

# 気候変動適応の社会実装に向けた 総合的研究

## ポイント

- 適応策の社会実装に関する幅広い分野の科学的研究を統合的に推進
  - 科学的知見の含有する様々な不確実性や、適応策のコストと効果、限界、実施にかかる時間、適応策間や他分野の施策との相乗効果やトレードオフを考慮
- 様々なレベルの適応主体を科学的に支援するための仕組み作り
  - 流域や都市という「場」や様々なステークホルダーレベルで適応策を実践するための科学的知見の創出とその活用

# 研究の背景

- IPCC WGII AR6：気候変動は危険かつ広範な自然破壊を引き起こし、**適応の努力にも関わらず気候変動は数十億人の生活に影響を及ぼしており**、特に世界人口の半数以上が住んでいる都市部では気候変動影響が増長している。また、気候変動は、天然資源の持続不可能な利用、生息地の破壊、都市化の進展、不衡平と組み合わせり、適応能力を低下させ、温暖化が少しでも進むごとにリスクは増加する
- 我が国でも気象の極端化、**健康や農作物への悪影響**、**生態系の変化等**を日々の生活においても**実感**している。今後、気候変動の進行に伴い、猛暑や豪雨による**リスクは更に高まる**ことが予測されている
- 中でも**熱中症死亡数は増加傾向**が続いており、近年では年間千人を超える年が頻発している。自然災害による死亡数をはるかに上回っている現状。今後、気候変動の進行に伴い極端高温の発生頻度も増加すると見込まれ、我が国において熱中症による被害の拡大が懸念されている
- 進行する気候変動とその影響はもはや「遠い未来にいつか来る課題」ではなく、「今まさに直面している課題」であり、将来の影響を回避・軽減するために如何に備えるかだけでなく、現在生じている影響にどう対応するかも含め、**適応の社会実装が喫緊の課題**となっている
  - ◆ **幅広い分野を対象**として、**様々な主体による適応策の実践を支える科学的知見の創出**が求められている

# 研究の必要性

## 本課題の対象

気候変動適応の社会実装に向け  
「分析・探索」と「解釈」の研究が必要

これまでの関連研究(S-18など)

仮想世界  
での評価

適応の有効性を  
検証

過去の影響

現在の影響

将来のリスク

## 分析・探索

③

| 目的                | 選択肢             | コスト                 | 便益          |
|-------------------|-----------------|---------------------|-------------|
| 多分野の目標とトレードオフの可能性 | 現実世界を変えるための別の行動 | 準備, 実施, 残存リスク, 相互影響 | 成功の指標と機会と成果 |

④

## 解釈

意思決定者

## 推進費S-18の到達点（見込み）

### ◆共通の影響評価枠組みを構築

影響予測等の基盤となる気候シナリオ（CMIP6）や社会経済シナリオを整備

### ◆幅広い項目の気候変動影響評価

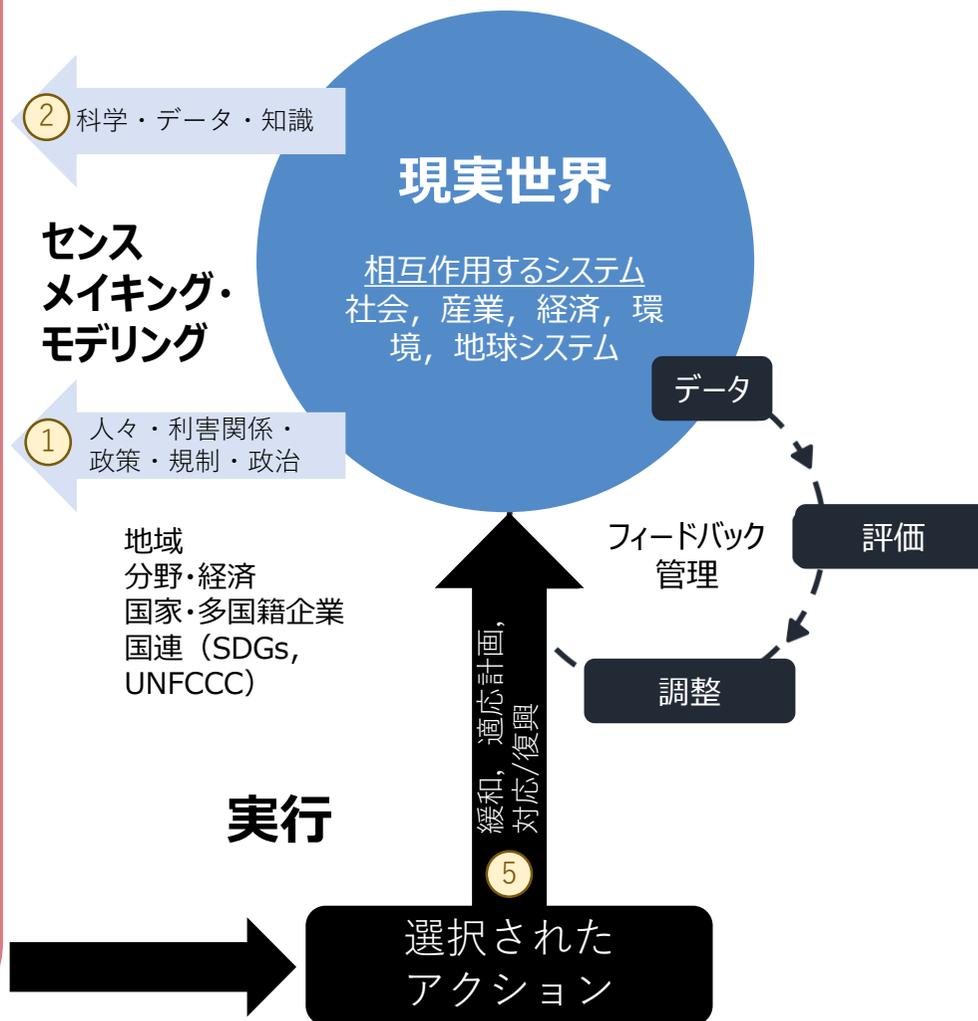
水害から農業，健康まで数多くの分野の参画を促し，広いセクターの影響評価を実施

### ◆国民生活・都市生活分野や経済評価に取り組むテーマを設置

交通，まちづくり，QoL，災害等の経済的波及効果などの研究を実施

### ◆影響予測モデルに基づく適応策の評価

多くの影響項目について，適応策の定量評価を実施



## 目的・目標

### 《目的》気候変動適応が社会に実装されるために必要な科学的知見の創出

- 適応に関する目標の設定 《目的》
- 目標達成に十分な適応策選定に係る方法論の構築 《選択肢・コスト・便益》
- 長期的な適応戦略策定に係る方法論の構築 《探索》
- 適応策実践における諸課題の解決 《解釈》

エビデンスに基づく政策立案, 他の施策とのシナジー・トレードオフ, 法や社会制度との関係, リスクの受容, 適応策実施に係る合意形成など



### 《目標》適応策の実践を支援する「気候変動適応実践支援システム」の開発

- 地域の現状を考慮し将来の様々な気候変動リスクに応じた適切な施策の選択・実践に関する枠組みや方法論の構築
- 様々なステークホルダーが議論可能となるよう、分野横断で複数の適応策の選択・実施手順（適応経路）を検討する手法及び作成したツールやマニュアル等はA-PLAT等を通じて提供
  - ① 適応策データベース（コスト, 効果, 限界, 実施にかかる時間, 適応策間の相乗効果やトレードオフ, など）
  - ② 複数分野・項目を対象とした1kmメッシュの全国影響予測結果群（適応策の効果の有無を含む）
  - ③ ①と②を統合した、分野横断の適応経路推計ツール
- 将来の熱中症対策の研究基盤「熱中症プラットフォーム」の開発
- 文科省の気候変動予測先端研究プログラムや推進費・科研費など他の研究プログラムとの連携・成果の活用

# 研究構成の考え方

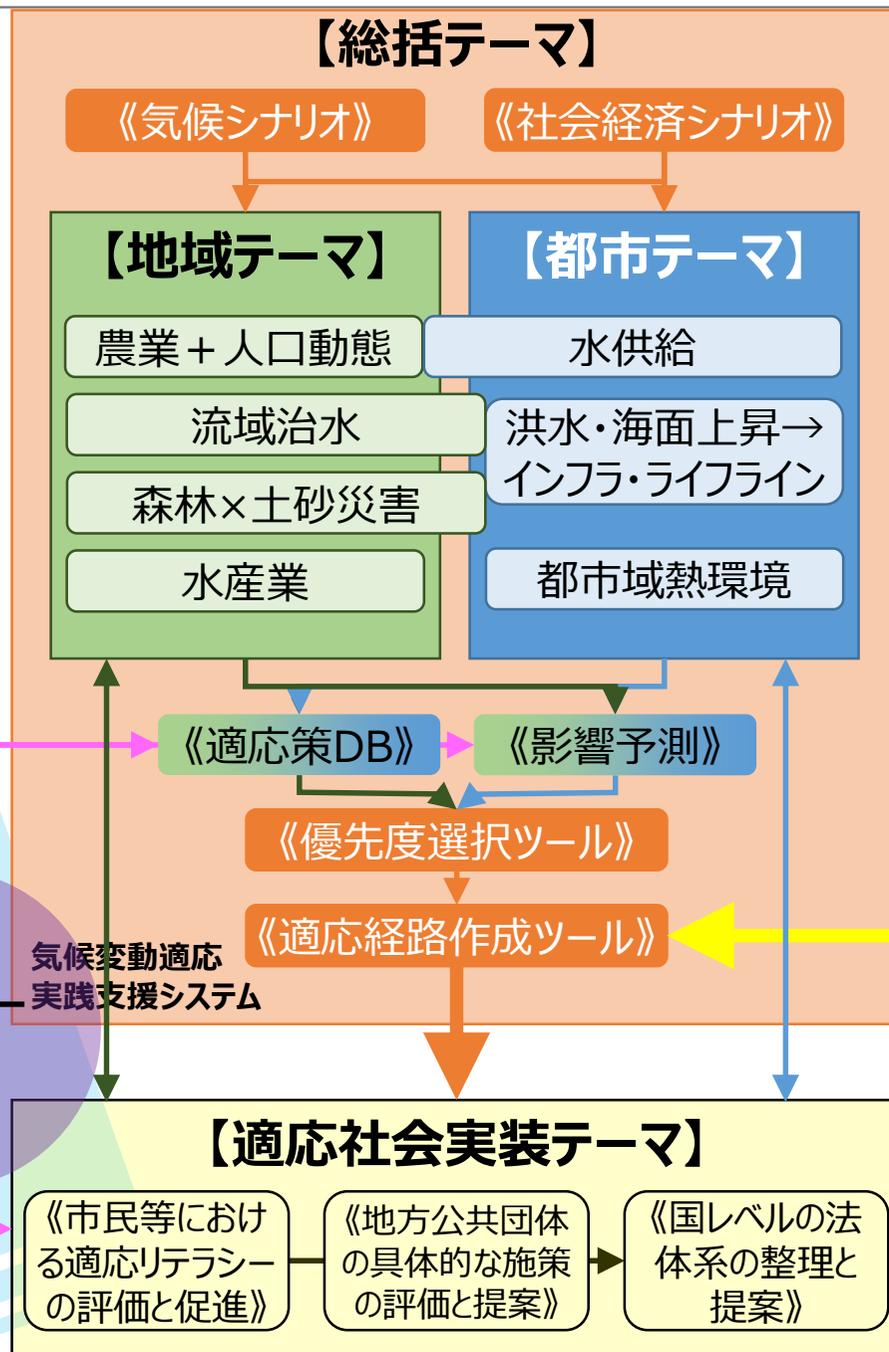
## ● テーマ構成の考え方

- 流域や都市という「場」や様々なステークホルダーレベルでテーマを設計することで分野間の融合を促進
- 気候変動による影響が甚大とされる暑熱による健康影響（熱中症）についてのテーマを独立して設置し，迅速な適応策の提案・実践を図る
- 地域気候変動適応センターや民間企業の参画を促し，適応策の実践につなげる
- 5テーマ，16サブテーマ程度を想定

## ● テーマ構成・テーマ代表

- **【総括テーマ】**：気候変動適応実践支援システムの開発に関する研究：基本設計(共通シナリオ等)，気候変動適応実践支援システム開発，全体成果のとりまとめ．**脇岡靖明（国立環境研究所）**  
※長期的な適応戦略策定に係る方法論の構築
- **【地域テーマ】**：主に農村部・山間部における，農業，森林管理，土砂災害，感染症，害獣管理，河川洪水と流域治水等における適応．**櫻井玄（農業・食品産業技術総合研究機構）**  
※適応に関する目標の設定&目標達成に十分な適応策選定に係る方法論の構築
- **【都市テーマ】**：主に都市域における主要な気候変動リスク，複合影響や他分野への波及的影響，分野間の相互影響への適応．**真砂佳史（国立環境研究所）**  
※適応に関する目標の設定&目標達成に十分な適応策選定に係る方法論の構築
- **【適応社会実装テーマ】**：地域での適応戦略検討，適応策実践における課題等に取り組む．**栗栖聖（東京大学）** ※適応策実践における諸課題の解決
- **【暑熱健康テーマ】**：タイムラインを追っての解析等を可能とする熱中症プラットフォームや他分野とのシナジー効果を新たに生み出す熱中症予防対策の開発．**横堀将司（日本医科大学）**  
※適応策実践における諸課題の解決

# 課題の全体概要



**環境政策への貢献**

- 国の気候変動適応計画
- 地域気候変動適応計画
- 2030年熱中症による死亡者数半減

**国際貢献**

- アジア太平洋地域における気候変動適応情報プラットフォームとの連携強化

**科学的成果**

- 我が国の2030年気候変動影響評価報告書
- IPCC WGII AR7及び特別報告書

**【暑熱健康テーマ】**

- 《熱中症プラットフォーム》
- 《熱中症弱者を対象とした環境リスク評価》
- 《領域横断的・学際的熱中症環境リスク評価》

# テーマ1：気候変動適応実践支援システムの構築と応用に関する研究

**目標：** 様々なステークホルダーが議論可能で複数の適応策の選択・実施手順（適応経路）を提供可能な「**気候変動適応実践支援システム**」の開発

- 全体方針を提示して、各サブテーマから提供される影響予測結果群と適応策データベース（コスト，効果，限界，実施にかかる時間，適応策間の相乗効果やトレードオフなど）を組み込んだ**適応経路推計ツール**を開発
- 他のテーマと連携して、過去から現在までの**影響の変化傾向とリスク度合いを推定**
- プロジェクト全体の成果を踏まえて、持続可能な将来像に繋がる複数の**適応のストーリーライン**を開発し、適応を推進するステークホルダーの理解を促進

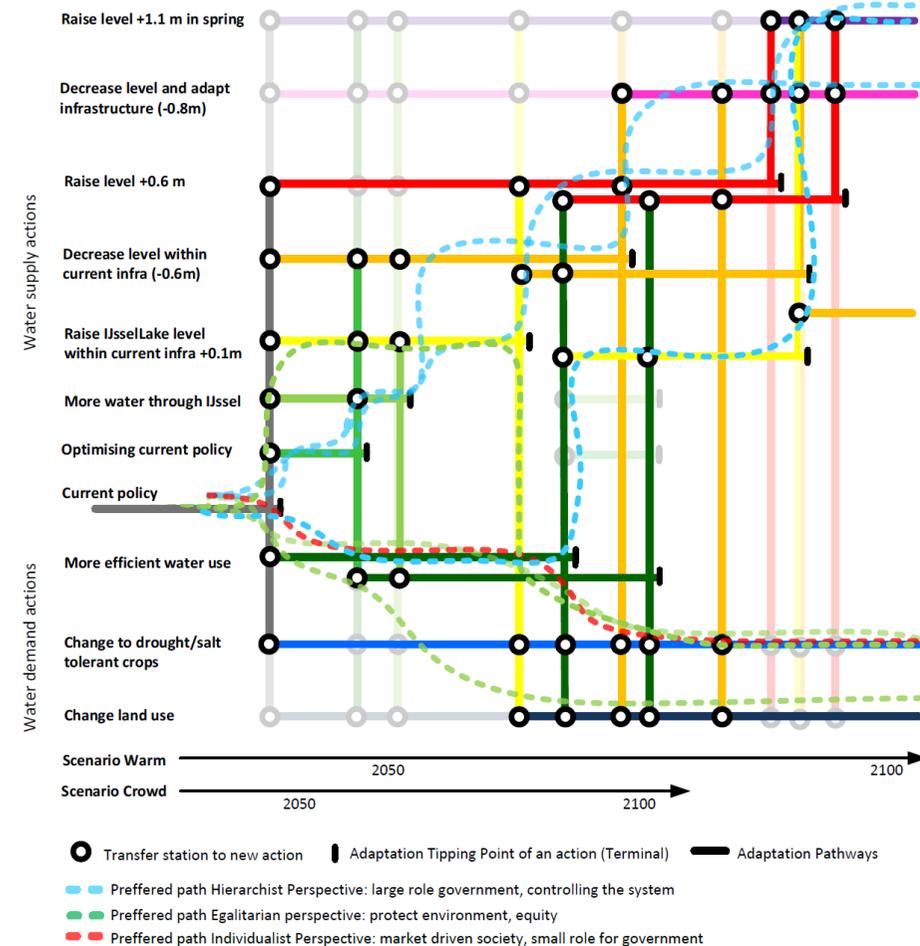


Figure 29: Adaptation pathways map with preferred pathways for three different perspectives.

[diss-haasnoot-online-version.pdf](https://diss-haasnoot-online-version.pdf) (agwaguide.org)

課題全体の成果を統合 ▶▶▶ 気候変動適応実践支援システムの構築

# テーマ1：気候変動適応実践支援システムの構築と応用に関する研究

## サブテーマ1-(1)(総括):気候変動適応実践支援システムの構築

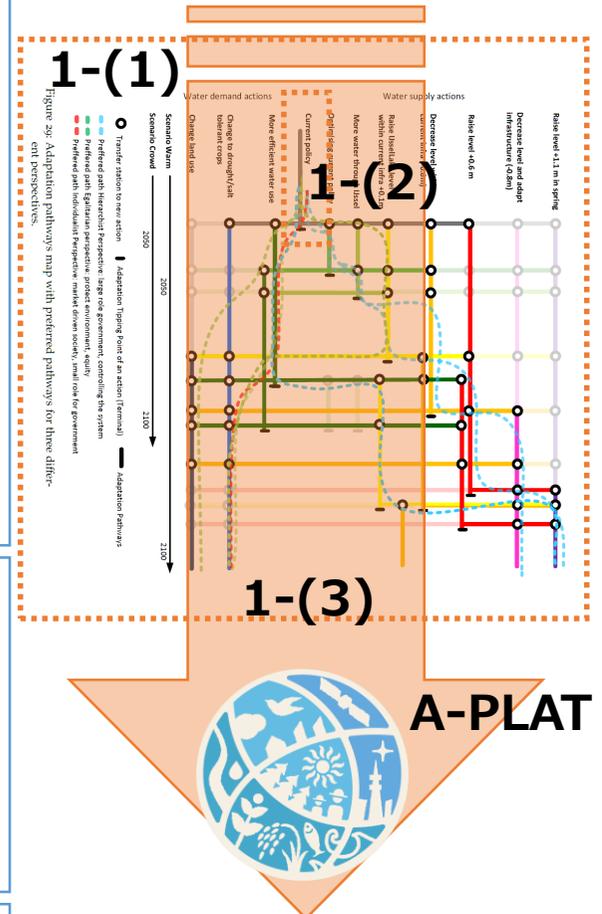
- テーマ2～5と連携して
  - ✓ 適応策データベース（コスト，効果，限界，実施にかかる時間，適応策間の相乗効果やトレードオフなどから構成される）構築
  - ✓ 複数分野・項目を対象とした1kmメッシュの全国影響予測結果群（適応策の効果の有無を含む）の統合化
  - ✓ 適応策優先度ツールの開発
  - ✓ 適応経路推計ツールの開発
  - ✓ 気候変動適応実践支援システムの構築

## サブテーマ1-(2):気候変動影響検出と原因特定に関する手法開発

- テーマ2・3と連携して
  - ✓ 複数分野における長期観測データの収集・整備
  - ✓ 気候変動影響のトレンド検出・原因特定の手法開発
  - ✓ 現状のリスクレベルの定量的評価

## サブテーマ1-(3):気候変動適応のストーリーライン作成手法の開発

- テーマ2～5と連携して
  - ✓ プロジェクト全体で利用する社会経済シナリオ・気候変動シナリオの設定
  - ✓ 地域，都市，地方公共団体などの「場」を対象とした気候変動適応に関するストーリーラインを作成するための手法開発



# テーマ2：気候変動に対する地域単位の包括的な適応戦略の解析・創出

**目標：**主に**農村部・山間部等の地域**を対象とした，農業，森林管理，土砂災害，感染症，害獣管理，河川洪水，流域治水，沿岸漁業と養殖等における気候変動への**適応オプションを経済性も含めてそのコスト・ベネフィットを詳細に解析**するとともに，**分野間の相互作用を考慮した地域として包括的な適応戦略を創出・評価**することを目指す

これまでの気候変動適応研究では，分野それぞれにおける気候変動影響と適応策が評価されてきたが，実際には**それぞれの分野の適応策は他の分野の適応策に影響**する。また，**経済性の評価も十分ではない**。  
 本テーマでは，それぞれの分野における**適応策の経済性を詳細に評価**するとともに，**将来の地域の人口動態・居住地域の変化を考慮したうえで，分野間の相互作用を考慮した包括的な適応戦略を提示する**



## テーマ2：気候変動に対する地域単位の包括的な適応戦略の解析・創出

### サブテーマ2-(1)：農業における適応策の広域的・包括的施策の評価と提案

- ・気候変動に伴う各作物（穀物・果樹・野菜）の最適栽培地域と最適栽培品種、適応策などの地域的・広域的評価
- ・気候変動リスクに加え、将来の農業人口動態や労働時間を考慮した最適栽培作物への転換などの経営戦略の評価
- ・気候変動に伴う各作物（穀物・果樹・野菜）の最適栽培時期の評価
- ・各作物の適応策オプションの経済性評価
- ・衛星データなどを利用した土地利用把握と農業環境インデックス作成など新たな適応策の提案と評価

### サブテーマ2-(2)：河川洪水被害減少のための包括的適応策の評価と流域治水策の提案

- ・河川洪水被害を減少させるためのより低コストな河川構造物の水理学的評価・経済的評価
- ・包括的な河川洪水のコストを減少させるための上流域の積極的洪水策の評価と河川管理手法の提案
- ・ECO-DRRとしての河道植生の適応的効果と広域評価

### サブテーマ2-(3)：森林管理・森林域害獣管理・土砂災害被害低減のための広域的・包括的適応策の評価と提案

- ・スギやヒノキなども含めた気候変動下の効率的な森林管理策の提案と評価
- ・森林植生と将来の成長を加味した土砂災害リスクの各地域の評価
- ・気候変動に伴う動物の分布変化の解析と効率的な害獣管理の提案と評価
- ・気候変動に伴う哺乳類の分布変化と人や農地に対する多面的な被害を評価するとともに、解決策を提案する。

### サブテーマ2-(4)：水産業における地域の特性に合わせた効果的な適応策オプションの評価と提案

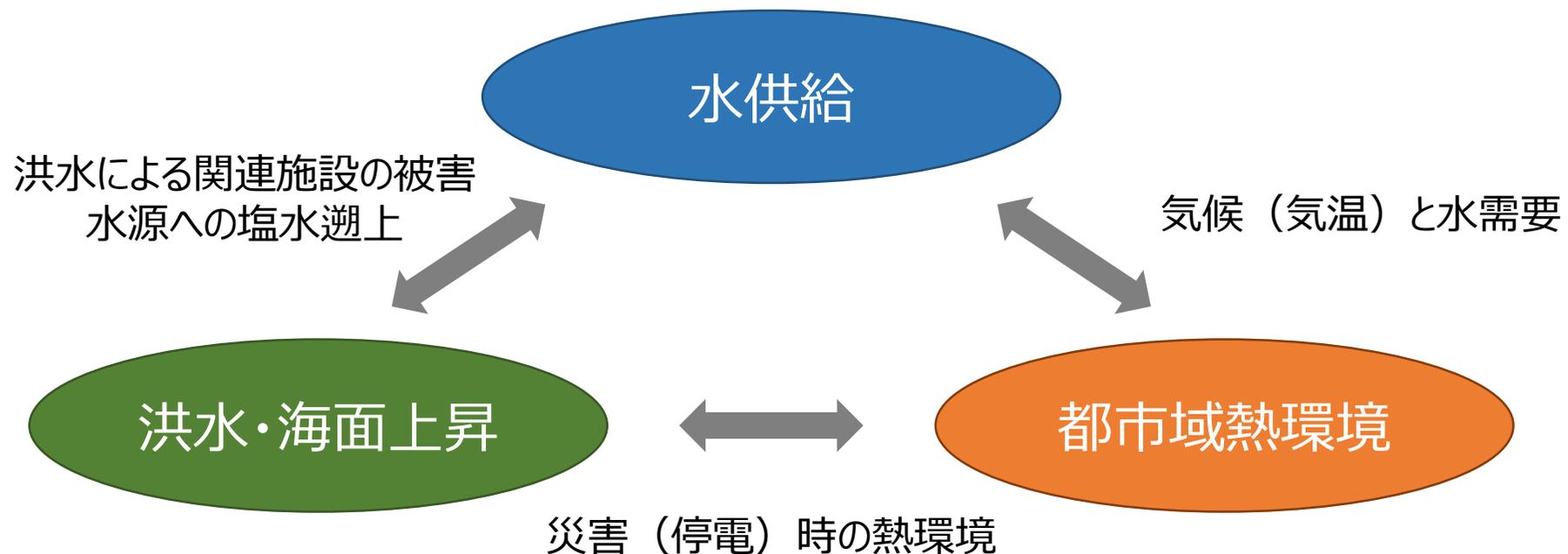
- ・各種増養殖業における気候変動影響・適応策の詳細な評価
- ・気候変動に伴う沿岸生態系の変化と沿岸漁業への影響の詳細な評価
- ・各地域における各種増養殖業と各種沿岸漁業の適応策の組み合わせによる効果的な適応オプションの提示

各種産業人口の将来変化も加味し、分野間の相互作用も考慮したうえで、最適な農地利用・森林管理・河川管理・漁業形態を提案する。遊水地としての農地の利用可能性、住民の土砂・洪水の低リスク地域への移住の促進策など、大胆な政策も含めた包括的・俯瞰的な適応策を提示する

## テーマ3：都市域の気候変動リスク評価と適応戦略の解析

**目標：**主に人口が集中する**都市域**において重要な気候変動影響を評価し、実現可能性の検討も含めた**適応策・適応戦略を提示**

- 都市域の主要なリスクとして、**水供給**、**自然災害（洪水・海面上昇）**、**都市域熱環境**を対象として3つのサブテーマを設定
- サブテーマで対象とする分野間の相互影響や他の分野および緩和策との関連（**複合影響**、**分野間の影響の連鎖**、**他の施策とのシナジー・トレードオフ**）も解析
- **人口減少**、**超高齢化**、**土地利用変化**などの社会的課題も考慮



3つのサブテーマと分野間の相互影響の例

## テーマ3：都市域の気候変動リスク評価と適応戦略の解析

### サブテーマ1：水供給における気候変動リスクと適応戦略の提案と評価

- アオコによる異臭味，水処理（消毒副生成物），水供給（残留塩素）など様々な**浄水プロセスにおける気候変動影響**を評価
- 気温や熱環境の変化に伴う**水需要への影響**
- 海面上昇や洪水等の災害による二次的被害（施設被害、減断水等）の評価

### サブテーマ2：都市の規模に応じた洪水や海面上昇に対する適応戦略の提案と評価

- 洪水・海面上昇による**インフラ・ライフライン**などへの波及的影響
- EbAを含む適応オプションの評価（効果、コスト、時間）
- 都市規模に応じた**最適な適応戦略**の提案（防護・移転・順応）
  - 人口減少、高齢化、土地利用変化を考慮

### サブテーマ3：都市域熱環境の広域評価と緩和策を含む暑熱リスク低減策の提案と評価

- ヒートアイランド、気候変動を考慮した**全国レベルの都市域熱環境の将来予測と暑熱リスク評価**
  - 人口減少やそれにとまなう土地利用変化を考慮
- **災害時の停電**などに伴う熱環境変化・暑熱リスクの評価
- 2050年カーボンニュートラル達成に向けた**気候変動緩和策**の都市熱環境・暑熱リスクへの影響評価

## テーマ4：適応の社会実装に向けた異なるステークホルダーレベルでの課題の抽出とソリューションの提案

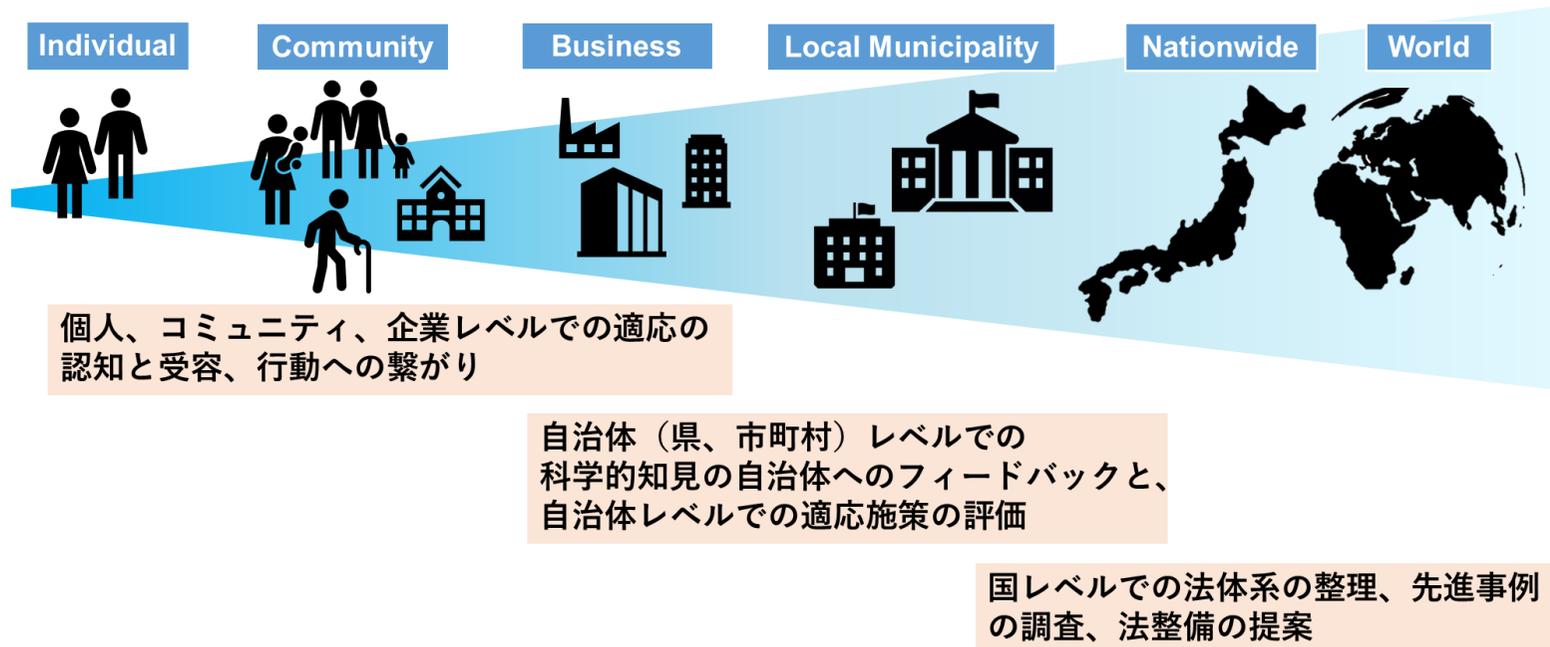
**目標**：気候変動適応の実践においては、**様々なステークホルダーレベル**での現状と課題を理解し、適応促進に向けた戦略を提案することが必要。本テーマでは、**個人**、**コミュニティ**、**企業**、**地方公共団体**、**国**といった異なるレベルを対象に、**適応の現状**、現場での適応における**課題**、**制約**、**促進要因**を明らかにし、**適応促進に向けた施策の提案と評価**を実施。

▶▶▶各ステークホルダーレベルの実情に即した適応戦略を練ることが可能となり、各地域においてよりきめ細やかな気候変動適応計画策定へと発展可能

### <研究としての新規性>

これまでの適応研究では、各分野、それぞれの対象地域において、個別にステークホルダー分析がなされることはあったが、ひとつのテーマ研究として、異なるレベルのステークホルダーを包含し、適応戦略を検討する点に本研究の新規性がある。

### 【適応の社会実装研究に必要な各レベルでの取り組み】



## テーマ4 : 適応の社会実装に向けた異なるステークホルダーレベルでの課題の抽出とソリューションの提案

### サブテーマ4-(1) : 市民等における適応リテラシーの評価と促進

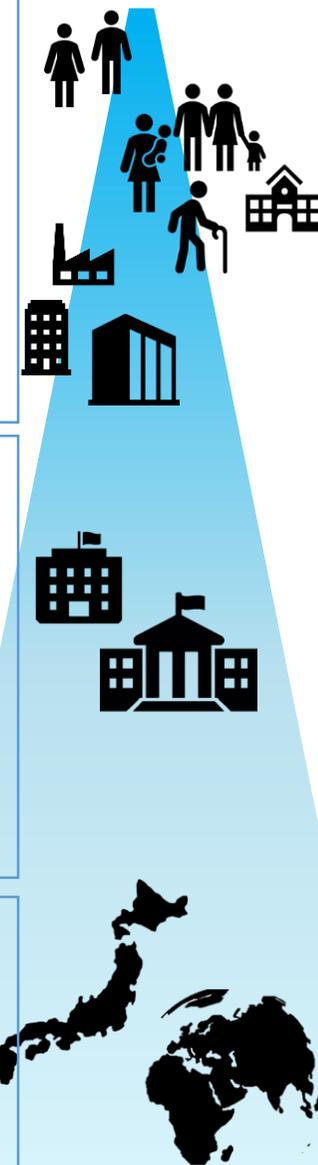
- 市民を対象とした適応に関するリテラシー, 適応策の受容性, 適応行動実施状況の調査・分析・評価
- コミュニティ(自治会), 学校, 企業等での適応に関する理解と制約・課題の調査・分析
- 適応に関する普及啓発活動や情報提供の効果の評価  
(熱中症に関する各種啓発の認知と効果的な啓発法の評価 : テーマ5との連携)

### サブテーマ4-(2) : 地方公共団体の気候変動適応計画とそれに基づく具体施策の評価

- 異なるレベル(県、市町村)の複数の地方公共団体を対象とした, 気候変動影響予測に関する科学的知見のフィードバックと地方公共団体レベルでの現状認識と課題の評価
- 地方公共団体における適応施策への意見・制約, 施策受容性の調査
- 地方公共団体における具体的な適応施策の検討と各施策の評価、評価指標の検討

### サブテーマ4-(3) : 国レベルの法制度・政策の整理と提案

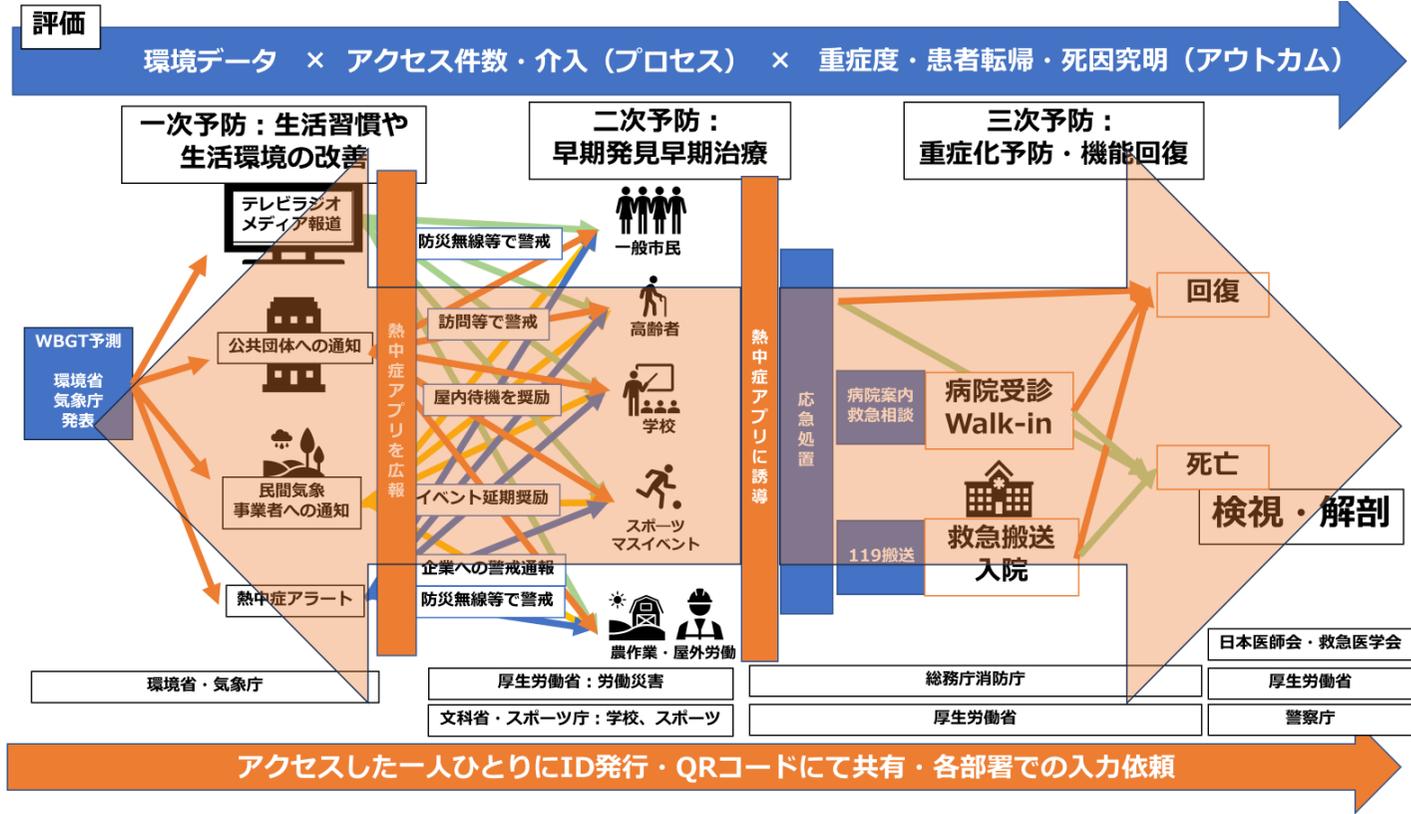
- 日本における様々な適応領域(河川, 都市計画, 農業, 自然環境・生態系の保全, 自然資源管理 等)における制約となる法制度および政策の整理
- 先進となる事例(海外)の法制度の整理
- 必要となる法整備および政策の提案



# テーマ5：気候変動に伴う健康影響に関するデータ収集・データドリブンな解析

**目標：即時的・領域横断的データ収集が可能となる熱中症プラットフォームの開発**

熱中症患者発生時のWBGT等環境因子を追跡し、各領域関連の横断的解析が可能  
**ポピュレーションアプローチ（一次・二次予防）×ハイリスクアプローチ（三次予防）**を  
 有機的に組み合わせ、影響評価・適応のデータをシェア、**社会の適応行動を促進する**  
 枠組みを検討し、2030年**熱中症死亡者数の半減**を目指す

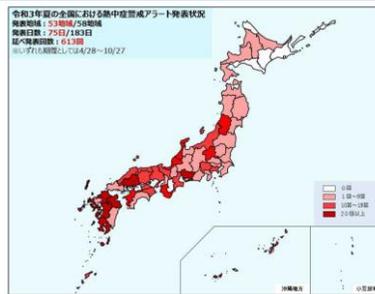


**熱中症アプリを開発・活用・A-PLATとの連携：環境因子の学際的・領域横断的データを取得**

# テーマ5：気候変動に伴う健康影響に関するデータ収集・データドリブンな解析

## サブテーマ5-(1) (総括)：熱中症アプリの開発と環境リスクデータの分析

- ・即時的な熱中症環境因子の把握とタイムリーなアラートの発出を強化
- ・熱中症アプリ・GPSデータにより発症時の環境因子を明確化：
  - 地域におけるWBGTデータとの突合・発症者数・死者数との比較
- ・各地域での重症熱中症が発症する閾値を検討→A-PLATとの連携
- ・熱中症特別警戒情報の閾値の地域別、季節別評価
- ・アプリが示す応急処置や指定暑熱避難施設情報等による予防効果を判定



令和3年度の熱中症警戒アラートの発表状況



暑さ指数の全国地図 (環境省 熱中症予防情報サイト)

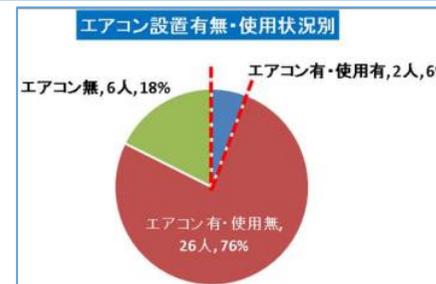
## サブテーマ5-(2)：熱中症弱者 (要配慮者) を対象とした環境リスク評価

- ・高齢者・障がい者・乳幼児の熱中症重症化環境リスクを評価  
(テーマ1～4：総括班・地域班・都市班・適応社会実装班とも連携し、評価項目を設定)
- ・熱中症弱者における熱中症の重症化予防に関わる環境因子の同定



## 熱中症対策普及団体に熱中症アプリを供与、連携の有効性、アラートの効果を評価・確認

- ・独居高齢者等の家族又は支援者による効果的な見守り
- ・SNSやインターネット等を利用しない高齢者等への効果的な声かけ
- ・エアコンを設置していない独居高齢者等の支援



令和5年 熱中症死者におけるエアコン使用状況 (東京都監察医務院)

## サブテーマ5-(3)：領域横断的・学際的熱中症環境リスク評価

- (イベント主催者・教育委員会・学校関係者・スポーツ協会・生気象学会・産業衛生学会等との連携)
- リアル・ワールド・データに基づく、マスギャザリングイベント・学校・スポーツ・労働・農作業等、様々な場面における熱中症環境リスクの評価



熱中症発症の流れと  
予防のプロセス

無症状

発症

重症化

死亡

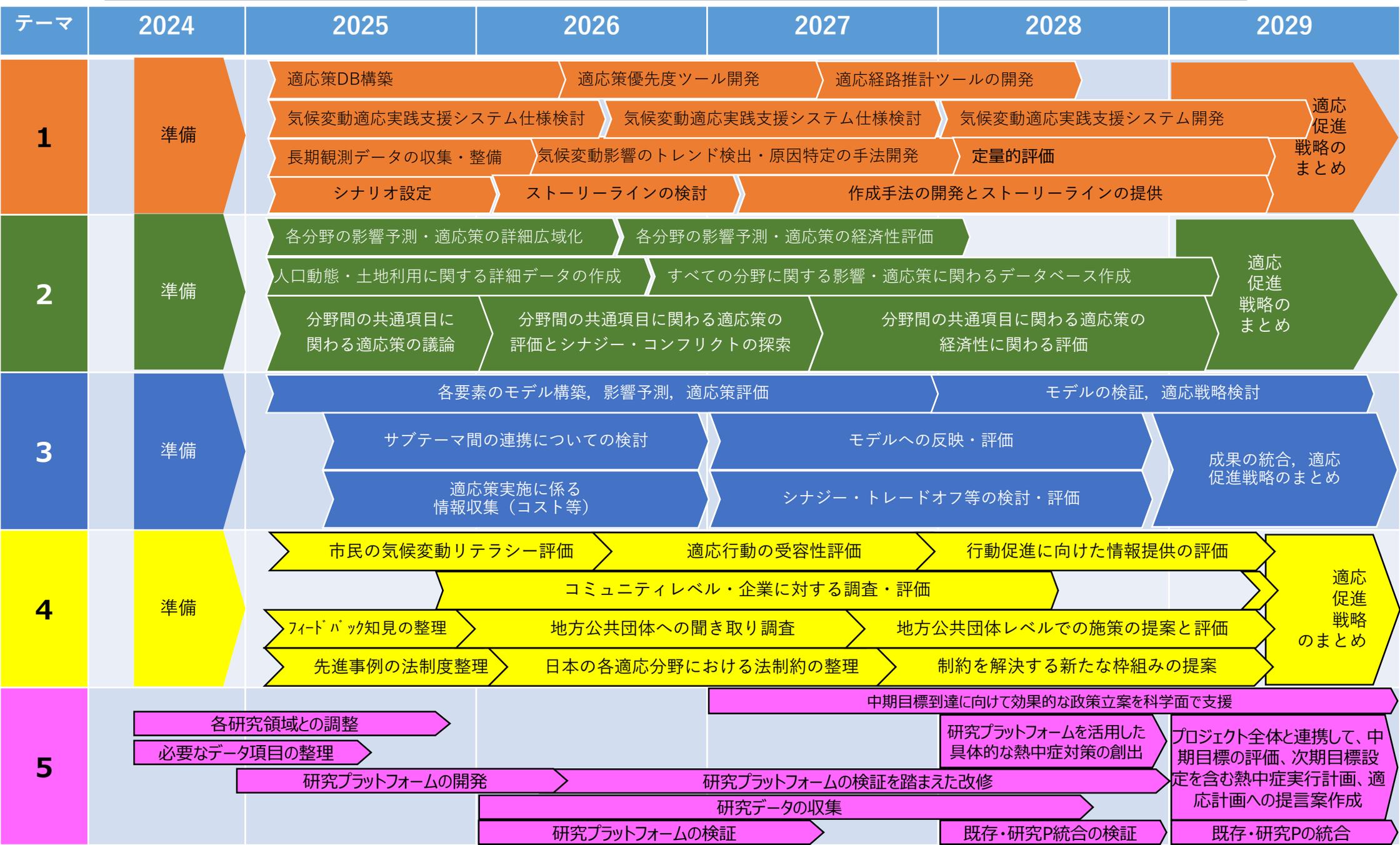
一次予防 (適応促進)  
環境の改善  
WBGT・エアコン

二次予防  
早期発見・早期治療  
熱中症アプリが示す応急処置や  
指定暑熱避難施設情報等の発信

三次予防：  
重症化予防・死亡者減少

2030年目標  
熱中症  
死亡者半減

# 年度計画



## 期待される成果・政策貢献

- **「気候変動適応実践支援システム」** 様々な適応主体が統合的・俯瞰的に適応を捉え「最適な戦略の選択」▶▶▶地方公共団体等による計画的かつ適切な適応取組の実施や充実，課題となっている部局間連携などに貢献する科学的基盤
  - ▶ 「地域気候変動適応計画作成支援ツール」と連動させ，各地方公共団体の計画に具体的な道筋を落とし込み実現性を向上 + 人員や科学的知見が十分ではない**市区町村の適応取組に係る負担を軽減**
  - ▶ 現在・将来において**他の研究プロジェクト等で創出される科学的知見や，各地方公共団体で収集・整備される情報の統合を想定した仕様の汎用性**（複数分野間での格納・表示形式の統一化等）を目指した構築
- 事業者に対して各社拠点・サプライチェーンにおける**気候リスク管理と適応ビジネスの検討に資する情報を提供**
- **2030年に熱中症による死亡者数の半減**を目指す具体的な施策として活用
  - ▶ **「熱中症プラットフォーム」** 将来の熱中症対策の研究基盤．国内外の民間を含む研究に活用▶▶▶我が国が適応先進国として国際的な気候変動対策にも貢献
- 研究成果は「気候変動適応情報プラットフォーム（A-PLAT）」から公開を想定

## 新規性・独自性

- 適応計画と適応策の実践における**ギャップを埋める**には、短期的な計画にとどまらず、長期的かつ協調的な**道筋を策定**し、時宜を得た効果的な実施を確保するための継続的な適応を可能にする条件を整備することが必要（IPCC WGII AR6）
  - **複数分野を対象として**将来のリスクを改善するための**さまざまな適応策選択のコストと便益を評価する研究**は世界的にも例が限られており、新規性も独自性も非常に高い
  - 「場」を設定して、**複合的**または**連鎖的な影響の評価と適応策の検討を定量的に行う研究**は非常に新規性が高い
  - 物理的影響と適応に加え、**適応における社会課題**（ガバナンス、制度、政策）に関する研究は世界的に限られており新規性が高い
- 我が国において暑熱環境による健康被害の**即時性の高い発生者数の把握は困難**。軽症・中等症患者の**行動様式や患者を取り巻く環境については未解明**。熱中症の発症から重症化、死亡といった**タイムラインを追っての個々の患者評価自体が困難**。労働、学校現場、医療機関、解剖例などのデータを繋げた患者の経時的評価と**発症要因の抽出にも課題**
  - 熱中症対策に必要な**基本的データ・研究のプラットフォームとなる領域横断的研究が必須**▶▶▶重症化予防を促しつつ個々の患者データを領域横断的に取得する熱中症アプリを開発＋シナジー効果を新たに生み出す熱中症予防の方略の開発
  - 発症時の位置情報（屋内・屋外）・発症様式（運動・安静時）環境（WBGT・エアコンの使用等の情報を個々の患者よりタイムリーに取得した、**地域性や季節性、年齢や労作等をも加味した重み付けによるより精度の高い熱中症予防**の取り組み支援