

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 渡邊 卓磨
学位 博士 (工学)
学位記番号 新大院博 (工) 第 428 号
学位授与の日付 平成 27 年 3 月 23 日
学位授与の要件 学位規則第 4 条第 1 項該当
博士論文名 **Study on Multiple Angle Polarimetric Radar Image**
(複数の角度における偏波レーダ画像に関する研究)

論文審査委員 主査 教授・山田 寛喜
副査 教授・山口 芳雄
副査 教授・中野 敬介
副査 准教授・西森 健太郎
副査 教授・小林 弘一 (大阪工業大学)

博士論文の要旨

本論文では、偏波合成開口レーダにおける様々なデータ解析手法をレーダからターゲットへの電波の入射角度という観点から考察し、偏波特有の物理散乱現象の実験的検証と土壌含水率推定などへの応用例を示した。偏波合成開口レーダにおいて、近年、精力的に研究されている手法に散乱モデル分解法がある。これは偏波特性に応じて偶数回反射、奇数回反射、体積散乱成分などの基本散乱成分の和に分解することにより、ターゲットの特徴を抽出し、ターゲット同定、分類などに用いるものである。用いた仮定の相違により、多様な手法が提案されているが、特にバイオマスや土壌含水率推定において重要視されている森林領域である亜寒帯森林 (Boreal forest) において分解結果に著しい差が表れることを実際の L-band 帯の合成開口レーダ(SAR)画像解析結果より明らかにした。さらに電波暗室内において森林のスケールモデルを構築し X-band 帯での検証実験を行い、亜寒帯森林においては Adaptive Model Based Decomposition (AMBD)法が最も妥当な分解結果をもたらすことを示した。

次に、上述の亜寒帯森林での大地と幹による偶数回反射成分において、偏波固有の物理現象である Brewster 角により水平偏波入射-水平偏波反射(HH)成分と垂直偏波入射-垂直偏波反射(VV)成分に顕著な違いが現れることを利用した土壌含水率推定法を考案した。この含水率推定法は、含水率のみならず入射角依存性も有するが、土壌および木の幹における VV 偏波成分の Brewster 角の範囲内では、Co-pol 比 (HH 偏波成分と VV 偏波成分の比率) が含水率の増加に対して単調に減少すること、および、正しい角度領域であるか否かが Co-pol 比の位相成分から判断できることを計算機シミュレーションより明らかにした。さらに、電波暗室における X-band 帯での森林のスケールモデルでの検証実験により、その有効性を実証した。実際の SAR では、様々な入射角からの観測は困難であるが、一様な領域であれば、近傍と遠方における入射角の変化を利用した推定、また特定の領域の場合では、衛星の周回毎の観測による含水率の変化を監視することが可能となる。

さらに、他入射角 SAR として、新たな観測技術として注目されている Tomographic SAR、Circular SAR における偏波レーダ画像の活用として、それらへの散乱モデル分解法の適用を検討し、屋内モデル実験により、その有効性を示した。特に Circular SAR では、観測方向の変化に伴い、ターゲット入射時の偏波の向きが変化する。その違いからターゲットの形状が推定可能となること、さらには偏波既定変換を施すことにより、ある特定のターゲットのみを強調、抑圧できることを示し、それらの一連の処理アルゴリズムを開発した。

以上のことより、本研究は、偏波を利用した様々な入射角度情報を活用した偏波レーダ画像の様々な観点からの新たな処理手法を開発し、その有効性を理論のみならず検証実験により実証した。

審査結果の要旨

本論文では、偏波レーダにおける入射角依存性に着目した基礎検討を行い、既存手法の問題点の解明、および、その入射角依存性を利用した様々な電波レーダ画像解析手法を開発し、スケールモデル実験により、その有効性を示した。散乱モデル分解法の問題点の解明においては、既存手法では亜寒帯森林での分解結果に大きな相違が現れることを指摘し、実験により、その違いをもたらす散乱構造を特定し、適した手法を示した。次に偏波散乱特性の違いを利用した亜寒帯森林での土壌含水率推定法を提案し、シミュレーションおよびモデル実験により、その有効性を示した。

さらに Tomographic SAR および Circular SAR における散乱モデル分解法の有効性を実証した。特に Circular SAR においては、その情報から形状の特徴が抽出できることを示した。これは 3 次元形状の推定の可能性を示すものである。また、偏波既定変換を施すことにより、ある特定のターゲットのみを強調、抑圧できることを示した。これらは今後の偏波合成開口レーダ画像の応用として非常に価値のあるものと評価できる。本論文の研究成果は、申請者を筆頭著者として電子情報通信学会英文論文誌、および共著者として同和文論文誌に掲載されている。また、この分野で世界的にも権威のある国際会議においても複数回採択され、発表していることなどから、研究水準も十分であると判断する。

よって、本論文は博士（工学）の博士論文として十分であると認定した。