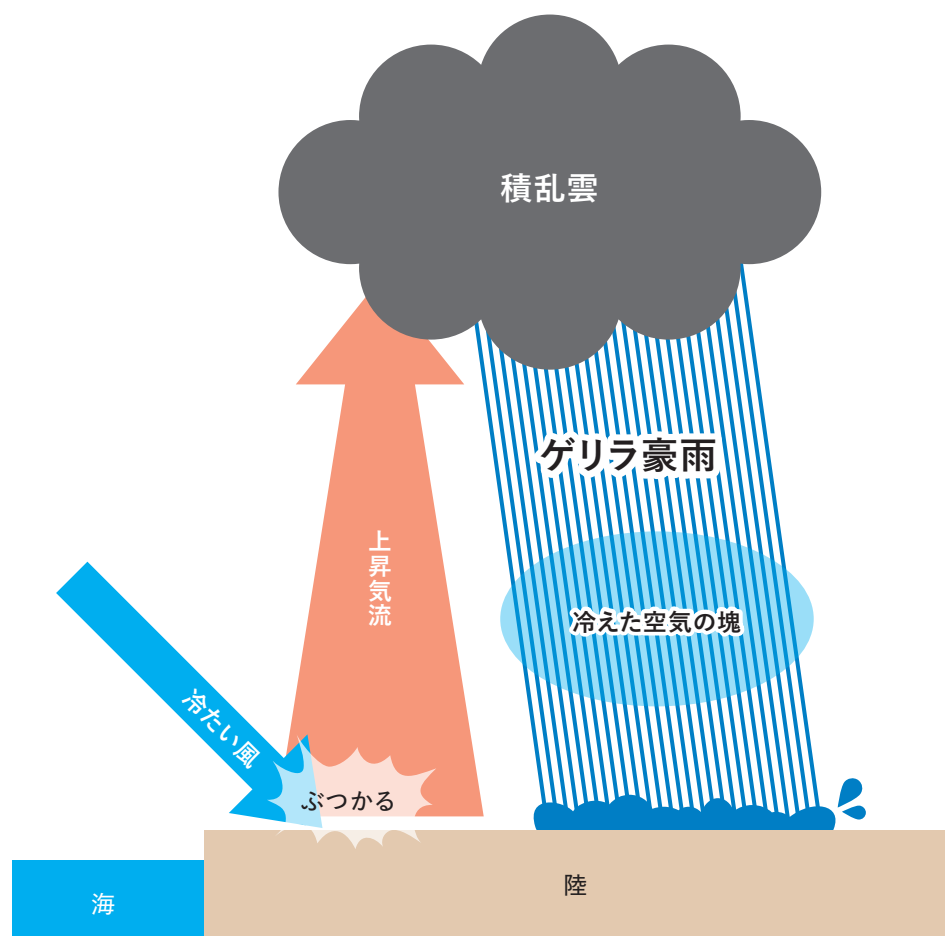


本年5月のつくば市における竜巻被害や
毎年繰り返されるゲリラ豪雨被害など、
近年の社会の高度化に伴って、
こうした大気現象による被害は増加傾向にあります。
工学研究科では、ゲリラ豪雨や竜巻などを
最短10秒で立体的に観測することが可能な
Xバンドフェーズドアレイドップラー気象レーダの開発に成功しました。
5月に吹田キャンパス電気系建屋の屋上に完成し、
6月には試験観測を開始しています。
このレーダでは、電子走査方式を用いることによって、
従来に比して観測に要する時間が飛躍的に向上し、
世界最高の性能を実現しております。
本特集では、このレーダ開発の概要や観測結果を展望し、
今後の取り組みについて紹介したいと思います。

世界最高性能 気象用フェーズドアレイ レーダの開発

～ゲリラ豪雨や竜巻の詳細な3次元構造 をわずか10秒で観測可能に～

----- ゲリラ豪雨の発生メカニズム -----

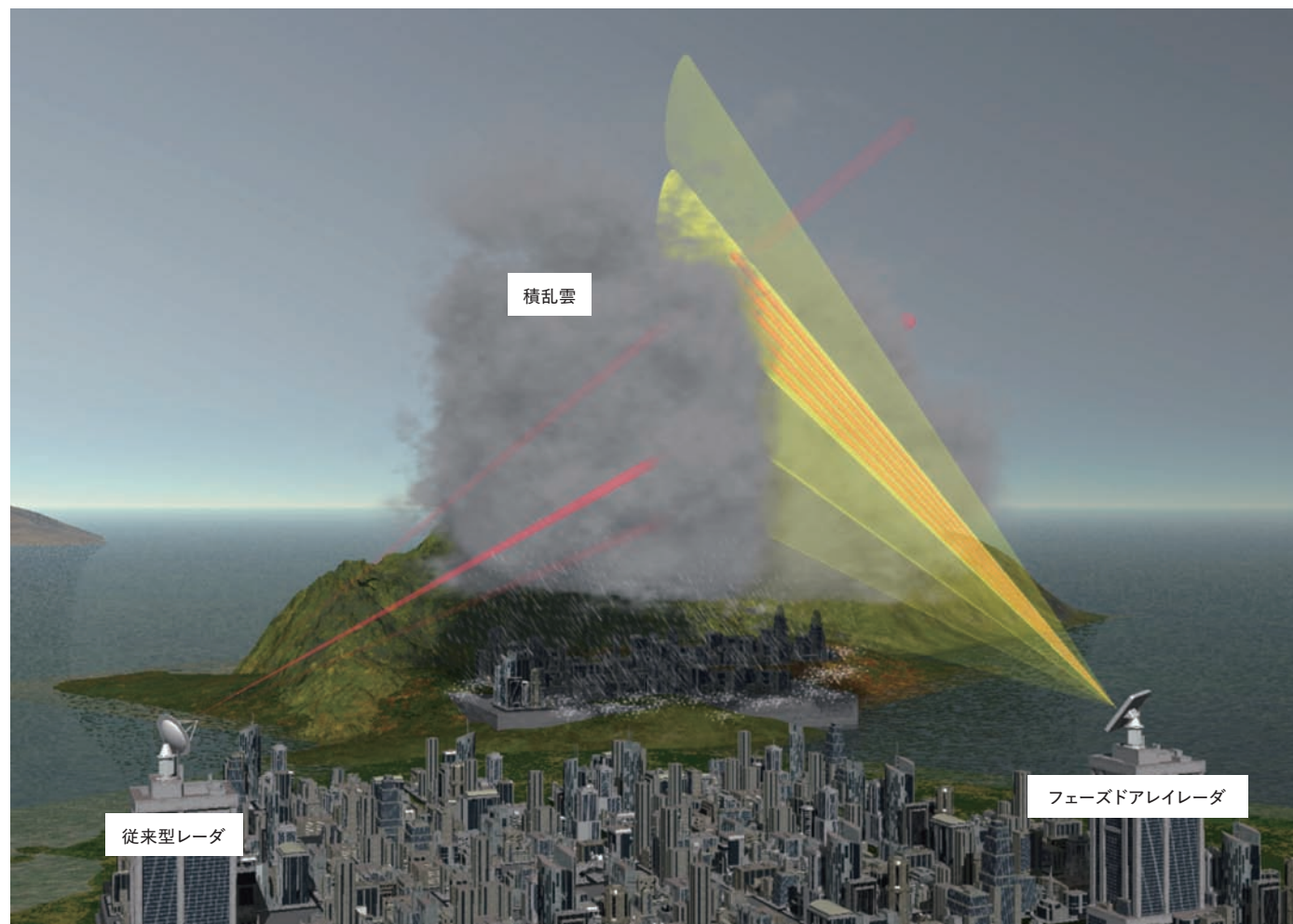


まず、海からの冷たい風が陸の暖気とぶつかることで、上昇気流が発生。すると急速に積乱雲が発生し、局所的に激しい雨が降る現象「ゲリラ豪雨」につながる。

ゲリラ豪雨や竜巻の被害を軽減するにはどうしたら良いのか？

都賀川水難事故として知られる、平成20年7月28日に兵庫県神戸市灘区の都賀川で発生した悲劇的な水難事故をご記憶でしょうか？この事故では、神戸市に突発的、局所的な集中豪雨が発生し、水遊びなどで都賀川や河川敷にいた16人が急激な水位上昇により流され、小学生2人、保育園児1人を含む5人が死亡しました。本年5月6日に茨城県つくば市で発生した竜巻事故も記憶に新しいと思います。近年、ゲリラ豪雨として知られる、このような突発的かつ局所的に甚大な被害をもたらす豪雨あるいは竜巻のような大気現象が増加傾向にあります。これは、急速な都市化や地球温暖化の影響と言われていますが、本当のところはわかりません。では、このようなゲリラ豪雨や竜巻の被害を軽減するには、どうしたら良いのでしょうか？

こうした現象を計測する最も有効な手段は、電磁波を用いたリモートセンシング技術であり、レーダ技術として知られています。この手段の利点は、何十あるいは何百kmという広範囲な領域に分布している降雨の構造を瞬時に把握できるところにあります。このため、国土交通省や気象庁等は、日本全土を覆うようにレーダ観測網を整備し、我々もWeb等で降雨の分布状況を知ることができます。このような用途に用いられる現在のレーダは、パラボラタイプのアンテナが用いられ、ペンシルビームと呼ばれる1度前後の細いビーム幅内の領域を、方位角方向に360度回転しながら、仰角を徐々に上げて観測していく機械的な走査方法が用いられています。しかし、この方法では、地上付近の走査のみでは1分から5分程度、3次元立体観測には、5分から10分以上必要となっていました。これに対して、

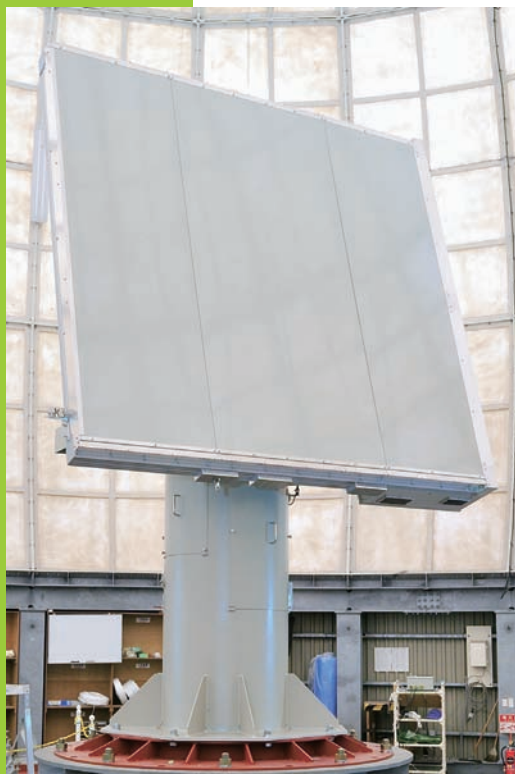


従来型レーダ（左側レーダ）と開発したフェーズドアレイレーダ（右側）の観測イメージの比較。従来型レーダでは、細いビームによる数仰角での観測によって5分以上の時間を要していたのに対し、フェーズドアレイレーダでは、100仰角による隙間のない密な仰角観測が、10秒から30秒で可能となった。

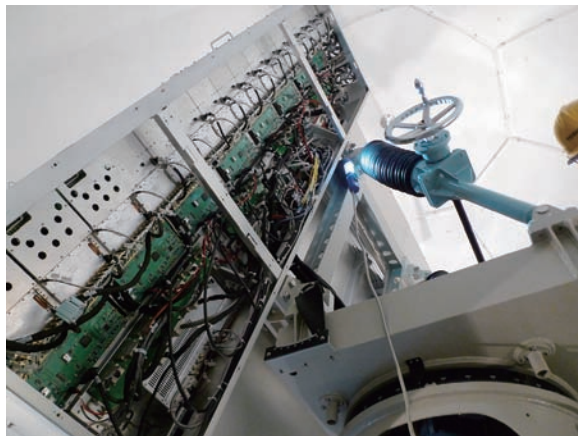
前述の局地的豪雨をもたらす積乱雲は、10分程度で急速に発達し、竜巻もわずか数分で発生し移動するため、これまでのレーダ方式では、こうした現象をスナップショット的に捉えることはできても、その発生から発達そして消滅までを逐次、観測することは不可能でした。これが、これらの大気現象の生成メカニズムの解明、予兆現象の発掘、迅速な警報、予知を阻む大きな要因でした。

このような状況に対して、我々大阪大学と株式会社東芝、独立行政法人情報通信研究機構のグループは、フェーズドアレイ方式という機械的なアンテナ走査ではなく、電子的・ソフトウェア的な走査方法を用いることによって、観測時間を大幅に短縮し、10秒から30秒という短時間で詳細に、降雨の3次元立体を可能とする、Xバンドフェーズドアレイドップラーレーダを開発することに成功しました。

今回開発を行ったレーダは、128本のアンテナ素子をアレイ状に配列し、その内24素子を用いて、10度前後の比較的広い送信ビームを、仰角方向に地表面付近の0度から天頂方向の90度近くまで、10回程度電子的に切り替えて送信します。さらに、受信信号を128素子全て受信後、デジタル変換処理を行い、ソフトウェア上で合成処理を行って、約1度の受信ビーム幅を得ます。そして、方位角方向には機械的に回転させることで、半径約15kmから60km、高度15kmまでの範囲における隙間のない詳細な3次元降水分布を、10秒から30秒で観測することが可能となりました。



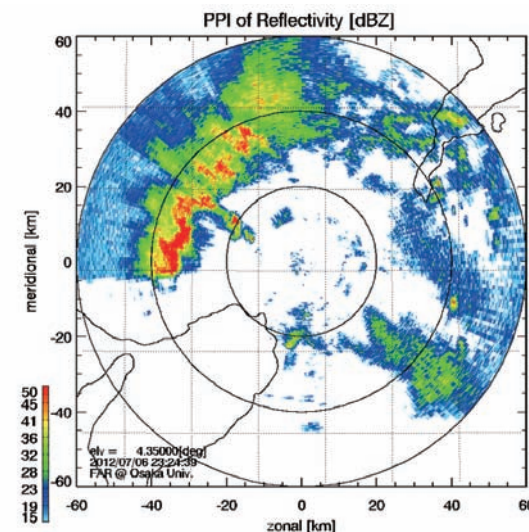
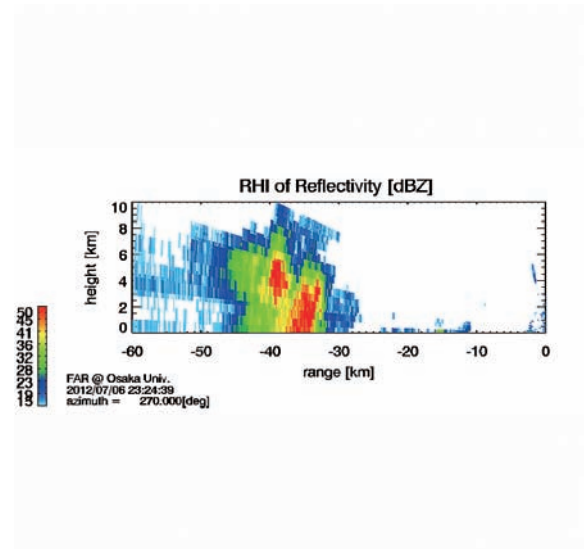
下の白いレドーム内に格納されたフェーズドアレイアンテナ



アンテナ背面に配線されている
128個の受信装置およびデジタル変換装置。
最新の情報通信技術を用いて、
合成処理は全て、アンテナ背面で行われている。



完成したフェーズドアレイレーダ



設置されたフェーズドアレイレーダによるゲリラ豪雨の観測データの例。
右が平面図であり、図中の赤い線に沿った鉛直断面図が左の図。
高く発達した積乱雲の中に非常に強い降雨域が分布している様子が可視化されている。
この降雨域がどのように変化しながら、地表面にゲリラ豪雨をもたらすのが、
開発したフェーズドアレイレーダでは、30秒毎に連続したイメージで観測された。
赤い色ほど強い降雨量を示している。

5月に吹田キャンパスの電気系E3棟屋上に設置を行い、6月頃より試験観測を開始しました。観測の一例を図に示していますが、上空に形成された強い降雨域の分布を良く表しています。ビデオを紹介出来ないのが残念ですが、これが変化しながら、地表面に達する様子がアニメーション等によってよく再現されています。今後、局地的大雨や集中豪雨などの現象を対象として、性能評価試験を兼ねた観測を行います。本レーダにより得られる詳細な3次元観測データは、短時間に大雨をもたらす積乱雲のメカニズムを明らかにしていくことと思います。これは、基礎科学的に大きなブレイクスルー、発見が、本レーダを用いてなされることを意味します。このことは、気象予測の高精度化、また局所的・突発的な気象災害の前兆現象の検出や短時間予報(ナウキャスト)情報としても期待されます。

8月31日(金)に報道機関向けの見学会を行いました。当日は、NHKをはじめ各社からテレビカメラが持ち込まれ、ほぼ主要な新聞社すべてから、記者の参加を得ることが出来ました。見学会の最中に、レーダを撮影するためにヘリコプターが飛んできて、上空を巡回したのは驚きましたが、それだけインパクトのある研究成果だったのだろうと

思います。NHKの「おはよう日本」をはじめとして、数多くのニュースで報道され、翌日の読売新聞では第一面に大きく取り上げて頂きました。この場をお借りして、取材頂きました各社には感謝申し上げます。

情報通信技術は、情報化社会と騒がれて以来、ネット環境が整備され、携帯電話が一般に普及するなど成熟した感もありますが、実はこのような環境応用、自然災害の低減にむけた技術応用は、余り進んでおらず、今後大きく伸びていく余地が多分に残されていると思います。豪雨や竜巻構造の解明など基礎科学的な側面も含んでおり、大学における研究分野としても魅力的です。最後になりますが、この機会を与えていただきました各位に感謝致します。

牛尾 知雄(うしお ともお)

平成5年大阪大学工学部電気工学科卒業。平成10年同工学研究科博士課程修了。博士(工学)。同年アメリカ航空宇宙局(NASA)/ Marshall Space Flight Center/ National Space Science and Technology Center 研究員。平成12年大阪府立大学大学院工学研究科助手。平成18年大阪大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻准教授。