

MMSレーザ点群を利用した路面不陸箇所抽出手法

株式会社パスコ

研究開発センター 山本耕平

関西事業部 西村 修

インフラマネージメント事業部 青木一也

1.はじめに



背景

国土交通省：計画的かつ戦略的な維持管理・更新を推進

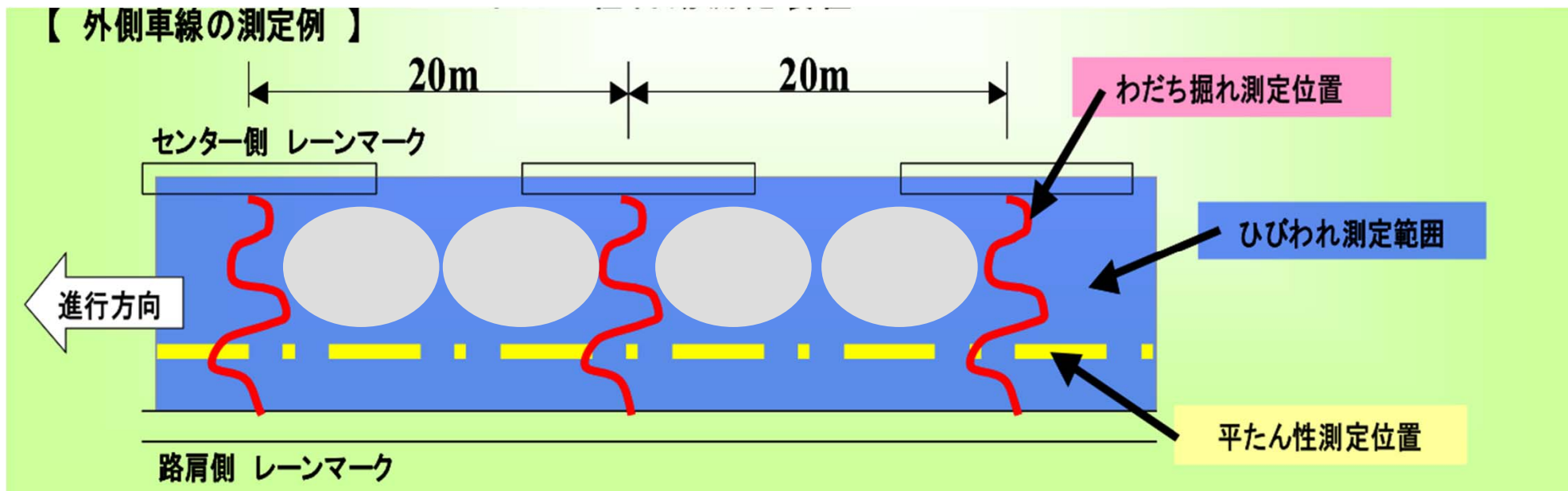
自治体：課題は補修費予算の減少と要補修ストックの増加により簡易的かつ効率的な評価手法の必要性

2.一般的な路面の維持管理手法

わだち計測：レーザ計測による判定(20m間隔)

平坦性測定：放射計による高さの連続計測により判定(1.5m間隔)

ひびわれ測定：写真判読によりメッシュに編集(100m単位)



路面損傷の把握は容易ではない。

3.路面損傷(不陸)の実際

パッチ補修の横断面



ポットホール of 横断面



くぼみの横断面



見つけ方を
どうする
のか？

これらの損傷(不陸)に対する評価基準は明確ではない

4.MMSによる道路3次元計測



5.提案手法

MMSによる道路計測



①横断方向のレーザ点群抽出処理



②横断方向の構造変化の抽出



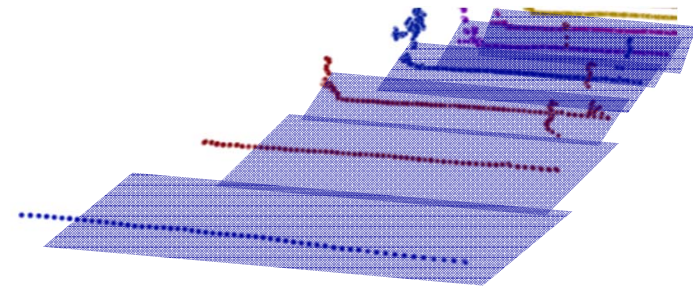
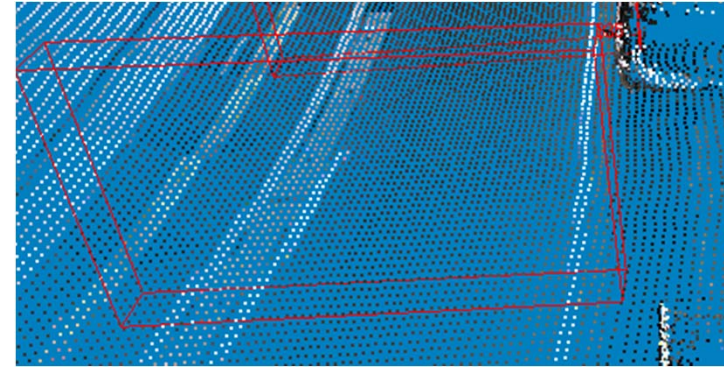
③抽出した構造変化箇所の判定



④全体的な不陸箇所の抽出



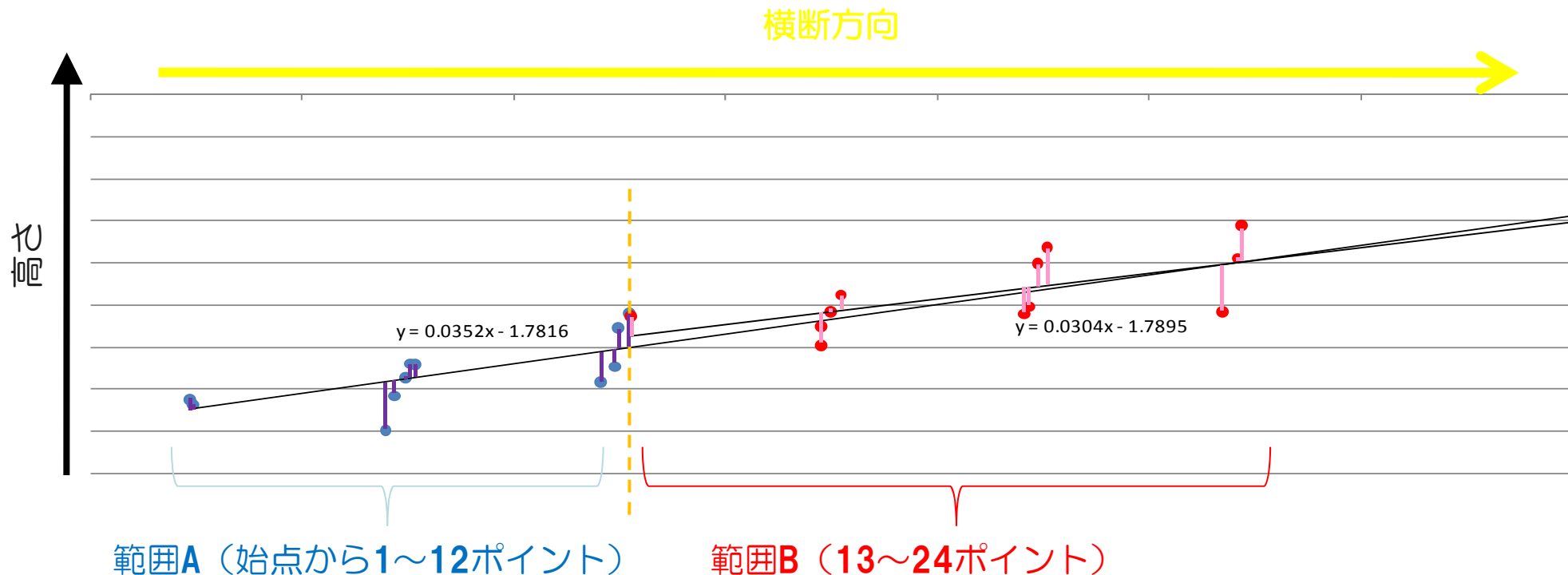
不陸箇所



5 ① 横断方向の構造変化の抽出

構造変化のF検定(Chow test)

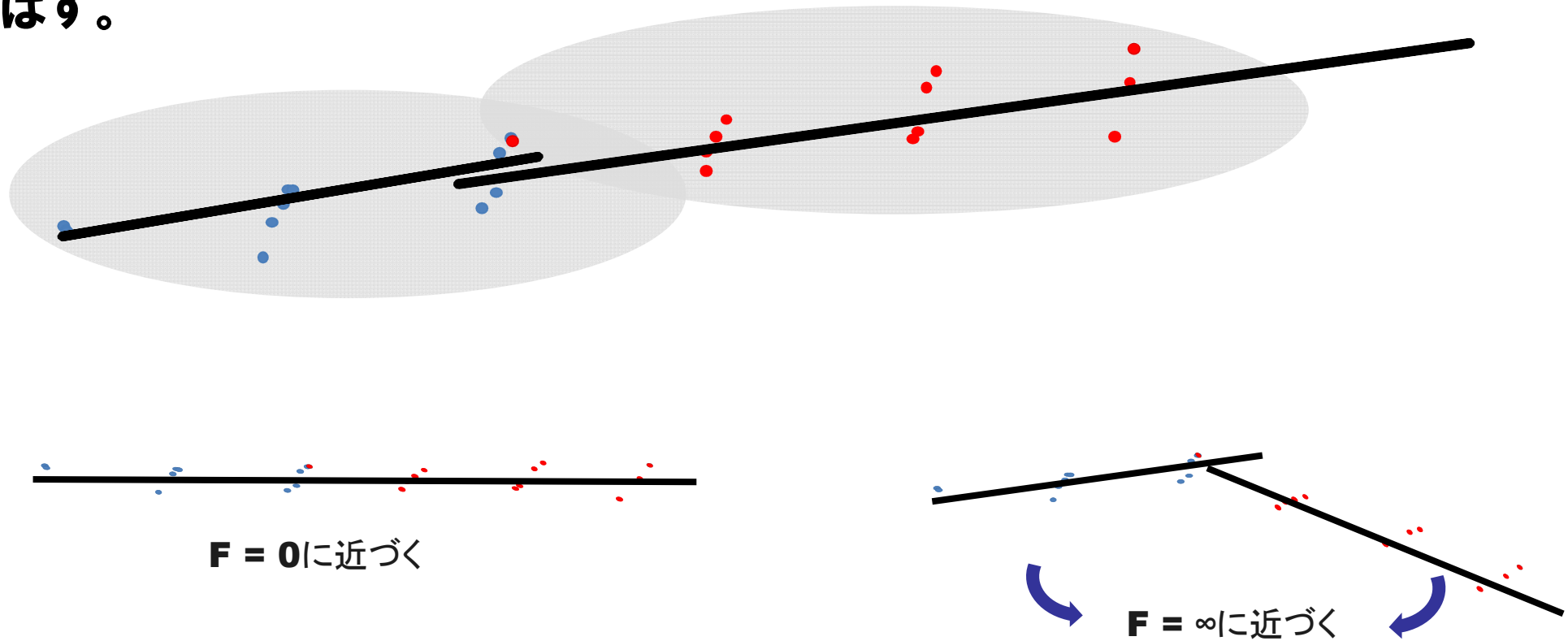
横断方向のレーザ点群を用いて回帰分析を行い、任意の範囲で構造変化の有無を仮説検定する
 任意の範囲は、12個の点群(約30cm)の2倍とし、2つの回帰直線を形成する。



5 ① 横断方向の構造変化の抽出

構造変化のF検定(Chow test)

路面では12ポイント(30cm以内)は計測のばらつきが少ないはず。
よって次の12ポイントで比較して得られた違いは構造変化を表しているはず。



5 ② 横断方向の構造変化の抽出

構造変化のF検定(Chow test)

範囲A、範囲B、範囲A～Bにおいて、それぞれ座標(x,z)値を用いて回帰分析(最小二乗法)を実行し、それぞれの残差平方和RSS1、RSS2、RSS (RSS:Residual Sum of Squares)を算出し、以下の式によりF値を算出

$$F = \frac{RSS - (RSS1 + RSS2)}{RSS1 + RSS2} \times \frac{n1 + n2 - 2(k + 1)}{k + 1}$$

RSS1: 範囲 A の残差平方和

RSS2: 範囲 B の残差平方和

RSS : 範囲 A～B の残差平方和

n1: 範囲 A のサンプル数 (MMS 計測値の数)

n2: 範囲 B のサンプル数 (MMS 計測値の数)

k : 説明変数の数

5 ③ 抽出した構造変化箇所の判定

帰無仮説H0: 範囲Aと範囲Bの路面状態が同等

対立仮説H1: 範囲Aと範囲Bで路面状態に変化(路面凹凸有り)

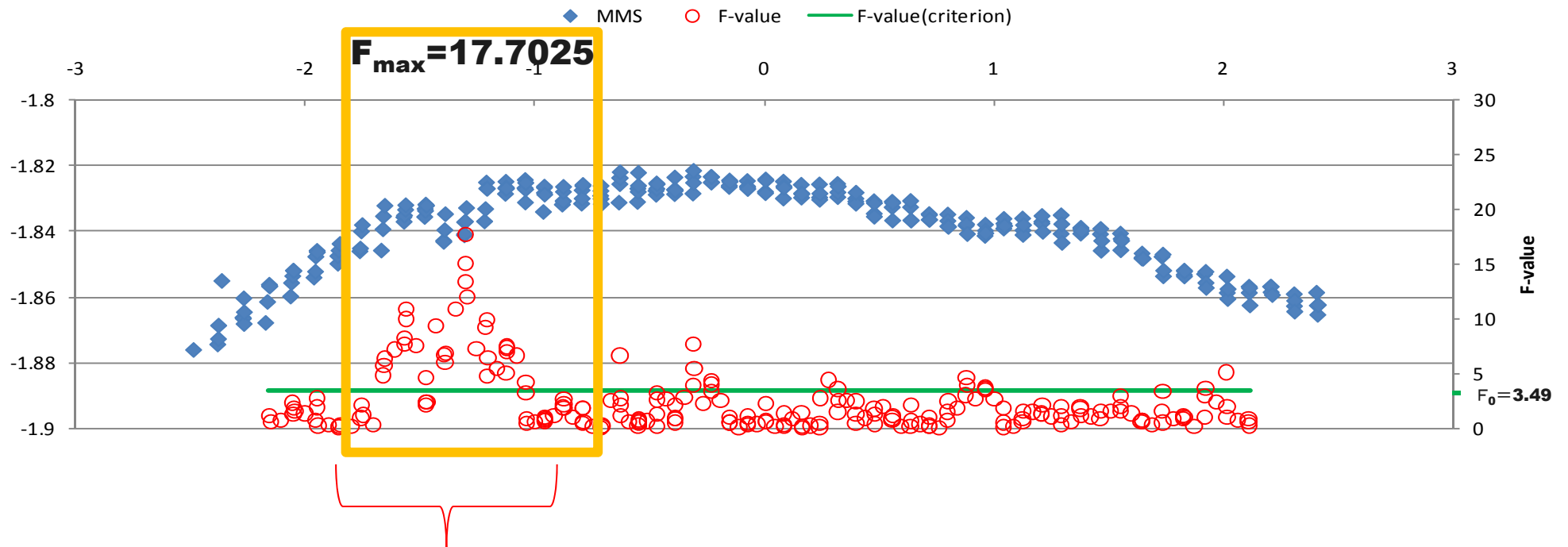
- **F検定の結果、F値が棄却域の値をとる場合、帰無仮説を棄却し、路面の凹凸が発生していると判定**

本分析(モデルケース)の条件

- $n_A = n_B = 12$
- $k = 1$
- 自由度($k + 1 = 2$, $n_A + n_B - 2k - 2 = 20$)の場合の判定値 $F_0 = 3.49$ をF値が越えれば、帰無仮説を棄却(片側検定)

6 結果（横断方向の構造変化箇所判定）

① 路面に1箇所だけ窪みがある不陸の判定例

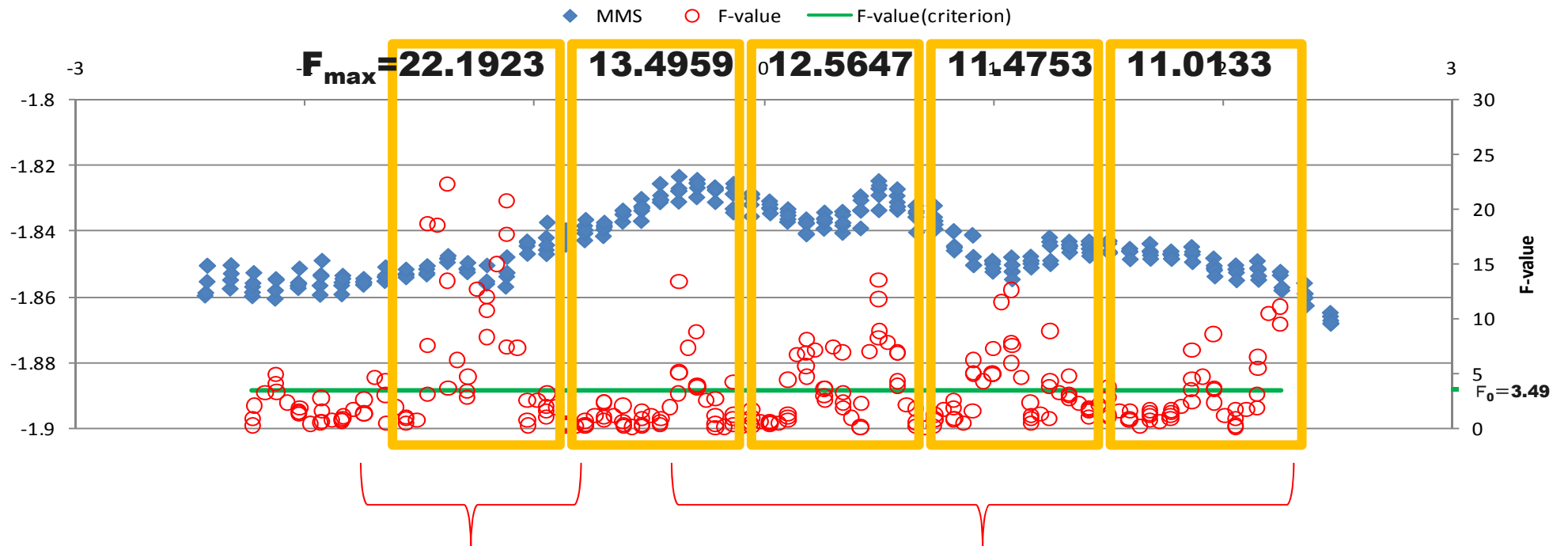


F値が高い箇所が1箇所（局部的凹凸）

青は道路の横断方向の高さを表している
赤は、F値を表している

6 結果（横断方向の構造変化箇所の評定）

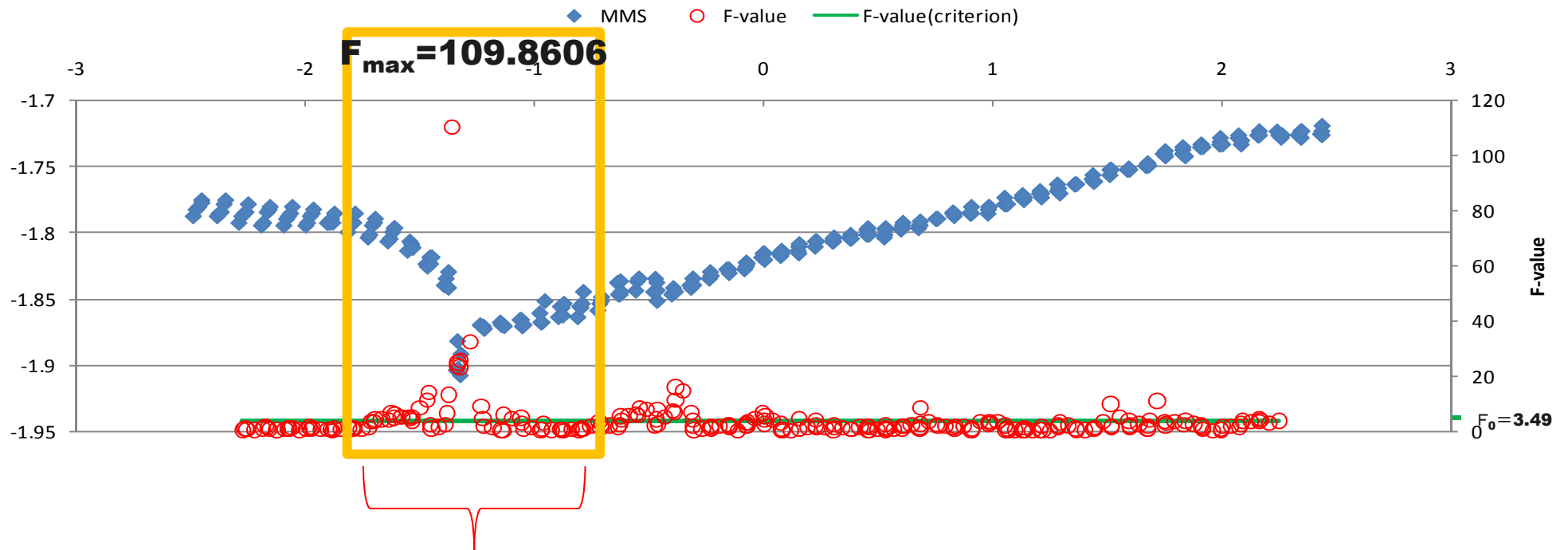
② 路面に凹凸が全体的に広がる不陸の評定例



F値が高い箇所が分散（全体的に凹凸が存在）

6 結果（横断方向の構造変化箇所の判定）

③ 極端な窪みがある判定例

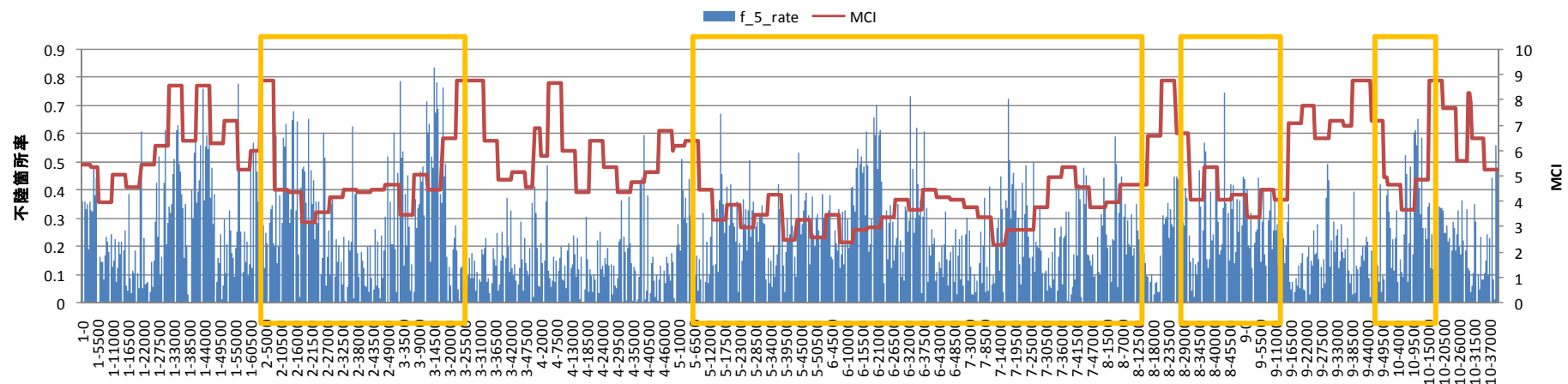


F値が極めて高い（F値 100以上）

6 結果（全体的な不陸箇所の抽出）

路面性状調査で評価した路面のMCI値とChow-Testによる評価結果を比較

縦断方向



Chow-Testによる評価結果はMCI値による評価と同じ結果を得た。

有用性が検証できた。

不陸箇所の割合とMCI値では、劣化が進行している舗装区間を示す箇所が概ね一致している。

一致していない箇所は、面的に細かく評価し、損傷箇所が発見できている。

路面に損傷(不陸)が生じている箇所を**統計分析手法**を用いて**自動的に発見**する方法の提案した

・ 結果として

- ① 道路を全体的にF値の割合で評価できるようになった
 - ② 局所的な損傷箇所(ポットホール、パッチ、くぼみ)を検出がF値により可能になった
- ・ MMS3次元点群を用いた**検定モデル**による評価によって路面損傷箇所を抽出することができた
 - ・ さまざまな路面の損傷に関する情報をデータベース化し、本手法の適用範囲を拡張し、本手法の実用化に向けた先鋭化を図っていく