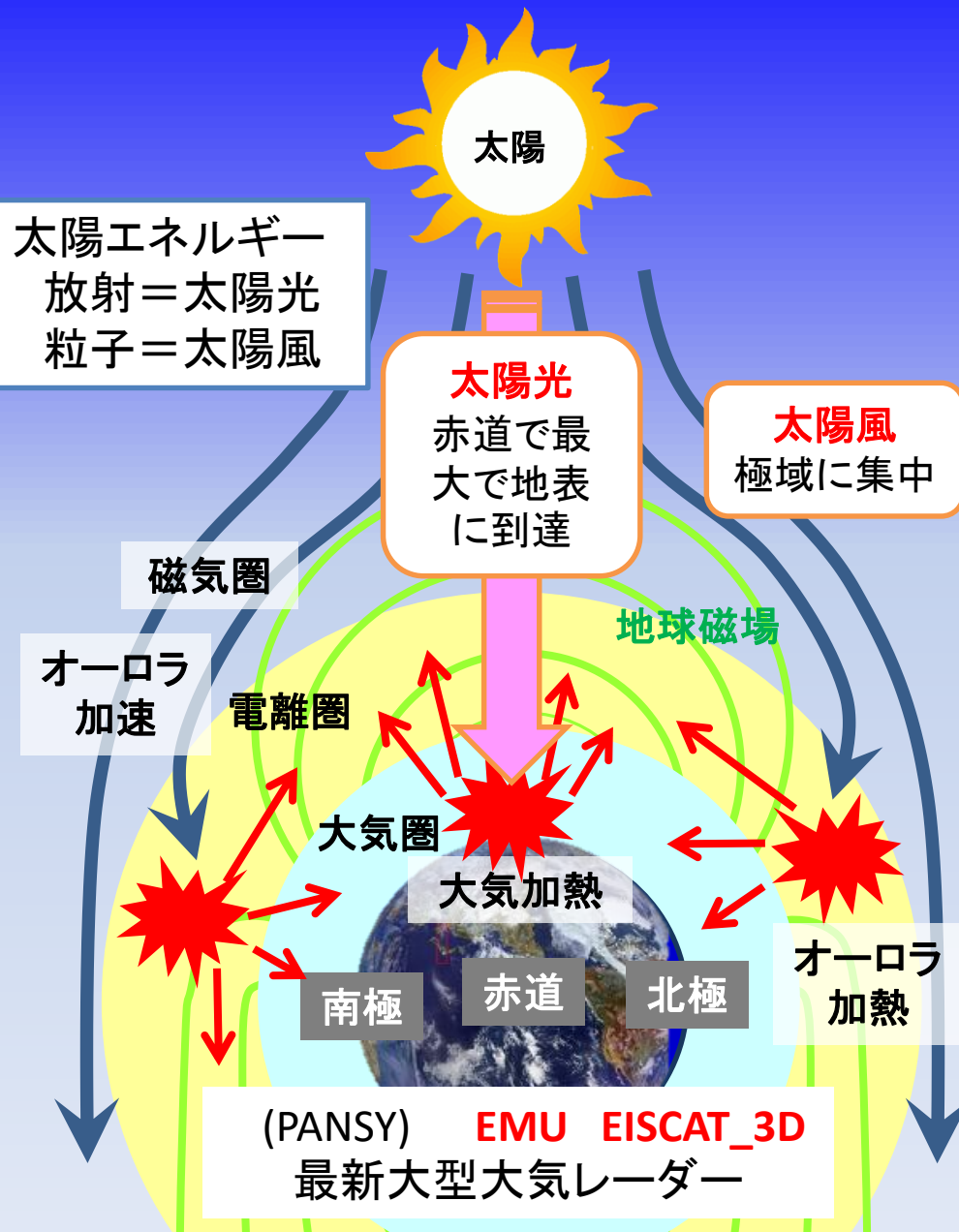


太陽地球系結合過程の研究基盤形成

- 山本 衛 （京都大学生存圏研究所・教授、
生存圏学際萌芽研究センター長）
- 橋口 浩之 （京都大学生存圏研究所・教授）
- 宮岡 宏 （国立極地研究所・教授、EISCAT_3D計画準備室長）
- 小川 泰信 （国立極地研究所・准教授）
- 塩川 和夫 （名古屋大学宇宙地球環境研究所・副所長、教授）
- 野澤 悟徳 （名古屋大学宇宙地球環境研究所・准教授）
- 吉川 顕正 （九州大学国際宇宙天気科学・教育センター・准教授）
- 津田 敏隆 （京都大学生存圏研究所・特任教授）

計画の概要



● 太陽地球系結合過程: **太陽エネルギー**が地球へ流入する過程と、**地球周辺環境**(磁気圏・電離圏・大気圏)の応答を解明。

✓ 「**太陽光**」と「**太陽風**(プラズマ粒子流)」としてエネルギーが与えられる。

✓ **太陽光**は**赤道で最大**であり、加熱された地表面で大気擾乱が起こり、さらに**上方にエネルギーが伝わる**。

✓ **太陽風**による電磁エネルギーは磁力線を通じて主に**極域に集中**し、その影響は**極域中層大気や中低緯度**に及ぶ。

● 地球の**2つの特異点に大型大気レーダー**を設置して拠点観測する。

(1) **赤道域**: 赤道でも大気変動が最強の**インドネシアに赤道MUレーダー(EMU: Equatorial MU Radar)**を設置。

(2) **極域**: 北欧に**EISCAT_3Dレーダー**を国際協力により建設。

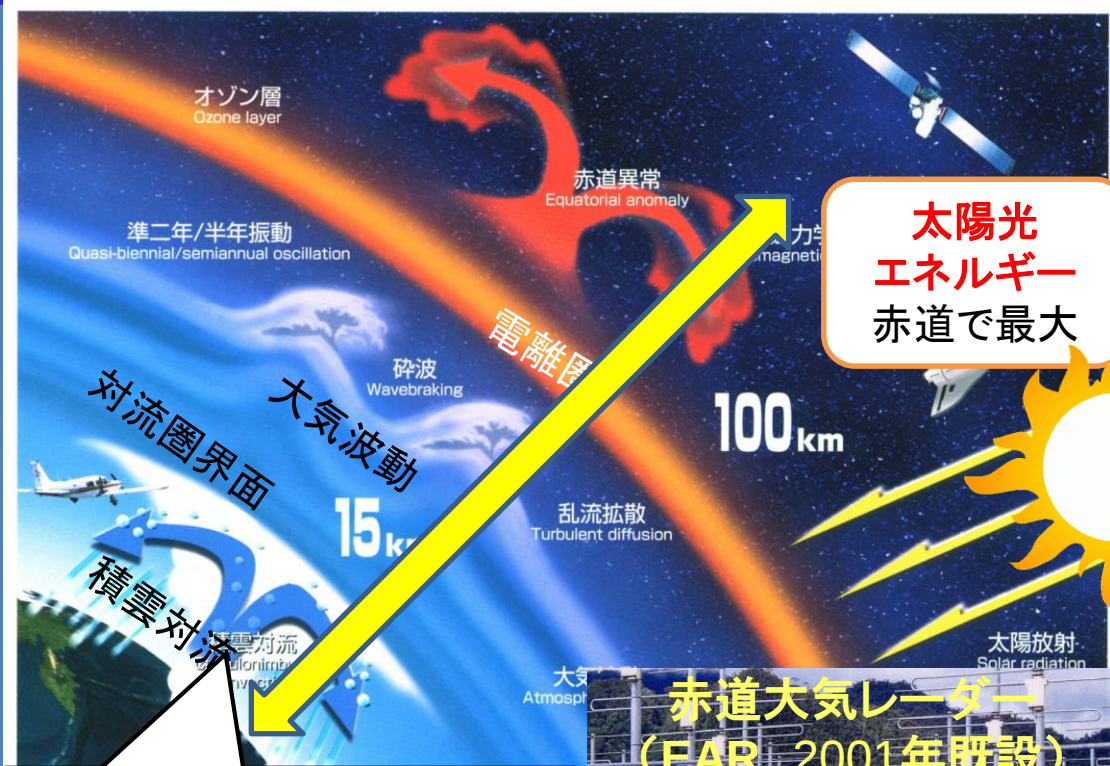
(3) **全球観測**: **赤道～極域をつなぐ広域地上観測ネットワーク**でエネルギー・物質の**グローバルな流れ**を解明。

(1) 赤道ファウンテン：赤道を中心とする地球大気の上下結合

- 太陽放射(光)エネルギーは赤道域の地表を暖め、**活発な積雲対流を生み、大気波動を励起**させる。
- 大気波動は上方に伝搬**しエネルギーを電離圏まで輸送する。
- 電離圏ではプラズマ擾乱が起こる。
- 地表から出る物質は対流圏界面が**噴出され全球に輸送**される。
- 赤道の全高度に現れる**エネルギーと物質の流れ(赤道ファウンテン)**を解明すべく、赤道MULレーダーをインドネシアに新設する。

赤道MULレーダー

(**EMU**: Equatorial Middle and Upper Atmosphere Radar)
(設備費:35億円、運営費:20億円)
推進母体:京都大学生存圏研究所、
インドネシア航空宇宙庁 (LAPAN)
京都大学がEMUを概算要求中。



赤道MULレーダーを、インドネシア・西スマトラに新設し、広い高度層を連続観測する。

赤道MULレーダー(アンテナ1045本、直径160m)により、既設のEARに比べ感度を10倍以上向上させる。対流圏・下部成層圏の観測精度が飛躍的に向上。赤道域の中間圏、電離圏IS観測を世界で初めて実現。レーダーイメージングによる大気微細構造観測を実現。

赤道MULレーダーの具体化状況

• 設備計画

- 用地は確保済。工事のための環境影響評価、工事許可の合意済。
- 赤道大気レーダー(EAR、2001年完成)の北側に整備する。
- 詳細設計が終了しており、建設開始から約12ヶ月で観測開始できる。

• 運用体制

- 15年以上に亘って、EARをインドネシア航空宇宙庁(LAPAN)と共同運営。
- 赤道MULレーダーに関し、インドネシアの研究・技術高等教育省(RISTEK-DIKTI)大臣と2回面会し、対応責任機関をLAPANとすることが決定済。
- LAPANと計画推進で合意済(2014年)
- インドネシア側の要請を日本大使館を通じ文科省に伝達済。
- 日本側: 設備費、運営経費(電気代、装置維持費、共同研究経費等)
- インドネシア側: 用地提供、観測所の設置、研究者・観測要員の配置等、既にEARのために体制構築済。



(2) 大型レーダー（EISCAT_3D）による極域の磁気圏・電離圏・大気圏へのエネルギー流入と応答過程の解明



太陽風の粒子エネルギー流入によって極域に特有の現象が発生する。

- ・オーロラで代表される地球周辺プラズマ現象は秒単位の高速で時間変動する。
- ・極域からは、地球大気の一部が宇宙空間に流出している。
- ・太陽風に起因する熱エネルギーや大気物質の変動は、下層の大気ならびに低緯度方向に伝わる。

これらの現象について、3次元 (3-dimensional) 空間構造を精密観測できる世界初の多点大型レーダー「EISCAT_3Dレーダー」を国際協力で建設する。

EISCAT_3Dレーダー

(設備総額160億円、日本分担29億円)

欧州非干渉散乱(EISCAT)科学協会(日本・中国を含む6カ国)が提案し、EU大型研究ロードマップ(ESFRI)に採択(2008年)。2017年9月から整備を開始した。

・ノルウェー/スウェーデン/フィンランド/英国が予算内定。
国立極地研究所も概算要求中。

・国内体制: 国立極地研 + 名大宇宙地球環境研究所

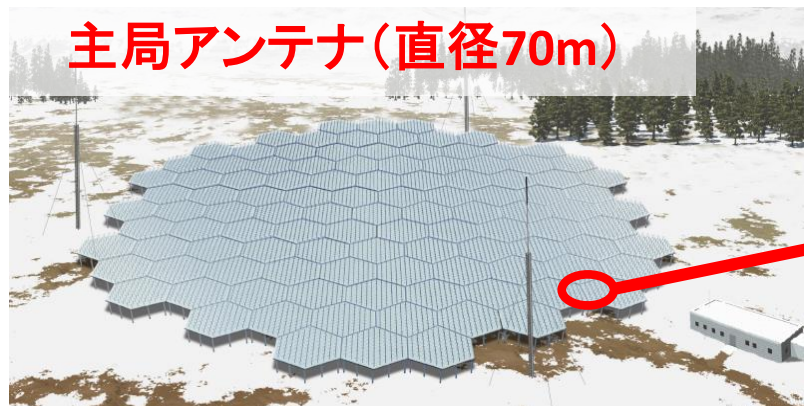
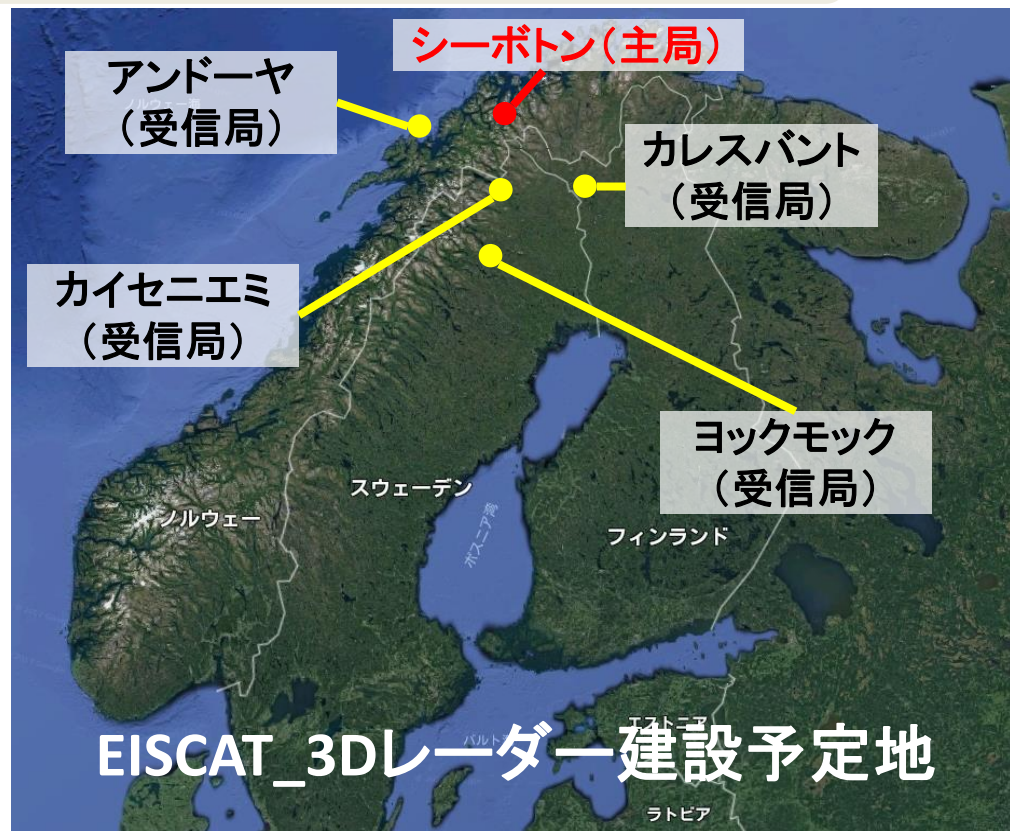
EISCAT_3Dレーダーの具体化状況

運用体制

- 35年間に亘り、既設のEISCATレーダーを国際協力で運営してきた。
- EISCAT_3Dレーダーの運営には、これまでの体制を継続する。

進捗状況

- 日本は、EISCAT_3Dレーダーの主要装置である**送信モジュール**の開発・製造を担当。**技術実証用の増幅装置を開発済み**。
- アンテナ・受信機等は国際共同で整備。**サブアレイシステムを用いた技術実証試験を実施中**。
- **北欧3国と英国からの資金を用いた建設が2017年9月に既に開始された。**



(3) 全球観測ネットワークによるグローバル結合過程の研究

★ 多点フェーズド・アレイ・レーダー Multi-point phased array radar
★ アクティブ・フェーズド・アレイ・レーダー Active phased array radar
★ IS/MSTレーダー IS/MST radar
 (IS: Incoherent Scatter, MST: Mesosphere-Stratosphere-Troposphere)

★ 大型大気レーダーと・広域地上観測網

★ Large atmospheric radar and ● Global observation network



大型レーダー観測網:

- ✓ 最先端の大型大気レーダー(MUレーダー)を国内開発し、海外(EAR、南極PANSYレーダー)にも設置されている。
- ✓ この技術を用いた大気レーダーが他国(欧米、インド、中国など)でも建設されている。
- ✓ 我が国の実績を基礎に、さらに進化した最新式レーダーを赤道と極域に建設し、大型レーダー国際観測網を強化・発展させる。

広域地上観測網:

- ✓ 観測空白域であったアジア・アフリカに広域地上観測を開拓しており、さらに赤道～極域を南北につなぐネットワークに拡張する。
- ✓ 衛星観測(Arase, ICON/GOLDなど)、数値モデル、データベースも活用して、グローバルなエネルギーと物質の流れを明らかにする。

IUGONET (観測データベース共有システム)

問題点

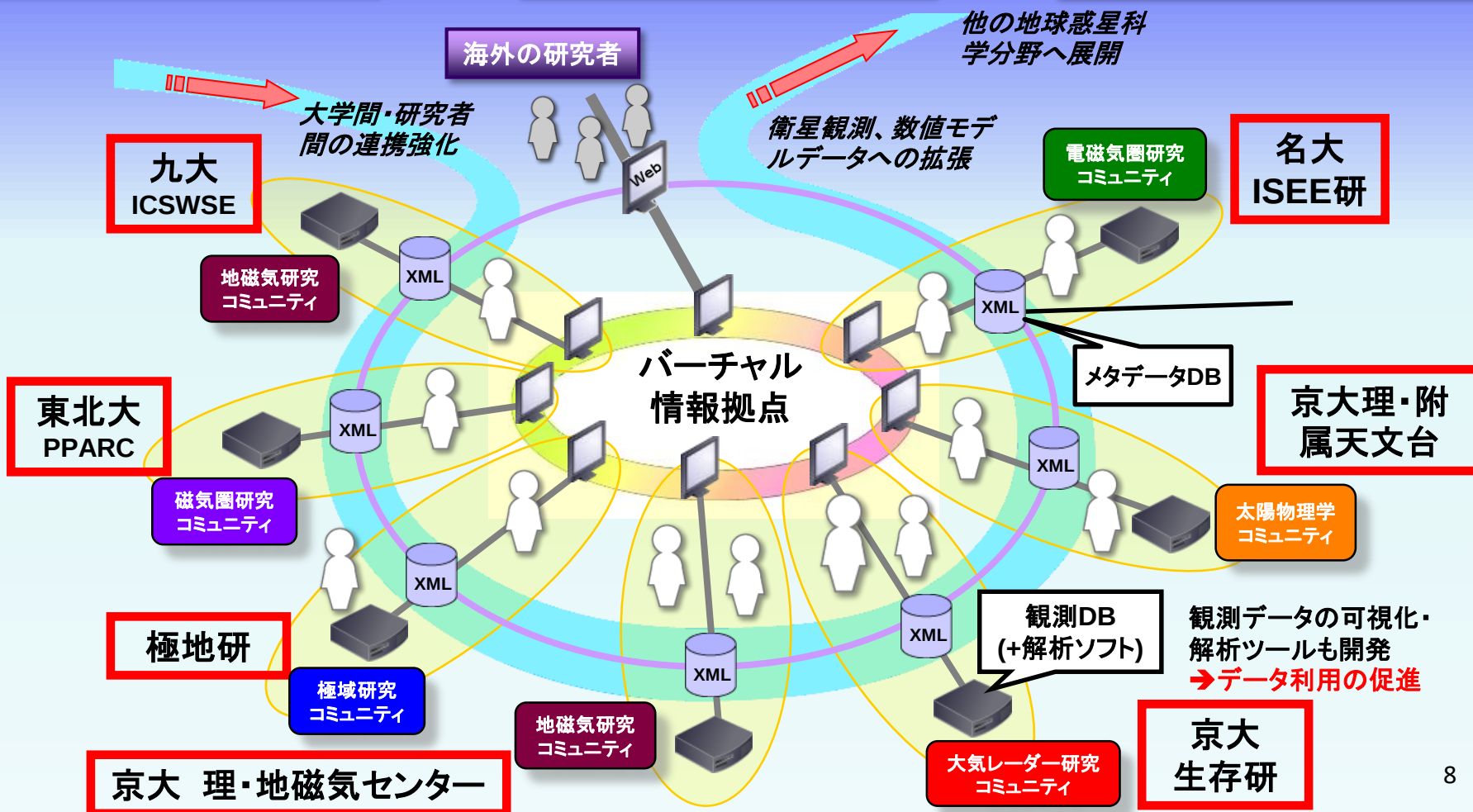
多様かつ膨大な量の観測データが各研究機関に分散して存在

解決策

メタデータ(カタログ情報)をデータベース化し横断検索を可能に

目標

分野を横断したデータ総合解析により新しい研究テーマを発掘



問題点

多様かつ膨大な量の観測データが各研究機関に分散して存在

解決策

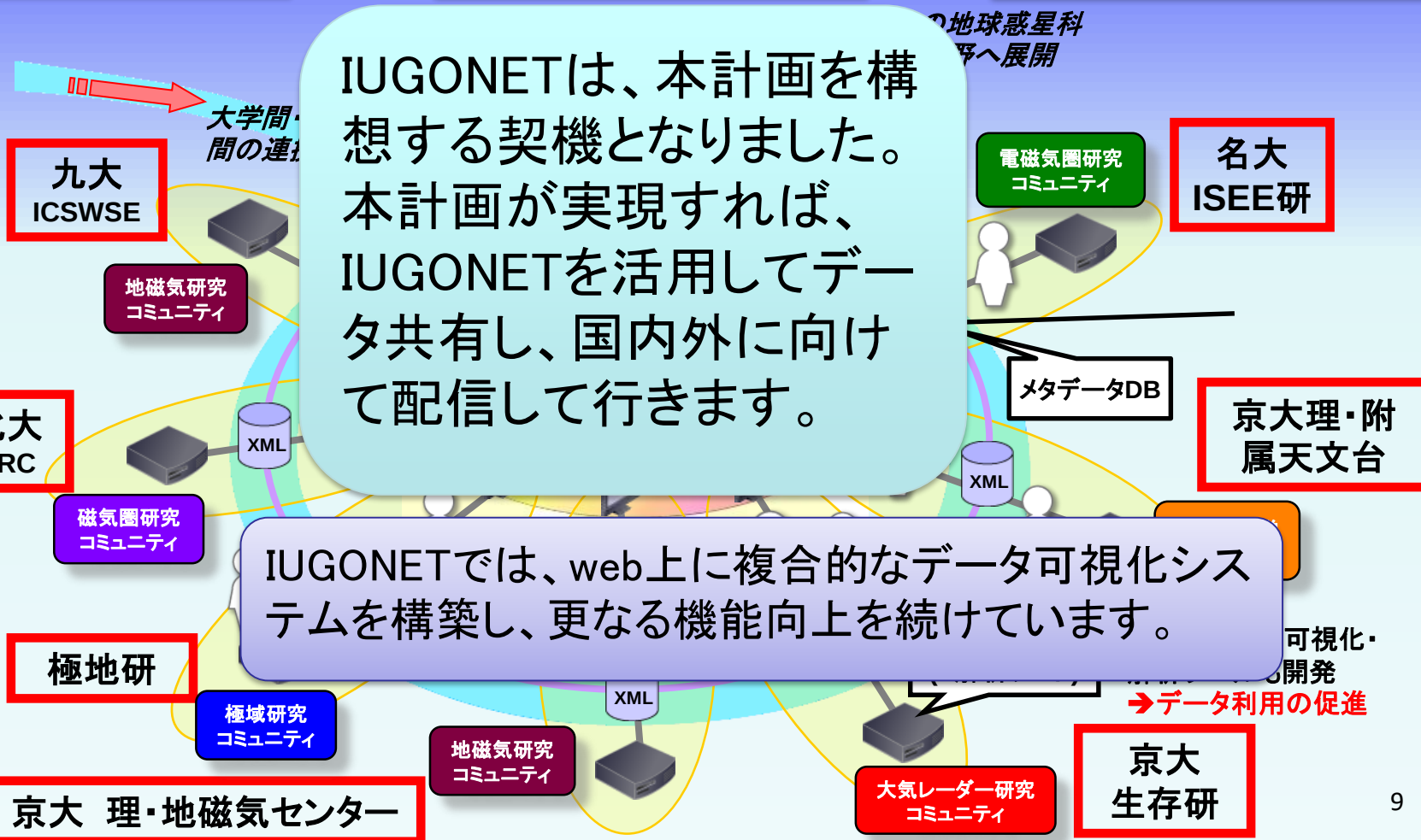
メタデータ(カタログ情報)をデータベース化し横断検索を可能に

目標

分野を横断したデータ総合解析により新しい研究テーマを発掘

IUGONETは、本計画を構想する契機となりました。本計画が実現すれば、IUGONETを活用してデータ共有し、国内外に向けて配信して行きます。

IUGONETでは、web上に複合的なデータ可視化システムを構築し、更なる機能向上を続けています。



計画の実施主体、共同利用体制

共同利用・共同研究拠点の評価

大型レーダーの共同利用で、海外コミュニティへの貢献を含め高い研究成果を上げている

南極観測とは別に、EISCAT国際共同利用の日本枠を統括

広域観測網など共同利用を多数実施、公私立大へも広げている

広域地磁気観測を展開し、アジア・アフリカの人材育成を推進

多機関に散在するデータのカタログ化と相互利用を実現

赤道MULレーダー

設備35億円、運用20億円

EISCAT_3Dレーダー

設備25億円、運用10億円

広域観測

設備10億円、運用20億円

IUGO NET

共同利用・共同研究拠点
京都大学 RISH
生存圏研究所

大学共同利用機関
国立極地研究所
NIPR

共同利用・共同研究拠点
名古屋大学 ISEE
宇宙地球環境研究所

学内共同利用センター
九州大学国際宇宙天気
科学・教育センター
ICSWSE

大学間連携参加機関
京大理・附属地磁気世界
資料解析センター
京大理・附属天文台
東北大・理学研究科

実施
主体

共同利用
参画

共同
実施

共同利用
参画

実施
主体

共同利用
参画

共同利用
参画

共同
実施

実施
主体

共同利用
参画

共同利用
参画

実施
主体

共同利用
参画

共同利用
参画

共同利用
参画

統合データベースに集約

国内・海外の研究コミュニティの広がり

Radio Science誌オープンアクセス論文 ... 同誌のトップ10ダウンロードを獲得(2017年)
Tsuda, T., M. Yamamoto, H. Hashiguchi, K. Shiokawa, Y. Ogawa, S. Nozawa, H. Miyaoka, and A. Yoshikawa
(2016), A proposal on the study of solar-terrestrial coupling processes with atmospheric radars and ground-based observation network, Radio Sci., 51, 1587-1599, doi:10.1002/2016RS006035.

15th International Workshop on Technical and Scientific Aspects of MST Radar (MST15/iMST2)

18th EISCAT International Symposium (EISCAT18)

2017年5月27～31日に国立極地研究所で共同開催



口頭発表146件
(内、招待講演31件)
ポスター発表87件

参加者(今までで最多数)
19カ国から計182名
(国外120名、国内62名)

参加機関
計84(国外66、国内18)

本研究の独自性・強み、ブレークスルー

- (独自性・強み) 本研究は、我が国が源流を創ってきた技術基盤に立脚した2つの大型レーダーと、我が国が得意とする地上観測網を中心とする戦略的提案である。
 - 本計画によって、日本が世界で初めて、大型レーダーによる全球(北極域～中緯度～赤道～南極域)の大気観測網を完成させる。
- (ブレークスルー) 太陽から地球にもたらされる2種類のエネルギー(放射と太陽風)はこれまで別々に取り扱われてきた。これを総合的に研究し、極と赤道をつなげる点に本研究のブレークスルーがある。
 - 大型レーダー網とネットワーク観測の相乗効果により、地球に降り注ぐ太陽からの放射エネルギーや太陽風のプラズマエネルギーが大気波動や電磁場擾乱を励起し、そのエネルギーが全球に行きわたり、物質が循環する姿を明らかにする。
 - 大気波動を通じた大気上下結合と極域への高エネルギー粒子の流入、電離大気・中性大気の相互作用が、極と赤道の間の物質・エネルギー循環を駆動する様子と、それらの地球気候変動へのフィードバックを明らかにしていく。

緊急性(1/2)

国際的競争・協力で我国がリードするために早期実施が重要。

- 本計画は太陽地球系科学の国際的な研究協力枠組み (ICSU/SCOSTEP, UN/ISWI など) の中で形作られている。
- 1980年代以来の国際プロジェクトで、日本は大型大気レーダーの開発で貢献してきた。SCOSTEPが2014年に開始した国際プロジェクトでもリーダーシップを維持するには、本計画の実施が必須。
- 赤道MULレーダー(EMU): インドネシア政府 (研究・技術高等教育省、航空宇宙庁など) から、早期の計画推進要請が日本大使館を通じて文科省に届けられた (2016年9月)。アジア域で太陽地球系科学を推進する機運が高まっている。
- EISCAT_3Dレーダー: 北欧3国と英国からの予算を用いて建設がスタート済である (2017年9月)。中国も予算要求中である。日本が国際的連携を維持するためには、国際的に合意されたスケジュールに従って予算化を進めることが必須である。

緊急性(2/2)

早期に実施しないと国際的に著しい不利益を招く。

- 大型大気レーダーの開発における国際的な競争に遅れを取る。
中国： EISCAT科学協会に加盟、また、独自に大型大気レーダー1基を設置(昆明)し、2基目を建設中(海南島)。
インド： フェーズドアレイの大型レーダーを推進中。
米国： EISCAT_3D計画への参加を検討中。
- 複数の衛星観測計画が実施中あるいは打上げ間近であり、地上のレーダー観測との連携が強く期待されている。
- 日本が広域観測を展開してきたアフリカに、欧米諸国が進出しつつあり、優位性を維持するには早急な戦略的展開が必要である。

実施の遅れにより、人材の深刻な流出が危惧される。

- 本学問分野は最新ハードウェアに依拠するため、本計画の遅れは欧米・新興国への人材流出を引き起こす恐れが高い。

まとめ(1) 大型研究計画としての適性

太陽エネルギーによる地球環境の生成・維持・変動の解明は、人類共通の根源的な興味であり、地球惑星科学分野の主要テーマである。

- ① **研究者コミュニティの合意**: 分野の将来ビジョンに合致し高い評価を得ている。国内外の厚い研究コミュニティから支持を得ている。
- ② **計画の実施主体**: 参加4組織は緊密な協力体制を構築している。各大学等は計画推進を承認しており、概算要求中である。本計画の実施に当たって、国際カウンターパートを含む責任体制と役割分担は明確である。
- ③ **共同利用体制**: 本計画は、大学共同利用機関、共同利用・共同研究拠点が実施主体であり、共同利用体制は万全である。国内外の研究コミュニティは規模・水準の両面で高度であり、幅広い研究者の参加が見込まれる。
- ④ **計画の妥当性**: 従来の実績に基づき、長年にわたり十分に検討されている。既に内部予算で準備を進めており、すぐに実施できる。

まとめ(2) 大型プロジェクトとしての優先度

本計画は、我が国が源流を創ってきた技術基盤に立脚した2つの大型レーダーと、我が国が得意とする地上観測網を中心として戦略的に立案されている。

- ⑤ **緊急性**: 日本は太陽地球系科学の国際プロジェクトの推進において、1980年代から大型大気レーダーで貢献してきた。国際的な責任分担を履行しないことが信用の失墜につながりかねない。
- ⑥ **戦略性**: 大型大気レーダーに関して世界トップを確実にし、我が国の強みを伸ばし、国際的リーダーシップを維持することができる。
- ⑦ **社会や国民からの支持**: 災害の防止につながる天気予報の改善や、社会インフラである衛星システムの安全運用への貢献が期待される。産学連携による新型レーダー開発は産業振興を促し、経済成長につながる。

まとめ

- 本プロジェクトの状況
 - 日本学術会議マスタープラン
 - 2011, 2014, 2017において重点大型研究計画認定
 - 2020に応募予定。。2019年3月に提出でしょう
 - 文科省ロードマップ
 - 2014において新規課題として掲載
- 問題点
 - 2つの大型レーダーの「ガッチャンコ」ではないのか、と言われる傾向があります。
 - これを打破するため、IUGONETとのさらに進んだ関係強化を必要としています。

以下は参考資料

⑥戦略性(1/2)

分野での世界トップを確実にし、我が国の強みをさらに伸ばす。

- 本分野の国際共同研究プロジェクトの国際リーダーを日本が務めている(CAWSES-II(～2013):津田、VarSITI(2014～):塩川)
- 2つの大型レーダーはアクティブ・フェーズド・アレイ・アンテナを技術基盤とする。この源流であるMUレーダー(京大)は、IEEE マイルストーンに認定された(25年以上経た画期的イノベーションへの顕彰)。本計画の技術基盤に対する我々の正統性を示しており、我が国が主導的に推進すべきである。

他分野への波及効果等がある。

- 他の惑星や系外惑星の大気環境やプラズマの構造と変化の理解に発展する。
- 地表付近の環境変動の影響が超高層大気では増大して現れるため、温暖化の環境監視等の変化予測に貢献する。

⑥戦略性(2/2)

国際貢献や国際的な頭脳循環につながる。

- 2つの世界最先端の大型大気レーダーの国際共同利用を通じて、**トップクラスの研究者間の頭脳循環**が促進される。
- 我々が本計画で実施するキャパシティビルディングを通じて、**自然科学を指向するアジア・アフリカの若手が増え**、科学振興に貢献できる。研究員・大学院生の**国際交流を促進**する。

将来的な我が国の成長・発展につながる。

- **産学連携による新型レーダー開発**は、電波応用科学、情報通信工学、電子工学の技術発展を促す。

計画を実施しないと国の損失を招く。

- **大気レーダー観測、さらには太陽地球系科学における国際的リーダーシップを失う。**
- 2つのレーダー建設および広域観測展開は**国際的に責任分担があり**、実施しない場合は**国際的信用を損ねる。**

⑦社会や国民の理解

【地球環境変化予測・災害防止】 大気レーダー等を用いた研究は**極端気象の予報改善に貢献**する。環境変動が顕在化する超高層大気のレーダー観測は、**温暖化等の監視・予測に貢献**する。宇宙プラズマの研究は**衛星システムの安全運用に寄与**する。

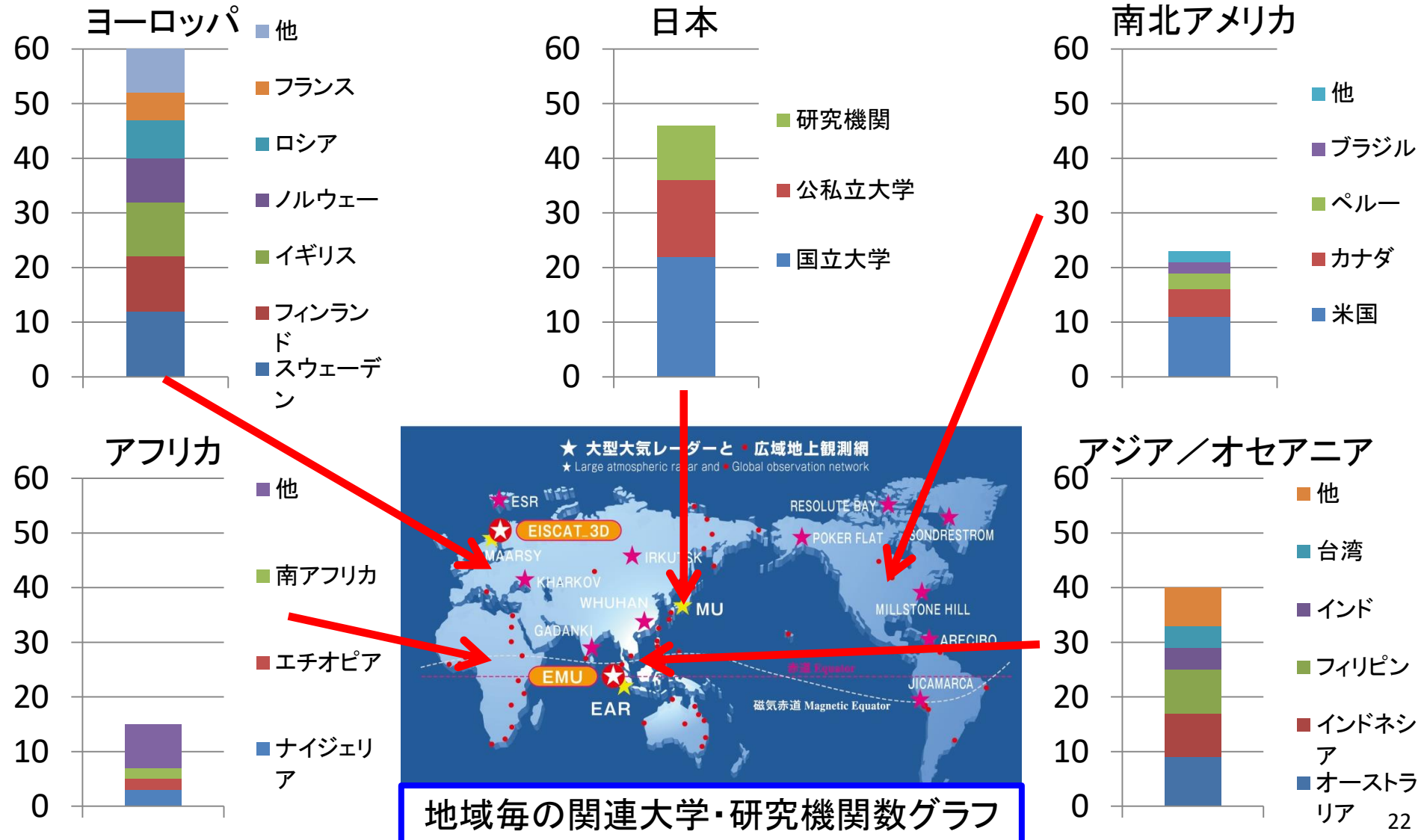
【産業振興】 **高性能レーダー開発**、電波科学、信号処理技術、データ解析技術等について**産学連携で新開発**することで国内外で産業振興を促す。

【大規模データ活用】 レーダー等の多様な大気観測データが**WDS (World Data System)**において**認定**されており、“**ビッグデータ**”の**実例**となっている。

【国際交流・若手育成】 世界最先端の大型大気レーダーの国際共同利用を通じて、**欧米のトップクラスの研究者との頭脳循環が促進**される。**アジア・アフリカを含む国内外の若手研究員・大学院生の国際交流を促進**する。

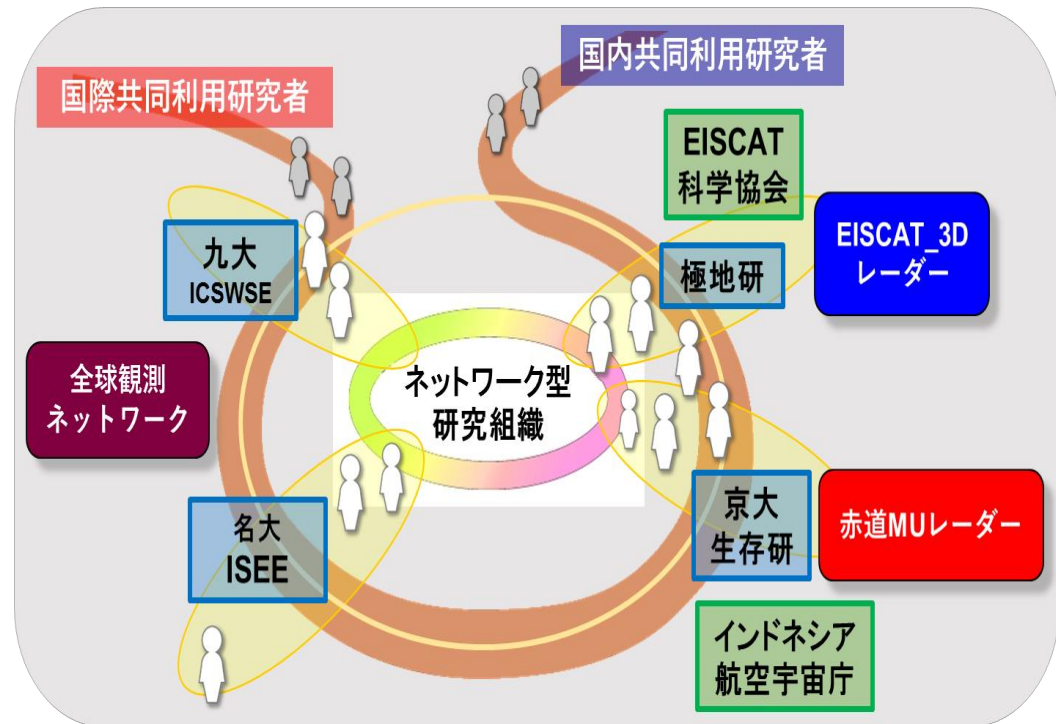
国内・海外の研究コミュニティ(共同利用者)の広がり

現在までに本計画に関与した研究コミュニティ: **全世界44カ国の185機関から481名**
(うち国内、46機関、226名)

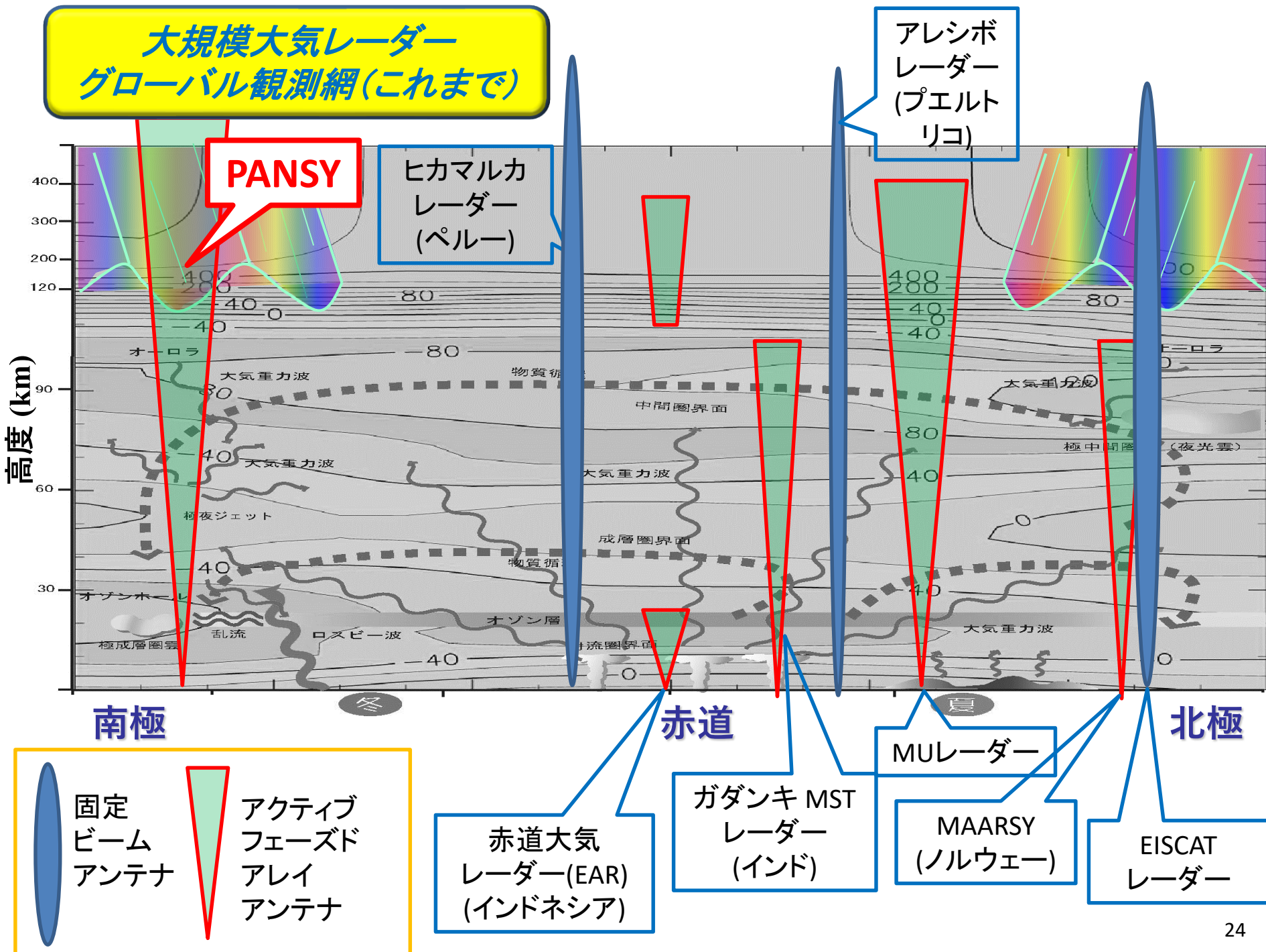


本計画の運営組織

- 本計画は、IUGONETを基礎として構想され、推進されてきた。
- 運営組織構想
 - 京大 RISH および 名大 ISEEの研究グループ、極地研に新設するEISCAT_3Dレーダー推進センター(仮称、現推進室を改組)、九大ICSWSEを結んだネットワーク型組織「IUGONET(仮称)」の立上げを目指す。
 - 赤道MULレーダーおよびEISCAT_3Dレーダーの建設経費は、それぞれ京大RISH、および極地研(情報・システム研究機構)から概算要求する。設備費以外の運営費等は、ネットワーク型組織が予算申請し、配分する。



大規模大気レーダー グローバル観測網(これまで)



大規模大気レーダー グローバル観測網(これから)

赤道MU
レーダー

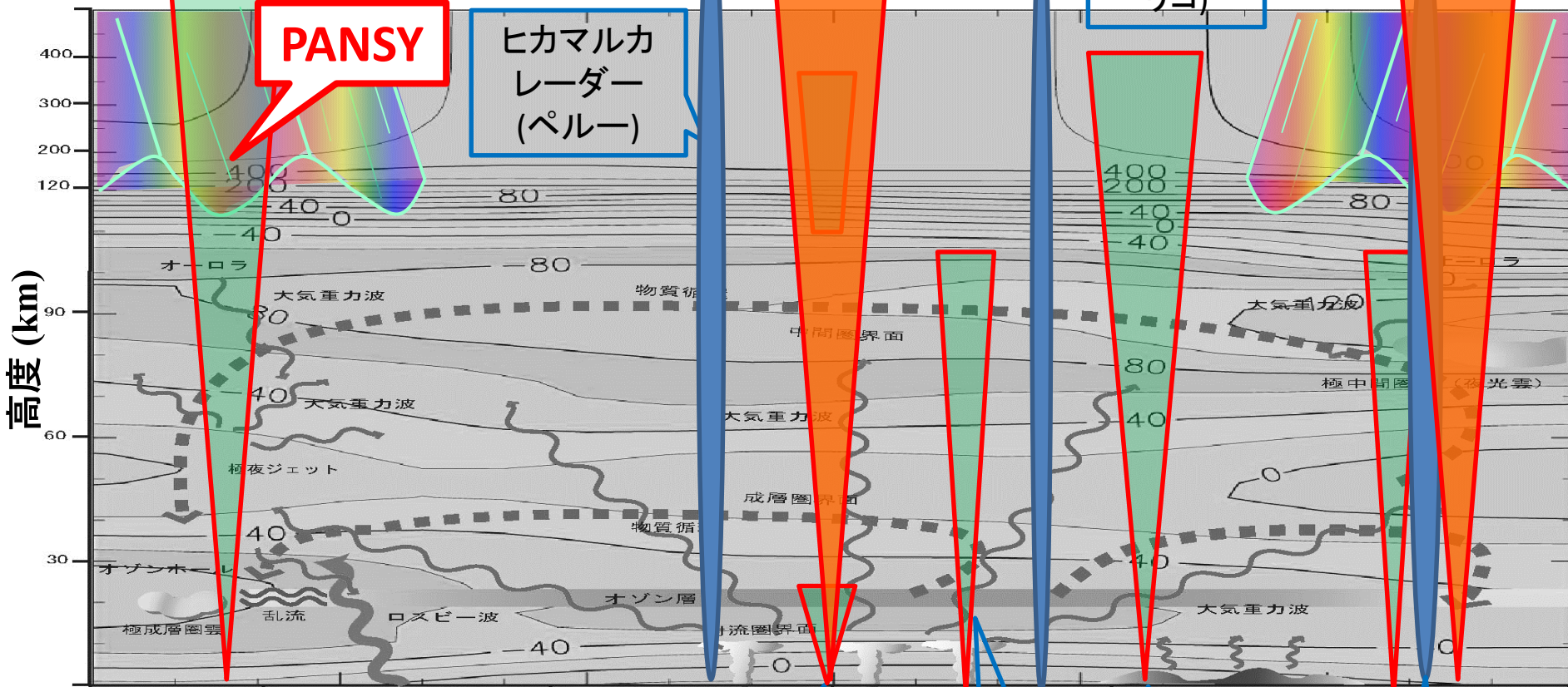
アレシボ
レーダー
(プエル
リコ)

EISCAT_3D
レーダー

PANSY

ヒカマルカ
レーダー
(ペルー)

高度 (km)



南極

赤道

夏

北極

固定
ビーム
アンテナ

アクティブ
フェーズド
アレイ
アンテナ

赤道大気
レーダー(EAR)
(インドネシア)

ガダンキ MST
レーダー
(インド)

MUレーダー

MAARSY
(ノルウェー)

EISCAT
レーダー

国内・国際共同研究計画の実施状況と本計画提案に至る経緯

1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2017~

太陽地球系科学委員会 (ICSU/SCOSTEP) 国際共同研究プログラム

IGY,
IQSY,
IASY,
IMS

MAP 1982-85
中層大気観測計画

STEP 1990-97
太陽地球系
エネルギー研究計画

Post STEP
1998-2002
EPIC(赤道大気結合)
PSMOS/ISCS/S-RAMP

太陽地球系の気候と天気
CAWSES
2004-08

CAWSES-II
2009-13

太陽活動変動と地球への影響
VarSITI
2014-18

計画メンバーによる国際共同議長

国内・
赤道域
研究

MUレーダー
(1984)



赤道レーダー
現地調査→中断

赤道大気レー
ダー(2001)



MUレーダー・IEEEマイ
ルストーン認定(2015)

設計・調査→概算要求・準備

赤道MU
レーダー

極域
研究

EISCAT UHF
レーダー
(1981)



EISCAT VHF
レーダー
(1985)

スバルバル
ISレーダー
(1996)



EISCAT ス
バルバル
固定アンテ
ナ(1999)

PANSYレーダー
(2011)

ESFRI採択→設計→概算要求・準備

EISCAT
3D
レーダー

観測・データ
ネットワーク

日本(極地研・名大STE研)
EISCAT加盟(1996)

IUGONET・大学間連携
(2009~継続中)

MAGDAS (地磁気観測網)・大気光観測を展開→グローバル観測へ

主な競争的資金

新プロ・学術創成
「アジア・太平洋地域を中心
とする地球環境変動の研究」

特定領域研究
「赤道大気上下結合」
振興調整費／戦略推進研究
「インドネシア宇宙天気」

途上国研究支援プログラム

特定領域研究
「北極圏気候・環境変動」
アジアアフリカ学術
基盤形成事業
研究拠点形成事業
アジアアフリカ学術基盤形成型

計画の妥当性(年次計画)

研究項目\年	現在	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	...	9年目	10年目	10年目以降
(1) 赤道ファウンテン (赤道MULレーダー)	各機関による準備と概算要求	EMU設置・調整	EMU予備観測				EMU全国国際共同利用				国際的枠組みによる次期計画へ
(2) 極域エネルギー流入過程(EISCAT_3Dレーダー)		EISCAT_3Dコア(送受)システム設置・調整(日本・ノルウェー)			EISCAT_3D予備観測		EISCAT_3D本格観測レーダーイメージング				
(3) グローバル結合過程(全球観測ネットワーク)					EISCAT_3D受信システム設置(スウェーデン・フィンランド・その他)		EISCAT_3D全国共同利用				
		広域観測網の拡充					全球連続観測				
		データベース構築体制の整備		地上観測・衛星観測・モデル統合解析ツール開発			観測データ・モデル総合解析				
国際研究集会 (★)	レーダー合同国際集会★		EMU完成★	EISCAT_3Dコア局完成★	赤道観測取りまとめ★		全球観測取りまとめ★		次期計画検討★		
国内外の研究動向		ERG衛星観測(期間は衛星寿命による)			MUR, PANSY定常観測						
		SCOSTEP国際研究プログラム			SCOSTEP次期プログラム						
		VarSITI									

関連する観測衛星の打上げ時期

ERG衛星(2016)

ICON衛星(2017)

COSMIC-2衛星(2018)

赤道重点観測

全球重点観測

成果とりまとめ、次期計画策定

国内・国際共同研究計画の実施状況と本計画提案に至る経緯

1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2017~

太陽地球系科学委員会 (ICSU/SCOSTEP) 国際共同研究プログラム

IGY,
IQSY,
IASY,
IMS

MAP 1982-85
中層大気観測計画

STEP 1990-97
太陽地球系
エネルギー研究計画

Post STEP
1998-2002
EPIC(赤道大気結合)
PSMOS/ISCS/S-RAMP

太陽地球系の気候と天気
CAWSES
2004-08

CAWSES-II
2009-13

太陽活動変動と地球への影響
VarSITI
2014-18

計画メンバーによる国際共同議長

国内・
赤道域
研究

MUレーダー
(1984)



赤道レーダー
現地調査→中断

赤道大気レー
ダー(2001)



MUレーダー・IEEEマイ
ルストーン認定(2015)

設計・調査→概算要求・準備

赤道MU
レーダー

極域
研究

EISCAT UHF
レーダー
(1981)



EISCAT VHF
レーダー
(1985)

スバルバル
ISレーダー
(1996)



EISCAT ス
バルバル
固定アンテ
ナ(1999)

PANSYレーダー
(2011)

ESFRI採択→設計→概算要求・準備

EISCAT
3D
レーダー

観測・データ
ネットワーク

日本(極地研・名大ISEE)
EISCAT加盟(1996)

IUGONET・大学間連携
(2009~継続中)

MAGDAS (地磁気観測網)・大気光観測を展開→グローバル観測へ

主な競争的資金

新プロ・学術創成
「アジア・太平洋地域を中心
とする地球環境変動の研究」

特定領域研究
「赤道大気上下結合」
振興調整費／戦略推進研究
「インドネシア宇宙天気」

特定領域研究
「北極圏気候・環境変動」

アジアアフリカ学術
基盤形成事業

研究拠点形成事業
アジアアフリカ学術基盤形成型

途上国研究支援プログラム

国内

①研究者コミュニティの合意

国際

2007

地球電磁気・地球惑星圏学会 (SGEPSS)
「地上ネットワーク観測の現状と将来展望」

2007年10月 CAWSES 国際シンポジウム (京大)
コンビーナ: 津田他

CAWSES
(2004-2008)

2008

日本地球惑星連合 (JpGU) 特別セッション
「地上観測、衛星、モデル研究の連携」
太陽地球系科学の将来に向けて

2011年10月 ISWI より
キャパシティビルディング
の強化要請

2009

日本気象学会が「国際赤道大気研究
拠点の構築」を含む4課題を推奨

CAWSES-II
(2009-2013)

国際
宇宙
天気
イニシ
アチブ
ISWI
2010-
九大
主導

2011

9月 マスタープラン2011 (全46件)
「太陽地球結合過程の基盤形成」採択

2012年2月
SCOSTEP理事会が
本計画を支援

2012

JpGU 宇宙惑星科学セクションで意見交換

国際リー
ダー: 津田
(京大)

2013

JpGU 地球惑星科学関連の大型研究
課題公開ヒアリング: 高評価

2013年11月 CAWSES-II
国際シンポジウム (名大)
コンビーナ: 山本、塩川他

2014

マスタープラン2014・重点課題、ロードマップ2014採択

2015

SCJ地球惑星科学委員会 大型研究課題検討会: 1位評価

2016年9月インドネシア
の熱意を日本大使館を
経由して文科省に伝達

VarSITI
(2014-2018)

2016

マスタープラン2017提案

2017年5月 レーダー合
同国際集会 (過去最多
19ヶ国から182名参加)

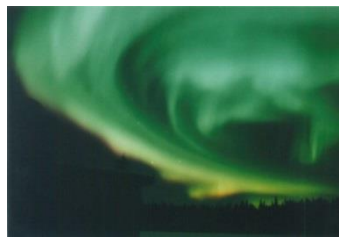
国際リー
ダー: 塩川
(名大)

2017

マスタープラン2017・重点課題採択

2017年6月 EISCAT_3Dレーダー計画始動を決議

広域地上観測網



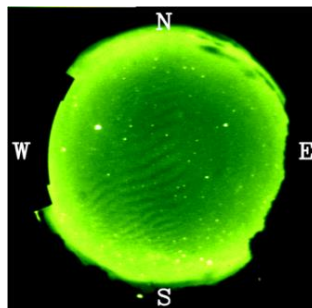
オーロラ

太陽・磁気圏からの
エネルギー流入

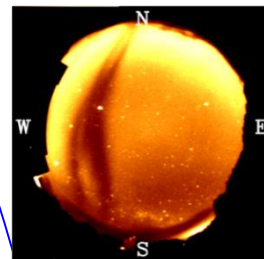
プラズマ
シート

放射線帯

大気波動



プラズマバブル



南北半球
結合

プラズマ
バブル

エネルギー・物質流

エネルギー・物質流

オーロラ

エネルギー・物質流

大気波動

大気波動

赤道ファウンテン

赤道ファウンテン

EISCAT-3D
レーダー

EMU
レーダー

磁力計

ミリ波
分光計

極域

ミリ波
分光計

電離圏
レーダー

分光
測光器

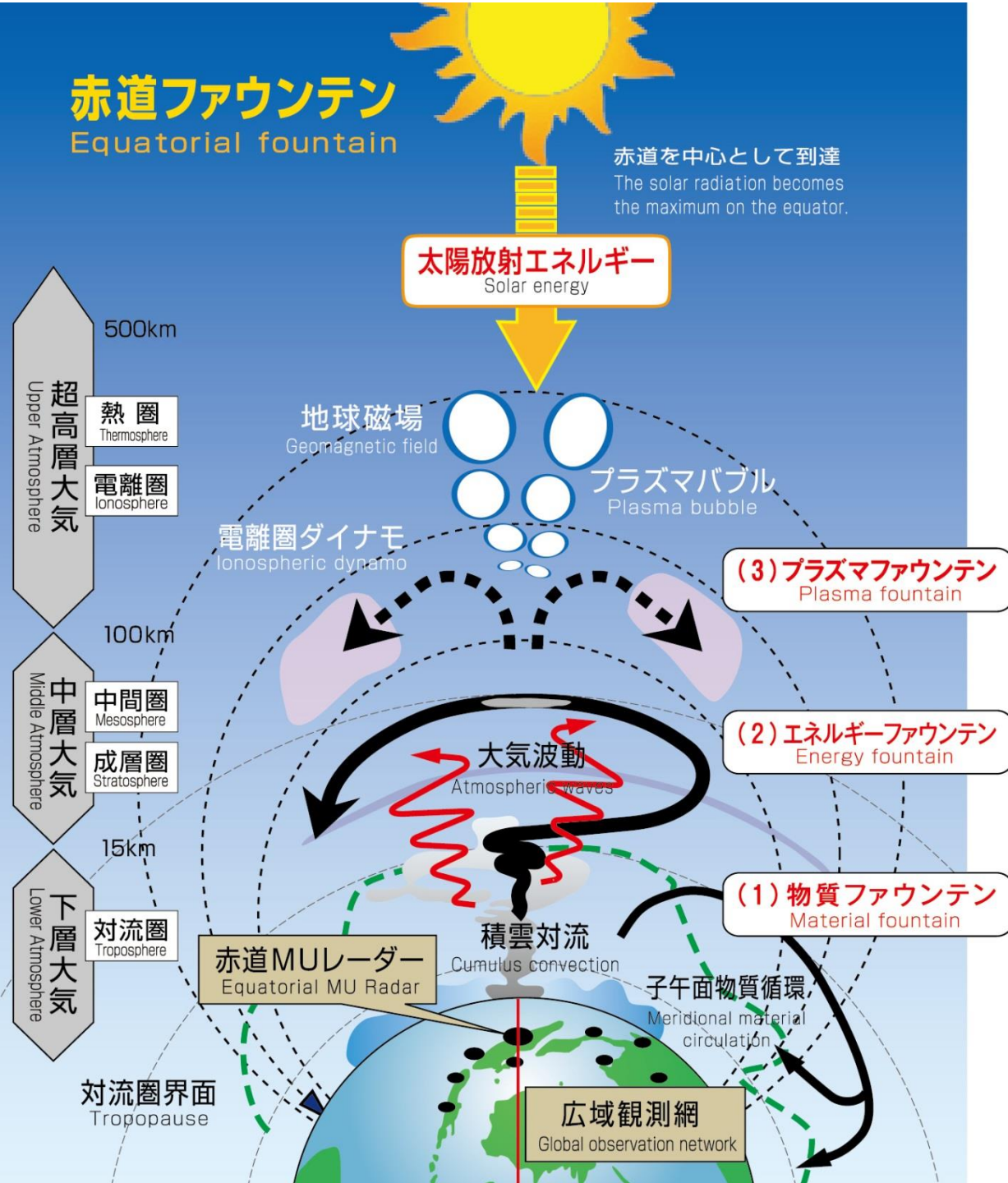
レーザー
レーダー

赤道域

磁力計



赤道ファウンテン Equatorial fountain



赤道大気圏のエネルギー・物質ファウンテン

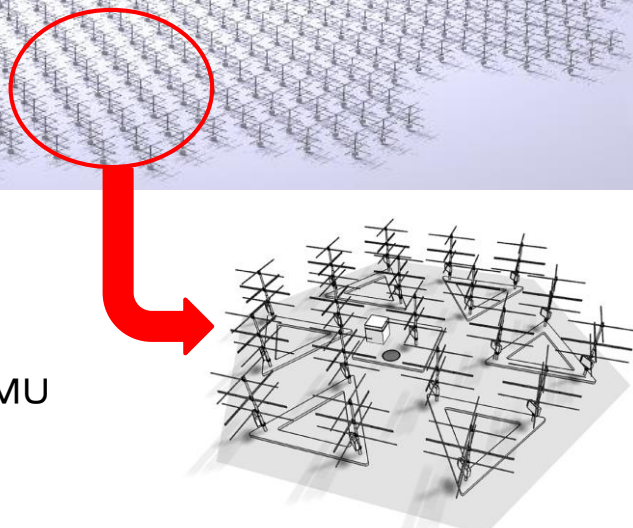
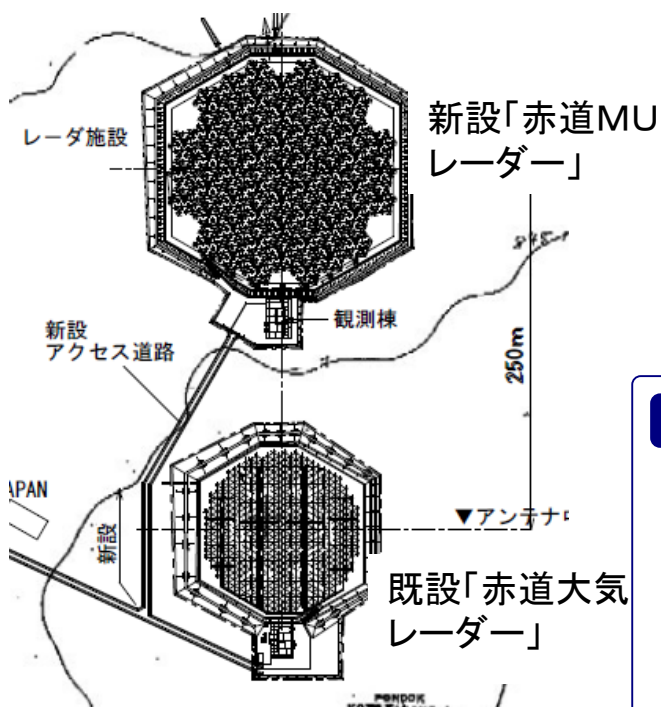
- 赤道域で地表から放出される大気物質は、対流圏を循環しつつ積雲や巻雲の生成・発達に寄与し、さらに対流圏界面を通過して成層圏に噴出され中高緯度に広く輸送される。
- 赤道対流圏を源泉とする大気波動は中層大気の特異な長周期・不規則変動を駆動する。
- 電離圏では中性風によるダイナモ電場が地球磁場と相互作用してプラズマを噴き上げる。

赤道域で特徴的な物質・エネルギーフローを「赤道ファウンテン」として総括的に捉え、その変動が特に激しい熱帯アジア・西太平洋域で、赤道レーダー拠点観測、広域ネットワーク観測、衛星データ、数値モデルを駆使して、その動態を解明し、全球に及ぶ大気変動を引き起こすメカニズムを定量的に解明する。

赤道MULレーダーの概要(概算要求資料から)

完成予想図

赤道MULレーダー
アレイアンテナ(1045本)



1群(アンテナ本数19本)の外観
アンテナは55群構成(19本×55群=1045本)

- ◆ 設置場所
赤道大気レーダーの北側
- ◆ サブシステム構成
アレイアンテナ
(直径約163m、
八木アンテナ1045本)
送受信モジュール
(八木アンテナ基部に取付)
多チャンネル変復調・データ処理装置
(変復調装置、データ処理装置、
屋外分配装置・コネクタパネル・
屋内分配装置・電源装置等からなる)

利用計画・準備状況

- ・本設備は全国・国際共同利用設備として利用される。
- ・インドネシア航空宇宙庁と共同運営を予定している。同庁との信頼関係と協力体制は、過去15年に亘る赤道大気レーダーの運営を通して培われており、問題はない。
- ・現地調査を平成24年3月に実施した結果、設置場所の地形、電源確保の諸問題、資材運搬の方法などの問題点を解決し、**設備設計と設置計画を飛躍的に高度化した。**
- ・最近には地元政府の了承も得た。→ **実現に向けた準備は整っている。**