

審査の結果の要旨

氏名 岡崎 淳史

過去の気候変動の様子やそのメカニズムに関する知見は、気候システムを理解し将来を予測した上での社会基盤の設計に際し極めて重要である。近代的な技術で観測した気温や降水の記録はせいぜい過去1世紀分程度しか存在しないため、さらなる過去の気候については自然界に存在する気候の代替情報が用いられている。しかしながら、その拠り所となっている現代の代替情報と気候情報との関係性が過去に遡っても定常であるという保証はない。このような背景のもと、岡崎淳史氏は博士論文「水同位体大気陸面結合モデルの開発及び同位体気候プロキシデータによる検証」において、代替情報としてよく用いられている水の安定同位体比情報を直接データ同化することによって気候モデルを拘束して気候場を復元することを試み、それに成功した。本博士論文は六章から構成されている。

第一章では、研究の背景と目的について述べられている。水の安定同位体の理論的な背景を説明したうえで、気候復元の重要性と、過去の研究例に存在する問題点を指摘し、本論文の位置づけを示している。

第二章では同位体大気陸面結合モデルの開発を行い、再解析データを用いてナッジングをした実験から得られた降水同位体比、水蒸気同位体比、土壌水同位体比について観測と比較し検証を行った。その結果、既往の類似モデルと比較して本モデルは最高の成績を示しこの傾向は低緯度において顕著であることが確認された。

第三章では上記の同位体大気陸面結合モデルの出力を用いてアイスコア・サンゴ・樹木セルロースに含まれる酸素同位体比の再現を試み、検証を行った。この結果およそ七割程度のサンゴおよび樹木セルロースのサンプルについて同位体比の年々変動を再現することができた。一方アイスコアについては再現性が確認できたのは二割程度であった。これはアイスコアが採掘された地点における入力値すなわち同位体大気陸面結合モデルによる大気循環場の再現性が低いためだということかが明らかとなった。

第四章では代替指標に含まれる同位体比情報のデータ同化の実現可能性を検

討した。データ同化手法として、同化後の結果をシミュレーションにフィードバックしない「オフラインデータ同化」と呼ばれる考え方を採用し、降水同位体比を同化することにより対象としたすべての変数（降水同位体比・気温・降水量・海面気圧）についてほぼ全球で第一推定値より解析値が真値に近づくことが確認された。これは降水同位体比が ENSO のシグナルを強く反映しているためであり、降水同位体比が広域の気温や降水量に影響を受けていて豊富な情報を保持していることを示している。

さらに第五章において、現実存在するアイスコア・サンゴ・セルロースに含まれる同位体比情報を用いたデータ同化（プロキシデータ同化）を行った。事前に行った理想化実験の結果、降水同位体比を同化した場合とほぼ変わらないスキルを得ることができたことを踏まえ、これらの結果がどの程度頑健であるかを調べるため、現実的なプロキシデータ同化の条件に近づけていったときに再現性がどのように変化するかを調査した。現実的な条件とは観測海面水温が存在せず代替指標となる同位体比情報のみが入手可能であるような状況である。まず観測海面水温が存在しないという条件を考慮しシミュレーションは、大気海洋結合モデルによってシミュレートされた海面水温を用いた。この結果同化スキルは全体的に低下したものの、129 地点のデータを同化するだけで 30% 以上の面積における気温を有意に再現することができた。特にエルニーニョ南方振動 (ENSO) の再現性は相関係数 0.6 ($p < 0.01$) 以上を保っていた。さらにプロキシデータ同化により再現される空間パターンはプロキシの空間分布によって大きく変化することが分かった。これらの結果から、今後プロキシ情報が拡充されていくことにより、プロキシデータ同化の精度が向上し、過去気候をより精度よく復元することが可能であることが確認できた。

最終章である第六章には全体のまとめを示している。

なお、本論文補遺第 A 章は、P.J.-F. Yeh、芳村圭、渡部雅浩、木本昌秀、沖大幹との、本論文補遺第 B 章は、佐藤雄亮、G. Tremoy、F. Vimeux、R. A. Scheepmaker、芳村圭との共同研究であるが、論文提出者が主体となって観測・分析・考察を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

以上、本博士論文は水同位体大気陸面結合モデルを開発し、プロキシデータ同化手法を適用することで気候復元の実現可能性を示した科学的、社会的有用性に富む独創的な研究成果と評価できる。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。