

海洋調査課 航法測地室 ○齋藤宏彰・関由貴子・梅原直人  
 測量船「明洋」 浅倉宜夫  
 技術・国際課 海洋研究室 佐藤まりに

## はじめに

海底地殻変動観測において船位を算出するために行っているKGPS解析では、衛星軌道情報としてIGS最終層を使用し、船上GPSアンテナの位置決定を行っている。この場合、観測の約3週間後に精密層が提供されてから解析を行うこととなり、結果の導出までに観測終了後少なくとも一ヶ月程度の時間がかかる。このため、地震発生時等において海底地殻変動についての迅速な情報提供ができないという欠点がある。

一方、KGPS解析に使用する衛星の軌道情報として、観測の約17時間後にIGSから提供される速報層を使用する場合には、観測からの帰港後、直ちに解析することによって、観測から数日後には暫定結果を得ることが可能である。本ポスターでは、地震時等に海底地殻変動についての迅速な情報提供を行うための取組みとして、速報層の有効性について検討を行った結果を報告する。

## 1 海底地殻変動観測の概要

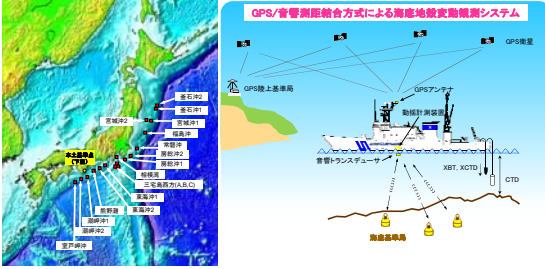


図1 海底基準点配置図

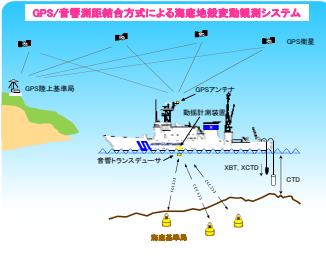


図2 海底地殻変動観測の概念図

## 2 KGPS解析の概要

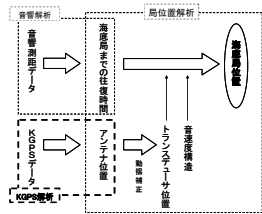


図3 解析の流れ

海底地殻変動観測のデータ解析は、船上のGPSアンテナの位置座標を決定するKGPS解析、船に設置した音響トランスデューサと海底局間の音波走時を求める音響解析、そして、これら2つの結果を結合して海底に設置した海底局の位置を求める局位置解析から成る(図3)。

KGPS解析では、陸上基準局のデータ、測量船で取得した船上データ、およびIGSから提供される衛星軌道層を使用し、陸から100~200km離れた測量船のマスト部に設置されているGPSアンテナ(船上局)の時々刻々の位置を求めている。

図4に示すように、KGPS解析において精密層を使用した場合は観測の約1ヶ月後、速報層を使用した場合は観測の数日後に結果が得られる。

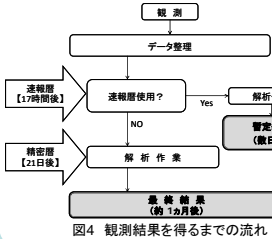


図4 観測結果を得るまでの流れ

## 3 船上GPSアンテナ位置の比較(KGPS解析結果)

今回、速報層の有効性の検討にあたって、速報層を使用した場合と精密層を使用した場合とについてCKGPS解析結果の比較を行った。

精密層と速報層のKGPS解析結果(船の位置)の差を、東西、南北、上下の3成分について、観測時間でのRMS(cm)としてまとめたものを表1に示す。表1に示されるように、精密層と速報層のKGPS解析の差のRMSは、東西、南北、上下成分ともに、最大でも1cm程度の値であった。

表1 精密層と速報層のKGPS解析結果(船上局位置)の差

観測データ Data	東西 EW (cm)	南北 NS (cm)	上下 UD (cm)	観測データ Data	東西 EW (cm)	南北 NS (cm)	上下 UD (cm)
鎌石沖2(KAMN) 2009/6	0.1	0.1	0.1	三宅島B(MYKB) 2008/9	0.1	0.2	0.1
鎌石沖1(KAMS) 2009/3	0.2	0.3	0.5	三宅島C(MYKC) 2008/9	0.1	0.1	0.1
鎌石沖1(KAMS) 2009/6	0.1	0.1	0.1	三宅島C(MYKC) 2009/4	0.1	0.1	0.1
宮城沖2(MYGW) 2009/3	0.1	0.3	0.5	東海沖1(TONE) 2009/7	0.1	0.1	0.1
宮城沖1(MYGI) 2009/3	0.1	0.3	0.5	東海沖1(TONE) 2009/5	0.1	0.1	0.1
福島沖(FUKU) 2009/3	0.5	0.5	1.1	東海沖2(TOKW) 2008/7	0.2	0.1	1.1
常盤沖(JOBN) 2009/6	0.1	0.1	0.2	東海沖2(TOKW) 2009/2	0.0	0.1	0.1
房総沖2(BOSN) 2008/9	0.2	0.6	0.8	熊野灘(KUMA) 2008/9	0.2	0.1	0.5
房総沖2(BOSN) 2009/4	0.1	0.2	0.2	熊野灘(KUMA) 2009/5	0.1	0.1	0.3
房総沖1(BOSS) 2008/9	0.1	0.1	0.5	瀬戸沖1(SIOE) 2009/2	0.1	0.1	0.1
房総沖1(BOSS) 2009/4	0.1	0.1	0.2	瀬戸沖1(SIOE) 2009/5	0.2	0.1	0.4
相模湾(SAGA) 2008/7	0.1	0.1	0.2	瀬戸沖2(SIOW) 2009/4	0.1	0.0	0.1
三宅島A(MYKA) 2008/9	0.1	0.1	0.1	笠戸沖(MURO) 2009/5	0.1	0.0	0.1
三宅島A(MYKA) 2009/4	0.1	0.1	0.1				

## 4 海底基準局の位置の比較(局位置解析結果)

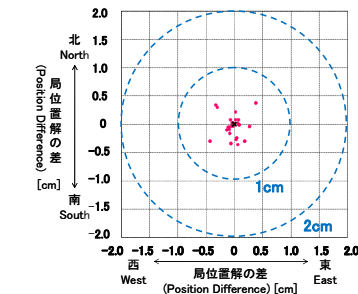


図5 速報層と精密層による局位置解析の水平成分の差(基準:精密層)

速報層によるKGPS解析結果を基にし、局位置解析を行って得られた海底基準点の水平位置を図5に示す。図5は精密層による局位置解析を基準(原点)としたプロットである。

図5より、精密層と速報層による局位置解析の差は水平距離で0mm~5mmの範囲であり、それらのRMSは約3mmであった。これらの値は精密層を使用した場合の現行の観測精度(水平成分で約2~3cm(RMS))に比べて十分小さく、速報層が暫定結果として有効であることを示唆している。

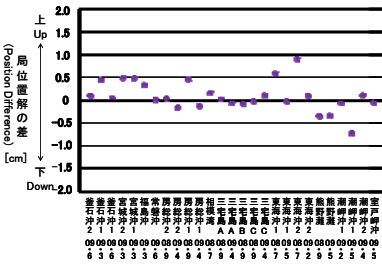


図6 速報層と精密層による局位置解析の上下成分の差(基準:精密層)

同様に、上下成分について速報層による局位置解析をプロットしたものを図6に示す。図6より、精密層と速報層による局位置解析の差は上下成分で7mm~9mmの範囲であり、それらのRMSは約3mmであった。上下成分については、海中の音速構造の誤差の影響を受けるため、これまで海底地殻変動の検出には至っていないが、図5の水平位置と同程度の結果が得られた。

## 5 2009年8月11日駿河湾の地震(M6.5)後の臨時観測結果(適用事例)

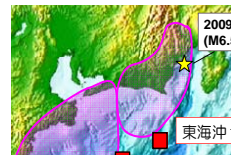


図7 「東海沖1」海底基準点の位置

2009年8月11日駿河湾の地震(M6.5)発生に伴い、震源域から南南西約80kmの地点の「東海沖1」海底基準点(水深約2400m、図7)において、地震発生6日後の8月17日に臨時の海底地殻変動観測を実施した。本観測では、迅速な情報提供を図るため、速報層を使用し解析を行った。

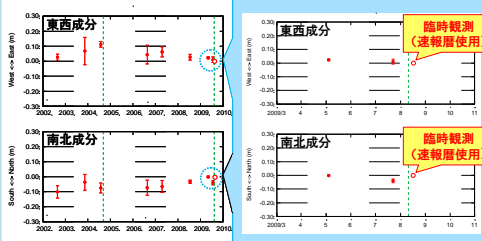


図8 「東海沖1」海底基準点の位置変化(下里固定)  
 左:2002年8月~2009年8月、右:2009年5月~2009年8月  
 ○:速報層による解

図8に本観測の結果を示す。地震前後の観測から、東西成分、南北成分ともに、地震に伴うと判断される顕著な地殻変動は見られなかった(H21年9月10日地震調査委員会へ報告)。なお、後に得られた精密層による結果との差は1mm未満であった。

今回の臨時観測結果は、地震後の臨時観測、迅速な解析作業により、地震発生から半月後という短期間に海底地殻変動の暫定結果が得られた初の事例である。

## 6 まとめ

2008年7月~2009年6月に取得した観測データを使用し、海底地殻変動観測のKGPS解析における速報層の有効性について検討を行った。その結果、精密層と速報層による局位置解析の差が水平距離のRMSで約2.6mmと、現行の観測精度(約2~3cm)に比べて十分小さく、速報層の有効性が示唆された。

さらに、2009年8月11日駿河湾の地震(M6.5)発生に伴う臨時観測では、実際に速報層を使用することで、地震発生から半月後というこれまでにない短期間で海底地殻変動の暫定結果が得られた。今後も観測精度の向上と解析作業の迅速化に努め、地震時等に速報層を使用した迅速かつ有意な観測結果の提供を目指したい。