

電波による「千里眼」

—衛星や航空機に搭載したレーダーで

地表面の変化をとらえる

桐本 研究室



桐本 哲郎
Tetsuo KIRIMOTO

突を進めています。電波を使って衛星や航空機に「千里眼」を持たせる。それが桐本研究室のキャッチフレーズです。利用しているのは画像レーダーを使った手法です。

レーダーはカメラなどに比べ、天候に左右されず、また昼夜を問わず使えるのが利点です。一方で、細かく計測するのはどちらかというと苦手な面があります。そこで、モノの位置だけでなく、分解能を高めて形までとらえようとするイメージング(画像化)法がレーダーの分野で主流になりつつあります。得られた受信信号を、コンピュータ解析によってさらに鮮明に加工するのが画像レーダーです。

一般的な画像レーダーである合成開口レーダー(Synthetic Aperture Radar: SAR)は、数百キロメートル離れた目標の領域を、数メートルから数十センチメートルの分解能でイメージングする装置です。しかし、カメラで撮影した光学画像に比べ、SARで撮影した画像は通常粗く、何が映っているかの判断もつきません。

これを解決するため、桐本教授はコヒーレント変化検出(Coherent Change Detection: CCD)と呼ぶ位相を利用する手法を導入しました。コンピュータでCCD解析を行うことで、複数のSAR画像間の「違い」を数センチメートルの高い分解能で自動検出させることに成功したのです。

応用としては、例えば、災害時

一般的に画像レーダーである合成

気象を観測する気象レーダーや周囲の障害物を検知する車載レーダー、受信信号をコンピュータで解析して対象物の形を映す画像レーダーなど、レーダーはさまざまな分野で使われています。レーダーとは電磁波(電波)を対象物に向けて放ち、返ってきた電波を受信して目標までの距離や方向、移動速度を測るセンサーです。

桐本哲郎教授は特に衛星や航空機にレーダーを搭載し、上空から地表面を広範囲に計測するための研

開口レーダー(Synthetic Aperture Radar: SAR)は、数百キロメー

トル離れた目標の領域を、数メー

トルから数十センチメートルの分

解能でイメージングする装置で

す。しかし、カメラで撮影した光

学画像に比べ、SARで撮影した

画像は通常粗く、何が映っている

かの判断もつきません。

これを解決するため、桐本教授

はコヒーレント変化検出

(Coherent Change Detection:

CCD)と呼ぶ位相を利用する手

法を導入しました。コンピュータ

でCCD解析を行うことで、複数

のSAR画像間の「違い」を数セン

チメートルの高い分解能で自動検

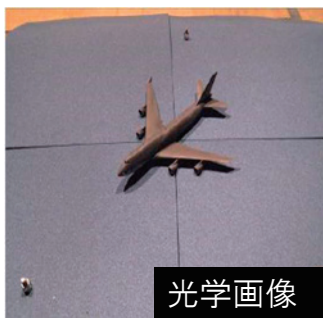
出させることに成功したのです。

応用としては、例えば、災害時

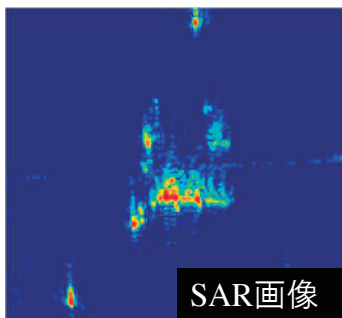
一般的に画像レーダーである合成

開口レーダー(Synthetic Aperture

Radar: SAR)は、数百キロメー



光学画像



SAR画像

観測例1 (旅客機)

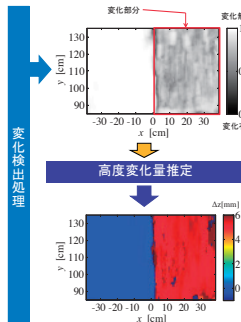
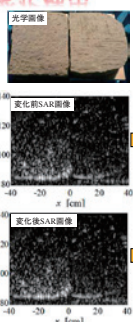
レーダー画像の位相を利用した変化検出

CCD(Coherent Change Detection)

複数のSAR画像間における波長(数cm)オーダーの変化を検出
 災害時の状況把握等に有用(道路の断裂・隆起を検出)

実環境においては変化検出に加えて高度変化量の推定も必要(道路の断裂・隆起の程度の推定)

CCDモデルにおける高度変化量推定法を提案



キーワード

高分解能レーダー、画像レーダー、デジタル信号処理

所属	大学院情報理工学研究所 機械知能システム学専攻
メンバー	桐本 哲郎 教授
所属学会	米電気電子学会 (IEEE)、電子情報通信学会、計測自動制御学会
E-mail	kirimoto@ee.uec.ac.jp

に活躍します。地震や洪水などの大災害が起きた直後に、レーダを搭載した航空機を被災地へ飛ばし、数キロメートルの広範囲にわたって地表面をザッと観測するのです。災害前の定期的な観測データがあれば、CCDを使って災害前後の変化量を的確に検出できます。

特に、高さ方向の距離を3センチメートル以下の分解能で計測できるため、道路が断裂したり隆起したりしている場所を特定するだけでなく、地表面のわずかな変化量も推定できます。桐本教授は「救護活動や救援物資の輸送を行う際に、どの道なら通れるかといった道路状況の把握に役立つのではないかと考えています。」

一方で、新しいイメージングの方法も研究しています。桐本教授は、医療用の磁気共鳴断層撮影装置(MRI)の撮像画像を鮮明に加工する手法として、一般的な「圧縮センシング」法をレーダに応用できると考えています。これは、計測の頻度を通常より減らしても同等の品質のレーダ画像を得られる方法です。最終的には、従来の約10倍まで計測間隔を広げても機

能する「省エネルギー型」の計測システムを目指しています。

さらに一歩進んで、レーザ光を使って風向や風速などを計測する「光波レーダ(ライダー)」の研究にも企業と共同で取り組んでいます。これは、光を放ち、空気中に浮遊している微粒子(エアロゾル)に当たって跳ね返ってきた散乱光を計測する装置です。

レーザ光を使うため、前述のレーダとは種類が全く異なりますが、光も電波の一種です。「基本

的な動作原理は同じであり、共通の技術が使える」と桐本教授は期待しています。近距離のあるスポット(地点)の風況を観測する従来の風速計に対して、光波レーダは、数キロメートル離れた遠方の広域エリアの風況をリアルタイムに高速で観測できるのが特徴です。

将来、空港監視ライダーとして飛行機が離着陸するエリアに設置すれば、航空機が乱気流に巻き込まれるのを未然に防ぐことができる

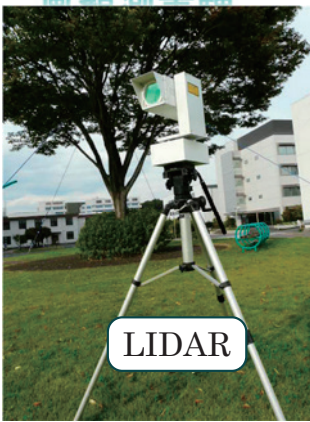
かもしれません。風力発電機を最適に制御する風況観測システムとしても利用できそうです。郊外に比べて、都市部の気温が高くなる「ヒートアイランド現象」の要因を探る、都市の大気監視用途なども見込めるでしょう。

もっとも、桐本教授は衛星や航空機に搭載するレーダにこだわっているわけではありません。これまでも、製鉄所の高炉の中で溶けた鉄の容量を計測するレーダの開発に携わった経験などもありま

す。レーダは、人が立ち入ることのできない劣悪な環境下でも威力を発揮するのです。「例えニッチ(隙間)な市場であっても、レーダ技術が生かせる産業分野は広い」と話す桐本教授。地元の企業ともぜひ協力して、地域の活性化に貢献したいと考えています。

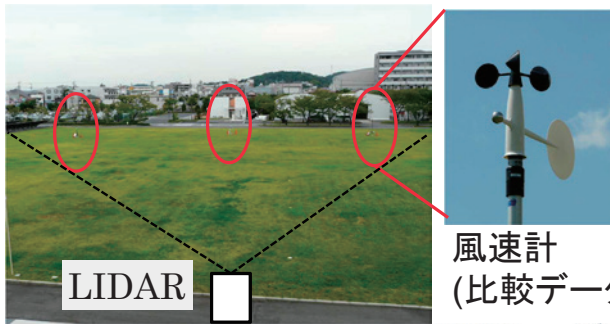
【取材・文】藤本信穂

風観測実験



LIDAR

仕様	
波長	1550 nm
レンジ分解能	30, 75, 150 m
観測範囲	30~600 m 75~1500 m 150~3000 m
最大観測速度	-30~30 m/s
観測モード	POINT PPI RHI
変復調方式	パルス変調方式



風速計 (比較データ)

