

令和5年度戦略的研究開発課題（SⅡ-11 候補）の公募方針

1. プロジェクト名：

世界の主要都市に関する気候安全保障リスクの評価

2. 研究プロジェクトリーダー：

沖 大幹（東京大学 大学院工学系研究科 教授）

3. 研究予算：

年間総額 1 億円以内

※サブテーマ毎の予算は「6. プロジェクトの研究テーマ構成及びサブテーマ構成」に記載。

4. 研究期間：

3 年間（令和5－7 年度）

※研究 2 年目に中間評価を行う。

5. プロジェクトの概要

（1）背景と目的

2019 年 9 月、気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の基調講演において、グテーレス国連事務総長は「気候変動はもはや気候危機である。」と述べた。我が国でも近年、50 年、100 年に一度の規模とされていた気象災害が毎年のように各地で発生し、人命や社会経済インフラに深刻な被害が生じている。世界各国でも同様に、過去になかった規模での干ばつや熱波、風水害などによる社会経済被害が、特にアジアの沿岸大都市やその周縁の農村地域で深刻化している。

このような都市と周辺気候変動リスクは、災害避難民や気候難民といった人道危機を引き起こし、世界の社会経済に影響を及ぼす。また、世界銀行も報告書「大きなうねり」(2021 年) のなかで、2050 年までに世界 6 地域で約 2 億人が国内移住を余儀なくされ、深刻な気候安全保障リスクを引き起こすと警告している。更に、IPCC の「変化する気候下での海洋・雪氷圏に関する特別報告書」(2019 年) においては、温暖化により気候の急激な変化がティッピング・ポイント（転換点）を迎え、海洋や雪氷圏、気候システム全体に新たな状態をもたらす可能性から、都市の気候変動リスクが更に高まる恐れが指摘されている。他方で、先進国、開発途上国を問わず、都市への人口集中は今後より一層進むと予想され、社会経済インフラとサプライチェーンが集積し、特に、気象災害の影響が大きい沿岸都市のレジリエンスの強化が、多くの国で気候安全保障上の喫緊な政策課題となっている。

こうした世界的な気候危機と国際場裏での議論を受け、環境省では気候変動適応法第十八条「国際協力の推進」に基づき、気候変動リスクに脆弱な国や地域で適応の技術協力を実施している。例えば、科学的知見の収集やツールの共有のためにアジア太平洋適応情報プラットフォーム (AP-PLAT) を運用しているが、気候変動シナリオの中でも特に、非可逆的な事象が気候システムを変化させ、都市のレジリエンスや人口移動に及ぼす様々なリスクについては十分な知見を提供できていない。我が国の気候変動適応国際協力推進と IPCC AR7 への貢献のため、都市と人口に着目した気候安全保障リスクの研究が期待されている。

以上を背景として、この戦略的な研究プロジェクトを実施する目的は、人口分布や都市発展モデルに従来からの気候変動の将来推計に加え、不可逆現象が生じる場合のシナリオも考慮し、世界と我が国の人間居住に対する気候安全保障リスクを定量的に評価する。更には、リスクの変化を未来に外挿することで、今世紀末には世界人口の8割以上が居住すると推計される都市に着目し、気候変動に強靱な社会の実現への政策的な洞察を得ることである。

期待される研究成果は、1) 社会インフラを考慮した人口や都市発展モデルに気候変動の要素を組み込み、リスクの分析結果を世界の気候安全保障に資する政策ツールとして実装する。2) 都市のレジリエンス強化の議論に資する気候変動影響評価を行う。3) 不可逆的な気候変動が気候システムに及ぼす変化を物理モデルで説明し、従来からの気候変動シナリオと共に都市気象災害モデルに与え評価する、の3点を想定する。

これらの研究成果は、論文公表により IPCC に貢献することのみならず、AP-PLAT 上に政策ツールとして実装し、COP や G7/20 などの国際場裏での適応の議論に供することが期待されている。また、パリ協定適応世界目標、仙台防災枠組み、SDGs の三位一体の達成を目指す適応国際協力の推進に、日本国環境省や国際援助機関等により幅広く活用されることを想定する。

(2) 研究概要

この研究プロジェクトでは、政策課題を以下3テーマに分解し、各研究成果を相互に連結させることで、気候変動による様々なリスクを加味した、人口(世界・開発途上国・アジア)モデルを構築する。そのモデルに対し、従来からの気候変動シナリオに加えて極端で不可逆的な気候変動が生じるシナリオも想定し、気象災害、水資源、健康、食料等の影響評価結果を加え、人間居住が直面する気候変動リスクについて、都市のレジリエンスの強化に資する政策的

意義のある洞察を導き出す。更に、サプライチェーンの連結などで我が国と関係の強いアジアの沿岸都市を3カ所程度具体的に選定し、モデル推計結果の検証を通じて各国の政策が人口動態に及ぼす影響を推計すると共に、都市の気候安全保障リスクを定量的に評価する。加えて、各テーマの研究成果をAP-PLAT上に政策ツールとして実装する。

- テーマ1 人口移動からの都市の気候安全保障リスク分析
- テーマ2 都市のレジリエンスに係る気候変動影響統合評価
- テーマ3 非可逆的な気候変動が都市に及ぼす影響予測

(3) 成果目標

1) 全体目標

このプロジェクトの全体目標は、各種モデルや影響評価を統合し、都市（世界・開発途上国・アジア）にますます集中する人間居住に及ぼす気候変動影響を明らかにし、気候安全保障リスクを定量的に示すことである。

2) 個別目標

テーマ1：人口移動からの都市の気候安全保障リスク分析

このテーマは3つのサブテーマで構成され、人口モデルや都市発展モデルに気候変動の要素を組み込み、人口動態から都市の気候安全保障リスク情報を推計し、政策ツールとしてAP-PLATで公開することを目標とする。

サブテーマ(1)：都市重力モデルへの気候変動リスクの組み込み

先進国、開発途上国を問わず、人口の移動は一般に、国境を超える移住や経済移民、紛争難民、内国（地方部から都市に）移住、更に、一時的な災害避難を含む幅広い概念であり、その発生原因は気候変動に限らず多様である。

このサブテーマでは、気候変動が都市人口や人口動態に与える影響を検出するため、既存の重力モデルに気候変動の要素を組み入れる。過去の実態に適合するように構築された人口モデルを用いて、アジアの開発途上国を含む世界の主要都市における周辺地域から都市（首都を想定）への人口移動に気候変動が及ぼす影響を定量的に分析し、都市の直面する気候安全保障リスクの低減に資する国際協力に活用可能な知見や洞察を得る。

サブテーマ(2)：インフラ考慮都市発展モデルへの気候変動リスクの組み込み

このサブテーマでは、都市機能を構成する社会経済インフラ、脱炭素社会移行シナリオや社会経済変化など、様々な要素を組み込んだ都市発展モデルに、テーマ2や3で議論される気候変動の要素を与えてモデルの挙動を分析する。

次に、(1)の人口モデル（世界・開発途上国・アジア）の結果と組み合わせることで都市のレジリエンスの諸相を明らかにし、都市のレジリエンス強化に資する国際協力に活用可能な知見や洞察を得る。

サブテーマ(3)：気候安全保障リスク評価と政策ツール化

このサブテーマでは、サブテーマ(1)と(2)で開発されるモデルにテーマ2や3の成果を統合し、サプライチェーンなど我が国と関係の深いアジアの沿岸大都市（バンコクやホーチミン市など3都市程度を想定）を具体的に選定し、モデル推計値結果の検証を通じて各国の政策が人口動態に及ぼす影響を評価すると共に、気候安全保障リスク予測情報として整理する。これらの研究成果は論文公表を通じた IPCC AR7 への貢献に加え、環境省や国際援助機関による適応国際協力推進に資する政策ツールに実装し、AP-PLAT 上で公開する。

テーマ2：都市のレジリエンスに係る気候変動影響統合評価

このテーマは、テーマ1の世界と開発途上国国内の人口移動モデルと、都市発展モデルに対する、都市のレジリエンス強化の議論に資する各種影響評価結果の提供を目標とする。

気象災害、水資源、保健、食料の各分野において、従来の GCM(大気・海洋結合モデル)と SSP-RCP シナリオを用いた全球規模の影響評価は、S-10 や S-14 などの先行研究により知見蓄積が進んでいる。これらの先行研究成果を踏まえつつ、都市に着目した精緻化により影響評価モデルを改良し、都市のレジリエンスの諸相とより整合的、かつ、人口変化やインフラ強靱化に演繹可能な統合的影響評価を実施する。

都市の直面する気候安全保障リスクの性質から、(1)都市の総合的影響評価、(2)都市と周辺の水資源、(3)都市居住者の健康、(4)都市と周辺の食料生産という4分野の影響評価に分割し、サブテーマが相互に連携することで気候変動に適応する都市のレジリエンスの諸相と、温暖化が進行した未来のリスク変化を明らかにする。

サブテーマ(1)：都市の総合的影響評価

このサブテーマでは、国連の人口統計、世界銀行の将来人口推計、エネルギー需要、労働生産性等の影響評価結果に、サブテーマ(2)～(4)の分野別影響評価結果と、テーマ3サブテーマ(1)の気象災害モデルの分析結果を統合し、テーマ1の人口モデルや都市発展モデルに対して総合的な気候変動影響予測を提供することを目標とする。

なお、一連の影響評価の成果はテーマ1とも連携し、政策ツールとして AP-PLAT で共有することで、気候変動適応国際協力に活用されることを想定する。

サブテーマ(2)：都市と周辺の水資源影響評価

このサブテーマでは、気候変動によるグローバルな水資源リスク変化の先行研究等を精査し、都市と周辺地域の水需給の関係性を整理する。次に、都市への水資源供給に係る多角的な影響評価を行い、人口モデルや都市発展モデルへの反映を念頭に、気候変動が水供給の安定に及ぼすリスクを明らかにし、都市の気候安全保障リスクを水資源の視座から包括的に議論する。

サブテーマ(3)：都市居住者の健康影響評価

このサブテーマでは、ヒートアイランドなど都市特有の暑熱、大気汚染、水系感染症などの先行研究や、保健指標評価研究所(IHME)、世界保健機関(WHO)等のデータセットを分析し、気候変動が都市居住者の健康に与える影響を整理する。次に、都市居住者、特に、労働人口の健康影響に係る多角的な影響評価を行い、人口モデルや都市発展モデルへの反映を念頭に、気候変動が都市居住者の健康に及ぼすリスクを明らかにし、都市の気候安全保障リスクを健康影響の視座から包括的に議論する。

サブテーマ(4)：都市と周辺の食料生産影響評価

このサブテーマでは、水稻影響評価モデル等の作物収量推計に係る先行研究成果の活用に加え、国連食糧農業機関(FAO)の食料統計データセット等を精査し、都市の食料需給と周辺地域の食料生産の関係について整理する。次に、全球のみならず、開発途上国の都市と地方農村部の産業連関による食料安全保障の議論に資する、主食(水稻や小麦)の影響評価を行い、人口モデルや都市発展モデルへの反映を念頭に、気候変動が都市の食料需給に及ぼすリスクを明らかにし、都市の気候安全保障リスクを食料需給の視座から包括的に議論する。

テーマ3：非可逆的な気候変動が都市に及ぼす影響予測

このテーマでは、大気・海洋結合モデルを用いて非可逆的な現象が生じた場合の気候変動シナリオを構築し、従来の気候変動シナリオと共に用いて将来の気候的な影響駆動要因(CIDs)の変化を予測する。その成果を、都市気象災害モデル(テーマ3)、各分野の影響評価モデル(テーマ2)、人口モデルや都市発展モデル(テーマ1)に提供することを目標とする。

地球温暖化が進行し、ある臨界点(TP：テッピングポイント)を超えて非可逆的で急激な変化を起こす要素をテッピングエレメント(TE)という。今世紀中にTPを超過する可能性が高いTEの中でも特に、グローバルな影響が想定される北極海の海氷喪失と南極やグリーンランドの氷床融解に伴う大西洋子午面

循環（AMOC）の減速に伴う気候システム全体の変化、加えて、非直線的な海面上昇などに着目し、TEが生じた場合のCIDs変化を算定することで、世界の都市に影響を与える気象災害リスクについて科学的洞察を得る。なお、AMOCの変動は大西洋の現象で欧米高緯度の気温に対する影響がよく知られるが、上空のジェット気流の変化を通じて東アジアの気候にも顕著に影響していたことが古気候復元の研究成果から明らかになっており、AMOCに限らず世界の都市に影響を及ぼすTEを幅広く検討する。

AMOCなどTEによる気候変化を全球から都市にダウンスケールし、バイアス補正された気候予測データセットを開発する2つのサブテーマと、海洋循環の変化と都市気象災害リスクの関係を包括的に評価する1つのサブテーマに分割して実施する。なお、サブテーマ(1)～(3)の研究成果は各テーマに提供されると共に、論文公表によるIPCC AR7への貢献に加え、適応国際協力に活用されることを想定しAP-PLATで公開する。

サブテーマ(1)：非可逆的な気候変動リスクの都市気象災害への適用

このサブテーマではTEに伴う海面上昇や、サブテーマ(2)や(3)で実施する大気・海洋結合モデルにTEを与えたモデルから得られる知見、都市にダウンスケールされたデータセットなどから、都市の気象災害リスクについて包括的な影響評価を行う。得られた成果は、テーマ2のサブテーマ(2)から(4)で実施する水資源、健康、食料分野の影響評価と併せ、同(1)都市の統合的影響評価に統合する。

都市気象災害リスクとしては、豪雨による内水氾濫や河川洪水、海面上昇による沿岸部の浸水、強風や熱波による都市機能の棄損などが考えられる。ここでは特に、都市機能や環境収容力を損ねる都市気象災害リスクに着目し、非直線的な海面上昇による浸水リスクを推計するとともに、サブテーマ(2)や(3)の研究成果を都市に適用することで、非可逆的な気候変動による気象災害リスクに対する都市のレジリエンスを評価する。また、他テーマと共通する3カ所程度のアジアの沿岸大都市において、過去の実態との比較によりモデルの検証と精緻化を行う。

サブテーマ(2)：大西洋子午面循環変化の物理モデル実験

TEの中でも特に、南極やグリーンランドの氷床融解などに伴う大西洋子午面循環の変化が気候システムに与える影響や、都市気候災害リスクとの相関や因果は研究途上であり、政策知見として未だ確立していない。

このサブテーマでは、既存の大気・海洋結合モデルにグリーンランドの氷床融解を想定した大西洋北部への大量の淡水供給などの境界条件を与え、大西洋子午面循環が停止、もしくは、顕著に弱化したシナリオを想定し、気温や降水

などの全球規模の気候変化を物理モデルのシミュレーションで明らかにする。

サブテーマ(3)：都市の気候リスク予測に資するアンサンブル実験の実施

大西洋子午面循環の変化と、都市の気象災害リスクの関係を議論するためには、大規模なアンサンブル予測実験と都市へのダウンスケールが必要となる。

このサブテーマでは、既存の大気モデルに TE を想定した海面水温偏差を適切に与えることで、限られた計算機リソースで大規模なアンサンブル予測実験を効率的に行うことを目的とする。大西洋子午線面循環の変化が都市気候に及ぼす影響を評価するためのダウンスケールとバイアス補正の手法を開発し、アジアの開発途上国を含む世界の主要都市とその周辺に適用する。

6. プロジェクトの研究テーマ構成及びサブテーマ構成

本プロジェクトは、以下の3つのテーマ構成により、適宜、テーマの下にサブテーマを設けて、各テーマ及びサブテーマ研究者が一体的に研究を実施する。全体構成及びテーマ・サブテーマ間の関係については、概要資料も参照のこと。

URL : <http://www.erca.go.jp/suishinhi/koubo/>

研究提案の公募は、各テーマのサブテーマ(2)、(3)、(4)について行う。

(留意事項)

- ・サブテーマのうち、各テーマの「サブテーマ(1)」は、テーマリーダーが担当し、テーマの総括を行うため公募は行わない。
- ・テーマリーダーが担当する【総括】サブテーマ(1)は各テーマ全体の総括班として機能し、サブテーマ間の研究調整・進捗管理を担当する。
- ・研究提案は、【総括】サブテーマ及びその他の【公募】サブテーマと研究内容が連携するものであることが必要である。
- ・各サブテーマのリーダーは、研究プロジェクトリーダー及びテーマリーダーの指示のもとで、他テーマ、サブテーマの研究者と緊密に連携し、一つの研究プロジェクトを構成する研究活動として研究を実施する。
- ・サブテーマリーダーは、応募したサブテーマの内容及びヒアリングの審査過程での連絡・対応について、総括的な責任を持つ。

研究提案を行う申請者は、テーマリーダーに連絡をして提案内容（申請書、ヒアリング審査資料）についてテーマに沿った内容かどうか確認することができる。確認のあった提案内容（申請書、ヒアリング審査資料）について、テーマリーダーはプロジェクトリーダーと相談の上、申請者にコメントを回答する。テーマリーダーの連絡先は以下までメールにて問い合わせること。

環境省地球環境局気候変動適応室

織田 知則 TOMONORI_ORITA@env.go.jp

秋山 奈々子 NANAKO_AKIYAMA@env.go.jp

各テーマ及び公募するサブテーマの構成

テーマ名 及び テーマリーダーの担当するサブテーマ	公募を行うサブテーマ
テーマ1： 人口移動からの都市の気候安全保障リスク分析 サブテーマ(1)： 都市重力モデルへの気候変動リスクの組み込み (1,100万円以内)	サブテーマ(2)： インフラ考慮都市発展モデルへの気候変動リスクの組み込み (950万円以内) サブテーマ(3)： 気候安全保障リスク評価と政策ツール化 (950万円以内)
テーマ2：都市のレジリエンスに係る気候変動影響統合評価 サブテーマ(1) 都市の総合的影響評価 (1,150万円以内)	サブテーマ(2)： 都市と周辺の水資源影響評価 (950万円以内) サブテーマ(3)： 都市居住者の健康影響評価 (950万円以内) サブテーマ(4)： 都市と地方の食料生産影響評価 (950万円以内)
テーマ3：非可逆的な気候変動が都市に及ぼす影響予測 サブテーマ(1)： 非可逆的な気候変動リスクの都市気象災害への適用 (1,100万円以内)	サブテーマ(2)： 大西洋子午面循環変化の物理モデル実験 (950万円以内) サブテーマ(3)： 都市の気候リスク予測に資するアンサンブル実験の実施 (950万円以内)

(1) テーマ1：人口移動からの都市の気候安全保障リスク分析**テーマリーダー：沖 大幹（東京大学大学院工学系研究科 教授）****① 成果目標**

人口動態モデルやインフラを考慮した都市発展モデルに気候変動リスクを組み込む手法を開発し、テーマ2、テーマ3で得られる様々な都市の気候変動リスクをモデルに反映することで、将来のグローバルな人口動態を推計し、都市への過度な人口集中などに基づいて気候安全保障リスクを算定する。また、気候安全保障の観点から、温暖化の進展に伴って注視すべきホットスポットを明らかにし、AP-PLAT上で公開可能な情報として提供する。

② 研究概要

都市重力モデルにおいて人口動態を左右する都市の魅力に対する食料生産や水資源の利用可能性、あるいは健康といったテーマ2、3の研究開発から得られる気候変動とその対策が及ぼす影響を考慮し、各国の将来人口推計を各国内、あるいはいくつかの国をまとめた地域ごとに再分配して10～15km程度の空間解像度でグローバルな人口分布図を社会変化と気候変動を考慮したシナリオごとに構築する。

さらに、都市のレジリエンスの変化や、道路や交通等も考慮し、3カ所程度のアジアの沿岸大都市において過去の実態との比較により精度の検証を行ったうえで、将来の気候変動リスクに伴うグローバルな人口変化を推計し、人口重力モデルの結果と組み合わせることで気候変動に対する都市のレジリエンスの諸相を明らかにする。さらに、本戦略課題で開発する一連の人口変化シナリオならびに気候影響予測に関して気候安全保障の観点から総合的なリスク予測情報として取りまとめ、WebGIS上に整理した政策ツールを開発する。

③ 【総括】サブテーマ(1)：都市重力モデルへの気候変動リスクの組み込み

将来人口の空間推計を行う都市重力モデルに、気候変化に伴う気候・気象条件、あるいはその結果生じる自然・社会影響の作用を明示的に考慮した都市の魅力が大きく変化する項目を組み込む。具体的には、テーマ2、テーマ3で得られる健康影響、水資源の利用可能性、食料生産の増減、災害リスクなど様々な都市居住の気候変動リスクの考慮を試みる。気候変動シナリオについては、社会経済シナリオとの組み合わせで最悪シナリオ(SSP5-RCP8.5)と、2度達成シナリオ(SSP1-RCP2.6)を基本とし、テーマ3で構築されるTEシナリオに対しても推計する。

当初は全球1/8度格子(約15km)スケールで将来人口推計を行い、3カ所程度のアジアの沿岸大都市において精度の検証を行って、空間解像度の詳細化で推

計精度の向上が見込まれる場合には1/12度格子(約10km)などに挑戦する。得られた結果の気候変動を考慮しないベースラインからの人口分布偏差として気候変動リスクによる移住人口を算出し、気候安全保障の潜在的なホットスポットを明らかにする。

④【公募】サブテーマ

サブテーマ(2)と(3)について研究を公募する。

(2)： インフラ考慮都市発展モデルへの気候変動リスクの組み込み

衛星データや社会経済データ、土地利用データなどを活用し、都市機能を構成する社会経済インフラ、脱炭素社会移行シナリオや社会経済変化など、様々な要素を組み入れた都市発展モデルを構築する。なお、将来の社会経済変化については、SSP-RCPシナリオの活用を前提とし、テーマ2およびテーマ3で議論される気候変動リスクの要素を考慮したモデル分析を実施する。さらに、気候変動リスクを考慮した都市重力モデルを扱うサブテーマ1と連携し、都市およびその周辺地域における人口動態を積極的に考慮しながら、気候安全保障リスクの低減や、都市のレジリエンス強化のための政策提言を実施する。なお、本研究の実施に際して整備するデータ群、ならびに都市発展モデルを用いた分析出力については、AP-PLATでのデータ共有を通じて、より広く研究コミュニティにも提供することを目指す。

(3)： 気候安全保障リスク評価と政策ツール化

テーマ1で開発される都市重力モデルとインフラ考慮都市発展モデルを、全世界、開発途上国内国に適用した結果について、社会経済センサスなどオープンデータと関係付けたうえで、総合的なリスク予測情報としてWebGIS上に整理する。更に、テーマ2の各種影響評価結果やテーマ3のモデルの挙動なども、適切な形でWebGIS上に整理する。次に、アジアの沿岸大都市（バンコクやホーチミンなど3都市程度を想定）を選定し、モデル推計値結果の検証を通じて各国の政策が人口動態に及ぼす影響を抽出する。さらに、我が国の社会経済と深く関係するサプライチェーンを特定し、必要に応じて具体的な人流（内国の労働人口移動）や産業連関を分析する。研究成果は適切なBIツールなどを用いて、都市の気候変動のリスク予測をレジリエンス向上に資する政策ツールに実装し、AP-PLAT上で公開する。

(2) テーマ 2 : 都市のレジリエンスに係る気候変動影響統合評価

テーマリーダー：高橋 潔（国立環境研究所 社会システム領域 副領域長）

① 成果目標

テーマ 1 で既存の重力モデルを元に構築する全世界と開発途上国の人口移動モデル、ならびにインフラ考慮都市発展モデルに対して、都市のレジリエンス強化の議論に資する気候変動リスクと各種影響評価結果を提供することを目標とする。

② 研究概要

水資源、国際保健、農業生産、労働生産性、エネルギー需要について、先行研究の知見蓄積を踏まえつつ、全球規模の影響評価の高度化や高解像度化を通じて、都市のレジリエンスの諸相とより統合的な影響評価を実施する。気候安全保障リスクに対する都市機能の強靭性を分析する必要から、(1)都市の総合的影響評価、(2)都市と周辺の水資源影響評価、(3)都市居住者の健康影響評価、(4)都市と周辺の食料生産影響評価、という4つのサブテーマで構成される。

③ 【総括】サブテーマ(1) : 都市の総合的影響評価

先行研究による全球規模の労働生産性およびエネルギー需要等の気候影響モデルについて、都市を対象とした気候影響評価での利用を想定した高度化および高解像度化を実施し、テーマ 1 との協議をふまえて選定する世界の主要都市を対象に、都市のレジリエンス強化の議論に資する気候影響評価を実施する。さらに、サブテーマ(2)から(4)ならびにテーマ 3 サブテーマ(1)による部門別の影響評価を集約し、テーマ 1 の都市の人口移動モデルやインフラ考慮都市発展モデルに、総合的な気候変動リスク影響評価を提供する。なお、サブテーマ(2)から(4)の研究出力も含む一連の研究成果について、テーマ 1 と連携し、AP-PLAT を通じて共有するためのニーズ把握やデータ整理を実施する。

④ 【公募】サブテーマ

サブテーマ (2)、(3)、(4) について研究を公募する。

(2) : 都市と周辺の水資源影響評価

本サブテーマで公募する課題では、気候変動によるグローバルな水供給リスク変化の先行研究等を精査し、都市スケールでの気候安全保障リスクの議論と水供給の適応策設計に資する水資源の影響評価モデルを構築する。また、構築されたモデルを利用し、テーマ 1 およびサブテーマ(1)との協議をふまえて選定す

る世界の主要都市を対象に、水源別の水供給ならびに用途別の水需要について特徴やリスクを明らかにするとともに、総合的な評価を行う。都市のレジリエンス強化の議論に資する気候影響評価を提供できるように、社会経済・技術・インフラなどの将来想定も可能な限り考慮した分析を実施する。なお、将来気候シナリオについては、特に研究期間後期において、テーマ3により提供される気候シナリオ群を用いて分析を実施する。気候影響評価の研究成果については、サブテーマ(1)とも連携し、AP-PLAT を通じて公開する。

(3)：都市居住者の健康影響評価

本サブテーマで公募する課題では、ヒートアイランドなど都市特有の暑熱、大気汚染、水系感染症などの先行研究や、保健指標評価研究所(IHME)、世界保健機関(WHO)等のデータセットを精査し、都市の気候安全保障リスクの議論と都市計画に資する都市居住者の健康影響評価モデルを構築する。

また、その健康影響評価モデルを用いて、テーマ1およびサブテーマ(1)との協議をふまえて選定する世界の主要都市を対象に、都市のレジリエンス強化の議論に資する気候影響評価を提供できるように、社会経済・技術・インフラなどの将来想定も可能な限り考慮した分析を実施する。なお、将来気候シナリオについては、特に研究期間後期において、テーマ3により提供される気候シナリオ群を用いて分析を実施する。気候影響評価の研究成果については、サブテーマ(1)とも連携し、AP-PLAT を通じて公開する。

(4)：都市と周辺の食料生産影響評価

本サブテーマで公募する課題では、水稻影響評価モデル等の作物収量推計に係る先行研究成果の活用に加え、国連食糧農業機関(FAO)の食料統計データセット等を精査し、全球のみならず、開発途上国の都市と地方農村部の産業連関による食料安全保障の議論に資する、農産物(主食を想定)の影響評価モデルを構築する。また、その影響評価モデルを用いて、テーマ1およびサブテーマ(1)との協議をふまえて選定する世界の主要都市を対象に、都市のレジリエンス強化の議論に資する気候影響評価を提供できるように、社会経済・技術・インフラなどの将来想定も可能な限り考慮した分析を実施する。なお、将来気候シナリオについては、特に研究期間後期において、テーマ3により提供される気候シナリオ群を用いて分析を実施する。気候影響評価の研究成果については、サブテーマ(1)とも連携し、AP-PLAT を通じて公開する。

(3) テーマ3：非可逆的な気候変動が都市に及ぼす影響予測

テーマリーダー：平林 由希子（芝浦工業大学工学部 教授）

① 成果目標

南極やグリーンランドの氷床融解による非直線的な海面上昇や、それに伴う大西洋子午面循環（AMOC）といった非可逆な気候変動が、都市およびその周辺地域に及ぼす影響を推計する。また、都市における豪雨や異常高温などの極端な気象災害リスクについて包括的な影響評価を行い、非可逆な気候変動によって居住リスクが高まる地域や都市を特定する。

② 研究概要

地球温暖化の進行に伴い、ティッピングポイント（転換点）を超えて非可逆的で急激な現象（TE：ティッピングエレメント）が生じる可能性が高まっている。今世紀中に生じる可能性が比較的高いと考えられるTEのうち、グローバル規模で深刻な影響が想定される、非直線的で急激な海面上昇と大西洋子午面循環（AMOC）の減速に着目し、従来の気候変動シナリオに加えて、TE発生シナリオを構築し、世界の都市に及ぼすリスクを推計する。

このテーマは、非可逆的な気候変動リスクによる都市気象災害を総合的に評価する政策的なサブテーマに加え、大西洋子午面循環変化の物理モデル実験と、都市の気候リスク予測に資するアンサンブル実験の実施という2つの科学的なサブテーマで構成される。

④ 【総括】サブテーマ(1)：非可逆的な気候変動リスクの都市気象災害への適用

従来の気候変動シナリオに加え、TEシナリオも考慮し、気候変動に伴う豪雨の増加や海面上昇等による内水氾濫、河川洪水、沿岸浸水リスクを推計する。

また、サブテーマ(2)や(3)の成果を統合し、異常高温や豪雨など気象災害リスクについても考慮することで、都市の居住リスクの変化を算出し、都市の気候安全保障リスク情報としてとりまとめる。なお、一連の研究成果はテーマ1や2に提供すると共に、テーマ1と連携してAP-PLATで公開することを想定する。

④ 【公募】サブテーマ

サブテーマ(2)、(3)について研究を公募する。

(2)：大西洋子午面循環変化の物理モデル実験

本サブテーマで公募する課題では、北大西洋高緯度にグリーンランドの氷床融解を想定した大量の淡水が境界条件として供給され、大西洋子午面循環が鈍化するような場合を想定した際に、陸上の気温や降水量といった気候的な影響

駆動要因 (CIDs) がグローバルにどのように変化するかについて大気・海洋結合モデルを用いて明らかにする。空間解像度は全球 300 km 格子程度、時間スケールは西暦 2100 年あるいはそれ以降の長期の将来気候に係るシナリオ実験を想定する。得られた全球規模の研究成果はサブテーマ (3) に提供すると共に、AP-PLAT で公開されることを想定する。

(3)：都市の気候リスク予測に資するアンサンブル実験の実施

CMIP6 やサブテーマ (2) から提供される非可逆的気候変動予測をベースとし、比較的計算コストの低い大気気候モデルを組み合わせることで極端現象変化の大規模アンサンブル予測データを作成する。更に、3カ所程度のアジアの沿岸大都市付近の変化を分析し、世界の都市における非可逆的気候変動による極端現象変化を定量的に議論する。また、その出力データを全球 50km 格子程度の解像度で統計的にバイアス補正し、テーマ 2 やサブテーマ (1) の影響評価モデルに提供すると共に、AP-PLAT で公開されることを想定する。