

## GPS/GNSS 2009（衛星測位システムに関する国際シンポジウム）出席報告

### “新しい時代の始まり”

第4分科会委員長 金澤 輝雄

期間：2009年11月4日～6日

場所：国際会議場、韓国チェジュ

### 概要

GPS/GNSS 2009 は衛星測位システム(GNSS)に関する国際シンポジウムで、年1回開催されている。今年のシンポジウムの副題は「Interchangeability for PnP GNSS」であった。PnPはPlug and Playの略で、すなわち、受信機の電源を入れればユーザーは衛星の違いを認識せずに複数のシステムの衛星を使えることを意味する。GNSS と言えばこれまでは米国のGPSとロシアのGLONASSの時代が長く続いてきた。しかし、これから数年の内にEUのGalileo、中国のCOMPASSという二つのシステムが加わり、さらに地域的な補強として日本の準天頂衛星(QZSS)やインドのIRNSSも動き出す。一方で、GPSの周波数増強やGLONASSの信号方式のGPSとの共通化等の質的な強化も予定されている。あと数年で衛星測位システムは、質・量ともに現在よりもはるかに充実したものになるろうとしているのである。来年のシンポジウムの副題が「At a Turning Point」とされているのも頷ける。まさに新しい時代が始まろうとしており、利用者にとっては数年後が待ち遠しいものである。



チェジュ国際会議場

### シンポジウムの歴史

このシンポジウムは今回、韓国のGNSS Technology Council (GTC)が主催する国内のワークショップと合併して開催された。GTCは1994年に発足した組織で、当初は韓国国内向けのワークショップを年1回開催していたが、各国との連携により1999年からは国際的なシンポジウムを韓国で開催するようになった。さらに、2002年からは国際シンポジウムがアジアの各地で開催されるようになったため、韓国国内のワークショップは別に開催されるようになったものである。国際シンポジウムは、2008年は日本、2009年は3年振りに韓国で開催、そして2010年には10月に台湾での開催が予定されている。参加者は200名余り。今回は韓国での開催であったため韓国からの出席者が多く、ついで日本や中国が目

立ち、欧米からの参加は少数であったが、GPS や Galileo の関係者が出席して講演した。  
なお、ロシアの GLONASS に関する直接の報告はなかった。



会議場入口の横断幕

## プログラム

本シンポジウムは4つないしは5つのセッションが並行して進められたので、プログラムを見ながらあっちの会議室からこっちの会議室へと頻繁に移動を繰り返すことになった。多数の発表の一部しか把握していないため、個別の発表のタイトルは省略して以下にセッション名のみ掲げることにする（各セッションには3～5の発表が含まれている）。なお、**Domestic** と表示されているセッションは発表が韓国語で行われたので、国内ワークショップの位置付けであると思われる

4日（水）

- Opening Ceremony
- Keynote Speech
- Plenary Talk
- Status of GNSS

5日（木）

- TA1: GNSS Receiver Technology
- TB1: Indoor Navigation and Land Application
- TC1: Atmosphere Effect (Ionosphere I)
- TD1: GNSS Augmentation and Applications
- TA2: GNSS Signal Processing (I)
- TB2: Indoor Navigation and Pseudolite Applications
- TC2: Atmosphere Effect (Ionosphere II)
- TD2: Integrity Monitoring
- TA3: GNSS Signal Processing (II)

- TB3: Timing Applications
- TC3: Atmosphere Effect (Troposphere)
- TD3 (Domestic): Indoor Navigation
- TE3 (Domestic): Telematics/LBS
- Poster Session (I)
- TA4: System and Performance Analysis
- TB4: Survey/Mapping/GIS
- TC4: POD (Precise Orbit Determination)
- TD4 (Domestic): GNSS Receiver/SDR
- TE4 (Domestic): Anti-jamming

6日 (金)

- FA1: Inertial System and Integration (I)
- FB1: Space Geodesy / Earth Science (I)
- FC1: Hybrid Receiver Technology
- FD1 (Domestic): DGNSS
- FE1 (Domestic): GNSS Applications (1)
- FA2: Inertial System and Integration (II)
- FB2: Space Geodesy / Earth Science (II)
- FC2: Enhanced Loran
- FD2 (Domestic): Algorithms
- FE2 (Domestic): GNSS Applications (2)
- Poster Session (II)
- FA3: Inertial System and Integration (III)
- FB3: PPP/RTK Applications
- FD3 (Domestic): Survey
- FE3 (Domestic): Precise navigation / Timing
- Closing Ceremony



セッションの発表風景

## GNSSの現状と将来計画のまとめ

何人かの発表と外部資料も合わせ、衛星測位システムの現状と近未来（これから数年）における将来計画を紹介する。

### ・ Galileo

EUが開発しているシステムで、2005年に試験衛星が打ち上げられ評価の結果も良好で、本格運用の予算が既に承認された。2010年末頃から本衛星の打ち上げが行われ、2016年には30衛星での運用を目指す。GPS衛星が使用しているセシウム原子時計よりも精度の高い水素メーザー時計を搭載することにより、時刻精度の向上が見込まれる。

### ・ COMPASS

中国が開発している衛星測位システムで、軌道衛星30機と中国地域を強化するための静止衛星5機で構成される。2009年末にも打ち上げが開始されることになっている。

### ・ QZSS

日本が開発している準天頂衛星で、1号機が2010年夏に打ち上げられる予定である。その後、評価を経た上で3機による運用が計画されている。GPS衛星と同一の仕様で、日本上空に長く留まる南北にいびつな8の字型の特殊な軌道を取り、日本周辺地域での衛星測位システムの利用を補強する。

### ・ IRNSS

インドが自国の測位の増強を目的に計画しているシステムで、静止衛星7機で構成される。2009年にも打ち上げが開始されることになっている。

### ・ GPS

米国が運用するシステムで、30機による運用体制を維持していく。今後打ち上げる衛星にはL2CとL5の新しい周波数の信号を追加する。また、GalileoやQZSSとの相互利用のために、第4の周波数としてL1Cを2014年の打ち上げを目標に追加する。

### ・ GLONASS

ロシアが1995年に一旦はシステムとして完成したが、その後の経済の低迷により補充衛星の打ち上げが滞り、衛星数が減少して20機を切った。しかし、ここ数年は打ち上げのペースを加速し、2011年には30機による運用を目指している。

また、GPSやGalileoで使用されている信号方式は符号分割(CDMA)（注：CDMA方式の携帯電話では、基地局が携帯電話を捕捉し、通信を確立するためにこの技術を用いている）であるが、GLONASS衛星から送信されている信号は周波数分割(FDMA)と呼ばれる方式で、他の衛星測位システムと異なっていることから、一つの受信機でGPSとGLONASSを受信できるようにするのは簡単ではなかった。そこで、2006年に行われた米国とロシアの間の協議により、ロシア側は衛星測位システムの相互利用の観点からGLONASSの信号をGPS等と同様に符号分割に変更することに同意した。詳細は未定であるが、今後、新衛星の打ち上げによりシステムの代替が進められる見込みとされている。

## compatibility（両立性）と interoperability（互換性）

compatibilityとは、個々のシステムが互いに相手のシステムに妨害・干渉を与えないこと、また、interoperabilityとは、複数のシステムを組み合わせることで、単独のシステムを利用した場合よりも充実したサービスが提供できることを意味し、両立性と互換性とで

も訳すべきであろう。GPS を運用する米国は、Galileo の EU、GLONASS のロシア、QZSS の日本、IRNSS のインドと個別に協議の場を持ち、両立性と互換性の確保に向けてイニシアチブを発揮している。

一方、国連も、これらの国々に COMPASS を開発する中国のほか、ICAO（国際民間航空機関）、IMO（国際海事機関）、ITU（国際電気通信連合）といった関係する国際機関も加えて International Committee on GNSS (ICG) という委員会を設けて年に 1 回開催し、GNSS に関する国際協力を推進するための調整を行っている。2009 年には第 4 回が開催された。この会議でも、compatibility と interoperability は大きなテーマの一つとなっている。

### 新しい時代への期待

数年後に衛星数が一挙に増加することで、これまで衛星測位が力を発揮しにくかった大都会のビルの谷間でも、必要な数の衛星が受信できる確率が高くなる。compatibility と interoperability が確保され、地球を取り巻くことになる 100 機を越える衛星群が、相互に干渉せず、利便性の高い一体のシステムとして機能することを期待したい。

### チェジュ島

チェジュ島は、韓国の最南端、韓国本土からは 130km 南で福岡県と同緯度の東シナ海に浮かぶ東西 70km、南北 30km 程度の楕円形をした火山島である。島の中央には標高 1950 m のハルラ山が聳える。空港は島の北側の済州（チェジュ）市にあるが、国際会議場は島の南側の西帰浦（ソギポ）市にあるので、リムジンバスで島を縦断することになる。ハイアット・リージェンシーホテルやロッテホテルをはじめ、いくつものホテルが集中する中文観光団地という地域のはずれにある。



国際会議場とハルラ山

島の中央のハルラ山、島の東部の海岸にある噴火口跡の城山日出峰（ソンサンイルチュルボン）、及び、島の北東部の拒文岳（コムンオルム）溶岩洞窟系を合わせ、「済州の火山島と溶岩洞窟群」として2007年にユネスコ世界自然遺産に登録されており、島内各地に見所がある。溶岩洞窟は、富士山の風穴のように溶岩が流れたあとの空洞で、チェジュ島の世界自然遺産には5つの溶岩洞窟が登録されている。その中で最も規模が大きい万丈窟は直径が10m、長さが8kmを越える世界的な長さで規模を誇る。チェジュ島は、日本からも観光を目的に訪れる人が多いが、韓国では新婚旅行の行き先として人気があるとのことであった。

町の通りやホテルの庭など、いたる所で目にするのがトルハルバン（石のおじいさん）で、もともとは村の入り口の守護神であったが、現在はチェジュ島のシンボルとなっている。トルハルバンの形をした飾りやチョコレートの土産物がたくさん売られている。チェジュ島は韓国で唯一みかんの採れる地域で、これも島の土産の一つとなっている。



トルハルバンの石像とレセプションでの氷像