

**我が国における
衛星測位システムのあり方について
中間整理（案）**

**平成 16 年 1 月 16 日
総合科学技術会議
宇宙開発利用専門調査会**

目 次

はじめに	2
1．世界における衛星測位の現状と展望	3
(1) 米国GPS衛星の経緯と現状	3
(2) GPS衛星の将来計画	4
(3) 欧州におけるガリレオ計画の概要	4
(4) 他国の状況	6
2．我が国におけるGPS測位の利用状況と展望	7
(1) 日米GPS協力	7
(2) 官民における利用概況	8
(3) GPS測位の今後の展望	13
3．我が国としての衛星測位システムのあり方	15
(1) 安全保障・危機管理	15
(2) 自立性	15
(3) アジア・オセアニア地域への国際戦略	16
(4) 基盤的サービスとしての測位の公共性	17
(5) 中間整理	18
(参考1) 用語集	20
(参考2) 「自立性を持った衛星測位システム」の構成例	24
(参考3) 宇宙開発利用専門調査会名簿	26
(参考4) 宇宙開発利用専門調査会 測位分野検討会名簿	27
(参考5) 宇宙開発利用専門調査会・測位分野検討会での審議経過	28

はじめに

「測位」すなわち「位置を測る＝正確な位置を知る」ことは、国民生活の様々な分野において、利便性、快適性の向上をもたらすとともに、国家から個人のレベルまで幅広く安心・安全の確保に大きく貢献している。

近年の測位関連サービスの急速な発展は、グローバルな衛星測位システムである米国の GPS が、民間に無償で測位信号等の配信を行ったことが大きく影響している。GPS の受信機さえ持てば、誰でも GPS のサービスが受けられるため、GPS を利用した様々なアプリケーションは、著しい成長を見せている。

産業界を含め広く国民が恩恵を被っている米国 GPS の利用に関して、日米両国首脳は平成 10 年に共同声明を発表し、我が国は GPS 利用を促進するために米国と密接に協力していくことが確認されている。

一方、GPS 利用の進展と並行して、我が国におけるサービスエリアの天頂付近に衛星を配置できる準天頂軌道を利用し、測位と通信・放送の融合による新たなサービス拡大を目指した準天頂衛星システム構想が平成 13 年 7 月に日本経済団体連合会から提案された。平成 14 年 6 月に総合科学技術会議が意見具申を行った「今後の宇宙開発利用に関する取組みの基本について」においては、「質の高い移動体通信と測位情報の提供が可能となる準天頂衛星システムの開発・整備を、官民の連携の下に推進する」との方針が定められた。

その方針のもと、平成 15 年度予算として「準天頂衛星システム」の研究開発の概算要求がなされ、それを受けて、平成 14 年 12 月、総合科学技術会議において大規模研究開発としての「国家的に重要な研究開発の評価」が実施された。そこでの評価結論は、「国による技術開発・軌道上実証、民間による事業化を行うことにより、新たなビジネス機会を創出し経済活性化に資することができる」ことから「指摘事項及び留意点を踏まえて、研究開発を推進することが適切である」とされ、指摘事項の第一として、「官民の役割分担の明確化」が挙げられている。特に、「準天頂衛星システム」の測位ミッションに関しては、「必要な技術開発は国が主体的に行うが、実用化に際しても公共性、公益性を担保する観点からの国の役割について引き続き検討する」とこととされている。

本報告は、上記課題の検討にあたり基本となる「我が国の衛星測位システムのあり方」について、最新の内外の衛星測位システムとその利用の動向も踏まえ、総合科学技術会議宇宙開発利用専門調査会で議論を行った論点のまとめである。

なお、衛星測位システム整備・運用担当機関や「準天頂衛星システム」のあり方に関しては、今後、関係省庁及び民間において引き続き検討を進めていく必要がある。

1 . 世界における衛星測位の現状と展望

(1) 米国 G P S * 衛星の経緯と現状

- 米国における衛星測位システムは軍事目的として開発が始まり、第1世代は1960年代に NNSS(Navy Navigation Satellite System)として実用化され、後に民間に開放された。NNSS は、測位できる時間が限られているなどの問題があり、軍事目的として1970年代初頭にはGPS研究が始まった。
- 1980年代、非軍事利用に開放するよう大統領から指示が出され、1993年12月に24機(6軌道に各4機)の衛星が揃い、正式な運用宣言を行い、民間利用が開始された。
- 1996年に米国GPS政策が発表され、GPSと米国政府のGPS補強システムの管理のために常設の IGEB(Interagency GPS Executive Board : GPS政策諮問委員会)の設置と、GPSの標準測位サービス(SPS)を端末利用者に直接課金することなく提供することとなった。
- 1998年にGPSの利用における日米協力に関する共同声明「全世界的衛星測位システムの利用における日本国政府とアメリカ合衆国政府との間の協力に関する共同声明」が発表された。
- 2000年5月にSA(Selective Availability:選択利用性)の停止宣言が出され、意図的に信号の精度を落とすSAは停止され、全世界での平均では、水平面内の95%誤差は100mから13mに改善された。
- GPSの管理体制は、政策決定と複数の省庁にまたがる予算要求を行うIGEBの下に、軍用は国防総省が、軍用を除く利用は運輸省が、国際調整は国務省が担当しており、システムの整備、運用は国防総省が行っている。
- GPSの送信信号には、民生用と軍用のものがあり、民生用のSPSに使用されるL1周波数のC/Aコード*と、軍用の暗号化されたL1/L2周波数のP(Y)コード*が送信されている。
- 米国での民生利用の特徴は、カーナビゲーション(カーナビ)の需要が日本ほど高くないこと、E911*による携帯電話での利用拡大が予想されることが挙げられる。

- GPS のプログラム資金は、継続的に開発が行われているので、増加する構造となっており、正確な見積もりは難しいが、1974 年から 2016 年までの打上げ費用を除く衛星 118 機の資金は、約 85 億ドル(1995 年換算)となっている。

(2) G P S 衛星の将来計画

- GPS の利用増大に伴い、軍の電波妨害耐性の高度化要求、民生の精度/信頼性向上要求が生じ、GPS 近代化計画が始まった。GPS の近代化は、15 年を複数のフェーズに分けて実施し、最終フェーズ衛星による完全運用状態は、2014 年に計画されている。その後の世代の検討も開始されている。
- 近代化では、民生用、軍用ともに新しい信号が追加される。民生用に追加される信号は、2 種類ある。ひとつは、L2 周波数に C/A コード、もしくは新しいコード(初期捕捉のための短いコードと耐干渉性を考慮した長いコード)の追加である。もうひとつは、生命の安全に係るサービス目的で、新しい周波数(L5 周波数)の追加であり、L5 周波数の追加により、2~3 周波数を用いた精度向上や、信頼性の向上を行う。軍用には、秘匿性に優れ、電波妨害環境下での運用可能な M コードが、L1/L2 周波数に追加される。
- GPS 近代化後も現受信機を利用できるが、近代化信号を利用するためには、受信機の更新が必要である。
- 1998 年に制定された Commercial Space Act(Public Law 105-303)では、端末利用者に直接課金することのないように GPS を運用することを保証するよう、議会は大統領に求めており、2001 年の第 1 回日米 GPS 全体会合においてもサービスの無償提供の継続を再確認している。

(3) 欧州におけるガリレオ計画の概要

- 欧州にとって、衛星測位システムは、さまざまな活動に不可欠であるため、GPS だけに依存せず、自立性を確保しつつ、既存システムと互換性のあるシステムとして、ガリレオを計画している。
- ガリレオは、基本的に民生システムであり、2008 年には 3 軌道に各 10 機の衛星を配し、精度的にも GPS と同等のサービスを開始する予定である。ガリレオを利

用するには、現在の GPS 受信機では利用できず、専用の受信機が必要となるが、GPS とガリレオを共有する受信機の開発も進んでいる。

- ガリレオが提供するサービスは、以下の 5 種類である。
 - ・ 無償で測位と時刻を提供する開放サービス(Open Service : OS)
 - ・ OS が精度を満たしているか、警報を発する生命の安全に係るサービス(Safety of Life Service : SoL)
 - ・ OS の信号に加え、暗号化した信号により高精度を提供する有償商用サービス(Commercial Service : CS)
 - ・ 安全保障などアクセスを制御されたユーザに提供される政府規制サービス(Public Regulated Service : PRS)
 - ・ 救難信号を中継する救難・捜索サービス(Search and Rescue Service : SAR)
- ガリレオのシステム整備・運用機関は、段階毎に分けられており、開発・検証段階(Development and Validation Phase)においては 2002 年からの 4 年間の時限組織(Galileo Joint Undertaking)が当たり、その後、免許企業体(Concessionaire)が当たる。免許企業体の入札選別は応募者のビジネスプランを含めて評価の上、2004 年前半までに決定する予定である。
- 開発段階は政府機関が 100%出資するが、展開段階(Deployment Phase)では政府機関資金分担は 3 分の 1 を上限とし、全体資金調達構想は 10%の出資金と 90%の借入金としている。
- 2000 年 12 月付けの欧州委員会によるガリレオのコスト試算は、開発・検証段階で 11 億ユーロ、展開段階で 23 億ユーロ、運用段階では年間 2.2 億ユーロとされる。
- 収入源としては、ガリレオのチップセット*に使用料を課す(0.5 ユーロ/チップセット程度)ことと、商用サービス(高精度など)の付加価値収入が挙げられている。
- ガリレオの利用計画のひとつとして、欧州版の電子通行料金徴収システムが提案されており、全ての車両にガリレオ受信機を搭載することにより、あらゆる種類の料金徴収や交通管理が可能となる。
- ガリレオ計画への参加国は、当初よりの欧州連合、カナダに加え、中国、インドも資金拠出を含め、参加を表明している。

(4) 他国の状況

．ロシア

- ロシアにおける衛星測位システムは、旧ソ連で軍事用に開発された GLONASS* があり、1982 年より衛星が打上げられ、1993 年 9 月に公式運用が開始された。1990 年代には民間も利用可能となり、現在、ロシア航空宇宙機関と国防省により運用管理されている。
- システム構成は、3 軌道に各 8 機の衛星を配し、信号には標準精度信号と高精度信号がある。無償開放されている標準精度信号の精度は GPS より劣り、水平方向で 70m 前後であり、現在稼動している衛星数は 8 機前後であることもあり、GLONASS のみでは十分な利用はできない。しかしながら、高緯度地域をカバーする衛星配置であるために、GPS と合わせて使用すると全世界のカバー率がほぼ 100% となり、GPS と統合された受信機も販売されている。
- 新しい世代の衛星が順次打上げられ、今後、24 機全てを再配備する計画がある。

．中国

- 中国における衛星測位システムとして、Beidou Navigation System(北斗)を持つ。現在 3 機の衛星を静止軌道上に打上げている。
- 北斗開発とは別に、中国政府はガリレオ計画に 2.3 億ユーロの資金拠出を決め、2003 年 10 月 30 日に欧州共同体及びその加盟諸国との合意文書に調印した。

2. 我が国における GPS 測位の利用状況と展望

(1) 日米 GPS 協力

- 平成 10 年(1998 年)9 月に「全世界的衛星測位システムの利用における日本国政府とアメリカ合衆国政府との間の協力に関する共同声明」が発表された。その内容は以下のとおりである。
 - ・米国は、平和的、民生的、商業的及び科学的利用のために、継続的かつ全世界の利用者に対して直接課金することなく GPS 標準測位サービスの提供を継続する。
 - ・日本は、全世界的な測位、航行及び調時の標準の一つとして、GPS 標準測位サービスの幅広くかつ効果的な利用を促進するために、米国とともに密接に行動する。
 - ・両政府は、緊急事態に対する準備の必要性とともに、民生利用を不当に中断又は劣化させることなく GPS 及びその補強システムの誤用・悪用を避ける必要があることを確信する。
 - ・両政府は、GPS の民生利用を促進及び円滑化するために協力する。
 - ・日米 GPS 全体会合の設置を決定する。
 - ・共通の関心事項について議論するために、全体会合の下に作業部会を設ける。
議論は当初、故意及び偶発の干渉を特定し通報する方法、緊急事態における GPS 標準サービスの利用並びに緊急時の通報体制を含む、商業的及び科学的利用並びに輸送安全性に焦点を当てる。
- 平成 13 年(2001 年)2 月の第 1 回日米 GPS 全体会合において、米国による GPS 標準測位サービスの無償提供の継続を再確認した。また、GPS の民生利用についての情報交換を行うこと、引き続き密接な協力を進めていくことを確認した。
- 平成 14 年 (2002 年)10 月の第 2 回日米 GPS 全体会合において、日本は準天頂衛星システム*構想の説明を行い、米国との間で技術的な調整を行う GPS/準天頂衛星技術ワーキンググループの設置を決定した。技術的な調整の内容は、混信防止、能率的利用などである。
- GPS / 準天頂衛星技術ワーキンググループ (TWG) 会合(平成 14 年(2002 年)12 月第 1 回、平成 15 年(2003 年)5 月第 2 回) において、周波数、信号コード、測地系、時刻系等について検討を行った。
TWG 会合における検討状況は次のとおりである。
 - ・周波数： GPS の 3 つの民生用周波数を使用可能とする。
 - ・信号コード：GPS の民生用コードと同じ体系のコードを使用可能とする。
 - ・測地系*： GPS の測地系と、我が国の測地系のいずれを使用しても差異は 1cm

以下であり問題がない。

- ・時刻系： 準天頂衛星は標準時刻に同期し、GPS 時刻とのずれは衛星経由で配信すれば問題がない。

- 第3回の TWG 会合は平成 16 年(2004 年)1 月に予定されている。

(2) 官民における利用概況

．政府機関における利用状況

A ．電子基準点

- 国土地理院は、位置(緯度・経度)の基準を与えること及び地殻変動を監視することを目的に電子基準点の設置を平成 3 年度より開始した。現在約 20km 間隔で 1,200 点を設置済みである。平成 14 年 4 月から日本は世界測地系^{*}を適用し、GPS による緯度・経度と整合している。
- 日本は年間数 cm 程度の地殻変動があり、電子基準点において 24 時間連続観測を行うことにより地殻変動を監視している。
- 電子基準点のデータを利用すれば測位精度の向上が可能である。電子基準点データは観測から数日後に公開され、各種測量・地図作成の基準点として利用されている。
- 平成 14 年 5 月から全国 200 電子基準点のリアルタイムデータの提供を開始し、平成 15 年 10 月からは 931 点に拡大された。これにより、電子基準点データを利用した仮想基準点^{*}方式等のリアルタイム測位技術の利用環境が整備され、全国でのリアルタイム測位が可能となった。

B ．ディファレンシャル GPS^{*} (海上)

- 海上保安庁は、航行船舶の安全を確保するため、国際的な取り決めにに基づき、平成 11 年 4 月から全国 27 箇所の DGPS^{*}局から中波無線標識(ラジオビーコン)により、補強情報^{*}を放送している。
- 送信局から半径 200km の範囲で使いがで、ほぼ日本全国を網羅している。

- 国際的な技術基準があり、外国でも相互運用性が確保される。

C．運輸多目的衛星用衛星航法補強システム（MSAS）

- 国土交通省は、航空交通の安全性向上、交通容量の拡大及び経済性改善のために、平成 16 年に打上げられる予定の運輸多目的衛星(MTSAT)を使用した衛星航法補強システム(MSAS)を平成 17 年度から運用する予定である。
- MSAS は国際民間航空機関(ICA0)が提唱している次世代航空管制システム(CNS/ATM)に基づき提唱された全地球的航法衛星システム(GNSS)の一部を構成する。
- GNSS は、衛星測位システム（GPS、GLONASS 等）及び補強システムからなる。補強システムは、ABAS（航空機上における衛星航法の補強システム）、SBAS（静止衛星を介して広範囲に補強情報を提供するシステム）、GBAS（地上から補強情報を直接航空機に提供するシステム）と GNSS 受信装置から構成される。
- SBAS の 1 つとして、日本は MSAS を運用する予定であるが、米国は INMARSAT*を使用した WAAS*を平成 15 年(2003 年)7 月から運用を開始し、欧州は INMARSAT 及び ARTEMIS*を使用した EGNOS*を平成 16 年(2004 年)から運用開始する予定である。これら 3 つのシステムで、全世界をカバーする。
- GNSS の規格は ICA0 で国際標準化されており、相互運用性が確保される。MSAS もこれに準拠して整備される。SBAS の信号を受信するためには SBAS 受信機が必要である。
- 航空機の航法に使用する衛星測位システムには、完全性、精度、利用可能性、サービスの継続性の 4 つの要素が必要で、GPS 単独では満足しないため、MSAS はその実現のための補強システムとなる。

D．官の利用アンケート結果

- 宇宙開発利用専門調査会では、平成 15 年 9 月に関係省庁を対象として、GPS 測位利用に関する調査票により、GPS 測位の利用状況・問題点、測位に対する要望などの調査を行った。回答は、防衛庁、警察庁、総務省、文部科学省、農林水産省、経済産業省、国土交通省の各部局・各機関からあり、全回答数は 64 であった。

- GPS 測位システム利用者の半数は測位精度に不満を持っているが、精度を向上させる補強サービスの利用は全体の 2 割弱にとどまっている。利用者の要求精度は 1m 程度が非常に多く、測位補強サービス^{*}の利用により改善することが予想される。高精度を達成するための測位補強サービスは使用料が高額であるとの指摘があった。
- 全体の半数程度が測位可能エリアや測位可能時間に問題があると回答し、特に山間部での利用が問題となっている。その改善のために GPS 補完機能^{*}を有した準天頂衛星システムの利用が考えられる。補完機能の使用要望は 6 割強であるが、費用によっては利用したいとの回答もあることから、実際には 8 割強が使用を要望していると考えられる。補完機能を利用する際に適応する受信機が必要かなどの条件が不明であるが、条件によっては利用の拡大につながり、効果が期待される。
- 誰がその整備を行うかについては、補完機能を使用したいと回答した者の 9 割強が、インフラとして国が整備すべきと答えている。

E . その他の利用

- GPS 測位システムでは、衛星から高精度の時刻情報の送信を行い、4 個の衛星の時刻情報から受信地点の緯度、経度、高さ、時刻を算出することで、測位を行っている。そのため時刻の同期に利用することが可能である。
- 独立行政法人通信総合研究所(CRL)は、原子時計を使って日本標準時を生成し、地上の 2 つの長波無線局により全国に送信しているが、GPS 衛星の時刻を介して協定世界時^{*}と比較している。協定世界時との時刻差が 50 ナノ秒(1 億分の 5 秒)未満になるように、制御・維持されている。測位衛星等を利用して、日本標準時を通報する研究も計画されている。
- 科学目的としては、GPS 受信機を搭載した気球による上空の風向・風速測定が行われているほか、GPS 信号が電離層、大気を通過することで発生する測位誤差の補正用情報を利用した大気や電離層の状態の観測など、気象学や地球科学への応用研究も行われている。

．民間利用の現況

A．GPS 利用携帯電話

- 携帯電話に GPS 測位機能を付加した端末(GPS 携帯)が普及している。たとえば、携帯電話の通信事業者の一つである A 社の資料によれば 1,526 万台の契約者の約 40 パーセント、約 640 万台が GPS 携帯である。(平成 15 年 9 月現在)
- GPS 携帯を利用した歩行者用ナビゲーション*がすでにサービスを開始している。

B．自動車

- カーナビゲーション(カーナビ)は、GPS 測位の利用がもっとも進んでいる分野のひとつであり、平成 15 年 8 月現在の累積出荷台数は 1,359 万台である。なお、年間の自動車の販売台数が 400～450 万台であるのに対し、平成 14 年度の出荷台数は 242 万台である。
- 補強情報としては、B 社が FM 多重放送を通じて、全国 7 箇所の基準局の DGPS 情報を提供している。機器の販売価格に 500 円程度上乗せすることで、運用されている。
- 自動車の運行管理システムとしての利用も実用化されている。たとえば、C 社が運用しているシステムの端末契約数は 3,000 台を超えている。
- 安全の観点からの利用についても検討されているが、実用レベルからすれば、コスト増も含め現状性能(トンネル内、歩道橋下等の電波不感地帯での受信不可等)では不十分という状況である。

C．船舶

- プレジャーボート・漁船等を含めた船舶約 7,000 隻の GPS 機器搭載率は 98 パーセントに達していて、利用が進んでいる。
- 補強情報としては、海上保安庁の中波ラジオビーコンによる DGPS 情報が無料で使用できる。

D．航空

- 我が国の航空機約 1,900 機の GPS 機器搭載率は、約 34%となっている。
- 補強情報としては、平成 17 年度からサービスを開始する MSAS が利用できる予定である。

E．鉄道

- GPS 利用のほとんどは研究開発段階にあるが、日本貨物鉄道株式会社による位置追跡システムなどが、実用化されている。

F．測量

- 電子基準点を使用した測量が平成 14 年 4 月から公共測量^{*}に利用されるようになった。ただし、距離 10km 以上の場合には、高価な測量用の高精度受信機(2 周波を使用する)が必要になるとの問題もある。
- 補強情報としては、電子基準点のリアルタイムデータをもとに民間企業が測位誤差補正情報を生成し、有料で配信している。

G．建設

- 土木工事に必要な測量に使用されていて、特に長距離測量に効果が大きい。RTK^{*}を使用した無人化施工システムなどが実用化されている。
- 海上建設分野での利用が進んでいて、関西国際空港の建設などでも利用されている。補強情報としては、港湾基準点を使用した DGPS や RTK などのサービスを使用している。
- 建設分野での使用機器数は平成 13 年度で約 3,000 台と推定される。

H．安心・安全

- 民間警備会社による、GPS 携帯を利用した子供や老人の位置把握サービスや、車両盗難時の位置追跡システムなどのサービスが、すでに始まっている。

．その他

- GPS 衛星の時刻を利用して、携帯電話基地局間の時刻同期や、事象の観測記録の時刻管理などが行われている。

表 2 - 1 測位補強サービスの現状

種類	運営主体	基準局	送信局	利用料金
DGPS（中波ビーコン）	海上保安庁	27	DGPS 局 27 局	無料
DGPS（FM 多重放送）	民間会社	7	FM 放送局 41 局	端末に課金 (500 円程度)
DGPS / RTK	民間団体	16	移動無線 センター	年間 200 万円 (夜間を除く)
DGPS / RTK	民間会社	931 (国土地理院)	携帯電話	月額 3 万円程度
広域 DGPS	国土交通省 (MSAS)	8	MTSAT	(平成 17 年度 運用開始予定)

(3) GPS 測位の今後の展望

．安全保障・危機管理における活用

- 警察庁は、警察地理情報システムを整備し、警察官の位置、現場の地理情報の把握に利用している。
- 防衛庁は、現在、衛星からの測位情報は、主として、艦艇、航空機等の航法支援のために、慣性航法装置（INS）と併用して利用している。
- 消防庁は、緊急支援情報システム等を整備して、大規模災害時に応援に出動した緊急消防援助隊の位置情報把握に利用している。
- 海上保安庁は、国際的に整備された船舶保安警報システムを活用し、テロ攻撃を受けた事実及び当該船舶の位置の確認に使用する計画である。

．交通機関（自動車、船舶、航空機）による民生利用の拡大等

- 自動車においては、測位精度の向上により、ナビゲーション以外の用途にも利用が拡大すると期待される。
- 船舶においては、航海中の測位精度は現状でも担保されており、電子海図情報と組み合わせれば、座礁等の回避が容易となると期待される。
- 航空機においては、MSAS 等 SBAS に対応したシステムを装備することになる。
- 鉄道においては、列車走行位置検出や、試験車や新型車両の走行試験の際の位置測定、路面電車の運行管理などの研究開発が予定されている。

．個人向けサービスの利用拡大等

- GPS 携帯を利用したサービスでは、GPS が利用できない場合が問題となるが、GPS と携帯の融合サービスにより、精度は劣るが携帯の基地局からの情報を用いて測位が可能となるサービスもすでに存在する。
- 衛星測位サービスと屋内や地下街で整備されるシステムを統合運用することにより、屋外から屋内までシームレスなサービスが可能になり、測位分野全体として利用の拡大が期待できる。
- 歩行者向けナビゲーションの分野は、測位精度向上によるサービスの質向上など、利用の拡大が見込まれる。

．時刻系の供給

- GPS を含む衛星測位システムの意義として、「位置」を供給できることだけでなく、「正確な時刻」「信頼できる時刻」を供給できることがある。
- 商取引などの利用面においては、例えば為替レートなど、どの時刻の取引なのかが重要な情報となる。また、電子取引も日常的に行われる今日では、何時の取引かが重要な情報となる。

3. 我が国としての衛星測位システムのあり方

この章では、今後我が国としての衛星測位システムのあり方の基本方針を検討していくために、(1)から(4)の観点での論点と、それらを受けた論点の中間整理を提示する。

(1) 安全保障・危機管理

- 平成14年6月に総合科学技術会議が意見具申を行った「今後の宇宙開発利用に関する取組みの基本について」においては、我が国の宇宙開発利用の戦略に関して、衛星を用いた宇宙利用における重点分野の一つとして、『安全の確保（安全保障・危機管理）』を設定した。
- 危機管理の観点からは、例えば、視野が制限される都市部や山間部における災害時、テロ発生時の被災地点の把握や、救援部隊の配置に関する位置情報は、復旧、対処作業において非常に有益である。
また、既に民間でサービスが開始されている携帯電話を用いた位置情報を含めた緊急通報サービス等を支える衛星測位システムは、様々な通信手段と併せて利用することにより、官民に亘り、危機管理において非常に有効な手段を提供する社会基盤として期待される。
- 衛星測位システムによって得られる広範囲な「位置情報」は、安全保障・危機管理面における基礎情報であり、内閣官房、防衛庁、警察庁、消防庁等の、我が国の安全保障・危機管理を担当する部局において、その利用の検討が望まれる。

(2) 自立性

- 我が国の衛星測位システムは、日米GPS協力の枠組みの存在や既にその利用が広く国民生活に浸透している点から、GPSと互換性、相互運用性を持つシステムとする必要があり、GPSから完全に独立したかたちでのシステム構築は、現状では実質的に困難と考えられる。
- 一方、GPSに依存した状況においては、GPSシステムへの意図的な妨害、故障等によるGPSの運用停止、精度劣化等の不測の事態の発生に対し、我が国における衛星測位サービスが突然停止する、あるいは混乱を生じることを回避するための、GPSの代替手段の確保を考慮する必要がある。

- すなわち、日米 GPS 協力の枠組みに基づく GPS との互換性、相互運用性を有しつつ、GPS に何らかの事情により利用の制限が生じた場合でも、我が国における衛星測位システムのサービスを維持できるような「自立性を持った相互補完関係」の主体的な確立が必要である。
- GPS の代替手段として、まずは欧州のガリレオ計画が想定される。現在の欧米間の相互運用に関する調整状況等から技術的には問題ないと考えられるが、現時点ではシステムの実証実験が実施されておらず、現行の計画通りにシステムの展開と運用が確実に進むことが保証されていない。
また、ロシアの GLONASS の配備計画についても、現時点ではその実現性は担保されていない。
- 従って、我が国として、GPS に不測の事態が生じた場合においても、必要にして十分な測位が可能となるように、他の衛星測位システムに依存することなく、GPS と互換性、相互運用性を有する測位衛星を我が国が自ら配備することにより、自立性を持った衛星測位システムを構築することを目指すべきである。
- この自立性を持った衛星測位システムは、現状の準天頂衛星システム構想で計画されている軌道上 3 機の衛星を発展的に全体で 7 機体制とする案（参考 2、例 1 参照）、準天頂軌道*衛星群に静止衛星を組み合わせる案（参考 2、例 2,3 参照）等、様々な構成が想定され、実現性、コスト等、多角的な評価が必要である。
- 我が国の自立性を持った衛星測位システムとして最適な構成を評価検討する際には、現状の準天頂衛星システムをベースとした発展的構想の他、測位単独機能の衛星システムにより構築する案（参考 2、例 4 参照）等との比較検討を考慮する必要がある。

（３）アジア・オセアニア地域への国際戦略

- 「今後の宇宙開発利用に関する取組みの基本」においては、宇宙利用の戦略的拡大に関して『宇宙利用に係る活動を通じて、アジア地域を含めた国際協力・国際貢献を積極的に推進する』との基本方針を打ち出している。
- 様々な利用分野の拡大が期待される衛星測位サービスに関しても、アジア・オセアニア地域へのサービス提供を視野にいたした国際戦略の策定が必要である。
特に、IT 社会における測位社会基盤構築に国を挙げて取り組んでいる韓国、豪州

とのプロジェクト資金の分担も視野にいたした国際協力や、東アジア地域における測位社会基盤整備への国際貢献等を考慮すべきである。

- 東アジア・オセアニア地域において、我が国と近隣諸国との協力のもとに地域衛星測位システムによる測位社会基盤を整備することは、我が国の技術に基づく測位情報の利活用による測位関連機器の開発と、測位サービスの広範な展開がもたらす様々な分野における経済効果を考えると、我が国の経済安全保障の観点からも、非常に有意義である。
- さらに、民間ベースの自由で活発な国際的な連携と協力が円滑に進展するよう、政府として十分配慮する必要がある。

（４）基盤的サービスとしての測位の公共性

- 我が国の新しい IT 社会基盤の整備に関して、「位置情報」の重要性がますます増加しており、e-Japan 戦略（IT 戦略本部、平成 15 年 7 月 2 日）においても、『高精度の測位社会基盤の確立のため、衛星測位システム（GPS 等）の高度な活用と、準天頂衛星システム等の測位システムや地理情報システム（GIS）の研究開発や整備を統合的に推進し、我が国の国土空間における正確な位置を知ることができる環境を整備する』とされている。
- 衛星測位システムを用いた測位サービスは、2 章に示したように既に様々なかたちで展開され、国民生活に広く浸透しており、IT 社会基盤の重要な部分を占めていると言える。
- 測位サービスは、「補完」と「補強」に分けて考察する必要がある。
測位補完サービスとは、現在、我が国において最も利用されている衛星測位システムである GPS と同種の測位信号等を常時配信するものであり、“上空に GPS 相当の測位衛星の数が増える”ことと定義する。
- 測位補完サービスとして、準天頂軌道に配備した衛星を利用することにより、都心部の高層、中低層地域ならびに山間部における測位可能エリア・時間を大幅に増大するとともに、我が国全域において垂直及び水平方向の測位精度の向上に大きく貢献する。
- この測位補完サービスを提供できる機能を実現する「測位補完システム」を整備

することにより、後述する「測位補強サービス」のための安定的な基盤を提供することが可能となる。

- 測位補強サービスは、測位誤差補正情報と衛星捕捉支援情報（衛星の配置情報、衛星信頼性情報等）を併せた測位補強情報（全てまたは一部）を配信することにより、利用者のニーズに対応したより高精度の位置情報等を提供するサービスである。
- 測位補強サービスは、2章に示した測量、パーソナルナビゲーション機能付携帯電話等、LBS（位置情報サービス）の一部として、既に民間による事業化が活発に行われており、衛星信号が直接受信できない地下街、屋内等においても途切れることなくサービスが提供できるような地上系測位サービス支援設備などの展開により、今後更に多様なアプリケーションの進展が大きく期待される分野である。
- また、衛星測位の基盤である高精度時刻信号により、時刻同期・管理の付加的なサービスが提供される。

（５）中間整理

- ・GPS（近代化を含む）との互換性・相互運用性を持ち、段階的に自立可能な衛星測位システムを主体的に構築し、継続的な運用を目指す。
これにより、現在広く国民生活に浸透している測位社会基盤の要であるGPSの利用に制限が生じるなどの不測の事態における代替手段の確保が可能となる。
- ・ガリレオ計画等、GPS以外のグローバルな衛星測位システムとの連携に関しては、今後の動向を踏まえた検討が必要である。
- ・衛星測位システムの構築にあたっては、従来の宇宙開発利用の基本方針である「民でできることは民で」に従って実施する。
- ・当面は、GPSとの互換性・相互運用性を持つ衛星測位システムのうちの「補完システム」を整備する。
- ・測位補完システムの整備により、測位補強サービスにおける様々なアプリケーションの進展が、民間における発想、活力により大きく加速されることを期待する。

- ・測位補強サービスに関連する整備・運用は、現在、政府機関で既に運用されているものと、整備・運用計画のあるものを除き、原則として民間により実施する。
- ・我が国における衛星測位システムの研究・開発と整備・運用における官民の役割分担は、表 3-1 の通りとする。
- ・研究・開発、実用（整備・運用）の各フェーズ及び研究・開発から実用への移行時期において、プロジェクトの進捗状況を客観的に評価するメカニズムの確立が必要である。
- ・研究・開発、実用の各フェーズにおける国の関与のあり方については、その費用対効果についても検証する必要がある。
- ・長期的には、アジア・オセアニア地域の国・地域の関心事項を十分に踏まえて、GPS との「自立性を持った相互補完関係」を有する、東アジア・オセアニア地域を対象とした地域衛星測位システムの主体的な確立を目指す。
これにより、測位サービスがもたらす様々な利用分野の進展において、我が国発のデファクト・スタンダードの確立も可能となる。

表 3-1 衛星測位システムにおける官民役割分担

フェーズ システム		研究・開発	実用（整備・運用）
測位	補完	国が主体的に実施	システムの整備・運用における具体的な国の関与のあり方については、今後検討
	補強	民が主体的に実施 但し、研究・開発リスクが高いものについては国が関与	民が主体的に実施 但し、政府機関で既に運用されているものと、整備・運用計画のあるものを除く

用語集 (ABC, 五十音順)

ARTEMIS 欧州の技術試験衛星の名称 アルテミス。

C/A コード C/A は Coarse and Access の略称であり、P コードを捕捉するための粗い測定用コード(符号)のこと。現在では、これが民生用コードとして使用されている。C/A コードには航法メッセージが載せられていて、GPS 衛星の概略軌道情報や、電離層・時計の補正情報等が含まれる。ただし、一連の航法メッセージ送信には 12.5 分が必要である。

DGPS 位置が確定している基準点の GPS による測定結果から求めた誤差情報(ディファレンシャル情報)を利用して測定点の位置精度を向上させる方法であり、誤差情報の受信が必要。DGPS は Differential(ディファレンシャル) GPS の略称。

E911 米国の緊急通報における発信者位置情報通知システムのことであり、2001 年 10 月までに配備する予定であったが、2005 年 10 月まで延期された。我が国でも、同様の内容が検討されている。

EGNOS 欧州が計画している衛星航法用広域補強システムのこと。EGNOS は European Geostationary Navigation Overlay Service の略称。

GLONASS 旧ソ連が開発した衛星測位システムであり、GLONASS は Global Navigation Satellite System の略。

GPS 米国が軍用開発した衛星測位システムのことであり、GPS は Global Positioning System の略称。現在は L1, L2 の 2 つの周波数を使用し、L1 には C/A コード及び P(Y) コードが、L2 には P(Y) コードが載せられている。

INMARSAT 通信衛星の名称 インマルサット。

P(Y)コード Precision または Protect コードのこと。軍用であることから軍用コードとも呼ばれる。秘匿されていて一般には使用不可能である。以前、誤って P コードが流出したために、現在はさらに秘匿性を高めた Y コードに変換して送信しているため、P(Y)コードと総称する。

RTK リアルタイムキネマティック(Real-Time Kinematic)の略称であり、GPS 電波の搬送波位相情報を利用して高精度な測位を行う干渉測位方式の一つ。別の干渉測位方式であるスタティック測量では後処理で位置を求める必要があるが、RTK では実時間で位置を求められる特徴を持つ。ただし、基準点データの実時間での受信が必要である。

WAAS 米国が運用している衛星航法用広域補強システムのこと。WAAS は Wide Area Augmentation System の略称。

仮想基準点 測定地点の近くに作り出した仮想的な基準点のこと。一般に高精度測位のためには測位地点の近くに基準点が必要であり、それに利用されることを想定して複数の基準点データから作成される。

協定世界時 世界中の原子時計の時刻を国際度量衡局(BIPM)において加重平均して作成した国際原子時を、地球の自転に基づいて決められた世界時(UT)に合うように調整された時刻(UTC)のことを言う。UT と UTC の時刻の差が 0.9 秒以内になるように、国際地球回転観測事業(IERS)の決定するうる秒を使用して調整される。

我が国においては、(独)通信総合研究所(CRL) 国立天文台(NAO)及び(独)産業技術総合研究所計量標準総合センター(NMIJ)が国際原子時の作成に関与しているが、毎月、「重み」をつけた加重平均をとっており、最近 1 年間(平成 15 年 12 月時点)の寄与は CRL:5.9%(世界第 3 位) NMIJ:0.9%(同 17 位) NAO :0.8%(同 21 位)である。

公共測量 基準点測量、地形測量などの「測量に要する費用の全部若しくは一部を国又は公共団体が負担若しくは補助して実施する測量」(測量法第 5 条)。

準天頂衛星システム 準天頂軌道に複数の衛星を配置することにより、いつでもほぼ天頂に衛星が存在する衛星システム。

準天頂軌道 衛星が対象地域の天頂付近にあるように調整された楕円軌道の総称。地上から衛星を見ると、高度約 3 万 6,000km の円軌道にある静止衛星は一点に止まっているように見えるのに対し、準天頂軌道の衛星は天頂付近をゆっくり移動しているように見える。衛星が天頂付近にある時間は限られるため、常時利用するためには複数の衛星を組合せる必要がある。準天頂軌道を地面へ投影した軌跡は 8 の字型や雨だれ型などとなる。俗に 8 の字軌道とも呼ばれる。(参考 1 別添図参照)

世界測地系 最新の科学的成果に基づき定められ、世界共通で利用できる測地系のこと。我が国では明治から当時の測量成果に基づいた日本測地系を利用してきたが、平成 14 年 4 月 1 日から世界測地系を採用した。

測位補完サービス 我が国において現在最も利用されている衛星測位システムである GPS と同種の測位信号等を常時配信するものであり、“上空に GPS 相当の測位衛星の数が増える”こと。(第 3 章参照)

測位補強サービス 補完サービスの配信情報に加え、測位誤差補正情報と衛星捕捉支援情報(衛星の配置情報等)を併せた測位補強情報(全てまたは一部)を配信することにより、高精度の位置情報等を提供するサービスのこと。(第 3 章参照)

測地系 地球上の位置を経度・緯度で表わすための基準のこと。測地基準系とも言う。実際には地球は凸凹であるが、地球の形に近い回転楕円体を定義し、その表面上で経度・緯度を表している。

チップセット 送信符号の解読処理など、特定の目的のために一連の動作を行う電子回路・部品または IC(集積回路)のこと。

ディファレンシャル GPS DGPS の項を参照。

補完機能 測位補完サービス(第 3 章参照)を提供する機能。

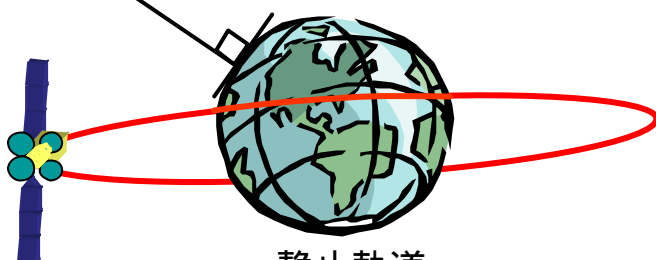
補強機能 測位補強サービス(第 3 章参照)を提供する機能。

補強情報 測位誤差補正情報と衛星捕捉支援情報(衛星の配置情報、衛星信頼性情報等)の測位を補強する情報。(第 3 章参照)

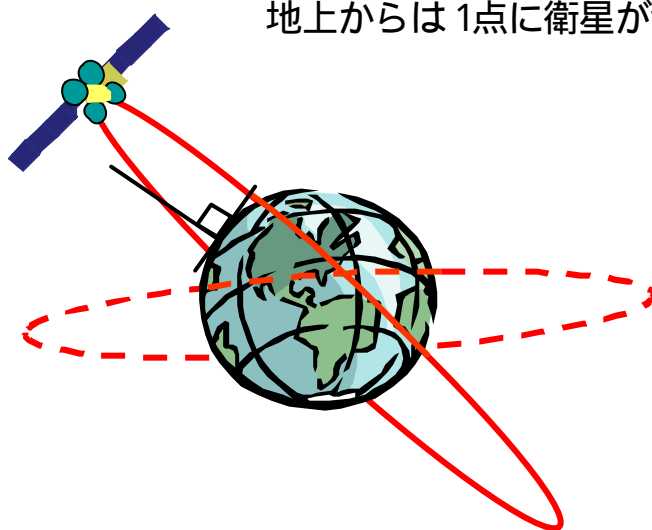
歩行者用ナビゲーションシステム カーナビと類似のサービスを歩行者等に利用できるようにしたシステムのこと。パーソナルナビゲーションシステムとも言う。

準天頂軌道のイメージ

対象地域の天頂方向

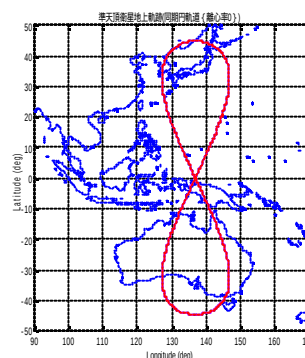


静止軌道：
周期 24時間、赤道上空36000km
地上からは1点に衛星が静止して見える

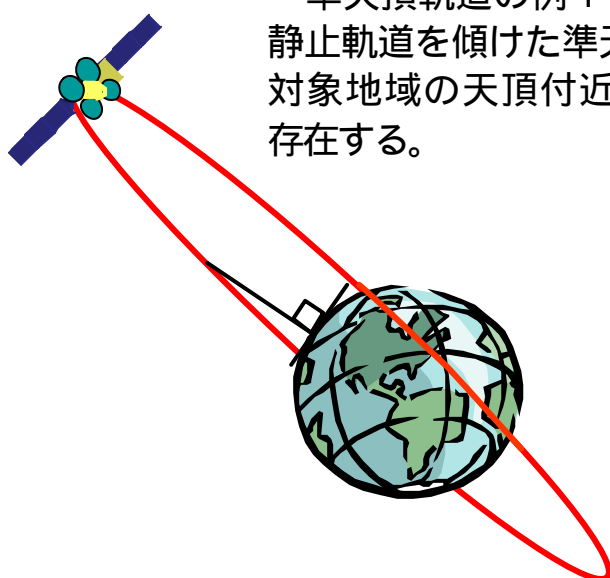


準天頂軌道の例 1

静止軌道を傾けた準天頂軌道
対象地域の天頂付近に一定の時間だけ
存在する。

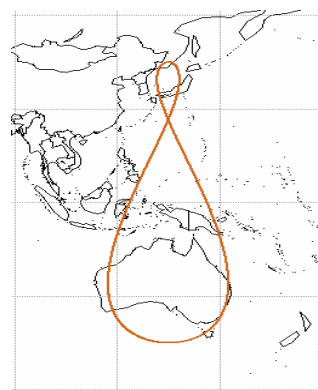


軌道の軌跡図



準天頂軌道の例 2

楕円軌道を使った準天頂軌道
対象地域の天頂付近に例 1 よりも長く
存在する。



軌道の軌跡図