

Ⅲ オートプシー・イメージング (Ai) の二次的利用への取り組み

7. 歯科的個人識別における
X線画像活用の最前線

——東日本大震災における身元確認の実際と課題

青木 孝文
小菅 栄子

東北大学大学院情報科学研究科

群馬県検視警察医 / 篠原歯科医院 (高崎市)

遺体の身元確認作業において、歯の記録を用いる法歯学的手法が有効であることはよく知られている^{1), 2)}。このことは、東日本大震災における犠牲者の身元確認でも実証されつつある³⁾。このたびの大震災においては、津波被害が深刻であり、現時点で収容される遺体も海から発見される場合が多い。2011年12月下旬で、死者数は1万5800名を超え、いまだに3400名以上が行方不明である。宮城県の行方不明者が、岩手県や福島県から発見されるケースもある。まさに“開放型災害”であり、遺体を家族のもとへ返すための身元確認は困難をきわめている。

なお、東日本大震災における身元確認のために用いられる生体情報は、①歯科情報、②指掌紋、③DNA型であり、今回の震災においてはこの順に有効性が高い(遺族による対面確認を除く)。本稿執筆時点では、地震発生からすでに9か月が経過し、遺体の損傷が激しいために歯科情報とDNA型が活用されている。なお、DNA型鑑定については、本人の生前資料の入手が困難であるなどの問題が浮き彫りになっている一方で、歯科的個人識別の有効性が再認識されている。いずれにしても、警察をはじめとする関係者の献身によって、今回の大震災における遺体の

9割以上についてその身元が判明していることは、世界的に見ても特筆すべき事項であると言えよう。

さて、本号がオートプシー・イメージング (Ai) の特集ということで、本稿では、遺体の個人識別における歯科X線画像の活用について議論したい。やや強引な解釈ではあるが、法歯学分野でのX線画像活用は、顎顔面領域を対象とするAi実践の1つの形とみなせるかもしれない。そのような観点から本稿を執筆させていただいた。しかし、災害の身元確認現場において、CTなどを用いた先端的Aiをどのように活用していくか、筆者らにとっても十分な検討ができていない。まずはこのことをお詫びしなければならない。

東日本大震災の身元確認の現場では、この9か月間、一刻も早く遺体を家族のもとに返すべく関係者が無我夢中で走り続けてきた。むしろ、その現場の実情と泥臭さをお伝えすることを本稿の第一目標としたい。一方、筆者らは、震災以前から、歯科X線画像や医療用ボリュームデータの自動照合に関する研究開発を行い^{4)~6)}、法医学ならびに医療全般への適用を検討してきた。Aiとも密接に関連するこれらの新技術についても紹介する。

東日本大震災における
犠牲者の身元確認

1. 宮城県の概況

筆者らは、2011年4月末から宮城県警および宮城県歯科医師会と連携し、東日本大震災の身元確認作業の支援にあたっている³⁾。宮城県は、今回の災害による犠牲者が最も多く、12月16日時点で9506体(全国計1万5842体)もの遺体が発見されている。一方、行方不明者の数は1877名(全国計3481名)である。1日の遺体収容数は、ピーク時で1000体を超えた時期があるが、5月に入り1日に10体前後となり、7月に入って1日に1~3体程度、10月以降は週に1~2体となっている。未曾有の規模の犠牲者数と長期化する身元確認のために、平時における検視の方法論は通用しない状況であった。

すでに述べたように、東日本大震災では、歯科的個人識別の有効性が再認識されている。これまでに筆者らは、歯科情報を活用した身元確認ワークフローの構築、情報機器を含めた各種資機材の提供、歯科情報の照合ソフトウェアの開発と運用などに取り組んできた。なお、9月末時点での統計では、宮城県における歯科医師の動員数は延べ約2000名、遺体から採得したデンタルチャートは約4900枚、歯科照合の実施件数は約1200件、遺体の身元判明率は92%であった。

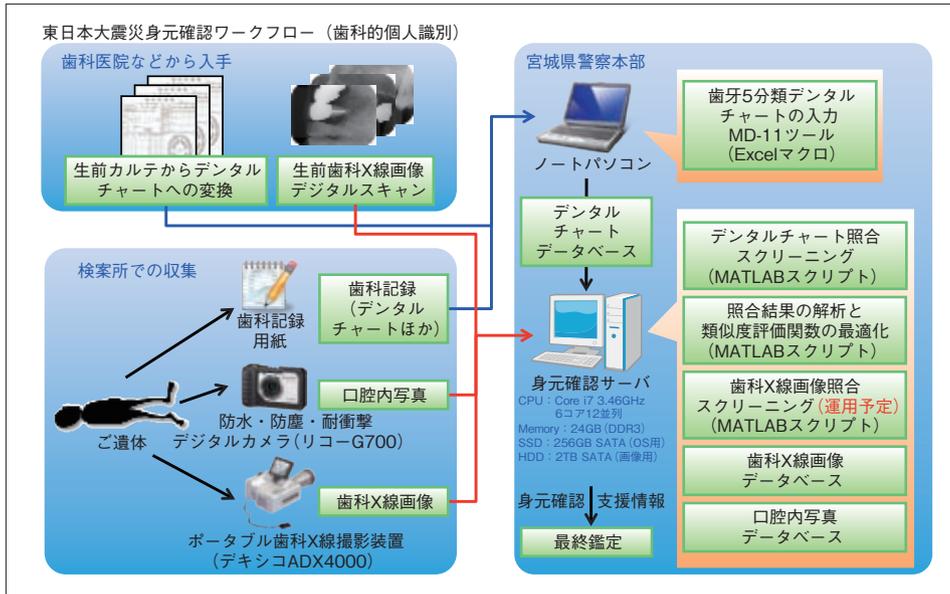


図1 宮城県における大震災身元確認支援システムの構成とワークフロー

2. 歯科的個人識別のシステム化

新たに構築した歯科的個人識別のワークフローを図1に示す。宮城県では、2011年3月の被災当初から、デンタルチャートによる遺体記録を組織的に実践してきた。さらに、5月に入り、高度に損傷した遺体の個人識別に対応するために、ポータブルX線撮影装置および防水・防塵・耐衝撃カメラを含む専用機材パッケージを4つ整備した。これらを各地の遺体安置所に配置し、組織的な歯科情報収集を行っている。遺体から採取した①デンタルチャート、②口腔内写真、③歯科X線画像を、専用コンピュータでデータベース化するとともに、行方不明者の生前カルテとの照合により膨大な候補の中から該当者を割り出す。

図1の右側に示すように、デンタルチャートの照合ソフトウェアを開発し、照合アルゴリズムを改善しながら運用している。まず、32本の歯牙の状態を、“1:健全歯/残存歯”“2:部分修復”“3:全部修復”“4:欠損”“5:情報なし”の5分類で数字列に置き換える。例えば、筆者(青木)の場合は、上顎が41111111111111111111、下顎が1221111111111221という32桁の数字で表現できる(以下、これをデンタルIDと呼ぶ)。照合ソフトウェアは、遺体から採取したデンタルIDと行方不明者のカルテから読み取ったデンタルIDの類似度(照合スコア)を評価して、同一人物と思われる候補ペア

(生前-死後)をリストアップする。生体認証の技術を用いて照合スコアの計算方法を最適化し、性能改善を図っている。

得られた生前-死後の候補ペアについて、歯科医師が最終鑑定を行う。この“異同識別”の際に、データベース化された口腔内写真と歯科X線画像を活用している。特に歯科X線画像は、個人を特定するための情報を複合的に含んでいる。例えば、歯科治療の方法や、補綴物の形状などの特徴に加えて、歯や骨などの解剖学的特徴を含むため、治療痕が少ない場合も個人識別が可能である¹⁾。遺体の損傷が進行するにつれて、X線画像が決め手となって身元判明に至る事例も増えてきている。

3. 大震災が浮き彫りにした課題

現在、主として2つの問題が浮き彫りになっている。第1は、警察業務における身元確認作業の標準化・システム化が立ち遅れている問題であり、第2は、行方不明者の生前歯科情報の収集に関連する問題である。特に、後者の生前歯科情報の収集およびその分析については、現在のところ人海戦術に頼らざるを得ない状況であり、膨大な労力を要する困難な作業となっている。また、各歯科医院に存在するカルテの保全についても、津波に対する有効な対策が講じられていない場合が多く、診療情報の消失が深刻な問題となっている。災害国日本にとって、IT活用による身元確認の高度

化および生前歯科情報データベースの構築に関する取り組みを、国策として推進することが強く求められる²⁾。

身元確認のための個人識別Aiへ

1. X線画像の自動照合は可能か?

すでに述べたように、歯科X線画像は、個人識別の決め手になる各種情報を含んでいる。しかし、歯科X線画像の比較は、これまで専門家の手によって行われており、その自動化はきわめて困難であった。これに対して、生前(あるいは死後)のX線画像が入力されたとき、自動的に該当する遺体(あるいは行方不明者)を絞り込んで提示するシステムが実現できれば、開放型災害・事故・事件で威力を発揮すると思われる。

筆者らは、“位相限定相関法”という高精度画像照合技術を用いた口内法X線画像の自動照合手法を提案し、身元確認支援システムのプロトタイプを開発してきた^{4), 5)}。本システムは、図2に示す5つのステップで口内法X線画像の自動照合を行う。すでに、実際の歯科医院で撮影された口内法X線画像(1714人分5867枚)を用いて、仮想的に犠牲者に見立てた特定の個人(100人)を検索する実験に成功している⁵⁾。

このような画像照合技術は研究開発段階の近未来技術ではあるが、現在運

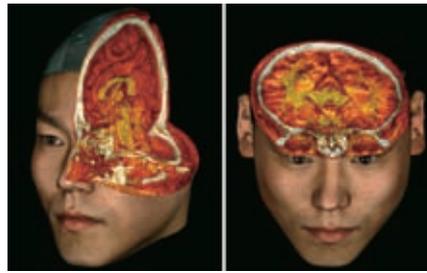
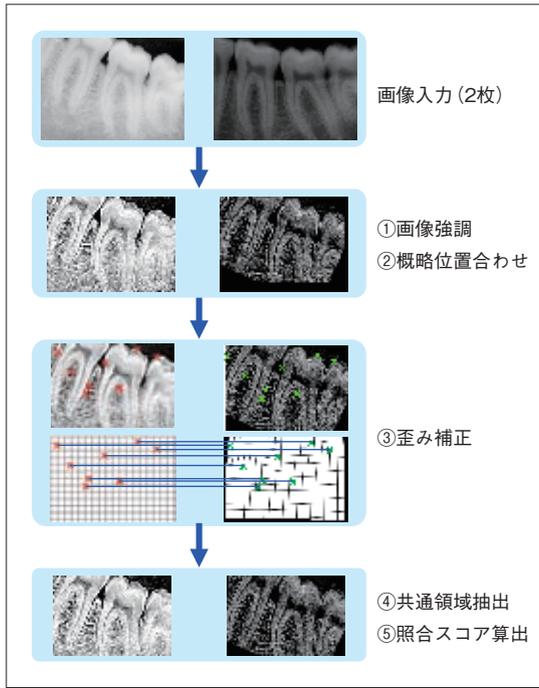


図3 CT, MRI, 体表画像のデータを対応付けして統合・可視化した結果



図2 口内法X線画像の自動照合
 入力画像1(左)はIP, 入力画像2(右)はフィルムによる撮影

図4 歯科用CTデータからの口内法X線画像の合成

用しているデンタルチャート(デンタルID)照合システムと組み合わせることで、より信頼性の高い検索システムが実現できるものと期待される。

2. 医療用ボリュームデータの自動照合は可能か?

生前と死後の2つのCTボリュームデータが存在する場合、三次元座標での“対応付け(対応点の計算)”を行うことにより、高精度に個人を特定することができる。筆者らは、位相限定相関法を三次元拡張することにより、さまざまなモダリティのボリュームデータの対応関係を瞬時に計算する技術を開発している^{4), 6)}。通常のボリュームレジストレーションと比較して、非線形歪みの影響を受けにくく、約100倍の高速化と10倍の精度向上を達成している。例えば、図3は本技術を用いて頭頸部のCTおよびMRIのボリュームデータ、さらには実写画像を対応付けし、可視化した例である。

2つのボリュームデータが与えられたとき、その対応点を計算した上で三次元構造の類似度を数値化することにより、自動照合(異同識別)が可能となる。一例として、歯科用CTを用いた基礎実験の結果が報告されており、硬組織の部分的な構造を活用して高精度な個人識別が可

能であることが示されている。さらに、近年、歯科用CTのデータと口内法X線画像との照合も、原理的に可能であることが示唆されている。具体的には、図4に示すように、歯科用CTのデータから口内法X線画像と類似の仮想画像を合成し、実際の口内法X線画像との比較を行うことになる。このような医療用ボリュームデータの活用は、法医学・法歯学分野における今後の大きな流れとして注目すべきであろう。

◎

筆者らは、東日本大震災の以前から、さまざまな媒体を通して大規模災害の犠牲者の身元確認のためにITの活用が必須であること、来るべき災害に備えて歯科情報のデータベース化を推進すべきであることを訴えてきた²⁾。今回の被災経験を風化させることなく、何としても、身元確認技術の高度化を図りたいと切望している。

また、平時においても、全国的には年間1200体程度の遺体が身元不明(無縁仏)として取り扱われている。これらの遺体の中には、何らかの事件に関与する遺体が一定割合で含まれていると推測される。ITによる身元確認の高度化は、災害時のみならず、平時の犯罪捜査の観点からも重要な取り組みである。

〈謝辞〉

日ごろよりご議論いただく宮城県警察本部の桜井仁志 鑑識課長、伊東哲男 機動鑑識隊長をはじめとする警察関係者各位、宮城県歯科医師会の江澤庸博 身元確認班班長、柏崎 潤 副長、日本歯科医師会の柳川忠廣 常務理事をはじめとする歯科医師会関係者各位、デンタルチャート照合をご指導いただいた宮澤歯科クリニック 宮澤富雄 院長、ポータブルX線撮影装置の導入にご協力いただいた10DR JAPAN(株)の藤井 彰 社長、新潟県歯科医師会の五十嵐 治 会長をはじめとする新潟プロジェクト関係者各位に深謝します。なお、身元確認支援システムの構築と運用は、東北大学の伊藤康一 助教と青山章一郎 大学院生の献身的尽力によることを明記します。

●参考文献

- 1) 小菅栄子, 青木孝文: 個人識別における歯科X線画像の活用. 法医病理, 16・2, 109~115, 2010.
- 2) 小菅栄子, 青木孝文, 松崎正樹・他: 情報技術を活用した身元確認に関する将来への提言—歯科医師による新しい時代の社会貢献へ向けて. 日本歯科医師会雑誌, 63・3, 261~271, 2010.
- 3) 江澤庸博: 救命—東日本大震災, 医師たちの奮闘. 海堂 尊 監, 東京, 新潮社, 130, 2011.
- 4) 青木孝文: 歯科の個人識別を支援する最先端画像技術—位相限定相関法の基礎と応用. Forensic Dental Science, 4・1, 19~25, 2011.
- 5) Kosuge, E., Ito, K., Hanzawa, Y., et al.: Large-scale performance evaluation of a dental radiograph matching system for forensic human identification. Radiological Society of North America (RSNA) 2009, 1069~1070, 2009.
- 6) 田島裕一郎, 宮澤一之, 青木孝文・他: 三次元位相限定相関法に基づく高精度ボリュームレジストレーション. 電子情報通信学会論文誌D, J94-D・8, 1398~1409, 2011.