

## GNSS を用いた大阪湾上の水蒸気情報と豪雨に関する研究 Study on the relationship between water vapor information detected by GNSS and severe storm

○大石哲・山口弘誠・古田康平・小川まり子・林和成・中北英一  
○Satoru OISHI, Kosei YAMAGUCHI, Kohei FURUTA, Mariko OGAWA,  
Kazushige HAYASHI, Eiichi NAKAKITA

This study inspected the precision of the quantity of slant tropospheric delay of GNSS. Recently, the quantity of atmospheric water vapor by using GNSS was known and this water vapor information may improve weather prediction precision. However, the observation point was only on land. Therefore, this study launched GNSS receiver around Osaka Bay and capture the water vapor information on the sea using data provided from the receivers. The index used this time is dispersion of the quantity of slant tropospheric delay. In the receiver launched newly, the data at the fixed point could be analyzed, but further consideration was necessary about handling of data provided from the receiver installed on the ships.

### 1. はじめに

近年、異常気象による豪雨災害が各地で起きており、気象予測が非常に重要となっている。しかし、現在の気象予測の精度はまだ十分とはいえないものである。一方、豪雨には水蒸気が大きく影響している。近年 GNSS を用いて、大気中の水蒸気量を知ることができるとわかり始め、気象の分野では GNSS 気象学として広まりつつある。この水蒸気情報を利用すれば、気象予測の精度を向上させることができる可能性がある

一方、これまでの GNSS 観測点は陸上にしかなく、海洋上の情報がないため、海上の水蒸気を捉えることが不可能であった。そのため本研究では大阪湾上に新たな GNSS 受信機を設置し、そこから得られるデータから大阪湾上の水蒸気情報について分析する。具体的には海洋上に設置した GNSS 受信機での視線方向大気遅延量の分散の挙動についての分析を行う。

### 2. 大阪湾周辺の GNSS 設備

大阪湾周辺には Fig.1 赤丸に示すように高密度かつ高精度な測量網の構築と広域の地殻変動の監視を目的とした、国土交通省国土地理院による GPS 連続観測システム「GEONET (GPS Earth Observation Network System)」が存在する。本研究ではこれらの GNSS 受信機とは別に大阪湾上に新たに 9 点、2 周波に対応した GNSS 受信機 (Fig.1 黄色星印) を独自に設置した。受信機はタワーな

どに設置している固定されたもの、浮標についており多少動くもの、フェリーについていて大きく動くものの大きく 3 タイプ存在する。

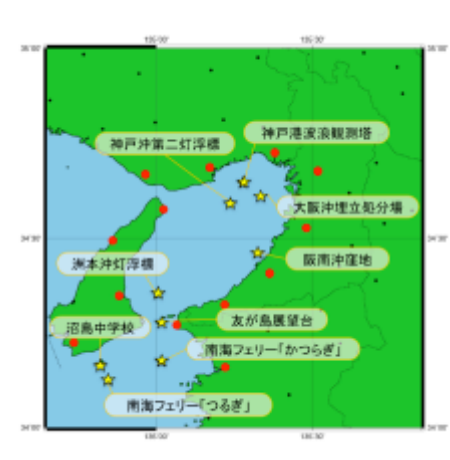


Fig.1. GNSS receivers launched around Osaka Bay

### 3. 解析指標

本研究において使用する水蒸気情報は、一般的に用いられる ZTD(天頂大気遅延量)ではなく、解析された ZTD を衛星方向に投射し、誤差項を加えた STD(視線方向大気遅延量)を用いる。これは、各 GNSS 衛星から GNSS 受信機までの遅延量となる。この STD は各衛星方向固有の値となるため、一つの GNSS 受信機において複数の GNSS 衛星を捉えた場合、各衛星方向の STD には違いが生じる。STD のばらつきが大きいときには、大阪湾上の水蒸気の状態が不安定になっていると考えた。そこ

でこの STD のばらつきを考えるため、今回は各衛星方向に観測された STD をそれぞれ天頂方向にもう一度射影し、その値の分散を算出した。解析に使用したソフトウェアは RTNet である。

#### 4. 固定点における STD 分散の精度検証

GNSS 遅延量の精度の確認として、固定点における位置の変化と STD 分散の関係を調査した。新たに設置した GNSS 受信機は固定されているものであったとしても、GEONET 基準点に比べれば、風などの影響によって多少動いてしまう。そこで、この位置の誤差が STD 分散に影響を与えているかを検証した。位置の誤差は解析期間中の座標の平均値を受信機の座標の真値として、その値からの差とした。沼島中学校に設置している観測点(9001)について2012年7月14日～15日の期間解析を行った結果を Fig.2 に示す。相関係数は0.0066となり、位置の誤差と STD 分散には相関がなかった。つまり位置の差が分散に影響していないため、今回展開した洋上 GPS 受信機のデータを使用しても問題ないことがわかった。

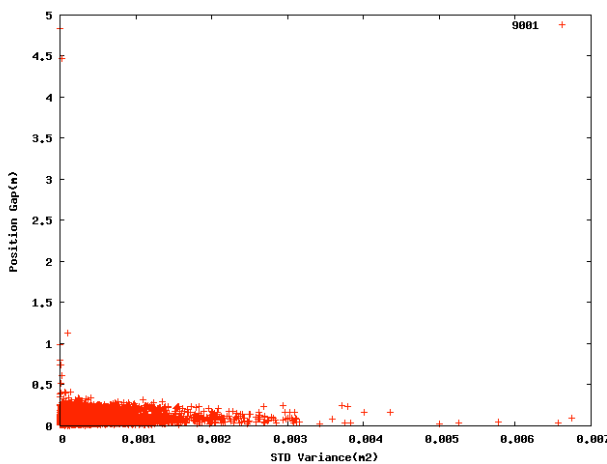


Fig.2. Relationship STD Variance and Position Gap

#### 5. フェリーにおける STD 分散の精度検証

次に、南海フェリー株式会社の2台のフェリーに設置している受信機で得られるデータを用いて、測定点の位置が近くなった場合に分散も近い値が算出されるのかを検証した。基本的にはフェリー間の距離が小さい場合、各船に設置された GNSS 受信機が捉える衛星とそれぞれの衛星方向の STD はおおむね等しくなると考えられるため、それぞ

れの受信機から得られる STD 分散の差は0に近くなると考えられる。実際に、2012年7月14日～15日の期間でフェリー間の距離と分散の差の関係を調べた。結果は Fig.3 のとおりである。結果を見るとフェリー間の距離が小さいからといって、分散の差が小さいとはいえないものであった。原因として考えられるのは、近くの場所に二つの GNSS 受信機があったとしても、それぞれのフェリーでの受信機の設置条件の違いや波の影響によって、STD 分散の値に違いが出たからだと考えられる。

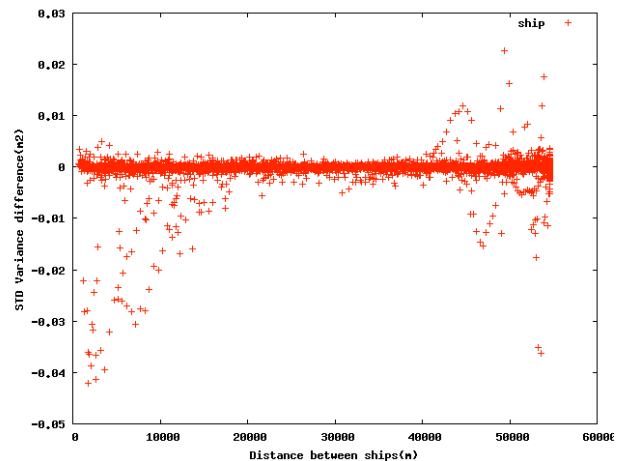


Fig.3. Relationship STD Variance difference and the Distance between ships

#### 6. まとめ

以上 STD 分散を用いる上での精度検証を行ったが、海上に設置した固定点でのデータについては使用しても問題ないことが分かった。しかし、フェリーに設置している受信機に対しては、近い位置でも違った値が観測されているため、原因を探ると同時にその扱いについてはさらなる考慮が必要である。

#### 参考文献

- 辻宏道: GPS の原理, 気象研究ノート「GPS 気象学」(内藤勲夫編), No.192, pp.15-33, 1998.
- 市川隆一, 田中寅夫: 大気遅延とマッピング関数, 気象研究ノート「GPS 気象学」(内藤勲夫編), No.192, pp.35-48, 1998.
- Ohaba, M.: On improvement of GPS surveying precision using Water Vapor Radiometers, 1994.