岐阜大学 SIP 実装プロジェクト

SIP 維持管理技術の第３回説明会

―― 新技術の利用拡大を目指して ――

配布資料

資料 1　説明会概要

資料 1-1　プロジェクトの概要と本日のプログラム …… 2

資料 1-2　今後の説明会スケジュール …… 4

資料 1-3　MA について，説明会の進め方 …… 5

資料 1-4　研究開発課題の概要説明 …… 6

資料 2　橋梁・トンネル点検用打音検査飛行ロボットシステムの研究開発

開発者：西沢俊広（日本電気）

資料 2-1　SIP 技術の説明資料 …… 11

SIP 技術のアピールシート ……（別綴じ）

資料 2-2　SIP 技術のアドバイスシート …… 13

資料 3　ALB（航空レーザ測深機）による洗掘状況の把握

開発者：坂下 裕明（パスコ）

資料 3-1　SIP 技術の説明資料 …… 15

資料 3-2　SIP 技術のアピールシート …… 17

資料 3-3　SIP 技術のアドバイスシート …… 21

資料 4　高精度かつ高効率で人工構造物の経年変位をモニタリングする技術

開発者：村田 稔（日本電気）

資料 4-1　SIP 技術の説明資料 …… 23

資料 4-2　SIP 技術のアピールシート …… 25

資料 4-3　SIP 技術のアドバイスシート …… 29

資料 5　衛星 SAR による地盤および構造物の変状を広域かつ早期に検知する変位モニタリング手法の開発　開発者：金銅 将史（国土技術政策総合研究所）

資料 5-1　SIP 技術の説明資料 …… 31

資料 5-2　SIP 技術のアピールシート …… 33

資料 5-3　SIP 技術のアドバイスシート …… 37

資料1-1

岐阜大学 SIP 実装プロジェクト

SIP 維持管理技術の第３回説明会

―― 新技術の利用拡大を目指して ――

SIP の活動：　「科学技術振興機構（JST)」が担当している「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP)」の一つ「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」では，高い維持管理水準でのインフラの維持や魅力ある維持管理分野の創造等を目的として，約 60 項目の維持管理技術（概要 http://www.jst.go.jp/sip/k07_kadai_dl.html）に関する研究開発が進められています。地方自治体などに適用可能な維持管理技術の開発と全国的な展開を目指したマネジメント体制等を推進するために，追加公募が行われました。

岐阜大学 SIP 実装プロジェクトの目標：　この追加公募に岐阜大学からは「使いたくなる SIP 維持管理技術の ME ネットワークによる実装（岐阜大学 SIP 実装)」との課題名で応募し，採択されました。この岐阜大学のプロジェクトでは，下記の目標を掲げております。

- 地域の特徴を踏まえ，SIP「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」で提案されている多くの技術を精査し，従来技術との相違と適用範囲を把握する。
- 岐阜県内での社会実装に向けた絞込みを行い，フィールド試験等で効果を検証し，その結果を「使いたくなる SIP 維持管理技術」として講演会や HP 等を通じて公表する。
- 「使いたくなる SIP 維持管理技術」のいくつかが，実際の発注工事に採用されることで本研究の成果とする。

説明会の目的：　SIP 維持管理技術に関する開発者からの説明や意見交換をつうじて，参加者の皆様に技術の内容を理解していただくとともに，参加者と技術の開発者の方々に，岐阜県内等における新技術の利用について一緒に考えていただくことを目的としています。

日　時：　平成 28 年 12 月 7 日(水)　13:00～17:30
場　所：　じゅうろくプラザ　中会議室１（JR 岐阜駅西側）
対　象：　岐阜大学 ME 関係者，SIP 関係者，プロジェクト関係者，等
プログラム：　司会／沢田 和秀（岐阜大学）

13:00 ・開会挨拶と進め方等の説明／六郷 恵哲（岐阜大学）
13:15 ・橋梁・トンネル点検用打音検査飛行ロボットシステムの研究開発／西沢俊広（日本電気）
14:05 （休憩）
14:10 ・ALB（航空レーザ測深機）による洗掘状況の把握／宮作尚宏（パスコ）
15:00 （休憩）
15:05 ・高精度かつ高効率で人工構造物の経年変位をモニタリングする技術／村田 稔（日本電気）
15:55 （休憩）
16:00 ・衛星 SAR による地盤および構造物の変状を広域かつ早期に検知する変位モニタリング手法の開発／佐藤弘行（国土技術政策総合研究所）
16:50 ・全体討議
・講評と閉会挨拶／八嶋 厚（岐阜大学）
17:30 （終了予定）

資料1-2

「岐阜大ＳＩＰ実装」　説明会等のスケジュール（案）

説明会

［第１回］　11 月 5 日(土)13:00-17:00，岐阜大学工学部 101 番教室　＜終了＞

1) 近接目視・打音検査等を用いた飛行ロボットによる点検システムの研究開発
　／和田 秀樹（新日本非破壊検査）
2) 橋梁の打音検査ならびに近接目視を代替する飛行ロボットシステムの研究開発
　／大野 和則（東北大学）
3) 高速走行型非接触レーダーによるトンネル覆工の内部欠陥点検技術と統合型診断システムの開発／安田 亨（パシフィックコンサルタンツ）

［第２回］　11 月 26 日(土)13:00～17:00，岐阜大学工学部 101 番教室　＜終了＞

1) 橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いたモニタリングシステムの創生
　／藤原 保久（三井住友建設）
2) 多点傾斜変位と土壌水分の常時監視による斜面崩壊早期警報システム
　／王 林（中央開発）
3) 大型除草機械によるモグラ（小動物）穴の面的検出システム／鈴木 清（朝日航洋）

［第３回］　12 月 7 日(水) 13:00～17:30，じゅうろくプラザ中会議室　＜本日＞

1) 橋梁・トンネル点検用打音検査飛行ロボットシステムの研究開発
　／西沢 俊広（日本電気）
2) ALB（航空レーザ測深機）による洗掘状況の把握／坂下 裕明（パスコ）
3) 高精度かつ高効率で人工構造物の経年変位をモニタリングする技術
　／村田 稔（日本電気）
4) 衛星 SAR を主として，測量や GPS 等を融合した，広域的・効率的で信頼性の高い変位モニタリング手法／金銅 将史（国土技術政策総合研究所）

［第４回］　1 月 13 日（金）13:00-18:00，岐阜大学サテライト教室（ＪＲ岐阜駅前）

1) 学習型打音解析技術の研究開発／村川 正宏（産業技術総合研究所）
2) 構造物の状態を高度可視化するハイブリッド応力発光材料の研究開発
　／徐 超男（産業技術総合研究所）
3) 傾斜センサー付き打込み式水位計による表層崩壊の予測・検知方法の実証試験
　／荘司 泰敬（応用地質）
4) 二輪型マルチコプタを用いたジオタグ付近接画像を取得可能な橋梁点検支援ロボットシステムの研究開発／沢崎 直之（富士通）
5) 舗装と盛土構造の点検・診断自動化技術の開発／八嶋 厚（岐阜大学）

フィールド試験

［第１回］ 11 月 29 日（火）10:00～13:00，千鳥橋（岐阜市） ＜終了＞

飛行ロボットによる橋梁点検

橋梁の打音検査ならびに近接目視を代替する飛行ロボットシステムの研究開発

／大野 和則（東北大学）

［第２回］ 平成 29 年１月下旬頃（調整中）

ポール型打検機によるトンネルまたは橋梁の点検

走行車両によるトンネル覆工点検

河川堤防のモグラ穴検出

［第３回］ 平成 29 年 2 月 22 日（水），調整中

橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いたモニタリングシステムの創生

／藤原 保久（三井住友建設）

資料1-3

MA（メンテナンスアドバイザー）について

・MA（メンテナンスアドバイザー）は，SIP 維持管理技術に対してアドバイスを行う。
・MA は，ME 養成講座講師陣，ME アルムナイ，関連する維持関連技術者で構成される。
・岐阜県内への実装を検討する SIP 維持管理技術の抽出については，行政に関わる技術者の方々に判断いただくことは立場上難しいと考え，ME 養成講座講師陣と岐阜県建設コンサルタンツ協会所属の ME を中心とした MA のコアメンバーで実施した。

説明会の進め方等

配布資料

・SIP 技術の説明資料
　SIP の HP に掲載された資料，事前送付資料，当日配布資料、等
・SIP 維持管理技術のアピールシート
　説明会参加者の理解を助けることが目的
　MA のコアメンバーの意見と，囲み内に開発者のコメントとを記載
・SIP 維持管理技術へのアドバイスシート
　記入者の氏名（無記名も可）
　説明会における参加者の立場を記入
　　□MA（ﾒﾝﾃﾅﾝｽｱﾄﾞﾊﾞｲｻﾞｰ）：自由に意見を述べ，アドバイスシートに記入する。
　　□オブザーバー：制約はあるが，意見を述べ，アドバイスシートに記入する。
　　□聴講者：意見を述べず，アドバイスシートにも記入しない。
　提出方法
　　説明会終了時に提出するか，あるいはメールに添付して羽田野へ送る。
　　内容の控えのため，会場でコピー可能。
　取りまとめ内容
　　類似内容を統合したり，表現を分かり易くしたり和らげたりすることがある。
　　取りまとめた内容については，確認の期間を設ける。

意見交換の目的と内容イメージ

技術の内容の理解を深める。
利用者のニーズを開発者に伝える。
より使いたくなる技術になるようにアイデアを出す。
技術の利用者と開発者との間で，その後も含めキャッチボールを行う。
新技術が使われにくい理由を明確にする。
新技術が使われやすくなるための対策を考える。

報告書まとめ方

今年度の活動の報告書を年度末に作成し、HP に掲載する。
２年半の期間中の活動の報告書も、要約版とともに HP に掲載する。

資料1-4

応募番号： 01

SIP インフラ維持管理・更新・マネジメント技術
平成28年度追加公募に係る採択審査

研究開発小項目(5)-(C)-a
「アセットマネジメントに関わる技術の地域への実装支援」

研究開発課題名

使いたくなるSIP維持管理技術のMEネットワークによる実装

合計 309 名

ME

研究責任者氏名（所属）
六郷恵哲（岐阜大学）

研究開発グループ名
岐阜大学

平成28年7月28日

（0）研究開発の目標

【追加公募の目的】
地方自治体と密接に連携し，当該地域での産業の振興を図りつつ，当該自治体のインフラ維持管理業務へのアセットマネジメントに関わる技術の実装を実現する。

【本提案の目標】
SIP維持管理技術の岐阜県内での適用

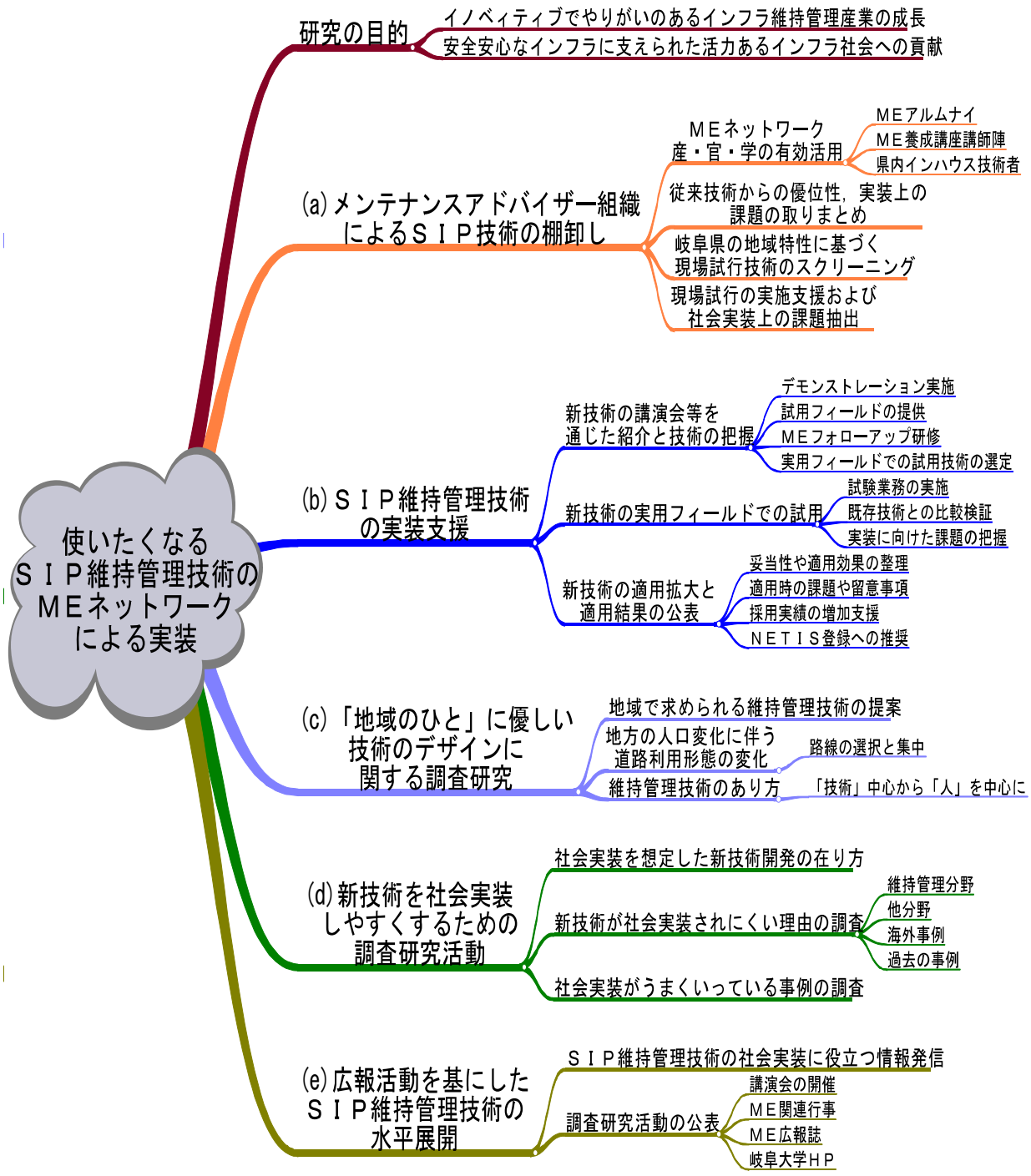
【具体的数値目標】

①	意見交換重視の講演会等の開催	４回
②	フィールド試験の実施	２０件
③	比較試験の実施	１０件
④	実業務への適用実績	６件以上

岐阜大学

2

(1) 研究開発の目標と内容

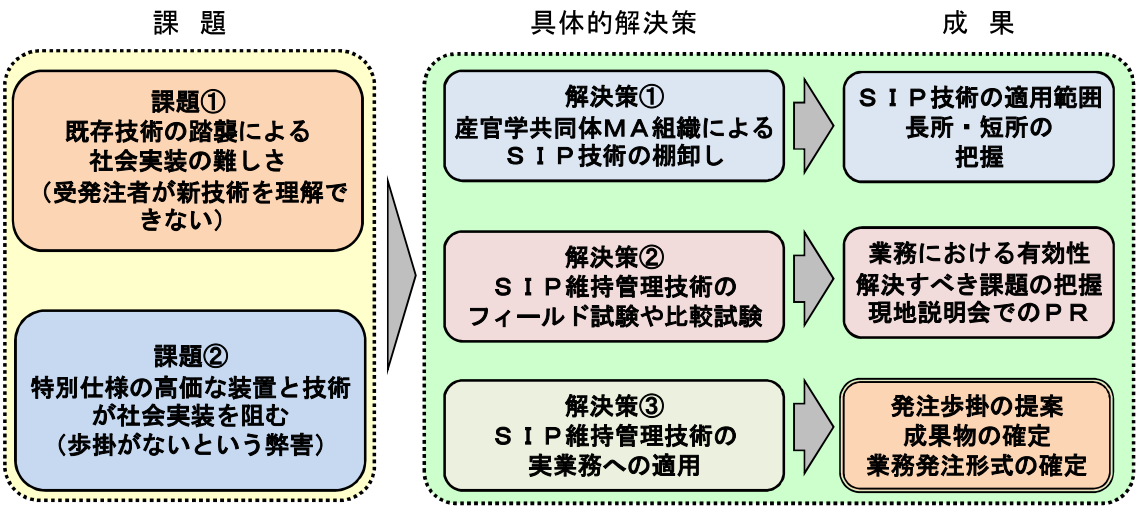


国立大学法人 岐阜大学

1

（2）社会実装の見込み

社会実装に向けた取組み

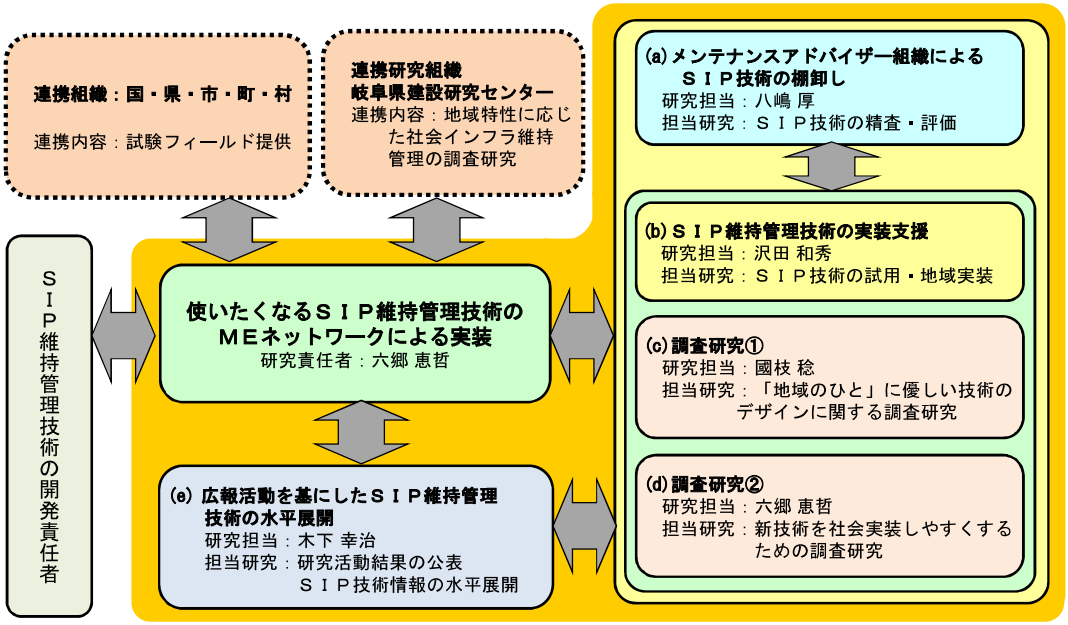


岐阜大学

5

（3）実施体制の特徴

実施体制と研究内容

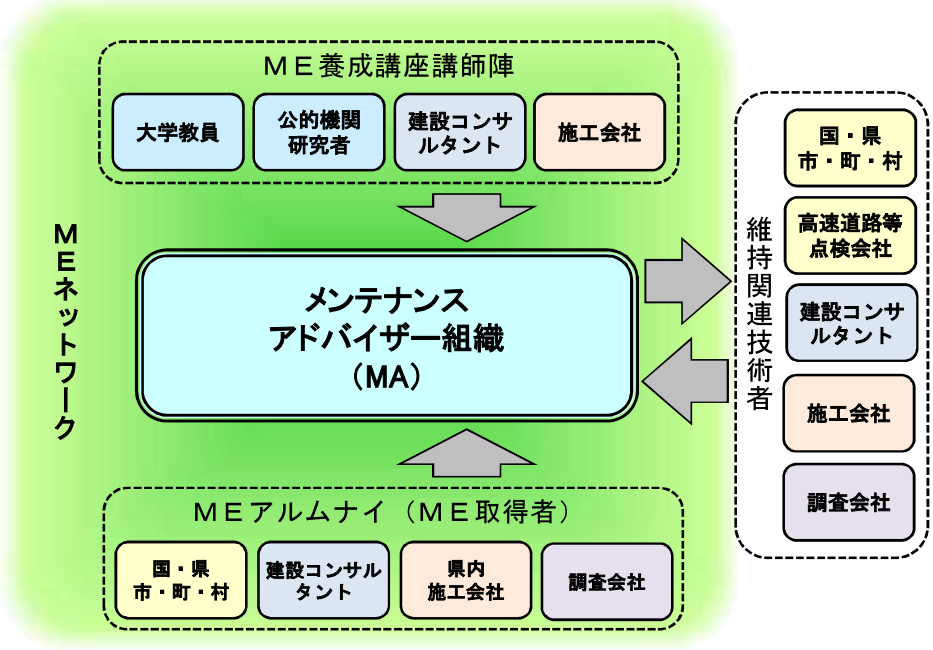


岐阜大学

6

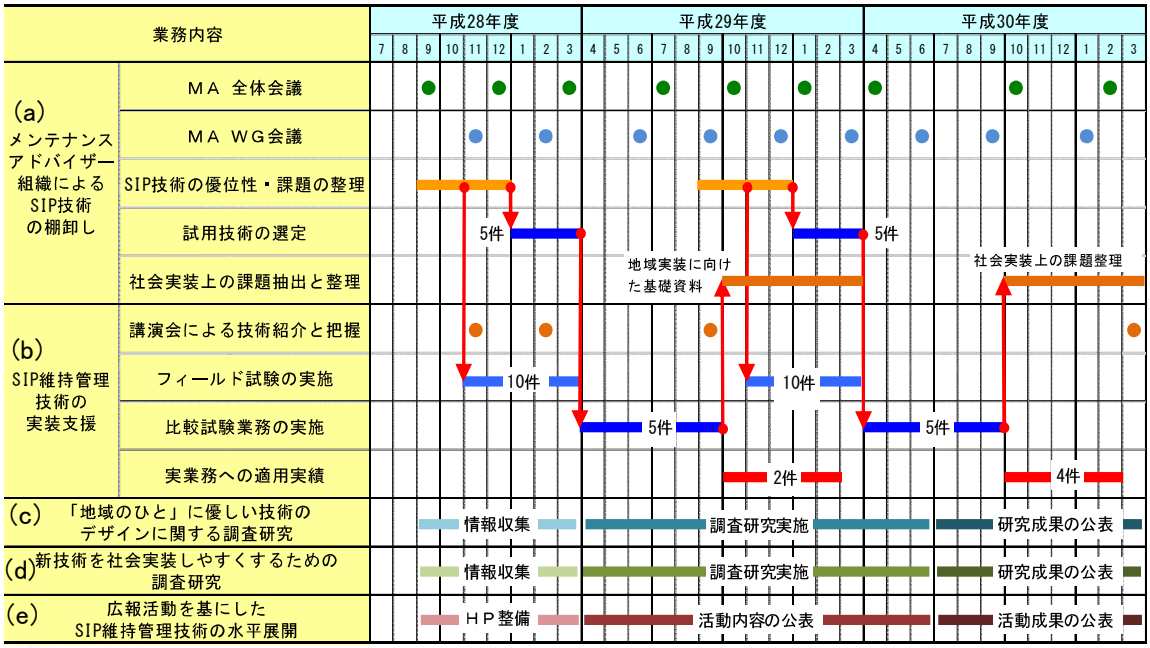
（3）実施体制の特徴

メンテナンスアドバイザー組織を活用した実装支援



（4）スケジュール、予算

全体スケジュール



ME養成講座の内容と特徴

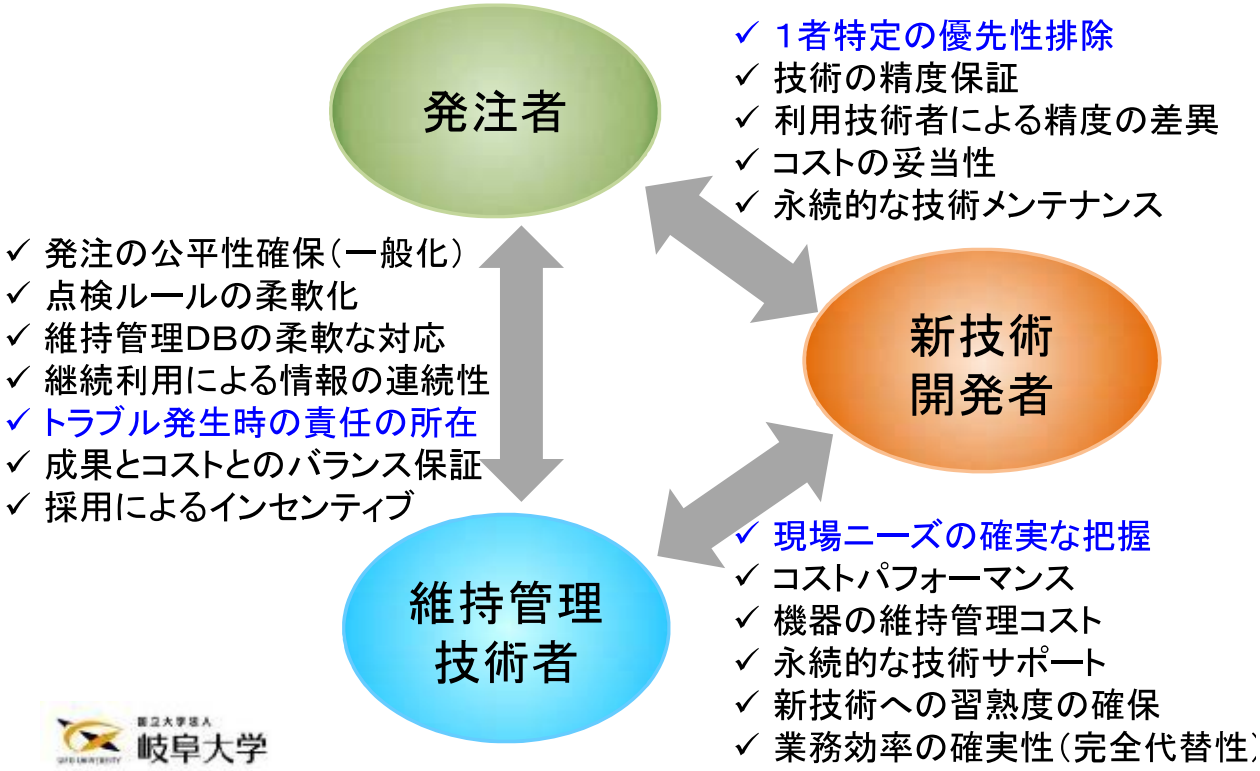
参考図

- 20～30名の受講者，4週間，毎日受講
- 80コマ（1コマ90分，１日4コマ，20日間）集中講座
- 全国から著名な専門家を講師に招聘
  - ・アセットマネジメント基礎科目（**座学**）
  - ・社会基盤設計実務（**演習主体**）
  - ・点検・施工・維持管理実習（**フィールド実習**）
- 国土交通省の技術者資格に登録（6区分，201602）
  - ・橋梁（鋼橋）点検　・橋梁（鋼橋）診断
  - ・橋梁（コンクリート橋）点検　・橋梁（コンクリート橋）診断
  - ・トンネル　点検　・トンネル 診断
- 「MEの会」の会員間のネットワークが好評

岐阜大学

維持管理の新技術が抱える課題

参考図



岐阜大学

資料2-1

■研究開発項目　：ロボット技術の研究開発
■研究開発テーマ　：橋梁・トンネル用打音点検飛行ロボットシステムの研究開発
■研究責任者　：日本電気（株）　西沢俊広
■共同研究グループ　：（株）自律制御システム研究所、（一財）首都高速道路技術センター、（国研）産業技術総合研究所

研究開発の目的・内容

目的：高所作業車等を利用した従来の打音検査の課題を解決するため、飛行ロボットを活用した点検システムを実現する。

従来の打音検査の課題
①高所作業車による長時間の車線規制
②高い橋脚等の足場設置が困難
③災害現場での人による点検が危険

飛行ロボットにより解決
①車線規制時間の大幅短縮
②死角など点検困難箇所の点検
③危険な場所での人の作業が不要

橋梁やトンネルの環境

打音点検飛行ロボット

打音点検センサ

研究内容：
①橋梁・トンネルなどの非GPS環境、風などの外乱がある環境での**飛行制御技術**
②コンクリート構造物の打音による変状の**状況検知技術**
③ロボットによる点検の**安全確保**と、従来の人手の点検からロボット導入による**生産性の向上**

戦略的イノベーション創造プログラム
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

現状の成果①打音点検飛行ロボット／飛行制御技術

研究成果：
・打音点検飛行ロボットを試作し、国交省主催の現場検証にて要素技術の部分的な機能を確認
・非GPS環境での飛行を目標としたトータルステーションによる位置計測、LRF※による環境計測機能の実現
・搭載した打検機を壁面に押し当てる飛行制御の基本機能の実現
・JAXA風洞での飛行性能の評価により、風速8m/sの横向き整流での飛行安定性の確認
・逸脱防止用ネットによる飛行試験現場の安全性確保。

※LRF：レーザ レンジ ファインダ

試作した打音点検飛行ロボット

残された課題：
小型・軽量化
耐風性能の向上

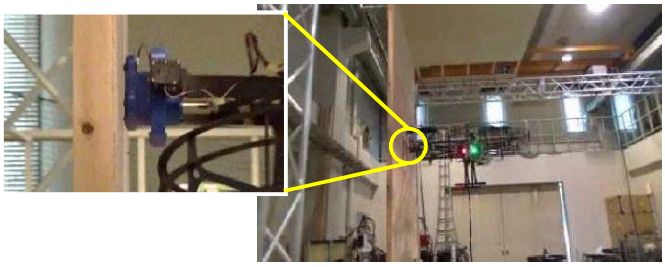
JAXA風洞での飛行性能評価

6.5mx5.5mの大型風洞でのフリーフライト評価
風速（整流）3m/s～8m/sで安定性確認

試作した逸脱防止用ネット

風を通しロボットをキャッチできるように網の間隔、糸の細さを最適化

打検機を押し当てる飛行制御



戦略的イノベーション創造プログラム
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

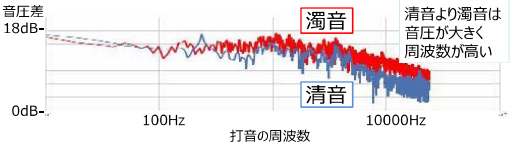
現状の成果②ポール打検機／状況検知技術

研究成果：

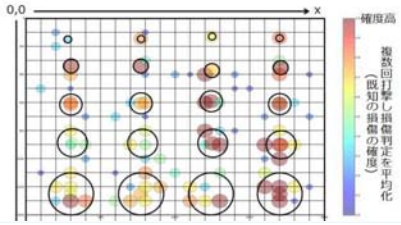
- 6m以下の高さで安価な打音点検支援を実現するため、打音点検飛行ロボットと共通のセンサヘッドを用いたポール打検機を試作。
- 国交省の現場検証において実用性を評価。従来の点検と同等の時間での作業性を確認。足場の構築時間、費用を縮減。
- 試験体や現場検証での打音の収集と解析の実施。周波数解析により変状の特徴抽出。
- Deep Learningによる打音の清音・濁音の識別機試作。
- 飛行ロボットのロータノイズを低減する音響処理フィルタの開発、点検員の評価により聞きやすさの向上を確認。

ポール打検機の構成

記録した打音の周波数解析結果



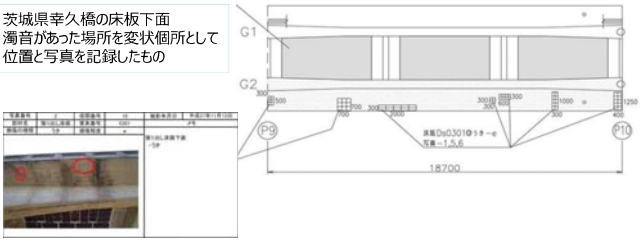
試験体を用いた清音・濁音の判別結果



黒い円で囲まれた箇所が変状部ダミー、下にいくほど大きく、右に行くほど浅い
格子の交点で打音データを収集、変状可能性がある部分に色付けをした
点検員と同等の判別性能を確認

ポール打検機による点検結果に基づく調書の例

茨城県幸久橋の床板下面
濁音があった場所を変状個所として
位置と写真を記録したもの



戦略的イノベーション創造プログラム
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

最終目標

開発の最終目標：

＜共通＞
- 橋梁・トンネルの打音点検の支援
- 清音／濁音の識別支援

＜打音点検飛行ロボット＞
- 連続運用２時間（有線給電）
- 高度 30m　・平均風速8m/sで運用

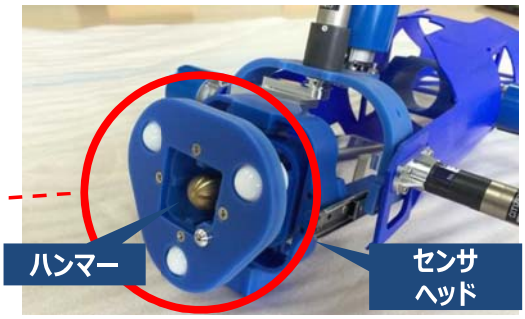
＜ポール型打検機＞
- 足場なしで高さ6m以下の打音点検

社会実装イメージ：

- 従来の足場建設、または高所作業車や橋梁点検車が必要な高所の打音点検に本装置を活用
- 従来の機械足場や点検装置と同じようにレンタルにより点検業者に提供
- 点検データの管理、情報共有についてはクラウド型で情報サービスを提供
- 首都高速道路で実績を積み、NEXCOや国交省、県などの自治体が管理する道路へ展開
  さらに鉄道、ビル等の道路以外の点検に応用

改良中の打音点検飛行ロボットシステム

開発中の機体、昨年度より40%小型化
今後評価を実施し、現場での実証実験を計画



戦略的イノベーション創造プログラム
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

SIP 維持管理技術へのアドバイスシート

研究開発の技術名称（研究責任者）
橋梁・トンネル点検用打音検査飛行ロボットシステムの研究開発（西沢俊広）

以下，参加者が各自の意見・アドバイスを記載する。

記入要領　☐：選択してチェック
→：理由など記入

記入者の氏名（無記名も可）：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

記名の方で，記入内容を確認させて頂く場合の連絡先等

E-mail：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

岐阜大学 SIP 実装プロジェクトの説明会における参加者の立場

☐ ＭＡ（メンテナンスアドバイザー）：自由に意見を述べ，アドバイスシートに記入する。
☐ オブザーバー：制約はあるが，意見を述べ，アドバイスシートに記入する。
☐ 聴講者：意見を述べず，アドバイスシートにも記入しない。

１．実業務への適用範囲

☐ 提案されている技術のみで，実業務に適用できると思う。
☐ 既存技術の一部を補完する要素技術として適用できると思う。
☐ 他の要素技術や既存技術との組合せによって利用の可能性は広がると思う。
☐ その他（　　）

２．提案技術の利用についての実務面からの印象

☐ 積極的に利用したいと思う。
☐ 発注者からの指示であれば利用する。
☐ 使えない（使いたくない）と思う。

【上記の選定理由】
→

３．提案技術が優れていると思った項目

既存技術に比べて，提案技術が優れていると思われる項目，機能等
→

４．提案技術への改良提案

岐阜県内での実装に際して，充実させて頂きたい項目，機能等

→

５．提案技術の別な用途での利用提案

開発意図とは異なる方面での利活用ができると思われる項目等

→

６．提案技術と他の新技術との組み合わせの提案

実装に際して他の技術と組み合わせると，更に使いたくなると思うこと等

→

７．提案技術に対する技術的発展の期待度

本技術提案は，インフラ維持管理・更新・マネジメント技術として，システム化されたインフラマネジメントを構築でき，インフラの事故を未然に防ぎ，維持管理やメンテナンスの負担軽減を図ることが期待できますか。

□　大いに期待できると思う。

□　改良等を行なえば期待できると思う。

□　本日の説明だけでは，期待できないと思う。

【上記の選定理由や改良提案など】

→

８．その他（自由な意見を記入してください）

岐阜大学ＳＩＰ実装プロジェクト第３回説明会資料

資料3-1

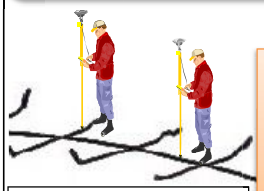
■研究開発項目　：　点検・モニタリング・診断技術の研究開発
■研究開発テーマ　：　ALB（航空レーザ測深機）による洗掘状況の把握
■研究責任者　：　株式会社パスコ　坂下 裕明
■共同研究グループ：　－

研究開発の目的・内容

研究開発の目的

・ALB（航空レーザ測深機）計測により、橋脚の洗掘状況を定量的に評価するモニタリング手法を構築

従来の洗掘調査

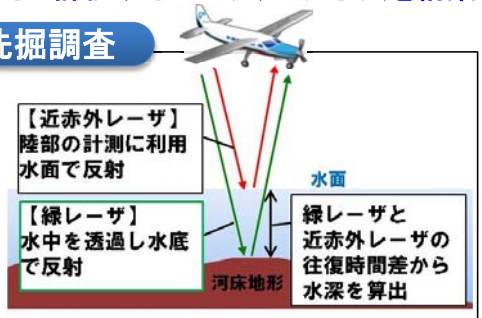


橋梁や距離標位置で実測や目視点検を実施

・流速が速いときの目視点検は危険
・水面下の洗掘を把握するのは困難
・測線位置の断面形しか把握できない

ALB による洗掘調査

・航空機から水深を計測可能
・広範囲の河床地形を短期間で計測
・三次元計測により任意断面を把握



研究開発の内容（2014-2015年度の２年間で終了）

・従来手法（深浅測量）と比較・分析し、洗掘状況の把握能力を評価
→ 従来と同程度の精度を確保し、広範囲を安全で効率的に計測可能
・ALBを用いた効率的かつ効果的な洗掘モニタリング手法を構築
→ 困難だった面的な河床変動量の把握を実現し、効果的にモニタリング

1. ALB計測、深浅測量
2. ALBデータ精度検証
3. 深浅測量精度検証
4. データ比較・分析
5. モニタリング手法の構築

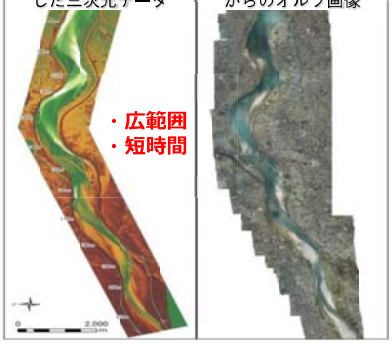
戦略的イノベーション創造プログラム
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

現状の成果①

1. 広範囲を三次元で計測

ALB（航空レーザ測深機）計測により、河床地形の三次元データを取得。
同時に空中写真も撮影。

段彩図	空中写真
標高を色変化で表示した三次元データ	連続した写真撮影からのオルソ画像

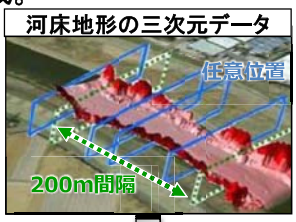


・河床地形の三次元計測を実現
・潜水士による調査が不要（安全）
・現地の機器設置が不要（効率的）

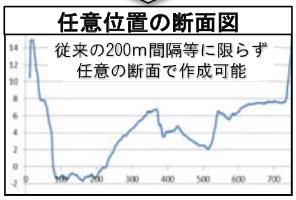
2. 任意位置の断面作成

従来は200m間隔等で把握していた河床地形を、三次元データで取得することで、任意位置の断面図を作成。

河床地形の三次元データ



任意位置の断面図

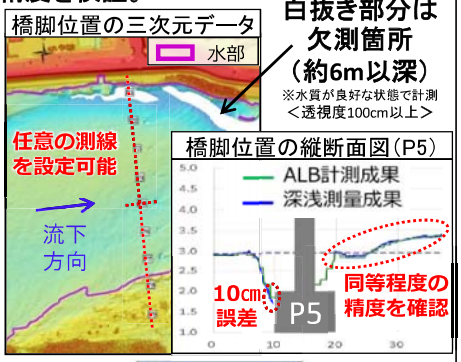


・任意の橋脚位置など様々な断面で再計測せずに河床地形を把握

3. 橋脚の洗掘状況を把握

橋脚位置における河床地形の三次元データを取得。
橋脚周辺の断面図で深浅測量と比較し精度を検証。

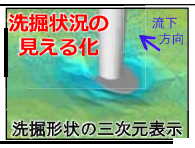
白抜き部分は欠測箇所（約6m以深）
※水質が良好な状態で計測
＜透視度100cm以上＞



・深浅測量と同等程度の精度を確認
・水深約6mまで計測が可能（水質次第）
・今回の洗掘深では、約10cmの誤差
・洗掘状況から効果的な対策工を検討

活用案

把握した洗掘（三次元データ）と橋梁一般図を重ね合わせることで洗掘状況の見える化を実現



広範囲の河床地形を効率的に計測し橋脚の洗掘状況を高精度で把握可能

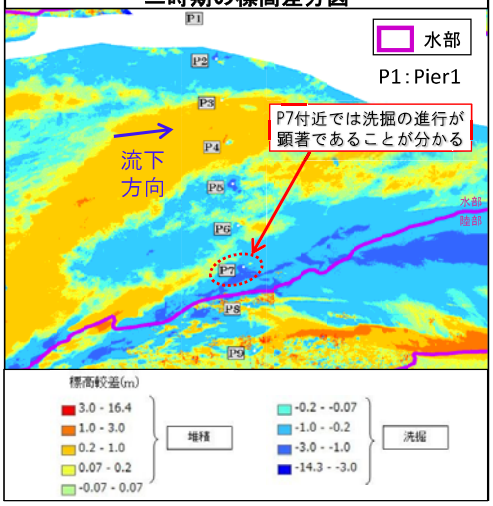
戦略的イノベーション創造プログラム
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

現状の成果②

4. 二時期の変動量を算出

二時期のデータから標高の差分を算出することにより、面的な河床変動量を可視化。
橋脚周辺の河床変動量で洗掘を把握。

二時期の標高差分図

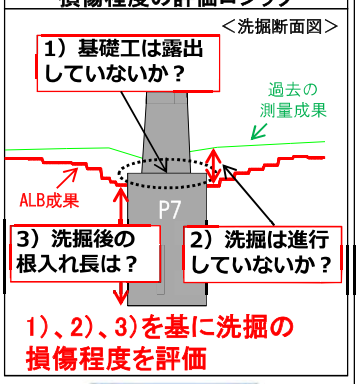


・洗掘の進行が顕著な橋脚を選定可能
（上図ではP7付近で洗掘が進行）
・洗掘の進行状況から対策時期を検討

5. 損傷程度の評価

把握した洗掘状況から、橋梁定期点検要領に基づき、損傷程度の評価を判定。

損傷程度の評価ロジック



・損傷程度の評価を判定することで詳細調査や緊急対策の必要性を検討
・対策区分の判定に活用

成果の活用フロー

1. 広範囲を三次元で計測
2. 任意位置の断面を作成
3. 橋脚の洗掘状況を把握
4. 二時期の変動量を算出
5. 損傷程度の評価を判定

橋梁管理者で対策区分を判定

洗掘モニタリングへの活用で橋梁管理を高度化

最終目標（社会実装イメージ）

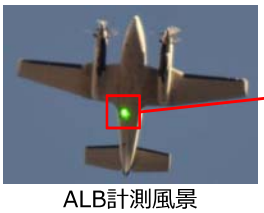
対象ユーザー

河川管理者、橋梁管理者、港湾・海岸管理者　など

水底地形を調査したい
洗掘状況を把握したい

使用方法等

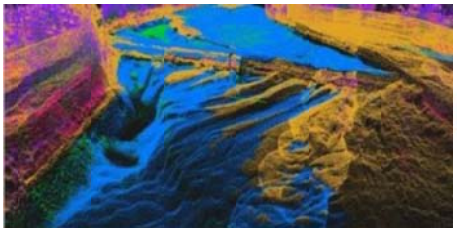
レーザ・デジタルカメラ機器を航空機に搭載し、上空から対象範囲を計測

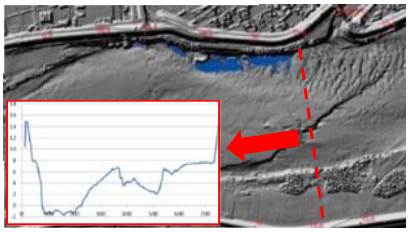

ALB計測風景

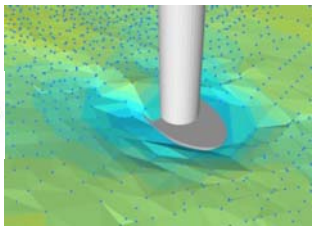
ALB搭載機器

提供サービス

三次元地形データを取得し、任意の断面図で、橋脚の洗掘状況をモニタリング


高精細な三次元地形データを取得


任意位置の断面図を作成


洗掘状況のモニタリング

広範囲の河床地形を航空機で効率的に把握可能

→ 洗掘モニタリングへの活用で橋梁管理を高度化

SIP 維持管理技術のアピールシート

平成 28 年 12 月 7 日

説明会参加者の理解を助けるため, SIP ホームページに公開されている SIP 維持管理技術の情報をもとに, メンテナンスアドバイザー(MA)のコアメンバーが事前に出した意見を記載しました。これに，技術の開発者からコメント（囲み部分）を加えていただきました。

１．研究開発の技術名称（研究責任者）

ALB（航空レーザ測深機）による洗堀状況の把握（坂下裕明）

２．技術の特徴

ALB（航空レーザ測深機）計測により，橋脚の洗堀状況を定量的に評価するモニタリング手法である。

① 広範囲の河床地形を短期間で計測でき，3 次元計測データから任意断面の横断図を作成できる。

② 水深は，水質によるが最大 6m 程度までを 10cm 程度の精度で計測可能である。

③ 2 時期のデータの標高差分から面的な河床変動量を可視化して，橋脚周辺の洗掘が把握できる。

【開発者からのコメント】

上記②について、SIP の中で現場実証した結果である。（一級河川吉野川）

３．岐阜県内での想定される活用方法

① 河川のリアルタイムな形状を把握する技術と位置づけ，橋脚の洗掘調査はそのメニューの一つとして有用である。

② 近年，集中的な豪雨によって，中小河川の流況が毎年のように変化しており，リアルタイムな維持管理が求められているので，河道の状況を一括で把握して，流況解析などにより効果的な維持管理方針を検討することに活用できると考えられる。

【開発者からのコメント】

ALB 測深は、広域を迅速に計測できるメリットがある。このメリットを活かすためには、河川管理者と協働で，一括で河川全体を計測することが考えられる。

４．活用に際しての現状での問題点

① 航空レーザ計測ができる会社は限定され，業務発注の公平性確保の問題がある。

② 撮影条件によって計測精度がばらつく可能性があり，最低基準などのルール化が必要である。

③ 撮影，平面図作成，横断図作成，など統一的な歩掛かりを設定する必要がある。

【開発者からのコメント】

上記①について、ALB 測深技術を含む航空レーザ計測機器は、現在、複数社が保有・運用している。そのため、業務発注時の公平性は確保されるものと考えられる。

上記②について、航空レーザ測深については、新技術情報システム NETIS に登録。（登録番号：KK-160016-A、新技術名称：航空レーザ深浅測量）且つ、公共測量の実績有。（公共測量作業規程第 17 条を適用する新技術として国土地理院より承認と助言を得た）

５．活用に向けての課題

① 河川分野で，広域的にデータ収集して活用するニーズがあるのかを確認する。

② 計測精度を確認する。

③ 同じサービスができる国内企業の数を調べる。

【開発者からのコメント】

上記①について、現在までに河川管理者から発注された ALB 測深業務の実績がある。広域的に河床地形を計測するニーズはあると考えられる。

上記②について、SIP 現場実証の他、ALB 測深業務の中で計測精度の確認は実施している。

上記③について、ALB 測深を実施できる国内企業は、現時点でパスコを含め 3 社と思われる。今後、増える可能性は十分にある。

６．課題の解決策

① 技術開発者への詳細機能や適用条件等のヒアリング

② 横断測量済の現場で，ALB(航空レーザ測深機)計測を試行して，作業効率，点検精度を検証する。

③ 山間地域の河川で，植生がある河岸も含めて地形把握ができるのかを検証する。(飛騨川の県管理区間など)

【開発者からのコメント】

上記②について、SIP 現場実証の他、ALB 測深業務の中で点検精度の確認は実施している。

７．これまでに利用されている既存技術

【開発者からのコメント】

① 船舶に搭載した音響測深機による深浅測量（シングルビーム、マルチビーム）

② 人力による深浅測量、潜水士による目視点検

８．本 SIP 技術の開発状況および開発完了時期

【開発状況】（パスコの開発状況）

2011 年度～2013 年度：河川砂防技術研究開発制度で ALB に関する研究、現場実証を実施

2014 年度～2015 年度：SIP にて橋梁洗掘を対象とした現場実証を実施

【開発完了時期】

橋梁洗掘モニタリングに関する開発完了時期：2016 年 3 月

今後、維持管理者のコメントを踏まえ、改良を検討

９．技術の新規性（既存技術との比較）

☑ 既存技術にはない全く新しい技術である。

□ 既存技術をより良くするものである

- 安全性が向上する。
- 調査時間の短縮が可能である。（現況比較で○○倍程度）
- 調査経費の削減が可能である。（現況比較で○○％程度）
- 高精度化（現況は○○程度であるが○○程度にまで向上）

10．技術の適用範囲や精度

① ALB 測深に対する制限

→道路交通状況に対しては，特に制限はない。

→橋梁上部工の幅員と橋脚高さの関係から、橋梁位置の測深可否が決定される。

→ALB 測深は水質（濁度等）の影響を受けるため、洪水直後は実施できない。

→航空法の制限を受ける。（対地高度など）

② ALB 測深の精度

標高精度について→一般的な音響測深と同等の標高精度を有する。

測深能力について→水質によって測深能力が変化。測深前に簡易な水質調査を行うことで測深深度を事前に推定できる。

11. これまでの実績・成果等

☐ 室内等での試験により成果が確認されている。

→

☑ 実構造物での試験により結果を確認している。

→国交省、都道府県発注の ALB 測深業務や自主研究において結果を確認している。

12. 実業務での利用時の対応

① 検査機器 1 式の導入コストは，どの程度となるか。（リース or レンタル）

→該当なし（リース、レンタルは実施していない）

② 利用時のコスト

→ALB 新規計測する場合：約 330 万円/（堤防間距離 500m、縦断距離 300m、橋脚 9 基当り）

→既存 ALB データがある場合：

③ 利用者への教育

☐ 利用者教育あり

☐ 取扱い説明書での対応

☑ 専門の体制（会社）により実施

☐ その他（→○○○○○）

④ 測定機器のメンテナンス体制

→ALB 機器保有会社が実施

⑤ この装置以外で，利用者側で準備すべき機器等

☑ 特になし

☐ 準備すべき機器（→○○○○○）

⑥ 既存技術では不要であったが，本技術では準備すべき事項・対応など

☐ 特になし

☑ 準備項目（→ 航空法の規制）

13. 開発者から特に付記したい項目など

【開発者からのコメント】

・河川分野では、ALB 測深による河床地形の把握は、業務受注実績もあり実用化段階にある。

SIP 維持管理技術へのアドバイスシート

研究開発の技術名称（研究責任者）
ALB（航空レーザ測深機）による洗堀状況の把握（坂下裕明）

以下，参加者が各自の意見・アドバイスを記載する。

記入要領　□：選択してチェック
→：理由など記入

記入者の氏名（無記名も可）：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

記名の方で，記入内容を確認させて頂く場合の連絡先等

E-mail：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

岐阜大学 SIP 実装プロジェクトの説明会における参加者の立場

□ ＭＡ（メンテナンスアドバイザー）：自由に意見を述べ，アドバイスシートに記入する。
□ オブザーバー：制約はあるが，意見を述べ，アドバイスシートに記入する。
□ 聴講者：意見を述べず，アドバイスシートにも記入しない。

１．実業務への適用範囲

□ 提案されている技術のみで，実業務に適用できると思う。
□ 既存技術の一部を補完する要素技術として適用できると思う。
□ 他の要素技術や既存技術との組合せによって利用の可能性は広がると思う。
□ その他（　　）

２．提案技術の利用についての実務面からの印象

□ 積極的に利用したいと思う。
□ 発注者からの指示であれば利用する。
□ 使えない（使いたくない）と思う。

【上記の選定理由】
→

３．提案技術が優れていると思った項目

既存技術に比べて，提案技術が優れていると思われる項目，機能等
→

４．提案技術への改良提案

岐阜県内での実装に際して，充実させて頂きたい項目，機能等

→

５．提案技術の別な用途での利用提案

開発意図とは異なる方面での利活用ができると思われる項目等

→

６．提案技術と他の新技術との組み合わせの提案

実装に際して他の技術と組み合わせると，更に使いたくなると思うこと等

→

７．提案技術に対する技術的発展の期待度

本技術提案は，インフラ維持管理・更新・マネジメント技術として，システム化されたインフラマネジメントを構築でき，インフラの事故を未然に防ぎ，維持管理やメンテナンスの負担軽減を図ることが期待できますか。

□　大いに期待できると思う。

□　改良等を行なえば期待できると思う。

□　本日の説明だけでは，期待できないと思う。

【上記の選定理由や改良提案など】

→

８．その他（自由な意見を記入してください）

資料4-1

■研究開発項目　：　点検・モニタリング・診断技術の研究開発
■研究開発テーマ　：　高精度かつ高効率で人工構造物の経年変位をモニタリングする技術
■研究責任者　：　日本電気株式会社　村田 稔
■共同研究グループ：　株式会社大林組

研究開発の目的・内容

研究開発の目的

○現場の問題点/ニーズ
・技能者による5年に1度の近接目視点検実施（全国69万橋対象）
→ 優先順位付けが困難なため、適切な補修（時期/箇所）が困難

○研究開発の目的
・広範囲に渡る管理区域内の橋梁を一度にモニタリング
→ 要点検箇所の優先順位付け（スクリーニング）の実現
・橋梁以外のインフラモニタリングへの適用検討

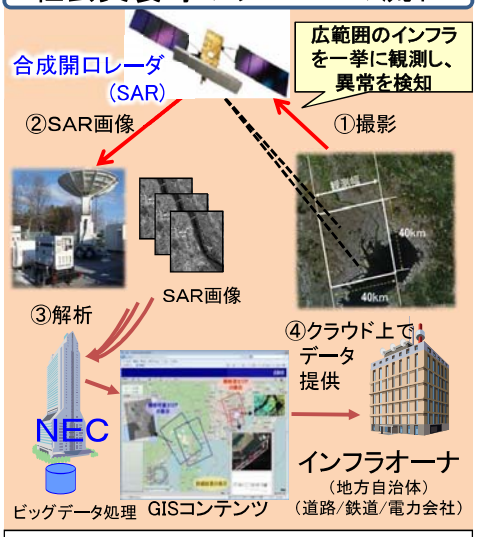
研究開発の内容（2014-2015年度の2年間で終了）

○対象橋梁の衛星画像データを解析
・橋梁上の複数の計測ポイントにおける変位割合（mm/年）を把握
・橋梁周りの広範囲にわたる地盤の変位傾向（沈下/隆起）を把握

○検証実験により技術の精度を確認
・実験場において反射体を配置し変位量を計測（誤差0.5～1mm）

高精度かつ高効率で人工構造物の経年変位を把握

社会実装時のサービスの流れ



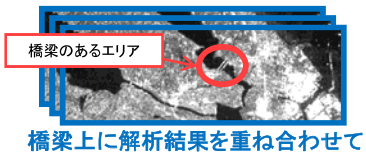
＜特長＞
・地上の人工構造物の経年変位を高精度で算出（mm/年）
・完全非接触、インフラ毎の維持/メンテナンス不要
・広域（ex：40km×40km）

現状の成果①

広範囲の人工構造物をSAR画像で計測

広範囲のSAR画像解析を行い、その範囲に含まれる橋梁の経年変位を一度に計測

時期の異なる複数のSAR画像を用いて解析

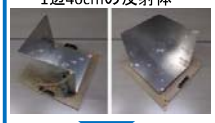


橋梁上に解析結果を重ね合わせて
経年変位の大きさを色で表示

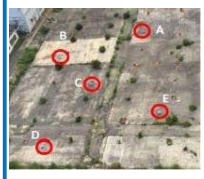
社内の実験サイトにて本手法の精度検証を実施

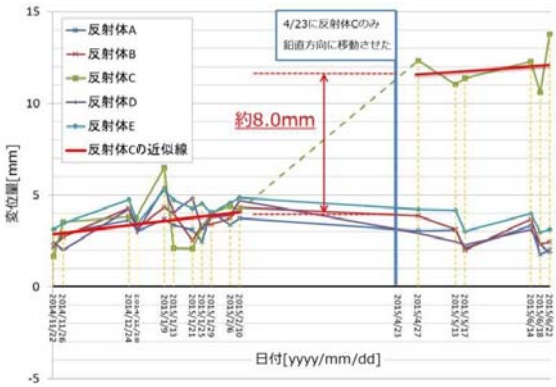
反射体Cのみ鉛直方向に移動させ、衛星方向に8.5mm近づけた。（注）

1辺40cmの反射体



NEC社内に設置した
反射体（A～E）





解析結果は、反射体Cの移動量が約8.0mmであることを示した。

本精度検証実験によると本手法の精度は0.5～1mmと言える。

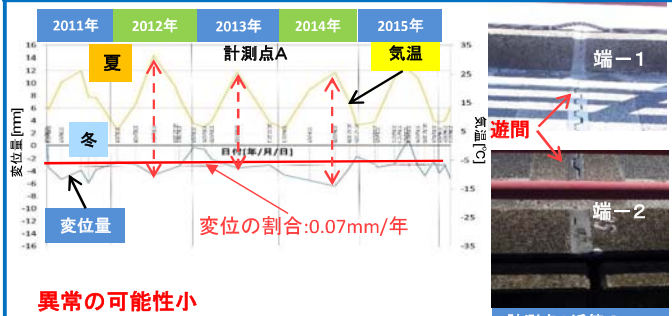
- 広範囲に分布する対象物に手を加えることなく、宇宙から一気に情報収集可能（高効率）
- 画像解析により経年変位をミリ精度で算出（高精度）
- 経年変位計測に必要十分な精度（高信頼）

注：実験では、反射体Cを鉛直方向に10mm移動させた。これは、衛星方向に8.5mm近づけたことに相当する。

現状の成果②

NEC独自の技術で異常の可能性が高い箇所を検知

橋梁上のある計測点の変位と気温との関係（計測期間：2011年4月～2016年2月　データ枚数　33枚）

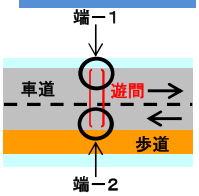


計測点A近傍の伸縮装置

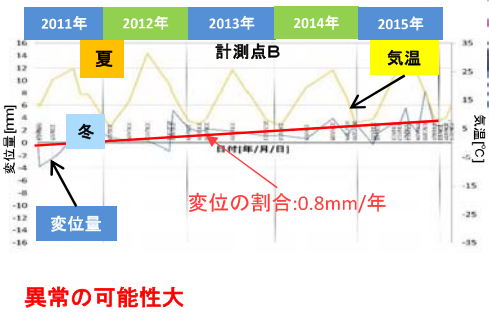
異常の可能性小

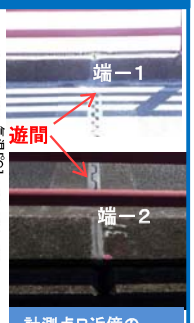
- 変位量が気温の影響を受けている。
（気温が上がれば変位量が下がる（点線矢印））
- 計測点Aの通年の変位の割合は小さく、その位置は比較的安定しているものと考えられる。

（目視確認の結果、車道の遊間は均一であった。）



- 上記結果より、伸縮装置が正常に機能しているものと考えられる。



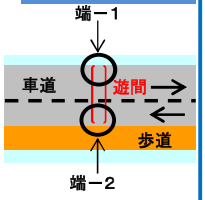


計測点B近傍の伸縮装置

異常の可能性大

- 変位量が気温の影響を受けていない。
（気温変動と変位量に特に関連が見られない）
- 計測点Bの通年の変位の割合は計測点Aよりも大きく、計測点Aと比較してその位置は大きく変化しているものと考えられる。

（目視確認の結果、車道の遊間は不均一であった。）



- 上記結果より、伸縮装置が正常に機能していないものと考えられる。

➢ 近接目視点検におけるスクリーニング/優先順位付け/着目点の絞り込みに資する情報の明示

最終目標（社会実装イメージ）

■　想定される活用場面

No	活　用　場　面	活　用　方　法
1	橋梁点検	スクリーニング（近接目視点検の優先順位付け）
		経年変位モニタ（注目橋梁の定点監視および将来予測）
2	大規模盛土造成地モニタ	大規模盛土造成地のスクリーニング（危険箇所特定）
3	法面モニタ	高速道路等の安全確保
4	地盤沈下モニタ	トンネル工事（シールド工事）の影響等把握
		ビル（マンション等）の不同沈下状況の把握
		空港/港湾施設の不同沈下状況の把握
		商業施設（埋立地）の沈下状況の把握
		プラント/屋外タンクの不同沈下状況の把握
5	施設/ビル/民家の点検	災害時に倒壊の危険性があるものの選別→予防保全
6	施工不良の抑止	施工の健全性モニタ（くい打ち等、手抜き工事の抑止）
7	補強工事後の効果モニタ	工事後の健全性モニタ

広域のスクリーニング

- 広域スクリーニング
- 近接目視の着眼点

- スクリーニング優先順位
- 経過観察

- 法面のメンテナンス
- 経年変位計測（mm/年）

詳細調査時の着眼点の特定

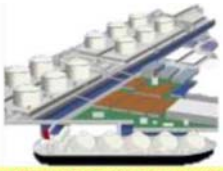
4.シールド工事による地盤沈下モニタ

- 広域地盤変動の傾向把握（面的な把握）
- レベル測量ポイントの絞り込み

予防保全と補修後の健全性把握

4.空港・港湾・プラント等の不同沈下モニタ

- 施設の不同沈下傾向把握
- レベル測量ポイントの絞り込み



4.埋立地の沈下モニタ

- 広域地盤沈下の傾向把握

手抜き工事の抑止力

- 注目施設の経年変位
- 施設周辺の地盤変動傾向把握

SIP 維持管理技術のアピールシート

平成 28 年 12 月 7 日

説明会参加者の理解を助けるため，SIP ホームページに公開されている SIP 維持管理技術の情報をもとに，メンテナンスアドバイザー（MA）のコアメンバーが事前に出した意見を記載しました。これに，技術の開発者からコメント（囲み部分）を加えていただきました。

１．研究開発の技術名称（研究責任者）

高精度かつ高効率で人工構造物の経年変位をモニタリングする技術（村田稔）

２．技術の特徴

合成開口レーダ（SAR）を用いて、広範囲に渡る管理区域内の橋梁などの経年変位を一度にモニタリングする技術である。

① 衛星と監視対象物の距離を求め、経年的な変化を見て異常を発見することができる。

② 画像解析により経年変位をミリ単位で算出することができる。

【開発者からのコメント】

・衛星画像の蓄積がある地域では、過去に遡って、経年変化の解析が可能です。
・宇宙からのデータ収集なので監視対象物に手を触れることなく、実施できます。
・広範囲（一例：40ｋｍ×40ｋｍ）のデータ収集が一度に可能です。
・解析結果は、経年変位（ｍｍ/年：速度）で得られます。

３．岐阜県内での想定される活用方法

① 5 年に 1 回の近接目視点検の際の着眼点や危険な橋梁の優先順位を検討することに活用できそうである。

② 緊急輸送道路を確保するために高盛土など地震時に弱点となりうる個所を抽出して日常的に変状の兆候がないかを監視することに活用できそうである。

【開発者からのコメント】

・5 年に 1 回の近接目視点検の前のスクリーニングに有用ではないかと考えています。
近接目視点検に先立ち、点検の優先順位の設定や近接目視の際の着目個所の事前把握にも役立つ可能性があります。
・大規模盛土造成地のスクリーニングにも適用できます。
・近接目視点検の間（５年間）の変位状況を知ることができます。

４．活用に際しての現状での問題点

① 従来は行われていない調査方法であるため、行政にとっては導入をコスト増として受け取られる可能性がある。

② 使用する衛星、データ処理の方法など、技術を標準化して使いやすくする必要がある。

③ 観測された変状からどういった対策が妥当であるかの判断が明確ではない。

【開発者からのコメント】

・解析結果（対象物の経年変位の状況）が、想定範囲/許容範囲内か否かの判定や対策については、別途、専門家による判断が必要です。

・点検のガイドライン、本手法による調査が取り入れられる方向で、ご協力いただければと考えています。

５．活用に向けての課題

① この技術で何が可能かを橋梁の管理者だけでなく道路や堤防の管理者，さらには消防，警察など幅広い人たちに向けた勉強会を開催して現場のニーズを把握する。

② ニーズを集めて開発者とコンサルタント等の技術者で社会実装の可能性を議論する。

③ 新たな調査を追加するための投資に対して，どのようなメリットが得られるのか（ほかの調査のコストを低減できる，これまで必要だけれどできなかった調査が可能になる，等）を明確化する必要がある。

【開発者からのコメント】

・計測可能な点には、次の条件を要します。・・・・・・・・・＜Ａ＞

① 衛星からの電磁波が、計測したい点（「ＰＳ点」と呼びます）に当たること。

② ＰＳ点に当たって反射した電磁波が衛星で受信されること。

③ ＰＳ点の反射の性質（反射特性）が、年月が経過しても安定していること。

・解析には、衛星データが２０枚程度以上、要します。・・・＜Ｂ＞

６．課題の解決策

① 現場ではなにが求められているのかをヒアリング調査

② この技術を幅広い人達に知ってもらうための勉強会の実施

③ 実際の橋梁でのモニタリング試行

【開発者からのコメント】

・前問＜Ａ＞について：この条件を満たさない場合、反射体を計測したい個所に置くことで、人工的にＰＳ点を作り出すことができます。

・前問＜Ｂ＞について：経年変位の速度が大きな対象物や、解析結果を短時間で得るには、観測頻度を高める必要があります（衛星の機数は、将来、増加する傾向にあります。）

７．これまでに利用されている既存技術

【開発者からのコメント】

―

８．本 SIP 技術の開発状況および開発完了時期

【開発状況】

・２０１５年３月に終了。

【開発完了時期】

・２０１５年３月に終了。

９．技術の新規性（既存技術との比較）

■既存技術にはない、全く新しい技術である。

10．技術の適用範囲や精度

計測可能な点には、次の条件を要します。

① 衛星からの電磁波が、計測したい点（「ＰＳ点」と呼びます）に当たること。

② ＰＳ点に当たって反射した電磁波が衛星で受信されること。

③ ＰＳ点の反射の性質（反射特性）が、年月が経過しても安定していること。

（例：樹木等の植生が密な場所の計測は適していません。）

・本技術の活用場面として、橋梁点検、大規模盛土造成地のモニタ、法面のモニタ、地盤沈下のモニタ、施設/ビル/民家の点検、施工不良の抑止、補強工事後の効果のモニタ等を想定しています。

・解析には、衛星データが２０枚程度以上を要します。

・精度：ミリ精度（mm/年）

１０．　これまでの実績・成果等

■屋外での試験により精度が確認されている。

→社内のテストサイトでの精度評価試験を実施済みです。

■ 実構造物での試験により結果を確認している。

→ＳＩＰで実際の橋梁で結果を確認しています。

12. 実業務での利用時の対応

① 検査機器１式の導入コストは，どの程度となるか。（リース or レンタル）

→「検査機器の導入コスト」は、必要ありません。

② 利用時のコスト

→計測/解析の広さや点数などの条件にも依りますが、

イニシャルコストとして 5～6 百万円、ランニングコストとして 2～3 百万円程度です。

③ 利用者への教育

■ 利用者教育あり

□ 取扱い説明書での対応

□ 専門の体制（会社）により実施

□ その他（→○○○○○）

④ 測定機器のメンテナンス体制

→「測定機器」は、必要ありません。

⑤ この装置以外で，利用者側で準備すべき機器等

■特になし

□ 準備すべき機器（→○○○○○）

⑥ 既存技術では不要であったが，本技術では準備すべき事項・対応など

■特になし

□ 準備項目（→ ○○の規制）

13. 開発者から特に付記したい項目など

【開発者からのコメント】

―

SIP 維持管理技術へのアドバイスシート

研究開発の技術名称（研究責任者）
高精度かつ高効率で人工構造物の経年変位をモニタリングする技術（村田稔）

以下，参加者が各自の意見・アドバイスを記載する。

記入要領　☐：選択してチェック
→：理由など記入

記入者の氏名（無記名も可）：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

記名の方で，記入内容を確認させて頂く場合の連絡先等

E-mail：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

岐阜大学 SIP 実装プロジェクトの説明会における参加者の立場

☐ ＭＡ（メンテナンスアドバイザー）：自由に意見を述べ，アドバイスシートに記入する。
☐ オブザーバー：制約はあるが，意見を述べ，アドバイスシートに記入する。
☐ 聴講者：意見を述べず，アドバイスシートにも記入しない。

１．実業務への適用範囲

☐ 提案されている技術のみで，実業務に適用できると思う。
☐ 既存技術の一部を補完する要素技術として適用できると思う。
☐ 他の要素技術や既存技術との組合せによって利用の可能性は広がると思う。
☐ その他（　　）

２．提案技術の利用についての実務面からの印象

☐ 積極的に利用したいと思う。
☐ 発注者からの指示であれば利用する。
☐ 使えない（使いたくない）と思う。

【上記の選定理由】
→

３．提案技術が優れていると思った項目

既存技術に比べて，提案技術が優れていると思われる項目，機能等
→

４．提案技術への改良提案

岐阜県内での実装に際して，充実させて頂きたい項目，機能等

→

５．提案技術の別な用途での利用提案

開発意図とは異なる方面での利活用ができると思われる項目等

→

６．提案技術と他の新技術との組み合わせの提案

実装に際して他の技術と組み合わせると，更に使いたくなると思うこと等

→

７．提案技術に対する技術的発展の期待度

本技術提案は，インフラ維持管理・更新・マネジメント技術として，システム化されたインフラマネジメントを構築でき，インフラの事故を未然に防ぎ，維持管理やメンテナンスの負担軽減を図ることが期待できますか。

□　大いに期待できると思う。

□　改良等を行なえば期待できると思う。

□　本日の説明だけでは，期待できないと思う。

【上記の選定理由や改良提案など】

→

８．その他（自由な意見を記入してください）

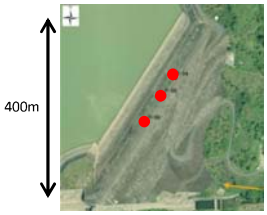
岐阜大学ＳＩＰ実装プロジェクト第３回説明会資料

■研究開発項目：点検・モニタリング・診断技術の研究開発
■研究開発テーマ：衛星SARによる地盤および構造物の変状を広域かつ早期に検知する変位モニタリング手法の開発
■研究責任者：国土技術政策総合研究所　河川研究部　大規模河川構造物研究室長　金銅将史

研究開発の目的・内容

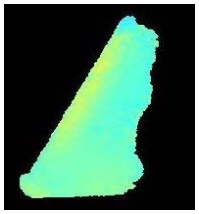
研究開発の目的

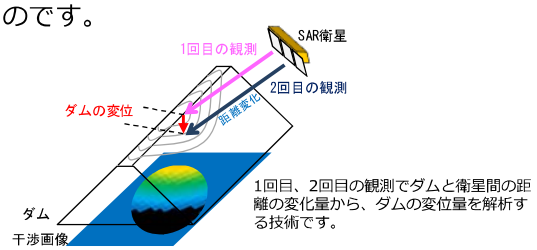
地上のセンサが不要で広域な領域を撮影する衛星SARデータを活用することにより、衛星SARデータに含まれる複数の構造物の変位モニタリングを行い、災害時の早期被害把握や平常時のより詳細で効率的な構造物の変位モニタリングの技術開発を目指すものです。



現在の測量点数の例（赤丸で表示）

少ない点から
面全体の評価


衛星SARによる堤体全体の変位計測例



衛星SARによるダムの変位計測のイメージ

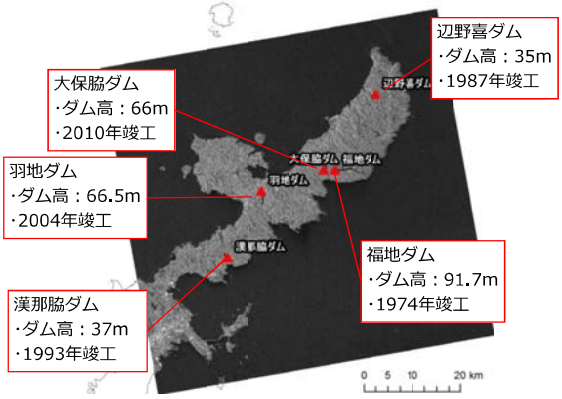
研究開発の内容

衛星SARによる変位モニタリング技術を中核技術として、以下の技術開発を進めています。
①ロックフィルダムへの実用化に向けた技術開発
②コンクリートダムや他の構造物にも適用可能な技術開発
③SARと、測量やGPS等を組み合わせた信頼性の高いモニタリング技術開発

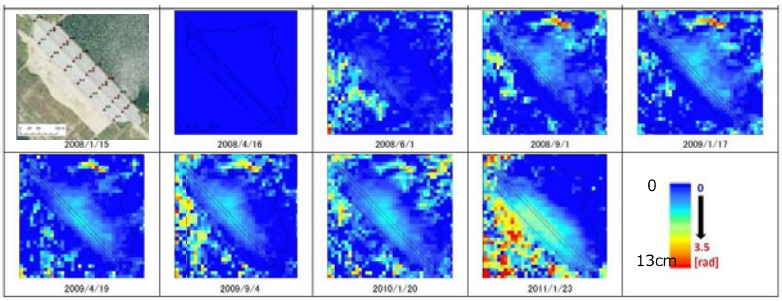
戦略的イノベーション創造プログラム
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

現状の成果①

【平成26年度検討】
対象ダム：ロックフィルダム5基
使用したSAR衛星：だいち（空間解像度10m、Lバンド：波長23.6cm）



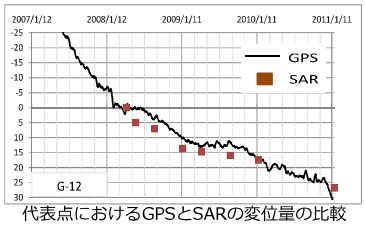
平成26年度検討に使用したSAR画像と対象ダム位置図
（1つの衛星SARデータに含まれる5ダムの変位を解析）



大保脇ダムにおける衛星SARによる変位解析事例
堤体が青→緑→黄に変化(沈下)している様子が捉えられています。
（設計で考慮された沈下の範囲であり、ダムの安全性には影響はありません）

平成26年度検討結果

	平均誤差(RMSE)：単位mm	
	北向軌道	南行軌道
大保脇ダム	6.16	5.95
羽地ダム	4.08	4.75
福地ダム	4.53	4.14
漢那脇ダム	4.41	6.58
辺野喜ダム	5.62	7.90
平均誤差	4.96	5.86



代表点におけるGPSとSARの変位量の比較
非常によく一致しています。

衛星SARによるダムの変位計測結果は、測量やGPSと比較して約5mmの平均誤差と、高い精度の結果が得られました。

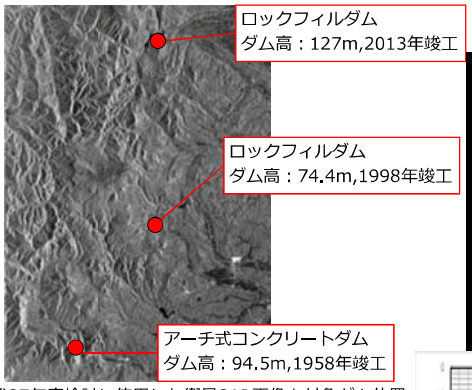
検討対象としたロックフィルダムについては、精度的に実用的であることを確認しました。

得られた成果は土木学会論文集に投稿中です。

戦略的イノベーション創造プログラム
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

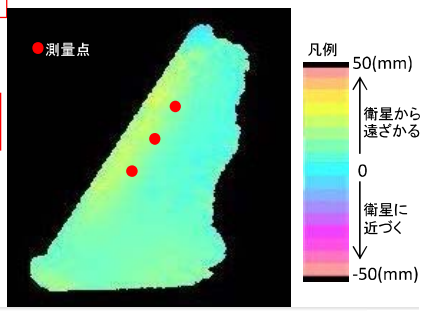
現状の成果②

【平成27年度検討】
対象ダム：ロックフィルダム2基、アーチ式コンクリートダム1基
使用したSAR衛星：COSMO-SkyMed（空間解像度3m、Xバンド：波長3.1cm）

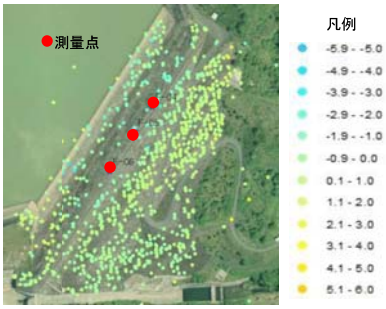


平成27年度検討に使用した衛星SAR画像と対象ダム位置
（1つの衛星SARデータに含まれる3ダムの変位を解析）

時系列干渉SAR解析（H26年度の検討手法）



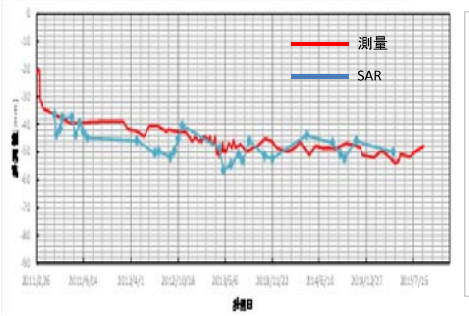
PSInSAR解析（より高度な手法）



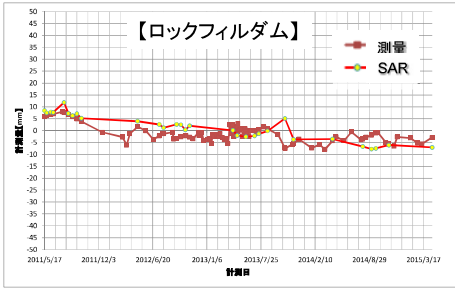
・時系列干渉SAR解析では、昨年度と同程度の、平均誤差5mmの精度が得られました。

・より高精度な手法として、またコンクリートダムへの適用が可能なPSInSAR解析では、平均誤差5mm以内の精度となる結果も得られました。

・アーチ式コンクリートダムでは、ダムの年間変位量を考慮した観測波長を選定する必要があることを明らかにしました。



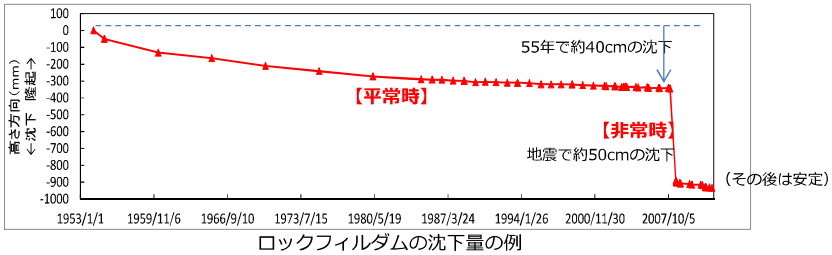
測量点における測量とSARの誤差（RMSE）：5.2mm
H26年度と同程度の精度が得られました。



測量点における測量とSARの誤差（RMSE）：3.8mm
さらに高精度な結果が得られました。

最終目標

①ロックフィルダムへの実用化に向けた技術開発
・平常時のゆるやかな変位を計測する技術開発　→　実用化へ
・非常時の比較的大きな沈下を計測する技術開発　→　地震等による被害のより迅速な把握ができること

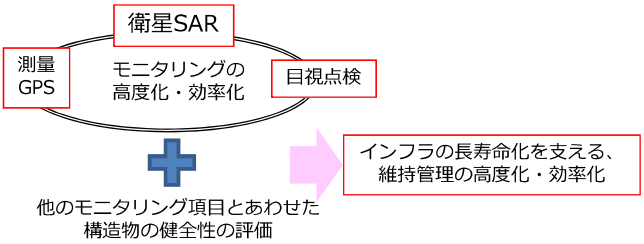


ロックフィルダムの沈下量の例
（上図の沈下はダムの安全性には影響はありませんでした）

②コンクリートダムや他の構造物にも適用可能な技術開発
・平常時の年間変位量も計測可能な技術開発
　→　衛星SARにより各種の構造物をモニタリングできること
・非常時の挙動をモニタリングする技術開発
　→　地震等による被害のより迅速な把握ができること

アーチ式コンクリートダムの上下流方向の変位量の例
（上図の変位はダムの安全性には影響はありません）

③SARと、測量やGPS等を組み合わせた信頼性の高いモニタリング技術開発
・衛星SARにより、局所的でわずかな変状の兆候を見逃さないこと
・測量やGPS等を組み合わせることにより、正常な挙動を異常と評価することが少なく信頼性が高いこと



SIP 維持管理技術のアピールシート

平成 28 年 12 月 7 日

説明会参加者の理解を助けるため, SIP ホームページに公開されている SIP 維持管理技術の情報をもとに, メンテナンスアドバイザー(MA)のコアメンバーが事前に出した意見を記載しました。これに，技術の開発者からコメント（囲み部分）を加えていただきました。

１．研究開発の技術名称（研究責任者）

衛星 SAR による地盤および構造物の変状を広域かつ早期に検知する変位モニタリング手法の開発（金銅 将史）

２．技術の特徴

衛星 SAR による変位モニタリング技術を中核技術とし，ロックフィルダム等の災害時の早期被害把握や, 平常時のより詳細で効率的な構造物の変位モニタリングを可能とする技術である。

① 測量や GPS と比較して平均誤差 約 5mm という高い精度での計測ができる（ロックフィルダムの変位計測結果より）。

【開発者からのコメント】

変位を観測する地上設備が不要、測量に比べ迅速・安価にできる可能性、夜間・雨天時の観測も可能、面的・広域的監視が可能、などの特長があります。

３．岐阜県内での想定される活用方法

① 過去に遡って調べることが出来るという利点を考慮し, 危険個所抽出のスクリーニングに活用する。

② 地震時の緊急輸送道路の確保を目的とし，長大法面，高盛土などの地震時に弱点となりうる箇所を抽出し，日常的に変状の兆候がないか監視する。

【開発者からのコメント】

ダムを主な対象に考えているが、斜面のモニタリングなどへの適用も多いに可能性があると考えています。

４．活用に際しての現状での問題点

① 使用する衛星，データ処理の方法など，技術を標準化して使いやすくする必要がある。

② 従来は行われていない調査方法であるため，行政にとって導入は「コスト増」と受け取られかねない。

③ 観測された変状からどういった対策が妥当であるかの判断規準が明確ではない。

【開発者からのコメント】

1 ダムを対象にマニュアル化を予定しています。

2 複数施設での同時監視によりコストは下げられると考えています。

3 モニタリング手法の研究が主体です。（対策の基準とは別）

５．活用に向けての課題

① この技術で何ができるのか，道路や河川の管理者，防災担当者，消防，警察など幅広い人たちに向けた勉強会を開催して，現場のニーズを把握する。

② ニーズを集めて，開発者とコンサルタント等の技術者で社会実装の可能性を議論する。

③ 新たな調査を追加するための投資に対して，どのようなメリットが得られるのか（ほかの調査のコストを低減できる，これまで必要だけれどできなかった調査が可能になる，等）を明確化する必要がある。

【開発者からのコメント】

1 大規模構造物としてのダムへの適用を念頭に管理者ニーズの把握は実施しております。

2 実際のダムでの試行を通じて検討中です。

3 既存の測量やＧＰＳなどと長所を組み合わせ、短所を補いあうことでトータルとして効率的となる方法を具体に検討していく予定です。

６．課題の解決策

① 技術の詳細に関するヒアリングの実施

② 技術を知ってもらう勉強会の開催

③ 実際の構造物でのモニタリング試行

【開発者からのコメント】

1,2 ダム管理者への技術の紹介や具体のニーズ把握の調査は実施しています。

3 実際のダムでの試行を既に順次拡大してきているところです。

７．これまでに利用されている既存技術

【開発者からのコメント】

フィルダム→通常の測量（光波、水準）が一般的、最近ではGPS も使われている。

コンクリートダム→プラムラインが一般的。

８．本 SIP 技術の開発状況および開発完了時期

【開発状況】

・ロックフィルダムを対象に試行と対象ダムの拡大をしているところです。

・平成 26・27 年度に実施したロックフィルダムを対象とした検討では、変位の誤差は約 5mm の結果が得られています。

・平成 28 年度実施中のロックフィルダムを対象とした検討では、変位の誤差は約 2mm まで高精度化を測ることができています。

・コンクリートダムへの適用性を検討しているところです。

【開発完了時期】

H30 年度末を予定しています。（マニュアル化、実際の構造物（ダム）での適用性の確認）

９．技術の新規性（既存技術との比較）

・防災分野で利用が始まっている新たな技術を基に、新たにインフラ（構造物）のモニタリングに活用するものです。

・インフラ（構造物）にとっては新しい技術になるかと思います。

10．技術の適用範囲や精度

① 衛星 SAR に対する制限

→衛星数が多くはない。

→回帰日数が 14 日程度と，観測に制限がある。（リアルタイム性には劣る）

→基本的に衛星の視線方向の変位しか計測できない。

② 変位の計測精度

ロックフィルダムについて→現在、平均的には約 2mm 程度。

11．これまでの実績・成果等

実構造物（ロックフィルダム）を対象として変位計測を実施し、既存の測量・GPS と比較して精度検証を実施している。

→ ロックフィルダム数：平成 26 年度（5 基）、平成 27 年度（2 基）、平成 28 年度（19 基）

12. 実業務での利用時の対応

① 利用時のコスト

衛星データの購入、変位解析の費用が必要です。

衛星データ：無料～100 万円程度（1 シーン約 50km 四方）

変位解析：1 ダム・1 年間の変位計測について約 100 万円

② 利用者への教育

変位解析については、衛星 SAR についてのある程度の知識が必要です。

最終的なユーザーとしては構造物（ダム等）の管理者を想定していますが、SAR についての知識がなくとも理解できるようなものにしていきたいと考えています。

③ 測定機器のメンテナンス体制

・地上に計測設備は不要なので、データを取得するために管理者が何かメンテナンスを実施する必要ありません。

・人工衛星からのレーダーの反射を利用するので、草刈りを実施するなど、変位の計測精度を向上させるための構造物のメンテナンスは引き続き必要になってくると思います。

④ 利用者側で準備すべき機器等

・衛星 SAR の観測データは必要な時に購入する必要があります。

・人工衛星のデータから変位を算出するための解析は、外注するなどの必要があります。

⑤ 既存技術では不要であったが，本技術では準備すべき事項・対応など

・本技術では、管理者が構造物の変位を求めるために観測を行う必要がなくなります。

・必要な時に衛星 SAR データを購入し、変位を求めるための解析が必要になります。

13. 開発者から特に付記したい項目など

【開発者からのコメント】

・地上に計測設備が不要であり、衛星データがあれば、過去にさかのぼって変位を計測することも可能です。

SIP 維持管理技術へのアドバイスシート

研究開発の技術名称（研究責任者）

衛星 SAR による地盤および構造物の変状を広域かつ早期に検知する変位モニタリング手法の開発（金銅 将史）

以下，参加者が各自の意見・アドバイスを記載する。

記入要領　□：選択してチェック

→：理由など記入

記入者の氏名（無記名も可）：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

記名の方で，記入内容を確認させて頂く場合の連絡先等

E-mail：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

岐阜大学 SIP 実装プロジェクトの説明会における参加者の立場

□ ＭＡ（メンテナンスアドバイザー）：自由に意見を述べ，アドバイスシートに記入する。

□ オブザーバー：制約はあるが，意見を述べ，アドバイスシートに記入する。

□ 聴講者：意見を述べず，アドバイスシートにも記入しない。

１．実業務への適用範囲

□ 提案されている技術のみで，実業務に適用できると思う。

□ 既存技術の一部を補完する要素技術として適用できると思う。

□ 他の要素技術や既存技術との組合せによって利用の可能性は広がると思う。

□ その他（　　）

２．提案技術の利用についての実務面からの印象

□ 積極的に利用したいと思う。

□ 発注者からの指示であれば利用する。

□ 使えない（使いたくない）と思う。

【上記の選定理由】

→

３．提案技術が優れていると思った項目

既存技術に比べて，提案技術が優れていると思われる項目，機能等

→

４．提案技術への改良提案

岐阜県内での実装に際して，充実させて頂きたい項目，機能等

→

５．提案技術の別な用途での利用提案

開発意図とは異なる方面での利活用ができると思われる項目等

→

６．提案技術と他の新技術との組み合わせの提案

実装に際して他の技術と組み合わせると，更に使いたくなると思うこと等

→

７．提案技術に対する技術的発展の期待度

本技術提案は，インフラ維持管理・更新・マネジメント技術として，システム化されたインフラマネジメントを構築でき，インフラの事故を未然に防ぎ，維持管理やメンテナンスの負担軽減を図ることが期待できますか。

□　大いに期待できると思う。

□　改良等を行なえば期待できると思う。

□　本日の説明だけでは，期待できないと思う。

【上記の選定理由や改良提案など】

→

８．その他（自由な意見を記入してください）