

インフラ維持管理・更新・ マネジメント技術

SIP インフラの現況と 出口戦略の展開



平成30年11月1日
プログラムディレクター
藤野 陽三
(横浜国立大学)



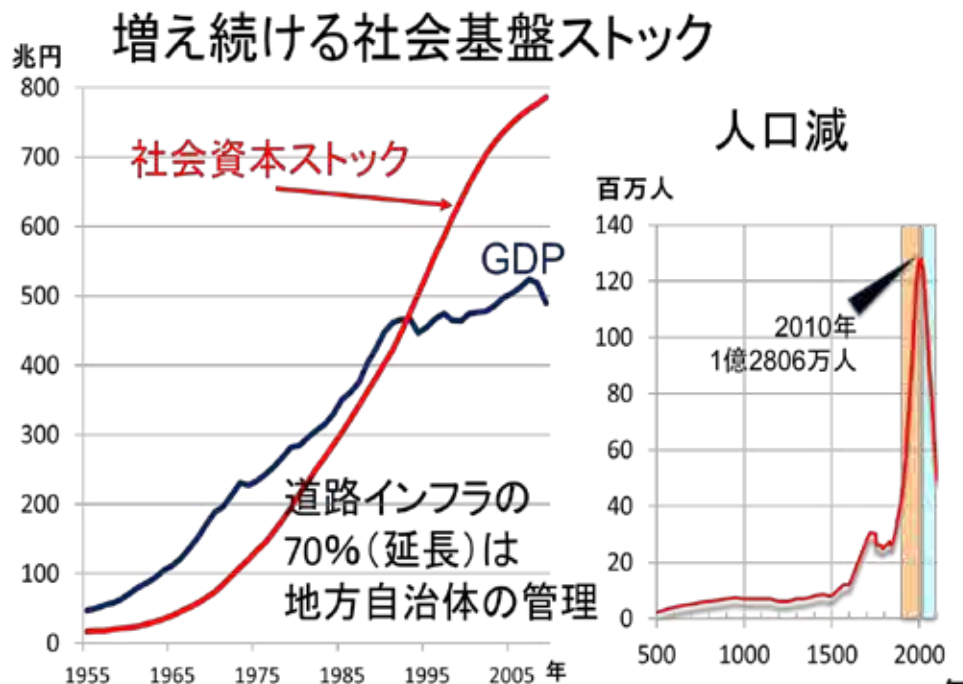


インフラ維持管理・更新・長寿命化の現状

- 道路インフラの**近接目視**点検(5年に一度)の義務化(2014年～)
- 全国70万の橋梁, 1万のトンネル, 標識などの付属物も → **85%地方自治体**まともにやれば**近接目視の費用(市場)**は**3000-5000億円**のオーダー
- インフラストックは850兆円. 大規模更新, 修繕が今後必要. その新設の**数倍**から(場合によっては)**数十倍**かかる. 今後, 何十兆円の費用が必要
- 多様な分野の研究者、事業者**によって科学的に, 先端技術を適用し, 点検費用, 更新費用を削減していくことは国家的課題 SIPの課題として採択.



笹子トンネル事故(2012年12月)



フロー経済からストック経済に

野口悠紀雄「社会的共通資本」(宇沢弘文編)

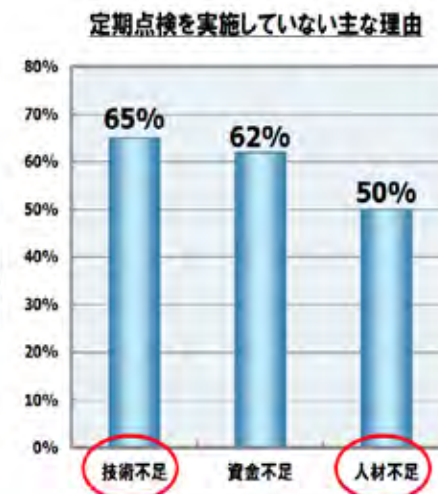


自治体管理の橋梁の現状 (2017年11月26日記事)

2016年現在，対2008年比で通行規制は2.6倍に増加



※ 対象は、自治体管理の長さ15m以上の橋。
各年4月1日時点、11年のうち前半、宮城、福島県は10年のデータを使用。



出典：平成20年5月 国土交通省
道路橋の予防保全に向けた有識者会議資料

- ・近接目視が義務化される前の状況として、予算不足に加えて、**維持管理の技術・人材の不足**を理由として、定期点検自体がなかなか進んでいなかった。
- ・国が点検強化を求めたことで、見落としていた点検箇所など、老朽化の実態が明らかになってきている。
- ・損傷や劣化などに対する修繕が進まないことから、地方自治体が通行車の重量制限などを行っている橋の数は年々増加傾向にある。



43人犠牲のジェノバ高速道路崩落

イタリア北部ジェノバで2018年8月14日午前、高速道路の高架橋が崩落



イタリア・ローマの「劣化」に抗議、市民が大規模デモ



ローマ（CNN）イタリアの首都ローマで27日、市の公共サービスやインフラが「劣化」しているとして現市政に抗議する大規模なデモが展開された。

メンテナンスサイクルとマネジメントサイクルの2つのサイクルが的確に動けば、**レジリエントなインフラ**が持続される。しかし、どちらかのサイクルが機能しなくなると、このような（イタリアでの）事故になる。

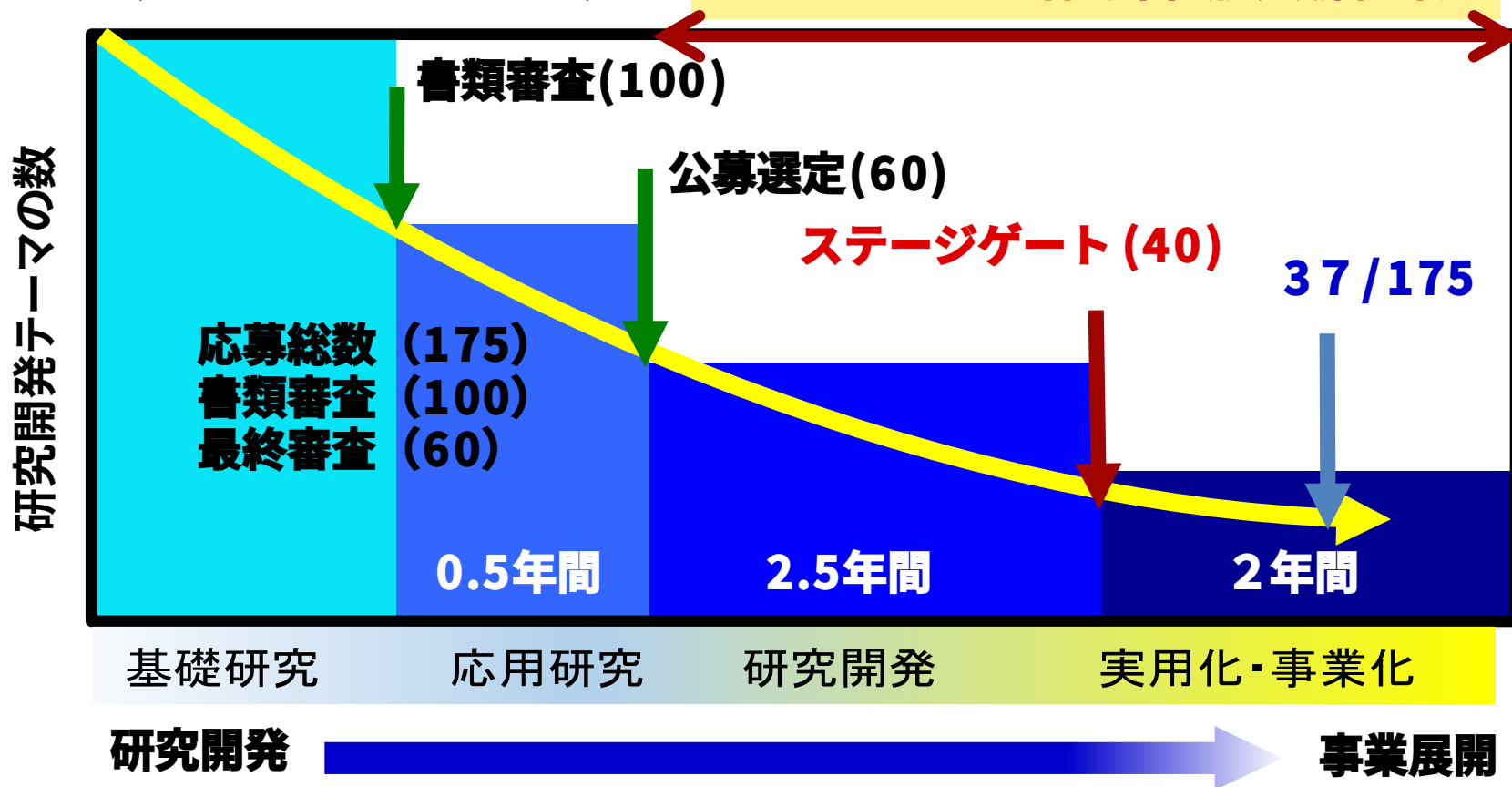
2つのサイクルは、数十年先を見越した投資によって、その健全性が保たれる。その未来への投資という意味で、SIPインフラは大きな成果をあげたと考える



公募選定から ステージゲートを経て プロジェクト終了へ

応募総数(175：国交省直執行除く)

SIPインフラの評価範囲（開発期間5年）



「使える技術」の選択

「使ってもらえる技術」へ進化

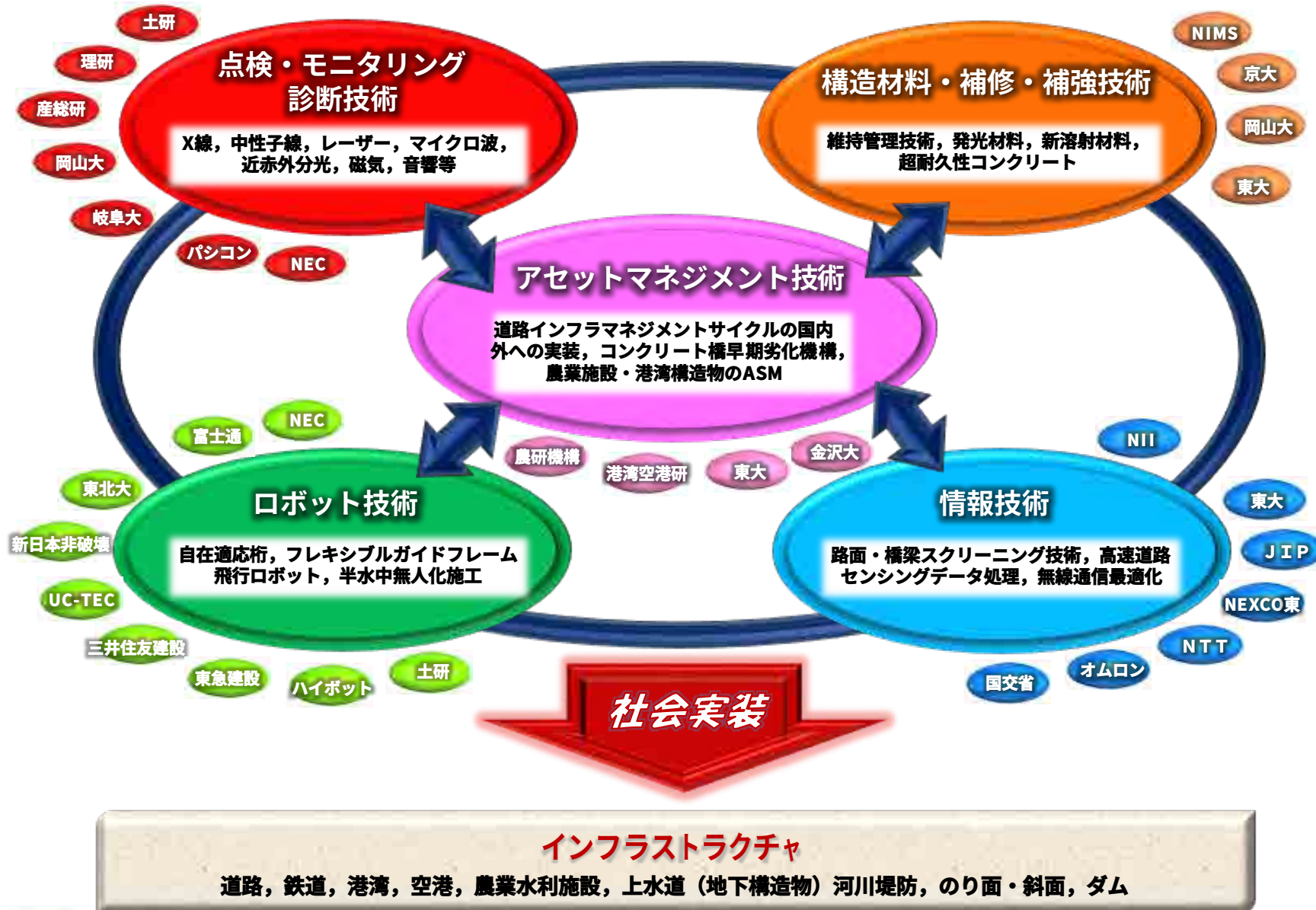
「使いたくなる技術」へ

「技術開発水準/技術成熟度」評価

Technology Readiness Level = TRL → MOT ツール

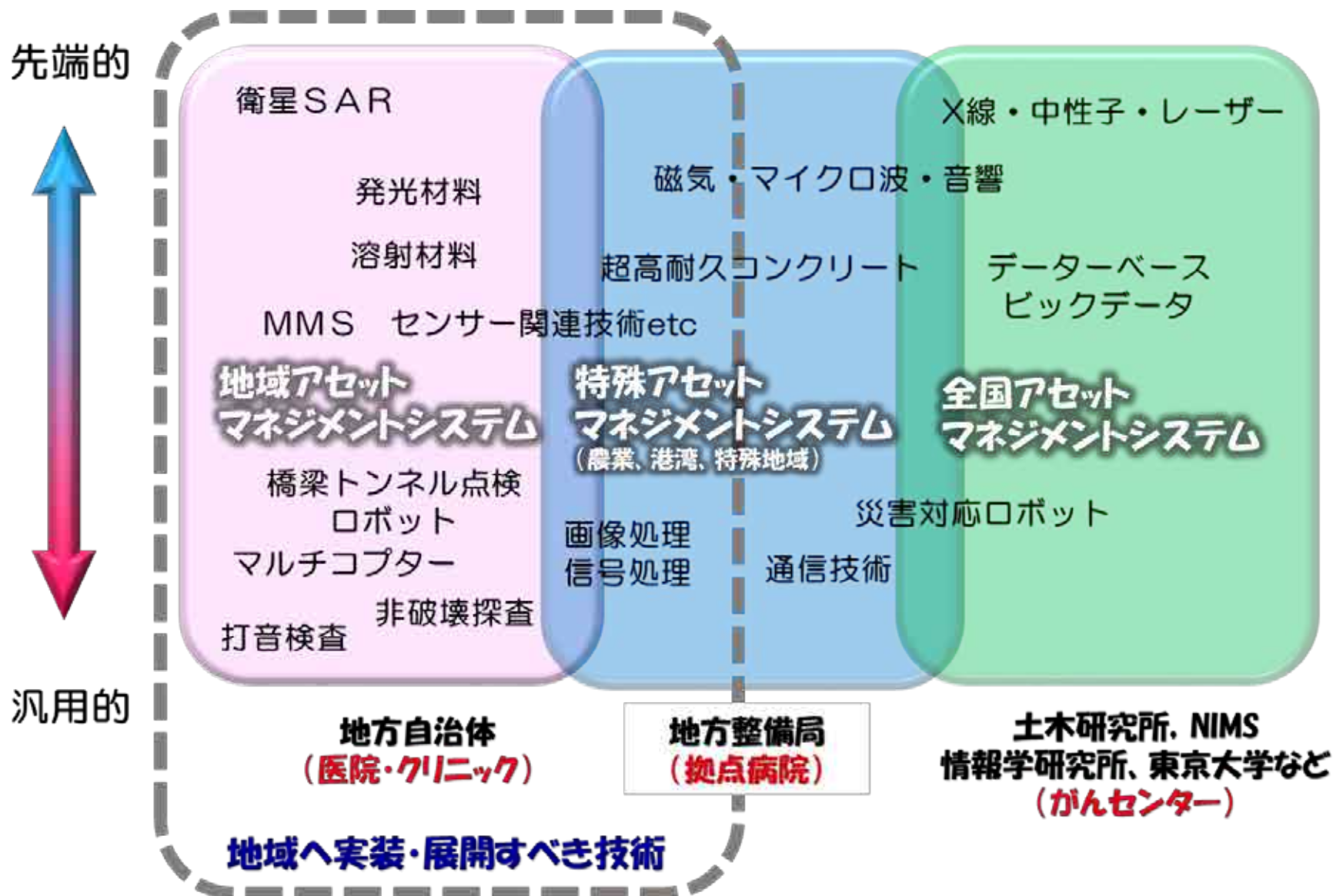
SIPインフラの4年間(1) スタート時の構想

60課題 1000名を超す 半数は土木インフラ以外からの参加



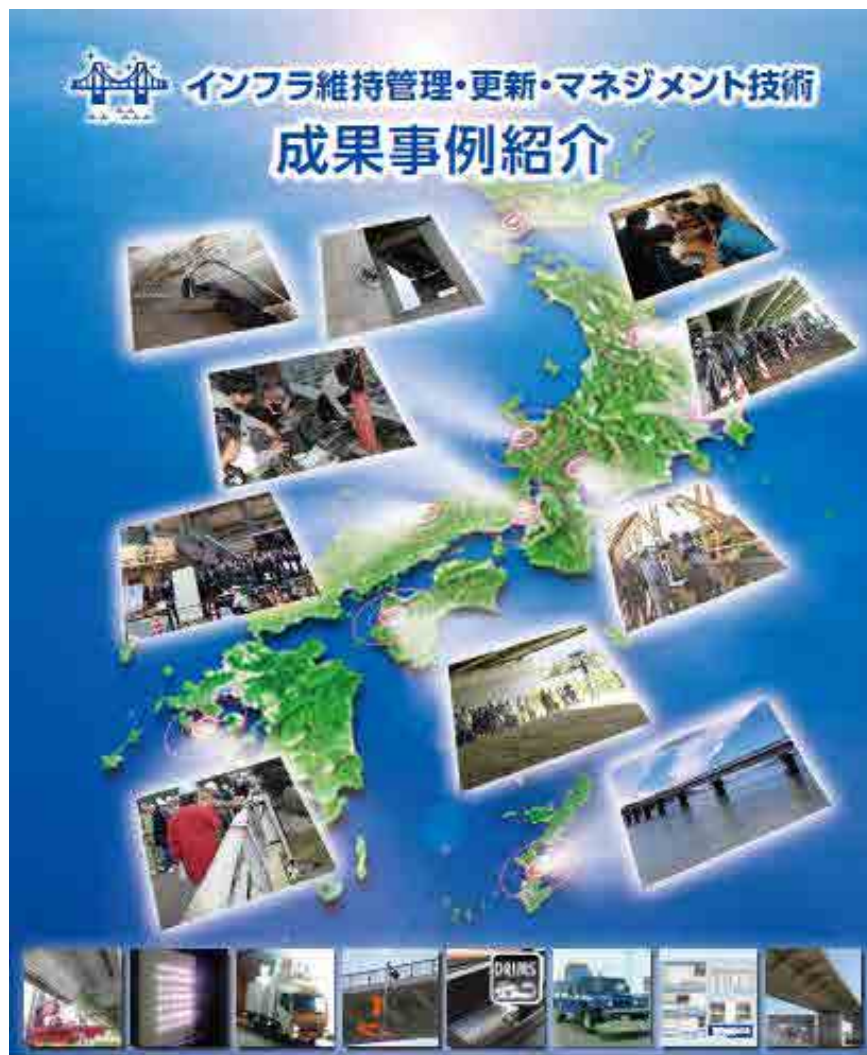


研究開発のポートフォリオ



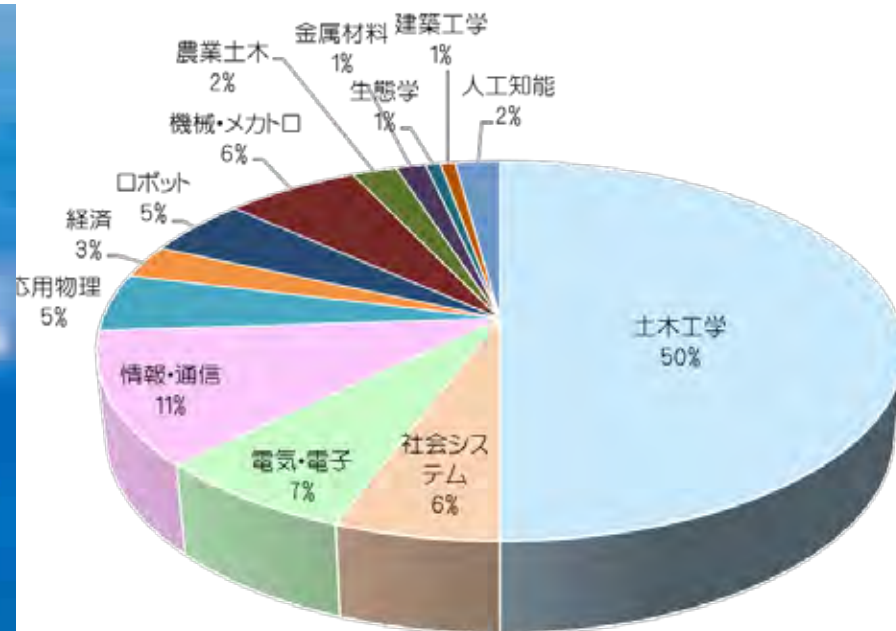


成果事例



インフラの安全・安心をテクノロジーで実現する

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



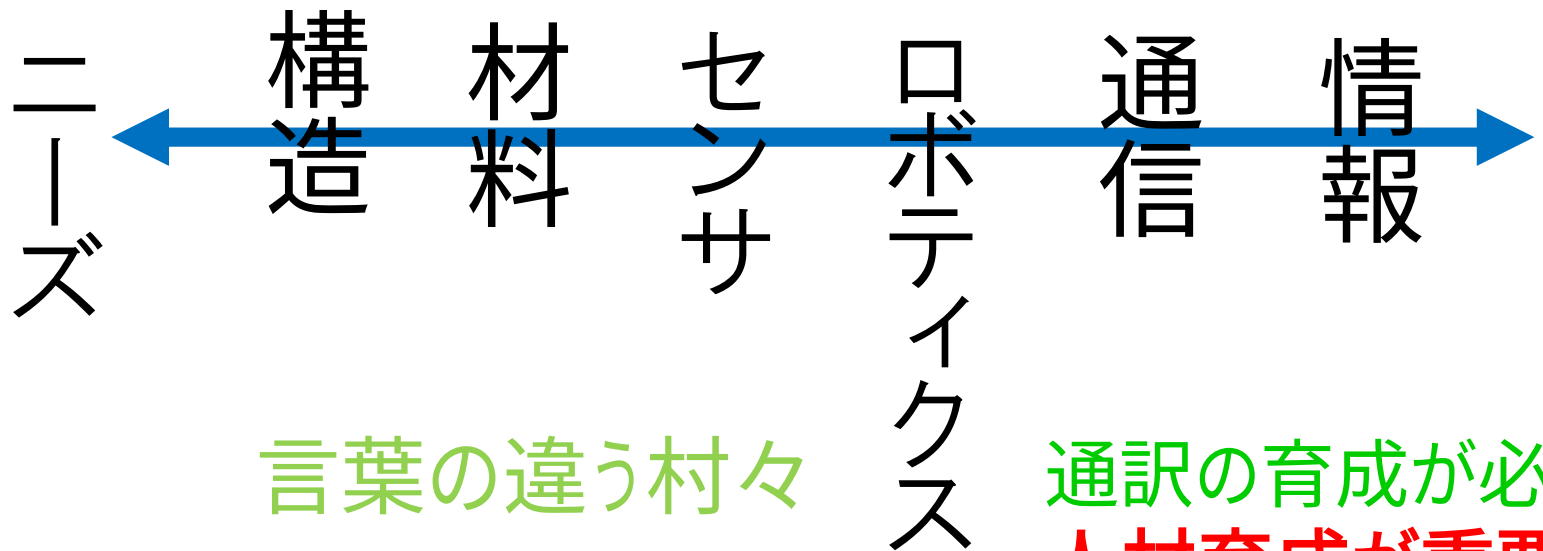
SIPインフラ参加研究者の専門分野

土木分野だけでなく、様々な理工学分野、学際分野の研究者が参画し、これまでにない成果、出口につなげた。

研究開発内容

・インフラ

横串しが大事



言葉の違う村々

通訳の育成が必要
人材育成が重要

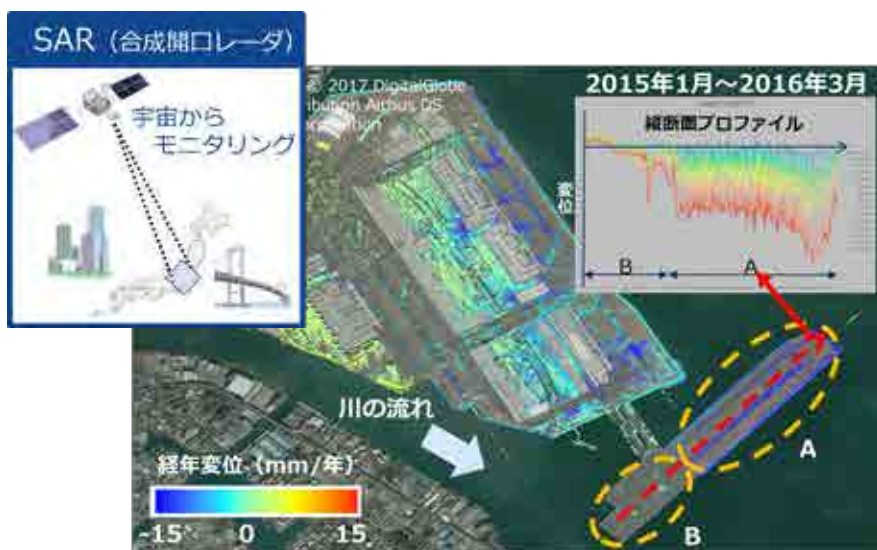
使いたくなるシステムをつくる
それが“イノベーション”



河川 洪水時の危険性に関する緊急点検

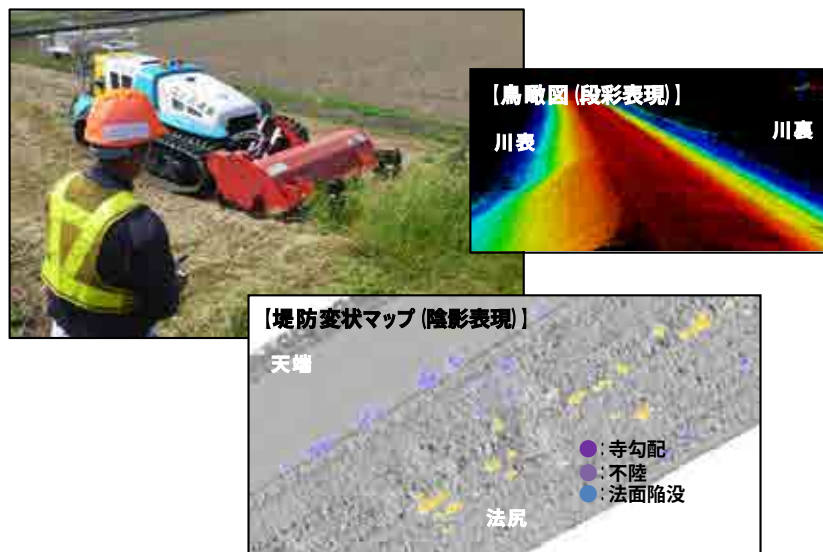
平成30年7月豪雨では、高梁川水系小田川等において、バックウォーター現象等に伴う越水等により決壊が生じ、氾濫水が5mを超える水深となり、多数の死者・行方不明者等が生じた。全国には、同様に、氾濫発生による人命への危険性が高い河川が多く存在している可能性がある。

衛星観測を活用した 地盤沈下の発見・監視



SAR（合成開口レーダー）による観測結果を解析することにより、インフラの変位量を測定し、沈下などの異常箇所を特定。

大型除草機械による 河川堤防モニタリング



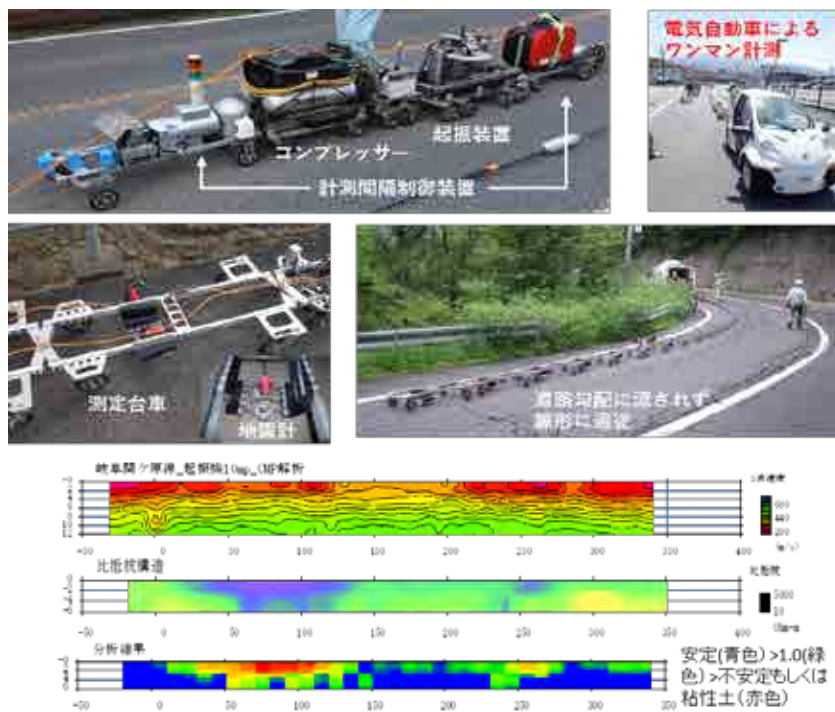
大型除草機械を利用した計測により堤防変状を客観的に把握し、点検の効率・高度化を図るモニタリングシステム



道路 法面・盛土等に関する緊急点検

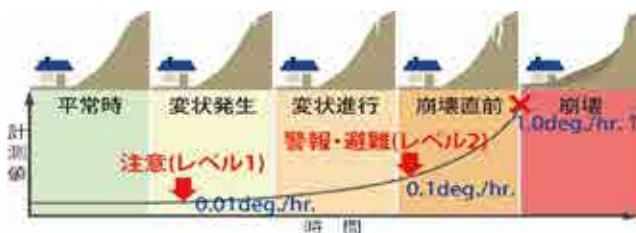
平成30年7月豪雨では、道路区域内だけでなく道路区域外も含めたエリアから土砂等が流入し、高速道路及び幹線道路等が被災し、通行止めなど救急救命活動を支える道路ネットワークの確保に支障を及ぼす事態が発生。全国にも同様のリスク箇所が存在する可能性がある。

盛土構造の点検・診断 自動化技術



2次元表面波探査（S波速度）と牽引式電気探査（電気比抵抗）を同時に計測し、盛土内部の健全性を診断

傾斜センサーによる 多点傾斜変位警報システム



斜面崩壊前の予兆現象を効率よくかつ的確に把握するため、安価な傾斜センサーを活用した多点計測システム



インフラ維持管理の「ありたい姿」

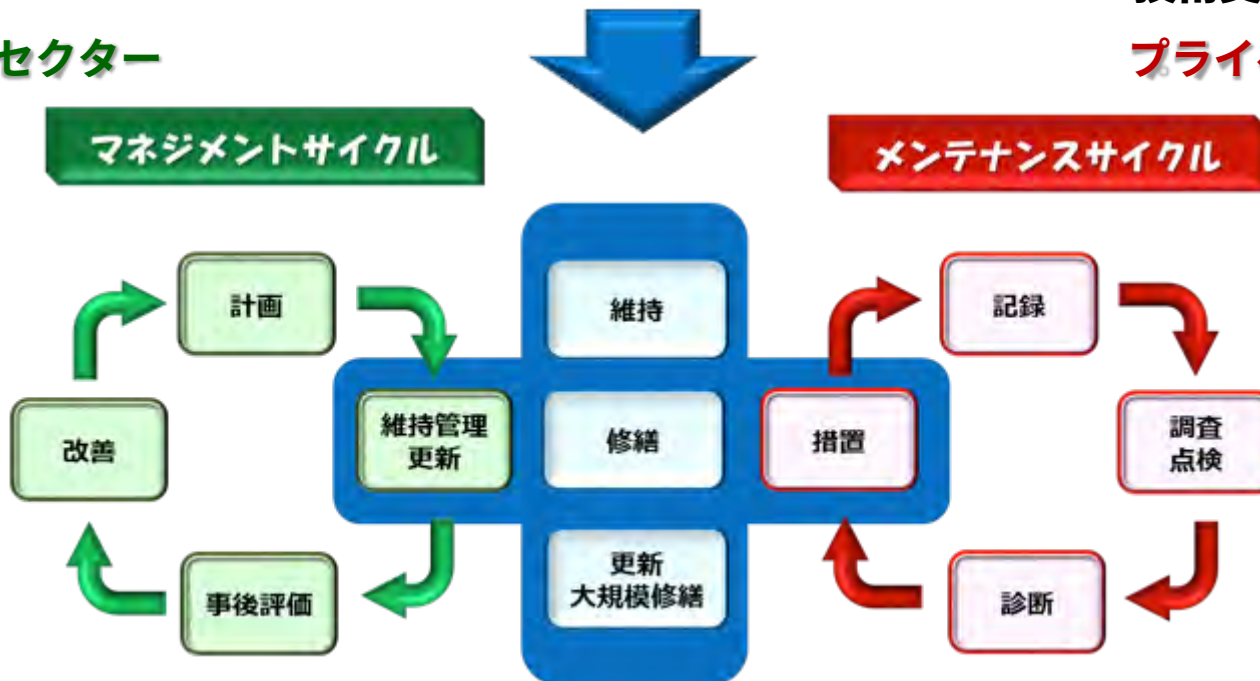
- n 発注方式の変更
- n 点検要領の改定
- n 予算立ての見直し
- n PPP／PFI

意思決定のための支援ツール
・ 余寿命予測技術、A I
・ インフラデータベース

- n 点検の効率化・高度化
- n 作業者育成
- n 地域連携
- n 技術支援体制

パブリックセクター

プライベートセクター



診断・余寿命予測モデル

- n 点検・診断結果とアセットマネジメントを繋ぐキーテクノロジー
- n 高耐久補修・補強材料の性能評価が可能
- n 余寿命の定量化でライフサイクルコストの算定が可能
- n 長期保全計画・更新計画と投資計画のリンク



インフラビジネスの特殊性 B2G2P

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 Government to Public = **B2G2P** ≠ B2B、B2C、B2B2C

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。

「社会実装」へ向けた基本戦略

- ・ 国土交通省との連携による技術認証（実証型NETIS）の促進
= 地方整備局での展開
- ・ 地域実装支援チームによる技術展開（11大学＋関連自治体）
= 地方自治体への展開

民間土木「民間プラント、JR系、高速道路系など」の実績。これらは個別戦略

- ・ 民間プラント＝幹線ガス埋設管（衛星SAR＝Xバンド型） **ビジネス展開済み**
- ・ 高速鉄道の保線事業（新幹線レールへの適用） “



最終計画と状況 (2018.10 時点)



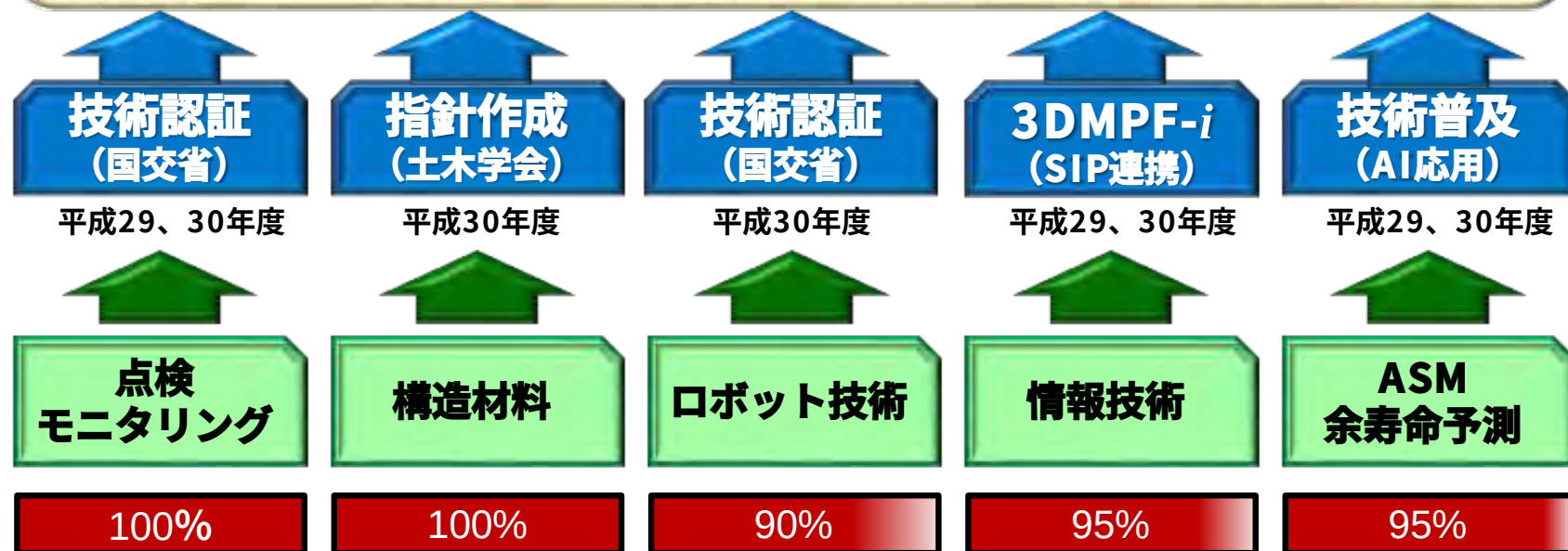
安全・安心な社会基盤の確立
海外の社会インフラ管理への貢献（新たな海外ビジネス）



**地域特性に応じたインフラ維持管理更新マネジメントに関する
 国内ネットワークの確立**
ー地域における社会資本価値の向上ー

開発技術

開発状況

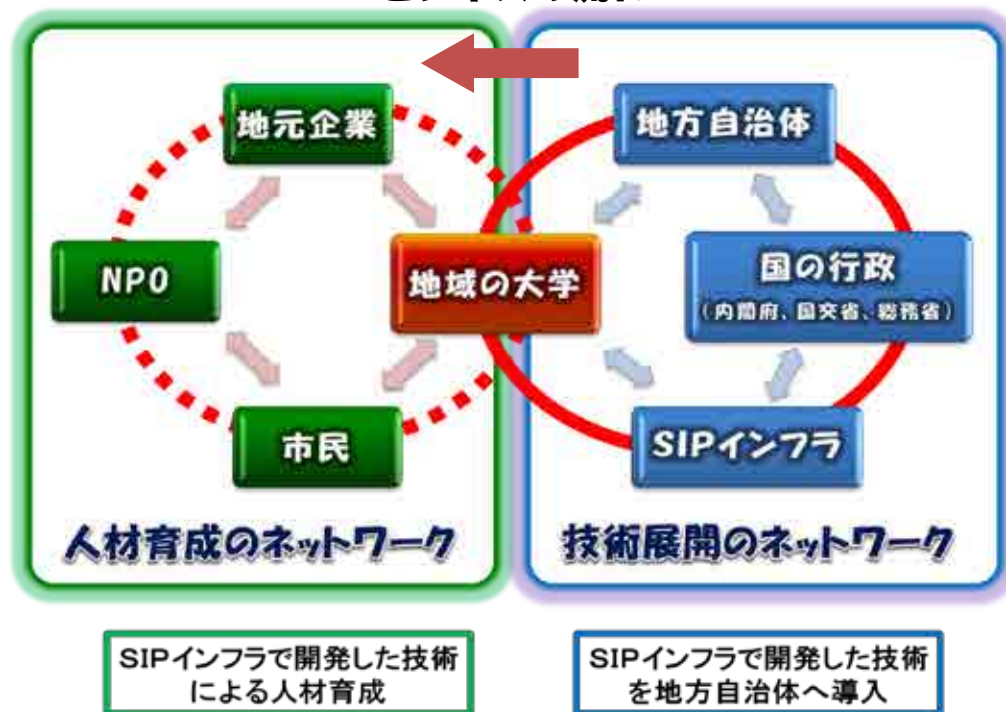


地域実装支援の体制

インフラの長寿命化・高耐久化を実現するアセットマネジメントシステムに基づく、地域が主役となる新たなインフラとの共存社会の提案

地域特性に応じた
アセットマネジメント
システムの展開と実装
自治体との連携を軸に
要素技術の展開を加速

技術と人材育成のネットワーク
中心は地域の大学
ビジネスの流れ

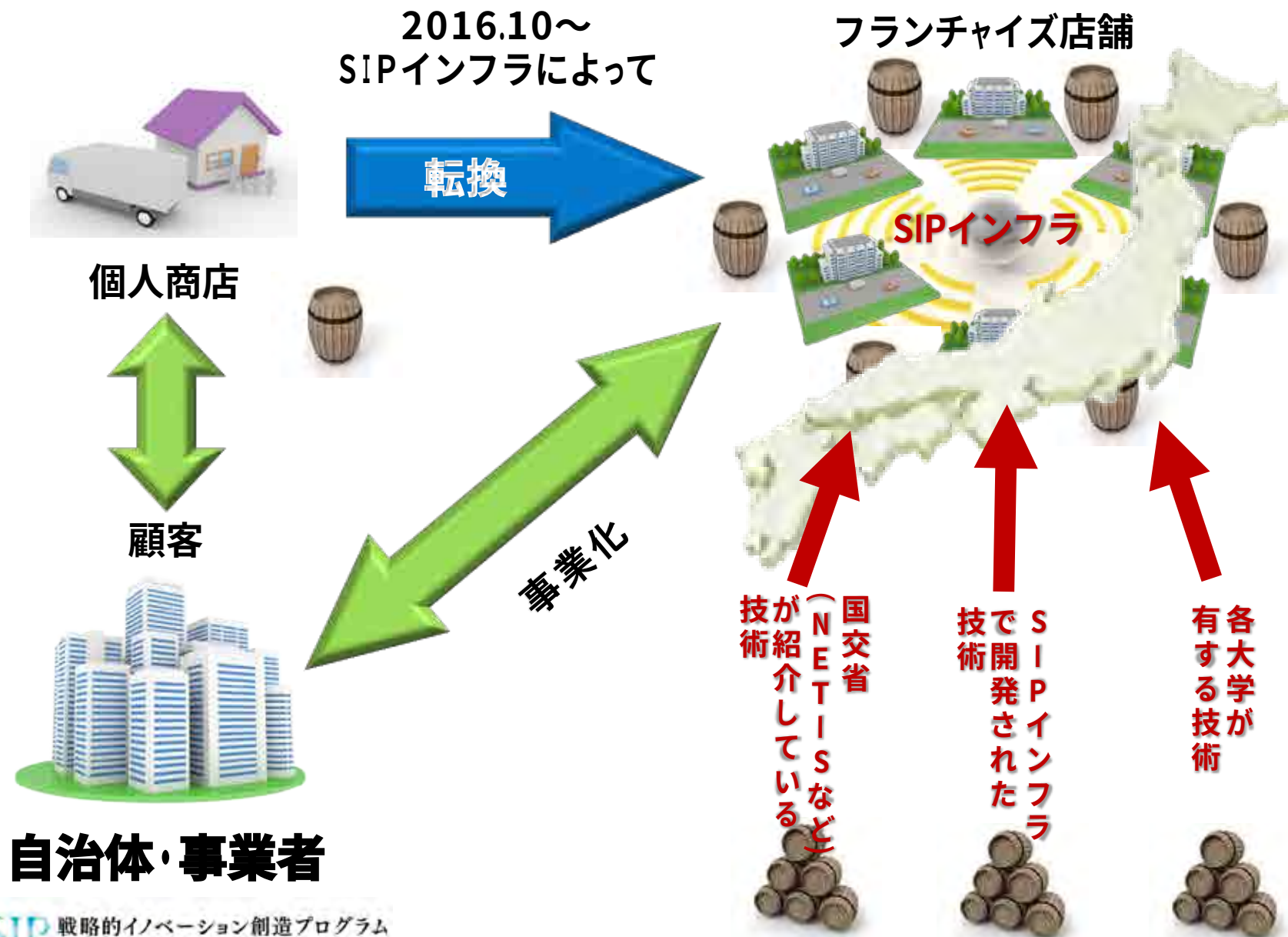


地方自治体のインハウスエンジニア＝地域の大学の出身者
地域の大学と地方自治体のインフラ行政の結びつきは強固





SIPで開発された技術の実装を加速化





地域におけるインフラデータベースの展開

山形県道路橋梁メンテナンス 統合データベースシステム (DBMY)

山形県道路橋梁メンテナンス統合データベースシステムの開発・運用

SIP開発技術「高度データ活用技術開発プロジェクト（代表者：上田功・東日本高速道路㈱）」の成果を活用し、東北大学IMCが平成27年3月に協定を締結した山形県・県土整備部及び山形県建設技術センターと共に、同県が管理する橋梁の維持管理のデータベース「山形県道路橋梁メンテナンス統合データベースシステム(DBMY)」の

The screenshot displays the DBMY system interface. It includes a search bar at the top for bridge ID, construction year, and location. Below the search bar, there are three main sections: '橋梁検索' (Bridge Search), '橋梁診断結果' (Bridge Inspection Results), and '橋梁補修履歴' (Bridge Repair History). The '橋梁検索' section shows a list of bridges with their IDs and locations. The '橋梁診断結果' section displays a grid of inspection photos and dates. The '橋梁補修履歴' section shows a list of repair work with dates and descriptions. At the bottom, there is a '橋梁表示' (Bridge Display) section showing a detailed view of a specific bridge, including its location, construction year, and a table of repair history.



BS
供

県内
全35
市町村

のコアの部分について
「地方道DB」を活用

耐久力と信頼性
への適合性
「路橋」で使いやすいDBSを
使用できる。
サービスを安価に提供

山形県DBMY

平成29年3月22日 運用開始
～ 平成29年6月 山形県管理橋梁

平成29年7月～ データ入力完了
山形県内の35市町村
データ入力

宮城県建設センター

平成29年3月～平成30年3月
データベース構築（仙台市除く）

福井県DBMF

平成30年 運用開始予定



地域の大型橋梁へのロボット技術の試験運用

▶▶▶ **「近接目視」がきわめて難しい橋** = 全国でどのくらいある？

ラーメン橋



アーチ橋



高橋脚橋



斜張橋



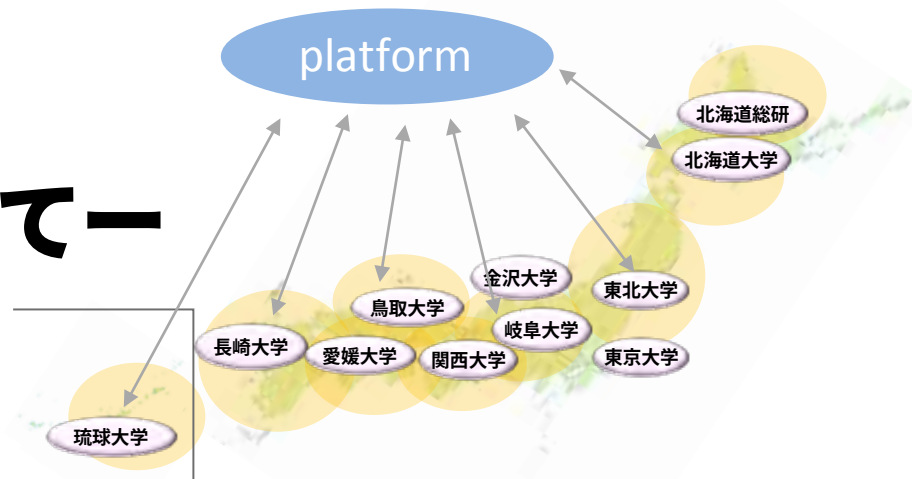
項 目		PC橋梁数	備 考
PC橋梁（国内）		3300	カンチレバー工法による
大規模なPC橋梁		2506	・最大支間50m以上 ・全幅7m以上 ・橋脚高15m以上
発 注	国交省	496	高速道路会社は除く
	自治体	894	
	合計	1390	
維持管理	自治体（推定）	968 (約70%)	国の橋梁の内、15%が 自治体へ管理移管
	平均	約20	



全国に1000橋程度(=自治体) はある！

ロボット技術を駆使した
点検・スクリーニングへ

終わりに —SIPインフラを経験して—



地域のインフラの維持管理における 地域実装チームの役割の大きさ

専門力，情報収集力，自治体から信頼力，
人材育成力，地域のネットワーク求心力 など，
ただ，地域地域がバラバラでは様々な情報に偏りが出る
全国的なネットワーク化が欠かせない

地域の防災レジリアンスの向上にも
この方式が有効では？

インフラのセンシング 状態把握として極めて重要

SIPは基礎から社会実装を5年で

どうしても応用寄り、センサーも買い物で(外国製)

センシング技術: 本来の日本の強み

屋外における実用的かつ世界最高精度の計測を我が国の技術で

防災レジリアンスにも適用

例えば

1. レーザースキャナー／画像計測などの遠隔面的計測技術

現状では、解像度がミリ単位(有効数字がミリ単位)

構造物管理には、0.1mm単位の精度が必要. 1～2オーダー高い精度へのチャレンジ

2. 宇宙線・自然放射線等を用いたインフラ内部探査技術

・アクティブな放射線等の利用: 現SIPで検討—実装段階にあるが適用可能な条件がある

・パッシブな放射線等のインフラ内部探査への活用

ミュオン ガンマ線による雪重量計測

3. 高精度・高効率・長期安定な傾斜・振動計測

・斜面の監視等では実用化されている→構造物監視では1～2オーダー高い精度が必要.

・現状のセンサでは、費用が1～2オーダー高く、電力消費も大きい.

・新しい原理を含めて模索し、オーダーでの低価格化および効率向上

・長期モニタリングを視野に長期安定性を実現