

ゲリラ豪雨・線状対流系豪雨と共に生きる気象制御 に関する初期検討

山口, 弘誠
京都大学防災研究所

竹見, 哲也
京都大学防災研究所

西嶋, 一欽
京都大学防災研究所

仲, ゆかり
京都大学防災研究所

他

<https://hdl.handle.net/2324/7432728>

出版情報 : Proceeding of Annual Conference. 2023, 2023. 水文・水資源学会
バージョン :
権利関係 : © 2023 Japan Society Hydrology and Water Resource



ゲリラ豪雨・線状対流系豪雨と共に生きる気象制御に関する初期検討

京都大学防災研究所

○山口弘誠・竹見哲也・西嶋一欽

・仲ゆかり・萬和明・中北英一

トヨタ自動車未来創成センター

板倉英二

九州大学応用力学研究所

内田孝紀

法政大学デザイン工学部

鈴木善晴

防災科学技術研究所

大東忠保

京都大学大学院工学研究科

田中智大

愛媛大学社会共創学部

羽鳥剛史

1. はじめに

2050年までに激甚化しつつある豪雨を制御し極端風水害の脅威から解放された安全安心な社会を実現するために、本研究ではゲリラ豪雨と線状対流系豪雨を対象として、それらの豪雨の発生・発達過程に介入することによって豪雨の強度や発生頻度を抑制するための研究開発に取り組む。

現状では豪雨の発生過程を陽に表現する数値気象モデルは限られていて豪雨の発生・発達過程への介入による豪雨の抑制効果を評価することが難しい。そのため、まずはそれらのモデル開発に注力し、さらに数値気象モデルと模型実験・現地観測による豪雨制御手法を数値的に構築するとともに、豪雨の発生・発達に効果的にインパクトを与える工学的的手法を開発していく。その際、複数種類の工学的的手法を考案し、それらを多時点・多段階的にリアルタイムで最適に実施するための制御システムを構築する。加えて、豪雨制御による自然への短期的・長期的影響評価と ELSI と RRI の視座から、人が自然を改変することを許容される範囲（すなわち、“自然の懐”）を明らかにし、自然と人を繋ぐキーファクターとして豪雨制御技術を位置づけることによって、豪雨と人が共に生きる未来社会を形成していく。図1に本研究の全体構想を示す。

本発表では、初期検討結果、および、当初想定していなかったが新たに見えてきた視点について報告する。

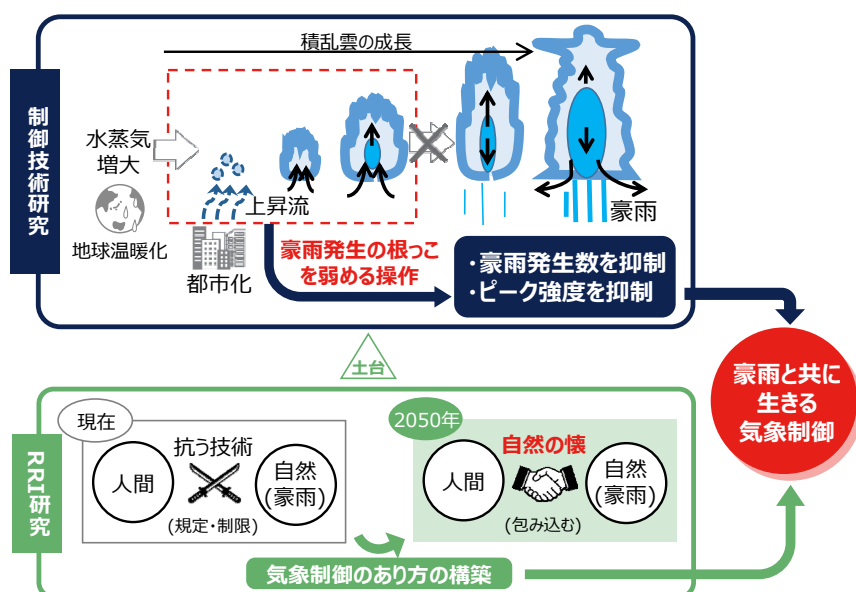


図1 研究全体の狙い

研究開発テーマ1【数値計算に基づく工学的的手法の開発】

1-1. ゲリラ豪雨の改変

竹見 哲也 (京都大学防災研究所)

熱に対する操作手法の開発

山口 弘誠 (京都大学防災研究所)

気流渦・水蒸気に対する操作手法の開発

西嶋 一欽 (京都大学防災研究所)

室内実験による工学的的手法に対する要求性能の特定

1-2. 線状対流系豪雨の改変

板倉 英二 (トヨタ自動車 未来創成センター)

水蒸気流入に対する洋上カーテン操作の実現可能性の検証

内田 孝紀 (九州大学応用力学研究所)

気流収束に対する操作手法の開発(風車群)

鈴木 善晴 (法政大学デザイン工学部)

雲粒子形成に対する操作手法の開発(シーディング)

研究開発テーマ2【制御システムの構築】

西嶋 一欽 (京都大学防災研究所)

多時点・多段階操作による意思決定支援手法の開発

大東 忠保 (防災科学技術研究所 水・土砂防災研究部門)

制御効果モニタリング手法の構築

仲 ゆかり (京都大学防災研究所)

偶然性・必然性概念の制御システムへの利用

研究開発テーマ3【豪雨制御の影響評価と社会受容性の研究】

萬 和明 (京都大学防災研究所)

流出・水資源への短期的・長期的影響評価

田中 智大 (京都大学大学院工学研究科)

豪雨制御による浸水リスク変化の水文社会経済分析

羽鳥 剛史 (愛媛大学社会共創学部)

豪雨制御の社会実装に向けた地域協働に関する総合研究

図2 研究テーマと課題推進者

2. 研究手法

図2に示すように、12個の研究課題を構成する3つの大きな研究テーマを設けている。豪雨を制御するための

技術開発として、数値計算等を用いた理論に基づいて気象にインパクトを与えるための制御デバイスを開発する項目1、および、様々な制御デバイスをリアルタイムで効果的に運用するための制御システムを構築する項目2がある。そして、それらの豪雨制御技術の開発を支える土台として、豪雨制御によって自然だけでなく人間社会がどのように変化するかを予め評価し、制御技術開発側にフィードバックするという循環を生むための項目3である。これら3つの研究開発項目を有機的に連携させ、人と豪雨が共に生きるための研究開発を進める。

3. “制御”の意味するところ

我々が目指している制御は、豪雨を自由自在に操るような制御ではない。日本には森羅万象に神を感じる古来からの考え方があり、雨に対しても雨乞いや晴れ乞いといった祈りの風習や神話が伝えられてきている。自然や豪雨に対して畏敬の念を抱きつつも、将来強まる豪雨から大災害の発生を抑えるため、どうしても必要なときの切り札として発動する制御だと考えている。すなわち、“自然の懐”の範囲で豪雨を治めることを目指すことが重要であり、「豪雨を鎮める」ための技術として豪雨制御を位置づけたい。一方で、自然の懐の範囲内においては、言葉通り制御していく手法を開発する。そのため、多段階・多時点・多手法の操作を適切に行い、例え想定外のブレが起こったときにでもすぐに修正できるような制御手法を開発する。

4. 気象制御の難しさとこれまでにできてきたこと

端的に2つあり、気象というスケールの大きな対象を制御できるのかという技術的な点、および、気象というこれまで受容してきた存在に対して人が制御して良いのかという倫理的かつ社会的な点と考える。

前者については、まず、制御効果をしっかりと評価できるかどうかという手法構築が必要であり、介入操作のモデル化、事例再現のためのデータ同化技術等があり、現在までに、熱や気流渦・収束やクラウドシーディングと豪雨の関係についてモデル化や制御効果の評価シミュレーションによって、豪雨のピーク強度を数割ほど抑制できるという結果も出始めている。また、狙いとしてカオス性を利用した非線形的な制御と、根本現象を削減する線形的な制御の2種類があげられ、両方とも解析対象に含めて進めている。さらに、制御用デバイスの製作という条件のもとで制御シミュレーションを行うというアプローチが求められるが、ものづくりの観点からは必要性が第一であり、製作ができそうにないデバイスであってもまずはその要件を提示することから始まるという意見もあって心強い。その他に、制御シミュレーションを通してわかってきたこととして、豪雨のメカニズム解明にも大きく寄与できることが見えてきた。既往研究の多くの感度実験は例えば、地形を取り除いてみたり、水蒸気を一様に増やしてみたりという手法によってそれらの効果を評価するものが多いが、本研究では基本的にピンポイント的な物理量を変化させる感度実験を設計することになるため、局所的なメカニズム解明に寄与する。

後者については、ELSI(Ethical, Legal and Social Issues)ではなくRRI(Responsible Research and Innovation)の重要性を掲げている。すなわち、技術中心的な考え方ではなく、社会像中心的な考え方である。技術開発がありきで社会問題を解決するのではなく、目指すべき社会像ありきでそれを効果的に推進するための技術開発と社会問題解決であることを目指している(図3)。そのために、豪雨を含む気象と人間社会と技術の3つの関係を位置づけるための概念的な考え方を打ち出してきた。

社会の考え方の転換が重要であると考えており、コミュニティを広げつつ、研究成果を社会にうまく浸透させていきたい。

【謝辞】

本研究は、JST ムーンショット型研究開発事業(JPMJMS2283)の支援を受けました。

キーワード：気象制御、豪雨制御、豪雨発生の根っこ、自然の懐

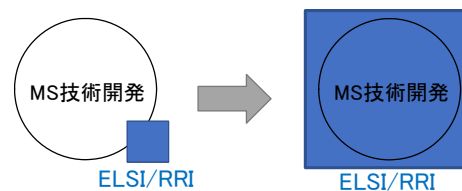


図3 全体を包含する ELSI/RRI