

戦略的イノベーション創造プログラム（SIP） 研究開発実施計画書（全体）

課題名「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」

研究開発項目「(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「インフラ維持管理に向けた革新的先端技術の社会実装の研究開発」

研究責任者	氏名	松田 浩
	所属機関	国立大学法人長崎大学
	部署	工学研究科
	役職	教授

<研究開発実施計画書（全体）について>

1. 研究開発実施計画書（全体）は、全研究開発期間の研究開発構想を中心に、基本計画、研究開発内容、研究体制、予算計画等を記載いただきます。
2. 研究開発実施計画書（全体）は、研究開発実施に当たっての基本となり、自己点検及びプログラム会議による評価の基礎資料の一つとなります。
3. 全体研究開発計画書は、プログラムディレクターの確認・承認後、確定となります。
4. 研究開発予算は、毎年度見直しを行いますので、研究開発実施計画書（全体）に記載した研究費総額は、変更となる可能性があります。
5. 研究開発実施計画書（全体）は、自己点検結果と、それに基づくプログラム会議による評価結果を踏まえて、プログラムディレクターの指示により見直しを行っていただきます。

改訂履歴

No.	改訂年月日（※）	対象項目	改訂内容	備考（本文の修正の有無など）
1	平成28年9月20日		研究開発計画書の作成	
2	平成28年10月14日		<ul style="list-style-type: none"> ・ p44の合計金額修正 ・ プロジェクトマネジメントに関する考え・仕組みについて追記 ・ 具体的な最終目標追記 ・ 研究開発スケジュール（ロードマップ）修正 	
3	平成28年12月6日		新規参加者2名追記	
4	平成28年12月26日		新規参加者9名追記 (p7-16, 35-37, 41, 45-46)	
5	平成29年2月28日		P49_各県の研究開発技術の実装支援体制追記。 3.1. 研究開発スケジュール（ロードマップ）修正、	
6				
7				
8				

※「改訂年月日」欄： 研究計画の変更についてはプログラムディレクターの確認を得た日付、研究責任者・主たる共同研究者の役職変更など軽微な変更については事務局にて確認を行い記載

《変更・改訂について》

- 1) 計画に変更が生じる場合は、JST:SIPインフラ事務局（以降「事務局」という。）へご連絡下さい。
- 2) 計画内容の大幅な変更については、事務局を通じてプログラムディレクターの確認・承認が必要になります。

※ 「計画内容の大幅な変更」に該当する例

- ・ 主たる共同研究者の変更、共同研究開発機関、協力機関の新設、追加や削減
- ・ 研究費の追加配賦
- ・ 研究開発の方向性に大幅な変更の必要が生じた場合
- ・ 高額な機器の購入計画の変更など

3) 1)、2)に際しての改訂の必要性や記載方法は、事務局からご連絡致します。

目次

1. 研究開発構想	5
1.1. 研究開発課題	5
1.2. 研究開発期間	5
1.3. 研究開発費	5
1.4. 研究開発の内容	5
1.5. 研究開発の最終目標	19
1.6. 研究開発成果の社会実装の見込み	19
2. 研究開発実施体制	35
2.1. 研究開発実施体制図	35
2.2. 実施体制の詳細	36
2.2.1. 研究開発グループ	36
2.2.2. 共同研究グループ	40
3. 研究開発スケジュールと研究開発費計画	50
3.1. 研究開発スケジュール（ロードマップ）	51
3.2. 研究開発費計画	53
3.2.1. 費目別の研究開発費計画	53
3.2.2. 研究開発グループ別の研究開発費計画	53
3.2.3. 設備備品内訳	54

1. 研究開発構想

1.1. 研究開発課題

「インフラ維持管理に向けた革新的先端技術の社会実装の研究開発」

1.2. 研究開発期間

平成28年9月1日～平成31年3月31日

1.3. 研究開発費

総額：	90,000 千円
平成28年度：	30,000 千円
平成29年度：	30,000 千円
平成30年度：	30,000 千円

1.4. 研究開発の内容

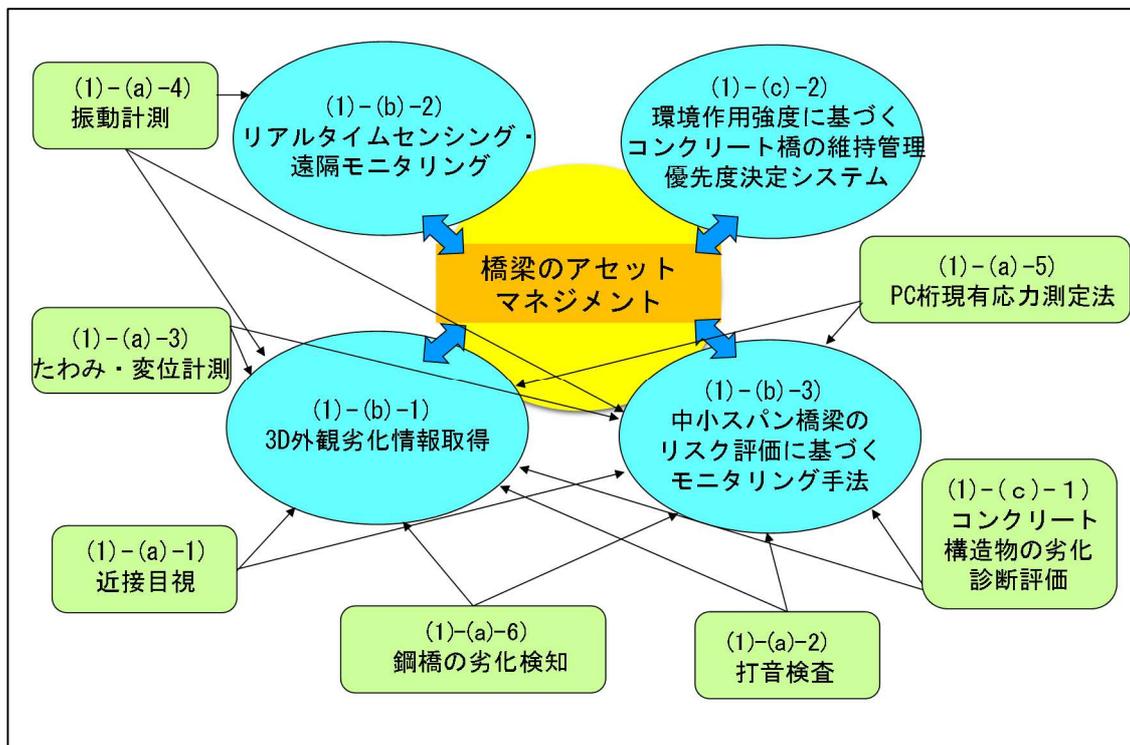
本研究開発課題は、九州・山口地域の環境特性、地理的特性等を踏まえたインフラ構造物の維持管理に向けた研究開発を行うものである。長崎大学が研究開発責任校となり、九州・山口地域の11大学の研究者が共同研究グループを結成して、(1) 橋梁のアセットマネジメント、(2) トンネル・道路斜面のアセットマネジメント、(3) 道路舗装のアセットマネジメント、(4) 道路全体のアセットマネジメント及び(5) SIP 研究開発成果等の実証体制の構築の5部門の研究開発を実施する。部門には、班及び共同研究グループを配置して、実装のための研究開発を綿密な連携のもとに機動的に実施する。研究開発の枠組みは表のとおりで、以下に研究開発グループ毎に研究開発の内容とロードマップを示す。

		SIP 採択研究開発番号
(1) 橋梁のアセットマネジメント		
(a) 橋梁点検の要素技術	1) 近接目視	「11, 44, 45, 47, 50, 51, 52」の中から選んで研究
	2) 打音検査	「11, 45, 47, 48, 50, 51, 52」の中から選んで研究
	3) たわみ・変位計測 「デジタルカメラを用いた橋梁たわみ計測」	建設技術研究開発助成成果を実用化に向けて推進、 「19, 25」と比較検討
	4) 振動計測	「8, 21, 39」を活用して研究
	5) PC 桁の現有応力測定法：「応力解放法を用いた PC 桁の現有応力測定法」	建設技術研究開発助成成果を実用化に向けて推進、 「4, 6, 10, 11, 34」と比較検討
	6) 鋼橋の劣化診断技術：「熱源を利用した鋼材疲労き裂検知法の開発」	建設技術研究開発助成成果を実用化に向けて推進、 「2, 3, 34」と比較検討
(b) 維持管理システム	1) 3D 外観劣化情報取得	建設技術研究開発助成成果を実用化に向けて推進、 「10, 22, 23」と比較検討および「18」の活用
	2) リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング	長崎大学での研究開発成果を実用化に向けて推進、 「24, 52」と比較検討
	3) 中小スパン橋梁のリスク評価に基づくモニタリング手法	建設技術研究開発助成成果を実用化に向けて推進、 「22, 33, 55」と比較検討
(c) コンクリート構造物の維持管理技術・劣化環境定量的評価	1) コンクリート構造物の劣化診断技術	大学研究成果を実用化に向けて推進、 「4, 6, 10, 11, 12, 17, 22」と比較検討
	2) 環境作用強度に基づくコンクリート橋の維持管理優先度決定システム	大学研究成果を実用化に向けて推進、 「10, 34」と比較検討

SIP 採択研究開発番号	
(2) トンネル・道路斜面のアセットマネジメント	
(a) 覆工コンクリート健全度評価	大学研究成果を実用化に向けて推進、「4, 9」と比較検討、「48, 49」のロボット技術の利用
(b) 斜面地安定性評価のための屋外モニタリング	「25, 26」の中から選んだものと大学研究を比較検討
(3) 道路舗装のアセットマネジメント	
ICT等を用いた新しい道路舗装維持管理	「39」と大学研究を比較検討 「5, 15, 40」の併用
(4) 道路全体のアセットマネジメント	
(a) 実装するための戦略的マネジメント	「57」と大学研究を比較検討
(b) 橋梁の耐震設計	「19, 25」を使用し調査研究を実施、 「24」と大学研究を比較検討
(5) SIP 研究開発成果等の実施体制の構築	

(1) 橋梁のアセットマネジメント

橋梁のアセットマネジメントのみは班構成となり、(1)-(a) 橋梁点検の要素技術、(1)-(b) 維持管理システム及び(1)-(c) コンクリート構造物の維持管理技術・劣化環境定量的評価の3班からなる。橋梁点検の要素技術とコンクリート構造物の維持管理技術・劣化環境定量的評価は維持管理システムに装填される研究開発内容である。橋梁点検の要素技術と維持管理システムの関係は図のように示される。したがって、橋梁点検の要素技術の研究開発のロードマップは維持管理システムよりも先行して実施される。



(1)-(a) 橋梁点検の要素技術

(1)-(a)-1) 近接目視

近接目視を代替する手法の社会実装を行う。

橋梁点検では近接目視の実施が求められているものの、現実には接近困難な部位が多数あり橋梁点検車や高所作業車を使用する必要がある。このような従来の点検は多大な費用と手間が必要であり、小規模管理者による点検が滞る一因となっている。このような課題を解決するために、本研究開発ではこれまでに長崎大学において研究開発を行いシステム化してきた簡便かつ効率的な近接目視代替手法の社会実装を目的とする。この要素技術は(1)-(b)-1)につながる要素技術である。

①近接目視ではなく、デジタルカメラをUAVやギガパンに搭載し、コンクリートのひび割れや剥落、鋼の塗膜劣化、錆、ボルト抜落ち、等々の劣化情報を取得するシステムを開発する。コンクリートのひび割れは0.2mmまで取得できることを確認している。完全自動化してCAD図面を作成できるシステムを開発する。

②人が近づけない部材や部位はUAVを用いて行ってきたが、それでも観察できない場合がある。そのような場合には、平成28年度に長崎県建設技術研究センターが導入予定の橋梁点検車を利用する。

③さらに、SIP各研究開発課題（研究開発テーマNo. 11、44、45、47、50、51、52）のうち、この目的を達成しうる技術の評価及び実橋梁への適用試験を行い、上記にマッチする手法を適宜組み合わせ、社会実装する上で最適なシステムを開発する。

〔共同研究者〕：麻生稔彦、田島啓司、中村聖三、奥松俊博、西川貴文、牧角龍憲

研究細目	平成28年度	平成29年度	平成30年度
近接目視	鋼橋劣化情報検出方法の簡易化と自動化	実装方策に関する調査	(1)-(b)-1)、 (1)-(b)-3)に統合
	ひび割れ幅0.2mm検出の簡易化と自動化	劣化情報のマッピング化	
	SIP研究テーマ調査		

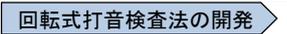
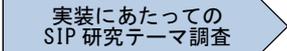
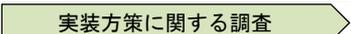
(1)-(a)-2) 打音検査

従来、コンクリート構造物の劣化調査は、表面を軽打した際の反射音を聞き分ける「打音検査」によって行われてきたが、作業効率の悪さが指摘されていた。本研究では、多面体が回転する際に発生する「回転打音」を利用した「回転式打音検査法」を用いた劣化診断評価法の開発を行う。

打音検査は近接点検が基本となるが、点検のための仮設足場を必要としない打音点検手法を開発する。具体的には、研究開発テーマNo. 45、47、48、50、51、52で開発されているロボット技術を用いて仮設足場を必要としない打音検査手法について検

討するとともに、研究開発テーマNo. 11で開発されている点検員の技術に左右されず正確に損傷の検出が可能な学習型打音検査技術を用いて、打音と内部の損傷度を関連づけたデータベースを作成する。

〔共同研究者〕：園田佳巨、玉井宏樹、日野伸一

研究細目	平成28年度	平成29年度	平成30年度
打音検査	 		(1)-(b)-1)、 (1)-(b)-3)に統合

(1)-(a)-3) たわみ・変位計測「デジタルカメラを用いた橋梁たわみ計測」★(優先・重点研究開発課題)

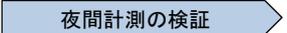
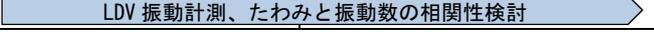
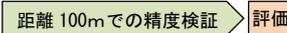
本研究開発では、定期点検レベルで実施できる簡易で安価なたわみ計測法の開発を目標とする。本計測法は、橋面上の地覆や路肩等に複数のターゲットを置き、車両載荷時の橋梁の変位をデジタルカメラで橋梁上部工以外から撮影して変位を計測する方法である。これまでに実橋において試験計測を行っており変位計とほぼ同等の精度が得られることが明らかとなった。また、設置から計測、撤去までの作業時間が約半日で終了することから、従来一般的に行われている足場と変位計を用いた計測法と比較し作業性が良く、経済性に優れた方法となっている。しかし、交通量の多い橋梁ではたわみ計測を行うことが困難であるという問題が残されている。

本研究開発では、交通量の少ない夜間にでも計測できる機器に改良することと、終日計測できる方法として遠方から(100m)ターゲットを撮影してたわみ計測を行う方法について検討し改良開発を行う。また、たわみ計測よりもより簡便に遠隔非接触計測ができるレーザードップラー速度計(LDV)により振動数を計測し、静的たわみ計測結果による剛性との相関性について検討する。

さらに、SIP研究課題No. 19、25(衛星による変位計測)を使用し、比較検討する。

本研究課題は社会実装の見通しが高いと判断されるので、本研究の中での優先・重点研究開発課題として設定して研究開発を進める。

〔共同研究者〕三田勝也(計画立案、装置設計、現場計測、とりまとめ)、松田浩、出水享、木本啓介(装置設計、現場計測、解析)、伊藤幸広(装置設計・製作、現場計測、解析)

研究細目	平成28年度	平成29年度	平成30年度
たわみ・変位計測	 	 	(1)-(b)-1)、 (1)-(b)-3)に統合

(1)-(a)-4) 振動計測

効率性と定量的確証性の点で合理的な橋梁診断手法の確立のために、本研究項目については、橋梁の全体系及び代表部材の高品質な振動データの取得とリッチデータベースの構築、確度の高い振動性状分析手法の確立と社会実装に取り組む。

テストフィールドとして、比較的規模の大きな橋梁と、劣化因子が比較的明確で長期継続が可能な橋梁数橋を選定し、振動データの取得と分析を行う。

振動データの取得には、これまでに実績のある精度と安定性の高い慣性計測（加速度及び速度）の手法に加えて、SIP研究で開発が進められている橋梁振動センシング技術を活用する。具体的には、長大橋に対してはVirA（研究開発テーマNo. 8）開発研究グループと共同して当該技術を活用し、また、継続監視対象橋梁のうち橋脚基礎の変状が想定される橋梁に対して橋脚モニタリング技術（研究開発テーマNo. 21）の試験実装を図る。

さらに、各センシング技術により得られた高品質な振動データを用いて、構造同定手法と統計分析を組み合わせた高精度で確度の高い振動性状評価手法を確立する。

〔共同研究者〕：西川貴文、森田千尋

研究細目	平成28年度	平成29年度	平成30年度
振動計測	実装にあたっての SIP 研究テーマ調査	実装方策に関する調査	(1)-(b)-1)、 (1)-(b)-2)、 (1)-(b)-3)に統合

(1)-(a)-5) PC桁の現有応力測定法「応力解放法を用いたPC桁の現有応力測定法」★

我が国では高度経済成長期に数多くの橋梁が建設され、老朽化した橋梁の安全確保や維持管理費の縮減が喫緊の課題となっている。特にPC橋の維持管理では、現有応力（プレストレス量）を測定することが重要であるが、既存の測定技術であるスロットストレス法、コア応力解放法には測定精度や作業性などの問題点があり広く普及していない。これらの問題を解決したスリット応力解放法は、PC 構造物にスリットを切削し、応力解放した際のひずみを光学的全視野ひずみ計測装置により測定し、現有応力を算出するという新しい技術である。本研究開発では、スリット応力解放法の現場実装を進めることにより、作業性、操作性、測定精度といった観点から本方法の課題を明らかにし、改良を行うことを目的として検討するものである。

また、光学的全視野ひずみ計測装置は、従来のひずみゲージ測定に対して、作業性、コストの面で有利なほか、ひび割れが発生している部位にも適用可能であり、またひび割れ幅も同時に測定できるというメリットがある。老朽化橋梁の載荷試験を行い載荷前後の表面ひずみを光学的全視野ひずみ計測装置により測定しデジタル画像相関法によって解析することによって、主応力の方向や中立軸の位置、平面保持の確認が簡易に精度よくできる。設計図書がない老朽化橋梁でも、支点沈下の影響、ひび割れ発生予測が簡易に調査でき耐久性診断を行う方法について検討を行う。

本研究テーマにおいては仮設足場の設置が不可欠であるので、SIP研究テーマNo. 4、6、10、11、34も使用して、比較検討する。

本研究テーマは平成20～21年度の建設技術開発研究助成の成果であり、実用化に向けて実橋梁に対する現場試験を実施するとともに、鋭意改良を進めており、平成28年度国土開発技術賞を受賞した。社会実装まですぐそこまで届いているので、本研究において優先・重点研究開発課題として実施する。

〔共同研究者〕伊藤幸広(計画立案、現場計測、装置改良、解析、とりまとめ)、松田浩、出水享、木本啓介(装置設計、現場計測、解析)、三田勝也(現場計測、装置改良、解析)

研究細目	平成28年度	平成29年度	平成30年度
PC桁の現有応力測定法	実橋による応力解放法による応力推定	評価・改良	(1)-(b)-1)、 (1)-(b)-3)に統合
	老朽化橋梁載荷試験	評価・改良	

(1)-(a)-6) 鋼橋の劣化診断技術「熱源を利用した鋼材疲労き裂検知法の開発」★

熱源を用いてき裂を開閉させ、デジタル画像相関法(DICM)で全視野計測することにより微細き裂を検知可能な新しいき裂欠陥検知法を開発した。実験室での加熱前後のひずみ分布を計測することにより、き裂を検知できること、塗膜を除去することなく鋼材の疲労き裂を検知できることを確認した。小型で操作性に優れた安価な装置を製作し、鋼床版、トラスやアーチの吊材・斜材の主構との格点部付近に発生する疲労き裂について、土木研究所等で実施された疲労試験終了後の試験体を対象として計測試験を実施し本計測法の有効性と有用性を検証するとともに、SIP研究テーマNo. 2、3、34も使用して比較検討し、新しいき裂欠陥検知法を確立する。

本研究課題は、国内で特許を出願しており、また、JSTの外国特許出願支援制度に採択され米国及びフランスに特許出願しており、また、平成27年11月には、The Federal Highway Administration(米国連邦道路庁)、ワシントン本部において本方法のデモンストレーションを実施し高い評価を得ている。このように実用化の見通しが極めて高いので、本研究の優先・重点研究開発課題として設定する。

〔共同研究者〕伊藤幸広(計画立案、装置設計、計測実験、解析、とりまとめ)、松田浩、出水享、木本啓介(装置設計、計測実験、解析)、勝田順一(装置設計、計測実験、解析)、麻生稔彦、田島啓司(計測実験、解析)、三田勝也(計測実験、解析)

研究細目	平成28年度	平成29年度	平成30年度
鋼橋の劣化診断技術	装置改良	評価・改良	(1)-(b)-1)、 (1)-(b)-3)に統合
		疲労試験後の試験体で検証	

(1)-(b) 維持管理システム

(1)-(b)-1) 3D外観劣化情報取得

本研究項目は、橋梁やトンネル内壁の外観データを効率的に集録し、形式の異なる大量のデータを統合的に管理するデータベースを構築するとともに、構造上の劣化及び損傷個所を識別して変状データベースを構成するためのシステム化と実装を主眼とする。

外観データは主としてデジタルカメラ画像と3Dレーザースキャナによる計測画像を対象とし、協力自治体・管理者と要求点検仕様を協議したうえで、先行するSIP研究課題で研究開発が進められている外観データ取得技術（研究開発テーマNo. 10、22、23など）を活用してデータの蓄積を進める。また、これまでに長崎大学において研究開発を行いシステム化してきたデジタル画像相関法や、現在研究開発が進められているサンプリングモアレ法などの3D光学計測技術とUAV撮影システムについても、併用あるいは統合利用の有効性を検討する。

外観データからの変状分析については上記の先行研究課題における開発技術を活用し、また、データベースの構築には本研究項目に対しても有用であると期待できる研究開発テーマNo. 18のデータベース構築技術の活用を図る。

〔共同研究者〕：奥松俊博（3D外観劣化情報取得）、松田浩、出水享、木本啓介（ギガピクセル画像分析・図化）、牧角龍憲（損傷同定）

研究細目	平成28年度	平成29年度	平成30年度
3D外観劣化情報取得	3D計測、ギガピクセル画像分析、損傷同定	情報 3D イメージング	実装試験
	UAV 画像取得・操縦システム	3D 外観劣化情報取得システム	改良、改善

(1)-(b)-2) リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング ★

2009年に生月大橋（平戸市、3径間連続トラス橋、中央径間400m）の斜材に発見されたき裂の発生原因を究明するために、同部材及び類似部材に各種センサーを設置して、リアルタイムに遠隔でモニタリングできるシステムを構築した。長崎県の重点維持管理橋梁（30橋）のうち代表的な2橋に対して、このシステム及び現在SIPで開発中のワイヤレスセンサによる継続的遠隔モニタリングシステム（研究開発テーマNo. 24）を実装して長期モニタリングを実施することで、それらの問題点を抽出するとともに、その解決を図る。また、大規模橋梁において、必要最小限のセンサーを配置しその構造安全性をモニタリングするための、計測項目及び計測位置の決定方法、さらにはデータ処理方法について検討する。

本研究課題は上述したように生月大橋で実証済みであり、有用なSIP技術開発課題

を用いて維持管理の診断に必要となる情報を取得するために、本研究の優先・重点研究開発課題として実施する。〔共同研究者〕：中村聖三、奥松俊博、西川貴文、園田佳巨、玉井宏樹、日野伸一

研究細目	平成28年度	平成29年度	平成30年度
リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング	対象橋梁（2橋）の選定・実装	長期モニタリングとモニタリングシステムの検討劣化診断システム	実装試験 改良、改善

(1)-(b)-3) 中小スパン橋梁のリスク評価に基づくモニタリング手法 ★

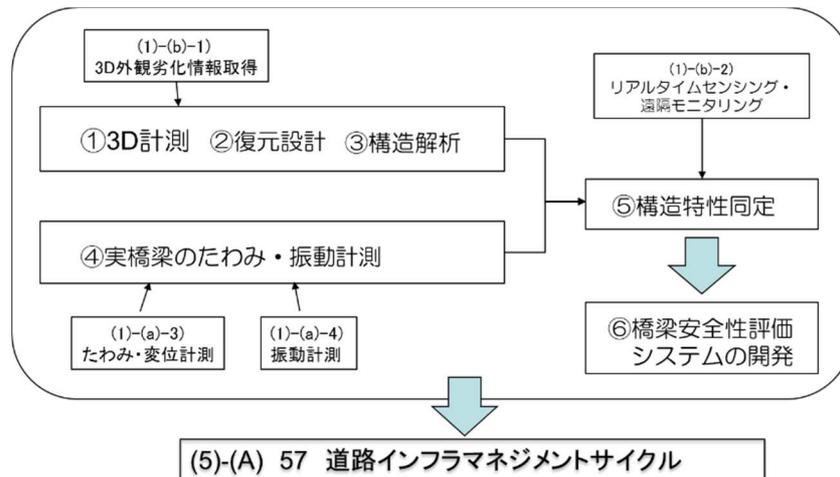
地方自治体、特に市町村が管理する15m未満の中小橋梁には設計図面もなく架設年も不明な橋梁が多数存在する。そのような橋梁に対する近接目視中心の定期点検では、材料劣化や外観変状が分かるのみであり、老朽化橋梁の場合には、安全性の保証、補修・架替え、その判断基準等の課題がある。これらの課題を解決するためには、復元設計等により現状の橋梁の構造特性を把握する必要がある。

本研究開発では、簡便で短時間に評価できる診断法の開発を目標とし、橋梁のリスクや安全性を評価し適切に維持管理するために、図に示すように、①3D計測、②復元設計策、③構造解析、④実橋梁のたわみ・振動計測、⑤構造特性同定、⑥橋梁安全性評価システムの開発を行う。さらに、研究開発テーマのNo. 22、33の技術と併用して中小スパン橋梁のリスク評価に基づくモニタリング手法を開発し、最終的には、研究開発テーマNo. 55の道路インフラマネジメントサイクルに実装する。

本研究課題は(1)-(a)の橋梁点検要素技術を併せて用い、また(1)-(b)-(1)の3D化技術も用いて実施するもので、この研究課題の成果は、地方自治体管理の橋梁の維持管理のあり方に大きな成果を与えうるものと考えられるので、本研究の優先・重点研究開発課題として実施する。

〔共同研究者〕：松田浩、出水享、木本啓介、奥松俊博、才本明秀、山口栄輝、森田千尋、麻生稔彦、田島啓司

研究細目	平成28年度	平成29年度	平成30年度
中小スパン橋梁のリスク評価に基づくモニタリング手法	3D計測、構造解析 実橋梁の振動・たわみ計測	健全度評価システムの構築	実装試験 改良、改善



(1)-(c) コンクリート構造物の維持管理技術・劣化環境定量的評価

(1)-(c)-1) コンクリート構造物の劣化診断技術

鉄筋コンクリート構造物の劣化要因としては、九州地方の現状を踏まえ塩害とアルカリシリカ反応を優先し、劣化診断技術を開発する。

- ①塩害については、鉄筋探査と腐食状況を定量的に評価できる技術、とくに解析や劣化予測のinputとなり得る測定技術（研究開発テーマNo. 6、10、11）の検証を行う。
- ②アルカリシリカ反応については、画像計測技術からひび割れ原因を特定できる技術（研究開発テーマNo. 10、12）や、3D計測によって膨張挙動から構造物の使用性に及ぼす影響を評価できる技術（研究開発テーマNo. 4、17、22）の検証を行う。

以上の要素技術に対して、日常・定期点検に応用可能なものと詳細点検に応用可能なものに区別して、それぞれの点検に要求される条件を満足するように、技術の組合せやinterfaceを改良する。要素技術の組合せや整合性は地域の実情に合わせカスタマイズするが、まずは長崎県内の自治体をモデルケースにして、自治体職員や地元建設会社、コンサルタントの技術者と協議をする。

[共同研究者]：日比野誠、松田浩、出水享、木本啓介、合田寛基、佐川康貴、李春鶴、安井賢太郎

研究細目	平成28年度	平成29年度	平成30年度
コンクリート構造物の劣化診断技術	塩害、アルカリシリカ反応の評価方法の検証、FE解析 ユーザーのニーズ調査	劣化診断システムの構築	(1)-(b)-1)、 (1)-(b)-3)に統合

(1)-(c)-2) 環境作用強度に基づくコンクリート橋の維持管理優先度決定システム

本研究開発では、「環境作用強度に基づくコンクリート橋の維持管理優先度決定シス

テムの構築と地方管理橋梁の維持管理への実装」を目標に、①コンクリート橋の劣化現象を引き起こす環境作用（塩害、中性化、水分環境）を各種技術（研究開発テーマNo. 10、34）により測定・推定する手法を確立し、②環境作用強度に基づいたコンクリート橋の維持管理優先度決定システムを構築するとともに、そのシステムを地方管理橋梁の維持管理へ実装する。

〔共同研究者〕 佐々木謙二（維持管理優先度決定システム開発）、濱田秀則（九州北部地域の劣化環境評価）、武若耕司、山口明伸（九州南部地域の劣化環境評価）

研究細目	平成28年度	平成29年度	平成30年度
環境作用強度に基づくコンクリート橋の維持管理優先度決定システム	塩害、中性化、水分環境試験方法の検証、FE解析 薄板モルタル法調査	環境作用強度に基づくコンクリート橋の維持管理優先度決定システム構築	(1)-(b)-1)、 (1)-(b)-3)に統合

(2) トンネル・道路斜面のアセットマネジメント

(2)-(a) 覆工コンクリート健全度評価

道路トンネルの詳細調査資料を電子カルテに整理した上で、背面空洞の有無や規模、地盤特性、供用年数などとの関係を解明する。固有振動特性の違いに基づく覆工コンクリート健全性評価手法を提案し、実現場への適用を進める。さらに、研究開発テーマNo. 4、9と比較検討するとともに、打音検査用ロボット技術（研究開発テーマNo. 48、49）を使用して有効性と有用性を検討する。

〔共同研究者〕：蔭宇静（システム開発）、大嶺聖（評価）、杉本知史、石田純平、張慧中、勝田侑弥（解析と診断）

研究項目	平成28年度	平成29年度	平成30年度
(a) 覆工コンクリート健全度評価	トンネル損傷形態分析	データベース化と電子カルテ化	
		計測システムの設計と健全度モデル構築	
			道路トンネルでの実装試験

(2)-(b) 斜面地安定性評価のための屋外モニタリング

本研究は無線センサーネットワークを用いた斜面崩壊・地滑りモニタリングシステムの開発を目的としている。無線を用いることにより斜面等への適用が容易となり、さらに複数のセンサーを用いた広範囲での多点的モニタリングが可能になる。また、既存の太陽光パネルのほか、電波を用いたエネルギーハーベスティング装置（レクテナ）の開発も行い、電源供給自立型センサーネットワークの構築を行う。さらに、端末の雷害からの保全に対し、簡易的な避雷方法の検討も行い、ロバストなシステムの構築を目指す。従来にない多点計測により得られたデータからの危険地域の判断手法を構築し、人手不足や財政難に悩む地方自治体の道路斜面の維持管理の一助を担うことを目的とする。エ

エネルギーハーベスティングを含む電源システム、各種計測センサー、避雷対策手法の開発ならびに検証については長崎大学の構成メンバーが取り組み、センサーから得られるデータ収集のための通信ネットワークのシステム構築は、富士通研究所の技術協力を得ながら実行する。なお、各種計測センサーについては、SIP研究開発テーマNo. 25、26の技術も積極的に導入する。

[共同研究者]：杉本知史、石田純平、張慧中、勝田侑弥、石塚洋一、岩崎昌平、笹村拓哉、西川祐貴、藤島友之、藤本孝文

研究題目・項目		平成28年度	平成29年度	平成30年度
(b) 斜面 地安定性 評価のた めの屋外 モニタリ ング	(1)現場に要求される装置仕様の解明	屋外実験による調査		実装試験
	(2)斜面監視用アンテナの開発設計	シミュレーター設計	実験による特性評価	システムへの組込
		基板加工機による試作		実装試験
	(3)簡易センサー・避雷装置の開発設計	電波暗室での試験・評価	実験による特性評価	実装試験
		実験室内での試作・設計		
	(4)レクテナ開発設計		シミュレータレクテナ設計	システムへの組込
		基板加工機による試作	実装試験	
(5)無線センサモニタリングシステム構築設計		電波暗室での試験・評価 システム構築と動作調査	実装試験	
(6)計測結果の解析			計測結果評価法の確立と提案システムの性能評価	

(3)道路舗装のアセットマネジメント

ICT等を用いた新しい道路舗装維持管理

小型センサーやスマートフォンなどの身近な情報機器を活用し、安価で簡易かつ精度と信頼性の高いセンシングノードを広範囲の複数の移動体に配置し、ICTを用いて高頻度かつ簡便に収集される路面性状に関するビッグデータを管理・処理することで、現在の道路状況に適した道路インフラ維持管理システムの構築を図る。

具体的には、研究開発テーマNo. 39において実装と実証が進められている路面評価システムと、長崎大学・福岡大学・岐阜大学等で共同して実証を進めているスマートフォンを用いた路面性状評価技術の実用化と実証に取り組む。これらは、路面性状を定量的に評価するという目的は共通するものの、データ分析のアプローチが異なっており、本研究において比較・検証、知見の共有を行うことで有益な成果が得られると期待できる。

さらに、SIP研究開発テーマNo. 5、15、40を使用して、社会資本の維持管理に関す

る様々な情報との連携を視野に入れた、効率的かつ戦略的な道路舗装維持管理スキームを構築する。

〔共同研究者〕：森田千尋、松田浩、西川貴文、山口栄輝、佐藤研一、一宮一夫、麻生稔彦、田島啓司

研究項目	平成28年度	平成29年度	平成30年度
ICT等を用いた新しい道路舗装維持管理	フレームワーク検討	他技術・情報との連携手法開発 データ収集・健全度評価 診断技術の精度向上・検証	包括的フレームワーク構築 包括的フレームワークでの試行
	関係機関との調整		

(4) 道路全体のアセットマネジメント

(4)-(a) 実装するための戦略的マネジメント

SIP等の研究開発成果を3年間という短期間で地方自治体の実務に実装するという前例が少ないスキームを実現するためには、その方法論を含めた検討が当初から必要である。このために、実装するための戦略的マネジメントの研究を実施する。(研究開発テーマ No.57)「道路インフラマネジメントサイクルの展開と国内外への実装を目指した総括的研究」のうち、地方自治体で取り組める内容について分析し、実装を実現するための地域での調査研究を行う。得られた成果をシステムにして、実装とその後の自走化の仕組みを構築する。

先行して長崎県をフィールドとして研究開発成果を自治体等の維持管理システム、長寿命化計画に位置付けるために、行政・管理者の要求水準、コストの考え方、契約制度との整合性、必要な人材の育成、その人数等の調査研究を実施する。さらに、実装する研究開発成果が具体的になってきた段階で、試行・実証・活用効果評価、国土交通省の新技术情報提供システム(NETIS)への登録等を調査研究して、スムーズな実装のための評価、リスク分担等を明白にして、実現方策を構築する。

道路施設の維持管理業務における官民協働体制がすでに動き始めている長崎県を先行対象として、①質の確保：SIPにより開発された先端技術を実務に活用できる「スーパー道守」の育成及び実務における先端技術の汎用性の検証、②コストの縮減：ICTを活用した点検・モニタリングデータの利活用による定期点検の省コスト化及び地域全体の情報共有化による中長期的な管理コストの全体最適化、③生産性向上：維持管理業務の全工程におけるSIP開発技術による効率化及び従来技術との比較による歩掛りの最適化を進める方策を提示する。

九州・山口地域全体については、体制の整備、アンケートの実施、情報共有のためのシステムを構築して、九州・山口地域に実装する。内容については、次の(5)で触れる。

〔共同研究者〕：高橋和雄、松田浩、田中徹政、牧角龍憲

研究項目	平成28年度	平成29年度	平成30年度
実装するための戦略的 マネジメント	実装にあたっての 課題調査	実装方策に関する 調査	実装方策の提案と実 装結果のとりまとめ

(4)-(b) 橋梁の耐震補強

本研究開発では、平成28年4月に起こった熊本地震において熊本県内で被災した道路橋を対象に地震被害調査を実施する。その際、SIP研究開発テーマ No. 19 および No. 25 を使用して調査研究を行う。さらに、調査対象となった道路橋の中ですでに耐震補強が行われていた橋梁を抽出し、耐震補強と被害の関係を調査・分析する。さらに、SIP研究開発テーマ No. 24 を使用して、橋梁の継続的遠隔モニタリングシステムの現場実証試験を実施し、その有効性と有用性について検討する。

[共同研究者]: 松田泰治 (全体)、山尾敏孝 (鋼橋)、葛西昭、梶田幸秀 (鋼橋、RC 橋、その他)

研究項目	平成28年度	平成29年度	平成30年度
橋梁の耐震補強	耐震補強が実施された 橋梁の被害調査	耐震補強された橋梁の 解析・評価	耐震補強に対する 知見のとりまとめ

(5) SIP 研究開発成果等の実装体制の構築

研究開発成果の実装は長崎県で先行して実施し、九州・山口地域で取り組むためには、長崎県の道守養成ユニットに代わるプラットフォームとなる「九州・山口地域インフラ・アセットマネジメント協議会(仮称)」を新設する。協議会の事務局は長崎大学インフラ長寿命化センターに置き、メンバーは11の参画大学・高専等、九州・山口8県・各県内の建設技術センター、国土交通省九州地方整備局・同九州技術事務所・各県内の河川国道事務所からなる国の機関及び九州橋梁・構造工学研究会・建設業協会等の各種団体からの代表とする。この協議会において、以下の内容を協議して、実装の戦略を立案する。

(a) 体制整備と SIP 研究開発成果等の情報提供・啓発活動

(b) 研究開発成果の実装モデル地区の設定と自治体等への実装に関する支援

(c) インフラマネジメント人材の育成・技術者としての活用の場の開拓等

具体的には次の事業を実施する。

- ・九州・山口地域インフラ・アセットマネジメント協議会の立ち上げ
- ・九州・山口地域 SIP アンケートの実施 (SIP の周知状況、活用したい研究開発課題、人材育成ニーズ)
- ・九州・山口地域における特徴的な維持管理課題と研究開発成果の対応マトリクスと

実装戦略図の作成（ニーズとシーズのマッチング；地域の特徴的な維持管理上の課題を、対象インフラのスケールについて大規模／中小規模に分類し、また事象のフェーズについて平常時／緊急時に分類する。フェーズについてはさらに[1]データ（情報）の入手、[2]データ（情報）の分析、[3]分析結果の維持管理への活用すなわちデータ（情報）の利用の3つに分類する。分類した課題と地域をマトリクス形式で整理し、各要素に関連性の高い研究開発成果を実装・実証するモデルフィールド（地区・構造物・路線等）を選定する）

- ・ SIP ワークショップの開催（開発者を招いての説明会）
- ・ SIP 参画大学研究開発・実装会議（福岡、長崎）
- ・ 各県の道路メンテナンス会議における SIP 事業の説明・情報提供
- ・ 国土交通省九州地方整備局、同九州技術事務所、現地事務所との連携
- ・ 九州橋梁・構造工学研究会との連携（人材育成に加えて、SIP）
- ・ NEXCO 西日本、九州経済調査会、道守九州会議との連携
- ・ SIP ホームページの立ち上げ、建設関係メディアへの情報提供
- ・ SIP ニュースレターの発行
- ・ 試行・実証の現場見学会の開催
- ・ 人材育成に関すること

【九州・山口地域の実装スケジュール】

研究項目	平成28年度	平成29年度	平成30年度
(a) 体制整備とSIP研究開発成果等の情報提供・啓発活動	協議会の設置、情報提供システムの整備、アンケートの実施	協議会の活動による実装事業、情報の提供の継続	協議会の活動継続と自走体制の協議
(b) 研究開発成果の実装モデル地区の設定と自治体等への実装に関する支援	実装にあたっての課題調査（マトリクス作成）	実装方策に関する調査（実装戦略作成）	試行・実装結果のとりまとめ
(c) インフラマネジメント人材の育成・技術者としての活用場の開拓	九州・山口地域の人材育成のあり方の検討	モデル地域での試行	SIP 研究開発成果の活用

【長崎地域の実装スケジュール】

研究項目	平成28年度	平成29年度	平成30年度
(a) 長崎地域での実装	SIP 技術委員会の立ち上げ、先行して試行する研究開発成果の絞り込み	研究開発成果の試行、試行調査、事後評価、成果の改善提案、実装体制の整備	スーパー道守の養成、実証、発注体制の整備、橋梁点検車の高度利用化

1.5. 研究開発の最終目標

(1) 橋梁のアセットマネジメント

(1)-(a) 橋梁点検の要素技術

(1)-(a)-1) 近接目視

近接目視点検と同等の信頼性が確保され、実施が容易な技術の社会実装を最終目標とする。社会実装では、研究期間中に適用例を蓄積し、当該技術の問題点や適用範囲を明らかにする。さらに、点検業者が実施する近接目視結果との対比を定量的に行う。近接目視ではなく、デジタルカメラをUAVやギガパンに搭載し、コンクリートのひび割れ（ひび割れ幅0.2mm）や剥落、鋼の塗膜劣化、錆、ボルト抜落ち等々の劣化情報を取得するシステムを開発する。完全自動化してCAD図面を作成できるシステムを開発する。

(1)-(a)-2) 打音検査

ロボット技術を用いて仮設足場を必要としない回転式打音検査法を試行し、精度や運用性に関する手法の有用性、実装上の課題について検討するとともに、点検員の技術に左右されず正確に損傷の検出が可能な学習型打音検査技術を用いて、打音と内部の損傷度を関連づけたデータベースを作成する。

(1)-(a)-3) たわみ・変位計測「デジタルカメラを用いた橋梁たわみ計測」

夜間及び長距離（最大100m）の計測においても変位計とほぼ同等の精度が得られる装置、方法とすることを開発目標とする。夜間計測においては安全性が特に重要となるため、有効な装置の設置方法や撮影方法の指針を作成する。試験桁等を用いた予備実験により上記の性能を確認し、足場設置が難しい実橋において夜間または長距離計測を行い、開発目標の検証・確認を行う。

(1)-(a)-4) 振動計測

日常監視のための平常時における振動性状の評価項目を数値基準とともに例示する。一方で、地震等の突発事象発生後の保有構造性能評価を想定した振動計測による診断手法を提案する。

(1)-(a)-5) PC桁の現有応力計測法「応力解放法を用いたPC桁の現有応力測定法」

スリット応力解放法の現場実装では、種々の劣化が生じた構造物や構造形式の異なるPC橋など複数のPC構造物を対象として、本方法の適用範囲や誤差要因等を明確にし、作業性、操作性、測定精度について改良を行う。老朽化橋梁の載荷試験による耐久性診断では、主応力の方向や中立軸の位置、平面保持の確認に対する光学的全視野ひず

み計測装置の有効性を適用範囲および精度とともに示す。

(1)-(a)-6) 鋼橋の劣化診断技術「熱源を利用した鋼材疲労き裂検知法の開発」

開発した熱源を用いたき裂欠陥検知法を社会実装するために、小型で操作性に優れた実用的な装置を開発する。本方法は、主に橋梁の定期点検時などに使用される簡易な検査方法と位置付けられるため、小型で操作性に優れるとともに試験時間が短いことも重要な要件となる。小型とは、検査員1人で可搬できる形状、質量とし、操作に熟練を要さず、10分以内に結果が得られる装置とすることを最終目標とする。

(1)-(b) 維持管理システム

(1)-(b)-1) 3D外観劣化情報取得

仮設足場を極力必要としない構造物外観撮影システム、外観データベース及び外観変状データベースを構築し、(1)-(a)の橋梁点検で取得される様々なデジタル情報を3D劣化情報として3D形状データにマッピングし、橋梁のあるがままの状態を仮想空間の中で橋梁点検できる3Dデジタル劣化情報システムを開発する。

(1)-(b)-2) リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング

長期間安定して継続遠隔モニタリングが可能で、比較的安価なシステムを構築し、実橋においてその性能を実証する。また、必要最小限のセンサーで対象構造物の安全性をモニタリングするための、計測項目及び計測位置の決定法及びデータ処理方法を確立する。それらの知見を統合し、長崎県の重点橋梁（30橋）のような大規模橋梁に対する標準的な遠隔モニタリングシステムを構築する。

(1)-(b)-3) 中小スパン橋梁のリスク評価に基づくモニタリング手法

本研究開発では、簡便で短時間に評価できる診断法の開発を目標とし、橋梁のリスクや安全性を評価し適切に維持管理するために、3D計測、構造解析、構造特性同定、実橋梁のたわみや振動と比較により、橋梁の安全性を評価できるシステムの開発を行う。

(1)-(c) コンクリート構造物の維持管理技術・劣化環境定量的評価

(1)-(c)-1) コンクリート構造物の劣化診断技術

既存技術並びに開発中の技術（SIP採択研究）を組み合わせ、九州地方の各自治体で策定されている橋梁の長寿命化計画を効率的に運営できる、構造物の劣化（健全度）診断システムを2年を目途に開発する。

(1)-(c)-2) 環境作用強度に基づくコンクリート橋の維持管理優先度決定システム

①維持管理レベルに応じた要求精度や簡便性を考慮した環境作用強度の測定・推定手法の確立、②地方管理橋梁の維持管理への実装を前提とした環境作用強度に基づいたコ

ンクリート橋の維持管理優先度決定システムの構築を最終目標として開発を行う。

(2)トンネル・道路斜面のアセットマネジメント

(2)-(a) 覆工コンクリート健全度評価

非破壊的で高精度に評価するトンネル覆工コンクリートの点検手法を確立し、実現場への適用を進める。具体的には以下のように、①軽量化、②天井に取り付け可能、③データベースに基づく損傷原因の推定、④振動特性と覆工コンクリート健全度との相関関係の解明、⑤計測システムの構築と実現場への適用を最終目標とする。

(2)-(b) 斜面地安定性評価のための屋外モニタリング

独立した電源確保のための小型ソーラー発電と汎用バッテリーを組み合わせたシステムの開発と最適構成の検証、斜面監視用アンテナならびに雷害対策のための避雷装置の開発、汎用センサーを用いた低コストの簡易計測センサーの開発、電波を用いたエネルギーハーベスティング装置（レクテナ）の開発により、富士通研究所の協力を得つつ、無線センサモニタリングシステムの構築を行う。さらに、実際の斜面の現場への実装試験を行うとともに、計測結果の評価法の確立と提案システムの性能評価を行う。

(3)道路舗装のアセットマネジメント

ICT等を用いた新しい道路舗装維持管理

道路のメンテナンスにおける道路性状評価（数値化）において、研究開発成果技術を地域に戦略的に配置し、地区ごとにそこで育った多数の技能者が運用する仕組み（体制とサイクル）を構築し、パイロット事業において手法を評価する。高額な機器とそれを使いこなせる少数の専門家に依存しない分散型の道路アセット評価を試行する。さらに、国、都道府県、市町村の区別なく、データを収集したエリア全体での健全度評価の見える化を実現するためのデータベースの形態に関する要件を示す。

(4)道路全体のアセットマネジメント

(4)-(a) 実装するための戦略的マネジメント

SIPによる研究開発の成果を、地方自治体の恒常的なアセットマネジメントに実装（直接的に活用）できる方策を提示する。

(4)-(b) 橋梁の耐震補強

平成 28 年熊本地震で被災した道路橋の地震被害調査を行うことにより、耐震補強効果を検証し、橋梁の維持管理に対して合理的な耐震補強の手順や手法に関して検討する。具体的には以下の内容である。①道路橋の地震被害調査 ②道路橋の被災メカニズムの検討 ③耐震補強に関する知見の取りまとめ ④③で得られた知見に基づき橋梁の維

持管理に対して合理的な耐震補強の提案

(5) SIP 研究開発成果等の実装体制の構築

① 本研究開発で整備された「九州・山口地域インフラ・アセットマネジメント協議会」を九州・山口地域における持続可能なインフラ維持管理に関するプラットフォームとして整備する。

② 長崎県において SIP の研究開発成果等をコンクリート橋、鋼橋、トンネル、道路舗装及び道路斜面の維持管理の業務や工事に実装する。さらに、研究開発成果を受注した業務や工事に SIP 研究開発成果を活用できるスーパー道守を養成して、業務や工事の参加資格や加点の対象にするように長崎県内の自治体に制度設計を依頼する。九州・山口地域においては、各県のニーズ、長崎県での実装の成果、各県の研究担当者の SIP 研究開発成果等の分担内容等を考慮して、特定の構造物について実装する。

③ (公財)長崎県建設技術研究センターが保有する橋梁点検車に通常の方法では対応できない点検箇所、精度を要する箇所の点検等を可能にするために、研究開発成果を橋梁点検車に搭載することを関係者と協議して、その機能の高度利用化を図る。同様な取り組みを九州・山口の各県においても検討し、実装を進める。

④ 研究開発成果を自治体が公共工事等に採用し易くするために、実装可能な研究開発成果を国土交通省の NETIS に積極的に登録する。長崎大学の研究開発成果を先行して登録する(当面の登録候補：2 技術)。SIP の研究開発成果についても開発者と協議を重ねて、NETIS への登録を目指す。

1.6. 研究開発成果の社会実装の見込み

○ 研究開発実施の基盤

(1) 橋梁のアセットマネジメント

(1)-(a) 橋梁点検の要素技術

(1)-(a)-1) 近接目視

鋼橋の腐食に関する研究を進めており、画像解析によるさび評価システムを開発している。この技術を援用して、移動体とそれに搭載する画像撮影装置からなる近接目視点検代替手法の開発を行う。また、土木鋼構造研究会、中国地区耐候性鋼橋梁研究会を主宰しており、橋梁点検に関する多くの資料が入手可能である。

(1)-(a)-2) 打音検査

回転式打音検査法を用いた RC 構造物の劣化診断評価に関する研究を進めており、現在 SIP で進められているロボット技術などの研究開発課題と併用すれば、社会実装するうえでさらに効果的かつ効率的な打音検査法を確立できる。

(1)-(a)-3) たわみ・変位計測「デジタルカメラを用いた橋梁たわみ計測」

日中計測可能なたわみ計測装置（ターゲット及び撮影装置）は開発済みであり、小規模な実橋において計測実績がある。長距離計測に必要な超望遠レンズも取得済みである。レーザードップラー速度計(LDV)も保有しており、実橋における計測実績を持つ。

(1)-(a)-4) 振動計測

慣性計測（加速度及び速度）によって橋梁の構造特性を精度と安定性の観点で頑健に同定する振動性状評価技術を有しており、外力や環境因子と振動性状の定量的関係性の把握や橋梁の損傷事例の原因究明研究に活用している。また、実践的な遠隔モニタリング技術を有しており、既に実用レベルにあるため、本研究においても有効に活用されることが期待される。

(1)-(a)-5) PC桁の現有応力計測法「応力解放法を用いたPC桁の現有応力測定法」

光学的全視野ひずみ計測装置は研究グループが開発したものであり、装置は保有している。スリット応力解放法についても現場計測実績がある。光学的全視野ひずみ計測装置を用いた老朽化橋梁の載荷試験は、実橋による計測実績は無いが試験桁による実験は行われている。

(1)-(a)-6) 鋼橋の劣化診断技術「熱源を利用した鋼材疲労き裂検知法の開発」

電磁誘導加熱（induction heating、IH）を熱源として鋼材のみき裂を開閉させる技術は、研究グループによって開発されており、表面の塗装の有無に係らず、IH加熱によってき裂部に大きなひずみが発生することを確認している。また、そのひずみをデジタルカメラで撮影し、デジタル画像相関法によって可視化する技術も研究グループが有している。鋼橋のき裂を検知するためのIH加熱装置及び撮影用のデジタルカメラを一体化させた装置は開発済みであるが、小型化、軽量化等の改善が必要である。

(1)-(b) 維持管理システム

(1)-(b)-1) 3D外観劣化情報取得

3Dレーザースキャナ計測、3D写真計測から得られる点群データを基に構造解析モデルを作成し、振動解析や変形解析を実施可能なシステムを開発済みである。またUAVを援用した画像取得・解析システムを保有しており、建物等各種構造物の画像分析と構造健全性診断に適用した研究事例を有する。

(1)-(b)-2) リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング

前述した生月大橋の損傷原因、鋼アーチ橋の温度による振動特性変化、補修・補強効

果の検証等を目的とする遠隔モニタリングを継続的に実施しており、本研究開発実施の基盤となる技術の十分な蓄積がある。また、長崎県管理橋梁の維持管理において県と密接に連携しており、実橋へのシステム実装等で県の協力を得ることが可能である。

(1)-(b)-3) 中小スパン橋梁のリスク評価に基づくモニタリング手法

3D レーザースキャナ、3D 写真計測、FE 解析コード (Marc、UC-win)、レーザードップラー速度計などの計測及び解析装置を現有しており、計測と解析結果から橋梁の構造特性同定を行うとともに、それに基づいて橋梁の健全度を精度よく評価し、リスクに基づくモニタリング技術が構築されれば、橋梁管理に対する信頼性が増大する。

(1)-(c) コンクリート構造物の維持管理技術・劣化環境定量的評価

(1)-(c)-1) コンクリート構造物の劣化診断技術

塩害については、従来から行われている電気化学的な手法以外にも、SIPに採択されている研究が多くあり、超音波や磁気を応用した新たな非破壊計測の実用性を試行する。

アルカリシリカ反応については、構造物の3次元的な膨張挙動を計測する必要があり、長崎大学で開発されたデジタル画像相関法や3Dレーザースキャナ計測技術、FEM解析技術を利用する。

(1)-(c)-2) 環境作用強度に基づくコンクリート橋の維持管理優先度決定システム

薄板モルタル法による塩害環境評価手法について技術、ノウハウを有しており、それを拡張するとともに、近年開発が活発に行われている近赤外分光法によるコンクリート表面の物質測定技術などとを比較、併用することにより、橋梁の維持管理レベルに応じた環境作用強度の測定・推定手法を開発する。

(2) トンネル・道路斜面のアセットマネジメント

(2)-(a) 覆工コンクリート健全度評価

背面空洞やひび割れの存在により、覆工コンクリート構造物のフーリエスペクトル特性が変化するメカニズムを解明できる独自の解析技術を有しており、実現場での振動特性計測に基づく健全度の判断を可能にする。

(2)-(b) 斜面地安定性評価のための屋外モニタリング

これまでに、太陽光発電による独立した電源システムの試作、低消費電力型の無線通信モジュールの試作、間隙水圧計や土壌水分計を用いた地盤内の飽和度や地下水位の原位置での長期的観測に取り組んでおり、現在これらを組み合わせる形でシステムの構築と検証を行う段階にある。本システムが安定的に稼働することが確認できれば、現場への実装が現実的になるものと見込まれる。

(3) 道路舗装のアセットマネジメント

ICT等を用いた新しい道路舗装維持管理

これまでに民間企業とスマートフォンに搭載された加速度センサーにより車両走行時の振動を計測する技術を用いたデータ収集スキームを構築すると同時に、計測された車両走行時の振動データから舗装の健全度を評価する技術開発を行ってきた。

一方、長崎大学（西川）は平成27年より長崎市と道路ラフネス評価技術（研究開発テーマNo. 39）を実用化する共同研究を行っており、すでに試験運用を実施している。これまでに、システムの要求性能やデータの収集方法・体制、分析結果の利活用に関する成果が得られている。

(4) 道路全体のアセットマネジメント

(4)-(a) 実装するための戦略的マネジメント

本研究開発担当の高橋と牧角は、九州地方整備局の新技术活用会議の委員長・委員としてNETISに登録された新技术の事後評価、新技术の活用方策の推進のあり方、九州発の新技术の積極的活用等に10年以上にわたって積極的に取り組んできている。研究開発成果のNETISへの登録、新技术の満たすべき要件、試行手続き、試行現場の調査による確認、事後評価等の内容と満たすべき水準に精通している。さらに、新技术活用会議の事務局である国土交通省九州地方整備局施工企画課、同九州技術事務所、九州技術管理協会、国土交通省大臣官房技術課等との連携が図られている。地方自治体において研究開発成果を実装する場合にこれまでの経験とマネジメントは有力な基盤となりうる。

(4)-(b) 橋梁の耐震補強

本研究開発を担当する松田、山尾、葛西、梶田は土木学会西部支部緊急調査団のメンバーとして平成28年熊本地震で被災した道路橋の地震被害調査に逸早く携わっている。調査結果に基づき、熊本地震における耐震補強の有効性や旧耐震の構造物の残存耐力が明らかになる。また、これらのメンバーは(一社)九州橋梁・構造工学研究会において被災メカニズムの分析にも参加する。これにより現実に即した橋梁の維持管理に対する合理的な耐震補強の手順や手法に関する有益な知見が得られ、今後の橋梁の維持管理に対しての合理化が図られることが期待される。

(5) SIP 研究開発成果等の実装体制の構築

九州・山口地域の産官学の研究者や実務者が結集した(一社)九州橋梁・構造工学研究会の研究分科会、学会支部の研究委員会、科学研究費の研究組織等で研究者のネットワークや専門分野の研究内容の情報共有がなされている。このことから、SIPの研究開発成果の実装への取り組みを迅速に進めることができる多様な研究シーズを持っている。

さらに、このネットワークは研究開発成果を九州・山口地域に実装する場合にも有効であると期待される。

○ 国内外の類似研究との比較、及び研究の独創性・新規性

(1) 橋梁のアセットマネジメント

(1)-(a) 橋梁点検の要素技術

(1)-(a)-1) 近接目視

最新の移動体技術や画像処理技術を統合して橋梁の安全性を簡便にかつ正確に点検する方法に関する研究は多く実施されているものの、これらの技術を横並びに評価し社会実装のための要件を検討した例はない。本研究開発が実施されることにより、簡易な点検の実施が可能となり、橋梁の安全性確保に大いに資することが可能となる。

(1)-(a)-2) 打音検査

打音検査は近接点検が基本となるが、点検のための仮設足場を必要としない打音点検手法についてはまだ開発されていない。また、点検員の技術に左右されず正確に損傷の検出が可能な学習型打音検査技術を用いて、打音と内部の損傷度を関連づけたデータベースを作成できれば、打音検査に対する信頼性が大きく増大する。

(1)-(a)-3) たわみ・変位計測「デジタルカメラを用いた橋梁たわみ計測」

橋梁のたわみ計測で国内外において現在実施されている方法としては、足場設置による変位計による計測方法、インバー線による重錘吊下げ方法などが実施されているが、これらと比較して本方法は作業性に優れ、精度も同程度である。また、最近デジタルカメラにより橋梁のたわみを計測する方法が提案されているが、本方法は蝶型マーカーという特殊なターゲットを用いることにより他の方法に比べ計測精度が高い。

本方法は、2015年11月3日、The Federal Highway Administration（米国連邦道路庁）、ワシントン本部においてデモンストレーションを実施し高い評価を得ている。なお、SIP研究開発テーマには、本件の開発目的と合った技術や類似する技術は無く比較及び現場における検証はできない。

(1)-(a)-4) 振動計測

平常時における振動性状の評価と緊急時の構造性能評価という二つの局面における点検・診断に堪えうる振動計測・分析手法を確立するために、これまでに実績のあるセンシングのシステムとノウハウに加えて、先行するSIP研究課題でプロトタイプングされた計測技術を活用する。長崎県を始めとして九州圏域は、この実施に適したテストフィールドが豊富であり、研究成果の国内外への展開・波及に有意な知見と実績が得られることが期待できる。

(1)-(a)-5) PC 桁の現有応力計測法「応力解放法を用いた PC 桁の現有応力測定法」

光学的全視野ひずみ計測装置を用いたスリット応力解放法は、従来の応力解放法と比較して作業性に優れ、精度が高い。本方法は第 18 回国土技術開発賞、創意開発技術賞を受賞している。また、2015 年 11 月 3 日、The Federal Highway Administration (米国連邦道路庁)、ワシントン本部において本方法のデモンストレーションを実施し高い評価を得ている。なお、SIP 採択研究開発テーマには、本件の開発目的と合った技術や類似する技術は無く比較及び現場における検証はできない。

(1)-(a)-6) 鋼橋の劣化診断技術「熱源を利用した鋼材疲労き裂検知法の開発」

IH 加熱とデジタル画像関連法によるき裂検知方法は、国内で特許を出願しており、また、JST の外国特許出願支援制度に採択され米国及びフランスに特許出願している。2015 年 11 月 3 日には、The Federal Highway Administration (米国連邦道路庁)、ワシントン本部において本方法のデモンストレーションを実施し高い評価を得ている。

(1)-(b) 維持管理システム

(1)-(b)-1) 3D 外観劣化情報取得

本研究チームでは、これまで、3D レーザースキャナ及び UAV を援用した軍艦島や各種構造物の 3D 情報化・損傷等変状の高精度抽出を行ってきた経緯があり、構造物維持管理の面から、国内外の類似研究と比較して一定レベル以上の知見を有するとともに実用上の課題抽出ができています。今後のインフラ維持管理にとって必要とされることは、各取得情報の高度化と作業の効率化であり、そのためには、移動体 (UAV) の空間位置の高精度検出技術の確立と、複数の移動体管理が重要な開発要素と考えられる。これらの課題を解決する技術的要素の開発に取り組んでいるところであり、その実現によって構造物健全度評価に利活用できる。

(1)-(b)-2) リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング

センシングや遠隔モニタリングに関する研究は国内外で数多く実施されており、個々の技術に関する新規性はあまりない。しかし、大規模橋梁に対して必要最小限のセンサーで対象構造物の安全性をモニタリングするための、計測項目及び計測位置の決定法及びデータ処理方法を確立しようとする点及び開発中のシステムの実橋における性能検証を実施する点に新規性、有用性がある。

(1)-(b)-3) 中小スパン橋梁のリスク評価に基づくモニタリング手法

長大橋を対象としての 3D 計測と構造解析、実振動・変位計測に基づくモニタリングは数多くなされているが、地方自治体管理の 15m 未満の中小橋梁に適用した例は少ない。

近接目視中心の定期点検では、材料劣化や外観変状が分かるのみであり、老朽化橋梁の場合には、安全性の保証、補修・架替え、その判断基準等の課題がある。これらの課題を解決するためには、復元設計等により現状の橋梁の構造特性を把握し、構造解析により現在の橋梁の安全性を評価することができれば、長寿命化やメンテナンスに対する信頼性が増大することになる。

(1)-(c) コンクリート構造物の維持管理技術・劣化環境定量的評価

(1)-(c)-1) コンクリート構造物の劣化診断技術

地方自治体で橋梁の長寿命化計画を効率的に運営するために、SIPの最先端研究を応用する。すでに長崎県では道守制度が確立しているので、最先端の研究成果を最もローカルな現場に適用する環境があり、産官学の協力体制があるため、最短距離で先端研究を実用化することが可能である。

(1)-(c)-2) 環境作用強度に基づくコンクリート橋の維持管理優先度決定システム

薄板モルタル法による塩害環境評価手法は全国的にコンクリート構造物への適用が広がり、データの蓄積が図られつつある。一方、近赤外分光法による物質測定技術は、確立段階に来てはいるものの実構造物への適用事例は限られており、両者を比較・併用することによって維持管理レベルも考慮した環境作用強度の測定・推定手法を確立するとともに、それに基づく維持管理優先度決定システムを新規に開発する。

(2) トンネル・道路斜面のアセットマネジメント

(2)-(a) 覆工コンクリート健全度評価

振動特性に着目したトンネル覆工コンクリートの健全度評価技術はまだ類似なものがなく、独創的であり、模擬モデルによる技術の妥当性を検証した論文は既に、海外の英文誌と国内学会誌などにおいて公表しており、NETISへの登録を準備している。

当技術は、構造物そのものの健全性判断に活用できるので、より合理的なトンネル覆工の補修・補強設計に活用できる。

(2)-(b) 斜面地安定性評価のための屋外モニタリング

比較的広域での観測が必要となる斜面地の屋外モニタリングにおいては、多点計測が力学的安定性の評価に有用と考えられるが、地盤内の間隙圧を測定する既存のセンサーは精度が非常に高いもの一基数万円程度と高額であり、多数使用することは現実的には困難である。そのため、精度をある程度犠牲にしつつも、安価な汎用センサーの開発は社会実装に対し有効かつ独創的な解決方法と考えている。また、斜面地における多点計測においては、低消費電力や不確定要素の多い自然環境下での安定した通信システムの構築も要求されるが、これらの技術も未確立であり、本研究テーマの新規性は高い。

(3) 道路舗装のアセットマネジメント

ICT等を用いた新しい道路舗装維持管理

現状、多数の自治体でメンテナンスに関する最低限のルール・基準が確立していないのは、高額な技術と人材育成がかみ合わないことにある。安価なスマートフォンを用い、地域の多数の技能者が使いこなせる仕組みを作ることで、厳しい財政状況の中でもメンテナンスサイクルを回すことが可能になると考えている。

(4) 道路全体のアセットマネジメント

(4)-(a) 実装するための戦略的マネジメント

SIP 研究開発成果を3年間という短期間で地方自治体の実務に実装するという前例が少ない取り組みを実現するためには、その方法論を含めたマネジメント体制の構築が当初から必要である。本研究はスムーズな実装とその後の持続できる運用体制の整備が不可欠であり、独創的かつ新規性があるといえる。

(4)-(b) 橋梁の耐震補強

平成 28 年熊本地震では兵庫県南部地震以降に観測網の整備が進んだため膨大な地震観測データが得られている。これらの地震動の記録と橋梁の被災状況を詳細に比較検討する事により、被災メカニズムの解明や耐震補強効果の検証が可能となる。

(5) SIP 研究開発成果等の実装体制の構築

①長崎県では平成 20 年度から産官学のインフラ維持管理に関わる社会人の専門人材を養成するための道守養成ユニット運営協議会を設置している。この運営協議会は、実態がある会議で、道守の育成、活用などの推進母体となっている。この運営協議会を中心に長崎県内の維持管理に関する産官学の連携体制が確立している。長崎県内では、道守養成者が大学発の研究成果を用いて、維持管理に当たることにより、技術力の向上、受注機会の増大、効率的な維持管理体制の整備の議論が SIP の公募以前から始まっていた。実装のための体制作りが不要で、研究開発成果の試行・実証現場の提供、事後評価、発注体制の整備等がスムーズに展開できる優位性がある。この長崎県の取り組みを九州・山口地域に展開しようとする議論が、九州・山口地域の産官学の関係者が結集した(一社)九州橋梁・構造工学研究会で平成 27 年度から開始されている。実装体制が長崎県で完備しており、九州・山口地域での連携システムの構築の準備が始まっている。このように本研究開発の実施体制とその準備があることが大きな強みである。

② 実装した研究開発技術を公共工事の業務や工事で活用できる人材として道守補、特定道守及び道守が養成されている。すでに、国土交通省の道路の点検と診断の民間資格に適用されており、公共工事の業務や工事の参加資格や加点の対象になっている。道守認定者に技術講習会等を開催してスーパー道守を養成すれば、実装した研究開発成果

を活用することができる人材を速やかに養成することができる。

③ 実施責任者が在籍する長崎大学工学研究科の科学研究費の維持管理分野で採択額が全国上位7位というデータが示すように、橋梁、トンネル、斜面、道路舗装の維持管理に関する研究者の層が厚いことにも優位性がある。

○ 実用化に向けた戦略・取組

(1) 長崎地域

長崎大学は平成20年度から長崎県土木部、(公財)長崎県建設技術研究センター(NERC)、(一社)長崎県建設業協会及び(一社)長崎県測量設計コンサルタント協会と綿密な連携体制として図-1のような道守養成ユニット運営協議会を構築して、道路インフラの点検、診断、マネジメントができる人材育成をする道守養成講座を実施してきた。道守が国土交通省の技術者資格に登録され、さらに公共工事に活用できるまで養成数が増えてきた現在では、道守を技術者資格として評価し、工事や業務の入札制度に組み込むことが順次実現している。これによって、道守の技術者としての評価が定着しつつある。長崎県内では産官学の連携のもとに構築してきており、関係機関間の協力、信頼関係が築かれている。道守の活用は長崎県総合計画や長崎県国土強靱化地域計画にも記載されており、長崎県庁で組織的に取り組む課題となっている。

次のステップとして、道守がSIPや大学等による研究開発成果を駆使してインフラの点検、診断をすることによって、品質の確保、コストの縮減、地場企業の活性化につなげたいとする議論が始まった時に、本事業の公募がなされた。このように地元では研究開発成果の活用の機が熟しており、実装に向けての取り組みがスムーズになされると期待される。これまでの関係機関との信頼関係をもとに、これからも実装に向けて取り組んでいける目途が立っている。具体的には次のような戦略の基に実施する。

これまでに道守の養成に十分な機能を発揮してきている道守養成ユニット運営協議会の中に新たに「SIP技術委員会」を設置して、本事業が終了しても継続できる推進体制を構築する(図-1参照)。

具体的な取り組みのスキームは、道守の人材育成制度とその技術者としての活用が進んでいる長崎県で先行して実施する。図-2の左側に示すように研究開発成果の実装化にむけての研究開発を大学で実施し、実装の目途が着いた研究開発成果について長崎県が直営点検の折に試行現場を提供する。NERCが精度、経済性、施工性等について試行調査を実施して、調査結果をまとめる。次に、SIP技術委員会で事後評価を行い、研究開発成果の改善、実装に向けての課題等を整理して、改善事項等を研究開発者にフィードバックを行い、研究開発に反映させる。実証可能な研究開発成果については認証、標準化及び出口戦略のステップに進む。

実用化に向けた取り組みについては、長崎県でモデルケースとして先行して実施する。本研究開発には九州・山口地域の研究者が参加しており、各県において長崎県の取組

みを参考に実施体制を整備して、実装に取り組む計画である。この取り組みを効率的に実現するために、九州・山口地域の産官学のインフラ関係者が結集した(一社)九州橋梁・構造工学研究会(KABSE)の研究者・行政機関等のネットワークを活用する。さらに、新技術の実装についてノウハウを持ち、九州・山口各県に拠点を持つ国土交通省九州地方整備局及び同九州技術事務所と研究開発の開始当初から綿密な連携を図り、協力体制を構築する。

国土交通省は、公共工事に関する技術に関わる情報の収集、直轄工事等における新技術の活用及び事後評価等の実施並びにこれらにより得られた情報等の共有・情報提供を行う新技術活用システムを整備している。新技術の活用を図るために、NETIS が運用されており、九州地方整備局は新技術を公共工事にスムーズに活用できるように、登録申請技術の評価・活用等に積極的に取り組んでいる。実用段階に達した研究開発成果については、このNETISへ順次登録する。NETISの活用は九州・山口地域への展開の有力な方法として、また後述の出口戦略の一つになることが十分に見込める。

研究開発された先端技術を社会に実装するためには、実務で活用した際にメリットが得られること、すなわち現状の維持管理業務における課題を解決できることを明確に示す必要がある。この観点から、実装を試みる対象の長崎県のニーズである、①維持管理業務における質の確保、及び、②コスト削減、並びに、③地域建設業の担い手確保につながる生産性向上、の3点に着目して、それらの課題解決によるメリットを明確にする戦略により、SIPによる研究開発の成果の社会実装を図る。

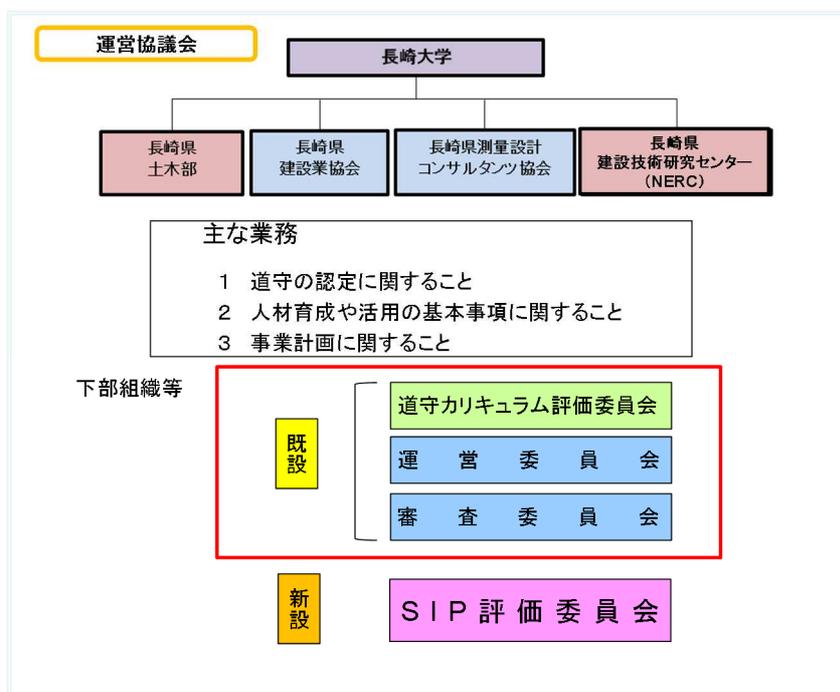


図-1 長崎地域の実施体

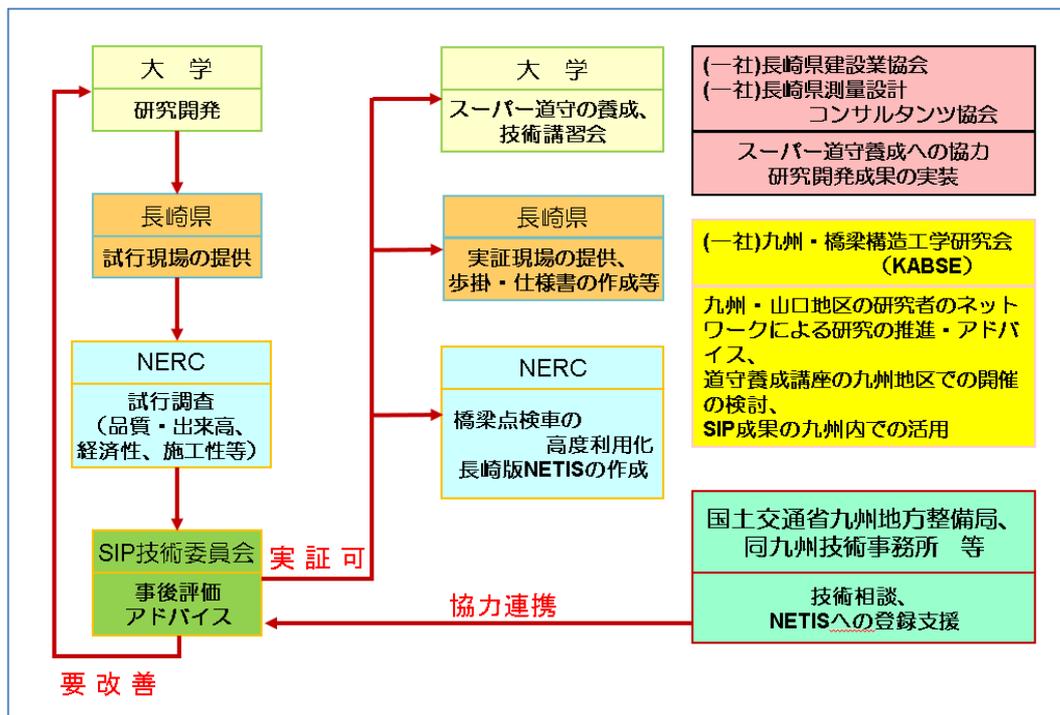


図-2 長崎地域の実施体

(2) 九州・山口地域

研究開発成果の実装は長崎県で先行して実施し、次いで九州・山口地域に展開する計画である。九州・山口地域で取り組むために、長崎県の道守養成ユニットに代わるプラットフォームとなる「九州・山口地域インフラ・アセットマネジメント協議会(仮称)」(図-3)を新たに設置する。協議会の事務局は長崎大学インフラ長寿命化センターに置き、メンバーは11の参画大学・高専等、九州・山口地域8県・各県内の建設技術センター、国土交通省九州地方整備局・同九州技術事務所・各県内の河川国道事務所からなる国の機関及び九州橋梁・構造工学研究会・建設業協会等の各種団体からの代表とする。この協議会において、SIP研究開発成果等の情報提供・啓発活動、研究開発成果の自治体等への実装に関する支援、インフラマネジメント人材の育成・技術者としての活用の場の開拓等を立案し、実施する。SIPの研究開発成果の情報共有に加えて、11参画大学・高専等の研究者、各県の道路メンテナンス会議との連携、KABSE等の学協会と連携して、重層的に取り組むことにする。研究開発成果の実装に合わせて、維持管理に係る人材が必要とされた場合は道守養成講座のカリキュラムの試行も実施する。

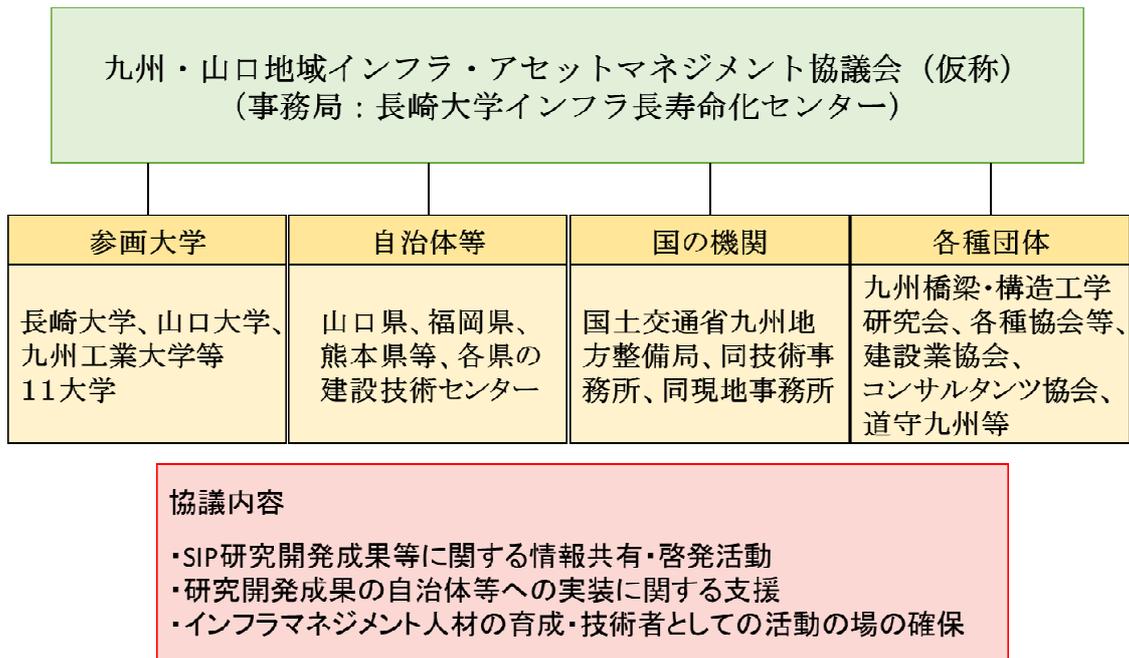


図-3 九州・山口地域の実装

○ 認証、標準化等、実用化に向けての出口戦略

SIP 技術委員会で実証可と認定された研究開発成果及び NETIS に登録された新技術については、図-2 の認証、標準化及び出口戦略のステップの対象となる。

研究開発の主体となる長崎大学は、研究開発成果を公共事業の業務・工事に担当技術者や管理技術者として具体的に当たる事が出来るスーパー道守を道守認定者に対して技術講習会、現場見学会等を開催することによって養成する。連携自治体である長崎県は、研究開発成果の実証現場の提供及び実証業務や工事の発注を試行するとともに、公共工事で発注するための歩掛・仕様書の作成等の発注体制を整備する。県内の維持管理の技術やデータベースの中核を担っている長崎県建設技術研究センター（NERC）は、研究開発成果を橋梁点検車の高度利用化や維持管理技術の情報提供するシステム（長崎版 NETIS の作成）に取り組む。九州・山口地域でも同様なシステムで展開していく。

実証が見込める研究開発成果は国土交通省の NETIS に早い段階で登録する。本事業で研究開発された技術を NETIS に登録すれば、その際に新技術の技術的事項（工期、品質・出来高・環境等）や経済性等の情報が整理できる。さらに、公共工事に活用され、活用効果評価を受けることで、当該技術の優位性等を確認することができる。長崎大学から協力の依頼をしている九州地方整備局九州技術事務所に研究開発成果の実装に関して技術相談を依頼し、関係資料を揃えて NETIS への登録を目指す。NETIS への登録で技術としての成立し、公共工事に活用されるための条件が確保され、NETIS 技術として活用されれば、標準化・規格化等の展開ができる。また、直轄工事で活用されるために、試

行・評価等を地方自治体が行う必要がなく、コストや時間等の負担を軽減することができる。さらに、国の直轄工事に活用した技術については、地方自治体が安心して活用することができる効果をもつ。つまり、九州・山口地域への実装が効率的にできる。

また、九州・山口地域への実装には、本課題の研究者のネットワークとともに KABSE の研究者・行政機関等のネットワークを活用できる。

現在、長崎大学では(独)国際協力機構(JICA)の事業で道守養成講座の一部を活用したインフラ維持管理研修を海外の施設管理者を対象に実施している。JICA の修了者を対象に技術研修を実施すれば、研究成果の海外展開も可能である。

2. 研究開発実施体制

2.1. 研究開発実施体制図

研究開発課題：インフラ維持管理に向けた革新的先端技術の社会実装の研究開発

概要：5つの研究課題を長崎大学と九州・山口の大学等の研究者が分担して研究

	長崎大学	他大学等	SIP 採択研究開発番号
(1) 橋梁のアセットマネジメント			
(a) 橋梁点検の要素技術	1) 近接目視 中村聖三、奥松俊博 西川貴文	牧角龍憲(九共大) 廣生隆彦 (山口大) 田島啓司(山口大)	「11, 44, 45, 47, 50, 51, 52」の中から選んで研究
2) 打音検査		藤田佳臣 (九州大) 玉井宏樹(九州大) 日野伸一(九州大)	「11, 45, 47, 48, 50, 51, 52」の中から選んで研究
3) たわみ・変位計測 「デジタルカメラを用いた橋梁たわみ計測」	松田浩、出水享、木本啓介	伊藤幸広(佐賀大) 三田勝也 (佐賀大)	建設技術研究開発助成成果を実用化に向けて推進、「19, 25」と比較検討
4) 振動計測	西川貴文	森田千尋(宮崎大)	「8, 21, 39」を活用して研究
5) PC 桁の現有応力測定法：「応力解放法を用いたPC 桁の現有応力測定法」	松田浩、出水享、木本啓介	伊藤幸広 (佐賀大) 三田勝也(佐賀大)	建設技術研究開発助成成果を実用化に向けて推進、「4, 6, 10, 11, 34」と比較検討
6) 鋼橋の劣化診断技術：「熱源を利用した鋼材疲労き裂検知法の開発」	松田浩、勝田順一、出水享、木本啓介	麻生稔彦(山口大) 田島啓司(山口大) 伊藤幸広 (佐賀大) 三田勝也(佐賀大)	建設技術研究開発助成成果を実用化に向けて推進、「2, 3, 34」と比較検討
(b) 維持管理システム	1) 3D 外観劣化情報取得 奥松俊博 、松田浩、出水享、木本啓介	牧角龍憲(九共大)	建設技術研究開発助成成果を実用化に向けて推進、「10, 22, 23」と比較検討および「18」の活用
2) リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング	中村聖三 、西川貴文、奥松俊博	園田佳臣(九州大) 玉井宏樹(九州大) 日野伸一(九州大)	長崎大学での研究開発成果を実用化に向けて推進、「24」と比較検討
3) 中小スパン橋梁のリスク評価に基づくモニタリング手法	松田浩 、奥松俊博、オ本明秀、出水享、木本啓介	山口栄輝(九工大) 森田千尋(宮崎大) 麻生稔彦(山口大) 田島啓司(山口大)	建設技術研究開発助成成果を実用化に向けて推進、「22, 33, 55」と比較検討
(c) コンクリート構造物の維持管理技術・劣化環境定量的評価	1) コンクリート構造物の劣化診断技術 松田浩、出水享、木本啓介	日比野誠 (九工大) 合田寛基(九工大) 佐川康貴(九州大) 李春鶴(宮崎大) 安井賢太郎(宮崎大)	大学研究成果を実用化に向けて推進、「4, 6, 10, 11, 12, 17, 22」と比較検討
2) 環境作用強度に基づくコンクリート橋の維持管理優先度決定システム	佐々木毅二	濱田秀則(九州大) 武若耕司(鹿児島大) 山口明伸(鹿児島大)	大学研究成果を実用化に向けて推進、「10, 34」と比較検討
(2) トンネル・道路斜面のアセットマネジメント			
(a) 覆工コンクリート健全度評価	善宇静 、大嶺聖、杉本知史、石田純平、張慧中、勝田脩弥		大学研究成果を実用化に向けて推進、「4, 9」と比較検討、「48, 49」のロボット技術の利用
(b) 斜面地安定性評価のための屋外モニタリング	杉本知史 、石田純平、張慧中、勝田脩弥、石塚洋一、岩崎昌平、笹村拓哉、西川祐貴、藤本孝文、藤島友之		「25, 26」の中から選んだものと大学研究を比較検討
(3) 道路舗装のアセットマネジメント			
IOT等を用いた新しい道路舗装維持管理	松田浩、西川貴文	山口栄輝(九工大) 佐藤研一(福岡大) 森田千尋 (宮崎大) 一宮一夫(大分高専) 麻生稔彦(山口大) 田島啓司(山口大)	「39」と大学研究を比較検討 「5, 15, 40」の併用
(4) 道路全体のアセットマネジメント			
(a) 実装するための戦略的マネジメント	高橋和雄 、松田浩、田中徹政、吉田裕子	牧角龍憲(九共大)	「57」と大学研究を比較検討
(b) 橋梁の耐震設計		山尾敏孝(熊本大) 松田義治 (熊本大) 葛西昭(熊本大) 梶田幸秀(九州大)	「19, 25」を使用し調査研究を実施、「24」と大学研究を比較検討
(5) SIP 研究開発成果等の実装体制の構築	全員 大野朝美	全員	

連携する県等

福岡県・佐賀県・熊本県・大分県・宮崎県・鹿児島県・山口県 各県の産官学の機関

連携する自治体

自治体名：長崎県
対応部署：土木部道路維持課／(公財)長崎県建設技術センター (NERC)
連携予定内容：実証(試行)現場提供、道守活用、橋梁点検車高度利用化

連携予定の国の機関

国土交通省九州地方整備局企画部
国土交通省九州技術事務所
長崎河川国道事務所

2.2. 実施体制の詳細

2.2.1. 研究開発グループ

研究機関名	国立大学法人長崎大学（所属研究機関コード2117301000）			
担当	氏名	所属部署・役職	専門	エフォート（研究責任者のみ）
研究責任者 (1)-(a)-3), (1)-(a)-5), (1)-(a)-6), (1)-(b)-1), (1)-(b)-3), (1)-(c)-1), (3), (4)-(a) の開発に従事	松田 浩	工学研究科・教授	維持管理工学	20%
(1)-(a)-1), (1)-(b)-2) の開発に従事	中村 聖三	工学研究科・教授	橋梁工学	—
(1)-(b)-3) の開発に従事	才本 明秀	工学研究科・教授	材料力学	—
(1)-(a)-6) の開発に従事	勝田 順一	工学研究科・准教授	破壊制御工学	—
(1)-(a)-1), (1)-(b)-1), (1)-(b)-2), (1)-(b)-3) の開発に従事	奥松 俊博	工学研究科・准教授	維持管理工学	—
(1)-(c)-2) の開発に従事	佐々木 謙二	工学研究科・助教	コンクリート工学	—
(1)-(a)-3), (1)-(a)-5), (1)-(a)-6), (1)-(b)-1), (1)-(b)-3), (1)-(c)-1), の開発に従事	出水 享	工学研究科・技術職員	維持管理工学	—
(1)-(a)-3), (1)-(a)-5), (1)-(a)-6), (1)-(b)-1), (1)-(b)-3), (1)-(c)-1), の開発に従事	木本 啓介	工学研究科・博士後期課程2年	維持管理工学	—

(2)-(a) の開発に従事	蔣 宇静	工学研究科・教授	岩盤力学	—
(2)-(a) の開発に従事	大嶺 聖	工学研究科・教授	地盤環境工学	—
(2)-(a), (b) の開発に従事	杉本 知史	工学研究科・助教	地盤工学	—
(2)-(a), (b) の開発に従事	石田 純平	工学研究科・博士後 期課程 3 年	地盤防災工学	—
(2)-(a), (b) の開発に従事	張 慧中	工学研究科・4 年	地盤防災工学	—
(2)-(a), (b) の開発に従事	勝田 侑弥	工学研究科・4 年	地盤工学	—
(2)-(b) の開発に従事	石塚 洋一	工学研究科・准教授	信号処理	—
(2)-(b) の開発に従事	岩崎 昌平	工学研究科・技術職 員	電気電子工学	—
(2)-(b) の開発に従事	笹村 拓哉	工学研究科・博士前 期課程 2 年	電気電子工学	—
(2)-(b) の開発に従事	西川 祐貴	工学研究科・博士前 期課程 1 年	電気電子工学	—
(2)-(b) の開発に従事	藤本 孝文	工学研究科・准教授	電磁波工学	—
(2)-(b) の開発に従事	藤島 友之	工学研究科・准教授	高電圧工学	—
(1)-(a)-1), (1)-(a)-4), (1)-(b)-(2), (3) の開発に従事	西川 貴文	工学研究科・助教	維持管理工学	—
(4)-(a) の開発に従事	田中 徹政	特任研究員	建設マネジメ ント	—
(4)-(a) の開発に従事	高橋 和雄	名誉教授・特任研究 員	橋梁工学	—
(4)-(a) の開発に従事	吉田 裕子	特任研究員	建設マネジメ ント	—
(5)の開発に従事	メンバー全 員			

○ 研究題目及び概要

本研究は研究責任者の所属する長崎大学で5つの研究題目を実施し、他大学等の研究者は分担として参加する。分担者の所属する大学には、研究費を配分せずに、長崎大学で予算の管理をする。

・ 研究題目

(1) 橋梁のアセットマネジメント

(1)-(a) 橋梁点検の要素技術

- (1)-(a)-1) 近接目視
- (1)-(a)-2) 打音検査
- (1)-(a)-3) たわみ・変位計測
- (1)-(a)-4) 振動計測
- (1)-(a)-5) PC桁の現有応力測定法
- (1)-(a)-6) 鋼橋の劣化診断技術

(1)-(b) 維持管理システム

- (1)-(b)-1) 3D外観劣化情報取得
- (1)-(b)-2) リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング
- (1)-(b)-3) 中小スパン橋梁のリスク評価に基づくモニタリング手法
- (1)-(c) コンクリート構造物の維持管理技術・劣化環境定量的評価

(1)-(c)-1) コンクリート構造物の劣化診断技術

- (1)-(c)-2) 環境作用強度に基づくコンクリート橋の維持管理優先度決定システム

(2) トンネル・道路斜面のアセットマネジメント

- (2)-(a) 覆工コンクリート健全度評価
- (2)-(b) 斜面地安定性評価のための屋外モニタリング

(3) 道路舗装のアセットマネジメント

ICT等を用いた新しい道路舗装維持管理

(4) 道路全体のアセットマネジメント

- (4)-(a) 実装するための戦略的マネジメント
- (4)-(b) 橋梁の耐震設計

(5) SIP研究開発成果等の実装体制の構築

- (5)-(a) 体制整備とSIP研究開発成果等の情報提供・啓発活動
- (5)-(b) 研究開発成果の自治体等への実装に関する支援
- (5)-(c) インフラマネジメント人材の育成・技術者としての活用の場の開拓等

・ 研究開発概要

本研究は研究責任者の所属する長崎大学で5つの研究題目のすべてを実施する。

- (1) 橋梁のアセットマネジメントの研究開発では、光学的計測法による橋梁点検技術（デジタルカメラを用いた橋梁たわみ計測、応力解放法を用いたPC桁の現有応力推定法、熱源を利用した鋼材疲労き裂検知法の開発）、3D維持管理システム（3D外観劣化情報取得、リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング、中小スパン橋梁のリスク評価に基づくモニタリング手法）及びコンクリート構造物の劣化環境定量的評価に関して、解析及び実証試験を実施する。
- (2) トンネル・道路斜面のアセットマネジメントの研究開発では、トンネル覆工コンクリート健全度評価手法及び斜面地安定性評価のための屋外モニタリングに関する計測システムの設計、試作、実装試験を実施する。
- (3) 道路舗装のアセットマネジメントの研究開発では、スマートフォン及びICTを用いた新しい道路舗装維持管理システムについて、道路舗装維持管理フレームワークの開発と構築、行政区分単独型スキームの構築、行政区分横断型スキームの構築及び健全度評価技術の制度向上に関する設計・構築、データ収集、健全度評価、検証を実施する。
- (4) 道路全体のアセットマネジメントでは、研究開発の成果を自治体に実装するための戦略的マネジメントと熊本地震を事例に橋梁の耐震補強の被害調査、解析・評価及び耐震補強の知見をまとめる。
- (5) SIP研究開発成果等の実装体制の構築では、プラットフォームとなる「九州・山口地域インフラ・アセットマネジメント協議会（仮称）」を新設する。この協議会において、以下の内容について、実装の戦略を立案する。(a)体制整備とSIP研究開発成果等の情報提供・啓発活動、(b)研究開発成果の自治体等への実装に関する支援、(c)インフラマネジメント人材の育成・技術者としての活用の場の開拓等

・ 研究開発の目標における位置づけ

研究責任者は、各研究題目に精通しており、これまでのSIP研究開発成果等の実用段階に近づいている研究成果を今回の研究でさらに進展させ、九州・山口地域における自治体の維持管理業務に実装するためのマネジメントを行う。さらに、連携自治体と緊密な協議を重ね、研究開発成果の試行から自治体における運用までの課題の整理と協力体制を構築する。橋梁の点検技術については、県が保有する橋梁点検車に搭載すること等を提案する計画である。さらに、研究責任者らがこれまで養成してきた維持管理の専門技術者”道守”がスーパー道守として今回の研究成果を活用した実務ができるような技術講習会の開催、現場見学会、養成講座の新設等の計画、実施や必要がある地域では道守の養成の支援を行う。

2.2.2. 共同研究グループ

共同研究グループ(1)

研究機関名	国立高等専門学校機構 大分工業高等専門学校			
担当	氏名	所属部署・役職	専門	エフォート (主たる共同研究者のみ)
(3) の開発に従事	一宮 一夫	教授	コンクリート 工学	—

○研究題目及び概要

・ 研究題目

長崎大学が実施する5つの研究題目の内、次の研究項目の研究を分担する。

- (3) ICT等を用いた新しい道路舗装維持管理

・ 研究開発概要

本研究は研究責任者の所属する長崎大学で5つの研究題目の内、特定の項目を分担して実施する。分担する研究開発概要は長崎大学の研究開発概要の対応する項目と同じである。

・ 研究開発の目標における位置づけ・必要性

本研究は研究責任者の所属する長崎大学で5つの研究題目の内、特定の項目を分担して実施する。分担する研究開発目標における位置づけは長崎大学と同じである。

共同研究グループ(2)

研究機関名	国立大学法人鹿児島大学			
担当	氏名	所属部署・役職	専門	エフォート (主たる共同研究者のみ)
(1)-(c)-2) の開発に従事	武若 耕司	理工学研究科・教授	コンクリート 工学	—
(1)-(c)-2) の開発に従事	山口 明伸	理工学研究科・教授	コンクリート 工学	—

○ 研究題目及び概要

・ 研究題目

長崎大学が実施する5つの研究題目の内、次の研究項目の研究を分担する。

- (1)-(c)-2) 環境作用強度に基づくコンクリート橋の維持管理優先度決定システム

・ 研究開発概要

本研究は研究責任者の所属する長崎大学で5つの研究題目の内、特定の項目を分担して実施する。分担する研究開発概要は長崎大学の研究開発概要の対応する項目と同じである。

・ 研究開発目標における位置づけ・必要性

本研究は研究責任者の所属する長崎大学で5つの研究題目の内、特定の項目を分担して実施する。分担する研究開発目標における位置づけは長崎大学と同じである。

共同研究グループ(3)

研究機関名		国立大学法人九州大学		
担当	氏名	所属部署・役職	専門	エフォート (主たる共同研究者のみ)
(1)-(a)-2), (1)-(b)-2)の 開発に従事	日野 伸一	工学研究院・教授	構造工学	—
(1)-(c)-2)の 開発に従事	濱田 秀則	工学研究院・教授	コンクリート 構造工学	—
(1)-(a)-(2) の開発に従事	園田 佳巨	工学研究院・教授	構造工学	—
(1)-(a)-(2) の開発に従事	玉井 宏樹	工学研究院・助教	構造工学	—
(4)-(b) の開発に従事	梶田 幸秀	工学研究院・准教授	耐震工学	—
(1)-(c)-1) の開発に従事	佐川 康貴	工学研究院・准教授	コンクリート 工学	—

○ 研究題目及び概要

・ 研究題目

長崎大学が実施する5つの研究題目の内、次の研究項目の研究を分担する。

- (1)-(a)-2) 打音検査
- (1)-(b)-2) リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング
- (1)-(c)-1) コンクリート構造物の劣化診断技術
- (1)-(c)-2) 環境作用強度に基づくコンクリート橋の維持管理優先度決定システム
- (4)-(b) 橋梁の耐震設計

・ 研究開発概要

本研究は研究責任者の所属する長崎大学で5つの研究題目の内、特定の項目を分担して実施する。分担する研究開発概要は長崎大学の研究開発概要の対応する項目と同じである。

・ 研究開発目標における位置づけ・必要性

本研究は研究責任者の所属する長崎大学で5つの研究題目の内、特定の項目を分担して実施する。分担する研究開発目標における位置づけは長崎大学と同じである。

共同研究グループ(4)

研究機関名	九州共立大学			
担当	氏名	所属部署・役職	専門	エフォート (主たる共同研究者のみ)
(1)-(a)-1), (1)-(b)-1), (4)-(a) の開発に従事	牧角 龍憲	総合研究所・教授	建設マネジ メント	—

○ 研究題目及び概要

・ 研究題目

長崎大学が実施する5つの研究題目の内、次の研究項目の研究を分担する。

- (1)-(a)-1) 近接目視
- (1)-(b)-1) 3D外観劣化情報取得
- (4)-(a) 実装するための戦略的マネジメント

・ 研究開発概要

本研究は研究責任者の所属する長崎大学で5つの研究題目の内、特定の項目を分担して実施する。分担する研究開発概要は長崎大学の研究開発概要の対応する項目と同じである。

・ 研究開発目標における位置づけ・必要性

本研究は研究責任者の所属する長崎大学で5つの研究題目の内、特定の項目を分担して実施する。分担する研究開発概要は長崎大学の研究開発概要の対応する項目と同じである。

共同研究グループ(5)

研究機関名	国立大学法人九州工業大学			
担当	氏名	所属部署・役職	専門	エフォート (主たる共同研究者のみ)
(1)-(b)-3), (3) の開発に従事	山口 栄輝	工学研究院・教授	構造力学	—
(1)-(c)-1) の開発に従事	日比野 誠	工学研究院・准教授	建設材料学	—
(1)-(c)-1) の開発に従事	合田 寛基	工学研究院・准教授	コンクリート 工学	—

○ 研究題目及び概要

・ 研究題目

長崎大学が実施する5つの研究題目の内、次の研究項目の研究を分担する。

- (1)-(b)-3) 中小スパン橋梁のリスク評価に基づくモニタリング手法
- (3) ICT等を用いた新しい道路舗装維持管理
- (1)-(c)-1) コンクリート構造物の劣化診断技術

・ **研究開発概要**

本研究は研究責任者の所属する長崎大学で5つの研究題目の内、特定の項目を分担して実施する。分担する研究開発概要は長崎大学の研究開発概要の対応する項目と同じである。

・ **研究開発目標における位置づけ・必要性**

本研究は研究責任者の所属する長崎大学で5つの研究題目の内、特定の項目を分担して実施する。分担する研究開発目標における位置づけは長崎大学と同じである。

共同研究グループ(6)

研究機関名	国立大学法人熊本大学			
担当	氏名	所属部署・役職	専門	エフォート (主たる共同研究者のみ)
(4)-(b)の開発に従事	山尾 敏孝	自然科学研究科・教授	構造工学	—
(4)-(b)の開発に従事	松田 泰治	自然科学研究科・教授	耐震工学	—
(4)-(b)の開発に従事	葛西 昭	自然科学研究科・准教授	構造工学	—

○ **研究題目及び概要**

・ **研究題目**

長崎大学が実施する5つの研究題目の内、次の研究項目の研究を分担する。

- (4)-(b) 橋梁の耐震設計

・ **研究開発概要**

本研究は研究責任者の所属する長崎大学で5つの研究題目の内、特定の項目を分担して実施する。分担する研究開発概要は長崎大学の研究開発概要の対応する項目と同じである。

・ **研究開発目標における位置づけ・必要性**

本研究は研究責任者の所属する長崎大学で5つの研究題目の内、特定の項目を分担して実施する。分担する研究開発目標における位置づけは長崎大学と同じである。

共同研究グループ(7)

研究機関名	国立大学法人佐賀大学			
担当	氏名	所属部署・役職	専門	エフォート (主たる共同研究者のみ)
(1)-(a)-3), (1)-(a)-5), (1)-(a)-6) の開発に従事	伊藤 幸広	工学系研究科・教授	コンクリート 工学	—
(1)-(a)-3), (1)-(a)-5), (1)-(a)-6) の開発に従事	三田 勝也	工学系研究科・助教	コンクリート 工学	—

○ 研究題目及び概要

・ 研究題目

長崎大学が実施する5つの研究題目の内、次の研究項目の研究を分担する。

- (1)-(a)-3) たわみ・変位計測
- (1)-(a)-5) PC桁の現有応力測定法
- (1)-(a)-6) 鋼橋の劣化診断技術

・ 研究開発概要

本研究は研究責任者の所属する長崎大学で5つの研究題目の内、特定の項目を分担して実施する。分担する研究開発概要は長崎大学の研究開発概要の対応する項目と同じである。

・ 研究開発目標における位置づけ・必要性

本研究は研究責任者の所属する長崎大学で5つの研究題目の内、特定の項目を分担して実施する。分担する研究開発目標における位置づけは長崎大学と同じである。

共同研究グループ(8)

研究機関名	福岡大学			
担当	氏名	所属部署・役職	専門	エフォート (主たる共同研究者のみ)
(3) の開発に従事	佐藤 研一	工学部・教授	舗装工学	—

○ 研究題目及び概要

・ 研究題目

長崎大学が実施する5つの研究題目の内、次の研究項目の研究を分担する。

(3) ICT等を用いた新しい道路舗装維持管理

・ 研究開発概要

本研究は研究責任者の所属する長崎大学で5つの研究題目の内、特定の項目を分担して実施する。分担する研究開発概要は長崎大学の研究開発概要の対応する項目と同じである。

・ 研究開発目標における位置づけ・必要性

本研究は研究責任者の所属する長崎大学で5つの研究題目の内、特定の項目を分担して実施する。分担する研究開発目標における位置づけは長崎大学と同じである。

共同研究グループ(9)

研究機関名	国立大学法人宮崎大学			
担当	氏名	所属部署・役職	専門	エフォート (主たる共同研究者のみ)
(1)-(a)-4), (1)-(b)-3), (3) の開発に従事	森田 千尋	工学部・教授	構造力学	—
(1)-(c)-1) の開発に従事	李 春鶴	工学部・准教授	コンクリート 工学	—
(1)-(c)-1) の開発に従事	安井 賢太郎	工学部教育研究支援 技術センター・分 析・解析技術班長	維持管理工学	—

○ 研究題目及び概要

・ 研究題目

長崎大学が実施する5つの研究題目の内、次の研究項目の研究を分担する。

- (1)-(a)-4) 振動計測
- (1)-(b)-3) 中小スパン橋梁のリスク評価に基づくモニタリング手法
- (3) ICT等を用いた新しい道路舗装維持管理
- (1)-(c)-1) コンクリート構造物の劣化診断技術

・ 研究開発概要

本研究は研究責任者の所属する長崎大学で5つの研究題目の内、特定の項目を分担して実施する。分担する研究開発概要は長崎大学の研究開発概要の対応する項目と同じである。

・ 研究開発目標における位置づけ・必要性

本研究は研究責任者の所属する長崎大学で5つの研究題目の内、特定の項目を分担して実施する。分担する研究開発目標における位置づけは長崎大学と同じである。

共同研究グループ(10)

研究機関名	国立大学法人山口大学			
担当	氏名	所属部署・役職	専門	エフォート (主たる共同研究者のみ)
(1)-(a)-1), (1)-(a)-6), (1)-(b)-3), (3) の開発に従事	麻生 稔彦	創成科学研究科・教授	構造工学	—
(1)-(a)-1), (1)-(a)-6), (1)-(b)-3), (3) の開発に従事	田島 啓司	創成科学研究科・助教	橋梁工学	—

○ 研究題目及び概要

・ 研究題目

長崎大学が実施する5つの研究題目の内、次の研究項目の研究を分担する。

- (1)-(a)-1) 近接目視
- (1)-(a)-6) 鋼橋の劣化診断技術
- (1)-(b)-3) 中小スパン橋梁のリスク評価に基づくモニタリング手法
- (3) ICT等を用いた新しい道路舗装維持管理

・ 研究開発概要

本研究は研究責任者の所属する長崎大学で5つの研究題目の内、特定の項目を分担して実施する。分担する研究開発概要は長崎大学の研究開発概要の対応する項目と同じである。

・ 研究開発目標における位置づけ・必要性

本研究は研究責任者の所属する長崎大学で5つの研究題目の内、特定の項目を分担して実施する。分担する研究開発目標における位置づけは長崎大学と同じである。

○ 研究開発進捗による研究開発実施体制変更について

①3年間の研究の後半では、地方自治体等で導入可能な新技術が絞り込めるので、この技術を長崎地域で活用できる人材を現在の道守認定者の内からスーパー道守を養成することを検討する。

②長崎県には離島や半島地域が多く、これらの地域では道路に加えて港湾が重要な交通インフラである。長崎県から港湾施設のアセットマネジメントに関する要望が長崎大学に寄せられている。当初の研究計画が順調に進めば港湾施設へ対象分野を広げること検討したい。

2.2 実施体制の詳細の追記 プロジェクトマネジメントに関する仕組み

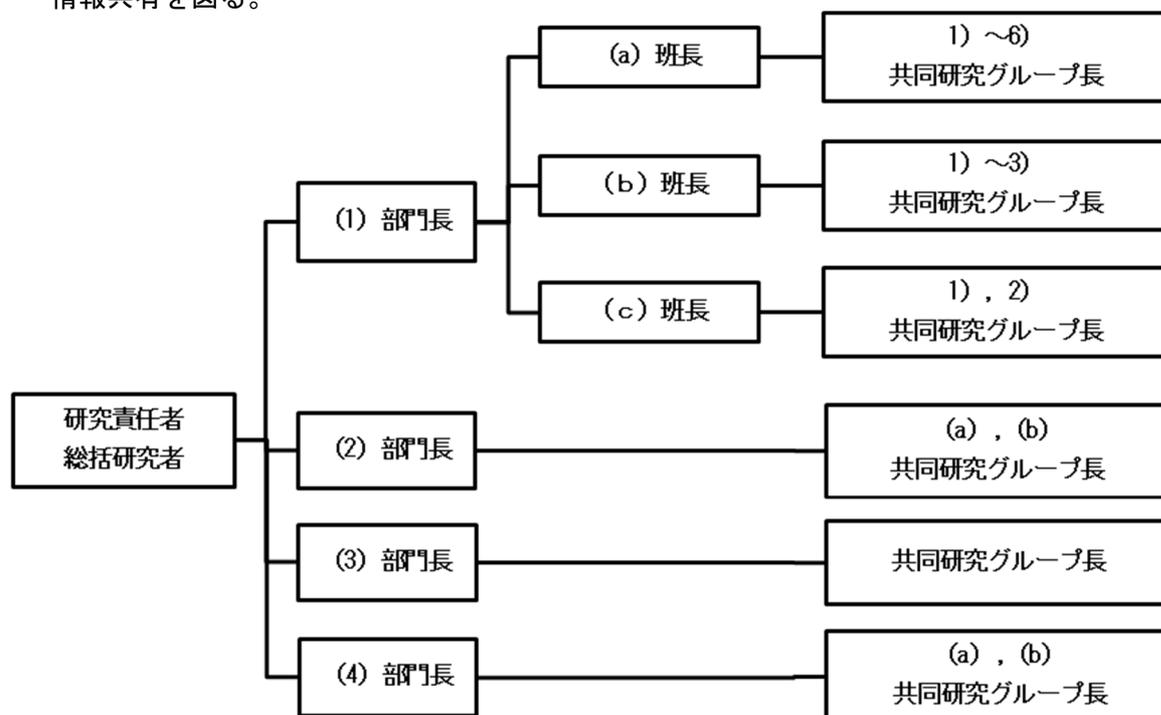
本課題の研究開発項目は多岐にわたり、多くの共同研究グループが連携した取り組みになる。しかも研究担当者が九州・山口地区の11大学に分散している。したがって、綿密なプロジェクトマネジメントによる進行管理が不可欠である。

プロジェクトマネジメントを行うために、研究部門、研究班及び共同研究グループ毎に代表者を配置して、研究開発の進行状況、計画変更等の把握ができるようにする。具体的な組織図と名簿の表を示す。研究組織内に研究開発運営委員会と研究開発幹事会を設置して、研究開発の進行管理、計画変更の原案作成等を実施する。研究実施計画を四半期毎に総括し、進行管理及び計画変更等を実施する。

要素技術の研究開発を先行させ、研究開発成果を維持管理システムに組み込むことが想定されるために、共同研究グループの統廃合も想定される。また、現在想定している SIP の研究開発成果の実装も今後の研究開発に待つところもあるので、研究開発は機動的に見直しつつ推進する。

研究開発の達成度評価については研究開発評価委員会を別途設立し、産官学の代表者からの評価を得る。

初年度の平成28年度は、研究開発内容の確認、情報共有のために、研究担当者全員が集まる会議を2回開催する予定でいる。共同研究グループ毎及び共同研究グループ全体のメーリングリストを作成して情報共有を図る。また、特任研究員2人が、九州・山口地区の大学を訪問して、進行状況を把握する。さらに、共同研究グループのメンバーが集まる学会・協会支部の委員会、講演会、講習会等の場を活用して、打ちあわせ会等を開催して、情報共有を図る。



		共同研究グループ長
(1) 橋梁のアセットマネジメント (部門長: 松田 浩 (長崎大))		
(a) 橋梁点検の要素技術 (班長: 西川 貴文 (長崎大))	1) 近接目視	麻生 稔彦 (山口大)
	2) 打音検査	園田 佳巨 (九州大)
	3) たわみ・変位計測	三田 勝也 (佐賀大)
	4) 振動計測	西川 貴文 (長崎大)
	5) PC 桁の現有応力測定法	伊藤 幸広 (佐賀大)
	6) 鋼橋の劣化診断技術	伊藤 幸広 (佐賀大)
(b) 維持管理システム (班長: 奥松 俊博 (長崎大))	1) 3D 外観劣化情報取得	奥松 俊博 (長崎大)
	2) リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング	中村 聖三 (長崎大)
	3) 中小スパン橋梁のリスク評価に基づくモニタリング手法	松田 浩 (長崎大)
(c) コンクリート構造物の維持管理技術劣化環境定量的評価 (班長: 佐々木 謙二 (長崎大))	1) コンクリート構造物の劣化診断技術	日比野 誠 (九工大)
	2) コンクリート構造物の劣化環境評価	佐々木 謙二 (長崎大)
(2) トンネル・道路斜面のアセットマネジメント (部門長: 蔣 宇静 (長崎大))		
(a) 覆工コンクリート健全度評価		蔣 宇静 (長崎大)
(b) 斜面地安定性評価のための屋外モニタリング		杉本 知史 (長崎大)
(3) 道路舗装のアセットマネジメント (部門長: 森田 千尋 (宮崎大))		
ICT 等を用いた新しい道路舗装維持管理		森田 千尋 (宮崎大)
(4) 道路全体のアセットマネジメント (部門長: 高橋 和雄 (長崎大))		
(a) 実装するための戦略的マネジメント		高橋 和雄 (長崎大)
(b) 橋梁の耐震設計		松田 泰治 (熊本大学)

研究開発の管理体制

研究責任者 松田 浩 (長崎大) 総括研究者 中村 聖三 (長崎大)

研究連絡調整担当 田中 徹政・高橋 和雄 (長崎大)

研究開発推進 達成度評価体制

委員会名	メンバー	審議事項	開催回数
研究開発運営委員会	研究責任者、総括研究者、部門長、班長、共同研究グループ長	研究開発の進捗の取りまとめ、計画変更の検討、実装状況の取りまとめ等	年 4 回 (四半期毎)
研究開発幹事会	研究責任者、総括研究者、部門長	研究開発の進行管理、計画変更案の作成、年度計画の策定等	年 6 回程度
研究開発評価会議	九州内の大学、九州橋梁・構造工学会、国土交通省九州地方整備局、シンクタンク、道守認定者、JST 関係者等	研究開発の達成度の評価	年 1 回 (2 月)

各県の研究開発技術の実装支援体制

県毎に、編成された実装支援チームが研究開発成果を各自治体へ実装支援する。

	各県の実装支援メンバー
山口県	麻生 稔彦、田島 啓司
福岡県	日野 伸一、濱田 秀則、園田 佳巨、玉井 宏樹、梶田 幸秀、佐川 康貴、 牧角 龍憲、山口 栄輝、日比野 誠、合田 寛基、佐藤 研一
佐賀県	伊藤 幸広、三田 勝也
長崎県	松田 浩、中村 聖三、才本 明秀、勝田 順一、奥松 俊博、佐々木 謙二、 出水 享、蔭 宇静、大嶺 聖、杉本 知史、石塚 洋一、藤本 孝文、藤島 友之、西川 貴文、田中 徹政、高橋 和雄、吉田 裕子
熊本県	山尾 敏孝、松田 泰治、葛西 昭
大分県	一宮 一夫
宮崎県	森田 千尋、李 春鶴、安井 賢太郎
鹿児島県	武若 耕司、山口 明伸

3. 研究開発スケジュールと研究開発費計画

(1) 橋梁のアセットマネジメントについては(1)-(a)橋梁点検の要素技術及び(1)-(c)コンクリート構造物の維持管理技術・劣化環境定量的評価の内(1)-(c)-1)コンクリート構造物の劣化診断技術が(1)-(b)維持管理システムに組み込まれる。この部門のみ研究開発期間が一律でないので、以下にロードパスを示す。

研究細目	平成28年度	平成29年度	平成30年度	
近接目視	鋼橋劣化情報検出方法の簡易化と自動化	実装方針に関する調査		
	ひび割れ幅 0.2mm 検出の簡易化と自動化	劣化情報のマッピング化		
	SIP 研究テーマ調査			
打音検査	回転式打音検査法の開発	実装方針に関する調査		
	実装にあたってのSIP 研究テーマ調査			
たわみ・変位計測	夜間計測の検証	距離 100mでの精度検証		評価・改良
	LDV 振動計測、たわみと振動数の相関性検討			
振動計測	実装にあたってのSIP 研究テーマ調査	実装方針に関する調査		
PC桁の現有応力測定法	実橋による応力解放法による応力推定	評価・改良		
	老朽化橋梁載荷試験	評価・改良		
鋼橋の劣化診断技術	装置改良	評価・改良		
	疲労試験後の試験体で検証			
3D外観劣化情報取得	3D 計測、ギガピクセル画像分析、損傷同定	情報 3D イメージング	実装試験	
	UAV 画像取得・操縦システム	3D 外観劣化情報取得システム	改良、改善	
リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング	対象橋梁(2橋)の選定・実装	長期モニタリングとモニタリングシステムの検討劣化診断システム	実装試験	
			改良、改善	
中小スパン橋梁のリスク評価に基づくモニタリング手法	3D 計測、構造解析	健全度評価システムの構築	実装試験	
	実橋梁の振動・たわみ計測		改良、改善	
コンクリート構造物の劣化診断技術	塩害、アルカリシリカ反応の評価方法の検証、FE 解析	劣化診断システムの構築		
	ユーザーのニーズ調査			
環境作用強度に基づくコンクリート橋の維持管理優先度決定システム	塩害、中性化、水分環境試験方法の検証、FE 解析	環境作用強度に基づくコンクリート橋の維持管理優先度決定システム構築		
	薄板モルタル法調査			

3.1. 研究開発スケジュール（ロードマップ）

[単位：百万円]

() 内は人数

	初年度	2年度	3年度	計
(1) 橋梁のアセットマネジメント				
(1)-(a) 橋梁点検の要素技術				
(1)-(a)-1) 近接目視	0.54 (5)	0.22 (6)		0.76
(1)-(a)-2) 打音検査	1.08 (2)	0.33 (3)		1.41
(1)-(a)-3) たわみ・変位計測	0.54 (3)	0.22 (5)		0.76
(1)-(a)-4) 振動計測	0.54 (2)	0.11 (2)		0.65
(1)-(a)-5) PC桁の現有応力測定法	0.54 (3)	0.22 (5)		0.76
(1)-(a)-6) 鋼橋の劣化診断技術	0.54 (5)	0.11 (8)		0.65
(1)-(b) 維持管理システム				
(1)-(b)-1) 3D外観劣化情報取得	0.54 (3)	0.11 (5)	0.40 (10)	1.05
(1)-(b)-2) リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング	0.54 (5)	0.11 (5)	0.48 (10)	1.13
(1)-(b)-3) 中小スパン橋梁のリスク評価に基づくモニタリング手法	1.62 (6)	0.11 (9)	0.48 (9)	2.21

(1)-(c) コンクリート 構造物の維持管理技 術・劣化環境定量的評価				
(1)-(c)-1) コンクリ ート構造物の劣化診断技 術	2.16 (5)	0.55 (8)	→	3.58
(1)-(c)-2) 環境作用 強度に基づくコンクリ ート橋の維持管理優先 度決定システム	2.16 (4)	0.44 (4)	→	2.60
<u>(2)トンネル・道路斜面 のアセットマネジメン ト</u>				
(2)-(a) 覆工コンクリ ート健全度評価	1.08 (3)	0.22 (6)	0.12 (6)	→ 1.42
(2)-(b) 斜面地安定性 評価のための屋外モニ タリング	2.16 (4)	0.55 (10)	0.30 (10)	→ 3.01
<u>(3)道路舗装のアセット マネジメント</u>				
ICT等を用いた新しい道 路舗装維持管理	1.62 (7)	0.44 (8)	0.24 (8)	→ 2.30
<u>(4)道路全体のアセット マネジメント</u>				
(4)-(a) 実装するた めの戦略的マネジメン ト	1.08 (4)	0.33 (5)	0.18 (5)	→ 1.59
(4)-(b) 橋梁の耐震設 計	2.70 (4)	0.44 (4)	0.24 (4)	→ 3.38

(5) SIP研究開発成果等 の実装体制の構築	10.56	25.49	27.56	63.61
	(38)	(49)	(49)	
合 計	30	30	30	90

3.2. 研究開発費計画

3.2.1. 費目別の研究開発費計画

[単位：円]

項 目	平成28年度	平成29年度	平成30年度	合計
物品費（設備費 ¹⁾ ）	0	0	0	0
物品費 （材料・消耗品費 ²⁾ ）	4,070,000	945,000	495,000	5,510,000
旅費 ³⁾	9,350,000	10,207,000	7,653,000	27,210,000
人件費・諸謝金 （研究員等の数 ⁴⁾ ）	5,950,000	11,808,000	15,558,000	33,316,000
その他 ⁵⁾	6,720,000	3,130,000	2,384,000	12,234,000
間接経費 ⁶⁾	3,910,000	3,910,000	3,910,000	11,730,000
合計	30,000,000	30,000,000	30,000,000	90,000,000

3.2.2. 研究開発グループ別の研究開発費計画

[単位：円]

研究機関名	平成28年度	平成29年度	平成30年度	合計
長崎大学	30,000,000	30,000,000	30,000,000	90,000,000
合計	30,000,000	30,000,000	30,000,000	90,000,000

3.2.3. 設備備品内訳

(1) 使用する予定の現有設備・装置等の保有状況

設備名称	内容	設置場所
音響測定センサー及び発振子 (1)	マイクロホンコンデンシションングアンプ 2690-A-0S1, マイクロホン 4939-L-002, アクセサリーUA-	長崎大学機械システム工学科
小型表面粗さ形状測定器	(株)東京精密 サーフコム130A	〃
FASTRAXSYSTEM (TX2) (3次元位置計測システム)	米国POLHEMUS社製	〃
高解像度シロクアラフィーセンサー	独国ダントック社製 Q-800	長崎大学構造工学科
高解像度シロクアラフィーセンサー シロクアラフィー解析装置	独国ダントック社製 Q-800	〃
データロガー用高速2ユニット増設	東京測器 TDS-530	〃
マルチレコーダコントロールユニット	(株)東京測器研究所TMR-211(マ ルチレコーダ-4Gユニット2台, フリッ ジボックス16台, 動的計測ソフトウェア, アッテネータケーブル, 電源アダプタ含)	〃
低温恒温恒湿器	いすず製 HPAV-120-20 耐荷 重棚板	〃
ガルバニー電池式ポータブル微量酸 素分	Model 1000-RS 米国AMI社	〃
加振装置制御システム	(株)マルティディスプレイ, LATITUDEメイ ンストリーム, 高精度アナログ出力ターミナル, 絶縁型高精度アナログ出力モジュ ール, 加算回路, アルミケース	長崎大学社会開発工学科
積層型試料容器	(株)マルイ MIS-257-1-15-4	〃
複合サイクル試験機	スガ試験機(株) CYP-90, 排気処 理装置EF-1R, 水フィルター-SW-5P	〃
超音波式流速・濁度プロファイナ	(株)ハイトロシステム開発 0.6MHz ADC-TP	〃
電位差自動滴定装置	京都電子工業(株) AT-610-ST	インフラ長寿命化センター
構造物診断用非接触振動測定シ ステムセンサーヘッド+データ収録部	グラフテック(株) UD100-N	〃
棒型スキャナ	(株)計測リサーチコンサルタント製 SS-3	〃

VC100SS型 カーボンコーター	真空デバイス	〃
ハイブリッドミル	(株)吉田製作所製 No. 1066 木製梱包送料	〃
マルチ観察電子顕微鏡 本体部(リアルサーフェスビュー顕微鏡)	キーエンス VE8800SP1757	〃
マルチ観察電子顕微鏡 エネルギー分散型 X線分析装置	キーエンス 971863SP1944 EDAX G-XM2 CDU/SUTW	〃
ハイスピードデジタル画像関連法システム	米国コリレーテッドソリューションズ VIC-SNAP-HS、VIC-3D2009	〃
ACMデモタガ	シュリンクス SACM-50FR	〃
エクセルジョークラッシャー	No. 2002-EX 吉田製作所製	〃
1級イメージステーションシステム	(株)トプコン製IS201(測量基本ソフトウェア、土木基本ソフトウェア含む)	〃
コンタクトマイクロストレインゲージ	MSG-D1 (株)丸東製作所製	〃
フェイストアレイ機能搭載超音波探傷器	オリンパス EPOCH1000i(小型充電アダプタ、フェイストアレイプローブ、垂直ウェッジ、斜角ウェッジ)	〃
疲労き裂伝播試験システム	島津製作所 サーボハールサ EHF-EV050K1-020-0Aシステム	システム科学部門
表面粗さ測定機	ミットヨ SJ-401/0.75 m N MM(178-956-3)運賃含	〃
頭部近赤外光計測装置	日立製作所 HOT121B	〃
3軸型超音波風速計	(株)フーリット WindMasterPro II (ケーブル含む)	〃
サーボ加速度計	リオン LS-10C(加速度計3個、延長ケーブル3本、電源含む)	〃
超小型動ひずみレコーダ	DC-204R(小型低容量加速度計1台、バッテリーパック1台、アッテネータケーブル2本、アダプタ1個)	〃
AEセンサシステム	富士セラミックス製 R-CAST AEセンサー・リアンプ・ケーブル・直流電源含む	〃
デジタル動ひずみ測定器	東京測器 DRA-107A	〃
画像伝送装置	(快適空間1.2GHz)	〃
フーリエ変換赤外分光光度計	日本分光 FT/IR-6100	電気・情報科学部門

紫外可視分光光度計	日本分光:V670DS 外	物質科学部門
コンクリート圧縮試験用供試体研磨機	マルタニ試工 CMT-005D	連携部門
サーモグラフィカメラ	米国フリアーシステムズ社 SC620 動画ソフト、1500°C高温レンズ機能	〃

(2) 購入予定設備・装置等

設備名称	内容 (使用目的・仕様等を 記入してください)	概算価格	発注日	設置場所
なし				