

# 患者別に最適化した自動医用レポート生成の開発に成功

～放射線科医の読影負担軽減と医療 AI の安定運用に期待～

## ポイント

- ・ 時間変化に追従する連合学習 FTA を世界で初めて提唱。
- ・ 患者属性の個別化とメタ学習で高精度 AI を実現。
- ・ 北大 4 部局横断で AI for Science を実践。

## 概要

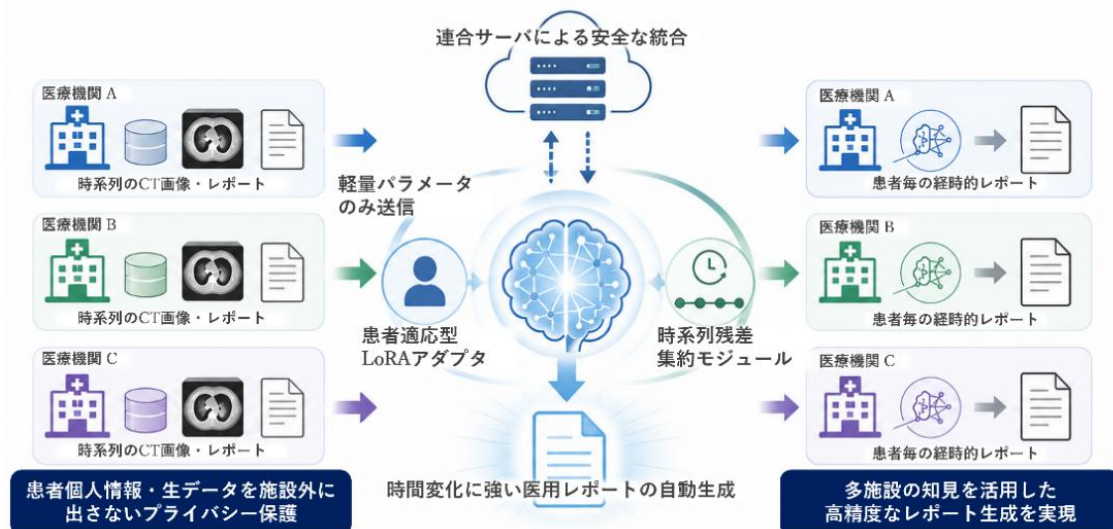
北海道大学大学院情報科学研究院の長谷山美紀教授、小川貴弘教授、藤後 廉准教授、同大学大学院情報科学院博士後期課程の朱 赫氏、同大学大学院医学研究院の工藤與亮教授、平田健司准教授、唐 明輝特任講師、北海道大学病院の西岡典子助教、清水幸衣特任助教、同大学大学院保健科学研究院の杉森博行准教授、吉村高明講師らの研究グループは、時間とともに変化する医療データの特性に追従しながら、患者ごとに個別化された経時的な医用画像レポートを自動生成する新しい連合学習<sup>\*1</sup>手法を開発しました。本成果は、情報科学研究院・医学研究院・北海道大学病院・保健科学研究院の4部局による分野横断的な協働によって実現したもので、本学が重点領域として推進する「AI for Science」のライフサイエンス領域における先駆的な取り組みです。

本研究は、医療データの経時変化に対応する連合学習の新たな枠組み「Federated Temporal Adaptation (FTA: 時間認識型連合適応)」を世界に先駆けて定式化しました。LoRA<sup>\*2</sup>の動的生成とメタ学習<sup>\*3</sup>による更新重み最適化を組み合わせたFedTARにより、患者情報を施設外に出さず高精度なAIを安定的に学習できます。

なお、本研究成果は、2026年6月に米国・ナッシュビルで開催されるIEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2026)に採択されました。CVPRはコンピュータビジョン分野最高峰の国際会議で、Google Scholarの論文影響力ランキングで全学術分野中第2位に位置づけられています。

### 時間変動するデータ分布に対応した医用レポート自動生成手法 (FTA/FedTARの概要)

～プライバシーを保護しながら多施設の知見を統合し、変化する医療現場への適応～



## 【背景】

医療現場では、CT や MRI などの画像検査の件数が年々増加しており、放射線科医が画像を読影し所見をまとめる業務には膨大な時間と高度な専門知識が必要とされています。この負担を軽減するため、AI が画像から診断レポートを自動生成する技術への期待が世界的に高まっています。

しかし、医療 AI の開発には大きく二つの壁が存在していました。一つ目は「データを集められない」という壁です。患者の検査画像や診断レポートはきわめて機微な個人情報を含むため、複数の病院から一カ所に集めて学習に使うことは困難です。二つ目は「データが時間とともに変わる」という壁です。同じ病院であっても、診療ガイドラインの改訂、感染症の流行、レポート記載スタイルや専門用語の更新などにより、過去のデータと最新のデータでは記述や所見の傾向が大きく異なります。

一つ目の壁に対しては、各施設に元データを置いたまま学習結果のみを共有する連合学習が有力な解決策として研究されてきましたが、従来の連合学習はデータの分布が時間的に一定であると暗黙に仮定しており、二つ目の壁に対応できませんでした。本研究は、これら二つの壁を同時に乗り越える新しい枠組みとして「時間認識型連合適応 (FTA : Federated Temporal Adaptation)」を提唱し、これを実現する具体的な手法 FedTAR を開発しました。

## 【研究手法】 (P1 概要図参照)

### ① 患者適応型 LoRA アダプタ

患者の年齢・性別といった基本属性を、混合ガウスモデル<sup>4</sup> と呼ばれる統計手法で患者群の特徴を表すコンパクトな数値ベクトルに変換します。さらに、この数値から患者ごとに最適化された軽量パラメータ (LoRA) を自動生成する小規模な補助ネットワークを導入することで、同じ施設内のデータであっても患者一人ひとりの疾患の進み方や所見の傾向に合わせたレポート生成が可能になります。生のプライバシー情報を施設外に共有する必要はなく、軽量な統計表現のみで個別化が達成されます。

### ② メタ学習に基づく時系列残差集約

医療データの傾向が時間とともに変化していく中で、過去のモデルを最新モデルで単純に置き換えると過去の知見が失われ、逆にすべての時点を平均化すると最新の傾向に追従できません。本手法では、各時点で施設横断的にモデルを集約した上で、前時点モデルとの差分 (残差) をどの程度反映させるかを表す重み係数を時点ごとに学習し、適応的に統合します。重み係数はメタ学習により自動的に最適化され、傾向が大きく変わった時期には強く、変化が小さい時期には控えめに反映するという、時間に応じた適応的な統合が可能になります。理論解析からも、この更新は過去のモデルの間の安定領域に必ず収まることが示されており、長期にわたる安定的な学習が保証されています。

## 【研究成果】

全国五つの医療機関から収集された 5 万症例を超える胸部 CT データベース (J-MID) と、約 37 万枚の胸部 X 線画像を含む公開データベース (MIMIC-CXR) を用いて、大規模な性能検証を行いました。各患者について時系列順に並べた連続検査を学習対象とする厳密な実験設定のもと、代表的な連合学習手法 6 種 (FedAvg、FedProx、SCAFFOLD、FedAdam、FedYogi、DRFA) と本手法 FedTAR の性能を比較しました。

胸部 CT レポート生成タスクでは、生成されたレポートの内容的関連性を表す指標 CIDEr が代表的手法の 31.7 から本手法では 42.8 へと約 35% 向上し、文章の類似度を測る BLEU や ROUGE-L などの主要指標でも既存 6 手法のすべてを上回る結果となりました。胸部 X 線を用いた追加検証でも、診断内容の臨床的整合性とレポートの記述品質の双方で一貫した優位性が確認されました。

施設間でやり取りするパラメータ量は LoRA の導入により従来のモデル全体送信と比較して 10 分の 1 以下に圧縮されており、通信帯域に制約のある実運用環境にも適用しやすい設計となっています。加えて、本手法の収束性については数学的な理論保証も導出しており、実験結果と理論的裏付けの双方から手法の有効性を実証しました。

### **【今後への期待】**

本手法は、放射線科医の読影業務の負担軽減に加え、慢性的な人手不足や施設間の診断品質のばらつきといった課題の解消に貢献することが期待されます。今後は、MRI や内視鏡画像など他の医療機器への拡張、より大規模な多施設データでの検証、臨床現場での実証実験を通じた社会実装を進め、医療の質の向上と現場の働き方改革に貢献していきます。

また FTA の枠組みは医療に限らず、金融取引や気象観測、製造業の品質管理など、データの傾向が時間とともに変化する幅広い領域へ応用可能な汎用技術でもあります。

本研究は、ライフサイエンス領域における「AI for Science」の具現化であり、AI 研究者と医学・保健科学研究者の部局横断的な協働により初めて可能になりました。今後もこの連携基盤のもと、医療 AI の社会実装と新たな科学的知見の創出を進めていきます。

### **【謝辞】**

本研究の一部は AMED JP256f0137006、JSPS 科研費 JP25KJ0514、JP23K21676、JP23K11141 の助成を受けたものです。

## 論文・学会情報

発表名 Personalized Longitudinal Medical Report Generation via Temporally-Aware Federated Adaptation (時間認識型連合適応による個別化経時的医用レポート生成)

著者名 朱 赫<sup>1</sup>、藤後 廉<sup>2</sup>、小川貴弘<sup>2</sup>、平田健司<sup>3</sup>、唐 明輝<sup>3</sup>、吉村高明<sup>4</sup>、杉森博行<sup>4</sup>、西岡典子<sup>5</sup>、清水幸衣<sup>5</sup>、工藤與亮<sup>3</sup>、長谷山美紀<sup>2</sup> (<sup>1</sup>北海道大学大学院情報科学院、<sup>2</sup>北海道大学大学院情報科学研究所、<sup>3</sup>北海道大学大学院医学研究所、<sup>4</sup>北海道大学大学院保健科学研究所、<sup>5</sup>北海道大学病院)

学会名 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2026・コンピュータビジョンと画像認識の国際会議)

開催日 2026年6月3日(水)～6月7日(日)

論文URL <https://arxiv.org/abs/2602.19668>

プロジェクトページ <https://github.com/zhuhe98/FedTAR-Medical-Report-Generation>

## お問い合わせ先

北海道大学大学院情報科学研究所 教授 長谷山美紀 (はせやまみき)

T E L 011-706-6078 F A X 011-706-6078 メール [mhaseyama@lmd.ist.hokudai.ac.jp](mailto:mhaseyama@lmd.ist.hokudai.ac.jp)

U R L <https://www-lmd.ist.hokudai.ac.jp/member/miki-haseyama/>

## 配信元

北海道大学社会共創部広報課 (〒060-0808 札幌市北区北8条西5丁目)

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール [jp-press@general.hokudai.ac.jp](mailto:jp-press@general.hokudai.ac.jp)

## 【用語解説】

- \*1 連合学習 … 複数の機関がそれぞれの手元のデータを外部に出さず、AIモデルの学習結果(パラメータ)のみをやり取りして協調的に学習を行う仕組み。患者プライバシーを保護したまま、多施設のデータを活用したAI開発を可能にする。
- \*2 LoRA … Low-Rank Adaptation の略。大規模AIモデルに小さな「追加部品」を取り付けるだけで効率的に微調整できる技術。学習・通信ともに少ないパラメータで済むため、施設間でやり取りするデータ量を大幅に削減できる。
- \*3 メタ学習 … 「学習の仕方そのものを学習する」手法。あらかじめ決めた学習方法を使うのではなく、データから「どのように学習すれば良いか」を自動的に最適化することで、新しいタスクや環境変化に素早く適応できるAIを構築する。
- \*4 混合ガウスモデル … 多様な属性をもつ集団を、いくつかの典型的なグループ(クラスター)の重ね合わせとして表現する統計モデル。患者一人ひとりがどのグループにどの程度属するかを確率的に表すことで、年齢や性別といった少数の属性情報から滑らかな個別化が可能になる。