

# NICTにおける宇宙に関する取組

—安心・安全な未来社会のために—



宙を拓くタスクフォース(第5回)

2019年2月5日

国立研究開発法人情報通信研究機構

矢野 博之



# 国立研究開発法人情報通信研究機構の概要



国立研究開発法人 情報通信研究機構 (NICT) はICT分野を専門とする我が国唯一の公的研究機関。

- ・ 役職員数: 理事長 徳田英幸、理事5名、監事2名、職員1093名(非常勤職員含む) (H30.4.1現在)
- ・ 平成30年度予算額: 280.3億円
- ・ 所在地: 小金井市(本部)、横須賀市、神戸市、京都府精華町(けいはんな)等

## ICT分野の基礎的・基盤的な研究開発

### 未来社会を開拓する 世界最先端のICT

#### センシング基盤分野

ゲリラ豪雨などの早期捕捉につながるリモートセンシング技術、電波伝搬等に影響を与える宇宙環境を計測・予測する宇宙環境計測技術 など

みる

#### データ利活用基盤分野

AI技術を利用した多言語音声翻訳技術、社会における問題とそれに関連する情報を発見する社会知解析技術、脳情報通信技術 など

つくる

#### サイバーセキュリティ分野

次世代のサイバー攻撃分析技術、IoTデバイスにも実装可能な軽量暗号・認証技術 など

まもる

#### フロンティア研究分野

盗聴・解読の危険性が無い量子光ネットワーク技術、酸化ガリウムを利用するデバイスや深紫外光を発生させるデバイスの開発技術 など

ひろ拓く

#### 統合ICT基盤分野

IoTを実現する革新的ネットワーク技術、人・モノ・データ・情報等あらゆるものを繋ぐワイヤレスネットワーク技術、世界最高水準の光ファイバー網実現に向けた大容量マルチコア光交換技術 など

つな繋ぐ

## 研究開発成果を 最大化するための業務

- 技術実証と社会実証の一体的推進が可能なテストベッド構築・運用
- オープンイノベーション創出に向けた産学官連携等の取組
- 耐災害ICTの実現に向けた取組
- 戦略的な標準化活動の推進
- 研究開発成果の国際展開
- サイバーセキュリティに関する演習

## 機構法に基づく業務

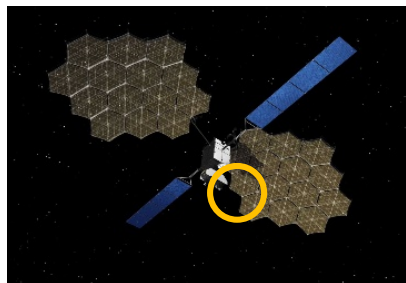
- 標準電波の発射、標準時の通報
- 宇宙天気予報
- 無線設備の機器の試験及び較正

## 研究支援・事業振興業務

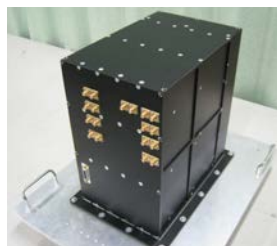
- 海外研究者の招へい
- 情報通信ベンチャー企業の事業化支援
- ICT人材の育成

## NICTのフェーズドアレイ衛星通信技術の研究開発実績

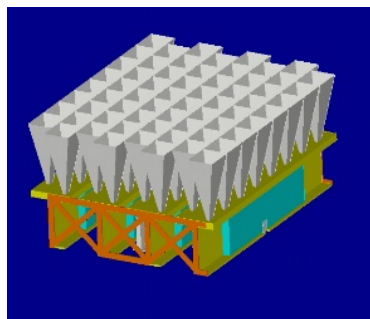
- 衛星通信の**キー技術は、アレイアンテナとビーム形成技術**
- LEOメガコンステに展開することで次世代衛星通信の戦略に
- もう一つのキー技術は**宇宙空間での複数衛星間でのネットワーク化技術**



【ETS-VIII】アナログビーム形成回路＋アレイアンテナ(2.5GHz)



デジタルビーム形成回路＋アレイアンテナ試作(2GHz、100ビーム級)



【WINDS】アクティブフェーズドアレイアンテナ(20-30GHz)



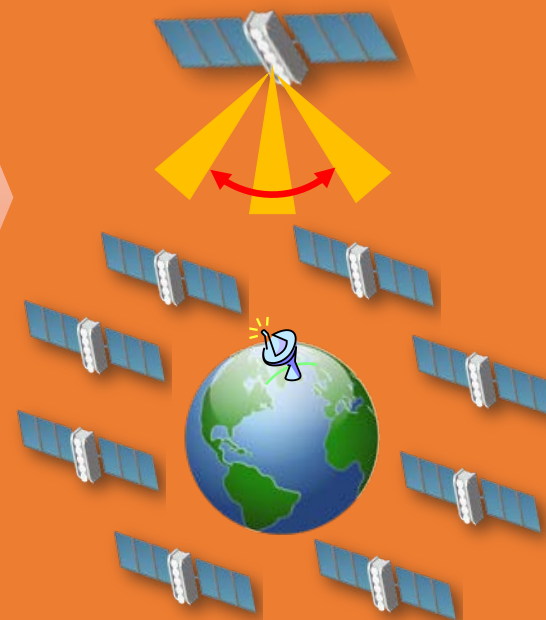
デジタルビーム形成回路＋アレイアンテナ試作(20-30GHz)



### NICTの衛星用アレイアンテナ技術の実績

### メガコンステへ向けたフレキシブルビームへの展開

小型衛星が衛星姿勢を振らずにアンテナの指向追尾が可能。メガコンステレーションへ向けたキー技術となる。



## NICTの衛星地球局技術の研究開発実績

- ・ 災害時、船舶・航空機や無人船・航空機等へ搭載するアンテナ開発
- ・ IoT社会に不可欠な無人機やドローン等へ展開

### 災害時に有効な 衛星地球局の開発



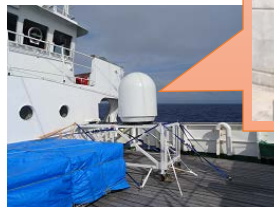
フルオート可搬型地球局  
→災害時等に専門家でなくとも運用可能

小型車載地球局  
→移動しながら  
24Mbps通信が可能



大型車載地球局  
→被災地でハブとなりうる地球局

### 船舶・無人洋上中継器用衛星地球局の開発



船舶搭載用アンテナ



無人洋上中継器用アンテナ



### 航空機搭載用衛星通信アンテナ技術の開発



航空機搭載用アンテナ



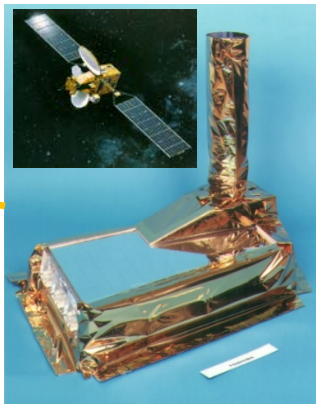
無人航空機用アンテナ



# NICTにおける宇宙に関する取組（宇宙通信）

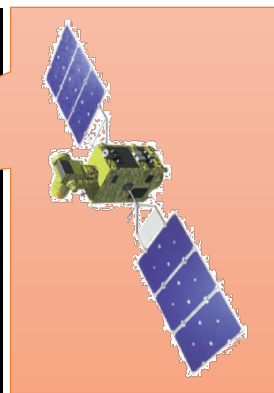
## NICTの光衛星通信技術の研究開発実績（宇宙実証の推進）

【ETS-VI】地上一静止衛星間光通信  
(1994)、光通信基礎実験装置(LCE)  
1Mbps、強度変調



アップリンク  
ダウンリンク

【OICETS】地上一低軌道衛星間(2005)  
光通信、50Mbps、強度変調



アップリンク  
ダウンリンク

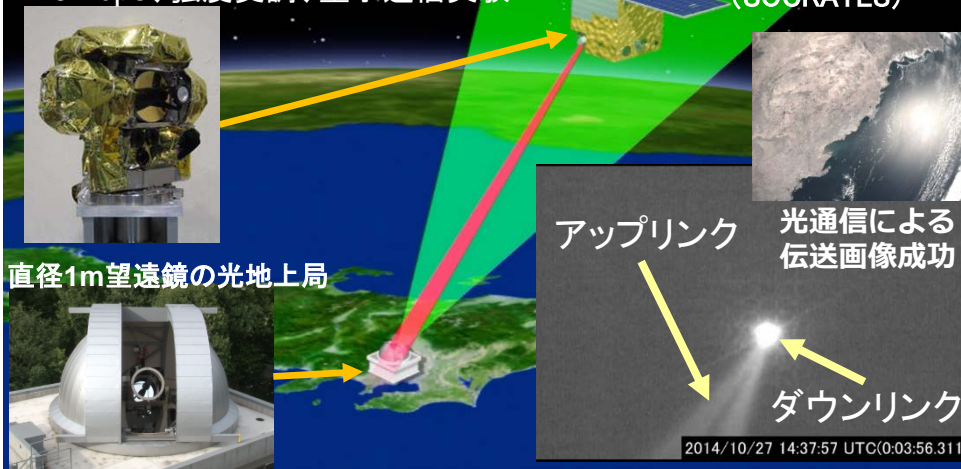
NICT光地上局

直径1.5m望遠鏡



【SOTA】地上一低軌道超小型衛星間光通信(2014)  
小型光トランスポンダ(SOTA)  
10Mbps、強度変調、量子通信実験

50kg級小型衛星  
(SOCRATES)



直径1m望遠鏡の光地上局

アップリンク  
ダウンリンク  
光通信による  
伝送画像成功

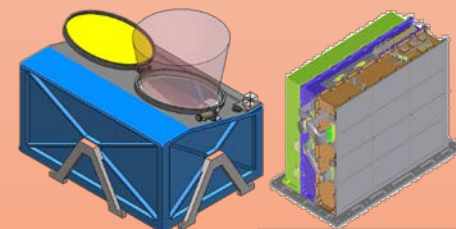
2014/10/27 14:37:57 UTC(0:03:56.311)

【VSOTA】地上一低軌道超小型  
衛星光通信(2019.1.18打上げ)  
超小型光通信器(VSOTA)  
強度変調



コリメータ レーザドライバ  
搭載コンポーネント外観

【ETS-IX】地上一静止衛星間光通信  
(2021年度打上げ予定)、超高速先進  
光通信機器(HICALI)  
10Gbps、差動位相変調



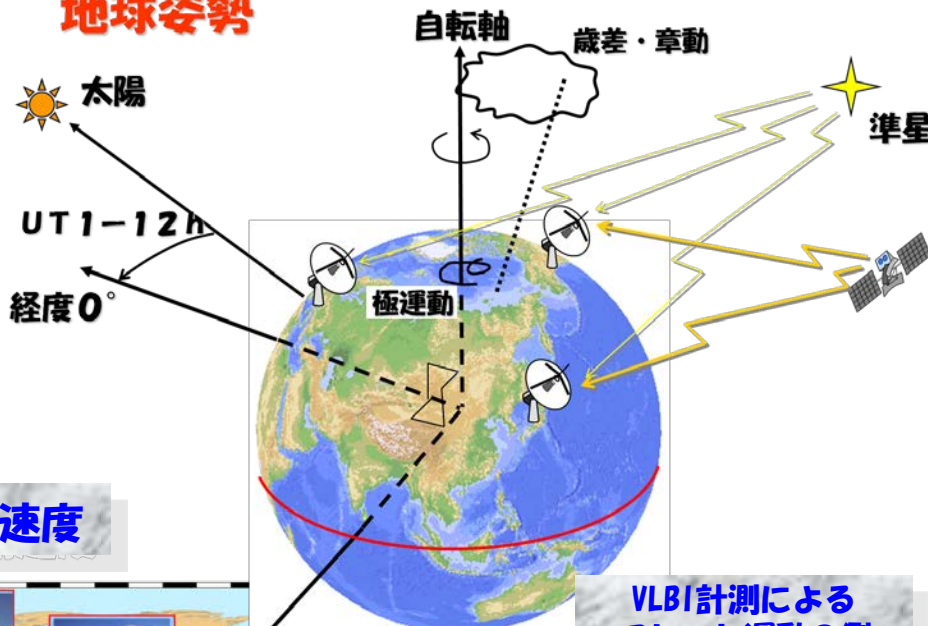
光アンテナ部 光送受信部

# NICTにおける宇宙に関する取組 (時空標準)

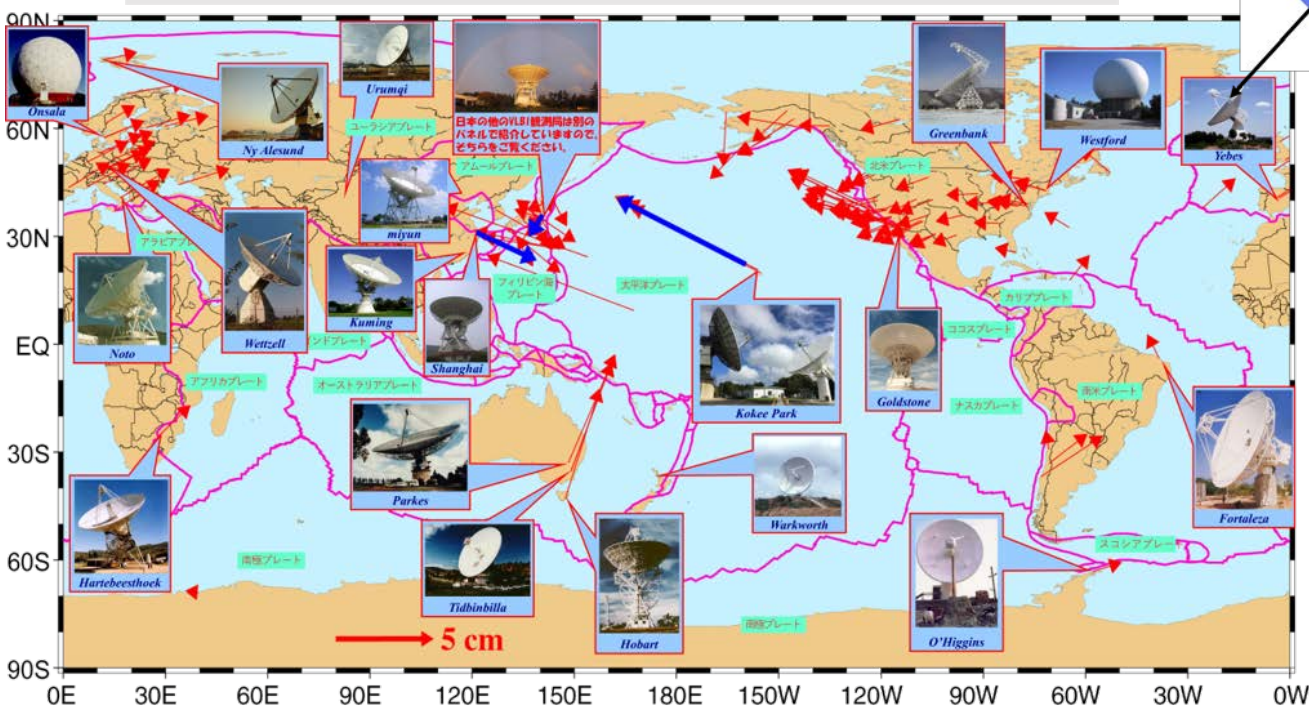
## 超長基線電波干渉法(VLBI)

国際VLBI事業(IVS: International VLBI Service for Geodesy and Astrometry)の国際共同観測に参加し、国際基準座標系(ITRF、ICRF)、地球姿勢(UT1,極運動)の計測を実施している。

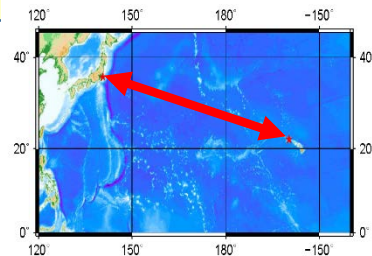
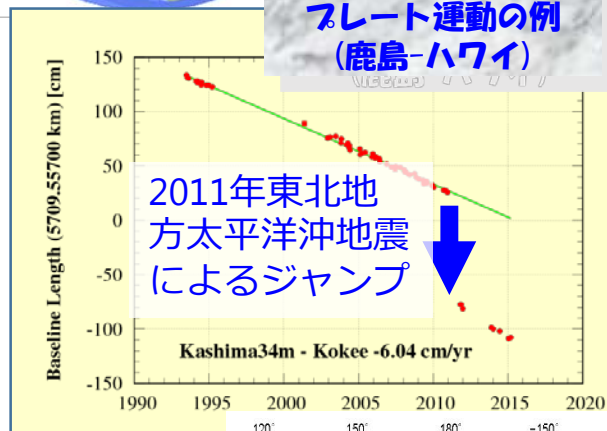
### 地球姿勢



## VLBI観測によって求められたプレートの移動速度



### VLBI計測によるプレート運動の例 (鹿島-ハワイ)

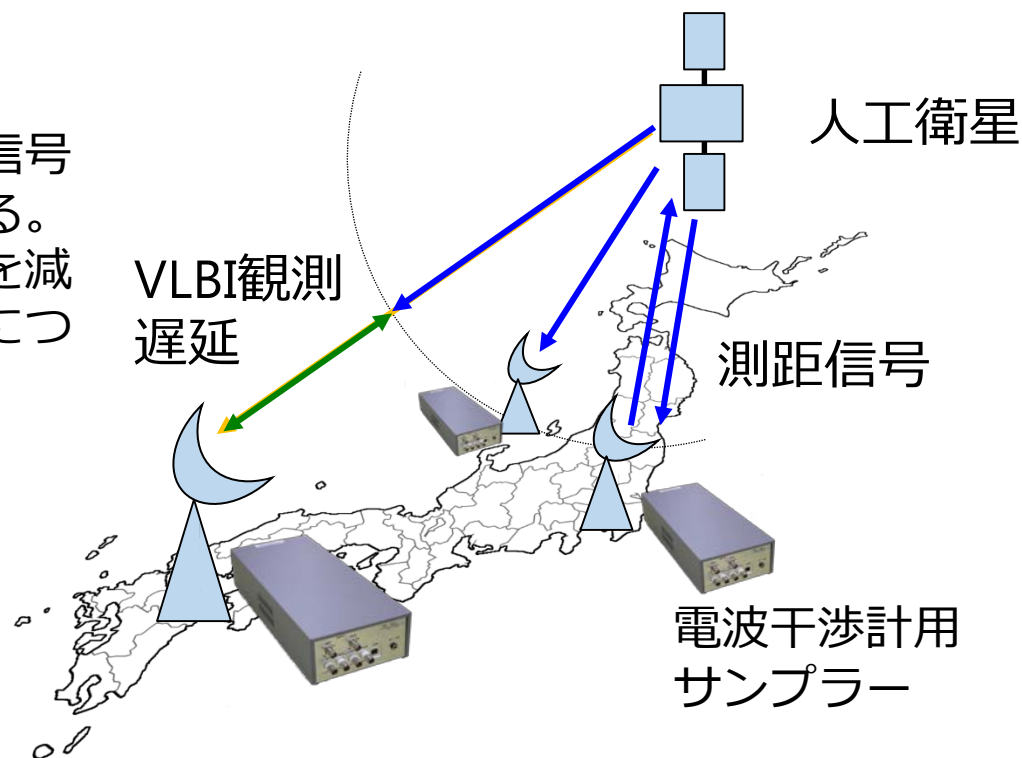


## 電波干渉計技術を使った静止衛星の軌道決定

～民間衛星事業者との共同研究により従来法より大幅なコスト低減を実現～

- 民間衛星事業者は、静止衛星の軌道決定・制御のため、従来は地上から測距計測を複数局で実施していた。
- NICTのVLBI観測技術を応用して、ダウンリンク信号を複数局で受信し、干渉計処理で得られる遅延差を使って衛星の軌道決定を実現した。

ルビジウム原子時計による基準信号で十分な衛星の位置決定ができる。これによって送信局・送信免許を減らすことで、運用コストの削減につながる。



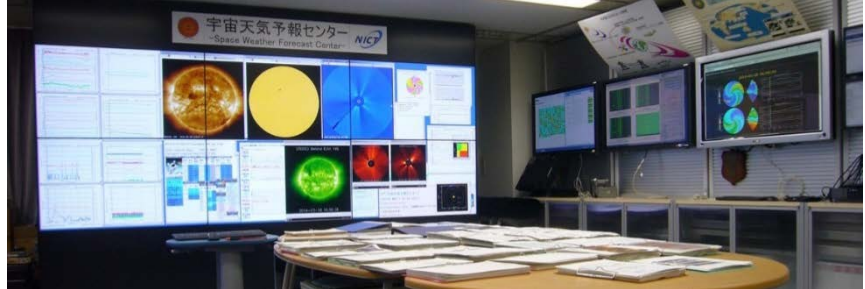
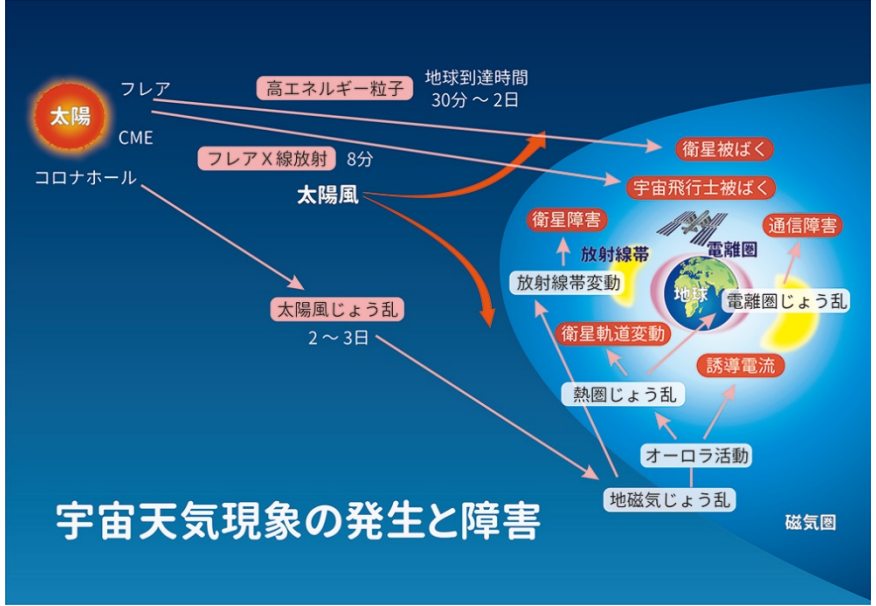
# NICTにおける宇宙に関する取組（宇宙環境計測）

## ● 宇宙天気

- 太陽：熱や光だけでなく紫外線や高いエネルギー粒子・高温のガスをも噴出。
- 地球：磁場と大気のバリアで地表を保護。
- 磁場のバリアは不完全：地球近傍の宇宙や電離圏を乱すことも。
- 宇宙天気：太陽-地球近傍の電磁環境。

## ● 研究課題：「宇宙天気予報精度の向上」

- 利用者が必要とする精度の情報を、必要とするリードタイムで利用者が使いやすい形で提供。
- 現況把握のための観測機器の開発・定常的な観測の実施。
- 太陽地球環境の未解明のプロセスを解明し、数値予報手法を開発。観測結果を用いた精度評価により、予測精度の向上を進める。
- 膨大な蓄積の過去情報から特徴量を見出し、経験予報手法を開発。併せて機能的手法により未知の物理メカニズムを推定し、新たな知見を得る。

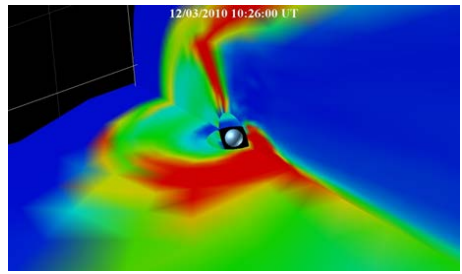
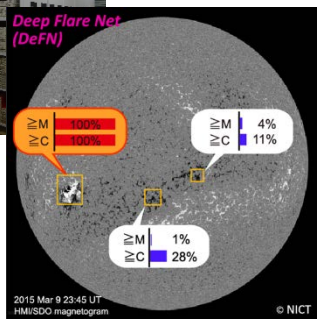


NICT宇宙天気予報センター

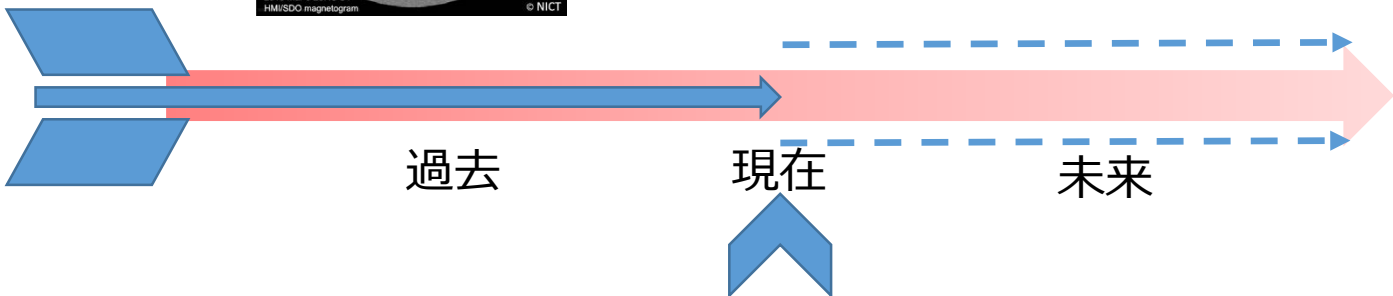
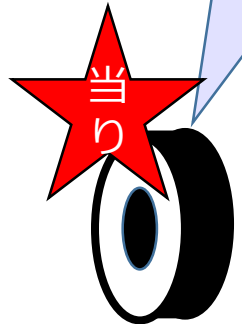


## ● 研究課題の手段・計画

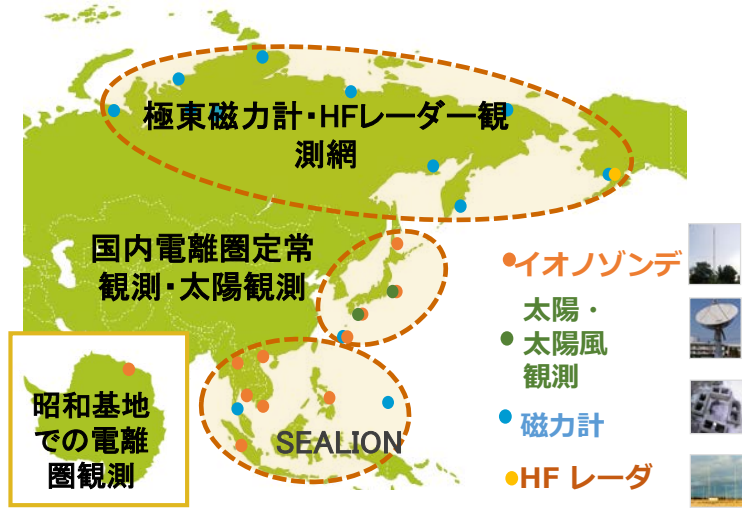
- 現在を知る： 観測手法の開発・定常的観測の実施
- 過去を知る： 観測データの蓄積・活用
- 未来を知る： シミュレーション技術開発・データ同化
- 要求を知る： ユーザーが必要とする情報の提供・コンテンツ開発



目標  
宇宙天気予報  
精度の向上



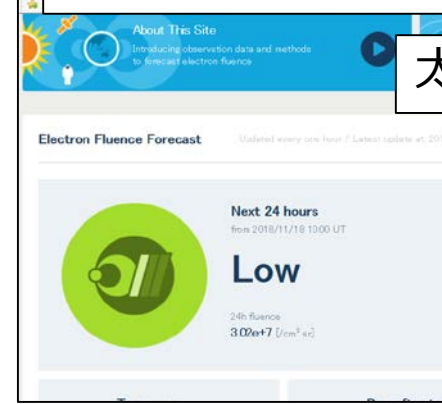
# NICTにおける宇宙に関する取組（宇宙環境計測）



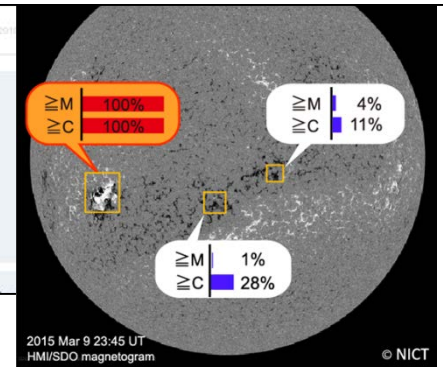
宇宙天気観測網

現在を知る：観測手法の開発・定常的観測の実施

## 放射線帯予測モデル

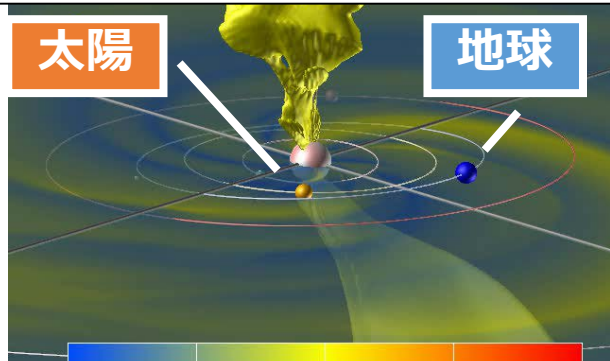


## 太陽フレア予測モデル



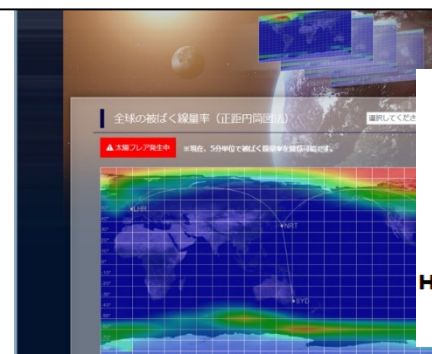
過去を知る：観測データの蓄積・活用

## 太陽風予測シミュレーションコード (SUSANOO)



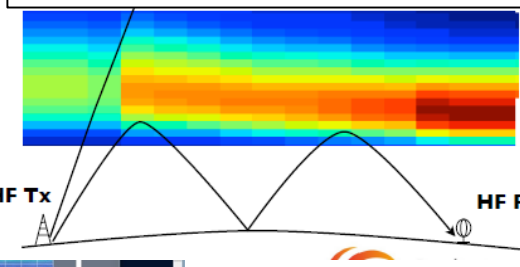
未来を知る：シミュレーション技術開発・データ同化

## 航空機被ばく推定システム (WASAVIES)



要求を知る：ユーザーが必要とする情報の提供・コンテンツ開発

## 電波伝搬シミュレータ (HF-START)





## 課題解決に求められる技術例

1. 通信需要、気象データ、地上・空・宇宙のプラットフォームの位置などのデータをリアルタイムで集め、AIを活用して今後の電波環境や通信需要を予測的に処理し、安定な通信を実現する統合ネットワーク制御技術。
2. 物理的に離れた場所との間においても、ロバストな通信を実現する遅延耐性ネットワーク技術。
3. 地上や衛星から高感度・広帯域に電波を計測する技術、及び衛星軌道を高精度に予測する技術。
4. 人工衛星の姿勢制御・軌道への影響を精度よく見積もるための太陽活動による大気膨張等のモデル精緻化技術。
5. 高い衛星測位精度を維持するための、電離圏の乱れをリアルタイムで監視するシステム、及び太陽・磁気圏・電離圏を包括的に観測する衛星観測技術。

## 解決すべき課題例

1. 高速な通信回線が求められるなか、電波や光のリンクへの天候等による回線品質への影響。また、様々なプラットフォームで特定の時間・場所に通信の需要が集中。
2. 多様な衛星、スペースプレーン、5G携帯等多くのプラットフォームが地上・宇宙空間に混在する中、周波数の干渉や電波環境の変化が発生。
3. 太陽活動による人工衛星の姿勢制御・軌道への影響。電離圏の乱れによる衛星測位パフォーマンスの低下。

9:45:43

ご静聴ありがとうございました。

 国立研究開発法人  
情報通信研究機構  
National Institute of Information and Communications Technology