

**平成30年度研究拠点形成事業
(B. アジア・アフリカ学術基盤形成型) 実施計画書**

1. 拠点機関

日本側拠点機関：	名古屋大学
(ナイジェリア側) 拠点機関：	ナイジェリア国立宇宙研究開発機構
(インドネシア) 拠点機関：	インドネシア国立宇宙研究所
(タイ) 拠点機関：	チェンマイ大学

2. 研究交流課題名

(和文)： アジア・アフリカ赤道域における測位衛星障害の研究

(英文)： Study of GNSS satellite anomaly in the Asian and African equatorial region

研究交流課題に係るウェブサイト：

http://stdb2.stelab.nagoya-u.ac.jp/member/shiokawa/JSPS_AA_2016-2018_shio/

3. 採択期間

平成28年4月1日 ～ 平成31年3月31日

(3年度目)

4. 実施体制

日本側実施組織

拠点機関：名古屋大学

実施組織代表者(所属部局・職・氏名)：総長・松尾清一

コーディネーター(所属部局・職・氏名)：宇宙地球環境研究所・教授・塩川和夫

協力機関：京都大学、九州大学、千葉大学

事務組織：研究協力部研究支援課、研究所事務部

相手国側実施組織(拠点機関名・協力機関名は、和英併記願います。)

(1) 国名：ナイジェリア

拠点機関：(英文) National Space Research and Development Agency

(和文) ナイジェリア国立宇宙研究開発機構

コーディネーター(所属部局・職・氏名)：(英文) Center for Atmospheric Research

Professor・RABIU, Babatunde Akeem

協力機関：(英文) Tai Solarin University, University of Lagos, Landmark University

(和文) タイ・ソラリン大学、ラゴス大学、ランドマーク大学

(2) 国名：インドネシア

拠点機関：(英文) National Institute of Aeronautics and Space

(和文) インドネシア国立宇宙研究所

コーディネーター(所属部局・職・氏名)：(英文) Space Science Center・Director・YATINI,
Clara Yono

協力機関：なし

(3) 国名：タイ

拠点機関：(英文) Chiang Mai University

(和文) チェンマイ大学

コーディネーター(所属部局・職・氏名)：(英文) Faculty of Engineering・Assistant
Professor・KOMOLMIS, Tharadol

協力機関：なし

5. 全期間を通じた研究交流目標

本研究は、西アフリカ赤道域のナイジェリアと東南アジア赤道域のインドネシア・タイに、GPSなどの測位衛星の電波を3周波数同時に20Hzの高速で受信して高精度衛星測位を行うGNSS衛星受信機を新たに設置・運用する。これまでの研究交流で運用してきたアジア・アフリカ赤道域での光学・電磁場計測機器群とこの受信機観測を組み合わせ、赤道上空の超高層大気・プラズマの変動が引き起こす衛星通信障害と測位誤差の発生特性のアジアとアフリカの経度における違いを明らかにする。これらの観測研究を通して、衛星測位障害の研究におけるアジア・アフリカの研究者との研究交流を発展させる。既に国際的な研究水準に達しつつある東南アジアにおいては、現地研究者が日本と対等な立場で研究を推進し国際的な研究成果を挙げられるようにさらなる研究レベルの向上をはかっていく。また3周波による高精度衛星測位がこれまであまり行われていないアフリカ地域では、欧米に先駆けて3周波高速GNSS受信機に基づく共同研究を展開する。

6. 前年度までの研究交流活動による目標達成状況

平成28年8月にロシア、同年11月にインド、平成29年6月にロシア、同年9月にナイジェリア、平成30年3月にインドネシアで、それぞれ赤道域の超高層大気・プラズマの変動や宇宙天気現象に関する国際スクールを開催した。また、日本側コーディネーターが主催者となって、平成28年6月にブルガリアで第1回VarSITI総合シンポジウムを、平成29年6月に第2回VarSITIシンポジウムをロシアのイルクーツクで開催した。これらの国際スクール、シンポジウムに、インドネシア、タイ、ナイジェリア、マレーシア、ベトナムなどの大学院生やポスドク研究員などの若手研究者を本事業費などを用いて招聘し、発展途上国の若手研究者の研究能力の向上をはかった。また、ナイジェリアの現地研究者を平成28年度には1か月間、平成29年度には3か月間日本に招聘して、データ処理手法などを指導

するとともに、ナイジェリアと日本の共同研究を推進した。これにより、ナイジェリアのラブジャで行われた夜間大気光カメラのと GNSS 受信機にデータを解析し、赤道域プラズマバブル現象とこれに関連した GNSS 受信機の測位障害の発生特性の季節変化や地磁気活動依存性を明らかにした。この成果はナイジェリアと日本の研究者の共著論文として、米国地球物理学会誌に平成 29 年度に掲載されている。また、東南アジア地域では、GNSS 電波障害（シンチレーション）の春と秋の発生特性の違いを明らかにしたり、夜間の熱圏温度上昇に伴う大気波動の世界初の磁気共役点観測に成功したり、インドネシア、タイ、日本、ノルウェーの熱圏温度変動の統計的特徴を、各観測点での 3 年以上の光学観測データの解析から明らかにするなど、数多くの成果を得た。これらの成果もタイ・インドネシアなどの研究者との共著論文として、国際査読誌に掲載されている。GNSS 受信機、電波受信機や光学観測機器を用いた熱圏・電離圏の自動定常観測は平成 28-29 年度に継続され、これらの国々と引き続き共同研究を行うためのデータが取得された。これに関連して、日本側研究者がインドネシアやタイの研究所・観測点を訪問し、機器のメンテナンスを行うとともに、共同研究の打ち合わせを行った。

7. 平成 30 年度研究交流目標

<研究協力体制の構築>

引き続き、タイ、インドネシア、ナイジェリアの拠点機関に設置された GNSS 受信機や光学・電磁場観測機器群を中心として、タイ、インドネシア、ナイジェリア、ケニア、ベトナム、オーストラリア、日本などの東南アジア地域や西アフリカ域に設置された電磁場計測機器、夜間大気光カメラやファブリ・ペロー干渉計などの光学観測機器の自動定常観測を維持・継続し、これらの国々の研究者との研究協力体制を維持、発展させる。これらの観測を通して、アジア・アフリカの両経度における赤道域の測位衛星障害とその原因となる大気・プラズマ変動の同時定常観測に基づく国際共同研究を推進する。平成 30 年 7 月にはカナダのトロントで STP-14 シンポジウムを日本側コーディネーターが中心となって開催するが、このシンポジウムにナイジェリア側の若手研究者を招聘し、共同研究の進展をはかる。

<学術的観点>

GNSS 測位の障害は、主に地球の超高層大気（電離圏）に存在するプラズマが GNSS 衛星の電波と干渉を起こすことで引き起こされる。赤道域の電離圏は地球の中で最も電子密度が高い領域であり、GNSS 測位にも最も大きな影響が表れる緯度帯である。地球磁場が水平に近い事もあり、赤道域では特有の大気・プラズマ変動現象が発生している。これらの変動は、アジアの経度と南北アメリカ大陸の経度ではこれまで詳しく調べられてきたが、アフリカの経度では十分に調べられていない。アジア・アフリカ赤道域は、地磁気の赤道が地理赤道よりも 10 度ほど北にある（アメリカ赤道域は逆に約 10 度南にある）という共通の特性を持っているが、宇宙空間からのエネルギーが流入する地磁気の極からの距離がアジア地域とアフリカ地域では大きく異なっており、また下層大気の対流活動はアジア地域よりもアフリカ地域が弱い。このような大気・プラズマ変動の違いが GNSS 測位に与える影響を経度

方向の違いから推定することは、その測位障害の原因を理解していく上で重要な情報を与える。アジア・アフリカに設置した GNSS 受信機や光学・電磁場計測器のデータを用いて、測位障害の経度・季節・地方時・地磁気活動などへの依存性を明らかにしていく。これらの活動で得られたデータを解析し、衛星測位障害を引き起こす超高層大気・プラズマの変動の特性を調べ、得られた結果を国際会議で発表することにより、さらに研究の発展をはかる。特に平成 30 年度は、アフリカ赤道地域で発生する衛星測位障害の主要原因であるプラズマバブル現象の経度方向の伝搬を夜間大気光カメラから捉え、その速度を背景の熱圏風速場と比較することにより、衛星測位障害の経度方向の伝搬特性とそのメカニズムを理解するための解析を行う。また、東南アジア地域の地上機器で観測される伝搬性電離圏擾乱について、人工衛星の直接観測データとの比較を進め、その発生原因を明らかにしていく。さらに、電磁気圏の擾乱を引き起こす主要原因の一つであるサブストーム現象に伴って地上や衛星で観測される電磁波動の解析を進める。また、夜間大気光の大量のカメラ画像を解析して、中緯度域における伝搬性電離圏擾乱とその原因の一つである大気重力波の解析を行う。

<若手研究者育成>

日本側コーディネーターが中心となって平成 30 年 7 月にはカナダのトロントで開催する STP-14 シンポジウムにナイジェリア側の若手研究者を招聘し、国際会議での発表経験を積ませ、共同研究の進展をはかる。また、日本側コーディネーターの研究室で大学院生として在籍しているインドネシアの拠点機関からの留学生について、博士学位論文の提出と審査を進める。また、平成 29 年度に来日したナイジェリアの若手研究者との共同研究を進め、プラズマバブルに経度伝搬に関する成果を論文としてまとめていく。さらに日本側コーディネーターの研究室に所属して関連研究を推進している大学院生や若手ポストドク研究員に対して、STP-14 シンポジウム、COSPAR 会議（第 42 回国際宇宙空間研究委員会）、米国地球物理学会などの海外の国際会議での研究発表の機会を与えていく。

<その他（社会貢献や独自の目的等）>

上記の観測に基づいて、赤道地域で最も頻発する測位障害・誤差の発生原因を、磁気緯度・地理緯度の違い、磁気極からの距離の違い、下層大気の大気活動の違い、に関連づけて明らかにすることができる。GNSS 測位はカーナビなどの一般利用だけでなく、航空機の運用や大規模農業のための自動化などにも応用され始めており、本事業の成果は、これらの GNSS 測位の信頼性の向上と安定した運用に役立つ。本事業の研究成果は、日本側コーディネーターが所長を務める鹿児島観測所が位置する鹿児島県垂水市で平成 30 年 12 月に開催される子供向け科学イベントや、日本側コーディネーターが所属する宇宙地球環境研究所が平成 30 年 6 月に開催する研究所一般公開など、さまざまなアウトリーチ活動で一般にも公開していく。

8. 平成30年度研究交流計画状況

8-1 共同研究

整理番号	R-1	研究開始年度	平成28年度	研究終了年度	平成30年度
共同研究課題名	(和文) アジア・アフリカ赤道域における測位衛星障害の研究 (英文) Study of ionospheric GNSS scintillation at equatorial latitudes in Asia and Africa				
日本側代表者 氏名・所属・職名・ 研究者番号	(和文) 塩川和夫・名古屋大学・教授(研究者番号:1-1) (英文) Kazuo SHIOKAWA, Nagoya University, Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職名・ 研究者番号	(英文) Nigeria: RABIU, Babatunde Akeem・National Space Research and Development Agency・Professor (研究者番号:2-1) Indonesia: YATINI, Clara Yono・National Institute of Aeronautics and Space, Space Science Center・Director (研究者番号:3-1) Thailand: KOMOLMIS, Tharadol・Chiang Mai University・Assistant Professor (研究者番号:4-1)				
30年度の 研究交流活動 計画	タイ、インドネシア、ナイジェリアの拠点機関に設置されたGNSS受信機や光学・電磁場観測機器群を中心として、タイ、インドネシア、ナイジェリア、ケニア、ベトナム、オーストラリア、日本などの東南アジア地域や西アフリカ域に設置された電磁場計測機器、夜間大気光カメラやファブリ・ペロー干渉計などの光学観測機器の自動定常観測を維持・継続し、これらの国々の研究者との研究協力体制を維持、発展させる。通常は自動定常観測を行っているこれらの機器を定期的にチェックし、データをWebで公開して共同研究の促進に努めるとともに、故障時は現地に行くなどして修理を行う。これらの観測を通して、アジア・アフリカの両経度における赤道域の測位衛星障害とその原因となる大気・プラズマ変動の同時定常観測に基づく国際共同研究を実施する。				
30年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	赤道地域で最も頻発する測位障害・誤差について、アジア経度とアフリカ経度で、その出現特性、季節変化、時間変化、磁気嵐への応答などの違いが明らかになる。これらの観測に基づいて、測位障害・誤差の発生原因を、磁気緯度・地理緯度の違い、磁気極からの距離の違い、下層大気の対流活動の違い、に関連づけて明らかにすることができる。GNSS測位はカーナビなどの一般利用だけでなく、航空機の運用や大規模農業のための自動化などにも応用され始めており、本事業の成果は、これらのGNSS測位の信頼性の向上と安定した運用に役立つ。特に平成30年度は、アフリカ赤道地				

	<p>域で発生する衛星測位障害の主要原因であるプラズマバブル現象の経度方向の伝搬を夜間大気光カメラから捉え、その速度を背景の熱圏風速場と比較することにより、衛星測位障害の経度方向の伝搬特性とそのメカニズムを理解するための解析を行う。また、東南アジア地域の地上機器で観測される伝搬性電離圏擾乱について、人工衛星の直接観測データとの比較を進め、その発生原因を明らかにしていく。さらに、電磁気圏の擾乱を引き起こす主要原因の一つであるサブストーム現象に伴って地上や衛星で観測される電磁波動の特性を明らかにしていく。</p>
--	---

8-2 セミナー

整理番号	S-1
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「14th Quadrennial Solar-Terrestrial Physics (STP-14) Symposium」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “14th Quadrennial Solar-Terrestrial Physics (STP-14) Symposium”
開催期間	平成 30 年 7 月 9 日 ~ 平成 30 年 7 月 13 日 (5 日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) カナダ、トロント、ヨーク大学
	(英文) Canada, Toronto, York University
日本側開催責任者 氏名・所属・職名・研究者番号	(和文) 塩川和夫・名古屋大学・教授(研究者番号:1-1)
	(英文) SHIOKAWA, Kazuo・Nagoya University・Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職名・研究者番号 (※日本以外での開催の場合)	(英文) Marianna Shepherd, York University, Adjunct Professor ※開催国(第三国)側責任者

参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 (カナダ)	備考
日本	A.	1/7	
	B.	5	
(ナイジェリア)	A.	1/7	
	B.	0	
(その他)	A.	0/0	
	B.	100	
合計 <人/人日>	A.	2/14	
	B.	105	

A. 本事業参加者(参加研究者リストの研究者等)

B. 一般参加者(参加研究者リスト以外の研究者等)

※人/人日は、2/14(=2人を7日間ずつ計14日間派遣する)のように記載してください。

※日数は、出張期間(渡航日、帰国日を含めた期間)としてください。これによりがたい場合は、備考欄にその内訳等を記入してください。

<p>セミナー開催の目的</p>	<p>本シンポジウムは、ICSU 傘下の SCOSTEP（太陽地球系物理学科学委員会）が 4 年に 1 回、開催しており、赤道電離圏に関する衛星測位障害に関する最新の研究成果も含めて、太陽地球系科学に関する包括的な議論を行うシンポジウムである。SCOSTEP は 2014-2018 年に VarSITI（太陽活動変動とその地球への影響）プログラムを中心課題として推進しており、このシンポジウムではその最終年にあたるまとめと次期プログラムの議論も行われる予定である。本事業の日本側コーディネーターはこの VarSITI プログラムの国際共同議長を務めており、このシンポジウムでも組織委員として運営を行っている。このシンポジウムは、超高層大気・プラズマによる衛星通信・測位障害を含めた宇宙天気研究に関して、世界の研究者による講演と議論が行われる。発展途上国の研究者のレベルアップをはかる目的で、ナイジェリアからの参加者である若手研究者（このセミナーに限り参加する者を含む）の旅費も日本側で負担する予定である。</p>		
<p>期待される成果</p>	<p>本シンポジウムにより、アジア・アフリカの研究者が世界の研究者による赤道電離圏の最新の成果に触れることができる。赤道電離圏の変動に関して国際的な議論を行い、それぞれの研究者が国際的な視点で研究を推進できるようになると期待される。今回の参加により本研究拠点形成事業、特にナイジェリアにおける若手研究者の能力開発の更なる発展が期待できる。</p>		
<p>セミナーの運営組織</p>	<p>本事業の日本のコーディネーターは VarSITI プログラムの国際共同議長であり、本シンポジウムは SCOSTEP と本事業との共同開催になる。本シンポジウムについては、日本側コーディネーターの他に、米国、ドイツ、インド、カナダ、ブルガリアなどの研究者が国際組織委員をつとめ、セッションの構成、シンポジウムの各セッションの内容、各セッション内の構成を決めている。</p>		
<p>開催経費 分担内容</p>	<p>日本側</p>	<p>内容 外国旅費 外国旅費・謝金等に係る消費税 合計</p>	<p>400,000 円 32,000 円 432,000 円</p>
	<p>(ナイジェリア) 側</p>	<p>内容 経費負担なし</p>	

8-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

共同研究、セミナー以外の交流（日本国内の交流を含む）計画を記入してください。

所属・職名 派遣者氏名・研究者番号	派遣時期 (●月・●日間)	訪問先・内容
名古屋大学宇宙地球環境研究所・教授・塩川和夫・1-1	平成30年7月・8日間	訪問先：COSPAR Scientific Assembly, Pasadena, California 内容：研究成果発表、意見交換
名古屋大学宇宙地球環境研究所・研究機関研究員・Neethal Thomas・1-22	平成30年7月・10日間	訪問先：COSPAR Scientific Assembly, Pasadena, California 内容：研究成果発表、意見交換
名古屋大学宇宙地球環境研究所・修士課程学生・土屋 智・1-15	平成30年7月・10日間	訪問先：COSPAR Scientific Assembly, Pasadena, California 内容：研究成果発表、意見交換

※1名につき1行で記入してください。

9. 平成30年度研究交流計画総人数・人日数

9-1 相手国との交流計画

派遣先 派遣元	日本 <人/人日>	ナイジェリア <人/人日>	インドネシア <人/人日>	タイ <人/人日>	カナダ(第3国) <人/人日>	米国(第3国) <人/人日>	合計 <人/人日>
日本 <人/人日>		0 / 0 (0 / 0)	2 / 10 (2 / 10)	1 / 5 (1 / 5)	1 / 7 (5 / 35)	3 / 29 (5 / 35)	3 / 29 (5 / 35)
ナイジェリア <人/人日>	0 / 0 (0 / 0)		0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	1 / 7 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	1 / 7 (0 / 0)
インドネシア <人/人日>	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)		0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)
タイ <人/人日>	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)		0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)
カナダ(第3国) <人/人日>	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)		0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)
米国(第3国) <人/人日>	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)		0 / 0 (0 / 0)
合計 <人/人日>	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	2 / 10 (2 / 10)	1 / 5 (1 / 5)	2 / 14 (5 / 35)	3 / 29 (5 / 35)	4 / 36 (5 / 35)

※各国別に、研究者交流・共同研究・セミナーにて交流する人数・人日数を記載してください。(なお、記入の仕方の詳細については「記入上の注意」を参考にしてください。)

※相手国側マッチングファンドなど、本事業経費によらない交流についても、カッコ書きで記入してください。

※相手国以外の国へ派遣する場合、国名に続けて(第三国)と記入してください。

9-2 国内での交流計画

	交流予定人数 <人/人日>
合計	4 / 20 (5 / 25)

10. 平成30年度経費使用見込み額

(単位 円)

	経費内訳	金額	備考
研究交流経費	国内旅費	240,000	国内旅費、外国旅費の合計は、研究交流経費の50%以上であること。
	外国旅費	3,800,000	
	謝金	900,000	
	備品・消耗品購入費	604,000	
	その他の経費	440,000	
	不課税取引・非課税取引に係る消費税	336,000	
	計	6,320,000	研究交流経費配分額以内であること。
業務委託手数料		632,000	研究交流経費の10%を上限とし、必要な額であること。また、消費税額は内額とする。
合計		6,952,000	