

京都大学教育研究振興財団助成事業
成 果 報 告 書

平成 31年 2月 25日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団

会 長 藤 洋 作 様

所属部局・研究科 理学研究科 地球惑星科学専攻

職 名・学 年 博士課程 2年

氏 名 伊東 優治

助成の種類	平成 30 年度 ・ 在外研究助成	
研究課題名	120年間の測地データを用いた千島海溝南部における地震サイクルの挙動の 解明	
受入機関	Pacific Geoscience Centre, Geological Survey of Canada	
渡航期間	平成 30年 6月 4日 ~ 平成 31年 2月 20日	
成果の概要	タイトルは「成果の概要／報告者名」として、A4版2000字程度・和文で作成し、添付 して下さい。「成果の概要」以外に添付する資料 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有()	
会計報告	交付を受けた助成金額	1,015,000円
	使用した助成金額	1,015,000円
	返納すべき助成金額	0円
	助成金の使途内訳	滞在費 1,015,000円
		※不足分の滞在費, 航空券やビザ申請料等他の費用 は他の資金より支出

当財団の助成について	(今回の助成に対する感想、今後の助成に望むこと等お書き下さい。助成事業の参考にさせていただきます。) ご支援いただきありがとうございました。	

Pacific Geoscience Centre, Geological Survey of Canada の Kelin Wang 博士の元に約 9 ヶ月滞在し千島海溝南部における地震サイクルの挙動の解明を目指し研究に取り組んだ。千島海溝南部では、17 世紀に海溝付近をすべり域とする大津波を伴うマグニチュード(M)9 級の大地震があったことが知られており、その再来が予見されている。したがって、千島海溝南部における地震サイクルの挙動の解明は科学的にも社会的にも重要な課題である。千島海溝南部では先述の M9 級地震のほか、根室沖で 1973 年に、十勝沖で 1952 年と 2003 年に、青森沖で 1968 年に M8 級地震が発生しており、これらの M8 級地震の地震前・地震時・地震後の地殻変動は測地学的に観測されている。これらのデータを用いることで、千島海溝南部における M8 級地震サイクルの挙動を解明し、加えて M9 級地震の発生領域におけるひずみの蓄積過程に関する示唆を得られることが期待される。

地震サイクルの挙動は沈み込む海洋プレートと陸側のプレートの境界の断層におけるすべりと固着の時空間変化で表すことができ、千島海溝南部におけるその最近 120 年間の履歴を明らかにすることが本研究の目標である。しかし、実際の観測データには一般に数十年から数百年のタイムスケールで進む地震サイクルに伴う変動と、地形等から地質学的に観測される大陸プレートの永久変形が混ざっていると考えられることから、観測データから地震サイクルのモデル化を行うには両者を分離することが極めて重要となる。そこで最初に、永久変形がどのように進行しているかの検討を行った。北海道における永久変形のメカニズムの通説として、太平洋プレートの斜め沈み込みに伴う前弧側の南西進（前弧スリバー運動）がこれまで広く知られてきた。そうでありながら、火山フロント沿いに横ずれの活断層が分布していないことなどから、現在もスリバー運動が続いているかは疑問視されていた。そこで、私は 2003 年十勝沖地震の前に GNSS 観測された地殻変動データと、プレート境界で発生した主に中規模地震のすべり方向、先行研究で得られた地殻の不均質構造や応力パターンの分布、活断層分布や地形データを比較し、過去にスリバー運動があったことは間違いないとみられるが、現在においては永久変形の様式が変化した可能性があることを導いた。次に、同じ GNSS データを用いて M8-9 級の地震間の地殻変動の変動源のモデル化を行った。地震間の地殻変動の変動源が主にプレート間の固着であることが知られてきたが、近年の研究により固着に伴う弾性変形だけでなく粘弾性変形も考慮することの重要性が指摘されている。さらに、粘弾性変形をモデル化する際には沈み込む海洋プレート等の不均質な地下構造を組み込むことも極めて重要である。そこで、有限要素法 (FEM) を用いて単純な固着分布を仮定して地震間の固着に伴う弾性・粘弾性変形を計算し、観測データとの比較を行った。その結果、従来千島海溝沿いの固着のモデル化の研究において多くの場合考慮されてこなかった粘弾性変形の重要性が示された。また、火山分布や地殻熱流量分布などから前弧と比べて火山フロント域の大陸プレートは変形しやすい (compliant) ことが期待されていることから、

compliant な大陸プレートの影響を組み込んだモデルでもプレート間固着による地殻変動を計算した。これらの計算結果を実際の観測データを比較したところ、北海道東部においては実際に火山フロントと背弧が前弧と比べて compliant である可能性があることが示された。本研究で検討したような地下の不均質構造をモデルに考慮するには FEM を使用することが必要であり、有限要素法を用いた地殻変動研究において世界の最先端を走る Wang 博士の研究グループに滞在したことで手法を効率よく習得することができた。さらに、先述のシミュレーションを基に決定した地殻の不均質構造と大陸プレートの永久変形の影響を考慮してプレート間の固着の詳細な分布をインバージョン解析によって推定した。その結果、海溝から深さ 20-40km 程度の深さまでプレート境界が完全に固着していることが推定された。これは近年の M8 級地震の地震時すべり域の下限と比べて浅く、プレート境界断層の摩擦則から期待される地震間の固着の時間変化と整合的である。

これらの成果は 2003 年十勝沖地震前の数年間の GNSS データから得られている。これは GNSS 観測開始前の 100 年間の測地データ（三辺・三角測量、水準測量、験潮）と比べて GNSS データは時間分解能が高く、研究対象としていない地殻変動成分（例えば火山活動）の把握と分離が比較的容易であるためである。本成果は M8-9 地震間の地殻変動の基本的なメカニズムの解明に寄与しており、したがって 120 年間の地震サイクルの挙動を解明する上での基盤となるものである。成果の多くは当初想定していなかった問題から得られたものであり、それらを追究した結果、滞在中にはそれ以前の 100 年間のデータを使った合計 120 年の地殻変動の履歴のモデル化を始めるには至らなかった。しかしながら、帰国後も Wang 博士と議論を続けるほか、Wang 博士のグループで使われている FEM の計算プログラムも使えることとなった。今後は本滞在の成果を元にモデル化の期間を 120 年間に拡張、千島海溝における地震サイクルの解明に励んでいく。

また先述の研究成果だけでなく、同研究所で研究に励む University of Victoria の大学院生とも議論や食事を共にすることで交流を深めることができたことも大きな成果である。貴財団からの助成により今回の滞在にとどまらず今後私が研究者としてのキャリアを進んでいく上でかけがえのない仲間作りをすることができた。厚く御礼申し上げる。本報告書に記載した研究成果の一部はアメリカ合衆国 Washington DC で開催された AGU Fall Meeting 2018 にて報告されたほか、学術論文として国際誌への掲載に向けて現在原稿を準備している。また、今後随時国内外の学会で報告していく予定である。