

(一社) 日本鋼構造協会・(一社) 日本鉄鋼協会 交流企画連絡会

第 20 回 鉄鋼材料と鋼構造に関するシンポジウム

「鋼構造物のセンシング技術と劣化診断の現状と展望」

令和 7 年 1 1 月 1 4 日

(一社) 日本鋼構造協会・(一社) 日本鉄鋼協会
交流企画連絡会

はじめに

平成8年に（一社）日本鉄鋼協会からの呼びかけにより、（一社）日本鉄鋼協会と（一社）日本鋼構造協会に交流企画委員会が設置されました。その目的は、鋼構造物の製作・製造側と鋼材供給側間でニーズ、シーズ等に関する情報を交換し、学術・技術の場を提供することです。具体的な活動として平成10年から以下の「鉄鋼材料と鋼構造に関するシンポジウム」を開催してまいりました。近年は、より高度で時宜を得た内容とするために、両協会内の成果をお互いに発表し、交流を図ることとしてきました。

今回は第20回を迎え、日本鋼構造協会主催の鋼構造シンポジウム2025において、「鋼構造物のセンシング技術と劣化診断の現状と展望」をテーマとしたシンポジウムを開催することとしました。

橋梁や上下水道のインフラ施設や高度経済成長期の建築物などについて老朽化が顕在化し始めている昨今、センシングや劣化診断はさらに重要性を増しています。本シンポジウムではこれらの最先端技術の現状や活用状況等についてスポットを当て、今後の展望を探ります。

各講師の講演、さらにその後のパネルディスカッションや討議を通して、理解を深め、ともに将来を考える機会としていただければ幸いです。

日本鋼構造協会・日本鉄鋼協会交流企画連絡会 主査 白旗 弘実

<これまでの経緯>

- ①平成 10 年 11 月 「鋼構造用高張力鋼 (780N/mm² 級) の製造・利用技術の現状と展望」
- ②平成 11 年 3 月 「耐震、耐火性に優れた形鋼・鋼管の製造・利用技術の現状と展望」
- ③平成 12 年 10 月 「高性能鋼の橋梁への利用」
- ④平成 13 年 11 月 「溶接を超えるボルト接合—その課題と期待—」
- ⑤平成 14 年 11 月 「鋼構造の耐久性および長寿命化」
- ⑥平成 15 年 11 月 「鋼構造を支える溶接技術の現状と展望」
- ⑦平成 17 年 3 月 「エココン・スチールストラクチャの創出
—鋼構造における環境問題への取り組み—」
- ⑧平成 18 年 11 月 「構造用鋼材—その変遷と将来への技術展望」
- ⑨平成 20 年 3 月 「革新的構造材料を用いた新構造システム建築
—革新的構造材料による震度 7 弾性構造体—」
- ⑩平成 21 年 11 月 「新機能鋼材の創出とその利用技術
—橋梁、水圧鉄管、造船にみる最新の動向—」
- ⑪平成 24 年 3 月 「鋼構造物における長寿命化・延命化技術の現状と展望」
- ⑫平成 25 年 11 月 「新ランドマーク、“東京スカイツリー”、“東京ゲートブリッ
ジ”に見る最近の鋼構造が要求する新たな材料性能とは」
- ⑬平成 26 年 3 月 「高力ボルト接合技術の現状と展望」
- ⑭平成 27 年 11 月 「鋼材とその利用技術のあゆみ」
- ⑮平成 29 年 3 月 「高強度化で広がる鋼構造の新しい世界
—建築と橋梁の適用可能性と課題—」
- ⑯平成 30 年 11 月 「鋼構造による社会インフラの強靱化・長寿命化の技術展望」
- ⑰令和 3 年 3 月 「大型競技場にみる新しい建築技術
—新ハイブリッド・大空間建築物の構造、工法と耐震—」
- ⑱令和 4 年 11 月 「摩擦(攪拌)接合技術とインフラ構造物への適用の可能性」
- ⑲令和 6 年 3 月 「建築・土木分野で急速に広がる BIM/CIM
—BIM/CIM は鉄鋼材料に何をもたらすのか?—」

「鋼構造物のセンシング技術と劣化診断の現状と展望」

日時：2025年11月14日(金)12:45～15:15

場所：東京ファッショントアウンビル9階 904会議室

No.	所要時間	時間	担当協会	氏名	所属	講演テーマ	講演概要
0	12:45～12:50	5分	JSSC	白旗 弘実	東京都市大学(JSSC学術交流小委員会委員長)	挨拶	
1	12:50～13:35	45分	ISIJ	片山 英樹	国立研究開発法人 物質・材料研究機構 構造材料研究センター 材料評価分野長	インフラ長寿命化を支える鋼構造物の劣化診断技術	近年、インフラ構造物の維持管理は、事後保全型から予防保全型への転換が求められており、その実現には、腐食の進行状況を簡便かつ定量的に把握できる診断技術が不可欠である。本講演では、従来から取り組んでいる腐食モニタリング技術に加え、ハイパースペクトルカメラを活用した新たな腐食劣化評価手法について紹介する。
2	13:35～14:20	45分	ISIJ	石井 抱	広島大学 大学院 先進理工系科学研究科 /デジタルものづくり教育センター 教授	高速エリアセンシング技術による 構造物ボリュメトリックセンシング	本講演では、3Dモデルが既知の対象に対し、高速カメラ多視点撮影で振動応答をモデル基準に取得し、3D振動分布を高分解能で再構築するモデルベースボリュメトリック振動解析法を紹介し、様々なスケールの構造物や機械への適用事例を通じその有効性を示す。
3	14:20～14:30	10分	休憩				
	14:30～14:40	10分	JSSC	涌井 将貴	新潟工科大学 工学部 工学科 准教授	パネリストによる問題提起(建築) 実在の鉄骨造建物を対象とした加速度・ひずみ計測	
	14:40～14:50	10分	JSSC	岩崎 英治	長岡技術科学大学大学院 工学研究科 環境社会基盤工学専攻 教授	パネリストによる問題提起(土木) 無塗装対候性鋼橋の腐食評価の課題	
4	14:50～15:10	20分	JSSC+ISIJ	講師およびパネリスト		パネルディスカッション 司会：白旗 弘実(東京都市大学)	
	15:10～15:15	5分	JSSC	白旗 弘実	東京都市大学(JSSC学術交流小委員会委員長)	まとめと閉会のあいさつ	

第 20 回 鉄鋼材料と鋼構造に関するシンポジウム

「鋼構造物のセンシング技術と劣化診断の現状と展望」

1. はじめに
 これまでの経緯
 白旗 弘実 東京都市大学
2. 講演内容および講演者
 - 1) インフラ長寿命化を支える鋼構造物の劣化診断技術
 片山 英樹 (国研) 物質・材料研究機構 . . . 1
 - 2) 高速エリアセンシング技術による構造物ボリユメトリックセンシング
 石井 抱 広島大学大学院 9

講演 1

インフラ長寿命化を支える鋼構造物の劣化診断技術

片山 英樹

国立研究開発法人 物質・材料研究機構

2025年 11月 14日

第20回鉄鋼材料と鋼構造に関するシンポジウム
鋼構造物のセンシング技術と劣化診断の現状と展望

インフラ長寿命化を支える 鋼構造物の劣化診断技術

物質・材料研究機構 片山英樹

本日の講演内容

腐食リスクの監視

→ 大気環境における腐食モニタリング

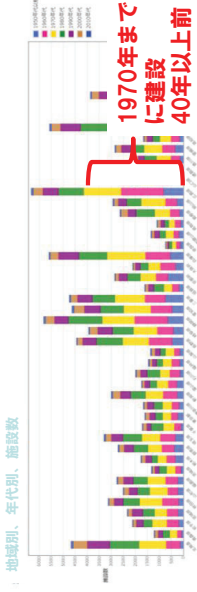
腐食リスクの簡易点検技術

→ ハイパースペクトルカメラによる耐食性評価

社会インフラの維持管理にかかる背景

「道路メンテナンス年報」(国土交通省道路局、平成 28 年 9 月)

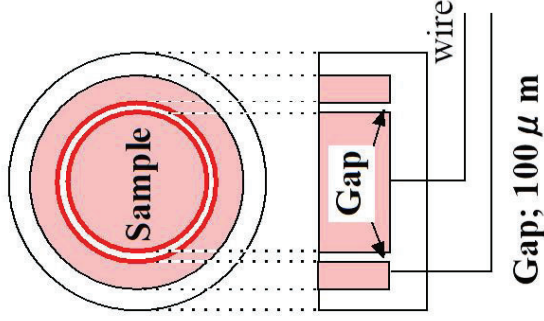
- 日本における道路橋は**725,907**基。 cf:トンネル(11,024基)
その内、約**90%**の**664,158**基の橋梁が地方公共団体管理。
- その半数は**1970年代**までに竣工。高度成長期に建設された道路ストックが、今後、一斉に修繕(場合により廃止)、もしくは再建築の投資を実施。
- **約8割は遠望目視**であり点検の質にも課題があること、また、体制面では**町の約5割、村の約7割**で橋梁保全業務に携わっている**土木技術者がそもそも不在**。



限られた財源の中で長期間使用できるように維持するためには、その腐食環境を十分に把握することが必要

事後保全から予防保全へ

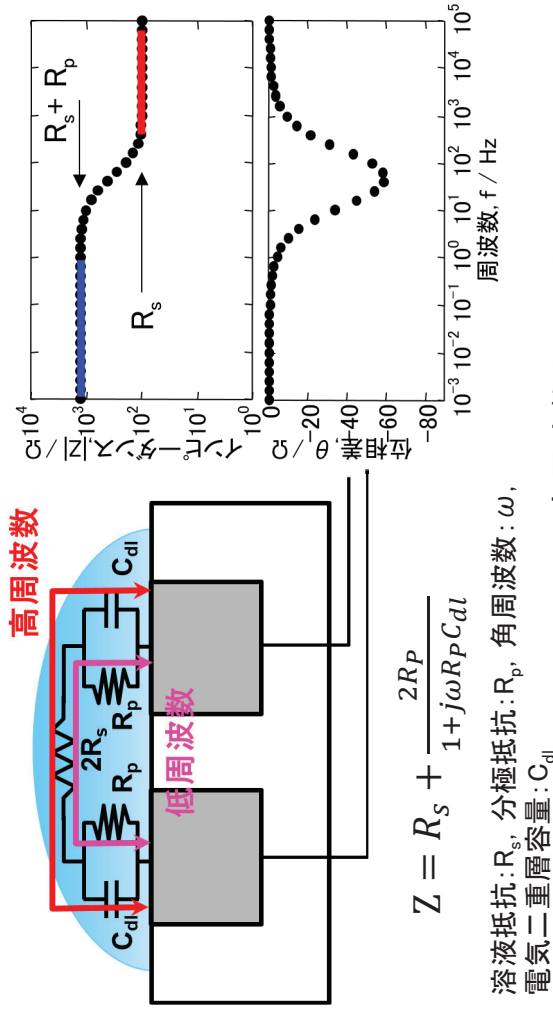
構造物適用型腐食モニタリングセンサ



- 異方性がない
- 周長が長い

2電極式電気化学インピーダンス測定

腐食センサのインピーダンス特性

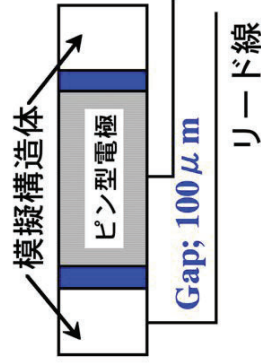


高周波数 ($\omega \rightarrow \infty$): $Z \doteq R_s + R_p$

低周波数 ($\omega \rightarrow 0$): $Z \doteq R_s + 2R_p$

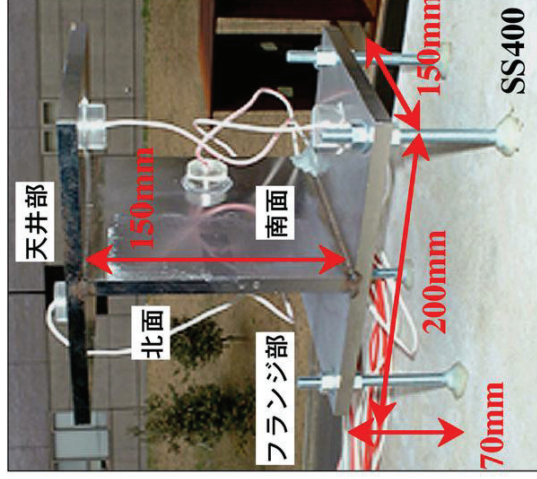
➡ R_p を算出

大気腐食モニタリングの展開(模擬構造物)



暴露試験;
機構(つくば市)内 暴露試験場
2000年4月11日より開始

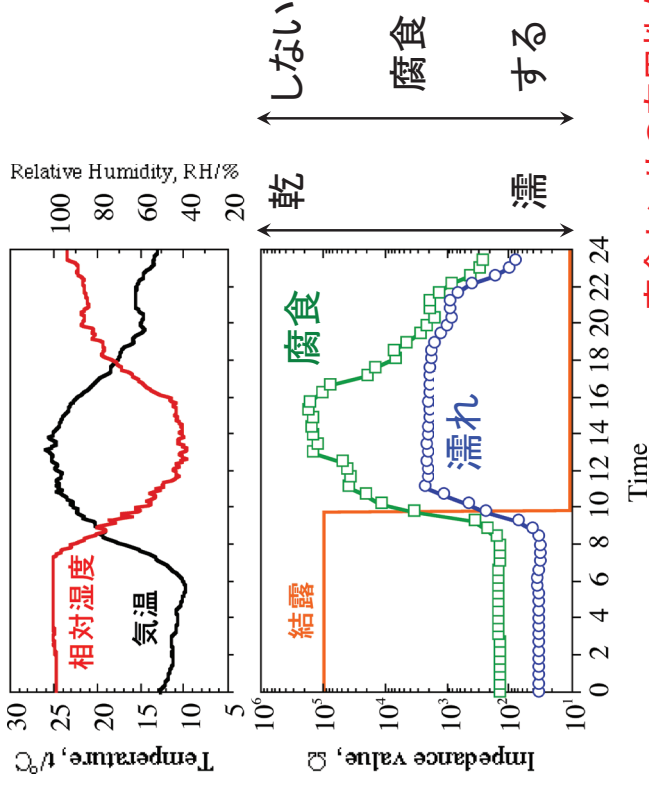
インピーダンス測定;
腐食モニターにより10kHzおよび
10mHz



構造物模擬試験体

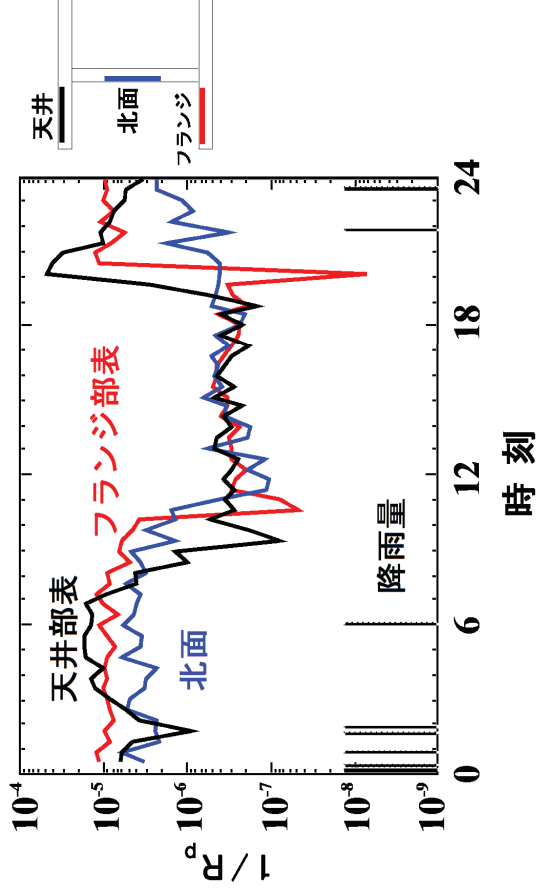
自然環境, 雨がかりあり

腐食センサの応答例(晴れの日)



腐食センサの有用性を確認

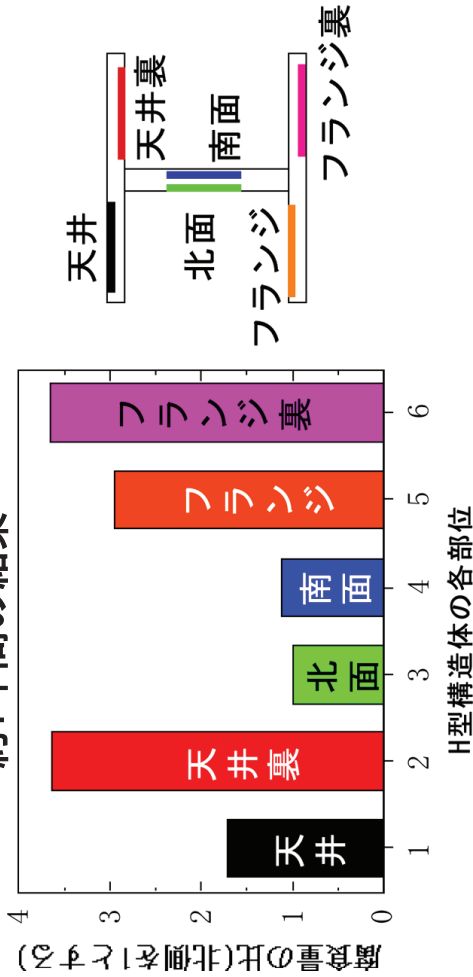
模擬構造物各部位の1/Rpの1日の変化



腐食速度の大きさ: 水平部(天井, フランジ) > 垂直部(北面)
濡れ時間の長さ: フランジ ≧ 北面 > 天井

計算により求めた各部位の腐食量

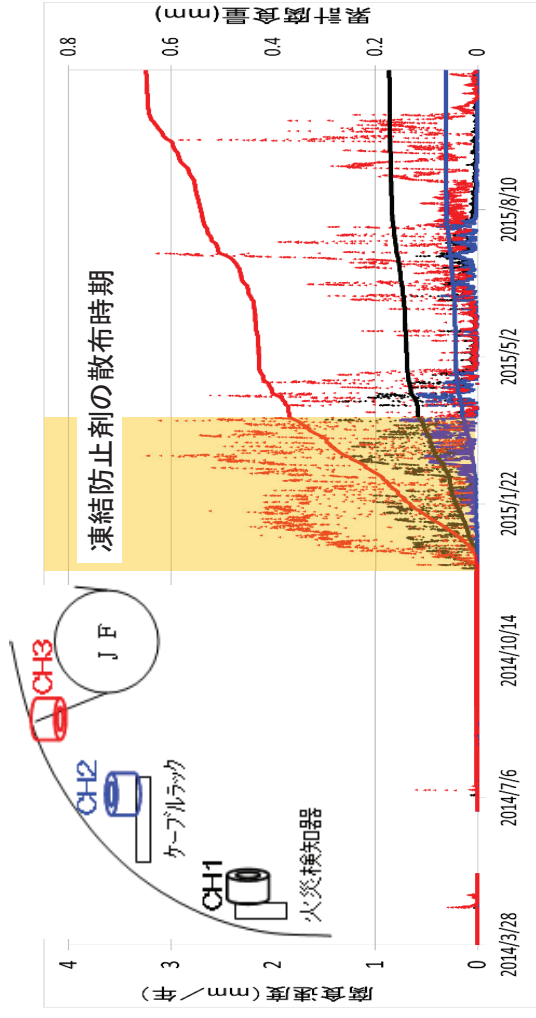
約1年間の結果



構造物の腐食は場所によって違う

環境の影響は大きい

トンネル内各部位の大気腐食モニタリング結果



- 凍結防止剤散布開始から急激な腐食速度の上昇が検出された。
- ジェットファン付近の下向き部の腐食環境が最も厳しい。
- 散布終了後も腐食速度の上昇が見られる(トンネル内に残存した凍結防止剤の影響)。

大気腐食モニタリング技術の実証

出願番号: 特願2016-164938

発明名称: 構造物の腐食環境測定方法、腐食環境測定システム、及び腐食環境測定結果を利用した補修計画策定方法及点検計画策定方法
出願者: ネクスコ中日本、NIMS、中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株)



管制センター

- ・腐食速度異常警報
- ・点検計画根拠データの蓄積



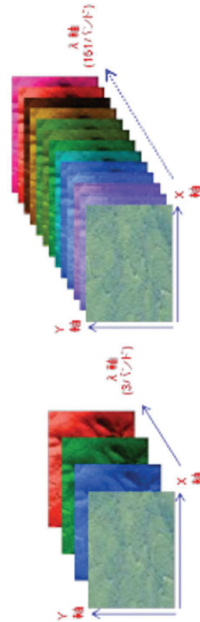
センサ

高速道路付帯設備におけるセンサの設置イメージ

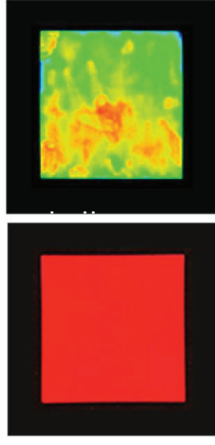
ハイパースペクトルカメラ

波長をより細かく分光することで人間の目では評価困難な物性の違いや見えない現象を可視化できる

人間やデジタルカメラは3波長を評価するが、ハイパースペクトルカメラは100波長以上を評価可能



塗料の色ムラの可視化



カラー画像

解析画像

<https://ebajapan.jp/spectraitechnology/>

2種類の錠剤の同定

ケイエルブイ(株)HPより

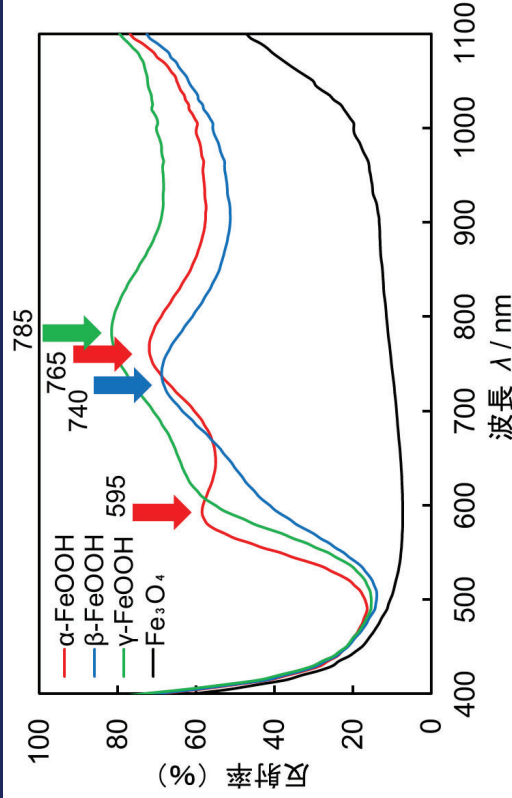
既知の鉄系腐食生成物; α -FeOOH, β -FeOOH, γ -FeOOH, Fe_3O_4
前処理; メノウ製の乳鉢・乳棒を用いて
およそ10分間粉砕



暴露試験片; 炭素鋼 (SM490A,
170 x 70 x 5t (mm))
暴露試験場所; 日本ウェザリングテスト
センター銑子試験場, 宮古島試験場
暴露試験方法; 直接暴露試験, 遮蔽暴
露試験
暴露試験期間; 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5年
(2021年4月から)
暴露試験個数; $n=4$ (腐食減量3枚, ハ
イパースペクトル測定1枚)



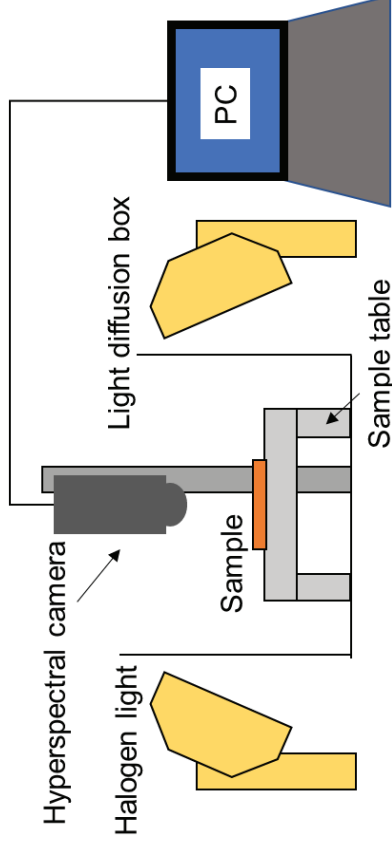
既存鉄系腐食生成物のハイパースペクトル



α , β , γ では反射スペクトルピークが認められた。
 Fe_3O_4 では反射ピークのないスペクトルが得られた。

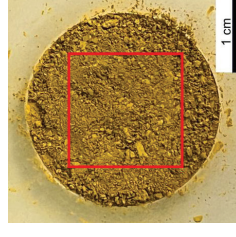
腐食生成物のスペクトル形状には有意な違いが観測された。

ハイパースペクトル測定システム



測定条件
スキャンレート 60 line/sec
ゲイン 50

5回測定 → 平均



測定範囲の例

SAM(Spectral Angle Mapper)解析

スペクトルを波長数の要素を持つベクトルとみなし、ベクトル間の距離をスペクトル角の計算値で表して、各画素を最も近い教師スペクトルのクラスに分解して、同色で色付ける解析手法



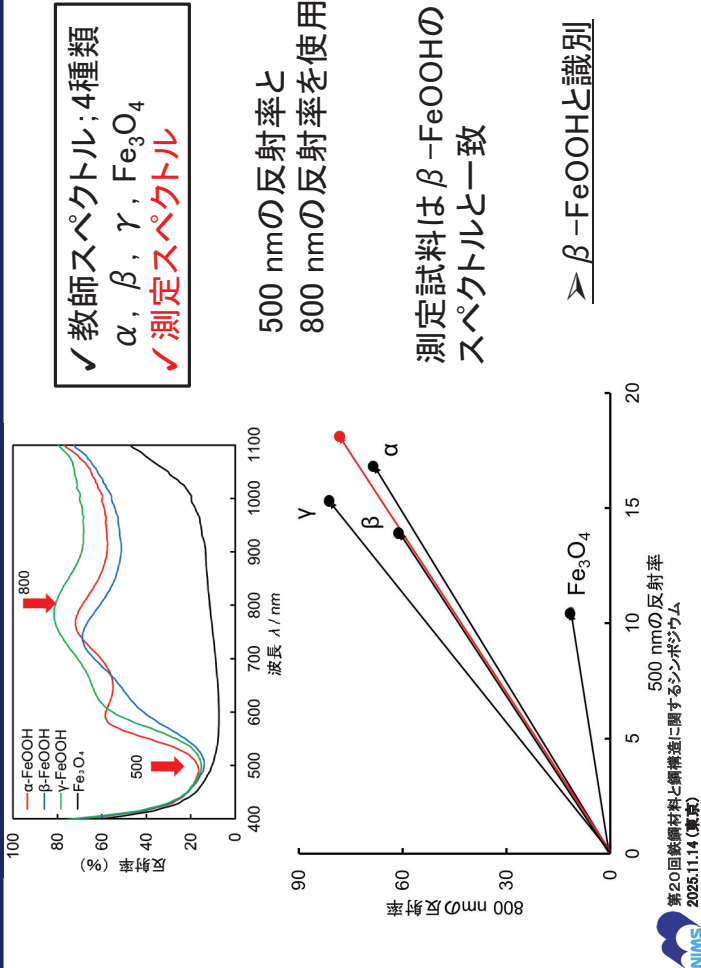
$$\cos \theta = \frac{d1 \cdot d2}{|d1| \cdot |d2|}$$

d1; 教師スペクトル
d2; 測定スペクトル
 $\cos \theta$; 類似値

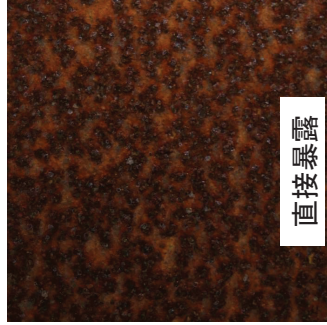
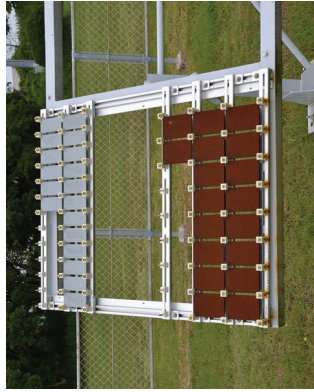
2次元の場合のSAM解析例

類似値によって判定

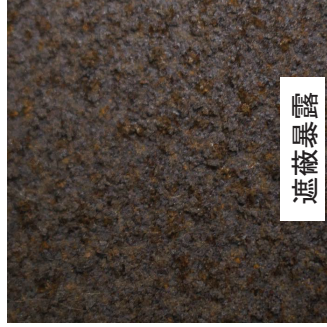
SAM解析(例)



暴露試験片の外観例(千葉県銚子, 1.5年)

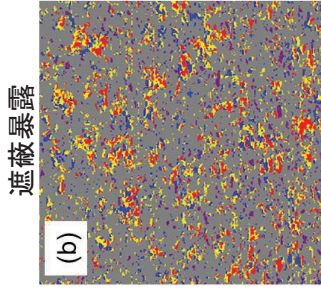
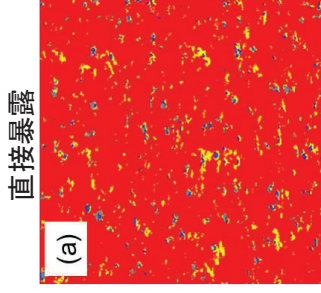


直接暴露

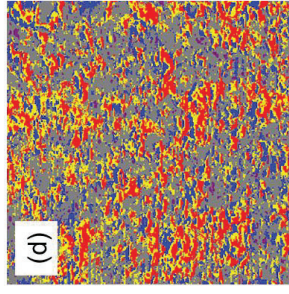
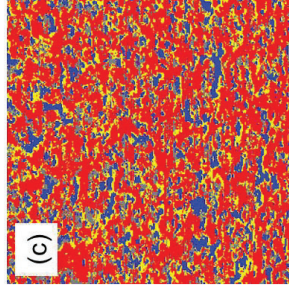


遮蔽暴露

SAM解析による二次元マッピング例(1.5年間暴露)

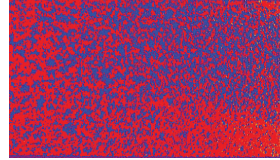
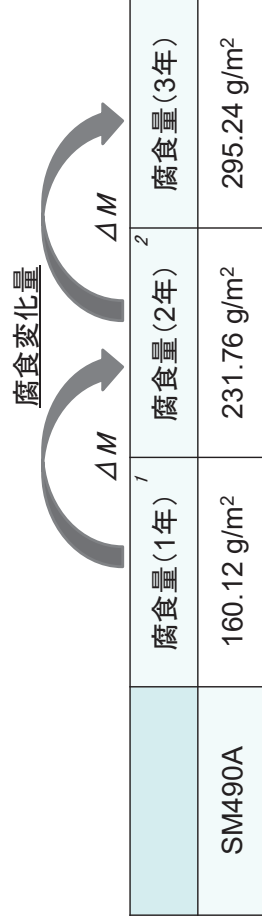


銚子試験場

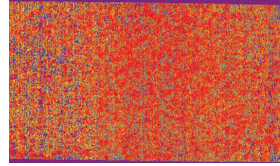


宮古島試験場

1年間の腐食変化量と腐食生成物の存在比率

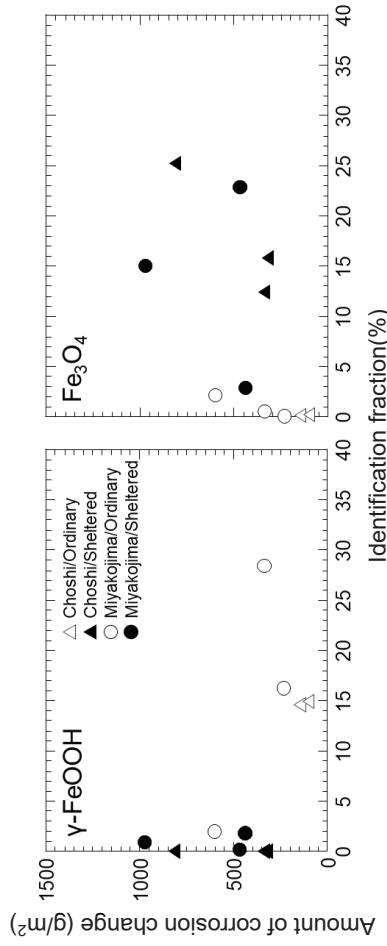


1年後の腐食量が少ない?



1年後の腐食量が多い?

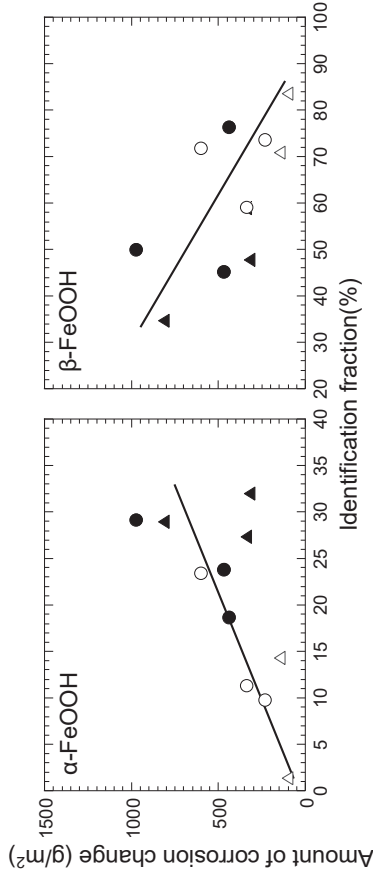
腐食環境によるγ-FeOOHおよびFe₃O₄の存在比率



直接暴露試験片; 全体的にγ-FeOOHが多く存在
遮蔽暴露試験片; 主にFe₃O₄が検出

直接暴露; 乾燥時間が長い
遮蔽暴露; 飛来海塩等の腐食を誘発する物質の蓄積・吸湿により長時間、湿潤環境にさらされる

α-FeOOHおよびβ-FeOOHの存在比率



α-FeOOH; 微細構造による結露や毛細管凝縮のしやすさ
β-FeOOH; 塩化物イオンの固定化などにより内部へのCl⁻の浸透が抑制

まとめ

1. 腐食リスクの監視; 大気腐食モニタリング
2. 腐食リスクの点検技術; ハイパースペクトルカメラによる評価法

効率的な維持管理が重要

インフラ構造物の劣化状況に対し、専門的な知識がなくても簡単に評価でき、また得られる指標から適切に補修・補強の必要性を評価できるツール開発が重要

講演 2

高速エリアセンシング技術による 構造物ボリユメトリックセンシング

石井 抱

広島大学大学院



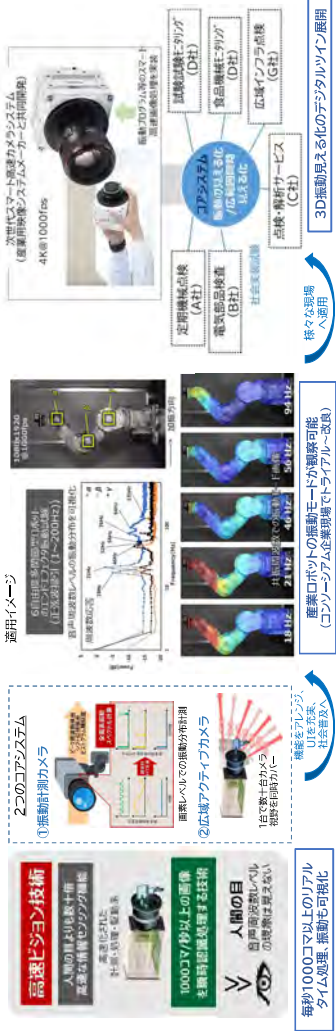
広島大 デジタルものづくり教育研究センター

「ひろしまものづくりデジタルイノベーションイノベーション創出プログラム」
(広島県・内閣府地方大学・地方産業創生交付金により2019/2設立)

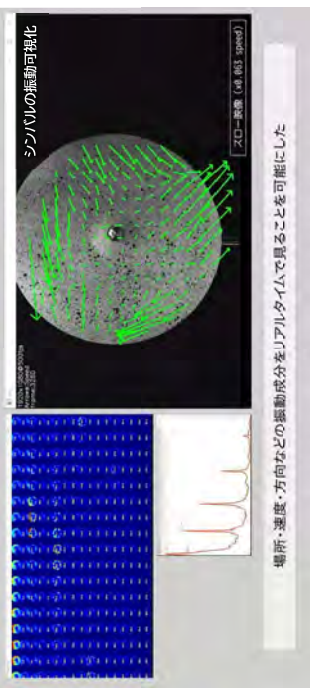
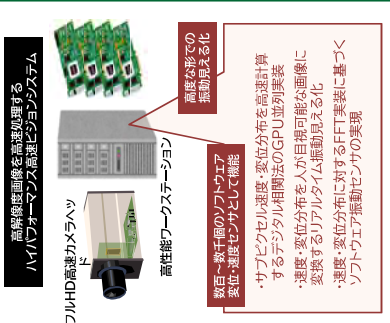
スマート検査・モニタリングプロジェクト

1秒間に1,000コマ以上の画像処理を実現する高速ビジョン技術による「振動の見える化」と「広範囲の同時見える化」システムを構築することで、人間の目で見つけることが難しい異常・不良発見が可能とする検査・モニタリング技術を開発し、様々なものづくり領域への展開を通じて、製品開発・生産工程での更なる革新につなげる

「D³・エリート」
石井 抱 広島大学教授
[共創コンソーシアム(参画機関)]
26企業・機関
(2025/9現在)

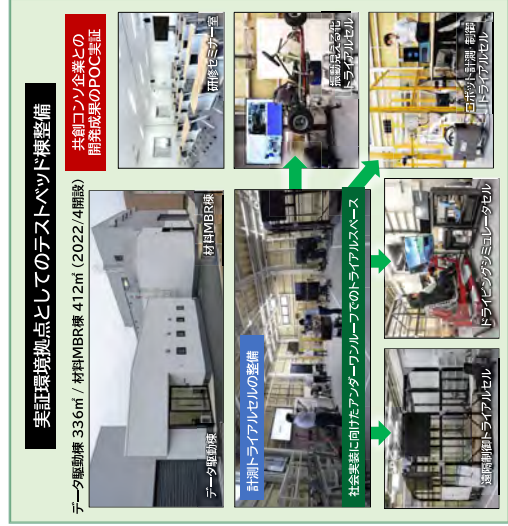
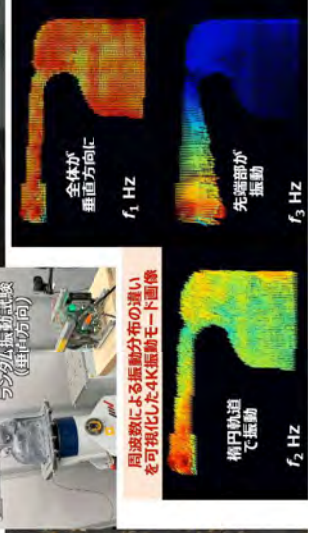


フルHDプロトタイプカメラ(高機能・高性能型)



次世代スマート高速カメラシステム

(株)フोटロンに4K高速カメラによる実用化予定

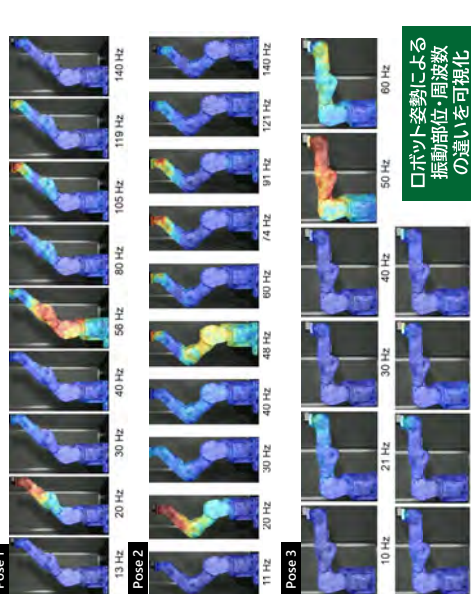


6

10

2

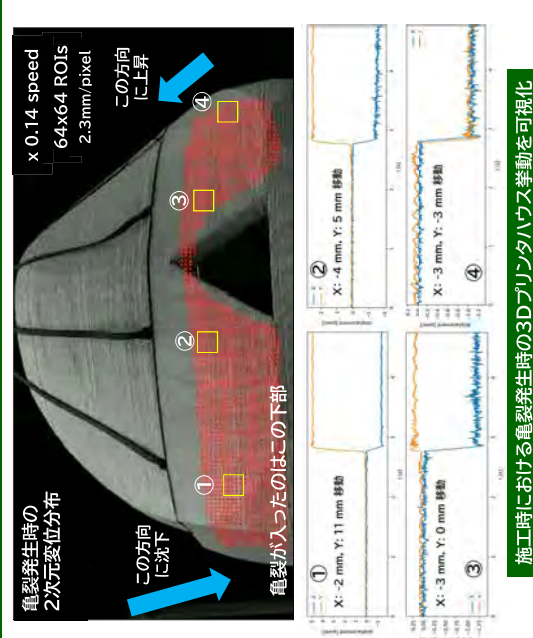
大坪ら, SI2023, 2023

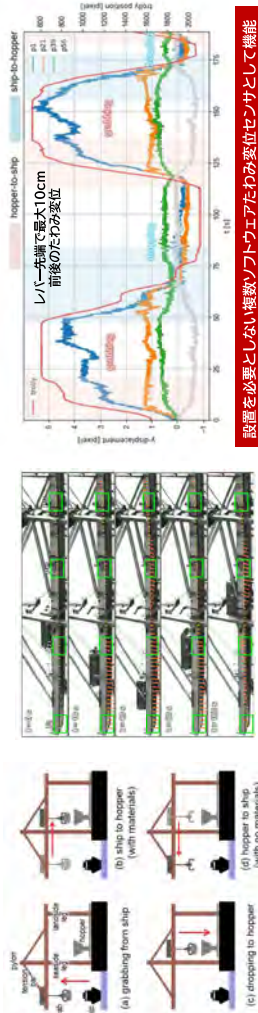


ホースにより共振する時刻(=周波数)が異なる

11

12





設置を必要としない複数ソフトウェアたわみ変位センサとして機能

デジタルツイン



「このタレントが抱えるポルネック

???



制御も含むシミュレーションが
現実のダイナミクスと乖離

- ・ 再現性の高い制御シミュレーション
- ・ 少ない試験回数への高い要求

Innovative Sensing Metaverse

広島大が目指す計測メタバース技術

ダイナミックな挙動も含めたリアルワールド完全コピー

フィジカル空間をサイバー空間で完全再現するデータ駆動型計測技術

同時に、同機密が「マルチニ」による「計画・制御」により、同時に「マルチニ」を提出

2Dから3D計測への高いニーズ

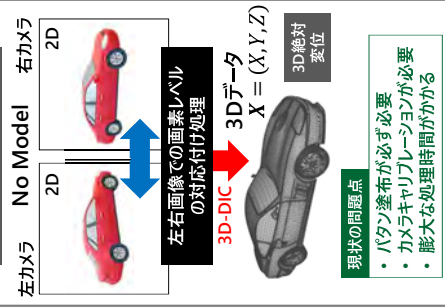


ダイナミックな挙動も含めた
リアルワールド完全コピー

デ一夕駆動型計測技術

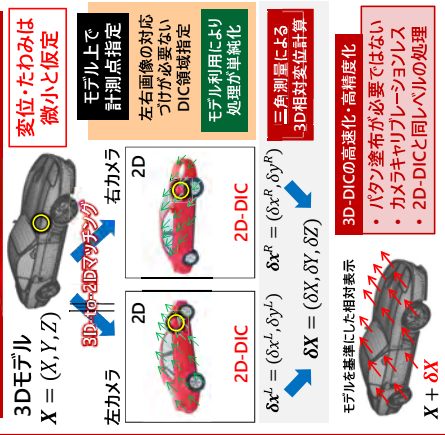
イン(=Xタバス)を提供

従来の3D-DICカメラ

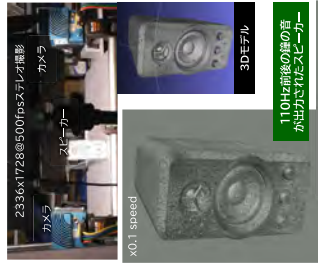


- ・パタン塗布が必ず必要
- ・カメラキャリブレーションが必要
- ・膨大な処理時間がかかる

開発した3Dモデル=スDIC計測法



- ・ パターン塗布が必要ではない
- ・ カメラキャリブレーションレス
- ・ 2D-DICと同レベルの処理



W. Qin et al., TIM, 2025

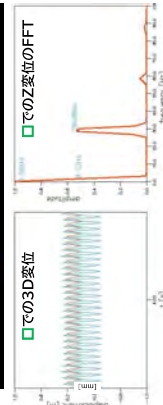
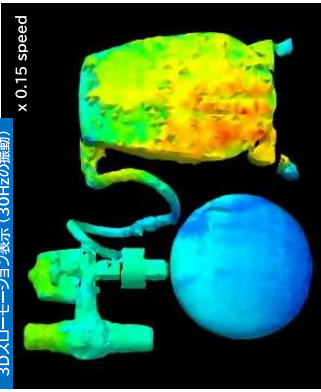


3D変位・振動分布をとらえるボリュメトリック振動撮影 コンプレッサの3D振動見える化

21



JUN-AIR コンプレッサ
OF301-4B 100V 60 Hz



コンプレッサの3D計測モデル



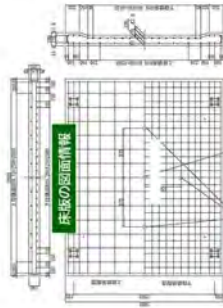
3D振動見える化トリアル 橋梁床版に対する移動載荷試験の3D振動見える化

22

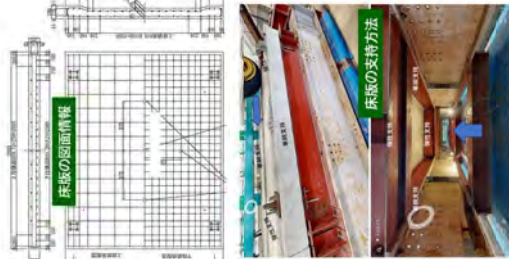
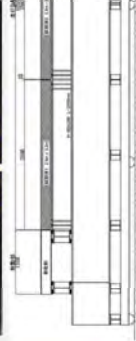
ショーバンド建設(株) 補修工学研究所 において実施

対象とするRC床版

床版厚さ 190mm
橋軸方向 3500mm
橋軸直角方向 2400mm
荷重履歴24万回
(クラック多数)



床版の断面図



床版の支持方法



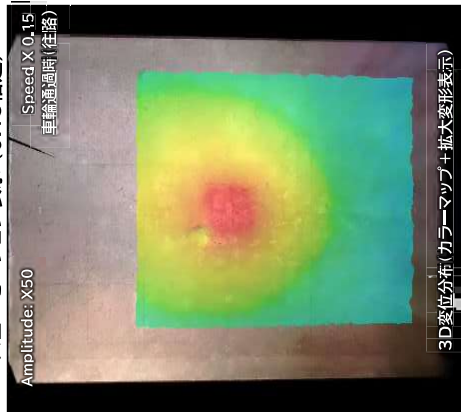
計測した場所



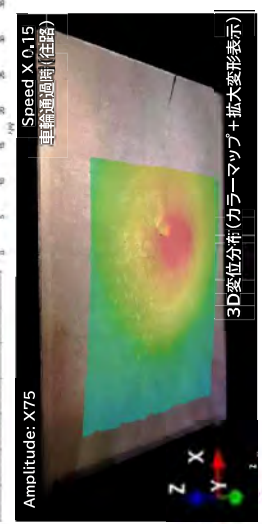
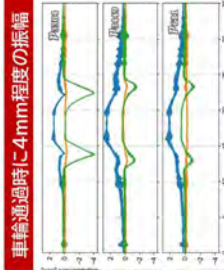
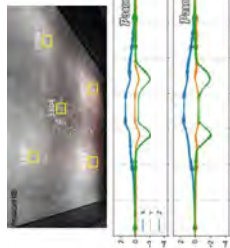
3D振動見える化トリアル 橋梁床版に対する移動載荷試験の3D振動見える化

23

スローモーション表示 (0.15倍速)



Amplitude: X50
Speed X 0.15
車輪通過時 (往路)



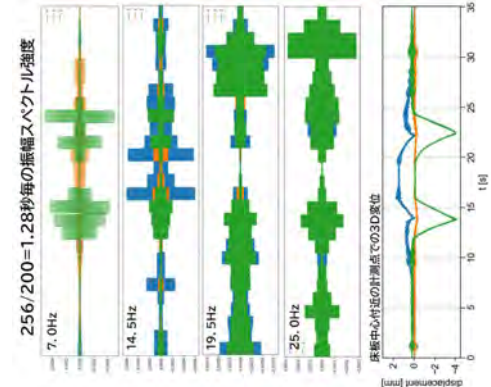
Amplitude: X75
Speed X 0.15
車輪通過時 (往路)

3D変位分布 (カラーマップ+拡大変形表示)

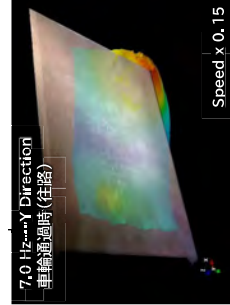


3D振動見える化トリアル 橋梁床版に対する移動載荷試験の3D振動見える化

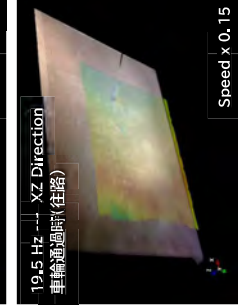
24



256/200=1.28秒毎の振動スペクトル強度

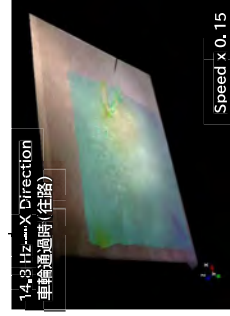


7.0 Hz X-Y Direction
車輪通過時 (往路)

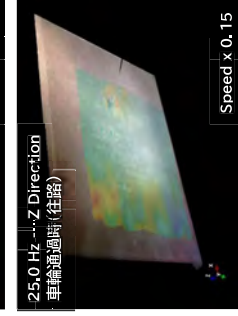


19.5 Hz X-Z Direction
車輪通過時 (往路)

Speed X 0.15



14.3 Hz X Direction
車輪通過時 (往路)



25.0 Hz X-Z Direction
車輪通過時 (往路)

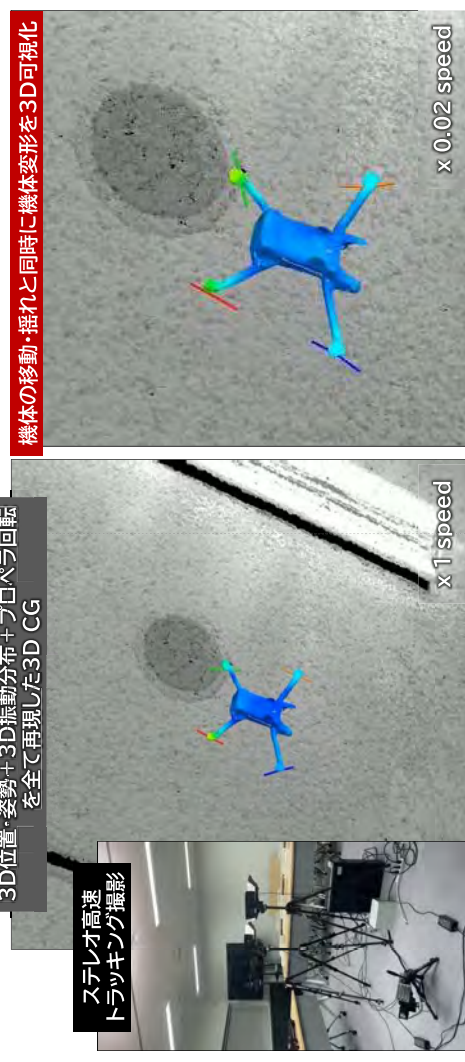
Speed X 0.15

荷重車輪の進行方向 (往路/復路) の違いにより、振動スペクトル強度に差異

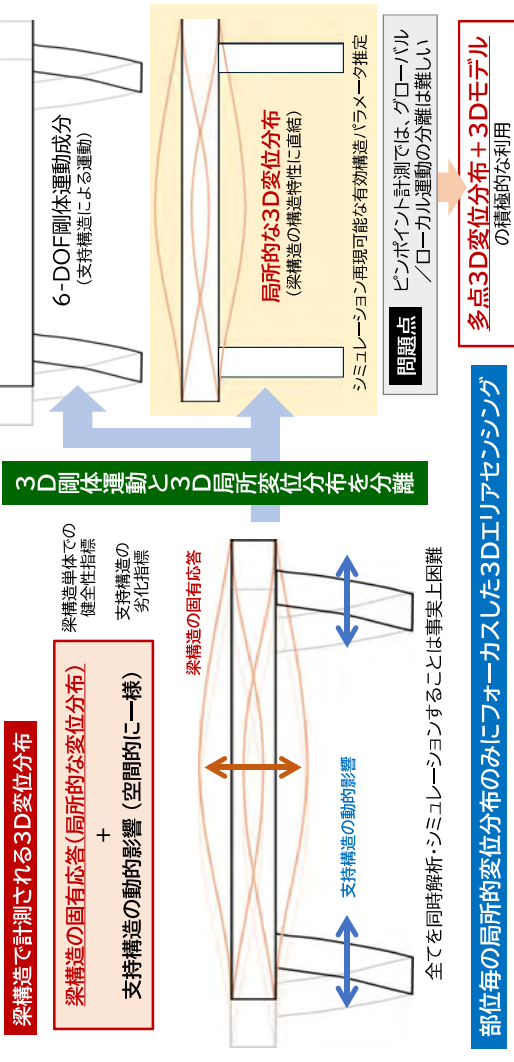
29 対象追跡するステレオ高速カメラによる高速ボリュメトリック撮影

ステレオ高速トラッキングシステムを用いたマルチコプターの高速ボリュメトリック撮影

王ら, 日本ロボット学会学術講演会, 2025



30 梁構造の3D変位分布計測における支持構造の動的影響



31 3D振動見える化トリアル

3mアルミH鋼に対する移動荷重モニタリング試験

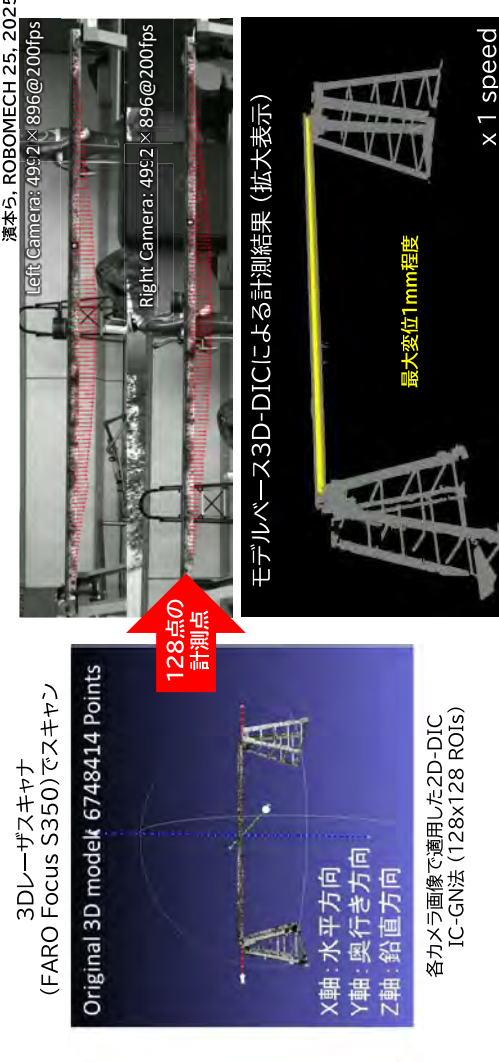
渡本ら, ROBOMECH 25, 2025



32 3D振動見える化トリアル

3mアルミH鋼に対する移動荷重モニタリング試験

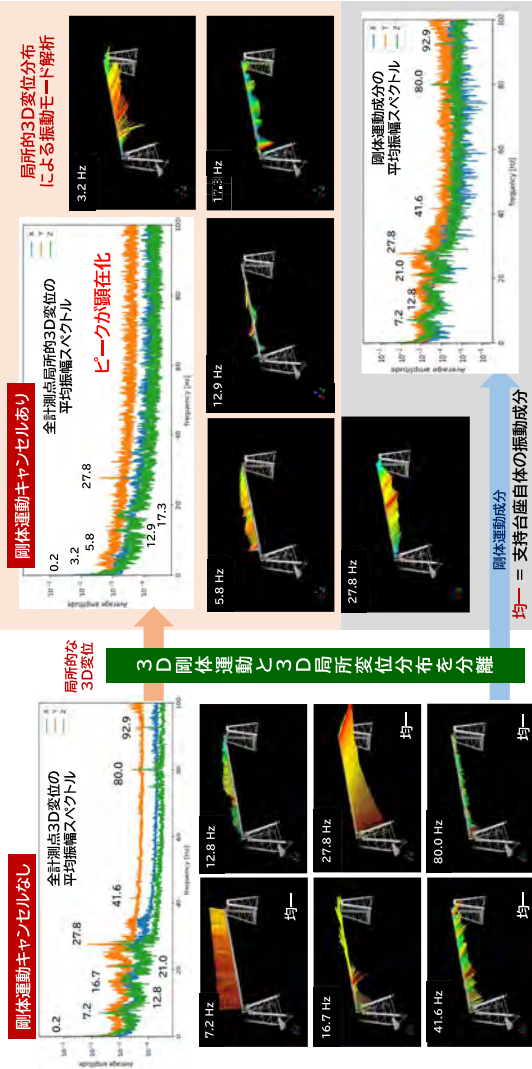
渡本ら, ROBOMECH 25, 2025





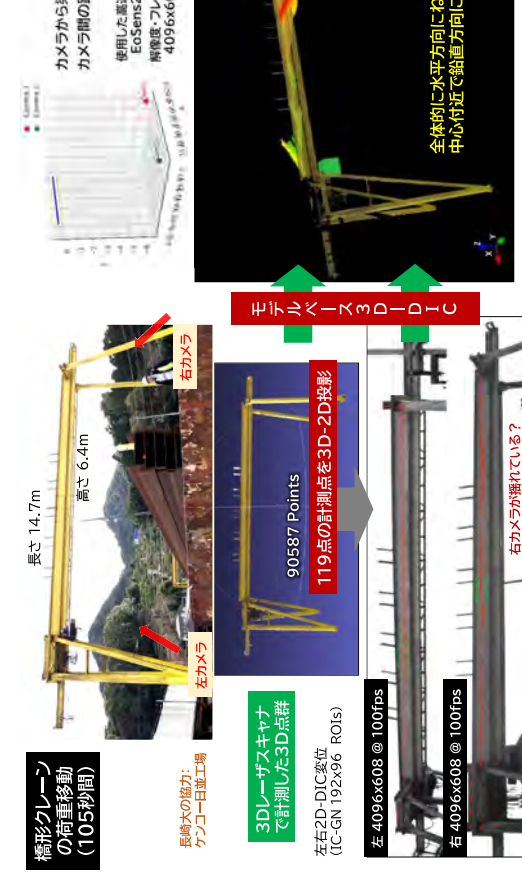
3mアルミH鋼に対する移動荷重モニタリング試験

33



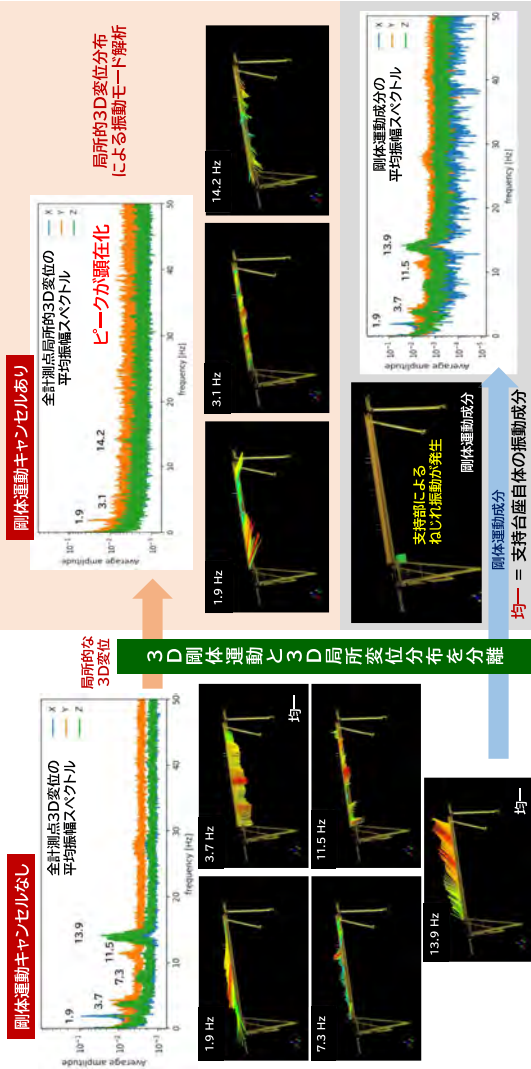
橋形クレーンに対する移動荷重モニタリング試験

34



橋形クレーンに対する移動荷重モニタリング試験

35



3Dエアリアセンシングによる製鉄所設備診断

36



3Dエリアセンシングによる製鉄所設備診断 (2025~2027)

3Dエリアセンシングを基軸とした
時空間構造的な製鉄所デジタルツインの実現
下巻: 研究会から製鉄所
上巻: 研究会から新設備

研究項目1 広島大G / 福井大G

マルチ高速カメラを用いた広域3Dエリアセンシング

A) ステレオパノラマ高速撮影を実現するマルチ高速アクティブカメラシステム

B) 点群データを基盤としたモデルベース高速ポリュメトリック撮影

C) 高速カメラスタジアオにおけるモデル構造物の高速ポリュメトリック撮影記録

D) 製鉄所大型インフラ施設の3D変位・振動歪分布モニタリング

研究項目2 愛媛大G / 星島大G

3D実測データに基づくデータ駆動型構造シミュレーション

E) モデル構造物の構造シミュレーションの構築

F) 次元圧縮された特徴空間での実測データ・シミュレーションのデータ同化

G) 実測データに基づく構造物モニタリングに基づく簡易構造シミュレーション

研究項目3 高知工科大G / 富山県立大G / 神戸大G

構造劣化を可視化するサイバーフィジカル3D設備診断

H) 振動モード面像やたわみ影響線を用いた動局所変位の3D空間可視化

I) シミュレーション生成した構造劣化データと実測データとのハイブリッド学習

J) 実測データから推定された構造劣化状態の3D空間可視化

31台のHFR
カメラ映像

多視点ステレオ (Multi-View Stereo)

2組の画像ペアの対応推定問題であるステレオマッチングを、目標画像が複数枚に拡張された、N組の画像ペアに拡張した対応点推定問題 (カメラ校正モデル、輝度・特徴点パターンが3D推定精度に大きく影響)

SfM-MVSソフトウェアの利用

High-Speed Volumetric Capture

- 現実空間上に配置した多数の高速カメラ (1000FPS以上) を完全同期動作
- 各カメラの高フレームレート画像及び位置情報から動的3次元点群データ/CG生成

リアルワールドの高速現象をまるごと3Dデジタイズする次世代映像技術

ものづくり以外も含む様々な分野の高速・高精度計測メタバース

大学・研究機関で世界初の
ポリュメトリック高速撮影スタジアオ

1x1x1m内の計測対象に対し
時間精度1ms以下 / 空間精度10μm以下
のポリュメトリック撮影を目標

6x8x3mの
撮影スペース

32台の高速カメラ (FullHD 1000fps; フォトリソノ) を用いた高速ポリュメトリック撮影

スタジアオでの数値目標

1x1x1m内の対象に対し、
時間精度1ms以下、
空間精度10μm以下の
ポリュメトリック撮影

+ スケール拡張・モビリティ・利便性
(応用先に合わせた技術開発)

HSVC撮影における課題

- 計測精度 (時間/空間)**
 - カメラ性能向上・台数増加
 - 新たなアルゴリズムの導入
- 計測対象・範囲・場所**
 - マイクログラフから広域対象まで剛体/マルチボディ/非剛体カメラ設置可能な場所
- 撮影・解析時間コスト**
 - 現場撮影の短時間化
 - 転送・解析時間の短時間化
- マルチモーダル化**
 - 他センサー (温度、スペクトル等)

(+費用コスト)

現在撮影可能なHSVCデータ

32台の高速カメラ

500~2000fps
大変位を伴う変形

mm~cm
オーダーの精度

ものづくり現場での様々な動作試験

自動搬送車・走行試験 ロボット・機械装置監視

設計データ・シミュレーションとの比較が重要

振動・耐久試験

様々なスケール対象・用途での撮影

- 高速移動する物体 (移動体・機械等)
- 変形を伴う非剛体 (生体)

マイクログラフ撮影

インフラ施設 (広域・屋外)

HSVC原理に
異なる時間
カメラ調整に
異なる時間

現場設置コスト・解析時間を抑えたHSVCデータ生成

* 現場タクトタイムの大幅低減

* 解析時間の大幅短縮

* リモート有人化 / 稼働率向上

実用・生産ワーク



3D振動見える化 – マルチカメラ拡張 – 画素レベル最適カメラ対選択に基づく高速ボリュメトリック撮影法

41

たくさんの高速カメラによる死角のない3D振動見える化

Qin et al, Sensors, 2025.

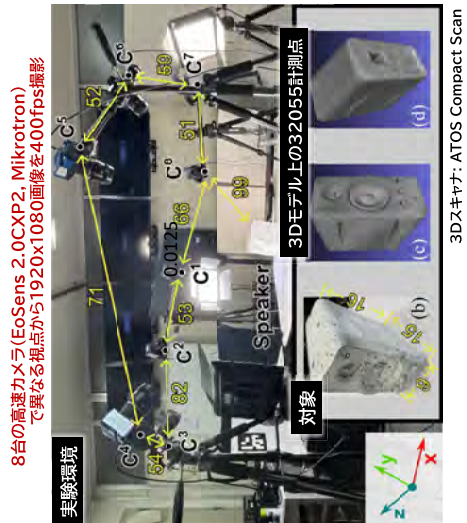


3D振動見える化 – マルチカメラ拡張 – 画素レベル最適カメラ対選択に基づく高速ボリュメトリック撮影法

42

8台の高速カメラを用いたPCスピーカーの高速ボリュメトリック撮影

Qin et al, Sensors, 2025.

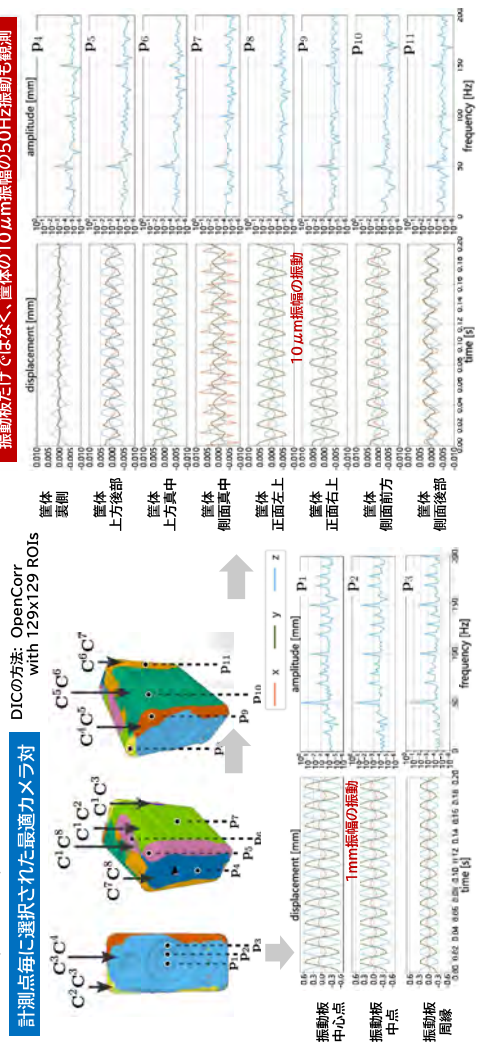


3D振動見える化 – マルチカメラ拡張 – 画素レベル最適カメラ対選択に基づく高速ボリュメトリック撮影法

43

8台の高速カメラを用いたPCスピーカーの高速ボリュメトリック撮影

W. Qin et al, Sensors, 2025.

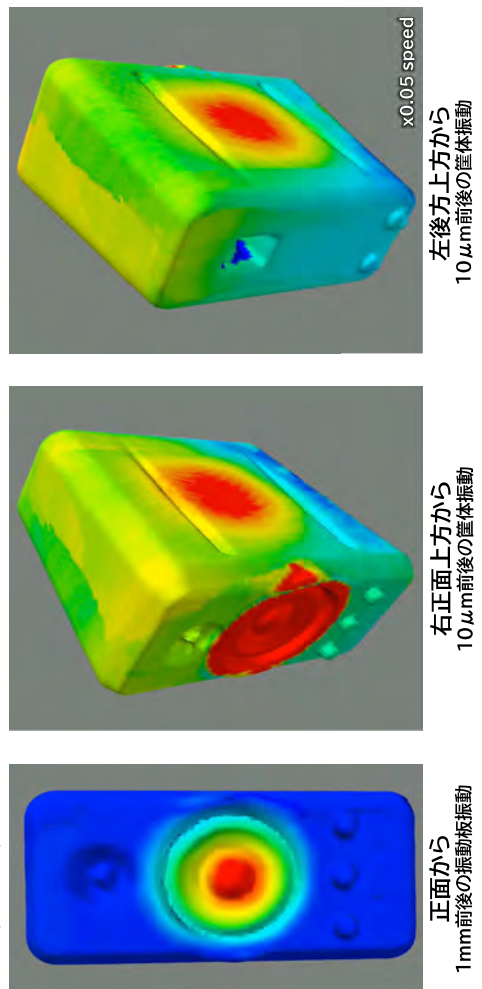


3D振動見える化 – マルチカメラ拡張 – 画素レベル最適カメラ対選択に基づく高速ボリュメトリック撮影法

44

8台の高速カメラを用いたPCスピーカーの高速ボリュメトリック撮影

W. Qin et al, Sensors, 2025.



第 20 回

鉄鋼材料と鋼構造に関するシンポジウム

「鋼構造物のセンシング技術と劣化診断の現状と展望」

発行日 令和 7 年 11 月 14 日

編 集 一般社団法人日本鋼構造協会・一般社団法人日本鉄鋼協会 交流企画連絡会

発行者 一般社団法人日本鋼構造協会

発行所 〒103-0027 東京都中央区日本橋 3-15-8 アミノ酸会館ビル 3 階

TEL 03-3516-2151 FAX 03-3516-2152

本書に掲載されている記事の無断転載ならびに無断コピーを禁じます。