令和5年度 水利施設保全管理補修部門 中央研修会

AI技術を活用した
管路の老朽度評価手法

株式会社クボタ

2023年11月17日

目次

１．発表概要

２．水道管路・農業水利施設を取り巻く環境

３．老朽度評価手法（クボタモデル）の概要

４．老朽度評価結果の検証事例

５．まとめ

発表概要

農業用パイプラインや水道管路の老朽化を背景に、老朽管の効率的な更新を可能にするAIを活用した管路の老朽度評価手法を開発。

（１）ダクタイル鉄管（鋳鉄管）の老朽度評価手法
50年以上の腐食調査から得た埋設管の調査データと環境ビッグデータをAIに学習させることで、業界トップクラスの予測精度をもつ高精度な老朽度評価手法を開発（東京大学との共同研究）。

（２）鋼管、塩ビ管の老朽度評価手法
水道管路マッピングソフトシェアNo.1の管総研（弊社子会社）が管理する塩ビ管及び鋼管の漏水データと環境ビッグデータをAIに学習させることで従来手法より高精度な老朽度評価手法を開発（マイクロソフトの支援の下で開発）。

これらの老朽度評価手法を適用すれば、効率的な更新計画の策定を可能にし、農業用パイプラインの戦略的な保全管理に貢献。

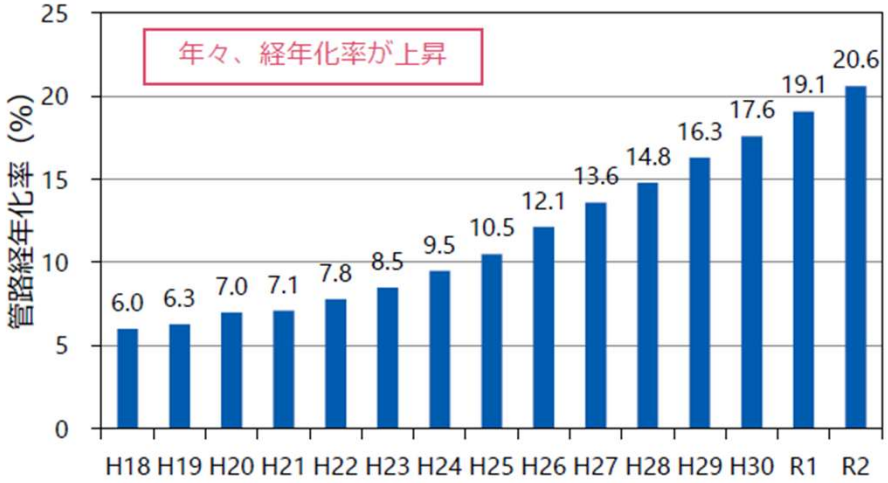
水道管路を取り巻く環境

For Earth, For Life
Kubota

○ 国内の水道管路の多くは高度経済成長期に布設され、現在老朽化が進行
○ 水道事業体様は老朽管を効率的に更新し、将来にわたり健全な管路を維持管理する必要があるが料金収入の減少から更新率は漸減
○ 管路の老朽度を正しく評価して効率的に更新する必要がある

管路経年化率(%)

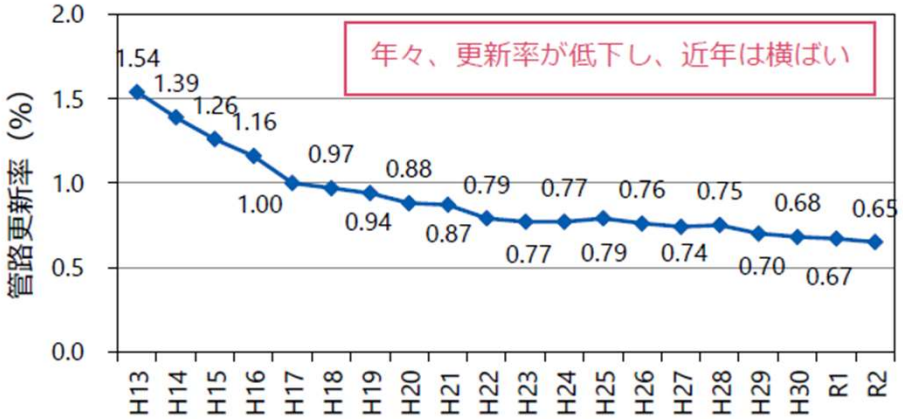
法定耐用年数を超えた管路延長÷管路総延長×100



令和２年度	厚生労働大臣認可	都道府県知事認可	全国平均
管路経年化率	22.3%	17.7%	20.6%
管路更新率	0.72%	0.52%	0.65%

管路更新率(%)

更新された管路延長÷管路総延長×100



管路の年代別内訳（令和２年度時点）　(km)

法定耐用年数（４０年）を超えた管路延長	152,538
２０年を経過した管路延長（４０年超を除く）	333,914
上記以外	252,951
管路延長合計	739,403

（出典）水道統計

図表出典：令和4年全国水道関係担当者会議 資料

農業水利施設の現状

For Earth, For Life
Kubota

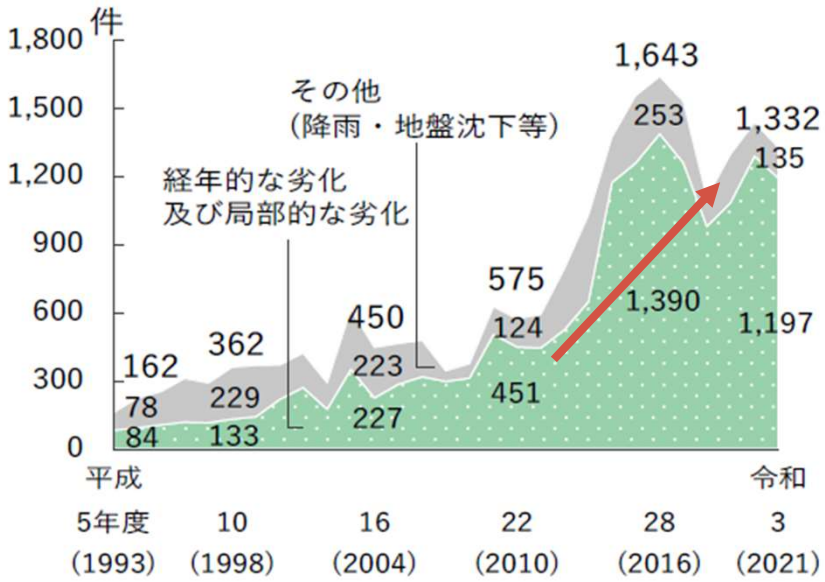
○ 農業水利施設においても、水道管路と同様に耐用年数を超過した施設の割合や突発事故の発生件数が増加しており健全な施設の維持管理が必要とされている

基幹的農業水利施設の老朽化状況

	施設数・延長	うち 標準耐用年数超過	標準耐用年数超過割合（%）
基幹的施設(か所)	7,700	4,324	56
貯水池	1,295	131	10
取水堰	1,962	810	41
用排水機場	3,002	2,323	77
水門等	1,138	826	73
管理設備	303	234	77
基幹的水路(km)	51,831	23,206	45

資料：農林水産省「農業基盤情報基礎調査」を基に作成
注：令和3(2021)年3月末時点の数値

農業水利施設の突発事故発生状況



資料：農林水産省作成

図表出典：令和4年度 食料・農業・農村白書

正しい老朽度評価に基づいた優先順位による更新計画策定が不可欠

➡ 高精度な老朽度評価手法（クボタモデル）を開発

老朽度評価手法（クボタモデル）の概要

For Earth, For Life
Kubota

○ 全国版のクボタモデルは既に構築済み
○ 予測対象の管路データを入力するだけで、現在から将来の老朽度の予測が可能
○ 老朽度の予測値は、漏水事故率[件/年/km]として定量的に算出

【老朽度評価の流れとアウトプット】

予測対象の管路データ

入力

老朽度予測システム

出力

予測後の管路データ

現在　　**将来**

- 管路データ（Shapfile形式）のみで予測可能
- 欠損データの補完等、分析に必要な処理はクボタが実施

入力　　出力

クボタモデル

全国の腐食調査データ
及び漏水データを学習済み

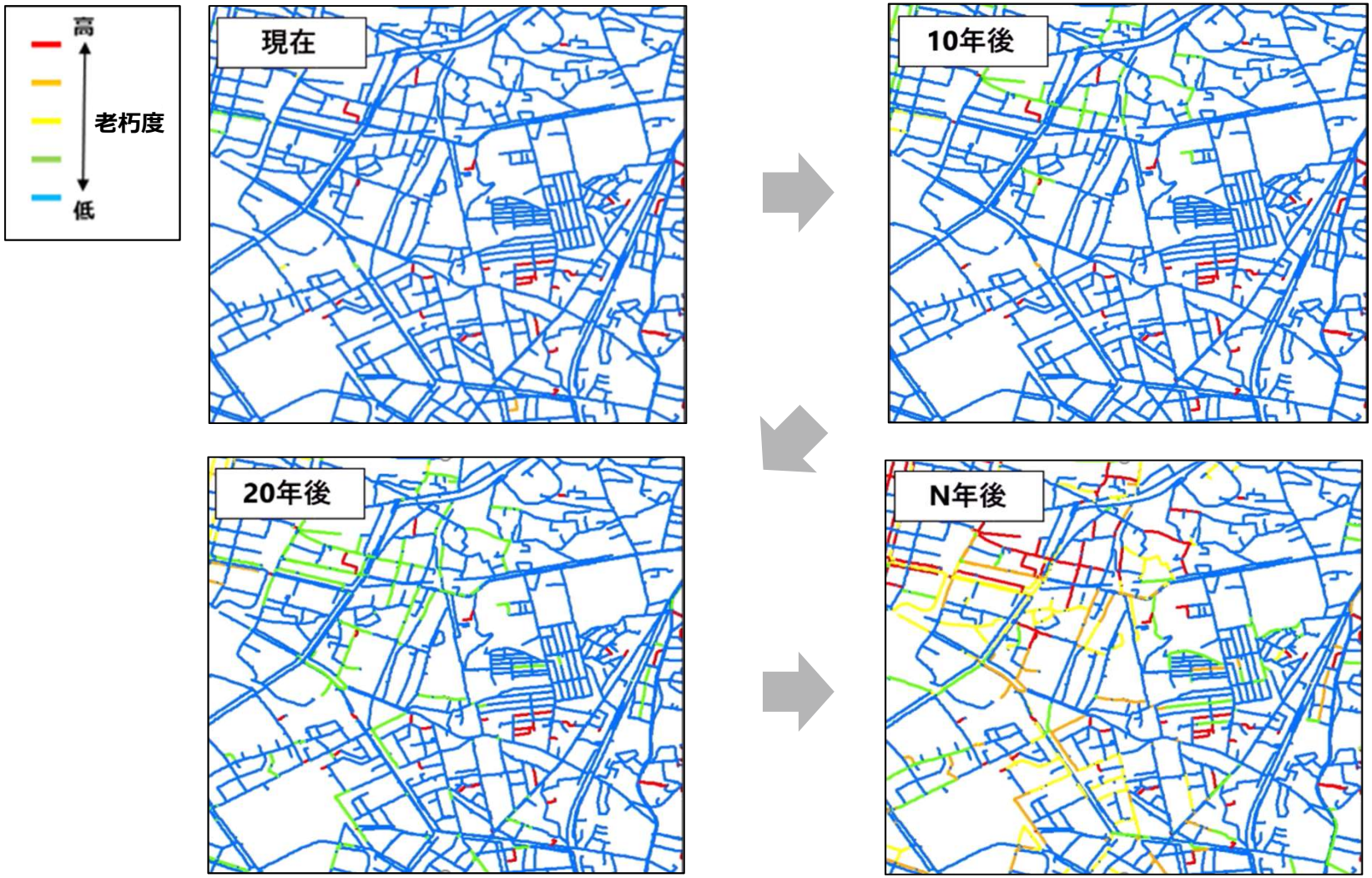
✓現在から将来の老朽度を一度に予測可能
✓アウトプットは定量的
老朽度を漏水事故率（件/年/km）で
算出することで、年間の漏水件数を予測可能

管路の老朽度の推移

For Earth, For Life
Kubota

○ 管路を更新しなかった場合、老朽度が高い管路（暖色：赤、橙）が増加

老朽度評価のイメージ動画



クボタモデル

For Earth, For Life
Kubota

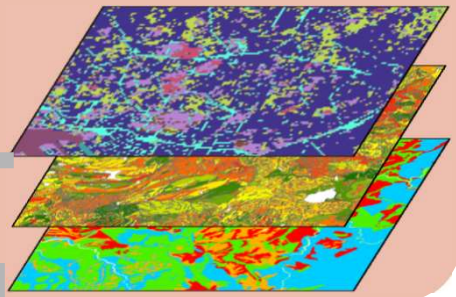
○ 50年以上の腐食調査により鉄管の老朽化の最大要因（土壌）を特定
○ 鉄管は腐食調査データに環境ビッグデータを加えモデル化（固有技術）
○ 塩ビ管・鋼管は漏水データに環境ビッグデータを加えモデル化

【クボタモデル】

鉄管モデル（固有技術）

腐食調査データ
（クボタが保有）

環境ビッグデータ



腐食深さの測定

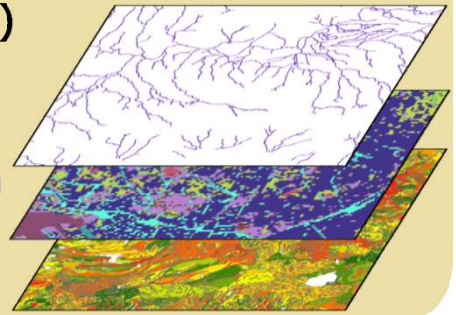
土壌の調査

腐食調査実施位置
大
腐食速度
小
—：管路

塩ビ管・鋼管モデル

管路データ及び漏水データ
（全国の事業体様から提供）

環境ビッグデータ

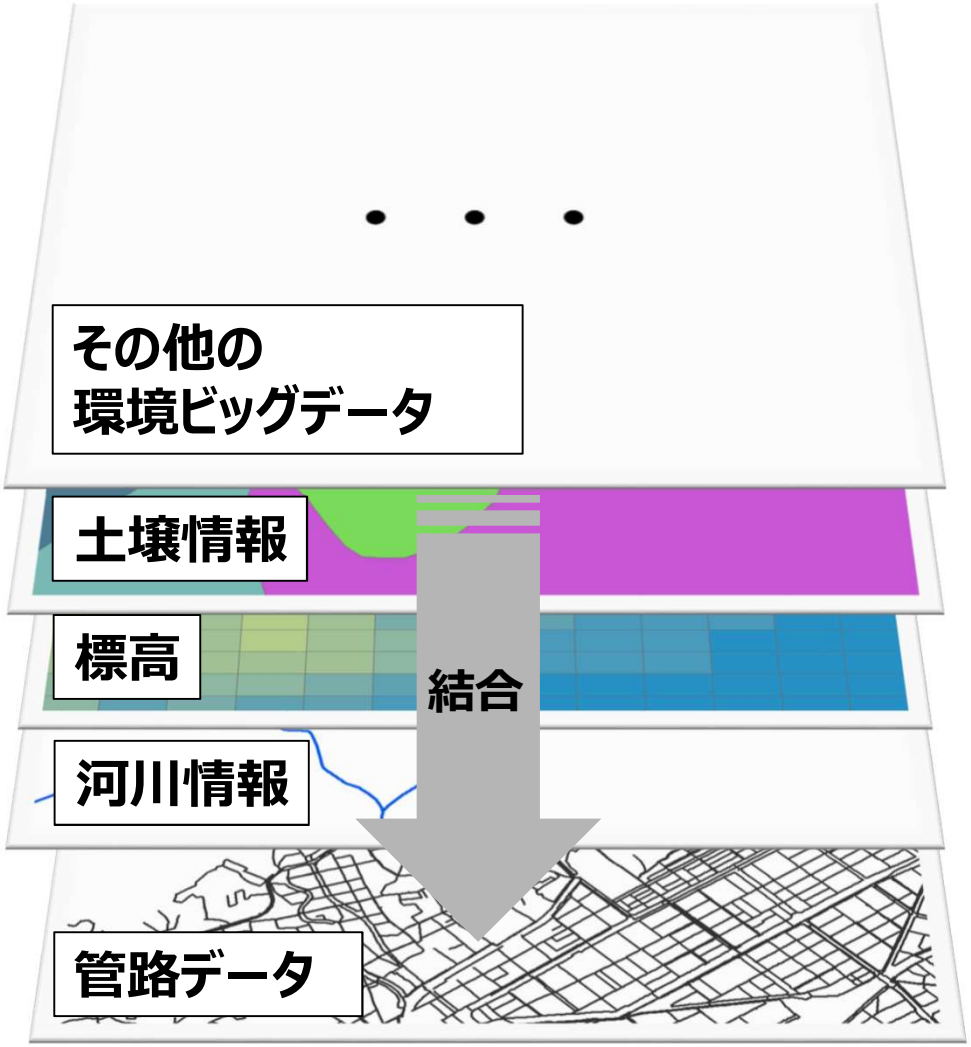


✖：漏水発生位置
—：管路

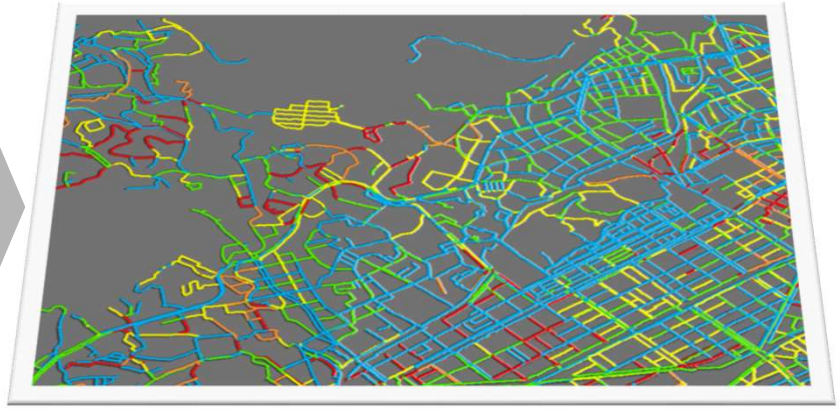
AI技術を用いて管路の老朽化をモデル化

使用した環境ビッグデータの一例

Earth, For Life
Kubota



老朽度予測後の管路データ

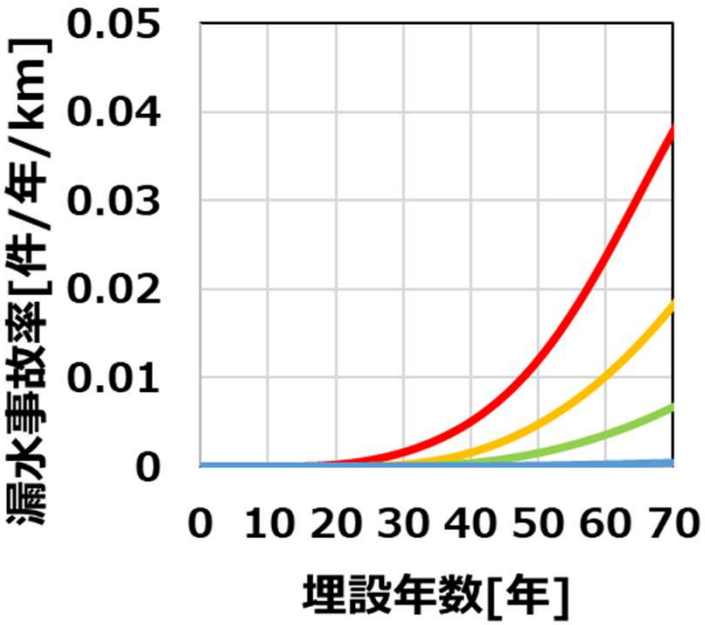


鉄管モデル　東京大学と開発

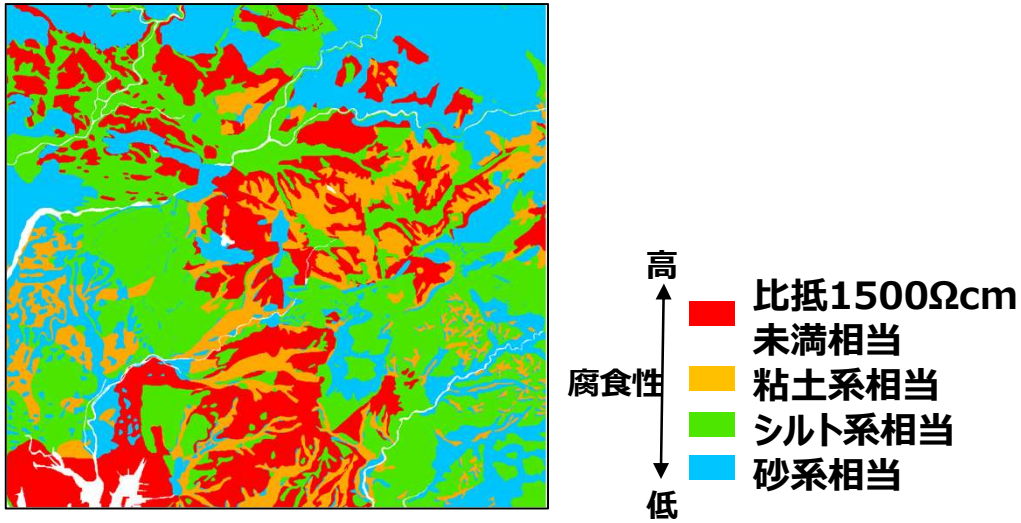
For Earth, For Life
Kubota

他社にはない腐食調査データ及び環境ビッグデータを基に、
○ 埋設環境分類・管種・管厚毎に老朽度を予測する新腐食予測方法
○ 全国の土壌の腐食性を定義した埋設環境分類マップ　　を開発

新腐食予測方法



埋設環境分類マップ



✓埋設環境分類・管種・管厚毎に老朽度を予測

✓腐食調査データ及び環境ビッグデータを基に土壌の腐食性を定義

水道協会雑誌（日水協）の年間最優秀論文※として選出（2023年度有効賞を受賞）

※ 川勝ら（2021）．ダクタイル鉄管及び鋳鉄管の高精度な老朽度評価方法の開発．水道協会雑誌．第91巻．第9号

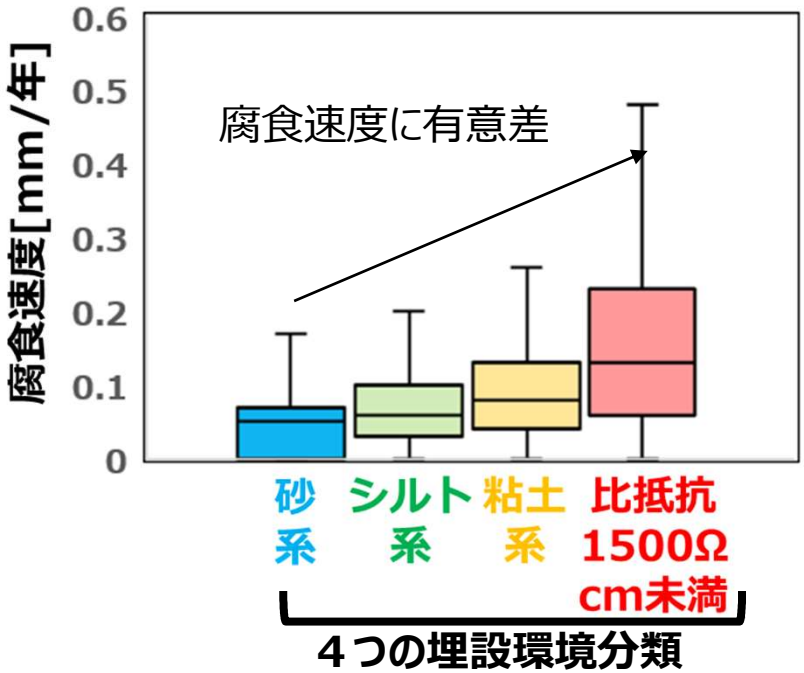
新腐食予測方法

For Earth, For Life
Kubota

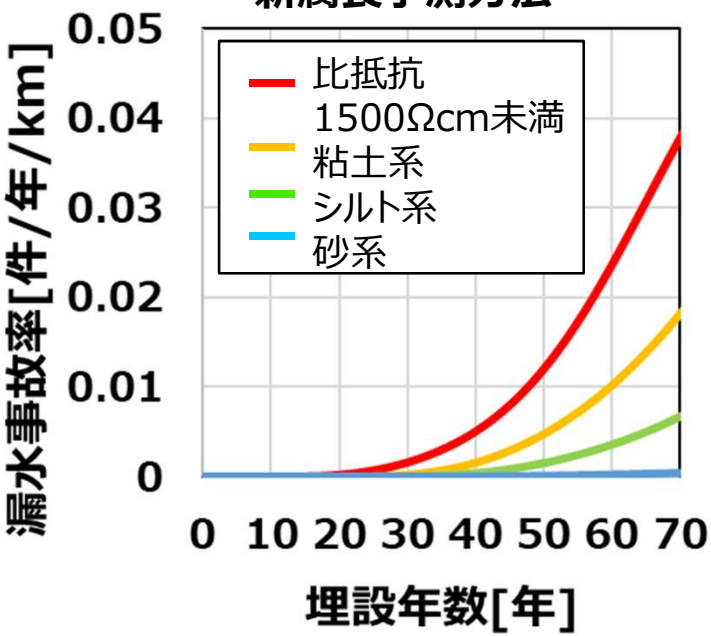
○クボタが保有する全国約6,000件の腐食調査データをクボタの知見とAI技術を基に、4つの埋設環境に分類
○埋設環境毎にAI技術で管の老朽度（腐食深さの程度）を予測する「新腐食予測方法」を開発

腐食調査データ

埋設環境毎の腐食速度データのばらつき



新腐食予測方法



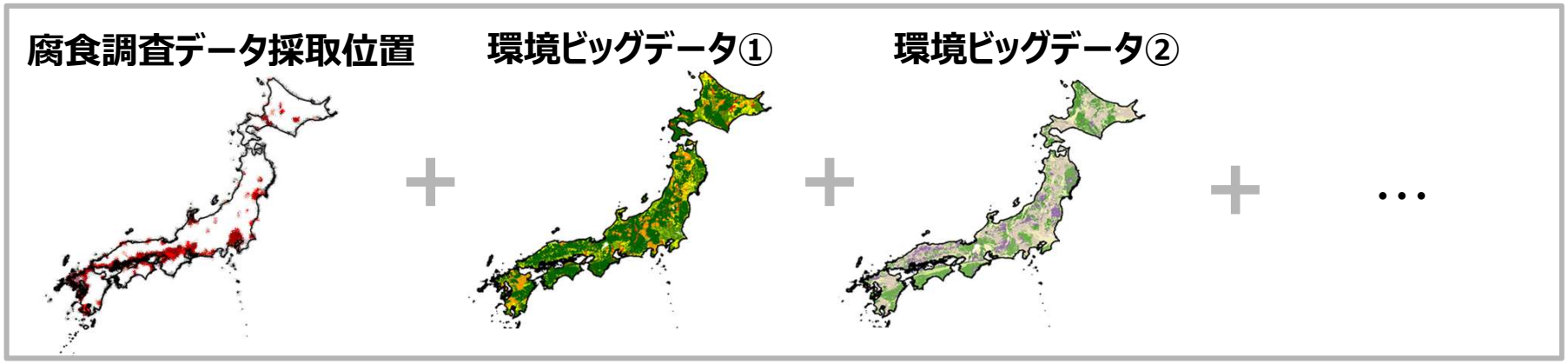
・管種　　：ダクタイル鉄管
・規定管厚：7.5mmの例
管種や管厚によりグラフの形状は変化

埋設環境分類マップ

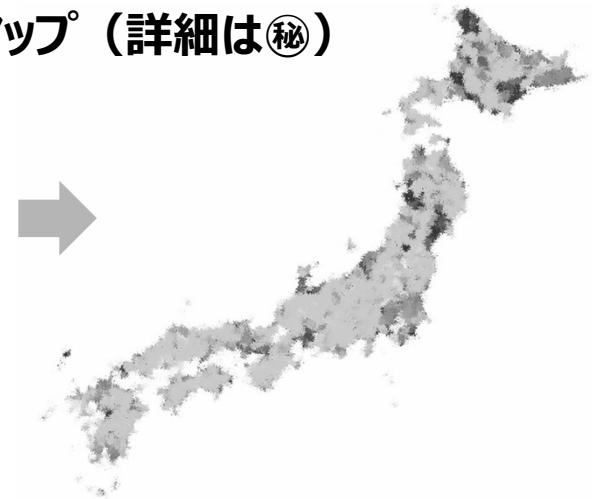
For Earth, For Life
Kubota

○モデルを全国に適用するため、腐食調査データの採取位置と環境ビッグデータから全国の土壌の腐食性を定義した埋設環境分類マップを開発

埋設環境分類マップの作成イメージ



埋設環境分類マップ（詳細は㊙）

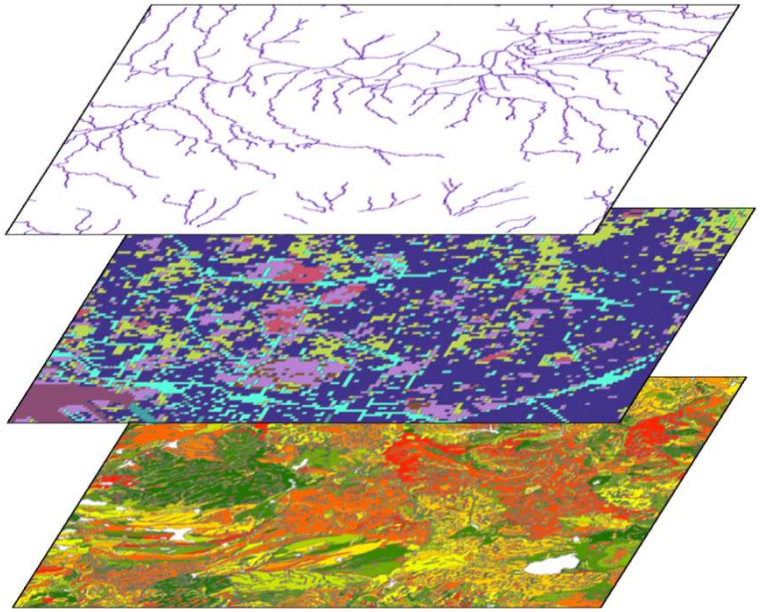


塩ビ管・鋼管モデル　マイクロソフトの支援の下、開発

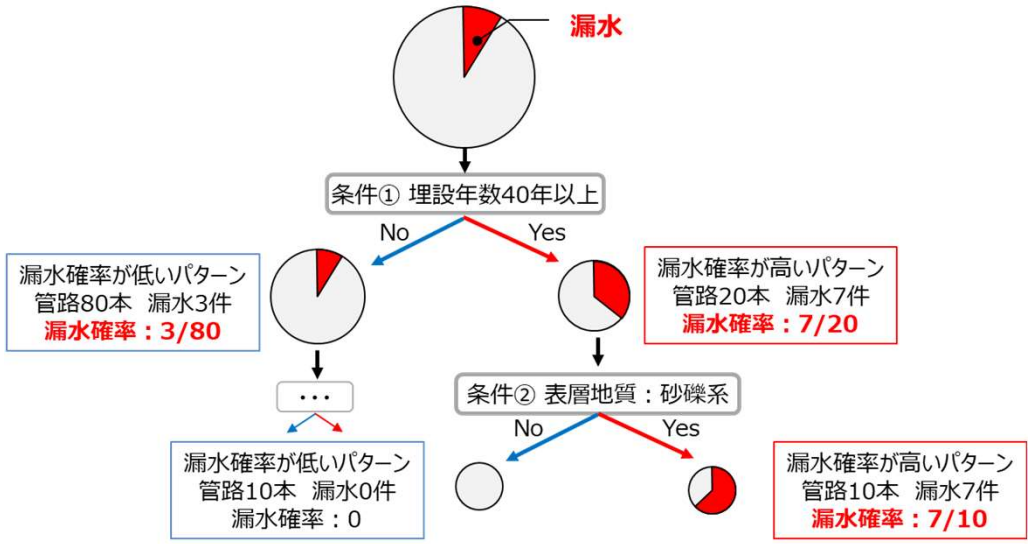
For Earth, For Life
Kubota

○ 環境ビッグデータと漏水データを学習した予測アルゴリズムで構成

【環境ビッグデータ】



漏水データを学習した
予測アルゴリズム



○ 予測対象の管路データと周辺エリアの環境ビッグデータを照合

○ 機械学習の一種である決定木をベースとしたアルゴリズム
○ 様々な組み合わせから、漏水確率の大小に影響する要因の組み合わせパターンを学習した予測アルゴリズム

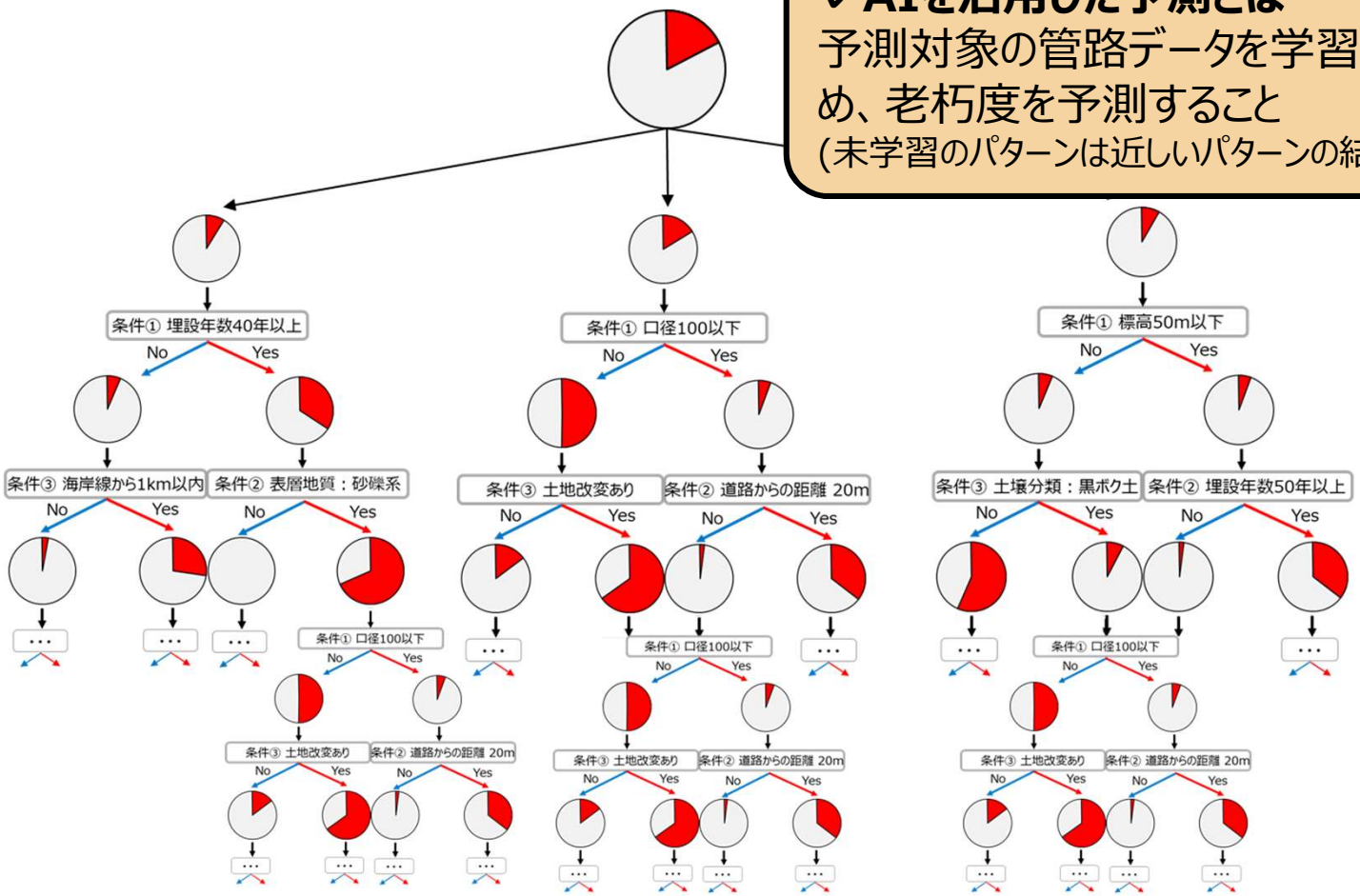
予測アルゴリズム

For Earth, For Life
Kubota

○ 条件分岐を繰り返し、人間では計算不可能な領域まで要因の組み合わせパターンを分析

【予測アルゴリズムのイメージ②】

✓AIを活用した予測とは
予測対象の管路データを学習したパターンに当てはめ、老朽度を予測すること
(未学習のパターンは近しいパターンの結果に当てはめる)



老朽化の要因の表示、確認

For Earth, For Life
Kubota

○ 老朽度の予測結果に影響した要因は管路ごとに説明可能

注）管路毎に影響する要因の組み合わせは異なる。

予測後の管路データ

【一つの管路の表示例】

分類	項目	内容
管路情報	管路ID	No. 1000
	呼び径	150 mm
	管材質	塩ビ管（TS継手）
	布設年	1980 年
	埋設年数	43 年
老朽度の予測結果	漏水事故率	0.01 件/年/km
老朽化の要因Top5	**要因1**	**継手仕様**
	要因2	**埋設年数**
	要因3	**地形区分**
	要因4	**標高**
	要因5	**年間降水量**

予測精度の検証方法

For Earth, For Life
Kubota

○ 過去の管路データを用いて将来の老朽度を予測し、現在までに発生した漏水事故を予測できているか、について検証

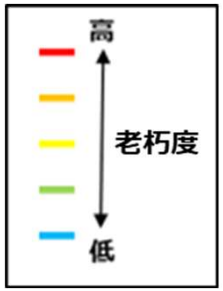
【2015年の管路データで予測、2016～2022年の漏水事故を照合】
①従来手法とクボタモデルの２種類の方法で、管路の老朽度を予測
②老朽度が高いと予測した管路で、漏水が発生していたかについて比較

【2015年の管路データ】

従来手法による予測

クボタモデルによる予測

照合



2016～2022年に発生した漏水事故

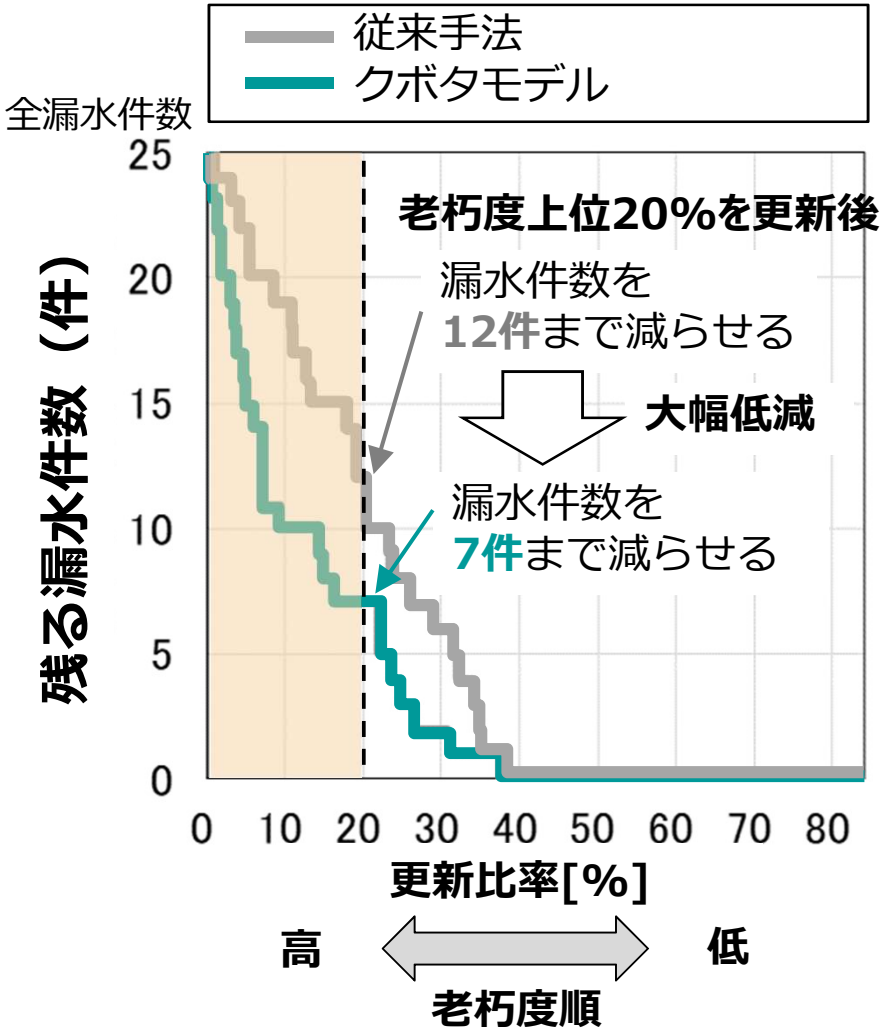
✖ ：漏水発生位置
— ：管路

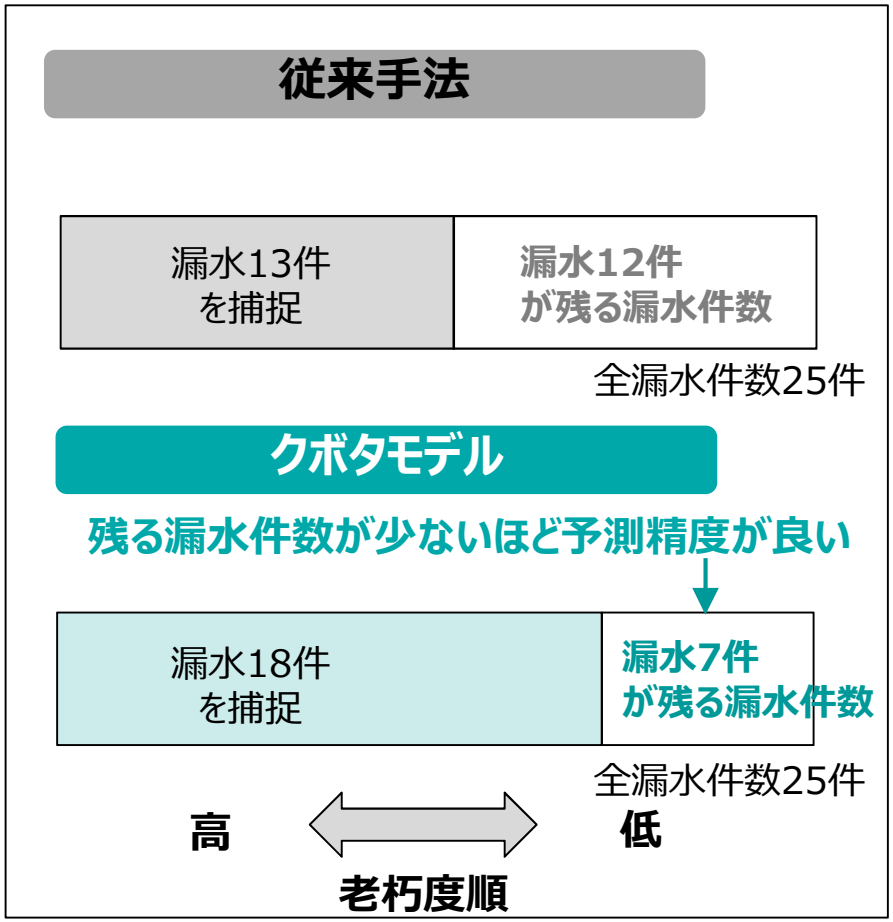
精度検証方法の詳細

For Earth, For Life
Kubota

○ 予測された老朽度順に管路を更新した場合、漏水を何件まで減らせたか（残る漏水件数）により、モデルの精度を検証

I事業体の例



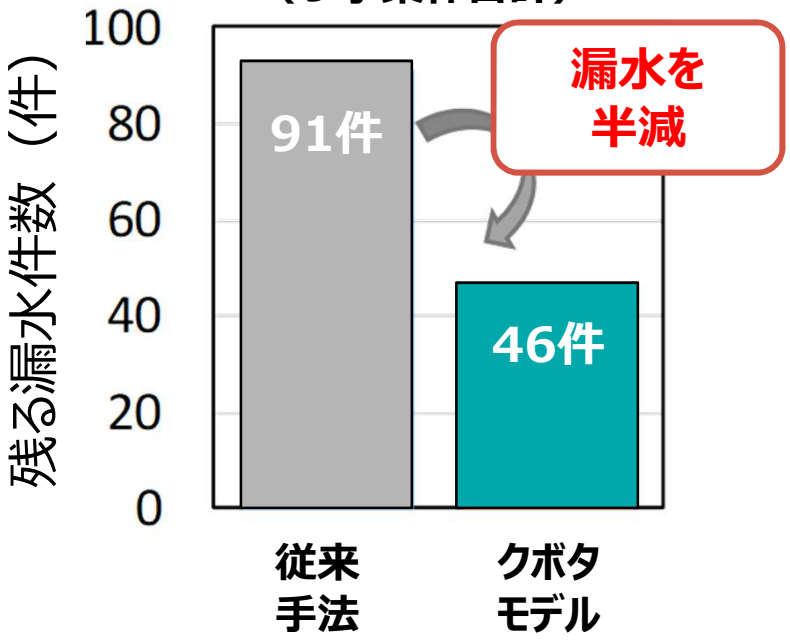


予測精度の検証結果

For Earth, For Life
Kubota

○ 従来手法と比較して、漏水を半減させる効果を確認
（的中率は75%；優先順位上位20%の内）

老朽度の上位20%を更新した場合
（９事業体合計）



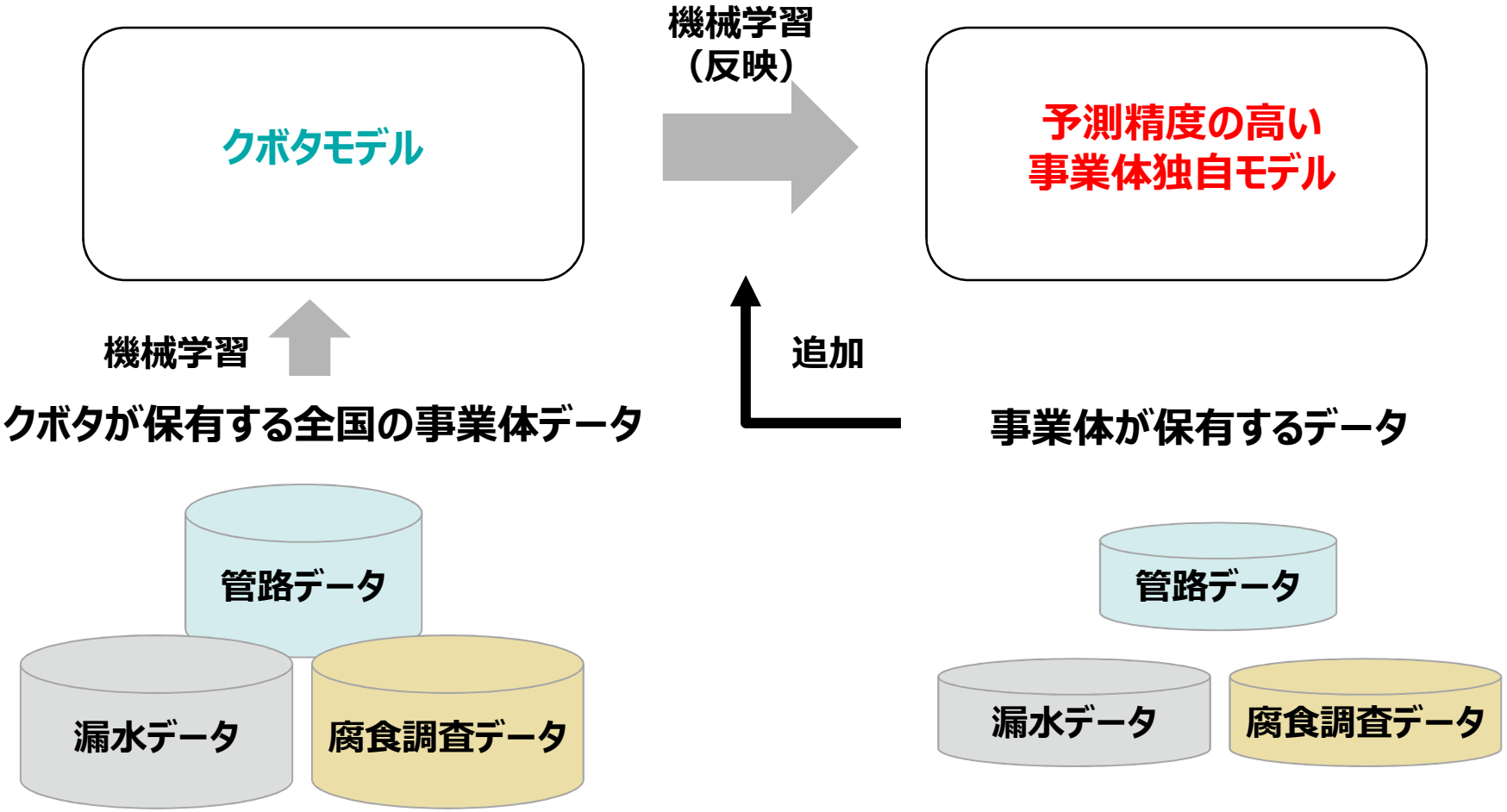
水道事業体	残る漏水件数			評価
	更新無	老朽度の上位20%を更新した場合		
		従来手法	クボタモデル	
A	14件	6件	1件	○
B	27件	14件	11件	○
C	22件	5件	2件	○
D	13件	5件	4件	○
E	4件	0件	0件	-
F	15件	6件	2件	○
G	5件	0件	0件	-
H	57件	43件	19件	○
I	25件	12件	7件	○
合計	182件	91件	46件	○

【従来手法】
・鉄管　：腐食深さ[mm]＝$k \cdot t^{0.4}$　で管の腐食深さを算出し、老朽度ランクを評価
（k：土壌の腐食性により決まる係数、t：埋設年数[年]）
・塩ビ管・鋼管　：漏水事故率[件/年/km]＝C1・C2・C3・f(t)　で管の漏水事故率を算出
（C1,C2,C3：継手、口径、地盤により決まる係数、f(t)：標準事故率曲線、t：埋設年数[年]）

事業体独自モデルの作成

For Earth, For Life
Kubota

○ 全国版のクボタモデルだけではなく、水道事業体が保有するデータを活用することで予測精度が高い事業体独自モデルの作成が可能



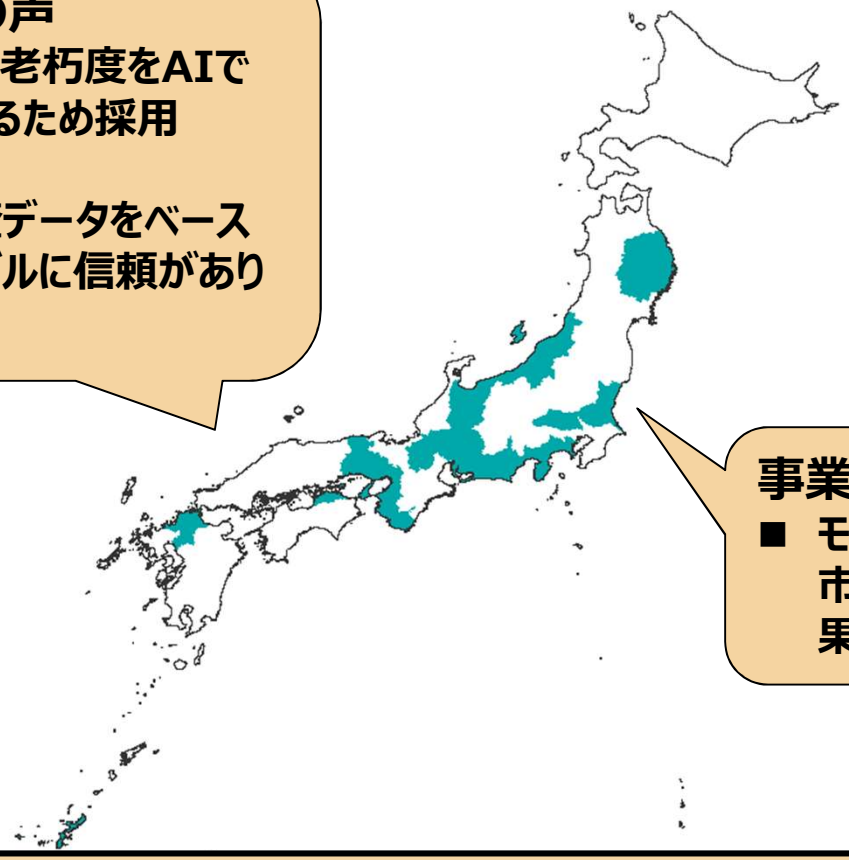
事業体様の声

For Earth, For Life
Kubota

○ 事業体様は、クボタの技術の有効性を評価し採用

弊社がこれまで業務に取り組んできた全国の事業体

事業体様の声
- 全管種の老朽度をAIで予測できるため採用
- 腐食調査データをベースにしたモデルに信頼があり採用



事業体様の声
- モデルに説明性があり市民への説明責任を果たせるため採用

【導入実績】業務委託：13件、共同研究：３件　（2023.11.17時点）

まとめ

高精度な老朽度評価手法（クボタモデル）

（１）クボタ独自のデータを活用して管種の特性を考慮した管種別の老朽度評価手法を開発
（２）従来手法より高精度
（３）漏水事故率を定量的（件/年/km）に算出
（４）予測結果に説明性がある

期待される効果

（１）投資効果を先取り･最大化できる管路の更新計画の立案
（２）農業用水の安定供給
（３）漏水事故低減による修繕費用の削減

農業水利施設の戦略的な保全管理に貢献

お問い合わせ先

For Earth, For Life
Kubota

老朽度評価等のソリューション技術に加え

弊社工場（兵庫県尼崎市、千葉県船橋市）での製品勉強会も実施しております。

ご要望の際は、弊社営業までお問い合わせください。

株式会社クボタ
パイプシステム東日本営業部　農水営業課

（東京）03-3245-3161　（北海道）011-214-3140
（大阪）06-6470-5006　（名古屋）052-564-5151