

# 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）

平成29年度

## 研究開発実施計画書（年度）

課題名「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」

研究開発小項目「(5) - (C) - a アセットマネジメントに関す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

## 改訂履歴

No.	改訂年月日 (※)	対象項目	改訂内容、改訂箇所 (ページ等)	備考(本文 の修正の有 無など)
1	平成29年2月28 日		研究開発計画書の作成	

※「改訂年月日」欄： PDの確認を得た場合はその旨記載

### 《研究開発実施計画書の改訂について》

- 1) 研究開発計画書の記載事項(研究開発実施者等)に修正が生じる場合には、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) 研究開発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(PD)の確認・承認が必要となります。
  - ※ 「研究開発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、グループの追加や削減
    - ・ 研究開発予算額の大幅な変更
    - ・ 研究開発の方向性に大幅な変更の必要が生じた場合など
- 3) 1)、2)に際しての研究開発実施計画書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. 研究開発の概要	4
1.1. 研究開発課題	4
1.2. 研究責任者名及び所属機関名	4
1.3. 委託研究開発期間	4
1.4. 本年度の研究開発概要	4
1.5. 本年度の達成目標	16
2. 研究開発実施体制	23
2.1. 研究開発実施体制図	23
2.2. 研究開発グループ・共同研究グループ一覧	24
3. 研究開発費計画	26
3.1. 費目別内訳	26
3.2. 機関別内訳（間接経費込み）	26
4. 研究開発スケジュール（ロードマップ）	27
5. 研究開発機関ごとの年度計画	33
5.1. 長崎大学	33
5.1.1. 研究題目名	33
5.1.2. 研究責任者名	33
5.1.3. 委託研究開発期間	33
5.1.4. 本年度の研究開発の概要	33
5.1.5. 達成目標	46
5.1.6. 研究開発実施体制	53
5.1.7. 具体的な研究開発内容	58
5.1.8. 研究開発費計画	67
5.1.9. 事務担当者の連絡先（窓口）	72

## 1. 研究開発の概要

### 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. 研究責任者名及び所属機関名

(氏名) 松田 浩

(所属・役職) 国立大学法人長崎大学大学院工学研究科・教授

### 1.3. 委託研究開発期間

平成29年4月1日～平成31年3月31日

### 1.4. 本年度の研究開発概要

#### (1) 平成29年度の研究開発概要

以下の研究開発についてその概要を表で示す。

##### (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)-(b) 維持管理システム

(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

##### (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

		代表者 共同研究者	概要
<b>(1) 橋梁のアセットマネジメント</b>			
(1)-(a) 橋梁点検 の 要素技術	1) 近接目視	麻生 稔彦 (山口大) 田島 啓司 (山口大) 中村 聖三 (長崎大) 奥松 俊博 (長崎大) 西川 貴文 (長崎大) 牧角 龍憲 (九共大)	平成 29 年度は各地域がかかえる近接目視点検での問題点を整理するとともに、この問題点に対応できる SIP 技術を抽出する。これらの SIP 技術について、地域の橋梁管理者及び地域で橋梁点検に従事する民間技術者を対象に説明会を開催し、これらの技術の社会実装の可能性及びそのための方法を検討する。また、SIP 技術と既存技術との対比を行い、有用性を検証する。
	2) 打音検査	園田 佳巨 (九州大) 玉井 宏樹 (九州大) 日野 伸一 (九州大)	既設 RC 構造の劣化損傷度の定量的把握に対する種々の非破壊検査 (主に打音検査) の適用可能性や限界を把握するため、SIP で開発済みの種々の技術と担当者が開発中の検査技術を利用して、損傷状態が明確な供試体と損傷状態が不明確な供試体に対する検査を実施し、それらの相対評価を行うことで個々の検査技術の問題点や解決策を検討する。
	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」	三田 勝也 (佐賀大) 伊藤 幸広 (佐賀大) 松田 浩 (長崎大) 出水 享 (長崎大) 木本 啓介 (長崎大)	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。
	4) 振動計測	西川 貴文 (長崎大) 森田 千尋 (宮崎大)	開発・実証が進められている対象技術をテストフィールドに選定した国内外の橋梁に試験実装し、社会実装へ向けた技術的評価と現状の課題の抽出を行う。実装は研究開発チームと協力して実施し、実用化を見据えて対象技術の手法としての信頼性、地域における運用性と継続性を検証する。対象技術として、橋脚モニタリング技術 (SIP 研究開発テーマ

			No. 21)、VirA (同 No. 8) に、新たに無線計測技術 (同 No. 39) を加える。
	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」	<u>伊藤 幸広</u> (佐賀大) 三田 勝也 (佐賀大) 松田 浩 (長崎大) 出水 享 (長崎大) 木本 啓介 (長崎大)	平成 28 年度に引き続き老朽化した PC 橋梁を対象とし、スリット応力解放法の作業性、操作性、測定精度の検証実験を行う。また同橋梁において、ラフタークレーンにより載荷試験を行い、光学的全視野ひずみ計測装置により主応力の方向や中立軸の位置、平面保持の確認を行う。下縁応力度や中立軸位置等の結果から新たな耐久性診断方法を確立する。
	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」	<u>伊藤 幸広</u> (佐賀大) 三田 勝也 (佐賀大) 麻生 稔彦 (山口大) 田島 啓司 (山口大) 松田 浩 (長崎大) 勝田 順一 (長崎大) 出水 享 (長崎大) 木本 啓介 (長崎大)	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。平成 29 年度は中盤までこれら開発を行い、その後、現場実験を実施し評価する。
(b) 維持管理システム	1) 3D 外観劣化情報取得	<u>奥松 俊博</u> (長崎大) 松田 浩 (長崎大) 牧角 龍憲 (九共大) 出水 享 (長崎大) 木本 啓介 (長崎大)	長崎県と協議のうえ試験対象橋梁を 1 橋選定し、3D 計測は UAV による SfM 技術と 3D レーザースキャナを用いて実施し、外観劣化情報はデジタルカメラによる撮影画像や SIP 研究開発課題 No. 6 (鉄筋腐食検査装置) を用いて、それら劣化情報の 3D 形状データマッピング化を図り、3 次元的に得られた現実環境をコンピュータにより拡張する技術を構築する。
	2) リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング	<u>中村 聖三</u> (長崎大) 西川 貴文 (長崎大) 奥松 俊博 (長崎大) 園田 佳巨 (九州大) 玉井 宏樹 (九州大) 日野 伸一 (九州大)	長崎県との協議によりモニタリングシステムを設置する重点維持管理橋梁を新たに 1 橋選定し、既に選定済みの 1 橋と合わせ、SIP で開発中のワイヤレスセンサーによる継続的遠隔モニタリングシステム及び担当者らが過去に開発したシステムでのモニタリング体制を構築し、長期モニタリング性能を検証するこ

			とで、両システムの技術的問題点を抽出し、解決の方向性を検討する。
	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	<b>松田 浩</b> (長崎大) 奥松 俊博 (長崎大) 才本 明秀 (長崎大) 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) 出水 享 (長崎大) 木本 啓介 (長崎大)	SIP 研究開発テーマ No. 6、10、22、57、及びその他の計測技術を使用して、3D 計測、解析モデル作成、構造解析、3D 劣化情報、実橋たわみ・振動計測に基づく橋梁安全性評価システムを構築し、地方自治体管理の中小スパン橋梁を対象として、実証試験を実施し、リスク評価に基づくモニタリング手法を開発する。
(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	<b>日比野 誠</b> (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) 松田 浩 (長崎大) 出水 享 (長崎大) 木本 啓介 (長崎大)	計画全体は塩害をはじめ RC 構造物の劣化診断システムを構築することであり、その中心は劣化診断・予測システムとなる。29 年度は、自治体等構造物の管理者のニーズと一致する劣化診断・予測システムを選定し、このシステムの入力データが取得可能な点検技術を調査する。そして、点検技術の成果は、診断システムの入力となるシステムの構築を行う。
	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	<b>佐々木 謙二</b> (長崎大) 濱田 秀則 (九州大) 武若 耕司 (鹿児島大) 山口 明伸 (鹿児島大)	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。
<b>(2) トンネル・道路斜面のアセットマネジメント</b>			
(2)-(a) 覆工コンクリート 健全度評価	<b>蔭 宇静</b> (長崎大) 大嶺 聖 (長崎大) 杉本 知史 (長崎大) 石田 純平 (長崎大) 張 慧中 (長崎大)		覆工コンクリートのひび割れの分布密度について、現在、ネクソ各社で用いられているき裂指標値 TCI とき裂の幅も考慮できるフラクタル次元解析との比較を行い、より妥当なひび割れ評価指標を考案する。また、ひび割

	勝田 侑弥 (長崎大)	れの分布と動的特性との定量的関係を解明し、長崎県内の実現場への適用を行う。
(2)-(b) 斜面地安定性評価のための屋外モニタリング	<b>杉本 知史</b> (長崎大) 石田 純平 (長崎大) 張 慧中 (長崎大) 勝田 侑弥 (長崎大) 石塚 洋一 (長崎大) 岩崎 昌平 (長崎大) 笹村 拓哉 (長崎大) 西川 祐貴 (長崎大) 藤本 孝文 (長崎大) 藤島 友之 (長崎大)	前年度に開発を進めてきたモニタリング用の通信アンテナや簡易センサーを屋外環境下に設置の上、動作の安定性や取得データの精度、従来製品や SIP 研究課題で開発されたシステムに対するコストや性能について検証を進める。また、屋外環境下での電源確保を目的とした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) の本格的な開発のためのシミュレーターによる設計やプロトタイプ の作製に取り組む。
<b>(3) 道路舗装のアセットマネジメント</b>		
ICT 等を用いた新しい道路舗装維持管理	<b>森田 千尋</b> (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) 松田 浩 (長崎大) 西川 貴文 (長崎大) 山口 栄輝 (九工大) 佐藤 研一 (福岡大)	小型センサーやスマートフォン等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。平成 29 年度は、ラフネスデータ及び道路情報の収集を行うとともに、実用化と実証に取り組む。
<b>(4) 道路全体のアセットマネジメント</b>		
(4)-(a) 実装するための戦略的マネジメント	<b>高橋 和雄</b> (長崎大) 松田 浩 (長崎大) 田中 徹政 (長崎大) 吉田 裕子 (長崎大) 牧角 龍憲 (九共大)	平成 28 年度の本研究課題の成果として、長崎県が活用したい SIP 研究開発テーマ等を抽出するとともに、実装に当たっての行政の考え方が整理できた。平成 29 年度は実装する SIP 研究開発テーマ等を絞り込み、具体的な実現方策を産官学が結集した道守活用検討部会等で検討する。さらに、SIP 研究開発テーマ等の試行を行い、活用効果・コスト等をまとめて、SIP 技術委員会等で事後評価を行う。また、将来的なマネジメントシステムの構築のための

		基礎調査を実施するとともに、道守認定者に技術を担ってもらうためのスーパー道守の養成等の態勢整備を検討する。九州・山口地域への実装については、平成 28 年度に実施したアンケート調査や研究分担者の意見を踏まえて、地域での実装方策を検討する。
(4)-(b) 橋梁の耐震設計	<b>松田 泰治</b> (熊本大) 山尾 敏孝 (熊本大) 葛西 昭 (熊本大) 梶田 幸秀 (九州大)	平成 28 年度に引き続き耐震補強が行われていた道路橋被災調査を継続する。 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を実施する。 その際に、SIP 開発技術の適用性についても検討する。
<b>(5) SIP 研究開発成果等の実施体制の構築</b>	全員 大野 朝美 (長崎大)	九州・山口地域インフラ・アセットマネジメント協議会の活動を本格化させる。引き続き SIP 研究開発成果等の情報提供・啓発活動、SIP アンケートの実施(SIP の周知状況、活用したい研究開発テーマ、人材育成ニーズ)、維持管理人材育成のあり方の調査を行う。長崎地域に対して、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、研究開発成果の絞り込みを行う。各県の道路メンテナンス会議やKABSEと連携し、重層的に取り組む。県毎に、研究開発技術の実装支援チームを編成する。

## (2) 平成30年度の研究開発概要

以下の研究開発についてその概要を表で示す。

### (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)-(b)-1)から(1)-(b)-3)に統合】

(1)-(b) 維持管理システム

(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)-(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

(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

		代表者 共同研究者	概要
<b>(1) 橋梁のアセットマネジメント</b>			
(1)-(a) 橋梁点検 の 要素技術	1) 近接目視	<b>麻生 稔彦</b> (山口大) 田島 啓司 (山口大) 中村 聖三 (長崎大) 奥松 俊博 (長崎大) 西川 貴文 (長崎大) 牧角 龍憲 (九共大)	(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。
	2) 打音検査	<b>園田 佳巨</b> (九州大) 玉井 宏樹 (九州大) 日野 伸一 (九州大)	(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。
	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」	<b>三田 勝也</b> (佐賀大) 伊藤 幸広 (佐賀大) 松田 浩 (長崎大) 出水 享 (長崎大) 木本 啓介 (長崎大)	(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。
	4) 振動計測	<b>西川 貴文</b> (長崎大) 森田 千尋 (宮崎大)	(1)-(b)-1)、(1)-(b)-2)、(1)-(b)-3)に統合する。
	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」	<b>伊藤 幸広</b> (佐賀大) 三田 勝也 (佐賀大) 松田 浩 (長崎大) 出水 享 (長崎大) 木本 啓介 (長崎大)	(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。

	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」	<b>伊藤 幸広</b> （佐賀大） 三田 勝也（佐賀大） 麻生 稔彦（山口大） 田島 啓司（山口大） 松田 浩（長崎大） 勝田 順一（長崎大） 出水 享（長崎大） 木本 啓介（長崎大）	(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。
(b)維持管理システム	1)3D 外観劣化情報取得	<b>奥松 俊博</b> （長崎大） 松田 浩（長崎大） 牧角 龍憲（九共大） 出水 享（長崎大） 木本 啓介（長崎大）	研究開発課題の技術的問題点に対し、技術的改良の提案及びその対策に基づく実証試験を継続するとともに、別の計測環境にある橋梁を選定し、計測環境の違いによる影響を定量化し、開発システムの社会実装に対する実用上の課題について検証する。
	2)リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング	<b>中村 聖三</b> （長崎大） 西川 貴文（長崎大） 奥松 俊博（長崎大） 園田 佳巨（九州大） 玉井 宏樹（九州大） 日野 伸一（九州大）	平成 29 年度に抽出された技術的問題点に対する改良、実証を繰返し、安定した長期モニタリングが可能なシステムを構築する。また、開発システムの社会実装における社会的な課題を調査、検討する。さらに、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、データ処理方法について検証する。
	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	<b>松田 浩</b> （長崎大） 奥松 俊博（長崎大） 才本 明秀（長崎大） 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） 出水 享（長崎大） 木本 啓介（長崎大）	地方自治体管理の中小スパン橋梁を対象として実装試験を繰返し実施し、信頼性や精度を明確にするとともに、橋梁安全性評価システムの低コスト化のための改良・改善を図り、NETIS 登録を目指す。さらに、九州・山口各県において実証試験を実施し社会実装を目指す。

(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	<b>日比野 誠</b> (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) 松田 浩 (長崎大) 出水 享 (長崎大) 木本 啓介 (長崎大)	(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。
	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	<b>佐々木 謙二</b> (長崎大) 濱田 秀則 (九州大) 武若 耕司 (鹿児島大) 山口 明伸 (鹿児島大)	(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。

## (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	<b>蔦 宇静</b> (長崎大) 大嶺 聖 (長崎大) 杉本 知史 (長崎大) 石田 純平 (長崎大) 張 慧中 (長崎大) 勝田 侑弥 (長崎大)	ひび割れの分布特性と振動特性との相関関係を反映したデータベース構築と計測評価システムの複数トンネルへの適用を進める。
(2)-(b) 斜面地安定性評価のための屋外モニタリング	<b>杉本 知史</b> (長崎大) 石田 純平 (長崎大) 張 慧中 (長崎大) 勝田 侑弥 (長崎大) 石塚 洋一 (長崎大) 岩崎 昌平 (長崎大) 笹村 拓哉 (長崎大) 西川 祐貴 (長崎大) 藤本 孝文 (長崎大) 藤島 友之 (長崎大)	平成 28、29 年度に開発を進めた電源、計測、通信、避雷の各要素を組み合わせた屋外モニタリングシステムを、地すべり被害の影響を受けることが懸念されている道路沿いの斜面地盤に実装し、運用上の課題を洗い出しつつ性能や適用範囲を検証する。その上で、利用展開し、留意すべき点や工夫すべき点について、道路管理者や調査・計測関連の技術者との議論を踏まえた設置・運用に関する情報の取りまとめを行う。

## (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	<b>森田 千尋</b> (宮崎大)	平成 30 年度は、SIP 研究開発技術を使用して、
----------------	--------------------	----------------------------

舗装維持管理	一宮 一夫（大分高専） 麻生 稔彦（山口大） 田島 啓司（山口大） 松田 浩（長崎大） 西川 貴文（長崎大） 山口 栄輝（九工大） 佐藤 研一（福岡大）	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。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。
<b>（４）道路全体のアセットマネジメント</b>		
(4)-(a) 実装するための戦略的マネジメント	<b>高橋 和雄</b> （長崎大） 松田 浩（長崎大） 田中 徹政（長崎大） 吉田 裕子（長崎大） 牧角 龍憲（九共大）	最終年度には、長崎県では実装可能とされたSIP 研究開発テーマ等の認証、標準化及び出口戦略のステップに進むので、そのステップをそれぞれの主体が連携を図りながらそのシステムを構築して1サイクルを回す。九州・山口地域でも同様なシステムを目指す。実証が見込める研究開発テーマについては、国土交通省の新技术情報提供システム(NETIS)に早い段階で登録する。既に橋梁点検技術の1技術についてはNETISに登録済みである。さらに、この3年間の活動成果を取りまとめて、関係機関に情報を提供する。
(4)-(b) 橋梁の耐震設計	<b>松田 泰治</b> （熊本大） 山尾 敏孝（熊本大） 葛西 昭（熊本大） 梶田 幸秀（九州大）	耐震補強が行われていた道路橋被災調査結果の取りまとめを実施する。 ①実際に適用されていた耐震補強方法の分類 ②補強前および補強後の道路橋の被災状況の分析 ③耐震補強効果に関する知見の取りまとめ その際に、SIP 開発技術の適用性についても検討する。
<b>（５）SIP 研究開発成果等の実施体制の構築</b>	全員 大野 朝美（長崎大）	引き続き SIP 研究開発成果等の情報提供・啓発活動、SIP アンケートを実施する。SIP 技術委員会や九州・山口地域インフラ・アセットマネジメント協議会の活動を本事業が終了しても継続できる推進体制を構築する。各県の道路メンテナンス会議や KABSE と連携し、重層的に取り組む。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。
--	--	--------------------------

## 1.5. 本年度の達成目標

### (1) 平成29年度の達成目標

#### (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

地域の問題は2～3の県及び5程度の市を対象に行う。これらの管理者の意見を参考に、3件前後のSIP技術を抽出し、2回程度の説明会を実施する。この際、3～5の民間企業からも参加を求め、実際の点検者からの意見も求める。これらの活動を通じ、SIP技術を社会実装する上での問題点を明確化し、次年度以降の研究開発に関連させる。

###### (1)-(a)-2) 打音検査

損傷程度をパラメータとしたRC梁やRC版の供試体（促進劣化によって製作：損傷状態が明確）と40年以上経過したRC梁供試体（既設構造物から抽出されたもの：損傷状態が不明確）を準備し、SIPで開発済みの各種技術で損傷度に関する非破壊検査を行い、その結果を定量的に比較・評価することで、個々の検査技術の精度や利用上の問題点及びその解決方法等を明確にする。

###### (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」

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は、複数回における計測誤差の平均値を1mm以下とすることを目標とする。

###### (1)-(a)-4) 振動計測

地域内と最大2カ国の海外の橋梁に対象技術を試験実装し、定常的あるいは計画的にデータを集録できる計測環境と協力体制を構築する。また、次年度の維持管理システム班（(1)-(b)-1）、(1)-(b)-2）、(1)-(b)-3）への統合に向けて、対象技術の適用範囲と得られるアウトプットの質と量を明示化する。

###### (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作業性、操作性については、実際に計測を行った調査員にヒヤリングを行い評価する。現有応力の測定精度は、設計図書に記載されている下縁応力度を基本として検討を行う。設計図書が無い場合には、ラフタークレーンにより載荷試験を行い、光学的全視野ひずみ計測装置により主応力の方向や中立軸の位置や下縁応力度の増加分を測定し、及びたわみ計測結果より復元設計を行い、初期の各部の応力度を推定する。

(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」

本方法は、主に橋梁の定期点検時等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装置を開発することを目標とする。

(1)-(b) 維持管理システム

(1)-(b)-1) 3D 外観劣化情報取得

平成 29 年度前期に、長崎県沿岸部橋梁 1 橋を対象とした、現有システム及び SIP 開発システムによる実証実験を実施するとともに、継続的に外観劣化情報の定量的評価が行える計測体制を構築する。UAV 撮影システムの評価について、画像取得の確実性及び自己位置精度が検証できる計測システムを確立する。技術的問題点が発見された場合には、その解決の方向性を検討し具体的な改善策を決定する。

(1)-(b)-2) リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング

前半には、現有システム及び SIP で開発中のシステムによる 2 橋のモニタリング体制を確立する。後半では連続したモニタリングを実施し、各システムの長期安定性、データ取得の確実性等を検証する。技術的問題点が発見された場合には、モニタリングの実施と並行して、その解決の方向性を検討し、具体的な改善策を決定する。

(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

SIP 研究開発テーマ等による 3D 計測、構造解析、3D 劣化情報、実橋たわみ・振動計測の各技術の信頼性や精度を明確にするとともに、SIP 研究開発テーマ No. 57、58 を用いて、中小スパン橋梁のモニタリングに基づく安全性評価法を確立する。

(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

- ・ 構造物管理者が技術的判断を行う際に必要となる情報を出力できる劣化診断・予測技術を特定する。
- ・ 劣化診断と進行予測に必要な情報を特定し、これらが出力できる点検技術の組合せを検討する。
- ・ 実際に点検技術と劣化診断・予測技術を組み合わせて、システムとして実装する。

(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

- ・ 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・推定手法を確立する。
- ・ 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**

実トンネルの計測に基づいて、ひび割れの分布特性と振動特性との相関関係を解明し、健全度評価を目的としたデータベース構築のための基礎データを提供する。

### **(2)-(b) 斜面地安定性評価のための屋外モニタリング**

モニタリング用の通信アンテナの動作安定性については、設定したデータ収集間隔の中で90%以上の成功確率を目標とする。また本研究で開発する簡易センサーについては、従来製品と比べ要求する精度は1/10程度に落としつつもコストを1/10~1/100程度に抑えることを目標とする。レクテナについては、太陽光による発電の不安定性を補完する役目を担うことのできる発電量の確保を目標とする。

## **(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**

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1地区で構築する。また、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マネジメント評価を2地区で試行する。

## **(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**

長崎県内で活用したいSIP研究開発テーマ等の数件の具体的な絞り込みの後に現場試行を行い、公共事業に活用する場合に不可欠となるデータを収集する。これをもって、地域実装が可能かどうかをSIP技術委員会で評価する。また、スーパー道守の必要性、求められる技術者像、養成内容を具体化する。九州・山口地域では、各県ごとに活用したいSIP開発テーマの絞り込みを行い、現場試験の実施を行う。また、九州・山口地域インフラ・アセットマネジメント協議会の活動を本格化させる。

### **(4)-(b) 橋梁の耐震補強**

道路橋に関する被災状況の全容をなるべく早く把握する。

## **(5) SIP研究開発成果等の実装体制の構築**

九州・山口地域インフラ・アセットマネジメント協議会を立ち上げて、各地域で活用したいSIP開発技術の絞り込みを行う。また、各地域で実装する課題を明確にす

る。長崎地域では、SIP 研究開発テーマ等の現場実証試験を行い、SIP 技術委員会で評価・改善等の提案を行う。さらに、スーパー道守の養成のあり方を検討する。

## (2) 平成30年度の達成目標

### (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

(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。

##### (1)-(a)-2) 打音検査

(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。

##### (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」

(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。

##### (1)-(a)-4) 振動計測

(1)-(b)-1)、(1)-(b)-2)、(1)-(b)-3)に統合する。

##### (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」

(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。

##### (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」

(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。

#### (1)-(b) 維持管理システム

##### (1)-(b)-1) 3D 外観劣化情報取得

平成29年度に抽出された課題を整理・解決し、さらに1橋を加えた計測体制を確立する。この体制下で前年度の計測及び評価を継続し、その結果を取りまとめる。劣化情報の3D形状データマッピング化・デジタル劣化情報システムについては、本開発技術を試験的に実施し一定の標準的データを蓄えた上で、SIP技術及び関連技術を選定後、ベンチマークテストを実施し、それらの結果を取りまとめる。以上の各技術について、具体的な指標に基づく評価、また運用上の知見を取りまとめる。

##### (1)-(b)-2) リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング

アクシデント的な事象が発生しない限り、安定して連続モニタリング可能なシステムとワイヤレスセンサー等の配置方法を確立し、マニュアル化する。また、開発したシステムの実装における社会的課題、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・データ処理方法を取りまとめた

報告書を作成する。

(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

SIP 研究開発テーマ等による 3D 計測、構造解析、3D 劣化情報、実橋たわみ・振動計測の各技術のコストと信頼度に応じた計測技術等を選定するとともに、九州・山口各県において実証試験を実施し社会実装を行う。

(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

(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。

(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)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。

(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することで、実現場での振動特性計測に基づく診断評価システムが完成する。

(2)-(b) 斜面地安定性評価のための屋外モニタリング

本研究で開発する各要素技術を組み合わせることで、無線センサネットワークを活用した屋外における斜面のモニタリングシステムを構築し、これを実斜面に設置・試験運用を行うことを目標とする。設置・運用上の問題点や他の実現場へ展開する際に想定される事項を抽出し、これらの情報を取りまとめたマニュアルの作成を目標とする。

(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

平成 29 年度と同様に、運用する仕組み（体制とサイクル）を 2 地区で構築し、分散型の道路アセットマネジメント評価を 5 地区で試行する。さらに、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

長崎県内では、SIP 研究開発テーマを長崎県の公共工事に実装して、1 サイクル回す。

また、継続体制を構築する。実証が見込める研究開発テーマについては国土交通省の新技术情報提供システム(NETIS)に早い段階で登録する。最終的に2件程度を目標とする。長崎県以外の九州・山口地域では、県を中心としてSIP研究開発テーマの試行を行い、条件を整えつつ、逐次実装を目指す。

#### **(4)-(b) 橋梁の耐震補強**

国土交通省、熊本県、熊本市が管理する被災した道路橋のデータベースの統一化を図る。

#### **(5) SIP研究開発成果等の実装体制の構築**

九州・山口地域インフラ・アセットマネジメント協議会を中心に、実装したいSIP研究開発テーマの現場実証試験を行い条件の整った地域での実装を図る。

長崎地域では、SIP技術委員会で実証可能と判断されたSIP研究開発テーマを公共工事に実装するための歩掛、仕様書を作成し、橋梁点検車の高度利用化を行い、実装を実現する。さらに、スーパー道守の養成を開始する。

## 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
<b>(1) 橋梁のアセットマネジメント</b>			
(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) <b>廣生隆彦</b> (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	<b>園田佳臣</b> (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) <b>三田勝也</b> (佐賀大)
	4) 振動計測	西川貴文	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 「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	<b>伊藤幸広</b> (佐賀大) 三田勝也(佐賀大)
	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	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 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 <b>奥松俊博</b> 、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 <b>中村聖三</b> 、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 <b>松田浩</b> 、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	<b>日比野誠</b> (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 <b>佐々木毅二</b>	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
<b>(2) トンネル・道路斜面のアセットマネジメント</b>			
(a) 覆工コンクリート健全度評価	<b>善宇静</b> 、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	<b>杉本知史</b> 、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
<b>(3) 道路舗装のアセットマネジメント</b>			
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) <b>森田千尋</b> (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
<b>(4) 道路全体のアセットマネジメント</b>			
(a) 実装するための戦略的マネジメント	<b>高橋和雄</b> 、松田浩、田中徹哉、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) <b>松田義治</b> (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
<b>(5) SIP 研究開発成果等の実装体制の構築</b>	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. 研究開発グループ・共同研究グループ一覧

研究開発グループ	研究責任者氏名	所属部署・役職
長崎大学	松田 浩	工学研究科・教授
長崎大学	中村 聖三	工学研究科・教授
長崎大学	才本 明秀	工学研究科・教授
長崎大学	勝田 順一	工学研究科・准教授
長崎大学	奥松 俊博	工学研究科・准教授
長崎大学	佐々木 謙二	工学研究科・助教
長崎大学	出水 享	工学研究科・技術職員
長崎大学	木本 啓介	工学研究科・博士後期課程2年
長崎大学	蔣 宇静	工学研究科・教授
長崎大学	大嶺 聖	工学研究科・教授
長崎大学	杉本 知史	工学研究科・助教
長崎大学	石田 純平	工学研究科・博士後期課程3年
長崎大学	張 慧中	工学部工学科・4年
長崎大学	勝田 侑弥	工学部工学科・4年
長崎大学	石塚 洋一	工学研究科・准教授
長崎大学	岩崎 昌平	工学研究科・技術職員
長崎大学	笹村 拓哉	工学研究科・博士前期課程2年
長崎大学	西川 祐貴	工学研究科・博士前期課程1年
長崎大学	藤本 孝文	工学研究科・准教授
長崎大学	藤島 友之	工学研究科・准教授
長崎大学	西川 貴文	工学研究科・助教
長崎大学	田中 徹政	工学研究科・特任研究員
長崎大学	吉田 裕子	工学研究科・特任研究員
長崎大学	高橋 和雄	名誉教授・特任研究員

共同研究グループ	主たる共同研究者氏名	所属部署・役職
大分工業高等専門学校	一宮 一夫	教授
鹿児島大学	武若 耕司	理工学研究科・教授
鹿児島大学	山口 明伸	理工学研究科・教授
九州大学	日野 伸一	工学研究院・教授
九州大学	濱田 秀則	工学研究院・教授
九州大学	園田 佳巨	工学研究院・教授
九州大学	玉井 宏樹	工学研究院・助教
九州大学	梶田 幸秀	工学研究院・准教授
九州大学	佐川 康貴	工学研究院・准教授
九州共立大学	牧角 龍憲	総合研究所・教授
九州工業大学	山口 栄輝	工学研究院・教授
九州工業大学	日比野 誠	工学研究院・准教授
九州工業大学	合田 寛基	工学研究院・准教授
熊本大学	山尾 敏孝	自然科学研究科・教授
熊本大学	松田 泰治	自然科学研究科・教授
熊本大学	葛西 昭	自然科学研究科・准教授
佐賀大学	伊藤 幸広	工学系研究科・教授
佐賀大学	三田 勝也	工学系研究科・助教
福岡大学	佐藤 研一	工学部・教授
宮崎大学	森田 千尋	工学部・教授
宮崎大学	李 春鶴	工学部・准教授
宮崎大学	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
山口大学	麻生 稔彦	創成科学研究科・教授
山口大学	田島 啓司	創成科学研究科・助教

### 3. 研究開発費計画

#### 3.1. 費目別内訳

(単位：円)

項 目	平成29年度	平成30年度	合計
物品費（設備費）	0	0	0
物品費（材料・消耗品費）	945,000	495,000	1,440,000
旅費	10,207,000	7,653,000	17,860,000
人件費・諸謝金	11,808,000	15,558,000	27,366,000
その他	3,130,000	2,384,000	5,514,000
間接経費	3,910,000	3,910,000	7,820,000
合計	30,000,000	30,000,000	60,000,000

#### 3.2. 機関別内訳（間接経費込み）

(単位：円)

研究機関名	平成29年度	平成30年度	合計
長崎大学	30,000,000	30,000,000	60,000,000
合計	30,000,000	30,000,000	60,000,000

#### 4. 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

	平成29年度				合計
	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	
<b>(1) 橋梁のアセット マネジメント</b>					
(1)-(a) 橋梁点検の 要素技術					
(1)-(a)-1) 近接目視	0.06 (6)	0.06 (6)	0.05 (6)	0.05 (6)	0.22
(1)-(a)-2) 打音検査	0.08 (3)	0.08 (3)	0.08 (3)	0.09 (3)	0.33
(1)-(a)-3) たわみ・ 変位計測	0.06 (5)	0.06 (5)	0.05 (5)	0.05 (5)	0.22
(1)-(a)-4) 振動計測	0.03 (2)	0.03 (2)	0.03 (2)	0.02 (2)	0.11
(1)-(a)-5) PC桁の現 有応力測定法	0.06 (5)	0.06 (5)	0.05 (5)	0.05 (5)	0.22
(1)-(a)-6) 鋼橋の劣 化診断技術	0.04 (8)	0.04 (8)	0.02 (8)	0.01 (8)	0.11
(1)-(b) 維持管理シ ステム					
(1)-(b)-1) 3D外観 劣化情報取得	0.04 (5)	0.04 (5)	0.02 (5)	0.01 (5)	0.11
(1)-(b)-2) リアルタ イムセンシング・遠 隔モニタリング	0.04 (4)	0.04 (4)	0.02 (4)	0.01 (4)	0.11

(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	0.03 (9)	0.03 (9)	0.03 (9)	0.02 (9) →	0.11
(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	0.14 (8)	0.14 (8)	0.14 (8)	0.13 (8) →	0.55
(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	0.11 (4)	0.11 (4)	0.11 (4)	0.11 (4) →	0.44
<b><u>(2)トンネル・道路斜面的のアセットマネジメント</u></b>					
(2)-(a) 覆工コンクリート健全度評価	0.06 (6)	0.06 (6)	0.05 (6)	0.05 (6) →	0.22
(2)-(b) 斜面地安定性評価のための屋外モニタリング	0.14 (10)	0.14 (10)	0.14 (10)	0.13 (10) →	0.55
<b><u>(3)道路舗装のアセットマネジメント</u></b>					
ICT等を用いた新しい道路舗装維持管理	0.11 (8)	0.11 (8)	0.11 (8)	0.11 (8) →	0.44

<b><u>(4) 道路全体のアセットマネジメント</u></b>					
(4)-(a) 実装するための戦略的マネジメント	0.08 (5)	0.08 (5)	0.08 (5)	0.09 (5) →	0.33
(4)-(b) 橋梁の耐震設計	0.11 (4)	0.11 (4)	0.11 (4)	0.11 (4) →	0.44
<b><u>(5) SIP研究開発成果等の実装体制の構築</u></b>	6.37 (49)	6.37 (49)	6.37 (49)	6.38 (49) →	25.49
合 計	7.56	7.56	7.46	7.42	30.00

単位：百万円]

( ) 内は人数

	平成30年度				合計
	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	
<b>(1) 橋梁のアセット マネジメント</b>					
(1)-(a) 橋梁点検の 要素技術	}	【(1)-(b)-1)から(1)-(b)-3)に統合】			
(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	0.10 (10)	0.10 (10)	0.10 (10)	0.10 (10)	0.40
(1)-(b)-2) リアルタ イムセンシング・遠 隔モニタリング	0.12 (10)	0.12 (10)	0.12 (10)	0.12 (10)	0.48

(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	0.12 (9)	0.12 (9)	0.12 (9)	0.12 (9)	0.48
(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)-(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					
<b><u>(2)トンネル・道路斜面的のアセットマネジメント</u></b>					
(2)-(a) 覆工コンクリート健全度評価	0.03 (6)	0.03 (6)	0.03 (6)	0.03 (6)	0.12
(2)-(b) 斜面地安定性評価のための屋外モニタリング	0.08 (10)	0.08 (10)	0.07 (10)	0.07 (10)	0.30
<b><u>(3)道路舗装のアセットマネジメント</u></b>					
ICT等を用いた新しい道路舗装維持管理	0.06 (8)	0.06 (8)	0.06 (8)	0.06 (8)	0.24

<b><u>(4) 道路全体のアセットマネジメント</u></b>					
(4)-(a) 実装するための戦略的マネジメント	0.05 (5)	0.05 (5)	0.04 (5)	0.04 (5) →	0.18
(4)-(b) 橋梁の耐震設計	0.06 (4)	0.06 (4)	0.06 (4)	0.06 (4) →	0.24
<b><u>(5) SIP研究開発成果等の実装体制の構築</u></b>	6.89 (49)	6.89 (49)	6.89 (49)	6.89 (49) →	27.56
合 計	7.51	7.51	7.49	7.49	30.00

## 5. 研究開発機関ごとの年度計画

### 5.1. 長崎大学

#### 5.1.1. 研究題目名

「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」

#### 5.1.2. 研究責任者名

主たる共同研究者名

(氏名) 松田 浩

(所属・役職) 国立大学法人長崎大学大学院工学研究科・教授

(住所) 〒852-8521 長崎市文教町 1-14

(Eメールアドレス) matsuda@nagasaki-u.ac.jp

(電話番号) 095-819-2590

(FAX 番号) 095-819-2590

(インフラ長寿命化センター：事務担当氏名) 大野朝美

(Eメールアドレス) p-yama@nagasaki-u.ac.jp

(電話番号) 095-819-2880

(FAX 番号) 095-819-2879

#### 5.1.3. 委託研究開発期間

平成29年4月1日～平成31年3月31日

#### 5.1.4. 本年度の研究開発の概要

##### (1) 平成29年度の研究開発概要

以下の研究開発についてその概要を表で示す。

##### (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)-(b) 維持管理システム

(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

##### (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

		代表者 共同研究者	概要
<b>(1) 橋梁のアセットマネジメント</b>			
(1)-(a) 橋梁点検 の 要素技術	1) 近接目視	<b>麻生 稔彦</b> (山口大) 田島 啓司 (山口大) 中村 聖三 (長崎大) 奥松 俊博 (長崎大) 西川 貴文 (長崎大) 牧角 龍憲 (九共大)	平成 29 年度は各地域がかかえる近接目視点検での問題点を整理するとともに、この問題点に対応できる SIP 技術を抽出する。これらの SIP 技術について、地域の橋梁管理者及び地域で橋梁点検に従事する民間技術者を対象に説明会を開催し、これらの技術の社会実装の可能性及びそのための方法を検討する。また、SIP 技術と既存技術との対比を行い、有用性を検証する。
	2) 打音検査	<b>園田 佳巨</b> (九州大) 玉井 宏樹 (九州大) 日野 伸一 (九州大)	既設 RC 構造の劣化損傷度の定量的把握に対する種々の非破壊検査 (主に打音検査) の適用可能性や限界を把握するため、SIP で開発済みの種々の技術と担当者が開発中の検査技術を利用して、損傷状態が明確な供試体と損傷状態が不明確な供試体に対する検査を実施し、それらの相対評価を行うことで個々の検査技術の問題点や解決策を検討する。
	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」	<b>三田 勝也</b> (佐賀大) 伊藤 幸広 (佐賀大) 松田 浩 (長崎大) 出水 享 (長崎大) 木本 啓介 (長崎大)	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。
	4) 振動計測	<b>西川 貴文</b> (長崎大) 森田 千尋 (宮崎大)	開発・実証が進められている対象技術をテストフィールドに選定した国内外の橋梁に試験実装し、社会実装へ向けた技術的評価と現状の課題の抽出を行う。実装は研究開発チームと協力して実施し、実用化を見据えて対象技術の手法としての信頼性、地域における運用性と継続性を検証する。対象技術として、橋脚モニタリング技術 (SIP 研究開発テーマ

			No. 21)、VirA (同 No. 8) に、新たに無線計測技術 (同 No. 39) を加える。
	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」	<b>伊藤 幸広</b> (佐賀大) 三田 勝也 (佐賀大) 松田 浩 (長崎大) 出水 享 (長崎大) 木本 啓介 (長崎大)	平成 28 年度に引き続き老朽化した PC 橋梁を対象とし、スリット応力解放法の作業性、操作性、測定精度の検証実験を行う。また同橋梁において、ラフタークレーンにより載荷試験を行い、光学的全視野ひずみ計測装置により主応力の方向や中立軸の位置、平面保持の確認を行う。下縁応力度や中立軸位置等の結果から新たな耐久性診断方法を確立する。
	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」	<b>伊藤 幸広</b> (佐賀大) 三田 勝也 (佐賀大) 麻生 稔彦 (山口大) 田島 啓司 (山口大) 松田 浩 (長崎大) 勝田 順一 (長崎大) 出水 享 (長崎大) 木本 啓介 (長崎大)	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。平成 29 年度は中盤までこれら開発を行い、その後、現場実験を実施し評価する。
(b) 維持管理システム	1) 3D 外観劣化情報取得	<b>奥松 俊博</b> (長崎大) 松田 浩 (長崎大) 牧角 龍憲 (九共大) 出水 享 (長崎大) 木本 啓介 (長崎大)	長崎県と協議のうえ試験対象橋梁を 1 橋選定し、3D 計測は UAV による SfM 技術と 3D レーザースキャナを用いて実施し、外観劣化情報はデジタルカメラによる撮影画像や SIP 研究開発課題 No. 6 (鉄筋腐食検査装置) を用いて、それら劣化情報の 3D 形状データマッピング化を図り、3 次元的に得られた現実環境をコンピュータにより拡張する技術を構築する。
	2) リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング	<b>中村 聖三</b> (長崎大) 西川 貴文 (長崎大) 奥松 俊博 (長崎大) 園田 佳巨 (九州大) 玉井 宏樹 (九州大) 日野 伸一 (九州大)	長崎県との協議によりモニタリングシステムを設置する重点維持管理橋梁を新たに 1 橋選定し、既に選定済みの 1 橋と合わせ、SIP で開発中のワイヤレスセンサーによる継続的遠隔モニタリングシステム及び担当者らが過去に開発したシステムでのモニタリング体制を構築し、長期モニタリング性能を検証するこ

			とで、両システムの技術的問題点を抽出し、解決の方向性を検討する。
	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	<b>松田 浩</b> (長崎大) 奥松 俊博 (長崎大) 才本 明秀 (長崎大) 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) 出水 享 (長崎大) 木本 啓介 (長崎大)	SIP 研究開発テーマ No. 6、10、22、57、及びその他の計測技術を使用して、3D 計測、解析モデル作成、構造解析、3D 劣化情報、実橋たわみ・振動計測に基づく橋梁安全性評価システムを構築し、地方自治体管理の中小スパン橋梁を対象として、実証試験を実施し、リスク評価に基づくモニタリング手法を開発する。
(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	<b>日比野 誠</b> (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) 松田 浩 (長崎大) 出水 享 (長崎大) 木本 啓介 (長崎大)	計画全体は塩害をはじめ RC 構造物の劣化診断システムを構築することであり、その中心は劣化診断・予測システムとなる。29 年度は、自治体等構造物の管理者のニーズと一致する劣化診断・予測システムを選定し、このシステムの入力データが取得可能な点検技術を調査する。そして、点検技術の成果は、診断システムの入力となるシステムの構築を行う。
	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	<b>佐々木 謙二</b> (長崎大) 濱田 秀則 (九州大) 武若 耕司 (鹿児島大) 山口 明伸 (鹿児島大)	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。
<b>(2) トンネル・道路斜面のアセットマネジメント</b>			
(2)-(a) 覆工コンクリート 健全度評価	<b>蔭 宇静</b> (長崎大) 大嶺 聖 (長崎大) 杉本 知史 (長崎大) 石田 純平 (長崎大) 張 慧中 (長崎大)	覆工コンクリートのひび割れの分布密度について、現在、ネクソ各社で用いられているき裂指標値 TCI とき裂の幅も考慮できるフラクタル次元解析との比較を行い、より妥当なひび割れ評価指標を考案する。また、ひび割	

	勝田 侑弥 (長崎大)	れの分布と動的特性との定量的関係を解明し、長崎県内の実現場への適用を行う。
(2)-(b) 斜面地安定性評価のための屋外モニタリング	<b>杉本 知史</b> (長崎大) 石田 純平 (長崎大) 張 慧中 (長崎大) 勝田 侑弥 (長崎大) 石塚 洋一 (長崎大) 岩崎 昌平 (長崎大) 笹村 拓哉 (長崎大) 西川 祐貴 (長崎大) 藤本 孝文 (長崎大) 藤島 友之 (長崎大)	前年度に開発を進めてきたモニタリング用の通信アンテナや簡易センサーを屋外環境下に設置の上、動作の安定性や取得データの精度、従来製品や SIP 研究課題で開発されたシステムに対するコストや性能について検証を進める。また、屋外環境下での電源確保を目的とした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) の本格的な開発のためのシミュレーターによる設計やプロトタイプ製作に取り組む。
<b>(3) 道路舗装のアセットマネジメント</b>		
ICT 等を用いた新しい道路舗装維持管理	<b>森田 千尋</b> (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) 松田 浩 (長崎大) 西川 貴文 (長崎大) 山口 栄輝 (九工大) 佐藤 研一 (福岡大)	小型センサーやスマートフォン等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。平成 29 年度は、ラフネスデータ及び道路情報の収集を行うとともに、実用化と実証に取り組む。
<b>(4) 道路全体のアセットマネジメント</b>		
(4)-(a) 実装するための戦略的マネジメント	<b>高橋 和雄</b> (長崎大) 松田 浩 (長崎大) 田中 徹政 (長崎大) 吉田 裕子 (長崎大) 牧角 龍憲 (九共大)	平成 28 年度の本研究課題の成果として、長崎県が活用したい SIP 研究開発テーマ等を抽出するとともに、実装に当たっての行政の考え方が整理できた。平成 29 年度は実装する SIP 研究開発テーマ等を絞り込み、具体的な実現方策を産官学が結集した道守活用検討部会等で検討する。さらに、SIP 研究開発テーマ等の試行を行い、活用効果・コスト等をまとめて、SIP 技術委員会等で事後評価を行う。また、将来的なマネジメントシステムの構築のための

		<p>基礎調査を実施するとともに、道守認定者に技術を担ってもらうためのスーパー道守の養成等の態勢整備を検討する。九州・山口地域への実装については、平成 28 年度に実施したアンケート調査や研究分担者の意見を踏まえて、地域での実装方策を検討する。</p>
(4)-(b) 橋梁の耐震設計	<p><b>松田 泰治</b> (熊本大)  <b>山尾 敏孝</b> (熊本大)  <b>葛西 昭</b> (熊本大)  <b>梶田 幸秀</b> (九州大)</p>	<p>平成 28 年度に引き続き耐震補強が行われていた道路橋被災調査を継続する。</p> <p>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を実施する。</p> <p>その際に、SIP 開発技術の適用性についても検討する。</p>
<b>(5) SIP 研究開発成果等の実施体制の構築</b>	<p>全員  <b>大野 朝美</b> (長崎大)</p>	<p>九州・山口地域インフラ・アセットマネジメント協議会の活動を本格化させる。引き続き SIP 研究開発成果等の情報提供・啓発活動、SIP アンケートの実施(SIP の周知状況、活用したい研究開発テーマ、人材育成ニーズ)、維持管理人材育成のあり方の調査を行う。長崎地域に対して、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、研究開発成果の絞り込みを行う。各県の道路メンテナンス会議やKABSEと連携し、重層的に取り組む。県毎に、研究開発技術の実装支援チームを編成する。</p>

## (2) 平成30年度の研究開発概要

以下の研究開発についてその概要を表で示す。

### (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)-(b)-1)から(1)-(b)-3)に統合】

(1)-(b) 維持管理システム

~~(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)-(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

(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

		代表者 共同研究者	概要
<b>(1) 橋梁のアセットマネジメント</b>			
(1)-(a) 橋梁点検 の 要素技術	1) 近接目視	<b>麻生 稔彦</b> (山口大) 田島 啓司 (山口大) 中村 聖三 (長崎大) 奥松 俊博 (長崎大) 西川 貴文 (長崎大) 牧角 龍憲 (九共大)	(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。
	2) 打音検査	<b>園田 佳巨</b> (九州大) 玉井 宏樹 (九州大) 日野 伸一 (九州大)	(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。
	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」	<b>三田 勝也</b> (佐賀大) 伊藤 幸広 (佐賀大) 松田 浩 (長崎大) 出水 享 (長崎大) 木本 啓介 (長崎大)	(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。
	4) 振動計測	<b>西川 貴文</b> (長崎大) 森田 千尋 (宮崎大)	(1)-(b)-1)、(1)-(b)-2)、(1)-(b)-3)に統合する。
	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」	<b>伊藤 幸広</b> (佐賀大) 三田 勝也 (佐賀大) 松田 浩 (長崎大) 出水 享 (長崎大) 木本 啓介 (長崎大)	(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。

	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」	<b>伊藤 幸広</b> （佐賀大） 三田 勝也（佐賀大） 麻生 稔彦（山口大） 田島 啓司（山口大） 松田 浩（長崎大） 勝田 順一（長崎大） 出水 享（長崎大） 木本 啓介（長崎大）	(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。
(b)維持管理システム	1)3D 外観劣化情報取得	<b>奥松 俊博</b> （長崎大） 松田 浩（長崎大） 牧角 龍憲（九共大） 出水 享（長崎大） 木本 啓介（長崎大）	研究開発課題の技術的問題点に対し、技術的改良の提案及びその対策に基づく実証試験を継続するとともに、別の計測環境にある橋梁を選定し、計測環境の違いによる影響を定量化し、開発システムの社会実装に対する実用上の課題について検証する。
	2)リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング	<b>中村 聖三</b> （長崎大） 西川 貴文（長崎大） 奥松 俊博（長崎大） 園田 佳巨（九州大） 玉井 宏樹（九州大） 日野 伸一（九州大）	平成 29 年度に抽出された技術的問題点に対する改良、実証を繰返し、安定した長期モニタリングが可能なシステムを構築する。また、開発システムの社会実装における社会的な課題を調査、検討する。さらに、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、データ処理方法について検証する。
	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	<b>松田 浩</b> （長崎大） 奥松 俊博（長崎大） 才本 明秀（長崎大） 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） 出水 享（長崎大） 木本 啓介（長崎大）	地方自治体管理の中小スパン橋梁を対象として実装試験を繰返し実施し、信頼性や精度を明確にするとともに、橋梁安全性評価システムの低コスト化のための改良・改善を図り、NETIS 登録を目指す。さらに、九州・山口各県において実証試験を実施し社会実装を目指す。

(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	<b>日比野 誠</b> (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) 松田 浩 (長崎大) 出水 享 (長崎大) 木本 啓介 (長崎大)	(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。
	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	<b>佐々木 謙二</b> (長崎大) 濱田 秀則 (九州大) 武若 耕司 (鹿児島大) 山口 明伸 (鹿児島大)	(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。

## (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	<b>蔦 宇静</b> (長崎大) 大嶺 聖 (長崎大) 杉本 知史 (長崎大) 石田 純平 (長崎大) 張 慧中 (長崎大) 勝田 侑弥 (長崎大)	ひび割れの分布特性と振動特性との相関関係を反映したデータベース構築と計測評価システムの複数トンネルへの適用を進める。
(2)-(b) 斜面地安定性評価のための屋外モニタリング	<b>杉本 知史</b> (長崎大) 石田 純平 (長崎大) 張 慧中 (長崎大) 勝田 侑弥 (長崎大) 石塚 洋一 (長崎大) 岩崎 昌平 (長崎大) 笹村 拓哉 (長崎大) 西川 祐貴 (長崎大) 藤本 孝文 (長崎大) 藤島 友之 (長崎大)	平成 28、29 年度に開発を進めた電源、計測、通信、避雷の各要素を組み合わせた屋外モニタリングシステムを、地すべり被害の影響を受けることが懸念されている道路沿いの斜面地盤に実装し、運用上の課題を洗い出しつつ性能や適用範囲を検証する。その上で、利用展開し、留意すべき点や工夫すべき点について、道路管理者や調査・計測関連の技術者との議論を踏まえた設置・運用に関する情報の取りまとめを行う。

## (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	<b>森田 千尋</b> (宮崎大)	平成 30 年度は、SIP 研究開発技術を使用して、
----------------	--------------------	----------------------------

舗装維持管理	一宮 一夫（大分高専） 麻生 稔彦（山口大） 田島 啓司（山口大） 松田 浩（長崎大） 西川 貴文（長崎大） 山口 栄輝（九工大） 佐藤 研一（福岡大）	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。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	<b>高橋 和雄</b> （長崎大） 松田 浩（長崎大） 田中 徹政（長崎大） 吉田 裕子（長崎大） 牧角 龍憲（九共大）	最終年度には、長崎県では実装可能とされたSIP 研究開発テーマ等の認証、標準化及び出口戦略のステップに進むので、そのステップをそれぞれの主体が連携を図りながらそのシステムを構築して1サイクルを回す。九州・山口地域でも同様なシステムを目指す。実証が見込める研究開発テーマについては、国土交通省の新技术情報提供システム(NETIS)に早い段階で登録する。既に橋梁点検技術の1技術についてはNETISに登録済みである。さらに、この3年間の活動成果を取りまとめて、関係機関に情報を提供する。
--------------------------	---	---

(4)-(b) 橋梁の耐震設計	<b>松田 泰治</b> （熊本大） 山尾 敏孝（熊本大） 葛西 昭（熊本大） 梶田 幸秀（九州大）	耐震補強が行われていた道路橋被災調査結果の取りまとめを実施する。 ①実際に適用されていた耐震補強方法の分類 ②補強前および補強後の道路橋の被災状況の分析 ③耐震補強効果に関する知見の取りまとめ その際に、SIP 開発技術の適用性についても検討する。
-----------------	---	--

<b>（５）SIP 研究開発成果等の実施体制の構築</b>	全員 大野 朝美（長崎大）	引き続き SIP 研究開発成果等の情報提供・啓発活動、SIP アンケートを実施する。SIP 技術委員会や九州・山口地域インフラ・アセットマネジメント協議会の活動を本事業が終了しても継続できる推進体制を構築する。各県の道路メンテナンス会議や KABSE と連携し、重層的に取り組む。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。
--	--	--------------------------

## 5.1.5. 達成目標

### (1) 平成29年度の達成目標

#### (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

地域の問題は2～3の県及び5程度の市を対象に行う。これらの管理者の意見を参考に、3件前後のSIP技術を抽出し、2回程度の説明会を実施する。この際、3～5の民間企業からも参加を求め、実際の点検者からの意見も求める。これらの活動を通じ、SIP技術を社会実装する上での問題点を明確化し、次年度以降の研究開発に関連させる。

###### (1)-(a)-2) 打音検査

損傷程度をパラメータとしたRC梁やRC版の供試体（促進劣化によって製作：損傷状態が明確）と40年以上経過したRC梁供試体（既設構造物から抽出されたもの：損傷状態が不明確）を準備し、SIPで開発済みの各種技術で損傷度に関する非破壊検査を行い、その結果を定量的に比較・評価することで、個々の検査技術の精度や利用上の問題点及びその解決方法等を明確にする。

###### (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」

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は、複数回における計測誤差の平均値を1mm以下とすることを目標とする。

###### (1)-(a)-4) 振動計測

地域内と最大2カ国の海外の橋梁に対象技術を試験実装し、定常的あるいは計画的にデータを集録できる計測環境と協力体制を構築する。また、次年度の維持管理システム班（(1)-(b)-1）、(1)-(b)-2）、(1)-(b)-3）への統合に向けて、対象技術の適用範囲と得られるアウトプットの質と量を明示化する。

###### (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作業性、操作性については、実際に計測を行った調査員にヒヤリングを行い評価する。現有応力の測定精度は、設計図書に記載されている下縁応力度を基本として検討を行う。設計図書が無い場合には、ラフタークレーンにより載荷試験を行い、光学的全視野ひずみ計測装置により主応力の方向や中立軸の位置や下縁応力度の増加分を測定し、及びたわみ計測結果より復元設計を行い、初期の各部の応力度を推定する。

(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」

本方法は、主に橋梁の定期点検時等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装置を開発することを目標とする。

(1)-(b) 維持管理システム

(1)-(b)-1) 3D 外観劣化情報取得

平成 29 年度前期に、長崎県沿岸部橋梁 1 橋を対象とした、現有システム及び SIP 開発システムによる実証実験を実施するとともに、継続的に外観劣化情報の定量的評価が行える計測体制を構築する。UAV 撮影システムの評価について、画像取得の確実性及び自己位置精度が検証できる計測システムを確立する。技術的問題点が発見された場合には、その解決の方向性を検討し具体的な改善策を決定する。

(1)-(b)-2) リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング

前半には、現有システム及び SIP で開発中のシステムによる 2 橋のモニタリング体制を確立する。後半では連続したモニタリングを実施し、各システムの長期安定性、データ取得の確実性等を検証する。技術的問題点が発見された場合には、モニタリングの実施と並行して、その解決の方向性を検討し、具体的な改善策を決定する。

(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

SIP 研究開発テーマ等による 3D 計測、構造解析、3D 劣化情報、実橋たわみ・振動計測の各技術の信頼性や精度を明確にするとともに、SIP 研究開発テーマ No. 57、58 を用いて、中小スパン橋梁のモニタリングに基づく安全性評価法を確立する。

(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

- ・ 構造物管理者が技術的判断を行う際に必要となる情報を出力できる劣化診断・予測技術を特定する。
- ・ 劣化診断と進行予測に必要な情報を特定し、これらが出力できる点検技術の組合せを検討する。
- ・ 実際に点検技術と劣化診断・予測技術を組み合わせて、システムとして実装する。

(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

- ・ 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・推定手法を確立する。
- ・ 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**

実トンネルの計測に基づいて、ひび割れの分布特性と振動特性との相関関係を解明し、健全度評価を目的としたデータベース構築のための基礎データを提供する。

### **(2)-(b) 斜面地安定性評価のための屋外モニタリング**

モニタリング用の通信アンテナの動作安定性については、設定したデータ収集間隔の中で90%以上の成功確率を目標とする。また本研究で開発する簡易センサーについては、従来製品と比べ要求する精度は1/10程度に落としつつもコストを1/10~1/100程度に抑えることを目標とする。レクテナについては、太陽光による発電の不安定性を補完する役目を担うことのできる発電量の確保を目標とする。

## **(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**

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1地区で構築する。また、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マネジメント評価を2地区で試行する。

## **(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**

長崎県内で活用したいSIP研究開発テーマ等の数件の具体的な絞り込みの後に現場試行を行い、公共事業に活用する場合に不可欠となるデータを収集する。これをもって、地域実装が可能かどうかをSIP技術委員会で評価する。また、スーパー道守の必要性、求められる技術者像、養成内容を具体化する。九州・山口地域では、各県ごとに活用したいSIP開発テーマの絞り込みを行い、現場試験の実施を行う。また、九州・山口地域インフラ・マネジメント協議会の活動を本格化させる。

### **(4)-(b) 橋梁の耐震補強**

道路橋に関する被災状況の全容をなるべく早く把握する。

## **(5) SIP研究開発成果等の実装体制の構築**

九州・山口地域インフラ・アセットマネジメント協議会を立ち上げて、各地域で活用したいSIP開発技術の絞り込みを行う。また、各地域で実装する課題を明確にする。長

崎地域では、SIP 研究開発テーマ等の現場実証試験を行い、SIP 技術委員会で評価・改善等の提案を行う。さらに、スーパー道守の養成のあり方を検討する。

(2) 平成30年度の達成目標

**(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

(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。

(1)-(a)-2) 打音検査

(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。

(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」

(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。

(1)-(a)-4) 振動計測

(1)-(b)-1)、(1)-(b)-2)、(1)-(b)-3)に統合する。

(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」

(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。

(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」

(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。

**(1)-(b) 維持管理システム**

(1)-(b)-1) 3D 外観劣化情報取得

平成29年度に抽出された課題を整理・解決し、さらに1橋を加えた計測体制を確立する。この体制下で前年度の計測及び評価を継続し、その結果を取りまとめる。劣化情報の3D形状データマッピング化・デジタル劣化情報システムについては、本開発技術を試験的に実施し一定の標準的データを蓄えた上で、SIP技術及び関連技術を選定後、ベンチマークテストを実施し、それらの結果を取りまとめる。以上の各技術について、具体的な指標に基づく評価、また運用上の知見を取りまとめる。

(1)-(b)-2) リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング

アクシデント的な事象が発生しない限り、安定して連続モニタリング可能なシステムとワイヤレスセンサー等の配置方法を確立し、マニュアル化する。また、開発したシステムの実装における社会的課題、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・データ処理方法を取りまとめた

報告書を作成する。

(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

SIP 研究開発テーマ等による 3D 計測、構造解析、3D 劣化情報、実橋たわみ・振動計測の各技術のコストと信頼度に応じた計測技術等を選定するとともに、九州・山口各県において実証試験を実施し社会実装を行う。

(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

(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。

(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)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。

(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することで、実現場での振動特性計測に基づく診断評価システムが完成する。

(2)-(b) 斜面地安定性評価のための屋外モニタリング

本研究で開発する各要素技術を組み合わせることで、無線センサネットワークを活用した屋外における斜面のモニタリングシステムを構築し、これを実斜面に設置・試験運用を行うことを目標とする。設置・運用上の問題点や他の実現場へ展開する際に想定される事項を抽出し、これらの情報を取りまとめたマニュアルの作成を目標とする。

(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

平成 29 年度と同様に、運用する仕組み（体制とサイクル）を 2 地区で構築し、分散型の道路アセットマネジメント評価を 5 地区で試行する。さらに、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

長崎県内では、SIP 研究開発テーマを長崎県の公共工事に実装して、1 サイクル回す。

また、継続体制を構築する。実証が見込める研究開発テーマについては国土交通省の新技術情報提供システム(NETIS)に早い段階で登録する。最終的に2件程度を目標とする。長崎県以外の九州・山口地域では、県を中心としてSIP研究開発テーマの試行を行い、条件を整えつつ、逐次実装を目指す。

#### **(4)-(b) 橋梁の耐震補強**

国土交通省、熊本県、熊本市が管理する被災した道路橋のデータベースの統一化を図る。

#### **(5) SIP研究開発成果等の実装体制の構築**

九州・山口地域インフラ・アセットマネジメント協議会を中心に、実装したいSIP研究開発テーマの現場実証試験を行い条件の整った地域での実装を図る。

長崎地域では、SIP技術委員会で実証可能と判断されたSIP研究開発テーマを公共工事に実装するための歩掛、仕様書を作成し、橋梁点検車の高度利用化を行い、実装を実現する。さらに、スーパー道守の養成を開始する。

### 5.1.6. 研究開発実施体制

研究機関名	国立大学法人長崎大学				
担当	氏名	所属部署・役職	専門	エフォート	メールアドレス※1
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%	matsuda @nagasaki-u.ac.jp
(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	10%	shozo @nagasaki-u.ac.jp
(1)-(b)-3)の開発に従事	才本 明秀	工学研究科・教授	材料力学	10%	s-aki @nagasaki-u.ac.jp
(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	10%	katsuta @nagasaki-u.ac.jp
(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	10%	okumatsu @nagasaki-u.ac.jp
(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	10%	ksasaki @nagasaki-u.ac.jp
(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	10%	demizu @nagasaki-u.ac.jp
(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	10%	kimoto @krcnet.co.jp
(2)-(a)の開発に従事	蔣 宇静	工学研究科・教授	岩盤力学	10%	jiang @nagasaki-u.ac.jp

(2)-(a) の開発に従事	大嶺 聖	工学研究 科・教授	地盤環 境工学	5%	omine @nagasaki-u.ac.jp
(2)-(a), (b) の開発に従事	杉本 知史	工学研究 科・助教	地盤工 学	10%	s-sugi @nagasaki-u.ac.jp
(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	20%	bb52214101 @ms.nagasaki- u.ac.jp
(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	20%	bb35513029 @ms.nagasaki- u.ac.jp
(2)-(a), (b) の開発に従事	勝田 侑弥	工学研究 科・4年	地盤工 学	20%	bb35513004 @ms.nagasaki- u.ac.jp
(2)-(b) の開発に従事	石塚 洋一	工学研究 科・准教授	信号処 理	10%	isy2 @nagasaki-u.ac.jp
(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	10%	iwasaki @nagasaki-u.ac.jp
(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	20%	bb52115221 @ms.nagasaki- u.ac.jp
(2)-(b) の開発に従事	西川 祐貴	工学研究 科・博士前 期課程2年	電気電 子工学	20%	bb52116227 @ms.nagasaki- u.ac.jp
(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	5%	takafumi @nagasaki-u.ac.jp
(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	10%	t-fuji @nagasaki-u.ac.jp
(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	10%	nishikawa @nagasaki-u.ac.jp
(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	80%	tanaka-t @nagasaki-u.ac.jp
(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	40%	yuko- yoshida@nagasaki- u.ac.jp
(4)-(a) の開発に従事	高橋 和雄	名誉教授・ 特任研究 員	防災工 学	60%	t-kazuo @nagasaki-u.ac.jp
(5)の開発に従事	メンバー全 員				

<b>研究機関名</b>	国立高等専門学校機構 大分工業高等専門学校				
<b>担当</b>	<b>氏名</b>	<b>所属部署・役職</b>	<b>専門</b>	<b>エフオート</b>	<b>メールアドレス※1</b>
(3)の開発に従事	一宮 一夫	教授	コンクリート工学	5%	ichimiya @oita-ct.ac.jp

<b>研究機関名</b>	国立大学法人鹿児島大学				
<b>担当</b>	<b>氏名</b>	<b>所属部署・役職</b>	<b>専門</b>	<b>エフオート</b>	<b>メールアドレス※1</b>
(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	10%	takewaka @oce.kagoshima-u.ac.jp
(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	10%	yamaguch @oce.kagoshima-u.ac.jp

<b>研究機関名</b>	国立大学法人九州大学				
<b>担当</b>	<b>氏名</b>	<b>所属部署・役職</b>	<b>専門</b>	<b>エフオート</b>	<b>メールアドレス※1</b>
(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	10%	hino @doc.kyushu-u.ac.jp
(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	5%	h-hamada @doc.kyushu-u.ac.jp
(1)-(a)-2)の開発に従事	園田 佳巨	工学研究院・教授	構造工学	10%	sonoda @doc.kyushu-u.ac.jp
(1)-(a)-2)の開発に従事	玉井 宏樹	工学研究院・助教	構造工学	10%	tamai @doc.kyushu-u.ac.jp
(4)-(b)の開発に従事	梶田 幸秀	工学研究院・准教授	耐震工学	10%	ykajita @doc.kyushu-u.ac.jp
(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	10%	sagawa @doc.kyushu-u.ac.jp

<b>研究機関名</b>	九州共立大学				
<b>担当</b>	<b>氏名</b>	<b>所属部署・役職</b>	<b>専門</b>	<b>エフォート</b>	<b>メールアドレス※1</b>
(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	10%	makizumi @kyukyo-u.ac.jp

<b>研究機関名</b>	国立大学法人九州工業大学				
<b>担当</b>	<b>氏名</b>	<b>所属部署・役職</b>	<b>専門</b>	<b>エフォート</b>	<b>メールアドレス※1</b>
(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	5%	yamaguch @civil.kyutech.ac.jp
(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	10%	hibino @civil.kyutech.ac.jp
(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	10%	goda-h @civil.kyutech.ac.jp

<b>研究機関名</b>	国立大学法人熊本大学				
<b>担当</b>	<b>氏名</b>	<b>所属部署・役職</b>	<b>専門</b>	<b>エフォート</b>	<b>メールアドレス※1</b>
(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	10%	tyamao @kumamoto-u.ac.jp
(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	10%	mazda @kumamoto-u.ac.jp
(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	10%	kasai @kumamoto-u.ac.jp

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	メールアドレス※1
(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	10%	itoy @cc.saga-u.ac.jp
(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	10%	mita @cc.saga-u.ac.jp

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	メールアドレス※1
(3) の開発に従事	佐藤 研一	工学部・教授	舗装工学	10%	sato @fukuoka-u.ac.jp

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	メールアドレス※1
(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	10%	cgmorita @cc.miyazaki-u.ac.jp
(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	10%	lichunhe @cc.miyazaki-u.ac.jp
(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	維持管理工学	10%	k-yasui @cc.miyazaki-u.ac.jp

		術班長			
--	--	-----	--	--	--

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	メールアドレス※1
(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	10%	aso @yamaguchi- u.ac.jp
(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	10%	k-tajima @yamaguchi- u.ac.jp

### 5.1.7. 具体的な研究開発内容

(1) 平成29年度に実施する研究開発内容

#### (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

山口県内において橋梁管理者及び橋梁点検者を対象とした SIP 技術講習会を開催する。SIP 技術の抽出にあたっては、橋梁管理者及び橋梁点検者からの意見を参考にする。講習会参加者から各技術の可能性及び実装可能性についての意見を求める。また、対象とする SIP 技術と既存の開発技術の対比を行い、SIP 技術の有用性を検証する。

##### (1)-(a)-2) 打音検査

促進劣化により鉄筋腐食程度を制御した損傷状態が明確な供試体（RC 梁と RC 版を予定）と既設橋梁から抽出された損傷状態が不明確な梁供試体に対して、種々の非破壊検査技術（主に打音検査）を実施し、個々の検査技術の計測結果を相対比較する。非破壊検査後に耐荷力試験を、その後にコンクリート内部の鉄筋の腐食状態を調査する。これらの実験結果を総合的に考慮して、個々の技術による劣化損傷度の検査精度に関して、定量的な検討を行う。

(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」

計測装置及び解析プログラムを見直し、実橋において計測実験を行う。実橋には精度検証を行うために、桁下面に高感度変位計を設置する。レーザードップラー速度計(LDV)による計測結果についても高感度変位計のデータと比較検証する。

(1)-(a)-4) 振動計測

九州・山口地域内から選定した橋梁に、開発・実証が進められている橋脚モニタリング技術(SIP 研究開発テーマ No. 21)と VirA(SIP 研究開発テーマ No. 8)を各研究開発チームと協力して試験実装し、手法としての信頼性と合理性を検証する(集録データの品質は研究開発チームが検証)。また、無線計測ノード(SIP 研究開発テーマ No. 39)を国内外の橋梁に設置し、振動分析による性状把握手法の確立を図る。

(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作業性、操作性に関しては、調査員より問題点が指摘されれば改善を行う。試験時間は、1箇所3時間以内を目指す。計測精度については、誤差5%以下となるよう検討を行う。

(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」

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

長崎県との協議により維持管理橋梁を選定し、選定技術の具体的運用を想定した計測体制を構築する。3D計測は UAV による SfM 技術と 3D レーザースキャナを用いて実施する。外観劣化情報はデジタルカメラによるギガピクセル画像や SIP 研究開発課題 No. 6(鉄筋腐食検査装置)を用いて、それら劣化情報の 3D 形状データマッピング化を図る。さらに、3次元的に得られた現実環境をコンピュータにより拡張する技術を構築する。

(1)-(b)-2) リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング

長崎県との協議により、モニタリング対象とする重点維持管理橋梁をさらに1橋選定する。ワイヤレスセンサーによる継続的遠隔モニタリングシステム開発者との協議により、設置するシステムの詳細を決定する。設置したシステムで連続モニタリングを実施し、システムの安定性、データ取得の確実性等を検証する。技術的課題が発見された場合には、SIP 技術の開発担当者を含め、その解決の方向性を検討する。

### (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

3D 計測、解析モデル作成、構造解析及び実橋たわみ・振動計測は、これまで研究開発課題で実施するが、他に低コスト化、高精度化、簡易化が図れる技術は積極的に採用する。また、SIP 研究開発テーマ No. 6、10 を 3D 劣化情報として解析モデルに取り込み、SIP 研究開発テーマ No. 57、58 による中小スパン橋梁の安全性評価法を確立する。

### (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

- ・ 自治体のニーズを把握する。まずは北九州市、長崎県、宮崎県の管理者にヒヤリングを行う。
- ・ ヒヤリングでは、維持管理に関する課題と技術的判断をする際に必要となる情報について確認する。
- ・ SIP 開発テーマ及び周辺技術を探索し、管理者のニーズにかなう診断技術を選定する。
- ・ 劣化診断・予測に必要な情報を取得できる点検技術を精査する。
- ・ 点検技術と診断技術を組み合わせてシステムとし、実橋のデータを用いてシステムの検証を行う。

以上については、まず塩害を主体に行う。

#### (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環境作用強度評価を、長崎県内を中心とした構造形式や周辺環境の異なる橋梁において実施するとともに、近赤外分光法や蛍光 X 線法等によるコンクリート表面物質測定技術と比較、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。さらには、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

長崎県内の対象トンネルを選び、ひび割れの分布形態と振動特性の計測を継続する。また、ひび割れの TCI 値とフラクタル次元との相関関係を解明する。それらに基づいて、ひび割れの分布密度と動的特性との定量的関係を解明する。

### (2)-(b) 斜面地安定性評価のための屋外モニタリング

本研究で開発中のモニタリング用の通信アンテナや簡易センサーを長崎県佐世保市の人工地盤上に設置の上、地下水位や表層部の土壌水分率に関するデータ取得を通して、

動作安定性や精度とコストの関係について検証を進める。また、屋外環境下での電源確保を目的とした電波を用いたレクテナの本格的な開発のため、シミュレーターによる設計や基板加工機を用いたプロトタイプの作製と室内試験による検証に取り組む。

### **(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**

2つの大学研究と SIP 開発技術との連携手法を検討する。また、関係機関と調整し、九州・山口地域の行政区分においてラフネスデータ及び道路情報の収集を行うとともに、路面性状の健全度評価法を検討する。さらに、診断技術の精度向上を図り、路面性状評価技術の実用化と実証に取り組む。

### **(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**

- ・ 実装する SIP 研究開発テーマ等を絞り込み、具体的な実現方策を産官学が結集した道守活用検討部会等で検討する。さらに、SIP 研究開発テーマ等の試行業務を行い、活用効果について経済性、施工性、品質・出来高、環境等をまとめて、SIP 技術委員会等で評価を行う。
- ・ 道路施設の維持管理業務における官民協働体制が既に動いている長崎県を先行対象として、①質の確保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等の基礎調査を実施する。
- ・ 平成 28 年度の長崎大学での SIP 研究開発テーマの説明会に道守認定者が積極的に参加している。道守認定者が SIP 研究開発テーマの実装にどのようにかかわることが出来るかを調査して、スーパー道守の人材像を明らかにする。
- ・ 九州・山口地域への実装については、平成 28 年度に実施した市町村アンケート調査や研究分担者の意見を踏まえて、地域での実装方策を検討する。さらに、九州・山口地域の維持管理に関する産官学の関係者が結集した九州橋梁・構造工学研究会 (KABSE) においても連携した実装の方策を検討する。アンケート結果の公表、ホームページの作成、ニューズレターの発行、プラットフォームの活動により、関係者の理解を深める。

#### **(4)-(b) 橋梁の耐震補強**

- 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

#### **(5) SIP 研究開発成果等の実装体制の構築**

##### 〈九州・山口地域〉

- ・ 九州・山口地域インフラ・アセットマネジメント協議会活動の推進
- ・ SIP ホームページの運用
- ・ SIP ニュースレターの発行 1回
- ・ SIP ワークショップの開催(SIP 研究開発者を招いての現場実証試験) 3回
- ・ SIP 参画大学研究開発・実装会議(長崎市) 3回
- ・ 九州・山口地域 SIP アンケート調査(SIP の周知状況、活用したい研究開発課題、人材育成ニーズ)の結果を取りまとめて実装シナリオの策定
- ・ 九州・山口地域の可能な県で、人材育成のための道守養成講座を試行
- ・ 各県の道路メンテナンス会議と連携
- ・ 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
- ・ NEXCO 西日本、九州経済調査会、道守九州会議との連携
- ・ 試行・実証の現場見学会の開催

##### 〈長崎地域〉

- ・ 公共工事における現場試行によるデータの収集と分析
- ・ SIP 技術委員会の運用
- ・ スーパー道守の養成計画の策定

## (2) 平成30年度に実施する研究開発内容

### (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)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。

##### (1)-(a)-2) 打音検査

(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。

##### (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」

(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。

##### (1)-(a)-4) 振動計測

(1)-(b)-1)、(1)-(b)-2)、(1)-(b)-3)に統合する。

##### (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」

(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。

##### (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」

(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3)に統合する。

#### (1)-(b) 維持管理システム

##### (1)-(b)-1) 3D 外観劣化情報取得

平成29年度に開発した研究開発課題の技術的問題点に対し、技術的改良の提案及びその対策に基づく実証試験を継続する。さらに別の計測環境にある橋梁を1橋選定し、計測環境の違いによる影響を定量化するとともに、開発システムの社会実装に対する実用上の課題について検討する。現実環境での橋梁点検可能な3Dデジタル劣化情報システムについて、SIP開発技術や本開発技術の有効性を比較検討する。開発システムの社会実装における課題については、地方自治体へのヒヤリングやKABSE分科会での意見聴取等により抽出する。

##### (1)-(b)-2) リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング

SIP技術の開発担当者と協働して、平成29年度に抽出された技術的問題点に対する改良、実証を繰返す。開発システムの社会実装における社会的な課題については、管理者である地方自治体に対するヒヤリング、KABSEに設置予定である研究分科会における

議論等を行う。計測項目及び計測位置の決定方法等については、検討対象をパラメトリックに変化させた FE 解析を実施した結果をもとに検討する。

#### (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

地方自治体管理の中小スパン橋梁への実装を考えると、低コスト化、簡易化が必要不可欠な課題である。そのための実証試験を繰り返し実施し、本システムの改良・改善を図る。本技術課題の社会実装を目的として、KABSE 分科会において九州・山口各県での実証試験について検討する。

#### (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

(1)-(b)-1)、(1)-(b)-3) に統合する。

##### (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)-(b)-1)、(1)-(b)-3) に統合する。

### (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

ひび割れの分布と動的特性との定量的関係を反映したデータベースを改善するとともに、長崎県内の実現場への適用を実施する。

#### (2)-(b) 斜面地安定性評価のための屋外モニタリング

本研究課題で開発を進めている各要素技術を組み合わせた屋外モニタリングシステムを、長崎県内の地すべり被害の影響を受けることが懸念されている道路沿いの斜面地盤に設置し、試験運用する。機器類の設置に関する問題点や斜面の形状や植生等による電源や通信環境への影響を明らかにしつつ、具体的な対処法や善後策、適用範囲について、管理者や技術者との議論を踏まえつつ、実装に向けた情報収集と取りまとめを行う。

### (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

スクリーニングにもとづく重点的な点検・診断と、データの収集・処理に SIP 開発技術の活用を図る。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を検討する。

### (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

- ・ 出口戦略を構築するが、現時点のシナリオは次のとおりで、これを基にブラッシュアップを行う。研究開発の主体となる長崎大学は、SIP 研究開発テーマ等を公共工事において、業務・工事の担当技術者や管理技術者として、配置することが出来る「スーパー道守」を技術講習会や現場見学会等の開催を通して養成する。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テーマについては、国土交通省の新技术情報提供システム(NETIS)に早い段階で登録する。本事業で活用したい技術を NETIS に登録すれば、その際に新技术の技術的事項(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出来る。NETIS への登録で技術としての成立、公共工事に活用されるための条件が確保され、活用されれば、標準化・規格化等の展開ができる。また、国の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が軽減する。さらに、国の直轄工事で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出来る効果をもつ。つまり、九州・山口地域への実装が効率的にできる。
- ・ 九州・山口地域でと取り組んできた実装方策の結果と実装結果を詳細に取りまとめて、本格的な社会実装のための情報提供を行う。

#### (4)-(b) 橋梁の耐震補強

- ①実際に適用されていた耐震補強方法の分類
- ②補強前および補強後の道路橋の被災状況の分析
- ③耐震補強効果に関する知見の取りまとめ

#### (5) SIP 研究開発成果等の実装体制の構築

〈九州・山口地域〉

- ・ 九州・山口地域インフラ・アセットマネジメント協議会活動の推進・継続体制の構築
- ・ SIP ホームページの運用
- ・ SIP ニュースレターの発行 1 回
- ・ SIP 参画大学研究開発・実装会議(長崎市) 3 回
- ・ 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)を九州・山口地域全市町村に実施し、SIP 開発技術を実装する知見の取りまとめ

- ・ 九州内で、道守養成講座を本格的に実施
- ・ 各県の道路メンテナンス会議と連携
- ・ 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
- ・ NEXCO 西日本、九州経済調査会、道守九州会議との連携
- ・ 試行・実証の現場見学会の開催

〈長崎地域〉

- ・ 実装可能な研究開発技術の公共工事への実装
- ・ SIP 技術の歩掛、仕様書の策定
- ・ 研究開発成果を、NERC の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
- ・ 技術講習会、現場見学会等を開催することによってスーパー道守を養成

### 5.1.8. 研究開発費計画

#### (1) 研究開発費総括表

(単位：円)

費 目		平成29年度	平成30年度	合計
直 接 経 費	1. 物品費（設備費）	0	0	0
	2. 物品費（材料・消耗品費）	945,000	495,000	1,440,000
	3. 旅費	10,207,000	7,653,000	17,860,000
	4. 人件費・謝金	11,808,000	15,558,000	27,366,000
	5. その他	3,130,000	2,384,000	5,514,000
	小計	26,090,000	26,090,000	52,180,000
間 接 経 費		3,910,000	3,910,000	7,820,000
合 計		30,000,000	30,000,000	60,000,000

#### (2) 各費目の主な内訳

##### 1. 物品費（設備費）

(単位：円)

設備・機器名等及び用途	数量	単 価	金 額	納品予定時期
なし			0	
平成29年度合計			0	
平成30年度合計			0	

##### 2. 物品費（材料・消耗品費）

(単位：円)

名称及び用途	数量	単 価	金 額	納品予定時期
(平成29年度) 材料・消耗品 (試験体材料、計測機器消耗品)				
(1) 橋梁のアセットマネジメント班			442,000	
(2) トンネル・道路斜面のアセット マネジメント班			237,000	
(3) 道路舗装のアセットマネジメント班			141,000	

(4) 道路全体のアセットマネジメント班			125,000	
(平成 30 年度)				
材料・消耗品				
(試験体材料、計測機器消耗品)				
(1) 橋梁のアセットマネジメント班			193,000	
(2) トンネル・道路斜面のアセットマネジメント班			118,000	
(3) 道路舗装のアセットマネジメント班			66,000	
(4) 道路全体のアセットマネジメント班			118,000	
平成 29 年度合計			945,000	
平成 30 年度合計			495,000	

### 3. 旅費

(単位：円)

用務地・期間	数量	単価	金額	実施予定時期
(平成 29 年度)				
<b>【国内旅費】</b>				
・ 打ち合わせ会 (SIP 全体会議) 長崎県・1泊2日・24人/回	3	625,000	1,875,000	H29年4月、8月、12月
・ 研究開発運営協議会 (長崎県・1泊2日・7人/回)	2	180,000	360,000	H29年4月、8月、12月
・ 研究開発幹事会 (長崎県・1泊2日・1人/回)	2	44,000	88,000	H29年4月、12月
・ 研究開発評価会議 (長崎県・1泊2日・24人/回)	1	625,000	625,000	H29年6月
・ 九州・山口地域インフラ・アセットマネジメント協議会 (福岡県・1泊2日・38人/回)	1	885,000	885,000	H29年6月
・ SIP 技術説明会 (長崎県・1泊2日・24人/回)	3	625,000	1,875,000	H29年4月、8月、12月
・ 地域実装連携会議 (東京都・1泊2日・3人/回)	5	211,000	1,055,000	H29年4月～3月
・ 新技術活用会議 (福岡県・1泊2日・38人/回)	1	885,000	885,000	H29年9月

・九州・山口地域（各大学）へ進行状況の把握・個別訪問（7県（福岡、佐賀、熊本、大分、宮崎、鹿児島、山口）・1泊2日・14人/回）	2	441,000	882,000	H29年9月、3月
・岐阜大学 SIP 成果報告会（岐阜県・1泊2日・3人/回）	1	251,000	251,000	H30年3月
<b>【調査研究旅費】</b>				
(1) 橋梁のアセットマネジメント班	1	980,000	980,000	
(2) トンネル・道路斜面のアセットマネジメント班	1	180,000	180,000	
(3) 道路舗装のアセットマネジメント班	1	174,000	174,000	
(4) 道路全体のアセットマネジメント班	1	92,000	92,000	
 (平成30年度)				
<b>【国内旅費】</b>				
・打ち合わせ会（SIP全体会議）長崎県・1泊2日・24人/回	3	625,000	1,875,000	H30年4月、8月、12月
・研究開発運営協議会（長崎県・1泊2日・7人/回）	2	180,000	360,000	H30年4月、8月、12月
・研究開発幹事会（長崎県・1泊2日・1人/回）	2	44,000	88,000	H30年4月、12月
・研究開発評価会議（長崎県・1泊2日・24人/回）	1	625,000	625,000	H30年6月
・九州・山口地域インフラ・アセットマネジメント協議会（福岡県・1泊2日・38人/回）	1	885,000	885,000	H30年6月
・地域実装連携会議（東京都・1泊2日・3人/回）	5	211,000	1,055,000	H30年4月～3月
・新技術活用会議（福岡県・1泊2日・38人/回）	1	885,000	885,000	H30年9月
・九州・山口地域（各大学）へ進行状況の把握・個別訪問（7県（福岡、佐賀、熊本、大分、宮崎、鹿児島、山口）・1泊2日・14人/回）	2	441,000	882,000	H30年9月、3月
・岐阜大学 SIP 成果報告会（岐阜県・1泊2日・3人/回）	1	251,000	251,000	H31年3月

<b>【調査研究旅費】</b>				
(1) 橋梁のアセットマネジメント班	1	387,000	387,000	
(2) トンネル・道路斜面のアセットマネジメント班	1	118,000	118,000	
(3) 道路舗装のアセットマネジメント班	1	65,000	65,000	
(4) 道路全体のアセットマネジメント班	1	177,000	177,000	
平成29年度合計			10,207,000	
平成30年度合計			7,653,000	

#### 4. 人件費・謝金

(単位：円)

雇用業種名称・新規/既存等	人数	金額	雇用予定日 (新規のみ)
(平成29年度)			
特任研究員 (継続)	1	5,852,000	H29年4月
事務補佐員 (継続)	1	986,000	
特任研究員 (継続)	1	1,246,000	
特任研究員 (新規)	1	2,224,000	
謝金 (学生アルバイト等) 50,000円*30名		1,500,000	
(平成30年度)			
特任研究員 (継続)	1	5,852,000	
事務補佐員 (継続)	1	986,000	
特任研究員 (継続)	1	1,785,000	
特任研究員 (継続)	1	5,935,000	
謝金 (学生アルバイト等) 50,000円*20名		1,000,000	
平成29年度合計		11,808,000	
平成30年度合計		15,558,000	

5. その他

(単位：円)

名称・用途・使途等	数量	単 価	金 額	納品予定時期等
(平成29年度)				
・ ホームページの管理	1	100,000	100,000	
・ 九州山口地域・アンケート	1	200,000	200,000	
・ 会場借り上げ	1	10,000	10,000	
・ 事務処理用 荷物運搬・リース (長崎大学→九州・山口の各大学)	1	1,000,000	1,000,000	
・ ニュースレターの発行	1	50,000	50,000	
・ 図書・資料購入			200,000	
<b>【調査研究】</b>				
(荷物運搬・リース)				
(1) 橋梁のアセットマネジメント班			1,106,000	
(2) トンネル・道路斜面のアセット マネジメント班			224,000	
(3) 道路舗装のアセットマネジメント班			128,000	
(4) 道路全体のアセットマネジメント班			112,000	
(平成30年度)				
・ ホームページの管理	1	100,000	100,000	
・ 九州山口地域・アンケート	1	200,000	200,000	
・ 会場借り上げ	1	10,000	10,000	
・ 事務処理用 荷物運搬・リース (長崎大学→九州・山口の各大学)	1	1,000,000	1,000,000	
・ ニュースレターの発行	1	50,000	50,000	
・ 図書・資料購入	1		200,000	
<b>【調査研究】</b>				
(荷物運搬・リース)				
(1) 橋梁のアセットマネジメント班			580,000	
(2) トンネル・道路斜面のアセット マネジメント班			118,000	
(3) 道路舗装のアセットマネジメント班			67,000	
(4) 道路全体のアセットマネジメント班			59,000	

平成29年度合計		3,130,000	
平成30年度合計		2,384,000	

#### 5.1.9. 事務担当者の連絡先（窓口）

事務担当者	氏名 フリガナ 所属機関 所属部署 職名 郵便番号 住所 TEL FAX メールアドレス	関 達也 セキ タツヤ 国立大学法人長崎大学 文教地区事務部 会計課 会計班 外部資金・旅費・謝金 事務職員 852-8521 長崎市文教町 1-14 095-819-2485 095-819-2795 t-seki@nagasaki-u.ac.jp、 b_ryohigaibu@ml.nagasaki-u.ac.jp（会計課）
-------	---	--