



# ICTを活用したインフラ維持管理システム

## (i-DREAMs®) の社会実装

平成29年8月31日

首都高速道路株式会社  
保全・交通部  
土橋 浩

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

1

## i-DREAMs®, InfraDoctor® 開発の背景

### 社会環境の変化と課題

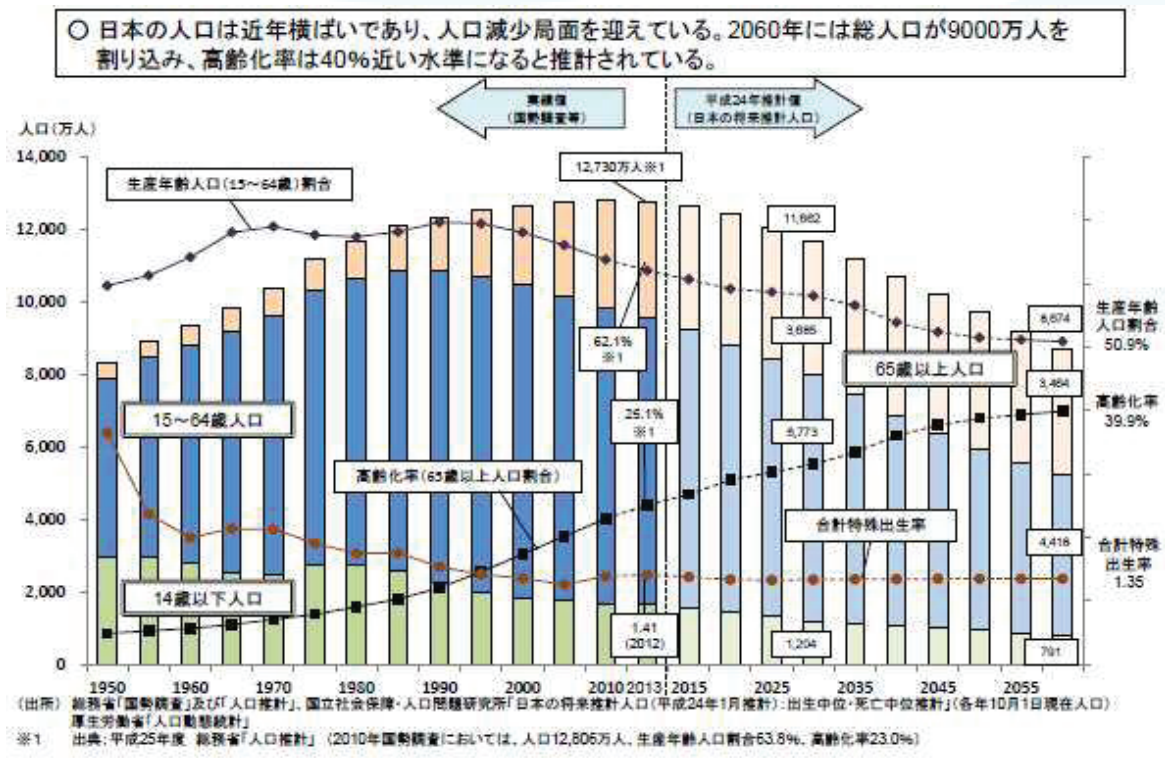
- 高度経済成長期以降に集中的に整備されたインフラの高齢化が今後進行
- 一方、人口の減少や少子高齢化により、2048年には人口が1億人を下回り、2060年には65歳以上の人口の割合が4割近くになると推計
- このため生産年齢人口が減少し、維持管理を担当する技術者、点検技術者不足の懸念等、財源確保の問題もとより、人材確保の問題が発生

このように社会環境が大きく変化する中、効率的なインフラのマネジメントを実施し、安全を確保することが強く求められている。このためには、

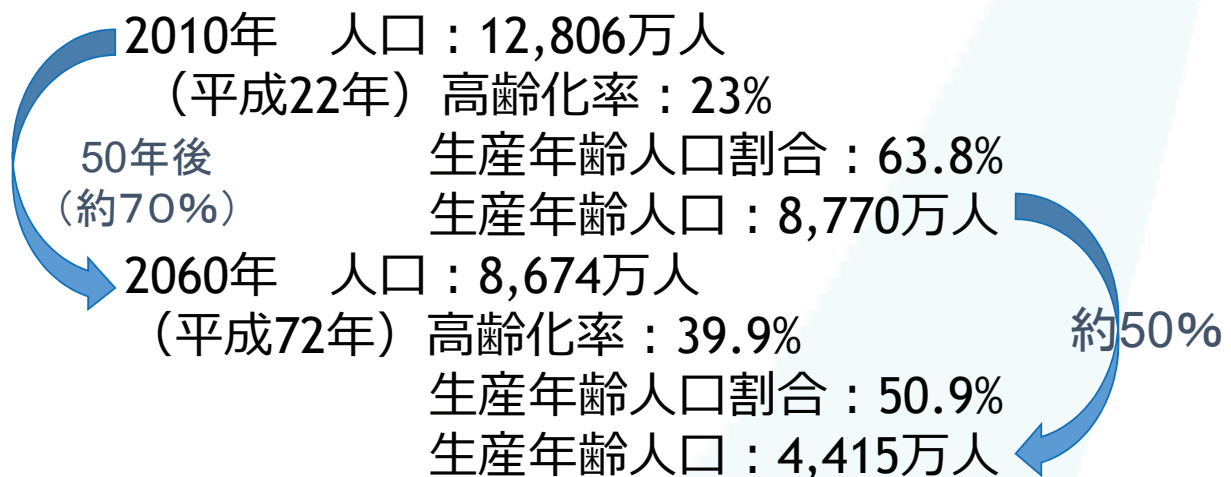
- 技術開発等により生産性の向上を図り、上記の課題を解決することが必要
- すなわち、点検技術の高度化により点検の効率化・合理化を図り、的確に構造物の診断、劣化予測を行うことにより、適時・適切な補修、補強を可能とする維持管理システムの構築が必要

そこで、ICT（情報通信技術）を活用し、様々な情報をIoT（Internet of Things）により有機的に「つなげ」、課題を「見える化」するとともに、さらにAIを活用することにより複眼的な判断が可能となり、ライフサイクルコストの最適化、持続可能なインフラマネジメントの実現が期待される。

# 日本の人口の推移



## 生産年齢（15～64才）人口の比較





# 社会資本の老朽化の現状

出典：国土交通白書2015第2節第2章P124

《建設後50年以上経過する社会資本の割合》

	H25年3月	H35年3月	H45年3月
道路橋 [約40万橋 <sup>注1)</sup> (橋長2m以上の橋約70万のうち)]	約18%	約43%	約67%
トンネル [約1万本 <sup>注2)</sup> ]	約20%	約34%	約50%
河川管理施設 (水門等) [約1万施設 <sup>注3)</sup> ]	約25%	約43%	約64%
下水道管きよ [総延長：約45万km <sup>注4)</sup> ]	約2%	約9%	約24%
港湾岸壁 [約5千施設 <sup>注5)</sup> (水深－4.5m以深)]	約8%	約32%	約58%

注1) 建設年度不明橋梁の約30万橋については、割合の算出にあたり除いている。

注2) 建設年度不明トンネルの約250本については、割合の算出にあたり除いている。

注3) 国管理の施設のみ。建設年度が不明な約1,000施設を含む。(50年以内に整備された施設については概ね記録が存在していることから、建設年度が不明な施設は約50年以上経過した施設として整理している。)

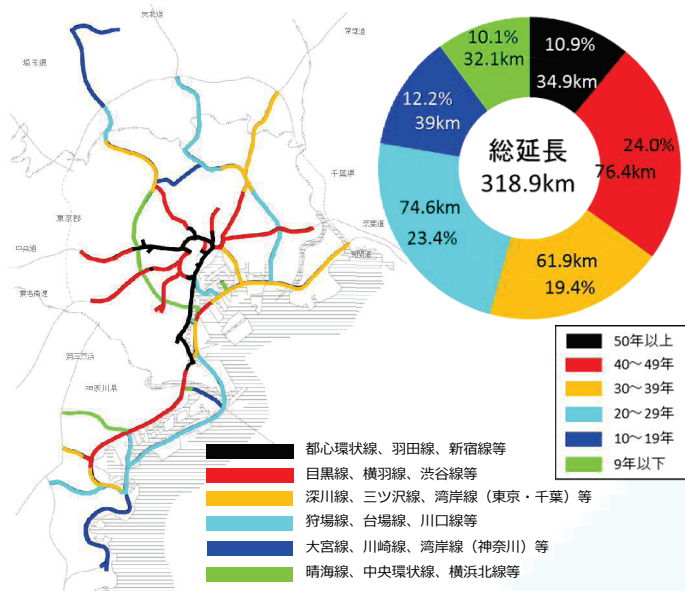
注4) 建設年度が不明な約1万5千kmを含む。(30年以内に布設された管きよについては概ね記録が存在していることから、建設年度が不明な施設は約30年以上経過した施設として整理し、記録が確認できる経過年数毎の整備延長割合により不明な施設の整備延長を按分し、計上している。)

注5) 建設年度不明岸壁の約100施設については、割合の算出にあたり除いている。

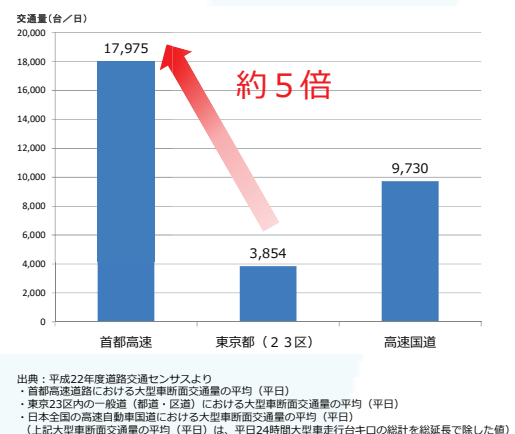
## 首都高速道路構造物の現状

- 総延長約319kmのうち、経過年数が50年を超える構造物は、現時点で全体の11% (約35km) であるが、10年後には35% (約111km) まで増大。
- 1日の平均利用交通量は約97万台、大型車の交通量は、東京23区内の一般道の約5倍となっている。

■ 開通からの経過年数比率(平成29年4月時点)



■ 大型車交通量比較



# 首都高速道路の構造物の特徴

- 高架構造が 全延長の約 8 割

鋼橋 約 9,300 径間

コンクリート橋 約 2,800 径間

- 橋桁を支える橋脚

コンクリート橋脚 約 5,900 基

鋼製橋脚 約 3,000 基

- 道路施設は、約350種類、約29万個、約920個/km

- 12t以上の軸重違反車の通行 15万回  
(1日あたり約410回)  
(平成29年4月現在)

## i-DREAMs のコア技術

**InfraDoctor<sup>®</sup>** [インフラドクター]

～GISと三次元点群データを活用した道路・構造物維持管理支援システム～



# InfraDoctor<sup>®</sup> のシステム概要

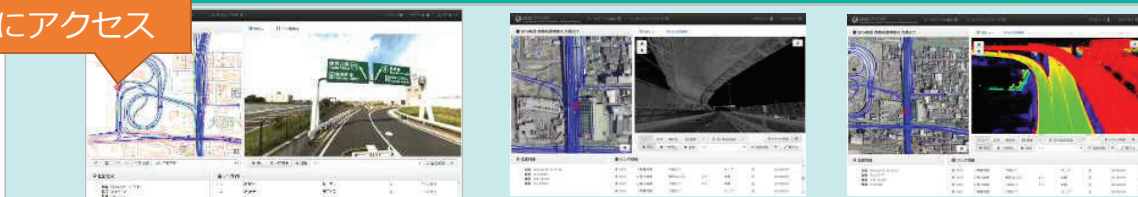
GISを基本とするプラットフォームと三次元点群データを用いて、道路・構造物の維持管理業務を支援

- ① GIS（地図） 上で指定した箇所から、点検・補修履歴や図面、三次元点群空間データなど 各種データを検索、表示
- ② レーザースキャナを用いて 三次元点群データ を取得、全方位動画 も収録
- ③ 三次元点群データから、2D、3DのCADを作成
- ④ 構造物の変状・変位計測 による点検業務支援
- ⑤ 構造図や規制図 等の作成による点検補修計画作成支援、点検補修 シミュレーション による事前確認

## InfraDoctor<sup>®</sup> のシステム

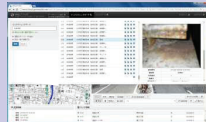
GISを入口として各種情報にアクセス

### GISを基本とするプラットフォーム

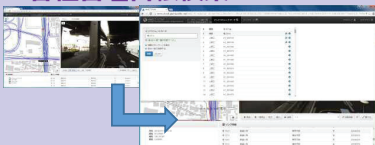


#### 点検結果台帳

##### ●点検結果・履歴検索

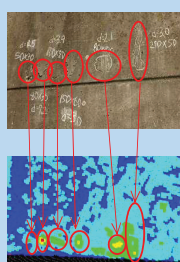


##### ●各種管理台帳検索

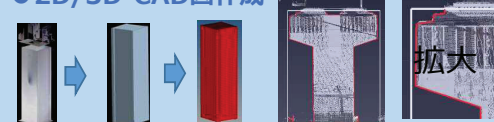


#### 三次元点群データ

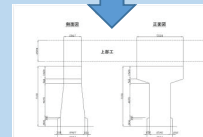
##### ●変状検出



##### ●2D/3D-CAD図作成



##### ●3Dシミュレーション



# 三次元点群データ

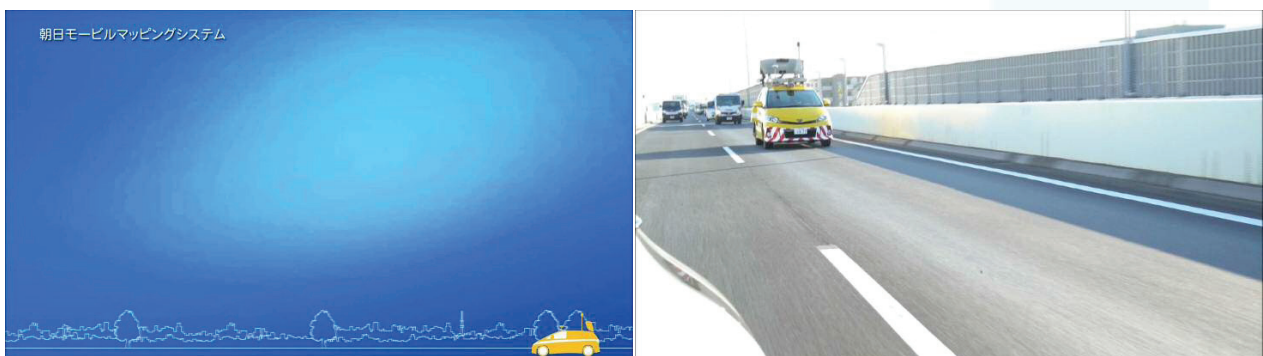


© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

11

## MMSによる点群取得事例

MMS : Mobile Mapping System  
(レーザースキャナや全周囲カメラを搭載した計測車両)



法定速度で走行しながら、1秒間に110万点の情報を取得、3次元点群情報を作成

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

12



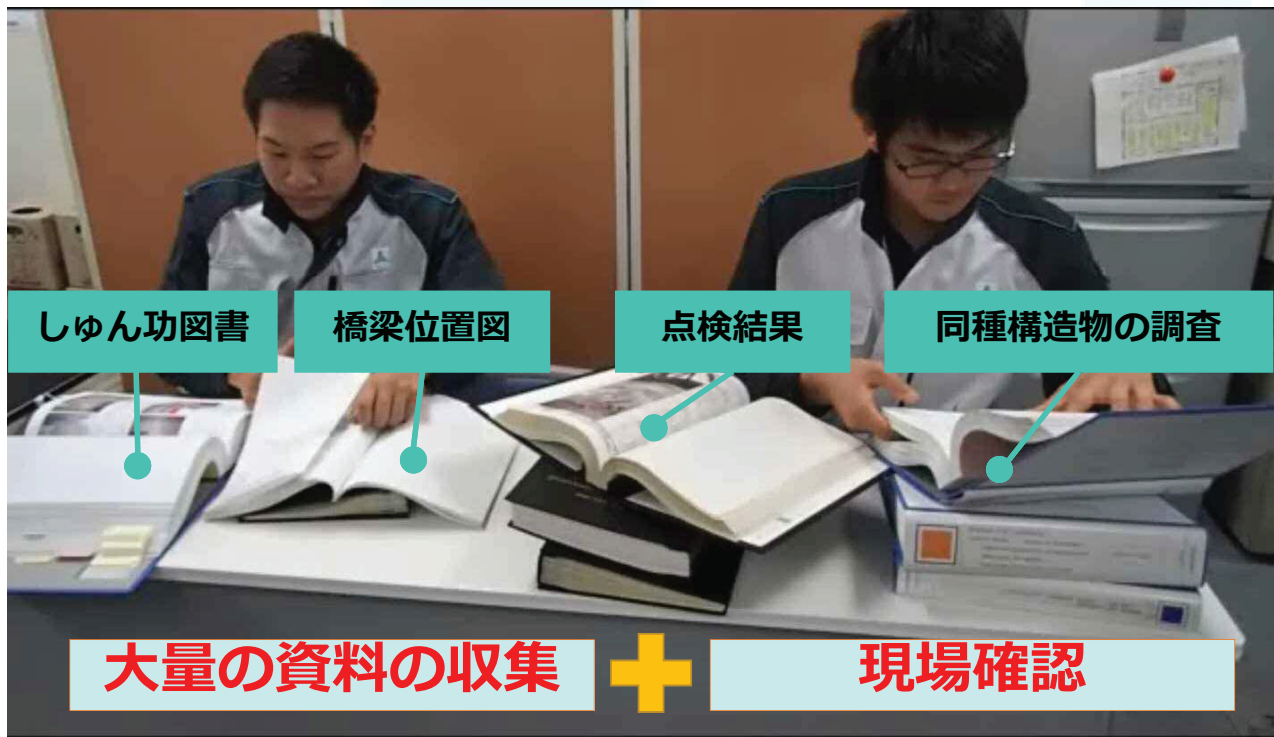
## InfraDoctor<sup>®</sup>活用シーン

- ✓維持管理業務
- ✓測量・図面作成業務
- ✓補修補強設計業務
- ✓点検業務
- ✓施工計画業務

## InfraDoctor<sup>®</sup>活用シーン

- ✓維持管理業務
- ✓測量・図面作成業務
- ✓補修補強設計業務
- ✓点検業務
- ✓施工計画業務

## 現状：管理台帳など各種データの検索

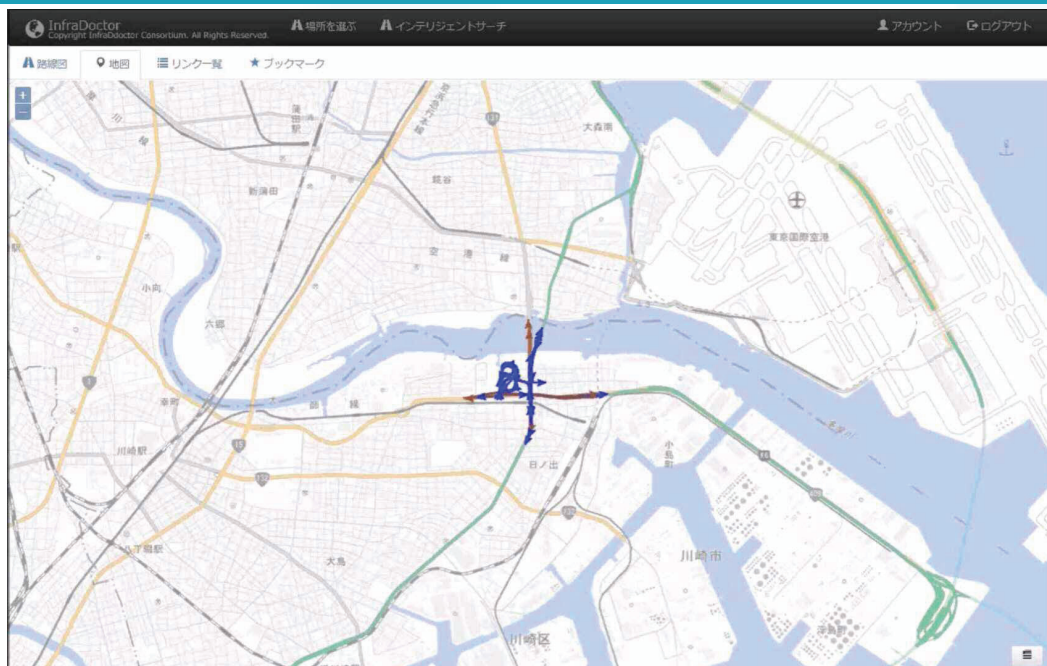


莫大な作業時間

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

15

## GISで簡単に検索が可能 (インテリジェントサーチ)



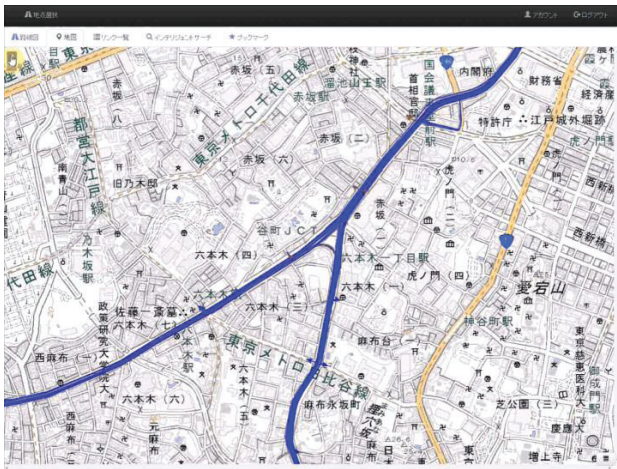
地図上で指定した箇所から各種図面・点検結果

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

16



## 3次元点群データと全周囲動画により現場確認が可能



3次元点群データ



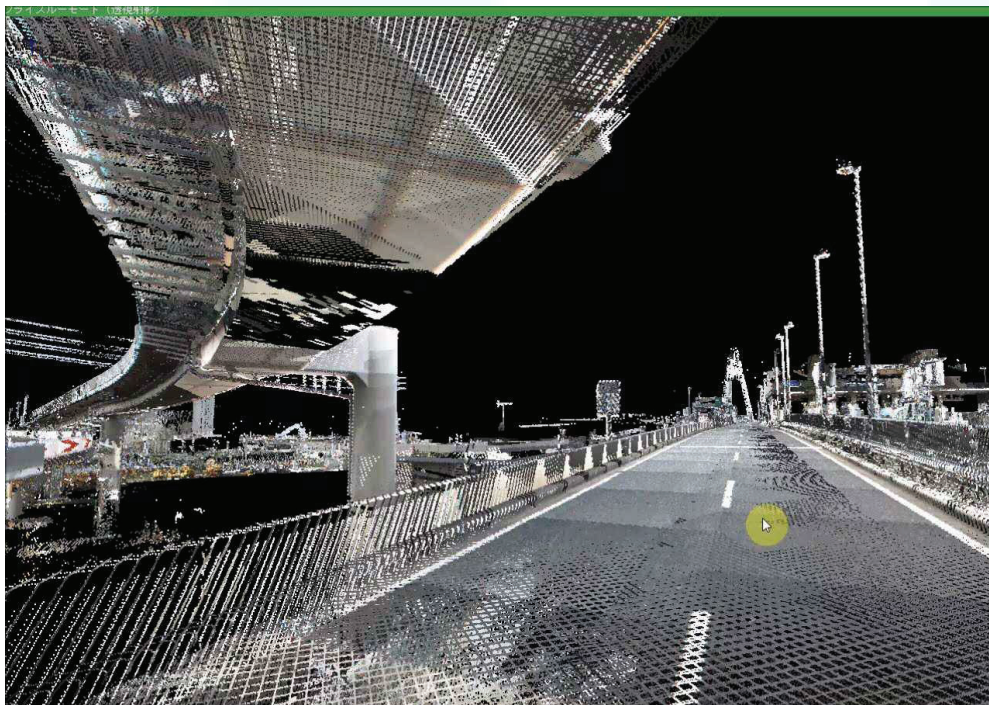
全周囲動画

## 移動時間「0」事務所で現場確認

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

17

## 交通規制不要、簡単に現場の寸法計測が可能



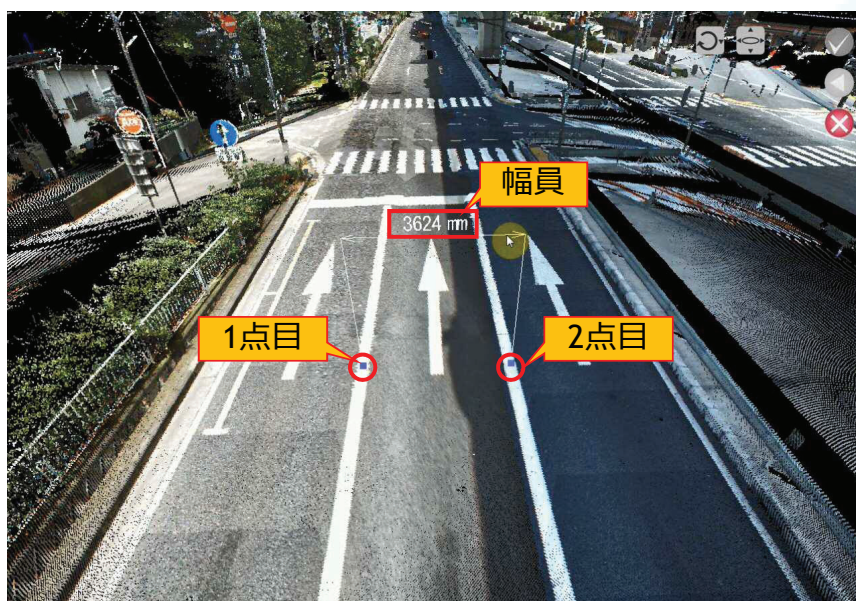
## 移動時間「0」事務所で寸法計測

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

18



## 交通規制不要、簡単に現場の寸法計測が可能



事務所で道路幅員等を計測

## 交通規制不要、簡単に現場の寸法計測が可能



事務所で道路付属物等の高さ計測



## 交通規制不要、簡単に現場の寸法計測が可能



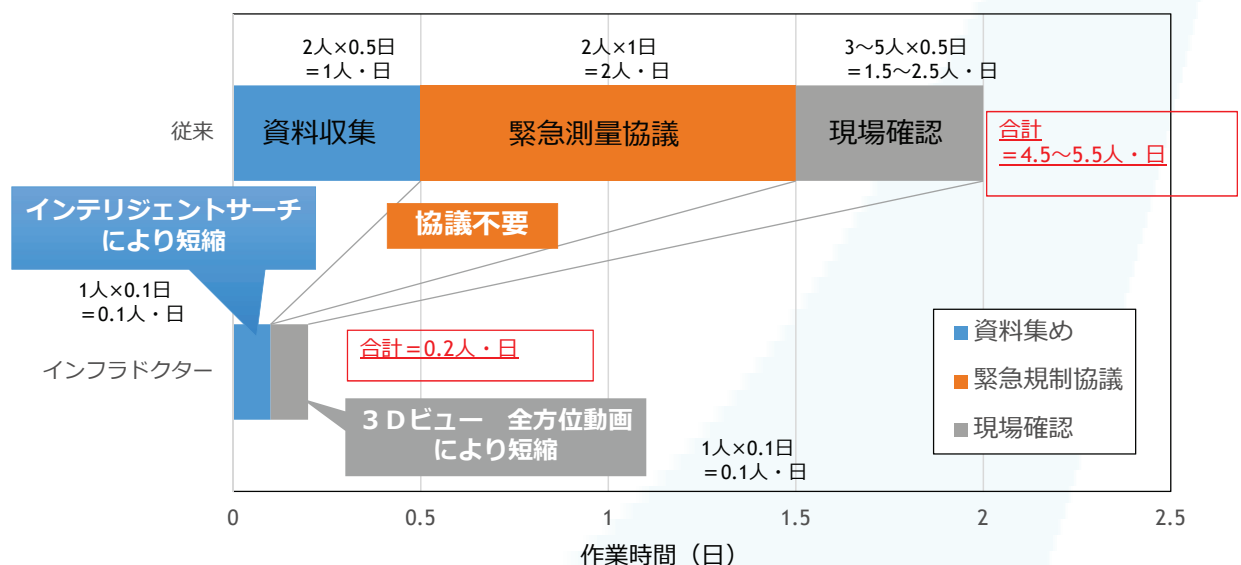
事務所で建築限界等の確認

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

21

## 資料収集～現場確認のリードタイム **90%** 短縮

**生産性：20倍以上向上**  
(4.5～5.5人日⇒0.2人日)



© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

22

# InfraDoctor<sup>®</sup>活用シーン

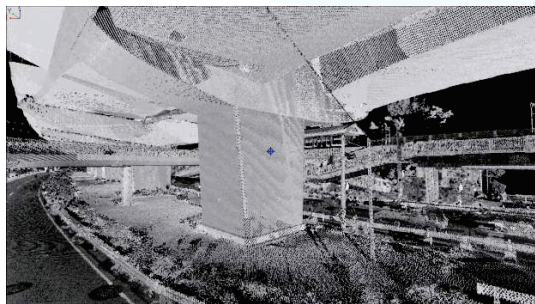
- ✓維持管理業務
- ✓**図面作成・測量業務**
- ✓補修補強設計業務
- ✓点検業務
- ✓施工計画業務

**現状：図面や台帳がない、検索に時間を要する**

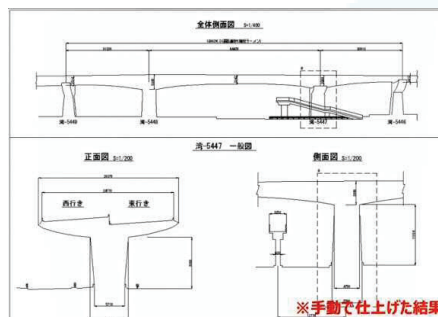


**現況の図面や台帳がない**

## 不足する図面等電子台帳データを作成可能



点群の断面から包絡線を自動作成



CAD図化



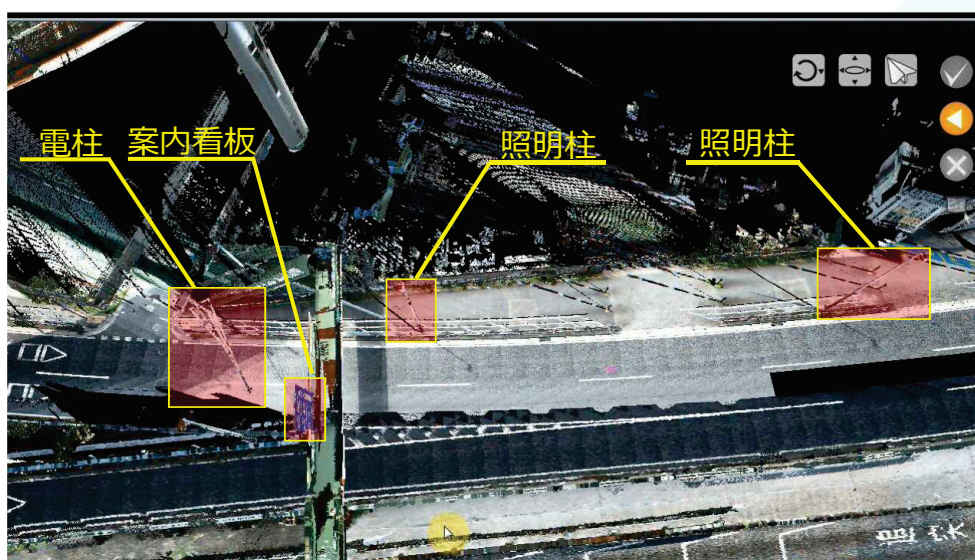
点群から面を自動作成、3D-CADモデル化

3次元点群データから  
図面や3Dモデルを  
半自動的に作成

的確かつ効率的に構造物の劣化診断・予測解析が可能

## 管理台帳を簡単に作成可能

※イメージ図



三次元点群データから道路附属物等の位置を把握可能

国道17号 新大宮バイパス



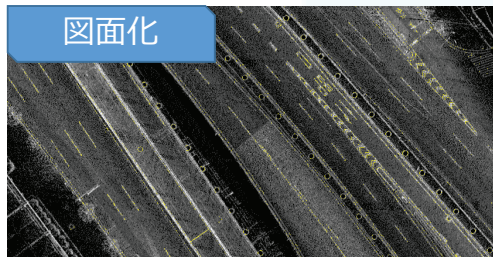
## 測量業務への適用が可能

点群データ



平和島料金所

図面化



完成図

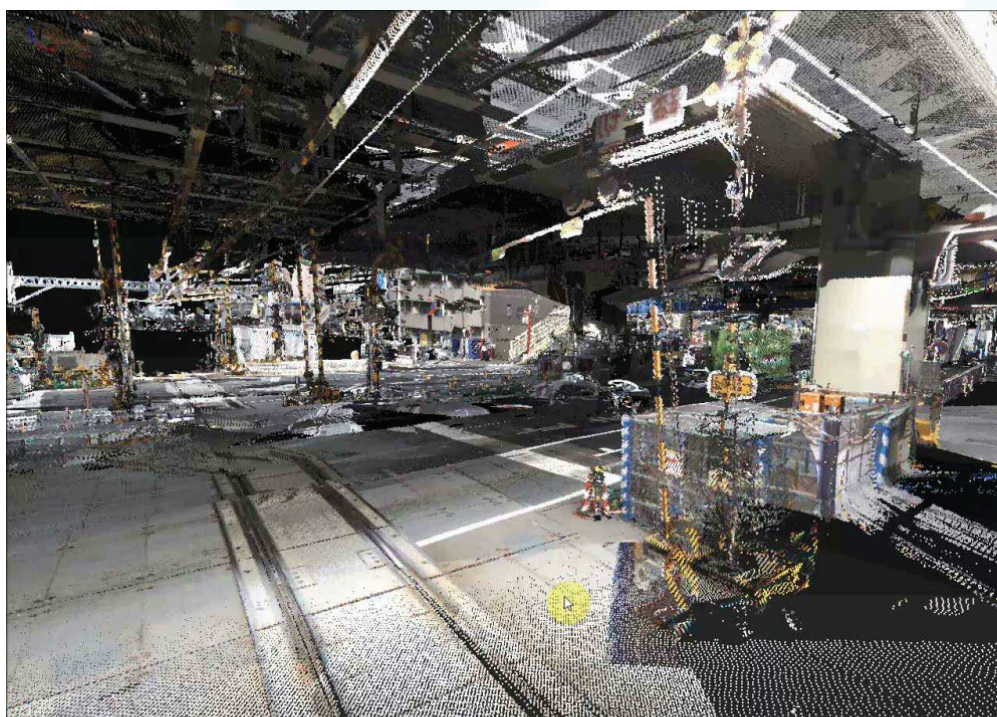


## 交通規制を行うことなく測量が可能

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

27

## 時間規制なく鉄道交差部の図面作成が可能



## 管理者の異なる構造物の位置関係を把握可能

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

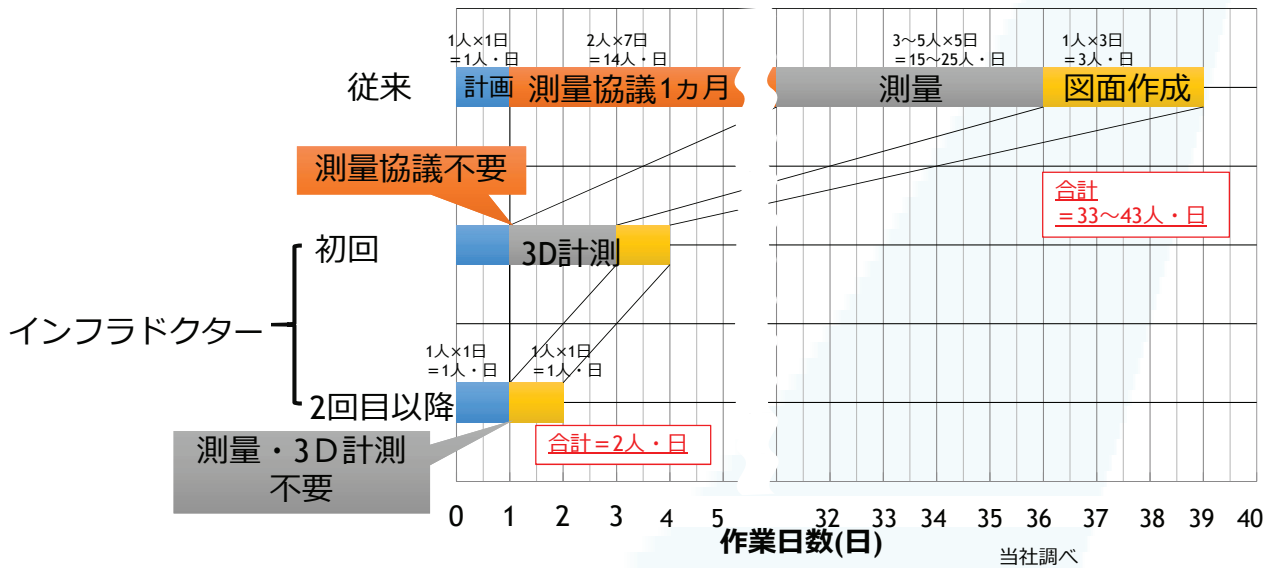
28



# 近接状況把握のリードタイム95%短縮

## 生産性：20倍程度向上

(33~43人日⇒2人日)



## InfraDoctor®活用シーン

- ✓維持管理業務
- ✓測量・図面作成業務
- ✓点検業務
- ✓補修補強設計業務
- ✓施工計画業務

## 現状：大規模な交差点部では接近点検が困難

近接が困難な箇所



**課題：大規模な交差点部等では交通規制が困難**

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

31

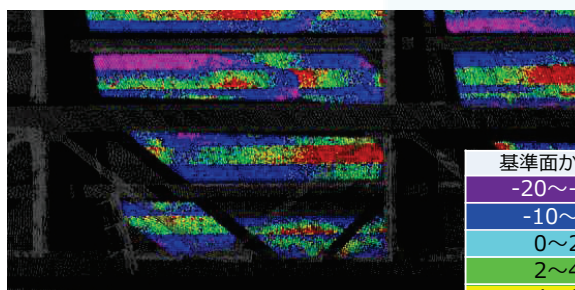
## 三次元点群データから変状を検出可能

**変状検出機能で床版下面状況を可視化**

R C床版下面状況



床版下面の凹凸の可視化



基準面からの変位

-20~-10mm

-10~0mm

0~2mm

2~4mm

4~6mm

6~20mm

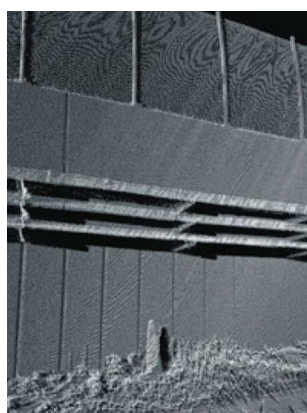
**近接が困難な箇所での点検を補完  
(1次スクリーニング)**

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

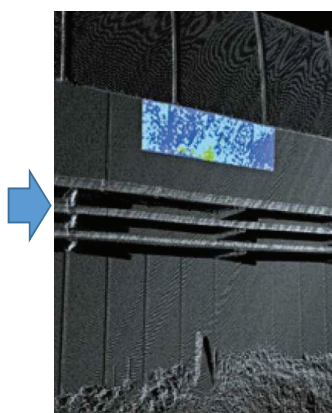
32

## 点群データから擁壁部の変状確認が可能

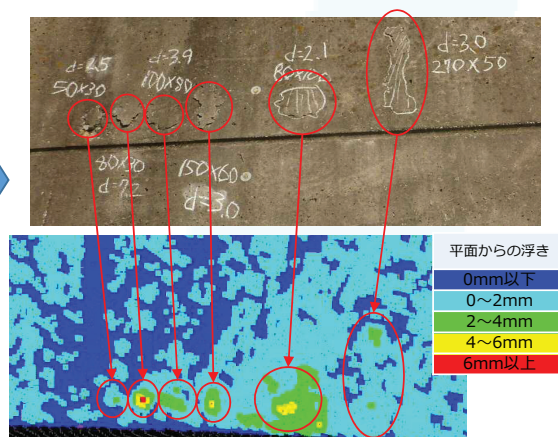
### 変状検出機能で擁壁表面の状況を可視化



3次元点群



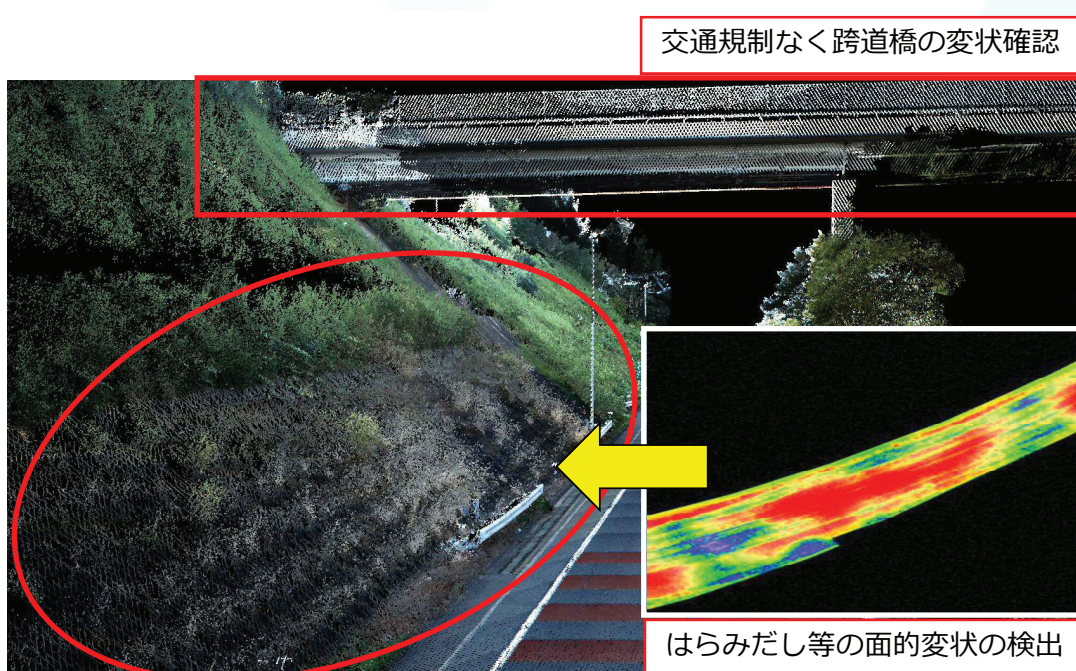
構造物の基準面を作成



変状検出した構造物の画像

### コンクリートの浮き・剥離損傷を検出

## 法面や跨道橋等の変状確認も可能



交通規制なく跨道橋の変状確認

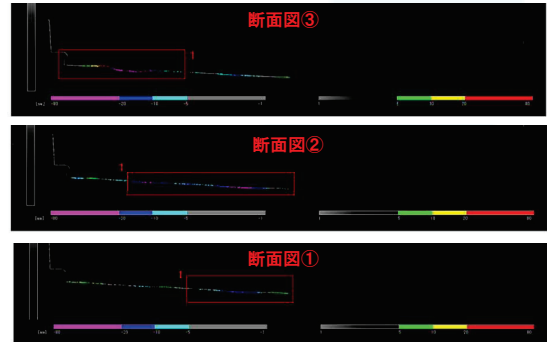
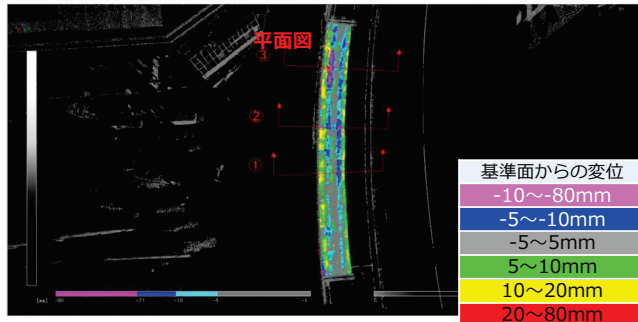
はらみだし等の面的変状の検出



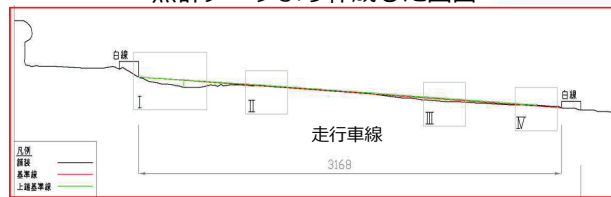
# 路面変状の検出が可能

## 首都高速道路 3号渋谷線

変状検出図(橋軸方向2.0mピッチで基準面作成)



点群データより作成した図面



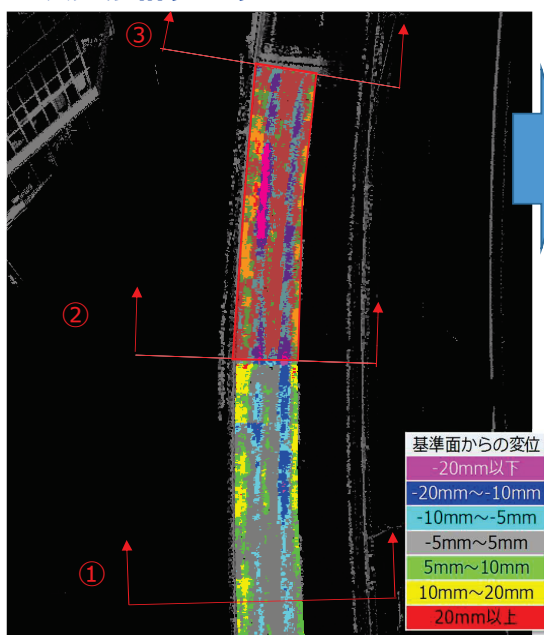
わだち掘れやポットホールなどの損傷を検出可能 + 画像データ  
⇒MCIの自動算出

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

35

# 舗装補修計画を作成

## 3次元点群データ



路面部の凹凸を可視化

打替必要面積算出

工事費用算出

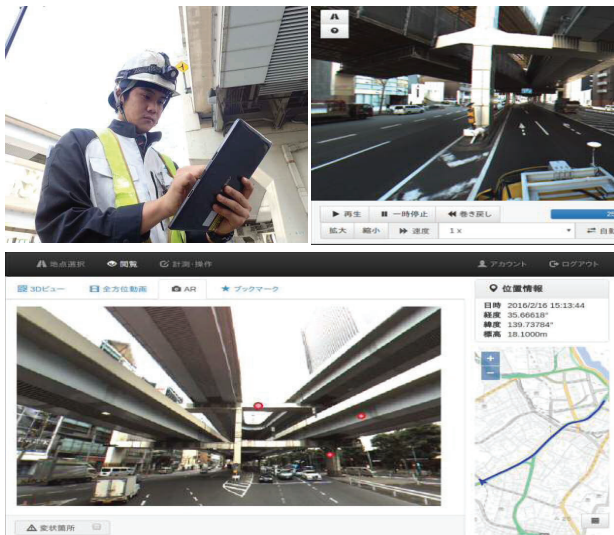
補修計画作成

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

36



# タブレットを活用した点検の効率化事例



## <サービスの提供方法>

サービスの提供方法はウェブ上で行います。

## <タブレットによる利用>

InfraDoctorはタブレットによる利用でいつでも・どこでも使用することが可能！

## <AR機能の利用>

また、点群とカメラ上の画像を重ね合わせたAR（拡張現実）機能により

- ・ 寸法計測可能
- ・ 損傷の点検履歴把握
- ・ 既存損傷位置や状況の把握

## 過去の点検・損傷履歴を現場で確認が可能

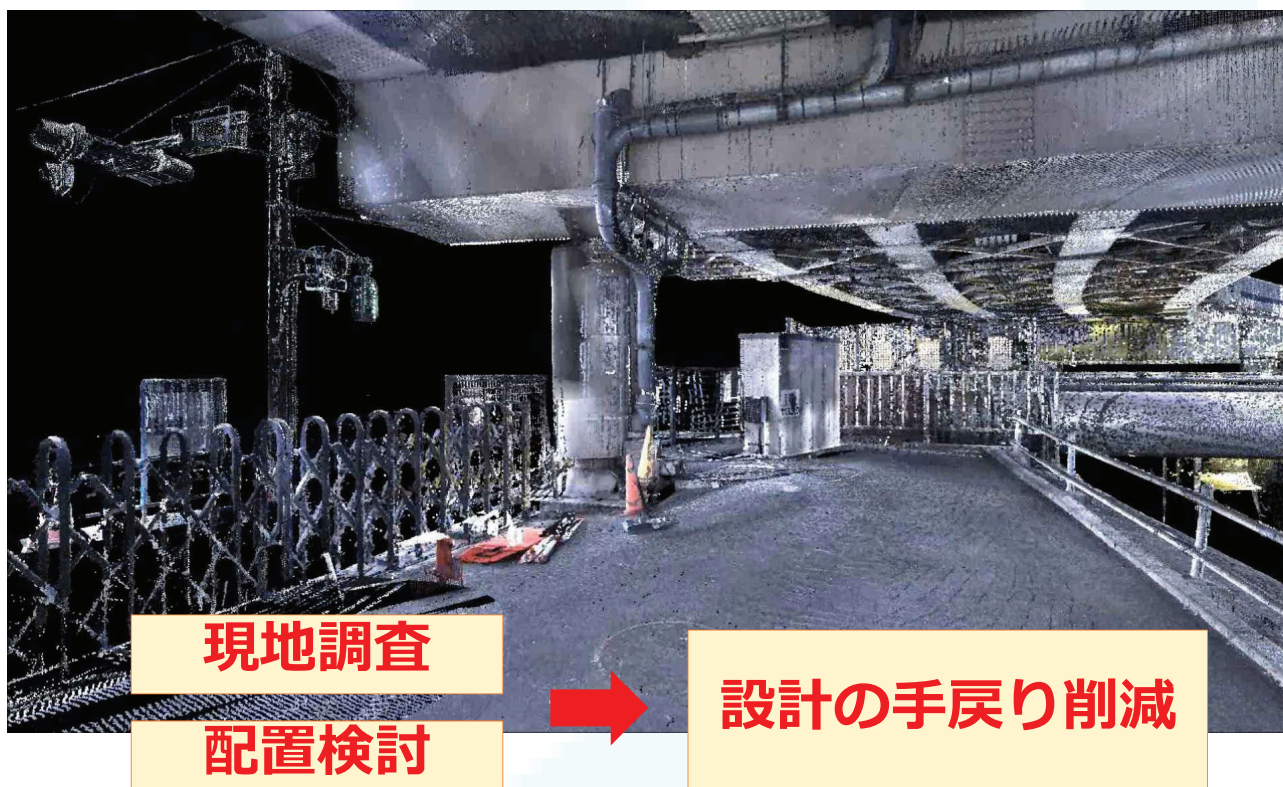


**点検・損傷履歴、損傷箇所を簡単に確認**

## InfraDoctor®活用シーン

- ✓維持管理業務
- ✓測量・図面作成業務
- ✓点検業務
- ✓補修補強設計業務
- ✓施工計画業務

## 3D-CAD と点群データによる部材配置確認





# InfraDoctor<sup>®</sup>活用シーン

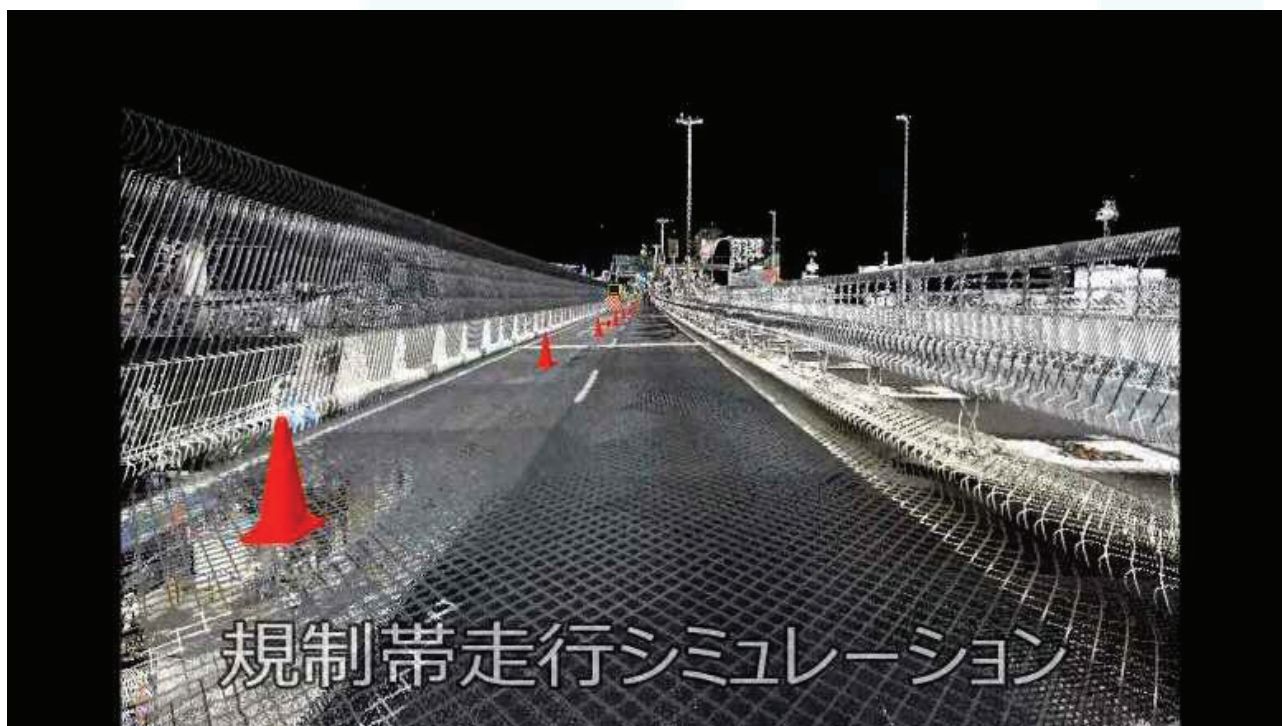
- ✓維持管理業務
- ✓測量・図面作成業務
- ✓点検業務
- ✓補修補強設計業務
- ✓**施工計画業務**

## シミュレーション（施工・点検車両の選定）



**現場での手戻りを「0」に！**

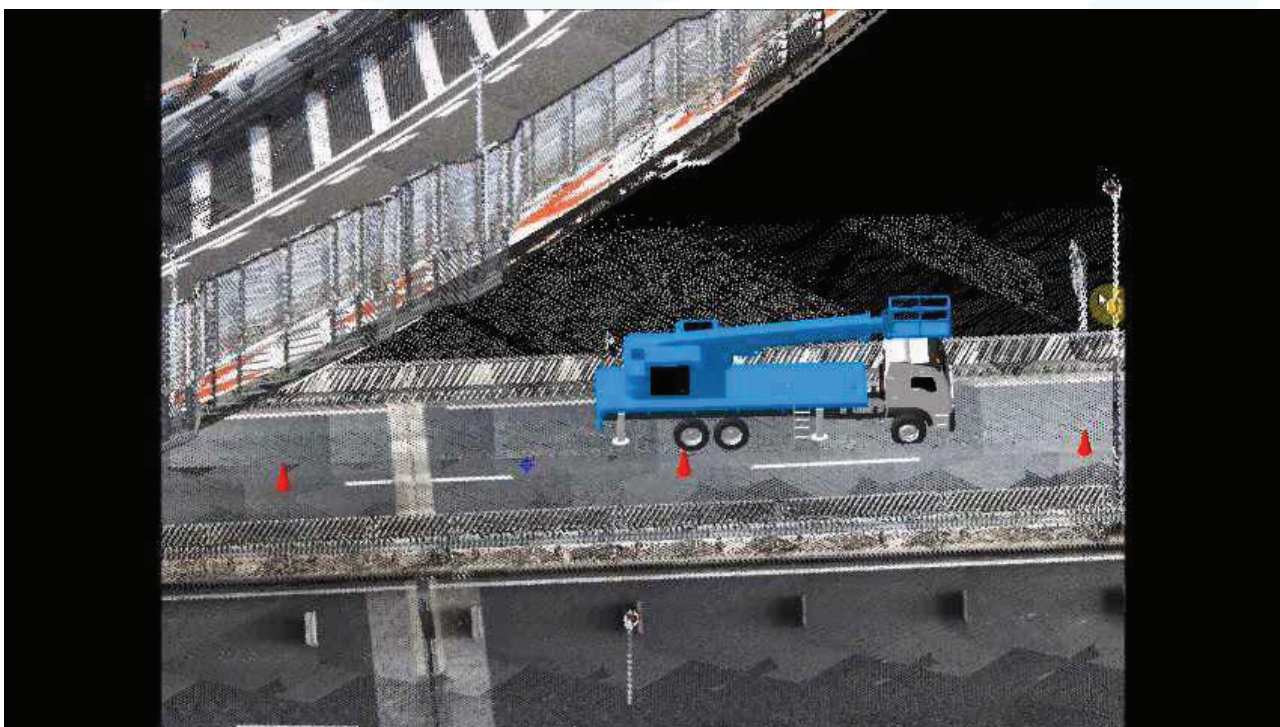
## シミュレーション（交通規制の安全確認）



© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

43

## 確認した規制図を簡単に作成



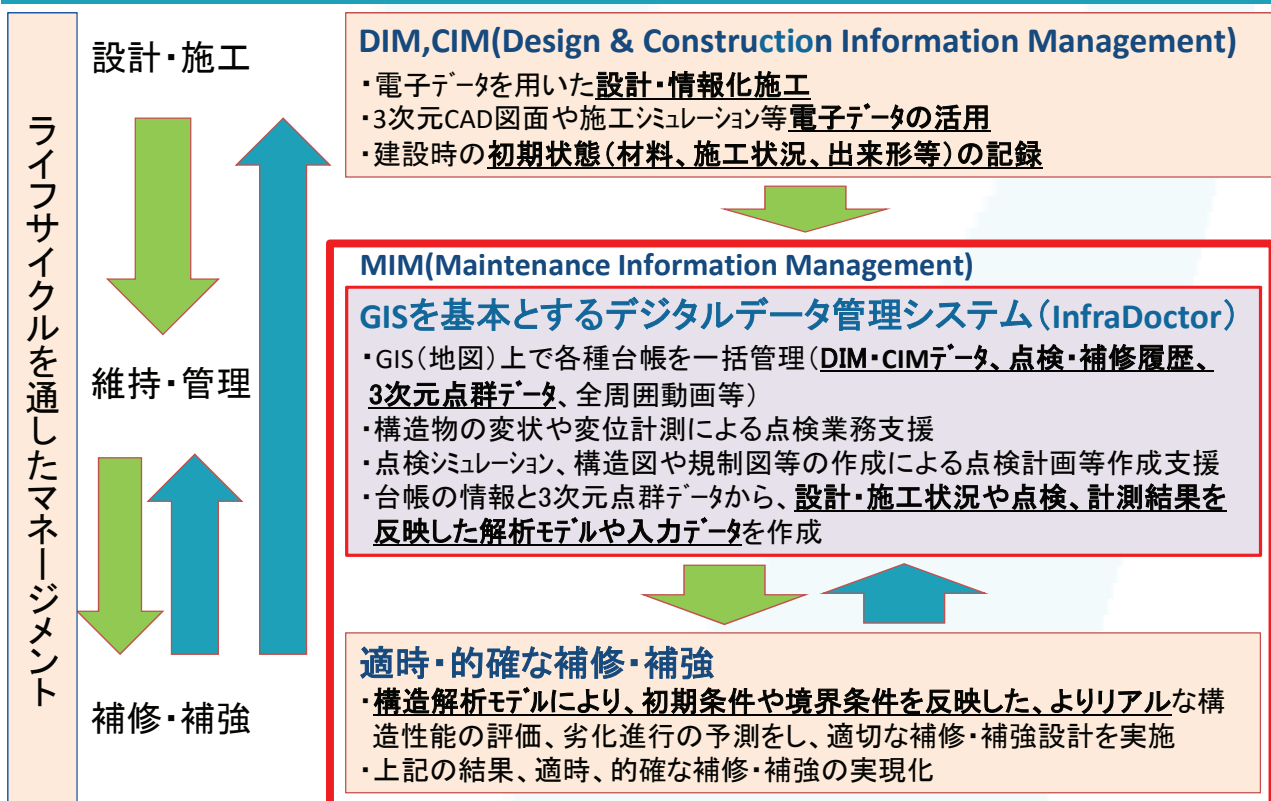
© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

44



# 首都高の新たな維持管理システム スマートインフラマネジメントシステム “*i*-DREAMs<sup>®</sup>の開発”

## スマートインフラマネジメントシステム（*i* - DREAMs<sup>®</sup>）



- 設計・施工段階(DIM, CIM)の初期データをGISをプラットフォームとするデジタルデータ管理システム(**InfraDoctor®**)に移行
- ICTおよびIoTを活用して、各種点検・管理データ等を統合(**Integration**)
- これらビックデータに対しAIを活用することにより、構造物の総合的な診断・評価が可能となるとともに、構造解析等を行うことにより、より高精度に構造物の性能評価、劣化診断、劣化予測を実現(予防保全、予測保全)

# *i*-DREAMs<sup>®</sup> (intelligence-Dynamic Revolution for Asset Management systems)の概要



# i-DREAMs<sup>®</sup>の主な技術

## 損傷推定AIエンジンを用いた先進的な維持管理

AIエンジンを用いて、点検データ、センシングデータや交通量等の環境条件データから構造物の劣化状況や進展性を推定し、補修時期や補修工法の決定を支援し、エンジニアが最終判断することで予測保全を実現を目指す

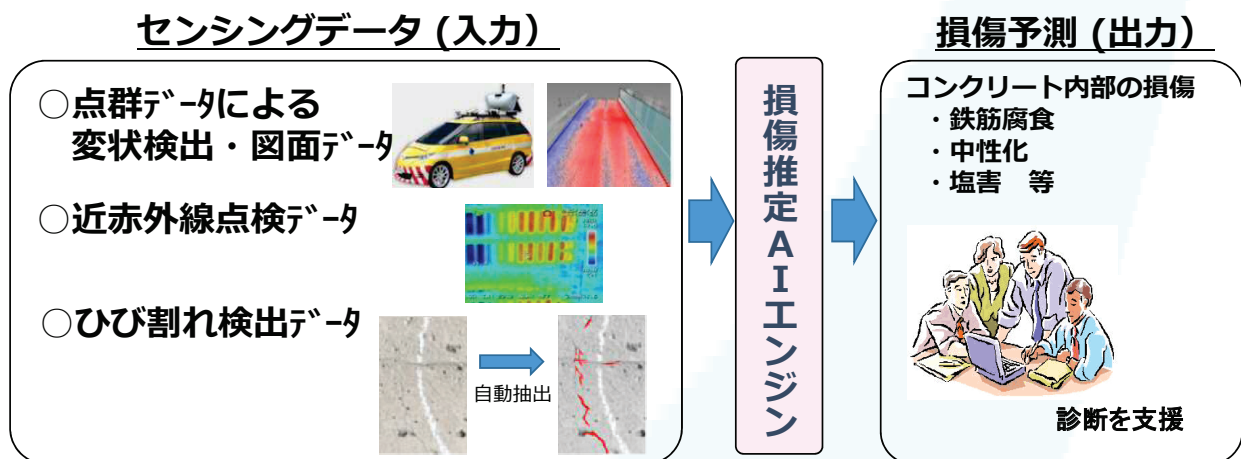


© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

49

## <事例>

コンクリート表面のセンシングデータから、内部の鉄筋腐食等を推定するAIエンジン



© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

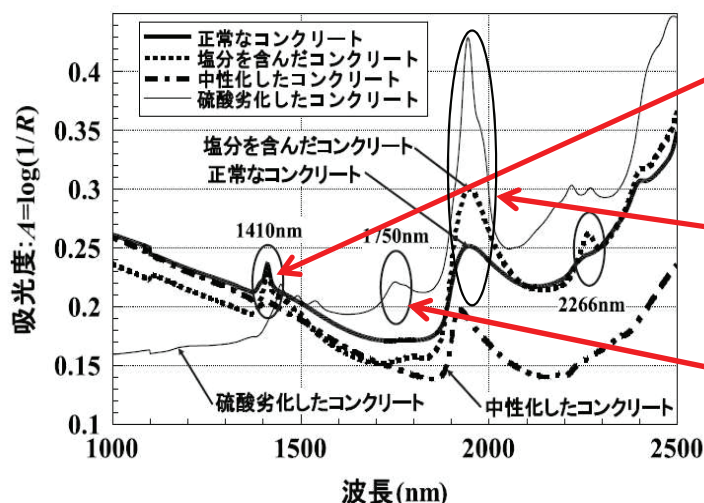
50



## 高感度近赤外分光を用いたインフラの遠隔診断技術

コンクリートが劣化すると、劣化因子により新たな成分が生成されたり、劣化物質により振動モードが変化する（高く/低くなる）ため、特定の波長に対して吸光度が変化する。

コンクリートの中性化、塩分浸透等による近赤外スペクトルの変化を以下に示す。



このピークの大きさから  
**中性化**の度合いが推測可能

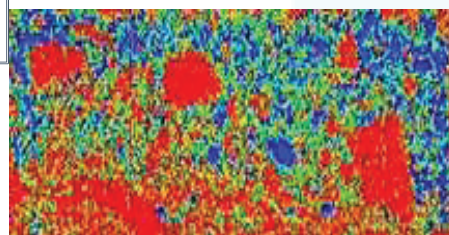
このピークの大きさから  
**塩分量**が推測可能

このピークの大きさから  
**硫酸劣化**の度合いが推測可能

出典：金田尚志、石川幸宏、魚本健人、生産研究58巻3号(2006)

## 現場適用のイメージ

例えば、塩分濃度が高いと暗く撮影される



コンクリート表面の状況を即時画像化し、劣化状況を判断  
(1次スクリーニング技術)

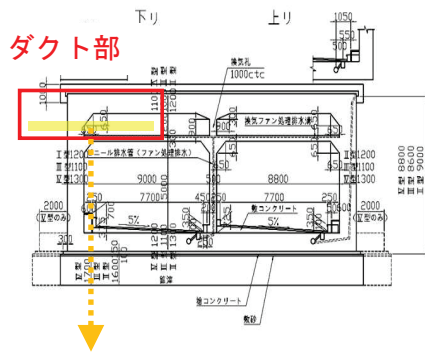
### 期待される効果

- 迅速かつ安価な点検
- 客観的かつ正確な劣化診断
- 遠望からの非破壊検査が可能
- ⇒ ・ 重点点検箇所の絞り込み
- ・ 劣化進行速度の把握



# 近赤外線分光の適用事例①

計測箇所：高速1号羽田線 羽田トンネル ダクト部



コンクリート表面（海水による侵食跡）

コア抜きによる計測（表面から20mmまでの実測値）

35	31	23	27	19	21	12	19	19	15	10	13	10	18	14
21	28	26	16	23	16	15	16	14	19	10	11	6	12	19
28	23	23	18	12	14	23	13	11	14	10	8	14	17	6
23	15	12	19	18	18	16	20	18	15	11	8	8	6	9
18	23	21	15	17	11	18	11	7	7	5	3	10	7	3
21	25	11	9	8	9	10	10	14	12	18	20	11	19	11

- ・コア抜き20mm実測値と相関性あり
- ・塩化物検出が困難な箇所において、硫化物が検出された。硫化物は表面を遮蔽しやすいため、検出を阻害している可能性有

近赤外分光による指標（表面）

34	30	20				8	5			15	23		19
27							7				18		
											13		
	16	19								3	3		18
	0												

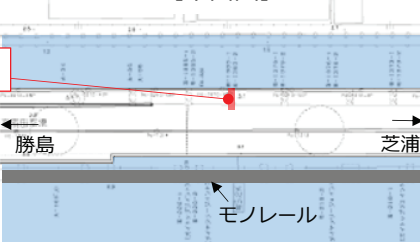
硫化物が検出されたため、表面が遮蔽されているかも

# 近赤外線分光の適用事例②

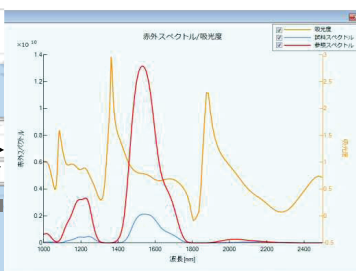
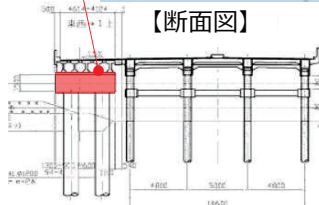
計測箇所：高速1号羽田線 東品川撤去橋脚部

【平面図】

撤去橋脚



【断面図】



凡例

★ 濃い ← 塩分濃度 → 薄い ●

- ・コンクリートから3m程度の距離で測定。
- ・海中より干満帯部分が濃い濃度という判定になっており、妥当な判定と推定される。

満潮位



# AI 打検システム機能概要

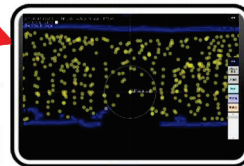
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

- ハンマの打音波形と打撃軌跡を同時計測
- AIがリアルタイムに解析し、異音を検知し点検員に通知
- 異常の度合いを示すコンター図をオンサイトで自動生成

## インフラ構造物の打音検査



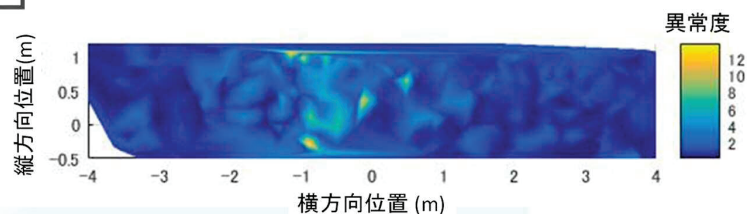
## 人工知能(AI)搭載タブレット端末



- ・ハンマの打撃位置をリアルタイム表示
- ・AIにより、リアルタイムで打音の異常を検知



## 異常度マップの自動生成



© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

55

# 特徴と適用対象

Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

## 特徴

- 熟練者でなくても点検漏れ（損傷見逃し、たたき残し）を防ぐ
- 市販の点検ハンマをそのまま使えるので、既存点検と高い親和性を実現
- 点検実績を見える化し、図面化の工数も削減

## 適用対象

- 構造物の種類：コンクリート構造物、補強部材（補強鋼板、炭素繊維シートなど）
- 点検箇所：平面構造物（下部構造（橋台、橋脚）、擁壁、トンネル壁面など）
- 「立ち馬」「はしご」を使って行うたたき点検作業をカバー

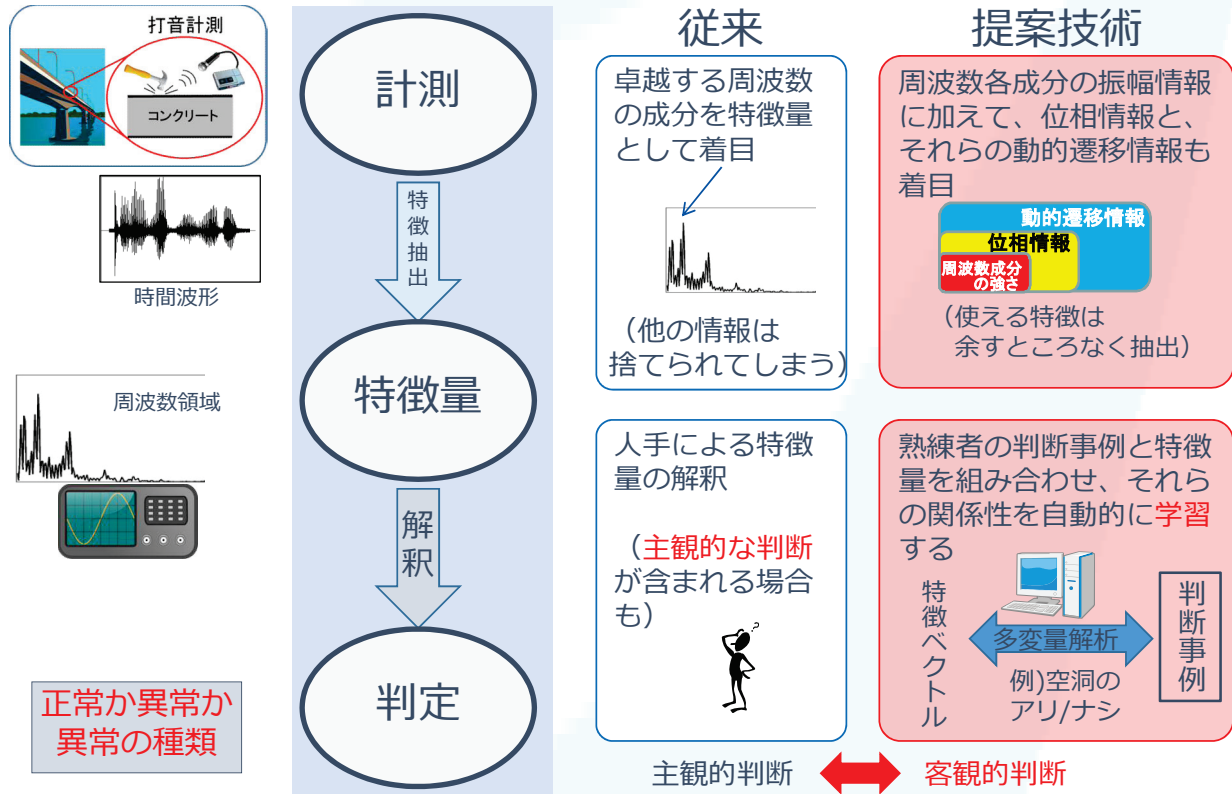
© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

56



# 人工知能による異音検知 ～機械学習に基づく打音解析～

Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program



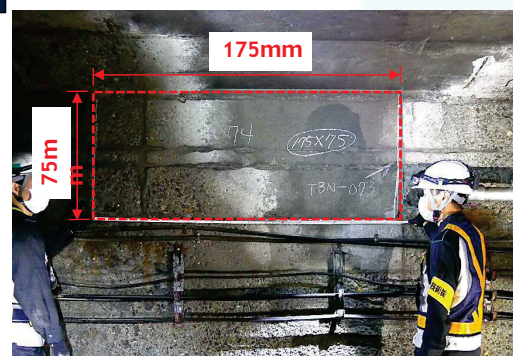
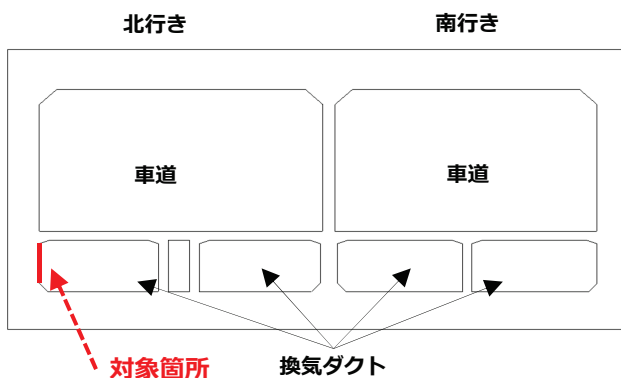
© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

57

## AI 打検システムによる検出事例

Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

### 八重洲トンネル換気ダクト



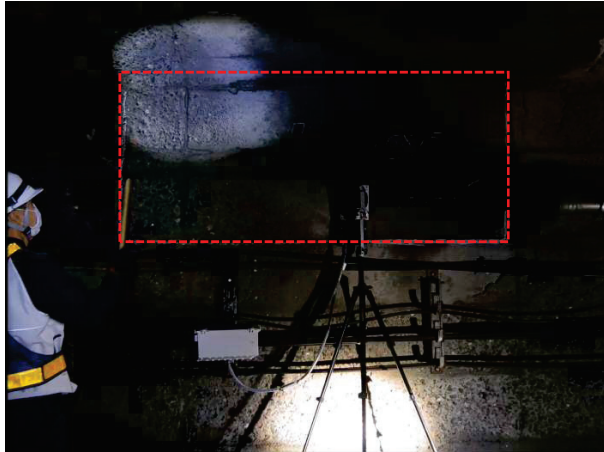
© Metropolitan Expressway Company Limited 2017


58

# AI 打検システムによる検出事例

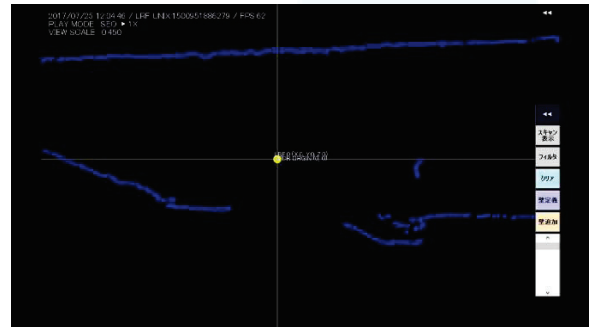
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program


## 点検員による打撃の様子



 : 実施範囲

## AI搭載タブレット端末画面



 : センサが捉えた打撃位置  
及びノイズ

※解析時は打音と一致している点のみ  
を抽出するためノイズは除外される。

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

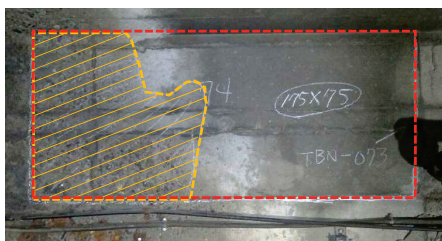
59


# AI 打検システムによる検出結果


Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

## 点検結果と解析結果の比較

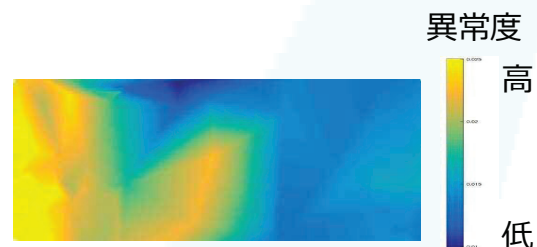
### 実施範囲と損傷範囲



 : 実施範囲

 : 浮き範囲

### 得られたコンター図



異常音検出マップ

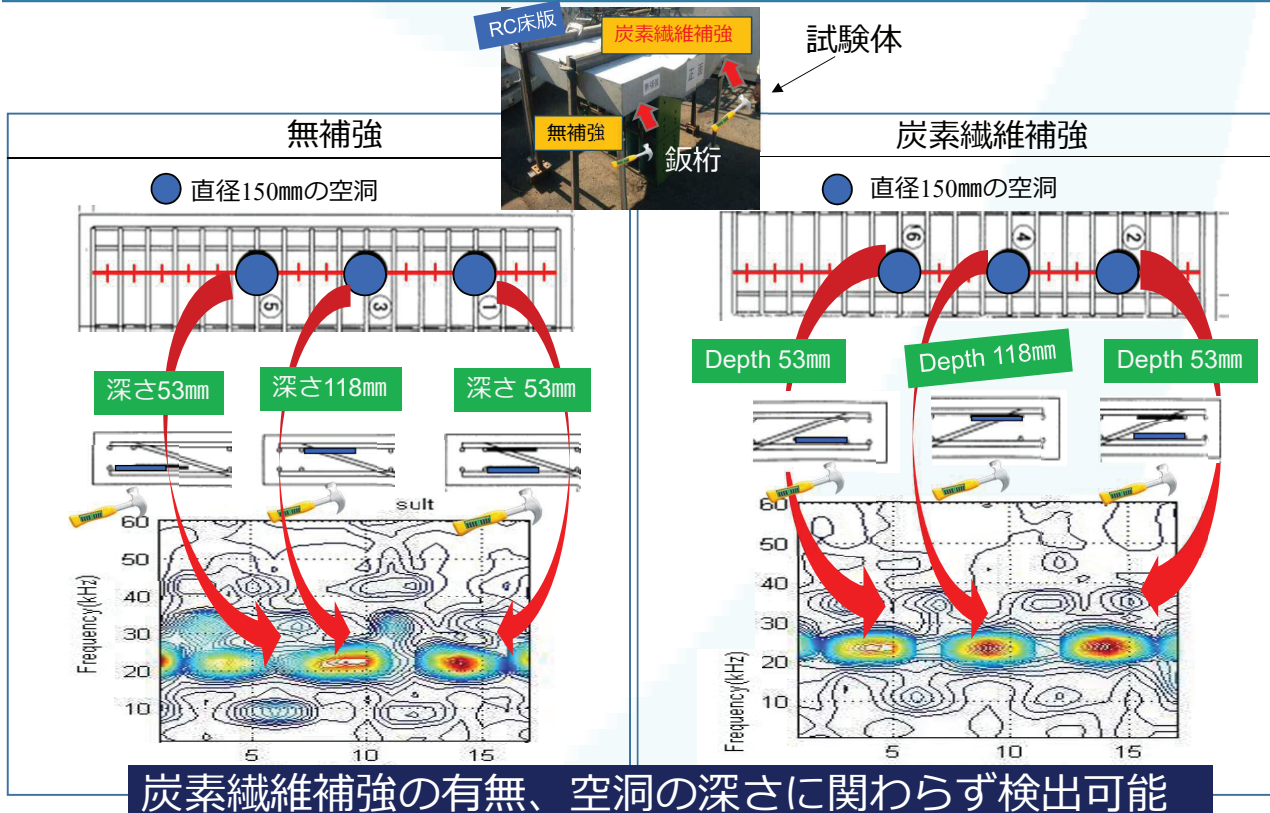
- 点検員による点検結果（チョーキング跡）と同様の結果が得られる。
- 現場においてリアルタイムで異常音検出マップの作成が可能である。

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

60

# AIを用いた打音検査実証実験

～試験結果～



© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

61

## ドローンによる点検の試行

- ・アクセスが困難な箇所の点検にドローンを導入し、効率的かつ確実な点検を実施
- ・大型地震時の道路啓開にドローンを活用  
→ 4G LTEネットワークを活用した実証実験に着手



床版点検用ドローン  
さいたま見沼地区で試行



道路啓開用ドローン

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

62



# インフラパトロール®の開発

## 【これまでの巡回点検】（2～3回/週）

- ・路上巡回8コース、点検車両6台で対応
- ・車上目視は点検技術者と運転手各1名ずつ
- ・手持ちデジタルカメラを所用

## 【点検における課題】

- ・見落とし、撮り逃し、撮り直し
- ・画像のブレ、不鮮明
- ・無線による伝達ミス



車載カメラ



- ・1つのカメラが60°の画角を撮影し、3つで180°の範囲を撮影

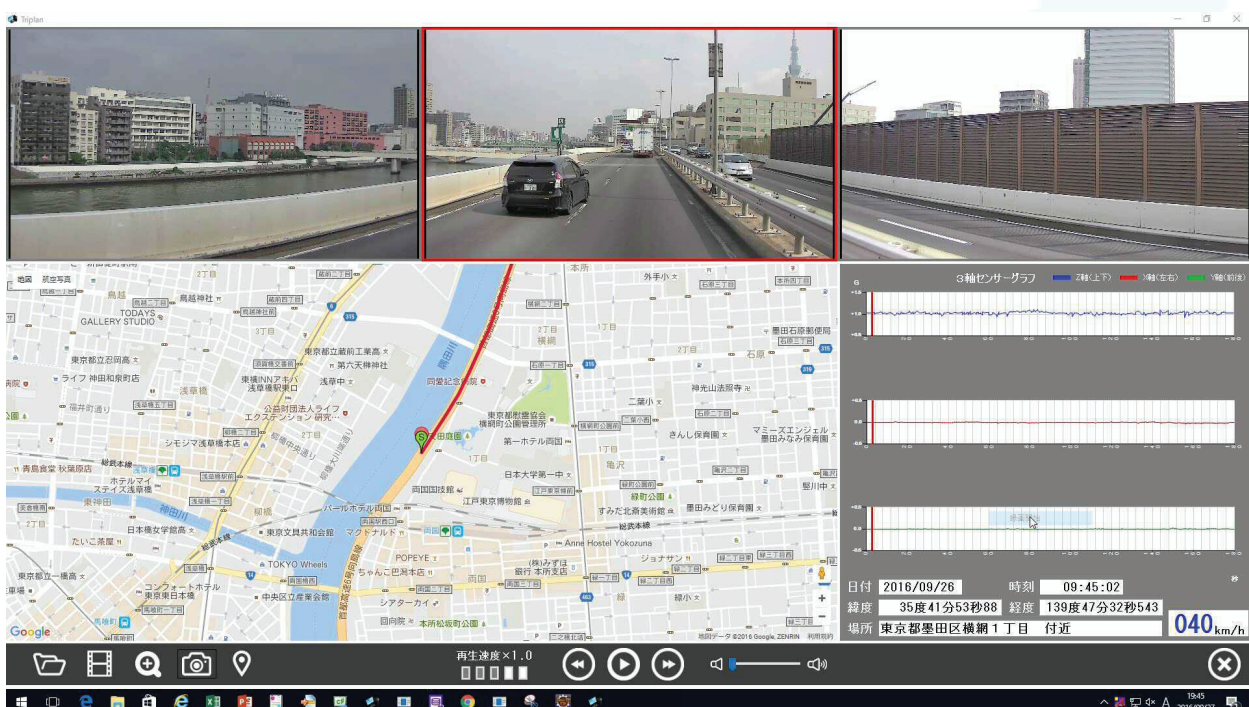
◆常時録画、高精細画像、映像共有（クラウド）を活用して課題を解消するインフラパトロールを開発

## 【主な効果】

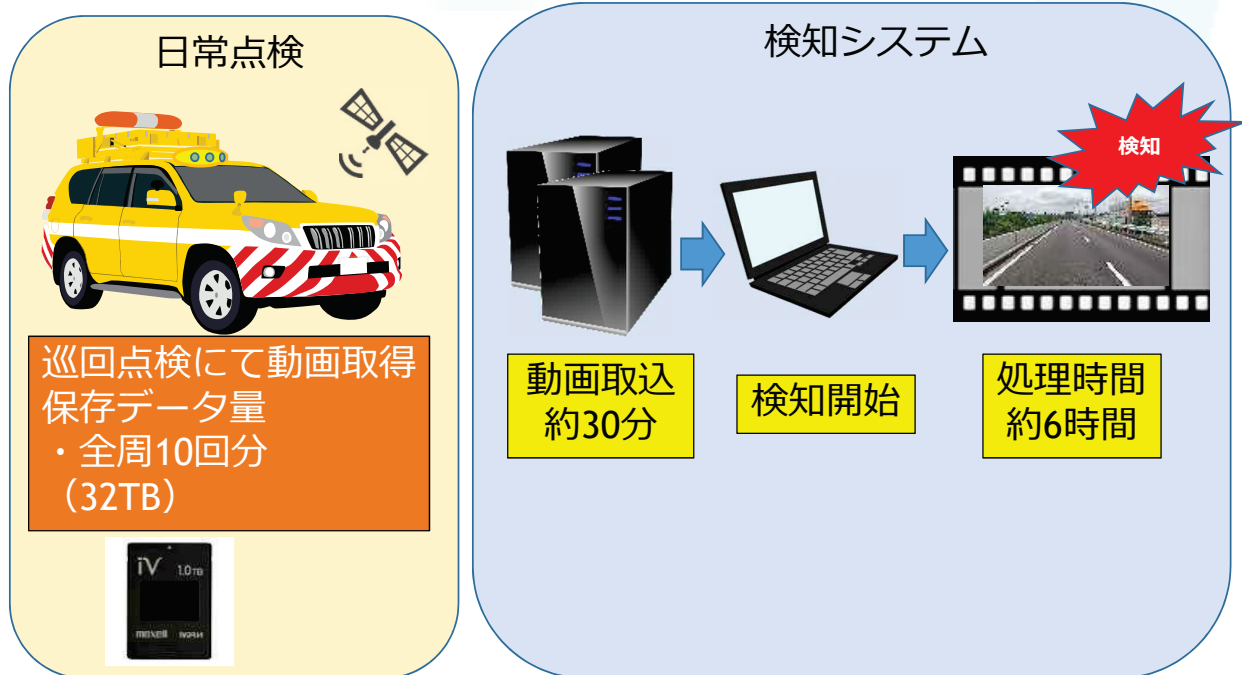
- ・位置などのメモをとる必要がなく、点検員が損傷発見に集中 ⇒ 点検精度が向上
- ・見逃しや路線の再走行が不要となり、撮り直しを削減 ⇒ 点検の効率化
- ・緊急事象などの映像を共有でき、事前に現場を確認 ⇒ 補修の効率化
- ・損傷自動検知により、車上目視では発見が困難だった損傷を発見 ⇒ 安全性の向上

# 取得画像

◆車両にGPSおよび加速度センサーを搭載し、位置情報および車両の揺れを把握



# 検知システム概要



## サンプリングモアレ法に基づく画像計測技術



### 1. モアレの原理

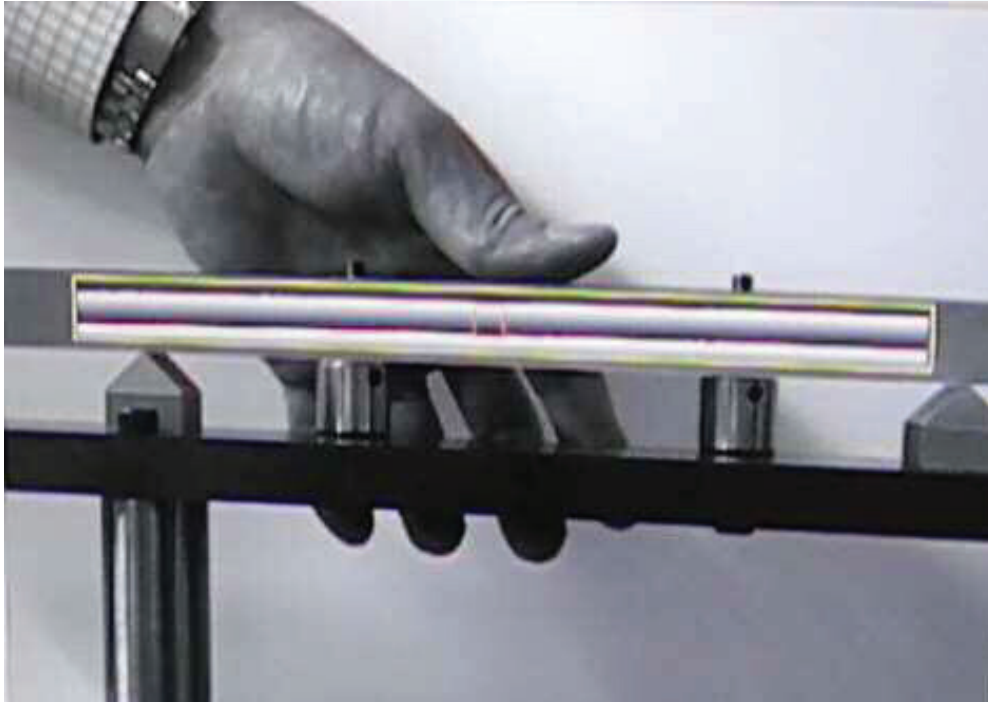
ピッチ間隔が近い二つの周期的な模様を重ねると、右図のように干渉模様が現れる。片方を移動、回転させると模様が大きく変化する。この模様変化が「モアレ縞」と呼ばれ、数学的には位相変化と呼ばれている。この原理を利用することで、**構造物のわずかな変位を大きな位相変化として計測することが可能**である。



### 2. 計測方法

一つの周期模様を**構造物にターゲットとして添架**し、デジタルカメラを用いて撮影した画像を処理してモアレ縞を生成し、モアレ縞の位相変化から変位を計測する。

# サンプリングモアレ法に基づく画像計測技術



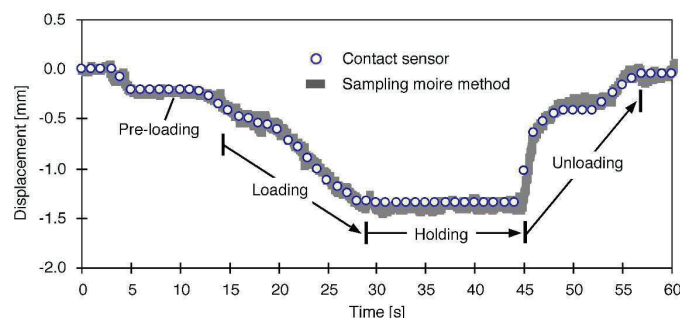
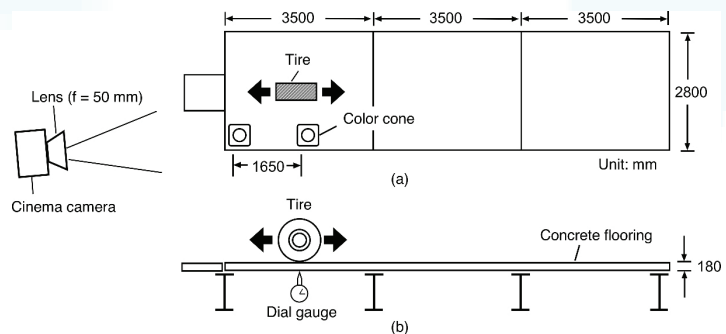
構造物のわずかな変位を大きな位相変化として計測可能

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

67

# サンプリングモアレ法に基づく画像計測技術

## 3. 輪荷重走行試験



サンプリングモアレ法と接触式変位計の結果がよく一致していることを確認  
ただし、シネマカメラは床版と離れたグランド(不動点)に設置している。

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

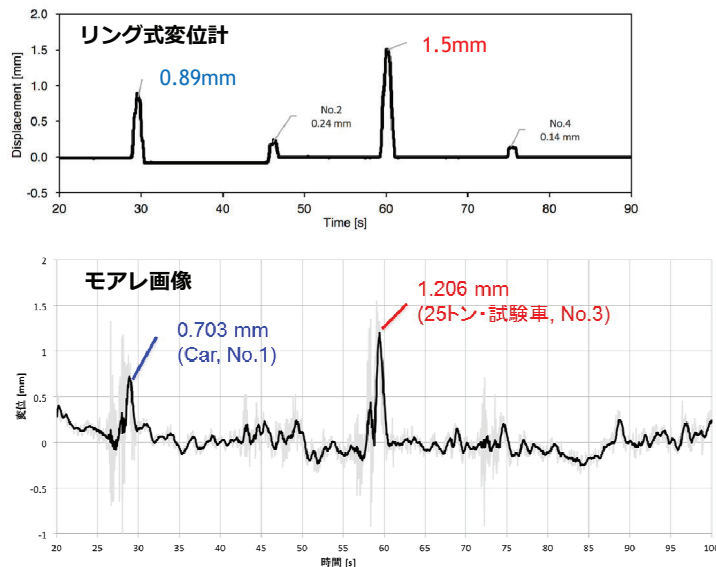
68



# サンプリングモアレ法に基づく画像計測技術

## 4. 現場試験（3号渋谷線用賀料金所付近）

検査車両（25トン）を高速道路に通行させたときに、画像計測（サンプリングモアレ法）から橋梁のたわみ量を十分に評価することが可能



25トン車（NO.3）の走行試験では、リング式変位計は1.5 mm、モアレ画像は1.21 mmのたわみ量

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

69

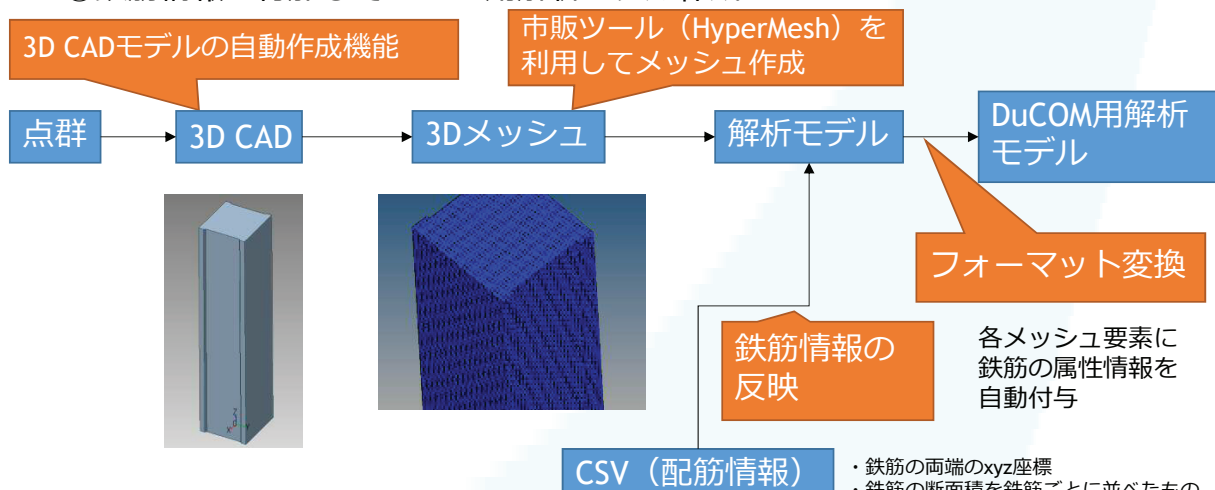
## 劣化予測解析技術の適用

DuCOM / COM3との連携検討

（東京大学：前川教授、石田教授との共同研究）

- 3Dの設計データ（3D CAD）から直接解析モデルを作成する仕組みを構築し、コンクリートの劣化予測への適用性を検討中

- ①点群から3Dメッシュ作成
- ②解析モデル作成
- ③鉄筋情報を付加してDuCOM用解析モデル作成



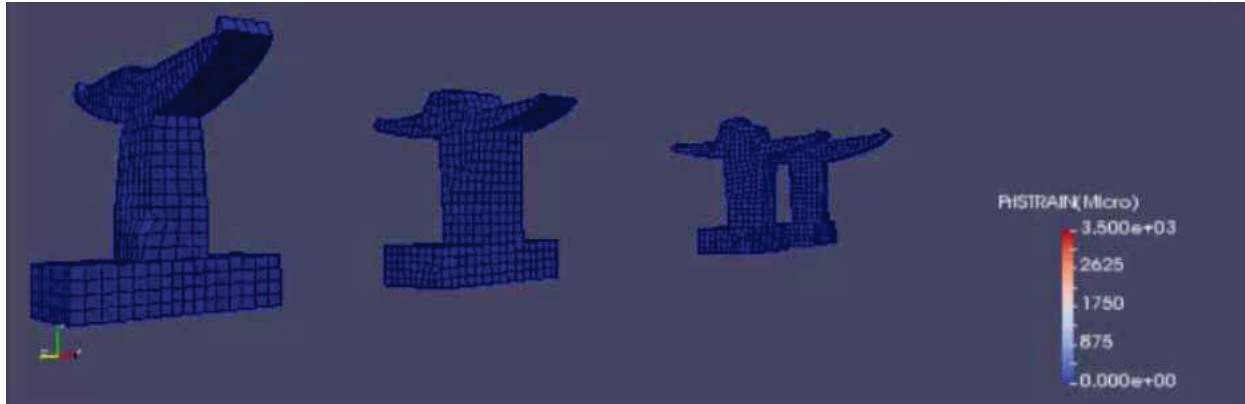
© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

70

# 劣化予測解析技術

## DuCOM / COM3との連携検討

- ・ 作成したDuCOM/COM3用解析モデルを用いて、解析計算が実行できることを確認



- 点群データからInfraDoctorを用いて作成した3D CADデータと、別途定義した鉄筋情報を組み合わせ、シームレスに解析データを作成するシステムを開発
- 今後、解析精度の検証を実施
- コンクリート構造物の劣化診断、劣化予測を実施
- 適時・的確な補修・補強計画の策定に活用

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

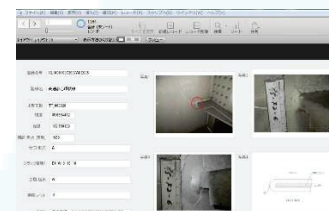
71

## 新技術の開発（東京都市大学との共同研究）

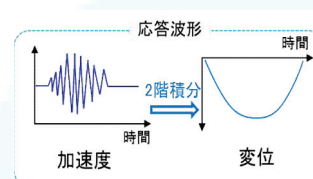
研究テーマ：首都高における点検・診断技術の開発・高度化  
研究目的：的確な点検と診断を行うための技術開発  
実施期間：平成26年4月～平成29年3月（3ヶ年）  
構成員：東京都市大学、首都高速道路(株)、首都高技術(株)、  
(一財)首都高速道路技術センター

### ＜研究成果例＞

- 損傷・補修事例のデータベース作成
- 衝撃弾性波法を応用したP Cグラウト充填不足検知技術の開発  
(マルチチャンネル衝撃弾性波測定装置による空洞位置の特定)
- 加速度センサにより得られた加速度データに基づく変位算出手法の実用化
- 桁変位を利用したWIMシステムの開発  
(動的車両計測)



データベース



動的車重計測(WIM)

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

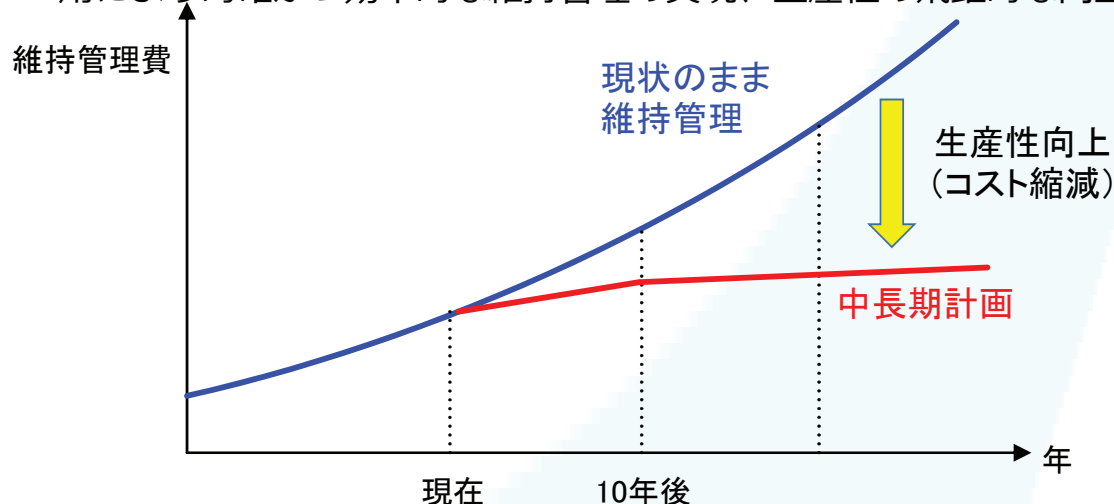
72

# 維持管理コストの見通しと生産性向上のイメージ

- ・ 構造物の高齢化により損傷数が増加、現状のままの維持管理を継続した場合、膨大な維持管理費が必要
- ・ 加えて、人口の減少にともない技術者や作業員等の人材不足が懸念



増大する維持管理を限られた経営資源（人・予算・もの・情報・時間）で実施するためには、新たな維持管理システム（*i*-DREAMs）の開発、活用により的確かつ効率的な維持管理の実現、生産性の飛躍的な向上が期待



© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

73

## *i*-DREAMs®の進捗状況

- GISプラットフォームおよび維持管理データについては、平成28年10月から首都高およびグループ会社において試験運用を開始し、平成29年7月から本格運用予定
- 3次元点群データは240km計測完了。平成29年8月までに全線計測完了予定
- 新技術、その他維持管理データは順次運用開始予定
- CIMは東品川栈橋、鯨洲埋立部大規模更新工事において試行運用中
- 自動運転用基盤地図への3次元点群データの活用

	平成28年度	平成29年度	平成30年度	平成31年度
GISプラットフォーム および維持管理データ (構造諸元、点検・補修、維持管理支援)	試験運用	7月 本格運用		
新技術 (ロボットによる点検、新打音検査、デジタル画像解析、モニタリング)			順次本格運用	
その他維持管理データ (周辺情報、事故防災データ、交通管理データ)			順次本格運用	
東品川栈橋、鯨洲埋立部大規模更新工事におけるCIMの適用	試験運用		本格運用	
自動運転用基盤地図への3次元点群データの活用		プロトタイプ作成	基盤地図作成	

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

74



## 首都高における維持管理用三次元点群データのさらなる活用 ～ 自動運転支援システム用の地図基盤データを開発する会社と連携 ～

首都高速道路の維持管理に活用する高精度3次元点群データと自動運転支援システムに活用されるダイナミックマップ基盤企画株式会社（DMP）の高精度3次元地図基盤データとの相互利用と活用範囲の拡大に向けて連携を開始

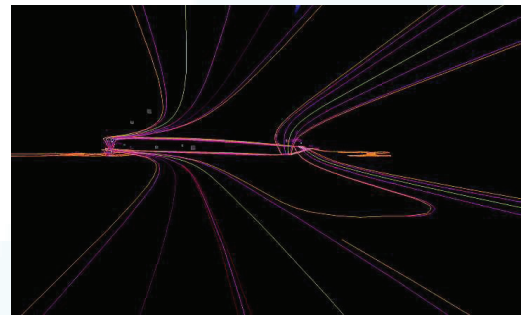
これにより、首都高速道路の新設・更新情報等を正確かつ早期に高精度3次元地図基盤データに反映させることが可能となり、交通事故削減他に向けて普及加速が見込まれる自動運転支援システムの信頼性向上を期待

また、衛星測位技術を活用したMMS（Mobile Mapping System）では、データ取得が難しい首都高速道路下の一般道路データも、当社が保有する橋脚などの維持管理データなどを活用し自動運転支援システム普及・拡大に向け更に連携範囲を拡大

【 MMSによる 首都高速道路の維持管理用3次元点群データ例と自動運転用ベクトルデータ例 】



維持管理用 3 次元点群データ



自動運転用ベクトルデータ例  
(提供：DMP)

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

75

## 第1回インフラメンテナンス大賞の受賞について

GIS(地理情報システム)と三次元点群データを活用した道路・構造物の維持管理支援システム、「InfraDoctor<sup>®</sup> (インフラドクター)」が社会資本のメンテナンスに係る優れた取組を表彰するために創設された「インフラメンテナンス大賞」を高速道路会社で唯一受賞した。

### [1]受賞概要

- ・主 催 者：国土交通省、総務省など6省
- ・受 賞 名：情報通信技術の優れた活用に関する総務大臣賞
- ・応募部門：技術開発部門
- ・案 件 名：GISと三次元点群データを活用した道路・構造物維持管理支援システムの開発
- ・表 彰 式：平成29年7月24日(月)



### [2]案件の概要

道路・構造物の維持管理には膨大な手間とコストが必要で、今後インフラの老朽化の進行とともにますます効率的な維持管理手法が求められている。さらに、生産年齢人口の減少に伴い、維持管理を担う技術者の不足も懸念されている。

このため、道路などの構造物の維持管理の大幅な業務効率の向上、精度の向上及びコスト削減を目的として、GIS(地理情報システム)と三次元点群データを活用した新しい道路・構造物維持管理システム(InfraDoctor<sup>®</sup>:インフラドクター)の開発を行った。

© Metropolitan Expressway Company Limited 2017

76



## カンブリア紀の爆発（ビックバン） 進化史における画期的大事件

東京大学 松尾豊特任准教授：人工知能のトップ研究者

産業技術総合研究所人工知能研究センターシンポジウム（2017.3.28）

5億4300万年前：

- 現存する生物の原形が出そろった時期
- 主要な動物のグループの全てが硬い殻を進化させた
- 「眼」を持った三葉虫の出現
- 最初の「眼」が誕生、生物は眼を獲得
- 捕食方法進化、捕食者から回避



アンドリュー・パーカー著

# 「眼」の誕生前の高感知システムの映像

先カンブリア時代の環境にいた生物のスナップショット

# 「眼」の誕生以降の映像

先カンブリア時代の光景に視覚が加わると

⇒ 「見えない」状態から「見える」状態への一足飛びの飛躍

⇒ 動物の行動にとって途方もなく大きな一歩



# ディープラーニングの進展による産業の可能性 「眼」を持った機械の誕生

東京大学 松尾豊特任准教授

産業技術総合研究所人工知能研究センターシンポジウム（2017.3.28）

- 近年、画像処理技術が飛躍的に向上
- 画像処理技術をAI（ディープラーニング）と組み合わせることで、機械が「眼」を持つようになる
- 従来、機械の精度向上は、「眼」を持たない中で工夫を続けることで実現してきた
- ディープラーニングの進化は、AIを実装した機械が「眼」を持ったこと
- 「眼」をもつことで機械ではできなかった作業の自動化が可能となる、例えば農業、**建設**、医療、ect.
- AIの進化は、「カンブリア紀の爆発」並みの大きなインパクトを様々な分野に及ぼす

## 現代のカンブリア紀の爆発

視覚を得るには、眼、神経系と脳が必要

• 眼は、光を利用して物体を識別するための映像を形成する能力を有する器官

• 視覚情報が電気信号として眼から脳に伝達

• 脳で像が結ばれ認識

• 様々な眼（センサー、レーザー、レーダー、電磁波、弾性波、（近・遠）赤外線、音響等）からの情報取得

• 神経系（情報伝達）：情報通信技術（Wi-Fi, 5G）, IoT

• AI（人工知能：機械学習、ディープラーニング）  
• 技術者（頭脳, 知恵, 知力）

i-DREAMs®

# 今後の展望

## ～未来型維持管理に向けて～

- 異分野技術の融合、産学官の連携、オープンイノベーションにより新たな点検、センシング技術の開発、「眼」が誕生
- 加えて、画像処理技術、分析・解析技術の深化により複眼的視覚野が開発
- これら複眼から得られる情報（ビックデータ）をIoT（神経系）を活用しプラットフォーム（InfraDoctor）に統合
- ビックデータをAI（人工知能）により処理し、課題の「見える化」、「1次スクリーニング」を実施し、技術者の「頭脳、知恵、知力」による最終判断がより深化
- すなわち、カンブリア紀の爆発同様に、新たな「複眼」の誕生、神経系（IoT）や脳の高度化（AI、技術者）システム（i-DREAMs）により、革新的インフラマネジメントが実現
- この結果、インフラマネジメントにおける異次元の高度化、生産性の向上、省力化、効率化が達成され、持続可能な社会の実現が期待

ご清聴ありがとうございました

