

令和 2 年 5 月 22 日現在

機関番号：14301

研究種目：国際共同研究加速基金（国際活動支援班）

研究期間：2015～2019

課題番号：15K21755

研究課題名（和文）地殻ダイナミクスー東北沖地震後の内陸変動の統一的理解ー（国際活動支援班）

研究課題名（英文）Crustal dynamics -Unified understanding intra-island deformation after the Tohoku-oki earthquake

研究代表者

飯尾 能久（Iio, Yoshihisa）

京都大学・防災研究所・教授

研究者番号：50159547

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 46,900,000円

研究成果の概要（和文）：絶対応力、非弾性変形とこれらに関する媒質特性の研究に関して、Caltechやスタンフォード大などに所属するこれらの分野で世界的な業績を上げている海外の研究者と共同研究を行い重要な成果を上げた。また、Richard H. Sibson名誉教授やPaul Segall教授など世界的に著名な研究者を招聘して、集中講義や講演会を行い若手研究者の育成を計ることが出来た。また、ユトレヒト大など世界最先端の装置や技術を持つ研究機関に研究者やポスドク等の短期・長期の派遣を行うとともに、それらの機関から短期に研究者を招聘することにより、データ解析や結果の検討を行うことが出来た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

世界的に著名な研究者や第一線で活躍する研究者と共同研究や議論を行うことにより、研究成果を批判的な視点を含めて適切にとりまとめることが出来るとともに、その過程等を通して、若手研究者の成長に資することが出来た。さらに、学生や若手研究者の個々の研究に関しても、これらの世界的な研究者に聞いてもらい議論することで、彼らの成長を図ることが出来た。さらに、これらの海外の研究者を通して、本領域の成果を深く世界中に浸透させることが出来たことも大きい。これらのことは今後の関連する研究の進展に大きく寄与するものと期待される。

研究成果の概要（英文）：Regarding research on absolute stress, inelastic deformation, and related medium properties, we have conducted important joint research with overseas researchers who have achieved worldwide achievements in these fields belonging to Caltech and Stanford University. We also invited world-famous researchers such as Professor Emeritus Richard H. Sibson and Professor Paul Segall to train young researchers by conducting intensive lectures and seminars. In addition, short-term and long-term dispatches of researchers and postdocs to research institutes with the world's most advanced equipment and technology such as Utrecht University, and the initiation of researchers from those institutes in the short term, data analysis and results could be extensively examined.

研究分野：地震学

キーワード：応力 非弾性変形 断層 岩石変形実験 地殻流体

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

新学術領域研究「地殻ダイナミクス-東北沖地震後の内陸変動の統一的理解-」は、科学技術振興調整費総合研究「陸域震源断層の深部すべり過程のモデル化(1999-2003年)」に端を発するものである。この総合研究においては、それまで全く不明だった内陸地震の発生過程に関する有力な仮説を提案するなどの先駆的な成果を上げた。2002年と2004年に国際シンポジウムを開催し、内陸地震に関する世界的に著名な研究者を多数招聘して議論を行い、内陸地震に関する先進的なプロジェクトとして、高い評価を得ることができた。その成果は、WPGM(Western Pacific Geophysical Meeting)の組織委員会から、この総合研究に関する Special session を行うように招待があったことや、シンポジウムから直接刺激を受け、各国においてそれらを発展させる研究が進められ、本領域の研究者も共著となった論文も含め、Nature 誌にいくつかの論文が掲載されるなどしたこと(例えば、Wannamaker et al., 2009)などに現れている。

本領域においては、絶対応力、内陸の非弾性変形、それらに関連する媒質特性という重要テーマを掲げている。

絶対応力の問題に決着を付けるには、発震機構解の誤差を数度以下に抑えれば良いが、そのためには、本領域の関係者がこれまで精力的に行ってきた、極めて稠密な地震観測が決め手となる。大地震により地殻の応力場が大きく変化している場所において、様々な発震機構解を持った地震が活発に発生していることが必要であるが、このような条件が満足されるのは、世界的に見ても極めてまれであり、日本が世界のリーダーシップを取ることが可能な貴重な分野である。しかし、海外でも追試されなければ、得られた結果が日本の特殊な環境を表すのか、それとも普遍的な性質なのかはわからない。このため、海外の研究者と共同研究を行い、我々の観測研究の手法や結果の妥当性について議論するとともに、海外において追試を行うことが極めて重要であると考えられた。

非弾性変形とそれに関係する媒質の応答特性に関しては、英国の COMET グループ (Centre for Observation and Modelling of Earthquakes, Volcanoes, and Tectonics、英国の主要大学の研究者が参加)や、米国地質調査所が多くの成果を上げており、これらと東北沖地震後の日本の地殻変動との対比等は重要な研究テーマであると考えられた。媒質特性については、世界最先端の熱水実験装置を持つユトレヒト大学の Spiers 教授の研究室等と連携しポスドク等を派遣や招聘して共同研究を推進することが重要であると考えられた。数値シミュレーションに関しては、世界的に高い技術を有しているヨーロッパのグループとの連携を計ることが必要であると考えられた。

2. 研究の目的

本領域は、絶対応力および非弾性変形とそれに関係する媒質の応答特性の問題を解明するものである。東北沖地震後の日本列島はこの問題の解明のために理想的なフィールドとなっているが、海外と比較検討されなければ、得られた結果が日本の特殊な環境を表すのか、それとも普遍的な性質なのかはわからない。海外の研究者と共同研究を行い、データ解析や結果の検討を共同で行うことが本活動の目的の一つである。また、国際的に評価の高い研究者や世界最先端の装置や技術を持つ研究者を招聘して本領域のさらなるレベルアップを計ること、およびポスドク等を長期間派遣して若手研究者の育成を計ることがもう一つの目的となる。

3. 研究の方法

本領域の研究目的の達成と若手研究者の育成のために、海外の研究者と共同研究を行ってデータ解析や結果の検討を共同で行うとともに、研究者の短期の派遣、国際的に評価の高い研究者や世界最先端の装置や技術を持つ研究者の短期の招聘や、ポスドク等の長期の派遣を行った。

4. 研究成果

海外の研究者と共同研究を行うとともに、世界的に著名な研究者や世界最先端の装置や技術を持つ研究者の招聘と研究者の短期の派遣ポスドク等の長期派遣により、データ解析や結果の検討および若手研究者の育成を計ることが出来た。以下に年度ごとの成果を列挙する。

2015年度:

小川康雄が、ニュージーランドに訪問し、沈み込み帯の電気伝導度分布とプレート間摩擦の関係を明らかにするための電磁気観測を行った。また、飯尾能久、松本聡、岡田知己およびポスドクと学生が3月中旬から下旬にかけてニュージーランドを訪問し、オタゴ大学 Richard Sibson 名誉教授とともに関係者と議論を行った。VUW(ビクトリア大学ウェリントン)では、John Townend 学部長、Tim Stern 教授、Martha Savage 教授を訪問し、VUWのPHDと修士の学生とともに、ニュージーランドの応力場や今後の共同研究のさらなる発展のための議論を行った。GNS(地球科学核科学研究所)では、Stephen Bannister 研究員、Yoshihiro Kaneko 研究員らと、Martin Reyners

研究者らのニュージーランド南島南部における広帯域地震観測、北部における稠密地震観測、Grant Caldwell 研究者らの沈み込むプレート境界の最新の成果等について議論を行った。さらに、新学術領域で 2017 年度に予定されている 0.1 満点観測について紹介して、今後、共同研究の可能性のあるフィールドについて検討を行った。また、世界的に著名な科学者である Richard Sibson 名誉教授の案内により、断層見学を行い、活断層およびそれに関する科学の発展についての理解を深めた。

2016 年度：

下記のような長期派遣、長期招聘および短期招聘を行った。長期派遣(博士研究員)：福田惇一博士 (University of Orleans、フランス)、2017 年 1 月～3 月、石英の塑性変形に関する水や封圧などの効果の実験的な評価。長期招聘(博士研究員)：Thomas Anthony Czertowicz 博士 (University of Otago)、2016 年 10 月～2017 年 3 月、中央構造線の発展および断層帯の軟化に関する研究。短期招聘：4 名の国際的に著名な研究者を含め以下のように 10 名を招聘した。Roland Burgmann 教授(UC Berkeley、アメリカ)、Nadia Lapusta 教授(California Institute of Technology、アメリカ)、Richard H. Sibson 名誉教授 (Otago University、ニュージーランド)、Yves Gueguen 教授(Ecole Normale Supérieure, Paris、フランス)、Guillaume Richard 博士、Benoit Bevilard 博士(University of Orleans、フランス)、Nicolas Brantut 教授(University College London、イギリス)、Sylvain Barbot 教授(南洋理工大学、シンガポール)、James D P Moore 博士 (南洋理工大学、シンガポール)、Ahmed E. Elbanna 助教 (University of Illinois, Urbana-Champaign、アメリカ)。

2017 年度：

下記のような長期派遣、長期招聘および短期招聘、短期派遣を行った。長期派遣(博士研究員)：福田惇一博士(University of Orleans、フランス)、2017 年 4 月～2018 年 3 月、石英の塑性変形に関する水や封圧などの効果の実験的な評価。岡本あゆみ博士(コトレヒト大学)、2017 年 4 月～7 月、緑泥石粉末および単結晶の摩擦実験、および B01 班の竹下ほかによって採取された中央構造線近傍のカタクレーサイト・マイロナイトをもちいた摩擦実験。長期招聘(博士研究員)：Thomas Anthony Czertowicz 博士 (University of Otago)、2017 年 4 月～9 月、中央構造線の発展および断層帯の軟化に関する研究。短期招聘：7 名の国際的に著名な研究者を含め 12 名を招聘した。Jeanne Hardebeck 博士 (USGS)、Robert Holdsworth 教授 (ダーラム大学)、Stephen F. Cox 教授 (ANU)、Bruce Hobbs 名誉教授 (西オーストラリア大学)、Tim J. Wright 教授 (リーズ大学)、Kuo-Fong Ma 教授 (台湾・国立中央大学)、Dan McKenzie 教授 (ケンブリッジ大学、王立科学協会フェロー)、Fred Politz 博士(USGS)、Sylvain Barbot 教授、James D P Moore 博士(南洋理工大学)、Guillaume Richard 博士 (オルレアン大学)、Ruey-Juin Rau 教授 (台湾成功大学)。短期派遣：岩森光・中村仁美 (ロシア科学アカデミー)、曾田祐介 (ノルウェー、ランゲイヤ島)、岡田知己 (ニュージーランド地球科学年次総会)。

2018 年度：

下記のような派遣や招聘を行った。長期派遣(博士)：伊東優治(カナダ地質調査所)、2018 年 4 月～2019 年 2 月、プレート境界における相互作用に関する研究。派遣：岡田知己准教授(VUW, GNS, ニュージーランド)、田上高広教授、宍倉愛(学生)、小林侑生(学生)(メルボルン大学、オーストラリア)、野田博之准教授(中国国家地震局, ICCE)、野田博之准教授(コトレヒト大学、オランダ)、渡邊了教授(ENS パリ)、深畑幸俊准教授(リーズ大学、イギリス)、西村卓也准教授(カナダ地質調査所)、佐藤大祐(博士研究員)(カルテック、アメリカ)。岩森光教授(東京大学地震研究所)、中村仁美研究員(産総研)(ロシア科学アカデミー)。短期招聘：3 名の国際的に著名な研究者を含め 11 名を招聘した。Richard H. Sibson 名誉教授(オタゴ大)、Paul Segall 教授(スタンフォード大)、Tim J. Wright 教授 (リーズ大)、Sylvain Barbot 教授(南カリフォルニア大)、Martha Savage(ビクトリア大、ニュージーランド)、Egil Hauksson 教授(カルテック、アメリカ)、Jianye Chen 博士(コトレヒト大)、Lingsen Meng 教授、Han Bao 博士 (カリフォルニア大学ロサンゼルス校)、Sagar Masuti 博士、James D P Moore 博士 (南洋理工大学、シンガポール)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Itoh, Y., Wang, K., Nishimura, T., & He, J.	4. 巻 46
2. 論文標題 Compliant volcanic arc and backarc crust in southern Kurile suggested by interseismic geodetic deformation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 11790-11798
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） .org/10.1029/2019GL084656	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kubota, Y., Takeshita, T., Yagi, K., Itaya, T	4. 巻 39
2. 論文標題 Kinematic Analyses and Radiometric Dating of the Large-Scale Paleogene Two-Phase Faulting Along the Median Tectonic Line, Southwest Japan.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Tectonics	6. 最初と最後の頁 1-29
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） .org/10.1029/2018TC005372	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Okamoto, A.-S., Niemeijer, A. R., Takeshita, T. Verberne, B. A., Spiers, C. J.	4. 巻 -
2. 論文標題 Frictional properties of actinolite-chlorite gouge at hydrothermal conditions.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Tectonophysics	6. 最初と最後の頁 228377
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） .org/10.1016/j.tect.2020.228377	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

地殻ダイナミクス
<http://cd.dpri.kyoto-u.ac.jp/>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	松澤 暢 (Matsuzawa Toru) (20190449)	東北大学・理学研究科・教授 (11301)	
研究分担者	鷲谷 威 (Sagiya Takeshi) (50362299)	名古屋大学・減災連携研究センター・教授 (13901)	
研究分担者	竹下 徹 (Takeshita Toru) (30216882)	北海道大学・理学研究院・特任教授 (10101)	
研究分担者	清水 以知子 (shimizu Ichiko) (40211966)	京都大学・理学研究科・准教授 (14301)	
研究分担者	芝崎 文一郎 (Shibazaki Bunichiro) (20344012)	国立研究開発法人建築研究所・国際地震工学センター・上席 研究員 (82113)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	武藤 潤 (Muto Jun) (40545787)	東北大学・理学研究科・准教授 (11301)	
研究分担者	岩森 光 (Iwamori Hikaru) (80221795)	東京大学・地震研究所・教授 (12601)	
研究分担者	深畑 幸俊 (Fukahata Yukitoshi) (10313206)	京都大学・防災研究所・准教授 (14301)	
研究分担者	西村 卓也 (Nishimura Takuya) (90370808)	京都大学・防災研究所・准教授 (14301)	