～過去に学び、未来に備える～
AI・画像解析による身元確認の迅速化

1）徳島大学病院　口腔管理センター　2）徳島大学医歯薬学研究部　口腔内科学分野
3）徳島大学工学部　知能情報工学科
高野栄之[1)]　桃田幸弘[2)]　寺田賢治[3)]
Hideyuki TAKANO　*Yukihiro MOMOTA*　*Kenji TERADA*

はじめに

2011年にわが国で発生した東日本大震災は、死者15,899人、行方不明者2,529人（2019年12月10日現在）[1)]と甚大な被害をもたらした。犠牲者の身元確認においては、約2,600人の歯科医師が約8,750体のご遺体の歯科所見を採取し、1,250人の身元が歯科所見から判明した。しかし、その作業には多大な時間と労力を要した。

近い将来、南海トラフ大地震の発生が予測されているが、犠牲者数は東日本大震災の約20倍となる可能性があり、身元確認作業の大幅な効率化・迅速化が必要となる。そこでわれわれは、口腔内写真や3Dデータの自動分析、AIによるパノラマX線写真の自動診断などにより、歯科所見を標準コード仕様として規格化し、データベースに保存する取り組みを行っている。

歯科所見による身元確認

歯科所見による身元確認を最初に行ったのは、米国の歯科医師ポール・リベレであると言われている。彼の友人のジョセフ・ウォーレン将軍は、1775年６月、アメリカ独立戦争のさなかに戦死し、他の114名の仲間とともに共同墓地に埋葬された。数ヵ月後、将軍の兄弟が遺体を探しに来たときには、すでに身元が判別できる状態ではなかったが、ポールが将軍のために作ったカバの牙を素材とした入れ歯を手掛かりに、遺体を見つけることができたのである[2)]。

他に、歯科所見による身元確認の例で有名なのはアドルフ・ヒトラーである。ヒトラーは妻のエヴァとともに、1945年４月30日、青酸カリと拳銃で自殺したが、その遺体は遺言により部下たちによってガソリンで激しく燃やされた。死んだのは影武者という噂もあったが、補綴物や下顎の一部が燃え残っており、生前ヒトラーを治療した歯科医師･歯科助手･歯科技工士らによって本人と確認された。2017年に行われた歯や頭蓋骨の再調査は、わが国においてもドキュメンタリー番組として放送され、残っていた補綴物などが映像で紹介された[3)]。

大事故時において、歯科所見による身元確

認が最初に行われたのは、1897年に136名の犠牲者を出したパリの慈善バザー火災と言われている。この大火災ではオーストリア皇后の妹ソフィー・シャルロットも巻き込まれた。ソフィーは自身の救助を拒み、バザーを手伝っていた少女たちを先に助けようとして命を落としたとされる。歯科所見によって遺体は身元特定され、王室礼拝堂に埋葬された[4)]。

わが国における歯科所見による身元確認の歴史

わが国においては、1964年、東京歯科大学に日本初の法歯学研究室が鈴木和男教授のもと設置された[5)]。続いて、1965年には日本大学歯学部法医学教室が、1968年には神奈川歯科大学法医学教室が開設された。

その後、1971年の大久保清事件や、1972年の連合赤軍によるリンチ殺人事件の身元確認に協力したことから、1972年に大国 勉先生がわが国で初めて歯科医師として警察医となられた。上記の事件はいずれも群馬県で発生しており、1983年に日本で初めて歯科医師会に警察医会が結成されたのも群馬県であった。そして1985年、群馬県で日航ジャンボ機墜落事故が起こった。

同事故では、乗客524名のうち520名が犠牲となり、群馬県警察医や法歯学関係者、近隣の県から駆け付けた歯科医師らによって約４ヵ月にわたる身元確認作業が行われ、犠牲者の約43%である223名の身元を歯科的所見から特定した[6～9)]。この際、報道などを通じて歯科的所見による身元確認の重要性が広く認識された。また、2012年には諸先生方のご尽力が改めてテレビドラマとして放映され、若者の間でも歯科所見による身元確認の重要性が広く知られるようになった[10)]。

同事故前には、わずか３県にしかなかった警察歯科組織は、事故後、全国の歯科医師会に設置され、地域の身元不明遺体の身元特定を行うとともに、1995年の阪神・淡路大震災や2005年の尼崎JR脱線事故などの大災害・大事故の際にも身元確認作業が行われた。

東日本大震災

2011年３月11日、東日本大震災が発生した。マグニチュード9.0、地震発生後に巨大な津波が東北地方沿岸に押し寄せ、死者15,899人、行方不明者2,529人（2019年12月10日現在）[1)]の甚大な被害をもたらした。そのうち、13,956人（88.6%）の人々は身体的特徴や所持品が身元確認に繋がった。また、歯科的証拠では1,250人（7.9%）、DNA型で173人（1.1%）、指紋・掌紋で373人（2.4%）の身元が確認された[11)]。この確認作業には、全国から集まった歯科医師が延べ2,600名が従事し、約8,750体のご遺体の所見を採取した。しかし、犠牲者数の多さだけでなく、津波などによってカルテやX線写真が流失したことなどもあり、照合作業は困難を極めた。

そんななか、東北大学が開発した歯科情報照合システム「Dental Finder」は大きな効力を発揮した。急遽、発災初期に完成させたとのことだが、もともと、震災から遡ること３年、2008年から「情報技術を活用した身元確認支援技術の将来のあり方を検討するプロジェクト（通称：新潟プロジェクト）」が2004年に中越地震を経験した新潟県で発足し、そのなかで研究が進められていたという背景が早期の完成に繋がった。そこには新潟プロ

図❶　画像解析によって口腔内写真から自動的に歯科所見を分析し、口腔診査標準コードで出力するアプリケーション

ジェクトに深くかかわっていた青木孝文先生（東北大）、小菅栄子先生（群馬県開業）をはじめ、以前からスクリーニングモデルを作成していた宮澤富雄先生（埼玉県開業）など、多くの英知が集まった結果であった[11]。

南海トラフ巨大地震

今後30年以内に70～80％の確率で南海トラフを震源地とする巨大地震が発生すると予測されている。犠牲者は最大32万人に達すると予測され、これは東日本大震災の犠牲者の20倍となる。犠牲者の身元確認には、手作業を中心とした従来の方法では対応できない可能性が高く、デジタル化による大幅な効率化と迅速化が必要である。それには、「①生前データのデジタル化」、「②遺体所見採取のデジタル化」の両方が必要であると考えられる。

生前データのデジタル化

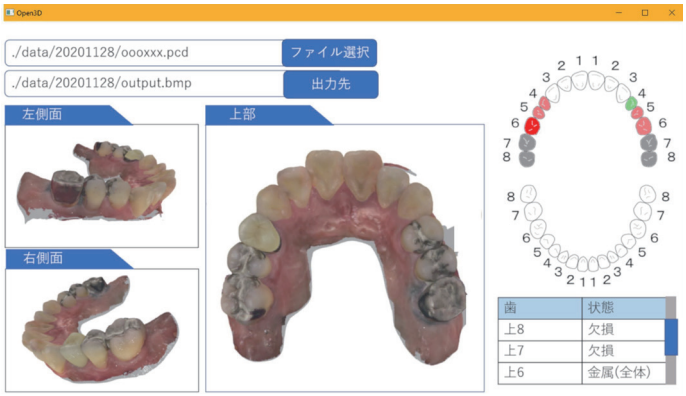
東日本大震災では、津波によって紙カルテやX線写真などが流出し、収集に困難を来したこと、収集したカルテも電子データや紙など、歯科医療機関ごとに形式や内容がさまざまで、統一的な形式に入力し直す必要があった。これらの反省を踏まえ、厚生労働省は2013～2016年に「歯科診療情報の標準化に関する実証事業」を行った。

本事業により、わが国における歯科診療情報の表示形式を統一化し、レセプトコンピュータから出力するための共通コードとして「口腔診査情報標準コード仕様」が策定された。2017年からは、その後継事業として「歯科情報の利活用及び標準化普及事業」が行われており、静岡県、新潟県、大分県、和歌山県などでモデル事業が行われている。

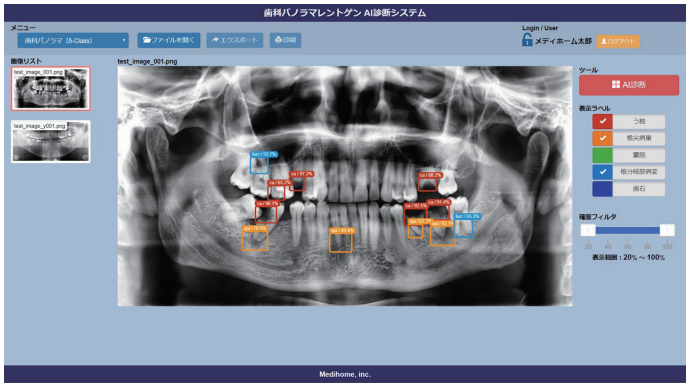
遺体所見採取のデジタル化

発災時における遺体所見記録の効率化・迅速化のために作業のデジタル化も必要である。そこで、われわれは徳島大学工学部知能情報工学科の寺田研究室と共同で、画像解析によって口腔内写真から自動的に歯科所見を分析し、口腔診査標準コードで出力するアプリケーションを開発した（**図1**）。

分析結果は歯科医師がチェックと修正を行い、データベースに登録する。これにより、口腔内所見の採取・記録が画期的に効率化・迅速化できる[12]。また、ご遺体では死後硬直などにより、十分な開口量が得られず、分析に適した良質な写真画像が得られない可能性



図❷　口腔内スキャナーによって取得した3D データから、歯科所見を自動的に分析するアプリケーション



図❸　診断ソフトのインターフェイス。診断させたいパノラマ X 線画像を読み込むと、病変検出した箇所にマークとともに、病名と確信度等が表示される

がある。したがって、現在、口腔内スキャナーによって取得した3D データから歯科所見を自動的に分析するアプリケーションを開発中である（**図２**）[13]。

AIを活用したパノラマ X 線画像の所見自動分析

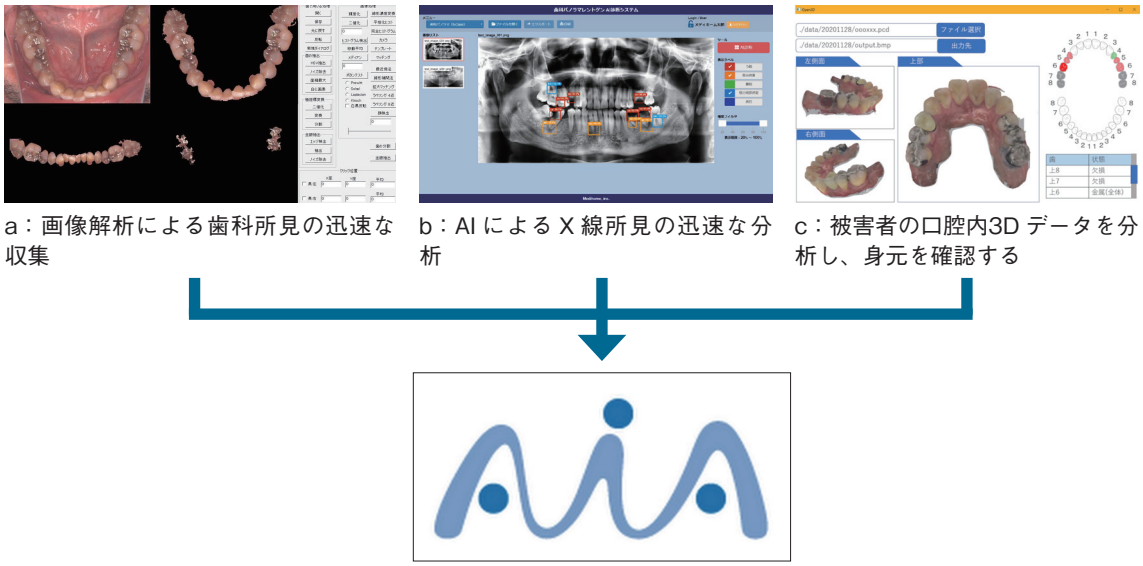
身元確認には X 線所見も重要な役割をもつ。生前・死後の画像データの比較が身元確認の決め手となることも多いが、画像データのデータベースへの保存は保存容量上の問題などもあるため、X 線所見も口腔診査標準コードに出力したうえで、データベースに保存する。本ソフトの研究・開発においては、AI による X 線診断技術を有するメディホーム株式会社に協力いただいている。

本ソフトでは、診断させたいパノラマ X 線画像を読み込むと、病変検出した箇所にマークとともに、病名と確信度等が表示される（**図３**）。診断可能な病変は、現在のところう蝕と根尖病巣を想定しているが、今後は必要に応じて、診断可能な病変を増やしていく予定である。

EHR データベースへの格納

現在、総務省・厚生労働省・経済産業省などが中心となり、医療情報連携基盤（EHR：Electronic Health Record）の普及・推進がなされている。

EHR とは、クラウド技術を活用し、医療機関などが保有する患者情報を電子的に記録・蓄積・閲覧可能としするシステムである。EHR を活用することで、医療・健康情報を患者本人や医療従事者をはじめとした関係者間で共有することで、それぞれの負担を軽減



a：画像解析による歯科所見の迅速な収集

b：AI による X 線所見の迅速な分析

c：被害者の口腔内3D データを分析し、身元を確認する

d:情報のデータベース（阿波あいネット）への保存

図❹　阿波あいネットでは、今後、われわれがデータ化する口腔内情報とパノラマ X 線所見を、標準化された形式でデータベースに格納し、大規模災害時には身元確認のため活用される予定

するとともに、地域医療の安定的供給、医療の質の向上、さらには医療費の適正化にも寄与すると期待されている。

また、東日本大震災において、津波により病院に保管されていた紙カルテが流出し、患者の病歴や過去の診療情報が失われ、被災地域における適切な医療の提供が困難になった事例から、災害対策の観点においても、必要に応じて患者の診療情報などを参照・共有できる EHR の構築が進められている[14]。

徳島県では、総務省の2017年度「クラウド型 EHR 高度化事業」において、県内の医療・介護施設が診療情報などを共有する連携ネットワーク「阿波あいネット」を構築中である。徳島県では、以前より NEC の「ID-Link」や富士通の「HumanBridge」などの医療ネットワークが運用されていたが、

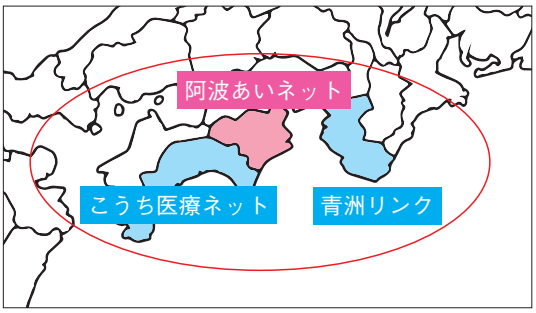
- 電子カルテがないと情報の参照・提供ができない
- システムのメーカーが異なるとデータ形式が異なり接続できない

などの問題があった。これらを解決するために、クラウド型 EHR と厚生労働省標準規格のデータ形式を用いて、既存基盤を活用しつつ、県内全域を双方向で繋ぐネットワークが「阿波あいネット」である。

今後、われわれがデータ化する口腔内情報、パノラマ X 線所見も、標準化された形式でデータベースに格納され、大災害時には身元確認のため活用される予定である（**図４**）。

近隣県との協力

われわれの住む徳島県は、陸では高知県、海を介して和歌山県と隣接している。津波によってご遺体が流された場合、相互の県民のご遺体が隣県に流れ着く可能性も高い。そのため、身元確認においても、隣県との連携・協力体制が必要である。徳島県の「阿波あい



図❺　徳島県の場合、災害時においては高知県の「こうち医療ネット」、和歌山県の「青洲リンク」などの連携を図る予定

ネット」であれば、高知県で構築中の「こうち医療ネット」、和歌山県の「青洲リンク」などと連携した身元確認ネットワークを構築する必要がある（**図５**）。

しかし、わが国には「個人情報保護法制2000個問題」がある。これは全国の都道府県や市区町村などの地方公共団体が、それぞれ個人情報保護の条例などを定めており、その数は2,000個にも昇り、個人情報の定義なども異なるため、地域間で情報共有できないという問題である[15, 16]。そのため、今後は法的な整備も必要となる。

おわりに

東日本大震災は、日本全国に未曽有の被害をもたらした大災害であった。さらに、南海トラフ大地震はその数十倍の被害が予想されている。しかし、東日本震災後の約10年、われわれもその経験を糧に成長し、テクノロジーも進歩させた。それらを総動員して、何としてもこの困難を乗り越えなければならない。

【参考文献】

1）Police Countermeasures and Damage Situation associated with 2011Tohoku district - off the Pacific Ocean Earthquake（December 10, 2019）. National Police Agency of Japan, https://www.npa.go.jp/news/other/earthquake2011/pdf/higaijokyo_e.pdf（2020年 1月17日閲覧）
2）Devore DT: Radiology and photography in forensic dentistry. Dent Clin North Am, 1977; 21: 69-84.
3）ヒトラー 最期の謎 BS 世界のドキュメンタリー. 2019, 5, 14, NHK BS1.
4）RM Bruce-Chwatt: A brief history of Forensic odontology since 1775. Journal of Forensic and Legal Medicine, 17(3): 127-130, 2010.
5）鈴木和男：法歯学への道. 歯科学報, 93(3)：353-363, 1993.
6）大国 勉:歯や骨からの個人識別. フリープレス, 東京, 1990.
7）大国 勉：身元確認 歯や骨からのアプローチ. フリープレス, 東京, 2001.
8）Toshinobu Komuro, Hirofumi Tsutsumi, Hikaru Izawa, Seiko Katsumura, Hisako Saitoh, Koichi Sakurada, Keita Sato, and Akira Furukawa: Social contribution of forensic odontology in Japan. Jpn Dent Sci Rev, 55(1): 121–125, 2019.
9）Hajime Utsuno: Victim identification in large-scale disasters using dental findings. IATSS Research, 43(2): 90–96, 2019.
10）門田隆将:尾根のかなたに 父と息子の日航機墜落事故. 小学館, 東京, 2012.
11）Hitoshi Kuroda, Kazuo Inoue, Shin Takayama, Tadashi Ishii: A Victim of the Great East Japan Earthquake Identified with the Preserved Medical Samples of Her Deceased Mother. TJEM, 242(3): 247-249, 2017.
12）江澤庸博, 青木孝文, 柏崎 潤, 小菅栄子：災害と身元確認 ICT 時代の歯科情報による個人識別. 医歯薬出版, 東京, 2016.
13）Takano H, Momota Y, Ozaki T, Shiozawa S, Terada K: Personal Identification from Dental Findings Using AI and Image Analysis against Great Disaster in Japan. Forensic Leg Investig Sci, 5(41): 2019.
14）Keisuke Ido, Naoki Nakamura, Masaharu Nakayama: Miyagi Medical and Welfare Information Network: A Backup System for Patient Clinical Information after the Great East Japan Earthquake and Tsunami. TJEM, 248(1): 19-25, 2019.
15）Hiroko Nishigori, Harmichi Yuasa: Analysis of the Personal Information Protection Ordinances. Computer Security Symposium,(2): 784-791, 2016.
16）Hasegawa K: The Significance and the Analysis of the Problem Posed by 2,000 Personal Information Protection Systems; Toward the Adjustment of the PIP System of Local Government. The journal of the study of modern society and culture. 12: 105-121, 2017.

徳島大学病院　口腔管理センター
徳島大学医歯薬学研究部　口腔内科学分野
〒770-8503　徳島県徳島市蔵本町2丁目50-1
徳島大学工学部　知能情報工学科
〒770-8506　徳島県徳島市南常三島町2丁目1番地