

# 線状降水帯の予測精度向上を目的としたラマンライダーによる水蒸気観測

白石 浩一<sup>1</sup>, 吉田 智<sup>2</sup>, 永井 智広<sup>2</sup>, 酒井 哲<sup>2</sup>, 小司 禎教<sup>2</sup>, 杉浦 なおみ<sup>1</sup>, 西 憲敬<sup>1</sup>

<sup>1</sup>福岡大学(〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈 8-19-1)

<sup>2</sup>気象研究所(〒305-0052 茨城県つくば市長峰 1-1)

## Raman lidar observation of water vapor for the improvement of accuracy of linear rain zone prediction

Koichi SHIRAISHI<sup>1</sup>, Satoru YOSHIDA<sup>2</sup>, Tomohiro NAGAI<sup>2</sup>, Tetsu SAKAI<sup>2</sup>, Yoshinori SHOJI<sup>2</sup>,  
Naomi SUGIURA<sup>1</sup> and Noriyuki NISHI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fukuoka Univ., 8-19-1 Nanakuma, Jyonan-ku, Fukuoka 814-0180

<sup>2</sup>Meteorological Research Institute, 1-1 Nagamine, Tukuba, Ibaraki 305-0052

**Abstract:** The localized torrential rainfall with liner rain zone occurred frequently in recent years. To improve the accuracy of linear rain zone prediction, there is a need to measure water vapor in the lower troposphere on the upwind side. We plan to perform the water vapor Raman lidar observation as the purpose of improvement of accuracy of linear rain zone prediction. We will install two water vapor Raman lidars at Koshikijima and the coastal area of Nagasaki, respectively in the spring of 2020 and perform the lidar observation of water vapor vertical profiles in three summer seasons of 2020 – 2022. In our presentation, we will show our lidar system and observation plan, work progress in detailed.

**Key Words:** Raman LIDAR, Water vapor, Linear rain zone

### 1. はじめに

強雨が数時間以上に渡って継続し、河川氾濫や土砂災害等の深刻な被害を引き起こす線状降水帯による集中豪雨の発生が近年多発している。Fig.1 に平成 29 年の北部九州集中豪雨時(平成 29 年 7 月 5 日)の GPM/DPR による降水の三次元分布を示す。7 月 5 日から 6 日にかけて九州北部地方で線状降水帯が形成・維持され、記録的な大雨となった。福岡県、大分県では、人的被害の他、多くの家屋の全半壊や床上浸水など、甚大な被害が発生した。

線状降水帯による災害を深刻化させている主な理由の一つとして、線状降水帯の発生する位置や時刻を正確に予測することが困難であることが挙げられる。このような状況を打破するためには、まずは線状降水帯が発生しやすい環境場を可能な限り早期に捉えて、的確な予測に結び付けることが必要である。線状降水帯発生予測において、「高度 500m での水蒸気フラックス」は線状降水帯発生可否を決める最も重要なパラメータの一つである<sup>1)</sup>。しかしながら、現業観測では連続的に観測する手法がなく、より高精度な線状降水帯発生予測のために、低層の水蒸気フラックス観測の実施が望まれている。

我々は、2018 年から戦略的イノベーション創造プログラム 2 期(SIP2)「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」の「線状降水帯の早期発生予測の精度向上と予測情報の利活用」において、線状降水帯の早期発生予測の精度向上を目的としたラマンライダーによる水蒸気観測を実施する計画を進めている。本稿では、現在開発を進めている水蒸気ライダーの仕様、観測計画等について紹介する。

### 2. 観測計画と観測場所

SIP2 は 2018 年 11 月にスタートし、2022 年 3 月までの 5 年間で研究を行う予定である。Table 1 に研究スケジュールを示す。2018-2019 年は、水蒸気ライダーの製作を行う。今回、水蒸気ライダーの開発・製作を、明星電気株式会社に依頼している。新規の水蒸気ライダーと気象研究所が所有している可搬型水蒸気ライダーの 2 台の装置を、2020 年 5 月に鹿児島県甕島と長崎半島にそれぞれ配置し、2020-2022 年の 3 年間に夏季(6-9 月)の自動連続観測を実施する。

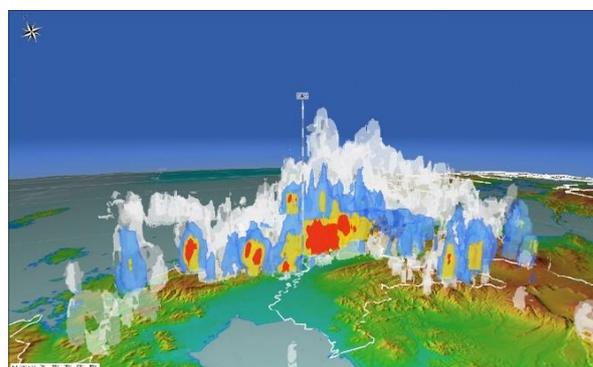


Fig. 1 Three-dimensional distribution of precipitation by GPM/DPR over northern Kyushu on 5 July, 2017, when the heavy rain hit northern Kyushu. (provided by Dr. Shimizu, NIED)

	2018	2019	2020	2021	2022
水蒸気ライダーの製作	→	→			
水蒸気ライダーの精度検証		→			
観測場所の決定		→			
水蒸気ライダー観測			→	→	→

Table.1 Time schedule of our research

過去の集中豪雨事例の統計解析によれば、線状の降水系による集中豪雨は、全国でも南日本で、特に九州地方に多いという特徴が見られている<sup>2)</sup>。また、長崎半島、甬島列島などの九州西岸に位置する島や半島の北東側で、長さが最大 150km にも及ぶ地形性降水帯がこれまで観測されていた(Fig.2)<sup>3)</sup>。梅雨時期・夏季に、しばしば対流圏下層部に東シナ海から暖かい湿った空気が九州地方に輸送されてくることが予想される。そのため、風上側に位置する甬島、長崎での水蒸気鉛直分布の観測は、線状降水帯の早期発生予測の精度を評価する上で、有益なデータが得られることが期待される。

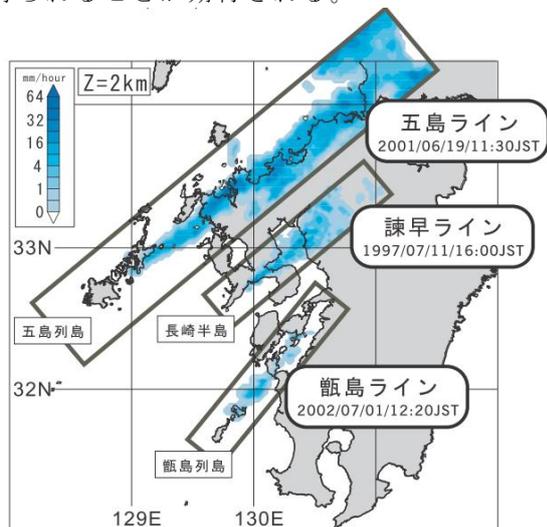


Fig.2 Example of typical orographic line-shaped rainfall zone observed over Kyushu (Nakamura et al. 2003)

### 3. 観測装置

新規で製作するライダー装置は、気象研の可搬型水蒸気ライダーの仕様<sup>4)</sup>をベースに設計し、高出力レーザーの選定など、いくつか改良を加えている。Table 2 に観測に使用するライダー装置の仕様を示す。いずれの装置も光源に Nd:YAG レーザーの第 3 高調波 355nm を使用し、受信は、口径 40cm、35cm の望遠鏡で後方散乱光を集光し、355nm、386nm(窒素ラマン)、407nm(水蒸気ラマン)の散乱光をダイクロックミラーで分けて、光電子増倍管により検出し電気信号に変換し、トランジェントレコーダを用いて計測を行う。送信レーザー光は、ミラーを使って、望遠鏡の中心から受信軸と同軸にして鉛直上空に発信される。日中晴天時の計測で、積算時間 20 分、高度分解能 75m で、高度 100m ~ 1.5km までの水蒸気鉛直分布の計測が可能である。

水蒸気ライダーの製作、観測の準備を進めるとともに、並行して OSSE を用いた水蒸気ライダー観測のシミュレーションも行い、水蒸気ライダー観測の有用性についても検討している。

発表では、それらの結果についても示す予定である。

	Koshikijima (Fukuoka Univ)	Nagasaki (MRI)
<b>The transmitting system</b>		
Laser	Nd:YAG	Nd:YAG
Wavelength	355nm	355nm
Pulse energy	300mJ	220mJ
Pulse repetition rate	10Hz	10Hz
<b>The receiving system</b>		
Telescope type	Cassegrain	Cassegrain
Telescope diameter	40cm	35cm
Field of view	0.3mrad	0.3mrad
Detection	Photomultiplier tubes	Photomultiplier tubes
Component	355nm, 386nm(N <sub>2</sub> Raman), 407nm(H <sub>2</sub> O Raman)	355nm, 386nm(N <sub>2</sub> Raman), 407nm(H <sub>2</sub> O Raman)
Signal detection	Transient recorder (Photon count, Analog)	Transient recorder (Photon count, Analog)

Table.2 Specifications of Water vapor Raman lidar system.

### 謝辞

本研究は総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム「【線状降水帯の早期発生及び発達予測の高度化と利活用に関する研究】(防災科学技術研究所)の助成を受けた。

### 参考文献

- 1) 加藤輝之：平成 27 年度予報技術研修テキスト, 42-60, 2016.
- 2) 津口裕茂, 加藤輝之：天気, 61, 455-469, 2014.
- 3) 中村綾子, 上田博, 吉崎正憲, 田中恵信, 清水収司, X-BAIU-02 観測グループ：2003 年夏の研究集会「メソ対流系」, 2003 年 8 月.
- 4) T. Sakai, T. Nagai, T. Izumi, S. Yoshida, Y. Shoji: Atmos. Meas. Tech., 12, 313-326, 2019.