

新規サービス

～新たに対応する指標～



2017年3月7日
バンプレコーダー株式会社

<http://www.bumprecorder.com>
info@bumprecorder.com



新たに対応する指標



これまでの対応指標

- 11) I R I
- 12) 平たん性 σ
- 13) バネ上段差高

新たに対応する指標

- 21) 測線ひび割れ率
- 22) MC I
- 23) バネ下段差高（水系計測）

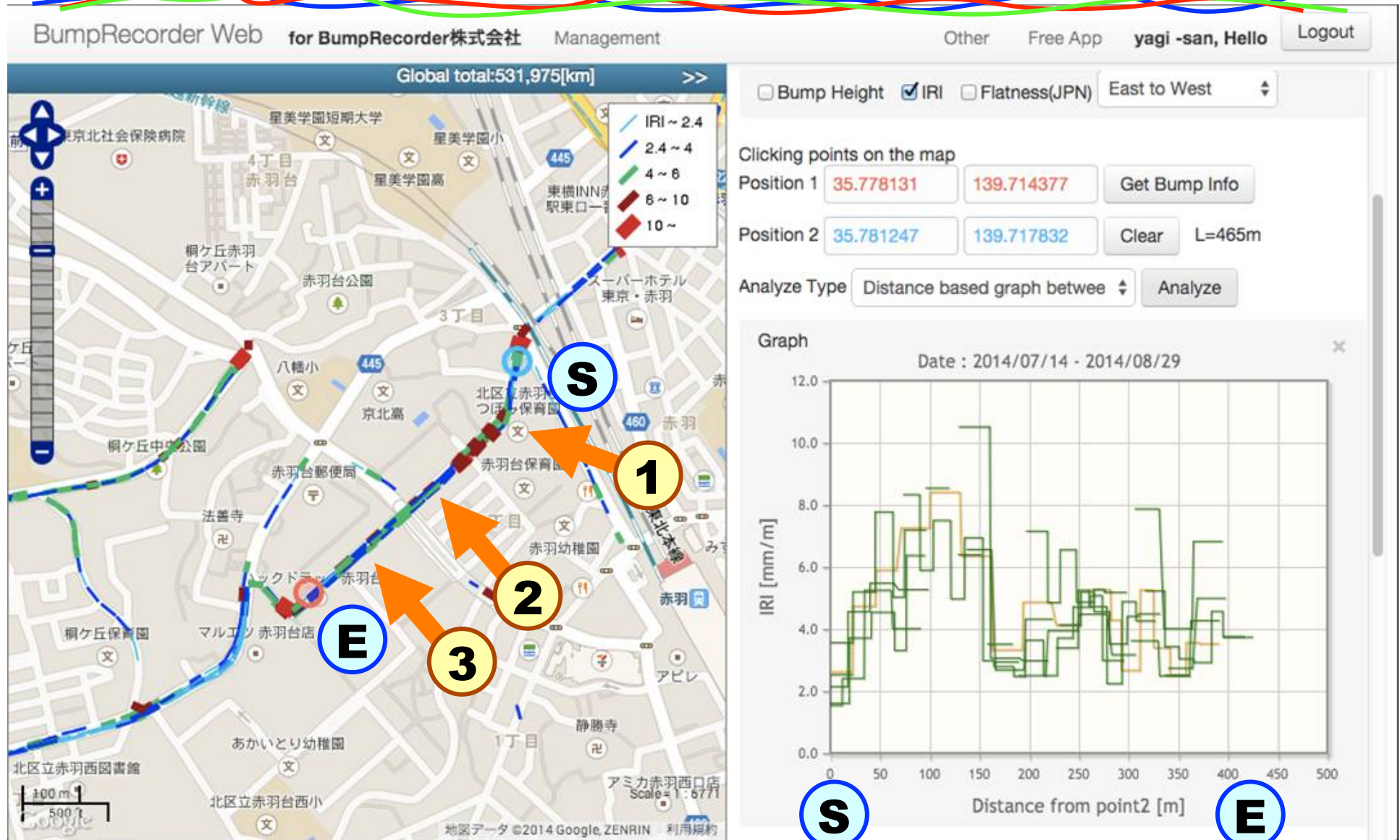
すべてこれまで同様に加速度データから算出
⇒過去のデータからも算出可能

測線ひび割れ率



基本原理：2014年のトライアル

基本原理：2014年のトライアル





ひび割れの状況

地点 1



地点 2



地点 3





検出の考え方

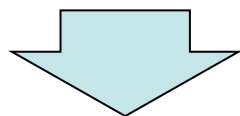
たとえば

走行速度 : $20\text{m/s} = 36\text{km/h}$

サンプリング周期 : 100Hz の場合

1サイクル = $10\text{ms} = 10\text{cm}$

ひび割れの大きさは手のひらサイズ $\div 20\text{cm}$



仮説

ひび割れは $20\text{cm}=20\text{ms}=50\text{Hz}$ で加速度に現れる

⇒短い時間間隔での周波数解析を行う



検出の考え方

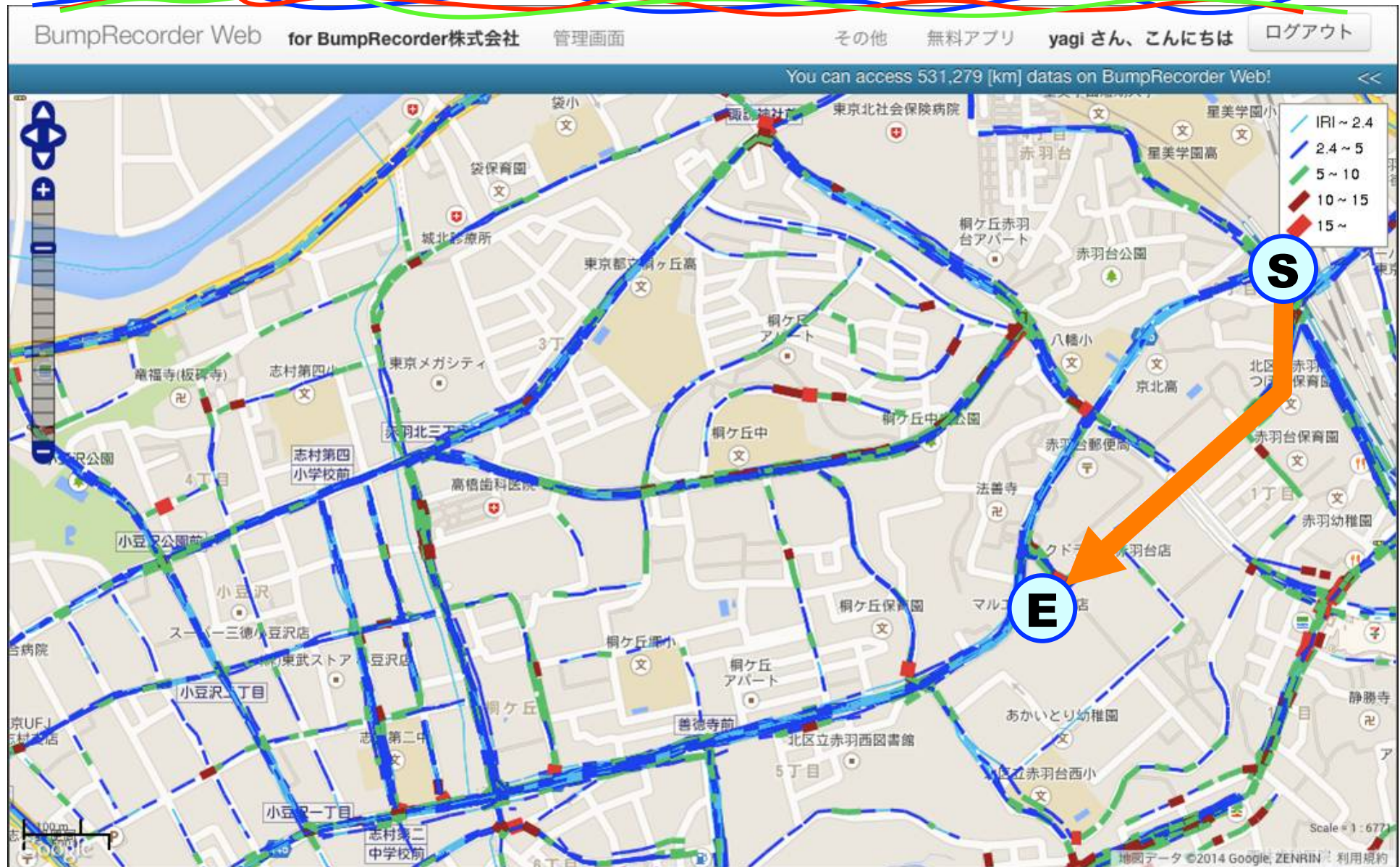
1 秒以下の時間間隔ごとに F F T を実施

F F T でのデータ数は 2 のべき乗とする
必要があるため下記となる

加速度の サンプリングレート	FFT データ数
200Hz	128
100Hz	64
50Hz	32

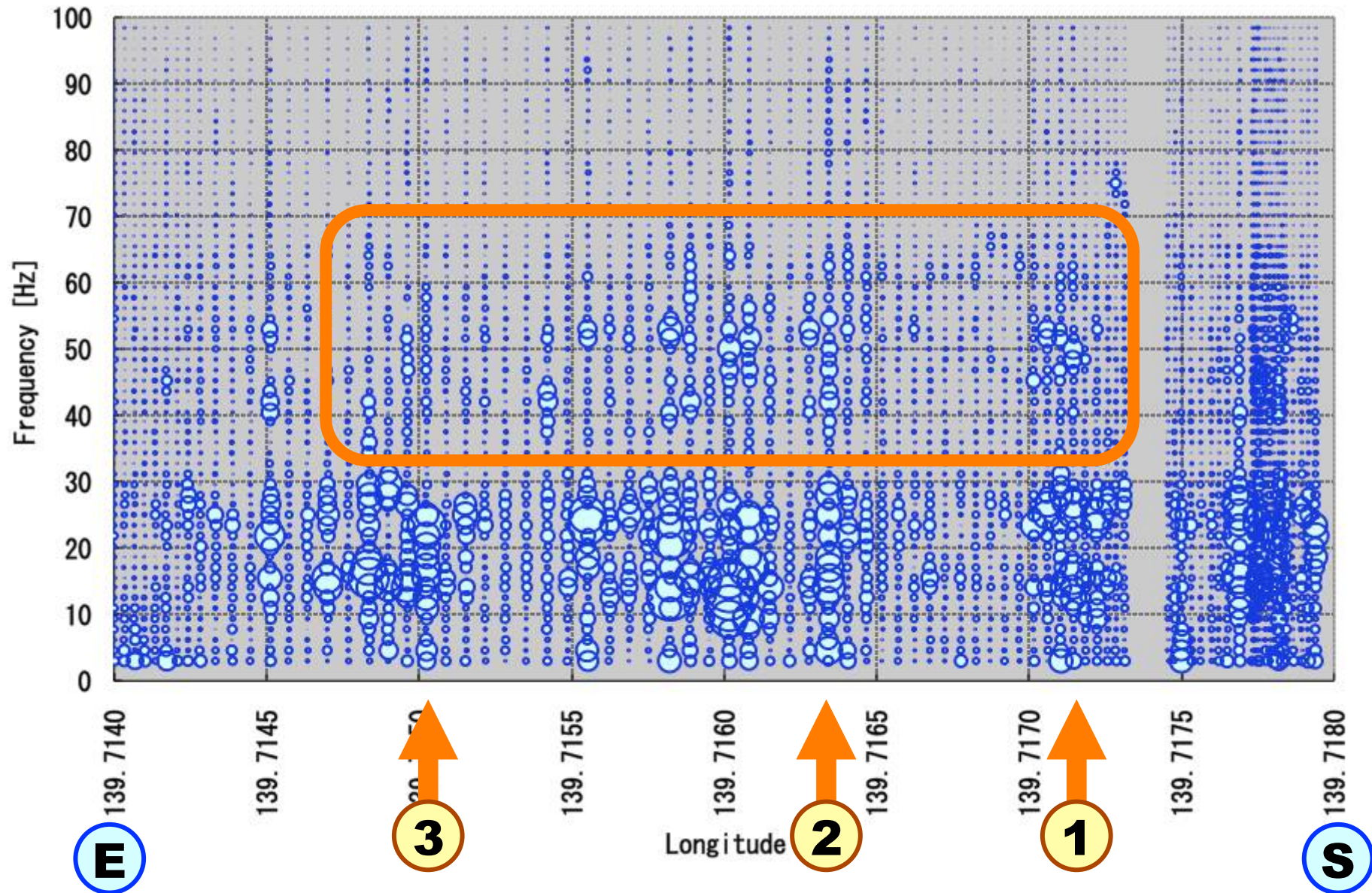


テスト区間





FFT解析結果



独自指標：ひび割れ指数 (**Cracking Index**)

独自指標の考え方

高い周波数に大きな振幅があればひび割れと判定

周波数ごとの振幅による加重平均周波数 f_{ave}

$$f_{ave} = \frac{\sum_i f(i) \times a(i)}{\sum_i a(i)}$$

FFT 結果
f(i) : 周波数
a(i) : 振幅

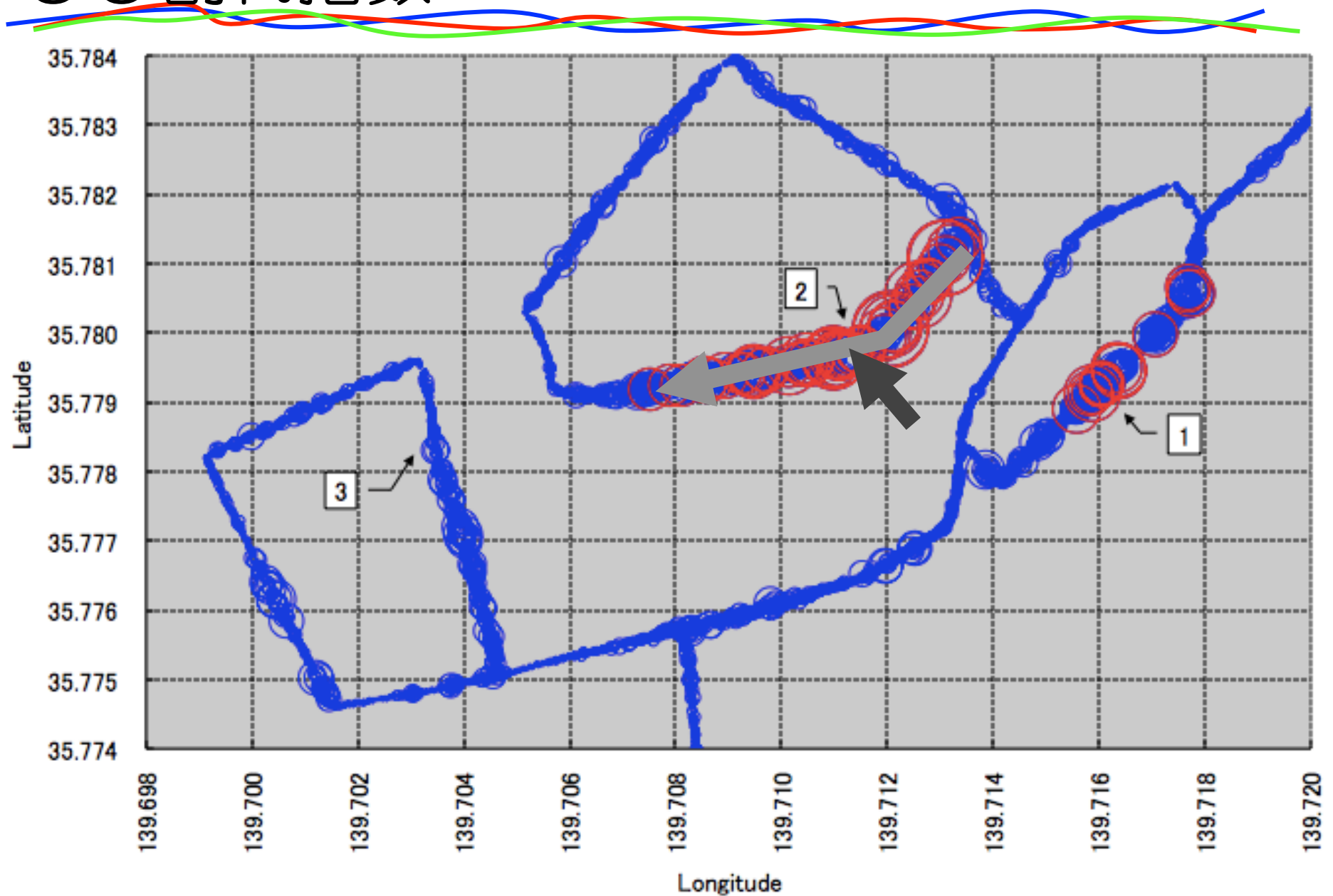
ひび割れ指数

$$CI = f_{ave} \times a_{ave}$$

a_{ave} : 平均振幅

$$[\text{Hz}] \cdot [\text{m/s}^2] \Rightarrow [\text{m/s}^3]$$

ひび割れ指数

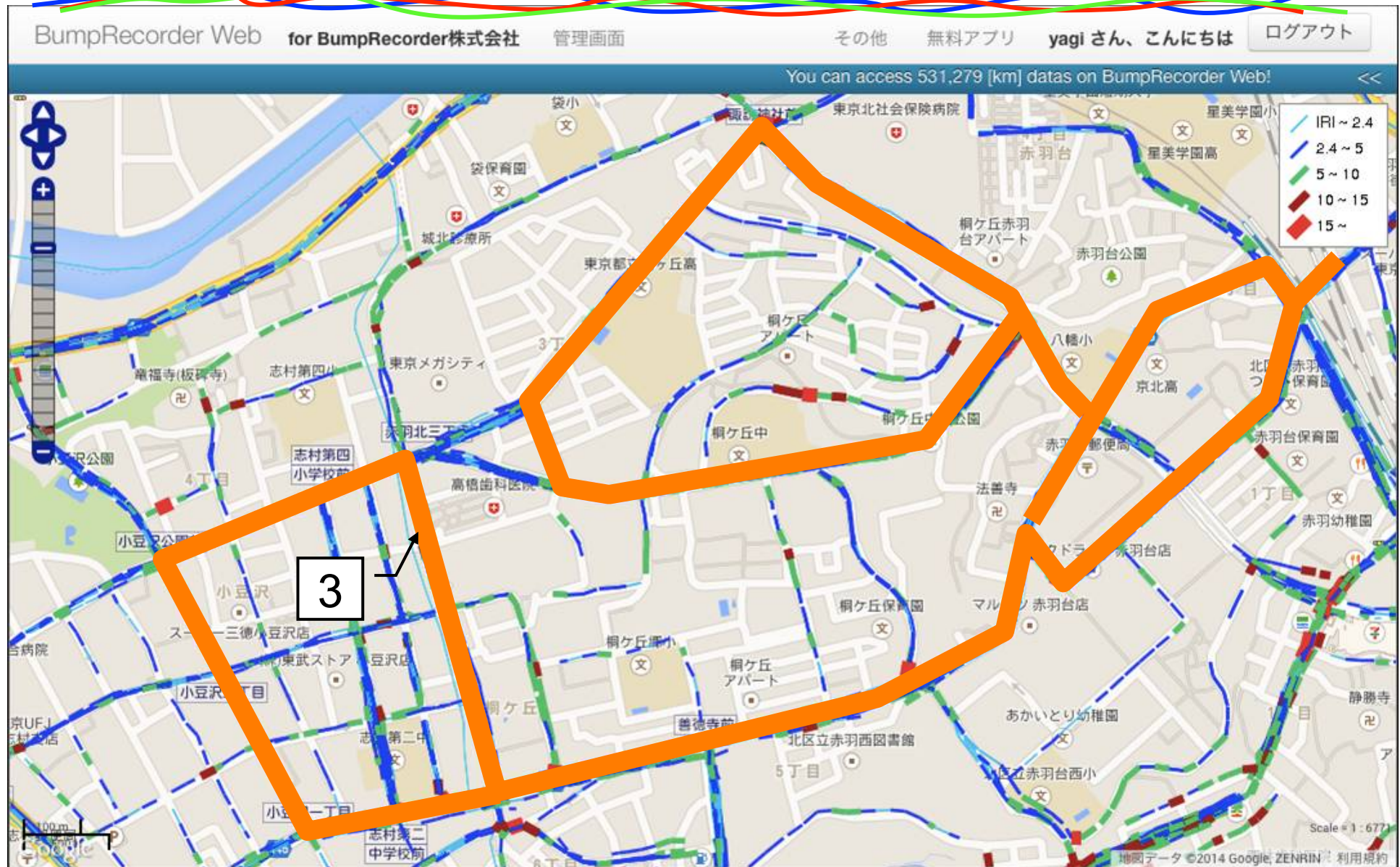




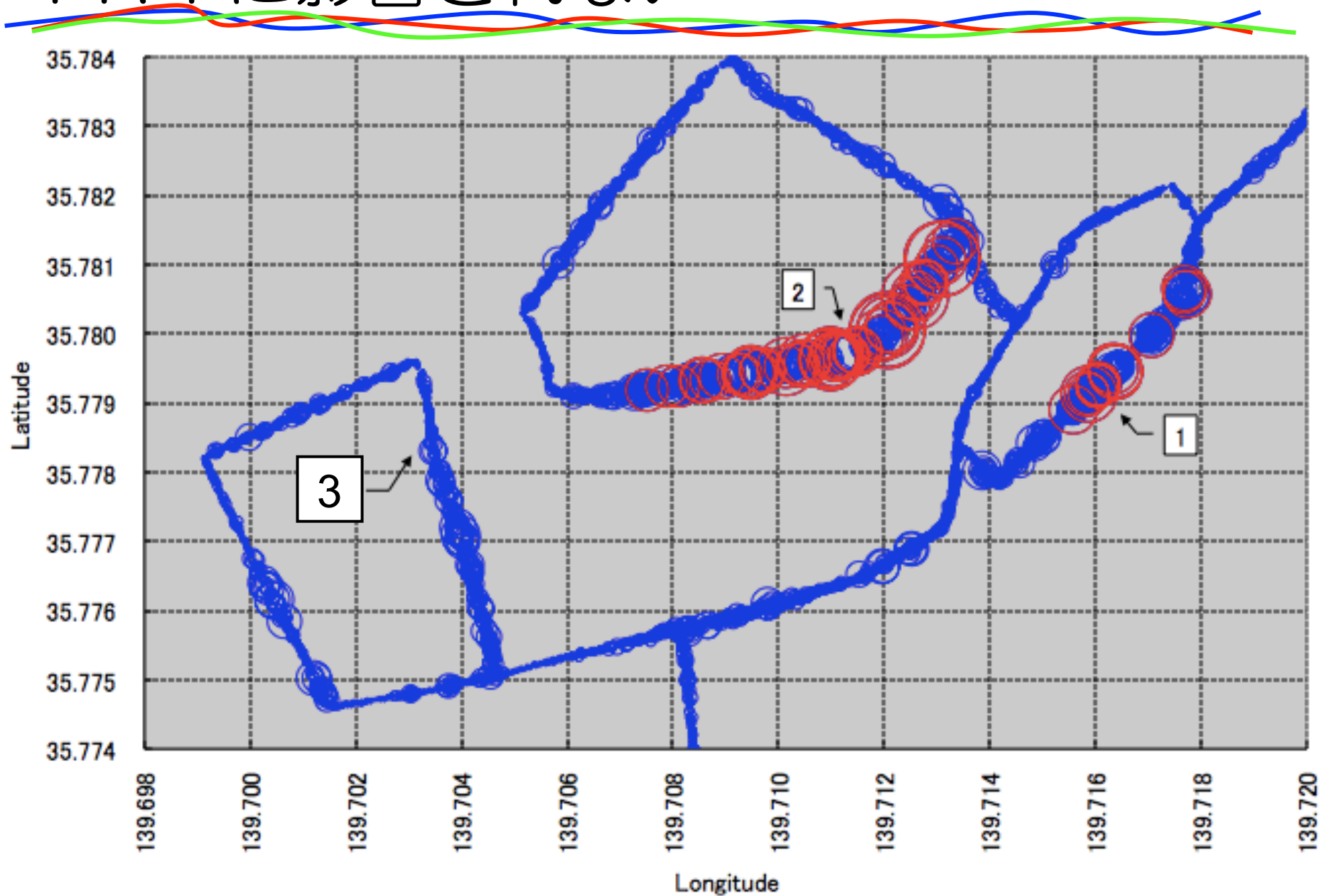
骨材が表出したコンクリート舗装



IRIに影響されない



IRIに影響されない



測線ひび割れ率



2016年末サービス開始時に
採用した技術

従来の問題と解決策



2014年トライアルの問題点

- 加速度から直接算出するため、使用する車両、スマホでしきい値が変わる
- 車速の影響が大きい
- 独自指標とひび割れ率の関係が不明確

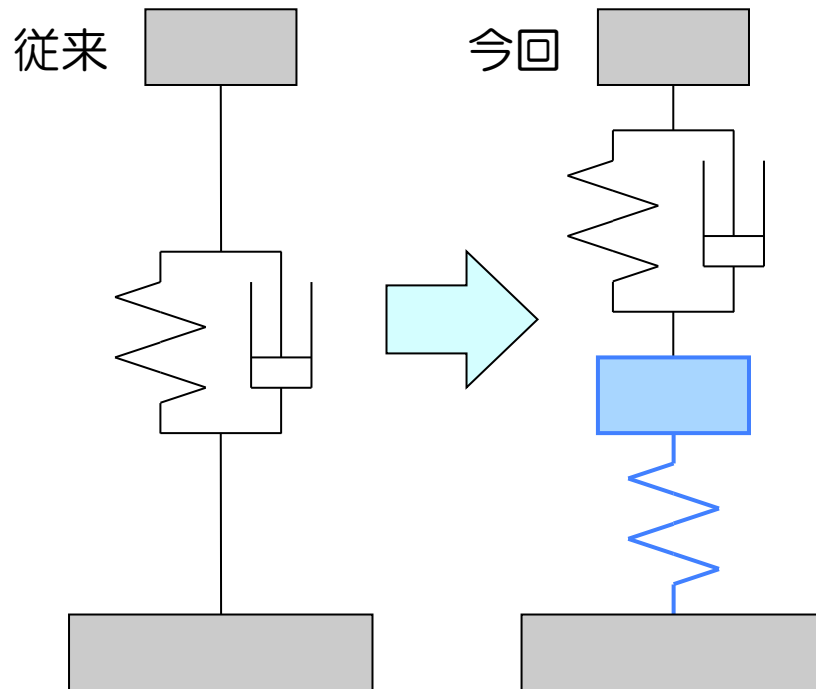
2016年末サービス開始時に採用した技術

- バネ下の上下動（路面プロファイル）から算出
⇒ $|R|$ 算出時にオートキャリブレーションにより車種・スマホ・車速の影響を除去
- ひび割れ率の算出方法に沿って指標を算出

路面プロファイル算出ロジックの修正

10cmオーダーの変化量を捉えられるようにする

- 25cmプロファイルから5cmプロファイルに変更
- 1 質点モデルから 2 質点モデルに変更



オートキャリブレーションのパラメータ推定精度を向上し実現



指標算出方法の変更

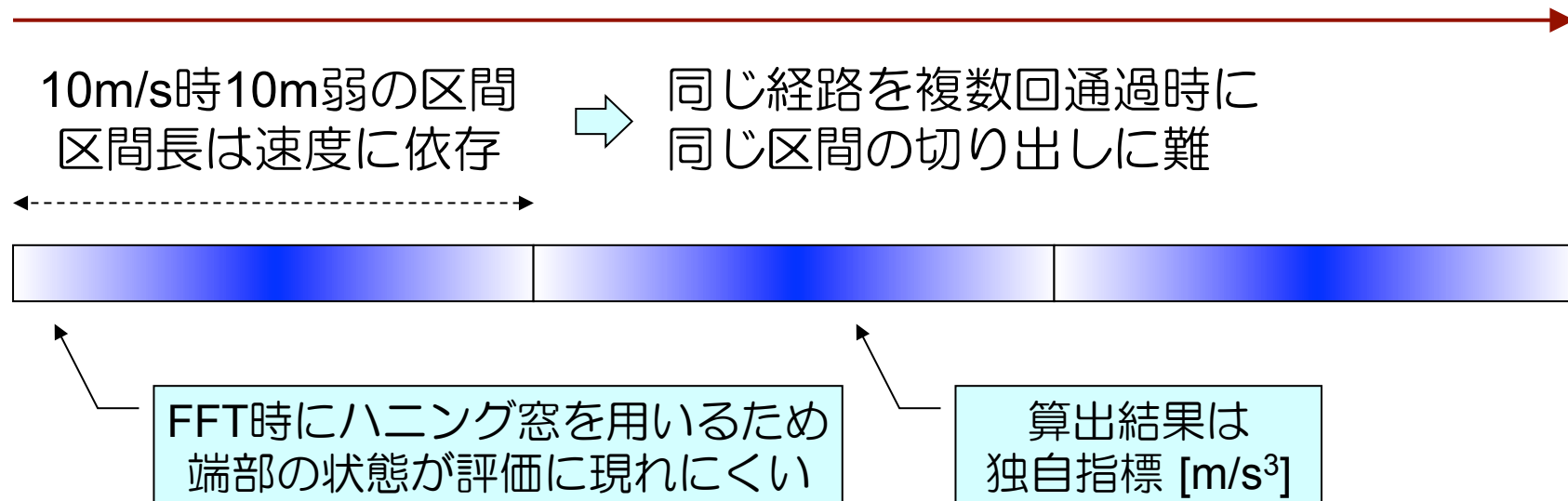
2014年トライアル

ひび割れ起因で20cmごと（10m/s時に50Hz）の
加速度振動が生じると想定

⇒ 1秒弱の加速度データに対してFFT演算

⇒ 高周波成分の振幅で評価

⇒ 10m弱の区間に対してひび割れ度合いを評価



指標算出方法の変更

今回

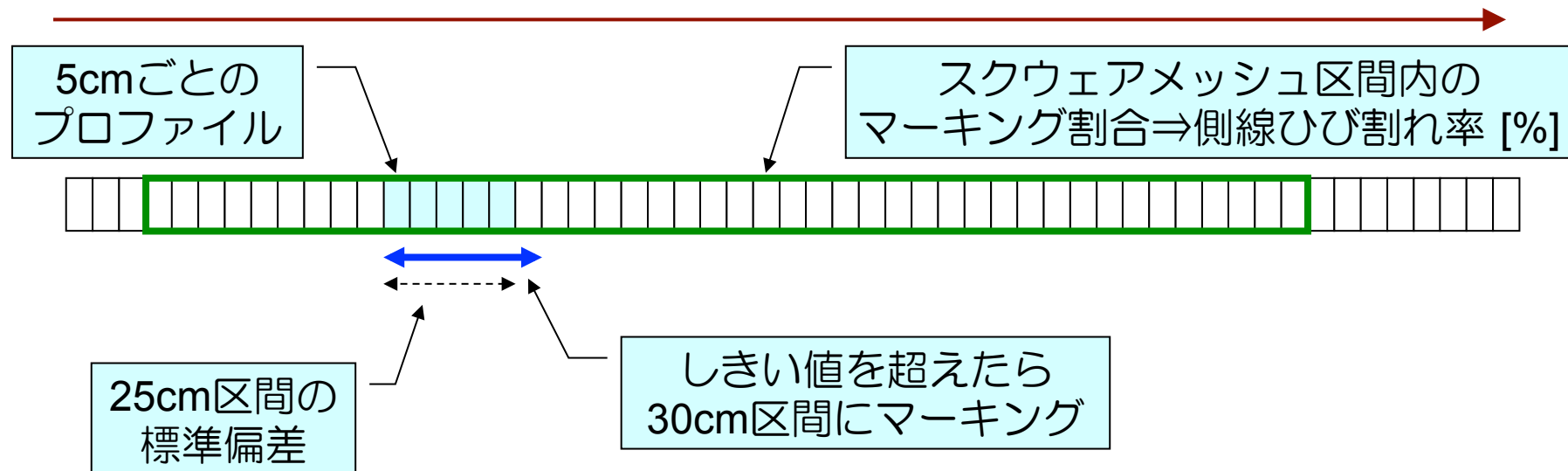
ひび割れ起因で20cmごとのプロファイルに変状が生じると想定

⇒25cmごとのプロファイルの標準偏差を算出

(プロファイルは車種等の影響を除去済み)

⇒車種・車速によらず同一のしきい値で判定

⇒25cm区間のひび割れ有無を評価



従来の算定方法に準じた評価

通常のひび割れ率の算定方法

50cmメッシュ内（0.25m² 内）に
線上ひび割れが1本だけある場合は0.15m²（60%）と算定
線上ひび割れが2本以上ある場合は0.25m²（100%）と算定

測線ひび割れ率の算定方法

考え方：従来のひび割れ率の算定方法に準ずる

50cm区間内に
ひび割れが1箇所だけある場合は60%（30cm）マーキング
ひび割れが2箇所以上ある場合は100%（50cm）マーキング
（連続してマーキングされるので100%となる）

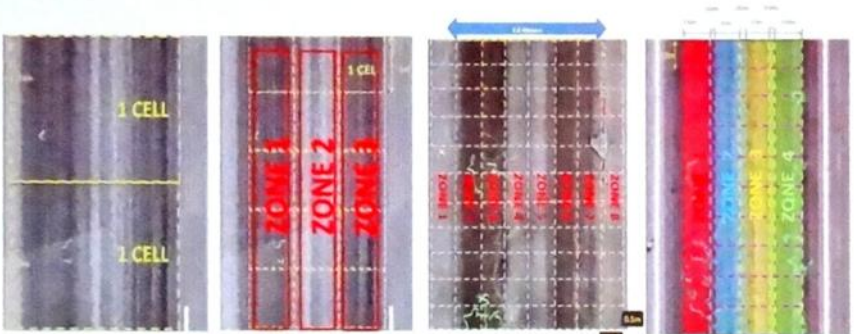
50cm区間内で2箇所検出するには25cmでの評価が必要

各種ひび割れ率

ひび割れ率はさまざまな算出方法があり
算出方法によって「率」が異なっている

Example of ACD outputs

Getting the right data to make the right decisions



VicRoads DPTI Japan RoadCrack (4-channel)

 arrbgroup.net

Classifying Cracks - Methods

- How to apply an area to an essentially linear entity?
 - HDM4/Austrorads – apply a width to length
 - Roadcrack – square blocks
- Same cracks - various different methods / extents



Area selected using 0.3m regions
Affected area = 55%

Image divided into 0.16m² squares
Affected area = 68%

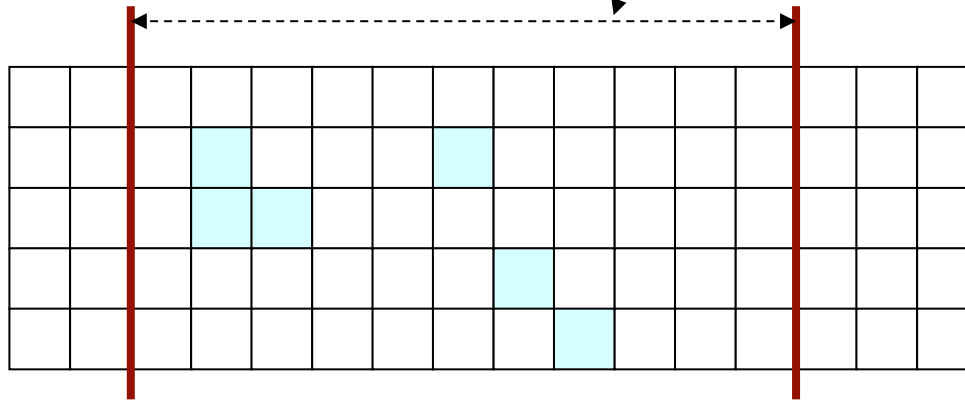
Image divided into 0.01m² squares
Affected area = 44%

 arrbgroup.net

従来のひび割れ率との違い

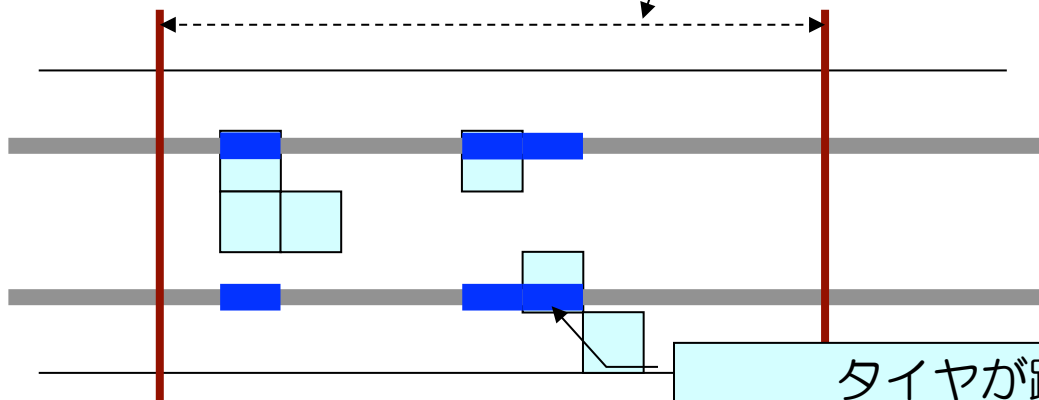
通常のひび割れ率

評価区間内の路面全体に対する
ひび割れメッシュの割合



測線ひび割れ率

評価区間の区間長に対する
ひび割れのある長さの割合



タイヤが踏んだ路面（測線）上の
ひび割れの有無で評価（左右は判別できない）

MC I



MC I の算出

MC I 算出式

$$MCI = 10 - 1.48C^{0.3} - 0.29D^{0.7} - 0.47\sigma^{0.2}$$

$$MCI0 = 10 - 1.51C^{0.3} - 0.30D^{0.7}$$

$$MCI1 = 10 - 2.23C^{0.3}$$

$$MCI2 = 10 - 0.54D^{0.7}$$

C = ひび割れ率 [%]

D = わだち掘れ量 [mm]

σ = 平たん性 [mm]

これまで平たん性 σ しか計測できなかったため、
MC I を適切に算出できなかった。

今後は、側線ひび割れ率を用いることで
わだち掘れ量ゼロで求めたMCIとMCI1の小さい方の値で
MC I を算出できるようになった。

バネ下段差高 ～水系計測～



段差高の定義



試験法便覧

- 路面プロファイルに対して、
2m、10m、15mの水糸をあてがう
- 水糸に対する最大の深さを段差高とする

Boeing Bump Index

- 路面プロファイルに対して、直定規をあてがう
- 直定規に対する最大の深さ、または高さを段差高
- 最深部の位置を段差の位置
- 最深部から直定規と路面の接点までの
近い側の距離を段差長とする

段差高の算出方法



独自解釈

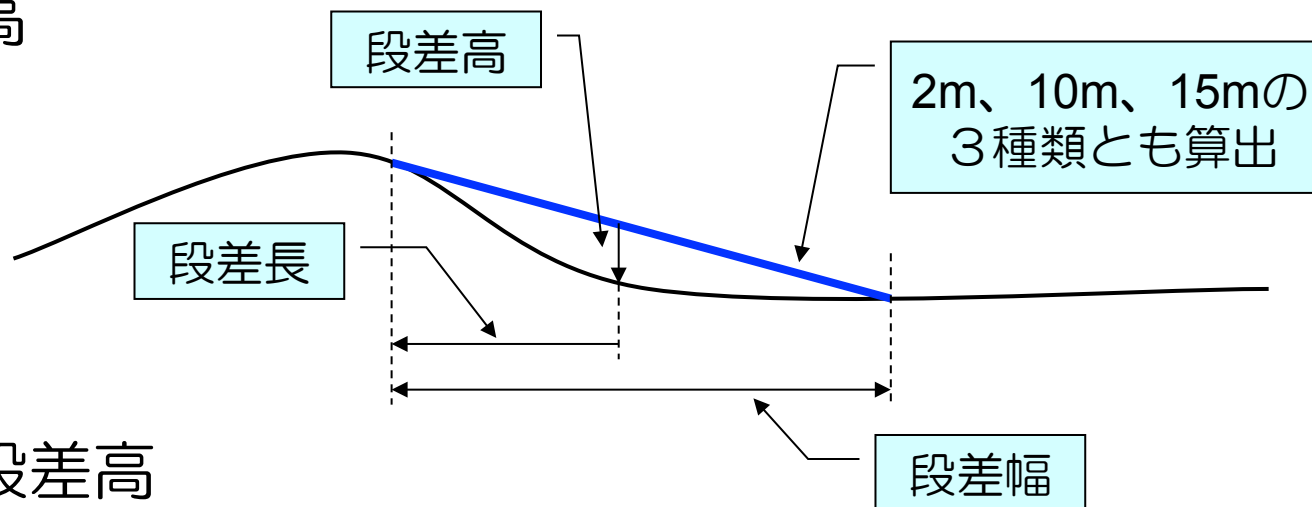
- 路面プロファイルに対して、
2m、10m、15mの直定規を上と下からあてがう
- 直定規に対する最大の深さ、または高さを段差高
- 最深部の位置を段差の位置
- 最深部から直定規と路面の接点までの
近い側の距離を段差長とする

独自拡張

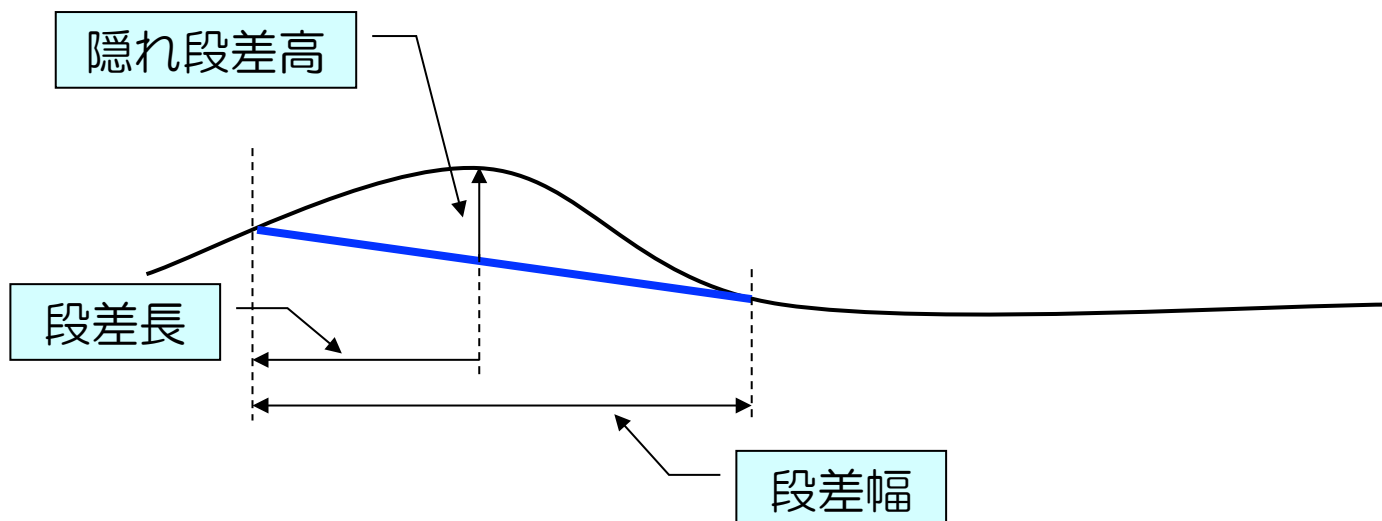
- 直定規と路面が接する2点の距離を**段差幅**とし
段差幅が最大となったときの値を採用する
- 同一段差幅内の最大の段差高を採用する
- 直定規を下からあてがった段差高を、**隠れ段差高**とする

イメージ図

段差高



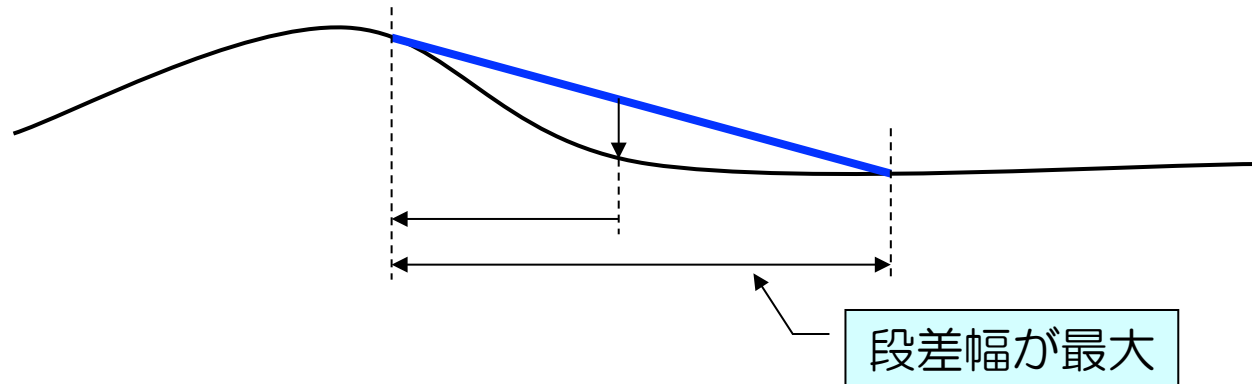
隠れ段差高



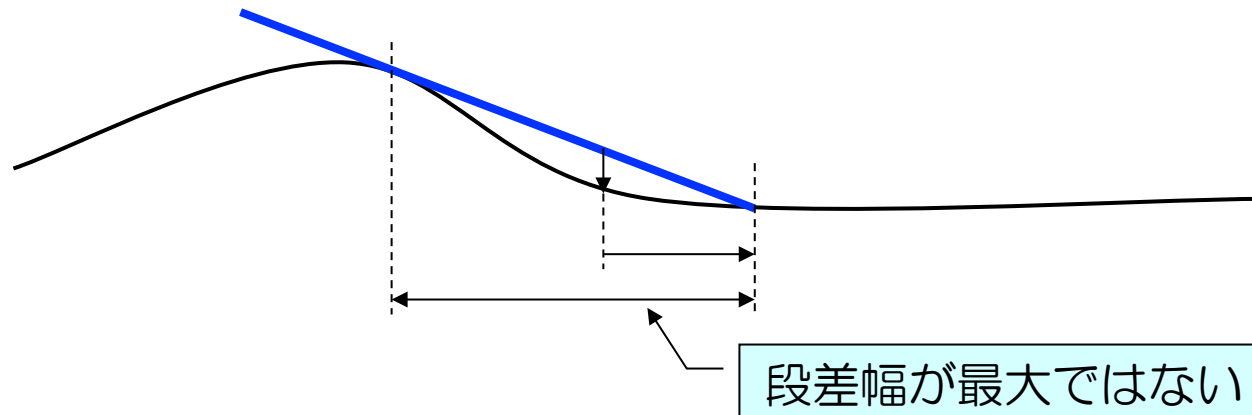
イメージ図



採用



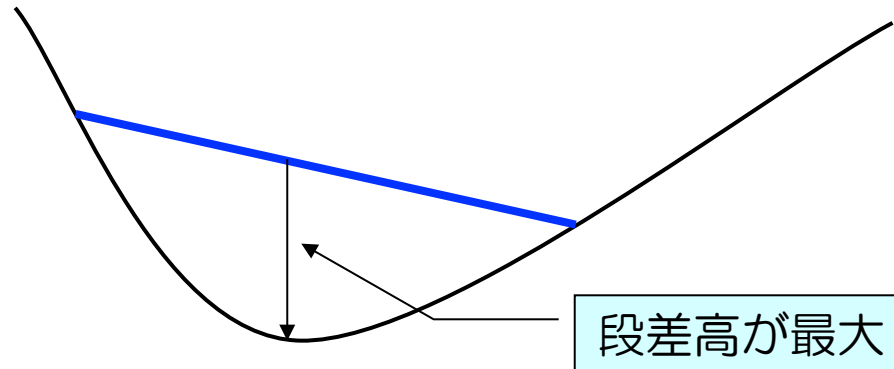
不採用



イメージ図



採用



不採用

