

関西大学総合情報学部殿

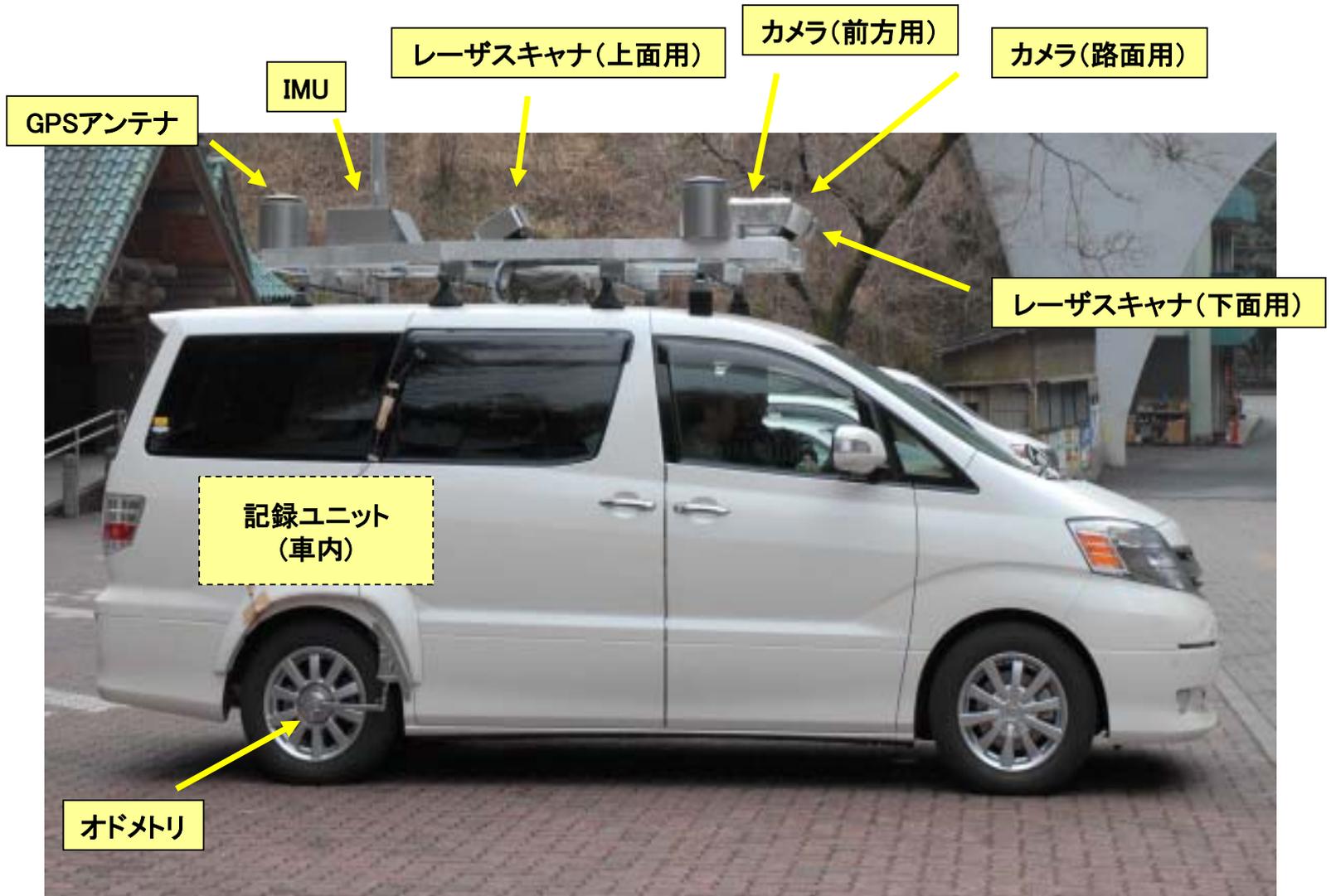
三次元移動体計測
～高精度GPSを利用した計測システム～



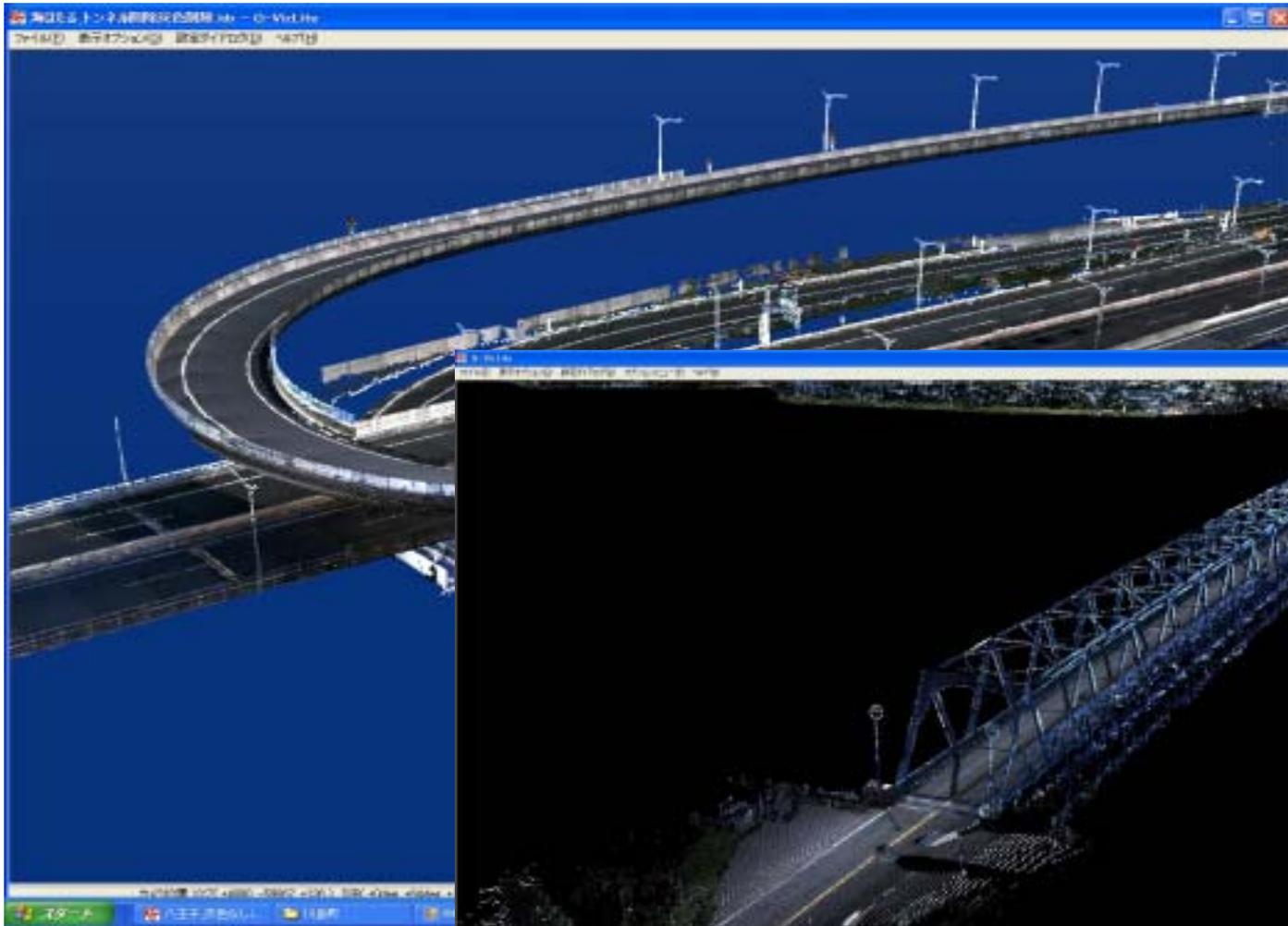
三菱電機株式会社
西川 啓一

2008/10/22

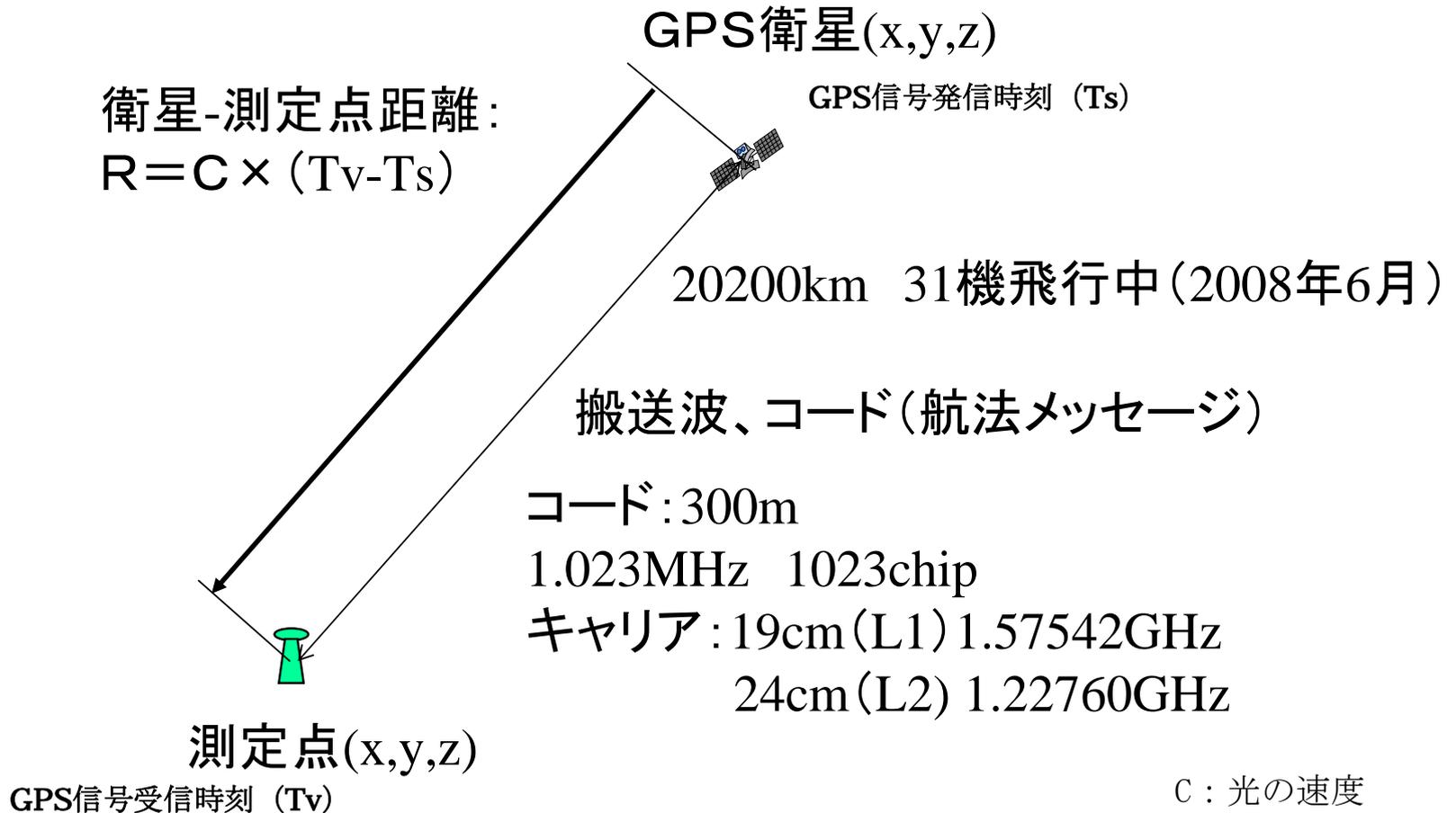
MMS(Mobil Mapping System)

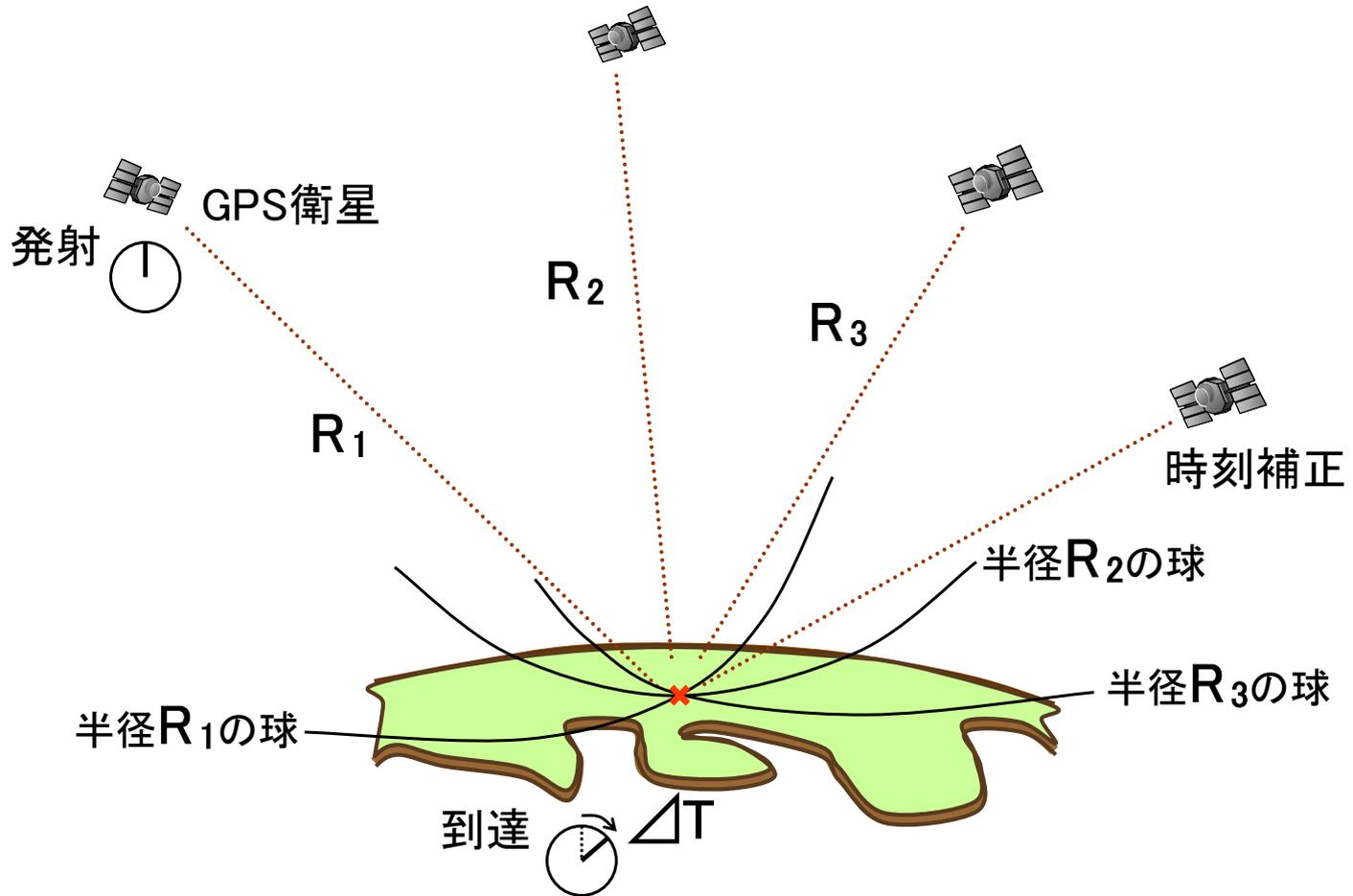


何を計測するの？

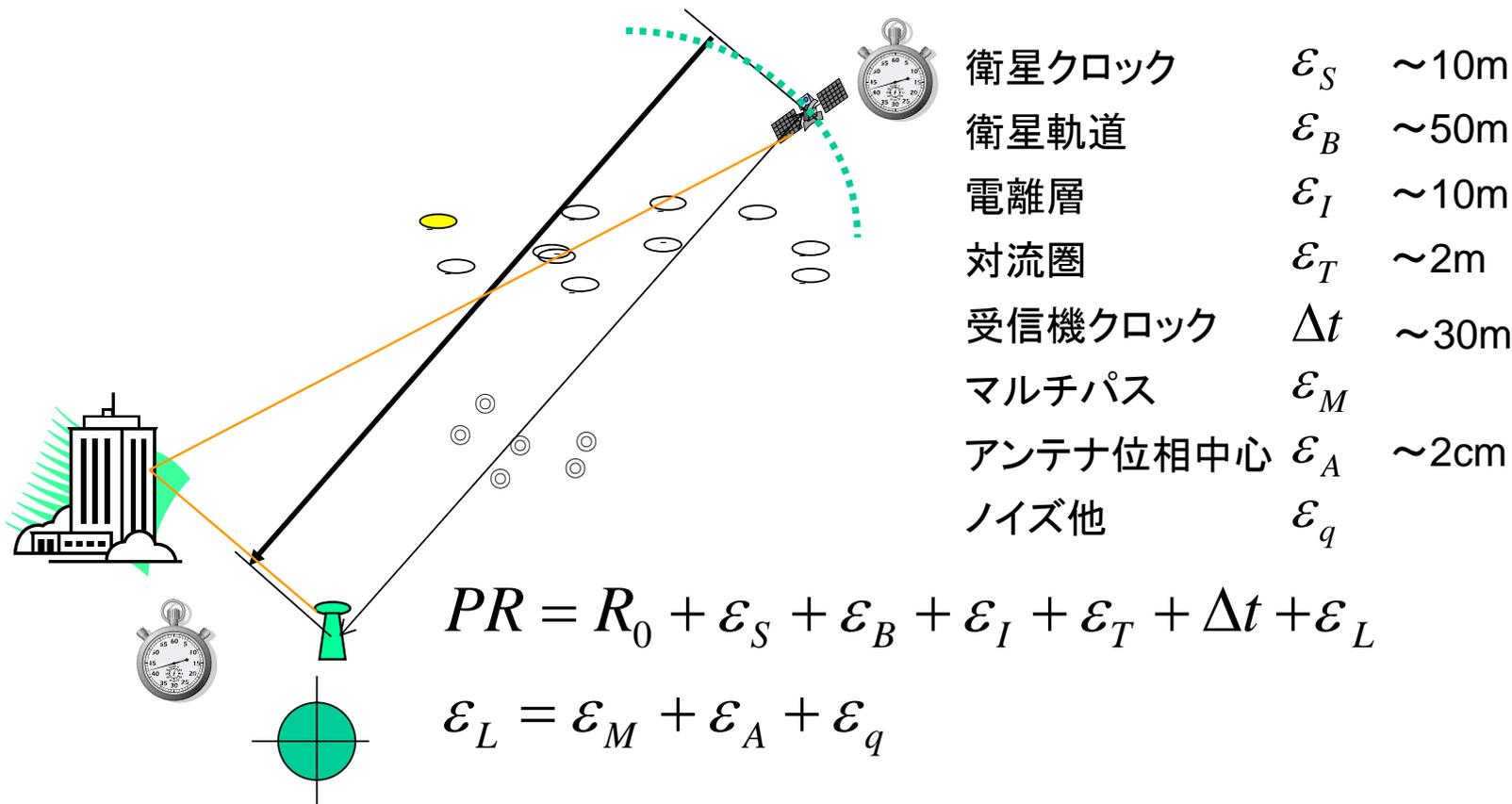


GPSについて

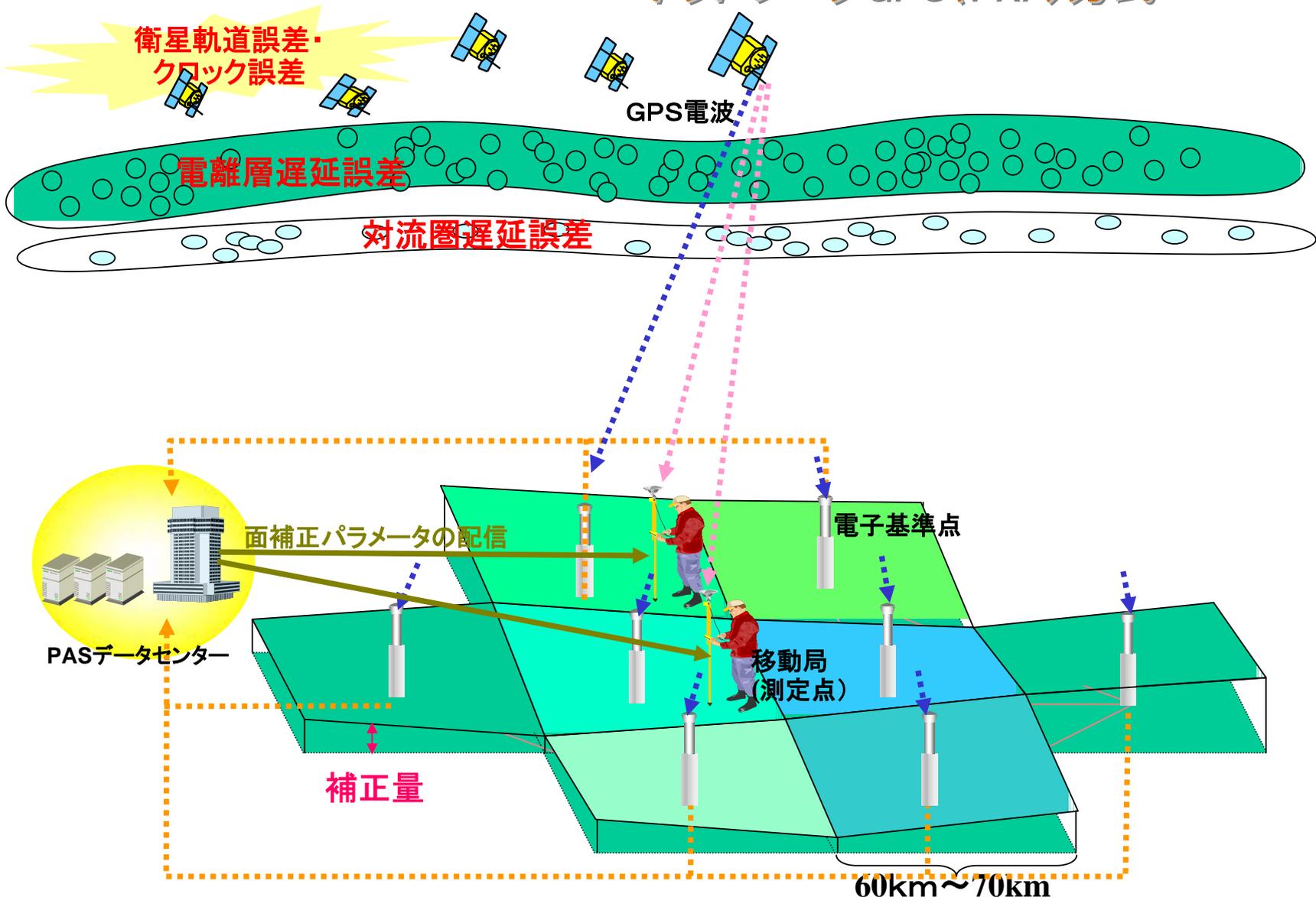




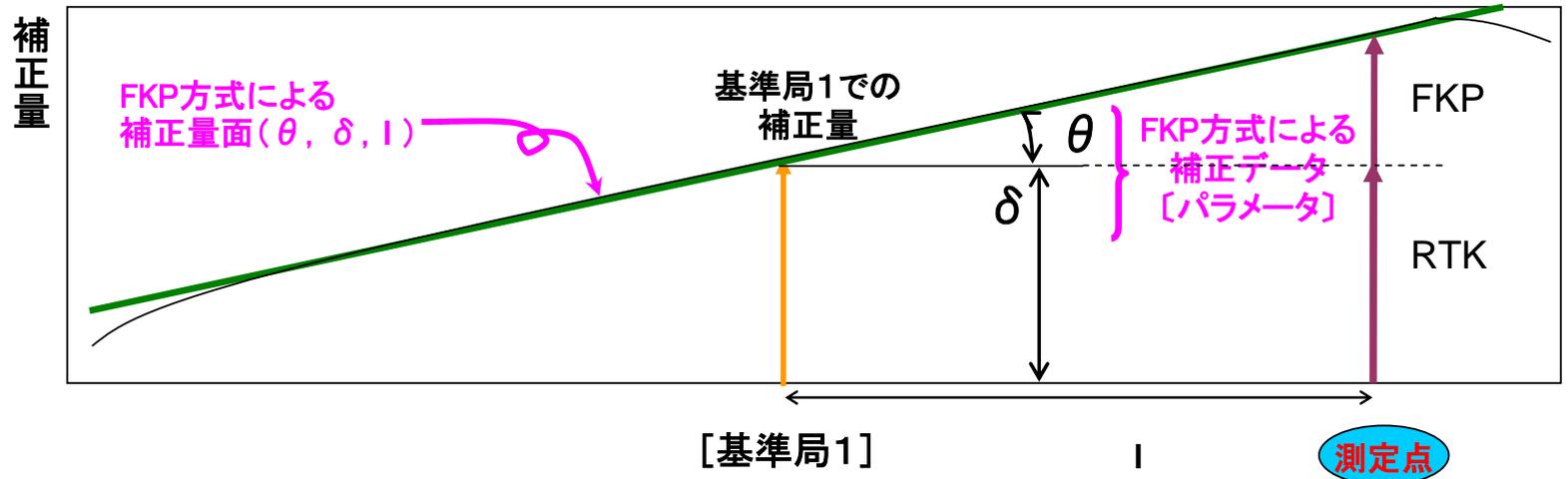
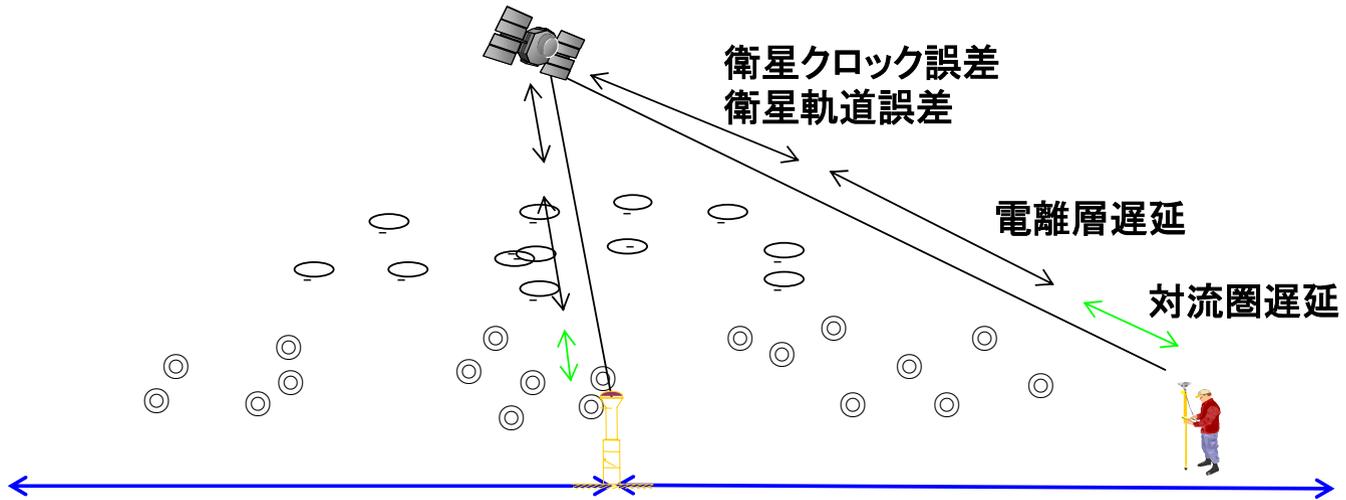
誤差要因



ネットワークGPS(FKP)方式



補正量の考え方(FKP)



FKP方式の特徴

◎ 高精度

1～2cmの精度を実現
均一な精度を得られる

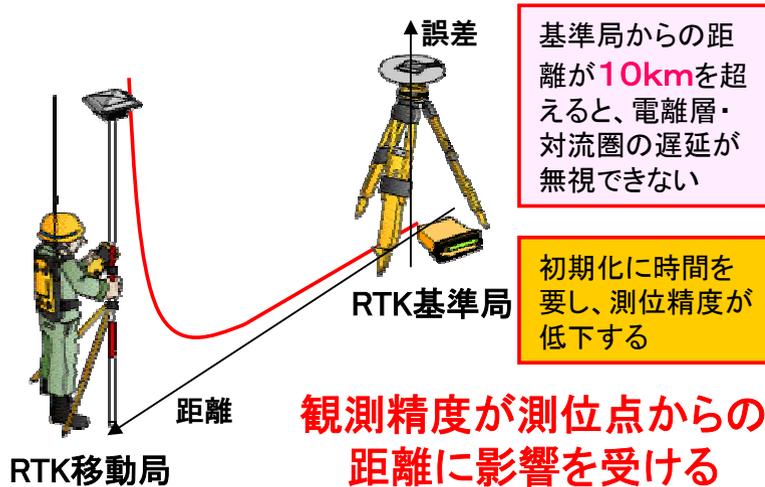
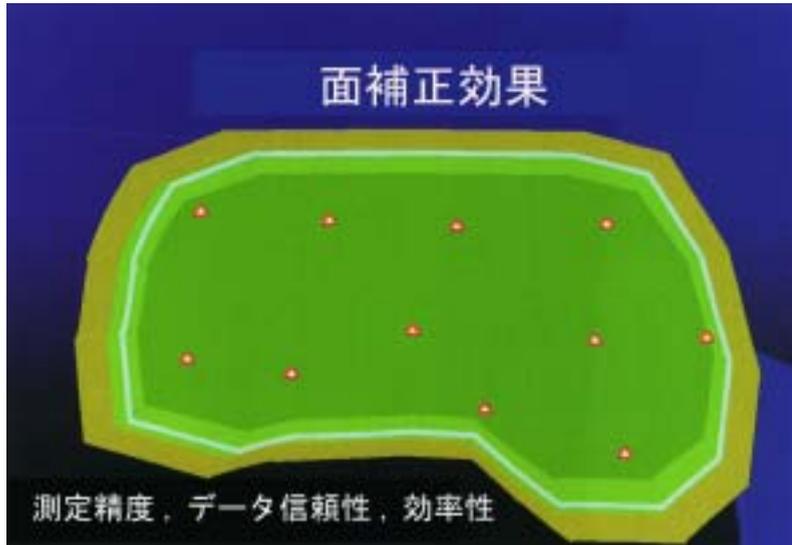
◎ リアルタイム観測

観測時間: 10～120秒

◎ GISへ直結

座標をダイレクトに取得⇒保存⇒利用

◎ 移動体測量可能



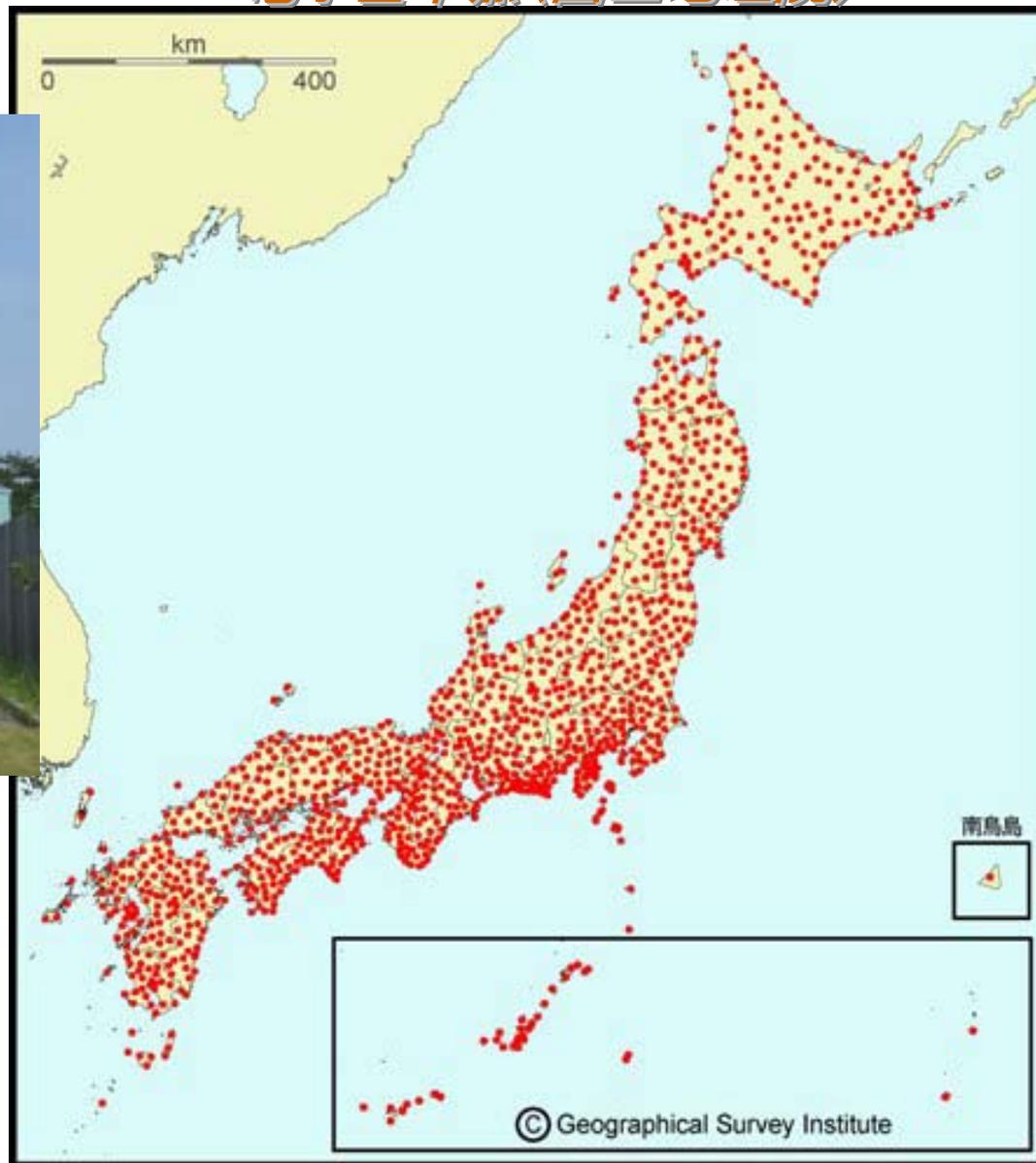
ネットワーク型GPS比較

方式	開発元/ 配信元	処理方式		処理内容
		センタ	測定点	
FKP	Geo++(ドイツ)/ 三菱電機			<p>複数の電子基準点の観測データから全ての誤差を推定し、その内位置に依存する誤差をFKPとして、測定点に配信。測定点では、基準点からの相対的位置から測定点の補正量を求め、非差分による測位計算を実施。</p>
VRS	TrimbleTeraSat (ドイツ)/ NGS, ジェノバ			<p>測定点の概略位置をセンタに送り、センタで概略位置における補正データ(VRS)を生成し、測定点に転送。測定点では、センタからの補正データをもとにRTK-GPS測位計算を実施。</p>
Multi-REF	カルガリー大 (カナダ)			<p>複数の電子基準点をプライム局とセカンダリ局に分類し、プライム局からは誤差データ、セカンダリ局からはプライム局の誤差量に対する差分データをグリッド上に再分配し、プライム局の補正データとグリッドに再分配した誤差の差分データを配信。測定点で補正量を計算し、RTK-GPS測位計算を実施。</p>

電子基準点(国土地理院)



2007年
1260点



補正方式比較

方式	DGPS	RTK	VRS	FKP (PAS)
誤差補正の 特徴	コードデータ 位相補正せず	2重差分 パラメータ消去	2重差分 パラメータ消去	パラメータ推定
補正データ 伝送	通信 放送	通信 放送	通信	通信 放送
精度	1～10m	1～3cm (～3km)	1～3cm	1～3cm
移動体	可能	狭エリア可能	補正センターに て連続近似座標 が必要	高速測位可能

静止状態での測量
—基準点測量—



豊中市FKP測量の取組み経緯

平成12(2000)年度 FKP測量実験開始

平成13(2001)年度 「豊中市測地成果2000対応調査研究業務」

平成14(2002)年度 「豊中市測地成果2000導入に伴う座標変換業務」
(豊中市道路台帳更新作業に適用)

平成15(2003)年度 豊中市電子基準点成果移行1級基準点測量
スタテック・FKP方式で実施。

平成16(2004)年度 「豊中市面補正基準点(FKP)測量作業規程」

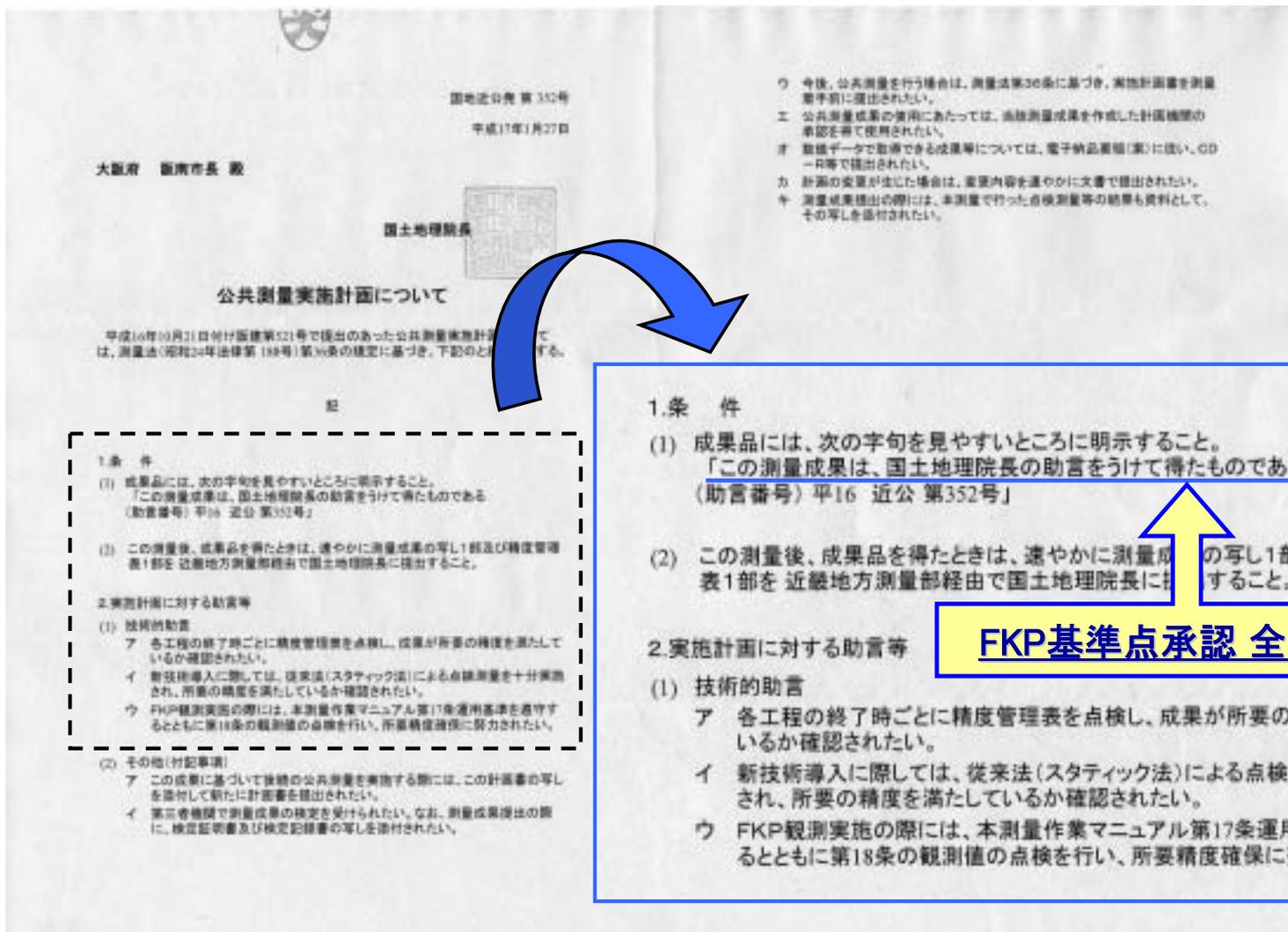


「豊中市FKP測量作業マニュアル」

豊中市道路台帳更新作業業務に適用

大阪府ホームページより

http://www.pref.osaka.jp/doboku/23cals_ec/cals_g/toyonaka-fkp.pdf



大阪府 阪南市長 殿

国土院公発 第 352号
平成17年1月27日

国土地理院長

公共測量実施計画について

平成16年10月11日付付図建第521号で提出のあった公共測量実施計画書について、測量法(昭和24年法律第189号)第36条の規定に基づき、下記のとおり答復する。

記

1. 条 件

- (1) 成果品には、次の字句を見やすいところに明示すること。
「この測量成果は、国土地理院長の助言をうけて得たものである (助言番号) 平16 近公 第352号」
- (2) この測量後、成果品を得たときは、速やかに測量成果の写し1部及び精度管理表1部を 近畿地方測量部経由で国土地理院長に提出すること。

2. 実施計画に対する助言等

- (1) 技術的助言
 - ア 各工程の終了時ごとに精度管理表を点検し、成果が所要の精度を満たしているか確認されたい。
 - イ 新技術導入に際しては、従来法(スタティック法)による点検測量を十分実施され、所要の精度を満たしているか確認されたい。
 - ウ FKP観測実施の際には、本測量作業マニュアル第17条運用基準を遵守するとともに第18条の観測値の点検を行い、所要精度確保に努力されたい。
- (2) その他(付記事項)
 - ア この成果に基づいて後続の公共測量を実施する際には、この計画書の写しを添付して新たに計画書を提出されたい。
 - イ 第三者機関で測量成果の検定を受けられたい。なお、測量成果提出の際に、検定証明書及び検定記録書の写しを添付されたい。

- ウ 今後、公共測量を行う場合は、測量法第36条に基づき、実施計画書を測量部手続に提出されたい。
- エ 公共測量成果の使用にあたっては、当該測量成果を作成した計画機関の承認を得て使用されたい。
- オ 数値データで取得できる成果等については、電子納品番組(案)に従い、CD-ROM等で提出されたい。
- カ 計画の変更が生じた場合は、変更内容を速やかに文書で提出されたい。
- キ 測量成果提出の際には、本測量で行った点検測量等の結果も資料として、その写しを添付されたい。

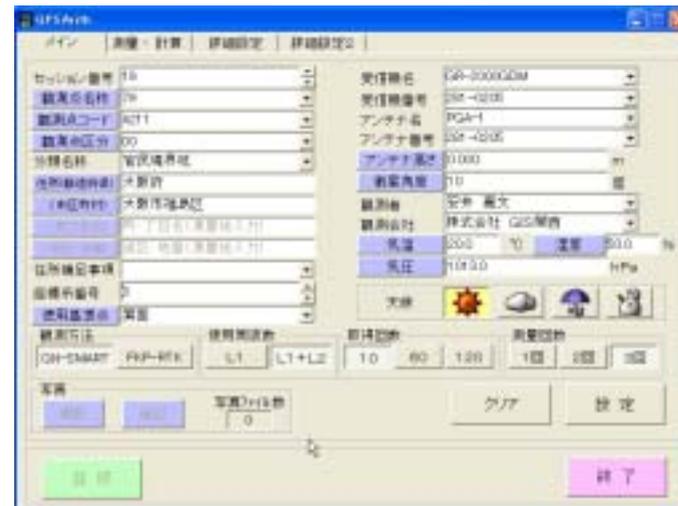
1. 条 件

- (1) 成果品には、次の字句を見やすいところに明示すること。
「この測量成果は、国土地理院長の助言をうけて得たものである (助言番号) 平16 近公 第352号」
- (2) この測量後、成果品を得たときは、速やかに測量成果の写し1部及び精度管理表1部を 近畿地方測量部経由で国土地理院長に提出すること。

FKP基準点承認 全国初!

2. 実施計画に対する助言等

- (1) 技術的助言
 - ア 各工程の終了時ごとに精度管理表を点検し、成果が所要の精度を満たしているか確認されたい。
 - イ 新技術導入に際しては、従来法(スタティック法)による点検測量を十分実施され、所要の精度を満たしているか確認されたい。
 - ウ FKP観測実施の際には、本測量作業マニュアル第17条運用基準を遵守するとともに第18条の観測値の点検を行い、所要精度確保に努力されたい。





大阪府ホームページより

http://www.pref.osaka.jp/doboku/23cals_ec/cals_g/hannan-fkp.pdf

移動体GPS計測



GPSアンテナ

空中レベル計



移動体による道路高測量

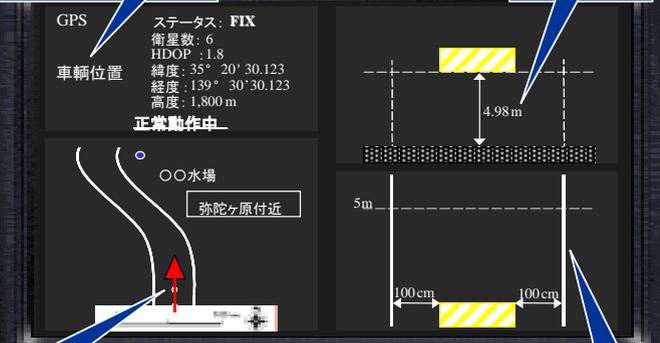


除雪支援システム



ステータス表示

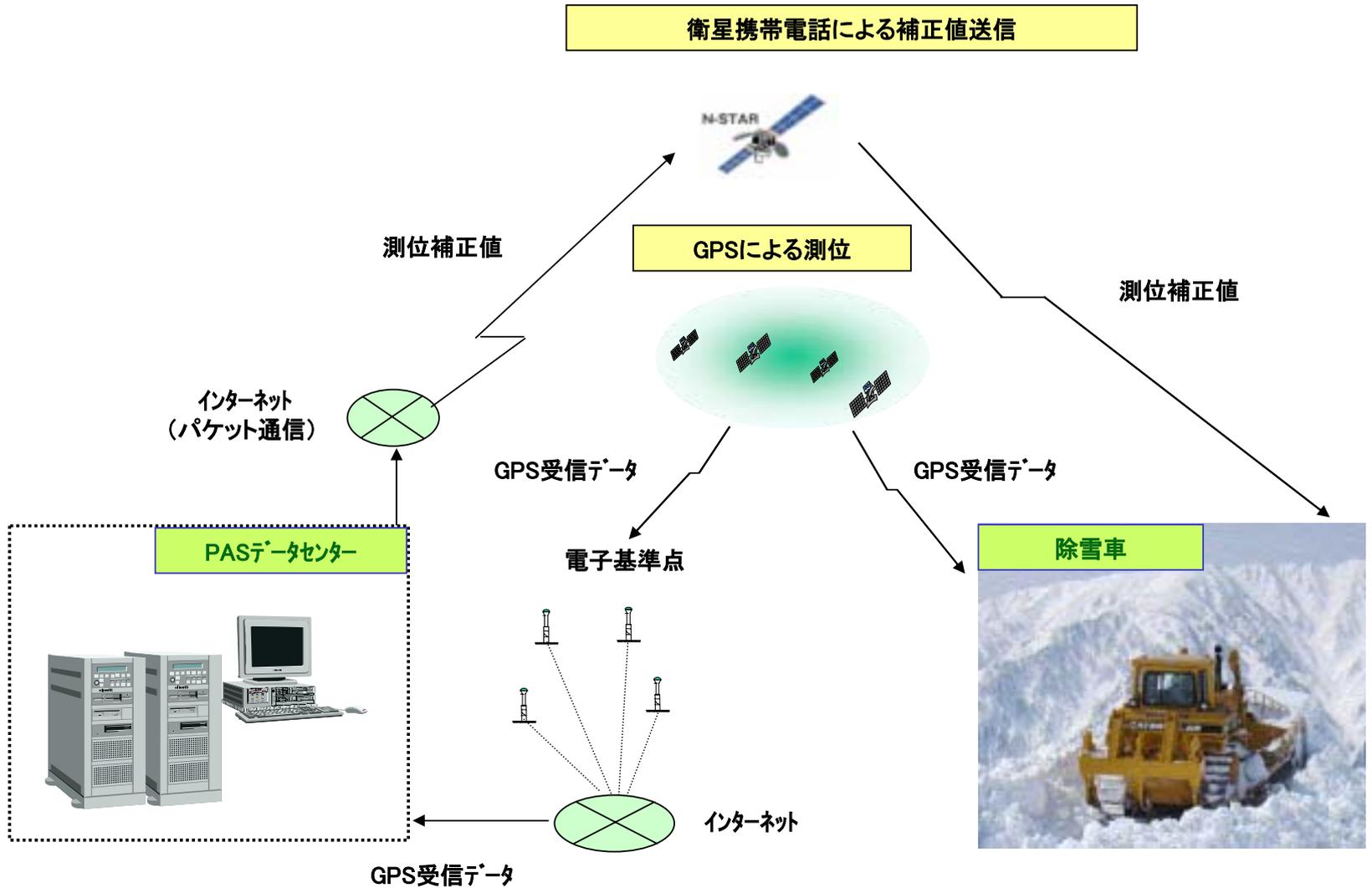
高さ表示



車両位置表示

路側線表示

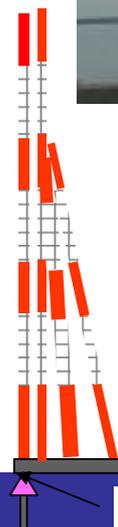
モニタ表示例



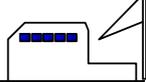
海上位置決め(杭打ち)

電子基準点

SCP船



GPSアンテナ



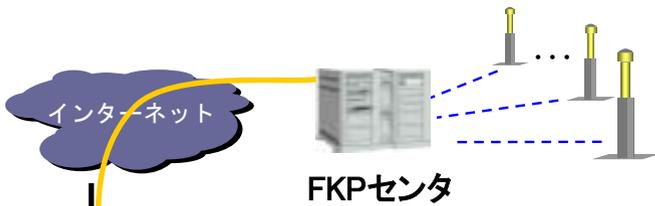
打設ポイント



補正装置(高精度測位)

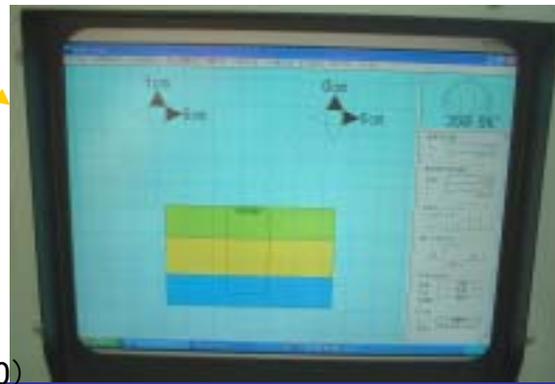


GPS受信機(Trimble MS750)



通信装置
(携帯電話)

操船支援システム

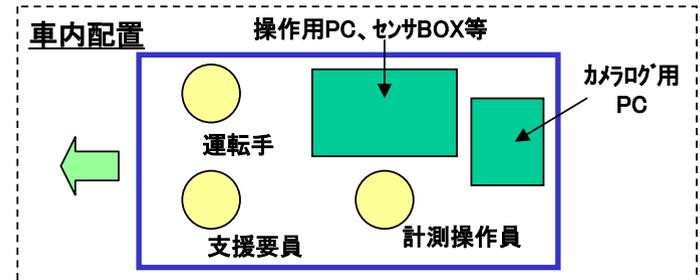
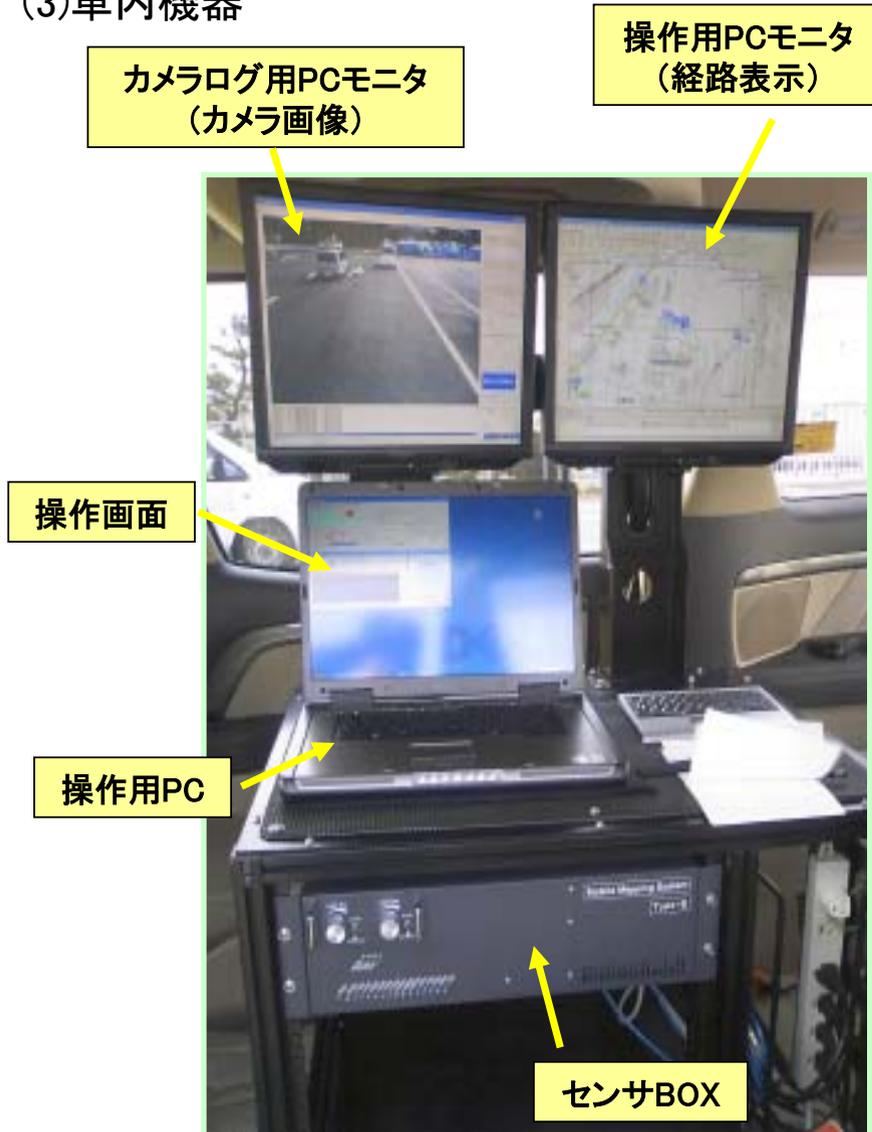


MMS

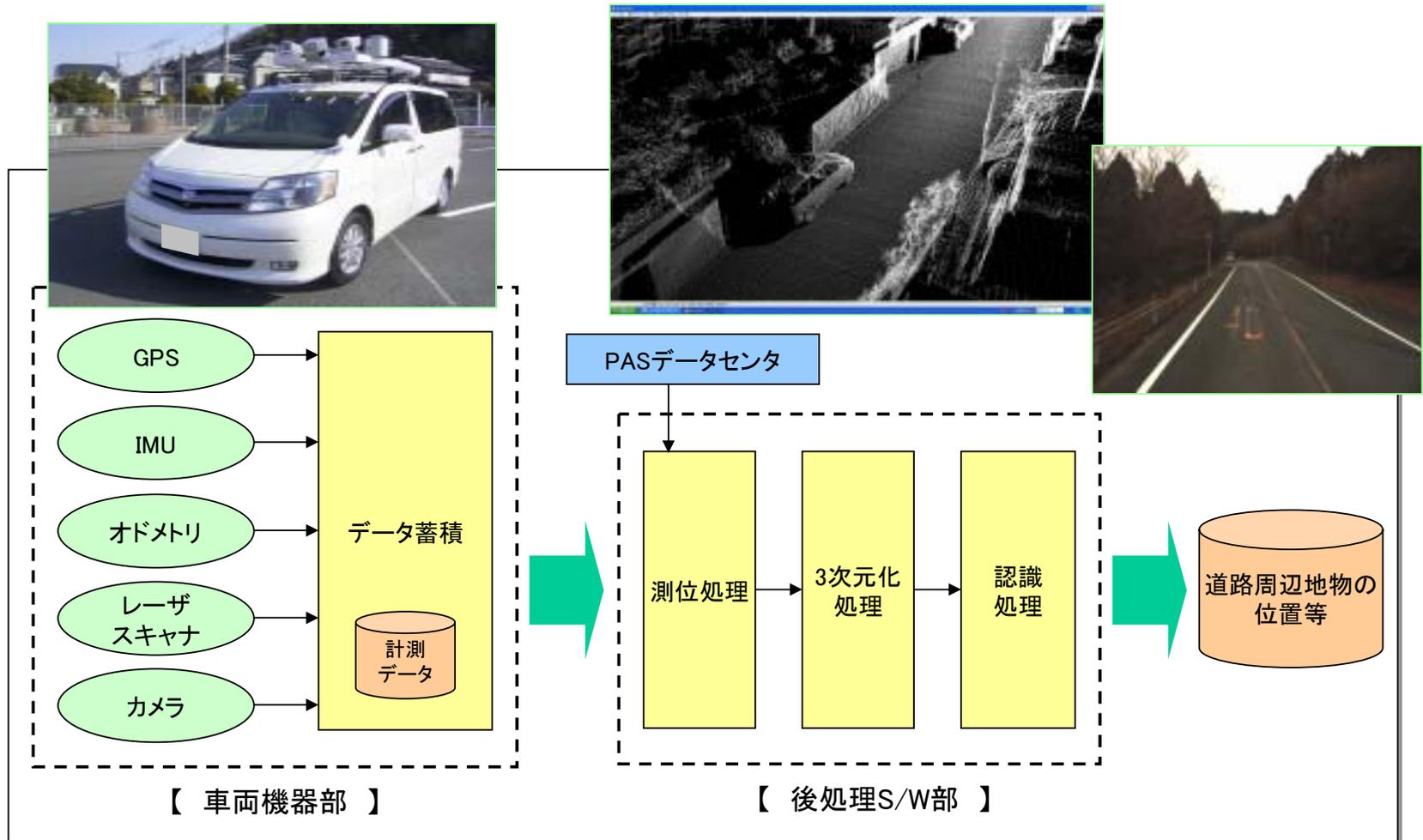
Mobile Mapping System

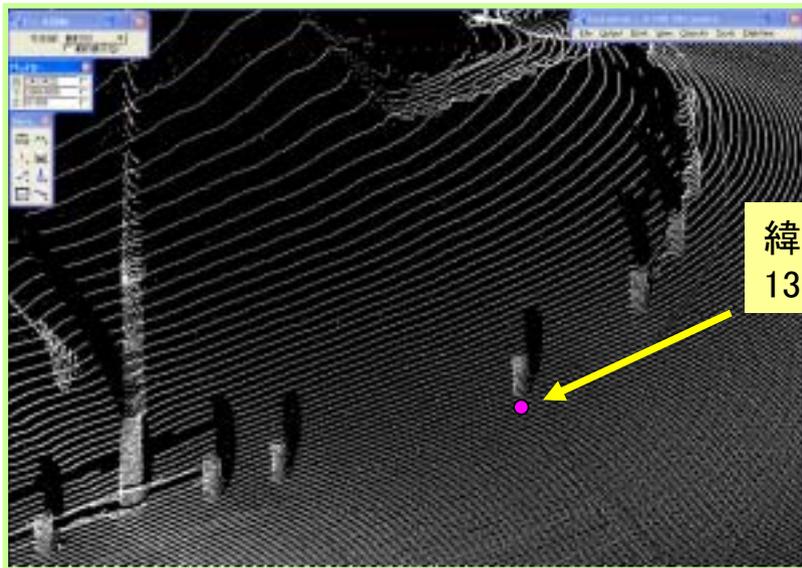


(3)車内機器



GPS/IMU複合による車両の位置/姿勢計算と、搭載したセンサで計測したレーザデータ/カメラ画像により、車体動揺や路面傾斜によらず、正確な道路地物の三次元位置計測が可能





緯度、経度、高度
139.794302、35.632980、6.194152



距離 = 10.52m

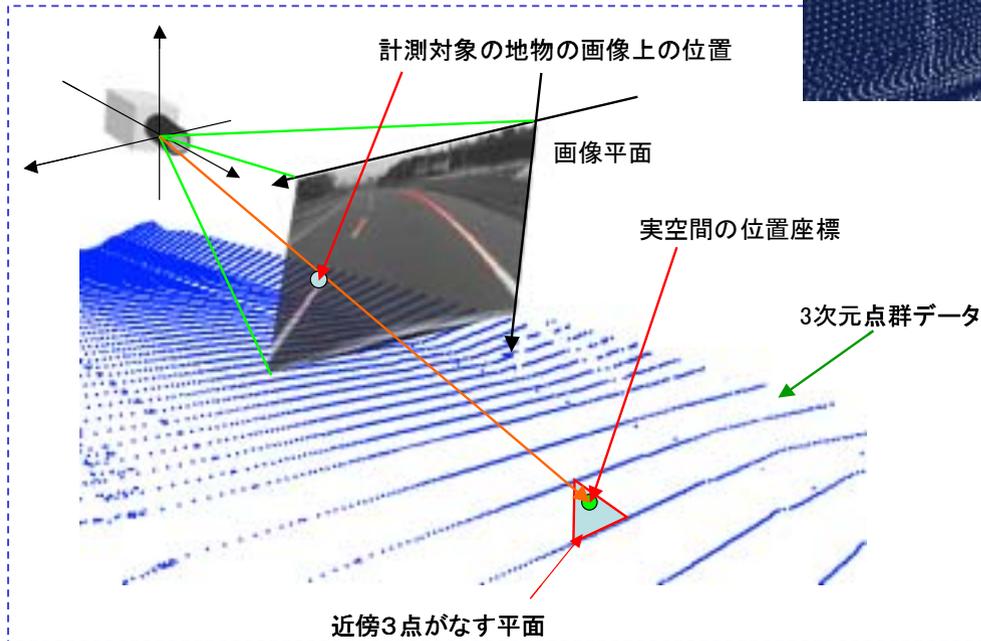
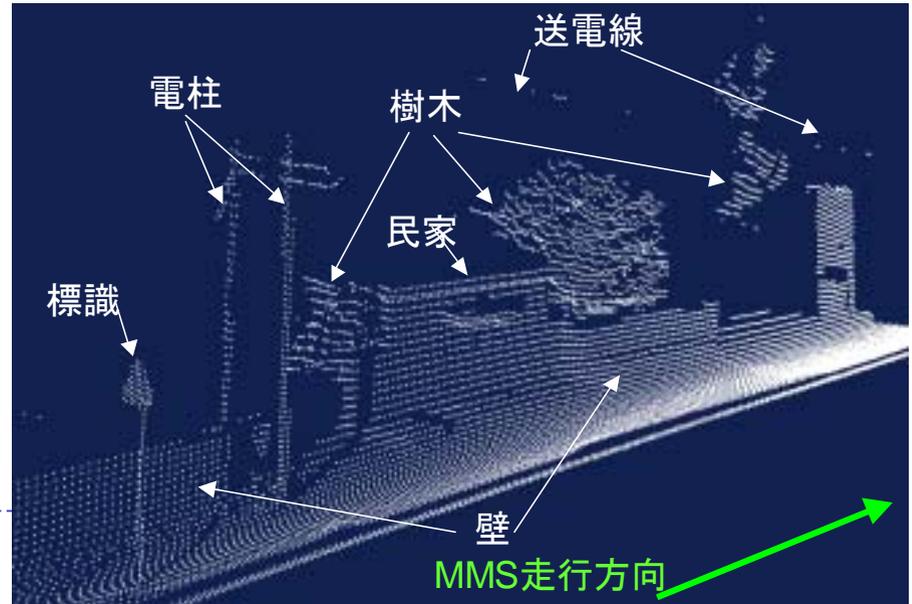
全てのレーザ点が、3次元の位置座標を有しているため、任意の点間について、距離を計測することが可能。

3次元化の仕組み

- ・車体位置・姿勢と、計測したレーザデータを用いて、道路周辺環境を3次元化

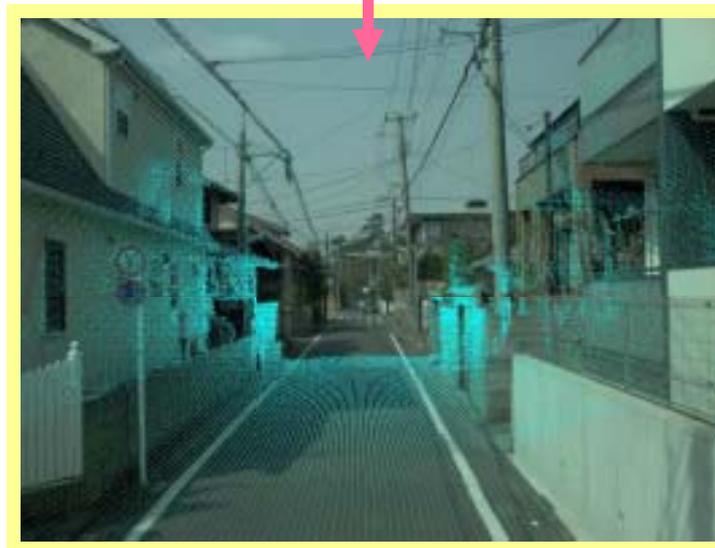
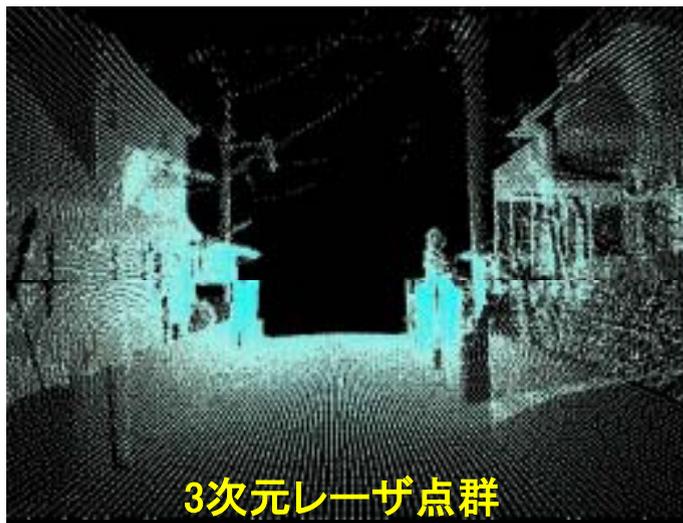
MMSの3次元計測の特徴

- ・道路面と道路脇周囲20m以内を3次元化可能
- ・高精度な姿勢計測により、再現性の高い高精細な3次元復元が可能



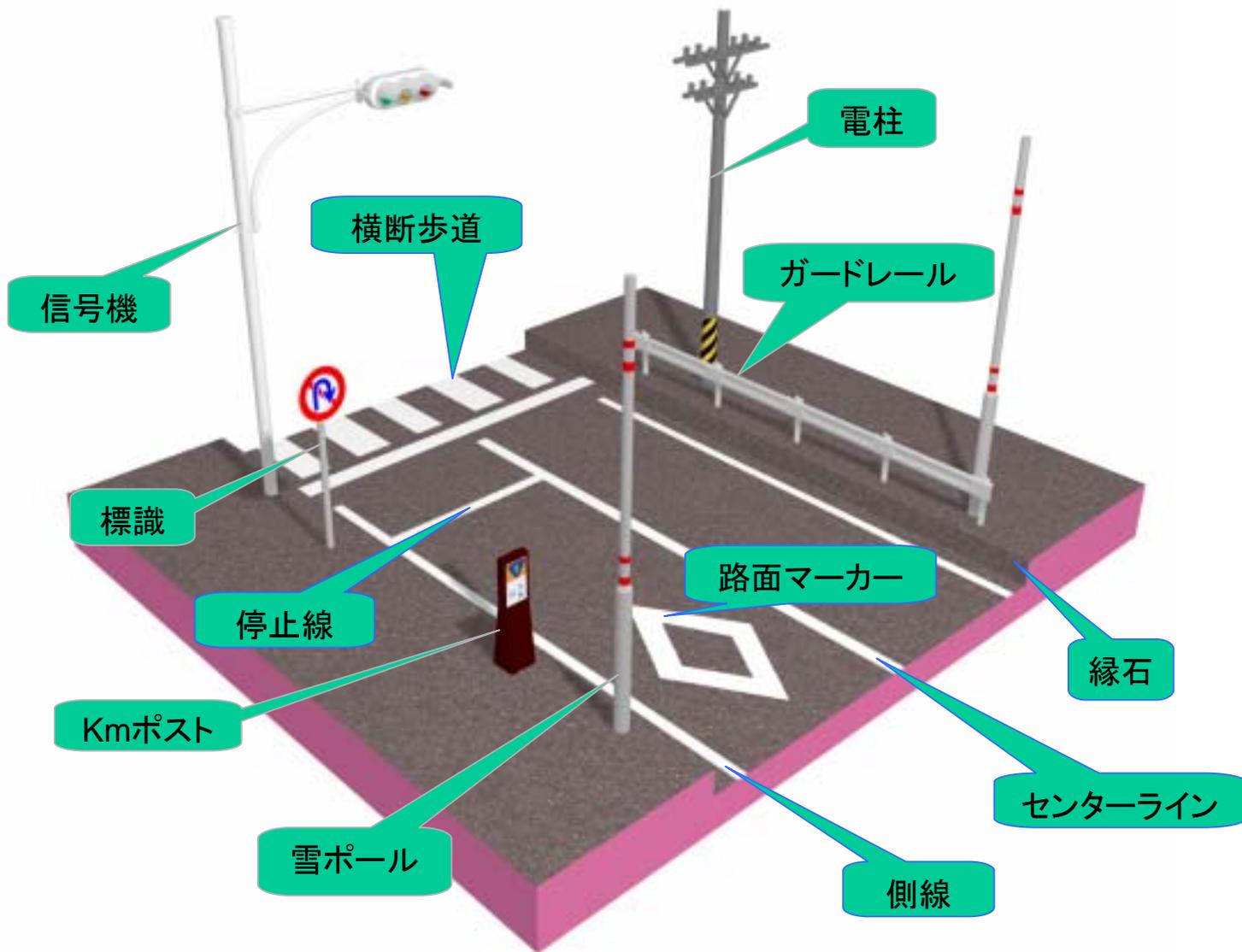
- ・カメラ画像と3次元レーザ点群データとの重ねあわせにより、画像上の地物の3次元位置の計測が可能

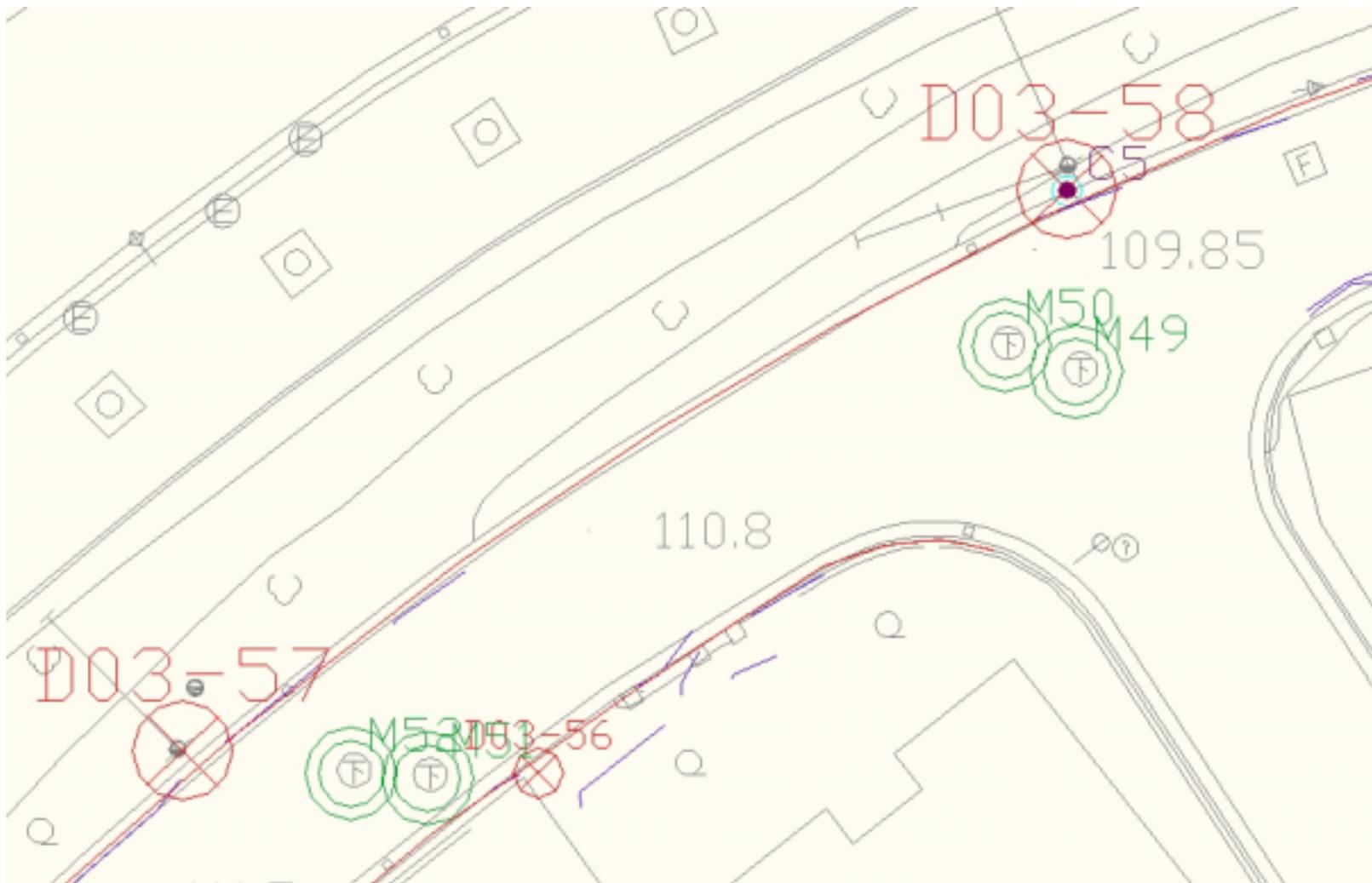
点群の色付け



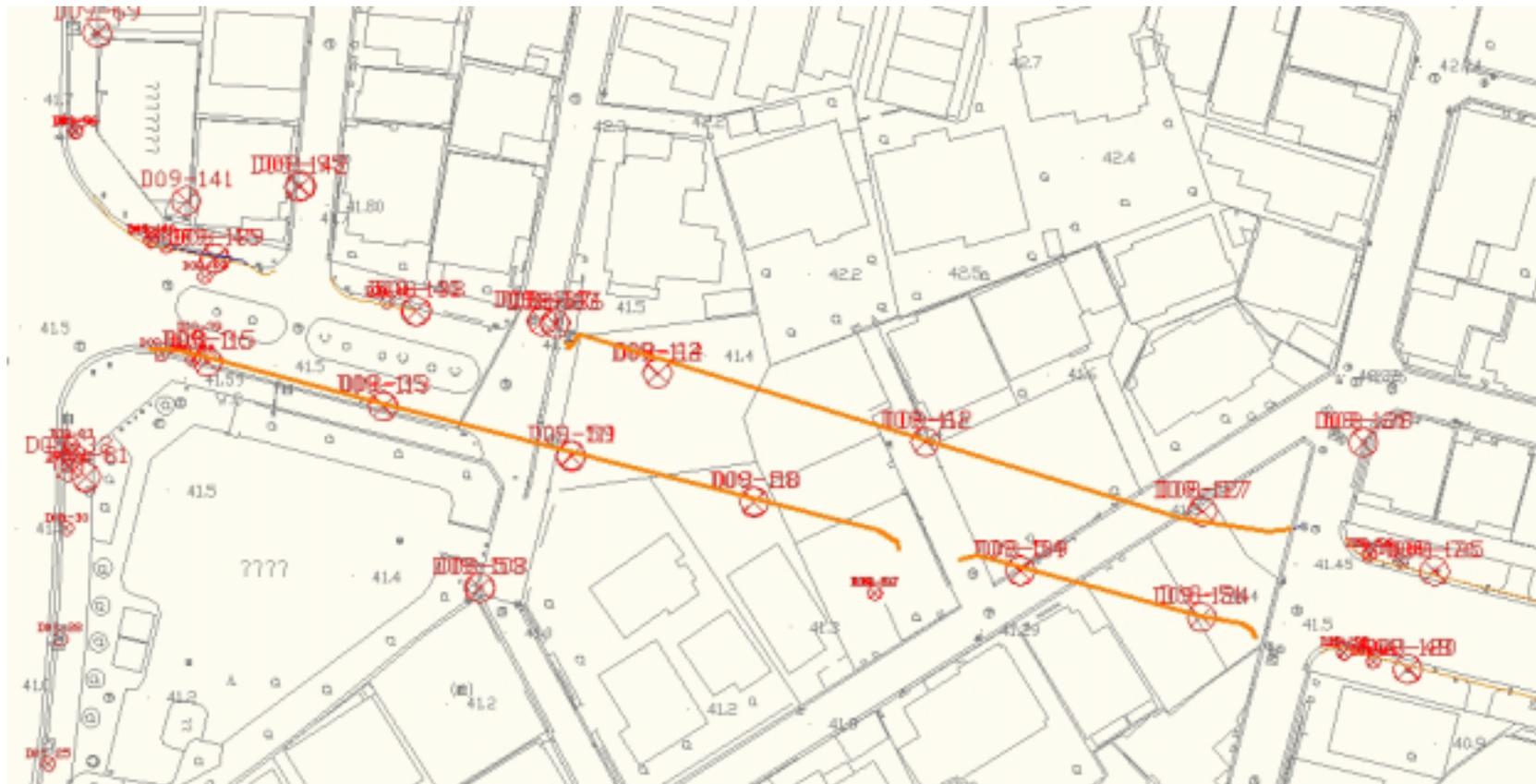
・時間同期された、3次元レーザ点群データとカメラ画像データを精度良く重畳

道路周辺環境の3次元情報化





道路台帳データ(新設道路)



DM提供:豊中市

航空写真測量補測量

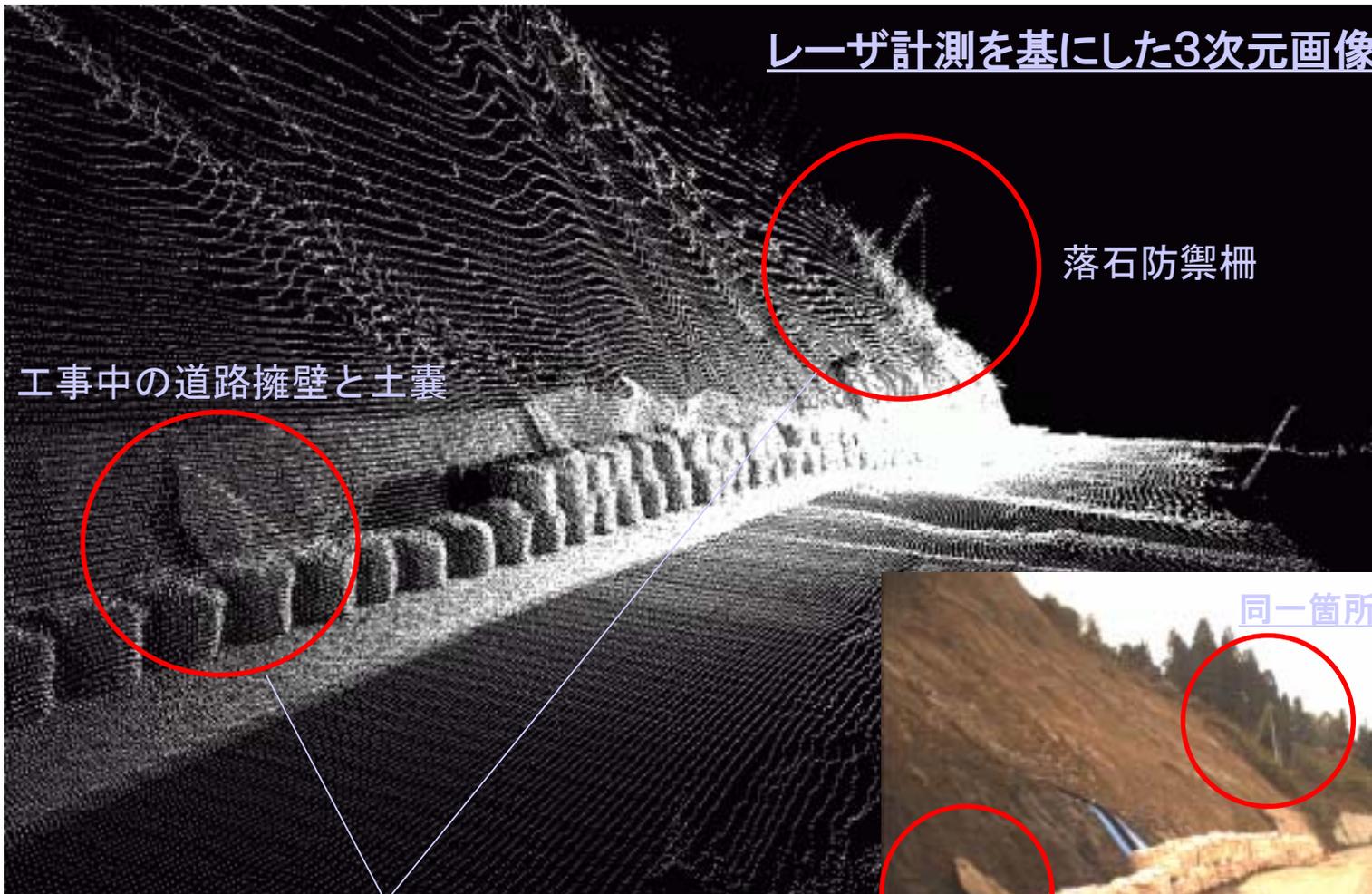


r.m.s.=7.4cm

MMSの応用

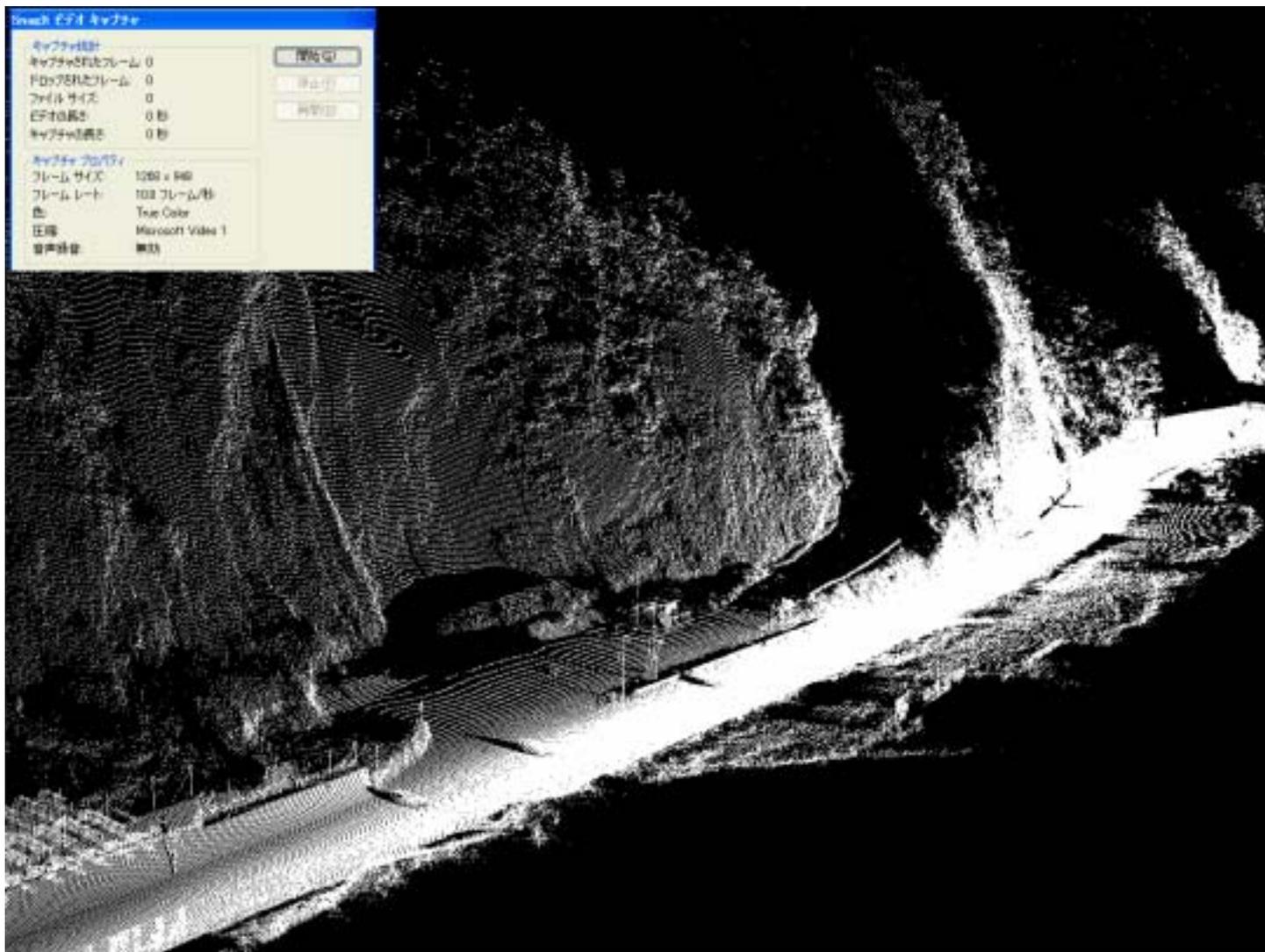
3次元モデル

レーザ計測を基にした3次元画像



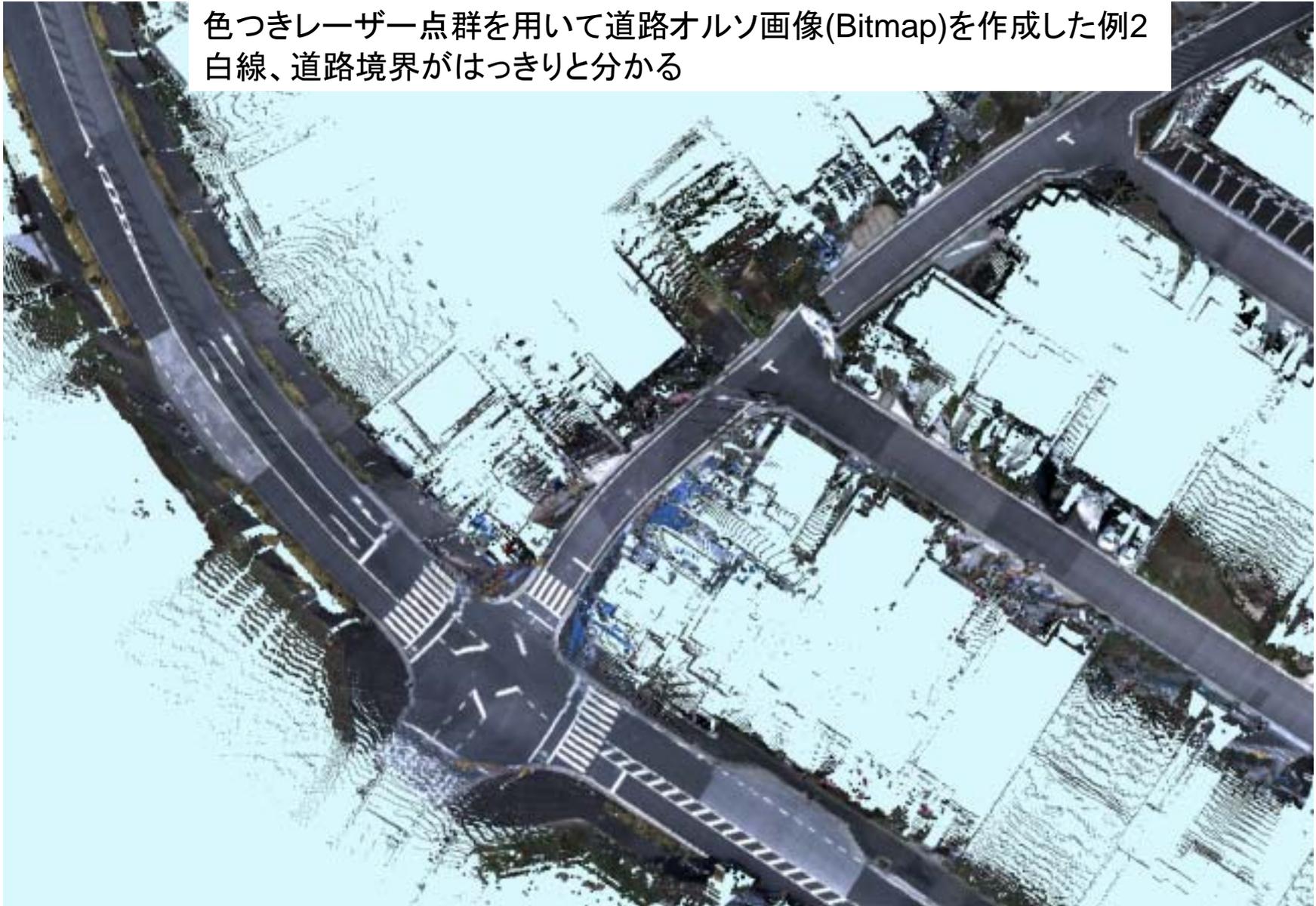
各種土木施工物の“出来形”が
3Dデータで計測可能

3Dモデル精度：10cm(1σ)

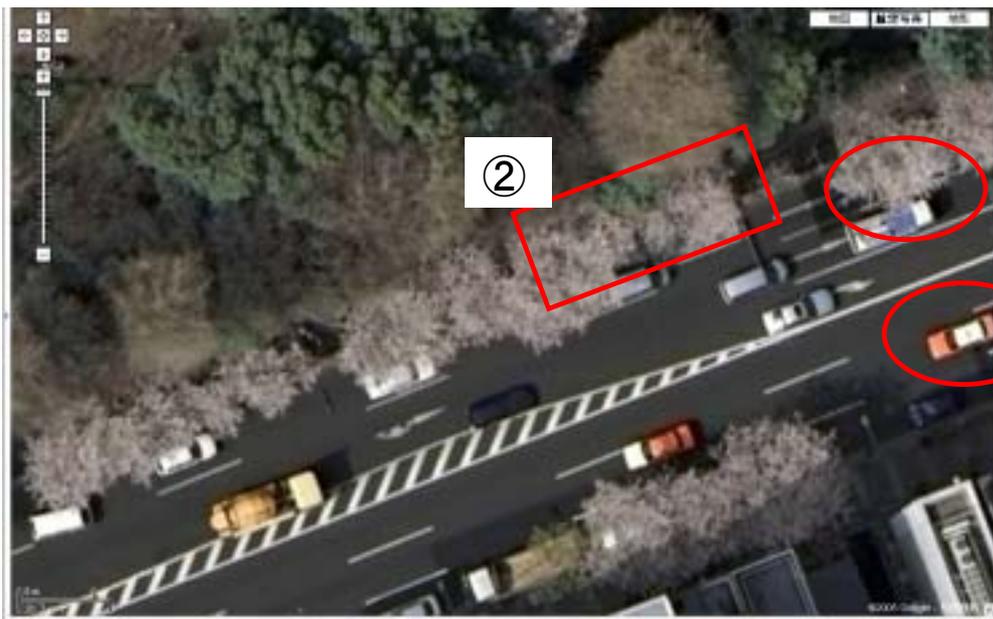


道路オルソ画像

色つきレーザー点群を用いて道路オルソ画像(Bitmap)を作成した例2
白線、道路境界がはっきりと分かる



1 航空写真が撮影、データ取得できない場所の補間装置として



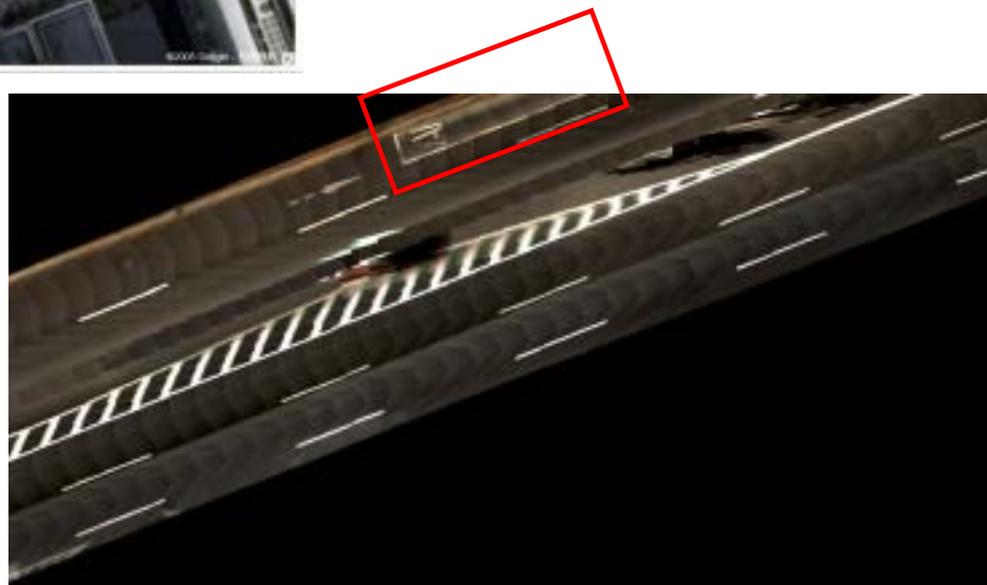
航空写真
(Google Map)

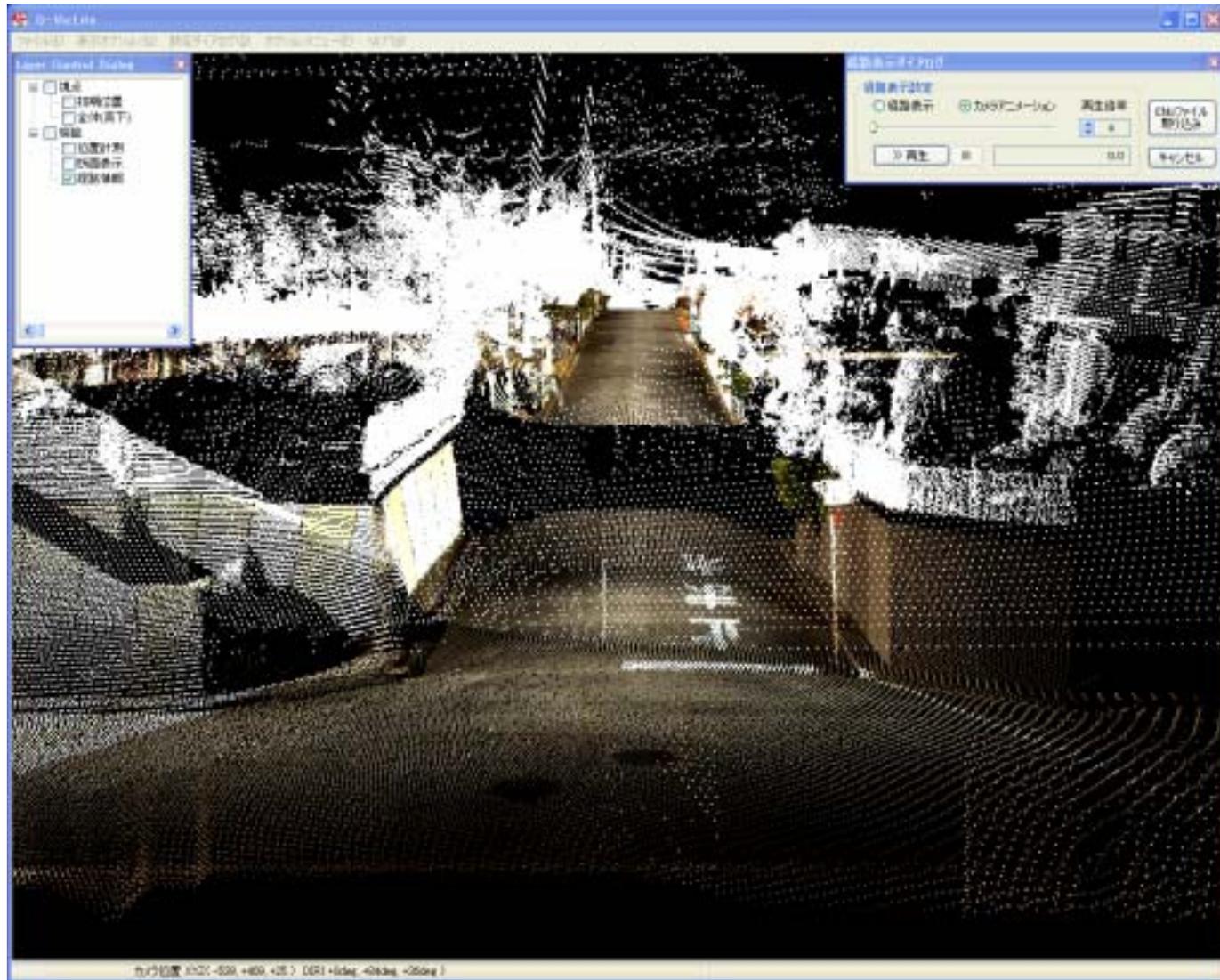
①車両による道路遮蔽

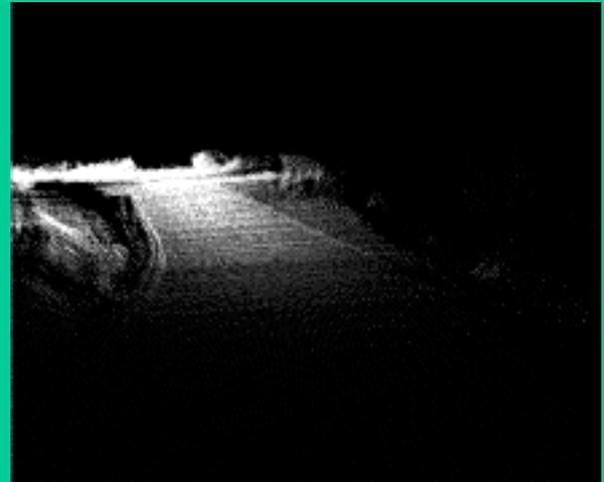
②木や建物による遮蔽

MMSでは、航空写真では撮れない高架下やトンネルでも道路画像を取得可能。また、道路からオルソ画像を作る為、車両、建築物等による道路面情報の欠如が無い。

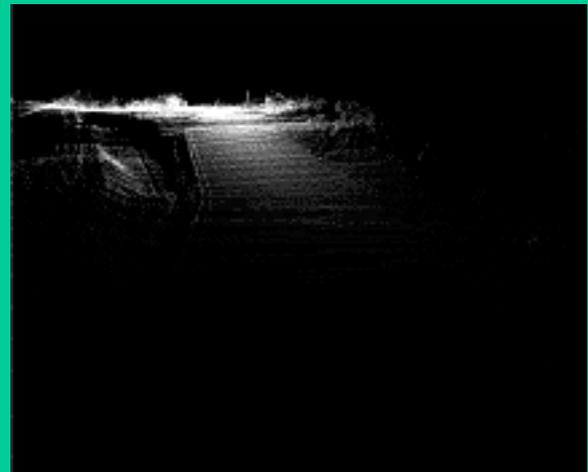
MMSによる
道路オルソ画像



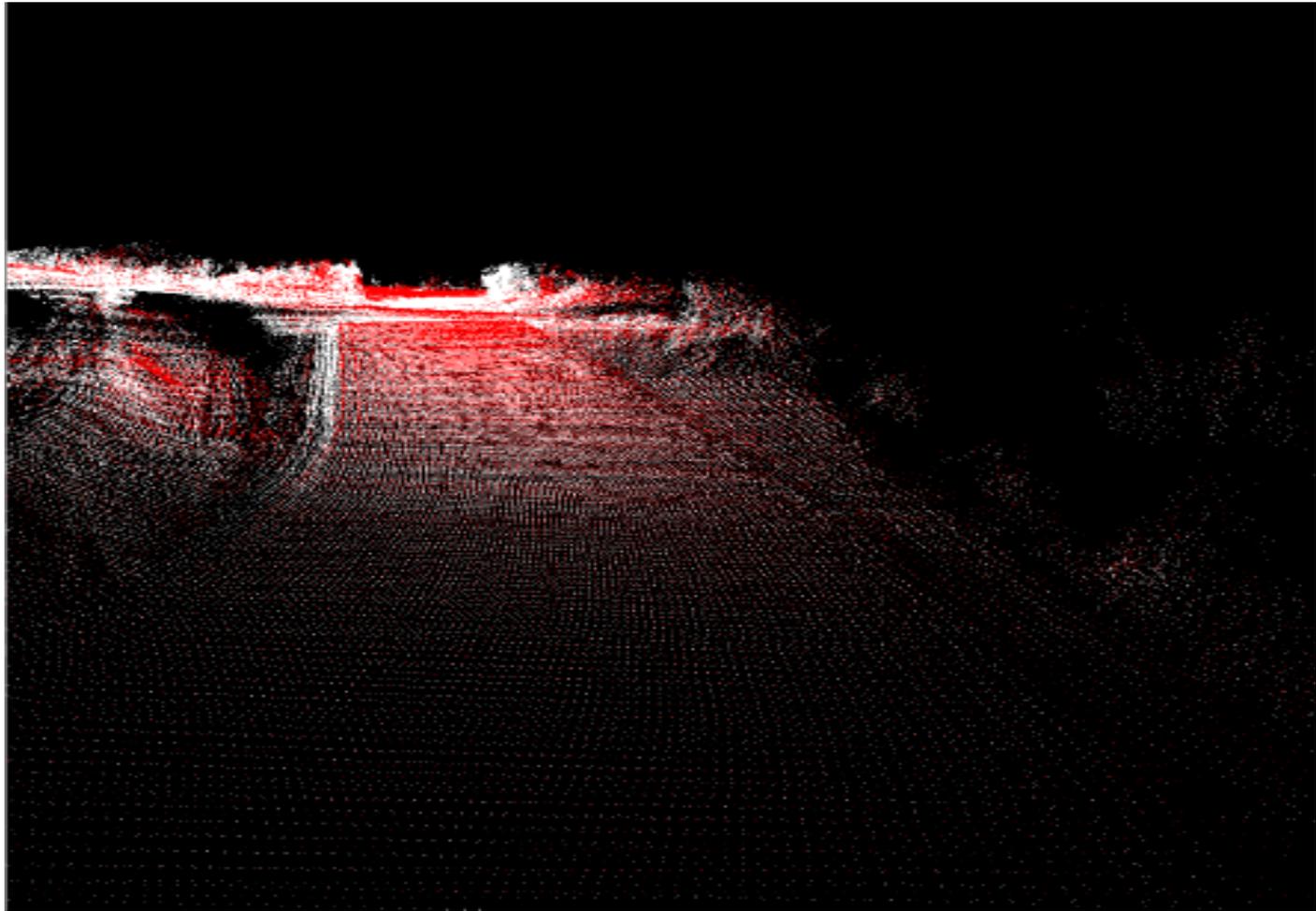




2月21日取得データ



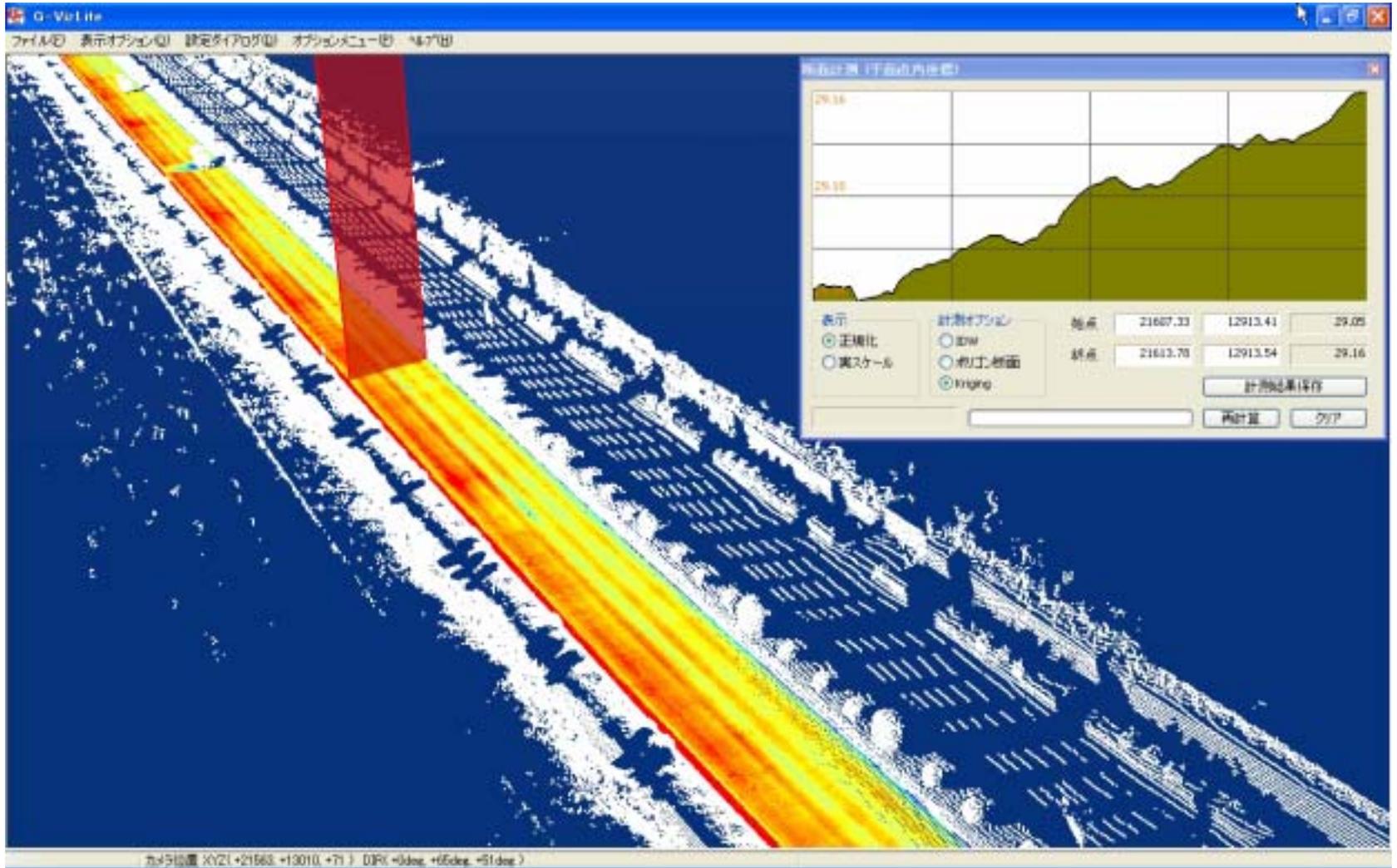
2月22日取得データ



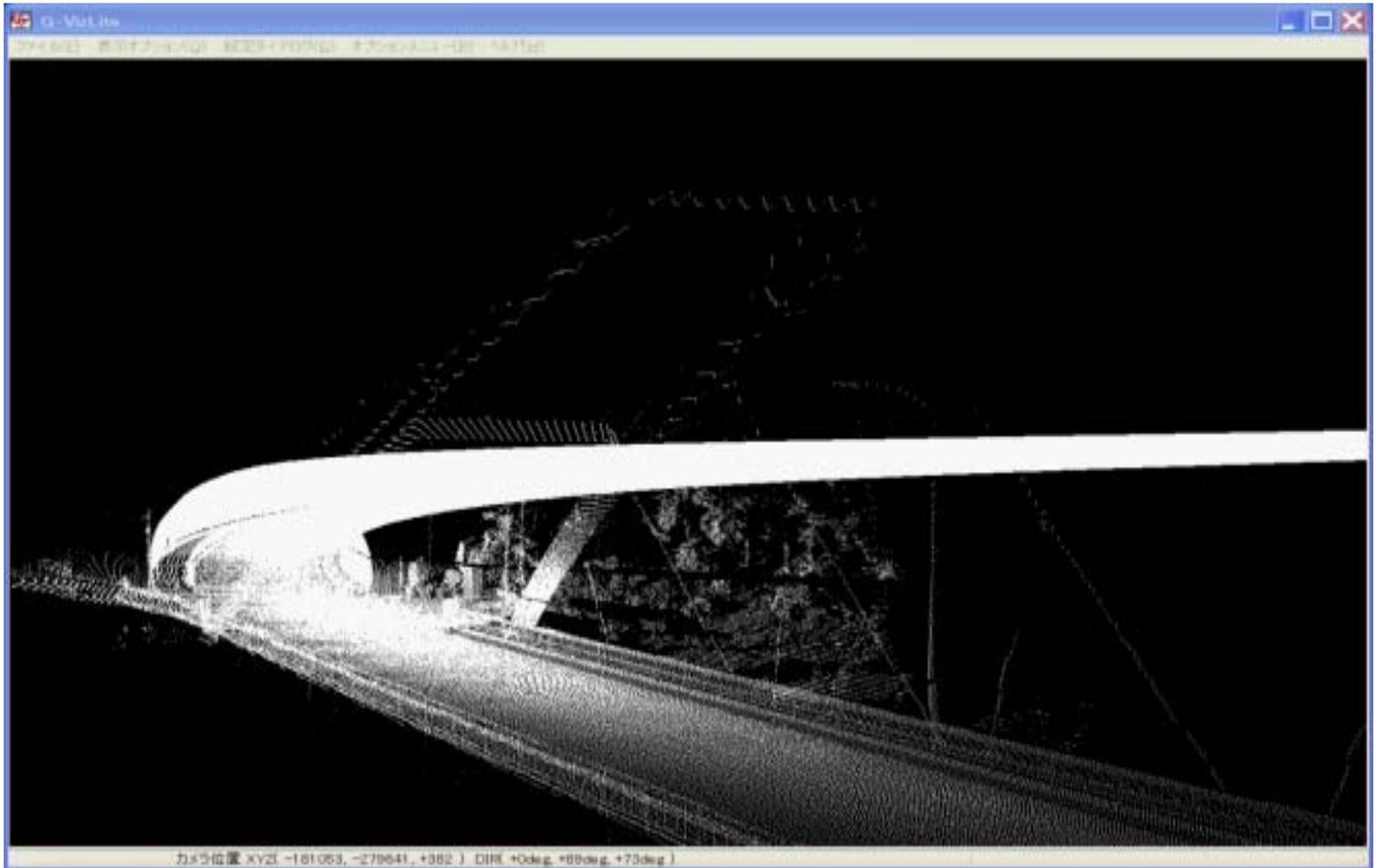
■ 上層路盤

□ 下層路盤

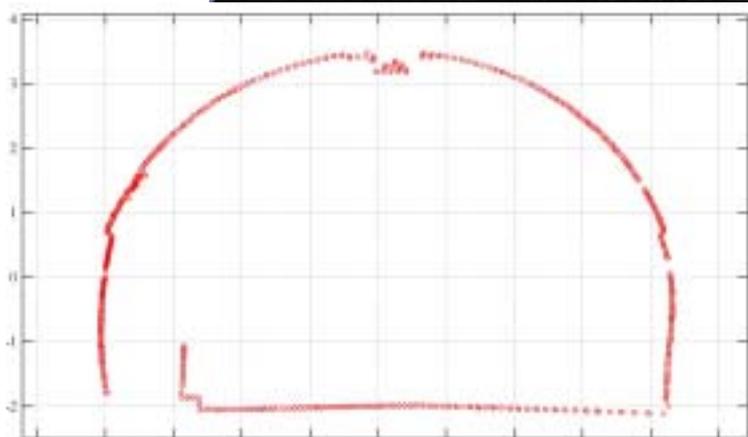
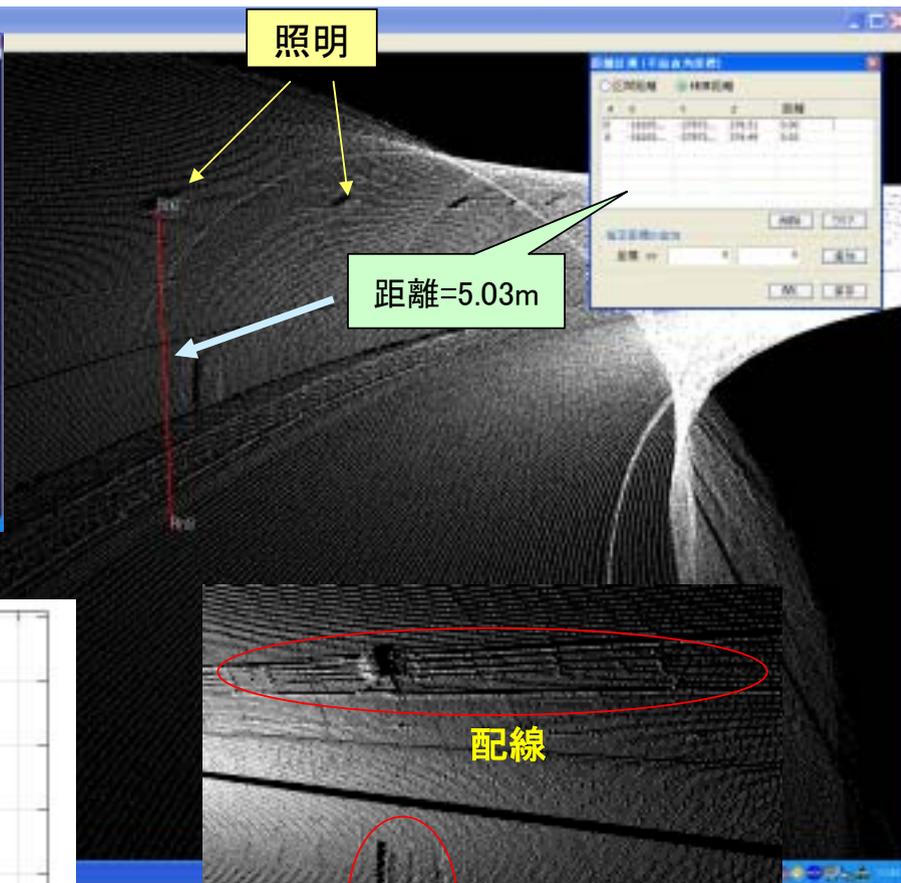
道路性状一ワダチー



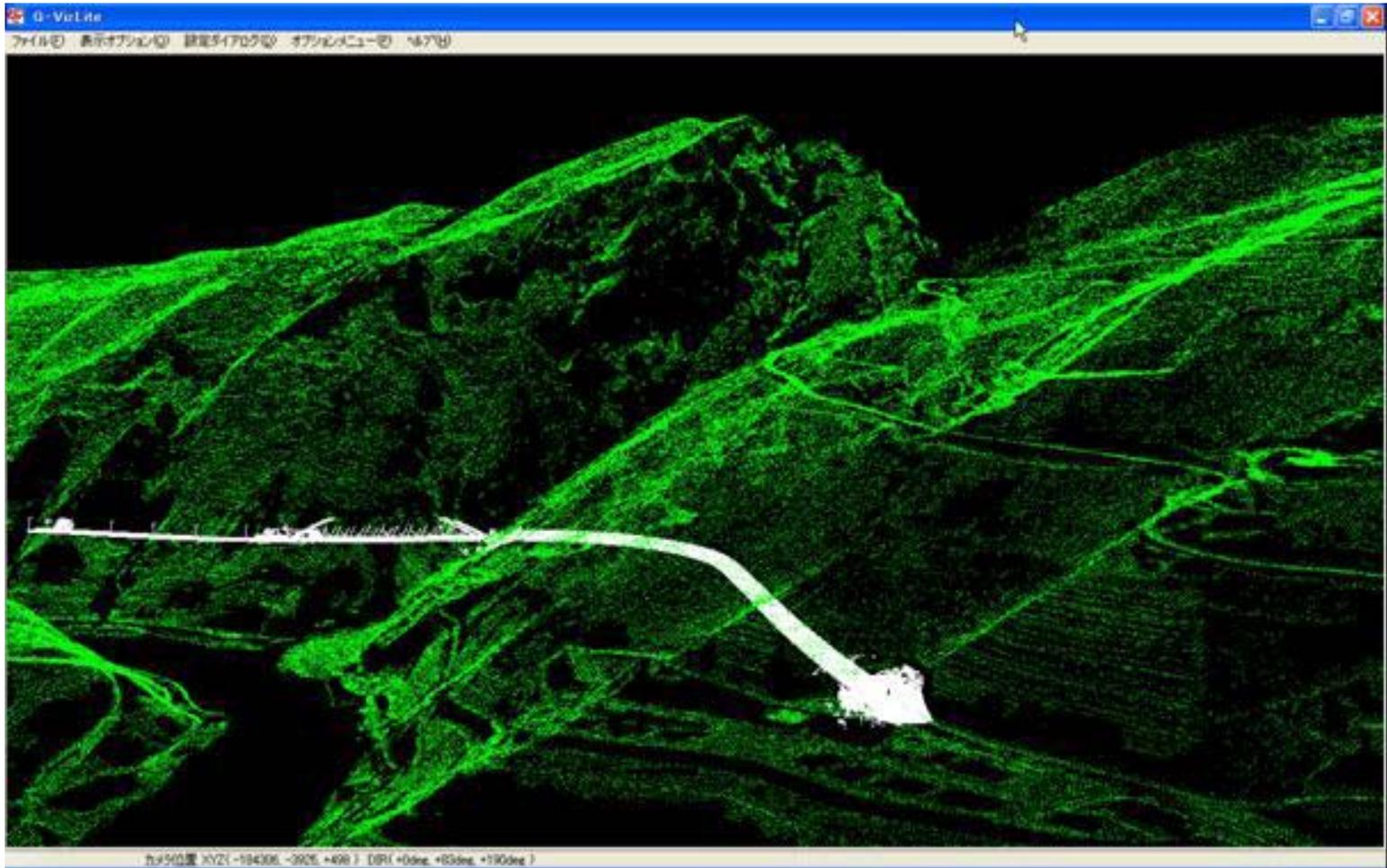
トンネル計測結果



トンネル計測



※データ計測は施工技術総合研究所/早稲田大学と共同で実施



3次元地形の利用



①三次元電子地図の作製



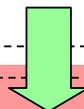
航空撮影・データ取得の実施



FKPを用いた移動体測量



三次元電子地図(GIS)の作製



②氾濫シミュレーションの実施



氾濫計算用地形モデル作成



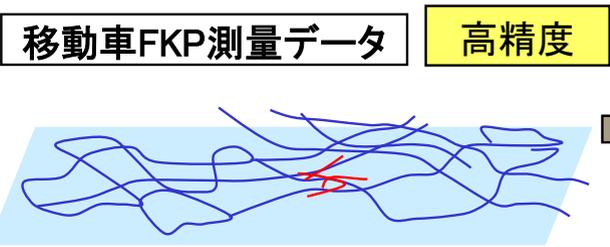
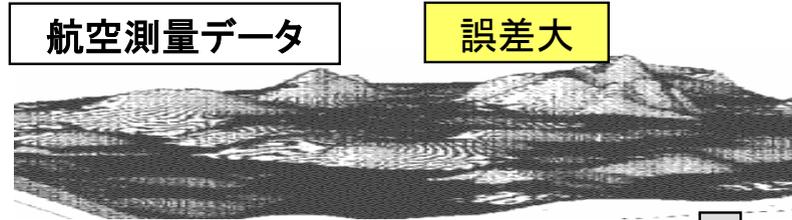
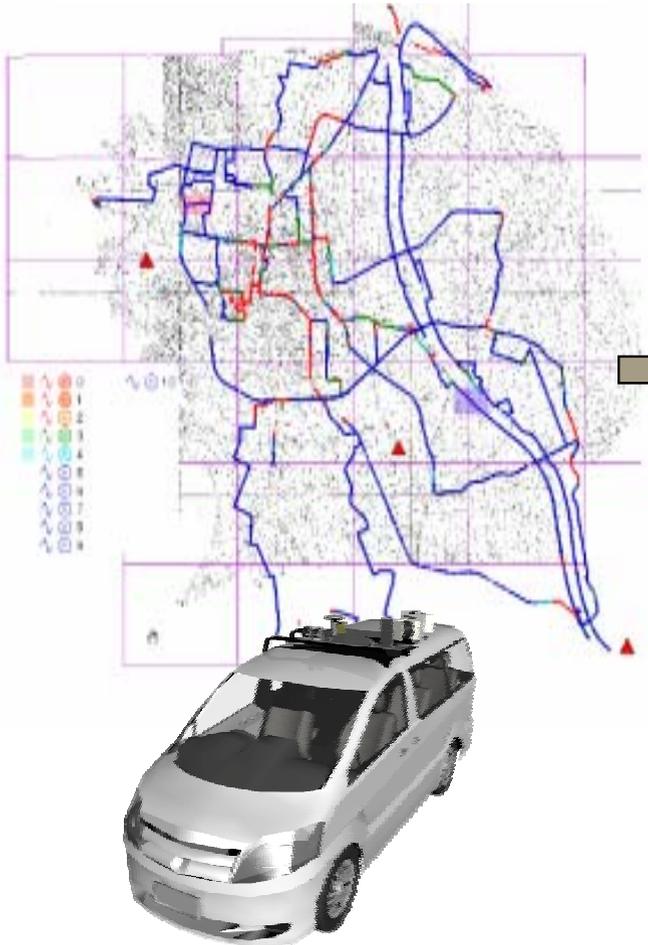
氾濫シミュレーション計算



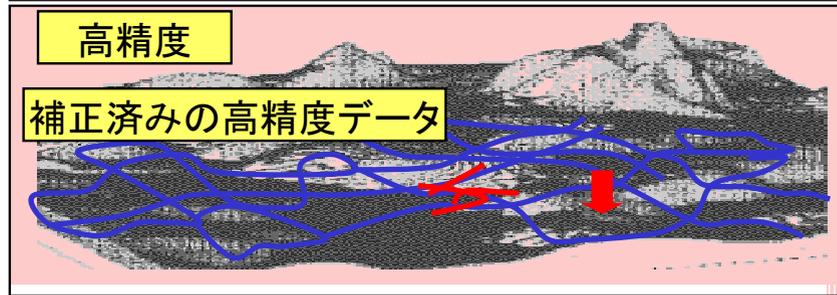
三次元電子地図上に表示

精密な絶対標高値にて、航空測量データを補正し、高精度データに変換

移動車両によるFKP測量の実施



最小二乗法による統計的最適補正

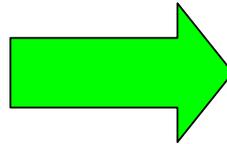


最大値	0.199	最大値	0.197	0.203	最大値	0.202
最小値	0.099	最小値	0.099	0.099	最小値	0.099
平均	0.070	平均	0.070	0.072	平均	0.104

水平方向12.2cm
高さ方向10.4cm

- ✓GISに直結(デジタル化の効用)
- ✓誰が計測しても同様な結果(人材難・経年変化)
- ✓供用停止が不要(通行止めをしない)
- ✓占有許可不要(日程調整が容易・工期短縮)
- ✓安全対策が容易(高速道路で・・・)
- ✓計測速度・効率向上(災害・異常時)
- ✓機械償却費(???)
- ✓稼動日数(発注単位・どこを計るか?)

- GPS(アメリカ)
- Gallileo(EU)
- Gronass(ロシア)
- 北斗(中国)
- 準天頂(日本)



常時、日本上空に10～20機
・より高精度・高速
・移動体計測
・低価格

- GPS本格的利用は2013年頃？
- 車(自動運転)がキーワード
 - ほしい時には地図は無し
 - 道路が車を、車が道路を……
- 3次元データの利用方法の研究
 - 防災・減災・災害査定
 - 施設維持管理
 - 景観・観光
 - ……………