

エチオピア連邦民主共和国  
連邦教育省



独立行政法人 国際協力機構  
(JICA)



エチオピア国  
科学技術のための算数・数学理解  
プロジェクト  
(第2期)

プロジェクト業務完了報告書

2023年8月

株式会社 国際開発センター  
株式会社 日本開発サービス  
株式会社 VSOC  
株式会社 コーエイリサーチ&コンサルティング

為替レート（2023年8月現在）

1 米ドル=141.154 円

1 ブル=2.56077 円

**エチオピア国**  
**科学技術のための算数・数学理解プロジェクト**  
**(第2期)**

**プロジェクト業務完了報告書**

**2023年8月**

**目次**

図表一覧.....	vi
略語表.....	viii
要約 .....	x
1 プロジェクトの概要.....	1
1.1 対象国名.....	1
1.2 プロジェクト名.....	1
1.3 プロジェクト期間.....	1
1.4 背景.....	1
1.5 目標と目的.....	1
1.6 成果と活動.....	2
1.7 実施機関.....	3
1.8 実施体制.....	3
1.9 教育省による教科書開発計画の変遷.....	4
1.10 JICA 専門家チームに対する渡航禁止措置.....	4
2 プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM)の改訂.....	6
2.1 当初の PDM とその後のプロジェクト・フレームワークの変更点.....	6
2.2 新旧 PDM の比較.....	7
2.3 PDM 最終版 (第4版) .....	8
3 プロジェクトの投入.....	9
3.1 ワーク・フロー.....	9
3.2 ワーク・プラン.....	9
3.3 エチオピア人専門家の配置.....	9
3.4 日本人専門家の配置.....	9
3.5 調達機材.....	10
4 プロジェクトの活動.....	11
4.1 成果、活動および達成度.....	11
4.2 成果1にかかる活動.....	11
4.2.1 成果1.....	11

4.2.2	カリキュラム開発への技術支援	11
4.2.3	カリキュラム文書の改善	12
4.2.4	限界	12
4.2.5	成果1の達成度	13
4.3	成果2にかかる活動	13
4.3.1	成果2	13
4.3.2	現況調査と結果	13
4.3.3	編集戦略としての5つの視点(方向性)	15
4.3.4	成果2の達成度	15
4.4	成果3にかかる活動	16
4.4.1	成果3	16
4.4.2	1,4,7年生サンプル教科書および指導書	16
4.4.3	州教科書開発者対象ワークショップ	16
4.4.4	ワークショップの評価	17
4.4.5	限界	22
4.4.6	成果3の達成度	22
4.5	成果4にかかる活動	22
4.5.1	成果4	22
4.5.2	教科書開発者対象ワークショップ	22
4.5.3	ワークショップの評価	25
4.5.4	成果4の達成度	27
4.6	成果5にかかる活動	27
4.6.1	成果5	27
4.6.2	教育省による導入研修	27
4.6.3	MUSTによるパイロット活動のモニタリング評価	28
4.6.4	MUSTによる導入研修	29
4.6.5	授業観察	30
4.6.6	教科会	35
4.6.7	授業後の振り返りツールとしてのルーブリック	36
4.6.8	アチーブメント・テスト No.1 および No.2 (要約)	37
4.6.9	ユニット・エンド・テスト (要約)	39
4.6.10	経験共有ワークショップ	41
4.6.11	学習改善のための構造化授業と MUST パイロット校における好事例	44
4.6.12	成果5の達成度	45
4.7	広報	46
4.7.1	JICA ニュースレター記事	46
4.8	合同調整委員会 (JCC) 会議	47
4.8.1	第3回会議	47
4.8.2	第4回会議	47
4.8.3	第5回会議	47
4.8.4	第6回会議	47
5	プロジェクトの達成度	48
5.1	プロジェクトの目標および成果	48
5.2	評価指標	48
5.3	MUSTの成果	49
5.4	評価指標からみる達成度	49
5.4.1	スーパー・ゴール	49
5.4.2	上位目標	49
5.4.3	プロジェクト目標	50
5.4.4	成果1	50



5.4.5	成果 2	50
5.4.6	成果 3	50
5.4.7	成果 4	50
5.4.8	成果 5	50
5.5	OECD DAC 評価基準に照らした評価	51
5.5.1	妥当性	51
5.5.2	整合性	51
5.5.3	有効性	52
5.5.4	効率性	52
5.5.5	インパクト	52
5.5.6	持続性	53
6	今後の課題	54
6.1	教科書の配布	54
6.2	教科書以外の MUST 成果物の活用	54
6.3	教授法の改善	55
6.3.1	黒板にすべてを書くのをやめる	55
6.3.2	生徒に与えた時間をより有効に使う	55
6.4	A-D-E-E 構造の制度化	56
6.5	教科書のスリム化	56
6.6	カリキュラム・フレームワークおよびシラバスの改訂	58

## 巻末添付資料

資料 1	プロジェクト・デザイン・マトリックス (原版)	61
資料 2	プロジェクト・デザイン・マトリックス (改訂版, Ver 4)	64
資料 3	プラン・オブ・オペレーション (第 2 期)	66
資料 4	ワーク・フロー (第 2 期)	67
資料 5	ワーク・プラン (第 2 期)	68
資料 6	要員計画 (第 2 期)	69
資料 7	現行教科書“二次方程式”(9年生 Unit 2)	71
資料 8	新教科書“二次方程式”(9年生 Unit 3)	74
資料 9	第 3 回合同調整委員会議事録 (2022 年 3 月 29 日)	76
資料 10	第 4 回合同調整委員会議事録 (2022 年 11 月 24 日)	81
資料 11	第 5 回合同調整委員会議事録 (2023 年 5 月 9 日)	87
資料 12	第 6 回合同調整委員会議事録 (2023 年 7 月 24 日)	92

## 図表一覧

表 1.1	教育省による教科書開発計画の変遷	4
表 1.2	MUST 日本人専門家チームに対する渡航禁止措置	5
表 2.1	PDM 3 版の主な相違点	7
表 3.1	カウンターパート専門家	9
表 3.2	日本人専門家の業務量 (第 2 期)	10
表 3.3	JICA 調達機材	10
表 4.1	カリキュラム文書開発のための数学チーム	12
表 4.2	1-12 年生シラバスに対する 8 つの提案	12
表 4.3	9-12 年生現況調査概要 (2021 年 4 月)	13
表 4.4	ドラフト改善のための 5 つの視点 (方向性)	15
表 4.5	1-8 年生州教科書開発者対象ワークショップ参加者	17
表 4.6	インタビュー質問項目	18
表 4.7	インタビュー分析のコード	19
表 4.8	ワークショップのセッション別コード数	19
表 4.9	教科書開発のための具体的行動	21
表 4.10	9-12 年生数学教科書開発者	23
表 4.11	教科書開発者とのワークショップ :	24
表 4.12	MUST パイロット校とノンパイロット校	28
表 4.13	MUST 導入研修概要	29
表 4.14	MUST 導入研修のセッション	29
表 4.15	導入研修に対する参加者の評価	29
表 4.16	月別授業観察数	31
表 4.17	MUST プロジェクトによるパイロット教科書の印刷配布	32
表 4.18	教科会のために開発された 5 つのトピック	35
表 4.19	Kokebe Tsibah 高等学校における教科会	35
表 4.20	Abyot Kirs 高等学校における教科会	35
表 4.21	ルーブリックより抜粋	36
表 4.22	経験共有ワークショップ	41
表 4.23	5 月ワークショップ・プログラム	43
表 4.24	6 月ワークショップ・プログラム	43
表 4.25	7 月ワークショップ・プログラム	44
表 4.26	A-D-E-E 構造化授業を実施するための参考資料	45
表 4.27	MUST の活動に関する記事	46
図 1.1	プロジェクト実施体制 (改訂版)	3
図 4.1	コードの計数 : 全体	20
図 4.2	最も有用なセッションに関する計数	20
図 4.3	教科書開発のための行動の計数	21
図 4.4	パイロットのモニタリング評価のための MUST による 5 つの主な活動	28
図 4.5	授業観察シート	31
図 4.6	教員が生徒に与えた平均自力問題解決時間	32
図 4.7	教科書を持参する生徒の割合	34
図 4.8	教員に求められる指導スキル	34
図 4.9	ACT1 得点分布 (9 年生)	38
図 4.10	ACT1 得点分布 (10 年生)	38
図 4.11	ACT2 得点分布 (9 年生)	39
図 4.12	ACT2 得点分布 (10 年生)	39
図 4.13	テスト得点分布 : The Number System (9 年生)	40
図 4.14	テスト得点分布 : Further on Sets (9 年生)	40

図 4.15	テスト得点分布 : Polynomial Functions (10 年生) .....	41
図 4.16	テスト得点分布 : Exponential and Logarithmic Functions (10 年生) .....	41

## 略語表

AAEB	アディス・アベバ市教育局 (Addis Ababa Education Bureau)
ACT1	アチーブメント・テスト No.1 (Achievement Test No.1)
ACT2	アチーブメント・テスト No.2 (Achievement Test No.2)
A-D-E-E	活動-定義-例題-演習問題 (Activity-Definition-Example-Exercise)
CDID	連邦教育省カリキュラム開発局 (Curriculum Development and Implementation Directorate)
CPD	継続的な職能開発 (Continuous Professional Development)
CTE	教員養成校 (College of Teacher Education)
EC	エチオピア歴
EMIS	教育管理情報システム (Education Management Information System)
EPRMD	連邦教育省情報管理・計画・資源動員局 (EMIS, Planning and Resource Mobilization Directorate)
ESDP	教育セクター開発計画 (Education Sector Development Program)
F	女性
G	学年
IDCJ	(株) 国際開発センター
JCC	合同調整委員会 (Joint Coordinating Committee)
JDS	日本開発サービス (株)
JICA	国際協力機構
KRC	(株) コーエイリサーチ&コンサルティング
LAMS	エチオピア国理数科教育アセスメント能力強化プロジェクト (Project for Capacity Development for Improving Learning Achievement in Mathematics and Science Education)
M	男性
M&E	モニタリング評価 (Monitoring and Evaluation)
MLC	獲得すべき最低限の学力 (Minimum Learning Competency)
MNS	MUST ノンパイロット校 (MUST non-pilot school)
MoE	連邦教育省 (Ministry of Education)
MPS	MUST パイロット校 (MUST pilot school)
MSIC	理数科教育改善センター (Mathematics and Science Improvement Center)
MUST	エチオピア国科学技術のための算数・数学理解プロジェクト (Project for Mathematical Understanding for Science and Technology)
NEAEA	国立教育評価試験機構 (National Educational Assessment and Examinations Agency)
No	番 (number)
PDM	プロジェクト・デザイン・マトリックス (Project Design Matrix)
PO	プラン・オブ・オペレーション (Plan of Operation)
R/D	会議議事録 (Record of Discussion)
REB	州教育局 (Regional Education Bureau)
SIP	学校運営改善計画 (School Improvement Program)
SMASEE	エチオピア国理数科教育改善プロジェクト (National Pilot Project for Strengthening Mathematics and Science Education in Ethiopia)
SNNPR	南部諸民族州 (Southern Nations, Nationalities, and Peoples' Region)
TDP	教員養成プログラム (Teacher Development Program)
TELDA	連邦教育省教員教育リーダー開発局 (Teachers and Educational Leaders Development Administration)
TELDD	連邦教育省教員教育リーダー開発局 (Teachers and Educational Leaders Development Directorate)
TPR	教科書-生徒比率 (textbook to pupil ratio)

U 単元 (Unit)  
UT ユニット・エンド・テスト (Unit-End Test)  
VSOC 株式会社 VSOC  
WS ワークショップ

## 要約

### 1 プロジェクトの概要

「エチオピア国科学技術のための算数・数学理解プロジェクト（第2期）：MUST」は、エチオピア連邦教育省（MoE）と JICA により実施される技術協力プロジェクトである。第1期は2019年3月から2021年7月まで、第2期は2021年8月に開始し2023年8月に完了した。

第1期は当初、既存の教科書と教員用指導書を補うために、1-8年生生徒および教員用の補助教材を開発することを目的とした。その後、連邦教育省は方針を転換し、9-12年生のカリキュラムと教科書の質を保証するための支援を JICA に要請した。JICA はこの新しい要請を受け、それに応じて PDM を修正した。改訂後の枠組みでプロジェクトが達成を目指す5つの成果は次の通りである。

- 成果1 数学カリキュラム文書（フローチャート、ミニマム・ラーニング・コンピテンシー、及びシラバス）の質が保証される。
- 成果2 高校数学授業の現状分析結果に基づく技術的な提言が9-12年生の教科書作成方針及びモニタリング評価の方針に反映される。
- 成果3 1-8年生用算数教材の作成能力が技術的ワークショップを通じて向上する。
- 成果4 9-12年生用数学教科書の内容の質が改善される。
- 成果5 モニタリング評価の結果に基づき9-12年生用数学教科書の活用を図る戦略が提案される。

上記5つの成果のうち、第2期の中心的な活動は成果4と成果5に関するものであった。

### 2 プロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）の改訂

2018年10月19日付のPDM初版では、「1-8年生の算数」における「生徒および教員用の補助教材を開発する」ことがプロジェクトの主な成果であると明記されていた。2019年11月、連邦教育省カリキュラム開発局（CDID）は9-12年生も対象とするよう JICA に強く要請した。さらに2020年10月、CDID はカリキュラム改訂に関する方針を変更し、MUST の対象を1-8年生から9-12年生に、主な成果品を「補助教材」から「新カリキュラム、教科書、教員用指導書の質の保証」に変更することを提案した。MoE と JICA は変更内容に同意し、2021年2月26日付で改訂版 PDM の署名が行われた。その後、改訂版 PDM は再度改訂され、指標が明記された。2度目の改訂 PDM は2022年9月26日付で署名された。

### 3 プロジェクトの投入

JICA 側からは14名の専門家がプロジェクトに派遣されている。第2期の人月合計は55.13人月であった。エチオピア側からは13名がカウンターパートの専門家として MUST に従事した。また、MUST 日本人専門家チームに対し、2期を通じて、執務室を提供した。

### 4 プロジェクトの活動

#### 成果、活動および達成度

MUST は、数学の1-12年生のカリキュラム文書、9-12年生の教科書と教員用指導書の質を保証するため CDID を支援してきた。以下の通り様々な活動が行われた。

#### 成果1にかかる活動

成果1の主な活動は、カリキュラム文書（フローチャート、ミニマム・ラーニング・コンピテンシー、シラバス）を改善することであった。4つの大学から招集された数学専門家チームが同文書を作成した。JICA 専門家チームではそれらをレビューし、2021年3月に CDID にコメントを提出し

た。しかし、時間的制約のため、コメントを文書に完全に反映させることはできなかった。

### 成果2にかかる活動

成果2の活動は現況調査の実施と技術的提言であった。MUSTは、2021年4月19-24日にアディス・アベバ市内の6つの高校を対象に、9-12年生の現況調査を実施した。調査の結果、以下が明らかになった。1) 生徒の成績は満足のいくものではない、2) 現行教科書はほとんどの生徒にとって難しすぎる、3) 教科書が持ち運ぶには重く、また、授業で使われないため、生徒は授業に持参していない、4) 3分の1以上の教員が年間指導計画を計画通りに実行できてない、5) 複数の教員が、内容を減らすこと、教科書の難易度を生徒の実態に合わせることの重要性を強調している。

以上の結果を踏まえ、MUST日本人専門家チームは、次の5つの視点(方向性) [簡単・単純なものから難しい・複雑なものへ] で段階的に教科書ドラフトを改訂していくことを提案した。

- 1) 間違いの訂正
- 2) レイアウト、数式、用語、グラフ、図などの改善
- 3) 標準的な授業フローの要素を取り入れ、「活動-定義-例題-演習問題」の構成に改善(特に「1トピック、1,2ページ」を原則とする)
- 4) 問題を生徒の学習に適切なレベルに修正
- 5) 内容の改善・充実

### 成果3にかかる活動

成果3の活動は、1, 4, 7年生のサンプル教科書と教員用指導書の開発、州教科書開発者のための技術ワークショップの開催であった。2019年にMUST日本人専門家チームは、PDM初版の下で1, 4, 7年生の補助教材開発を開始した。この業務は改訂版PDMに含まれなくなったが、それでもMUST日本人専門家チームは2021年7月まで開発を続け、完成した教科書と教員用指導書をCDIDとJICAに提出し、州1-8年生教科書開発のための参考資料およびPDM初版に定められた主要成果品とした。

CDIDの要請により、MUST日本人専門家チームは2021年4月26-28日に、州の1-8年生向け教科書開発者を対象とした技術ワークショップを実施した。このワークショップでは、教科書開発の全工程と編集方針の確立方法について知ってもらうことを目的とした。新型コロナウイルスにより、MUST日本人専門家はアダマで開催されたワークショップに、アディス・アベバまたは日本からオンラインのみで参加することを余儀なくされた。2022年11月と12月に行われたワークショップの事後調査の結果から、現行教科書が生徒にとって難しすぎることを参加者が明確に認識するようになったと示唆された。また、ワークショップの内容が教科書作りに有用だったと参加者全員が回答している。

### 成果4にかかる活動

成果4の主な活動は、9-12年生の教科書と教員用指導書ドラフトを改善するために教科書開発者を対象としたワークショップを実施することであった。2021年10月から2023年1月にかけて、MUSTは教科書開発者と7回のワークショップを行い、上記5つの視点に従って段階的にドラフトを修正・改善した。教科書開発者は、その経験を非常に肯定的に評価し、特に数学の学習到達度を向上させるために構造化された教科書が有用であると認めた。

### 成果5にかかる活動

成果5の活動は、パイロット活動のモニタリング評価と、モニタリング評価を通じて9-12年生の教科書活用を改善するための戦略を立案することであった。2022年9月から2023年5月までの9ヶ月間、MUSTは選ばれた高校で、パイロット活動のモニタリング、新教科書の効果測定、新教科書活用改善への戦略策定のために、以下5つの活動を実施した。

- 1) 新教科書導入研修とフォローアップ(教科会を含む)
- 2) アチーブメント・テストNo.1
- 3) 授業観察とルーブリックの導入(授業の自己評価)

- 4) ユニット・エンド・テスト
- 5) アチーブメント・テスト No.2

2022年9月から10月にかけて、MUSTパイロット校3校の数学教員を対象に、新教科書に盛り込まれた「ユニタイゼーション」の原則（1授業1トピック）やA-D-E-E構造化授業の概念について理解できるよう導入研修が実施された。MUST日本人専門家チームは特に、教員が説明に20分、生徒の自主活動に20分かけること（20-20の原則）、各授業で生徒が1つの評価問題に取り組むことを強調した。

新教科書ドラフトを用いたA-D-E-E構造化授業の実践をモニターし、教員および教科書開発者にフィードバックするために、授業観察が実施された。授業観察からは主に次のような結果が得られた。1) 約半数の教員が評価問題を個別に解く時間を10分以上生徒に与えた、2) 生徒の達成度は総じて低かった、3) 生徒の大半が非常に消極的だった、4) 教員の指示にもかかわらず、生徒全員が教科書（コピー）を授業に持参したわけではなかった。

教科会は、パイロット校の教員に対するフォローアップ支援の一環として計画されたものであった。しかし、定期的に教科会を開催している学校はないことが判明した。MUST日本人専門家チームはそれでも、Kokebe Tsibah高校で1回、Abyot Kirs高校で3回のミーティングを試験的に実施することができた。

この制約に対処するため、MUST日本人専門家チームは2023年2月、教員や観察者がA-D-E-Eの授業を質的に評価するためルーブリックを開発した。授業改善に意欲的な教員にとっては、ルーブリックを用いた振り返りは効果的かもしれない。一方、やる気のない教員に自分の欠点を自覚させることは難しく、このような教員に振り返りを促すには、学校管理職や視察官からのフィードバックが必要と思われる。

9-10年生新教科書のパイロット活動中に2回のアチーブメント・テストが実施された。アチーブメント・テストNo.1は2022年10月末に、アチーブメント・テストNo.2は半年後の2023年4月に実施された。統計分析の結果、9年生と10年生の両方で、MUSTパイロット校の生徒が、MUSTノンパイロット校の生徒よりも、同期間に成績を向上させたことが判明した。

ユニット・エンド・テストは、9年生・10年生で各単元の終了時に実施された。ある単元を学習した直後に、MUSTパイロット校とMUSTノンパイロット校の生徒の得点を比較することが目的である。4つのユニット・エンド・テストうち3単元（9年生2単元、10年生1単元）で、MUSTパイロット校とMUSTノンパイロット校に統計的有意差が示された。以上のアチーブメント・テストとユニット・エンド・テストの結果から、新教科書と新しい教授法が学力の向上に貢献したと結論づけられた。

生徒の学習達成度を向上させるための戦略案として、「学習改善のための構造化授業とMUSTパイロット校における好事例」と題する教材パッケージが作成され、2023年7月に州教育局に配布された。

## 5 プロジェクトの達成度

MUSTは主に3つの成果を上げた。

- 1) 「ユニタイゼーション」の導入に成功（エチオピアで初めて）
- 2) 新教科書と教授法によって生徒の数学学力が向上することの実証
- 3) 教員がA-D-E-E授業を行いやしくするための教材一式の開発

以下は、指標ごとに評価された、プロジェクトの各目標、成果の達成度要約である。

スーパー・ゴール「数学の学習成績が向上する」は10年後に検証される。

上位目標「新数学カリキュラムに基づく教育活動が推進される」は、1つの指標が達成され、残る2つの指標は3年後に検証される。



プロジェクト目標「新数学カリキュラムに基づく教育活動が導入される」は、3つの指標すべてにおいて達成された。

成果1「数学カリキュラム文書（フローチャート、ミニマム・ラーニング・コンピテンシー、シラバス）の質が保証される」は達成された。

成果2「数学授業の現状分析結果に基づく技術的な提言が9-12年生の教科書作成方針及びモニタリング評価の方針に反映される」は達成された。

成果3「1-8年生用算数教材の作成能力が技術的ワークショップを通じて向上する」は達成された。

成果4「9-12年生用数学教科書の内容の質が改善される」は4つの指標において達成された。

成果5「モニタリング評価の結果に基づき9-12年生用数学教科書の活用を図る戦略が提案される」は2つの指標において達成され、1つの指標は部分的に達成された。

プロジェクトの達成度は、OECD DACの評価基準の観点からも評価された。

妥当性は非常に高い。技術協力プロジェクトとしてのMUSTプロジェクトは、MoEがカリキュラム改訂において必要とした技術的支援を提供するための適切な手段であった。

整合性は非常に高い。カリキュラムと教科書開発は、JICAの教育支援における優先分野の2大要素である。MUSTは、エチオピアのカリキュラム改革に対するユニセフの一般的な支援を補完するものであった。MUSTはまた、A-D-E-Eの構造をエチオピアの状況に適用するにあたり、他の開発パートナーの経験や成果も参考にしている。

有効性は高い。パイロット校3校において、MUSTはプロジェクト目標を達成した。しかし、これはMoEが新教科書を予定通り配布できなかったため、MUSTが新教科書のコピーを学校に配布したからこそ可能であった。パイロット校で試行したいいくつかの活動は、制度上の制約により実施が困難であることが判明した。それに応じて調整が行われたが、その実践可能性については検証する必要がある。

効率性は高い。MUSTプロジェクトは全体として非常に費用効率が高く、新型コロナウイルスや北部の治安情勢悪化による非常に困難で不規則な状況においても、追加的な投入をあまりすることなくPDMに明記された通りの成果を達成した。しかしながら、MoEからの人材投入が不十分であったため、日本人専門家が効果的な技術支援を提供することが困難であった。また、PDMの全面改訂により、第2期では1,4,7年生のサンプル授業補助教材を十分に活用することができなかった。

インパクトは高い。MUSTプロジェクト終了後、MoEが計画通りに教科書を配布し、REBがMUSTによって開発された「A-D-E-Eパッケージ」を活用して数学教員を適切に訓練すれば、エチオピア全国で上位目標を達成できると期待される。上位目標が達成されれば、スーパー・ゴールである「数学の学習成績が向上する」も達成される可能性が高い。

持続性は高くも低くもない。最も重要な要素は、1)教科書印刷の予算、2)教員研修の予算、3)教員研修と継続的な職能開発への技術支援、4)エチオピア人材である。印刷のための初期予算は確保されているため、追加予算はすぐに得られる見込みである。州教育局は必要な教員研修を実施する意思があるが、予算は十分ではない。自分たちの予算で可能な費用対効果の高い活動を考え出す必要がある。技術的な支援は、MUSTの後任のJICAアドバイザーが部分的に提供可能である。新しい概念の普及には3グループの人材（教員、教育行政官、教科書開発者）が利用可能である。しかし、彼らと研修員を動員するための予算が主な制約となるだろう

## 6 今後の課題

今後数年間、MoEが取り組むべき新たな課題がいくつか残っている。改善された新教科書と教員用指導書を手にして、MoEは次にどのような課題に取り組むべきなのだろうか。

### 教科書の配布

2023年9月に全教科の旧教科書が一斉に新教科書に切り替わるため、MoEはこれを実現するため

に相当な予算と時間を要する。しかし、様々な制約を考慮すると、数年かけて徐々に新しい教科書を提供するのがより現実的である。もし MoE が生徒 4 人に対して教科書 1 冊の割合で進めるのであれば、一時的な措置としては受け入れるべきだが、あらゆる手段で増刷を追求しなければならない。

### 教科書以外の MUST 成果物の活用

MUST プロジェクトは教科書と教員用指導書以外に、ループリックと A-D-E-E パッケージという成果物を生み出した。これらの幅広い活用は MoE によって促進・支援されるべきである。

### 教授法の改善

MUST が観察した授業から判断する限り、従来の授業法にある 2 つの特徴が特に有害である。一つ目は、教員が生徒に教科書を参照せず、すべてを黒板に書いてしまうことである。二つ目は、教員が生徒に与えた個人で演習問題を解くための時間を有効に使えないことである。最初の問題に対処するために、教員は板書計画を作成すべきである。「A-D-E-E パッケージ」には、そのための研修教材がいくつか含まれている。二つ目の問題は、克服するのは難しくないかもしれない。研修は、教員に問題を認識させるための唯一かつ最良の方法であり、一度問題を認識すれば、指導法に関する具体的なヒントの助けを得て、実践を変えることができる。ループリックは、教員が自身の指導法の欠点を認識し、それを克服するのに役立つ。

### A-D-E-E 構造の制度化

MUST は、新教科書と A-D-E-E 構造の新しい教授法を組み合わせれば、生徒の成績が向上することを証明した。2023/24 年に新教科書が全面導入された後もこの評価が維持されるのであれば、MoE はエチオピアにおいて A-D-E-E 構造を制度化することを検討してもよいだろう。

制度化のために必要な最初のステップは、カリキュラム・フレームワークにおいて、A-D-E-E 構造を原則として全学年の全教科に採用することを宣言することであろう。初等算数の教科書にもこの構造を採用することが決定的に重要であろう。

### 教科書のスリム化

生徒は分厚くて重い教科書を学校に持って行くことを好まない。これがエチオピアの生徒の数学の成績が低い主因である。しかし、9-12 年生の新しい数学教科書は、以前の教科書よりも厚くなっている。教科書を薄くするためには、カリキュラム・フレームワークを見直し、年間の総授業数（156）をより現実的な授業数（120 程度）に短縮する必要がある。シラバスも授業数が 120 程度に収まるよう内容を徹底的に見直す必要がある。教科書自体も無駄なスペースを省いてスリムにすることができる。教科書のスリム化による潜在的なメリットは非常に大きい。次回以降の改訂時には、MoE がカリキュラム・フレームワークやシラバスの検討、教科書の開発に、より多くの時間を割くよう強く推奨したい。

教員には、分厚い教科書の問題を克服するための部分的かつ一時的な処置として、指導内容一覧表（List of Contents）の活用を強く勧めたい。

### カリキュラム・フレームワークおよびシラバスの改訂

カリキュラム・フレームワークでは、年間 39 週の授業時間を標準としている。しかし、インタビュー調査によると、より現実的な数字は年間 30 週である。したがって、この数字（39）をより現実的な数字（30）に修正することを以下の通り推奨する。

#### 9 - 12 年生

- 年間：30 週
- 1 時限あたり：45 分
- 1 日：7 時限
- 1 週間の総授業数：35
- 数学の 1 週あたりの授業数：4
- 数学の年間総授業数：120 (= 4 x 30)

- 数学の年間総授業時間数：90 時間

言うまでもなく、シラバスや教科書の内容は、年間授業数 120、もしくは 90 時間で教えられるように厳選、削減されなければならない。

さまざまな事情により二部制の学校運営が依然として必要な場合は、上記の標準的な枠組みを適宜変更することができる。

現行シラバスを改訂する場合、特に教科書をスリム化し、生徒にとって使いやすいものにするためには、次の 2 点を考慮する必要がある。

1. 「高度すぎる」「不要な」内容は除外する
2. 過度の重複を避ける

## 1 プロジェクトの概要

### 1.1 対象国名

本プロジェクトの対象国はエチオピア連邦民主共和国である。

### 1.2 プロジェクト名

和文：エチオピア国科学技術のための算数・数学理解プロジェクト（第2期）

英文：The Project for Mathematical Understanding for Science and Technology (MUST)

### 1.3 プロジェクト期間

本プロジェクトは2期で構成されている。第1期は2019年3月～2021年6月、第2期は2021年8月～2023年8月に実施された。

### 1.4 背景

エチオピア政府は、競争力の高い産業人材の育成に焦点を当てた教育政策（ESDP IV：2010/11～2014/15、ESDP V：2015/16～2019/20）において、経済発展に資する理工系人材強化のために、理数科教育の改善を重点に掲げている。

JICAはエチオピア政府の教育政策を支援するため以下3つの主要なプロジェクトを実施してきた。

- 理数科教育改善プロジェクト（SMASEE）（2011-2014年）
- 理数科教育アセスメント能力強化プロジェクト（LAMS）（2014-2017年）
- 全世界理数科教育協力インパクト評価調査（介入実施・促進）（プロジェクト研究）（2014-2017年）

SMASEEとLAMSは、ともに7-8年生の数学と理科（生物、化学、物理）を対象とした。両プロジェクトで期待される成果が上げられたものの、生徒の学業成績を向上させるためには、さらなる努力が必要とされた。そこで連邦教育省（MoE）はJICAに1-8年生の数学学力向上を目指し、新たなプロジェクトを実施するよう要請した。この要請に応えるべく策定されたのがMUSTである。

プロジェクトは当初、エチオピアの小学生が抱える問題を分析し、既存の教科書や教員用指導書を補う生徒・教員用の補助教材開発を目的としていた。開発された補助教材をMoEがカリキュラムや指導・学習教材のプロトタイプとして正式に採用することを想定していたのである。

しかし、この計画は後に中止されることとなった。2020年10月、MoEはカリキュラム改訂の方針を「援助」から「自立」に変更したためである。開発パートナーに教科書開発を依頼せず、自国のリソースでカリキュラムと教科書を開発することにしたのである。それに伴い、MoEからJICAへの要請も、授業補助教材の開発から、MoEが独自に開発するカリキュラムと教科書の質を保証するための支援に変更された。さらに、カリキュラム開発の一貫性を確保するため、対象学年を1-12年生まで拡大することになった。また同時に、憲法では1-8年生は州の管轄とされており、MoEはこれらの学年の教科書開発には触れず、直接管轄するのは9-12年生のみであることをMoEにより強調された。このような根本的な前提の転換を踏まえ、JICAはプロジェクト全体の枠組みを作り直さなければならなかった。JICAは州政府ではなく連邦政府との協力を条件としているため、対象学年を1-8年生から9-12年生に変更することが決定され、合意された。

MoEとJICAによる一連の協議の末、第1期終了間近の2021年2月に新しい会議議事録（R/D）、プロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）、プラン・オブ・オペレーション（PO）に署名が行われた。MUST第2期は基本的にこの新しい枠組みの中で実施された。

### 1.5 目標と目的

R/D と PDM 最終版では、プロジェクトの目標と目的は以下の通り定められた。

- スーパー・ゴール： 数学の学習成績が向上する  
 上位目標： 新数学カリキュラムに基づく教育活動が推進される  
 プロジェクト目標： 新数学カリキュラムに基づく教育活動が導入される  
 詳細はプロジェクト・デザイン・マトリックス（改訂版）（資料2）を参照されたい。

## 1.6 成果と活動

プロジェクトの成果は以下の5つである。なお、最後の成果5は、MoEに長期駐在するJICA専門家と共同で実施するものである。

- 成果1**： 数学カリキュラム文書（フローチャート、ミニマム・ラーニング・コンピテンシー、及びシラバス）の質が保証される  
**成果2**： 高校数学授業の現状分析結果に基づく技術的な提言が9-12年生の教科書作成方針及びモニタリング評価の方針に反映される  
**成果3**： 1-8年生用算数教材の作成能力が技術的ワークショップを通じて向上する  
**成果4**： 9-12年生用数学教科書の内容の質が改善される  
**成果5**： モニタリング評価の結果に基づき9-12年生用数学教科書の活用を図る戦略が提案される

それぞれの成果を挙げるためにプロジェクトが実施する活動は以下の通りである。

### 成果1に関する活動：

1. 技術支援計画を作成する
2. 1-12年生までのカリキュラム文書（フローチャート、ミニマム・ラーニング・コンピテンシー、及びシラバス）に対する技術的支援（オンライン）を実施する
3. カリキュラム文書の改訂と最終化を行う
4. カリキュラム文書にかかるバリデーション・ワークショップを実施する

### 成果2に関する活動：

1. 現況調査を実施する
2. 9-12年生の教科書の編集を改善するために、教科書開発過程で具体的な提案を行う

### 成果3に関する活動：

1. 州教育局の教科書執筆者に対する技術支援計画を作成する
2. 1-8年生向け教科書を担当する州教育局教科書執筆者の能力開発を主な目的として、1、4、7年生の教材サンプルを作成する
3. 州教育局の教科書執筆者を対象としたワークショップを実施し、教科書執筆の能力開発を行う

### 成果4に関する活動：

1. 9-12年生の教科書と教員用指導書ドラフトを改善するため、教科書開発者を対象としたワークショップを実施する
2. 9-12年生の教科書と教員用指導書ドラフトを改善するためのさらなる技術的支援を提供する

### 成果5に関する活動：

1. MUSTパイロット校およびMUSTノンパイロット校を選出し、学習改善メカニズムを検証する
2. CDID/MoE主催のワークショップにおいてMoEパイロット校への導入研修を実施する
3. MUSTパイロット校の9-10年生の数学教員を対象としたパイロット前研修を実施する
4. MUSTパイロット校の9-10年生の数学モデル教員に対し特別な支援を行う

5. MUST パイロット校とノンパイロット校でアチーブメント・テストとユニット・エンド・テストを実施する
6. MUST パイロット校とノンパイロット校で授業観察を実施する
7. MUST モニタリング評価活動の結果をまとめる
8. 関係者間で MUST/MoE パイロットの経験を共有するための全国規模のワークショップを実施する
9. モニタリング評価を通じて、9-12 年生の教科書の使用状況について、教室レベルでのデータを収集する
10. 9-12 年生の教科書を使用する生徒の学習達成度を教室レベルで向上させるための戦略を立てる

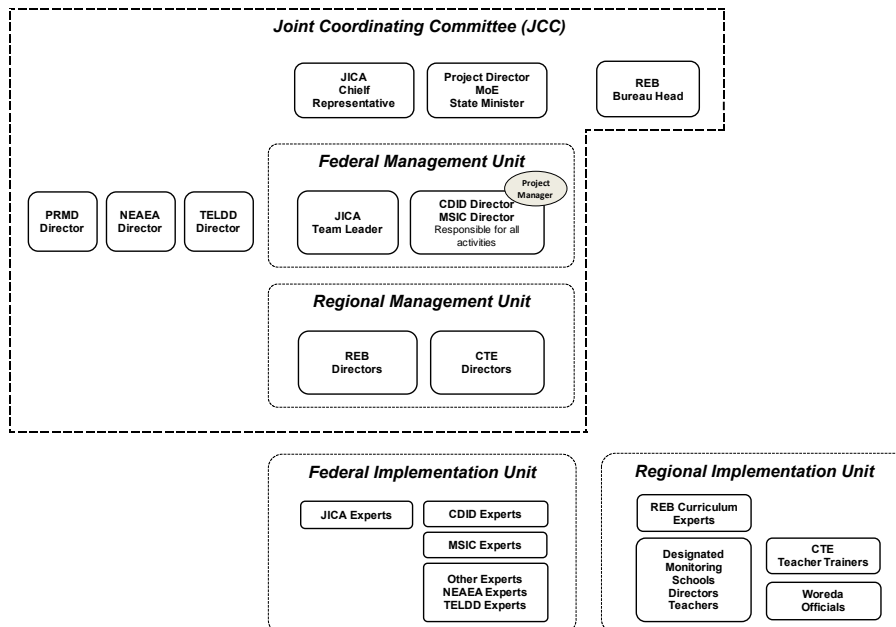
## 1.7 実施機関

プロジェクトに携わったエチオピアの実施機関は以下の通りである。

- 連邦教育省カリキュラム開発局（Curriculum Development and Implementation Directorate: CDID）  
[主たるカウンターパート]
- 理数科教育改善センター（Mathematics and Science Improvement Center: MSIC）
- 連邦教育省情報管理・計画・資源動員局（Educational Planning and Resource Mobilization Directorate: EPRMD）
- 連邦教育省教員教育リーダー開発局（Teachers and Educational Leaders Development Directorate: TELDD）
- 国立教育評価試験機構（National Educational Assessment and Examinations Agency: NEAEA）
- 州教育局（Regional Education Bureaus: REB）

## 1.8 実施体制

プロジェクトの実施体制は図 1.1 の通りである。なお、実施体制は連邦レベルと州レベルで構成されている。



Source: Minutes of Meeting between Japan International Cooperation Agency and the Ministry of Education of the Federal Democratic Republic of Ethiopia for Amendment of the Record of Discussions on the Project for Mathematical Understanding for Science and Technology (MUST), 26 February 2021, Annex 5.

図 1.1 プロジェクト実施体制（改訂版）



措置は表 1.2 の通りである。

**表 1.2 MUST 日本人専門家チームに対する渡航禁止措置**

	期間		理由
1	2020年3月~2020年12月	約10ヵ月	新型コロナウイルス
2	2021年3月~2021年7月	約4ヵ月	新型コロナウイルスおよび総選挙
3	2021年11月~2022年2月	約4ヵ月	北部の治安情勢（非常事態宣言）



## 2 プロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）の改訂

### 2.1 当初のPDMとその後のプロジェクト・フレームワークの変更点

#### PDM 第1版

2018年10月19日付のPDM第1版では、「1-8年生の数学」における「生徒および教員への補助教材の開発」がプロジェクトの主な成果であると明記されている。MUSTプロジェクトは、このPDMに規定されている通り、2019年3月に開始された。

プロジェクトの開始とほぼ同時、2019年にMoEはカリキュラムと教科書の全面改訂を開始した。そのため、MUSTの成果品が最終的に、新しい数学カリキュラムに厳密に基づいた1-8年生の公式教科書と教員用指導書として採用されることが強く期待されていた。最初のステップとして、MoEは2019年12月に12名のメンバーからなる数学パネルを任命し、カリキュラムおよび関連文書の改訂に関するポジションペーパーの作成を命じた。

当初は、新しく改訂された教科書を3年間試験的に使用して改訂を実施する予定だった。初年度は2020年9月に開始する予定で、幼稚園、1, 4, 7, 9, 11年生を対象学年としていた。この計画に合わせるため、MUST日本人専門家チームはPDMで指定された枠組みに従いながら、全体の作業スケジュールを調整し、1, 4, 7年生の補助教材の開発を開始した。

#### CDIDによる追加要請とPDMの改訂予定

2019年11月、CDID局長はJICAに対し、9-12年生も対象とし、ベースライン調査を実施し数学学力を分析するよう強く要請した。JICAはこの追加要請を真剣に検討し、PDMと会議議事録（R/D）の改訂準備を開始した。MoEとの一連の協議の後、2020年4月に改訂された文書に署名が行われる予定であった。

#### 新型コロナウイルスと突然の人事異動

しかし、2020年2月、エチオピアで新型コロナウイルスが発生し、MUST日本人専門家全員が3月末までに日本に帰国しなければならなくなった。4月8日、アビィ首相は非常事態を宣言し、MoEと数学パネルによる活動はすべて停止された。この不慮の出来事により、MUSTのエチオピアでの活動は実質的にすべて停止し、改訂版PDMとR/Dへの署名は無期限延期となった。

状況をさらに困難にしたのは、2020年10月にMoEで突然の人事異動があり、CDIDの新局長が任命されたことである。MUST日本人専門家チームは、CDIDとの円滑な協力関係を以前のように再開するのに若干の時間を要することとなった。

#### MoEの新方針

2020年10月、組織の再編成に続いて、MoEは進行中のカリキュラム改訂における2つの重要な方針変更を発表した。第一に、数学パネルを解散し、その担当業務を外部機関に委託する。第二に、補助教材の開発をJICAに依頼するのではなく、新しいカリキュラム、教科書、教員用指導書の質保証をJICAに依頼する。加えて、憲法上、1-8年生の教材はあくまで州の管轄であり、CDIDに指示を出す権限がないことが明確にされた。CDIDが扱うことができるのは9-12年生の教材に関することのみである。このような変更により、JICAはMUSTプロジェクトの枠組みを変更せざるを得なくなった。

#### PDMの第1回改訂

2020年10月以降、JICAとMoEはPDMやその他のプロジェクト文書の改訂について協議を重ねた。最終的には、2021年2月26日付で改訂版PDMとR/Dに合意し、署名が行われた。新しい枠組みでは、対象学年が1-8年生から9-12年生に、プロジェクトの主な活動は「補助教材の開発」から「新しく開発されたカリキュラム、教科書、その他の教材・文書に対する質の保証」に変更された。プロジェクトの成果も全く別のものに変更された。MUST第2期はこの第1回改訂版PDMの枠組みの下で開始することとなった。

#### PDMの第2回改訂

改訂版 PDM には暫定的な部分が残されていた。その一例が、5つの成果の達成度を測定するための、客観的に検証可能な指標であった。JICA と MUST 日本人専門家チームとの間で、そしてその後 JICA と MoE との間で、再び議論が行われた。第2回改訂版 PDM および R/D は、最終的に2022年9月26日に署名された。

## 2.2 新旧 PDM の比較

PDM の3つの版の主な相違点は表 2.1 の通りである。

表 2.1 PDM 3 版の主な相違点

	初版	第1回改訂版	第2回改訂版
Dated	October 19, 2018	December 16, 2020	September 26, 2022
Version No.	1.0	3.0	4.0
Implementing Agency	Mathematics and Science Improvement Center (MSIC) and other institutions	Curriculum Development and Implementation Directorate (CDID), Mathematics and Science Improvement Center (MSIC) and other concerned directorates	変更なし
Target Groups	Grade 1-8 primary school students	Grade 1-8 primary school students Grade 1-8 mathematics teachers Grade 9-12 students Grade 9-12 mathematics teachers CDID, MSIC Mathematics Experts Regional Education Bureaus' Mathematics Experts	<u>Direct Beneficiaries</u> Grade 9-12 students in all regions: 6,993,656 students Grade 9-12 mathematics teachers in all regions: 14,640 teachers CDID, MSIC Mathematics Experts Regional Education Bureaus' Mathematics Experts of all regions <u>Indirect Beneficiaries</u> Grade 1-8 students in all regions 24,620,963 students Grade 1-8 Mathematics teachers in all regions (46,244 teachers)
Super Goal	Quality of basic education is improved	The learning performance in mathematics is improved	変更なし
Overall Goal	Students' learning outcomes of satellite schools in model-school clusters are improved	Educational activities based on the new mathematics curriculum are promoted	変更なし
Project Purpose	A scale-up model for improving students' learning outcomes in mathematics is developed	Educational activities based on the new mathematics curriculum are introduced	変更なし
Outputs	Output 1: Reasons for lower academic achievement of primary school students in mathematics are analyzed Output 2: Lesson support materials for students and teachers are developed in grade1-8 mathematics Output 3: Good practices in implementing lesson support materials for	Output 1: Quality of the mathematics curriculum documents (flow charts, MLCs, and Syllabi) are assured Output 2: Technical recommendations, based on the situational analysis of classroom practices, are incorporated to Grades 9-12 textbook editing strategies and	Output 1: Quality of the mathematics curriculum documents (flow charts, MLCs, and Syllabi) is assured Output 2: Technical recommendations, based on the situational analysis of classroom practices, are incorporated to Grades 9-12 textbook editing strategies and

	<p>students and teachers are identified in each model school</p> <p>Output 4: A scale-up model is evaluated in evaluation schools</p> <p>Output 5: Recommendations for revising curriculum and textbooks are compiled</p>	<p>M&amp;E</p> <p>Output 3: The capacity in developing Grades 1-8 mathematics teaching materials are improved through technical WS</p> <p>Output 4: The quality of Grades 9-12 textbook contents are improved</p> <p>Output 5: Strategies for improving the utilization of Grades 9-12 textbooks are proposed based on monitoring and evaluation</p>	<p>M&amp;E</p> <p>Output 3: The capacity in developing Grades 1-8 mathematics teaching materials are improved through technical WS</p> <p>Output 4: The quality of Grades 9-12 textbook contents is improved</p> <p>Output 5: Strategies for improving the utilization of Grades 9-12 textbooks are proposed based on monitoring and evaluation</p>
備考	資料 1 参照	初版から全面改訂	第 3 版に基づき、指標が定められ、一部の活動が修正された。資料 2 参照

### 2.3 PDM 最終版（第 4 版）

PDM 最終版（第 4 版）については資料 2 を参照されたい。

### 3 プロジェクトの投入

#### 3.1 ワーク・フロー

ワーク・フローについては資料4を参照されたい。

#### 3.2 ワーク・プラン

ワーク・プランについては資料5を参照されたい。

#### 3.3 エチオピア人専門家の配置

MUSTのカウンターパートとして以下13名の専門家が任命された。

- CDID: 3名
- MSIC: 7名
- TELDD: 1名
- NEAEA: 2名

氏名と所属は表3.1の通りである。

表 3.1 カウンターパート専門家

氏名	性別	所属	教科	職位
Zafu Abraha	F	CDID	Physics	Natural Sciences Education Curriculum Desk Head
Matebie Alemayehu*	M	CDID	Mathematics	(Career and Technical Education Curriculum Desk Head)
Tesfaye Sileshi*	M	CDID	Mathematics	Curriculum Expert
Tesfu Tezera	M	MSIC	Mathematics	Expert
Assefa Teferi	M	MSIC	Mathematics	Expert
Bimerew Kerie	M	MSIC	Mathematics	Expert
Daniel Demissie	M	MSIC	Mathematics	Expert
Getachew Debela	M	MSIC	Physics	Expert
Etenesh Mekonnen	F	MSIC	Biology	Expert
G/Egziabher Araya	M	MSIC	Chemistry	(Retired)
Yibeltal Solomon	M	TELDD	Mathematics	Expert
Abiy Kefyalew	M	NEAEA	Mathematics	Expert
Libeyin Teshome	M	NEAEA	Mathematics	Exam Development Expert

注: \* 以前カリキュラム専門家であった Matebie 氏は、Career and Technical Education Curriculum Desk Head に昇格した。2022年9月より、Tesfaye 氏が後任として Mathematics Curriculum Expert に就任。

当初、MSIC が主要なカウンターパート機関であったときは、上記カウンターパート専門家がプロジェクト活動に積極的に関与していた。しかし、PDM が最初に改訂され、2020年12月に CDID が主要カウンターパート機関となった後、CDID は教育省におけるカリキュラムと教科書の改訂は CDID が一手に担うべきであるとして、他機関専門家の関与が受け入れられなくなった。MUST では他機関専門家の知識を必要とすることが多かったため、MUST 日本人専門家チームは CDID にプロジェクト活動への彼らの参加を何度も要請したが、残念ながら許可されることはなかった。このため、プロジェクトの最終段階で、MUST が開発した A-D-E-E のコンセプトをエチオピア全国に普及させることができる人材が不足することとなった。

#### 3.4 日本人専門家の配置

本プロジェクトでは、14名の日本人専門家が従事した。第2期（2年間）に従事した総人月は55.13人月（現地業務41.80人月、国内業務13.33人月）である。派遣された日本人専門家の業務量

は表 3.2 の通りである。詳細は資料 6 を参照されたい。

**表 3.2 日本人専門家の業務量 (第 2 期)**

氏名	担当業務	現地 (人月)	国内 (人月)	合計 (人月)
豊間根 則道	業務主任者/ 算数・数学教育	11.17	0.50	11.67
知久 奈穂子	副業務主任者/ 算数・数学教育	8.33	0.85	9.18
宮川 眞木	算数・数学教材作成 1	1.97	0.93	2.90
元山 寛	算数・数学教材作成 2	3.00	0.90	3.90
田中 悦太郎	算数・数学教材作成 3	4.80	0.60	5.40
勝又 和美	算数・数学教材作成 4	4.23	3.15	7.38
古川 顕	算数・数学教材作成 5	1.77	1.10	2.87
米田 勇太	算数・数学教材作成 6	0.00	1.25	1.25
西谷 泉	算数・数学カリキュラム分析	0.00	0.80	0.80
廣瀬 正臣	教材編集	0.00	0.00	0.00
藪田 みちる	算数・数学モニタリング 1/ 業務調整 1	0.90	1.20	2.10
酒寄 晃	算数・数学モニタリング 2/ 算数・数学教材作成 7	2.03	0.35	2.38
西岡 俊輔	算数・数学モニタリング 3/ 業務調整 2	0.00	1.35	1.35
鴨田 真人	算数・数学モニタリング 4/ 業務調整 3	3.60	0.35	3.95
<b>計</b>		<b>41.80</b>	<b>13.33</b>	<b>55.13</b>

注: 2021 年 4 月より長期専門家として関口ゆみ専門家がエチオピアに派遣されており、MUST の PDM 改訂後の活動の一部を実施している。

### 3.5 調達機材

MoE は 2 期を通して MUST に執務室を提供している。当初は MSIC に置かれていたが、2022 年 10 月に CDID に移転した。JICA 調達機材は表 3.3 の通りである。

**表 3.3 JICA 調達機材**

機材	保管場所	数量
車両	CDID	2
コピー機	プロジェクト執務室 (CDID)	1
カラープリンター	プロジェクト執務室(CDID)	2
白黒プリンター	プロジェクト執務室(CDID)	1
ノートパソコン	カウンターパート	10

## 4 プロジェクトの活動

### 4.1 成果、活動および達成度

1.6節で述べたように、MUSTは5つの成果達成を任務とし、その成果を生み出すために様々な活動を実施してきた。より具体的に言えば、MUSTは基本的に、1-12年生のカリキュラム文書、9-12年生の数学教科書と教員用指導書の質を保证するためにCDIDを支援してきた。4年半のプロジェクト運営を経て、MUSTは主に3つの成果を上げた。

- 1) 「ユニタイゼーション」(A-D-E-E 構造化教科書と授業)の導入に成功(エチオピア初の試み)<sup>1</sup>
- 2) 構造化教科書と授業が、生徒の数学学力向上にプラスの効果をもたらすことの実証
- 3) 教員が新教科書を使ってA-D-E-E授業を行うための教材一式の開発と全国的な導入

本章では、様々な活動を通じて、各成果がどのように達成されたかを詳細に説明する。

### 4.2 成果1にかかる活動

#### 4.2.1 成果1

PDM最終版では、成果1とそれにかかる活動は以下のように定められている。

**成果1:** 数学カリキュラム文書(フローチャート、ミニマム・ラーニング・コンピテンシー、及びシラバス)の質が保証される

**成果1にかかる活動:**

1. 技術支援計画を作成する
2. 1-12年生までのカリキュラム文書(フローチャート、ミニマム・ラーニング・コンピテンシー、及びシラバス)に対する技術的支援(オンライン)を実施する
3. カリキュラム文書の改訂と最終化を行う
4. カリキュラム文書にかかるバリデーション・ワークショップを実施する

このように、成果1を達成するための活動は、主にカリキュラム文書の質を向上させることである。

#### 4.2.2 カリキュラム開発への技術支援

改訂版R/Dが正式に署名される前の2021年1月、CDIDはJICAエチオピア事務所に対し、5つの大学から選ばれたカリキュラム関連文書開発者を対象とした、カリキュラム開発に関するオンラインワークショップの実施を要請した。ワークショップの目的は、1)カリキュラム開発のための基準とツールの作成、2)全教科のカリキュラム開発者の能力開発、であった。

この突然の要請を受け、MUST日本人専門家チームはカリキュラム開発に関するワークショップを迅速に準備した。初日(1月20日)は、IDCJ田中義隆氏によるカリキュラム開発に関する一般的なプレゼンテーション、2日目(1月22日)は、MUST専門家の勝又和美氏によって、数学カリキュラムに焦点を当てたプレゼンテーションが行われた。初日の最後に、CDIDはさらに3日目(1月23日)にも初日の内容を追加参加者に対して再演するよう要請した。初日と2日目には17名のCDID関係者(14名のカリキュラム専門家、局長、アドバイザー、局長代理)が参加し、3日目には約50名(約20名のMoEカリキュラム開発専門家、15名の5大学コーディネーター、15名のCDID専門家)が参加した。内容は好評で、参加者の満足度も高かった。

<sup>1</sup> 「ユニタイゼーション」とはMUSTの造語である。これは教科書のページを標準化されたユニットのように整理することを意味し、各ユニットは原則として、活動、定義、例題、演習問題(A-D-E-E)を含んでいる。この1ユニットを1授業で教える。

### 4.2.3 カリキュラム文書の改善

カリキュラム文書（フローチャート、ミニマム・ラーニング・コンピテンシー、及びシラバス）は、4つの大学から招集された数学専門家チームによって開発された。数学チームは表4.1に記されるメンバーで構成された。

表 4.1 カリキュラム文書開発のための数学チーム

	氏名	性別	職位	大学
1	Asnakew Tagele	M	Math Team member	Bahir Dar University
2	Kidus Hunegnaw	M	Math Team member (Coordinator)	Bahir Dar University
3	Adem Mohammed*	M	Math Team member	Bahir Dar University
4	Tesfaye Tadesse	M	Math Team member	Hawassa University
5	Tadele Mekonnen*	M	Math Team member	Hawassa University
6	Chernet Tuge	M	Math Team member	Jimma University
7	Wesen Legesse*	M	Math Team member	Jimma University
8	Mulugeta Atnafu	M	Math Team member	Addis Ababa University
9	Abera Abate*	M	Math Team member	Addis Ababa University

\* 後に教科書執筆者としても任命された

数学チームは2020年12月から2021年1月の期間にドラフト文書を作成した。ドラフトは2021年3月1日に MUST 日本人専門家チームと共有された。MUST 日本人専門家チームはすぐに文書をレビューし、3月8日に CDID に主なコメントを提出した。学年別および分野別にまとめられた詳細コメントも追加して3月11日に CDID に提出された。表4.2は、MUST 日本人専門家チームから提出されたシラバスに関する8つの主要な提案をまとめたものである。

表 4.2 1-12 年生シラバスに対する 8つの提案

1.	年間授業時数が多すぎる
2.	大きい単元をより小さく分割する
3.	「20までの数」を3つの小さい単元に分割する（1年生）
4.	掛け算の導入を1年生から3年生へ、割り算の導入を1年生から3年生へ移す
5.	負の数の導入を5年生から7年生へ移す
6.	一次関数のグラフの扱いを改善する
7.	「幾何」を再構成する（1-8年生）
8.	「測定」を再構成する（1-4年生）

2021年3月16-17日、CDIDは全国のカリキュラム開発者を招いたバリデーション・ワークショップを開催した。3月17日には、MUST 日本人専門家チームが今回の数学カリキュラム文書をどのようにレビューし、コメントしたかについて発表する機会を得た。数学チームは3月18日に3つの文書を最終化し、3月19日に CDID に正式に提出した。その後、この文書は CDID によって承認されて公式のものとなった。

### 4.2.4 限界

成果1にかかる活動は時間的な制約が大きかった。これにより、2つの点でカリキュラム文書の質が制限されることとなった。

#### シラバス作成に課された時間的制約

第一に、数学チームに、1-12年生までのシラバスをよりよく構成するための十分な時間が確保されていなかった。以前のシラバスには多くの矛盾や欠点があったため、エチオピアにとっては、シラバス全体を批判的に見直し、ゼロから開発されたより整ったシラバスに置き換える絶好の機会であった。にもかかわらず、数学チームに与えられた時間が短すぎたために、この機会は十分に生か

されなかった。その結果、数学チームは、基本的な枠組みはほぼそのままに、いくつかの部分进行调整し、他の部分を修正するだけの、断片的なアプローチを採用せざるを得なかった。最も深刻な欠陥は、どのような数学シラバスがエチオピアのニーズと現実に最も適しているかについて、数学チームが検討する時間がなかったことである。シラバスの在り方に関する哲学的・実践的検討が欠けていたため、必然的に、目的や必要性を意識しない「包括的」シラバスになってしまっている。この包括的なシラバスが、特に高等学校において、改訂版教科書が膨大な量になった主な理由である。

#### コメント反映に課された時間的制約

数学チームに、受け取ったコメント（MUST 日本人専門家チームからのコメント含む）に従ってドラフトを修正する時間もまた十分に確保されていなかった。上記の8つの主な提案は大体受け入れられた。しかし、その他の詳細なコメント、特に9-12年生に関するコメントは、数学チームメンバーがそのポイントを理解し、同意しているように見えたにもかかわらず、ほとんどが放置された。それはおそらく、高学年に到達する前に時間を使い果たし、それらを修正するのに十分な時間がなかったからであろう。

#### 4.2.5 成果1の達成度

活動はすべてPDMの規定通りに実施された。しかし、成果1の全体的な達成度は100%を下回っているかもしれない。特にカリキュラム開発者（数学チーム）の時間的制約が厳しく、特にカリキュラム文書、シラバスの徹底的な改善ができなかった。後述するように、その結果、新しいシラバスには多くの欠点が含まれている。これらの欠点は、MoEが新たにカリキュラム改訂を行う次の機会に完全に修正されるべきである。

### 4.3 成果2にかかる活動

#### 4.3.1 成果2

成果2とそれにかかる活動は以下のように定められている。

**成果2:** 数学授業の現状分析結果に基づく技術的な提言が9-12年生の教科書作成方針及びモニタリング評価の方針に反映される

#### 成果2にかかる活動:

1. 現況調査を実施する
2. 9-12年生の教科書の編集を改善するために、教科書開発過程で具体的な提案を行う

#### 4.3.2 現況調査と結果

MUSTは成果2の活動の一環として、エチオピアのカウンターパート・チームとJICA日本人専門家チームとが全面的に協力し、2021年4月19-24日に9-12年生の現況調査を実施した。新型コロナウイルスの状況を考慮し、アディス・アベバ市内6校の高等学校のみを対象とし、他地域の学校は対象としなかった。選出された学校は、Ayar Tena（農村部）、Dej Balcha（都市部）、Kokebe Tsibah（都市部）、Medhanealem（農村部）、Misrak Goh（都市部）、Wondyirad（農村部）である。調査では、1)9-12年の生徒を対象とした到達度テスト、2)数学教員への質問紙とインタビュー、3)数学の授業観察、を実施した。この調査は2回目の渡航禁止期間中に実施されたため、日本人専門家チームは1名のみ参加となった。

表 4.3 9-12年生現況調査概要（2021年4月）

日付:	2021年4月19-24日
対象校:	アディス・アベバ市内6校（都市部3校、農村部3校）
参加者:	生徒：約1200名、教員：約60名
調査ツール:	到達度テスト（9-12年生） 教員用質問紙



調査員:	授業観察シート MoE 専門家（2名）、アディス・アベバ教育局専門家/教員（6名）、JICA 長期専門家、MUST 日本人専門家およびスタッフ
------	--

主な調査結果は以下の通りである<sup>2</sup>。

- 1) 総じて、生徒の成績は満足のいくものではなかった。初等数学に習熟している高校生はごくわずかであった。その結果、高等学校レベルの内容に対する理解度も低い。
- 2) 現行教科書は、ほとんどの生徒にとって難しすぎる。今回の調査で明らかになった生徒の実際の学力に合わせて、教科書の内容や演習問題の難易度を調整する必要がある。
- 3) 演習問題を解くのに与えられた時間は平均 7 分であった。しかし、その時間の多くは、まず黒板を写すことに費やされた。
- 4) 教科書が持ち運ぶには厚く重いため、あるいは授業で使用しないため、学生は授業に持参していない。
- 5) 3分の1の教員が学校から教員用指導書を配布されていない。
- 6) 3分の1以上の教員が年間指導計画通りに実行できていない。指導内容を省略せざるを得ない。
- 7) 生徒は宿題を課されるのが一般的で、半数から4分の3は宿題をしている。約90%の教員が、次の授業の始めに生徒の宿題をチェックしている。しかし、この習慣は、授業のタイムマネジメントに影響を与えている可能性がある。
- 8) 何人かの教員は、生徒の理解度を高めるために、教科書の内容を減らすこと、難易度を生徒の実態に合わせることの重要性を強調した。

以上の結果を踏まえ、新教科書と教員用指導書の開発方針について、次のような提言がなされた。

### 教科書

- 1) 指導内容を厳選し、教科書を薄くする。
- 2) 1回の授業で1,2ページが教えられるようにページを構成する。
- 3) 標準的な授業の流れとページ形式を設計する：問題→解法→結論→演習問題 もしくは キー・コンセプト→問題→解法→演習問題
- 4) 重要な概念や公式については、常に簡潔に説明する。
- 5) 演習問題を選択する。過度に難しいものは避ける。生徒が自分で解けるように、簡単な演習問題を最初に与える。
- 6) 教員が評価で使用できるように、いくつかの問題を用意する。

### 教員用指導書

- 1) 内容を厳選して量を減らす。
- 2) より明確な順序で内容を整理する。
- 3) 「単元の紹介と目標」のセクションを拡大し、トピックを学ぶための前提知識を説明し、復習セクションを設ける。
- 4) 「能動的な学習と継続的な評価」のセクションを拡大し、例えば、トピックに関する生徒の理解度を評価するための標準的な問題をいくつか用意する。

<sup>2</sup> 調査結果は、2021年5月に提出された“*Report on the G9-G12 Mathematics Survey*”に記されている。

### 4.3.3 編集戦略としての5つの視点（方向性）

新シラバスは2021年3月に承認されたが、教科書開発者の正式な任命は遅れていた。18名の教科書開発者は2021年7月までにようやくセンター・オブ・エクセレンスによって任命された<sup>3</sup>。2021年7月12日、MUSTは教科書開発者をビシヨフトゥに招き、オンラインワークショップを開催した。このワークショップの主な目的の一つは、教科書開発者が教科書の編集方針について検討し、合意することであった。議論を促進するため、MUST日本人専門家チームは、現況調査やその他の過去の分析結果から得られた編集方針に関する提言についてプレゼンテーションを行った。しかし、教科書開発者は、時間不足を主因として、ワークショップでまとめた編集方針を出すことができなかった。そのため、彼らは明確な方針がないまま教科書ドラフトの作成に取り掛からざるを得なくなった。そして、2ヶ月後の2021年9月にCDIDに初稿が提出された。

最初のドラフト（ゼロ・ドラフト）はすぐにMUST日本人専門家チームに送られた。日本人専門家チームが査読した結果、多くの修正すべき点が発見された。様々な矛盾点を除けば、最も深刻な欠点は、現行教科書と同じ形式を採用していることであった。その結果、ゼロ・ドラフトは授業ごとの構成が明確でなく、初学者に与えるには難しすぎる例題や演習問題が数多く掲載されていた。日本人専門家チームの総合的な判断は、残念ながら、ゼロ・ドラフトの質は現行教科書よりも低いというものであった。

ゼロ・ドラフトを改善するためには、戦略的なアプローチが必要だと思われた。大小含め修正すべき点が非常に多かったため、日本人専門家チームはそれらを5つのタイプ（視点）に分類し、一度に1視点ずつ焦点を当てながら、段階的にドラフトを修正することを提案した〔簡単・単純なものから難しい・複雑なものへ〕。日本人専門家チームが提案した5つの視点は表4.4の通りである。

表 4.4 ドラフト改善のための5つの視点（方向性）

1)	間違いの訂正
2)	レイアウト、数式、用語、グラフ、図などの改善
3)	標準的な授業フローの要素を取り入れ、「活動-定義-例題-演習問題」(A-D-E-E)の構成に改善（特に「1トピック、1,2ページ」を原則とする） <sup>4</sup>
4)	問題を生徒の学習に適切なレベルに修正
5)	内容の改善・充実

同時に日本人専門家チームは、教科書ドラフトを以下の2段階に分けて段階的に改訂することを提案した。

第1段階（2021年9月-10月） 視点1, 2, 3（一部）に焦点を当てる

第2段階（2021年11月-2022年5月） 視点3（一部）, 4, 5に焦点を当てる

これらはCDIDに提案され、2021年9月29日に合意された<sup>5</sup>。

このように、上記5つの視点は、教科書開発者と日本人専門家チームによる改訂作業全体の実質的な指針となった。詳細については、「4.5 成果4にかかる活動」を参照されたい。

### 4.3.4 成果2の達成度

2021年4月に実施された現況調査では、MoEが改訂中の指導・学習教材の改善に有益な洞察や示唆が数多く得られた。この調査結果は以下の活動においてMUSTを効果的に導くものであり、し

<sup>3</sup> 詳細および教科書開発者のリストについては、4.5.2節を参照。

<sup>4</sup> 日本人専門家チームは当初、Problem→Solution→Conclusion→Exercise (P-S-C-E) 構造を推奨していた。しかし、教科書執筆者に共通する基本要件（「アクティビティは必須」）を考慮し、その後、Activity→Definition→Example→Exercise (A-D-E-E) に修正した。

<sup>5</sup> 覚書（2021年10月11日、署名）

たがって、成果2の全体的な達成度は満足のうちのものである。

#### 4.4 成果3にかかる活動

##### 4.4.1 成果3

成果3とそれにかかる活動は以下のように定義されている。

**成果3:** 1-8年生用算数教材の作成能力が技術的ワークショップを通じて向上する

**成果3にかかる活動:**

1. 州教育局の教科書執筆者に対する技術支援計画を作成する
2. 1-8年生の州教育局教科書執筆者の能力開発を主な目的として、1、4、7年生の教材サンプルを作成する
3. 州教育局の教科書執筆者を対象としたワークショップを実施し、教科書執筆の能力開発を行う

##### 4.4.2 1, 4, 7年生サンプル教科書および指導書

PDM初版（資料1）にあるように、MUSTは当初「1-8年生の生徒および教員のための数学補助教材」（成果2）の制作を目指していた。これを達成するため、2019年にMUST日本人専門家チームは、2020年9月からパイロットが実施される1, 4, 7年生用補助教材の開発を開始した<sup>6</sup>。

しかし、この計画は2020年に複数の不測の事態によって完全に行き詰まり、その結果、PDMの全面的な改訂が避けられなくなった。PDMは、2021年2月26日、改訂に合意され、署名された。改訂版PDMでは、MUSTの主な成果品はもはや1-8年生の補助教材ではなく、9-12年生用指導・学習教材の質保証へと変わった。それに伴い、1, 4, 7年生の補助教材は、すでにほぼ完成していたが、MoEの新たな方針のもとMUSTの主な成果品から、新たに初等教科書と教員用指導書の開発を担当する州教育局に提供されるサンプルに変更された（詳細は2.1節を参照）。

MUST日本人専門家チームは第1期終了の2021年7月まで1, 4, 7年生の補助教材の開発を続けた。完成した教科書と教員用指導書は、州1-8年生教科書開発の参考資料として、また最初のPDMで規定された主要な成果品として、CDIDおよびJICAに提出された。

##### 4.4.3 州教科書開発者対象ワークショップ

CDIDの要請を受け、MUST日本人専門家チームは2021年4月26日から28日にかけて、1-8年生用教科書を作成する州教科書開発者を対象とした技術ワークショップを実施した。このワークショップは、教科書開発の全過程と編集方針について知ってもらうことを目的としていた。ワークショップには10のREBから合計33名のカリキュラム専門家が参加した（表4.5）。会場はアダマであったが、一部の日本人はアディス・アベバからオンラインで参加し、日本人専門家チームのほとんどのメンバーは日本からオンラインで参加した。

最初にCDID局長代理がカリキュラム改訂の枠組みと改訂版カリキュラムについて発表した。続いて、CDID数学専門家であるMatebie氏が、教科書と教員用指導書の全体的な開発プロセスについて説明した。MUST日本人専門家チームは、エチオピア数学教育の現状や、他のいくつかの国やMUSTでの教科書開発の経験について発表を行った。参加者はグループに分かれ、それぞれの州に適した編集方針について検討し、その編集方針に基づいた教科書サンプルページを作成した。最終日の発表後、MUST日本人専門家チームから編集方針とサンプルページについて具体的かつ実践的なコメントを行った。

当初は、ワークショップ参加者に1, 4, 7年生の補助教材ドラフトをサンプルとして配布する予定だったが、CDIDの承認が得られなかったためこの計画は直前になって中止となった。

<sup>6</sup> 2.1節参照。

表 4.5 1-8年生州教科書開発者対象ワークショップ参加者

	州/市	氏名	性別	担当
1	Addis Ababa	Getachew Talema	M	Curriculum director (Amharic)
2		Robi Wabi	M	Curriculum director (Oromic)
3		Fekadu Fantaye	M	Mathematics curriculum expert
4		Teshome Degefu	M	Textbook development unit expert
5		Muluneh T/birhan	M	Physics curriculum expert
6		Solomon Wendimu	M	Textbook development unit expert
7		Kebede Degefa	M	Textbook development unit expert
8	Afar	Hajji Bulo	M	Curriculum director
9		Girma Kifle	M	Mathematics curriculum expert
10		Dawit Michael	M	Textbook development unit expert
11	Benishangul Gumuz	Habte Eariso	M	Mathematics curriculum expert
12		Temesgen Wedi	M	Textbook development unit expert
13	Dire Dawa	Girma Mekonnen	M	Mathematics curriculum expert
14		Anteneh Abebe	M	Textbook development unit expert
15	Gambela	Alamrew Alene	M	Curriculum director
16		Etsay Gidey	M	Mathematics curriculum expert
17		Tesfaye Tadesse	M	Textbook development unit expert
18	Harari	Yewendosen Girma	M	Curriculum director
19		Daniel Birhane	M	Mathematics curriculum expert
20		Dawit Legesse	M	Textbook development unit expert
21	Oromia	Dereje Tadesse	M	Curriculum director
22		Weyitu Bekele	F	Mathematics curriculum expert
23		Taye Mamo	M	Textbook development unit expert
24		Gebremichael Abemsa	M	Curriculum Dept. Group Leader
25		Tilahun Alemu	M	Mathematics expert
26	Sidama	Abebe Zedagim	M	Mathematics curriculum expert
27		Daniel Tona	M	Textbook development unit expert
28	SNNPR	Endashaw Yismaw	M	Curriculum director
29		Natan Labiso	M	Mathematics curriculum expert
30		Sahilu Tsige	M	Textbook development unit expert
31	Tigray	Aster Yitbarek	F	Curriculum director
32		G/Meskel G/Egziabher	M	Mathematics curriculum expert
33		Silas Araya	F	Textbook development unit expert

注: アムハラ州、ソマリア州からの参加者はなかった

#### 4.4.4 ワークショップの評価

州教科書開発者対象技術ワークショップは、3つの異例な制約のもとで開催された。第一に、CDIDの突然の決定と要請により急遽開催されたことである。MUST日本人専門家チームが質問紙を含むすべての準備をするには十分な時間が足りなかった。第二の制約は、新型コロナウイルス以降の渡航禁止措置により日本人専門家がアダマの会場にいなかったことである。何名かはアディス・アベバからオンラインで参加することができたが、ほとんどは日本からオンラインでワークショップに参加しなければならなかった。第三の制約は、このワークショップがMUST日本人専門家チームにとって、州教科書開発者や関係者と協力する唯一の機会となったことである。当初、日本人専門家チームは各州が開発した教科書をレビューすることで、このワークショップの効果を評価するつもりであったが、後にこの計画は不可能であることが判明した。CDIDが憲法に抵触することを危惧し、日本人専門家チームが州教育局と直接連絡を取ったり、レビュー用の教科書ドラフトを入手したりすることを禁じたからである。その結果、MUST日本人専門家チームはワークショップの影響を評価する術を失った。

2022年、日本人専門家チームはそれでもCDIDの許可を得て州教育局を対象に質問紙調査を実施しようとした。しかし、たった1回のワークショップが教科書開発者のキャパシティビルディングに何らかの効果をもたらしたということに疑問視する州教育局によって断られることとなった。

このような州教育局の反応を受けて、日本人専門家チームは評価のアプローチを変更した。参加者個人と直接電話で連絡を取り、いくつかの質問のみを行うことにした。こうして電話インタビューは、2022年11-12月に無事実施された。

### インタビュー参加者

33名のワークショップ参加者のうち、10名がインタビューへの回答に同意した。ただし、そのうち2名は教科書開発に直接関与していなかったため、評価対象から除外した。8名のインタビュー参加者の役割は以下の通りである。

- 評価：4名
- 業務調整：2名
- 評価及び業務調整：1名
- 質保証：1名

インタビュー回答者の総数はワークショップ参加者総数に対して少なかったが、以下に示すように、彼らの回答は真剣かつ誠実であった。よって、参加者全体を代表するサンプルとみなすこととする。

### インタビューの手続き

ワークショップから1年8ヵ月後の2022年11-12月に構造化インタビューが実施された。インタビュー・スクリプトは日本人専門家が英語で作成し、エチオピア人リサーチ・アシスタントがアムハラ語でインタビューを行った。インタビューの質問項目は表4.6の通りである。

**表 4.6 インタビュー質問項目**

1.	あなたの名前は？
2.	どの州で働いていますか？
3.	どの学年の数学教科書の開発を担当されていますか？
4.	教科書開発においてどの役割を担当しましたか？ 例) 執筆、編集、評価、イラストレーター、デザイナー
5.	現状分析は教科書開発の業務に役立ちましたか？ (「はい」の場合は、その経験をどのように生かしたか、「いいえ」の場合は、その理由をお聞かせください)
6.	編集方針に関する協議や活動は、教科書開発に役立ちましたか？ (「はい」の場合は、その経験をどのように生かしたか、「いいえ」の場合は、その理由をお聞かせください)
7.	単元計画や教科書のサンプルページを作成する活動は、教科書開発に役立ちましたか？ (「はい」の場合は、その経験をどのように生かしたか、「いいえ」の場合は、その理由をお聞かせください)
8.	最後に、このワークショップで学んだどのトピックがあなたの仕事に最も役に立ちましたか？その理由もお聞かせください。

### 分析結果1：何を学んだか

MUST 日本人専門家は、インタビュー回答をコーディングによって分類した。コードと発言例を表4.7に示す。表4.8は各コードの計数を示す。

表 4.7 インタビュー分析のコード

コード	発言例
difficulty	「学習者のレベルに合った教科書を開発するのに役立った」 「以前の教科書には学習者のレベルを超えている内容もあった。新しい教科書ドラフトが学習者のレベルに合っているかどうかをチェックするのに役立った」。
volume	「教科書は大きく、生徒も教員も学校に持ってくることを嫌がった」 「編集方針で分量を決めた」
application	「1時間に適した内容を決定するのに重要となる ADEE 構造を採用した」 「得た知識・技術を活用するために編集方針を教科書開発に用いた」
teacher	「単元計画は最も有用な内容であった。なぜなら、教員の活動は単元計画に基づいて行われるからである。教員にとってはその時間に何をするかを正確に知るのに役立つ」 「教員に役立つよう指導案を追加した」
modern education	「批判的思考を刺激するような問題を設定するのに役立った」 「私たちのカリキュラムが 21 世紀に必要な知識やスキルを考慮していないことを理解するのに役立った」
annual plan	「以前は 1 学年度で教科書を終えるのが難しかった。今では、学年度で終わられるような割り振りになっており、教科書を終えることができない理由はない。すべてのトピックに時間が割り当てられている」
one topic	「1 つの目的に基づいて授業を作ることができた」 「以前の教科書では、1 つのトピックに複数のコンピテンシーがあった。コンピテンシーを 1 つにすることで授業を展開するのに役立ち、学習しやすくなる」
unexpected	「CTE と共有し、教員研修で検討することにした」

表 4.8 ワークショップのセッション別コード数

	difficulty	volume	application	teacher	modern education	annual plan	one topic	unexpected
全体	15	7	6	5	3	2	2	1
現状分析	7	2	--	1	--	--	--	--
編集方針	3	4	3	--	3	--	--	--
単元計画	1	--	2	2	--	2	2	--
最も有益なトピック	4	3	1	2	--	--	--	1

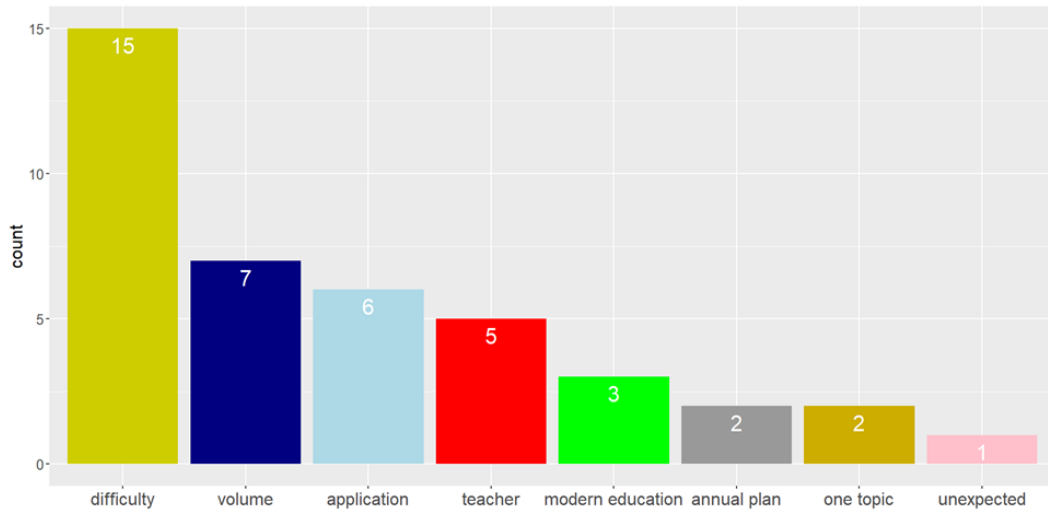


図 4.1 コードの計数：全体

インタビューを通して、“difficulty”とコーディングされた発言が最も多かった。2番目に多かったのは“volume”であったが、その計数には大きな差があった。現行教科書が生徒にとって難しすぎることを、ワークショップを通じて、参加者が最も明確に認識したと示唆される。

現状分析セッションについては、多くのインタビュー回答者が“difficulty”について言及した。このセッションでは、MUST ベースライン調査の結果がワークショップ参加者に示された。低い学力を示すデータは、参加者に生徒の学力実態を理解させ、生徒のレベルに合った教科書を開発する必要性を理解させた。

編集方針のセッションでは、ワークショップ参加者が教科書や指導書の開発方針を自分たちで考えた。この模擬体験は、現行教科書の深刻な問題点である「分厚さ」について考えるきっかけとなった。インタビューでは、教科書の嵩を減らすという文脈で4名の回答者が“volume”に言及したが、これは生徒が教科書を学校に持ってこない状況を反映している。また、“application”への言及も多く、編集方針セッションで学んだ知識やスキルを直接応用する能力や意欲がうかがえた。

単元計画セッションでは、単元計画と教科書の見本ページを作成した。インタビューでは、“annual plan,” “one topic,” “teacher”など、実際の教員業務とよく関連する発言が挙げられた。“annual plan”については、現在のカリキュラムでは1年間で教科書を終えることが難しく、単元計画を作成することで解決できるという意見があった。また、“one topic”については、1回の授業で扱うコンピテンシーの数を限定することで、授業設計がしやすくなり、生徒が学びやすくなることをよく理解した上での発言が見られた。“teacher”については、単元計画があることで、教員が生徒に何を教えるべきかがわかりやすくなるという意見があった。

最も有用だったセッションに関する質問に対しては、回答に目立った特徴はなかった（図 4.2）。「すべてのセッションが相互に関連しており、別々に見ることは難しい」という発言もあった。

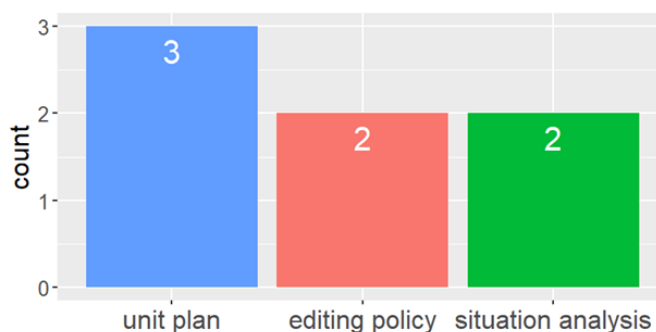


図 4.2 最も有用なセッションに関する計数

8名の参加者全員が、ワークショップの内容が教科書開発に有益であったと回答している。したがって、この割合を全体に適用することにより、指標「技術ワークショップの参加者の60%が、1-8年生の数学教科書の開発に応用できる新しい知識を学んだ」に関して、成果3は達成されたと結論づけることができる。

## 分析結果2：学んだことをどのように活用したか

分析結果1では、参加者がワークショップで「何を」学んだかに焦点を当てた。次に、参加者がワークショップで得た知識を「どのように」教科書開発に活用したかを分析する。その目的は、MUSTがプロジェクト目標の指標3「技術ワークショップの参加者の60%が、1-8年生の教科書を作成するために、ワークショップで学んだ知識を活用した」を達成したかどうかを判断することである。表4.9は、具体的な行動に関連する記述のコードとその例を示す。

表 4.9 教科書開発のための具体的行動

コード	教科書開発のための具体的行動に関する発言例
difficulty	- 生徒の状態を考えて書く - 基本的な内容に重点を置く - 生徒が理解しやすいように、内容を簡単に説明する
volume	- 教科書の膨大な内容と量を減らす - 量を定める
application	- 編集方針を使用した - ADEE構造を採用した
teacher	- 指導案を追加した
modern education	- 批判的思考を刺激する問題を設定した
annual plan	- 1学年度で可能な授業時間数に教科書を分ける - 授業可能な時間を割り当てる
one topic	- 1つの目標に基づいて授業をつくる - 1つのコンピテンシーに基づき授業を展開する
unexpected	- CTEと共有し、教員研修に検討した

分析の結果、すべてのインタビュー回答者が、ワークショップで得た知識をもとに何らかの行動を起こしたことが示唆された。したがって、指標3は達成された。図4.3は、各コードの計数を示したものである。

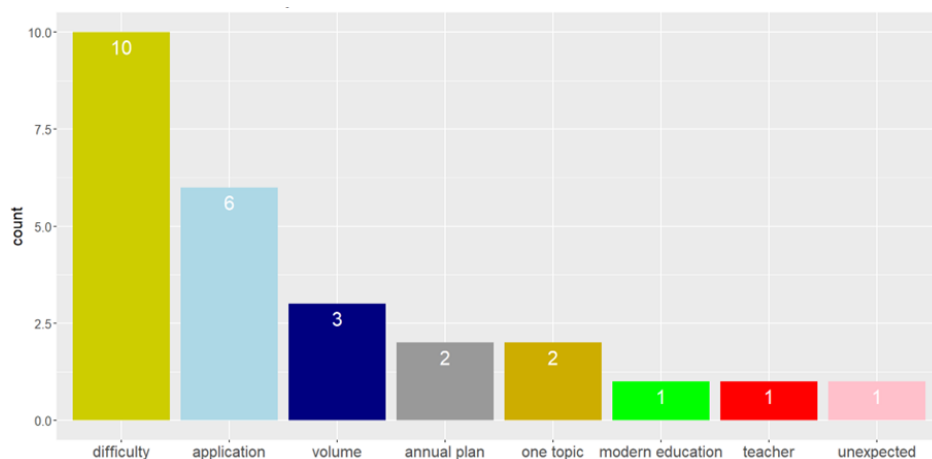


図 4.3 教科書開発のための行動の計数

分析1で“difficulty”が最も多く挙げられたように、教科書開発のための行動においても“difficulty”が最も多く挙げられた。これは、ワークショップの中で参加者が現行教科書の難しさを痛感し、その結果、その問題を改善するために何らかの行動を起こしたことを示唆している。



分析1で2番目に多いコードは"volume"であったが、今回の分析では、2番目は"application"であった。ここから、編集方針やA-D-E-E構成、ユニタイゼーションなどは教科書開発に比較的応用しやすかったが、教科書の量を減らす具体的な工夫が難しかったのだろうと考えられる。

このワークショップは、MUSTが州教科書開発にインプットを提供する唯一の機会であった。それにもかかわらず、参加者は現行教科書と生徒の実際の学習到達度の間にある難易度の差に目を開かされ、この認識を1年以上鮮明に記憶していたことがインタビューによって明らかになった。そして、ワークショップで得た知識は新しい教科書の開発に生かされることとなった。

#### 4.4.5 限界

参加者からは概ね好評価を得たが、実際のワークショップの効果は限定的であった。参加者に教科書開発者（特に執筆者）の役割を担う人はほとんどいなかったからである。すべての州教育局が開発作業を大学講師、CTE講師、高等学校教員といった外部リソースに委託することを選択し、ワークショップ参加者はその調整と監督に責任を負うことがほとんどだった。州教科書開発者はワークショップ時点では州教育局に任命されておらず、MUST日本人専門家チームはワークショップに招待することができなかった。その後、CDIDが憲法に抵触することを危惧し、日本人専門家チームと州教育局との接触が禁じられたため、上記のテクニカルワークショップは、MUST日本人専門家チームにとって、アディス・アベバ教育局を除く州教育局と協力する最初で最後の機会となった。

#### 4.4.6 成果3の達成度

結果的に、この成果3は厳しい制約に直面することになった。1, 4, 7年生の補助教材は開発されたが、CDIDの新しい方針により各州に配布されなかった。州の1-8年生教科書開発者のための技術ワークショップは1回しか開催されず、フォローアップ活動もできなかった。ワークショップの参加者の中には、ワークショップの内容に高い評価と満足を示した者もいたが、MUSTは彼らや他の参加者にさらなる支援を提供することはできなかった。その結果、すべての活動は規定された通りに実施されたが、成果3の全体的な達成度は100%未満と評価されるべきである。もし州に対する技術支援を検討するのであれば、MUSTとは異なるプロジェクトの枠組みが必要であろう。

### 4.5 成果4にかかる活動

#### 4.5.1 成果4

成果4とそれにかかる活動は以下のように定められている。

**成果4:** 9-12年生用数学教科書の内容の質が改善される

**成果4にかかる活動:**

1. 9-12年生の教科書と教員用指導書ドラフトを改善するため、教科書開発者を対象としたワークショップを実施する
2. 9-12年生の教科書と教員用指導書ドラフトを改善するためのさらなる技術的支援を提供する

#### 4.5.2 教科書開発者対象ワークショップ

改訂版PDMでは、5つの成果のうち、この成果4が主要な柱となっている。教科書開発者とのワークショップ実施は、成果4を達成するための主要な活動である。

2021年7月頃、最終的に18名の教科書開発者がセンター・オブ・エクセレンスによって任命された<sup>7</sup>。表4.10はその名簿である。

<sup>7</sup> センター・オブ・エクセレンスは5つの大学からなる連合組織で、9年生から12年生までの全教科の新教科書と教員用指導書の作成をMoEから委託された。その5大学とはBahir Dar大学、Hawassa大学、Addis Ababa大学、Mekele大学、Jimma大学である。その後、センター・オブ・エクセレンスは、加盟5大学の教職員から有能な専門家を選び、教科書開発者に任命した。

表 4.10 9-12 年生数学教科書開発者

	氏名	性別	担当	学年	大学
1	Gurju Agiwchew	M	Writer	G9	Bahir Dar University
2	Adem Mohammed*	M	Writer	G9	Bahir Dar University
3	Tadele Mekonnen*	M	Writer	G10	Hawassa University
4	Mamo Teketel	M	Writer	G10	Hawassa University
5	Mohammed Yiha	M	Content Editor	G9-10	Hawassa University
6	Akalu Chaka	M	Curriculum Editor	G9-10	Hawassa University
7	Endalfer Melese	M	Language Editor	G9-10	Jimma University
8	Bahiru Chanie	M	Illustrator	G9-10	Hawassa University
9	Aknaw H/Mariam	M	Designer	G9-10	Jimma University
10	Tilahun Abebaw	M	Writer	G11	Addis Ababa University
11	Abera Abate*	M	Writer	G11	Addis Ababa University
12	Habtamu Garoma	M	Writer	G12	Jimma University
13	Wesen Legesse*	M	Writer	G12	Jimma University
14	Zewdu Desalegn	M	Content Editor	G11-12	Hawassa University
15	Solomon Melesse	M	Curriculum Editor	G11-12	Bahir Dar University
16	Melaku Wakuma	M	Language Editor	G11-12	Addis Ababa University
17	Zerihun Kinfe	M	Illustrator	G11-12	Hawassa University
18	Berie Getie	M	Designer	G11-12	Bahir Dar University

\* カリキュラム文書を作成した数学チームのメンバー

2021年7月頃に教科書開発者が任命された際、CDID が示した全体的な業務スケジュールはおおよそ次の通りであった。

2021年7月	作業開始
<b>2021年9月</b>	<b>最初のドラフト（ゼロ・ドラフト）の提出</b>
2022年5月	9-10年生のバリデーション・ワークショップ
2022年9月	9-10年生のパイロット開始
2022年11月	11-12年生のバリデーション・ワークショップ
2023年1-2月	9-10年生のバリデーション・ワークショップ（モニタリング後）
<b>2023年5月</b>	<b>最終版の印刷開始</b>
2023年9月	全学年で完全実施

このように、2021年9月から2023年5月までの間に、MUSTは上記の5つの視点（方向性）に沿って教科書と教員用指導書のドラフトを改善するために約1年半の時間があった。表4.4を以下に再掲する。

1)	間違いの訂正
2)	レイアウト、数式、用語、グラフ、図などの改善
3)	標準的な授業フローの要素を取り入れ、「活動-定義-例題-演習問題」の構成に改善（特に「1トピック、1,2ページ」を原則とする）
4)	問題を生徒の学習に適切なレベルに修正
5)	内容の改善・充実

このスケジュールを踏まえ、MUST 日本人専門家チームは、段階的にドラフトを修正する目的で、教科書開発者と8回の対面ワークショップを実施することをCDIDに提案した。CDIDはこの提案に同意し、教科書開発者がワークショップに参加できるようセンター・オブ・エクセレンスと必要な調整を行うことを約束した。こうして、8回のワークショップ計画が立てられた。

期間中、合計7回のワークショップが開催された（1回は計画変更により中止）。下表4.11は、実施された教科書開発者とのワークショップの概要である。

表 4.11 教科書開発者とのワークショップ

回	日程	開催地	参加者数	主な議題	備考
1	2021年 10月16-18日	Adama Executive Hotel	18名	- MUSTからのコメントを説明し、それに従ってドラフトを修正する - ユニタイゼーションの練習 - 2021年10月以降の改訂作業を理解する	
2	2022年 2月25-27日	Ras Amba Hotel, Addis Ababa	14名	- 「ユニタイゼーション」と「問題の修正」に取り組む	治安情勢により約2ヶ月の遅れ
3	2022年 5月6-8日	Ras Amba Hotel, Addis Ababa	7名： 11-12年生のみ	- 「ユニタイゼーション」と「問題の修正」に取り組む - 評価者や MUSTからのコメントを取り入れる	9-10年生は、4月11-16日にアワサ大学で開催されたワークショップと、5月20-22日に開催された CDID バリデーセッション・ワークショップを考慮し、招待を見送った
4	(11-12年生) 2022年 6月17-19日 (9-10年生) 2022年 6月24-26日	Ras Amba Hotel, Addis Ababa	9名： 11-12年生 9名： 9-10年生	11-12年生： - 残っている「ユニタイゼーション」に取り組む - 各授業のトピックを特定する  9-10年生： - 残っている「ユニタイゼーション」に取り組む - 各授業のトピックと評価問題を特定する。必要に応じて、評価問題を修正する - 第2ドラフトに基づいて単元計画を作成する - シラバス改訂に沿って改訂作業を行う	
5	2022年 8月26-28日	Rift Valley Hotel, Adama	18名	- 特に学年間の整合性に重点を置き、MUSTからのコメントに基づいて教科書の最新版をさらに改訂する - 単元計画の確認 - 改訂版教科書に従って教員用指導書を改訂する	
6	2022年 11月3-5日	Ras Amba Hotel, Addis Ababa Kokebe Tsibah Secondary School	18名	- 9-10年生パイロット版教科書を使った数学の授業を観察し、さらなる改善のヒントを得る - 授業観察、教員、MUST、他の教科書開発者からのコメントをもとに、最新版の教科書をさらに改訂する - 改訂版教科書に沿って教員用	

				指導書を見直し、内容を確認する	
7	2022年 12月30日 - 2023年1月1日	Ras Amba Hotel, Addis Ababa	18名	- MUSTからのコメントに基づいて教科書の最新版を修正する - 教科書の最新版と MUSTからのコメントに従って、教員用指導書を改訂する	時間的制約により授業観察が中止された
8	2023年2月中旬				教科書最終版の締め切りが 2023年1月に 前倒しされたため、中止した

出来上がった新教科書のサンプルを資料 8（9年生 Unit 3 “二次方程式”）に載せる。比較のために、現行教科書の同単元を資料 7（9年生 Unit 2 “二次方程式”）として載せる。

#### 4.5.3 ワークショップの評価

エチオピアの4つの大学から採用された教科書開発者は、自ら応募したのは数人のみで、ほとんどがセンター・オブ・エクセレンスによって任命された人である。そのため、この業務は彼らにとって、程度の差はあれ日常的な教職とは別の追加業務を意味した。2021年7月にこの業務に取りかかったとき、彼らには明確な編集方針や執筆の指示も、十分な作業時間（2021年9月までに2ヶ月で初稿を作成することが課題）も、チームとして同じ目標のために協力し合う経験もないままだった。

MUSTが主催した7月12日のオンラインワークショップは、彼らにとって最初の出会いの機会となった。ワークショップでは編集方針について合意することはできなかったが、それでも彼らはそこでチームワークをスタートさせた。続く2021年10月に開催されたワークショップ（初の対面式ワークショップ）ではドラフト・ゼロについて議論したが、それは彼らにとって極めて「普通と異なる」ものとなった。MUST日本人専門家チームがそこで初めて「ユニタイゼーション」という全く新しい概念を彼らに紹介したからである。しかし、彼らにとってはそれがあまりに画期的であったため、概して懐疑的な態度を崩すことはなかった。

2022年2月に行われた第2回ワークショップで彼らの態度は一変した。最終版の締め切りが2022年5月に迫っていたため、日本人専門家チームはいくつかの「ユニタイゼーション」された具体的なサンプルページを手渡すことにした<sup>8</sup>。日本人専門家がたゆまずに説明をしたため、この行動は、教科書開発者に「ユニタイゼーション」の有用性を納得させるのに非常に効果的であった。彼らはすぐに本質を理解し、ドラフトを「ユニタイゼーション」したものに再編成した。このワークショップで、彼らは「ユニタイゼーション」をチームとして従うべき「編集方針」として理解し、受け入れたのである。

ワークショップを続けるうちに、教科書開発者の「ユニタイゼーション」に対する理解が深まっていった。彼らは日本人専門家チームから出された数々のきめ細かいコメントを前向きに受け入れ、何よりも週末に開催されるワークショップに真面目に参加するようになった。同時に、その後のワークショップは大きな成果を上げるようになった。

第7回ワークショップの最後に教科書開発者たちに記入してもらった質問紙への回答は興味深いものである。回答者は18人中8人と少ないが、ほぼ全員が教科書開発者としての経験を「非常に肯定的」に評価している。続いてなされた「どの経験を最も肯定的に評価しますか」という質問に対して、彼らは次のように答えている。

- 授業構成とユニタイゼーション

<sup>8</sup> MUSTの初期段階では、教科書開発者にサンプルを提供することは、彼らの自主的な仕事に過度に干渉することとして、CDIDによって厳しく禁じられていた。

- MUST 日本人チームとの協働
- チームワーク
- ユニタイゼーション
- チームワーク、計画どおりに働く経験
- MUST とのグループディスカッション
- コメントを受け入れて教材に反映させること
- 授業に基づいた教科書の構成は、違ったインスピレーションを与えてくれた！

最も貴重な経験として 3 名が「ユニタイゼーション」を、2 名が「チームワーク」を挙げている。この結果は、数は少ないかもしれないが、教科書開発者たちが「ユニタイゼーション」という斬新なコンセプトを受け入れ、チームワークにより決められた時間の中で難題を達成した成功体験に満足していることを示している。

「ユニタイゼーション」はうわべだけで受け入れられたわけではなかった。このことは、「この経験を終えて、数学教員に何か言いたいことはありますか」という質問に対するいくつかの回答に明確に示されている。

- 難しい問題を解くことが教えることではなく、簡単な例題を示して基本的なことを生徒に理解させることが、生徒の成績に大きく影響する。
- 今までの経験は間違っていた、と推奨したい。難しい問題を出すよりも、難しい問題に導くようなごく簡単な問題で練習させた方がいい。
- この教科書が以前の教科書よりはるかに優れていることを確信している。教員には、教科書と指導書で提案されている教授法をきちんと実践してくれるようお願いする。
- 教員主導の指導から生徒主導の指導へとうまくシフトして授業を進めるべきである。

これらのコメントはすべて、生徒に基本的な例題を示し、その例題によく似た演習問題を提供することに言及している。これはまさに「ユニタイゼーション」の概念の根底にある新しい指導方略であり、JICA 専門家チームがワークショップで繰り返し強調したことでもある。上記の彼らの回答は、教科書開発者が、生徒の数学学力を向上させるための「ユニタイゼーション」された教科書の利点を深く理解し、受け入れていることを物語っている。

「次の機会があれば、また同じことをしたいですか」という質問には、8 人中 7 人が肯定的な回答をした。

- 私には十分な経験がある。
- 私はすべてのプロセスを楽しんだし、改善プロセスの一部になりたい。
- 今の仕事で多くの経験を積んだ。地域社会に貢献するのもいいことだと思う。
- より多くを学び、より貢献したい。
- このプロジェクトで多くの経験を積んだので、将来、そのスキルを生かしたい。
- 地域社会に貢献したい。
- 今、私には経験がある。

彼らの非常に前向きな姿勢は印象的で、後悔の念など微塵も感じられない。ただ一人、「いいえ」と答えた参加者は、決して否定的なものではなかった。彼は、自分はまだその仕事をする資格がないと思ったから「いいえ」と答えたのだ。彼はその理由を以下のように書いている。

- 教科書執筆は非常にダイナミックな作業である。そのため、その時までには得た最高の経験をもとに、教科書の一部を修正することもあるかもしれない。

このように、教科書開発者は教科書開発者としての経験全体を肯定的に評価している。したがって、教科書開発者との 7 回のワークショップは、2 つの目的を達成することに成功したと評価できる。第 1 に、より質の高い数学教科書と教員用指導書を作成したこと、第 2 に、教科書開発者の認

識に大きな変化をもたらしたことである。

また、CDID は、教科書開発者との 7 回のワークショップが、教科書と教員用指導書の質を向上させる効果的なアプローチであったと高く評価した。MUST 日本人専門家チームによって採用された、ドラフトを改善するための段階的な方法（上記 5 つの視点を参照）と、ドラフト作成→コメント→修正→コメント→修正……というプロセスを丹念に繰り返したことは、確かに効果的であった。これらの経験は、いつか CDID が次のカリキュラム改訂を行う際に、再び活かすことができるだろう。

#### 4.5.4 成果 4 の達成度

教科書開発者との 7 回のワークショップを通じて、成果 4 は完全に達成された。新教科書と教員用指導書の最終版の質は、最初のドラフト（ドラフト・ゼロ）よりもはるかに良く、パイロット校とノン・パイロット校の生徒を対象に実施された複数のテスト結果が証明しているように、現行の教科書と教員用指導書よりも優れている。

### 4.6 成果 5 にかかる活動

#### 4.6.1 成果 5

成果 5 とそれにかかる活動は以下のように定められている。

**成果 5:** モニタリング評価の結果に基づき 9-12 年生用数学教科書の活用を図る戦略が提案される

**成果 5 にかかる活動:**

1. MUST パイロット校および MUST ノンパイロット校を選出し、学習改善メカニズムを検証する
2. CDID/MoE 主催のワークショップにおいて MoE パイロット校への導入研修を実施する
3. MUST パイロット校の 9-10 年生の数学教員を対象としたパイロット前研修を実施する
4. MUST パイロット校の 9-10 年生の数学モデル教員に対し特別な支援を行う
5. MUST パイロット校とノンパイロット校でアチーブメント・テストとユニット・エンド・テストを実施する
6. MUST パイロット校とノンパイロット校で授業観察を実施する
7. MUST モニタリング評価活動の結果をまとめる
8. 関係者間で MUST/MoE パイロットの経験を共有するための全国規模のワークショップを実施する
9. モニタリング評価を通じて、9-12 年生の教科書の使用状況について、教室レベルでのデータを収集する
10. 9-12 年生の教科書を使用する生徒の学習達成度を教室レベルで向上させるための戦略を立てる

上記の活動はすべて、この期間に適切に実施された。それぞれの活動について以下で詳しく説明する。この成果の下には様々な活動が掲載されているため、その説明は多岐に渡り、長くなることをお断りしておく。

#### 4.6.2 教育省による導入研修

トレーナー研修形式の導入研修は、MoE により、同じ内容を学校関係者に伝える州トレーナーを対象に 2 回開催された。1 回目は 2022 年 8 月 25-29 日の 5 日間、アムハラ州のデブラ・ブラハンで開催され、州教育局から 8 名が参加した。第 2 回目は 2022 年 9 月 4-7 日の 4 日間、オロミア州ビシヨフトゥで開催され、残り 4 名が参加した。1 回目の研修では、教科別にプレゼンテーションと、3 つのカリキュラム文書（コンテンツ・フロー・チャート、シラバス、ミニマム・ラーニング・コンピテンシー）、教科書と教員用指導書のドラフト、授業計画案（週および日）について、ディスカッションが行われた。JICA による渡航制限のため、MUST 日本人専門家はどちらの研修にも参加できなかった。彼らの代わりに CDID の数学専門家が、新教科書の使い方に関する MUST の資料を MoE のプレゼンテーション資料に組み込んで発表した。

### 4.6.3 MUSTによるパイロット活動のモニタリング評価

MUST プロジェクトのモニタリング評価活動は、9-10年生の新教科書と教員用指導書がパイロットに使用された2022年9月から2023年5月までの9ヶ月間で実施された<sup>9</sup>。新教材がパイロットに使用されている間、MUST日本人専門家チームは、パイロット活動のモニタリング、新教科書の効果測定、そして新教科書の活用改善のための戦略を策定するために、選出された高等学校で主に5つの活動を実施した。

5つの活動は以下の通りである。

- 1) 導入研修およびフォローアップ（教科会を含む）
- 2) アchievement Test No.1
- 3) 授業観察とルーブリックの導入（授業の自己評価）
- 4) ユニット・エンド・テスト
- 5) アchievement Test No.2

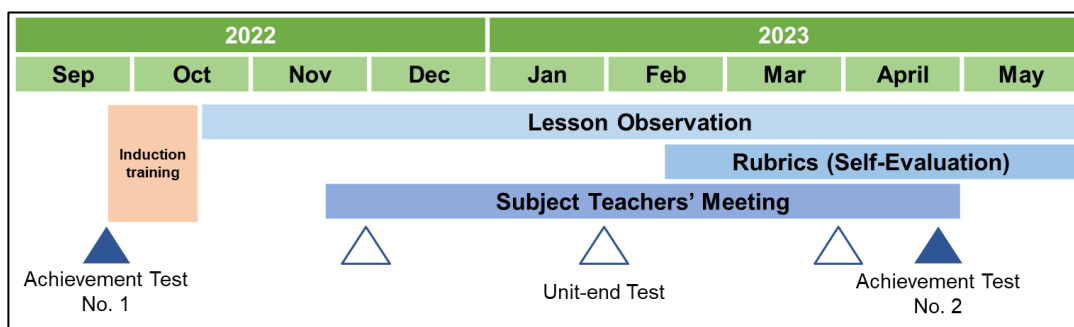


図 4.4 パイロットのモニタリング評価のための MUST による 5 つの主な活動

#### 対象校

アデイス・アベバ市教育局（AAEB）は、MUST モニタリング評価のために、表 4.12 の通り、3校のパイロット校と2校のノン・パイロット校を選出した。

表 4.12 MUSTパイロット校とノンパイロット校

学校名	所在 (サブシティ)	ステータス	クラス数* (9-10年生)	生徒数* (9-10年生)	数学教員数* (9-10年生)
Kokebe Tsibah Secondary School	Yeka	パイロット	9年生：25 10年生：15	9年生：967 10年生：668	10
Beshale Secondary School	Lemi Kura	パイロット	9年生：12 10年生：9	9年生：978 10年生：518	7
Abyot Kirs Secondary School	Kirkos	パイロット	9年生：11 10年生：9	9年生：462 10年生：338	6
Tesfa Birhan Secondary School	Yeka	ノンパイロット	9年生：12 10年生：7	9年生：523 10年生：322	6
Andode Secondary School	Lemi Kura	ノンパイロット	9年生：6 10年生：6	9年生：420 10年生：383	6

\* エチオピア歴 2015 年（2022/23）時点。

以下ではこの5つの活動について説明し、収集した様々なデータの定量的分析結果をまとめる。

<sup>9</sup> MUST モニタリング評価は、MoE のモニタリング評価と並行して実施された。MoE は 2022 年 12 月 18 日から 2023 年 1 月 5 日の期間、ナショナルモニタリングチームをエチオピア全国のパイロット校 53 校に派遣し、授業観察と教員へのインタビューを実施した。その結果は、2023 年 2 月に開催されたワークショップで教科書開発者にフィードバックされた。

#### 4.6.4 MUSTによる導入研修

パイロットモニタリングの最初の活動として、3校のMUSTパイロット校の数学教員を対象に、新教科書と旧教科書を用いて構造的な授業を行う方法について紹介する導入研修が行われた。表4.13はその日程と参加者数を示す。

表 4.13 MUST 導入研修概要

学校名	日程	参加者数
Kokebe Tsibah Secondary School	2022年10月5日	20 (G9: 5, G10: 5, G11: 4, G12: 6)
Beshale Secondary School	2022年9月29-30日	16 (G9: 4, G10: 2, G11: 5, G12: 5) 欠席: 2 (G10: 1, G12: 1)
Abyot Kirs Secondary School	2022年10月3-4日	10 (G9: 3, G10: 2, G11: 3, G12: 2) 欠席: 1 (G10: 1)

9-10年生の教員に加え、パイロットが実施されていない11-12年生の数学教員にも研修が行われた。平日の授業への影響を最小限にするため、学校側との日程調整は慎重に行われた。日本人専門家チームは週末に開催することも提案したが、最終的に学校側は平日を選んだ。

教科書の構成が大きく変更されたことを踏まえ、新教科書に盛り込まれた「ユニタイゼーション」（1授業1テーマ）の原則や、新教科書を使用したA-D-E-E構造の授業について理解を深めることを目的に研修が実施された。さらに、授業準備の体験セッションや模擬授業を通して、授業中に生徒が常に自力で問題を解決する時間を確保できるよう構造化された授業の実践を指導した。日本人専門家チームは、全セッションを通して、教員が説明に20分、生徒の主体的な活動に20分を費やすこと、生徒は各授業で必ず1つの評価問題に取り組むことを特に強調した。導入研修の内容を表4.14に示す。

表 4.14 MUST 導入研修のセッション

No.	トピック	方法
Session 1	MUSTの紹介と本研修の目的	発表
Session 2	エチオピア高校数学教育の現状	発表
Session 3	教科書の何が変わったのか？	発表、活動、全体討論
Session 4	新教科書で授業を実践しよう！ Part I: 構造化授業を体験してみよう！ Part II: 指導メモを作ろう！ Part III: 授業の準備 - 年間計画、週間計画、単元計画を活用した指導メモ	模擬授業、活動 発表、活動、発表、全体討論 発表、活動、模擬授業、全体討論
Session 5	より良い授業を行うための実践的なヒント	発表

研修はパイロット校3校で平日に行われたため、教員の数学の授業に支障が出るのではという懸念もあった。しかし、各研修終了時に実施した質問紙の結果、研修に対する満足度や研修内容の理解度については、概ね肯定的な回答が得られた（表4.15）。

表 4.15 導入研修に対する参加者の評価

質問項目	結果平均
基礎情報	
- 年齢	39
- 教職経験年数	17
研修の評価 1. 強く否定 2. 否定 3. やや否定 4. やや肯定 5. 肯定 6. 強く肯定	



- 私は新数学教科書の構造を理解した	5.27
- 私は新教科書に基づく授業の流れを理解した	5.46
- 私は週授業計画と授業ノートの作り方を理解した	5.54
- 私は一人一人の生徒が評価問題を解けるように十分な時間を与えられる	4.73
- 私は授業の中で生徒が理解したかどうかを評価できる	5.11
- 私は新しい教科書が生徒の学習に役立つと思う	5.19
- 私はこの研修に満足だ	5.62

驚いたことに、研修直後の2022年10月には、教員が生徒の自主的な学習に20分の時間を与えること、1回の授業で必ず1つの評価問題に取り組むことを強調した上記研修の明らかな成果として、いくつかの授業で生徒が自分で問題を解く時間が与えられていることを観察することができた。一方、自力で問題を解ける生徒は少なく、平均的な生徒にはまだ難しすぎる問題もあることがわかった。

#### 4.6.5 授業観察

##### 成果5における授業観察の目的

授業観察の目的は、新数学教科書を使った構造化された授業（A-D-E-E）の実践をモニタリングし、教員および教科書開発者にフィードバックを提供することである。

具体的には以下の活動が行われた。

- 評価問題（または演習問題）の自力解決時間（クラス・ワークの時間）を記録し、その時間内に与えられた問題に対する生徒の理解度を確認する。
- 新教科書を使った授業実践改善のために（意図通りに構造化授業が実施されるよう）、教員にフィードバックを与える。
- 新教科書の使用状況や構造化授業について教員から意見を聴取し、実態に即した新教科書の効果的な活用方法を検討する。
- 生徒の学習を向上させ、構造化授業を実施する好事例を収集する。

MUST は、パイロット校の授業に加え、ノン・パイロット校の授業もいくつか見学し、現行教科書がどのように教えられているかを把握した。

##### 授業観察の期間

新教科書のパイロットは2022年9月から始まった。授業観察は、2022年11月から2023年5月までの7カ月間にわたって実施された。

##### 授業観察ツール

MUST は、授業観察シートを開発し、構造化授業の流れに沿っているか確認するため、授業の内容と時間を記録するために使用した（図4.5）。

授業観察シートに加え、エチオピア側で実施可能なツールとして、2023年2月に「ルーブリック」が導入された。これは、これまでMUSTが授業観察後に行っていた授業の振り返りに代わるものである。構造化された授業について教員が自己評価する基準がマトリックス形式になっている。ルーブリックを用いることで、教員は自らの授業の振り返りを行うことができ、授業観察者は授業を評価し教員にフィードバックを行うことができる。

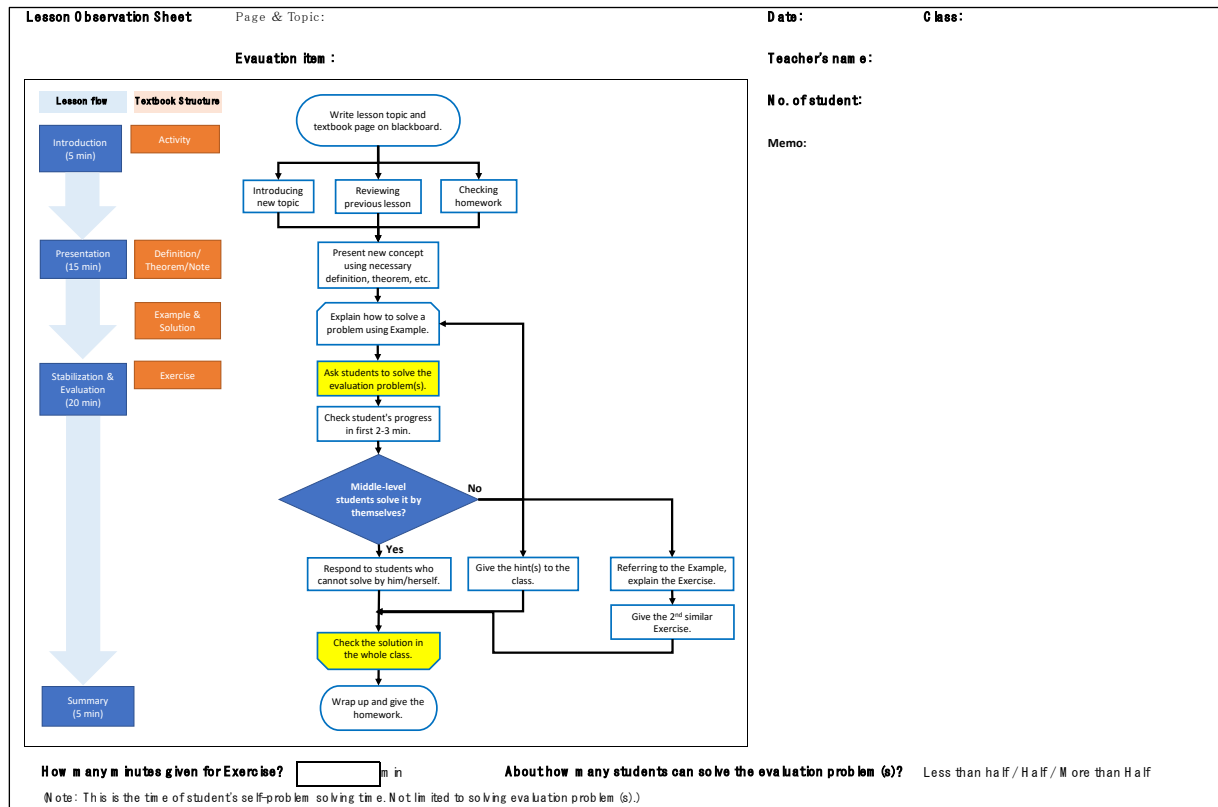


図 4.5 授業観察シート

観察された授業数

2022年11月から2023年5月までの間に、9-10年生の合計103の授業が観察された（表4.16）。

表 4.16 月別授業観察数

年	月	パイロット校	ノン・パイロット校	合計
2022	11月	26	8	34
	12月	16	-	16
2023	1月	0	-	0
	2月	19	2	21
	3月	12	-	12
	4月	1	-	1
	5月	19	-	19
合計		93	10	103

このうち、2022年11月に3回、2023年4月に1回、CDID/MoEの数学専門家とともに授業を観察した。また、2023年4月にはAAEBのカリキュラム専門家とともに1授業、2022年11月に2授業、2023年4月に1授業をサブシティ担当官とともに参観した。このように、エチオピア側カウンターパートによる授業観察は限定的であった。

パイロット用数学新教科書の配布

パイロット用の新教科書は当初、MoEが印刷・配布する予定であった。しかし、印刷・配布が遅れたため、MUSTプロジェクトは新教科書を机1つにつき1部の割合（1クラス20-25部程度）でコピーの印刷・配布を行った。表4.17に配布の詳細を示す。

表 4.17 MUST プロジェクトによるパイロット用教新科書のコピー配布

学年	ユニット*	配布月	Kokebe Tsibah (部数)	Beshale (部数)	Abyot Kirs (部数)	合計
G9	U1', U1, U2	2022年10月	400	300	210	910
	U3, U4, U5	2023年1月	400	250	210	860
	U6, U7, U8	2023年3月	400	250	220	870
	合計		1200	800	640	2640
G10	U1, U2, U3	2022年10月	300	225	170	695
	U4, U5, U6	2023年1月	300	190	170	660
	U7	2023年3月	300	225	170	695
	合計		900	640	510	2050

注: G9のユニット番号はドラフト版のものである。

### 授業観察から得られた主な結果

7ヶ月間の授業観察結果を以下に示す。生徒の自己問題解決に与えられた時間、その時間内に扱った演習問題（評価問題）の生徒の理解度、教科書コピーを授業に持参した生徒の割合などである。

観察された103の授業のうち83の授業を分析する。この数には、ノン・パイロット校での授業、通常授業ではない授業（宿題チェックのみ、復習のみ、ユニット・エンド・テストなど）は含まれていない。この分析に含まれる教員数は20名である。

#### 1) 自力問題解決時間

自力問題解決時間は、教員がクラス・ワークとして演習問題を与えてからクラス全体で解答を確認するまでの時間として測定した。与えられた演習問題は、基本的に評価問題である。ただし、与えられた問題が他の演習問題や教員独自の問題であった場合も分析の対象とした。

図4.6は、各教員が与えた自力問題解決時間の平均を示している。20名の教員のうち10名が平均10分以上の自力解決時間を与えている。

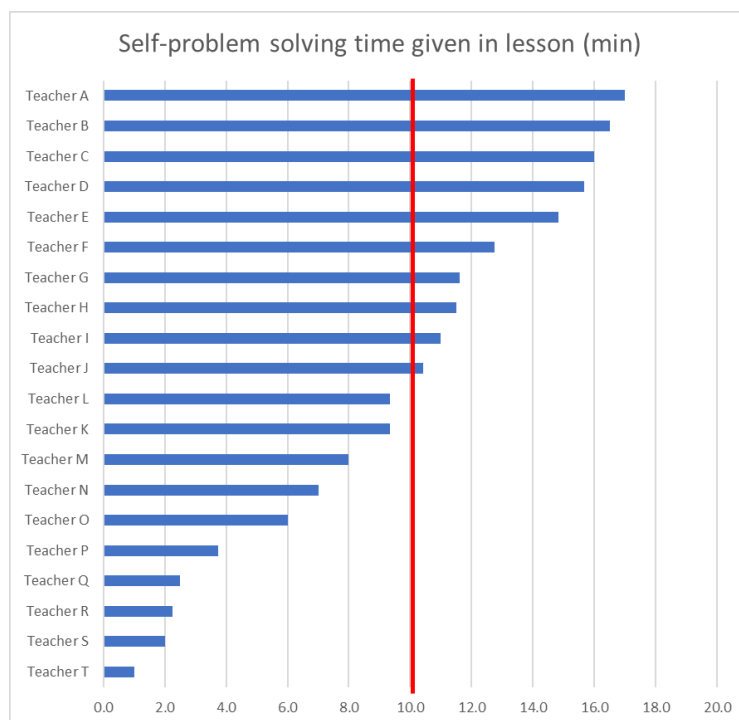


図 4.6 教員が与えた平均自力問題解決時間

授業ごとに与えられた時間を見ると、83 授業中 36 授業（43%）が 10 分以上、58 授業（70%）が 5 分以上の時間を設けていた。概して教員は評価問題を使用していた。自力解決時間が 10 分以上の 36 授業では、30 授業（約 83%）が評価問題を扱っており、5 分以上の 58 授業では、40 授業（約 69%）が評価問題を扱った。なお、ノン・パイロット校では個人ワークの時間はなく、すぐにグループワークが実施された。パイロット校ではそのような授業は観察されなかった。

## 2) 生徒のトピックに対する理解

授業トピックの理解度は、与えられた問題を何名の生徒が解くことができたかで評価した。判定には「半分以下」「半分程度」「半分以上」の大まかな範囲を用いた。前述の 36 授業のうち、「約半数」または「半数以上」の生徒が与えられた問題を解くことができた授業は、わずか 9 授業であった。そのうち 7 授業が評価問題を扱った。

教員が新教科書に十分に慣れた 12 月以降の授業観察では、A-D-E-E の流れで構成された授業が半数以上で見られた。一方、自力課題解決時間の扱いについては、以下のような課題が浮かび上がった。

- 多くの教員は、早く問題を解き終えた生徒のノートを確認するのに精一杯で、解けなかった生徒には注意を払っていなかった。
- クラス全体で解答を確認する時間がないまま授業が終わってしまうことがあった。
- 授業で 1 つの問題に費やす時間が長くなった。
- 授業の課題として生徒に与える練習問題の数が少なすぎるため、早く解ける生徒の待ち時間が長くなってしまった。

これらの問題に対処するために、MUST プロジェクトは構造化授業を自己評価するためのルーブリックを開発し、導入した（4.6.7 節を参照）。さらに、問題点を議論し、解決策を見出すための教科会資料を作成した（4.6.6 節を参照）。

さらに、授業観察の結果、生徒の大半が、教員や他の生徒が正解を教えてくれるのを待つ習慣がついていることがわかった。教員が生徒に自力で問題を解く時間を与えても、自力で問題を解き始める生徒は少数であることが観察された。多くの授業では、自力で問題を解く時間には、まず板書を写したり、教科書の問題を写したりして時間を費やし、その後、教員がすでに確認した他の生徒のノートの答えを写したり、教員の答えを待ったりしている。自力解決の時間に「自分で解いてみる」ことを習慣化させるためには、学年度開始時から、例題と評価問題をペアで扱うことで必要な手がかりを与え、個人で取り組むよう明確に指示することが必要である。

## 3) 新教科書コピーを持参する生徒の割合

上述の通り、パイロット用の新教科書コピーは、MUST パイロット校の 9 -10 年生に、生徒 3 人（机 1 台）につき 1 部の割合で配布された。図 4.7 は、2022 年 11 月から 2023 年 5 月までの期間に観察された、コピーを持参した生徒の割合を示している。この図から、生徒が教科書コピーを持参する割合は、26%（生徒 4 人につき 1 部）から 18%（生徒 6 人につき 1 部（机 2 台分））であることがわかる。教員が教科書を持参するように指導し、授業で教科書を使用しているにもかかわらず、生徒が教科書をすべて持参するようになるまでには至っていないのである。

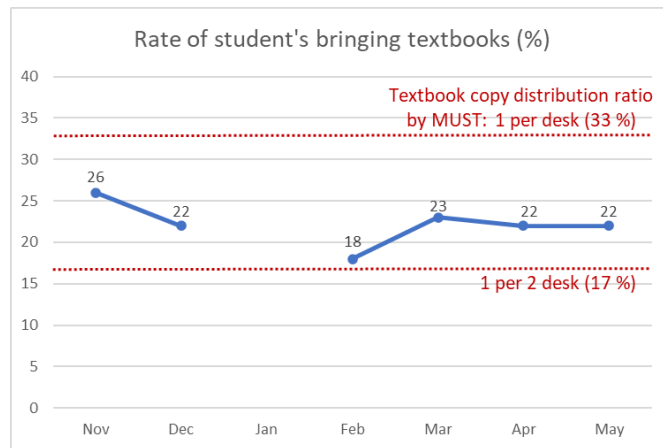


図 4.7 教科書を持参する生徒の割合

観察された 83 の授業のうち、21 授業で生徒 6 人に 1 冊（机 2 つにつき 1 冊）以下の割合であった。このうち、教科書のコピーが全くない授業が 3 つあった。これらの授業では、教員は教科書の内容をまったく参照せずに授業を行っていた。

結論と示唆

授業観察から以下の結論と示唆が導き出された。

1. 分析した 20 人の 9-10 年生教員のうち半数は、新教科書の構成に従って、構造化授業の標準である少なくとも 10 分間の自力解決時間を生徒に与えている。しかし、生徒の理解度を見ると、授業で扱った問題を解ける生徒は半数以下である。このような教員にとって、クラス全体の理解度を上げる鍵は、解ける生徒よりも大多数の生徒（解けずに苦しんでいる生徒）に焦点を当てることで、この自力解決の時間を効果的かつ効率的に使うことである。このような教員には、継続的なオン・ザ・ジョブ・トレーニングや校内研修の形で図 4.8 の赤枠で示す指導スキルを、習得する機会を与えることを推奨する。

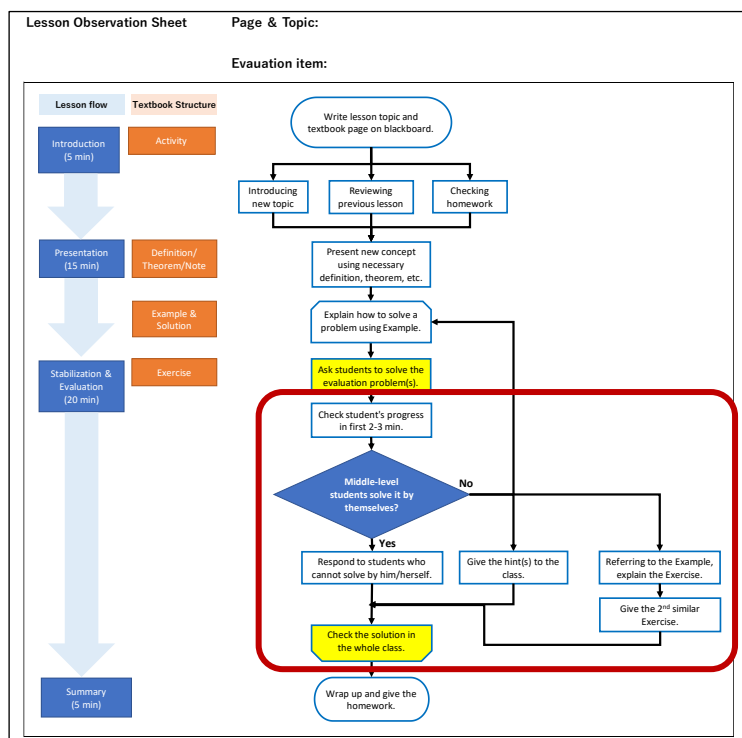


図 4.8 教員に求められる指導スキル

また、自力問題解決の時間に「自分で解いてみる」習慣を身につけさせるためには、例題と評価問題をペアで扱うことで必要な手がかりを作り、明確な指示を出すなど、学年度の始めから一貫して構造化授業を継続的に実践することが必要である。

2. 一方、残りの半数の教員は、7ヶ月のパイロット期間中でさえ、構造化授業を実践できていない。導入研修に加え、年間を通して授業準備、特に単元計画に基づく授業準備を実践し続ける必要がある。
3. 教科書を持参する生徒の割合については、授業観察の結果、1人の教科担任だけでできることには限界があることがわかった。生徒が教科書を持参しない状況を是正するためには、学校管理職が教育行政と連携して、生徒に教科書持参を促すことが必要である。

#### 4.6.6 教科会

教科会は、パイロット校教員に対するフォローアップの一環として計画された。この会議は当初、MoE が 2008 年に導入した継続的な職能開発（CPD）の枠組みの中で実施される予定であった。しかし、各校の教科会の状況について情報を収集したところ、CPD の活動が形式的なもの（計画書と報告書の提出のみ）になっていることが判明した。それでも、試行錯誤を繰り返しながら、日本人専門家チームは Kokebe Tsibah 高等学校で1回、Abyot Kirs 高等学校で3回の教科会を、学校管理職と協力して1時間の昼休みのうち30分を確保し、試験的に開催することができた。

教科会の目的は、構造化授業の実践（4.6.5 節を参照）およびユニット・エンド・テストの実施において特定された問題について議論し、その議論から解決策を導き出すことであった。そのため、教科会資料にはケースメソッドが採用された。パイロット期間中に以下の5つの教材が開発された（表 4.18）。なお、これら5つのトピックは、2023年5月6日に実施された MUST パイロット校経験共有ワークショップ（3つのパイロット校の数学教員と学校管理職が一堂に会した）で発表されている（詳細は 4.6.10 節を参照）。

表 4.18 教科会のために開発された5つのトピック

Case	トピック	分類
1	授業中に生徒の活動に与えられた時間	指導法
2	より支援を必要としているのは誰？	指導法
3	ユニット・エンド・テストの効果的な活用（採点基準）	形成的評価
4	ユニット・エンド・テストの効果的な活用（生徒の困難/間違い）	形成的評価 指導法
5	優秀な生徒が授業でより多くを学ぶための対策	指導法

表 4.19 と表 4.20 は、2校で行われた教科会の詳細を示す。

表 4.19 Kokebe Tsibah 高等学校における教科会

日付	トピック	参加者数
2022年 11月30日	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ユニット・エンド・テストの結果の振り返り（G10 ユニット1） <ul style="list-style-type: none"> <li>- テスト問題のレベルについて</li> <li>- 生徒の理解レベルについて</li> </ul> </li> <li>2. 自分の授業の振り返り <ul style="list-style-type: none"> <li>- 生徒の理解を助けるために授業中に何をしているか</li> </ul> </li> </ol>	6名 数学教員 (G9-G12): 5名 Yeka サブシティ行政官: 1名

表 4.20 Abyot Kirs 高等学校における教科会

日付	トピック	参加者数
----	------	------

2023年 1月12日	Case 2: より支援を必要としているのは誰？	11名 副校長: 2名 (カリキュラム・TDP) 数学教員 (G9-G12): 9名
2023年 2月16日	Case 3: ユニット・エンド・テストの効果的な活用 (採点基準)	6名 副校長: 1名 (TDP) 数学教員 (G9-G12): 5名
2023年 3月28日	Case 1: 授業中に生徒の活動に与えられた時間	3名 数学教員 (G9-G12): 3名

このような試行を通して、ケースメソッドを取り入れた話し合いを効果的に行うためには、事前にテーマの内容を理解し、議論を導くファシリテーター役を担うメンバーが必要であることが明らかになった。実際、Abyot Kirs 高等学校での2回目の実施では、教頭がその役割を担い、教材の意図に沿った話し合いが展開された。

#### 4.6.7 授業後の振り返りツールとしてのルーブリック

MUSTは、教員自身と授業観察者がA-D-E-E授業を質的に評価するための「ルーブリック」を2023年2月に開発した。ルーブリックは、A-D-E-E授業を実施するため評価ツールである。その表中にはA-D-E-E授業を実施する際の視点と尺度（評価基準）が記載されている。教員が授業実践を積極的に改善することが期待される。ルーブリックには10項目が記載されており、最初の3項目は「ステップ1」と呼ばれる（表4.22）。ルーブリックはエチオピア歴2015年（2022/23）の後期にMUSTパイロット校に導入され、教員の自己反省を促すために使用された。

表 4.21 ルーブリックより抜粋

ルーブリック	レベル1とされるための基準（例示）	
Step 1	1	My lesson flow followed the textbook content (ADEE, DEE, or EE). Giving clear instructions such as: “Open the textbook page ##” and “Let’s do exercise ##,” etc.
	2	I gave 10 min and more for class work to all students.
	3	I gave the solutions and answers to the whole class; or My students solved the problems on the board to show for the whole class.
Step 2	4	In my lesson, at least one book per desk.
	5	My students opened and read the textbooks, solved the problems referring to the textbooks.
	6	I used all the evaluation items of Exercises and their paired Examples in the class.
	7	I gave an instruction to work on Exercises individually; or My students are accustomed to work on Exercises individually.
	8	Majority of my students worked on the given Exercises.
	9	I checked the understanding of not only those who could solve, but also those who were struggling in solving. I provided necessary support: Giving hints to the whole class; Giving explanation on 1 <sup>st</sup> evaluation item as majority of my students cannot solve it.
	10	More than 50% of my students could solve the evaluation items on his/her own.

授業改善に意欲的な教員にとっては、ルーブリックを用いた自己反省は授業改善に有効であろう。しかし、動機づけの低い教員に改善点を意識させることは難しい。このような教員に自己反省を促すためには、学校管理職や視察官からのフィードバックや、他のクラスとのテスト結果の比較が必要かもしれない。しかし、残念ながらMUSTは学校管理職や視察官を巻き込んだ活動をほとんど行うことができなかった。今後、ルーブリックを用いた授業観察がエチオピア側で実施されることが期待される。

#### 4.6.8 アチーブメント・テスト No.1 および No.2（要約）<sup>10</sup>

MUST プロジェクトでは9-10年生教科書のパイロット期間に2回のアチーブメント・テストを実施した。

アチーブメント・テスト No.1（ACT1）は、新年度の数学の授業が本格的に始まる直前、2022年10月末に実施された。その目的は以下の2点である。

1. 2群（パイロット校の生徒とノン・パイロット校の生徒）が、数学の到達度において統計的に同等であるか否かを確認する。
2. アチーブメント・テスト No.2 の結果と比較するためのベースライン・データを収集する。

ACT1 は9年生・10年生を対象にそれぞれ15問で構成された。問題はすべて基本的なもので、9年生は5-8年生レベル、10年生は5-9年生レベルで構成されている。

アチーブメント・テスト No.2（ACT2）は、6ヵ月後の2023年4月に実施された。その主な目的は、ACT1 の結果と比較し、新教科書の効果を確認するためのエンドライン・データを収集することであった。ACT2 は9年生・10年生、それぞれ各20問で構成され、以下の単元を範囲とした。

9年生 Unit 1 Further on Sets

Unit 2 The Number System

Unit 3 Solving Equations

10年生 Unit 2 Polynomial Functions

Unit 3 Exponential and Logarithmic Functions

#### アチーブメント・テスト No.1 の結果

ACT1 の参加者数は以下の通りである。

9年生 420名（パイロット校）；364名（ノン・パイロット校）：合計784名

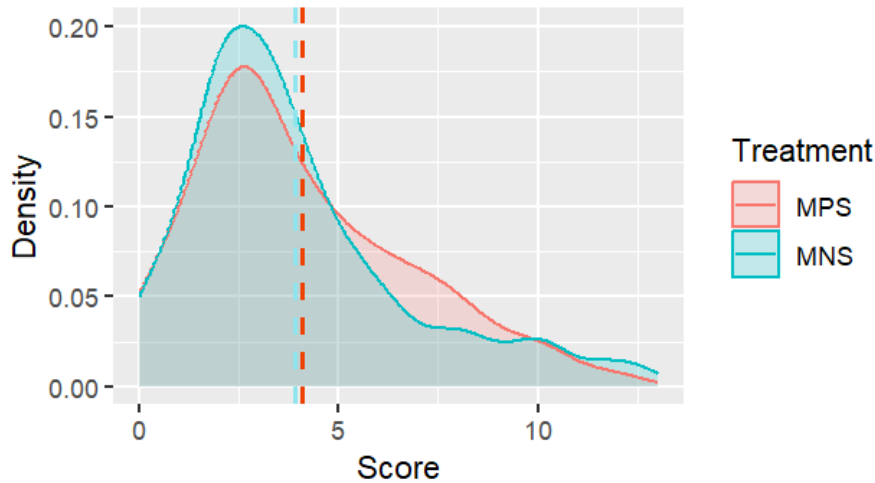
10年生 400名（パイロット校）；354名（ノン・パイロット校）：合計754名

ACT1 の全体平均点は、9年生・10年生でそれぞれ4.00点と3.80点（15点満点）であった。パイロット校とノン・パイロット校の平均点は、9年生が4.09点と3.90点、10年生が4.31点と3.23点であった。*t*検定の結果、9年生ではパイロット校とノン・パイロット校の間に統計的に有意な差は見られなかったが、G10では差が見られた。したがって、後にACT1とACT2の結果を比較する際には、9年生のデータではそのような注意が必要ないのに対して、10年生のデータを扱う際には注意が必要である。

図4.9に9年生の、図4.10に10年生の確率密度関数による得点分布を示す。図4.9を見ると、9年生では2つの分布はほぼ同じであるが、図4.10では、パイロット校の生徒の得点分布が全体的に右に偏っており、ノン・パイロット校の生徒の得点分布よりも良好であることが明らかである。

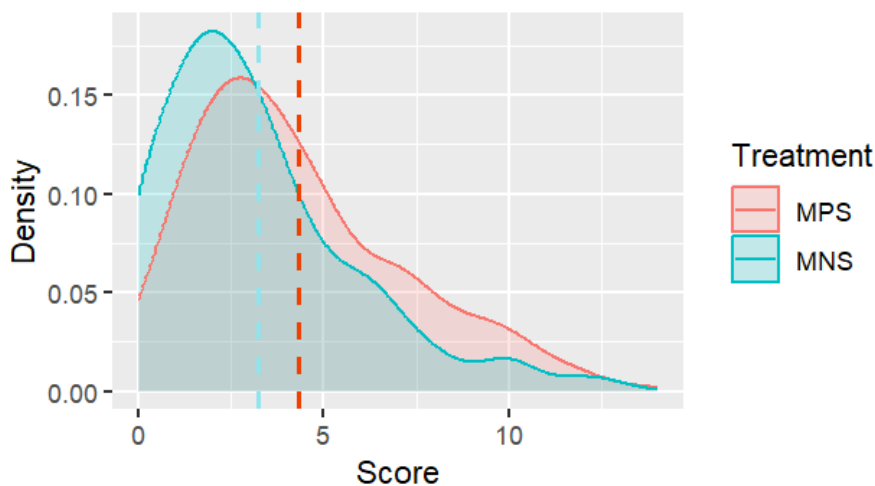
<sup>10</sup> 詳細については、“*Report on the Pilot Monitoring and Evaluation*”の第3章 Results of Achievement Test No.1 および第6章 Results of Achievement Test No.2 を参照。





注：MPSはMUSTパイロット校、MNSはMUSTノン・パイロット校を示す。

図 4.9 ACT1 得点分布（9年生）



注：MPSはMUSTパイロット校、MNSはMUSTノン・パイロット校を示す。

図 4.10 ACT1 得点分布（10年生）

### アチーブメント・テスト No.2 の結果

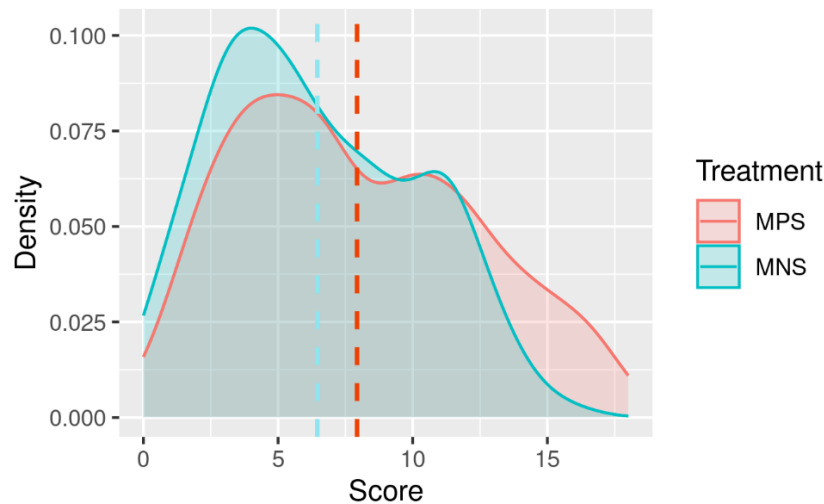
新教科書と新しい指導法の効果を評価するには、ACT1 と ACT2 の両方の参加者を比較することがより望ましい。これによってより正確に効果を測定することができる。ACT1 と ACT2 の両方に参加し、一般的な分析に用いられた生徒数は以下の通りである。

9年生 409名（パイロット校）；232名（ノン・パイロット校）：合計 641名

10年生 311名（パイロット校）；247名（ノン・パイロット校）：合計 558名

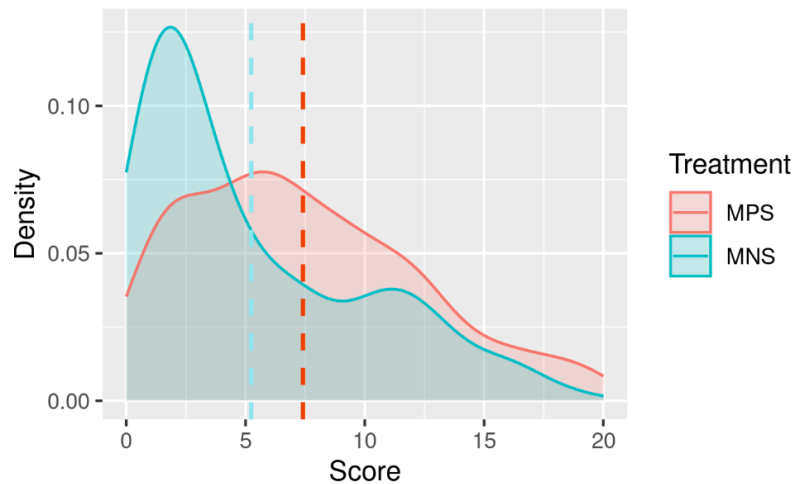
ACT2 の全体平均点は、9年生・10年生でそれぞれ 7.40 点、6.45 点（20 点満点）であった。パイロット校とノン・パイロット校の平均点は、9年生では 7.93 点と 6.46 点、10年生では 7.41 点と 5.24 点であった。 $t$  検定の結果、両学年ともパイロット校と非パイロット校の間には統計的に有意な差があることがわかった。

図 4.11 と図 4.12 は、各学年の ACT2 の得点分布を確率密度関数で表したものである。



注：MPSは MUSTパイロット校、MNSは MUST ノン・パイロット校を示す。

図 4.11 ACT2 得点分布（9年生）



注：MPSは MUSTパイロット校、MNSは MUST ノン・パイロット校を示す。

図 4.12 ACT2 得点分布（10年生）

したがって、9年生と10年生の両学年において、パイロット校の生徒の成績は、ACT1の実施以来、ノン・パイロット校の生徒よりも大幅に向上したと結論づけることができる。この学力向上は、一般的にパイロット活動、特に新教科書と新しい指導法に起因しているとしてよい。

#### 4.6.9 ユニット・エンド・テスト（要約）<sup>11</sup>

ユニット・エンド・テスト（UT）は、9年生と10年生の各単元が終了した時点で実施された。ある単元を学習した直後に、パイロット校とノン・パイロット校の得点を比較するために UT が実施された。1回の UT は約10問の基本問題で構成され、満点は20点であり、試験時間は20分であった。どちらのグループにも有利・不利が生じないように、問題項目は非常に基本的なものから慎重に選ばれた。

教員の授業進行が予想外に遅かったため、9年生・10年生で各2単元だけが比較可能となった。単元とテスト受験者数は以下の通りである。

<sup>11</sup> 詳細については、「Report on the Pilot Monitoring and Evaluation」の第5章 Results of Unit-End Tests を参照。

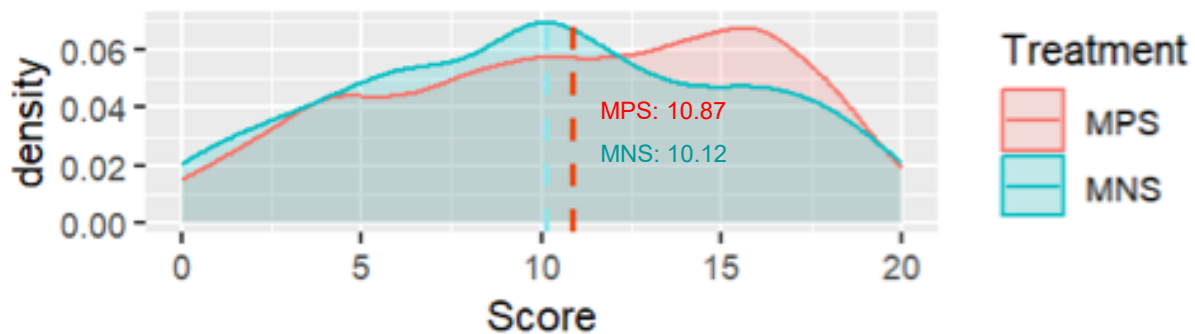
- 9年生 The Number System（パイロット校 1065名；ノン・パイロット校 751名；合計 1816名）  
 Further on Sets（パイロット校 1150名；ノン・パイロット校 738名；合計 1888名）  
 10年生 Polynomial Functions（パイロット校 992名；ノン・パイロット校 520名；合計 1512名）  
 Exponential and Logarithmic Functions（パイロット校: 1051名, ノン・パイロット校: 585名,  
 合計: 1636名）

### 9年生結果

“The Number System”について、平均点はパイロット校 10.87点であったのに対し、ノン・パイロット校 10.12点であった。 $t$ 検定の結果、パイロット校とノン・パイロット校の平均値に統計的有意差が見られた。

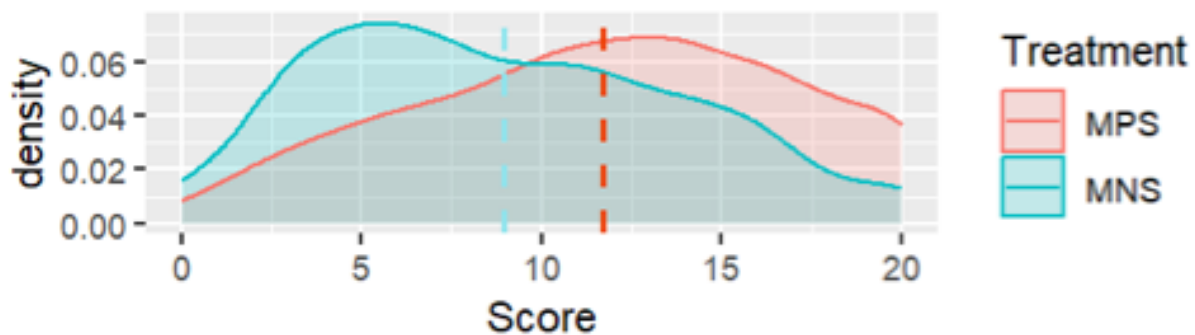
また、“Further on Sets”について、平均点はパイロット校 11.69点、ノン・パイロット校 8.93点であった。 $t$ 検定の結果、統計的有意差が見られた。

図 4.13 と図 4.14 は、テスト得点の分布を確率密度関数で示したものである。



注：MPSは MUSTパイロット校、MNSは MUST ノン・パイロット校を示す。

図 4.13 テスト得点分布：The Number System（9年生）



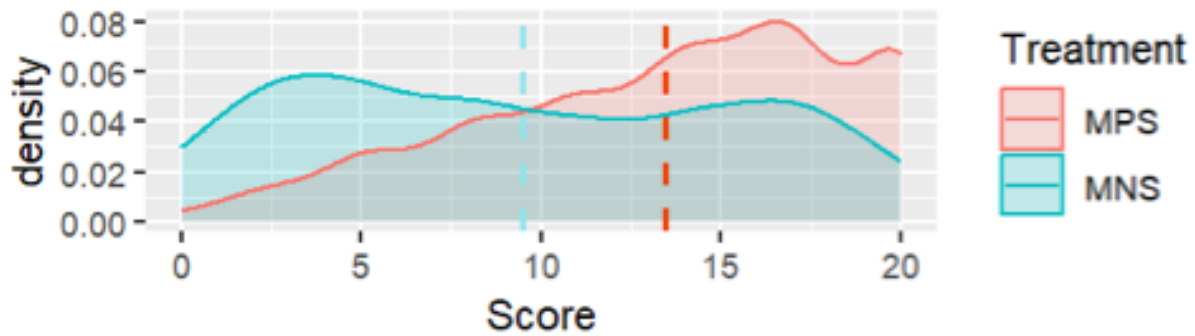
注：MPSは MUSTパイロット校、MNSは MUST ノン・パイロット校を示す。

図 4.14 テスト得点分布：Further on Sets（9年生）

### 10年生結果

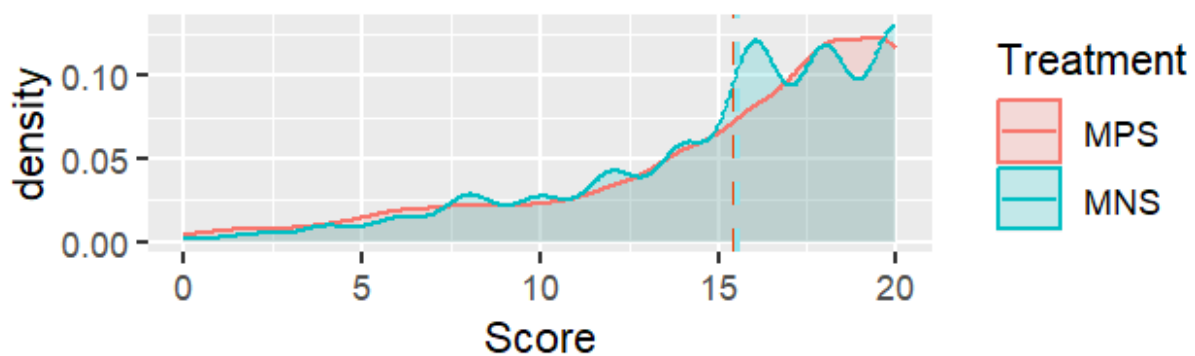
“Polynomial Functions”について、平均点はパイロット校 13.37点、ノン・パイロット校 9.49点であった。 $t$ 検定の結果、パイロット校とノン・パイロット校の平均値に統計的有意差が見られた。

“Exponential and Logarithmic Functions”について、平均点はパイロット校 15.47点、ノン・パイロット校 15.53点であった。パイロット校とノン・パイロット校の平均値に統計的有意差は見られなかった。



注：MPSはMUSTパイロット校、MNSはMUSTノン・パイロット校を示す。

図 4.15 テスト得点分布：Polynomial Functions（10年生）



注：MPSはMUSTパイロット校、MNSはMUSTノン・パイロット校を示す。

図 4.16 テスト得点分布：Exponential and Logarithmic Functions（10年生）

図 4.15 のノン・パイロット校は 9 年生の分布と一致したパターンを示しているが、図 4.16 のノン・パイロット校はそれらとは全く異なる分布を示している。これを見ると、ノン・パイロット校の 10 年生を対象とした“Exponential and Logarithmic Functions”のユニット・エンド・テストの実施に不正があったと強く疑われる。

#### 考察

10 年生の“Exponential and Logarithmic Functions”を除いた 3 回のユニット・エンド・テストでは、パイロット校の生徒とノン・パイロット校の生徒を比較し、統計的有意差を示す得点分布が得られた。ACT1の結果が示すように、9 年生では、パイロット開始時に数学の成績に有意差が見られなかったのに対し、10 年生では、パイロット校の生徒がノン・パイロット校の生徒よりもわずかに良い成績を示した。ユニット・エンド・テストで見られた大きな差は、主に新教科書と、構造化教科書を最大限に活用するために MUST が導入した新しい教授法に起因すると考えられる。

#### 4.6.10 経験共有ワークショップ

MUST プロジェクトは、活動 5.8「関係者間で MUST/MoE パイロットの経験を共有するための全国規模のワークショップを実施する」の下、以下 3 つのワークショップを開催した。表 4.22 にその概要を示す。

表 4.22 経験共有ワークショップ

No.	ワークショップ	開催日 会場	参加者数
1	MUST パイロット校との経験	2023 年 5 月 6 日	パイロット校校長（7 名）

	共有ワークショップ	アディス・アベバ	パイロット校数学教員（33名） Lemi Kura サブシティのカリキュラム専門家（2名） AAEB カリキュラム専門家（2名）
2	MUST ノン・パイロット校との経験共有ワークショップ	2023年6月24日 アディス・アベバ	ノン・パイロット校校長（4名） ノン・パイロット校数学教員（16名） Lemi Kura サブシティのカリキュラム専門家（4名） Yeka サブシティのカリキュラム専門家（2名） AAEB カリキュラム専門家（2名） パイロット校の数学モデル教員（2名）
3	州関係者との経験共有全国ワークショップ	2023年7月17-18日 アダマ	州教育局 副局長（6名） 州教育局カリキュラム局長（13名） 州教育局カリキュラム専門家（14名）

CDID と MUST パイロット校教員は、これらのワークショップを通して A-D-E-E 授業の良い点に気づき、確認することができた。以下は、自分たちの経験を他の学校や教員と分かち合いたいと考えている人材候補である。

- 新数学教科書と A-D-E-E 授業の特徴を指導できる CDID の専門家
- A-D-E-E 授業の説明と評価ができる AAEB と Lemi Kura サブシティの専門家
- A-D-E-E 授業を実演できる MUST パイロット校の 9-10 年生の数学モデル教員

CDID は、新カリキュラムの完全実施に向けて、これらの人材を動員することにより、A-D-E-E 授業を全国的に拡大する。数学教科会や授業観察ツールを含む優れた実践が、TELDA や SIP といった省内の他部門と共有され、広く活用されることが期待される。各ワークショップの詳細は後述の通りである。

### MUST パイロット校経験共有ワークショップ

MUST パイロット校での最後の活動として、5 月にアディス・アベバでワークショップを開催し、プロジェクトに協力してくれた校長と教員に感謝するとともに、関係者間で好事例を共有した。ワークショップの対象は MUST パイロット校の 9-12 年生の数学教員と校長であった。パイロット校を管轄する 3 つのサブシティと AAEB も招待されたが、ワークショップに参加したのは 1 つのサブシティと AAEB のみであった。

開会にあたり、CDID 自然科学教育カリキュラムデスク長はパイロット校に感謝の意を表し、同省は MUST プロジェクトの経験を拡大すると述べた。また、CDID 数学専門家がセッションの司会を務めた。セッション 1 では、CDID 数学専門家が新数学教科書と A-D-E-E 授業の特徴を紹介した後、参加者は A-D-E-E 授業に対する感想を共有した。以下はそのコメントの一部である。

- 数学教員が「ユニタイゼーション」のアイデアを気に入ったことを知った。(CDID)
- 生徒を積極的に参加させるための新しい方法がよく取り上げられており、パイロット校で実施されている。「先生のための 20 分、生徒のための 20 分」は良いアプローチであり、生徒たちは積極的に参加する文化を実践し始めている。(AAEB)
- 生徒たちは新しい方法に慣れ、一部の教員は A-D-E-E 授業を実施するようになった。(Lemi Kura サブシティ)
- 以前は教員が生徒に難しい問題を出していたことは認めますが、今はもっと簡単で基本的な問題を出すようになり、生徒も励まされるようになりました。(数学教員)
- ユニット・エンド・テストの問題は基本的な項目に絞られていて、とてもよかった。(数学教員)

ワークショップのセッションは表 4.23 の通り。

表 4.23 5月ワークショップ・プログラム

No.	トピック	方法
Session 1	授業観察の好事例 - 観察者（MoE、AAEB、サブシティ）からのフィードバック - 教員からのフィードバック - MUST 専門家からのフィードバック	プレゼンテーション
Session 2	数学教科会の好事例 - 数学教科会の概要 - 数学教科会をやってみよう	プレゼンテーション 活動
Session 3	単元計画を活用した授業準備（プロセスの確認と良かった点の共有）	活動
Session 4	アチーブメント・テストとユニット・エンド・テストの暫定結果	プレゼンテーション

### MUST ノン・パイロット校経験共有ワークショップ

6月には、アディス・アベバで MUST ノン・パイロット校を対象に、半日の経験共有ワークショップが開催された。9-12年生の数学教員、校長、サブシティおよび AAEB の職員が参加した。

開会にあたり、CDID の自然科学教育カリキュラムデスク長が、これまでの経緯と MUST が果たした役割を総括し、ノン・パイロット校とアディス・アベバ教育局に感謝の意を表した。CDID の数学専門家はセッションの司会を務めた。実施されたセッションはすべて活動を中心としていた。CDID の数学専門家は、関連する活動の後、新数学教科書の特徴を説明し、パイロット校のモデル教員は A-D-E-E 構造化授業を実演し、もう一名のモデル教員はパイロット校の経験を共有した。参加者は新しいアプローチへの理解を深め、単元計画を用いた授業準備を実践した。ノン・パイロット校からは、以下のような意見が出された。

アンケートに回答した参加者全員（27名）が、ワークショップの内容が自分の業務に関連している、または業務に役立つ部分があると回答した。また、最も役に立つ内容は「ADEE のアプローチ」（60%）、次いで「単元計画を用いた授業準備」（20%）と回答された。

ワークショップのセッションは表 4.24 の通りである。

表 4.24 6月ワークショップ・プログラム

No.	トピック	方法
Session 1	教科書のどこが変わったのか？ - 新旧教科書の比較 - 新数学教科書の特徴	活動 プレゼンテーション
Session 2	構造化（ADEE）授業を実演で体験しよう！ - 模擬授業の実演 - 模擬授業の解説 - モデル教員による新数学教科書を活用した構造化（ADEE）授業の経験共有	実演 説明 プレゼンテーション
Session 3	単元計画を用いた授業準備 - 単元計画の使い方 - 板書計画案の個人ワークとグループワーク - プレゼンテーションとフィードバック	紹介 活動 グループ発表

### 全国経験共有ワークショップ

すべての MUST 活動の締めくくりとして、州関係者と好事例を共有するための全国ワークショップが7月にアダマで開催された。全13州の教育局から合計33人が参加した。

開会の辞として、CDID 保健体育専門家が、CDID 自然科学デスク長を代理して、MUST プロジェクトの協力に感謝の意を表した。CDID 数学専門家がセッションの司会を務めた。7つのセッションは2日間で行われ、そのうち5つでは活動を中心としていた。MUST 日本人専門家が MUST パイロット校でのモニタリング評価の結果を用いて、MUST プロジェクトの概要とその成果を発表した。CDID 数学専門家は、関連する活動の後、新数学教科書の特徴について説明し、パイロット校のモデル教員が A-D-E-E 構造化授業を実演した。参加者は、授業準備や数学教科会での活発な議論や実践を通して、新しいアプローチへの理解を深めた。CDID 数学専門家、モデル教員、AAEB 数学専門家は、セッション中のグループ・ワークを支援し、ファシリテーションを務めた。最後に、A-D-E-E 参考資料（A-D-E-E パッケージ）が、参加者に紹介・共有され、各州は A-D-E-E 教材を活用するための当面の四半期の行動計画を立てた。各州関係者からは、以下のようなフィードバックがあった。質問紙に回答した参加者全員（31名）が、A-D-E-E の構造化された授業を「よく理解できた」（29%）、「とてもよく理解できた」（71%）と回答した。また、全州で A-D-E-E 教材が有用であると評価され、自分の州で A-D-E-E アプローチを実施する意欲が示された。

ワークショップのセッションは表 4.25 の通りである。

表 4.25 7月ワークショップ

No.	トピック	方法
Session 1	MUST プロジェクト概要 - MUST プロジェクトの枠組みと成果 - MUST パイロット活動のモニタリング評価	発表
Session 2	教科書のどこが変わったのか？ - 新旧教科書の比較 - 新数学教科書の特徴	活動 発表
Session 3	構造化（ADEE）授業を実演で理解しよう！ - 模擬授業の実演 - 模擬授業の解説	実演 発表
Session 4	単元計画を用いた授業準備 - 単元計画の使い方 - 板書計画案の個人ワークとグループワーク - 発表と共有	紹介 活動 発表
Session 5	数学教科会をやってみよう！ - 数学教科会の概要 - グループで教科会をやってみよう！	紹介 活動
Session 6	A-D-E-E パッケージの紹介と配布	発表
Session 7	各州アクションプランの作成	活動

#### 4.6.11 学習改善のための構造化授業と MUST パイロット校における好事例

成果 5 の活動 10 は、「9-12 年生の教科書を使用する生徒の学習達成度を教室レベルで向上させるための戦略を立てる」ことである。得られた戦略は、パイロット活動のモニタリングで得られた知見や提案をまとめたもので、活動 1 から 9 までの総まとめと位置づけられている。そのため、パイロット活動の経験を全国で共有するために、MUST は当初、プロジェクト目標に沿って、MUST パイロット活動の結果に基づく「エチオピア学習改善戦略」を州関係者に提示することを計画していた。これは、プロジェクト目標の指標「エチオピアの学習改善戦略案が州関係者に提示される」に沿ったものである<sup>12</sup>。しかし、学校管理職やサブシティ職員が個々の教員の指導をサポートする体制づくりには至らなかった。その結果、パイロット活動のほとんどは個人レベルで行われ、組織レベルでは行われなかった。このような制約により、文書のタイトルを "Learning Improvement Strategy for Ethiopia"（エチオピア学習改善戦略）から "A-D-E-E Structured Math Lessons for Ethiopian

<sup>12</sup> プロジェクト目標は「新数学カリキュラムに基づく教育活動が導入される」である。

"Students' Learning Improvement and Its Good Practices from MUST Pilot Schools"（学習改善のための構造化授業と MUST パイロット校における好事例）へと変更した。なお、関係者にわかりやすいようにタイトルは変更されたが、文書の位置づけは戦略ドラフトと変わらない。

この文書は、新数学教科書を用いた A-D-E-E 構造化授業の実施方法をまとめ、MUST パイロット校 3 校から収集した好事例を紹介している。構造化された授業の概要、A-D-E-E 授業を学校レベルで定着させるために必要な校内活動、教員が A-D-E-E 授業を習慣化するための関係者の責務などが記述されている。また、効果的な教員研修や校内活動のために、以下の資料が添付資料としてまとめられている（表 4.26）。全体として「A-D-E-E パッケージ」とも呼ばれる。

表 4.26 A-D-E-E 構造化授業を実施するための参考資料（A-D-E-E パッケージ）

No.	資料	概要
1	学習改善のための構造化授業と MUST パイロット校における好事例	この文書は、新しい数学教科書を使用した A-D-E-E 構造化授業の実施方法をまとめ、MUST パイロット校 3 校から得られた優れた実践例を示したものである。州教育局による実践・試行の結果に基づき、内容を更新していく予定である。
2	単元計画（9-12 年生）	<u>指導内容一覧表 (List of Contents)</u> ：エチオピア暦に従って、その学年で学習する内容をまとめた表である。これを見ることで、教員は生徒がどの月のどの週に、どの単元のどの節を学習すべきかを確認することができる。生徒が 1 年間にシラバスの内容をバランスよく学習できるよう、120 の必須トピック（シラバスに規定されているミニマム・ラーニング・コンピテンシーに関連するもの）が記載されている。 <u>単元計画 (Unit Plans)</u> ：単元を構成するすべての授業と、各授業で扱う内容をまとめている。例題とそれに対応する演習問題（「評価問題」と呼ばれる）が授業ごとに示されている。これは授業で最低限扱わなければならない内容である。
3	ユニット・エンド・テスト（9-12 年生）	評価問題から選ばれた基本的な問題で構成されている。単元終了時の生徒の理解度・到達度を確認するためのテストである。
4	教員研修教材	教員研修には次の 2 種類がある。導入研修は学年度の初めに実施し、フォローアップ研修は 2 学期の間に実施する。 <u>導入研修</u> ：新数学教科書を使って、A-D-E-E 構造化授業を行う準備をする。内容は以下の通り。 - 教科書の何が変わったか？ - 単元計画を使って ADEE の授業を準備しよう！ - ユニット・エンド・テストの活用法 <u>フォローアップ研修</u> ：A-D-E-E 構造化授業をより効果的に行うために実施する。内容は以下の通り。 - ルーブリックを使った振り返り - ADEE 授業改善のヒント - 数学教科会をやってみよう - ユニット・エンド・テストの活用法
5	ルーブリック（授業後の振り返りツール）	期待される授業の流れや指導方法は、ルーブリックにレベルごとに記載されている。教員は振り返りに、学校管理職や行政官は授業観察に活用できる。
6	数学教科会のための議題	教科会で議論を促進するための、数学と教授法に関連した 5 つのトピックが含まれている。

この文書は、2023 年 7 月に開催された MUST 全国経験共有ワークショップで発表され、州教育局と共有された。州教育局のカリキュラム専門家は、ワークショップでこれら資料の活用を各州で実践し、その経験をゾーンやワレダの教育関係者と共有する予定である。新カリキュラムの完全実施以降、生徒のより良い学習のために、MoE と州教育局がこの文書を活用して、新数学教科書を使っ



た A-D-E-E 構造化授業を高等学校で推進していくと期待されている。

#### 4.6.12 成果 5 の達成度

成果 5 に規定された 10 の活動のうち、最初の 9 つの活動は 9-10 年生新教科書パイロットのモニタリング評価に関するものであった。これらはほぼ計画通りに実施され、それぞれの目的を達成した。その中でも、2 回のアチーブメント・テストとユニット・エンド・テストは、新教科書と新しい教授法の組み合わせが、生徒の数学学力にプラスの影響を与えることを統計的に実証した。最後の活動は「9-12 年生の教科書を使用する生徒の学習達成度を教室レベルで向上させるための戦略を立てる」ことで、「学習改善のための構造化授業と MUST パイロット校における好事例」と題する教材パッケージが作成された。このパッケージは、2023 年 9 月の新カリキュラムと新教科書の完全実施以降に使用できるよう、すべての州教育局と共有されている。

### 4.7 広報

#### 4.7.1 JICA ニュースレター記事

MUST 日本人専門家チームは、主要な活動に関する記事を折々に作成した（表 4.27）。これらの記事は JICA エチオピアのフェイスブックと JICA 本部のウェブサイトに掲載された。

表 4.27 MUST の活動に関する記事

No.	JICA ウェブサイト	JICA エチオピア事務所フェイスブック	トピック
1	2021 年 5 月 7 日	2021 年 5 月 7 日	2021 年 4 月 19-24 日、アディス・アベバの高等学校（9-12 年生）までの数学に関するベースライン調査
2	2021 年 5 月 13 日	2011 年 5 月 11 日	2021 年 4 月 26-28 日、MoE/JICA 小学校算数教科書開発者のための技術ワークショップを実施（アディス・アベバ、アダマ、日本）
3	2021 年 8 月 4 日	2021 年 8 月 2 日	2021 年 7 月 12 日、エチオピア 5 大学の専門家が MoE と JICA による数学教科書開発の研修を受けた
4	2021 年 11 月 1 日	2021 年 10 月 28 日	2021 年 10 月 16-18 日、9-12 年生の数学教科書の改訂に関する MUST ワークショップがアダマで開催され、国立大学 4 校の教科書開発者が参加した（教科書開発者との第 1 回ワークショップ）
5	2022 年 2 月 25 日	2022 年 3 月 25 日	2022 年 2 月 25-27 日、アディス・アベバで開催された 9-12 年生数学教科書第 1 ドラフトの改訂に関する MUST ワークショップに、4 つの国立大学から数学教科書開発者が参加した（教科書開発者との第 2 回ワークショップ）
6	2022 年 3 月 29 日	2022 年 4 月 8 日	2022 年 3 月 29 日、MUST プロジェクト第 3 回合同調整委員会（JCC）開催、数学教科書改訂版を 98 校でパイロットへ
7	2022 年 5 月 6 日	2022 年 6 月 3 日	2022 年 5 月 6-8 日、第 3 回 MUST 11-12 年生数学教科書開発者ワークショップが開催された
8	-	2022 年 7 月 4 日	2022 年 6 月 17 日、第 4 回 MUST 数学教科書開発者向けワークショップ
9	-	2022 年 10 月 6 日	2022 年 8 月 26-28 日、第 5 回 MUST 9-12 年生数学教科書開発者向けワークショップ

10	-	2022年 11月13日	JICA 井本理事、Abyot Kirs 高等学校を訪問
11	-	2023年 8月1日	MoE/JICA、新数学教科書に関する全国経験共有ワークショップを開催

## 4.8 合同調整委員会（JCC）会議

### 4.8.1 第3回会議

MoEはJICAと協力し、2022年3月29日に第3回合同調整委員会を開催した。会議の議長はテオドロス総局長が務めた。会議では以下の議題が話し合われた。1) 2021年から2022年までのMUSTの進捗状況の確認、2) 2022年から2023年までのMUSTの活動計画の決定。結論は資料9にまとめられている通りである。

### 4.8.2 第4回会議

MoEはJICAと協力し、2022年11月24日に第4回合同調整委員会を開催した。MoEの副大臣とChief Executive Officerは海外出張中であったため、Chief Executive OfficerはCDIDの自然科学教育カリキュラムデスク長であるZafu Abraha氏に会議の議長と議事録への署名を委任した。会議では以下議題について議論された。1) 2022年3月から2022年11月までのMUSTの進捗状況の確認、2) 2022年12月から2023年8月までのMUSTの活動計画の決定。議論の概要は資料10の通りである。

### 4.8.3 第5回会議

MoEはJICAと協力し、2023年5月9日、第5回合同調整委員会を開催した。会議では以下議題について議論された。1) 2022年12月から2023年4月までのMUSTの進捗状況の確認、2) 2023年5月から2023年8月までのMUSTの活動計画の決定。議論の概要は資料11の通りである。

### 4.8.4 第6回会議

MoEはJICAと協力し、2023年7月24日、第6回合同調整委員会を開催した。会議では以下議題について議論された。1) 「MUSTモニタリング評価活動報告書」の確認、2) 「プロジェクト業務完了報告書」の確認、3) プロジェクト成果の確認、4) MUSTの後の展望に関する協議。この会議でMUSTプロジェクトは正式に終了した。議事録は資料12の通りである。

## 5 プロジェクトの達成度

これまで第4章では、MUSTがPDMの仕様に沿って行った活動をまとめた。これらの活動は5つの成果、ひいてはプロジェクトの目標を達成するためのものであった。そこで本章では、PDMに明記された指標に関して、プロジェクトの目標と成果がどれだけ達成されたかを評価する。さらに、5.5節では、OECD DACの評価基準（妥当性、整合性、有効性、効率性、インパクト、持続性）に照らして評価した結果を示す。

### 5.1 プロジェクトの目標および成果

プロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）では、プロジェクトの目標および成果を以下のように定めている。

スーパー・ゴール	数学の学習成績が向上する
上位目標	新数学カリキュラムに基づく教育活動が推進される
プロジェクト目標	新数学カリキュラムに基づく教育活動が導入される
成果1	数学カリキュラム文書（フローチャート、ミニマム・ラーニング・コンピテンシー、及びシラバス）の質が保証される
成果2	高校数学授業の現状分析の結果に基づく技術的な提言が9-12年生の教科書作成方針及びモニタリング評価の方針に反映される
成果3	1-8年生用算数教材の作成能力が技術的ワークショップを通じて向上する
成果4	9-12年生用数学教科書の内容の質が改善される
成果5	モニタリング評価の結果に基づき9-12年生用数学教科書の活用を図る戦略が提案される

### 5.2 評価指標

各目標、成果には、以下の評価指標が設定されている。

スーパー・ゴール	数学の国家試験の結果が、2020年の結果と比べて改善される
上位目標	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 新カリキュラムの完全実施後、9-12年生の数学新教科書が配布され、75%以上の高等学校で使用される</li> <li>2. エチオピアの9-12年生を対象とした学習改善戦略が策定される</li> <li>3. 新カリキュラムの完全実施後、全州で新シラバスに基づく1-8年生の新数学教科書が州教育局により作成される</li> </ol>
プロジェクト目標	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 9-12年生の新数学教科書がMoEによって承認される</li> <li>2. エチオピアの学習改善戦略案が州関係者に提示される</li> <li>3. 技術ワークショップ参加者の60%が、ワークショップで学んだ知識を1-8年生の教科書開発に応用する</li> </ol>
成果1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. MoEによって3つのカリキュラム文書が承認される</li> </ol>
成果2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 教科書ドラフト改訂の5つの方向性（視点）がMoEによって承認される</li> </ol>
成果3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 技術ワークショップ参加者の60%が、1-8年生の数学教科書開発に応用できる教科書開発のための新しい知識を学ぶ</li> </ol>

- 成果 4**
1. 教科書ドラフト・ゼロと比べ、教科書最終版には改善が見られる
  - 1-1. レイアウト、数式、図、グラフなどの点で、100%の単元／小単元が修正・改善されている
  - 1-2. 100%の単元／小単元が「ユニタイゼーション」された構成になっている
  - 1-3. 評価問題（基本問題）が演習問題に含まれる
- 成果 5**
1. 新教科書を使用する場合に、生徒は1授業で10分以上演習問題を解く時間が与えられる
  2. 新教科書と MUST の介入を受けたパイロット校の数学アチーブメント・テストとユニット・エンド・テストの結果が、旧教科書を使用するノンパイロット校よりも良好となる
  3. エチオピアの学習改善戦略案が提案される

### 5.3 MUST の成果

上記スーパー・ゴール、上位目標、プロジェクト目標は、MUST が達成を目指してきたことを表すにはいささか抽象的である。より具体的に言えば、MUST は基本的に 1-12 年生のカリキュラム文書と 9-12 年生の教科書および教員用指導書の質を保証するために CDID への支援を追求してきた。4 年半に亘る実施を経て、MUST は主に 3 つの成果を上げた。

- 1) A-D-E-E 構造の教科書および授業の導入に成功（エチオピアで初めての試み）<sup>13</sup>
- 2) 構造化された教科書と授業が生徒の数学の成績を向上させることを実証
- 3) 教員が新教科書を使って A-D-E-E 授業を行うための参考資料一式を開発し、全国に紹介

新教科書が全国的に活用され、新しい教授法が広く実践され、生徒の数学の成績が向上することが望まれる。

### 5.4 評価指標からみる達成度

以下は、指標ごとに評価された、プロジェクトの各目標、成果の達成度要約である。

#### 5.4.1 スーパー・ゴール

要約	指標	達成度
数学の学習成績が向上する	数学の国家試験の結果が、2020 年の結果と比べて改善される	- 10 年後に検証される

#### 5.4.2 上位目標

要約	指標	達成度
新数学カリキュラムに基づく教育活動が推進される	1. 新カリキュラムの完全実施後、9-12 年生の数学新教科書が配布され、75%以上の高等学校で使用される	- 3-5 年後に検証される
	2. エチオピアの 9-12 年生を対象とした学習改善戦略が策定される	- 戦略案ドラフト済み：3 年後に検証される
	3. 新カリキュラムの完全実施後、全州で新シラバスに基づく 1-8 年生の新数学教科書が州教育局により作成される	- 達成

<sup>13</sup> CDID 局長は 2022 年 11 月の JICA 理事との会談で、物理学の教科書にも A-D-E-E の構造を適用すると述べた。

## 5.4.3 プロジェクト目標

要約	指標	達成度
新数学カリキュラムに基づく教育活動が導入される	1. 9-12年生の新数学教科書が MoE によって承認される	- 達成
	2. エチオピアの学習改善戦略案が州関係者に提示される	- 達成（4.6.10 節参照）
	3. 技術ワークショップ参加者の 60%が、ワークショップで学んだ知識を 1-8 年生の教科書開発に応用する。	- 達成（4.4.4 節参照）

## 5.4.4 成果 1

要約	指標	達成度
算数・数学カリキュラム文書（フローチャート、ミニマム・ラーニング・コンピテンシー、及びシラバス）の質が保証される	1. MoE によって 3 つのカリキュラム文書が承認される	- 達成（4.2.3 節参照）

## 5.4.5 成果 2

要約	指標	達成度
高校数学授業の現状分析の結果に基づく技術的な提言が 9-12 年生の教科書作成方針及びモニタリング評価の方針に反映される	1. 教科書ドラフト改訂の 5 つの方向性（視点）が MoE によって承認される	- 達成（4.3.3 節参照）

## 5.4.6 成果 3

要約	指標	達成度
1-8 年生用算数教材の作成能力が技術的ワークショップを通じて向上する	1. 技術ワークショップ参加者の 60%が、1-8 年生の数学教科書開発に応用できる教科書開発のための新しい知識を学ぶ	- 達成（4.4.4 節参照）

## 5.4.7 成果 4

要約	指標	達成度
9-12 年生用数学教科書の内容の質が改善される	1. 教科書ドラフト・ゼロと比べ、教科書最終版には改善が見られる	- 達成
	1-1. レイアウト、数式、図、グラフなどの点で、100%の単元／小単元が修正・改善されている	- 達成
	1-2. 100%の単元／小単元が「ユニタイゼーション」された授業構成になっている	- 達成
	1-3. 評価問題（基本問題）が演習問題に含まれる	- 達成

## 5.4.8 成果 5

要約	指標	達成度
モニタリング評価の結果に	1. 新教科書を使用する場合に、生徒は 1 授業で	- 約 45% の授業で

基づき 9-12 年生用数学教科書の活用を図る戦略が提案される	10 分以上演習問題を解く時間が与えられる	達成（4.6.5 節参照）
	2. 新教科書と MUST の介入を受けたパイロット校の数学アチーブメント・テストユニット・エンド・テストの結果が、旧教科書を使用するノンパイロット校よりも良好となる	- 達成（4.6.8 節および 4.6.9 節参照）
	3. エチオピアの学習改善戦略案が提案される	- 達成（4.6.11 節参照）

## 5.5 OECD DAC 評価基準に照らした評価

OECD DAC の評価基準は妥当性、整合性、有効性、効率性、インパクト、持続性の 6 項目である。プロジェクトの成果はこれら 6 つの基準に関して評価され、「非常に高い」、「高い」、「低い」、「非常に低い」のいずれかで示すことにする。以下は評価結果の概略である。

### 5.5.1 妥当性

妥当性は非常に高い。

MUST プロジェクトは、MoE がおよそ 10 年ぶりに新たなカリキュラム全面改訂を開始するという歴史的な試みを支援するために、2018 年に構想された。MoE にはこの大規模な任務を遂行または監督するのに十分な人数の適格な専門家がいなかったが、海外ドナーに業務を代行してもらうことは望んでいなかったため、技術協力プロジェクトとしての MUST プロジェクトは MoE が必要とする技術支援を提供するのに適した手段であった。プロジェクトは、1-12 年生の数学カリキュラム文書、および 9-12 年生の数学教科書と教員用指導書において、MoE を支援し、質を保証することに成功した。

### 5.5.2 整合性

整合性は非常に高い。

カリキュラムと教科書の開発は、JICA の「学びの改善のための総合的なアプローチ」の 2 大要素である<sup>14</sup>。「学びのサイクル」の 4 つの分野のうち、エチオピアに関する限り、JICA はすでに現職教員研修（SMASEE）と学力評価の改善（LAMS）のプロジェクトを実施しており、その成果を基に今回の MUST プロジェクトが立ち上げられ、「学びのサイクル」が完成した。この MUST プロジェクトは、SDGs の目標 4 「すべての人にインクルーシブかつ公正な質の高い教育を確保し、生涯学習の機会を促進する」にも貢献する<sup>15</sup>。この目標を達成するための JICA の優先的な取り組みのひとつが「子どもたちの学びの改善」であり、JICA は「①カリキュラム、②教科書・学習教材、③授業、④学力評価（アセスメント）の一貫性」に注意を払う。カリキュラム改訂で MoE を支援したもうひとつの開発パートナーは、UNICEF である。UNICEF の支援と MUST プロジェクトは相互に調和しており、UNICEF は全教科のカリキュラム開発全般を扱い、MUST は数学の非常に技術的な側面だけに焦点を当てた。エチオピアで初めて A-D-E-E 構造を推進するにあたり、MUST プロジェクトは国際的な整合性を確保するため、他の開発パートナーの出版物に記録された経験や結果を参考にした<sup>16</sup>。

<sup>14</sup> 「子どもが基礎的な学力と、自ら学び考える力を身につけられるよう、従来の教員能力強化中心のアプローチから、図 2 に示す「学びのサイクル」を強化していく学びの改善のための総合的なアプローチへと発展させる。すなわち、①カリキュラム、②教科書・学習教材、③授業、④学力評価（アセスメント）の一貫性を持たせ、「学びのサイクル」を強化する。具体的には、①系統性・継続性のあるカリキュラムへの開発・改訂支援、②カリキュラムとの整合性を確保した教科書及び子どもの基礎学力を身に付けるための学習教材、③教員養成、現職教員研修を通じた教員の職能開発及び教師用指導書の開発・改訂の支援、④カリキュラム・教科書・授業と一貫性のあるアセスメントの改善を支援し、総合的なソリューションを提供する。」独立行政法人国際協力機構。(2015). *JICA 教育協力ポジションペーパー*. pp.6-7.

<sup>15</sup> 独立行政法人国際協力機構。(n.d.). *JICA 教育協力ポジションペーパー*. p.1.

<sup>16</sup> UNICEF. (2020). *Structured pedagogy: For real-time equitable improvements in learning outcomes* (UNICEF Eastern and Southern Africa Working Paper 2020). Nairobi: UNICEF Eastern and Southern Africa Regional Office <https://www.unicef.org/esa/media/7511/file/ESA-Structured-Pedagogy-2020.pdf> より取得  
USAID. (2019). *Promoting successful literacy acquisition through structured pedagogy*. Chevy Chase, MD: Global Reading Network.

### 5.5.3 有効性

有効性は高い。

プロジェクト目標である「新数学カリキュラムに基づく教育活動が導入される」は、アディス・アベバの3つのパイロット校で達成された。これらの学校では、MUSTプロジェクトは9-10年生新教科書のパイロットを行い、大きな効果を上げただけでなく、新教科書を使った授業を改善するための様々な活動も行った。しかし、この成果には2つの留保がある。

第一に、MUSTプロジェクトが新教科書のコピーをパイロット校に配布したため、パイロットは予定通り完了した。MoEは、その計画にもかかわらず、理由は不明だがパイロット用の新教科書を配布することができなかった。このため、PDMに明記された重要な前提の一つである「新数学カリキュラムに基づく指導・学習用教材は、教員や生徒にとって利用可能なものである」は満たされなかった。MUSTプロジェクトの緊急対応により、3校のパイロット校でのパイロット活動が可能となった。

第二に、パイロット校でMUSTが試みたすべての活動が可能であると証明されたわけではない。この試みは、エチオピアの教育行政に内在する制度的な問題も明らかにした。したがって、当初の構想に調整を加え、その結果を「A-D-E-Eパッケージ」としてまとめ、新しい教科書の活用を改善するための戦略としている。これら調整した結果については、実際に、その実践可能性をさらに検証する必要がある。

### 5.5.4 効率性

効率性は高い。

プロジェクトのコストと期間に関しては、当初の計画から大きな増加はなかった。その意味で、全体的な効率性は非常に高いと判断できる。

しかし、以下2つの側面を考慮しなければならない。ひとつは、MoE側からの投入が不十分なことである。MUSTプロジェクトのために働くカウンターパートの人材は限られていた。そもそも教科書開発者はすべて外部から起用されたものであり、MoEからは一人も働いていない。また、CDID以外の専門家の関与はプロジェクトを通して積極的ではなかった。その結果、日本人専門家からエチオピアの専門家への技術的なインプットは決して十分な効果を上げることはできなかった。

もうひとつは、前回のPDMで規定された成果との関係である。MoEの方針転換により、PDMは第1期終了間際に全面改訂された。その結果、第1期の主な成果物であった1, 4, 7年生のサンプル授業補助教材は、第2期では十分に活用することができなかった。そのため、この事業に投入されたリソースは一部無駄になってしまった。

このような留保はあるが、プロジェクトの全体的な効率性は高いと判断すべきである。しかし、コストに関して言えばMUSTプロジェクトは全体として効率性が非常に高く、新型コロナウイルスと北部の治安情勢のために約2年間続いた非常に困難で異例な状況下でも、追加投入をあまりせずにPDMで指定された通りの成果を達成した。

### 5.5.5 インパクト

インパクトは高い。

MUSTプロジェクトはアディス・アベバの3つのパイロット校以外ではほとんど活動を行っておらず、新教科書はまだ全国に配布されていない。したがって、上位目標「新数学カリキュラムに基づく教育活動が推進される」が、MUSTのパイロット校3校以外で達成されたのか、あるいは達成されるのかを判断することは不可能であり、時期尚早である。とはいえ、MUSTプロジェクト終了後、MoEが計画通りに教科書を配布し、州教育局がMUSTによって開発された「A-D-E-Eパッケージ」を活用して数学教員を適切に訓練すれば、エチオピア全国で上位目標を達成できると予想され

[https://www.edulinks.org/sites/default/files/media/file/Structured%20Pedagogy\\_REACH%20Nov%202019.pdf](https://www.edulinks.org/sites/default/files/media/file/Structured%20Pedagogy_REACH%20Nov%202019.pdf) より取得

Molina, E., Pushparatnam, A., Rimm-Kaufman, S., & Wong, K.K. (2018). Evidence-based teaching: Effective teaching practices in primary school classrooms (Policy Research Working Paper 8656). World Bank Group.

<https://documents1.worldbank.org/curated/en/552391543437324357/pdf/WPS8656.pdf> より取得

る。上位目標が達成されれば、スーパー・ゴールである「数学の学習成績が向上する」も達成される可能性が高い。

しかし、以下のように述べるのが穏当であろう。確かに MUST によって開発された 9-10 年生の新教科書は、同じく MUST によって開発された新しい教授法と組み合わせることで、数学における生徒の達成度を向上させることができることが実証された。MUST パイロットに関する限り、このプロジェクトは非常に効果的であり、統計的有意差が出るなど、予想以上の効果が証明された。ただし、新教科書（11-12 年生教科書を含む）が、環境の大きく異なるアディス・アベバ以外の地域でも有効かどうかはまだ定かではない。この点については、新教科書が配布され、エチオピア全国の高等学校で使用される 2023/24 年に評価されるべきである。

### 5.5.6 持続性

持続性は高くも低くもない。

持続性の観点から最も重要な 4 つの要素は、1) 教科書印刷のための予算、2) 教員研修のための予算、3) 教員研修と継続的な専門能力開発のための技術支援、4) 新しい概念を全国に広めることのできるエチオピア人材、である。

MoE は、生徒 4 人に対し教科書 1 冊の割合で初回分を印刷する予算を確保し、残りは段階的に印刷する予定である。新教科書が全国にプラスの効果をもたらすためには、生徒 3 人に教科書 1 冊という比率をできるだけ早く実現することが強く推奨、期待される。JICA は、限られた金額ではあるが、この取り組みに資金面で貢献する意向である。

教員研修の実施責任者である州教育局は、一致してそのための予算不足を訴えている。予算不足のために教員研修が縮小されれば、新しい教授法は教員に十分に導入されず、新教科書の影響も必然的に限定的になるだろう。この点において MoE による財政支援が必要であり、強く期待される一方、州教育局は自らの予算の範囲内で可能な費用対効果の高い活動を考え出す必要がある。

教員研修と継続的な専門能力開発のための技術的支援は、MoE と MUST に参加するエチオピア人材からも提供されるべきである。MoE、特に TELDA は、新年度以降に州教育局を支援する人材を動員する責任を負うべきである。技術支援の一部は、MUST の後を継ぐ新たな JICA アドバイザーが提供することも可能である。

現地人材は 3 つのグループに分けられる。最初のグループは数学教員（校長を含む）である。MUST パイロット校 3 校の約 50 人の教員は、少なくとも A-D-E-E 構造化授業について知っており、約 20 人の 9-10 年生教員は、程度の差はあれ、新しい教授法を実践している。そのうちの何人かは、新しい教授法のトレーナーに適任である。

第二のグループは、国や州レベルの教育関係者である。彼らの MUST プロジェクトへの関与は様々な理由から非常に限定的であった。しかし、MUST のモニタリング活動に積極的に参加した少数の関係者に与えた影響は非常に大きいと評価できる。また、MUST の最後の活動の 1 つとして開催された 2023 年 7 月の全国経験共有ワークショップから判断すると、州教育局の職員は各州で新教科書と新しい教授法を普及させることに強い意欲を持っていると見られる。したがって、これら教育関係者がプロジェクトの成果を普及させるための積極的な人材となることを期待できるだろう。

第三のグループは、PDM には記載されていないが、18 名の教科書開発者である。彼らはこのプロジェクトの正式なカウンターパートではないにもかかわらず、MUST プロジェクトで「ユニティゼーション」と「A-D-E-E 構造」の概念を深く理解したことで、大きな恩恵を受けた。もし次に教科書改訂（およびカリキュラム改訂）の機会があれば、彼らの多くはその機会を積極的に活かそうとするだろう。彼らは、一方では新教科書（とカリキュラム）を改訂することができ、他方ではトレーナーとして動員することができる、有能なエチオピア人専門家の候補となっている。

このように資質のある人材はいるが、彼らと研修生を動員するための予算がまた主な制約となる。

全体として、達成するのが最も難しい側面である持続性は、制度に内在する根深い制約に阻まれつつも、いくつかのポジティブなヒントを示している。したがって、我々の判断できる限りでは、持続性は高くも低くも評価されない。



## 6 今後の課題

こうして MoE は、CDID の主導の下、2019 年に開始したカリキュラム改訂を達成した。それは、幼稚園から 12 年生までの全学年・全教科を対象とする、広範囲で大規模な取り組みであった。MUST に関する限り、MUST の主な対象である 9-12 年生の新数学教科書と教員用指導書は、現行教科書と指導書から各段に改善されたと判断できる。しかし、カリキュラム改訂が成功しても、MoE の努力はそこで終わるべきではない。今後数年間に MoE が取り組むべき新たな課題がいくつか残っている。新しく改良された教科書と教員用指導書を手にして、MoE は次にどのような課題に取り組むべきなのか。以下、いくつかを詳述する。

### 6.1 教科書の配布

教科書配布に関わる数字は膨大である。2021/22 年度、高等学校（9-12 年生）には 386 万 7,463 人の生徒が在籍していた。9-10 年生は 12 科目、11-12 年生は 10 科目を履修した。高等学校レベルでは、全国で約 2,400 万冊の教科書が登録されており、生徒 1 人当たり平均 6.3 冊の教科書を所持していることになる。数学に関しては、全国で 229 万 6,162 冊の教科書が配布されており、教科書-生徒比率は 0.6 であった<sup>17</sup>。高等学校入学者数は着実に増加しており、過去 5 年間の年平均増加率は 9.7% であった<sup>18</sup>。つまり、理論的に言えば、毎年全教科合わせて約 400 万冊の教科書が追加で必要になる。財政的な負担は甚大である。

全教科の現行教科書を 2023 年 9 月に一齐に新教科書に置き換える必要があるため、MoE はそのために相当な予算と時間が必要となる。しかし、さまざまな制約を考慮すると、数年かけて徐々に新教科書を提供するのが現実的な方法であろう<sup>19</sup>。MUST パイロット校が証明したように、生徒 3 人に教科書 1 冊の割合（1:3 TPR）が最低限受け入れられる基準と考えられる<sup>20</sup>。MoE が当初予算の制約から生徒 4 人に教科書 1 冊の割合（1:4 TPR）を目指すのであれば、一時的な措置としては受け入れるべきだが、あらゆる手段で増刷を追求しなければならない。

### 6.2 教科書以外の MUST 成果物の活用

MUST プロジェクトは、教科書と教員用指導書以外にいくつかの重要な成果物を生み出した。「ルーブリック」と「A-D-E-E パッケージ」であり、どちらも教員を対象として教材を補完するものである。

ルーブリックは、教員が日々の授業を振り返るためのツールである。また、学校管理職、視学官、行政官が授業を観察・評価する際にも使用することができる。MUST モニタリングの期間に、ルーブリックは主に日本人専門家の支援を受けながら教員に試用された。しかし、残念ながら学校管理職や視学官がルーブリックを使って自ら授業観察を行うことはあまりなかった。今後、ルーブリックを用いた授業観察がエチオピア側で日常的に実施されることが期待される。

A-D-E-E パッケージ（「学習改善のための構造化授業と MUST パイロット校における好事例」）は、MUST が教科書の補助教材（単元計画、ユニット・エンド・テスト）として、または教員の活動を支援する教材（研修教材、ルーブリック、数学教科会トピック）として開発した教材集である。これらはすべて、教員が A-D-E-E 構造化授業をよりよい方法で行うことを支援するためのものである。新教科書が 2023 年 9 月に正式に使用開始されれば、これらの教材はエチオピア全国の数学教員から大きな需要があるだろう。州教育局、ゾーン、ワレダはこのパッケージを最大限に活用し、A-D-E-E アプローチに慣れていない教員を支援すべきである。

<sup>17</sup> Ministry of Education. (2023). *Education statistics annual abstract, 2021/22*. pp.47, 54, 55. なお、ここにはティグライ州のデータは含まれていない。

<sup>18</sup> *Ibid.* p.46.

<sup>19</sup> MoE は、その意図にもかかわらず、全国 84 校のパイロット校で使用される 9-10 年生数学教科書をパイロットに提供することができなかった。理由は明らかではないが、現地の印刷会社の操業能力の限界が主な原因ではないかと推測される。

<sup>20</sup> この数字は、エチオピアの学校では通常、1 つの机に 3 人の生徒が一緒に座るといった一般的な事実から導き出されたものである。

未来の教員に A-D-E-E アプローチに慣れ親しんでもらうため、CTE の学生に通常の課程で A-D-E-E アプローチを紹介することが推奨される。その際、ルーブリックとその使い方も紹介するべきであろう。TELDA/MoE は、改訂された CTE カリキュラムにこれらのトピックを含めることを検討できるだろう。

### 6.3 教授法の改善

#### 6.3.1 黒板にすべてを書くのをやめる

パイロット活動のモニタリング評価で多くの授業で観察されたように、教員は生徒に教科書を参照させることなく、すべてを黒板に書く傾向がある。このような方法では、教員が黒板に書き、生徒がそれをノートに書き写すために、授業時間の相当部分が浪費されることになり、生徒の学力に悪影響を及ぼす<sup>21</sup>。教員がこのような指導法を続ける限り、新教科書のプラス効果は極めて限定的なものになるだろう。

この現状を打破するのは非常に難しいようである。言うまでもなく、これを是正するための前提条件は十分な数の教科書が生徒に配布されることである。しかし、MUST パイロット校の何人かの教員が示すように、教科書のコピーが各生徒の机に 1 冊ずつ用意されていても「悪い習慣」はなかなかなくなる。おそらく、この悪癖を克服するには、教員が黒板にすべて書くことを控え、代わりに明確な指示とともに生徒に教科書を参照させる練習が必要なのだろう。

どのように対処すべきか？

この「悪い習慣」を克服するために有効な方法のひとつが、教師が板書計画を作成することであろう。板書計画とは、教員が授業ごとに、黒板にどのような内容を書くか（あるいは、どのような内容は書かないか）という計画を立てることである。板書計画は、生徒が黒板を写す時間を最短にするために、できるだけ簡潔であるべきである。必要最小限の文言、表現、図だけ記載すべきである。良い板書計画を作成するには、ある程度の訓練が必要である。そのために、いくつかの研修教材が開発され、「A-D-E-E パッケージ」に収められている<sup>22</sup>。州教育局が実施する導入研修やフォローアップ研修では、これらの教材の活用が強く推奨される。

#### 6.3.2 生徒に与えた時間をより有効に使う

授業観察の結果、数学教員の約半数が、1 回の授業で 10 分以上、生徒が自分で演習問題を解く時間を日常的に設けていることがわかった。これ自体は称賛に値する結果であるが、別の問題も浮上している。教員は（そして生徒も）、生徒に与えられた時間を十分に有効に使えていないのである。よく見受けられる事例は以下の通りである。

- 教員は課題を終えた生徒のノートだけをチェックし、他の生徒は放置する
- 教員がクラス全体に解答を示さない
- 教員が一つの問題に長い時間をかけすぎる
- 教員が学習の速い生徒に与える問題が少なすぎる
- 生徒の大半は与えられた問題を自分で解こうとせず、教員や他の生徒が答えを示してくれるのを待つだけで、教員も解くように促さない

このようなやり方を続ける限り、生徒の自立的な活動のために与えられた時間が意図する効果は抑制されることになるだろう。生徒の自力問題解決に少なくとも 10 分を与えることは第一歩であり、その時間を生徒全員がよりよく理解するために有効に活用することが、先に進むべき第二のステップなのである。

<sup>21</sup> 教科書を持っている生徒が少なかった頃には、この方法が必要だったのは事実である。しかし、多くの教員は、より多くの生徒が教科書を利用できるようになっても、日常的にこの方法を続けている。

<sup>22</sup> 「4-2. [Induction] Let's prepare ADEE lesson using Unit Plans!」フォルダ内の 6 つのパワーポイントを参照。

## どのように対処すべきか？

教員がそのような方法を正すことは、それほど難しいことではないかもしれない。はじめは「20 対 20 の原則」を知らない教員が多いのだから、生徒一人ひとりの理解を促すために与えられた時間をどのように活用すればよいのかわからないのは当然だろう。上記 5 つのよくある悪い習慣は、教員が問題点を明確に認識し、日々の授業の中で意図的に修正すれば、簡単に克服できるかもしれない。もちろん、まずは問題点を自覚する必要がある。教員に問題意識を持たせるには、研修が唯一かつ最善の方法になりうる。一度問題点を認識すれば、研修で得られる指導法に関する具体的なヒントをもとに、実践を変えることができるからである。

この点に関しても、ルーブリックは教員の指針となる。「自力問題解決時間の質」(No.7、8、9) の 3 つの基準はこの問題点を扱っている。ルーブリックを使って定期的に授業を振り返ることで、教員は常に問題点を認識し、生徒の時間をより効果的に使う授業へと改善することができる。

最後に述べた、解答が与えられるのを待つだけの生徒の問題は、教員による特別な対応が必要である。そのような生徒に自身の力で問題を解くように促し、さらにそれを習慣化させるためには、教員は常に例題とそれに対応する演習問題を対で扱い、生徒に例題で説明した方法を適用して演習問題を解くよう促す必要がある。教員は、この基本的な実践を、生徒が習慣として行うようになるまで、学年の最初の授業から一貫して繰り返すべきである。この点は、A-D-E-E 構造化授業の重要な要素であり、導入研修とそのフォローアップで教員に説明し、訓練すべきである。

### 6.4 A-D-E-E 構造化の制度化

MUST は、新教科書が A-D-E-E 構造化の新しい教授法と組み合わせられた場合、生徒の成績を向上させることを限定的ではあるが証明した。この評価が、2023/24 年にかけて新教科書が全面的に実施された後も維持されれば、MoE はエチオピアで A-D-E-E 構造化を制度化することを検討していいと思われる。

その制度化のために必要な最初のステップは、カリキュラム・フレームワークの中で、A-D-E-E 構造化を、原則としてまた適切な場合には、全学年全教科に採用すると宣言することであろう。高校生の数学の成績が全体的に低いことを考えれば、小学校の数学教科書にこの構造化を採用することは決定的に重要であろう。今は新しい初等教科書が出版されたばかりであるため、初等教科書に A-D-E-E 構造化を採用することは必然的に長期的な課題となるが、それが実現すれば小学校・高校両レベルの生徒の学力に大きな影響を与えるだろう。

### 6.5 教科書のスリム化<sup>23</sup>

9-12 年生の新数学の教科書は分厚い。以前の教科書よりも分厚い。分厚い教科書には以下 3 つの欠点がある。

1. 持ち運ぶには重く、生徒たちが授業に持ってこない
2. 教員が 1 年以内に内容を終えることができない
3. 分厚い教科書は印刷・配布費用が高くつく

生徒たちは概して、分厚く重い教科書を毎日学校に持っていくことを好まない。生徒が教科書を持たずに授業に臨むので、教員は教えるべきことをすべて黒板に書かなければならない。そして、生徒たちは熱心に黒板を写す。こうして、授業時間の多くが書き写しに費やされてしまっている。エチオピアの生徒の数学の成績が低いのは、少なからず、これが原因となっているだろう。

教科書が分厚くなっている理由のひとつは、数学の場合、年間 156 の授業時間数（週 4×39 週）

<sup>23</sup> 本節は “Report on the Pilot Monitoring and Evaluation” の 8.3 節 Potential Benefits of Slimmer Syllabi and Textbooks からの抜粋である。

を想定していることである<sup>24</sup>。シラバスはすべてこれを前提としている。しかし現実には、この数は教員がふつう確保できる1年間の授業時間数をはるかに上回る。MUST日本人専門家チームが教員や学校へのインタビューから収集した情報から判断すると、120がより妥当な授業数である。実際、現行教科書を使っても、ほとんどの教員は学年末までにすべての内容を終えることができず、いくつかの内容をぞんざいに教えざるを得ない。年間120という現実的な授業時間数を想定するのであれば、シラバスを全面的に改訂し、教科書の内容を大幅に減らさなくてはならない。コンパクトな教科書であれば、教員は決められた授業時間数で、それほど急がずとも、終わらせることができる。それがひいては生徒の理解度を高めることになるのである。

分厚い教科書は、MoEにとって薄い教科書よりも印刷や配布にかかる費用が大きい。もし分厚い教科書が生徒の学習を妨げるのであれば、MoEは生徒が数学をよりよく理解するのを妨げるために余分な予算を費やしていることになる。この逆説は避けなければならない。

薄い教科書の潜在的な利点は、意図せず検証されることとなった。2022年9月に9-10年生の新教科書パイロットが始まった後、MUST日本人専門家チームが新教科書を部分的にコピーし、パイロット校3校の生徒に配布することとなった。これは薄い教科書に関する意図せざる実験となった。観察した授業では、生徒たちはわずか数ミリの厚さのコピーを好んでいるようで、授業中もそれを机の上に広げていた。最初のうちは、ほとんどすべてのコピー（1クラスにつき20-25部）が授業に持ち込まれ、教員が指示することなく参照されていた。薄い教科書の方が、生徒が学校に持参し、授業で使用される確率が高いことを示している。

### どのように対処すべきか？

教科書を薄くするためには、3つのアプローチが必要である。

第一に、**カリキュラム・フレームワーク**を改訂し、年間授業時間数（156）をより現実的な数（120程度）に減らす必要がある。MUST日本人専門家チームは、2021年初頭に初めてカリキュラム文書をレビューして以来、この必要性を繰り返し指摘してきた。

第二に、**シラバス**の全面改訂である。120程度の授業時間数に収まるようにするためには、現在の内容を見直す必要がある。

第三に、次のような方法で**教科書**のページ数を減らすことができる。

#### 1. レイアウト

ページのレイアウトを整理することで、新教科書に散見される不必要なスペースをさらに最小限に抑えることができる。

#### 2. グラフ、図、表

グラフ、図、表を必要最小限のサイズに縮小することで、スペースを節約することができる。

#### 3. 例題

いくつかの授業では、1回で3つ以上の例題が挙げられている。実践的な視点から言えば、1回の授業で3つ以上の例題を教員が説明することは不可能である。しかし、そのような「過剰」な例題を削除するためには、まずシラバスを修正する必要がある。なぜなら、それらの例題はすべて、シラバスで与えられた何らかの仕様に対応するものだからである。その意味では、「無駄な」例題はないのである。とはいえ、この調整を完全に実行できれば、新教科書のページ数を非常に効果的に減らすことができる。

教科書のスリム化による潜在的メリットは非常に大きい。次回改訂時には、MoEがカリキュラム・フレームワークやシラバスを熟慮し、教科書の開発により多くの時間を費やすことを強く推奨する。薄い教科書を実現するためには、これらのことは性急に行われるべきではないのである。

分厚い教科書の問題点を克服するための部分的かつ暫定的な救済策として、教員が**指導内容一覧表（List of Contents）**を活用することを強く推奨する。この表に従えば、教員はどの授業（または

<sup>24</sup> Ministry of Education. (2020, December). *General education curriculum framework*. p.44, pp.48-51.

トピック）が生徒にとって最低限習得しなければならないかを簡単に特定することができる。120の「必須」授業に時間を集中させることで、教員は1年以内に教科書を終了させることができ、その結果、生徒の理解度を向上させることができる。MUSTは2023年7月にこの指導内容一覧表をすべての州教育局に配布し、エチオピア全国の教員が年間指導計画を立てる際に参照することを期待している。

## 6.6 カリキュラム・フレームワークおよびシラバスの改訂

カリキュラム・フレームワーク最新版（アムハラ語、2022年5月時点）では、学校の時間配分が次のように規定されている。

### 9-10年生

- 年間 39 週 (p. 43)
- 1 時限あたり 40 分 (p. 46)
- 1 日 6 時限 (p. 46)
- 1 週間の総授業数 30 (p. 46)
- 1 週間の数学授業数 4 (p. 47)
- 数学の年間総授業数 156 (= 4 x 39)
- 数学の年間総授業時間 104 時間

### 11-12年生

- 年間 39 週 (p. 43)
- 1 時限あたり 45 分 (P.48)
- 1 日 7 時限 (48 ページ)
- 1 週間の総授業数 35 (p. 48)
- 1 週間の数学授業数 4 (p. 48)
- 数学の年間総授業数 156 (= 4 x 39)
- 数学の年間総授業時間 117 時間

このように、9年生と10年生で総授業数は変わらないが、2021年以降に国内で広まっているさまざまな困難な状況に適応するために、総授業時間は大幅に削減された（11%減）。しかし、この変更は9-10年生のシラバスや教科書には反映されていない。シラバスや教科書は、「1時限あたり45分」「年間156時限」という当初の仕様のままである。この食い違いは懸念すべきものである。

### どのように対処すべきか？

カリキュラム・フレームワークでは、年間39週の授業時間を標準として想定している。MUST日本人専門家チームが行ったインタビューによると、ほとんどの学校・教員は、突然の学校行事などのために、これだけの週を授業に確保することができない。調査によると、より現実的な数字は年間30週である。したがって、この数字（39）をより現実的な数字（30）に修正することが推奨される。MUST日本人専門家チームは、今後の改訂の基準として以下の枠組みを提案する：

### 9-12年生

- 年間 **30** 週
- 1 時限あたり 45 分
- 1 日 7 時限
- 1 週間の総授業数 35
- 1 週間の数学授業数 **4**
- 数学の年間総授業数 **120** (= 4 x 30)
- 数学の年間総授業時間 90 時間

言うまでもなく、シラバスや教科書の内容は、年間 120 時限、90 時間で教えられるように厳選され、削減されなければならない。

様々な理由で二部制の学校運営が依然として必要な場合は、上記の標準的な枠組みを適宜変更することができる。その場合でも、より薄い教科書は、生徒が数学をよりよく理解するために、教員にとっても生徒にとっても大きな助けとなるだろう。

新教科書のベースとなるシラバスは、2021 年の非常に短い期間で作成され、最終化された。そのため、最終的なシラバスは、シラバス作成者に課せられた厳しい時間的制約のために、多くの欠点や欠陥が残されたままであった。高等学校レベルに関する限り、現行のシラバスの最も大きな欠点は、扱う内容が多すぎる、かつ、高度すぎることである。これが分厚く難しい教科書の主な原因である<sup>25</sup>。

現行シラバスを改訂する場合、教科書をスリム化し、生徒にとって使いやすいものにするためには、次の 2 点を考慮する必要がある。

### 1. 「高度すぎる」「不要な」内容を除外する

どの内容をどの学年で教えるかについての最終的な判断は、MoE またはその委託を受けた機関が行うべきである。しかし、MUST 日本人専門家チームは以下の主観的な提案を行いたい。高等学校レベルの数学から省いてよいと判断される単元は以下の通りである。

- G10 Reciprocal trigonometric functions (csc, sec, cot) [Unit 4]  
Frustum [Unit 6]
- G11 Power functions  $f(x)=x^{(m/n)}$  [Unit 1]  
Signum function [Unit 1]  
Greatest integer function [Unit 1]  
Identity function [Unit 1]  
Deciles and percentiles of grouped data [Unit 7]
- G12 Coefficient of quartile deviation [Unit 3]  
Coefficient of mean deviation [Unit 3]  
Measurements of skewness [Unit 3]  
Introduction to linear programming [Unit 4] (can be better integrated into G9 Unit 4 Solving Inequalities)  
Mathematical applications in business [Unit 5]

### 2. 過度の重複を避ける

現在の高等学校シラバスのシステムには、多くの重複（繰り返し）が含まれている。代表的な例は以下の通りである。

Relations and Functions 10 年生 および 11 年生

Statistics 9 年生、11 年生 および 12 年生

それぞれの単元が扱うトピックは無論異なるが、同じ内容が「復習」として繰り返されることが多い。異なる学年にわたる過度の重複は避けるべきである。

<sup>25</sup> MUST 日本人専門家チームは、こうした欠点を繰り返し指摘してきた。例えば、“*Report on the G9-G12 Mathematics Survey*” (2021 年 5 月) の第 6 章を参照。

## 巻末添付資料

資料1 プロジェクト・デザイン・マトリックス（原版）

**Project Design Matrix (Amended, Ver. 1.0, Dated on Oct. 19, 2018)**

Project Title: Mathematical Understanding for Science and Technology (MUST)  
Implementation Agency: Mathematics and Science Improvement Center (MSIC) and other institutions  
Target Group: 1. Grade 1-8 primary school students in model schools: \*\*\* students  
 2. Grade 1-8 primary school teachers in model schools: \*\*\*teachers  
 3. Grade 1-8 primary school students in evaluation schools: \*\*\* students  
 4. Grade 1-8 primary school teachers in evaluation schools: \*\*\*teachers  
Period of Project: March 2019 - August 2023  
Project Site: \*\*\*

(Ver. 1.0, Dated on Oct. 19, 2018)

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumption	Achievement
<b>Super Goal</b> Quality of basic education is improved.	To be decided			
<b>Overall Goal</b> Students' learning outcomes of satellite schools in model-school clusters are improved.	Student test scores	Student test will be administered.		
<b>Project Purpose</b> A scale-up model for improving students' learning outcomes in mathematics is developed.	1. Developed model 2. Student test scores at evaluation schools	Student test will be administered by the Project.	Cluster system is in function (budget necessary for maintaining cluster activities is secured).	
<b>Outputs</b>				
1 Reasons for lower academic achievement of primary school students in mathematics are analyzed.	Identified reasons	Analysis report		
2 Lesson support materials for students and teachers are developed in grade 1-8 mathematics.	1. Developed Lesson support materials for students and teachers 2. Quality of materials	Project report Questionnaire		



3	Good practices in implementing lesson support materials for students and teachers are identified in each model school.	1. Percentage of teachers and students who are satisfied with the materials 2. Compiled good teaching practices	Questionnaire Project report		
4	A scale-up model is evaluated in evaluation schools.	1. Percentage of teachers who use the materials. 2. Percentage of teachers and students who are satisfied with the materials.	Questionnaire		
5	Recommendations for revising curriculum and textbooks are compiled.	Recommendations	Recommendation report		

Activities		Inputs	
		The Japanese Side	The Ethiopian Side
<b>1</b>	<b>Reasons for lower academic achievement of primary school students in mathematics are analyzed.</b>	- Dispatch of Japanese experts (Team members are subject to the availabilities of human resources. The following members are possible members.) *Team leader/Math and Science Education *Coordinator/ Planning and Management *Math education adviser	- Staff assignment according to implementation structure - Operational cost for model schools - Office space at MoE - Running cost of the office - Any allowances, accommodation, and travel costs on federal and regional officials, and teachers including
1	Conduct curriculum and textbooks analysis to find out any necessary improvements for quality learning.		
2	Conduct baseline survey to measure the status of students' learning in grade 1-8.		
3	Analyze the results of base line survey.		
4	Conduct wrong-answer analysis and other relevant analysis of the test results.		
5	Conduct lesson observations.		
6	Compile findings from various analysis and observations.		
<b>2</b>	<b>Lesson support materials for students and teachers are developed in grade 1-8 mathematics.</b>		
1	Draw suggestions from the analysis on lesson support materials for students and teachers.		
2	Draft lesson support materials for students and teachers.		
3	Conduct workshops for sharing experiences on writing Lesson support materials for students and teachers.		
4	Identify some of Contest Development Schools, by which draft lesson support materials for students and teachers are tried out.		
5	Translate lesson support materials for students and teachers for selected Model Schools.		
6	Print lesson support materials for students and teachers.		
<b>3</b>	<b>Good practices in implementing lesson support materials for students and teachers are identified in each model school.</b>		
1	Identify model schools.		
2	Conduct training for teachers on how to use lesson support materials for students and teachers.		
3	Conduct training for school directors on how to manage the implementation of the materials.		
4	Conduct training for officers in regional and local officers on how to monitor progress in model schools.		
5	Conduct training for TEC instructors on how to support teachers in model schools.		

6	Distribute lesson support materials for students and teachers.	*Mathematics Curriculum adviser *Monitoring and Assessment adviser	CTE when the Project conducts any activities	
7	Tryout draft lesson support materials for students and teachers			
8	Validate lesson support materials for students and teachers			
9	Promote peer-learning opportunities, by using the existing CPD framework in model schools.			
10	Conduct stakeholders meeting on the progress of the implementation of the materials.			
11	Monitor and support the progress of the implementation of the materials.			
12	Conduct experience sharing workshops on good practices in implementing the materials.			
13	Share experiences with satellite schools.			
<b>4</b>	<b>A scale-up model is evaluated in evaluation schools.</b>			- Provision of necessary equipment
1	Identify some of good teaching practices which can scale nationwide.			- Project vehicle(s)
2	Develop a model for scale.			- Short term training in Japan or other countries
3	Design a framework for the evaluation of lesson support materials for students and teachers.			
4	Try out lesson support materials for students and teachers in evaluation schools.			
5	Evaluate the impact of lesson support materials for students and teachers.			
<b>5</b>	<b>Recommendations for revising curriculum and textbooks are compiled.</b>	【Outside of the project】		
1	Draw suggestions from the analysis on curriculum and textbooks.			
2	Incorporate recommendations to the first draft of lesson support materials for students and teachers.			
3	Implement lesson support materials for students and teachers.			
4	Draw lessons learned on the usage of the lesson support materials from the implementation.			
5	Compile lessons learned.	- Volunteers		

資料2 プロジェクト・デザイン・マトリックス（改訂版、Ver 4）

Project Design Matrix (Amended)					Annex 3
<p><b>Project Title:</b> <u>Mathematical Understanding for Science and Technology (MUST)</u></p> <p><b>Implementing Agency:</b> <u>Curriculum Development and Implementation Directorate (CDID), Mathematics and Science Improvement Center (MSIC)</u> and other concerned directorates</p> <p><b>Project Duration:</b> <u>March 2019–August 2023</u></p> <p><b>Target Group:</b> <u>Direct Beneficiaries:</u></p> <p>1. Grades 9-12 students in all regions: 6,993,656 students 2. Grades 9-12 mathematics teachers in all regions: 14,640 teachers 3. CDID, MSIC Mathematics Experts 4. Regional Education Bureaus Mathematics Experts of all regions</p> <p><u>Indirect beneficiaries:</u></p> <p>1. Grade 1-8 students in all regions 24,620,963 students 2. Grade 1-8 Mathematics teachers in all regions (46,244 teachers)</p>					Version: 4 Dated: September 26th, 2022
Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumption	Achievement	Remarks
<p><b>Super Goal</b> The learning performance in mathematics is improved.</p>	Results of the national examination on mathematics are improved compared to those of 2020.	1. MoE and/or REB report 2. NLA Report by NEAEA			
<p><b>Overall Goal</b> Educational activities based on the new mathematics curriculum are promoted.</p>	1. New Grades 9-12 math textbooks are distributed and used in more than 75% of the secondary schools after full implementation of the new curriculum. 2. Strategies for learning improvement for Grades 9-12 in Ethiopia are developed. 3. New Grades 1-8 math textbooks have been produced by REB based on new syllabus in all regions after full implementation of the new curriculum.	1. MoE monitoring report 2. REB monitoring report 3. REB monitoring report	All secondary mathematics teachers are trained based on strategies for learning improvement for Grades 9-12 in Ethiopia		
<p><b>Project Purpose</b> Educational activities based on the new mathematics curriculum are introduced.</p>	1. New Grades 9-12 math textbooks are authorized by MoE. 2. The drafted learning improvement strategy for Ethiopia is presented to regional stakeholders. 3. 60% of participants of the technical WS have applied the knowledge learned during the WS in order to produce Grades1-8 textbooks.	1. MoE document 2. MoE monitoring report 3. Project report and/or MoE document	Teaching and learning materials based on the new math curriculum are accessible for teachers and learners.  The MoE works to disseminate the draft learning improvement strategy for Ethiopia		

Outputs					
1	Quality of the mathematics curriculum documents (flow charts, MLCs, and syllabi) is assured.	1. Three curriculum documents are approved by MoE.	1. MoE and/or project document		
2	Technical recommendations, based on the situational analysis of classroom practices, are incorporated to Grades 9-12 textbook editing strategies and M&E.	1. Five directions (viewpoints) for draft textbook revision are approved by MoE.	1. Project report and/or document		
3	The capacity in developing Grades 1-8 mathematics teaching materials are improved through technical WS.	1. 60% of participants of the technical WS have learned new knowledge for textbook development to apply in developing Grades 1-8 mathematics textbooks.	1. Project report		
4	The quality of Grades 9-12 textbook contents is improved.	1. Improvements are observed in the final version of textbooks compared with the Draft 0 textbooks. 1-1. 100% of units/sub-units are corrected and improved in terms of layout, math expressions, figures, graphs, etc. 1-2. 100% of units/sub-units are "unitized" in the lesson structure. 1-3. Evaluation items (basic problems) are included in Exercises.	1. Project report and/or MoE report		
5	Strategies for improving the utilization of Grades 9-12 textbooks are proposed based on monitoring and evaluation.	1. Students are provided with over 10 minutes to solve exercise in one lesson when using the new textbooks. 2. Results of Math achievement test/Unit test at MUST pilot schools with the new textbooks and MUST intervention is better than non-pilot schools with the previous textbooks. 3. Draft learning improvement strategies for Ethiopia is proposed.	1. Project report 2. Project report 3. Project report		

Activities		Inputs		Important Assumption
		The Japanese Side	The Ethiopian Side	
1	<b>Quality of the mathematics curriculum documents (flow charts, MLCs, and syllabi) is assured.</b>	- Dispatch of Japanese experts (Team members are subject to the availabilities of human resources. The following members are possible members.) * Team leader/Math and Science Education * Coordinator/Planning and Management * Mathematics Curriculum/Textbook advisers * Monitoring and Assessment adviser ** Math education adviser (longterm) - Provision of equipment necessary to implement activities in the PDM - Project vehicle(s)  - Short term training in Japan or other countries(may be subsequent to online training depending on the Covid-19 situation)  【Outside of the project】 - Volunteers	- Staff assignment according to implementation structure  - Office space at CDID - Running cost of the office - Any allowances, accommodation, and travel costs on federal and regional officials, and teachers including CTE when the Project conducts any activities	The new math textbook dissemination plan will be conducted as planned.
	1 Make a technical support plan.			
	2 Conduct (online) technical support of the curriculum materials (flow charts, MLC, and syllabi) for Grades 1-12.			
	3 Revise and finalize the curriculum materials.			
4 Conduct a validation workshop for the curriculum materials				
2	<b>Technical recommendations, based on the situational analysis of classroom practices, are incorporated to Grades 9-12 textbook editing strategies and M&amp;E.</b>			
	1 Conduct a situational survey.			
3	<b>The capacity in developing Grades 1-8 mathematics teaching materials are improved through technical WS.</b>			
	1 Create a technical support plan for REB textbook writers.			
	2 Develop Grades 1,4,7 teaching and learning material samples for the main purpose of capacity development for Grades 1-8 REB textbook writers.			
4	<b>The quality of Grades 9-12 textbook contents is improved.</b>			
	1 Conduct workshops for textbook developers to improve draft Grades 9-12 textbooks and teachers guide.			
	2 Provide further technical support to improve draft Grades 9-12 textbooks and teachers guide.			
	5	<b>Strategies for improving the learning of students by utilizing Grades 9-12 textbooks are proposed based on monitoring and evaluation.</b>		
		1 Select MUST pilot schools and MUST non-pilot schools to verify the learning improvement mechanism.		
		2 Conduct induction training to MoE pilot schools in CDID/MoE-organized workshops.		
		3 Conduct pre-pilot training for Grades 9-10 math teachers at MUST pilot schools.		
		4 Provide special support to Grades 9-10 math model teachers at MUST pilot schools.		
		5 Conduct achievement tests and unit tests at MUST pilot schools and non-pilot schools.		
		6 Conduct lesson observation at MUST pilot schools and non-pilot schools.		
7 Compile the results of MUST M&E activities.				
8 Conduct a nation-wide workshop to share the MUST/MoE pilot experiences among stakeholders.				
9 Collect data on Grades 9-12 textbook usage at the classroom level through M&E .				
10 Make strategies to improve the learning achievement of students using Grades 9-12 textbooks at the classroom level.				

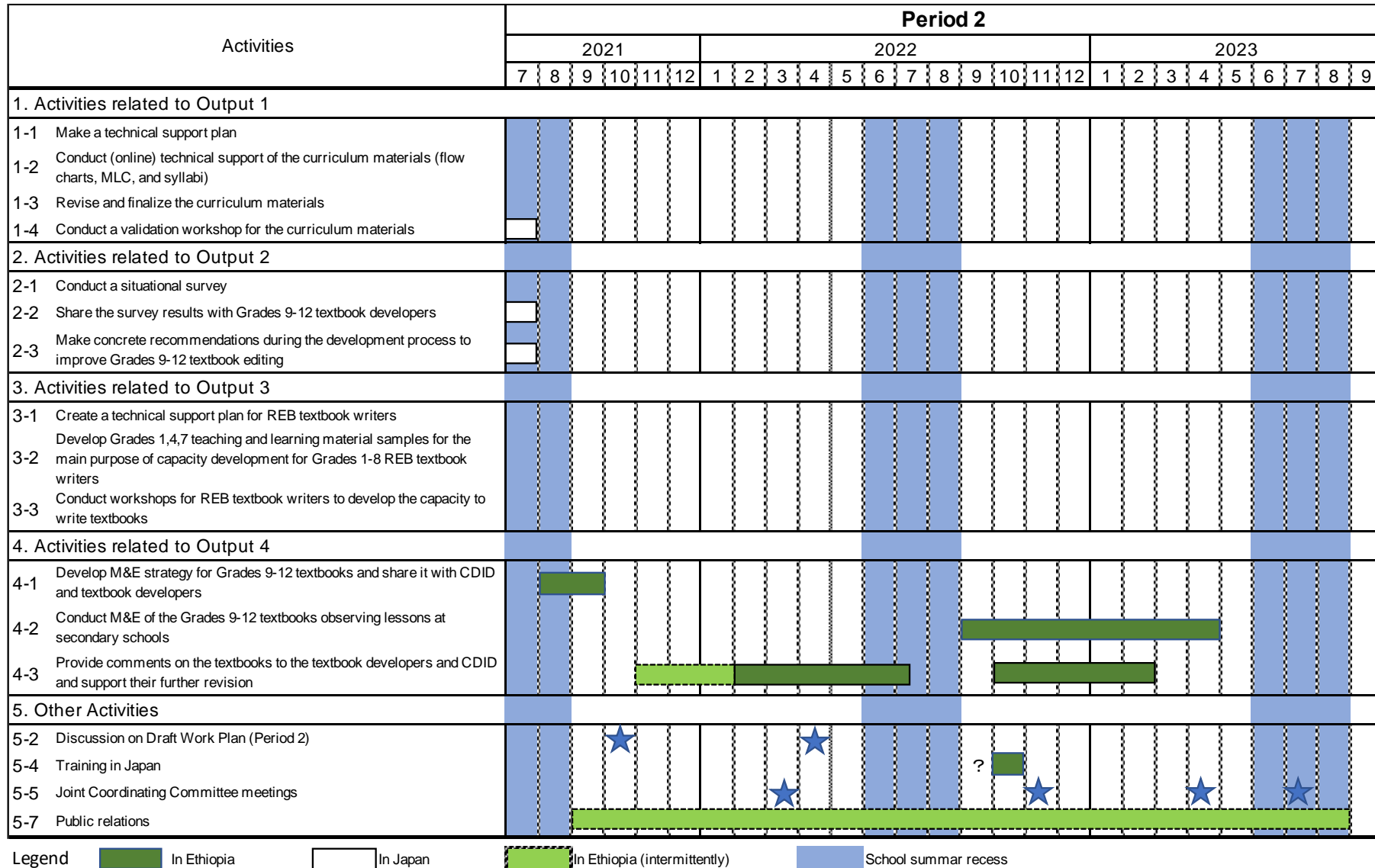
資料3 プラン・オブ・オペレーション（第2期）

Tentative Plan of Operation													Appendix 4										
													Version 2.0										
													Dated 16 December 2020										
Project Title: Mathematical Understanding for Science and Technology (MUST)													Monitoring										
Inputs	Year	2019				2020				2021				2022				Remarks	Issue	Solution			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV						
<b>Expert (subjective to the availabilities)</b>																							
Team Leader / Math and Science Education	Plan																						
	Actual																						
Mathematics Curriculum/Textbook Advisers	Plan																						
	Actual																						
Mathematics Education Adviser	Plan																						
	Actual																						
<b>Equipment</b>																							
To be confirmed	Plan																						
	Actual																						
<b>Training in Japan</b>																							
Mathematics Education	Plan																						
	Actual																						
<b>In-country/Third country Training</b>																							
	Plan																						
	Actual																						
<b>Activities</b>																							
Sub-Activities		Year	2019				2020				2021				2022				2023		Responsible Organization	Achievements	Issue & Countermeasures
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II			
<b>Output 1: Quality of the mathematics curriculum documents ( flow charts, MLCs, and syllabi) are assured.</b>																							
1.1 Make a technical support plan.	Plan																						
	Actual																						
1.2 Conduct technical support of the curriculum materials (flow charts, MLC, and syllabi) for G1-12.	Plan																						
	Actual																						
1.3 Revise and finalize the curriculum materials.	Plan																						
	Actual																						
1.4 Conduct a validation workshop for the curriculum materials	Plan																						
	Actual																						
<b>Output 2: Technical recommendations, based on the situational analysis of classroom practices, are incorporated to G9-12 textbook editing strategies and M&amp;E</b>																							
2.1 Conduct a situational survey.	Plan																						
	Actual																						
2.2 Make concrete recommendations during the development process to improve Grades 9-12 textbook editing.	Plan																						
	Actual																						
<b>Output 3: The capacity in developing Grades 1-8 mathematics teaching materials are improved through technical WS.</b>																							
3.1 Create a technical support plan for REB textbook writers.	Plan																						
	Actual																						
3.2 Develop Grades 1,4,7 teaching and learning material samples for the main purpose of capacity development for Grades 1-8 REB textbook	Plan																						
	Actual																						
3.3 Conduct workshops for capacity development in textbook writing.	Plan																						
	Actual																						
3.4 Create M&E plans for designated regional monitored schools.	Plan																						
	Actual																						
3.5 Conduct M&E on the new curriculum induction process (Textbook development and M&E) at the regional level	Plan																						
	Actual																						
<b>Output 4: The quality of Grades 9-12 textbook contents are improved.</b>																							
4.1 Conduct M&E.	Plan																						
	Actual																						
4.2 Provide technical support to G9-12 textbook writers.	Plan																						
	Actual																						
4.3 Revise G9-12 textbooks.	Plan																						
	Actual																						
<b>Output 5: Strategies for improving the utilization of Grades9-12 textbooks are proposed based on monitoring and evaluation.</b>																							
5.1 Collect data on G9-12 textbook usage at the classroom level through M&E.	Plan																						
	Actual																						
5.2 Make strategies to improve the utilization of G9-12 textbooks at the classroom level.	Plan																						
	Actual																						
<b>Duration / Phasing</b>		Plan	Preparation																				
	Actual			First academic year	Second academic year	Third academic year	Fourth academic year																

資料4 ワーク・フロー（第2期）

	2021												2022												2023							
	Period 1							Period 2																								
	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	8
<b>Output 1</b> Quality Assurance of Curriculum Documents and Textbooks	Support to the development of curriculum-related documents																															
<b>Output 2</b> Capacity Development of G9-G12 textbook developers			G9-G12 mathematics survey																													
<b>Output 3</b> Capacity Development of G1-G8 textbook developers	Development of sample textbooks and teachers' guides for G1, G4, G7																															
			Workshop for G1-G8 textbook developers																													
<b>Output 4</b> Monitoring & Evaluation to improve G9-G12 textbooks																																
<b>Output 5</b> Monitoring & Evaluation to improve G9-G12 textbooks																																

資料5 ワーク・プラン（第2期）



資料 6 要員計画（第2期）

Project for Mathematical Understanding for Science and Technology (MUST)

Period 2 (August 2021~August 2023)

As of May 31, 2023

Assignment	Name	Affiliation	Period 2																		Man/Month								
			2021					2022						2023							Ethio	Japan							
			8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1			2	3	4	5	6	7	8
1. Team Leader/ Mathematics Education	Norimichi Toyomane	IDCJ																										11.17	
2. Deputy Team Leader/ Mathematics Education	Nahoko Chiku	JDS																										8.33	
3. Development of Mathematics Materials 1	Shimboku Miyakawa	IDCJ (Miyakawa)																										1.97	
4. Development of Mathematics Materials 2	Kan Motoyama	VSOC																										3.00	
5. Development of Mathematics Materials 3	Etsutaro Tanaka	VSOC																										4.80	
6. Development of Mathematics Materials 4	Kazumi Katsumata	KRC																										4.23	
7. Development of Mathematics Materials 5	Ken Furukawa	KRC																										1.77	
8. Development of Mathematics Materials 6	Yuta Yoneda	KRC																										0.00	
9. Mathematics Curriculum	Izumi Nishitani	IDCJ (Individual)																										0.00	
10. Materials Editing	Masaomi Hirose	IDCJ (Individual)																										0.00	
11. Monitoring 1 / Project Administration 1	Michiru Yabuta	IDCJ																										0.90	
12. Development of Mathematics Materials 7	Akira Sakayori	IDCJ																										2.03	
13. Monitoring 3 / Project Administration 2	Shunsuke Nishioka	KRC																										0.00	
14. Monitoring 4 / Project Administration 3	Masato Kamoda	IDCJ																										3.60	
Subtotal																		41.80											





資料7 現行教科書 “二次方程式” (9年生 Unit 2)

Mathematics Grade 9

**3** Solve each of the following equations.

**a**  $|5-x| = |3x-7|$       **b**  $|3x-2| = |3x-7|$   
**c**  $|5-4x| = |7+3x|$       **d**  $|3x+4| - |x+7| = 0$   
**e**  $|7-(x+3)| + |3x-3| = 0$

**4** Solve each of the following equations.

**a**  $|x-3| + |x-3| = 9$       **b**  $|3x+2| - |x-3| = 5$   
**c**  $|-2x-3| + |x| = 12$       **d**  $|4x-2| = 8 + |x-3|$   
**e**  $|5x-(1-2x)| - |3-2x| = 8$       **f**  $|12-(x+7)| + |x-3| = 3$

**[Hint]** Here, for  $|x+a| + |x+b| = c$ , notice that  $|x+a|$  takes either  $x+a$  or  $-(x+a)$  and also  $|x+b|$  takes either  $x+b$  or  $-(x+b)$ , depending on whether they are greater than 0 or less than 0. Therefore, you need to consider four cases to solve such problems!

**5** Verify each of the following.

**a**  $|y-x| \leq |x| + |y|$  when  $x = -2$  and  $y = 3$ .  
**b**  $\sqrt{(3x-7)^2} = |3x-7|$ , when  $x = 5$ .

**2.4 QUADRATIC EQUATIONS**

Recall that for real numbers  $a$  and  $b$ , any equation that can be reduced to the form  $ax + b = 0$ , where  $a \neq 0$  is called a **linear equation**.  
 Following the same analogy, for real numbers  $a$ ,  $b$  and  $c$ , any equation that can be reduced to the form  $ax^2 + bx + c = 0$ , where  $a \neq 0$  is called a **quadratic equation**.  
 $x^2 + 3x - 2 = 0$ ,  $2x^2 - 5x = 3$ ,  $3x^2 - 6x = 0$ ,  $(x+3)(x+2) = 7$  etc, are examples of quadratic equations.  
 In this section, you will study solving quadratic equations. You will discuss three major approaches to solve quadratic equations, namely, the **method of factorization**, the **method of completing the square**, and the **general formula**. Before you proceed to solve quadratic equations, you will first discuss the concept of factorization.

**Expressions**  
 Expressions are combinations of various terms that are represented as a product of variables or numbers and variables.  
**Example 1**  $x^2 + 2x$ ,  $2x^2 + 4x + 2$ ,  $(x+1)x^2 + 6x$ , etc. are expressions.  
 $x^2$  and  $2x$  are the terms in  $x^2 + 2x$  and  $2x^2$ ,  $4x$ , and  $2$  are the terms in  $2x^2 + 4x + 2$ .

86

Mathematics Grade 9

**Factorizing trinomials**

You saw how to factorize expressions that have common factors. You also saw factorizing the difference of two squares. Now you will see how to factorize a trinomial  $ax^2 + bx + c$  by grouping terms, if you are able to find two numbers  $p$  and  $q$  such that  $p+q = b$  and  $pq = ac$ .

**Example 7** Factorize  $x^2 + 5x + 6$ .  
**Solution:** Two numbers whose sum is 5 and product 6 are 2 and 3.  
 So, in the expression, we write  $2x + 3x$  instead of  $5x$ .  
 $x^2 + 5x + 6 = x^2 + (2x + 3x) + 6$  because  $2x + 3x = 5x$ .  
 $= (x^2 + 2x) + (3x + 6)$  (*grouping into two parts*)  
 $= x(x+2) + 3(x+2)$  (*factorizing each part*)  
 $= (x+2)(x+3)$  because  $(x+2)$  is a common factor.

**Example 8** Factorize  $x^2 + 4x + 4$ .  
**Solution:** Two numbers whose sum is 4 and product 4 are 2 and 2. So take  $2x + 2x$  instead of  $4x$ :  
 $x^2 + 4x + 4 = x^2 + (2x + 2x) + 4$  because  $2x + 2x = 4x$   
 $= (x^2 + 2x) + (2x + 4)$  (*grouping*)  
 $= x(x+2) + 2(x+2)$  (*take out the common factor for each group*)  
 $= (x+2)(x+2) = (x+2)^2$ .

Such expressions are called **perfect squares**.

**Example 9** Factorize  $3x^2 - 14x - 5$ .  
**Solution:** Do you have numbers whose sum is  $-14$  and whose product is  $3 \times -5 = -15$ ?  
 $-15 + 1 = -14$  and  $-15 \times 1 = -15$ . This means you can use  $-15$  and  $1$  for grouping, giving  
 $3x^2 - 14x - 5 = 3x^2 - 15x + x - 5$   
 $= (3x^2 - 15x) + (x - 5)$   
 $= 3x(x-5) + 1(x-5)$   
 $= (3x+1)(x-5)$

88

Unit 2 Solutions of Equations

**Factorizing expressions**

**ACTIVITY 2.8**

**1** Multiply each of the following.  
**a**  $x(x+9)$       **b**  $(x+3)(x-3)$       **c**  $(x+2)(x+3)$

**2** How would it be possible to go back from products to factors? Factorize each of the following.  
**a**  $x^2 - 9$       **b**  $x^2 + 9x$       **c**  $x^2 + 5x + 6$

Factorizing an expression is expressing it as a product of its simplest factors.

**Example 2** Factorize  $2x^2 - 9x$ .  
**Solution:** The two terms in this expression,  $2x^2$  and  $-9x$ , have  $x$  as a common factor. Hence  $2x^2 - 9x$  can be factorized as  $x(2x-9)$ .  
 So  $2x^2 - 9x = x(2x-9)$ .

**Example 3** Factorize  $4x^2 + 12x$ .  
**Solution:**  $4x^2 + 12x = (4x)x + 3(4x) = (4x)(x+3)$

**Example 4** Factorize  $(2x-1)(3x) + 2(2x-1)$ .  
**Solution:**  $(2x-1)(3x) + 2(2x-1) = (2x-1)(3x+2)$  since  $(2x-1)$  is a common factor.

**Factorizing the difference of two squares**

If we multiply  $(x+2)$  and  $(x-2)$ , we see that  $(x+2)(x-2) = x^2 - 4 = x^2 - 2^2$ .

**ACTIVITY 2.9**

**1** What is  $75^2 - 25^2$ ? How would you compute this?  
**2** What is  $200^2 - 100^2$ ?

In general,  
 $x^2 - a^2 = (x-a)(x+a)$ .

**Example 5** Factorize  $x^2 - 9$ .  
**Solution:**  $x^2 - 9 = x^2 - 3^2 = (x-3)(x+3)$   
**Example 6** Factorize  $4x^2 - 16$ .  
**Solution:**  $4x^2 - 16 = (2x)^2 - 16 = (2x)^2 - 4^2 = (2x-4)(2x+4)$

87

Unit 2 Solutions of Equations

So  $3x^2 - 14x - 5 = (3x+1)(x-5)$ .

**ACTIVITY 2.10**

Factorize each of the following.  
**a**  $2x^2 + 10x + 12$       **b**  $2x^2 - x - 21$       **c**  $5x^2 + 14x + 9$

**Solving quadratic equations using the method of factorization**

Let  $ax^2 + bx + c = 0$  be a quadratic equation and let the quadratic polynomial  $ax^2 + bx + c$  be expressible as a product of two linear factors, say  $(dx + e)$  and  $(fx + g)$  where  $d, e, f, g$  are real numbers such that  $d \neq 0$  and  $f \neq 0$ .

Then  $ax^2 + bx + c = 0$  becomes  
 $(dx + e)(fx + g) = 0$   
 So,  $dx + e = 0$  or  $fx + g = 0$  which gives  $x = \frac{-e}{d}$  or  $x = \frac{-g}{f}$ .

Therefore  $x = \frac{-e}{d}$  and  $x = \frac{-g}{f}$  are possible roots of the quadratic equation  $ax^2 + bx + c = 0$ .

For example, the equation  $x^2 - 5x + 6 = 0$  can be expressed as:  
 $(x-2)(x-3) = 0$   
 $x-2 = 0$  or  $x-3 = 0$   
 $x = 2$  or  $x = 3$

Therefore the solutions of the equation  $x^2 - 5x + 6 = 0$  are  $x = 2$  and  $x = 3$ .

**In order to solve a quadratic equation by factorization, go through the following steps:**

- i** Clear all fractions and square roots (if any).
- ii** Write the equation in the form  $p(x) = 0$ .
- iii** Factorize the left hand side into a product of two linear factors.
- iv** Use the *zero-product rule* to solve the resulting equation.

**Zero-product rule:** If  $a$  and  $b$  are two numbers or expressions and if  $ab = 0$ , then either  $a = 0$  or  $b = 0$  or both  $a = 0$  and  $b = 0$ .

**Example 10** Solve each of the following quadratic equations.

89

a  $4x^2 - 16 = 0$     b  $x^2 + 9x + 8 = 0$     c  $2x^2 - 6x + 7 = 3$

**Solution:**

a  $4x^2 - 16 = 0$  is the same as  $(2x)^2 - 4^2 = 0$   
 $(2x - 4)(2x + 4) = 0$   
 $(2x - 4) = 0$  or  $(2x + 4) = 0$

Therefore,  $x = 2$  or  $x = -2$ .

b  $x^2 + 9x + 8 = 0$   
 $x^2 + x + 8x + 8 = 0$   
 $(x^2 + x) + (8x + 8) = 0$   
 $x(x + 1) + 8(x + 1) = 0$   
 $(x + 1)(x + 8) = 0$   
 $(x + 1) = 0$  or  $(x + 8) = 0$

Therefore,  $x = -1$  or  $x = -8$ .

c  $2x^2 - 6x + 7 = 3$  is the same as  $2x^2 - 6x + 4 = 0$   
 $2x^2 - 6x + 4 = 0$  can be expressed as  
 $2x^2 - 2x - 4x + 4 = 0$ ;  $(-2$  and  $-4$  have sum  $= -6$  and product  $= 8$ ).  
 $(2x^2 - 2x) - (4x - 4) = 0$   
 $2x(x - 1) - 4(x - 1) = 0$   
 $(2x - 4)(x - 1) = 0$   
 $(2x - 4) = 0$  or  $(x - 1) = 0$   
 Therefore,  $x = 2$  or  $x = 1$ .

**Exercise 2.4**

- Solve each of the following equations.
 

a $(x - 3)(x + 4) = 0$	b $2x^2 - 6x = 0$	c $x^2 - 3x + 4 = 4$
d $2x^2 - 8 = 0$	e $5x^2 = 6x$	f $x^2 - 2x - 12 = 7x - 12$
g $-x^2 - 4 = 0$	h $2x^2 + 8 = 0$	
- Solve each of the following equations.

This method is known as the **method of completing the square**.

**In general, go through the following steps in order to solve a quadratic equation by the method of completing the square:**

- Write the given quadratic equation in the standard form.
- Make the coefficient of  $x^2$  unity, if it is not.
- Shift the constant term to R.H.S.(Right Hand Side)
- Add  $\left(\frac{1}{2} \text{ coefficient of } x\right)^2$  on both sides.
- Express L.H.S.(Left Hand Side) as the perfect square of a suitable binomial expression and simplify the R.H.S.
- Take square root of both the sides.
- Obtain the values of  $x$  by shifting the constant term from L.H.S. to R.H.S.

**Note:** The number we need to add (or subtract) to construct a perfect square is determined by using the following product formulas:

$$x^2 + 2ax + a^2 = (x + a)^2$$

$$x^2 - 2ax + a^2 = (x - a)^2$$

Note that the last term,  $a^2$ , on the left side of the formulae is the **square of one-half of the coefficient of  $x$**  and the coefficient of  $x^2$  is  $+1$ . So, we should add (or subtract) a suitable number to get this form.

**Example 11** Solve  $x^2 + 5x - 3 = 0$ .

**Solution:** Note that  $\left(\frac{5}{2}\right)^2 = \frac{25}{4}$ .

Hence, we add this number to get a perfect square.

$$x^2 + 5x - 3 = 0$$

$$x^2 + 5x = 3$$

$$x^2 + 5x + \frac{25}{4} = 3 + \frac{25}{4}$$

$$x^2 + 5x + \frac{25}{4} = \frac{37}{4}; \quad \left(x^2 + 5x + \frac{25}{4} \text{ is a perfect square.}\right)$$

$$\left(x + \frac{5}{2}\right)^2 = \frac{37}{4}$$

a  $x^2 - 6x + 5 = 0$     b  $3x^2 - 2x - 5 = 0$     c  $x^2 + 7x = 18$   
 d  $-x^2 = 8x - 9$     e  $5y^2 - 6y + 1 = 0$     f  $3z^2 + 10z = 8$

3 Find the solution set of each of the following.

a  $2x^2 + \frac{3}{2}x + \frac{1}{4} = 0$     b  $x^2 = -2.5x + \frac{25}{16}$   
 c  $-(6 + 2x^2) + 8x = 0$

**Solving quadratic equations by completing the square**

**Group Work 2.5**



Considering  $2x^2 + 5x - 4 = 0$ , form a group and do the following.

- Divide each coefficient by 2.
- Shift the constant term to the right hand side (RHS).
- Add the square of half of the middle term to both sides.
- Do we have any perfect square? Why or why not?
- Do you observe that  $\left(x + \frac{5}{4}\right)^2 = \frac{57}{16}$ ?
- Discuss the solution.

In many cases, it is not convenient to solve a quadratic equation by factorization method. For example, consider the equation  $x^2 + 8x + 4 = 0$ . If you want to factorize the left hand side of the equation, i.e., the polynomial  $x^2 + 8x + 4$ , using the method of splitting the middle term, you need to find two integers whose sum is 8 and product is 4. But this is not possible. In such cases, an alternative method as demonstrated below is convenient.

$$x^2 + 8x + 4 = 0$$

$$x^2 + 8x = -4$$

$$x^2 + 8x + (4)^2 = -4 + (4)^2 \quad \left(\text{Adding } \left(\frac{1}{2} \text{ Coefficient of } x\right)^2 \text{ on both sides}\right)$$

$$(x + 4)^2 = -4 + 16 = 12 \quad (x^2 + 8x + 16 = (x + 4)^2)$$

$$x + 4 = \pm\sqrt{12} \quad (\text{Taking square root of both sides})$$

Therefore  $x = -4 + \sqrt{12}$  and  $x = -4 - \sqrt{12}$  are the required solutions.

$$\left(x + \frac{5}{2}\right)^2 = \frac{37}{4} \quad \text{or} \quad \left(x + \frac{5}{2}\right) = -\sqrt{\frac{37}{4}}$$

$$x = -\frac{5}{2} + \sqrt{\frac{37}{4}} \quad \text{or} \quad x = -\frac{5}{2} - \sqrt{\frac{37}{4}}$$

$$\text{Therefore } x = \frac{-5 + \sqrt{37}}{2} \quad \text{or} \quad x = \frac{-5 - \sqrt{37}}{2}.$$

**Example 12** Solve  $3x^2 + 12x + 6 = 0$ .

**Solution:** First divide all terms by 3 so that the coefficient of  $x^2$  is  $+1$ .

$$3x^2 + 12x + 6 = 0 \text{ becomes } x^2 + 4x + 2 = 0$$

$$x^2 + 4x = -2 \quad (\text{Shifting the constant term to the right side})$$

$$x^2 + 4x + 4 = -2 + 4 \quad (\text{half of 4 is 2 and its square is 4})$$

$$(x + 2)^2 = 2 \quad (x^2 + 4x + 4 = (x + 2)^2, \text{ a perfect square})$$

$$(x + 2) = \pm\sqrt{2}$$

$$x = -2 \pm\sqrt{2}$$

Therefore  $x = -2 - \sqrt{2}$  or  $x = -2 + \sqrt{2}$ .

**Example 13** Solve  $3x^2 + 12x + 15 = 0$ .

**Solution:** First divide all terms by 3 so that the coefficient of  $x^2$  is  $+1$ .

$$3x^2 + 12x + 15 = 0 \text{ becomes } x^2 + 4x + 5 = 0$$

$$x^2 + 4x = -5 \quad (\text{Shifting the constant term to the right side})$$

$$x^2 + 4x + 4 = -5 + 4 \quad (\text{half of 4 is 2 and its square is 4})$$

$$(x + 2)^2 = -1 \quad (x^2 + 4x + 4 = (x + 2)^2, \text{ a perfect square})$$

$$(x + 2) = \pm\sqrt{-1}$$

Since  $\sqrt{-1}$  is not a real number, we conclude that the quadratic equation does not have a real solution.

**Example 14** Solve  $2x^2 + 4x + 2 = 0$ .

**Solution:**  $2x^2 + 4x + 2 = 0$  becomes

$$x^2 + 2x + 1 = 0 \quad (\text{Dividing all terms by 2})$$

$$(x + 1)^2 = 0 \quad (x^2 + 2x + 1 = (x + 1)^2 \text{ is a perfect square})$$

$$(x + 1) = 0$$

Therefore  $x = -1$  is the only solution.

**Exercise 2.5**

- Solve each of the following quadratic equations by using the method of completing the square.
 

a	$x^2 - 6x + 10 = 0$	b	$x^2 - 12x + 20 = 0$	c	$2x^2 - x - 6 = 0$
d	$2x^2 + 3x - 2 = 0$	e	$3x^2 - 6x + 12 = 0$	f	$x^2 - x + 1 = 0$
- Find the solution set for each of the following equations.
 

a	$20x^2 + 10x - 8 = 0$	b	$x^2 - 8x + 15 = 0$	c	$6x^2 - x - 2 = 0$
d	$14x^2 + 43x + 20 = 0$	e	$x^2 + 11x + 30 = 0$	f	$2x^2 + 8x - 1 = 0$
- Reduce these equations into the form  $ax^2 + bx + c = 0$  and solve.
 

a	$x^2 = 5x + 7$	b	$3x^2 - 8x = 15 - 2x + 2x^2$
c	$x(x-6) = 6x^2 - x - 2$	d	$8x^2 + 9x + 2 = 3(2x^2 + 6x) + 2(x-1)$
e	$x^2 + 11x + 30 = 2 + 11x(x+3)$		

**Solving quadratic equations using the quadratic formula**

Following the method of completing the square, you next develop a general formula that can serve for checking the existence of a solution to a quadratic equation, and for solving quadratic equations.

To derive the general formula for solving  $ax^2 + bx + c = 0$ ,  $a \neq 0$ , we proceed using the method of completing the square.

The following Group Work will help you to find the solution formula of the quadratic equation  $ax^2 + bx + c = 0$ ,  $a \neq 0$ , by using the completing the square method.

**Group Work 2.6**



Consider  $ax^2 + bx + c = 0$ ,  $a \neq 0$

- First divide each term by  $a$ .
- Shift the constant term  $\frac{c}{a}$  to the right.
- Add the square of half of the middle term to both sides.
- Do you have a perfect square?
- Solve for  $x$  by using completing the square.
- Do you observe that  $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ ?
- What will be the roots of the quadratic equation  $ax^2 + bx + c = 0$ ?

**Solution:**

a  $3x^2 - 5x + 2 = 0$ ;  $a = 3$ ,  $b = -5$  and  $c = 2$ .

So  $b^2 - 4ac = (-5)^2 - 4(3)(2) = 1 > 0$

Therefore, the equation  $3x^2 - 5x + 2 = 0$  has two solutions.

Using the quadratic formula,  $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

$$x = \frac{-(-5) - \sqrt{(-5)^2 - 4(3)(2)}}{2(3)} \text{ or } x = \frac{-(-5) + \sqrt{(-5)^2 - 4(3)(2)}}{2(3)}$$

$$x = \frac{5 - \sqrt{25 - 24}}{6} \text{ or } x = \frac{5 + \sqrt{25 - 24}}{6}$$

$$x = \frac{5 - \sqrt{1}}{6} \text{ or } x = \frac{5 + \sqrt{1}}{6}$$

$$x = \frac{5 - 1}{6} \text{ or } x = \frac{5 + 1}{6}$$

$$x = \frac{4}{6} \text{ or } x = \frac{6}{6}$$

Therefore  $x = \frac{2}{3}$  or  $x = 1$ .

b In  $x^2 - 8x + 16 = 0$ ,  $a = 1$ ,  $b = -8$  and  $c = 16$

So  $b^2 - 4ac = (-8)^2 - 4(1)(16) = 0$

Therefore, the equation  $x^2 - 8x + 16 = 0$  has only one solution.

Using the quadratic solution formula,  $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-b}{2a}$

$$x = \frac{-(-8)}{2(1)} = 4$$

Therefore the solution is  $x = 4$ .

c In  $-2x^2 - 4x - 9 = 0$ ,  $a = -2$ ,  $b = -4$  and  $c = -9$

So  $b^2 - 4ac = (-4)^2 - 4(-2)(-9) = -56 < 0$

Therefore the equation  $-2x^2 - 4x - 9 = 0$  does not have any real solution.

For a general quadratic equation of type  $ax^2 + bx + c = 0$ ,  $a \neq 0$ , by applying the method of completing the square, you can conclude that the roots are  $r_1 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$  and

$$r_2 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}.$$

Therefore, the solution set is  $\left\{ \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}, \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \right\}$ .

From the above discussions, what do you observe about  $b^2 - 4ac$  in  $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ ?

**ACTIVITY 2.11**



In  $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ , discuss the possible conditions for  $x$  when,

- a  $b^2 - 4ac > 0$       b  $b^2 - 4ac = 0$       c  $b^2 - 4ac < 0$

**Note:** If any quadratic equation  $ax^2 + bx + c = 0$ ,  $a \neq 0$  has a solution, then the solution is determined by  $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$  and

- 1 if  $b^2 - 4ac > 0$ , then  $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$  represents two numbers, namely

$$x = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \text{ and } x = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}.$$

Therefore, the equation has two solutions.

- 2 if  $b^2 - 4ac = 0$  then  $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-b}{2a}$  is the only solution.

Therefore, the equation has only one solution.

- 3 if  $b^2 - 4ac < 0$ , then  $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$  is not defined in  $\mathbb{R}$ .

Therefore, the equation does not have any real solution.

The expression  $b^2 - 4ac$  is called the **discriminant** or **discriminator**. It helps to determine the existence of solutions.

**Example 15** Using the discriminant, check to see if the following equations have solution(s), and solve if there is a solution.

- a  $3x^2 - 5x + 2 = 0$       b  $x^2 - 8x + 16 = 0$       c  $-2x^2 - 4x - 9 = 0$

**Exercise 2.6**

- 1 Solve each of the following quadratic equations by using the quadratic solution formula.

a  $x^2 + 8x + 15 = 0$       b  $3x^2 - 12x + 2 = 0$       c  $4x^2 - 4x - 1 = 0$

d  $x^2 + 3x - 2 = 0$       e  $5x^2 + 15x + 45 = 0$       f  $3x^2 - 4x - 2 = 0$

- 2 Find the solution set for each of the following equations.

a  $x^2 + 6x + 8 = 0$       b  $9 + 30x + 25x^2 = 0$       c  $9x^2 + 15 - 3x = 0$

d  $4x^2 - 36x + 81 = 0$       e  $x^2 + 2x + 8 = 0$       f  $2x^2 + 8x + 1 = 0$

- 3 Reduce the equations into the form  $ax^2 + bx + c = 0$  and solve.

a  $3x^2 = 5x + 7 - x^2$       b  $x^2 = 8 + 2x + 2x^2$

c  $x^2 - 2(x-6) = 6 - x$       d  $x^2 - 4 + x(1+6x) + 2(x-1) = 4x - 3$

e  $4 - 8x^2 + 6x = 2x(x+3) + 2x$

- 4 A school community had planned to reduce the number of grade 9 students per class room by constructing additional class rooms. However, they constructed 4 less rooms than they planned. As the result, the number of students per class was 10 more than they planned. If there are 1200 grade 9 students in the school, determine the current number of class rooms and the number of students per class.

**The relationship between the coefficients of a quadratic equation and its roots**

You have learned how to solve quadratic equations. The solutions to a quadratic equation are sometimes called **roots**. The general quadratic equation  $ax^2 + bx + c = 0$ ,  $a \neq 0$  has roots (solutions)

$$r_1 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \text{ and } r_2 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}.$$

**ACTIVITY 2.12**



- 1 If  $r_1 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$  and  $r_2 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$  are roots of the

quadratic equation  $ax^2 + bx + c = 0$ ,  $a \neq 0$  then

- a Find the sum of the roots ( $r_1 + r_2$ ).

- b Find the product of the roots ( $r_1 r_2$ ).



資料8 新教科書 “二次方程式” (9年生 Unit 3)

Unit 3: Solving Equations

### 3.3.2 Quadratic equations

**Activity 3.4**

Multiply the left side of each of the following. What do you get? What is the difference between these equations and linear equations?

- $(x + 3)(x - 2) = 0$
- $(5x + 1)(2x + 4) = 2$
- $(\frac{1}{2}x - 3)(x + 5) = 0$

**Definition 3.3**

An equation of the form  $ax^2 + bx + c = 0$  where  $a, b, c, \in \mathbb{R}$  and  $a \neq 0$  is a **quadratic equation**. Here,  $a$  is called the **leading coefficient**,  $b$  is the **middle term** and  $c$  is the **constant term**.

**Solving quadratic equations**

There are three basic methods for solving quadratic equations: **factorization** (if possible), **completing the square** and the **quadratic formula** method.

**Factorization method 1**

**Activity 3.5**

Find two integers such that

- the sum is 5 and the product is 6.
- the sum is 1 and the product is -12.

**How to solve a quadratic equation by factorization method?**

- Put all terms on one side of the equal sign, leaving zero on the other side.
- Factorize the equation.

127

Unit 3: Solving Equations

**Factorization Method 2**

**Example 1**

Solve the quadratic equation  $x^2 + 6x + 9 = 0$

**Solution:**

$$(x + 3)(x + 3) = (x + 3)^2 = 0 \text{ (Factorizing: sum = 6 and product = 9)}$$

$$x = -3$$

Hence,  $x = -3$  is the only solution.

**Example 2**

Solve the quadratic equation  $x^2 - 9 = 0$

**Solution:**

$$(x - 3)(x + 3) = 0 \text{ (Factorizing: sum = 0 and product = 9)}$$

$$x = 3 \text{ or } x = -3$$

Hence, the solution of the quadratic equation is  $x = 3, x = -3$ .

**Example 3**

Solve the quadratic equation  $4x^2 + 4x + 1 = 0$

**Solution:**

Re-writing  $4x^2 + 2x + 2x + 1 = 0$

$$2x(2x + 1) + 1(2x + 1) = 0$$

$$(2x + 1)(2x + 1) = 0$$

$$(2x + 1)^2 = 0$$

$$x = -\frac{1}{2}$$

Hence, the solution of the quadratic equation is  $x = -\frac{1}{2}$ .

129

Unit 3: Solving Equations

- Set each factor equal to zero.
- Solve each of these equations.
- Check by inserting your answer in the original equation.

**Example 1**

Solve the quadratic equation  $x^2 + 3x = 0$ .

$$x(x + 3) = 0$$

$$x = 0 \text{ or } x + 3 = 0$$

$$x = 0 \text{ or } x = -3$$

Hence, the solution of the quadratic equation is  $x = 0, x = -3$ .

**Example 2**

Solve the quadratic equation:  $x^2 - 6x - 16 = 0$

**Solution:**

Factorizing this (find two numbers whose sum is -6 and product is -16), we have -8 and 2. Hence,  $(x - 8)(x + 2) = 0$

$$x - 8 = 0 \text{ or } x + 2 = 0$$

Recall that  $ab = 0$  if and only if  $a = 0$  or  $b = 0$

$$x = 8, x = -2$$

Hence, the solution of the quadratic equation is  $x = 8, x = -2$ .

**Exercise 3.10**

Solve the following quadratic equations using factorization method.

- $x^2 - 5x = 0$
- $x^2 + 7x + 10 = 0$
- $x^2 + x - 6 = 0$
- $x^2 - 4x + 3 = 0$

128

Unit 3: Solving Equations

**Exercise 3.11**

Solve the following quadratic equations using factorization method.

- $x^2 + 10x + 25 = 0$
- $x^2 - 8x + 16 = 0$
- $x^2 - 4 = 0$
- $9x^2 - 6x + 1 = 0$

**Completing the square method**

**Example 1**

Is it possible to solve  $x^2 + 6x + 4 = 0$  using factorization method?

**Solution:**

Since there are no two integers whose sum is equal to 6 and product is equal to 4, this quadratic equation may not be solved using factorization method. Hence, we need another method to solve the equation.

$$x^2 + 6x + 9 + 4 - 9 = 0$$

$$(x + 3)^2 - 5 = 0$$

$$(x + 3)^2 = 5$$

$$x + 3 = \pm\sqrt{5}$$

$$x = -3 \pm \sqrt{5}$$

Completing the square is where we take the quadratic equation  $ax^2 + bx + c = 0, a \neq 0$  and convert it into  $(x + \frac{b}{2a})^2 + \frac{4ac - b^2}{4a^2} = 0$  as follows:

$$x^2 + \frac{b}{a}x + \frac{c}{a} = 0 \text{ (since } a \neq 0)$$

$$(x^2 + \frac{b}{a}x + \frac{b^2}{4a^2}) + \frac{c}{a} - \frac{b^2}{4a^2} = 0$$

Taking half of the coefficient of the middle term and squaring it and adding its opposite). The expression in the bracket is a perfect square. Hence, after simplifying, we have

$$(x + \frac{b}{2a})^2 + \frac{4ac - b^2}{4a^2} = 0 \dots (*)$$

Equivalently,  $ax^2 + bx + c = 0$  if and only if  $(x + \frac{b}{2a})^2 + \frac{4ac - b^2}{4a^2} = 0$

130

**Example 2**

Solve  $x^2 + 4x + 4 = 0$  using completing the square method.

**Solution:**

$(x^2 + 4x + 4) + 4 - 4 = 0$  (Adding the square of half of the coefficient of the middle term (4) and its opposite.

$$(x + 2)^2 - 0 = 0. \text{ (Writing as a perfect square)}$$

$$(x + 2)^2 = 0$$

$$x = -2$$

**Example 3**

Solve  $x^2 + 6x + 7 = 0$  using completing the square method.

**Solution:**

$x^2 + 6x + 9 + 7 - 9 = 0$  (Adding the square of half of the coefficient of the middle term (6) and its opposite)

$(x^2 + 6x + 9) + 7 - 9 = 0$  (Collecting those terms which sum up as a perfect square)

$$(x + 3)^2 - 2 = 0. \text{ (Writing as a perfect square)}$$

$$(x + 3)^2 = 2$$

$$x + 3 = \pm\sqrt{2} \text{ (Taking the square root)}$$

$$x = -3 \pm \sqrt{2}$$

Therefore,  $x = -3 + \sqrt{2}$  and  $x = -3 - \sqrt{2}$  are the solutions.

**Exercise 3.12**

Use completing the square method to solve the following.

- a.  $x^2 + 4x + 1 = 0$       b.  $x^2 - 6x - 5 = 0$   
c.  $2x^2 + 5x + 3 = 0$

131

methods?

**Exercise 3.13**

Use quadratic formula to solve the following.

- a.  $x^2 + 3x + 1 = 0$       b.  $x^2 + 5x - 2 = 0$       c.  $2x^2 - 3x - 1 = 0$

**Discriminant**

**Remark:** When using the quadratic formula, you should be aware of three possibilities. These three possibilities are distinguished by a part of the formula called the **discriminant**. The discriminant is the value under the radical sign which is  $b^2 - 4ac$ . A quadratic equation with real numbers as coefficients can have the following:

The roots of the quadratic equation are  $x = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}$ , where  $D = b^2 - 4ac$ .

If  $D > 0$ , then the roots are real and distinct (unequal); the quadratic equation has two distinct roots.

If  $D = 0$ , then the roots are real and equal (coincident); the quadratic equation has exactly one real root.

If  $D < 0$ , then there are no real roots.

**Example 1**

Check whether  $x^2 + 2x + 2 = 0$  has distinct real roots, one real root or no real roots. If root exists, find it.

**Solution:**

Here,  $a = 1$ ,  $b = 2$  and  $c = 2$ .

Since  $b^2 - 4ac = 4 - 8 = -4 < 0$ , no need to find the roots. The following is to show that the roots are not real number.

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

133

**The quadratic formula method**

There are quadratic equations that cannot be solved by factorization method. This is generally true when the roots are not rational numbers. Consider the quadratic equation  $ax^2 + bx + c = 0$ , where  $a \neq 0$ .

From the completing the square method, we have  $(x + \frac{b}{2a})^2 + \frac{4ac - b^2}{4a^2} = 0$

$$\text{Solving for } x, (x + \frac{b}{2a})^2 = \frac{b^2 - 4ac}{4a^2}$$

$$x + \frac{b}{2a} = \pm \sqrt{\frac{b^2 - 4ac}{4a^2}}$$

$$x = -\frac{b}{2a} \pm \frac{\sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

**Quadratic formula**

For the quadratic equation  $ax^2 + bx + c = 0$ ,  $a \neq 0$ ,  $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

This is the quadratic formula

**Example**

Solve  $x^2 - 6x + 3 = 0$  using the quadratic formula.

**Solution:**

1, -6 and 3 are the values for a, b, and c, respectively in the quadratic formula.

Thus,

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x = \frac{-(-6) \pm \sqrt{(-6)^2 - 4(1)(3)}}{2(1)}$$

$$x = \frac{6 \pm \sqrt{36 - 12}}{2} = \frac{6 \pm \sqrt{24}}{2} = 3 \pm \sqrt{6}$$

Hence,  $3 + \sqrt{6}$  and  $3 - \sqrt{6}$  are the solutions. Can you solve this using other

132

$$x = \frac{-(-2) \pm \sqrt{(-2)^2 - 4(1)(2)}}{2(1)}$$

$$x = \frac{-2 \pm \sqrt{4 - 8}}{2} = \frac{-2 \pm \sqrt{-4}}{2} \text{ are not real numbers.}$$

**Example 2**

Check whether  $x^2 + 18x + 81 = 0$  has distinct real roots, one real root or no real roots. If root exists, find it.

**Solution:**

Here,  $a = 1$ ,  $b = 18$  and  $c = 81$ ,

$D = b^2 - 4ac = 18^2 - 4(1)(81) = 324 - 324 = 0$ . Since  $D = 0$ , the equation has exactly one root. Solving the equation,

$$(x + 9)^2 = 0$$

$$x = -9$$

**Example 3**

Check whether  $x^2 + 4x + 3 = 0$  has distinct real roots, one real root or no real roots. If root exists, find it.

**Solution:**

Here,  $a = 1$ ,  $b = 4$  and  $c = 3$ , and then

$$D = b^2 - 4ac = 4^2 - 4(3) = 16 - 12 = 4$$

Since  $D > 0$ , the equation has two distinct real roots. Solving the equation,

$$(x + 1)(x + 3) = 0$$

$$x = -1 \text{ and } x = -3$$

**Exercise 3.14**

Check whether the following quadratic equations have two real roots, one real root or no real roots. If any real root exists, find it.

- a.  $x^2 + 2x + 3 = 0$       b.  $x^2 + 12x + 36 = 0$       c.  $x^2 + 8x + 7 = 0$

134

資料9 第3回合同調整委員会議事録（2022年3月29日）

Minutes of Discussion  
of  
The Third Joint Coordinating Committee Meeting  
on  
The Project for Mathematical Understanding for  
Science and Technology  
(MUST)

Agreed Upon Between

Ministry of Education  
Federal Democratic Republic of Ethiopia

and

Japan International Cooperation Agency

Addis Ababa  
29 March 2022

**Theodros Shewarget Belew (PhD)**  
Director General for  
Curriculum Development  
and Research

Dr. Theodros Shewarget  
Director General  
Ministry of Education  
Federal Democratic Republic of Ethiopia

Dr. Katsuki Morihara  
Chief Representative  
JICA Ethiopia Office



The Ministry of Education (MoE), in cooperation with Japan International Cooperation Agency (JICA), convened the third Joint Coordinating Committee meeting on the “Project for Mathematical Understanding for Science and Technology” on 29 March 2022 at CDID meeting room in the MoE annex building. The meeting was chaired by Dr. Theodros Shewarget, Director General.

The meeting was attended by the Ministry of Education, JICA Ethiopia Office and the JICA Experts for the Project. A list of attendants is as below. The meeting discussed following agenda and reached the conclusions as recorded.

**Date:** 29 March 2022 (Tuesday)  
**Time:** 8:30~9:30am  
**Venue:** CDID Meeting Room, MoE

**Attendants:**


Dr. Theodros Shewarget	Director General, MoE
Ms. Zafu Abraha	Director, CDID, MoE
Dr. Katsuki Morihara	Chief Representative, JICA Ethiopia Office
Ms. Mai Toguchi	Representative, JICA Ethiopia Office
Mr. Biruk Zenebe	Program Officer, JICA Ethiopia Office
Mr. Ipppei Shimizu	Mathematics and Science Education Advisor to MoE
Dr. Norimichi Toyomane	JICA Expert, Team Leader
Ms. Nahoko Chiku	JICA Expert, Deputy Team Leader
Ms. Michiru Yabuta	JICA Expert
Ms. Yumi Sekiguchi	JICA Long-Term Expert
Mr. Takele Alemu	Project Research Assistant

**Agenda:**

1. To review MUST progress from 2021 until 2022
2. To review and decide MUST activity plan from 2022 until 2023

**Discussion:**

Dr. Toyomane, Team Leader of the JICA Expert Team, first made a brief presentation on the two agenda. Main points of the following discussion are summarized as follows:

  
**Theodros Shewarget Belew (PhD)**  
 Director General for  
 Curriculum Development  
 and Research





1. Dr. Theodros, Director General, opened discussion thanking JICA for its continued technical support since SMASEE project. He particularly appreciated MUST for its quality assurance of secondary mathematics textbooks. He also pointed out the necessity to extend MUST project beyond September 2023 to evaluate the impact of the new textbooks after they are fully implemented.
2. In response to him, Dr. Morihara, Chief Representative of JICA Ethiopia Office, expressed his appreciation of MoE's cooperation in the past two difficult years. He emphasized the importance of carrying out planned activities as planned to achieve the project objectives.
3. Ms. Zafu, Director of CDID, also appreciated JICA's commitment and support, which had been highly effective to improve the quality of math textbooks, as part of the ongoing curriculum reform that is a historic undertaking and a long journey.
4. CDID and the JICA Expert Team for MUST confirmed that MUST could continue its support to the Textbook Developers from April 2022 to March 2023 to further improve the G9-G12 Textbook Drafts as the joint products of CDID-MUST collaboration.
5. CDID and the JICA Expert Team for MUST confirmed that to improve the G9-G12 Textbook Drafts further, MUST would organize six more face-to-face Workshops inviting the Textbook Developers between April 2022 and February 2023, on a more or less bimonthly basis.
6. CDID and the JICA Expert Team for MUST confirmed that the same modality used for the Workshop in February 2022 would be applied to the six Workshops above: CDID would mobilize the Textbook Developers through the Center of Excellence while JICA would bear the workshop costs (DSA/accommodation, transportation, venue). If financial matters should arise, both parties agreed to continue discussion on the matters to find the solutions.
7. CDID and the JICA Expert Team for MUST confirmed that monitoring by MUST would be implemented in Addis Ababa only for the time being.
8. CDID and the JICA Expert Team for MUST confirmed that MUST would target two pilot schools and two non-pilot schools selected from Addis Ababa.

  
**Theodros Shewarget Belew (PhD)**  
Director General for  
Curriculum Development  
and Research

2



9. CDID and the JICA Expert Team for MUST confirmed that MUST monitoring would be conducted by the following team:


- Director General
- Director CDID
- CDID Expert
- Addis Ababa City Education Bureau Expert(s)
- Evaluator(s)
- Textbook Developer(s)
- JICA Expert Team for MUST

10. CDID and the JICA Expert Team for MUST confirmed that MUST monitoring would include following activities:

Pilot Schools	Non-Pilot Schools
<p><u>Before Piloting</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lesson observation (April-May 2022)</li> <li>2. Model lesson by model teacher(s) and video shooting (May 2022)</li> <li>3. Pre-Piloting training for Math teachers (August 2022)</li> </ol> <p><u>During Piloting</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Lesson observation (Sept 2022-March 2023)</li> <li>5. Achievement Test 1 (Oct 2022)</li> <li>6. Unit-end Tests (after each Unit is finished)</li> <li>7. Achievement Test 2 (April 2023)</li> <li>8. Special support to Model Teachers (Sept 2022-March 2023)</li> <li>9. Model lesson by Model Teacher(s) and video shooting (April 2023)</li> <li>10. Experience Sharing Workshop (June 2023)</li> </ol>	<p><u>Before Piloting</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lesson observation (April-May 2022)</li> </ol> <p><u>During Piloting</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Lesson observation (Sept 2022-March 2023, as needed)</li> <li>3. Achievement Test 1 (Oct 2022)</li> <li>4. Unit-end Tests (after each Unit is finished)</li> <li>5. Achievement Test 2 (April 2023)</li> </ol>

11. CDID and the JICA Expert Team for MUST confirmed that, if necessary, CDID and MUST would conduct technical consultation once a month with other piloting regions on G9-G10 Textbooks.

12. CDID and the JICA Expert Team for MUST confirmed that CDID would invite MUST to present at a Math session in the CDID-organized ToT Training for regional teachers on the new textbooks to be scheduled in July or August 2022.

  
**Theodoros Shewarget Belew (PhD)**  
 Director General for  
 Curriculum Development  
 and Research

3



13. CDID and the JICA Expert Team for MUST confirmed that CDID and MUST would organize a nation-wide Workshop to share regions' experiences of the piloting of G9-G10 Textbooks in February 2023.

14. In relation to school monitoring described in points 9 and 10 above, JICA Advisor to MoE explained that JICA Experts were assigned to MUST under a tightly planned schedule so that they could not be flexible in adjusting the dates of their monitoring activities. He therefore requested CDID to respect their planned schedule for monitoring. CDID accepted this explanation. In addition, both parties agreed that the JICA Expert Team would inform the Ethiopian monitoring team of the schedule of each monitoring activity well in advance in order for the Ethiopian team members to be able to participate in the activities.

15. JICA Experts requested CDID to provide the final drafts of the textbooks before they would be validated in mid-April. CDID promised to negotiate with Hawassa University on this issue and, at the same time, cordially invited the JICA Expert Team to attend the validation workshops.

16. Director of CDID again raised the issue of impact evaluation after September 2023. JICA Advisor to MoE, citing the words of Chief Representative of JICA Ethiopia Office, explained that this possibility should be explored after MUST had produced tangible outputs. He added that JICA would discuss this issue as needed. CDID accepted this explanation.

17. Director of CDID concluded the meeting appreciating JICA's continued cooperation and thanking the participants for their concern and kind attendance.

  
**Theodoros Shewarget Belew (PhD)**  
 Director General for  
 Curriculum Development  
 and Research



資料 10 第4回合同調整委員会議事録（2022年11月24日）

Minutes of Discussion  
of  
The Fourth Joint Coordinating Committee Meeting  
on  
The Project for Mathematical Understanding for  
Science and Technology  
(MUST)


Agreed Upon Between

Ministry of Education  
Federal Democratic Republic of Ethiopia

and


Expert Team  
Japan International Cooperation Agency

Addis Ababa  
24 November 2022

  
Zafu Abraha Yabiyio  
Natural Science Education  
Curriculum Desk Head

---

Ms. Zafu Abraha  
Natural Science Education Desk Head  
Curriculum Development and Implementation  
Directorate  
Ministry of Education  
Federal Democratic Republic of Ethiopia

  
Dr. Norimichi Toyomane  
Team Leader  
JICA Expert Team for MUST



The Ministry of Education (MoE), in cooperation with Japan International Cooperation Agency (JICA), convened the fourth Joint Coordinating Committee meeting on the “Project for Mathematical Understanding for Science and Technology” on 24 November 2022 at CDID in the MoE annex building. Since State Minister and Chief Executive Officer of MoE were both on duty abroad, Chief Executive Officer delegated Ms. Zafu Abraha, Natural Science Education Desk Head of CDID, to chair the meeting and sign the minutes of the meeting.

The meeting was attended by the Ministry of Education, Addis Ababa Education Bureau, JICA Ethiopia Office and the JICA Experts for the Project. A list of attendants is as below. The meeting discussed following agenda and reached the conclusions as recorded.

**Date:** 24 November 2022 (Thursday)

**Time:** 9:00~11:10am

**Venue:** CDID, MoE

**Attendants:**

Ms. Zafu Abraha	Natural Science Education Desk Head, CDID, MoE
Mr. Getachew Talema	Director, Curriculum, Addis Ababa Education Bureau
Mr. Tesfaye Sileshi	Mathematics Expert, CDID, MoE
Ms. Megumi Hirose	Senior Representative, JICA Ethiopia Office
Ms. Ikumi Ishidate	Representative, JICA Ethiopia Office
Mr. Biruk Zenebe	Program Officer, JICA Ethiopia Office
Mr. Ippei Shimizu	Mathematics and Science Education Advisor to MoE
Dr. Norimichi Toyomane	JICA Expert, Team Leader
Ms. Yumi Sekiguchi	JICA Long-Term Expert
Mr. Takele Alemu	Project Research Assistant

**Agenda:**

1. To review MUST progress from March 2022 to November 2022
2. To decide MUST activity plan from December 2022 to August 2023

**Discussion:**




Ms. Zafu, Natural Science Education Desk Head of CDID, opened the meeting expressing MoE's appreciation of MUST project. Dr. Toyomane, Team Leader of the JICA Expert Team, then made a brief presentation on the two agenda. Subsequently, Ms. Zafu presented her overview of MoE's curriculum reform and the intermediate achievements of MUST project, appreciating its various contributions made so far and clarifying the challenges lying ahead. Main points of the following discussion are summarized as follows:

1. Ms. Zafu, Natural Science Education Desk Head of CDID, pointed out that assessment part is missing from the proposed Annual Plan. Dr. Toyomane, Team Leader of the JICA Expert Team, replied that the Annual Plan format would be modified to indicate assessment explicitly.
2. Natural Science Education Desk Head of CDID questioned the purpose of the Achievement Tests particularly with regard to the new textbooks. Team Leader of the JICA Expert Team explained that the Achievement Tests were being conducted to assess the effects of the new textbooks on the students' achievement in mathematics and not intended to make any inputs to the new textbooks.
3. Mr. Getachew, Director of Addis Ababa Education Bureau, asked how G11 and G12 textbooks could be revised without piloting. Team Leader of the JICA Expert Team explained that JICA experts carefully reviewed the drafts from various viewpoints and made comments for the textbook developers to consider.
4. Director of Addis Ababa Education Bureau asked what the main gap was with teachers as observed in the classroom lessons. Team Leader of the JICA Expert Team replied that the common shortcoming was the insufficient time given to the students to solve exercise questions for themselves.
5. Director of Addis Ababa Education Bureau also asked what the teachers' positive response was about the new textbooks. Team Leader of the JICA Expert Team answered that teachers most appreciated the ease of organizing lessons using the new textbooks.
6. Director of Addis Ababa Education Bureau asked the reason why no MUST activities had been done to support regional pilot activities. Team Leader of the JICA Expert Team replied that it was because there had been no request in this regard from the regions so far.
7. Mr. Tesfaye, Mathematics Expert of CDID, questioned what MUST would propose based on the results of the Achievement Tests. Team Leader of the JICA Expert Team



explained that the purpose of the Achievement Tests was not to directly contribute to the improvement of the textbooks but to justify the whole MUST project by indicating the positive impact of the new textbooks on students' level of learning.

8. Mathematics Expert of CDID asked what MUST would propose about teachers' pedagogy. Team Leader of the JICA Expert Team answered that the most important proposal MUST was making to the teachers was the 20-20 principle, that is, 20 minutes are for teachers to teach, and 20 minutes for students to think and solve exercise questions by themselves.

9. Ms. Hirose, Senior Representative of JICA Ethiopia Office, asked Natural Science Education Curriculum Desk Head of CDID to confirm MoE's time schedule for finalizing the new textbooks. Natural Science Education Curriculum Desk Head of CDID confirmed that MoE would finalize the new textbooks in late February 2023.

10. Senior Representative of JICA Ethiopia Office pointed out that advancing the printing schedule by a few months would reduce MUST's inputs to the development of the new textbooks. Natural Science Education Curriculum Desk Head of CDID accepted the condition, saying that printing of the new textbooks would take a long time.

11. Mr. Shimizu, Mathematics and Science Education Advisor to MoE, asked Natural Science Education Curriculum Desk Head of CDID by what time JICA expert team should submit their final comments on the draft textbooks and teacher's guides. Natural Science Education Curriculum Desk Head of CDID answered that their final comments should be submitted by the end of December 2022 in written form. She added that MoE would cross-check the comments with the comments given by the national monitoring teams and ask the textbook developers to incorporate them by the end of January 2023.

12. CDID and the JICA Expert Team for MUST confirmed that in order to align with CDID's activity schedule, particularly its earlier start of printing, the 7<sup>th</sup> Workshop with the Textbook Developers, originally scheduled in early December 2022, would be held on December 30, 31, and January 1, and the 8<sup>th</sup> Workshop scheduled in February 2023 would be cancelled. Both parties also agreed that during the 7<sup>th</sup> Workshop, no lesson observation would be implemented to secure enough working time for the Textbook Developers.

13. CDID and the JICA Expert Team for MUST confirmed that MUST could continue its lesson observation and other activities at the pilot and non-pilot schools even after the finalization of the teaching materials started, in order to advise teachers on effective





utilization of the new textbooks and to collect data and information to be input to the math teachers' induction to the new textbooks planned later in 2023.

14. Mathematics and Science Education Advisor to MoE strongly urged CDID and AAEB to participate in the lesson observation being conducted by MUST.

15. Natural Science Education Curriculum Desk Head of CDID questioned the utility of the Achievement Tests being planned by MUST saying that their results could not be generalized if only five secondary schools in Addis Ababa were targeted. Senior Representative of JICA Ethiopia Office clarified that the Achievement Tests were intended to justify the whole MUST project and, eventually, JICA's future program in Ethiopia. Mr. Biruk, Program Officer of JICA Ethiopia Office, added that the Achievement Tests were not intended to generalize their results to say something general about the Ethiopian students' achievement in mathematics.

16. Director of Addis Ababa Education Bureau suggested that Unit-End Test results should be analyzed. Team Leader of the JICA Expert Team replied that MUST would do so.

17. Director of Addis Ababa Education Bureau asked if the proposed A-D-E-E was the only possible structure. Team Leader of the JICA Expert Team answered that it was one of many alternative structures and specifically adopted by MUST to accommodate the original format used by the textbook developers.

18. Mathematics and Science Education Advisor to MoE once again urged Director of Addis Ababa Education Bureau and Mathematics Expert of CDID to join the lesson observation being conducted by MUST, saying that its ultimate goal was to scale up the teachers' effective usage of the new structured textbooks and eventually to improve students' performances.

19. In her closing remarks, Senior Representative of JICA Ethiopia Office, first agreed with MUST's motto of "We improve textbooks to improve students' achievement." She then pointed out that once textbooks were improved, teachers' capacity building at schools would then become important. For that purpose, she pleaded for permission of video shooting at schools.





20. Natural Science Education Curriculum Desk Head of CDID concluded the meeting appreciating JICA's continued cooperation and thanking the participants for their kind attendance.



資料 11 第 5 回合同調整委員会議事録（2023 年 5 月 9 日）

Minutes of Discussion  
of  
The Fifth Joint Coordinating Committee Meeting  
on  
The Project for Mathematical Understanding for  
Science and Technology  
(MUST)

Agreed Upon Between

Ministry of Education  
Federal Democratic Republic of Ethiopia

and

Expert Team  
Japan International Cooperation Agency

Addis Ababa  
9 May 2023



Dr. Theodros Shewarget  
Lead Executive Officer  
Ministry of Education  
Federal Democratic Republic of Ethiopia



Dr. Norimichi Toyomane  
Team Leader  
JICA Expert Team for MUST

The Ministry of Education (MoE), in cooperation with Japan International Cooperation Agency (JICA), convened the fifth Joint Coordinating Committee meeting on the “Project for Mathematical Understanding for Science and Technology” on 9 May 2023 at the Conference Hall in the MoE annex building.

The meeting was attended by the Ministry of Education, JICA Ethiopia Office and the JICA Experts for the Project. A list of attendants is as below. The meeting discussed following agenda and reached the conclusions as recorded.

**Date:** 9 May 2023 (Tuesday)

**Time:** 9:00–10:30 am

**Venue:** Conference Hall, MoE

**Attendants:**

Dr. Theodros Shewarget	Lead Executive Officer, MoE
Ms. Zafu Abraha	Natural Science Education Curriculum Desk Head, CDID, MoE
Mr. Tesfaye Sileshi	Mathematics Expert, CDID, MoE
Mr. Shintaro Takano	Senior Representative, JICA Ethiopia Office
Mr. Biruk Zenebe	Program Officer, JICA Ethiopia Office
Ms. Junko Nakazawa	Mathematics and Science Education Advisor to MoE
Dr. Norimichi Toyomane	JICA Expert, Team Leader
Ms. Nahoko Chiku	JICA Expert, Deputy Team Leader
Dr. Etsutaro Tanaka	JICA Expert
Ms. Yumi Sekiguchi	JICA Long-Term Expert.
Mr. Takele Alemu	Project Research Assistant

**Agenda:**

1. To review MUST progress from December 2022 to April 2023
2. To decide MUST activity plan from May 2023 to August 2023

**Discussion:**

Dr. Theodros, Lead Executive Officer of MoE, opened the meeting expressing MoE's appreciation of MUST project, particularly its convincing the people of the merit of the A-D-




E-E structure. Dr. Toyomane, Team Leader of the JICA Expert Team, then made a presentation on the two agenda, followed by another brief presentation by Ms. Sekiguchi, JICA Long-Term Expert, about the Experience Sharing Workshop held on 6 May 2023. Subsequently, the floor was opened to comments and questions. Main points of the discussion are summarized as follows:

1. Dr. Theodoros, Lead Executive Officer, asked the JICA Expert Team how it evaluated the final version of the textbooks. Dr. Toyomane, Team Leader of the JICA Expert Team, replied that they were not perfect but had accomplished the highest level they could reach under the given conditions.
2. Lead Executive Officer asked the JICA Expert Team to clarify the difference between the teachers' meetings and the experience sharing workshops. Team Leader of the JICA Expert Team explained that the teachers' meetings would be routinely held by teachers themselves whereas the experience sharing workshops would be held once a year or so on special occasions for target schools/areas by someone who is not a teacher.
3. Ms. Zafu, Natural Science Education Curriculum Desk Head of CDID, asked the JICA Expert Team's view as to the quality of the final version of the textbooks since there remained some mistakes even with the camera-ready versions. Team Leader of the JICA Expert Team replied that they thought the textbooks achieved 99% level of quality.
4. Natural Science Education Curriculum Desk Head of CDID pointed out that even if teachers implemented the 20-20 principle in their lessons, students did not automatically show better understanding. Team Leader of the JICA Expert Team appreciated the observation, admitting it was true. He answered that something else than giving enough time needed to be done to improve students' achievement and that this issue would be dealt with in the upcoming reports.
5. Natural Science Education Curriculum Desk Head of CDID appreciated that 75% of teachers participating in the experience sharing workshop on 6 May 2023 indicated their willingness to share their experiences under MUST, particularly the rubrics, with other teachers.
6. Natural Science Education Curriculum Desk Head of CDID also thanked to MUST project and JICA for their contributions to Ethiopia. She expressed her intention to scale up the MUST results and experiences to other regions for the next round of curriculum and textbook reform.



7. Lead Executive Officer asked the JICA Expert Team if it would take part in the full implementation of the new textbooks starting in September 2023. Team Leader of the JICA Expert Team explained that it would finish all its activities at the end of August and therefore could not participate in the full implementation. Ms. Chiku, Deputy Team Leader of the JICA Expert Team, added that Ms. Nakazawa, Mathematics and Science Education Advisor to MoE, would continue supporting MoE after MUST project is finished.
8. Natural Science Education Curriculum Desk Head of CDID expressed her appreciation if there would be supportive materials available for teachers about how to better utilize teaching time in class. Deputy Team Leader of the JICA Expert Team explained that necessary materials for the full implementation will be compiled as the Strategy documents, and one material for the Training of Trainers (ToT) will address the issue.
9. Natural Science Education Curriculum Desk Head of CDID, stating that curriculum reform is a cyclic process, expressed her request for JICA to support CDID with the next cycle of curriculum reform.
10. Mr. Biruk, Program Officer of JICA Ethiopia Office, congratulated CDID and MUST project on their achievement. He explained that JICA would continue collaboration with MoE toward the next stage, particularly through Ms. Nakazawa and another advisor to be assigned soon.
11. Ms. Nakazawa, Mathematics and Science Education Advisor to MoE, understood that for teachers it would not be easy to teach according to the A-D-E-E structure. However, she would look forward to the full implementation of the new textbooks because she observed in some lessons that teachers paid attention to individual students and checked their solutions, a phenomenon she never observed in other African countries. She also noticed that one teacher quickly modified his way of teaching after he received comments from experts from Sub-City and Addis Ababa Education Bureau who observed the teacher's lesson using the rubrics. By witnessing this, she was convinced that subject teachers' meetings using the rubrics supported by principal/vice principals would be the key to the continuous professional development that is sustainable.
12. Deputy Team Leader of the JICA Expert Team suggested MoE to initiate a national campaign to urge students to bring their textbooks to classes as one of the measures to promote the utilization of the new textbooks in the full implementation phase.



13. Mr. Takano, Senior Representative of JICA Ethiopia Office, appreciated the active discussion held throughout the meeting. Impressed by the very positive responses by the teachers who participated in the experience sharing workshop, he hoped that there would emerge good leaders from among them. He also appreciated the positive results gained from various tests, which might strongly encourage the teachers. He stressed that JICA would continue supporting MoE and proposed to keep close sharing of information. He concluded the meeting with appreciation of cooperation by MoE and CDID.





資料 12 第6回合同調整委員会議事録（2023年7月19日）

Minutes of Discussion  
of  
The Sixth Joint Coordinating Committee Meeting  
on  
The Project for Mathematical Understanding for  
Science and Technology  
(MUST)

Agreed Upon Between

Ministry of Education  
Federal Democratic Republic of Ethiopia

and

Expert Team  
Japan International Cooperation Agency

Addis Ababa  
24 July 2023



Dr. Theodros Shewarget  
Lead Executive Officer  
Ministry of Education  
Federal Democratic Republic of Ethiopia



Dr. Norimichi Toyomane  
Team Leader  
JICA Expert Team for MUST

The Ministry of Education (MoE), in cooperation with Japan International Cooperation Agency (JICA), convened the sixth Joint Coordinating Committee meeting on the “Project for Mathematical Understanding for Science and Technology” on 24 July 2023 at the Meeting Room of the EMIS Directorate in the MoE annex building.

The meeting was attended by the Ministry of Education, JICA Ethiopia Office and the JICA Experts for the Project. A list of attendants is as below. The meeting discussed following agenda and reached the conclusions as recorded.

**Date:** 24 July 2023 (Monday)

**Time:** 9:00–10:00 am

**Venue:** Meeting Room, MoE

**Attendants:**

Dr. Theodros Shewarget	Lead Executive Officer, MoE
Ms. Zafu Abraha	Natural Science Education Curriculum Desk Head, CDID, MoE
Mr. Tesfaye Sileshi	Mathematics Expert, CDID, MoE
Dr. Katsuki Morihara	Chief Representative, JICA Ethiopia Office
Mr. Biruk Zenebe	Program Officer, JICA Ethiopia Office
Ms. Ikumi Ishidate	Representative, JICA Ethiopia Office
Ms. Junko Nakazawa	Mathematics and Science Education Advisor to MoE
Dr. Norimichi Toyomane	JICA Expert, Team Leader
Mr. Masato Kamoda	JICA Expert
Ms. Yumi Sekiguchi	JICA Long-Term Expert
Mr. Takele Alemu	Project Research Assistant

**Agenda:**

1. To review “Report on the Pilot Monitoring and Evaluation”
2. To review “Project Completion Report”
3. To confirm Project’s achievements
4. To discuss the way forward after MUST

**Discussion:**

1. Ms. Zafu, Natural Science Education Curriculum Desk Head, CDID, opened the meeting appreciating the technical support MUST project provided for MoE’s national



curriculum reform. She expressed her confidence that the revised curriculum would meet the international standards. Since the validity of the new curriculum had yet to be assessed, however, she requested JICA to technically support the implementation and evaluation aspects of the new curriculum and the development of lesson support materials based on the new textbooks for Math and, if possible, science subjects.

2. Dr. Theodros, Lead Executive Officer of MoE, first stated that the cooperation with JICA had successfully achieved the broad task and thanked JICA, MUST project and its team members for their accomplishment. Describing the MUST project as a successful journey, he led our attention to the next steps. Since curriculum is just one part of quality education, he invited all to the next step cooperation in such areas as teachers' quality and other subjects than mathematics like science.

3. Dr. Toyomane, Team Leader of the JICA Expert Team, then made a presentation on the four agenda. In his presentation, he emphasized three main achievements done by MUST project: 1) Introduction of the A-D-E-E structure; 2) Verification of the positive effect of the A-D-E-E structured textbooks and lessons on students' better achievement in mathematics; and 3) Development of a set of resource materials to facilitate teachers to conduct A-D-E-E lessons using the new textbooks. He then made some recommendations for MoE to consider: 1) Distribute the new textbooks; 2) Train teachers on the new teaching method; 3) Support teachers with those activities described in the resource materials; and 4) Initiate a national campaign to urge students to bring the textbooks to school.

4. Ms. Ishidate, Representative of JICA Ethiopia Office, asked the current status of printing of the new textbooks. Lead Executive Officer explained that the printing company had been selected and the contracting process was to be finalized soon.

5. Ms. Sekiguchi, JICA Long-Term Expert, asked if the curriculum documents were still under revision. Lead Executive Officer answered that the documents were finalized and the new textbooks were developed based on them. He added that though their hard copies had not been shared yet, their soft copies were available for sharing.

6. Dr. Morihara, Chief Representative of JICA Ethiopia Office, first congratulated MoE on successful completion of the MUST project. He thanked State Minister for his support and guidance. He explained that education had been one of JICA's top priorities in Ethiopia and MUST project was one such project that utilized strengths of Japan's cooperation. Nonetheless, he added, MUST project had to modify its framework several times due to Covid-19, etc., which was unusual. Despite the difficulties, the MUST project finally succeeded and

made significant achievements, such as the A-D-E-E approach. Strong support, both from the Ethiopian and the Japanese sides, made it possible, he appreciated. He also appreciated the JICA Expert Team's dedication and uncompromising efforts to improve the textbooks, done always working hand in hand with Ethiopian counterparts. As future steps, he proposed to donate 20 million yen for the purpose of textbook printing and to dispatch long-term experts in support of MoE to institutionalize the A-D-E-E approach and ensure the utilization of the new textbooks. He concluded the meeting with a great appreciation of cooperation by MoE and CDID.

