

# 合成開口レーダにおけるドップラ中心周波数の推定方法に関する研究

教科・領域教育専攻

生活・健康系コース（技術・工業・情報）

指導教員 伊藤 陽介

## 1. はじめに

人工衛星に搭載された合成開口レーダ(SAR)を用いることで広範囲の地球環境を気象条件や観測時刻に影響されにくく計測できる。地球環境問題の深刻化とともに地球を観測した画像の重要性は高まっている。そのため SAR によって観測された生データから高精度な SAR 画像を再生処理する必要があり、とくにドップラ効果により生じるドップラ中心周波数を正確に推定しなければならない。しかし、観測対象によっては安定的にドップラ中心周波数を推定することが困難であった。

本研究では従来方法を改良し漸近的にドップラ中心周波数を推定する方法を提案し、実際に取得された SAR データを用いてその有用性を示す。

## 2. SAR 画像再生処理の概要

生データから SAR 画像を再生する方法として、一般にレンジ方向とアジマス方向の 2 段階で処理するレンジドップラ法が用いられる。SAR はチャープパルスを送信し観測領域からの後方散乱波を受信処理後、レンジ方向の生データとして記録する。チャープパルスに対応する参照関数を生データに畳み込み演算し、レンジ方向を高分解能化する(レンジ圧縮)。一方、SAR とターゲット間の距離(スラントレンジ長)の時間的変化によってドップラ効果が生じ、チ

ャープパルスと同様の効果がアジマス方向にも得られる。そのため、ドップラ周波数を 1 次関数近似しそれに対応する参照関数をレンジ圧縮されたデータにスラントレンジ長の変化分を補正したデータに畳み込み演算することによって、高分解能化できる(アジマス圧縮)。ここで、近似されたドップラ周波数の定数項をドップラ中心周波数、1 次項の係数をドップラ周波数変化率と呼ぶ。ドップラ周波数は軌道情報などから計算可能であるが、ドップラ中心周波数は十分な精度が得られないため SAR データを用いて推定する。

## 3. ドップラ中心周波数の推定方法

ヨーステアリングが正常に稼働している SAR のドップラ中心周波数はアジマス方向にフーリエ変換を行い最大となるパワースペクトルに対応する周波数である。周波数領域において効率的に推定を行うため Madsen によって提案された DELTA E 法を用いるが、この方法によるドップラ中心周波数の推定値は、適用する領域の後方散乱状態に大きく依存する。例えば、後方散乱の小さい水域などと後方散乱の大きい陸地などが混在する領域では、両者のパワースペクトルが混じり合い特異な形状のパワースペクトルとなる。そこで、特定周波数の高域側と低域側のパワー比  $\Delta E$  の形状に着目し、 $\Delta E$  の回帰直線の残差の値が閾値よりも大きければ当

該領域のパワースペクトルは単峰性でないものと判断しドップラ中心周波数の推定を行わないように改良する。

しかし、アジマス方向に対して後方散乱が大きく変化する領域では、ほとんどの推定値が除かれてしまうため暫定的に推定したドップラ中心周波数でアジマス圧縮を行い、部分的なドップラ周波数の帯域を含まないようにする。そのため図 1 に示す漸近的推定方法を提案する。まず、生データをレンジ圧縮した後、ドップラ中心周波数の初期値を推定し、収束許容値を設定する。つぎに、レンジ圧縮した画像に対して、現在設定されているドップラ中心周波数を用いてアジマス圧縮を行い、ドップラ中心周波数を推定する。現在の推定値と新たな推定値の差の絶対値が許容値以下の場合、推定を完了し、さもなければ再びアジマス圧縮から繰り返す。

#### 4. ドップラ中心周波数の推定結果

人工衛星 ALOS に搭載された PALSAR によって取得された SAR データを用いてドップラ中心周波数の推定を行った結果を示す。レンジ圧縮された画像から求めたドップラ中心周波数のレンジ方向の分布を図 2(a)に示す。この結果では、推定値の偏差が大きく単峰性を満足しなかった推定値も多いため推定結果の信頼性に問題がある。図 1 に示した漸近的推定方法においてドップラ中心周波数の初期値を用いてアジマス圧縮を 1 回行った画像から推定された結果を図 2(b)に示す。図 2(a)と比較して明らかに推定値の偏差が小さくなっている。

#### 5. まとめ

DELTA E 法を改良し漸近的推定方法を導入することによって観測対象に対して安定的にド

ップラ中心周波数を推定でき、他の推定方法と比較した結果、高精度な値を得ることができた。

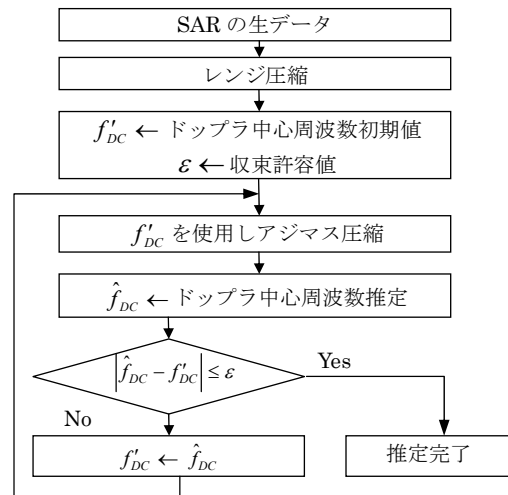
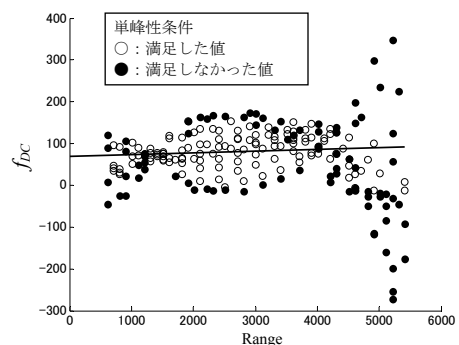
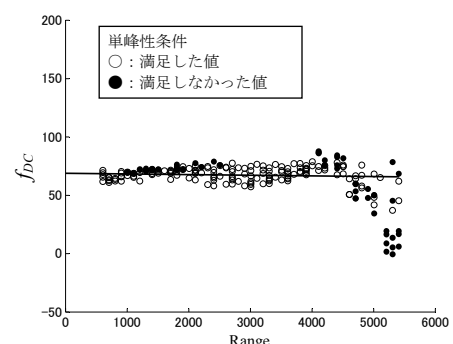


図1 漸近的推定方法の流れ図



(a) レンジ圧縮後の推定値



(b) アジマス圧縮後の推定値(1回目)

図2 ドップラ中心周波数の推定結果 (ALOS, PALSAR, ID: ALPSRP043540680)