



気象制御におけるELSI

ELSI横断検討チーム

笹岡 愛美(横浜国立大学／筆保プロジェクト)

羽鳥 剛史(愛媛大学／山口プロジェクト)

重本 達哉、立花 幸司、武藤 裕花(千葉大学／小槻プロジェクト)

松山 桃世(東京大学／澤田プロジェクト)

2050年、気象制御技術が運用されるようになったら、 私たちの生活はどう変わるのでしょうか

- ・どんなことが期待できるのか
- ・どんな問題が起こりうるのか
- ・誰がどんな影響を受けるのか
- ・どのような対応が必要なのか

ELSI(倫理的・法的・社会的課題)とは

3

■ ELSI(Ethical, Legal and Social Issues)

新規の科学技術が社会実装される際に生じうる、倫理的・法的・社会的課題。

→ さまざまな課題が生じてから対応するのではなく、あらかじめ問題を把握し、対応を考えておきましょう

気象制御研究におけるELSI研究の取り組み

| 4

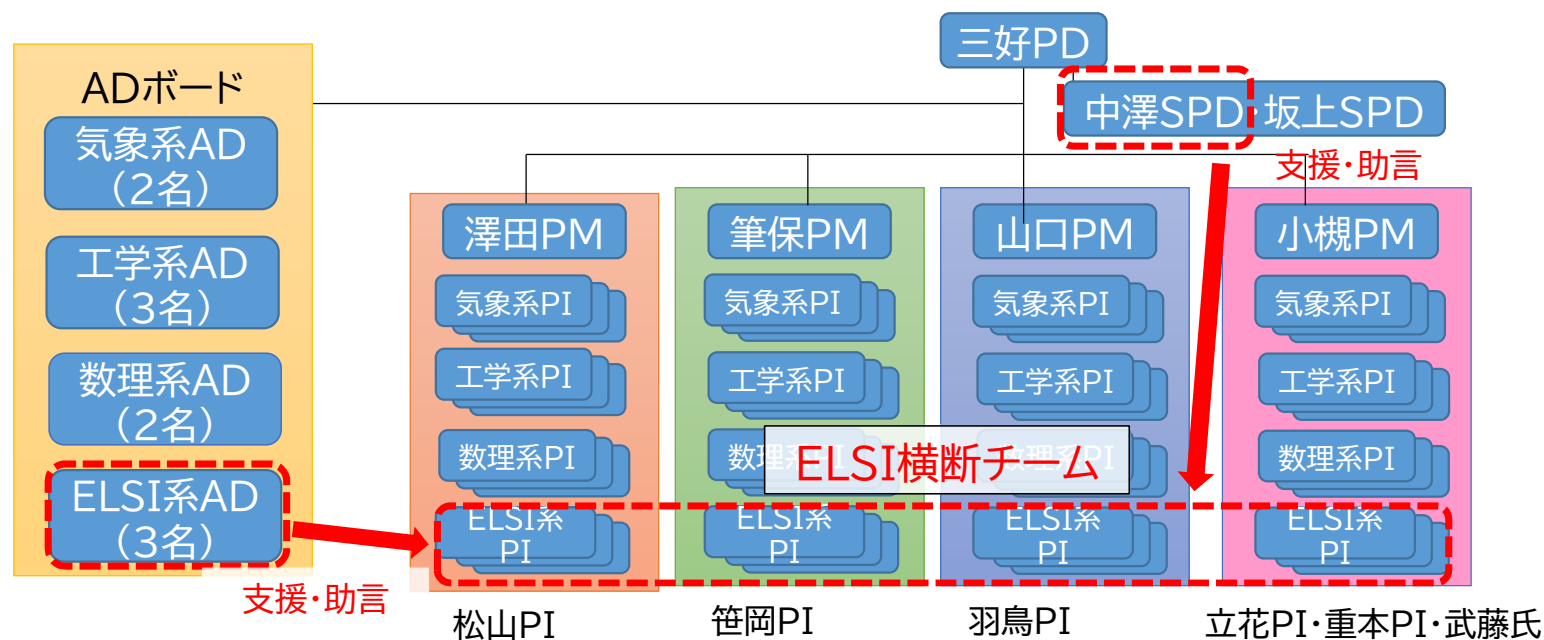
- 気象制御の理論や技術の研究者とELSI関連の研究者が1つのプロジェクトを結成し、研究を推進



気象制御研究におけるELSI研究の取り組み

| 5

- 気象制御の理論や技術の研究者とELSI関連の研究者が1つのプロジェクトを結成し、研究を推進。
- 各プロジェクトのELSI関連の研究者たちが、プロジェクトをこえてELSI横断チームとして活動



■2022年10月 ELSI横断検討開始

■気象制御全体の俯瞰的**ELSI論点の整理・アクションの検討**

目的:

2050年の気象制御技術の運用に向けて、検討が必要な論点を網羅的・総合的に整理・抽出。

手法:

1. 各プロジェクトのカバー領域の確認・共有
2. ELSIの検討状況を特定する整理軸の明確化
3. 気象制御のメリット・デメリットの洗い出し
4. **ELSI論点の洗い出し・体系化**

■ELSI担当以外のプロジェクトメンバーへのインタビュー

目的:

- ①ELSI論点の把握
- ②専門的知識の獲得
- ③科学者の「思い」(情熱、不安、期待など)の把握
- ④プロジェクト全体としてELSI／RRIを推進

手法:

実現可能性の高い制御手法、社会実装に向けた技術課題、社会実装で生じうるELSI、研究進行における懸念点、制御の実現可能性の判断などの項目についてインタビュー

気象制御のELSI論点

1 地球規模のリスクに関わる課題

—制御技術が抱える長期的・広域的なリスクを軽減できるか

- 1.1 地球環境・生態系への影響
- 1.2 国際的なリスク分散・協調

2 地域レベルのリスクに関わる課題

—制御技術が抱える地域的なリスクを軽減できるか

- 2.1 地域環境・生態系への影響
- 2.2 第三者への負の影響／地域コンフリクトの緩和

3 社会システムの脆弱性をめぐる課題

—我々の社会は制御技術を上手に使いこなすことができるか

- 3.1 社会システムの脆弱化
- 3.2 格差・分断の助長

4 自然・文化に関わる価値判断をめぐる課題

—制御技術のあり方や限界を見極めることができるか

- 4.1 環境倫理・科学倫理
- 4.2 人々の暮らし

5 社会的判断・意思決定プロセスに関わる課題

—制御技術に対する市民の理解を促すことができるか

- 5.1 技術開発の判断プロセス
- 5.2 制御実施の意思決定プロセス
- 5.3 費用負担に関わる分配的公正

6 責任ある研究・イノベーション実践に関わる課題

—技術開発・実装を責任をもって進めることができるか

- 6.1 研究倫理・責任
- 6.2 研究ガバナンス

1. 地球規模のリスクに関わる課題

制御技術が抱える長期的・広域的なリスクを軽減できるか

■ 地球スケールのリスク(越境リスク)にはどのような種類が想定されるか

環境改変技術の敵対的使用の禁止

越境損害、海洋や大気、生物多様性への影響

当事国の領域管理責任、予防原則 等

■ そのリスクを抑えるために、どのような国際ルールが必要か

■ そのリスクを抑えるために、どのような国際協力が必要か

台風委員会、IPCC、国際河川管理などの先行例との関係

2. 地域レベルのリスクに関わる課題

| 10

制御技術が抱える地域的なリスクを軽減できるか

■ 地域スケールのリスクにはどのような種類が想定されるか

海洋や大気、生態系への影響

第三者(航空、船舶、農林水産業等)への負の影響、地域コンフリクト

等

■ そのリスクを抑えるために、どのようなルールが必要か

災害対策基本法、水防法、河川法上のダム管理規程などを調査

新しい法的枠組の必要性を検討

等

■ 制御技術による被害に対して、どのような補償の枠組みが必要か

3. 社会システムの脆弱性をめぐる課題

| 11

社会は制御技術をうまく使いこなすことができるか

■ 社会システムが脆弱化しないか

氾濫エリアにおける不動産開発や土地利用の推進
伝統的な治水対策(不連続堤防や治水林など)の喪失
水防意識や避難意識の低下、モラルハザード 等

■ 格差や分断が助長されないか

インフラ整備をめぐる地域間格差
農林水産業関係者の権利保護
市民参加の機会確保 等

4. 自然・文化に関わる価値判断をめぐる課題

| 12

制御技術のあり方や限界を見極めることができるか

■ 気象との関わり合いが希薄化しないか

気象制御の限界を認識する謙虚さ

気象の捉え方の変化

人間と気象との関わり合いをあらためて問う必要性 等

→「気象コモンズ」の提案

様々なスケールのアクター間の協力と信頼を促進することにより, 気象に関わる資源とプロセスに対する集合的なスケジュールシップを可能にする, あるいは実現する社会生態システム

■ 自然観や災害観はどう変化するか

豪雨や台風と共生した伝統的な自然観

気象「制御」の言葉がもつ印象、自然への畏怖を含む「鎮める」の提案 等

5. 社会的判断・意思決定プロセスに関わる課題

| 13

制御技術に関する意思決定を適切に行うことができるか

■ 研究開発実施の意思決定プロセスはどうあるべきか

独立審査

アカウンタビリティ

等

■ 屋外実験実施の意思決定プロセスはどうあるべきか

地域受容の形成、地域コミュニティのエンゲージメント

エンゲージメントのマニュアル／ガイドラインの整備

等

■ 気象制御実施の意思決定プロセスはどうあるべきか

マニュアル／ガイドライン、審議機関の整備・設置

議論フレームの明確化と討論の機会提供・アーカイブ

等

6. 責任ある研究・イノベーション実践に関わる課題

| 14

技術開発・実装を責任をもって進めることができるか

■ 気象制御における「責任ある研究」とは何か

ELSIグループの意義(ELSIficationのマネジメント)

倫理原則、ガイドラインの作成(透明性、バージョン管理) 等

■ 研究者が負うべき法的・道徳的責任の範囲はどこまでか

実証実験段階、社会実装段階

監督主体(専門家委員会など)の必要性 等

■ 不確実な気象制御技術の研究開発をどう進めるべきか

気象制御の不確実性と潜在的なステークホルダー

環境に関わる不正義、予防原則への配慮 等

気象制御のELSI論点 精緻化＋アクションリスト作成へ

| 15

1 地球規模のリスクに関わる課題

—制御技術が抱える長期的・広域的なリスクを軽減できるか

- 1.1 地球環境・生態系への影響
- 1.2 国際的なリスク分散・協調

2 地域レベルのリスクに関わる課題

—制御技術が抱える地域的なリスクを軽減できるか

- 2.1 地域環境・生態系への影響
- 2.2 第三者への負の影響／地域コンフリクトの緩和

3 社会システムの脆弱性をめぐる課題

—我々の社会は制御技術を上手に使いこなすことができるか

- 3.1 社会システムの脆弱化
- 3.2 格差・分断の助長

4 自然・文化に関わる価値判断をめぐる課題

—制御技術のあり方や限界を見極めることができるか

- 4.1 環境倫理・科学倫理
- 4.2 人々の暮らし

5 社会的判断・意思決定プロセスに関わる課題

—制御技術に対する市民の理解を促すことができるか

- 5.1 技術開発の判断プロセス
- 5.2 制御実施の意思決定プロセス
- 5.3 費用負担に関わる分配的公正

6 責任ある研究・イノベーション実践に関わる課題

—技術開発・実装を責任をもって進めることができるか

- 6.1 研究倫理・責任
- 6.2 研究ガバナンス

気象制御のELSI 今後の長期的な展望

| 16

2050年 現業運用



2040年

2050年からの**現業運用**に向けた
運用ルールの策定・法制化



2030年

2040年代の**運用試験**に向けた
運用ルールの策定・法案準備



2030年代の
屋外実験に向けた
運用ルールの策定

- 
- 社会システムが脆弱化しないか
 - 格差や分断が助長されないか
 - 人々の自然観や災害観はどう変化するか
 - 市民参加の機会をどう確保するか



ムーンショット目標8

2050 年までに、激甚化しつつある台風や豪雨を制御し
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