二国間交流事業 共同研究報告書

令和4年4月28日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[代表者所属機関・部局]
国立大学法人弘前大学・大学院理工学研究科
[職・氏名]
教授・谷田貝 亜紀代
[課題番号]
JPJSBP1 20199401

1. 事業名 相手国: トルコ (振興会対応機関: TUBITAK)との共同研究

2. 研究課題名

(和文) トルコ小流域を対象とした河川流出と水力発電への気候変動評価

(英文) Assessment of Climate Change Impacts on Streamflow and Hydropower in Antalya, Turkey

3. 共同研究全実施期間 2019年4月1日 ~ 2022年3月31日 (3年0ヶ月)

4. 相手国代表者(所属機関・職・氏名【全て英文】)

Middle East Technical University・Professor・Elcin Kentel

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額	4,712,500 円
内訳	
1年度目執行経費	2,337,500 円
2年度目執行経費	2,375,000 円
3年度目執行経費	- 円

6. 共同研究全実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	7名
相手国側参加者等	3名

* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1年度目	4	0	3(0)
2年度目	-	-	-(-)
3年度目	-	-	-(-)
4年度目	-	-	-(-)

* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣: 本委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入: 相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は本委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流実績の概要・成果等

(1)研究交流実績概要(全期間を通じた研究交流の目的・研究交流計画の実施状況等)

初年度（令和元年度）

- 1)2019年4月相手方（中東工科大学）を訪問し、研究計画の詳細を打合せた。
- 2)2019年9月トルコでキックオフ（Kick-off）会議を開催した。
- 3)キックオフ会議にあわせて、Oyapinar 流域を調査した。先方の予算が大幅にカットされ調査規模が縮小されたものの、対象とする水力発電施設、水利庁（DSI）、気象庁（SMS）を訪問した。アンタルヤの気象観測施設も見学し、現地技術者・研究者らと意見交換した。
- 4)先方の研究者は、日本側が用いる計算機や解析ソフトウェアの使用経験がなかったため、次のように技術研究指導を行った。
 - ①2019年5月-8月、インターネット（Skype）による打合せ、データの事前準備指導。
 - ②9月13日、トルコ側2名（Kentel, Mesta）が日本を訪問。日本側代表者および若手（柳澤）が Mesta 氏に降水グリッドデータ（APHRODITE）作成手法を指導。
 - ③9月1日-30日、日本側若手（古田）が気象研究所にて、佐々木の監修の下、水平解像度5kmの NHRCM（非静力学モデル）による「現在気候」力学的ダウンスケーリングを実施。
 - ④10月1日-10日、古田が Mesta 氏に③について指導。
 - ⑤10月23日-12月2日、Mesta 氏が気象研究所にて、④に基づき「温暖化気候」のダウンスケーリングを実施。

以上により、トルコ Oyapinar 流域の降水グリッドデータ（②）、気象研究所の NHRCM による現在気候20年分（③）、温暖化時20年分（⑤）について計算が終了した。

- 5) 3)と4)を踏まえて山岳域の降水量を補正し、対象流域について流量に対して検証する計画であったが、広域降水データを入手できなかったため、日本について NHRCM を用いてグリッドデータ作成手法の開発を行った。その成果は、論文（Masuda et al., 2019）および発表業績（谷田貝ほか2020）となった。

令和2,3年度

- 6) 令和2年度、ひきつづき調査と現地研究者へのフィードバックを行う計画であったが、COVID-19により、トルコへの渡航が不可能になった。本事業は令和3年度までの延長が認められたが、依然として渡航は難しく、現地での交流は不可能であったため、当初の予定を大幅に変更した。相手方は2021年夏季に終了し、TUBITAK へのトルコ語の報告書、スライドの一部が送られてきた。また、最終報告会・研究会を行いたいと意見交換をした。
- 7) 令和2年度-令和3年度において、作成されたデータによる合成解析（スーパーアンサンブル）を実施する計画であったが、COVID-19による影響を受け、トルコについての予定した統合解析は、2022年3月に気象研究所を訪問し集中的に行った。一方で、同手法をアジアの他の地域（中央アジア、東南アジア）に適用した成果は、論文投稿し、一度の査読を経た。
- 8) 5)に記載のとおり、4)NHRCMによる現在気候データ（③）は、水資源量把握・補正に飛躍的に貢献するものである。トルコ対象流域の検証は、今後の現地との交流次第である。一方、NHRCM 現在気候データの有効性を示したことで、山岳水資源に依存する地域（パキスタン、キルギス）との共同研究へ発展した。

(2)学術的価値（本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果）

近年地球温暖化による豪雨や農業生産の変化を推定する研究、時間解像度の高い研究が増えているが、本研究は、時間解像度は低く月平均気温、月降水量であるが、高い空間解像度で、山岳降水の評価に焦点をあて、トルコ小領域の水力発電への影響を調査するものであった。水資源への温暖化影響

や適応を考える上で、山岳雪氷水資源は大変重要であり、本研究交流により月単位の議論であっても、定量性にすぐれた降水量データの重要性が明白となった。

トルコ側は様々な温暖化実験（CORDEX 等）の結果と NHRCM による予測を比較し、我々は、観測データにより精度の高いデータを作成した上で、NHRCM と相補的利用を目指した。2021 年に公表された IPCC 第 6 次評価報告書（AR6）でも、降水量の将来予測にはモデルによる違いが大きいことが示されており、AR6 の第 1 作業部会（WG1）報告書に付帯された Interactive Atlas には CMIP5, CMIP6, CORDEX などモデル結果だけでなく、複数の降水・気温データセットによる Atlas も公開されている。モンスーンアジア地域について APHRODITE データも月降水量の場や時系列が公表されており、世界にその品質が知られるものとなっている。2011 年に公開した APHRODITE データ（Yatagai et al., 2012）は、中近東、ロシアも含むが 2007 年までのデータしかないため掲載されなかったと考えられる。本研究交流において観測データを整備することが重要であるとトルコ側に繰り返し伝えたことと、最新 IPCC 報告書の Interactive Atlas に中近東はデータが掲載されていないことから、次期の IPCC 報告に向けて中近東も Interactive Atlas に掲載されるよう関係者に伝えた。そのためにも、観測データとモデルデータの合成解析について、複数の地域で学術的成果を論文にまとめる準備中である。

本研究交流により月単位での定量評価の重要性がますます認識され、日本を含む他の地域にも同手法が展開されようとしている。日本については、Masuda et al. (2019) や、増田 (2019, 修士論文)、佐原 (2020, 卒業論文) で、寒冷地域の降水量定量評価の成果につながっている。Masuda et al. (2019)、増田 (2019) が水収支の検証で扱った日本の流域（例えば手取川）には、水力発電にも用いられるダムもあり、本研究交流により調査した水力発電への影響という視点は、今後日本の水力発電への影響調査に展開することが十分期待できる。

(3) 相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

初年度（令和元年度）、相手国研究者が日本を訪問した際に、日本の若手研究者と交流しながら、マニュアル作りを含めて指導を行った。それにより、トルコ側若手が気象研究所でデータを作成する際、気象庁担当職員が直接的に技術的指導をせずとも、データを作り上げることができた。作成されたモデルデータは、計算機（スパコン）実行を行った文部科学省の統合プロジェクトによる成果と位置付けられているが、本事業による両国の若手研究者交流により得られた研究成果とも言える。

(4) 社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

本研究交流は、トルコ側研究者がカウンターパートとなる日本人研究者を探したことがきっかけであり、トルコ側の研究者である Mesta 氏(大学院生)が日本の気象研究に大変興味があり、交流を深めたいと発言したことが発端であると聞いた。

温暖化への適応は、現代の社会生活、現代的な重要な問題の一つである。モデルの予測には不確実性が高いこと、ダムなどのインフラ整備は 20 年、30 年先を計画するものであり、降水量の定量評価なくしては、農業用水やエネルギー供給への対応は不可能である。降水データを整備することにより、水資源管理、ひいては社会生活の向上に貢献できる。すなわち、温暖化時のトルコの水資源・水力発電資源の変化・適応に関する極めて重要な知見を提供した。

(5) 若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取り組み、成果)

本事業には多数の大学院生が参加し、中核的な役割を担うこととなった。

日本の参加者(修士課程大学院生 2 名)は交流や気象研究所での作業経験を活かすことができるコンサルタント会社に就職し、機会があれば気象庁などで開発の一端を担う業務や、大学院博士課程への進学を考えて

いる。また、トルコや他研究機関との研究交流により人的ネットワークが構築され、研究基盤の裾野が広がった。

なお、データ整理をした学生は、いずれも気象分野の数値解析レベルが向上し、うち2名は、2022年4月から弘前大学大学院および筑波大学連携大学院(研究は気象研究所で行う)に進学した。

(6)将来発展可能性(本研究交流事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか)

気象庁気象研究所非静力学モデル(NHRCM)の出力を用いることにより、世界の降水見積りが改善する。また日本の水力発電への影響も評価できると思われる。

(7)その他(上記(2)~(6)以外に得られた成果があれば記述してください)

例:大学間協定の締結、他事業への展開、受賞、産業財産権の出願・取得など

本研究を踏まえ、参画者の村田(気象研究所)が令和4年度から開始される先端プロジェクトにおいて、外国人を招聘してスパコン計算をする予算を確保し、トルコの現在気候再現実験データについて古田、Mesta氏がNHRCMを実行した研究において、谷田貝が紹介したキルギス共和国およびパキスタンの研究者と発展的に実施できることとなった。