

フィリピン国

フィリピン国
センサーネットワークとクラウド技術
を用いた灌漑テレメータシステム導入
案件化調査
業務完了報告書

平成 30 年 6 月
(2018 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社イートラスト
株式会社拓和

国内
JR(先)
18-132

写真 (調査対象地域写真)



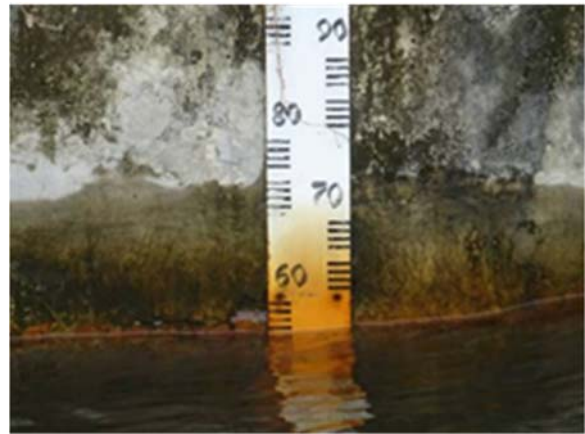
頭首工における取水施設
(スタッフゲージを目視してはかられた水位と HQ
カーブから取水量を計算)



幹線水路
(ライニングされている箇所と土水路の箇所があ
る)



幹線水路から導水路への分土工
(ラジアルゲートとスライドゲートの場合があり、
開度または水位との流量の換算表より分水量が計算
される)



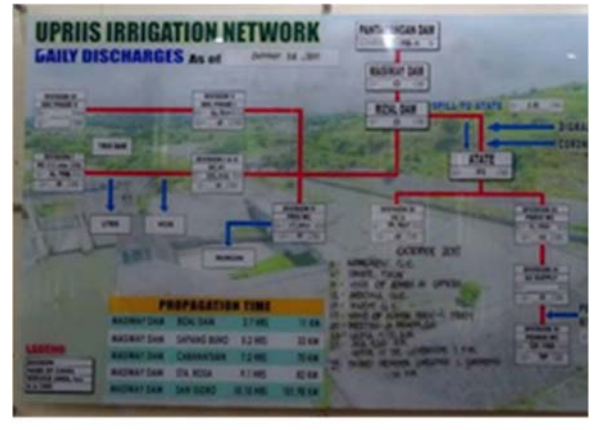
スタッフゲージ
(目視で数値を読むことが多いが、ゲージ写真また
は映像を遠隔地で確認し、メモリを読む場合もあつ
た)



導水路から2次水路への分土工
(マニュアルのスライドゲートの場合が多く、降雨
の後は湛水を避けるためにゲートが閉められる)



2次水路
(土水路であることが多い)



流量記録ノート
 (ゲート管理事務所の毎朝 8 時の流量の記録。電話か SMS で Division Office に伝えられる)

流量記録ノート
 (ゲート管理事務所の毎朝 8 時の流量の記録。電話か SMS で Division Office に伝えられる)



観測機器設置候補地
 No.1 PRIS (Rizal) diversion dam 下流

観測機器設置候補地
 No. 6 Head gate of Lateral H for SDC 下流



観測機器設置候補地
 No. 7 PBRIS (Atate) diversion dam intake 下流

観測機器設置候補地
 No. 10 PENRIS dam intake 下流

目次

写真	i
目次	iii
図表リスト	iv
略語集	v
要約	vi
ポンチ絵	xi
はじめに	1
第1章 対象国・地域の開発課題	5
1-1 対象国の現況と対象地域の開発課題	5
1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等	5
1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針	9
1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析	9
第2章 提案企業、製品・技術	12
2-1 提案企業の概要	12
2-2 提案製品・技術の概要	13
2-3 提案製品・技術の現地適合性	22
2-4 開発課題解決貢献可能性	29
第3章 ODA 案件化	30
3-1 ODA 案件化概要	30
3-2 ODA 案件内容	36
3-3 C/P 候補機関組織・協議状況	38
3-4 他 ODA 事業との連携可能性	40
3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策	40
3-6 環境社会配慮等	41
3-7 期待される開発効果	41
第4章 ビジネス展開計画	42
4-1 ビジネス展開計画概要	42
4-2 市場分析	42
4-3 バリューチェーン	54
4-4 進出形態とパートナー候補	55
4-5 収支計画	56
4-6 想定される課題・リスクと対応策	57
4-7 期待される開発効果	57
4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献	57
要約(英文)	
ポンチ絵(英文)	

図表リスト

図 1	NIA 組織図	7
図 2	NIA 管理本部詳細組織図	8
図 3	各観測過程において生じ得る誤差発生要因	16
図 4	PRIIS 管内における水位観測状況と課題	16
図 5	現行の灌漑水路における流量モニタリングの流れ	17
図 6	システム導入後の灌漑水路における流量モニタリングの流れ	18
図 7	システムの画面イメージ	19
図 8	システムの構成イメージ	20
図 9	MARIIS 管内・水路系統図	23
図 10	水位計設置位置イメージ図	25
図 11	標準的な水位計施工方法	26
図 12	UPRIIS 管内図 (各 Division 及び取水用 DAM)	27
図 13	機器設置候補地	27
図 14	事業の案件化スケジュール 出典：JICA 調査団作成	31
図 15	案件化調査、普及・実証事業のスケジュール案	37
図 16	プロジェクト実施体制図	38
図 17	ビジネス展開計画図	42
図 18	フィリピンにおける水力発電所位置図と民間運営の発電所リスト	48
図 19	Philsensors の概要	53
図 20	バリューチェーン	55
表 1	UPRIIS の IMT 達成現状 2017 年 2 月末時点 8	
表 2	UPRIIS 職員構成	13
表 3	Division ゲート管理者の管理範囲	14
表 4	UPRIIS 灌漑面積の実績	14
表 5	UPRIIS 米生産量の実績	15
表 6	システム概要	20
表 7	観測機器設置箇所概説	28
表 8	各 Division への灌漑用水量	28
表 9	各地点の提案設置機器と数	28
表 10	普及・実証事業の成果と活動内容	36
表 11	ODA 案件化形成における課題・リスクと対応策	40
表 12	ターゲットする市場の分野	43
表 13	NIA の各灌漑システム	43
表 14	NIS におけるテレメータシステムの導入状況	44
表 15	現地企業でのヒアリング結果の概要	50
表 16	提案システムと現行システムの比較、優位性	51
表 17	提案システムと現行システムの比較、優位性 (単位：千円)	51
表 18	灌漑テレメータシステムと ASTI システムの比較	52
表 19	現地パートナー企業として必要な要件、訪問した各社の状況	56
表 20	収支計画表	56
表 21	想定される課題・リスクと対応策	57

略語集

略語	日本語名称	英語名称
ASTI	先端科学技術研究所	Advanced Science And Technology Institute
BIIS	ボホール灌漑事業	Bohol Integrated Irrigation System
CP, C/P	カウンターパート	Counterpart
CIS	共同灌漑システム	Communal Irrigation System
CLIP	中部ルソン灌漑計画	Central Luzon Irrigation Project
CLSU	中部ルソン州立大学	Central Luzon State University
CMIPP	カセクナン多目的灌漑発電事業	Casecnan Multipurpose Irrigation and Power Project
DOST	科学技術省	Department of Science and Technology
DPWH	公共事業道路省	Department of Public Works and Highways
EMD	重機調達、管理	Equipment Management Division
FCC	連邦通信委員会	Federal Communications Commission
FFWS	洪水予警報システム	Flood Forecasting and Warning System
GIS	地理情報システム	Geographic Information System
IA	灌漑組合/水利組合	Irrigators' Association
ICT	情報コミュニケーション技術	Information and Communications Technology
IEC	技術開発局	Irrigation Engineering Center
IDD	農民組織管理	Institutional Development Division
IDMP	灌漑情報管理システム	Irrigation Database Management System
IMO	灌漑管理事務所	Irrigation Management Office
IMT	灌漑管理委譲	Irrigation Management Transfer
IP	インターネットプロトコル	Internet Protocol
ISF	灌漑施設使用料	Irrigation Service Fee
ISO	国際標準化機構	International Organization for Standardization
JICA	国際協力機構	Japan International Cooperation Agency
LGU	地方政府ユニット	Local Government Unit
LPWA	広域省電力無線	Low Power Wide Area
LLDA	ラグナ湖開発公社	Laguna Lake Development Authority
MARIIS	マリス灌漑事業	Magat River Integrated Irrigation System
MID	情報運営局	Management Information Division
MC	通達	Memorandum Circular
MMDA	マニラ首都圏開発庁	Metro Manila Development Authority
NIA	国家灌漑庁	National Irrigation Administration
NIS	国営灌漑システム	National Irrigation System
NPC	国家電力公社	National Power Corporation
OCD	市民防衛局	The Office of Civil Defense
ODA	政府開発援助	Official Development Assistance
TCP	技術協力プロジェクト	Technical Cooperation Project
PAGASA	フィリピン 気象地球物理宇宙庁	Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration
PBRIS	パンパンガ-ボンガボン川 灌漑システム	Pampanga-Bongabon River Irrigation System
PENRIS	ペニャランダ川灌漑システム	Peñaranda River Irrigation System
PPP	民間参入計画	Public-private partnership
RO	地域事務所	Region Office
SMD	灌漑システム管理局	System Management Division
SMS	ショートメッセージサービス	Short Message Service
UPRIIS	パンパンガ河上流域統合灌漑シ ステム	Upper Pampanga River Integrated Irrigation System:
WDD	配水	Water Distribution Delivery

要約

本案件化調査は、フィリピンの大規模灌漑農業地区において、灌漑用水管理を改善するための灌漑テレメータシステムを導入することにより、灌漑面積拡大と農業生産性向上が図られ、更に農家経済の改善にもつながることを実証する ODA 事業の為の案件化調査、及び、民間向け水管理システム販売ビジネスへの参入可能性に関する調査を行うことを目的としている。

第 1 章 対象国の現況と対象地域の開発課題

フィリピンは主食である米の国内生産量が世界第 8 位であるにもかかわらず、世界有数の米輸入国となっている。これは高い人口増加率に伴う需要量の増大、灌漑開発の遅れによる生産性の低迷、頻発する自然災害(台風による洪水被害や干ばつ等)等に起因している。しかし、灌漑開発適地 300 万 ha のうち未だ 185 万 ha しか灌漑開発は進んでいないこと、アセアン諸国の中でも米の生産性が低く、まだ伸び代があることなどを考慮すると、米の自給を達成できる農業生産ポテンシャルは十分に有しているといえる。

パンパンガ川上流域統合灌漑組織 (Upper Pampanga River Integrated Irrigation System:以下、UPRIIS) は、フィリピン最大の穀倉地帯に位置し、国内最大の灌漑面積(約 135,000ha)を有する国営灌漑組織として、国内農業生産に大きなインパクトを与えている。しかし、用水管理に課題を抱え、その農業生産ポテンシャルを十分発揮できていない。これについては 1982~1984 年に行われた JICA 開発調査「灌漑システム維持管理強化計画」実施調査報告書によって指摘され、これの改善ため灌漑施設の改修・改善、水利組合強化、灌漑テレメータシステムの導入が提言されている。

現在、用水管理は全体の維持管理業務の一環として、人力による水位観測や電話によるデータ伝達、事務所における簡単なデータ処理等、最低限の業務は行われているが、データの精度、事務所へのデータ伝達の遅延、管理要員の能力不足等の課題は改善されないまま現在に至っている。こうした中、国家灌漑庁 (National Irrigation Administration:以下、NIA) の合理化計画に伴う予算・人員の削減もあり、十分な用水管理が行えない上、非効率な用水管理から用水供給の過不足による農業生産への影響が顕著化し、灌漑テレメータシステムの導入の需要度が大きくなってきている。

また、歴代政権は、常に農業生産性の向上と農家の生計向上 (貧困改善) を国家開発計画において優先政策と位置づけ、灌漑施設の改修改善を進めると共に、水管理を中央管理から末端利用者による管理 (水利組合による管理) へと移行させている。

さらに、日本政府は、対フィリピン共和国国別援助方針「平成 24 年 4 月」において 3 項目の支援重点分野を挙げている。そのうち、「脆弱性の克服と生活・生産基盤の安定」の一つとして、「農業生産・生産性の向上と農産品の加工・流通などに対する支援を実施する。」としている。灌漑テレメータシステムの情報は NIA・UPRIIS だけでなく、農家や水利組合への共有も容易であることから、灌漑面積拡大だけでなく、農業生産性の向上、さらには農家の収入向上にもつながると考えられ日本政府の援助方針にも合致するといえる。

第2章 提案企業、製品・技術

株式会社イトラストは、主として電気設備や ICT インフラの公共工事、被災経験を元に自治体や県と作り上げてきた防災システム、持続可能な社会に向けた再生可能エネルギー事業、といった公共性の高い事業分野での企業活動を通して、安心安全な社会基盤の構築に貢献してきた。株式会社拓和は、水位計、ゲート開度計、砂防監視センサーのメーカーであり、過去 50 年間にわたり製造販売、設置工事、保守・修理といったトータルサービスを提供してきた。また近年では、顧客・ニーズの多様化に対応すべく、地中の滲筋を特定するための地下流水音測定装置、天然ダムの水位観測を迅速に開始するための投下型水位観測ブイなど、独創的な製品開発にも力を入れている。2 社は、海外市場開拓を進めており、東南アジアの各国における提案活動に力をいれている。今後、特に農業灌漑分野での提案強化を考えており、今回の案件化調査を通じて、灌漑水管理に必要なノウハウの蓄積、そしてフィリピンにおいて UPRIS ははじめとする多くの灌漑システムにおける製品普及を目指していきたいと考えている。

灌漑テレメータシステム導入の目的は、大規模灌漑組織において農業生産性を向上し農家経済を改善するため、農地と水資源の最大利用を実現する上での必要条件である最適な灌漑水管理体制を構築することである。現行の UPRIS における灌漑用水管理の課題として、以下があげられる。

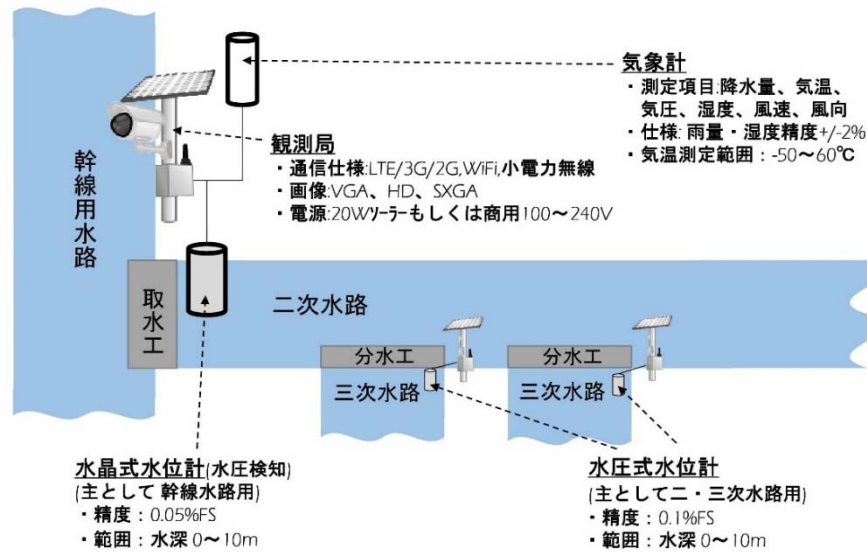
- ・取水工地点や主要分水工地点での流量観測は、基本的にゲートキーパーにより水位やゲート開度の監視と水位一流量換算表により行われている。主要分水工を管理するゲートキーパー一人当たりの管理量が多く、かつ各分水工の水位一流量換算表は長年更新されておらず精度が低い。
- ・UPRIS 約 140,000ha の灌漑地区に僅か 5 雨量観測所しかなく、降雨による灌漑中断は台風や熱帯モンスーンによる大雨の予報がある場合に限られており、降雨の有効利用はほとんど図られていない。
- ・実際の灌漑用水量と計画用水量との比較は行われているが全てマニュアルであり、速やかな水管理が行われる体制とはなっていない。

以上のような現状から、UPRIS 全体への灌漑テレメータシステム導入は用水管理改善の必要条件と判断されており、システムの詳細な内容やその効率性を検討するため実証事業の実施が望まれている。

今回提案する灌漑テレメータシステムは、各主要取水施設に設置した観測機器から得られるデータを、通信回線を介しクラウドサーバ上で管理し、灌漑運営を支援するシステムである。リアルタイムで各主要取水施設の水位を把握し、降雨量を加味したゲートオペレーションを行うことにより、水資源を有効活用し、適切な営農が行えることとなる。また、管理項目については、管理者の希望に沿った項目、表示形式にすることが可能である。また、システムで得られたデータは Web サービスを介して、NIA や UPRIS だけでなく水利組合（農家）も閲覧できる。これにより、農家も計画作付体系に沿って作付けを行うことができる。システムは(1)観測局(水位計/気象計、カメラが一体となった観測局)と(2)灌漑用水管理 Web サービスからなる。システム概要は以下の通り。

システム概要

(1) 観測局(水位計/気象計、カメラ)



(2) 灌漑用水管理 Web サービス

提供可能なデータとサービス

- ・ 水位、気象、観測地点画像データ
 - ・ 水位をもとにした用水量自動計算、計画水量と実績値の差異分析
 - ・ 対象灌漑システムに関する上記データのダッシュボード表示
- 提供形態**
- ・ インターネット上のクラウドサービス(ユーザー自身でのサーバ構築/維持は不要)



特徴

【センサーネットワーク】

- ・ 耐用年数(10~15年)で高精度かつ安定したデータ取得が可能なセンサー
- ・ 低消費電力設計のためソーラーで駆動でき、インフラ未整備の地域にも設置可能
- ・ 環境によって通信回線を選択可能(携帯回線/無線等)

【クラウド技術】

- ・ 利用者側でサーバ構築・管理が不要のため初期費用の低減が可能
- ・ 日本からの継続的なシステム提供が可能
- ・ インターネットへのアクセスさえできれば遠隔監視が可能

【顧客ニーズに合わせたWebサービスの提供】

- ・ 観測局から取得したデータは利用者のニーズに合わせて加工する。
- ・ 用水量計画値・用水量実績値・降雨量・必要用水量等の形でWeb画面上に表示し、適切・効果的な営農サポートが可能。

システム導入後の灌漑水路における流量モニタリング手順は短縮され、現行に比べ、NIA 事務所, UPRIIS 事務所, Division 事務所, IA, Farmers の間のシームレスでタイムリーな情報共有が可能であり、人為的な計測・伝達ミスをなくし、省力・効率化を図ることも可能である。

第4章 ビジネス展開計画

東南アジアを中心とした、水管理を必要とする公的機関、民間企業に対する観測システムおよびクラウドサービス、データ活用コンサルティングの提供を行うことを想定する。

第一段階としては、フィリピンにおける灌漑テレメータシステムの普及展開を図ることとする。本案件化調査にて、UPRIIS を中心とした NIS における灌漑水管理の現況やテレメータシステムのニーズ、導入可能性について確認した。引き続き、普及実証事業を通じて UPRIIS 管内のパイロットサイトへ灌漑テレメータを設置しトライアル運用することで、水管理の改善効果を確認し、システムの改良や最適化を行い、灌漑テレメータシステムの標準モデルの確立を図る。第二段階としては、標準化された灌漑テレメータシステムの本格展開を図る。UPRIIS の管内全域や他の NIS への横展開や、ベトナム、タイ、インドネシアなど灌漑水管理のニーズが期待される東南アジアの稲作国をターゲットとして考えている。また本システムは、農業・灌漑分野以外の水管理分野への応用もまた可能であることから、水位・雨量の観測を必要とする気象・洪水予警報分野、防災分野、環境観測分野も視野に入れた普及展開を目指す。普及展開にあたっては、現地パートナー企業の発掘と協力体制の構築を図り、入札への参加、機材の設置・保守、運用サービスの円滑、迅速な提供が行える体制を整える。また、現地企業との連携を進め、現地事務所・法人の設立を図る。

提案している灌漑テレメータシステムは、定量的で正確な用水データをリアルタイムで提供し、それに基づく効率的な用水供給を可能にするシステムである。これにより各農地の農業生産ポテンシャルが十分に発揮され、農業生産性の向上につながると考えられる。

株式会社イトラストの海外進出による他国への貢献や企業としての成長は、新潟県への貢献といえる。また、海外事業遂行のために新卒・中途の採用や定年後の再雇用を拡大してきた実績もあり、海外での事業拡大は新たな雇用の創出につながることや、海外事業の拡大が、産官学連携強化、経済活動の活性化につながる可能性は極めて高いといえる。

株式会社拓和においては、本調査により検討する海外事業の本格化とそれに伴う生産量増加によって、生産工場が立地する茨城県守谷市において、増産に伴う新たな設備投資、部品調達や加工依頼の増加によって、地元サプライチェーンを構成する各企業が生産量・売上および意欲向上、そして地元経済の活性化への貢献が期待できる。同時に茨城県における海外展開のモデル企業となることを目指し、県の海外展開施策に合致した先進事例をつくり、県内企業の意欲向上や海外展開への取り組みなどに貢献することが期待される。

フィリピン国

センサーネットワークとクラウド技術を用いた 灌漑テレメータシステム導入案件化調査



企業・サイト概要

- 提案企業：株式会社イトラスト、株式会社拓和
- 提案企業所在地：新潟県長岡市、東京都千代田区
- サイト・C/P機関：ルソン島パンパンガ河上流・国家灌漑庁(NIA)パンパンガ河上流総合灌漑組織(UPRIIS)

フィリピン国の開発課題

- 米の国内生産量が世界第8位にもかかわらず、米輸入国でもある。
- 灌漑施設の整備が行き届いておらず、非効率な用水管理や、用水供給の過不足による農業生産への影響が顕著化している。

中小企業の技術・製品

- 各取水施設に設置した観測機器から得られるデータを、通信回線を介して遠隔地で管理できる灌漑テレメータシステム。
- リアルタイムで各取水施設の状況を把握し、ゲートオペレーションを実施することで水資源を有効活用できる。

調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- 普及実証事業：パンパンガ河上流域に灌漑テレメータシステム導入による灌漑業務改善と灌漑面積拡大の実証
- 適切な用水管理により計画通りの灌漑面積が確保できることを実証する。
 - 集積データを基にした配水計画の策定と運用改善。営農計画の策定方法、運用プロセスの標準化。
 - フィリピン全土への灌漑施設、民間プランテーションへの展開。
- 効果：NIA、UPRIISの灌漑業務改善と灌漑面積拡大に貢献する。

日本の中小企業のビジネス展開

- 灌漑テレメータシステムをクラウドサービス(データ活用のコンサルテーションも含む)で提供。
- ODAによるパイロットシステム導入により灌漑テレメータシステムのサービス体制を整え、フィリピンの農業灌漑分野に本システムを展開。
- 公的機関だけでなく、民間農業生産法人におけるプランテーションへの展開も視野に入れる。

はじめに

i. 調査名

フィリピン国センサーネットワークとクラウド技術を用いた灌漑テレメータシステム導入案件化調査

英文調査名

Feasibility Survey for Introduced of Irrigation Telemetry Systems Using Sensor Networks and Cloud Technology in the Philippines

ii. 調査の背景

フィリピンは、主食である米の国内生産量が世界第 8 位であるにもかかわらず、世界有数の米輸入国となっている。これは高い人口増加率に伴う需要量の拡大、灌漑開発の遅れによる生産性の低迷、頻発する台風や洪水等の自然災害に起因している。

しかし、灌漑開発適地に対しての灌漑開発率は約 60%であることや生産性の低さを考えると、米自給率向上のポテンシャルは十分に有しているといえる。また、農業生産性の向上によって農家の生計向上(貧困改善)を図ることは、常に国家開発計画の優先政策に位置づけられている。

これらの改善には、灌漑面積の拡大に向けた灌漑施設の改修改善と並行して、生産性を向上させる本質的な要因である営農改善と、その前提である水管理改善が必要だが、水管理に関してはその必要性を認識しながら具体的な対策がとられていない。

現在水管理は、一部の灌漑組織において雨量、流量観測テレメータシステムの導入等を試みているが、大半の灌漑組織では、人力による水位計測や電話による報告、事務所における記録といった最低限の業務に留まっており、データ精度、情報伝達の遅延、管理要員の能力不足の課題が改善されないまま現在に到っている。さらに、国家灌漑庁 (NIA) の合理化計画に伴う、予算・人員削減があり、十分な水管理が実施されないうえ、非効率な水管理による用水供給の過不足により農業生産への影響が顕著となっている。

灌漑テレメータシステムを導入し、適切で即時性のある情報に基づいた水管理を実施することは、灌漑面積の拡大と生産性の向上につながり、フィリピンの貧困改善に貢献しうる。

iii. 調査の目的

本案件化調査は、フィリピンの大規模灌漑農業地区において、灌漑水管理を改善するための灌漑テレメータシステムを導入することにより、灌漑面積拡大と農業生産性向上が図られ、更に農家経済の改善にもつながることを実証する ODA 事業の為の案件化調査、及び、民間向け水管理システム販売ビジネスへの参入可能性に関する調査を行うことを目的としている。

iv. 調査対象国・地域

フィリピン国マニラ市、マカティ市、ケソン市及びヌエバエシハ州、イザベラ州、ボホール州、東ミンドロ州



出典：Google map

v. 調査期間・調査工程

調査スケジュール

調査開始：2017年10月～調査終了：2018年6月

作業工程概要

- 第1回現地調査 2017年10月22日～31日(10日間)
- 第2回現地調査 2017年11月27日～12月16日(20日間)
- 第3回現地調査 2018年2月19日～3月1日(11日間)
- 第4回現地調査 2018年4月3日～4月7日(5日間)
- 業務完了報告書 2018年4月27日
- 業務完了報告会 2018年5月25日(仮)

調査工程

調査の実施工程は次頁の調査工程表の通り。

調査工程表

調査工程	調査内容(番号)	調査/業務方法詳細
国内業務 (現地調査前)	—	第1回現地調査準備(現地との調整)
	1-1	対象国・地域の開発課題に関する文献調査
	1-2	当該開発課題に関する開発計画、製作、法令等の調査報告書等を通じた文献調査
	2-1、2-2	提案企業概要、提案製品・技術の概要説明資料作成
	4-1	UPRIIS以外の灌漑候補地調査
第1回現地調査 10月(10日間)	1-1	カウンターパート機関及びJICA事務所への説明・協議
	1-2	提案事業に関連する規制、法制度調査
	2-1、2-2	提案企業概要、提案製品・技術の概要説明 ビジネス展開計画概要、
	4-1	現地条件やニーズに適合したシステム条件
	4-2	途上国の用水管理、システム化の動向
国内業務 (第1回調査後)	1-1、1-2	調査まとめと分析
	3-1、3-2、3-3、3-4	既存報告書等を基に灌漑テレメータシステムの概要設計 他ODA事業との連携可能性
	4-1	UPRIIS以外の潜在候補地調査
	4-2	途上国の灌漑用水管理の現状と今後の動向確認 競合他社のリストアップ
第2回現地調査 11月(20日間)	2-3	水位計、モニタリングシステム製品郡スペック、優位機能、価格 灌漑テレメータシステムの設計・施工調査
	2-4	開発課題解決貢献可能性
	3-1	システムの業務要件定義と概要設計 灌漑テレメータシステム導入可能地と、その電波状況の確認
	3-2	ODA案件化内容確認
	3-3	NIA/UPRIISの事業化への同意確認
	3-4	他ODA事業との連携可能性
	4-1	現地条件やニーズに適合したシステム条件 現地慣例に準拠した妥当な水位計などの施工方式
	4-2	途上国の用水管理、システム化の動向 関連資機材、ノウハウ
	4-3	競合調査、バリューチェーン
	4-4	資機材調達/事施工パートナー候補調査
	4-6、4-7	通信規格・ネットワークインフラ関連政策に関する情報入手 輸出入にかかる税制・ライセンス
国内業務 (第2回調査後)	2-3、2-4	調査まとめと次回渡航への準備
	3-1、3-2、3-3、3-4	調査まとめと次回渡航への準備
	4-1、4-2、4-3、	調査まとめと次回渡航への準備
第3回現地調査 2月(11日間)	1-1	カウンターパート機関及びJICA事務所への説明・協議
	1-2	提案事業に関連する規制、法制度調査
	2-3	他社のフィリピン進出状況
	2-4	開発課題解決貢献可能性
	3-3	水利組合の灌漑テレメータシステム運営能力
	3-4	他ODA事業との連携可能性
	3-5、3-6、3-7	ODA案件形成における課題・リスクと対応策 環境社会配慮
	4-1	NIS以外の分野における普及展開の可能性 本システムが応用可能な分野
	4-2	途上国の用水管理
	4-4	運用保守パートナー調査
	4-6	事務所開設にかかる法規制、輸出入にかかる税制・ライセンス
国内業務 (第3回調査後)	1-1、1-2	調査まとめと分析
	2-3、2-4	調査まとめと分析
	3-3、3-4、3-5、3-6、3-7	調査まとめと次回渡航への準備
	4-1、4-2、4-4、4-6	調査まとめと次回渡航への準備
	—	業務完了報告書案
第4回現地調査 4月(5日間)	3-3	C/P候補機関組織・協議 NIA/UPRIISの事業化への同意確認
	3-4	他ODA事業との連携可能性
	4-5、4-6	収支計画、事務所開設にかかる法規制 輸出入にかかる税制・ライセンス
国内業務 (第4回調査後)	3-1、3-2、3-3、3-4	ODA案件化とりまとめ
	4-1、4-2、4-3、	ビジネス展開計画取りまとめ
	—	業務完了報告書作成

vi. 調査団員構成

各要員の担当業務と業務内容は以下の通り

企業・団体名	役割	氏名	担当業務	業務内容
株式会社 イトラスト	プロジェクト進行、ODA 案件形成、灌 漑テレメ ータシ ステム 導入、ビ ジネス 展開策 定業 務	酒井 直樹	業務主任者/ ビジネス展開	プロジェクト進行、取り纏め 本事業終了後のビジネス展 開の策定
		森島 奈々子	ODA 案件化	ODA 案件形成(普及・実証事 業)のための調査
		田之上 遥子	Web サービス開発	灌漑用水管理業務の要件分 析 Web サービス設計開発
		小俣 正樹	観測局施工	頭首工への機器設置方法の 調査と設計
		帆苺 翔太	観測局開発	システム統合(各種センサー ～通信機器)に関する調査と 設計
		田丸 靖彦	遠隔監視ビジネスモ デル開発	遠隔監視システムの市場、競 合、及び現地パートナー調査
株式会社 拓和	灌漑テレメ ータシ ステム(水 位計) 導入、ビ ジネス 展開策 定業 務	伊藤 洋輔	水位計システム統括、 水位計ビジネス開発	水位計に関わる市場・競合・ 現地パートナー等の調査・管 理
		柳町 年輝	水位計設計/施工	水位計システム設計、現地施 工方法調査
日本工営 株式会社	灌漑用水シ ステムの 運用、組 織構造 理解、技 術移 転に係 るコ ンサ ルタ ン ト業 務	河原 行弘	チーフアドバイザー/ 水資源政策・管理	プロジェクト進行・取り纏め のアドバイザー業務及び CP 機関との交渉
		松浦 夏野	灌漑用水管理/ 水利組合強化	灌漑用水管理と水利組合に 関する課題調査と解決方法 の分析
		渡辺 誠太郎	データ解析	灌漑用水量、河川流量、及び 降雨データの収集と解析

第1章 対象国・地域の開発課題

1-1 対象国の現況と対象地域の開発課題

フィリピンは主食である米の国内生産量が世界第8位であるにもかかわらず、世界有数の米輸入国となっている。これは高い人口増加率に伴う需要量の増大、灌漑開発の遅れによる生産性の低迷、頻発する自然災害(台風による洪水被害や干ばつ等)等に起因している。しかし、灌漑開発適地 300 万 ha のうち未だ 185 万 ha しか灌漑開発は進んでいないこと、アセアン諸国の中でも米の生産性が低く、まだ伸び代があることなどから、米の自給を達成できる農業生産ポテンシャルを有していることは周知の事実である。

パンパンガ川上流域統合灌漑組織 (Upper Pampanga River Integrated Irrigation System:以下、UPRIIS) は、フィリピン最大の穀倉地帯に位置し、国内最大の灌漑面積(約 135,000ha)を有する国営灌漑組織として、国内農業生産に大きなインパクトを与えている。しかし、用水管理に課題を抱え、その農業生産ポテンシャルを十分発揮できていない。これについては 1982~1984 年に行われた JICA 開発調査「灌漑システム維持管理強化計画」実施調査報告書によって指摘され、これの改善ため灌漑施設の改修・改善、水利組合強化、灌漑テレメータシステムの導入が提言されている。

同報告書によれば、雨量と水路流量の観測が適正に行われていないため、特に雨期の灌漑効率が計画値の 54%から 30%と低くなっている。これは 24%もの過剰な用水量が主水源であるパンタバンガンダムから放流されていることを意味する。つまり雨量の有効利用ができておらず、ダムから雨期に過剰な水量を放流するので、本来雨期に蓄え乾期に利用する貯水量が計画通り回復していない。このため乾期作の灌漑面積の減少、雨期には過剰な用水量が水路に取り入れられ、雨量と相まって灌漑地の下流地区ではこれらが水路から溢れ農地で冠水(洪水)を引き起こしている。調査当時の解析では、灌漑テレメータシステムの導入により現状の作付け率 150%が 180%に増加するという結果が得られている。当時の総灌漑面積、約 10 万 ha を基にすると 3 万 ha の増加が図れることになる。

現在、用水管理は全体の維持管理業務の一環として、人力による水位観測や電話によるデータ伝達、事務所における簡単なデータ処理等、最低限の業務は行われているが、データの精度、事務所へのデータ伝達の遅延、管理要員の能力不足等の課題は改善されないまま現在に至っている。こうした中、国家灌漑庁 (National Irrigation Administration:以下、NIA) の合理化計画に伴う予算・人員の削減もあり、十分な用水管理が行えない上、非効率な用水管理から用水供給の過不足による農業生産への影響が顕著化し、灌漑テレメータシステムの導入の需要度が大きくなってきている。

1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

歴代政権は、常に農業生産性の向上と農家の生計向上(貧困改善)を国家開発計画において優先政策と位置づけ、灌漑施設の改修改善を進めると共に、水管理を中央管理から末端利用者による管理(水利組合による管理)へと移行させている。

1-2-1 NIA10ヶ年灌漑開発マスタープラン

2017-2022年フィリピン開発計画(The Philippine Development Plan for 2017-2011)における灌漑開発の基本政策を示している NIA10ヶ年灌漑開発マスタープラン(2017年-2026年)には、以下の通り現況の課題とそれに対する戦略が述べられている。

(1) フィリピンの灌漑開発が直面する問題

- ・ 水利用競合の激化
- ・ 主要水源と降雨の利用可能量における地域格差
- ・ 農業用水利用率の低迷
- ・ 地下水源の枯渇
- ・ 主要食物の需要増
- ・ 灌漑システムの重要な水源流域の荒廃

(2) 灌漑開発マスタープラン（基本計画）策定の目的

- ・ 全 NIA 事務所及び職員、地方自治体(LGU)、水利組合(IA)を指導する方針の設定
- ・ 灌漑開発が直面する問題への取組
- ・ 政府が掲げる 2021 年までの米自給達成への対応

(3) 灌漑マスタープラン策定手法

- ・ NIA 及び関係省庁の統計資料と報告書の利用、最近の灌漑実績調査を通し、農業セクター全般を背景として灌漑サブセクターを分析
- ・ 灌漑マスタープラン 2014 年-2015 年版を分析し、2014 年実施で問題となった不合理点と課題を解明
- ・ 州灌漑開発マスタープラン策定の際、NIA 州事務所が行った協議会とワークショップを通して、LGU と IA の参加を促したボトムアップ計画手法
- ・ 主要河川流域と既存国営灌漑組織(NIS)、共同灌漑組織(CIS)及び灌漑開発可能地区の地理的位置を示す州レベルの灌漑システムのために作成された地理情報システム(GIS)を基にした地図

(4) 仮定とリスク

- ・ 灌漑開発にかかる国家政策は、マスタープランの目的、戦略及び実践を継続的に支援する
- ・ IA は彼らの規範と責務を実践する
- ・ 対象機関は IA に継続的に農業支援を行う
- ・ 政府の合法的支援（予算と政策）が NIA、LGU、IA へ適時、不断なく十分に行われる
- ・ 気象変動の影響及び有害な気象条件

(5) 実施戦略

- ・ NIA と共同実施者が計画策定、事業実施、監視、事業評価、灌漑組織の維持管理を実践する過程において、マスタープランは変革と是正を始めることを目的とする
- ・ 結果に基づく灌漑開発計画立案、実施、監視評価
- ・ 気象変動に対応可能な灌漑施設設計及び灌漑農業生産体制
- ・ 学術的に現場試験された米生産増強作付体系の全国展開での推進と支援
- ・ 高価値作物転換のために選定された灌漑地区への支援強化
- ・ 効果的節水農業と気象変動による影響軽減対応のために集約的 IA 機能開発
- ・ CIS の持続的管理のために LGU の能力強化
- ・ 灌漑組織と水力発電開発への民間参入計画(PPP)推進と支援

(6) 実質的目標

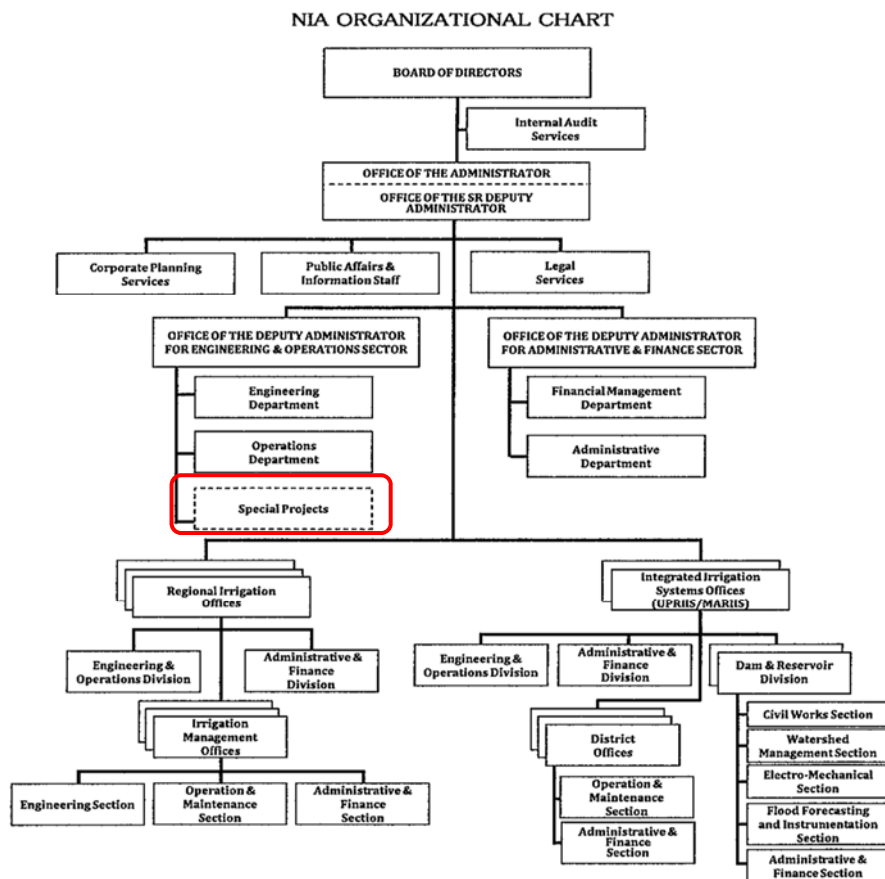
- ・ より効率的で持続的な維持管理体制と気象変動対応型の新規灌漑開発
- ・ NIA 灌漑データベース管理システムと結果監視評価機能の向上

- ・ IA の IDMP (Irrigation Database Management System) 開発にかかる広報促進
- ・ 節水農業や気象変動による影響低減のため IA 能力強化
- ・ 灌漑組織の持続可能な維持管理のため革新的な財務体制の開発実施

ここでは、NIA 灌漑データベース管理システムと結果監視評価機能の向上が謳われ、灌漑用水管理の近代化が目標として掲げられている。

1-2-2 NIA の組織

以下に NIA の組織図を示す。



出典：NIA 提供資料

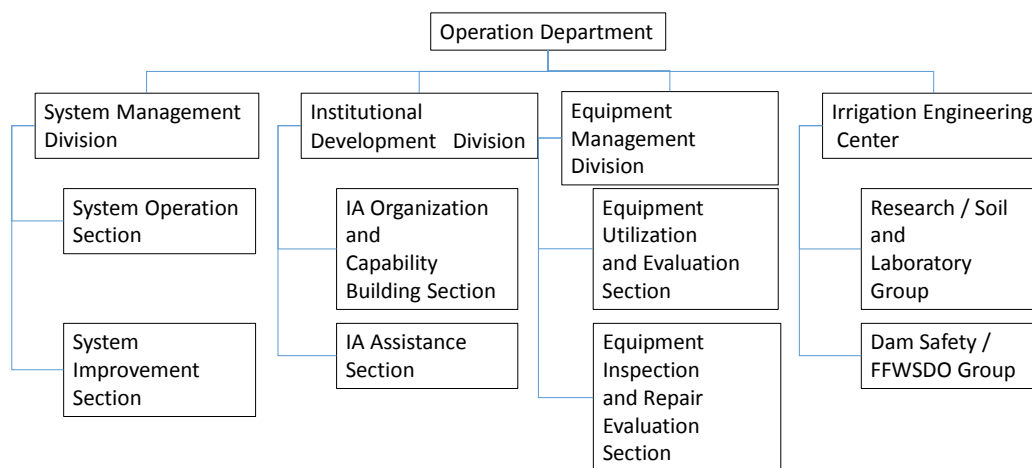
図 1 NIA 組織図

NIA 本部において、IT 部門に当たるのは Corporate Planning Services 下にある Management Information Division(MID) であり、運用段階に入ったシステムの管理は Office of the Deputy administrator for Engineering & Operation Sector 下の Operation Department が行っている。Operation Department は図 2 の組織図に示す通り、System Management Division (SMD: NIS/CIS の管理)、Institutional Development Division (IDD: 水利組合の設立/強化管理)、Equipment Management Division (EMD: 建設機械の調達、管理)、Irrigation Engineering Center (IEC: 新技術や開発担当)の 4 セクターから構成されている。そのうち IT が関係する部署は主に SMD、IEC である。それらが中心となり ISO に沿った NIA 内の情報一元化が進められている。

1-2-3 IMT(Irrigation Management Transfer)

灌漑施設の維持管理を中央管理から末端利用者（水利組合）へ移行する政策である IMT¹ (Irrigation Management Transfer) に関して、フィリピンでは以下の 4 目的を達成するために IMT を実施してきている。

- ・機能的な自立水利組合(IA)の設立
- ・国営灌漑組織(NIS)の生産及び管理体制改善
- ・農家が更なる収益向上型農業生産に取り組める NIS 構築
- ・持続可能で財政的に安定した IA と NIS 維持管理体制構築



出典：NIA 提供資料に基づき JICA 調査団作成

図 2 NIA 管理本部詳細組織図

IMT には以下の 4 タイプがある。

Model 1: NIA は NIS を管理するが一部の維持管理業務（水路の維持、流量観測、灌漑可能面積と実灌漑面積の調査、水利費徴収の補佐業務等）は IA に委譲する。

Model 2: NIA は頭首工と幹線水路及び二次水路の分水工の管理のみを行い、二次水路以下については IA が管理する。

Model 3: NIA は頭首工と幹線水路及び最初のまでの管理および二次水路。それ以外は全て IA が管理する。

Model 4: 全て IA が管理する。NIA は全体的なモニタリング、評価、技術支援を行うのみ。（基本的に Model 3 と 4 は小規模な NIS に適用する。）

UPRIIS における IMT の現状は下表 1 の通り。

表 1 UPRIIS の IMT 達成現状 2017 年 2 月末時点

	総数	Model 1	Model 2	Model 4	IMT 合計
IA 数	422	347	42	30	419
農家数	89,447	61,260	24,420	3,500	89,180
灌漑面積(ha)	122,811	89,968	26,393	5,798	122,159
水路延長(km)	2,022	1,432	414	107	1,952

出典：UPRIIS 提供資料に基づき JICA 調査団作成

¹ IMT は米国、インドネシア等多くの国で 1980 年代から実施されているが、その背景は灌漑施設の維持管理費を財政的に支えることや、農民から水利費を徴収することが困難になってきたことがあげられる。IMT とは灌漑管理の責任と権限を政府から非政府組織に移転することと言える。

水利費撤廃法案が現在国会で審議中であるが、NIA は 2017 年 2 月に「MC (Memorandum Circular) No. 13 S-2017: Guidelines on Free Irrigation Service」を発行し、現在全ての「Model」を「Modified IMT Contract」として変更中である。つまり、これまでの IA との契約は水利費徴収を基にした内容となっていたが、これを改めるため契約更改が必要となっている。

以上のように IMT は灌漑農業生産においては必要不可欠な制度と考えられているが、これまでの制度では、水路清掃など簡単な施設の維持管理業務の IA への移転が実施されてきたに過ぎず、灌漑用水管理といった本質的な業務の移転は行われてきていない。本調査で提案している灌漑テレメータシステム導入は、灌漑用水管理にも IA を通して農家が参入することを目的としており、究極の IMT 実現への第一歩と考えている。

1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

日本政府は対フィリピン共和国国別援助方針「平成 24 年 4 月」において 3 項目の支援重点分野を挙げている。そのうち、「脆弱性の克服と生活・生産基盤の安定」の一つとして、「農業生産・生産性の向上と農産品の加工・流通などに対する支援を実施する。」としている。

本調査は、農業生産・生産性向上に不可欠な灌漑用水改善を目的とする灌漑テレメータシステム導入の可能性を検証するものである。

尚、灌漑テレメータシステムの情報は NIA・UPRIIS だけでなく、農家や水利組合への共有も容易であることから、灌漑面積拡大だけでなく、農業生産性の向上、さらには農家の収入向上にもつながると考えられ、日本政府の援助方針にも合致するといえる。

1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

上述したように UPRIIS の維持管理改善計画は JICA による開発調査として 1982～1984 年に実施されている。この報告書で提言された事項のうち、灌漑施設の改修・改善は円借款により 2000～2008 年に「中央ルソン灌漑事業(Central Luzon Irrigation Project)」として実施済みである。また水利組合強化は基本的に NIA が実施しているが、JICA も 2002～2003 年に「国営灌漑地区水利組合強化」の技術支援と、それに続くプロジェクトタイプ技術協力といった形で援助してきている。

更に、その他の有償資金協力事業「灌漑セクター改修・改善事業 (National Irrigation Sector Rehabilitation and improvement)」(2012 年 3 月～2017 年 12 月) が実施されている。世界銀行とアジア開発銀行も長年にわたり多くの国営灌漑事業の改修改善を支援してきている。しかしながら、これらの支援事業は基本的に施設の改善が中心となっており、灌漑水管理の改善等のソフト面の改善にはあまり踏み込んでいない。灌漑水管理の改善または、遠隔管理システムに関する先行事例に関しては以下の通り。

(a) 技術協力事業「TCP3 国営灌漑システム運営・維持管理改善プロジェクト」(2013 年 5 月～2017 年 4 月)

NIS における運営・維持管理に関する情報収集や管理方法、モニタリング体制の改善と、適正な計画の策定を支援するもの。コンポーネントとして、Farmland GIS (農地管理用にプロジェクトで開発された GIS) の導入、アセットマネジメント、WDD (Water Distribution and Delivery: 灌漑用水の送配水) が含まれていた。

関係者へのヒアリングによると、ここでの教訓は以下の通り。

- ・ フィリピンにおける水利組合の強化にあたっては NIA の灌漑用水管理能力の強化も重要である。
- ・ 農作物の生産には、不可避の天災などの影響が大きいため灌漑システム運営・維持管理改善プロジェクトの評価指標として、農業の生産向上をあげるのは難しい。
- ・ Farmland GIS の対象エリアのクライテリアについては、過去に JICA はじめドナーの援助が入っている地域、1,000ha 以上、アクセスのしやすさであった。
- ・ WDD(Water Distribution Delivery)では、簡潔さを重要視しセンサーによる水位観測はせず、スタッフゲージによる水位から流量を換算した。
- ・ Farmland GIS の管理は NIA が行っており、2020 年までに全 NIS について Farmland GIS を展開するよう NIA 内での予算化が行われている。

(b) 草の根技術協力事業「フィリピン国ラグナ湖周辺農村地域への地域経済密着型の河川簡易監視カメラシステムによる防災システム向上プロジェクト」(2013 年 10 月～2016 年 10 月)

本事業にて提案する灌漑テレメータシステムは、防災・減災を目的とした洪水警報システムとして、フィリピン国内に類似システムが導入されている。

イートラストが 2013 年から 2016 年に実施した『JICA 草の根技術協力事業（地域経済活性化特別枠）』では、ラグナ湖周辺に、現地で運用可能な地域経済密着型の簡易河川監視システムが、3 自治体（サンタ・ロサ市、カランバ市、アンゴノ町）に計 6 局の監視局が導入された。また、2017 年には公益財団法人新潟県中越地震復興基金の支援の下、2 自治体（マビタック町、サンタ・マリア町）に計 2 局の監視システムを導入した。いずれのシステムも、河川の監視画像・水位・気象情報（雨量等）を基に洪水の早期警報のために運用され、Web 監視システムを通して遠隔監視を実現している。事実、カランバ市に導入されたシステムでは 2015 年に急激な水位上昇を観測し、避難指示を発令する際の判断材料として有効活用された。その後、カランバ市では監視局の追加に向けて予算申請が行なわれ、現在も継続的な導入活動を進めている。現地調査期間中に開催された「JICA フィリピン国洪水予警報の統合データ管理能力強化プロジェクト 第 2 回技術移転セミナー」では、前述の防災システムを事例として紹介し、フィリピン政府関係者（PAGASA：フィリピン気象天文庁、ASTI：先端科学技術研究所、DPWH：公共事業道路省、NPC：国家電力公社、OCD：市民防衛局、MMDA：マニラ首都圏開発庁他）に本システムの有用性を訴求した。質疑応答では、ネットワーク環境が乏しい地域でも他の通信方式（IP 無線、携帯電話回線、LPWA 等²）に対応する等、条件に応じて柔軟なカスタマイズが可能であることに興味を示され、水位計の精度、クラウドサーバのセキュリティ等について関心が向けられた。

(c) Region 4-B におけるテレメータシステム

NIA Region 4-B 事務所はミンドロ島の東部ミンドロ州の州都 Calapan 市に設置されており、管轄地域がミンドロ島、マリンドゥケ島、ロンブロン島、パラワン島と諸島に分散して

² IP 無線：商用無線機を使いデータ伝送する技術。

LPWA：低消費電力で広い領域(キロメートル単位)を対象にできる無線技術。Low Power Wide Area の略称。

いる。このため各島の灌漑組織を Region 4-B 事務所において監視するため、水路流量と雨量テレメータシステムの運用が実施され、有効に機能している旨 UPRRIS 局長より情報を得た。Region 4-B にテレメータシステムは 5 機設置されており(西部ミンドロ州に 2 機、東部ミンドロ州に 1 機、パラワン州に 2 機設置)、どの局も現在停止中(データが確認できない状況)であった。

これらのシステムは、2015 年～2016 年に設置されたもので、観測装置には雨量計あるいは水位計が接続されている。1 時間ごとの雨量を観測、観測局から衛星通信を介してデータを伝送し、web サイトを介してデータを確認する仕組みになっている。web サイト閲覧するためのサービスは 1 年の契約期間となっており、現在は契約期間が切れたためデータの確認ができない状況であった。再運用のため予算申請はしており、予算が配分されれば、運用が再開される予定とのことである。

(d) BIIS (Bohol Integrated Irrigation System) におけるテレメータシステム

ボホール灌漑計画は 1977 年に JICA が実施した「Wahig-Pamacsalan River Irrigation Project」の開発調査において策定され、1980 年に円借款を利用し第一期計画(マリナオダムを主水源とした約 5,000ha を対象とした灌漑開発)の詳細設計が開始された。建設工事は円借款により 1983 年に開始され 1999 年に完成している。1985 年には JICA により第二期計画(バヨンガンダムとカパヤスダムを水源とした約 5,300ha の灌漑開発)のフィージビリティスタディが実施された。これも一部を無償事業(1991-92 年)で建設、残りの事業は円借款(2001-09 年)で実施している。

BIIS の主要な 3 つのダムには、適切なダム貯水量と配水管理を目的とし、ボホール灌漑事業(II)により 2008 年に導入されたテレメータシステムがある。観測地点に設置されたセンサーによって観測されたデータが、数十メートル離れた制御室に有線で伝送され、制御室内の表示板に表示されるとともに表示板に隣設された記録装置に記録される仕組みである。現在 3 機のうち 2 機のシステムが稼動していない。稼動している 1 機についても記録装置が故障しているとのことであった。関係者へのヒアリングによると、故障後にメーカーに調査を依頼し、修理見積もり依頼したところ、修理費用が高額で修理を断念したとのことであった。また、月額 PHP100,000 の保守費用をメーカーに支払い、保守を依頼していたが、保守点検をしていても機器が故障してしまうという事態が繰り返されたため、保守契約を打ち切ったとの話しであった。

以上のことから、システム提案にあたっては、以下の観点での検証が必要と思われる。そこで、普及・実証事業では、これらの検証を実施したいと考えている。

- ・現地組織で負担可能な範囲の修理・保守費用
- ・現地の運用能力にみあった運用保守体制の構築
- ・構築した保守体制を実運用するためのトレーニング

第2章 提案企業、製品・技術

2-1 提案企業の概要

会社名：株式会社イートラスト

本店所在地：新潟県長岡市北陽1丁目53番54

設立年月日：2007年(1935年創業の近藤電機と1963年創業の酒井無線が経営統合)

事業内容：

株式会社イートラストは、主として電気設備やICTインフラの公共工事、被災経験を元に自治体や県と作り上げてきた防災システム、持続可能な社会に向けた再生可能エネルギー事業、といった公共性の高い事業分野での企業活動を通して、安心安全な社会基盤の構築に貢献してきた。しかし、ビジネスの成長を加速させるためには、国内にとどまらず、海外でもこれらの事業を展開していく必要があると考え、2013年から防災情報システムの海外展開に取り組んでいる。海外事業での売上比重を今後は5年で5%、10年で10%までのばしていくことを目指している。本案件化調査及び普及・実証事業を経て、2022年には、東南アジア諸国の灌漑に於ける灌漑テレメータシステムの導入の普及をしたいと考えている。なお、フィリピンでは2014年～2016年に、草の根技術協力事業で洪水監視システムを導入し、それをベースとした防災・環境監視システム事業を自社事業として2016年に開始した。

会社名：株式会社 拓和

本社所在地：東京都千代田区内神田1丁目4番15号

設立年月日：昭和40年3月26日

事業内容：

水位計、ゲート開度計、砂防監視センサーのメーカーであり、過去50年間にわたり製造販売、設置工事、保守・修理といったトータルサービスを提供してきた。また近年では、顧客・ニーズの多様化に対応すべく、地中の滲筋を特定するための地下流水音測定装置、天然ダムの水位観測を迅速に開始するための投下型水位観測ブイなど、独創的な製品開発にも力を入れている。

日本国内においては、農林水産省、国土交通省、水資源機構、気象庁、電力会社などの政府機関等を主要顧客にもち、河川、ダム、水利施設、災害現場などに数多くの納入を行い、洪水・土砂防災の推進、水資源管理の発展に貢献してきた。

海外においては、過去30年間にわたり、特にODAによる河川洪水予警報システム、ダム監視システム用のセンサーを東南アジア各国に納入してきた。フィリピンにおいては、パンパンガ川、ビコール川などの洪水予警報システム、パンタバンガンダム、アンガットダムなどのダム水位観測装置、パッシング川ポンプ場用水位計、ピナツボ火山噴火対策の泥流監視センサなどを納入してきた実績を有している。

また、2013年度より海外市場開拓を開始しており、フィリピン、インドネシア、ベトナム、ミャンマーなど東南アジアの各国における提案活動に力をいれている。今後、特に農業灌漑分野での提案強化を考えており、今回の案件化調査を通じて、灌漑水管理に必要なノウハウの蓄積、そしてフィリピンにおいてUPRIISをはじめとする多くの灌漑システムにおける製品普及を目指していきたいと考えている。

2-2 提案製品・技術の概要

2-2-1 灌漑テレメータシステムの概要

灌漑テレメータシステム導入の目的は、大規模灌漑組織において農業生産性を向上し農家経済を改善するため、農地と水資源の最大利用を実現する上での必要条件である最適な灌漑水管理体制を構築することである。このために必要なシステムの内容は以下の通りである。

(a) 水路流量観測システム

灌漑農業を行う際は灌漑開始前に作付体系を作成しそれに基づき時期別必要用水量を算定する。これに基づいて灌漑用水を供給するため、水路流量が計画用水量通り供給されているかどうか常に観測する必要がある。このため水路流量が分岐する地点で流量観測が必要であり、最低以下の地点に自動流量観測施設を設置する。

- 取水工地点(Diversion dam)
- 主要分水工地点(Head gate)

これにより計画取水量、計画分水量と観測された実際の流量を比較し、過不足があれば主要水源であるダム放流量や分水工での流量を調整する。

(b) 気象観測システム

灌漑用水量は作物用水量から有効雨量を差し引いた量として供給される。このため降雨量を常に観測し、圃場レベルでの灌漑用水量をそれに合わせて再算定することで、各分水工地点での分水量を調整、かつ主要水源のダムからの放流量も調整する。

気象観測地点は灌漑地区全体に密に設置されるほど雨量の有効化は高まるが、降雨の領域、降雨観測時点とダムからの放流時点のタイムラグ（降雨が観測されて時点では既に計画用水量はダムから放流されている）、観測施設設置コストと維持管理機能等の課題もあり、理論的に設置カ所を決めることは難しい。実証事業等を通じ現実的な設置カ所を見極める必要がある。

(c) データ送信・分析システム

水路流量や降雨量は常時観測し瞬時に分析しなければ全ての水資源の効率利用は図れない。このため観測データを瞬時に自動的に中央監視所に送信し、自動処理する必要がある。そして分析結果も直ちに水管理担当官に伝えられ、ダム放流量の調整、各取水ゲート、分水ゲートの調整等を速やかに行わねばならない。

2-2-2 灌漑オペレーションの現況

普及実証事業の対象地として想定している、UPRIISの灌漑管理現況を以下に記す。

(1) UPRIIS 事務所水管理体制

2017年10月31日時点での職員構成は表2の通り。

表 2UPRIIS 職員構成

事務所	総職員	運営維持職員	内、ゲート管理者
本部	56	12	6
ダム管理事務所	106	59	3
Division I	61	40	10
Division II	65	43	12
Division III	67	47	14
Division IV	58	39	12
Division V	60	40	10
Division VI	18	15	5
合計	491	259	72

出典：UPRIIS 提供資料に基づき JICA 調査団作成

ゲート管理者ごとの Division のゲート管理者の管理範囲は以下表 3 の通り。

表 3 Division ゲート管理者の管理範囲

事務所	管轄灌漑面積 (ha)	ゲート管理者 (人)	一人当たり管理面積 (ha)
Division I	20,822	10	2,082
Division II	23,163	12	1,930
Division III	29,662	14	2,119
Division IV	24,706	12	2,059
Division V	17,148	10	1,715
Division VI	19,842	5	3,968
合計	135,343	63	

出典：UPRIIS 提供資料に基づき調査団作成

ゲート管理者は毎日管轄灌漑地区の Lateral（二次水路）、Sub-lateral（三次水路）の分水工地点の水路流量を観測している。量水標を読み、水位－流量換算表(H-Q Table)を基に流量(CMS)を求めその量を Division 事務所に携帯で連絡している。Division 事務所ではこの報告流量を計画流量と比較し適正に灌漑用水量が送水されているかどうかを確認する。流量データは所定の書式に記録される。

各 Lateral、Sub-lateral の灌漑面積は数百 ha から数千 ha と多様であるため、1 ゲート管理者の管轄範囲も異なる。1-Lateral の灌漑面積が大きければ 2-3 名のゲート管理者で管理することになるが、1-Lateral が数百 ha の灌漑面積しか有しない場合は、1 人のゲート管理者が数本の Lateral を管理することになる。また、ゲート管理者は流量測定やゲート操作のみならず、管轄用水路の管理（水路断面の変化確認、決壊調査等、計画通りの送水が行われる状況にあることを常に監視）も職務となっている。

流量測定の自動化はゲート管理者の業務を大きく軽減できるうえ、流量測定の精度も高めることが期待できる。

(2) UPRIS 灌漑面積

UPRIIS の灌漑面積の実績は以下の通りである。

表 4 UPRIS 灌漑面積の実績

年	管理面積 (ha)	雨季作(ha)		乾季作(ha)		作付率(%)	
		計画	実績	計画	実績	計画	実績
2000	102,942	90,293	81,392	79,680	78,380	166	156
2005	102,532	81,469	76,940	76,380	77,798	154	151
2010	109,551	99,445	99,132	102,550	102,905	184	184
2011	109,551	104,179	102,761	103,552	104,096	190	189
2012	115,054	107,092	107,885	111,689	110,741	190	190
2013	117,969	108,896	109,773	114,206	114,408	189	190
2014	119,640	113,100	110,460	116,953	114,377	192	188
2015	119,640	109,057	105,421	85,858	91,156	163	164
2016	120,618	102,824	112,190	96,800	106,633	166	181

出典：UPRIIS 提供資料に基づき調査団作成

2011 年にカセクナン多目的灌漑発電事業（Casecnan Multipurpose Irrigation and Power Project: CMIPP）が部分完成し、灌漑面積が 2012 年より増加している。2010 年から作付率が増加しているのもカセクナンダムからの転流量が利用できるようになったことがあげられる。

(3) 米生産量

UPRIIS の米生産量の実績は以下の通りである。

表 5 UPRIS 米生産量の実績

年	雨季作			乾季作		
	面積(ha)	生産量(ton)	単収(t/ha)	面積(ha)	生産量(ton)	単収(t/ha)
2010	99,132	433,894	4.38	102,905	589,441	5.73
2011	102,761	435,296	4.24	104,096	660,254	6.34
2012	107,885	510,858	4.74	110,741	740,521	6.69
2013	109,773	443,880	4.04	114,408	749,041	6.55
2014	110,460	466,321	4.22	114,377	767,318	6.71
2015	109,057	605,265	5.55	85,858	580,697	6.76
2016	112,190	443,843	3.96	106,633	662,121	6.21

2015: Projected only

出典：UPRIIS 提供資料に基づき JICA 調査団作成

(4) 雨量観測

UPRIIS 管内の雨量観測地点は以下の 5 か所のみ。

- ・ UPRIS 管理(3) PRIS (Rizal) Dam, PBRIS (Atate) Dam, PenRIS Dam
- ・ PAGASA 管理(1) Cabanatuan City
- ・ Central Luzon State University (CLSU)管理(1) Muñoz

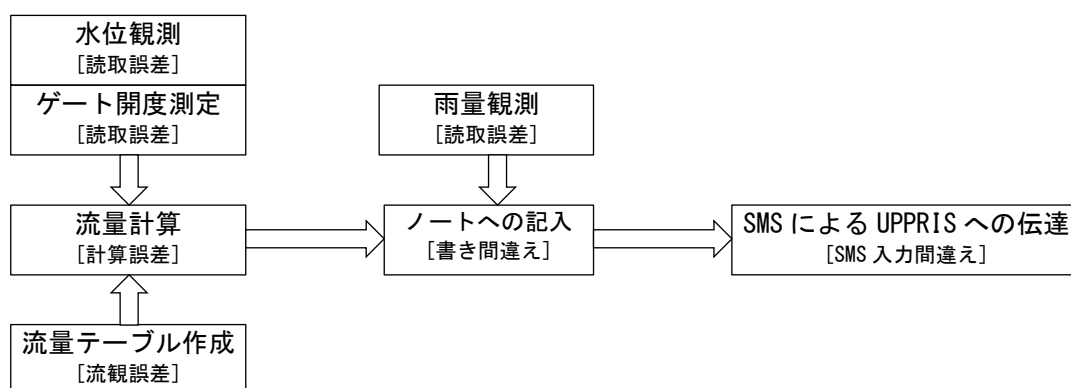
PAGASA の気象予報（台風、熱帯モンスーン）により Pantabangan Dam からの放水をストップし、各 Diversion Dam の Intake gate を閉める、と言った簡単な操作基準のみである。全ての降雨に対する灌漑用水管理は行われていない。

(5) 取水工、分水工における流量観測とゲート操作

本調査では、UPRIIS 管内の水位・雨量観測の現状を把握するために、Rizal、PBRIS (Atate)、UPRIIS (Perananda)の頭首工および水路を対象とし、現地職員へのヒアリングや設備状態の確認を行った。

各頭首工、幹線水路においては、ゲートキーパーが 1 日 1 回 (AM8:00)、量水標やゲート開度を目視で読み取るとともに、水位－流量テーブルまたはゲート開度・水位－流量テーブルを用いて流量に換算され、UPRIIS の事務所に SMS を使用して伝達されている。調査の結果、以下に示すような流量の誤差発生に係る課題が明らかになった。図 3 には、各観測過程において生じ得る誤差発生の要因を示す。

- ・ 量水標が不鮮明であったり汚れていたりし、読み間違えの可能性はある
- ・ 水位－流量テーブルの作成時期が古く、かつ少ない観測点数により内挿、外挿されているなどしており、そもそもの換算精度の低さや、水路環境の変化による経時的な低下が懸念される。(そもそも流速計が無く、テーブルを更新できない)
- ・ ゲート開度計の 5%刻みのアナログ目盛を 1%に按分しているため、読み取り誤差が生じ得る。一例として、Rizal 頭首工で読み取り誤差が生じた場合の換算流量の相違を試算したところ、水位が 0.1m、ゲート開度を 1%読み間違えた場合、約 15%の流量差が生じることが分かり、水管理上小さくはないと考えられる値であった。
- ・ 観測結果はすべてノートに手書きされるとともに、SMS で UPRIS に伝達されるため、書き間違え、入力間違えなどが起こり得る。



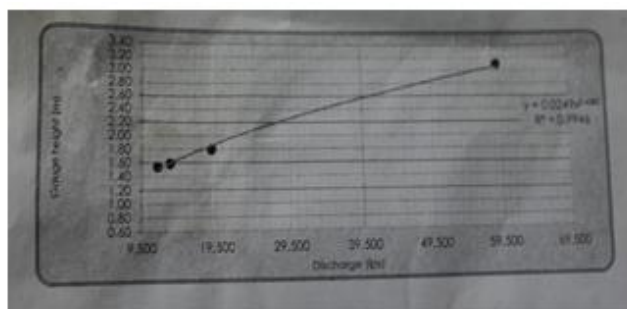
出典：JICA 調査団作成

図 3 各観測過程において生じ得る誤差発生要因



量水板
(汚れや読み取りにくい角度など)

ゲート開度計のアナログ目盛
(開度 5%の目盛を 1%に目視で按分している)



使用されている水位流量曲線
(流量観測は低水部、高水部のみで中水部が大きく内挿)



観測データの記入ボード
(手書きであり書き間違い、伝え間違いの可能性)

出典：JICA 調査団作成

図 4 PRIIS 管内における水位観測状況と課題

現行とシステム導入後の灌漑水路における流量モニタリングの流れを図 5、図 6 に示す。

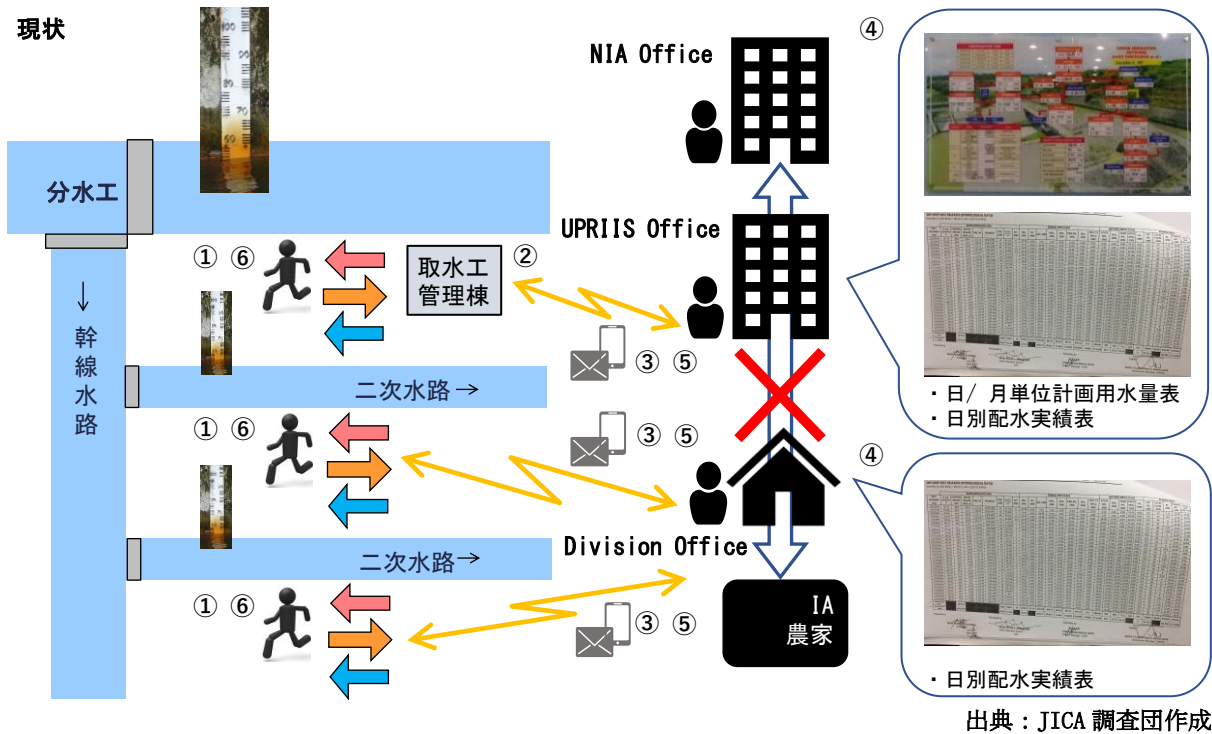
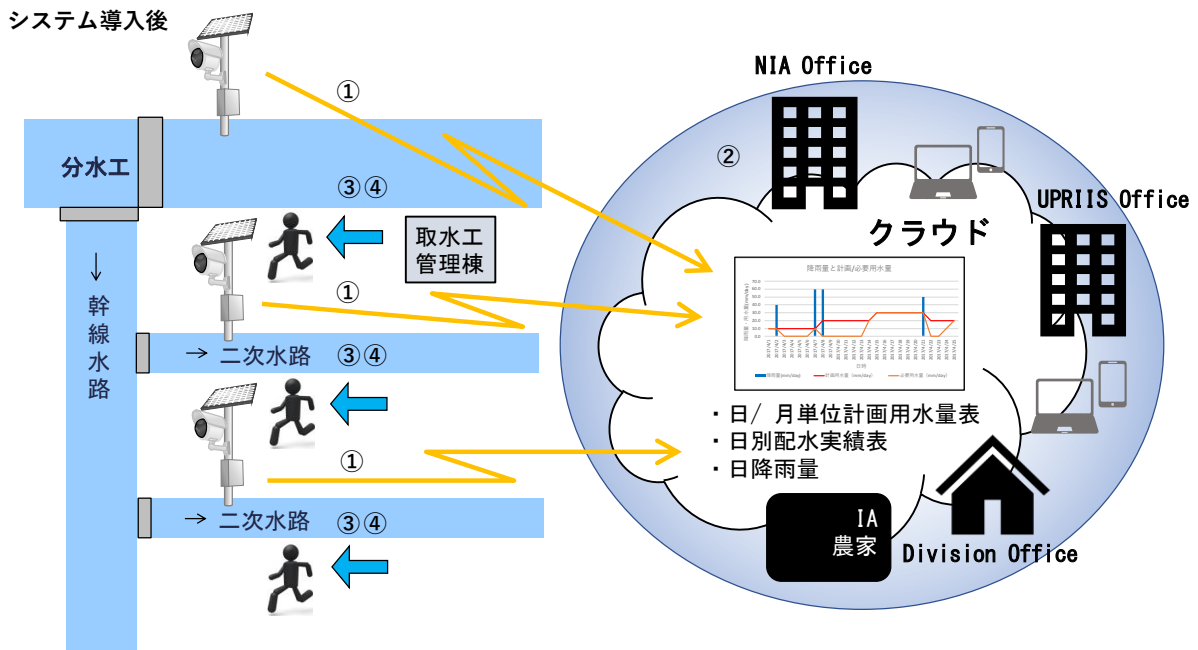


図 5 現行の灌漑水路における流量モニタリングの流れ

- ① ゲートキーパーが毎朝スタッフゲージを確認
 - ② スタッフが常駐の現場では、常駐スタッフがスタッフゲージで確認した値と換算表から流量を計算し、紙上に記録
 - ③ 日々記録した流量を UPRIIS 事務所/ Division 事務所に電話または SMS で管理者に報告
 - ④ UPRIIS 事務所/ Division 事務所では報告を受けた管理者自身が数値を表示板に記録する、あるいは管理者が別の入力担当者に報告し、月単位で管理するエクセルファイルに入力
 - ⑤ 流量が多い場合、各事務所よりゲートキーパーに閉門指示
 - ⑥ ゲートキーパーが閉門
- という手順をとっている。

システム導入後の灌漑水路における流量モニタリングの流れは、以下の通りとなる。



出典：JICA 調査団作成

図 6 システム導入後の灌漑水路における流量モニタリングの流れ

- ① 正確な水位や気象データが自動でクラウドサーバに伝送・蓄積される
- ② インターネットにアクセスさえできれば、どこからでも誰でも水位や気象データにアクセスが可能
- ③ 流量が多い場合、各事務所よりゲートキーパーに閉門指示
- ④ ゲートキーパーが閉門

という手順に短縮され、現行の手順に比べ、NIA 事務所, UPRIIS 事務所, Division 事務所, IA, 農家の間のシームレスでタイムリーな情報共有が可能であり、人為的な計測・伝達ミスをなくし、省力・効率化を図ることも可能である。

(6) 現行の灌漑施設オペレーションにおける課題

上記の灌漑オペレーションの現況をまとめると、前述の適正水管理に不可欠な灌漑テレメータシステム導入に関し、UPRIIS の現状の水管理体制の課題は以下の通りである。

(a) 水路流量観測システム

取水工地点や主要分水工地点での流量観測は、基本的にゲートキーパーにより水位やゲート開度の監視と水位－流量換算表により行われている。また主要分水工は UPRIIS 全体で約 470 か所以上と推定されるが、これを管理するゲートキーパーは 63 名であり、一人当たりの管理量が多く、かつ各分水工の水位－流量換算表は長年更新されておらず精度は低く、観測流量はゲートキーパーの経験値となっているケースが大半である。

(b) 気象観測システム

UPRIIS 管轄地区には 3 か所の雨量観測所があるのみで、それ以外には気象庁管轄の Cabanatuan City 観測所と Central Luzon State University (CLSU) 管轄の Munos City 観測所のみである。約 140,000ha の灌漑地区に僅か 5 雨量観測所しかなく、降雨による灌漑中断は台風

や熱帯モンスーンによる大雨の予報がある場合に限られているのが実態である。つまり降雨の有効利用はほとんど図られていない。

(c) データ集計・分析システム

上記の観測データは携帯電話により UPRIS 本部事務所や各 Division 事務所に伝えられている。本部事務所では取水工と Diversion Canal No. 1(DC-1), No.2(DC-2), Super Diversion Canal (SDC)の流量は手書きで日々ボードに表示され、所定の書式に記録されている。その他の分水工の流量は各 Division 事務所で記録されているにすぎない。計画用水量との比較は行われているが全てマニュアルであり、速やかな水管理が行われる体制とはなっていない。

以上のように現状では灌漑農業に必要な不可欠な用水量と降雨の観測すら十分行われておらず、UPRIS 全体の灌漑テレメータシステム導入の必要性は明らかであるが、システムの詳細な内容やその効率性を検討するため実証事業の実施が望まれる。

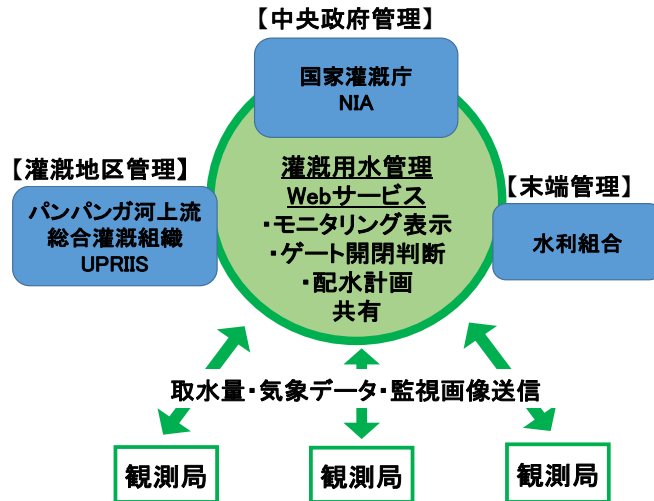
2-2-3 現況を踏まえた本テレメータシステムの提案

今回提案する灌漑テレメータシステムは、各主要取水施設に設置した観測機器から得られるデータを、通信回線を介しクラウドサーバ上で管理し、灌漑運営を支援するシステムである。リアルタイムで各主要取水施設の水位を把握し、降雨量を加味したゲートオペレーションを行うことにより、水資源を有効活用し、適切な営農が行えることとなる。また、管理項目については、管理者の希望に沿った項目、表示形式にすることが可能である。システム画面とシステムの構成イメージは次の通り。



出典：JICA 調査団作成

図 7 システムの画面イメージ



出典：JICA 調査団作成

図 8 システムの構成イメージ

本システムで得られたデータは Web サービスを介して、NIA や UPRIS だけでなく水利組合 (農家) でも閲覧できる。これにより、農家も計画作付体系に沿って作付けを行うことができる。

システムは(1)観測局(水位計/気象計、カメラが一体となった観測局)と(2)灌漑用水管理 Web サービスからなる。

詳細は以下の表の通り。

表 6 システム概要

出典：JICA 調査団作成

スペック (仕様)	(1)観測局(水位計/気象計、カメラ)
	<p>観測局</p> <ul style="list-style-type: none"> 通信仕様:LTE/3G/2G,WiFi,小電力無線 画像:VGA、HD、SXGA 電源:20Wソーラーもしくは商用100~240V <p>気象計</p> <ul style="list-style-type: none"> 測定項目:降水量、気温、気圧、湿度、風速、風向 仕様:雨量・湿度精度$\pm 2\%$ 気温測定範囲:-50~60℃ <p>水晶式水位計(水圧検知) (主として幹線水路用)</p> <ul style="list-style-type: none"> 精度:0.05%FS 範囲:水深0~10m <p>水圧式水位計 (主として二・三次水路用)</p> <ul style="list-style-type: none"> 精度:0.1%FS 範囲:水深0~10m

	(2) 灌漑用水管理 Web サービス 提供可能なデータとサービス ・ 水位、気象、観測地点画像データ ・ 水位をもとにした用水量自動計算、計画水量と実績値の差異分析 ・ 対象灌漑システムに関する上記データのダッシュボード表示 提供形態 ・ インターネット上のクラウドサービス(ユーザー自身でのサーバ構築/維持は不要)																									
設置箇所	(1) 観測局(水位/気象計、カメラ) ・ 幹線水路の取水工や支線水路の分水工 ・ 携帯電話回線によるインターネットサービス圏内を原則とし、圏外の場合は IP 無線や LPWA 等を利用 (2) サーバは下記を検討予定 日本国内サーバ(必要に応じてフィリピン国内サーバ、NIA 所有サーバも検討)																									
特徴	【センサーネットワーク】 ・ 耐用年数(10~15年)で高精度かつ安定したデータ取得が可能なセンサー ・ 低消費電力設計のためソーラーで駆動でき、インフラ未整備の地域にも設置可能 ・ 環境によって通信回線を選択可能(携帯回線/無線等) 【クラウド技術】 ・ 利用者側でサーバ構築・管理が不要のため初期費用の低減が可能 ・ 日本からの継続的なシステム提供が可能 ・ インターネットへのアクセスさえできれば遠隔監視が可能 【顧客ニーズに合わせたWebサービスの提供】 ・ 観測局から取得したデータは利用者のニーズに合わせて加工する。 ・ 用水量計画値・用水量実績値・降雨量・必要用水量等の形で Web 画面上に表示し、適切・効果的な営農サポートが可能。																									
競合他社製品と比べた比較優位	一般的に水位/気象観測および画像監視がパッケージ化された灌漑テレメータシステムは存在せず、本システムのみである。現地ヒアリングにより、フィリピンで個別製品を組み合わせると小規模に導入されているシステムとの比較は下記のとおり。																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>株式会社イトラストシステム</th> <th>他社システム (個別製品の組み合わせ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>全体(品質・コスト)</td> <td>・ 高信頼性・高可用性 ・ 価格(約 240 万円/局) ※自治体向け簡易防災システムの発展形なので低コスト</td> <td>・ 信頼性とコストがトレードオフ(性能を追及すると価格もそれに伴い上昇) ・ 価格(約 570 万円/局)</td> </tr> <tr> <td>水位計測</td> <td>・ 高精度 0.05%、定期補正不要 ・ 耐用年数 10~15 年</td> <td>・ 精度 0.1%程度、定期補正が必要 ・ 耐用年数 3~5 年</td> </tr> <tr> <td>気象観測</td> <td>・ 多項目観測(気温、湿度、雨量、気圧、風速、風向) ・ ドップラー計測(高精度、メンテナンスフリー)</td> <td>・ 雨量観測 ・ 転倒柵式(定期保守が必要)</td> </tr> <tr> <td>画像監視</td> <td>・ 高画質カメラ</td> <td>・ なし</td> </tr> <tr> <td>通信</td> <td>・ 携帯回線 2~4G、Wi-Fi ・ IP 無線、省電力広域無線 ・ 多様な通信回線により全灌漑地域を網羅</td> <td>・ 携帯回線(主に)2G、Wi-Fi ・ サービス圏外の場合は衛星通信を使用</td> </tr> <tr> <td>サービス形態</td> <td>・ クラウドサービスによる高い運用継続性と拡張性 ・ データ分析・レポート機能による灌漑運用支援</td> <td>・ 管理システム用サーバはオンプレミス(売り切り) ・ 観測データの表示</td> </tr> <tr> <td>電源</td> <td>・ 省電力設計 ・ ソーラーパネルで駆動</td> <td>・ 商用電源が必要な場合もありソーラーパネルで駆動 ・ ソーラーパネルで駆動</td> </tr> </tbody> </table>			株式会社イトラストシステム	他社システム (個別製品の組み合わせ)	全体(品質・コスト)	・ 高信頼性・高可用性 ・ 価格(約 240 万円/局) ※自治体向け簡易防災システムの発展形なので低コスト	・ 信頼性とコストがトレードオフ(性能を追及すると価格もそれに伴い上昇) ・ 価格(約 570 万円/局)	水位計測	・ 高精度 0.05%、定期補正不要 ・ 耐用年数 10~15 年	・ 精度 0.1%程度、定期補正が必要 ・ 耐用年数 3~5 年	気象観測	・ 多項目観測(気温、湿度、雨量、気圧、風速、風向) ・ ドップラー計測(高精度、メンテナンスフリー)	・ 雨量観測 ・ 転倒柵式(定期保守が必要)	画像監視	・ 高画質カメラ	・ なし	通信	・ 携帯回線 2~4G、Wi-Fi ・ IP 無線、省電力広域無線 ・ 多様な通信回線により全灌漑地域を網羅	・ 携帯回線(主に)2G、Wi-Fi ・ サービス圏外の場合は衛星通信を使用	サービス形態	・ クラウドサービスによる高い運用継続性と拡張性 ・ データ分析・レポート機能による灌漑運用支援	・ 管理システム用サーバはオンプレミス(売り切り) ・ 観測データの表示	電源	・ 省電力設計 ・ ソーラーパネルで駆動	・ 商用電源が必要な場合もありソーラーパネルで駆動 ・ ソーラーパネルで駆動
	株式会社イトラストシステム	他社システム (個別製品の組み合わせ)																								
全体(品質・コスト)	・ 高信頼性・高可用性 ・ 価格(約 240 万円/局) ※自治体向け簡易防災システムの発展形なので低コスト	・ 信頼性とコストがトレードオフ(性能を追及すると価格もそれに伴い上昇) ・ 価格(約 570 万円/局)																								
水位計測	・ 高精度 0.05%、定期補正不要 ・ 耐用年数 10~15 年	・ 精度 0.1%程度、定期補正が必要 ・ 耐用年数 3~5 年																								
気象観測	・ 多項目観測(気温、湿度、雨量、気圧、風速、風向) ・ ドップラー計測(高精度、メンテナンスフリー)	・ 雨量観測 ・ 転倒柵式(定期保守が必要)																								
画像監視	・ 高画質カメラ	・ なし																								
通信	・ 携帯回線 2~4G、Wi-Fi ・ IP 無線、省電力広域無線 ・ 多様な通信回線により全灌漑地域を網羅	・ 携帯回線(主に)2G、Wi-Fi ・ サービス圏外の場合は衛星通信を使用																								
サービス形態	・ クラウドサービスによる高い運用継続性と拡張性 ・ データ分析・レポート機能による灌漑運用支援	・ 管理システム用サーバはオンプレミス(売り切り) ・ 観測データの表示																								
電源	・ 省電力設計 ・ ソーラーパネルで駆動	・ 商用電源が必要な場合もありソーラーパネルで駆動 ・ ソーラーパネルで駆動																								
国内外の販売実績	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日本国内 <ul style="list-style-type: none"> ・ 農林水産省、国土交通省、水資源機構が管理するダム、灌漑設備、河川において1,000台以上の水晶式水位計を含む多数の管理システムの設置・保守。 ・ 国土交通省、地方自治体が管理する河川洪水予警報システムにおいて、約70%の水位計シェアを有する。 																									

	<ul style="list-style-type: none"> - 新潟県内の自治体における、河川洪水監視システムの設置・保守 - 国土交通省：革新的河川管理プロジェクトの実証事業に採用 ・フィリピン <ul style="list-style-type: none"> - 天文気象庁(PAGASA)などが管理する河川、ダム約10局への水位計を納入 - ラグナ州(サンタロサ/カランバ)、リサル州(アンゴノ)8局へ河川監視システムを設置 ・その他 <ul style="list-style-type: none"> - インドネシア、ベトナム、ミャンマー、韓国の河川、ダムへ水位計を納入 - バングラデシュ、ブラジル、ミャンマーへ10局の監視システムを設置
--	---

2-3 提案製品・技術の現地適合性

非公開	
-----	--

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

2-4 開発課題解決貢献可能性

本調査後に実施予定の普及・実証事業による灌漑テレメータシステム導入により、定量的で正確な用水データをリアルタイムで提供することが可能となり、そのデータに基づき、UPRIIS 事務所は水需要に応じた頭首工・水路のゲート操作を迅速かつ的確に行うことが可能となる。また、用水供給に課題が生じている地区では、送配水計画の見直しや効率的で公平な用水供給を実現できる。

第3章 ODA 案件化

3-1 ODA 案件化概要

前述の通り、フィリピン国では灌漑施設整備、農業生産性改善の事業を継続して行い、灌漑施設改修や水利組合の強化に取り組んできているが、多くの国営灌漑組織において灌漑施設建設後の灌漑用水管理は人力が中心で、流量や気象データを観測はしているものの、そのデータを生かして灌漑施設の運用及び維持管理をしているとは言いがたい。これを改善するため、単発的にテレメータシステムが導入されている国営灌漑組織は数カ所存在するが、包括的に整備されていないため、各システムが異なる仕様で整備されており、システムも互換性を持っていないため、非常に使い勝手の悪い状況に陥っている。

灌漑テレメータシステム(Irrigation Telemeter Systems: 灌漑テレメータシステム)導入の目的は、大規模灌漑組織において農業生産性を向上し農家経済を改善するため、農地と水資源の最大利用を実現する上での必要条件である最適な灌漑水管理体制を構築することである。前述の現地状況を勘案し灌漑テレメータシステム導入に関し以下の ODA 案件を提案する。

灌漑用水管理では、各用水路ごとの必要用水量、降雨、実際の流量が重要なファクターである。これらのモニタリングに IT を駆使することにより、灌漑用水管理の効率性を向上させ灌漑農業生産の発展性を拡大できることから、ODA 事業により、テレメータシステムによる灌漑水管理の標準化、データを運用した灌漑施設オペレーションの研修・普及等を内容とした①「灌漑用水管理技術改善支援事業」(技術協力プロジェクト)を提案する。

国営灌漑組織運営に係る情報は、各国営灌漑組織の管理事務所及び末端水路ごとの水利組合、さらに国家灌漑庁本部にとって不可欠なものである。それらの間で情報管理(収集、提供、蓄積)が可能となれば、それぞれの関係者が各々の計画・運用に活用でき公平な裨益を享受できる。従って情報管理のできるテレメータシステムの導入を内容とする②「UPRIIS 灌漑用水管理改善事業」(有償資金協力(円借款))を提案する。

上記の技術協力プロジェクトおよび有償資金協力(円借款)事業を円滑に実施するために、それぞれの事業内容の精査、より精度の高い事業費の積算、詳細事業スケジュールの立案を内容として③「パンパンガ河上流総合灌漑組織灌漑用水管理改善事業協力準備調査」を提案する。

上記3事業については、案件形成に時間がかかり、また実際のテレメータシステムの導入まで長期間を要する。民間の事業スピードと ODA 事業化が整合せず、お互いの効果を相乗的に発揮することが難しくなる。従い、現行の中小企業支援スキームを活用して④「センサーネットワークとクラウド技術を用いた灌漑テレメータシステム導入普及実証調査」を計画し、システム導入による有用性の実証、及び情報活用を図ることとする。

①～④の協力内容概要を以下表にまとめる。特に直近の実施を予定しているを「センサーネットワークとクラウド技術を用いた灌漑テレメータシステム導入普及実証調査」については 3.2 節に具体的に取り纏める。

時系列に並べた各事業の案件化スケジュールは次頁の図の通り。

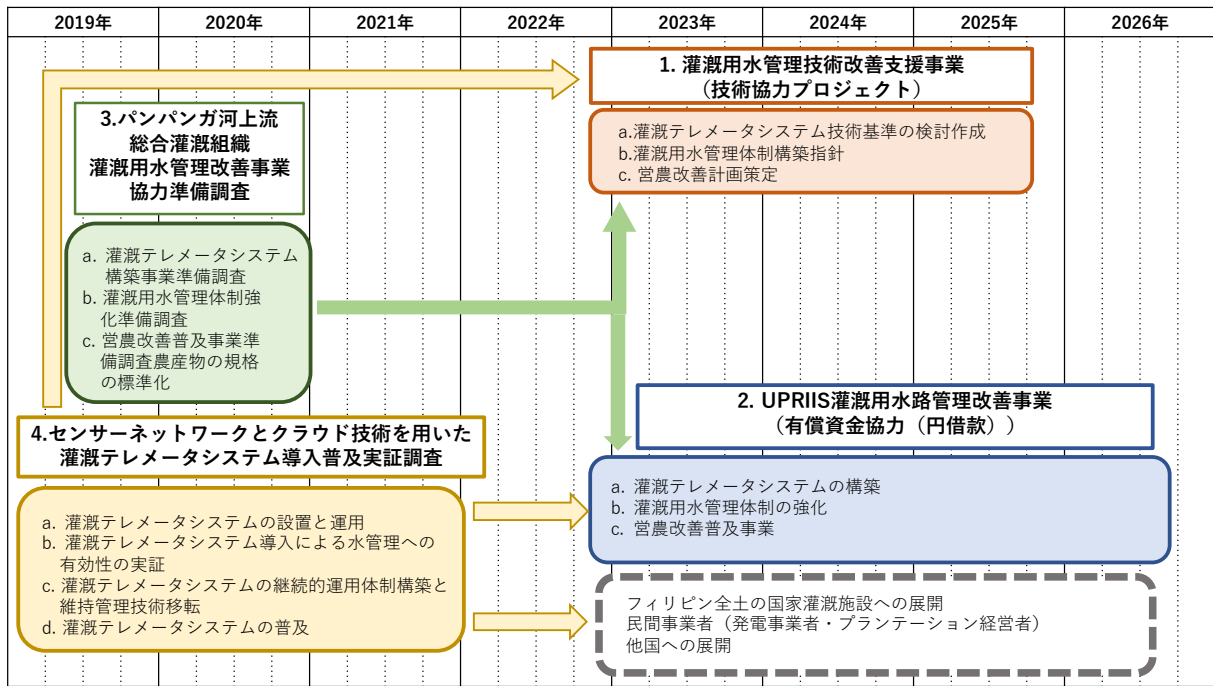


図 14 事業の案件化スケジュール

出典：JICA 調査団作成

1. 技術協力プロジェクト 灌漑用水管理技術改善支援事業	
1) 実施機関	
実施機関：国家灌漑庁(National Irrigation Administration: NIA)	
2) 事業の背景と概要	
<p>NIAは灌漑農業による農業生産性改善と農家経済の向上のため多くの灌漑開発、その改修改善、水利組合の強化等を実施してきている。更に近年のIT技術の向上に伴い、灌漑テレメータシステムによる灌漑用水管理改善も重要な事業として位置付けている。また、1987年—1998年にはJICAの技術協力プロジェクトとして「畑地灌漑技術向上プロジェクト」を実施している。この技術協力で作成された「畑地灌漑技術マニュアル」を基に、全国展開で水管理改善に合わせて、農産物の増産と農家経済の向上に効果的な畑作の導入を計画している。こうした新たな取り組みに対して日本の灌漑用水管理技術を基にして技術向上を図りたい意向である。併せて、灌漑庁が管轄する全国の灌漑事業に展開する可能性を検証し、本システムによる灌漑管理の運用プロセスの標準化を提案していく。</p>	
3) 事業のコンポーネント	4) 事業期間
a) 灌漑テレメータシステム技術基準の検討作成 b) 灌漑用水管理体制構築指針 c) 営農改善計画策定	3年間
5) 事業の目的	
灌漑テレメータシステム導入による灌漑用水管理体制構築にかかる基準を制定し、効果的な灌漑営農の普及に資する。	
6) 事業の効果	
土地と水資源の効率的利用を図る灌漑用水管理体制の構築が全国展開で実施される。その結果、農産物の安定生産と農家経済の改善が図れる。	
7) 事業の概略コスト(円)	8) 実施スキーム
3億円（専門家：2.5億円、機材費：0.5億円）	技術協力プロジェクト
9) 事業の内容	
a) 灌漑用水管理手法の改善計画策定 b) 大規模灌漑組織における灌漑テレメータシステム導入手法策定 c) モデル地区における灌漑テレメータシステム導入と試験運営 d) NIA 灌漑組織管理事務所の水管理体制強化 e) NIA 灌漑用水管理職員の技術強化 f) 改善灌漑用水管理体制に基づく灌漑営農計画策定 g) 灌漑営農計画の水利組合への普及、指導 h) 水利組合の水管理体制強化	

2. 有償資金協力事業 UPRIS灌漑用水管理改善事業	
1) 実施機関	
実施機関：国家灌漑庁(National Irrigation Administration: NIA)	
2) 事業の背景と概要	
<p>フィリピンは、主食である米の国内生産量が世界第8位であるにもかかわらず、世界有数の米輸入国となっている。これは高い人口増加率に伴う需要量の拡大、灌漑開発の遅れによる生産性の低迷、頻発する台風や洪水等の自然災害に起因している。しかし、灌漑開発適地の灌漑開発率が約60%であることや生産性の低さから、米の自給は達成可能とされている。また、農業生産性の向上により農家の生計向上(貧困改善)を図ることは、常に国家開発計画の優先政策に位置づけられている。これらの改善には、灌漑面積の拡大に向けた灌漑施設の改修改善と並行して、生産性を向上させる本質的な要因である営農改善と、その前提である水管理改善が必要だが、水管理に関してはその必要性を認識しながら具体的な対策がとられていない。現在水管理は、人力による水位計測や電話による報告、事務所における記録といった最低限の業務は行われているが、データ精度、情報伝達の遅延、管理要員の能力不足の課題が改善されないまま現在に到っている。さらに、NIAの合理化計画に伴う、予算・人員削減があり、十分な水管理が実施されないうえ、非効率な水管理による用水供給の過不足は農業生産へ負の影響を与えている。灌漑テレメータシステムを導入し、適切で即時性のある情報に基づいた水管理を実施することは、灌漑面積の拡大と生産性の向上につながり、フィリピンの貧困改善に貢献する。</p>	
3) 事業のコンポーネント	4) 事業期間
a) 灌漑テレメータシステムの構築 b) 灌漑用水管理体制の強化 c) 営農改善普及事業	4年間
5) 事業の目的	
貯水ダムを有する大規模なパンパンガ河上流統合国営灌漑組織(Upper Pampanga River Integrated Irrigation System: UPRIS)において水資源の効率的利用を図り、灌漑作付率の最大化を通して農業生産性の改善と農家所得の向上を実現する。	
6) 事業の効果	
① 灌漑面積の拡大による農業生産物の増加 ② 農家所得改善を通じた貧困削減	
7) 事業の概略コスト(円)	8) 実施スキーム
30億円 (機材費：15億円、設置費：2億円、既存施設整備費：7億円、運営改善事業費：3億円、コンサルタント費：2億円)	有償資金協力 (円借款)
9) 事業の内容	
a) 主要取水工地点と主要分水工(Head Gate)地点約 70 か所に気象計、水位計、通信機器、ソーラーパネル機器を設置 b) その他の Lateral Canal、Sub-lateral Canal の分水工地点約 430 か所に水位計、通信機器、ソーラーパネル機器を設置 c) UPRIS 事務所 [本部、ダム管理事務所、6 Division 事務所] へのモニタリングシステム導入 d) 主要 IA 事務所 [約 300 組合] へのモニタリングシステム導入 e) UPRIS 事務所の用水管理要員への指導訓練 f) IA への用水管理技術及び営農改善 (畑作技術を含む) 指導	

3. パンパンガ河上流総合灌漑組織灌漑用水管理改善事業協力準備調査	
1) 実施機関	
実施機関：国家灌漑庁(National Irrigation Administration: NIA)	
2) 事業の背景と概要	
<p>NIAはフィリピン政府は農業生産性改善と農家経済の向上のため、多くの灌漑開発事業を実施し、その改修改善や水利組合の強化に取り組んできている。こうした事業にもかかわらず、多くの国営灌漑組織において水資源と土地資源の効率的利用に至っておらず、灌漑用水管理改善が不可欠となっている。そこで灌漑テレメータシステムを導入し灌漑用水管理の改善を図るため、「パンパンガ河上流総合灌漑組織(Upper Pampanga River Integrated Irrigation System: UPRIS)灌漑用水管理改善事業」を有償資金協力(円借款)で実施することを計画している。この事業提案書を精査し事業実施の可能性を調査する必要がある。</p>	
3) 事業のコンポーネント	4) 事業期間
a) 灌漑テレメータシステム構築事業準備調査 b) 灌漑用水管理体制強化準備調査 c) 営農改善普及事業準備調査農産物の規格の標準化	1 年間
5) 事業の目的	
UPRIS灌漑用水管理改善事業の事業化を確認する。	
6) 事業の効果	
UPRIS灌漑用水管理改善事業が速やかに実施される。	
7) 事業の概略コスト(円)	8) 実施スキーム
0.5億円 (コンサルタント費：0.5億円)	協力準備調査
9) 事業の内容	
a) フィリピンの灌漑開発の現状と課題の抽出 b) UPRISにおける灌漑農業の現状と課題の抽出 c) UPRIS地域の気象水文調査とその分析 d) 灌漑農業の実態調査とその分析 e) 農業生産物の需要と供給から見た効果的営農計画の提言 f) 土地、水資源の効果的利用から見た営農計画の提言 g) 灌漑用水管理の状況調査とその分析 h) 灌漑用水管理改善計画の策定 i) 上記各計画に対する事業費、維持管理費、更新費等の積算 j) 事業効果の分析と便益算定 k) 事業実施計画の策定 l) 事業評価 m) 環境評価 n) ジェンダー分析評価	

4. センサーネットワークとクラウド技術を用いた灌漑テレメータシステム導入普及実証調査	
1) 実施機関	
実施機関：国家灌漑庁(National Irrigation Administration: NIA)	
2) 事業の背景と概要	
国家灌漑組織UPRIISに本テレメータシステムを展開し、システムの有用性を実証する。実証事業にて灌漑業務の改善と灌漑面積が拡大できることを実証し、現地に定着できるシステムを確立する。またテレメータシステムの導入を拡大するために、UPRIIS以外の国家灌漑組織や、民間プラランテーションへの普及活動を行う。	
3) 事業のコンポーネント	4) 事業期間
a) 灌漑テレメータシステムの設置と運用 b) 灌漑テレメータシステム導入による水管理への有効性の実証 c) 灌漑テレメータシステムの継続的運用体制構築と維持管理技術移転 d) 灌漑テレメータシステムの普及	3年間
5) 事業の目的	
現地に定着できる灌漑テレメータシステムを実証し、パンパンガ河上流統合国営灌漑組織(Upper Pampanga River Integrated Irrigation System: UPRIS)以外へ普及する	
6) 事業の効果	
灌漑業務の改善と灌漑面積の拡大	
7) 事業の概略コスト(円)	8) 実施スキーム
1.0億(コンサルタント費：0.2億)	民間連携 普及実証事業
9) 事業の内容	
1-1 NIA,UPRIISとの事前協議と事業計画の確認 1-2 灌漑テレメータシステムの設置場所選定 1-3 HQテーブルの作成 1-4 灌漑テレメータシステムの詳細設計 1-5 Webの機能・仕様を検討し、Webサービスの加工製作を実施 1-6 システムの設置と観測-伝送-配信に係る一連の総合動作試験と動作確認 1-7 1-6の運用と水管理状況のモニタリング実施、改善、フィードバック 2-1 観測データ蓄積、分析、水供給に係る課題の抽出とその課題解決の方策を検討 2-2 観測データの活用方法を指導。(配水計画を作成) 2-3 システム未導入地区を選定し、用水配水、営農の現状を調査 2-4 成果1の運用含む事業評価、報告 3-1 UPRIS, NIAなど灌漑施設の運営管理に係るスタッフを対象にシステム運営管理ワークショップを開催 3-2 システムの保守メンテナンスの体制整備 3-3 継続運用のための予算確保に向けての準備・協議 3-4 本邦受入活動の実施(日本における灌漑用水管理について理解と促進) 4-1 関係者に対してシステム活用と普及促進ワークショップを実施 4-2 民間発電事業者、プラランテーション経営者への訪問、ニーズ等のヒアリングを実施 4-3 システム普及のための事業展開案策定	

3-2 ODA 案件内容

普及・実証事業「センサーネットワークとクラウド技術を用いた灌漑テレメータシステム導入普及・実証事業」（2019年実施）を想定案件とする。

想定普及・実証事業の目的は、フィリピン最大の穀倉地帯であり、NISの中でモデル開発地区としてNIA内で認識されているUPRIISに灌漑テレメータシステムを導入し、灌漑業務の改善が図れることを実証すること、および実証実績を基に他地域への灌漑テレメータシステム展開の可能性の確認することとする。さらにはNIA/UPRIISの灌漑水管理業務が改善され、よって灌漑面積が拡大することを上位目的とする。

本案件化調査において現地に定着するシステム設計のための業務要件定義を行い、普及・実証事業にて開発・実装を行う。また、同事業にて、実装したシステムを元に灌漑管理運用プロセスの標準化を提案していく。併せて、ビジネスとしてフィリピンで本システムを展開していくために、灌漑庁が管轄する全国の灌漑事業に横展開する可能性を検証するとともに、農業生産法人プランテーションをはじめとする農業分野や水関連分野の民間事業に対する展開可能性も検証する。

普及・実証事業の活動内容を以下の表10に記載する。

表 10 普及・実証事業の成果と活動内容

成果	活動
成果1 灌漑テレメータシステムの設置と運用	1-1 NIA,UPRIIS との事前協議と事業計画の確認
	1-2 灌漑テレメータシステムの設置場所選定
	1-3 HQ テーブルの作成
	1-4 灌漑テレメータシステムの詳細設計
	1-5 Web の機能・仕様を検討し、Web サービスの加工製作を実施
	1-6 システムの設置と観測-伝送-配信に係る一連の総合動作試験と動作確認
	1-7 1-6 の運用と水管理状況のモニタリング実施、改善、フィードバック
成果2 灌漑テレメータシステム導入による水管理への有効性の実証	2-1 観測データ蓄積、分析、水供給に係る課題の抽出とその課題解決の方策を検討
	2-2 観測データの活用方法を指導。(配水計画を作成)
	2-3 システム未導入地区を選定し、用水配水、営農の現状を調査
	2-4 成果1の運用含む事業評価、報告
成果3 灌漑テレメータシステムの継続的運用体制構築と維持管理技術移転	3-1 UPRIIS、NIA など灌漑施設の運営管理に係るスタッフを対象にシステム運営管理ワークショップを開催
	3-2 システムの保守メンテナンスの体制整備
	3-3 継続運用のための予算確保に向けての準備・協議
	3-4 本邦受入活動の実施（日本における灌漑用水管理について理解と促進）
成果4 普及・実証事業後の灌漑テレメータシステムの普及展開の戦略立案と策定	4-1 関係者に対してシステム活用と普及促進ワークショップを実施
	4-2 民間発電事業者、プランテーション経営者への訪問、ニーズ等のヒアリングを実施
	4-3 システム普及のための事業展開案策定

出典：JICA 調査団作成

2018年6月に、案件化調査を終了する。案件化調査の結果に従い、2019年1月～2021年12月までの3年の普及・実証事業を実施する計画とする。想定される活動計画は以下の通り。

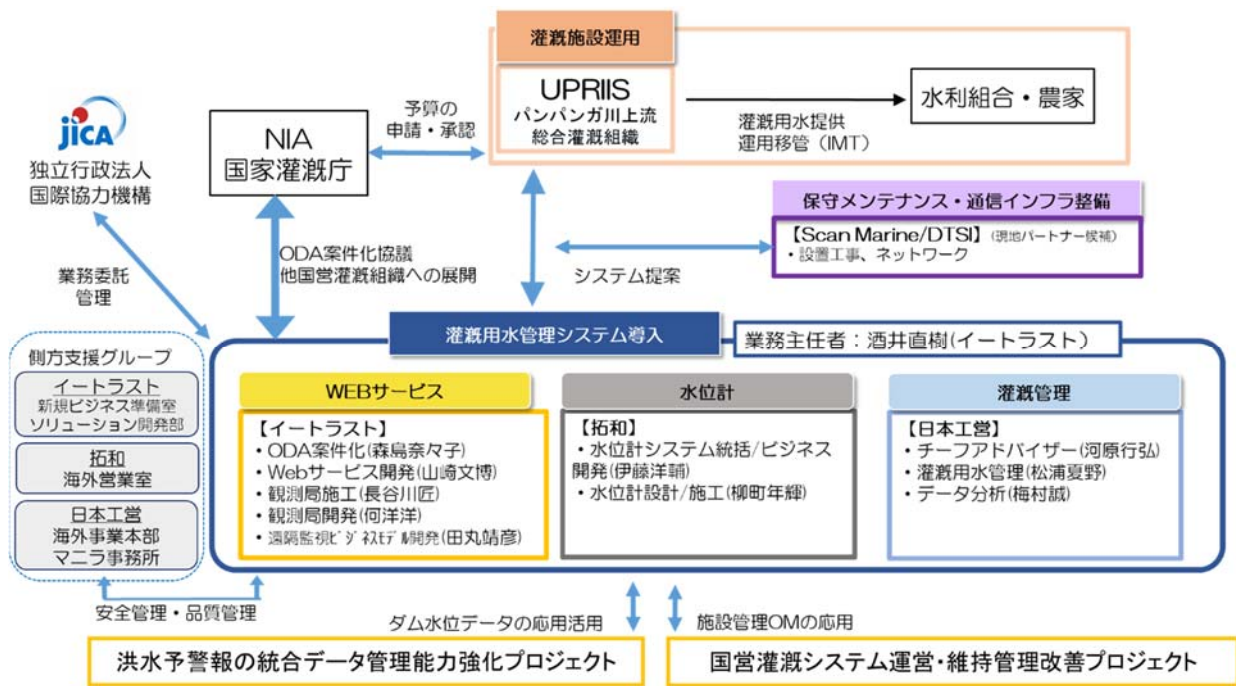
年	'17				'18				'19				'20				'21			
月	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10			
案件化調査	■																			
普及・実証事業					■				■				■							
成果1 - 灌漑テレメータシステムの設置と運用					■				■				■							
成果2 - 灌漑テレメータシステム導入による水管理への有効性の実証									■				■							
成果3 - 灌漑テレメータシステムの継続的運用体制構築と維持管理技術移転													■							
成果4 - 普及・実証事業後の灌漑テレメータシステムの普及展開の戦略立案と策定													■							

出典：JICA 調査団作成

図 15 案件化調査、普及・実証事業のスケジュール案

想定される普及・実証事業の C/P 側の役割を以下に記載する。

カウンターパート	役割
国家灌漑庁 (NIA)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実証試験用灌漑設備(場所)の提供 ・ プロジェクト担当者の配置 ・ モニターするための場所の提供 ・ システム管理者の配置 ・ 対象水利組合の選定 ・ 灌漑テレメータシステムのトレーニングと試行への参加
パンパンガ川上流域統合灌漑組織 (UPRIIS)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実証試験用灌漑設備(場所)の提供 ・ プロジェクト担当者の配置 ・ モニターするための場所の提供 ・ システム管理者の配置 ・ 対象水利組合の選定 ・ 灌漑テレメータシステムのトレーニングと試行への参加
協力機関	役割
UPRIIS 水利組合 (IA) 及び構成農民	<ul style="list-style-type: none"> ・ モニター場所の提供 ・ システム管理者の配置 ・ 灌漑テレメータシステムのトレーニングと試行への参加



出典：JICA 調査団作成

図 16 プロジェクト実施体制図

普及・実証事業後に UPRIIS 以外の灌漑事業に本システムを展開し、事業を拡大するために、普及・実証事業にて灌漑業務の改善と灌漑面積が拡大できることを実証し、現地に定着できるシステムを確立する必要がある。併せて、灌漑庁が管轄する全国の灌漑事業に展開する可能性を検証し、本システムによる灌漑管理の運用プロセスの標準化を提案していく。

3-3 C/P 候補機関組織・協議状況

NIA, UPRIIS および UPRIIS 管内の Division マネージャ等と協議し、普及実証事業の実施について合意を形成した。また、普及実証事業を実施する際の対象エリアを以下の基準にて選定し、その実現性について詳しく検討した（具体的な観測局の設置箇所は 2-3-3 に示す）。

フィリピンの灌漑組織は基本的に河川に頭首工を建設し、河川水を農地に取水導水する。頭首工/取水工から取り入れた用水を送水するのが幹線水路で、それから分岐する水路が支線水路、それからさらに分岐するのが二次支線水路、さらにその下が三次支線水路と継続した名称となっている。尚、UPRIIS のような大規模組織では数個の大規模灌漑地区を統合して灌漑しており、各灌漑地区に幹線水路があるため、複数の幹線水路に用水を送水する分水路を擁する。これらが主要水路であり順番に並べると以下の通り。分水路、幹線水路、二次水路（上流から二次水路-A、二次水路-B、とアルファベット順に名をつける）。

以上の主要水路に加え圃場内水路も建設されている。圃場内水路の建設に当たっては 50ha を 1 つの最小灌漑区（圃場）を対象として水路網計画を立てている。この 50ha 圃場には上記の主要水路から分岐した三次水路がまずあり、それから分岐して圃場内水路が建設されている。1 つの圃場内水路の灌漑面積は 10ha 程度としており、50ha 圃場には基本的に 5 本の圃場内水路が建設されることになる。

尚、上記各主要水路から直接圃場を灌漑する圃場内水路が建設されているケースもあれば、2 次水路、三次水路、圃場内水路を通して最終的に圃場を灌漑するケースもある。全ての上記主要水

路は末端で二つの末端圃場に分かれており、原則 100ha (50ha x 2) 以下の灌漑面積に送水する主要水路はない。

このように、圃場（最小灌漑区）には幹線水路から直接用水が配分される地区もあるが、多くは幹線水路、2次水路、3次水路、圃場内水路と数個の水路（分土工）を通して灌漑されている。このため各分土工で正確に用水配分が行われなければ、圃場に必要量が送水されないか、あるいは過剰な用水が送水されることになる。

そして現在この各用水路での配分作業が簡単な水位計の人的な読み取り作業や電話による連絡により行われており、計画用水量が正確に各圃場へ送水されているか否かが判定できないのが実態である。特に農家は正確な用水量を知る手立てがなく、NIA が適正量を送水していると言えばそれを信じざるを得ない。（これがかつては水利費の徴収率が低い大きな要因として考えられていた。）また、圃場内の水管理は全て農家により行われており、主要水路の用水管理者との緊密な連携がなければ、計画通りの灌漑用水配分を行うことができない。このため主要水路の用水配分の自動監視に合わせて、水利組合の水管理システムへの直接参加も不可欠である。

上記の灌漑水路網を念頭に置き、以下の条件を踏まえて普及・実証事業対象地区の選定を行った。地区選定のクライテリアは以下の通りである。

(a) 計画用水量の適正な取水状況の監視

計画灌漑用水量が適正に圃場（灌漑農地）に送水されているかどうかを監視するためには、頭首工、2次水路の分土工、3次水路の分土工で計画用水量が取水されていることを監視する必要がある。

このため UPRIIS の主要水源である Pantabangan ダムと Pampanga 川から灌漑用水を取水している Pampanga River Irrigation System (PRIS) 頭首工（通称 Rizal 頭首工）と Pampanga Bongabon River Irrigation System (PBRIS) 頭首工（通称 Atate 頭首工）の取水量の監視は不可欠である。

また、UPRIIS 全域の監視は実証事業ではコストの面から不可能であるが、最低限各 Division（または Sub-Division）への用水量が計画通り分水されていることも監視する必要がある。

(b) 末端灌漑地区監視の選定条件

2次水路が多く3次水路に分岐する大規模灌漑地区（1,000ha 以上）では、普及・実証事業としては監視地点が増え、事業費の増加、共同作業に当たる水利組合(IA)、NIA 職員の確保と言った課題がある為、対象とする2次水路は1,000ha 以下の灌漑面積を有することとした。逆に、小規模灌漑面積の2次水路では灌漑用水量が小さく実証事業として計画値と実績値の比較が確実に示しづらいことが考えられる。そのため2次水路は300ha 以上の灌漑面積を有することとした。

(c) 対象末端灌漑地区の水利組合 (IA)

灌漑用水管理は単に用水量を監視するだけでなく、灌漑農地が計画通りの営農（作付）を行うことも必要である。このため IA との共同作業が不可欠であり、対象とする2次水路の灌漑地区には組織的に機能している IA がなければならない。また IA が普及・実証事業に参加することに同意することも条件とし、IA にも用水監視システムを導入する場合には IA が組合事務所を持っていることが望ましい。ただし仮選定した IA が事務所を持たない場合はスマートフォン・タブレットによる運用なども検討する。

以上の条件から幹線水路の流量観測は不可欠であると考え、Division I、Division II、Division V、Division VIへ用水を供給している Diversion Canal 1 (DC-1) 及び Super Diversion Canal (SDC)

と、Division III、Division IVに用水を供給している PBRIS Proper の Main Canal の監視体制を改善するため、これら 3 幹線水路に自動水位観測施設を設置することを提案する。また、UPRIIS 事務所で収集した IA と Lateral ごとの灌漑面積資料から、上記の条件を満たす IA として Division II の Bonifrangovic IA (ateral DC1-H) を現時点では普及・実証事業対象地区として予定している。

3-4 他 ODA 事業との連携可能性

(a) 技術協力事業「フィリピン国洪水予警報の統一データ管理能力強化プロジェクト」(2016年7月～2019年6月)

PAGASA 水文気象部 (Hydrometeorology Division) における洪水予警報に関わる統合データ管理・活用能力の強化を焦点としている。フィリピン政府関係者間では、灌漑用水路・上下水道・水力発電等の他分野での水管理能力を向上することにより、ひいては洪水予警報に関わる統合データ管理・活用能力に相乗作用を生むものと認識されている。

(今後引き続きプロジェクト詳細と連携可能性について調査を行う。)

(b) 有償資金協力事業「国営灌漑組織改修改善事業」 National Irrigation Sector Rehabilitation and Improvement Project (2012年3月～2017年12月)

現在円借款により国営灌漑組織(NIS)改修改善事業が実施中であるが、これの対象は当初計画されていた NIA の一部のみであり、今後未実施の NIS についても事業実施が見込まれている。本普及・実証事業で構築される灌漑用水管理システムの基本構想、施設整備内容等は灌漑農業の改善に不可欠であり、今後の NIA 改修改善事業に適用されることになると考える。

(c) 畑地灌漑技術センター

NIA は 10 ヶ年灌漑開発マスタープラン (2017年—2026年) において、JICA 技術支援「畑地灌漑技術センター」で習得した技術を、灌漑用水管理システムの NIS への拡大展開に合わせて普及させることを掲げている。JICA 技術支援は既に完了しているが、灌漑用水管理システムの整備が遅れていたため、水田稲作から畑作への作付け転換が進んでいなかった。こうした JICA の支援実績を更に有効化する上でも本普及・実証事業は貢献できるものとする。

3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策

ODA 事業を実施する際に、以下の課題と対応策を想定している。

表 11 ODA 案件化形成における課題・リスクと対応策

	課題・リスク	対応策
制度	システムの設置許可が得られない。	設置可能な代替場所を提示してもらおう。または、C/P の協力を仰ぎ設置の許可を得る。
インフラ	通信インフラの整備状況により、灌漑テレメータシステムの展開範囲が限られる。	Scan Marine 社と通信状況調査を精緻に実施し、適切な通信方法の選定と送信データ量の調整を行う。Scan Marine 社をパートナーとすることで、通信インフラの確保が可能となり、海外競合企業に対して差別化が可能。
C/P	選任された C/P が変更になる。C/P の協力を上げない。	あらかじめ複数名にプロジェクトに関わってもらい、変更等に備える。案件化調査の際に、関係を構築する。
その他	UPRIIS 独自で計画中の灌漑テレメータシステム近代化プロジェクトが実施される。	プロジェクトとの協力が可能。個々の観測局のデータを一元化することができる。

出典：JICA 調査団作成

3-6 環境社会配慮等

本事業で導入する灌漑テレメータシステムは、騒音や振動などを発生させず、水質や土質への影響を及ぼす要素がない。そのためシステム設置による環境影響は最小限と想定される。その他、既存灌漑施設へのシステム導入であるため、住民移転のような問題も発生することはないが、システム導入周辺の水利組合及び構成農民との協議を行いシステムの理解をしてもらう配慮が必要と考える。

3-7 期待される開発効果

灌漑テレメータシステムの実証事業により水資源の有効利用が可能となり、雨季にダム貯水量を増加させ乾季の灌漑面積の拡大につなげることを期待している。実証事業では UPRIS 全域のシステムを構築する訳ではなく、必要最低限のシステム導入により効果の傾向を見極めることになる。このため実証事業により効果があることが示し、UPRIS 全体にシステムを導入することで以下の効果が期待できる。

2017年11月時点で UPRIS (Division I,II,IV, V, VI) の灌漑可能面積は 135,343ha となっている。前述の通り効果的な水管理を行うならこの 135,343ha は雨季乾季共に 100%灌漑可能である。しかし、2014年においては灌漑可能面積の内、雨季の灌漑面積は 110,460ha、乾季の灌漑面積は 114,377ha であった (2.2.2 (2)参照)。

灌漑テレメータシステムの導入により、灌漑可能面積 135,343ha が雨季乾季共に灌漑可能となる。そこで過去最大の灌漑面積、雨季 110,460ha、乾季 114,377ha が 135,343ha に増加することが灌漑テレメータシステムによる効果と考える。

雨季の灌漑面積増：135,300ha - 110,500ha = 24,800ha

乾季の灌漑面積増：135,300ha - 114,400ha = 20,900ha

米の増収分は UPRIS の 2016 年平均収量 (雨期：3.96 ton/ha、乾期 6.21 ton/ha) を基にすれば以下の通り。

雨期：24,800ha x 3.96 ton/ha = 98,200 ton (粳) (精米：98,200 x 65% = 63,800 ton)

乾期：20,900ha x 6.21 ton/ha = 129,800 ton (粳) (精米：129,800 x 65% = 84,400 ton)

2017年12月時点での米の農家庭先価格(Peso 18-24/kg：粳米ベース)を基に農家の収入増を算定すると、少なく見積もっても農家の所得向上は以下ようになる。

(雨期収量増 98,200 ton+ 乾期収量増 129,800ton) x 18,000 (peso/ton) = 4,100 million peso
農家数を約 90,000 戸とすると、1 農家当たりの年間の増収は 45,555 peso と算定される。

上記灌漑面積の増加 (雨期 24,800ha + 乾期 20,900ha) / 2 = 22,850ha を新規灌漑施設建設で行うとすると、(フィリピンの灌漑開発の概算単価は、国営灌漑事業 (大規模) では \$10,000/ha、共同灌漑事業 (小規模) では \$4,000/ha と算定されている。) 以下の事業費が必要となる。

国営灌漑事業 (大規模)：22,850 ha x \$10,000/ha = \$228,500,000 (約 250 億円、1\$=110 円)

共同灌漑事業 (小規模)：22,850 ha x \$4,000/ha = \$91,400,000 (約 100 億円、1\$=110 円)

3-1 節の「UPRIS 灌漑用水管理改善事業 (円借款)」に示したように、テレメータシステム導入事業費は 30 億円であり、約 28 百万ドルと換算できる。以上は概算ではあるが、テレメータシステムの導入の費用対効果は高いということを実証できるものと想定している。

第4章 ビジネス展開計画

4-1 ビジネス展開計画概要

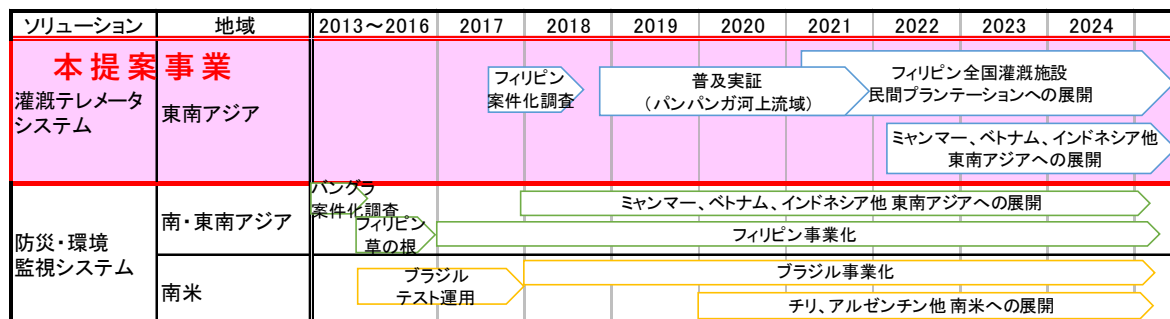
東南アジアを中心とした、水管理を必要とする公的機関、民間企業に対する観測システムおよびクラウドサービス、データ活用のコンサルテーションの提供を行うことを想定する。図16にビジネス展開の計画図を示す。

第一段階としては、フィリピンにおける灌漑テレメータシステムの普及展開を図ることとする。本案件化調査にて、UPRIISを中心としたNISにおける灌漑水管理の現況やテレメータシステムのニーズ、導入可能性について確認した。引き続き、普及実証事業を通じてUPRIIS管内のパイロットサイトへ灌漑テレメータを設置しトライアル運用することで、水管理の改善効果を確認し、システムの改良や最適化を行い、灌漑テレメータシステムの標準モデルの確立を図る。

第二段階としては、標準化された灌漑テレメータシステムの本格展開を図る。UPRIISの管内全域や他のNISへの横展開や、ベトナム、タイ、インドネシアなど灌漑水管理のニーズが期待される東南アジアの稲作国をターゲットとして考えている。

また本システムは、農業・灌漑分野以外の水管理分野への応用もまた可能であることから、水位・雨量の観測を必要とする気象・洪水予警報分野、防災分野、環境観測分野も視野に入れた普及展開を目指す。

普及展開にあたっては、現地パートナー企業の発掘と協力体制の構築を図り、入札への参加、機材の設置・保守、運用サービスの円滑、迅速な提供が行える体制を整える。また、現地企業との連携を進め、現地事務所・法人の設立を図る。



出典：JICA 調査団作成

図 17 ビジネス展開計画図

4-2 市場分析

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

4-3 バリューチェーン

非公開

非公開

4-4 進出形態とパートナー候補

非公開

非公開

4-5 収支計画

非公開

非公開

4-6 想定される課題・リスクと対応策

非公開

4-7 期待される開発効果

提案している灌漑テレメータシステムは、定量的で正確な用水データをリアルタイムで提供し、それに基づく効率的な用水供給を可能にするシステムである。これにより各農地の農業生産ポテンシャルが十分に発揮され、農業生産性の向上につながると考えられる。

よって、このシステムが全国的に拡大することで、各地の農業生産性が向上し、生産量を増加させることにつながりうる。これは、各農家の収入増加、ひいては農家の生活・生産基盤の安定につながり、フィリピンの自給率向上や貧困率の削減にも貢献しうる。

4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

株式会社イートラスト

新潟県を中心として80年以上にわたり建設・防災・環境の分野で培ってきた「安心・安全」の知見をもとに、さらなるビジネス機会の獲得を目指して海外への事業展開をすることは、新潟県の政策「夢おこしプラン」の目指すべきシナリオにある「国際的にも優れた企業への成長」に合致したものであり、弊社の海外進出による他国への貢献や企業としての成長は、新潟県への貢献といえる。

また、海外事業遂行のために新卒・中途の採用や定年後の再雇用を拡大してきた実績もあり、海外での事業拡大は新たな雇用の創出につながる。さらに、2013年～2014年のバングラデシュでの案件化調査に関連して新潟大学農学部との連携強化につながった事例、2014年～2016年の草の根技術協力の本邦研修や現地におけるワークショップにて長岡市や長岡市の政策を紹介することで自治体との連携強化につながった事例もあることから、海外事業の拡大が、産官学連携強化、経済活動の活性化につながる可能性は極めて高いといえる。

株式会社イトラストの環境・防災ソリューションの海外展開は、「日本の環境・防災技術により国際貢献」という国の方針にも合致する。

株式会社拓和

本調査により検討する海外事業の本格化とそれに伴う生産量増加によって、生産工場が立地する茨城県守谷市において、増産に伴う新たな設備投資、部品調達や加工依頼の増加によって、地元サプライチェーンを構成する各企業の生産量・売上および意欲向上、そして地元経済の活性化への貢献が期待できる。また、生産工場における企画開発や製造に係わる海外に対応できる人材の確保や育成は、雇用し得る地域人材の多様化と、より多くの雇用機会の創出を可能とするため、これも地域活性化への貢献要素となることが期待できる。

また同時に茨城県における海外展開のモデル企業となることを目指し、県の海外展開施策に合致した先進事例をつくり、県内企業の意欲向上や海外展開への取り組みなどに貢献することを見込む。

別添資料

別添1．ネットワーク環境調査

別添2．水位計設置・施工方法

Summary

The survey will be conducted to confirm the necessity of the model ODA project implementation for verifying that not only expansion of irrigation areas and improvement of productivity but also improvement of farm incomes will be achieved through the introduction of irrigation telemetry systems in the large scale National Irrigation System (NIS) in the Philippines. Furthermore, the feasibility on the enterprise of irrigation telemetry systems for the public sector will be also studied.

1 Development Issues of Targeted Country and Region

The Philippines is the eighth country in the world in terms of domestic rice production, however the country is noted to import huge amount of rice. The reasons why the rice must be imported are the increasing consumption volume due to the high population increase rate, low productivity by slow irrigation development, the production damages caused by frequent natural calamities such as typhoons, flood and draught, etc. However, if the low irrigation development rate which is only 60% against the total potential irrigable areas of 3 million ha, and lower productivity of rice in comparison with other Asian countries could be improved, it is common understanding that the Philippines agricultural sector has enough potential to achieve the rice self-sufficiency.

The Upper Pampanga River Integrated Irrigation System (UPRIIS) is located in the largest rice granary and is also the largest National Irrigation System (NIS) in the Philippines, thus has large impact on rice production. However, these areas are not sufficiently cultivated mainly due to poor irrigation water management. As the result, the potential productivity is not fully realized. The constraints in UPRIIS were presented in “The Feasibility Study Report on UPRIIS Improvement Project of Operation and maintenance System”, whose study had been conducted during 1982 to 1984 under JICA technical assistant program. In the Report, furthermore, it was recommended to improve the productivity by the rehabilitation and improvement of irrigation facilities, strengthening of irrigators’ associations (IAs) and introduction of irrigation telemetry systems.

The present irrigation water management is executed by the water gage measurement by manpower, its data communication through telephone and manual data input in the office. These activities are minimum requirements for the water management, but carried out without improvement of several problems such as low accuracy of the data, time lag in the data/information/order communication, insufficient capabilities of staffs and so on. Furthermore, the situations are worsen by the implementation of NIA (National Irrigation Administration) organization streamlining program. It is a critical condition for the water management due to layoff of staffs, limited budgets for the activities and so on. Improper water management results in low agricultural productivity by deficient and excess water distribution.

All administrations of the Philippine Government always have prioritized to agricultural development in the national economic development program, because the agricultural sector has a very important role in the economic activities of the nation. Irrigation development is the most important factor for the improvement of productivity and is indispensable for attaining rice self-sufficiency; but to date this has not been effectively

implemented.

Furthermore, the Japanese Government has listed three priority areas of support in the "Country Assistance Policy for the Republic of the Philippines "April, 2012 ". Among them, as one of "to overcome vulnerability and stability of living and production base", Japanese government will support "improvement of agricultural production and productivity and processing and distribution of agricultural products". Information on the irrigation telemetry system is easy to share not only with NIA/UPRIIS but also with farmers and Irrigators association, so it will lead to not only the expansion of the irrigation area, but also the improvement of agricultural productivity and even the improvement of income of farmers. It is conceivable and conforms to the Japanese government's aid policy.

2 Proposing Company, Products and Technologies

eTRUST Co., Ltd. has been contributing to build up social infrastructures in Japan for safe and secure society through our business such as public works in regard to electricity and ICT infrastructure, disaster management system which have been developing with local government and prefecture based on our real disaster-affected experiences, renewable energy business for sustainable society. Takuwa Co. is a manufacturer of water level sensor, gate opening meter, has been providing total service such as manufacturing and sales, installation work, maintenance and repair over the past 50 years. In recent years, in order to respond to diversification of customers and needs, there are underground water flow sound measurement equipment for identifying the underwater mouth muscle, a drain water observation buoy for quickly starting water level observation at natural dams, etc. We are also focusing on product development. The two companies are developing the overseas market, and are putting efforts on the proposal activities in Southeast Asia. They are planning to strengthen the proposal especially in the agricultural irrigation field, and through this project survey, they are aiming to accumulate know-how necessary for irrigation water management and to spread products in many irrigation systems including UPRIIS in the Philippines.

Irrigation telemetry system aims at establishing the proper irrigation water management system that is requirement for the maximum utilization of agricultural land and water resources in order to improve the farm economy as well as agricultural productivity in the large scale irrigation areas. The followings are the present constraints for the irrigation water management in the UPRIIS.

- Basically, the measurement of canal discharges at intake and major headgate structures (turnout) are carried out based on the water-level and discharge rating table by gate keepers. The workload per one gate keeper managing major headgates is quite heavy, and the rating table is not accurate due to no-dated for long time.

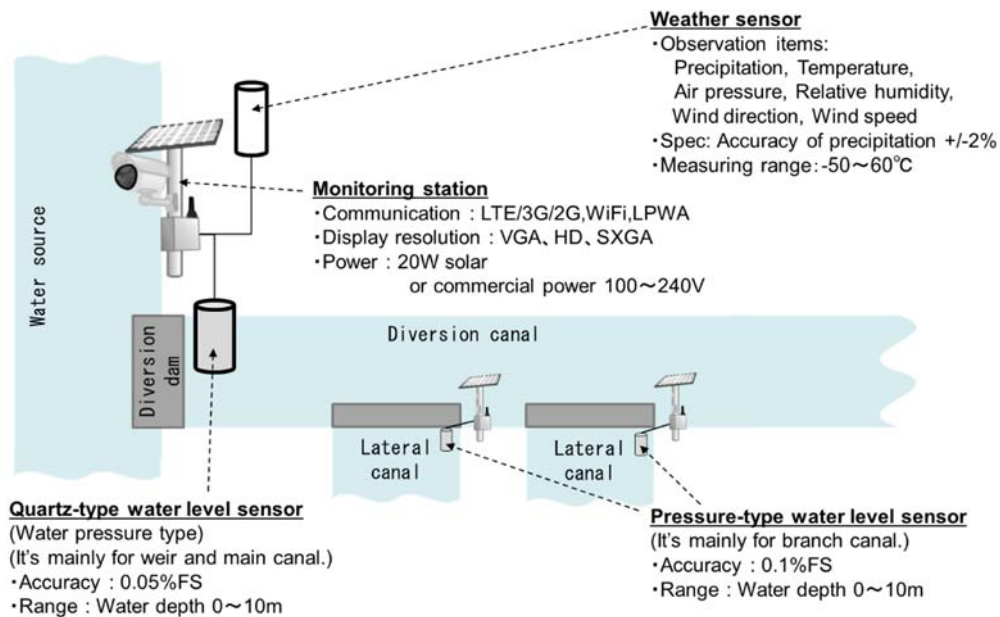
- There are only 5 telemetry systems (rainfall gauge) in the irrigation area of about 140,000 ha in UPRIIS, and the interruption of irrigation due to rainfall is limited only when there are forecasts of heavy rain caused by typhoons and tropical monsoons. The expected effective rainfall is not realized in the actual irrigation water management.
- Comparison between the actual irrigation water volume and the planned water volume has been carried out, but it is all manual implementation and not a system for prompt water management.

Judging from the above situations, it is essential to introduce the irrigation telemetry system in the entire UPRIIS for the improvement of water management. Therefore, the implementation of verification survey project is desired to examine the details of the system and its efficiency.

Proposed irrigation telemetry system can support irrigation management by using sensor networks and cloud technology based on the data monitored in the field stations (water level and weather sensors at major intakes and headgates). The system can realize effective water resources utilization and appropriate farming through the proper water distribution in consideration of real-time canal discharges and rainfalls. Furthermore, the management items and forms of the system can be customized according to the requirements of operators. Data observed by the system. Observed data of this system can be browsed by not only NIA and UPRIIS but also IA and farmers through the Web service. Therefore, farmers can start planting without worrying about water supply. This system consists of (1) Observation station (water level sensor, weather sensor and camera are united), and (2) Web service for irrigation water management. The details are described in following table.

System Overview

(1) Observation station (Water level sensor /Weather sensor /Camera)



(2) Web service for irrigation water management

Providing data and service

- Water level, Intake discharge, Weather, Image data
- Automatic discharge calculation system based on water level and intake gate opening
- Indication of necessary water supply volume etc.

Providing form

- Cloud service of the Internet (Dedicated server construction and the maintenance by user are unnecessary)



Features

[Sensor network]

- Reliable sensor: High durability (10 to 15 years lifetime), high and stable accuracy
- Low power consumption: Availability of solar power
- Flexibility of station deployment: Selectable communication line depending on site conditions (Availability of low power radio is advantage of this system)

[Cloud technology]

- Low cost because of unnecessary server construction and maintenance by user
- Continuous service provision of system operational environment from Japan side
- Remote monitoring by internet access without dedicated device

[Provision of the Web Service to customer's needs]

- Customizable observed data depending on user's needs
- Display of data (design/actual water supply, rainfall, required supply discharge etc) supports appropriate and effective farming

The monitoring procedure for the canal discharges after introduction of the system is shortened. Compared to the current status, seamless and timely information sharing between NIA office, UPRIIS office, Division office, IA, Farmers will be possible. It is also possible to eliminate manual measurement and transmission mistakes and improve efficiency.

3 ODA Project Formulation

We propose the following ODA projects concerning the introduction of irrigation telemetry system. In irrigation water management, the required discharge, rainfall and actual discharge for each irrigation canal are important factors. Through full utilization of IT for monitoring of these data, it is possible to improve the efficiency of irrigation water management and expand the development of irrigation agricultural production. Therefore, ① "Irrigation Water Management Technology Improvement Support Project" (Technical cooperation project) is proposed for the purposes of standardization of irrigation water management by telemetry system, training and dissemination of irrigation facility operation with using data obtained by the system. Information on the management of the national irrigation system is indispensable for the operation office of each national irrigation system, the irrigation association for each terminal canal, and NIA Central Office. Therefore, ② "UPRIIS Irrigation Water Management Improvement Project" (ODA Loan) is proposed for the introduction of a telemetry system that enables information management (collection, provision, accumulation) among stakeholders.

In order to smoothly implement the above-mentioned technical cooperation project and loan project, ③ "Preparatory Survey on Cooperation for Irrigation Water Management Improvement Project for Upper Pampanga River Integrated Irrigation System" is proposed for detailed estimation of the project cost, and planned for the detailed project schedule.

Regarding the above three projects, it takes time to formulate projects, and it takes a long time to introduce an actual telemetry system. The business speed of the private sector and ODA commercialization do not match. It will be difficult to synergistically exert the effects of each other. Therefore, utilizing the current SME support scheme, ④ "Verification Survey on introduction of irrigation telemetry system using sensor network and cloud technology" is proposed to demonstrate the usefulness by introducing the system, and utilize the information.

In the feasibility survey, NIA, UPRIIS and the Division managers within UPRIIS pipeline then agreed on the implementation of the verification survey project of ④. Moreover, the survey team was able to select the target area for implementation of the verification survey project and to examine the feasibility of it in detail.

4 Business Development Plan

We are planning to provide the irrigation telemetry system using sensor networks and cloud technology including consultation on data utilization. The target is supposed to be the private sector of agriculture and disaster risk reduction, (irrigation in plantations), and the public sectors responsible for water resources such as river and hydroelectric power.

As a first step, we plan to spread and deploy the irrigation telemetry system in the Philippines. We confirmed the present condition of irrigation water management in NIS, mainly UPRIIS, the needs of telemetry system, and the possibility of its introduction. Through

the verification survey projects, we will install irrigation telemetry system to the pilot site inside the UPRIIS area and do trial operation. Then standard model of irrigation telemetry system will be established through the confirmation of effects by the improved water management and modification/ optimization of the system.

As a second step, we will aim for full-scale development of a standardized irrigation telemetry system. We are planning to target UPRIIS across the pipes and to other NISs and to target Southeast Asian rice production countries where the need for irrigation water management such as Vietnam, Thailand and Indonesia. Since this system can also be applied to other water management fields than agriculture and irrigation fields, we also consider the weather and flood forecasting and warning field, the disaster prevention field, and the environmental observation field that require observation of water level and rainfall. In verification survey, we will try to discover local partner companies and build a cooperative system. Furthermore, we will prepare a system that enables participation in bidding, installation and maintenance of equipment, smooth operation service, and provision of operation services promptly. We will also work with local companies to establish local offices and corporations.

The proposed irrigation telemetry system can provide quantitative and accurate water data in real time and enable efficient water supply based on it. As a result, the agricultural production potential of each agricultural land will be sufficiently demonstrated and this will lead to an improvement in agricultural productivity. Therefore, by expanding this system nationwide, agricultural productivity of each place will be improved. Furthermore, it can lead to an increase in production volume. This will lead to increased incomes of farmers and, in turn, stabilization of the living and production base of farmers, which can also contribute to the Philippines' self-sufficiency improvement and poverty reduction.

Contribution to other countries by eTRUST Co., Ltd.'s overseas expansion and growth as a company will contribute to Niigata Prefecture. In addition, eTRUST has expanded the recruitment of new graduates, mid-career recruitment and reemployment after retirement to carry out overseas projects. Expanding overseas business leads to the creation of new employment and expansion of overseas business will lead to strengthening industry-government-academia collaboration and revitalizing economic activities. In Takuwa Co., Ltd., the full-scale overseas projects examined by this survey and the corresponding increase in production volume can expect new capital investment. In addition, it can be expected to increase parts procurement and processing requests, and contribute to the revitalization of the local economy. At the same time, with the aim of becoming a model company for overseas expansion in Ibaraki prefecture, it is expected that it will contribute to the improvement of willingness of enterprises in the prefecture and efforts to overseas development, etc. by making advanced case which accord with the prefecture's overseas development measures.

Feasibility Survey for Introduced of Irrigation Telemetry Systems Using Sensor Networks and Cloud Technology in the Philippines

SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME: eTRUST Co., Ltd. , Takuwa Cooperation
- Location of SME: Niigata prefecture, Japan. , Tokyo, Japan
- Survey Site • Counterpart Organization: Luzon, Upper Pampanga River • NIA,UPRIIS



Concerned Development Issues

- Despite being the 8th largest rice producer in the world, the Philippines depends on rice import.
- Poor maintenance of irrigation system has resulted in inefficient water resource management, and the influence of excess/shortage of water supply on agricultural production has been evident.

Products and Technologies of SMEs

- This irrigation telemetry system enables the remote management of data collected from monitoring stations installed at each intake facilities through communication line.
- The real-time assessment of the conditions of intake facilities and gate operation can achieve effective water resource management.

Proposed ODA Projects and Expected Impact

Dissemination Pilot Project: Demonstrating the improvement of irrigation service and the expansion of irrigation area through the introduction of irrigation telemetry system in upstream Pampanga River

- Demonstrate how adequate water resource management can reserve the irrigation area as planned.
- Formulate a drainage plan and improve the operation based on accumulated data. Standardize the adoption method of farming plan and the operation process.
- Develop to all irrigation facilities in the Philippines and to private plantation.

Outcome: Contribute to the improvement of NIA and UPRIIS irrigation service and to the expansion of irrigation area.

Business development of Japanese SMEs

- Provides irrigation telemetry system via cloud service (including consultation for data application)
- Establish the service framework of irrigation telemetry system by introducing the ODA's pilot system and develop the system to the agriculture and irrigation sector.
- Considers business development to not only the public authority but to the private agricultural production corporation.

別添 1

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

別添 2

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開