

# 世界測地系と21世紀測量調査新技術

## －測量行政の立場から－

国土地理院 測地部長  
小 牧 和 雄

### 測地成果2000の提供

- 新三角点成果及び電子基準点成果  
⇒新地形図
- 世界測地系準拠(測量法改正)
- 新水準点成果  
正標高(重力補正)
- 新ジオイド・モデル

今日のこのテーマは世界測地系ということですが、私どものほうの整理では、世界測地系よりももう少し広い概念として、新しい枠組みをつくったと考えています。総称して「測地成果2000」と申しておりますが、一つは新しい三角点の成果、電子基準点の成果の提供、それに基づく新しい地形図ということですが、これが世界測地系に準拠している。これは法律改正を伴うことで、そうした三角点等の成果の提供です。それから今回、昭和44年に改正されて以来、新しく水準点、高さのほうの基準も変えました。これについてはあまり浸透していないかもしれません、正標高を用いるということで、重力の補正をきちんと入れまし

ようということです。それとともにジオイドのモデルを提供するということです。これらは相互に関係し合っていますので、また説明させていただきたいと思います。

### 改正測量法の測量の基準

- 位置は、地理学的経緯度及び平均海面からの高さで表示(地心直交座標で表示可)
- 距離及び面積は、回転楕円体面上の値で表示
- 測量の原点は、日本経緯度原点及び日本水準原点
- 地理学的経緯度は、世界測地系に従って測定

改正測量法の測量の基準ということですが、赤く書いてあるものが今回新しくなったもの、また変わっていないものもあります。位置は地理学的経緯度および平均海面からの高さで表示ということで、新しく地心直交座標で表示を可能にしました。高さの基準についても、たとえば最近は楕円体高のようなものも容易に求まるわけですが、高さの基準としては従来の平均海面からの高さで表示をしている。これは変わりません。

平均海面とは、少し難しく言うと等ポテンシャル面ということですので、要するに水が高いほうから低いほうに流れるということを実現するような体系として考えている。それは変わりません。

それから距離および面積は回転楕円体面上の値で表示と変えています。これは従来「水平面上の値で表示」という表現にしていましたのですが、理念としては回転楕円体の上に落としたということで、その後の式の展開等もそれで行っていました。しかし、実際には投影の際に楕円体からの高さがわからなかつたということで、標高を用いていたということです。それを今回は回転楕円体上の値で表示するということにしましたので、投影するときには楕円体高を用いるということです。そういう点をすっきりさせました。それから測量の原点は日本経緯度原点、および日本水準原点というのは変わりません。世界測地系ということで、そのこと自身が定義とできるわけですが、現在の測量の実態を考える上で、原点というものを設けることがやはり必要だということで、これは変えません。ただし数値は変えますということです。それから地理学的経緯度は世界測地系に従って測定ということで、このようなことが法律の条項に書かれているわけです。

- ### 世界測地系導入の社会的背景
- GPSの普及
    - ⇒座標系の違いによる航行事故防止
    - ⇒座標変換回避による効率化
  - GISの普及
    - ⇒座標変換回避による経済的効果
  - 国際機関・国内学術機関の勧告
  - 規制緩和推進3か年計画
- 高精度測地網への社会的 requirement

こうした世界測地系を導入することになったのはなぜかということですが、一つはGPSの普及、その中でも特にナビゲーシ

ョン。これは、特に海のほうが切実な問題を持っていたわけですが、世界各国で座標系が違うと、それをいちいち変換していると事故を起こしかねない。自動航行のようなものもどんどん進められている。そういった中での事故の防止という観点から、座標系をできるだけ世界的なものに合わせておく必要があるということがあります。それから測量という観点から、たとえば従来われわれが用いていたような測地系に変換する。そうしたことの手間、あるいはコストを回避するということで効率化が図れる。

それからGISの普及です。これも世界的な基準でいろいろ用いていますが、そういう中で日本においてはGISを日本の座標系に合わせて変換するのはコストがかかる。そういうものを回避することによって経済的効果が生まれるようにしようことがあります。

その他、先ほどの航行関係も含めて、国際機関、あるいは国内の学術機関により学術的な観点から、世界測地系を導入すべしという勧告がなされました。以上のような状況を踏まえつつ、規制緩和推進3か年計画の中で世界測地系を導入すべしというプランも具体的に立てられました。

また、世界測地系ということとはちょっと離れるのですが、従来の測地系が持っている内部的な誤差、相対的な誤差が、現在の測量、特にGPS等を使うような測量に対して精度的に十分な基準を与えられるような状況にはなっていなかったということで、高精度測地網への社会的 requirement ががあったことも一つの背景としてあると考えています。

## 世界測地系導入の技術的背景

- 宇宙測地技術の進歩

V L B I : 世界測地系との具体的結合  
G P S : 高精度骨格網の実現

- 高精度測地測量成果の蓄積

精密測地網測量(1974~)

り、世界測地系と具体的結合ができるようになりました。それからG P Sを使って高精度の骨格網を実現することができるようになった。それだけではなくて、これは1974年から精密測地網測量と呼んでいますが、国土地理院では、当初はレーザーを使った測量、それからG P Sに移り変わっていきますが、高精度の測地測量成果が、三角点について蓄積が進んできたということもあります。

しかし、導入するためには実現する手段がないといけないわけですが、その技術的背景につきましても、宇宙測地技術が進歩してきた。V L B Iという、世界の国と直接結合できるような手段が持てるようにな

## 宇宙測地技術の活用

### V L B I 観測局



これはV L B I、つくばの32mのアンテナです。

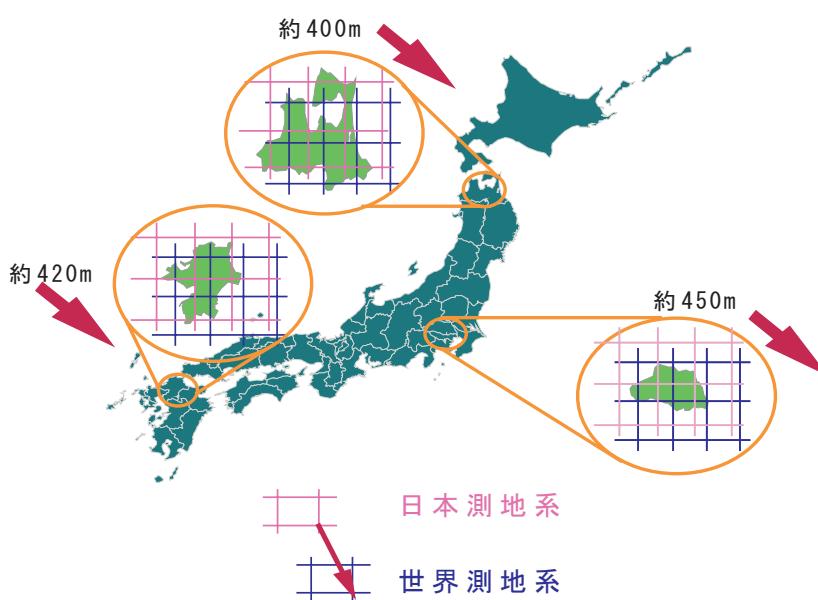
## 電子基準点システム



それから電子基準点システムについては現在 947 点、さらに増やそうとしています

が、こういったものが全国的に展開されている状況です。

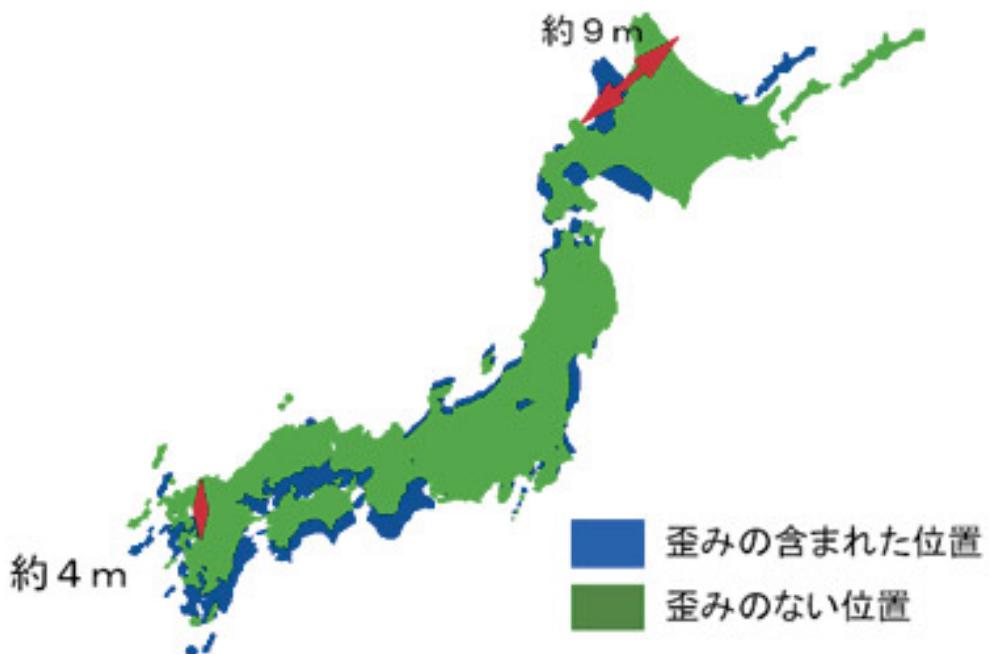
## 旧測地系と世界測地系の差



旧測地系と世界測地系の差は四百数十メートルあるということで、この分、先ほ

の原点の経緯度値が変えられたということです。

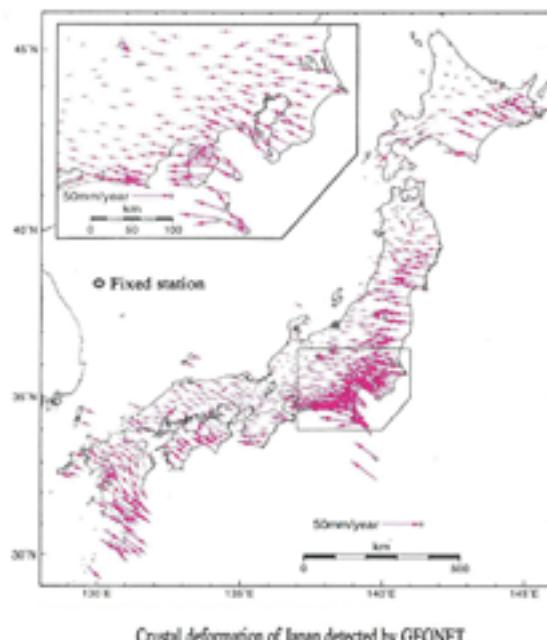
## 旧測地系の歪み



ただそれだけではなくて、旧測地系は歪みを持っていた。これは明治期における測量成果の計算手法の問題もあります。また測量精度の問題もあります。昔は角度を使

って位置を決めたということがあります。それから地殻変動の影響もあるということです。

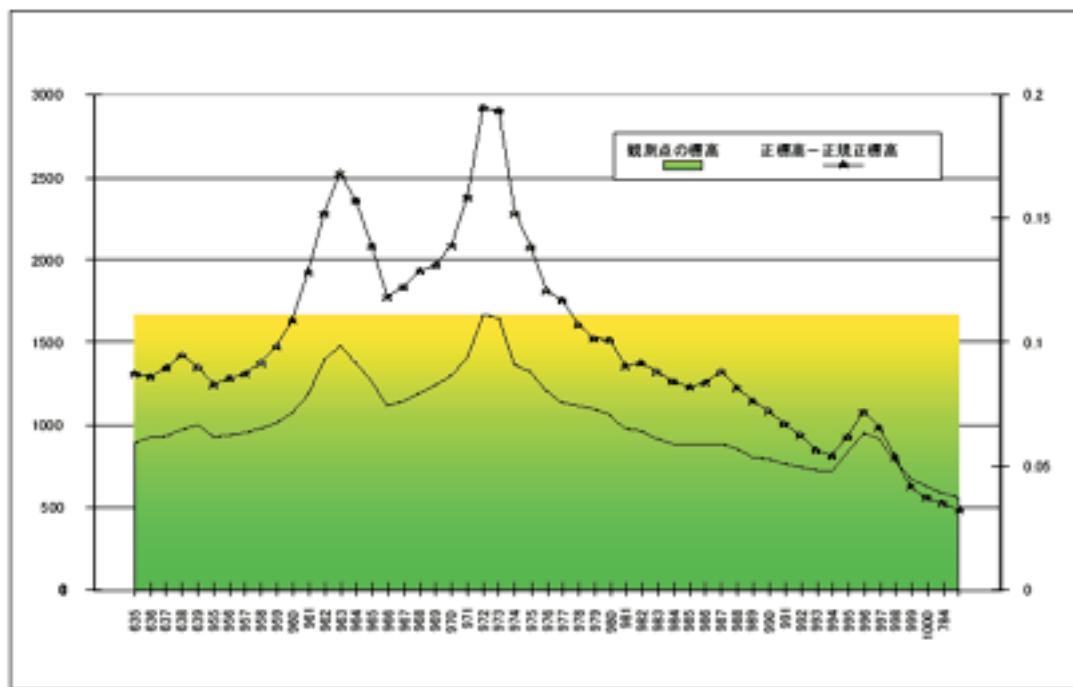
## 電子基準点で捉えた日本列島地殻変動



これは電子基準点でとらえた日本列島の地殻変動ですが、年間オーダーとして数

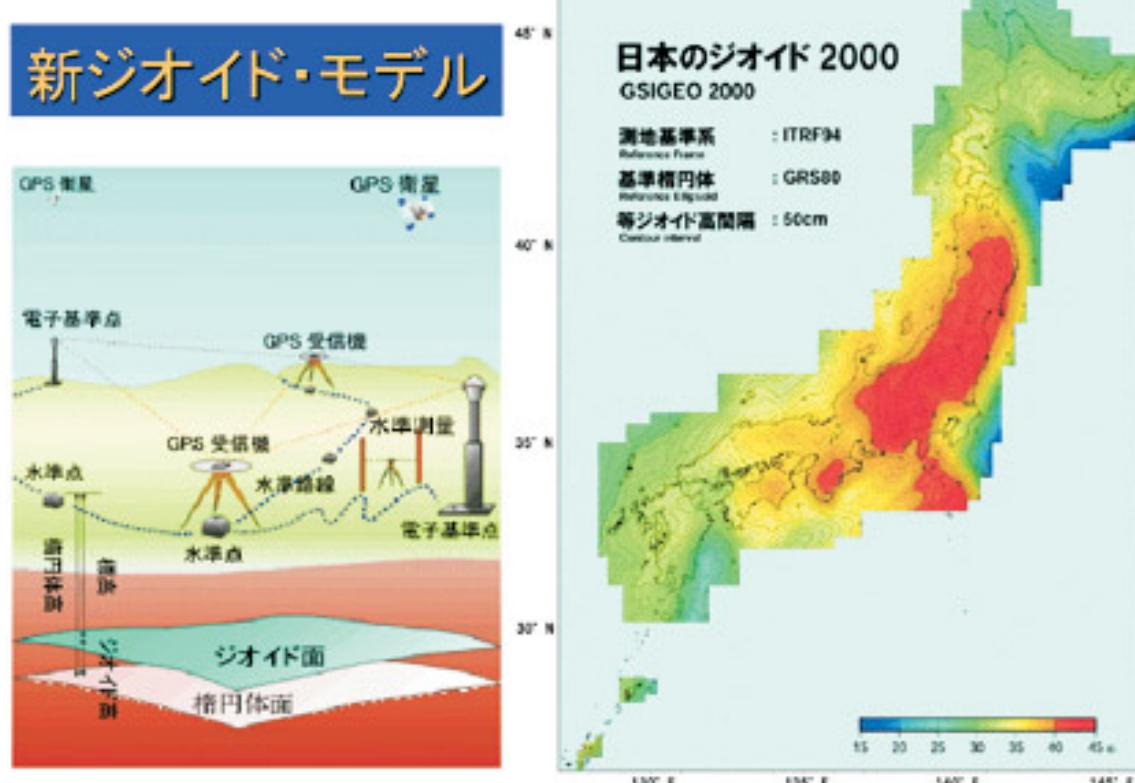
センチメートル動いているというのが現状です。

# 水準点標高への重力補正の影響



先ほどの水準点の標高に重力の影響を取り入れたということですが、そのことによって特に高いところにある水準路線につい

ては、20cm近くの変化が出てきているということです。



そういうものに合わせてジオイドの情報を提供している。このジオイドの情報というのは、平均海面の楕円体面に対する高さということですので、それに標高を加えると楕円体高が得られる。逆に楕円体高から標高を求めるための基礎的な情報になるということで、ジオイドそのものが成果としての役割を得るようになったと考えています。そういうものも提供させていただくということです。

## 測地成果 2000 の特長

- 国際標準に適合した位置情報基盤
- 高精度な相対位置基準
- 幾何学的な整合性の高い測地系
- 電子基準点成果の提供

こうした測地成果 2000 の特長ですが、国際標準の経緯度値に適合した位置情報基盤であるということです。また経緯度を表すということについても、国際的に現在用いられている楕円体を使う。それから骨格網としてG P S、あるいは旧レーザー測距等を使った位置が求められているということで、高精度な相対位置基準を与えるものであると考えています。それから幾何学的にも整合性が高い。先ほどの水準による標高、あるいはジオイド、楕円体高、そういう関係を含めてということですが、整合性の高い測地系を提供できるようになったと考えています。

電子基準点の成果についてはこれまで提供していなかったわけですが、測地成果 2000 の今回の提供に合わせて提供するようになった。こういったものが特長と考えています。

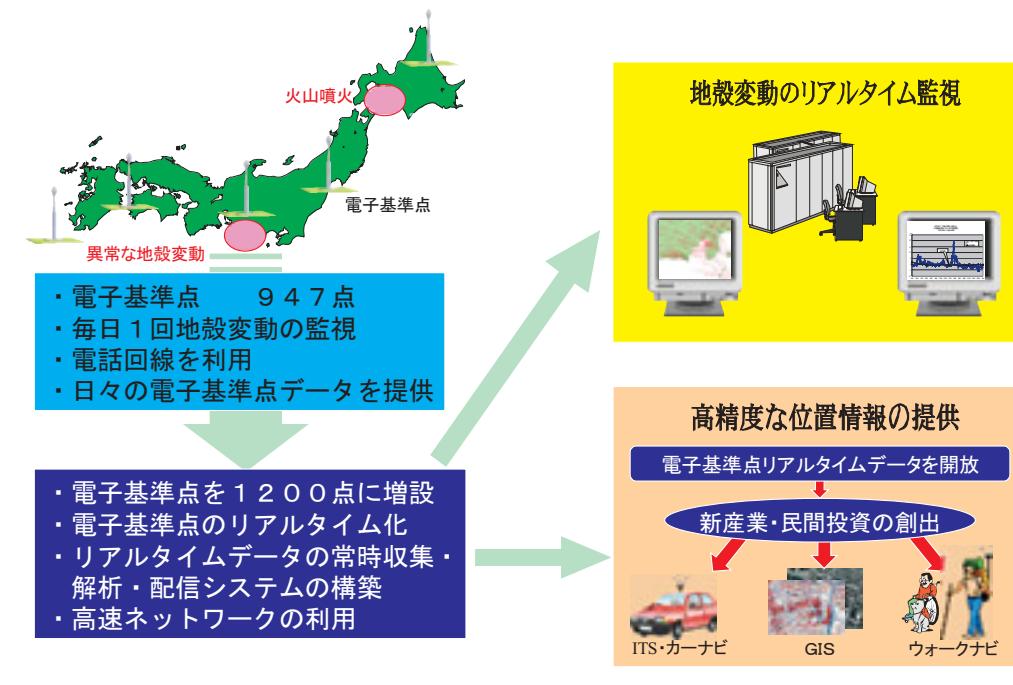
## 測地成果2000から期待される効果

- 國際位置標準に基づく位置情報サービスや GIS構築の進展
- 測地成果2000、また、二次的効果としての改測による公共測量成果の高精度化
- 電子基準点の GPS 連続観測データの活用

それではこういった測地成果 2000 からどういったことが期待されるかということですが、新しく経緯度の基準が変わったということで、そういう成果、あるいは地図の情報も含めて国際標準に基づく位置情報サービス、あるいはG I S の構築が進展するのではないかと期待しています。それからまた、こういうふうに成果が変わったということで、いろいろ座標変換を行っているところですが、測量の資料が古くなつたので改測をしようというところもあります。たとえば、国土調査における四等三角点の改測が進められていますが、そうした二次的効果としての改測によって、公共測量成果がさらに高精度化することが期待されています。

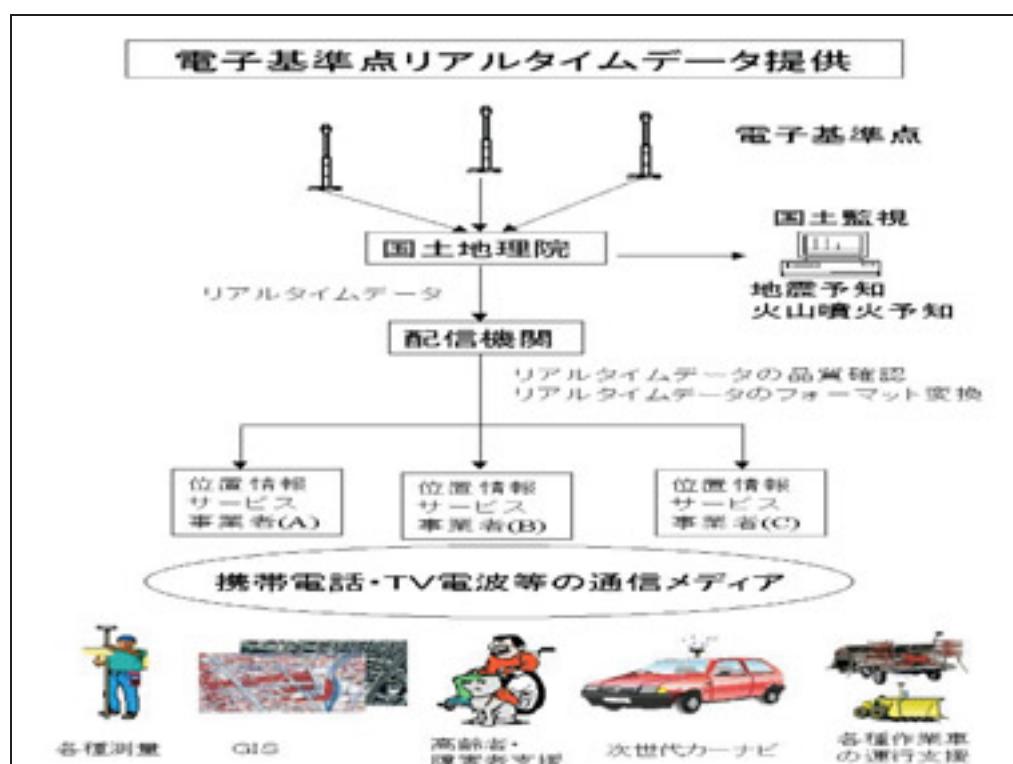
それから、電子基準点のG P S の連続観測データを使用することができるようになるということで、それを活用することが期待されます。

# 電子基準点リアルタイムデータの活用



これは電子基準点リアルタイムデータの活用ですが、現在、電子基準点、GPS の連続観測点が全国に 947 点あります。毎日 1 回、地殻変動を監視するということで電話回線を利用して情報をを集め、それで地殻

の変動の状況をモニターしていますが、さらにこれを 1200 点に増設し、リアルタイムに情報を取り出す。国土地理院の立場としては地殻変動をリアルタイムに監視することですし、またその連続観測データ



# GPSリアルタイムデータ提供の状況

- 5月27日より200点の電子基準点リアルタイムデータ提供を開始
- リアルタイムデータの提供は今年度中約900点に拡大
- 電子基準点数を947点から1200点に今年度増



の情報を提供することによって、位置情報サービスにも資することが期待されています。

現在、国土地理院から配信機関を通して、位置情報サービスを行おうとされている方が電子基準点リアルタイムデータを使えるようにという仕組みを進めているところです。

このリアルタイムデータの提供につきましては5月27日、この図に書いてあるように大都市圏を中心としたところですが、すでに200点の電子基準点リアルタイムデータの提供が開始され、さらに900点に拡大する、それから電子基準点数そのものについては、今年度1200点に増をするというところです。

## 測量行政を取りまく最近の動向

- IT化の推進
- GISの整備・普及の推進
- 宇宙利用の進展

こうした世界測地系を導入した背景、あるいは状況等についてお話ししましたが、それと関連してわれわれの測量についていろいろと大きな流れがあると考えています。世界測地系に関連したということで三つほど挙げさせていただきたいと思います。一つは国として進めているIT化の推進、それからGISの整備普及の推進、宇宙利用の進展です。

## IT化の推進

- 高度情報通信ネットワーク社会形成基本法  
(平成13年1月6日施行)
- e-Japan重点計画(平成13年3月29日)  
⇒世界最先端のIT国家の実現
  - ・高度情報通信ネットワークの形成  
GISと連携した高度な移動体通信サービス
  - ・行政の情報化(電子政府) 等

IT化の推進につきましては法律で高度情報通信ネットワーク社会形成基本法ができ、これが平成13年1月6日から施行されています。これに基づいていろいろと計画が進められています。この法律の中では重点計画を定めるとなっていますが、

「e-Japan 重点計画」が平成13年3月に定められ、この中で高度情報通信ネットワークの形成、われわれで関係するところではGISと連携した高度の移動体通信サービス等、あるいは行政の情報化、これは電子政府と呼んでいますが、行政に関する情報を電子化する、あるいは諸手続きを電子化する等です。またこれについては最近新しくこの計画について見直しがされたところです。基本的には2005年ぐらいをめどに、世界最先端のIT国家をつくっていこうということです。

## GISの整備・普及の推進

- GISアクションプログラム2002-2005  
(平成14年2月、GIS関係省庁連絡会議)
  - ・国土空間データ基盤の標準化と使用
  - ・地理情報の電子化・流通の促進
  - ・地理情報の電子化と提供
  - ・GISの普及支援と活用 等
- GISの国際標準化(ISO/TC211の活動)

それからGISの整備普及の推進についてはGISのアクションプログラム2002～2005、これはGISの関係省庁の連絡会議ですが、この2月に国土空間データ基盤の標準化と使用、地理情報の電子化・流通の促進、地理情報の電子化と提供、GISの普及支援と活用等について、具体的なアクションプログラムをつくって進めようというところです。それからGISの国際標準化をISO/TC211の活動を通じて進めていることも周知のことだと思います。

## 宇宙利用の進展

- 陸域観測技術衛星 (ALOS)計画(2004)  
\*地図作成、地域観測等
- EUによるGALILEO計画  
\*運用開始(2008)
- 準天頂衛星構想 等

それから宇宙利用の進展ということについては、GPS等、あるいは高解像度衛星等がすでにあります、さらに今後もわれわれに関連したもので言いますと、陸域の観測技術衛星ALOSが2004年に打ち上げられることとして準備が進められているところです。これは地図作成、あるいは地域観測等に用いるものということです。

それからEUによってGPS相当の測位システムとしてガリレオ計画を進めるということが決定され、すでにその開発などに入っており、操業開始は2008年を予定しているという状況です。

またこれは国内の衛星ですが、準天頂衛星というものについての構想が出ているといった状況です。

## 国土地理院の電子国土構想

- 電子国土とは

「地理情報には、(中略)変化する国土を連続的あるいは定常的に観測して得られる動的な情報が含まれており、これらを統合することにより、現実の国土と同様に変化する仮想的な国土」

国土地理院政策懇談会(平成12年12月)

このような状況の中で国土地理院としてはどんなことをしているかと言いますと、「電子国土」構想を現在考えているところです。この電子国土と言いますのは、国土地理院で有識者の方々から、今後どういった方向で進めるかということについて、いろいろご意見を伺う場として国土地理院の政策懇談会を設けましたが、そのときにご提言いただいたということです。地理情報には、その国土の連続的、あるいは定常的に観測して得られる動的な情報が含まれており、これらを統合して現実の国土と同様に変化する仮想的な国土の構築といったものを目指したらどうだろうかということでした。

## 電子国土の推進施策

- 基盤的地理情報の整備
- 位置情報提供基盤の整備
- 地理情報流通のための仕組み構築
- 電子政府のための行政情報電子化等の推進

では具体的にはどんなことをやろうとしているかと言いますと、基盤的な地理情報の整備、あるいは位置情報提供基盤の整備、地理情報流通のための仕組み構築、電子政府のための行政情報電子化等の推進などをやろうということですが、さらに具体的なイメージを固めようとしている段階です。

## 測量調査の役割の拡大

- 高度情報通信ネットワーク技術、宇宙技術を用いた大量の地理情報データの収集
- 位置情報の広範な分野での高度利用
- 地理情報他の多種データの総合化と解析による価値の創出
- 地理情報等を用いた各種シミュレーションや予測等のためのシステム構築 等

以上のような中で今後、測量調査の方向はどのようになるだろうかということですが、測量調査の基礎的な部分、測量を所要の精度に沿って行う部分を根っことして、さらに今後測量調査の役割は大きく拡大する時期になるのではないかと思っています。1点は高度情報通信ネットワーク技術、宇宙技術などを用いて地理情報データを大量に収集することが行われていくだろう。それから現在、時間については時計という手段を用いて簡単に知ることができます、位置情報についてもだんだんそういう時代が来るだろう。そうするとそういった位置情報の広範な分野での高度利用が行われていくだろうと考えています。

それから地理情報や他のデータを総合化して解析することによって価値を生み出していく。さらに地理情報その他の多種データを用いた各種シミュレーション、あるいは予測等のシステムを構築する役割も負っていくのではないかと思っています。これは、こちらに移行するというよりは、このように拡大していくと私は考えています。以上、私の最初の説明とさせていただきます。

**伊理** どうもありがとうございました。それではまた先ほど申し上げましたようなことですので、時間を置かずに次の斎藤様からのお話を伺いしたいと思います。それではこちらに出ていますが、とにかく新しい測量調査技術についていろいろなご経験をお持ちだし、非常に詳しい斎藤様のお話を伺いたいと思います。