

令和 6 年度 海外技術協力促進検討事業(かんがい排水情報基盤システム構築支援) 調査概要

【略 語】

タイ

IWMES	灌漑水管理試験場	Irrigation Water Management Experiment Station
PIS	スマート灌漑事業	Project for Irrigation toward Smart
RID	王立灌漑局	Royal Irrigation Department
RIO	地域灌漑事務所	Regional Irrigation Office, RID

ベトナム

IMC	灌漑管理会社	Irrigation Management Company
VAWR	国立水利研究所	Vietnam Academy for Water Resources, MARD

その他

ADCA	海外農業開発コンサルタント協会	Agricultural Development Consultants Association
AM	アセット・マネジメント	Asset management
API	アプリケーション・プログラミング・インターフェース	Application programming interface
ASEAN	東南アジア諸国連合	Association of South - East Asian Nations
AWS	アマゾン・ウェブ・サービス	Amazon Web Service
CG	チェックゲート	Check gate
CSV	カンマ区切りのテキストデータ	Comma-separated values
DG	分水ゲート	Diversion gate
EC	電気伝導率	Electrical conductivity
ICT	情報通信技術	Information and communication technology
IoT	モノのインターネット	Internet of things
JAIF	日本 - ASEAN 統合基金	Japan-ASEAN Integration Fund
JICA	国際協力機構	Japan International Cooperation Agency
LPWA	省電力長距離無線通信	Low power wide area
MEL	みどり工学研究所	Midori Engineering Laboratory
O&M	維持管理	Operation and maintenance
SESAME	みどり工学支援センサデータ送信サービス	Sensory data transmission service assisted by Midori Engineering
SSL	TCP/IP 通信において暗号化通信を行う際のプロトコル	Secure sockets layer
TM	テレメトリ	Telemetry

1. 調査の概要

目的

本事業は、我が国が有する先進的な技術を活用したかんがい排水情報基盤システム（情報基盤システム）の事業化に向けて、計画手法等を取りまとめ、同システムの活用による課題解決と本邦企業の海外展開を促進するものである。

内容

本事業は、東南アジア諸国を主対象として、本邦企業が有する農業農村開発技術の海外展開をより一層促進するため、モデル地区での実証調査を通じて、既存農業水利インフラの管理・運営に対し ICT を始めとしたイノベーションの活用により高度化を図り、効率化・省力化を実現するための情報基盤システムに係る事業計画の検討及び設備導入後のシステム運用に係る方針検討のためのガイドライン等を取りまとめるものである。また、本邦企業の海外展開促進に資するため、調査対象国において、事業展開構想を策定し提案を行う。

調査対象国は、過年度に日本製テレメータが導入された実績のある東南アジア諸国のうち、タイ及びベトナムを想定する。

2. 令和 6 年度調査結果

2.1 タイ

(1) 本邦 ICT 機材の現地適用性の検討

IWMES-5 内のバナナ園に設置した露地センサは 1 年たらずに不具合が生じたので、2024 年 1 月に新たなセンサと交換した。その後このセンサの送信データに異常があったので、2024 年 7 月の調査で調べたところ、土中に埋めたセンサケーブルの保護管からデータ送信部へアリが侵入し、送信部に営巣していた。アリを除去し、ライシメータを備えた日当たりの良い試験区へ移設したが、今度は EC と土壌水分のセンサが動かなかった。露地センサについてはアリ対策の改良と、故障の原因の究明が求められた。また、水位センサはキャリブレーションが容易だが、露地センサの EC、土壌水分、照度のキャリブレーション方法がファーム社から提案されていないことも課題であった。2025 年 1 月の調査で、露地センサを新しいものへ交換した。露地センサはアリ対策が講じられていたが、わずかな隙間が見られたので、工業用粘土で隙間を埋めた。

以上から、本邦 ICT 機材は、プラセー水路に 5 カ所（通信機 2、センサ 3）、IWMES-5 に 5 カ所（通信機 1、センサ 4）設置し、その適用可能性と課題がおおむね検証できた。RID、IWMES-5 との会議では、タイ側より日本の ICT 機材を利用した灌漑水管理試験場における水管理について今後の支援の継続を期待された。



写真 1 露地センサの設置（左） 粘土での隙間埋め完了（中・右） 試験区画へのセンサの埋設

(2) 本邦 ICT 機材のデータ送信システムの適用性の検討

プラセー水路における LPWA は、通信範囲の仕様 3 km に対し、0.5 km 程度の実績であった。これはドリアン、ゴムのプランテーションが通信を阻害しているためである。また、通信機からの見通しのよい、長い直線部の水路で試したときも、地形に起伏があるためか、データ通信ができなかった。

平地であるナコンパトムでは、家屋など障害物が点在していながらも、3 km 離れた地点のセンサデータを受信できた。このことから、平地での LPWA の適用性は高いものの、果樹や樹林の広がる地域や起伏の大きい地域では LPWA の能力は発揮されにくいことが分かった。

(3) ICT データの受信、表示システムの開発

RIO9 システムを開発し、ワンストップで TM 水管理と、灌漑施設管理（AM）を同時に行うことができるように、TM システムと AM システムを統合した。ファーム機材のデータを API により RIO9 システムに取り込むことができるように改良し、さらに RID と協議のうえ、RID 本部の ICT センターに新たな仮想サーバを設置し、PIS、バンパコン川水質 TM ネットワーク、Wat Lahan Rai の API の提供を受けた。このことで、RIO9 における TM データ統合表示システムを完成させることができた。PIS システム等の TM データの統合表示により、対象となる TM 観測地点が急増するので、システムを分かりやすくするために、RIO9 全体のデータの表示のほか、流域ごとにデータ表示することで監視が容易になるようにシステムを構築した。また、TM システム、AM システムともタイ語を主要言

語とし、英語はサブの言語としたため、RID 及び関係者の利便性が高まった。

ICT センターの仮想サーバで開発したシステムへ全面移行できたので、AWS を介して TM データを提供する現状から、ICT センター単独で TM データを管理する体制とした。このことで、AWS を解約し、「政府関係機関のデータはタイ国内のサーバへ伝送する」というタイのサイバーセキュリティ上の課題を解決した。

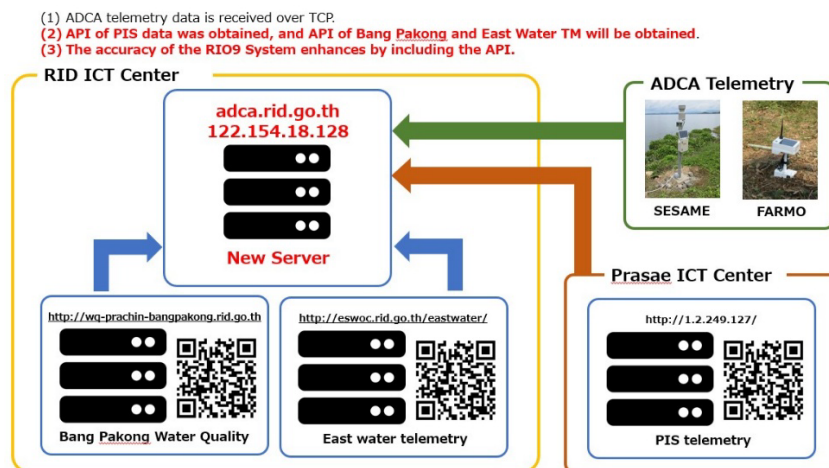


図 1 TM データ統合表示システムのイメージ

(4) プラセー水路の主要な分水ゲートへの ICT 機材の導入

プラセー水路への ICT 機材の導入は令和 5 年（2023 年）度に完了した。

プラセー水路では、水路のほぼ中間地点である第 5 DG に通信機と水位センサを設置した。また第 5 DG の 1.4 km 下流の第 7 CG に通信機と水位センサを設置した。第 7 CG の通信機で 2.1 km 下流の第 6 DG に水位センサを設置し、データを受信する計画であったが、送信テストを行ったところ、プラセー水路におけるファーモ通信機の受信範囲は 0.5 km 程度だったので、第 6 DG には水位センサを設置しなかった。すなわち、プラセー水路で分水ゲートごとの水位データを得るには、LPWA が機能しないため、各ゲートに通信機と水位センサを設置する必要があることが分かった。

これまで ADCA が導入してきた（株）みどり工学研究所（MEL）の SESAME は、通信機付きの水位センサで 50 万円程度だったので、プラセー水路の分水ゲートにファーモ社の機材を設置する場合は、通信機 60 万円＋水位センサ 6 万円＝66 万円となり、SESAME より割高となった。

(5) LPWA の検討

プラセー水路のように、起伏のある地形でドリアンやゴムのプランテーションが盛んな地域に建設された水路の沿線では、LPWA は狭い範囲でのみ機能することが分かった。LPWA を機能させるため、通信機やセンサの高さを上げるなど、様々にテストしたが、通信機からの距離が離れるにたがって、安定したデータ送信はできなくなった。

センサの近くに、電波の増幅器（ブースター）を設置することが考えられたが、通信機と同程度のコストとなることから現実的ではない。

日本ではプラセー水路程度の起伏では通信に問題がないとのことなので、タイの通信インフラの整備が進めば、プラセー水路でも LPWA による受信範囲が拡大する可能性はある。

(6) ICT データのモニタリング(最小1年間)

2023 年 1 月に試験的に導入した IWMES-5 のファーモ機材のうち、露地センサは不具合が生じ、故障と判断されたので、センサを交換したが、2024 年 7 月にアリの営巣が確認され、データ送信は停止

した。このように露地センサは様々な課題を抱えていることが分かった。2025 年 1 月に新たな露地センサと交換したが、アリ対策は不十分で、今後どこまで耐用するか引き続きモニタリングする。なお、水位センサは良好に稼働しており、ソーラーパネルの機能低下に係る IWMES-5 の支線水路橋梁やプラセー水路の小橋梁の事例が生じないよう、ソーラーパネルやバッテリーの管理を十分に行えば、数年間の使用は可能と想定される。

ファーモ社の機材は SD カードを装備していないので、データ送信に失敗した場合、欠測扱いとなる。農家レベルではデータの一次的な欠測が問題となることはないが、公共レベルでは問題となることがあるので、ファーモ社には今後の改善を期待する。

プラセー水路では、プラセー湖 (MEL 社)、第 7 CG (ファーモ社)、第 11 CG (MEL 社) からのデータは継続的に受信できている。このため、IWMES-5 の水位センサ、プラセー水路の水位センサとも、目標とする 1 年間のデータは得られた。

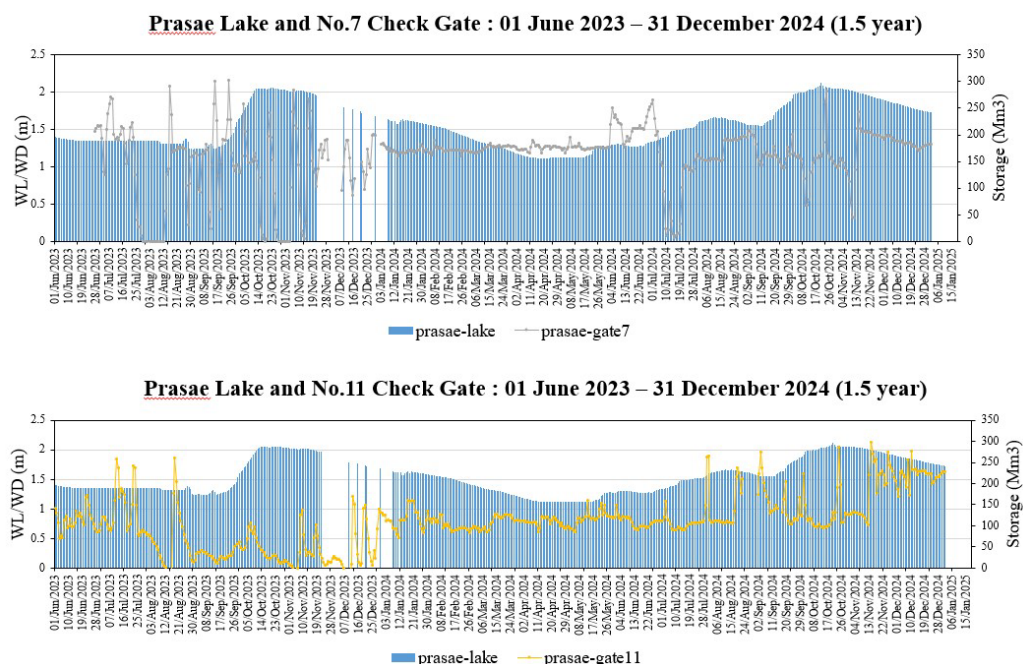


図 2 プラセー湖の貯水量と第 7 CG 及び第 11 CG の水深との対比

(7) 導入システムの改善

TM データの受信・表示のための RIO9 システムでは、先行調査で設置した SESAME の機材のほか RID 及び Wat Lahan Rai からの TM データを表示していたが、ファーモ機材についても API の提供を受け、RIO9 システムへ表示した。ただし、ファーモ機材のデータは、SESAME のように定時 (10 分、1 時間、1 日) のデータとされていないので加工が必要であり、グラフ化や CSV によるデータの格納などの各種機能を付与するまでには時間を要した。ファーモ機材のデータを処理する過程で、不定時のデータ処理方法を確立したので、ADCA の TM システムの汎用性は増大した。

2023 年中に PIS 事業が完了したので、RIO9 のプラセー湖事務所より API の提供を受けた。RID の ICT センターに新たな仮想サーバを導入することについて、RID は内部の関係部署との覚書による確認作業を経て、2024 年 2 月 1 日に新たな仮想サーバを立ち上げた。2024 年 12 月までに、この新サーバを使用して、システム開発とテストを行い、運営上問題のないことを確認して、実際の運営に移行した。

機材の設置に当たり、ファーモ社はアリ害の経験がなかったため、ADCA は通信機をアリから保護する方法を指導した。またファーモ社は、日本では建物内や農家の敷地に通信機を設置することで盗

難防止を図っていたが、監視の届かない屋外に設置する場合は盗難防止を厳密に行う必要がある。このため、ADCA は高さ 2～3 m の鋼管支柱にソーラーパネル、通信機、バッテリーを設置するよう提案した。現地では、第 5 DG 付近に RIO9 とともにボルト・ナット締めで組み立て、ソーラーパネルを L 型アングルの枠に固定し、鋼管支柱の頂部に取り付けた。また、ファーモ社は ADCA の提案を受けてバッテリーボックスを鋼管へ取り付けるための台座を作成しており、バッテリーボックスの設置は容易であった。このようにして、日本とは異なる盗難防止効果の高い通信機の設置方法が確立した。

水位センサについても、ファーモ社のセンサは軽量で、盗難を受けやすいため、RIO9 の維持管理チームはセンサを長尺の鋼管の先端に取り付け、鋼管は支持金物によりゲートの柵に溶接で固定した。この方法は、プラセー水路に設置した 3 カ所全てのセンサで実施され、盗難防止に役立った。またこのようなセンサの設置方法により、センサはゲートから 1.5 m 以上離れた位置の水深を計測することとなり、落差工付きのチェックゲートであっても静水の水深が得られることが分かった。ただし、支持鋼管を溶接するのでは、維持管理には不都合となる。2024 年 7 月には、IWMES-5 の幹線水路と支線水路の橋梁にファーモ水位センサを取り付けたが、維持管理が可能なように金属枠の橋梁部への取付け部を工夫した。

(8) 導入機材・システムの評価

プラセー水路に設置した ICT 機材、通信システム、ICT データ、PIS データとの統合表示などの成果について、データをもとにタイ側と共同で評価し、タイ側から特段の改善要望は出されなかった。

タイ側は、RIO9 システムについて、使いやすく、分かりやすく、操作が簡単なので、日常的に利用していると表明した。実際、RIO9 プラセー湖事務所の中央監視所では、6 枚のモニターの一つに RIO9 システムを表示し、日常的な水管理に使用している。

(9) ガイドライン、マニュアル案の作成・見直し

本調査では LPWA の ICT 機材を導入することで、機材の導入経費の削減と効率性の向上、さらに調査地域全域の ICT データを統合表示するシステムを開発することで、ICT データや機材の管理の効率化を目指した。LPWA 機材の導入は令和 5 年（2023 年）度調査で実施し、通信に障害のあったプラセー水路第 5 DG のセンサには、通信機を追加し、データ受信を正常化した。アリ害を含め不具合の生じていた IWMES-5 の露地センサは、2025 年 1 月に新たなセンサと交換し、水位センサとともに順調に稼働している。また、プラセー灌漑地区における PIS 事業の 2023 年 9 月の概成後、2024 年 12 月までに PIS データを含む TM データの統合表示が可能な RIO9 システムを完成させ、運用している。

2024 年度は TM データのモニタリングを継続し、2 年間の調査結果をまとめ、「事業展開検討ガイドライン（案）」を作成したほか、2023 年に作成した「情報基盤システム運用マニュアル（案）」の見直しを行った。

(10) 年度末におけるワークショップの開催

2025 年 1 月、実証調査の最後にチョンブリ市の RIO9 でワークショップを開催し、本調査及び PIS の進捗について報告し、関係者間で意見交換した。また本邦企業の海外展開促進に資するため、事前に作成した事業展開構想を提案した。

「事業展開検討ガイドライン（案）」及び「情報基盤システム運用マニュアル（案）」の内容についてワークショップで説明した。RID はガイドラインについて評価し、PIS 事業においても同様のガイドラインやマニュアルを作成すべきことを RID 内部の関係者に向けて要請した。

2.2 ベトナム

(1) 本邦 ICT 機材の現地適用性の検討

2024 年 7 月、不具合の生じていたファーム社の水位センサ 8 台を改良機へ交換したが、その後、データは順調に送信されていることを確認した。

本邦の LPWA 方式の ICT 機材は、水位センサについては現地でも利用可能なことが分かった。また、ADCA の提案した高さ 3m の鋼管支柱をコンクリート構造物等に建て込み、この支柱にソーラーパネル、通信機、バッテリーボックスを設置する方法や、ポンプ場の屋上やゲートの上部にヒンジ付きの金属枠で水位センサを固定する方法が有効なことが分かった。

(2) 本邦 ICT 機材のデータ送信システムの適用性の検討

ファーム社の通信機は、ルンクイゲートとアンフンゲートに設置し、アンフンゲート用の通信機は不具合が生じたので、新たなものへ交換した。その後、通信機は順調に稼働している。

通信機の SIM カードは日本の SORACOM では送信できず、ベトナムの Viettel を使用したところデータを送信できた。Viettel の SIM カードは、データの送信状況を見ながら、定期的にトップアップする必要がある。

(3) ICT データの受信、表示システムの開発

MEL 社の TM 機材とファーム社のセンサからのデータの受信、処理、表示を行う VAWR システムを開発した。本システムは、ベトナム全土で利用可能なもので、API 情報が提供されれば、あらゆるメーカーの TM 機材のデータを表示することができる。現状では、ADCA 調査及び JAIF 事業（JAIF1 及び JAIF2）で導入した TM 機材からデータを受信できているハイフォン市、ハイズン省、ゲアン省で利用可能である。

ベトナムのサイバーセキュリティ法により、政府関係機関の一次データは国内のサーバに伝送する必要があるため、VAWR のサーバに仮想サーバを構築し、VAWR システムをインストールした。

VAWR のサーバはハッカーにより乗っ取られた状態にあり、ハッカー攻撃は後を絶たない。このため VAWR に対し、SSL 証明書の取得による安全性の強化を要請し、VAWR は令和 6 年度の調査期間中に VAWR サーバ全体をカバーする SSL 証明書を取得した。

JAIF2 事業で導入した TM 機材が順調に稼働していることから、2025 年 2 月に MEL 社製の TM の IP アドレスを全て VAWR サーバへ変更した。このことで、VAWR システムの VAWR サーバへの完全移行が達成された。

(4) アンキムハイ水路またはレ川の主要箇所への ICT 機材の導入

令和 5 年（2023 年）度に設置し、不具合のあったアンフンゲートの通信機を 2024 年 7 月に新たな通信機へ交換した。

令和 5 年度の水位センサの不具合は、ベトナム北部では日照時間が少ないため、ソーラーパネルが十分な発電を行えなかったことが原因と分かった。ファーム社は節電型の改良機を開発したので、2024 年 7 月に、導入した全ての水位センサを節電型の改良機へ交換した。

(5) LPWA の検討

2 つの通信機材による LPWA によるデータ通信は現地適用可能なことが分かった。

(6) ICT データのモニタリング(最小1年間)

ICT データについて、ADCA2～ADCA3 調査及び JAIF2 事業で設置した TM 機材のデータで補完しながら、本調査の実施期間内における 1 年間以上のデータを収集し、分析した。

(7) 導入システムの改善

ベトナム側から要望のあった、水深の水位への表示の変更について、VAWR システムを改良し、水深と水位の両方を表示するシステムへ改良した。水位表示について、アンハイ IMC は ADCA2 調査の時から要望していたが、ADCA は標高データが得られればいつでも対応すると返答してきた。JAIF2 事業での TM 機材設置後、2024 年 3 月にアンハイ IMC 及びハイズン IMC から主要なゲートの標高データが提出されたため、水位表示を追加するためのシステムの開発を行った。

水位表示が加わったことで、TM データの日常的な利用が進み、アンハイ IMC から 1 時間間隔のデータ送信ではなく、10～15 分間隔のデータ送信を求められたので、グリッド電源に接続していない TM 機材の特性の限界である 30 分間隔のデータ送信へ設定を変更した。

VAWR システムの操作性を向上させるため、表示や入力方法の細部の改良を行い、誰でも容易にスマートフォンで利用できるシステムとして完成した。

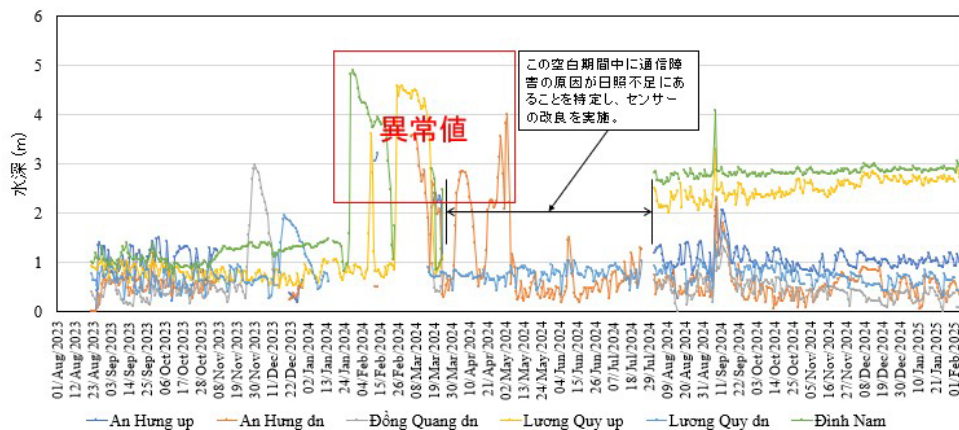


図 3 アンハイ IMC におけるファーマ社の水位センサのデータの推移

(8) 導入機材・システムの評価

2024 年 12 月の最終ワークショップにおいて、本調査及び JAIF2 事業で設置した ICT 機材、通信システム、ICT データ、既存 TM データとの統合表示などの成果について発表し、ベトナム側から高評価を得た。

(9) ガイドライン、マニュアル案の作成・見直し

2 年間の実証結果をもとに、「事業展開検討ガイドライン (案)」、「情報基盤システム運用マニュアル (案)」を作成し、2024 年 12 月の最終ワークショップにおいてベトナム側に説明し、意見を求めた。また、ガイドライン案については、JICA ベトナム事務所にも提出し、意見を求めた。ガイドライン、マニュアルは、これらの関係機関からの意見を反映して、2025 年 3 月に成案とした。

(10) 年度末におけるワークショップの開催

2024 年 12 月 11 日にアンハイ IMC (ハイフォン市) でワークショップを開催し、本調査及び JAIF2 事業の成果について報告し、関係者間で意見交換した。また本邦企業の海外展開促進に資するため、新たな技術協力を核とする事業展開構想を作成し、VAWR 等に対して提案した。VAWR は ADCA の技術協力のコンセプトに賛同し、要請書のとりまとめを検討すると表明した。



写真 2 ワークショップの状況

3. 国内検討委員会

本事業を効果的に実施するため、下表の有識者からなる国内検討委員会を設置した。委員会は年度内に2回開催し、有識者の意見を聴取した。

区分	氏名	所属等
委員長	渡邊 文雄	東京農業大学 教授
委員	樽屋 啓之	北里大学 教授
委員	佐藤 周之	高知大学 教授
委員	荒川 英孝	(株) 三祐コンサルティング 海外事業本部
委員	島崎 和夫	NTC インターナショナル (株) 企画営業本部
委員	山岡 茂樹	日本工営 (株) 流域水管理事業本部

第1回 令和6年6月27日 於農業土木会館

第2回 令和7年2月5日 於農業土木会館