

ルワンダ共和国

ルワンダ教育省基礎教育局

ルワンダ国  
初等算数教育への ICT 活用による  
教育の質向上を目的とした  
普及・実証事業  
業務完了報告書

2022 年 11 月

独立行政法人  
国際協力機構（JICA）

株式会社さくら社

民連
JR
22-059

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- ・ 本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・ 利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

<Notes and Disclaimers>

- This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

## 目次

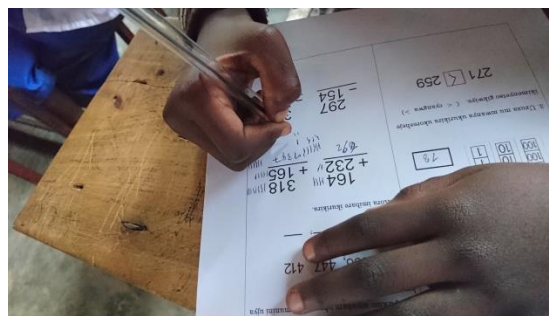
巻頭写真	i
略語表	iii
地図	vi
図表リスト	vii
案件概要	ix
要約	x
1. 事業の背景	1
(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認	1
① 事業実施国の政治・経済の概況	1
② 対象分野における開発課題	3
③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度	8
ア) VISION 2020	8
イ) VISION 2050	8
ウ) National Strategy for Transformation -1	11
エ) SMART Rwanda Master Plan	11
オ) Education Sector Strategic Plan	12
カ) ICT in Education Policy	13
キ) ICT in Education Master Plan	13
ク) Competence-based Curriculum Framework	14
ケ) OLPC プログラム	15
コ) モデルビレッジ構想	16
④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析	17
ア) SHQS プロジェクト	17
イ) ICT イノベーションエコシステム強化プロジェクト	17
ウ) 小学校教員の算数指導力向上プロジェクト	18
エ) BLF プログラム	18
オ) ACEITLMS 研究事業	19
カ) 世界銀行による教育プロジェクト	19
キ) PRISM	20
(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要	20
2. 普及・実証事業の概要	23
(1) 事業の目的	23
(2) 期待される成果	23
(3) 事業の実施方法・作業工程	24

(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他） .....	28
(5) 事業実施体制 .....	29
(6) 事業実施国政府機関の概要 .....	30
① カウンターパート機関名 .....	30
② カウンターパート基礎情報 .....	31
3. 普及・実証事業の実績 .....	32
(1) 活動項目毎の結果 .....	32
成果①にかかる活動 .....	32
成果②にかかる活動 .....	40
成果③にかかる活動 .....	48
成果④にかかる活動 .....	74
(2) 事業目的の達成状況 .....	84
(3) 開発課題解決の観点から見た貢献 .....	85
(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献 .....	85
(5) ジェンダー配慮 .....	86
(6) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について .....	87
(7) 今後の課題と対応策 .....	88
4. 本事業実施後のビジネス展開計画 .....	90
(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定 .....	90
① マーケット分析 .....	90
② ビジネス展開の仕組み .....	91
③ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール .....	92
④ ビジネス展開可能性の評価 .....	93
(2) 想定されるリスクと対応 .....	93
(3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果 .....	94
(4) 本事業から得られた教訓と提言 .....	94
① 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓 .....	94
② JICA や政府関係機関に向けた提言 .....	94
参考文献 .....	95
別添資料 .....	97

## 巻頭写真



MM 署名式 (2018 年 10 月)



Pre-test の様子 (2019 年 3 月)



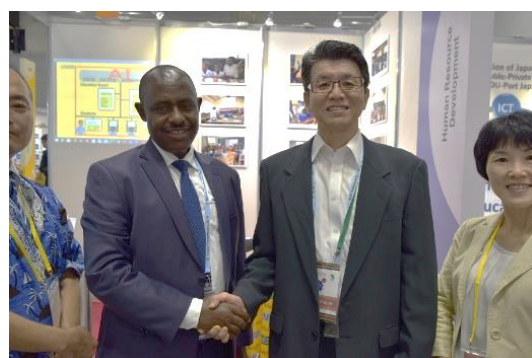
第 1 回 IM 研修  
(2019 年 3 月)



第 1 回実証 GS Kimironko II  
(2019 年 3 月)



第 1 回実証 GS Kimironko II  
(2019 年 3 月)



TICAD7 でル国教育大臣来訪  
(2019 年 8 月)



REB 総裁への進捗報告（2019 年 12 月）



GS Tabagwe での IM 実証（2020 年 2 月）



オンライン研修の様子（2022 年 1 月）



BC の様子（2022 年 4 月）



LMS 実証の様子（2022 年 6 月）



KEFL との契約締結（2022 年 8 月）



IM 普及セミナーの様子（2022 年 8 月）



REB 最終報告会の様子（2022 年 8 月）

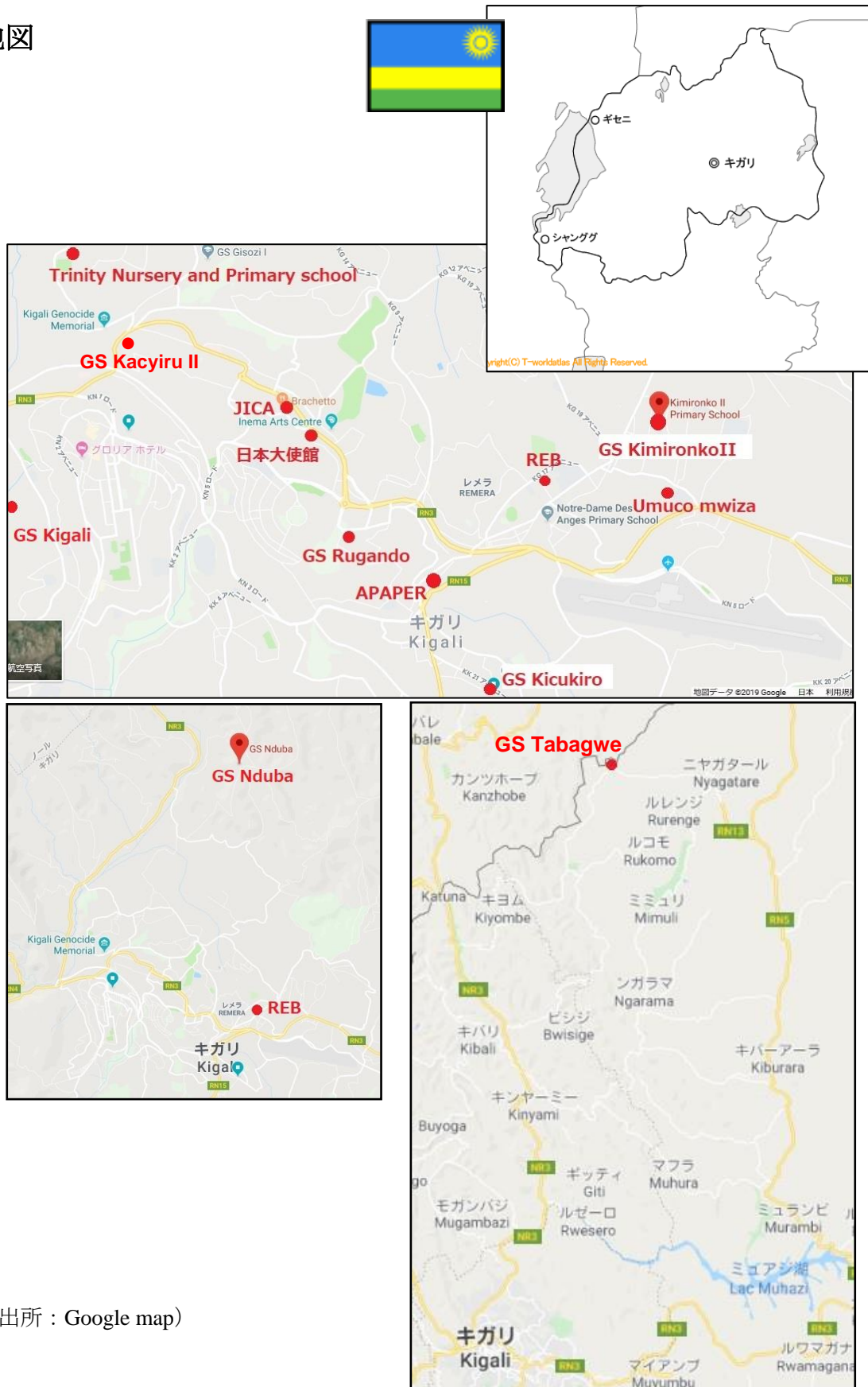
## 略語表

ABE	African Business Education (Initiative for Youth)	アフリカの若者のための産業人材育成イニシアティブ
ACEITLMS	African Centre of Excellence for Innovation Teaching & Learning Mathematics & Science	革新的理数科教育研究アフリカセンター
BC	Boot Camp	集中講座
BLF	Building Learning Foundations	学習基盤構築（プログラム）
BP	Business Partner	ビジネスパートナー
CAP	Contents Access Point	コンテンツアクセスポイント
CBC	Competence-Based Curriculum	資質・能力基盤型カリキュラム
CMU	Carnegie Mellon University	カーネギーメロン大学
COVID	Coronavirus Disease 2019	新型コロナウイルス感染症（2019年）
CP	Counterpart	カウンターパート
CPD	Continuous Professional Development	継続的職能成長
DFID	Department for International Development	英国国際開発局
DoS	Director of Studies	教頭
DP	Development Partner	開発パートナー
EAC	East African Community	東アフリカ共同体
EDPRS	Economic Development and Poverty Reduction Strategy	経済開発貧困削減戦略
ESSP	Education Sector Strategic Plan	教育戦略計画書
ESY	Education Statistical Yearbook	教育統計年次報告書
ICT	Information and Communication Technology	情報通信技術
ICTED	ICT in Education Department	（ルワンダ教育局）教育ICT課
IDP	Integrated Development Programme	総合開発プログラム
IM	Interactive Mathematics	提案製品名
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JV	JICA Volunteers	JICA海外協力隊
KEFL	KEZA Education Future Lab	ル国現地企業名
KIC	Kobe Institute of Computing	神戸情報大学院大学
L3	Literacy, Language and Learning	識字・言語・習得イニシアティブ

	Initiative	
LARS	Learning Achievement in Rwandan Schools	ルワンダ学校学習達成度
LMS	Learning Management System	学習管理システム
MINEDUC	Ministry of Education	ルワンダ教育省
MOFA	Ministry of Foreign Affairs of Japan	日本外務省
MYICT	Ministry of Youth and ICT	ルワンダ青年ICT省
NESA	National Examination and School Inspection Authority	国家試験・学校調査協会
NST	National Strategy for Transformation	国家変革戦略
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OJT	On-the-Job Training	実地研修
OLPC	One Laptop per Child	児童1人にラップトップ1台
PRISM	Project to Strengthen Primary School Mathematics and Science with the Use of ICT	ICTを活用した初等理数科学びの改善プロジェクト
PRSP	Poverty Reduction Strategy Paper	貧困削減戦略文書
QBE	Quality Basic Education	世銀基礎教育質向上プロジェクト
RDB	Rwanda Development Board	ルワンダ開発局
REB	Rwanda Basic Education Board	ルワンダ基礎教育局
SACCO	Savings and Credit Cooperative	信用組合
SBCT	Strengthening School-based Collaborative Teacher Training	校内相互研鑽強化
SBI	School-based In-Service Teacher Training	校内現職教員研修
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
SDMS	School Data Management System	学校行財管理システム
SEO	Sector Education Officer	セクター教育担当官
SET	Science Element Technology	(科目名) 科学技術
SIIQS	Supporting Institutionalization and Improving Quality of SBI Activity	学校ベースの現職教員研修の制度化・質の改善支援
SMASSE	Strengthening Mathematics and Science in Secondary Education	中等理数科教育強化
STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics	科学・技術・工学・数学分野
STI	Science, Technology and Innovation	科学技術イノベーション

TAS	Transform Africa Summit	トランスフォームアフリカ高官会議
TER	NPO Think about Education in Rwanda	NPOルワンダの教育を考える会
TDM	Teacher Development and Management Department	(ルワンダ教育局) 教員訓練管理課
TDMCGC	Teacher Development & Management and Career Guidance & Counseling Department	(ルワンダ教育局) 教員訓練管理・進路指導課
TICAD	Tokyo International Conference on African Development	東京国際アフリカ開発会議
TTC	Teacher Training College	教員養成施設
TVET	Technical Vocational Education and Training	職業技術教育訓練
UNICEF	United Nations International Children's Emergency Fund	国際連合児童基金
UR	National University of Rwanda	ルワンダ国立大学
URCE	National University of Rwanda, College of Education	ルワンダ国立大学教育学部
WB	World Bank	世界銀行

## 地図



(出所：Google map)

## 図表リスト

### 図リスト

図 1-1	Kigali Innovation City 計画	2
図 1-2	SMART Classroom	14
図 1-3	IM 使用の様子	20
図 2-1	普及・実証事業の実施体制	29
図 3-1	IM 実証版 1 号機のスクリーンショット 1	38
図 3-2	IM 実証版 1 号機のスクリーンショット 2	38
図 3-3	REB e-Learning site の IM 動画	40
図 3-4	Pre/Post テスト結果の比較（学年別平均）	64
図 3-5	児童の答案への書き込み比較	66
図 3-6	LMS の児童個々の達成度表示画面	69
図 3-7	実証活動に参加した児童の経年変遷	73
図 4-1	ビジネス展開の仕組み	92

### 表リスト

表 1-1	これまでの LARS の結果	5
表 1-2	LARS2 の結果	5
表 1-3	LARS3 の結果	5
表 1-4	LARS4 の結果	6
表 1-5	VISION 2050 における目標値	10
表 1-6	提案製品の概要	21
表 2-1	期待される成果	23
表 2-2	事業の実施方法	24
表 2-3	資機材リスト	28
表 3-1	IM 実証版の仕様	32
表 3-2	LMS の仕様	33
表 3-3	実証対象単元	35
表 3-4	IM 実証版 1 号機から 2 号機への主な改善点	39
表 3-5	IM 研修の実施実績	41
表 3-6	事業対象校	48
表 3-7	実証活動の実施実績 1	50
表 3-8	実証活動の実施実績 2	51
表 3-9	教員の経験による変容等の違いの検証	55
表 3-10	S-T 分析の結果	57

表 3-11	タイプ別演習問題量の算出 .....	59
表 3-12	実証活動の実施実績（人数、クラス数） .....	63
表 3-13	Pre/Post テスト結果の比較（学年別平均） .....	64
表 3-14	計算過程の変化 .....	65
表 3-15	実証活動の結果 .....	70
表 3-16	初等教育の基礎統計 .....	74
表 3-17	初等学校の ICT 設備に関する統計（2020/21） .....	76
表 3-18	BC の実績 .....	80
表 3-19	BP 候補調査 .....	81
表 4-1	ビジネス展開スケジュール .....	92
表 4-2	収支計画 .....	93

## ルワンダ

# 初等算数教育へのICT活用による教育の質向上を目的とした普及・実証事業 株式会社さくら社（東京都）

## 提案企業の技術・製品



## Interactive Mathematics (IM)

- ー日本の算数教育の特長を活かしてデジタル化した教材コンテンツ
- ー教員による教授と児童による学習の双方で活用可能
- ー相互性があり児童中心型の授業を実現

## 事業概要

相手国実施機関：  
ルワンダ教育省教育局  
事業期間：  
2018年10月～2022年12月  
事業サイト：  
ルワンダ共和国キガリ市

## ルワンダ国の開発ニーズ

- ICT立国を目指し科学技術系人材の育成に尽力するも、初等教育の算数に到達度等の課題がある。
- 教育の質向上のためICTを教育分野へ導入しているが、コンテンツの欠如が原因となり、ICT活用が進んでいない。

## 普及・実証事業の内容

- ル国初等算数カリキュラムに適合したIM実証版を作成する
- IM実証版を授業に導入し、授業の質改善と児童の学力向上への効果と有効性を実証する（現地教員に対するIM実証版導入研修の実施を含む）
- ル国のSMART Classroom計画に則ったIMのル国初等学校への普及計画とビジネス計画を策定する

## ルワンダ国側に見込まれる成果

- 教員によるICTを活用した授業力向上
- 初等教育算数における児童の基礎力向上
- ICTを活用した教育が推進され、教育の質が向上（教員研修、授業、学習の面から）

## 日本企業側の成果

- 現状**
- ICTで注目を浴びるルワンダへの進出を計画中。
  - ルワンダでの教育市場に参入できていない。
- 今後**
- ルワンダにおいて、IMの効果が公的に認められる。
  - ルワンダ教育市場への参入とビジネス展開をスタートする。

## 要約

I. 提案事業の概要	
案件名	<p>初等算数教育への ICT 活用による教育の質向上を目的とした普及・実証事業</p> <p>Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Utilization of ICT to Improve the Quality of Primary Mathematics Education in Rwanda</p>
事業実施地	ルワンダ国／キガリ市及び近郊
相手国政府関係機関	ルワンダ教育省基礎教育局（Rwanda Basic Education Board : REB）
事業実施期間	2018 年 10 月～2022 年 12 月（4 年 3 ヶ月）*契約変更後
契約金額	100,235,900 円（税込）*契約変更後
事業の目的	<p>本事業はキガリ市において OLPC 機配布済等、実証に必要な最低限の設備の整った初等学校 8 校（当初 6 校から、2019 年 9 月に 1 校、2020 年 1 月に 1 校追加し 8 校とした。）に現地適合理化した IM（Interactive Mathematics）実証版を導入し、IM 実証版が初等教育における算数教員の ICT を活用した授業力の改善（質向上）と、児童の学習到達度向上に有効であることを実証するとともに、ルワンダ国教育省教育局（REB）が推進する SMART Classroom 計画に則った IM ル国公教育版のルワンダ国初等学校への普及計画とビジネス展開計画を策定することを目的とする。</p>
事業の実施方針	<p>本事業は、実証用に現地適合理化した IM（IM 実証版）を実際の教育現場へ導入し、その有用性を実証すると共に、IM が持続的に有効活用される仕組み作りを行う。現地適合理化においては、カリキュラムとの整合性や文化的背景の反映等について REB と協議し決定する。また、現地適合理化した IM をルワンダ国公立学校へ普及し、その後の提案企業によるビジネス展開を可能にするため、現地市場情報の収集や REB 等関係機関との協議を通し、ビジネスモデルの検証を行う。</p>
実績	<p>【要約】</p> <p>本事業開始である MM 署名式から Counterpart（CP）である REB との協議を実施し、IM 実証版の仕様を決定して IM 実証版を完成した。</p> <p>IM 実証版を用いた実証活動については、当初計画通りの活動を完了した。加えて、事業途中の CP からの要請に基づいて 2 校の実証校を追加し、実証活動を完了した。</p>

	<p>事業対象校は 10 校、内実証校は 8 校（内 1 校は LMS 実証校）、コントロール校は 2 校である。</p> <p>実証校の教員には IM 研修を実施し、実施回数は計 7 回（P1～P5 の計 32 人）であった。教材（IM）研究と模擬授業を中心とした 2 日間の研修内容が効果的であることが確認された。</p> <p>事業対象校における IM 導入前後の算数テスト実施数（P1～P5 の総数）は、累積で約 4,300 人分、この内分析対象は約 3,700 人分（53 クラス分）となった。</p> <p>前後テストの結果として、まず実証対象クラス（IM 導入クラス）30 クラスのすべてにおいて、「テスト結果の伸び」または「Post テストの結果」が、比較対象のコントロールクラス 23 クラスよりも数値が高いことが確認された。</p> <p>これより、IM 導入による授業が、通常授業よりも児童の学力向上に効果的であることが示された。</p> <p>上記結果のもと、REB との最終報告会を開催し、IM のルワンダ国普及については、今後、提案製品が REB へ譲渡された後に協議を進めることとなっている。そのため、報告書での記載はここまでとする。</p> <p>私教育市場へのビジネス展開については、教育への ICT 活用を事業とするルワンダの民間企業 KEZA Education Future Lab（KEFL）を BP として特定し、IM の現地販売代理店としての契約を締結した。KEFL のリソースやネットワークを活用した IM の販売戦略の協議に入っている。</p> <p>尚、本邦受入活動は、COVID の影響により中止とした。</p>
課題	<ol style="list-style-type: none"> <li>普及活動 <ul style="list-style-type: none"> <li>ルワンダ国政府による IM の調達手続きの明確化</li> </ul> </li> <li>ビジネス展開計画 <ul style="list-style-type: none"> <li>公教育での IM 採用に向け、CP との引き続きの協議</li> <li>民間ビジネス展開について、BP との事業戦略の更なる検証</li> </ul> </li> </ol>
事業後の展開	<p>公教育においては、IM が全国の公立初等学校へ普及され、適切な維持管理の下、IM に関する研修が実施されることを期待する。</p> <p>ビジネス展開においては、販売代理店契約を締結した BP と共に具体的なビジネスモデルとビジネスプランを検証し、ルワンダ国でのビジネスを発展させていくことを期待する。</p>

	公教育、民間の双方において IM が普及することで、提案企業の利益につながると共に、ルワンダ国の開発課題解決に貢献することが期待される。
II. 提案企業の概要	
企業名	株式会社さくら社
企業所在地	東京都千代田区神田神保町 2-20 ワカヤギビル 508 号
設立年月日	2009 年 4 月 16 日
業種	その他（情報通信業）
主要事業・製品	教育関係書籍出版
資本金	25,000,000 円（2022 年 8 月時点）
売上高	60,920,430 円（2021 年 8 月期）
従業員数	6 名

## 1. 事業の背景

### (1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認

#### ① 事業実施国の政治・経済の概況

ルワンダ共和国（以後、ル国）は 1962 年にベルギーから独立し、共和制をとる立憲国家であり、ポール・カガメ大統領（2000 年に就任し 2022 年時点で三選目）が国家元首を務める。

議会は上院と下院を有し、主要政党はカガメ大統領の率いるルワンダ愛国戦線（RPF）、他に中道民主党、イスラム民主党などがある。

ル国は 1994 年に Genocide と呼ばれる内戦を経験し、政治的にも経済的にも壊滅状態に陥ったが、第 5 代大統領に就任したカガメ大統領の強力なリーダーシップの下で復興が進み、2000 年から平均経済成長率 7%以上<sup>1</sup>を持続するなど、「アフリカの奇跡」と呼ばれる発展を遂げている。このようなカガメ大統領の政治手腕は高く評価されている一方で、独裁的であるとの批判もあり、ル国のガバナンスに対する評価は二面性を有している。

経済について、ル国は農業国であり国民の約 9 割が農産業に従事している。主な輸出品はコーヒー、茶、錫、コルタンであり、各種消費財、中間財、資本財、エネルギーを輸入している。

内陸国という地理的条件のため、東アフリカ諸国の経済的ハブであるケニアに比べて物価が高めであるという条件を緩和・好転させるための方策として、2009 年に学校教育で使用する言語をフランス語から英語に変更するという、多くの国民にとって痛みを伴う大英断を下して EAC（東アフリカ共同体<sup>2</sup>）に加盟し、域内における人（労働力、教育）、物（エネルギー、輸送手段、関税）、金の流動自由化へ向けた各国の制度調和の旗振り役となっている。また、EAC 経済統合に向けた各種事業のスピードアップを目的として 2013 年 6 月に設立された北回廊統合プロジェクト（Northern Corridor Integration Projects）においては、加盟国相互の旅行移動にパスポートが不要となるイミグレ制度改正が実施済みであり、他にもモンバサ港から各国への輸送過程における非効率プロセスの改革計画、ケニアの港湾都市モンバサから首都ナイロビ、ウガンダの首都カンパラを経て南スーダンの首都ジュバならびにキガリ間を結ぶ標準軌鉄道の建設計画、ケニアのエルドレットからカンパラを経てキガリへ通ずる石油パイプラインの敷設計画など数々のプロジェクトが進行中あるいは実施協議中にある。

一方、数年前からアフリカ発展指針の一つは「SMART」という言葉に代表される ICT の活用であり、ル国においても同様である。ルワンダ貿易・産業省やルワンダ開発局（RDB）は「Made in Rwanda」イニシアティブを掲げ、国内産業の育成と外国投資誘致による技術移

<sup>1</sup> WB データベースから、2000 年から 2017 年の平均 GDP 成長率は 7.8%、2017 年は 6.06%。

<sup>2</sup> 2022 年 3 月、コンゴ民主共和国(DRC)の加盟が認められ、ケニア、ウガンダ、ルワンダ、タンザニア、ブルンジ、南スーダン、DRC による 7 カ国(総人口約 2 億 6,700 万人)の共同体となった。

転の両立を図っている。キガリ郊外に経済特区（Kigali Special Economic Zone）を設置して工業団地や ICT パークなどを造成し、電気、上下水道、アクセス道路等の各種インフラ、インターネット環境、倉庫、保管施設も用意されている。同地には、南米からアフリカへ進出し PC<sup>3</sup>の製造販売を行っている POSITIVO-BGH 社（Positivo）や幾つかの中国系の企業、カーネギーメロン大学（ICT 系の大学院）などの外国資本を積極的に誘致している。

更に、カーネギーメロン大学大学院アフリカ校ルワンダキャンパス<sup>4</sup>（CMU-Africa）のキガリへの誘致は、ル国の優秀な頭脳が欧米やケニアなどの周辺国へ流出してしまい、ディアスポラからの仕送り金などでル国経済が支えられている現状を逆転させるためのアイデアでもある。実際に、ウガンダ、ケニア、タンザニアなどの周辺諸国から優秀な学生が入学し、その卒業生の就職率はほぼ 100%で、ル国の省庁、銀行、国連機関、IBM や CISCO 等の ICT 企業などの名だたる就職先が並んでいる。欧米に流出してしまっているアフリカの優秀な若者を、ル国に惹きつけるに十分な実績となる。

加えて同校は、ル国政府が構想中の Kigali Innovation City 計画の中心施設として機能し、ICT 関連企業や研究機関誘致の際に大きな意味を持つ「質の高い労働力確保」にも大きな役割を果たすことが期待されている。

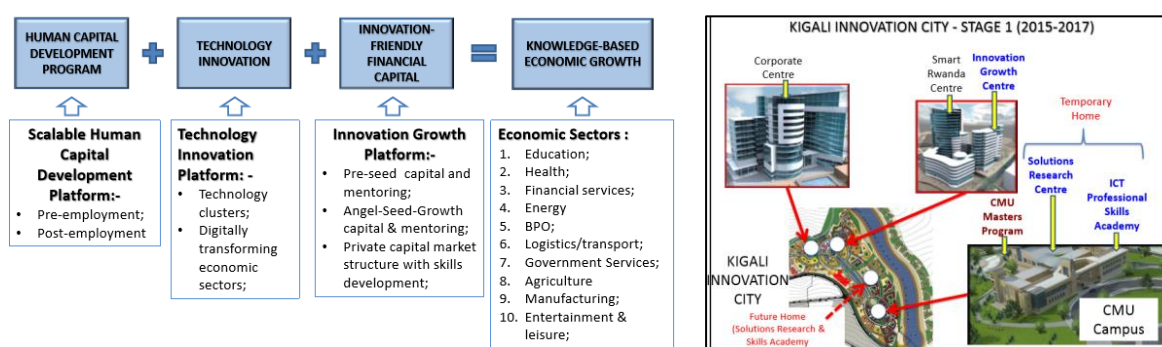


図 1-1 Kigali Innovation City 計画 （出典：RDB ホームページ）

「SMART」な企業や大学を、大統領自らがリーダーシップを発揮して積極的な交渉により誘致し、これまで国外へ流出していた優秀なル国人材を国内へ引き留め、更には国外から取り込むことにより「Made in Rwanda」のブランド価値を確立しながら、自国の人材や産業を育成していく戦略は、現在のところ順調に進捗している。

このように、比較的明るい展望が開けているル国は、アフリカ大陸の HUB 構想の一環として国際会議の誘致にも力を入れており、ル国が様々なイベントや国際会議のホストを務めている。

<sup>3</sup> Personal Computer、本書内では基本的にラップトップ・パソコンを指す。

<sup>4</sup> <https://www.africa.engineering.cmu.edu/index.html>

## ② 対象分野における開発課題

ル国は ICT 立国への発展を一つの目標とした国家方針 VISION 2020/50 の下、様々な分野で ICT 化推進に関した政策を進めている。中でも、教育セクター開発は貧困削減と国家目標達成の最重点分野の 1 つに位置づけられ、ル国の将来の発展に寄与する科学技術系人材の育成を一つの目標として教育への ICT 導入・活用 (SMART Education) が進められており、ル国教育省 (Ministry of Education : MINEDUC) やその下部組織のルワンダ基礎教育局 (Rwanda Basic Education Board : REB) は、教育セクター戦略計画 (Education Sector Strategic Plan : ESSP) や ICT in Education Policy、ICT in Education Master Plan 等の政策文書に沿って精力的に活動を進めている。

これを踏まえ、我が国外務省は、平成 29 年対ル国国別開発協力方針において『成長と雇用創出につながる科学技術教育・訓練の強化のため、(中略) 人材育成の基礎となる教育の質向上に向けた取り組みや産学連携への取り組みを支援する。』と、基礎的な教育の質向上に向けた取り組みを重点分野に定めている。対ル国事業展開計画 (2017) においても、同分野での科学技術発展を支える基盤となる人材不足を課題とし、教育の質向上への取り組みを進めている。

また 2019 年 9 月の国連総会では、安倍総理大臣(当時)のスピーチ<sup>5</sup>において「ルワンダでも、インターネットをいかした理数科教育の拡充を図ります。これらは、むしろ民間の人々の努力に大いに触発されての事業だと言わねばなりません。」と、本事業を念頭に置いた発言がなされる等、本事業が日本の開発協力方針に沿った取り組みである点が認知されている。このスピーチでは更に NGO や民間による教育協力への取り組みに言及されており、日本の教育の強みを活用した国際協力の取り組みは、今後も日本による協力の一つの柱になると言える。

ル国では、初等教育無償化実施 (2006 年)<sup>6</sup>により就学率は飛躍的に改善されたが、後述するように現場の対応が十分に追いつかず、同政策を実施したケニアやマラウィ等、他アフリカ諸国同様に教育の質低下が課題となっている。

無償化政策による爆発的な量的拡大に現場の対応が追いつかず、急増する児童数に対して教員数、教室数、教材の不足などによって教育の質低下を招くことは容易に想像できるが、ル国教育統計「2018 Education Statistical Yearbook」(MINEDUC、2018)をメインに統計値を概観することで、初等教育の全体的な状況を把握することが出来る。

粗就学率 (Gross Enrollment Ratio : GER) と純就学率 (Net Enrollment Ratio : NER) の開きの大きさ (2018 年 GER : 137.5%、NER : 98.3%) から、留年率の高さが指摘される。実

<sup>5</sup> [http://www.kantei.go.jp/jp/98\\_abe/actions/201909/24usa.html](http://www.kantei.go.jp/jp/98_abe/actions/201909/24usa.html)

<https://www.sankei.com/politics/news/190925/pl1909250015-n5.html>

<sup>6</sup> ル国の義務教育は 9YBE (9 years Basic Education) とされる初等教育 (Primary : P) 6 年間、中等教育 (Secondary : S) の前期 3 年間 (Ordinary level) であるが、現在 12YBE (12years Basic Education) として後期中等教育 3 年間 (Advanced level) を加える形へと移行が進められている。

際、ル国の初等教育留年率は2015年で18.4%、2016年で16.4%、2017年で13.4%と高い状況である。更に退学率も2017年に6.7%となっている。これは当時のESSPの目標値（留年率8.7%、退学率6.6%）に達していない。ちなみに、この留年率と退学率は女子の方が低く、男子の方が高いという状況が続いており、進級率は2018年に80.0%であるが、同様に女子が高く、男子が低いという状況が続いている。更に、2017年初等修了試験の合格者率も、女子が高く（87.0%）、男子が低い（85.5%）状況にある。進学率は71.6%と、これも当時のESSPの目標値（77%）に達していないが、初等教育から中等教育への進学では男子の方が僅かに高い。

次に初等教育における児童の修了率<sup>7</sup>は、2016年に65%と下がったが、2018年には82.9%まで上昇し、EESPで目標としている80.8%を達成している。

有資格教員率については98%（2016、2017、2018年）を越えるまでになってきているが、教員数の増加は児童数の増加に追いついておらず、有資格教員と児童数の比率は1:57（2018年）とかなり高い状況が続いている。これはESSPの目標値1:40に届いていない。更に、適切な研修を受けた教員と児童数の比率は1:60（2018年）と、同様に高い状況が続いており、教員研修の実施も児童数の増加に追い付いていないことが推測され、教育の質低下の一因である。

クラスサイズは2016、2017年に43人、2018年に44人と、極端に大きな値ではないが、これもESSPの目標値40には達していない。加えて教室数に対する児童数は2016年に81人、2017年に80人、2018年に77人と極めて高く、2018年から2019年にかけてP5、P6（初等教育5学年、6学年）をシングルシフトへ移行<sup>8</sup>している影響が表れていると考えられる。いずれにせよ、1教室内の児童数は高学年でかなり大きな値となっている。

また、アウトプットに関する指標として、ここでは英国政府の支援によってREBとNESA<sup>9</sup>が実施している全国学力調査であるLearning Achievement in Rwandan Schools（LARS）の結果を参照する。

LARSはLiteracyとNumeracyに関する学力調査として、これまでに計4回実施されており、LARS1は2011年にP3対象、LARS2は2014年にP2とP5対象、LARS3は2017年にP3、P6、S3対象、LARS4は2021年にP3、P6、S3対象であった。対象学年が一貫していないのは、その時々に関連などが定める指標（MDGsやSDGsのモニタリング指標など）の違いに由来していると言われているが定かではない。

LARS1ではDistrict毎に2校（30 Districtsで計60校）として12,420人のP3児童が対象であったが、LARS3では全国でおよそ60,000人、LARS4では6,120人の児童・生徒が調査対象であった。LARS1から4までの結果は以下の通りである。本事業では初等教育の算数

---

<sup>7</sup> 修了率の指標として2017年まではCompletion Rateが用いられていたが、それ以降はGross Intake Rate in P6（GIR P6）が用いられるようになった。

<sup>8</sup> ル国の公立初等学校は、基本的に午前と午後に分かれたダブルシフトを採用しているが、シングルシフトへの移行が進められている。

<sup>9</sup> National Examination and School Inspection Authority：ル国教育省下部組織の国家試験・学校調査協会

を対象としているため、関連するのは Numeracy の結果である。各表の％は、各学年で求められる学力に達している児童数の割合を示している。

**表 1-1 これまでの LARS の結果**

	LARS I: 2011		LARS II: 2014		LARS III: 2017		LARS IV: 2021	
Grade	Literacy	Numeracy	Literacy	Numeracy	Literacy	Numeracy	Literacy	Numeracy
P2			45.3%	32.9%				
P3	63%	54%			54.9%	40.7%	10.1%	60.9%
P5			44.1%	38.3%				
P6					56.4%	59.0%	38.6%	32.1%
S3					71.3%	78.8%	42.8%	41.5%

(出典：LARS Executive Summary Report, NESI, 2022)

LARS2～LARS4 の結果はそれぞれ、以下の通りである。

**表 1-2 LARS2 の結果**

Type of school	P2 Literacy	P2 Numeracy	P5 Literacy	P5 Numeracy
All schools	45.3%	32.9%	44.1%	38.3%
All urban schools	58.2%	40.7%	67.7%	57.9%
All rural schools	43.7%	31.9%	40.9%	35.6%
Private schools (urban)	72.9%	46.7%	85.6%	75.5%
Government-aided (urban)	50.7%	37.9%	56.4%	46.7%
Government-aided (rural)	44.8%	32.2%	39.2%	35.1%
Public (rural)	41.6%	31.2%	44.1%	36.3%

(出典：ESSP 2018/19-2023/24)

**表 1-3 LARS3 の結果**

Grade	Subject	Total 2017	Boys 2017	Girls 2017
P3	Kinyarwanda	54.4%	52.2%	56.4%
P3	Maths	40.7%	40.3%	41.3%
P6	English Literacy	56.4 %	59.8 %	53.2 %
P6	Maths	59.0 %	63.7 %	54.5 %
S3	English	71.3 %	77.6 %	65.3 %
S3	Maths	78.8 %	81.8 %	75.9 %

(出典：DIFD Annual Review; Learning for All 2018)

表 1-4 LARS4 の結果

Grade	Subject	Total 2021	Boys 2021	Girls 2021
P3	Kinyarwanda <sup>10</sup>	-	-	-
P3	English	10.1%	12.6%	7.6%
P3	Maths	60.9%	63.0%	59.0%
P6	English	38.6 %	40.8 %	36.3 %
P6	Maths	32.1 %	33.1 %	31.2 %
S3	English	42.8 %	52.8 %	32.7 %
S3	Maths	41.5 %	47.3 %	35.8%
S3	Science	43.4 %	50.2 %	36.7%

(出典：LARS Executive Summary Report, NESAs, 2022)

これら結果は基本的に公立学校と私立学校の合算であるため、公立学校のみではこの値より低いことが予測されるが、表の通り各学年で Numeracy が求められる学力に達しているのは、上の表 1-1～1-4 を概観すると、3 割～6 割という結果である。全般的に女子よりも男子の成績が、地方よりも都会(特にキガリ)において上回る分析結果が得られている。私立と公立の差については言及・分析がないが、その差が著しいことは想像に難くない。2011 年から 2021 年の経年変化(成績の推移比較)については、その間にカリキュラム改訂や COVID による学校閉鎖など、学校教育へのインパクトの大きな出来事があったり、対象人数が大きく異なっているなど、単純な比較は難しい。

LARS 以外にも、2018 年に BLF (Building Learning Foundations) が REB と共に前期初等教育 (P1～P3) を対象とした算数と英語の学力調査を実施している。結果、各学年で求められる学力に達していた児童は、P3 の対象児童数約 1,700 人の内、算数で 21%、英語で 16% であった。算数で対象とした内容は reading numbers, comparing numbers, addition and subtraction, multiplication and division, algebra problems, and word problems であった。

以上の通り、LARS や他の学力調査において、実施方法や評価方法に違いがあり一概に比較はできないが、どの結果においても算数における学力及び到達度は低く、特に今後の学習基盤を築く必要がある低学年においてかなり深刻である。

後述するが、ESSP で主に着目している数値指標は、上記の Literacy と Numeracy の学力 (P3 と P6)、粗 P6 在籍率 (GIR P6、旧称では修了率)<sup>11</sup>、純入学率 (Net Intake Rate in P1 : NIR P1)<sup>12</sup>、留年率、退学率、進学率である。

<sup>10</sup> キニヤルワンダの試験は実施されているが、比較可能な分析がなされていない。

<sup>11</sup> 年齢に拘わらずその学年に在学している児童数の、その学年に在学すべき公式年齢の人口に対する割合。

<sup>12</sup> 初等教育 1 年生 (P1) に公式年齢で入学した児童数の、公式年齢で入学すべき人口に対する割合。

そして、より実践的な側面である教室現場から教育の質に焦点を当てると、質低下の一因は教育計画の実践現場である教室、つまり「授業」にあるといえる。実際の教室現場での活動つまり授業は、最終的に教育のアウトプットと教育統計に影響する。

この「授業」に着目すると、教員数や児童数、教員の能力、児童の学習、教室設備、教材など様々な要因が関係するが、これらの課題を ICT 活用によって解決していこうとしているのが、ICT 立国を目指すル国の特徴的な方針である。

ESSP2013-2018 (MINEDUC) においても、初中等教育の教授と学習の両面に ICT を有効活用し、教育の質改善に取り組むことを優先的に挙げている。教室へ ICT を導入し、教員が質の高い SMART な授業 (ICT を用いた Interactive かつ Student-centered な授業) を実施することで、児童の学習到達度を改善しようと努めており、ル国はこの方針に沿って SMART Classroom 計画 (ICT in Education Policy, 2016) を開始し、初中等学校への PC を含む ICT 機器の配備を進めている。しかし、この中でも 2008 年から初等学校対象に先行している代表的国家事業 OLPC (One Laptop Per Child) プログラムは PC の配布が遅れ、更に PC の授業への活用が進んでおらず、世論 (現地新聞) から批判を受ける状況にある。この課題の原因の一つは、提案企業による 1 年間の案件化調査の中で、現地関係者 (REB 局長、OLPC 担当主任、PC 配布担当者、教員への ICT 研修担当者、現地教員等) へのインタビューや状況分析から、「授業に活用できる優良コンテンツの欠如」が大きな要因の一つであると結論付けられた。コンテンツ不在では、配布している PC の授業への活用は極めて限定的であり、SMART Classroom で目指すような授業での活用には限界がある。

「授業に活用できるコンテンツ」とは、教育的な有効性に加え、教員と児童にとっての操作性も重要であり、ル国の求めるコンテンツは、ICT in Education Master Plan (MINEDUC, 2015) 及び既出の ICT in Education Policy でも、「Interactive (相互性) かつ Student-centered (児童中心) な授業実践を実現できるコンテンツ」であると示されている。しかし、現状の政策はハード先行に偏り、未だニーズを満たすコンテンツの開発・導入は進んでおらず、このことは後述の教員研修にも影響を及ぼしている。

ル国の目指す教育への ICT 活用は、優良な教育コンテンツがなければ達成は難しく、勿論ル国担当者達もコンテンツ開発の必要性を認識しつつも、具体的なコンテンツや授業方法を模索している段階にある。しかし、現状は授業へ活用できるコンテンツが欠如した状況にあり、有効な解決手段を見出せていない。

また、教室現場では「授業の質」の課題が主要因の一つとなっており、提案企業による案件化調査でも、教員の授業方法は未だ古典的な Chalk and Talk (板書と口頭説明のみ) が主流であることが確認され、ICT を活用した SMART な授業への転換は未だ確認できていない。国家目標と教室現場での児童の学習を結びつける重要な役割を担う教員の授業実践はこの課題のキーフアクターであり、早急な改善が求められる。

更に、2016 年から教育カリキュラム改訂を進めているル国では、新カリキュラム (Competence-Based Curriculum : CBC) に沿った教室現場における ICT 活用についての教員

研修を実施している。しかしながら、CBC 教員研修の ICT 活用に関するパートでは、PC の初歩的な内容（機器の名称や電源の入れ方など）や Office、Scratch<sup>13</sup>を教えているのみで、教科の授業に活用するコンテンツについては有効なものが示されていない。そのため、未だ ICT 活用への実践的な研修をできておらず、教員が授業で ICT を活用する能力の強化及び実践へ繋がっていない。CBC や新教科書の内容とも整合した、実践に有効なコンテンツの開発は、CBC 教員研修の質的向上とその教室実践を促進するためにも急務である。

特に、ル国の目指す科学技術系人材育成に関しては、JICA 報告書（JICA 国別基礎教育セクター分析報告書-ルワンダ-）やル国公文書（ESSP2013-2018、National Education for All 2015 review）から、算数の学習到達度の低さと改善の重要性が指摘されており、2017 年に大統領が議長を務めた全国リーダー集会の決議においても、STEM（Science, Technology, Engineering and Mathematics）教育強化を掲げている。

算数は、他の科学技術系科目に直結する基礎科目でありかつコア科目でもある。更に、積み上げ型の科目であるため、低学年で基礎を習得しなければ学年が上がる毎に習得は難しくなり、算数ができないことは退学や留年の一因ともなる。つまり、ル国の目指す人材育成には、算数の基礎学力習得に重点を置いた、初等教育の算数教育改善が肝要である。

以上より、ル国は ICT を活用した教育の改善を進めているが、有効なコンテンツの欠如がボトルネックとなり、教員研修、授業実践、児童の学習等へ ICT 活用が効果的に進まず、目指す教育の質改善へ繋がっていない状況にある。特に基盤である初等教育の算数については、早急な対応が求められる。

### ③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度

#### ア) VISION 2020

2000 年に策定、2012 年に改訂された長期国家目標であり、2020 年までの政策上の最上位文書である。貧困削減と中所得国への発展を目標に、知識基盤型経済（knowledge-based economy）への移行（Transformation）を最大の焦点としている。そのための 6 つの柱の 1 つとして、人的資源開発のための教育の発展が示されており、他分野横断型要素として科学、テクノロジー、ICT の発展に言及されている。

教育は労働市場を支える社会発展のキーと位置付けられ、現教育システムである 9 年制基礎教育（9YBE）を 12 年制基礎教育システム（12YBE）へ転換することや、教育の質的改善に焦点が当てられている。また、中等教育と高等教育における科学、ICT、エンジニアリングの重要さが強調されている。

#### イ) VISION 2050

VISION 2050 は、上記 VISION 2020 を引き継ぐ長期国家目標である。

将来的な人口増加、人口ボーナス（Demographic Dividend）を背景に、5 本柱を設定してい

---

<sup>13</sup> <https://scratch.mit.edu/>

る。最初の柱は、人間開発（Human Development）つまり人的資本開発（Human Capital Development）であり、その内容の最初の項目は、質を伴った保健医療への普遍的アクセス（Universal access to high quality health care）、次は質の高い教育への普遍的アクセス（Universal access to high quality education）、最後に高い生産性のための労働力、となっている。

本事業に関連する部分として以下の通り。

#### 1 本目の柱：人間開発（Human Development）

- 「質の高い教育への普遍的アクセス」の内容
  - ・市場主導型の教育（market-driven education）促進
  - ・就学前教育から基礎教育の質強化（第4次産業革命<sup>14</sup>の基礎スキルを含む）
  - ・2050年までに就学前教育の就学率100%達成
  - ・基礎教育では、2035年までに児童教室比、児童教員比を中所得国の標準値まで改善
  - ・教員は、全てのルワンダ人にスキルと生産性を継続的に向上させる能力を提供する
  - ・全教育課程でSTEM教育強化、2035年までにアフリカの技術革新先進国を目指す
  - ・TVETでは、労働市場のニーズを的確に捉え、特に女性への平等なアクセスに重点を置く
  - ・労働力強化と知識基盤社会構築のため、Digital Literacyを全学年で2035年までに強化
  - ・高等教育の就学率改善、研究開発の促進
- 「高い生産性のための労働力」の内容
  - ・ICT、観光、航空エンジニアのトレーニング、コンピュータープログラミング、ベンチャーキャピタル等で生み出される革新的な仕事へ、ルワンダの教育が適合するだろう。
  - ・KIC、大学、ビジネススクールは、地域全体から最高の才能を引き付け、これまでのルワンダは専門家を輸入していたが、2050年までにこの傾向は逆転するだろう。
  - ・TVETと高等教育は、高い価値と競争力のある仕事を展開するための中核となる。
  - ・ルワンダの国民は、（教育によって）新しいアイデアを試し、管理可能なリスクを取り、失敗から学び、再挑戦するための回復力を持つことが奨励される。

尚、他の柱は以下のとおりである。

#### 2 本目の柱「競争力と統合（Competitiveness and Integration）」

#### 3 本目の柱「富の創造のための農業（Agriculture for wealth creation）」

#### 4 本目の柱「都市化と集積（Urbanization and Agglomeration）」

#### 5 本目の柱「説明責任と能力を備えた国家機関（Accountable and Capable State Institutions）」

Key considerations for success（P. 19）では、成功への重要事項として民間部門の成長、EAC市場の取り込みに言及されている。更に、マクロ経済の土台強化に関する項では、GDP成長率の目標は2035年まで12%、2036～2050年まで10%としている。この目標達成に、公共投資、民間投資、教育の改善等が必要とされ、教育と保健への投資拡大が重要であると記さ

---

<sup>14</sup> ここでは、第4次産業革命（I4IR）はICTが大きな力を持つ産業革命とされている。

れている。加えて、人的資本（教育）投資における収益率の高さについても強調されている。

また、VISION 2050 の位置付けとして以下の通り記されている。（P. 24）

“ VISION 2050 は最上位の開発計画に位置し、それを基に NST が作成される。NST を基にして、各セクターの Strategic Plan が編纂される。”

最後にまとめとして、VISION 2050 はルワンダの大胆で野心的な未来を志向しているとし、この目標は中産階級の増加による構造改革によって達成できるとされている。製造業とサービス業での雇用を増やし、地域的および国際的な統合を促進し、人口ボーナスを活用するという方法が再度強調され、教育については市場主導型へと変革するよう言及されている。

教育に関する目標値（ECD：No.8～11、教育：No.12～20）は以下の通りである。

**表 1-5 VISION 2050 における目標値**

	現況調査結果	2035 年	2050 年
就学前教育の純就学率	24.6% (2019)	99%	99%
S3 での Numeracy と Literacy の学力達成度	Numeracy 全体：78.8% 男性：81.8% 女性：75.9%  Literacy 全体：78.8% 男性：71.3% 女性：77.6% (2017)	99%	99%
中等教育への進学率	72.2% (2019)	94.30%	97%
TVET 進学率	33.6% (2019)	60%	60%
平均就学年数	4.4	6.9	10.9
STEM 関連教育の卒業率	全体：36.9% 男性：42.6% 女性：29.9%	44.26%	50%
若者の被雇用率	全体：56.8% 男性：59.0% 女性：54.5%	77.48%	80.18%
研究開発への支出 GDP 比	0.66% (2016)	1.50%	3.00%
社会経済発展に関する研究出版に 関係する大学職員の比率	全体：23.0% 男性：22.0% 女性：26.7%	38.30%	52.00%

## ウ) National Strategy for Transformation -1

2017年に策定された National Strategy for Transformation -1 (NST1) は、これまでの中期経済開発計画であるル国政府7年計画書 (Seven-Year Government Programme、2010年) と貧困削減戦略文書 (Poverty Reduction Strategy Paper : PRSP) を引き継ぐ中期計画であり、2017年から2024年の7年間を対象としたル国最初の NST である。VISION 2020/50 と各セクタープランを繋ぐ中継的な位置付けにある。

本書では、主にこれまでの経済指標を総括しながら、教育については初等教育と中等教育における修了率と進学率の両方が目標に到達していないことを、冒頭で挙げている。

本書は SDGs (Sustainable Development Goals : 持続可能な開発目標) の達成のための戦略であり、経済、社会、ガバナンスの変革を3本柱としている。優先事項は創業促進や都市化促進などから教育 (就学前教育から高等教育まで) の質と量の強化、教員の待遇改善、一般的な社会保障の拡充、生活インフラの整備、治安の安定化、社会参加の促進、平和構築などに亘り、本書期間で GDP ベースの経済成長率平均 9.1% を目標としている。この目標達成のために挙げられた項目の中には、公教育と私教育における教育の改善が含まれている。

教育について、まず経済変革の項では、技術科学系の組織育成と実践のための連携について重要性が指摘されており、当該分野の研究開発の促進に教育の強化が言及されている。社会変革の項では、全ての人へ質の伴った教育を提供することを5つの重要項目の中の1つに設定している。本事業に関連する部分として、まず就学前教育のアクセス改善は2024年に純就学率 (NER) 45% を目標に、私教育施設と協力して達成することで、言語と算数の基礎力を改善し、初等教育以降の学びを強化することが言及されている。加えて、CBC の実施、SMART Classroom、ICT 機器整備の拡充による ICT を活用した教授と学習の強化についても言及されている。更に、全教育レベルにおける STEM 教育の強化、初中等教育における退学率の解消、関連して SDMS (School Data Management System) の活用、保護者との連携なども挙げられている。

投資としての教育については、経済開発、知識基盤社会への移行のために教育の改善が1つのキーとされており、これによる労働者の生産性の向上や ICT によるイノベーションなどによって、ル国経済全体の生産性の向上を齎すとする位置付けにある。

## エ) SMART Rwanda Master Plan

2015年に策定された実質的な National ICT Strategy and Plan NICI IV (2015-2020) にあたる国家全体の ICT 政策である。

NICI は、Phase I が 2000-2005 年 (主に政策や法の整備)、II が 2006-2010 年 (主にインフラ整備)、III が 2011-2015 年 (主に発展と活用) と続き、II では OLPC プログラムの実施が策定されており、III では ICT の輸出に言及されている。IV にあたる本文書は、これまでの総括に基づき、VISION 2020 における「知識基盤型経済への移行」 (Transformation) の実現

とその後を見据えて、ル国製 ICT 関連製品・サービスの輸出（ル国の ICT Hub 化）や ICT に関連する雇用の創出と生産性の向上を重点に記されている。

そのために 7 つの柱が明記されており、その中に SMART Education（主に ICT を活用した教育発展プログラム）が含まれる。SMART Education の実現に必要な要素として SMART ICT Capability（ICT 関連能力）が記され、「教授と学習の質を高めるためのツールとして ICT を教育に利活用すること」を主目的の一つに定め、そのための方策としてル国教育ニーズに見合った教材コンテンツの必要性が記されている。

## オ) Education Sector Strategic Plan

VISION 2020 改訂版を基に、その国家 VISION へ向けた教育セクターにおける 5 か年毎の計画を記した戦略文書であり、教育セクターにおける上位文書である。

2013 年の Education Sector Strategic Plan（ESSP）2013/14-2017/18 では、教育は社会発展と貧困削減への投資と位置付けられ、将来の国家発展のために技術と知識を身に付けた生産性の高い人材を輩出するため、12YBE への移行と教育の質改善を主な目的としている。

まずゴールとして記されている 3 つは、1) ACCESS：教育アクセスの改善、2) QUALITY：教育と訓練の質改善、3) RELEVANCE：労働市場の要求に見合った教育の強化、である。更に基礎教育では、Literacy（基礎的識字能力）と Numeracy（基礎的数学能力）に焦点をあてることが強調されている。

最新は 2019 年の ESSP 2018/19-2023/24 であり、既出の NST1 に基づいて編纂されている。基本的には先の ESSP を引き継ぎながら、本書が貢献する新たなル国の方針として、2035 年までに工業化及び中所得国内で上位に入るという新たな方針が掲げられている。その目指すところは、ル国民が適した技能（技術、知識、姿勢）を修得して労働力を含む能力を強化し、社会経済的変革に貢献すること及びグローバル市場で競争力を持つことである。これに沿って、9 つの戦略目標が記されており、教育の質（output）改善や STEM 教育の促進から始まって、4 つ目に ICT 活用の促進が記されている。

最初の優先事項は、ル国の社会経済発展に適した学習の質向上であり、学力向上に加えて基礎教育（P1～S3）の教育統計値の改善も含まれている。その指標として、P3、P6、S3 での Literacy と Numeracy の学力、NIR P1、NIR S1、退学率、留年率、GIR P6、GIR S3、進学率（初等教育から中等教育）等に着目して目標値を設定している。これが表すように、ル国教育セクターで積極的に取り組んでいる部分は、適正年齢での入学と、基礎教育を留年や退学なく修了すること（教育の内部効率の改善）、そして Literacy と Numeracy で示される基礎学力の充足である。Literacy と Numeracy については、特に前期初等教育での強化について言及されている。

加えて 4 つ目の優先事項に含まれる ICT については、教育の質改善のために、全ての教育レベルにおいて教授と学習の両方に ICT を活用するという内容である。この点においては、CBC に適した方法で、教室で ICT を使った効果的な授業を実践するためには、特に教

員の ICT 能力強化と ICT 研修に言及されており、ICT によって教員中心の授業から児童中心の授業へ変革する必要性が述べられている。併せて、学校の ICT インフラの早急な整備の必要性についても言及されている。

この目標のための活動計画の要点として、以下の3点が記されている。

- ・初等、中等、TVET（職業訓練）、高等教育の施設における SMART Classroom の整備
- ・ICT を使った教授技能の強化
- ・デジタルコンテンツの開発と活用

上の3点目が、特に本事業と関連する部分であり、教授の質改善のために基礎教育におけるデジタルコンテンツの開発を強化することが記され、並行してオンライン教育、遠隔教育の強化に繋げることが記されている。

## カ) ICT in Education Policy

2016 年に MINEDUC により策定された本政策方針は、主に教育への ICT 導入について記されている。

VISION 2020 の目指す社会構造の転換には、ICT を中心とした科学技術の導入と利活用が分野横断型の重要要素として捉えられており、教育分野についても同様である。この政策を基に実施される教育への ICT 導入活動を、「SMART Education」と呼んでいる。

ESSP に言及される教育の質改善に焦点をあて、ICT の活用対象としてデジタルコンテンツを活用した教授と学習の質の向上、児童・生徒の学習のモニタリングと評価、教員の職能強化等の具体的な内容に言及されている。

また、ICT 導入・利活用によって学習者（児童・生徒）に習得させるべき能力として「21 世紀型スキル」を目標としており、その内容を批判的思考、問題解決能力、コミュニケーション能力、協働性などとしている。

本政策方針では更に、2008 年から実施している初等教育向けの OLPC プログラムにも触れている。OLPC プログラムは、2016 年から SMART Classroom プログラムへと統合し、初等向けの OLPC プログラムの継続と中等向けの PC 室整備を継続し、コストの削減と実際の授業への活用を重要項目として進めることが記されている。これに応じて、REB はこれまで配布してきた XO（OLPC 実機）の再分配をスタートしている。

SMART Classroom プログラムの主な戦略の中には、新カリキュラム（CBC）に沿った活動中心学習のデジタルコンテンツ開発が含まれ、新カリキュラムに見合うような学習者中心かつインタラクティブな教授法を実現するル国専用のコンテンツの必要性を記している。

## キ) ICT in Education Master Plan

2015 年に MINEDUC により作成された、SMART Education の実現計画について記された文書である。別名、SMART Education Technology Plan 2015-2020 であり、先述の SMART

Rwanda Master Plan 2015-2020、ESSP、Draft ICT in Education Policy<sup>15</sup> の目標実現に沿った内容である。

本書は、ICT を教育へ導入・利活用することで、学習者が 21 世紀型スキルを習得することを目指して、全体的に具体的な SMART Education について記載しており、教員の能力開発については ICT による学習者中心の授業実践のための重要なキーであると記されている。本書では目指す SMART Classroom の具体例として図の通り示されており、教室にはプロジェクターとモニターが設置され、教員、児童共に個々がそれぞれの PC を用いて授業を行い、その教材や学習データがクラウドで管理されている様子が描かれている。

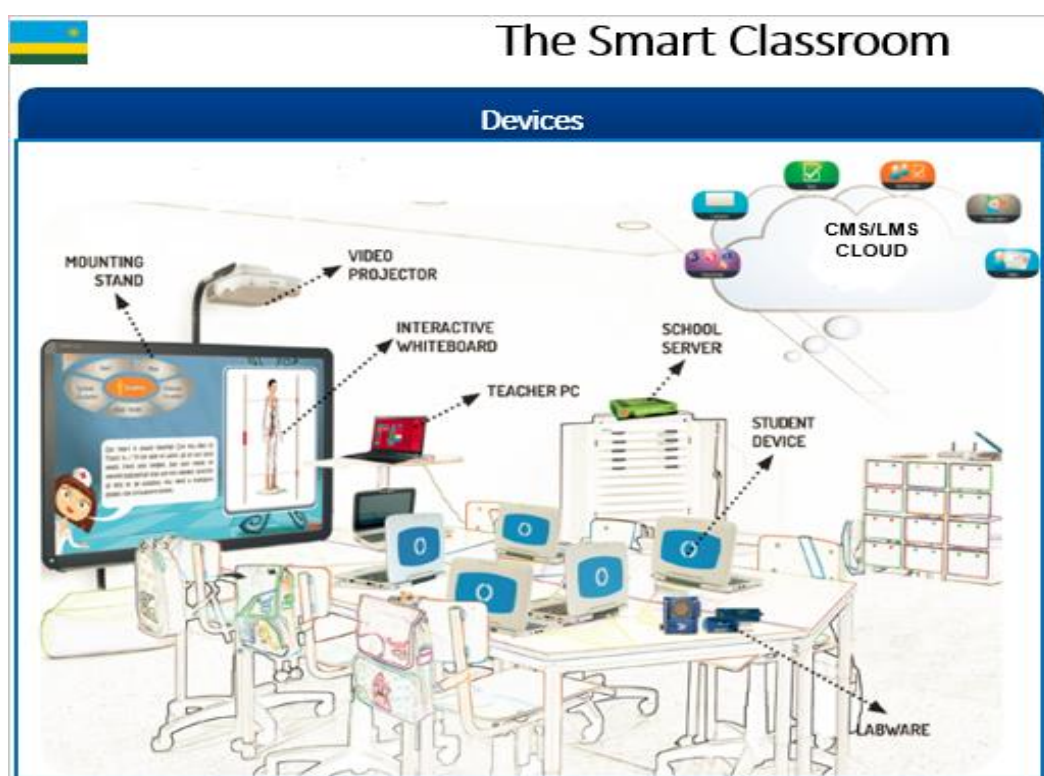


図 1-2 SMART Classroom (出典：ICT in Education Master Plan)

## ク) Competence-based Curriculum Framework

2016 年から順次導入された新カリキュラムである Competence-based Curriculum (CBC) の枠組みである。本書に従って、各科目のシラバスが編纂された。

基礎教育における CBC の施行段階は 3 段階（3 年間）となっており、2016 年に P1、P4、S1、S4、2017 年に P2、P5、S2、S5、2018 年に P3、P6、S3、S6 となっている<sup>16</sup>。

本書では、VISION 2020 等の上位目標や 21 世紀グローバル社会の人材ニーズに沿ってル

<sup>15</sup> Draft は 2015 年に存在。

<sup>16</sup> P は Primary の略であり、数字は初等教育の学年を意味し、S は Secondary の略であり、数字は中等教育の学年を意味する。

国が求める人材の能力や態度（姿勢）、知識などについてキーコンピテンスの概要を示し、教育目標、科目、評価、教授法等について概観を記している。

特に初等の算数教育に関わる部分では、キーコンピテンスの育成のための Numeracy や数学的基礎概念の獲得を目的として言及されている。

また、全科目で教育の質を高めるために ICT を利活用することが定められ、教授法についても ICT を活用することで、学習者中心の授業実践、参加型、インタラクティブな教授法へ転換することが記されている。

これに基づいてシラバスが編纂され、教科書が作成される。本事業では、P1 から P5 の CBC 準拠の算数教科書を入手して分析し、IM 実証版の現地化に活用した。

## ケ) OLPC プログラム

OLPC プログラムは、2008 年から初等教育の質改善を目的に、教員の指導法改善と児童の IT Literacy 育成等をターゲットにスタートした事業であり、機体の配布と併せて教員研修を実施している。本プログラム開始当初は後期初等学年（P4～P6）のみが対象となっていたが、現在は部分的に P2、P3 でも使用されている。



OLPC プログラムで配布される機体は XO と呼ばれ、Linux を OS に持つ機体（上写真）であり、タフさと近隣との相互ネットワークに利点を持つ。所謂 100 ドル PC とされる機体であるが、ル国は内陸のためか、ル国内で購入する場合の一般価格は 200 ドルほどとなっている。

2008 年から始まった本プログラムは、上述の ICT in Education Master Plan により、XO 利用の効率化と学校側の管理負担軽減を背景に、午前と午後のシフトで授業を実施している学校でこれまで午前の児童と午後の児童に別々の機体を配布していたが、双方で機体を共有する方針として配布された XO の再分配がスタートし、2019 年の調査時点ではその途中であった。調査時点では 275,000 台以上を 1,600 校以上へ配布したとのこと<sup>17</sup>、主に P4～P6 の Science Element Technology (SET) 科目でも活用されることになっている。

XO を使用するためには、各学校が REB の OLPC ユニットからアクティベーションコードを毎年入手して XO を起動する必要がある。アクティベーションコードは、OLPC ユニットのスタッフが USB フラッシュメモリーに格納して学校へ出向いて 1 台毎に手作業で起動させる。この配布が遅れると XO が使用できない事態が続くことになり、実際に 2018 年 3 月にキガリ市内の学校を訪れた際、まだアクティベーションされず待っている学校があることを確認している。

OLPC に関する教員研修は、SET 活用を主として既に 850 校以上で実施済みである。SET

<sup>17</sup> REB OLPC 担当者からの聴き取り。

科目は P2 や P3 にも関連するトピックがあり XO を活用することとなるため、実質上 OLPC プログラムの対象は前期初等教育も含む形になっている。

上記の通り機体や環境の整備は課題がありながらも動いている状況であるが、その中身であるコンテンツについては授業へ活用するためのコンテンツは確認できておらず、研修も XO の扱い方といった至って基礎的な内容に留まっている。つまり、先述の通り教科学習向けコンテンツの不在がボトルネックとなり、SMART Classroom で目指す授業での ICT 利活用や教員研修へ繋がっていない。

また REB の説明では、2020 年から新たに OLPC で配布する機体は、Positivo 製 WISE SF20 になるとのことである。REB 内で機体を確認したところ、1 台 245 ドル、OS は Sugar、RAM: 4GB、Storage: 128GB、Display: 11.6 inch、CPU: Gemini Lake N4000 であり、性能は以前より向上している。これを 2020 年に、XO が配布されていない学校へ、後期初等教育用に 1,500 台配布予定と聴取した。

## コ) モデルビレッジ構想

ル国政府は、地方開発のために Integrated Development Programme (IDP) model villages と呼ばれる事業を推進している。

2009 年に MINALOC (Ministry of Local Government) が、EDPRS (貧困削減戦略) の目標達成のために導入した政策 National Human Settlement Policy が発端であり、当初は imidugudu という移住政策として知られていた。

これを支えるべく、IDP は 2010 年から 2013 年までの 3 年間をパイロット期間としてスタートし、続いて 30 の計画集落 (後のモデルビレッジ) が設立された。この時の最初の対象地区は 3 つで、Musanze、Kayonza、Rwamagana であり、UNDP (国連開発計画)、UNIDO (国連工業開発機構)、UNICEF、FAO (国連食糧農業機関)、WFP (国連世界食糧計画)、RSTF (Rural Settlement Task Force) /MINALOC、ILO (国際労働機関)、Imbutu Foundation 等が支援している。

この構想は、住宅建設、共同牛飼、バイオガス堆肥装置、インフラ、電気、水、道、健康のための施設、教育施設、訓練所、レクリエーションセンター、グリーンハウス、ビジネスセンターを含む居住区整備である。一旦ここへ居住すれば、プロジェクトによって、牛を飼育するための準備や農業支援、収益活動による居住者の生活支援が提供される。これによって、短期間での定着が促されるように計画されている。

ル国政府は、最初の 3 地区での成功実績に基づいて 30 地区へ事業を拡大している。これによって、1 ディストリクトに 1 モデルビレッジの構想となり、地方の持続的開発の原動力となっている。

ここ数年は、ル国解放記念日である 7 月 4 日辺りに、カガメ大統領がモデルビレッジを訪問する傾向にある。

2018 年 7 月 4 日に、カガメ大統領はモデルビレッジの 1 つである Muhanga を訪問し、低

所得者向けのモデルビレッジの開幕式を実施した。ここは 25 の居住区と就学前教育施設、12YEB の初中等学校、健診所（保健所）、多目的ホールが含まれている。

2019 年 7 月 3 日に、カガメ大統領はキガリ地区で初のモデルビレッジ Nyarugenge の Karama（モデルスクール GS Kigali が位置する）へ開幕式のための訪問を行った。この居住区建設には、82 億フラン（約 10 億円）が投じられている。ここでは、居住用のアパート、中等学校、就学前教育施設、他インフラ（水、電気、舗装路、家禽飼育者用の現代的施設、グリーンハウス）の建設が含まれている。

2020 年 7 月 4 日には、COVID の影響下ではあったが、実証校の一つである GS Tabagwe が位置する Tabagwe のモデルビレッジをカガメ大統領が訪問し、大規模な改修がなされた GS Tabagwe への視察も行われた。学校は閉鎖中であるため児童は参加しておらず授業も行われていなかったが、SMART Classroom の様子を視察したようである。

ル国政府は、IDP を地方開発の総合的な戦略として、EDPRS（現、NST）の達成に向けて進めている。VISION 2020 で目標とする、最低でも 70% の地方在住者（主にハイリスクゾーン居住者）を適した経済地区へ居住させる取り組みのコア事業でもある。

#### ④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析 ア) SHIQS プロジェクト

JICA 技術協力プロジェクト「ル国学校ベースの現職教員研修の制度化・質の改善支援」（SHIQS）は、2017 年 1 月から 2019 年 12 月まで 3 年間のプロジェクトであり、校内研修を通して教室における CBC に基づいた授業実践を強化することを目的の一つとして実施された。本事業チーフアドバイザーは SHIQS においても業務を担当していた。

現地業務に際して SHIQS との情報交換を毎回行い、SHIQS イベント（Open DAY：公開授業研究）へ本事業の実証対象校の教員を招待してもらったことや、本事業の実証活動（IM 実証版を使用した授業）を SHIQS プロジェクト総括に見学してもらいコメントをもらう等の活動を行った。

#### イ) ICT イノベーションエコシステム強化プロジェクト

JICA 技術協力プロジェクト「ICT イノベーションエコシステム強化プロジェクト」（ICT 技プロ）は、2017 年後半から約 2 年間のプロジェクトであり、ICT セクターにおける国内外の既存及び新規の関係者が効率的・効果的に繋がり合うシステム強化を目的として実施された。

初回の現地業務の際に、ICT 技プロとの連携の可能性について JICA ルワンダ事務所から情報提供され、「ICT×教育」分野での起業家を紹介され、実際に面会するに至った。このル国現地企業は「SAKURA Group Ltd.」という社名で<sup>18</sup>、元 REB 職員（SHIQS の元 CP）で JICA 長期研修経験者（鳴門教育大学大学院修士課程修了）であり、Rulindo 郡の副市長（2019 年

<sup>18</sup> 本事業の提案企業である「さくら社」（SAKURA-SHA K.K.）とは無関係。

時点ではキガリ市 Nyarugenge 地区の議員で議長を務めていた)の Antoine 氏が代表を務め、キガリ市内に小規模な事務所を構えている。主に学校向けの ICT 機材の販売やコンサル業務を行っており、同関係者として Gabriel 氏(神戸情報大学院大学(KIC)で修士課程を修了した ABE イニシアティブ帰国生で、提案企業への短期インターン経験者。元 REB 職員で現在は Rwanda Coding Academy 教官)が一時在籍していた。SAKURA Group Ltd.とは現地業務の度に面会を設け、提案企業との今後のビジネス展開について協議を継続していくこととなった。なお、同社がのちに KEZA Education Future Lab (KEFL) となった。

また、ICT 技プロの主催で 2019 年 1 月に日本へル国のスタートアップ企業を招待して行われたセミナー<sup>19</sup>に提案企業が参加し、O'panda という教育分野の現地企業と面会した。BP 候補として、今後も本事業後の協業について協議を継続する。

## ウ) 小学校教員の算数指導力向上プロジェクト

ル国で実施された JICA 草の根技術協力事業であり、2019 年 2 月で終了している。

NPO ルワンダの教育を考える会(Think about Education in Rwanda: TER)<sup>20</sup>が中心となり、ル国 NGO の ADESOC を CP として、キガリ市キミロンコ地区小学校の算数教員の指導力向上を目的としたプロジェクトである。主に、同法人の運営する Umuco mwiza Academy (ウムチョムウィーザ学園)においてキミロンコ地区の算数教員を集めて研修を実施し、指導案や教材の開発、授業研究などを実施してきた。同校 Umuco mwiza Academy は本事業の実証対象校であり、提案企業の実施した 2016 年案件化調査でもパイロット校であった。

本事業内では NPO 理事の永遠瑠まりルイズ氏等関係者と情報共有を行っており、同 NPO が草の根事業終了後に事業で得た成果をどのように持続するのかを模索している中で、IM を活用した算数授業は ICT を取り入れた新たな指導法であり、算数教員の能力を向上する教材研究、授業研究の題材になり得ることから、事業を継続・拡大すべく、連携関係を強化する方針である。

## エ) BLF プログラム

Building Learning Foundations (BLF) プログラム<sup>21</sup>は、DFID (Department for International Development)、British Council が MINEDUC や REB と共に、2017 年 6 月から 2021 年 3 月までを予定して実施されており、P1 から P3 の英語科目と算数科目を対象に、主に同対象教員の職能に関する自己研鑽能力の強化を目的としたプロジェクトである。BLF はル国の全初等学校へ算数・英語教材(紙ベースの教員向け参考書と箱に入ったハンズオン教材)を配布している。

これまでの現地業務において何度か情報交換を行っており、本事業の REB との MM 署名

<sup>19</sup> <https://www.01booster.com/events/218>

<sup>20</sup> 福島県の NPO <http://www.rwanda-npo.org/>

<sup>21</sup> <http://buildinglearningfoundations.rw/>

式でも BLF から参加者を招いている。連携に前向きではあるものの、具体的な話には及んでいないが、BLF の配布している教材は入手し確認済みである。

## オ) ACEITLMS 研究事業

ACEITLMS (African Centre of Excellence for Innovation Teaching & Learning Mathematics & Science)<sup>22</sup>は WB (世界銀行) の基金によって設立され、ルワンダ国立大学教育学部 (URCE) 内に本部を置いており、アフリカ広域を対象とした理数科教育の革新的な教授法の研究を通して教員の能力強化を目的とした調査・研究を行う公的研究機関である。パートナーとして、パキスタン、ケニア、タンザニア、南アフリカ、イギリス、ウガンダ、ブルンジ等の大学が名を連ね、REB や AIMS (African Institute for Mathematics and Sciences)<sup>23</sup>も含まれている。

2016 年に提案企業が実施した案件化調査での成果に注目した ACEITLMS は、提案製品 IM に強い関心を示し、本事業開始後に ACEITLMS 副所長から IM を用いた革新的な授業方法について、WB の予算を活用した共同研究事業の可能性について打診された。本事業との関係を JICA 本部担当者に確認した上で、本事業とは関連しない部分において提案企業は 2019 年 6 月に ACEITLMS との共同研究に関する 3 年間の MOU を締結した。

## カ) 世界銀行による教育プロジェクト

WB がルワンダ政府と契約し、MINEDUC 管轄の下で実施されているプロジェクト「Rwanda Quality Basic Education for Human Capital Development Project」(QBE) は、2019 年 7 月に WB で承認されスタートしている。期間は 5 年間で、予算は 2 億ドルである。基礎教育を対象に、教員の能力改善、児童・生徒の修学率の改善、学びの改善が主な目的である。本プロジェクトで各地の教室増設などの活動が進められている。

QBE と本事業の関連性のある部分は、サブコンポーネント 1.2 : 算数教員の専門能力開発の部分と、サブコンポーネント 1.4 : 革新的な教授実践の支援 (ICT 活用) の部分である。特に 1.4 の対象として、TTC (Teacher Training College) の近くに位置する 16 の学校と、URCE 内の 1 つの学校 (計 17 校) がパイロット校に挙げられている。Project Office は MINEDUC と REB 内に置かれており、関係者と情報交換を行った。

2022 年 8 月には QBE への追加融資が決まり、今後も事業は増強されつつ継続していく様子である<sup>24</sup>。

<sup>22</sup> <https://aceitlms.ur.ac.rw/> かつて REB 隣の UR Remera キャンパス内に設置されていたが、2017 年末に URCE の移転とともに東部州 Rukara キャンパスへ移転している。

<sup>23</sup> 南アフリカに本部を置く、アフリカの STEM 教育強化を目的とした団体。 <https://aims.ac.rw/>

<sup>24</sup> New Times (2022 年 8 月 17 日) <https://www.newtimes.co.rw/article/387/news/finance/rwanda-world-bank-ink-129m-education-deal?fbclid=IwAR3KrK1p3jC0NMcCL4a1HjVNXSNTLaZbrYg6EQoEhVEniJrUIq0kNMD-71E>

## キ) PRISM

JICA 技術協力プロジェクト「ICT を活用した初等理数科学びの改善プロジェクト」(Project to Strengthen Primary School Mathematics and Science with the Use of ICT : PRISM) は、2021 年 9 月 1 日から 2026 年 8 月 31 日を期間として実施されている。

初等教員養成課程への介入(理数科教材の開発とデジタル化、教員の自己研鑽への ICT 活用モデル授業の普及、学校・保護者間の連携強化による児童自己学習の促進、他)を通して、TTC ならびに周辺校における児童・生徒の理数科学力向上のための能力強化を目指すプロジェクトであり、同プロジェクトにおける IM の活用については今後検討が進められることとなっている。

### (2) 普及・実証を図る製品・技術の概要

本事業における提案製品は、提案企業が開発し国内で販売する算数指導教材ソフトウェア「子どもが夢中で手を挙げる算数の授業」約 1,500 本のうち、ル国初等教育 1 年～5 年 (P1～P5) の各 1 単元、合計約 51 コンテンツを現地適合理化し英語とキニャルワンダ語に翻訳した Interactive Mathematics (IM)<sup>25</sup> の実証版 (IM 実証版) である。

本事業を経て IM 実証版を基に、提案企業はビジネス展開に用いる IM を開発するが、これを IM ル国公教育版とする。IM ル国公教育版は、IM 実証版のコンテンツを除く約 400 コンテンツで構成され、P1～P6 を対象としたル国初等教育向け販売用の製品である。尚、REB に供与予定である IM 実証版 (51 コンテンツ) を除く IM ル国公教育版については、販売用のため、CP 機関に無償提供しない。



図 1-3 IM 使用の様子

<sup>25</sup> 登録商標 SAKURA SANSU Interactive Mathematics。本文では基本的に「IM」は IM 実証版を指し、IM 実証版 1 号機と 2 号機を併せたものとする。但し、分けて書く必要がある場合には、IM 実証版 1 号機、IM 実証版 2 号機と記載する。

表 1-6 提案製品の概要

名称	Interactive Mathematics (IM) 実証版
スペック (仕様)	<p>OS : 1 号機(インストール型)/LINUX (LINUX 上で動く子供向けグラフィカル・インターフェースとして Sugar が使われている)、Windows 2 号機 (ウェブブラウザ型) /Windows, Mac, Linux ほか</p> <p>言語 : キニャルワンダ語 (1、2、3 年生) /英語 (1, 2, 3, 4, 5 年生)</p> <p>対象学年 : 初等学校 1、2、3、4、5 年生</p> <p>サイズ : 計 9MB (1 号機)</p> <p>機能 : 児童用 = 1 学年約 10 コンテンツ、合計 51 コンテンツ          教員用 = 生徒用に加え、シラバス表示機能、          LMS<sup>26</sup> (成績管理・使用状況管理) 機能</p> <p>容量 (1 号機) : 児童用 = 9MB          教員用 = 17MB</p> <p>インストール方法 : USB 外部メモリーまたはサーバーダウンロード</p> <p>モニター : 1024×768 以上、表示色 16bit(32000 色)以上</p>
特徴	<p>日本の小学校全学年の全学習単元を網羅し、細分化した算数指導教材ソフトウェア「子どもが夢中で手を挙げる算数の授業」約 1,500 本を基に、ル国実証活動向けに現地化した製品である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・日本の算数教育の特長をデジタル化</li> <li>・算数の指導面 (教員)、学習面 (児童) の双方を効果的に支援</li> <li>・操作が容易、キーボード操作不要</li> <li>・多様なアニメーションを使い「見える化」した理解度の高い学習</li> <li>・Interactiveかつ児童中心 (Student-centered) な授業展開 (e-Lesson) を実現 (授業変革)</li> <li>・オフラインにも対応 (1号機)</li> <li>・LMS を搭載し成績管理・ソフトの使用状況管理が可能</li> </ul>
競合他社製品と比べた比較優位性	<p>・提案製品の基となった「子どもが夢中で手を挙げる算数の授業」は、総務省「絆プロジェクト」における S 県 M 町の現場教師による学校指導用ソフト評価会の算数教材採択選考評価結果において、7 社 14 種の算数指導用ソフトとの比較で、採択者全員が推薦の声を上げ、段違いの高評価を得た。</p>

<sup>26</sup> Learning Management System : 学習管理システム

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「子どもが夢中で手を挙げる算数の授業」は、教師が授業展開（授業進行）へ直接活用できるソフトであり、更に、児童による学習用ソフトとしても使用可能。解説や練習問題のみを扱う一般的な教材ソフトや e-Learning とは大きく異なる。</li> <li>・提案企業が JICA より受託して実施した 2016 年案件化調査によると、当時ル国の教員研修で紹介されていた算数教材コンテンツは、グラフや表、数式、図形の作成等に特化したビジュアルエイドであり、プリントやテスト作成等の教員の事務的作業を補助するものであった。授業への活用という点では、児童と教員の双方にとって「子どもが夢中で手を挙げる算数の授業」のように効果的に授業展開に活用できるものではなく、その点で「子どもが夢中で手を挙げる算数の授業」に優位性がある。</li> </ul>
国内外の販売実績	<p>提案製品の基となった「子どもが夢中で手を挙げる算数の授業」の販売実績は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・国内： 個人向 DVD-ROM 版約 26,000 巻、学校ライセンス約 240 校、全国の教室で延べ 20 万人の子供の学習に利用されている。</li> <li>・海外： カナダ、アメリカ、台湾等の日本人学校向けに約 10 校</li> </ul>
設置場所	ル国学校に配布されている PC へのインストール
今回提案する機材の数量	<p>コンテンツプレーヤー（インストーラ含む）一式、51 コンテンツ、LMS 一式</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・コンテンツ内訳：ル国初等学校 P1～P5 の各学年 1 単元分（約 10 コンテンツ/学年）</li> <li>・ライセンス数：実証校 8 校の P1～P5 児童用に 1,600～1,700 人分、REB 及び実証校教員用に約 50 人分</li> </ul>
価格	<p>IM 実証版</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・1 台（1 式）当たりの製造原価（消費税抜）：44,665,450 円</li> <li>・1 ライセンス当たりの販売価格（消費税抜）：参考価格 75 円/ユーザー/年 （※51 コンテンツ分の価格として算出）</li> <li>・本事業での機材費総額（輸送費・関税等含/消費税抜）：20,001,000 円</li> </ul>

（作成：提案企業）

## 2. 普及・実証事業の概要

### (1) 事業の目的

本事業は、キガリ市において OLPC 機 (XO) が既に配布済である等、実証に必要な最低限の設備の整った初等学校 6 校に現地適合理化した IM 実証版を導入し、IM 実証版が初等教育における算数教員の ICT を活用した授業力の改善 (質向上) と、児童の学習到達度向上に有効であることを実証すると共に、REB が推進する SMART Classroom 計画に則った IM のル国初等学校への普及計画とビジネス展開計画を策定することを目的とする。

### (2) 期待される成果

表 2-1 期待される成果

成果	具体的成果	成果を測る指標・確認方法
成果① IM 実証版が作成される	1. ル国初等算数カリキュラム及び現地教育状況に適合した IM 実証版が作成される。 2. ル国初等学校の算数授業で活用可能な IM 実証版が作成される。 3. IM 実証版が教員及び児童の PC に導入される。	・IM 実証版が完成する。 ・IM 実証版の事業対象校への導入が、REB により承認される。
成果② IM 実証版活用研修の内容が計画される	1. 教員への IM 実証版活用研修の内容が策定される。 2. IM 実証版活用研修及び授業実践に必要な資料が作成される。	・現地教員が IM 実証版を授業で活用するのに適した IM 実証版活用研修資料 (ハンドブック、研修要項等) が作成される。 ・REB が実施する現職教員研修において、IM 実証版活用研修の計画が組まれる。
成果③ IM 実証版を使った授業の効果が実証される	1. IM 実証版を使った授業観察の様子から、授業実践の向上が認められる。 2. 教員が IM 活用授業の効果を認識する。 3. IM 実証版を使った場合 (実証校) と使わない場合 (対照校) で児童への理解度テストを実施し、実証校での理解度が、対照	・授業観察における授業の変化として、授業が Interactive かつ Student-centered となっていることが確認される。 ・教員へのインタビューまたはアンケートにおいて、IM 実証版活用に積極性が見られる。 ・IM 実証版を使った教員へのインタビュー等において、ポジ

	校での理解度より向上することが確認される。	<p>ティブな結果が得られる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・児童への事前事後テストによる児童の成績の伸びを、実証校と対照校で比較し、統計的に有意な差をもって、実証校の伸びが対象校よりも高いことが確認される。</li> <li>・実証校における事前テストと事後テストの結果から、児童による計算方法の改善（棒や点を書かなくても計算ができるようになる等）が確認される。</li> </ul>
成果④ ビジネスモデルが 検証される	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. IM ル国公教育版の公立初等学校への普及が REB により計画される。</li> <li>2. 公的市場における普及計画を含むビジネスモデル、及び民間市場におけるビジネスモデルが策定される。</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ビジネスモデルの仮説を、調査結果により、具体的かつ現地状況にあった内容へ修正し、仮説の実施可能性が検証される。</li> <li>・REB により普及計画が策定される。</li> </ul>

（業務計画書から抜粋）

### （３）事業の実施方法・作業工程

本事業の実施方法については、以下の通り。

表 2-2 事業の実施方法

活動	内容
<b>【成果①にかかる活動】</b>	
1-1 IM 実証版（含 LMS）のル国仕様を決定する	調査団（以後、提案企業及び外部人材の意）が、IM 実証版の仕様（スペック：OS、容量、画面、操作性、機能、言語等）と LMS の仕様（機能、取得データ、サーバー、管理方法等）について REB と協議し決定する。
1-2 IM 実証版の単元を決定する	調査団が、IM 実証版に搭載する単元（5 単元：1 学年 1 単元で P1～5 分）を、REB と協議し決定する。単元の決定にあたっては、ル国児童の算数能力や教

	員の指導面を考慮しながら、CBC 上で児童、教員双方にとって難易度の高いと思われる部分を検討し、IM 実証版の効果を示す場合のインパクトを考慮しながら、スケジュール等を勘案して決める。
1-3 IM 実証版の現地適合化に必要な情報を収集する	調査団が、IM 実証版の導入に必要な情報（現地学校の PC スペック、インターネット、サーバー状況等）を、REB のサポート下で関係者や学校等の訪問により収集する。
1-4 IM 実証版を作成する	調査団が実証活動用に IM 実証版を作成し、その実証結果を基に IM 実証版の改善を REB と協議し、提案企業が IM 実証版をファイナライズして完成する。
<b>【成果②にかかる活動】</b>	
2-1 IM 実証版の学校現場での活用に関するハンドブック等を作成する	教員が授業で IM 実証版を活用する際の使用方法に関するハンドブック（含：動画データ）を、教員研修（IM 活用研修）でも使用できるように、REB との協議で内容を決定し、調査団が作成する。 ハンドブックの内容は、基礎と発展で構成し、基礎は主に 2 ページほどの IM 実証版の使用方法を簡単に記して、教員が容易に持ち運べるように作成する。発展は、基礎の内容の補足を含め、授業での有効事例などを収録し、主に PDF データで 10 ページ以内を想定する。
2-2 IM 実証版活用研修の体制、内容を検討する	IM 実証版活用研修（パイロット版）の体制（REB による通常の教員研修への組み込み、時間配分、担当者、方法）と内容について、調査団が REB と協議し決定する。 ここでパイロット版としているのは、通常の REB 教員研修へ組み込む前段階で、調査団が REB と共に単独で実施を試みる研修コンテンツとしているためである。まずは単独で IM 実証版活用のための研修内容を作成し、その後に REB 教員研修との整合性を REB と協議して、REB 教員研修へ組み込むことを目的とする。
2-3 実証校の教員に、IM 実証版活用研修（パイロット版）を実施し	IM 実証版活用研修（パイロット版）を、主に本事業対象校の教員を対象に、実証活動の準備として実証

フィードバックを得る	活動の内容説明も含んで、REB と調査団にて実施する。 本研修を受けた教員へ、研修による習熟度と研修の改善点、要望等について、調査団がアンケートを実施し、REB と共に結果をまとめる。
2-4 IM 実証版活用研修の要項を作成する	研修を受講した教員からのフィードバックを基に、IM 活用研修の内容を REB と再考し、今後 REB が研修を実施するための実施要項を、調査団がまとめ作成する。
2-5 IM 実証版活用について現職教員研修内での実施を計画する	REB による通常の教員研修への IM 活用研修の組み込みを、調査団が REB と協議し決定する。
<b>【成果③にかかる活動】</b>	
3-1 実証内容（対象校、実証方法、分担、期間等）を精査する	調査団が、実証内容の詳細について REB と協議し、対象校選定の条件、実証方法、期間、業務分担、データ収集方法などを確認する。 調査団が事業対象校候補の学校を訪問して校長・教員の意向や環境・条件を確認し、実証校 6 校、対照校 2 校を決定する。（後、実証校数は 8 校へ変更） 事業対象校の選定にあたっては、事業後に IM モデル校として IM ル国公教育版の普及に貢献することを念頭に、まずは地理的制約、学校設備、クラスサイズを考慮して決定する。特に、中等教育への波及効果なども考慮して、初中等一貫校を優先する計画である。
3-2 実証校に IM 実証版を導入し、IM 実証版を使った授業を実施する	調査団が、各実証校の PC へ IM 実証版をインストールして動作確認し、教員は IM 実証版を使って対象単元での授業を実施（実証活動）する。
3-3 実証期間中に IM 実証版を使った授業のモニタリングを実施する	実証活動を、調査団と REB にてモニタリングし、授業の変化を確認する。
3-4 実証校の教員へ実証後のインタビュー（またはアンケート）を実施し、結果をまとめる	各実証活動（5 学年、2 回）後に、実証活動を実施した教員へ、IM 実証版のカリキュラム適合、自身の変化、児童の変化、授業の変化、IM 実証版の改善点等を問うインタビュー（またはアンケート）を、調査団が実施する。
3-5 児童用事前事後テストを作成	各学年の各実証単元の前後において児童へ実施す

し、実施、結果をまとめる	るテスト（Pre-test と Post-test）を調査団が作成し、REB と調査団にて実施する。 テスト内容は、対象単元における 20 問程度の計算問題や算数概念を確認する問題を中心に構成する想定である。
3-6 実証結果（モニタリング結果、実証校教員へのインタビュー結果、児童用事前事後テスト結果等）を取りまとめ、IM 実証版の効果について検証する	モニタリング結果、実証校教員へのアンケート、インタビュー結果、児童用事前事後テスト結果を実証結果として調査団が取りまとめる。これら結果を REB の見解も含めて総合的に分析し、IM 実証版の効果を質的量的に判断し、各要因の相関や傾向等の関係性を洗い出して、その後のセミナー、IM 活用方法、研修、普及展開へ活用する。
3-7 実証結果に基づく IM 実証版の効果についてセミナー（または関係者報告会）を開催する	実証結果に基づく IM 実証版の効果の報告について、REB 関係者、JICA 関係者、実証校関係者等を主な対象として、REB と調査団が共同でセミナーを実施する。
<b>【成果④にかかる活動】</b>	
4-1 普及展開に必要な情報を収集する(政策、教育、教員養成校、教育市場、競合品、知財保護等)	調査団が、ル国の ICT in Education や SMART Classroom に関する政策情報、教育分野における動向、教員養成校での活用、教育市場、競合他社及び製品、知財保護関連の法規制等の情報を収集し、今後の IM ル国公教育版の普及方法について検討する。
4-2 IM ル国公教育版の全国公立初等学校への普及について検討する	REB と調査団により、本事業結果で得られる IM 実証版の有効性を全国へ波及するため、ル国公立初等学校への IM 普及計画を協議し、策定する。普及には IM ル国公教育版を用いるため、提案企業によるビジネス展開の観点から協議を進める。
4-3 実証結果に基づいて公教育市場でのビジネスモデル、ビジネスプランを検証する	調査団が、普及・実証事業後の REB への IM ル国公教育版の販売等のビジネスモデルについて、REB から情報を収集しながら検証し、実現可能性の高いビジネスプランを作成する。
4-4 民間教育市場への広報活動(IM 集中講座など)を実施する	調査団が、民間向けに IM を使った集中講座（ブートキャンプ）を企画し、IM の広報・営業、市場調査の要素も含んでブートキャンプ（キガリ市内で 1 回につき 2 日間程度を想定）を実施する。

4-5 民間教育市場でのビジネスモデルを策定する	調査団が、民間教育市場（私立学校、個人等）ビジネスプランの実現性（主に BP、価格設定、想定顧客等）を調査して民間市場での IM 販売・活用等のビジネスモデルを検証し、実現可能性の高いビジネスプランを作成する。
--------------------------	---

（業務計画書から抜粋）

#### （４）投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）

本事業でこれまで投入した機材については、下の資機材リストの通りである。

表 2-3 資機材リスト

機材名	数量	納入年月	設置先
IM 実証版 1 号機 (51 コンテンツ)	1	2019 年 3 月  2019 年 5 月 2019 年 7 月 2020 年 1 月  2020 年 2 月	GS Kicukiro GS Kimironko II Umuco mwiza GS Nduba GS Kigali ※ GS Kacyiru II APAPER GS Tabagwe
IM 実証版 2 号機 (51 コンテンツ)	1	2022 年 6 月 2022 年 8 月	GS Kigali GS Rugando Trinity Nursery & Primary (サーバーは日本に設置)
LMS	1	2019 年 3 月 2022 年 8 月	GS Kigali GS Rugando Trinity Nursery & Primary (サーバーは日本に設置)

※大統領のモデル校視察に向け REB の依頼により設置。

#### ・事業実施国政府機関側の投入

- ・ MM 署名式の共同実施（場所提供等）
- ・ REB 敷地内訓練管理課（TDM）棟内の事務所の無料貸し出し（SAKURA Office）
- ・ REB コピー機の使用
- ・ XO の貸与（実際は REB 内に在庫がなく、実証対象校から REB 承認下で借用）
- ・ ICTED（REB ICT in Education 課）の人員（主に、課長の Dr. Christine、OLPC ユニッ

ト Aimable 氏)

- ・ IM 研修の場所無料提供 (REB 敷地内 Curriculum Development 棟内ホール)
- ・ IM 研修への REB Communication Officer 派遣、SNS の REB 公式アカウントへの投稿
- ・ 実証活動の視察 (ICTED スタッフ、OLPC ユニット Karisas 氏)
- ・ 本事業に関連する各種 REB 公式レターの発出、各種情報提供など
- ・ IM 及び LMS の稼働確認の実施 (ICTED スタッフ)
- ・ 最終報告セミナーの共同開催

## (5) 事業実施体制

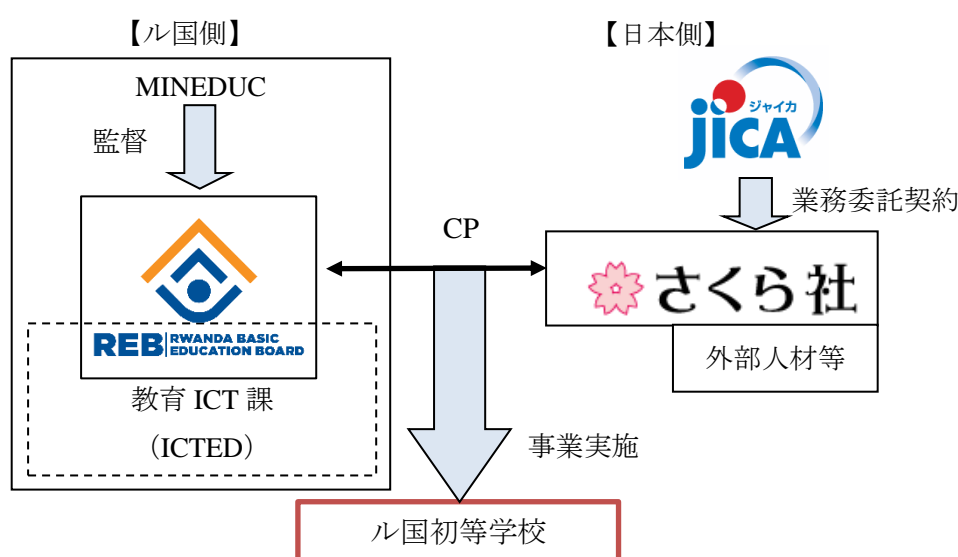


図 2-1 普及・実証事業の実施体制 (作成：提案企業)

株式会社さくら社 (提案企業)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ IM の開発、IM の提供、IM に関する製品及びサービスの提供を担う。</li> <li>・ ビジネスモデル、ビジネス計画の策定</li> <li>・ 教育インパクトの評価。</li> </ul>
外部人材	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本事業実施を全面的にサポートする。</li> <li>・ ル国開発課題分野、ODA 事業、教育分野に係る調査活動</li> <li>・ 市場調査、ビジネスモデル検証のサポート</li> <li>・ 各種情報収集、アポイント調整、交渉、セミナー、書類関連業務等の業務調整</li> <li>・ 教員研修/ICT 教材による教育評価</li> </ul>
教育省 (MINEDUC)	<p>REB を監督する。</p> <p>*本事業の実施上は直接関係しなかったが、REB との最終報告会に出席し、ル国の IM 導入に好意的なコメントを残した。</p>

REB (CP : カウンターパート)	<p>本事業を提案企業と共に実施する、ル国側の主体であり、IM の現地適合検証、教員研修へのインプット、実証活動、普及計画策定をサポートし、本事業後に譲渡される IM の管理と継続的な有効活用を担う。</p> <p>本事業を通してカスタマイズされる IM へ、REB 承認（または同等の扱い）を付与する立場にある。</p>
SAKURA Education	<p>提案企業の現地法人であり、本事業後のル国ビジネスにおける窓口を担う計画で設立（その後、子会社となる現地法人と本社で二重課税となること、また人的コストの負担も考慮し閉鎖）。</p>
RDB	<p>RDB は、大統領直轄の経済開発部門である。本事業後のビジネス展開を円滑に進めるため、情報共有を行う。</p> <p>仮に、ル国が将来的にル国産 ICT 製品の輸出を行う場合、中心的な組織となると考えられる。</p>
ICT 商工会 Umwalimu SACCO	<p>本事業後のビジネス展開を円滑に進めるため、情報共有を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ICT 商工会は、ICT ビジネスと投資に関する公的機関である。本事業で調査する BP 候補に関する情報、ル国における ICT 関連のビジネスに関する情報の提供源となることが想定される。</li> <li>・ Umwalimu SACCO は教員信用組合であり、教員へのラップトップ普及の一端を担っている公的機関である。本事業中または後の、教員向けのビジネス展開について情報源となることが期待される。</li> </ul>
現地企業 (BP : ビジネスパートナー)	<p>提案企業と直接の BP となるル国企業である。</p> <p>業種としては提案企業製品の小売販売の他に、提案企業から技術ライセンスを受けて自社名義で製品を開発し、自社のプラットフォームを活用してル国内外マーケットに販売するモデルも想定。</p>

## （６）事業実施国政府機関の概要

### ① カウンターパート機関名

ルワンダ教育省基礎教育局（Rwanda Basic Education Board : REB）<sup>27</sup>

同局内の実施担当部署は、以下である。

<sup>27</sup> 2021 年 2 月に、Rwanda Education Board から Rwanda Basic Education Board へ改名された。略称の「REB」に変更はない。

- ・教育 ICT 課（ICT in Education Department：ICTED）

上記をサポートする同局内の部署として以下である。

- ・教員訓練管理・進路指導課（Teacher Development & Management and Career Guidance & Counseling Department：TDMCGC）

## ② カウンターパート基礎情報

REB は 2011 年に設立された MINEDUC 直下の教育政策実施機関であり、教育分野における各種事業の実施を担当し、キガリに本部がある。

2022 年 8 月時点で、本事業に係る役職メンバーは以下の通りである。組織図については、別添 1 参照。

DG（Director General：総裁）	Dr. Nelson MBARUSHIMANA
Head of ICTED	Dr. Christine NIYIZAMWIYITIRA
ICTED, Director (Digital Contents)	Ms. Diane SENGATI
ICTED, OLPC staff	Mr. Aimable SIBOMANA
Head of TDMCGC <sup>28</sup>	Mr. Leon MUGENZI
Coordinator of Single Project Implementation Unit	Mr. Emmanuel SHYAKA

ICTED は教育への ICT 活用推進を担当する部署であり、ICT インフラ整備等を担当し、TDMCGC は教員の能力強化を目的に、研修等を担当している。

また、2016 年に DG 直轄で独立して存在していた OLPC ユニットは ICTED の下に編成され、ICTED は SMART Classroom 計画の下で初等から中等まで全体の ICT 整備を担う形となっている。

ICTED デジタルコンテンツ開発部署の Director 兼ソフトウェア調達担当窓口である Ms. Diane SENGATI<sup>29</sup>は、本事業の IM 普及におけるキーパーソンである。

<sup>28</sup> Teacher Development & Management and Career Guidance & Counseling Department（TDMCGC）は、組織改編前は Teacher Development and Management Department（TDM）と呼ばれていた。

<sup>29</sup> 2011 年まで実施された JICA 技術協力プロジェクト SMASSE Rwanda の CP であった。

### 3. 普及・実証事業の実績

#### (1) 活動項目毎の結果

#### 成果①にかかる活動

##### 1-1 IM 実証版（含 LMS）のル国仕様を決定する

IM 実証版の仕様（スペック：OS、容量、画面、操作性、機能、言語等）について、REB との協議を踏まえ、以下の通り決定した。

表 3-1 IM 実証版の仕様

	仕様	考慮した点など
OS	LINUX (Sugar) 対応 及び windows 対応	XO 対応のため OS は Sugar に対応する必要があり、 Positivo 対応のため windows に対応する必要があった。
容量 (1 号機)	15 MB	日本版は 1 本 10MB を越えることもあったが、HTML5 を使用することで軽量化した。 (制作開始後に更なる軽量化を達成し、最終的に XO 用は 9 MB、Win 用 17 MB を実現)
画面	ブラウザ表示	日本版は独自のプラットフォームのため画面サイズ が固定されていた。XO の画面サイズにも対応させる ため、柔軟性のあるブラウザ表示を採用した。
操作性 1	ボタンの絵柄を統一  「理解」「演習」「理 解度チェック」の 3 ステップ	教員・児童が画面を見て操作でつまづくことを少なく するため、内容が同じものは絵柄を統一した。(例：目 次へ戻るボタン、NEXT ボタン、黄色の付箋、ドラッ グのつまみなど)  個々の学習の段階を 3 つに分け、一斉に学習する場面、 児童が主体的に学習する場面を作り出しやすくした。
操作性 2	XO はドラッグせず に、クリックで対応	XO でドラッグ操作をすると、その反応が画面に出る までに 10 秒以上かかることが多発するため、ドラッ グを中止し、ドラッグ範囲をクリックすることに決定 した。
言語	P1～P3 : キニャルワンダ語、 英語	ル国公立学校における教授言語は、P1～P3 は現地語で あるキニャルワンダ語が用いられ、P4 からは英語が用 いられている <sup>30</sup> 。このため P1～P3 用コンテンツには

<sup>30</sup> 本事業中の 2020 年から、公立学校では P1 から英語での教育となった。

	P1～P5 : 英語	「理解」「演習」「理解度チェック」全ての画面に言語切り替えボタンを設置し、自在に言語切り替えができるようにした。
LMS	個人の学習進度の把握に対応	児童の学習進度に関わるデータを教員用管理画面に表示した。
シラバス表示機能	各コンテンツ上に対応するシラバスを表示させる	シラバスに沿った授業計画を重視するル国のために、各コンテンツがシラバスのどの部分に該当するかを教員が把握しやすくする。

(作成：提案企業)

表 3-2 LMS の仕様

機能	仕様	考慮した点など
成績管理機能	教員が担当クラスの成績分布をグラフ形式で確認	IM の理解度チェックの他に、紙ベースの試験成績や他のコンテンツで得られる採点結果も含め一元管理が可能なものを提供し、使いやすさを追求する。
問題毎の回答管理機能	回答の統計情報(問題ごとの正答率)のグラフ表示、児童の成績一覧の表示	IM の理解度チェックの他に、紙ベースの試験成績や他のコンテンツで得られる採点結果も含め一元管理が可能なものを提供し、使いやすさを追求する。
アクセス管理機能	教員、児童の IM へのアクセスを表示	教員、児童の IM 使用頻度を表示し、児童が適切な単元を学習しているか確認できるようにした。

(作成：提案企業)

LMS の機能や仕様については、第 4 回現地業務時に REB ICTED の LMS 担当者<sup>31</sup>、MINEDUC の SDMS (School Data Management System) 担当者<sup>32</sup>と面会して情報収集及び協議を行った<sup>33</sup>。

結果、REB が既に運用を開始している e-Learning サイト<sup>34</sup>では、moodle<sup>35</sup>を用いた LMS を使用していたが、その利用度は低く、数ある moodle 機能のうちコンテンツ管理機能を活用しているだけで、REB による教科書検定を合格した教科書の印刷内容をそのまま配信して

<sup>31</sup> 当時の担当者は、Mr. Nyirigira Vincent と Mr. Hakizimana Prosper

<sup>32</sup> 当時の担当者は、Mr. Leon Mwumvaneza

<sup>33</sup> 尚、提案企業のソフトのカスタマイズ外注先である VERSION2 社も自社費用で渡航し、本事業で用いる LMS の現地での使用環境に関する情報収集のために提案企業に同行した。

<sup>34</sup> <http://elearning.reb.rw/>

<sup>35</sup> オープンソースの e ラーニングプラットフォームであり、PHP で開発されている。PHP の動作する UNIX、Linux、FreeBSD、windows、macOS など殆どの OS で動作する。

いるのみであった。その他の機能（ユーザー管理、課題管理、専門用語集、オンラインテスト機能、会議室機能など）については、これから構築するという段階であった。当該サイトでは教材が電子化されているが、中身は教科書を単に電子化しただけに過ぎない。

このサイトの中に IM のコンテンツを組み込むことは技術的には比較的簡単にできるとのことで、既存の電子教科書と IM の間をリンクで結ぶことが可能である。

例えば、上記サイトの電子教科書で P3 の掛け算の単元に、該当する IM コンテンツへジャンプするようなリンクのボタンを設置することができる。これにより、IM と電子教科書を関連づけ、授業で IM を簡単に活用することができる。授業の効率や質が一層高まることが期待できる。

SDMS に関しては、更に JICA ルワンダ事務所を通じて情報を入手した。学校向け行財政管理システムである SDMS は既に稼働しており、MINEDUC が全国の学校へ導入し、児童・生徒や職員、什器、校舎、その他諸々の設備を校長がデータ登録して管理し、校長や行政官が統計情報等を即時に閲覧するためのツールであり、教員や児童・生徒に「固有番号」を割り振って管理する仕組みとなっていた。結果的に、この SDMS は本事業に関連するような教科教育自体に関するシステムではなかった。

従って、IM や LMS をインストールする場合のプラットフォームとしては、先述の REB サイトが適当と判断される。

但し、MINEDUC からは SDMS との整合性を保つべしとのコメントがあるため、本事業の LMS の方向性としては、REB サイトに保管される指導や学習の記録は、SDMS によって教員や児童・生徒に与えられる「固有番号」に紐づけて管理することを一案とし、必要に応じて SDMS とのデータ入出力（Import/Export）が可能な仕様も検討する。MINEDUC 担当者からも、固有番号の活用には前向きな反応を得ている。

この他、教育分野には DP（Development Partner）が構築した LMS が幾つかあり、ル国の状況としては LMS が乱立し混沌としている。ル国側で LMS の一本化を明確に打ち出すまでは、検討してきたような LMS を本格的に導入することは難しいという結論に至った。そのため、本事業の LMS は授業にフォーカスし、授業中に活用でき、教員の行動変容を促すような小規模の LMS を導入した。LMS は第 11 回現地活動時に問題なく稼働し、期待された成果を上げることが実証された。

## 1-2 IM 実証版の単元を決定する

現地活動を通じて CBC 準拠の算数教科書を初等全学年分入手して、シラバスに記載の内容（各単元）が、教科書ではどのように教えられることになっているのかを確認した。これを基に提案企業から REB へ対象単元の提案を行い、REB（含、REB 算数カリキュラム開発者）との協議の結果、実証対象の単元を以下の通り決定した。

表 3-3 実証対象単元

学年	Topic (単元)	Unit (小単元)
P1	Number and calculation 0~100 (数と計算 0~100)	(7) 0 から 99 までの数、読み書き、 比較、順番、加減算
P2	Number and calculation 0~500 (数と計算 0~500)	(2) 0 から 500 までの数、読み書き、 比較、順番、四則演算
P3	Number and calculation 0~2000 (数と計算 0~2000)	(4) 7, 8, 9 の掛け算、割り算
P4	Positive and negative integers (正と負の整数)	(2) 正の数、負の数の比較、順番、 数直線上の距離
P5	Addition and Subtraction of integers (正負の整数の足し算と引き算)	(2) 負の数を用いた整数の加減算

(作成：提案企業)

CBC 及びシラバスによると、算数の授業数(1 レッスン 40 分)は、P1~P3 (Lower Primary) : 週 6 コマ (=240 分/週)、P4~P6 (Upper Primary) : 週 7 コマ (=280 分/週) であり、前期 (P1~P3) から後期 (P4~P6) になると全体の授業数は変わらないが、算数授業数の割合が増える形となっている。

IM 実証版で使用する単元は、現地の声や教科書の内容から、以下の通りの検討を踏まえて決定した。

#### P1、P2：数とたし算・ひき算の含まれる単元を採用

2016 年案件化調査でル国初等学校を巡った際、数の学習では、数が 20 を超えてもひたすら数える学習が進められていた。位取りの概念をつくるために必要な  $10 \cdot 20 \cdot 30 \dots$  と 10 をまとめりとして考える思考を、教える側の教員が重視していないことが分かった。これが教科書にも反映されており、P1 では 50~100 までの数の絵を示すだけで 37 ページも費やしている。また、P2 では数の表が多数使われているが、児童が教科書を使わず授業しているため、表に直接書き込む学習ができない。

P1 でも P2 でもたし算・ひき算では数を見て、その数の分だけ○を書き、それを一から数えて答えを出している。重要な算数の基礎の学習が不十分と判断し、この単元を扱うことを REB へ提案し、REB と協議して決定となった。IM 実証版では 10 のまとめり、位取り、表を繰り返し学習できるように配慮している。

#### P3：かけ算（7 の段、8 の段、9 の段）の含まれる単元を採用

2016 年案件化調査でテストを行った際、 $7 \times 8$  の計算で 7 つの○を 8 組書き、それを 1 から数えて答えを書く児童がほとんどであった。また、日本のような九九の数え歌がないことから

ら、確実に覚える意識も弱い。ル国では、日本のように P2 でまとめて九九を学ぶのではなく、P1 で 2 の段、P2 で 3～6 の段、P3 で 7～9 の段を学習している。九九の中でもっとも難しいのが 7 の段、8 の段であり、P3 はこの単元を IM 実証版で扱うことを REB へ提案し、REB と協議して決定となった。IM 実証版では図や表を多用して、かけ算の意味の把握、習熟ができるように配慮している。

#### P4、P5：負の数を採用

2016 年案件化調査でル国に渡航した際、現地学校で指導に当たっている青年海外協力隊員<sup>36</sup>から、「CBC で P4 から負の数を教えることになったと教員たちが騒いでいる」と、初めての負の数への戸惑いの声が伝えられた。実際に REB から現地教員の衝撃が大きいことを聞いたため、負の数の単元を扱うことを REB へ提案し、REB と協議して決定となった。IM 実証版では数直線上にバーを立て、それを操作できるようにし、正の数の対にある負の数の概念を体感的に学べるように配慮している。

### 1-3 IM 実証版の現地適合化に必要な情報を収集する

現地業務の前半において、現地学校の必要情報の収集を行った。事業対象校を訪問し、主に SMART Classroom の整備状況や導入されている ICT 機材の確認、インターネット環境の整備状況などの情報収集を行った。

実証対象の各公立学校には Positivo と XO の両方の PC が導入済みであることを確認し、XO については更に機体バージョン、OS バージョンの確認を行った。

学校のインターネットは、実証対象校で実証期間中は問題なく使用できたが、時々全く繋がらなくなったり、極端に通信速度が遅くなったりする状況があったが、実証活動自体を阻害するほどではなかった。

キガリ近郊の学校のネットワーク環境を測定したところ、インターネット回線速度の一例として「下り 3.85 Mbps、上り 2.31 Mbps」<sup>37</sup>という ADSL 程度の速度（日本の初等教育機関における 10 年前の標準的な速度）を観測した。動画やチャット等の帯域が必要なメディアを利用することは難しいが、現時点での REB サイトの活用状況や教材内容がそうしたメディアを頻繁に利用していないことを考慮すれば、インターネットを利用した授業を行うには十分なレベルであり、実証活動を通して IM 及び LMS の使用には問題ないことが確認された。

### 1-4 IM 実証版を作成する

REB との協議で実証対象単元を決定し、教員用 windows（主に Positivo）及び児童用 XO 向けに、IM 実証版 1 号機を作成した。これはインストール型である。1 号機での実証結果

---

<sup>36</sup> 現 JICA 海外協力隊（JICA Volunteers : JV）

<sup>37</sup> 2018 年の測定値であり、2022 年には下り 8 Mbps 前後まで改善されていた。

を踏まえ、デバイスのバージョンに搭載の可否が左右されず、かつ LMS がリアルタイムでデータを反映できるウェブブラウザ版に変更し、レイアウトや見せ方など細かい修正を施して、最終的に IM 実証版 2 号機を完成した。IM 実証版 2 号機は 2022 年 6 月に実施した最後の実証活動である LMS 実証時に使用している。

IM 実証版 1 号機の画面の一部は、以下の図の通りとなっている。

①起動ページからログインし（ID は不要）、②メニューページで **Grade**（学年）と **Course**（単元）を選択する。

③理解ページのサンプルにあるように、画面右上の 3 種類のボタンで「理解」（青色の豆電球アイコン）、「演習」（黄色のベルアイコン）、「理解度チェック」（緑色の鉛筆アイコン）にページを切り替えることができる。

3 種類のページ機能は、以下の通り。

「理解」ではその単元で学ぶ算数概念や算数スキルがアニメーションや音と共に提示され、主に教員が児童に教える際に用いる。

「演習」では、その単元の練習問題がランダムに次々と出題され、テンポよくこなすことができる。

「理解度チェック」では、「演習」のように練習問題が次々と出題されるのに加え、下図④のように正解すると画面下の☆マークが緑色に変わる。10 個連続で正解することで「Congratulations！」と画面に表示される。途中で不正解となった場合は、再度 1 問目からやり直しとなるが、これまで獲得した連続正解数は黄色の星で示されるようになっており、どこまで辿り着いたのかが分かる仕組みになっている。

指導にあたる教員にとって、「理解度チェック」の☆は、児童の理解度が視覚的に瞬時に判別できる利点がある。

更に P1～P3 では「理解」ページボタンの左にある「EN/KR」ボタンで英語表示とキニャルワンダ語表示を切り替えることができる。

この画面構成や機能は、windows 用も XO 用も同じである。

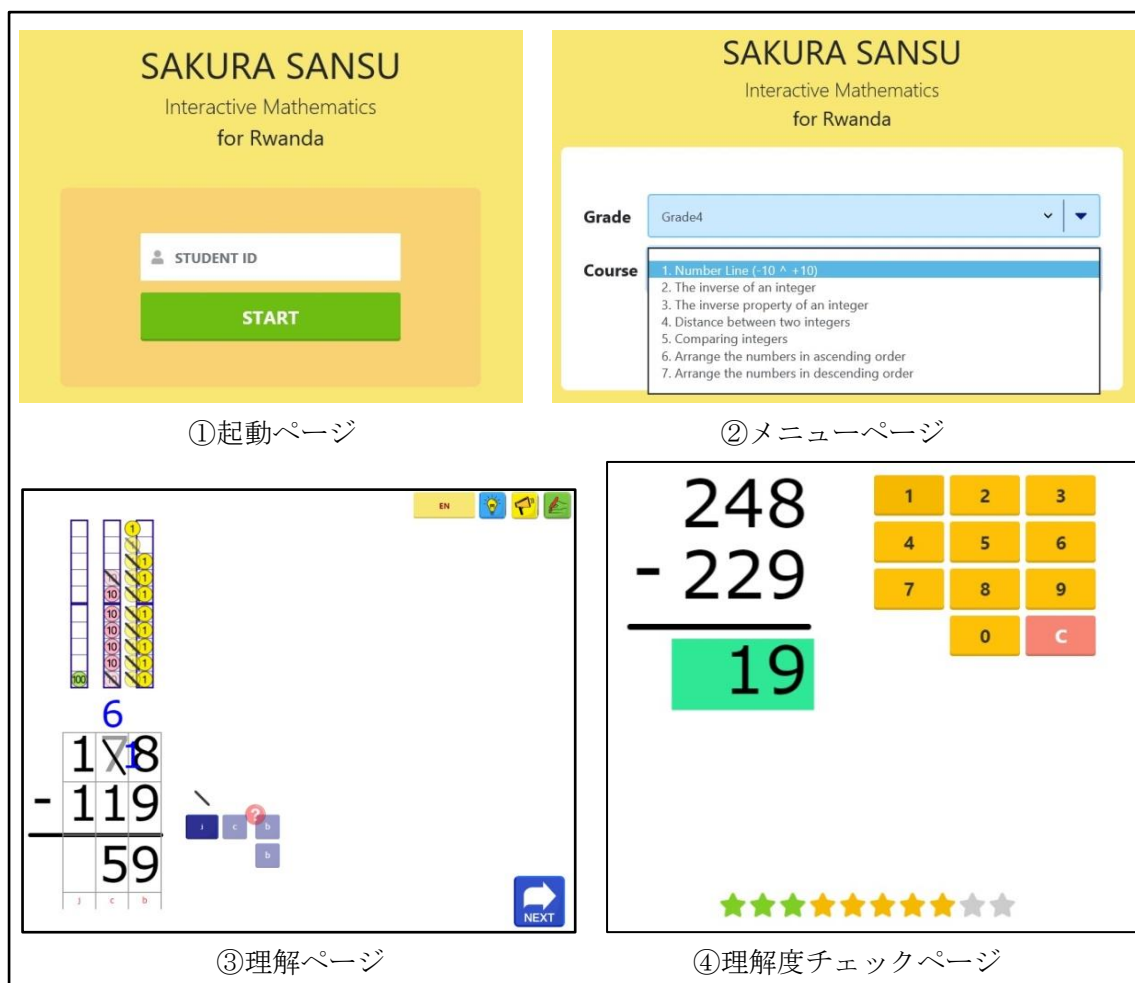


図 3-1 IM 実証版 1 号機のスクリーンショット 1 (作成：提案企業)

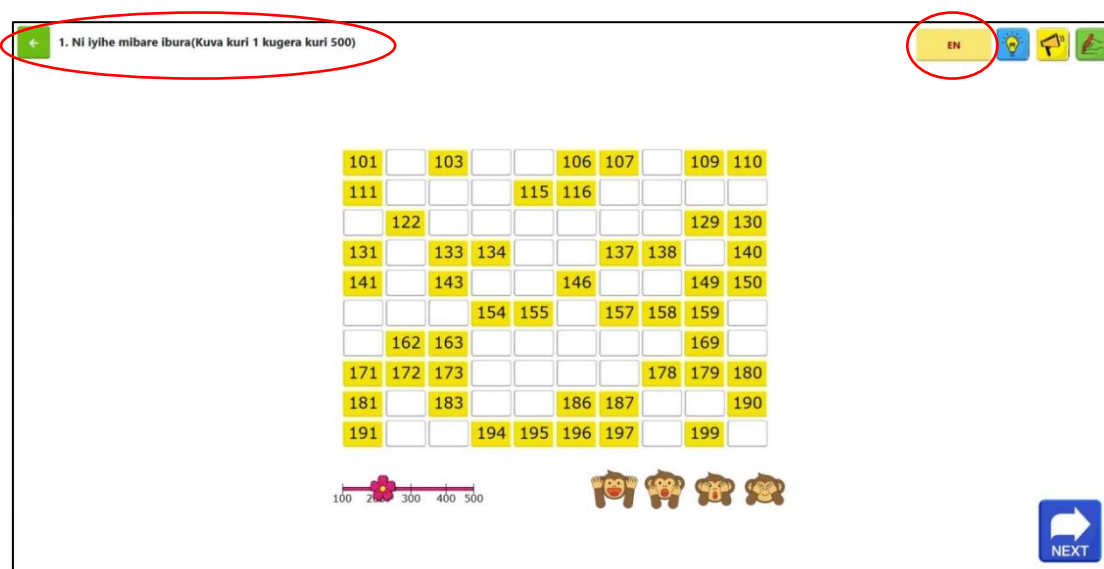



図 3-2 IM 実証版 1 号機のスクリーンショット 2 (作成：提案企業)

1 年目実証の結果を踏まえ、IM 実証版 2 号機に反映させた改善点は、下表の通りである。

**表 3-4 IM 実証版 1 号機から 2 号機への主な改善点**

1	XO の機体バージョン及び OS バージョン対応	<p>ル国で使用されている XO には 4 つのバージョン<sup>38</sup>(1.0、1.5、1.75、4) が存在し、基本的にそのバージョンに応じて OS である Sugar にもバージョンが存在する。</p> <p>IM の対応確認済み機体は 1.5 と 4.0 であり、OS は 0.96 以上である。</p> <p>旧バージョン機体である XO1.0 (OS は 0.84) には対応が不可能であるが、upgrade することで対応可能であることが確認できている。</p> <p>XO1.75 は、OS のバージョンに問題はないが、IM が稼働しないことが確認できている。実証校では GS Kacyiru II と GS Tabagwe で使用されており、ル国内で配布されている XO の中でも 20%以上のシェアであるため、対応が必要。また、XO1.5 でも OS が旧バージョンの機体が同一学校内でも混在していることが確認されている。</p> <p>上記の実情を鑑み少なくとも見積もっても 5 万台の XO を一台ずつアップグレードするのは現実的ではないため、OS のバージョンに左右されずに使用可能でかつ LMS にリアルタイムでデータを送れるウェブブラウザ型を採用することにした。</p>
2	PC へのインストール方法	<p>今回の実証では 1 台毎に USB フラッシュメモリーでインストールを行ったが、最低でも 1 台に 3 分程度を要した。上記 1 も考慮し、インストール型ではなくウェブブラウザ版とすることで PC への搭載を効率的に行えるようになった。</p>
3	ソフト上の工夫	<p>現場で児童の学力を視察する中で、必要と思われる修正をソフトに加えた。</p> <p>修正例) 多くの児童が量の感覚に乏しく、また、かけ算は足し算で表せることを理解していない児童も目立ったのでかけ算九九のソフトに足し算での表し方を示した。これにより、かける数が増えると、足し算も増える</p>

<sup>38</sup> 機体の画面を起こす可動部に記されたドットの数でバージョンが確認できる。  
(ドット無し : Ver1.0)、(3 個 : Ver.1.5)、(7 個 : Ver.1.75)、(4 個 : Ver.4)。REB の OLPC ユニットによると、各シェアは Ver.1.5 が約 35%と最も多く、最も少ないのは Ver.4 で 20%以下。

	<p>ことをつかめるようにした。</p> $7 + 7 + 7 + 7 + 7 + 7 + 7 + 7$ $7 \times 8 =$  <p>(P3 course 1 Multiplication (count in sevens) 画面より)</p>
--	--

(作成：提案企業)

## 成果②にかかる活動

### 2-1 IM 実証版の学校現場での活用に関するハンドブック等を作成する

IM 研修の実施結果及び実証結果を参考に、ハンドブックとなる動画等のコンテンツを作成した。

本動画はまた、COVID の影響に関連して REB から IM を使った授業の見本動画の作成・提供の要望を受けたことに関連している。これに応じて、2020 年 4 月から同動画の検討と作成を行い、まず 1 本の見本動画を完成させた<sup>39</sup>。この見本動画を基に、現地の先生が IM を使う様子を収めた見本動画を 2 本完成した<sup>40</sup>。同動画は、REB 公式の e-Learning Youtube site<sup>41</sup>にもアップロードされ、継続的に活用されている。

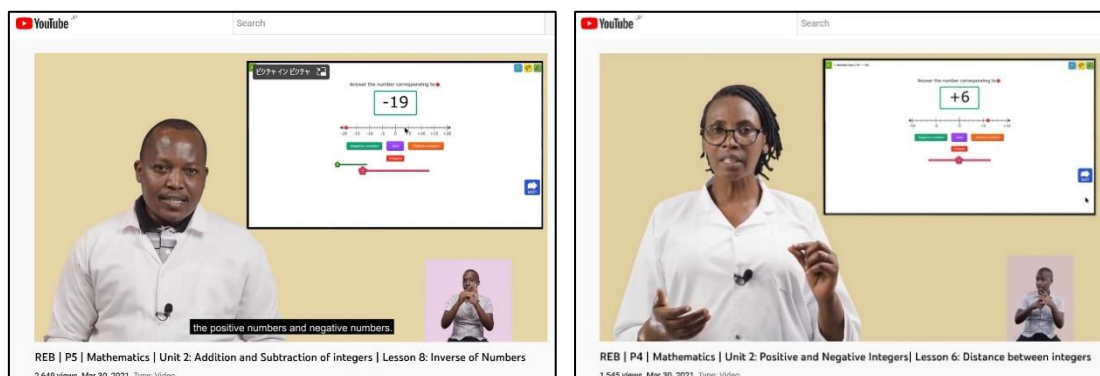


図 3-3 REB e-Learning site の IM 動画

### 2-2 IM 実証版活用研修の体制、内容を検討する

本事業で実施した IM 研修（パイロット版）は、CP からの協力や参加を得て実施された。CP から実証校への公式レターの発行と研修場所の提供、Communication officer の派遣、ICT in Education 課及び同課の課長による視察が行われた。

<sup>39</sup> <https://youtu.be/pR30ggBNeyU>

<sup>40</sup> P4 : <https://www.youtube.com/watch?v=dBzwsq7Ei7c&t=23s>

P5 : <https://www.youtube.com/watch?v=Z0BSUCxjXI8&t=272s>

<sup>41</sup> <https://www.youtube.com/channel/UCCSm2s9wZC8B611SIslsUWg/videos>

第1回、第2回のIM研修は提案企業側から2名と現地傭人たちによって実施された。研修内容は提案企業内で協議され、2016年案件化調査のBC（ブートキャンプ）前に実施した内容を踏襲するものとして、下記2-3の通りとした。

第3回IM研修以降では、今後の自立発展性を考慮して、現地傭人主導によるIM研修を実施した。IMによる効果の持続性を担保するためには、ル国側で主体的に研修を実施できる人材の育成は不可欠であり、現地傭人主体の研修は、これまでの研修内容をコアとして結果的に問題なく実施できることが確認された。

## 2-3 実証校の教員に、IM実証版活用研修（パイロット版）を実施しフィードバックを得る

以下の通り、計画されたすべてのIM研修を完了した。

**表 3-5 IM研修の実施実績**

第1回IM研修	
時期	2019年3月16、17日（2日間）
場所	REBカリキュラム開発棟内ホール
対象	実証対象校3校 (A1) GS Kicukiro : P2 対象 (B1) GS Kimironko II : P4、P5 対象 (A3) Umuco mwiza : P2、P4、P5 対象
対象教員	5名（内GS Kimironko IIの1名は1日目欠席） （内訳）GS Kicukiro : 1名、GS Kimironko II : 2名、Umuco mwiza : 2名
内容	<u>1日目（8:00～15:30）：参加者4名</u> 本事業の概要、IMの概要、Pre-testの結果分析、IM実証版の操作方法、形成的評価、IM実証版を実際に触ってみる、IM実証版を使った授業計画作成、IM実証版を使った模擬授業（Micro-teaching） <u>2日目（8:00～15:00）：参加者5名</u> 1日目の復習、実証活動の予定確認、IM実証版を使った模擬授業準備、IM実証版を使った模擬授業（Micro-teaching）とフィードバック
その他	・REBがREB公式Twitterに投稿 <sup>42</sup> した。
第2回IM研修	
時期	2019年5月4、5日（2日間）
場所	REBカリキュラム開発棟内ホール
対象	実証対象校2校

<sup>42</sup> <https://twitter.com/REBRwanda/status/1106857195369566208>

	(A2) GS Nduba : P3 対象 (A3) Umuco mwiza : P3 対象
対象教員	3 名 (内訳) GS Nduba : 2 名、Umuco mwiza : 1 名
内容	<u>1 日目 (8:00～15:30) : 参加者 3 名</u> 本事業の概要、IM の概要、Pre-test の結果分析、IM 実証版の操作方法、形成的評価、IM 実証版を実際に触ってみる、IM 実証版を使った授業計画作成、IM 実証版を使った模擬授業 (Micro-teaching) <u>2 日目 (8:00～15:00) : 参加者 3 名</u> 1 日目の復習、実証活動の予定確認、IM 実証版を使った模擬授業準備、IM 実証版 を使った模擬授業 (Micro-teaching) とフィードバック
その他	・ ICT in Education 課の課長 Dr. Christine が視察に訪れた。
第 3 回 IM 研修	
時期	2019 年 8 月 1、2 日 (2 日間)
場所	REB カリキュラム開発棟内ホール
対象	実証対象校 2 校 (A1) GS Kicukiro : P1 対象 (A3) Umuco mwiza : P1 対象
対象教員	3 名 (内 GS Kicukiro の 1 名は欠席) (内訳) GS Kicukiro : 1 名、Umuco mwiza : 2 名
内容	<u>1 日目 (8:00～15:30) : 参加者 2 名</u> 本事業の目的と概要、IM の概要、IM 実証版の操作方法、形成的評価、IM 実証版を実際に触ってみる、IM 実証版を使った授業計画作成、IM 実証版を使った模擬授業 (Micro-teaching)、実証活動の予定確認 <u>2 日目 (8:00～14:00) : 参加者 2 名</u> 1 日目の復習、IM 実証版を使った模擬授業準備、IM 実証版を使った模擬授業 (Micro-teaching) とフィードバック
その他	・ この回から現地傭人主導による研修開始となった。 ・ GS Kicukiro の欠席者は、後日フォローした。
第 4 回 IM 研修	
時期	2020 年 1 月 18、19 日 (2 日間)
場所	REB カリキュラム開発棟内ホール
対象	実証対象校 4 校 (A2) GS Nduba : P2、P3 対象 (B2) GS Kacyiru II : P4、P5 対象 (B3) GS Kigali : P4、P5 対象

	(A4) APAPER : P2、P3、P4、P5 対象
対象教員	10 名 (内訳) GS Nduba : 2 名、GS Kacyiru II : 2 名、GS Kigali : 2 名、APAPER : 4 名
内容	<u>1 日目 (8:00~15:30)</u> 本事業の目的と概要、IM の概要、IM 実証版の操作方法、形成的評価、IM 実証版を実際に触ってみる、IM 実証版を使った授業計画作成、IM 実証版を使った模擬授業 (Micro-teaching)、実証活動の予定確認 <u>2 日目 (8:00~14:00)</u> 1 日目の復習、IM 実証版を使った模擬授業準備、IM 実証版を使った模擬授業 (Micro-teaching) とフィードバック
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現地備人主導による研修。</li> <li>・ACEITLMS から BC 実施に向けて 3 名がオブザーバーとして参加</li> <li>・GS Kigali は、次回実証時の LMS を使った実証活動の対象校</li> </ul>
第 5 回 IM 研修	
時期	2020 年 2 月 2、3 日 (2 日間)
場所	GS Tabagwe 校内
対象	実証校 1 校 (B3) GS Tabagwe : P4、P5 対象
対象教員	5 名 (教員 2 名に加え、校長、DoS、技術者)
内容	<u>1 日目 (12:30~16:30)</u> 本事業の目的と概要、IM の概要、IM 実証版の操作方法、形成的評価、IM 実証版を実際に触ってみる、IM 実証版を使った授業計画作成、IM 実証版を使った模擬授業 (Micro-teaching)、実証活動の予定確認 <u>2 日目 (8:30~15:00) : 参加者 2 名</u> 1 日目の復習、IM 実証版を使った模擬授業準備、IM 実証版を使った模擬授業 (Micro-teaching) とフィードバック
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・校長が積極的に参加</li> <li>・停電が多い</li> </ul>
第 6 回 IM&LMS 研修	
時期	2021 年 11 月 2、3 日 (2 日間)
場所	GS Kigali
対象	実証校 1 校 (B4) GS Kigali : P4、P5 対象
対象教員	3 名 (教員 2 名に加え、ICT 教員)
内容	<u>1 日目 (14:00~16:30)</u>

	<u>2 日目 (14:00～16:30)</u> IM 研修を既に 1 度受講している教員が対象であったため、LMS の概要と使用方法について研修を実施
第 7 回 IM 研修 (オンライン)	
時期	2022 年 1 月 29、30 日 (2 日間)
場所	GS Kicukiro
対象	実証校 1 校 (A1) GS Kicukiro : P1 対象 (A4) APAPER : P1 対象
対象教員	4 名 (教員 3 名に加え、技術者)
内容	<u>1 日目 (8:00～15:30)</u> 本事業の目的と概要、IM の概要、IM 実証版の操作方法、形成的評価、IM 実証版を実際に触ってみる、IM 実証版を使った授業計画作成、IM 実証版を使った模擬授業 (Micro-teaching)、実証活動の予定確認 <u>2 日目 (8:00～15:30)</u> 1 日目の復習、IM 実証版を使った模擬授業準備、IM 実証版を使った模擬授業 (Micro-teaching) とフィードバック
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現地傭人主導による研修実施</li> <li>・提案企業側は、日本からオンラインでモニタリング参加</li> <li>・ICT in Education 課の課長 Dr. Christine がオンラインで視察した。</li> </ul>

(作成：提案企業)

IM 研修では、IM 実証版を使った授業計画と模擬授業の実施、フィードバック (Micro-teaching による授業研究スタイル) が主なコンテンツとなった。

授業計画時には、IM 実証版に触れて授業案を考えている教員たちの間で、単に IM の使い方を話し合っているのみでなく、「どう教えるのが効果的か」という教材研究に近い話し合いが行われていた。このような教材観の変化は、教員間から教員と児童の間へ、そして児童間へと展開し、IM によって学習の質が変わるきっかけとなる。実際に、XO を使った授業では自然と児童同士が教え合うようになる姿が多数見られた。

また、第 3 回 IM 研修以降は現地傭人主導による研修実施を試み、研修準備から実施までほぼ全て現地傭人によって進められ、問題なく実施できることが確認できた。

2016 年案件化調査から関わりを持つ現地傭人の Evangelique 女史が研修リーダーを務め、IM コンテンツについては同じく 2016 年案件化調査から関わりを持つ Arthur 氏が中心となり現地傭人内で分担して行われた。このように、IM の熟達者が本事業を通して育成され、自発的

に動けるようになっている点は成果として大きい<sup>43</sup>。

本事業に現地傭人として携わったメンバーの概略は、以下の通りである。

名前	性別	バックグラウンド
Evangelique	女性	公立学校で教員、教頭、校長を歴任。言語系科目の教員として約 20 年の教員経験を持つ。 UR で教員 A1 資格を取得（専攻：心理教育学）、Institute of Agriculture, Technology and Education of Kibungo で心理教育学の学位を取得。
Arthur	男性	私立学校で算数教員としての経験を持ち、教員歴は 20 年。先述の JICA 草の根技協（TER）に参加。 教育分野の資格では TTC 卒、その後に別の大学でビジネス分野の大卒資格を取得。
Innocente	女性	URCE 博士課程の院生であり URCE の講師。専攻は数学教育。教員経験は約 5 年。SEO（セクターの教育担当官）を務めた経験を持つ。 URCE 及び南アの大学を卒業後、URCE の修士課程を修了。
Josee	女性	教員経験は 3 年。KIE（URCE の前身）卒、社会経済系の科目を専攻。
Tite	男性	公立学校で教員、教頭、校長を歴任。理科科目の教員として約 20 年の教員経験を持つ。KIE 卒。 Umwalimu SACCO の会長を務めた経験を持つ。SMASSE、SBCT にも携わり、日本への招聘経験もある。他、BLF、L3 等の DP のプロジェクトへの参加経験がある。

研修内容は、基本的に模擬授業（Micro-teaching）による授業研究スタイルである。研修内での提案企業側からの直接介入は最小限に留めていたが、研修講師である現地傭人たちから研修受講者へのコメントは的を射ており、これまでの研修や実証活動を経験しながら提案企業側がするコメントをしっかりと吸収・学習して成長し、提案企業側の意見を代弁した的確なコメントがなされるようになっていた。

授業研究では、IM という教材が中心となっていることが大きな利点となり、具体的な教授法や技術の改善に焦点を合わせ、具体的なコメントのやり取りが見られた。具体的な題材がない場合、議論が抽象的な空中戦で終わってしまい、能力の向上に結び付かないケースがあるが、IM という具体物の存在が授業力向上という目的を明確にしているため、建設的な

<sup>43</sup> 事業終了時に、Evangelique 女史、Arthur 氏を含む現地傭人 5 名を Master IM Trainer と認定し、認定証を授与した。今後の IM 研修の中心を担う人材として期待される。

議論が展開され、授業力の向上に結び付いていた。

模擬授業の初回では、研修講師陣から教員へのコメントは以下のような内容が多かった。

- ・児童はマウスに慣れていないため留意すること
- ・機材は事前に動作確認すること
- ・授業中の機材不具合への対応を想定しておくこと
- ・児童の状況を常に確認し、注意を惹く工夫をすること
- ・**Slow Learner**、**Fast Learner** を見分け、クラス全体としての理解を深めるよう留意する
- ・授業の目的を明確にし、それにあった言動、それと繋がった **IM** の活用を考えること
- ・授業の導入で児童を惹き付ける工夫（前時の復習なども効果的）があると良い
- ・時間配分をよく考えること（**IM** での練習問題を延々と何十問も続けるのは効果的ではない。児童の理解度や集中具合などの様子を確認しながらより効果的に。）

また、研修前半の **IM** の紹介において、口頭や静止画像での説明のみでは **IM** に懐疑的な態度を取る教員は少なからずいたが、**IM** を見て触り始めると態度が大きく変わり、**IM** を使って授業をすることに魅力を感じるようになるという変化が、何度か観察された。

本研修への改善点、要望等に関するアンケートの実施結果や研修担当者による観察から得られた改善点として、以下が挙げられた。

- ・**IM** コンテンツへの理解は **IM** 活用のために重要なポイントであるが、一定の時間を要する内容である。そのため、**IM** 実証版を一人 1 台配置し、**IM** に触れる時間を十分に確保する。

また、研修受講者の感想として以下が挙げられた。

- ・教授（教員）と学習（児童）が一体となった **IM** は、授業にとっても効果的である。
- ・従来の黒板を使った授業よりも、**IM** で動きや音を使って教えることで学習者のモチベーションはより高まる。
- ・従来の黒板に書いて消してまた書くという作業は効果的な時間ではなく児童の集中力が途切れ易いが、**IM** の場合それが解消されるため、授業がより効果的になる。

第 3 回 **IM** 研修では病欠する者が現れたが、本事例から以下の見解が得られている。

研修に参加できなかった実証校の教員については、通常の研修期間の後に集中的に研修を実施することとした。しかし、元々参加予定であった **P1** 算数教員は、その後も体調が回復しなかったため、急遽同校の別の **P1** 教員へ変更し、2 日間の集中研修を実施した。実施したのは現地傭人であり、内容はこれまでと同じであった。現地傭人 2 人が中心となり、学校へ赴いて初日に 2.5 時間、2 日目に 4 時間ほど空き教室でマンツーマンでの特訓を行った。

新しく対象となった P1 教員は、50 代半ばの女性であった。ICT には殆ど触れてこなかったようで、最初はマウスを逆さまに持って操作しようとしていたほどであった。

研修が進むに従って、IM の操作（及びマスの操作）は問題なく習得していった。但し、ICT 機器のセットアップには難があり、ログインの方法など基本的な PC 操作が未熟のままとなったため、実証当日は技術的アシスタントが必要とされた。模擬授業では、研修の様に十分には実施できなかったが、IM 操作は特段のミスなく活用できており、堂々とした態度で模擬授業を行い、現地傭人 2 人のコメントもしっかり聞いていた。

ICT 機器を全くと言っていいほど使えないケースでも、IM の操作は問題なく行えるということが確認され、IM の強みが活かされた形となった。仮にこれが、REB が教員研修で紹介しているコンテンツ（Geo Gebra、Math Type、Math Lab 等<sup>44</sup>）であったら、その操作性の複雑さによって ICT 経験がゼロの者には習得及び習熟にかなりの時間を要するため、IM のように数時間の研修でそれを使って授業ができるようになったとは考え難い。

上の事例は、ICT に不慣れで算数を教えた経験のない教員でも、短時間の研修で成果を上げるに至ったケースである。

IM 研修後の実証活動中には、常に授業後に振り返りを行い、技術指導を行った。この実践と振り返りが数度繰り返されることで、研修のみで補いきれなかった教員の実践的なスキルアップに繋がっている。

## 2-4 IM 実証版活用研修の要項を作成する

これまでの IM 研修によって、IM 研修内容を記した資料は作成済みであり、別添 2 の通りである。現地傭人による研修においても殆ど修正等なく用いられた。本資料は、本事業終了時に機材と共に REB へハンドオーバーされる。

## 2-5 IM 実証版活用について現職教員研修内での実施を計画する

REB の研修担当である TDMCGC 課長との情報共有や協議のみとなり、その実践については COVID の影響で教員研修の実施も滞っていたため、本事業内での具体的活動には至らなかった。但し、REB は本提案に好意的であり、今後 REB 内部で協議されることが期待される。

また、前述の通り IM 研修の実施を通して有効な研修コンテンツの確立は済みであり、特に授業研修スタイルと研修後の OJT が有効であることが確認されている。このため、REB 教員研修での IM の紹介と模擬授業、研修後に学校における CPD（Continuous Professional Development：継続的職能成長）<sup>45</sup>での IM による模擬授業や OJT が実現されれば、十分な IM 活用が期待できる。

---

<sup>44</sup> <https://www.geogebra.org/>、<https://www.dessci.com/en/products/mathtype/>、<https://downloads.it.mtu.edu/>

<sup>45</sup> 2021 年の省令で、学校の時間割に CPD が組み込まれることが決まった。

## 成果③にかかる活動

### 3-1 実証内容（対象校、実証方法、分担、期間等）を精査する

第2回現地業務までに、以下の通り実証内容を REB と共に決定した。公立学校の選定では、将来的な中等教育への波及も視野に、GS (Groupe Scolaire) と呼ばれる一般的な初中等一貫校を選定した。

選定にあたっては、教授言語、設備（主に PC 等の ICT 設備）、クラスサイズ、場所、学校側の本事業への協力意思などを選定基準として、提案企業側と REB で対象候補校を出し合い、計 20 校（公立 12 校、私立 8 校）を訪問調査し、調査結果を協議して以下の 10 校に決定した。

当初計画で私立の B タイプ実証校で選定される予定であった 1 校は、XO が全児童に配布されている私立学校が存在しないため、A タイプ（A4）へと変更した。

本事業の途中で、REB からキガリのモデルビレッジにある GS Kigali を 2 年目実証の B タイプ実証校へ追加してほしいとの要望があり、JICA の確認を経て B タイプ実証校（B3）として追加した。

更に、REB へ中間報告をした際に、DG から GS Tabagwe を実証校に追加してほしいとの要請があった。GS Tabagwe はウガンダ国境に位置する地方の学校であり、モデルビレッジ構想の 1 つでもある。ル国の解放記念日である 2020 年 7 月 4 日に大統領が学校を訪問し授業を見学する計画であり、IM を使った授業を披露できる可能性があることと、地方の学校での実践データ取得のため、JICA と協議の上でこの要請を受けて、実証校（B4）に GS Tabagwe を追加した。これにより、実証校は 8 校となった。



本事業対象校 10 校は下表の通りである。

表 3-6 事業対象校

公立学校					
A タイプ実証校		B タイプ実証校		C : コントロール校	
A1	GS Kicukiro	B1	GS Kimironko II	C1	GS Rugando
A2	GS Nduba	B2	GS Kacyiru II		
		B3	GS Kigali (2 年目実証から)		
		B4	GS Tabagwe (2 年目実証から)		
私立学校					
A タイプ実証校		B タイプ実証校		C : コントロール校	
A3	Umuco mwiza Academy	-	該当なし (A4 へ変更)	C2	Trinity Nursery & Primary school
A4	APAPER				

(作成：提案企業)

IM の実証方法は、REB との協議の結果で選定された単元を基にスケジュールを組み、以下のように IM を導入する実証校（Examined：A タイプ、B タイプ）と IM を導入しないコントロール校（Controlled：C タイプ）を設定して、IM 導入前後に算数の Pre/Post テスト（前後テスト）を実施し、実証校とコントロール校のテスト結果を比較する方法で決定した。

実証校	A タイプ	<p>教員のみが IM 実証版 (windows 用) を使って授業を行う。 主に P1、2、3 が対象。</p> 
	B タイプ	<p>教員が windows 用、児童が XO 用（または windows 用）の IM 実証版を使って授業を行う。 主に、P4、P5 が対象。</p> 
コントロール校	C タイプ	IM 実証版を導入せず、通常の授業を行う。

各実証の期間は単元によるが、1 度の実証において 1～2 週間と決定し、各単元で 2 回ずつ（各単元、1 年に 1 回）の実証を行った。1 年目実証（2019 年）と 2 年目実証（2020 年以降）は下表の時期において実施した<sup>46</sup>。

<sup>46</sup> 当初計画では 2019 年と 2020 年をそれぞれ 1 年目実証、2 年目実証としていたが、2020 年に COVID の影響により渡航ができず、ル国の学校カレンダーも変更されたため、本事業期間を延長（JICA との契約変更）し、実証スケジュールも変更された。

表 3-7 実証活動の実施実績 1

2019 年		
第 1 回実証 (3 月)	第 2 回実証 (5 月)	第 3 回実証 (8 月)
P2 実証 : A1、A3	P3 実証 : A2、A3	P1 実証 : A1、A3
コントロール : C1、C2	コントロール : C1、C2	コントロール : C1、C2
P4 実証 : B1、A3		
コントロール : C1、C2		
P5 実証 : B1、A3		
コントロール : C1、C2		

2020 年	2022 年	
第 4, 5 回実証 (1、2 月)	第 6 回実証 (2 月)	第 7 回実証 (6 月)
P2 実証 : A2、A4	P1 実証 : A1、A4	LMS 実証 : B3
コントロール : A2、C2	コントロール : C2	コントロール : なし
P3 実証 : A2、A4		
コントロール : A2、C2		
P4 実証 : A4、B2、B4		
コントロール : B2、B4、C2		
P5 実証 : A4、B2、B4		
コントロール : B2、B4、C2		

(作成 : 提案企業)

但し、第 4 回実証では XO1.75 で IM が稼働しないことが判明したため、B2 (GS Kacyiru II) での実証方法を A タイプに変更して実施している。同じく XO1.75 を有する B4 (GS Tabagwe) においては、児童が使用する PC を Positivo に変更して B タイプ実証を実施した。

また、1 年目実証時に実証校とコントロール校での授業進捗の違いや学校のレベルの違いという点が懸念されたため、2 年目のコントロール校は、公立学校では実証校と同校内の別クラスに設定し、C1 でのコントロールは行っていない。同学校内でコントロールをすることにより、上記でも特に学校毎のレベルの違いを解消でき、より正確なデータの取得が可能となった。

### 3-2 実証校に IM 実証版を導入し、IM 実証版を使った授業を実施する

COVID の影響によるスケジュールの変更はあったが、計画されていた実証活動をすべて完了した。

IM の各実証において、対象となる実証校の PC へ IM 実証版 1 号機をインストールして

動作確認を行った。対象は、教員用 windows PC（主に Positivo）、児童用 XO（または windows PC）であった。

IM 実証校の教員は、IM 実証版 1 号機を用いて対象単元での算数授業を実施した。各実証の実績は以下の通りである。

**表 3-8 実証活動の実施実績 2**

学年	年度	学校	授業コマ数	対象クラス・人数 <sup>47</sup>
P1	1 年目	A1	6 コマ	P1A : 69 名 P1B : 61 名
		A3	6 コマ	38 名
	2 年目	A2	6 コマ	P1B : 59 名 P1C : 63 名
		A4	6 コマ	P1 : 30 名
P2	1 年目	A1	6 コマ	P2A : 48 名 P2B : 47 名
		A3	6 コマ	27 名
	2 年目	A2	7 コマ	P2D : 52 名
		A4	4 コマ	29 名
P3	1 年目	A2	8 コマ	P3B : 59 名 P3C : 49 名
		A3	9 コマ	28 名
	2 年目	A2	8 コマ	P3A : 33 名
		A4	8 コマ	P3B : 26 名
P4	1 年目	B1	6 コマ	P4B : 53 名 P4C : 48 名
		A3	6 コマ	31 名
	2 年目	B2	8 コマ	P4A : 59 名 P4B : 53 名
		B4	7 コマ	P4A : 51 名
		A4	7 コマ	P4A : 26 名
	LMS	B3	6 コマ	P4 : 34 名
P5	1 年目	B1	6 コマ	P5A : 65 名 P5C : 64 名
		A3	5 コマ	28 名

<sup>47</sup> クラスの人数は在籍者数で、実証授業の参加人数と必ずしも同じではない。

	2 年目	B2	6 コマ	P5A : 60 名 P5B : 64 名
		B4	6 コマ	P5A : 44 名
		A4	6 コマ	34 名
	LMS	B3	6 コマ	P5 : 35 名

(作成：提案企業)

### 3-3 実証期間中に IM 実証版を使った授業のモニタリングを実施する

実証活動中のモニタリングは、IM 授業チェックシート（別添 3）を用いて主に提案企業側（含：現地傭人）にて実施した。

モニタリングの観点には IM 授業チェックシートに沿って、1：IM の技術的適合性、2：IM のカリキュラム適合性、3：IM による教員の変化、4：IM による児童の変化、5：IM に関するジェンダーの観点であり、総論として以下の通りである。

#### 1：IM の技術的適合性

全体的に IM 実証版自体の技術的な問題は観察されず、ル国学校に配備されている PC 等の ICT 機器との適合性に問題はない。

Positivo については、機体自体の不具合が XO と比較してかなり多く確認された。OS のアップデートやウイルス対策の不備のために使用不可になっていたり、パスワード不明により放置されていたりとメンテナンス不備が多数見受けられた。そのため、PC の起動に多大な時間が掛かったり、途中でフリーズしたり、音が出ない、投影できない等のケースがあった。また、HDMI ケーブルの不備も何度か確認された。正常な Positivo における IM 実証版の起動自体には特段の問題はない。

#### 2：IM のカリキュラム適合性

CBC 準拠の教科書を基に IM 実証版のコンテンツが作成されていることもあり、実証中の IM 実証版の CBC 対応に問題はなく、IM 実証版の使用（特に P4、P5）は CBC の目指す授業像（児童たちが主体的に学ぶ態度・スキルや、協力して学ぶ態度など）の実現に貢献することが観察され、視察に訪れた SIIQS 専門家等からも同様のコメントを得ている。

#### 3：IM による教員の変化

教員の変化としては、IM 実証版を使うことで教えることに集中できており、回を重ねるごとに授業のテンポが良くなって、教え方は一方的な講義型から児童を中心としたインタラクティブなスタイルへ変化していることが観察された。

また、教員による IM コンテンツへの理解の差が、授業の質に大きく影響することが確認できた。この部分は、研修で重点的に支援する必要がある。

殆ど算数を教えたことがなく、殆ど ICT 機器に触れたことがないような年配 (50 代半ば) の教員であっても、IM を使った授業により児童の理解を促して成績を向上させることが可能であることも確認できている。IM を使うことで、教員は IM によって授業をガイドされつつ、同時に算数の教え方を学んでいると言える。

仏語で授業を行っている教員 (私立 APAPER) が使用しても、上記同様の変化が見られることも確認でき、言語の違いによる大きな差は生じないと言える。

#### 4 : IM による児童の変化

児童の変化としては、目新しさもあってか 3 コマ連続 (120 分) の算数授業でも集中力が高いまま持続する児童が多数見られ、XO を使ったケースでは個々の取り組みが意欲的に行われていた。

理解の早い児童が自然と他の児童へ教え始めるといった「教え合い」の空気が醸成され、クラス全体としての理解度を高める学習を実現するなど、ポジティブな成果が際立ったと言える。この点は、XO を Positivo に置き換えて児童が使用した場合でも同様であった。

一方で、教員の IM を使った指導法が改善しない場合は、児童の集中力が切れるケースも散見され、積極性が維持する児童とそうでない児童の乖離を埋める工夫が必要であるが、この点は IM そのものというよりも教員の IM 活用方法とそれ以外の指導スキルに依存するものであると考えられるため、研修後の OJT が有効な改善手段となる。

加えて P4、P5 では、IM 実証版の「理解度チェック」機能がその効果を最大限に発揮し、児童は達成感を得て算数学習への意欲や自己肯定感を高める効果が見られ、内発的な動機付けによる算数学習への門を開いたと言える。端的に言えば、児童たちは算数を学ぶことに楽しさを見出したと言える。この変化は、上述の「教え合い」の空気を醸成するきっかけとなり、更にその様子を観察している教員のモチベーション向上にも寄与している。

#### 5 : IM に関するジェンダーの観点

教員が女性であっても男性であっても、教え方の違いや、児童を区別している様子もなく、児童も女子であっても男子であっても、その授業に対する姿勢に違いは見られなかった。また、IM コンテンツもどちらかの性差に偏った内容にはなっていなかった。

上記モニタリングの結果を基に、実際にモニタリングした様子も交えて以下に結論と考察を記載する。

##### **【教員の観点】**

初期段階では教員の能力差によって IM 活用能力に差が出るが、数回 (3~5 回) の授業を重ねるにつれて大きく改善される傾向がある。特に、言語 (英語) 能力、教科知識、教授法、クラスマネージメント能力、ICT スキルが改善されることが観察された。

実証タイプの違いから一概に比較はできないが、研修を受けた教員の内、私立校の教員は初期からIMを上手く使いこなし、公立校の教員は実証中に手法が大きく改善されていった。公立校の教員の中には、相対的に見て使いこなせるようになったとまでは言い難い教員（公立A1のP2教員など）もいた。この違いは、私立A3の教員は草の根技協（先述）の実施校であったため、その成果として教員の能力が比較的高いことに起因していると言える。

更に、特に公立校においては前期初等の教員の能力が、後期初等の教員の能力と比較して低いと感じられる部分があった。様々な要因が関係するため一概には言えないが、前期初等教員はまず英語の言語レベルが低く、こちらからの説明やコメントの理解が不十分であり、また教科知識や教授技術、クラスマネジメントにおいても、後期初等教員と比較して低いと感じられる。加えて、XOを使わない前期初等では、教員のICT能力も比較的低く感じられる。よって、実証結果は全体的に改善している傾向であるが、その改善度の差に影響する要因としては、言語能力、教科知識、教授法、クラスマネジメント能力、ICTスキルの5点がキーになると言える。

モニタリング結果から判断すると、教員の能力の差によってIMの使い方や工夫に大きな違いがみられ、ル国におけるIM活用度は教員の能力に左右されると考えられる。勿論、ル国教員の能力・資質は日本のように一定の能力基盤を有しておらず、大きな差があり、それが授業の質に反映されていることは自明の理であるが、特に教科知識、教授法、ICTスキルといった教員の基本的な能力の差がIMを使った授業の質に影響を及ぼすと言える。加えて、IMコンテンツへの理解度が、授業進行にも大きな影響を及ぼす。

**IMを使うことにより、授業での教員の能力差が補われ、一定の質を保った授業が実施できるようになる。**

P1実証で確認されたように、全く算数教授経験のない年配の教員でも、IMを使うことで児童の成績向上を実現することも確認されており、IMを活用することで教員の能力の差を補うことができるとも言える。即ち、IMはまず基礎的な部分での教員の能力差を埋め、一定の授業の質を保つ効果があり、その上で教員の能力差によって授業の質を更に向上させることができると言える。IMを活用すれば相当数の教員が本人の専攻に関係なく、算数授業で一定の成果を上げることができると言える。

教員のIM使用の習熟度の違いについて、数人の教員毎の教員経験年数、算数の担当年数、ICTスキルなどの要因から検証した。

現時点では、以下の表の通り、IM経験年数と草の根技協経験の有無を用いて、指導法の変化（指導の工夫の違い、指導スキルの変容）に関する表を作成した。ひとまずここで言えることは、以下の通りである。

- ・IMを使うと経験年数に関わりなく、児童の成績は上がる。
- ・IMは使うことで、主体的に指導への創意工夫が大きくなる。
- ・草の根技協などでの経験は、IMを使った授業へも生かされる。

表 3-9 教員の経験による変容等の違いの検証

教員の経験	児童の学力向上	教員の指導法
IM 3年目 (案件化調査時も含め)	◎ 成果を上げた	◎学習内容に応じて、児童達がより分かるようにと、主体的な工夫が見られる ◎教員研修で指導的立場になっている
IM 2年目	◎ 成果を上げた	◎学習内容に応じて、児童達がより分かるようにと、主体的な工夫が見られる
IM 初めて (算数指導未経験の教員も含む)	◎ 成果を上げた	△PC に慣れていないため、最初の2時間ほどは工夫が見られないが、慣れるに従い自分なりの工夫も見られるようになった ○ICT スキルが向上した
私立校 草の根技協経験者	◎ 成果を上げた	◎進んで創意工夫する
公立校 草の根技協経験なし	◎ 成果を上げた	△研修で受けた方法に従う傾向が強い

(作成：提案企業)

**IM の習得には、研修後の熟達者による OJT が効果的である。**

教授に関連する ICT スキルに関しては、観察の結果、IM を繰り返し使って慣れることである程度解消されることが分かったが、教科知識、教授法の不足は、IM の操作に慣れてもコンテンツの理解に影響を及ぼし、コンテンツの有効活用を阻害している。即ち、IM を「使う」ことができて、「扱う」ことができないという状態になっている。IM を「使う」(ただ問題なく操作すること)と「扱う」(適切なタイミングで適切な箇所をクリックし、適切な説明で児童の学習を促す)の間には隔たりが確認できる。例えば、A1 でも P2 教員はこの「扱う」ところまで到達できなかった例であり、終始演習問題を繰り返すだけのスタイルが観察された。同じ A1 でも P1 教員は幾分「扱う」ところまで進んでおり、実証前半では演習を繰り返しがちであったが、後半では自ら説明を加えながら IM 実証版の理解、演習を上手く行き来していた。この違いは、テスト結果にも影響が表れている。

この点をクリアするには、IM の熟達者が OJT を行ったり、IM コンテンツを授業前に予習したり、フィードバックを受けたりすることである程度解消できる。特に、多くの教員の成長が確認された研修後の OJT の効果は高い。また研修では、これまでのように授業研究のような形を積極的に取り入れることも一案であるが、IM コンテンツの理解自体が少なからず教科知識や教授法の改善に役立つことから、IM 研修や授業準備を通して IM コンテンツを十分に学ぶ、理解する(教材研究)ことが効果的であると考えられる。上の例を引用すれば、A1 の P2 教員はこれまで算数を教えてきた自身の経験が前に出過ぎてしまい、授業

後のコメントを的確に受け取れなかったといえる。しかし、算数の教授が全く未経験であった P1 教員は、IM を使うことで自身が算数を学習、理解しつつ、IM を基に教え方を習得していき、その児童目線とも言える純粋な学習経験が授業に活かされて、IM を使って自身の学習経験を即座に再現して見せることができたため、児童の理解も進んだと分析できる。教員のこれまでの経験を否定するわけではなく、一度原点に立ち返って純粋な目で IM を見詰めることが効果的に作用することがあると言える。ル国に限らず、経験値の高い教員であっても、長年の教員経験から教え方を工夫して研究開発された IM から学ぶことは多い。

加えて、XO を使用した授業は、算数教員だけで実施するのは難しいと考えられる。P4、P5 の実証では、教頭を始め PC 技術者や他の算数教員もサポートに入って授業を行っていたが、このような授業をサポートする人員が必要である。XO の不具合対応などを考えると、予備の XO の準備や技術者の配置は必須であると考えられる。

### 【児童の観点】

**IM は、児童の主体的な学びを促進するツールとなる。**

児童の観点から考察すると、IM を使った授業への児童の好奇心と積極性、集中力の高さは際立っていたと言える。単なる物珍しさもあるかもしれないが、何にせよ授業に集中するきっかけを掴むことができれば、あとは IM に組み込まれた算数の仕組みを理解する機能によって算数の理解が進み、自然と多数の演習をこなす（演習によっても理解が進む）ことになっていく。これによって算数ができるようになると、算数が楽しくなり更に集中して理解が進むという好循環を生み出す。

ル国児童の多くは、自身の学習の達成感よりも教員に褒められることが嬉しい傾向がある。日本でも小学校低学年等はその傾向が強い場合もあるが、ル国を含むアフリカ地域では初等高学年になっても姿勢に変化がない場合が多い。このような場合は主体的な学びの姿勢が育っておらず、学習の外的動機を内的動機に変えるのは簡単ではない。要因として、児童の数が多すぎて、教員が児童一人ひとりに目を配りきれていないことが考えられる。しかしながら、IM を使った授業、特に XO を用いた場合は、児童が正解を連続してガッツポーズをしたり歓喜の声を挙げたりと、内的動機づけや学習に対する知的好奇心が高まっているように観察される。これは、児童の主体的な学びの醸成に繋がると期待される。

**ル国で進められている児童の学習の個別最適化に沿う形で、IM の効果は益々高まることが期待される。**

なお、幾つかの公立校では実証活動期間中の児童出席率は 90%以上であった。学校から提出された児童名簿と、Pre/Post テストの記名を突き合わせた結果にも齟齬はほとんど無かった。いずれの場合も児童名簿は PC から印刷されたものであり、Pre/Post テストの個人特定を円滑・正確に行うため非常に役立った。これも、ル国の学校運営における ICT 活用が少しずつ普及・浸透していることの証左である。但し、まだ名簿の管理や児童の出欠の管理が

正確に行われていない公立校もある。この点は、REBの方針ではLMSの導入によって補っていくこととなっている。IMに付随するLMSが、その一役を担うことも期待できる。

### 【IM活用の観点】

授業中にリアルタイムで活用できるLMSと、LMSの結果から即座に応用が可能なIMは、児童個々の学習の最適化に効果的である。

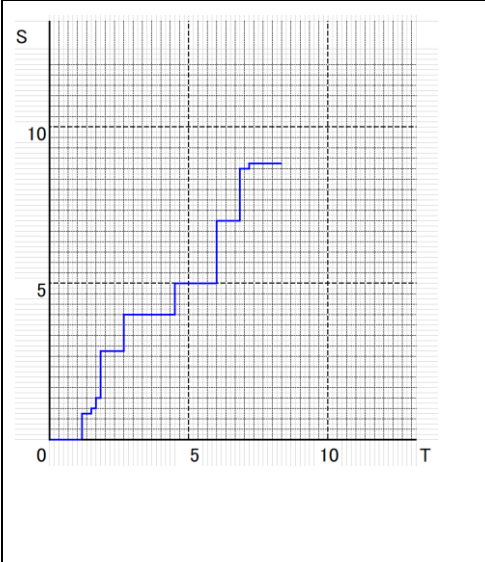
IMに搭載された「理解度チェックページ」では、児童がどこまで理解して演習をこなしているか（児童個々の理解度）が☆マーク（LMS画面ではバーチャート）によって視覚的に確認できる仕組みになっており、児童個々の進捗を把握できていないル国教員にとって、児童個々の理解度が即座に示される意義は大きい。この点は、CBC導入の際に強調されている「Formative Assessment（形成的評価）」を現場の教員が実行するためのツールとしての期待値が高く、CBC実践に有効なツールと言える。

実際に、LMS実証の際は、教員がLMSを見ながら授業を進め、Slow Learnerを把握したり、クラス全体の進捗具合を把握したりしていた。授業中に即座に活用できるLMSは、教員の動きを変え、授業中に個々に効果的な指導ができるようになることが観察された。

IMを使うことで、授業はインタラクティブかつ児童中心へと変化する傾向がある。

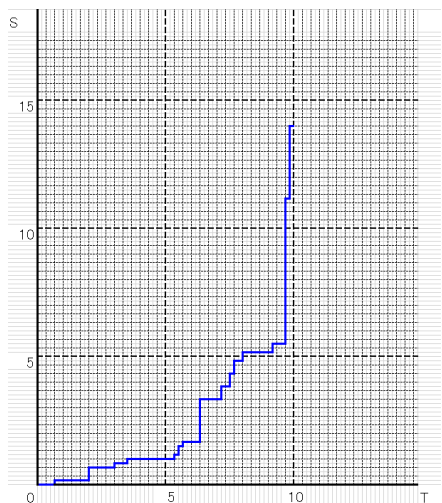
モニタリング中に動画撮影を行ったIM授業を使ってS-T分析<sup>48</sup>を行い、以下の通りの結果を得た。

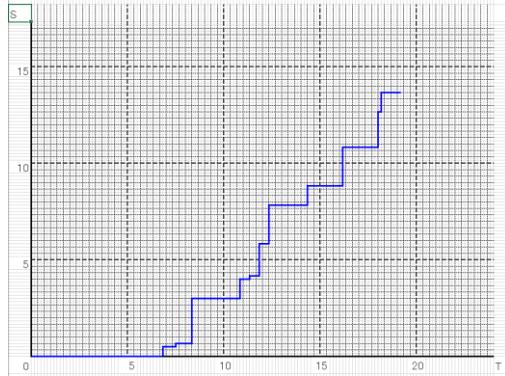
表 3-10 S-T分析の結果

	<p>2019年3月22日(5日目)</p> <p>P2向け授業（17分、500までの数の引き算、繰り下がり無し）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・全体としてややS（児童）が優勢な対話型授業（基本は演習型だが、適宜T（教員）が説明・解説を挟み、Sの脱落を防いでいる）</li> <li>・前日にIMなしで同様の授業を行っているため、復習的な位置づけ。そのため授業冒頭の理解・説明部分が短い。</li> <li>・殆どのSは一桁の加減算の暗算をマスターしていないため、個々の例題・演習を解くのに時間を要する。またIMやマウスの操作にも慣れていな</li> </ul>
---	--

<sup>48</sup> 授業において、一定の時間（今回は10秒）毎に、児童（S）と教員（T）の行動と内容を記録し、そのデータを使って作成したグラフを基に、授業中の児童と教員の行動関係がどのように現れているかを分析するもの。グラフがT軸に近ければT主導の「講義型」、S軸に近ければ「演習型」、階段状であれば「対話型」など、授業の全体像を類型的に把握するのに役立つ。

	<p>い。そのため下の P5 授業ほどテンポが良くない。 (折れ線グラフの個々の階段が大きい)</p> <p>授業中に取り組んだ例題・演習問題は 7 問だったが、フルの授業であれば、その 2 倍の演習量を確保できたと予想される。</p>
--	--

	<p>2019 年 3 月 22 日(5 日目)</p> <p>P5 向け授業 (24 分、正負整数の足し算)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・全体として S の活動が優勢な演習型授業</li> <li>・序盤の理解・説明場面は T の活動が優勢だが、ST のやり取りが頻繁 (折れ線グラフの個々の階段が小さい) で、丁寧な説明をしている。</li> <li>・中盤に ST の活動が均衡し、授業の後半は殆どが S 主体の計算問題演習</li> <li>・従って、授業中に取り組む例題・演習問題の数が非常に多かった。(39 問)</li> </ul>
--	---

	<p>2019 年 3 月 20 日 (3 日目)</p> <p>P2 向け授業 (32 分、500 までの数の位取り)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・全体として T の活動が優勢な対話型授業</li> <li>・一人の児童を指名し、例題・演習に取り組ませていたが、S の多くが理解できていないタイミングで開始したため、授業が停滞気味 (折れ線グラフの個々の階段が大きい)</li> <li>・従って、授業中に取り組む例題・演習問題の数が少ない。(10 問程度)</li> </ul>
---	---

(作成：提案企業)

分析事例は少ないが、上記から IM を使った授業において A タイプは対話型になる傾向が強く、B タイプは対話型と演習型の混合となる傾向が確認できた。端的に言えば、教員が一方的に知識を伝達する講義型の授業ではなく、対話や演習をもって児童が自ら知識を獲得していく授業へ変化する兆しが見て取れる。

この理由としては、A タイプの授業では教員がマウスを児童に渡して授業を進める場面

が多いためであり、B タイプはそれに加えて XO を使った演習が組み込まれることにある。モニタリングで観察した状況をそのまま表していると言える。

**IM を使った授業では、児童が授業中に取り組む問題数が格段に増える。その数は、通常授業と比較して、A タイプで約 4 倍、B タイプで約 9 倍となる。**

上の結果を用いてそれぞれの演習問題数を推測すると、以下のように算出できる。

**表 3-11 タイプ別演習問題量の算出**

	通常授業	A タイプ IM 授業	B タイプ IM 授業
仮定と算出過程	実証期間に A3 が停電のため通常授業を行ったケースを参考にすると、授業で取り組んだ演習数は 8 問と観察から得ている。	上記 S-T 分析の結果から、17 分で 7 問程度であるため、1 コマ (40 分) ではおよそ 15 問と計算できる。 また、別の A タイプ事例として A3P5 の観察結果から 23 分で 39 問の演習を行っており、1 コマでは 50 問ほどと算出できる。 この差は教員のスキルの違いに依るところが大きいですが、中間をとって 32 問と算出する。	上記 S-T 分析から、24 分で 39 問であるため、1 コマでは約 65 問と計算される。但し、授業の構成として後半は XO による演習中心となるため、前半より演習数が多い可能性が高く、全体で 70 問とする。
結果	8 問	32 問	70 問
比較	—	通常授業の 4 倍	通常授業の約 9 倍 A タイプの約 2 倍

(作成：提案企業)

A タイプで IM を用いた場合でも、児童は通常授業の 4 倍の演習問題に触れることとなり、B タイプで XO を用いることで通常授業の約 9 倍の演習問題に触れるという結果となった。

また、同じ A タイプで A3 の P2 と P5 の比較においては、P5 の演習問題数が P2 の演習問題数の 2 倍ほどであることも観察できている。この違いは、Pre/Post テストの結果にも反映され、A3 の P2 と P5 の Post テストの平均得点率に現れているとも考えられる。

### 【IM 導入後に向けた示唆】

実証の視察に訪れた JICA ルワンダ事務所からのコメントを踏まえ、以下に今後の IM に期待される役割を記載する。

**児童の学習をサポートするツールとしての IM**

- ・一斉授業からの脱却、子供の達成度に合わせた学びの個別最適化が可能になる。従来型と IM 導入後の授業を映像で比較することで、授業の様子は比較が可能である。
- ・反復練習が可能になり、従来型の授業よりも問題に触れる回数が格段に多い。これにより、得た知識を中長期的に定着させる効用も期待でき、低学年の基本的な計算スキル（正確性と速度）を伸ばすことに大きな効果がある。
- ・正答を重ねることで、児童は達成感、学ぶ喜びを覚え、他教科を学ぶ際にもポジティブな影響が期待できる。
- ・授業中に集中して取り組む児童のたちの表面的な変化に応じて、その奥で効果的学習が行われていることが、前後テストの結果によって示される。
- ・LMS を使った学習ログの蓄積により、児童個人レベルの習熟度、つまりいているポイントなどを把握できるようになると、全国展開によるビッグデータ収集が可能になるのではないかと期待される。収集したデータを MINEDUC や REB、学校で分析できるようになると効果が大きいと期待される。また、こうした評価情報を教員、校長で「次の学び（授業）の改善」へ繋げるサイクルが構築できれば、ル国の CBC で強調している形成的評価活動の具体的実践に繋がり、授業の質、学習の質が向上することが期待される。

#### 教員をサポートするツールとしての IM

- ・ビジュアル込みで視覚情報と同時に算数概念を説明することで、各単元の教員側の理解も進むことになる。教員へのインパクトを測ることができれば、現職教員職能開発のツールとしての IM ということも期待できる。
- ・反復練習など、授業によっては多くの部分を IM に委ねることができることから、教員の負担軽減に繋がり、授業においてより本質的な指導に注力できる。従来型の授業と IM 授業で教員の教室での行動がどのように変わるのか（質問の数・中身、机間巡視の際の動きなど）を数字で可視化されていくと良い。
- ・児童たちが集中して授業に取り組み、正答を重ねることで達成感を得る。児童たちの「学ぶ喜び」に触れることは、教員としてのやりがい、引いては Retention（人材の定着）にも繋がると期待される。

#### 教育政策の実施をサポートするツールとしての IM

- ・配布したこと以外に成果が乏しかった OLPC プロジェクトの次なる成果を示す可能性が見えた。
- ・IM の成功は、「ICT 立国ルワンダ」としての国内・国外への売り込みツールとして使える可能性がある。ICT 立国ルワンダから ICT 教育立国ルワンダへ。
- ・現在、教育での ICT 利活用はどの国も横並びで、飛びぬけた成果を上げている事例は見当たらない。e-Learning Africa Summit での出展企業のプロダクトもそれほど目立つものがない中で、ル国の IM は先駆けとなる可能性がある。

- ・ル国教育において目下最大の課題である学習到達度の課題に具体的に切り込むツールとして期待される。2016 年案件化調査の結果からも、IM は児童の学習に直接効果を及ぼす教材であり、更に教員の指導法改善にも効果を持つというマルチツールである。
- ・Early grade numeracy and literacy（初等低学年や未就学児教育における言語や算数の基礎的素養）がその後の教育での学びの素地となる点は国際的に合意されており、IM はこの点に強みがあることは、今後の展開に有利である。
- ・REB が進めている e-Learning Platform の強化に貢献することも可能である。COVID の影響によって REB はインターネットやメディアを通じて遠隔教育による教育の持続に取り組んだが、特に初等教育については整備が遅れており、質の部分についてもかなり厳しい状況にある。REB は COVID に関係なくこの強化を打ち出している (ESSP 2018/19-2023/24) ため、IM を活用して質を改善することが可能であると考ええる。

### 3-4 実証校の教員へ実証後のインタビュー（またはアンケート）を実施し、結果をまとめる

以下に、実証後に実証校の教員へインタビューした結果を記す。総じて IM に対して好意的な結果であった。中には、研修当初は IM に対して幾分懐疑的な教員もいたが、IM に触れていくうちに、ほどなく IM に好意的になっていった。

#### IM を使って算数を教えてみた感想及び IM の利点について

- ・とても良く、インタラクティブな授業になった。
- ・児童の学習意欲が高まる。
- ・児童たちは XO 上で動く IM で算数を学ぶことに、大きな興味と動機づけを感じていた。
- ・児童たちは多くの演習問題に取り組み、多くの知識や計算技能を得た。
- ・授業を組み立てるにあたって、児童たちが自ら PC を活用して演習する時間を多く確保することを心掛けた。
- ・アニメーションやサウンドによる効果によって、通常教えるのが難しい内容でも、比較的簡単に児童の学習を深められた（特に低学年）。
- ・授業のテンポが良くなる。
- ・IM のアイコンを順番に押していけば、自然に算数授業が進行するし、児童たちは主体的に多くの演習に取り組むことになる。しかも目標達成すれば、自動的に「Congratulations！」の画面や音が出て、児童にとって励みになる。それを児童たちは楽しんでいる。
- ・IM のアイコンを順序よく押していけば、算数授業も順序よく進行するので、レッスンプランの準備を短時間に済ませることが出来る。（板書や演習問題の作成・準備に必要な時間が大幅に短縮できる、という意図も含んでいる。）
- ・特別な配慮の必要な児童（Slow Learner 等）に対して、丁寧に教えることが出来る。
- ・児童同士が教え合う姿が見られたのが特徴的。PC 操作や IM 操作、演習問題で困ってい

る児童のことを、周囲や隣にいる理解の早い児童が助けている姿を頻繁に目にした。

- ・普段の授業では、黒板に書いたり消したりを繰り返すのが手間に感じていた。実際その時間は児童にとって有効な時間ではないし、児童の集中力も途切れやすい。しかし、IM は、そのような手間を省き、児童の集中力を切らさずに、リズムよく授業ができる。

#### IM を使って教える算数授業の課題について

- ・当初、児童たちはマウスや XO の操作に慣れていなかったため、操作に慣れる時間が必要である。だが、日を追うごとに児童たちは PC や IM の操作に慣れ、授業自体や算数の学びがより円滑に、主体的になっていった。

#### **メモ** 現地備人（指導役）の見解

B タイプ授業初日は、児童に XO の使い方から教える必要があり、1 コマ分の時間を要した。授業が進むにつれて次第に慣れ、すぐに機器や IM 操作に慣れ、授業進行も円滑になった。IM は操作が簡単であり、児童たちが機器に慣れるのは早いため、この点は大きな問題にならないだろう。

IM を活用した授業に慣れたのは、児童たちだけではなく、教員も同様。こうした授業は彼らにとって初めての経験だったため、毎日彼らの授業に同席し、状況に応じて支援した。授業終了後には改善すべき点の建設的なアドバイスをを行った。これを続けることによって教員の教え方も目に見えて改善していくため、IM を使い始めたばかりの教員には必要な訓練である。個人差はあるが、一定レベルへ到達するまで熟達者を含めた教員同士で OJT を組織的に行う必要性を感じる。

実証後のインタビュー結果から、まず IM を使うことが、教員にとっても児童にとっても「楽しい」ということが挙げられる。つまり算数を楽しんでいることが確認できる。

上記インタビュー結果では、教員の感想は児童を中心に答えていることが分かるが、それが教員自身の変化によって、授業自体が変化した結果であることも確認できる。

IM は、教員と児童の両方を同時に持続的に支援するコンテンツであると言える。まず教員に対しては、研修後も教員の継続的な職能成長（CPD）を支援し、授業の質向上を支援する。児童に対しては、当然ながら、児童の算数能力を直接向上させる。インタビュー結果は、これらの成長や変化を肌で感じていたことを示している。

これらの結果に応じて、IM 研修のコアとなる人材の必要性が把握できたことにより、本事業の終了に際して現地備人たち 5 名を「Master IM trainer」として認定し、認定証を授与した。本事業終了後、IM の普及に伴って必要な研修や OJT の核となることが期待される。

### 3-5 児童用事前事後テストを作成し、実施、結果をまとめる

実証活動では、各学年の各クラスへ IM 導入前後に算数の Pre-test と Post-test を実施した。

テスト内容は、別添 4 の通りである。

Pre と Post のテスト結果は、どちらかを欠席した児童を省いて計算した。実証のテスト結果は、別添 5 の通りである。これら Pre/Post テストの結果については t 検定を行い、前後での差に統計的に有意な差（有意水準 1% と 5%）が認められるかを検証した。結果は同表（同別添）の通りとなり、殆どのケースにおいて統計的有意差が認められた。

実証活動において、Pre テストを受けた児童数と Post のテストを受けた児童数の総数は 4,330 人<sup>49</sup>（LMS 実証を除く）である。事業途中の実証校の追加などもあり、当初計画の総数 2,700 人を大きく上回った。

**表 3-12 実証活動の実施実績（人数、クラス数）**

前後テスト受験者数		4,330 人	-
上の内、分析対象者数 <sup>50</sup>		3,698 人	53 クラス
内訳	実証校	2,430 人	30 クラス
	コントロール校	1,268 人	23 クラス

（作成：提案企業）

Pre テスト結果と Post テスト結果の差（前後差）から分かる通り、すべてのクラスにおいて、Post テストの結果、または前後差について、実証校がコントロール校を上回った。

前後差は、実証校において平均 24.4、コントロール校において平均 12.5 となり、実証校における伸び具合は、コントロール校の約 2 倍であった。

最も伸びの高いクラスは、公立では P4 のクラス（B1-P4B）であり、Pre テスト結果 12.6 から Post テスト結果 64.3 へと、51.7 の伸びを見せた。

私立では P4 のクラス（A4-P4A）であり、Pre テスト結果 18.2 から Post テスト結果 89.0 へと、70.8 の伸びを見せた。同時期に実施した私立のコントロール校と比較すると、実証校の伸びは、コントロール校の約 3 倍であった。

学年別の平均値は、以下図表の通りである。Ex は実証校、C はコントロール校を表している。すべての学年において、実証校での伸び（D：得点率の平均の前後差）が、コントロール校を上回る結果となった。

<sup>49</sup> 前後テスト受験者の累計。

<sup>50</sup> 前後テストのどちらかを欠席した者を省いた数

表 3-13 Pre/Post テスト結果の比較（学年別平均）

Grade	Type	得点率の平均		差	D 比: Ex / C
		Pre	Post	D	
P1	Ex	22.1	46.9	24.8	2.7
	C	18.3	27.5	9.2	
P2	Ex	31.8	41.0	9.2	1.7
	C	23.9	29.4	5.5	
P3	Ex	28.7	50.2	21.5	1.8
	C	19.2	31.4	12.2	
P4	Ex	19.9	63.1	43.2	1.6
	C	19.7	46.9	27.3	
P5	Ex	50.1	68.0	17.9	1.9
	C	44.4	53.7	9.2	

（作成：提案企業）



図 3-4 Pre/Post テスト結果の比較（学年別平均）

上図表より、P1 では実証校の伸びはコントロール校の 2.7 倍であり、学年別で最も伸びが大きい。次が P5 であり、実証校の伸びはコントロール校の 1.9 倍であった。

ここでの P1 の伸びの顕著な高さは、当初仮定した通り IM が算数の基礎学習（初学者）に効果を発揮しやすいことを証明していると言える。

また、公立 P3 のテスト結果において、児童の答案用紙を基に計算過程で丸や棒を書いて計算している児童を特定し、答案用紙への書き込みを分析した。テストの際、計算用の書き込みは、答案用紙に書くよう指示してテストを行った。

次図は、Pre テストでかなりの書き込みをして計算していた児童が、Post テストでは全く書き込みをせずに計算をしていたケースである。

テストを受けている様子の観察から、Pre テストの書き込みは、数字に対応した棒やドットをすべて書き出して、それを 1 から数え上げる手法であり、数の塊の理解や暗算が全くできていないことが分かった。この場合、棒やドットの書き間違い、1 から数える際の数え間違い、これらの手法による時間不足で、多くの問題を間違えてしまっていた。

IM による授業を受けた後、上記の手法が改善され、書き込みもなくなったことから、児童の算数への理解や手法が著しく改善したことが分かる。

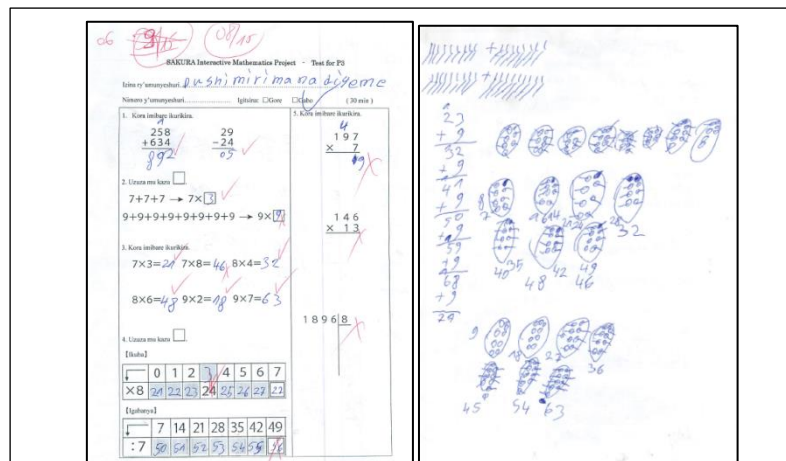
このような Pre と Post の答案用紙で、棒やドットの書き込みの変化を比較した結果が、以下の表である。

**表 3-14 計算過程の変化**

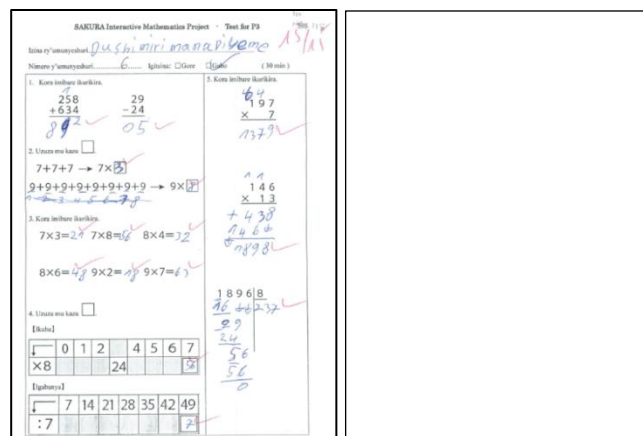
クラス	対象児童数 (人)	答案用紙への棒やドットの書き込み			改善した 児童の割合
		減った	かなり減った	合計	
P3B	26	14	3	17	65.4%
P3C	31	21	1	22	71.0%

(作成：提案企業)

上記の通り、かなり顕著な変化が見られた。結果的に、全体（上記 2 クラス合計）として、その内の 68.4% の児童の計算過程が、棒やドットの書き込みの数え上げスタイルから、暗算へと改善されたといえる。テスト結果の大きな成績向上は、このように IM によって児童の学力に質的な変化が起きたことに起因しているといえる。



P3C の D 君（児童番号 6）の Pre-test 答案 表と裏



P3C の D 君（児童番号 6）の Post-test 答案 表と裏  
（\*裏面への書き込み無し）

図 3-5 児童の答案への書き込み比較

以上から、特筆すべき結果をまとめると以下のとおりである。

- IM を使った授業の結果、全学年全クラスにおいて児童の成績は向上し、IM の教育的効果が高いことが認められた。
- 児童の性差においてテスト結果の顕著な違いは見られなかった。
- 全体的に、Pre テストで 2 割以下しか正解できなかった児童たちが、Post テストでは 4 割以上の正解を出している。公立 P3 では、Pre テストで 1 割しか正解できなかったクラス（全体的に Pre テストで最も得点率が低いクラス）が、Post テストでは 5 割近くをマークしている。
- 成績が最も向上したクラスは公立では B1 の P4B クラスであり、1 割程度の得点率が 6.5 割近くまで驚異的に伸びた。私立では A4 の P4 クラスであり、2 割以下の得点率が 9 割

近くまで驚異的に伸びた。

いずれも P4 クラスで大きな成果が認められたのは、この学年から教授言語が英語に切り替わること（公立校のみ）に加え<sup>51</sup>、CBC で負の数の単元を新たに導入したことで、現地教員の間でも難関とされている部分に、IM の特長・有効性が発揮されたと考えられる。本実証では、敢えてこの負の数も扱ったが、この学年において成果を残したことは、IM の持つ特長がル国の学校現場の課題解決に貢献することを意味する。

- ・ B タイプ実証では、児童は終始 XO で IM の画面を見て教員の説明を聞く、または操作するのみで、紙に何かを書くことはなかった。しかしながら、紙ベースの Pre/Post テストにおいて成果を上げたことは、将来的にペーパーレスを推進するル国にとっては朗報である。但し、通常の授業で IM を使う場合は、未だル国児童が教科書を有していない点や「書く」ことによって理解を促進する点を考慮して、教員は板書や児童がノートをとる時間を適切に確保する必要がある。いずれにせよ、IM はこれまでの授業に組み込んで対応が可能であるし、新しい手法としての導入も可能であり、ル国の現状と目指す方向性に合わせて柔軟な活用が可能である。
- ・ 2016 年案件化調査の結果を踏まえた事前の仮定では、基礎概念の習得に重きを置く低学年ほど伸びが高いと予想されており、実際に P1 の伸びは他学年と比較しても大きい。但し、P2 全体の伸びの低さについては、現段階では担当教員が対象単元を半分近くしかカバーできず、授業が他学年と比較して十分に進まなかったことや、そのために教員が IM を最終的に上手く扱いきれなかったことが起因すると考えられる。  
加えて、児童による P2 以前（P1）の理解度（基礎力）も影響を及ぼしていると考えられる。実際に提案企業による 2016 年案件化調査で IM 短期集中講習を実施した際は、P1、P2 を対象に少人数クラスで一人一台 Positivo を配して実施し、P2 で理解の進んでいない児童に対しては適宜 P1 の単元を復習するなどの対応を行った。その結果、最も平均得点率の伸びたクラスで約 45% の向上があった。この時は、ICT 設備が完備され、講習に要した時間数も約 12 時間（18 コマ相当となり本事業で実施した授業数の 3 倍）であった。本事業の 1 年目実証での成果は、ICT 設備も低く、クラスサイズも大きく、要した授業数も少ないという状況下で、2016 年の結果を超えるものであった。
- ・ P4 の伸び（D）は、全体的に見て最も大きい。その要因として、教員の能力のみでなく、XO の使用が最も大きいと考えられる<sup>52</sup>。児童個々の演習量は、XO を用いることで、A タイプや通常授業と比較して格段に多くなっていた。
- ・ 教員の能力に着目すると、当初から比較的能力の高かった教員を有する A3（草の根技術協力の実施校）では、各学年で妥当な伸びを見せたと言える。
- ・ 教員の能力に比較的低い部分が見られた公立校 A1 の P2 と B1 の P5 では（更に P5 教員

<sup>51</sup> 本事業中の 2020 年から、公立は P1 から英語での教育となった。

<sup>52</sup> ル国公立学校では XO の使用は P4 以上の児童との定めがあり、また実際に児童各自が XO を操作する B タイプの実証は低学年では難しい。

は IM 研修を半分欠席していた。) 、研修から実証時 OJT を通して指導能力に向上を見せた P4 教員と比較すると、やはり児童の成績の伸びが低いことが分かる。それでも P5 の伸びが P2 を上回るのは、上述の XO の使用に起因すると考えられる。

- ・更に注目すべきは公立校 A1 の P1 である。P1 の教員は実証が始まるのと同時に算数を教え始めるという 50 代半ばの女性教員であるが、それまでは英語を教えており、算数の教授経験はなかった。また、ICT 機器に不慣れで、IM 研修にも参加できておらず、実証直前に集中的に個別研修を実施したため、十分な研修ができたとは言い難かった。そのような状況にも拘わらず、P1 のテスト結果は 20 数%の向上を見せた。先述しているが、IM は教員の能力差に関わらず、最低限の授業の質を補うことができる教材であると言える。
- ・A1 のコントロールクラスである P1C、P1D については、実証クラスである P1A、P1B と同じ上記女性教員が教えているということが、実証後に判明した。もう一人の算数教員が病欠を続けていることが理由であった。すなわち、コントロール内でも大きく成績が伸びている P1C の成績は、IM 研修を受けて IM を使って P1A と P1B で授業をしてきた女性教員が自身の授業スキルを向上させつつ、「IM を使わずに」授業を行った結果として、児童の成績向上が見られたと考えられる。

### LMS 実証について

LMS 実証は、LMS と連携させた IM 実証版 2 号機を使い、B3 (GS Kigali) において実施<sup>53</sup>した。常時ネット接続が必要なため、ICT 環境の優れた同校を選定した。P4、P5 のそれぞれ 1 クラスの算数授業において実証授業を実施し、授業数はそれぞれ 6 コマ、児童数 P4 : 34 名、P5 : 35 名 (計 69 名) であった。尚、本実証の目的は「LMS 自体が現地学校の環境下において問題なく動作するか」、「授業中に LMS を使った教員がどのような動きをするか」を観察することであるため、算数の Pre/Post テストは実施していない。

教員は Positivo を用いて IM 実証版 2 号機と LMS の両方を使用し、児童には一人 1 台の Positivo を配備し、LMS のデータからすぐに児童が特定できるように、児童の座席は指定制とした。

LMS 実証の結果として、以下の通りである。

- ・GS Kigali に備えられた Positivo、インターネット回線設備を用いた状況において、LMS は問題なく動作した。回線速度の遅さにより若干のデータ反映ラグがあったが、授業進行に問題はなかった。
- ・最初の授業では教員が IM と LMS の両方を使って授業を進めることに手間取っていたが、すぐにその作業にも慣れ、2 コマ目からは LMS で遅れがちな児童 (Slow learner) を把握

---

<sup>53</sup> 在ルワンダ大使館から視察に訪れ、Twitter の公式アカウントで LMS 実証の様子を投稿して頂いた。

[https://twitter.com/japaninrwanda/status/1534942680035299339?t=3l4iZ7OUkpTTDYVbTZvWHg&s=19&fbclid=IwAR0fbVIDEHTIKOdW6EyxQsLCtgxbR\\_KPboOW3z9nIAXCIgF1oTUxCrdtvaU](https://twitter.com/japaninrwanda/status/1534942680035299339?t=3l4iZ7OUkpTTDYVbTZvWHg&s=19&fbclid=IwAR0fbVIDEHTIKOdW6EyxQsLCtgxbR_KPboOW3z9nIAXCIgF1oTUxCrdtvaU)

し、すぐにその元へ向かう姿が観察された。

- ・ 教員は、前半では **Slow learner** を把握して横に立っても、口頭で再度指導するのみであったが、授業後のフィードバックを通して学びを得て、最終的には **Slow learner** の横で **IM** を使った指導を行うようになった。**IM** には「理解・練習・理解度チェック（評価）」の3ステージが用意されているが、評価段階で **LMS** によって **Slow learner** を把握し、その児童には「理解」に戻って再度やり直すよう指導している様子が観察された。
- ・ **LMS** のモニタリング画面では、下図のように児童個々の達成度がリアルタイムにグラフで表示される。教員はこの画面を教室全体へ公開して使用しており、日本の教育現場では考えられない状況であるが、教員・児童ともに平然と楽しみながら活用していた。

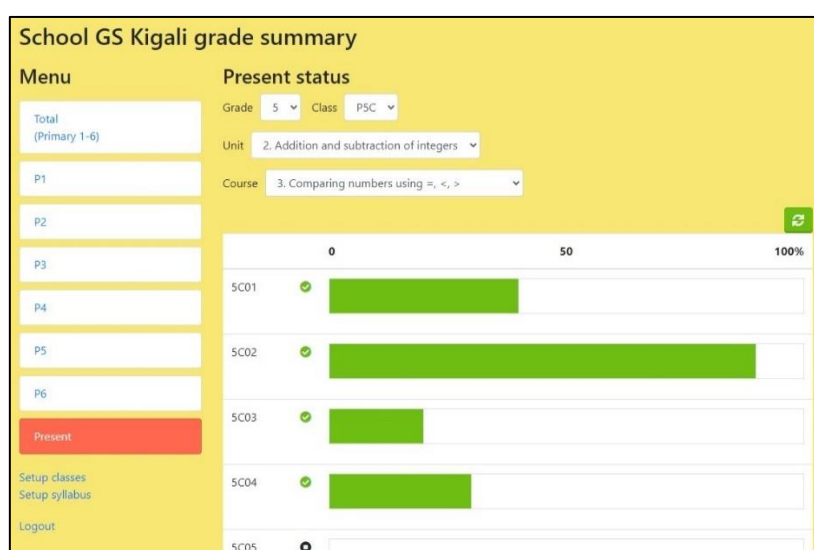


図 3-6 LMS の児童個々の達成度表示画面

- ・ **Slow learner** を正確に把握した教員は、補習や宿題の追加などの対応がし易くなったとのコメントがあった。
- ・ 授業後のフィードバックでは、演習を早く終わってしまう児童 (**Fast learner**) への対応についても話題となった。ここでは、次の単元を予習させるという対策や周辺の **Slow learner** を支援させるという対策が挙げられ、後者は実証中に実施され、児童同士の「教え合い」を促進することが確認された。

**LMS** というと、一般的には授業後にその日の進捗を把握して、次回の対策を立てるために使われるイメージがあるが、本実証の **LMS** は授業中にリアルタイムで活用でき、即座に教員が活用できるようになっている点が大きな違いである。

これにより、ル国内で最も設備が整った公立校での実証ではあったが、ル国のネット環境において **LMS** が問題なく動作することが確認された。

**LMS** によって授業中にリアルタイムで児童の達成度を把握できることにより、授業中の

教員の動きに変化が見られ、特に遅れがちな児童を即時に見極めて、授業中に個別最適な指導ができるようになったのは、**Slow Leaner** への対応に大きな効果があると言える。クラス担任制を敷き適切なクラスサイズの中で児童個別の学力を教員が把握している日本とは環境が違うル国において、この **Slow Leaner** の素早い見つけ出しは学級全体の学力向上に有効である。

### 3-6 実証結果（モニタリング結果、実証校教員へのインタビュー結果、児童用事前事後テスト結果等）を取りまとめ、IM 実証版の効果について検証する

実証結果として、単元や時期が限られた実証活動ではあったものの、その条件の中で IM 実証版を活用した授業の教育的効果を示したと言える。

実証活動の結果をまとめると、以下のとおりである。

**表 3-15 実証活動の結果**

提案製品の適合性	<p>IM は、ル国で学校に配備されている教員用 PC 及び児童用 PC において、問題なく稼働することが確認された。</p> <p>実証では、多く配布されている <b>Positivo</b>、<b>XO</b> が主な対象であり、IM 実証版 1 号機はこの 2 機種へのインストールタイプで制作された。しかし、<b>XO</b> の中には機体の Ver.によって IM に対応していないものも存在していることが確認され（<b>XO 1.0</b>、<b>XO 1.75</b>）、またインストール作業の多大な負荷も鑑み、近年では児童用の配布も進まない <b>XO</b> に代わり新たな配布の主流である <b>Positivo PC</b> をターゲットとしてウェブブラウザ型の IM 実証版 2 号機を開発した。1 号機、2 号機とも CP にハンドオーバーされるため、今後も殆どの児童用 PC へ対応が可能である。</p>
前後テスト結果	<p><b>Pre/Post</b> テストの結果から、IM を導入した実証校では、コントロール校と比較して平均で約 2 倍のテスト結果の伸びがあった。最大で約 3 倍、少なくとも約 1.6 倍の伸びが確認された。</p> <p>これより、児童の学習成績に対して直接的に高い効果があることが明確となり、その結果は統計的にも裏付けられた。</p>
児童の学力の質的变化	<p>児童の成績向上を支えている質的な理由として、IM によって児童の算数の基礎概念の理解が促進される点、そして IM を活用することによる授業中の児童の演習量の増加が挙げられる。</p> <p>基礎概念の十分な理解と十分な量の練習問題により、児童が着実に算数能力を獲得し、暗算などの算数スキルが向上することが確認された。</p>
IM 研修の結果	<p>IM の操作が非常に簡易であるため、ICT に不慣れな者であっても、</p>

	<p>操作の習得に多くの時間を割く必要がなく、研修は短期間で実施が可能であり、授業力の向上にフォーカスした内容が実施できる。</p> <p>IM 研修のコンテンツとして、数回程度の模擬授業が有効であり、更に研修後に IM 熟達者による数回程度の OJT が非常に有効であることが確認された。研修においてもその後の OJT においても、IM 熟達者の存在が重要である。</p> <p>また、IM 研修自体は本事業を通して育成した現地傭人のみでも実施可能である。</p>
教員の変容	<p>実証中のモニタリング結果とインタビュー結果から、IM を使うことによる教員の教授へのポジティブな変化、授業を重ねるごとに上達する IM 活用スキルといった授業力の向上が確認された。</p> <p>IM を使うことによって、これまで算数を教えたことのなかった教員であっても、コントロールクラスよりも児童の成績を向上させることが確認された。</p> <p>IM によって、教員の経験やスキルの差を補い、最低限の授業の質が担保される。</p>
LMS 実証結果	<p>インターネットへ常時接続が必要な LMS は、ル国インターネット環境下で問題なく稼働することが確認された。</p> <p>IM と LMS の組み合わせによって、教員は授業中にリアルタイムで児童個々の理解度を把握し、進捗の遅い児童へ授業中に適宜対応できるようになっていることが確認された。</p>
授業の質的变化	<p>実証中のモニタリング結果や S-T 分析の結果が裏付けるように、IM を使った授業は、よりインタラクティブな授業へと変化していることが確認された。教員の授業力の向上、児童の意欲の向上、「教え合い」が自然と発生する授業の様子等、このような授業の質的な変化が、児童の学習を促進し、成績向上に繋がっている。</p> <p>授業の質が変化することで、児童の学習に変化が引き起こされ、算数概念の理解のみでなく計算過程の改善といった学習の質的な向上へ繋がったことにより、成績も向上したと言える。</p>

(作成：提案企業)

IM の導入によって上記のような結果が得られ、その主要因は IM の特長にあると言える。視覚的効果（アニメーション）、聴覚的効果（サウンド）、直観的に理解できる操作性、そして提案企業が長年を掛けて蓄積してきた算数教育の工夫が組み込まれていることにある。

教授的側面からは、IM を使うことによって教員が変化することで、授業がインタラクティブな授業へ変化する。そのため、その授業を受ける児童の学習が改善し、【児童への間接

的効果】となっている。並行して、学習的側面においても、IM という教材を使った学習により、IM の特長が児童の理解促進へ直接的に働きかけており、【児童への直接的効果】となっている。これらが相まって、最終的に児童の算数能力向上に繋がった。

即ち、IM の導入は「児童の学習」に対して、「教員」と「教材」という双方向の要因から働きかけ、相乗的な効果を上げると結論付ける。

また、上で示す「授業の変化」について、その要因は上述の通り教員の変化に依るところが大きい。加えて、ICT（ここでは IM を指す）を授業へ導入するという点で、これまで使っていた教材が ICT へ置き換わったことも授業の変化の要因の一つと言える。

教員の姿勢の変化や教授法の変化の理由は、モニタリングやインタビュー結果が示すように、教員のモチベーションの向上が明確に見て取れることにある。モチベーションの向上は、インセンティブ的な裏付けではなく、「算数を楽しむ」、「算数を教えることを楽しむ」ことに基づいた、より意欲的で自発的なものであると言える。

これまでなかなか上手く教えられなかった算数概念が、IM で上手く教えられるようになっていることで、教員の抱える課題が少なからず解決されている。そして、教員が教えたことを児童が理解しているという状況が、更に教員のモチベーションを高めている。このような相互作用の中で教員のモチベーションが向上したと分析できる。

加えて、国家方針である ICT in Education に沿った授業（SMART Education）を先駆けて実施しているという状況も、彼らのプライドと意欲に少なからず良い影響を及ぼしていると推測される。

そして、教材としての IM という点では、まず授業準備が非常に楽になったと答えた教員が多かった。勿論、手作り教材などにはそれぞれの良さがあるが、製作に時間を取られ本質的な意味での教材研究に時間を割くことができていなかった状況から、IM によってその手間が大きく省けたことで、教え方の本質的な部分にフォーカスできるようになったと言える。IM 研修や毎授業後の検討会・フィードバックの内容からも、IM は教材研究の題材としても効果的であると言える。「IM を使って教える」ということを中心に授業法について議論が行われることが多々あったが、IM という具体的な教材があるため議論が一貫しており、授業改善に役立つような議論が建設的に展開されたことで、授業を重ねるたびに授業の質が上がったと言える。

また、IM を使った学習効果の持続性については、最終的に National Exam 結果の分析からも検証ができると推測する。該当単元に関連する問題の正答率や算数全体の正答率を、実証校の実証クラスの児童の結果と照らし合わせ、同校のコントロールクラスの平均などと比較することができれば、IM の効果の検証ができると考えられる（下図）。

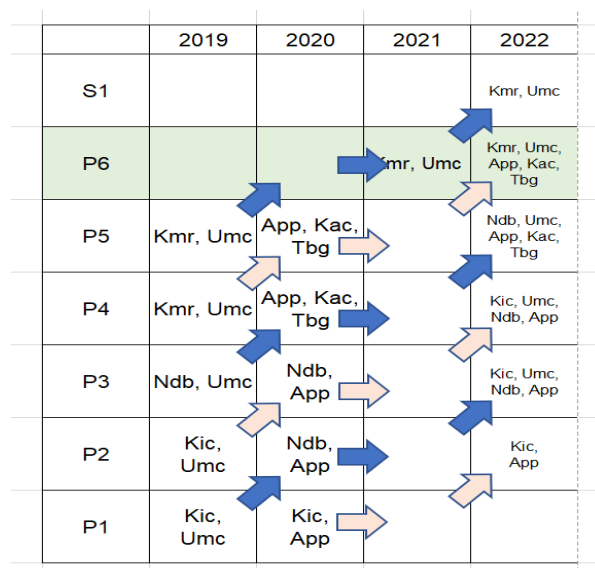


図 3-7 実証活動に参加した児童の経年変遷

例えば、2019 年の GS Kimironko II (B1) の P5 には 4 つのクラスがある。このうち 2 クラス (P5A と P5B) を対象として IM 実証を行い、P5C と P5D は対象外であった。即ち、期せずして同校内に介入／非介入グループが存在している。彼らの多くが 2021 年 7 月の National Exam を受験していると想定されるが、彼らの算数の成績や問題毎の正答率を、介入群と非介入群で比較することにより、IM を活用した授業の中期的な教育効果を検証することが出来る。同様に、2019 年の GS Kimironko II の P4 や 2020 年の GS Kacyiru II (B2)、GS Tabagwe (B4) の P5 にも同校内に介入／非介入グループが共存していたので、2022 年 7 月の National Exam の結果を分析することで、実証 2～3 年後時点での教育効果(中期的な残存効果)を検証できる。但し、National Exam の個人データを入手することは非常に難しい。この点は、本事業の実施期間では難しいため、REB 側 (及び NESAs) への提案として伝えた。

### 3-7 実証結果に基づく IM 実証版の効果についてセミナー (または関係者報告会) を開催する

本事業の最終現地活動期間の 2022 年 8 月 17 日に、REB にて最終報告会を実施した。報告資料は別添 6 の通りである。

REB の DG 代理 (TDMCGC 課長)、DG アドバイザー、ICTED 課長代理、MINEDUC 専門職員 (初等教育専門員) といった責任者レベルが参加し、JICA ルワンダ事務所からも次長をはじめ専門職員の参加があった。

実証結果に基づく IM の教育的効果を発表し、ル国公教育への IM 導入を提言<sup>54</sup>したとこ

<sup>54</sup> REB のオンライン学習ポータルサイトにアップされているデジタル教科書に、IM のリンクを貼ることで、使い勝手が良く、児童の自習にも適した補助教材・ドリルになること等をアピールした。

ろ、REB 側及び MINEDUC 側から前向きな関心が示され、今後も協議を継続することで合意した。

なお、報告会での提案には、アフリカへの製品普及に関心を持つ EPSON 社の All-in-one プロジェクターの活用についても言及した。All-in-one プロジェクターは、同社がホームシアター用として販売している EF-12<sup>55</sup>を、アフリカの学校向けに開発を検討している機体であり、内蔵コンテンツの 1 つとして IM を導入することが可能である。

## 成果④にかかる活動

### 4-1 普及展開に必要な情報を収集する(政策、教育、教員養成校、教育市場、競合品、知財保護等)

ル国の ICT in Education に関する政策、教育分野における政策は、現時点でも ICT の教育分野への活用に積極的であり、本事業終了時点で大きな方針変更はない。

ル国初等教育に関する最新の基本的な統計情報は、「2020/21 EDUCATION STATISTICAL YEARBOOK (ESY)」(MINEDUC, 2022) より、以下の通りである。

表 3-16 初等教育の基礎統計

指標	数値	割合
初等教育学校数	3,691	—
公立（及び政府系）校数	3,194	86.5%
私立校数	497	13.5%
初等教育就学児童数	2,729,116	—
公立（及び政府系）校の児童数	2,596,077	95.1%
私立校の児童数	133,039	4.9%

(出典：ESY Table 1.2.3 及び Table 2.1.4)

学校数は前年から大きく増加しており<sup>56</sup>、主に公立校が増えている。初等就学児童数も前年から増えており、主に公立校で増加している。

教育分野では、2019 年初頭と 2022 年 8 月に教員の給与<sup>57</sup>改定が行われた。初等と中等の

<sup>55</sup> <https://www.epson.jp/products/dreamio/ef12/>

持ち運びが容易、セットアップが容易、内蔵メモリー搭載、Android TV 搭載、ネット接続可能、スマホと WiFi 接続可能、デジタル教材のプレイインストール可能、YAMAHA の高品質スピーカー搭載、単焦点でクリアな映像などの特長を有する。技術的な組み合わせにより、ル国向け IM を、LMS と共に本製品に内蔵することが可能であり、簡易かつリーズナブルな価格の簡易 Mobile SMART 教室を実現するデバイスとなりうる。

<sup>56</sup> COVID 期間中から実施されている WB の QBE プロジェクトによる貢献が大きい。

<sup>57</sup> 2016 5/4New Times : <http://www.newtimes.co.rw/section/article/2016-05-04/199539/>、及び 2019 年 1/29 Taarifa : [https://taarifa.rw/2019/01/29/government-increases-salaries-for-teachers/?fbclid=IwAR1cfGIKxjarflhRGvb91pQ0mHRBonGULRtwdReUSMhT34rKzGnBJ32XT\\_0](https://taarifa.rw/2019/01/29/government-increases-salaries-for-teachers/?fbclid=IwAR1cfGIKxjarflhRGvb91pQ0mHRBonGULRtwdReUSMhT34rKzGnBJ32XT_0)

教員給与が上げられ、2019 年に 10%、2022 年におよそ 40%のアップとなった。これにより、2022 年 8 月時点の月額給与（手取り）は、新任の場合でおよそ以下の通りとなった<sup>58</sup>。

- ・ 初等教員：108,000 Rwf （約 100 ドル）
- ・ 初等校長：152,000 Rwf （約 145 ドル）
- ・ 前期中等教員：191,000 Rwf （約 180 ドル）
- ・ 後期中等教員：246,000 Rwf （約 235 ドル）
- ・ 教頭（DoS）：283,000 Rwf （約 270 ドル）
- ・ 中等校長：314,000 Rwf （約 300 ドル）

特に給与の低さが懸念されていた初等教育にとって朗報であると考えられるが、ルワンダ・フランの価値が下がり続けている<sup>59</sup>経済状況下では、その給与アップによって教育の質向上というよりも、質低下を食い止めているというのが実際のところであると考えられる。

SMART Classroom については、初等教育も対象として引き続き XO 再配布と Positivo 配布（PC 配布）、プロジェクター配布（1 校 2 室の SMART Classroom の整備）が進んでいるが、未だ初等で 10.1%、中等で 44.5%に留まっている（ESY Table 4.2.1）。

CAP の配布は遅々としながらも進んでいるが、未だ十分に活用している学校を確認できていない。REB の CAP に類似したル国民間企業の製品なども開発されており<sup>60</sup>、今後の活用が期待される。

XO 配布については 1,600 校以上へ 275,000 台が配布されたと OLPC ユニットから聴取している。但し、今後 XO 機体での配布は検討していないとのことで、Positivo や他メーカーの機体を配布する計画であると聴き取っている。

学校への PC 配布は進んでおり、現時点で学校にある PC の台数は、初等で 225,180 台、中等で 85,305 台である（ESY Table 4.4.3）。ESY の統計上は、学校にある PC の台数は減っているが、今後も整備が進む計画となっている。

インターネットは、2019 年 1 月の REB 公式 Twitter で「中等教育の 51 校がファイバーケーブルに接続され、432 校には 4G LTE が繋がるようになり、739 校にラップトップを配備した。」とのことであり、同年 3 月の新聞報道<sup>61</sup>によると約 2,800 の学校がインターネット（4G 接続以外も含む）に接続できるようになり、30%以上の初等学校と 53%の中等学校で

---

【2019 年当時の月額給与の参考情報】現地ヒアリングから、中等教員：100～200 ドル、初等教員：40,000 フラン（50 ドル）～60,000 フラン（75 ドル）、私立 Umuco mwiza 初等教員：125 ドル、GS 教頭 120,000 フラン（130 ドル）、校長 200,000 フラン（220 ドル）。

<sup>58</sup> 中等 DoS の給与はこれまで中等教員と同じであったが、この時点から別で設定されるようになった。

<sup>59</sup> ドルからルワンダ・フランへの換算レートで比較すると、2016 年 9 月：805 Rwf から 2022 年 8 月：1038 Rwf へ、3 割程度下落している。

<sup>60</sup> SolveIT 社 <https://solvit.africa/#>

<sup>61</sup> 2019 年 3 月 24 日 New Times <https://www.newtimes.co.rw/news/education-ministry-faulted-low-internet-penetration-schools>

更に、MINEDUC が上記含む PC 配布政策への批判を真摯に受け止めている内容が掲載されている。

教授に ICT を用いていると掲載された。ESY による最新統計（2020/2021）では、初等の 31.8%、中等の 53.3%がカバーされている（ESY Table 4.2.4）。

更に、公立校でのインターネットにかかるコストは月額約 120,000 フラン（約 130 ドル）であり、大きな負担になっているとも述べている。

また、ESY によると、初等学校の ICT 関連の整備状況は以下の通りとなっている。

**表 3-17 初等学校の ICT 設備に関する統計（2020/21）**

指標	2020/2021	割合
SMART Classroom を備えた学校数	373	10.1%
Computer Laboratory を備えた学校数	337	9.1%
インターネット接続のある学校数	1,173	31.8%
プロジェクターのある学校数	612	16.6%
コンピューターのある学校数	2,768	75.0%
児童用 PC 数	217,362	-
児童 PC 比（人／PC1 台）	13	-
教員用 PC 数	4,604	-
教員 PC 比（人／PC1 台）	13	-
インターネット接続のある学校数割合	31.8%	-
教授と学習に ICT を用いている学校数割合	1,710	46.3%

（出典：ESY）

これらの ICT 関連設備・機器の整備は、COVID を機に多数の DP が支援を行っており、今後もその数が増えていくことは予想できるが、やはり先述の通り、これらを授業へ生かすコンテンツはまだ不足した状況が続いている。

競合の動向については、まず XO 用のソフトが殆ど存在しない理由が明らかになった。XO は USB 等外部メディアを介してソフトをインストールするのが難しい作りになっている。また既述の低スペックが原因となり、Linux OS 環境で開発したソフトにも関わらず、XO での使用は実機で試さないと動作が分からないことが多く、制作に非常に苦労した。第 4 章で後述するが、競合の参入は容易ではない。

第 6 回現地調査時には Kigali Convention Center で開催されていた India ICT Expo を視察し、教育関係の企業、特に競合の一角と目される Hi commands 社についての調査を試みたがブース出展しておらず、他に教育系 ICT 企業の出展もなかった。

REB が教員研修で活用を試みている算数ソフトを確認しても、中等向けの複雑なものが多く、初等向け算数コンテンツは未だ競合が存在しない（殆どいない）と言える。特に、「ICT を活用してインタラクティブかつ児童中心の授業を実践する」というル国の目標から検討

すると、本実証を通して示された IM の比較優位性は非常に高いと判断される。

## 4-2 IM ル国公教育版の全国公立初等学校への普及について検討する

IM の普及には、まず IM がル国公教育における認定教材として REB から認定を受けることが必要となる。

REB での教材認定プロセスは、REB ICTED 課長 Dr. Christine から聞き取ったところによると、Dr. Christine が DG へ推薦し、そこで異議がなければ認定されるという流れである。そのため、実証結果を Dr. Christine へ共有し、DG に実証の成果報告をすることが、この過程の第一歩である。承認が降りれば、認定までは長くて 2 か月と聴取している。

その後、実際の普及段階では REB が IM を購入するというプロセスを踏むことになるが、これまで Dr. Christine からヒアリングして得た情報では、ICT に関連する物品調達の担当窓口は、先述の通り Diane SENGATI 氏である。Diane 氏とは 2016 年案件化調査時からコンタクトを継続しており、何度か実証活動の視察に訪れている。

REB が教材を購入するまでのプロセスは、まず上記から担当課の課長である Dr. Christine 承認の下、REB 調達部へリクエストし、同部内で審査、公示、入札（もしくは特命随意契約）という流れとなり、REB 内で完結するとのことである。REB 調達部の窓口は調達ユニット長であり、既に本事業の概要説明を行っている。

また、第 6 回現地業務で得た情報では、MINEDUC には WB から 2 億ドルの予算がついており<sup>62</sup>、IM 購入の際の財源となる可能性があるため今後も注視する。

第 7 回、12 回と現地業務において提案企業は Diane 氏と面談したが、一般的な教材購入ルートで進める以外に、パートナー（DP を指す）と案件を組んで持ち込む方が確実性は高いとの指摘があった。

## 4-3 実証結果に基づいて公教育市場でのビジネスモデル、ビジネスプランを検証する

前述の通り IM の公立校向け購入に向けたプロセスは REB ICTED 課長による推薦と DG による決裁で教材の認定を取り、その後は公共入札か特命随意契約となるが、このプロセスは REB 調達ユニットにも確認済みである。

入札は手続きの煩雑さや当落の不確実性もあり、極力特命随意契約で受注できるよう REB との話し合いを進める所存だが、これまでの交渉を通じて IM の効果に関する報告書以外に、購入を促すさらなる動機づけが必要と感じる。よって次の仕掛けとして、BP が現在 REB との間で進めているタブレット配布プロジェクトの活用を計画している。これは対

<sup>62</sup> QBE を指す。2019 年 8 月 1 日にサインされ、理科・算数の教員の能力開発支援、モデル校を設置し先進的な授業法を開発・普及するなど、本事業と相性の良い活動が含まれている。  
<https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2019/08/01/the-world-bank-allocates-200-million-to-boost-basic-education-in-rwanda>

象校 10 校に合計 1,000 台のタブレットを無償で貸し出し、搭載しているコンテンツに対し 2 年目より課金を行うというものであり、2022 年 9 月からの新学期から配布を目指していたが現時点では REB と交渉継続中。同社の目的は自社製ソフト（教室マネジメント用）の販売を通じて REB との取引関係を構築する点にある。一年間連続して IM 公教育版を試用してもらうことで現場に IM を定着させ、現場発にて IM の評価を得ることで購入への要求を高めることを計画している。

また、草の根技協への提供や他プロジェクト（PRISM 等）との連携も模索し、本事業終了後も何らかの形で IM 公教育版がル国の公教育現場に入り込み、需要を生み出していくように働きかける。

#### 4-4 民間教育市場への広報活動(IM 集中講座など)を実施する

第 1 回現地業務における 2018 年 10 月の本事業開始式典では、REB 総裁、JICA ルワンダ事務所長、提案企業が参加し、MM のサイン等が行われ、その内容はル国の国営放送 RTV でも放送され、New Times にも掲載<sup>63</sup>された。また、JICA ルワンダ事務所の厚意により、第 2 回現地調査時と REB 最終報告時に New Times のインタビューを受け、その内容も New Times に掲載<sup>64</sup>された。第 8 回現地業務では、GS Kimironko II で実施していた XO を使った授業を JICA 事業のル国での広報用に撮影して頂いた。

加えて、以下リストのような広報に関連する活動が行われた。

TAS2019	Transform Africa Summit 2019 <sup>65</sup> は、キガリにおいて 2019 年 5 月 14 日～17 日に開催された。そのうち 15 日、16 日には日本パビリオンが設置され、提案企業が出展した。 今回のテーマは「Boosting Africa's Digital Economy」であり、アフリカ 24 か国等から構成される SMART Africa が主催する。アフリカ最大級の ICT イベントであり、約 90 カ国から首脳級、閣僚級も含めて官民 4,000 人以上の参加者が見込まれていた。
TICAD7	Tokyo International Conference on African Development 7th（第 7 回アフリカ開発会議） <sup>66</sup> は、横浜市において 2019 年 8 月 28 日～30 日に開催された。サイドイベントでビジネス Expo（8 月 27 日～30 日）が設置され、提案企業がブース出展し、提案製品及びその効果を国内外に PR する場として活用した。 来訪者合計約 120 名、客層は大臣から学生までと幅広い。 来訪していたル国教育大臣に IM と本事業の説明を行ったところ、強い関心を示された。

<sup>63</sup> <https://www.newtimes.co.rw/news/new-ict-based-initiative-boost-pupils-skills-mathematics>

<sup>64</sup> <https://www.newtimes.co.rw/news/featured-jicas-role-driving-robust-development-rwanda>

<sup>65</sup> <https://smartafrica.org/tas/>

<sup>66</sup> <https://ticad7.city.yokohama.lg.jp/>

ODA 白書	2019 年版開発協力白書（外務省） <sup>67</sup> の所謂 ODA 白書に「匠の技術、世界へ」と題して本事業が取り上げられ、掲載して頂いた。
日経ビジネス	日経ビジネスの「池上彰と考える SDGs 入門」に、本事業のインタビュー記事を掲載して頂いた。
外務省・国際教育連絡協議会	第 14 回、15 回に登壇し本事業における取り組みを発表した。
MPJ Youth	2021 年 3 月にオンラインによるルワンダ勉強会講師を務め、本事業における取り組みを発表した
経済産業省	2021 年 5 月 27 日にアフリカビジネス協議会第 3 回中堅中小企業ワーキンググループ会合で本事業における取り組みを発表した。
外務省 ODA メルマガ	2021 年 6 月 11 日付第 441 号配信 <sup>68</sup> に本事業に関する写真・記事が掲載された
BC	BP の KEFL と共に、キガリの私塾で子供を集めて IM の BC（ブートキャンプ）を実施した。
REB 公式 Twitter	2022 年 8 月の最終報告会の様子を、REB 公式 Twitter に投稿して頂いた <sup>69</sup> 。
New Times	2022 年 8 月の最終報告会の様子を、2022 年 8 月 18 日の WEB 記事に掲載して頂いた <sup>70</sup> 。
IM 普及セミナー	2022 年 8 月に、URCE の研究機関である ACEITLMS との共同で UR Remera campus にて IM 普及セミナーを実施した。
ACEITLMS 公式 Twitter	IM 普及セミナーの様子を、ACEITLMS 公式 Twitter に投稿して頂いた <sup>71</sup> 。
RCA 公式 Twitter	IM 普及セミナーの様子を、ル国最高峰の ICT 技術者養成のための中等機関である RCA（Rwanda Coding Academy）の公式 Twitter に投稿して頂いた <sup>72</sup> 。
KEFL 公式 Twitter	BP である KEFL の公式 Twitter に、MoU 締結の様子が投稿された <sup>73</sup> 。
さくら社公式 website	ルワンダ通信を連載、また Facebook, Twitter での記事配信も実施。

<sup>67</sup> [https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/hakusyo/19\\_hakusho/takumi/takumi02.html](https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/hakusyo/19_hakusho/takumi/takumi02.html)

<sup>68</sup> [https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/mail/bn\\_441.html](https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/mail/bn_441.html)

<sup>69</sup> [https://twitter.com/REBRwanda/status/1559923147075457024?s=20&t=FiyQnQYtpBGloQ6\\_pAZEog](https://twitter.com/REBRwanda/status/1559923147075457024?s=20&t=FiyQnQYtpBGloQ6_pAZEog)

<sup>70</sup> [https://www.newtimes.co.rw/article/425/news/technology/new-software-to-ease-mathematics-learning-for-primary-students?fbclid=IwAR1znEZ0XgsgRAp76rf7isdb393ueqUgizDYyHKqvq2uQ8SRP1gM\\_rGznY](https://www.newtimes.co.rw/article/425/news/technology/new-software-to-ease-mathematics-learning-for-primary-students?fbclid=IwAR1znEZ0XgsgRAp76rf7isdb393ueqUgizDYyHKqvq2uQ8SRP1gM_rGznY)

<sup>71</sup> <https://twitter.com/aceitlms/status/1560599174420303872?s=20&t=fGf1384rmL5cCE-Ieb5FYg>

<sup>72</sup>

[https://twitter.com/RwCodingAcademy/status/1560648403935444992?t=AZYmQAIWzN1y4drCSMbD9Q&s=19&fbclid=IwAR3HgSxwkVLW6leORhB\\_d3nEvJeQBxkPSZ2zGbVY5RBZhYqozVRlwoYDMSO](https://twitter.com/RwCodingAcademy/status/1560648403935444992?t=AZYmQAIWzN1y4drCSMbD9Q&s=19&fbclid=IwAR3HgSxwkVLW6leORhB_d3nEvJeQBxkPSZ2zGbVY5RBZhYqozVRlwoYDMSO)

<sup>73</sup> <https://twitter.com/kezahub/status/1560577680877109248?s=20&t=N7Htuk79LPU2Wo2imM2mSg>

広報活動の一環であるブートキャンプ（BC）については、現地教育 ICT 系企業の KEFL と共同で実施した。KEFL は、本事業初期から BP 候補として協議を進めていた SAKURA Group Ltd.の後身である。BC は 2022 年 4 月に実施し、概要は以下の通りであった。

**表 3-18 BC の実績**

日時	2022 年 4 月 4 日～4 月 5 日（2 日間） 8:30～12:00
場所	KEFL 建屋内 , Kimironko, Kigali <sup>74</sup>
参加者	KEFL が参加者を募集 主に周辺の私立学校に通っている P1 と P2 の児童が参加
参加者数	33 名 P1 : 11 名 : 男子 6、女子 5 P2 : 22 名 : 男子 11、女子 11
講師	本事業の現地備人 3 名
成果と考察	<ul style="list-style-type: none"> <li>・わずか 2 日間×半日の集中講座であったが、P1、P2 の児童ともに計算能力の向上を果たした。</li> <li>・本 BC を共同開催した KEFL のイベント準備・実施能力を把握することが出来た。</li> <li>・KEFL が保有し現地校に貸し出している Android タブレットに IM を搭載する現地ビジネス案について可能性を見出した。</li> <li>・保護者アンケートを準備したが、オンラインフォームへの回答が可能な保護者は限定的。参加者 33 名の児童の保護者のうち、期限内に回答したのは 8 名のみ。</li> <li>・私塾ビジネスの市場規模はまだ小さく、KEFL による単価設定も弱気。興味はあっても有料ではなかなか人が集まらない様子。BC の 2 日間で 5,000 フランを支払うことができる保護者は 6、7 人だった模様。</li> </ul>
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>・KEFL が保有している Android タブレットは 4,000 台あるが、2022 年 4 月の時点では IM が十分に動作しないことが確認された。今回の BC はユーザーの操作快適性を優先し、近隣の学校から Positivo（windows PC）を手配した。</li> <li>・BC の後、KEFL からタブレットを日本へ持ち帰り、Android タブレット上で IM が動作するよう修正が行われた。</li> <li>・BC を終え、児童達に修了証書を授与するセレモニーの際、KEFL の手配で Gasabo District 教育長（District Director of Education）が参加した。</li> </ul>

（作成：提案企業）

<sup>74</sup> <https://goo.gl/maps/mhu7kMNoQbRg1p3A6>

KEFL とは、上記 BC を機に協議を進め、KEFL の持つハード（タブレット 4,000 台）を活用したビジネスの構想を提案する等し、今後より具体的なビジネス展開を進めるために KEFL と販売店契約を締結した。本事業後も、更なる協議を進めていく。

IM 普及セミナーは、ACEITLMS との連携で実施され、キガリにある UR のキャンパスにて実施された。ACEITLMS の教授や院生をはじめ、JICA 海外協力隊（JV）、JV の配属先 CP、RCA へ参加を促し、12 名が参加した。提案企業の紹介、本事業の成果報告、IM の紹介などを行い、参加者へ IM についての普及活動を実施した。加えて、IM の原点となる算数教材について、提案企業社長の経験に基づいて講演を行った。

セミナー後にオンライン・アンケート<sup>75</sup>を実施し、参加者 10 名から回答を得た（別添 7）。「このセミナーを他の同僚にも勧めたいか？」という質問に対し、満点の回答を 7 名から得るなど、満足度の高い結果となった。

#### 4-5 民間教育市場でのビジネスモデルを策定する

民間教育市場では、BP が持つ販売網を活用し私立校を中心に IM の使用ライセンスを販売する計画である。当初は IM の生産ライセンスをル国のソフト開発者に譲渡することでロイヤリティ収入を得るモデルも検討したが、適切なパートナーが見つからずまた知的所有権上の懸念も残るため、このモデルは一旦断念する。

本事業内で数々の BP 候補との協議を重ね（下表参照）、最終的に KEFL を BP（現地販売代理店）として、2022 年 8 月に契約を締結した。

契約書の内容については、提案企業と KEFL 共にビジネス上の機微な情報を含むため、非公開とする。

表 3-19 BP 候補調査

Hi commands <sup>76</sup>	インドに本社を置く教育系ソフトウェア開発会社。REB と、主に中等教育の ICT 機材の取引実績を持っている。 現地での聞き取りによると、eSolutuion という XO 向けの算数、理科、英語科目を対象としたソフトウェアを、2012 年からル国初等学校へパイロット的に導入しており、410 校へ導入済みとのこと。実物の確認には至っていない。 現時点で提携は考えていないが、競合となりうる可能性を持つため、今後の動向に注視するため一定のコンタクトを取り続ける。
DMM HeHe	日本の企業 DMM が買収したソフト開発会社であるが、最近では

<sup>75</sup> <https://forms.gle/Mq6jv4QFkcabQ2wu9>

<sup>76</sup> <http://www.hicommands.com/hic.html>

	<p>日本人スタッフが全員撤退し、DMM としてもほぼ撤退している。第 1 回現地業務で提案企業と面会を行い、IM の紹介と IM の販売によるビジネス連携について協議した。面談時には IM 実証版が完成しておらず、前向きに検討するという点で合意するも具体的な話には至っていない。技術者の能力も高そうだが教育というニッチなコンテンツにどこまで注力可能か、またこの分野における販売力については疑問が残る。CEO のクラリス氏はアフリカ版 Forbes 誌で注目すべき 30 人の若手経営者に選ばれた人物であり、2019 年 1 月のルワンダ・スタートアップエコシステムセミナーで面談した。</p>
ISHYIGA Software (Algorithm Inc.) <sup>77</sup>	<p>企業向けの業務ソフトウェア開発会社で、在庫管理や納税等のシステム構築を手掛けている。提案企業と面会を行ったが、教育分野での実績はなく、技術者の能力やビジネスの方向性は未知数。他社からの技術導入の経験もなく、優先度は低いと判断された。</p>
O'panda (O'GENIUS PRIORITY Ltd.) <sup>78</sup>	<p>2019 年 1 月のルワンダ・スタートアップエコシステムセミナーに出展していた現地企業。</p> <p>中等・高等学校向けオンライン理数科アプリのサブスクリプション事業を立ち上げたスタートアップ企業。このプラットフォームに IM のような初等学校向け教材を載せることは可能。公立校向けはパイロット校 6 校で試用中。個人、私立学校向けには若干の実績がある。</p> <p>JICA が 250 スタートアッププログラムで支援している企業という信頼もあり、今後もコンタクトを続ける所存。</p>
KEZA Education Future Lab (KEFL) <sup>79</sup> (旧 SAKURA Group Ltd.) <sup>80</sup>	<p>既述の通り、元 REB 職員の Antoine 氏が代表を務める教育分野の ICT 系企業。2020 年 2 月にキガリ市内に開業し、STEM 教育の塾を展開し始めた。この事業には日本人が投資しており、開所式には教育大臣も訪れるなど、同社の人脈の強さが現れていた。</p> <p>主に学校向けの ICT 機材や教材の販売に実績があり、SMART Classroom の機材調達にも参入する姿勢を見せている。IM に強い関心を持ち、提案企業の TAS 出展では機材の協力を行った。</p> <p>代表が持つ人脈や REB 職員であった知見など、今後のビジネス構築で有効な部分は多い。</p> <p>2022 年 4 月に、提案企業と共に KEFL にて IM の BC を実施し</p>

<sup>77</sup> <http://www.ishyiga.net/web/>

<sup>78</sup> <https://www.panda.ogeniuspriority.com/>

<sup>79</sup> <https://keza-education.rw/>

<sup>80</sup> <http://www.sakura.rw/>

	<p>た。その後協議が進み、現地販売代理店として提案企業との間で代理店契約が締結された。</p> <p>IM の公立校向け販売に際しては入札業務への対応、IM 導入後の各校へのテクニカルサービスのいずれも対応可能との回答を得ており、今後は IM 購入に向けた REB への働きかけにも協力してもらう。また同社から提案を受けている IM を使った塾事業についても協力をする。</p>
Double Feather Partners Inc. <sup>81</sup>	<p>外資系金融、コンサルティング会社等のキャリアを持つ邦人 3 名がアフリカで起業した会社。</p> <p>TAS2019 の際に提案企業と面会し、公立校向け入札業務と提案企業に売上を還流する際の税対応アドバイザリーを打診。前者はリスクを測った後にと保留されるも、後者は現地で勤務する日本人会計士が創立者の一人であることもあり十分な知見を有し協力を約束。また海外展開についても成功報酬ベースで対応を打診したところ、同社はすでに Mastercard 基金等との取組を始めており、アメリカ南部やメキシコ、中東などへの展開についても提案可能との回答を得た。</p>
ACEITLMS	<p>BP というよりも共同研究事業のパートナーであるが、民間企業との提携は初とのことで先方の期待度は高い。</p> <p>MINEDUC-WB 間のプロジェクトに参入しており、WB からの資金援助を受けてアドバイザリー業務を行っているが、守秘義務があり詳細は明かせないとのこと。そこでの IM の宣伝を依頼。</p> <p>また、数値化が難しい IM の効果（教員の変容、児童の姿勢や態度の変化、集中力向上など質的部分）について科学的かつ学術的な視点を含めた研究や分析を依頼した。これらの結果があれば、ビジネス上のアピール材料としても有効である。同団体に所属する URCE 博士課程の学生イノセンティ氏（本事業の現地傭人でもある）は、IM をテーマに博士論文を執筆しており提案企業も共著者に名を連ねている<sup>82</sup>。この博士論文は、学術誌「European</p>

<sup>81</sup> <https://doublefeather.com/>

<sup>82</sup> 本人によると、2022 年 8 月時点で以下の 5 つの論文を執筆（または計画）しているとのこと。

1. The Effect of Interactive Mathematics Software for Rwanda on Primary Three learners' Conceptual Understanding and Performance. (Under final stages of editing for submission)
2. Lower and upper primary learners' difference in performance and conceptual understanding: Support of Interactive Mathematics software for Rwanda. (Under final stages of editing for submission)
3. Teaching and Learning Practices Observed in Rwandan Primary Mathematics Classes during the use of Japanese IM software. (Under final stages of editing)
4. Effect of the Interactive Mathematics Software on gender differences in performance and conceptual understanding in primary mathematics. (Under development)

	Journal of Educational Research」の予備審査を通過したと、通知が届いている（2022年9月時点）。
Data System <sup>83</sup>	ICT 機器販売の Gira ICT が運営する e-learning プラットフォーマー。私立中等学校 12 校、初等学校 3 校に納入中である。初等教育のコンテンツはプログラミングとロボティクスのみ。 UNICEF 調達の応札実績あり。ガーナでも事業展開しており、算数コンテンツに興味あり。 同社は、ル国 ICT 省山中氏の紹介であり、代表はジョバンニ氏（JICA ICT 技プロ関係者）の大学の先輩である。
Drakker World <sup>84</sup>	ローカル出版社でもあり、英国の大手出版社 Pearson の現地代理店でもある。公共調達の実績もあるが、現状、ル国政府は民間の出版社からの調達を停止し、REB が自前の人材で教科書を執筆・編集・製本する方針へ転換したため困惑しているとの由。
Mastercard 基金 <sup>85</sup>	かつての REB 職員 Ruth 氏が転職して Mastercard 基金に勤務している。彼女から紹介された現地代表へ IM を紹介し面談を行ったが「主なターゲットは中等教育であり、現状は難しい。」との反応であった。加えて、同基金内の Regional Centre of Innovative Teaching and Learning in ICT を紹介され、担当者と面談を行った。中等教育のソフトを開発（ローカライズ）する可能性があれば、力になれるかもしれない、とのこと。 今後 IM が中等教育へ展開する際には協力を再度検討したい。
E-gates <sup>86</sup>	日本人が経営する現地企業であり。ICT を含む広範なコンサルティングやソフトウェア開発等を行っている。 本事業中に何度か面談を重ねており、今後 KEFL とのビジネスを展開するにあたって現地での支援が必要な場合には、最適な企業と考えている。

（作成：提案企業）

## （２）事業目的の達成状況

本事業の目的は以下の通りである。

5. Teachers' perception about the potential of IM software on promoting quality mathematics education. (Under development)

<sup>83</sup> <http://datasystems.rw/>

<sup>84</sup> <https://www.newtimes.co.rw/news/reb-starts-house-production-teaching-materials>

<sup>85</sup> <https://mastercardfdn.org/our-work/where-we-work-in-africa/rwanda/>

<sup>86</sup> <https://egates-africa.com/>

「キガリ市において OLPC 機 (XO) が既に配布済である等、実証に必要な最低限の設備の整った初等学校 6 校に現地適合理化した IM 実証版を導入し、IM 実証版が初等教育における算数教員の ICT を活用した授業力の改善 (質向上) と、児童の学習到達度向上に有効であることを実証すると共に、REB が推進する SMART Classroom 計画に則った IM のル国初等学校への普及計画とビジネス展開計画を策定することを目的とする。」

COVID の影響による変更や、事業途中からの REB の要望に応じて実証校の追加や授業動画の提供等の活動を追加したが、本邦受入活動を除くその他の活動を計画通り完了した。

その中でも実証活動の結果から、IM が教員の授業力向上と児童の学習到達度向上に教育効果があることが明確に示された。

更に、ル国公教育での普及計画を REB と策定するまでには至らなかったが、REB において IM は好意的に受け取られており、REB の公式 e-Learning site へ活用されるなど、公教育への一定の浸透を達成している。IM 実証版を譲渡した後、これらを活用するために REB が主体的に普及活動を行っていくことが期待される。

ビジネス展開の面においては、現地の教育 ICT 企業を BP として、提案企業との間で将来的なビジネス連携に向け販売代理店契約が締結され、今後、ビジネスモデルやビジネス計画を協議しながら、それらの実現性を見極めつつ具体的なビジネス展開へ進めていく。

### (3) 開発課題解決の観点から見た貢献

本事業でターゲットとしている開発課題は、ル国初等教育の算数授業における質の課題である。これに対して、提案製品である IM を活用し、ICT を活用した初等算数教育の質改善を目的としている。

実証活動の結果から、IM がル国の学校へ配布されている PC に適合し、授業に有効であるという結果が得られており、上記課題解決への貢献にも有効であることが示された。

特に、既に 27 万台以上を配布している XO には、未だ教育への ICT 活用に有効な教育コンテンツがなく、XO で IM を使った授業の効果が認められたことは、この課題解決へ大きく貢献すると言える。ル国が精力的に取り組んできた OLPC プログラムという既存リソースを活用して効果を示したことは、ル国にとっても大きな成果であると考ええる。

### (4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

本事業による結果は、以下の通りである。

#### 雇用創出・新規開拓

提案企業の海外展開は、製品の研究開発と授業指導のニーズを増大する。対応人材として、都内での雇用創出に加え、日本全国各地の優秀な教員経験者の雇用により、雇用創出が期待される。

本事業を実施中、REB から理科の教材 (ソフト) は無いかと問われることが複数回あ

<p>った。算数ソフト導入後には、小学校理科のソフトを開発し、それに際し、理科教育を専門としてきた優秀な教員経験者の雇用も進める予定である。</p> <p>これは、日本の教育関係者の知見や技術を海外へ紹介する機会ともなり、国内教育現場の活性化にも繋がる。</p>
<p>ル国初等学校では、理科の実験は行われていないとのことで、理科の教材を進める際には、ソフトに限定せず、動画などのコンテンツも合わせた教材が推奨される。一方、日本の教育書は、二次元コード等により本から実験や観察などの動画を視聴できる仕組みが進んでいる。有益な理科コンテンツを持っている教育出版・教材出版社とタイアップする等により、新規需要・販路開拓といった業界の活性化に貢献する。</p>
<p>本事業の展開で、ル国では日本のような学力テストが実施されていないことが分かった。学力の安定的な向上には、定期的なテスト（単元ごとのテスト）などの実施が求められる。算数ではこの部分を IM の評価機能が補完するが、テスト全般においては専門で作っている教材会社などと情報を共有し海外に需要があることを広報していく。</p>
<p><b>連携強化</b></p>
<p>ル国との繋がりが強化されれば、教育分野を核として地方自治体や学校法人・団体、ル国と ICT 分野で様々な協力を展開している神戸市や日本版のソフトを利用している千葉県袖ヶ浦市などの公立小学校、ICT 分野で多くのル国留学生を受け入れている神戸情報大学院大学、福島市のルワンダの教育を考える会等と連携し、国際交流等の交流事業の促進が可能となる。</p>
<p>本事業の成果は、算数教育の研究分野に還元されることが期待できる。現在提案企業がネットワークを持つ ACEITLMS、慶應義塾大学、広島大学、信州大学、他公私立小学校等との共同研究を実施し、その成果を開発学会やアフリカ教育研究フォーラムで発表する等、学術分野への貢献が可能である。</p>

## （５）ジェンダー配慮

本事業は「ジェンダー主流化ニーズ調査・分析案件」に分類される。ジェンダーに関するニーズ・情報を調査する必要があるため、以下の項目について調査を行った。

### ハンドブックや教員研修で女子児童が自らの興味に従って主体的に算数を学び、中等教育以降、環境要因によって興味を失う事を減少させる工夫

ハンドブックや IM 研修では基本的に男女差に関係する内容は含まれないが、見本動画の講師はジェンダーバランスに配慮して選任した。

### ハンドブックや教員研修で女子児童が自信を持って算数を学び続けることができる自信の醸成に繋がる工夫

見本動画や研修資料の作成では、どちらかの性差に偏った内容にならないようにした。

インタビュー、授業観察、モニタリングにおいて、上記記載の興味や積極性、自信等、男女別データによる把握、分析をし、事業に繋げる。

IM 研修を受けた教員による性差の分析については、インタビュー、授業観察、モニタリングの結果から、IM の活用や授業実施への積極性、変化、授業への自信などに関する性差による違いは観察されなかった。

ル国はジェンダー平等に長けており、重要ポストへの女性の起用は本事業の成功のカギであると考えられ、また世界的に見て女性が算数など理数系に不利な状況にあると言われており、女性を研修の重要なポジションへ置くことが本事業を進める上で効果的であると考えられた。

これらの仮定に基づいて、現地傭人のリーダーとして女性を起用し、一貫して教員の指導（OJT）に従事し、第3回 IM 研修で現地傭人主導の研修とした際にも総括に任命した。研修含め実証活動全体が順調に進捗し結果を残した理由の一つとして、このような分析から事業の実施に繋がったことが挙げられる。

実際に、現地傭人のリーダーとした女性教員は、2016 年案件化調査時の IM 講習では講師陣のリーダーも務め、英語力も高く、算数教員ではない（フランス語教員）が算数の教科知識を持ち、教授経験も長い。新しいことに取り組む意欲に満ちており、時間を守るなどの基本的な姿勢を持っており、能力的にも十分な資質を備えていた。

実証活動の結果からも、IM を活用した授業の結果に男女の顕著な差は確認できず、基礎教育（ここでは算数教育）における ICT の活用について、それ自体が女子にとって不利に働くことはないということが言える。

教員や授業を通じて固定的な性別役割や職業ステレオタイプ等固定観念が植えつけられ職業分離へ繋がることを防ぐために、教員等学校関係者や両親、コミュニティへの女子教育やジェンダーに関する啓発をセミナーの内容に含める。

実証結果報告セミナーでは、結果に男女差がなく、女子の結果の向上について強調された。

## （6）事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について

### 機材の維持管理

実証校の PC にインストールされた IM 実証版 1 号機は windows 用と XO 用であり、それらの PC は学校内で鍵のかかる棚に管理され、その棚が置かれている教室も施錠されて管理されている。

IM 実証版 2 号機はソフトウェアの使用ライセンスの譲渡となり、REB ICTED が責任をもって管理する。

### 自立的な活動継続

CP である REB ICTED には、コンテンツ担当の人材が配置されてはいるが、主に調達を担当しており、コンテンツの教育的効果や質的な部分に関する知見が少ない。

また、REB の教員研修の中に IM に関するコンテンツを含めることができれば、IM を使った授業の普及が進み、より持続的効果につながるが、本事業内では教員研修の中へ導入するところまで協議は進まなかった。今後、IM が使われるようになってくると、研修の必要性が認識されてくると思われるため、Master IM Trainer に認定した現地傭人たちに引き続き注視してもらうこととする。

また、ル国は ICT 立国を目標に、アフリカの HUB となることを目指しているため、IM はル国製の教育 ICT プロダクトとして、周辺国に向けたカスタマイズと輸出・販売が可能となる。これが実現すれば、ル国の経済発展にも貢献することとなる。

本事業によって IM がル国へ導入されたことは、今後の算数教育の質改善への第一歩となる。この歩みを進めるためには、実証活動の結論に記したように教員の能力向上が重要なポイントとなる。この点に関しては、2019 年に草の根技協を完了した TER から、次期フェーズを企画するにあたって是非 IM の活用を視野に入りたいとの提案を受けている。草の根技協によって、教員訓練への IM 活用を広めることができれば、より持続性が高まることとなるため、前向きに協議を進めていく。

## （７）今後の課題と対応策

### IM 普及における公共調達

先述の通り、REB による IM 普及は本事業終了後と考えられるが、教材の公共調達に関する手続き詳細が確認できていない。本事業中にも数回に渡って確認を試みたが、REB 側から細かな説明はなく、実証活動の報告から機材の供与が完了して後に、REB 内で検討するとの回答であった。公共調達となる場合、大変な事務作業等が予想されるが、REB の ICT 関連の調達担当者とは連絡を取れる状況ができているため、今後も提案企業が本事業で得られたネットワーク（KEFL、E-gates、現地傭人等）を活用して情報収集を心掛けるものとする。

### ル国における提案企業のビジネス展開

本事業内で BP を KEFL に絞り込み代理店契約を締結できたことは成果であるが、具体的なビジネス戦略の策定はこれからである。提案企業側でも独自にル国教育分野のビジネスに関する情報を収集しながら、場合によっては日本人が運営する現地企業の E-Gates などに支援を求めつつ、KEFL と逐次情報共有し、ビジネス戦略を練っていく。

また本事業の実証校である私立 Trinity 校については教材ソフトの採用・購入のプロセスについて説明を訪問時に受けており、ル国公教育版が完成した時点で紹介することとした。他の私立実証校についても KEFL を通じアプローチする計画である。



## 4. 本事業実施後のビジネス展開計画

### (1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

#### ① マーケット分析

##### ・教員用教材ソフトウェアの購入者

日本では自治体および学校予算による公費購入と、教員による私費購入という主に2つの購買層が存在するが、ル国においては経済的にも教員文化的にも後者は望めない。よって専ら公費購入になるが、初等学校については、教員のPC、プロジェクター、インターネット環境など、教材ソフトを受け入れる基本インフラは表 3-17 に示す通りまだ多くの学校で不十分であり、学校ひいてはそれを管轄する REB の全面的な協力がなければソフトの使用は困難であり販売の可能性もない。

私立校についても IM に対し予算をつけることを了承してくれるような、マネジメント層による協力が参入の必須条件となる。実証校の1つである Trinity Nursery and Primary school はソフトを購入する場合は教材費として保護者から徴収すると話しており、他校も同様の状況と思われる。

##### ・児童用教材ソフトウェアの購入者

案件化調査および本事業で実施した BC のアンケート結果を見るに、BC に子どもを通わせるような富裕層の家庭は購買に意欲を示したが、児童に PC を与え学習環境を整えている家庭は其中でも少数と思われる。ソフトウェアに限らず初等教育に関する民間の教材は Scratch のような無償の初歩的なプログラミングソフト以外は見当たらず本格的な教材市場が育っていない。公教育用教材については教員用と同様に学校、ひいては REB が購買の決定者である。

##### ・教材ソフトウェアの供給

XO に関しては使用できるソフトがほぼ存在しない。提案企業も事業開始以降 IM のカスタマイズを進める中で、XO の特殊性と対応ソフト制作の難しさを痛感した。外注先の VERSION2 社は低スペックな XO でもソフトを動かせるようファイルサイズを最小化してマシンへの負荷を減じ、アニメーションの見せ方を工夫するなど細やかな改良を重ね、ようやく実証に使えるソフトを制作することに成功した。試作過程には相応のコストが必要となり、提案企業のように豊富な元コンテンツを保有していない限り IM と品質・価格両面で同等以上の代替品を開発するのは採算面で難しい。

過去の調査で Hi commands 社が XO 対応のコンテンツを開発し、試験的に数校に導入したことがわかっているが、これについては価格が高く、本格的な検討がなされていないと REB より聴取している。よって IM の競合たりうる XO 向け教材ソフトウェアが登場する可

能性は低く、需要という意味ではル国政府が配布したものの全く活用できていない XO<sup>87</sup>を蘇らせるばかりか、測定可能なレベルで教育効果を出せるコンテンツとして IM には一定の独占的なニーズがある。しかし、遠隔のサーバーに置かれたソフトにログインして使うウェブブラウザ型が主流になっているソフトウェア産業において、XO インストール型の商品を供給しメンテナンスを続けることは得策ではなく、提案企業も XO の後に主流となる PC への採用を目指し IM 実証版 2 号機のような形態での商品開発を進めている。

XO 用以外の算数教材ソフトウェアについては、中等、高等レベルの数学は O’Panda や Data system から教育プラットフォームの教材で見かけたものの、初等教育にフォーカスした商品の供給はなされていない。

海外の無償教材ソフトも一部存在はするが、国の定めるカリキュラム（シラバス、教科書）に沿って作られたわけではないため、学校現場レベルでは教員が授業で使いにくい。特に、教育への ICT 浸透がこれからのル国については、カリキュラム対応の条件を満たした製品でないと採用が難しい。

尚、ソフト単体での分析は既述の通りだが、ル国のように ICT Literacy が開発途上の国で、研修も無くソフトの使用効果を出すのは難しい。本事業では REB と提携して大掛かりな研修と実証の機会を得ることができ、児童の成績向上と教員のモチベーションアップが見られた。本実証により教員のスキルアップにも貢献する製品であることと、確かな学力向上効果があることについて証明を付けることができたのは、大きなアドバンテージである。

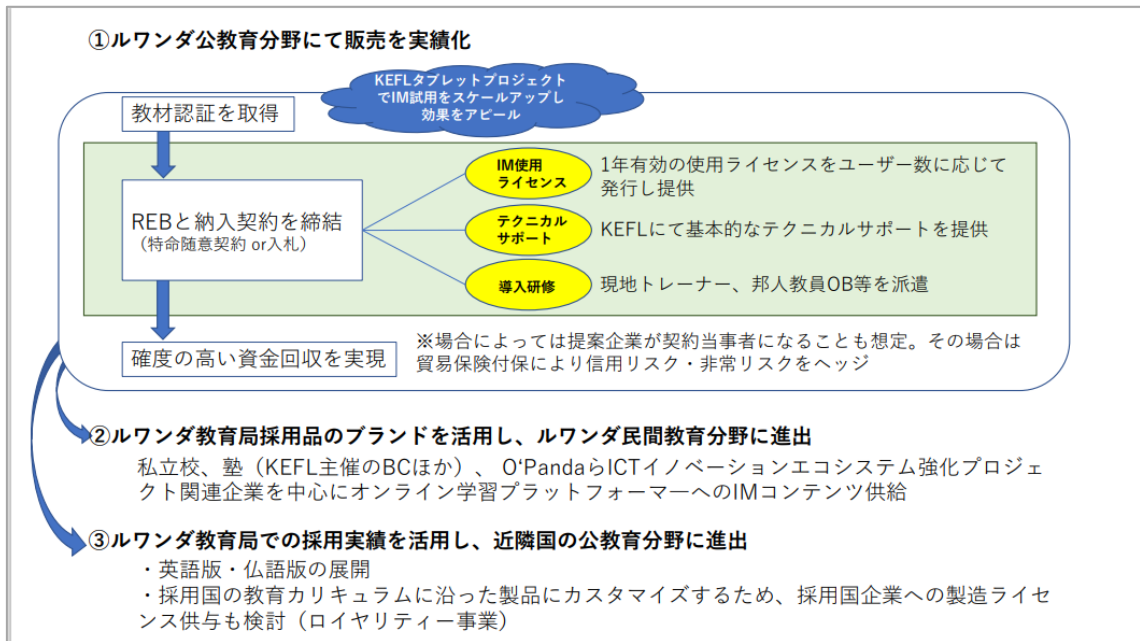
公教育での教材採用に向けてこれらの優位性を利活用し、公教育市場に参入できる可能性は十分にあると判断している。

## ② ビジネス展開の仕組み

以下の展開を計画している。

---

<sup>87</sup> 本事業には直接関係しないが、XO 配布事業はル国のみならず、インド、ネパール、アフガニスタン、ニカラグア、ペルー、パラグアイ、ウルグアイ、ケニア、マダガスカルなど世界中の開発途上国で行われており、同様の課題に直面していると考えられ、これらの国も潜在的な市場となりうる。



**図 4-1 ビジネス展開の仕組み**

（作成：提案企業）

### ③ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール

以下の通り計画する

**表 4-1 ビジネス展開スケジュール**

企業機密情報につき非公表

・原材料・資機材の調達計画(含、許認可の必要性の有無)

現地での調達は不要である。

・生産・流通・販売計画(含、許認可の必要性、現地生産計画の有無)

（企業機密情報につき一部非公表）

ユーザーはインターネットを通じてログインし使用する。商品の流通について特段のシステム構築は不要であり、URL とログイン ID、パスワードの引き渡しのみであり、コンピューター上のやり取りで完結する。

ソフトウェアの使用ライセンス販売において許認可は不要である。

BP が自社のデバイスとバンドルして販売流通を行うパターンもあり、例えば輸出などで許認可等が必要な場合は同社が手続きを行うことは代理店契約に明記されている。

・要員計画・人材育成計画

現時点では IM 販売用の人員増は不要である。

当初、現地法人 SAKURA Education の活用を計画していたが、顧問税理士より日本-ル国間に租税条約が無い場合二重課税をされるリスクがあると指摘され、無収入の期間も納税義務があることもあり、ル国での販売活動は関係会社ではなく、代理店を活用することにした。

研修コンサルティング事業については、現地スタッフの他に国内の教員 OB を 1～2 名雇用する計画である。

#### ・収支分析・資金調達計画

下表の通りである。

**表 4-2 収支計画**

企業機密情報により非公表

### ④ ビジネス展開可能性の評価

(企業機密情報につき一部非公表)

本事業で IM を活用した学習の効果を発揮し、量的・質的に高い成果をあげることができたが、REB をして能動的に予算なり DP 支援なりを取り付け購入に至らしめるには、もう一段の仕掛けが必要である。

BP が進めるタブレットプロジェクトを活用し、スモールステップから導入を進めていければ、初等用の圧倒的なコンテンツ数とクオリティ、ル国シラバスに対応した作り込みなどの特長を持つ IM は類似品がなく、将来的に十分な展開の可能性があると判断する。民間市場においても、教育分野で既にプラットフォームを有するビジネスパートナー向けに IM の紹介をしており、オンライン学習教材として IM を供給しビジネスを開始することに積極的な返答を得ている。一方でこれらプラットフォーム向け供給については課金方法の取り決めやログイン方法など仕様のすり合わせが必要であり、IM 公教育版の完成を待って具体的な交渉に入る予定である。

その他にも KEFL と提携して就学前児童<sup>88</sup>、初等児童を対象とした学習塾の教材として IM を販売することも可能であり、またフランス語版を活用して他国への展開も可能性がある。

### (2) 想定されるリスクと対応

本事業実施後のリスクと対応としては、まず知的財産権の侵害が想定される。提案事業に関連して、特許権、実用新案権、意匠権、商標権、著作権、肖像権があるが、全てル国でも知的財産として認められており、RDB にて申請が可能である。商標権の登録は完了してお

---

<sup>88</sup> ル国公教育では、就学前児童の教育はキニャルワンダ語が用いられているため、キニャルワンダ語に対応した IM は優位性が非常に高い。

り、本事業を通して製品が完成すれば、順次著作権等の申請を行う。

IM の海賊版流通のリスクは、ソフトウェアという製品の特性上ゼロにはできないものの、許容の範囲内にまで少量化する対策を取る。具体的には、ソフトのファイルをサーバー上におきユーザーはインターネット経由でアクセスする形態とすることにより、ファイルの不正コピーの流通を防ぐ。

一方で、ライセンス数の不正申告により販売数をごまかされるリスクがあるが、この点については E-gates を起用して導入校へのモニタリングを行うことで対応する。

### （３）普及・実証において検討した事業化による開発効果

IM ビジネスの事業化により、普及・実証で証明された教員の指導力を上げかつ児童の学力を向上させる算数教材を、すべての単元をカバーする規模で継続的に供給することが可能になる。年間を通して授業の中で IM を扱うことで教員の指導スタイルにインタラクティブな形が定着し、また算数の指導法においても日本の学校現場が工夫を重ね蓄積してきた教え方のノウハウを IM から一つ一つ具体的に吸収することができる。そして授業が変わることで児童の算数の学力がより大規模に向上し、理数科目を筆頭に基礎学力が低迷しているという課題を算数教科においては克服し、ル国が目指す ICT 立国化を支える人材の育成に貢献する。

また、このような ICT を利活用した学習スタイルを定着させつつ学力面で確実な成果を発揮することで、教育の分野でも“ICT といえはルワンダ”のイメージを定着させることができ、ICT 立国のブランド形成にも寄与することができる。

### （４）本事業から得られた教訓と提言

#### ① 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓

自社の事業と近い分野で先行している企業や JICA プロジェクトがあると、CP との人的交流や現地情報の入手において大きな助けになる。それを判断基準にまで持つていく必要はないが、進出先を選考する際の材料の一つに加えるとよい。

#### ② JICA や政府関係機関に向けた提言

現地での法務、税務や事務機器の調達など総務的な相談ができる現地の企業をリスト化し、当地への進出を図る企業に共有されると良い。ル国では日本人の会計士が経営する会社があり安心して相談ができ、とても助かった。

## 参考文献

- 「基礎教育セクター情報収集・確認調査国別基礎教育セクター分析報告書-ルワンダ-」、JICA (2012)
- 「対ルワンダ共和国国別開発協力方針」、外務省 (2017)
- 「対ルワンダ共和国事業展開計画」、外務省 (2018)
- 「ルワンダ共和国投資促進分野情報収集結果報告書」、JICA (2017)
- 「ルワンダ国初等算数教育への ICT 活用による教育の質向上を目的とした案件化調査業務完了報告書」、JICA・株式会社さくら社 (2017)
- 「ルワンダ共和国教員間の校内相互研鑽強化プロジェクト終了時評価調査報告書」、JICA (2015)
- 「ルワンダ国 ECD・教育分野における情報収集・確認調査(QCBS)報告書」、JICA・M-wing LLC (2022)
- 「Annual Review; Learning for All; Rwanda」、DFID (2018)
- 「Basic Education Sector Analysis Report -Rwanda-」、JICA (2012)
- 「CBC Curriculum Framework Pre-primary to Upper secondary 2015」、MINEDUC・REB (2015)
- 「Country case study one laptop per child in Rwanda」、OLPC Association (2012)
- 「Doing Business 2018」、World Bank Group (2018 )
- 「Economic Development and Poverty Reduction Strategy II 2013-2018」、MINECOFIN (2013)
- 「Education Budget Brief Investing in child education in Rwanda 2017/18」、UNICEF (2018)
- 「Education Sector Strategic Plan 2013/14-2017/18」、MINEDUC (2013)
- 「Education Sector Strategic Plan 2018/19-2023/24」、MINEDUC (2018)
- 「ICT Essentials for Teachers」、MINEDUC (2015)
- 「ICT in Education policy」、MINEDUC (2016)
- 「IMIBARE ICYICIRO CYA MBERE CY'AMASHURI ABANZA」、NMI EDUCATION (2016)
- 「Imibare Igitabo cy'Umunyeshuri Umuwaka wa 3」、HIGH LAND PUBLISHERS (2017)
- 「Imibare umwaka wa kabiri」、HIGH LAND PUBLISHERS (2016)
- 「Kigali Innovation City」、RDB (発行年不明)
- 「Master Plan for ICT in Education」、MINEDUC (2015)
- 「MATHEMATICS FOR RWANDAN PRIMARY SCHOOLS P5」、SPORT LIGHT PUBLISHERS (2016)
- 「Mathematics P4」、IMENA PUBLISHER RACHNA SAGAR (2016)
- 「Mathematics Syllabus for Lower Primary P1-P3」、MINEDUC・REB (2015)
- 「Mathematics Syllabus for Upper Primary P4-P6」、MINEDUC・REB (2015)
- 「LARS Executive Summary Report」、NESA (2022)
- 「National ICT Strategy and Plan NICI-2015」、ル国大統領府 ICT 担当部 (2010)

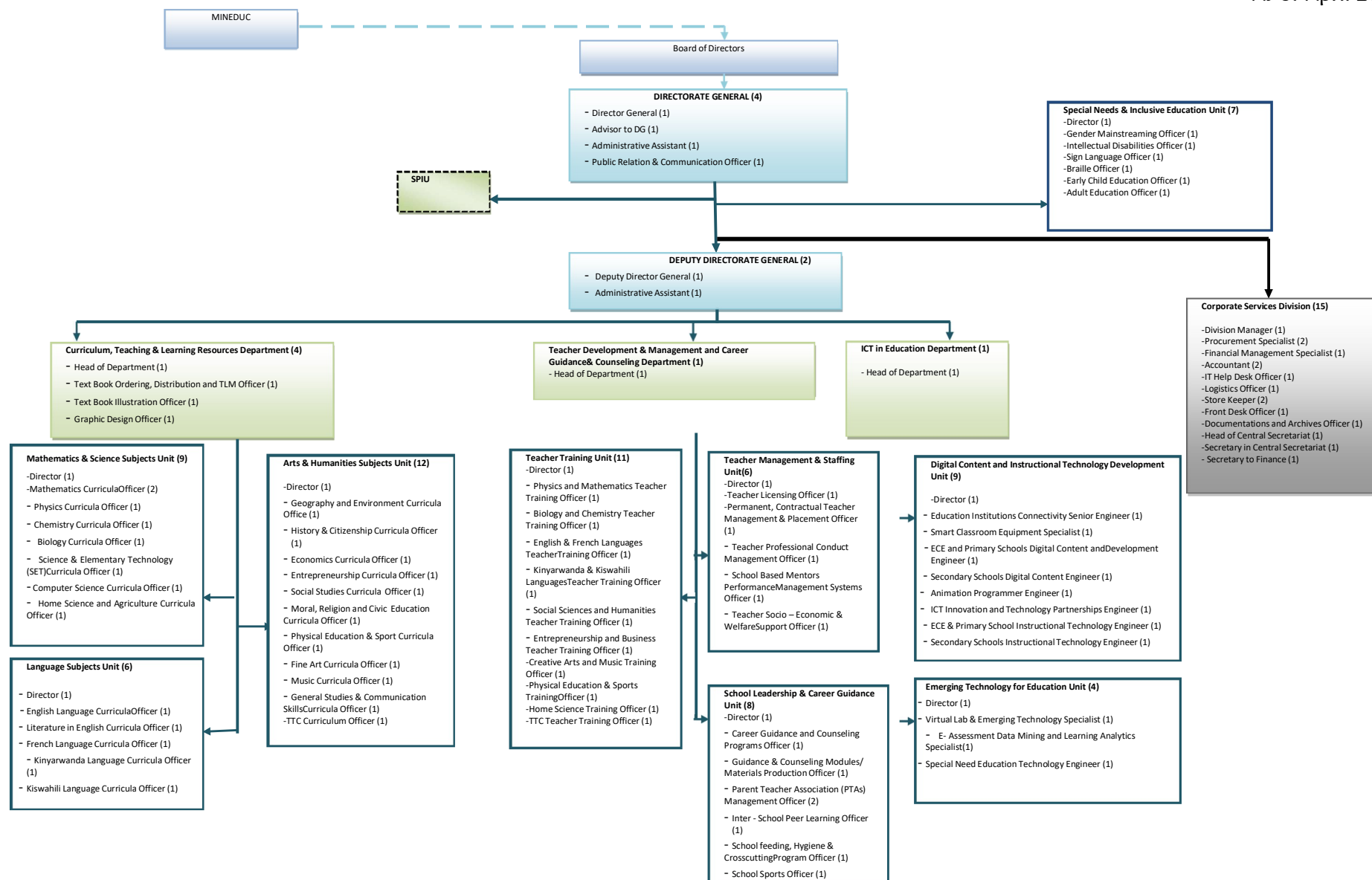
「National Strategy for Transformation (NST1) 2017-2024」、ル国政府（2017）  
「One Laptop Per Child Programme」、REB（発行年不明）  
「Project Information Document; Quality Basic Education for Human Capital Development in Rwanda(P168551)」、The World Bank（2018）  
「SMART Rwanda 2020 Master Plan」、MYICT（2015）  
「Summative GPE country program evaluation; Batch 4, Country 10:Rwanda; Final Evaluation Report」、UNIVERSALIA（2019）  
「Teacher Training Mannual」、REB（2015）  
「VISION 2020」（初版）、Ministry of Finance and Economic Planning（2000）  
「VISION 2020」（改訂版）、ル国政府（2012）  
「VISION 2050」、MINECOFIN（2020）  
「2016 Education statistical year book」、MINEDUC（2016）  
「2017 Education statistics」、MINEDUC（2018）  
「2018 Education statistics」、MINEDUC（2018）  
「2020/21 Education Statistical Yearbook」 MINEDUC（2022）

## 別添資料

- 別添 1    REB 組織図
- 別添 2    IM 研修資料
- 別添 3    IM 授業チェックシート
- 別添 4    Pre/Post テスト用紙
- 別添 5    Pre/Post テスト結果
- 別添 6    REB 最終報告会プレゼン資料
- 別添 7    BC 後アンケート結果

# ORGANIZATIONAL STRUCTURE OF THE RWANDA BASIC EDUCATION BOARD

As of April 2021



## Mission and Responsibility of each department / unit and name of heads / directors of department / unit in REB

N°	Position	Name of HoD or Unit Director	Mission & Responsibility
1	Director General	Dr MBARUSHIMANA Nelson	<p>The primary mission of REB is to promote the quality of education in basic, specialized and adult schools. REB has the following main responsibilities:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. to prepare and distribute curricula, teaching materials, teacher's guides, methodologies and establish teaching methods for nursery, primary, secondary, specialized schools and adult literacy schools;</li> <li>2. to establish and monitor the E- learning program in basic education;</li> <li>3. to promote the use of information and communication technology in basic education;</li> <li>4. to coordinate programs and activities to ensure teachers development, build their capacities and monitor their management;</li> <li>5. to contribute to the development of education policy;</li> <li>6. to coordinate and fast track basic education programmes and activities aimed at providing to all categories of Rwandans the quality education;</li> <li>7. to advise Government on all activities which may fast track basic education development in Rwanda.</li> </ol>
2	Deputy Director General		
3	Head of Curriculum, Teaching & Learning Resources Department	MURUNGI Joan	
4	Head of Teacher Development & Management and Career Guidance & Counseling Department	MUGENZI NTAWUKURIRYAYO Leon	
5	Head of ICT in Education Department	Dr NZAMWIYITIRA Christine	
6	Corporate Services Division Manager	NKURIKIYINKA Janvier	
7	Director of Digital Content and Instructional Technology Development Unit	SENGATI UWASENGA Diane	
8	Director of Emerging Technology for Education Unit		
9	Director of Mathematics & Science Subjects Unit		
10	Director of Language Subjects Unit	GATERA Augustin	
11	Director of Arts & Humanities Subjects Unit	RUTUYOMBA Florian	
12	Director of Teacher Training Unit	MURASIRA Gerard	
13	Director of Teacher Management & Staffing Unit	NTAGARAMBA F. Johnson	
14	Director of School Leadership & Career Guidance Unit	RUKYEBA Eugene	
15	Director of Special Needs & Inclusive Education Unit	NGOGA Eugène Fixer	
16	Advisor		

別添2

# IM研修資料

- ・ IM/LMS研修資料
- ・ LMS研修資料

# IM/LMS Teacher Training for Pilot Schools

Verification Survey with the Private Sector  
for Disseminating Japanese Technologies for  
**Utilization of ICT to Improve the Quality of  
Primary Mathematics Education in Rwanda**



SAKURA-SHA K.K.




Make a real breakthrough with us!

# SAKURA

SANSU IM


**New Maths Education with ICT**  
Change Maths lessons to Child Friendly one!!



Make your students curious and motivated.

Everybody can understand mathematics. However, children sometimes give up learning it when they lost curiosity and motivation. This software is effective to awaken their interest. Try now ICT-driven mathematic lessons in your classroom!

**Kenji YOKOHAMA**,  
CEO and software developer  
Sakura-Sha K.K., Tokyo, Japan



See and do demonstration

---

## Day 1

7:30-8:00	Registration	12:00-13:00	Lunch Break
8:00-9:00	Session 1 <ul style="list-style-type: none"><li>- Brief on SAKURA Project</li><li>- Overview of IM</li><li>- IM Lesson Video – REB Youtube</li></ul>	13:00-14:00	Session 4 <ul style="list-style-type: none"><li>- Weekly Lesson Plan</li></ul>
9:00-10:00	Session 2 <ul style="list-style-type: none"><li>- How to Operate IM</li><li>- How to use IM in the Classroom</li><li>- IM &amp; Formative Assessment</li></ul>	14:00-15:00	Session 5 <ul style="list-style-type: none"><li>- IM Lesson Practice</li><li>- Discussion</li></ul>
10:00-10:15	Tea Break	15:00-15:30	- Wrap-up
10:15-12:00	Session 3 <ul style="list-style-type: none"><li>- IM Lesson Practice</li><li>- Discussion</li></ul>		

---

## Day 2

7:30-8:00	Registration	12:00-13:00	Lunch Break - IM Lesson Practice - Discussion
8:00-9:00	Session 6 - Recap of Day 1 - IM Lesson Video – REB Youtube - IM Lesson Practice / Discussion	13:00-14:00	Session 9 - IM Lesson Practice / Discussion
9:00-10:00	Session 7 - IM Lesson Practice / Discussion	14:00-15:00	Session 10 - IM Lesson Practice / Discussion
10:00-10:30	Tea Break	15:00-15:30	Wrap-up
10:30-12:00	Session 8 - IM Lesson Practice / Discussion		

### Appendix 3

MINUTES OF MEETING  
AMONG  
THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY,  
RWANDA EDUCATION BOARD,  
AND  
SAKURA-SHA K.K., JAPAN  
ON  
VERIFICATION SURVEY WITH THE PRIVATE SECTOR FOR DISSEMINATING  
JAPANESE TECHNOLOGIES  
FOR  
UTILIZATION OF ICT TO IMPROVE THE QUALITY OF  
PRIMARY MATHEMATICS EDUCATION IN RWANDA


The Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") exchanged views and had a series of discussions with Rwanda Education Board (hereinafter referred to as "REB") for the purpose of working out the details of activities and measures to be taken by JICA and REB concerning the Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Utilization of ICT to Improve the Quality of Primary Mathematics Education in Rwanda (hereinafter referred to as the "Survey"), which will be implemented together with SAKURA-SHA K.K. (hereinafter referred to as "SAKURA").

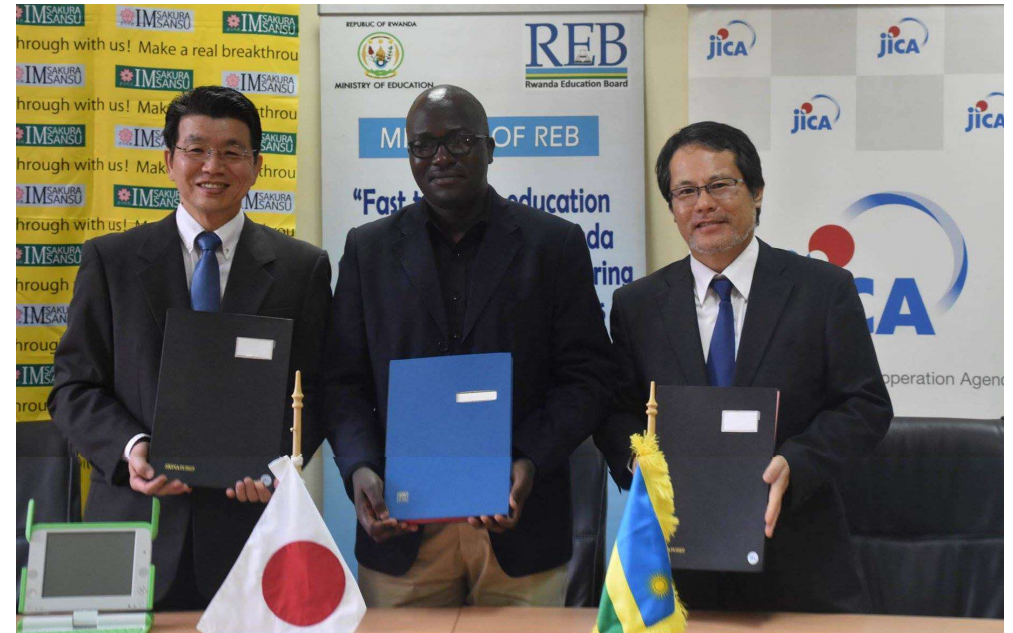
As a result of the discussions, all parties concerned confirmed to implement the Survey based on the document attached hereto.

Kigali, Republic of Rwanda,  
Date: 26/9/2018

  
Mr. Hiroyuki TAKADA  
Chief Representative  
JICA Rwanda Office  
Japan International Cooperation Agency

  
Mr. Kenya YOKOYAMA  
President/Chief Executive Officer  
SAKURA-SHA K.K., Tokyo, Japan

  
Dr. Irénée NDAYAMBAJE  
Director General  
Rwanda Education Board  
Republic of Rwanda



Launching Ceremony @ REB  
On 11<sup>th</sup> October 2018

Project Period  
Sep 2018 – Dec 2022

## II. OUTLINE OF THE SURVEY

### 1. Title

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Utilization of ICT to Improve the Quality of Primary Mathematics Education in Rwanda

### 2. Purpose

The purposes of the Survey are as shown below.

- 1) To verify the effectiveness of the localized IM to improve Math lessons by teachers and Math learning achievement by students utilizing ICT through the verification to introduce IM into 6 primary schools in Kigali equipped necessary facilities such as OLPC laptops and so forth,
- 2) To discuss the plan for disseminating IM into public primary schools in Rwanda along the policy of SMART Classroom and the business model in education markets in Rwanda.

### 3. Outputs

Output1: To develop IM for Rwanda

Output2: To plan teacher training contents for IM

Output3: To verify the educational effectiveness of IM in lessons

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies  
for Utilization of ICT to Improve the Quality of Primary Mathematics Education in Rwanda,  
SAKURA-SHA K.K., Japan

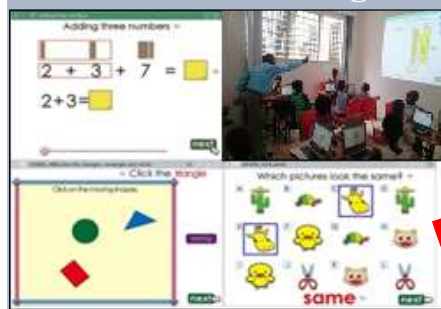
Concerned Development Issues  
in Rwanda

- Challenge in Quality of Primary Math Education as the basis of Science & Technology human resource development
- Challenge in ICT in Education due to Lack of educational contents utilized for SMART Education

Implemented Activities in the  
Survey

- To customize IM for Rwanda to utilize in actual lessons along with Rwanda curriculum
- To verify the educational effectiveness of IM through the verification activities to introduce IM into schools in Rwanda, including to design and implement teacher training for utilizing IM
- To plan the dissemination of IM into public primary schools in Rwanda along with SMART Classroom, and design Business model and plan

Proposed  
Products/Technologies



Interactive Mathematics (IM)

- The digital teaching and learning contents to utilize the feature of Japanese Math Education
- To be used for both effective Teaching by teachers and Learning by students
- To change the lesson to Interactive and Student-centered.

Survey Overview

Name of Counterpart:  
REB (Rwanda Education Board)  
Survey duration:  
Oct./2018 – Jul./2021  
Survey Area: Kigali, Rwanda

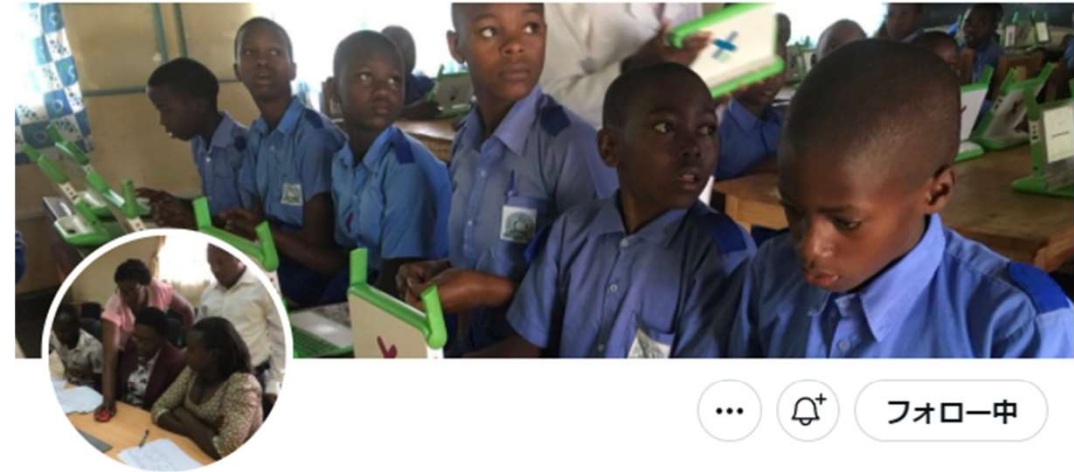
Impact on the Concerned  
Development Issues in Rwanda

- Teachers **improve their teaching skills** to utilize ICT in actual lessons
- Students improve Math skills by introducing **IM with quality contents**
- Quality of Math Education improves through the utilization of ICT in Education

Outputs and Outcomes of the Survey

- The effectiveness of IM is officially proved through the verification activities.
- SAKURA starts the business in Rwandan markets with Rwandan Business partner(s).

# Session 1



## SAKURA Interactive Mathematics Project @ Rwanda

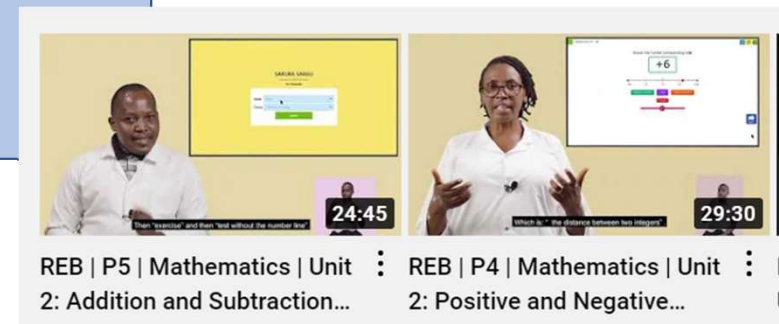
@SAKURA\_IMRwanda

Enjoy Teaching/Learning with "Interactive Mathematics"

- Compliant with Rwandan CBC
- Optimized to work on OLPC laptop
- No Internet connection required



- Brief on SAKURA Project
- Overview of IM
- IM Lesson Video – REB Youtube



# Characteristic of Mathematics

- 1) Mathematics consists of “**Movement**”
- 2) Mathematics Learning is the Acquisition of “**Rules** (Regularity)”
- 3) Mathematics Learning is easier by showing Pictures and Numbers at “**the Same Time**”
- 4) Mathematics Learning Process of Maths  
“Understanding → Exercise → Acquisition”

# Characteristic of Children - 1

- 1) **Encouragement and praising** enhances their motivation.
- 2) Children cannot keep concentration on the speech more than **3 minutes**
- 3) Interest on **moving** matters
- 4) Interest on **sounds**

## Characteristic of Children - 2

**5) Fear and embarrassment for making mistakes.**

**6) Concentration on the **quick change**.**

**7) Stronger expectations for the **new** things.**

**8) Children love **speed** and quickness.**

**->> IM gives solutions to all these requirements.**

# Characteristic of IM

- 1) Users can choose short program according to the needs**
- 2) Each application is designed to follow the process of understanding then to exercises**
- 3) Repetition of exercise in short time**

Repeating these exercises 5-10 times in a few minutes, then learners can gain sound acquisition in short time.

# Session 2



- How to Operate IM
- How to use IM in the Classroom

<http://sakura-m.ver2.asia/>

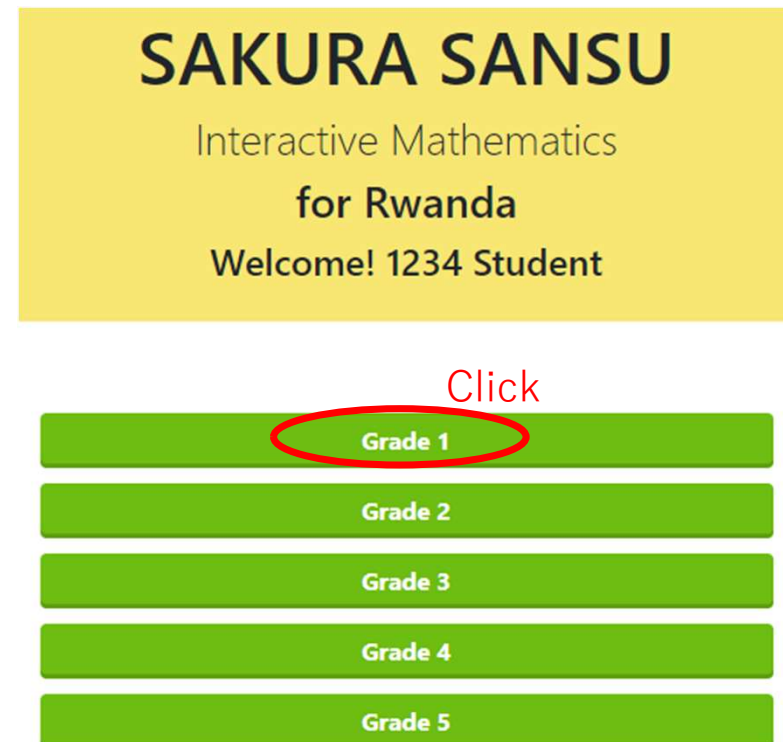
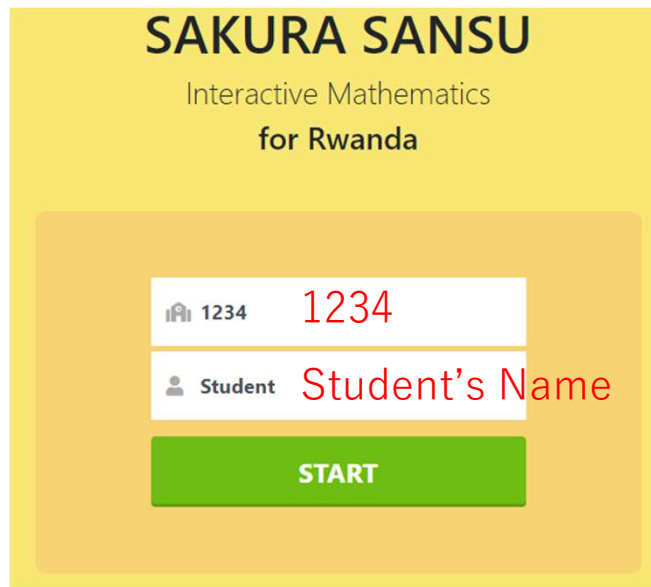
# Activity 1: IM Exercise as P1 student



Access Internet with Browser (Chrome, IE, etc)


Launch IM - <http://sakura-m.ver2.asia/>

Login as                      School Number: 1234  
   Student ID: Student



# Activity 1: IM Exercise as P1 student

Select Topic and Sub-topic



**SAKURA SANSU**  
Interactive Mathematics  
for Rwanda  
Welcome! 1234 Student












7. Number and calculation 0~100

Back

[Back to top page.](#)



**SAKURA SANSU**  
Interactive Mathematics  
for Rwanda  
Welcome! 1234 Student

 <b>1. How many (51 to 99)</b>	 <b>7. Arrange the numbers in descending order</b>
 <b>2. Order of numbers (51 to 99)</b>	 <b>8. Addition (62 + 3)</b>
 <b>3. The numbers (0 to 100)</b>	 <b>9. Addition (42 + 53)</b>
 <b>4. Tens Ones (51 to 99)</b>	 <b>10. Subtraction (68 - 3)</b>
 <b>5. Comparing numbers using =, &lt;, &gt;</b>	 <b>11. Subtraction (68 - 23)</b>
 <b>6. Arrange the numbers in ascending order</b>	

# Activity 1: IM Exercise as P1 student

Enjoy Exercise!

1. How many (51 to 99)

Tens

Ones

1. How many (51 to 99)

54

1	2	3
4	5	6
7	8	9
	0	C

# Session 3

- IM Lesson Practice
- Discussion

# Session 4

- Weekly Lesson Plan

# Session 5

- Lesson Practice
- Self Evaluation
- Discussion

## Session 6 (8:00-9:00, Day 2)

- Recap of Day 1
- IM Lesson Practice
- Discussion

## Session 7 (9:00-10:00, Day 2)

- IM Lesson Practice
- Discussion

## Session 8 (10:30-12:00, Day 2)

- IM Lesson Practice
- Discussion

## Session 9 (13:00-14:00, Day 2)

- IM Lesson Practice
- Discussion

## Session 10 (14:00-15:00, Day 2)

- IM Lesson Practice
- Discussion

## Final Session (15:00-15:30, Day 2)

- Wrap-up
- Self Evaluation
- The Way Forward

# IM/**LMS** Teacher Training for Pilot Schools

Verification Survey with the Private Sector  
for Disseminating Japanese Technologies for  
**Utilization of ICT to Improve the Quality of  
Primary Mathematics Education in Rwanda**



SAKURA-SHA K.K.

Make a real breakthrough with us!

# SAKURA

SANSU IM

**New Maths Education with ICT**  
Change Maths lessons to Child Friendly one!!



Make your students curious and motivated.

Everybody can understand mathematics. However, children sometimes give up learning it when they lost curiosity and motivation. This software is effective to awaken their interest. Try now ICT-driven mathematic lessons in your classroom!

**Kenji YOKOHAMA**,  
CEO and software developer  
Sakura Sha K.K., Tokyo, Japan



See and use  
demo@sakura-im.com

---

## Day 1

13:30-14:00	Registration	15:15-16:00	Session 3 <ul style="list-style-type: none"><li>- IM Lesson Practice with LMS</li><li>- Discussion</li></ul>
14:00-14:30	Session 1 <ul style="list-style-type: none"><li>- Brief on SAKURA Project</li><li>- IM Lesson Video – REB Youtube</li></ul>	16:00-16:30	Session 4 <ul style="list-style-type: none"><li>- IM Lesson Practice with LMS</li><li>- Discussion</li></ul>
14:30-15:00	Session 2 <ul style="list-style-type: none"><li>- Introduction of LMS</li><li>- How to Operate LMS with IM</li></ul>	16:30-17:00	Session 10 <ul style="list-style-type: none"><li>- Wrap-up</li><li>- IM lesson Monitor in Dec</li></ul>
15:00-15:15	Break		

---

---

## Day 2

13:30-14:00	Registration	15:15-16:00	Session 8 <ul style="list-style-type: none"><li>- IM Lesson Practice with LMS</li><li>- Discussion</li></ul>
14:00-14:30	Session 6 <ul style="list-style-type: none"><li>- Recap of Day 1</li><li>- IM Lesson Practice with LMS</li><li>- Discussion</li></ul>	16:00-16:30	Session 9 <ul style="list-style-type: none"><li>- IM Lesson Practice with LMS</li><li>- Discussion</li></ul>
14:30-15:00	Session 7 <ul style="list-style-type: none"><li>- IM Lesson Practice with LMS</li><li>- Discussion</li></ul>	16:30-17:00	Session 10 <ul style="list-style-type: none"><li>- Wrap-up</li><li>- The Way Forward</li><li>- IM Lesson Monitor in Dec</li></ul>
15:00-15:15	Break		

---

### Appendix 3

MINUTES OF MEETING  
AMONG  
THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY,  
RWANDA EDUCATION BOARD,  
AND  
SAKURA-SHA K.K., JAPAN  
ON  
VERIFICATION SURVEY WITH THE PRIVATE SECTOR FOR DISSEMINATING  
JAPANESE TECHNOLOGIES  
FOR  
UTILIZATION OF ICT TO IMPROVE THE QUALITY OF  
PRIMARY MATHEMATICS EDUCATION IN RWANDA


The Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") exchanged views and had a series of discussions with Rwanda Education Board (hereinafter referred to as "REB") for the purpose of working out the details of activities and measures to be taken by JICA and REB concerning the Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Utilization of ICT to Improve the Quality of Primary Mathematics Education in Rwanda (hereinafter referred to as the "Survey"), which will be implemented together with SAKURA-SHA K.K. (hereinafter referred to as "SAKURA").

As a result of the discussions, all parties concerned confirmed to implement the Survey based on the document attached hereto.

Kigali, Republic of Rwanda,  
Date: 26/9/2018

  
Mr. Hiroyuki TAKADA  
Chief Representative  
JICA Rwanda Office  
Japan International Cooperation Agency

  
Mr. Kenya YOKOYAMA  
President/Chief Executive Officer  
SAKURA-SHA K.K., Tokyo, Japan

  
Dr. Irénée NDAYAMBAJE  
Director General  
Rwanda Education Board  
Republic of Rwanda



Launching Ceremony @ REB  
On 11<sup>th</sup> October 2018

Project Period  
Sep 2018 – Dec 2022

## II. OUTLINE OF THE SURVEY

### 1. Title

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Utilization of ICT to Improve the Quality of Primary Mathematics Education in Rwanda

### 2. Purpose

The purposes of the Survey are as shown below.

- 1) To verify the effectiveness of the localized IM to improve Math lessons by teachers and Math learning achievement by students utilizing ICT through the verification to introduce IM into 6 primary schools in Kigali equipped necessary facilities such as OLPC laptops and so forth,
- 2) To discuss the plan for disseminating IM into public primary schools in Rwanda along the policy of SMART Classroom and the business model in education markets in Rwanda.

### 3. Outputs

Output1: To develop IM for Rwanda

Output2: To plan teacher training contents for IM

Output3: To verify the educational effectiveness of IM in lessons

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies  
for Utilization of ICT to Improve the Quality of Primary Mathematics Education in Rwanda,  
SAKURA-SHA K.K., Japan

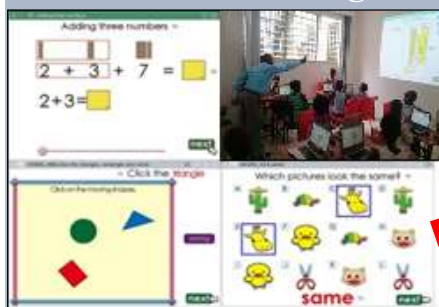
Concerned Development Issues  
in Rwanda

- Challenge in Quality of Primary Math Education as the basis of Science & Technology human resource development
- Challenge in ICT in Education due to Lack of educational contents utilized for SMART Education

Implemented Activities in the  
Survey

- To customize IM for Rwanda to utilize in actual lessons along with Rwanda curriculum
- To verify the educational effectiveness of IM through the verification activities to introduce IM into schools in Rwanda, including to design and implement teacher training for utilizing IM
- To plan the dissemination of IM into public primary schools in Rwanda along with SMART Classroom, and design Business model and plan

Proposed  
Products/Technologies



Interactive Mathematics (IM)

- The digital teaching and learning contents to utilize the feature of Japanese Math Education
- To be used for both effective Teaching by teachers and Learning by students
- To change the lesson to Interactive and Student-centered.

Survey Overview

Name of Counterpart:  
REB (Rwanda Education Board)  
Survey duration:  
Oct./2018 – Jul./2021  
Survey Area: Kigali, Rwanda

Impact on the Concerned  
Development Issues in Rwanda

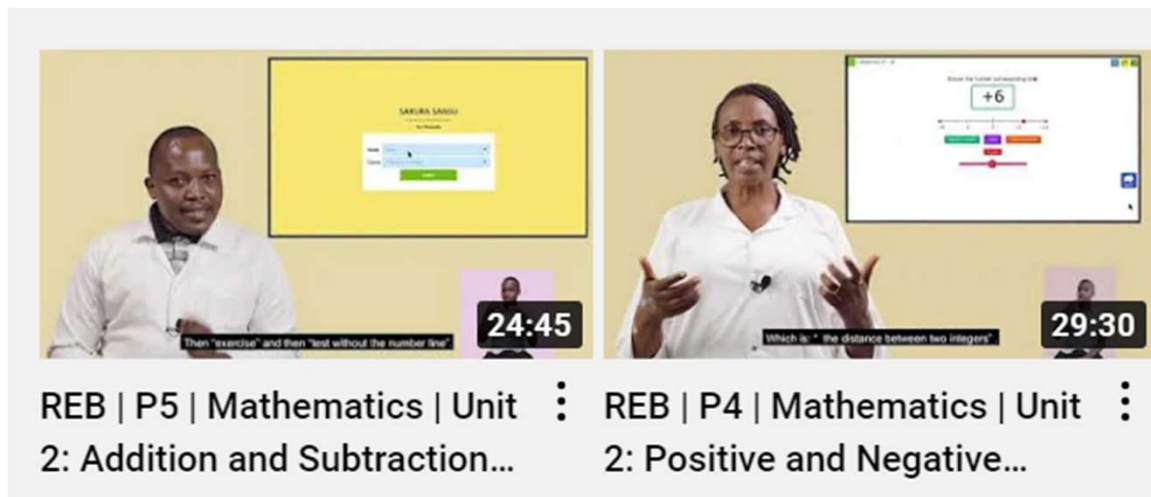
- Teachers **improve their teaching skills** to utilize ICT in actual lessons
- Students improve Math skills by introducing **IM with quality contents**
- Quality of Math Education improves through the utilization of ICT in Education

Outputs and Outcomes of the Survey

- The effectiveness of IM is officially proved through the verification activities.
- SAKURA starts the business in Rwandan markets with Rwandan Business partner(s).

# Session 1 (14:00-14:30)

- Brief on SAKURA Project
- IM Lesson Video – REB Youtube



# Characteristic of Mathematics

- 1) Mathematics consists of “**Movement**”
- 2) Mathematics Learning is the Acquisition of “**Rules** (Regularity)”
- 3) Mathematics Learning is easier by showing Pictures and Numbers at “**the Same Time**”
- 4) Mathematics Learning Process of Maths  
“Understanding → Exercise → Acquisition”

# Characteristic of Children - 1

- 1) **Encouragement and praising** enhances their motivation.
- 2) Children cannot keep concentration on the speech more than **3 minutes**
- 3) Interest on **moving** matters
- 4) Interest on **sounds**

## Characteristic of Children - 2

**5) Fear and embarrassment for making mistakes.**

**6) Concentration on the **quick change**.**

**7) Stronger expectations for the **new** things.**

**8) Children love **speed** and quickness.**

**->> IM gives solutions to all these requirements.**

# Characteristic of IM

- 1) Users can choose short program according to the needs**
- 2) Each application is designed to follow the process of understanding then to exercises**
- 3) Repetition of exercise in short time**

Repeating these exercises 5-10 times in a few minutes, then learners can gain sound acquisition in short time.

# Session 1



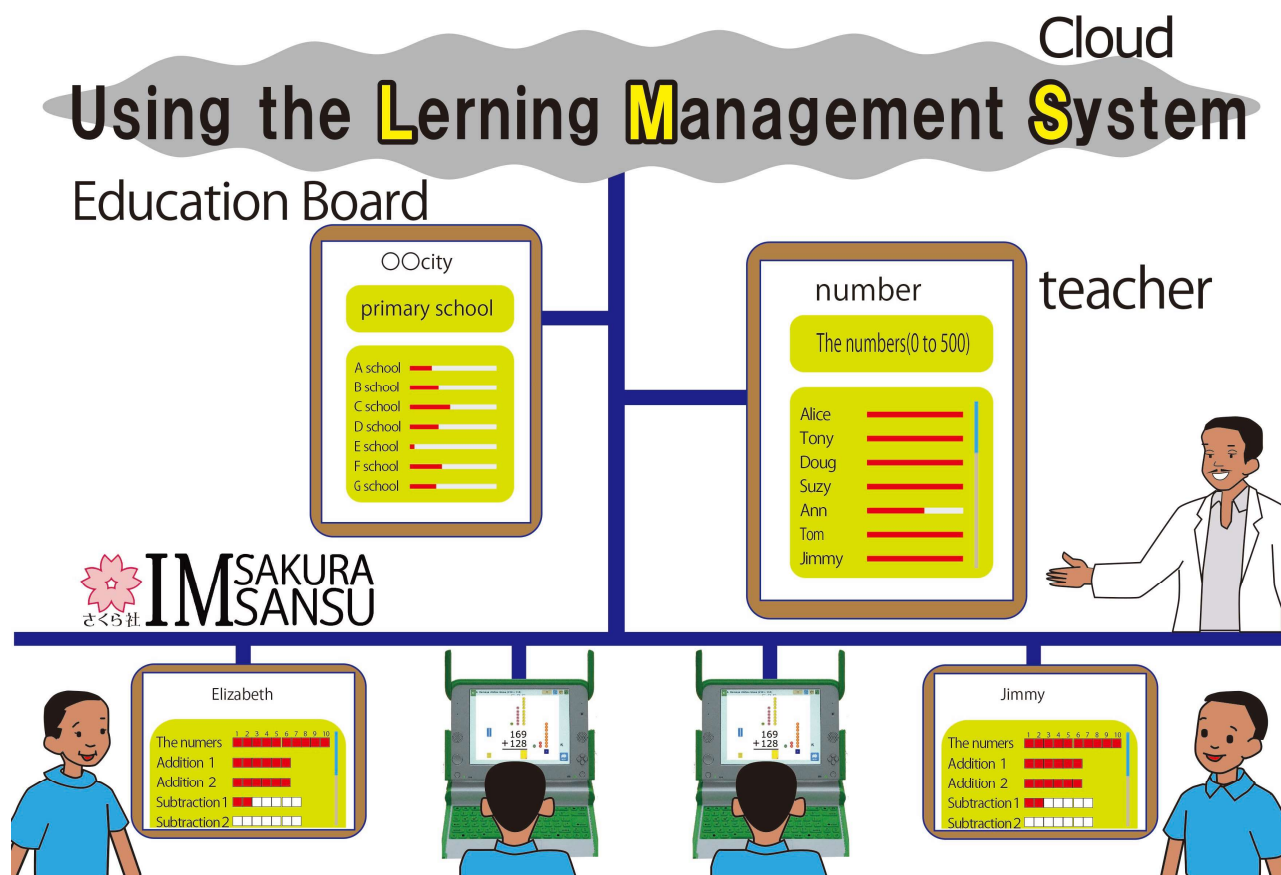
- How to Operate IM
- How to use IM in the Classroom
- IM to enhance Formative Assessment

<http://sakura-m.ver2.asia/>

## Session 2 (14:30-15:00, Day 1)

- Introduction of LMS
- How to Operate LMS with IM

# LMS linked with SAKURA IM



### 【Expected effects】

\*subject to basic data like student name, ID no., school name are registered.

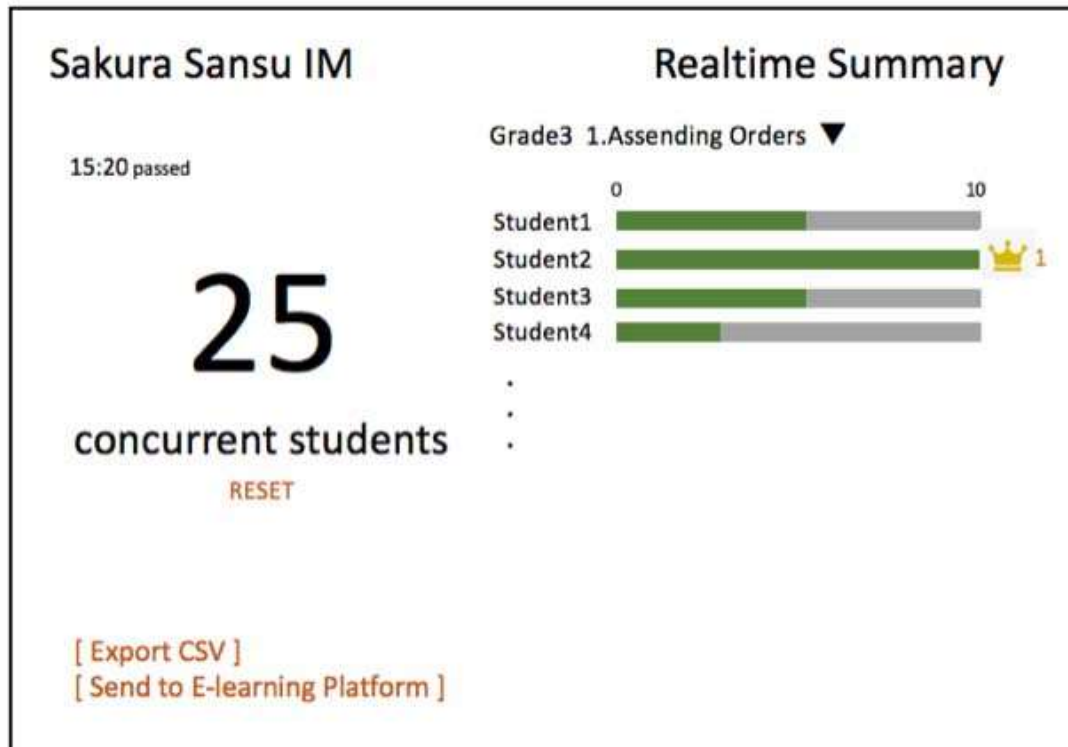
**Students** Can see progress of his/her study.

**Teachers** Can see achievement mark on the test screen in IM. It is useful for individual instruction in the classroom.

**Head teachers** Can see the progress of each class.

**Education Board** Can see the progress of each school.

# Interface image of the IM LMS (for teachers)



## 【Points】

- Simple design to focus on monitoring progress of each students.
- Easy out put in either CSV and Excel.
- Access log page is also available

# **Future development plan (next stage for commercial products)**

- IM LMS can be linked with REB's currently in-use LMS (Moodle base). REB can see the data from IM LMS on their LMS, and combine the data with other their in-hand one.
- SAKURA is able to provide REB with above upgraded IM LMS together with IM full set version, which contains 400 software covering all grades and all units of Rwandan syllabus for primary school.

# Activity 1: IM Exercise as G5 student



Access Internet with Browser (Chrome, IE, etc)

Launch IM - <http://sakura-m.ver2.asia/>

Login as School Number: 1234

Student ID: 5AXX

**SAKURA SANSU**  
Interactive Mathematics  
for Rwanda

SCHOOL NUMBER 1234

STUDENT ID 5A01 or 5A02 or 5A03

START

**SAKURA SANSU**  
Interactive Mathematics  
for Rwanda  
Welcome! 1234 5A01

Grade 1

Grade 2

Grade 3

Grade 4


Grade 5

Click

Back to top page.

# Activity 1: IM Exercise as G5 student

Select Topic and Sub-topic



**SAKURA SANSU**  
Interactive Mathematics  
for Rwanda  
Welcome! 1234 5A01

2. Addition and subtraction of integers

Back

[Back to top page.](#)



**SAKURA SANSU**  
Interactive Mathematics  
for Rwanda  
Welcome! 1234 5A01

 <b>1. Number Line (-20 ~ +20)</b>	 <b>6. Addition of integers</b>
 <b>2. Comparing integers (-20 ~ +20)</b>	 <b>7. Subtraction of integers</b>
 <b>3. Comparing numbers using =, &lt;, &gt;</b>	 <b>8. The inverse property of an integer</b>
 <b>4. Arrange the numbers in ascending order</b>	 <b>9. The inverse of an integer</b>
 <b>5. Arrange the numbers in descending order</b>	

Back

[Back to top page.](#)

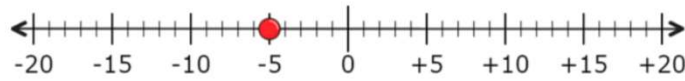

# Activity 1: IM Exercise as G5 student

Enjoy Exercise!

1. Number Line (-20 ~ +20)


SYLLABUS

Answer the number corresponding to ●.



Negative numbers   Zero   Positive numbers

Integers



NEXT




1. Number Line (-20 ~ +20)

SYLLABUS

-11

Click on the number line.



Try Exercise of Next Sub-topic

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆ ✓

NEXT

# Activity 2: Login LMS & Setup as Teacher

Access Internet with Browser (Chrome, IE, etc)

Launch IM - <http://sakura-m.ver2.asia/lms/>

Login as School Number: 1234

User ID: teacher

Password: teacher



**SAKURA SANSU**  
Interactive Mathematics  
-Learning Management System-

Type your ID and password.

School Number	1234
User ID	teacher
Password	teacher

Login

# Activity 3: Set up Class as Teacher

**School grade summary**

**Menu**

Total  
(Primary 1-6)

P1

P2

P3

P4

P5

P6

Present

1 [Setup classes](#)

[Setup syllabus](#)

[Logout](#)

**Class setting**

Grade 2  
5

Class name 3  
A

Class members

5A01  
5A02  
5A03  
5A04  
5A05  
5A06  
5A07  
5A08  
5A09

5

4. Choose & Copy

5678  
5A01  
5A02  
5A03  
5A04  
5A05  
5A06  
5A07  
5A08  
5A09  
5A10  
5A11

6. Confirm the above Class Members and Save

Save

# Activity 4: Monitor IM Exercise as Teacher

## School grade summary

### Menu

Total  
(Primary 1-6)

P1

P2

P3

P4

P5

P6

Present

Setup classes  
Setup syllabus  
Logout

	Courses Used / Total	Learners Used / Total	Test Pass Rate(%)	
Total	37 / 56	64 / 64	7	
P1	16 / 11	7 / 7	42	
P2	7 / 11	1 / 1	0	
P3	4 / 18	4 / 4	50	
P4	7 / 7	50 / 50	0	
P5	7 / 9	0 / 0	0	
P6	0 / 0	2 / 2	0	

## School grade summary

### Menu

Total  
(Primary 1-6)

P1

P2

P3

P4

P5

P6

Present

Setup classes  
Setup syllabus  
Logout

### Present status

Grade  Class

Unit

Course

# Activity 4: Monitor IM Exercise as Teacher

**School grade summary**

**Menu**

Total  
(Primary 1-6)

P1

P2

P3

P4

P5

P6

Present

[Setup classes](#)  
[Setup syllabus](#)  
[Logout](#)

**Present status**

Grade 5 Class ALL

Unit 2. Addition and subtraction of integers

Course 1. Number Line (-20 ~ +20)

- 1. Number Line (-20 ~ +20)
- 2. Comparing integers (-20 ~ +20)
- 3. Comparing numbers using =, <, >
- 4. Arrange the numbers in ascending order
- 5. Arrange the numbers in descending order
- 6. Addition of integers
- 7. Subtraction of integers
- 8. The inverse property of an integer
- 9. The inverse of an integer



**School grade summary**

**Menu**

Total  
(Primary 1-6)

P1

P2

P3

P4

P5

P6

Present

[Setup classes](#)  
[Setup syllabus](#)  
[Logout](#)

**Present status**

Grade 5 Class ALL

Unit 2. Addition and subtraction of integers

Course 1. Number Line (-20 ~ +20)

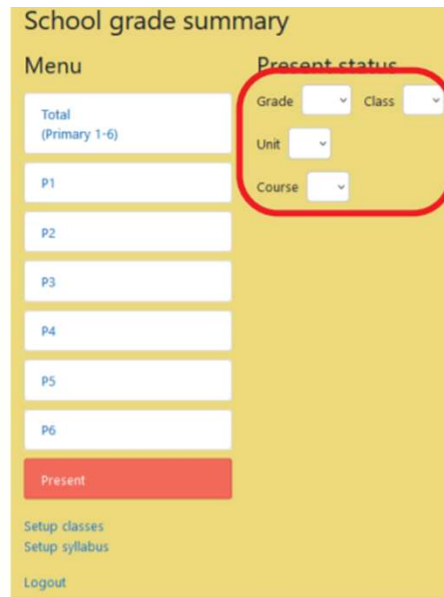
0 50 100%

5A01	●	<div></div>
5A02	●	<div></div>
5A03	●	<div></div>
5A04	●	<div></div>
5A05	●	<div></div>
5A06	●	<div></div>
5A07	●	<div></div>
5A08	●	<div></div>

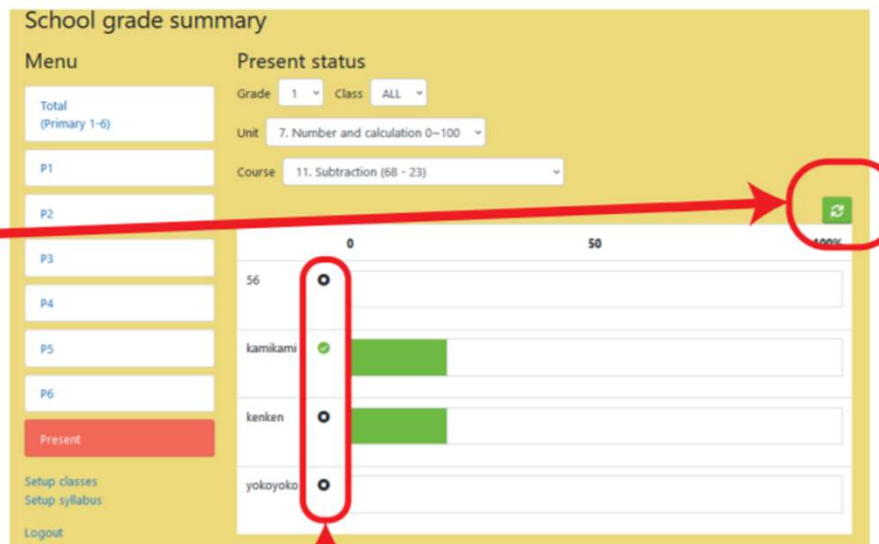
Reload: Monitor students' progress

②Choose Grade / Class / Unit / Course

You can see the names of students who are learning and see graphically who have answered how many questions correctly in the test.



The initial interface shows a sidebar menu on the left with options: Total (Primary 1-6), P1, P2, P3, P4, P5, P6, and a red 'Present' button. At the bottom are links for 'Setup classes', 'Setup syllabus', and 'Logout'. The main area is titled 'School grade summary' and contains a 'Present status' section with three dropdown menus: 'Grade', 'Class', and 'Unit'. These three dropdowns are circled in red, with a red arrow pointing from this circle towards the right-hand interface.



If a student is studying the unit, this area will be green. For example, you can see that the second one is now using the software correctly.

Click this reload button to see the progress, as it does not update automatically.

## Registering a New Class Name

① Click “Setup Classes”

School grade summary

Menu

Total (Primary 1-6)

P1

P2

P3

P4

P5

P6

Present

Setup classes

Setup syllabus

Logout

	Courses Used / Total	Learners Used / Total	Test Pass Rate(%)	
Total	29 / 55	12 / 12	41	
P1	16 / 11	4 / 4	50	
P2	6 / 11	1 / 1	0	
P3	4 / 17	4 / 4	50	
P4	4 / 7	1 / 1	0	
P5	3 / 9	1 / 1	100	
P6	0 / 0	1 / 1	0	

② Click “Add Class”

School grade summary

Menu

Add class

Total (Primary 1-6)

P1

P2

P3

P4

P5

P6

Present

Setup classes

Setup syllabus

Logout

Grade	Class Name	Save	Remove
1	1	Save	Remove
1	A	Save	Remove
1	B	Save	Remove
1	C	Save	Remove
2	B	Save	Remove
3	B	Save	Remove
3	C	Save	Remove
4	A	Save	Remove
5	A	Save	Remove
6	A	Save	Remove

③ Set the Grade, Class name and Class members on this screen. Then Click “Save”

School grade summary

Menu

Total (Primary 1-6)

P1

P2

P3

P4

P5

P6

Present

Setup classes

Setup syllabus

Logout

Class setting

Grade

Class name

Class members

Save

301  
2323  
2808  
3CXC  
AAAA  
55555  
56  
76  
kamikani  
kamani  
kamani  
kamani  
kamani

## Registering Students to the Class (To add/remove)

- ① Click “Setup classes”
- ② Click “Edit”
- ③ Copy & Paste (or Delete) in the red frame
- ④ Click “Save”

School grade summary

Menu

Total (Primary 1-6)

P1

P2

P3

P4

P5

P6

Present

Setup classes

Setup syllabus

Logout

Add class

Grade	Class Name	
1	1	Edit Remove
1	A	Edit Remove
1	B	Edit Remove
1	C	Edit Remove
2	B	Edit Remove
3	B	Edit Remove
3	C	Edit Remove
4	A	Edit Remove
5	A	Edit Remove
6	A	Edit Remove

School grade summary

Menu

Total (Primary 1-6)

P1

P2

P3

P4

P5

P6

Present

Setup classes

Setup syllabus

Logout

Class setting

Grade

1

Class name

1

Class members

000000

56

9494gogo

kamikami

kamikan

yokoyoko

101

1335

1336

125

300

2000kare

0670

0000

91

999000

garagara1

Save

---

## Registering New Students

Enter the name of the school and the names of the students and use IM to automatically register the new students.

## Session 3 (15:15-16:00, Day 1)

- IM Lesson Practice with LMS
- Formative Assessment with LMS
- Discussion

## Session 5 (16:30-17:00, Day 1)

- Wrap-up
- Self Evaluation
- The Way Forward

## Session 6 (14:00-14:30, Day 2)

- Recap of Day 1
- IM Lesson Practice with LMS
- Discussion

## Session 10 (16:30-17:00, Day 2)

- Wrap-up
- Self Evaluation
- The Way Forward

# IM LESSON CHECK SHEET

別添 3

SAKURA Project (Ver. 2019 9)

Date: ..... Monitor's name: .....

School name: ..... Teacher's name: .....

Grade: P..... Class: ..... Number of pupils: ..... Time Start: ..... End: .....

Unit title: ..... Lesson title: .....

( T: Teacher, S: Students)

40 min / 1 lesson

	Check	Comment
<b>IM technical operation</b>		
1. T can set-up and start IM without any technical problems.	BAD 1 2 3 4 5 GOOD	
2. T (and S) operates IM to do lesson and learning without any operational and technical problems.	BAD 1 2 3 4 5 GOOD	
3. IM (and XO) has no technical errors during the lesson.	BAD 1 2 3 4 5 GOOD	
<b>Curriculum compatibility</b>		
4. IM is matching the contents of Textbook, and the objectives of Syllabus.	BAD 1 2 3 4 5 GOOD	
<b>Teacher's Teaching aspect</b>		
5. T understands IM contents and effective operations for S.	BAD 1 2 3 4 5 GOOD	
6. Time management (taken for IM, T's activity, S's activity etc.) is appropriate. (The plan of the time used for IM is appropriate.)	BAD 1 2 3 4 5 GOOD	
7. T passes a mouse to S to let them operate it.	NON 1 2 3 4 5 Often	
8. T is motivated his/her teaching by IM.	BAD 1 2 3 4 5 GOOD	
9. Teaching methodology is effectively developed by IM to compare to last time.	BAD 1 2 3 4 5 GOOD	
<b>Learner's Learning aspect</b>		
10. All S are actively engaged in the tasks by IM lesson.	BAD 1 2 3 4 5 GOOD	
11. All S are concentrating on learning during lesson with IM.	BAD 1 2 3 4 5 GOOD	
12. All S are motivated their learning by IM.	BAD 1 2 3 4 5 GOOD	
<b>Gender aspect</b>		
13. IM and its contents are not biased to one of the gender difference.	BAD 1 2 3 4 5 GOOD	

## Record

TOPIC of IM used in this lesson : From ..... to .....

The number of computers used in this lesson : Windows ..... XO .....

## Comments by monitor

## SAKURA Interactive Mathematics Project - Test for P1

30 min

Izina ry'umunyeshuri (Pupil name): .....

Nimero y'umunyeshuri (No.)..... Igitsina (Gender): ☐ Gore (Female) ☐ Gabo (Male)

1. Bara kandi wandike imibare.




2. Uzuza mu mwanya urimo ubusa.

54, 55, , 57, 58

3. Bara kandi wandike imibare.




4. Uzuza mu mwanya ukurikira ukoresheje ikimenyetso gikwiye. (=, < cyangwa >)

92  58

5. Shyiramo umubare uhereye ku muto ujya ku munini.

82, 97, 8, 43, 61

—, —, —, —, —,

6. Shyiramo umubare uhereye ku munini ujya ku muto.

92, 66, 24, 76, 70

—, —, —, —, —,

7. Teranya imibare ikurikira.

61 + 2 =

$$\begin{array}{r} 32 \\ + 57 \\ \hline \end{array}$$

---

8. Kuramo imibare ikurikira.

74 - 3 =

$$\begin{array}{r} 89 \\ - 26 \\ \hline \end{array}$$

---

## SAKURA Interactive Mathematics Project - Test for P2

Izina ry'umnyeshuri: .....

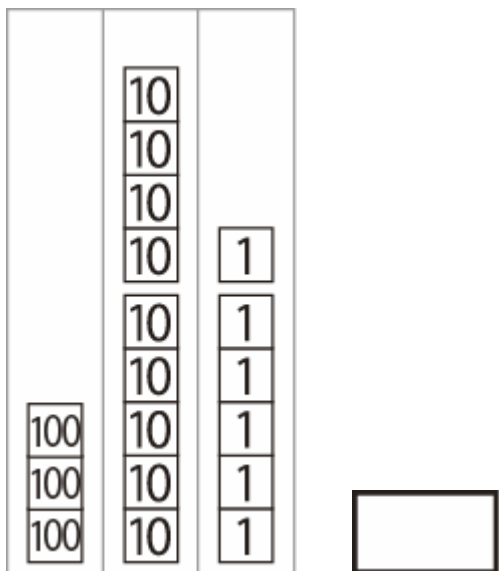
Numero y'umnyeshuri: .....

Igitsina: ☐Gore ☐Gabo ( 30 min)

1. Uzuza mu mwanya urimo ubusa.

① 435, 436, , 438② 240, 250, , 270

2. Bara kandi wandike imibare.



3. Uzuza mu mwanya ukurikira ukoresheje ikimenyetso gikwiye. ( &lt; cyangwa &gt; )

271  259

4. Shyiramo umubare uhereye ku muto ujya ku munini.

371, 348, 427

\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

5. Shyiramo umubare uhereye ku munini ujya ku muto.

398, 447, 412

\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

6. Kora imibare ikurikira.

$$\begin{array}{r} 164 \\ + 232 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 318 \\ + 165 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 297 \\ - 154 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 351 \\ - 219 \\ \hline \end{array}$$

## SAKURA Interactive Mathematics Project - Test for P3

Izina ry'umunyeshuri.....

Nimero y'umunyeshuri..... Igitsina: ☐ Gore ☐ Gabo ( 30 min )

1. Kora imibare ikurikira.

$$\begin{array}{r} 258 \\ + 634 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 29 \\ - 24 \\ \hline \end{array}$$

2. Uzuza mu kazu .

$$7+7+7 \rightarrow 7 \times \square$$

$$9+9+9+9+9+9+9+9 \rightarrow 9 \times \square$$

3. Kora imibare ikurikira.

$$7 \times 3 = \quad 7 \times 8 = \quad 8 \times 4 =$$

$$8 \times 6 = \quad 9 \times 2 = \quad 9 \times 7 =$$

4. Uzuza mu kazu .

【Ikuba】

↓	0	1	2		4	5	6	7
$\times 8$				24				

【Igabanya】

↓	7	14	21	28	35	42	49
$: 7$							

5. Kora imibare ikurikira.

$$\begin{array}{r} 197 \\ \times 7 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 146 \\ \times 13 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1896 \overline{) 8} \\ \hline \end{array}$$

## SAKURA Interactive Mathematics Project - Test for P4

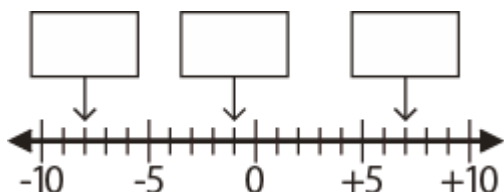
Pupil name: .....

Pupil number: .....

Gender: ☐ Female ☐ Male

( 30 min)

1. Fill in the box below with number.

The inverse of +8 is The inverse of -4 is 

$$(+3) + (-3) = \boxed{\phantom{00}}$$

$$(-7) + \boxed{\phantom{00}} = 0$$

$$\boxed{\phantom{00}} + (+6) = 0$$

2. What is the distance between the following integers?

$$-7 \text{ and } +2 \quad \boxed{\phantom{00}}$$

$$-9 \text{ and } -4 \quad \boxed{\phantom{00}}$$

3. Fill in the box with the word of "less" or "greater".

-3 is  than +5+4 is  than -8-5 is  than -3

4. Write the numbers from smaller to greater in ascending order.

-2, +5, -6, +9, -8

\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

5. Write the numbers from greater to smaller in descending order.

+5, -5, 0, -7, +6

\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

## SAKURA Interactive Mathematics Project - Test for P5

Pupil name: .....

Pupil number: .....

Gender: ☐ Female ☐ Male

( 30 min)

1. Fill in the box below with number.



2. Match the right and left to draw line.

Negative numbers • • +20, +11, +8, +15  
 zero • • +17, -9, +25, -31  
 Positive numbers • • -8, -17, -25, -14  
 Integers • • 0

3. Fill in the box with the word of “less” or “greater”.

① +14 is  than -18② -15 is  than -5

4. Fill in the box with the sign (&lt; or &gt;)

① -11  +9② -12  -23

5. Write the numbers from smaller to greater in ascending order.

-12, +15, -6, +9, -18

—, —, —, —, —

6. Write the numbers from greater to smaller in descending order.

+15, -8, -16, 0, +9

—, —, —, —, —

7. Calculate the following.

①  $(-6) + (+3) =$

②  $(-3) + (-7) =$

③  $(+5) - (-5) =$

④  $(-2) - (-6) =$

8. Fill in the box below with number.

①  $(-13) + \text{ } = 0$

②  $\text{ } + (+18) = 0$

9. Fill in the box below with number.

① The inverse of +5 is

② The inverse of -8 is

## Pre/Postテスト結果(総合)

別添 5

Grade	Category	School Type	Year	Class	Pre(%)	Post(%)	Difference	T-value	Others	N pre	N post	N both
P1	Public	Examined	1st	P1A	18.5	40.2	+ 21.7	5.47***	52	47	54	41
				P1B	16.0	40.7	+ 24.7	6.40***		60	60	57
			2nd	P1B	14.0	34.3	+ 20.3	8.54***		49	52	47
				P1C	18.8	39.8	+ 21.0	7.99***		60	60	57
		Controlled	1st	P1C	18.5	32.2	+ 13.7	3.52***		54	54	46
				P1D	17.7	20.5	+ 2.8	0.57		53	53	44
			C1	P1B	13.4	25.6	+ 12.2	3.74***		32	32	32
				P1D	18.3	24.1	+ 5.8	2.65***		47	46	41
	Private	Examined	1st	P1	41.9	72.7	+ 30.8	5.83***		35	35	32
			2nd	P1	23.2	53.6	+ 30.4	7.65***		28	28	28
		Controlled	1st	P1	26.0	32.3	+ 6.3	1.31		50	47	47
				P1	15.7	30.0	+ 14.3	3.07***		16	14	14
			2nd	P1	15.7	30.0	+ 14.3	3.07***		16	14	14
				P1	15.7	30.0	+ 14.3	3.07***		16	14	14
P2	Public	Examined	1st	P2A	41.5	48.3	+ 6.8	1.0		45	46	41
				P2B	22.9	38.8	+ 15.9	3.0***		47	45	42
			2nd	P2D	17.9	25.8	+ 7.9	3.08***		52	49	43
				P2	17.9	25.8	+ 7.9	3.08***		52	49	43
		Controlled	C1	P2	17.9	25.8	+ 7.9	3.08***		52	49	43
				P2	17.9	25.8	+ 7.9	3.08***		52	49	43
			2nd	P2C	14.0	20.8	+ 6.8	4.07***		42	46	40
				P2C	14.0	20.8	+ 6.8	4.07***		42	46	40
	Private	Examined	1st	P2	44.6	54.6	+ 10.0	1.5		25	26	24
			2nd	P2B	32.1	37.6	+ 5.5	1.12		29	29	29
		Controlled	1st	P2	32.1	37.6	+ 5.5	1.12		29	29	29
				P2	32.1	37.6	+ 5.5	1.12		29	29	29
			2nd	P2	33.8	37.9	+ 4.1	1.38		53	52	52
				P2	33.8	37.9	+ 4.1	1.38		53	52	52
P3	Public	Examined	1st	P3B	10.3	48.6	+ 38.3	11.38***		42	51	37
				P3C	13.7	37.0	+ 23.3	8.07***		42	46	36
			2nd	P3A	30.1	34.0	+ 3.9	0.94		40	33	31
				P3A	30.1	34.0	+ 3.9	0.94		40	33	31
		Controlled	C1	P3B	17.8	32.6	+ 14.8	4.82***		32	38	18
				P3E	17.8	32.6	+ 14.8	4.82***		32	38	18
			2nd	P3	60.2	82.5	+ 22.3	5.4***		27	27	27
				P3B	29	48.7	+ 19.7	3.75***		27	26	26
	Private	Examined	1st	P3	60.2	82.5	+ 22.3	5.4***		27	27	27
			2nd	P3B	29	48.7	+ 19.7	3.75***		27	26	26
		Controlled	1st	P3	20.5	30.1	+ 9.6	3.99***		40	41	39
				P3	20.5	30.1	+ 9.6	3.99***		40	41	39
			2nd	P3	20.5	30.1	+ 9.6	3.99***		40	41	39
				P3	20.5	30.1	+ 9.6	3.99***		40	41	39
P4	Public	Examined	1st	P4B	12.6	64.3	+ 51.7	17.8***		52	47	46
				P4C	31.7	56.9	+ 25.2	6.5***		46	45	45
			2nd	P4A	12.1	46.0	+ 33.9	11.01***		59	55	54
				P4B	14.4	50.7	+ 36.3	11.33***		53	52	48
		Controlled	B4	P4A	13.7	51.0	+ 37.3	12.23***		51	43	34
				P4A	13.7	51.0	+ 37.3	12.23***		51	43	34
			1st	P4B	18.8	40.5	+ 21.7	6.77***		48	50	43
				P4C	18.8	40.5	+ 21.7	6.77***		48	50	43
	Private	Examined	1st	P4	36.3	83.7	+ 47.4	8.5***		31	31	31
			2nd	P4A	18.2	89.0	+ 70.8	23.25***		26	26	26
		Controlled	1st	P4	25.4	49.4	+ 24.0	6.10***		42	46	42
				P4	25.4	49.4	+ 24.0	6.10***		42	46	42
			2nd	P4	25.4	49.4	+ 24.0	6.10***		42	46	42
				P4	25.4	49.4	+ 24.0	6.10***		42	46	42
P5	Public	Examined	1st	P5A	52.3	72.1	+ 19.8	6.73***		62	63	61
				P5C	62.9	79.5	+ 16.6	7.91***		62	59	59
			2nd	P5A	26.3	57.3	+ 31.0	12.01***		60	58	58
				P5B	31.9	60.1	+ 28.2	11.83***		64	59	59
		Controlled	B4	P5A	38.4	41.7	+ 3.3	1.17		39	44	35
				P5A	38.4	41.7	+ 3.3	1.17		39	44	35
			1st	P5B	26.1	41.2	+ 15.1	7.68***		58	57	57
				P5C	26.1	41.2	+ 15.1	7.68***		58	57	57
	Private	Examined	1st	P5	85.4	92.3	+ 6.9	2.2**		29	28	28
			2nd	P5B	53.6	73.3	+ 19.7	9.71***		34	33	33
		Controlled	1st	P5	64.8	76.3	+ 11.5	4.70***		46	47	45
				P5	64.8	76.3	+ 11.5	4.70***		46	47	45
			2nd	P5	64.8	76.3	+ 11.5	4.70***		46	47	45
				P5	64.8	76.3	+ 11.5	4.70***		46	47	45

1st 2019

2nd 2020, 2021, 2022

\*\*\* 1% Statistical significance

\*\* 5% Statistical significance

\* 10% Statistical significance

2,071

2,259

1,849

4,330

## 実証校Aタイプ

A1: GS Kicukiro  
A2: GS Nduba  
A3: Umuco Mwiza Academy  
A4: APAPER

## 実証校Bタイプ

B1: GS Kimironko II  
B2: GS Kacyiru II  
B3: GS Kigali  
B4: GS Tabagwe

## コントロール校Cタイプ

C1: GS Rugando  
C2: Trinity Nursery & Primary

別添6

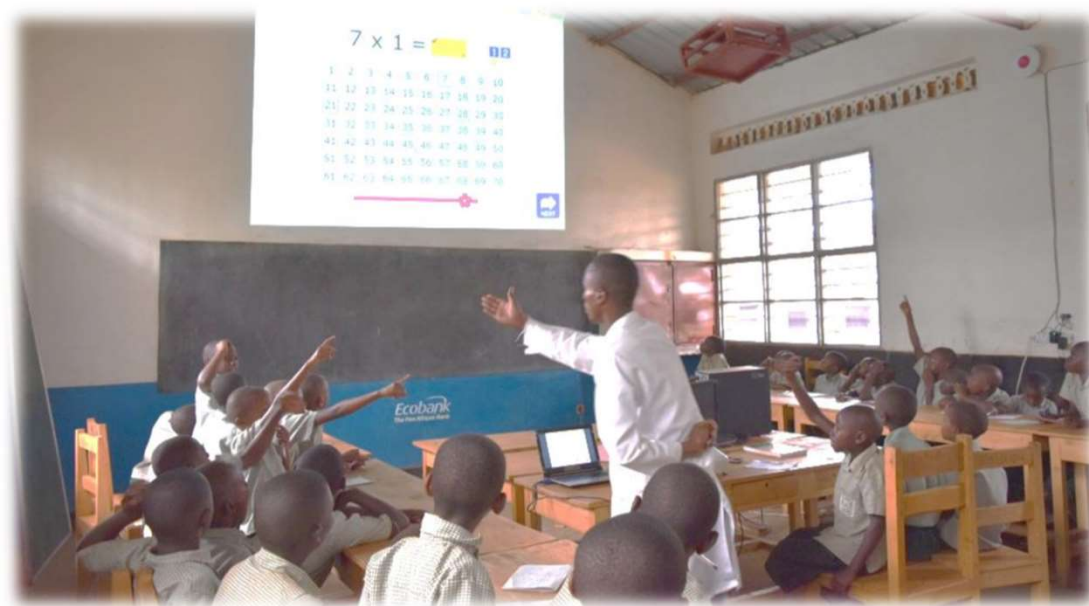
# REB最終報告会プレゼン資料

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for  
*Utilization of ICT to Improve the Quality of Primary Mathematics Education in Rwanda*

*Oct 2018 – Dec 2022*

# SAKURA Interactive Mathematics Project

## Final Survey Report, 17 Aug 2022



 **SAKURA-SHA K.K.**  
さくら社

NEWS

## Rwanda, World Bank ink \$129m education deal



By Edwin Ashimwe Published : August 16, 2022 | Updated : August 16, 2022



A teacher during a class at Groupe Scolaire Remera Catholique. World Bank have signed an additional financing agreement worth \$129 million to support the government's efforts to improve teacher competences. Dan Nsenglyumva



Rwanda and the World Bank have signed an additional financing agreement worth \$129 million (over Rwf134bn) to among others support the government's efforts to improve teacher competence and student retention.

The funds secured under the Quality Basic Education for Human Capital Development (QBE) project, comprises a \$50 million credit, a \$50 million grant as well as a co-financing of \$29.062 million grant from the Global Partnership for Education (GPE).

For the past three years, the initiative has registered achievements in access to schools, along with improved teaching and learning conditions.

For instance, a steering committee which met on Tuesday, August 16, to among others track progress of the project highlighted that among the 22,505 classrooms built, a total of 11,004 units were financed under the initiative.

This, officials say, has brought an estimated 2.07 million school-age children within 2 kilometers home radius, and has also reduced student to class ratio at primary level from 73 in 2019 to 49 of 2021.

Over 100,000 laborers were employed, at a time there was socio-economic distress.

"In 20 years, approximately 46 percent of Rwanda's workforce aged 20-65 years will comprise individuals who were either in school or under the age of 5 during the pandemic, thus signaling the importance of investments and reforms done today to secure and improve learning," said Rolande Pryce, World Bank country manager, Rwanda.

"This additional financing is a continuation of World Bank's support for the Government of Rwanda's Vision 2050 agenda. It aims to play a critical role in reversing the learning losses incurred during the Covid-19 pandemic," she added.

The funds, officials said, will also be invested in the provision of innovative audio-visual programs as well as learning materials to primary school.

[eamshimwe@newtimesrwanda.com](mailto:eamshimwe@newtimesrwanda.com)

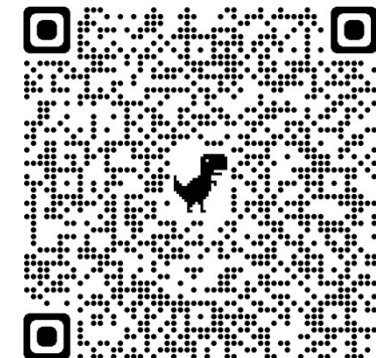
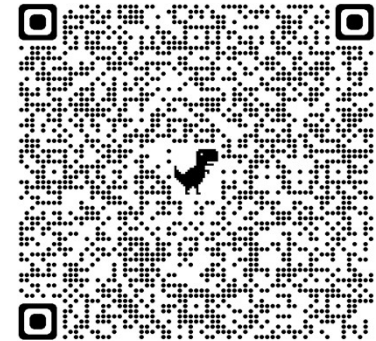
Follow @EdwinAshimwe

## News

# New research: "Numeracy crisis" could be costing the UK up to £25 billion a year

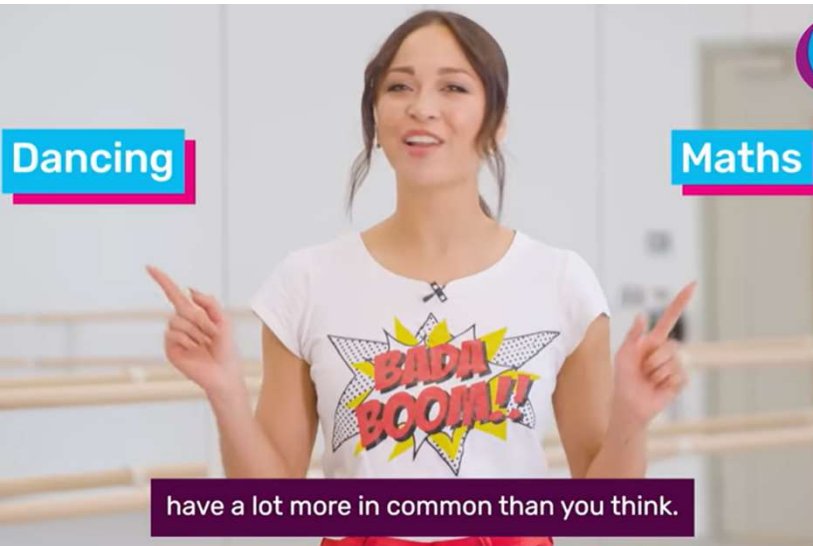
13 Apr 2021

A new research report puts the cost of low numeracy skills to the UK at as much as £25 billion per year and reveals Covid pandemic job losses have hit those with low numeracy hardest in what is being called a "numeracy crisis".



# Maths & Dancing have a lot in common!





**SAKURA SANSU**  
Interactive Mathematics  
for Rwanda  
Welcome! 1234 Naganuma

1. Number Line ( $-10$  ^  $+10$ )

2. The inverse of an integer

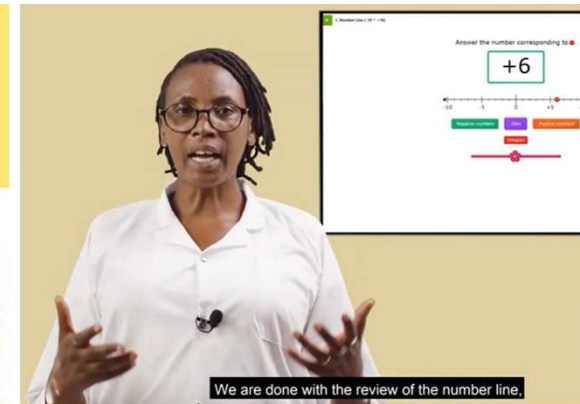
3. The inverse property of an integer

4. Distance between two integers

5. Comparing integers

6. Arrange the numbers in ascending order

7. Arrange the numbers in descending order



The inverse of  $-3$  is  

Click on the number line.

? —

Let's answer quickly.

The inverse of  $-3$  is  

The inverse of  $+3$  is  

-1	-2	-3		+1	+2	+3
-4	-5	-6	0	+4	+5	+6
-7	-8	-9		+7	+8	+9
	-10				+10	



- A big, scary Maths MONSTER
- Break it down into manageable steps --> Explanation
- Start slow, Keep practicing, having a lots of fun!
- Believe in yourself! Build your confidence!
- Keep trying until you've completely nailed it.

# Demonstration of IM

- IM (offline) with XO
- IM (online/offline) with Positivo (Windows Laptop)
- IM with Tablet (online) / Smart Phone (Android, iOS)  
as Self-Learning Device / REB E-Learning Portal / WB Scripted Lesson



**SAKURA SANSU**  
Interactive Mathematics  
for Rwanda  
Welcome! 1234 Naganuma

1. Number Line (-10 ~ +10)	5. Comparing Integers
2. The inverse of an integer	6. Arrange the numbers in ascending order
3. The inverse property of an integer	7. Arrange the numbers in descending order
4. Distance between two integers	

## Understanding

2. The inverse of an integer

SYLLABUS

The inverse of  $-3$  is

Click on the number line.

## Practice

Let's answer quickly.

The inverse of  $-3$  is

## Self-Evaluation

The inverse of  $+3$  is

-1	-2	-3	+1	+2	+3	
-4	-5	-6	0	+4	+5	+6
-7	-8	-9		+7	+8	+9
	-10				+10	



# SAKURA IM Project

## Survey Results, Achievement & Way Forward

Examined by  
2020

### Hypothesis:

Rwandan children/students can calculate quickly and accurately

- if they have a sound understanding of arithmetic concepts and algorithms
- if they repeat the problem practice.

XO/Positivo with SAKURA IM localized for the Rwandan CBC will help primary school teachers and students/learners.

### How can we localize IM to benefit more learners in Rwanda ?

Optimize IM-integrated Maths Lesson and Increase its Effectiveness to Prove the Hypothesis above.

# Highlights of IM Project Activities

2015/16 Basic Survey of “ICT for Basic Education in Rwanda”

2017

2018 **Launch** of SAKURA IM Project

2019 Localization of IM for XO, Rwanda

Teacher Training & IM Lesson – Pilot Schools

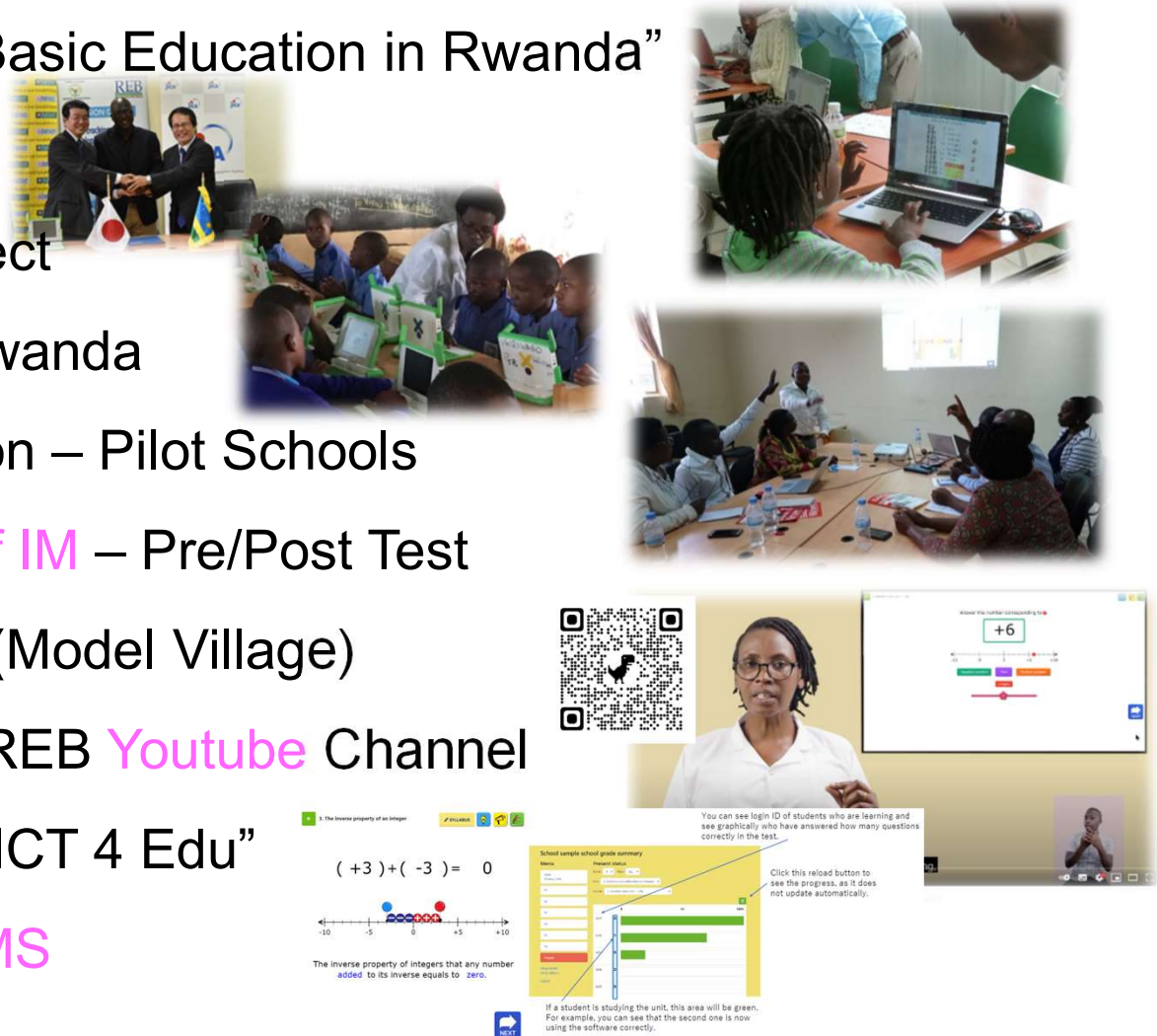
Educational **Impact of IM** – Pre/Post Test

Add **two more Pilot schools** (Model Village)

2020 Covid-19 / Model Lesson – REB **Youtube** Channel

2021 IM online / Track Trends of “ICT 4 Edu”

2022 Bootcamp, **IM online with LMS**



# Project Plan (Oct 2018-Sep 2021)

[illegible]

# Project Achievement (Oct 2018-Dec 2022)

	Output	Target	Achievement	Way Forward
1	To develop IM for Rwanda	CBC / P1-5 Eng/Kinyarwanda Working for XO	CBC / P1-5 / 51 courses English/Kinyarwanda XO (offline), Positivo (Off/Online), Tablet Online IM with LMS	CBC / P1-P6 / 208 Complement REB's eLearning Portal / WB- QBE (Scripted Lesson) IM for Learners' Device
2	To plan teacher training contents for IM	IM Teacher Training Materials, Handbook Training Plan	IM Training Framework (2days + 1wk OJT) IM Trainers IM / LMS users manual Model Lesson Video – REB Youtube	IM for Framework of REB Teacher Training (TTC, INSET, CPD)
3	To verify the educational effectiveness of IM in lessons	Pilot Schools IM lesson @ pilot sch Pre/Post Test	6 IM schools → 8 IM schools Data analysis – Pre/Post Test Boys/Girls, Grades, Fast/Slow Learners (couldn't track IM students' score / National Examination)	Further research by ACEITLMS / UR-CE
4	To formulate the business model on education market in Rwanda	Business model - Public sector - Private sector Bootcamp	Public Sec: ? Private Sec: Tablet with IM for Private Sch Bootcamp (Apr 2022, P1-3, Kigali)	Contents/HR/Finance  IM for All-in-One Projector (for Mobile SMART Classroom)

# Background and Solution with IM

- **Weak arithmetic skills**
- Insufficient explanation to help students understand math concepts
- Insufficient Calculation practice
- Insufficient care for Slow Learners
- Insufficient care for Fast Learners
- Teachers' attention does NOT reach all Learners
- Limited use of textbooks

IM

- Teacher explains the rules of calculation with IM in class
  - Children practice repeatedly
  - Teacher monitors the progress
  - Increased interaction between teacher and children
- ↓↓↓↓↓
- **Improved arithmetic skills (speed and accuracy)** regardless - gender, grade level, or performance
  - Overall classroom: conducive learning atmosphere

# Findings, Lessons learned, and Flexibility during Project Activities

- Selection of pilot schools ⇒ Add GS Kigali, GS Tabagwe
- Localization of IM (P1-5, CBC textbook compliant, English, XO compatible)
  - ⇒ Pursuit of comfortable operation even with old XO (operation was incomplete with some OS)
  - ⇒ Support smartphones (Android, iOS), Web/Online, multiple languages to meet current needs
- Teacher training (+ OJT) ⇒ Basic training completed in 2 weekend days (followed by 1 week OJT at classroom, with local trainer's guidance)
- Math class at pilot schools (type A/B) ⇒ Conducive learning environment
- Pre/Post Test ⇒ “If you do it, you can do it.” IM is a digital material that facilitates this normal process.
- Suspended for 1 year due to Covid19 ⇒ Model Lesson Video for REB Youtube Channel
- Development of LMS for IM ⇒ Experience the fruits of visualization of learning
- Track trends in other school education projects (ICT 4 Edu) ⇒ CADIE, WB-SL, RwandaEQUIP
- Pursue local business possibilities

# Features & Advantages of teaching math with IM

- “If you do it, you can do it.” regardless of Gender & Grade
- More effective when each of students has a learning device (PC/Tablet/MaraPhone with IM) at their fingertips.
- Learners practice much more (X 9) Excellent at animating the content of the unit and making it understandable.
- More frequent interaction between T & L, a lively and serious “learning atmosphere”
- Teacher’s attention reach both FL & SL.
- The class progresses faster, and neither FL nor SL are left behind.
- Learners get too absorbed. Difficult to control them in the classroom.

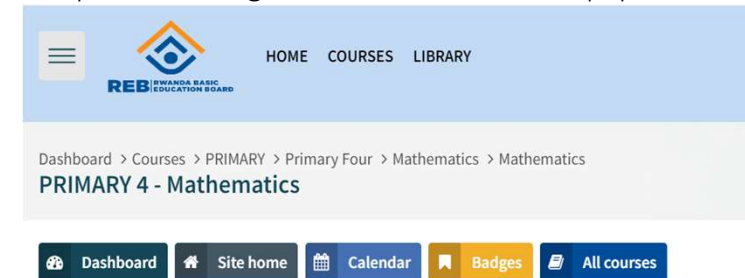
# The Way Forward

By the end of 2022, a total of 208 applications (P1-P6) will be published as new products (Project version: total of 51 applications / P1-P5)

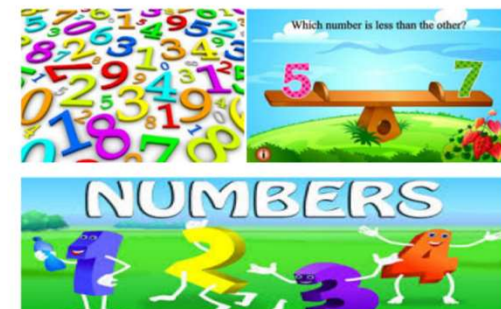
- To be Handed over to GoR
- Can be used as digital math materials to complement REB's eLearning Portal and the World Bank QBE (especially useful for learners' calculation practice and explanation of wrong answers)
- Can be Part of REB's Teacher Training Program?
- If provision of devices to learners (PCs, smartphones, tablets made in Rwanda) is considered, IM can directly support learners (realization of an environment where all children can learn anytime, anywhere).
- Local business: Discussion underway on IM subscription sales with L-devices to Private schools



<https://elearning.ict.reb.rw/course/view.php?id=387>



UNIT 1: Mathematical Operations on Whole Numbers up to 100,000



# Mobile SMART Classroom

REB's Digital Textbook with IM – On/Offline


REB eLearning Portal – P4, Math

## Effective Teaching & Self/Individual Learning



- Anytime
- Anywhere
- Sufficient Practices for Perfect Understanding
- Revision for Slow Learners
- Advanced Learning for Fast Learners
- LMS records All Learners' achievement
- Works On/Offline



EPSON EF12  
All-in-One Projector

HOME COURSES LIBRARY

UNIT 2: Positive and Negative Integers



IM

**Key Unit Competence**

A learner should be able to solve problems related to comparing, ordering and finding distance between negative and positive integers.

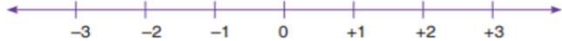
**Attitudes and values**

Appreciate the importance of using positive and negative numbers in practical contexts.

**2.1 Integer**

An integer is a number with no fractional part. Integer include all the whole numbers along with negative numbers.

We represent the integers on a number line as follows:



A set of integers includes:

1. All counting numbers (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ..... 100, ..)
2. Zero {0}
3. And the negatives of all the counting numbers (-1, -2, -3, -4, -5....)

Therefore, the set of integers is (....., -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3, .....)

Integers are made up of negative numbers, zero and positive numbers. 'Zero' is neither positive nor negative.

# **Project Activities**

## **1. Localization of IM**

# Pilot Schools & Selected Topics

## List/Type of Pilot Schools

Type A (T) GS Kicukiro, GS Nduba, Umuco Mwiza Academy, APAPER

Type B (TS) GS Kigali, GS Kacyiru II, GS Kigali, GS Tabagwe

Type C GS Rugando, Trinity Nursery & Primary

(T: POSITIVO for Teachers, S: XO for Students)

## Target Grades & Topics

P1: Number 0-99 (Comparison, Calculation)

P2: Number 0-500 (Comparison, Calculation)

P3: Number 0-2000 (Multiplications of 7,8,9)

P4 & P5: Integers (Positive & Negative Numbers)



# IM for XO

- XO has 4 hardware versions

1.0

1.5 ★ ★ ★

1.75 ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★

4 ★ ★ ★ ★ ★

- Operation System – Sugar 0.84, 0.96, 0.98,,,,,,

- IM work with XO1.5 and XO4 / Sugar 0.96 and above



# **Project Activities**

## **2. Teacher Training for IM Lesson**

# IM Teacher Training – 2 Days

- Brief on IM, Practice of IM/PC operation, Lesson Demo
  - Lesson Plan, Peer Teaching followed by Discussion
- ⇒ Capacity Building for Local Staffs to be IM Trainer
- ⇒ Development of Training Manual & Teachers Guide



# Our Observation on IM Teacher Training

- Easy to Learn How to Operate IM/PC for Maths Lesson
- Direct Impact on Teachers' Lesson and Students' Performance
- Improved Teachers Capacity (Knowledge, Skill, Attitude)
- Local IM Trainers



# **Project Activities**

## **3. Teaching Practice with IM**

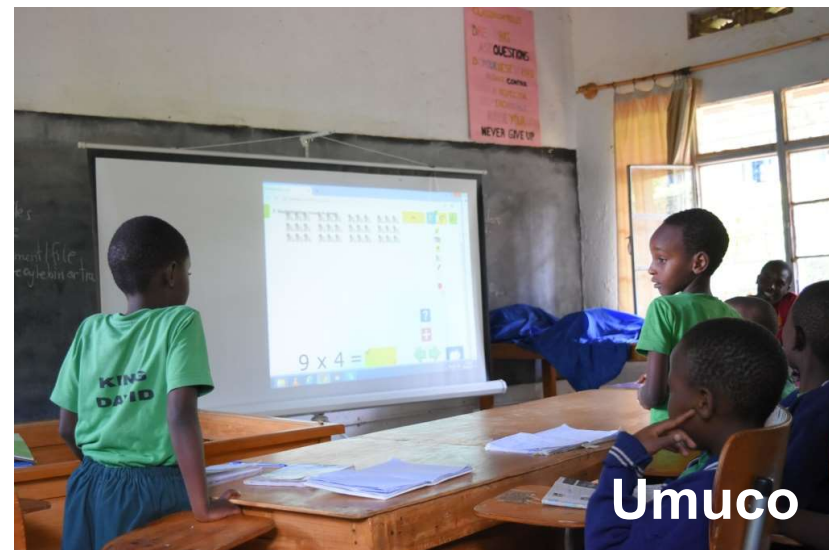
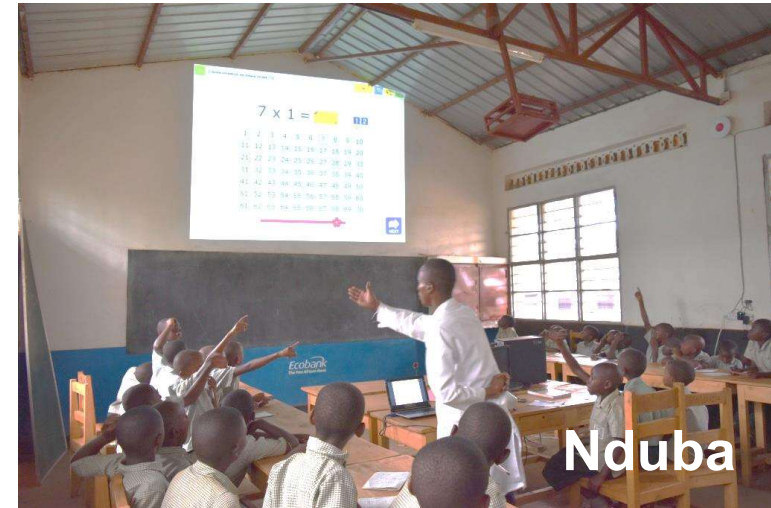
# Pilot IM Lesson (A-type)

Teacher use IM/Positivo (P1-P3)



# Pilot IM Lesson (A-type)

Teacher use IM/Positivo (P1-P3)



# Pilot IM Lesson (B-type)

Teacher use IM/Positivo & Students use IM/XO (P4-P5)



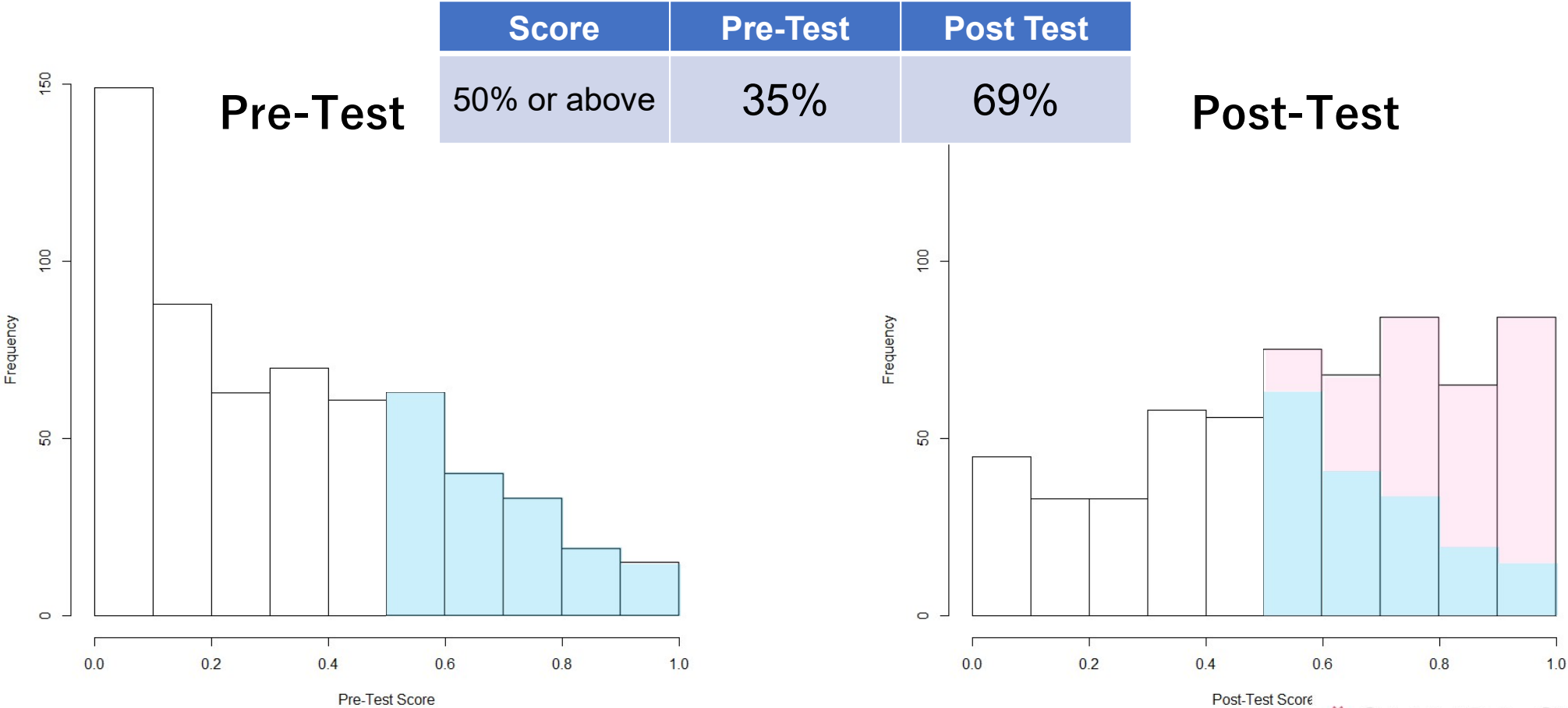
# Pilot IM Lesson (B-type)

Teacher use IM/Positivo & Students use IM/XO (P4-P5)



# Students Performed Better in the Post Test

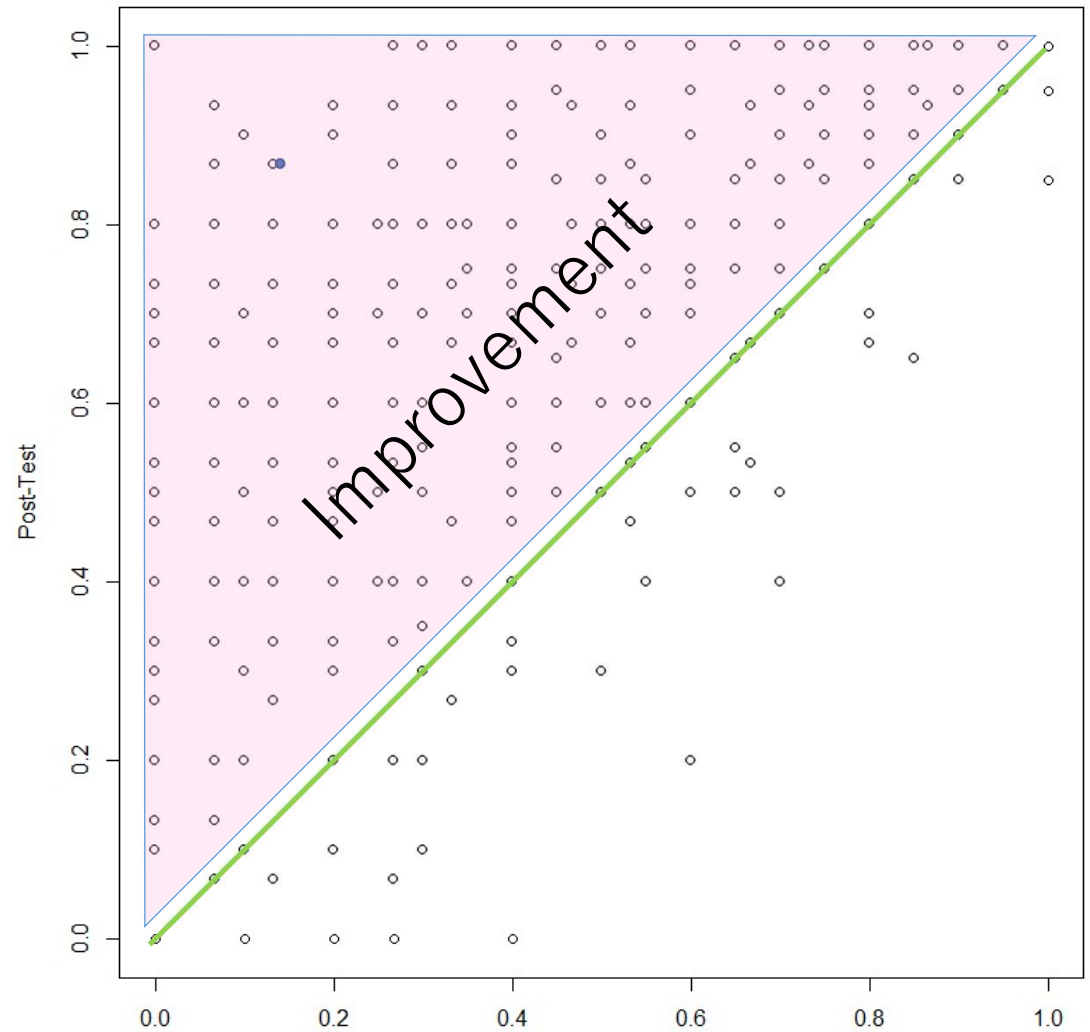
(P1/P2/P3/P4/P5)



# Most Students Improved Test Scores



(P1/P2/P3/P4/P5)



Pre-Test

# Test Score Comparison - Pilot / Control

	School	No of Students	Pre (%)	Post (%)	Difference	D in D	
P1	Pilot	262	22.1	46.9	+24.8	+15.6	
	Control	224	18.3	27.5	+9.2		
P2	Pilot	179	31.8	41.0	+9.2	+3.7	
	Control	92	23.9	29.4	+5.5		
P3	Pilot	157	28.7	50.2	+21.5	+9.3	
	Control	57	19.2	31.4	+12.2		
P4	Pilot	284	19.9	63.1	+43.2	+15.9	
	Control	126	19.7	46.9	+27.3		
P5	Pilot	333	50.1	68.0	+17.9	+8.7	
	Control	135	44.4	53.7	+9.2		

# Summary of Pre/Post Test Score

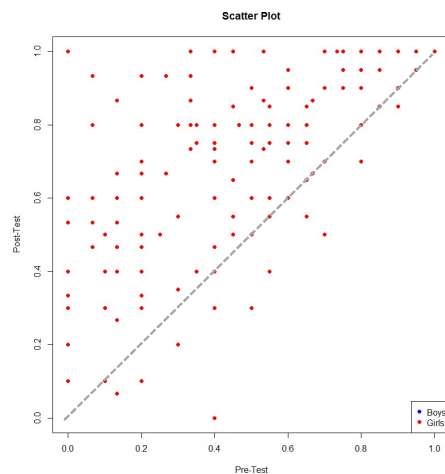
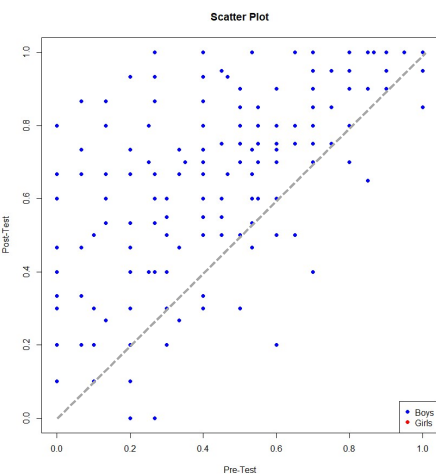
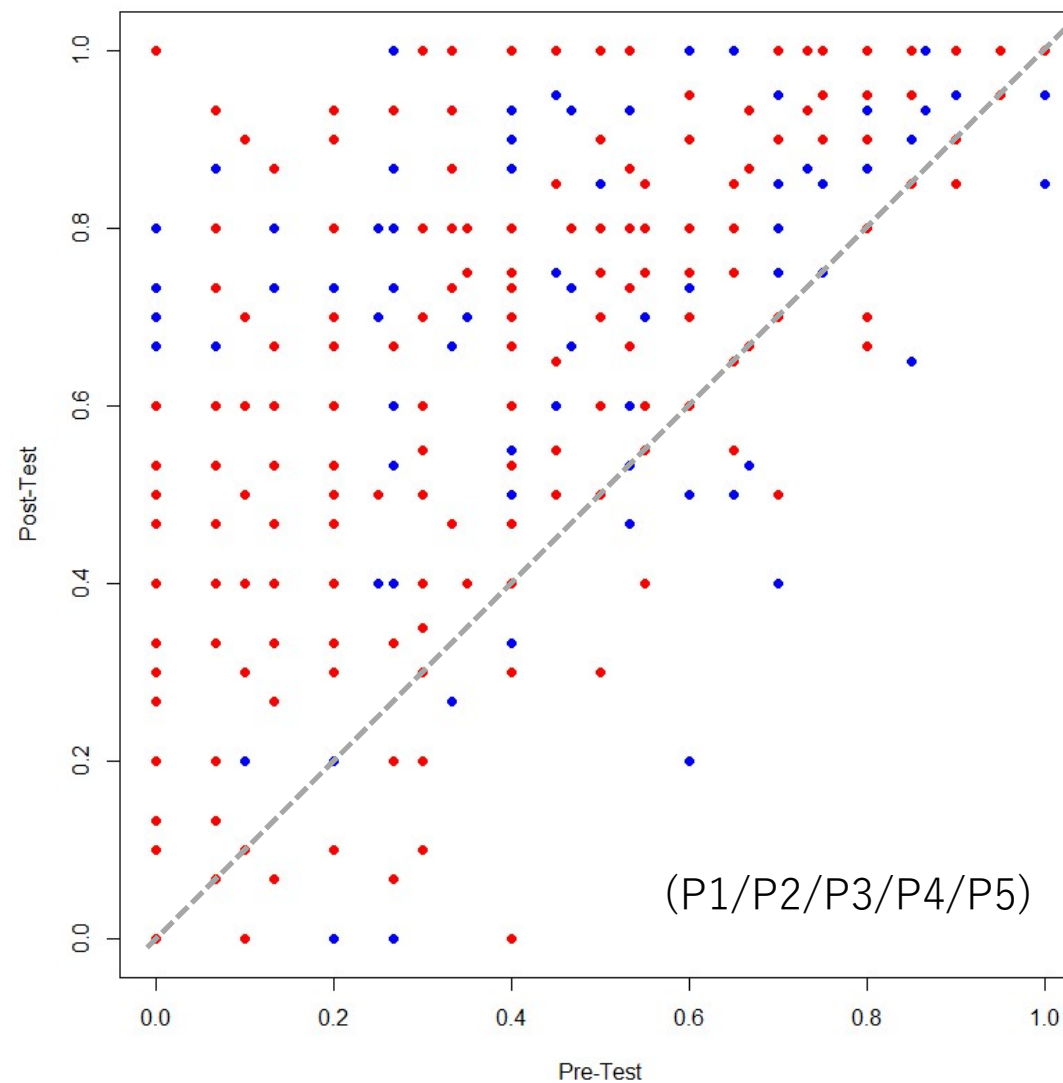


	Pilot School	Type	Pre(%)	Post(%)	Difference
P1	Kicukiro (1B)	A	14.0	34.3	+20.3
	Kicukiro (1C)	A	18.8	39.8	+21.0
	Kicukiro (1D)	C	18.3	24.1	+5.8
	APAPER	A	23.2	53.6	+30.4
	Trinity	C	15.7	30.0	+14.3

Scatter Plot

# Boys/Girls

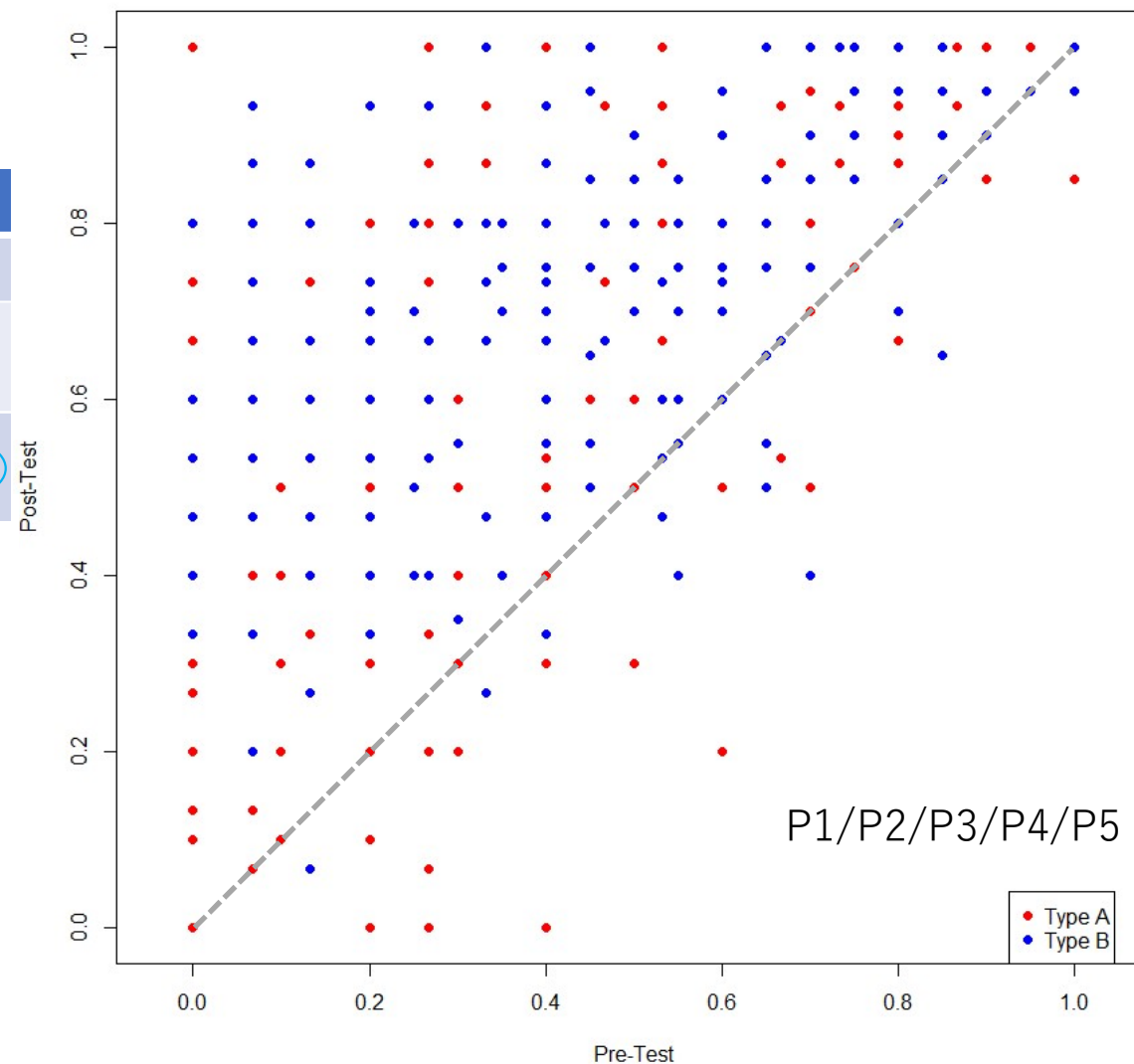
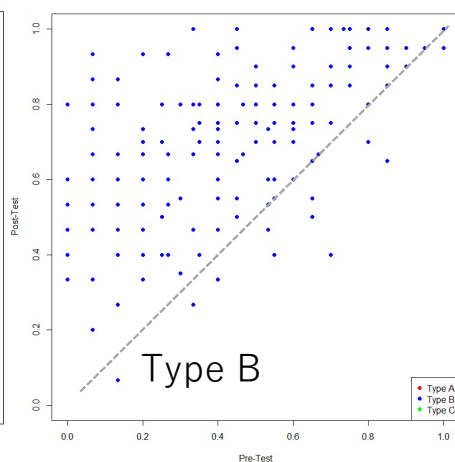
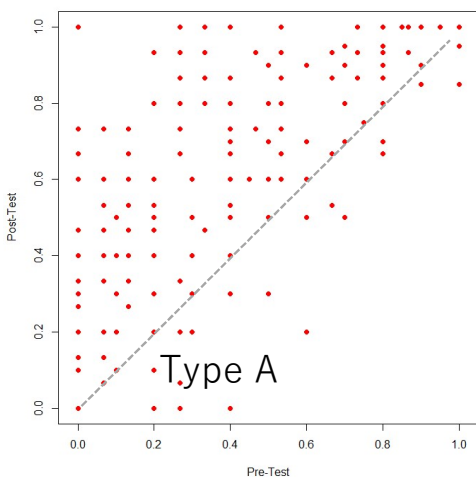
	Mean Score			Variance	
	Pre	Post	$\Delta$	Pre	Post
Boys	37.3%	61.8%	+24.5	0.0729	0.0743
Girls	34.7%	58.5%	+23.8	0.0701	0.0774



Scatter Plot

# Pilot Type

	Mean Score			Variance	
	Pre	Post	$\Delta$	Pre	Post
A	32.8%	55.4%	+22.6	0.0748	0.0906
B	42.2%	69.2%	+27.0	0.0605	0.0367



# How Students Answered the Test Paper?

## Pre-Test

## Post-Test

06 ~~9/10~~ (08/15)

SAKURA Interactive Mathematics Project - Test for P3

Izina ry'umunyeshuri..... Dushimiriimana David

Nimero y'umunyeshuri..... Igitsina: ☐ Gore ☐ Gabo (30 min)

1. Kora imibare ikurikira.

$$\begin{array}{r} 258 \\ + 634 \\ \hline 892 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 29 \\ - 24 \\ \hline 05 \end{array}$$

2. Uzuza mu kazu ☐.

$7+7+7 \rightarrow 7 \times 3$

$9+9+9+9+9+9+9 \rightarrow 9 \times 7$

3. Kora imibare ikurikira.

$7 \times 3 = 21$   $7 \times 8 = 46$   $8 \times 4 = 32$

$8 \times 6 = 48$   $9 \times 2 = 18$   $9 \times 7 = 63$

4. Uzuza mu kazu ☐.

[[Ikuba]]

	0	1	2	3	4	5	6	7
$\times 8$	21	22	23	24	25	26	27	22

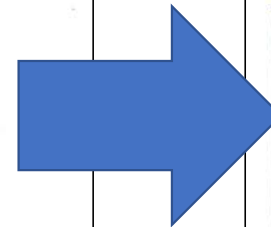
[[Igabanya]]

	7	14	21	28	35	42	49
$: 7$	50	51	52	53	54	55	56

5. Kora imibare ikurikira.

$$\begin{array}{r} 4 \\ 197 \\ \times 7 \\ \hline 1379 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 146 \\ \times 13 \\ \hline 18968 \end{array}$$

Handwritten calculations and drawings of beans are visible on the back of the page.



SAKURA Interactive Mathematics Project - Test for P3

Izina ry'umunyeshuri..... Dushimiriimana David

Nimero y'umunyeshuri..... 6 Igitsina: ☐ Gore ☐ Gabo (30 min)

1. Kora imibare ikurikira.

$$\begin{array}{r} 258 \\ + 634 \\ \hline 892 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 29 \\ - 24 \\ \hline 05 \end{array}$$

2. Uzuza mu kazu ☐.

$7+7+7 \rightarrow 7 \times 3$

$9+9+9+9+9+9+9 \rightarrow 9 \times 7$

3. Kora imibare ikurikira.

$7 \times 3 = 21$   $7 \times 8 = 46$   $8 \times 4 = 32$

$8 \times 6 = 48$   $9 \times 2 = 18$   $9 \times 7 = 63$

4. Uzuza mu kazu ☐.

[[Ikuba]]

	0	1	2	3	4	5	6	7
$\times 8$	21	22	23	24	25	26	27	22

[[Igabanya]]

	7	14	21	28	35	42	49
$: 7$	50	51	52	53	54	55	56

5. Kora imibare ikurikira.

$$\begin{array}{r} 464 \\ 197 \\ \times 7 \\ \hline 1379 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 146 \\ \times 13 \\ \hline 18968 \end{array}$$

No writing at the back

# How Students Answered the Test Paper?

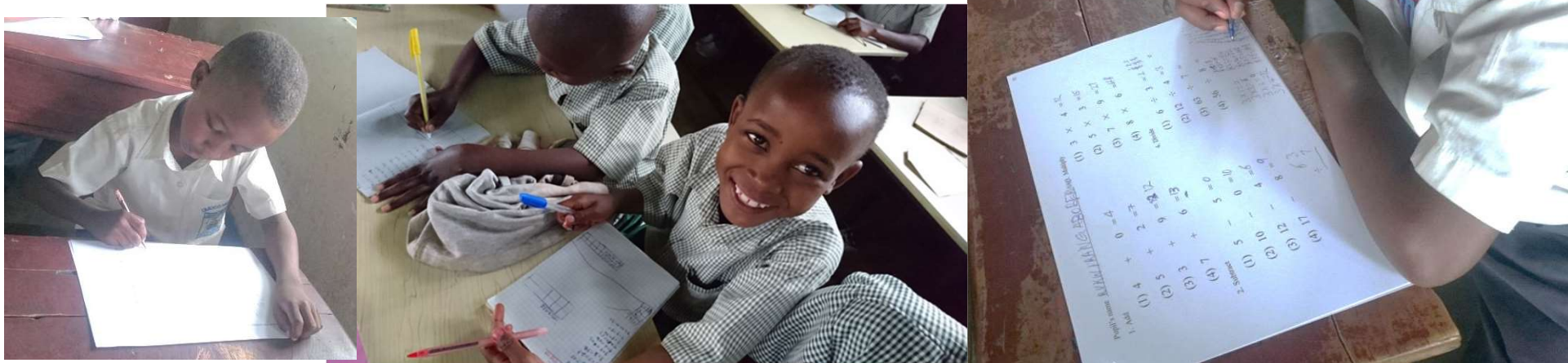
(1) $\begin{array}{r} \times 359 \\ +236 \\ \hline 5815 \end{array}$	(2) $\begin{array}{r} \times 146 \\ +439 \\ \hline 5715 \end{array}$
(4) $\begin{array}{r} \times 832 \\ +129 \\ \hline 9511 \end{array}$	(5) $\begin{array}{r} \times 747 \\ +227 \\ \hline 9614 \end{array}$
(6) $\begin{array}{r} \times 248 \\ +434 \\ \hline 6712 \end{array}$	(7) $\begin{array}{r} \times 302 \\ +689 \\ \hline 9911 \end{array}$

(1) $\begin{array}{r} 359 \\ +236 \\ \hline 595 \end{array}$	(2) $\begin{array}{r} 146 \\ +439 \\ \hline 585 \end{array}$	(3) $\begin{array}{r} 284 \\ +709 \\ \hline 993 \end{array}$
(4) $\begin{array}{r} 832 \\ +129 \\ \hline 961 \end{array}$	(5) $\begin{array}{r} 747 \\ +227 \\ \hline 974 \end{array}$	
(6) $\begin{array}{r} 248 \\ +434 \\ \hline 682 \end{array}$	(7) $\begin{array}{r} 302 \\ +689 \\ \hline 991 \end{array}$	(8) $\begin{array}{r} 248 \\ +425 \\ \hline 673 \end{array}$

# What happened to the Students?

Class	Students	Circle / Bar in the Test Paper			More Mental Arithmetic
		Reduced	Much Reduced	Total	
P3B	26	14	3	17	65.4%
P3C	31	21	1	22	71.0%

68.4% of P3 students improved Calc. ability.  
**[by starting Mental Arithmetic]**



# Influence of IM in Teaching/Learning



- Change for Teachers

- Enjoy Teaching Mathematics
- Improved Teaching Skill
- Attitude/Motivation to Teach
- $\Rightarrow$  **Competent & SMART Teachers!**

## ICT/IM Will Improve T/L of Maths in Rwanda



- Change for Students

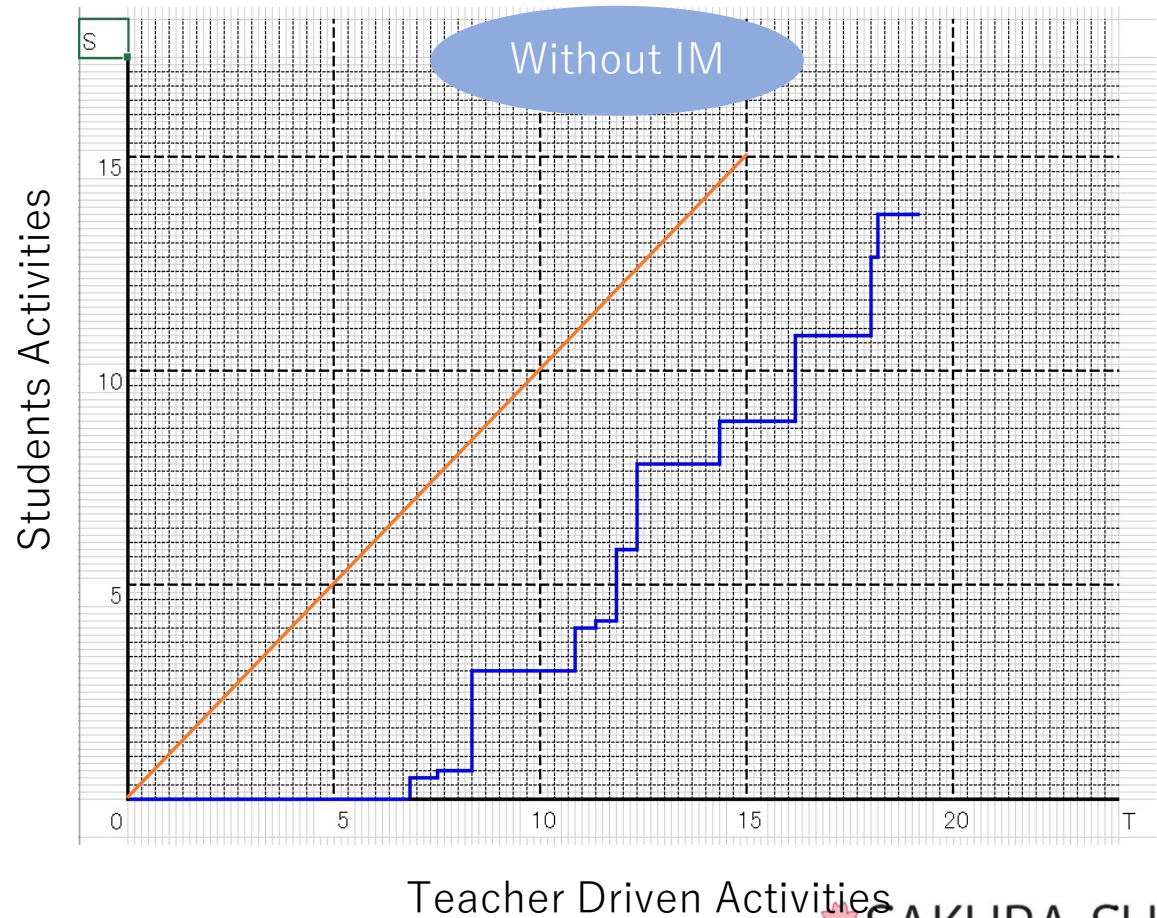
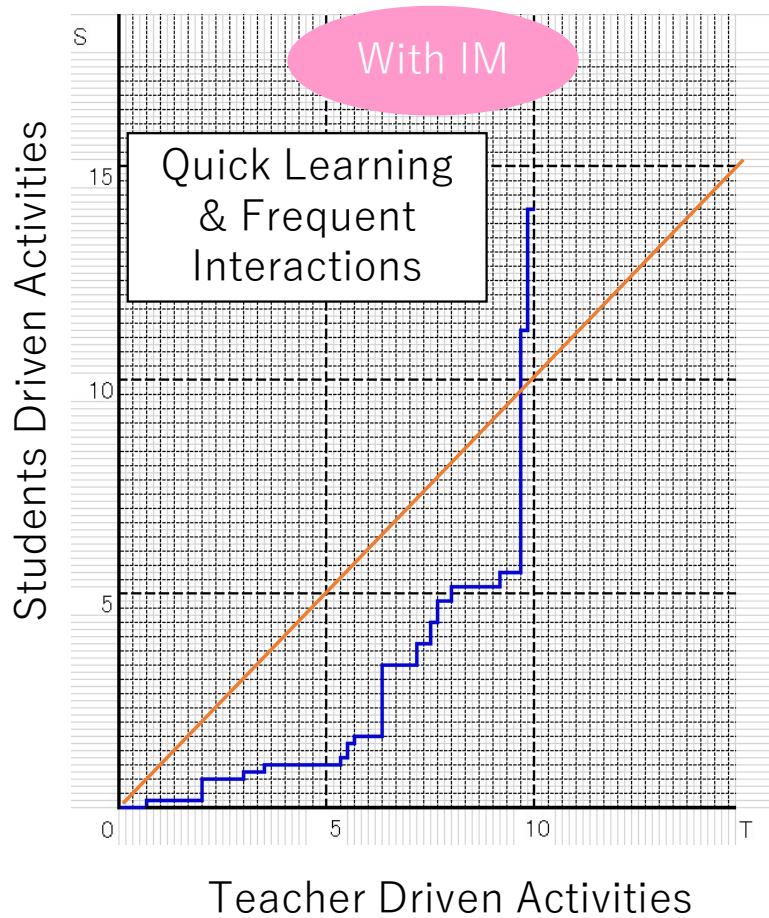
- Strong Foundation (Basic Concept & Mental Arithmetic)
- Helping Each Other
- Joy of Understanding/Achievement
- Concentration during Maths Lesson
- $\Rightarrow$  **Competent & SMART Students!**

# Students enjoy teaching/assisting each other

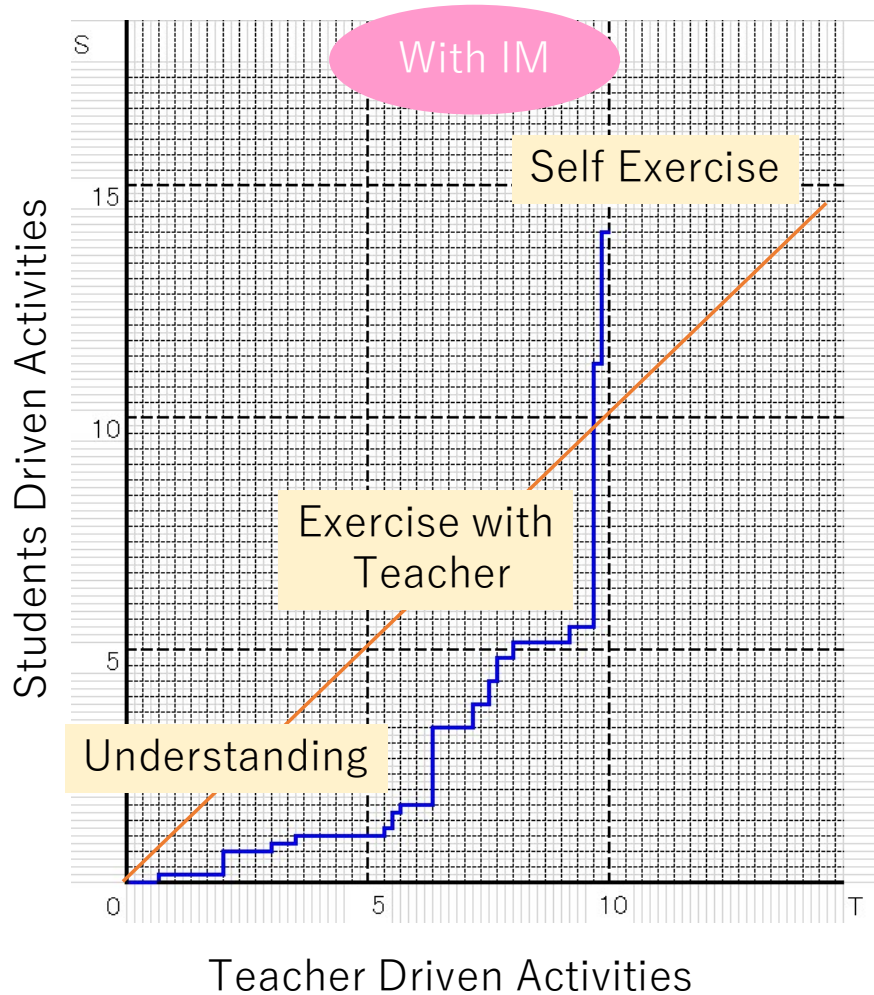


**With conducive classroom environment,  
Students begin active learning to solve problems  
– Collaborative & Interactive**

# Analysis of Teacher-Students Activities



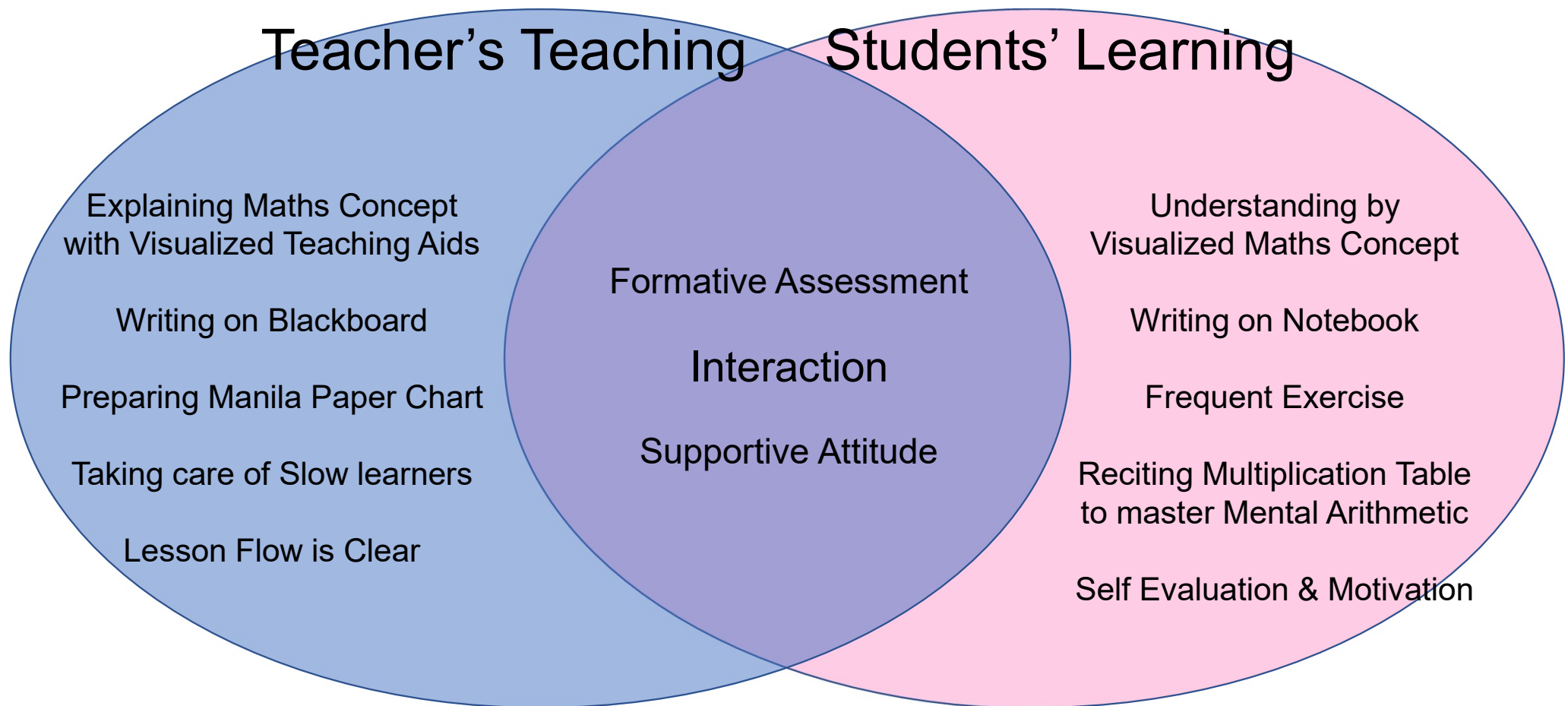
# Analysis of Teacher-Students Activities



## Frequency of Exercise (Estimated)

- 8 in 40 min (No IM)
- ⇒ 32 in 40 min (Teacher Only)
- ⇒ 70 in 40 min (Both T & S)

# Before/After IM Lesson



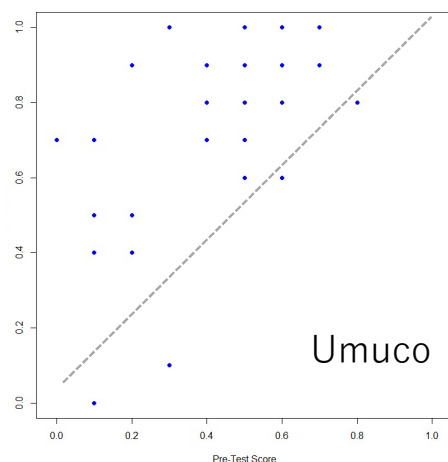
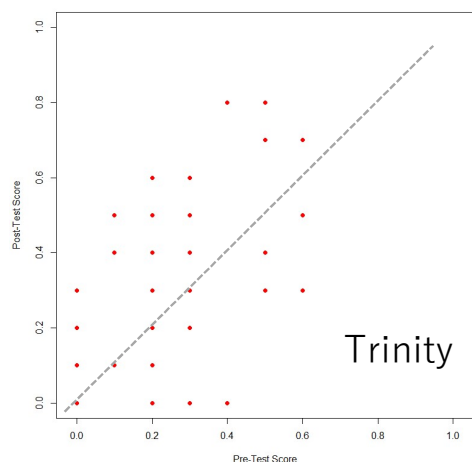
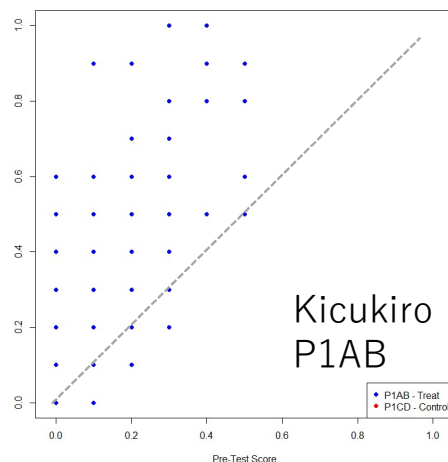
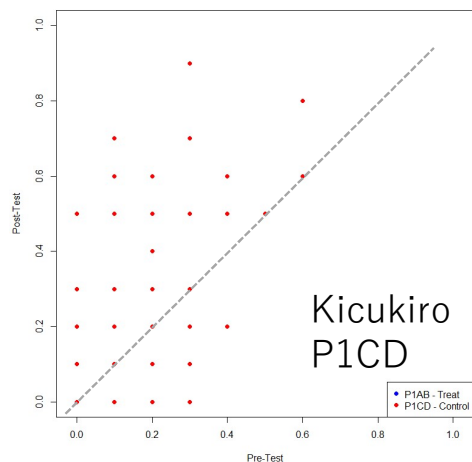
# Characteristics of IM Lessons

- Clear Lesson Structure (Understanding / Exercise / Evaluation)
- Teaching Style - Interactive and Students-centred Lesson
- Classroom Atmosphere (Students: Competitive  $\Rightarrow$  Supportive)
- Feedback/Evaluation for T/S  $\Rightarrow$  Formative Assessment
- Frequent Exercise (Estimated:  $8 \Rightarrow 32 \Rightarrow 70$  in 1 lesson) – LMS
- Help Students to master mental arithmetic
- Assurance of Individual Learning Opportunity
  - Work both for Fast Learners & Slow Learners

# Grade 1

Without IM

With IM

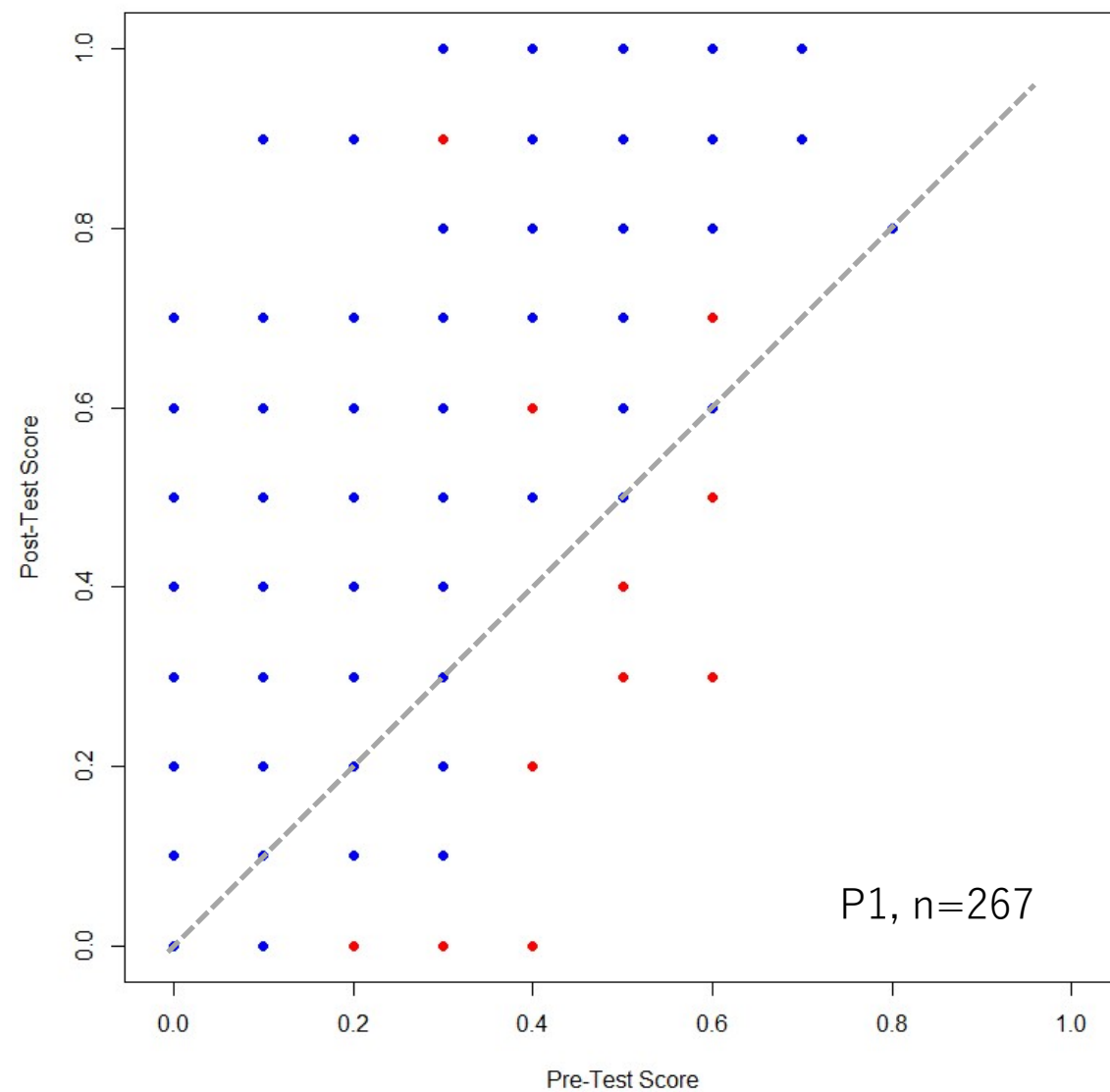
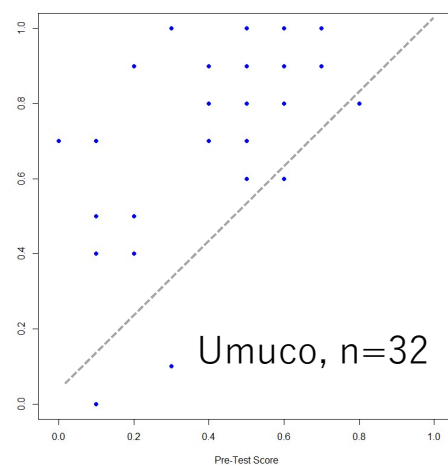
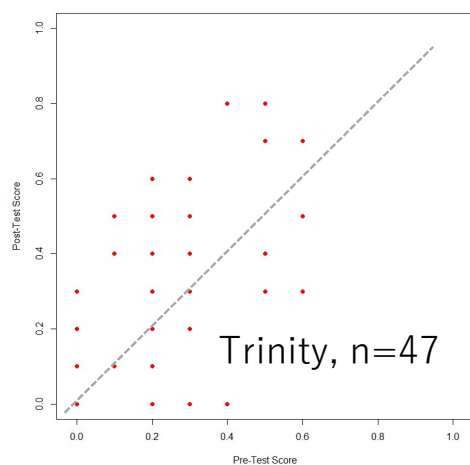
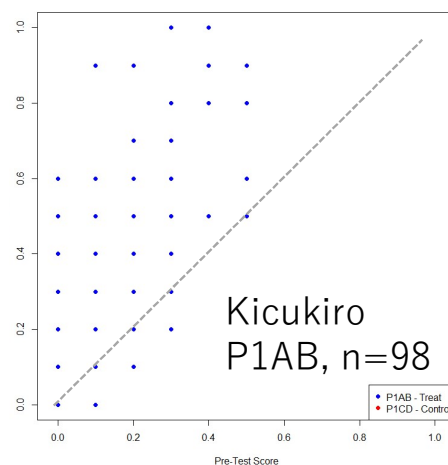
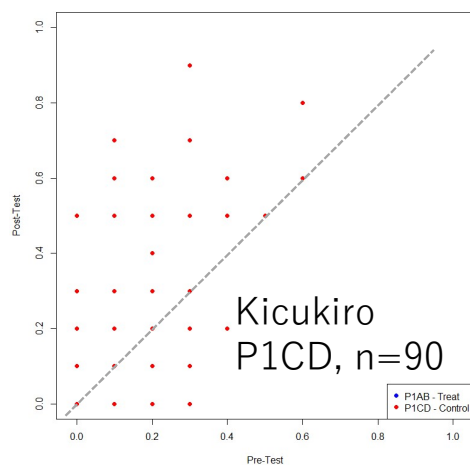


			June	Aug	
	Pilot School	n	Pre (%)	Post (%)	$\Delta$
With IM	Kicukiro (AB)	98	17.0	40.5	+23.5
	Umuco	32	41.9	72.7	+30.8
Without IM	Kicukiro (CD)	90	18.1	26.4	+8.3
	Trinity	47	26.0	32.3	+6.3

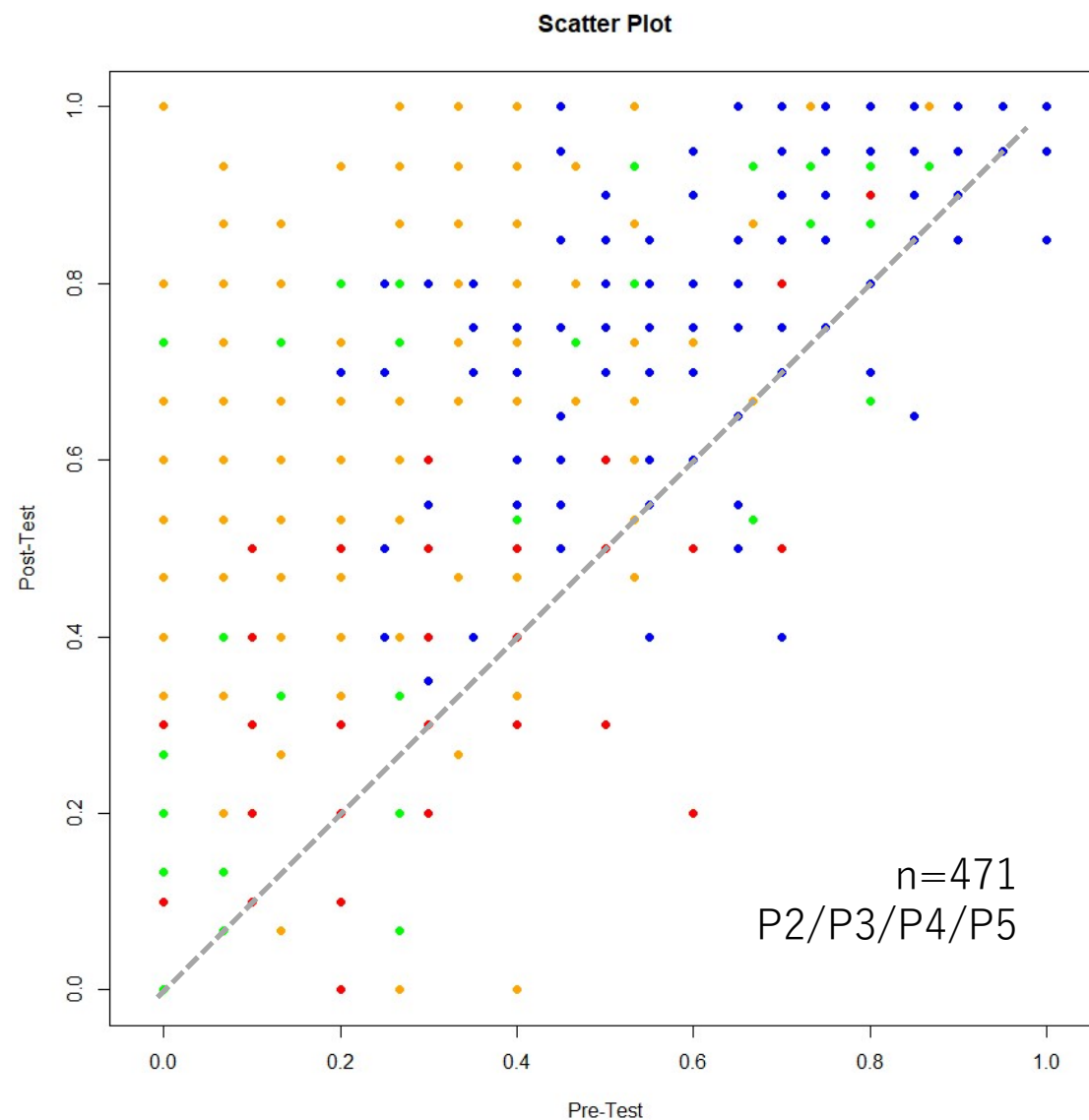
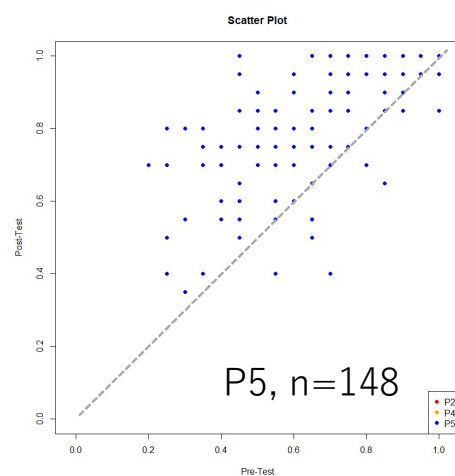
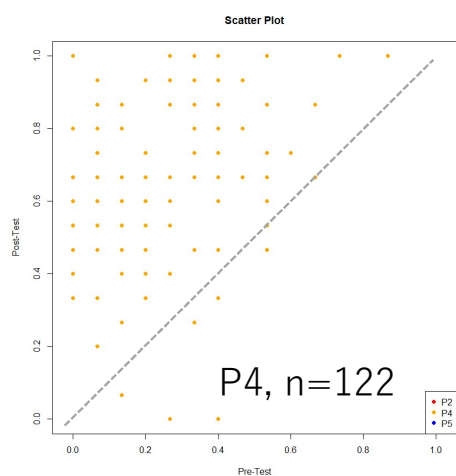
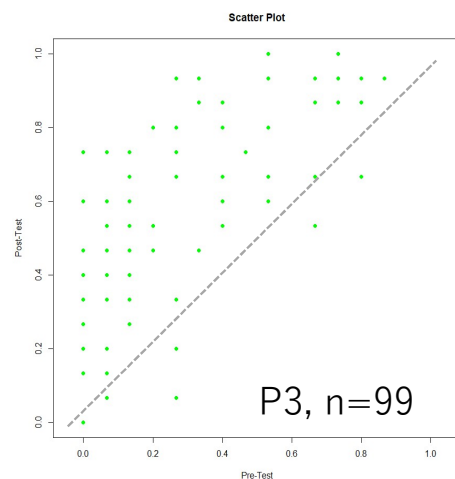
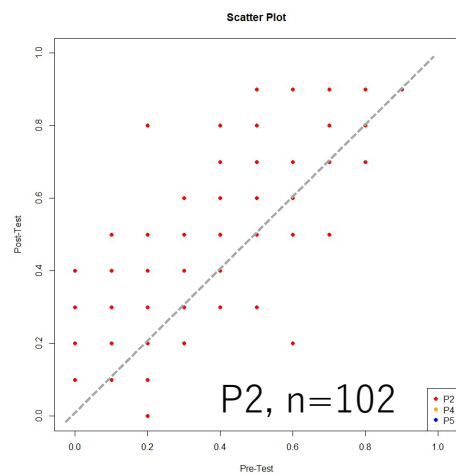
# Grade 1

Without IM

With IM



# Grade 2, 3, 4, 5



# **Other Related Information**

# Learners Group with IM

	2019	2020	2021	2022
<b>S1</b>				Kmr, Umc
<b>P6</b>			<b>Kmr, Umc</b>	<b>Kmr, Umc, App, Kac, Tbg</b>
<b>P5</b>	Kmr, Umc	+ App, Kac, Tbg		Ndb, Umc, App, Kac, Tbg
<b>P4</b>	Kmr, Umc	+ App, Kac, Tbg		Kic, Umc, Ndb, App
<b>P3</b>	Ndb, Umc	+ Ndb, App		Kic, Umc, Ndb, App
<b>P2</b>	Kic, Umc	+ Ndb, App		Kic, App
<b>P1</b>	Kic, Umc	+ Kic, App		

# ICT for Education



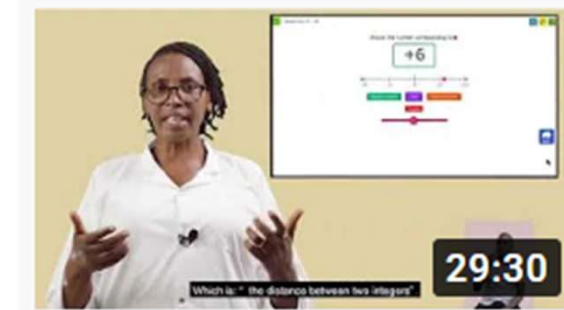
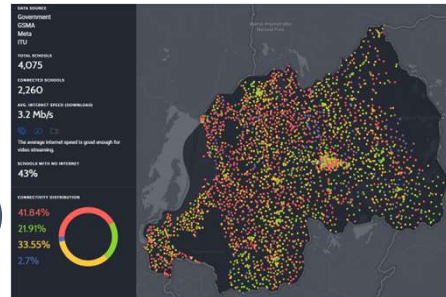
- One Laptop Per Child / Teacher
- SMART Classroom
- REB e-Learning Platform (Digital Textbook, Science v.Lab)
- REB Youtube Channel (TV, Radio, Web)
- Question Bank / CA-MIS (Assessment)
- SDMS (School Data Management System)



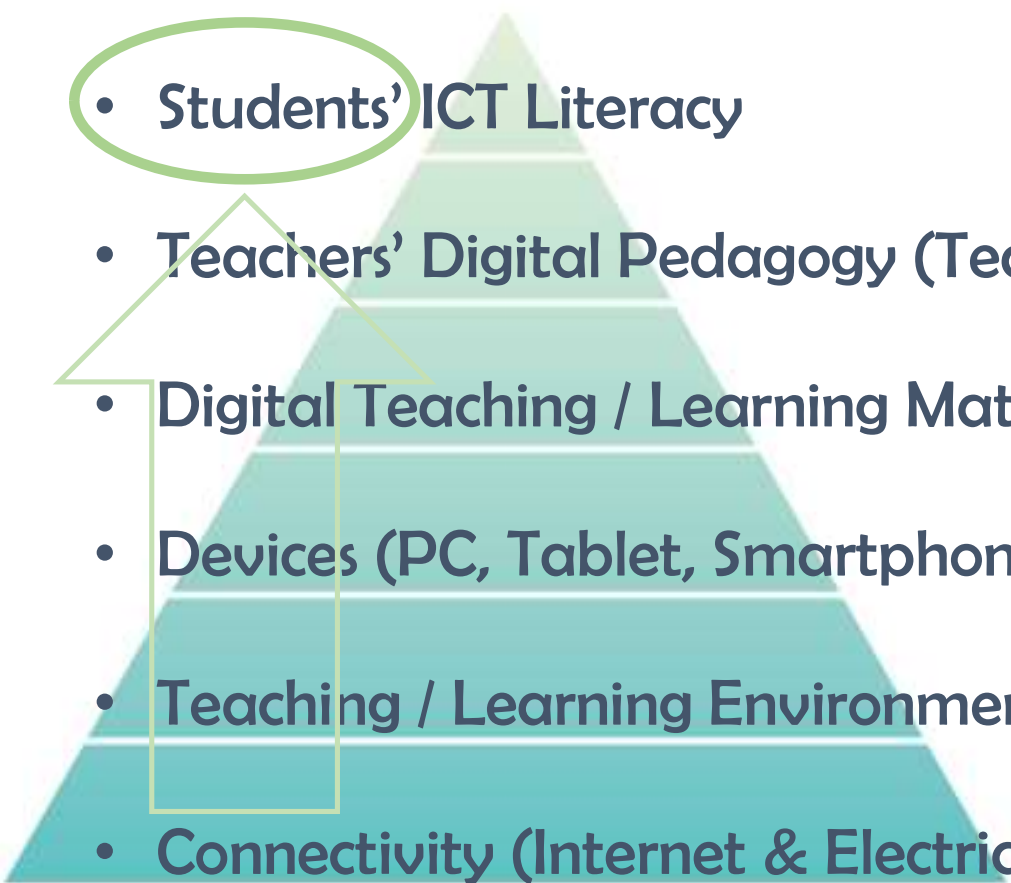
# ICT for Education



- UNESCO ICT Competency Framework for Teachers SMART Classroom
- GIGA (UNICEF, ITU)
- CADIE Project (KOICA)
- WB – QBE Project (Scripted Lesson / teacher training)
- SAKURA-SHA Interactive Mathematics Project (JICA)
- RwandaEQUIP Project (PrePri, P1 – P6)



# ICT for Education

- 
- Students' ICT Literacy
  - Teachers' Digital Pedagogy (Teacher Training)
  - Digital Teaching / Learning Materials (Textbook, Teachers Guide, etc)
  - Devices (PC, Tablet, Smartphone, Projector, etc)
  - Teaching / Learning Environment (School, Community & Home)
  - Connectivity (Internet & Electricity)

# Reasons & Situations for Using ICT for School Education

- 9 types of ICT utilization
- Scenes in which Sakura IM plays an active role (advantages compared to other projects)

If students practise questions that match their level of understanding using ICT, they will acquire a 'pattern' for solving exercises and will be able to solve them quickly and accurately. This leads to a deeper understanding of concepts and theories. In addition, the learners receive a lot of feedback on their correct answers, which invariably increases their self-esteem => they feel the joy of learning and acquire the internal motivation to learn on their own.

## Other Project (ICT for Edu)



- CADIE Project - KOICA
- WB QBE : Scripted Lesson
- RwandaEquip Project
- PRISM Project - JICA

IM as a complementary math T/L aids to the digital T materials developed by the above-mentioned projects (especially for children's calculation practice and feedback commentary to slow learners)

# 9 Types of ICT Utilization – Purpose & Situations

Type	Purpose	Situations	
1	Raising interest (Engagement)	Various contents (by experts / outsourced) Connection between daily life and classes (teacher's own work) Animation, Sound	★
2	Motivation	Gamification (point system, candy and whip) Feedback/encouragement from teachers	★
3	Promotion of Understanding	Explanation by video/animation Simulation, 2-D ⇒ 3-D	★
4	Improving Class Efficiency	Class preparation (lesson plan) Presentation of assignments Submission, collection, and automatic marking of assignments	★
5	Progress & Comprehension Checks	Provide learning contents suitable for each student's achievement Visualization of students' learning process Support for teacher's class observation/assessment	★

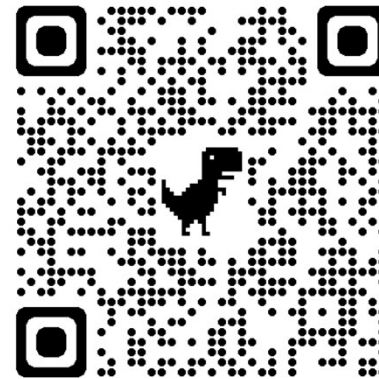
# 9 Types of ICT Utilization – Purpose & Situations

Type	Purpose	Situations
6	Augmentation of Teaching Materials	Use of previously unavailable teaching materials (museums, videos of dangerous experiment demonstrations) Use of teaching materials that are appropriate to the school environment Eliminate quantitative limitations Links to external resources 
7	Augmentation of means of expression and thinking	Expression: writing, presentation, elaboration Thinking: hypothesis, data collection, simulation, analysis, interpretation, trial and error
8	Expansion of Information sharing means	Information exchange in class Communication with home/parents Information sharing among staffs
9	Expansion of Learning Environment	Free from time limit Free from the limitation of place (SCR => classroom => home) Connecting school and outside (use of outside personnel) 

SAKURA IM worth LMS Project (P5, Maths)

# What is your evaluation?

<https://youtu.be/cloDOUeoACA> (18:00 - , 28:00-)



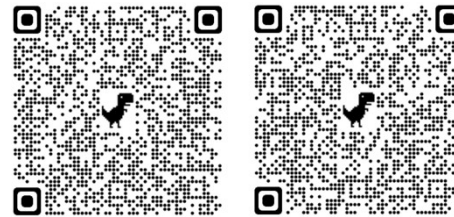
Type	Purpose
1	Raising interest (Engagement)
2	Motivation
3	Promotion of Understanding
4	Improving Class Efficiency
5	Progress & Comprehension Checks
6	Augmentation of Teaching Materials
7	Augmentation of means of expression and thinking
8	Expansion of Information sharing means
9	Expansion of Learning Environment

# Photos & Videos of Project Activities

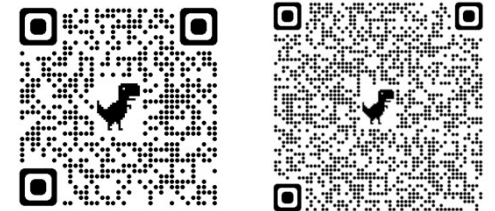
- Teacher Training



- IM Lesson at 10 pilot schools



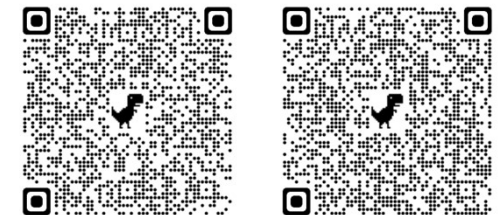
- Participation in TICAD & TAS



- Creation of Youtube videos



- Boot camp (Market research, Apr 2022)

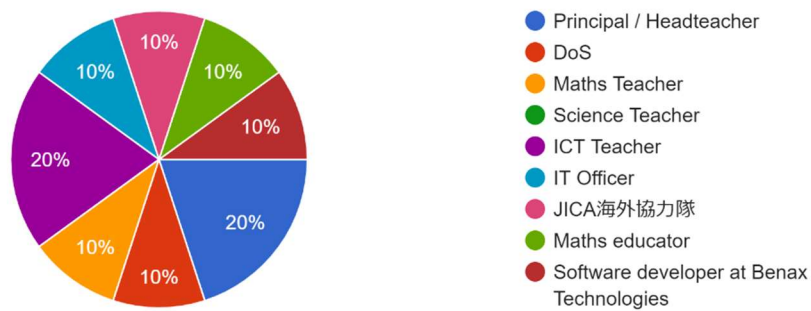


## Questionnaire SAKURA IM Project Workshop, Aug 2022

## 10 Participants responded

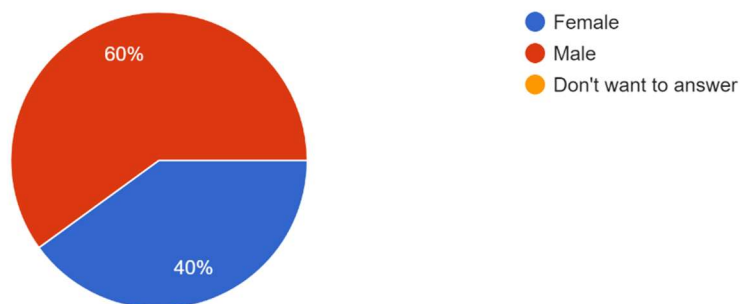
## Position

10 件の回答



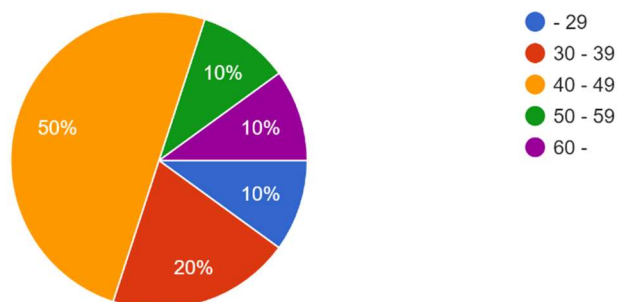
## Sex

10 件の回答



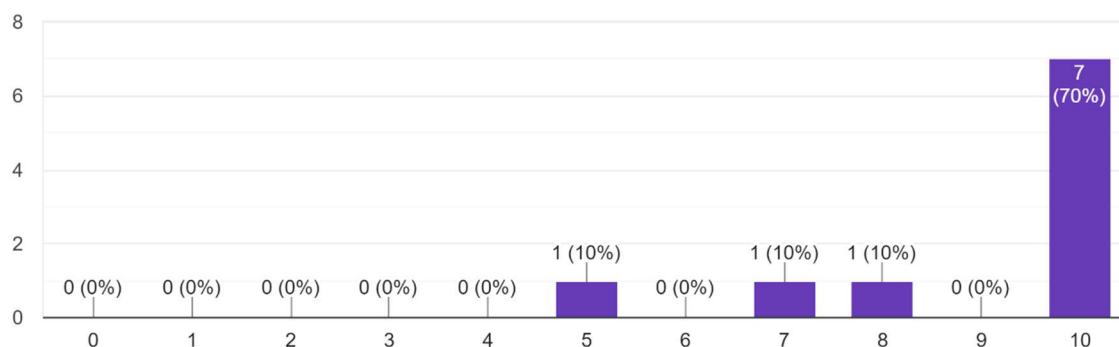
## Age

10 件の回答



## Q1. How likely will you recommend this Workshop to your teacher colleagues?

10 件の回答



## Q2. Why Q1? Please explain why you gave us this score.

Because this workshop shows us how we can make our own materials/tools for making mathematics easy for learners

算数に対する意欲を高め方など大変勉強になりました。是非ウムチョムの授業でも行えたらと思います。

講習内容は興味深いものでしたが、同僚の教える生徒は学年がだいぶ上なので、内容そのものが彼らのスキルアップや生徒の学力向上にはつながらないかなとは思う。  
別の生かす道を考えたい。

To improve our professionalism in maths teaching

Some aspects of training preservice teachers on the integration of ICT in teaching math or numeracy

Because all participants participated actively and fully understand the content

1. The Interactive Mathematics methodology engages learners; even the slowest learner can participate.
2. The IM is innovative: teacher and learners are highly motivated.
3. I would like to recommend this Innovative teaching method all over Rwandan schools
4. Thank you

I learned how to make a quick learning and teaching material which can help learners to understand well the concept of Mathematics

During the work I felt motivated to learn more and more. I only wished we would continue learning but only time was limited.

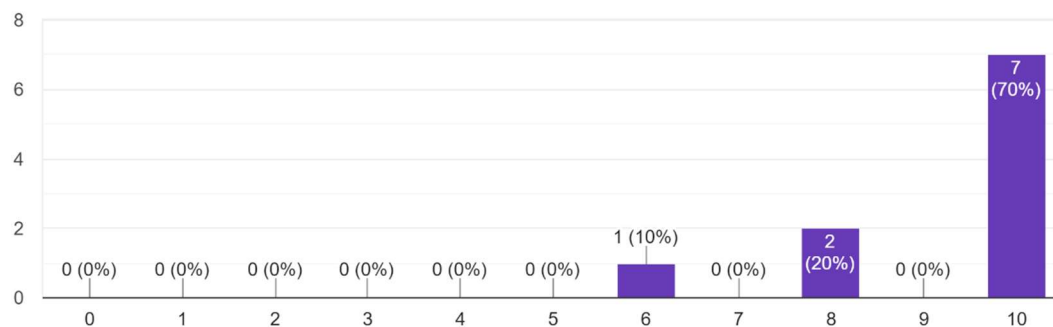
The workshop inspired me how to be creative and inventive during teaching.  
I also learned how IM help even slow learners to do better.

All participants participated actively and fully understood the content delivered however time should be increased to complete all activities

Q3. Based on your whole activities in this Workshop, please score according to your level of satisfaction about each program listed below.

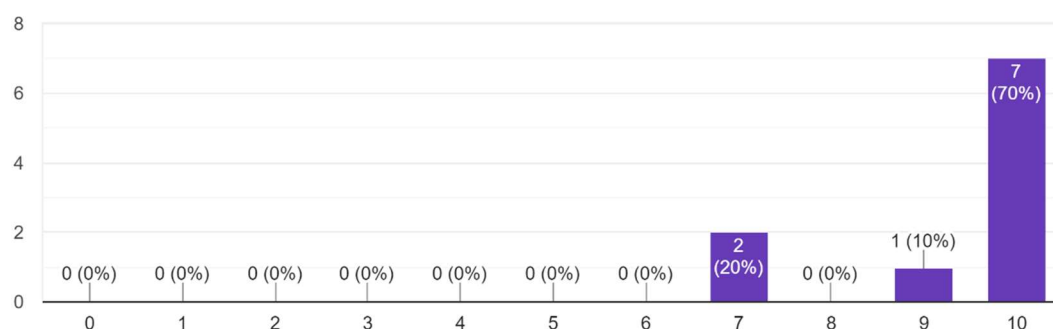
#### Brief Presentation of SAKURA IM Project Achievement, and IM demonstration

10 件の回答



#### Improvised Maths Teaching Aids Workshop - 1. 不等号さかな君

10 件の回答



Q4. If you have any comments to this Workshop, please tell us the points to be improved.

今日はありがとうございました。

同僚に日本の算数教育の一端を知ってもらうのが目的で紹介したのですが、二人とも出れず申し訳なかったです。一方で内容は興味深く、何かの形で協力隊活動にも行かせられたらと考えています。ありがとうございました。

I attended in the middle of the workshop when some sessions were ended. But since I am working with Innocente, I am aware of IM and its positive impact on students learning

I felt like I want to start again learning Mathematics guided by SAKURA-SHA

We enjoyed the workshop but the time was too short.

It took minutes to learn a lot.  
What if it was made long like some hours?

Rwanda Basic Education Board

## **Summary Report**

Republic of Rwanda

Verification Survey with the Private Sector  
for Disseminating Japanese Technologies  
for Utilization of ICT to Improve the Quality  
of Primary Mathematics Education in Rwanda

September, 2022

Japan International Cooperation Agency

SAKURA-SHA K. K.

## 1. BACKGROUND

As noted by the Republic of Rwanda national policy of Vision 2020, Rwanda aims at transforming from an “agriculture-based economy” to a “knowledge-based society” to achieve the status of a middle-income country by 2020. It places ICT at the heart of the transformation across all sectors, and it has selected ICT as one of the key enablers that help achieve the development.

The use of ICT in Education is regarded as a strategic lever to promote the improvement of the quality of education for achieving the transformation (SMART Education policy 2015 and ICT in Education policy 2016). The key program implemented in the Education sector is known as “SMART Classroom”.

According to these national policies, the existing Education Sector Strategic Plan (ESSP) calls for 3 strategic goals to be addressed for education to fulfil its potential in the development of Rwanda;

- To expand access to education at all levels.
- To improve the quality of education and training.
- To strengthen the relevance of education and training to the labor market including the insertion of 21st-century skills.

However, Rwanda still faces some problems in primary Mathematics education, which is the foundation to develop the Science and Technology human resource mentioned in Vision 2020. Although the One Laptop Per Child (OLPC) program has been implemented to improve primary education using ICT, the utilization of laptops in actual lessons in classrooms has not been effective enough. Although In-Service Teacher Training has been implemented to include the contents to utilize ICT in classrooms, the expected results have not been seen yet. As a result, these activities for utilizing ICT in Education are not linked effectively to improve the quality of education.

SAKURA-SHA K.K. (hereinafter called “SAKURA”) has already conducted a Feasibility Survey assisted by JICA in 2016 to find the solutions to the challenging issues of ICT in Education, and then the Survey Team found that the lack of effective educational software content was one of the reasons, and the products of “Interactive Mathematics (IM) software” developed by SAKURA could be one of the solutions.

Consequently, “Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Utilization of ICT to Improve the Quality of Primary Mathematics Education in Rwanda (hereinafter referred to as "Survey")” suggested by SAKURA was adopted by JICA; as the proposed survey is fully in line with one of the priority area of Japan’s country assistance policy to Rwanda, “Human Resource Development for Sustainable Growth and Job Creation”, and is to be conducted as a part of JICA Rwanda’s “Program for Strengthening Education and Training in Science and Technology” in Rwanda.

The Survey set the goals to contribute to the challenges in ICT in Education along with SMART Education, and activities to verify and disseminate IM for Rwanda customized to deliver “Interactive and Student-centered” Mathematics lessons.

## **2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY**

### **(1) Purpose**

The purposes of the Survey were as shown below.

- 1) To verify the effectiveness of the localized IM to improve Math lessons by teachers and Math learning achievement by students utilizing ICT through the verification to introduce IM into 6 primary schools in Kigali equipped with necessary facilities such as OLPC laptops and so forth.
- 2) To discuss the plan for disseminating IM into public primary schools in Rwanda along with the policy of SMART Classroom and the business model in education markets in Rwanda.

### **Output**

Output 1 “To develop IM for Rwanda”

Output 2 “To plan teacher training contents for IM”

Output 3 “To verify the educational effectiveness of IM in lessons”

Output 4 “To formulate the business model for the education market in Rwanda”

### **(2) Activities**

#### **Activities related to Output 1 “To develop IM for Rwanda”**

1-1: To fix the spec of IM for Rwanda with REB along with Competence-Based Curriculum (P1, 2, 3, 4, 5)

SAKURA team fixed the capacity, screen size, operation, function etc. of IM and LMS (Learning Management System) based on the discussion of REB and SAKURA team.

1-2: To fix the topics for IM for Rwanda

SAKURA team selected 5 target topics (1 topic / 1 grade each) for the verification in cooperation with REB.

1-3: To gather information necessary for localizing IM

SAKURA team collected information about the specifications of computers and ICT infrastructure in examined schools through visiting the schools.

1-4: To develop IM localized for Rwanda

SAKURA team localized IM based on the collected information and the result of the verification.

#### **Activities related to Output 2 “To plan teacher training contents for IM”**

2-1: To develop Handbook for teachers to utilize IM in lessons

SAKURA team developed a teacher’s handbook, which was composed of basic parts and advanced parts of the way to use IM for teachers to conduct quality lessons with IM.

2-2: To develop a Teacher training framework and content for utilizing IM

SAKURA team and REB developed the teacher training framework such as time, staff, and so

on, and contents for IM to introduce it into regular REB teacher training.

2-3: To train teachers of the examined group for utilizing IM (Pilot training) and get the feedback

SAKURA team and REB implemented IM teacher pilot training for the teachers in pilot schools to conduct the verification.

SAKURA and REB administered the questionnaire to the teachers to check the effectiveness of the training and to get feedback to improve the training. Then, SAKURA and REB summarized the results for designing IM teacher training.

2-4: To develop a Teacher training guidebook for utilizing IM

Based on the results and feedback from the pilot training, the SAKURA team and REB developed the teacher training contents for IM to introduce into REB regular teacher training.

2-5: To formulate a plan to introduce the training contents of IM into current teacher training conducted by REB

SAKURA team discussed with REB the plan to introduce the developed content for IM into REB's regular teacher training.

### **Activities related to Output 3 “To verify the educational effectiveness of IM in lessons”**

3-1: To fix a method of IM verification (to select pilot schools, decide verification activities, verification period, and responsibilities of the parties concerned, etc.)

SAKURA team and REB fixed the plan of the verification such as the condition of pilot schools, duration, duties and necessary data collection and so on.

SAKURA selected the pilot schools and visit those schools to check the situation and the Head teachers' agreement.

3-2: To introduce IM into examined schools and conduct lessons with IM

SAKURA team and REB installed IM into the computers of examined schools, and the teachers start lessons using IM on the target topic.

3-3: To monitor the lessons with IM during the verification period

SAKURA team and REB visited pilot schools to observe and evaluate lessons with IM.

3-4: To interview the teachers about the usability of IM and analyze the result after the verification activities

SAKURA team and REB conducted interviews (or questionnaires) with teachers after the verification to collect information about IM usability, change of teachers and students by IM, curriculum relevance and so on.

3-5: To make Pre and Post tests for students and implement the tests, then analyze the results. SAKURA team and REB made Math tests for students, implemented tests before and after verification, and then analyzed the results.

3-6: To verify the effect of IM based on the result of IM verification such as the results of the monitoring, the interview and the tests

SAKURA team analyzed and reported the result of verification (interviews with teachers, evaluation of lessons, tests to students) to show the effectiveness of IM supported by REB.

3-7: To hold a seminar on the result of the verification

SAKURA team and REB held a seminar to report the result of the effectiveness of IM to REB staff, JICA staff and others.

#### **Activities related to Output 4 “To formulate the business model on the education market in Rwanda”**

4-1: To gather information necessary for disseminating IM (policy, curriculum, in-service training, education market, competitors, IP etc.)

SAKURA team collected information for the dissemination of IM in Rwanda such as policy about ICT in Education and SMART classroom, the political trend of Education, curriculum, In-Service training, education market, competitors, IP and so on to validate the dissemination plan.

4-2: To discuss IM dissemination to public primary schools in Rwanda

SAKURA team discussed with REB to form the plan to disseminate IM into Rwanda and SAKURA’s business development plan in Rwanda.

4-3: To verify the business model and plan for the public sector based on the result of the verification

SAKURA team reformed the business model and plan for the public sector based on the result of the verification and marketing research supported by REB.

4-4: To perform publicity activities (Bootcamp) for the private sector

SAKURA team held Math Bootcamp in private schools to advertise IM and SAKURA’s products.

4-5: To develop the business model for the private sector

SAKURA team reformed the business model and plan for the private sector based on the result of the verification and marketing research (B/P selection, price setting, customer research and so on).

### **(3) Information of Product / Technology to be Provided**

#### **Interactive Mathematics (IM) for Rwanda**

The proposed Product is a digital teaching aid, working on LINUX and Windows PC/Tablet, designed and developed along the primary Mathematics syllabus in Rwanda. The product is expected to contribute to the SMART Education policy of Rwanda, and to fit into the Laptop PC distribution programs for primary school teachers. Considering that SAKURA develops IM for Rwanda in cooperation with REB, SAKURA’s product would be given recommendations/information for the teaching material vetting process by REB.

The Product, IM for Rwanda, will be developed for the limited topics, equipped with limited

functions of the teaching/Learning Management System (LMS). Even though this Product (limited version) would be handed over to REB, SAKURA would also develop a commercial version of IM for Rwanda to cover more topics/functions based on the feedback gained in the Survey.

### Specification of IM

Operation System	Version 1: LINUX for students' XO, Windows for Teachers (installation type) Version 2: Windows, Mac, Linux etc. (web browser type)
Language	Kinyarwanda (P1, 2, 3) and English (P1 - P5)
Main contents	Teaching and learning contents of approx..10 contents per 1 grade (P1 - 5) are summarized in the table below. Displaying a part of Syllabi for teachers LMS (Managements for students' progress and teachers' use to compile the collected data automatically when IM is used)
Memory capacity	9MB (about 51 contents totally) for students 17MB (about 51 contents totally) for teachers
Installer	USB Flash memory or Download from Server
Monitor	More than 1024×768 size, more than 16bit (32,000 colors) recommended

Grade	Topic	Unit
P1	Number and calculation 0-100	(7) Numbers from 0 to 99, reading and writing, comparison, sequencing, addition and subtraction
P2	Number and calculation 0-500	(2) Numbers from 0 to 500, reading, writing, comparing, sequencing, four arithmetic operations
P3	Number and calculation 0-2000	(4) Multiplication of 7, 8 and 9, Division
P4	Positive and negative integers (-10, +10)	(2) Positive and negative numbers, comparison, order, distances on number lines
P5	Addition and Subtraction of integers	(2) Integer addition and subtraction with negative numbers

#### (4) Counterpart Organization

Rwanda Basic Education Board (REB)

#### (5) Target Area and Beneficiaries

The 10 schools (8 for examined installing IM, 2 for controlled) in the table below were assigned

as pilot schools.

	School		Type <sup>1</sup>
1	GS Kicukiro	Public	A
2	GS Nduba	Public	A
3	Umuco Mwiza Academy	Private	A
4	APAPER Complex School	Private	A
5	GS Kimironko II	Public	B
6	GS Kacyiru II	Public	B
7	GS Kigali (from July 2019)	Public	B
8	GS Tabagwe (from Dec 2019)	Public	B
9	GS Rugando	Public	C
10	Trinity Nursery & Primary School	Private	C

### Beneficiaries:

Students and teachers in the 8 pilot schools (type A & B only) above.

### (6) Duration

From October 2018 to December 2022 (4 years and 3 months)



### (7) Progress Schedule and Manning Schedule

Summarized in the attached Bar Chart of Activity Results.

During the survey period, 12 times of local survey trips were conducted.

### (8) Implementation System

The actual implementation of the Survey was conducted by SAKURA entrusted by and in collaboration with JICA. JICA supervised the overall implementation. As a contractor for this project, SAKURA managed the entire project. In addition, I-LINK and M-wing, consulting firms, provided overall support to the Survey.

<sup>1</sup> Type A: Teacher with IM, Type B: Both Teacher and Students with IM, Type: No IM (as control)

### 3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY

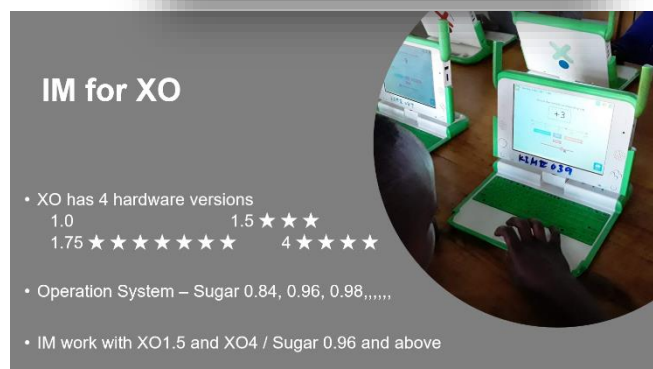
#### (1) Outputs and Outcomes of the Survey

##### Output 1 “To develop IM for Rwanda”

SAKURA team has completed the development of the IM Verification Version based on the result of the survey on CBC and the textbooks used in education in Rwanda.

The developed IM is three types of products as below.

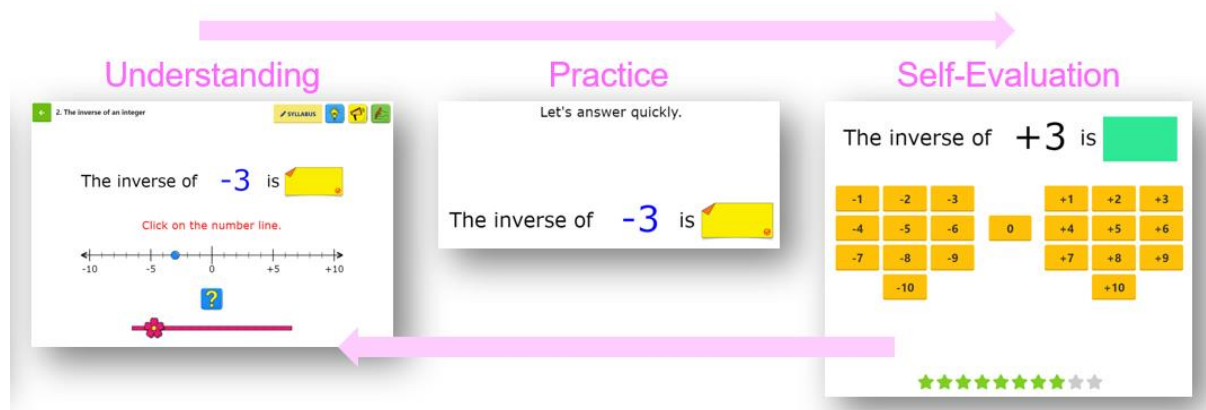
- Installed into XO and used offline
- For teachers' use, installed into Windows computer and used offline
- For teachers and students including LMS, installed into Windows computer using browser online



Therefore, it was confirmed that IM works without any problems on teachers' computers and students' computers deployed in public schools in Rwanda.

It was also confirmed that LMS works without any problems at a school (GS Kigali) having a SMART classroom with a stable internet connection. The combination of IM and LMS enabled the teacher to grasp the progress of understanding of each student in real-time during the lesson, and it realized that teacher could respond appropriately to the students who were slow learning during the lesson.

A feature of Math lessons using IM is that student can easily understand Math concepts through a wealth of visual effects (Animations) and auditory effects (Sounds). In addition, it is easy for teachers and students to operate IM, and it incorporates the know-how of Japanese Math education that the SAKURA-SHA has accumulated over many years. Through the activities, it was confirmed that these features are effective in classrooms in Rwanda.



It is also a great achievement that even the low-spec computer such as XO could be working as a high-quality Math teaching material with IM.

### **Output 2 “To plan teacher training contents for IM”**

As a result of discussions with REB and JICA, the number of target schools was fixed as 10 schools, of which 8 were examined schools (one of which was an LMS demonstration school) and 2 were control schools.

SAKURA team has implemented 7 IM teacher training for 32 Math teachers in all examined schools. The content of the training is a two-day basic training course on mock classes and subsequent OJT (On the Job Training) taking around one week of IM study. The attendants have acquired the basic skills for using IM in lessons through the training. Even teachers who have never taught mathematics, are not good at explaining in English or are unfamiliar with ICT, all of them mastered the basic operation of IM within the period, regardless of age or gender.

By the end of the project, the training manual and the IM operation manual necessary for implementing the IM teacher training have been developed. Furthermore, the SAKURA team has specially trained 5 IM instructors (Master IM trainers) as local human resources.

As a result, the IM teacher training necessary to spread IM to more primary schools in the future has become possible with only local personnel.

In addition, although schools were closed during the Covid-19 period, REB has created various distance learning materials to continue education. SAKURA team created a model Math lesson video using IM, and two videos were released on REB's YouTube channel.

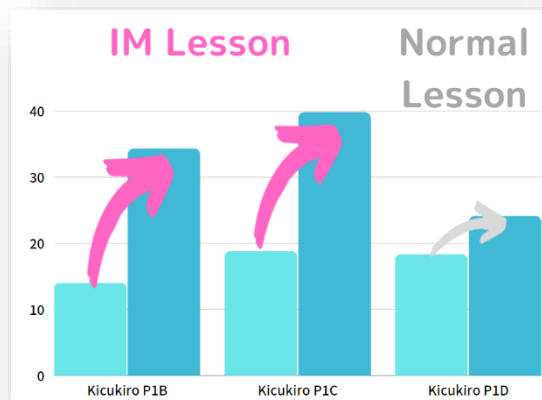
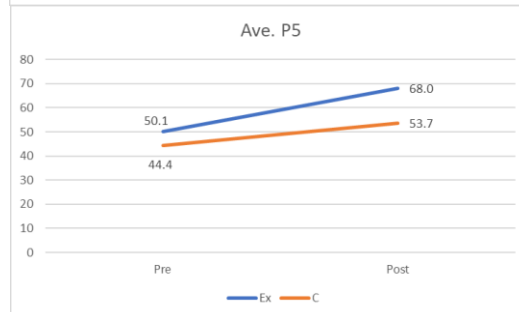
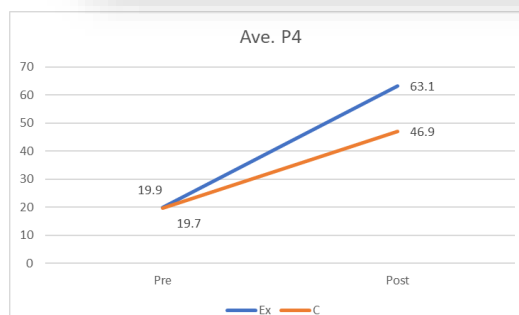
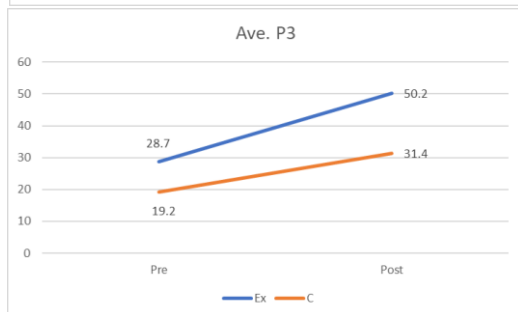
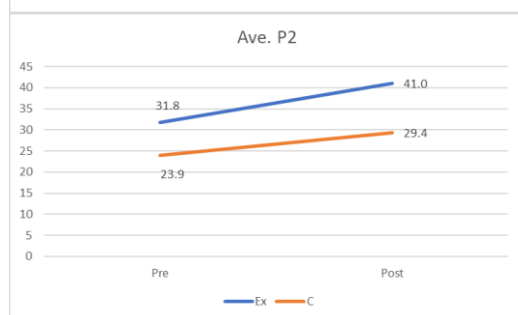
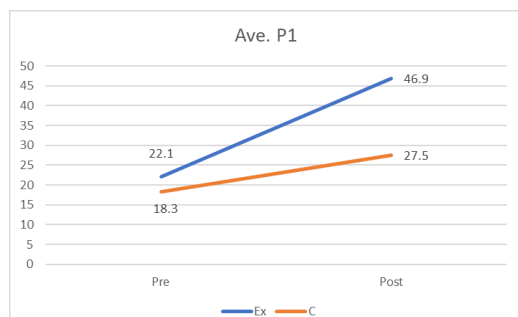


### **Output 3 “To verify the educational effectiveness of IM in lessons”**

Math tests were conducted before and after the introduction of IM lesson to measure changes in Math

performance due to the new lesson. The results were compared between the examined schools and controlled schools.

The total number of mathematics tests conducted before and after the introduction of IM at the schools targeted by the project is approximately 4,300. About 3,700 (P1 to P5, 53 classes) out of the 4,300 were able to analyze to compare the pre-tests and post-tests.



Grade	Type	Mean Score		Difference	D ratio Ex / C
		Pre	Post	D	
P1	Ex	22.1	46.9	24.8	2.7
	C	18.3	27.5	9.2	
P2	Ex	31.8	41.0	9.2	1.7
	C	23.9	29.4	5.5	
P3	Ex	28.7	50.2	21.5	1.8
	C	19.2	31.4	12.2	
P4	Ex	19.9	63.1	43.2	1.6
	C	19.7	46.9	27.3	
P5	Ex	50.1	68.0	17.9	1.9

	C	44.4	53.7	9.2	
--	---	------	------	-----	--

The analysis results are as follows.

- It was found that the "Difference between Pre and Post" or "Post-test results" were higher in all 30 examined classes (IM introduction classes) than in all 23 controlled classes for comparison.
- Examined schools have around twofold improvement in test results on average compared to control schools. (Approx. 3 times improvement at maximum and approx. 1.6 times at least).

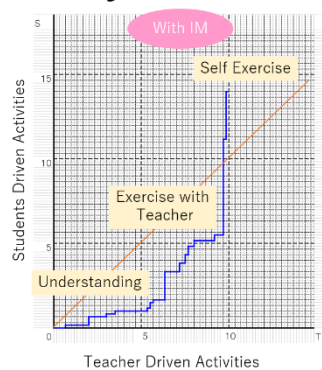
These facts show that classes with IM are more effective in improving students' Math performance than regular classes.

The positive effect of IM on students' Math tests was observed regardless of grade, gender, and type of school (public or private).

ACEITLMS in UR-CE, with which SAKURA-SHA was collaborating, independently investigated the educational effects of IM and submitted the results as peer-reviewed papers to scientific and educational journals in Western countries. Their conclusions supported the positive effect of IM.

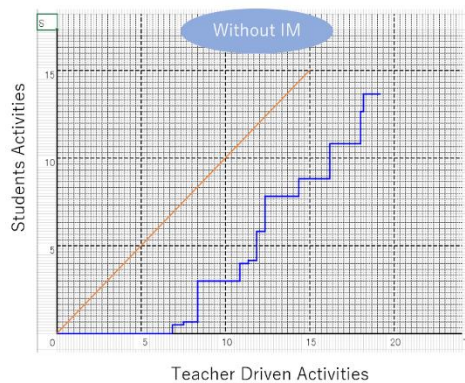
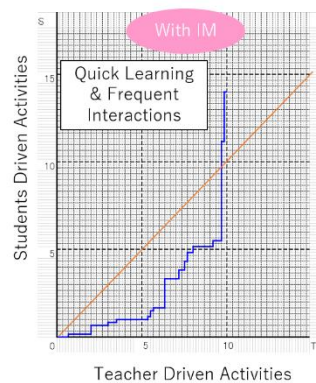
For further findings, the results of S-T (Students' activity vs. Teacher's activity) analysis based on class observations, analysis of students' arithmetic ways recorded in test sheets, and interviews with teachers, support the greater improvement in examined classes as the following observations.

### Analysis of Teacher-Students Activities



#### Frequency of Exercise (Estimated)

- 8 in 40 min (No IM)
- ⇒ 32 in 40 min (Teacher Only)
- ⇒ 70 in 40 min (Both T & S)



**IM supports lesson delivery and implementation by teachers**

By using IM,

- Teachers will be less burdened with preparing for Maths class.
- Teachers acquire the basic "model" for teaching Math.
- **Teachers can provide more guidance to slow learners.**
- Classes progress more quickly, and there is closer interaction between teacher and students.
- As a weak point, students get excited, so teachers need to control well in the classroom.
- As a weak point, in case students also use IM on XO, the class needs someone to provide technical support during the lesson.

### IM supports students' learning

By using IM,

- It is observed that students' curiosity, activeness and high concentration are highly promoted.
- Students' understanding of basic mathematics concepts is highly promoted.
- The number of exercises that students try during class increases significantly.
- Visualization of students' progress of understanding and calculation speed makes it easier for teachers to give appropriate instruction, and the situation of "Learning and Teaching from each other among students" naturally occurs.
- Students are absorbed in Math lessons and become busy with only learning activities.



### Pre-Test

How Students Answered the Test Paper?

### Post-Test

No writing at the back

According to the facts above, students master basic **mental arithmetic**, and that enables students to improve their calculation **accuracy and speed** so that test scores in IM classes increase.

These enhance students' self-esteem and accomplishment in learning and generate their endogenous desire to learn. In other words, IM contributes greatly to the development of students' proactive deep learning.

These results were common regardless of school, grade, gender, and distinction between fast learners and slow learners.

With the repeated emphasis on the importance of the result, IM involves students of both fast learners and slow learners in learning activities during the lesson. It especially prevents slow learners from dropping out of the class. Students actively listen to the instruction by teachers and watch the screen of IM, and actively try exercises with immediate response from IM in the lesson with IM. That greatly encourages students' progress in learning and students acquire the skill and attitude of self-learning.

#### **Output 4 “To formulate the business model for the education market in Rwanda”**

In the private education market, SAKURA-SHA planned to utilize BP's sales network to sell IM licenses to use, mainly to private schools. SAKURA team had several discussions with many BP candidates. As a result, SAKURA-SHA has signed a contract of Local Distributorship Agreement with KEZA Education Future Lab (KEFL) to assign KEFL as a local distributor in August 2022.

#### **Self-reliant and Continual Activities to be Conducted by Counterpart Organization**

For evaluating the sustainable effect of IM, this report cannot show proof, but it will be possible if the result of the National Examinations is analyzed. Comparing the correct answer rate of examined class and controlled class in the same school can provide the result of the sustainable effect of IM after some years.

For instance, the total number of P5 classes in GS Kimironko II in 2019 was 4 classes. 2 of the 4 classes were examined classes in this project. It means that the other 2 classes can be regarded as controlled classes. The students were supposed to take the National Examination in July 2021. If the result of the National Examination in Math for this school is analyzed, it will show the evaluation of the medium-term sustainability of the IM effect.

Similarly, in the case of P4 students in GS Kimironko II in 2019, P5 students in GS Kacyiru II and GS Tabagwe in 2020, the result of the

National Examination in 2022 for these classes can provide proof.

However, it is normally difficult for this project to obtain the data for National Examination in each of the classes. It is expected that REB or NESAC analyze the data to find the sustainable effect of IM.

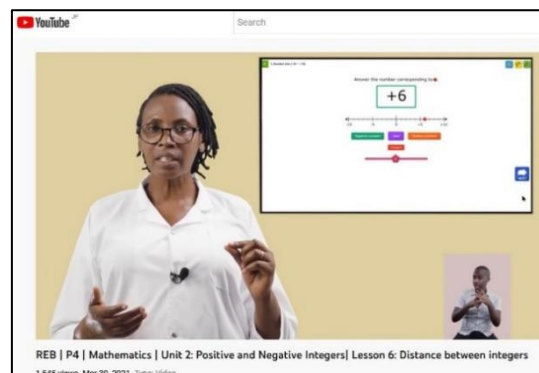
	2019	2020	2021	2022
S1				Kmr, Umc
P6			Kmr, Umc	Kmr, Umc, App, Kac, Tbg
P5	Kmr, Umc	App, Kac, Tbg		Ndb, Umc, App, Kac, Tbg
P4	Kmr, Umc	App, Kac, Tbg		Kic, Umc, Ndb, App
P3	Ndb, Umc	Ndb, App		Kic, Umc, Ndb, App
P2	Kic, Umc	Ndb, App		Kic, App
P1	Kic, Umc	Kic, App		

## 4. FUTURE PROSPECTS

It is convinced that the result of this project is so useful for improving the quality of primary Math education in Rwanda. REB is proceeding to improve access to school education, improve the working condition of teachers, increase employment, improve school education, and implement several projects to introduce ICT into education with the financial and technical support of several development partners, including the World Bank, and private companies. The result of this project is consistent and harmonized with these policies.

Therefore, it is recommended that REB work on scaling up this project's outcome to benefit all primary schools in Rwanda, and the suggestions are following.

- REB or MINEDUC officially approve IM as official supplementary teaching material.
- REB uploads IM (online version) on the REB e-learning Portal.
- REB places the link to IM on the topics in Math digital textbook in the REB e-learning Portal.
- REB produces more Model IM lesson videos and uploads them on the REB e-learning Portal.
- REB provides teacher training for IM lesson implementation.
- REB or MINEDUC keeps providing Internet access to primary schools and computers for teachers and students.
- REB or MINEDUC keeps providing a SMART classroom with the All-in-One Projector in which IM is initially installed.



### Characteristics of IM Lessons

- Clear Lesson Structure (Understanding / Exercise / Evaluation)
- Teaching Style - **Interactive and Students-centred Lesson**
- Classroom Atmosphere (Students: Competitive  $\Rightarrow$  Supportive)
- Feedback/Evaluation for T/S  $\Rightarrow$  Formative Assessment
- **Frequent Exercise (Estimated: 8  $\Rightarrow$  32  $\Rightarrow$  70 in 1 lesson) – LMS**
- Help **Students to master mental arithmetic**
- Assurance of Individual Learning Opportunity
- Work both for Fast Learners & Slow Learners

ATTACHMENT:

1. Outline of the survey (Summary Diagram)
2. Bar Chart of Activity Record
3. Research Paper on IM Lesson's Impact by ACEITLMS (UR-CE) for P-3 and P-5

# Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Utilization of ICT to Improve the Quality of Primary Mathematics Education in Rwanda,

SAKURA-SHA K.K., Japan

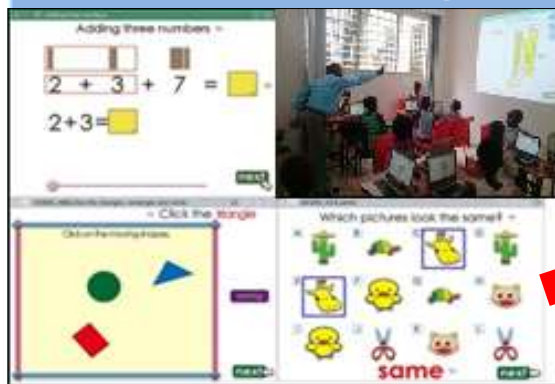
## Concerned Development Issues in Rwanda

- Challenge in Quality of Primary Math Education as the basis of Science & Technology human resource development
- Challenge in ICT in Education due to Lack of educational contents utilized for SMART Education

## Implemented Activities in the Survey

- To customize IM for Rwanda to utilize in actual lessons along with Rwanda curriculum
- To verify the educational effectiveness of IM through the verification activities to introduce IM into schools in Rwanda, including to design and implement teacher training for utilizing IM
- To plan the dissemination of IM into public primary schools in Rwanda along with SMART Classroom, and design Business model and plan

## Proposed Products/Technologies



## Interactive Mathematics (IM)

- The digital teaching and learning contents to utilize the feature of Japanese Math Education
- To be used for both effective Teaching by teachers and Learning by students
- To change the lesson to Interactive and Student-centered.

## Survey Overview

Name of Counterpart: REB  
(Rwanda Basic Education Board)  
Survey duration:  
Oct./2018 – Dec./2022  
Survey Area: Kigali, Rwanda

## Impact on the Concerned Development Issues in Rwanda

- Teachers improve their teaching skills to utilize ICT in actual lessons
- Students improve Math skills by introducing IM with quality contents
- Quality of Math Education improves through the utilization of ICT in Education

## Outputs and Outcomes of the Survey

- The effectiveness of IM is officially proved through the verification activities.
- SAKURA starts the business in Rwandan markets with Rwandan Business partner(s).

Appendix 1: Survey Schedule

	Activity	2018			2019												2020												2021													
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7										
PLAN	Output1: To develop IM for Rwanda																																									
	To fix the spec of IM for Rwanda																																									
	1-1 with REB along with Competence-Based Curriculum (P1, 2, 3, 4, 5)																																									
	1-2 To fix the topics for IM for Rwanda																																									
	1-3 To gather information necessary for localizing IM																																									
	1-4 To develop IM for Rwanda																																									
	Output2: To plan teacher training contents for IM																																									
	2-1 To develop Handbook for teachers to utilize IM in lessons																																									
	2-2 To develop Teacher training framework and contents for utilizing IM																																									
	2-3 To train teachers of the examined group for utilizing IM (Pilot training) and get the feedback																																									
	2-4 To develop Teacher training guidebook for utilizing IM																																									
	2-5 To formulate a plan to introduce the training contents of IM into current teacher training conducted by REB																																									
	Output3: To verify the educational effectiveness of IM in lessons																																									
	3-1 To fix a method of IM verification (to select of pilot schools, decide verification activities, verification period, and responsibilities of the parties concerned, etc.)																																									
	3-2 To introduce IM into examined schools and conduct lessons with IM																																									
	3-3 To monitor the lessons with IM during the verification period																																									
	3-4 To interview the teachers about usability of IM and analyze the result after the verification activities																																									
	3-5 To make Pre and Post tests for students and implement the tests, then analyze the results																																									
	3-6 To introduce Japanese Mathematics Education and utilization of IM, and suggest the effective plan of utilizing IM in Rwanda (planned to conduct the Training in Japan)																																									
	3-7 To verify the effect of IM based on the result of IM verification such as the results of the monitoring, the interview and the tests																																									
	3-8 To hold a seminar for the result of the verification																																									
	Output4: To formulate the business model on education market in Rwanda																																									
	4-1 To gather information necessary for disseminating IM (policy, curriculum, in-service training, education market, competitors, IP etc.)																																									
	4-2 To discuss IM dissemination to public primary schools in Rwanda																																									
	4-3 To verify the business model and plan on public sector based on the result of the verification																																									
	4-4 To perform publicity activities (Bootcamp) to private sector																																									
	4-5 To develop the business model on private sector																																									
Submission of Reports		△Implementation plan			△1st progress report												△2nd progress report												△3rd progress report						Final report DRAFT△							△Final Report

Legends  
Works in Japan  
Works in Rwanda

# **Cognitive Theory of Multimedia Learning in Primary Three Mathematics Conceptual Understanding Development Using Interactive Mathematics Software for Rwanda**

## **Conceptual Understanding Development in Multimedia Mathematics Class**

**Innocente Uwineza 1\***

University of Rwanda  
Rwanda

ORCID: 0000-0002-1893-3445

iuwineza3@gmail.com

**Alphonse Uworwabayeho 2**

University of Rwanda  
Rwanda

ORCID: 0000-0003-2651-1848

uwalufonsi@gmail.com

**Kenya Yokohama 3**

Sakura-Sha, Tokyo  
Japan

yokoyama@sakura-sha.jp

### **\*Uwineza Innocente**

University of Rwanda, College of Education, School of Education, Department of Early  
Childhood and Primary Education  
Eastern Province, Kayonza District,  
P.O.Box 55 Rwamagana, Rwanda

### **Authorship contribution statement:**

This article is part of the first author's PhD study

Uwineza: Conceptualization, design, analysis, drafting the manuscript and writing.

Uworwabayeho: Supervising, reviewing, editing.

Yokoyama: Software designer and trainer

**Abstract:** This study presented the effect of Interactive Mathematics software for Rwanda assisted teaching on primary three learners' conceptual understanding and performance. The Cognitive Theory of Multimedia learning (CTML) supported quasi-experimental design of the study drawing on IM software features that fits a multimedia tool for effective learning. This study used a sample of 137 lower primary learners. Learner's tests scores, as well as a sample of their workings

provided data to be analyzed. Learners' conceptual understanding was measured using the percentage of learners who performed a particular item, and analyzed using sample learners workings while the overall performance was measured using the mean class scores. From data analysis, IM assisted teaching likely influenced conceptual understanding and performance based on a .05  $p$ -value, the effect size of significance and learning gains. The analysis of learners' workings revealed different cases of dyscalculia in addition, subtraction, division and multiplication, which reduced remarkably in the post-test by IM-supported teaching. This likely evidenced conceptual understanding development by IM supported teaching. The study suggested further similar researches and recommended Rwanda Education Board to support teachers in developing basic computer skills to effectively create and monitor multimedia learning environment for effective learning.

**Keywords:** *Interactive Mathematics software, conceptual understanding, mathematics, lower Primary school, Rwanda*

## **Introduction**

We (authors) argued elsewhere that the interactive mathematics software increased learners' performance in mathematics through considering scores from pre-and post-tests. The overall ultimate goal of teaching mathematics is not about getting learners' best scores but more importantly developing their abilities to understand mathematical concepts (Taram et al., 2018) and equipping them with powerful tools to understand and change the world (Andamon & Tan, 2018). Although the current educational era is dominated by a high level of global competition, there exist disparities in mathematics education worldwide and especially in sub-Saharan African countries (Bethell, 2016). Mathematics International competitions like in TMISS and OECD as well as performance in mathematics appear to be highly dominated by learners from developed countries and high-flying countries of East Asia while African countries are poorly represented

(Bethell, 2016). According to Beatty & Pritchett (2012) achievement gap in mathematics worldwide is so large that it would take hundred years for African countries to reach mathematics achievement average level of developed countries, unless change is initiated. In this era of rapid scientific and technological development, mathematics is one of the vital study areas necessary to foster development especially for underdeveloped countries that aspire to industrialize (Njiku, 2019). Therefore mathematics like other sciences should be developed earlier to ensure learners leave schools being technologically and mathematically literate to embrace the global competition in its all aspects (Bethell, 2016).

Mathematics education in Rwanda had been characterized by teacher's long explanation and writings on the chalkboard with learners' less mathematics activities. These practices are still persistent in Rwandan mathematics classes with a growing number of learners per teacher. Few studies conducted in primary mathematics education in Rwanda pointed out shortcomings in pedagogical content knowledge like teachers' weaknesses about unpacking learners thinking in responding to a particular mathematics task (Maniraho & Christiansen, 2015). In 2015, Rwanda education system adopted a competence-based curriculum replacing knowledge-based curriculum in quest of quality education. The purpose was to achieve the country's mission of developing human capital for sustainable development (MINEDUC, 2018) and to embrace the national and international job market requirements and job creation. Along with the development of CBC, the Rwandan education system endorsed policies and initiatives to improve learning outcomes, including the integration of ICT in teaching and learning activities (Mugiraneza, 2021). Different programmes and initiatives promoting the use of ICT in education like 'One Laptop Per Child Campaign' (OLPC) achieved a lot including the distribution of computers, laptops and XOs also commonly called OLPC by assimilation to the campaign that provided them. However, all these

laptops and OLPCs have longtime been kept jealously and safely for many years without being used in classroom activities. School administrators simply accommodated to make daily reports about the number and the state of these technological tools that kept on dampening day after day in school stores.

The Interactive Mathematics (IM) software for Rwanda is an ICT technology designed by Rwanda Basic Education Board (REB) in partnership with JICA/SAKURASHA, a Japanese company that designs educational materials. IM was developed to support the effective implementation of CBC using laptops and XOs (OLPCs) distributed to schools some times back. IM is believed to support basic mathematics teaching and to benefit mathematics education in Rwandan basic education. Given that more research in ICT supported pedagogies are mostly found in high school levels, this study is among few conducted in primary level. It is the first one in Rwanda to investigate the potentials of IM in supporting effective teaching and learning. Besides, it served as a means for teachers and learners to experience teaching and learning activities in smart classroom. Therefore, this article is unique in inspiring REB and researchers interested in ICT use as an instructional tool to plan and develop some policies about improving conceptual understanding using IM software or any other multimedia tool.

This study focused on primary three learners' mathematics conceptual understanding when IM software is used. This was achieved through answering the following question: What is the effect of IM on P3 learners' conceptual understanding in mathematics? Before we discuss the methodology and findings, we review the existing literature on mathematics conceptual understanding together with cognitive theory of multimedia learning.

## **Literature Review**

### *Conceptual Understanding in Mathematics*

Successful mathematics learning encompasses learning processes aimed at understanding the knowledge of the procedure and the concepts contained in the material being taught (Jatisunda, Salim Nahdi, 2019). According to (Andamon & Tan, 2018), understanding the mathematics concepts refers to the knowledge that resulted from the understanding of basic concepts necessary to understand and perform mathematical algorithms. Conceptual understanding in mathematics is important for mathematical expertise (Andamon & Tan, 2018). According to Kilpatrick conceptual understanding, procedural fluency, strategic competences, adaptative reasoning, and productive dispositions are five intertwined strands that should be developed to help children learn mathematics proficiently. Drawing on Kilpatrick's mathematical proficiency, (Khan, 2018) explained conceptual understanding as the understanding or mastery of student's concepts, operations, and mathematical relationships.

According to (Ji & Barbara, 2013), the development of conceptual understanding of multiplication follows two models: the additive relationships that fits whole numbers and multiplicative relationships that fits non-whole numbers. The additive relationships is a process of adding equal sized numbers repeatedly. This model consists of building conceptual understanding of multiplication starting by using groups of discrete objects whereby learners count the number of objects and the number of the groups and apply their addition skills to prove that the repeated addition gives the same result as multiplying (Ji & Barbara, 2013). The effective use of repeated addition to develop conceptual understanding of multiplication and multiplicative reasoning results not from the operational side of multiplication but from the emphasis on the discovery of 'the intermediate unit', the creation of new unit (the number of occurrence of the intermediate unit

in repeated addition) and the ability to deal with two levels of units: from adding the same unit or intermediate unit a number of times to iterating the intermediate unit a number of times (Ji & Barbara, 2013). For example  $3+3+3+3=3 \times 4$  means adding 3 units to three four times is equal to iterating the unit 3 four times and 3 is the intermediate unit while 4 is the new unit created from repeated addition.

However, multiplicative relationship involves the conceptual understanding of an intermediate unit or many intermediate units other than multiplication. For example, working on  $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$  requires the understanding of concept fraction, bar of fraction, equal sign, numerator and denominator in addition to multiplication itself. According to (Ji & Barbara, 2013), the additive relationships measure multiplicative reasoning linked to natural numbers while multiplicative relationship model measure the multiplicative reasoning which is linked to fractions, slope, proportions and rate also explained as complex topics. Comparative judgement model (CJ) (Ian, Mathew, Camilla & Jeremy, 2013) likely complete the multiplicative relationship model, to develop the multiplicative reasoning involving fractions. The understanding of fraction need to develop the conceptual understanding of multiplication as the foundation for developing more cohesive understanding of complex multiplicative reasoning (Ji & Barbara, 2013). This study was conducted in lower primary on units of numeration and operation of whole numbers. Therefore, we used the additive relationship model of development of conceptual understanding in multiplication.

### *Cognitive Theory of Multimedia Learning*

According to (Gebreyohannes et al., 2016), multimedia can be understood as computer-mediated software that present a concepts in a simultaneously integrated text, color, graphical images,

animation, audio sound, and full motion video in a single application. The cognitive theory of multimedia learning (CTML) as explained by Mayer & Moreno, (1998a) draws on auditory and visual stimuli. It is defined as learning from words and pictures, from the combination of text and pictures (Mayer, 2014, Rudolph, 2017, Sorden, 2012). This theory explains three principles that influence learning. The acquisition of knowledge may go through separate processing channels for pictures and words (dual principle of learning) but the working memory's capacity for information processing limits knowledge to be acquired (limited capacity principle of learning) (Muhammad, 2018). They need appropriate cognitive processing for meaningful learning to occur (active processing principle), like paying attention, conceptual organization and integration with prior knowledge (Muhammad, 2018). Multimedia learning environments may be static (using pictorial and auditory information) or dynamic (with animations) dealing with the transient nature of the dynamic information presented in these environments (Sorden, 2012). According to Soewardini et al., (2018), the Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML) is likely an effective ICT learning theory capable of helping learners learn effectively and efficiently through instructional multimedia (Rudolph, 2017). In classroom situation, CTML is oriented as learner centred and influences active and meaningful learning observable through learners' performance on a task or a test (Sorden, 2012).

CTML benefited teaching in different areas and levels. A study conducted in medicine found that the teaching of general surgery using video-based operative sessions is effective in resource limited settings (Muhammad, 2018). The interventionist study conducted using game-based learning apps in primary school using Mayer's CTML framework found that the game-based apps intervention can enhance learners' achievement with significant mean differences (Loo et al., 2020). In Rwanda, Ndiokubwayo et al., (2020)'s study was conducted in physics and found CTML

effective in promoting quality education. Moreover, Uwurukundo et al., (2022)'s study found that GeoGebra supported the teaching of geometry and improved problem-solving abilities more than the use of chalk and talk. For CTML to be as successful in dynamic classroom situation as it is in controlled experimental situations, learners cognitive capacity should be taken into consideration to avoid cognitive load (Rudolph, 2017). For Patel & Dexter (2014), the use of technology in mathematics facilitate the teaching of maths in multiple representation and likely ease learners' cognitive load. As for Bethell, (2016) availability of appropriate educational technologies influences achievement and performance in mathematics.

#### *The Interactive Mathematics (IM) Software for Rwanda*

This study used Interactive Mathematics (IM) software as a multimedia tool in primary three mathematics teaching and learning. Adapted from the Interactive Mathematics (IM) software used in Japan and developed under primary three-mathematics competence based framework for Rwanda, the IM assisted teaching goes through 3 levels consisting of understanding, quick exercises and evaluation. At the understanding level, learners are engaged to explore unknown relationships by manipulating semi-concrete mathematical objects presented as attractive pictures associated to particular sounds, movement and text. This level triggers learners questions like "what kind of mechanism is it?" By undertaking several repeated activities using different exercises at the understanding level, learners manage to figure out and progressively grasp clear relationships. After understanding relationships, learners are taken to the next level where mathematics objects are present in abstract way to practice multiple times. Sometimes, they switch back to understanding level whenever they forget the relationship and come back to quick exercises. IM supported teaching ends with evaluation level whereby learners perform several exercises rewarded by the software once true or false. At that level, learners can also check the

answer. All these IM characteristics explained above can be understood as fitting the multimedia features explained by (Gebreyohannes et al., 2016). Therefore, we can argue that IM software features fit the multimedia instructional tool that can boost learners' conceptual understanding and performance in primary mathematics class in Rwanda.

### *Conceptual Framework*

Some studies found positive correlation between conceptual understanding, procedural fluency and problem solving (Ho, 2020). Mathematics expertise and conceptual understanding cannot be separated one from another and they serve as best predictors of learners' performance. In this study, the teaching and learning activities will be performed on numeration and operation in the set of natural numbers, therefore the additive relationship model will be used to analyze learners' conceptual understanding in multiplication. This will be visualized by analyzing the potential development of learners conceptual understanding through some of their workings. Thus, the analysis of learners' conceptual understanding will start by the analysis of their problem solving skills, their performance and evidenced by a sample of scriptural work. During this study, IM software will be used as an ICT tool that fits the characteristic of a multimedia tool to frame the cognitive theory of multimedia learning. The teaching will slightly focus on addition and subtraction of multidigit number and focus more on simple multiplication and multiplication of multidigit numbers and less on division. Therefore, the additive relationship model will help to develop learners' conceptual understanding of multiplication and to develop multiplication reasoning. The relationship between this study's variables can be best visualized the figure 1 below:

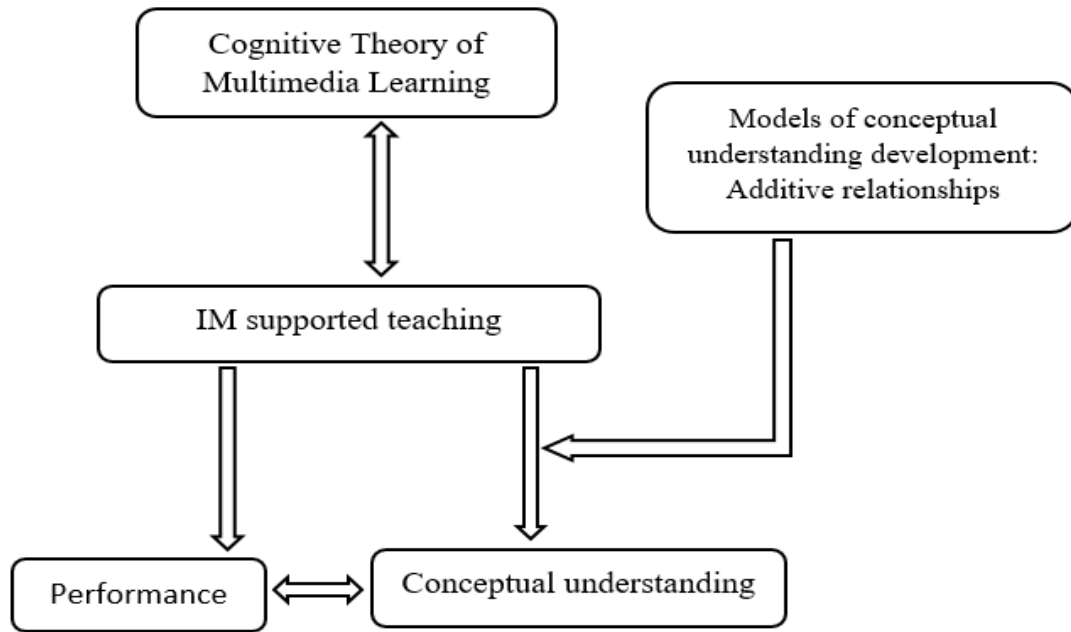


Figure 1: Conceptual Understanding Development Model by Interactive Mathematics (IM) Multimedia Learning.

## Methodology

### Research Design

This study is a quasi-experimentally designed to analyze Primary-three (P3) learners' performance and mathematics conceptual understanding based on use of interactive mathematics (IM) content software as an instructional tool. During this study we used two groups randomly assigned to control group and experimental group in One-Group Pretest-Posttest Design (Fraenkel et al., 2012). Learners sat for a pre-test before teaching to check their equivalence in learning. The experimental group consisted of a group of learners who were taught mathematics with IM software as a supportive tool for learning, while control group was the group of learners, with the same equivalence in learning as group B who participated only in the pre-test to ensure the equivalence in learning level between the two groups. In the one-group pretest-posttest design, a single group is measured or observed after being exposed to a treatment. Thus, group A (control group) only performed pre-test while group B (treatment group) performed both pre-and post-test.

The role of Group A in this study was to check the equality of performance levels between these two groups of learners while group B participated in the intervention.

For group B, the treatment group, mathematics teaching and learning were conducted in a smart classroom using IM content on a computer and projected on a classroom wall. Learners followed the teaching on IM projected content, exercises, contiguously attempted their activities, and worked using a paper draft and a pencil. For the control group, no other intervention was done. Thus, the comparison was made between the control and experimental groups before teaching, while pre-and post-test scores were compared after learning for only the experimental group. The teaching was conducted for 40 minutes and six periods per week for three months of the first term in 2019.

The study was conducted in a public school in Kigali City of 9YBE status. The sample in this study consisted of 63 learners in the Experimental class and 74 learners in the Control class. Participants were non-randomly selected and consisted of learners from two different school statuses (public and private). The availability of infrastructures, computers, projectors, and good condition for projection, were among other factors that guided the selection of sample schools.

### *Research tools*

Teachers of primary three who participated in this study and the first author with a group of Japanese experts conducted a short seminar about the effective use of IM in teaching. Therefore, they agreed on lesson plans that are IM integrated, and they practiced the microteaching before the actual teaching activities. In addition, they agreed on the content and developed together items for the tests referring to the Rwandan mathematics syllabus of P3 (REB, 2015) and to the planned scheme of work to support the actual school's classroom activities calendar effectively. The

content taught consisted of addition and subtraction of numbers with sum or difference less than 2000, multiplication tables of 7, 8, and 9, multiplication with one digit number and multiplication with a 2 digit number, and long division of numbers less than 2000 by a one-digit number. Comparing the topics, the teaching of multiplication occupied nearly 73% of time 27% of time which led to use 11 items out of 15 items about multiplication, 2 items about addition and subtraction (prerequisites knowledge) and 2 items about division (inverse of multiplication) to develop higher order thinking out of conceptual understanding of multiplication. The integration of division topics with the multiplication ones was guided by the arguments that, it is important to choose models that clearly embody the meaning of a multiplicative relationship as compared to an additive relationship at the early stage of instruction of multiplication. The test consists of five questions divided into 15 sub-questions (see appendix 1).

### *Data Collection and Analysis*

All learners in the experimental group were invited to follow the teaching on the projected content, and sometimes, they were given a wireless mouse for learning activities. Quantitative methods of data collection were used. The test was administered in English and translated into the local language (Kinyarwanda). Learners' scores from the pre-test and post-test have been collected using question items developed out of the content used in the experimentation.

We used MS Excel 2016 to analyze the data. We marked the test with five questions under 15 items. Each item got one score. We then summed up the total score each pupil would get. Then the average was computed on a percentage score. A t-Test was used to measure the effect between pre-and post-test and between male and female learners. Again, the number of learners who successfully performed each item was calculated and averaged on percentage. Graphs were drawn to represent learners who performed the questions well visually. The effect size and learning gains

of significance were measured using formulae (Ndiokubwayo et al., 2021). The effect size is measured by taking the difference between post-test and pre-test average scores and dividing this by the average standard deviation. The learning gain is measured by taking the difference between post-test and pre-test average scores and dividing this by the difference between the highest score and pre-test score.

## Results

### *Primary Three Learners' Performance*

Table 1 shows the results of a t-Test analysis of two samples of means of equal variances. These are results from two groups, control (those learners who only did pre-test) and experimental (those learners who did both pre-and post-test or who experienced a teaching intervention). Based on these findings, it can be said that treatment and control group learners are likely, not different from each other in terms of performance, and their mean scores are almost the same ( $p=0.125$ ;  $p>.05$ ,  $df=135$ , Mean pre-test [only]= 38.558 and Mean pre-test [both]= 33.650) before learning. Therefore, before the intervention, the treatment group and the control group were equivalent in knowledge about the content of experimentation based on the p-value or significance.

*Table 1. t-Test of Two-Sample of Means From Pre-test [Only] Group and Pre-test[Both] Groups*

	<i>Pre-test [Only]</i>	<i>Pre-test [Both]</i>
Mean	38.55856	33.65079
Variance	466.6913	790.5786
Observations	74	63
Pooled Variance	615.4396	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	135	
t Stat	1.154029	
P(T<=t) one-tail	0.125263	

t Critical one-tail	1.656219
P(T<=t) two-tail	0.250527
t Critical two-tail	1.977692

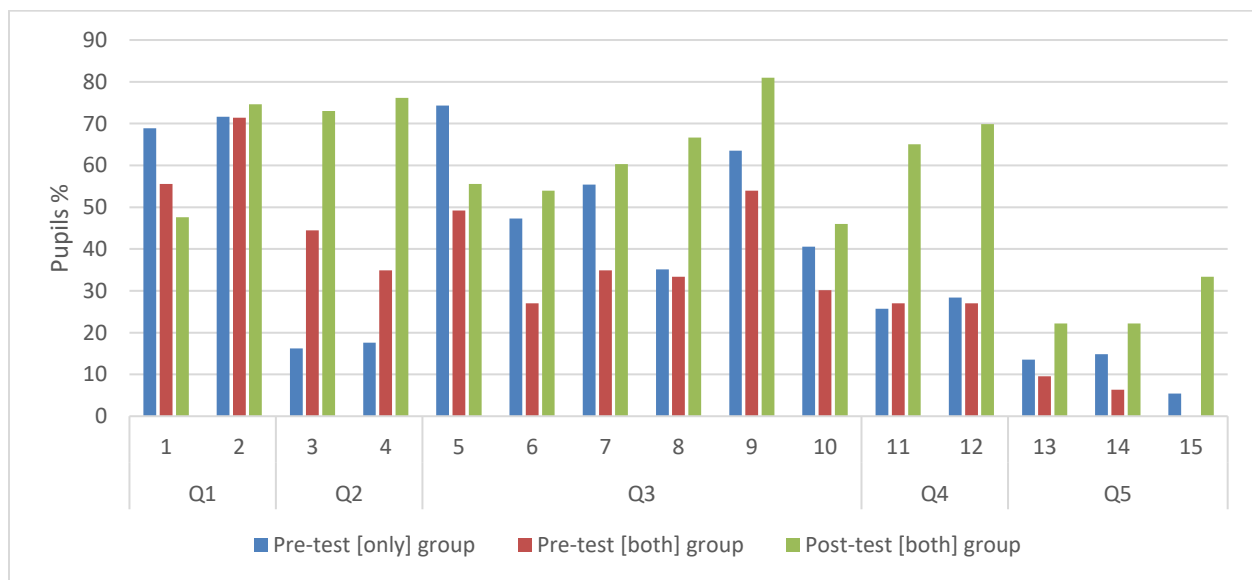
Table 2 shows the results of the analysis of a t-Test of paired two samples of means of the treatment (experimental) group in pre-and post-test. It is seen that the difference in performance before the treatment and after the treatment is significant based on the mean differences, the degree of freedom, and the one-tail P-value ( $p < .001$ ;  $df=62$ ; Mean pre-test [both]= 33.650; Mean post-test [both]= 56.507).

*Table 2. t-Test of Paired Two Sample for Means From Pre-test and Post-test [Both] Groups*

	<i>Pre-test [both]</i>	<i>Post-test [both]</i>
Mean	33.65079	56.50794
Variance	790.5786	904.4547
Observations	63	63
Pearson Correlation	0.819396	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	62	
t Stat	-10.3163	
P(T<=t) one-tail	2.21E-15	
t Critical one-tail	1.669804	
P(T<=t) two-tail	4.42E-15	
t Critical two-tail	1.998972	

### *Primary Three Learners' Difference in Performance on Test Items*

During the pre-test [only] group (control group, before learning), only question number #1,#2,#5, and #9 out of 15 sub-questions were likely understood and performed by more than 50% of learners. The other 11 sub-questions were poorly understood by learners and were generally performed by less than 50% of learners, with questions no #3, #4, #13, and #14 performed by less than 20% of learners. Question number 15 was the least understood of all questions as it was performed by nearly 5% of learners (see Figure 2). Therefore, comparing the control and treatment groups, conceptual understanding increased in the treatment group by IM based on the percentage of learners who performed each item and the number of items performed by more than 50% of learners.



*Figure 2. Learners Difference in Performance on Test Items from Pre-test to Post-test*

For the pre-test [both] group (experimental group, before learning), the pre-test results show low rate of performance of nearly all questions except sub-questions #1, #2 and #9 performed by between 50% and 70% of learners, while other questions were performed by less than 50% of learners including sub-question 15 not performed at all (0%). The post-test [both] group (experimental group, after learning) results show a remarkable improvement in learners'

understanding of all questions except question #1, where the number of learners who performed it was less than the one in the pre-test [both] group results. Question #15, which not all learners understood in the pre-test [both] group, was performed by more than 30% of learners during the post-test [both] group. By looking at individual learner workings which led to performance in the pre-test and the post test, learners difficulties manifested in the pre-test including failure to perform addition and subtraction of multidigit numbers, interpreting repeated addition as multiplication, performing simple multiplication and division as well as performing long division reduced remarkably in the post test as it appear from examples analyzed in figure 3 and figure 4 below.

From figure3, learners' post-test scores improved by 73% (from 0 to 11 out of 15). By analyzing the learner's post-test scriptural work the 2 items of question #1 consisting of addition of two multidigit numbers with carrying and simple subtraction of two multidigits numbers it appears that learners faced difficulties to perform these operation which are very basic to multiplication and division, the main focus of this study's intervention. Besides, expressing repeated addition as multiplication, multiplication table of 8 and simple division by 7 (inverse multiplication table of 7), which are very basic to perform complex multiplication (2 items of question #5) and long division (last item of question #5) were difficult for learner 1 to perform. In the post-test, learner 1 managed to increase the performance from 0 out of 15 items in the pre-test to 11 out of 15 items in the post test. Learner 1 manifested the understanding of addition with carrying and simple subtraction (question #1), expressing repeated addition of 7 as multiplication by 7, and working out simple multiplication exercises. Therefore, many items involving addition, subtraction and multiplication that were likely not understandable in the pre-test were well performed in the post-test after IM-supported teaching.

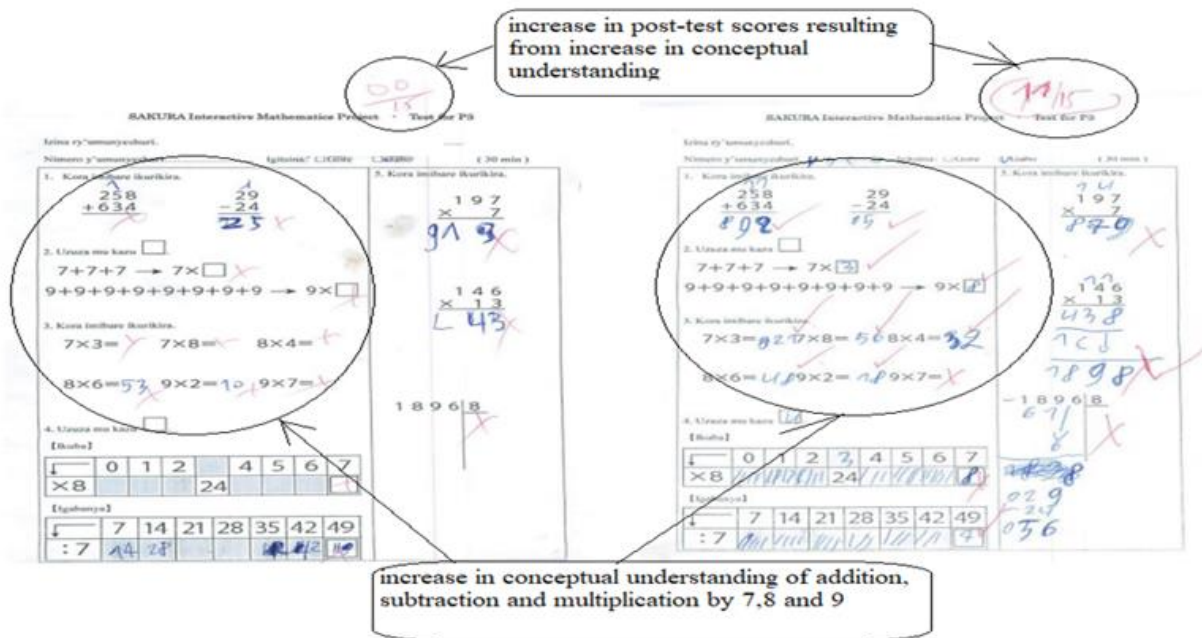


Figure 3: Learner 1's Scriptural Work of Pre-test and Post-test, Field Study, 2019

From figure 4, learners' post-test scores improved by 66.7% (from 4 to 14 out of 15). In pre-test, learner 2 struggled to find mechanisms behind relationships between repeated addition and multiplication, relied on drawings, and drafting multiplication table of 3 learned before to help recalling mechanisms to find the answers. Curiously, figure 2 shows that the learners was not mastering multiplication table of 3 or content of primary 2 though it is a prerequisite to learn multiplication by 7, 8 and 9 or content of primary 3 (REB, 2015). In addition, multiplication of multidigits numbers with one digit number or two-digit number was also so difficult that the learner failed work out  $197 \times 7$  or  $146 \times 3$ . In the post-test, learner 2 demonstrated abilities to smartly perform multiplication of  $197 \times 7$  or  $146 \times 3$  but did not grasp the mechanism of organizing vertical addition digits from multiplication that led to failing to find  $146 \times 13$ . On division (inverse of multiplication), the learner showed difficulties to perform simple division by 7 and long division of 1896 by 8. The long division of 1896 involves the understanding of groups of number to be divided and the systematic mechanism to continue the process including multiplication,

subtractions and movement of digits (lowering) up to the answer. Figure 2 shows no evidence about the understanding of these mechanisms by learner 2. However, after IM-supported learning, learner 2 managed to understand the mechanism of long division and all mechanisms involved in the process up to finding the final answer.

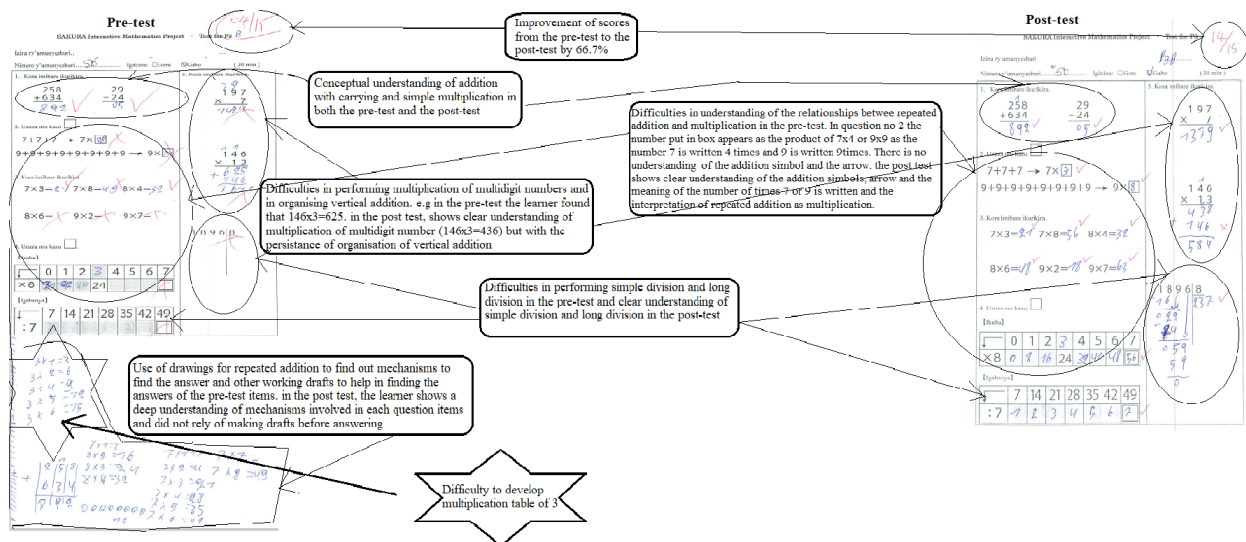


Figure 4: Learner 2's Scriptural Work of Pre-test and Post-test, Field Study, 2019

From figure 3 and figure 4 it is clear that IM-supported teaching improved learners' performance and boosted their conceptual understanding of concepts addition, subtraction, multiplication and long division.

From the analysis of types of errors of multiplication committed in the pre-test, the results revealed that many learners did not understand the question or failed to find the answer and left the place of the answer as empty. Many other learners understood the repeated addition but failed to interpret it in a corresponding multiplication and wrote the sum of the addition terms in place of the term of multiplication. Other learners did not understand the role of the arrow between the repeated addition expression and the corresponding multiplication expression. They simply added all present terms regardless of the presence of the arrow and wrote the resulting sum as the requested term of multiplication. Other few learners wrote answers, which do not show any link neither with the terms nor with the operation. This explains the root of learners' low conceptual understanding

in the pre-test as it appears in figure 5 below:

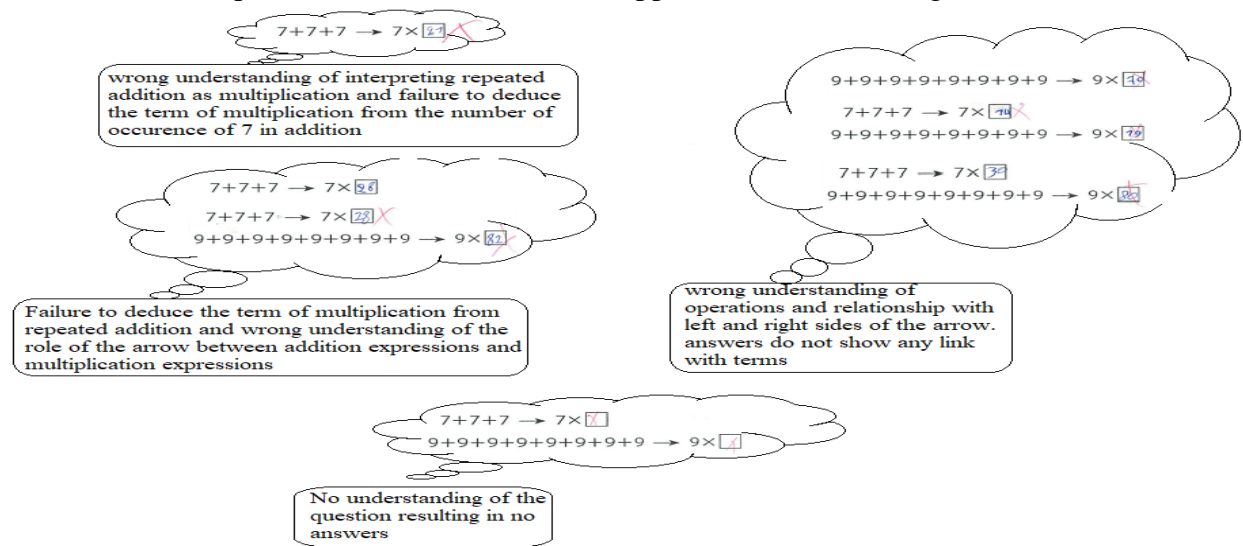


Figure 5: Types of Errors of Multiplication Committed in the Pre-test

## Discussion

The results of this study show that, considering the number of items performed by more than 50% of learners, there is a significant difference between the pre-test and post-test scores of learners based on statistical significance, the effect size of significance, and learning gains. In addition, the analysis of learners' workings reveal the presence of many cases of dyscalculia in addition, subtraction, division and multiplication, which reduced remarkably in the post-test by IM-supported teaching. Therefore, this demonstrated that the teaching and learning of mathematics in primary using IM software as an instructional tool would significantly improve learners' conceptual understanding in mathematics.

The results of our study are in line with other studies grounded in the CTML (e.g. Loo et al., 2020 and GebreYohannes et al., 2016) that found the benefits of using multimedia tools to improve the quality of primary mathematics learning. In fact, Loo et al., (2020), conducted an interventionist study on primary learners to investigate the effect of using Digital Game-based Learning apps based on Mayer's Cognitive Theory of Multimedia Learning in Mathematics for primary school

students from the aspects of motivation, performance and problem solving ability. This study found that the intervention increased learners motivation, enhanced their performance and problem solving abilities. Earlier to this study, (Gebreyohannes et al., 2016) conducted a quasi-experimental study to present an approach of teaching mathematics courses like calculus and numerical methods by integrating meaningful multimedia technology to foster the learning process. The study found that the multimedia assisted lesson was more organized and comprehended resulting in improvement of learners' performance on the modules of calculus and numerical methods. Likewise, that lesson allows visualization and understanding of unknown mathematical relationships (Uwurukundo et al., (2022). Therefore, multimedia learning environment likely stimulate meaningful and successful learning based on Mayer & Moreno, (1998a)'s arguments on multimedia learning outcomes. Similarly, it had been argued that the use of technologies in teaching, based on Mayer's CTML promote quality education (Ndiokubwayo et al., 2020) and that multimedia based teaching and learning process is more effective than the traditional way of teaching (Loo et al., 2020 and (Gebreyohannes et al., 2016).

Therefore, IM software for Rwanda, as a multimedia instructional tool for primary mathematics seems to be effective for overcoming shortcomings in pedagogical content knowledge as explained by (Maniraho & Christiansen, 2015). This is based on the IM lesson presentation in three steps of understanding, quick exercises and evaluation with all its features of attractive presentation of mathematics objects and their concrete movement as well as audible mathematics process accompanied by a specific sound corresponding to right or wrong process. Therefore, this support the teachers' lesson preparation and flow as well as teacher's abilities to engage learners and to attract their attention to the lesson. The IM assisted-teaching start by connecting the pre-requisite with the new lesson at the IM software understanding level where mathematics content

is attractively presented as words and pictures of different colors. During IM assisted lesson, manipulation of mathematics objects was accompanied by a characteristic sound and movements associated to a wrong or right process or answer. The figures below serve as examples that provides an insight on the characteristics of IM in multimedia context that likely contributed to conceptual understanding. Figure 3 shows annotated IM outlook of the understanding level of the lesson about counting in sevens.

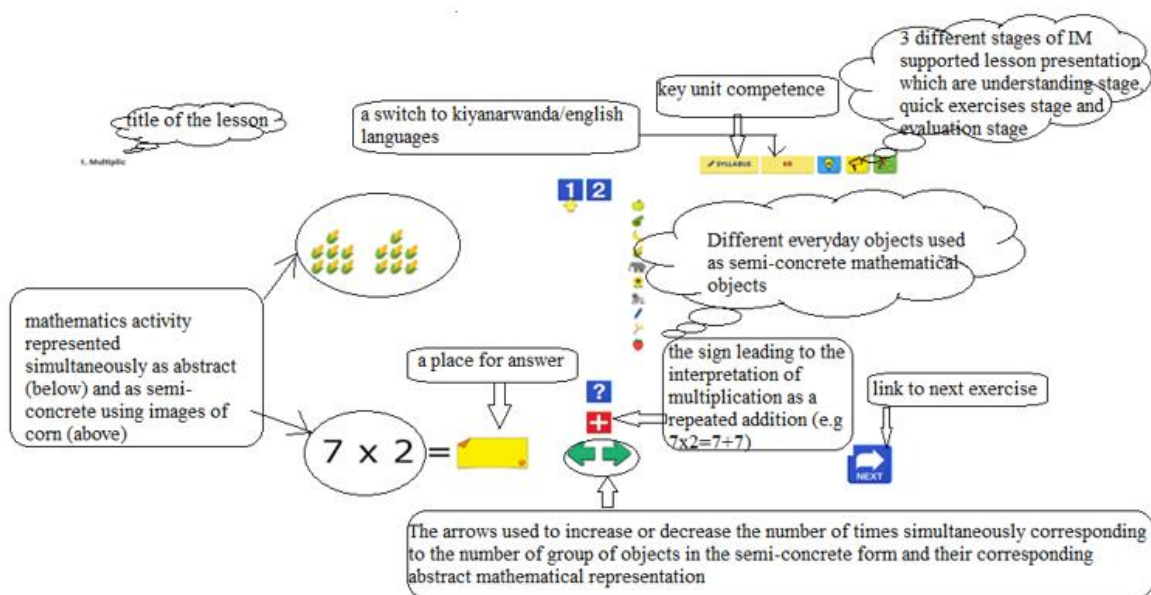


Figure 3: Annotated IM Outlook of the Understanding Level of the Lesson about Multiplication

It had been explained that conceptual knowledge is important in the Mathematics learning process (Zulnaidi, 2017) and technological assisted teaching promote conceptual understanding of mathematics (Patel & Dexter 2014). For example Crawford & Wirth, (2020) found that Case-Based Games Learning (CBGL) in mathematics improves conceptual understanding on average. Birgin, & Uzun Yazıcı (2021) conducted study about investigating the effect of using dynamic geometry software (GeoGebra) on the eighth-grade learners' conceptual understanding and the retention of learning regarding linear equations and slope. The study found that GeoGebra

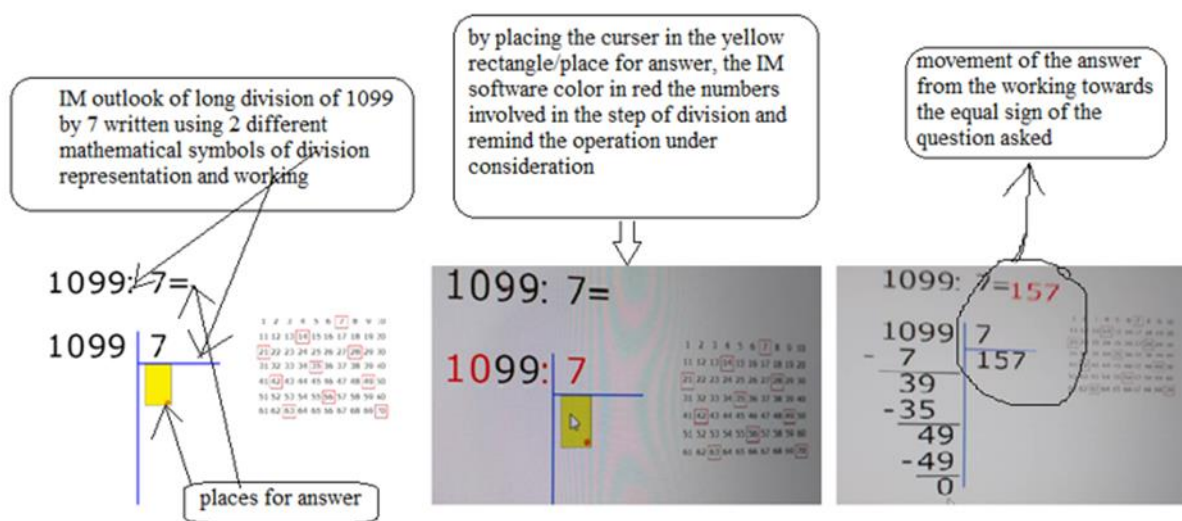
software-supported instruction improve both learners' conceptual understanding and retention of learning in comparison to textbook-based direct instructions.

Mohd Syah, Hamzaid, Murphy & Lim (2016) study used technology based play to address dyscalculia issues using dyscalculia-remedy-oriented approach. The study's intervention used computer play in teaching which led to learners' significant performance more than their counterparts who simultaneously attended normal class learning. In addition, it was realized that learners dyscalculia which included arithmetic operation confusion, and number disorientation reduced thanks to the intervention. In our study, the analysis of learners' workings revealed types of errors committed by learners in working on basic multiplication items (figure 5). Many learners failed to understand the intermediate unit and failed to effectively use the intermediate unit to link addition and multiplication levels. However, these errors reduced remarkably in the post test by observing their overall performance and the analysis of their workings. (Sorden, 2012) explained that learners performance on a test visualize their meaningful learning or conceptual understanding. According to (Ji & Barbara, 2013) learners develop better conceptual understanding of multiplication and multiplicative reasoning when the repeated addition model is used while simultaneously they emphasize the intermediate unit concept different from focusing on the operational side of multiplication.

The results of our study indicated that, learners generally have performed well on all questions, except question-5 (sub-questions 13, 14, and 15). These questions related to multiplication and division showed difficulties among learners. Interestingly, they were able to well perform related multiplication concepts in question-3 (sub-questions 5-10). The reason was that these items required learners to multiply one digit by another digit (such as  $7 \times 3 = ?$ ), while the ones in question-13, 14 required them to involve three digits (such as  $197 \times 7 = ?$ ). While one digit multiplication can

be easily mastered and memorized instrumentally by learners, multiplication of two or three digits numbers require more advanced conceptual understanding. Therefore, this may serve as an example showing primary three Rwandan learners' level of multiplication abilities and where more support like IM-software is needed to understand the role of multimedia supported learning.

The Cognitive Theory of Multimedia learning (CTML) supported our study drawing on IM software features that fits a multimedia tool for effective learning. IM lesson presentation goes through three stages of understanding, quick exercises and evaluation. The IM understanding level presents mathematics objects in semi-concrete forms simultaneously with their corresponding abstract form (example figure 3) through mathematical processes accompanied by movements (example in figure 4) of mathematics objects, specific sound and different colors attracting the learners' attention to grasp different mechanisms and relationships necessary for conceptual understanding. Before the post-test, primary three learners were engaged in learning environment which integrated mathematics texts, color, graphical images, animation and audio sound (Gebreyohannes et al., 2016). Figure 4 shows annotated IM outlook of the long division of 1099 by seven.



*Figure 4: Annotated IM Outlook of the Long Division of a Multidigit Number by a Number*

From figure 3 and figure 4 explanations, the IM software for Rwanda seems to fit the multimedia characteristics of an ICT instructional resource for effective learning.

Moreover, the potential of IM that likely made it influence successful learning may be analyzed using principles of multimedia learning. (Mayer & Moreno, 1998) explain these five principles of successful memory processing in multimedia learning. The first principle consists of the multiple representation principle, which explains that learning successfully encompasses presenting the concept with its explanation in words and pictures than simply its presentation in words. Next principle is the contiguous principle which stipulate that multimedia presentation entails presenting words and pictures together and sequentially instead of presenting them separately. The third principle set out that during multimedia explanation, words should be presented as auditory narration instead of simply visual on screen (split-attention principle). The next principle consists of catering more for low-knowledge and high-spatial learners than high knowledge and low-spatial learners (individual difference principle). The fifth principle stipulate the use of few simple words and pictures instead of extraneous ones while teaching with multimedia tools. In fact, It has been found that a shorter presentation allows the learner to select and organize relevant information accordingly. Therefore, all these traits might have enhanced learning in our study.

Besides, the CTML stipulates that there exist different information processing channels for pictures and words or dual principle. In addition, the working memory's capacity for information processing is limited (limited capacity principle) (Muhammad, 2018). With appropriate information processing, learners manage to learn meaningfully (active processing principle). They become more focused, attentive, and manage to organize new knowledge building on pre-requisite

knowledge (Muhammad, 2018). The understanding stage setting of the IM software for Rwanda (e.g. figure 3) shows its potentials to help learners grasp auditory and visual information (dual principle) through colorful presentation of mathematical objects accompanied by mathematical movements of objects and soundly mathematical processes. This seems to ensure learners active processing of information and to minimize their cognitive load by enhancing their attention to learning mathematics.

Using the above CTML principles, IM has got features to make mathematics fun and enjoyable for learning leading to reducing its abstract nature (Ernest et al., 2016), which is likely to influence successful learning and improved performance. These features are demonstrated in 3 levels that the IM-assisted teaching goes through, conceptual understanding level, quick exercises, and evaluation level. The organization of these levels fits with the fourth principle of CTML, which stipulates that successful learning considers individual differences in learning (Mayer & Moreno, 1998).

### **Conclusion**

Drawing on the CTML, this study sought to investigate primary three learners' conceptual understanding. In light of the studies grounded in the CTML like Loo et al., (2020), Ndiokubwayo et al., (2020) and Uwurukundo et al., (2022) this study confirmed that IM supported teaching promote conceptual understanding observable through learners' performance in a test (Sorden, 2012). Data collected from a group of 63 learners' primary three through a pre-test and post-test was compared before and after learning with interactive mathematics (IM) at the beginning of 2019. The use of IM in teaching mathematics showed an effect on conceptual understanding and performance of learners. The study also measured the effect of IM among girls and boys learners and found boys perform better than their girls' counterparts do. Besides, teachers

and learners developed basic computer skills and experienced for the first time teaching and learning activities in smart classroom. Particularly, teachers and school administration managed to build awareness about using computers in classroom activities instead of using them in administrative activities only. Although the conceptual understanding improved throughout the concepts examined, however, low understanding of some concepts related to multiplication and division of three digits persisted. Based on this study's results, other many studies about the use of IM in teaching and learning mathematics should be conducted for generalizability of the findings.

### **Recommendations**

We recommend the Ministry of Education in Rwanda, through Rwanda Education Board, to train primary school teachers about basic computer skills to be active agents suitable create and monitor effective multimedia learning environment and to achieve effectively multimedia learning principle especially in early levels of mathematics education. Besides, the policies governing the integration of IM in the competence based curriculum framework for Rwanda as an instructional tool should be speeded up to support the effective implementation of the CBC in mathematics.

### **Limitations**

This study faced some limitations including teachers and learners' mastery of basic computer skills which sometimes interrupted the flow of effective teaching activities and sometimes affected time management of planned lessons.

### **Acknowledgment**

We would like to express our appreciation to Japan International Cooperation Agency (JICA) through the Sakura-Sha Project, to teachers and schools that participated in this study.

## Funding

This study was financially supported by University of Rwanda-Sweden Programme and the African Centre of Excellence for Innovative Teaching and Learning Mathematics and Science (ACEITLMS) based at the University of Rwanda-College of Education.

## References

- Andamon, J. C., & Tan, D. A. (2018). *Conceptual Understanding , Attitude And Performance In Mathematics Of Grade 7 Students*. August.
- Beatty, A., & Pritchett, L. (2012). From schooling goals to learning goals: How fast can student learning improve. *CGD Policy Paper*, 12.
- Bethell, G. (2016). *Mathematics Education in Sub-Saharan Africa : Status, Challenges, and Opportunities*. June. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/25289>
- Birgin, O., & Uzun Yazıcı, K. (2021). The effect of GeoGebra software–supported mathematics instruction on eighth-grade students' conceptual understanding and retention. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(4), 925-939.
- Crawford, S. M., & Wirth, G. D. (2020). Case-based games learning strategies to improve conceptual understanding in mathematics Case-based games learning strategies to improve conceptual understanding in mathematics. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1663/1/012060>
- Ernest, P., Skovsmose, O. Bendegem, J. P. van Bicudo, M., Miarka, R., & Moeller, L. K. R. (2016). The Philosophy of Mathematics Education. ICME-13 Topical Surveys. In *ICME-13 Topical Surveys*.

Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to Design and Evaluate Research in Education* (8th ed.). McGraw Hill.

GebreYohannes, H. M., Hadi Bhatti, A., & Hasan, R. (2016). Impact of multimedia in Teaching Mathematics. *International Journal of Mathematics Trends and Technology*, 39(1), 80–83.  
<https://doi.org/10.14445/22315373/ijmtt-v39p510>

Ho, T. M. P. (2020). Measuring Conceptual Understanding, Procedural Fluency and Integrating Procedural and Conceptual Knowledge in Mathematical Problem Solving. *International Journal of Scientific Research and Management*, 8(05), 1334–1350.  
<https://doi.org/10.18535/ijserm/v8i05.e102>

Ian, J., Matthew, I., Camilla, G., & Jeremy, H. (2013). *Measuring conceptual understanding : the case of fractions*.

Jatisunda, D., Salim Nahdi; M., G. (2019). Conceptual Understanding And Procedural Knowledge : A Case Study on Learning Mathematics of Fractional Material in Elementary Conceptual Understanding And Procedural Knowledge : A Case Study on Learning Mathematics of Fractional Material in Elementary Sch. *Journal of Physics: Conference Series*, 1477(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1477/4/042037>

Ji, Y. I., & Barbara, J. D. (2013). Linking Multiplication Models to Conceptual Understanding in Measurement Approach. *Research Gate*. <https://doi.org/10.13140/2.1.4735.7768>

Khan, S. (2018). *Mathematics Proficiency of Primary School Students in Trinidad and Tobago*  
*MATHEMATICS PROFICIENCY OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS IN* By Shereen  
*Alima Khan Dissertation Committee : Professor Bruce Vogeli , Sponsor Professor Nicholas Wasserman Approved by the Co. October.*

- Loo, C. H., Haruzuan, N., & Said, M. (2020). Effects of Digital Game-based Learning Apps Based on Mayer's Cognitive Theory of Multimedia Learning in Mathematics for Effects of Digital Game-Based Learning Apps Based on Mayer's Cognitive Theory of Multimedia Learning in Mathematics for Primary School. *Primary School Students. Innovative Teaching and Learning Journal*, 4(1), 65–78.
- Maniraho, F., & Christiansen, I. M. (2015). *Rwandan grade 6 mathematics teachers' knowledge*. 3(1), 66–76.
- Mayer, R. E. (2014). Incorporating motivation into multimedia learning. *Learning and Instruction*, 29, 171–173. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.04.003>
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (1998). *A Cognitive Theory of Multimedia Learning : Implications for Design Principles*. 1–10.
- MINEDUC. (2018). Republic of Rwanda Ministry of Education Education Sector Strategic Plan 2018/19 to 2023/24. *Education Sector Strategic Plan*, 32–128.
- Mugiraneza, J. P. (2021). *Digitalization in teaching and education in Rwanda. The Report*, 28.
- Mohd Syah, N. E., Hamzaid, N. A., Murphy, B. P., & Lim, E. (2016). Development of computer play pedagogy intervention for children with low conceptual understanding in basic mathematics operation using the dyscalculia feature approach. *Interactive Learning Environments*, 24(7), 1477-1496.
- Muhammad, S. (2018). Application of Cognitive Theory of Multimedia Learning in Undergraduate Surgery Course. *International Journal of Surgery Research and Practice*, 5(1), 2–7. <https://doi.org/10.23937/2378-3397/1410065>

- Ndihokubwayo, K., Ralph, M., Ndayambaje, I., & Uwamahoro, J. (2021). Dataset for measuring the conceptual understanding of optics in Rwanda. *F1000Research*, 10, 679.  
<https://doi.org/10.12688/f1000research.53135.1>
- Ndihokubwayo, K., Uwamahoro, J., & Ndayambaje, I. (2020). Effectiveness of PhET simulations and YouTube videos to improve the learning of optics in Rwandan secondary schools. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 24(2), 253–265. <https://doi.org/10.1080/18117295.2020.1818042>
- Njiku, J. (2019). Mathematics Performance across Gender and Who Owns a School. *Huria Journal*, 26(1), 141–150.
- Patel, Y., & Dexter, S. (2014, March). Using multiple representations to build conceptual understanding in science and mathematics. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 1304-1309). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- REB. (2015). Curriculum Framework: Pre-Primary To Upper Secondary 2015. In *Competence Based Curriculum*.
- Rudolph, M. (2017). Cognitive theory of multimedia learning. *Journal of Online HHgher Education*, 1(2), 1–15. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.005>
- Soewardini, H. M. D., Meilantifa, M., & Sukrisno, H. (2018). Multimedia learning to overcome anxiety and mathematics difficulty. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 434(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/434/1/012002>
- Sorden, S. D. (2012). The Cognitive Theory of Multimedia Learning. In *Handbook of*

*educational theories* (pp. 1–31).

Taram, A., Rahmawati, R., Rustaman, N. Y., & Hamidah, I. (2018). Cognitive style and gender differences in a conceptual understanding of mathematics students Cognitive style and gender differences in a conceptual understanding of mathematics students. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/4/042017>

Uwurukundo, M. S., Maniraho, J. F., & Tusiime Rwibasira, M. (2022). Effect of GeoGebra Software on Secondary School Students' Achievement in 3-D Geometry. *Education and Information Technologies*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10852-1>

Zulnaidi, H. (2017). *The Effectiveness of the GeoGebra Software : The Intermediary Role of Procedural Knowledge On Students ' Conceptual Knowledge and Their Achievement in Mathematics*. 8223(6), 2155–2180. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01219a>

## References

Andamon, J. C., & Tan, D. A. (2018). *Conceptual Understanding , Attitude And Performance In Mathematics Of Grade 7 Students*. August.

Bethell, G. (2016). *Mathematics Education in Sub-Saharan Africa : Status, Challenges, and Opportunities*. June. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/25289>

Crawford, S. M., & Wirth, G. D. (2020). Case-based games learning strategies to improve conceptual understanding in mathematics Case-based games learning strategies to improve conceptual understanding in mathematics. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1663/1/012060>

Ernest, P., Skovsmose, O. Bendegem, J. P. van Bicudo, M., Miarka, R., & Moeller, L. K. R.

(2016). The Philosophy of Mathematics Education. ICME-13 Topical Surveys. In *ICME-13 Topical Surveys*.

Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to Design and Evaluate Research in Education* (8th ed.). McGraw Hill.

GebreYohannes, H. M., Hadi Bhatti, A., & Hasan, R. (2016). Impact of multimedia in Teaching Mathematics. *International Journal of Mathematics Trends and Technology*, 39(1), 80–83.  
<https://doi.org/10.14445/22315373/ijmtt-v39p510>

Ho, T. M. P. (2020). Measuring Conceptual Understanding, Procedural Fluency and Integrating Procedural and Conceptual Knowledge in Mathematical Problem Solving. *International Journal of Scientific Research and Management*, 8(05), 1334–1350.  
<https://doi.org/10.18535/ijserm/v8i05.el02>

Ian, J., Matthew, I., Camilla, G., & Jeremy, H. (2013). *Measuring conceptual understanding : the case of fractions*.

Jatisunda, D., Salim Nahdi; M., G. (2019). Conceptual Understanding And Procedural Knowledge : A Case Study on Learning Mathematics of Fractional Material in Elementary Conceptual Understanding And Procedural Knowledge : A Case Study on Learning Mathematics of Fractional Material in Elementary Sch. *Journal of Physics: Conference Series*, 1477(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1477/4/042037>

Ji, Y. I., & Barbara, J. D. (2013). Linking Multiplication Models to Conceptual Understanding in Measurement Approach. *Research Gate*. <https://doi.org/10.13140/2.1.4735.7768>

- Khan, S. (2018). *Mathematics Proficiency of Primary School Students in Trinidad and Tobago*  
*MATHEMATICS PROFICIENCY OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS IN* By Shereen  
 Alima Khan Dissertation Committee : Professor Bruce Vogeli , Sponsor Professor Nicholas  
 Wasserman Approved by the Co. October.
- Loo, C. H., Haruzuan, N., & Said, M. (2020). Effects of Digital Game-based Learning Apps  
 Based on Mayer's Cognitive Theory of Multimedia Learning in Mathematics for Effects of  
 Digital Game-Based Learning Apps Based on Mayer's Cognitive Theory of Multimedia  
 Learning in Mathematics for Primary School. *Primary School Students. Innovative  
 Teaching and Learning Journal*, 4(1), 65–78.
- Maniraho, F., & Christiansen, I. M. (2015). *Rwandan g rade 6 mathematics teachers '*   
*knowledge*. 3(1), 66–76.
- Mayer, R. E. (2014). Incorporating motivation into multimedia learning. *Learning and  
 Instruction*, 29, 171–173. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.04.003>
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (1998). *A Cognitive Theory of Multimedia Learning : Implications  
 for Design Principles*. 1–10.
- MINEDUC. (2018). Republic of Rwanda Ministry of Education Education Sector Strategic Plan  
 2018/19 to 2023/24. *Education Sector Strategic Plan*, 32–128.
- Mugiraneza, J. P. (2021). *Digitalization in teaching and education in Rwanda. The Report*, 28.
- Muhammad, S. (2018). Application of Cognitive Theory of Multimedia Learning in  
 Undergraduate Surgery Course. *International Journal of Surgery Research and Practice*,  
 5(1), 2–7. <https://doi.org/10.23937/2378-3397/1410065>

Ndihokubwayo, K., Ralph, M., Ndayambaje, I., & Uwamahoro, J. (2021). Dataset for measuring the conceptual understanding of optics in Rwanda. *F1000Research*, 10, 679.

<https://doi.org/10.12688/f1000research.53135.1>

Ndihokubwayo, K., Uwamahoro, J., & Ndayambaje, I. (2020). Effectiveness of PhET simulations and YouTube videos to improve the learning of optics in Rwandan secondary schools. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 24(2), 253–265. <https://doi.org/10.1080/18117295.2020.1818042>

Njiku, J. (2019). Mathematics Performance across Gender and Who Owns a School. *Huria Journal*, 26(1), 141–150.

REB. (2015). Curriculum Framework: Pre-Primary To Upper Secondary 2015. In *Competence Based Curriculum*.

Rudolph, M. (2017). Cognitive theory of multimedia learning. *Journal of Online Higher Education*, 1(2), 1–15. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.005>

Soewardini, H. M. D., Meilantifa, M., & Sukrisno, H. (2018). Multimedia learning to overcome anxiety and mathematics difficulty. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 434(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/434/1/012002>

Sorden, S. D. (2012). The Cognitive Theory of Multimedia Learning. In *Handbook of educational theories* (pp. 1–31).

Taram, A., Rahmawati, R., Rustaman, N. Y., & Hamidah, I. (2018). Cognitive style and gender differences in a conceptual understanding of mathematics students Cognitive style and gender differences in a conceptual understanding of mathematics students. *Journal of*

*Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/4/042017>

Uwurukundo, M. S., Maniraho, J. F., & Tusiime Rwibasira, M. (2022). Effect of GeoGebra Software on Secondary School Students' Achievement in 3-D Geometry. *Education and Information Technologies*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10852-1>

Zulnaidi, H. (2017). *The Effectiveness of the GeoGebra Software : The Intermediary Role of Procedural Knowledge On Students ' Conceptual Knowledge and Their Achievement in Mathematics*. 8223(6), 2155–2180. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01219a>

*Appendix 1. Test provided to P3 learners*

<p>1. Workout the following (Kora imibare ikurikira)</p> $\begin{array}{r} 258 \\ +634 \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{r} 29 \\ -24 \\ \hline \end{array}$ <p>2. Fill in the box (Uzuza mu kazu)</p> $7+7+7 \longrightarrow 7 \times \boxed{\phantom{00}}$ $9+9+9+9+9+9+9 \longrightarrow 9 \times \boxed{\phantom{00}}$	<p>5. Workout the following (Kora imibare ikurikira)</p> $\begin{array}{r} 197 \\ \times 7 \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{r} 146 \\ \times 13 \\ \hline \end{array}$
--	---

3. Work out the following (kora imibare ikurikira)

$7 \times 3 =$

$7 \times 8 =$

$8 \times 4 =$

$8 \times 6 =$

$9 \times 2 =$

$9 \times 7 =$

4. Fill in the box (Uzuza mu kazu)

[Multiplication] (Ikuba)

	0	1	2		4	5	6	7
X 8				24				<input type="text"/>

Division (igabanya)

	7	14	21	28	35	42	49
: 7				24			<input type="text"/>

1896

6



*International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*  
 Vol. 21, No. x, pp. a-b, Month 2022  
<https://doi.org/10.26803/ijlter.21.x.y>  
 Received Mon 00, 2022; Revised Mon 00, 2022; Accepted Mon 00, 2022

# Effects of Interactive Mathematics Software for Rwanda on Grade-5 School Learners' Performance in Rwanda

Innocente Uwineza<sup>1</sup> Alphonse Uworwabayeho<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>School of Education, University of Rwanda College of Education

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-1893-3445>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-2651-1848>

Kenya Yokohama<sup>3</sup>

<sup>3</sup>Sakura-Sha, 101-0051 Tokyo, Japan

**Abstract.** This study investigated the effect of Interactive Mathematics software on grade-5 learners' performance in Rwanda. Designed as quasi-experimental, the study used treatment and control groups. Data included pre-test and post-test scores of 194 learners of Grade-5 learners from public and private schools. It was found that IM software descriptively showed a greater performance than the traditional class, based on the effect size of significance and learning gains ( $p < .001$ ,  $f = 1.32$ ) and  $g = .41$  for experimental group while  $p < .001$ ,  $f = .52$  and  $g = .22$  for control group). In addition, the use of IM improved learners' performance more in public than private schools, although private schools showed a high-performance level at both pre-and post-test stages. Despite that, there was not any observed significant difference between males and females' performance, females likely manifested a will to descriptively improve in post-test due to IM software while males' performance remained higher. Before concluding about the potentials of IM in Mathematics learning that can draw theories about IM, It is worth pointing out that further mixed method studies should be conducted particularly focusing on other features of quality Mathematics teaching and learning.

**Keywords:** Interactive Mathematics software; grade-5 learners; learners' performance; TPACK model; Rwanda

## 1. Introduction

The major goal of any education system is to enable learners achieving learning outcomes in relation to national aspirations. In most cases, learning outcomes are generally reflected by academic performance of learners (Dev, 2016). For example in India, learning outcomes have become a phenomenon of interest

such that many scholars have been working hard to untangle factors that militate against good academic performance (Dev, 2016).

Learners' academic performance is the ultimate expectation for all educational stakeholders in general and for themselves in particular without excluding teachers, parents and school administration (Dev, 2016). The academic achievement of elementary school learners is both the determinant of school effectiveness and, most importantly, it predicts the futures of both the youth and the whole nation (Dev, 2016).

Formal Mathematics education in Rwanda started with arithmetic and developed through many curriculum reforms with mostly lack of professional Mathematics teachers (Uworwabayeho, Rubagiza & Iyamuremye, 2007). Therefore, the achievement of quality Mathematics education has been facing many barriers. These barriers are related but not limited to pedagogy, attitudes, teaching and learning resources. For example, a study conducted by Umuhoza and Uworwabayeho (2021) in one district of Rwanda identified insufficiency or total lack of instructional materials for teaching Mathematics. They confirm that though books are the most used, they are not enough for individual learners. Further studies (e.g.; Msafiri, 2017) show that both teachers and students need instructional materials for the successful teaching and learning of any subject. Within this vein, Msafiri (2017) argues that instructional materials help teachers to easily achieve instructional objectives and students to understand the content in practical ways; to some extents, this will increase students' motivation to learn Mathematics.

As secondary school learners manifested differences in attitudes towards Mathematics education research suggested that teachers need to develop the learners' understanding of the importance of Mathematics in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education in Rwanda's future needs of skilled population without distinction between females and males (Habineza, 2018). The ranking of schools from best to worse; from schools of excellence to the rest of schools is guided by many criteria but emphasis is always put on learners' achievement or academic performance. It is a habit in Rwanda's education system to rank schools from best to worse by considering many criteria but most importantly by putting an emphasis on academic achievement or learners performance. The aspect of gender in Mathematics academic performance is of particular focus for many studies. Literature on gender differences in Mathematics performance reported boys and girls have different perceptions about their difference in performance (Dev, 2016, Uwineza et al., 2018). Girls attribute their Mathematics learning and performance more to external factors and less to abilities, while boys attribute more their Mathematics learning and performance on internal abilities like reasoning and effort or commitment and less to external factors (Dev, 2016). Therefore, changing the learning environment by incorporating tools and related techniques that may stimulate and improve both girls' and boys' learning engagement may bridge the gap in gender performance. In addition, teachers should develop the learners' understanding of the importance of Mathematics without distinction between females and males (Habineza, 2018).

The type of school is likely a factor of effective teaching and learning process and school's academic performance based on the differences that exist between public and private schools including class population and teachers qualification. In elementary schools, Khun-Inkeere (2016) investigated on performance between public and private schools' academic performance in Thailand. Using the ANOVA, Khun-Inkeere, (2016) compared the difference between two public schools and one private school, and found that private school showed better performance, compare to public school. It is with this background, the present study intended to investigate the effect of interactive Mathematics (IM) software on grade-5 grade school learners' performance. This was achieved through analysing data on overall participant learners' scores, comparing scores of learners between public and private schools as well as scores between boys and girls.

### **1.1. Objectives of the Study**

Drawing on this background, this study explored the effect of interactive Mathematics software on grade-5 school learners' performance. It was conducted in public and private schools of Rwanda in grade-5. It involved both girls and boys learners in Mathematics class. In Rwanda, the difference in school statuses influences differences in learners' effective learning and performance. Grade-5 of public schools in Rwanda are characterized by learners' overpopulation. Therefore, the use of IM is believed to contribute to improving quality Mathematics education especially in public schools with a big number of learners' which makes it difficult to the teacher to teach effectively. The objectives that guided this study consisted of a) investigating the role of IM on learners' performance; b) comparing the role of IM in different performances of public and private school learners; c) comparing the role of IM in girls and boy learners different performance.

## **2. Review of Literature**

Existing literatures (e.g.; Khun-Inkeere, 2016; Fluck, 2010) on changes brought by Information, Communication Technology (ICT) in human life argue that education should change as quickly as the technology does to enable young people embrace the rapidly changing environment. Khun-Inkeere (2016) argues that the availability of technological aid can improve quality Mathematics learning and learning environment and improves learners' performance of all boys and girls. For example, Japan and Singapore are ranked best Mathematics performers among the OECD (Gronmo et al., 2016; House, 2007). In light of advanced countries in Mathematics performance, the promotion of the use of computers in basic levels of education instead of calculators is of paramount importance (Gronmo et al., 2016). Learners in Japan were found as higher performers in Mathematics, reading, and science and among OECD countries. It was realized that computers seem to be more prevalent in the Japanese classroom than hand-held technology like calculators because they are not required by university entries. This seems to be the factor of Japanese education system success in producing learners who excel in Mathematics as it was pointed out in the results of TIMSS (House, 2007).

Improving the quality of Mathematics education using ICT as a tool for teaching and learning is an issue in Mathematics education in Rwanda. In this perspective, the competence-based curriculum (CBC) has been adopted and started to be implemented with the 2016 school year replacing the knowledge-based curriculum (KBC). According to Ndihekubwayo and Habiyaremye (2018), CBC requires teachers to teach many skills and teachers' traditional teaching methods are not suitable to assist learners to develop desired competences from schools. Therefore, research and policies suggest teachers to embrace participatory and interactive methods that engage learners in the learning process.

In line with the effective implementation of the CBC in Mathematics, Sakura-Sha, a Japanese private company, has developed the "interactive Mathematics" (IM) software for Rwandan basic education learners. IM software is an offline and easy-to-use software that is built to ensure the exploitation of Mathematics in all its aspects, following the CBC for respective levels. The IM content software is offline, easy to use, user-friendly even for IT-illiterate people, and portable (simply after copying and pasting it, you start using it).

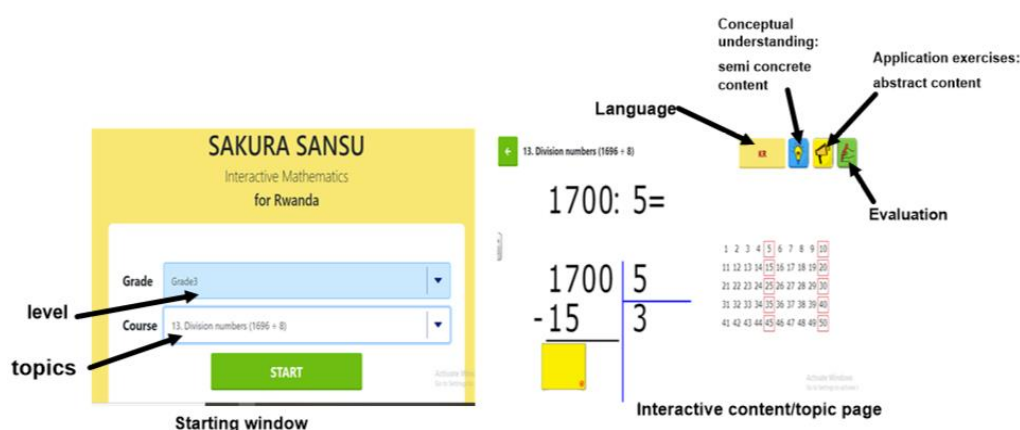


Figure 1. Interactive Mathematics content software outlook of the starting window and example of an interactive content

With interactive Mathematics content software, Mathematics objects are presented in semi- concrete combined with the abstract nature of Mathematics, stimulating interactivity through colourful images, diagrams, movement text, and sound. There are also the speeds of activity as well as variation of Mathematics activities at different levels of complication that can stimulate and sustain engagement and interactivity in IM content software supported class.

The interactive technologies are among the most ICT tools widely used in education. This is a technological tool that can be used to enhance communication and interaction in classroom (Eastman et al., 2009). Interactive technologies used in education include the interactive whiteboards (Papanastasiou, 2016), iPads, PowerPoint presentation with or without learners technological tools for their interaction (Eastman et al., 2009). The purpose of quality education (Alshammari et al., 2017) is to improve learners' achievement. Using the experience in Rwandan education system, all schools aspire to be

excellent by implementing means allowing learners to improve their achievements. These include time for self-study, the increase in assignment and the urge to teachers to provide feedback timely. In addition, school tests as well as district and national tests need to be provided.

According to Dev (2016) all education system have been focusing on improving learning outcomes and have put in place strategies to work hard to sort out all factors that may oppose the achievement of good academic performance (Dev, 2016). There exists a wide gap in Mathematics education research in Rwanda especially at primary school level. Few studies conducted in the domain of Mathematics education have been concentrating more on some aspects different from classroom practices. For example Uworwabayeho (2009)'s study was mainly concerned with teachers' awareness about the use of ICT in education while Habineza (2018)'s looked at the levels of attitudes and anxiety about Mathematics manifested by secondary school learners in urban and rural areas as well as gender differences in attitudes towards Mathematics at higher levels of education .

The philosophy of Mathematics education explains that Mathematics knowledge should be constructed through an iterative process known as "constructivism" whereby learners actively develop their mathematical ideas and meanings based on previous experiences confronted to new experiences through autonomous mathematical activities (Bhowmik, 2015). It follows that, constructively, learners' abilities to understand more complex and abstract Mathematics structures lay in their gradual construction of knowledge using basic notions based on their pre-requisites up to being able to meaningfully solve a wide variety of problems. Therefore, effective pedagogical guidelines should take into account fundamental elements that are likely important in the stage of grade mathematic education including mathematical literacy and numerical meaning, solve problems, the games, globalization and Mathematics for everyday life (Díaz, 2021). Learners should become autonomous and self-motivated in their mathematical activity. Therefore, to hike the confidence level of the learners through assessment and evaluation, teachers should help learners to develop their mathematical thinking and making judgment of learning combined with judgment of teachers or peers or other stakeholders about learners' level of knowledge construction or their levels of understanding because today's knowledge is the basis of tomorrow's knowledge (Bhowmik, 2015).

Effective learning results from specific teaching skills and it is a necessity to ensure academic performance. According to Shulman (1987), the teacher's knowledge for effective teaching should result from the integration of values and objectives, content knowledge, students' knowledge, program knowledge, pedagogical content knowledge, general pedagogical knowledge, educational content knowledge and knowledge of educational outputs. In the current educational era, education, technology and technology integration in education has become a necessity (Akturk et al., 2019). Therefore, adding technological knowledge to the findings of Shulman teachers' competency would likely be completed fully to ensure the quality of teaching and learning outcomes as a response to the need for true learning (Ansyari, 2015).

Technological Pedagogical content Knowledge (TPACK) theoretical framework is one of the emergent new teaching methods which is currently becoming progressively more successful, seemingly in promoting the effective integration of technology in teaching and learning activities (Soler-Costa et al., 2021). The concept TPACK results from the concept of Pedagogical Content Knowledge (PCK) developed by Shulman in 1986 whereby in addition to PCK, technology knowledge components are incorporated into a new model that is TPACK model. Therefore, pedagogical knowledge (PK), content knowledge (CK), and technology knowledge (TK) are the three main elements that intersect. From that flapping, other new knowledge are generated namely pedagogical content knowledge (PCK), technology pedagogical knowledge (TPK), technology content knowledge (TCK), and technology pedagogical content knowledge (TPACK) which is the model focused on in this study.

Many studies used TPACK theoretical framework in teacher education studies (Beri & Sharma, 2021; Omoso & Odindo, 2020; Antony et al., 2019; Bos, 2011). Very other few studies used TPACK framework focusing on the teaching and learning processes (Handan & Ertuğrul, 2019; Akturk et al., 2019), students learning (Handan & Ertuğrul (2019) self-efficacy and academic achievement (Akturk et al., 2019). Some of the findings highlight that integration of technology and pedagogical content knowledge (TPACK) is beneficial to the school, college and university teachers' professional development (Beri & Sharma, 2021); teachers' qualifications and teaching experience (Antony et al., 2019). On teaching and learning activities, studies found that TPACK framework likely helps the teachers to update their teaching knowledge, to teach effectively and to increase their teaching experience (Antony et al., 2019; Beri & Sharma, 2021) and promotes confidence among learners, encourage to learn (Beri & Sharma, 2021). According to Handan and Ertuğrul (2019) TPACK framed lessons has a positive impact on learning outcomes. As for Soler-Costa et al., (2021), TPACK framework is likely appropriate pedagogical approaches content with appropriate ICT tools. In addition Akturk et al., (2019)'s study found that teachers' TPACK level influence on academic achievement was likely higher than learners emotional self-efficacy.

This study is grounded in TPACK framework but with a focus on learning outcomes. It draws on Beri and Sharma (2021) and argues that the teaching of Mathematics with IM software as a teaching and learning technological support may promotes a conducive learning environment and influence learners' academic achievement. In this regards, the study was conducted in an IM supported teaching and learning classroom. It will likely contribute to the development of teachers' competency and desirable learning outcomes and learners abilities to use information and communication technology (ICT) for better learning (Ansyari, 2015).

## **2.1. Contribution to the Literature**

With the emergence of the current about ICT in education and theories of 21<sup>st</sup> century competences, more research framed by TPACK model focused at secondary school level and at higher education level and on teacher education studies (e.g. Beri & Sharma, 2021; Omoso & Odindo, 2020) while very other few

were conducted at primary levels with a focus on learners' achievements. This study is among few conducted in primary schools in Rwanda and the very first to tackle the effects of IM software for Rwanda in Mathematics achievements. Through this study, teachers improved their basic computer skills and their TPACK level. Besides, learners' basic computer skills improved. The uniqueness of this study consists of teachers and learners familiarity of what teaching and learning using ICT looks like. Therefore, this article may inspire many scholars interested in ICT supported pedagogies.

### 3. Methodology

#### 3.1. Research Design

The study used quantitative research methods (Cresswell, 2014) whereby data were collected using pre-tests and post-tests quasi-experimental design. It was conducted on public and private schools in an urban area, Kigali, Rwanda. Schools that were involved in the study were purposively selected depending on their status for each with ICT equipment (such as projection facilities, electricity, and computers). Grade school, grade five (P5) was considered in this study. The teaching was assisted by one laptop used by the teacher and a projector. All learners were invited to follow the teaching on the projected content. In parallel to an experimental group composed of IM-assisted teaching classes, a control group composed of classes taught in the usual chalk and talk teaching approach. This was selected based on their free consent to participate in the research.

Besides, before and after the teaching activities, a pre-test and a post-test were respectively given to the two research groups. The following table (Table 1) summarizes the sample, research groups, and research activities.

Table 1: Sample and activities design

Table 1: Sample and activities design					
Sample groups (non-randomly assigned groups)		Sample size	Research activities		
			Learners	Time 1	Time 2
Group 1: Experimental group [IM class]	1:	92	Pre-test	IM assisted teaching	Post-test
Group 2: Control group [Traditional class]		102	Pre-test	Chalk and talk teaching	Post-test

In total, 202 P5 learners (83 from private and 119 from public schools) participated in this study. After filtering out those that missed either pre-test or post-test, 194 were taken to the analysis phase (92 in experimental and 102 in control groups). This study took place during the usual teaching and learning school activities. The scheme of work and the usual timetable were respected the way they were planned, and research activities were undertaken along with the first term (January – March) of the 2020 school year, depending on the topics. While lower grade (P1, P2, P3) learners study for six periods (one period is equivalent to 40 minutes), upper grade (P4, P5, P6) ones study for seven periods per week. Thus, our focused grade studied seven hours/periods of Mathematics per week.

### 3.2. Research Tools and Data Collection

This study used questions related to the Rwandan Mathematics syllabus of P5 (REB, 2015). Japanese Mathematics education experts in the Sakura-Sha project, together with mathematics teachers and the researcher prepared the questions. They consisted of the number line, the concept of positive and negative numbers, small and great numbers, and linear equations. They are eight questions in total (see appendix 1). Thus, the test focused on integers and consisted of the following lessons: finding the equivalent fraction, naming the shaded region or shading a region corresponding to a given fraction, comparing fractions, and changing the denominators of fractions to a given common denominator. Test items have been developed from that content. Test items were similar in the pre-test and then post-test and a few were different but measured the same construct. The purpose was to measure learners' understanding and consistency in their understanding. All test items were routine problems requiring providing a direct answer or short problem solving working. The answers and marks of the pre-test and post-test were given to learners two days after the post-test was done.

P5 teachers have prepared the test items used in the pre-test and the post-tests and the researcher based on the content to be delivered using IM and following their ordinal way to set test items. The content taught in P5 focused on the unit of integers. The lessons delivered were the following ones: location of positive and negative numbers on a number line, Comparison and ordering of integers, Addition of integers, Subtraction of integers, Solving problems involving addition, and subtraction of integers. This content was the only P5 IM Mathematics version available. During the teaching activities, both the teachers and the learners were engaged with the soft content using the wireless mouse and manipulated the teaching material, worked on examples, and learners' exercises projected on the classroom wall. IM supported teacher presentation was sometimes interrupted by switching on learners' individual work or group work on their exercises notebooks followed by the teacher monitoring of learners' activities.

### 3.3. Research clearance and ethical consent

Before collecting data, the researcher was given an ethical clearance to go to the field. In addition, data collection was simultaneously done during the REB-SAKURASHA IM pilot period. Therefore, REB itself prepared schools that participated in IM piloting phase for hosting the piloting and research activities. The latter took place during the school normal activities and at the exact time fitting the one planned in the scheme of work of teachers. Henceforth, the research did not interrupt the normal school calendar. Instead, it supported/integrated itself into implementing the planned teaching. Before data collection and teaching intervention implementation, school head teachers signed consent forms and informed the teachers and learners about the research and project purpose. Teachers were trained and briefed on the traditional and IM teaching activity. The researcher discussed the units of content they were teaching and the concepts to be covered during our intervention/treatment.

### 3.4. Data Analysis

In this study, the researchers mainly used SPSS 23.0 to compute the statistical effect of the teaching interventions provided to analyse data. Class #1 (private and control) missed three learners (2 missed pre-test while one missed post-test), Class #2 (public and control) missed one learner that did not do post-test, Class #3 (private and experimental) missed two learners (one missed pre-test while another missed a post-test), and Class #4 missed two learners that both did not attend post-test. Thus, 45 learners of Class #1, 57 of Class #2, 33 of Class #3, and 59 of Class #4 were taken for analysis.

Firstly, researchers analysed groups of treatment and test and revealed percent mean score, standard deviation (Std. Dev), significance, the difference (p-value), effect size (f), and learning gains (g). The significance was taken at  $p < .05$  (statistically significant),  $p < .01$  (high statistically significant), or  $p < .001$  (very high statistically significant). The effect size was calculated as  $f = (\text{Post-test Mean} - \text{Pre-test Mean}) / \text{Average Std. Dev}$  while learning gains were calculated as  $g = (\text{Post-test Mean} - \text{Pre-test Mean}) / (100\% - \text{Pre-test Mean})$ . Then, histograms showing the number of learners in range scores were plotted and finally, the school and gender variables were analysed after the effect of treatment.

## 4. Results

### 4.1. Primary Five Learners' General Performance

#### *Descriptive Statistics*

Table 2. Descriptive and inferential statistics in testing (pre-and post-test)

Treatment	Test	Sample	Mean (%)	Std. Dev (%)	p-value	f (Test)	g
Traditional class	Pre-test	102	43.92	25.19	<.001	.52	.22
	Post-test		56.71	23.31			
IM class	Pre-test	92	39.56	19.77	<.001	1.32	.41
	Post-test		64.83	18.46			

Learners in both traditional and IM classes performed well. Table 2 shows that the traditional method improved learners' scores significantly from pre-test to post-test ( $p < .001$ , effect size (f) = .52). The learners gained .22 of learning (learning gain, g) from this method. Likewise, IM software improved learners' scores significantly from pre-test to post-test ( $p < .001$ ,  $f = 1.32$ ). The learners gained .41 of learning (g). Therefore, the IM class descriptively showed a greater performance than the traditional class, based on the effect size of significance and learning gains.

Table 3. Descriptive and inferential statistics in teaching intervention (treatment)

Test	Treatment	Sample	Mean (%)	Std. Dev (%)	<i>p</i> -value	<i>f</i> (Treatment)
Pre-test	Traditional class	102	43.92	25.19	>.5	-.19
	IM class	92	39.56	19.77		
Post-test	Traditional class	102	56.71	23.31	<.01	.38
	IM class	92	64.83	18.46		

Table 3 demonstrates the descriptive difference observed in Table 1. Learners in both traditional and IM classes showed no statistically significant difference ( $p>.05$ , effect size ( $f$ ) =-.19) in the pre-test (before learning), while such significance was found to be highly significant ( $p<.01$ ,  $f=.38$ ) after learning (in post-test) in favor of IM software. Table 2 shows that learners in the traditional class got an average score of 56.71%, while those in the IM class.

Figures 1 and 2 present the number of learners in a specific range of scores. Figure 1 shows that the number of learners in pre-test and post-test seem to be at the same level along with each score range.

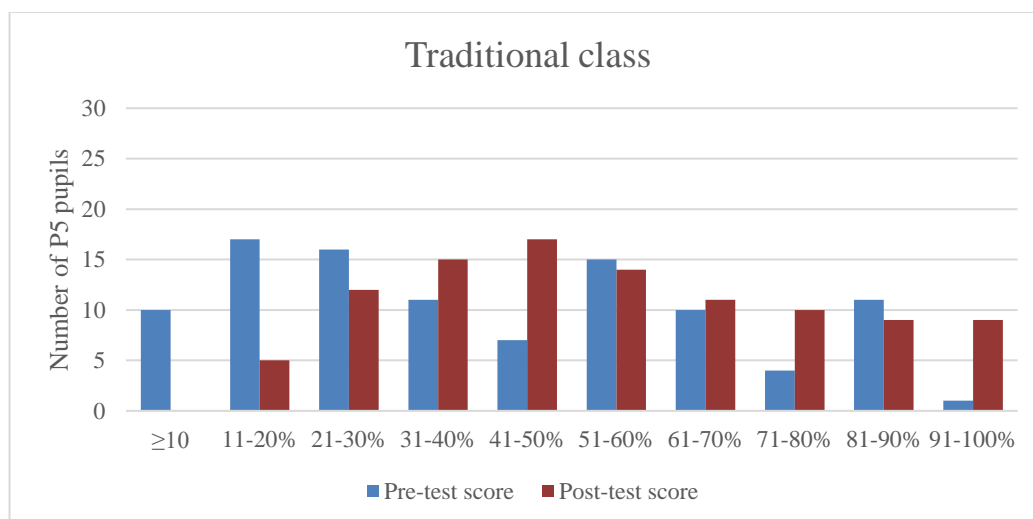


Figure 1. Histogram of traditional class

However, Figure 2 shows a different outlook. Many learners are below 50% scores in the pre-test, while many learners got above 50% in the post-test. Therefore, descriptive analysis shown by these two histograms shows that the IM class improved the learning more than the traditional class did.

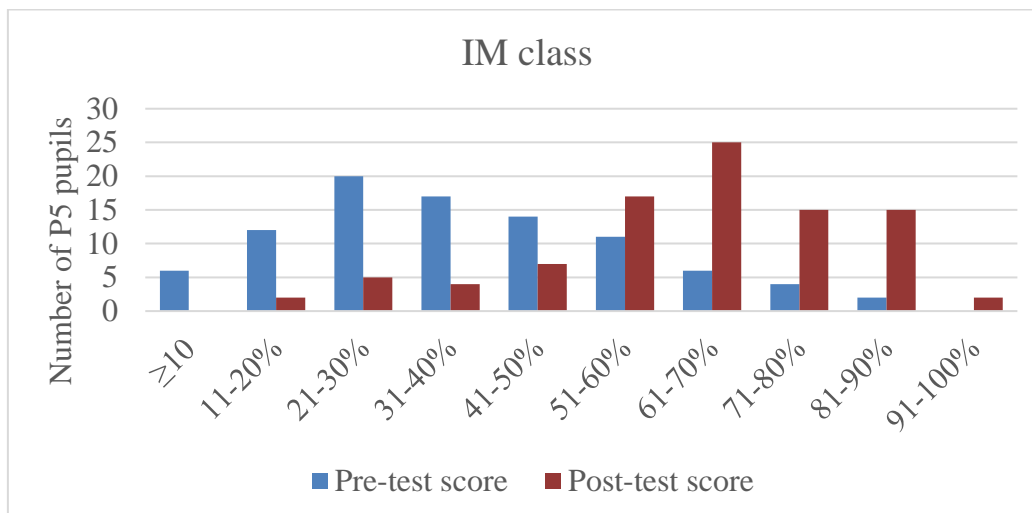


Figure 2. Histogram of IM class

#### 4.2. Variables Analysis with Repeated Measures ANOVA in General Linear Models

After analysing the general characteristics of teaching intervention delivered, researchers opted to look into other different factors such as the type of schools (public or private) involved and gender (male or female) of learners involved in the treatment. Private school (N=78) showed a higher level of performance both before and after learning than public school (N=116), although public school showed a slight improvement in post-test (see Figure 3).

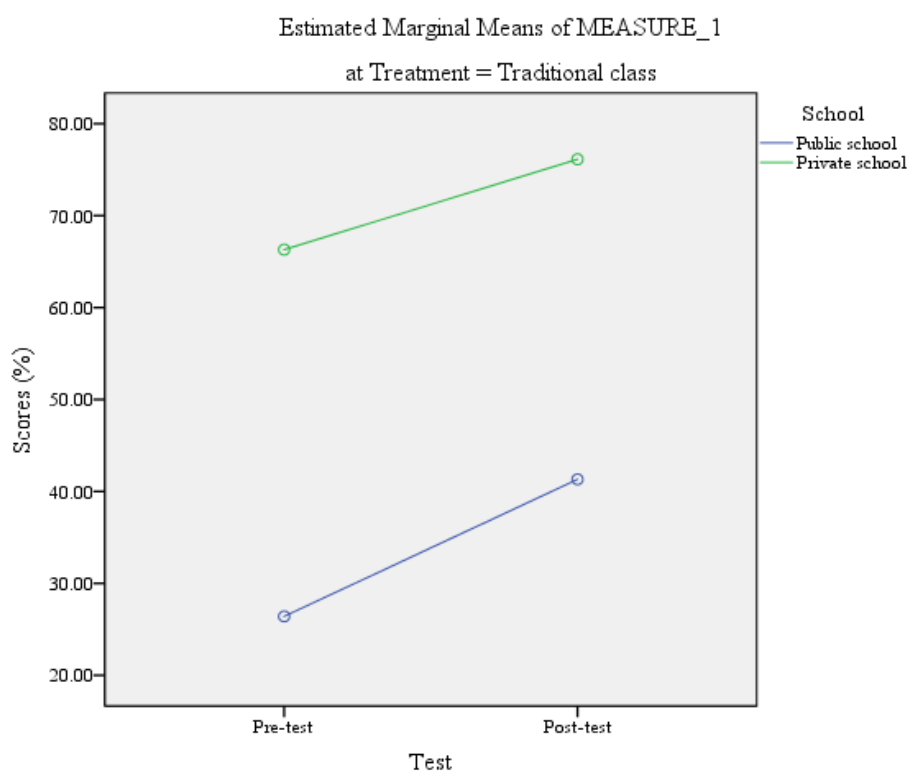


Figure 3. Interaction between Tests, treatment, and schools [Public and private schools performance] in a traditional class

In IM class, such a difference was not large as in traditional class. But still private was higher than public school, and public school showed an improvement from the intervention offered more than private.

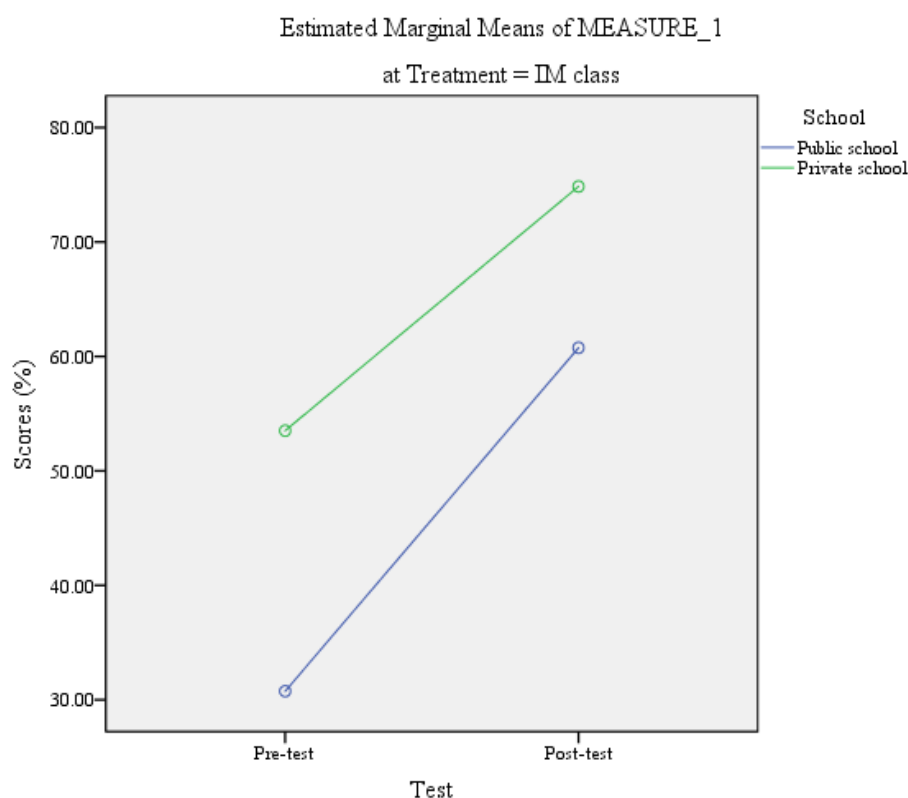


Figure 4. Interaction between Tests, treatment, and schools in IM class

Similarly, an investigation done on gender differences showed male learners (N=100) performing higher than their females counterparts (N=94). For instance, Figure 5 shows that male learners in traditional classes got higher scores in both pre-and post-test. Interestingly, females showed a will to improve in post-test, descriptively of course.

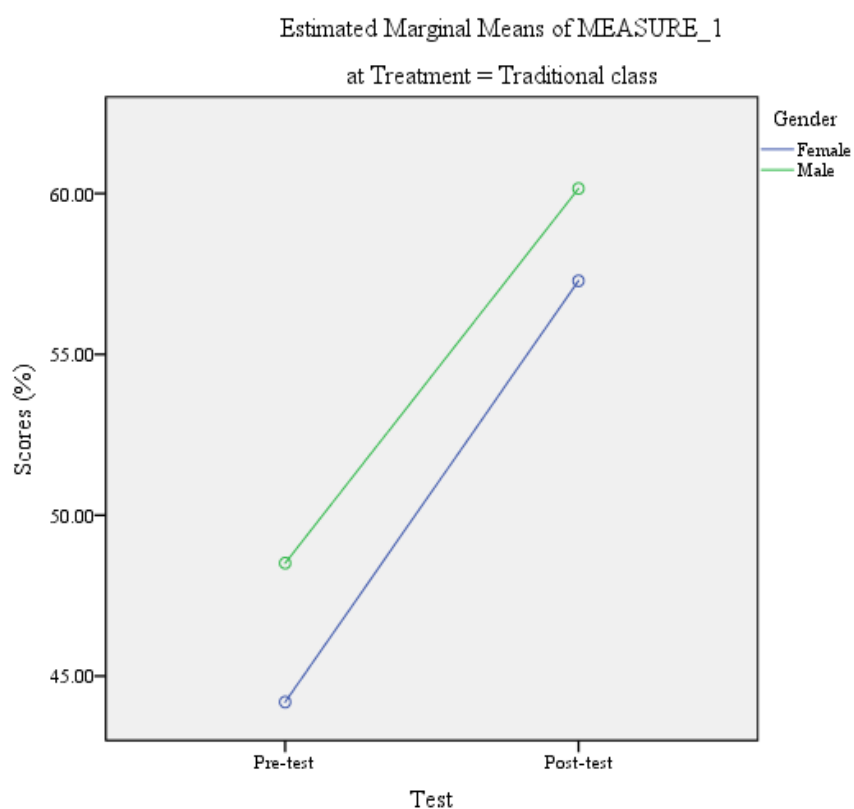


Figure 5. Interaction between Tests, treatment, and gender in the traditional class

Figure 6 shows that male learners in IM class got higher scores in both pre-and post-test, and females showed a will to improve in post-test.

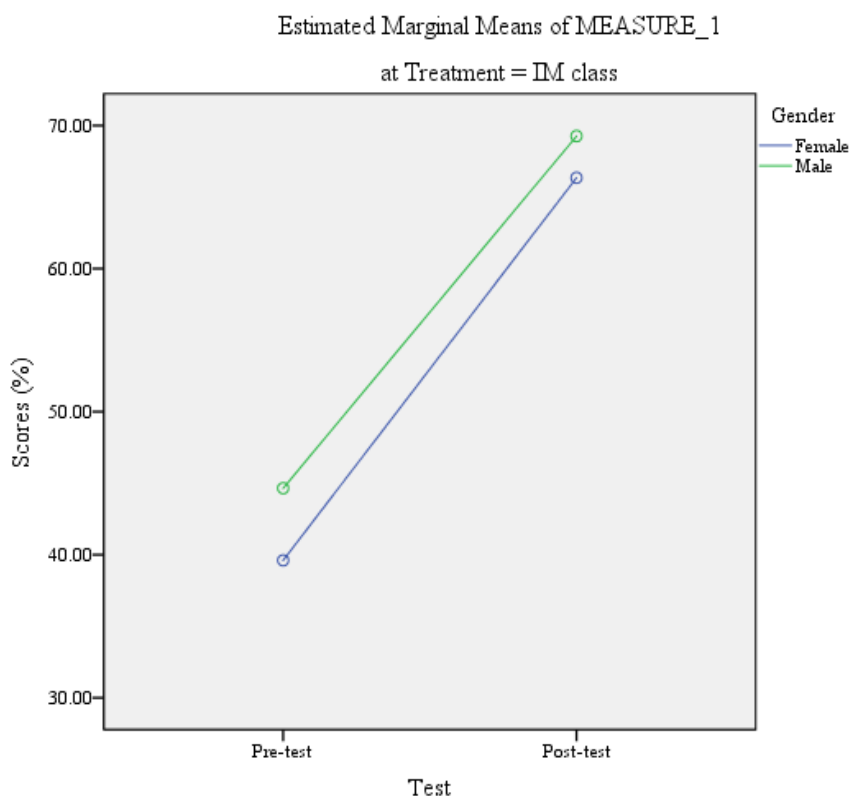


Figure 6. Interaction between Tests, treatment, and schools in IM class

From the above figures, one can descriptively depict information related to school and gender factors. Table 3 presents inferential statistics. Using repeated measures ANOVA through the general linear model in SPSS, there was a statistically significant difference ( $p < .05$ ) between public and private schools in both pre-and post-test scores despite the treatment offered (traditional method or IM software). However, such difference was not realized throughout the test provided and treatment offered.

## 5. Discussion

### 5.1. Summary of results

From the analysis of learners' scores, at the beginning of the treatment, the pre-test administered to both traditional and IM class groups generated no statistically significant difference ( $p > .05$ ). Learners' knowledge from the treatment and control groups was found equivalent. However, results from the post-test generated significant difference ( $p < .01$ ,  $f = .38$ ) in learning outcomes between the treatment group and the control group in favour of IM software. This is consistent with Beri and Sharma, (2021) that teaching of Mathematics with IM software as a teaching and learning technological support may promotes a conducive learning environment and influence learners' academic achievement. Comparing performances, IM-assisted class learners likely performed better than learners who studied the same content in traditional class settings. In addition, statistical analysis found learners learning gain to be higher in IM-assisted Mathematics classes than in traditional Mathematics class

teaching and learning. Although learners performed better in post-test than in pre-test for both traditional and IM assisted classes, more learners who scored above 50% were found in IM assisted classes than in traditional classes. By considering the school statuses, the study found that although private school performance was higher than public both in traditional and IM assisted classes in pre-test and the post-test, the public school showed a greater improvement in post-test than private. By analysing learners' scores by gender, boys outperformed girls in both traditional and IM teaching. However, girls manifested a greater improvement than the boys' in the post-test did by IM teaching.

## **5.2. The Role of Smart Teaching Using Interactive Mathematics Software on Learners' Performance**

According to Orodho et al. (2016), administering a pre-test to the experimental group and control group is likely a means to measure the groups' equivalence of knowledge. The results of the pre-test show that groups' knowledge was equivalent for both traditional and treatment groups and with respect to the school statuses. The significant difference in the performance between control groups and experimental groups likely resulted from experimental treatment using IM software, as the mean score of the treatment group was higher than the mean score of the control group. Therefore, the use of IM software is likely to contribute to improving learners' performance. It seems to be amongst ways of optimizing learning, which include innovation through technology, and the development of environments necessary for effective learning (Delen & Bulut, 2011). This argument was based on the findings of OECD countries, which ranked Japan and Singapore among the best Mathematics performers resulting in their use of computer technologies in Mathematics classrooms. The success of the Japanese educational system in producing learners who excel in Mathematics is well known and is pointed out in the results of TIMSS (House, 2007).

To some extent, this study supports arguments stating that TPACK framed lessons have a positive impact on learning outcomes and that TPACK supported education improves the academic achievement of the learners (Handan & Ertuğrul, 2019). Jena (2013)'s study found that a smart class learning setting is better for teaching both slow and fast learners than in traditional classes. According to Witte and Rogge (2014), there exists a correlation between access to technology and learner achievement. Previously, a study found a higher achievement score for learners in technology-enhanced classes than in traditional algebra classrooms (Souter, 2002).

According to Yang (2015), when learners are presented with interesting teaching strategies, they develop positive attitudes toward Mathematics, which is likely to contribute to quality learning resulting in a good performance. A study pointed out that learners' acquaintance with ICT and their accessibility to technology helped explain Mathematics and science achievement divide between individuals and schools (Delen & Bulut, 2011).

In addition, learners' familiarity with ICT outside of school time influenced a lot their Mathematics and science achievement than their exposure at school. Although some studies found that learners working with computer-assisted instructions are more likely to be low achievers compared to their classmates in traditional classes (Drigas & Papanastasiou, 2014), many studies highlighted the potential of ICT to make learning enjoyable and to help learners improve their performance. For example, Gachinu (2014)'s study explains that when ICT components are applied in concretizing abstract Mathematics concepts such as 3D geometry, it may serve as a means to improve performance or test scores and to address the teachers' and learners' challenges caused by exposure to ICT in class. Basri et al. (2018) pointed out the existence of relationships between ICT adoption and academic performance in environment also known as conservative where girls and boys study separately. Furthermore, the findings pointed out that the use of ICT in teaching and learning improved the performance of female learners more than the male, although learners' IT major was found to be making no impact on learners' academic achievement.

### **5.3. The Role of Interactive Mathematics Software on Public and Private School Learners' Performance**

From the findings, the use of IM in Mathematics teaching influenced learners' performance more in public schools than in private schools. Comparing the results to the study conducted on public and private schools' performance by Khun-Inkeere (2016), the use of IM in Mathematics likely has the potential to upgrade public school performance to a level closer to private schools' performance. Normally, private school shows better performance than the public school from Khun-Inkeere's (2016) study and from everyday experience. This is due to many factors, including learners' foreground and the school organization. Private schools are likely to have enough ICT equipment and a conducive environment suitable for learning with few learners in the classroom, and learners from wealthy families enroll there (Khun-Inkeeree, 2016).

According to the Rwandan Education Sector Strategic Plan (ESSP) of 2018, there is a broad difference in the status of the learning environment between private and public schools in Rwanda. First, public schools and public schools classrooms host many learners (Khun-Inkeeree, 2016). In Rwanda, they are characterized by a higher learner-teacher ratio; the system of double shift plays its role. Consequently, the teacher cannot follow up with learners learning effectively. For example, the ratio of learners to the teacher was 58:1 in 2016 (MINEDUC, 2018). However, in private schools, the learner-teacher ratio is, in general, 35:1, and single shift learning whereby a teacher can have enough time to track learners learning. Chenoby (2014) found the existence of a relationship between access to technology and learner achievement. Private schools host learners from able families, mostly educated and have enough financial means and technological tools to help learners learn at a higher level, while public schools host all learners from different family statuses and different education levels.

It has been explained that grade and secondary schools in Rwanda are experiencing gross enrolment rates, and gross enrolments ratios are growing

while the number of trained teachers to sustain these enrolment ratios is still low (Ministry of Education, 2016). Furthermore, participating private schools are mostly located in town and use high profile and competitive teachers compared to public schools, where the ratio of learners to the qualified teacher was 62:1 (MINEDUC, 2018). Nizeyimana et al., (2020) study identified different hindrances to the achievement of quality of education in different schools in Rwanda, especially the public schools of 9YBE and 12YBE statuses. These include poor teaching, limited financial and human resources, crowded classroom, and teachers' heavy teacher workload (Nizeyimana et al., 2021). If quality education needs to be achieved in schools of 9YBE and 12YBE statuses, the learning environment conducive to effective learning should be set out primarily. Therefore, IM software for Rwanda is likely an important ICT for grade schools that should be considered when designing classroom environments for effective learning (Delen & Bulut, 2011) and that can contribute to the development of TPACK knowledge of primary school teachers. According to Handan and Ertuğrul (2019) TPACK is appropriate for educational settings of the 21st century for students and teachers of grade and secondary to support the development of basic skills, interests, and confidence in learners learning, which are necessary for lifelong learning.

#### **5.4. The Role of Interactive Mathematics Software on Male and Female Learners' Performance**

From the findings, the use of IM in teaching likely improved female and male learners' performance. Although males' performance remained higher than females', these last showed a will to descriptively improve in post-test. Mathematics education in Rwanda has long been characterized by gender disparities in enrolment and in performance in favour of males. Studies on gender and performance highlighted many hindrances to girls' performance in Mathematics. These include low confidence in learning Mathematics (Uwineza et al., 2018) and external factors to learning, including the learning environment (Dev, 2016).

The use of IM in Mathematics class is likely to create a learning environment suitable to improve both girls' and boys' performance (Khun-Inkeere (2016), but it is very beneficial to girls' effective learning environment (Dev, 2016) capable of stimulating their confidence in learning (Uwineza et al., 2018). Therefore, this study is likely to agree with Dev's (2016) findings that girls learning and performance depend more on external factors and less on learning abilities while boys depend on internal factors. In addition, the use of IM in Mathematics learning is likely to support Khun-Inkeere's argument that the availability of technological aid can improve the quality of Mathematics learning and learning environment improve learners' performance of performance all boys and girls. Furthermore, this study is likely to support Basri et al., (2018) that ICT adoption in conservative environments improved the performance of female learners more than the male, although IM was used in a non-conservative environment allowing girls and boys to study together

As it is pointed in Uwineza et al., (2018) teachers play an important role in widening the gap between male and female learners' performance. A study

about teachers' TPACK level in teaching biology and chemistry found no difference between males and females teachers' TPACK level (Akturk et al., 2019). Therefore, these findings together with IM findings are likely converging to the fact that the integration of technology in class activities can contribute to addressing gender issues in teaching and learning resulting in desired quality education.

## 6. Conclusion

This paper discussed the role of Interactive Mathematics (IM) software content on grade-5 grade school learners' performance. This was achieved by comparing learners' scores when taught through IM-assisted lessons and scores in the traditional (chalkboard and talk) approach. Findings show that the use of IM is more likely to enhance learners' performance than learners who studied the same content in traditional class settings. Besides, statistical analysis found learners' learning gain to be higher in IM-assisted Mathematics classes than in traditional Mathematics class teaching and learning. Furthermore, the influence on the performance of IM software is likely more significant in public schools than in private schools.

It is worth noting that this study faced different constraints. Some participant teachers as well as learners were not familiar with the use of ICT tools in general and IM in particular when teaching Mathematics in such away. They were assisted in some ICT activities like clicking and projecting contents, which was likely interrupting the smooth and effective teaching flow. Besides, IM software online accessibility required to be given a permission by the developers, which interrupted the researcher extensive exploration of IM.

Drawing on the findings, teachers should be able to make a good judgment about ICT use in Mathematics lessons so that they can effectively and meaningfully use IM in pedagogy. This is likely in line with the Ministry of education's policy that stresses the role of the teacher in the appropriate pedagogical use of ICT in class to transform teaching and learning and improve the quality of learning outcomes. Studies involving the TPACK framework emphasise the importance of appropriate technology with the course and content as well as the appropriate teaching strategies (Handan & Ertuğrul 2019; Akturk et al., 2019). Therefore, as the IM software content for Rwanda matches with the CBC framework content, if the teachers' TPACK knowledge and process is effectively developed, quality teaching and learning in IM supported class can be achieved.

Since this study was purely quantitative, a similar study focusing on the qualitative aspect of IM in Mathematics class in different levels of primary education would bring more information about the features of IM in quality Mathematics teaching.

## Acknowledgements

The researcher is very grateful for technical support from Japan International Cooperation Agency (JICA) through Sakura-Sha Project and financial support from the UR-SIDA Programme and the African Centre of Excellence for Innovative Teaching and Learning Mathematics and Science (ACEITLMS) based at the University of Rwanda-College of Education. Views and advanced arguments in the paper belong to authors.

### **Declaration**

#### **Author contribution:**

Uwineza Innocente: Conceptualization, Writing- Original Draft, Methodology, Formal Analysis, Editing and Visualization;

Prof. Uworwabayeho Alphonse: Review & Editing, Validation and Supervision;

Kenya Yokohama: Methodology, Software Developer and Trainer

**Funding Statement:** The University of Rwanda- SIDA Pogramme and the African Centre of Excellence in Innovative Teaching and Learning Mathematics and Sciences funded this research.

**Conflicts of Interest:** No conflicts of interest.

**Additional information:** Additional information is available for this paper

## **7. References**

- Akturk, A. O., Ozturk, H. S., Ozturk, S., & Tpack, H. T. (2019). Teachers ' TPACK Levels and Students ' Self- efficacy as Predictors of Students ' Academic Achievement. *International Journal of Research in Education and Science*. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1197990>
- Alshammari, F., Saguban, R., Pasay-an, E., Altheban, A., & Al-shammari, L. (2017). *Factors affecting the academic performance of student nurses: A cross-sectional study*. September. <https://doi.org/10.5430/jnep.v8n1p60>
- Antony, M. K., Paidi, Subali, B., Pradana, S. P., Hapsari, N., & Astuti, F. E. C. (2019). Teacher's TPACK Profile: The Affect of Teacher Qualification and Teaching Experience. *Journal of Physics: Conference Series*, 1397(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1397/1/012054>
- Basri, W. S., Alandejani, J. A., & Almadani, F. M. (2018). ICT Adoption Impact on Students' Academic Performance: Evidence from Saudi Universities. *Education Research International*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/1240197>
- Beri, N., & Sharma, L. (2021). Development of TPACK for Teacher-Educators : A Technological Pedagogical Content Knowledge Scale. *Linguistics and*

- Culture Review*, 5(June), 1397-1418.
- Bhowmik, M. (2015). Constructivism approach in Mathematics teaching and assessment of mathematical understanding. *Basic Research Journal of Education Research and Review*, 4(1), 08-12.
- Cresswell, J. W. (2014). Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches. In *Sage Publications* (4<sup>th</sup> edition). Sage Publications. <https://doi.org/10.1063/1.1150549>
- Delen, E., & Bulut, O. (2011). The relationship between students' exposure to technology and their achievement in science and math. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(3), 311-317. <https://eric.ed.gov/?id=EJ945004>
- Dev, M. (2016). Factors Affecting the Academic Achievement: A Study of Elementary School Students of NCR Delhi, India. *Journal of Education and Practice*, 7(4), 70-74. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1092343>
- Díaz, L. D. E. (2021). The Teaching and Learning Process of Mathematics in the Primary Education Stage: a Constructivist Proposal within the Framework of Key Competences. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 12(3), 709-713. <https://doi.org/10.29333/iejme/643>
- Drigas, A. S., & Papanastasiou, G. (2014). Interactive White Boards in Preschool and Primary Education. *International Journal of Online Engineering*, 10(4), 46-51. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v10i4.3754>
- Eastman, J. K., Iyer, R., & Eastman, K. L. (2009). Interactive Technology in the Classroom: An Exploratory Look at Its Use and Effectiveness. *Contemporary Issues in Education Research*, 2(3), 31-38. <https://doi.org/10.1080/19338244.2017.1289890>
- Gachinu, J. T. (2014). *Influence of ICT integration on performance in mathematics in public secondary schools in Embu north district of Kenya* (Doctoral dissertation, University of Nairobi). <http://erepository.uonbi.ac.ke/handle/11295/77687>
- Gronmo, L. S., Lindquist, M., Arora, A., & Mullis, I. V. S. (2016). TIMMS 2015 Mathematics Framework. *TIMSS 2015 International Results in Mathematics*, 11-27. [https://timssandpirls.bc.edu/timss2015/downloads/t15\\_fw\\_chap1.pdf](https://timssandpirls.bc.edu/timss2015/downloads/t15_fw_chap1.pdf)
- Habineza, F. (2018). Levels of Secondary School Students' Attitudes and Anxiety Towards Mathematics in Musanze District in Rwanda: An Exploratory Study. *International Journal of Social Sciences*, 7(3), 345-349. [https://ijsser.org/2018files/ijsser\\_03\\_450.pdf](https://ijsser.org/2018files/ijsser_03_450.pdf)
- Handan, A. T. U. N., & Ertuğrul, U. S. T. A. (2019). The effects of programming education planned with TPACK framework on learning outcomes. *Participatory Educational Research*, 6(2), 26-36.

<https://dergipark.org.tr/en/pub/per/article/597940>

- House, J. D. (2007). Elementary-School Mathematics Instruction and Achievement of Fourth-Grade Students in Japan: Findings from the TIMSS 2007 Assessment. *Education*, 130(2), 301–308.
- Jena, P. C. (2013). Effect of smart classroom learning environment on academic achievement of rural high achievers and low achievers in science. *International Letters of Social and Humanistic Sciences*, 3, 1–9. <https://www.learntechlib.org/p/176783/>
- Khun-Inkeere, H. (2016). *The Mathematics Performance of Primary School Students' in Southern Thailand*. June 2017. <https://doi.org/10.6007/IJARPED/v5-i3/2208>
- MINEDUC. (2018). Republic of Rwanda Ministry of Education Education Sector Strategic Plan 2018/19 to 2023/24. *Education Sector Strategic Plan*, 32–128. <https://www.mineduc.gov.rw/publications>
- Msafiri, L. (2017). Strategies for motivating teachers in Tanzanian Rural Public Ordinary Secondary Schools: A case of Ushetu council in Kahama District. Unpublished Thesis. Arts in Education. The University of Dodoma, Tanzania
- Ndihokubwayo, K., & Habiwaremye, H. T. (2018). Why did Rwanda shift from knowledge to competence-based curriculum? Syllabuses and textbooks point of view. *African Research Review*, 12(3), 56–65. <https://www.ajol.info/index.php/afrrrev/article/view/177350>
- Ngendahayo, E., & Askill-williams, H. (2016). Rwanda's New Competence-Based School Curriculum: New Approaches To Assessing Student Learning Needed. In D. Curtis & J. Orrell (Eds), *publishing higher degree research: Making the transition from student to researcher*. Rotterdam: Sense Publishers. <https://doi.org/10.1007/978-94-6300-672-9>
- Nizeyimana, G., Nzabwirwa, W., Mukingambaho, D., & Nkiliye, I. (2020). Hindrances to quality of basic education in Rwanda. *Rwandan Journal of Education*, 5(1). <https://www.ajol.info/index.php/rje/article/view/202575>
- Nsengimana, T., Rugema Mugabo, L., Hiroaki, O., & Nkundabakura, P. (2020). Reflection on science competence-based curriculum implementation in Sub-Saharan African countries. *International Journal of Science Education, Part B*, 0(0), 1–14. <https://doi.org/10.1080/21548455.2020.1778210>
- Omoso, E., & Odindo, F. (2020). TPACK in Teacher Education: Using Pre-Service Teachers' Self-Reported TPACK To Improve Pedagogic Practice. *International Journal of Education and Research*, 8(5), 125–138. <https://www.ijern.com/>
- Orodho, A., Nzabwirwa, W., Odundo, P., Waweru, P. N., & Ndayambaje, I. (2016). *Quantitative and Qualitative Research Methods. A Step by Step Guide to*

*Scholarly Excellence*. Kanezja Publishers & Entreprises.

- Othman, N., & Maat, S. M. (2020). *TPACK Framework Based Research in Mathematical Education : A Systematic Literature Review TPACK Framework Based Research in Mathematical Education : A Systematic Literature Review*. 9(2). <https://doi.org/10.6007/IJARPED/v9-i2/7284>
- Papanastasiou, G. P. (2016). *Interactive White Boards in preschool and primary education Interactive White Boards in Preschool and Primary Education*. January, 46–51. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v10i4.3754>
- REB. (2015). *Mathematics Syllabus for Upper Primary P4-P6*. Rwanda Basic Education Board. <https://www.reb.gov.rw/publications>
- Schacter, J. (1999). The impact of ET on students' achievement: what the most current research has to say. *Eric*, ed430537. <https://doi.org/10.1080/08886504.1991.10781980>
- Soler-Costa, R., Moreno-Guerrero, A.-J., López-Belmonte, J., & Marín-Marín, J.-A. (2021). *Co-Word Analysis and Academic Performance of the Term TPACK in Web of Science*. <https://doi.org/10.3390/su13031481>
- Sutherland, R. (2010). Using ICT to Support Science and Mathematics Education in Rwanda: Teacher education key to quality education with ICT. *EdQual Policy Brief*, 3. <https://www.edqual.org/publications/policy-briefs.1.html>
- Umuhoza, C. & Uworwabayeho, A. (2021). Teacher's Use of Instructional Materials in Teaching and Learning Mathematics in Rwandan Primary Schools. *African Journal of Teacher Education* Vol. 10 No. 2 pp1-16. <https://journal.lib.uoguelph.ca/index.php/ajote/article/view/6659>
- Uwineza, I., Rubagiza, J., Hakizimana, T., & Uwamahoro, J. (2018). Gender attitudes and perceptions towards Mathematics performance and enrolment in Rwandan secondary schools. *Rwandan Journal of Education* -, 4(2), 44–56. <https://www.ajol.info/index.php/rje/article/view/175131>
- Uworwabayeho, A. (2009). Teachers' innovative change within countrywide reform: A case study in Rwanda. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 12(5), 315–324. <https://doi.org/10.1007/s10857-009-9124-1>
- Witte, K. De, & Rogge, N. (2014). Does ICT matter for effectiveness and efficiency in Mathematics education? *Computer & Education*, 75(3), 173–184. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.02.012>
- Yang, X. (2015). The effects of nine-week summer vacation: Losses in Mathematics and gains in reading. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(6), 1339–1413. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1393a>

### Appendix 1. The test provided to grade-5 learners

Test for P5

Pupils' name: .....

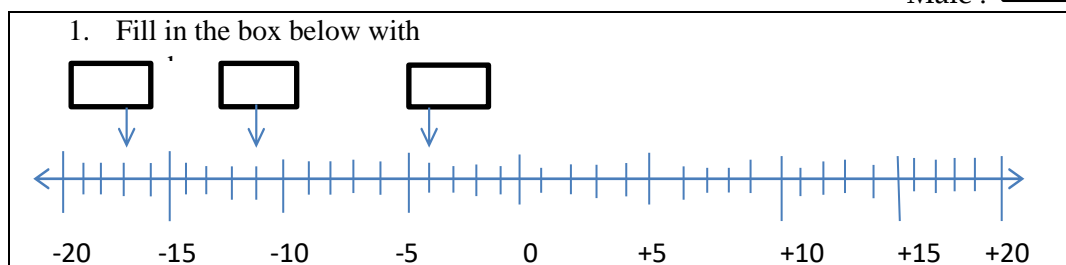
Pupil's number: .....

Gender:

Female:

☐

Male :

☐


2. Match the right and the left by drawing the line

Negative numbers . .+20, +11, +8, +15

Zero . .+17, -9, +25, -31

Positive numbers . .-8, -17, -25, -14

Integers. .0

3. Fill in the box with "less" or "greater".

+14 is  than

-18

-15 is  than -

5

4. Fill in the box with the sign (< or >)

-11  +9

-12  -23

4. Write the numbers from smaller to greater in ascending order.

-12, +15, -6, +9,  
-18

Answer:

\_\_\_\_\_

5. Write the numbers from greater to smaller in descending order.

-12, +15, -16,  
0, +9

Answer:

\_\_\_\_\_

6. Calculate the following:

$$(-6) + (+3) = \quad (+5) - (-5) =$$

$$(-2) - (-6) = \quad (-3) + (-7) =$$

7. Fill in the box below with number

$$(-13) + \boxed{\phantom{00}} = 0$$

$$\boxed{\phantom{00}} + (+18) = 0$$

8. Fill in the box below with number

	<p>The inverse of +5 is</p> <p>The inverse of -8 is</p>
--	---