

令和 6 年 6 月 22 日現在

機関番号：16101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K10254

研究課題名（和文）ウィズコロナ時代の遠隔解析による歯科的身元確認法の開発

研究課題名（英文）Development of new dental identification method by remote analysis that can be used with COVID-19

研究代表者

高野 栄之（TAKANO, Hideyuki）

徳島大学・病院・特任助教

研究者番号：30380091

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本事業により、遠隔解析による歯科的身元確認法の開発研究を行った。具体的には、口腔内スキャナーで収集した3Dデータや写真データを用いて、口腔内所見分析のAIモデルを作成し、分析結果を口腔診査情報標準コードに基づいたCSV形式のOESファイルとして出力した。また、遠隔支援シミュレーションを実施した。資料採取場所と分析場所を分け、実験ボランティアの口腔内3Dデータをクラウドサーバーにアップロードし、離れた場所でAIモデルを使って分析しOESファイルを作成し、東日本大震災でも使用された歯科情報照合システム（Dental Finder）を用いて個人特定を行い、身元の識別が可能であることを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果により、これまで手作業で行っていた分野にデジタル技術を導入することで新たな学術的発展を期待することができる。また、大規模災害が発生した際、犠牲者遺体の身元確認作業は混乱の早期収束や遺族の精神的苦痛の軽減、感染症の発生予防の観点から迅速かつ正確に行うことが重要となる。本研究成果によって、作業時間を格段に短縮することが可能となる。加えて、作業を被災地と遠隔地で分担して行うことができるため、被災地作業の人員を少なくできるとともに、二次災害や被災地滞在中の衣食住問題、被災地派遣者のPTSDの問題などの軽減も期待できる。

研究成果の概要（英文）： Through this project, we conducted research and development of a dental identification method via remote analysis.

We created an AI model for oral examination analysis using 3D data and photographic data collected with an intraoral scanner, and output the analysis results as a CSV-formatted OES file based on the standard code for oral examination information.

We also carried out a remote support simulation. By separating the data collection site and the analysis site, we uploaded the intraoral 3D data from volunteer subjects to a cloud server. The AI model then analyzed the data remotely, created an OES file, and used the Dental Finder, a dental information matching system also used during the Great East Japan Earthquake, to identify individuals, confirming the feasibility of remote dental identification.

研究分野：災害歯科医学

キーワード：個人識別 災害歯科医学 画像解析 大規模災害 歯科法医学 AI

## 1. 研究開始当初の背景

遺体の身元確認において用いられる生体特徴には顔貌、指掌紋、DNA、歯などがある。なかでも歯は遺体の損傷に対する耐性や精度の面で優れている。1985年の御巣鷹山の日航機墜落事故で犠牲者の約45%が歯から身元確認された、その有用性が広く知られることとなった。

先の東日本大震災は甚大な被害を引き起こし、その犠牲者の数は15,900人にも及んだ。遺体の損傷や腐敗が激しい場合には、やはり歯の所見が重要な手がかりとなった。結果、犠牲者の7.9%にあたる1,248人の身元が歯の所見により判明したが、身元確認作業が落ち着くまでに半年以上かかった。

一方、南海トラフ大地震の発生が危惧されており、その際には東日本大震災の20倍、約32万人の犠牲者が出る可能性がある。そのような状況下では、身元確認が非常に困難になることが予想され、家族の心労の増大、社会の混乱の長期化、復興の遅れ、そして社会経済活動の停滞が起こる可能性がある。さらに、遺体の火葬が遅れれば、感染症の発生など公衆衛生上の問題も引き起こすことがある。東日本大震災の際には、全国から合計2,600人の歯科医師が被災地で作業したが、20倍の人数を単純に動員することは現実的に不可能である。そこで、作業の少人数化と効率化が必要である。

## 2. 研究の目的

南海トラフ大地震では32万人以上が犠牲になる可能性があるが、その犠牲者の身元確認は深刻な課題である。歴史的には、御巣鷹山の日航機墜落事故や東日本大震災で、歯の所見が身元確認の鍵として使用され、その有用性が実証されている。しかし、これまでの身元確認作業は手作業が主であり、大量の犠牲者が出る可能性のある災害時には迅速な対応が困難である。この問題を解決するため、我々はAI技術を駆使して身元確認のプロセスを革命的に高速化する研究開発を行う。

## 3. 研究の方法

### ・データ収集とアノテーション

口腔内3Dデータや口腔内写真データを収集し、アノテーションを行う。

### ・所見分析AIの開発

デンタルチャートを自動で作成するために、口腔内画像から歯種の判別と歯科所見の有無の判断を行う必要がある。インスタンスセグメンテーションが行えるYOLACT(You Only Look At CoefficientTs)を用いる。YOLACTは画像に対して高い認識精度を持つCNN(Convolutional Neural Network)のアーキテクチャを変更し学習を行うことができる。一般的にCNNのモデルは層が多くなれば認識精度が向上すると考えられているが、多層化に伴う勾配消失問題が発生する。Resnetでは残差学習を行うことで多層化に成功しており、残差学習は誤差を減衰せずに伝えることができる。

### ・モデルの選定と学習

本研究では、畳み込み層の数が異なるResnet50とResnet101を用いて、歯科所見の有無を判断するAIモデルを作成し、その精度の比較を行った。AIの評価指数として、深層学習モデルの性能を表すmAP(mean Average Precision)を用いた。

### ・データ拡張とAIモデルの学習への影響

教師データに対する上下反転および左右反転の有無によるデータ拡張が歯種判別精度に及ぼす影響を検討するため、データ拡張をせずに学習したAIモデルと、データ拡張を行って学習したAIモデルを作成した。

### ・データ送受信による遠隔支援シミュレーション

災害時における歯科的身元識別の遠隔支援のため、資料採取と、所見分析ならびに身元照合を別の場所で行い、遠隔支援シミュレーションを行った。

口腔内3Dデータや口腔内写真データを収集し、アノテーションを行い、所見分析AIを開発した。デンタルチャートを自動で作成するには、インスタンスセグメンテーションが行えるYOLACT(You Only Look At CoefficientTs)を用いた。

Resnet50を用いた場合の推論時の特徴マップを下図に示す。これより、歯列画像から歯単体の認識と、その歯種の判別が可能であることが分かった。また、歯科所見の一つである銀歯の認識も同様に可能であると確認できた。一方、歯種の判別においては、左右の不一致がみられる。推論時の特徴マップにおいては、層が深くなるにつれ歯列及び歯の外形が不鮮明になっていくことが確認できた。mAPについては42.18となった。

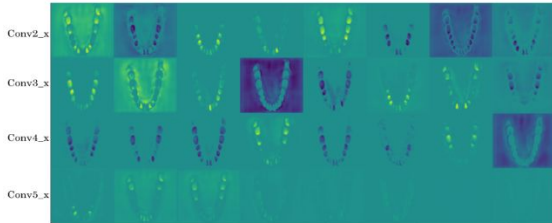
Resnet101を用いた場合の推論時の特徴マップも示す。Resnet50の時と同様に、こちらも歯列から歯単体の認識と歯種判別、銀歯の判別が行えることが分かる。また、Resnet50と同様に歯種の左右のみ異なる箇所も確認された。conv4\_xにおいてResnet50の結果よりも歯の外形が

明瞭で、mAP については 40.59 となった。

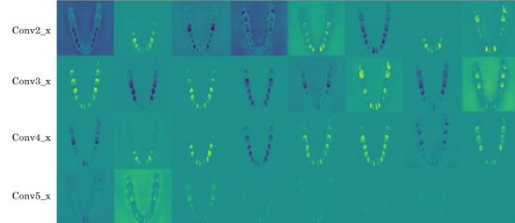
上下反転によるデータ拡張をせずに学習した AI モデルと、上下反転によるデータ拡張を行った AI モデルの認識精度は、いずれも 84%であった。これらのことから、歯種判別 AI を学習する際に上下反転によるデータ拡張は歯種の正答率に影響しないといえる。

左右反転によるデータ拡張を行った AI モデルの推論結果を確認したところ、歯種の完答の正答率は 51%、左右不問とした歯種の正答率は 76%で、左右反転を行うと精度に悪影響を与える可能性が高いと考えられた。

図 . 左 : Resnet50 を用いた時の特徴マップ



右 : Resnet101 を用いた時の特徴マップ



#### 4 . 研究成果

本事業により、遠隔解析による歯科的身元確認法の開発研究を行った。

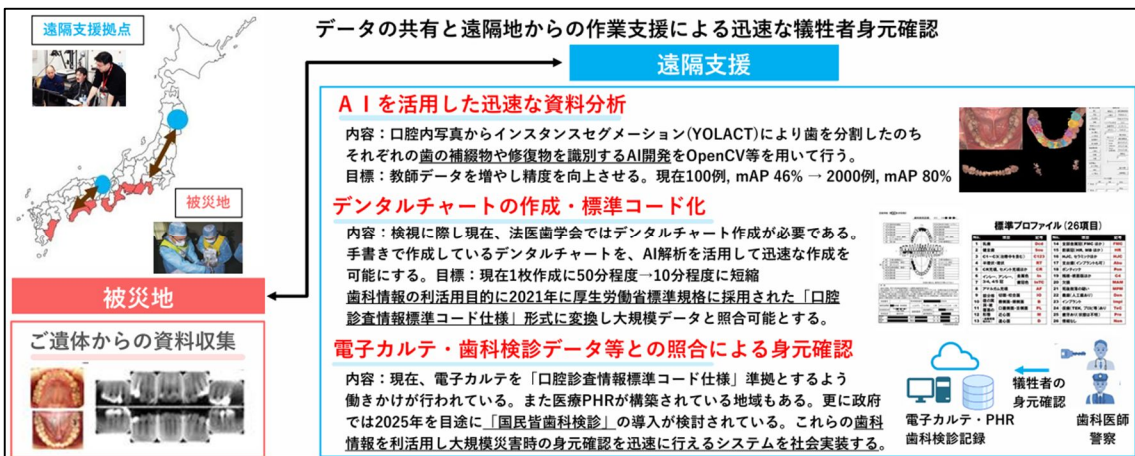
具体的には、口腔内スキャナーで収集した 3D データや写真データを用いて、口腔内所見分析の AI モデルを作成し、分析結果を口腔診査情報標準コードに基づいた CSV 形式の OES ファイルとして出力した。

また、遠隔支援シミュレーションを実施した。資料採取場所と分析場所を分け、実験ボランティアの口腔内 3D データをクラウドサーバーにアップロードし、離れた場所で AI モデルを使って分析し OES ファイルを作成し、東日本大震災でも使用された歯科情報照合システム (Dental Finder) を用いて個人特定を行い、身元の識別が可能であることを確認した。

図 . 作成した口腔内所見分析 AI ( 左 : 分析画面 右 : ソースコード )



図 . 目標とする遠隔支援体制



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 高野 栄之, 小川 亮, 湯浅 恭史, 桃田 幸弘, 蒋 景彩	4. 巻 32
2. 論文標題 徳島県における南海トラフ大地震発生後の歯科医院浸水被害等の予測	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 人と地域共創センター紀要	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Hideyuki Takano, Makoto Fukui, Natsumi Fujiwara, Yukihiro Momota and Keiko Aota
2. 発表標題 The usefulness of non-face-to-face clinical practice using smart glasses in dental hygiene student education
3. 学会等名 The 3rd annual meeting of the International Society of Oral Care (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高野 栄之, 桃田 幸弘, 可児 耕一, 西田 真理, 大山 博行, 小野 信二, 浪花 耕平, 松本 文博, 青田 桂子
2. 発表標題 徳島県における南海トラフ大地震による歯科医院被害予測と大学歯科に期待される役割
3. 学会等名 第69回日本口腔科学会 中国四国地方部会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高野栄之
2. 発表標題 口腔内所見解析AIの災害時身元識別や歯科健診への応用
3. 学会等名 第6回歯科人工知能(AI)研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 塚原 晴彦, 貴田 宇宙, 金山 英里奈, 高野 栄之, 内木場 文男, 金子 美泉
2. 発表標題 AI画像認識技術を用いた歯科所見検出システムの開発
3. 学会等名 日本設計工学会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 藤田広志・勝又明敏 編著 (高野栄之 第13章執筆)	4. 発行年 2024年
2. 出版社 医歯薬出版株式会社	5. 総ページ数 168
3. 書名 学びはじめ歯科医療AIの世界	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	桃田 幸弘 (MOMOTA Yukihiko) (00304543)	徳島大学・大学院医歯薬学研究部(歯学域)・講師  (16101)	
研究分担者	寺田 賢治 (TERADA Kenji) (40274261)	徳島大学・大学院社会産業理工学研究部(理工学域)・教授  (16101)	
研究分担者	西村 明儒 (NISHIMURA Akiyosi) (60283561)	徳島大学・大学院医歯薬学研究部(医学域)・教授  (16101)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	主田 英之  (NUSHIDA Hideyuki)  (90335448)	徳島大学・大学院医歯薬学研究部（医学域）・准教授    (16101)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関