

着陸誘導センサとしてのの ミリ波レーダの適用検討

○齊藤浩明
足立忠司
安井英巳

株式会社 アイ・エイチ・アイ・エアロスペース

はじめに

近年宇宙開発においても、ミッション要求の多様化に伴い、装置は小型化しながらも、機能・性能の高精度化が求められている。

月・惑星着陸の高精度化においては、マルチセンサを用いたセンサフュージョンの応用が考えられる。

センサフュージョンでは、複数のセンサ情報の全てから、一つのまとまった知覚表現を得ることが行われ、着陸機の自律性向上，高次の制御機能実現，冗長(バックアップ)機能の充実を図ることができ、ミッションの精度向上に貢献できる。

近年のセンサ技術の多様化やデジタル処理速度の向上により、対応環境の拡大化，高度の自律処理・認識処理の実現が可能になってきた。

ここでは、近い将来増加することが予測され、月・惑星着陸等でも有用である、小型のミリ波3D(距離、速度分布)センサの研究について成果の概要を報告する。

着陸用センシングについて

月・惑星着陸等で使われているセンサ技術とその課題；

○使用センサ

- ・可視画像センサ (CCD、PSD、…)
- ・IR画像センサ
- ・レーザレーダ、レーザレンジファインダ
- ・マイクロ波レーダ、ドップラレーダ

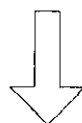
○現状の課題

- ： 夜間使用不可、2D画像情報のみ
- ： 2D画像情報のみ
- ： プルーム、土煙等で減衰、散乱
- ： 空間分解能悪い、装置が大型

対応策

○マルチセンサ化によるお互いの弱点の補完

○今後、高分解能化、対応環境の拡大、情報量の増加等の要求を改善する上で、2次元強度分布に加え、相対距離分布、相対速度分布の情報が有益である。



装置の小型化、高精度化、多種環境対応化の実現方法の一つとして、ミリ波イメージングレーダ (3Dレンジ、ドップラ) がある。

ミリ波センサの有効性

ミリ波の特徴

- ・ 30~300GHz (λ : 1~10mm) …マイクロ波と赤外の間
(ここでは、市場技術の入手性と小型化の観点で94GHzミリ波システムを採用)

(1) 電波としての透過性

- 伝播路の散乱要因の影響が少ない。(要因：ブルーム)

(2) 形状認識可能な距離・空間分解能

- 少ない周波数変調率でも高い距離分解能が得られる

例：0.5%の変調幅 500MHzで0.3m @ 2kmレンジ

- 小型アンテナでも狭いビーム幅

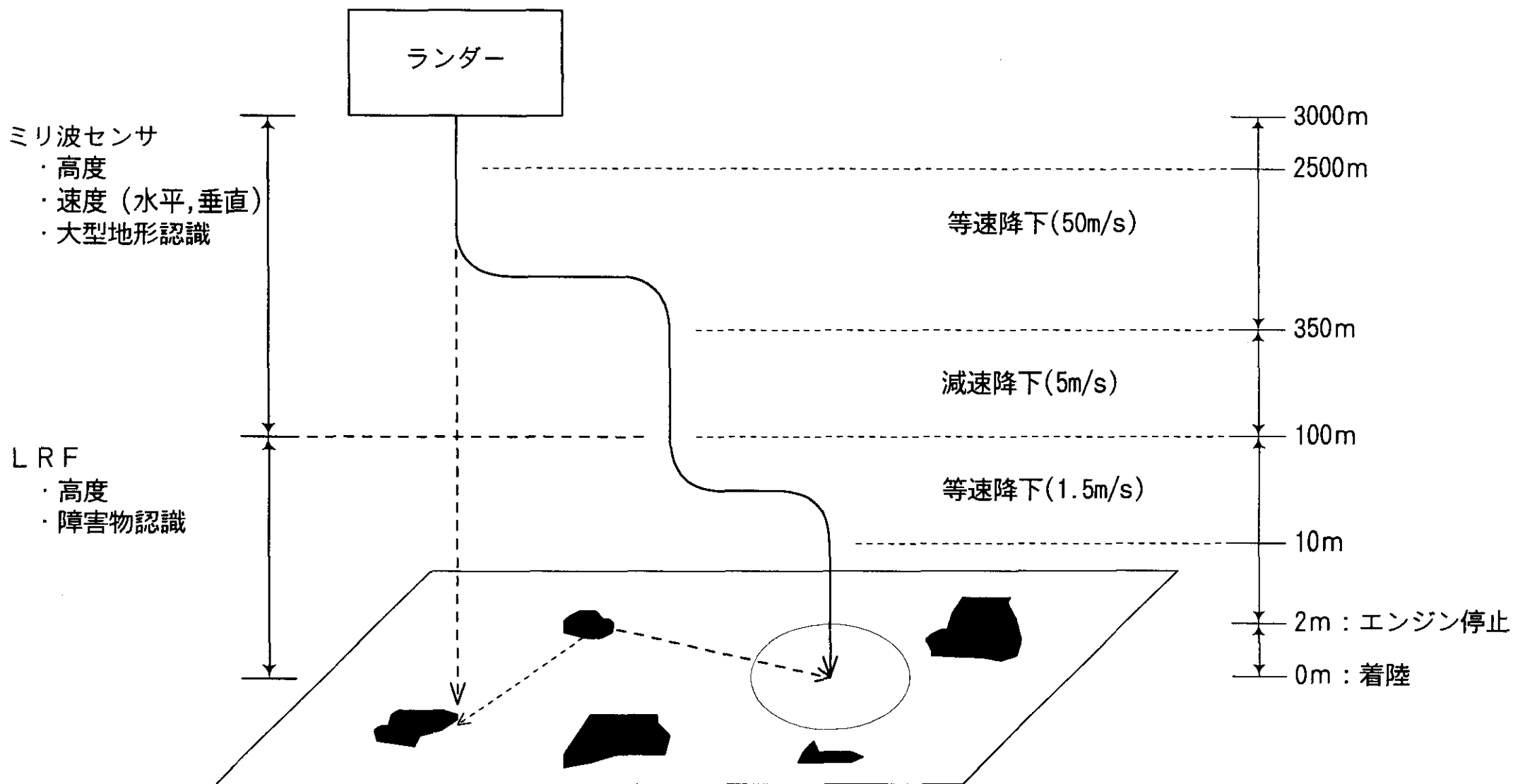
例：D=160mm、 $\theta=1.3^\circ$ 程度、100mで2.3m幅

(3) ドップラレンジの拡大による低速物体の検知分解能向上、高速物体の検知容易

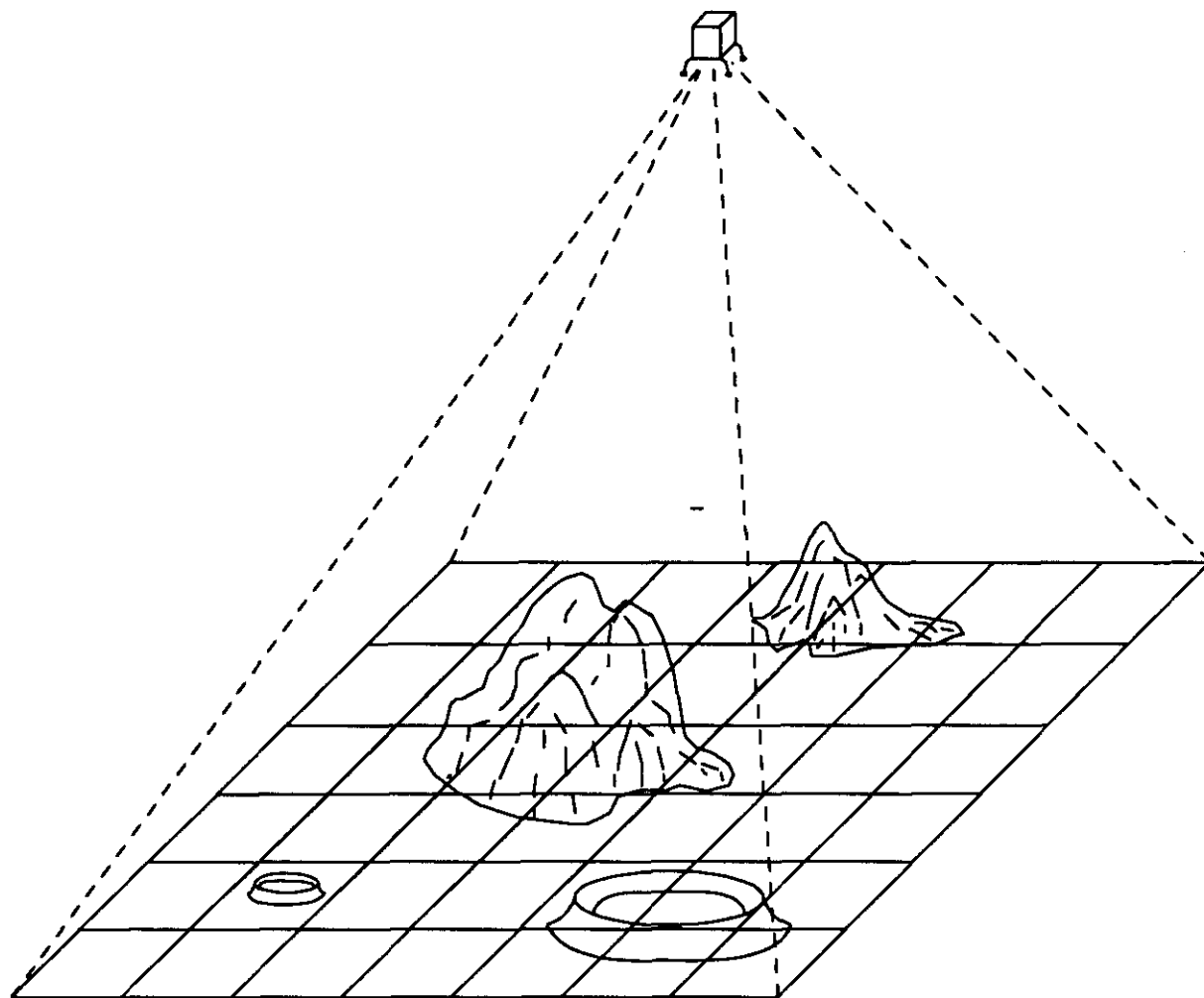
- 低い相対速度に対しても周波数変位が大きいいため検出し易い

例：300m/s (10m/s) の放射方向相対速度で、約190kHz (6.3kHz)

(4) 宇宙では、可動部がない方式が信頼性を高めるが、イメージングアレイ方式により、可動部をなくすことができる可能性が高い。

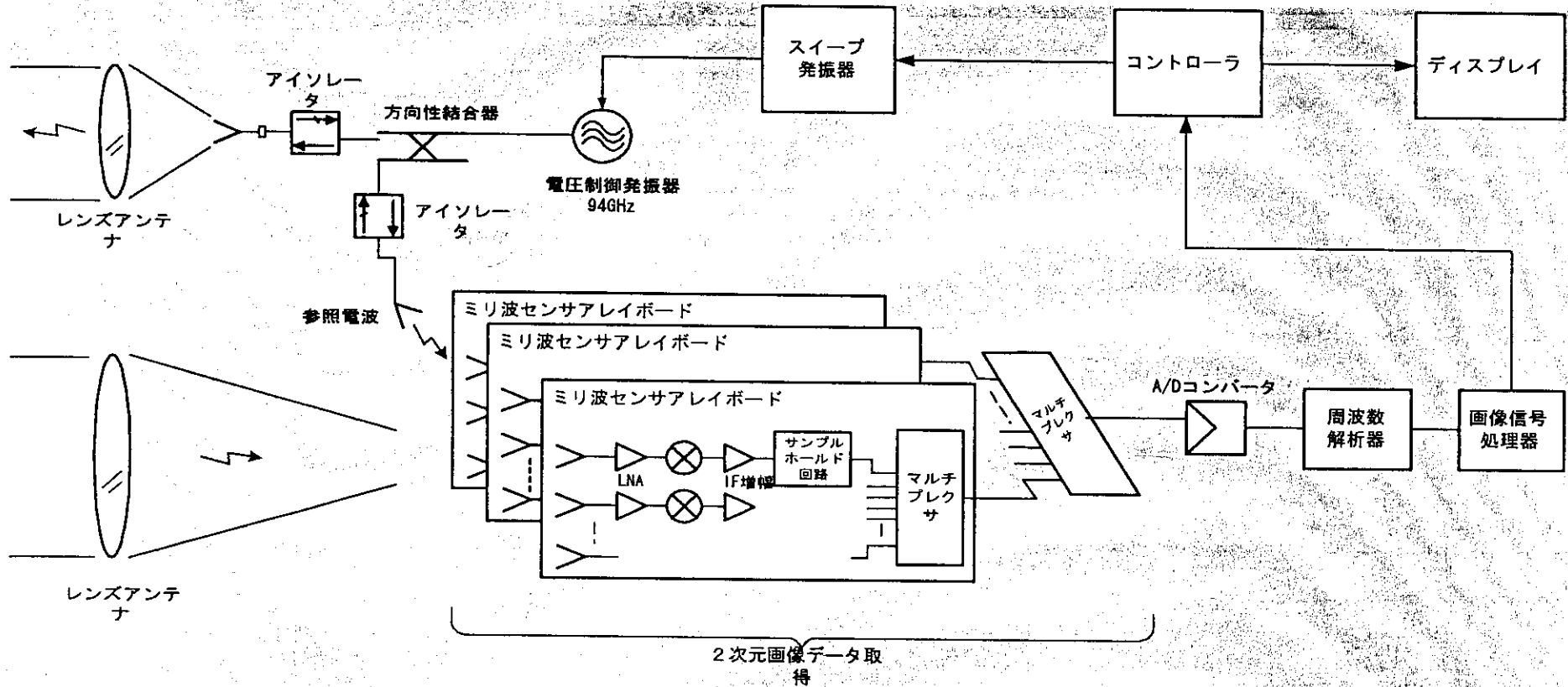


着陸プロファイル例における着陸センサ(案)

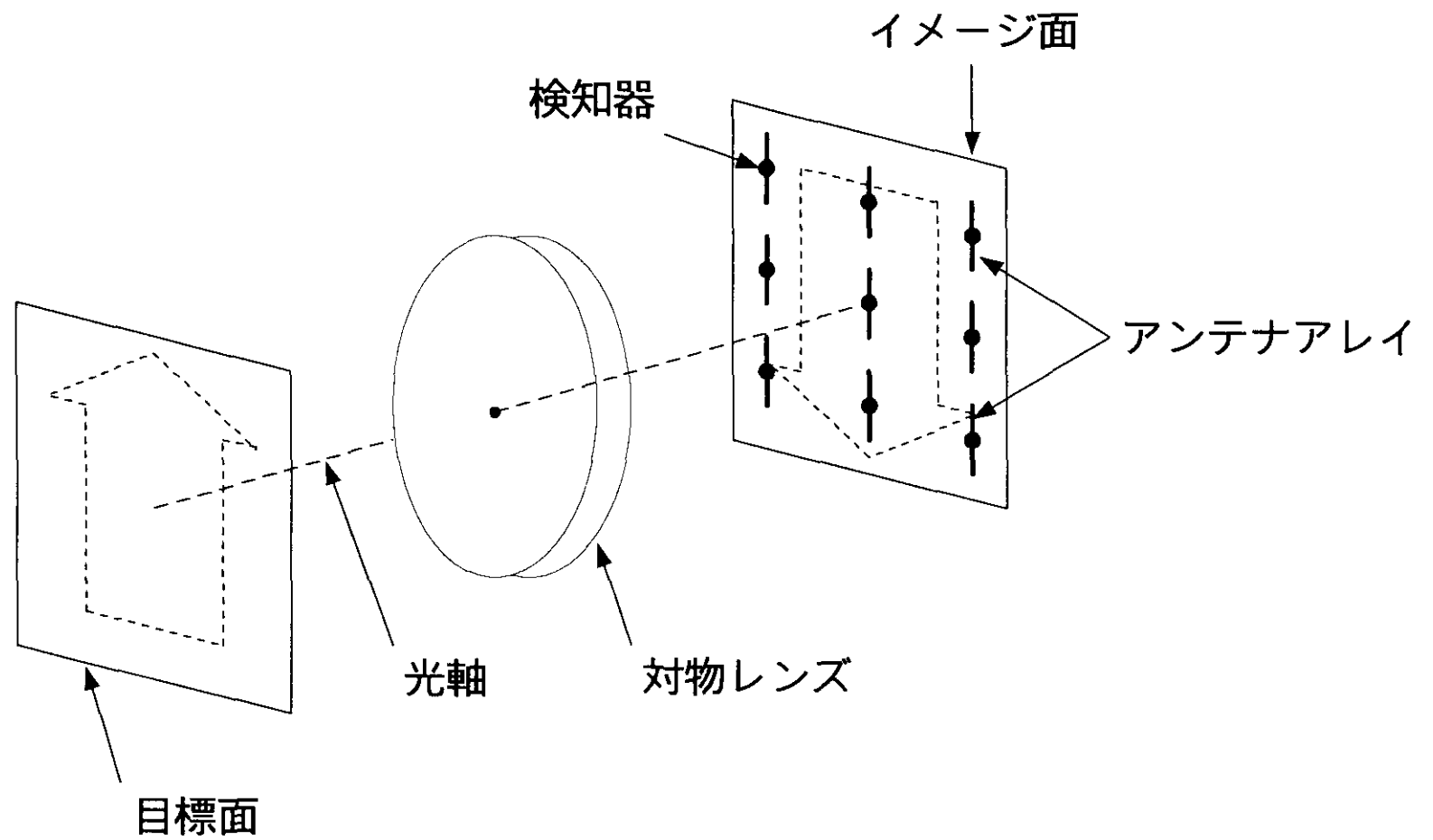


項目	性能
レーダ方式	FM-CWドップラー
構成	ノンスキャニング アレイ方式
周波数	94GHz
空間解像度	50×50以上
視野角	50°
高度	100m~3000m
検出速度	0.5m/sec以下

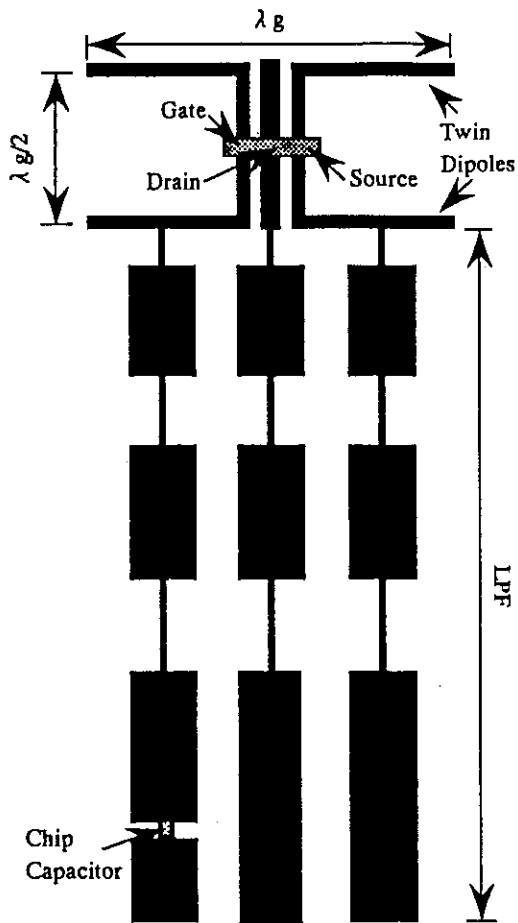
ミリ波イメージングレーダの目標性能



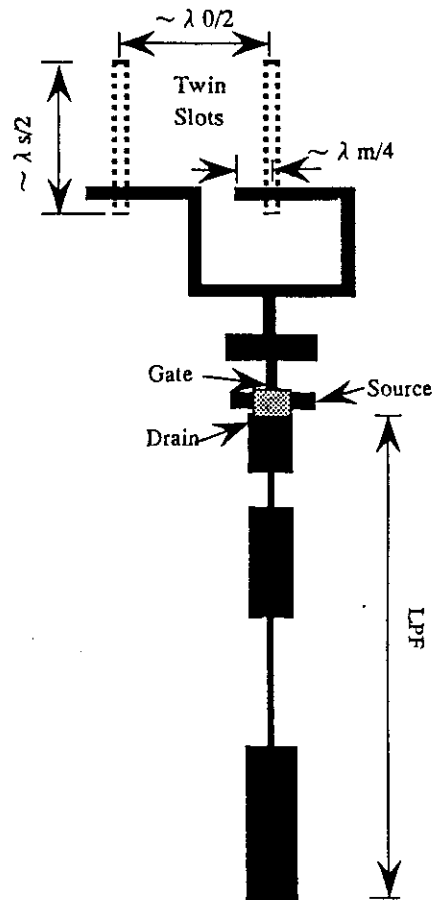
ミリ波センサ 全体構成概念



イメージングアレイの基本原理図

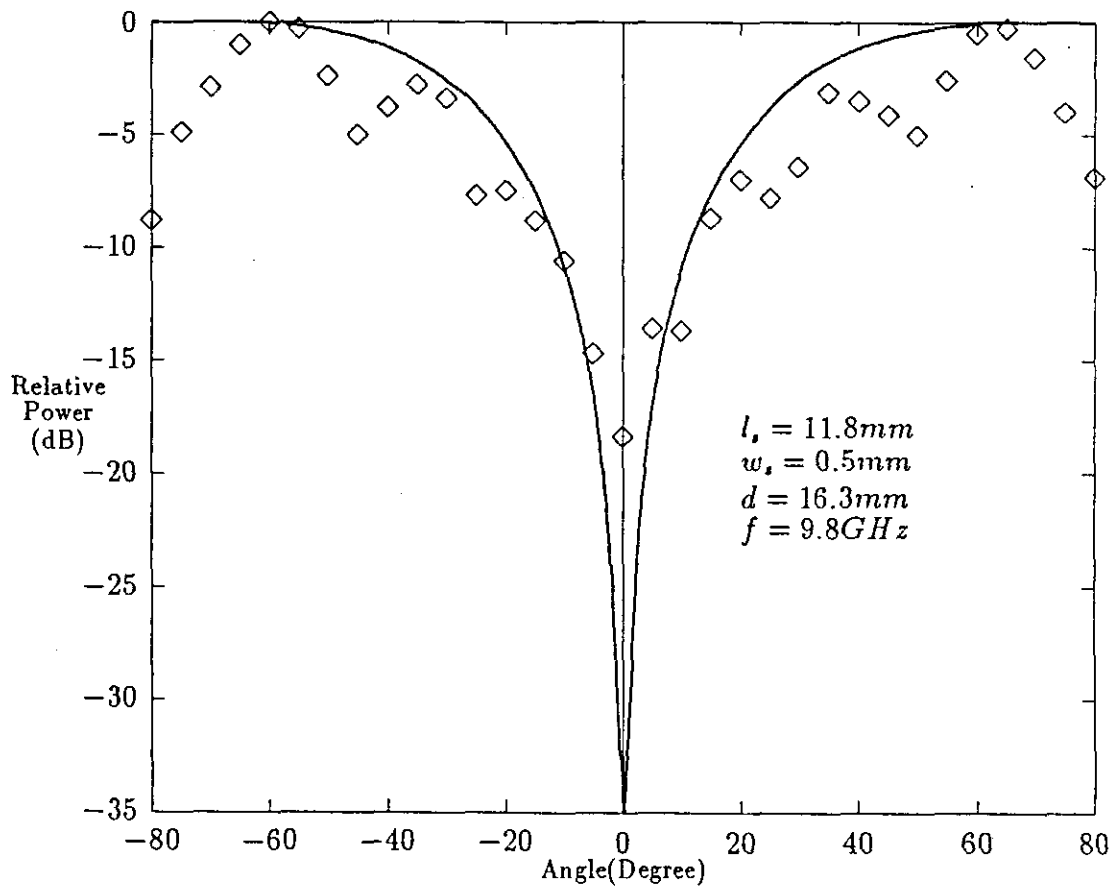


(a) Chew らによって提案された素子構造

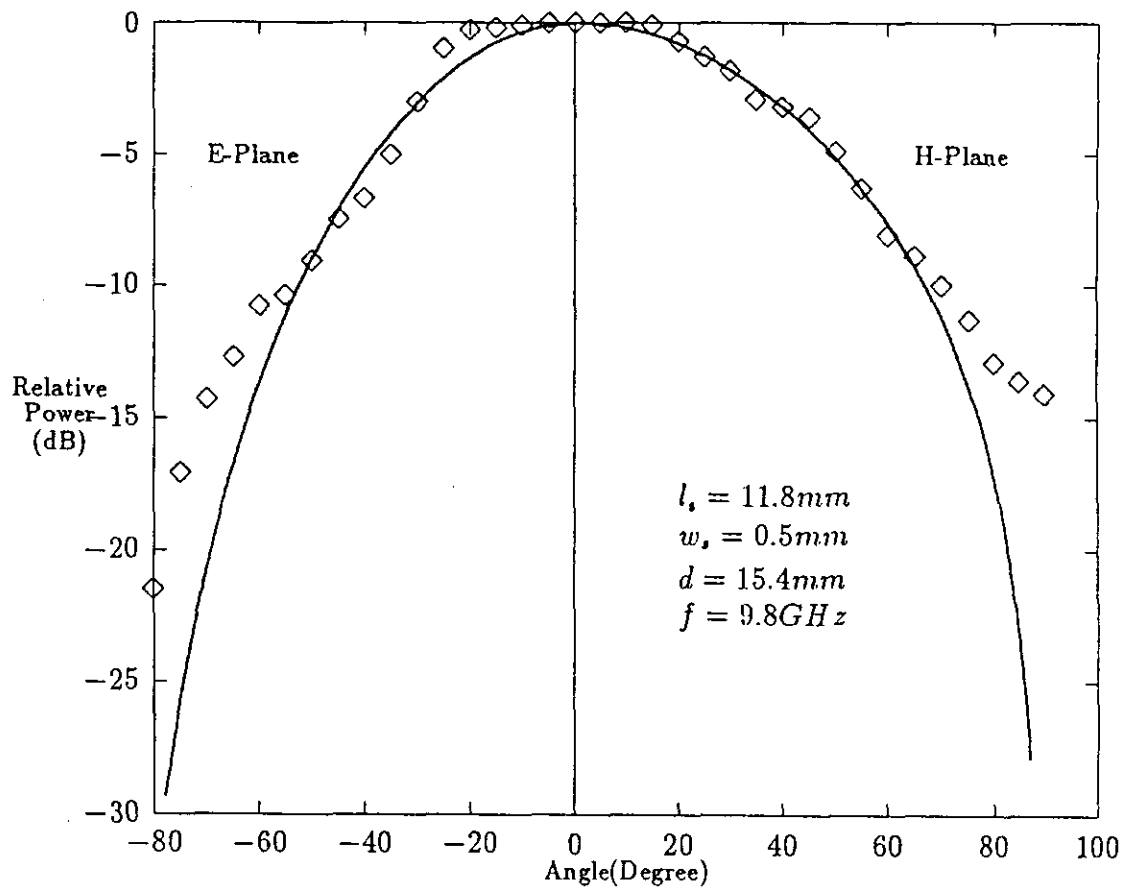


(b) 本研究で提案した素子構造

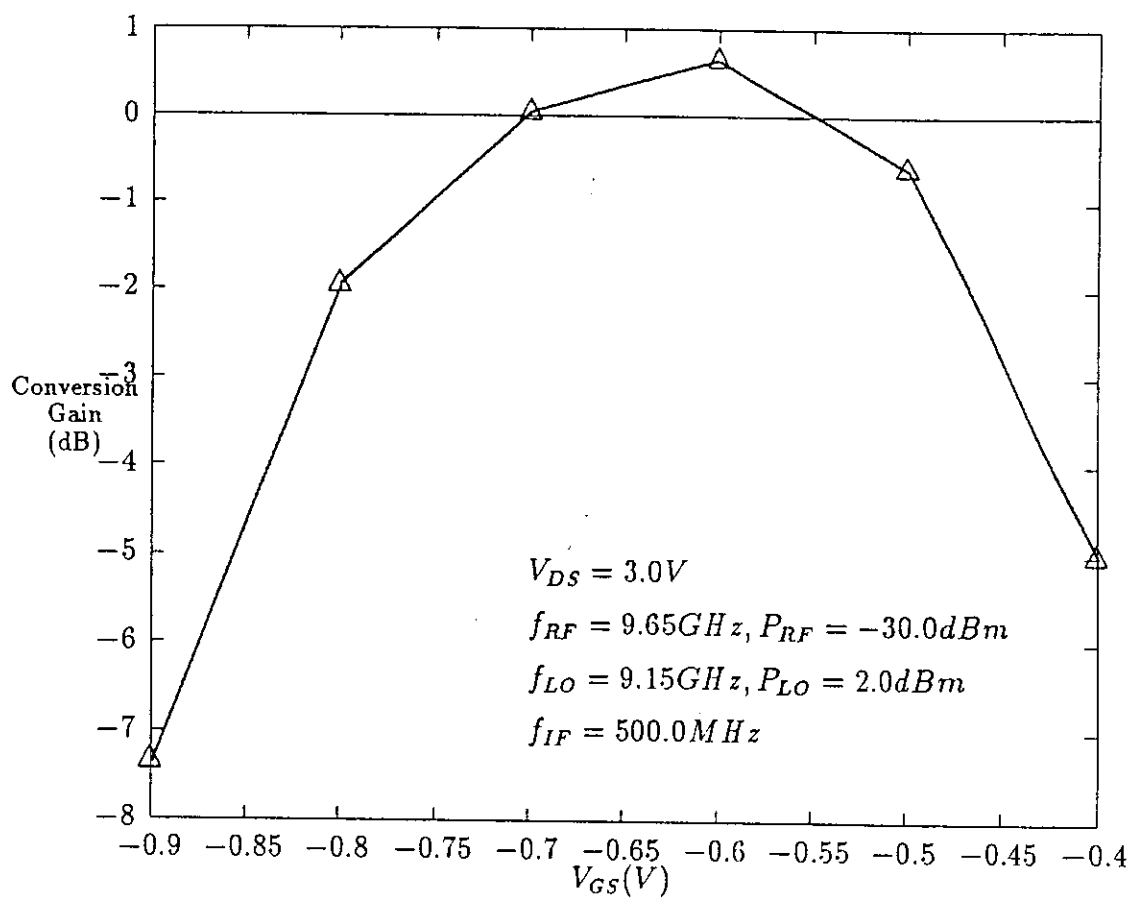
FET ミキサを用いたイメージングアレイ素子



中心給電のツイン・スロットアンテナの指向特性



同方向給電のツイン・スロットアンテナの指向性の実験結果



FET ミキサを用いたイメージングアレイ素子の変換利得のゲート・バイアス依存性

他のシステムへの応用

(1) 宇宙機応用

- ① ドッキングセンサ
- ② ランディングセンサ (3D高度センサ)
- ③ デブリ警報センサ

(2) 地球上のシステム

- ① 航空機の障害物検知識別システム
- ② ヘリコプタ着陸支援システム
- ③ 侵入者検知、異物検知システム
- ④ 壁面透視/壁面内センサ

まとめ

- ミリ波 (94GHz帯) イメージングセンサを用いた3Dセンシングシステムの提案
- ミリ波のセンサは宇宙機の着陸センシングの為のセンサとして有効
- ミリ波の3D (距離、速度) センサが可能
- ミリ波3Dセンサは宇宙の様々な分野で応用が考えられる