

報告書概要

1 調査の概要

目的

「令和4年度 農業水利施設長寿命化計画検討調査委託事業」は、我が国のライフサイクルコスト評価を含む農業水利ストックマネジメント技術を活用した「農業水利施設長寿命化技術」について、海外展開に係る技術的課題の調査、課題解決に向けた検討を行い、開発途上国のニーズに適応した農業水利施設長寿命化技術ガイドラインの策定を行うとともに、ガイドラインを活用した事業展開候補地区の検討及び決定、該当地区の事業展開構想の策定を行うことを目的とする。

内容

基礎調査

- 資料収集・整理
我が国が有する農業水利施設長寿命化技術及び海外展開の可能性については本邦の民間企業、調査研究機関及び行政機関から、事業展開候補地区及び既存農業水利施設に関する情報についてはベトナム農業農村開発省水利研究所（VAWR）、ラオス農林省灌漑局（DOI）等の対象国関係機関から、それぞれ資料を収集し、区分ごとに整理を行う。
- 現地調査
令和3年度農業水利施設長寿命化計画検討調査委託事業において実証調査を実施したモデル地区において老朽化対策が必要と判断された施設について、劣化の進行状況、対策工法の選定に向けた現場条件の確認等の現地調査を行い、上記で収集した農業水利施設長寿命化技術の適用性の検討を行う。

農業水利施設長寿命化技術に係る研修の実施

- 研修計画の策定
対象国の灌漑技術者の人材育成を目的とした農業水利施設長寿命化技術に係る研修を実施するため、研修計画（案）を策定し、農林水産省担当職員の承諾を得る。
- 研修の実施
上記で作成した研修計画に基づき、対象国ごとに研修を実施する。

現地ワークショップの開催

上記の成果を踏まえ、対象国ごとに政府関係者及び研修参加者を招集したワークショップを開催する。

ガイドラインの策定

令和3年度農業水利施設長寿命化計画検討調査委託事業の実証調査及び上記の成果を踏まえ、我が国が有する農業水利施設長寿命化技術について、対象国ごとの現地適用性、本邦企業の海外展開に係る技術的課題及びその解決策について検討を行い、それらの成果及び実証調査を実施した施設に係る施設機能保全計画の作成手法をガイドラインとして取りまとめる。なお、ガイドラインについては、国内検討

委員会に諮り、了承を得る。

事業展開候補地区の検討及び事業展開構想の策定

ガイドラインを活用した本邦企業の農業水利施設長寿命化技術の展開が期待される候補地区の検討を行うとともに、当該地区における対象国関係機関の意向を踏まえた事業展開構想の策定を行う。

2. 資料の収集・整理

国内の農業農村整備事業を通じて蓄積してきた施設長寿命化技術について、発展経緯及び技術内容を整理後、我が国の最新の農業水利施設長寿命化技術及び海外展開の可能性について、本邦の民間企業、調査研究機関及び行政機関から情報収集を行った。また、ラオス、ベトナムについては、ラオス DOI、ベトナム VAWR 等から、事業展開候補地区及び既存農業水利施設に関する情報収集を行った。

・民間企業

国内で農業水利施設の機能保全全般について知見を有するコンサルタントである NTC 及び日本工営から我が国の今後の農業水利施設の機能保全の方向性について情報収集を行った。収集結果は以下の通り。

- ・我が国ではポンプ施設やパイプラインの劣化に伴う突発事故の発生が増加傾向にあり、これに対応するため機能診断は簡素化ではなく精緻化へ向かいつつある。
- ・ラオスでは地方機関が県知事に予算を要求するが予算要求の単価は用意されている。
- ・ベトナムでは IMC が省政府に予算を要求する。積算システムは用意されている。

また、民間企業が開発した新たな補修・更新技術を 7 件収集した。開発途上国の灌漑施設の補修・更新事業を考慮に入れ、コンクリートプレキャストやため池堤体補強技術関係等の資料を収集した。

・調査研究機関

国立研究開発法人 農研機構 農村工学研究部門（農工研）から、最新の農業水利施設の機能保全に係る技術の情報収集を行った。最新の技術成果として、2022 年 4 月発行の「農業農村整備のための実用新技術成果選集」があり、農業水利施設の機能保全関連で開発された 13 件の技術情報を得た。

・行政機関

利根川水系土地改良調査管理事務所から国営事業における機能保全の実施状況について情報収集を行った。国の調査事務所が実施している農業水利施設の機能診断は、国の直営が主で、県や土地改良区が実施することはほとんどない。国の制定した機能保全の手引き等は国の調査機関の円滑化に資するもののことである。

・ラオスの灌漑情報

ラオスの灌漑事業は、農林省灌漑局（DOI）が管轄している。DOI の職員総数は 726 人で、中央は 109 人、地方は 617 人が勤務している。全国の灌漑地区数は 19,494、受益面積は雨期 290,937 ha、乾期 123,315 ha とされている。灌漑事業のタイプ別で最も多いのは仮堰（Temporary weir）で半分以上を占め、これに堰が続いている。堰が多いのは北部地域で、ポンプ灌漑はメコン川沿いで盛んである。ラオスの灌漑地区は、受益面積ごとにコミュニティ灌漑、小規模灌漑（10 ha 以上 100 ha 未満）、中規模灌漑（100 ha 以上 1,000 ha 未満）、大規模灌漑（1,000 ha 以上）に区分されている。コミュニティ灌漑は受益面積 10 ha 未満で、コミュニティが独自に灌漑施設を設けたものである。

ラオスの DOI 及び 18 都県の灌漑関係の職員数は少数で研修の回数は少なくできることから、DOI は

ラオス全国へのアセットマネジメント（AM）¹技術の普及を検討している。ただし、全国の灌漑地区数は職員数を大きく上回り、かつアクセスのよくない地区が多いため、少数の灌漑技術者にどのように AM 技術を移転していくか課題である。このため、職員への適切な研修計画の作成と、研修の実施が重要となるが、DOI の自助努力では限界があるため、DOI は継続的な外部支援を期待している。

・ベトナムの灌漑情報

ベトナムには全体で 86,200 カ所（ダム・貯水池 7,100、ポンプ場 19,400、ゲート 27,700、小規模仮堰 32,000 等）の灌漑施設が存在する。受益面積 200 ha 以上の灌漑地区は 900 カ所以上あり、うち 110 カ所は受益面積 2,000 ha 以上の中・大規模灌漑地区である。灌漑面積は約 4.28 百万 ha で、農地面積の 36.6 % にあたり、水田面積では 96 % が灌漑されている。

ベトナムの灌漑地区数は 200 ha 以上の受益面積の地区だけで 900 以上であり、水利組合数は 16,800 に及んでいる。ベトナムの灌漑管理体制は整っているため、IMC を含む 100 あまりの灌漑組織に研修を行うことで、主要灌漑施設に係る AM 技術を普及することができる。灌漑組織への AM の技術移転が進めば、灌漑組織から水利組合に対して AM の技術移転を進めることができる。

ベトナムの灌漑施設のストック量は膨大であり、ハイフォン市とハイズン省のモデル地区のみでは AM 技術は普及しない。このため AM 技術は、ハイフォン市、ハイズン省と条件が類似する紅河デルタをターゲットとして、展開を図ることが望ましい。

3. 現地調査

（1）ラオスの現地調査

ヴィエンチャン都ナムフム灌漑事務所では、2021 年度に選定された 19 点のうち 8 点の現地調査を行った。DOI とヴィエンチャン都農林事務所（PAFO）が同行。ナムフム灌漑地区では、水路系の劣化が著しく、末端まで灌漑されない状況のため、アジア開発銀行（ADB）による全面的な水路系の更新事業が計画されている。ADB からの融資が行われるまでは、今回の研修で作成方法を指導する機能保全計画に基づいて、自力で維持管理を実施することになる。

ヴィエンチャン県ナムトン地区では、DOI からヴァンサイ維持管理課長、ヴォンサクダ計画協力課課長補佐の同行により登録地点を確認した結果、健全度・重要度の判定は概ね妥当であった。機能診断時に登録されたコンクリート水路のひび割れ部分が、その後ヴィエンチャン県の予算で補修された事例があった。

ボリカムサイ県では、パクピュン 1 ポンプ灌漑地区と、隣接する他のポンプ灌漑地区を調査した。DOI ヴァンサイ維持管理課長、ヴォンサクダ計画協力課課長補佐及び担当者 2 名が同行し、メコン川沿いの 8 点を調査した結果、健全度・重要度の判定はおおむね妥当であった。

現地調査位置は図 1～2 のとおりである。

¹ 海外では施設長寿命化をアセットマネジメントの一環として理解されているため、本調査では（農業水利）施設長寿命化の英訳は Asset Management（AM）としている。

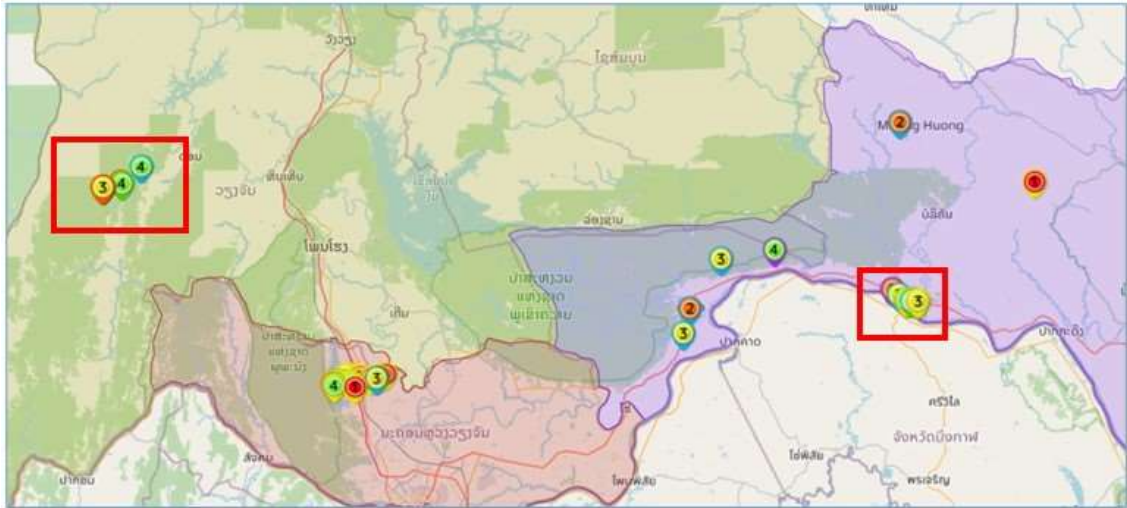


図1 ヱィエンチャン県及びボリカムサイ県で現地調査した機能診断箇所の位置（赤枠）



図2 ヱィエンチャン都で現地調査した機能診断箇所の位置（赤枠）

（2）ベトナムの現地調査

アンハイ IMC と協議の上、S1～S3 にランクされたポイントのうち全ての工種をカバーし、かつ代表的な主要施設にて調査を実施した。

現地調査した機能診断箇所の位置は図3のとおりである。

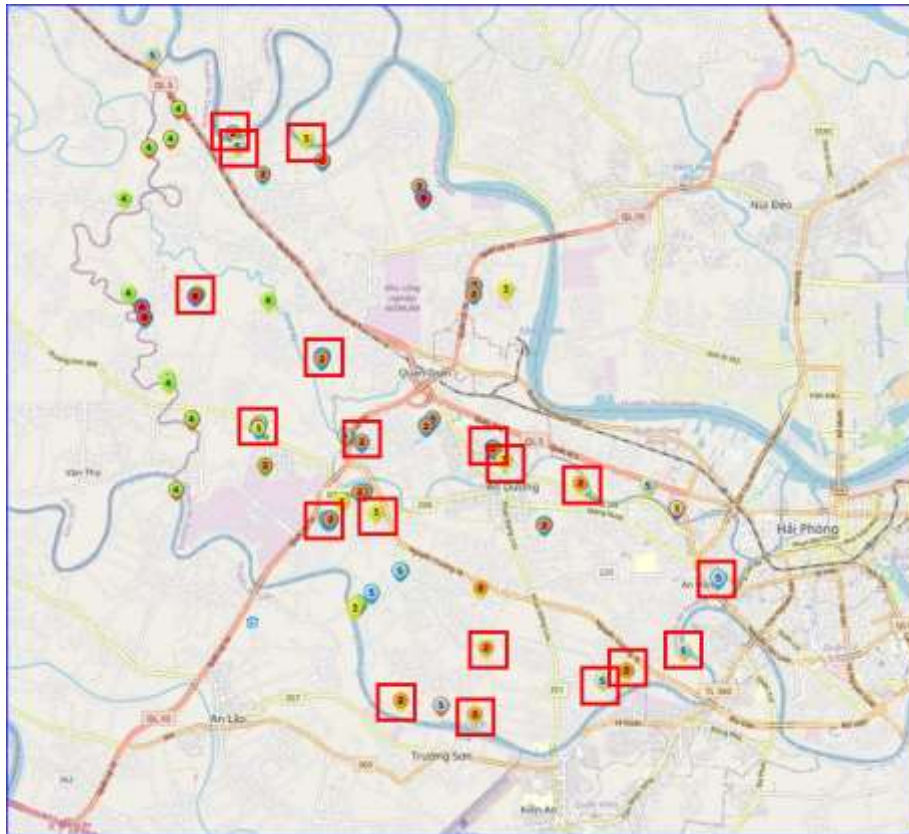


図3 現地調査した機能診断箇所の位置（赤枠）

アンハイ IMC は 2022 年 1 月の OJT 後、ハイフォン市からの予算を得て、補修や更新工事を各所で実施しており、工事が終了していた劣化ポイントでは健全度を S5 へ引き上げるなど再確認を行った。現地調査時点で、2022 年 1 月と 8 月の健全度ごとの箇所数を比較すると、表 1 のとおりである。

表 1 2022 年 1 月と 2022 年 8 月の健全度ごとの箇所数の比較（同一水路上の地点の統合前）

健全度	2022 年 1 月の 地点数 (a)	2022 年 8 月の 地点数 (b)	差 (b)-(a)
S1	8	8	
S2	38	34	-4
S3	9	9	
S4	0	1	1
S5	4	7	3
計	59	59	

（3）農業水利長寿命化技術の適用性

・我が国が有する農業水利施設長寿命化技術にかかる機能診断技術は、国営事業の立案実施に使用されるものであるが、これを簡素化・視覚化した AM システムは、ラオス、ベトナム両国で使用されており、現地適用性は有するものとする。両国のモデルサイトでは、施設の機能診断結果が活用され、機能診断結果をもとに補修工事が行われた事例が確認された。

・農業水利長寿命化に資する補修技術では、両国とも水路に関しては、現状は土水路や石積みモルタル等でライニングが行われているが、コンクリートも現場打のみならずプレキャストコンクリートで補修されるなど、今後は次第にコンクリート化プレキャスト化が、維持管理の容易さも相まって進む方向になってきていると思われる。

・したがって、AM システム及びコンクリートプレキャスト化関係工法を活用した農業水利施設長寿命化技術の適応性は増加するものと判断される。

また各国灌漑当局も、農業水利施設の長寿命化に取り組んできている。

4. 農業水利施設長寿命化技術に係る研修の実施

(1) ラオス

① 研修計画の策定

ラオスにおける研修計画は DOI と打合せの上以下のとおりとした。

- 期間：11 月 14 日（月）～18 日（金）（5 日間）
- 場所：DOI 会議室
- 参加者：2021 年 12 月～2022 年 1 月の OJT 参加者を中心に、灌漑技術者 15 名とする。なお技術普及のための参加者の増加は妨げない。
- 日程：ADCA の用意するテキストに基づく、座学を中心とした実習の日程とする。

2022 年度の施設長寿命化に係る研修について、ADCA は DOI に対し、機能診断結果で S1～S3 と評価された劣化地点を 5 年間で補修・更新するための資金計画に重点を置いた機能保全計画、LCC 及び劣化予測を内容とすることで DOI の理解を得た。

② ラオスにおける研修の実施

DOI よりカムファチャン・ヴォンサナ（Khamphachanh Vongsana）副局長、ヴォンサクダ計画協力課課長補佐、チンダフォン氏ら 20 人が参加し、モデル地区の 3 都県から 16 人など ADCA を含め総勢 41 名が参加。

研修資料は以下のとおりで、英語版から通訳による翻訳と機械翻訳によるラオ語版を作成し、事前に配布した。

- 2022 LA AM OJT1 General Lao: 「Text 1」 概要
- 2022 LA AM OJT2 Survey Lao: 「Text 2」 機能診断調査
- 2022 LA AM OJT3 AM system Lao: 「Text 3」 AM システム
- 2022 LA AM OJT4 Conservation plan Lao: 「Text 4」 機能保全計画
- 2022 LA AM OJT5 Repair method Lao: 「Text 5」 補修工法
- 2022 LA AM OJT6 New repair method Lao: 「Text 6」 新たな補修工法
- 2022 LA AM OJT7 EXCEL practice Lao: 「Text 7」 機能診断の EXCEL 表から予算配分、LCC、劣化曲線の作成までの EXCEL 操作法
- 2022 LA AM OJT8 Nam Houm FCP Lao: 「Text 8」 機能保全計画ひな形
- Photos of soundness: 「Photos」 工種別の機能診断の写真事例集
- 2022 LA AM Text 9 Lao: 「Text 9」 ガイドライン案

研修の実施プログラムは以下のとおりである。

項目	内容
1. 登録	研修生登録
2. 開会式	DOI 及び ADCA 挨拶
3. 講義及び演習	
(1) アセットマネジメントの方法	復習
(2) 機能診断調査	復習
(3) 機能保全計画の作成	コスト計算及び 5 か年計画作成
(4) 劣化予測の方法	劣化予測曲線の作成
(5) LCC の計算方法	LCC グラフの作成
(6) 補修工法の説明・紹介	アースダム堤体、プレキャスト工法

(7) ガイドライン案の説明	
(8) 研修結果報告用資料作成手法の説明	PPT 資料
4. 研修結果発表	3 都県代表者より発表
5. 研修終了書授与式	DOI 副局長より授与
6. 閉会式	DOI、ADCA 挨拶

(2) ベトナム

① 研修計画の策定

ベトナムにおける研修計画は VAWR およびアンハイ IMC との打合せの結果以下のとおりとした。

- 期間：11 月 7 日（月）～11 日（金）（5 日間）
- 場所：アンハイ IMC 会議室
- 参加者：灌漑技術者 15 名とする。なお技術普及のための参加者の増加は妨げない。具体的には、ハイズン IMC の灌漑技術者を複数名追加する。
- 日程：ADCA の用意するテキストに基づく、座学を中心とした実習の日程とする。

② ベトナムにおける研修の実施

VAWR よりル・ホン・ニユン（Le Hong Nhung）専門官、ナム・ヴ・ハイ（Nam Vu Hai）氏が参加し、ハイズン省より 3 名、アンハイ IMC より 12 名、ハイフォン市 DARD より 1 名、計 18 名が参加した。

今回初めて研修に参加するハイズン IMC が研修内容を理解できるように機能診断や AM システムの操作等を再度説明した。

研修資料は以下のとおりで、英語版から通訳による翻訳と機械翻訳によるベトナム語版を作成し事前に参加者へ配布した。

- 2022 VN AM OJT1 General VN：「Text 1」概要
- 2022 VN AM OJT2 Survey VN：「Text 2」機能診断調査
- 2022 VN AM OJT3 AM system VN：「Text 3」AM システム
- 2022 VN AM OJT4 Conservation plan VN：「Text 4」機能保全計画
- 2022 VN AM OJT5 Repair method VN：「Text 5」補修工法
- 2022 VN AM OJT6 New repair method VN：「Text 6」新たな補修工法
- 2022 VN AM OJT7 EXCEL practice VN：「Text 7」機能診断の EXCEL 表から予算配分、LCC、劣化曲線の作成までの EXCEL 操作法
- 2022 VN AM OJT8 An Hai IMC FCP VN：「Text 8」機能保全計画ひな形
- Photos of soundness：「Photos」工種別の機能診断の写真事例集
- 2022 VN AM Text 9 VN：「Text 9」ガイドライン案

研修実施日程およびプログラムは以下のとおりである。

項目	内容
1. 登録	研修生登録
2. 開会式	VAWR、ADCA、アンハイ IMC 挨拶
3. 講義及び演習	
（1）アセットマネジメントの方法	復習
（2）機能診断調査	復習
（3）機能保全計画の作成	コスト計算及び 5 か年計画作成

(4) 劣化予測の方法	劣化予測曲線の作成
(5) LCC の計算方法	LCC グラフの作成
(6) 補修工法の説明・紹介	アースダム堤体、プレキャスト工法
(7) ガイドライン案の説明	
(8) 研修結果報告用資料作成手法の説明	PPT 資料
4. 研修結果発表	アンハイ IMC、ハイズン IMC より発表
5. 閉会式	DOI、ADCA 挨拶

5. 現地ワークショップの開催

(1) ラオスにおけるワークショップ

- ・WS では、2022 年 11 月に実施した AM 研修結果の発表を中心とし、ラオスにおける AM ガイドライン案の内容と、今後の AM 技術の展開構想について意見交換を行った。
- ・DOI よりブンカム・シダヴォン（Bounkham Sydavong）DOI 局長、ヴァンサイ維持管理課長ら DOI 内の 6 つの課の幹部、ヴォンサクダ計画協力課課長補佐、チンダフォン氏ら 23 名が参加し、モデル地区の 3 都県から灌漑部門の幹部及び研修参加者 16 名など 46 名が参加。
- ・最初に 3 都県の代表者より研修成果の発表が行われた。ADCA からは、現場での利用を念頭に簡素化視覚化を図った AM ガイドライン案を説明した。
- ・今後の AM 技術の展開構想については、ラオス国内全域を対象に灌漑施設の維持管理事業に関し AM 技術を普及していくため、以下の 3 つのオプションを示した。
 - オプション 1：DOI への JICA 個別専門家の派遣
 - オプション 2：ラオス全域をモデルとした AM の ASEAN セミナーに係る JAIF 事業
 - オプション 3：ADCA からのリモートによる適宜適切な支援
- ・意見交換に関し参加者より以下の通り前向きなコメントが述べられた。
 - スマホを活用したシステムの利用により、AM システムで現地状況を容易に記述できる。
 - 補修・更新の必要な箇所を優先度付けすることができる。
 - 5 年間という短期の補修・更新予算計画を容易に作成することができる。
 - 入力データは年度ごとに自動でデータベース化されるので、過年度から現在までの劣化状況の変化を容易に確認できる。
 - LCC を容易に計算し、工法を比較できる。
 - 補修・更新事業計画の財務当局への申請が容易となる。
 - AM システムは使用方法が簡単で、容易に習得できる。

DOI にとって AM は非常に重要なので、今後とも技術普及に当たり ADCA から支援を得たい。

DOI 局長は、AM 研修の成果の普及について、3 都県の研修参加者を AM の普及のための研修指導員とすること、パイロット灌漑事業を選定して AM 技術の実用化を図ること、実用化が実証された後、育成された研修指導員により選定された灌漑地区へ段階的に技術導入することで、最終的には全国へ普及していくことを表明し、将来の AM 技術の展開方向を明らかにした。

(2) ベトナムにおけるワークショップ

- ・WS では 2022 年 11 月に実施した研修結果の発表、ベトナムにおけるガイドライン案の内容、今後の AM 技術の展開構想について意見交換を行った。
- ・WS への参加者は、MARD 水資源総局（DWR）から 2 名、VAWR の CTIC 次長、VAWR の担当者等 12 名、アンハイ IMC からはヴ・スアン・ハン副社長をはじめ幹部、研修参加者等 10 名、ハイズン省からは幹部と研修参加者等 3 名の総勢 30 名であった。
- ・VAWR はベトナムの AM の現状や今後、灌漑法の位置づけ、アンハイ IMC は研修成果、ADCA は、ガイドライン案の説明、AM 技術の今後の展開について発表した。

- ・ガイドラインを活用した展開について以下の内容を説明した。
 - オプション1：JICA 技術協力プロジェクト（ホアラックの研究研修センターの活用）
 - オプション2：ASEAN への TM 技術及び AM 技術の普及に係る JAIF3 事業
 - オプション3：ADCA からのリモートによる適宜適切な支援
- ・意見交換では、MARD から、2017 年の政令で灌漑施設のストックの調査が進められているがそれほど進展はなく、本調査による AM システムは、灌漑施設の現状把握に効率的なシステムであるとの発言があった。VAWR から現場の技術者が現状を把握できるシステム構築を ADCA と協力しながら行いたい、かんがい部門では AM と DX を重視しているとの表明があった。アンハイ IMC から AM システムは大変良くできたシステムであり実際の業務に使用していきたい旨の発言があった。

6 灌漑施設長寿命化技術ガイドラインの策定

本ガイドラインでは、農林水産省の手引き、参考資料、マニュアルのほか、アジア開発銀行、農村工学研究所、土木研究所等の文献を参考に、ラオス及びベトナムの灌漑施設のアセットマネジメントに有用な事項を抽出し、内容を簡略化・視覚化し、AM システムを活用した簡易な現地機能診断調査及びデータベース化、機能保全計画作成、LCC の計算や劣化予測の方法を示している。これを用いた我が国が有する農業水利長寿命化技術について、対象国ごとの現地適用性が現地で確認され、また、維持管理に資する機能保全計画作成手法を記述した。さらに海外展開のために、コスト比較において、現場の技術者でも計算できる計算法を示し、併せて劣化予測に関する計算方法も示し、関係国への本技術の理解促進の道具を示した。

ガイドライン案に含まれる主な項目及び概要について、以下に示す。

(1) 灌漑分野のアセットマネジメント

- 灌漑施設のアセットマネジメント（ストックマネジメント）の必要性和プロセス
- 灌漑施設を定期的に評価し、維持管理更新等の必要な予算を配分し、施設全体の長寿命化を図る必要性の説明
- 機能診断結果を劣化の程度に応じて5段階に区分し、施設の重要性から、施設を3段階（A：重要度が高い、B：中程度、C：重要度は低い）に区分
- 健全度・重要度別の補修・更新の判断の目安
- 灌漑施設のストックマネジメントのデータベースシステムの概念とその重要性

(2) 工種別機能診断

- ラオス、ベトナムの灌漑事業における主要な工種として、アースダム、重要コンクリート構造物・頭首工、重要金属ゲート、水路工、パイプライン、ポンプ場を選定し、各々について機能診断の方法の提示。

(3) AM システムを用いた機能診断結果の視覚化・データベース化

- AM システムの利用、AM システムの概要

(4) 機能保全計画

- 機能保全計画では、補修・更新の優先度の設定とこれに伴う資金計画を機能保全計画の核とする。また劣化予測、対策工法、対策実施シナリオ、機能保全コストの算定、施設監視計画は、資金計画を補完する基礎資料と位置づける。
- ラオスではヴィエンチャン都ナムフム灌漑地区を対象とする機能保全計画の項目と、記述すべき内容の事例（総括、機能診断結果、工事費算定、予算配分計画）を示す。
- ベトナムではアンハイ IMC 灌漑地区を対象とする機能保全計画の項目と、記述すべき内容の事例（総括、機能診断結果、工事費算定、予算配分計画）を示す。

(5) 付属書

- LCC（LCC の定義、LCC の算定方法、LCC の算定例
- 劣化予測（劣化曲線の内容、劣化曲線の算定方法、劣化曲線の算定事例）

7 事業展開構想の策定

ラオス DOI およびベトナム VAWR と今後の展開方向について意見交換し、下記の展開構想が想定された。

(1) ラオス

- 対象地域：全国 18 都県
- 方法
 - ・ JICA 個別専門家の DOI への派遣による同国の灌漑技術者への AM 技術の研修普及
 - ・ JAIF 事業によるラオス全国をモデルとする ASEAN を対象とした AM 技術の普及
 - ・ ラオス側が実施する AM 研修へのリモートによる ADCA の支援

(2) ベトナム

- 対象地域：紅河デルタ地方省・特別市
- 方法
 - ・ 新設されるホアラックの VAWR 研究・研修センターを核とする、ICT による水管理、AM による灌漑施設管理等に係る技術移転・研修を行うセンター型技術協力事業
 - ・ TM 及び AM の研修に係る JAIF3 事業の実施
 - ・ ベトナム側が実施する AM 研修へのリモートによる ADCA の支援

ラオスとベトナムに共通するのは JAIF 事業の活用と ADCA によるリモート支援。これらはいずれも実現可能であり、これまでの実績をもとに、適切な研修の事業化について継続的に支援することが望ましい。