

地球観測衛星の小型化・高機能化の イノベーション

2010年2月26日

日本電気株式会社

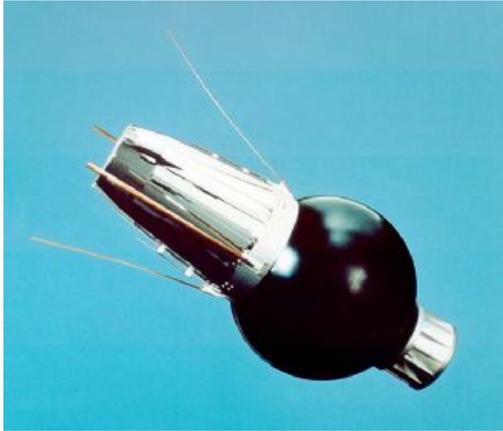
NEC宇宙開発実績(1/2)

NECがとりまとめた主な衛星(合計64機、内開発中9機)

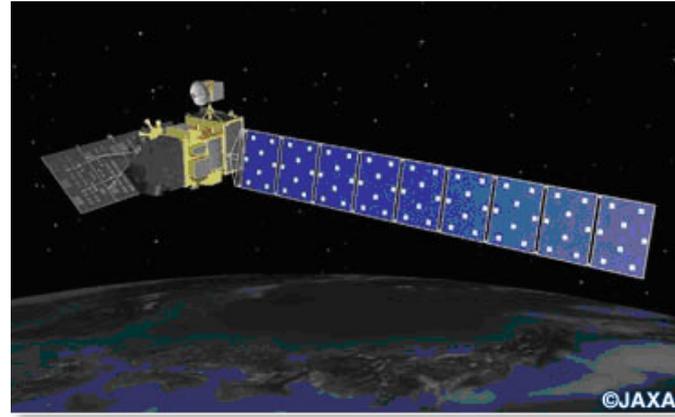
領域	技術試験	通信/放送/測位	地球観測	科学探査	
打ち上げ年	1970年代	おおすみ('70) たんせい('71) たんせい2号('74) きく1号('75) たんせい3号('77)	ゆり('78)	ひまわり('77)	しんせい('71) でんぱ('72) たいよう('75) きょっこう('78) じきけん('78) はくちょう('79)
	1980年代	たんせい4号('80) きく4号('82) さきがけ('85)	ゆり2号a('84) ゆり2号b('86)	ひまわり2号('81) ひまわり3号('84) もも1号('87) ひまわり4号('89)	ひのと('81) てんま('83) おおぞら('84) すいせい('85) ぎんが('87) あけぼの('89)
	1990年代	きく6号('94) きく7号('97)	ゆり3号a('90) ゆり3号b('91) かけはし('98)	もも1号b('90) ひまわり5号('95)	ひてん('90) ようこう('91) ジオテイル('92) あすか('93) はるか('97) のぞみ('98)
	2000年代	つばさ('02)	きらり('05) きずな('08)	だいち('06)	はやぶさ('03) すざく('05) あかり('06) かぐや('07)
	今後の予定			GCOM-W1 GCOM-C1 ASNARO	ASTRO-G PLANET-C IKAROS SPRINT-A ASTRO-H MMO

NEC東芝スペースシステム株式会社の前身である株式会社東芝(宇宙システム事業)の実績(下線付記)を含む

NEC宇宙開発実績(2/2)



名称:おおすみ
目的:日本初の人工衛星
打上:1970年
質量:24kg



名称:だいち (ALOS)
目的:地球観測
打上:2006年
質量:約4000kg

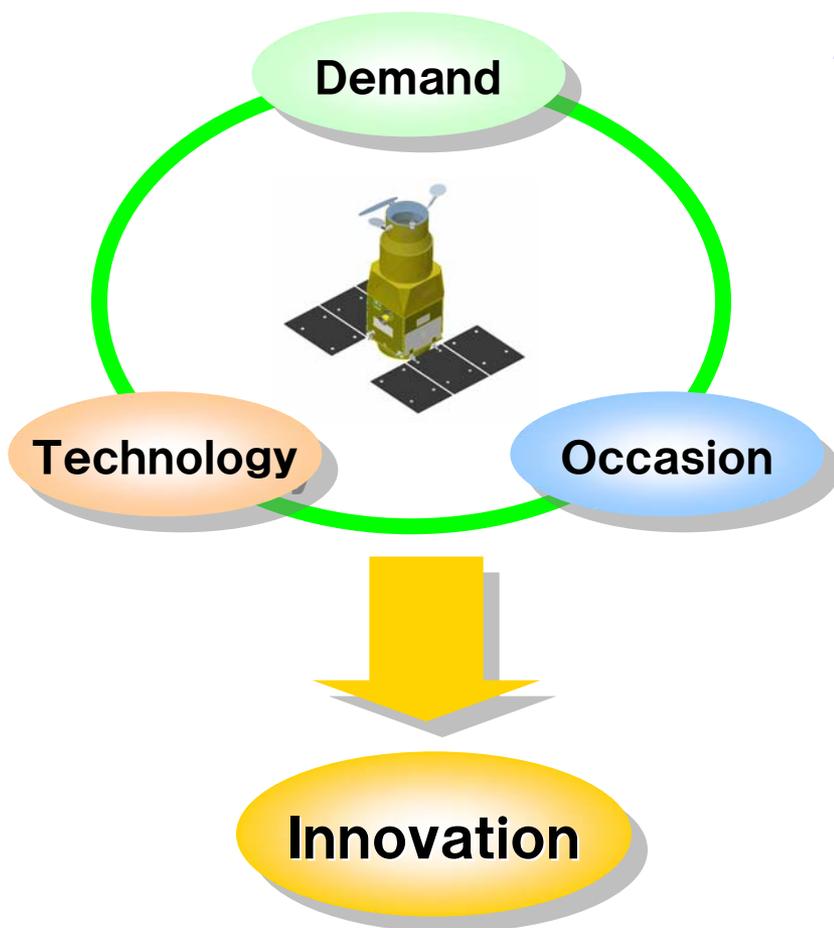


名称:かぐや (SELENE)
目的:月探査
打上:2007年
質量:約2900kg



名称:きずな(WINDS)
目的:通信技術実証
打上:2008年
質量:約2700kg

Courtesy JAXA



小型衛星産業化を支える3つの要素

世界的な小型衛星の需要拡大

- Surry、Astriumを筆頭とする小型衛星バスのラインアップが充実
- 米国での小型軍事衛星の利用拡大
- 宇宙新興国が手の届く価格での提供が可能

部品技術の発展

- 宇宙用FPGAの高速化・高集積化
- 宇宙用高集積ASICの開発
- 民生部品の宇宙利用拡大

ASNAROによる軌道上実証機会

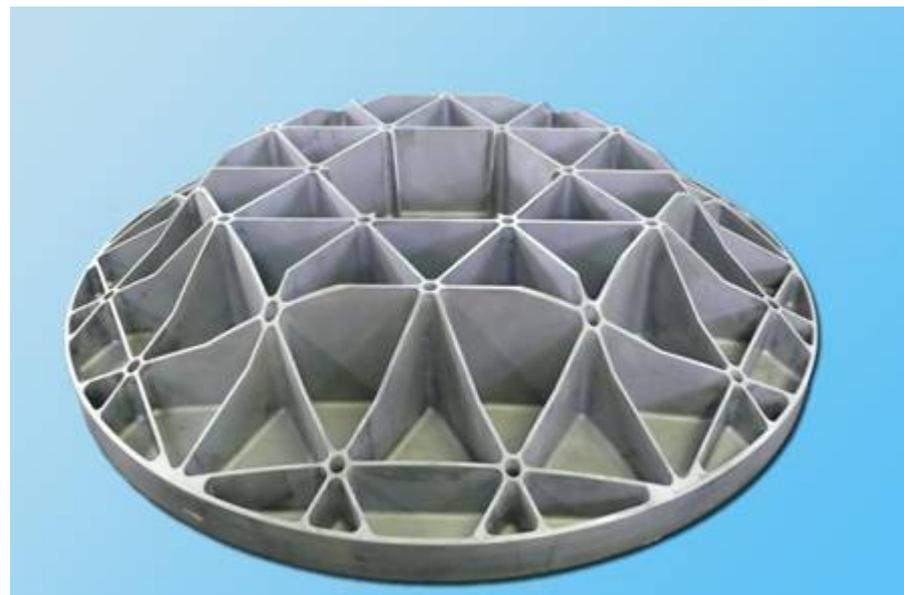
- 地上での開発実績のみでは外販は困難

小型化・高機能化に向けた技術革新

イノベーション1: ガラス素材から新素材へ →主反射鏡に新素材NTSIC®の採用

SiC(炭化ケイ素)素材の特徴

- ガラス素材に比べ、軽量
- ガラス素材に比べ、高強度(約8倍)
- ガラス素材に比べ、熱歪を起こしにくい



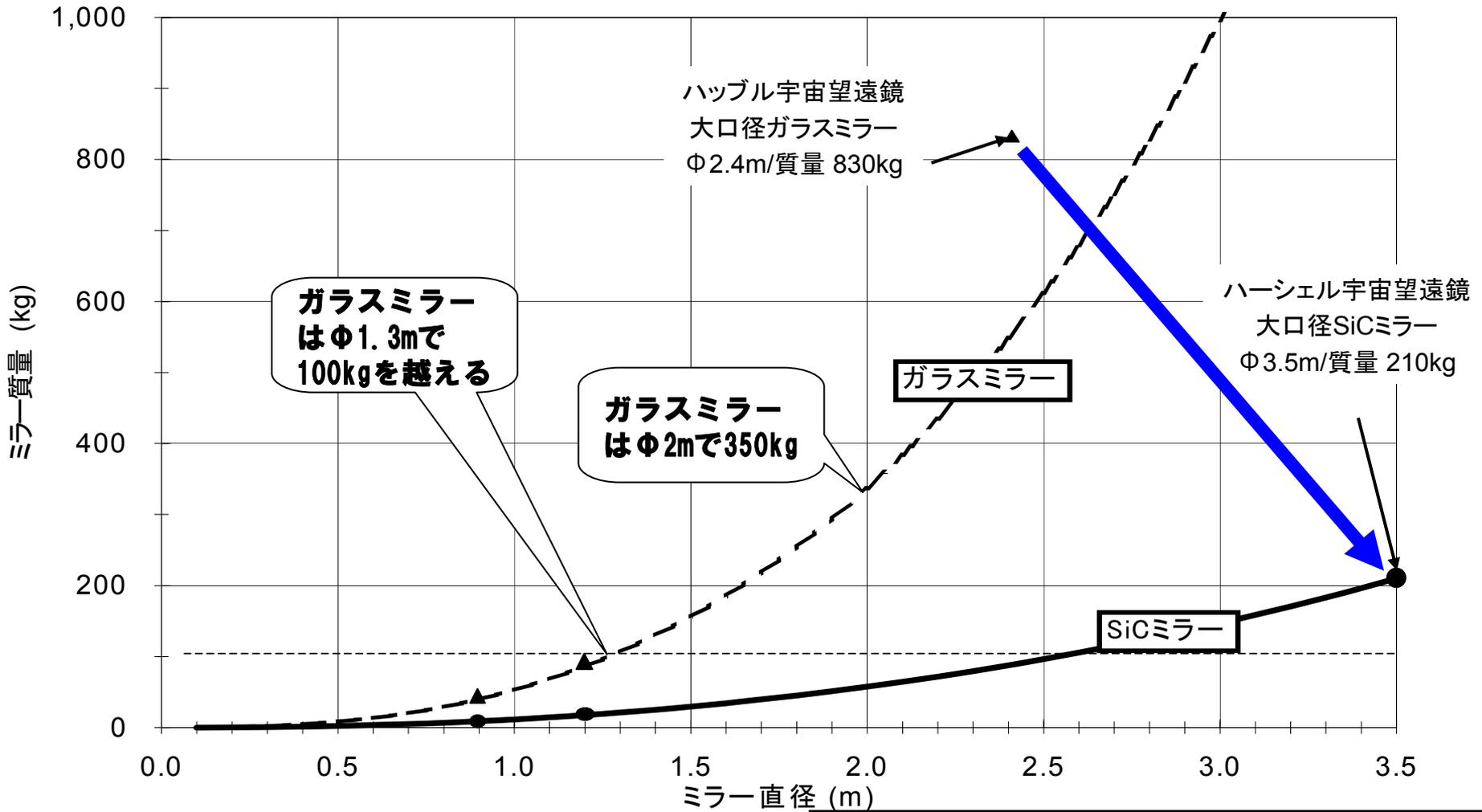
ASNARO主鏡

©NEC/NTSpace

NTSIC®の特徴

- 一般的な焼結SiCに比較し、約2倍の強度(ガラスの約16倍)
- 一般的な焼結SiCは、表面に気孔があり、そのままではミラーとして使えない。(コーティングが必要)
- NTSpace/東芝で開発した高強度反応焼結SiC(商標 NTSIC®)の表面は緻密で気孔がない。(研磨すればコーティングせずにミラーとして使用可能)

小型化・高機能化に向けた技術革新



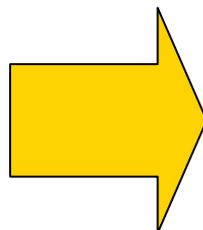
SiCミラーはガラスよりも軽量であり大型化するほど有利

小型化・高機能化に向けた技術革新

イノベーション2:SD-RAMからフラッシュメモリへ

→民生フラッシュメモリ技術の採用

観測データを記録するデータレコーダのメモリとして従来のSD-RAM方式に比べ、大容量／低消費電力／低価格で実現可能なフラッシュメモリを採用する。(大きさはイメージであり、実際の寸法とは異なる)



地球観測衛星用データレコーダ
(2006年打ち上げ、SD-RAM方式)

ASNARO用データレコーダ
質量 約1/5
電力 約1/2
記録容量 約80倍

小型化・高機能化に向けた技術革新

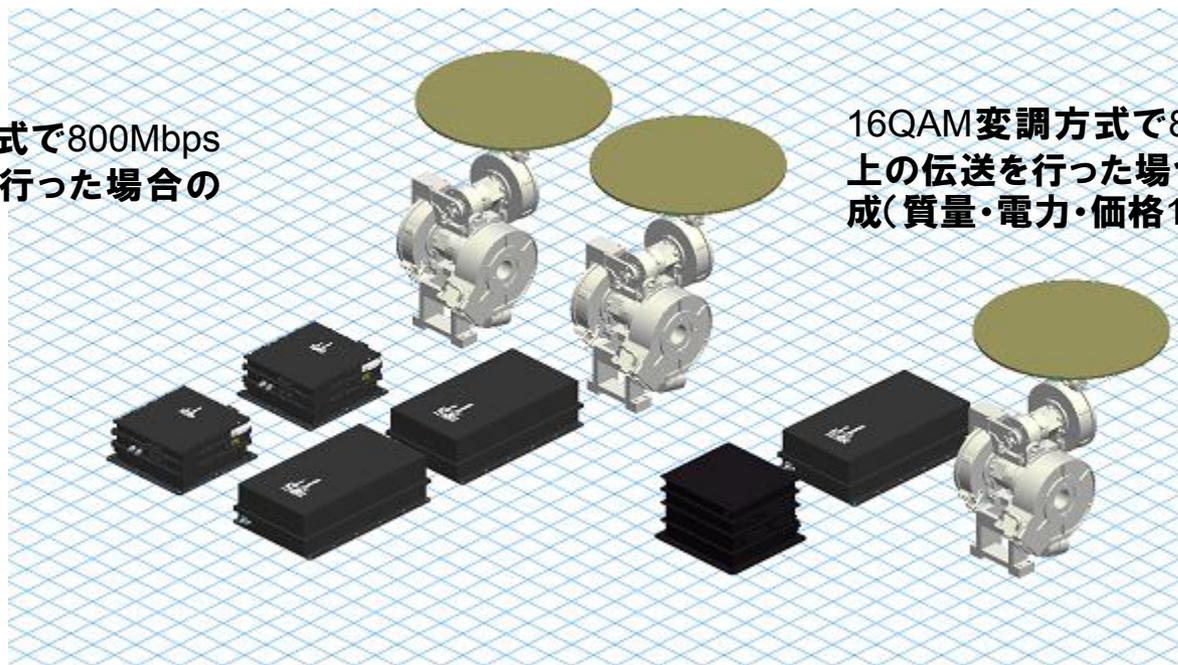
イノベーション3:QPSK変調方式から16QAM変調方式へ

→高効率変調技術の採用

RF信号を用いて高速伝送を行う場合、周波数帯域の有効利用が重要なファクタとなる。ASNAROでは今後の主流となる16QAM方式によるデータ伝送方式を採用した。

- 従来方式で800Mbpsのデータを伝送するためには400MbpsQPSKの変調機及びアンテナを2式搭載
- 16QAM方式を用いれば変調機及びアンテナ1式で800Mbpsの伝送が可能

QPSK変調方式で800Mbps以上の伝送を行った場合の機器構成



16QAM変調方式で800Mbps以上の伝送を行った場合の機器構成(質量・電力・価格1/2)

小型化・高機能化に向けた技術革新

イノベーション4: 16bitMPUから64bitMPUへ

→小型・高性能搭載計算機の実現

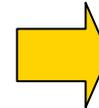


©JAXA/NEC/NTSpace

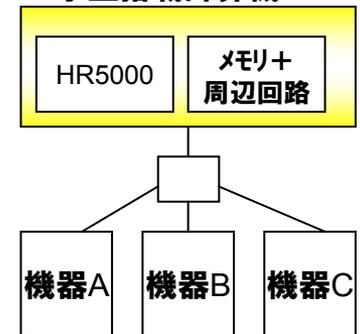
最新型搭載計算機の特徴

- 周辺回路を1チップ化した最新宇宙用高速64bitMPU(HR5000)の採用
- ネットワーク技術を採用することにより、必要な機能はネットワークで接続する方式を採用し、計算機本体を小型化

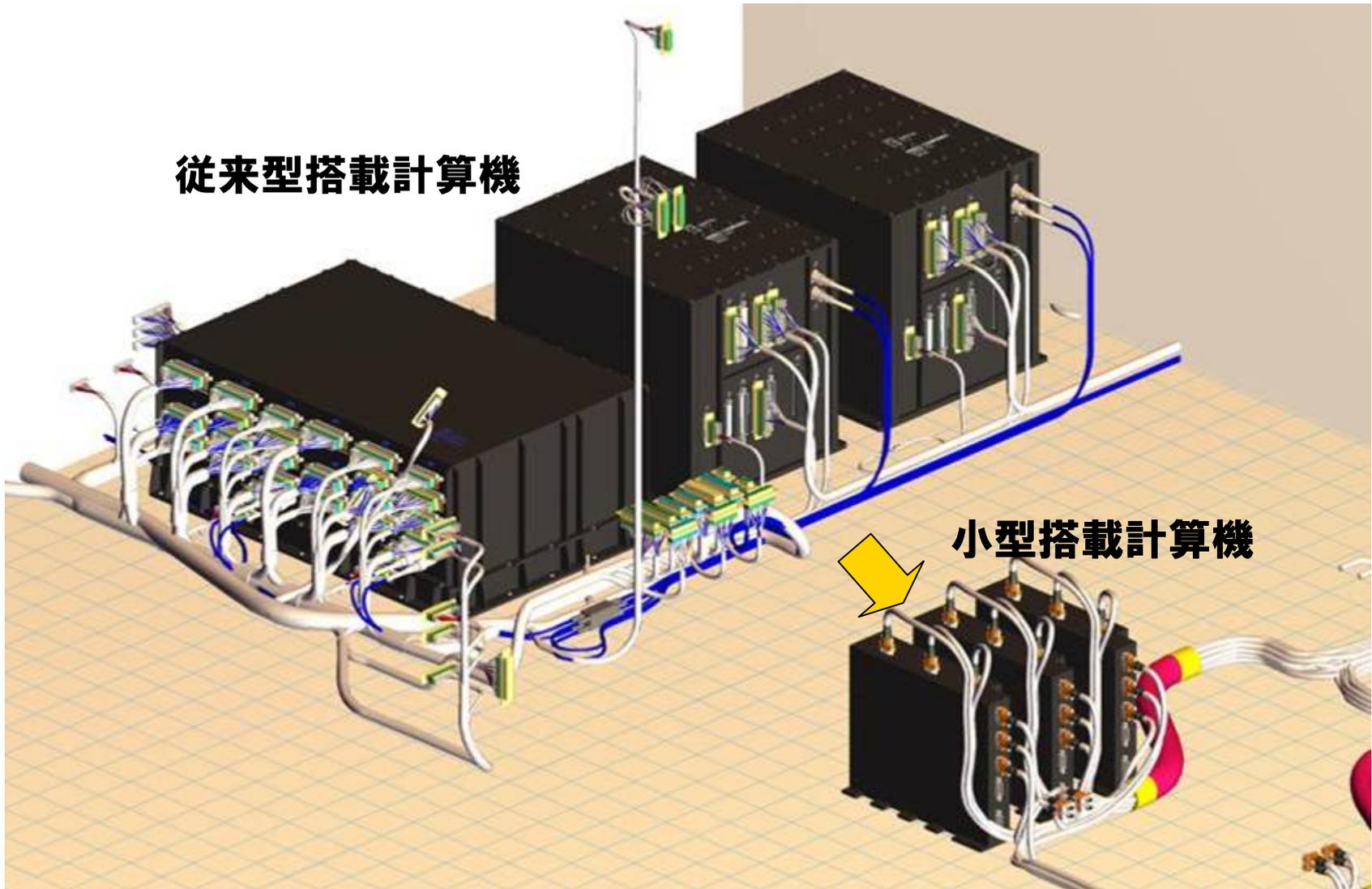
従来型搭載計算機



小型搭載計算機



小型化・高機能化に向けた技術革新



小型化・高機能化に向けた技術革新

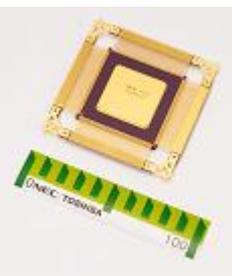
イノベーション5:1対1通信からネットワーク通信へ

→ネットワーク技術の採用

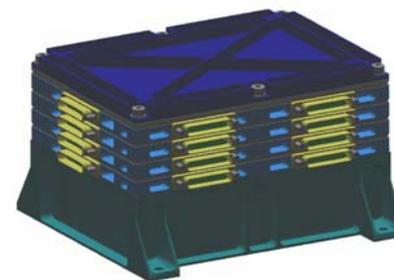
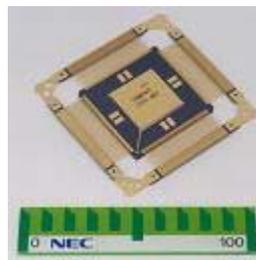
従来は衛星ごとに規定されたプロトコルに従ってデータ伝送を行っていた。ASNAROでは公開された世界標準プロトコルであるSpaceWire規格を採用することにより、誰でもネットワーク接続機器の開発が可能となる。

→民生の小型化技術の応用が可能

- ルータLSIチップの開発
- ネットワークインタフェース回路(Network Interface Circuit/NIC)のチップ化／標準化

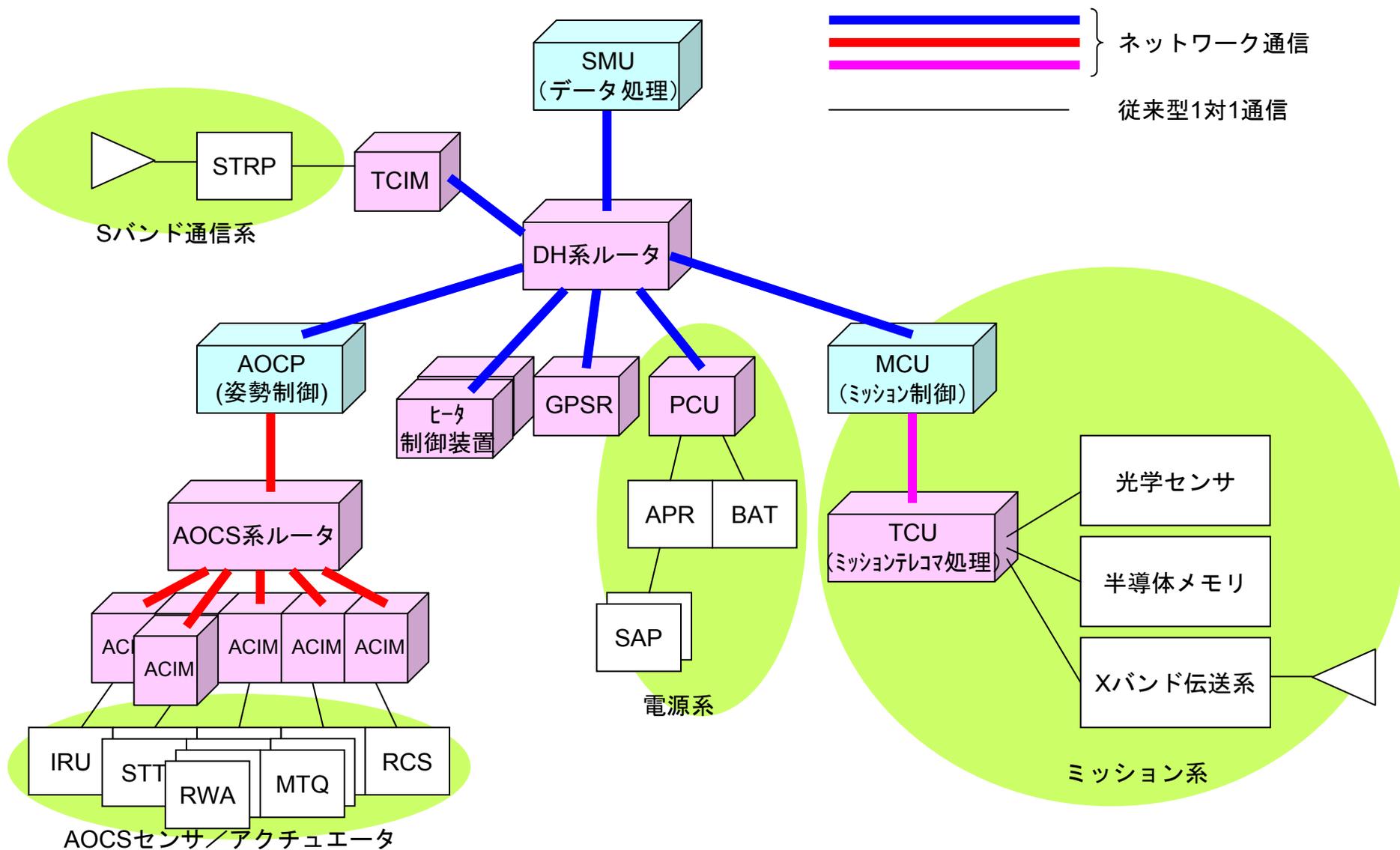


宇宙用SpaceWire ルータ
(14ポート)



SpaceWire-NIC (NIC08)

ASNAROのネットワーク構成





Empowered by Innovation

NEC