

JAXA の MADOCA プロダクトを利用した GNSS 可降水量の高頻度・リアルタイム解析

小司禎教（気象研究所）・佐藤一敏（宇宙航空研究開発機構）・津田敏隆（京都大学・生存圏研究所）

1. はじめに

Shoji et al. (2014) 等, GNSS から得られる水蒸気情報を, 数値予報への入力データのみとしてだけでなく, 豪雨や突風をもたらす積乱雲の監視に利用する研究が行われている。実利用に供するためには高頻度・リアルタイムに結果を算出する必要がある。

JAXA では, 開発を進める複数 GNSS 対応高精度軌道時刻推定ツール MADOCA (Multi-GNSS Advanced Demonstration Orbit and Clock Analysis, https://ssl.tksj.jaxa.jp/madoca/public/public_index_en.html) による軌道情報のリアルタイムインターネット配信を 2014 年 9 月 11 日より開始した。この MADOCA リアルタイム暦は, 世界各地に展開された観測網 MGM-Net (Multi GNSS Monitoring Network) で観測される次の 3 種類の測位衛星の軌道・時刻情報を収録している。①GPS (米国), ②準天頂衛星(QZSS)(JAXA), ③GLONASS (ロシア)。

国土地理院の協力により, 30 点の GEONET 点の高頻度可降水量(PWV)リアルタイム解析 (1 秒間隔で観測後 1 分以内) システムを気象研究所に構築した。2015 年 1 月より MADOCA リアルタイム暦の利用を開始したところ, まだ一月に満たない解析期間であるが, 高層ゾンデ観測と高い一致を示した。

2. 解析概要

GNSS 解析にはオープンソースの RTKLIB ver. 2.4.2 (<http://www.rtklib.com/>) を利用し, 衛星軌道と時計情報は MADOCA リアルタイムプロダクトを利用した。最低仰角は 5 度, 等方マッピング関数は GMF を用いた。国土地理院サーバーからストリーミング配信される 1 秒間隔データを精密単独測位によりリアルタイム解析し, 天頂遅延量, 大気遅延勾配, 及び視線遅延量を逐次解析した。

3. 2015 年 1 月のゾンデとの比較結果

高層ゾンデ観測点近傍の GNSS 観測点で解析された PWV と高層ゾンデによる PWV との散布図を図 1 に, BIAS や RMS 等の統計結果を表 1 に示す。GNSS PWV はゾンデの放球時刻から 30 分間平均した。過去の同様の検証調査では, 00 と 12UTC の比較で BIAS に違いが見られたので, 00 と 12UTC の比較を独立に行った。比較を行った 7 箇所全てで RMS は 3mm 未満, バイアスも半数以上で 0.5mm 未満であった。バイアスの大きな 950188 (河辺) の 00UTC, 021062 (福岡) の 12UTC については散布図からわかるように特定の異常値が統計値に影響を与えている。今回の解析では簡単な品質管理 (1 秒間の PWV 変化が 0.1mm 以上の場合は異常値としてその後 1 時間のデータを利用しない) を行ったが, より詳細な異常値の原因を調査する必要がある。960721 (鹿児島 3) の 12UTC もバイアスが 1mm を越えているが, こちらは異常値が原因ではない。

図 2 には鹿児島で 34.0mm/h (14 日 15:10-16:10UTC) という 1 月の 1 時間記録を更新した前後の PWV と 1 時間雨量の時系列を示す。降水に先行して水蒸気量が増加している様子がわかる。

4. 今後

一ヶ月にも満たない予備的な解析であるが, ゾンデ観測との一致度からみて将来の実用化に期待が持てる結果を得た。今後は水蒸気量の多くなる真夏に向けて

実験を継続し, 統計的なパフォーマンスを確認する。

稀に PWV が不自然に大きく変動する場合がある。原因の特定と, 品質管理の高度化が必須である。

*当研究は京都大学生存圏ミッション研究「準天頂衛星の精密補強信号を用いた可降水量推定の高精度解析」の支援を受けました。国土地理院には一部の GEONET 点のリアルタイム取得に御協力いただいています。東京海洋大学高須知二氏には RTKLIB の解析方法等に貴重な助言をいただきました。気象研究所の加藤輝之氏には国土地理院との協定に必要なデータのご支援をいただいています。

引用文献

Shoji Y., H. Yamauchi, W. Mashiko, and E. Sato, 2014: Estimation of Local-scale Precipitable Water Vapor Distribution Around Each GNSS Station using Slant Path Delay. *SOLA*, 10, 29-33.

MADOCA REALTIME PPP 2015/1/03-27

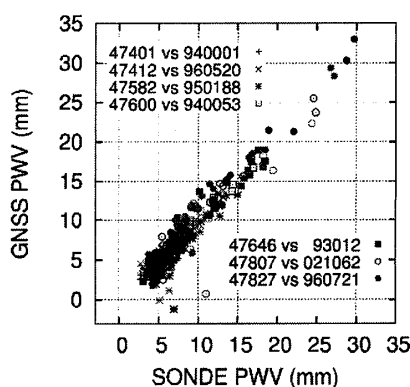


図1 第1表に示す7箇所におけるゾンデとGNSSによるPWVの比較。黒:00UTC, 灰:12UTC

表1 比較地点と統計比較結果

(a) SONDE	(b) GEONET	Distance (Km)	dALT(m) (b)-(a)	00UTC			12UTC		
				BIAS (mm)	RMS (mm)	Num Pair	BIAS (mm)	RMS (mm)	Num Pair
47401 (Wakkanai)	940001	5.5	35.2	-0.67	1.13	16	-0.28	0.87	16
47412 (Sapporo)	960520	16.9	-3.2	-0.28	0.77	22	-0.14	0.75	22
47582 (Akita)	950188	13.2	29.4	-1.63	2.34	25	-0.76	1.81	25
47600 (Wajima)	940053	2.2	8.4	-0.31	0.67	24	-0.19	0.83	23
47646 (Tateno)	93012	17.6	-6.6	-0.46	1.15	24	-0.07	0.98	23
47807 (Fukuoka)	021062	13.7	6.4	0.39	1.41	23	-1.08	2.72	22
47827 (Kagoshima)	960721	8.3	17.8	0.89	1.56	24	1.29	2.04	23

KAGOSHIMA 2015/1/13-14

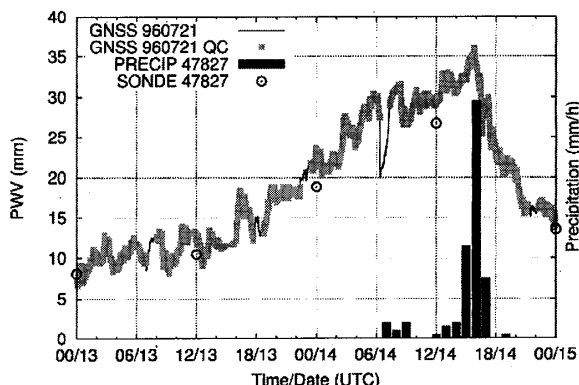


図2 鹿児島における 1 月 13-14 日(UTC)の PWV 時系列(灰折線:GNSS, ○:高層ゾンデ)と, 1 時間降水量(黒棒グラフ)。GNSS 時系列の灰折線が所々途切れ, 黒い細実線になっている箇所は, 今回適用した簡易な品質管理によって除去された値を示す。