2001年　3月
APA No. 78-2
財団法人 日本測量調査技術協会

電子基準点データのリアルタイム利用に関する研究
－RTK-GPS測量とGISの連携による施設管理台帳作成実験－

西　田　隆　人

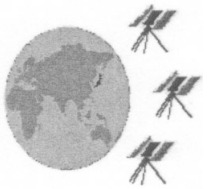
１．はじめに

1973年に米国国防総省により開発が始められたGPS（Global Positioning System：全世界的測位システム）は、1993年12月に24衛星の運用で全世界をカバーし、地球上であればいつでも三次元測位が可能となった。広く民間にも利用が認められたため、多種多様な分野で利用されてきた。GPSはその開発経緯により、軍事的な精度劣化処置（S/A：Selective Availability）が施されていたが、2000年５月に解除され、単独GPS測位の精度が高まり益々利用価値が向上した。21世紀には、米国のGPS、ロシアのGLONASS、EUのGALILEOを利用した世界衛星測位システムが構築され、80余りの衛星を利用することが可能となる。これに伴い、測位可能なエリアが大幅に拡大し、また精度の向上が見込まれている。

日本では、建設省（現在の国土交通省）国土地理院がGPS連続観測システム（GEONET）を整備し、我が国の基準点体系の根幹を構築することを目指した。電子基準点は、1993年に設置されて以来、2000年11月現在で全国に947点、約25km間隔で配点するに至った。各種測量の基準点として利用すると共に地震予知、火山噴火予知研究の調査研究のための広域地殻変動監視を目的としている。全国各地にある電子基準点の30秒毎の観測データは１日１回国土地理院内にあるGPS中央局に電話回線を通じて集められ、地殻変動解析等で大いに利用されている。さらなる電子基準点の活用を目指し、当時の郵政省（現在の総務省）と国土地理院のRTK-GPS共同実験を受け、2000年４月より（社）日本測量協会が一部の電子基準点でDMCA（Digital Multi Channel Access）無線を利用した１秒毎の観測データを利用者に情報提供している。通信手段としてはDMCA無線の他に専用波、携帯電話、特定小電力無線、衛星電話、FM多重波が利用研究されている。利用者はこのデータと自身の観測データから、即時に位置を正確に求めることができる。リアルタイム利用を全国的に進めるために、現行の電子基準点の改造も積極的に進められている。それに加えてVRS（Virtual Reference Station：仮想基準点）方式の研究も実験段階になり、現行の電子基準点が補間されることにより、一層密度の高い利用ができる日も遠くない。

1996年度に「建設省公共測量作業規程」が改正され、公共測量においてGPSを使った新技術が利用できるようになり、以後めざましい普及を遂げた。もはや測量作業においてGPSなしでは考えられない状況となった。現在GPS成果を利用するには、日本測地系への変換を必要とするが、近い将来、測地成果2000が実現されると、この問題が解消されデータの流通が円滑に進み、GPSとGISの連携が急速に進展することが期待される。

GIS（Geographic Information System：地理情報システム）はITの急速な発展に伴いより身近になって



きた。カーナビゲーションやWeb上でデジタル地図を目にする機会も増え、新たに地図を作成する場合はデジタルで作成されることが多くなった。その利用範囲は、計画、設計支援、管理、解析、シミュレーション、ナビゲーション等多岐にわたっている。デジタル情報化時代のなか、GISの構築に今後よりいっそうGPSが利用されると思われる。

2．目的

RTK-GPS測量とGISの連携による施設管理台帳作成実験を通して、RTK-GPS測量のGISへの適応性の調査・検討を行う。

3．概要

国土地理院で導入している電子基準点を利用した「RTKデータ提供実験装置」を利用し、携帯電話を利用したRTK-GPS測量による道路上の施設の位置計測を行い、モバイル端末に測量成果を展開し、施設管理システムへ実装する実験を行った。また、点検測量にDMCA無線を利用したRTK-GPS測量を実施し、位置精度の確認と同時に通信装置の比較を行った。

4．観測

4.1　測位法

利用可能なGPS測位より、観測時間、観測方法および精度を調査し、施設管理台帳データ収集に適した方法を検討した。

4.2　通信装置

「RTKデータ提供実験装置」を使用した。このシステムは地理院敷地内に実験的に臨時RTK基準局を設置し、携帯電話よりGPS中央局にあるサーバーに接続し、電子基準点データの提供を受ける。携帯電話は無線機より小型で、現地作業に適しており、利用エリアも携帯電話サービスエリア内となり実用的である。ただし、携帯電話利用のRTK-GPS測量の普及には、提供側の回線数や回線増設によるサーバーの負荷、利用者のコストなど幾つかの課題があるように思われる。

4.3　実験観測

臨時RTK基準局を固定局とし、携帯電話を使ったRTK-GPS測量を実施した。固定局より約200m、約3km、約10kmの各地点で施設管理台帳作成のための観測を行った。測量範囲は1画区（約50m）程度とし、測定対象物は下水道マンホール、電柱、雨水桝、樹木、植樹桝、道路縁、歩道縁とした。

観測にあたっては、ポールにGPSアンテナを取り付け、GPS受信機、バッテリー、通信装置（携帯電話またはDMCA無線機）を袋に入れて背負い、モバイル端末を首から掛け、1人で実施した。

1）踏査

測量箇所は次の事項に注意し選んだ。

（1）高層ビルや田畑に隣接するところは避け、施設台帳作成にふさわしい場所であるか。

（2）携帯電話の受信状況は良好か。

（3）観測範囲内で極端にマルチパスやサイクルスリップの影響を受けないか。

（4）点検測量で利用するDMCA無線の受信状況は良好か。

（5）点検測量で利用する基準点の上空視界は良好か。

2）運用基準

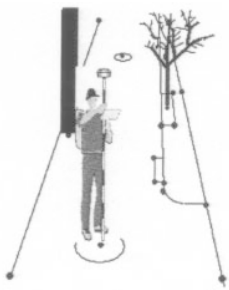
観測は、施設管理台帳作成の対象物と道路形状等の地形に大別される。運用基準を表5に示す。

表1　施設管理台帳に求められる平面位置精度

縮　尺	図　上	用　途　例
1/500	0.5㎜	道路台帳、下水道台帳、水道台帳、公園台帳
1/1,000	0.7㎜	
1/2,500	0.7㎜	各種系統図

表2　観測地区

地区名	住　所	臨時ＲＴＫ基準局からの距離
近傍地区	つくば市北条1番地（地理院敷地内）	約200m
花畑地区	つくば市花畑三丁目	約3ｋｍ
羽成（はなれ）地区	つくば市大字羽成	約10ｋｍ



３）観測日時

平成12年10月23日、平成12年10月26日

平成12年11月７日、平成12年11月８日

４）観測機材及び利用施設

観測にあたってはRTK-GPS受信機と携帯電話を利用し、また、点検測量にはDMCA無線を利用した。観測データはモバイル端末内のGISにデータとして格納した。

各仕様は以下のとおりである。

（１）RTK基準局

①通常観測

臨時RTK基準局

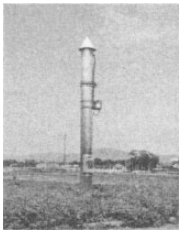
（携帯電話使用）

②点検測量

電子基準点

つくば１：No.92110

（DMCA無線使用）



（２）RTK移動局

①受信機　（株）SOKKIA　R310/R2

②アンテナ及びアンテナポール（株）SOKKIA A120

③データコレクタ　モバイル端末　（SHARP Copernicus）

④通信装置

（ア）携帯電話

（イ）携帯電話制御端末　（CASIO CASSIOPEIA）

（ウ）DMCA無線機　無線機＋アンテナ

三菱FM-507G02形

⑤GISソフト（株）SOKKIA　Field SIS（③モバイル端末内）

（３）DMCA無線制御局

つくば第２（筑波山山頂）

通信可能エリア　半径約70km

4.4　点検測量

１）マルチパス、サイクルスリップの点検

道路上の施設を測量するため、測量条件の良い場所を選ぶことができない。場所によっては、マルチパスやサイクルスリップの影響が考えられる。そこで３地区で、一部のマンホール等位置がはっきりしている場所において、時間帯を変えて２回の測定を実施した。

２）RTK-GPS測量の精度検証

RTK-GPS測量の精度検証のために、電子基準点No.92110を固定局とし、DMCA無線を用いた点検測量を実施した。

臨時RTK基準局と電子基準点No.92110は地理院敷地内にあり、移動局から固定局までの距離はほとんど変わらないが、異なった既知局を用いて点検測量することで位置精度の検証を行った。

また、両点は通信装置が携帯電話とDMCA無線と異なり、利用上の比較を行った。

３）位置精度の点検

既存の三角点でRTK-GPS測量を実施し、成果の比較を行う予定であったが、上空視界を確保することができず観測できなかった。

4.5　観測と観測データレコード

RTK-GPS測量で得られるデータは、位置情報、観測情報、データ種別および観測施設固有の属性を合わせ持つ観測データレコードとしてモバイル端末に格納される。このデータは、GPS受信機や連動するGISによって実現されるもので、標準的なフォーマットは確立されていない。

1）位置情報

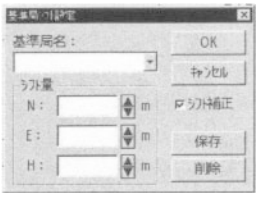
観測にあたってはポールにGPSアンテナを取り付けたもので行い、ポール付属の整準器で水平を保ち、RTK-GPS受信機の初期化後、観測ポイントへ移動し測量を実施した。ポールの揺れによる座標の変動は、10回の測定の平均値を採用することで防いだ。作業効率と要求精度を勘案し、支持杖は使用しなかった。観測結果は世界測地系であるが日本測地系に変換し、直ちにGIS上に展開し、その結果をデータとして格納した。

2）位置補正情報

RTK-GPS測量はGPS電波の途切れるような場所では観測できない。このような場合、観測できないポイントを観測可能なポイントに仮想的に移し観測を行う。

次の例ではシフト量の入力を南北、東西、高さの３要素について指示を与え、基準局情報を補正し観測位置を求める。

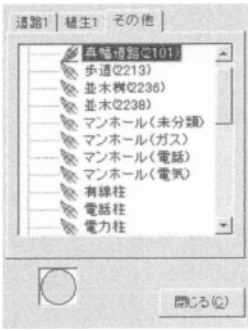
モバイルGISを利用すると補正情報を計算した結果を即座に画面で確認することができる。



3）データ種別

データ種別はGISデータを構成する重要な項目で、観測データが何であるかを示すものである。実験では公共測量作業規程のデジタルマッピング取得分類コードに従い、詳細な項目を入力できるように小分類コードを追加設定し利用した。データ種別は数字の組み合わせで表されるが、観測時の設定間違いを防止するため、分かりやすく文字や記号、色で表現した。

また、デジタルマッピング（以下DM）データ作成時には、線データや記号データに方向が必要となる場合があるため、コード等に工夫が必要である。



4）観測情報

表３　GPS観測情報

連番	測点	観測日時	位置	高さ	PDOP	衛星数	観測方法	メモ

観測したすべてのポイントはGPS観測情報レコードが記録される。平面位置、高さと同時に観測日時を持つことで４次元データとして管理ができ、GISで時系列的な管理をする場合に役立つ。メモ欄は観測時にユーザーが自由に定義し活用することができる。

5）属性

属性情報は、RTK-GPS測量時に同時に入力するため、あらかじめデータ種別毎に入力項目を決め、入力画面を作成した。格納されるデータベースは、GISによって異なるため、データの互換性があるものを利用することが重要である。データベースの利用については、実験の対象外とした。

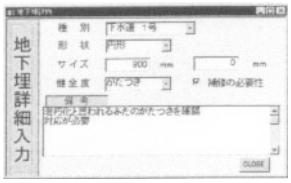


表４　地下埋設物（マンホール）属性の例

名　前	データ型	説　明
形　状	数値型	1:円形 2:矩形 9:その他
大きさ１	数値型	円形：直径、 矩形：長辺、短辺
大きさ２	数値型	
健全度	数値型	1:がたつき、2:破損、3:周囲との凹凸
補修有無	YES/NO	0:不要　1:必要
備　考	メモ型	

実験では属性データの入力作業にペンコンピュータを使ったが、ペンコンピュータは、キーボードがないため文字入力に不向きなことや文字入力作業中、RTK-GPS測量の作業が中断することから、文字の入力に関しては最低限にとどめ、あらかじめコード化したメニューを使用するなどの工夫が必要である。

4.6　観測結果

１）マルチパス・サイクルスリップの点検測量

時間帯を変えて観測を行った。地区毎の観測実施時間は以下の通りである。

近傍地区　観測　10月23日　9:00～10:30
　　点検　11月７日　16:30～17:30
花畑地区　観測　10月23日　11:00～12:00
　　点検　11月７日　13:30～14:30
羽成地区　観測　11月７日　15:00～16:00
　　点検　11月８日　10:00～11:00

同一点における、観測成果と点検測量成果の較差を比較し、基準局からの距離の違う３地区について精度検証を行った。

２）RTK-GPS測量の精度の点検

観測日　平成12年10月26日　9:00～17:00

点検測量として電子基準点「つくば１」No.92110を固定局とした観測を行った。同一測点における観測成果と点検測量成果の座標較差を比較し、基準局からの距離の違う３地区について検証を行った。また、この電子基準点はRTK補正情報の通信装置としてDMCA無線が採用されており、携帯電話との運用を比較することができた。

３）基準局からの距離に関する観測データの比較

３地区の観測データを比較することにより、基準局からの距離と座標較差の関係を調べた。

観測値と点検測量の座標較差は、３地区とも制限内で得られた。測点によっては、精度の悪いものもあるが施設台帳に利用するGISデータであるので問題はない（表１）。むしろ、アンテナを手で持って計測するための誤差の方が大きい。よって、３地区においてRTK-GPS測量でGISデータを収集するのは有効な方法である。

５．データ作成

観測データレコードファイルをテキスト形式で出力し、ベクトルデータと属性データに分けて変換を行った。GISを利用する場合、市販のデジタルデータを用いるか、管理主体が作成するものを用いることが多い。その作成方法は、既存図面よりデジタル化する方法と航空写真より図化機で直接デジタル化する方法がある。今回の調査研究では第３の作成方法として、GPS測量により直接GISデータを作成する方法を試みた。

5.1　ベクトルデータ

RTK-GPS測量の観測値は世界測地系である。現状ではGISにおいて大縮尺のベクトルデータを利用する場合、日本測地系で取り扱っているが、測地成果2000採用後は、世界測地系に統一される予定である。

実験ではRTK-GPS測量と同時にモバイル端末でGISデータの作成を行った。地下埋設物のように中心位置を観測し、記号化するだけであれば図形編集は必要ない。しかし、地形等のDMデータを作成する場合は、データ編集が必要になる。データ編集はGISでの作業となり、外業でモバイル端末にて行うか、内業で行うかはGISソフトの特性による。外業では最低限のデータ編集作業を行い、それ以外を内業で行うのが効率的であると考える。外業と内業で同一系統のGIS、または互換性のある製品を利用する場合は、データ変換なしに利用できる。測量した座標情報（X、Y、Z）だけを利用する場合は、簡単な変換で各GISにて利用可能である。

機種に依存しない一般的な方法として、測量結果をテキストファイルで出力し、データ種別に基づきそれぞれのGISフォーマットへ変換し、GISソフト

（Micro Station SE/J,（株）ベントレー・システムズ、Geosis-ocx,日本コンピュータグラフィックス（株））へ実装した。

5.2　属性データ

属性データについては、データベースとベクトルデータが何らかの関連づけがあればGISで利用できる。実験では、観測時に自動発行される測点名をキーワードとし、データベースの作成を行った。

データベースについてはODBC（Open DataBase Connectivity）により格納されるため、データベースアプリケーションを意識せず利用することができる。

６．考察

6.1　測位法

数値情報レベル500及び1,000で利用するGISデータを作成する場合は、RTK-GPS測量でないと高い精度が得られない。しかし、RTK-GPSは観測条件が厳しく､特に街の中での観測は綿密な計画が必要である。それでも測量できなかったポイントは別の測量方法で補う必要がある。RTK-GPS測量の特徴を理解したうえで計画的に利用しなければ、作業効率の向上は見込めない。

数値情報レベル2,500で利用するGISデータはDGPSであっても表１から判断し、精度的には問題はないと思われる。DGPSはRTK-GPSほど観測条件に厳しくなく観測できるため、利用できる範囲は広い。今後の課題として、DGPSの可能性も調査研究して行く必要がある。

施設管理台帳を作成する地区は、建物の密集地が予想され、GPS測量の苦手な所となる。実験では、６m道路上の下水道マンホールを主に観測を行った。南北方向の道路では観測が可能で、東西方向の道路では観測できないこと、また道路幅や宅地内の建物の配置に影響される。このため市街地におけるRTK-GPS測量では、観測できない場合が多い。道路縁は構造物に隣接している場合が多く、ほとんどのポイントで観測できない。GPS測量は受信機の改良により、マルチパスの除去が可能になったとしても、衛星情報をとらえるための上空視界の確保が不可欠である。

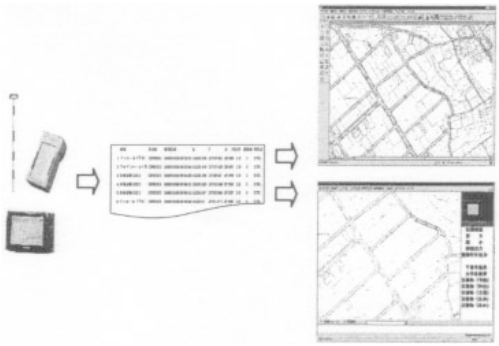


図１　GISへの実装イメージ

このことは、市街地でGPS測量をする際の最大の弱点となる。受信機の改良や世界衛星測位システムによる衛星数の増加に期待したい。現時点では測点の補足にトータルステーション（以下TS）等の併用が必要である。

6.2　通信装置

携帯電話利用のRTK-GPS測量は携帯性に優れ、市街地での電波の受信状況もよく、RTK-GPS補正情報を受信した後、鞄に入れ背負っても安定して利用することができた。しかし、街はずれでは携帯電話が不安定となり、通話するには十分な受信状況の場合でも、データ通信では障害が生じる場合があった。携帯電話に表示される電波の受信感度を示す３段階メモリが、最大であるにもかかわらず障害がおこった。RTK補正情報の受信が滞ると観測できないため、携帯電話に外部アンテナ等が必要となる。ＩＭＴ２０００（International Mobile Telecommunication 2000：次世代移動通信システム）方式が導入されれば、通信速度が　現在の約200倍となり、通信時間が短縮されることや欠落したデータを補う仕組みがあれば、問題は解決すると思われる。

また、コスト面でも課題が多い。測量中は携帯電話を長時間通話状態に保つため、通話料金がかかる。通信速度の高速化により解決されようとしていが、従来のGPS測量で行っているような後処理も有効である。

DMCA無線は、携帯電話に比べると携帯性が悪く感じた。しかしながら電源部、アンテナ部を除けば重量的には問題はない。電波受信エリアが無線制御局より70km以内と限られているが、実験では問題なく利用できた。現在電子基準点の補正情報をDMCA無線で発信されているところは限られているため、全国的な利用はできない。

表５　位置精度向上に向けた留意事項

	内　　容
運用基準	使用衛星数：５衛星以上
	仰角：１５°以上
	観測回数：FIX解を得てから10エポック以上
	セット数：２回以上
点検測量	時間帯を違えた観測を行う。
	固定点を変えた観測を行う。
	既知点への取り付けを行い、精度を検証する。

6.3　位置精度

RTK-GPS測量では、前に述べたように高い精度の観測データを得ることができる。しかしながら観測時間が短いため、測量誤差が生じた場合に気が付かない危険性がある。

そのために観測の運用基準及び点検測量についての留意事項を表５にまとめた。利用にあたっては各項目の実施により精度を確保する必要がある。

精度検証のために観測地区毎にスタティック測位で基準点を作成し、精度検証を行う方法もある。実験では行っていない。

6.4　電源装置

RTK-GPS測量では電源の確保は重要な問題で、実験ではGPS受信機、モバイル端末、携帯電話、携帯電話制御端末とそれぞれに規格の違うバッテリーが必要になり、どの電圧が落ちても観測は不可能になる。よって、十分な電源の確保が必要になる。現状ではそれぞれの製品が独自のバッテリーを持ち、観測可能時間はバッテリー使用可能時間の最短値になる。統合された電源装置が使えれば全体で電圧が落ちるまで観測が可能になる。例えば、自動車用のバッテリーを背負子に設置し、すべての電源がそこから供給されれば理想な利用ができる。

6.5　電子基準点利用のRTK-GPSによるモバイルマッピング

１）RTK-GPS測量

実験の結果による、利点と欠点は以下のとおりである。

（１）利点

- 電子基準点よりRTK-GPS補正情報を利用することで移動局のみの観測となり、１台の受信機で、１人で測量が可能になる。
- 短い観測時間で数センチ以内の位置精度が得られる。
- 位置情報に時間を合わせ持つことで、４次元的なデータが得られる。
- 天候や時間に左右されずに測量できる。

（２）欠点

- RTK-GPS受信機の価格は高価である。
- 電源の確保が必要となる。
- RTK補正情報を受信する通信装置及び通信料金が必要となる。
- 観測不可能な場所を別手段により補足する必要がある。

２）GPS測量とモバイルマッピング

GPS測量とモバイルマッピングとの連携により、作業効率を上げることができる。実験の結果による利点と欠点は以下のとおりである。実験ではモバイル端末としてペンコンピュータを利用したが、簡易的なパームサイズPCなどの小型製品が現実的である。

（１）利点

- 観測成果及び属性データがデジタルデータとして収集され、作業が効率化される。
- GPSの観測結果をリアルタイムで確認でき、その結果を使ったデータの追加入力、更新、編集ができる。緊急（災害）時にGISを使った屋外での利用ができる。
- 属性情報を現地で入力することで精度が向上する。
- GPSを利用すればデータ上の地点へ誘導することができ、データ更新作業が効率よく行える。
- 通信装置を合わせ持つことで、Ｗｅｂシステムへの対応が可能である。

（２）欠点

- 現地作業が複雑化し観測者の技量が問われる。
- モバイルGISをはじめ使用機材が増え携帯に不便である。

・電源の確保が必要となる。
・ホスト側とモバイル側のデータの同期をとるしくみが必要になる。
・GPS観測前にGISの設定が必要となる。
・目的によりモバイルGISを使わないと作業が煩雑化し、作業効率が悪化する。GISを必要としないような（従来のデータコレクターで十分な）場合は、使い分ける必要がある。

３）適応分野

国土地理院が整備をすすめる電子基準点を利用することにより、以下の作業について精度と作業効率の向上が見込まれる。作業にあたっては、上空視界の確保とRTK補正情報を受信する装置が必要となる。この両方を満たさないとGPSのみでの測量はできない。そのためTS等の併用も考えた上での適応分野となる。

（１）公企業体、地方自治体の資産台帳整備

上下水道、電気、ガス、道路施設（カーブミラーや標識等）、公園、農地等の広域事業体や地方公共団体が作成する台帳作成に適応する。

林業や海洋への利用に関しては、データの精度にcmの必要性が無いと考えられるのでDGPSを使う方が効率的である。

（２）緊急（災害）時のデータ収集

GPSにより災害現場の情報を直接収集し、データをGISに展開することで、素早く効率的なデータ収集が可能になる。また、GISにより目的地への誘導や災害前情報との比較、通信によるデータ交換などが行える。

要求されるデータの精度によっては、DGPSでも対応できる。

6.6　データの利用

今後、GISデータは利用者が必要に応じて情報を組み合わせて使うことが考えられ、要素毎にデータ取得年月と精度を持つ必要がある。ユーザーは、必要に応じてデータを重ね合わせて利用する。従来のGISデータは、１図面単位毎でデータ取得年月と計測精度を持っていたが、GPSで作成されたデータは、要素毎に保持され、これによりデータの利用が盛んに行われることが考えられる。これらを可能にするためにデータの品質表示、カタログ、メタデータなどが「空間データ標準化委員会」等で議論されている。

また、次世代携帯電話方式に移行すると通信速度が高速化されることにより、いっそう通信を利用したシステムが考えられる。一般的にGISデータは容量が大きく通信には不向きとされていたが、それが解消され、WebGISへの移行が早まると考えられる。将来的にはインターネット上で条件を設定し検索を行えば、要求事項を満たしたデータが提供されるようになる。

７．RTK-GPS測量発展に向けての課題

7.1　基盤整備

１）衛星測位システム

現在利用しているGPSの他に、GLONASS、GALILEOを使った世界衛星システムが研究されている。人工衛星の絶対数が増加することにより、観測エリアの拡大、精度向上が期待される。

２）電子基準点

国土地理院では現行の30秒値の電子基準点を2000年度にRTKに対応した１秒値への改造を100点余り、2001年度には400点余り計画されている。また、2000年11月には「GPSによるリアルタイム測位実験」を公開して実施している。実験では、国土地理院が実験用として導入したVRS方式等のリアルタイム測位を行う。民間での技術開発促進のため、リアルタイム測位実験を希望する者に電子基準点データを提供し実験に参加出来るようになっている。

これらの技術開発がRTK観測範囲の大幅な拡大につながり、21世紀の高度情報通信社会を支える位置情報インフラとして発展することが期待される。

また、従来のような後処理用のRTK-GPS補正情報をインターネットで配信するサービスも進めて行く必要がある。

３）通信装置

実験で電子基準点を利用した「RTKデータ提供実験装置」により携帯電話の有効性が確認された。こちらも大幅な拡大が期待される。

来年度採用されるIMT2000や次世代インターネットの導入などによりネットワークインフラが急速に発展する中、RTK-GPS補正情報をどのようにして効率

よく安定した供給をするかが問われる。次世代携帯電話では通信速度の高速化により安定したデータ通信ができるよう期待される。

現在開発または利用されている通信装置としては、携帯電話、ＰＨＳ、衛星携帯電話、FM副音声波、通信静止衛星利用、中波、小型小電力無線等があるが、それぞれ特徴があり一長一短である。目的に応じたハイブリットな利用が期待される。

7.2　ハードウェア、ソフトウェア

１）GPS受信機

GPS受信機の開発はめざましく、マルチパスの信号除去が可能になった。上空視界が悪い条件下でのGPS受信機の感度向上に期待するが、微弱電波を受信することは反射波を受信することになり精度の劣化につながることなどまだまだ解決すべき課題がある。なお、GPS受信機にＴＳや電子平板、レーザー測距儀等の機能を組み込んだハイブリッドシステムの開発も現在なされている。

２）GIS

GPSによるGISデータ作成が軌道に乗るなかで、先に述べたように通信技術の進歩と相まって、GISはWeb版へと移行しつつある。そのためには、GISの基本仕様の確立整備が必要不可欠であり、標準的な言語としてG-XML（GIS- eXtensible Markup Language：GISコンテンツの相互流通用プロトコル）の研究開発がすすめられている。新しい通信インフラによるインターネット上での空間情報の流通は目前に迫っており、G-XMLを利用すれば、インターネット上で分散する空間データを必要に応じ重ね合わせて利用することができる。

GPSにより作成されたデータが様々な方面で利用されることになれば、相乗的に技術の発展が見込まれる。

８．まとめ

電子基準点を利用したRTK-GPS測量での施設管理台帳作成実験においては、RTK-GPS測量の受信環境に影響され、実験地区では道路上のマンホール施設で約５割、道路縁等の地形で約３割程度の観測データしか得られず、現段階ではRTK-GPS測量へ全面的に移行することはできない。市街地における携帯電話とGPS受信機の受信状況は、相反する結果となり、観測可能な場所が限定される。測量できなかったポイントをTS等の別手段で補う必要がる。

しかしながら、観測されたデータの精度やGISへ簡単に利用できること、位置情報と時間を合わせ持つことなど利用価値があり、観測条件が良好でかつ、基準局からの距離が半径10km程度の範囲であれば施設管理台帳を作成するための測量には対応できる。

今後はいかにして観測エリアを拡大するかが課題となる。観測からGISデータ作成までのトータル的な時間で考えれば時間短縮になるだろう。また、区画整理や圃場整備、公園台帳など比較的条件の良い場合には積極的に活用し、実地調査を繰り返すべきである。また、作成する図面の精度によっては、基準局からの距離が10km以上であっても、携帯電話によるRTK-GPS測量で十分な成果が期待できると予想される。機会があれば実験したい。

また、基盤整備、ハードウェア、ソフトウェアに支えられた新しい技術であるため今後益々の改良に期待したい。

謝辞

本研究にあたり、国土地理院測地観測センター西センター長、青木衛星測地課長、板橋専門職、都筑衛星情報係長、飯塚電子基準点係長をはじめとする衛星測地課及び地殻監視課の皆様には、業務ご多忙中にも関わらず、適切なご指導や助言及び資料の提示をしていただきましたことに感謝いたします。また部外研究員の受け入れに際しては、企画部企画調整課及び（財）日本測量調査技術協会関係各位のご尽力を頂きました皆様にお礼申しあげます。

また、現況平面図借用にあたっては、つくば市道路管理課にご理解とご協力をいただきましたことを、厚く御礼申しあげます。

参考文献

１）土屋　淳・辻　宏道：やさしいGPS測量：（社）日本測量協会
２）村井　俊治：空間情報工学：（社）日本測量協会
３）建設省公共測量作業規程：（社）日本測量協会

（内外エンジニアリング株式会社）