

話題提供

全視野振動見える化カメラを用いた  
中小橋梁モニタリング実装試験

広島大学 大学院先進理工系科学研究科 教授

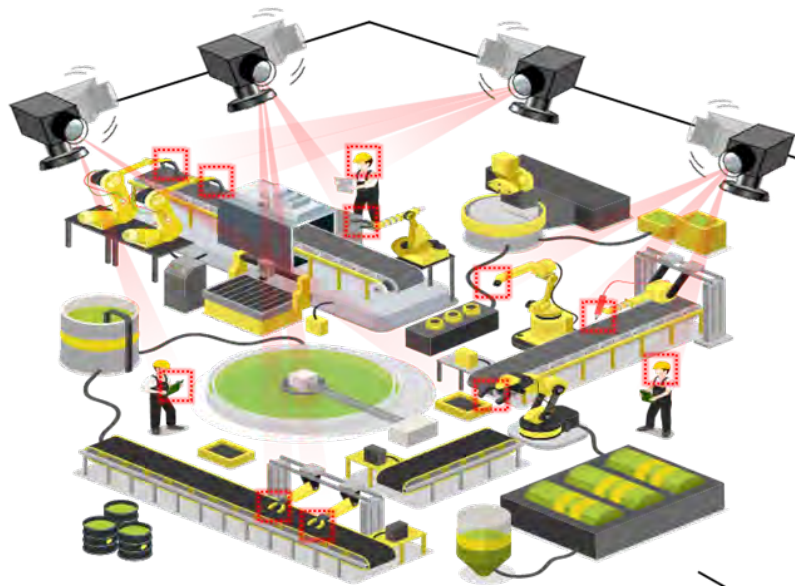
石井 抱

# 広島大学 デジタルモノづくり教育研究センター スマート検査・モニタリングプロジェクト

## 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

「デジタルイノベーション」をキーワードに、  
新たな産学連携モデルの構築と産業  
人材の育成に取り組む教育研究拠点



工場の完全見える化

## スマート検査・モニタリングプロジェクト

中心研究者 石井 抱

高速ビジョンにより実現される  
「振動の見える化」や「広範囲の同時見える化」  
を行うスマート・検査モニタリング



高速ビジョン



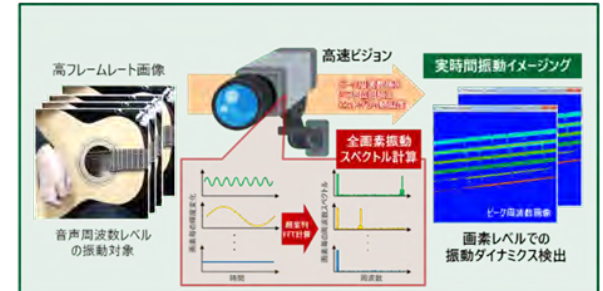
振動検査・モニタリング



異常動作検出

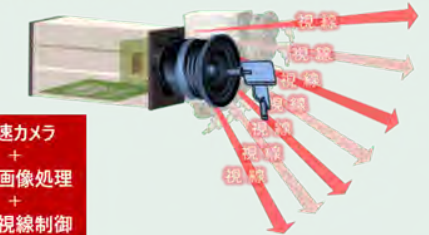
参画機関 23団体 (50音順; 2023/9/13現在)

荒谷建設コンサルタント、IMV、北川鉄工所、計測リサーチコンサルタント  
キーレックス、熊平製作所、KYI、サタケ、JFEスチール、テンパール工業  
日本製鋼所、新川センサテクノロジ、中国電力、中電技術コンサルタント  
広島県立総合技術研究所、広島大学、ヒロテック  
フォトン、ホーコス、前川製作所、マツダ、やまびこ、リョービ



(1) 製品・機械のkHzオーダー動的特性  
がわかる「振動スペクトルカメラ」

AI認識機能を内包した  
高速ビジョンアルゴリズム



(2) 数百台のカメラ撮影領域を1台で  
カバーする「超高速トラッキングカメラ」

本プロジェクトのコア技術  
(高速ビジョン)

# 振動見える化カメラとリモートモニタリング



# インフラ・フィールドレベルでの振動見える化チャレンジ

土木学会 新技術の地域実装に  
向けた研究活動助成 (2022)

全視野振動見える化カメラを用いた  
中小橋梁モニタリング実装試験



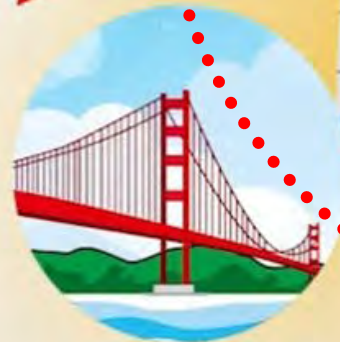
駆動動力伝達系・部品レベル



機械装置・ラインレベル



インフラ・フィールドレベル



# 広域インフラ監視に向けた全視野振動見える化カメラ



中小橋梁等のインフラ構造物のリモートモニタリングを可能とする

# 長時間高速ビデオ画像を用いた全視野振動見える化解析



全視野サブピクセル振動見える化カメラシステム

# 長時間高速ビデオ画像を用いた全視野振動見える化解析

全視野サブピクセル振動見える化カメラシステムの概要

◇ 樋之詰橋 (広島県東広島市)

橋長 53.35m【鋼橋】  
広島県道67号馬木八本松線



橋長に対応した 高速高解像度カメラで

# 長時間高速ビデオ画像を用いた全視野振動見える化解析

全視野サブピクセル振動見える化カメラシステムの概要

◇ 樋之詰橋 (広島県東広島市)



橋長 53.35m【鋼橋】  
広島県道67号馬木八本松線

橋長に対応した 高速高解像度カメラで



# 長時間高速ビデオ画像を用いた全視野振動見える化解析

## 全視野サブピクセル振動見える化カメラシステムの概要

◇ 樋之詰橋 (広島県東広島市)



橋長 53.35m【鋼橋】  
広島県道67号馬木八本松線



- ・256x256ROIに対するDIC計算を64画素おきに実施
- ・変位基準となる参照画像は10秒ごとに更新
- ・矢印: DIC変位を500倍表示

長時間かつ実時間で記録

# 長時間高速ビデオ画像を用いた全視野振動見える化解析

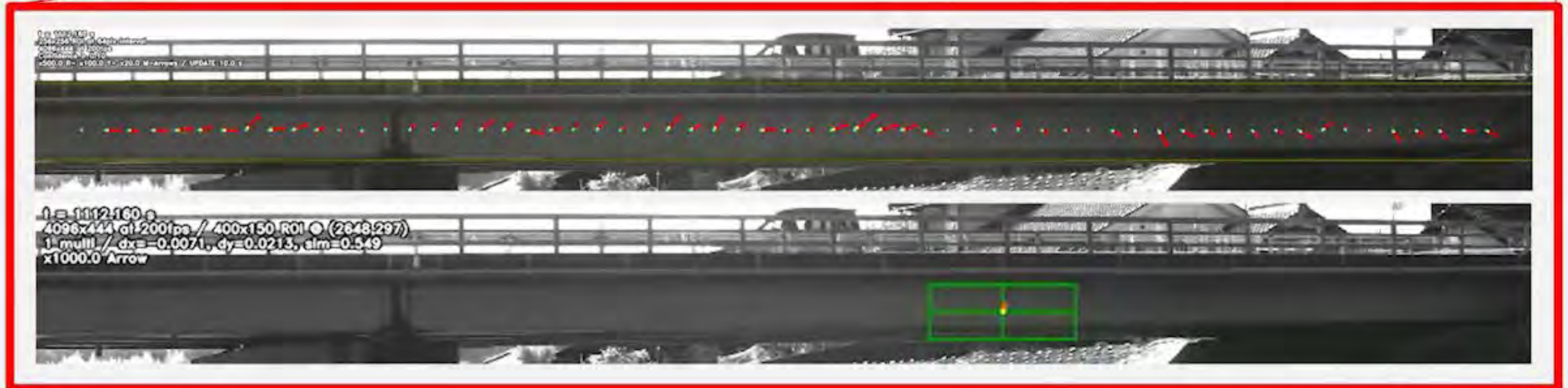
◇ 樋之詰橋 (広島県東広島市)

橋長 53.35m【鋼橋】 広島県道67号馬木八本松線



# 長時間高速ビデオ画像を用いた全視野振動見える化解析

## ◇ たわみ分布



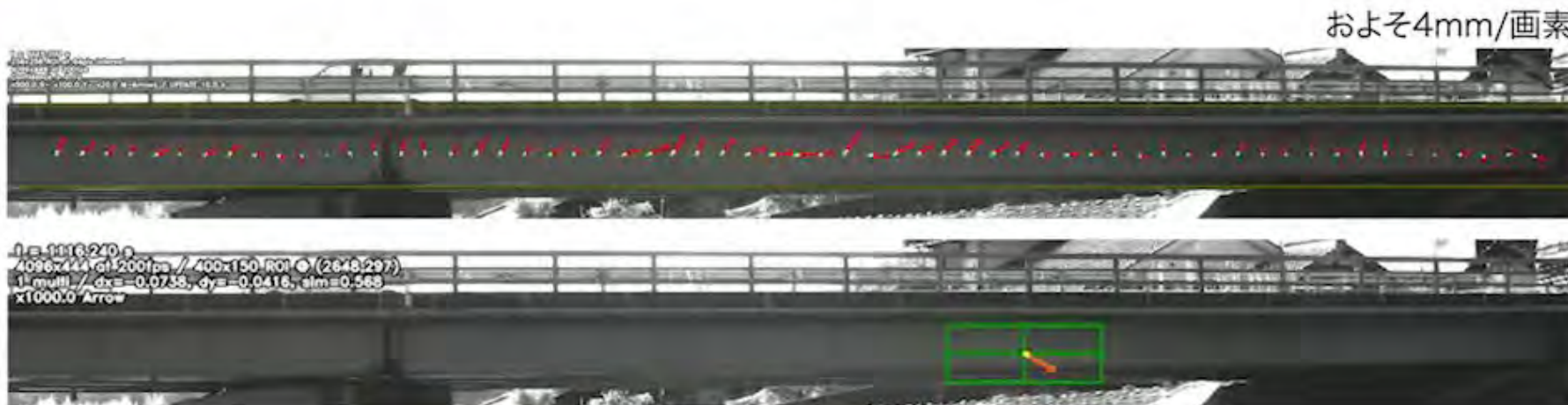
およそ4mm/画素

Center on Right (4096x444; x 1 speed)

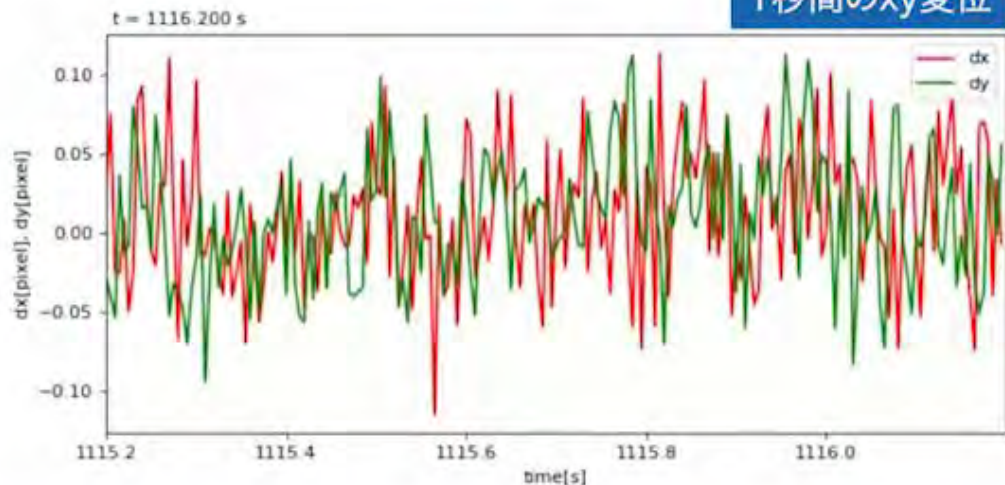
# 長時間高速ビデオ画像を用いた全視野振動見える化解析

## ◇ たわみ分布

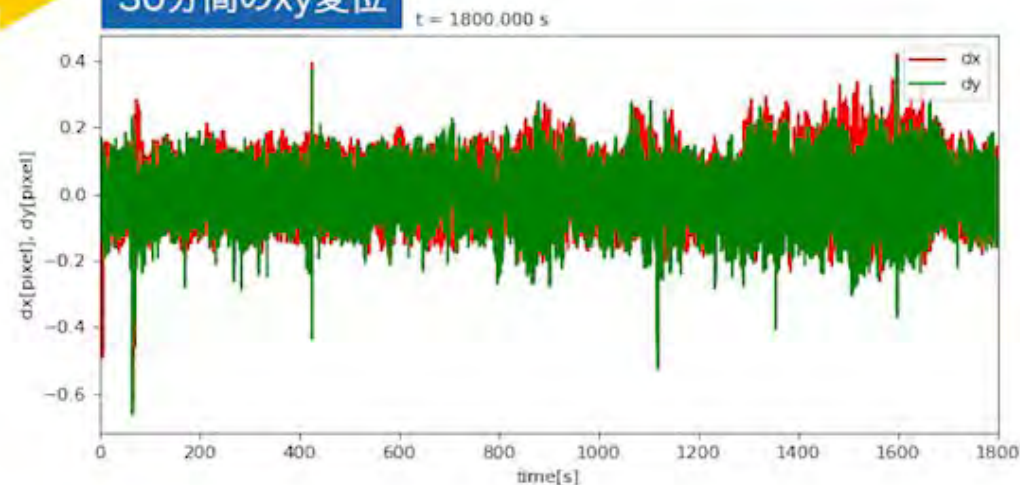
Center on Right  
(4096x444; x 1 speed)



1秒間のxy変位



30分間のxy変位

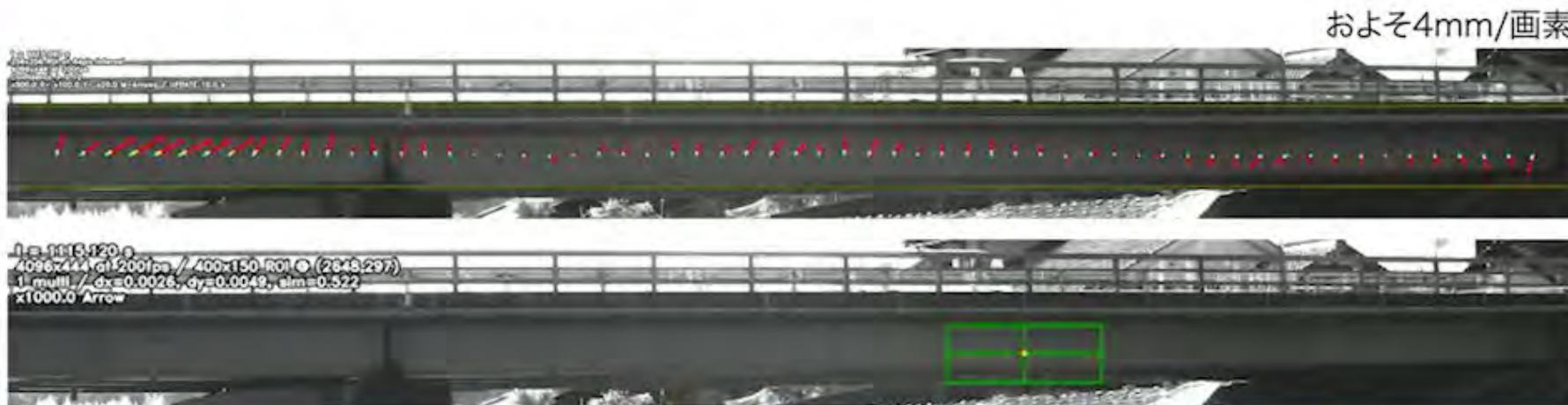


30分間のxy変位を見てみると

# 長時間高速ビデオ画像を用いた全視野振動見える化解析

## ◇ 周波数解析

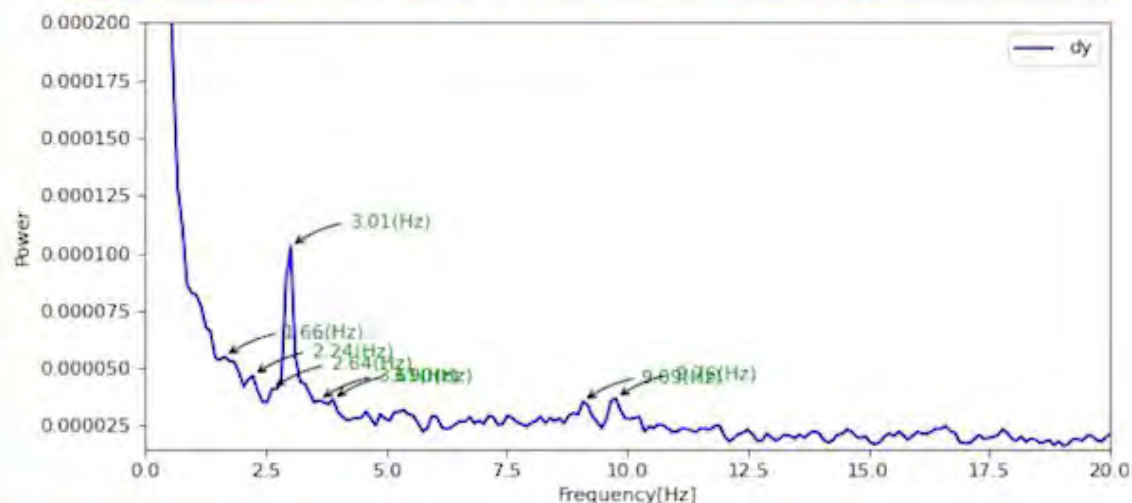
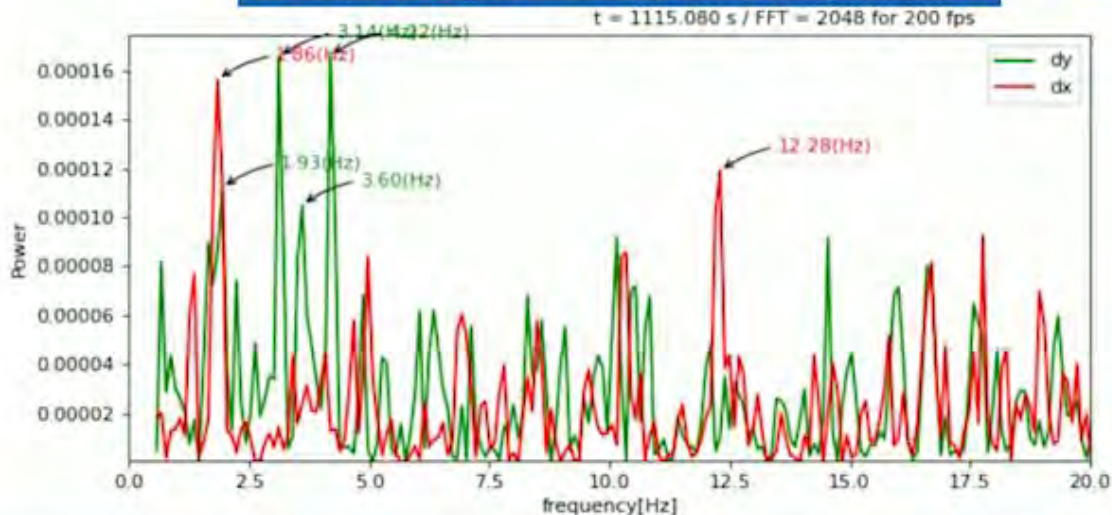
Center on Right  
(4096x444; x 1 speed)



0-20Hz 周波数スペクトル (2048 samples in FFT)



30分間のy変位に対する0-20Hz 周波数スペクトル (2048 samples in FFT)

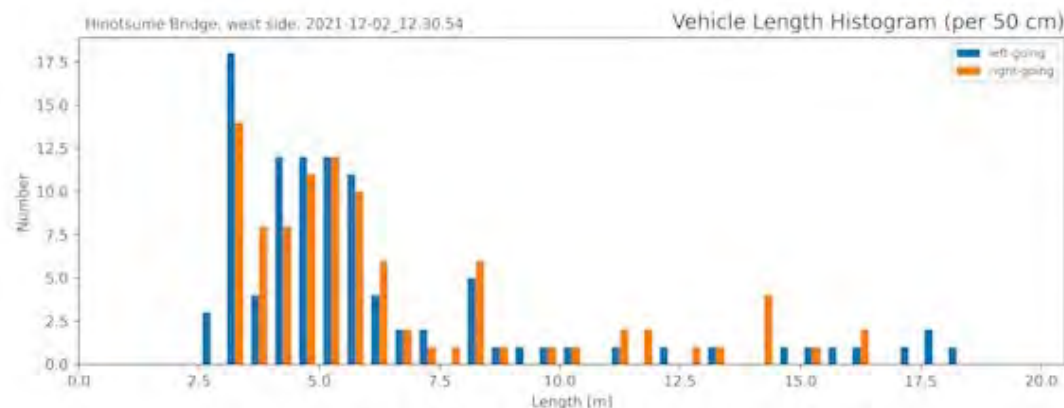
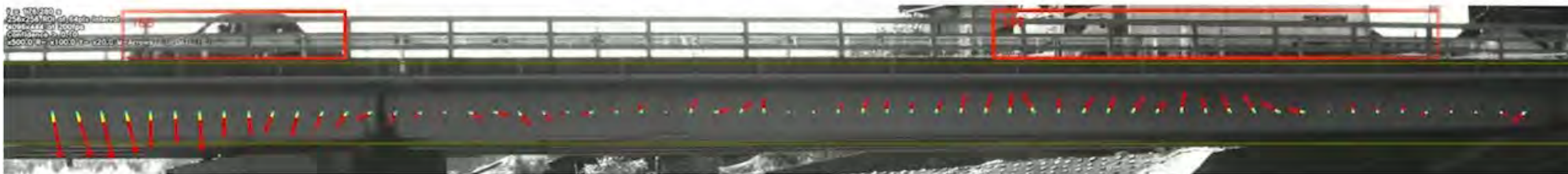


また 周波数スペクトルでは 3.0Hzの共振周波数が計測されています

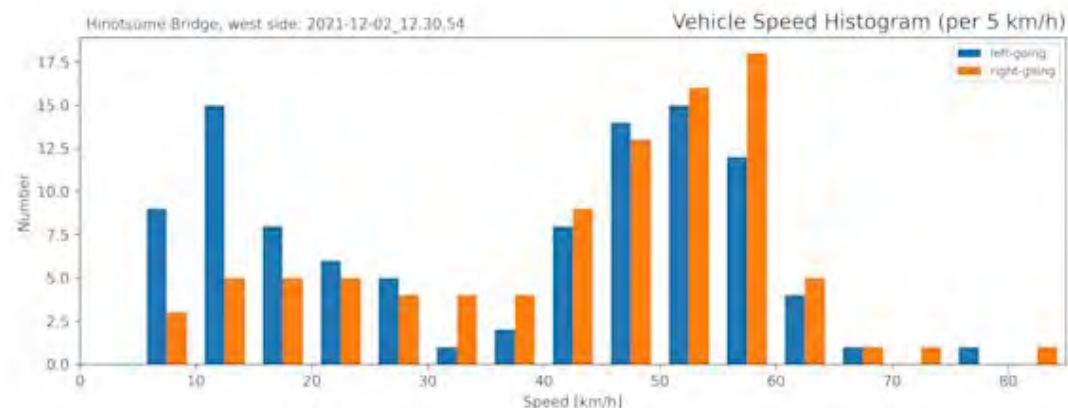
# 長時間高速ビデオ画像を用いた全視野振動見える化解析

## ◇ 交通流計測

4096x444@200fps画像に対するDIC結果(1倍速)



30分間の走行車両の車長分布

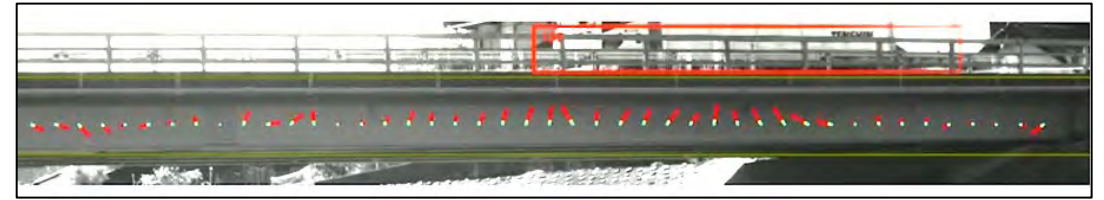
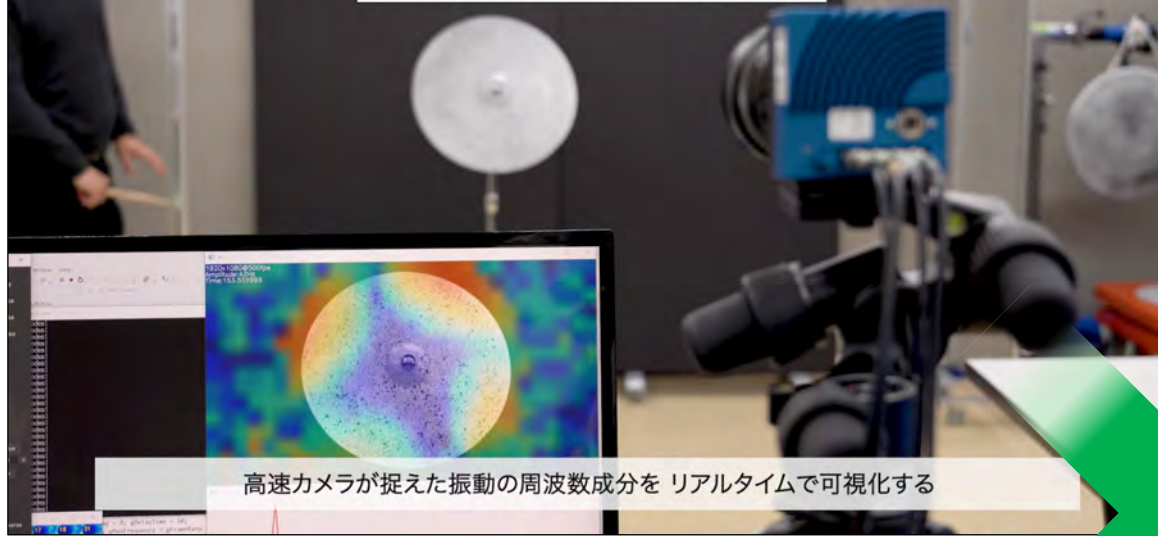


30分間の走行車両の速度分布

走行車両の「車長」や「速度」を割り出すこともできます

# 新技術を用いた橋梁モニタリングトライアルに向けて

## 広島大が開発した振動見える化カメラ技術



全視野サブピクセル振動見える化カメラシステムの概要

◇ 樋之詰橋 (広島県東広島市)

橋長 53.35m【鋼橋】  
広島県道67号馬木八本松線



橋長53.35m

## 長時間高速ビデオ画像を用いた全視野振動見える化解析



見学会(2023/3/14): リアルタイム全視野振動見える化カメラを用いたリモート橋梁モニタリングの実証実験

# 全視野振動見える化カメラを用いた中小橋梁モニタリング実装試験(2022/3/16)

－ 広島県＋長崎県＋愛媛県の産官学の関係者が150名以上 参加 －

## ◇ 橋梁モニタリング ハイブリット見学会 (2023.3.16)

スマート検査モニタリ...

Gohou Bridge (Hiroshima)

Displacement: x, y

Amplitude

Frequency[Hz]

Tsumizu Bridge (Nagasaki)

Displacement: x, y

Amplitude

Frequency[Hz]

Omotegawa Bridge (Ehime)

Displacement: x, y

Amplitude

Frequency[Hz]

+106

3地点にある 振動見える化カメラのリアルタイム画面出力を



## 土木学会

### 新技術の地域実装に向けた研究活動助成

#### 「全視野振動見える化カメラを用いた 中小橋梁モニタリング実装試験」

広島大学 石井 抱 教授

(広島大学デジタルものづくり教育研究センター)

長崎大学 松田 浩 教授

(長崎大学大学院工学研究科インフラ長寿命化センター)

愛媛大学 中畑 和之 教授

(愛媛大学工学部附属社会基盤iセンシングセンター)

#### 3Dモデルと連動した 橋梁デジタルツイン

#### 今後の展開

#### Cyber World

#### Physical World



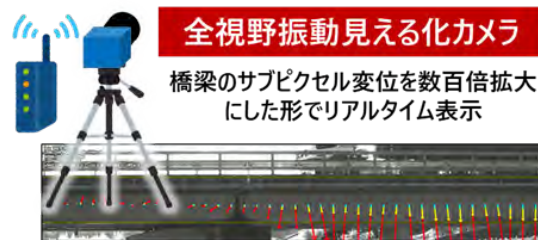
3Dモデル導入による  
橋梁たわみ・振動計測の高精度化



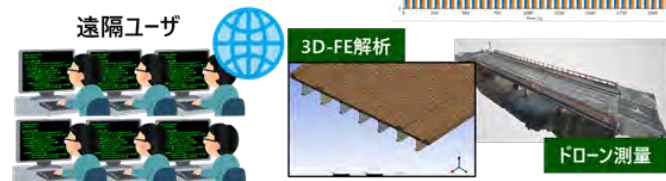
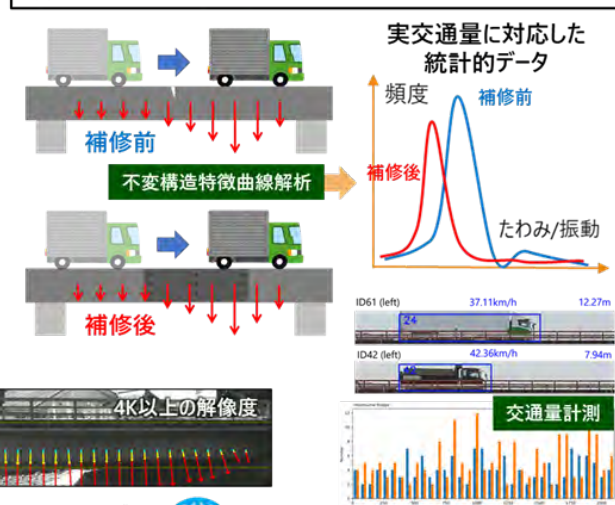
### 広島県/長崎県/NEXCO西日本のご協力のもと、橋梁モニタリングを実施



樋之詰橋(鋼橋(I型桁橋); 橋長53m/桁長 26m)



#### (1) 補修橋梁に対する全視野振動見える化実装試験



#### (2) リモート橋梁モニタリング公開試験



#### (3) 他中小橋梁への実装・他自治体への展開検討