

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名： テラヘルツ波を利用した雲・水蒸気分布観測二周波レーダーシステムの研究開発
- ◆受託者： キーコム株式会社、学校法人早稲田大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所
- ◆研究開発期間： 令和4年度～令和5年度(2年間)
- ◆研究開発予算(契約額)： 令和4年度から令和5年度までの総額969百万円(令和5年度500百万円)

2. 研究開発の目標

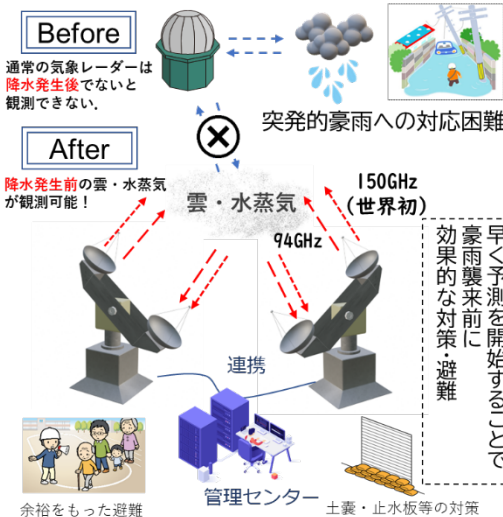
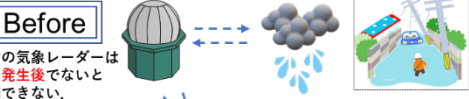
150GHz帯を含むテラヘルツ二周波数を使用し、①従来の発生後の降水の状態ではなく、降水発生前の雲・水蒸気の状態を観測する気象レーダーを開発し、②二周波数からの反射の差分を取る手法によって観測精度を高めるとともに、③AIを用いて降水前の雲・水蒸気の情報を迅速に処理し、従来よりもタイムリーかつ避難等に役立つ短時間予報を実現する。

3. 研究開発の成果

研究開発目標

- ▶テラヘルツ帯(150GHz)を利用した**世界初の気象観測レーダー**を開発。
- ▶通常の気象レーダーでは観測できない**積雲(非降水雲)・水蒸気**の観測が可能に!
- ▶**降水発生前**の気象観測・予測を可能にし、**豪雨発生前の対策・避難**が可能に!!

94GHz/150GHz 二周波気象レーダー



実現に向けた3本柱(主な内容)

1. ハードウェア
 - ・94GHzレーダーの改良
 - ・150GHzレーダーの新規開発

キーコム

2. ソフトウェア
 - ・観測データからの雲水量・水蒸気量の解析手法
 - ・気象予測へのインパクト評価
 - ・AIによる雲水量・水蒸気量の推定

防災科研

早稲田大学

3. 統合実証実験
 - ・ローカル5Gネットワークと接続した通信実験 等

市場の声

研究実施協力者の株式会社ウェザーニューズより、市場導入へのアドバイス、レーダー性能に対するアドバイス等をいただき市場性のあるものにする

研究開発成果

研究開発項目1: ミリ波レーダーによる検知・観測技術の確立

- 94GHz帯のFMCWレーダーの設計を完了し、試作及び評価を実施した。半導体パワー増幅器の8合成により送信出力4.23Wを確認できた。また受信機のNFについて4.2dBを確認することができた。無線局免許申請を実施し、令和6年5月以降運用可能な見込み。
- 150GHz帯のFMCWレーダーの設計を完了し、試作を実施した。
- 気象観測用のカセグレンアンテナ(アンテナ開口直径1m)、2軸回転台の製造を完了した。

研究開発項目3: 統合実証実験

- ローカル5G無線装置を導入し、無線局免許を取得した。

研究開発項目2: 観測データの解析方法の確立

- バルク法のレイダーデータを教師データに使用した雲水量の推定評価で精度を向上(R^2 で反射因子の差分使用時13.0%(仰角90度)、7.7%(仰角45度))した。ITU-Rモデルのレイダーデータを教師データに使用した雲水量・水蒸気密度の推定でも同様に精度を向上した。
- 米国の公開データベースARMのKaバンド/Wバンドの雲レーダー(Ka/W-SAGR)、雲底レーダー(WACR)、ラジゾンデ、マイクロ波プロファイラー放射計(MWRP)などから、降雨条件を効率的に検索し教師データを生成するアプリとデータセットの環境を構築完了。
- 研究開発項目3: 統合実証実験 バルク法のレイダーデータのデータセットを用いてB-SCOPEとPPI表示の3D表示の時間変化を表示可能な評価用アプリを開発完了。

研究開発項目2: 観測データの解析方法の確立

- バルク法雲解像数値気象モデル(CReSS)を用いて雲の再現実験を行い、レーダー反射因子のシミュレーションを行う仕組みを作成した。これにより、機械学習に必要なとされる学習用データを作成する環境が整備され、複数の事例で学習用データを作成した。
- 気象パラメータから電磁的現象を計算する手法を、より高度なT-Matrix法を用いた散乱シミュレーションに置き換えて、より精緻なシミュレーションを可能にした。
- ピン法雲解像数値気象モデル(WRF-SBM)を用いた雲の粒径分布のシミュレーションを実施した。ピン法モデルとT-Matrix法を併用することにより、雲の粒径分布を考慮したレーダー反射因子のシミュレーションが可能となった。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
6 (5)	4 (4)	0 (0)	9 (8)	0 (0)	4 (1)	1 (1)	0 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

*国内出願、外国出願は大幅に目標を達成した。

*外部発表については特許出願を優先したため研究論文、査読付収録論文は未達となった。

(査読付収録論文は2024年度発表予定のものが二件ある。)

*特許出願後、研究論文や査読付収録論文の投稿に努める計画であった。

5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

- 今後の検証として比較的实现性高い、Kaバンド雲発生観測レーダーの観測結果と、本研究開発の94GHz帯レーダーの観測結果を比較することで94GHz帯レーダーの妥当性検証を実施する。本研究で試作したレーダーについては本研究を進めた受託者に提供する、ないし取得した観測データを共有する。150GHz帯レーダーについて試作を継続し、観測に使用できるように進めることができれば、94GHz帯レーダーと150GHz帯レーダーを用いた二周波観測を実施する。
- 取得した二周波観測の観測データを、データ解析、AIによる降水予測モデルにフィードバックすることで、優位点を実証する。
- 最終的に、気象予測に対するインパクトを評価することで、本研究の優位性・有用性を検証する。