



1964年  
(昭和39年)



1969年  
(昭和44年)



1977年  
(昭和52年)



1989年  
(昭和64年/平成元年)



2002年  
(平成14年)

# Kashima Space Technology Center 鹿島宇宙技術センター



# ようこそ鹿島宇宙技術センターへ

Welcome to Kashima Space Technology Center

鹿島宇宙技術センターは、  
情報通信と宇宙科学の研究開発を通して国際社会と地域に貢献していきます。

国立研究開発法人情報通信研究機構の一員である鹿島宇宙技術センターは、衛星通信や宇宙サイバネティクス、宇宙電波応用など、情報通信と宇宙科学の研究開発を行っています。センターの歴史は、1964年に開催された東京オリンピックの国際衛星TV中継を鹿島の地から行った輝かしい業績に始まります。この時から鹿島宇宙技術センターは情報通信と宇宙科学の研究開発を実施しています。今では広く普及しているCSやBSを用いた

衛星通信実験にも大きく貢献しました。現在は、衛星を用いたモバイルICTや、混雑する静止軌道の衛星位置を精密に把握し交通整理をする技術開発、天体電波を利用して時間と空間座標の標準を正確に計測する技術の研究開発など、さらなる発展をめざしています。鹿島宇宙技術センターは、これからも情報通信と宇宙科学の研究開発に取り組み国際社会と地域に貢献していきます。



## これまでの主な研究内容や成果



向かって右手がCS(通信衛星)  
左手がBS(放送衛星)の実験棟

### Episode 1

#### 衛星通信技術の向上に貢献

当センターは1964年の東京オリンピックで、世界初のオリンピック国際衛星TV中継に成功し、その後もCS(通信衛星)、BS(放送衛星)実用化実験の基地局として中心的な役割を担いました。現在はWINDS(超高速大容量インターネット衛星)を用いた超高速衛星通信実験をおこなっており、この技術は東日本大震災時には自衛隊や消防庁と連携し救援活動に貢献しました。

なお上記写真はCS、BS実用化実験などの施設であり、パラボラアンテナ部は役目を終え2015年9月解体しています。



ワールドカップの試合が開催された  
茨城県立カシマサッカースタジアム

### Episode 2

#### ワールドカップで 国際高速送信実験が行われました

2002年のサッカーワールドカップの際、当センターはもう一つの国際プロジェクト、サッカーの試合を高速衛星通信を使って国際中継し、大画面に映し出す実験を行っていました。これにより、スタジアムで観戦しているかのようにフィールドを一望できる、3面パノラマハイビジョン映像を実現しました。高速衛星通信は大容量のデータにより、迫力あるライブをリアルタイムで世界中に伝える技術として期待されます。



可動基線電波干渉計

### Episode 3

#### 精度の高い位置観測を実現する 可動基線干渉計を開発

静止衛星からの電波を受信するだけで正しく位置を観測できる「可動基線干渉計」を開発しました。この装置は、長さ13mの可動アームと4基の可動ミラーを備え、静止衛星軌道上のどこにある衛星でも均一な精度で観測できます。衛星の経度も、メーターで電圧を読むように測ることができます。位置観測の精度は、アームを径として描いた円いパラボラアンテナと同等になります。

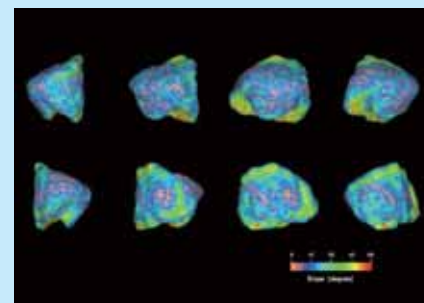


旧26mアンテナ(2003年3月、解体)

### Episode 4

#### 現在の日本地図のもとになった、 26mパラボラアンテナ

2002年4月に、国土地理院により日本の緯度・経度の基準が変更されました。新しい基準では、国際標準である世界測地系が採用されました。このとき国土地理院は、当センターに設置されていた26mパラボラアンテナの位置を日本の新しい緯度・経度の基準点として用いました。これは、1984年以来約15年間にわたる国際VLBI観測により、世界測地系の中での26mアンテナ位置が正確に確定していたためです。



JPLによるGolevkaの映像

### Episode 5

#### 鹿島の頭文字が付いた小惑星

小惑星に電波を放射し、反射された電波を電波望遠鏡で観測することにより、小惑星の大きさや形、表面の物質までも調べることができます。1995年にはアメリカ(Goldstone)から発射され、小惑星で反射した電波をウクライナ(Evpatria)と日本(Kashima)で受信する世界初の国際共同観測に成功しました。観測した小惑星には、各観測局の文字をとって「Golevka」という名前が付けられています。

## 年に1度、施設を一般公開 オープンハウス

毎年行われる施設の一般公開では、大きなパラボラアンテナを間近に見学、実験のデモンストレーション、お子さまが参加できる実験コーナーなど、様々な企画展示、イベントが行われ多くの方が訪れています。





# 鹿島宇宙技術センターの歩み

Guide to Kashima Space Technology Center

名称	【電波研究所・鹿島支所】 1964年 郵政省電波研究所鹿島支所として開設										【通信総合研究所鹿島支所】 「電波研究所」から「通信総合研究所」に名称変更 【通信総合研究所関東支所鹿島宇宙通信センター】 関東支所発定(鹿島支所と平磯支所を統合)「通信総合研究所鹿島支所」の名称を変更										鹿島宇宙通信 研究センター 独立行政法人通信総合研究所発定 これに伴い鹿島宇宙通信センター から変更(4月1日)					鹿島宇宙通信 研究センター 独立行政法人 情報通信機構(NICT)発定					鹿島宇宙技術センター 「鹿島宇宙通信研究センター」から 「鹿島宇宙技術センター」に名称を変更(4月1日)					鹿島宇宙技術 センター 独立行政法人から 国立研究開発法人へ	
研究の流れ	1960 昭和35	1965 昭和40	1970 昭和45	1975 昭和50	1980 昭和55	1985 昭和60	1989 平成1	1993 平成5	1998 平成10	2003 平成15	2004 平成16	2005 平成17	2006 平成18	2007 平成19	2008 平成20	2009 平成21	2010 平成22	2011 平成23	2012 平成24	2013 平成25	2014 平成26	2015 平成27	2016 平成28														
宇宙通信の研究	リレーII号による初の日米実験 シンコムIII号による東京オリンピックのTV中継	ETS-II実験用10mパラボラアンテナおよび実験施設完成	ETS-II「きく2号」	BS「ゆり」 CS「さくら」	ETS-V「きく5号」	ETS-V/EMSS移動体衛星通信実験開始	ETS-VI「きく6号」	COMETS「かけはし」	ETS-VIファイダリンク地球局(5mアンテナ)完成 長野オリンピック世界初立体ハイビジョン衛星伝送実験 COMETS通信・放送実験開始 ETS-VIによる実験開始	Kaバンドを用いた広帯域航空衛星通信実験に成功	COMETS海外実験実施(豪州・シンガポール)	ヘリコプター衛星通信実験に成功	ETS-VIII「きく8号」	WINDS「きすな」	ETS-VIII打ち上げ WINDS打ち上げ	WINDS, ETS-VIII 東日本大震災での被災地支援活動にて活躍	小型光通信衛星「SOCRATES」打ち上げ	SOCRATES	災害用衛星通信システム公開実験																		
宇宙電波を用いた研究				K1 VLBIシステム	VLBIシステム(K-1)による国内基礎実験	VLBIシステム(K-1)による国内基礎実験	日本初のVLBI実験	VLBI実験によりプレートテクトニクス理論を実証	太平洋プレートの運動を初めて実測	電波天文衛星「はるか」(MUSES-B)	世界最高データレド(2ギガビット毎秒)のVLBI実験に成功	位置認証技術試験システムの公開運用試験開始	世界天文年記念イベントにて世界最大規模のeVLBIによるリアルタイム電波天文観測に参加	地球自転の準リアルタイム計測に成功	超広帯域フィードを開発し34mアンテナに搭載	超広帯域フィード	34mアンテナ	広帯域VLBIシステムでサブピコ秒精度の遅延計測成功																			
鹿島宇宙技術センターのできごと	30mアンテナ 26mアンテナ 18mアンテナ CS・BS実験棟	30mパラボラアンテナ建設着手 30mパラボラアンテナ施設完成(1975年5月撤去)	26mパラボラアンテナ施設完成 18mパラボラアンテナ施設完成	CS・BS実験棟完成	ETS-II実験用10mパラボラアンテナ及び実験施設完成	西太平洋電波干渉計(34mアンテナ施設)完成	衛星観測望遠鏡	可動基線電波干渉計	衛星通信電波試験棟(電波暗室)完成 電波監視局舎(可動基線電波干渉計)完成 展示ルームオープン	26mパラボラアンテナ撤去 40周年記念行事/ロゴ制定	ETS-VIII用衛星携帯端末をこ見学	天皇后両陛下ご視察	展示館リニューアル	13mパラボラアンテナ撤去 50周年記念講演会	光衛星通信用1m望遠鏡完成	光衛星通信用1m望遠鏡																					
宇宙開発	[エコー1号]世界初の通信衛星	人類、月に着陸【アポロ11号】 日本初の人工衛星【おおすみ】			世界初のスペースシャトル【コロンビア】	宇宙飛行士毛利衛さんスペースシャトル「エンデバー号」に搭乗			はやぶさ打ち上げ 民間初の宇宙船【スペースシップワン】						はやぶさ帰還 準天頂衛星【みちびき】打ち上げ																						
社会	ケネディ暗殺 東京オリンピック	宇宙開発事業団(NASDA)発足 大阪万国博覧会			つくば科学博覧会	BS放送開始 CS放送開始 長野冬季オリンピック GPS方式によるカーナビゲーション・システム開発 衛星携帯電話イリジウムサービス開始			郵政省から総務省へ 日韓ワールドカップサッカー 地上波デジタル放送開始			モバイル放送開始 トリノ冬季オリンピック ワンセグ・サービス開始 (移動体端末向けの1セグメント部分受信サービス)				国際宇宙ステーション完成 東日本大震災								熊本地震													

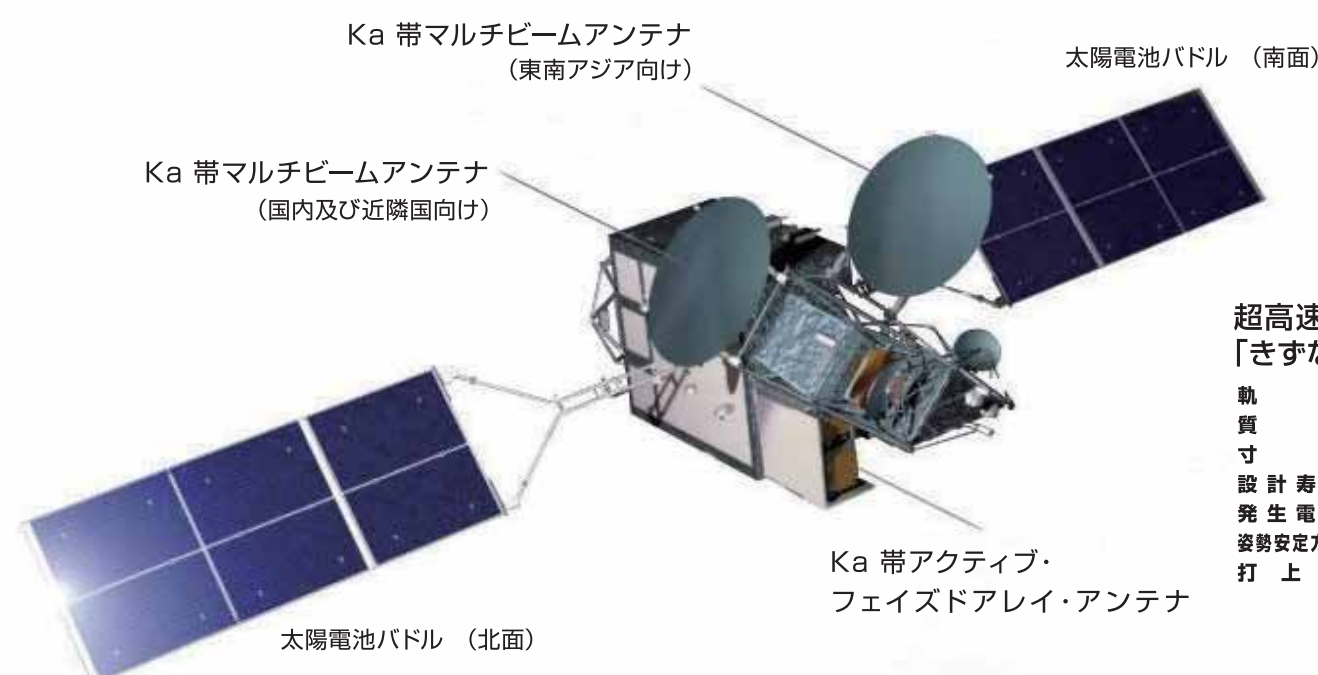


たとえば、離島や災害時。

いつでも、どんな場所でも使えるインターネットの実現に向けて、  
進化した人工衛星を使った実験を進めています。

メールやオンラインショッピング、映画や音楽のダウンロード…。インターネットの普及とブロードバンド化は、私たちの生活をより豊かに変えています。でも、すべての家庭や場所でインターネットの使用ができるわけではありません。遠隔地や離島、災害時など、インターネットが行き届かない場所はまだまだたくさんあるのです。

WINDSプロジェクトでは、高速伝送と広域性を備えた次世代の高速通信衛星技術に関する研究を推進。アジア太平洋地域を対象に、家庭でも設置できるパラボラアンテナを用いて高速・大容量の双方向通信を行います。この研究の先には、すべての人が、いつでも、どこでもインターネットを使える、より便利で平等な情報化社会が待っています。



**超高速インターネット衛星「きずな」(WINDS) 衛星主要諸元**

軌道	静止衛星軌道・東経143度
質量	約2,700 kg(軌道上初期)
寸法	2m×3m×8m 全幅:21.5m
設計寿命	打上げ後 5年(目標)
発生電力	5,200W以上
姿勢安定方式	3軸姿勢制御方式
打上げ	2008年2月23日 H-IIAロケット

(C)JAXA



東日本大震災での支援活動・仮設ブロードバンド通信網の構築 (2011)



平城京遷都1300年3D映像伝送実験(2010) 世界最高速1.2Gbps(単一搬送波)に成功した通信システムを使用

衛星写真・イラスト協力 宇宙航空研究開発機構(JAXA)

### 災害用衛星通信実験システム

#### ●研究開発概要

災害時の通信途絶を回避するため、通常は自治体ネットワークやバックアップ回線として利用されている衛星回線を活用できるよう、専門技術者が不要な地球基地局の開発・運用モデルケース構築をめざしています。

#### ●目標とする機能

- ①フルオート可搬型地球局の開発し、災害時に容易に確実に動作する衛星通信網を構築。
- ②衛星通信網と地上系有線網と連携させ、災害時にもつながる通信路を確保。



#### フルオート可搬型地球局

可搬性・簡易操作性に優れたパッケージ化された地球局。

#### 小型車載地球局

走行しながら通信もできる移動性に優れた車載局。

#### 大型車載地球局

大容量通信可能で通信のハブとしての機能を考慮した車載局。

#### ●公開実験 上記地球局を使用した公開実験を実地しました。(実施日2013年3月25日-26日)

##### ワイヤレスメッシュとの連携した衛星通信の公開実験

フルオート可搬型地球局を用いて、大規模災害により寸断されたメッシュネット(青葉山)と、接続拠点メッシュネット(片平)とを接続する実験。

##### すばやく災害情報も収集できる小型車載地球局の公開実験

緊急対応組織の移動中に災害情報を収集し、後続部隊とのリアルタイム情報共有を可能とする実験。

##### クラウド型地域医療連携システムと衛星通信の災害時応用の公開実験

被災していない地域のクラウド上にある電子カルテを、被災地で参照しながら医療活動が行えるかの実験。

##### ”リソースユニット”のバックホールとしての衛星通信の公開実験

復旧前の被災地を想定し、バックホールとして「きずな」を用いて電話網などをつなぐ実験。

# 次世代ブロードバンド衛星通信システムプロジェクト

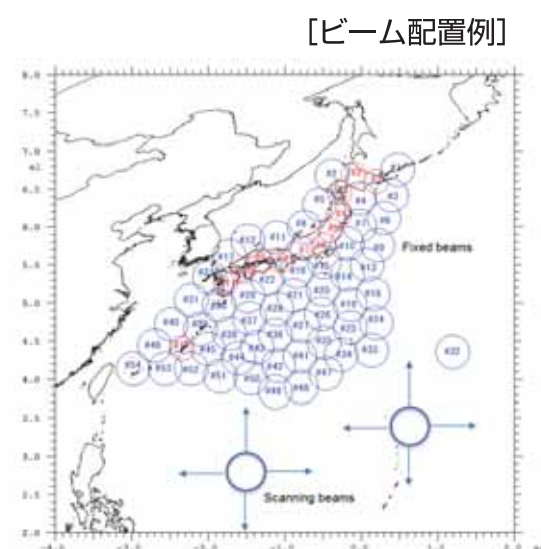
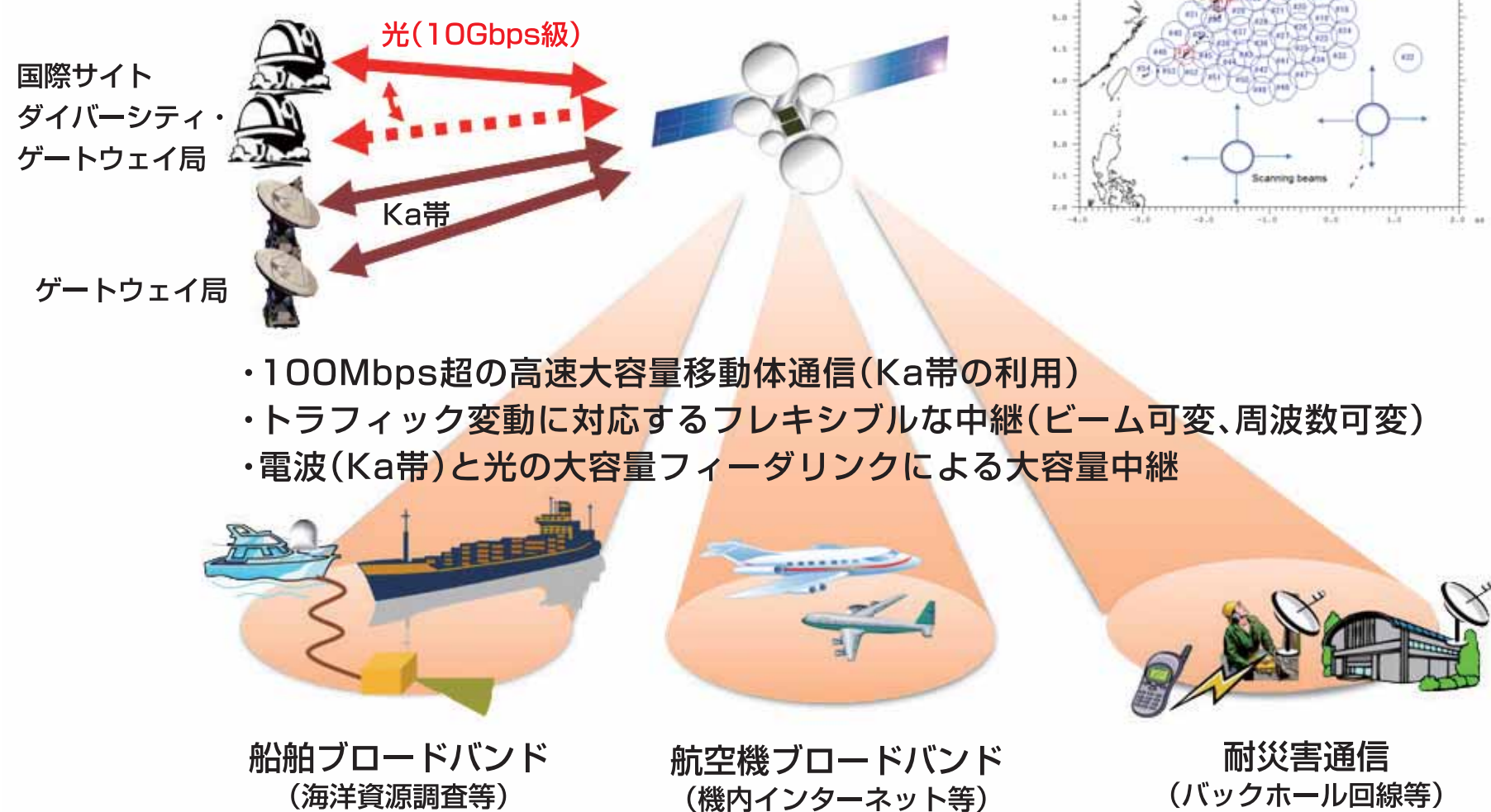
Next Generation Broadband Satellite Communication System Project

いつでも、どこでも、だれとでも、  
ブロードバンド通信を実現するため  
次世代の通信衛星技術を研究しています。

海洋資源調査を始めとする海域の船舶や、空域の航空機、災害発生時等に対して、衛星通信を活用したブロードバンド通信の実現が期待されています。海洋、航空を含む宇宙空間、あるいは非常災害時に100メガビット/秒

級のブロードバンド通信を提供する衛星通信の基盤技術のを目指しています。超高速インターネット衛星「きずな」(WINDS)で培ったブロードバンド通信技術の成果を踏まえ、研究開発を進めています。

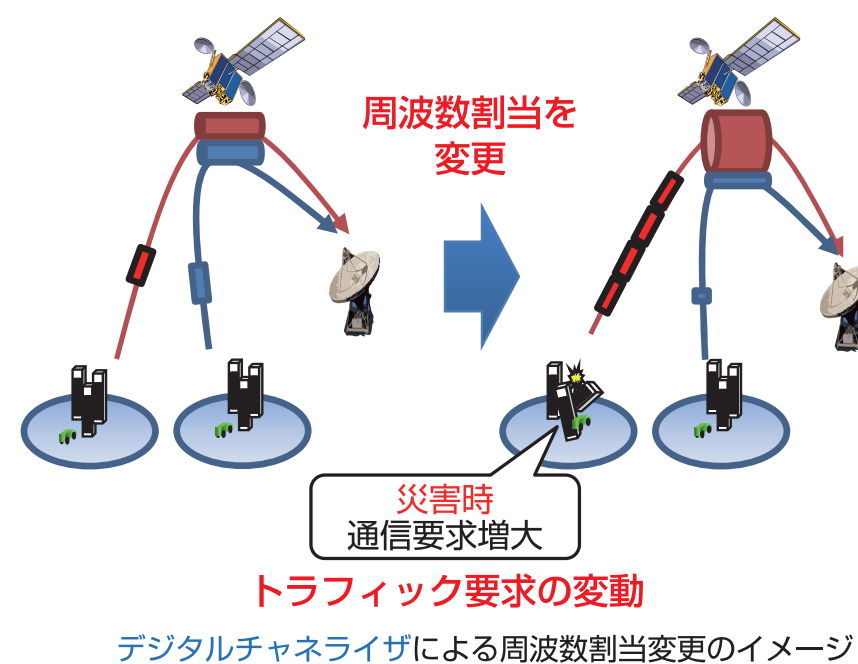
## 次世代ブロードバンド通信衛星



好きなときに(利用地域を柔軟に変更可能)、好きなように(最適な周波数割り当て)、  
100メガビット/秒級のブロードバンド通信を目指しています。  
そのために、研究開発を進めています。

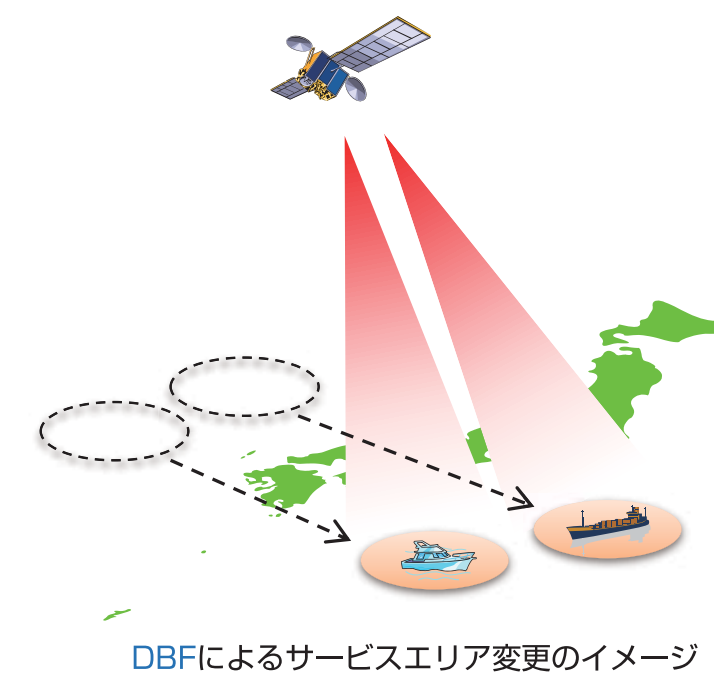
## デジタルチャネライザー (Digital Channelizer)

ユーザーの通信要求の変化に応じて衛星ビームの周波数割当てを柔軟に変更可能



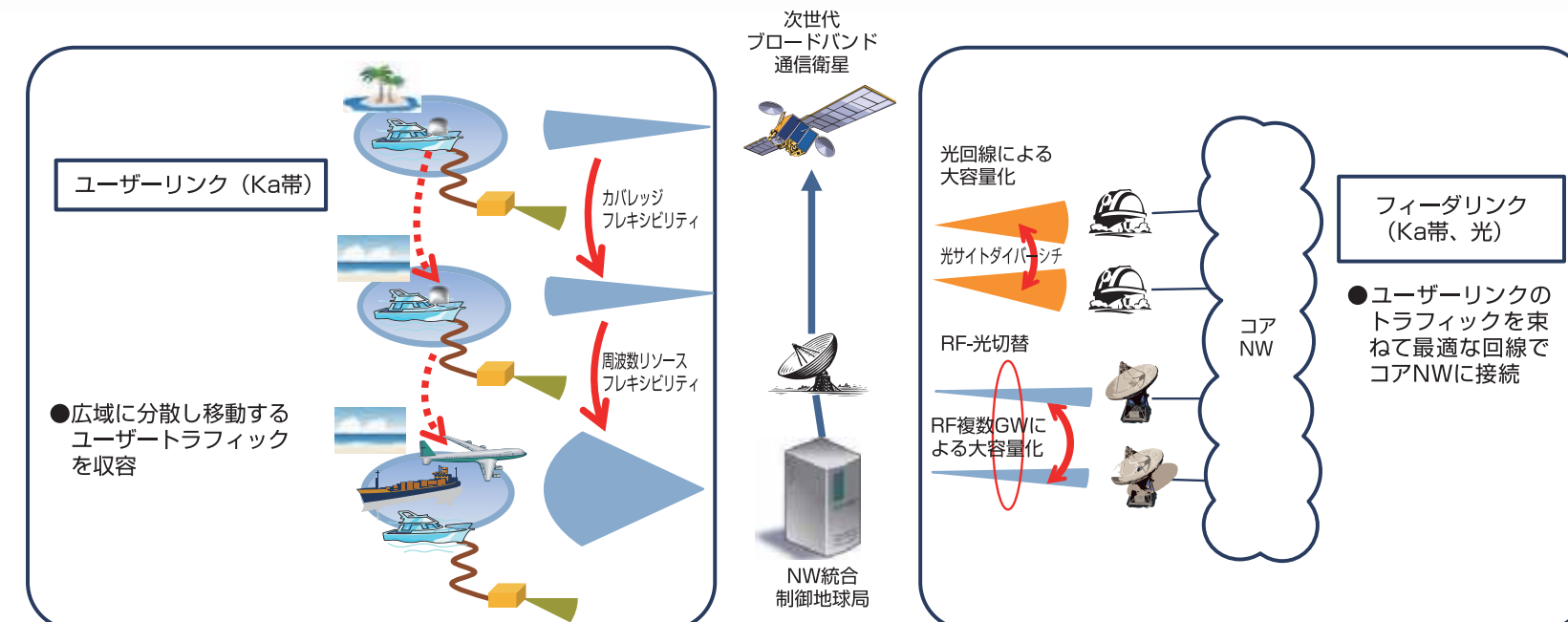
## デジタルビームフォーマー (Digital Beam Former)

ユーザーの通信要求の変化に応じてサービスエリアを柔軟に変更可能



## ネットワーク統合制御技術

電波と光を組み合わせるユーザーの変化する通信要求にフレキシブルに対応し高効率な回線制御を実現するネットワーク統合制御技術を検討



●平成33年度打上予定の次期技術試験衛星計画への反映を目指します。



## 光を使った人工衛星と地上との高速通信の実現を目指します。

家庭にも普及しつつある光ファイバーによるインターネット回線と同様、光通信は人工衛星と地上との間の高速回線を可能にします。鹿島宇宙技術センターに設置された口径1mの大型望遠鏡を用いて、次世代の超高速衛星光通信の実現を目指した研究開発HICALI (High speed Communication with Advanced Laser Instrument) プロジェクトが行われています。また、衛星光通信をサポートするための環境データ収集装置や人工衛星の精密軌道決定を目的とした35cm望遠鏡による観測システムの研究も行っています。

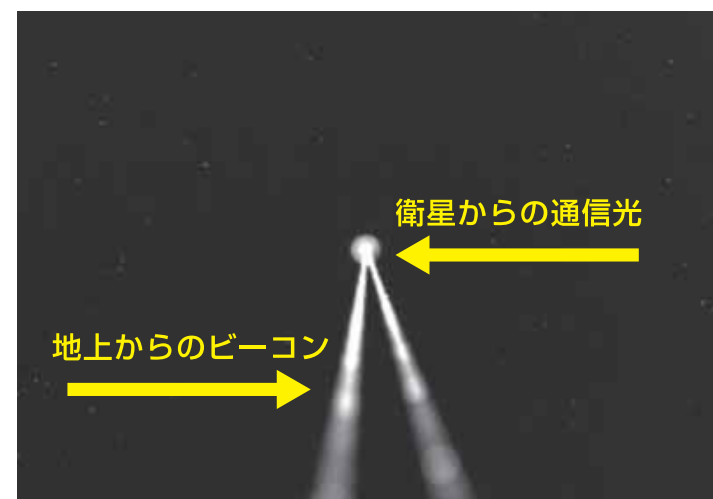


[1m望遠鏡]

## 小型衛星との光通信実験

高度1000km以下の低軌道を周回する小型(50cm角くらい)の光通信衛星との通信実験を進めています。左の写真は、小型衛星SOCRATESに組み込んだ光衛星通信機器SOTA (NICT開発) との通信実験の様子です。

下側から伸びている線が、衛星に観測点の位置を伝えるために地上から発射したビーコン光、中央の丸が衛星から地上に向けて送信された波長1ミクロンの近赤外線の通信ビームです。



[SOTA実験の様子]



[SOTAの試験モデル]

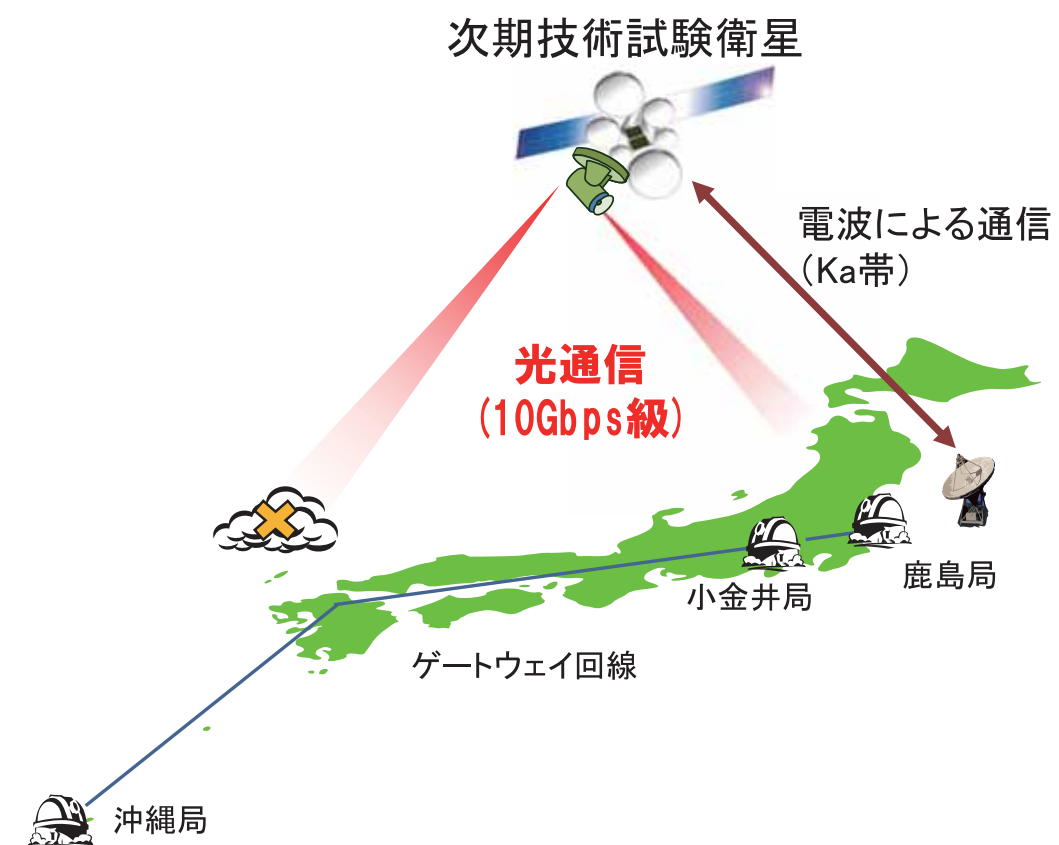


[SOTAの光通信により衛星から下した地球の写真]

## サイトダイバーシティ

光衛星通信には、曇っている場所との通信が出来ないという弱点があります。この弱点を克服するため、全天カメラや雲量計などから構成される環境データ収集装置を日本国内の10箇所に配置し、収集したデータに基づいて、晴れ

ている光通信ができるエリアを割り出し、そのエリア内にある地上局に、衛星からのレーザービームを向けて通信を行うことを計画しています。



[全天カメラでとらえた夜空]



[環境データ収集装置]

## 軌道決定試験

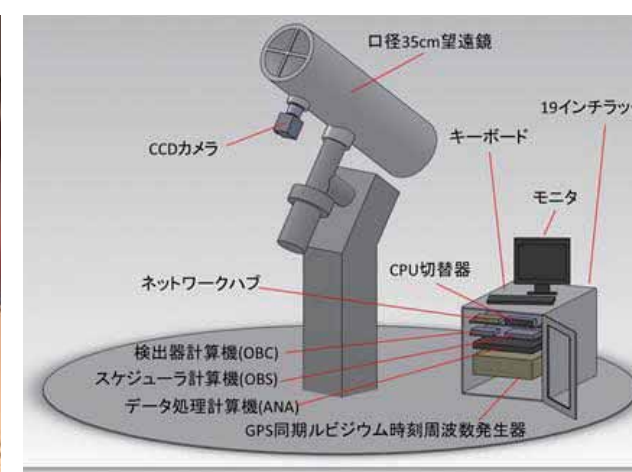
光通信衛星から発射されたレーザー光や人工衛星が反射した太陽の光を、光学望遠鏡とCCDカメラで撮影し、背景の恒星の位置と比較することで、人工衛星の周回する軌道を精密に決定する研究を進めています。

右の写真は、鹿島センターの35cm望遠鏡で撮影した国際宇宙ステーションです。

この手法で決められた衛星の精密な軌道は、光通信衛星との通信計画の策定等に役立てられます。



[35cm望遠鏡]



[35cm望遠鏡の観測システム]



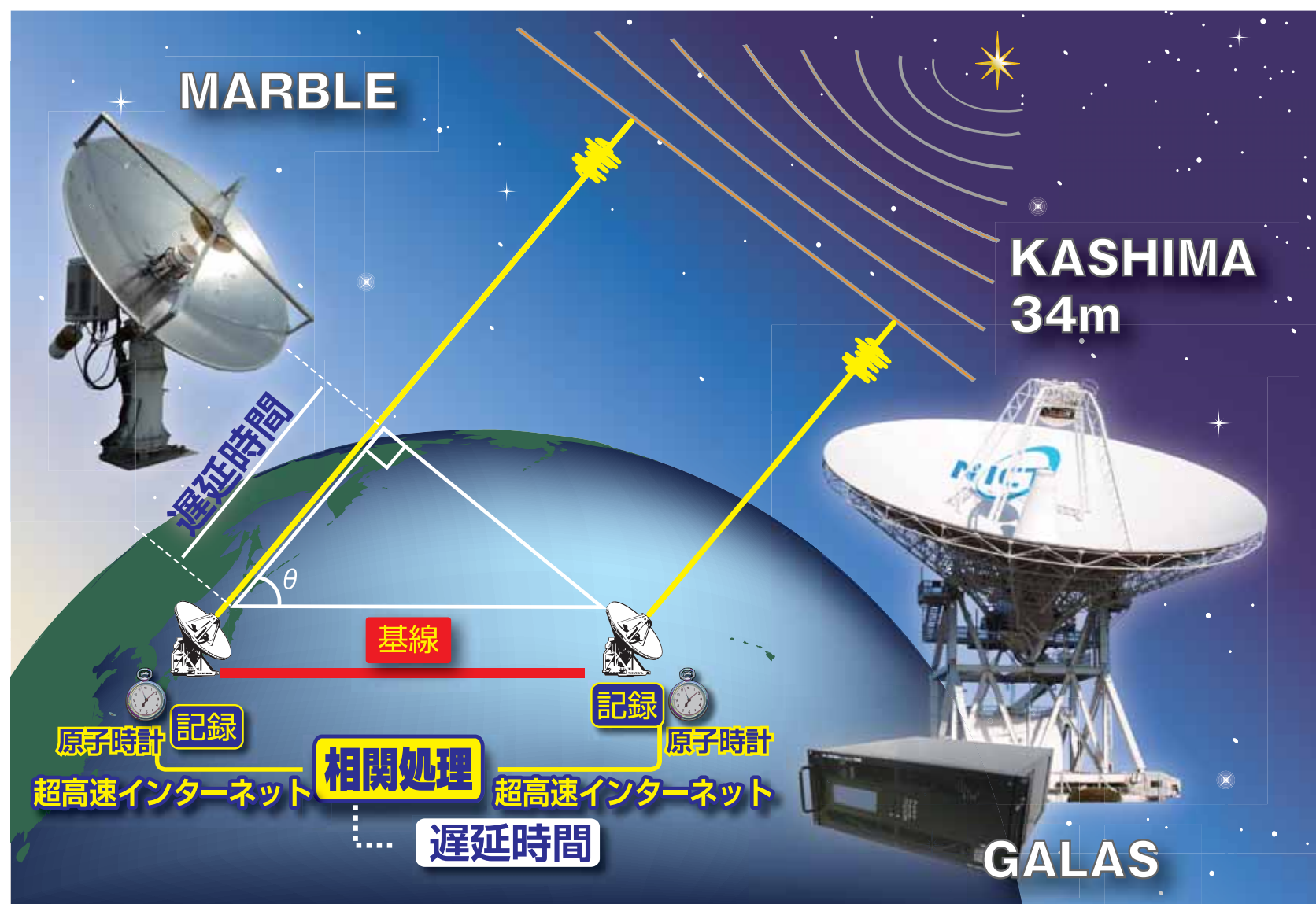
[35cm望遠鏡でとらえた国際宇宙ステーション(線状のもの)]



宇宙からの電波を使って地上の位置と時間を最先端技術で計測し、  
時間と空間の社会インフラを支えるための研究を行っています。

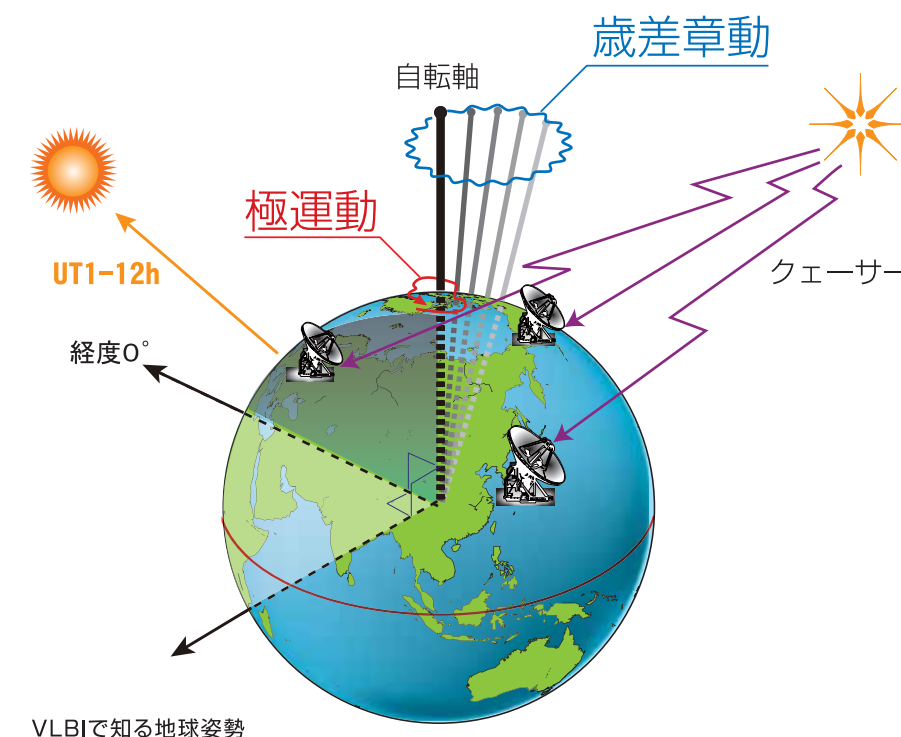
時間(時刻)と空間(位置)の情報は、社会を構成する  
欠かせない要素であり、科学技術の最も基本的な物  
理量です。私たちのグループはこの社会インフラとし  
ての時間と空間の情報を安定的に維持し、さらに高  
い精度で計測するための技術開発を行っています。  
鹿島宇宙技術センターでは、電磁波の干渉技術

(VLBI)を用いた国際的なネットワーク観測に参加  
し、地球姿勢の計測を通して世界の時刻(UTC)の管  
理に貢献しています。また遠距離の周波数比較技術  
確立のため、小型アンテナと大型アンテナを組み合わ  
せた超広帯域観測システムの研究開発を進めていま  
す。



### VLBIで知る地球の姿勢

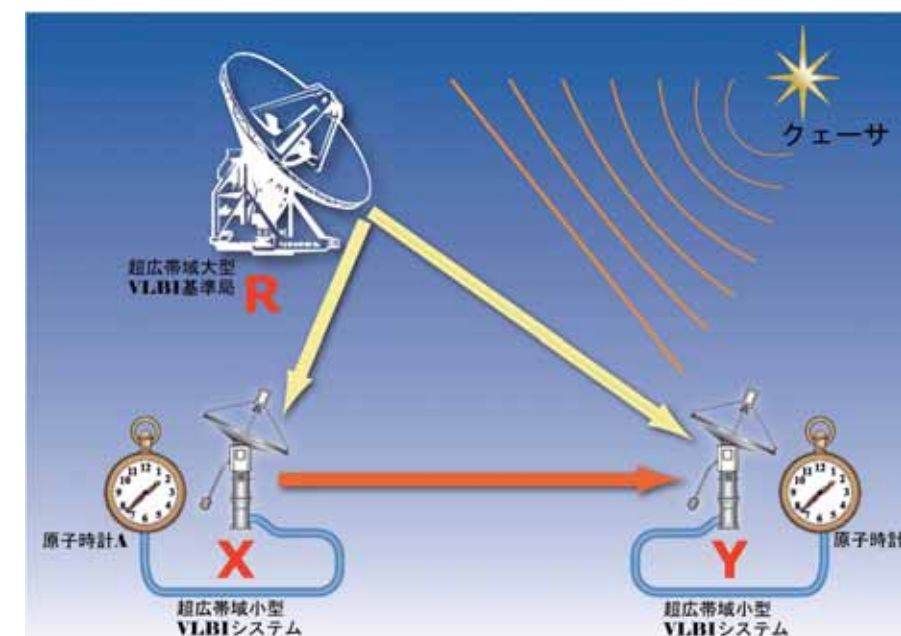
VLBI(Very Long Baseline Interferometry : 超長基  
線電波干渉法)とは、はるか彼方にあるクエーサーやパル  
サーなどの天体から放射される電波を複数のアンテナで  
同時に受信し、その到達時刻の差を精密に計測する技術  
です。この時間差を解析することで、宇宙空間に対する地  
球の自転軸の方向や、自転軸に対する地球の傾きと地球  
の自転速度(地球姿勢)を決めることができます。私たち  
は普段、この地球姿勢を意識する事はありませんが、実は地  
球の姿勢はわずかながら不規則に変化しています。2017  
年1月1日に'うるう秒'が挿入されましたが、時間が経つ  
と地球の自転で決められる時刻と、原子時計で決められ  
る時刻に時間差が生じ、この差を1秒以内にするために挿  
入するのが'うるう秒'です。VLBIは、たえず変動する地  
球姿勢を高精度に計測する最も優れた観測手段です。自  
転周期の10万分の1秒の変化もとらえることができる  
VLBI観測が、世界の時刻(UTC)の管理を支えています。



VLBIで知る地球姿勢

### 超広帯域・小型VLBIシステムの開発とその応用

現在、世界中で時間の基準として使われているのはセシ  
ウム(Cs)原子時計ですが、さらに正確な時間の基準と  
なる光周波数標準の開発が各国で進められています。  
この新しい周波数標準でより精度の高い"1秒"を定義  
するため、各国の光周波数標準器の周波数を互いに比  
較する技術が必要とされています。VLBIは地球上遠く  
離れたアンテナで同時に同じ天体の観測を行うことに  
より、それぞれのアンテナで観測の基準として使われ  
る原子時計の周波数を正確に比較することができます。  
鹿島宇宙技術センターでは、移設可能な小型アンテナを  
使って大陸間距離で周波数比較を可能にするための技術  
開発に取り組んでいます。これまでに3-14GHzという  
きわめて広い周波数を観測できる受信機の開発に成功  
し、従来の観測精度の大幅な改善が期待されています。



### 科学の発展を支えるパラボラアンテナ

当センターのシンボルでもある34mアンテナは、国内外  
の電波天文学や測地学の共同研究で使用され、多くの成  
果を上げています。一般にアンテナは大きいほど、微弱な  
電波を受信できますが、34mアンテナはさらに感度を上  
げるためにさまざまな工夫が施されています。アンテナ  
だけでなく、受信した電波を記録する観測機器の高感度  
化、記録したデータを高速に転送するリアルタイム化の  
技術開発、さらに解析精度を上げるためのソフトウェア  
の開発などを行っています。



鹿島 34m アンテナ



# 鹿島宇宙技術センターのご案内

Guide to Kashima Space Technology Center



# 宇宙通信展示館

Museum of Space Communications

## 施設案内図

衛星通信実験棟  
高速バス乗車(東京行)  
高速バス降車  
34m実験棟  
WINDS用5mアンテナ  
ETS-VIII用5mアンテナ  
SLR施設  
VLBI用11mアンテナ






鹿島宇宙技術センターで行った研究の成果や内容、現在行っている研究などを紹介しています。

「宇宙通信について、もっと知りたい!」

そのような疑問に、模型やパネル、映像、コンピューターなどをつかい説明をしています。ぜひ、私たちが取り組む新しい宇宙通信の世界を体験してください。



## 所在地



## ACCESS

## 近隣地図



- 「東京駅八重洲南口」発、「東京レポート駅」発、「海浜幕張駅」発の高速バス「鹿島神宮駅」・「カンマサッカースタジアム」行きを利用の場合は「鹿島宇宙通信センター」にて下車。(所要時間約2時間)高速バスの中には「鹿島宇宙技術センター」を通らないもの(アントラーズクラブハウス経由の鹿島神宮駅行等)がありますのでご注意ください。
- JR鹿島神宮駅より鹿嶋コミュニティバス「中央線(高松緑地公園行き)」を利用。「宇宙通信センター」下車。(所要時間は約25分程度)

## 宇宙通信展示館のご案内

- 入館料 無料
- 開館時間 9:00~16:00
- 駐車場 あり
- 休館日 毎週月曜日(祝日は開館)・年末年始  
※設備点検など不定期に休館の場合があります

## 団体見学のご案内

団体でお越しいただく方や、説明を希望される方は2週間前までにご連絡ください。ご要望等がありましたら、ご相談ください。  
※尚、土日祝日の団体見学は行っておりません



## お問い合わせ

国立研究開発法人情報通信研究機構  
鹿島宇宙技術センター  
〒314-8501 茨城県鹿嶋市平井893-1  
TEL: 0299-82-1211(代)  
FAX: 0299-84-7156  
URL: <http://ksrc.nict.go.jp>