

リモートセンシング技術のユーザー最適型データ提供に関する 要素技術の研究開発 基本計画書

1. 目的

総務省では、防災・減災に資する情報通信技術の確立を目的として、国立研究開発法人情報通信研究機構（以下「NICT」という。）を中心に、ゲリラ豪雨等の突発的な大気現象の早期捕捉や発達メカニズムの解明に資する降雨等の状況を瞬時に観測可能なマルチパラメータフェーズドアレイ気象レーダーや、大規模災害が発生した際に昼夜を問わず広範囲かつ雲の影響を受けずに地表面を撮影可能な航空機搭載型合成開口レーダー等のリモートセンシング技術の研究開発を推進してきた。

近年、豪雨等による自然災害の激甚化が進み、年間1兆円を超える災害被害が生じるケースも発生している。これら災害被害を最小限にするためには、災害発生前及び発生後の気象・地形状況をきめ細かく把握することが極めて重要であり、多種多量な降雨・地形等の情報を高分解能かつ高精度に取得可能なリモートセンシングデータの活用が期待されている。

昨今の研究開発により、これらリモートセンシングデータは時間的及び空間的な分解能が向上しており、観測技術や予測技術の高度化が期待できるものの、一方で取得するデータ量が膨大となることから、リアルタイムでのデータ提供に課題を残している。特に災害時においては、通信トラヒックの集中に伴う伝送速度の低下や有線回線の途絶によるバックアップ回線の利用等により、リモートセンシングデータの伝送に十分な伝送速度が確保できないことや、航空機搭載型合成開口レーダーのように利用可能な通信回線が地上回線に比べて伝送速度が低い衛星通信回線に限定されることから、被災現場の現状把握や災害を引き起こす現象予測の高精度化を進めることができず、防災・減災分野での利活用の障害となりうるものが課題となっている。

そこで本研究開発では、時間的・空間的に分解能の高い膨大なリモートセンシングデータを、平時及び災害時を問わずユーザー（気象予測や情報公開を行う公的機関・民間企業等）の要求及び通信トラヒック環境に応じて、適切なデータをリアルタイムに提供できるよう、通信トラヒック環境に応じて3段階（※）の伝送速度内で伝送する技術の確立を目的とする。

本研究開発により、通信トラヒックへの負荷を軽減しつつ効率的に観測データを伝送することが可能となるため、平時はもとより災害時等の限られた通信トラヒック環境下にあっても中断無くデータ提供が行え、激甚化する災害被害の低減に向けた環境を構築することができる。

※100Mbps（既存光回線の実効速度）、10Mbps（既存携帯電話回線（上り）の実効速度）、400kbps（既存衛星通信回線の実効速度）の3段階とする。

2. 政策的位置付け

『気候変動適応計画』(令和3年10月22日閣議決定)において、水災害に関して、気候変動予測等に関する科学的知見に基づき、気候変動の影響を評価し、適応可能な種々の技術政策を提示し、またそれを支える技術の開発・普及を行う、とされている。

『経済財政運営と改革の基本方針 2021』(令和3年6月18日閣議決定)において気候変動の影響により激甚化・頻発化する水害・土砂災害や高潮・高波への対策として、堤防・ダム・砂防堰堤・下水道・ため池の整備、森林整備・治山対策、ダムの事前放流・堆砂対策、線状降水帯等の予測精度向上、グリーンインフラの活用、災害リスクも勘案した土地利用規制等を含むまちづくりとの連携など、流域全体を俯瞰した流域治水を推進する、とされている。また、民間部門におけるDXの加速として、地理空間(G空間)情報の高度活用を図る、とされている。

『成長戦略フォローアップ』(令和3年6月18日閣議決定)において、豪雨災害対策のため、2021年度から線状降水帯に関する「顕著な大雨に関する気象情報」を発信するほか、1日半先までの河川の予測水位を災害対応へ試行的に活用するとともに、次期気象衛星や次世代スーパーコンピュータなどの最新技術の導入、気象防災アドバイザーの拡充、更なる洪水予測の高度化及び地域防災支援の強化を進める、とされている。

『第6期科学技術・イノベーション基本計画』(令和3年3月26日閣議決定)において、レジリエントで安全・安心な社会の構築として、頻発化・激甚化する自然災害に対し、先端ICTに加え、人文・社会科学の知見も活用した総合的な防災力の発揮により、適切な避難行動等による逃げ遅れ被害の最小化、市民生活や経済の早期の復旧・復興が図られるレジリエントな社会を構築する、とされており、国際的な枠組みを踏まえた地震・津波等に係る取組も含め、自然災害に対する予防、観測・予測、応急対応、復旧・復興の各プロセスにおいて、気候変動も考慮した対策水準の高度化に向けた研究開発や、それに必要な観測体制の強化や研究施設の整備等を進め、特に先端ICT等を活用したレジリエンスの強化を重点的に実施する、とされている。

『防災基本計画』(令和3年5月中央防災会議決定)において、効果的・効率的な防災対策を行うため、AI、IoT、クラウドコンピューティング技術、SNSの活用など、災害対応業務のデジタル化を促進する必要があるとされている。また、デジタル化に当たっては、災害対応に必要な情報項目等の標準化や、システムを活用したデータ収集・分析・加工・共有の体制整備を図る必要がある、とされている。さらに、災害予知・予測研究及び観測の充実・強化等として、国は研究機関等の行った観測研究の成果が防災体制の強化(風水害においては災害危険区域の指定を含む)に資するよう、国、地方公共団体等の防災機関への情報提供等を推進する、とされている。

3. 目 標

(1) 政策目標（アウトカム目標）

総務省では、NICTを主体として、ゲリラ豪雨等の突発的な大気現象の早期捕捉や発達メカニズムの解明に貢献することを目的に、数十秒で立体的な雨雲の状況を観測するマルチパラメータフェーズドアレイ気象レーダーや、大規模災害が発生した際に昼夜を問わず広範囲かつ雲の影響を受けずに地表面を撮影可能な航空機搭載型合成開口レーダー等のリモートセンシング技術に関する研究開発を実施しており、これら技術の社会実装に向けた実証実験等の取組を行っている。

上記のリモートセンシング技術は、気象レーダーのように固定設置し連続観測する方式と、航空機等の移動体に搭載し必要な場合のみ間欠的に観測する方式があり、活用シーンや観測対象に応じて適切に使い分けがされている。一方で、昨今の技術開発によるレーダーの高性能化により、いずれの方式においても取得するデータが毎秒数百メガビットを超える膨大なデータとなることから、既存通信回線における伝送速度の制約により全てのデータをリアルタイムに提供できず、また記録するデータも膨大となることからストレージに要するコスト増が課題となっている。これら課題の解決のため、動画像に代表される圧縮・復元技術を用いることが考えられるものの、上記のリモートセンシング技術によって観測されるデータは、複素数を含む多次元の時系列データであることから、従来の圧縮・復元技術では対応することができない。

そこで本研究開発は、これら膨大な情報を持つリモートセンシングデータを使って、ユーザーが高度な観測や予測等の任意の分析をリアルタイムに行えるよう、観測したリモートセンシングデータを圧縮し、必要とされる情報（AD変換後の受信信号データ、一次処理データ、高次処理データ（雨量・地形等のデータ）等）を既存の通信回線で伝送可能なデータ圧縮・復元技術を開発する。

本技術により、平時はもとより、発災後における通信トラヒックの集中による伝送速度の低下が生じた際も、ユーザーが期待するデータを中断無くリアルタイムに提供し続けることが可能となる。従って、発災前・発災後によらず、気象予測の高度化や詳細な状況把握等に役立てることができ、災害被害の拡大防止や早期対応による事業継続等への貢献が可能となる。

(2) 研究開発目標（アウトプット目標）

本研究開発では、NICTが開発した高分解能かつ高精度なリモートセンシング技術によって取得した膨大な観測データにAI等を利用した圧縮及び復元技術を適用し、ユーザーとの通信トラヒック環境を自動的に判別してユーザーが期待する情報を適切に提供する技術を確立するとともに、取得したリモートセンシングデータをリアルタイムにユーザーへ提供するデータ提供システムの技術確立を目標とする。

4. 研究開発内容

(1) 概要

時間的・空間的に分解能が高い膨大なリモートセンシングデータを、ユーザー環境にて任意の分析を可能にするため、必要な情報（A/D変換後の受信信号データ、一次処理データ、高次処理データ（雨量・地形等のデータ）等）を、AI等による圧縮・復元技術を活用した、ユーザーが期待する情報をユーザーとの通信トラフィック環境に応じてリアルタイムに提供するための技術を研究開発するとともに、データ利活用に向けたデータ提供システムの試作及び検証を行う。

(2) 技術課題

NICTが研究開発したマルチパラメータフェーズドアレイ気象レーダーを例にとると、一般に提供されている光回線は上り回線の伝送速度が100Mbps程度であるため、約350Mbpsで生成される観測データをリアルタイムに遠隔地へ伝送することができない。また、災害発生時等のトラフィック集中による伝送速度の低下や、光回線の途絶によって使用する携帯電話回線や衛星通信回線等のバックアップ回線における伝送速度の制約から、観測データをリアルタイムに伝送できない可能性がある。従って、観測データを遠隔地へ安定して伝送するためには、観測データに圧縮処理を適用し、圧縮したデータを想定ユーザーへ伝送するとともに、ユーザー環境にて復元処理を行う、といった一連のデータ処理が必要となる。

一般的なデータ圧縮技術として、データの同一性が保証される可逆圧縮方式と、データの同一性が保証されない非可逆圧縮方式が存在し、用途に応じて適切に使い分けがされている。

可逆圧縮方式は、データ特性によって圧縮率が限定的であることから、1分当たり数ギガバイトを超えるリモートセンシングデータにおけるリアルタイムのデータ提供に適していない。マルチパラメータフェーズドアレイ気象レーダーを例にとると、観測データの生成速度が約350Mbpsであり、当該データに可逆圧縮を適用した場合、圧縮率が30%程度（約105Mbps）であることから、圧縮後のデータを光回線（100Mbps）でリアルタイムに伝送することができない。また、航空機搭載型合成開口レーダーは2km四方当たり約1Gバイトの画像データが生成されることから、マルチパラメータフェーズドアレイ気象レーダーと同様の可逆圧縮を用いても衛星通信回線（400kbps）ではリアルタイムに伝送することができない。

一方で、非可逆圧縮方式については、圧縮率と復元精度がトレードオフの関係となるものの、可逆圧縮方式を超える高い圧縮率が期待できることから、リモートセンシングデータに非可逆圧縮を適用することで、既存通信回線における伝送速度の範囲内でユーザーが求める適切なデータをリアルタイムに提供することが可能となる。

ア) データ圧縮・復元技術の研究開発

非可逆圧縮方式におけるデータ圧縮技術は、主として二次元動画の圧縮・復元に用いられている。近年では、H.265等の動画圧縮手法の導入に加え、更なるデー

タ圧縮に向けてA I 技術を導入した圧縮手法も提唱されている。A I 技術を導入した圧縮手法の例としては、復元する動画像の利用目的に応じて、深層学習等によって圧縮対象である動画像データの領域を重要度と共に分割し、分割された領域及び重要度に応じて動的にデータ圧縮を図る手法がある。例えば、顔認証での利用を想定する場合、取得した動画像データから顔の情報のみ情報量を増やし、それ以外の情報量を減らすことにより、伝送速度の最適化を図ることが可能となる。

しかし、これらデータ圧縮に用いられるデータは、主として整数または実数で表される時点データもしくは時系列データであり、リモートセンシングデータのように複素数を含む多次元の時系列データの圧縮は実用化されていない。また、A I 技術を活用した非可逆圧縮技術の実現には、過去のデータを参照し、当該データとの類似性を特徴量としてデータ圧縮を図ることが求められることから、過去に取得したデータを活用した傾向分析を行う必要がある。しかし、リモートセンシングデータはデータ量が膨大であり、かつデータの切り出し区間によっても傾向が異なる可能性があることから、スーパーコンピュータ等の潤沢な演算リソースを投入し、想定される多数の組み合わせによるデータ分析を行う必要がある。

そこで本研究開発は、過去に取得した膨大なデータの中から傾向を抽出し、データの特徴を考慮した効率的な圧縮・復元技術を確立するとともに、実際の観測データを圧縮・復元した際の圧縮率及び復元精度を評価する。なお、非可逆圧縮方式を用いた場合、圧縮前データと復元後データが一致しないため、データの復元精度を評価するためには、技術開発と並行し、想定するユーザーの用途を考慮した適切な評価項目を設定する必要がある。

加えて、想定ユーザーが防災・減災に向けて迅速な分析を行うためには、高分解能かつ高精度なリモートセンシングデータをユーザーに対していち早く提供することが必要であることから、圧縮から復元までの一連のデータ処理を遅滞無く現実的な処理時間の範囲内で完了させる必要がある。

イ) 圧縮・復元技術を用いたデータ提供システムの試作及び実証

降雨・地形等のデータ利活用が進むと同時に、これらデータを利用するユーザーが増加するものと想定されるが、ユーザーが各レーダー付近に設置したサーバー(以下「センサーサイト」という。)へ個別にアクセスした場合、当該センサーサイトへのトラフィック集中が想定され、円滑なデータ提供に支障をきたす可能性がある。従って、データ観測とデータ配信を分散し、多数のユーザーへの同時配信が可能なプラットフォームを整備する必要がある。加えて、高度な予測・分析には、リアルタイムの観測データのみならず、過去の観測データを参照した傾向分析が必要となることから、上記のデータ圧縮技術により圧縮されたリモートセンシングデータを集約し、かつユーザーの要求及びトラフィック環境に応じて過去のデータを含めた最適なデータの配信が可能なデータ提供システムを実現する必要がある。

(3) 到達目標

ア) データ圧縮・復元技術の研究開発

NICTが研究開発したリモートセンシング技術によって観測された高分解能かつ高精度なデータを、AI等を活用した圧縮・復元手法により、ユーザーの通信トラフィック環境に応じて100Mbps、10Mbps、400kbpsの3段階のデータ伝送速度内で、ユーザーが期待する情報を遅滞無く提供することが可能なデータ圧縮・復元技術の確立を目標とする。また、圧縮・復元対象とするデータは、既知データだけでなく未知データにも対応するものとする。

マルチパラメータフェーズドアレイ気象レーダーについては、本研究開発にて設定した伝送速度が100Mbps、10Mbps、400kbpsの3段階であることから、圧縮前のデータを上記の3段階の伝送速度まで圧縮が可能な圧縮率の達成を目標とする。これを実現するため、観測された全てのデータを独立して処理するのではなく、多次元データの相関関係を利用した圧縮・復元手法に加え、個々のユーザーによって必要とされる情報に差異が生じることから、伝送速度の制約の中でユーザーが期待する情報を適切に提供するための手法を確立する。また、マルチパラメータフェーズドアレイ気象レーダーの圧縮・復元処理は、観測データを間断無くユーザーへ提供する必要のあることから、処理遅れによるデータ遅滞が無く、かつデータ圧縮処理、ユーザーへの伝送、ユーザー環境での復元処理を行うことが可能なデータ提供手法を確立することとし、これら一連の工程を求められる復元精度に基づきおおむね2分を目途として完了させることを目標とする。

航空機搭載型合成開口レーダーについては、機上での画像生成処理によって得られた画像(2km四方)を、土砂崩れや河川氾濫等の被災状況が把握できる画質に変換する。使用する通信回線は航空機運用の特性上、衛星通信回線を利用することとし、画像の圧縮処理、衛星通信回線を用いたデータ提供システムへの伝送及び画像の復元処理の一連の工程を、30分以内に完了させることを目標とする。

上記の圧縮・復元技術による復元精度については、想定ユーザーの用途において求められる復元精度を定義し、当該精度を実証によって評価する。

令和4年度までに、リモートセンシングデータの圧縮・復元技術の基礎を確立し、100Mbps、10Mbps、400kbpsの各伝送速度による伝送実験環境を構築するとともに、圧縮率及び復元精度を評価する。また、令和5年度には伝送実験に基づく圧縮率及び復元精度の検証と向上を図り、令和6年度においてデータ利用を想定するユーザーを交えた実証実験を進めるとともに、データ圧縮・復元に要する処理時間を含めた圧縮・復元性能の向上を図る。

イ) 圧縮・復元技術を用いたデータ提供システムの試作及び実証

課題ア)と連携し、センサーサイトに設置するデータ圧縮技術を搭載したデータ圧縮装置及びデータ復元技術を実装した検証用端末に加え、トラフィック環境を自動判別してユーザーが期待する最適なデータをリアルタイムに提供可能なデータ提供システムの技術的条件を明確にするとともに、プロトタイプを試作する。また、試作したプロトタイプを用い、想定するユーザーを交えた実証実験により、課題ア)

に示すデータ圧縮・復元技術の性能改善を図るとともに、本システムの有効性及び最適なデータ提供形態を検証する。なお、試作するデータ提供システムは、Webブラウザで提供及び閲覧可能な形態と、ユーザー独自の環境に組み込めるようAPI提供の2通りを実装するものとし、ユーザー数が増加した際のシステム拡張にも対応するものとする。

令和4年度までに、センサーサイトに設置するデータ圧縮サーバー及びユーザー環境で使用するデータ復元技術を実装した検証用端末を構築するとともに、データ圧縮・復元技術の検証を行う。令和5年度は、データ圧縮装置から取得した圧縮データを蓄積し、最新のデータをユーザー端末へ伝送することが可能なデータ提供システムのプロトタイプを試作する。令和6年度は本システムの利用を想定したユーザーを交えた実証実験を行い、データ圧縮・復元技術の性能改善を図るとともに、データ提供システムにおける提供情報の改良を図る。

5. 研究開発期間

初回契約締結日から令和6年度まで

6. その他 特記事項

(1) 特記事項

提案者は、次の課題ア)及び課題イ)のいずれか又は複数の課題に提案することができる。なお、いずれの研究開発の受託者も相互に連携、協力して研究開発を行う。

また、課題ア)の受託者は本研究開発課題全体のとりまとめを行うものとする。

ア) データ圧縮・復元技術の研究開発

イ) 圧縮・復元技術を用いたデータ提供システムの構築

(2) 提案及び研究開発に当たっての留意点

① 提案に当たっては、基本計画書に記されているアウトプット目標に対する達成度を評価することが可能な具体的な評価項目を設定し、各評価項目に対して可能な限り数値目標を定めるとともに、目標を達成するための研究方法、実用的な成果を導出するための共同研究体制又は研究協力体制、及び達成度を客観的に評価するための実験方法について、具体的に提案書に記載すること。また、アウトカム目標の達成に向けた適切な研究成果（アウトプット等）の取扱方策（研究開発課題の分野の特性をふまえたオープン・クローズ戦略を含む。）について提案すること。また、本研究開発成果を確実に展開し、アウトカム目標を達成するため、事業化目標年度、事業化に至るまでの実効的な取組計画（事業化及び標準化活動、体制、資金等）についても具体的に提案書に記載すること。

② 目標を達成するための具体的な研究方法、実用的な成果を導出するための共同研究体制又は研究協力体制について研究計画書の中にできるだけ具体的に記載するこ

と。

- ③ 複数機関による共同研究を提案する際には、研究開発全体を整合的かつ一体的に行えるよう参加機関の役割分担及び分担する技術間の連携を明確にし、インターフェースを確保するとともに、究開発期間を通じて継続的に連携するための方法について具体的に提案書に記載すること。
- ④ 研究開発の実施に当たっては、関連する要素技術間の調整、成果の取りまとめ方等、研究開発全体の方針について幅広い観点から助言を頂くと共に、実際の研究開発の進め方について適宜指導を頂くため、学識経験者、有識者等を含んだ研究開発運営委員会等を開催する等、外部の学識経験者、有識者等を参画させること。
- ⑤ 本研究開発は総務省施策の一環として取り組むものであることから、総務省が受託者に対して指示する、研究開発に関する情報及び研究開発成果の開示、研究開発プロジェクトとのミーティングへの出席、シンポジウム等での研究発表、共同実証への参加等に可能な限り応じること。
- ⑥ 1. ～ 4. に記載のとおり、NICTのリモートセンシング技術の更なる利活用に向けた研究開発を実施し、その開発成果の社会実装を推進していくため、提案書の内容作成及び研究開発の実施に当たっては、NICTが開発したリモートセンシング技術との互換性が確保されていること。

(3) 人材の確保・育成への配慮

- ① 研究開発によって十分な成果が創出されるためには、優れた人材の確保が必要である。このため、本研究開発の実施に際し、人事、施設、予算等のあらゆる面で、優れた人材が確保される環境整備に関して具体的に提案書に記載すること。
- ② 若手の人材育成の観点から行う部外研究員受け入れや招へい制度、インターンシップ制度等による人員の活用を推奨する。また、可能な限り本研究開発の概要を学会誌の解説論文で公表するなどの将来の人材育成に向けた啓発活動についても十分に配慮すること。これらの取組予定の有無や計画について提案書において提案すること。

(4) 研究開発成果の情報発信

- ① 本研究開発で確立した技術の普及啓発活動を実施すると共に、実用に向けて必要と思われる研究開発課題への取組も実施し、その活動計画・方策については具体的に提案書に記載すること。
- ② 研究開発成果については、原則として、総務省としてインターネット等により発信を行うとともに、マスコミを通じた研究開発成果の発表、講演会での発表等により、

広く一般国民へ研究開発成果を分かりやすく伝える予定であることから、当該提案書には、研究成果に関する分かりやすい説明資料や図表等の素材、英訳文書等を作成し、研究成果報告書の一部として報告する旨の活動が含まれていること。さらに、総務省が別途指定する成果発表会等の場において研究開発の進捗状況や成果について説明等を行う旨を提案書に記載すること。

- ③ 本研究開発終了後に成果を論文発表、プレス発表、製品化、Webサイト掲載等を行う際には「本技術は、総務省の「リモートセンシング技術のユーザー最適型データ提供に関する要素技術の研究開発」による委託を受けて実施した研究開発による成果です。」という内容の注記を発表資料等に都度付すこととする旨を提案書に明記すること。