

# スマートインフラマネジメントシステムの構築



SiP

サブ課題e2 「EBPMによる地域インフラ  
群マネジメント構築に関する技術」

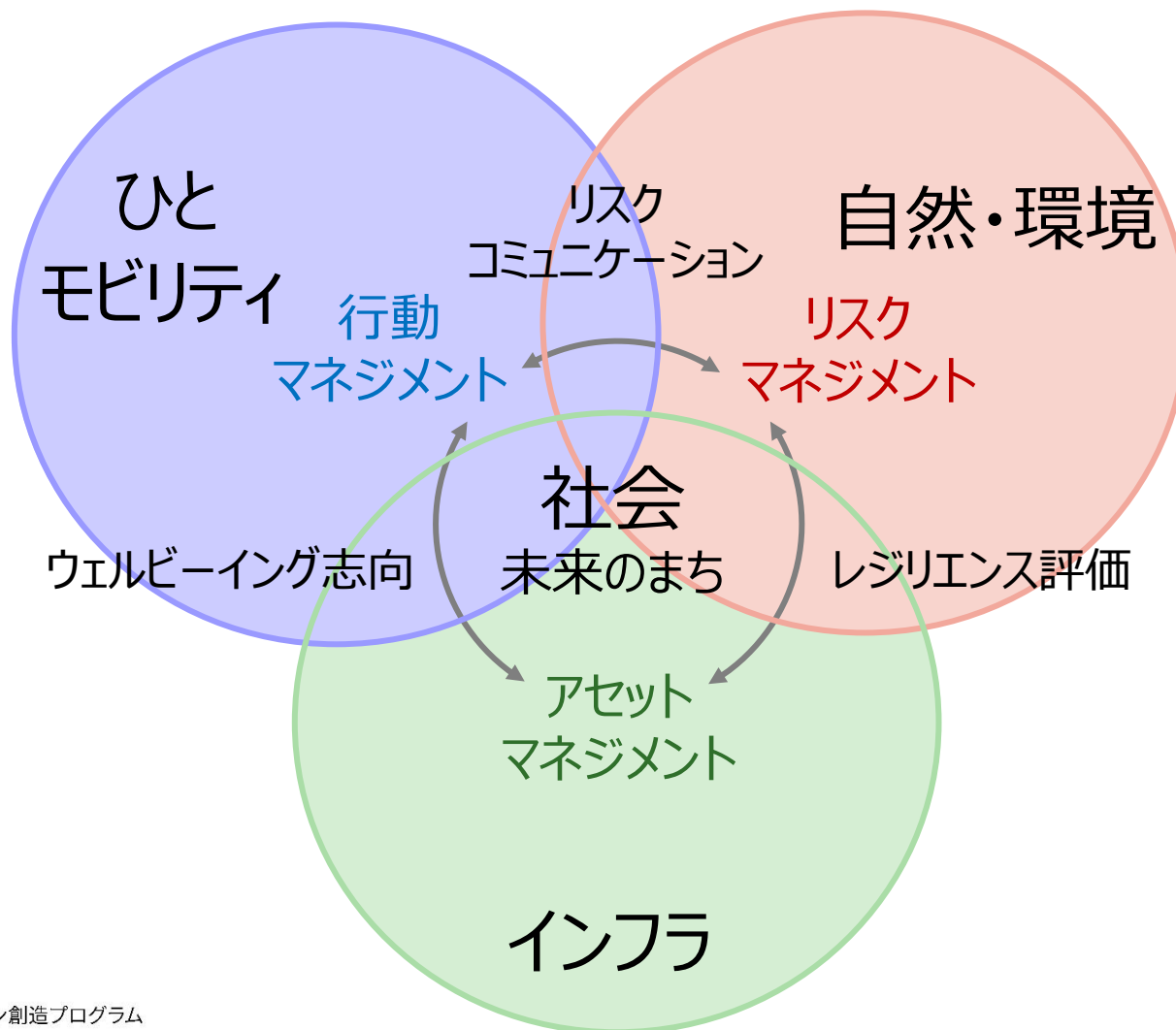
研究開発責任者

大阪大学 准教授 貝戸 清之

## e-2 EBPMによる地域インフラ群マネジメント構築に関する技術（貝戸PJ）

研究開発後の  
アウトカム

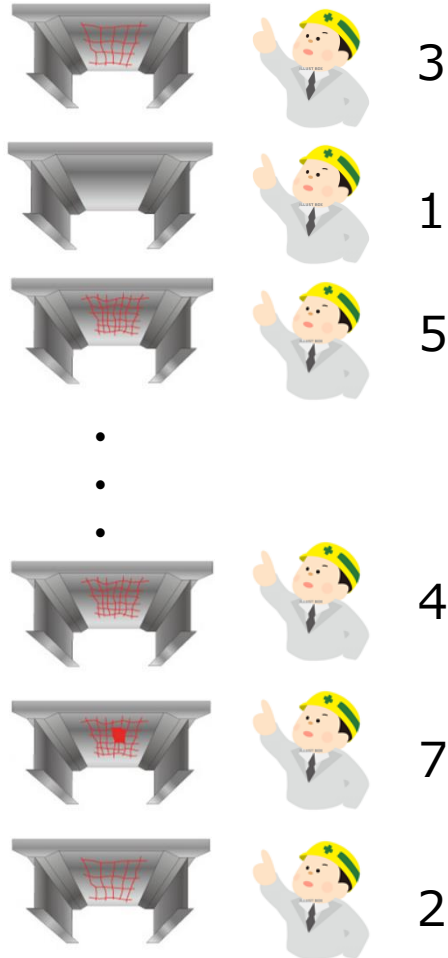
デジタルデータを全面活用したスマートマネジメントにより、「未来のまち」のインフラがレジリエンスとサステナビリティを兼備し役割を果たす。



インフラ群  
(橋梁)

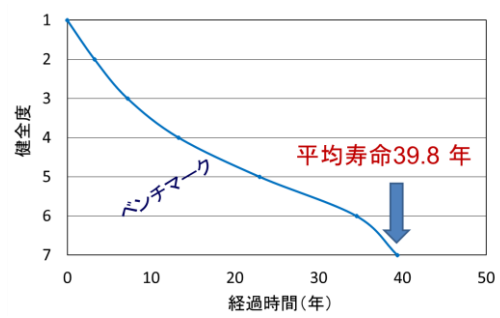
点検員 &  
点検データ

点検ビッグ  
データ

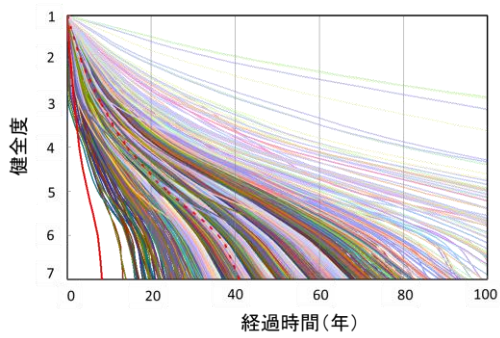


マルコフ劣化  
ハザードモデル

マクロな劣化予測



ミクロな劣化予測



団塊的に老朽化が進む  
インフラ群に対して、

- 寿命, 劣化速度の  
定量的評価 (可視化)
- 予測の精緻化
- 補修優先順位決定
- 更新計画の立案
- 最適予算配分
- 異常検知

インフラ・アセット  
マネジメントの  
当初目標は達成.

## 研究開発責任者



大阪大  
准教授  
貝戸 清之

## 社会実装担当者（2名）



京都大  
名誉教授  
小林 潔司



東北大  
助教  
水谷 大二郎

## 課題間連携担当者



東京大  
教授  
長山 智則

## 連絡調整担当者（2名）



(株)IN-Lab.  
代表取締役  
稲垣 博信



大阪大  
特任研究員  
笹井 晃太郎

## 共同研究者（8名）



大阪大  
教授  
鎌田 敏郎



京都大  
特定教授  
松島 格也



神戸大  
教授  
織田澤 利守



神戸大  
准教授  
三木 朋広



神戸大  
准教授  
瀬谷 創



大阪大  
特任准教授  
小濱 健吾



大阪大  
助教  
葉 健人



大阪大  
特任研究員  
Felix Obunguta

### 3つの研究テーマ（メタマネジメント）



### 4つの研究分野（階層的マネジメント）

#### テーマ1

EBPMによるスマートインフラマネジメントの社会実装のための方法論開発【松島、織田澤】

#### テーマ2

EBPMによるライフサイクルマネジメントの社会実装（時間的DX技術）【小林、水谷】

#### テーマ3

EBPMによる地域インフラ群マネジメントの社会実装（空間的・組織的DX技術）【貝戸、瀬谷】

#### 分野A

橋梁（トンネル）マネジメント【三木、笹井】

#### 分野B

舗装マネジメント【長山、Obunguta】

#### 分野C

斜面・法面マネジメント【小濱、葉】

#### 分野D

下水道マネジメント【貝戸、鎌田】

## 技術開発

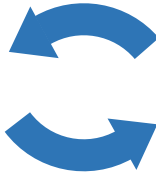
### メタマネジメント

EBPM  
デジタルモデル

時間的DX  
(ライフサイクルマネジメント)

空間・組織的DX  
(インフラ群マネジメント)

### 科学的根拠



マネジメントの  
継続的改善

### プロファイリング技術・データサイエンス

橋梁

舗装

斜面・法面

下水道

劣化予測

劣化予測

異常検知

道路陥没予測

補修優先順位

新規設計法

レジリエンス評価

点検効率化

### 研究開発体制



大阪大 京都大 神戸大 東京大 東北大

### デジタル基盤

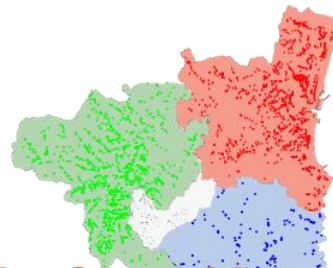
## 社会実装

制度設計

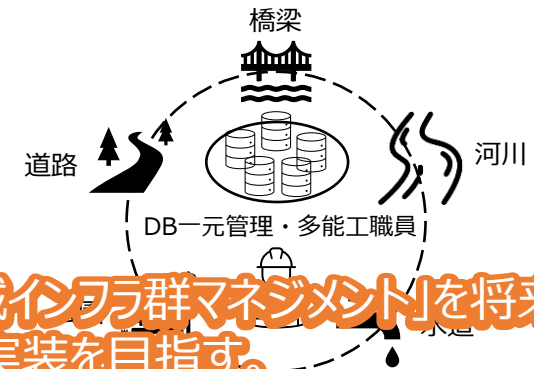


事業化

### 広域連携



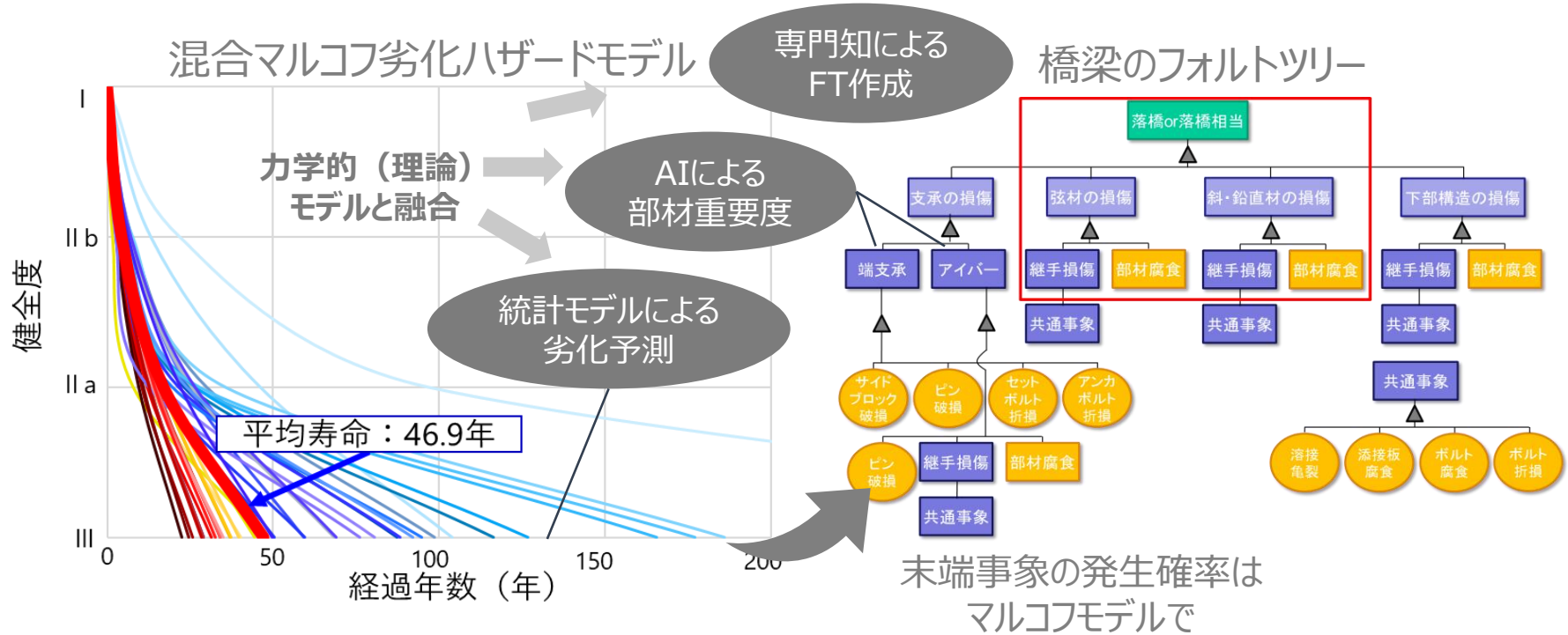
### 多分野連携



財政力や技術力が限られる小規模な市区町村において「地域インフラ群マネジメント」を将来的に実践するため、EBPMによる「群マネモデル」の開発・社会実装を目指す。

インフラ	対象	テーマ	KPI
橋梁 	近畿地方整備局	群マネジメント	スケールメリット（費用縮減），平準化便益
	近畿道路メンテナンスセンター	予防保全優先順位	優先順位の適合率
	NEXCO西日本	予防修繕優先順位	個別変状の劣化予測モデル，修繕着手率
	阪神高速	AIによる床版簡易点検	近接目視点検結果との整合率
	M県建設技術推進機構	群マネジメント	スケールメリット，平準化便益
舗装 	NEXCO西日本	新たな装舗構造設計法	各区間に対する最適As層厚
	愛知有料道路	予防修繕施策立案 PPP/PFI事業	ライフサイクル費用低減率
	A県	スタートアップ	調査費用低減率
	さいたま市	仮想群マネジメント	ライフサイクル費用低減率，スケールメリット
	関東地方整備局	調査重点箇所の選定	FWD調査結果に基づく損傷深層化抽出率
斜面・法面 	NEXCO西日本	危険斜面の抽出 GNSS変化点検知実装	抽出と対策によるリスク低下の定量的評価 既存システムへの実装
下水道 	大阪市	取付管調査エリア抽出 道路陥没リスク管理	取付管カメラ調査結果との整合率 道路陥没数の低減率

## <予防保全を対象とした補修優先順位の決定>



末端事象の発生確率はマルコフモデルで

### <技術開発>

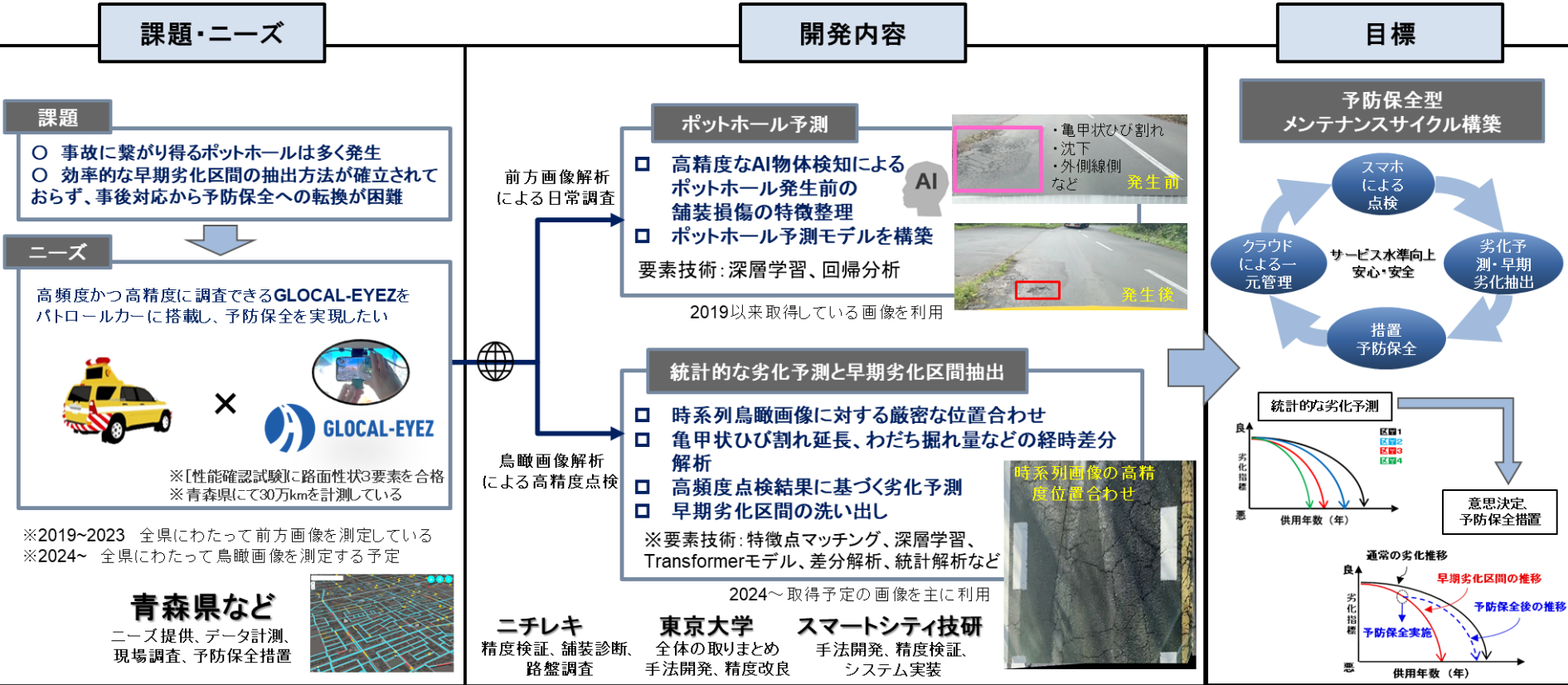
個別損傷の記録から、橋梁単位あるいはスパン単位の評価指標を算出するリスクモデルを構築する。

### <社会実装>

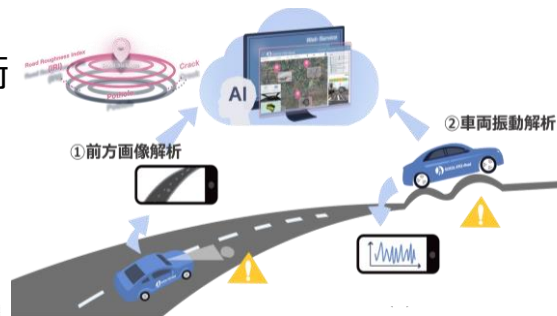
大量のII判定橋梁（補修予備軍）に対してEBPMに基づく補修優先順位を計画的に決定する。

橋梁（トンネル）マネジメントのKPI	
1年目	目視点検データを用いた橋梁主要6部材の統計的劣化予測と3以上の劣化要因の特定
2年目	橋梁フォルトツリーの作成と、AIを用いた主要部材の定量的な重み係数の算出
3年目	予防保全計画の立案とライフサイクル費用ベースで30%以上のコスト削減
4, 5年目	補修優先順位の適合率75%以上、修繕着手率50%以上、群マネジメントによる補修費用20%以上の縮減、予算平準化の達成

## <スマートフォンを利用した予防保全型のメンテナンスサイクル構築>



### スマートフォンに基づく路面評価技術 GLOCAL-EYEZ (日常調査と舗装点検の一体化)



○2023年:[性能確認試験]の「平坦性」「ひび割れ」「わだち掘れ」全てに合格 (特願:2023-80856、唯一かつ初めて合格した車載簡易装置に基づく技術)

○2023年:国交省「道路巡視性能カタログ」に「ポットホール」が登録 (精度最高位、検出率:100%)

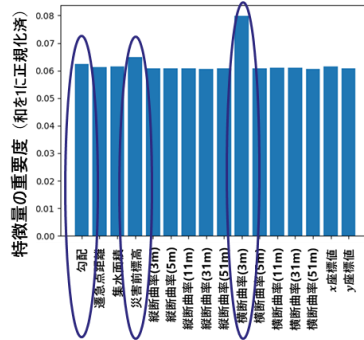
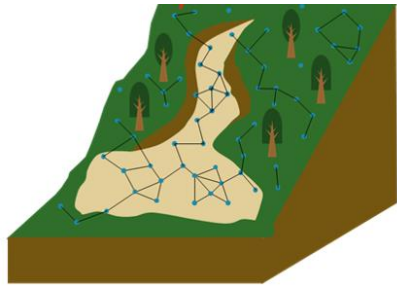




## < 悉皆点検データを用いた早期異常検知と、道路ネットワークリスク評価 >

### 航空LP点群データを用いた調査優先順位の決定

斜面を構成する点単位の情報を用いてGNN (GCN, GAT) モデルなどによる  
ミクロな斜面崩壊予測モデルを構築

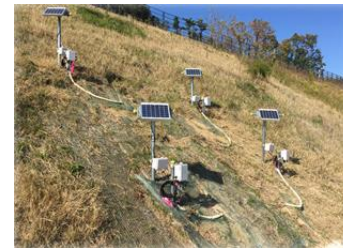


Explainable AI技術を用いて  
崩壊発生予測に寄与したノード特徴量を特定

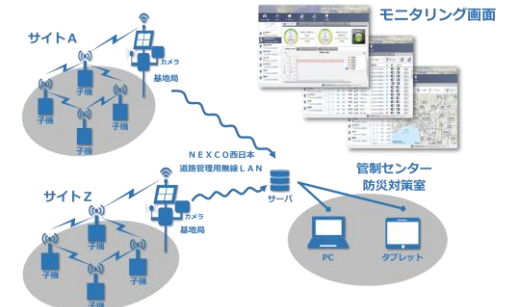
- ◎ 道路ネットワーク上の管理優先箇所を抽出
- ◎ ネットワークパフォーマンス指標等を考慮したレジリエンス評価
- ◎ リスク・アセットマネジメントによる統合マネジメント

### モニタリングデータを用いた異常検知システムの実装

- ◎ 斜面・法面異常の早期発見
- ◎ 異常検知システムによる管理効率化



newron®



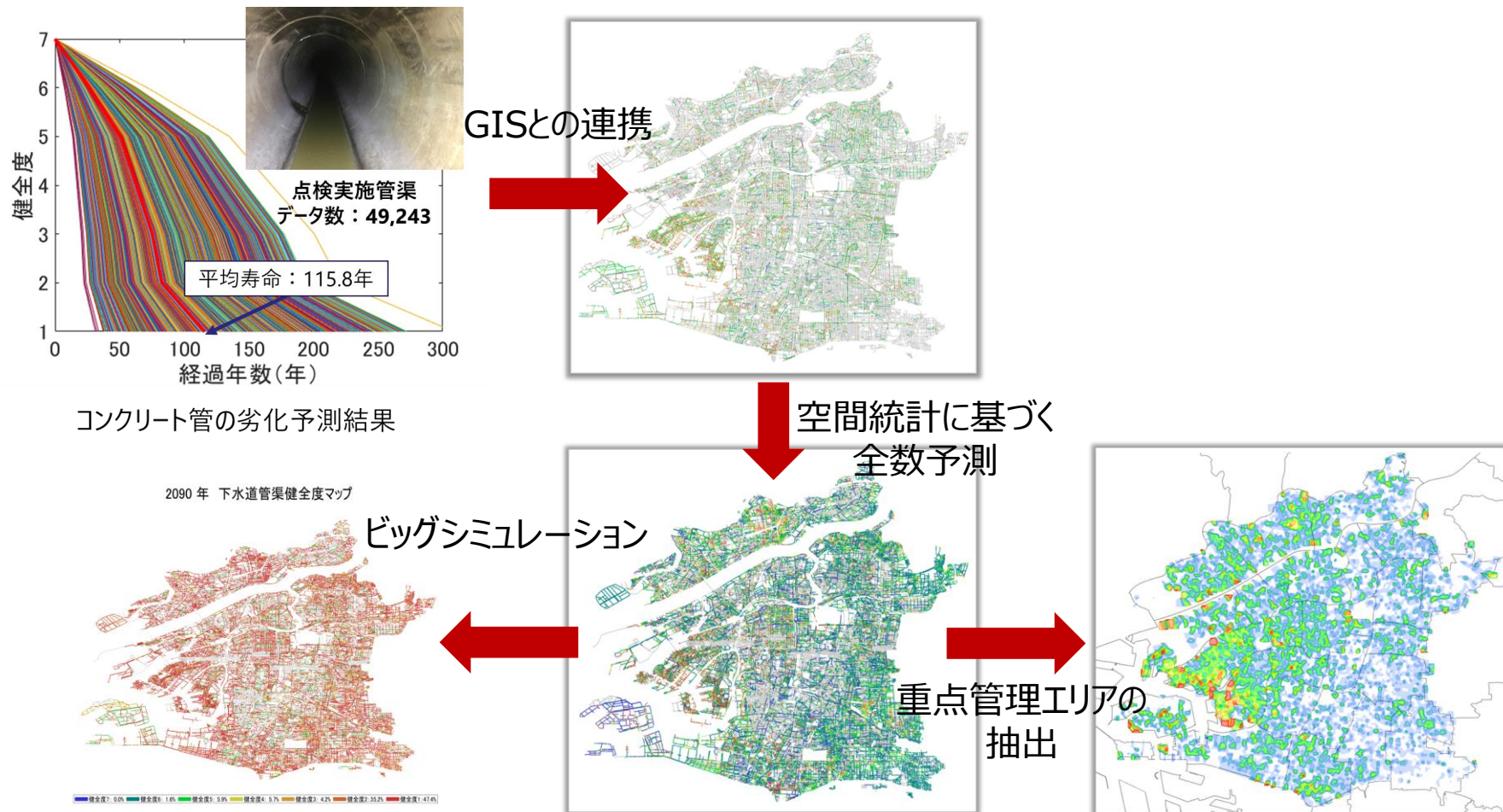
### < 技術開発 >

点群データ等の非構造化形式のデータを用いて  
危険斜面スクリーニングを行う。

### < 社会実装 >

測位システム機器設置箇所の優先順位を策定し、  
自然災害リスクの低減を達成する。

## ＜老朽管渠の更新計画と、地域インフラ群マネジメント＞



コンクリート管の劣化予測結果

2090年 下水道管渠健全度マップ

### ＜技術開発＞

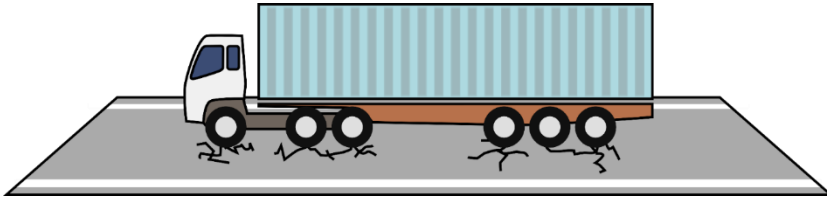
地下埋設インフラを対象とする限定的な点検データから空間統計を用いて劣化予測を行う。

### ＜社会実装＞

調査・改築更新の費用を削減するとともに、管渠に起因する道路陥没の発生を抑制する。

## <土木情報と高度な交通・施設情報を融合させたインフラマネジメント>

### 軸重データを用いた舗装劣化予測の例



マルコフ劣化ハザードモデル

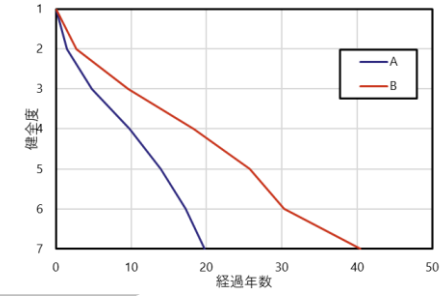
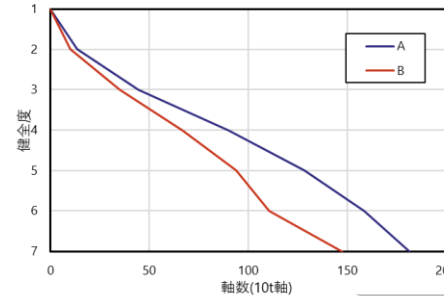
ハザード率（劣化速度）

$$\lambda = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots)$$

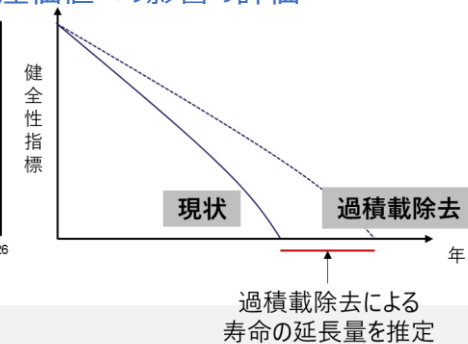
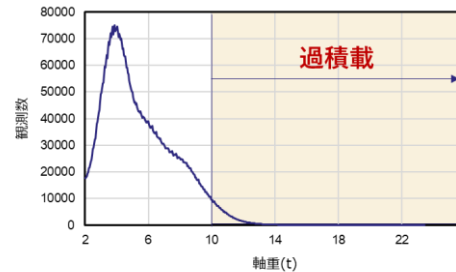
従来：大型車通行量（台／年）



新規検討：軸重の期待値 or 分布



### 過積載による資産価値への影響の評価



## <技術開発>

軸重データ等の交通情報を用いた劣化予測により、マネジメント施策の高度化を図る。

## <社会実装>

交通情報や劣化属性情報をインフラマネジメントにどのように取り入れるかの提言を検討する。

ご清聴、ありがとうございました