

研究におけるカーボンフットプリントについて

慶應義塾大学法学部・自然科学研究教育センター教授 杉本 憲彦

金星探査機「あかつき」

2010年に打ち上げられた日本の金星探査機「あかつき」は、2015年12月に金星周回軌道への再投入に成功し、現在も観測を継続している。著者は現在の職に着任した頃から、じっくり継続できる研究テーマとして、金星大気の研究を開始し、現在に至っている。我々が開発した、地球シミュレータ上で動く金星大気大循環モデルは、これまでの観測で発見された金星大気の様々な現象の再現に成功してきた。

また、地球の天気予報などで用いられている、観測データを同化する仕組みを、世界で初めて金星大気に導入することにも成功した。これにより、金星探査機「あかつき」の観測データを金星大気大循環モデルに取り込むことができ、より信頼性の高い客観解析データの提供が可能になる。このような背景から、著者は次期金星探査計画のワーキンググループなどにも関わるようになってきている。本稿では、ここ最近

に経験した、天文学分野におけるカーボンフットプリントに関する話題を提供したい。

カーボンフットプリント

地球温暖化の原因は温室効果ガスである。この排出量の推計には、スコープ1:自分が所有する発生源でのガソリンや都市ガスの燃焼による直接排出、スコープ2:電力等のエネルギー使用を通じた間接排出、が通常用いられる。それに加えて、「カーボンフットプリント」と呼ばれるスコープ3:自分が消費する製品や使うサービスの製造、輸送、廃棄などのすべての過程(ライフサイクル)をさかのぼって排出量を推定する、という考え方がある。

例えば、国立環境研究所によると、日本の家庭部門の温室効果ガス排出量はスコープ2では全体の2割であるのに対して、スコープ3では6割にも達する、との推計が報告されている。カーボンフットプリントを用いることで、再生可能エネルギーの導入や省エネのみならず、我々の生活を支える食品、様々な製品、サービス等についても、温室効果ガスの排出を抑制していくことが、とても重要であることが理解できる。

これまで、国、地域、都市などでは、スコープ2での排出量の削減を目標に、「ゼロカーボンシティ」宣言などを目指してきた。しかし、スコープ2では、その地域での消費を支えている、他の地域での排出がカウントされない「リーケージ」と呼ばれる問題が起こってしまう。このた

■すぎもと・のりひこ

1977年京都生まれ。奈良女子大学文学部附属高校卒、京都大学理学研究科卒、理学博士。名古屋大学工学研究科COE研究員、慶應義塾大学法学部専任講師、准教授を経て、2020年より同法学部教授。気象予報士、ワインエキスパート。2017年日本流体力学会竜門賞。専門は気象学、地球流体力学、惑星大気科学。主な著書に『風はなぜ吹くのか、どこからやってくるのか』、『はじめて学ぶ大学教養地学』、『空があるから』他。

め、将来的にスコープ3 (カーボンフットプリント) での排出量をゼロに近づけることが大切になってくる。

天文学分野の動向

2022年3月21日、「Nature Astronomy」誌に天文学分野のカーボンフットプリントの推計論文が発表された。現在稼働している地上での天体観測や探査機による宇宙ミッションのカーボンフットプリントは $20.3 \pm 3.3 \text{ Mt}$ の二酸化炭素相当量で、毎年 $1,169 \pm 249 \text{ kt}$ の二酸化炭素相当量を排出しているとの報告である。これは天文学者1人当たりによると年 $36.6 \pm 14.0 \text{ t}$ の二酸化炭素相当量となり、現状の日本人の1人当たり 7.27 t 、2030年目標の 3.00 t と比べても非常に大きな値となる。

この例のみならず、近年の天文学分野の傾向として、環境に対する負荷を低いものにしていこう、という考え方が次第に浸透しつつあるようだ。著者は最近、International Astronomical Union (IAU: 国際天文学連合) へ新しい国際会議の開催を提案するプロジェクトの一員になることを依頼された。ここでのメインピックの一つも、やはり研究活動のカーボンフットプリントをどのように削減していくかであった。アイデアとしては、ヨーロッパ、アジア、アメリカで3つのハブを作り、それら3つハブへ近くの研究者が集まることで、なるべく空路の移動を削減して国際会議を開催する、というものである。

今後の方向性

ヨーロッパでは天文学分野に限らず、研究におけるカーボンフットプリントが重視されるようになってきていて、アジアで行う国際会議に参加したがる研究者も増えている。コロナ下において、リモート会議が普及したことも、国際

会議の現地参加は不要である、という考え方の後押しになっている。これらは研究分野における今後の温室効果ガスの排出抑制につながるだろう。一方で、日本で研究をしている身として、国際会議に現地参加し、世界の研究者と対面で議論し、交流を深めることの重要性も強調しておきたい。

また、著者の研究内容は天体観測ではなく、数値計算が主体である。しかし、スーパーコンピュータを使用した研究でも、その建設や運用のカーボンフットプリントを算出すると、かなりの二酸化炭素相当量になることが容易に想像できる。金星探査機「あかつき」の関連研究でのカーボンフットプリントも相当なものだろう。

研究活動におけるカーボンフットプリントを削減しようとする試みには反対ではない。一方で、それによって研究活動が制限され、よい研究成果が出せなくなるのでは、科学の進展の足かせになってしまう。

新しい国際会議の提案については、IAU側から様々な要求が入って、いったん白紙になることが決まった。著者自身、海外出張にも行きたいし、研究活動におけるカーボンフットプリントの導入に、全面的に賛成できる気持ちではなかったため、少しほっとしている。プロジェクトに関わることで、世界の動向を知れたことが、今回の一番の収穫である。

(2022年5月9日)