

平成30年10月16日

日本測地学会 第130回講演会 講演番号 21

地盤情報システム(JISLaD)と そのダイナミックマップへの適用

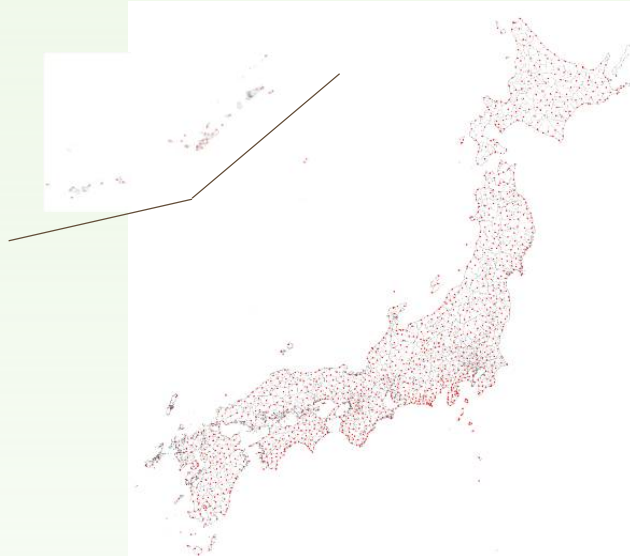
The Japanese Information System of
Land Deformations (JISLaD)
and Its Application to the Dynamic Map

里村幹夫¹, 請井和之¹, 島田誠一^{1,2,3},
伊藤広和¹, 末野幹雄^{1,4}

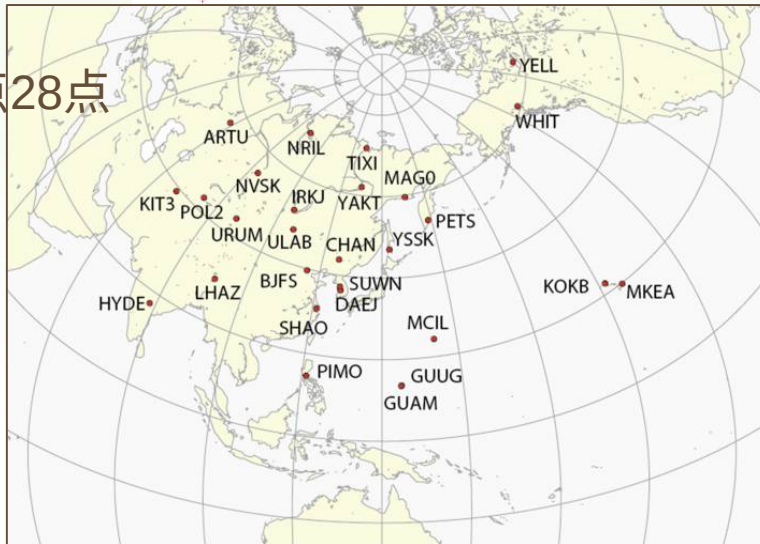
1: 株式会社日豊; 2: 東京大学新領域創成科学研究科
3: 測位衛星技術株式会社; 4: 株式会社カルシステム



JISLaDとは



IGS点28点



ITRF2005

(Apr.2008~Oct.2011)

ITRF2008

(Oct.2011~May 2017)

ITRF2014

(May 2017~)

GEONET点

全国約1,300地点



GAMIT/GLOBKプログラムを用いたGEONET全点
連日自動解析システム

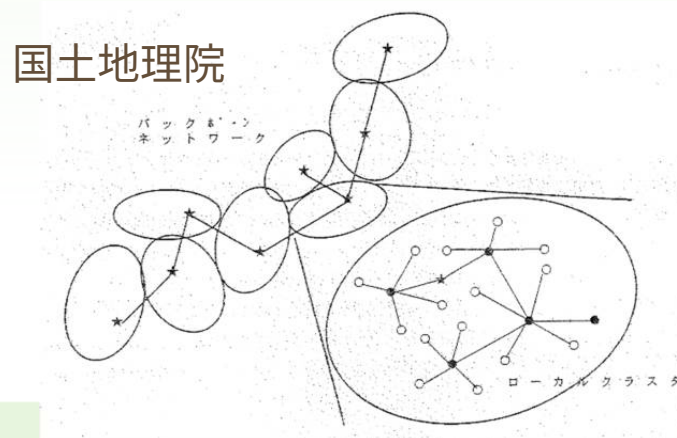


2008年4月からの
日毎の座標データを蓄積

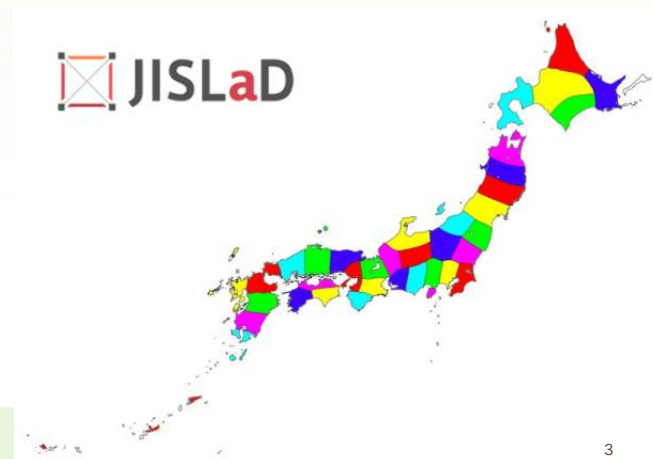
(島田ほか(2008), 請井ほか(2018)など)

JISLaDの特長（国土地理院のF3解、R3解との違い）

- GAMIT/GLOBKを用いている。鹿大中尾教授のもとで同じ条件でBerneseで解析し，結果をチェック。（明日の講演59）
- 国土地理院の解析はITRF2005座標。JISLaDでは、できるだけ速やかに新しいITRF座標系に移行。IGS点28点使用。
- 国土地理院の解析はクラスター方式。JISLaDでは，国土全体の観測点を39の地域ごとの数点が重なるブロックに分けてGAMITで解析し，GLOBKで各ブロックの計算結果を統合。



松村（2018）



2008年4月以降の日毎の座標データを蓄積



地盤情報システム

The Japanese Information System of Land Deformation

平成28年9月23日
商標登録

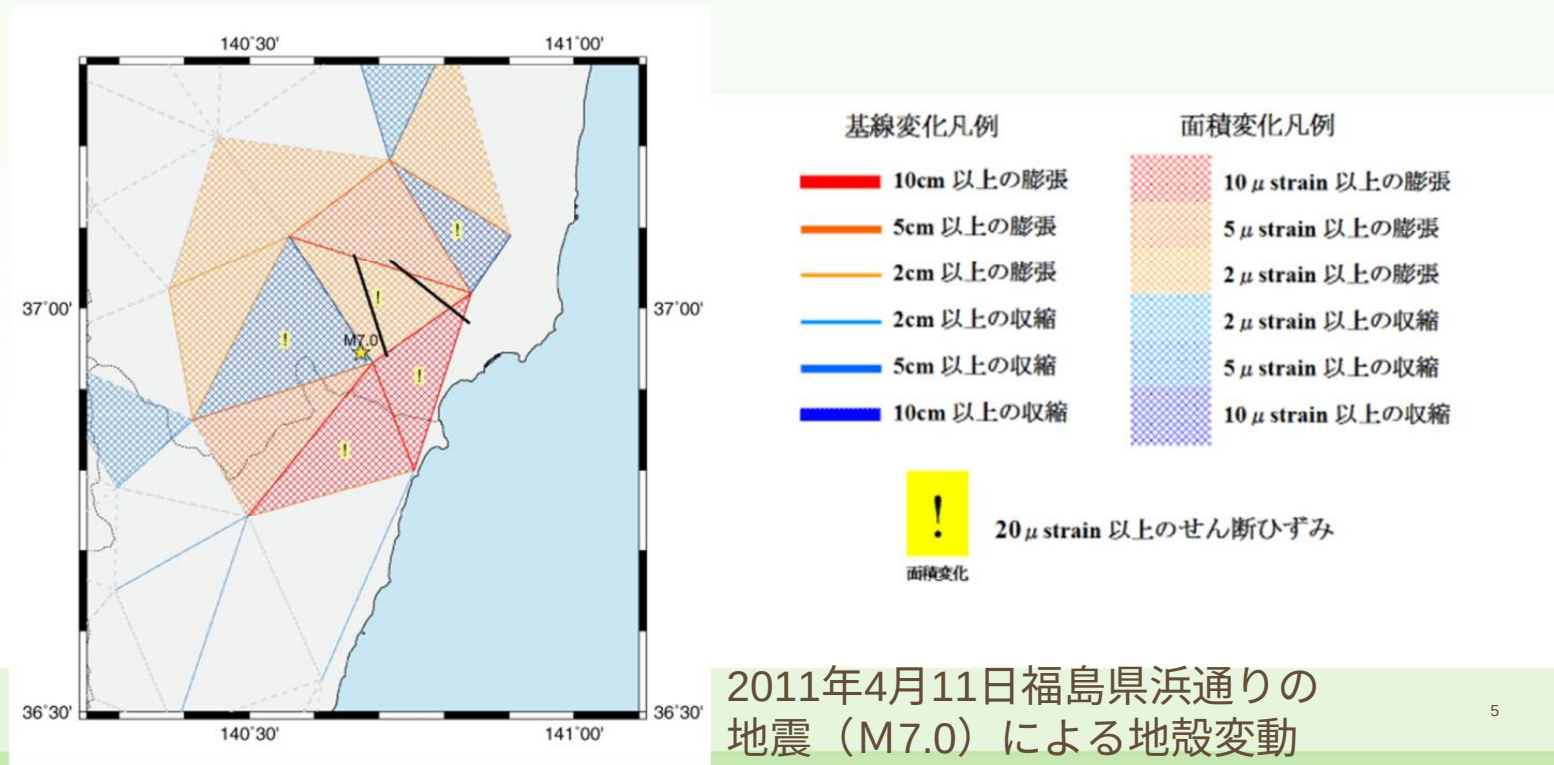
- ・ 基線長の変化
- ・ 面積ひずみの変化



地殻変動の監視に利用

地盤変動の監視

- 菱形のポリゴンや三角網毎に、辺長や面積の一定期間の変動量を計算。
- 地盤変動の監視：各値が設定したしきい値を超えたら、図に発色させて警報を出す。
- 結果をメールマガジンやホームページで公表。



ダイナミック座標管理への応用

自動運転地図（ダイナミックマップ）
への活用

戦略的イノベーション創造プログラム Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

- 科学技術イノベーション総合戦略及び日本再興戦略において、総合科学技術会議が司令塔機能を発揮し、科学技術イノベーションを実現するため創設。
- 府省・分野を超えた横断型のプログラムであり、総合科学技術会議が課題を特定し、予算を重点配分するもの。

戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第1期の課題、PD、30年度配分額

 革新的燃焼技術 (15.5億円) 杉山 雄利 トヨタ自動車 先端創発センター エグゼクティブアドバイザー 乗用車用内燃機関の最大熱効率を90%に向上する革新的燃焼技術(現在は40%程度)を持続的な産学連携体制の構築により実現し、世界トップクラスの内燃機関研究者の育成、省エネ、CO ₂ 削減及び産業競争力の強化に寄与。	 次世代パワーエレクトロニクス (20.0億円) 大塚 達夫 三菱電機 開発本部 生産部長 SiC、GaN等の次世代材料によって、既存パワーエレクトロニクスの性能の大幅な向上(損失1/2、体積1/4)を図り、省エネ、再生可能エネルギーの導入拡大に寄与。併せて、大規模市場を創出、世界シェアを拡大。
 革新的構造材料 (34.0億円) 岸 隆雄 新構造材料研究開発推進事業 東京大学名誉教授、物質・材料研究機構名誉顧問 軽量で耐熱・耐環境性能に優れた画期的な材料の開発及び航空機等への実機適用を加速し、省エネ、CO ₂ 削減に寄与。併せて、日本の部材産業の競争力を維持・強化。	 エネルギーキャリア (28.5億円) 村本 茂 東京ガス アドバイザー 再生可能エネルギー等を電源とする水素を活用し、クリーンかつ経済的でセキュリティレベルも高い社会を構築し、世界に向けて発信。
 次世代海洋資源調査技術 (40.0億円) 浦辺 敬郎 東京大学名誉教授、国際資源開発研究センター 顧問 銅、亜鉛、レアメタル等を含む、海底熱水鉱床、コバルトリッチクラスト等の海洋資源を高効率に調査する技術を世界に先駆けて確立し、海洋資源調査産業を創出。	 自動走行システム (28.0億円) 島巻 清吾 トヨタ自動車 先進技術開発カンパニー 常務理事 高度な自動走行システムの実現に向け、産学官共同で取り組むべき課題につき、研究開発を推進。関係者と連携し、高齢者など交通弱者に優しい公共交通システム等を確立。事故や渋滞を根本的に削減、移動の利便性を画期的に向上。
 インフラ維持管理・更新・マネジメント技術 (27.0億円) 藤野 隆三 横浜国立大学 先端科学基盤研究 上席教授 インフラ高齢化による重大事故の防止、維持費用の不足が懸念される中、予防保全による維持管理水準の向上を図ることで実現。併せて、継続的な維持管理市場を創出するとともに、海外展開を推進。	 レジリエントな防災・減災機能の強化 (24.0億円) 堀 宗朗 東京大学防災研究所 防災減災連携研究センター長 大地震・津波、豪雨・竜巻等の自然災害に備え、官民挙げて災害情報をリアルタイムで共有する仕組みを構築、予防力、予知力の向上と対応力の強化を実現。
 重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保 (23.0億円) 後藤 康彦 東京大学大学院工学系研究科 教授 制振・減振機構の高度化・高度化技術の活用を促す。最新技術と2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会の安定的運営に貢献。	 次世代農林水産創産技術 (23.0億円) 野口 博 北海道大学 大学院農学研究科 助教授 農林水産と一体的に、持続的な生産システム、新たな資源・植物保護、新機能開拓を実現し、新規就農者、農業者の所得の増大に寄与。併せて、生活の質の向上、関連産業の拡大、世界的食料問題に貢献。
 革新的設計生産技術 (8.0億円) 佐々木 直哉 自立制作所 研究開発グループ 技術員 地域の企業や個人のアイデアやノウハウを活かし、時間的・地理的制約を打破する新たなものづくりスタイルを確立。企業・個人ユーザーに迅速に応える高付加価値な製品設計・製造を可能とし、産業・地域の競争力を強化。	

第2期

NO	課題候補	課題名
1	サイバー空間基盤技術	ビッグデータ・AIを活用したサイバー空間基盤技術
2	フィジカル空間基盤技術	フィジカル空間デジタルデータ処理基盤
3	セキュリティ (サイバー・フィジカル・セキュリティ)	IoT社会に対応したサイバー・フィジカル・セキュリティ
4	自動走行	自動運転 (システムとサービスの拡張)
5	材料開発基盤	統合型材料開発システムによるマテリアル革命
6	光・量子技術基盤	光・量子を活用したSociety 5.0実現化技術
7	バイオ・農業	スマートバイオ産業・農業基盤技術
8	エネルギー・環境	脱炭素社会実現のためのエネルギーシステム
9	防災・減災	国家レジリエンス (防災・減災) の強化
10	健康・医療	AIホスピタルによる高度診断・治療システム
11	物流 (陸上・海上)	スマート物流サービス
12	海洋	革新的深海資源調査技術

第1期、第2期ともに自動走行が課題となっている

SIP自動走行システムの取り組み領域



自動走行システムには高度な

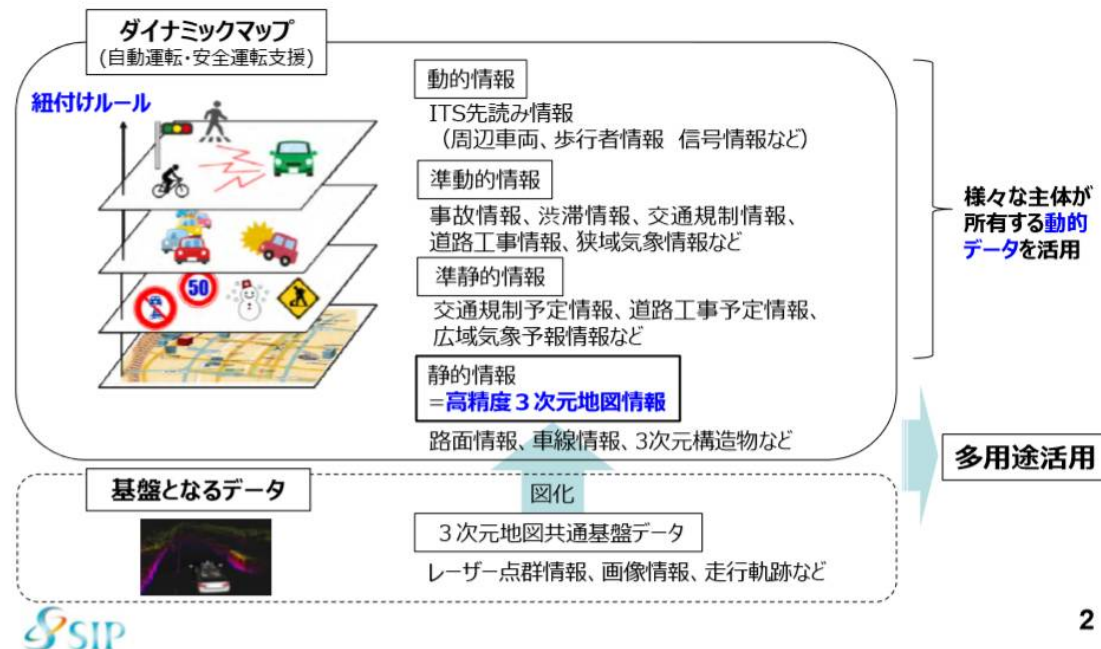
- ・自己位置推定
- ・周辺環境認知

が重要

ダイナミックマップ

ダイナミックマップの概念

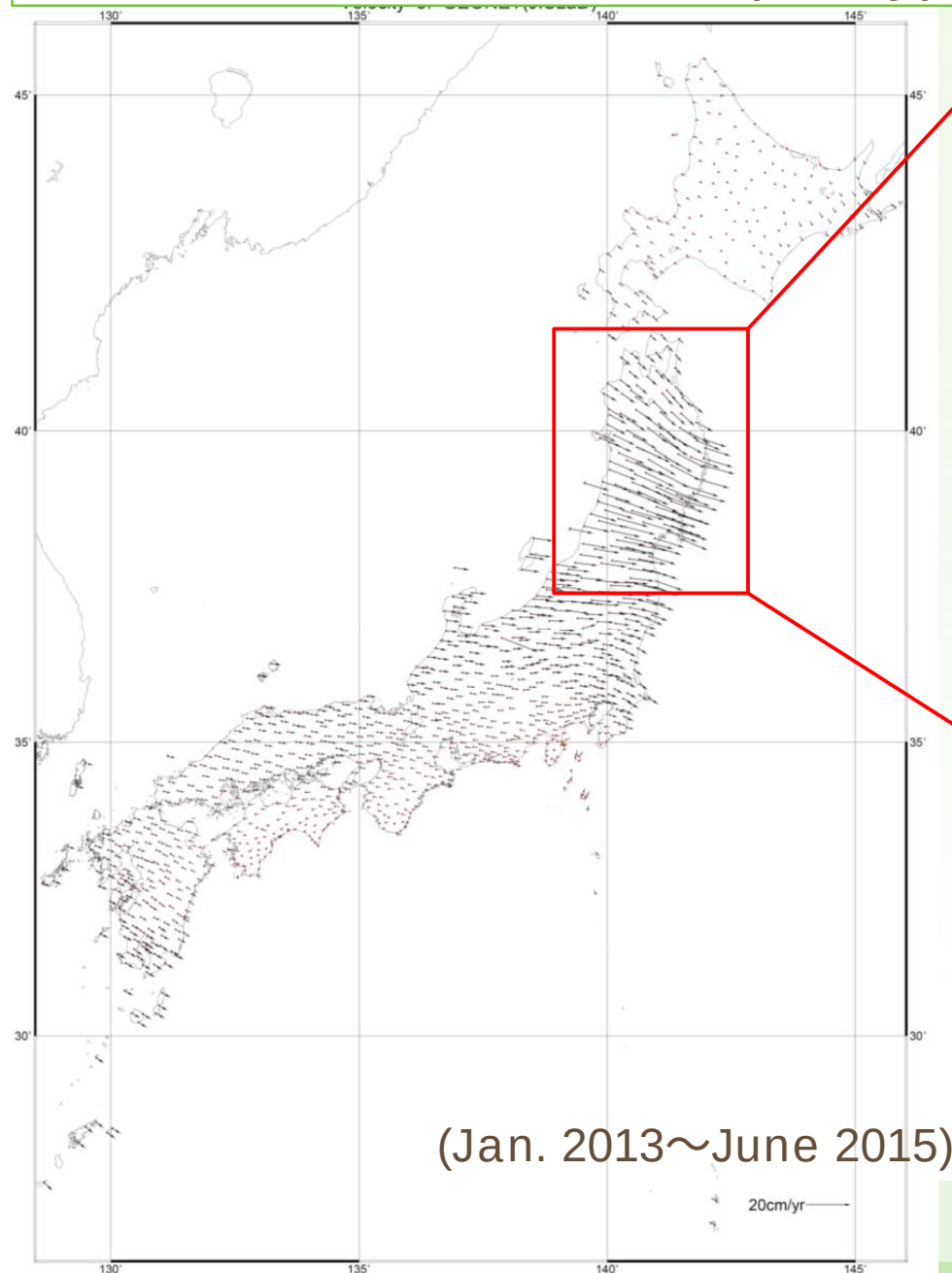
高精度3次元地図情報と、様々な主体が所有し時間とともに変化する位置特定可能な動的データ（動的情報、準動的情報、準静的情報）とを紐付けルールを定めることにより、統合的に活用する、という概念。



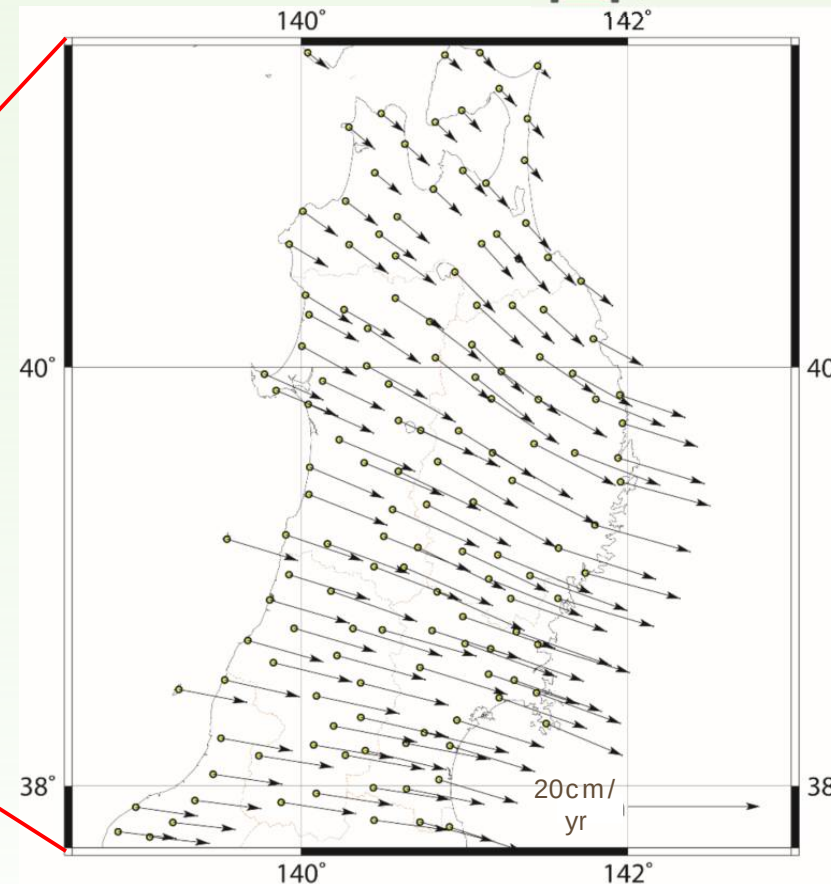
SIP自動走行システム推進委員会 (2017)

SIP自動走行システムでは、変動するものは、交通規制や交通事故や道路工事等であり、地殻変動はあまり議論されていない。

JISLaD結果に見る速度場 (cm/y)



JISLaD

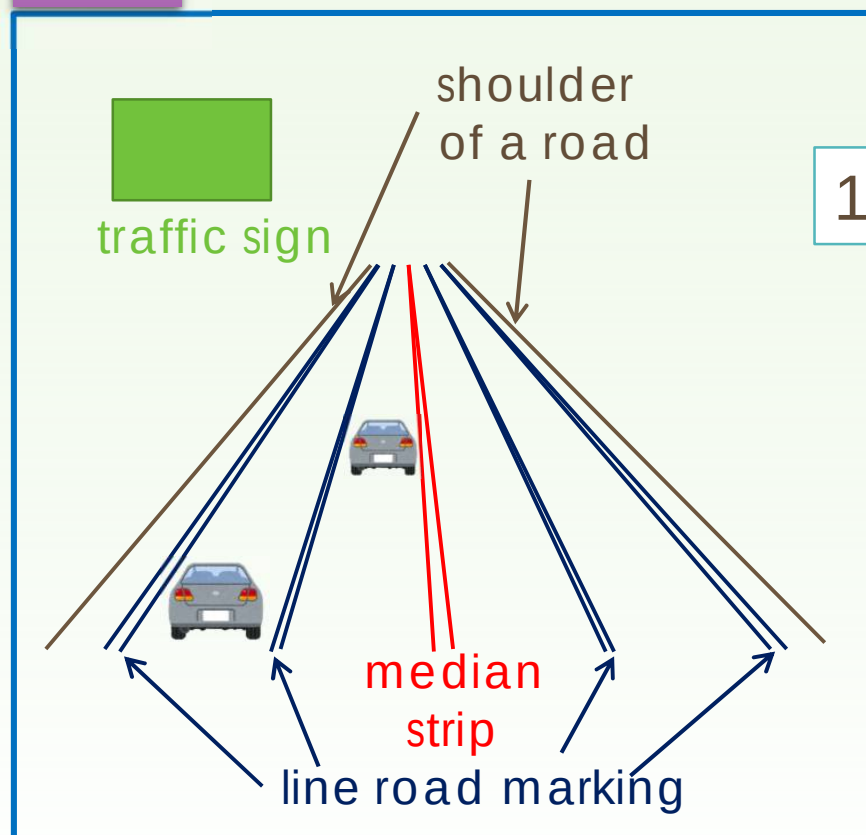


2011年東北地方太平洋地震後

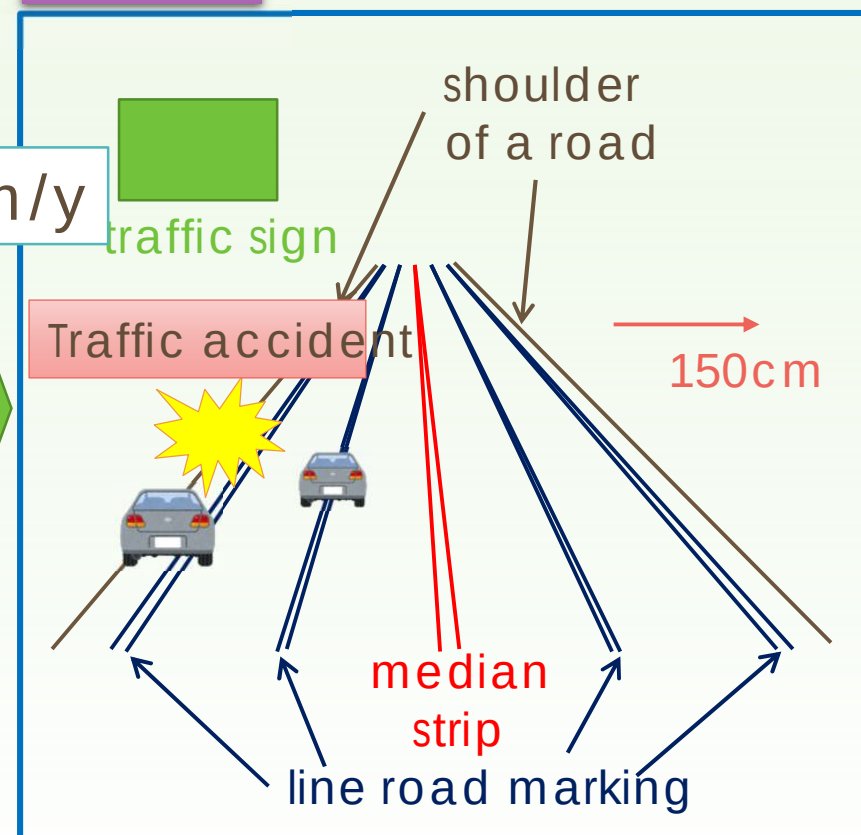
東北地方

10~15cm/yrの地殻変動

現在



10年後



150cmの変動!!

高精度3次元マップには地殻変動の補正が必要

～ 高速道路の地殻変動速度の例 ～

- 近傍の電子基準点の値を使用して高速道路上の速度を推定した
- 電子基準点の速度はJISLaDによる解析結果



高速道路の四次元ダイナミック座標管理

JISLaDによる解析

電子基準点の座標と
地殻変動速度の取得

GNSS測量

参照点の
四次元座標の取得

ヘリ等による撮影

道路車線の
座標の取得

道路車線の地殻変動速度の推定

道路車線の座標の確定



*JISLaD 地盤情報システム
(Japanese Information System of Land
Deformations)

定期的な検証作業

参照点のGNSS測量
道路車線の観測

定期的な検証作業



- 参照点のGNSS観測（1年に1回～4回）
- トータルステーションによる道路内の測量



車の自動運転以外でもダイナミック座標の考えが必要 例) 空港の座標値

ICAO（国際民間航空機関）の求める空港の座標値の精度

Points Of Interest	ϕ/λ	h
Primary Airport Control Station (PACS)	0.6m*	1m*
Secondary Airport Control Station (SACS)	0.05m	0.05m
Runway Ends	1m	1m
Airport Reference Point (ARP)	30m	N/R
Touch Down Zone Elevation (TDZE)	1m	1m
Threshold Ends	1m	1m
Overrun (stopway) Ends	1m	1m

*絶対位置精度

PACSに対する
相対位置
精度

空港の1次基準点については、水平60cm高さ1mの精度の絶対座標が求められている ➡ **ダイナミック座標管理**が必要

まとめ



- (株) 日豊では国土地理院が取得した電子基準点データを独自に自動解析して結果を蓄積している(JISLaD)。
- GAMIT/GLOBLソフトウェアを使用し、Berneseでもチェック。最新のITRF座標系 (ITRF2005,2008,2014) を使用。
- 結果を地殻変動監視に使用。(ホームページ、メールマガジン等)
- 内閣府戦略的イノベーションプログラムで自動運転が重要課題として取り上げられ、その中で3次元高精度マップデータが議論されている。
- いくら精密な3次元高精度マップデータができて、日本のように地殻変動の激しいところではすぐに使えなくなる。
- JISLaDデータを使用して、3次元高精度マップを4次元ダイナミックマップにすることを提案中。
- 車の自動走行だけではなく、空港等の座標値にも同様の考えが必要。