

図-44 地震調査委員会の資料作成フロー

電子基準点は1993年度に南関東・東海地域に110点設置されたのをはじめとして、1994年度には全国に100点増設された。この増設点の運用開始後数日で北海道東方沖地震による地殻変動を検出したことにより、電子基準点の高精度なデータに対する信頼度が確保された。従来多くの年月を要する基準点の測地測量によらなければなかった地殻変動の検出が電子基準点により数日でできるようになった。現在では全国に約1,200点設置され、24時間連続観測により全国の地殻変動の様相を日々あるいは3時間毎に捉えているほか、より時間分解能を上げ1秒ごとの変化も試験的ではあるが得られている。GEONETシステムの高度化が進み、より精度が高く、より高時間分解能のデータが得られてきている現在、各種委員会等へ提供する地殻変動に関する資料をより高度化していく必要がある。そのため、データの分かりやすい表現手法の検討、資料作成の簡易化及びそれらを実現するためのソフトウェアの開発が今後の課題である。

表-9 地震調査委員会提出資料例

<p>第121回 地震調査委員会会議資料</p> <p>—本資料—</p> <p>○平成15年(2003年)十勝沖地震</p> <ol style="list-style-type: none"> 1, 電子基準点配点図 2, 平成15年(2003年)十勝沖地震 水平・上下変動ベクトル図 <ol style="list-style-type: none"> ①「地震に伴う変化」、②「地震後の変化(全)」 ③「地震後の変化(1~3)」 3, 平成15年(2003年)十勝沖地震 東西成分変化グラフ 4, G P S連続観測基線図 5, G P S連続観測結果 斜距離、東西、南北、比高 6, 水準測量結果 7, 験潮データ 8, 平成15年(2003年)十勝沖地震時の滑り 9, 平成15年(2003年)十勝沖地震後の推定滑り 10, 時間依存のインバージョンによる推定(暫定) <p>○宮城県周辺の地震</p> <ol style="list-style-type: none"> 11, 宮城県周辺地域 水平・上下変動ベクトル図 <ol style="list-style-type: none"> ①地震前後、②地震後 12, G P S連続観測基線図 13, G P S連続観測結果 斜距離、東西、南北、比高 <p>○東海地域</p> <ol style="list-style-type: none"> 14, 駿河湾周辺基線図 15, G P S連続観測結果 基線長変化グラフ(斜距離) 16, 掛川~御前崎 G P S連続観測結果 基線長変化グラフ(斜距離) 17, 平均的な地殻変動からのずれ 水平・上下変動 18, 東海地殻変動(1~5)(大潟固定 水平) 19, 1年間で見た東海非定常地殻変動1 20, 1年間で見た東海非定常地殻変動2 21, G P S連続観測点配置図 22, 東海地方の地殻変動(1~7)座標の時系列グラフ 23, 推定滑り分布の時間変化(暫定)(1~7 大潟固定) 24, 推定モーメントの時間変化 25, 推定モーメント(断層領域を3等分して図示) 26, モデル計算と観測値の比較(1~5) 27, 観測値と計算値の比較(1~3) <p>○豊後水道のゆるゆる地震(2003年)</p> <ol style="list-style-type: none"> 28, 水平・上下変動ベクトル図 32, G P S連続観測基線図 33, G P S連続観測結果 斜距離、東西、南北、比高 34, 豊後水道における地殻変動の断層モデル(暫定) <p>—以下、参考資料—</p> <ol style="list-style-type: none"> 35, GEONETによる最近の地殻水平変動ベクトル(1年) 36, 2期間の地殻水平変動ベクトルの差(1ヶ月) 37, 2期間の地殻水平変動ベクトルの差(3ヶ月) 38, 東海地方の地殻変動(1~7:時系列グラフ) 39, 第155回地震予知連絡会議資料 <ol style="list-style-type: none"> ①議事録、②記者レク資料 <p>—手持ち資料—</p> <ol style="list-style-type: none"> 1, 伊豆諸島地区 GPS連続観測基線図 2, G P S連続観測結果 斜距離、東西、南北、比高 3, 御前崎観測井 日平均・傾斜計、歪計時間平均値 4, 長距離水管傾斜計による傾斜変化 御前崎・切山:時間平均値 5, 静岡県西部 GPS連続観測基線図 6, 静岡県西部 GPS連続観測結果 基線長変化グラフ(長期間、短期間) 7, 鹿児島県西北部 水平変動、上下変動ベクトル図 8, 鹿児島県西北部地区 GPS連続観測基線図 9, 鹿児島県西北部 GPS連続観測結果 斜距離、東西、南北、比高
--

4. その他

4. 1 インターネットによるデータ提供

国土地理院では日本全国に1,200点の電子基準点を整備し、常時データの収集及び解析処理を行っている。それら電子基準点において取得された観測データや解析結果のインターネットによる提供を1999年8月より行っている。ここでは、その現状について紹介する。

外部公開されている電子基準点のデータ等は、GEONETの中央局管理装置のデータ提供・保守情報提供システムで提供され、電子基準点データ提供ホームページから公開されている(図-45)。

(http://terras.gsi.go.jp/inet_NEW/index.html)



図-45 電子基準点データ提供ホームページ(一場面)

ホームページで公開されているデータ、情報は以下の通りである。

観測データ	: 位相データ, 衛星軌道情報 (RINEXファイル)
諸元情報	: 電子基準点の所在地情報
稼働状況	: 観測データの有無
日々の座標値	: 定常解析による解析結果ファイル
精密暦	: IGSで公開されている精密暦 (IGS最終暦)

観測データは以下の条件において取得されたものである。

データサンプリング間隔	: 30秒
観測仰角	: 5度 (常時接続されていない電子基準点については15度)
観測時間	: 24時間連続観測 (0:00UT~24:00UT)
周波数	: L 1, L 2

観測データは、当該年度の4月1日から約3日前

までの期間の観測データが公開されている。前年度までのデータについては、(社)日本測量協会よりCD-Rで技術資料として複製頒布されている。

これまで、電子基準点観測データは、24時間単位のファイルで2~3日後に公開されてきたが、6時間単位、毎日8回3時間ごとに新しいデータを公開されるように、提供システムの改良を行った。

改良の詳細な内容は、次の通りである。データ格納装置において保存された観測データは3時間分(0:00 UT~3:00 UT, 3:00 UT~6:00 UT, 6:00 UT~9:00 UT, ...)が1ファイルとなっている。それら連続する2ファイルを結合し3時間毎の6時間RINEXデータ(例:0:00 UT~6:00 UT, 3:00 UT~9:00 UT, 6:00 UT~12:00 UT, ..., 21:00 UT~3:00 UT, ...)を作成し提供する。取得から2日経過したものについてはさらに24時間データ(0:00 UT~24:00 UT)に結合したものを提供する。すなわち、直近の過去2日以内のデータについては、3時間毎の6時間データを提供し、過去2日以上のものについては、現在と同様の24時間データを提供するようにシステムを改良した(図-46)。

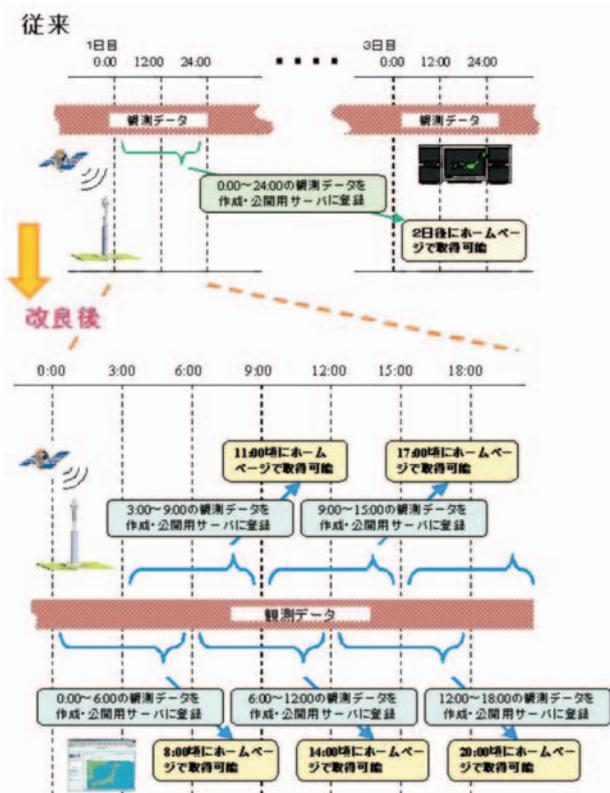


図-46 新旧データ提供システムにおけるデータ公開のイメージ

この改良により、利用者は観測後2~5時間程度でデータが取得できることになる。電子基準点を用いた測量では当日中に計算処理を行うことが可能になり、大幅な効率化や利用拡大などが予想される。

日々の座標値とは、定常解析結果（IGS最終暦を用いた24時間解析結果）を電子基準点毎に、まとめたものである。IGS最終暦が1週間毎に更新されるのに伴い、日々の座標値の更新も1週間毎である。

精密暦については、IGSデータ管理装置によってIGSデータセンターから収集されたIGSの精密暦（IGS最終暦）を公開している。GEONETのデータ処理システムの一つであるデータ格納装置には電子基準点からのRINEXデータや解析に使われるグローバルファイル、解析結果ファイル等が保存されている。外部公開されるものは、そこからデータ提供・保守情報提供システムに転送される。

データ提供・保守情報提供システムは、地理院内のシステムとのデータ交換のため院内のネットワークに接続される一方、外部利用者からの接続に対して開かれているため、セキュリティの備えとして、内部のネットワークと外部のネットワークの間に、セキュリティを監視し、必要のないアクセスを遮断するためのファイアーウォールを設置している。

インターネットによる提供は1999年8月から電子基準点データが開始された。当初の電子基準点データの利用者は主に地殻変動の研究者に限られていた。だが、平成14年4月の改正測量法施行により、公共測量の既知点として電子基準点が利用可能となると、観測データのダウンロード件数も飛躍的に増加した。研究のみならず、公共測量に使われることによって、電子基準点を故障無く運用し、データを遅れなく提供することが求められるようになった。休日や深夜であっても運用の停止や、データ提供の不具合に対しても、すぐにクレームが寄せられるようになった。逆に言えば、それだけ電子基準点は社会的インフラの基盤としての地位を確立したといえよう。

4.2 GPSデータクリアリングハウスの構築

4.2.1 GPSデータクリアリングハウス構築の目的

GPSデータクリアリングハウスは、地震調査研究推進本部の「地震に関する基盤的調査観測等の結果の流通・公開について（平成14年8月26日）」（地震調査研究推進本部政策委員会調査観測計画部会調査観測結果流通ワーキンググループ報告書）の方針に基づき構築されたものである。同報告書で調査観測結果の流通・公開の体制について、「調査観測の態勢が調査観測項目ごとに様々であることから、データセンター機能（全国規模のデータを収集、処理、提供する機能）についても、その特徴を踏まえ、調査観測項目ごとに整備する。」とされ、GPS連続観測の結果の流通・公開に関する今後の方針については、「国土地理院のホームページに、GPS連続観測

の観測点やデータの所在などの情報を一元的に得ることが出来る仕組み（クリアリングハウス）を設ける。」とされている。

測地観測センターでは、この方針に基づき、国土地理院のホームページからGPSデータを保有する国土地理院、他の研究機関及び大学等（以下、「国土地理院等の機関」という。）のGPSデータを検索することを目的としてGPSデータクリアリングハウスを構築した（図-47）。

これによりGPSデータの利用者は、インターネットを介して国土地理院等の機関のGPS情報が、「何処に」「どの様な情報として」「どの様な形式で」「どの様に入手」できるのか容易に検索することが可能となる。

4.2.2 GPSデータクリアリングハウスの機能

GPSクリアリングハウスは、クリアリングハウス・ノードと呼ばれるクリアリングハウスに参加する国土地理院等の機関がそれぞれ所有するデータの具体的特徴について記述したメタデータ・データベースを整備し、それを一般利用者等からのデータに関する情報検索やデータの提供要求に応じられるように構築した「メタデータ検索・提供システム」である。

GPSデータクリアリングハウスは、「クリアリングハウス公開サブシステム」と「クリアリングノード構築サブシステム」の2つのサブシステムからなり、それぞれ次の機能によって構成されている（図-48）。

(1) クリアリングハウス公開サブシステム

(a) クリアリングハウス検索機能

国土地理院のホームページからリンクされることによって、GPSデータを保有する国土地理院等の機関の必要なデータ（以下、「メタデータ」という。）を検索するためのサーバ機能を提供する。クリアリングハウス検索機能は、WWWサーバ機能によるGIS連携機能（以下、WebGIS機能）を提供し、効率的なクリアリングノード指定による検索と下記のデータ検索機能を有する。

- 1) 電子基準点及びGPS観測局が示されている地図から検索の指定が行える。
- 2) 地図は、拡大縮小を行うことができる。
- 3) 地図は、都道府県境、市町村境を表示することができる。
- 4) 経度・緯度から地図上の検索範囲を表示することができる。
- 5) 都道府県名で地図上の検索範囲を表示することができる。

(b) 電子基準点地図更新機能

クリアリングハウス検索機能によって提供される地図上の電子基準点情報を効率的に作成するためのツールを提供する。電子基準点地図更新機能は、管理者用のツールプログラムとして、地図上に電子基準点及びGPS観測局を追加や削除することができる。

(c) クリアリングハウスゲートウェイ機能

国土地理院等の機関が自ら保有するメタデータを効率的に検索するためゲートウェイ機能を提供する。クリアリングハウスゲートウェイ機能は、複数の機関又は団体のクリアリングノードを追加、削除することができる。

(2) クリアリングノード構築サブシステム

(a) クリアリングノード構築機能

国土地理院等の機関が自ら保有するメタデータを管理し、ISO23950「情報検索サービス定義とプロトコル仕様」に準拠したクリアリングハウス・ノードの構築機能を提供する。

クリアリングノード構築機能は、国土地理院等の機関が保有する膨大な電子基準点及びGPS観測局等のGPSデータの内容等について記述したメタデータ・データベースを構築し、GPSデータをその内容の具体的特徴（電子基準点及びGPS観測局情報、経度・緯度範囲、地域名、時間的範囲、データの入手方法等）をキーとして検索することができる。

(b) メタデータ作成機能

メタデータ作成機能は、クリアリングノード構築に必要なメタデータの作成と、そのソースファイル

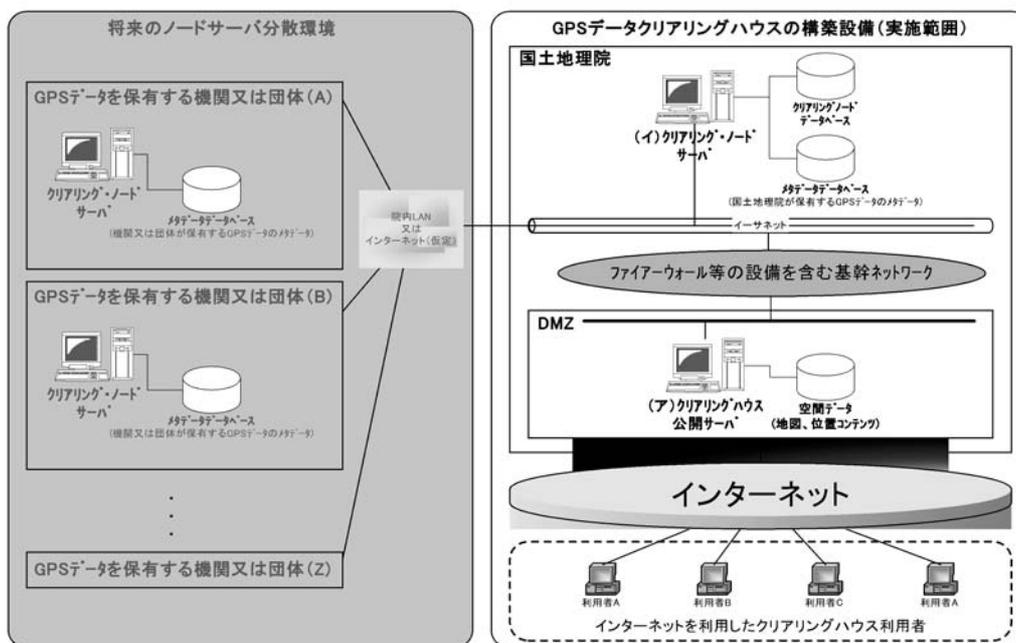


図-47 GPSデータクリアリングハウス全体図



図-48 システム構成

であるXMLファイルを効率的に作成するためのツールを提供する。

メタデータ作成機能は、管理者用のツールプログラムとして、電子基準点及びGPS観測局の情報から

XMLファイルを作成及び既存レガシーシステムによって管理されている電子基準点及びGPS観測局の情報からXMLファイルを作成し、クリアリングノードデータの追加、更新を行うことができる。

参 考 文 献 一 覧

- 阿部 馨, 大滝 修, 藤咲淳一, 菊田有希枝, 米溪武次, 日下正明, 河和 宏, 堀田暁子 (2002): 凍上現象による電子基準点の変位に関する研究, 平成10年度調査研究年報 (国土地理院技術資料A・1-No.214), 125-128.
- 畑中雄樹 (2000): GPS高速解析手法の開発, 科学技術振興調整費「GPS気象学: GPS水蒸気情報システムの構築と気象学・測地学・水文学への応用に関する研究 (第I期 平成9~11年度)」成果報告書, 科学技術庁研究開発局, 255-262.
- Hatanaka, Y. (2003a): Remarks on Network Cluster Topology for Distributed Analyses of Wide Area GPS Networks, Technical Report, J. Geod. Soc., 49, 143-152.
- Hatanaka, Y. (2003b): Estimation of Troposphere Delay and Accuracy of GEONET Solutions, Proceedings of International Workshop on GPS Meteorology - GPS Meteorology: Ground-Based and Space-borne Applications-, 14-17 Jan. 2003, Tsukuba, Japan, Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) and Japan International Science and Technology Exchange Center (JAMSTEC).
- 畑中雄樹, 松村正一, 山際敦史, 丸山一司, 菅富美男, 本正芳 (2003): GEONET解析システムの高度化に関する研究, 平成14年度調査研究年報 (国土地理院技術資料A・4-No. 1), 113-114.
- Hatanaka, Y., M. Sawada, A. Horita, and M. Kusaka (2001a): Calibration of Antenna-Radome and Monument-Multipath Effect of GEONET--- Part 1: Measurement of Phase Characteristics, Earth Planet and Space, 53, 13-21.
- Hatanaka, Y., T. Iizuka, M. Sawada, A. Yamagiwa, Y. Kikuta, J. M. Johnson, and C. Rocken (2003): Improvement of the Analysis Strategy of GEONET, Bulletin of Geographical Survey Institute, 49, 11-34.
- Hatanaka et al. (2001a): Calibration of antenna-radome and monument-multipath effect on GEONET - Part 1: Measurement of phase characteristics, Earth Planets Space, 53, 13-21.
- Hatanaka et al. (2001b): Calibration of antenna-radome and monument-multipath effect on GEONET - Part 2: Evaluation of the phase map by GEONET data, Earth Planets Space, 53, 23-30.
- 飯村友三郎, 小林勝博, 森下一 (1995): 全国GPS連続観測システムの運用, 国土地理院時報, 82, 1-5.
- 飯村友三郎, 宮崎真一, 佐々木正博 (1997): 高密度基準点網の構築, 国土地理院時報, 87, 37-49.
- 岩田悦郎(1994): GPS連続観測網による南関東・東海地域の地殻変動監視, 国土地理院時報, 81, 51-60.
- Matsumoto, K., T. Takanezawa, and M. Ooe (2000): Ocean tide models developed by assimilating TOPEX/POSEIDON altimeter data into hydrodynamical model: A Global Model and a Regional Model Around Japan, Journal of Oceanography, 56, 567-581.
- McCarthy D. D. (1996): IERS conventions (1996), IERS Technical Note 21, Central Bureau of IERS, Observatoire de Paris, Paris.
- 宮原伐折羅, 畑中雄樹, 石本正芳, 丸山一司 (2003a): アンテナ取り付け高の違いが測位解のバイアスに及ぼす影響について, 地球惑星科学関連学会2003年合同大会予稿集, D008-003.
- 宮原伐折羅, 畑中雄樹, 湯通堂亨, 千田進一, 雨貝知美, 岩田昭雄, 石本正芳 (2003b): 新GEONETで使用するアンテナ位相特性モデルについて, 日本測地学会第100回講演会要旨, 43-44.
- 宮原伐折羅, 畑中雄樹, 湯通堂亨, 千田進一, 雨貝知美, 岩田昭雄, 石本正芳 (2003): 新GEONETで使用するアンテナ位相特性モデルについて, 日本測地学会第100回講演会 要旨, 43-44.
- Miyazaki S, H. Tsuji, Y. Hatanaka, Y. Abe, A. Yoshimura, K. Kamada, K. Kobayashi, H. Morishita, and Y. Iimura (1996): Establishment of the Nationwide GPS Array (Grapes) and its Initial Results on the Crustal Deformation of Japan, Bulletin of Geographical Survey Institute, 42, 27-41.
- Miyazaki, S., T. Saito, M. Sasaki, Y. Hatanaka, and Y. Iimura (1997): Expansion of GSI's Nationwide GPS Array, Bulletin of Geographical Survey Institute, 43, 23-34.
- Miyazaki, S., T. Iwabuchi, K. Heki, and I. Naito (2003): An Impact of Estimating Tropospheric Gradient on Precise Positioning in Summer Using the Japanese Nationwide GPS Array, J. Geophys. Res., 2335, 108,

doi:10.1029/2000JB000113.

- Niell, A. (1996) : Global mapping functions for the atmosphere delay at radio wave lengths, *J. Geophys. Res.*, **100**, 3227-3246.
- 越智久巳一 (1999) : 電子基準点成果の計算作業に関する技術報告
- Rothacher, M., T. A. Springer, S. Shaer, and G. Beutler (1998) : Processing Strategies for Regional GPS Networks, *Advances in Positioning and Reference Frames*, IAG Symposium No. 118, edited by F.K. Brunner, Springer-verlag, ISBN: 3540646043, 93-100.
- Sagiya, T., A. Yoshimura, E. Iwata, K. Abe, I. Kimura, K. Uemura, and T. Tada (1995) : Establishment of permanent GPS observation network and crustal deformation monitoring in the southern Kanto and Tokai Areas, *Bulletin of Geographical Survey Institute*, **41**, 105-118.
- 測地観測センター地殻監視班, 管理班, 宮崎孝人 (2001) : GPS連続観測による有珠山の地殻変動監視について, *国土地理院時報*, **95**, 29-36.
- 測地観測センター地殻監視班, 大瀧茂他 (2001) : GPS連続観測による有珠山の地殻変動監視について, *国土地理院時報*, **95**, 29-36.
- 測地成果2000構築概要編集委員会 (2003) : 測地成果2000構築概要, *国土地理院技術資料B・5-No. 20*
- 山際敦史, 畑中雄樹, 丸山一司, 石本正芳, 宮原伐折羅, 菅富美男, 岩田和美 (2003) : 新GEONETの構築ーリアルタイム化・高精度化に向けてー, 第13回国土地理院技術報告会 (*国土地理院技術資料A・1-No.279*), 15-18
- 高原正勝 (1999) : 断熱板による凍上対策試験施工, *H11測地観測センター報告書*
- 田村孝, 藤咲淳一, 菅富美男, 佐藤博行, 岩田和美 (2001) : 道東における凍上現象, *H13技術報告*