運輸交通ナレッジマネジメントセミナー
道路アセットマネジメント技術
～最先端技術の技術協力への適用～

―ラオスにおける産官学連携の取組みについて―

2022年4月26日

JICAラオス国橋梁維持管理能力強化プロジェクト
専門家　近藤達仁

はじめに

持続可能な開発目標（SDGs）達成に向けて

- 開発途上国への投資額：毎年追加的に約2.5兆米ドルが必要（UNCTAD）

  ⟷OECD各国のODA総額：1,426億米ドル（2016年）*　← 大きな乖離

- SDGsゴール17「*持続可能な開発のための実施手段を強化し，グローバル・パートナーシップを活性化する*」　→ 民間の持つ資金力・技術力への期待

インフラメンテナンスに対する重要性の高まり

- 笹子トンネル天井板崩落事故（2012）
- インフラメンテナンスに対する取り組み，研究開発の活性化
  内閣府戦略的イノベーション創造プログラム「インフラ維持管理・更新・マネジメント」（SIPインフラ）
- 開発途上国でもインフラメンテナンスの問題が顕在化

ミャウンミャ橋崩落（2018）**

*OECD: Blended finance Mobilising resources for sustainable development and climate action in developing countries

**東京大学生産技術研究所:ミャンマー連邦共和国ミャウンミャ橋崩落の現地調査と類似橋梁の安全確認調査の報告

はじめに

インフラシステム海外展開戦略2025

1. 我が国の経済成長の実現
2. 展開国の社会課題解決・SDGs達成への貢献
3. 「自由で開かれたインド太平洋」の実現

➡ **ODA事業の戦略的活用**

ODA事業での産学官連携の促進と課題解決

本発表の内容

① ラオス橋梁維持管理能力強化プロジェクトの枠組みおよび実施内容
② プロジェクトにおける産学官連携の内容
③ 取り組みから得られた知見・まとめ・お願い

RAMP（“ランプ”）の取り組み

JICA道路アセットマネジメントプラットフォーム（RAMP）

2017年にJICAが立ち上げたプラットフォーム．国内外の知見を集約し，主に以下の活動に取り組む*

効率的な支援計画の策定	開発途上国の中核人材の育成	国内の技術の海外展開の支援
開発途上国の道路および橋梁アセットマネジメントに対する効率的な支援計画の策定	各国の省庁職員や技術者を本邦大学大学院で留学受入 ・本邦10大学で24名（20年度迄） ・内，ラオス：3大学・5名	・技術協力を通じた本邦のインフラ維持管理技術の試行的導入 ・人材育成のノウハウ導入 ・研究活動との連携

土木学会との連携協定（2019）

ラオスを対象としたインフラメンテナンス技術国際展開助成制度による研究**

- 長崎大学・西川ら：恒久供用されるベイリー橋の耐荷特性の把握と点検手法の検討および社会インフラ画像診断技術の適用性の検証
- 金沢工業大学・宮里ら：短支間で軽交通の道路橋に対する合理的な維持管理方法の提案

土木学会－JICA署名式（2019）**

*独立行政法人国際協力機構：「道路アセットマネジメントプラットフォーム」の活動について
**独立行政法人国際協力機構：日本の先端技術で途上国のインフラ老朽化に挑む：土木学会とJICAが初の覚書を締結

ラオス橋梁維持管理能力強化プロジェクト

◻ ラオス運輸セクター

- 経済成長にあわせた陸上交通への需要拡大
- 交通網における橋梁損傷・劣化によるボトルネック化
- ラオス全土に約3,000橋

◻ 道路維持管理能力強化プロジェクト (2011-2018, JICA)

- 先方の舗装維持管理能力の向上
- 技術マニュアル、道路維持管理システムの改良、パイロット舗装補修工

◻ ラオス政府からの要請

- 橋梁維持管理への協力
  - 橋梁維持管理システムの更新
  - 橋梁維持管理サイクル（点検、診断、措置、記録）の改善

ラ国橋梁技プロの内容および枠組み

上位目標 対象県の橋梁が適切に維持管理される

プロジェクト目標

道路局及び対象県の公共事業運輸局職員の橋梁維持管理能力が向上する

対象県:
ビエンチャン県・サバナケット県・チャンパサック県

実施期間:
2020/11～2023/10 (36か月)

1. 橋梁点検・診断に係る能力の向上

1-1. 橋梁点検・診断に係る現状把握・課題抽出
1-2. 橋梁点検・診断マニュアル案の作成
1-3. マニュアル案に基づく点検・診断の実施
1-4. マニュアル案の見直し・最終化
1-5. 橋梁点検・診断マニュアルに関する研修

2. 橋梁補修に係る能力の向上

2-1. 橋梁補修に係る現状把握・課題抽出
2-2. 橋梁補修マニュアル案の作成
2-3. マニュアル案に基づく橋梁補修の実施
2-4. マニュアル案の見直し・最終化
2-5. 橋梁補修マニュアルに関する研修

3. BMSの運用管理能力の向上

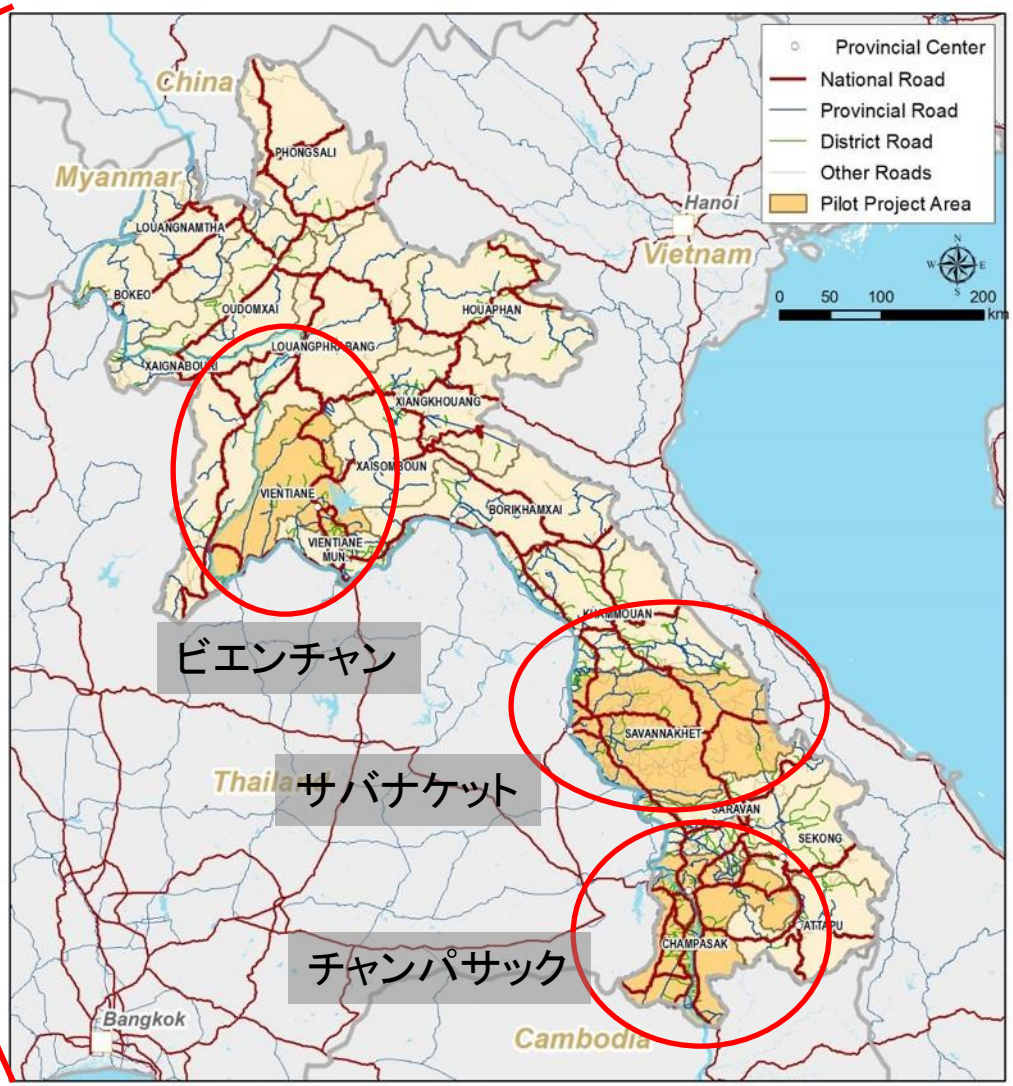
3-1. 橋梁インベントリー管理に係る現状把握・課題抽出
3-2. BMS試行版の作成
3-3. BMS試行版へのデータ入力・BMSドラフトによるデータ解析
3-4. BMS試行版のカスタマイズ
3-5. BMS運用に関する研修

4. 橋梁維持管理計画の策定能力の向上

4-1. BMSに基づく橋梁維持管理計画案の出力・現状把握
4-2. 補修計画の優先事業の見直し(補修予算の平準化)
4-3. 橋梁維持管理計画の最終化・予算要求
4-4. 橋梁維持管理計画に基づく補修事業の実施
4-5. BMSを活用した橋梁維持管理計画策定に関する研修

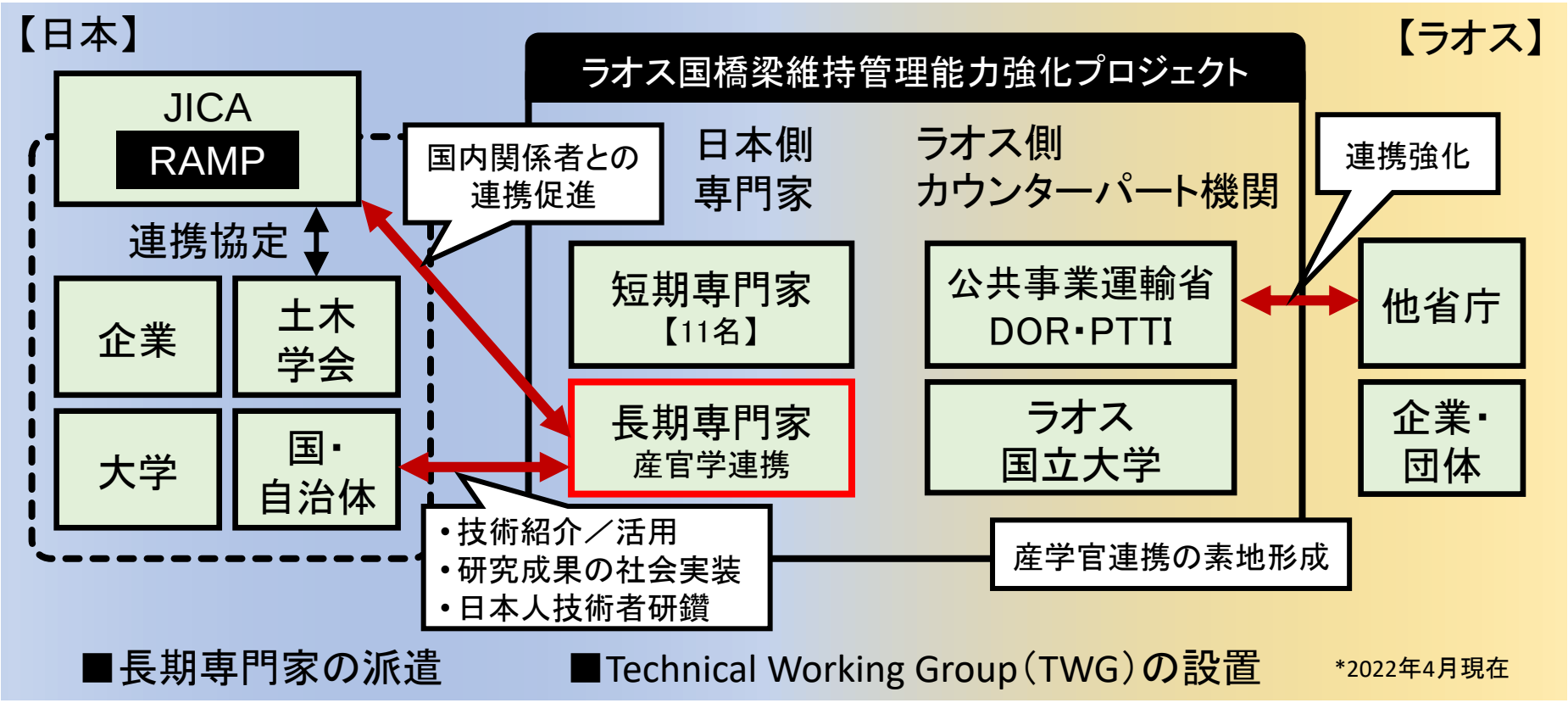
対象地域

東南アジア　回廊構想
（JICA mundi 2018年8月号）



出典:「ラオス国　橋梁維持管理能力強化プロジェクト　詳細計画策定調査報告書」

産学官連携を促進する実施体制



産学官連携に関する合意事項（プロジェクト開始前）

- ✓ 橋梁維持管理にかかる最先端技術の導入に関して，ラオスと日本の民間セクターと協力を行うこと
- ✓ ラオス国内での人材育成に向け，ラオス国立大学とその他の機関における産学官連携の促進に向けた枠組みの構築に対して支援していくこと
- ✓ ラオス国立大学と本邦大学間でコンクリート橋・鋼橋の点検・診断等の橋梁維持管理にかかる研究活動での連携を促進していくこと

ラ国の道路アセットマネジメント成熟化へ向けた取り組みの全体像

成熟した道路アセットマネジメントの実現

橋梁維持管理能力強化プロジェクト

- ✓ 橋梁点検・診断に係る能力の向上
- ✓ 橋梁補修に係る能力の向上
- ✓ BMSの運用管理能力の向上
- ✓ 橋梁維持管理計画の策定能力の向上

道路維持管理能力強化プロジェクト

- ✓ 道路・橋梁維持管理計画に係る能力の向上
- ✓ 道路・橋梁維持管理に係る技術マニュアルの策定
- ✓ 道路・橋梁維持管理に係る作業能力の向上

連携

産学官連携の構築・促進

- ✓ ニーズの把握
- ✓ 本邦技術の段階的な導入支援（技術紹介・試行・実装）
- ✓ 現地リソース（産・学）の活用支援
- ✓ 人材育成手法の紹介
- ✓ ビジネス・モデル等の普及方法の検討

（本邦）　（ラ国）

- ✓ 知見の還元（紹介・活用）
- ✓ 技術者の研鑽支援

連携

道路アセットマネジメントプラットフォーム（RAMP）

JICA

- 留学生（長期研修員）受入事業
- 特別プログラム
- 課題別研修
- 本邦技術研究開発支援（JICA-土木学会連携）
- インフラマネジメント技術国際展開研究助成事業

土木学会

継承

SIPインフラ － JICA連携協定

新技術導入に関する障害

点検・診断，品質管理，緊急対応の効率化・高度化に効果があるといった期待がある一方で，導入は容易ではない

新技術の活用における主な障害（矢島ら，2019）*

立場	障害		原因
発注者	導入インセンティブが働かない	担当者により意識差がある	• 組織としての新技術導入ミッションが不明確 • 組織の中央と現場の間の温度差 • 変化への抵抗感
		導入のための労力が大きい	• 公共調達における公平性の担保が必要 • 外部説明（会計検査）の根拠が必要 • 内部説明（組織内合意）の根拠が必要
		トラブル発生時のリスクが大きい	• 責任の所在が不明確 • 開発者による確実かつ継続的なサポートが得られるか不安
開発者	ビジネスモデル構築が困難	開発の投資判断が難しい	• 開発による先行者利益の確保が難しい • 短期間での開発投資の回収が難しい • 市場の把握が難しい（規模，継続性）
		要求仕様が不明確	• ニーズ（要求性能，精度）があいまい • 発注者にとっての妥当なコストが不明 • 必要なサポートの内容や期間が不明
		行政の事情がよく分からない	• 機関や地域ごとに異なる事情 • 発注方法や導入条件などが分かりにくい • 地元や業界関係者への配慮が求められる
受注者	導入インセンティブが働かない	直接的なメリットがない	• 技術提案が受注拡大に繋がらない
		瑕疵のリスクが大きい	• 責任の所在が不明確
		技術提案コストが負担	• ニーズの把握やシーズの収集に手間がかかる • 導入に対する妥当性の根拠が求められる

*矢島賢治，蓮池里菜，六郷恵哲：インフラメンテナンスへの新技術活用における障害と対策～ヒアリング調査をもとに～，SIPインフラ新技術地域実装活動報告書

ラ国橋梁技プロでのアプローチ

ニーズの把握と本邦技術の段階的な導入支援

- 「実証フィールドやユーザニーズの把握，技術開発サイドが評価を得る場の重要性」（井上，2019*）
- 「導入の決定に際して，新技術に関する情報収集や現場試行等を通じて，当該技術が課題の解決に寄与するかを検討することが重要」（国土交通省**）

紹介 → 試行 → 普及

メンテナンスサイクルの構築支援との連動ある取り組み

- 「アセットマネジメントシステムの技術と法制度の一括実装（例：研究開発技術を点検要領等の1つとして組み込む等）を活動に盛り込むべきであった」（SIPインフラ***）

本邦技術にかかる研究との連携

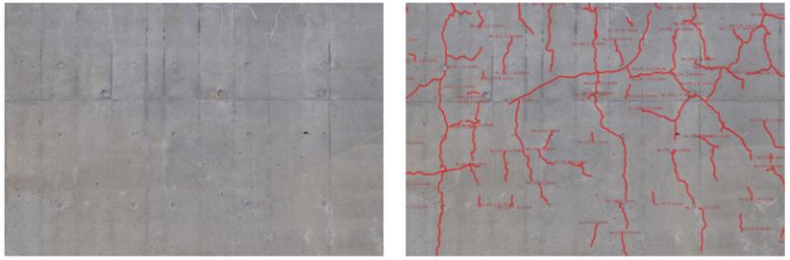
- 産学官の連携を円滑化（SIPインフラ***）
- 長崎大学と連携して道路ラフネス評価システムDRIMSのラオスへの導入（案件終了後6セットを調達）（ラオス道路維持管理能力強化プロジェクト（～2018）****）

* 井上陽介：地域が使いやすい技術と社会実装状況，SIPインフラ新技術地域実装活動報告書,2019
** 国土交通省総合政策局：インフラ維持管理における新技術導入の手引き（案）
*** 内閣府：戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第1期課題評価最終報告書
**** 独立行政法人国際協力機構：ラオス国道路維持管理能力強化プロジェクト業務完了報告書

ニーズの把握と
本邦技術の段階的な導入支援

「ひびみっけ」* FUJIFILM

AI画像解析により，コンクリート表面上のひび割れ等の損傷を検出する社会インフラ画像診断サービス.



「Pat!naLock」** Pat!naLock® Kyoto Materials

鋼材の表面に防食性の高いさびを形成する反応性塗料.
鉄鋼材料の耐食性を向上させることにより，安全性の向上およびライフサイクルコストの低減が期待できる.

「iDRIMS＋AI」*** DRIMS JIPテクノサイエンス株式会社

iPhone搭載の加速度・角速度センサとカメラを利用して，IRIや路面損傷を計測できる.

* 富士フイルム株式会社ホームページ　** 経済産業省：第6回ものづくり日本大賞，株式会社京都マテリアルズ:Pat!naLockパンフレット2017
*** JIPテクノサイエンス株式会社ホームページ：DRIMS スマートフォンによる簡易路面性状評価システム

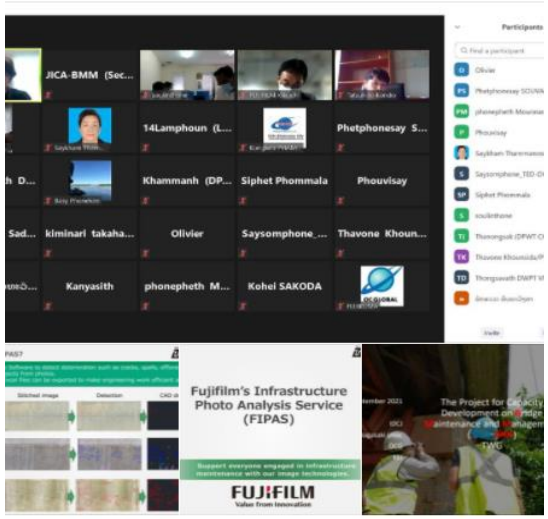
事例：本邦技術の紹介

本邦技術紹介の目的

① 相手国関係者の技術に対する理解を深める
② ラオスにおける活用方法や普及する上での課題を検討する
③ 紹介した技術の事例を通じて，先端技術の動向について理解を深める

「ひびみっけ」の事例

● 技プロTWG*における技術紹介（富士フイルム社**）

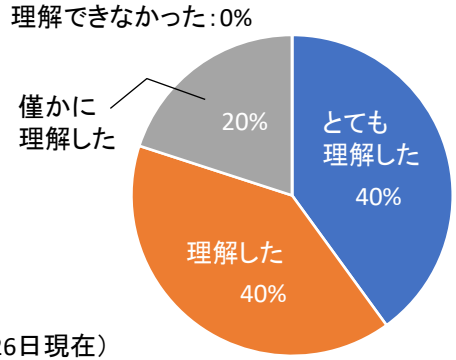


● 現地でのアンケート調査

① 画像診断技術を知っていたか？

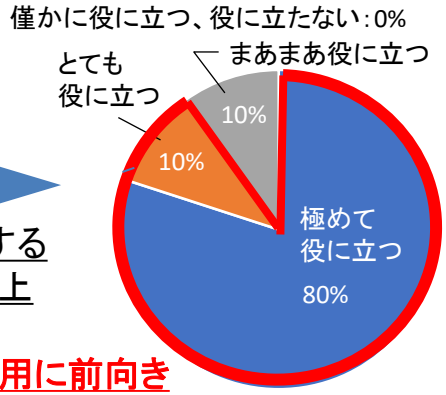
理解の向上

② 「ひびみっけ」の特徴を理解したか？



技術に対する期待の向上

③ ラオスで役に立つと思うか？



9割が活用に前向き

■ 相手国関係者の「ひびみっけ」に対する理解と期待が向上した
■ 特定の商品のみならず，先端技術に対しての理解向上も期待できる

この他の技術も同様の傾向

* TWG: Technical Working Group

** 海外向けのサービスはまだ開始していない（2022年4月26日現在）

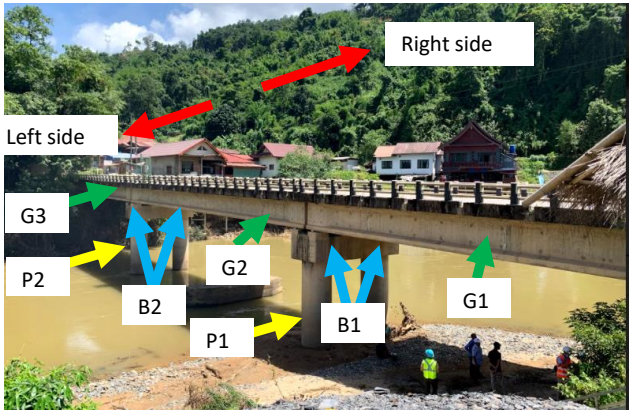
事例：本邦技術の試行

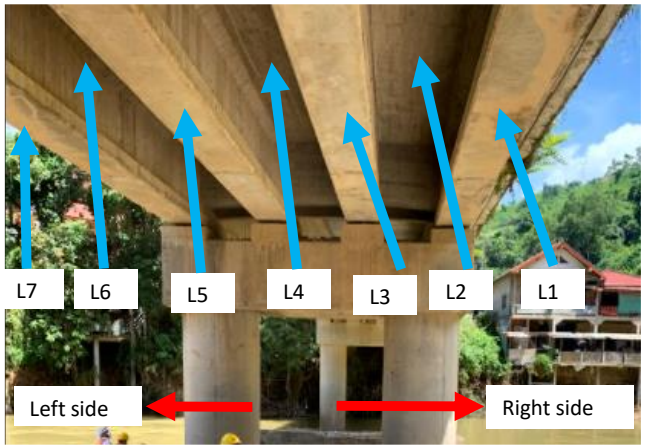
現地の課題

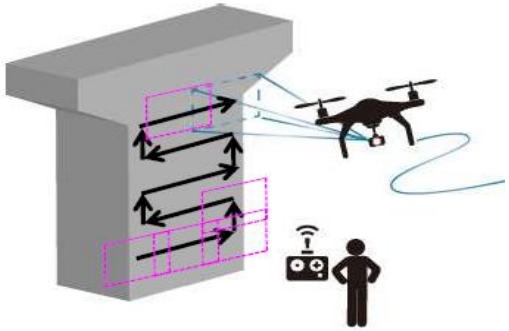
- 橋梁点検車両等を所持しておらず，アクセスの難しい部材の目視点検が困難

ラオス橋梁維持管理能力強化プロジェクトでの取り組み

- 現地業者の持つドローン操作技術と画像診断技術を組み合わせたソリューションを提案，パイロット点検を通じて実現可能性を検討

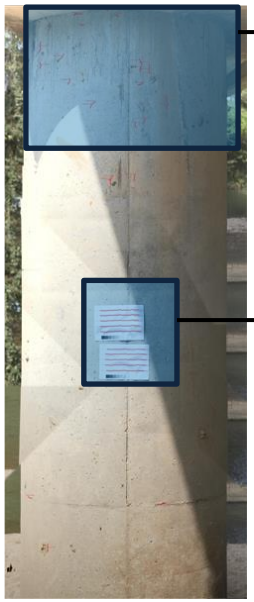


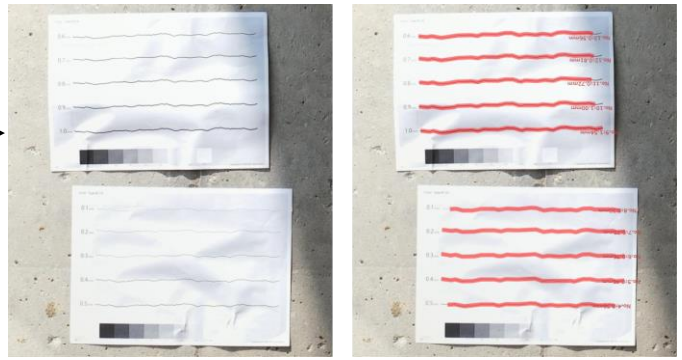




事例：本邦技術の試行（橋脚）

0.1 mm幅の模擬クラックを検出することができ、**ひび割れ検知に必要な写真の撮影ができていた**ことが確認された。

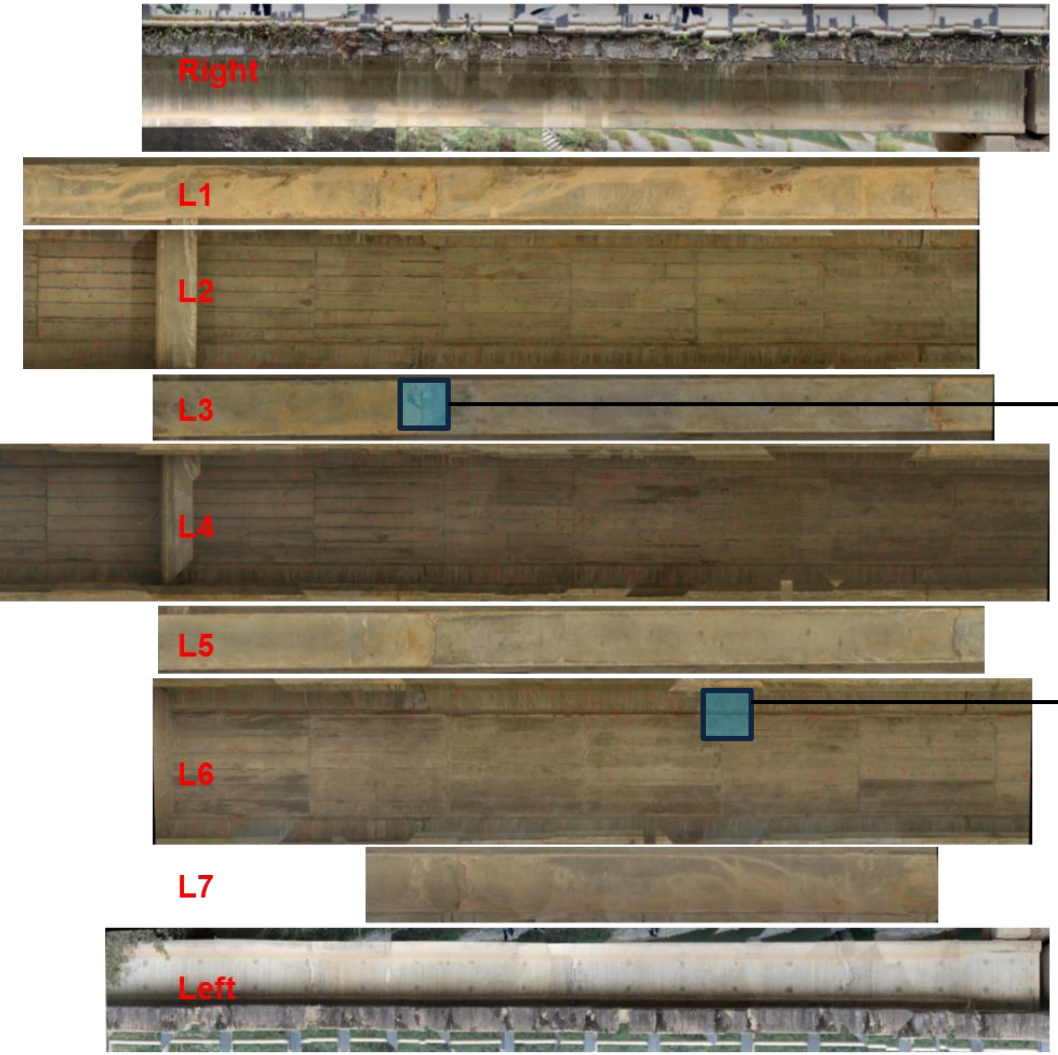


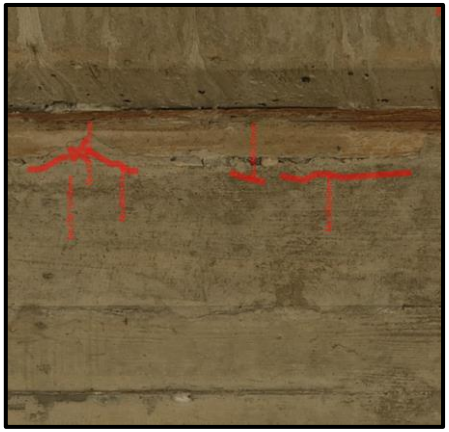


模擬クラック

事例：本邦技術の試行（桁下）

開発途上国においてもドローンが普及してきており、**ドローンとひびわれ検出（損傷検出）を組み合わせた損傷検出技術の適用が可能**である感触を得た。

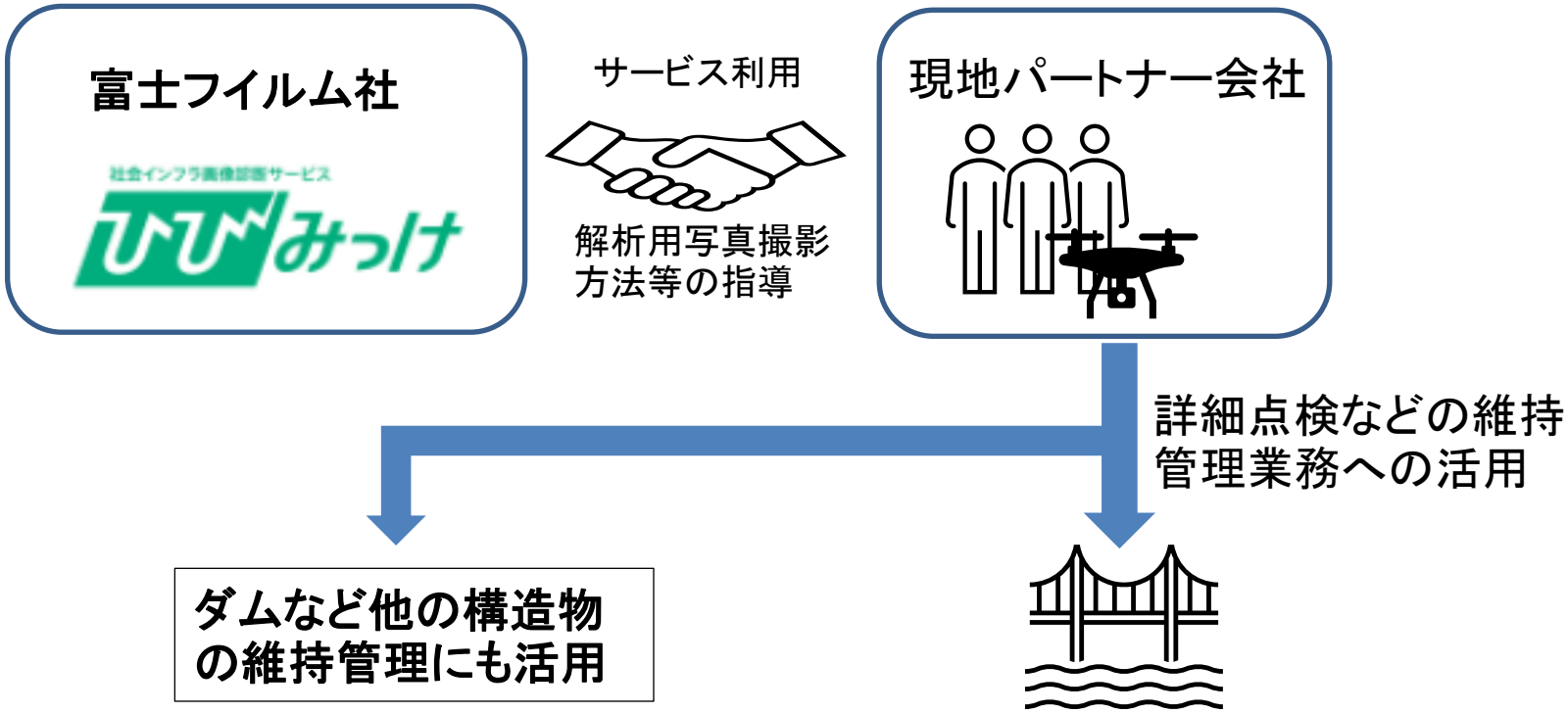




事例：本邦技術の普及促進

- 現地の技術者や道路管理者とラオスでの活用方法や普及における課題に関するディスカッション（予定）

- ビジネスモデルの提案と現地パートナーの紹介*



*専門家による提案であり、富士フイルム社の今後の意思決定、経営方針等を示したものではありません。
また、「ひびみっけ」の海外向けのサービスはまだ開始していません（2022年4月26日現在）。

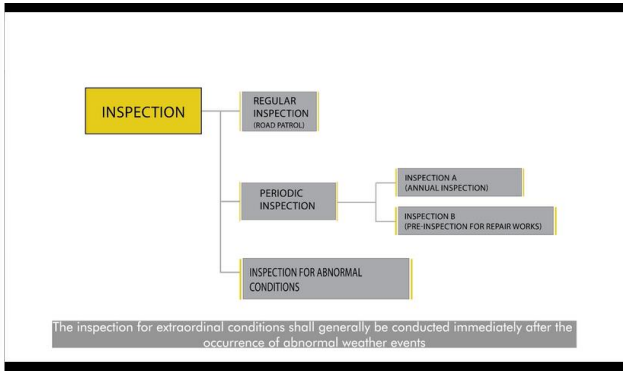
橋梁維持管理サイクルの構築支援と一体となった本邦技術・ノウハウの導入

取組事例

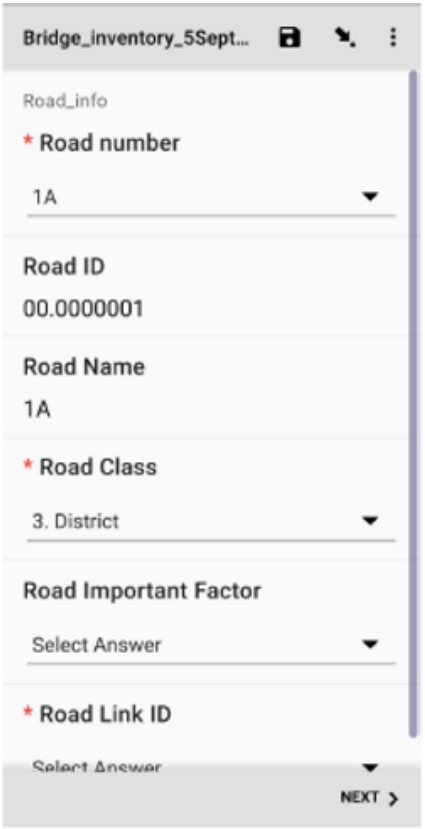
ラオスでの橋梁維持管理サイクル構築に取り組む中で，
日本の技術・ノウハウを紹介・導入

- **我が国の自治体**で利用が始まっているタブレット等を用いた橋梁点検ツールを参考に，スマートフォンを活用した点検ツールを開発・導入し，点検者による点検・診断結果のミスを最小化する

- その他、映像資料を利用した人材育成制度や橋梁劣化予測アルゴリズム等で本邦の技術・ノウハウを活用している。



パイロットで作成した映像資料

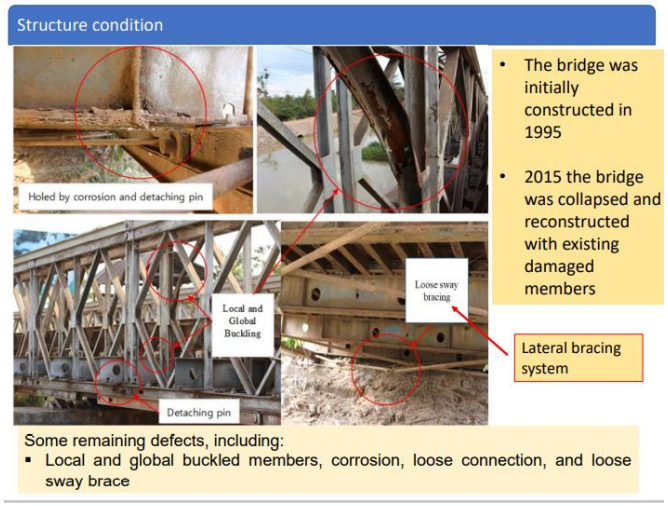


開発中の点検ツール

本邦技術にかかる研究との連携

留学生（長期研修員）との連携

- RAMPの長期研修プログラムでMPWTから長崎大学に3年間留学し，博士号を取得
- 日本の維持管理を熟知する中核的な役割としてプロジェクトに参加中
- ベイリー橋の動的特性・維持管理に関する研究成果を共有



研修員の研究成果発表*

インフラメンテナンス技術国際展開助成制度（土木学会）

- 西川ら，および宮里らの研究と相乗効果のある連携
- コロナ禍において，研究活動としての現地でのデータ取得が難しいなか，プロジェクトを通じて得られた現地データの共有
- さらに，研究活動を通じて得られた知見をプロジェクトを通じてラオスの道路管理者や民間企業に共有することで，更なる維持管理の質の向上に活用予定

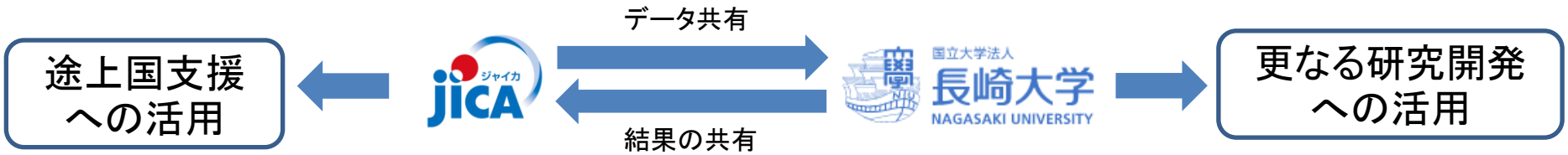
> ➢ 長崎大学・西川ら：恒久供用されるベイリー橋の耐荷特性の把握と点検手法の検討および社会インフラ画像診断技術の適用性の検証
>
> ➢ 金沢工業大学・宮里ら：短支間で軽交通の道路橋に対する合理的な維持管理方法の提案

*A Study on Load Bearing Behaviors and Maintenance Methodology of Bailey Bridges in Laos, 8th TWG Meeting, JICABMM 2021

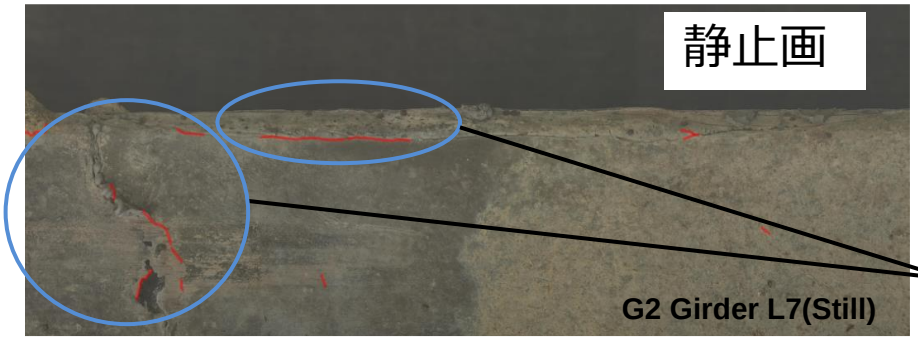
事例：本邦技術にかかる研究との連携

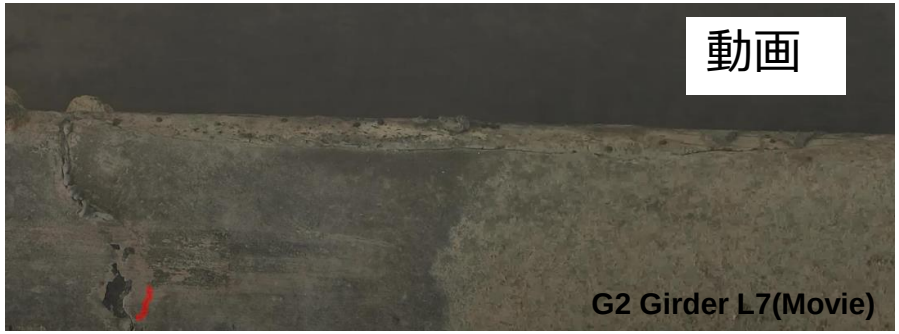
土木学会の研究助成制度との連携

- 長崎大学・西川ら：恒久供用されるベイリー橋の耐荷特性の把握と点検手法の検討および社会インフラ画像診断技術の適用性の検証



静止画 vs 動画での画像診断結果の違い





静止画では、検出されたひび割れの一部が、動画による解析では、検出されなかった。

まとめ

専門家をインテグレーターとして活用

日本の環境に最適化≠各国の環境で有効に機能
→ 各国の文脈に合わせて変更した上で，メンテナンスサイクルに統合することが重要

- 現地の実情と本邦技術を熟知する専門家は，インテグレーターの役割も期待できる
- ラ国橋梁技プロでは，ニーズ把握や関係機関との調整面で，専門家の機能を強化
- 具体的な技術の活用方法や海外でのビジネスモデルに関する提案を行うことも期待できる．将来的には，技術基準や仕様へのスペックインも有効な手段と考えられる

まとめ

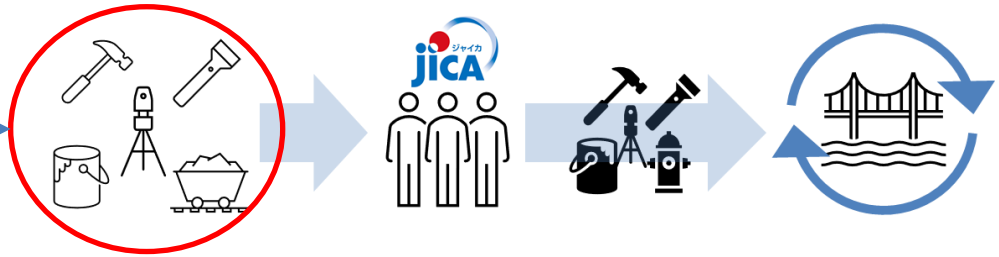
研究成果の社会実装の促進

- 大学等の学術・研究機関と連携した取り組みにより、研究成果の社会実装を促進
- ODA事業と研究活動が連携することで，海外を対象とした研究の実施上のリスクを軽減することも期待できる

今後の課題は、ネットワークの拡大・深化

- RAMPの活用により，専門家が特定した現地の課題を解決する可能性のある技術を紹介し，解決手段の一例を示している
- 更なる、課題解決に向け、現地で有効に活用できる技術やノウハウを保有する日本国内のリソースとのさらなるネットワークの拡大・深化が重要

ネットワークの拡大・深化
活用のポテンシャルのある国内の技術・ノウハウの数を増やす



ラオスの課題とニーズ

課題１　機材不足

活用が期待できる技術の例

- アクセス困難な箇所の点検・補修等が可能になる技術

課題２　技術者不足

活用が期待できる技術の例

- 取り扱いが容易な点検・モニタリング技術
- 点検の質を向上させる技術
- 簡易な補修・補強技術
- 人材育成のツール・ノウハウ

課題３　予算不足

活用が期待できる技術の例

- ライフサイクルコストの低減が期待できる技術
- 橋梁群の効率的なマネジメント技術

お願い

- ✓ 海外展開に興味がある.
- ✓ 海外で研究開発に取り組みたい
- ✓ 自社の技術が海外で役にたつか知りたい。
- ✓ ラオスの状況を知りたい.
- ✓ 海外でのビジネスモデルを相談したい.

→ まずは、RAMP事務局（imgtr@jica.go.jp）までご相談ください。

ご清聴ありがとうございました.