

【課題番号】 2RF-2003

【研究課題名】 地球温暖化予測のための時空間シームレスな降雨・降雪スキームの開発

【研究期間】 令和2年度（2020年度）～令和3年度（2021年度）

【研究代表者（所属機関）】 道端拓朗（九州大学応用力学研究所）

## 研究の全体概要

気候変動予測には、複数の気候モデル(GCM)を用いて評価することが標準的な手法になっているが、将来の気候応答を表す指標の一つである平衡気候感度(CO<sub>2</sub>濃度が倍増した際の地上気温の昇温)は1.5～5℃と、依然としてGCM間のばらつきが大きい。この最大の要因は、温暖化時に伴う雲の応答を介した気候へのフィードバックの不確実性に起因する。また、エアロゾルが太陽・赤外放射の散乱・吸収特性を介して放射収支に影響を及ぼすエアロゾル・放射相互作用や、エアロゾルが雲特性を変調させるエアロゾル・雲相互作用を介した気候影響の不確実性の幅も、-1.9～-0.1 W m<sup>-2</sup>と非常に大きい。

気候予測精度の向上のためには、雲がトリガーとなって引き起こされる水循環・放射収支の変化を精緻に表現する必要がある。本研究課題では、代表者がこれまで開発を推進してきた先端的な雲・降水スキームを基盤として、地球温暖化予測の精度向上を目指し、次の3つを基軸としたモデルの更なる高度化に取り組む(丸数字の番号は、研究の全体概要図に記載の番号に一致)。

### ① サブグリッドスケールの降水の変動を陽に考慮したパラメタリゼーションの開発

現状のGCMでは、雲のサブグリッドの変動性は陽に考慮している一方、降水は雲域全体から一様に生成される仕様となっている。サブグリッドの降水変動を考慮することで降水バイアスの解像度依存性を低減する、空間シームレスな降水スキームを構築する。

### ② 時間ステップに依存しない降水の落下スキームの導入

降水過程において計算コストのウェイトを大きく占めるのが、降水の鉛直落下の計算である。降水の落下が時間ステップに制約を受けない手法を導入し、時間シームレスな降水落下スキームを構築する。

### ③ 開発した新しい雲・降水パラメタリゼーションを用いた気候予測精度の評価

上記により精緻化したモデルを用いて、長期間の気候シミュレーションを実施する。CO<sub>2</sub>が増加した時の気候応答の指標である気候感度や、人間活動による気候影響の指標であるエアロゾル放射強制力を定量的に見積もることにより、次世代の気候変動予測・地球環境予測に貢献する。

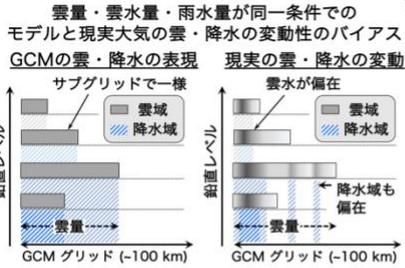
# 地球温暖化予測のための時空間シームレスな降雨・降雪スキームの開発

代表者：道端拓朗（九州大学）

衛星観測データ・衛星シミュレータの利用  
研究協力機関：NASAジェット推進研究所



## 空間シームレスな降水スキームの開発



- サブグリッドスケールでの降水の変動性を新たに導入
- 降水の頻度・強度のバイアスを低減

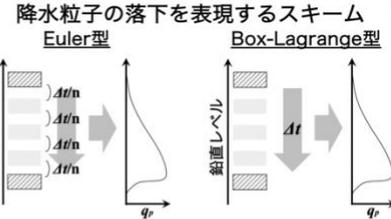
## 全球雲解像モデルとの整合性の検証

研究協力機関：東京大学大気海洋研究所

③ 次世代型気候モデルを用いた応用的研究

- 過去および現在気候の予測精度を検証
- 気候感度・放射強制力の定量的評価
- 温暖化に伴う雲の応答を解析し、素過程の表現手法と気候影響とのリンクを理解
- IPCCやFuture Earthへの最新の知見に日本発の成果として貢献

## 時間シームレスな降水スキームの開発



Euler型ではn回の繰り返し計算が必要だが、降水の混合比 $q_r$ が鉛直格子内で保存するよう一定の $V_z$ で降水を落下させるBox-Lagrangianは、CFL条件に依存しない $\Delta t$ で計算可能。

- 降水の落下過程の計算が時間ステップの制約を受けない低コストなスキームを実装 (Box-Lagrangianスキーム)