

# ネットワーク型 RTK-GPS の有効活用について\*

## About effective use of network type RTK-GPS\*

園田一則\*\*・宮崎景\*\*\*

By Kazunori SONODA\*\*・Kei MIYAZAKI\*\*\*

### 1. まえがき

現在、国が行っている政策の中で「電子国土」をキーワードとしたIT戦略やe-JAPAN等の様々な改革が薦められている。本研究室でも、平成15年度の研究結果をWEB化しホームページ等で公開するなど、電子政府や電子自治体等、徐々に増えてきた。その電子国土化の波は、次第に身近に感じるようになりつつある。よく利用されるものといえば、カーナビゲーションシステムや携帯電話のサービスなど様々な分野に使われる電子地図ではないだろうか。今や、行政・民間企業だけでなく、一般市民にも大きく反映している。

しかし、この電子地図を利用するのに最も重要なことは、高精度の地図を低コストでの利用である。そのため、基準点の設置や様々な分野の測量で、GPS（汎地球測位システム）測量が、急速に行われるようになった。しかしGPS測量では、精度的には問題はないのだが作業時間が多くかかり、GPSの機器も多く必要となるためコスト面では問題が発生した。その問題の対処としてRTK-GPS測量等で機器の削減などが図られたが、基準となる基準点が近くに必要とし、無線等の関係から観測可能範囲の縮小等の新たな問題が発生した。そこで、国は国土地理院を中心に国土の位置の基本作りを行うため電子基準点の設置を行い、仮想基準点による観測手法であるネットワーク型RTK-GPSが注目を集めている。この技術は、近年多発する大型地震等での地盤変動などにも大きく力を発揮できる新技術である。

\*キーワード：測量、GIS

\*\*正員、工学、日本文理大学工学部建設都市工学科

(大分市一木1727、

TEL 097-524-2608、E-mail sonoda@ce.nbu.ac.jp)

\*\*\*学生員、工学、日本文理大学工学研究科環境情報学専攻

(大分市一木1727、

TEL 097-524-2608、E-mail s452014@nbu.ac.jp)

### 2. GPS測量VRS方式の概要

VRS (Virtual Reference Station) は、「仮想基準点」のことをいい、作業方法はいたって簡単で、観測点に受信機を据え観測するのは従来の方法と変わらないが、VRS測量では、携帯電話を通じて、その点の情報をVRS制御センターに送信する。VRS制御センターでは、国土地理院提供による、電子基準点の24時間リアルタイム観測データを利用することにより、観測データの誤差（自然条件や衛星軌道などにより生じるもの）を補正したデータ「仮想基準点」を配信する。この「仮想基準点」を使いRTK測量を行い、短時間でより高精度のリアルタイム測位が出来るのがVRS測量である（図1参照）。

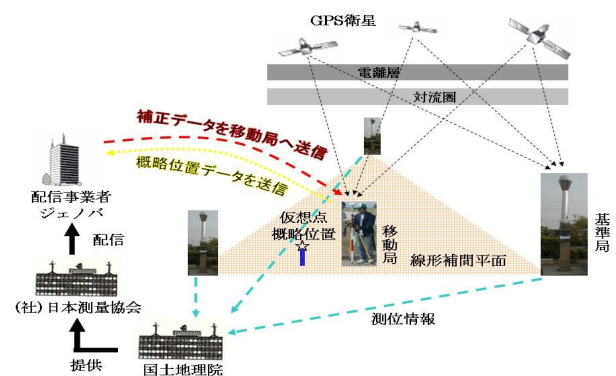


図1 GPS測量VRS方式

VRS-GPS測量のメリットといえば、電子基準点約1200点を使用していることにより、全国均一精度（世界測地系に即対応済）になることで、国土全体の歪みが無ければ全国どこでも同一な精度になり部分的な歪みやくい違いについて気にする必要もなくなる。その他には、VRS方式だと移動局近くに固定点があるかのごとくデータ配信が行われること等から、観測時間や解析時間・機器の台数や作業員数など従来のGPS測量より大幅な効率化が図れる上、既知局との距離や既知点への受信機設置がなくなるため観測環境の自由度が向上するなどのメリットが挙げられる。

VRS-GPS 測量の問題点では、VRS センターとは携帯電話で通信を行うため、携帯電話サービスエリア外では使用することが出来ない。また従来の GPS 測量と同様に、GPS 衛星の電波の届かない場所では観測ができないため上空の視界を確保しなければならない等から、便利な方法ではあるが作業条件を考慮しなければならない。

### 3. 実験概要

今回の研究は「VRS 方式のネットワーク型 RTK-GPS 測量 直接観測法・座標指定法」で観測を行う。

#### (1) 実験場所

今回の実験では、RTK-GPS 測量とネットワーク型 RTK-GPS 測量の比較は大学内陸上グラウンドで行い、その他の、精度性能実験に関しては大学内基準点を利用し実験を行った。

#### (2) 実験内容

##### a) 多種の観測による「精度、作業時間」の比較

学内（陸上グラウンド・学内基準点等）で、GPS の新技術「ネットワーク型 RTK-GPS」による観測と、従来の測量（トラバース・GPS 観測（スタティック法）等）による方法との「精度（座標比較）、作業時間」等を調べる。尚、今回の実験では、ネットワーク型 RTK-GPS 測量の観測は、VRS 方式の直接観測法で行い、トラバース測量については国土地理院開発の「TKY2JGD」を使用し、世界測地系に座標変換後観測を行った。

##### b) GIS との連携

ネットワーク型 RTK-GPS 測量での結果を GIS のシステムに連携し、位置情報（位置参照点設置）や地殻変動等のシステムに対応できるかを検討する。

#### (3) 実験機器



図2 実験機器

今回の実験では、観測機器は TOPCON 社製（図2 参照）

の GPS を利用し、解析ソフトは GNSS 統合データ処理プログラム GNSS - Pro を利用した。データ配信業者については株式会社ジェノバを利用した。

### 4. 実験結果・考察

#### (1) ネットワーク型 RTK-GPS 測量と RTK-GPS 測量

##### a) 観測結果

陸上グラウンドでは、RTK-GPS 測量とネットワーク型 RTK-GPS 測量を行い、座標の比較を行った。

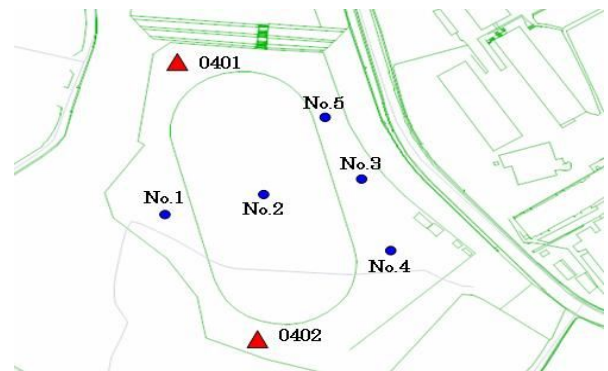


図3 陸上グラウンド観測点

結果は、X 座標 0.001 ~ 0.005m ・ Y 座標 0.005 ~ 0.007m ・ Z 座標 0.024 ~ 0.025m となった（図4 参照）。X・Y 座標は、近似値が出ており、RTK-GPS 測量とネットワーク型 RTK-GPS 測量との精度は、ほぼ同等なものと言える。Z 座標については、GPS を用いた測量では衛星等の関係から 10 ~ 20 cm の誤差が出ると思われるため、約 2 cm の今回の結果は十分許容範囲内と考えられる。

RTK-GPS 測量とネットワーク型 RTK-GPS 測量ではほぼ同等の結果が得られたが、型 RTK-GPS 測量とネットワーク型 RTK-GPS 測量とでは観測可能距離が大幅に違うため、RTK-GPS 測量より観測可能距離が広いネットワーク型 RTK-GPS 測量が、利用価値があると言える。

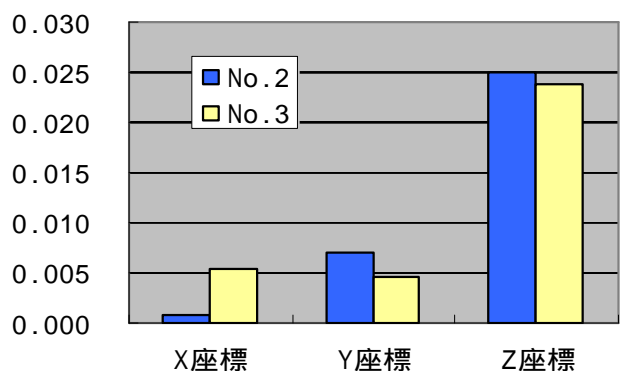


図4 観測較差

b) 考察

陸上グラウンドでのネットワーク型 RTK-GPS 測量と RTK-GPS 測量の結果を様々な角度から考えてみた。そこで注目するところは、観測による比較である(図5参照)。RTK-GPS 測量は、既知点間が約 1000mまで観測が可能であり、今回実験を行った陸上グラウンドでの観測では、移動局と既知点との距離は約 500mまで観測が出来る。それに比べネットワーク型 RTK-GPS 測量は、電子基準点を基点に仮想点を任意で設置し、RTK-GPS 測量の無線通信と違い携帯電話での通信をすることで、観測可能距離は、移動局と仮想点との距離が約 3000mまで観測が可能であり、RTK-GPS と比較し幅の広い観測が実現できる。



図5 観測可能距離

(2) 都市部での観測(学内)

都市部などの建物が密集している場所では、上空視界が十分確保できないという問題点がある。そのなか現在では、トラバース測量と GPS 測量の併用で観測を行っている。今回の実験では、都市部での利用ということも考慮し、GPS 測量とネットワーク型 RTK-GPS 測量、トラバース測量とネットワーク型 RTK-GPS 測量を比較し、他の測量方法との併用が可能かなどを調べた。そこで、学内の建物を密集している地点などを都市部と想定し観測を行った。

a) 観測結果

GPS 測量とネットワーク型 RTK-GPS 測量の比較実験を行った。今回、既知点の設置のため予め取得した GPS スタティック観測データ(既知点を国家基準点や大分市1級基準点を利用し取得)と、その既知点と電子基準点に

より仮想点を設け観測した、ネットワーク型 RTK-GPS 観測結果を比較したところ、4 点の比較で平均較差が、X 座標 0.012m(最大 0.015m)、Y 座標 0.013m(最大 0.023m)の結果が得られた(図6参照)。

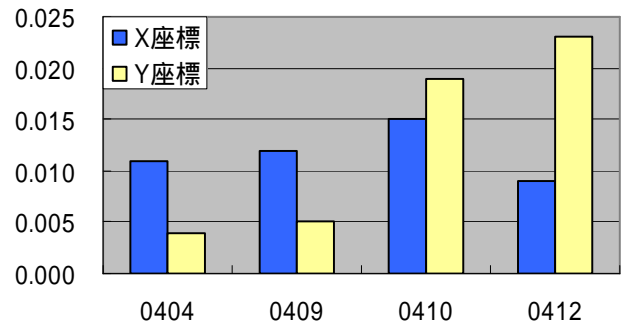


図6 GPS 測量とネットワーク型 RTK-GPS 測量

次に、トラバース測量とネットワーク型 RTK-GPS 測量の比較実験を行った。今回は、GPS 測量で設置した既知点を使ったトラバース測量(閉合トラバース・結合トラバース)と前述と同様に、GPS 測量で観測した既知点と電子基準点により仮想点を設け観測した、ネットワーク型 RTK-GPS 観測結果を比較したところ、8 点の比較で平均較差が、X 座標が 0.030m(最大 0.055m)、Y 座標 0.020m(最大 0.044m)の結果が得られた(図7参照)。

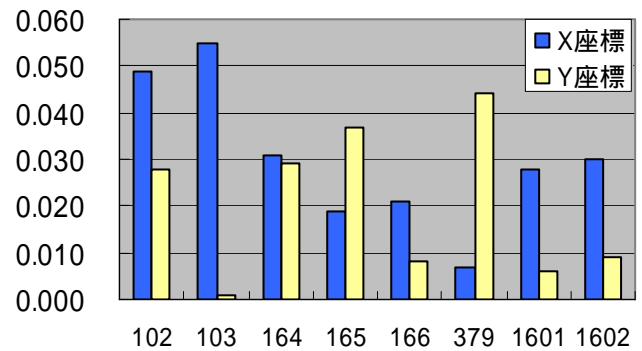


図7 トラバース測量とネットワーク型 RTK-GPS 測量

b) 考察

GPS 測量とネットワーク型 RTK-GPS 測量との比較では、近似値(許容範囲内)が出ており今回のネットワーク型 RTK-GPS 測量の観測制度の高さがわかる。しかし、トラバース測量とネットワーク型 RTK-GPS 測量の比較では、較差にバラつきが生じた。しかし、トラバース測量自体の精度等を考慮すると、一概にネットワーク型 RTK-GPS 測量が悪いとは判断できず、今後の課題にも



なった。しかし、今の精度でも4級基準点測量や地形測量などでのトラバースとの併用が十分可能な値であると考える。

## 5. 今後の展望

### (1) 災害時での利用

地震や災害によって、基準点が破壊や、地殻変動により座標値が変わる場合がある。この際、最も重要なのは、基準点の復元及び再測である。

新潟中越地震の際には、地震等で崖崩れや地盤崩壊によるものが多くなっているため、基準点の再設置などの必要があり、その際の現況図の作成や、地形測量に大きく利用できると考えます。福岡西方沖地震では、新潟中越地震とは違い、主に地殻変動による三角点の位置誤差である。この場合、基準点の再設置等を必要としないため早く利用できるが、基準点の再測等に大きな時間とコスト、作業員が必要となる。しかし、電子基準点等を使い、少人数短時間で広範囲の測量が可能なネットワーク型 RTK-GPS 測量は、かなり期待できる。

### (2) GIS との連携 (基準点管理システム)

今回実験を行ったことから分かるように、ネットワーク型 RTK-GPS 測量は基準点の管理や地形測量など様々な測量に利用できる。自治体では、県域統合型 GIS 共有空間データ整備業務において、道路台帳の修正業務で位置参照点設置にネットワーク型 RTK-GPS 測量が使用されている。また、自治体発注業務でも「局地的な地域で、高精度を必要としない」業務については現在多くの業務で「任意座標」を用いて作業をしている。ネット

ワーク型 RTK-GPS 測量を使用することにより安価で世界測地系座標を付与することができ、GIS の空間データへも円滑に移行することができる。

本研究室でも、数年前から GIS に取り組んでおり、現在は基準点管理システム (図8参照) を作成している。最新の基準点データや台帳、紙図面を電子化することによりデータの整理が出来る。電子化したデータの維持更新をこまめに行うことにより、基準点の状況の確認や測量の計画、検索や閲覧など様々な分野に利用ができる。電子基準点データを入れることにより、ネットワーク型 RTK-GPS 測量の計画等にも地図上で行うことが出来る。

## 6 まとめ

今回の実験では、比較的 GPS 測量を行うのに条件のよい場所と、上空視界が十分に確保できない条件的に悪い場所での観測を行ったネットワーク型 RTK-GPS 測量は、精度上の問題もなく、広大な観測可能範囲を持つ。次に、都市部等での、他の測量方法とのデータの重ね合わせや、データの共有等が可能である。ネットワーク型 RTK-GPS 測量は、観測時間、解析時間、機器の台数、作業員数等、従来の GPS 測量より大幅に削減できる。現在では、3・4 級基準点測量に使用が認められており、地形測量や GIS における位置参照点設置、用地測量や応用測量など将来的に使用用途の広がりが期待できる。

企業では、コストダウンが大きな問題となっている。この点ネットワーク型 RTK-GPS 測量は、大きく期待が出来、従来の GPS 測量方法の問題点を一気に解決できる。その他にも、基準点が少ない地域や今まで任意座標で行っていた局地的な測量でも世界測地系に統一することができるなど様々な用途に利用が期待できる。

地盤は少しずつ変動しており電子基準点等を使い地盤変化を調べている。最近では、大きな地震や水害など自然災害が多発しており、その際に大きく地盤が変動している、ネットワーク型 RTK-GPS 測量は、電子基準点の最新データを用いて測量を行うため瞬時に誤差がわかり、災害復旧等で大きな手助けとなる。その他にも、小規模な測量、宅地造成等の電子納品データを GIS に取り込む等、最新の空間データ更新作業を迅速に、安価で行う事ができるなど、企業や自治体での利用価値は大きく今後の発展が大きく期待できる測量方法だと考える。

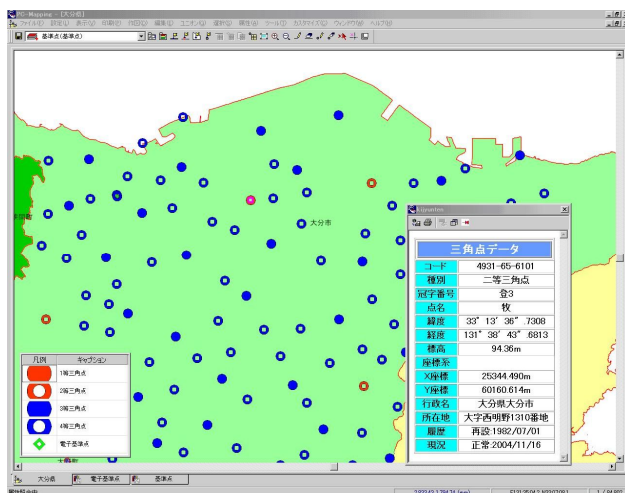


図8 基準点管理システム