

革新的な統合気象データを用いた洪水予測の高精度化

研究開発とSociety 5.0との橋渡しプログラム (BRIDGE)

研究開発等計画書 (令和5年度様式)

令和6年3月
国土交通省

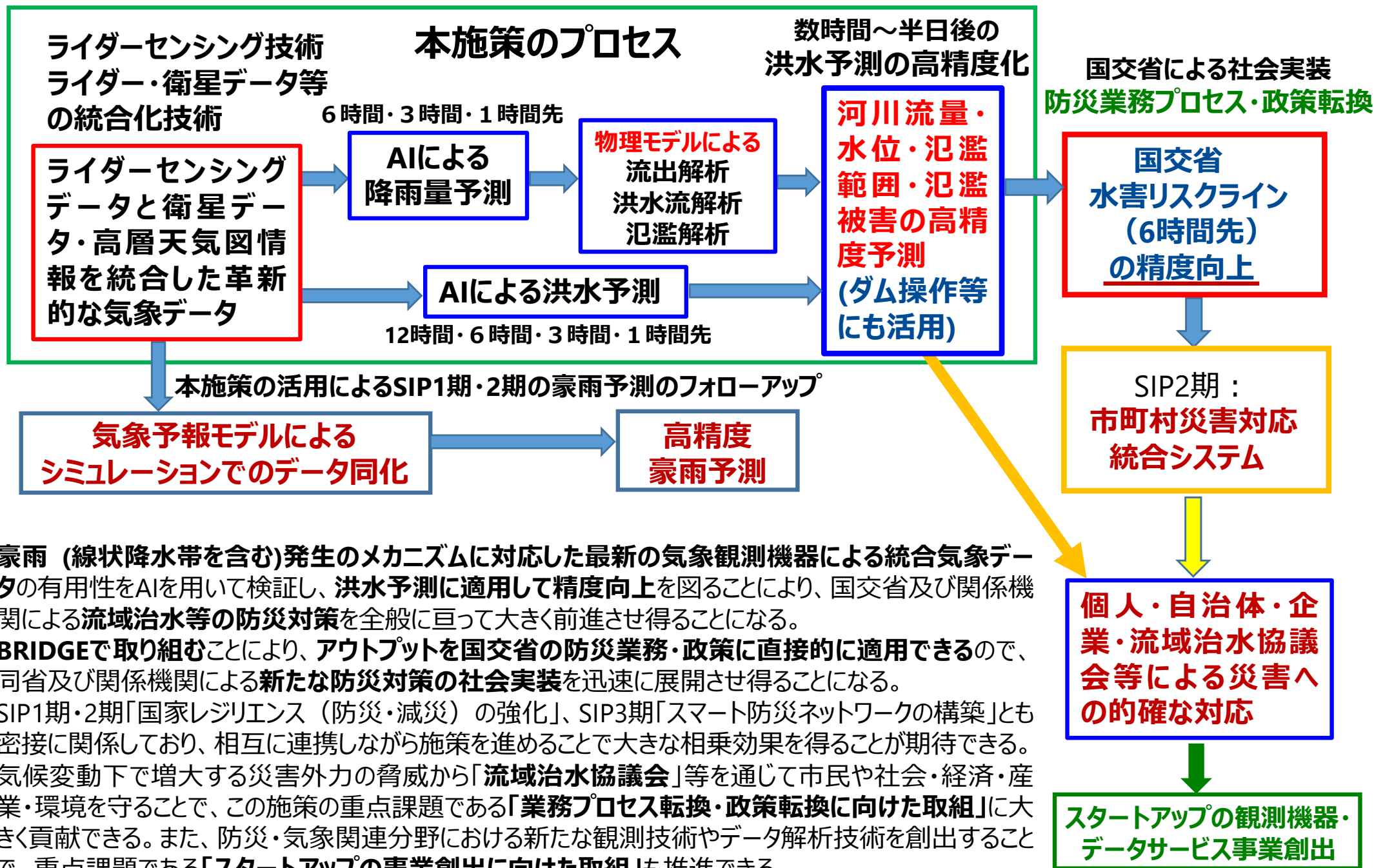
○実施する重点課題に○を記載（複数選択可）

業務プロセス転換・政策転換に向けた取組	次期SIP/FSより抽出された取組	SIP成果の社会実装に向けた取組	スタートアップの事業創出に向けた取組	若手人材の育成に向けた取組	研究者や研究活動が不足解消の取組	国際標準戦略の促進に向けた取組
○			○			—

○関連するSIP課題に○を記載（主となるもの）

持続可能なフードチェーン	ヘルスケア	包括的コミュニティ	学び方・働き方	海洋安全保障	スマートエネルギー	サーキュラーエコノミー	防災ネットワーク	インフラマネジメント	モビリティプラットフォーム	人協調型ロボティクス	バーチャルエコノミー	先進的量子技術基盤	マテリアルの事業化・育成エコ
							○						

「革新的な統合気象データを用いた洪水予測の高精度化」の全体像（位置づけ）



- ・豪雨（線状降水帯を含む）発生メカニズムに対応した最新の気象観測機器による統合気象データの有用性をAIを用いて検証し、洪水予測に適用して精度向上を図ることにより、国交省及び関係機関による流域治水等の防災対策を全般に亘って大きく前進させ得ることになる。
- ・BRIDGEで取り組むことにより、アウトプットを国交省の防災業務・政策に直接的に適用できるので、同省及び関係機関による新たな防災対策の社会実装を迅速に展開させ得ることになる。
- ・SIP1期・2期「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」、SIP3期「スマート防災ネットワークの構築」とも密接に関係しており、相互に連携しながら施策を進めることで大きな相乗効果を得ることが期待できる。
- ・気候変動下で増大する災害外力の脅威から「流域治水協議会」等を通じて市民や社会・経済・産業・環境を守ることで、この施策の重点課題である「業務プロセス転換・政策転換に向けた取組」に大きく貢献できる。また、防災・気象関連分野における新たな観測技術やデータ解析技術を創出することで、重点課題である「スタートアップの事業創出に向けた取組」も推進できる。

「革新的な統合気象データを用いた洪水予測の高精度化」の概要

【背景・現状・課題】

地球温暖化によって日本近海の海面水温が将来に亘って継続的に上昇すると予測されている。そのため、停滞前線へ流入する水蒸気量や熱量がさらに増大し、線状降水帯のような豪雨イベントが今後頻発化・激甚化すると危惧される。最新の気象予報モデルでは、線状降水帯を概ね再現できるようになってきたが、現状では線状降水帯発生時における流域の降雨量予測の精度は未だ不十分である。国土交通省では、「水害リスクライン」により6時間先までの河川の縦断水位予測および洪水危険度の情報を提供している。しかし、水害リスクラインの精度は入力条件となる降雨量の精度に左右され、十分なリードタイムを有する高精度の洪水予測が実現できていないのが現状であり、複数のチャンネルによる相互補完的なアプローチが必要と思われる。移流が卓越する線状降水帯等による降雨量の予測精度向上には、風上側で大気中の水蒸気と熱のフラックスをリアルタイムで精度よく計測することが不可欠である。ごく最近になって、地上から上空の気温の鉛直分布を計測する革新的なライダー技術が開発された。水蒸気と気温の鉛直分布を計測する水蒸気・気温ライダーと風速・風向の鉛直分布を計測する風ライダーを同時併用して風上側で観測を行えば、移流によって流域へ流れ込む水蒸気・熱フラックスを同定することが可能となる。洪水予測の精度向上は避難支援や流域治水などの水災害適応策の実装に極めて大きく貢献する。

【施策内容】

洪水を引き起こす豪雨の発生に最も直接的に関与する水蒸気量と熱量の流入状況を直接捉えるために、我が国において線状降水帯による豪雨災害が最も頻繁に発生する九州の拡大筑後川流域と球磨川・川内川流域の風上側にライダーシステムを設置し、水蒸気フラックスと熱フラックスのリアルタイム観測技術を開発する。ライダーセンシングによる水蒸気・気温・風速・風向の鉛直分布（点データ）および、衛星データによる水蒸気・雲頂温度（赤外）分布と高層天気図（主に850hPa）の風・相当温位分布を自己組織化マップを使って変換したパターンのマップ情報（面データ）を気象データとして統合する技術を構築する。このような革新的統合気象データを入力情報に、流域の降雨量や河川流量・水位を教師データにした畳み込みニューラルネットワークの深層学習を行い、AIによって6時間・3時間・1時間先の流域雨量を予測し、流出解析モデル・洪水流モデル等の先進的解析を通じて、洪水予測の高精度化と統合気象データの有効性を定量的に評価する。また、AIによる河川流量/水位の直接出力の結果を評価し、予測精度を検証する。

【研究開発等の目標】

- ・我が国の企業が有する革新的な水蒸気／気温リモートセンシング技術を活用することにより、線状降水帯等の豪雨予測のための新たな観測技術を創出するとともに、大規模水害の低減に資する科学的知見の提示とデータベースの構築を行い、防災・観測関連分野の事業拡大に目処をつける。
- ・ライダーデータと衛星データ・高層天気図情報を統合した気象データを活用することにより、洪水予測の高精度化に目処をつける。

【社会実装の目標】

- ・国土交通省の水害リスクラインおよびSIP2期の市町村災害対応統合システムの予測データの精度向上を実現し、それらの実装性の向上に貢献する。
- ・AI技術を活用することで、事前防災・事前復興、社会経済活動保全の有効性を低コストで解析・評価する技術を実現し、その社会実装に貢献する。
- ・社会的な価値がまだ十分に認知されていない水蒸気／気温リモートセンシング技術を洪水予測、防災対策としての流域治水に活用することで、その価値を顕彰し、水蒸気／気温リモート観測の装置整備および観測データ提供・解析サービスの社会実装を早期に実現する。
- ・ライダーセンシングによる水蒸気と気温の鉛直データを気象予報モデルへ活用できるようにデータベース化し、豪雨予測技術の向上に貢献する。

【対象施策の出口戦略】

- ・水蒸気／気温／風のリモート観測のデータサービスを用いた降雨予測を高精度化し、国土交通省や自治体が導入している洪水予測システムへ実装することによって、支川や小河川での高精度洪水予測をも可能とし、より確実な洪水予警報の発表と早期避難による逃げ遅れゼロ施策の実現を図る。
- ・本施策の予測技術とデータベースを活用し、防災・減災からさらに事前防災・事前復興、社会経済活動の保全（企業BCP等）にまで政策を拡大する。
- ・洪水予測におけるライダーデータを含む統合気象データ活用の有効性を立証し、統合気象データに基づく洪水予測の高精度化を全国展開することによって、水蒸気/気温リモート観測機器およびデータ提供・解析サービスのスタートアップの事業創出が見込まれる。
- ・高精度化された洪水予測技術を国土交通省がショーケースとなって、東南アジアをはじめとする諸外国へアピールすることにより、技術を差別化要素としたトータルソリューションを官民連携によって海外展開する。

○統合イノベーション戦略や各種戦略等との整合性

革新的な統合気象データを用いて豪雨時における流域降雨量の精度を向上させることにより、国土交通省 水管理・国土保全局で取り組んでいる、防災・減災対策を飛躍的に高度化・効率化するDX推進の一貫として、流域での洪水予測の高精度化に資する。

○重点課題要件との整合性

国土交通省では、国土技術政策総合研究所が開発した水害リスクラインを、豪雨災害時における洪水予測・避難支援の基盤技術として運用しており、今後もその技術を継続的に深化・高精度化させて、気候変動下の災害適応策の要として活用する方針である。しかし、線状降水帯のような極端豪雨イベントにおける降雨量の予測精度が必ずしも高くないことが、水害リスクライン運用のボトルネックとなっており、降雨量の精度向上が防災政策を加速するために極めて重要である。水蒸気だけでなく、新たに実現可能となった気温の地上センシング技術は、降雨量の予測精度の支配因子とも言える、水蒸気フラックスと熱フラックスのリアルタイムセンシングを初めて可能にした革新的技術であり、それを核とする本施策の統合気象データは、洪水予測の精度を飛躍的に向上させるポテンシャルを有している。したがって、本施策は、今後の洪水予測や防災施策全体の転換につながるものと考えられ、BRIDGE重点課題（番号1）の要件に整合する。また、洪水予測や流域治水における水蒸気・熱フラックス計測の有効性を実証することによって、これらの観測技術とデータサービスを活用したスタートアップによる事業創出が期待されることから、BRIDGE重点課題（番号4）の要件にも整合すると言える。

○SIP型マネジメント体制の構築

国土交通省にPD1名を配置し、PDが研究開発等の計画の策定・変更、予算を統括するマネジメント体制を構築する。また、PDを補佐し、研究全体の進捗を管理するために研究推進リーダー1名、副リーダー1名、アドバイザー1名を配置する。研究課題を3テーマに分け、各研究テーマの開発目標と年度毎のマイルストーンを設定し、PDの統括の下、進捗管理と計画変更が必要な場合は機動的に行い、毎年度の評価実施とそれを反映させた予算配分を行う。また統合気象データおよびデータ解析に関する技術提供を行う民間企業の支援チームを設置する。さらに、対象流域に関連する国土交通省九州地方整備局管内の各河川事務所・ダム管理所等の関係機関を実証実験パートナーと位置付け、本研究の遂行において重要となる降雨量、河川流量、河川水位等のデータ提供と地域実装の体制（流域治水協議会等）を構築する。これにより、国土交通省、産業界、大学が一体的に施策を推進する産学官連携体制を構築する。

○民間研究開発投資誘発効果、財政支出の効率化

水蒸気のリモート観測装置である水蒸気ライダーを本施策で活用することが呼び水となり、民間での気温ライダーの観測データ解析による気温プロファイルの算出アルゴリズムの開発が期待できる。水蒸気リモート観測装置に投資することで、気温リモート観測装置の開発が誘発されることになり、単純には2倍の投資対効果を得ることができる。

○民間からの貢献額（マッチングファンド）

民間の事業創出を出口とすることで投資を引き出し、水蒸気・気温ライダーならびに風ライダーの機器購入・レンタル料を一部負担して頂く。また、水蒸気・気温／風ライダーのネットワーク対応、気温プロファイル算出アルゴリズムの開発費、データベースの構築費、調査旅費の一部、および研究者雇用費について負担して頂く。

上記対応によって1年目：9.0百万円（13%）、2年目：2.9百万円（13%）、3年目：2.9百万円（28%）の貢献を目標とする。

○想定するユーザー

国土交通省、農林水産省、環境省、気象情報会社、建設コンサルタント、地方自治体の首長・防災担当

BRIDGE実施期間

1年目

2年目

3年目

実施事業

- ①水蒸気量・気温・風速・風向の鉛直分布のライダーセンシング技術
 - ・鹿児島県下甕島にライダーセンシングシステムの設置
 - ・試行的なモニタリングを行う体制の構築
 - ・2年目に長崎県福江島に設置するライダーシステムの一部機能の開発
- ②ライダー・衛星データ等の統合化技術
 - ・ライダーの観測データの妥当性検証
 - ・水蒸気と熱のフラックスの算定
 - ・ライダーデータ、衛星データ・高層天気図情報の統合化
- ③データ同化予測精度の検証
 - ・過去の水蒸気・気温ライダーの観測データ等を活用したデータ同化手法の構築
- ④AIによる洪水予測技術
 - ・AIを用いた過去気象データによる、降雨量、河川流量、河川水位を予測する事前深層学習
 - ・気象データと流域内降雨量との関連性をAIに学習させることでAI降雨量予測モデルのプロトタイプ構築

年度目標

- ・技術開発の進捗 (TRL5へ)
- ・イノベーション化の進捗 (BRL5へ)

実施事業

- ①水蒸気量・気温・風速・風向の鉛直分布のライダーセンシング技術
 - ・長崎県福江島にライダーシステムを設置、2地点でのライダーの観測体制の構築
 - ・データプラットフォームの構築
 - ・低保守費ライダーのための基盤技術の開発
- ②ライダー・衛星データ等の統合化技術
 - ・統合気象データのデータベースの構築
 - ・豪雨の発生を診断するモデルの構築
 - ・データ処理プロセスの確立
- ③データ同化予測精度の検証
 - ・九州地方で得られたライダーの観測データを活用したデータ同化手法の構築
- ④AIによる洪水予測技術
 - ・統合気象データによる深層学習の実施
 - ・降雨量、河川流量、河川水位の予測精度の評価・改善
 - ・降雨流出解析・洪水氾濫解析モデル構築
- ⑤出口戦略に向けた取組
 - ・開発技術を実証実験パートナーと共有し、実装に向けた環境整備

年度目標

- ・降雨量・河川流量・河川水位の予測精度の達成目標→相対誤差±20%~30%程度 (6時間先洪水予測)
- ・技術開発の進捗 (TRL6へ)
- ・イノベーション化の進捗 (BRL6へ)

実施事業

- ①水蒸気量・気温・風速・風向の鉛直分布のライダーセンシング技術
 - ・対象流域の計測を継続的に実施
 - ・ライダー観測データのデータベース整備
 - ・低保守費ライダーのための基盤技術の試験と性能評価
 - ・成果のとりまとめ
- ②ライダー・衛星データ等の統合化技術
 - ・統合化手法を普遍的技術として確立
 - ・豪雨の発生の定性的な概念モデルの構築
 - ・成果のとりまとめ
- ③データ同化予測精度の検証
 - ・九州地方の観測データによる同化手法の構築
 - ・予測精度と計算コストの総合的評価
 - ・成果のとりまとめ
- ④AIによる洪水予測技術
 - ・統合気象データの有用性確認
 - ・AI予測降雨量による災害実績との比較・検討
 - ・降雨量、河川流量、河川水位の予測精度改善
 - ・成果のとりまとめ
- ⑤出口戦略に向けた取組
 - ・国土交通省等の洪水予測システムへの適用
 - ・事前防災・事前復興・社会経済活動の保全(企業BCP等)への適用
 - ・全国展開に向けた調整と低コスト化、事業のスタートアップとビジネスモデルの検討

年度目標

- ・降雨量・河川流量・河川水位の予測精度の達成目標→相対誤差±10%~20%程度 (6時間先洪水予測)
- ・技術開発の進捗 (TRL7へ)
- ・イノベーション化の進捗 (BRL7へ)

出口戦略

実施後

- ・国交省水害リスクラインによる洪水予測精度向上 (特にこれまで困難であった支川・小河川の予測精度改善)
- ・市町村災害対応統合システムの実装性向上 (逃げ遅れゼロ施策の実現)
- ・流域治水やダム操作等への援用
- ・事前防災・事前復興・社会経済活動の保全 (企業BCP等) への適用
- ・観測機器およびデータ提供・解析サービスの全国・海外展開

国土交通省の防災業務プロセス転換・政策転換

スタートアップの観測機器・データサービス事業創出

「革新的な統合気象データを用いた洪水予測の高精度化」の目標及び達成状況（1年目）

○施策全体の目標

- ①水蒸気量・気温・風速・風向の鉛直分布のライダーセンシング技術：1年目は球磨川・川内川流域を対象流域とし、その風上側に位置する鹿児島県下甕島に水蒸気・気温ライダーと風ライダーを設置し、試行的なモニタリングを行う体制を構築する。2年目に拡大筑後川流域の風上側である長崎県福江島に設置するライダーシステムの一部機能を開発する。
- ②ライダー・衛星データ等の統合化技術：ライダーデータから水蒸気と熱のフラックスを算定する。ライダーデータ（点データ）と、衛星データの水蒸気・雲頂温度分布と高層天気図の風・相当温位分布を自己組織化マップに基づいて変換したパターンのマップ情報（面データ）を統合化する技術を創出する。
- ③データ同化予測精度の検証：過去の水蒸気・気温ライダーの観測データ等を活用してデータ同化手法を構築し、有効性を検証するための基盤とする。
- ④AIによる洪水予測技術：AIを用いて過去気象データから、降雨量、河川流量、河川水位を予測する事前深層学習を行う。気象データと流域内降雨量との関連性をAIに学習させることでAI降雨量予測モデルのプロトタイプを構築する。

テーマ等	当年度目標（TRL5、BRL5）	目標の達成状況（年度末報告）
①水蒸気量・気温・風速・風向の鉛直分布のライダーセンシング技術	<ul style="list-style-type: none"> ・球磨川・川内川流域の風上側に位置する鹿児島県下甕島において、水蒸気量・気温・風速・風向の鉛直分布を計測するライダーセンシングシステムを設置するためのインフラ整備と各種試験を行い、試行的なモニタリングを行う体制を構築する。 ・2年目に長崎県福江島に設置するライダーシステムの一部機能を開発し、次年度の観測を円滑に開始するための準備を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・下甕島において、水蒸気量・気温・風速・風向の鉛直分布を計測するための観測サイトを決定し、インフラ整備（観測サイトの基礎工事、電気・水道・通信設備）を進めている。 ・現有している水蒸気・気温ライダーおよび風ライダーの設置に向けた機器の調整を進めている。 ・ラジオゾンデ観測との比較等、各種試験によるライダーの動作確認、試行的なモニタリング体制構築に向けた準備を進めている。 ・2年目に福江島に設置する水蒸気・気温ライダーの一部機能の開発に着手。
②ライダー・衛星データ等の統合化技術	<ul style="list-style-type: none"> ・ライダーの観測データの結果を、ECMWF再解析データ（ERA-5）の結果と比較・検討することによって、観測データの妥当性を検証する。ライダーによる水蒸気・気温・風速・風向の鉛直分布から、水蒸気と熱のフラックスを算定する。 ・ライダーデータ（点データ）と、衛星データの水蒸気・雲頂温度（赤外）分布と高層天気図（主に850hPa）の風・相当温位分布を自己組織化マップに基づいて変換したパターンのマップ情報（面データ）を統合化する技術を創出する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存のライダーデータおよびラジオゾンデのデータを用いてデータ品質の確認を開始した。 ・水蒸気および熱のフラックスの評価および再解析気象データとの比較・検討に着手した。 ・ライダーデータと衛星画像・高層天気図データを空間的に補間する手法について検討し、AIによる洪水予測に用いるデータセット提供フローを考案した。
③データ同化予測精度の検証	<ul style="list-style-type: none"> ・過去の水蒸気・気温ライダーの観測データ等を活用してデータ同化手法を構築し、有効性を検証するための基盤とする。また、観測データが不十分である場合に対して、シミュレーションで擬似観測データの作成も行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・水蒸気・気温ライダーのデータ同化手法の構築に着手した。 ・過去の水蒸気・気温ライダーの観測データを活用してデータ同化予測実験を実施し、有効性の検証を先行して開始。今年度内に事例数を増やして検証を行う。
④AIによる洪水予測技術	<ul style="list-style-type: none"> ・AIを用いて極端現象を含む過去気象データから、降雨量、河川流量、河川水位を予測する事前深層学習を行う。 ・気象データと流域内降雨量との関連性をAIに学習させることでAI降雨量予測モデルのプロトタイプを構築し、既往の豪雨事象に適用する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・拡大筑後川流域、球磨川・川内川流域を対象とし、気象データ（ECMWF再解析データ等）と実証実験パートナーから提供された過去の降雨量、河川流量、河川水位データ等の予測を行うニューラルネットワークのプロトタイプを構築。

「革新的な統合気象データを用いた洪水予測の高精度化」の目標及び達成状況（2年目）

○施策全体の目標

2年目は本格運用を開始する水蒸気・気温ライダーと風ライダーによって得られるデータを用いた種々の取り組みを実施する。特に、統合気象データを入力情報とする深層学習を実施し、降雨量、河川流量、河川水位の予測精度の評価・改善を行う。また、2年目からは、テーマ⑤出口戦略に向けた取組を新設し、特にテーマ④の開発技術を実証実験パートナーと共有し、本研究プロジェクトの社会実装に向けた環境整備を行う。

テーマ等（※個別に目標を設定している場合）	当年度目標（TRL6、BRL6）	目標の達成状況（年度末報告）
①水蒸気量・気温・風速・風向の鉛直分布のライダーセンシング技術	<ul style="list-style-type: none"> ・鹿児島県下甕島に加え、拡大筑後川流域（本明川・六角川・嘉瀬川・山国川・矢部川流域等を含む）の風上に位置する長崎県福江島にライダーシステムを設置し、2地点においてライダーの常時観測体制を構築する。 ・上記2地点のライダーの観測データをダウンロードできるデータプラットフォームを構築し、限定ユーザを対象としたデータ公開を試行的に開始することによりシステムの実証・デモンストレーションを行う。 ・防災事業への展開に向けて、保守の低コスト化と容易化を図るために、低保守費ライダーのための基盤技術の開発を行う。 	
②ライダー・衛星データ等の統合化技術	<ul style="list-style-type: none"> ・水蒸気・気温ライダーと風ライダーによる点データおよび衛星データと高層天気図情報の面データの測定精度を定量的に評価し、統合気象データのデータベースを構築すると同時に、データ提供システムの構築を行う。 ・風速、相当温位などの気象データを自己組織化マップで分類し、豪雨の発生を診断するモデルを構築する。 ・統合気象データをテーマ④に提供し、AIによる降雨量および洪水予測の精度検証における入力情報とするためのデータ処理プロセスを確立する。またデータ提供システムからの配信のテストを行う。 	
③データ同化予測精度の検証	<ul style="list-style-type: none"> ・九州地方で得られた水蒸気・気温ライダーの観測データを活用してデータ同化手法を構築し、有効性を検証するための基盤とする。第2期SIPの線状降水帯課題では未着手の「流域雨量の精度向上」にむけた開発に着手する。 	
④AIによる洪水予測技術	<ul style="list-style-type: none"> ・統合気象データを入力情報とする深層学習を実施し、降雨量、河川流量、河川水位の予測精度（6時間先洪水予測）の評価・改善を行う（相対誤差±20%～30%程度）。 ・拡大筑後川流域および球磨川・川内川流域を対象とし、現行システムへのスムーズな実装を前提に当該流域の河川管理者と連携することで、本研究で開発するAIによる降雨量予測システムと連動した降雨流出解析モデル・洪水氾濫解析モデルによる予測システムを構築する。 	
⑤出口戦略に向けた取組	<ul style="list-style-type: none"> ・テーマ④の開発技術を実証実験パートナーと共有し、実装に向けた環境整備を行う。 	

テーマ 1-1 テーマごとの研究成果及び出口戦略、達成状況（1年目詳細）

【テーマ①】水蒸気量・気温・風速・風向の鉛直分布のライダーセンシング技術

【研究成果及び達成状況】

- 下甕島において、水蒸気量・気温・風速・風向の鉛直分布を計測するための観測サイトを決定し、インフラ整備（観測サイトの基礎工事、電気・水道・通信設備）を進めており、令和6年2月完了。
- 現有している水蒸気・気温ライダーおよび風ライダーの設置に向けた機器の調整を進めており、令和6年2月設置完了。
- ラジオゾンデ観測との比較等、各種試験によるライダーの動作確認を経て、試行的なモニタリング体制の構築を令和6年3月完了。
- 2年目に福江島に設置する水蒸気・気温ライダーの一部機能の開発に着手するとともに、福江島における観測サイト候補地の調査を実施。

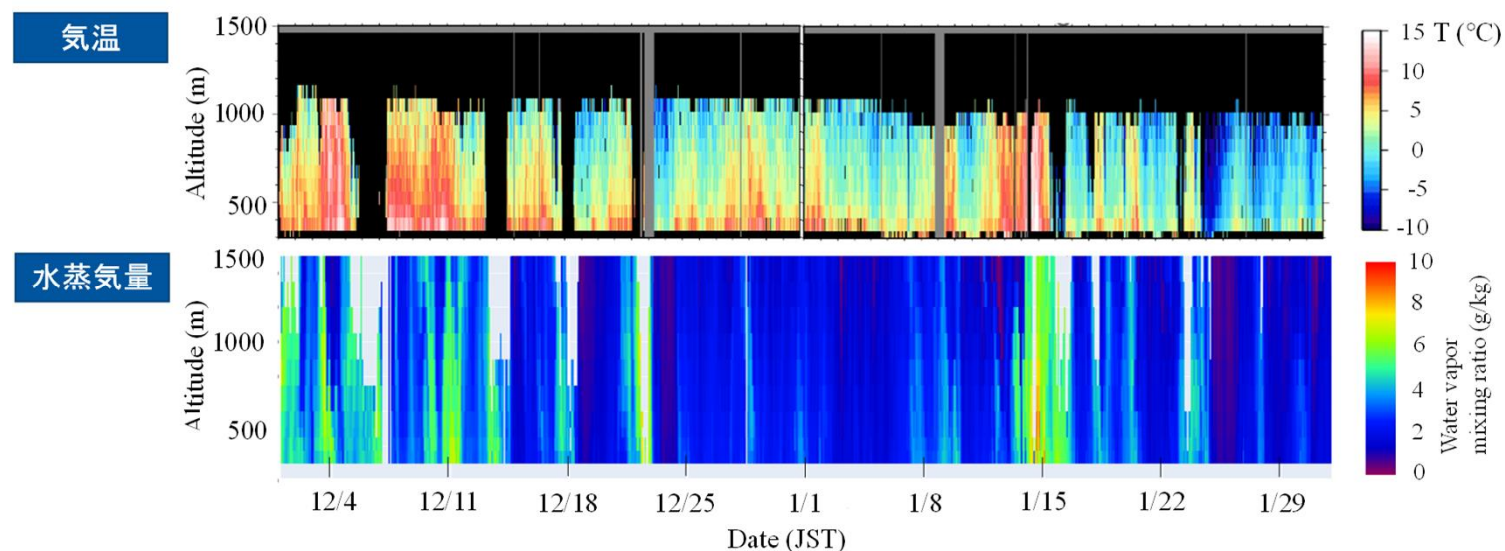
【出口戦略・研究成果の波及】

- 各研究機関のホームページへの記事掲載（令和5年12月中旬実施）やプレスリリース等を活用して、本施策の社会的認知度の向上を図り、ライダー技術の社会実装に寄与する。

水蒸気・気温ライダーの外観



水蒸気・気温ライダーによる観測例 (2022/12/1~2023/1/31、つくば市)



テーマ1-2 テーマごとの研究成果及び出口戦略、達成状況（1年目詳細）

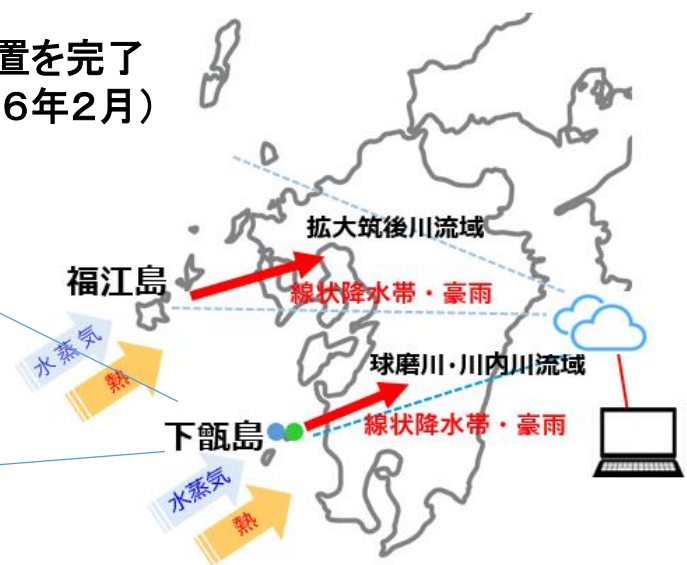
【テーマ①】水蒸気量・気温・風速・風向の鉛直分布のライダーセンシング技術

- 水蒸気・気温ライダーと風ライダーの下甕島(鹿児島県薩摩川内市)への設置を完了(令和6年2月)

風ライダー



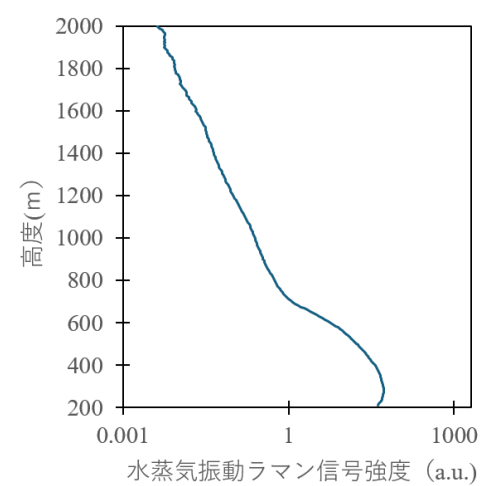
水蒸気・気温ライダー



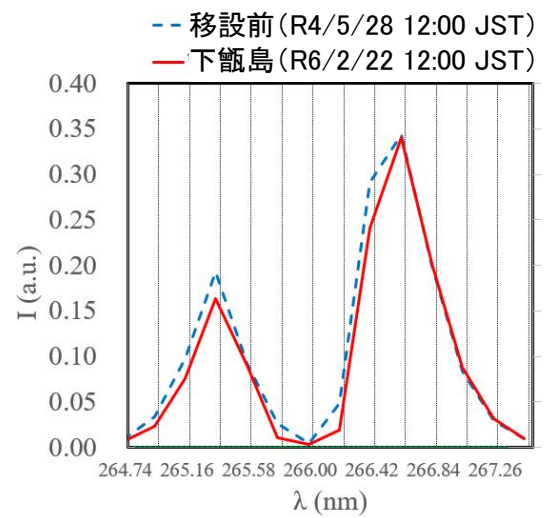
下甕島観測サイト(鹿児島県薩摩川内市)

- 太陽放射の強い日中において、移設後も水蒸気・気温特性に則した高精度の分光計測を実現(令和6年2月)
- ラジオゾンデ観測との比較によって校正を行い定常観測を開始(令和6年3月)

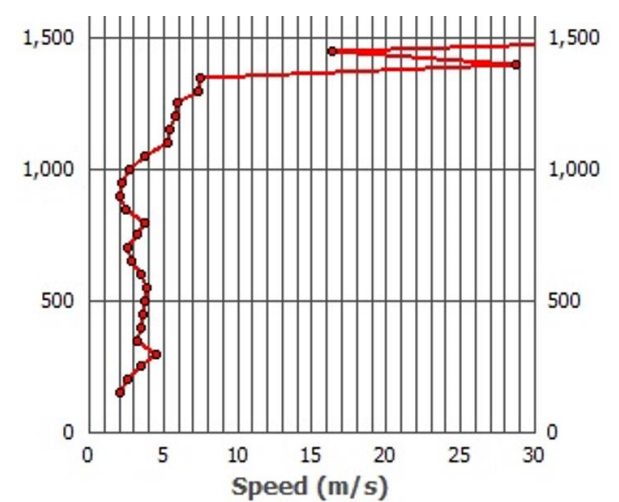
水蒸気計測: 振動ラマン信号プロファイル
(令和6年2月22日 12:00 JST)



気温計測: 回転ラマンスペクトル



水平風速プロファイル
(令和6年2月28日 06:40 JST)



テーマ2-1 テーマごとの研究成果及び出口戦略、達成状況（1年目詳細）

【テーマ②】ライダー・衛星データ等の統合化技術

【研究成果及び達成状況】

- ・既存のライダーデータおよびラジオゾンデのデータを用いてデータ品質の確認を開始した（図-1）。既存データでは高度2～4km程度までは比較的誤差は小さいがそれ以上では誤差が大きくなる傾向がある。高度2km程度の水蒸気が豪雨と関連するため、この高度内でのライダーデータは信頼できると判断される。
- ・水蒸気および熱のフラックスの評価および再解析気象データとの比較・検討を開始した（図-2）。自己組織化マップを利用して筑後川流域で豪雨をもたらした気象場の抽出に成功した。
- ・AI洪水予測の入力層に用いるデータセットを提供するために、ライダーデータと衛星画像・高層天気図データの空間的補間手法に基づくデータ統合化について検討し、データセット提供フローを考案した。

来年度は下甕島、福江島に設置されたライダーデータの品質を確認したのち、水蒸気フラックス、熱フラックスの評価を行う予定である。また再解析データや衛星画像データとライダーデータとの相関等を検討し、空間的補間手法の完成を目指す予定である。

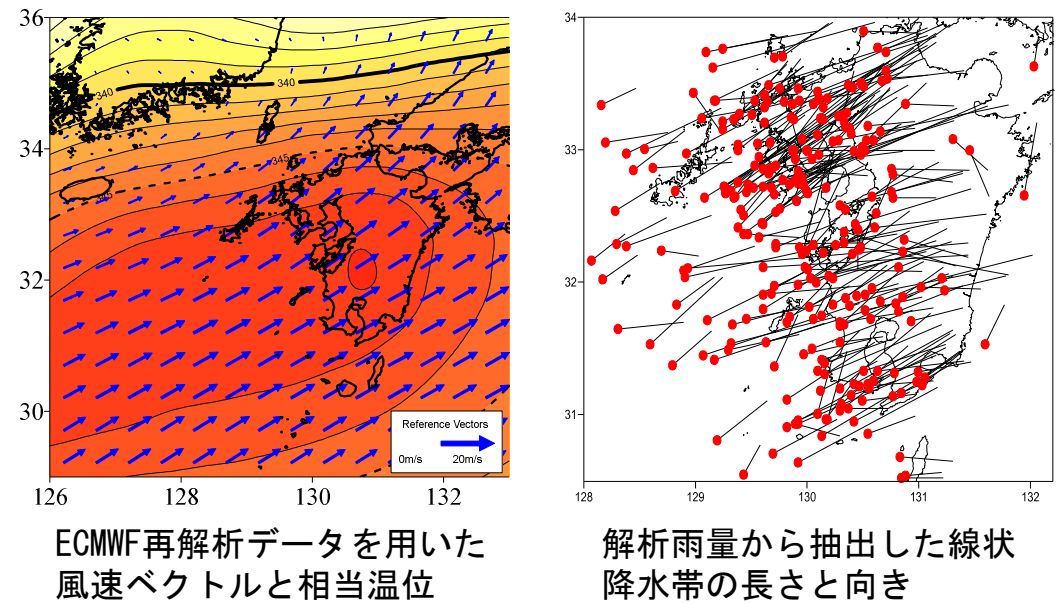
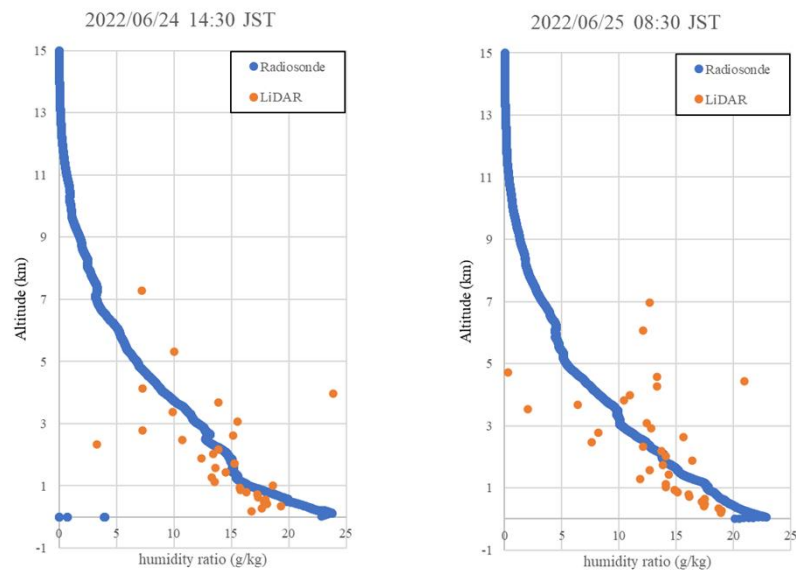


図-1 ライダーデータとラジオゾンデデータから求めた混合比の比較

図-2 自己組織化マップで分類した筑後平野に豪雨をもたらした気象場（左）とその気象場で発現した線状降水帯（右）

テーマ2-2 テーマごとの研究成果及び出口戦略、達成状況（1年目詳細）

【テーマ②】ライダー・衛星データ等の統合化技術

- 学習期間：1979～2021年（6～9月），4時間ごと
- 気象データ： ECMWF Reanalysis v5：ERA5
- 変数：850hPaの相当温位，風速の東西成分，南北成分
- 次元数：3変数×64格子点=192次元

過去の気象場を
884パターン，40グループに分類

パターン（グループ）ごとに線状降水帯含む豪雨域を抽出

豪雨域抽出範囲

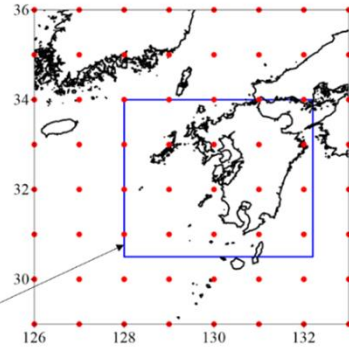


図-3 自己組織化マップを用いて過去の気象場パターンを分類

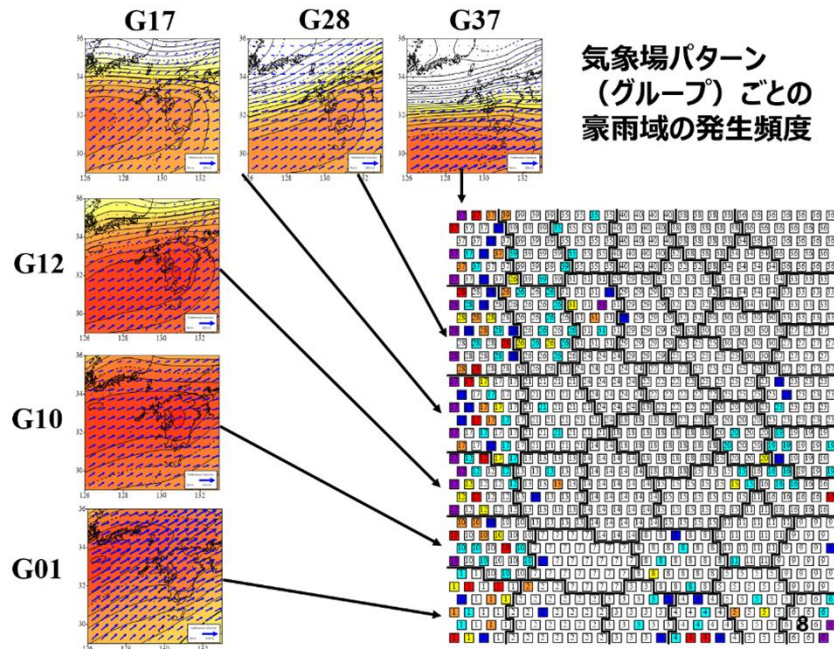
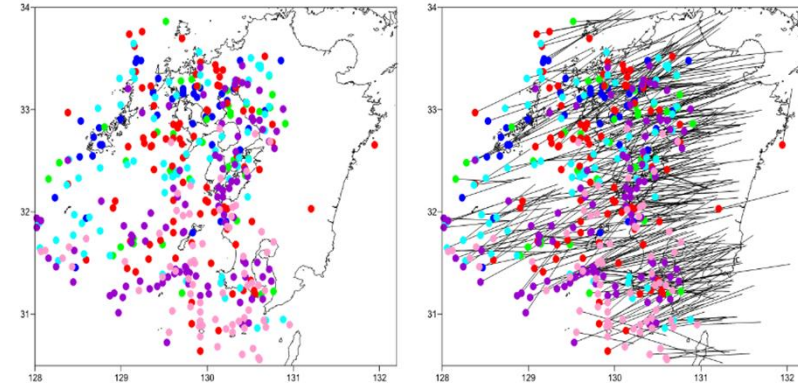


図-4 分類された気象場パターンの一例

線状降水帯（500km²以上）の西端と走行

梅雨期・秋雨 前線含む暖湿気流型

● G01 ● G10 ● G12 ● G17 ● G28 ● G37



- 2006～2021年 解析雨量
- 3時間雨量100mm/3h以上の閉じた領域が500km²以上
- 最大値が150mm/3h以上 ・長軸/短軸（比）2.5以上（線状降水帯）
- 気象場をSOMで分類して，前線を含む暖湿気流型を抽出し，豪雨域と関連付け

図-5 分類された気象場パターンとその気象場で発生した線状降水帯。色のついた○が線状降水帯の始点。線が線状降水帯の方向と長さを表す。

図-4よりG01⇒G37に移るに従い温暖気流の軸が南下するパターンが抽出されていることが分かる。図-5より九州の西側，特に福岡県南部，熊本，鹿児島県で線状降水帯が多く発生していることが分かる。これら線状降水帯発生を含む豪雨予測には，下甕島および福江島にライダーを設置することが有用なことが示唆されている。

テーマ3-1 テーマごとの研究成果及び出口戦略、達成状況（1年目詳細）

【テーマ③】 データ同化予測精度の検証

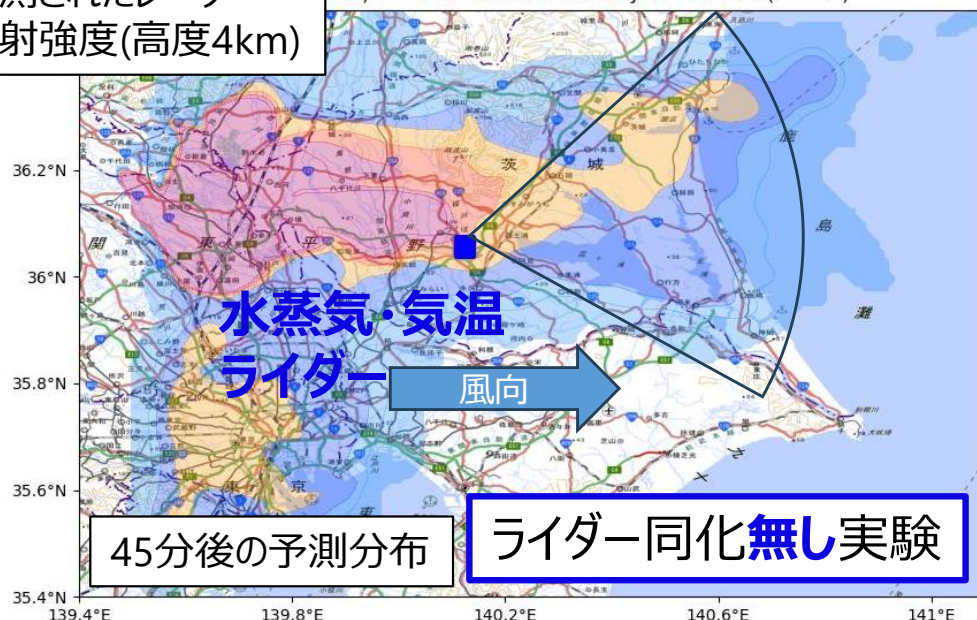
【研究成果及び達成状況】

- ・ 水蒸気・気温ライダーのデータ同化手法の構築に着手した。
- ・ 過去の水蒸気・気温ライダーの観測データを活用してデータ同化予測実験を実施し、有効性の検証を先行して開始。今年度内に事例数を増やして検証を進める予定。
- ・ 2022年7月の関東地方での大雨事例において、水蒸気・気温ライダーが観測する水蒸気と気温を同時に同化することで、風下にあたる、ライダーの東側領域において、45分後の予測降水量（レーダ反射強度）が増加し、予測の改善が見られた（下図）。

水蒸気・気温ライダーは2022年7月につくば市で観測を実施。この測器を九州地方に移設を予定。2022年7月28日の豪雨事例において、予測の改善が見られ、同化予測手法の妥当性を明らかにした。九州地方において線状降水帯等への有効性を来年度検証する予定である。

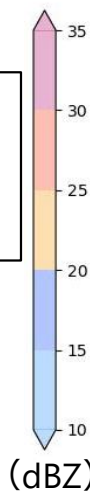
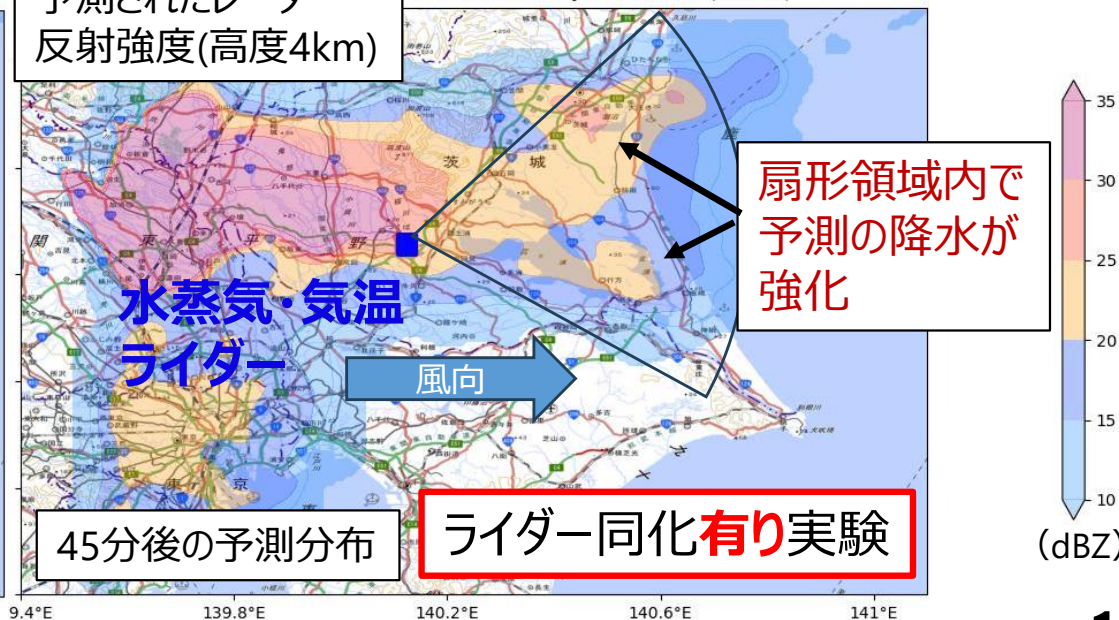
予測されたレーダ
反射強度(高度4km)

UVR.dmp202207280900.nc
dBZ T= 2022-07-28T18:45:00 JST z= 4264.0(meters)



予測されたレーダ
反射強度(高度4km)

R.dmp202207280900.nc
-07-28T18:45:00 JST z= 4264.0(meters)



テーマ4-1 テーマごとの研究成果及び出口戦略、達成状況（1年目詳細）

【テーマ④】AIによる洪水予測技術

【研究成果及び達成状況】ニューラルネットワークのプロトタイプを構築

- ・ 来年度以降に実施予定の革新的気象データを用いた深層学習の本格運用に向けて、モデル作成に着手している。
- ・ 線状降水帯による豪雨が発生した2017年九州北部豪雨を含む2017年梅雨期の九州北部地方の降水量について、ライダー設置予定の福江の既存の気象データをもとに予測して、現状の課題などを整理した（右下図）。
- ・ 上記のプロトタイプAIの解析環境の整備を行い、ECMWFのERA5データ等を利用した2017年梅雨期の再現予測を行う。

【出口戦略・研究成果の波及】

国交省九州地方整備局 河川事務所、ダム管理所、自治体等との協力体制の構築を進めている。



深層学習モデル：LSTM

(Long Short Term Memory)

学習データ：2010年から2016年の福江と朝倉の気象データ（目的変数：降水量，独立変数：気温，風向など）

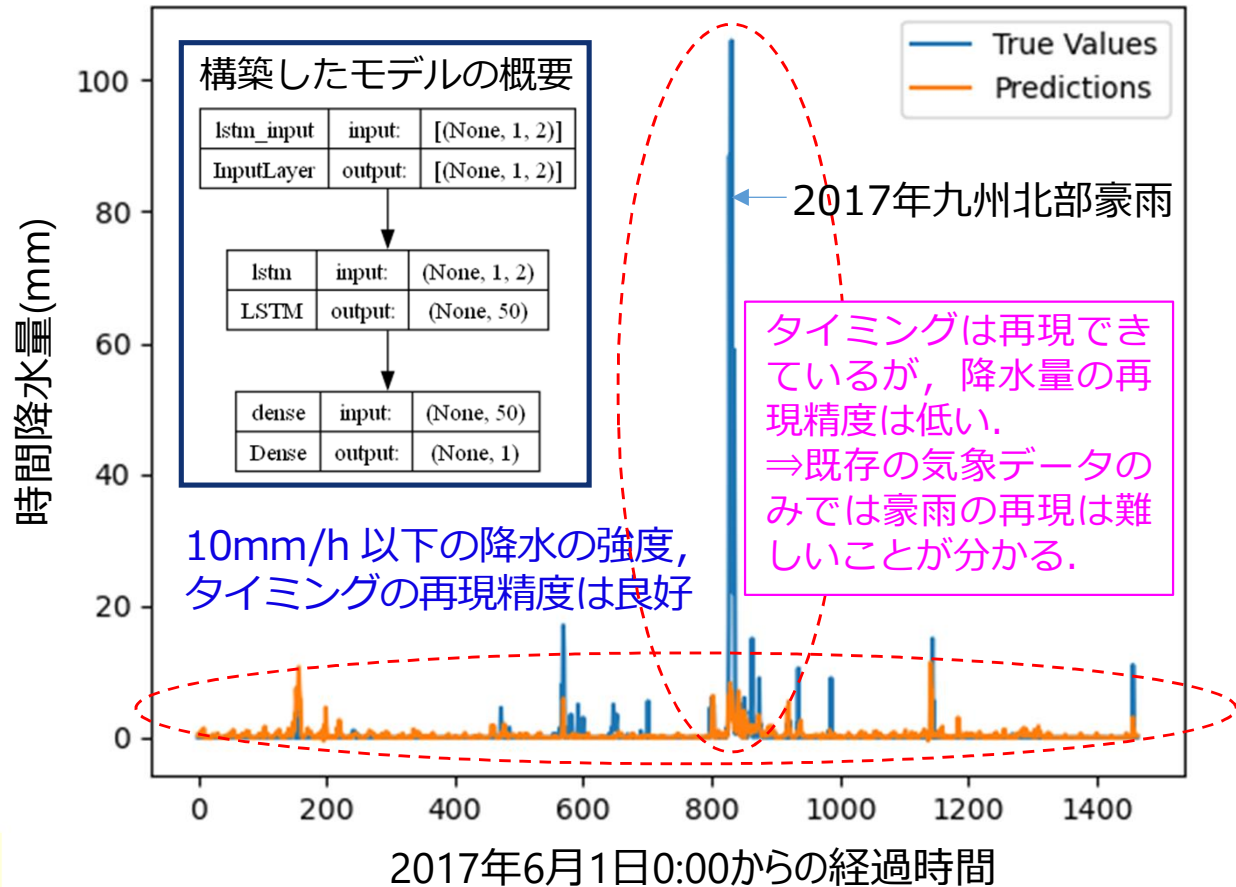


図 アメダスデータを用いた朝倉の実績降雨とLSTMを用いた2カ月間の予測結果 **13**

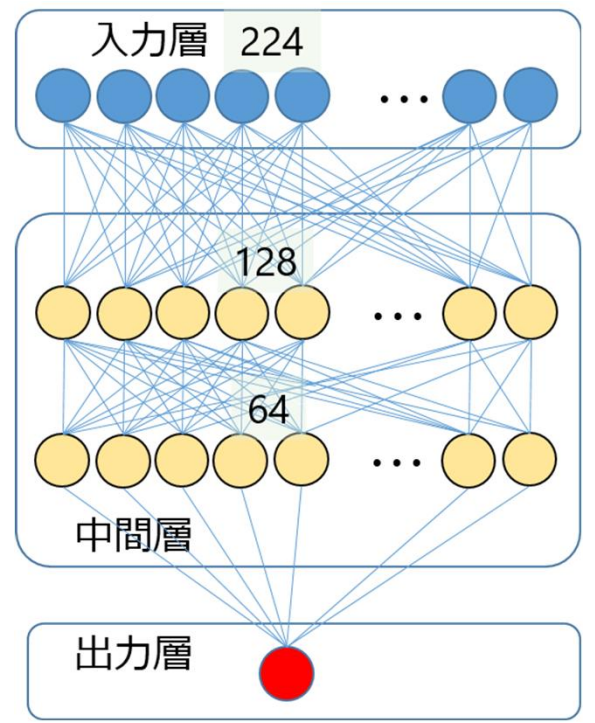
テーマ4-2 テーマごとの研究成果及び出口戦略、達成状況（1年目詳細）

【テーマ④】AIによる洪水予測技術

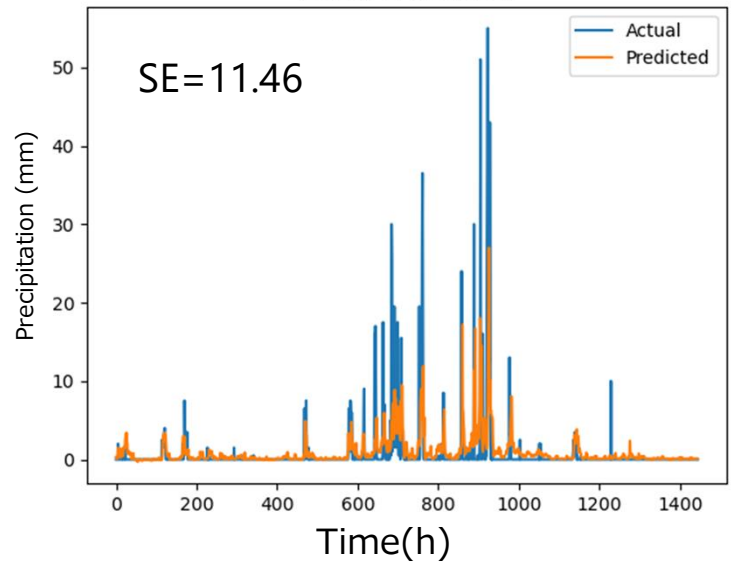
データを使用した観測所の位置（黄色：今回使用地点、灰色：今後追加する地点）



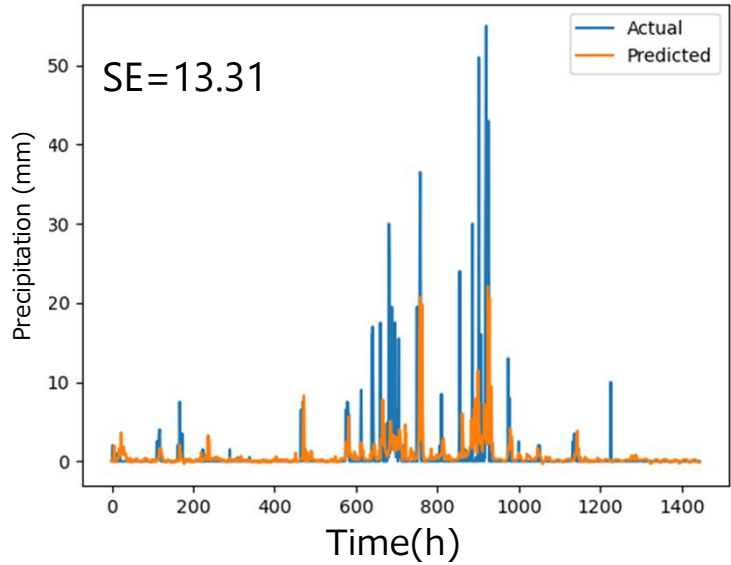
使用したニューラルネットワークの構造



3時間前（3～9時間前データ）の予測
Actual vs Predicted



6時間前（6～12時間前データ）の予測
Actual vs Predicted



時間降水量(mm)の予測結果（2023年6月&7月）

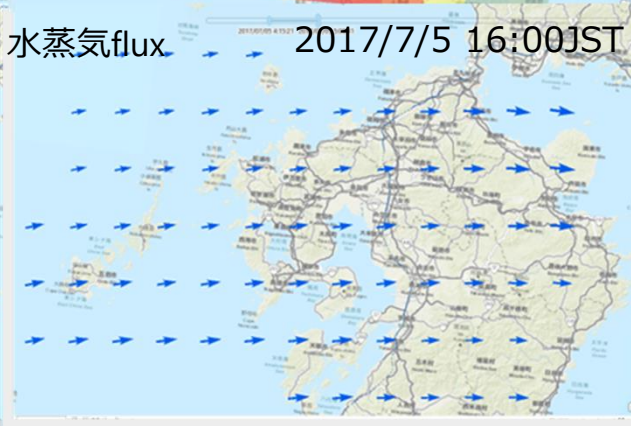
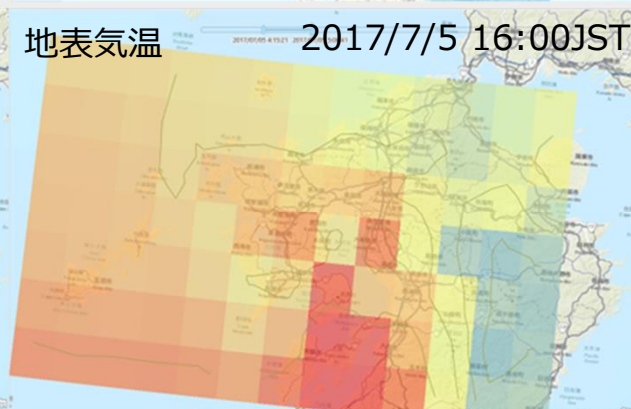
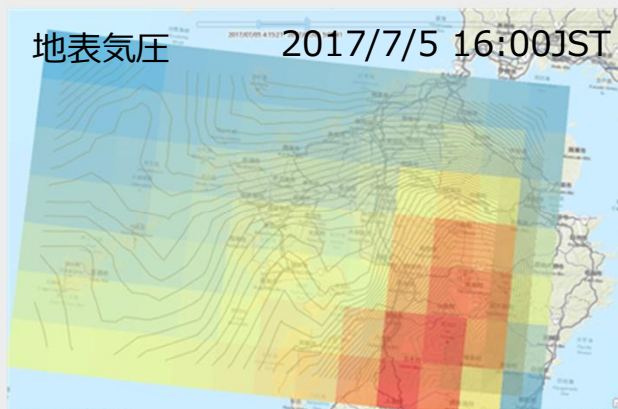
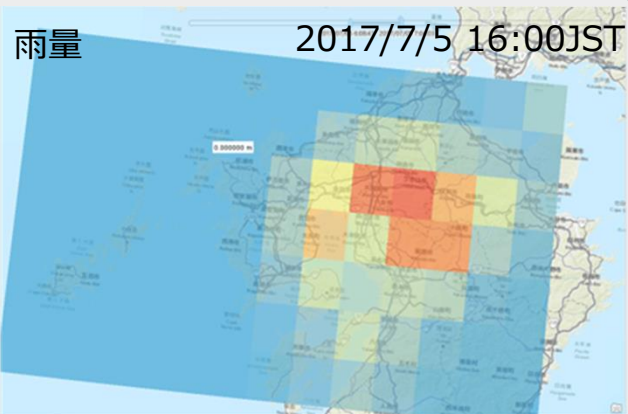
上記のニューラルネットワークの構造を用いたAIの解析環境の整備を行い、近年の豪雨（梅雨期）の再現予測を行った。

テーマ4-3 テーマごとの研究成果及び出口戦略、達成状況（1年目詳細）

【テーマ④】 AIによる洪水予測技術

学習データの概要

- ・再解析データ：ECMWF-ERA5データ
- ・雨量, 気圧, 気温, 風速, 水蒸気flux
- ・1970年代から現在までの約50年分の毎時データ



ニューラルネットワークに基づくAIモデルを用いてアメダスデータおよびECMWF-ERA5のメッシュデータを利用した2017年梅雨期（平成29年九州北部豪雨を含む期間）の再現予測を行う。

1年目の工程表

ニューラルネットワークを用いたアメダスデータ（点データ）による深層学習の実施。現状の課題の整理

ECMWF-ERA5や気象庁の再解析データ（メッシュデータ）の入手および整理

2017年梅雨期を対象とした深層学習による降雨量、河川流量・河川水位の再現精度の確認（3, 6, 12時間先）

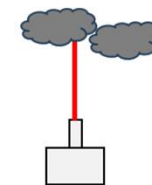
次年度提供される統合気象データを用いたAI予測モデルのプロトタイプの完成



人工衛星データ
(雲頂高度の輝度)



高層天気図
(850hpaの水蒸気量)



ライダーデータ
(水蒸気量, 気温, 風速)