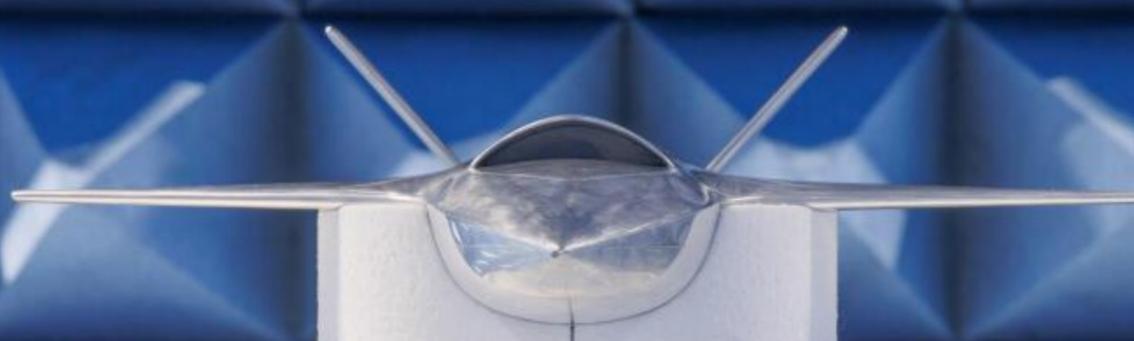


# 合成開口レーダ画像に基づく散乱断面積の高精度な測定法



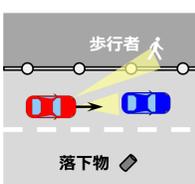
## 研究背景

### レーダ散乱断面積(RCS)とは？

**レーダ散乱断面積** (Radar Cross Section: **RCS**) はレーダで目標を照射したとき、目標がどれだけの反射をレーダに返すのかを表す指標で、レーダの分野では基本的かつ重要な値です。

### RCS測定的重要性

例えば近年広く普及している車載レーダでは、車両や歩行者などの様々な物体を検知する必要があります。このレーダの設計（アンテナ・送信電力など）において、探知したい目標がどれだけの反射を返すのかを知っておく必要がありますし、目標の種類をレーダで判別したい場合にも、RCSの情報が役立ちます。



## 研究目的

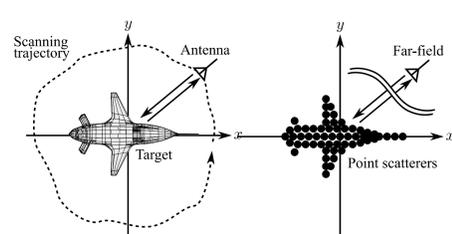
### RCS測定における課題

測定で重要となるのが遠方界の確保です。RCSは「目標の十分遠方」（遠方界）で定義され、遠方とみなせる距離は周波数が高く波長が短いほど、また目標が大きいほど遠くなります。例えば、10 GHzの周波数で1 mの大きさの目標のRCSを測定するにはアンテナと目標間の距離を約66 m以上確保する必要があり、実験室内では現実的でなく、屋外であっても用地の確保が困難となります。

### 近傍界遠方界変換(NFFFT)

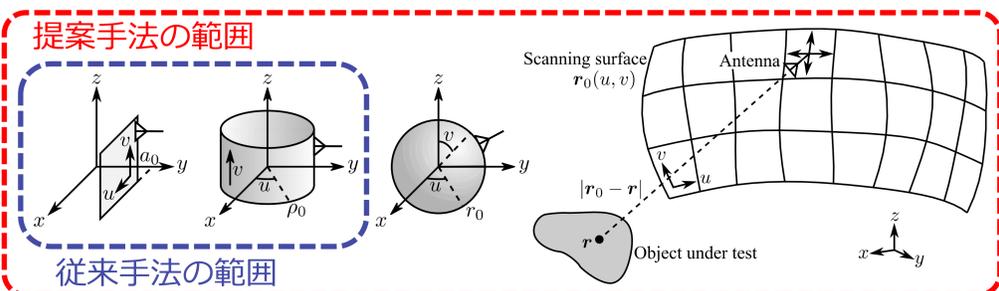
そこで登場するのが**近傍界遠方界変換** (Near-Field-to-Far-Field Transformation, **NFFFT**) と呼ばれる技術で、これはその名の通り近傍界での測定値を遠方界の測定値に変換する技術です。

当研究室ではレーダ画像方式と呼ばれるNFFFT法を得意としており、これは近傍での測定値からレーダ画像を生成し、そのレーダ画像を電波の放射源の空間分布ととらえ、このレーダ画像から遠方での電磁界分布を再構成するという手法です（右図）。



## 提案手法

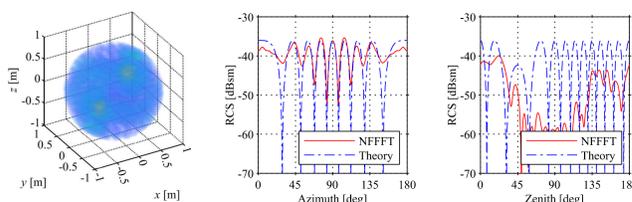
下図のように、従来のレーダ画像方式NFFFTでは平面や円筒といった単純なアンテナ走査方法にしか対応しておらず、測定の自由度に制約がありました。これに対し、当研究室は従来のNFFFT法の理論を一般化し、アンテナ走査において従来手法で取り扱えなかった球面走査やそれ以外の複雑な任意曲面走査を可能とし、測定の自由度を大幅に向上することに成功しました。



## 計算機シミュレーション

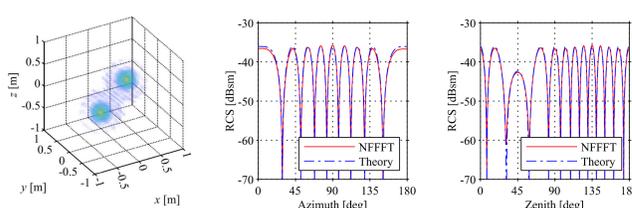
### 従来手法

※2点の点散乱体を配置



左から、三次元レーダ画像、方位角RCS、天頂角RCS。実線はNFFFT結果、一点鎖線が理論値で、両者は大きく異なります。

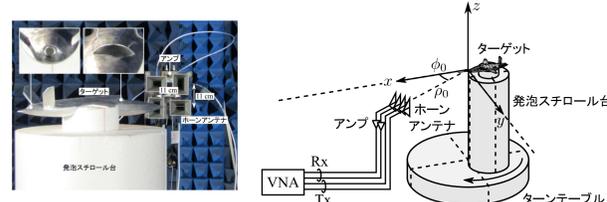
### 提案手法



提案手法により、画像上で点散乱体の応答が明確になり、NFFFT結果も理論値と非常によく一致する結果です。

## 実験検証

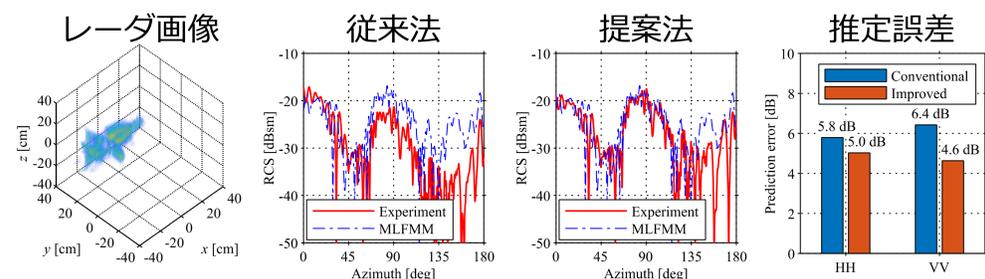
### 測定系



実物大の1/20スケールのアルミ製航空機模型を回転台の上に設置して円筒走査によるRCS測定を実施しました。

### 測定結果

測定結果から再構成した三次元レーダ画像とRCSの推定結果（実線：測定値、一点鎖線：数値電磁界解析）、数値電磁界解析と比較したときの推定誤差を示します。従来法と提案法を比較すると、提案法のほうが数値電磁界解析によるRCSのシミュレーション結果と近い結果となります。推定誤差で比較しても、提案法(Improved)による測定精度の改善は明らかです。



## まとめと今後の展望

- RCSはレーダにとって重要な指標
- RCSは目標の遠方界で定義され、波長と比較して大型な目標のRCSを遠方距離を確保したうえで直接測定するのは困難
- NFFFTで近傍界の測定値を遠方界の測定値に変換可能
- 当研究室で開発したレーダ画像方式NFFFTは、様々なアンテナ走査方法に柔軟に対応でき、高精度なRCS測定が可能

今後の展望として、本測定手法をドローン搭載合成開口レーダに応用し、実験室内に収容が難しいような大型目標のRCS測定を実現することを目指しています（写真）。

