

# 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）

平成28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

## 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		・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 (p5-8, 12-14, 20-23, 27-31)	
5				
6				
7				
8				

※「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	8
2. 研究開発実施体制	12
2.1. 研究開発実施体制図	12
2.2. 研究開発グループ・共同研究グループ一覧	13
3. 研究開発費計画	15
3.1. 費目別内訳	15
3.2. 機関別内訳（間接経費込み）	15
4. 研究開発スケジュール（ロードマップ）	16
5. 研究開発機関ごとの年度計画	19
5.1. 長崎大学	19
5.1.1. 研究題目名	19
5.1.2. 研究責任者名	19
5.1.3. 委託研究開発期間	19
5.1.4. 本年度の研究開発の概要	19
5.1.5. 本年度の達成目標	23
5.1.6. 研究開発実施体制	27
5.1.7. 具体的な研究開発内容	32
5.1.8. 研究開発費計画	36
5.1.9. 事務担当者の連絡先（窓口）	39

# 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28年9月1日～平成29年3月31日

## 1.4. 本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

(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

		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)	SIP 研究開発テーマのうち近接目視点検を代替できる可能性を持つ技術について、安全性、信頼性、簡便性の観点から評価を行う。橋梁点検技術者及び橋梁管理者からの意見も聴取する。各技術の得失を明らかにするとともに、次年度以降に深化させるべき技術を明確にする。
	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)	仮設足場を必要としない回転式打音点検手法を開発する。研究開発テーマ NO. 45、47、48、50、51 で開発されているロボット技術を検討するとともに、SIP 研究開発テーマ NO. 11 の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。
	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)	夜間に視認性及び変位計測精度の高いマーカー及び照明装置を開発する。また、夜間においてターゲットの設置作業及び撮影作業を実施し、作業性、安全性を評価する。本検討は 24m 程度の鋼製の試験桁を作製し、屋外におけるフィールド実験を行う。
	4) 振動計測	西川 貴文 (長崎大) 森田 千尋 (宮崎大)	振動計測を日常監視レベル（平常時）と重点的な点検や緊急時診断に大別し、テストフィールドを選定し、データ集録環境の構築をする。研究課題の計測技術活用については、平常時の点検・診断技術研究の対象橋梁には橋脚モニタリング技術（SIP 研究開発テーマ NO. 21）を、後者の対象橋梁には VirA（SIP 研究開発テーマ NO. 8）の試験実装を計画する。
	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」	伊藤 幸広 (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)	スリット応力解放法の作業性、操作性の検証は、業務として頻繁に利用すると考えられる調査会社の技術者の評価に基づき行う。測定精度は、有効プレストレスもしくは現有応力を推定し比較検証を行う。光学的全視野ひずみ計測装置による主応力の方向や中立軸の位置、平面保持の確認等についても設計図書や示方書に基づき検証する。

	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）	装置の小型化については、検査員1人で可搬できる形状、質量とする。操作性については、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目標とする。き裂の検知精度は、磁粉探傷試験で検知できるものと同程度とする。
(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）	実橋梁を対象とし、①3D計測、②ギガピクセル画像分析、③損傷同定、④維持管理のためのUAV自動操縦システムの開発、⑤得られた情報の3Dイメージングを行う。その有効性を照査する。これらについて、SIP開発技術の有効活用を視野に入れた検討を行う。
	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、システムを実装する重点維持管理橋梁2橋を選定し、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の実橋への適用可能性を検証し、必要に応じて問題点の解決を試みる。さらに、生月大橋を対象に開発したシステムのテーマ解決と選定された橋梁への実装を図る。
	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）	簡便で短時間に評価できる診断法の開発を目標とし、①3D計測、②解析モデル構築、③構造解析、④構造特性同定、⑤実橋梁のたわみや振動と比較、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N0.22、33、55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）	塩害については、SIPの研究から超音波や赤外線、磁気を利用した探査手法や腐食評価手法を選定し、従来の電気化学的な手法と比較し、実用性を検証する。アルカリシリカ反応については、画像解析と人工知能を連動した劣化評価や3Dレーザースキャナ計測の実用性を検証する。

	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）	コンクリート橋の環境作用強度評価を実施する橋梁を選定し、薄板モルタル法、近赤外分光法、その他有望な SIP 開発技術の適用を開始し、各技術の有効性の照査や課題の抽出を行う。
<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>蔣 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）	覆工コンクリートのひび割れの発生状況を定量化し、数値解析シミュレーションにより、ひび割れや背面空洞が覆工コンクリートの動的特性に及ぼす影響を詳細に解析する。	
(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）	現場に要求される装置の仕様を明らかにするため、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を行う。また、斜面監視用アンテナの試作並びに通信品質の定量的評価のためのシミュレーターの設計・構築に取り組む。	
<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）	①提案技術による道路舗装の健全度評価の適用条件について整理するとともに、SIP 開発技術との融合や併用を想定したフレームワークを検討する。 ②関係諸機関との調整のもと、行政区分単独型、行政区分横断型のいずれにおいてもデータ収集を実施する。 ③健全度診断技術の精度向上技術について検討する。	

(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	高橋 和雄 (長崎大) 松田 浩 (長崎大) 田中 徹政 (長崎大) 牧角 龍憲 (九共大)	実装に当たっての課題調査を行う。SIP の研究開発テーマ 57 番の提案のうち、地方自治体で取り組める内容について分析する。長崎県をフィールドとして SIP 研究開発成果を実装するための各種の課題について詳細な調査を行う。
(4)-(b) 橋梁の耐震設計	松田 泰治 (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を対象に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。
(5) SIP 研究開発成果等の実施体制の構築	全員 大野 朝美 (長崎大) 技能補佐員	九州・山口地域に対して、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と 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 技術委員会の立ち上げと先行して試行する研究開発成果の絞り込みを行う。

## 1.5. 本年度の達成目標

### (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

平成28年度はSIP「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」各研究開発課題のうち、次年度以降に実施する社会実装実験に適用可能な技術を見出すことを達成目標とする。

##### (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開発するとともに、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」

夜間の計測において変位計とほぼ同等の精度が得られる装置、方法を開発することを目指す。夜間計測においては安全性が特に重要となるため装置の設置方法や撮影方法の作業性を高める。試験桁等を用いた予備実験により上記の性能を確認する。

#### (1)-(a)-4) 振動計測

協力自治体及び道路管理者、先行 SIP 課題研究グループと協議・調整し、テストフィールドとなる橋梁を選定したうえで、実装計画に従い、実装可能な要素技術から順次実装し、データ集録を開始する。

#### (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」

九州内の老朽化したPC橋梁を調査し、本開発研究の実施対象橋梁を選定する。橋梁管理者の許可を得て、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い、耐久性診断方法を確立する。

#### (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」

小型化、軽量化、試験時間の短縮を目的として装置の改良を行う。研究グループが作製する疲労試験体もしくは土木研究所で実施された疲労試験終了後のUリブ試験体を対象として、改良した装置の作業性、試験時間、き裂検知精度等について検討を行う。

### (1)-(b) 維持管理システム

#### (1)-(b)-1) 3D 外観劣化情報取得

平成 28 年度は、各要素技術の開発と実験室レベル、また、単純桁、アーチ形式、吊り橋形式などのいくつかの形式の橋梁をモデルとして、損傷等変状の検出に関する検証試験を行い、3D 計測に基づく実損傷について比較検討する。橋梁形式また劣化度により、本手法で健全度診断の可能性を見出す。

#### (1)-(b)-2) リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング

選定された2橋において、次年度から安定した遠隔モニタリングが実施できる状況を実現することを達成目標とする。

#### (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

開発中の技術（SIP採択研究）を組み合わせ、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

まずは、ユーザーのニーズを把握するところからはじめ、長寿命化計画を運用する際の

課題を明確にし、課題解決に必要な情報を整理する。次に必要なoutputが得られる技術を選定し、実用性を検証する。

#### (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

「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」に必要な環境作用強度の完全な測定には時間を有するため、平成 28 年度は短期の測定結果をもとに各技術の有効性や課題の明確化を達成目標とする。

### (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

(1) トンネル構造物の健全性は覆工コンクリートのひび割れ発生状況に大きく支配されることから、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、覆工コンクリートのひび割れパターンの分類を行い、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整理する。

(2) 天井部にも容易に取り付けられるよう、200g と超軽量なセンサーを選定する。着目スパンの測定部位における 3 方向の振動成分を、1mgal の加速度分解能で同時に計測した実地データをリアルタイムに振動特性と覆工コンクリート健全度との相関関係と照合することにより健全状態を迅速に判断する計測評価システムを構築する。

#### (2)-(b) 斜面地安定性評価のための屋外モニタリング

現場に要求される装置の仕様を明らかにするため、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を完了する。また、斜面監視用アンテナの試作並びに通信品質の定量的評価のためのシミュレーターの設計・構築を完了する。さらには、雷害対策のための避雷装置の試作とその実験的検証、汎用センサーを用いた低コストの簡易計測センサーの試作を完了する。

### (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 28 年度は、提案技術と SIP 開発技術との融合や併用を想定したフレームワークを検討する。また、関係機関と調整し、行政区分単独型（宮崎県）、行政区分横断型（長崎県内）においてデータ収集を行うとともに、伸縮装置などの舗装健全度には直接影響しない因子の除去など健全度診断技術の精度向上技術について検討する。

### (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

長崎県及び市町が研究開発成果を活用する場合に解決すべき課題を調査結果から明らかにするとともに、研究開発テーマ NO. 57 の提案内容を踏まえて課題の解決方をまとめる。

また、道守認定者の本事業に関する道守認定者の意向をアンケートの結果で数値化する。

#### (4)-(b) 橋梁の耐震補強

平成 28 年度は熊本地震で被災した様々な形式の橋梁の状況を詳細に調査する。本年度は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・分析することにより耐震補強効果の有無を明らかにする。

### **(5) SIP 研究開発成果等の実装体制の構築**

#### 〈九州・山口地域〉

・九州・山口地域インフラ・アセットマネジメント協議会及び SIP ホームページの立ち上げ

・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説明会)(福岡市) 1 回

・SIP 参画大学研究開発・実装会議(長崎市) 1 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、内容の取りまとめ

・道守養成講座のカリキュラムを九州・山口地域で開催する場合の検討

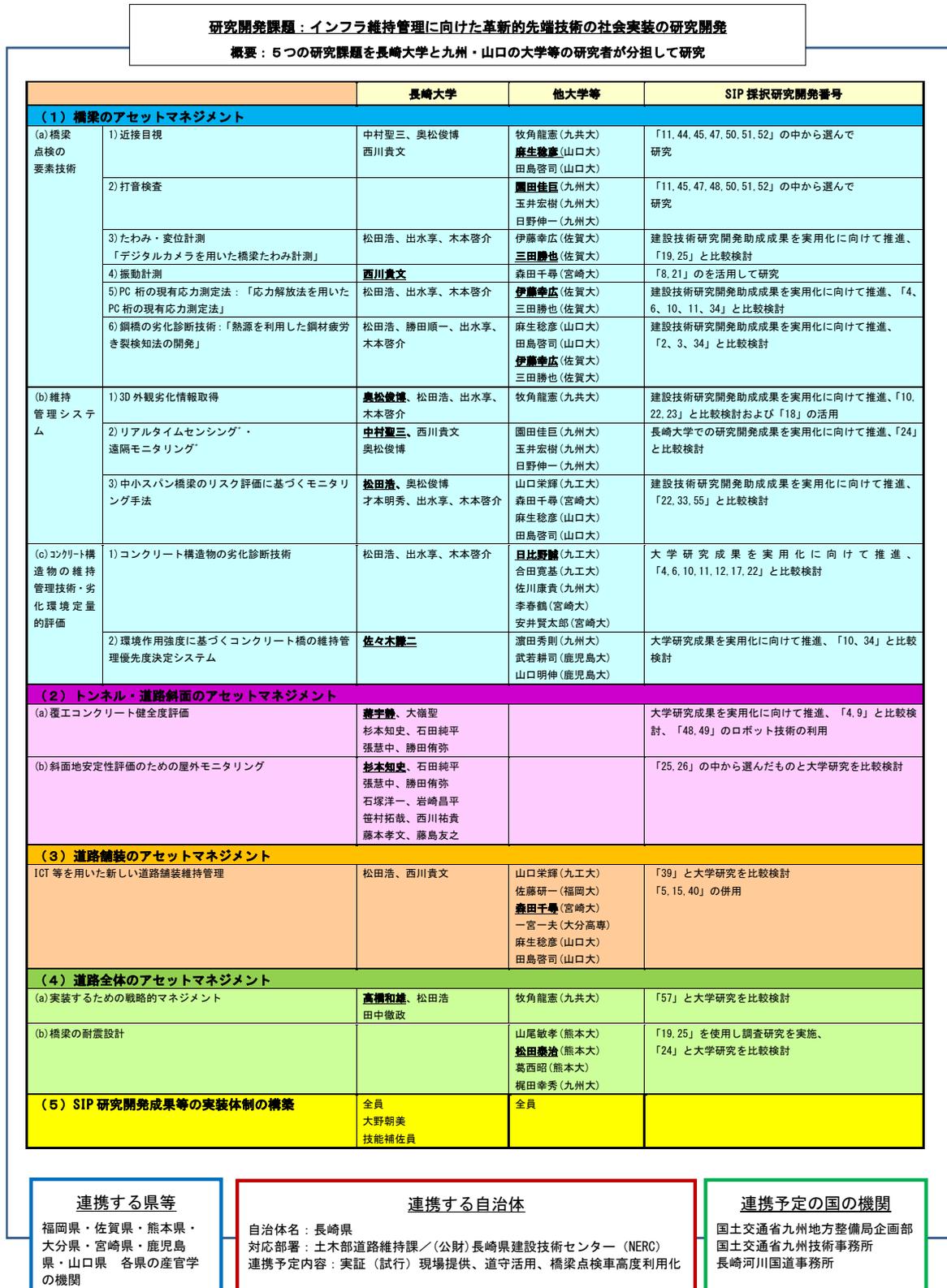
#### 〈長崎地域〉

・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 2 技術

## 2. 研究開発実施体制

### 2.1. 研究開発実施体制図



## 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	高橋 和雄	名誉教授
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28年度
物品費（設備費）	0
物品費（材料・消耗品費）	4,070,000
旅費	9,350,000
人件費・諸謝金	5,950,000
その他	6,720,000
間接経費	3,910,000
合計	30,000,000

#### 3.2. 機関別内訳（間接経費込み）

(単位：円)

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

#### 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28年度			合計
	第2四半期	第3四半期	第4四半期	
<b><u>(1) 橋梁のアセットマネジメント</u></b>				
(1)-(a) 橋梁点検の要素技術				
(1)-(a)-1) 近接目視		0.27 (5)	0.27 (5)	0.54
(1)-(a)-2) 打音検査		0.54 (2)	0.54 (2)	1.08
(1)-(a)-3) たわみ・変位計測		0.27 (3)	0.27 (3)	0.54
(1)-(a)-4) 振動計測		0.27 (2)	0.27 (2)	0.54
(1)-(a)-5) PC桁の現有応力測定法		0.27 (3)	0.27 (3)	0.54
(1)-(a)-6) 鋼橋の劣化診断技術		0.27 (5)	0.27 (5)	0.54
(1)-(b) 維持管理システム				
(1)-(b)-1) 3D外観劣化情報取得		0.27 (3)	0.27 (3)	0.54
(1)-(b)-2) リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング		0.27 (5)	0.27 (5)	0.54

(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	0.81	0.81	1.62
	(6)	(6)	
	→		
(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	1.08	1.08	2.16
	(4)	(4)	
	→		
(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	1.08	1.08	2.16
	(4)	(4)	
	→		
<b><u>(2)トンネル・道路斜面 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	0.54	0.54	1.08
	(3)	(3)	
	→		
(2)-(b) 斜面地安定性 評価のための屋外モニ タリング	1.08	1.08	2.16
	(4)	(4)	
	→		
<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	0.81	0.81	1.62
	(7)	(7)	
	→		

<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  (4)-(b) 橋梁の耐震設 計  <u>(5) SIP研究開発成果等 の実装体制の構築</u>		0.54	0.54	1.08
		(3)	(3)	
		1.35	1.35	2.70
		(5)	(5)	
		5.28	5.28	10.56
		(38)	(38)	
合 計		15.00	15.00	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 松田 浩

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28年9月1日～平成29年3月31日

#### 5.1.4. 本年度の研究開発の概要

		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)	SIP 研究開発テーマのうち近接目視点検を代替できる可能性を持つ技術について、安全性、信頼性、簡便性の観点から評価を行う。橋梁点検技術者及び橋梁管理者からの意見も聴取する。各技術の得失を明らかにするとともに、次年度以降に深化させるべき技術を明確にする。
	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)	仮設足場を必要としない回転式打音点検手法を開発する。研究開発テーマ NO. 45、47、48、50、51 で開発されているロボット技術を検討するとともに、SIP 研究開発テーマ NO. 11 の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。
	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)	夜間に視認性及び変位計測精度の高いマーカー及び照明装置を開発する。また、夜間においてターゲットの設置作業及び撮影作業を実施し、作業性、安全性を評価する。本検討は 24m 程度の鋼製の試験桁を作製し、屋外におけるフィールド実験を行う。
	4) 振動計測	西川 貴文 (長崎大) 森田 千尋 (宮崎大)	振動計測を日常監視レベル（平常時）と重点的な点検や緊急時診断に大別し、テストフィールドを選定し、データ集録環境の構築をする。研究課題の計測技術活用については、平常時の点検・診断技術研究の対象橋梁には橋脚モニタリング技術（SIP 研究開発テーマ NO. 21）を、後者の対象橋梁には VirA（SIP 研究開発テーマ NO. 8）の試験実装を計画する。
	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」	伊藤 幸広 (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)	スリット応力解放法の作業性、操作性の検証は、業務として頻繁に利用すると考えられる調査会社の技術者の評価に基づき行う。測定精度は、有効プレストレスもしくは現有応力を推定し比較検証を行う。光学的全視野ひずみ計測装置による主応力の方向や中立軸の位置、平面保持の確認等についても設計図書や示方書に基づき検証する。

	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）	装置の小型化については、検査員1人で可搬できる形状、質量とする。操作性については、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目標とする。き裂の検知精度は、磁粉探傷試験で検知できるものと同程度とする。
(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）	実橋梁を対象とし、①3D計測、②ギガピクセル画像分析、③損傷同定、④維持管理のためのUAV自動操縦システムの開発、⑤得られた情報の3Dイメージングを行う。その有効性を照査する。これらについて、SIP開発技術の有効活用を視野に入れた検討を行う。
	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、システムを実装する重点維持管理橋梁2橋を選定し、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の実橋への適用可能性を検証し、必要に応じて問題点の解決を試みる。さらに、生月大橋を対象に開発したシステムのテーマ解決と選定された橋梁への実装を図る。
	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）	簡便で短時間に評価できる診断法の開発を目標とし、①3D計測、②解析モデル構築、③構造解析、④構造特性同定、⑤実橋梁のたわみや振動と比較、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N0.22、33、55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）	塩害については、SIPの研究から超音波や赤外線、磁気を利用した探査手法や腐食評価手法を選定し、従来の電気化学的な手法と比較し、実用性を検証する。アルカリシリカ反応については、画像解析と人工知能を連動した劣化評価や3Dレーザースキャナ計測の実用性を検証する。

	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）	コンクリート橋の環境作用強度評価を実施する橋梁を選定し、薄板モルタル法、近赤外分光法、その他有望な SIP 開発技術の適用を開始し、各技術の有効性の照査や課題の抽出を行う。
<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） 勝田 侑弥（長崎大）	覆工コンクリートのひび割れの発生状況を定量化し、数値解析シミュレーションにより、ひび割れや背面空洞が覆工コンクリートの動的特性に及ぼす影響を詳細に解析する。	
(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）	現場に要求される装置の仕様を明らかにするため、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を行う。また、斜面監視用アンテナの試作並びに通信品質の定量的評価のためのシミュレーターの設計・構築に取り組む。	
<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）	①提案技術による道路舗装の健全度評価の適用条件について整理するとともに、SIP 開発技術との融合や併用を想定したフレームワークを検討する。 ②関係諸機関との調整のもと、行政区分単独型、行政区分横断型のいずれにおいてもデータ収集を実施する。 ③健全度診断技術の精度向上技術について検討する。	

(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	高橋 和雄 (長崎大) 松田 浩 (長崎大) 田中 徹政 (長崎大) 牧角 龍憲 (九共大)	実装に当たっての課題調査を行う。SIP の研究開発テーマ 57 番の提案のうち、地方自治体で取り組める内容について分析する。長崎県をフィールドとして SIP 研究開発成果を実装するための各種の課題について詳細な調査を行う。
(4)-(b) 橋梁の耐震設計	松田 泰治 (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を対象に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。
(5) SIP 研究開発成果等の実施体制の構築	全員 大野 朝美 (長崎大) 技能補佐員	九州・山口地域に対して、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と 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 技術委員会の立ち上げと先行して試行する研究開発成果の絞り込みを行う。

### 5.1.5. 本年度の達成目標

#### (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

平成28年度はSIP「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」各研究開発課題のうち、次年度以降に実施する社会実装実験に適用可能な技術を見出すことを達成目標とする。

###### (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開発するとともに、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」

夜間の計測において変位計とほぼ同等の精度が得られる装置、方法を開発することを目標とする。夜間計測においては安全性が特に重要となるため装置の設置方法や撮影方法の作業性を高める。試験桁等を用いた予備実験により上記の性能を確認する

#### (1)-(a)-4) 振動計測

協力自治体及び道路管理者、先行 SIP 課題研究グループと協議・調整し、テストフィールドとなる橋梁を選定したうえで、実装計画に従い、実装可能な要素技術から順次実装し、データ集録を開始する。

#### (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」

九州内の老朽化したPC橋梁を調査し、本開発研究の実施対象橋梁を選定する。橋梁管理者の許可を得て、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い、耐久性診断方法を確立する。

#### (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」

小型化、軽量化、試験時間の短縮を目的として装置の改良を行う。研究グループが作製する疲労試験体もしくは土木研究所で実施された疲労試験終了後のUリブ試験体を対象として、改良した装置の作業性、試験時間、き裂検知精度等について検討を行う。

### (1)-(b) 維持管理システム

#### (1)-(b)-1) 3D 外観劣化情報取得

平成 28 年度は、各要素技術の開発と実験室レベル、また、単純桁、アーチ形式、吊り橋形式などのいくつかの形式の橋梁をモデルとして、損傷等変状の検出に関する検証試験を行い、3D 計測に基づく実損傷について比較検討する。橋梁形式また劣化度により、本手法で健全度診断の可能性を見出す。

#### (1)-(b)-2) リアルタイムセンシング・遠隔モニタリング

選定された2橋において、次年度から安定した遠隔モニタリングが実施できる状況を実現することを達成目標とする。

#### (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

開発中の技術（SIP採択研究）を組み合わせ、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**

まずは、ユーザーのニーズを把握するところからはじめ、長寿命化計画を運用する際の課題を明確にし、課題解決に必要な情報を整理する。次に必要なoutputが得られる技術を選定し、実用性を検証する。

### **(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**

「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」に必要な環境作用強度の完全な測定には時間を有するため、平成 28 年度は短期の測定結果をもとに各技術の有効性や課題の明確化を達成目標とする。

## **(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**

(1) トンネル構造物の健全性は覆工コンクリートのひび割れ発生状況に大きく支配されることから、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、覆工コンクリートのひび割れパターンの分類を行い、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整理する。

(2) 天井部にも容易に取り付けられるよう、200g と超軽量なセンサーを選定する。着目スパンの測定部位における 3 方向の振動成分を、1mgal の加速度分解能で同時に計測した実地データをリアルタイムに振動特性と覆工コンクリート健全度との相関関係と照合することにより健全状態を迅速に判断する計測評価システムを構築する。

### **(2)-(b) 斜面地安定性評価のための屋外モニタリング**

現場に要求される装置の仕様を明らかにするため、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を完了する。また、斜面監視用アンテナの試作並びに通信品質の定量的評価のためのシミュレーターの設計・構築を完了する。さらには、雷害対策のための避雷装置の試作とその実験的検証、汎用センサーを用いた低コストの簡易計測センサーの試作を完了する。

## **(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 28 年度は、提案技術と SIP 開発技術との融合や併用を想定したフレームワークを検討する。また、関係機関と調整し、行政区分単独型（宮崎県）、行政区分横断型（長崎県内）においてデータ収集を行うとともに、伸縮装置などの舗装健全度には直接影響しない因子の除去など健全度診断技術の精度向上技術について検討する。

#### **(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**

長崎県及び市町が研究開発成果を活用する場合に解決すべき課題を調査結果から明らかにするとともに、研究開発テーマ No. 57 の提案内容を踏まえて課題の解決方をまとめる。また、道守認定者の本事業に関する道守認定者の意向をアンケートの結果で数値化する。

##### **(4)-(b) 橋梁の耐震補強**

平成 28 年度は熊本地震で被災した様々な形式の橋梁の状況を詳細に調査する。本年度は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・分析することにより耐震補強効果の有無を明らかにする。

#### **(5) SIP 研究開発成果等の実装体制の構築**

〈九州・山口地域〉

・九州・山口地域インフラ・アセットマネジメント協議会及び SIP ホームページの立ち上げ

・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説明会)(福岡市) 1 回

・SIP 参画大学研究開発・実装会議(長崎市) 1 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、内容の取りまとめ

・道守養成講座のカリキュラムを九州・山口地域で開催する場合の検討。

〈長崎地域〉

・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 2 技術

### 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	50%	tanaka-t @nagasaki-u.ac.jp
(4)-(a) の開発に従事	高橋 和雄	名誉教授	防災工学	30%	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

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	メールアドレス※1
(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

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	メールアドレス※1
(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

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	メールアドレス※1
(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

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	メールアドレス※1
(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

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	メールアドレス※1
(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

<b>研究機関名</b>	福岡大学				
<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>
(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

<b>研究機関名</b>	国立大学法人宮崎大学				
<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)-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・ 解析技術班長	維持管理 工学	10%	k-yasui @cc.miyazaki-u. ac. jp

<b>研究機関名</b>	国立大学法人山口大学				
<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)-(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) 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

SIP「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」各研究開発テーマのうち近接目視点検を代替できる可能性を持つ技術について、安全性、信頼性、簡便性の観点から評価を行う。評価の際には、橋梁点検技術者及び橋梁管理者からの意見も聴取する。これにより各技術の得失を明らかにするとともに、次年度以降に深化させるべき技術を明確にする。

##### (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回転式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、SIP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。

##### (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」

夜間に視認性及び変位計測精度の高いマーカー及び照明装置を開発する。また、夜間においてターゲットの設置作業及び撮影作業を実施し、作業性、安全性を評価する。なお、本検討は24m程度の鋼製の試験桁を作製し、屋外におけるフィールド実験を行う。

##### (1)-(a)-4) 振動計測

振動計測を日常監視レベル（平常時）と重点的な点検や緊急時の診断に大別し、それぞれのテストフィールドに長崎県内を主として九州圏域から選定し、研究計画に従ってデータ集録環境の構築を進める。先行SIP研究テーマの計測技術活用については、平常時の点検・診断技術研究の対象橋梁には橋脚モニタリング技術（研究開発テーマNO.21）を、後者の対象橋梁にはVirA（研究開発テーマNO.8）の試験実装を計画する。

##### (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、操作性の検証については、今後業務として頻繁に利用すると考えられる調査会社（コンサルタント）の技術者の評価に基づき行う。測定精度は、設計図書が存在する橋梁であれば有効プレストレスを参考にし、資料が無い

場合は、橋齢より設計当時の示方書に基づき現有応力を推定し比較検証を行う。光学的全視野ひずみ計測装置による主応力の方向や中立軸の位置、平面保持の確認等についても設計図書や示方書に基づき検証する。

#### (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」

装置の小型化については、検査員1人で可搬できる形状、質量とする。操作性については、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目標とする。き裂の検知精度は、磁粉探傷試験で検知できるものと同程度とする。

#### (1)-(b) 維持管理システム

##### (1)-(b)-1) 3D外観劣化情報取得

実橋梁を対象とし、①3D計測、②ギガピクセル画像分析、③損傷同定、④維持管理のためのUAV自動操縦システムの開発、⑤得られた情報の3Dイメージングを行う。その有効性を照査する。これらについて、SIP研究開発技術の有効活用を視野に入れた検討を行う。

##### (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、システムを実装する重点維持管理橋梁2橋を選定する。また、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の実橋への適用可能性を検証し、必要に応じて問題点の解決を試みる。さらに、生月大橋を対象に開発したシステムの課題解決と選定された橋梁への実装を図る。

##### (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

簡便で短時間に評価できる診断法の開発を目標とし、①3D計測、②解析モデル構築、③構造解析、④構造特性同定、⑤実橋梁のたわみや振動と比較、⑥橋梁安全性評価システムの開発を行う。構造解析は骨組解析、FEM解析、1本梁解析を実施し、できる限り簡便な解析方法について検討する。さらに、研究開発テーマNO.22、33、55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、SIPに採択されている研究から超音波や赤外線、磁気を利用した探査手法や腐食評価手法を選定し、従来から行われている電気化学的な手法と比較し、実用性を検証する。アルカリシリカ反応については、画像解析と人工知能を連動した劣化評価や3Dレーザースキャナ計測の実用性を検証する。あわせて、自治体職員や建設会社、コンサルタントの技術者と情報共有を図り、橋梁の長寿命化計画を運営するために必要な情報を抽出する。診断技術を選定する際は、この必要な情報が取得可能なものとする。

#### (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

コンクリート橋の環境作用強度評価を実施する橋梁を選定し、薄板モルタル法、近赤外分光法、その他有望な SIP 開発技術の適用を開始し、各技術の有効性の照査や課題の抽出を行う。

### (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

覆工コンクリートのひび割れの発生状況を定量化し、数値解析シミュレーションにより、ひび割れや背面空洞が覆工コンクリートの動的特性に及ぼす影響を詳細に解析する。

#### (2)-(b) 斜面地安定性評価のための屋外モニタリング

現場に要求される装置の仕様を明らかにするため、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を行う。データ収集用の観測センサー、データ通信用のサーバー並びにwifiルーターの安定的な稼働の確保と、必要最低限の規模を明らかにする。また、斜面監視用アンテナの試作並びに通信品質の定量的評価のためのシミュレーターの設計・構築に取り組む。特に、地形や植生による通信障害を低減することを目的とした、局所的なアンテナの指向性との関係を明らかにする。さらには、雷害対策のための避雷装置の試作とその実験的検証、汎用センサーを用いた低コストの簡易計測センサーの試作にも取り組む。後者は、従来から用いられている観測センサーは、精度が非常に高いものの、価格も1基数万円前後と非常に高額なため、本研究の目的の「多地点モニタリング」への適用は現実的に困難なため、精度を1/10程度に犠牲にしつつもコストを1/10~1/100程度に抑えられると見込まれる汎用センサーの利用を積極的に進めるものである。

### (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

- ① 提案技術による道路舗装の健全度評価の適用条件について整理するとともに、SIP 開発技術との融合や併用を想定したフレームワークを検討する。
- ② 関係諸機関との調整のもと、行政区分単独型、行政区分横断型のいずれにおいてもデータ収集を実施する。
- ③ 健全度診断技術の精度向上技術について検討する。

### (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

実装に当たっての課題調査を行う。SIP の研究開発テーマ 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する。長崎県をフィールドとして SIP 研究開発成果を実装するた

めの各種の課題（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、道守認定者の意向等）の調査研究を実施する。長崎県、長崎市、諫早市、長崎県、（公財）長崎県建設技術研究センター及び（一社）長崎県建設業協会等にはヒアリング調査を実施し、道守認定者については SIP の研究開発とスーパー道守の養成についてアンケート調査を実施する。さらに、次の項目について研究開発する。

平成 28 年度計画<実装にあたっての課題調査>

キーワード	平成 28 年度
質の確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>・道守資格取得者のアンケート調査</li> <li>・養成講座における必須科目の検討</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・次年度以降（SIP 開発技術の実用化以降）</li> </ul>
コスト削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・定期点検業務における費用の現状把握</li> <li>・点検データ取得に係わる積算基準の把握</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各自治体の道路施設台帳の現状把握</li> <li>・点検データの情報共有及びそれに係る体制についての現状調査</li> </ul>
生産性向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地方自治体における維持管理業務の流れについての現状把握</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各自治体の維持管理業務の積算基準調査</li> </ul>

(4)-(b) 橋梁の耐震補強

耐震補強が行われていた道路橋を対象に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関しても検討する。

**(5) SIP 研究開発成果等の実装体制の構築**

九州・山口地域に対して次の 3 課題に取り組む

(a) 体制整備と SIP 研究開発成果等の情報提供・啓発活動

- ・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
- ・SIP ワークショップの開催(SIP 研究開発者を招いての説明会) (福岡市)
- ・SIP 参画大学研究開発・実装会議(長崎市)
- ・SIP ホームページの立ち上げ
- ・SIP ニュースレターの発行

(b) 研究開発成果の自治体等への実装に関する支援

・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)

(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

九州・山口地域の人材育成のあり方を KABSE の検討会と連携して調査。

長崎地域に対しては

- ・ 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

### 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 2 8 年度
直 接 経 費	1. 物品費 (設備費)	0
	2. 物品費 (材料・消耗品費)	4,070,000
	3. 旅費	9,350,000
	4. 人件費・謝金	5,950,000
	5. その他	6,720,000
	小計	26,090,000
間 接 経 費		3,910,000
合 計		30,000,000

#### 【予算配分の方針について】

※予算 (30,000,000 円) より、3. 「旅費」より【共通】 (3,170,000 円)、4. 「人件費」のみ (4,150,000 円)、5. 「その他」より【共通】 (1,860,000 円)、間接経費の予定 (3,910,000 円) を引き、残金 (16,910,000 円) を研究担当者 (36 名) に均等配分する。

※均等配分された経費の内訳は、各チームで割合を以下のように設定する。

班 名	人数	消耗品：旅費：その他
(1) 橋梁のアセットマネジメント	20	1 : 2 : 3
(2) トンネル・道路斜面のアセットマネジメント	6	1 : 1 : 1
(3) 道路舗装のアセットマネジメント	3	1 : 1 : 1
(4) 道路全体のアセットマネジメント	7	2 : 3 : 1

※上記配分後、全員の「その他」より「謝金」一律 50,000 円を配分する。

(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	
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
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			1,566,000	
(2) トンネル・道路斜面のアセットマネジメント班			939,000	
(3) 道路舗装のアセットマネジメント班			469,000	
(4) 道路全体のアセットマネジメント班			1,096,000	
合計			4,070,000	

3. 旅費 (単位:円)

用務地・期間	数量	単価	金額	実施予定時期
国内旅費				
【共通】				
・長崎市(打ちあわせ会・1泊2日・36人)	1	585,000	585,000	H28年11月
・長崎市(打ちあわせ会・1泊2日・36人)	1	585,000	585,000	H29年2月
・共通旅費(会議・打ち合わせ会)			2,000,000	
【調査研究旅費】				
(1) 橋梁のアセットマネジメント班			3,132,000	
(2) トンネル・道路斜面のアセットマネジメント班			939,000	
(3) 道路舗装のアセットマネジメント班			469,000	
(4) 道路全体のアセットマネジメント班			1,640,000	
合計			9,350,000	

#### 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)
特任研究員(新規)	1	2,674,000	H28年10月～3月
事務補佐員(継続)	1	756,000	H28年10月～3月
特任研究員(継続)	1	460,000	H28年10月～3月
技能補佐員(継続)	1	260,000	H29年3月のみ
謝金(学生アルバイト等) 50,000円*36名		1,800,000	
合計		5,950,000	

#### 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
<b>【共通】</b>				
SIP ホームページの作成	1	400,000	400,000	H29年2月
アンケート	1	200,000	200,000	
ニュースレター発行	1	50,000	50,000	
会場借り上げ	1	10,000	10,000	
荷物運搬・リース			1,000,000	
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			3,670,000	
(2) トンネル・道路斜面のアセット マネジメント班			650,000	
(3) 道路舗装のアセットマネジメント班			330,000	
(4) 道路全体のアセットマネジメント班			210,000	
合計			6,720,000	

### 5.1.9. 事務担当者の連絡先（窓口）

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