



IPCC 第 6 次評価報告書

一気候予測による地球環境の未来一

第 6 次評価報告書第 I 作業部会報告書（自然科学的根拠）の第 4 章では、温室効果ガス排出シナリオ別の温度上昇量だけではなく、温度上昇量による降水量分布の地域差や北極海氷量の変化などが、その原因も含めて詳細に示されています。また、2100 年以降 2300 年までの気候予測も示されています。

図 1 に 2300 年まで予測した地上気温(a,b)と陸域降水量(c)、9 月の北極海氷面積の変化(d)を示します。2100 年を超えると地球の気温変化量は、よりシナリオに強く依存して、高排出シナ

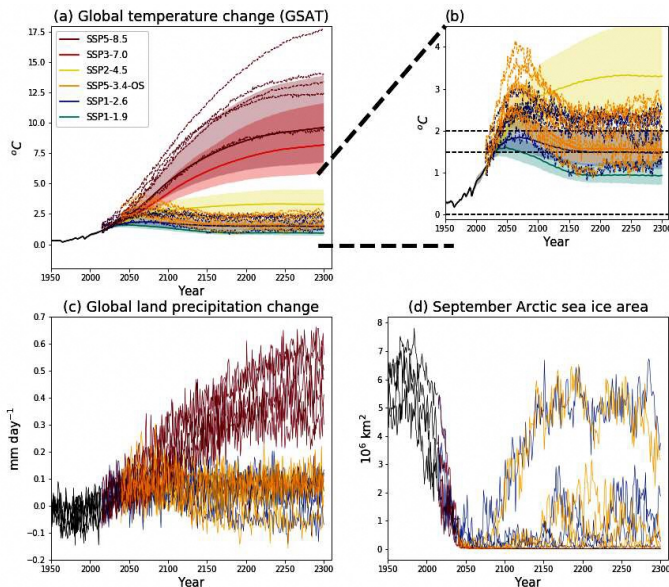


図 1 1850 年から 1900 年の平均値に対する 2300 年までの地上気温 (a, b)、陸域降水量 (c)、9 月の北極海氷面積 (d) の経年変化

カラーはそれぞれ図 a に示したシナリオ、同じカラーが複数存在するのは、モデルによる差異を表現している。

リオと低排出シナリオの差が拡大しつづけることを示しています。温室効果ガスの排出量は

2100 年までと同様に増加することを前提にしていますが、すべてのシナリオで 2150 年には土地利用による二酸化炭素排出量を 0 にし、正味の二酸化炭素排出量は、2200 年までに 0 に削減します。化石燃料による二酸化炭素排出量は、2250 年までに 0 とし、非化石燃料の二酸化炭素も 2250 年には 0 にします。また、メタンなど土地利用による非二酸化炭素は 2100 年より一定に保つというシナリオで計算されています。

2300 年付近の平均的な気温上昇量は、SSP1-1.9 シナリオで 0.9°C、SSP1-2.6 シナリオで 1.3°C となっています。SSP1-2.6 シナリオの地上気温変化は、2060 年ごろ 2°C を超えるピークが存在しますが、2150 年以降の上昇量は約 0.25°C 未満に抑えられています。低排出シナリオでは、二酸化炭素濃度による放射強制力が 2100 年を超えて低下し続けるため、地上気温は 21 世紀内に安定し、その後低下するため、2300 年までの上昇量は 2°C 未満に止まります。一方、SSP3-7.5 や SSP5-8.5 など高排出シナリオでは、地上気温の上昇量は、2300 年で 12°C 程度ですが、地域によって 20°C を超える地域が出現することを複数のモデルが示しています。また、陸域の降水量の変動は、低排出シナリオで年間 30 mm～40 mm の増加ですが、高排出シナリオでは 200 mm 前後の増加と大きな差が示されています。さらに、9 月の北極海氷面積では低排出シナリオでも 2050 年ごろ実質消失しますが、その後 SSP1-2.6 や SSP5-3.4 シナリオでは 21 世紀末に大きく分離する 2 つの異なる予測結果が示されています (図 1 の (d) の同じ色の上下の線)。これは北極海で氷が無くなっても、低排出シナリオでは寒気が蓄積し、海氷面積が元に戻る可能性のある結果も存在することを示しています。しかし、高排出シナリオでは無くなったまま回復しません。すなわち、北極海氷

の tipping point は 2°C 前後にあるということです。

北極海氷面積の変化のように、元に戻る可能性を持っているのか、いないのかを温室効果ガスの変化とともに調べた気候要素の予測結果を図 2 に示します。二酸化炭素濃度を産業革命前の濃度から 4 倍の濃度に 1 年に 1% ずつ増加さ

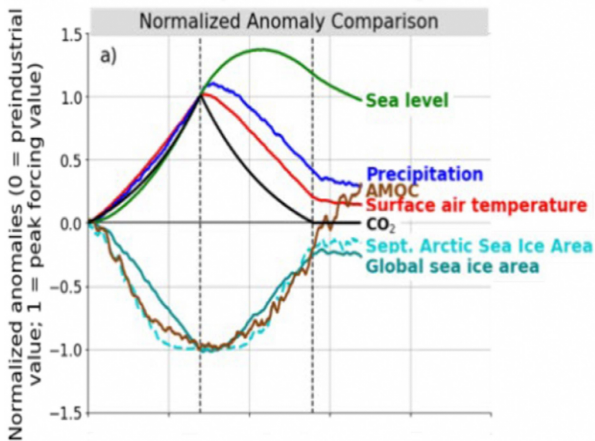


図 2 二酸化炭素の濃度変化に伴う気候変化
縦軸は全ての気候要素を産業革命前の値を 0 とし、二酸化炭素濃度が 4 倍になった値を 1 として規格化して表示している。横軸は時間軸で中央の破線までが 400 年を示す。
1850 年から 1900 年の平均値に対する変化量を示す。

せ、その後同様な比率で産業革命前の濃度に減少させた時（黒線）の実験の結果です。全球の地上気温（赤線）や降水量（青線）、海水面の上昇（緑線）は、二酸化炭素濃度増加期にはおおよそ追従して上昇しますが、減少期には気候要素が大きく遅延して減少する様子が示されています。特に海面上昇の遅延は大きいことが示されています。さらに、二酸化炭素濃度が元に戻っても、気候要素は元に戻らないことも示されています。一方、全球海氷面積（青緑線）や 9 月の北極海氷面積（青破線）は、いったん溶けると元に戻らないことをこの実験結果も示しています。また、茶色の実線で示した大西洋南北熱塩循環は、赤道から北極に向かうにつれて冷却され、高緯度のグリーンランド海などで沈み込んで深海底をゆっくり南へと逆戻りする海流ですが、二酸化炭素濃度が元に戻っても、元の流れより強くなることが示されています。これらは地球の環境が一過性で、元に戻すことは容易でないことを示しています。地球環境も多様な要素をもつ一つの資源で、可能な限りその変化を最少に抑えて生活する必要があることをこの気候予測結果は示しています。

さらに気候の人工制御の可能性についても、この章で示しています。図 3 は気温を 1°C 低下

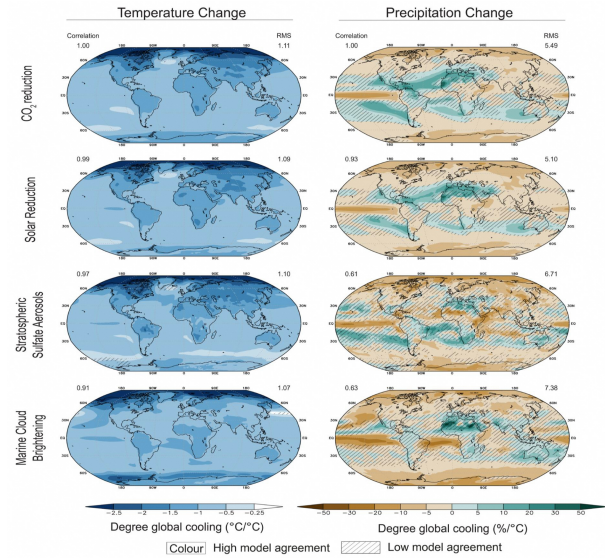


図 3 二酸化炭素や太陽放射強制力に応じて 1°C 気温を低下させた時の気候要素の変化量の分布
左図は気温の変化量、右図は降水量変化量、1 段目は二酸化炭素の削減、2 段目は太陽放射量の削減、3 段目は成層圏硫酸塩エアロゾルの注入、4 段目は海洋低雲による明るさで地球の気温を 1°C 低下した時を示す。

させた時の低下要因（制御）別の気温変化量と降水量変化量の分布を示しています。気温低下をもたらす制御方法として二酸化炭素濃度の削減、太陽放射強度の減少、火山活動などによる硫酸塩エアロゾルの成層圏への注入、そして全球の海上で海洋低雲の雲滴濃度数を 50% 増加させるなどをして気温を下げた場合の 4 例について示しています。二酸化炭素濃度減少による制御と太陽放射量の減少による制御の分布図では、地上気温も、降水量も同じ分布を示しています。これは温暖化モデルがそもそも放射加熱量で計算されているためです。しかし、成層圏へのエアロゾルの注入や海洋低雲の増加による制御では、北半球高緯度地帯で昇温量が大きくなることは同じですが、南極周辺での温度上昇は、海洋低雲増加の制御の方の気温上昇量が大きくなることを示しています。一方、降水量の分布では成層圏へのエアロゾル注入の制御の方が、南半球海洋上での降水量の増加が顕著なこと、海洋低雲の増加制御では、アフリカ大陸サハラ砂漠地帯や東南アジアでの降水量増加が顕著になることが示されています。温暖化を人工制御するという課題もありますが、制御結果はどんな方法でも全球的に一樣、かつ公平に良い結果だけがもたらされるわけではないことを示しています。太陽系第三惑星の地球は、自然の摂理に基づき、人間活動の影響を受けながらも不可逆過程の進化をしているだけに過ぎないのです。