

航空機搭載SARの実用化に向けた取り組み

平成26年10月24日

総務省情報通信国際戦略局

技術政策課研究推進室

林 秀郎



**小型航空機搭載用高分解能合成開口レーダーの研究開発
平成24～26年度**

総合科学技術・イノベーション会議
科学技術基本計画
資源配分方針

IT総合戦略本部
IT総合戦略

① ICT重点技術の研究開発プロジェクト
実用化に向け、あらかじめ研究課題、目標等を設定した上で、研究を委託

② 競争的研究資金
(戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE))
研究テーマも含めて公募を行い、研究を委託

③ 独立行政法人情報通信研究機構による研究開発
総務省が示す中期目標に基づく研究開発を、運営費交付金により実施

委託研究
課題指定型

委託研究
課題公募型

企業・大学等

共同研究等

 独立行政法人
情報通信研究機構

2030年の社会的課題を踏まえ、国が重点的に取り組むべき技術開発 ～ 2020年にショーケースとして先導的デモンストレーション

高齢者も明るく元気に

社会参画支援
遠隔/在宅医療・介護等

フレンドリーICTサービス技術

（ユーザーインターフェイス、3D映像）

多種多様で高度なICTサービスを誰もが親しみを持って簡単に利用できる環境創出を目指したユーザーインターフェイス技術や3D映像提供技術

ICTスマートタウン

多様な地域課題の解決
生活支援

災害被害の最小化

気象観測、情報伝達
インフラ管理等

社会インフラ管理 サービス技術

レジリエンス向上 ICTサービス技術

次世代気象レーダー、災害時の情報
伝達技術等

事故・渋滞ゼロ社会

自動運転、歩行者へ
の情報提供等

フレンドリーICT サービス技術

（クルマ・ネットワーク連携技術）

自動運転支援技術

ミリ波レーダー等車載センサーや車車・
路車・歩車間通信の高度化技術

以心伝心ICTサービス基盤技術（ビッグデータ、ロボット、多言語翻訳）

G空間情報やセンサーから得られる情報、脳情報・生態情報等を組み合わせ、利用者の意図、人種、周囲の環境変化に応じたサービスをロボットやアバター等を通じて提供するための共通基盤を構築するための技術

G空間高度利活用基盤技術（G空間情報プラットフォーム、Tokyo 3D Mapping）

様々なICTサービスの基盤としてリアルタイムに変化する位置情報（G空間情報）を積極活用するためのプラットフォーム技術の高度化を進めるとともに、東京をショーケースとして、G空間情報を積極活用した先進ICTサービスを実現するための地図基盤を構築

いつでもどこでも誰でも快適ネットワーク技術（超広帯域光ネットワーク、光・無線統合アクセスネットワーク）

あらゆる場所から得られる膨大なセンサー情報を確実に収集し、高品質映像（4K/8K）や様々なICTサービスを全国のすべての人に安価に届けることが可能な低消費電力な超広帯域光バックボーン及び光・無線融合アクセスネットワークを構築するための技術

【事業の概要】

現在の航空機搭載合成開口レーダー（Pi-SAR2）と同等の性能（分解能30cm）を有しつつ、セスナやヘリ等の小型航空機にも搭載可能な小型・可搬型航空機搭載用合成開口レーダーを実現するため、航空機搭載合成開口レーダーの小型化に向けたシステム最適化技術や航空軌道動揺補正技術等の研究開発を行う。

航空機搭載合成開口レーダー（Pi-SAR2）

【特長】

- ・世界最高の水平分解能（30cm）
- ・天候、昼夜関係なく、随時随機の機動的観測が可能であり、災害発生時の被災状況把握に有用

【課題】

- ・機材が比較的大きく、安定した航空軌道が必要なことから、ビジネスジェットクラスの航空機搭載が前提

Pi-SAR2搭載機

ガルフストリームII型
全長：24.36m

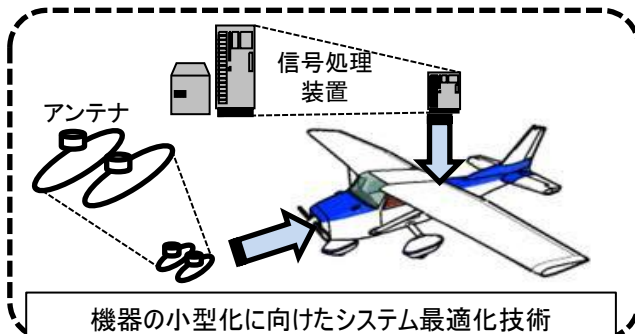


小型Pi-SAR2
搭載機

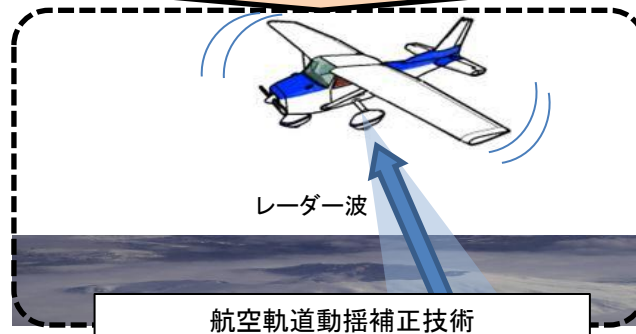
セスナ208B型
全長：12.67m



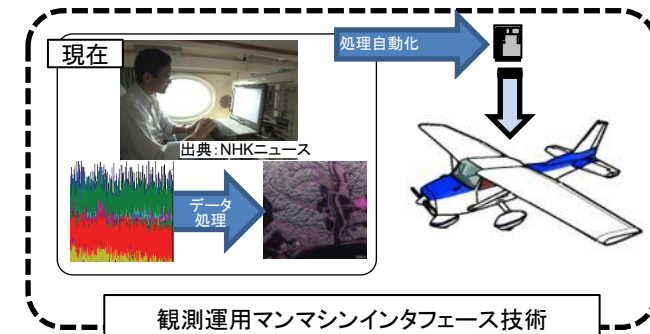
より多くの航空機でより柔軟に利用可能となるよう、一刻も早く実用化を進めることが不可欠



アンテナの変更を含めたより搭載性の高い機材設計の見直し



動揺によるSAR画像の劣化を補正

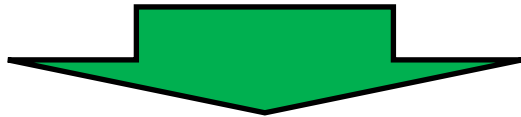


観測計画自動設定、観測自動化、二次元画像の地図上でのリアルタイム生成等を行い、機内での操作性の向上等を図る

小型・可搬型Pi-SAR2の実現

情報通信技術の研究開発の評価に関する会合

(外部専門家による研究開発目標の妥当性や実施可能性、目標の達成度合等の評価)



小型航空機搭載用高分解能合成開口レーダーの研究開発

受託機関: 日本電気(株)

ア) 機器の小型化に向けたシステム最適化技術

イ) 航空軌道動揺補正技術

ウ) 観測運用マンマシンインタフェース技術

各種指導(事業の実施に当たり、
研究開発の方針やプロジェクト
管理などについて助言)

研究開発運営委員会

<委員>

◎福地 一 : 首都大学東京 教授(委員長)

木村 宏 : 岐阜大学 教授

桐本 哲郎 : 電気通信大学 教授

浦塚 清峰 : (独)情報通信研究機構 統括

小型航空機の所有者(関係省庁、民間企業)も参加

	技術課題	到達目標
<p>機器の小型化に向けたシステム最適化技術</p>	<ul style="list-style-type: none"> 方式の変更も含めたより搭載性の高いアンテナの開発 信号処理部の機器の小型化、軽量化、省電力化 	<ul style="list-style-type: none"> 現在のPi-SAR2と同程度の性能を維持しつつ、<u>現在の20%程度までの小型軽量化、現在の50%程度までの省電力化</u>を実現。 <u>航空機に応じて柔軟に最適化できるシステム構造</u>を有しつつ、高速デジタル変復調機能、小型アンテナ多偏波機能、送信電力可変機能、高速信号処理を容易に実現可能な方式を確立。
<p>航空軌道動揺補正技術</p>	<ul style="list-style-type: none"> 信号の送受信に悪影響を与えるアンテナの振動を抑制するための制震機構の開発 観測データを短時間で補正可能な信号処理アルゴリズムの開発 	<ul style="list-style-type: none"> 制振機構とジンバルの組み合わせにより、<u>各種航空機の振動動揺特性に対応できる空間安定技術</u>を確立。 現在の<u>信号処理アルゴリズムを大幅に効率化</u>するとともに、各SARモードにおいて、アンテナに実装した<u>姿勢センサのデータ</u>を基にした<u>高精度補正が可能な2次元画像処理技術</u>を確立。 上記技術の組み合わせによる<u>高精度動揺補正技術(0.01° 精度程度)</u>を確立。
<p>観測運用マシンインタフェース技術</p>	<ul style="list-style-type: none"> レーダー送受信に係る各種パラメータの調整を半自動化し、専門の知識のない者でも最低限の操作で同等の観測を実施できる技術の開発 SAR画像の生成のための機上一次処理技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> GUI等の技術を用いて、地図上の観測エリアを指定するだけで、短時間(概ね30分以内)で各種航空機(高度、速度)／観測対象に応じた<u>観測計画を自動設定</u>し、取得データ管理の高速・自動化や<u>SAR観測・機器操作の簡易自動化を可能とする技術</u>を確立。 GPU等の高速プロセッサを用いて、干渉波処理等の1次処理や高精度動揺補正を行った高品質画像の連続処理、特定対象の地図上での位置情報の表示等を可能とするリアルタイム処理技術を確立。

Pi-SAR2と同じ方式(オフセットビデオ方式、パルスレーダー方式)による高画質と高機能(ポラリメトリ・インターフェロメトリ・移動体検出の同時観測、ISAR機能)の実現

○信号発生処理方式

	I/Q方式	オフセットビデオ方式
採用状況	Pi-SAR1等従来SARで多く使用	高画質化のためにPi-SAR2で採用
I/Q信号の合成・分離方法	○アナログで行うため、誤差が生じる	◎デジタルで行うため、誤差が生じない
画像品質	○オフセットビデオ方式よりも劣る	◎

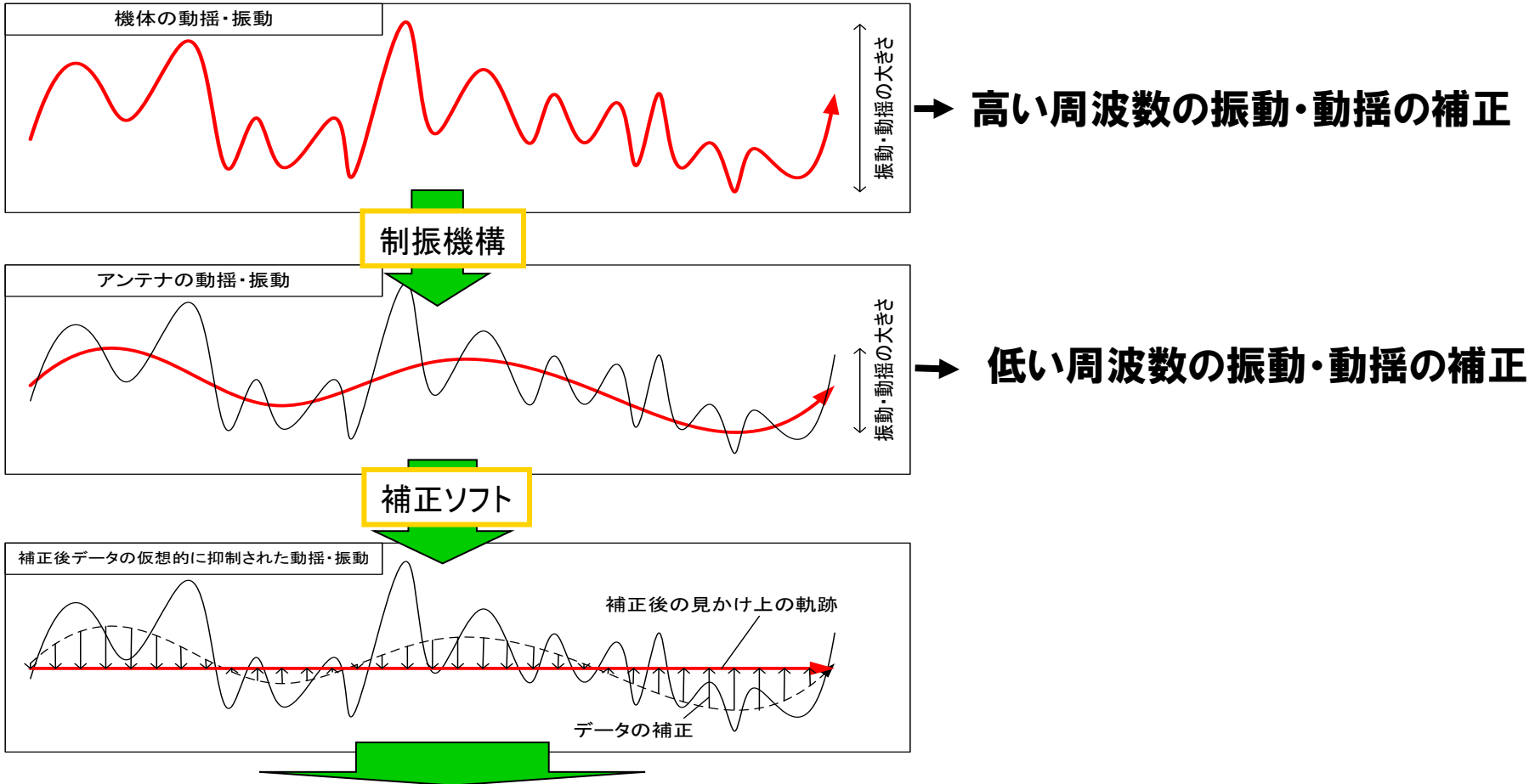
○送受信方式

	FMCWレーダー方式	パルスレーダー方式
採用状況	小型SARで多く使用	Pi-SAR2で採用
小型化	◎高出力増幅器が不要で、小型化省電力化が容易	△高出力増幅器が必要
観測機能	○ポラリメトリ機能の実現は困難	◎インターフェロメトリ、ポラリメトリ機能の実現が容易
画像品質	△送受信の干渉や機器の特性補正が困難	◎送受信の干渉が発生しない、機器の特性補正が容易

機材の小型化により様々な小型航空機等に対応可能
ユニット化による可搬性、機密性等が向上

- 質量20%程度(120kg以下:アンテナ2式の場合)、体積20%程度(0.27m³以下)、電力50%程度(2.5kW以下)
- RF回路、制御回路、電源、記録装置等、各部のユニット化により可搬性、機密性、メンテナンス性等を向上。

高い周波数と大きい振幅の振動・動揺を制振機構で補正し、残分を画像補正でリアルタイム補正する二段階補正技術の実現



○各種小型航空機に搭載可能

○±4° /sec程度の機体動揺下でアンテナ姿勢変動を±0.3°以下に抑制

専門知識のない者でも高精度観測を可能とする自動観測機能の実現
機上でのリアルタイム処理機能(連続画像処理、地図重畳処理、高次解析処理(一部))
の実現

本技術による航空機SAR観測の流れ

観測前

GUI上で観測対象を指定し、航空機と観測対象に応じて観測計画を短時間(30分以内)で設定可能



要求エリアを指定すると、観測位置・方向を自動設定

観測中

観測開始・終了を自動制御
飛行経路が計画経路と正確に一致しなくても観測可能



観測後



観測のサマリや、観測のためのデータ取得の成否を表示

連続処理技術

生データ
(取得しながら処理)



順次継ぎ足し処理(自動)

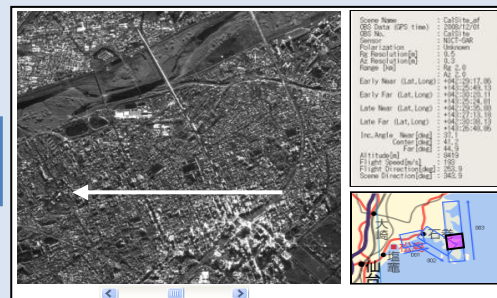
処理画像(帯画像)



画像表示が流れて行く 機上画面

地図重畳表示技術

リアルタイム連続表示



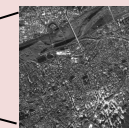
SAR画像と地図の
重畳/切替表示

観測位置
表示

高品質画像
リアルタイム処理技術



リアルタイム処理



高品質
・干渉波ノイズ除去
・動揺補正

	9月	10月	11月	12月	1月	2月
小型固定翼機 (ビーチ200T) 	 第1回フライト	 第2回フライト	 第3回フライト		 第4回フライト	
ヘリ (BK117) 				 第1回フライト	 第2回フライト	 第3回フライト

第1回フライト : 航空局検査、落成検査、システム確認試験

第2回フライト : 性能評価試験

第3~4回フライト: 利用目的別評価試験

検証項目(案)	検証方法(案)
道路等インフラの被災状況の確認	工事現場の確認・2時期の変化抽出、 同期実験(瓦礫・土砂等の設置)、 被災地(道路寸断箇所)の確認
建造物等の被災状況の確認	工事現場の確認・2時期の変化抽出、 被災地(建造物崩壊)の確認
土砂崩れ/地すべりの確認	被災地(土砂崩れ/地滑り箇所)の確認、 工事現場の掘り返しの確認
冠水・津波の確認	水域、河川、冠水地の確認・2時期の変化抽出
火山噴火状況の確認	火山の確認
不法投棄の監視	工事現場の土砂や最終処分場の確認等
車両の検知・確認	駐車場の確認 同期実験(車両の設置)
航空機の検知・確認	飛行場の確認
船舶の検知・確認	港湾・航路の確認、AIS情報との比較
海難捜索の確認	沿岸部の確認 同期実験(船舶・救命ボード等の設置)
植生分類	森林の樹種、植生を確認
農業応用	水田・畑の確認(成長度、収穫)

アンテナ部
機体搭載状態
(観測前)



位置姿勢センサ
(アンテナ背面用)

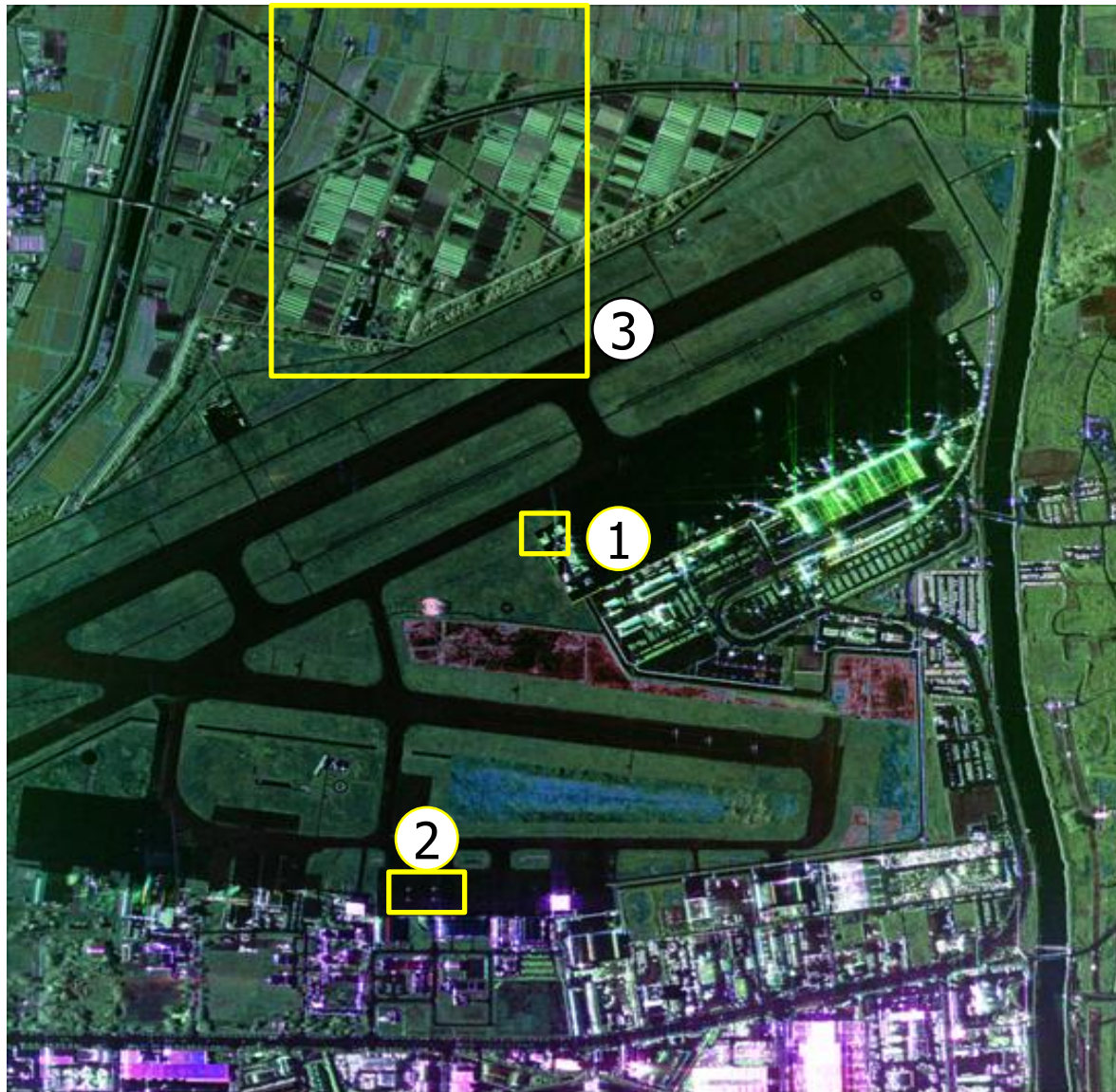
アンテナ部
機体搭載状態
(観測中)



レドーム内への搭載確認済み

機体:ビーチ200T

運用高度:約3000~約6000m



赤: HH、緑:HV、青:VV

撮影日：2014年9月2日

分解能:0.3m

画像サイズ:2km×2km

※HH:水平偏波送信水平偏波受信

HV:水平偏波送信垂直偏波受信

VV:垂直偏波送信垂直偏波受信



赤: HH、緑:HV、青:VV

撮影日：2014年9月3日

分解能:0.3m、画像サイズ:2km×2km