

コンクリート構造物の補修・補強に関するフォーラム2018

～コンクリート構造物の健康寿命を考える～

「地方の道をいかに守っていくか」

～ナガサキにおけるインフラ長寿命化の取り組み～

長崎大学大学院工学研究科
 ・構造工学コース
 ・インフラ長寿命化センター
 松田 浩

1

1 10～20年前のインフラの状況

- 1999年 JRトンネルのコンクリート片剥落事故
 「科学技術が進歩した時代に建設業界はまだ“たたき試験”という旧態依然の手法で行っている」(日経:社説)
- 2005～2007年 小泉純一郎首相 (新自由主義経済)
 郵政民営化、**道路公団民営化**、国立大学法人化
 道路特定財源の見直し → 一般財源化へ
 → 公共工事不要論
 → 公共事業悪玉論

3

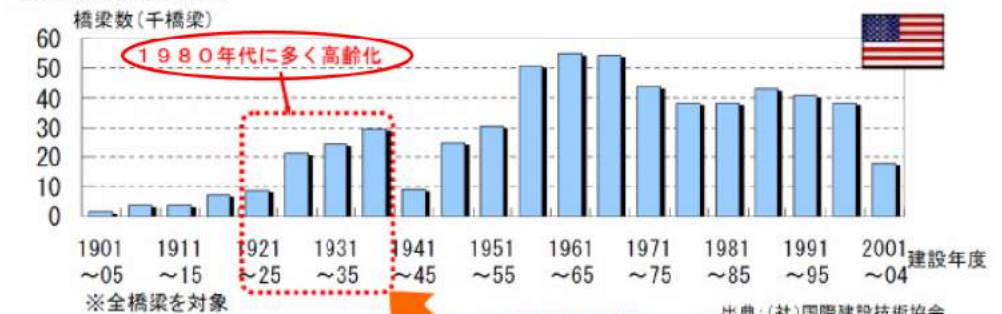
INDEX

- 1 10～20年前のインフラの状況
- 2 インフラ長寿命センターの設立
- 3 “道守”養成講座
- 4 軍艦島の調査研究
- 5 革新的先端技術の利活用
 - 5.1 新しい橋梁点検法
 - 5.2 ICT等を用いた道路舗装維持管理
- 6 SIPインフラ
 維持管理・更新・マネジメント技術

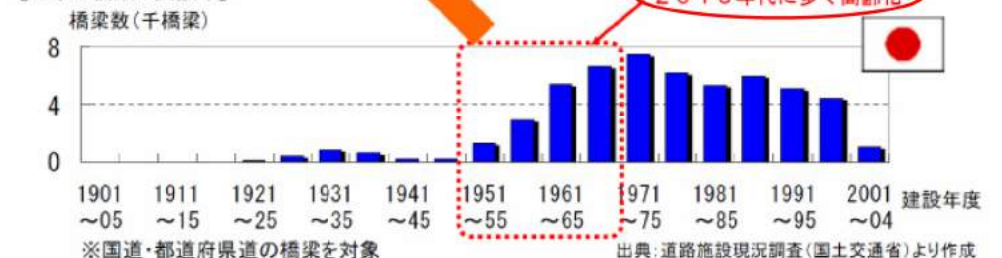
2

「荒廃するアメリカ」の教訓

【米国の橋梁の建設年】

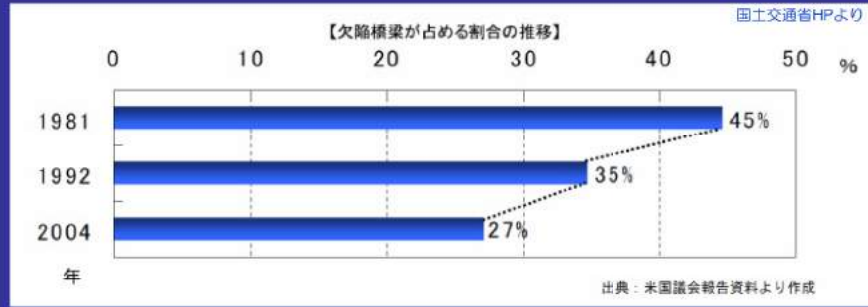


【日本の橋梁の建設年】



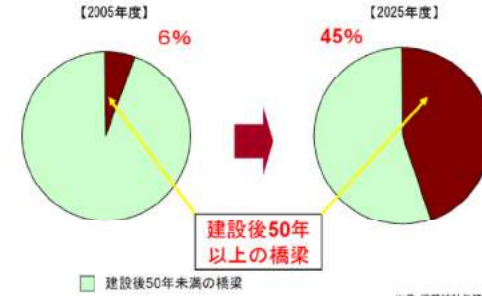
4

財源を増強して維持補修に力を入れたことにより欠陥橋梁は減少したものの、2004年時点でまだ約30%の欠陥橋梁が存在する。



日本の対応

長さ15m以上の道路橋14万橋(高速道路を除く)のうち、建設後50年以上の橋は2025年度には45%。
 損傷や劣化を早い段階で把握しなければ、重大事故に繋がる恐れがある。



2007年2月、国交省が道路橋に対する定期点検の実施状況調査。福井、鳥取、岡山、山口、福岡、佐賀、鹿児島との7県と、仙台、堺の両政令市を含む1567区市町村が実施していないと回答。

⇒ 予算不足や点検できる専門職員の不在などが理由

「橋点検せず」自治体の8割、国交省が定期実施要求

「荒廃する日本」としないための道路管理

- ・早期の対応と戦略的な管理により長寿命化を図り、トータルコストを抑制すべき
- ・今後、維持管理予算を充実すべき
- ・日常管理を効率的に行い、維持・管理コストを抑制すべき
- ・国の自治体に対する維持管理の技術的支援を検討すべき
- ・維持管理の組織と技術者の充実を図るべき

2007年3月8日 国土交通省道路局

1. 道路施設の維持・修繕・更新を計画的に実施する

- ・道路管理・防災ネットワークの観点から、道路管理水準の設定を検討
- ・道路管理者で協議会等の場を設け、長寿命化計画を調整し、相互技術協力を実施
- ・わが国の環境条件を踏まえた日本型アセットマネジメントの実施
- ・事後保全から予防保全に転換し、施設の健全性を確保しつつ、長寿命化し、ライフサイクルコストを縮減

2. 日常管理の効率化を推進する

- ・安全性を確保しつつ、定量的なデータ分析により適切な水準を設定し、コストを縮減
- ・沿道住民との協働によるきめ細かい日常管理を実施

3. 地方道路の管理を支援する

- ・財政的支援、技術的支援を通じた予防保全への転換
- ・道路管理者の相互協力による道路ネットワークの一体的管理の実施

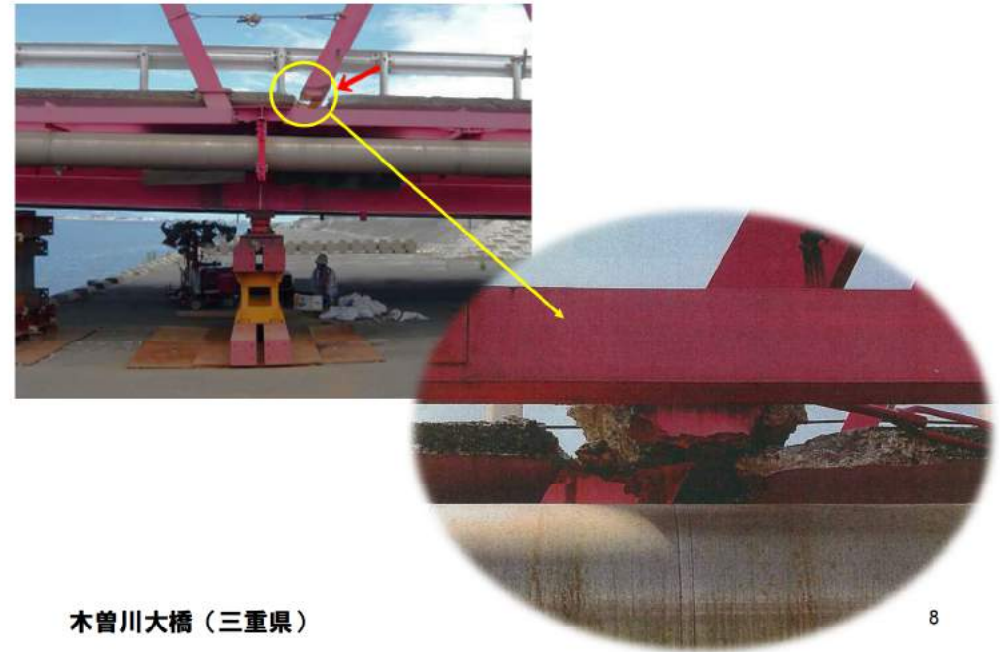
4. 高速道路の予防保全を推進する

- ・首都高速、阪神高速については、抜本的な修繕が必要となる可能性があり、予防保全の推進が必要

5. 道路の維持管理分野の技術開発を促進する

- ・ニーズを明確化し、産学官が一体となった技術開発を推進
- ・道路管理分野のイノベーション、異分野・異業種参加等による新しい技術開発を促進
- ・道路管理技術者の育成、技術の伝承

木曾川大橋(三重県)のトラス橋の斜材の破断 (2007.6.20)



本荘大橋コンクリート埋込部の緊急点検～斜材破断～復旧

トラス斜材の破断

特に薄い部材の腐食が著しい

8/31 ①18:00 腐食による断面欠損発見
②19:55 欠損部分破断
20:00 全面通行止め

大型クレーン通過時に破断

コンクリート埋込部の緊急点検

6/20 国道23号木曾川大橋の鋼部材に破断を発見

7/31 管内の同種橋梁(トラス橋)全23橋の緊急点検

1橋/23橋「本荘大橋」で詳細調査が必要と判明

8/27～ R7「本荘大橋」詳細調査(はつり調査)を実施

破断箇所の復旧作業

9/1 ③あて板による応急復旧完了(載荷試験等交通の安全性確認)
9/3 片側交互通行に移行

9/5 ④破断箇所のあて板取付完了
6:00 全面交通解放

板受け(ベント設置)完了

本復旧完了

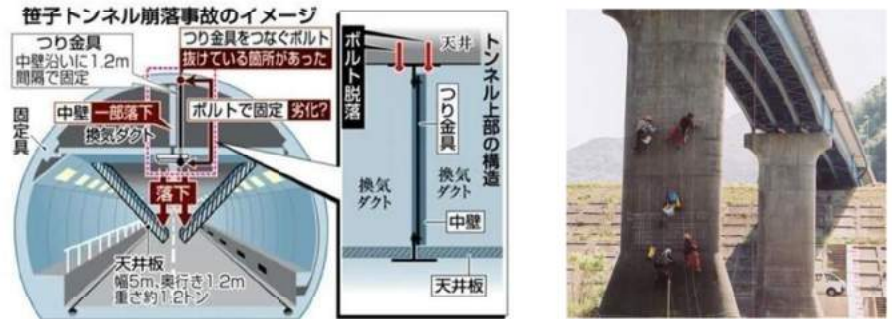
国土交通省HPより

2012年12月2日 笹子トンネル天井板落下事故

○国道、高速道路等十分管理されているインフラで重大事故が多発

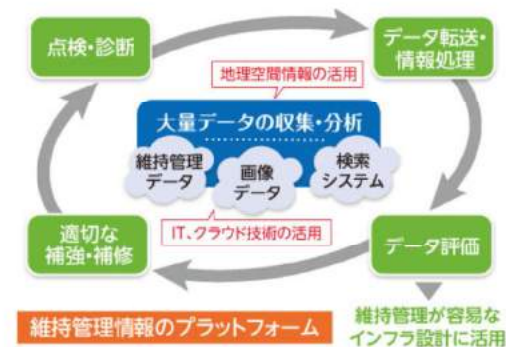
・地方自治体はどうするのか！ **老朽化** ⇒ **メンテナンス欠如により生じる人災**
 ・老朽化災害の発生を加速させる理由

- ①効果的・効率的な検査法がない
- ②高度な知識と経験豊富な維持管理技術者が不足
- ③予算不足で各自治体の道路行政サービスが行き届いていない

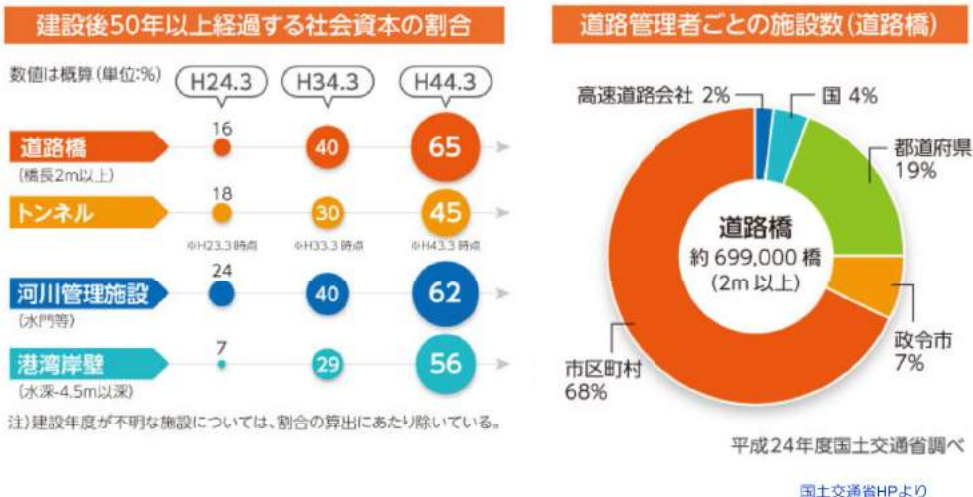


老朽化対策の効率化に向けた技術の3つの柱

1. 点検・診断技術の開発・導入
NETISを通じて、技術のさらなる活用と改善
2. モニタリングシステムの開発
3. 維持管理情報のプラットフォーム



2013年 インフラメンテナンス元年



2 インフラ長寿命化センター

Infrastructure Lifetime-extending Maintenance Research Center

工学部重点研究センター構想

- ①リアルタイム情報処理技術開発
- ②ナノダイナミクスの研究
- ③医療用機器開発
- ④インフラ長寿命化研究



着想

ミッション

道路などのインフラ構造物の長寿命化に関する研究を行うとともに、自治体への技術支援・協働活動ならびに学生の教育支援を行う。

(2007年1月センター設立)

教育



趣旨

“ヒト”“モノ”“場所”“金”もないバーチャルなセンターであるが、これを有効活用し、外部資金等を獲得して、実質的な工学部センターとして機能させたい。



社会貢献

インフラ長寿命化センターの活動

Infrastructure Lifetime-extending Maintenance Research Center



構造物の診断技術

インフラの町医者



医療の診断技術

地域の町医者

実際に行っていることは、ほとんど同じ考え方！

インフラ維持管理のイノベーション

社会インフラをとりまく状況

- 老朽橋は20年後に約4倍増
- 技術者は20年後に約2割減
- 維持費用は20年後に約6割増

2050年
現居住地域の6割
で人口が半減
そのうち人口ゼロ
地域が2割

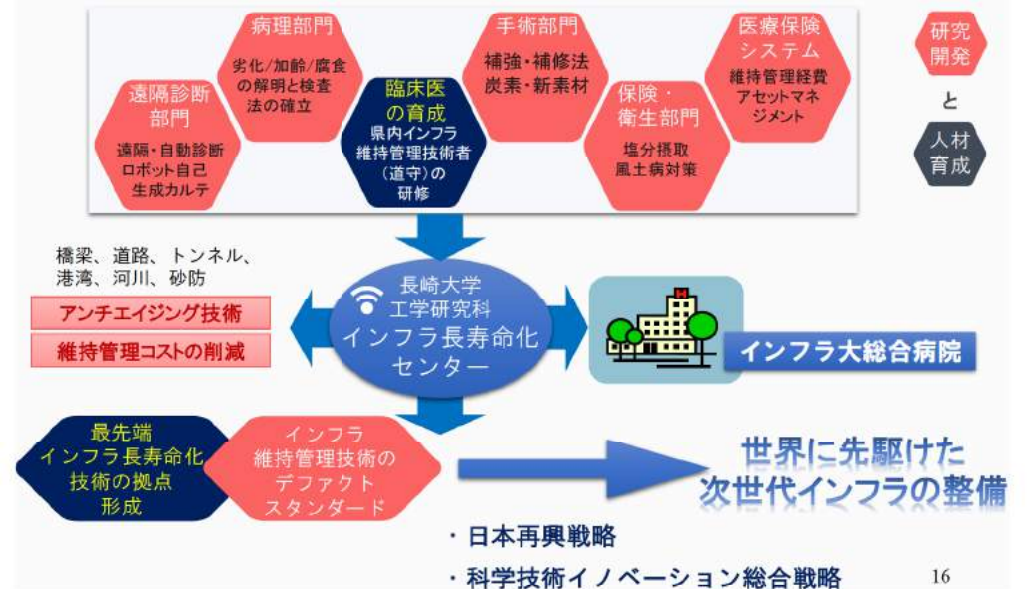
増田寛也
(元岩手県知事/総務大臣)

- 安全性の確保
- 技術者の需給GAP
- コストの抑制

インフラ維持管理のイノベーションが不可欠

- ① 地域住民の協力
- ② ICTの利活用

次世代インフラ技術と防災強化の教育研究拠点の形成



H20~24年度 文部科学省科学技術戦略推進費（地域再生人材創出拠点の形成）

「観光ナガサキを支える“道守”養成ユニット」

科学技術を活用した地域再生に資するため、地域の大学等が地元自治体等と連携し、地域の社会ニーズに即した人材創出拠点の整備を図る。

地域における科学技術システム及び我が国の人材創出システムの改革を推進



文部科学省「成長分野等における中核的専門人材養成等の戦略的推進」事業（5大学コンソーシアム）

H20-21年度 国土交通省建設技術研究助成
「光学的非接触全視野計測法によるコンクリート
構造物のマルチスケール診断法の開発」

H26-27年度 国土交通省建設技術研究助成
「光学的計測法を用いた効率的・低コストな
新しい橋梁点検手法の開発」

17

○運営協議会

委員長	長崎大学工学部インフラ長寿命化センターセンター長
副委員長	長崎県土木部部長
副委員長	(社)長崎県建設業協会会長
委員	長崎大学工学部インフラ長寿命化センター副センター長
委員	長崎大学工学部インフラ長寿命化センター副センター長
委員	(社)長崎県測量設計コンサルタント協会会長
委員	(公財)長崎県建設技術研究センター(NERC)理事長
委員	長崎大学工学部研究企画推進委員会委員長
委員	幹事会幹事長

○人材育成に関する協定の締結

- ・ (独)土木研究所 (CAESAR)
「構造物メンテナンス研究センター」
- ・ 岐阜大学 (CIAM)
「社会資本アセットマネジメント技術研究センター」
- ・ 長崎大学工学部 (ILEM)
「インフラ長寿命化センター」

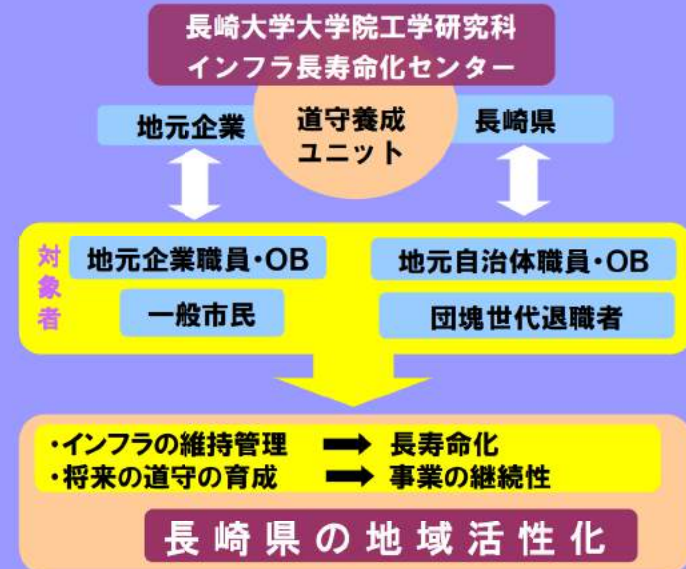


運営協議会

19

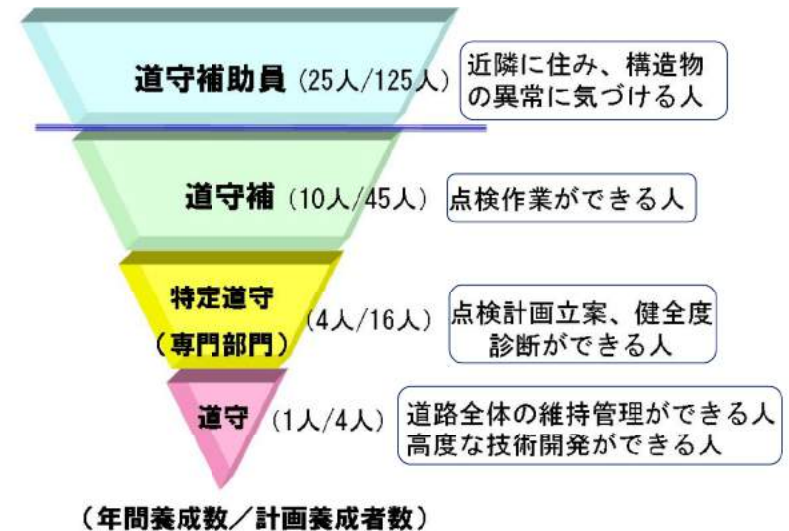
3 “道守”養成講座

(平成20~29年、文科省)

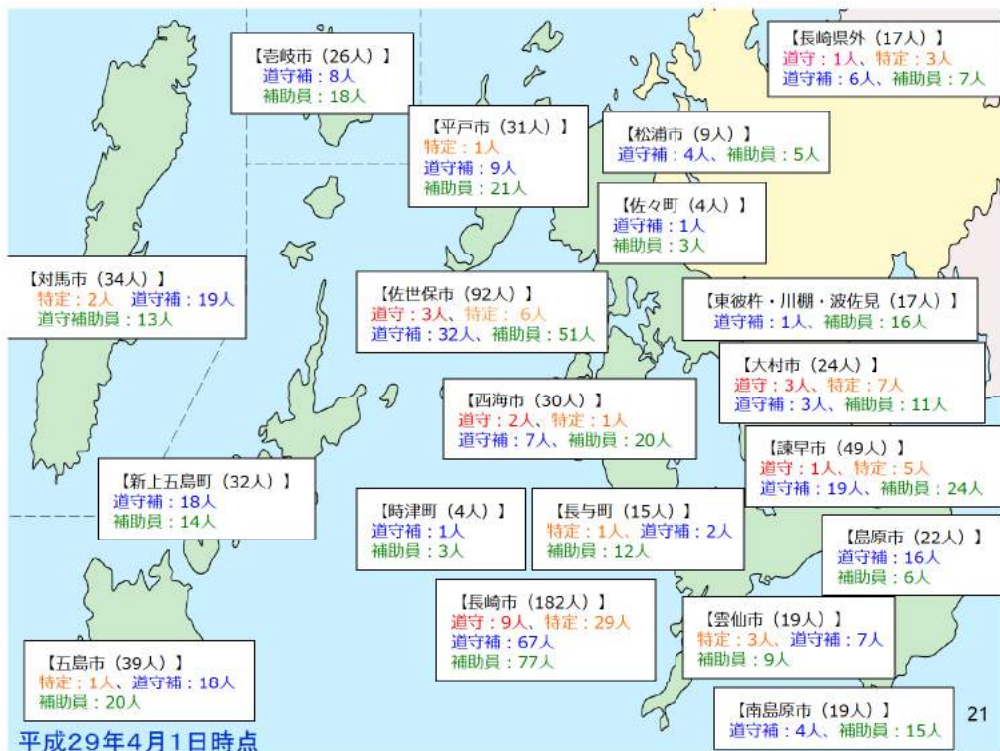


18

カリキュラム



20



認定後の活動(道守シート)

道守シート通報のIT化 **H25.4運用開始**

年	通報件数
2010	40
2011	49
2012	52
2013	141
2014	118
2015	129
2016	103

ログイン画面

道守ポータルへサインイン

ユーザー名:

パスワード:

管理者 (大学) 道守認定者 道路管理者

1. ユーザー名 (認定番号)
2. パスワードを入力

認定後の活動(道守シート)

道守シートとは?

道路構造物の異常を発見した際に記載するシート

道守認定者 (異常の発見)

↓ 道守シート

↑ 対応シート

**長崎大学大学院工学研究科
インフラ長寿命化センター**

↓ 道守シート

↑ 対応シート

国、県、市、町の道路管理者

↓ 早期発見・対応による
維持管理費用の縮減

認定後の活動(道守シート) 道守シートのICT化

通報をクリック

- ① 構造物の種類・名称・路線名を選択
- ② 場所を選択
- ③ 管理区分(国、県、市、町)を選択
- ④ 発生時期の選択
- ⑤ 写真を選択
- ⑥ 送信

認定後の活動(県の合同点検参加者)(延べ人数)

橋梁点検											
平成24年		平成25年		平成26年		平成27年		平成28年		計	
地域	人数	地域	人数	地域	人数	地域	人数	地域	人数	地域	人数
長崎	16	長崎	7	長崎	9	長崎	10	長崎	8	長崎	34
五島	15	五島	4	五島	2	五島	1	五島	4	五島	26
		島原	1	島原	4	島原	4	島原	2	島原	12
				大瀬戸	3	大瀬戸	1	大瀬戸	2	大瀬戸	6
				島原	3	島原	1	島原	2	島原	6
				五島	5	五島	1	五島	1	五島	7
				吉岐	1	吉岐	1	吉岐	1	吉岐	3
計	31	計	12	計	18	計	22	計	18	計	81

防災点検											
平成24年		平成25年		平成26年		平成27年		平成28年		計	
地域	人数	地域	人数	地域	人数	地域	人数	地域	人数	地域	人数
長崎	6	長崎	15	長崎	11	長崎	1	長崎	2	長崎	35
五島	15	五島	3	五島	9	五島	10	五島	2	五島	39
		島原	3	島原	3	島原	1	島原	1	島原	8
		五島	14	五島	8	五島	1	五島	1	五島	24
		吉岐	2	吉岐	10	吉岐	1	吉岐	1	吉岐	14
計	21	計	43	計	44	計	15	計	7	計	120

平成24年度に試験的に長崎・五島地区で実施され、平成25年度より各地で本格的に実施されるようになった。
平成26年度から実施された重点維持管理橋梁点検へも8人(特定道守以上)が参加し、平成28年度には8人(延べ)が参加した。



認定後の活動(道守講座等の講師担当者数)(延人数)

- 道守補助員コース・・・36人
講義「コンクリート構造物について」「鋼構造物について」「道路・斜面・トンネルについて」の講師、見守り活動について実習補助
- 道守補コース・・・38人
- 工業高校インフラ長寿命化体験・・・135人
「点検演習」での非破壊機器の原理説明や使い方の指導担当、現場実習の点検指導担当
- 長崎市土木技術職員研修の演習・・・5人
「点検演習」での非破壊機器の原理説明や使い方の指導担当



工業高校生へのインフラ研修

点検演習

① コンクリート構造物点検演習

コア採取・中性化試験



フェノールフタレイン溶液の化学反応を利用して中性化深さを推定

電磁波レーダ



電磁波レーダを利用して鉄筋の位置を検出

反発硬度法



コンクリートの硬度を計測して強度を推定

電磁誘導法



電磁誘導現象を利用して鉄筋の位置を検出

点検シート作成例

点検シート		橋名		管轄		所在地	
橋名	九山橋	橋長	10.0m	管轄	長崎市	所在地	長崎市
所在地	長崎県大村市	建設年度	昭和44年	橋種	RC	橋形式	RC
橋形式	RC	橋形式	RC	橋形式	RC	橋形式	RC
交通条件	国道	交通条件	国道	交通条件	国道	交通条件	国道
橋幅員	5.0m	橋幅員	5.0m	橋幅員	5.0m	橋幅員	5.0m
橋高	5.0m	橋高	5.0m	橋高	5.0m	橋高	5.0m
橋台形式	重力式	橋台形式	重力式	橋台形式	重力式	橋台形式	重力式
橋脚形式	重力式	橋脚形式	重力式	橋脚形式	重力式	橋脚形式	重力式
橋下条件	川	橋下条件	川	橋下条件	川	橋下条件	川

「橋梁名」、「供用開始日」等の情報を記入。資料がない場合は、現地で橋名板等の確認、実測を行い情報を記入

橋名板、橋檣板、架設状況等を写真で記録

橋梁台帳等の資料がない場合は、現地での実測をもとに図面を作成。



実測状況

点検結果の「Google マップ」へのリンク

橋梁位置

河内橋
2010年12月13日更新

点検シート

◆自治体のメリット
小規模橋梁(15m未満)に関しては、橋梁台帳等の資料が残っていない場合が多く、工業高校生が作成した点検結果が現状把握に役立つ

「点検シート」をクリックすると点検結果が表示される。

詳細

大村工業高校:H22年度点検結果

29

国土交通省の民間資格登録された資格

2015.1に大学として、また、地方団体の資格として唯一登録

コース人	橋梁(鋼)		橋梁(コンクリート)		トンネル	
	点検	診断	点検	診断	点検	診断
道守補	○	-	○	-	○	-
特定道守(鋼構造)	○	○	○	-	○	-
特定道守(コンクリート構造)	○	-	○	○	○	-
道守	○	○	○	○	○	-



30

「道守」活用検討部会の活用の方向性

長崎県産学官連携建設業人材確保育成協議会において、「道守活用検討部会」を設けて、活用を検討中(平成27年度～)

検討部会委員:長崎県、国土交通省、長崎市、長崎県建設技術研究センター(NERC)、長崎県建設業協会、長崎県測量設計コンサルタンツ協会、長崎大学等

項目	インフラ長寿化センター	公共機関	建設業
アウトプット	公共サービス(安全、快適、負担の低減)の向上		
方向性	インフラ長寿化への貢献	公共インフラの適正な維持管理システムの構築	地域建設業の仕事の量質の確保
	・「道守活用」の確立 ・「道守制度」システムの向上 ・点検等新技術の研究・活用	・維持管理体制の充実 ・維持管理システムの向上	・地域建設業への複数年一括発注 ・県内建設業が施工可能な工法の導入と普及
検討事項	・「道守」民間資格の活用方法の確立(入札契約制度等) ・「道守」認定制度のバージョンアップと費用負担 ・点検等の新技術の研究・活用 ・県内建設業が施工可能な維持管理修繕工法の導入・普及 ・情報共有システムの一元化		
	道守制度の普及(コンソーシアム)	多様な体制と連携(NPOほか)	地域ごとの維持管理体制の構築

31

道守認定者の技術者としての活用の検討と成果の一覧

実施主体	開始年	入札制度	対象資格
長崎県建設技術研究センター	2014	制限付一般競争入札 長崎市町橋梁定期点検業務委託	担当技術者:道守補以上 管理技術者:特定道守以上
国土交通省	2015	簡易公募型競争入札方式 総合評価落札方式等(橋梁・トンネル・横断歩道橋点検業務)(加点)	担当技術者:道守補以上
長崎市	2015	制限付一般競争入札 長崎市橋梁定期点検業務委託	担当技術者:道守補以上
長崎県	2016	総合評価落札方式(簡易型、特別簡易型) 橋梁上部工(工事)(加点)	配置予定技術者: 特定道守以上
長崎県	2016(試行)	制限付一般競争入札 橋梁補修調査設計業務委託	管理技術者・照査技術者: 特定道守以上
長崎市	2016(試行)	制限付一般競争入札、橋梁補修設計業務委託、橋梁等の設計業務委託	配置予定技術者: 特定道守以上
長崎市	2016(試行)	制限付一般競争入札 橋梁補修工事、橋梁等改良工事	配置予定技術者: 特定道守以上

複数年一括契約、SIPによりスーパー道守の育成検討中

32

4 軍艦島の調査研究

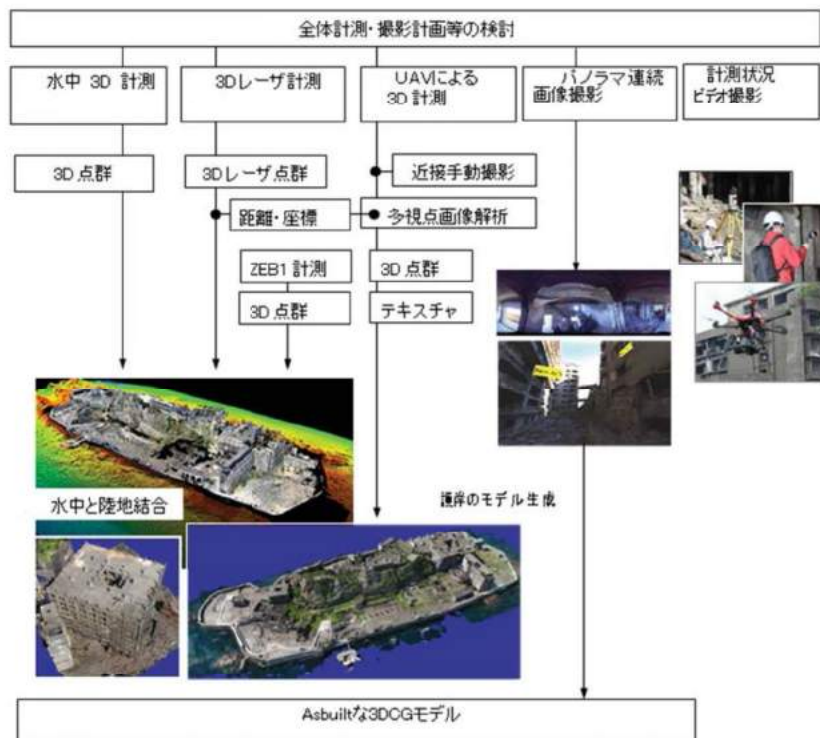
平成21年度工学部内萌芽研究補助経費

“軍艦島”の鉄筋コンクリート造高層建物群の
環境劣化調査と安全性評価に関する研究

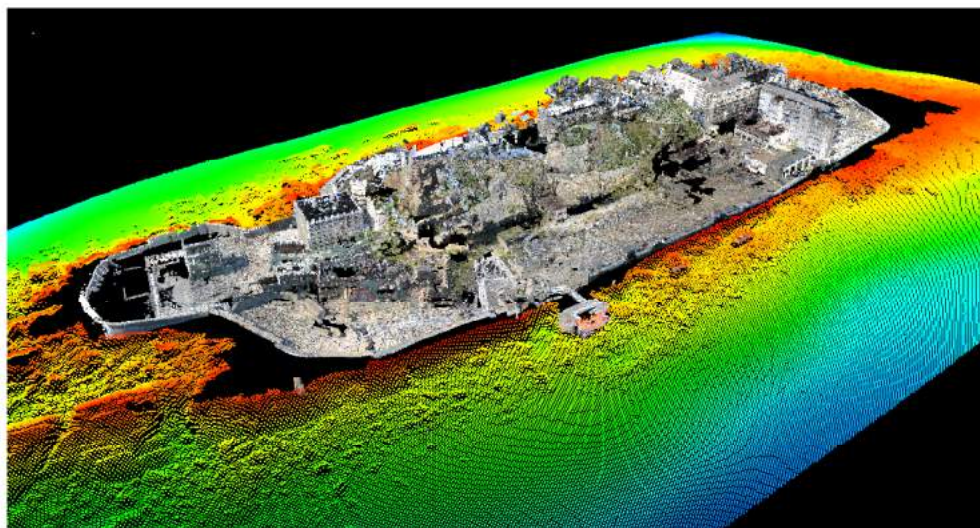
平成22年度 大学高度化推進経費
社会貢献・産学官連携推進プログラム

最先端計測技術と3Dデータを活用した
軍艦島保存プログラム

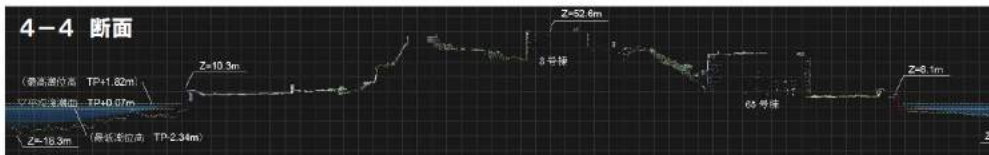
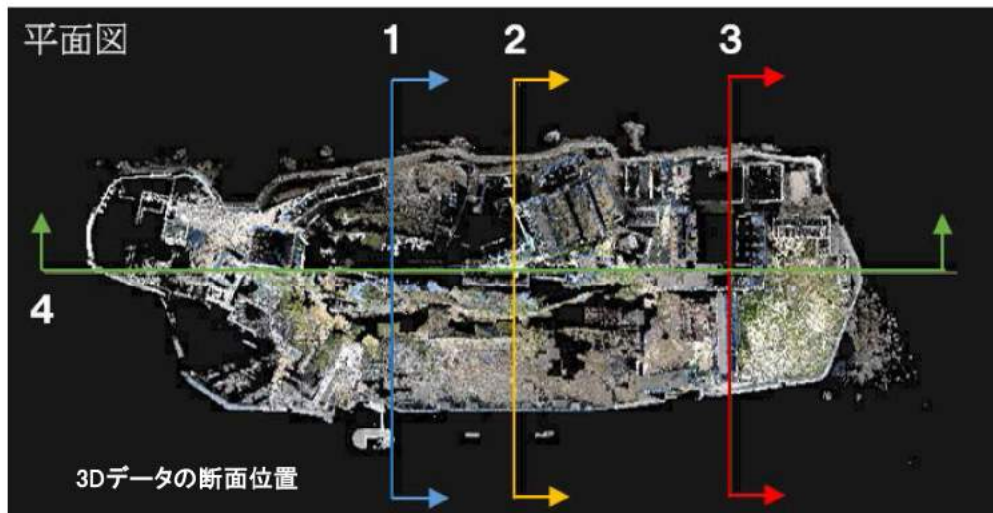
長崎市委託事業端島遺構状況記録調査
(平成26年2月～6月)

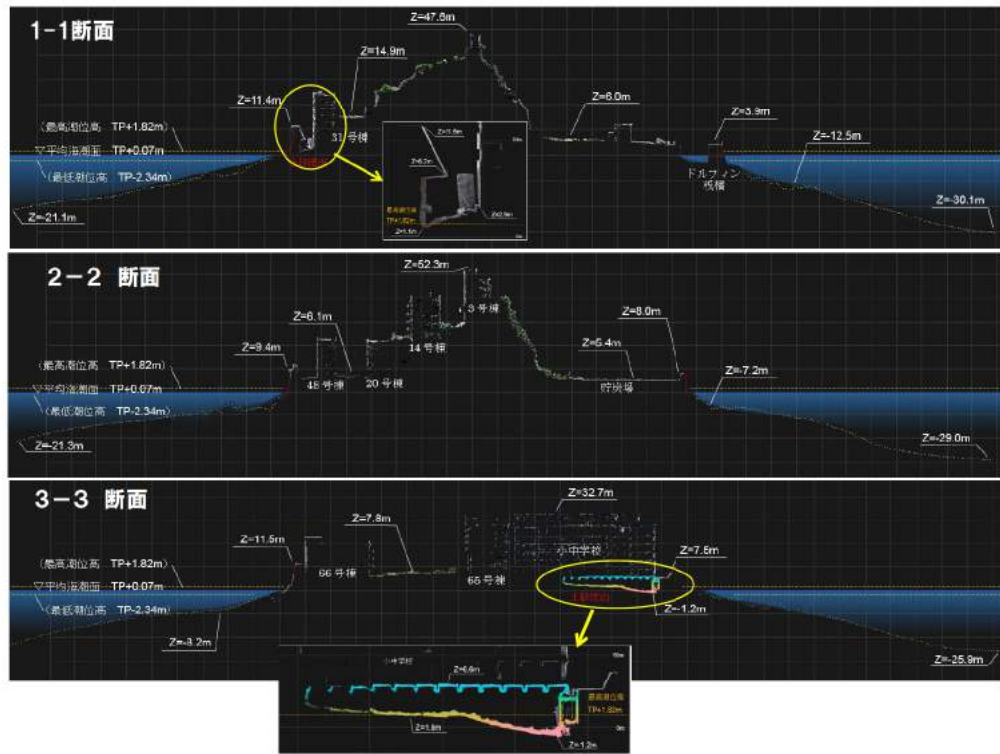


地上・水中3Dデータの処理解析



地上・水中3Dデータの合成処理





5 革新的先端技術の利活用

橋梁

【道路橋の管理者別設置数】

(平成20年4月1日時点)

管理者	道路種別	設置数	比率
国土交通大臣	一般国道 (指定区間)	11,653	7.6%
	一般国道 (指定区間外)	12,707	8.3%
都道府県	都道府県道	31,752	20.7%
	計	44,459	29.0%
	都道府県道 (指定区間外)	1,736	1.1%
政令市	市道	5,435	3.5%
	計	7,584	4.9%
市町村	市町村道	83,116	54.1%
高速道路会社	高速自動車国道	6,717	4.4%
合計		153,529	100.0%

地方自治体管理 (約83%)

道路

【道路法(第3条)上の分類】

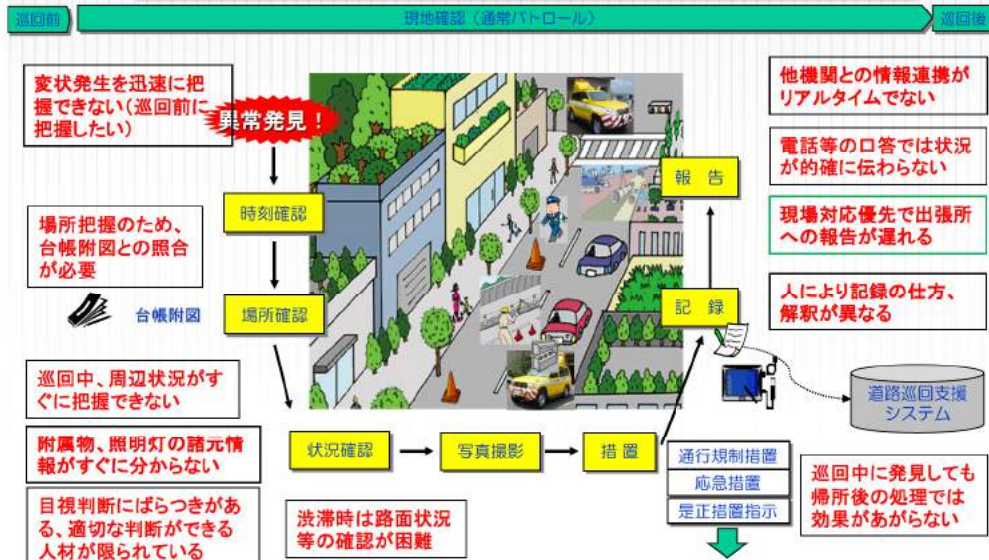


出典: 橋梁の現状(国土交通省) http://www.soumu.go.jp/main_content/000053267.pdf

出典: 国土交通省「道路の種類」 <http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/dorogyousei/2.pdf>

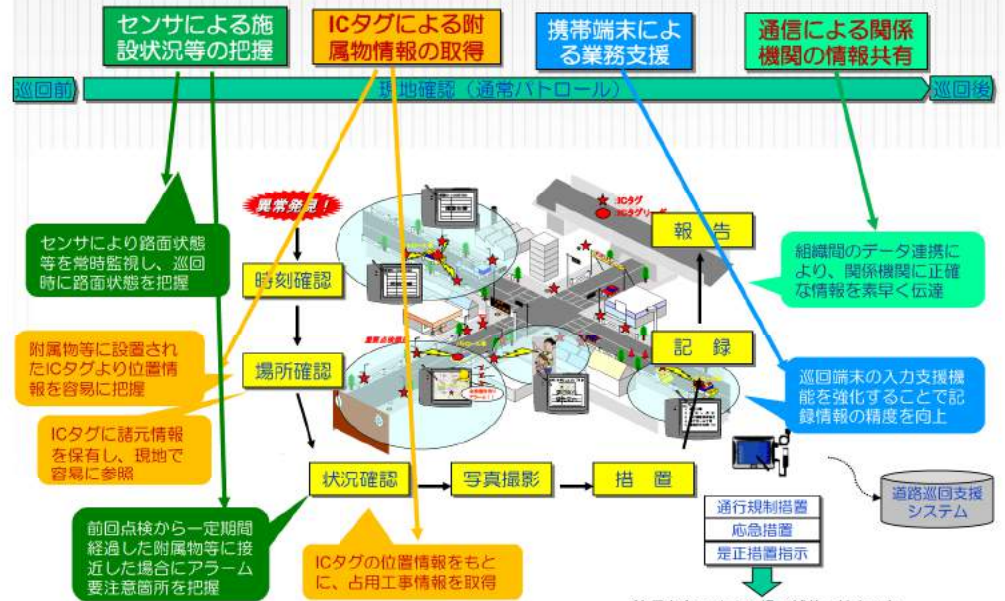
点検・維持管理業務 - 主な課題

現場業務の課題の多くは情報の入手・加工・蓄積・伝達に関連



簡易なものはその場で補修。対応できない場合は安全措置実施後、手続きを経て早期に補修。

現場業務の課題の多くは情報技術で解決される可能性がある



簡易なものはその場で補修。対応できない場合は安全措置実施後、事務所報告、手続き後早期に補修。

5.1 新しい橋梁点検手法

H26-27年度 国土交通省建設技術研究助成
「光学的計測法を用いた効率的・低コストな新しい橋梁点検手法の開発」

(1) 外観劣化情報取得のための3次元維持管理システムの開発

- ① 3DレーザーとSfM技術を用いた橋梁点検手法の開発
- ② ギガピクセル画像撮影システム
- ③ コンクリートひび割れ幅判読図化システム

現場フィールド試験

(2) デジタル画像解析による

- a) 橋梁たわみ計測法 /
- b) 鋼部材き裂計測法の開発

④ デジタルカメラを用いたデジタル解析による橋梁のたわみ計測法の開発

⑤ 熱源を用いた鋼部材の疲労き裂検知法の開発

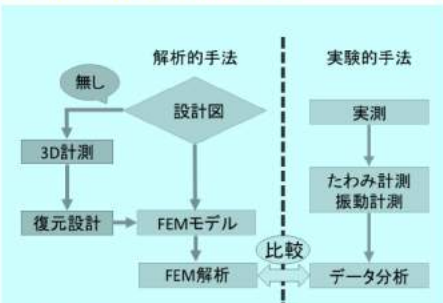
現場フィールド試験

橋梁維持管理における遠隔測定法と3D維持管理システムの開発

41

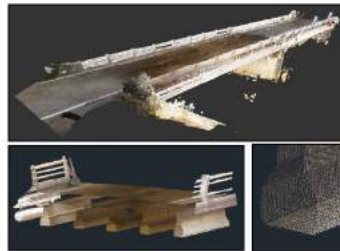
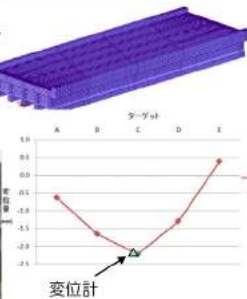
(2) a) 中小スパン橋梁のモニタリングに基づくリスク評価

実計測 (たわみ、振動)

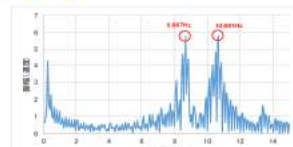


構造同定法

構造解析モデル (ソリッドモデル)



3D計測データ



振動モード図

	1st mode	2nd mode
A		
B		

43

(1) 外観劣化情報取得のための3次元維持管理システムの開発

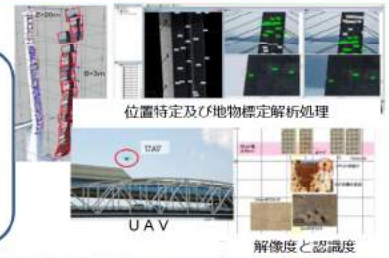
研究開発の目標

① 3Dレーザースキャナを用いた橋梁点検手法の開発

- ・ UAV → ステレオ写真解析
- ・ 3Dレーザースキャナ → 3D計測

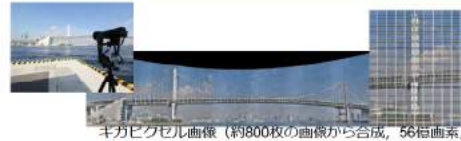
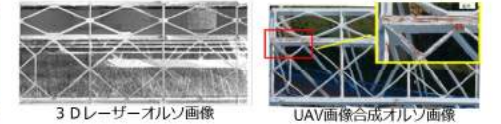
仮設定場を必要としない計測法

- ・ コンクリートのひび割れ、鋼部材の塗装劣化、錆、ボルト欠損
- 欠陥の空間上の位置特定や定量化手法を開発

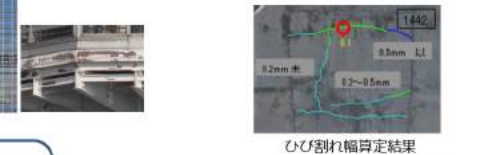


② ギガピクセル画像撮影システム

- ・ 100m遠望から構造物対象面を連続的撮影
- ・ オリソ画像による外観劣化情報を取得
- 計測できない箇所 → 無人飛行体 (UAV)



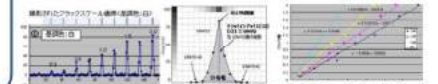
ギガピクセル画像 (約800枚の画像から合成, 56枚画素)



ひび割れ幅算定結果

③ コンクリートひび割れ幅判読図化システム

- ・ ギガピクセル画像 → オリソ画像
- ・ UAV画像ステレオ解析 → オリソ画像
- 0.2mmひび割れ幅ひび割れ幅判読図化システム



(C) とクラック幅の関係

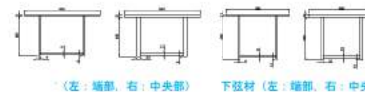
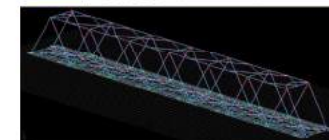
42

島原鉄道廃線橋梁(水無川橋)の3D計測+3DFE解析+実振動計測

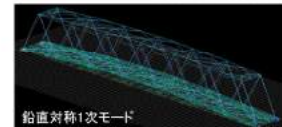
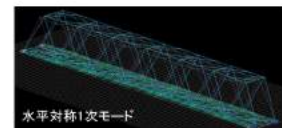
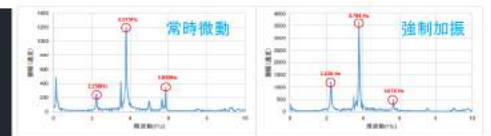


水無川橋点群データ

モデル	支持条件	斜材	2次材
1	固定/可動	R・P	R・P
2	固定/固定		
3	ピン/ローラー		
4	ピン/ピン		



(左: 橋脚, 右: 中央部) 下弦材 (左: 橋脚, 右: 中央部)



水平対称1次			鉛直対称1次			ねじれ対称1次		
計測値	解析値	解析値/計測値	計測値	解析値	解析値/計測値	計測値	解析値	解析値/計測値
2.238	2.247	100%	3.805	3.9	103%	5.747	5.654	98%

44

(2) b)熱源を用いたDICMによる鋼部材き裂検知法の開発

実橋梁での実証試験

単位:mm

IHヒーター

25℃⇒80℃ 5分

温度分布

ひずみ分布

【H27年度研究計画】

- ・誘導加熱装置より鋼材のみを直接加熱して、亀裂を強制的に開口/閉口させ、その歪み変化を塗膜上から画像解析によって検出
- ・小型で携帯・操作性に優れた安価な装置の製作
- ・加熱装置の改良

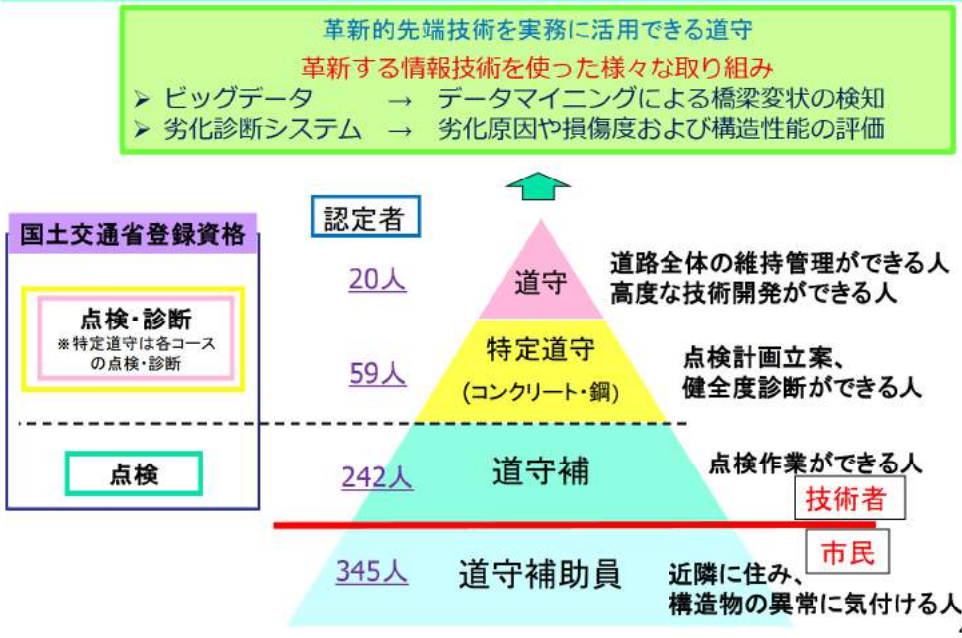
誘導加熱装置

亀裂

擬似塗膜割れ

45

スーパー道守構想



最先進検査技術の試行によるコストの試算



西海橋の橋脚点検

	項目	既存技術	開発技術
足場	設置・撤去	40日	不要
	金額	1,100万円	0円
点検(2人)	調査		
	データ整理		
	金額	100万円	100万円
	安全性	低い	高い

光学的手法を用いた仮設足場を必要としない橋梁点検手法の開発

西海橋の橋脚点検 → 仮設足場の場合の1/10程度で実施可能と試算

- 肉眼では見ることができない、人間の目を越えた情報を取得・分析
- 測量機器と同等の汎用的技量で計測可能
 - ✓ 目視点検のばらつき解消
 - ✓ インフラ点検の低コスト化による点検頻度増加
 - ✓ 定量的な損傷データの取得
 - ✓ 地震や台風等の自然災害直後の緊急調査も可能



- ◆ 既存技術との経済性、工期、品質・出来高、安全性、環境について比較検討
- ◆ 国土交通省技術事務所、新技術活用システム(NETIS)との連携
- ◆ 民間への技術移転

46

5.2 ICT等を用いた道路舗装維持管理

MCIスクリーニング

MCI: Maintenance Control Index

平坦性、ひび割れ率、わだち掘れ

舗装性能の簡易測定によりMCI点検が必要な区間をスクリーニング

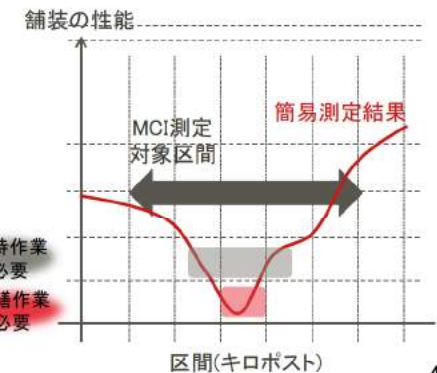
- ✓ スマートフォンで取得・蓄積した走行データを元に、舗装性能の簡易測定を行う
- ✓ 性能が悪化し維持・修繕が必要な区間を絞り込む(スクリーニング)
- ✓ 高コストなMCI測定の計画立案において、簡易測定で絞り込んだ区間を対象とすることで、測定全体のコストを下げる事ができる

【舗装点検要領】

- ・ H28.10月国土交通省が策定
- ・ 国道や市町村道等の各レベルに応じた適切な点検や補修の実施を要求

「舗装の現状把握」
効率化

簡易測定によるスクリーニング



48

効率的かつ戦略的な道路舗装維持管理スキーム

車を走らせた時の振動から、道路の劣化状態を簡単に把握

- ・スマートフォンのGPSや加速度センサーを活用
- ・定常的なパトロールや、車での移動のついでに、道路の劣化情報を取得
- ・集積した情報を用い補修計画立案を実施

国土交通省グッドプラクティス

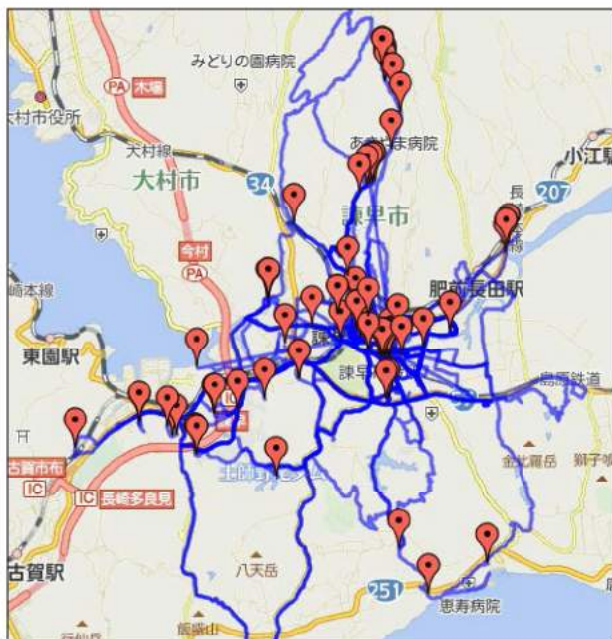
導入コスト：
 1台 155万円/年
 2台 201万円/年
 3台 247万円/年
 追加PCライセンス 4万円



道守による活動

62回のパトロール 走行距離：2916.9km

諫早市の実績 2017.09.01~09.30



舗装(穴)
側溝修繕

etc.

補修箇所(幹線道の路面沈下)と統計資料



月	4	5	6	7	8	9	計	平均
稼働日	20	23	22	20	23	16	124	20.7
走行距離(km)	799.9	1007.7	874.1	775.5	726.4	700.7	4884.3	814.1
平均走行(km/日)	40	43.8	39.7	38.8	31.6	43.8		39.6
地点計(件)	119	77	103	79	64	78	520	86.7
地点平均(件/日)	6	3.3	4.7	4	2.8	4.9		4.3

地点：作業地点件数

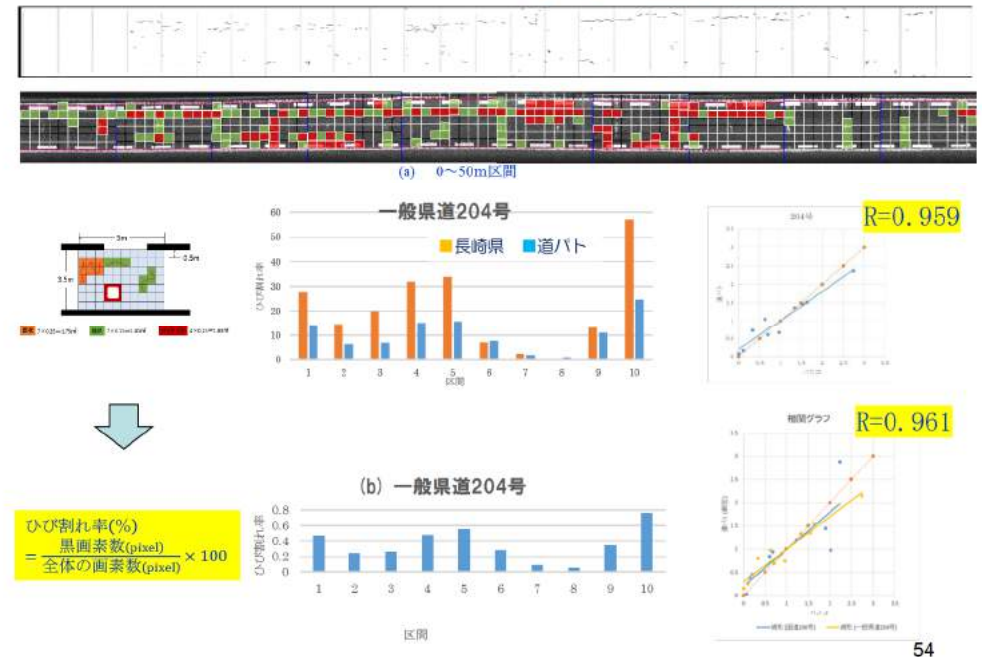
状況種別(4月~9月)	
舗装(穴)	117
側溝修繕	102
路面修繕	50
除草・伐採	48
安全施設修繕	58

諫早市での「道パト」の活用状況

- ▶ **パトロールの走行実績の見える化実現効果**
 - ・点検漏れの防止につながっている。
 - ・パトロール計画作成に活用することができた。
- ▶ **補修地点の報告手法**
 - ・地図情報を自動で取得できるため、報告箇所の把握、報告書作成の迅速化が図れた。
 - ・詳細な地図情報の導入には別途料金が発生するため、導入を見送っている。
- ▶ **報告件数の変化** → 報告件数に変化はない。
- ▶ **業務が簡素化した部分**
 - ・導入当初はシステム操作に困惑 → 1年経過し報告書作成作業が迅速になった。
 - ・集計作業が容易になったが、再度同一現場で作業を行う際に重複登録 → 改善を求めたい
- ▶ **今後期待できる大規模補修のため調査点検費用の縮減効果など**
 - ・補助事業の対象となる路面性状調査に代わるシステムになることを期待
- ▶ **点検員の評価**
 - ・慣れるまでが大変だったが、導入して1年近くが経過し、迅速に行えるようになり重宝している。
 - ・報告登録後に変更・修正できるように改善を求めたい。
 - ・現場作業の内容によっては、スマホの操作が困難なことがある。(手が汚れている。雨天時など)
- ▶ **その他**
 - ・市道の場合、国県道と比べ路線数が多いため、現在のところ1、2級市道のみ路線登録。
→ システム管理者に協力いただき、登録の実施に向かっている。
 - ・舗装の劣化状況を予算査定資料として利用。

53

スマートフォンによるひび割れ率の検出と算定



54

ICTツールの導入支援

【従来】



【新たな仕組み】 ⇨ ネットワークとしてのユーザーベースの道路管理



- ・中小規模の自治体でも導入しやすい小口契約を実現
- ・GISでのデータ管理や学識者の助言等のサポートを充実

55

岐阜県建設技術センターより

自治体におけるアセットマネジメント技術の導入に向けたシナリオ案

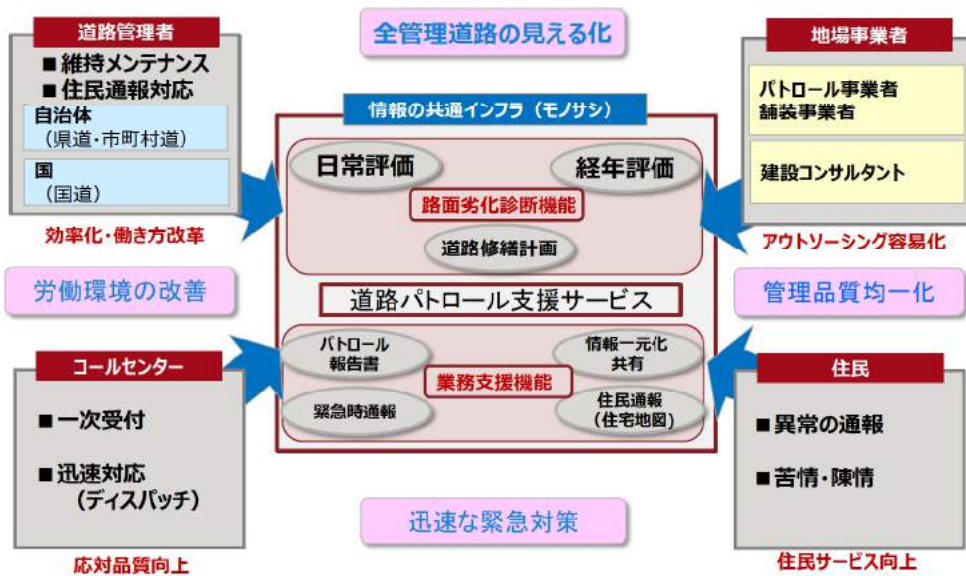
(SIPインフラ価値総合研究所の資料より)

基本パターン	特徴
1. トップダウン型	首長などの政策決定により、インフラ維持管理を注力分野として進める。自治体と大学の連携協定等も活用。
2. 県建設技術センター主導型	建設技術センターを核として、新技術導入による発注や技術提供等を行う。
3. 地元管理型	地域住民・企業など地域でメンテナンスする。自治体と拠点大学が連携し、専門人材や住民の人材育成などを行う。
4. 産業振興型	自治体が、地域の産業振興、技術力向上、大学の技術移転等の観点から、企業支援策を活用し、企業への技術導入や設備投資を促進する。
5. 外部委員会型	有識者等による検討委員会を設置し、新たな技術や対応手法についてお墨付きを与える。
6. 広域連携型	特定の技術や事業を目的とした協議会等を設置し、参画する自治体の負担金等で運営。情報共有の場としてのみの活用も想定される。

56

「道路管理者」「地場事業者」「住民」それぞれにメリットをもたらす

情報の共通インフラを利用してデータの蓄積・活用を実現



Copyright 2017 Fujitsu Traffic & Road Data Service Limited

6 SIPインフラ維持管理技術の地域実装

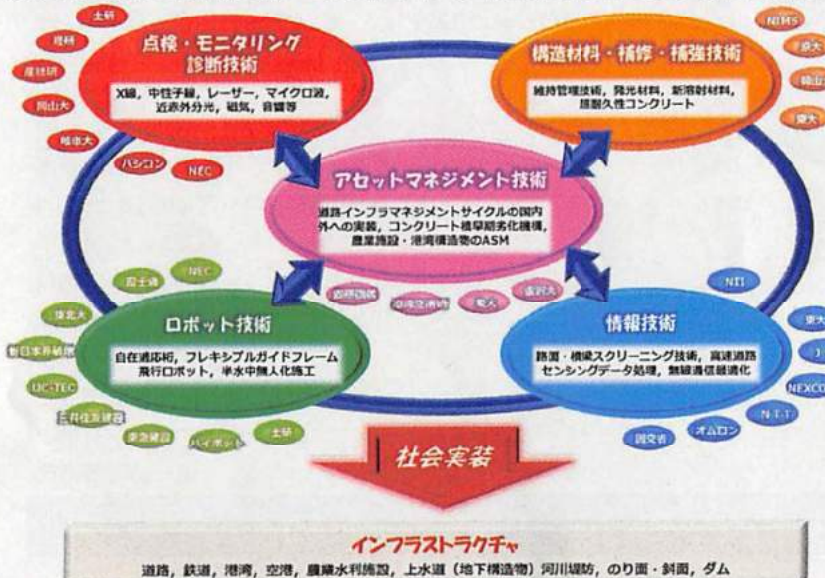
SIPの対象課題(10課題=予算規模500億円/年)
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

分野	課題名	PD	概要・キーワード
エネルギー	革新的燃焼技術	杉山	自動車エンジンの燃費の抜本的改善
	次世代パワーエレクトロニクス	大森	電気・電子機器、輸送機器のより一層の省エネ・再生可能エネルギーの導入拡大
	革新的構造材料	岸	軽量・高強度の画期的な材料・複合材の開発(輸送機器等)
	エネルギーキャリア	村木	水素の製造、輸送、貯蔵、利用技術の高度化・低コスト化。
	次世代海洋資源調査技術	浦辺	銅、鉛、亜鉛、レアメタル等の海洋資源を効率的に調査する技術の開発(メタンハイドレート含む)
次世代インフラ	自動走行システム	渡邊	車の運転支援システムの超高度化と普及による新交通システム実現。
	インフラ維持管理・更新・マネジメント技術	藤野	センサ、ロボット、非破壊検査、モニタリング技術等の活用による高度で効率的なインフラ点検・診断・補修技術、長寿命化技術の開発。
	レジリエントな防災・減災機能の強化	中島	耐震性等を強化した強靱なインフラを実現する防災・減災対策技術、自然災害に対する高度な観測・分析・予測技術の開発。
地域資源	次世代農林水産業創造技術	西尾	画期的な高収量・高収益モデルの実現。次世代の機能を有する農林水産物・食品等の開発、未利用・低利用資源の活用。
	革新的設計生産技術	佐々木	3次元造形技術等の革新的な設計・生産技術の高度化・実用化。

注:「健康長寿」の分野は、健康・医療戦略推進部が決定する。

(1) SIPインフラの4年間

60課題 1000名を超す 土木インフラ以外からの多数の参加



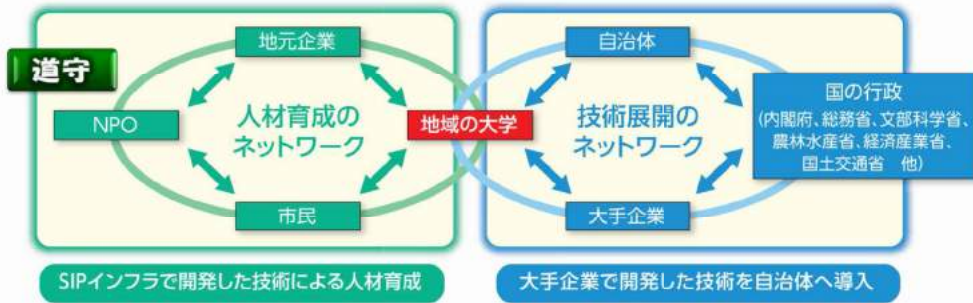
研究開発テーマ件数の推移

	平成26年度 開始時点	平成28年度 当初	平成28年度 9月	平成29年度 当初 (SG後)
開発技術チーム ※1	60件 (新規採択)	54件 ○2年テーマ:3件 ○統合テーマ:1件 ○終了テーマ:2件	54件	35件 ○3年テーマ:11件 ○終了テーマ:8件
地域実装支援チーム ※2	—	—	13件 (うち11件新規採択)	12件 ○終了テーマ:1件

※1 開発技術チーム : 平成26年度公募において採択されたテーマを指す。

※2 地域実装支援チーム: 平成28年度追加公募において採択されたテーマに加え、平成26年度採択の東京大学・金沢大学を含む。

技術と人材育成のネットワーク 中心は地域の大学



地域におけるインフラ維持管理・更新マネジメントの展開

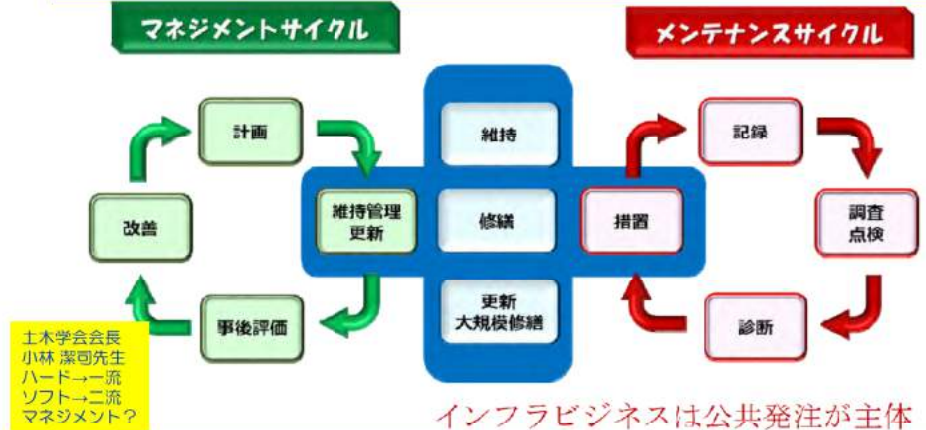
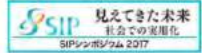
(出展：内閣府 SIP維持管理・更新・マネジメント技術 パンフレット 2016.10)

地方自治体のインハウスエンジニア＝地域の大学の出身者
地域の大学と地方自治体のインフラ行政の結びつきは強固

SIPインフラ推進会議資料より

61

インフラ維持管理とその特殊性



インフラビジネスは公共発注が主体

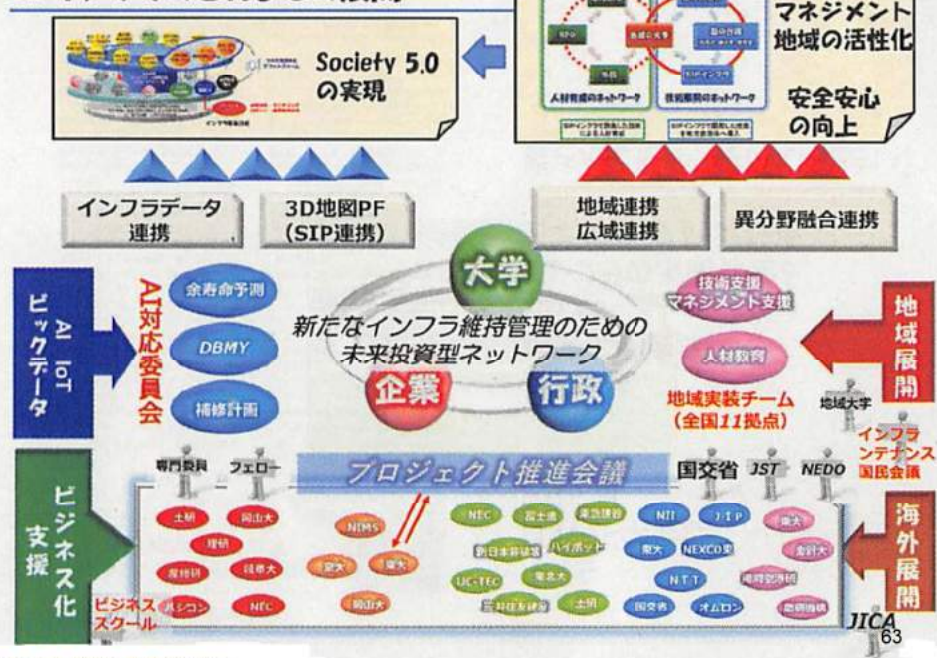
**インフラビジネスのビジネスモデル、
Business to Public = B2P ≠ B2B, B2C**

技術開発成果は国土交通省、地方自治体の採用により決定され、維持管理業務の受注という形で市場展開され、納税者に還元される。

SIPインフラ推進会議資料より

62

SIPインフラのこれまでの展開



SIPインフラ推進会議資料より

63

Society5.0とは
サイバー空間(仮想空間)とフィジカル空間(現実空間)を高度に融合させたシステムにより、
→ 経済発展と社会的課題の解決を両立する「人間中心の社会」



狩猟社会(Society1.0)→農耕社会(Society2.0)→工業社会(Society3.0)→情報社会(Society4.0)
→経済発展と社会的課題の解決を両立する「人間中心の社会」(Society5.0)

地域における技術展開の推進

SIPインフラ維持管理・更新・マネジメント技術 地域実装支援チーム イベント等

2016年10月のキックオフを皮切りに、すでに5地域で12回のイベントを開催。特に岐阜ではSIP技術を含む現場実証実験を行っており、多くの自治体関係者も参加し、技術導入に向けた環境整備が開始されている。



岐阜大学名誉教授
六郷恵哲リーダー



- 必要性**
 - 維持管理分野の魅力アップ
 - 安心快適、長寿命化、やりがい、地域活性化
- 手段**
 - 魅力アップの方法
 - 仕組改革、長期安定財源確保、新技術導入
- 展望**
 - 新技術導入による効果
 - 魅力アップ、研究開発の効率化、生産性向上

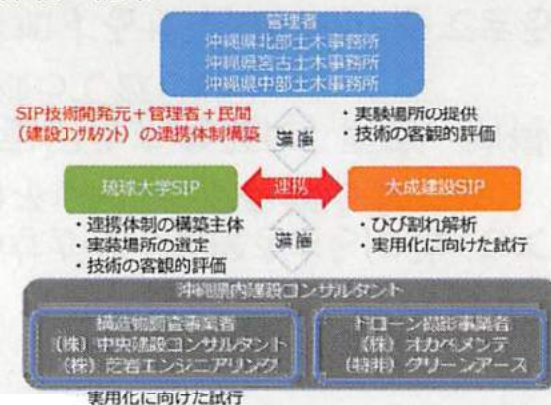
- SIP開発技術を地方自治体インフラ管理者へ展開
- 技術導入のためのデモを現場実証試験として実施
- 点検技術者へ技術導入のための説明会を実施

SIPインフラ推進会議資料より

実施内容

地域実装支援チーム・構造物調査事業者との協働による現業への展開

琉球大学との協働による実用化に向けた実施体制の構築



70

SIPインフラ推進会議資料より

長崎県における実装体制の構築

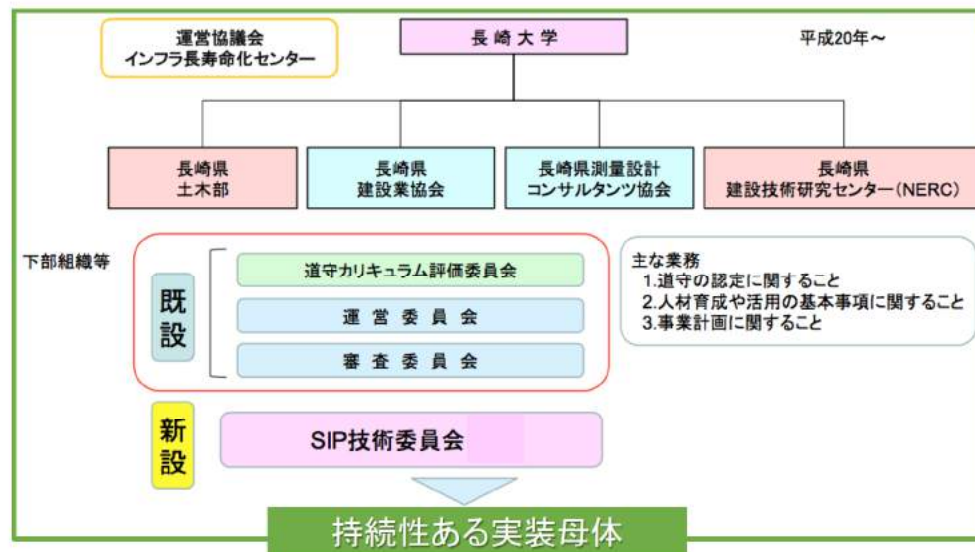
✓ 九州・山口地域に先駆けて、実装化モデルの構築

地域実装チーム

- ・SIP開発チームの成果物の橋渡しを
- ・ロボットによる橋梁点検指針作成のような成果物を大いに期待
- ・地域拠点の継続化
- ・地方創生の核に 内閣府の新規地方創生P(公募型)

71

SIPインフラ推進会議資料より



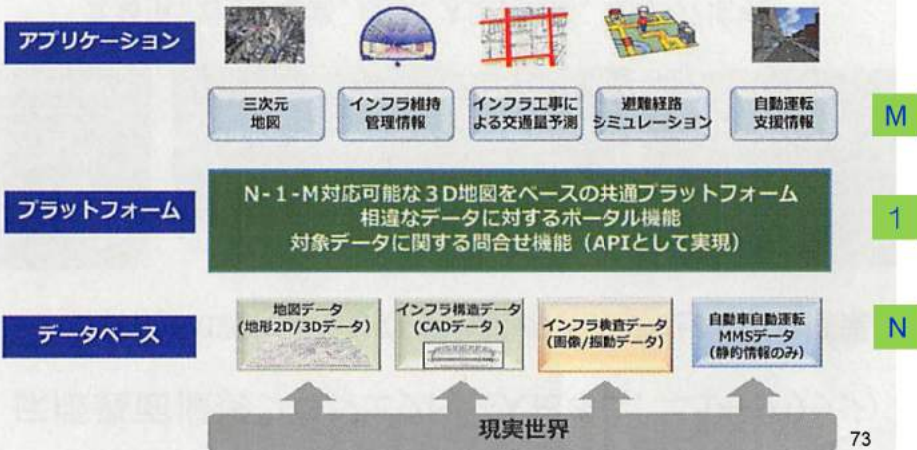
72

SIPインフラ推進会議資料より

(4) 情報プラットフォーム

3次元地図情報共通プラットフォーム

- ・ インフラ維持管理、防災、自動車自動運転に関わる空間データを扱うプラットフォーム
 - 多様なデータ空間データ管理機能
 - ・ 3D地図情報、インフラ維持管理向け情報、防災向け情報、自動運転における静的道路情報など.....

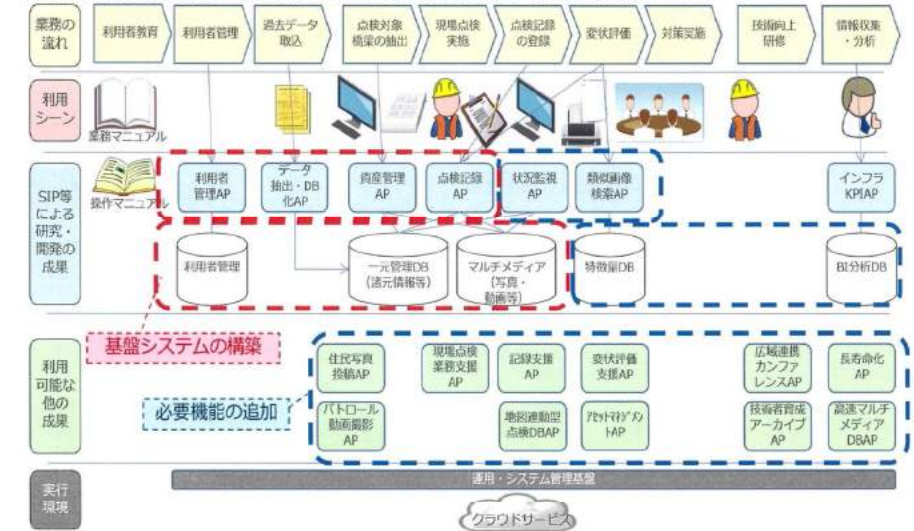


SIPインフラ推進会議資料より

N-1-M 対応可能なインフラデータプラットフォーム

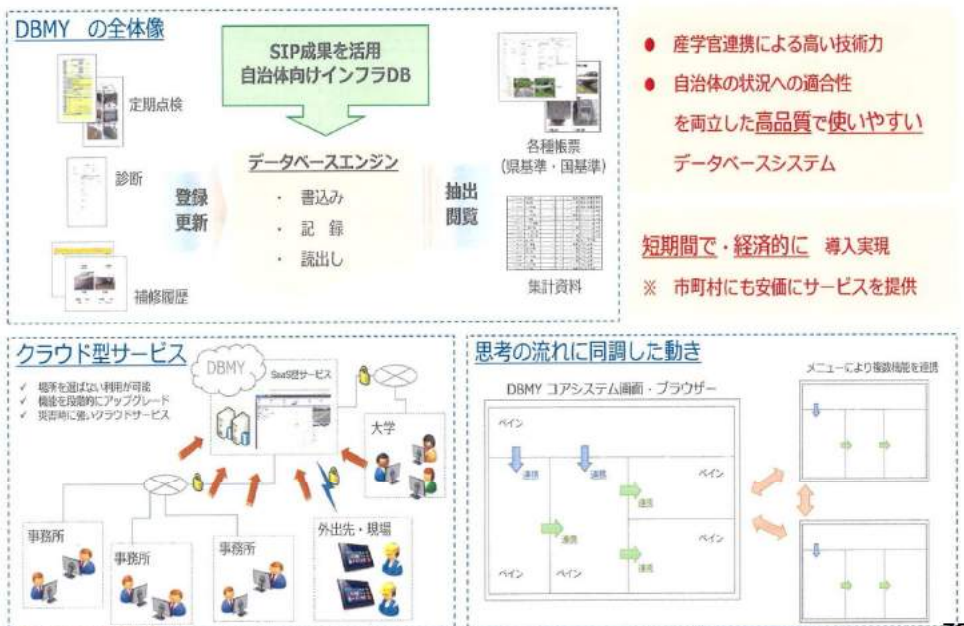
DBMYが実現するインフラ管理基盤

DBMYは、インフラ維持管理のプラットフォームです。基盤となるコアシステムを形成し、インフラ維持管理を効率化する多種多様な機能を追加し、総合的な効率化を実現するオープンなプラットフォームを実現します。



NERCデモ提案資料

コアシステムの構成



NERCデモ提案資料

インフラメンテナンス国民会議の成り立ち



東北大学: 久田真先生講演資料

i-Construction 推進コンソーシアムの成り立ち



28

東北大学:久田真先生講演資料

ローマ人の物語 X

塩野七生

ローマ人の真の偉大さはインフラの整備にあった

ローマ人が築きあげたインフラストラクチャー

「人間が人間らしい生活をおくるために必要な大事業」

- 経済力が向上したからやるのではなく、経済力を向上するためにやるもの
- 膨大な経費をかけ多くの人々が参加し長い歳月を要して現実化するもの
- インフラがどうなされるかは、その民族のこれからの進む道まで決めてしまう

79

ドイツの競争力

フランス人 エマニュエル・トッド氏 ソ連崩壊を予測
EUの経済問題は、ドイツ問題である
ドイツを「帝国」と呼び、世界の破壊者になるとの懸念
⇒ ドイツの圧倒的な競争力の強さ

ドイツの競争力の根源

「ド **インフラを見ていない!**
(青春出版社) NHKの元記者 熊谷徹氏

メルケル首相たちの認識
2013年三党連立政権

ドイツの三党合意文書(抜粋) 交通分野の基本姿勢

モビリティは個人の自由、社会参加および豊かさや経済成長のための重要な前提となるものである。そのために必要な基盤が質の高い交通インフラである

それは、欧州およびグローバル社会におけるドイツの競争力を保障するものである。(略)

長年にわたる構造的な過小投資に対して、根本的な改革により交通路の計画および財源の確保を長期的な信頼性と実効性のある新たな基盤のうえに築いていきたい。

78

SPD 西川和廣さん
土木研究所 理事長



SPD 戦略的イノベーション創造プログラム
Strategic Innovation Promotion Program

日時:平成30年7月13日(金) 15:40~17:10
場所:長崎大学文教キャンパス スカイホール
題目:一巡するメンテナンスサイクル
～AI導入チャレンジを始めて気づいたことなど～

80

ご清聴ありがとうございました



「道」 《東山魁夷》



昭和の子供の四季カレンダーより
《出光隆 先生》