

# 序 文

“大気科学 (atmospheric science)”は古典的な気象学や気候学から発展してきた学問分野である。その一方で、大気科学は大気力学、大気物理学、大気化学などの基礎科学に分類することも可能である。また、近年では人間活動や生態系との関わりに注目した大気環境学や地球環境学という応用科学の分野も開拓されている。このように、大気科学は現代の地球科学の中心的な一分野となっている。

ある学問が、ひとつの学問分野として確立するためには、(1) 独自の研究対象をもち、(2) 独自の研究手法が開発されており、そして、(3) 独自の目的に向かって研究が行われる必要がある。この学問分野の定義を大気科学に当てはめてみると、第1の条件の独自の研究対象は自明で、それは地球大気そのものである。緯度は南極から北極まで、経度は $360^\circ$ の周期境界、そして鉛直には地表から気圧が0となる極限までが大気科学の研究対象であり、これは独自のものである。時間軸に関しては、約46億年前の地球大気誕生から、現在を経て、未来へと延長される。本書のような地球大気の科学では地球が対象となるが、一般的な大気科学としては地球以外の惑星大気も研究対象となる。

第2の条件の独自の研究手法としては、気象観測や天気図解析、準地衡風理論、プリミティブ方程式系、非静力学モデルなどがあり、これらは大気科学独自の手法や理論体系として他の学問分野と区別できる。大気科学を方法論で分類すると、観測・解析・理論・モデリングという手法に分類される。

では、第3の条件の独自の目的とは何であろうか。気象観測により大気の実態を把握し、現象のメカニズムを理解 (understanding) することは学術的な目的のひとつであるが、観測結果を初期値にして天気予報 (prediction) を行い、予報精度を高めて社会に役立てることも大気科学の重要な目的のひとつである。天気予報を延長した地球温暖化の将来予測なども重要な研究目的のひとつである。では、天気予報が大気科学の独自の最終目的かということ、その先には気象制御 (control) というより高度な目的の設定が可能である。身近なところでは

## 序 文

人工降雨の実験などは気象制御である。技術的には制御は予測の先をいく目的であり、地球温暖化の抑制なども制御のひとつである。より信頼性の高い将来予測を行ったうえで、人間環境に適した気候制御を行うことは、大気科学の重要な目的のひとつである。しかし、われわれは現象の把握、メカニズムの解明、将来予測、気象制御のさらに先に、新たな大気科学の目的を設定することができる。それは大気の創造（creation）である。人類が将来において他の惑星に移住し、安全で快適に暮らすために、正確な予測と信頼のおける制御の下で、新たな生活空間を創造する。テラフォーミングとよばれる他の惑星への移住計画は、予測や制御の先を見据えた大気科学の壮大で究極的な目的といえる。

「地球大気の科学」というタイトルで、現代地球科学入門シリーズの1冊を執筆してほしいと出版社から依頼を受けたとき、太陽・惑星系のひとつとしての地球という視点で本書を執筆し、地球惑星科学のなかの大気・水圏科学という位置づけで、固体地球や天文・宇宙の広範な分野の専門家に読んでいただくための教科書となることを想定した。本書は、現代の最先端の研究成果を紹介しつつも、寿命の長い教科書を目指すとの編集委員の方針により、普遍性の高い大気科学の基礎的な知識と理解を盛り込むことに努めた。そのために、本書は小倉義光先生の名著『気象力通論』を参考に、さらに、質量保存則、運動量保存則、エネルギー保存則を統一的にまとめたバランス方程式の概念や、これらの保存則が数学的な対称性を背景に構築されるという連続流体のハミルトニアンシステムについて詳しい説明を盛り込んだ。

本書の内容は、大学の学部生と大学院生をおもな対象として、筑波大学の学群および大学院の大気科学の講義資料から執筆した教科書であるが、微積や線形代数の基礎をすでに修得した地球惑星科学の他分野の専門家の参考書としても利用していただけると幸いである。本書は宇宙から地球を俯瞰した大気大循環をおもな対象とし、大気科学全般を網羅するものではないが、現代地球科学の幅広い理解を志す読者に少しでも役立つことを願っている。なお、本書を執筆するにあたり、共立出版の信沢孝一氏、三輪直美氏には大変お世話になった。心から感謝申し上げる。

2017年4月3日

田 中 博