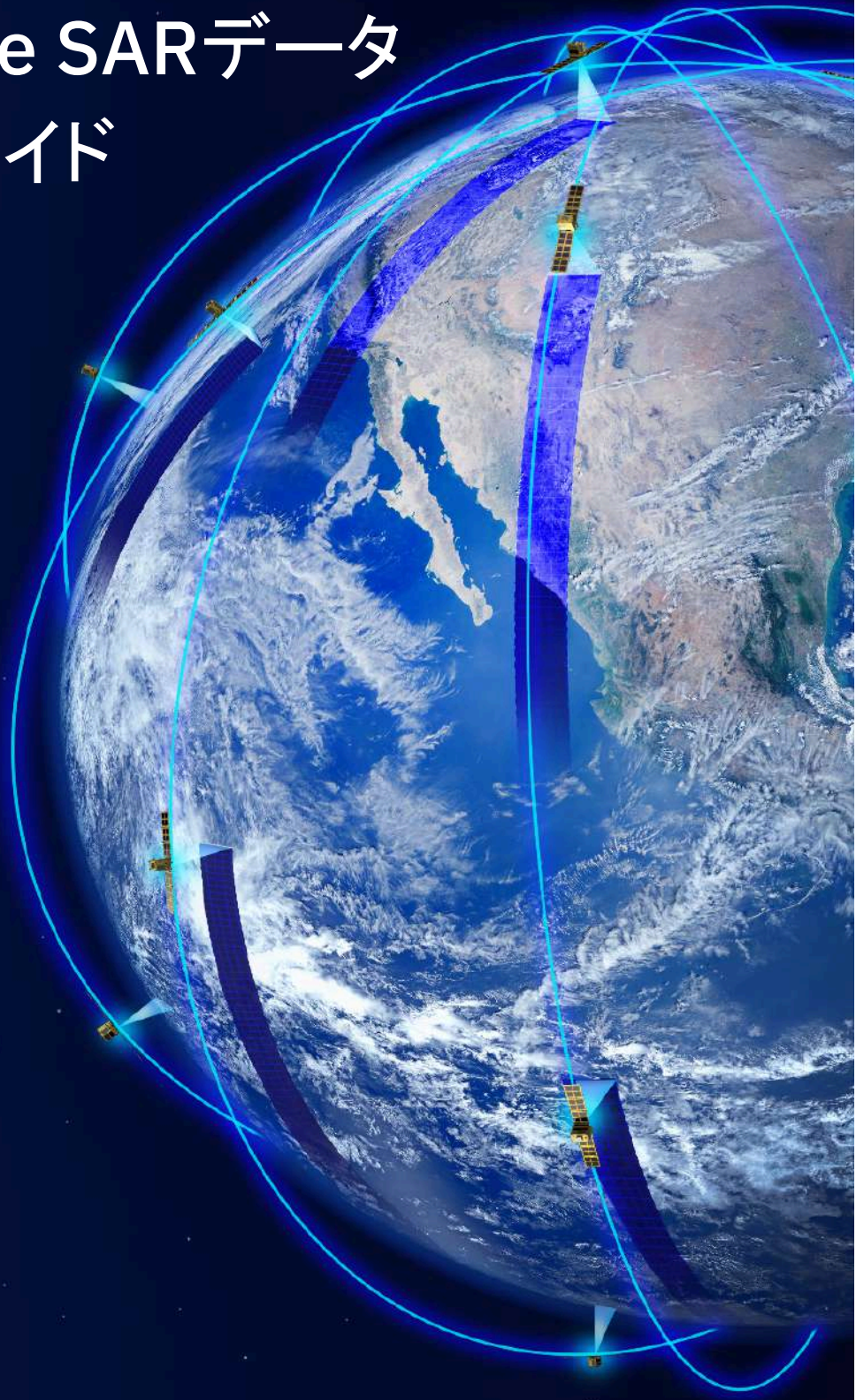


# Synspective SARデータ プロダクトガイド

Version 9.0

2024年5月15日



## 目次

<b>1 衛星の軌道と仕様</b>	<b>3</b>
<b>2 撮像モード</b>	<b>5</b>
STRIPMAPモード	5
SLIDING SPOTLIGHTモード	6
<b>3 プロダクトの処理レベル</b>	<b>7</b>
SINGLE LOOK COMPLEX (SLC)プロダクト	7
GROUND RANGE DETECTED (GRD)プロダクト	9
SUPER-RESOLUTION GROUND RANGE DETECTED (超解像GRD)プロダクト	9
<b>4 データフォーマット</b>	<b>12</b>

## 改訂履歴

版	日付	改訂内容
2.2	2021年11月25日	- 初版
3.1	2022年3月19日	<ul style="list-style-type: none"> <li>- StriX-βに関する情報を追加</li> <li>- 表1. 1に再訪周期と注釈を記載</li> <li>- 表2. 1及び表2. 2の一部の項目名及び単位標記を統一化並びに注釈を追加</li> <li>- 図3. 1を差し換え</li> <li>- 表4. 1のSLCプロダクトの誤記を修正</li> </ul>
3.2	2022年4月13日	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 表2.1の誤記を修正</li> <li>- 表2.1 スラントアジマスピクセルスペーシングの値を変更</li> </ul>
3.2.1	2022年11月16日	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 表紙、最終ページの変更Updated Cover page and final page</li> <li>- 誤記の修正</li> </ul>
4.0	2022年12月19日	- StriX-1に関する情報を追加
5.0	2023年3月3日	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 「3. GROUND RANGE DETECTED (GRD)プロダクト」のリサンプリングに関する記述を更新</li> <li>- 表2.1、2.2のグラウンドレンジ・アジマスピクセルスペーシングに注釈を記載</li> <li>- 表2.1のStipmapモード（StriX-β及びStriX-1）のグラウンドレンジ分解能を修正</li> <li>- 表2.1のStipmapモードのルック数を修正</li> </ul>
6.0	2023年5月15日	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 表2.1、2.2のスラントアジマスピクセルスペーシング [m]を修正</li> <li>- 表2.1、2.2のグラウンドレンジ・アジマスピクセルスペーシングの注釈を削除（緯度に依存しなくなったため）</li> <li>- 3章のSINGLE LOOK COMPLEX (SLC)プロダクトにおけるリサンプリングの説明を更新</li> </ul>
7.0	2023年6月5日	- Stripmapモードの超解像GRDプロダクトを追加
8.0	2023年8月1日	- Sliding Spotlightモードの超解像GRDプロダクトを追加
9.0	2024年5月15日	<ul style="list-style-type: none"> <li>- StriX-3に関する情報を追加</li> <li>- 図3.2を更新</li> <li>- 表1.1の軌道情報を更新</li> </ul>

## 1 衛星の軌道と仕様

Sysnpecitveの小型SAR衛星“StriX”は、同クラスの衛星と比較してより広い範囲を低ノイズで観測することが可能です。”StriX”衛星の初号機StriX-αは2020年に軌道へ投入され、30機の衛星コンステレーション構築へむけて順次追加されています。

軌道高度500kmから561kmの範囲で運用されている“StriX”衛星は、太陽同期軌道を利用しています。衛星コンステレーションによって衛星の数が増えることで、観測頻度を高めることができます。

“StriX”は、ターゲットされた地表面へXバンド帯域のマイクロ波を照射します。反射して返ってきた信号を分析して対象物を観測することで、形状や、対象物の変化を検出することができます。合成開口レーダー（SAR）は、小さなアンテナでも、軌道上に仮想的なアンテナをいくつも並べることによって、大きなアンテナと同等の性能を獲得する「合成開口」技術を利用しています。

StriX衛星の軌道及び搭載されたSARセンサーの仕様は表1.1、表1.2の通りです。

表1.1 StriX衛星の軌道

項目	StriX-α**	StriX-β	StriX-1	StriX-3
TLE	STRIX-ALPHA	STRIX-BETA	STRIX-1	STRIX-3
軌道種類	太陽同期軌道	太陽同期軌道	太陽同期軌道	太陽同期軌道
軌道高度	500 km *	561 km*	561 km*	561 km
軌道傾斜角	97.3度 *	97.7度*	97.7度*	97.7度
再訪周期	約5日 *	1日*	1日*	1日
昇交点通過時刻 (LTAN)	10:30	21:00*	21:00*	15:00

\* 軌道保持をしていないため、変化する

\*\* StriX-αは2023年10月にミッションを完了

表1.2 StriX衛星のセンサー仕様

項目	StriX-α、StriX-β、StriX-1、 StriX-3
中心周波数	9.65 GHz (Xバンド)
撮像方向	左右
PRF	7 kHzまで
チャープ帯域幅	300 MHzまで
RFピーク電力	1 kW
偏波	VV
オフナディア角	15～45度

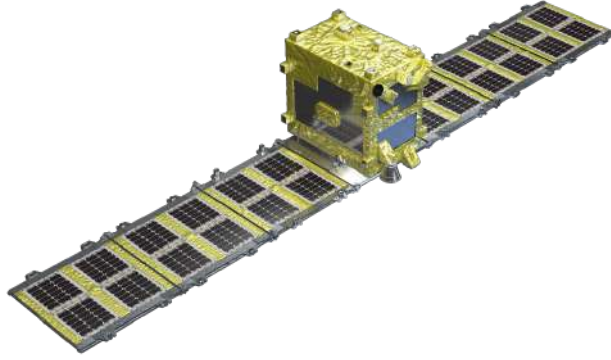


図1.1 StriX- $\alpha$ のイメージ

## 2 撮像モード

StriX衛星には、Stripmap（ストリップマップ）モードとSliding Spotlight（スライディングスポットライト）モードの2種類の撮像モードがあります。

### STRIPMAPモード

Stripmapモードでは、アンテナビームの中心は、図2.1に示すように、ほぼ一定のオフナディア角を保持して、衛星と連動し移動します。アンテナビームによって、地表面は電磁パルスで連続的に照らされ、衛星の軌道方向に連続して撮像されます。この撮像モードでは、撮像幅及び撮像域（シーン）の長い画像を、スラントレンジ分解能1.8m×スラントアジマス分解能2.6mで撮像できます。

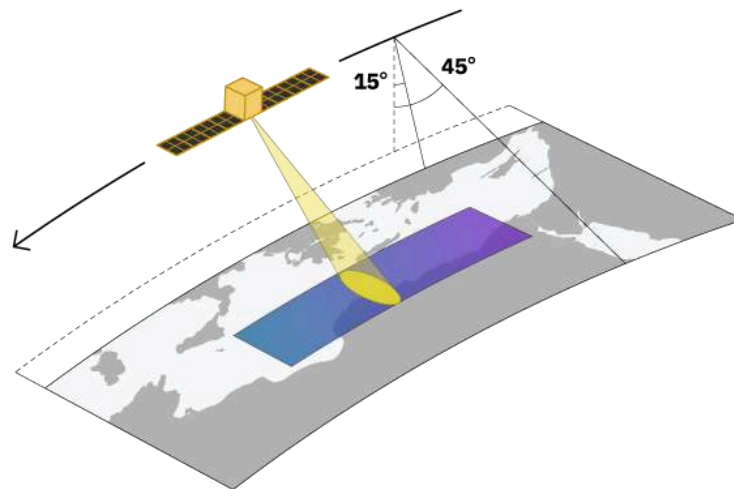


図2.1 Stripmapモード

Stripmapモードの仕様は表2.1の通りです。

表2.1 Stripmapモードの仕様

項目	StriX-α	StriX-β、StriX-1, StriX-3
撮像幅[km]	10-30（ノミナル 20）	10-30（ノミナル 20）
撮像域（シーン）の長さ[km]	50-70	50-70
オフナディア角 [deg]	15-45	15-45
NESZ[dB]	-22.7 *	-21.7 *
アジマスS/A [dB]	13.2 *	13.2 *
レンジS/A [dB]	26.0 *	26.0 *
スラントレンジ分解能[m]	1.8	1.8
スラントアジマス分解能 [m]	2.6	2.6
スラントレンジピクセルスペーシング [m]	1.5	1.5



スラントアジマスピクセルスペーシング [m]	2.2	2.2
グラントレンジ分解能 [m]	3.6	3.6
グラントアジマス分解能[m]	2.6	2.6
グラントレンジピクセルスペーシング[m]	5.0	5.0
グラントアジマスピクセルスペーシング [m]	5.0	5.0
ルック数	2	2
偏波	VV	VV

\* オフナディア角30度での解析値

#### SLIDING SPOTLIGHTモード

SAR画像のアジマス分解能は、電磁パルスの照射時間とドップラー帯域幅に比例します。Sliding Spotlightモードでは、図2.2のように、アンテナビームをStripmapモードより遅く走査することで、電磁パルスをより長い時間、地表の特定箇所に照射します。これにより、Sliding SpotlightモードではStripmapモードよりも高解像度の画像を得ることができます。Sliding Spotlightモードでは、スラントレンジ分解能0.5m×スラントアジマス分解能0.9mで撮像できます。

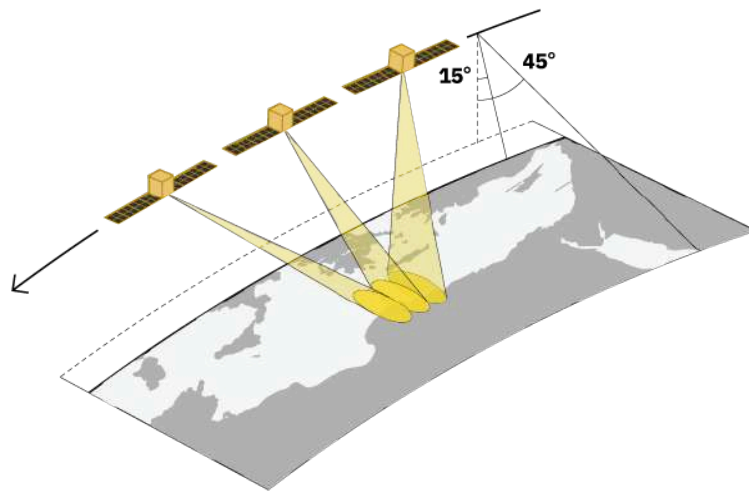


図2.2 Sliding Spotlightモード

Sliding Spotlightモードの仕様は表2.2の通りです。

表2.2 Sliding Spotlightモードの仕様

項目	StriX-α	StriX-β、StriX-1, StriX-3
撮像幅[km]	10（ノミナル値）	10（ノミナル値）
撮像域（シーン）の長さ[km]	10	10
オフナディア角 [deg]	15-45	15-45
NESZ[dB]	-18.4*	-17.4*
アジマスS/A [dB]	13.2*	13.2*
レンジS/A [dB]	23.5*	23.5*
スラントレンジ分解能[m]	0.5	0.5
スラントアジマス分解能 [m]	0.9	0.9
スラントレンジピクセルスペーシング [m]	0.4	0.4
スラントアジマスピクセルスペーシング [m]	0.8	0.8
グランドレンジ分解能 [m]	0.9	0.9
グランドアジマス分解能[m]	0.9	0.9
グランドレンジピクセルスペーシング[m]	1.0	1.0
グランドアジマスピクセルスペーシング [m]	1.0	1.0
ルック数	1	1
偏波	VV	VV

\* オフナディア角30度での解析値

### 3 プロダクトの処理レベル

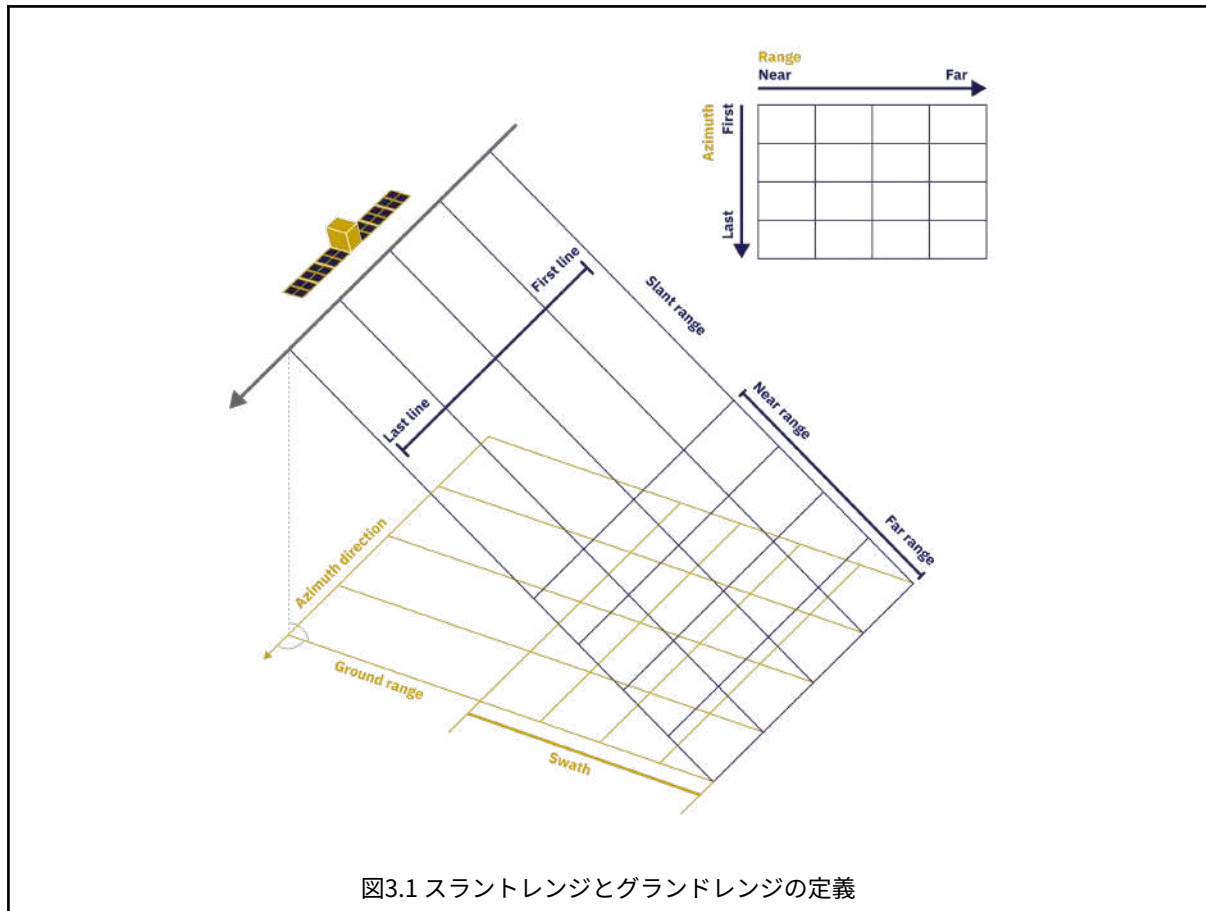
Synspective SARデータプロダクトは、デジタル画像データとそれに対応する画像注釈メタデータから構成されます。プロダクトは、各撮像モードと処理レベルにより定義されます。処理レベルは、Single Look Complex (SLC), Ground Range Detected (GRD) , SUPER-RESOLUTION GROUND RANGE DETECTED (超解像GRD) の3つです。

#### SINGLE LOOK COMPLEX (SLC)プロダクト

SLCプロダクトは、SAR信号を画像化し、振幅と位相の複素数情報を含むシングルルックプロダクトです。衛星の飛行方向（アジマス方向）とスラントレンジ方向が画像の座標となります。ピクセル（画素）はアジマス方向とスラントレンジ方向でおおむね等距離です。スラントレンジ方向のピクセルの配置はゼロドップラー方向と一致します。SLCプロダクトは、位相情報に依存するアプリケーションや、高い解像度を活用するようなアプリケーションに適しています。また、SLCプロダクトは特に、インターフェロメトリを行いたい場合や、コヒーレント変化検出（CCD）によって地上の変化を抽出したい場合に用います。



各処理レベルの座標の定義に関し、スラントレンジとグラウンドレンジの定義は、図3.1を参照。



## GROUND RANGE DETECTED (GRD) プロダクト

GRD プロダクトは、SAR信号を画像化し、地球楕円体モデルを使用して地上に投影した画像データです。

ピクセル（画素）はアジマス方向とグラウンドレンジ方向で等距離です。グラウンドレンジの座標はスラントレンジの座標を地球楕円体に投影したものです。スラントレンジをグラウンドレンジに投影するにあたっては、WGS84楕円体、及びシーンの平均標高またはターゲットの標高が利用されます。

GRD プロダクトは地図座標系に一致する（北方向が画像の上になる）ように画像をリサンプリングしています。

GRD プロダクトではSLCプロダクトとは異なり、ピクセル値は検出された信号の大きさを表す実数であり、位相情報はありません。

Stripmapモードの場合、マルチルック処理されています。それによりスペckルが減少します。Sliding Spotlightモードは、シングルルック処理されています。

## SUPER-RESOLUTION GROUND RANGE DETECTED (超解像GRD) プロダクト

衛星から照射された電波を強く反射するターゲットがある場合、そのピクセル周辺において見かけ上、大きな十字型に反射が強い範囲が発生します。この問題により、SAR画像の解釈が複雑になり、画像の鮮明さが低下します。Spatially Varying Apodization (SVA)は、この十字型のアーティファクトを自動的に検出、除去します。

SVAはSLC画像に直接適用し、SVA処理されたSLCを地上に投影することで超解像GRD画像が生成されます。

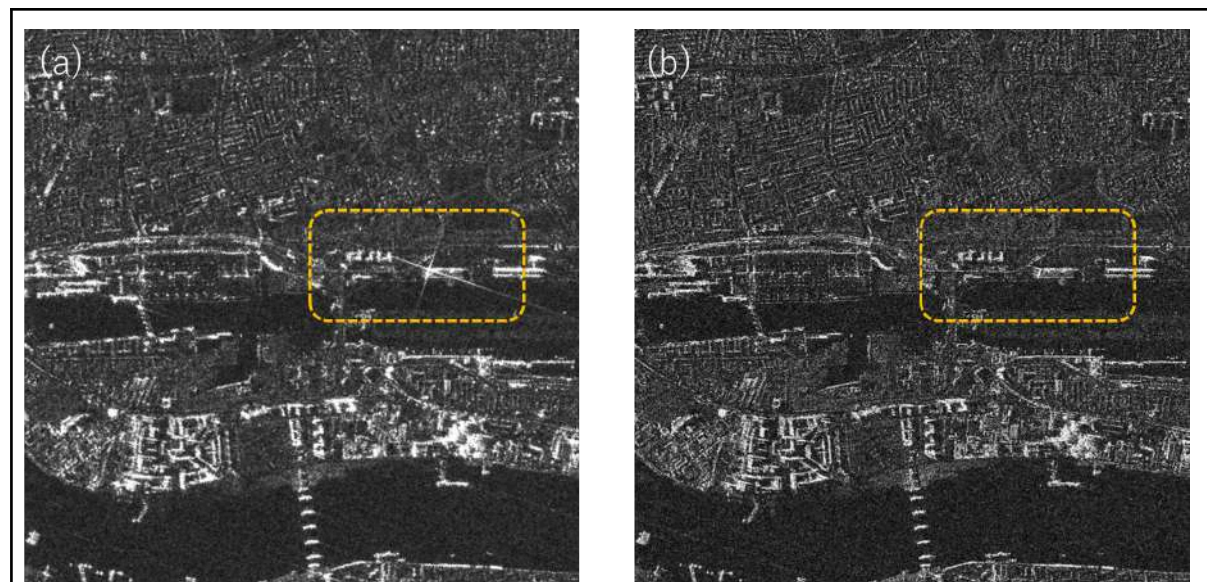


図3.2 (a) 5m x 5m GRD画像; (b) 1m x 1m 超解像GRD画像 (Stripmap)  
点線枠内の反射が強いターゲット（画像内の明るい箇所）によるサイドローブ(b)の画像では抑えられている。

SVA処理された画像の地球楕円体への投影は、鮮明な画像を適切に処理するためのいくつかの調整あるものの、標準のGRD画像と同様に処理されます。画像の解像度を落とさないようマルチルック処理は行っておりません。高解像な画像はより小さなサンプリングが必要となるため、画像サイズが大き

くなります。超解像GRD画像のピクセルサイズは1m×1m（Stripmap）または0.5m x 0.5 m（Sliding Spotlight）に設定されています。

超解像GRDプロダクトの仕様は表 3.1の通りです。

表3.1 超解像GRDの仕様（StriX-β、StriX-1, StriX-3）

項目	Stripmap	Sliding Spotlight
撮像幅[km]	10-30（ノミナル20）	10（ノミナル値）
撮像域（シーン）の長さ[km]	50-70	10
オフナディア角 [deg]	15-45	15-45
NESZ [dB]	-21.7*	-17.4*
アジマスS/A [dB]	N/A**	N/A**
レンジS/A [dB]	N/A**	N/A**
グランドレンジ分解能 [m]	3.6	0.9
グランドアジマス分解能[m]	2.6	0.9
グランドレンジピクセルスペーシング[m]	1.0	0.5
グランドアジマスピクセルスペーシング [m]	1.0	0.5
ルック数	1	1
偏波	VV	VV

\* オフナディア角30度での解析値

\*\* SVAはサイドローブの値を0として設定するため、S/Aは無限大に近づく。

## 4 データフォーマット

撮像モードと処理レベル毎のプロダクトのデータフォーマットは表4.1の通りです。

表4.1 各処理レベルのデータフォーマット

撮像モード	処理レベル	
	SLC	GRD、超解像GRD
Stripmap（ストリップマップ）	CEOSまたはSICD	GeoTIFF + XML
Sliding Spotlight（スライディングスポットライト）	CEOSまたはSICD	GeoTIFF + XML

画像データは、SLCプロダクトの場合はCEOSまたはSICD形式で、GRD、超解像GRDプロダクトの場合はGeoTIFF + XML形式で提供されます。

CEOS形式は、複素数画像とその処理パラメータを保存するのに適した形式です。SICDはアメリカ国家地理空間情報局（National Geospatial-Intelligence Agency: NGA）によって定義された標準フォーマットです。GeoTIFF形式は、一般的なSAR解析ソフトウェアやGISソフトウェアで容易に表示可能です。XMLと共に提供されるため、特別なソフトウェアを使用せずに利用できます。

データフォーマットの詳細については、Synspective SARデータプロダクトフォーマットマニュアルをご参照ください。



Synspective

Synthetic data for perspective