

# ラマンライダーを用いた数値予報モデルへの水蒸気データ同化

Data Assimilation of Water Vapor for Numerical Weather Prediction Model using the Raman Lidar

佐藤 悠<sup>\*1</sup>・染川 智弘<sup>\*2</sup>・高橋 真弘<sup>\*3</sup>

Yu Sato, Toshihiro Somekawa, Masahiro Takahashi

\*1 株式会社 気象工学研究所／Meteorological Engineering Center, Inc.

\*2 公益財団法人 レーザー技術総合研究所／Institute for Laser Technology

\*3 関西電力株式会社／Kansai Electric Power Co., Inc.

## Abstract

We performed the Raman lidar observation during day and night for water vapor measurements to improve the performance of the Weather Research and Forecasting (WRF) numerical weather prediction models. The assimilation results are evaluated with the lidar-based water vapor mixing ratios and the precipitation maps from X-band radars.

## 1. はじめに

近年、日本では豪雨の発生頻度が増加する傾向にある。局地的かつ短時間に発生する豪雨の予測には、降雨が発生する前の大気中の水蒸気量を事前に把握することが重要となる。無降雨時の大気状態は、レーダーでは観測が困難であるが、レーザーを用いることで観測が可能となる。そこで本研究では、ラマンライダーを用いて水蒸気の昼夜連続観測を行い、昼夜の水蒸気分布が数値予報モデルに与える影響を検討した。

## 2. 水蒸気ラマンライダー

Fig.1 に観測機器の概観を示す。レーザーは波長 355nm、出力 0.8 W、パルス幅 10 ns、パルス繰り返し 10 Hz であり、望遠鏡の測部から鉛直上向きに打ち上げている。大気からの散乱光は直径 30cm の望遠鏡で集め、ダイクロイックミラー、干渉フィルターを用いて N<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O のラマン波長に分離し、フォトマルで観測した。測定はオシロスコープ (N<sub>2</sub>)、トランジェントレコーダー (H<sub>2</sub>O) を用いて 5 分間隔で 2500 回積算信号を連続取得している。なお、観測は大阪大学吹田キャンパスで実施した。

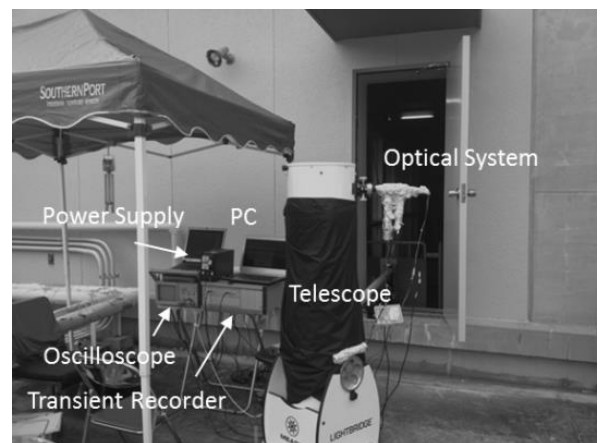


Fig.1 Observational Instrument (Raman Lidar) .

## 3. 水蒸気混合比推定手法

観測により得られる N<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O の散乱強度  $I_{N_2}$ 、 $I_{H_2O}$  を用いて、以下の式から大気中の水蒸気混合比 (Mixing Ratio、以下 MR) を算出した。なお観測は鉛直 1 次元方向で行い、水蒸気鉛直プロファイルを 3.75m 間隔で取得した。

$$MR(g/kg) = C \times (I_{H_2O} / I_{N_2})$$

※  $C$  = 地上付近の MR × (地上付近の  $I_{N_2}$  / 地上付近の  $I_{H_2O}$ )

#### 4. 水蒸気混合比観測結果

Fig.2(a)に、水蒸気混合比の観測結果（2012年10月22日14:00～23:40）を示す。この日は、日中から夜にかけて雲が段々と広がり、23:45には雨が降り始めた。観測結果から、日中は観測可能範囲が約600mまでと夜間に比べ低くなるが、日中観測が可能であることが示された。夜間は約1500mまで観測可能であった。

#### 5. 数値予報モデルへの水蒸気同化

Fig.2(a)で示した降水直前までの水蒸気観測結果を、数値予報モデルへ同化し、同化効果の評価を行った。モデルはWRF (Weather Research and Forecasting Model) Ver.3.2.1を用いた。同化手法は、WRF FDDA(Four-Dimensional Data Assimilation)のObs-Nudgingを使用した。Table.1にWRFの各種設定値、Table.2に同化の際に設定したパラメータ値を示す。WRFの初期値および境界値はNCEP-FNLを使用した。同化に使用する観測結果は、5時間分（15～19時）を使用した。観測により得られた毎正時のデータを用い、全5時刻分（15時～19時）のデータとして高度45m間隔でWRFに同化した。Fig.2(b)・(c)に、WRFによる水蒸気混合比計算結果を示す。Fig.2(b)で示されるコントロールラン（同化無し）の時点で観測値と良い整合を示していたため、Fig.2(c)で示される同化ランにおいて同化効果は顕著に見受けられなかった。Fig.3に2012年10月23日0時における観測地点周辺の雨量分布図を示す(a: XバンドMPレーダーによる観測値、b: コントロールランによる計算値、c: 5時刻分同化ランによる計算値)。雨量の計算結果(Fig.3(b),(c))は観測値 (Fig.3(a), XバンドMPレーダー) と比べていずれも過小評価であった。今回は一地点の水蒸気混合比観測結果を同化に用いたが、観測地点を増やし、より多くの地点の水蒸気混合比を同化することで、雨量の推定精度が向上すると考えられる。

Table.1 WRF parameter.

Parameter name		Parameter value
Run start date		2012年10月22日9時
Run end date		2011年10月23日3時
Number of calculated domain		3 domain
Mesh size & Number of Mesh	Domain 1	18km · 51 mesh
	Domain 2	6km · 61 mesh
	Domain 3	2km · 73 mesh
Longitude and Latitude (center of domain)		34.69° N 135.5° E
Number of vertical mesh		27 mesh

Table.2 Assimilation parameter.

Parameter name	Parameter value
Nudging interval	60 minutes
Nudging coefficient	0.0003 (1/second)
Influence radius (Horizontal)	60(km)
Influence radius (Vertical)	0.005(sigma)
Time window	0.666667(hours)

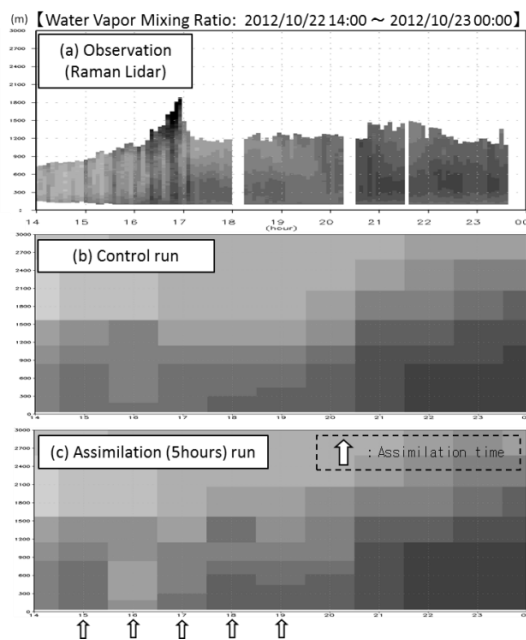


Fig.2 Time-altitude cross-sectional diagram of water vapor mixing ratio.

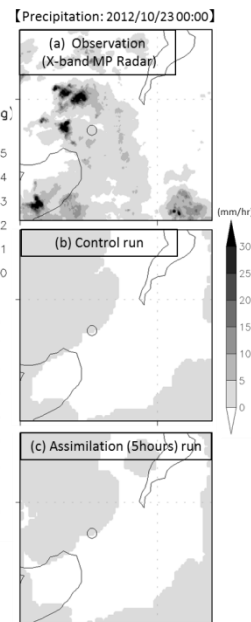


Fig.3 Precipitation map.

#### 6. まとめ

レーザーを用いた観測システム『ラマンライダー』を開発し、水蒸気の鉛直1次元観測を行った。水蒸気ラマンライダーにより、昼夜連続した水蒸気観測データを取得することが出来た。また、得られた水蒸気観測データを数値予報モデルWRFに同化し、同化による数値予報モデルへの影響の評価を行った。今後の課題として、水蒸気混合比観測地点を増やした場合における数値予報モデルへの同化効果を検討することが考えられる。

#### 参考文献

- 1) 佐藤・高橋・梁・智弘: ラマンライダーによる水蒸気観測および数値予報モデルへの水蒸気同化 平成24年度土木学会全国大会第67回年次学術講演会 II-136, 2012