



航空機搭載小型合成開口レーダの 開発と運用

平成25年8月23日

アルウエットテクノロジー株式会社

能美 仁

アルウェットテクノロジー株式会社

所在地 東京都三鷹市

代表取締役 能美 仁

資本金 1000万円(2013年7月1日現在)

設立 平成19年6月

<経緯及び主な事業内容>

平成19年6月 航空機搭載合成開口レーダ及びその画像処理システムの開発を開始

平成21年3月 小型機搭載KuバンドSAR開発、運用開始

平成22年10月 世界初のノートPCを用いたリアルタイム処理装置開発

平成22年11月 XバンドATSAR-X開発

平成24年6月 国土地理院向け干渉SARシステム納入

平成24年12月 キングエアー搭載ATSAR運用開始

国内でSARの製造、処理、運用技術を有する唯一のベンチャー企業

<能美仁 開発実績>

日本で最初にコンピュータによるSAR画像処理に成功(1980年)

2システムの衛星搭載SAR、7システムの航空機搭載SAR開発に参画

ATSARの航空機への搭載手続き

航空局対応

- ・ SARシステムの電源は、専用バッテリーから供給し、機体電源には接続しない。
- ・ 装置はボルト等で機体に固定しない。
(シートベルト、またはカーゴ用ベルトで固縛固定)

航空局との協議を重ねた上、以上の条件を満たす事によりATSARは積載品扱いで飛行して良いと許可を受けた。
(11条但し書きも、修理改造検査も不要)

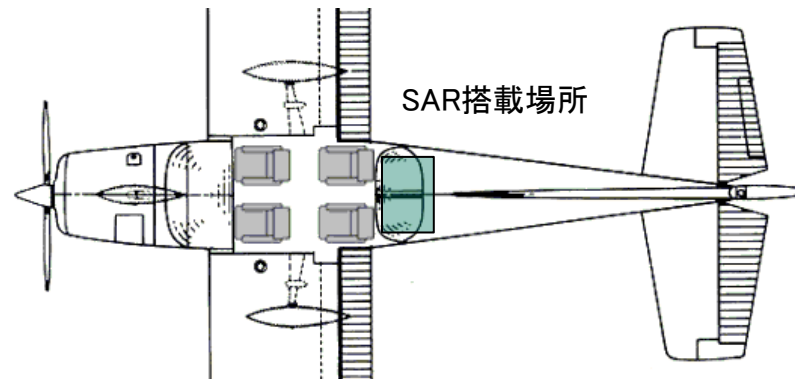
2011年以降、合成開口レーダを航空機に搭載するには11条但し書き(試験飛行)、修理改造検査、航空機の型式承認が必須となる。機材、使用部品の強度証明、材料証明等が必要

注 ATSAR: 当社の航空機搭載合成開口レーダ

ATSAR003-X (2012年)



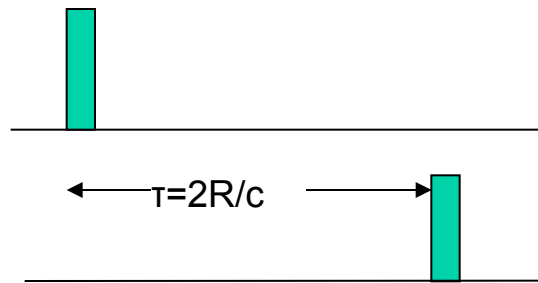
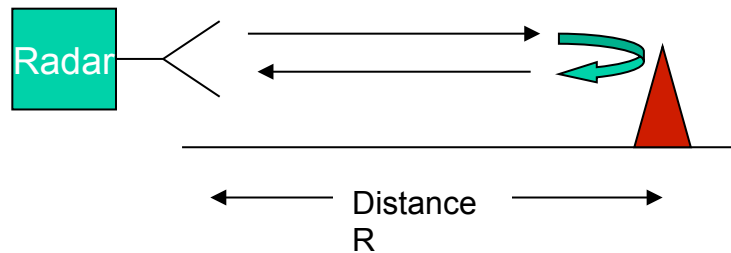
ATSAR搭載航空機 C-172



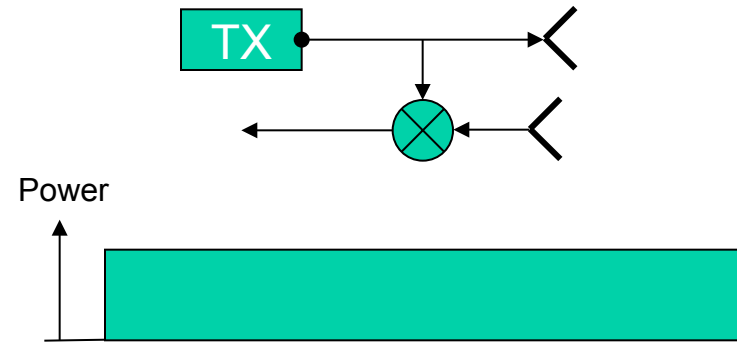
SARアンテナ用レドーム

航空機SARに使用される電波形式

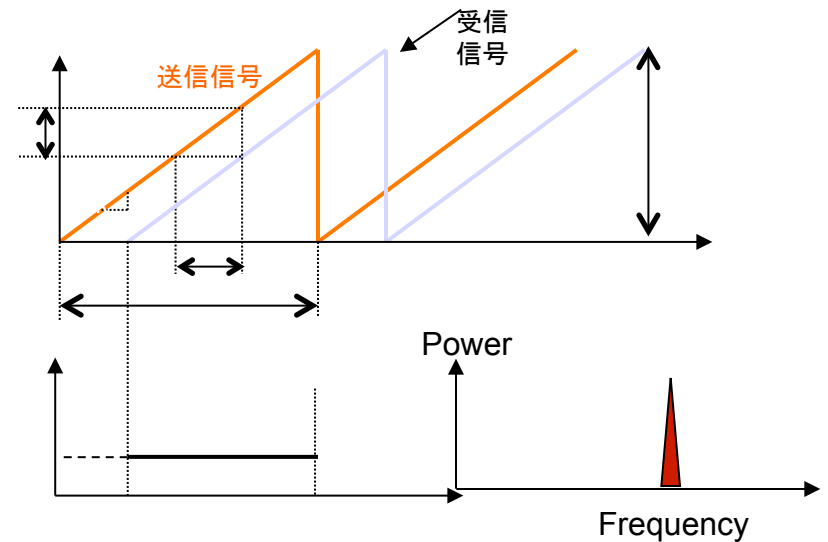
Pulse Radar



FMCW Radar



周波数



FMCWレーダ、パルスレーダ比較

	FMCW SAR	PULSE SAR
パルス幅	連続波	短パルス<20 μ S
送信ピーク電力	10W程度	KWオーダー
分解能	$c/2B - \alpha$	$c/2B$
アンテナ	同時送受信に2台のアンテナが必要	1台のアンテナを送受信に使用可能
画像処理	送信波が長いため、補正が複雑	短パルスのため、処理は容易
利点	<p>低送信電力のため、装置の大幅な小型化が可能</p> <p>連続波送信のため、通信用小型軽量低価格なマイクロ波部品を使用可</p>	<p>柔軟なシステム設計が可能</p> <p>送受信アンテナを1台で兼用</p> <p>送信パルス幅が短いため、画像処理が比較的簡単。</p>
欠点	<p>送信アンテナと受信アンテナの2台が必要。</p> <p>初段LNAが飽和しないように送受信アンテナ間のセパレーションを十分にとる必要がある。</p> <p>送信パルスが長いため、画像処理でパルス内位相補正が必要</p>	<p>大電力送信のためマイクロ波回路の放電対策が必要</p> <p>パルス大電力増幅器は非常に高価</p> <p>パルス増幅器の電力効率が悪く、全体の消費電力が大きい。</p>

ATSAR 仕様

観測モード	Stripmap
送信中心周波数	1.2GHz 9.6GHz , 16.7GHz
送信帯域幅	85MHz h300MHz, 500MHz
送信電力	5W-10W
消費電力(送信時)	最大200W
最大観測幅	10km
最大観測距離	15Km
空間分解能	0.3-5m
観測高度	300-10000m
速度範囲(対地速度)	60-300kt

スラントグラウンドレンジ変換処理

DEM利用オルソ変換処理

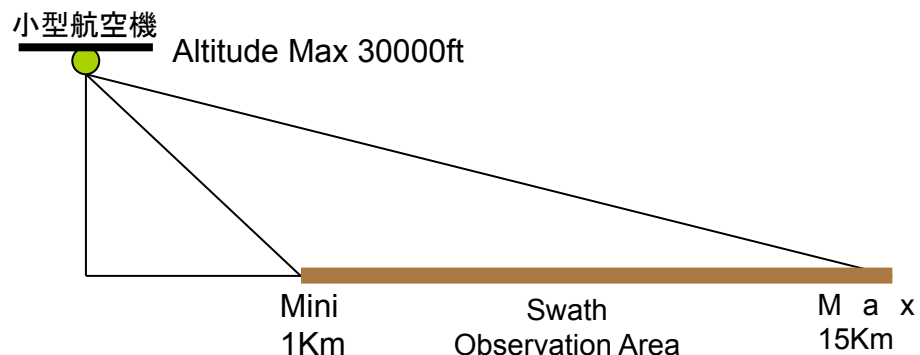
GoogleEarth自動貼り付け

Geo-TIFF 対応

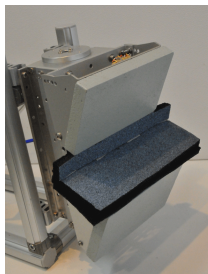
オプション

・インターフェロメトリ

・フルポラリメトリ



ATSAR ハードウェア構成



送受信アンテナ
サーボ
2.5kg



PC
2Kg



Ku-band, X-band
信号発生部、RF部
7Kg



GPS/IMU
2.4Kg



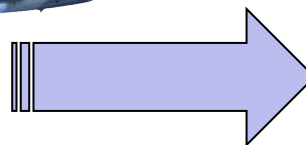
28V-AC100V
インバータ
700g



GPSアンテナ
(航空機用)
200g

ATSARの特徴

- ・リアルタイム観測、機上でモニターにSAR画像を表示
- ・30分以内で航空機に搭載可能
- ・小型軽量(本体7Kg以下)
- ・DC12-28Vで運用可能(機体電源、バッテリー)
- ・最大観測距離15km、最大観測幅10km、最高分解能0.3m
- ・航空機の機体改造が不要、窓を通しての観測も可能



観測地まで手荷物で輸送

現地で小型機をチャーター

搭載及び観測手順

観測の数日前	防衛省と周波数調整 空港の利用可能性確認(離着陸時刻、着陸スポット) 航空局、防衛省と特別な空域調整
1時間前	航空機にSAR搭載開始 C208 で30分から1時間、C172 で30分 通常空域調整 飛行高度、飛行コースの決定 観測幅、気象状況、空域状況、航空機の能力で決定 気流状況により3種類程度の高度を準備 フライトプラン提出 観測コースをNAVIIに入力、(オートパイロット用)
離陸 観測飛行中	リアルタイム処理、観測コースの変更等対応可能 機上でGPS/IMU位置データを用いた精密処理 画像伝送
着陸	GPSポストプロセッシングデータ、DEMデータで精密処理

ノートPCによるリアルタイム処理

CNS5000	Roll	0	Pitch	0	Azimuth	0	観測方向	左側	<input checked="" type="radio"/> 非表示	<input type="radio"/> 周波数	<input type="radio"/> 時間	<input type="radio"/> ドップラ-セン-	現在時刻	15:46:35
RTG	±	0	±	0	±	0							記録時間	00:00
ATT	アライメント状態	INS_SOLUTION_GOOD				高度(m)	947						緯度	
SERVO	ADC入力レベル[dB]	-72	PRF番号	146080	速度(m/s)	54.01							経度	
0 °C	LPF出力レベル[dB]	36	転送レート[MB/S]	9	時刻同期	処理同期								

パラメータ設定

送信中心周波数[GHz]	: 16.7
送信帯域[MHz]	: 150
送信数	: 920
送信マスク時間[μs]	: 30
PRF周期[μs]	: 824
受信中心周波数[MHz]	: 4.219
LPF帯域[MHz]	: 5
ATT[dB]	: 53
Xバンド	: OFF
リアルタイム処理	: ON
ピクセルスペース[m]	: 2

ファイル 設定変更

受信中心設定

照射エリア計算

周波数[MHz]	4.219	Set
距離[km]	2.631	Set

ATT制御[dB]

53

偏流角

オフセット

0.0

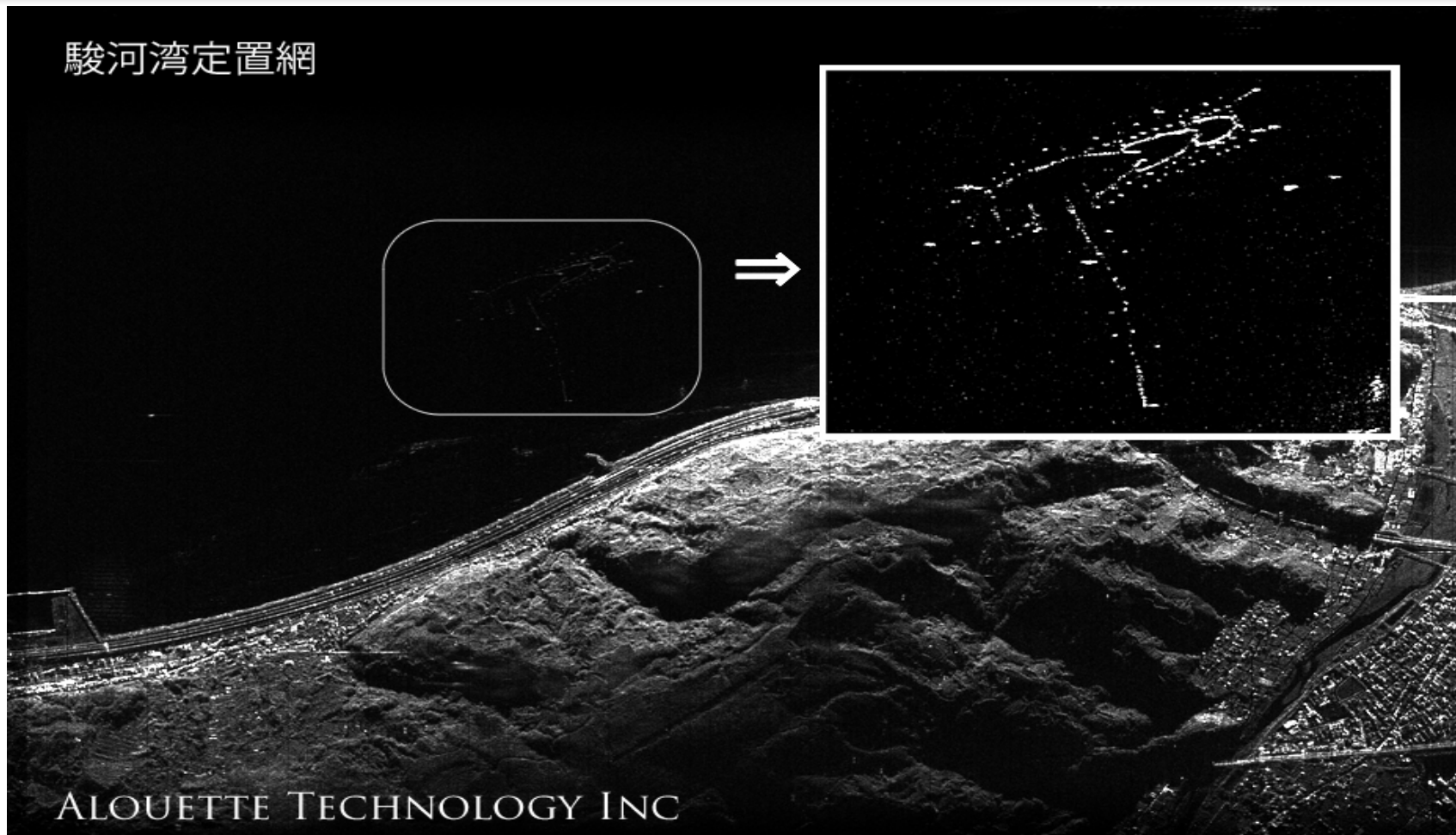
自動 0.00

手動 0

装置接続	レーザ 抑制
データ記録	データ 再生
処理画像記録	画像調整 2
	画面 保存



ATSAR-Kuによる海面画像



静岡県由比沖定置網 C172搭載ATSAR-Kuで観測 高度2800m
リアルタイム表示画面でも同様に小型船舶、定置網を確認可能

国土地理院くにかぜⅢ（干渉SAR搭載）

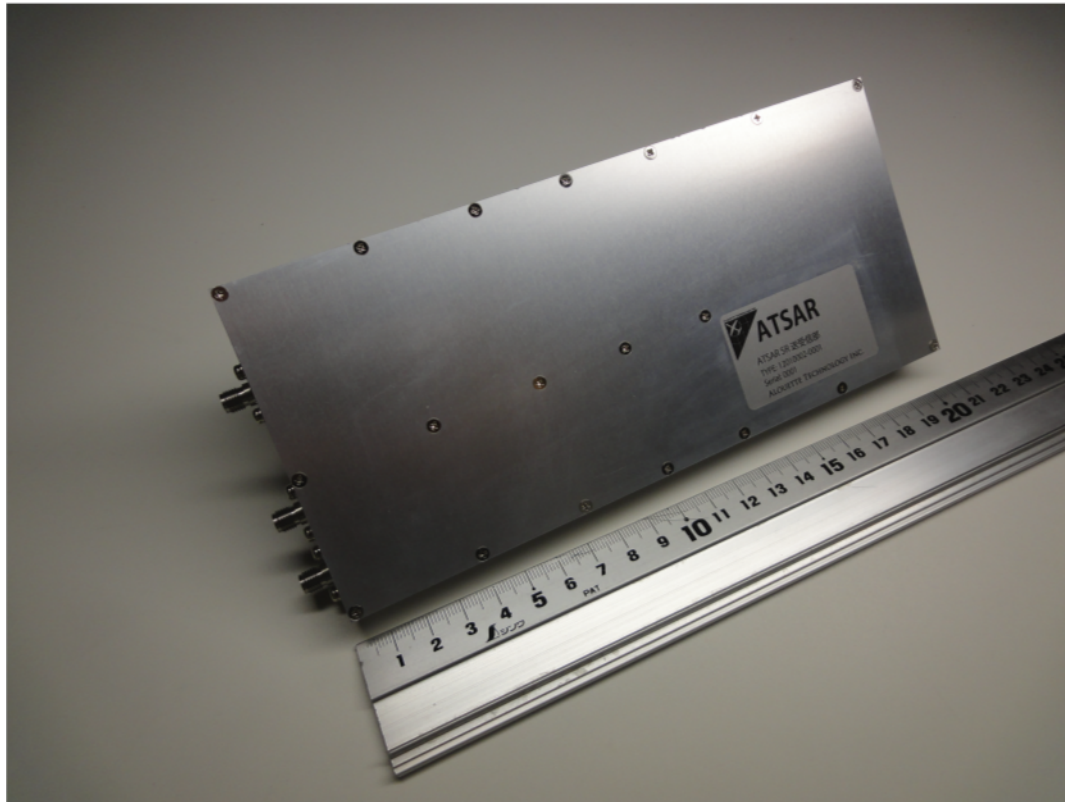


航空機実験の費用予想

	C172	C206	C208	C90	G II	UAV	UAV
高度 速度	3000m 100kt	6000m 120kt	6000m 140kt	10000m 200kt	13000m 400kt	150m	20000m
与圧	無し	無し	無し	有り	有り	N/A	N/A
飛行費用	8万円	12万円	25万円	50万円	200万円		
価格	4000万円	8000万円	1.5~3億円			100万円	?億円
改造可能性	可能	可能	可能	限定的	可能		
搭載	容易 小型のみ	容易 InSAR可	容易 InSAR可	InSAR可	容易 InSAR可		
国内機数	多数	限定的	限定的	DAS	DAS		

機体に穴あけ加工等、機体改造には設計図面が必要
通常、機体改造は製造会社(及び専門会社)にて実施

超小型SAR



ATSAR-SR

(小型無人機搭載用SAR)

観測距離 最大5Km

送信電力 最大2W

空間分解能 0.3mから5m

画像伝送方式

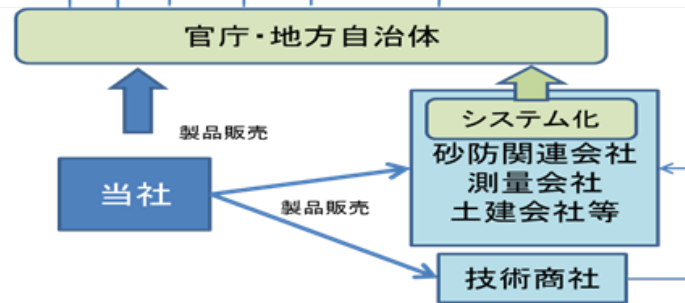
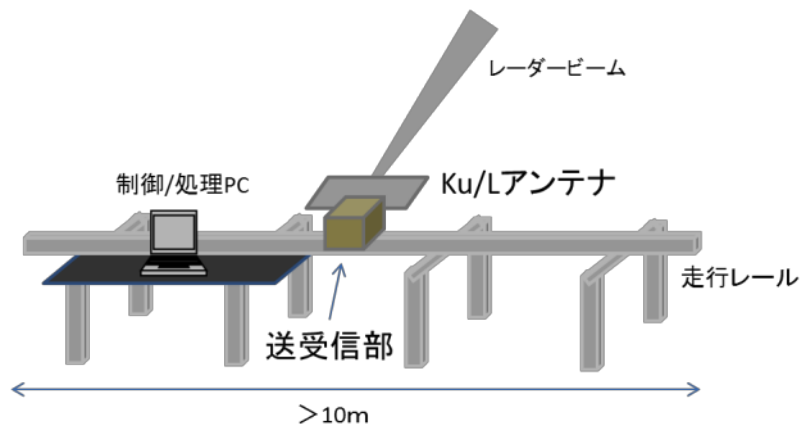
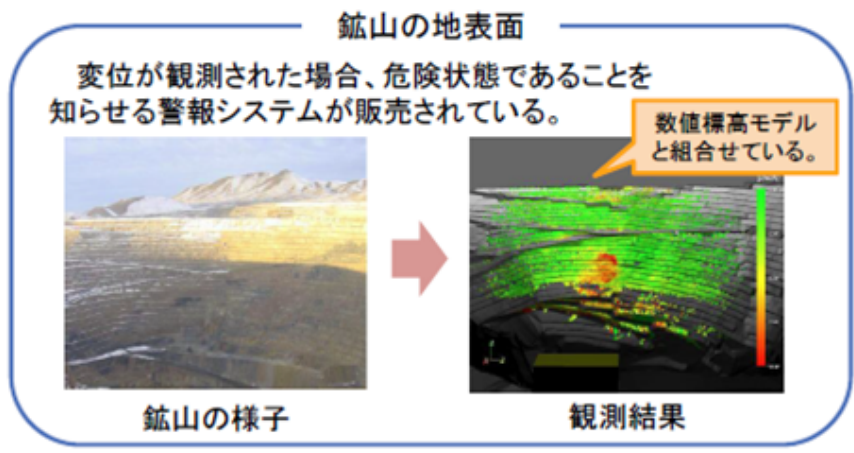
リアルタイム画像伝送

または静止画伝送

重量5Kg以下

GB-SARモジュール兼用

地上設置型合成開口レーダー



THANK YOU

アルウエットテクノロジー株式会社は合成開口
レーダ技術で、社会に貢献いたします。