

本論文は、GPS / GNSS シンポジウム 2004 にて発表された内容の抜粋です。  
(日時：2004年11月17日～19日、場所：東京海洋大学、主催：東京海洋大学、日本航海学会)

## 2.6 電子基準点を利用した新しいデータ配信サービスについて

山本吾郎 (日本 GPS データサービス株式会社)

[g.yamamoto@gpsdata.co.jp](mailto:g.yamamoto@gpsdata.co.jp)

### 2.6.1 はじめに

国土地理院の電子基準点のリアルタイムデータの民間への提供が、2002年5月の200点を皮切りに本年(2004年)7月の1180点でほぼ全点出揃いました。また、おなじく本年7月に公共測量における3級、4級の基準点測量に利用できるよう「ネットワーク型 RTK-GPS を利用する公共測量作業マニュアル(案)基準点測量」が国土地理院より公表されました。弊社のデータ配信サービス

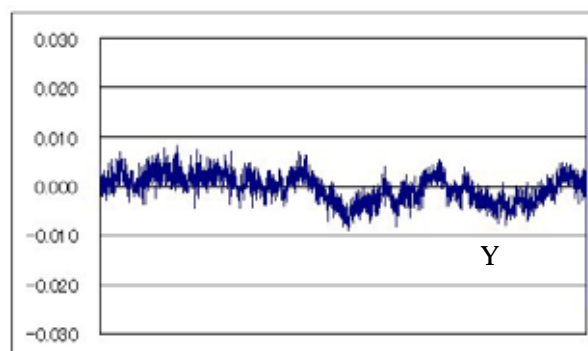
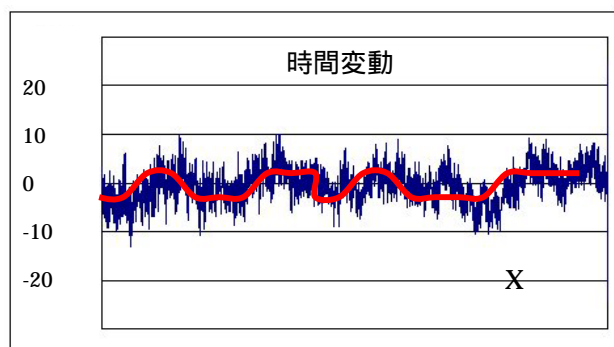
も2002年5月のサービス開始より幾たびかのバージョンアップとシステム増強を行い、安心してお使いになれると共に、測量・測位のみならず GIS、ITS など高精度測位分野で、開発・実証の時代より、いよいよ実施する時代になったと云えます。

本稿では、弊社の配信サービスの概要を紹介し、今後の位置情報ビジネスへの可能性についてご紹介します。

### 2.6.2 公共測量における VRS 測位技術のキーポイント

VRS (仮想基準点) の原理及びその後の工夫、バージョンアップの内容は他の文献に譲り、この

たび公表された「ネットワーク型 RTK-GPS を利用する公共測量作業マニュアル(案)基準点測量」の同時観測・準同時観測の有効性について説明します。



観測日 : 2003年1月8日

観測場所: 高岡基線場 端点1 GPS 測量機:

NetSurv2000 観測法: 毎秒観測・2870秒(47.8分)

標準偏差: X=3.4mm, Y=2.8mm, H=7.7mm 観測衛星の平均数: 6.0 PDOPの平均値: 2.8

均数: 6.0 PDOPの平均値: 2.8

最寄り電子基準点: つくば3 (約5.4km)

図1 典型的な VRS 連続観測データ例

本論文は、GPS / GNSS シンポジウム 2004 にて発表された内容の抜粋です。  
 (日時：2004年11月17日～19日、場所：東京海洋大学、主催：東京海洋大学、日本航海学会)

通常の VRS 測位は図 1 に示すように標準偏差 3.4 mm というように非常に精度良く測位出来ます。しかしながら図 2 に示すように衛星配置 (PDOP) の急激な変動または局地的な電離層・対流圏攪乱発生時には観測値が非可逆的に数 cm 程度変化したり、周期的な変動量が大きくなったりする場合があります。このような場合、数百メートル以内にある 2 台の GPS 測量機で同時観測して、それらの観測値の差をとれば、図 3 に示すように非可逆的な飛びや大きな周期的変動を削

減することができます。つまり、PDOP の急激な変動時も局地的な電離層・対流圏攪乱時も状態の良いときの VRS 測位と同じ程度の精度で測位しようという苦肉の手法です。また、1 台の GPS 測量機を用いて、一方の点で観測後、他方の点に速やかに移動して観測した両観測値の差をとることにより、同時観測に準じる精度を得ることができます。この観測方法を準同時観測と呼んでいます。

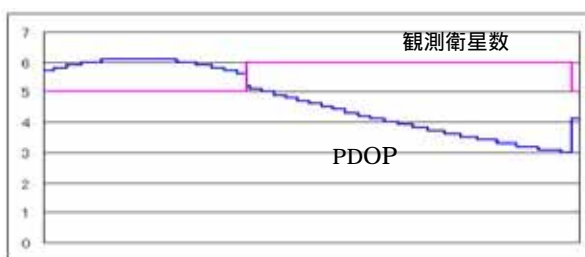
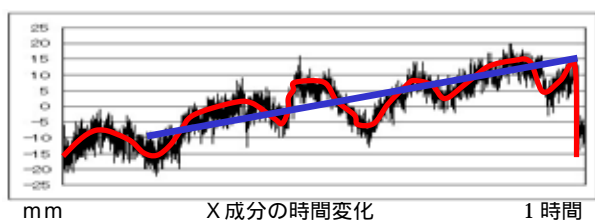
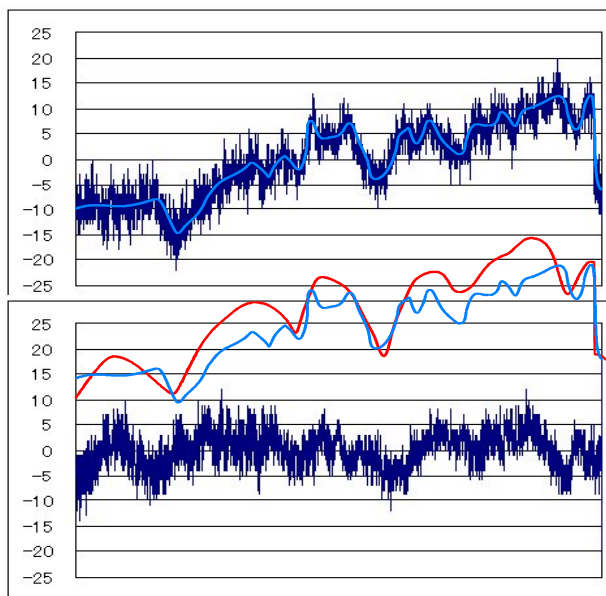
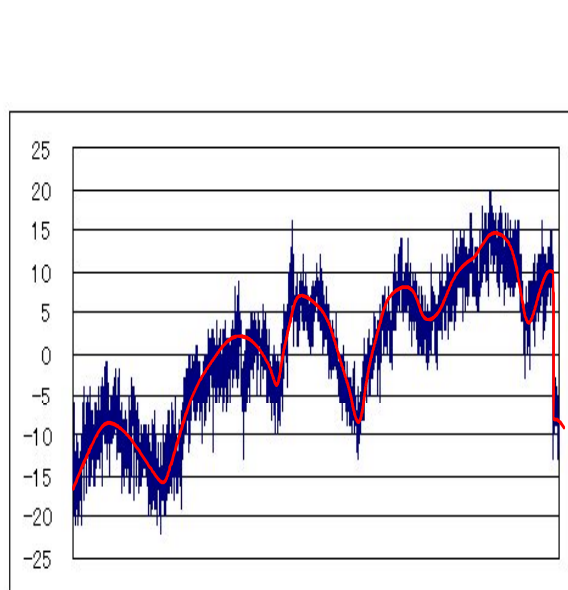


図 2 誤差変動の大きなデータの例 (観測日:平成 3 年 1 月 10 日)



端点 1 の X 座標

上: 端点 5 の X 座標 下:(端点 1 の X 座標) (端点 5 の X 座標)

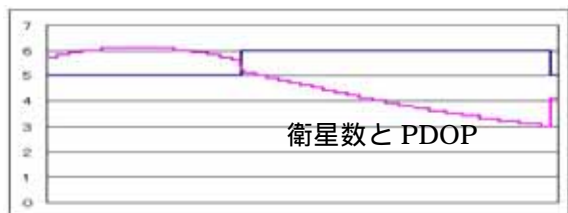


図 3 同時観測 VRS 方式 (X 座標)

観測日:2003 年 1 月 10 日  
 観測場所:高岡基線場 端点 1 と 5  
 (端点間距離は約 330m)  
 GPS 測量機:NetSurv2000 観測法:毎秒観測・3600 秒  
 標準偏差:端点 1=8.6mm 端点 5=7.7mm 両点の差=3.8mm  
 観測衛星の平均数 = 5.6 PDOP の平均値 = 4.7

本論文は、GPS / GNSS シンポジウム 2004 にて発表された内容の抜粋です。  
 (日時：2004年11月17日～19日、場所：東京海洋大学、主催：東京海洋大学、日本航海学会)

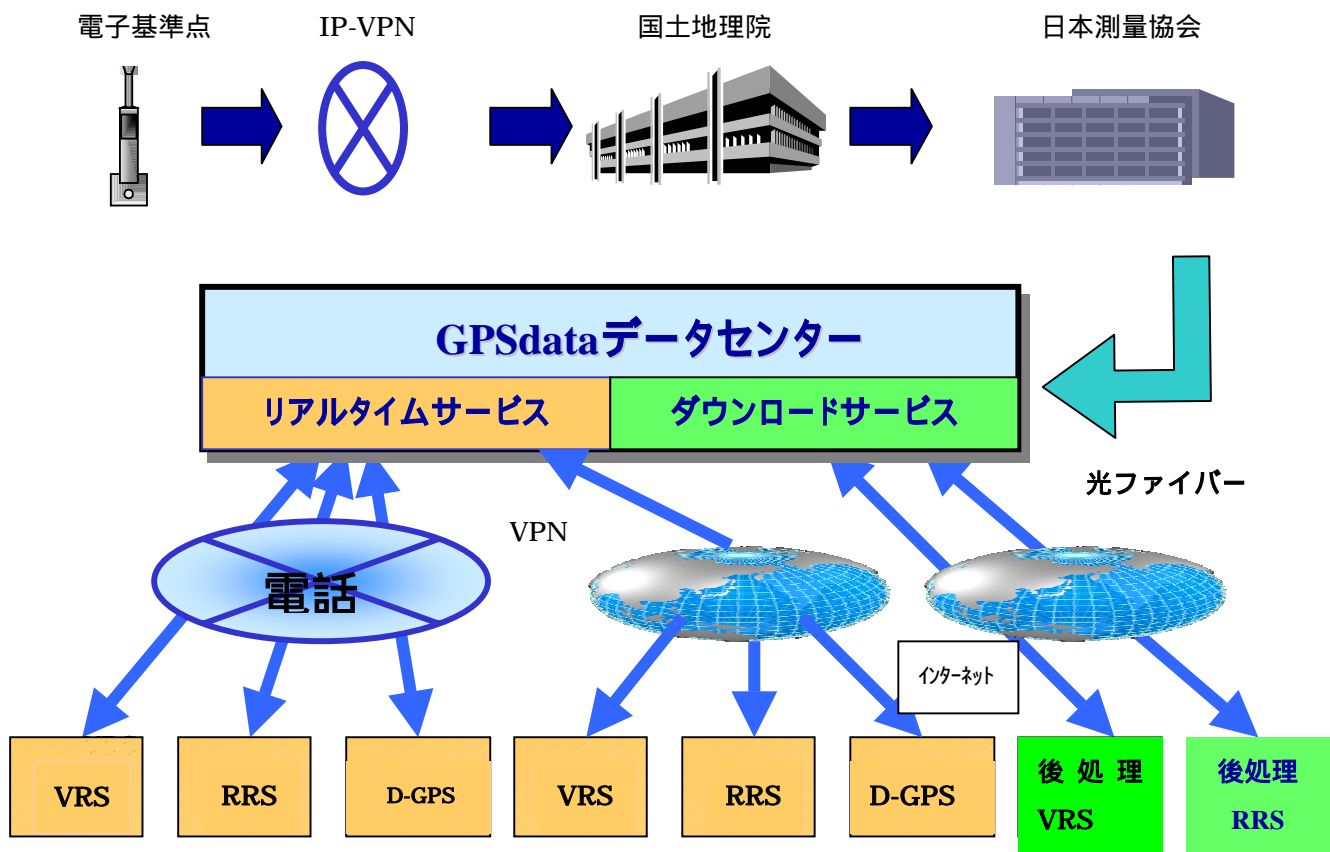
これらを整理すると表1のように纏められます。残念ながらどの配信データ生成技術も局地的な電離層・対流圏攪乱に対しては現在では解決出来ていないし、今後の課題と考えています。

誤差源の変動の特徴	事例	同時観測	準同時観測
急激な変動	観測衛星数 (PDOP) の変化 局地的は電離層・対流圏擾乱	有効	有効でない
ゆっくりした変動	衛星配置 (PDOP) のゆっくり変化 広域の電離層状態の変化	有効	一対の観測開始時間の 間隔が短いほど有効
非常にゆっくりした変動	地殻変動等による電子基準点と観測 地域の座標不整合	有効	有効

表1 誤差源変動の特徴と同時観測・準同時観測の有効性

### 2.6.3 弊社の配信データサービスメニュー

図4に弊社の配信データメニューをシステム構成図で示します。



IP アドレス、ポート番号を指定

図4 サービスメニュー

本論文は、GPS / GNSS シンポジウム 2004 にて発表された内容の抜粋です。  
(日時：2004年11月17日～19日、場所：東京海洋大学、主催：東京海洋大学、日本航海学会)

特徴の一つは電子基準点のデータ遅延を避けるため光ファイバーで配信元である日本測量協会と弊社のデータセンターを接続している事です。もう一つの特徴は1180点もある電子基準点データを有効かつ有意義に活用して頂けるよう多くのメニューを準備している事です。

VRS、D-GPS、後処理 VRS はこれまでに発表させて頂いていますが、少し繰り返しますと弊社の D-GPS データは、ビーコンや FM 放送によるひとつの基準局の補正データを配信するのではなく、電子基準点のネットワークにより補正データを生成し測位位置によりパラメータ補正していますので、精度の良い D-GPS 測位が出来ます。後処理 VRS は指定された座標に対して1秒の RINEX データを準備しているものです。

また、これらに追加して RRS を準備しているの

が弊社の特徴で、RRS とは VRS の Virtual に対して Real の R を付けて命名したものです。

リアルタイム RRS は測位している場所の座標をあげてもらるか、電子基準点の座標を上げてもらう事により電子基準点との直接 RTK のための RTCM データを配信するものです。

2000年に国土地理院より「RTK-GPS を利用する公共測量作業マニュアル」が発行されており、電子基準点より10Kmの範囲であれば電子基準点を固定点とした間接観測法により3、4級基準点測量を実施できることが記載されていますが、実質ほとんどこの方法が使われていなかったのですが、本年7月の1180点の民間開放と弊社の RRS サービス開始により、やっとスタート出来たといえるのではないのでしょうか。



図5 RRS 測量

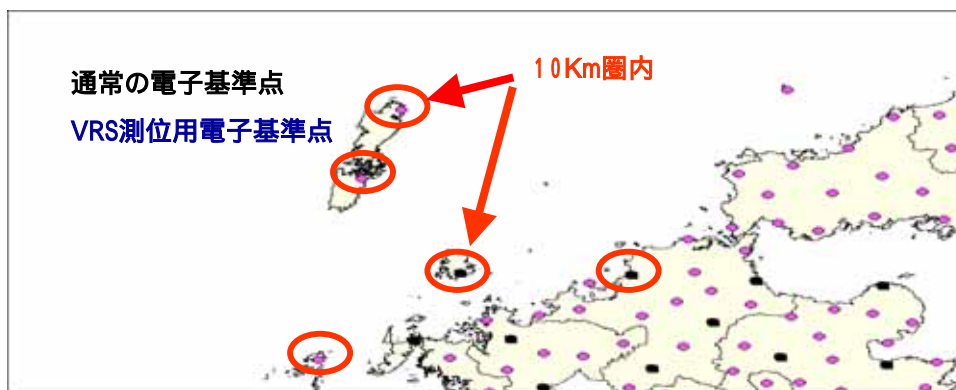


図6 RRS 測量



本論文は、GPS / GNSS シンポジウム 2004 にて発表された内容の抜粋です。  
 (日時：2004年11月17日～19日、場所：東京海洋大学、主催：東京海洋大学、日本航海学会)

図5に電子基準点を10Kmの円を描いたサンプルを示します。かなりの日本国土がカバーできるのがわかりでしょう。また、図6に島の電子基準点を示します。

後処理 RRS も弊社の特徴で、電子基準点 1180 点の 1 秒エポックの RINEX データを 14 日分保存するために 1 テラ というストレージを準備しています。現在後処理の使われ方は航空測量の用途が多いです。この 4 月までは予め飛行予定の電子基準点 RINEX データを登録していたのですが、4 月以降は全点 1180 点を保存するようにシステム構築しましたので、現在は飛行予定の前準備も必要なく後処理データをご利用

いただいています。図7、図8に後処理データの利用例を示します。移動体の走行軌跡、携帯の通じない地域での測量など、ますます後処理の利用が期待されます。

またこの9月よりサービスメニューに加えたインターネット配信を紹介します。

図9にインターネット配信の利用例を示します。土木工事現場での RTK 用自前の基準点を設置する代わりに弊社よりインターネットで補正データを常時配信する例です。もちろん通常のインターネット回線ですので、インターネット回線混雑時はデータ遅延のリスクもありますが、現在使用されている状況では大きな問題はでていません。



図7 実際の走行ルート

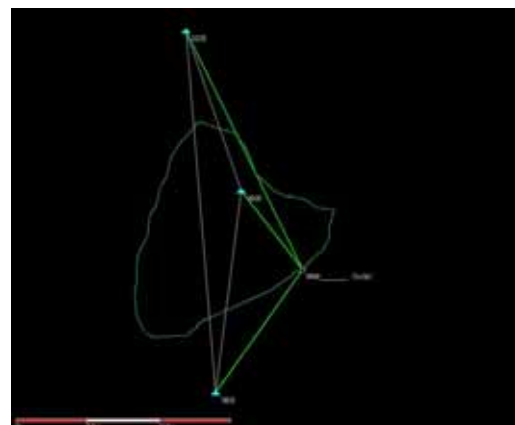


図8 後処理 RRS による解析例

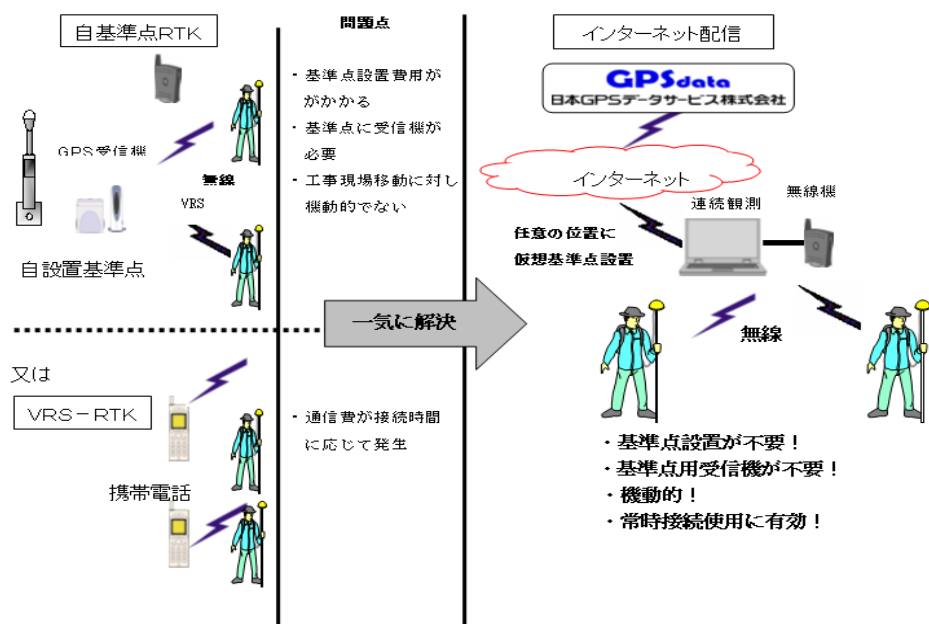


図9 インターネット配信

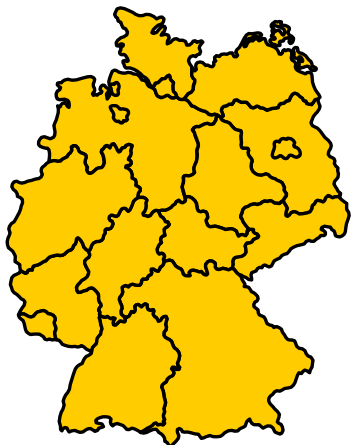
本論文は、GPS / GNSS シンポジウム 2004 にて発表された内容の抜粋です。  
(日時：2004年11月17日～19日、場所：東京海洋大学、主催：東京海洋大学、日本航海学会)

#### 2.6.4 ドイツ配信サービス参考例

本年ドイツを訪問したときに入手した参考例を図10、図11、図12に示します。

電子基準点を利用したデータ配信の先進国であるドイツでも2002年よりやっと立ち上がったといえます。ドイツ全土で電子基準点約250

点、ドイツとほぼ同じ面積をもつ日本の場合1180点の電子基準点が利用できます。世界中を見てもずば抜けて電子基準点インフラは整っているといえます。このすばらしい資産を有効活用することが我々の使命だと考えています。



SAPOS 保有基準局：約250ステーション

SAPOS 標準 ・ 配信データ RTCM 2.3

・ GSM による双方向通信

注 SAPOS：ドイツ連邦州測量担当部局運営委員会

GSM：世界130カ国以上で採用されているデジタル携帯電話の世界標準

RTCM：米国船舶電波技術委員会が勧告した標準的な配信共通フォーマット

図10 German LVA Installation in 2002



図11 SAPOS バーバリア州の電子基準点(36点)

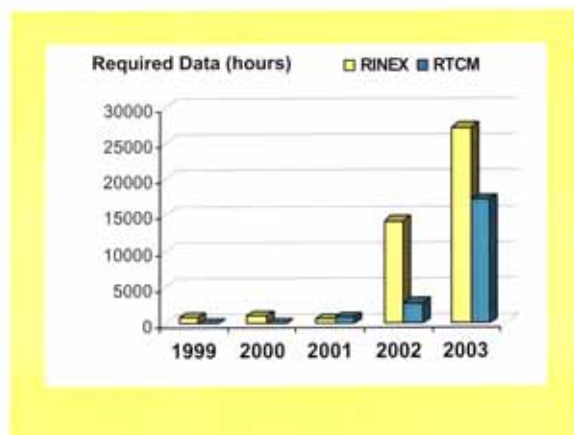


図12 SAPOS バーバリア州の RINEX/RTCM 利用実績

#### 2.6.5 おわりに

いままでの年次活動を図14に整理しました。GPS, VRS という新技術の開発確認という時代より、いよいよ世界にはなく日本にしかない1,180点の電子基準点を世界に先駆けて利用、活用する

時代に入ったのではないのでしょうか。活用に十分お応えできるようサービスの提供を目指す所存です。

本論文は、GPS / GNSS シンポジウム 2004 にて発表された内容の抜粋です。  
 (日時：2004年11月17日～19日、場所：東京海洋大学、主催：東京海洋大学、日本航海学会)

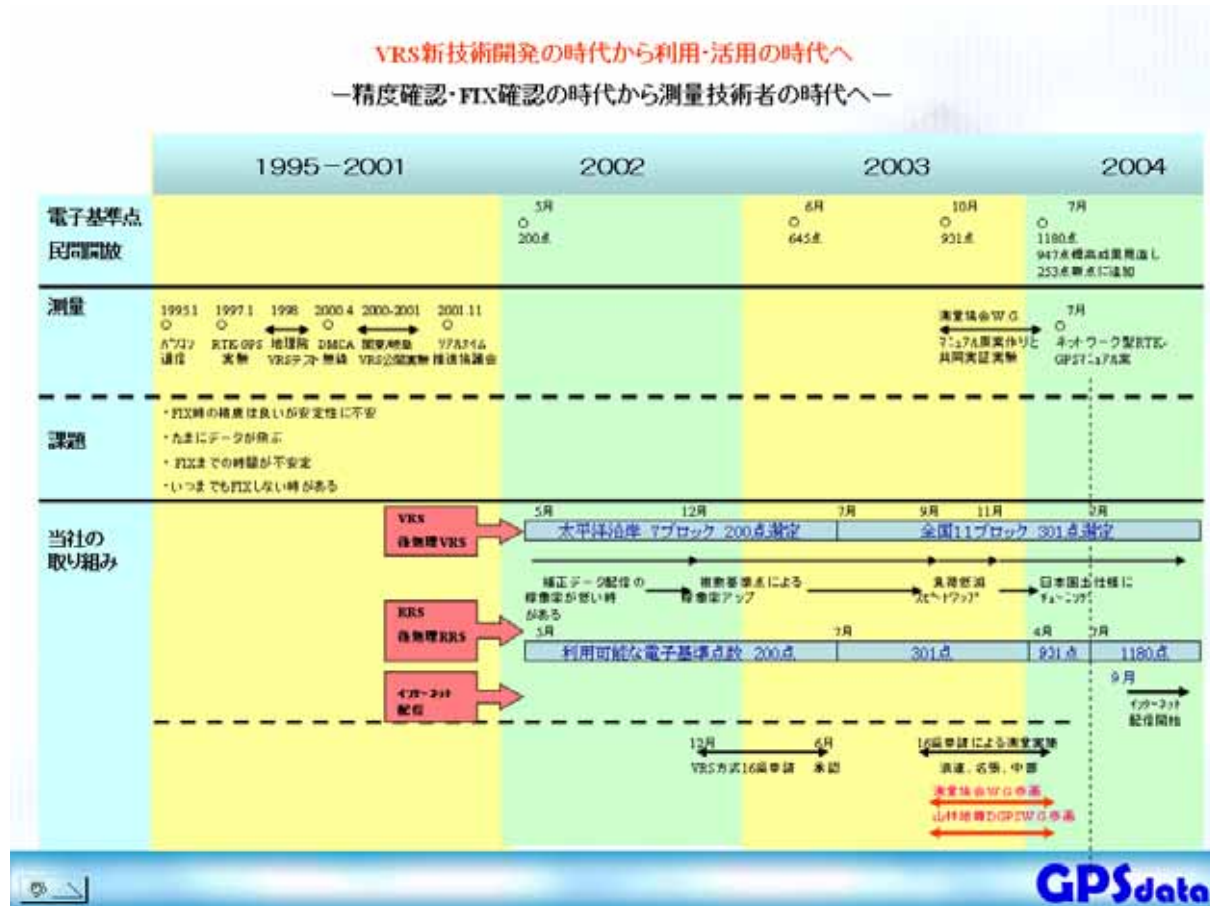


図 1 4 VRS 新技術開発の時代から利用・活用の時代へ

**参考文献**

/1/ 著者 日本測量協会 西修二郎、国土地理院 松坂茂 「ドイツにおける GPS 位置情報サービスの現状」  
 /2/ 「測量」Vol. 5 4 No.6 P26～P29 2004年6月発行