

# 次世代超高感度マイクロ波放射計の開発 -序報-

市川隆一<sup>1</sup>、氏原秀樹<sup>1</sup>、佐藤晋介<sup>1</sup>、雨谷 純<sup>1</sup>  
太田雄策<sup>2</sup>、宮原伐折羅<sup>3</sup>、宗包浩志<sup>3</sup>、長崎岳人<sup>4</sup>、田島治<sup>5</sup>、  
荒木健太郎<sup>6</sup>、田尻拓也<sup>6</sup>、松島健<sup>7</sup>、瀧口博士<sup>8</sup>、松島喜雄<sup>9</sup>、桃谷辰也<sup>10</sup>

1. 情報通信研究機構
2. 東北大学
3. 国土地理院
4. 高エネルギー加速器研究機構
5. 京都大学
6. 気象研究所
7. 九州大学
8. 宇宙航空研究開発機構
9. 産業技術総合研究所
10. 日本気象協会



## 1. はじめに

高エネルギー加速器研究機構(KEK)が開発した超高感度マイクロ波放射計「KUMODES (KEK Universal Moisture and Oxygen Detection System)」は、先行研究により視線方向の水蒸気積分量を高感度・高精度で測定可能なことが確認された。そこで、KUMODESで培われた冷却受信機による高感度特性を活かし、GNSSやVLBI等のマイクロ波を用いた宇宙測地技術の高精度化、数分から数10分程度で急激に発達する線状降水帯発生の前予測、あるいは火山地域における熱エネルギー放出監視といった用途への応用も視野に入れ、今年度より新たな放射計開発を開始した。

## 2. サイエンス視点での開発への要請

試作機開発にあたり、まず測地及び気象からのサイエンス視点での技術要請を整理した。双方の分野からの要請は下記の通り。

### 【測地からの要請】

- ✓ 可視域全域の水蒸気分布あるいはGNSS等の視線水蒸気変動を短時間での把握。
- ✓ 火山噴煙柱の監視、特に熱エネルギー放出の大部分を担う水蒸気放出量の把握。
- ✓ GNSSにおけるPPP解析で使用されるカルマンフィルタでの湿潤遅延量プロセスノイズの妥当性評価。

### 【気象からの要請】

- ✓ 高精度水蒸気観測による熱力学場の理解
- ✓ 鉛直走査による水蒸気プロファイル観測
- ✓ 積乱雲の発達過程把握～特に積乱雲本体ではなく、その周辺の水蒸気変動を始めから終わりまでの詳細な把握  
→ 豪雨直前のナウキャストの高精度化にも寄与

## 3. 開発仕様

- ① 観測周波数～20-30 GHz (H<sub>2</sub>O), 及び50-60 GHz (O<sub>2</sub>)
- ② 自律校正機能の搭載～冷却受信機(スターリング)、及び300 K計測機構
- ③ 高指向性～距離10 kmで空間分解能150m (図3参照)

## 4. 開発方針

- ① 広帯域フィード自作
- ② 自作OMTを用いて20-30 GHz帯と50-60 GHz帯を分離。各々を既成品のLNAで受ける(図4参照)。
- ③ フィード、OMT、LNAをスターリング冷凍機で冷却(100 K以下)。
- ④ AZEL駆動系や主鏡は既存アンテナ(NICT沖縄の3.8m等)を利用して試験観測を予定。

## 5. 今後のスケジュール(図5参照)

## 6. 現状での課題

- ✓ 予算的にはかつかつ～各種計測器等はプロジェクト参画機関内からの借り物で対応。NICT内製で済むものは買わない。
- ✓ 開発関係～ソフトウェア開発でのリソース不足(どこかの学生さんが興味を持って頂けると有難いです)。
- 輝度温度から可降水量推定までの自動化
- 衛星等の電波源追尾

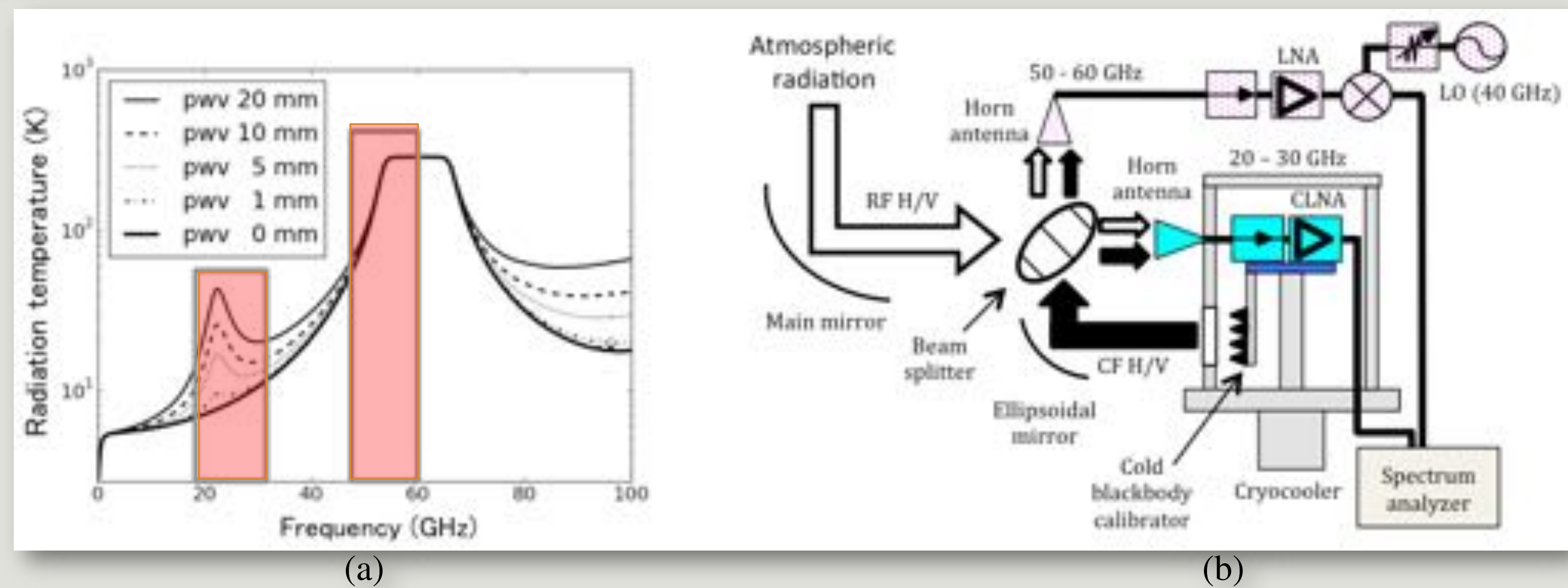


図1 (a) 周波数と大気輝度温度の関係 (b) KUMODESの観測機構 [after, Tajima et al., 2016].

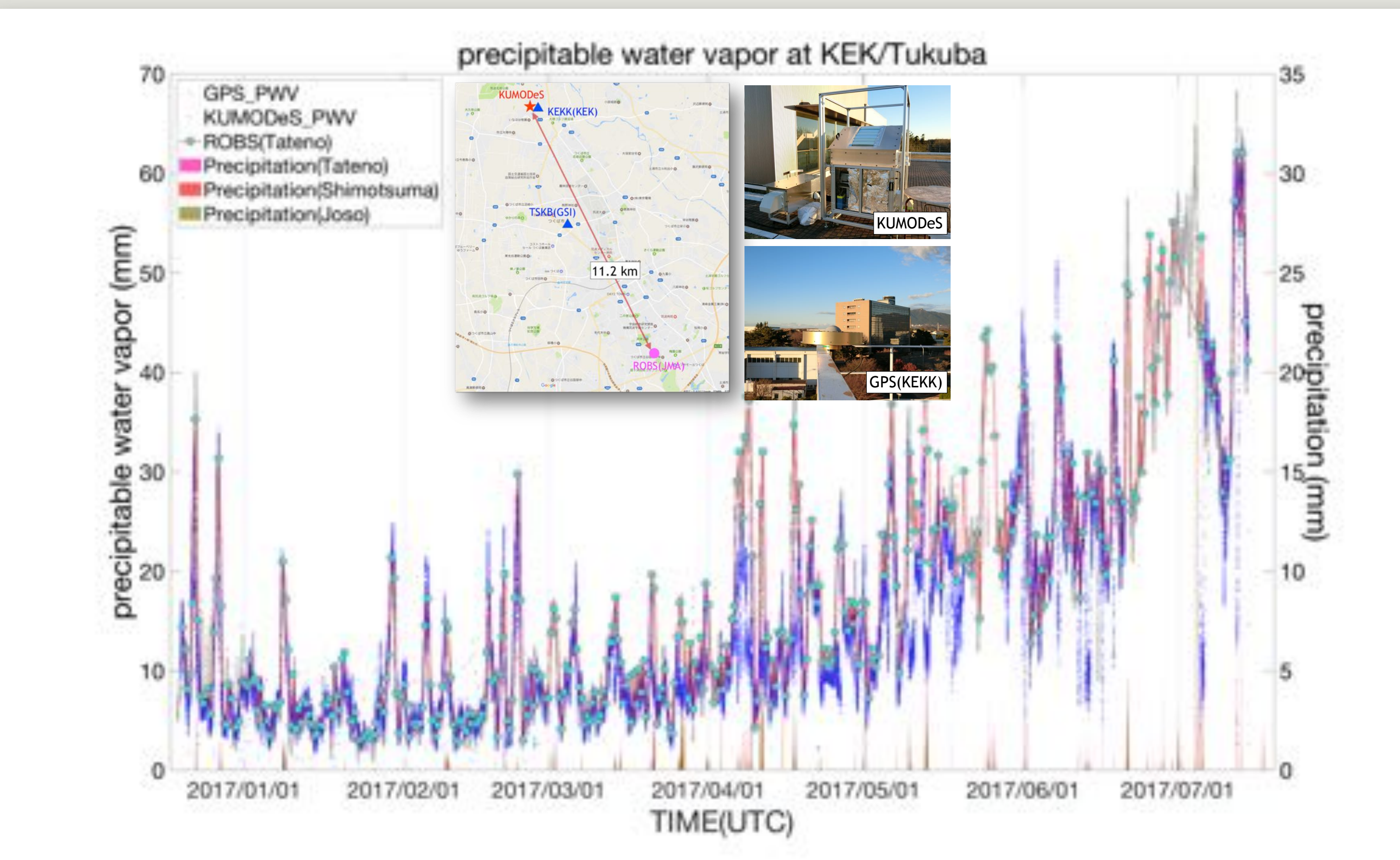


図2 つくばにおける約半年間にわたる可降水量観測結果

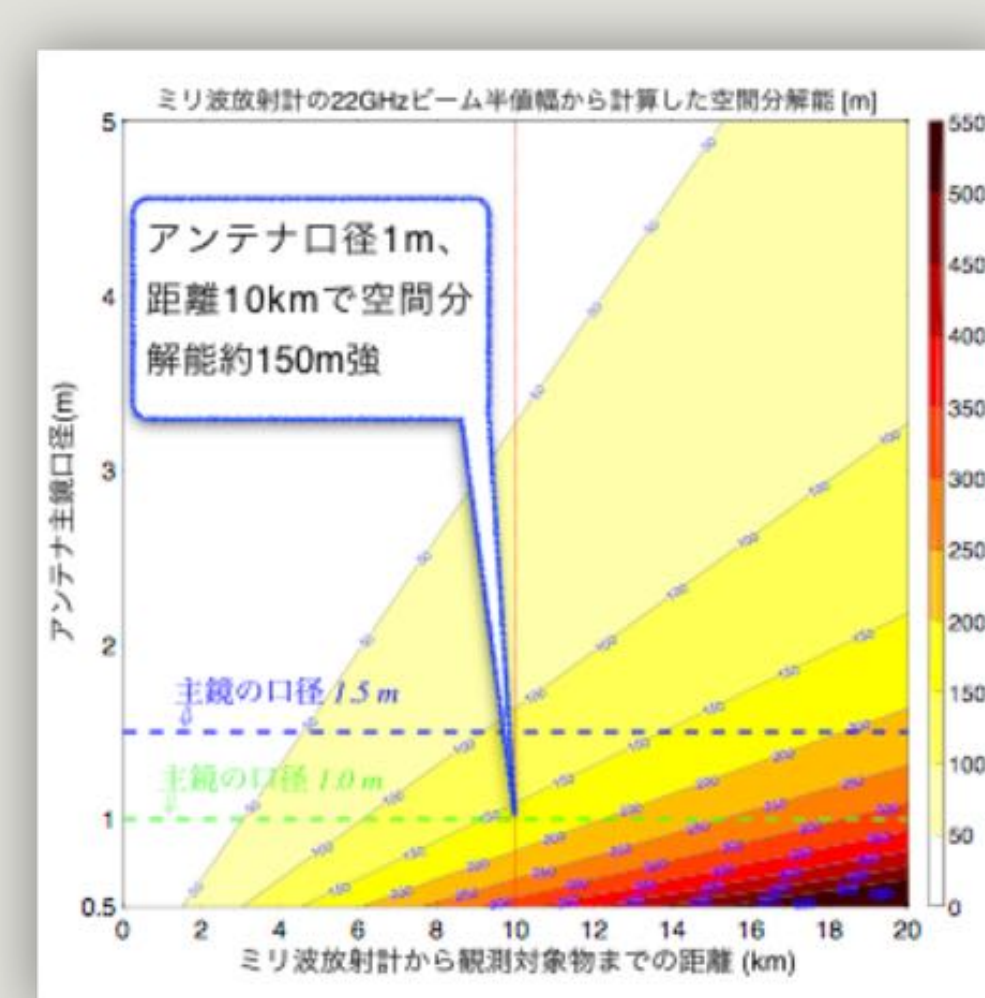


図3 アンテナ指向性の検討

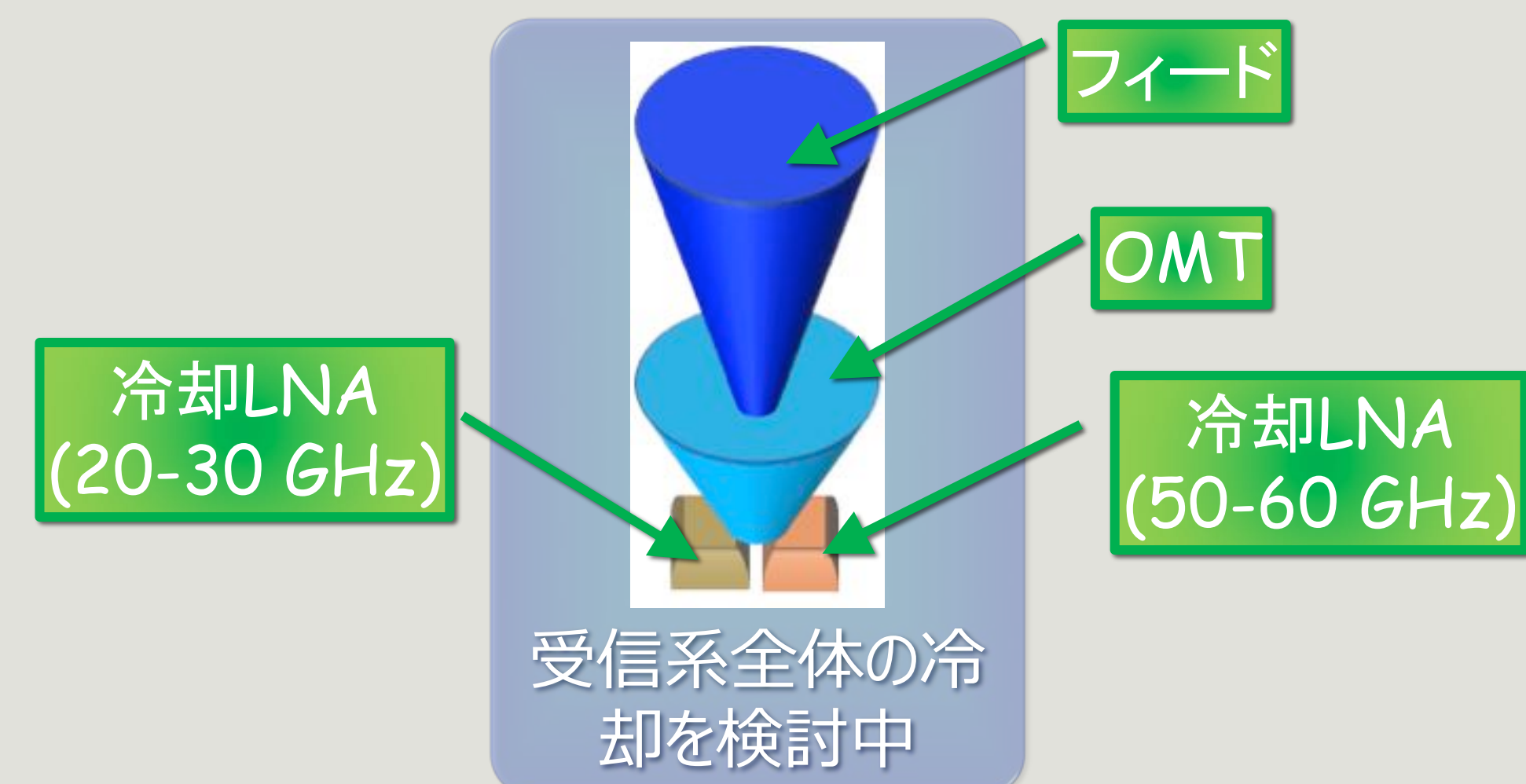


図4 受信系の概略

	2018年度(H30年度)計画			
	第1四半期(4-6月)	第2四半期(7-9月)	第3四半期(10-12月)	第4四半期(2019年1-3月)
従来型ミリ波放射計性能評価 (NICT、KEK、京都大学、東北大学、日本気象協会)				KUMODES、GNSS比較観測@京大?
次世代超高感度ミリ波放射計開発 (NICT、KEK、AIST、京都大学)		試作1号機仕様検討 (設計、シミュレーション等)		試作1号機用電子部品等調達、 内製パーツ製作開始@NICT試作
フィールド実証実験 (NICT、国土地理院、東北大学、九州大学、気象研究所、AIST、日本気象協会) データ解析 (NICT、気象研究所、JAXA)				GNSS・マイクロ波放射計データ解析による可降水量算出、 客観解析、波線追跡法による視線方向の湿潤遅延量計算

図5 開発スケジュール

### 参考文献

- 1) Nagasaki, T., Araki, K., Ishimoto, H. et al. J Low Temp Phys (2016) 184: 67. <https://doi.org/10.1007/s10909-015-1412-9>
- 2) Tajima et al., Sensing of the atmospheric water vapor with millimeter wave spectrometer – KUMODES, 2016 Progress In Electromagnetic Research Symposium (PIERS), 4157-4161, doi: 10.1109/PIERS.2016.7735564, 2016.
- 3) Nagasaki et al., Long-term monitoring of water vapor by using a next generation microwave radiometer “KUMODES”, MTT38-P03, JGU-AGU 2017, 2017.

謝辞:本研究はJSPS科研費18H03828の助成を受けたものである。