

研究開発項目

2. 制御システムの構築

2023年度までの進捗状況

1. 概要

複数の工学的手法を多時点・多段階に実施することによって、効果的に豪雨を抑制するための観測・予測・意思決定が三位一体となった制御システムを構築します。また、多段階的にリアルタイムで介入を行うことで、制御中に仮に想定外のブレが発生したときにでも、軌道修正が可能な制御システムを構築します。さらに、一つの介入手法を大規模に行うというよりも、小規模な複数種類の介入手法を多段階的に実施して、制御効果を高めることを目標としています。具体的には、(I) 豪雨現象に関わる時間発展モデルの簡素化(代理モデルの構築)およびアンサンブル予測手法の構築、(II) 制御に必要なモニタリング手法の構築、(III) ELSI/RRI 研究のアウトプットに基づいた適切な目的関数の設定、(IV) アルゴリズムの最適化によって、リアルタイムに複数の制御手法を組み合わせた最適解を導出できる意思決定支援システムを構築します。



図1 多時点多段階で判断することを表した模式図

2. これまでの主な成果

① 豪雨制御の意思決定問題の定式化

研究開発テーマ2では、各操作手法に関する知見(テーマ1)と、洪水・水資源や人間社会に及ぼす影響評価の知見(テーマ3)を取り込み、実時間で操作に関する最適解を導出するシステムを開発することを目標としています。

意思決定問題の定式化に必要な4要素(目的関数、制約条件、取り得る手段、意思決定に関するランダム現象)について、1, 3のテーマと意見交換を行い、意思決定問題を定式化しました。現時点で候補にある工学的手法であるシーディング、洋上カーテン、洋上風車について、豪雨に関わる気象現象への空間的インパクトと制御発動から効果が得られるまでの時間スケールを考慮して定式化しました。

また、豪雨制御による影響を目的関数に含める項目と制

約条件に含める項目に分類する方針を定めました。なお、意思決定問題は、制約条件を満たす範囲内で目的関数を最大化するように工学的手段のタイミングと程度を最適化するものです。どの項目を目的関数あるいは制約条件に含めるかは十分に検討の余地がありますが、暫定的に人的損失と経済的損失は前者に、水資源、生態系、地球環境への影響は後者に含めて具体的な検討を進めています。

② 制御のための豪雨メカニズム解明

内陸で発生しやすい孤立局所型の線状対流系豪雨に対してどのような経路・条件で水蒸気が供給されやすいのかを明らかにするために、数値シミュレーションによって感度実験を行いました。結果、大気の安定度が高いほど地形と地形の間に水蒸気が収束し、内陸へ輸送される水蒸気量が多くなる傾向にあることが明らかになりました。

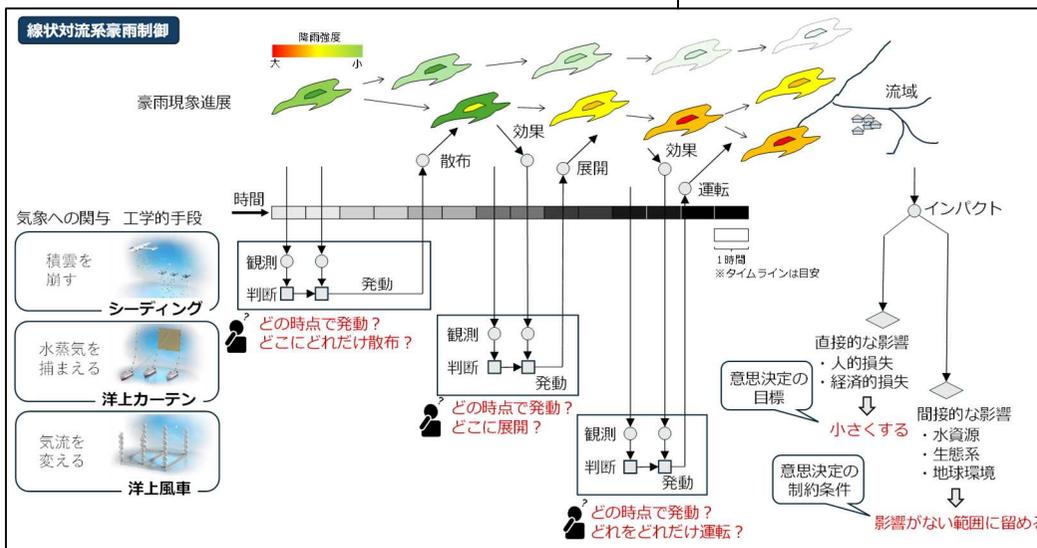


図2 線状対流系豪雨に関する意思決定問題の概念図

3. 今後の展開

制御手法の特徴(特に、実施判断のよりどころとする現象、その観測方法、判断から実施までに要する時間、効果を見極める現象、その観測方法)、制御によって生じる影響(豪雨に直接的に関連する影響と社会的な影響)の連関、意思決定問題で対象とする範囲に基づいて、意思決定グラフを作成することを目標とします。