

①発表番号	②セッション	③セッション名																																																												
4-2	セッション4	地球観測ミッション																																																												
④発表タイトル						⑤発表者所属・氏名																																																								
DiskSat SAR for Mega Constellation (メガコンステレーションのための2次元小型SAR衛星 DiskSat SAR)						早稲田大学 齋藤 宏文																																																								
⑥著者	⑦所属	⑧代表者メールアドレス				⑨現在の状況：																																																								
齋藤 宏文	早稲田大学					開発移行可能																																																								
⑩概要 (200字程度)						⑪本ミッションの狙い	⑫実現のキーとなる要素技術																																																							
<p>筆者らが2013-2018年に開発した小型SAR衛星は既に軌道上で3機運用されている。その展開型ハニカムパネルスロットアレーアンテナは、低価格、薄型の収納形状、太陽☀️パドルとの兼用が可能等を特長とする。今後の数100機以上のSARコンステレーションには、ロケットフェアリングに多数機衛星を積み重ねて数10機の同時打ち上げが可能な、薄型収納形状のSAR衛星が必要であると予測されている。米国AeroSpace Corporation はdisk状の衛星DiskSatを提案している。筆者らの小型SARシステムは、このDiskSatに適合性が高いことに着眼して大規模コンステレーションを目指したDiskSAT SARのシステムを提案している。このDiskSat SARシステムの実現性についての検討の現状を報告する。</p>						<p>数100機以上からなる合成開口レーダ衛星メガコンステレーションを可能にする、薄型SAR衛星を開発し、軌道上実証する。薄型衛星では、350km程度の低高度軌道でも小推力のイオンエンジンで軌道維持ができるため、高度の3乗に比例してレーダ観測に著しく有利である。</p>	<p>帯域1.2GHzの並列給電スロットアレーアンテナ、薄型衛星バス機器、SAR搭載機器の小型化、と薄型化、DiskSatの低高度軌道運用</p>																																																							
⑬衛星のスペック						⑭開発状況・計画																																																								
<ul style="list-style-type: none"> <li>・LEO(600km)では、パネル4枚で分解能3m, パネル7枚で分解能1m.</li> <li>・VLEO(350km)では、パネル4枚で分解能0.6m, パネル7枚で分解能0.25m.</li> <li>・軌道維持はCube用イオンエンジン, 0.35mN. . アンテナパネル 0.7mx0.7m</li> <li>・アンテナは新規開発の完全並列給電スロットアレーアンテナ.</li> </ul> <table border="1" data-bbox="145 1236 952 1476"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">ImPACT(Synspective)</th> <th colspan="3">DiskSat LEO</th> <th colspan="2">DiskSat VLEO 350km</th> </tr> <tr> <th>Res3m</th> <th>Res1m</th> <th>Res3m</th> <th>Res1m</th> <th>Res0.3m</th> <th>Res0.6m</th> <th>Res0.2m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Panel#</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>4</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>4</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>BW(MHz)</td> <td>75</td> <td>300</td> <td>75</td> <td>300</td> <td>1000</td> <td>500</td> <td>1500</td> </tr> <tr> <td>Pt(kW)</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Alt(km)</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>350</td> <td>350</td> </tr> <tr> <td><math>\delta r(m)</math></td> <td>3</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>0.3</td> <td>0.6</td> <td>0.2</td> </tr> </tbody> </table>							ImPACT(Synspective)		DiskSat LEO			DiskSat VLEO 350km		Res3m	Res1m	Res3m	Res1m	Res0.3m	Res0.6m	Res0.2m	Panel#	7	7	4	7	7	4	7	BW(MHz)	75	300	75	300	1000	500	1500	Pt(kW)	1	1	1	1	3	1	1	Alt(km)	600	600	600	600	600	350	350	$\delta r(m)$	3	1	3	1	0.3	0.6	0.2	<p>JAXA宇宙研で開発した小型SAR衛星Micro-X-SARは民間会社Synspective社により既に3機軌道上で運用されている。これを発展させて、小型薄型化し、地上分解能0.25mを可能にするアンテナ試作、システム検討を行っている。薄型衛星DiskSatバス技術を保有する米国Aerospace Corporation と共同プロジェクト化の話し合いを進めている。</p>	
	ImPACT(Synspective)		DiskSat LEO				DiskSat VLEO 350km																																																							
	Res3m	Res1m	Res3m	Res1m	Res0.3m	Res0.6m	Res0.2m																																																							
Panel#	7	7	4	7	7	4	7																																																							
BW(MHz)	75	300	75	300	1000	500	1500																																																							
Pt(kW)	1	1	1	1	3	1	1																																																							
Alt(km)	600	600	600	600	600	350	350																																																							
$\delta r(m)$	3	1	3	1	0.3	0.6	0.2																																																							

## ⑮衛星のイメージ図

## メガコンステレーションが可能な DiskSat SAR

- ・フェアリングに多数機段積みできる薄型収納の合成開口レーダ衛星
- ・レーダ観測に有利な超低高度軌道での運用も可能

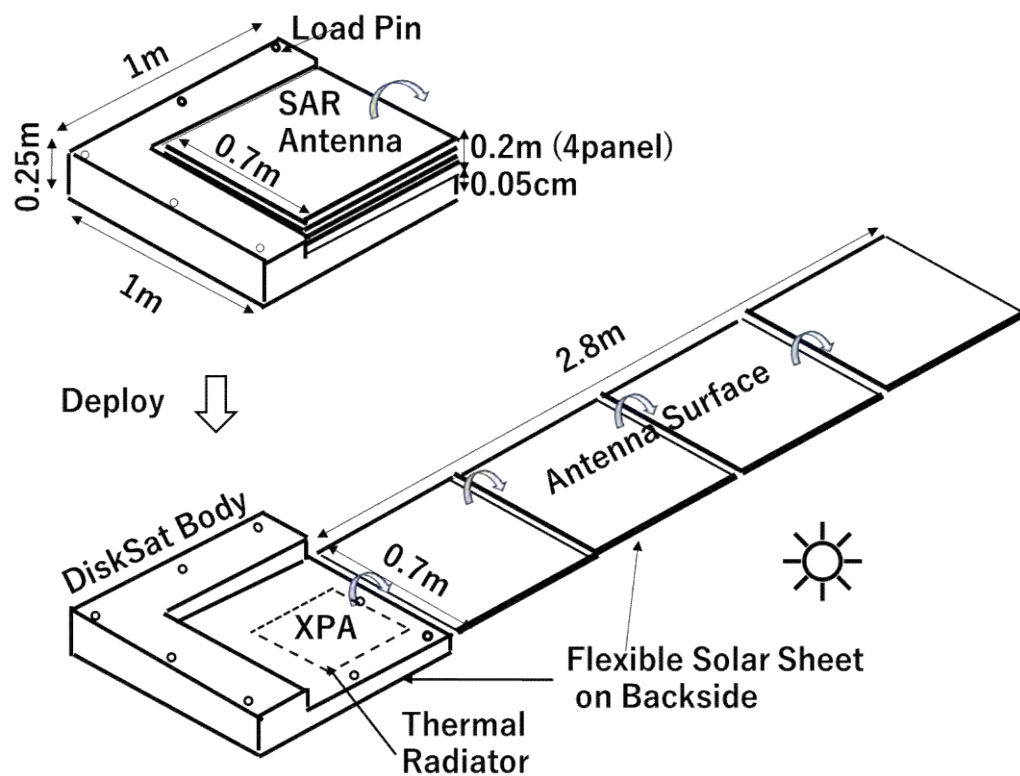


Fig.1 Conceptual Layout of DiskSat SAR.

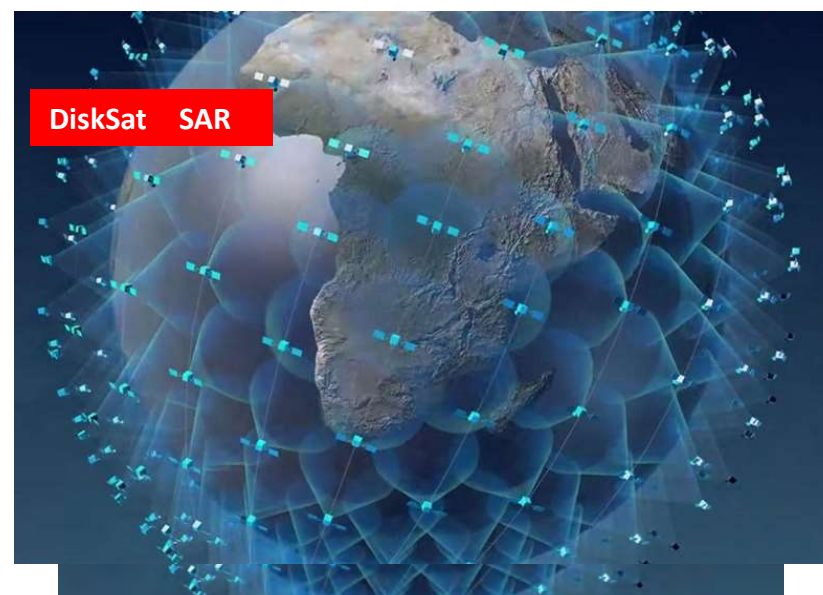
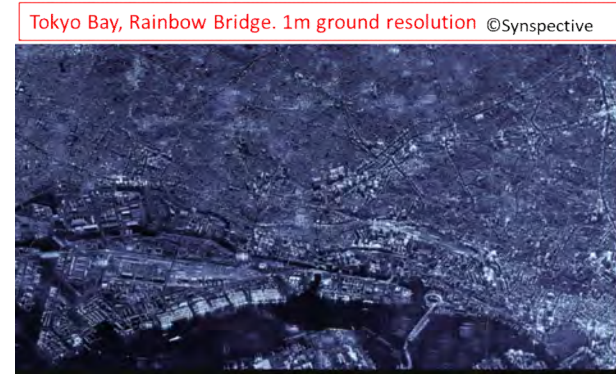
## ⑯ミッションのイメージ図 (※あれば)

## メガコンステレーションが可能な DiskSat SAR

- ・フェアリングに多数機段積みできる薄型収納の合成開口レーダ衛星
- ・準リアルタイムにSAR画像を取得するメガコンステレーション



modified from ©starlink



modified from © Starlink

## ⑰ ミッションや技術詳細

[ミッション目的] 準リアルタイム,全天候型地上撮像  
ミッションのためのメガコンステレーションを可能にする薄型SAR衛星 DiskSat SARの軌道上実証を行う。

[実績] 低コストで薄型収納が可能な展開型スロットアレーアンテナを利用した従来型の立体的な小型SAR衛星は、Fig.2のように既に軌道上で3機運用されている。

Fig.3は搭載機配置である。Table1は主要諸元。

[DiskSat SAR 開発]

1. SARシステムの高性能化. 地上分解能0.25m対応の完全並列給電スロットアレーアンテナの実用化

2. X帯電力増幅器の高出力化 (3kW)

3. 衛星の薄型化

Fig.2の搭載機器領域を30%小型化して、Fig.1の薄型後退に収納させる。SAR信号発生処理装置、PCDUの小型化。

4. DiskSat SARのバス機器の開発 (米国 Aerospace Corporation 担当) CubeSat用搭載機器の実績品を利用、改修、改良。

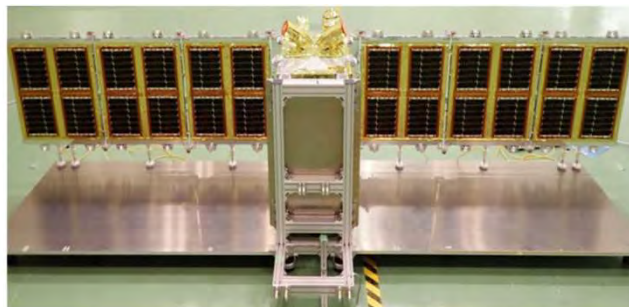


Fig.2 Micro-X-SARの軌道上実証機 ©Synspecive

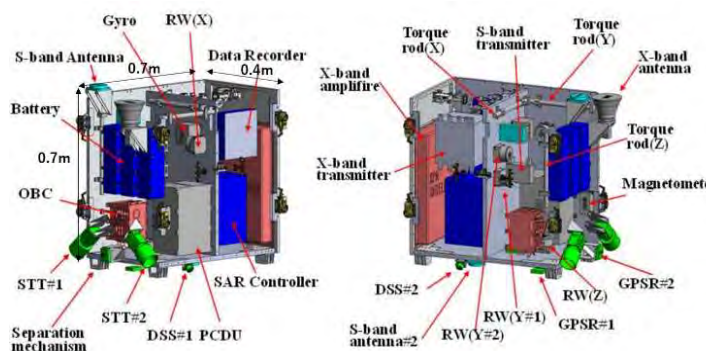


Fig.3 Layout of First-Generation Micro-X-SAR. Satellite.  
Body Size 0.7x0.7x0.4m.  
From Hirako. J Physics: Conf.Series 1130 (2018) 012012.

Tabl 1 Micro-X-SARのSARシステム仕様諸元

Item	SAR Mode	
	Strip Map	Sliding Spotlight
Altitude	600km	
Resolution	3m	1m
Center Frequency	9.65GHz	
Swath	25 km	25km
Chirp Band Width	75MHz	300MHz
Polarization	V/V	
Antenna Size	4.9 m×0.7 m	
Ant Efficiency	50%	
TX Peak Power	1000 W	
TX Duty	25%	
System Loss	0.6 dB	
System Noise Figure	2.6 dB	
Off Nadir Angle	15~45 deg	
Pulse Repitition Frequency	3000 ~ 8000 Hz	
NESZ (beam center)	-15dB	-18dB
Ambiguity (beam center)	>15dB	

## ⑱ 参考文献など (optional)

[1]H.Saito, K.Ishimura, Mitsuteru Kaneoka, "DiskSat SAR for Mega Constellation – 2D Satellite of Synthetic Aperture Radar with Deployable Slot Array Antenna –," International Conference on Space, Aeronautical and Navigational Electronics 2022,SANE2022–68,N.agasaki, Dec.15,16,2022

[2]齋藤宏文、金岡充晃 “メガコンステレーションに適する薄型SAR衛星DiskSat SARの検討” 電子情報通信学会宇宙航行エレクトロニクス研究会, 宮古島、2023年3月2日

[3][H.Saito, K.Ishimura, Mitsuteru Kaneoka “DiskSat SAR for mega constellation 2d satellite of synthetic aperture radar with deployable slot array antenna.” 14th IAA Symposium on Small Satellites for Earth System Observation, ,IAA-B14–1502, May 7–12, 2023.