

SA 解除の状況について

DX アンテナ(株) GPS 事業部 齊藤 浩治

はじめに

2000年5月2日13時過ぎ(日本時間)、アメリカ大統領声明によりGPS測位の作為的な精度劣化操作であるSA(Selective Availability)が解除された。これにより、GPS単独測位の精度が飛躍的に向上するなら、更なるGPS利用性の向上も見込まれる。

今回はSA解除前後における単独測位の比較結果を含め、SA解除の効果について述べる。

1.SA 設定のプロセス

GPSは元来、軍事用としてアメリカ国防総省の元で開発され、その機能の一部を民生用に解放している。単独測位においては、民生用のSPS(Standard Positioning Service)と、アメリカおよびその連合国軍用のサービスであるPPS(Precise Positioning Service)とで測位精度の差別化が図られた。

民生用のSPSではL1帯のC/Aコードのみによる測位であるのに対し、軍用のPPSではP(Y)コードの利用によりL1帯、L2帯の両方が利用可能であることから、軍用のPPSは民生用のSPSに比べ圧倒的に高精度を実現するはずであった。しかし、SPSのC/Aコードによる単独測位での精度は、開発元であるアメリカ国防総省の予想以上に良好であった。そのため、アメリカ政府はこの精度がそのまま全世界で使用されることには、アメリカの安全保障上問題があるとし、C/Aコードでの単独測位精度の劣化を行うこととした。その精度劣化がSAであった。SAは1990年3月25日から、既にSAの機能が搭載され軌道上に配備されていた6機の実用機Block II衛星によって運用が開始された。

SAによる精度劣化操作は2通りあると言われており、一方は衛星軌道情報に誤差を与える行為、もう一方はC/Aコードの時刻に揺らぎを与えるもの

であった。ただし、軌道情報誤差については行われていなかったとの見方もある。SAを含め単独測位時における各要因の誤差量を表-1に示す。これらにより、単独測位による測位精度は水平方向で100m程度となっていたわけである。

表-1 各誤差源に起因する誤差量(2drms)

誤差源	誤差量(m)
衛星時計	2
軌道誤差	8
SA源	60
電離層遅延誤差	8
対流圏遅延誤差	1
受信機	0.8
マルチパス	1

2.SA 解除の状況

前述の通り、2000年5月1日付けの大統領声明により、アメリカ東部夏時間における翌2日0時(実際には0時6分ごろ)にSAが解除された。SA解除前後(2000年5月2日12:00~17:16 日本時間)の単独測位による各成分の中央値からの誤差量を図-1に示す。また、SA解除前と解除後の水平方向における単独測位誤差量(測位中央値からの差)を図-2に示す。

図-1、図-2より、SA解除後で測位精度が向上していることがわかる。一方、SA運用前、SPSでのC/Aコードによる単独測位精度が15m~40m程度であったとする実験結果がある。これに対し、SA解除後4時間ほどの観測によるものであるが、ほぼ、水平方向で±5mに入る結果を得た。また、アメリカNASA NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration)によると24時間観測の結果、電離層遅延誤差補正なしで、ほぼ7m~9mの誤差に収まっている。(この情報に関してはNASA NOAAホームページ「http://www.ngs.noaa.gov/FGCS/info/sans_SA/iono/」より参照可能。)これらの結果から、SA解除後の測位

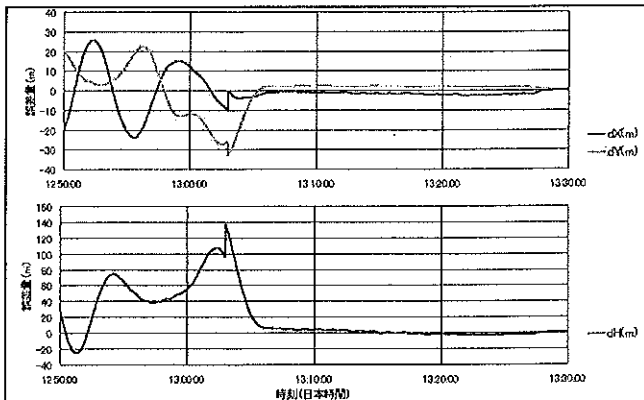


図-1 各成分の中央値（平成12年5月2日12:00～17:16のデータより）からの誤差量。d(X)は北方向、d(Y)は東方向、d(H)は高度方向を示す。

使用受信機 : マゼラン社製 Z-Surveyor
データ収録場所 : 弊社屋上

精度は、SA運用以前に行われたSPSの実験結果をも凌ぐと考えられる。

SAの解除にともなって高精度になった単独測位であるが、衛星配置により誤差量のジャンプすることがある。それを示したものが図-3である。この図よりPDOP値の変化すること、つまり信号を受信している衛星の配置が変化することにより、測位誤差が水平方向で5m程度変動していることが分かる。もちろん、使用している受信機やアンテナの性能等に依存すると考えられるが、SA解除以前では衛星配置の変化による測位精度の変動は、SAによる誤差のため測位結果に表れにくかったが、SA解除を機にこれが顕著に見られるようになっている。

単独測位では飛躍的な精度向上を実現したが、DGPS（ディファレンシャル測位）、RTK（リアルタイム・キネマティック）測位、スタティック測位などの単独測位以外の測位方法に関しては、SA解除による測位精度の向上はない、もしくはほとんどないと考えられる。DGPSに関しては、SAに起因する誤差の1つである衛星時計誤差（C/Aコード時刻の揺らぎ）について、ディファレンシャル補正情報により、既に補正可能であるのに加え、もう一方の衛星軌道誤差については基準点-未知点間距離が100km以内程度では測位結果にほとんど表れないためである（前号参照）。RTK、キネマティック測位、スタティック測位についてはC/Aコードを用いず、搬送波位相を用いて測位解を解くため、搬送波位相に揺らぎはあるが測位解への影響は少ない。そのため、これらの測位方法においてSA解除による測位精度の向上はほとんどないと考えられる。

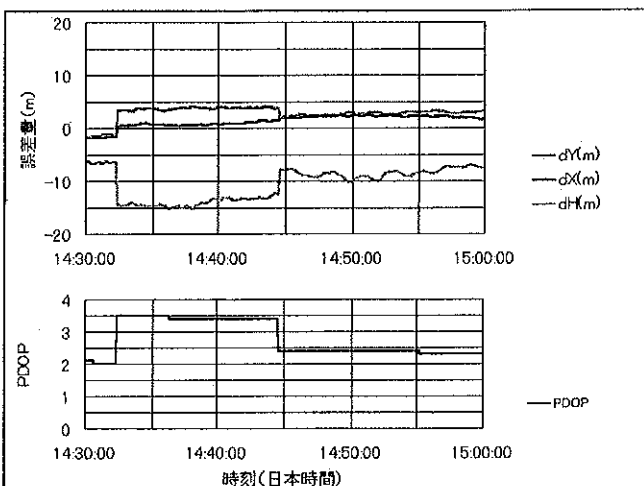


図-3 (a) PDOPの変化による各成分の誤差量の変化（平成12年5月2日14:30～15:00）。d(X)は北方向、d(Y)は東方向、d(H)は高度方向を示す。

使用受信機 : マゼラン社製 Z-Surveyor
データ収録場所 : 弊社屋上

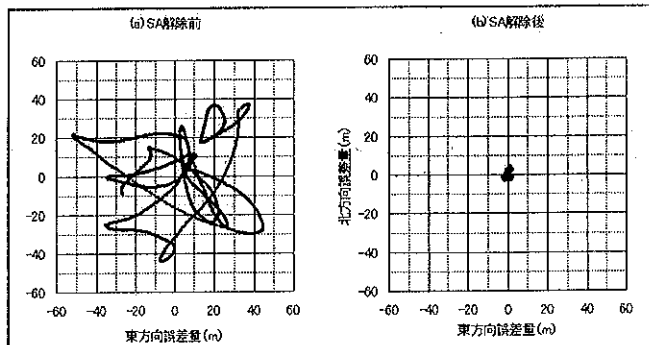


図-2 (a) SA解除前（平成12年5月2日12:00～13:00）と、解除後（平成12年5月2日13:10～17:16）の水平方向分布。

使用受信機 : マゼラン社製 Z-Surveyor
データ収録場所 : 弊社屋上

イム・キネマティック）測位、スタティック測位などの単独測位以外の測位方法に関しては、SA解除による測位精度の向上はない、もしくはほとんどないと考えられる。DGPSに関しては、SAに起因する誤差の1つである衛星時計誤差（C/Aコード時刻の揺らぎ）について、ディファレンシャル補正情報により、既に補正可能であるのに加え、もう一方の衛星軌道誤差については基準点-未知点間距離が100km以内程度では測位結果にほとんど表れないためである（前号参照）。RTK、キネマティック測位、スタティック測位についてはC/Aコードを用いず、搬送波位相を用いて測位解を解くため、搬送波位相に揺らぎはあるが測位解への影響は少ない。そのため、これらの測位方法においてSA解除による測位精度の向上はほとんどないと考えられる。

3. 今後について

IGEB(Intergency GPS Executive Board)によれば、アメリカ政府は今後SAを再び運用しないとしている。（この、今後のSA操作についてはIGEBホームページ「<http://www.igeb.gov/sa/faq.shtml>」にて参照可能。）今後は単独測位により手軽に10m程度、もしくはそれ以内の精度でリアルタイムに測位が可能であるとされる。そのため、比較的ローコストでこの精度にあった様々なアプリケーションが登場すると期待される。

DGPSについては基地局からの補正データにより、図-3のような衛星配置による測位変動が補正されており、測位データの信頼性という面では単独測位に比べ遙かに高い。そのため単独測位とDGPSとの測位精度がSA解除により近くなったが、測位データの信頼性と併せ、ユーザーはこれらの測位方式を選択する必要があると考えられる。