
International Symposium on Weather Controllability 2024

ELSI for Weather Control

Manami SASAOKA

Yokohama National University

0. Introduction

■ Manami SASAOKA (笹岡 愛美)

- Professor of Commercial Law at Department of International Social Sciences / Interfaculty Graduate School of Innovative and Practical Studies / Institute for Multidisciplinary Sciences (Typhoon Science and Technology Research Center, TRC), YNU
- Chief of the Research Center for ELSI ([YNU Research Group on ELSI](#))
- Principal Investigator (PI) in the project: “Examining ELSI on Typhoon Control” being conducted as a part of the Moonshot Goal No. 8

■ Fields of Study

- Business Law, Transportation Law, Maritime Law, Air and Space Law, and Novel Technology Law

■ Books and Articles

- 世界の宇宙ビジネス法 [Space Business Law in the World] (*Shojihomu*, 2021, co-edited)
- 気候・気象への人為的介入とELSI [Artificial Interventions to Climate or Weather and their ELSIs] (forthcoming in Japanese)



1. Feasibility of Weather Control Activities

Accuracy and safety of the intervention
(science and technology)



Economic feasibility
(cost-benefit analysis)



Social acceptance/political decisions
("trans-science" field)

Cf. A. Weinberg (1972). *Science and Trans-Science*

2. ELSI/RRI Approach

The Collingridge Dilemma (1980)

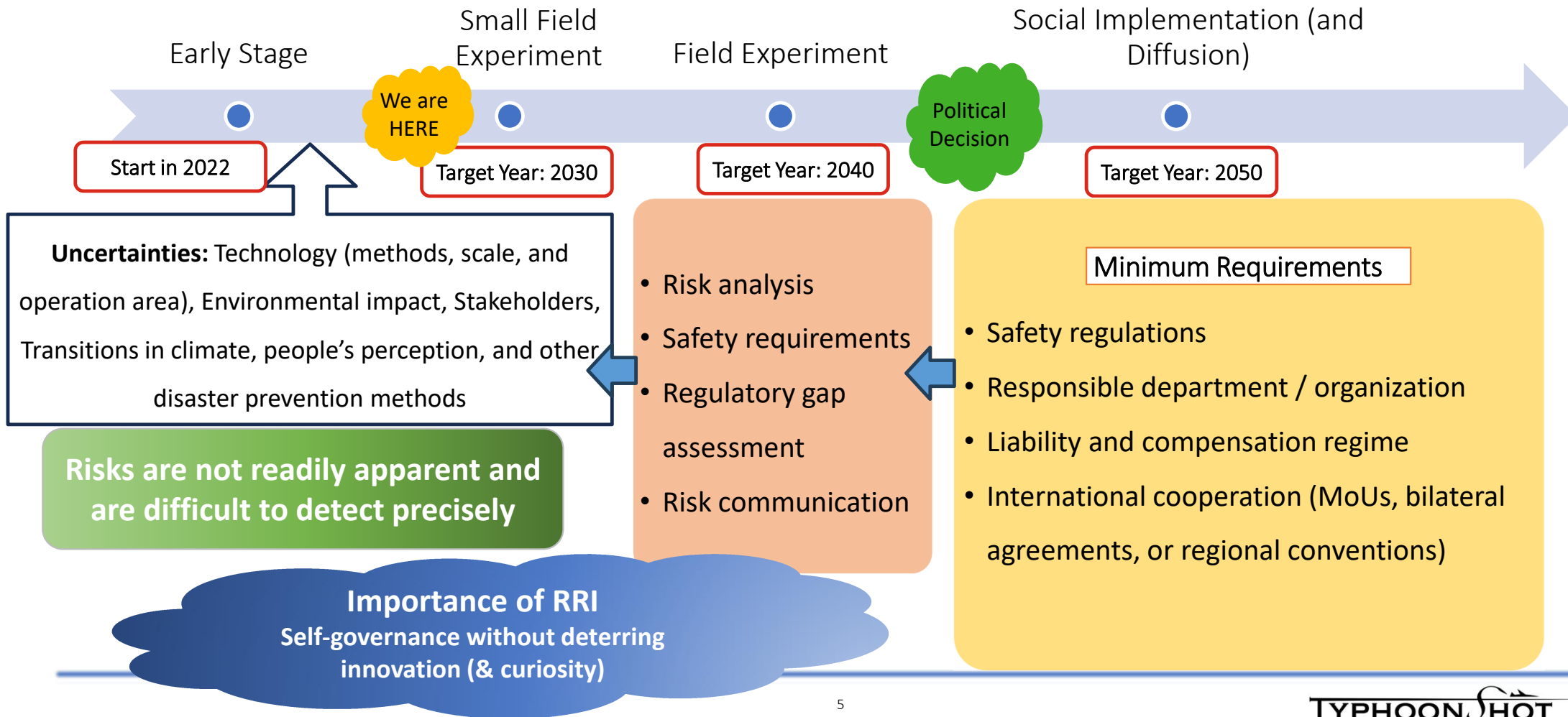
"[A]ttempting to control a technology is difficult, and not rarely impossible, because during its early stages, when it can be controlled, not enough can be known about its harmful social consequences to warrant controlling its development; but by the time these consequences are apparent, control has become costly and slow."

David Collingridge (1980). The Social Control of Technology

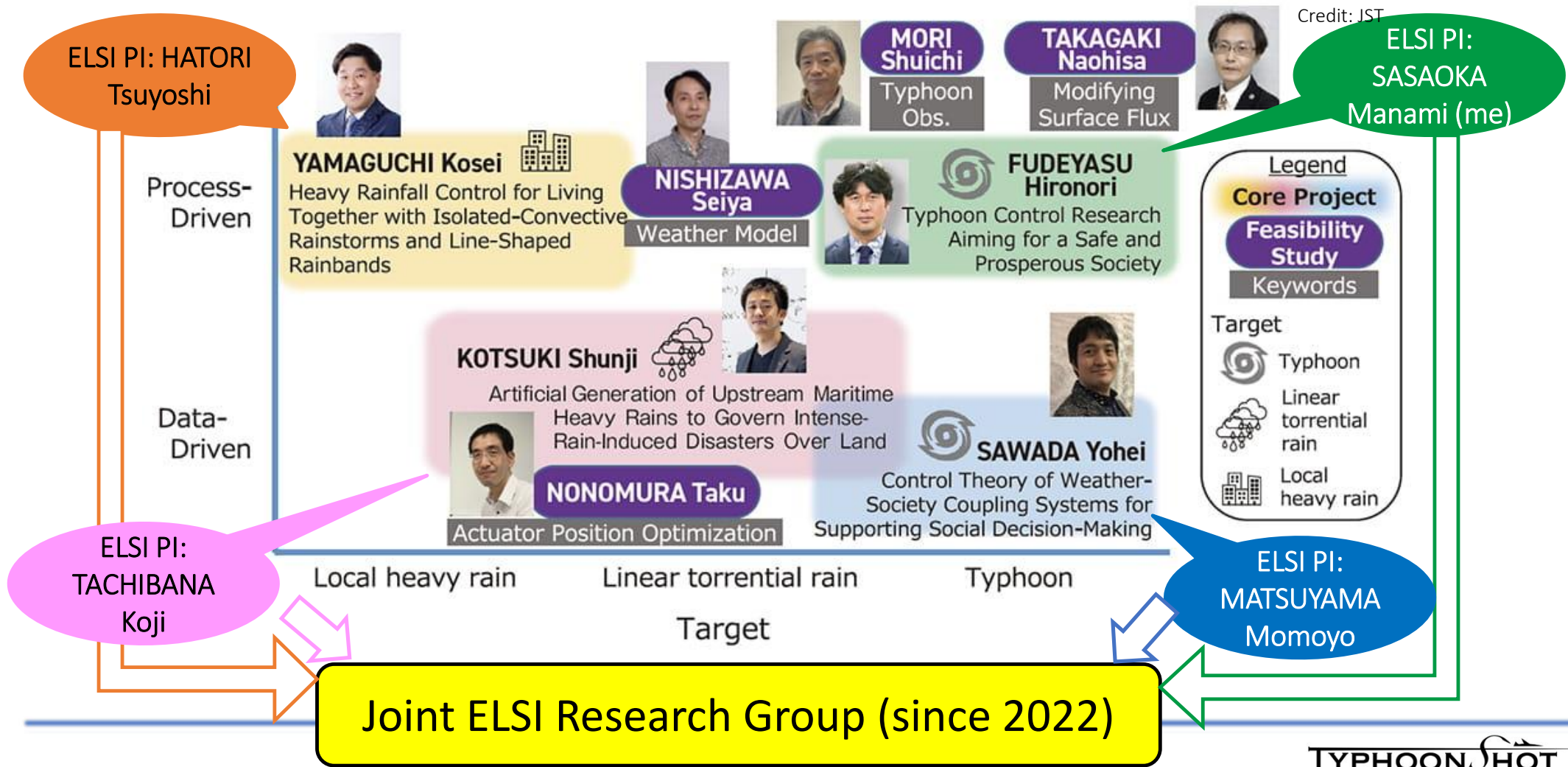


- R&D projects should take care of presumed social impacts (i.e., the **ethical, legal, and social implications [ELSI]**) of the utilized technology, even at its infancy stage, and self-govern even before being regulated by parliament laws (**responsible research and innovation [RRI]**)
- Humanities and social sciences perspectives should be included into the R&D project from its early stage

3. Research Timeline (for the Case of Typhoon Control in Fudeyasu PJ)



4. Joint ELSI Research in Moon Shot Goal 8



5. How to Proceed the Joint Research

論点	アクション
国際的なリスク分散・協調関係維持の仕組み 格差・国際紛争の防止 軍事利用・テロの防止	・ 現行の法ルールとの関係を調査 ・ 国際動向、国家安全保障上の懸念事項を調査
受益者以外の第三者への負の影響 農業従事者との、降水量低下による不作のリスク 漁業従事者との、進へ出られないリスク 操作を誤って巻き込まれた航空機・船舶への補償 ダムの貯水率が減るリスク 制御との因果関係が不明確な、制御後に生じた現象	・ リスク評価の視点、リスクの算定 ・ 影響評価→安全規制、賠償・補償スキーム、保険 制度：法哲学・倫理学の観点から、倫理的課題について検討
想定外・長期的リスクへの対応 地球規模の気象への影響 気候への影響 生態系への影響 制御との因果関係が不明確な、制御後に生じた現象	・ 予測技術の向上
技術開発の判断プロセス・合意形成 関連技術の発展への有用性（予測精度の向上、現象理解） アカウンタビリティ	・ 市民対話・アンケートによる意識調査
制御実施の判断プロセス・合意形成 判断主体・責任 発動条件 ・ 費用対効果の予測 ・ 公平性・トロッコ問題 ・ 社会脆弱化などのデメリットへの配慮 ・ 代替手段との比較 制御をしなかった際に生じた被害の扱い アカウンタビリティ	・ 負の影響（影響評価→安全規制、賠償・補償スキーム、保険制度） ・ 市民対話・アンケートによる意識調査
制御実施の評価プロセス アカウンタビリティ	
社会の脆弱化 防災インフラの脆弱化 防災施策の減退 主体性の低下（モラルハザード） 気候変動の緩和の意識低下	・ 法学・安全工学・気象行政の観点から、台風制御技術の発動段階における安全性についての考え方を整理
費用負担 負担者 金額	・ 市民対話・アンケートによる意識調査
価値観の変化 環境倫理：人間が自然現象に介入する是非 自然観 自然災害の捉え方 気象コモンズ：気象の捉え方	・ 法哲学・倫理学の観点から環境倫理について検討 ・ 豪雨や気象と共生してきた地域コミュニティの暮らしの実態調査 ・ 地域ステークホルダーとの気象制御導入に関わる社会科学対話 ・ 市民対話・アンケートによる意識調査
そもその論点抽出・論点整理	・ 国際関係・基礎研究（歴史研究）の観点から、米国Stormfury計画等に関する歴史的経緯を調査し、ジオエンジニアリングをめぐる事例研究および論点を整理 ・ 市民対話による論点抽出



論点大項目	論点中項目／小項目
地球規模のリスクに関わる課題	地球環境・生態系への影響／想定外リスク 地球規模の気象への影響 気候への影響 生態系への影響 制御との因果関係が不明確な、制御後に生じた現象 国際的なリスク分散・協調関係維持の仕組み 格差・国際紛争の防止 軍事利用・テロの防止 経済紛争・経済摩擦
地域レベルのリスクに関わる課題	地域環境・生態系への影響 地域スケールの自然環境・生態系への影響 制御との因果関係が不明確な、制御後に生じた現象 第三者への負の影響／地域コンフリクトの緩和 農業従事者との、降水量低下による不作のリスク 漁業従事者との、進へ出られないリスク 操作を誤って巻き込まれた航空機・船舶への補償 ダムの貯水率が減るリスク 農家の維持
社会的判断・意思決定プロセスに関わる課題	技術開発の判断プロセス・合意形成 関連技術の発展への有用性（予測精度の向上、現象理解） アカウンタビリティ 制御実施の意思決定プロセス・合意形成 判断主体・責任 発動条件（必要性の判断） ・ 費用対効果の予測 ・ 公平性・トロッコ問題 ・ 社会脆弱化などのデメリットへの配慮 ・ 代替手段との比較 制御をしなかった際に生じた被害の扱い アカウンタビリティ 費用負担に関わる分配的公正 受益者負担の原則 受益者と受益者の補償問題
社会システムの脆弱性をめぐる課題	社会システムの脆弱化 防災インフラの脆弱化／防災施策の減退 経済・産業の脆弱化 主体性の低下（モラルハザード、市民・行政・技術者） 気候変動の緩和の意識低下 予測精度とレジリエンスのバランス 社会的格差・分断の助長 環境正義・地域間の格差 国際的ヘゲモニー（台風の押し付け合い） 貧富の差の拡大
自然・文化に関わる価値規範をめぐる課題	環境倫理・科学倫理 自然権 環境権 世代間倫理 公共性と共同性 国際ルール・法秩序 自然観・災害観・科学観 自然・災害の捉え方 科学技術とのつきあい方 共生文化・思想（気象コモンズ）
責任ある研究・イノベーション実施に関わる課題	研究倫理・責任 ガイドライン 責任分担 コンプライアンス 研究者の意識変化・態度変容 研究ガバナンス ベストプラクティス構築 ELSI・RRI検討 反省的実践 研究の連携・調整 ピア評価 プロジェクト内の緊張関係

Sharing Information

Discussion

Interview &
Review

Classification of
Issues

6. Preliminary Outcome: Six Fields of ELSI

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. Issues related to global or transboundary risks

- 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. Issues related to regional-level risks

- 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込ませることができるか

3. Challenges surrounding long-term changes in society

- 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. Challenges surrounding norms of values related to nature and culture

- 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. Issues related to social judgment and decision-making processes

- 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. Challenges in RRI practices

- 6.1 研究倫理・責任
- 6.2 研究ガバナンス

1. Issues related to global or transboundary risks

- 1.1 Implications for the earth's environment and ecosystems, including unanticipated risks (uncertainty at a global scale: weather, climate / ecosystems / causal links)
- 1.2 International risk distribution and cooperative relationships (disparities, international conflicts / military utilization, terrorism / economic conflicts, trade friction)

2. Issues related to regional-level risks

- 2.1 Impact on the regional environment and ecosystems (the environment and ecosystems at the regional scale / uncertainty in causality)
- 2.2 Negative impact on third parties / mitigation of regional conflicts (agriculture / fisheries / obstruction of aircraft and vessel operations / dam reservoirs / landscapes)

3. Challenges surrounding long-term changes in society

- 3.1 Weakness in social systems (vulnerabilities in disaster prevention infrastructure and measures / economic and industrial fragility / moral hazard / low awareness / prediction accuracy and resilience)
- 3.2 Exacerbation of disparities and divisions (environmental justice / hegemony / wealth disparity)

4. Challenges surrounding value norms related to nature and culture

- 4.1 Environmental and scientific ethics (environmental interests / environmental rights / intergenerational ethics / public and communal property / international rules and legal order)
- 4.2 People's lives (perception of nature and disasters / language and terminology surrounding "control" / interaction with science and technology / culture and philosophy of coexistence)

5. Issues related to social judgment and decision-making processes

- 5.1 Judgment process and consensus building in technological development (advancement of related technologies / accountability)
- 5.2 Decision-making process and consensus building for control implementation (decision-making entity / responsibility / activation conditions (necessity) / accountability)
- 5.3 Distributive justice in cost burden (principles of beneficiary responsibility, compensation issues between benefiting and affected areas)

6. Challenges in RRI practices

- 6.1 Research ethics and responsibilities (guidelines / philosophy of care for nature and society / responsibility allocation / compliance / changes in researcher awareness)
- 6.2 Research governance (building best practices / ELSI and RRI considerations / reflective practice / research collaboration and coordination / peer review / tensions within projects)

7. Issues Related to Global or Transboundary Risks (Field No. 1)

■ Negative Impacts?

- **Case 1:** Seeded substances (e.g., silver iodides) were directly flown to third parties' premises (soil) or public areas.
- **Case 2:** The short-term weather or environment had been altered due to the operation (incl. the case in which the typhoon path was curved).
- **Case 3:** The long-term environment, biodiversity, and climate have changed due to the operation.
- **Case 4:** Situations like those described above cause political and social conflicts and instabilities.

Proximity between
the operation and
the result

Close

Far

8. Managing Risks and Challenges (Purpose-based)

■ Military or Hostile Purposes

- Completely prohibited (Art. 1, ENMOD 1976⁽¹⁾)

(1) *Convention on the Prohibition of Military or Any Other Hostile Use of Environmental Modification Techniques* (78 contracting parties, including Japan, the US, China, and Russian Federation)

Art. 1, ENMOD

(1) Each State Party to this Convention undertakes not to engage in military or any other hostile use of environmental modification techniques having widespread, long-lasting or severe effects as the means of destruction, damage or injury to any other State Party.

(2) Each State Party to this Convention undertakes not to assist, encourage or induce any State, group of States or international organization to engage in activities contrary to the provisions of paragraph 1 of this article.

Art. 2, ENMOD

As used in article 1, the term “environmental modification techniques” refers to any technique for changing – through the deliberate manipulation of natural processes – the dynamics, composition or structure of the earth, including its biota, lithosphere, hydrosphere and atmosphere, or of outer space.

■ Peaceful Purposes with Harmful Results

- ENMOD 1976 encourages weather modification for peaceful purposes (Art. 3(1)(2))
- No specific regulations at the international level (excl., WMO Guidance, a bilateral reporting framework (Canada–US), domestic legislation (N/A in Japan))
- General obligation to avoid harmful environmental impacts (*non-harm principle*, cf. Principle 21, Stockholm Declaration 1972⁽²⁾)
(2) Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment
- Marine pollution risks: London Convention 1972 (and its protocols)⁽³⁾ and UNCLOS 1982⁽⁴⁾
(3) Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter
(4) United Nations Convention on the Law of the Sea
- Air pollution risks: CLRTAP 1979⁽⁵⁾ (Japan is not a party)
(5) Convention on long-range transboundary air pollution

■ Peaceful Purposes with Probable Harmful Results

- Need for Environment Impact Assessment (EIA) in advance? To what extent?
- Precautionary Principle / Approach? (cf. Rio Declaration 1992, UNFCCC 1992)
 - If the operation were prohibited under the Precautionary Principle due to the probability of harmful impacts on third parties, the environment, or biodiversity, society would end up losing one possible measure to avoid severe results from disasters (***Risk-versus-Risk situation***)
 - Which risks should be more fully stressed?
 - Would fair compensation justify imposing risks on the other side?

■ Harmful Results beyond Expectations

- How to compensate for such unexpected losses?
 - Need for compulsory compensation system? (e.g., obligation to procure third-party liability insurance and/or governmental compensation)
- Negligence-based Liability or Strict Liability for ultrahazardous activities?
 - E.g., existing compensation system in other fields: Outer Space Treaty 1967 (strict liability of the State), CLC 1969 (strict liability of the tanker owner)
- Difficult to establish a causal link between the operation and the damage
- General remedy, such as “Loss and Damage Fund by World Bank”?

Thank you for paying attention

Contact: sasaoka-manami-hz@ynu.ac.jp