



宇宙通信に関する研究開発の現状と戦略 について

総合科学技術会議
情報通信プロジェクトチーム

2003.2.10
塩見 正
通信総合研究所

1



目次

- ◆ 1 宇宙通信をとらえる視点
- ◆ 2 宇宙通信に関する研究開発の現状
- ◆ 3 宇宙通信研究開発についての課題
- ◆ 4 国としての戦略的な視点と役割

2

1. 宇宙通信をとらえる視点

- ◆ 宇宙開発 / 宇宙利用システムの中で広く柔軟に把握
- ◆ インターネット時代の通信・放送のインフラ
 - 高速化、柔軟性、多様サービス、グローバルサービス
- ◆ 宇宙開発や宇宙システムのインフラ
 - 地球観測や情報収集、宇宙科学・宇宙実験、データ中継
- ◆ 社会インフラ
 - 測位や時刻サービス、防災・非常時、ナショナルセキュリティ
- ◆ 産業規模は小さいが、ナショナルセキュリティ上重要
 - 高度技術・総合技術と大規模なR & Dインフラ・技術基盤
 - 民間のみに期待できないハイリスク性、大きくない市場

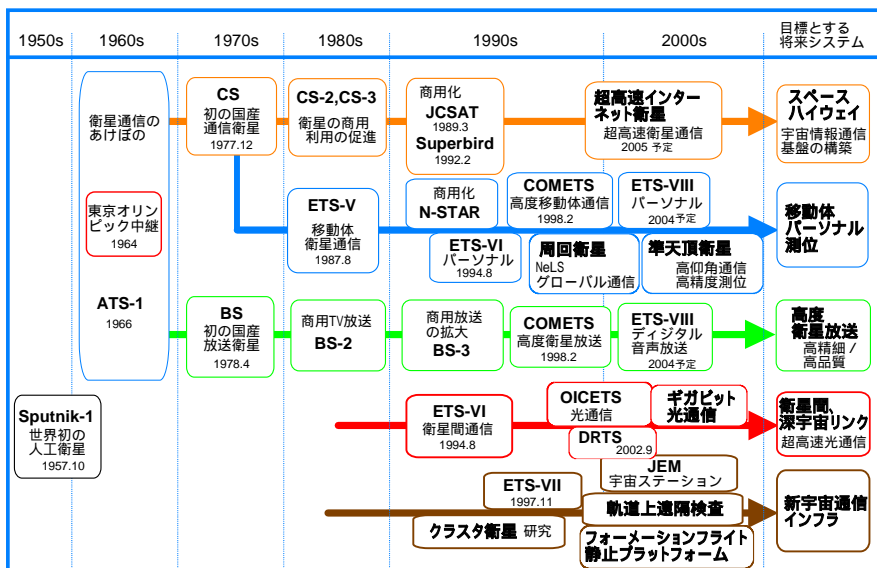
2. 宇宙通信に関する研究開発の現状

- ◆ 国際的にみた主要トレンド
- ◆ 日本の主要な研究開発プロジェクト

衛星通信技術の国際的トレンド

- ◆ 衛星通信のブロードバンド化
 - インターネット、マルチメディアに対応した高速衛星通信サービス
 - * スカイブリッジ計画 (欧州)
- ◆ 移動体衛星通信技術の高度化
 - 大型展開アンテナ、マルチビーム、搭載交換機による移動端末の小型化、高速化
 - * 携帯電話サービス (例: Garuda:2000 ~、Thuraya:2001 ~)
 - * 可搬端末による移動体高速データ通信 (例: Inmarsat-4:2004 ~)
- ◆ 超大型静止衛星バス技術
 - バスの大型化によるコスト低減、通信システムの高機能化
 - * 欧州のアルファバス計画(軌道上6トン以上) :2008頃
- ◆ 低軌道周回衛星による音声、データ通信
 - イリジウム(1999 ~)、グローバルスター(2000 ~)、ICO(? ~)

宇宙通信技術開発の流れ



研究開発推進中の先端的・基盤的衛星通信技術

将来構想

	OICETS	DRTS	ETS-VIII	WINDS	準天頂衛星	NeLS(低高度周回衛星)	静止プラットフォーム
新軌道の開拓					準天頂軌道	低高度軌道	
新アンテナ技術	光アンテナ(26cm)	H14.9打上げ	S帯 大型展開アンテナ、APAA/BN	Ka帯APAA、マルチビームアンテナ、マルチポートアンブ	Ka帯高精度展開アンテナ	平面展開アンテナ	大型展開フェーズドアレイ、テザー連結アンテナ、組立型アンテナ
新周波数帯の開拓	光	Ka/S	S	Ka	S~Ka	光、S~Ka	Ka、光、ミリ波
高度な搭載通信機器技術			パケット交換機	オンボードATM交換機		オンボード交換機	ソフトウェア中継器
高度な衛星間通信技術	光	Ka/S				光	光
通信ネットワーク技術			移動体通信、パケットデータ伝送、S帯衛星放送	固定通信、IPv6、同報通信	移動体通信、移動体通信用プロトコル	移動体通信、移動体通信用プロトコル、衛星群ネットワーク	
搭載用原子時計等衛星測位技術							
高度地球局技術							
大型衛星バス技術							
軌道上サービス技術							

多様な衛星通信システムの研究開発



移動体衛星通信システムの研究開発

- ETS-VIIIプロジェクト
 - 大型展開アンテナ (17 m)
 - 携帯端末による移動体衛星通信システム (S-band)
 - 移動体デジタルマルチメディア放送システム (S-band)
 - 衛星測位に関する基礎的実験
 - 打ち上げ2004年度



宇宙開発事業団提供

500ch/ビームオンボード交換、64kbps高速移動体データ通信

- ◆ 航空機、ヘリコプター用通信機器の開発

災害・防災衛星通信システムを実証



航空衛星通信実験

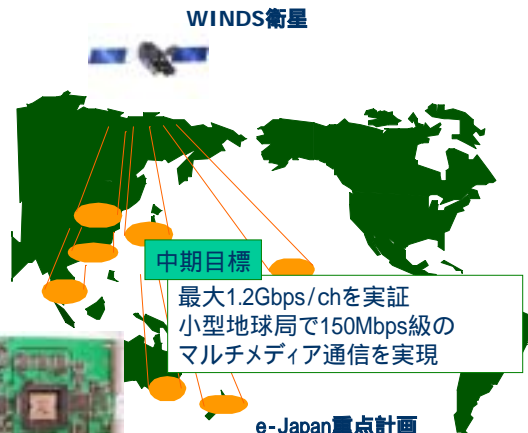


ETS-8:アンテナ素子BBM

高速衛星ネットワークの研究開発

- WINDS開発及びアジア太平洋地域衛星通信ネットワークの構築 -

- ◆ アジア太平洋地域の高品質
- ◆ 衛星通信インフラの構築 (APII)
- ◆ 先進技術の開発
 - 広帯域中継器
 - スキャンングスポットビームアンテナ
 - 高速オンボード処理技術
 - ◆ ATMオンボードスイッチ
 - ◆ 高速変復調器



中期目標
最大1.2Gbps/chを実証
小型地球局で150Mbps級の
マルチメディア通信を実現

e-Japan重点計画
2005年までにWINDSを打ち上げ、実証実験を実施。2010年を目途に実用化。

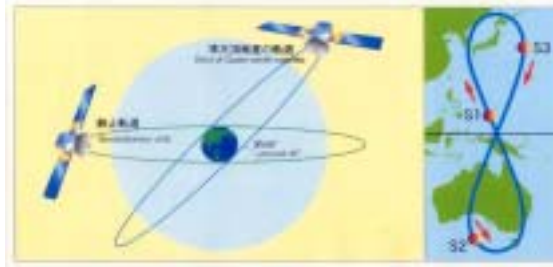


Ka帯アクティブ・フェーズアレイ・アンテナ (64素子BBM)



搭載用高速デジタル復調器BBM

準天頂衛星システムの研究



- ・45度傾斜準静止軌道(8の字軌道)
- ・中緯度地域の移動体衛星通信
- ・仰角70度以上(3機で24時間)
- ・小型無指向アンテナによる移動体通信
- ・測位サービス

平成10～11年度 概念設計
 平成12～14年度 高鏡面精度展開アンテナの試作

- ・メッシュ鏡面材料の選定
- ・機構設計確認モデルの試作
- ・鏡面電気性能確認モデルの試作

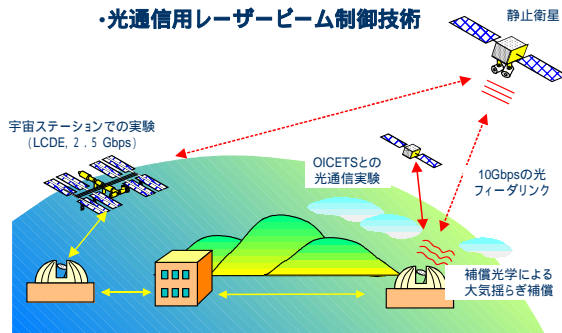


鏡面電気性能確認モデル(メッシュ鏡面無し) 11

光宇宙通信に関する研究

将来の宇宙通信で必要とされる高速大容量通信を実現するため、レーザー光を用いた宇宙通信技術の研究を行う。

- ・搭載機器の研究開発
- ・光地上局の開発
- ・光通信用アダプティブ光学
- ・自由空間高速光通信用光機能デバイス
- ・光通信用レーザービーム制御技術



ISS暴露部搭載機器開発の現状・対策

- ・衛星打ち上げの遅延やミッション開発コスト増の問題。
- ・国際協力や商用衛星との相乗りミッション等により実証機会を確保。
- ・必要な要素技術を段階的(地上、航空機、衛星)に実証。

先進小型衛星による宇宙実証



宇宙科学・観測等を含めた宇宙関連要素技術を迅速に宇宙実証し、衛星システム実証プロジェクトへフィードバックする。

[衛星通信関連テーマ]

- ・衛星通信技術: 衛星通信周波数帯開拓、ソフトウェア無線等
- ・衛星要素技術: 衛星アンテナ(NeLS)、OBP
- ・光衛星通信技術: TAO・NeLS光衛星間通信宇宙実証
- ・衛星IP技術: 衛星IPネットワーク、IPv6衛星
- ・軌道関連技術: 軌道監視、軌道制御、フォーメーションフライト
- ・軌道サービス技術: 宇宙遠隔検査・操作、衛星メンテナンス

[宇宙科学・観測関連テーマ]

- ・L5先行実証ミッション支援
- ・小型衛星観測技術: 高層大気観測(電波オカルテーション技術)

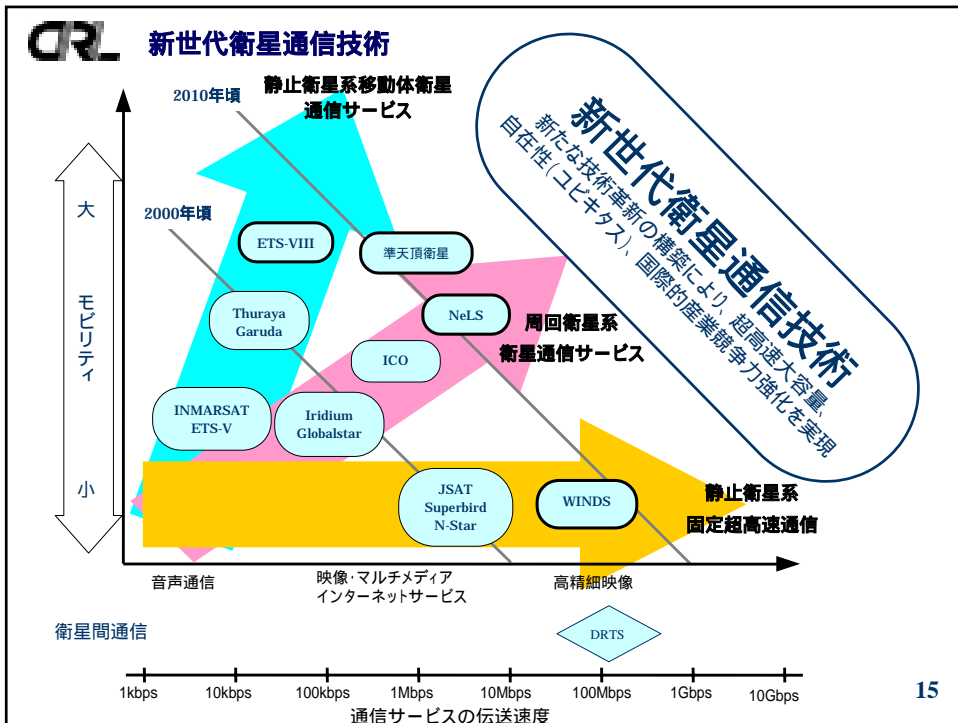
- ・Micro-OLive(部分先行実証ミッション)実験
- ・L5先行実証、軌道上サービスミッション及び光衛星間通信(NeLS)実験

13

3. 宇宙通信研究開発についての課題

- ◆ 先導要素技術とシステム技術
- ◆ 選択と集中(日本の競争力)
- ◆ 先導的な研究開発プログラム
(例: 新世代衛星通信技術の研究開発)

14



新世代衛星通信技術の目標

現在～数年後の技術開発
(2003年度以前に開発着手, 2010年頃までに実用化)

- 携帯端末による移動体衛星通信
 - ETS- /2004
 - 3トン級大型バス
 - 13m級S帯大型展開アンテナ
 - S帯フェーズドアレー給電
 - 1000ch級音声通信用搭載交換機
 - S帯400W級空間電力合成、等
- 小型地球局による高速衛星通信
 - WINDS/2005
 - Ka帯フェーズドアレー
 - Ka帯マルチポートアンブ
 - 155Mbps級ATM交換機
 - Ka帯小型地球局
 - 衛星インターネット技術、等

(2005年度までに開発着手, 2010年頃までに実用化)

- 高仰角移動体衛星通信(準天頂衛星/2008)
 - 複数衛星運用技術
 - ビーム指向制御
 - ハンドオーバー技術
 - 高精度測位技術、等

新世代衛星通信技術 (2020年頃までに実用化目標)

- 21GHz帯等高帯域衛星放送
 - 超小型TWTによる高出力APAA
 - 降雨減衰補償技術
 - 3D, UDTV 端末, サーバー低価格化技術
- ミリ波、光による衛星通信等の大容量化
 - ミリ波帯高鏡面精度展開アンテナ
 - 光中継器、光ファイダーリンク
 - ギガビットクラス搭載交換機、等
- 通信衛星製造・打上げコストの大幅な低価格化
 - 超小型軽量中継器
 - Ka, ミリ波、光高効率出力段、等
 - ソフトウェア中継処理、等
- 移動体衛星通信の高速化、ユビキタス性(いつでも、どこでも、誰とでも)の向上
 - 移動体通信用新周波数帯の開拓
 - 次世代周回衛星システム
 - 数10m級大型アンテナ
 - 超マルチビーム、高機能DBF
 - 光給電フェーズドアレー
 - Ka, ミリ波帯携帯端末、等
- 将来技術の検討
 - 軌道利用の高度化
 - 軌道上宇宙監視
 - 軌道上サービス、等

新世代衛星通信技術の開発

新世代衛星通信技術の研究開発ロードマップ



新世代衛星通信技術の開発テーマ(1)

光やミリ波等による衛星間通信等の大容量化

技術開発目標: 10Gbps以上の固定衛星通信の実現

- 光衛星間通信等 10Gbps級信号中継のための光ファイバー増幅器や光SWによる大容量中継器。
- ミリ波帯高鏡面精度展開 ミリ波帯で使用可能な大型展開アンテナ。
アンテナ 降雨マージンの確保と超小型地球局によるGbps級通信
- ギガビットクラス搭載交換機 Gビット信号処理を可能にする宇宙用超高速デバイスや
プロトコル技術の開発。地上システムに匹敵する
超高速衛星インターネットの実現
- 21GHz、42GHz衛星通信放送 超小型TWTを利用した高出力PAAによる降雨減衰補償



新世代衛星通信技術の開発テーマ(2)

移動体衛星通信・測位的高速化、ユビキタス性(いつでも、どこでも、誰とでも)の向上

技術開発目標: 携帯端末による数10Mbps以上の静止、非静止移動体衛星通信の実現

- 移動体通信用新周波数帯の開拓 C、X、Ku、ミリ波帯による移動体衛星通信
- 次世代周回衛星システム 低軌道周回衛星システムによるマルチメディアサービス
衛星間光通信衛星、ネットワークサーバーの実現
- 数10m級大型アンテナ 小型端末による高速通信実現のための搭載アンテナ高利得化
- 超マルチビーム 高機能DBFによる数1000ビーム生成
マイクロセルビームの実現
- 光給電フェーズドアレー 光ファイバーによる数千素子への給電。
大型フェーズドアレーアンテナ(給電部)の搭載性向上
- Ka、ミリ波帯携帯端末 新周波数帯に対応した小型携帯端末、超小型衛星追尾機構
航空機、ヘリコプターへの高速通信
- 高精度原子時計

19



新世代衛星通信技術の開発テーマ(3)

通信衛星製造・打上げコストの飛躍的低廉化

技術開発目標: 中継器の小型軽量化、高効率化等による衛星製造・打上げコストの飛躍的低廉化

- 超小型軽量中継器 MMIC技術による数10グラム、マッチ箱大のベントパイプ型
中継器。数100kg級の衛星で2トクラスの通信容量を目標
- Ka、ミリ波、光高効率出力段 新デバイス、F級方式等の高効率Ka、ミリ波帯固体出力増幅器
大容量光通信のための高効率高出力光送信機
- ソフトウェア中継処理 様々な通信方式、アクセス方式、回線構成に対応可能な
ソフトウェア無線技術を応用した搭載信号処理中継器
- 超小型軽量高精度原子時計

20



新世代衛星通信技術の開発テーマ(4)

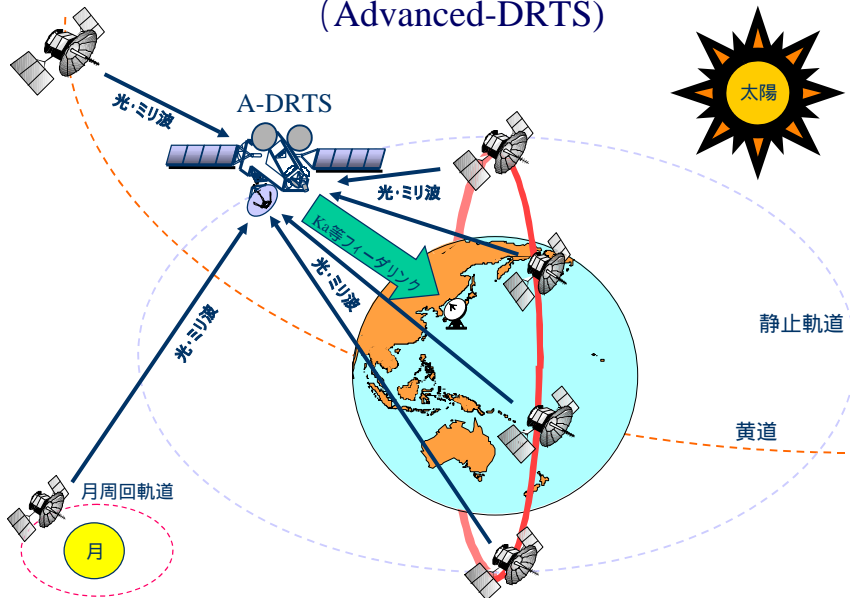
将来技術の検討

技術開発目標: 2020年以降の技術に向けた基礎検討

- 軌道利用の高度化
 - 宇宙通信ダイナミクス 衛星回線 + 衛星間リンク + 精密力学の結合による汎空間基準形、慣性基準形の構築。軌道スケール基準の確立、測地測位、誘導、地球モニタへの応用
 - 高度自律化衛星制御技術 自律制御によるクラスタ衛星、フォーメーションフライト技術の通信衛星への応用
 - 電波/軌道リソース枯渇 衛星による電波マッピング、干渉監視ミッションによる宇宙からの全地球的衛星監視
マイクロ波レーダによる静止衛星イメージングの実証
地上からの高精度軌道監視
光ファイダリンク（多地点地上局ダイバースチ、アダプティブオプティックス等を応用）
- 軌道上大型構造物構成技術
 - 静止プラットフォーム、メガ静止プラットフォーム、超大型軌道上組み立てアンテナ
- 月、惑星間高信頼度大容量通信
 - 地球～月～火星～惑星間通信、月面上移動体通信、月面周波数標準



次世代大容量データ中継技術等プラットフォーム (Advanced-DRTS)



4 国としての戦略的な視点と役割

- ◆ 広い意味でのナショナルセキュリティ
 - 社会インフラ、防災・非常時システム、技術セキュリティ
- ◆ 選択と集中による先導プログラム
- ◆ 技術開発と実証のプラットフォーム
- ◆ 資金が集まる仕組み
- ◆ 国際共同のリード
- ◆ 人材プログラム(グローバルで長期的な視点)
- ◆ 総合性・横断性 (縦割りの弊害を排す)