

路盤・舗装機械技術委員会 情報化施工事例報告会

「ICT技術を応用した道路建設機械の効果と有効性」

mmGPS-3D-MCの精度確認試験実施状況



 鹿島道路株式会社

報告内容

1. 三次元マシンコントロールの精度に関して
2. インテリジェントローラ
3. 電磁密度測定装置の紹介

1. 三次元マシンコントロールの精度に関して

- ・TS-3D-MCグレーダの精度確認試験
- ・現場施工での精度と施工例
- ・mmGPS-3D-MCグレーダの精度確認試験
- ・従来施工との精度及び作業効率の比較

TS-3D-MC (LPS-900MC) グレーダのシステム構成

GPT-9003MC



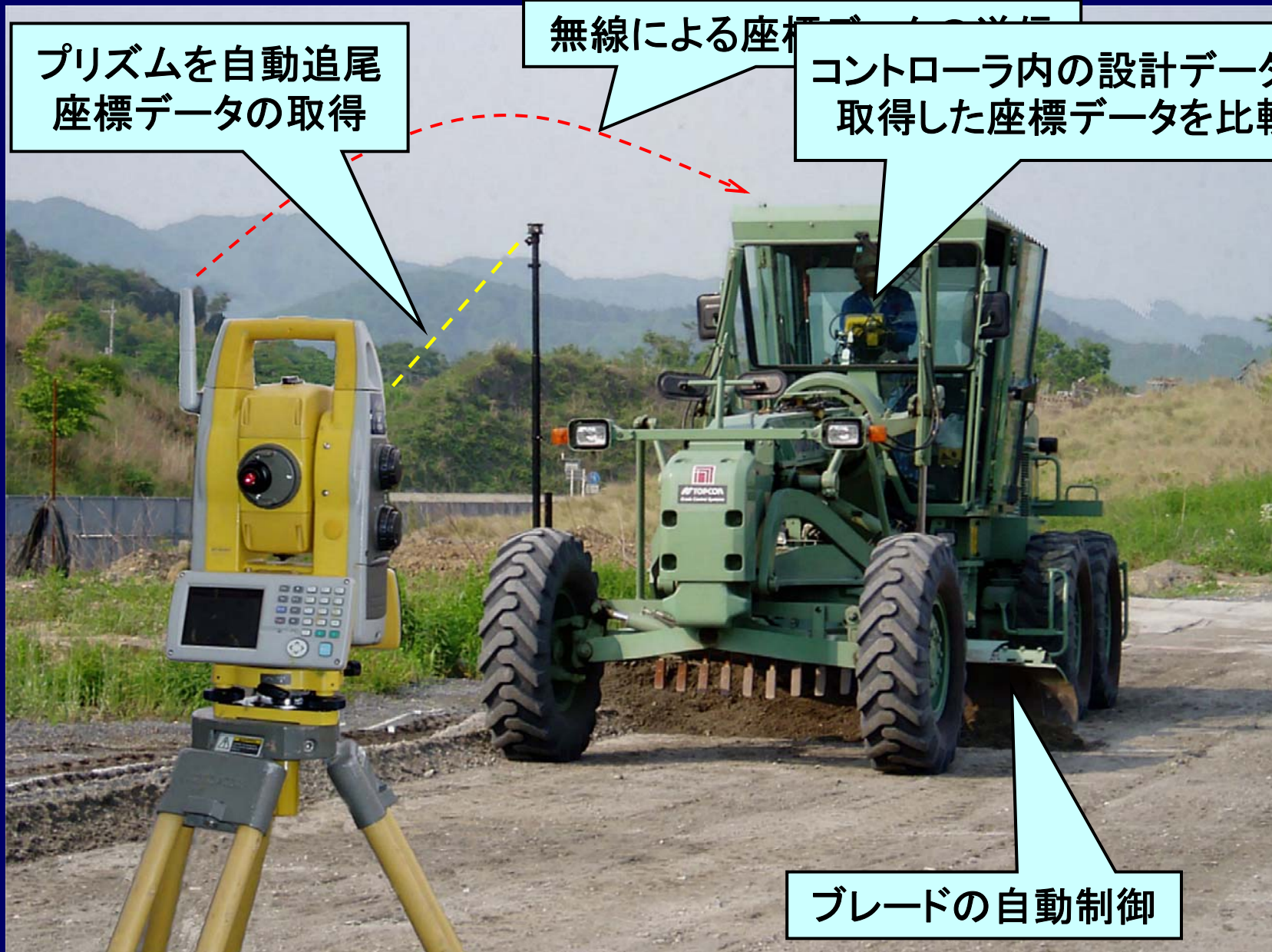
*** TSも含めシンプルな機器構成**

TS-3D-MCシステムの動作

プリズムを自動追尾
座標データの取得

無線による座標データの送信

コントローラ内の設計データと
取得した座標データを比較

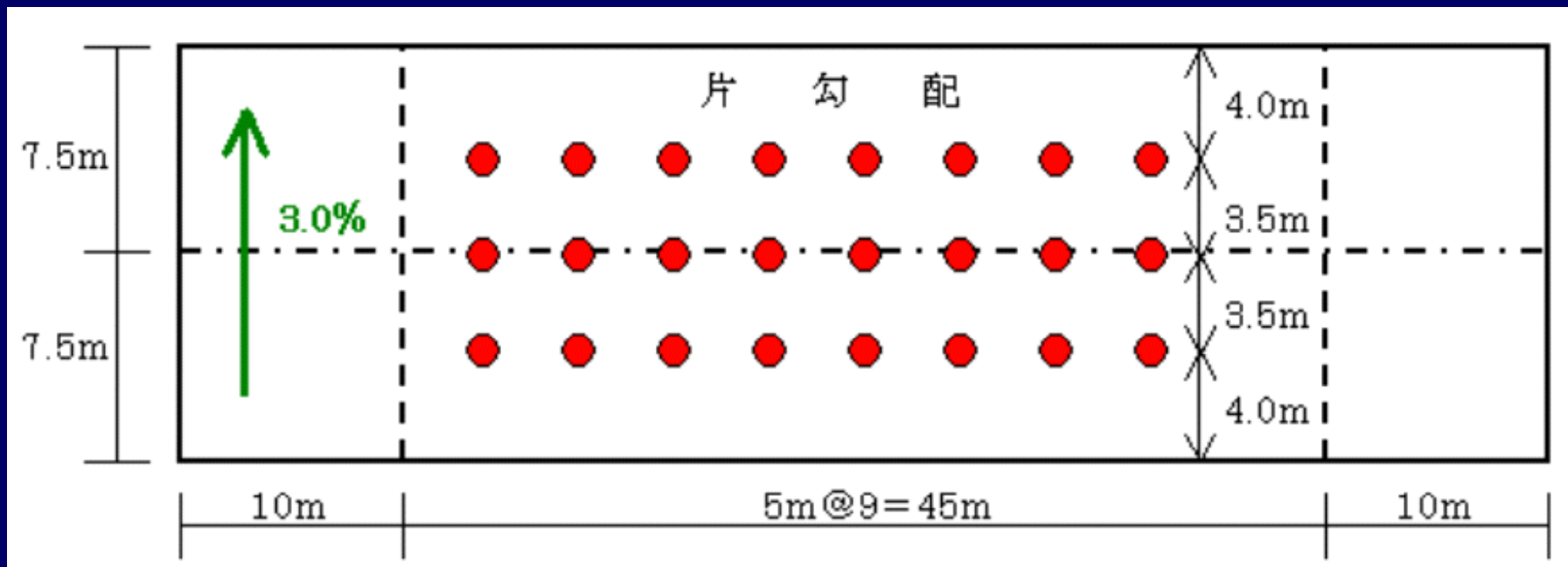


ブレードの自動制御

1. 三次元マシンコントロールの精度に関して

- ・TS-3D-MCグレーダの精度確認試験
- ・現場施工での精度と施工例
- ・mmGPS-3D-MCグレーダの精度確認試験
- ・従来施工との精度及び作業効率の比較

TS式3D-MCグレーダ精度確認試験ヤード

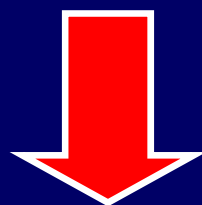


●:仕上がり精度確認位置

試験施工ヤードと実施状況

TS式3D-MCグレーダ精度確認結果

試験 ナンバ	データ 形式	施工段	デッド バンド値 (mm)	誤差の 平均値 (mm)	誤差の 標準偏差 (mm)
1	アライメント	1速	3	-4	4
2		2速		-2	4
3	TIN	1速	3	4	4
4		1速		4	5



測定値が正規分布していると仮定すると
全体の95%が±8～12mmの範囲内に収まることを確認

TS式3D-MCグレーダ精度確認状況

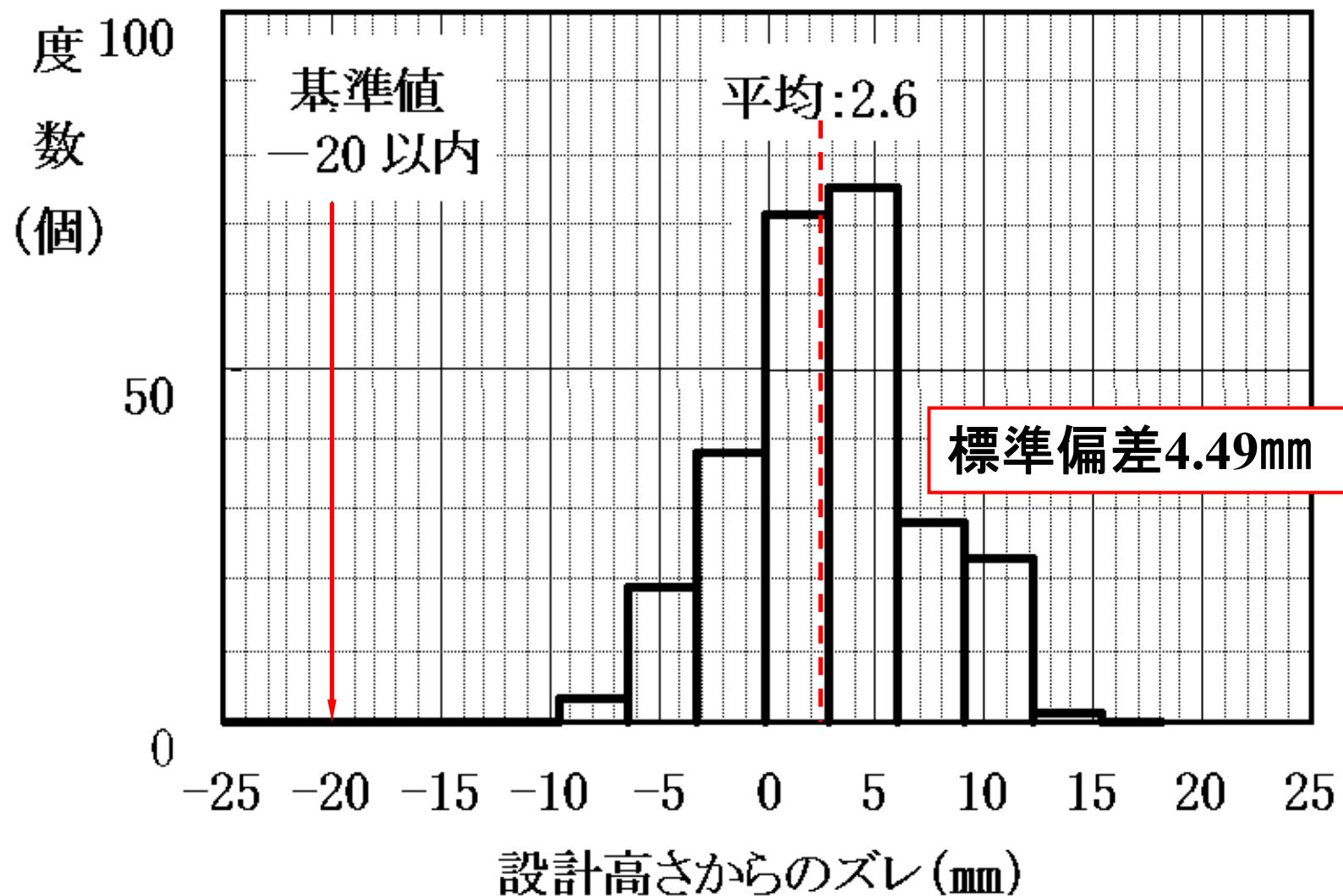


目視による隣接レーンとのマッチング確認

1. 三次元マシンコントロールの精度に関して

- ・TS-3D-MCグレーダの精度確認試験
- ・現場施工での精度と施工例
- ・mmGPS-3D-MCグレーダの精度確認試験
- ・従来施工との精度及び作業効率の比較

TS式3D-MCグレーダ現場での精度確認

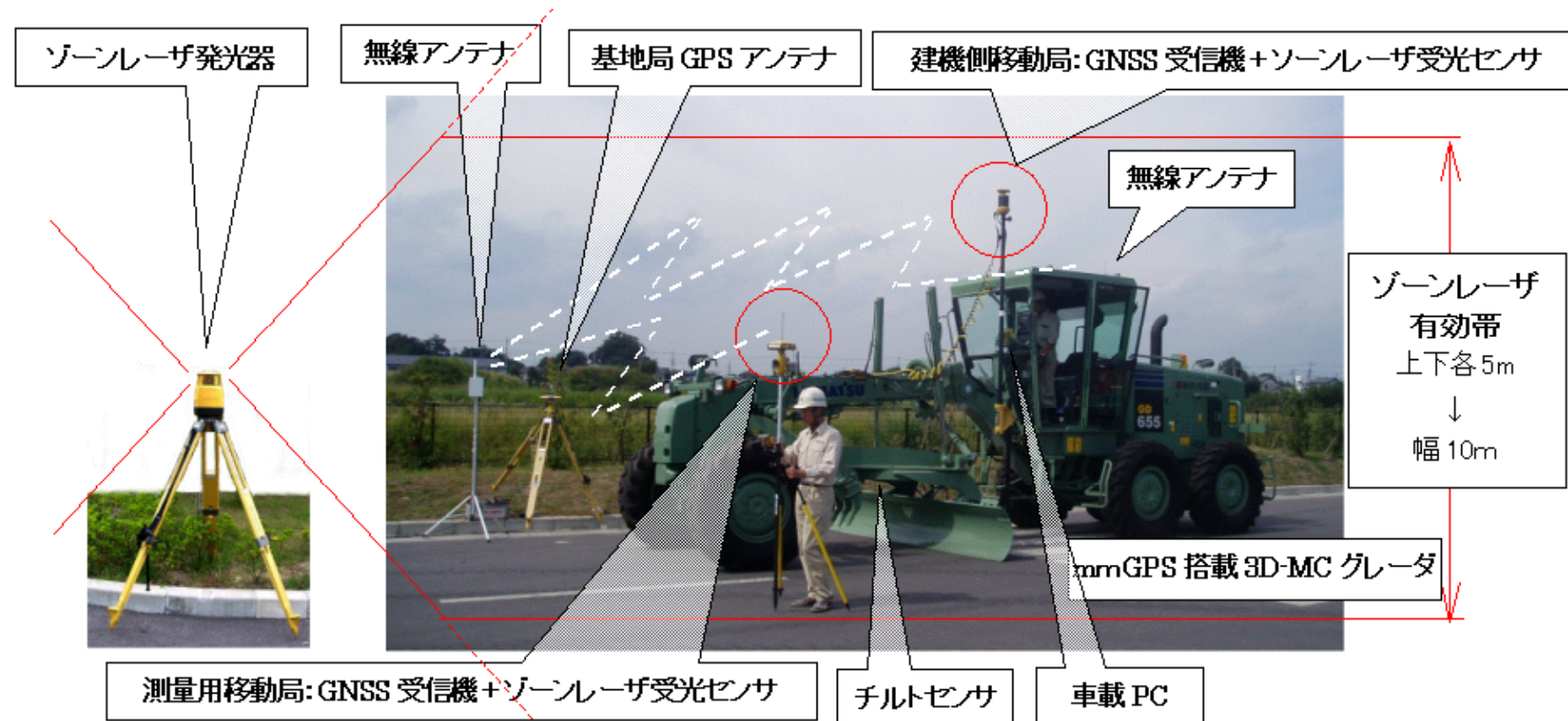


サッカーコート建設工事 (8,780m²) で得られた出来形精度

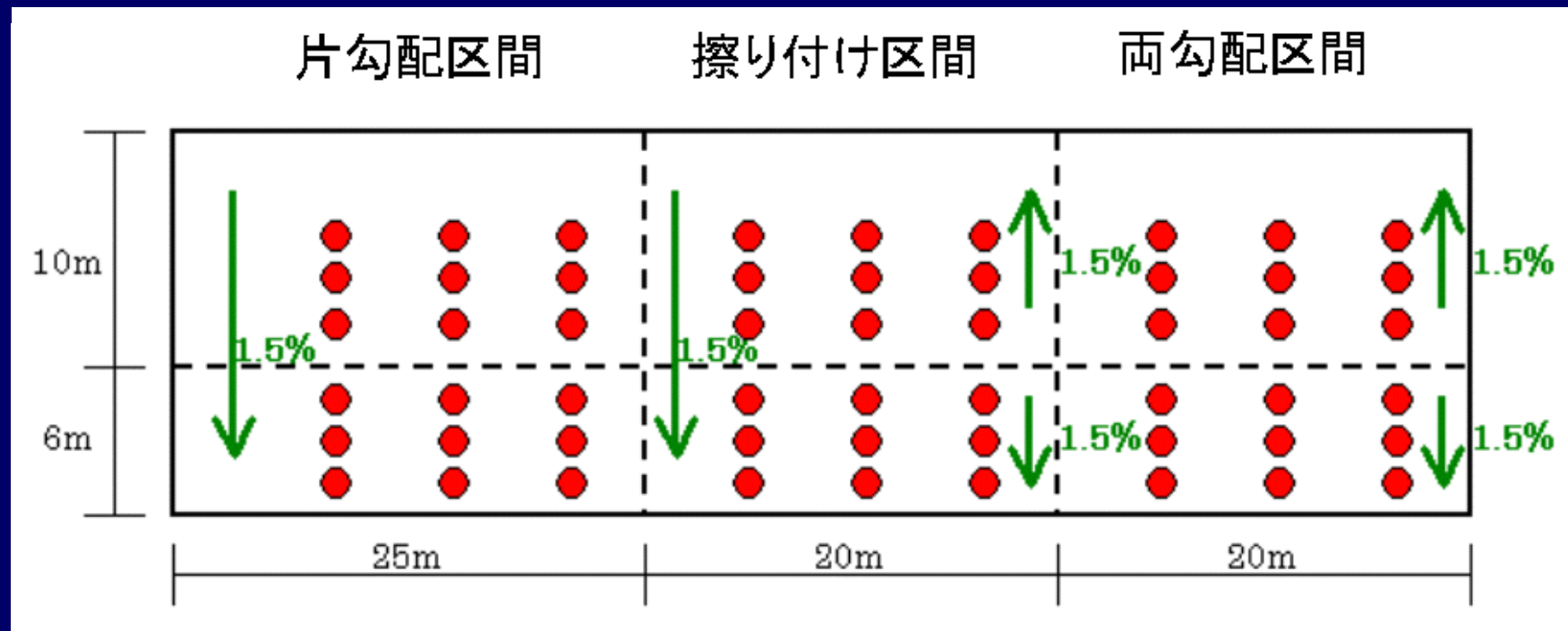
1. 三次元マシンコントロールの精度に関して

- ・TS-3D-MCグレーダの精度確認試験
- ・現場施工での精度と施工例
- ・mmGPS-3D-MCグレーダの精度確認試験
- ・従来施工との精度及び作業効率の比較

mmGPS-3D-MCグレーダのシステム構成



mmGPS-3D-MCグレーダ精度確認試験ヤード

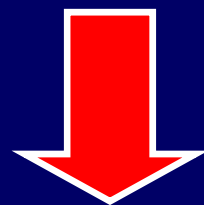


●: 仕上がり精度確認位置

試験施工ヤードと実施状況

mmGPS-3D-MCグレーダ精度確認結果

試験 ナンバ	データ 形式	施工区間	デッド バンド値 (mm)	誤差の 平均値 (mm)	誤差の 標準偏差 (mm)
1	アライメント	片勾配	3	3	5
2		擦り付け		5	4
3		両勾配		1	7
4	TIN	片勾配	3	-2	7
5		擦り付け		2	7
6		両勾配		1	4



TS式3D-MCと同様に高い精度が得られることを確認

1. 三次元マシンコントロールの精度に関して

- ・TS-3D-MCグレーダの精度確認試験
- ・現場施工での精度と施工例
- ・mmGPS-3D-MCグレーダの精度確認試験
- ・従来施工との精度及び作業効率の比較

mmGPS-3D-MCグレーダ精度の実例

一般国道40号名寄バイパス舗装工事

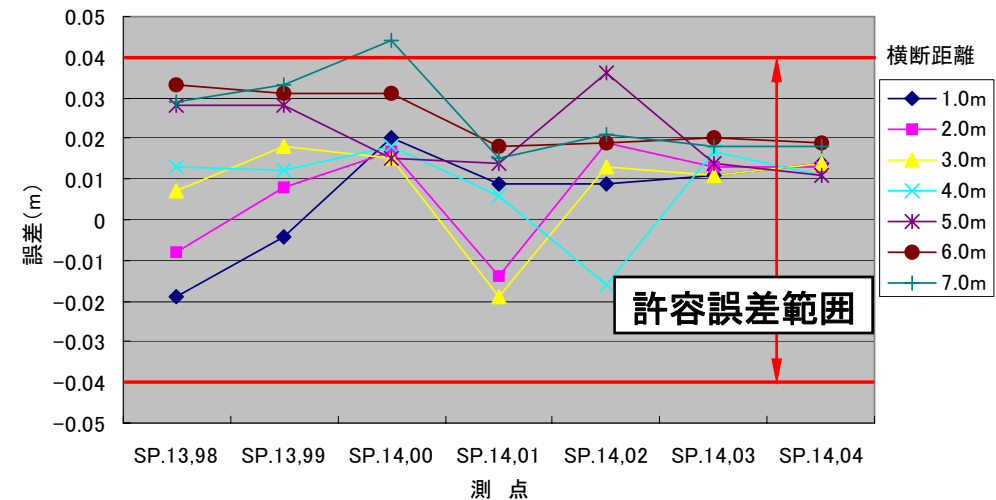
従来施工 — 情報化施工

精度比較例※ (m)

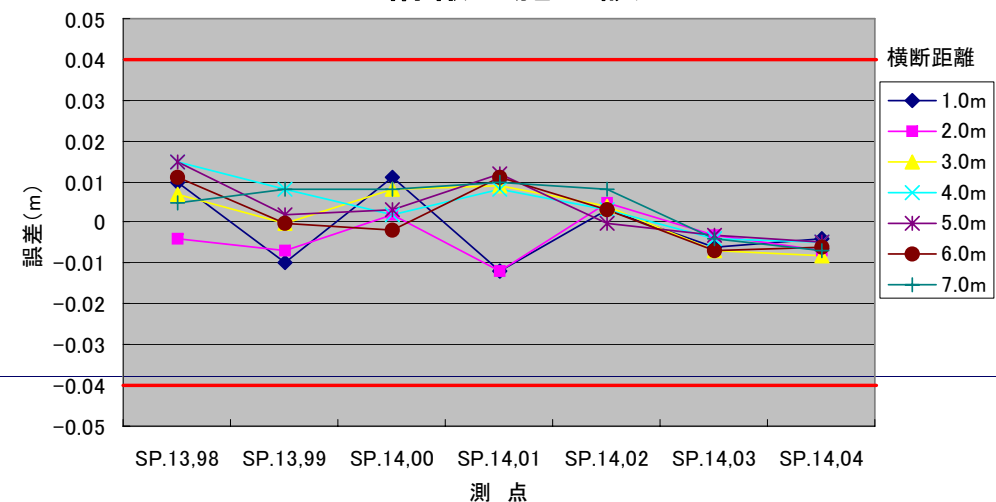
	従来施工	情報化施工
誤差平均	0.014	0.001
誤差絶対値平均	0.018	0.006
+最大誤差	0.044	0.015
-最大誤差	-0.019	-0.012
標準偏差	0.013	0.007

※第49回(平成17年度)北海道開発局
技術研究発表会 講演資料より引用

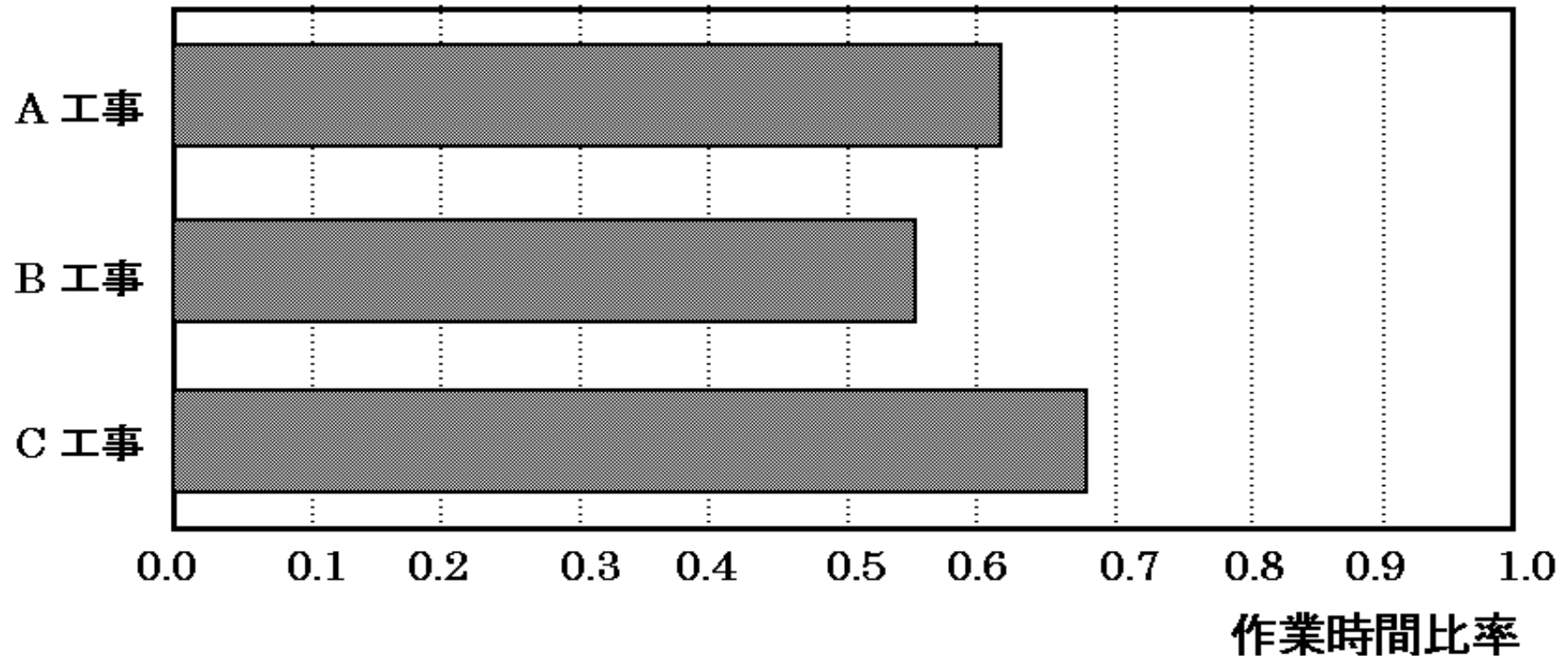
従来施工誤差



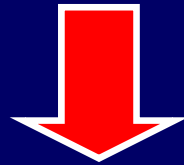
情報化施工誤差



3D-MC(TS式)と従来施工での作業効率比較



従来施工の作業時間を1としたときの3D-MCの作業時間を比率で表した



作業効率:30~50%向上

2. インテリジェントローラに関して

- ・BOMAG BW141AD4-AMに関して
- ・D-GPSの測位精度確認試験
- ・地盤剛性値計測システムの精度確認

Intelligent Roller

路盤・舗装の締固め度をローラ自身が感知し、転圧速度・締固め度に応じて自動的に振動力を調整する機能を備えたローラ。



Minnesota Department of Transportation

Interoffice Memoranda

Date: June 29, 2004

From: Andy Johnson, P.E.

Subject: Intelligent Compaction

The Mn/DOT Office of Materials and Chris Dumas from the FHWA have been investigating Intelligent Compaction. Mn/DOT is pursuing a demonstration or pilot project in Minnesota as early as August or September 2004.

Intelligent Compaction is a European innovation that has been used on soils and asphalt pavements with success in Germany, Finland, Sweden and Austria.

A roller equipped with an Intelligent Compaction system can measure and adjust displacements and amplitude of the drum and roller speed in order to maximize compaction efficiency. When this system is combined with GPS equipment it can track and record compaction data at X, Y, and Z locations throughout a project.

The system can also perform calculations for a relative bearing capacity or equivalent stiffness/density. Bearing capacity is a measure of the ability to carry a load. One might say that bearing capacity is a better measure of the strength in soil construction than the density. The equivalent stiffness/density value increases with the stiffness of the compacted layer and reflects the bearing capacity of the surface including underlying layers. The more the soil material is compacted the higher the value. For a given soil layer and roller there is a maximum compaction and when this is reached the value plateaus. Thus the roller operator knows then that further passes will not increase the degree of compaction.

GPS等を搭載することにより、転圧エリアの締固め状態、或いは転圧回数を記録する機能も有する。

2. インテリジェントローラに関して

- ・ **BOMAG BW141AD4-AMに関して**
- ・ **D-GPSの測位精度確認試験**
- ・ **地盤剛性値計測システムの精度確認**

BOMAG BW141AD-4AM



主要緒言

全 長	4,610mm
全 高	3,000mm
全 幅	1,660mm
転 圧 幅	1,500mm
運転質量	8,400kg
走行速度	0～10.5km/h
エンジン出力	60kW/2500rpm
起振力:前輪	160kN(水平～垂直)
起振力:後輪	89/42kN(切替)

BW141のシステム構成

StarFire アンテナ



操作パネル



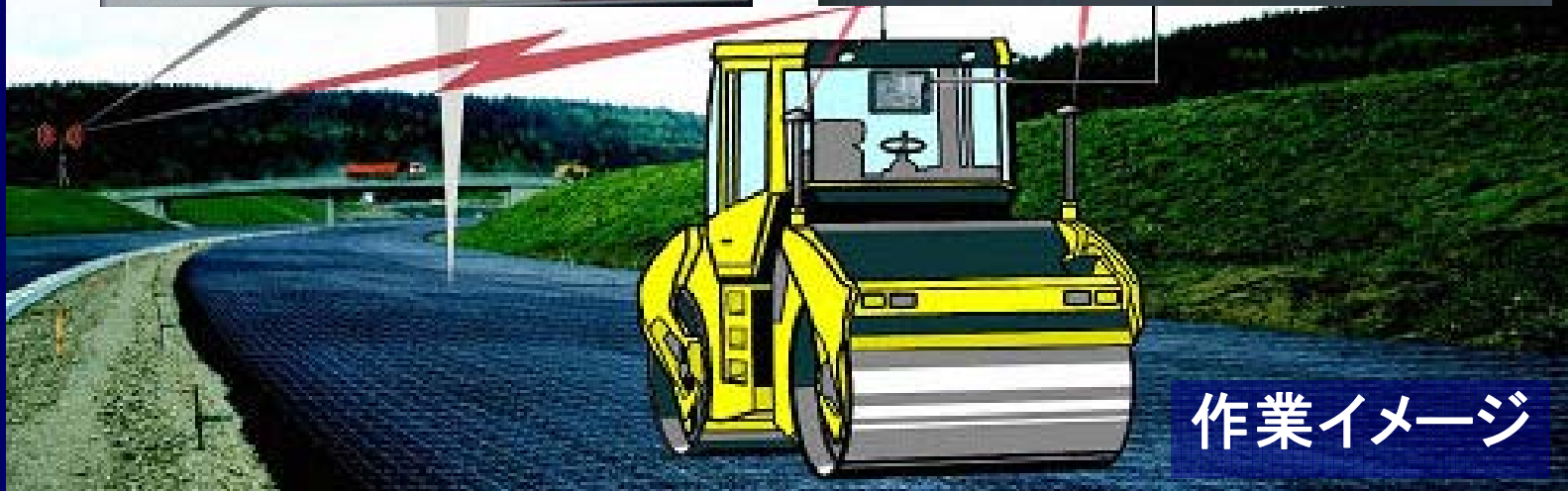
車載パソコン

BOMAG BW141AD-4AM

転圧作業情報の記録



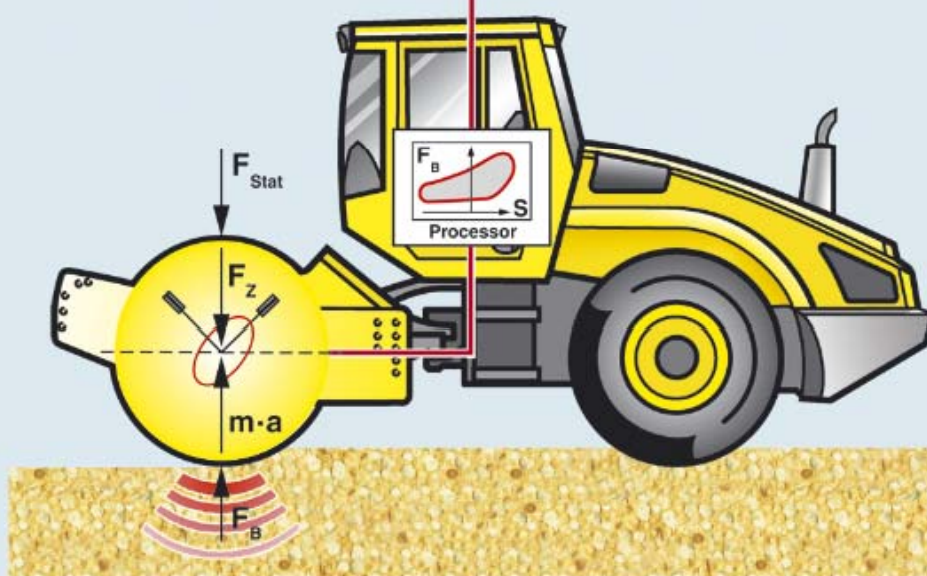
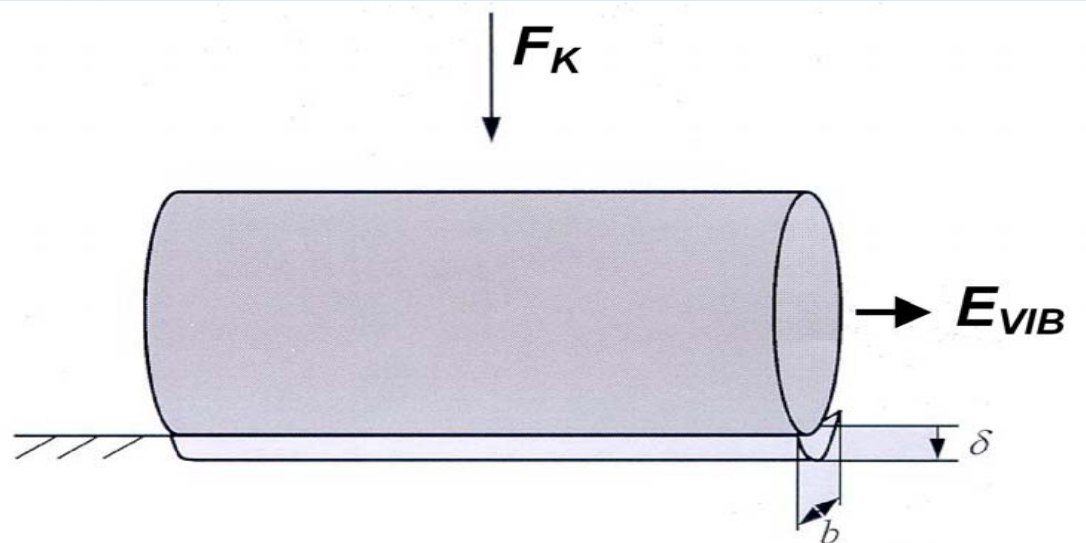
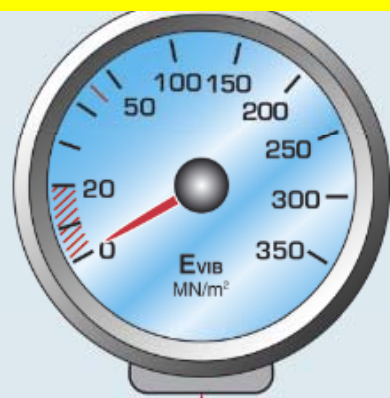
転圧作業情報



作業イメージ

地盤剛性値(E_{vib})計測システム測定原理

E_{vib} 値(MN/m²)



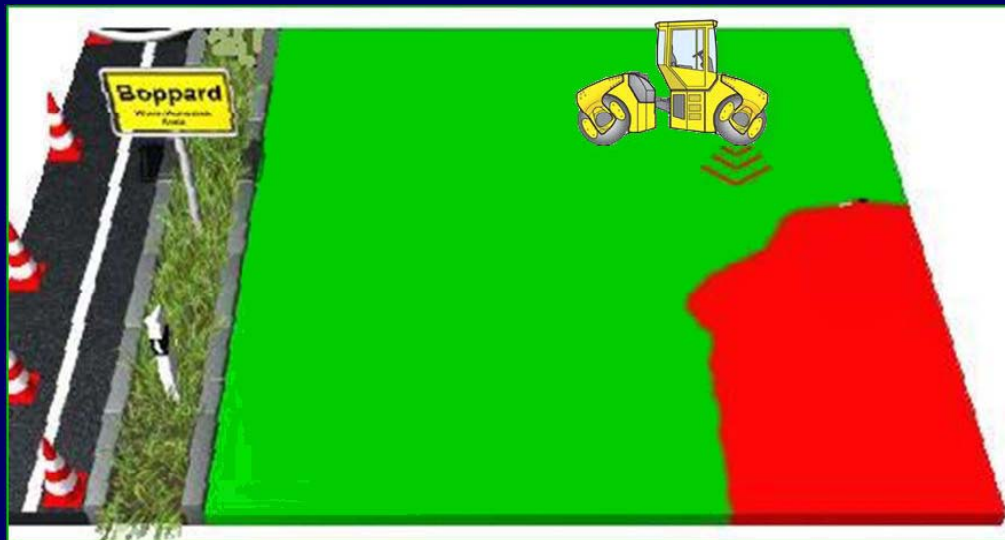
振動ドラムに加速度計を取り付け、地盤反力とドラム変位から地盤剛性値 E_{vib} (MN/m²)を計算する

締め固め度管理に関して



従来手法

転圧後に複数点のデータを採取
時間・人手・測定器等手間が大きい
場所によって転圧の過不足が発生する可能性がある



インテリジェントローラによる管理
転圧と同時に締め固め度を測定
効率的
全平面での管理が可能
転圧不足や過転圧を防止できる

2. インテリジェントローラに関して

- ・ BOMAG BW141AD4-AMに関して
- ・ StarFire (D-GPS) の測位精度確認試験
- ・ 地盤剛性値計測システムの精度確認

StarFire(D-GPS) システムの概要

インマルサット
衛星



* 現場に基地局を必要としない
簡便なシステム

補正データ



アップリンク局

Land Earth
Station



解析局

Processing Hubs

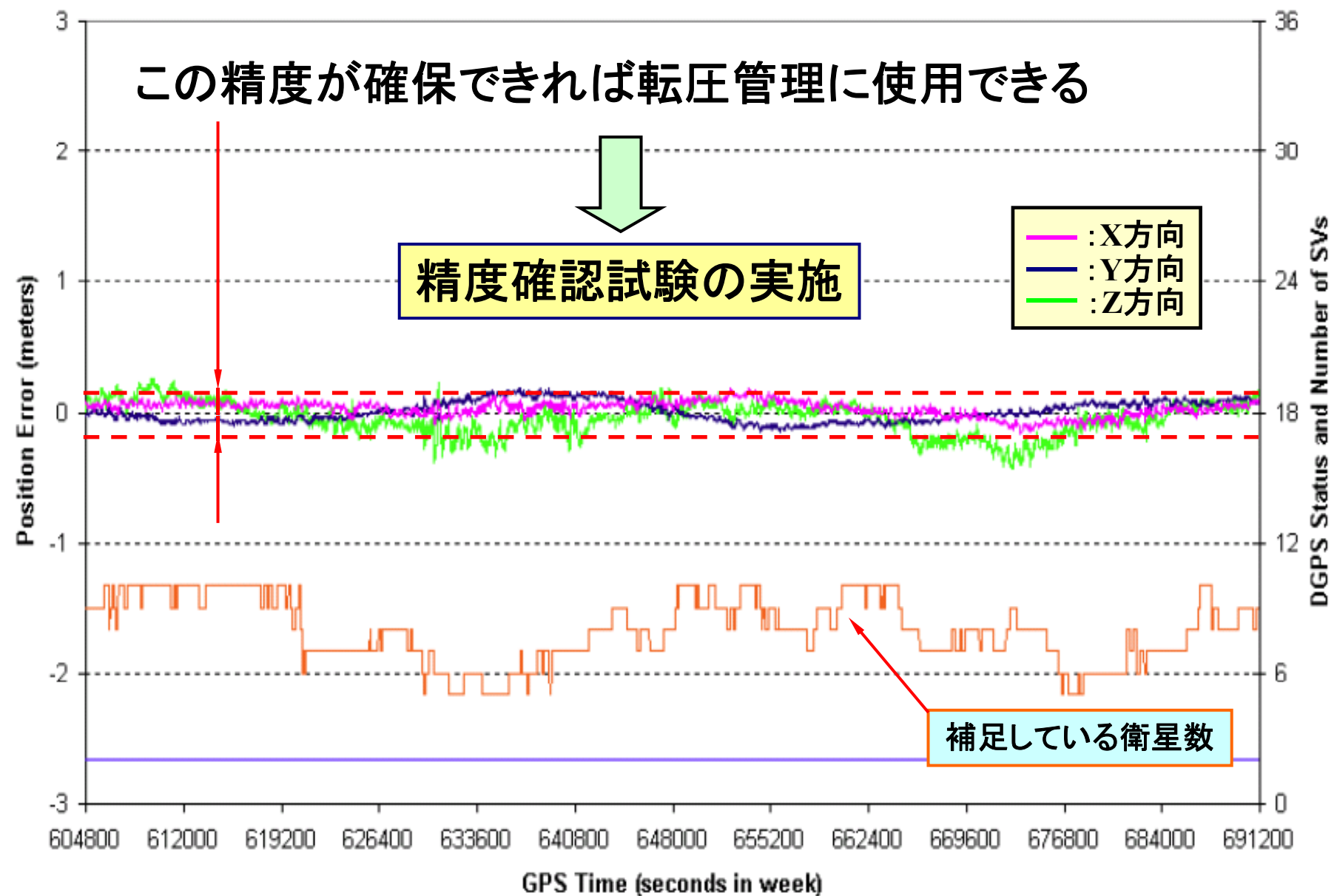


基準局

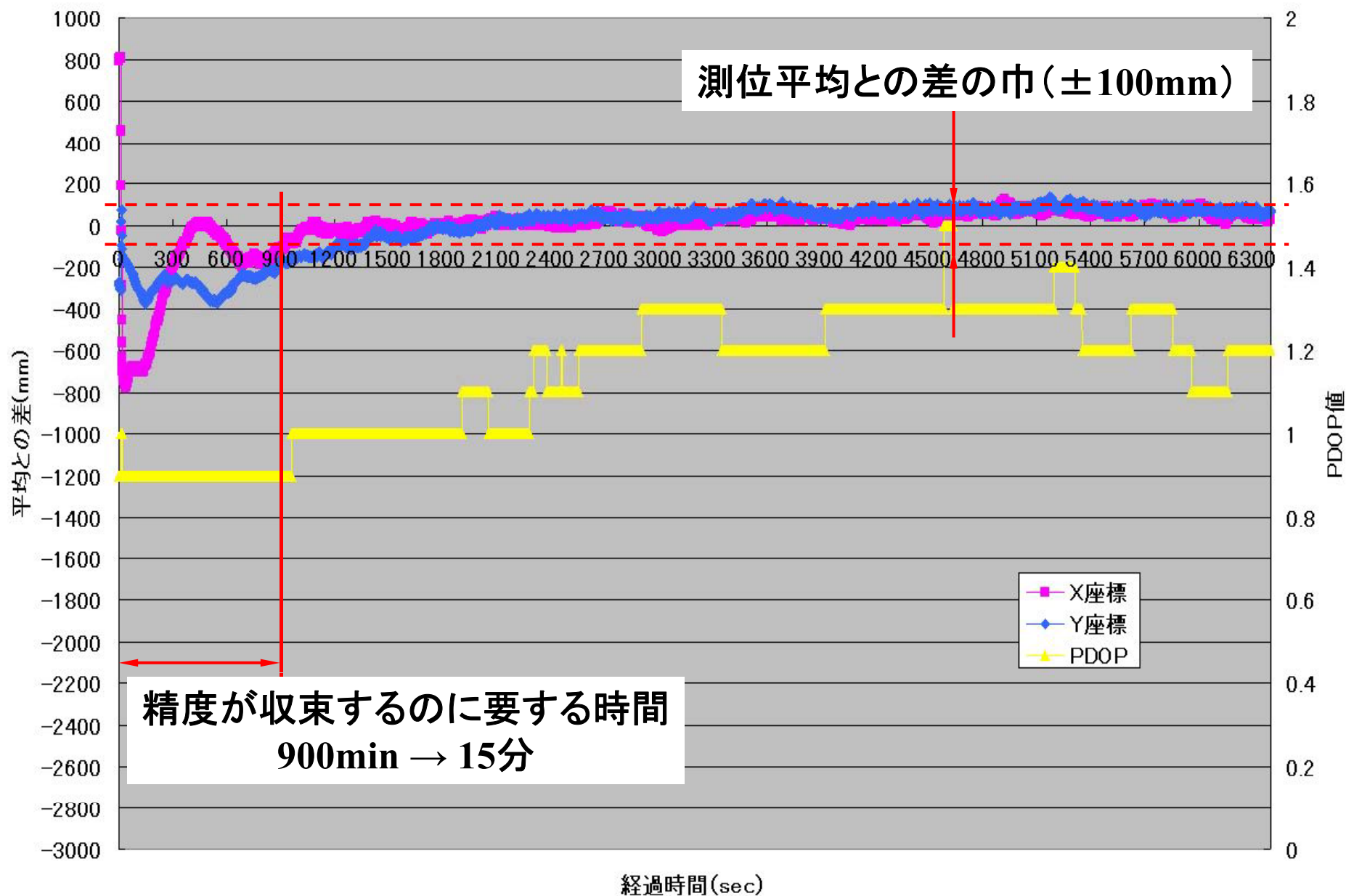
Sites

GPS

StarFire システムの測位精度



StarFire システムの測位精度



2. インテリジェントローラに関して

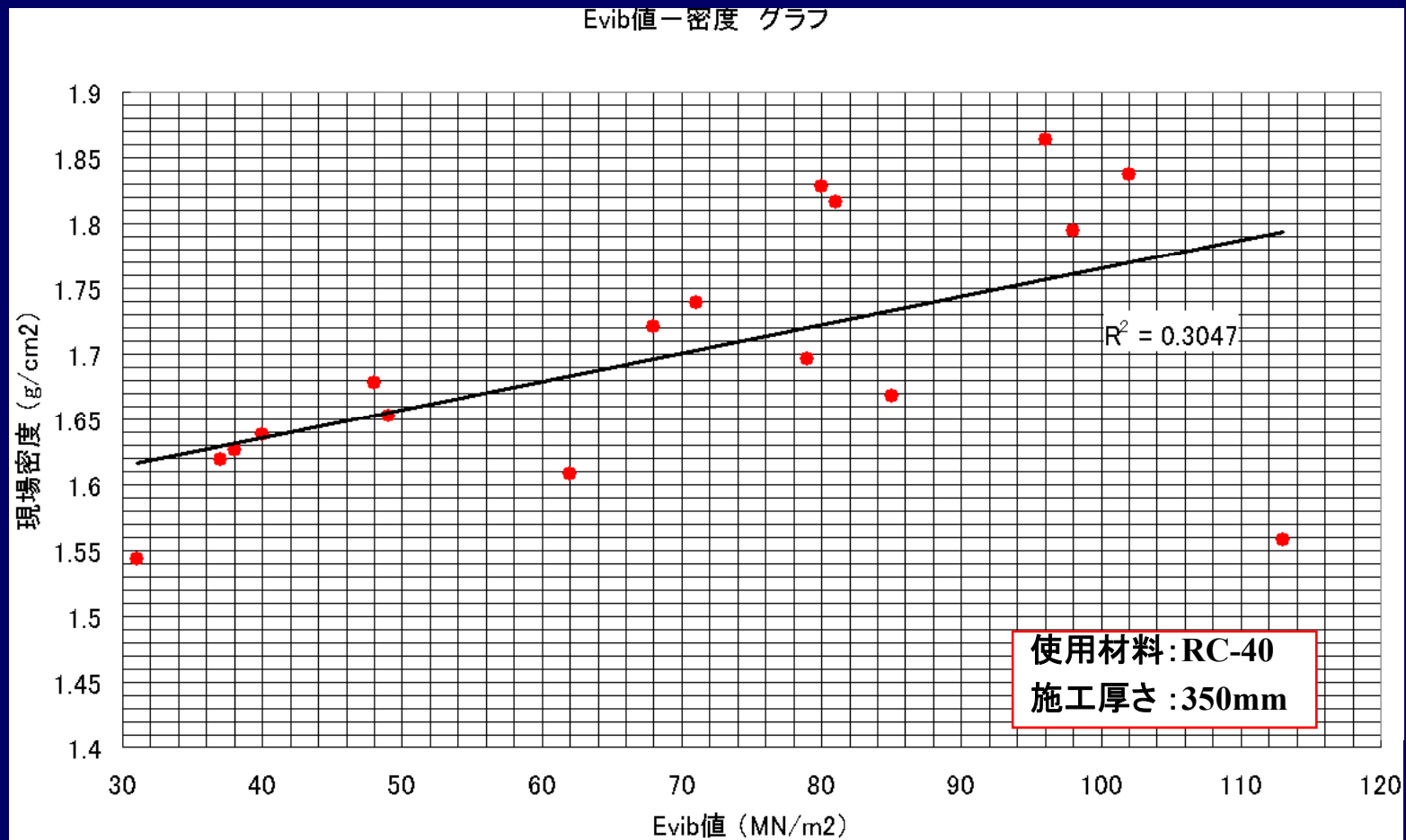
- ・BOMAG BW141AD4-AMに関して
- ・D-GPSの測位精度確認試験
- ・地盤剛性値計測システムの精度確認

BOMAG BW141AD4-AM 施工状況



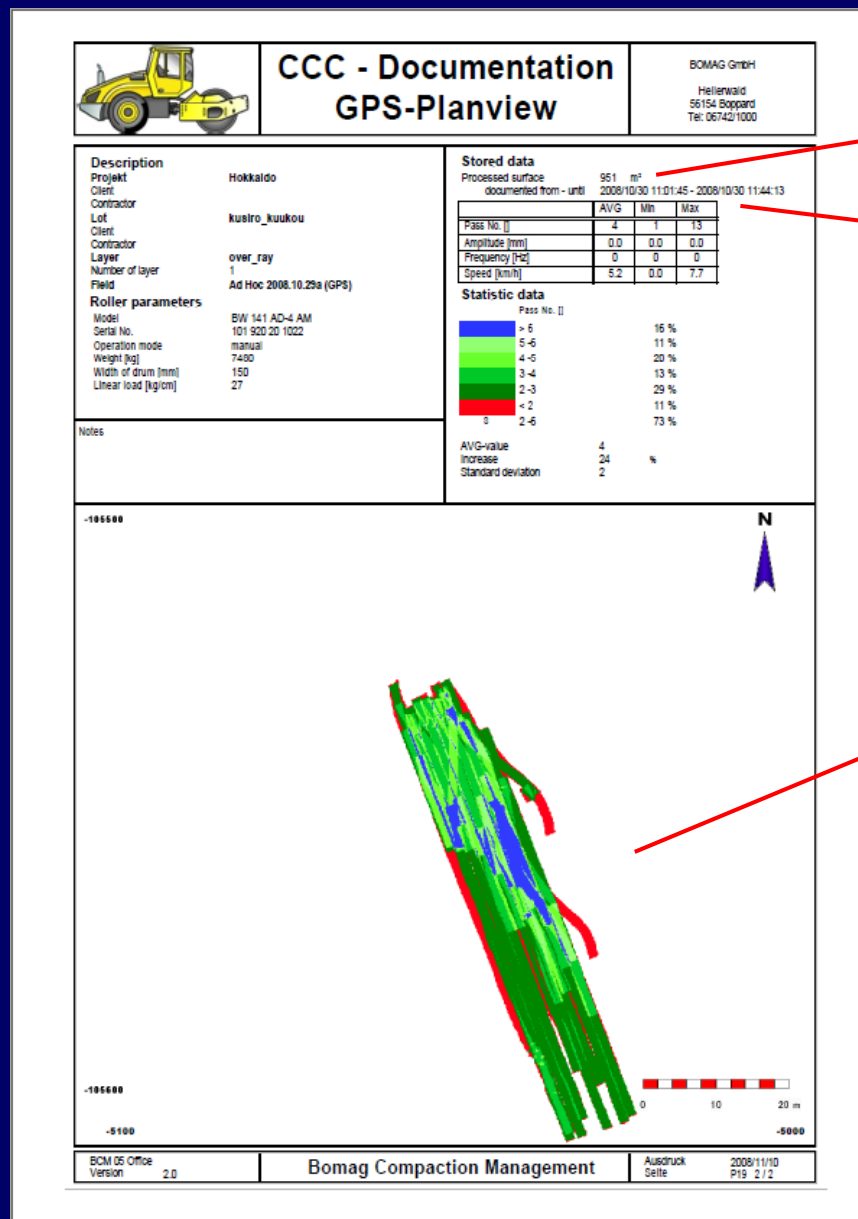
Evib値の整理と分析

舗装現場で収集したデータのグラフ化



材料の影響か、相関関係は見られるがバラツキが大きくなっている。
今後ともデータ取得を継続的に行い、比較・検討する必要がある。

紙面でのデータ出力



施工面積

施工日付

転圧軌跡

3. 電磁密度測定装置の紹介

- ・精度確認の必要性和今後の展望

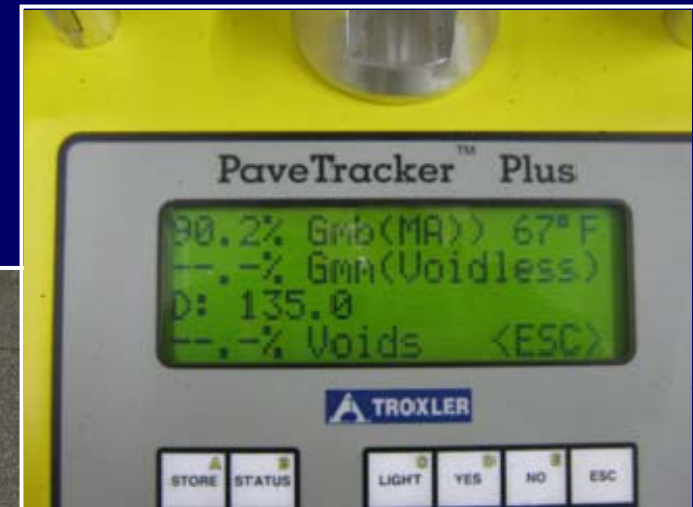
The PaveTracker Plus

Non-Nuclear

**Electromagnetic
Sensing Device**



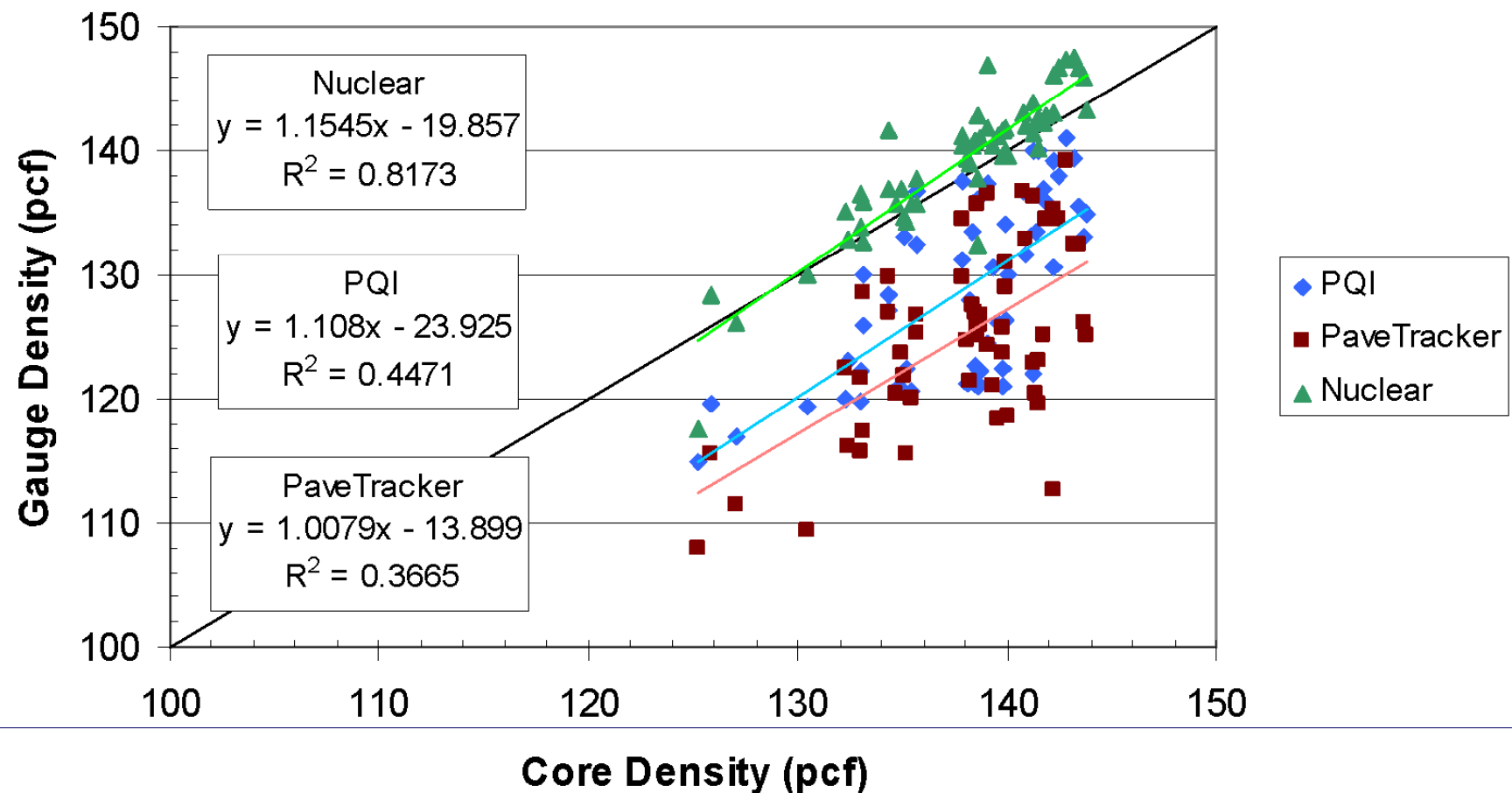
W:23cm × L:40cm × H:19cm (5kg)



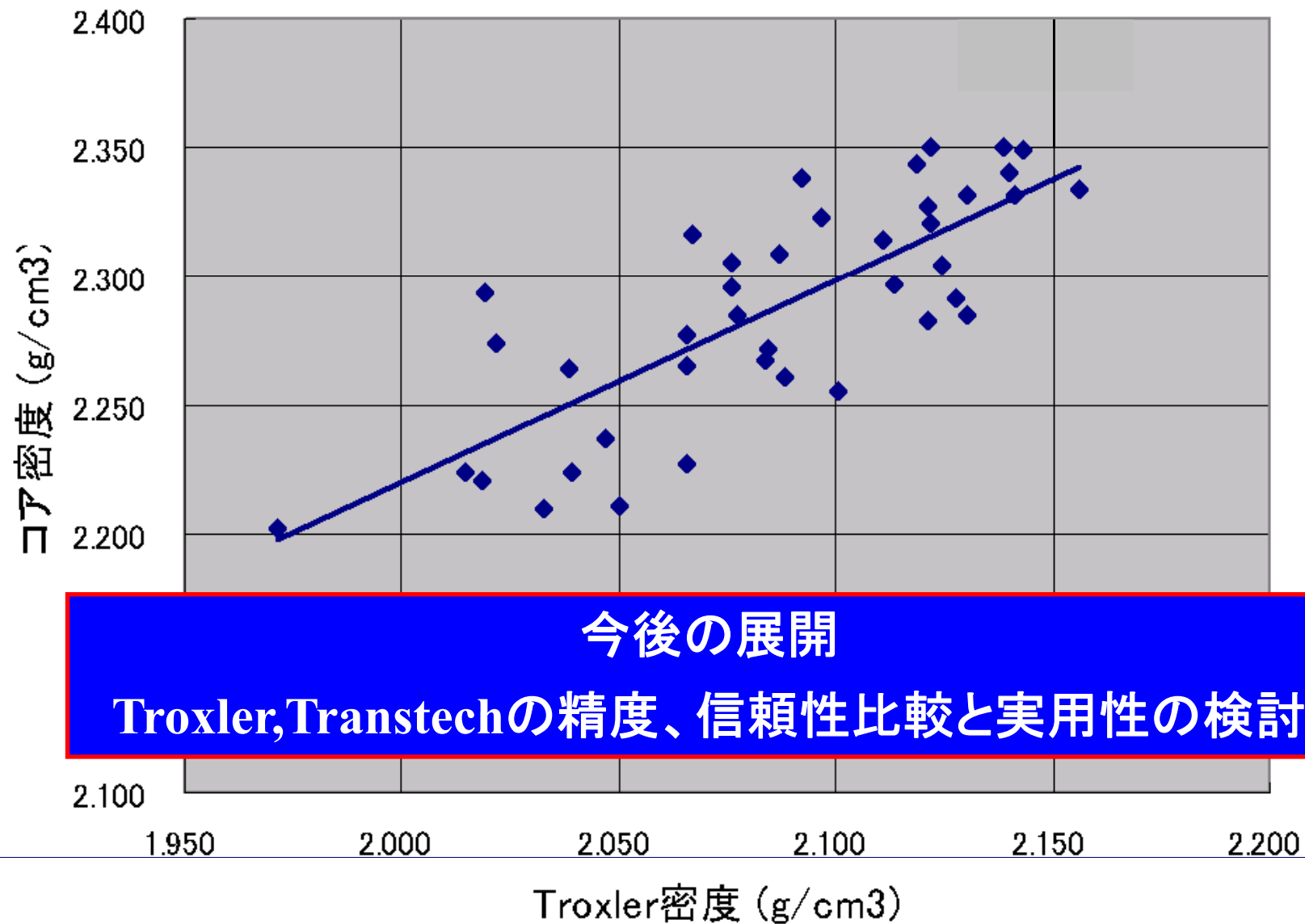
Troxler Electronic Laboratories, Inc.

コア密度と電磁密度測定器の計測結果比較例

Comparison of Gauge and Core Densities Data from 3 Projects



電磁密度測定器とコア密度の比較



今後の展開

Troxler, Transtechの精度、信頼性比較と実用性の検討

ご静聴ありがとうございました

