

# GPS 実証実験 活動報告書

平成 18 年 5 月

建設コンサルタンツ協会 情報部会 情報委員会

情報新技術専門委員会

## 目次

1. はじめに	— — — — —	1
2. 実証実験の概要		
2.1 実証実験の概要	— — — — —	2
2.2 計測地点の概要	— — — — —	2
3. 使用した機材	— — — — —	3
4. 実証実験結果		
4.1 計測結果のまとめ	— — — — —	4
4.2 GPS 実証実験のまとめ	— — — — —	6
参考資料:1 通信系キーワードリスト	— — —	7
参考資料:2 センサー技術系	— — —	8
参考資料:3 ソフトウェア系キーワードリスト	—	9

## 1. はじめに

建設コンサルタンツ協会 情報部会 情報委員会 情報新技術専門委員会は、次の事項をTORとして活動する組織である。

インフラ整備分野及び建設コンサルタンツ事業分野における情報新技術の活用研究を行い、良質なインフラ整備、効率的な事業遂行への寄与を研究する。

- ・インフラ整備分野における情報新技術の研究
- ・インフラ整備分野における情報技術の活用に関わる技術向上
- ・会員企業への情報提供

上記のTORに基づき、本情報新技術専門委員会は、平成17年度は、次の件の活動を行った。

### ○GPS 実証実験

GPSの土木分野、特に建設コンサルタント業務分野への適用方法などの検証を目的とした実証フィールド試験を通じ異なるGPS測位方法の機材の精度、利用のしやすさ及び特性などの把握

本書は、上記の活動成果について取りまとめたものである。

なお、情報新技術動向の収集として、主に通信系、ソフトウェア系およびセンサー技術系についての調査を行い、キーワードのリストを作成した。この資料を巻末に参考資料として添付する。

平成17年度 情報新技術専門委員 名簿

役職	氏名	会社名	備考
専門委員長	輿石 洋	(株)長大	
専門副委員長	九鬼 和広	日本工営(株)	
委員	伊藤 一正	(株)建設技術研究所	
委員	石山 英治	中電技術コンサルタント(株)	
委員	小林 一雄	メトロ設計(株)	
委員	鈴木 良徳	(株)アイ・エヌ・エー	
委員	田尻 俊之	(株)片平エンジニアリング	
委員	土佐 信一	国土防災技術(株)	
委員	富澤 文晴	エヌエス環境(株)	
委員	富田 聡	(株)長大	
委員	長岡 尚登	大日本コンサルタント(株)	
委員	藤澤 泰雄	八千代エンジニアリング(株)	
委員	北條 幸雄	日本交通技術(株)	
委員	米内 弘明	(株)アイ・エヌ・エー	

## 2. 実証実験の概要

### 2.1 実証実験の概要

GPS の特性について、精度の異なる機材を借用し、フィールドにて測位観測を行い、各機材の精度、測定速度などの実証を行った。実証実験を行うに当たっては、地形による電波遮蔽など精度比較に影響の少ない場所を考え、つくば周辺の国土地理院の三角点 3 箇所およびつくば万博公園にて行った。実験機材は(株)ニコン・トリンブル社および(株)KDDI 社より貸出提供を受け、前社には使用方法の指導と観測データの後処理解析にも協力をいただいた。

### 2.2 計測地点の概要

実証実験にあたっては、使用機材の精度比較を行う上で、周辺環境の影響の少ないつくば周辺を実証実験フィールドとした。位置が特定できる地点として、国土地理院が設置している三角点 3 地点(榎下：四等、東平塚：三等、小野崎：三等)、平面的な精度および作業効率を検証できるフィールドとして万博記念公園、垂直方向の精度を検証する地点として、同調整池の堤を選定し、実証実験を行った。表 2-1 に実証実験の地点一覧を示す。

表 4-1 実証実験地点一覧表

地点No.	計測場所	計測方法	計測の視点
1	榎下(三等三角点)	四等三角点上を計測	測量基準点との精度比較
2	東平塚(三等三角点)	三等三角点上を計測	〃
3	小野崎(三等三角点)	〃	〃
4	万博記念公園	長方形を計測	平面方向・上空視界精度, 作業効率
5	〃	調整池堰堤断面を計測	垂直方向精度

### 3. 使用した機材

実証実験に使用した機材の仕様を表 3-1 に示す。

表 3-1 使用した機材の仕様

精度	種別	項目	仕様	機材写真
高 ↑ ↓	干渉測位	機器名称	Trimble 5800	
		形式	2 周波型 VRS 対応アンテナ一体型 GPS 受信機	
		認定規格	国土地理院 1 級 GPS 受信機登録	
		受信チャンネル数	24 チャンネル (L1/CA コード, L1/L2 全波長位相)	
		精度 静止・高速静止	水平：±5mm+0.5ppm RMS 垂直：±5mm+1ppm RMS	
		RTK	水平：±10mm+1ppm RMS 垂直：±20mm+1ppm RMS	
		測位レート	1,2,5,10Hz	
	D-GPS	機器名称	Trimble Pro XR	
		形式	1 周波型 GPS・ビーコン・SBAS 一体型受信機	
		受信チャンネル数	12 チャンネル (L1/CA コード)	
		D-GPS 補正後の精度	リアルタイム：1m 以内 後処理：50cm RMS	
		測位レート	1Hz	
	単独測位	機器名称	Trimble Recon GPS Card Edition	
		形式	1 周波型 ハンドヘルド型 GPS 受信機	
		受信チャンネル数	12 チャンネル (L1 コード)	
		精度	単独測位：5～10m HRMS	
	GPS 内蔵 携帯電話 (2G)	機器名称	A5513CA (H17.7～, 電子コンパス内蔵, 堅牢モデル)	 <a href="http://www.memn0ck.com/d/?au/A5513CA">http://www.memn0ck.com/d/?au/A5513CA</a> より掲載
		通信方式	cdmaOne 4kbps	
測位方式		MS-Based GPS (2 回目以降は自律測位)		
測位レート		2～3 秒毎 (2 回目以降)		
GPS 内蔵 携帯電話 (3G)	機器名称	W31T (H17.6～)	 <a href="http://www.au.kddi.com/manual/w31t/">http://www.au.kddi.com/manual/w31t/</a> より掲載	
	通信方式	cdma2000 1X 2.4Mbps, Max.		
	測位方式	MS-Based GPS (2 回目以降は自律測位)		
	測位レート	2～3 秒毎 (2 回目以降)		

## 4 実証実験結果

### 4.1 計測結果のまとめ

表 4-1 に計測成果の総括を示す。表内の数値は基準となる成果と比較した場合差の平均及び最大値の分布である。

RTK-FIX である VRS は最も良好な精度を示し、最大値は 20 センチ以内の分布となっている。ただし、三等三角点の公表値を真値とした場合である。VRS は計測条件が比較的良好でない、計測できないといった課題がある。

D-FIX である D-GPS は、計測条件が良好なケース 1, 4 では、平均で 30cm 程度、最大で約 1m 程度の分布となっている。条件が良好でない場合は最大で 2m 程度の誤差を生じている。

単独測位 GPS、GPS 携帯端末においても精度の違いはあるが、同等の傾向を示している。

GPS による測位では、機器自体の精度に加え、計測条件により精度が左右されることがわかった。本計測成果はあくまでケーススタディであるため、機器の精度を保証するものではないが、本成果により利用対象フィールドの条件と必要精度を勘案し、用いるべき機器の選定の目安とできる。

表 4-2 に図上精度及び計測効率の総括を示す。VRS は 1/500 の図上精度が、D-GPS は 1/2500 の図上精度が、単独測位 GPS は 1/25000 の図上精度が得られた。また、計測効率では、単独測位 GPS、D-GPS、AU 携帯、VRS の順の計測効率となった。

表 4-1 計測成果総括表(平均, 最大の差の分布)

ケース	ケース 1			ケース 2			ケース 3			ケース 4			
地点	基準点との差			地点 4 (RTK-FIX 可能地点)			地点 4 (RTK-FIX 不可地点)			地点 5			
計測条件	良好 ○			比較的良好 △			不良 ×			良好 ○			
比較対象	三等三角点			VRS			D-GPS			VRS			
XYZ	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	
VRS	平均	0.06	0.11	0.06	0.01	0	0.01	-	-	-	-	-	-
	最大	0.08	0.19	0.13	0.04	0.02	0.04	-	-	-	-	-	-
D-GPS	平均	0.32	0.25	0.16	0.36	0.28	1.1	0.86	0.24	0.65	0.34	0.32	0.17
	最大	0.36	0.51	0.24	1.04	0.6	3.98	2	0.44	1.57	0.99	0.49	0.28
単独測位 GPS	平均	2.94	1.77	4.53	6.2	6.14	5.6	7.43	14.3	4.3	3.48	4.03	1.91
	最大	4.43	3.44	7.53	17.3	20.5	18.1	31	33.5	9.67	8.39	8.02	5.81
GPS 携 帯(2G)	平均	7.39	6.07	-	17.9	11.5	-	16.26 (17)	36.89 (11)	-	-	-	-
	最大	17.3	13.9	-	55.4	23.3	-	62.76 (62.76)	244.74 (35.3)	-	-	-	-
GPS 携 帯(3G)	平均	4.19	3.15	-	7.79	6.95	-	7.45	11.5	-	-	-	-
	最大	6.55	6.14	-	38.7	21.5	-	18.1	37.3	-	-	-	-

単位(m)

注 1:GPS 携帯 2G における0内は GPS 測位成果だけの集計

注 2:青字は比較対象が自分自身の計測成果との平均の比較を示す

表 4-2 図上精度と計測効率

機種	図上精度(*1)						計測効率(*2)	
	基準点との 最大差 (単位:m)	図上距離(m)					平均計測時 間/箇所 (単位:分)	平均移動距離 単位:(m/h)
		1/500	1/2500	1/10000	1/25000	1/50000		
VRS	0.19	0.12	0.03	0.01	0.00	0.00	2.2	642
D-GPS	0.51	0.72	0.14	0.04	0.01	0.01	1.1	1,251
単独測位 GPS(平均)	7.53	8.86	1.77	0.44	0.18	0.09	0.8	1,584
GPS 携帯(2G)	17.28	34.56	6.91	1.73	0.69	0.35	2.1	679
GPS 携帯(3G)	6.55	13.10	2.62	0.66	0.26	0.13		

注 1:図上精度は測量基準点を正と仮定して試算, 計測地点は地点No.1~3 を使用

注 2:計測効率は地点No.4 の計測成果で試算

## 4.2 GPS 実証実験のまとめ

GPS 位置特定機器については、精度が高いほど、価格面では高くなる傾向であり、計測に要する時間についても長くなることがわかった。建設コンサルタントが受注する業務に適用する場合、その業務によって要求される精度により、これらの機器の特性から、適切な機材を選定する必要になる。講習会で示された機材別の概算費用を表 4-3 に示す。なお、携帯については、通常の利用料金の課金になる。

表 4-3 価格および公称精度

機器	VRS	D-GPS	単独測位 GPS	AU (携帯)
価格	250 万円～	27 万円～200 万円	2・3 万円～20 万円、カーナビ	
公称精度	1cm	2・5m	10・20m	

精度については、上空視界がよい場合（基準点観測）は、VRS で 10cm～25cm、D-GPS で 50cm 程度、単独測位で 50cm 程度の誤差であり、各機種の特長（公称制度）が現れている。AU(携帯)では 5m で程度の誤差が生じている。しかしながら、立ち木などが分布し上空視界が悪い場合は、VRS では観測ができない状況が見られ、また、D-GPS では、収束範囲が広がる傾向があり、単独測位 GPS では、変形 10m 程度の分布になるなど、上空視界に左右されることがわかった。また、AU(携帯)の場合は、観測不能の場合、基地局測位となり、まったく違う地点を示すことがわかった。

一般的に地形図を作成する場合に許容される図上の誤差は 0.2mm であることを考慮し、誤差の最大の着目すると、VRS は 1/500、D-GPS は 1/2500、単独測位 GPS は、1/25000、AU(3G) は 1/50000 の図面に使用できる精度であると考えられる。

ナビゲーションなど、動体上で連続して計測する場合などは、その計測数によって収束する可能性があり、一概にはいえないが、D-GPS、単独測位 GPS はナビゲーションなど、動体上で連続して計測する場合などは、その計測数によって収束する可能性があり、異常値を除けば速度計測などに使用できると考えられる。精度全般についての比較を表 4-4 に示す。

表 4-4 精度の比較

機器	VRS	D-GPS	単独測位 GPS	AU (携帯)
	国土交通省の基準点を正値とした場合、概ね 10cm から 25cm の誤差が出ている。	概ね 50cm 以内の精度を保っている。	周辺視界がよい場合（測点 1）は精度は高いが、測点 2,3 は 10m 程度の誤差がある。	5m 以内の観測値もあるが、概ね 10m 程度の誤差があり、散布状況もまちまちである。
	AU 以外の機器では半径 50cm 以内に収束している。	AU 以外の機器では半径 50cm 以内に収束している	AU 以外の機器では半径 50cm 以内に収束している。一部のデータが半径 10m 程度の分布となる。	AU 端末の分布は半径 10m 程度となっている
	立ち木が分布し上空視界が悪い地点では計測不可であった。	立ち木が分布し上空視界が悪い地点でも計測可能であったが分布は広がる傾向にある。	立ち木が分布し上空視界が悪い地点でも計測可能であったが分布は広がる傾向にある。	立ち木が分布し上空視界が悪い地点では、計測できず、基地局測位になっている場合があった。
	最も良好な精度を示し、最大値は 20 センチ以内の分布となっている。(三等三角点の公表値をが真値とした場合)	計測条件が良好なケース 1, 4 では、平均で 30cm 程度、最大で約 1m 程度の分布となっている。条件が良好でない場合は最大で 2m 程度の誤差を生じている。	条件がよい場合は、収束するが、悪い場合は誤差が大きい傾向がある。	条件がよい場合は、収束するが、悪い場合は誤差が大きい傾向がある。

参考資料:1 通信系キーワードリスト

No	大分類	小分類	備考
1	公共放送		
1.1		地上波デジタル	
1.2		ワンセグ	
2	携帯電話通信		
2.1		衛星携帯電話	
2.2		第3世代携帯電話	
2.3		第4世代携帯電話	
3	マイクロ波通信 (無線 LAN など)		
3.1		IEEE802.11a/b/g	
3.2		WiMAX	
3.3		Bluetooth	
3.4		UWB	
3.5		ZigBee	
4	ユビキタスネットワーク		
4.1		電子タグ	
4.2		可視光通信	光空間
5	加入者電話線		
5.1		FTTH	
5.2		ADSL	
5.3		ISDN	
6	専用線通信		
6.1		HSD	一般的なデジタル専用線
6.2		DA(デジタルアクセス)	
7	電力線通信		
8	IP 網		
8.1		IPv4	
8.2		IPv6	
8.3		IP 電話	
8.4		IP_VAN	
8.5		インターネット VPN	
8.6		広域イーサネット	
9	セントレックス		
9.1		IP セントレックス	
9.2		モバイルセントレックス	
10	CCTV		
10.1		静止画伝送	
10.2		動画伝送	
10.3		準動画伝送	
11	テレメータ		
12	ITS		
12.1		VICS	
12.2		DSRC	

## 参考資料:2 センサー技術系キーワードリスト

No	大分類	小分類	備考
1	GPS		
1.1		GNSS	
1.2		単独測位	
1.3		D-GPS	
1.4		干渉測位	
1.5		GPS 気象学	
1.6		時刻校正	
1.7		GPS 衛星	GLONASS、GALELEO、準天頂
1.8		シュードライト	
1.9		成層圏フラットフォーム	
2	トモグラフィ		
2.1		光トモグラフィ	
2.2		超音波トモグラフィ	ジオトモグラフィ、BHTV
2.3		電磁波トモグラフィ	地質の三次元構造解析
3	IC チップ		
3.1		IC カード	ETC
3.2		IC タグ	
3.3		パッシブ型 RFID	Edy、Suica
3.4		アクティブ型 RFID	
4	ASV		
5	AE センサ		
6	リモートセンシング		
6.1		合成開口レーダー	
6.2		干渉 SAR	
7	レーザ測量		レーザプロファイラ、レー
8	画像センサ		
9	交通量センサ		
9.1		金属感応型	ループコイル式、磁気式
9.2		固体感応型	超音波式、レーダー式、レ
9.3		圧力感応型	ゴムホース式、踏み板式
9.4		ナンバープレート読込型	

### 参考資料:3 ソフトウェア系キーワードリスト

No	大分類	小分類	備考
1	汎用 OS		
1.1		Windows	
1.2		MacOS	
1.3		Unix	POSIX
1.4		Solaris、HP-UX、AIX など	
1.5		Linux/FreeBSD	
2	組み込み OS		
2.1		Linux	
2.2		ITRON	
2.3		BREW	
3	ミドルウェア		
3.1		DBMS	XML DB
3.2		TP モニタ	
3.3		ORB	
4	Internet 技術		
4.1		WWW	
4.2		FTP	
4.3		電子メール	
4.4		AJAX	
5	アプリケーション		
5.1		単体ソフト	GIS、CAD
5.2		スイート	Office suite
6	サーバのスケラビリティ		
6.1		クラスタリング	ブレードサーバ
6.2		仮想化ソフト	
7	開発言語		
7.1		Perl	
7.2		PHP	
7.3		ruby	
7.4		C++	
7.5		JAVA	
7.6		Smalltalk	
8	開発形態		
8.1		フリーウェア	
8.2		オープンソース	
8.3		GNU	