(社)神奈川県測量設計業協会 研修会(平成19年1月19日)

ICタグを利用した 四次元座標管理システムについて

株式会社 日豊

背景

日本各地に点在する基準点は精度の高い座標を持っているそこで測量という分野を超えた汎用利活用を目指す



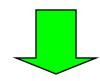
高精度の位置と速度情報を入力したICタグを基準点に設置した未来型測量システム



はじめに

境界確定の位置の高精度決定は重要課題

しかし位置はプレート運動等の影響により年々変動



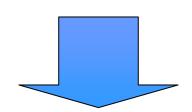
国内を含む日本周辺の6箇所のIGS点と国内150点の 国土地理院の電子基準点との座標整合が基本

国内150点の三次元座標と水平変動ベクトルを算出

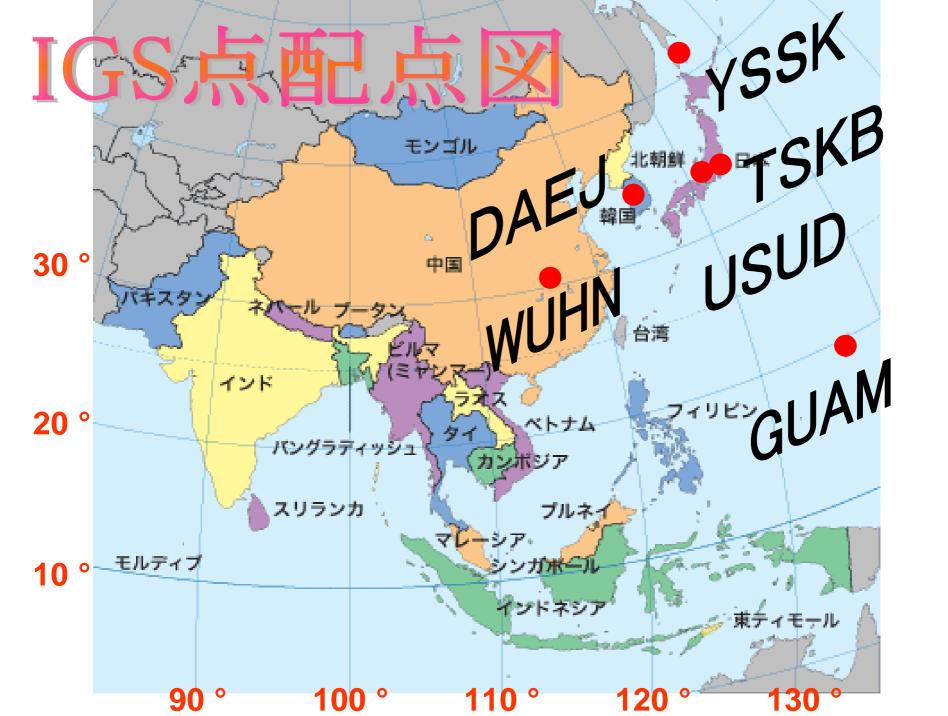
IGS点とは?

国際GPS事業(International GNSS Service,IGS)という 学術用の全地球GPS衛星追跡システム運用を目的とした国際 機関によって管理されていて、全世界に300点以上分布

IGS点の世界測地系の位置が誤差5mm以内また、座標の変動速度も告示



任意地域における観測時期に化成した 絶対座標の決定



IGS局の座標(ITRF2000)

1997	X (m)	Vx (m/y)	Y (m)	Vy (m/y)	Z (m)	Vz (m/y)
YSSK	-3465320.7980	-0.0213	2638269.4000	-0.0033	4644085.4930	-0.0125
TSKB	-3957199.2400	-0.0012	3310199.6680	0.0073	3737711.7080	-0.0087
USUD	-3855262.9980	-0.0043	3427432.5190	0.0048	3741020.3620	-0.0051
DAEJ	-3120041.7780	-0.0246	4084614.9700	-0.0146	3764027.0060	-0.0176
WUHN	-2267749.1620	-0.0325	5009154.3250	-0.0077	3221290.7620	-0.0119
GUAM	-5071312.8000	0.0042	3568363.4920	0.0105	1488904.3160	0.0030

座標: (X Y Z) (Vx Vy Vz) × (2005+91/365-1997)

	X (m)	dN(m)	Y (m)	dE(m)	Z (m)	dU(m)
YSSK	-3465320.9737	-0.0195	2638269.3728	0.0155	4644085.3899	0.0011
TSKB	-3957199.2499	-0.0104	3310199.7282	-0.0048	3737711.6362	-0.0006
USUD	-3855263.0335	-0.0080	3427432.5586	-0.0007	3741020.3199	0.0021
DAEJ	-3120041.9809	-0.0162	4084614.8496	0.0284	3764026.8608	-0.0078
WUHN	-2267749.4301	-0.0136	5009154.2615	0.0327	3221290.6638	-0.0006
GUAM	-5071312.7654	0.0022	3568363.5786	-0.0110	1488904.3407	0.0032

網平均条件

観測日:2005年4月1日·2006年4月1日

使用ソフトウェア: Gamit ver10.2

拘束条件: 座標を水平1cm、高さ2cm拘束

観測条件: データ取得間隔30秒、衛星最小高度角15度

衛星軌道情報: IGS最終精密暦

既知点:IGS点 YSSK (ロシア) TSKB (日本) USUD (日本)

DAEJ(韓国) WUHN(中国) GUAM(米国)

観測点: 国土地理院電子基準点 150点

電子基準点配点図

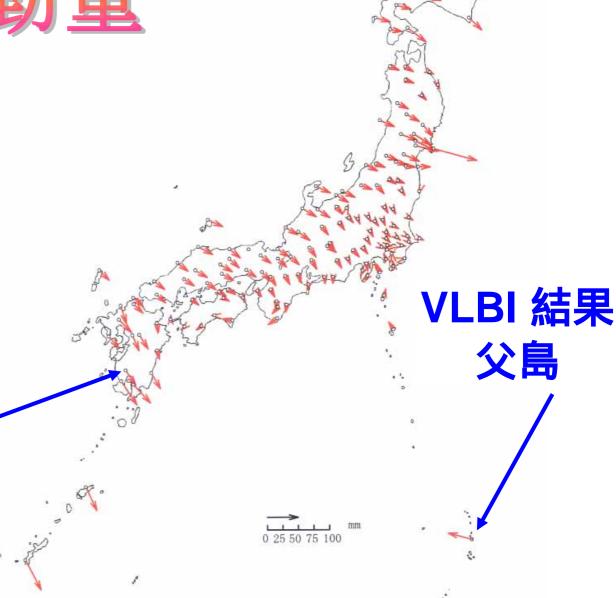
4ブロックに 分割し解析



座標変動量

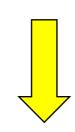
制限2cm 以内に収束

姶良



考察

IGS点を使用していてもデータの取得、時期、期間で異なる



年変動ベクトルは日本のような島弧変動帯では更新が必要

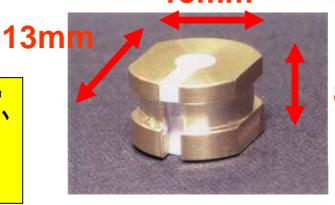


基準点用ICタグとは

RFID(ICタグ)は、無線通信を利用した 非接触型の認識技術

13mm

電池を内蔵せず、 通信距離も非常 に近距離

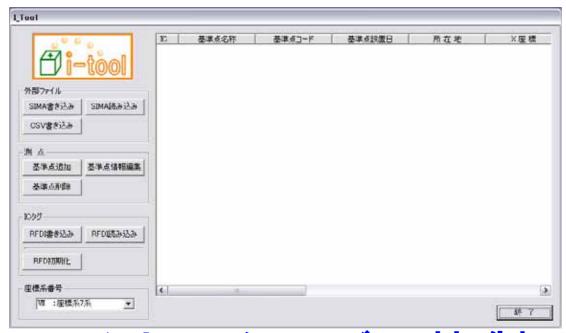


(株)カクマル社製 基準点用ICタグ

i-tool

インテリジェント基準杭との 情報交換ツール

日本測量機器工業会のSIMA座標ファイルに対応



アイサンテクノロジー(株)製 i-tool

データの編集、取得・更新



入力情報は、基準点コード、 設置日、所在地、管理者、 速度、変動量など。

富士通フロンテック社製 13.56MHzRFIDタグ・リーダライタ



ICタグをリーダライタ に近づけることにより データの取得・更新 が可能

インテリジェント基準杭

標石

金属標





ICタグ

多摩川河川敷

多摩川河川敷坂路のキロ標1.6km付近





早野聖地公園

早野整地公園事務所付近





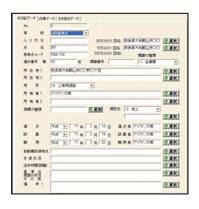
サーバーを利用したアプリケーションイメージ図

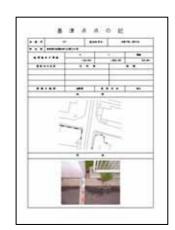
高精度位置情報をICタグに入力し測量等への利活用



< 4次元座標管理システム>

- ・座標の4次元管理(X・Y・H&TIME)
- ・地殼変動情報(経年移動量)
- ・点の履歴 (歴史的背景)
- ・点の遠景・近景画像の管理・リンク
- ・点の記の印刷処理
- ・GPS観測データ管理





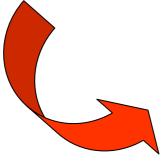
インテリジェント基準杭の脅威

インテリジェント基準杭に対して、色々な攻撃が想定される。

物理的攻擊



・直接ICタグを破壊、移動





論理的攻擊

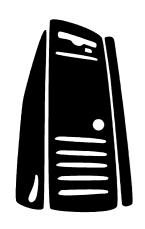
- ・データの改竄、消去
- ・不正にコピーしばら撒く

電波的攻擊



- ・妨害電波による、情報取得の妨害
- ・見えない攻撃





サーバー構築によるデータ保護

インテリジェント基準杭の情報をサーバで管理すれば大丈夫なのか?

読込み専用のRFIDにして、データをサーバで管理すれば安全なのか?

- 改竄、消去等に関しては効果的だが、不正コピーを始めとした、その他の攻撃に対する解決にはならない。
- サーバ自身のセキュリティを考慮する必要がある。例えば、ユビキタスの情報として、誰でも知る事の出来る必要のあるデータサーバは、リーダを装ったDos攻撃(大量にデータを送りつけ、サーバをパンクさせる)が想定される。

セキュリティと利便性のトレードオフ

- インターネットのつかえない状況では、利用不可能なのか?災害時等には役に立たなくなってしまう可能性もある。
- 接続速度等によるレスポンスの低下が想定され、スムーズな利用が本当 に可能か?



セキュリティには複合的対策が必要

■ RFIDは構造的にセキュリティ面は非常に脆弱であるため、複数のセキュリティ対策によって各種の攻撃から、守る仕組みを考える必要がある。

構造的強化

- ·耐食性に優れたRFIDの採用
- ・物理的衝撃に強い構造

存在の隠蔽

·攻撃者に杭上で、何処に RFIDがあるかを発見し に〈いようにする。

データの保護

・パスワードによる データの覗き見禁止

電波距離を短く

・電波飛距離を短くする事による、妨害の困難さ

特殊ハードの利用

·流通性の低いハードウェアでの 読書き対応

それでも万全とは言えない・・・

インテリジェント基準杭の安全性は

インテリジェント基準杭の完全なセキュリティ確保は非常に困難

セキュリティとコストのトレードオフ

インテリジェント基準杭の普及の為にも、安価に利用できる必要性がある。

■ 攻撃に対するセキュリティではなく、情報の保護性を重視 復旧性を重視し、実用面での影響を最小限

.1 攻撃に対する発見性の向上

インテリジェント基準杭の物理的攻撃、論理的攻撃による被害をいち早〈発見するための仕組み

.2 物理的、論理的データの復旧性

攻撃前の状況に、いかに正確に、すばや〈普及させるかの仕組み

具体的対策

■ RFID内のデータとサーバーデータで冗長的に管理する。



情報の履歴管理

パスワード発行に よる、書き込み利 用者の把握

今後の展開

基準日の経緯度、地心座標、座標変動速度等を記録させ作業時間短縮、精度向上、経費削減等を図る事が大事



ICタグ測点の利活用

- ·自動運行管理
- ・児童の登下校の監視
- ・徘徊老人の探索

目標:4次元位置座標をユーザーに提供する

ダイナミックな基準点構成とは「高精度位置座標X,Y,Zとその変化率 (座標の時間変化(座標の速度場Vx,Vy,Vz))の決定」である

国際IGS点(X, Y, Z; Vx, Vy, Vz)

電子基準点 (X, Y, Z; Vx, Vy, Vz)

測量基準点(X, Y, Z; Vx, Vy, Vz)

電子基準点の座標を基にして高精度位置と変動速度の決定仮定速度は外周基線長比の内分比から新しい方法で求める

ICタグ測位点 (X, Y, Z; Vx, Vy, Vz)

一般ユーザー向け位置の利活用 仮定速度は外周基線長比の内分比から新しい方法で求める

四次元統合網平均の構成観測方程式(藤井による)

$$V + AX + GS = L$$

V:残差 A:計画行列 X:求める座標値 G:係数行列 S:座標の時間変化率 L:観測値(基線ベクトル)

これを最小二乗コロケーションで解く

$$(A^t M^{-1} A) X = A^t M^{-1} L$$

$$M = GKG^t + \sum_{i=1}^{n} A_i GKG^t + \sum_{i=1}^{n} A_i$$

$$\hat{X} = (A^T M^{-1} A)^{-1} A^t M^{-1} L$$

$$\hat{S} = KG^{t}M(L - A\hat{X})$$

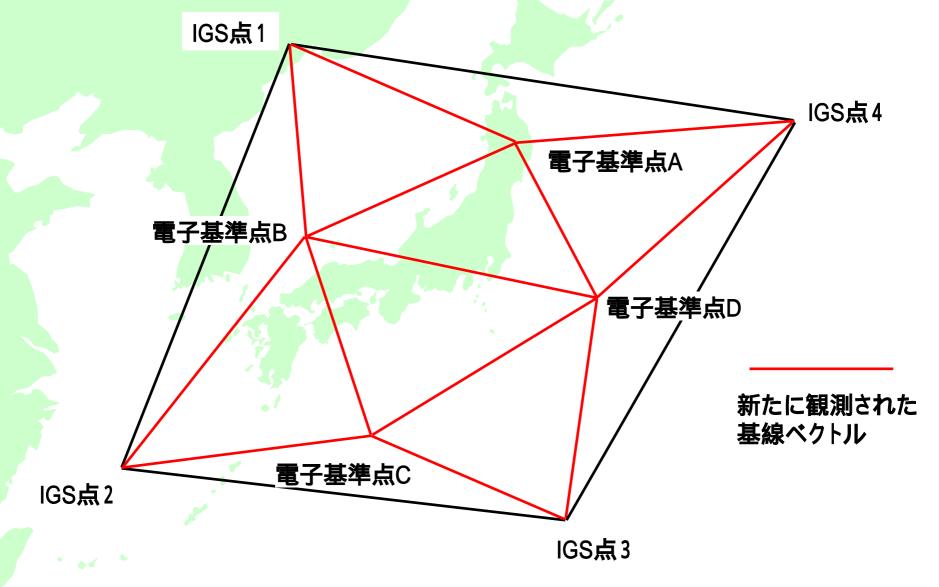
$$\hat{V} = L - \left[AG \right] \begin{bmatrix} \hat{X} \\ \hat{S} \end{bmatrix}$$

K:シグナルの共分散行列(誤差行列)

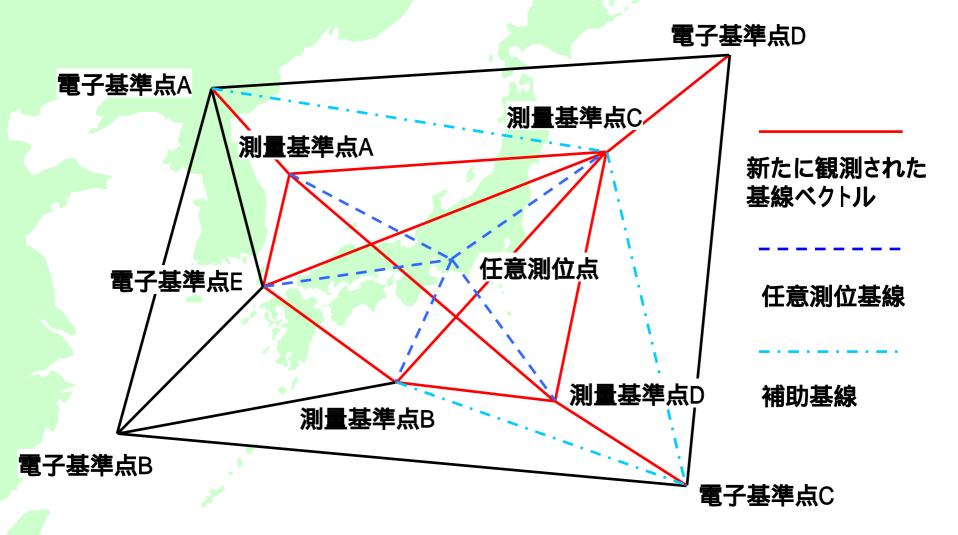
∑:観測の共分散行列(誤差行列)

このVは残差のことで Vx, Vy, Vzは位置座標の速度

STEP1



STEP2



STEP3

測量基準点A (X,Y,Z,Vx,Vy,Vz)

