

第 1 章 序

概要

人類が気候に与える影響

人間活動は、放射において重要なガス及びエアロゾルの排出とそれに伴う大気中濃度の変化、及び陸面特性の変化を通じて、地球のエネルギー収支に影響を与え続けている。前回までの評価報告書において、地球全体にわたって気候が変化しており、その大部分が人間活動の結果であることが、複数の証拠を通じて既に示されている。最も説得力のある気候変動の証拠は、大気、陸域、海洋及び雪氷圏の観測から得られている。現場観測及び氷床コアの記録による疑う余地のない証拠は、二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)、一酸化二窒素(N₂O)などの重要な温室効果ガスの大気中濃度が過去数世紀にわたって増加してきたことを示している。{1.2.2、1.2.3}

気候に影響を与える過程は、かなり大きな自然の変動性を示すことがある。外部強制力が無い場合でも、広範囲にわたる空間・時間スケールにおいて周期的変動やカオス的な変動が観測されている。このような変動性の大部分は、単純な分布(例えば、単峰型やべき乗型など)で表すことができるが、気候システムの多くの要素は、複数の状態(例えば、氷期-間氷期サイクルや、エルニーニョ・南方振動(ENSO)のような内部変動の特定モード)を取ることもある。いくつかの状態間の遷移は、自然の変動性の結果、あるいは外部強制力への応答として起こり得る。変動性、強制力及び応答の関係は、気候システムの力学の複雑さを明らかにしている。すなわち気候システムのある部分では、強制力と応答との関係がかなり線形であるようだが、この関係がはるかに複雑な場合もある。{1.2.2}

気候変動の複数の証拠

陸域と海上にわたる世界平均地上気温は、過去 100 年にわたって上昇している。海洋内部の水温の測定結果は、海洋の貯熱量が継続的に増加していることを示している。地球の放射収支の測定に基づいた解析結果は、地球システムにおける世界全体の貯熱量に増加をもたらす、小さい正のエネルギー不均衡があることを示唆している。衛星観測と現場測定は、大半の陸氷の質量収支及び北極域の海氷について、顕著な減少傾向があることを示している。海洋の二酸化炭素吸収は海水の化学に顕著な影響をもたらしている。古気候の復元は、現在進行している気候変動を自然の気候の変動性の視点か

ら捉えるのに役立つ。{1.2.3; 図 1.3}

二酸化炭素濃度、世界平均気温及び海面水位の上昇に関する観測結果は、これまでの IPCC の予測の範囲内に十分収まっている。近年観測されているメタン及び一酸化二窒素の濃度の増加は、前回までの評価報告書におけるシナリオで想定されていた増加量より小さい。それぞれの IPCC 評価報告書は、モデルの更なる進展に伴ってより詳細となった将来の気候変動についての新しい予測結果を用いている。同様に、IPCC の評価報告書に用いるシナリオそのものも、知見の状況を反映して時とともに変更されてきた。1990 年の IPCC 第 1 次評価報告書から 2007 年の第 4 次評価報告書において提示・評価されたモデル結果に基づく様々な気候の将来予測結果は、そうした予測と実際に観測された変化とを比較し、それによって観測結果に対する予測値の差の経過を検証する機会を提供している。{1.3.1、1.3.2、1.3.4; 図 1.4、図 1.5、図 1.6、図 1.7、図 1.10}

気候変動は、それをもたらす強制力が自然起源であるか人為起源であるかを問わず、極端な気象及び気候現象が発生する可能性又はその強度、あるいは可能性と強度の両方を変化させ得る。第 4 次評価報告書以降、観測に基づく根拠がかなり増えたため、ある極端現象については今やほとんどの陸域にわたって検討された。さらに、より高解像度のモデルやより多くの地域モデルが、極端現象のシミュレーション及び予測に利用されている。{1.3.3; 図 1.9}

不確実性の取扱い

第 5 次評価報告書のために、IPCC の 3 つの作業部会は、主要な知見の確実性の度合いを伝える 2 つの指標を用いている。(1) 確信度は、知見の妥当性の定性的な尺度であり、証拠の種類、量、質、一貫性(例えば、データ、メカニズムの理解、理論、モデル、専門家の判断)及び見解の一致度に基づく¹。(2) 可能性は、知見の不確実性を確率的に表した定量的な尺度である(例えば、観測値あるいはモデル結果、あるいはその両方の統計的分析や、専門家の判断に基づく)²。{1.4; 図 1.11}

測定及びモデリングの能力の進展

過去数十年間にわたり、新しい観測システム、特に衛星を利用したシステムによって、地球の気候に関する観測数は桁違いに増加した。情報のこのような大幅な増加に

¹ 本報告書では、利用できる証拠を記述するために、「限られた」、「中程度の」、「確実な」を見解の一致度を記述するために、「低い」、「中程度の」、「高い」といった用語を用いる。確信度は、「非常に低い」、「低い」、「中程度の」、「高い」、「非常に高い」の 5 段階の表現を用い、「確信度が中程度」のように斜体字で記述する。ある一つの証拠と見解の一致度に対して、異なる確信度が割り当てられることがあるが、証拠と見解の一致度の増加は確信度の増加と相関している(詳細は 1.4 節及び Box TS.1 を参照)。

² 本報告書では、成果あるいは結果の可能性の評価を示すために、次の用語が用いられる。「ほぼ確実」: 発生確率が 99~100%、「可能性が非常に高い」: 発生確率が 90~100%、「可能性が高い」: 発生確率が 66~100%、「どちらも同程度」: 発生確率が 33~66%、「可能性が低い」: 発生確率が 0~33%、「可能性が非常に低い」: 発生確率が 0~10%、「ほぼあり得ない」: 発生確率が 0~1%。適切な場合には追加で以下の用語を用いることがある。「可能性が極めて高い」: 発生確率が 95~100%、「どちらかと言えば」: 発生確率が >50~100%、「可能性が極めて低い」: 発生確率が 0~5%。可能性の評価結果は、「可能性が非常に高い」のように斜体字で記述する(詳細は 1.4 節及び Box TS.1 を参照)。

対応するために、これらデータを解析・処理するツールが開発・強化されてきた。また、過去の気候変動に対する我々の知識を向上させるために、より多くの気候の代替データが取得されてきた。地球の気候システムは、多様な空間・時間スケールにおいて特徴付けられるため、新しい観測値が得られれば、短い時間スケールでの過程の理解に関わる不確実性をかなり急速に低減できる可能性がある。しかしながら、より長期の時間スケールにわたって起こる過程については、多くの進歩がなされるためには、非常に長期にわたる基準観測が必要となるだろう。{1.5.1; 図 1.12}

計算速度とメモリの増加によって、物理的、化学的、生物学的過程をより詳細に表現できる、より精緻なモデルが開発されてきた。モデリング戦略は、気候変動予測における不確実性について、より良い推定を与える方向へ拡張されてきた。モデル結果の観測結果との比較が、モデルの解析や開発を推進させてきた。「長期間」のシミュレーションを含めることで、古気候データからの情報を予測に与えることができるようになってきた。代替記録や強制力による過去の気候変数の復元に伴う不確実性の範囲内において、完新世中期、最終氷期極大期及び直前の千年紀についての古気候の情報は、モデルが過去の変化の大きさや大規模な空間パターンを現実的に再現する能力を検証するために利用されてきた。{1.5.2; 図 1.13、図 1.14}

将来がどのように展開するか取り得べきイメージの幅についてモデル解析を行うための手順の一つとして、重要なガスとエアロゾルの将来の排出に関する4つの新しいシナリオが第5次評価報告書のために開発された。これは代表的濃度経路(RCP)と呼ばれる。{Box 1.1}