

## 口腔内写真から歯の状態を判別する解析アプリケーションの開発 第 1 報

－ 標準化された歯科情報をもっと流通させるために －

木下 淳博<sup>\*1</sup>, 松井 秀樹<sup>\*2</sup>, 瀧上 悟<sup>\*2</sup>, 川部 鉄士<sup>\*2</sup>,  
浅沼 知也<sup>\*3</sup>, 宇野 友季子<sup>\*3</sup>, 三河 千明<sup>\*3</sup>, 岡 寛人<sup>\*3</sup>, 後藤 敦司<sup>\*3</sup>

\*1 東京医科歯科大学, \*2 キヤノンメディカルシステムズ株式会社, \*3 キヤノン株式会社

## Development of an analysis application to distinguish the state of the tooth from intraoral photographs

- For more dissemination of standardized dental information -

Atsuhiko Kinoshita<sup>\*1</sup>, Hideki Matsui<sup>\*2</sup>, Satoru Takigami<sup>\*2</sup>, Tetsushi Kawabe<sup>\*2</sup>

Tomoya Asanuma<sup>\*3</sup>, Yukiko Uno<sup>\*3</sup>, Chiaki Mikawa<sup>\*3</sup>, Hiroto Oka<sup>\*3</sup>, Atsushi Goto<sup>\*3</sup>

\*1 Tokyo Medical and Dental University, \*2 CANON MEDICAL SYSTEMS CORPORATION,  
\*3 CANON INC.

Dentists must record intraoral findings on dental treatment records at patients' first visit. It takes substantial time to record the presence and status of all 32 teeth.

On the other hand, during the Great East Japan Earthquake of 2011, the usefulness of the identification with dental treatment records and the importance of recording tooth numbers and status electronically in dental practices was confirmed. Furthermore, the "Japan Dental Association Oral Examination Standard Code" was adopted as a standard code of the Ministry of Health, Labour and Welfare in March 2021, and "Basic Law on the Acceleration of Probes into the Cause of Death and Identification" stated that the State and any local public entity should promote the standardization of information on dental practices and complete the databases. Therefore, the importance of electronic dental treatment records is increasing more and more.

Many studies and approaches using deep learning with dental X-ray images were performed to improve efficiency in dental clinics and digitalize intraoral information. We are developing an application software identifying tooth numbers and status with deep learning from intra-oral photographs taken in dental clinics and exporting the results as the "Japan Dental Association Oral Examination Standard Code" to electronic dental health record systems. In this presentation, we report the ongoing progress of our study.

Keywords: deep learning, oral examination standard code, application development

### 1. 背景

2022年6月に「経済財政運営と改革の基本方針2022」が閣議決定され、医療・介護分野でのDXとして、「PHRの推進」、「全国医療情報プラットフォームの創設」、「電子カルテの標準化」等を行政と関係業界が一丸となって進めることと、法制上の措置を講じることが示された。特に全身の健康と密接に関連する口腔の健康維持を目的とした「国民皆歯科検診」について政府から示されたことは、医療機関、歯科医科間、多職種間連携も含めた歯科領域へのICT化の推進と強化が今後更に進むことにつながり、注目すべき点だろう。2011年の東日本大震災以降、歯科情報による身元確認の有用性が再確認され、歯科領域へのICT化を進めるうえで重要課題であった歯科情報の標準化が進められてきた。そして2021年3月に歯科医師会が作成した「口腔審査情報標準コード」が厚生労働省の標準規格に採用されたことは記憶に新しい。また、2020年4月に施行された「死因究明等推進基本法」第十六条で歯科診療に関する情報の標準化の促進とデータベース化の整備に必要な施策を講ずるものとしてとされていることから、歯科診療時に「歯式(歯の部位と有無)と歯の状態」を電子的に記録することの社会的意義が高まっている。

しかしながら、国民の歯科情報を「口腔審査情報標準コード」を使用してどのように収集していくかについては、まだ多くの検討課題が残っている。多くの歯科診療現場で使用されて

いる歯科用レセプトコンピュータや歯科電子カルテシステムはそのデータの出力形式が独自のものであったり、一部の記録そのものが紙や紙をスキャンしたものであったり標準コードが使用できない状況が残っており、この点は各ベンダーの早期のシステム対応が期待されている。また、国民の歯科情報を把握する最初の一步である「初診時口腔内所見」(歯科診療録(様式第一号(二)の1)においても多忙を極める歯科保険診療の現場ではその記録に相応の時間を要している。紙で記録してスキャンしたり、システムに事後入力したりと多くの現場で手間がかかっており、更にその記録には統一性がない状況である。また、国民の歯科情報を収集するためには「口腔審査情報標準コード」を広く流通させる必要があり、それには「初診時口腔内所見」をいかに現場で効率的、且つ統一性を持った記録とするかが重要であろう。そこで東京医科歯科大学とキヤノンメディカルシステムズ株式会社、キヤノン株式会社では、歯科の診療現場で日常的に撮影されている口腔内写真に注目し、口腔内写真から歯の状態を判別することについて検討を始めることとした。

### 2. 目的

歯科情報のデータ化については、これまで歯科X線画像を対象としたディープラーニングを用いた研究や取組が行われている。我々は歯科診療現場で日常的、且つ容易に撮影が可能な口腔内写真を対象としてディープラーニングを用い

て「歯式と歯の状態」を判定し、結果を「口腔審査情報標準コード」で出力して、電子カルテに取り込むアプリケーションの開発を行う。これにより現場での業務効率化と記録の統一化を目指す。また、「口腔審査情報標準コード」での出力を行うことで歯科用レセプトコンピュータや歯科電子カルテベンダー側でもその対応が進むことを期待し、標準化された歯科情報の流通を推進することも目的の1つとする。

### 3. 解析の方針

まずは、口腔内写真から解析可能な「口腔審査情報標準コード」にある7つのレコードグループ(①TB:部位レコード、②TD:基本状態レコード、③TP:現在歯の内容レコード、④TM:欠損歯の内容レコード、⑤TE:その他レコード、⑥TF:標準プロファイル26項目レコード、⑦TH:歯科人間ドック検査表レコード)から121コードに絞り込みをおこなった。この121コードの内訳は、歯式が過剰歯を除く52コード、状態については69コードとなっている。この121コードを元に1Cycle(100名分5枚法500枚)毎に解析することとし、判別するコードを調整していくこととなった。Cycleは4回繰り返すことを想定している。解析の方針としては、①歯式の判定を行う、②治療が必要な状態の判定を行う、③誤判定を減らすよりも見逃しを減らすことを優先(感度の向上)することとした。

### 4. 方法

本開発では、東京医科歯科大学病院(東京都文京区)でデジタルカメラにより撮影され、仮名化された画像を用いた。5枚法で撮影した成人290人分の口腔内画像1450枚に対して、歯科医師が歯式と歯の状態についてアノテーション作業を実施した。歯式のアノテーションは、口腔内画像1450枚に対して、上顎、下顎、左側、右側それぞれについて1~8の番号を、バウンディング・ボックス(長方形の領域)と番号ラベルを付加して行った。一方、歯の状態のアノテーションは、その状態が認められる領域に対して同じくバウンディング・ボックスと状態ラベルを付加して行った。なお、番号ラベルは、上顎、下顎、左側、右側それぞれについて1~8およびA~Eの13ラベル、つまり合計52ラベル。状態ラベルは、前記絞り込みをした69ラベルを使用した(表1)。

本件のディープラーニングでは、TensorFlowを用いた。画像認識は、物体検出(Object Detection)により行い、さらに、状態の検出の内、C(う蝕)の検出に関しては、画素単位でラベルを判定するセマンティック・セグメンテーション(Semantic Segmentation)も用いた。学習の際、教師データについては水平・垂直フリップ・回転、などによりデータ拡張を行った。

ハードウェア環境はCPU:Core i7-9700, 3.00GHz, メモリー:32GB, GPU:GeForce GTX 1660で、ソフトウェア環境はOS:Windows 10 Enterprise 20H2, プラットフォームおよびライブラリは、CUDA, CuDNN, プログラミング言語はPythonを使用した。

### 5. 結果

全体の画像のうち80%を学習用、20%をテストデータとして使用した。以下、上顎画像・下顎画像による検証結果を示す。今回は感度(Sensitivity=再現率(Recall)):TP/(TP+FN)を評価指標とした。教師データに症例数が30以上あり、かつテスト画像に正解数が20以上ある結果を下記に示す。

- ※歯の総数:学習データ及びテストデータの歯の総数
- ※症例数:学習データ及びテストデータの症例総数
- ※正解数:テストデータの症例数(正解症例数)

#### 1. 歯式の判定(永久歯)

歯の総数	テストデータの歯数	真陽性(TP)	偽陰性(FN)	感度(S)
7798	1549	1385	164	89%

#### 2. 連結冠・ブリッジ(歯冠色)

症例数	正解数	真陽性(TP)	偽陰性(FN)	感度(S)
100	41	25	16	60%

#### 3. 連結冠・ブリッジ(銀色)

症例数	正解数	真陽性(TP)	偽陰性(FN)	感度(S)
126	26	21	5	80%

#### 4. 連結冠・ブリッジ(部分 銀色)

症例数	正解数	真陽性(TP)	偽陰性(FN)	感度(S)
105	24	15	9	62%

#### 5. 連結冠・ブリッジ(ポンティック(部分 銀色))

症例数	正解数	真陽性(TP)	偽陰性(FN)	感度(S)
93	22	15	7	68%

#### 6. 部分修復(歯冠色)CR・AF・In・アンレー

症例数	正解数	真陽性(TP)	偽陰性(FN)	感度(S)
573	104	53	51	50%

#### 7. 部分修復(銀色)In・アンレー

症例数	正解数	真陽性(TP)	偽陰性(FN)	感度(S)
932	156	143	13	91%

#### 8. 全部修復(銀色)FMC・乳歯冠・帯冠金属冠

症例数	正解数	真陽性(TP)	偽陰性(FN)	感度(S)
397	66	61	5	92%

#### 9. 全部修復(歯冠色)JC・乳歯冠

症例数	正解数	真陽性(TP)	偽陰性(FN)	感度(S)
128	33	23	10	69%

#### 10. C(C1~C3):セマンティック・セグメンテーション

症例数	正解数	真陽性(TP)	偽陰性(FN)	感度(S)
289	57	31	26	54%

#### 11. 歯の酸蝕症

症例数	正解数	真陽性(TP)	偽陰性(FN)	感度(S)
869	137	87	50	63%

12. 歯石沈着あり

症例数	正解数	真陽性 (TP)	偽陰性 (FN)	感度 (S)
149	39	7	32	17%

13. 歯肉の状態(歯肉退縮)(歯頸部)

症例数	正解数	真陽性 (TP)	偽陰性 (FN)	感度 (S)
417	57	14	43	24%

6. 考察

必須であった歯式の判定は、感度 89%と良い結果であった。治療が必要な状態の判別については、「C」や「歯肉の状態」が対象となると考えるが、それぞれ「54%」と「24%」と低く、今後感度の向上を行っていく必要がある。その他症例数が多いと思われる部分修復や全部修復については、銀色の修復物の感度は高いが歯冠色については見た目においても判別が困難なこともあり感度が低い状態となっている。また、ボンテックについては「歯の有無」に関連する重要な状態である為、今後感度が上がるような施策を検討する必要がある。

本研究より、口腔内写真からディープラーニングを用いて歯式の判定を行うことは可能であると考えられた。歯の状態については、う蝕のような不定形な状態(歯石沈着など)は、パウンディング・ボックスによるアノテーションよりも、セマンティック・セグメンテーションが適していると思われる。感度が低い項目を改善するためには、正面観、側面観の画像も組み合わせ学習させるなどの工夫が必要と思われる。

本研究では、判定する項目を「口腔審査情報標準コード」にある項目とした為、本研究によるアプリケーションが開発されれば、電子カルテとの連携も可能となり、「口腔審査情報標準コード」による統一化にも寄与すると思われる。感度向上に取り組むことと並行して、電子カルテシステムへの取り込み方法についても今後検討を進めていきたい。

7. 今後の課題

今後は、画像数の増加とディープラーニングの工夫(セマンティック・セグメンテーション等)により感度向上を目指す。特にボンテックなど歯の有無に関わる状態や治療が必要な状態については感度を上げていく必要がある。また、病院以外でも歯科検診や介護施設等を想定した活用を視野に入れ、撮影方法や画像の解像度等についても検証を進めていく必要があるだろう。

なお、口腔内写真から歯式を判別する機能については「医療機器に該当するプログラム」とならないが、「歯の状態」を判別する機能については、「医療機器に該当するプログラム」となる。その為、本アプリケーションは PMDA(医薬品医療機器総合機構)を通して薬事承認を受ける必要がある。これら実用化に向けた課題についても、並行して取り組みたい。

参考文献

- 1) 経済財政運営と改革の基本方針 2022. 内閣府, <https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/cabinet/2022/decision0607.html> (2022年8月26日最終アクセス)
- 2) 口腔診査情報標準コード仕様 Ver.1.01. 厚生労働省, [https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryu/iryu/johoka/index.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryu/iryu/johoka/index.html) (2022年8月26日最終アクセス)
- 3) 死因究明等推進基本法. e-Gov 法令検索, <https://claws.e-gov.jp/5>
- 4) 田島聖士: 歯科エックス線画像診断支援 AI の開発. 新医療 2020年9月号, 58-61, 2020.

公募シンポジウム9：3-H-3-04

(表1) 口腔内写真から判定する状態ラベル  
「口腔審査情報標準コード」抜粋

順番	レコード識別符号	レコード名称	概要	符号	コード	状態コード	内容
1	TB	部位レコード	当該歯の歯式(歯の位置)	TB-3	0	現存歯	
2					欠損歯		
3					残根		
4					部分フランク		
5	TD	基本状態レコード	現在歯・欠損歯の有無	TD-2	7	歯の基本状態	
02					現在歯【健全歯/】(治療痕なし)		
03					現在歯【健全歯(シーラント:シ)】*		
04					現在歯【装綴茶歯(C)】*		
05					現在歯【未処置歯(C)】*		
08					現在歯【残根上義歯】* 残根(未処置歯)*		
09					現在歯【残根上義歯】* 根面被覆(処置歯)*		
10					現在歯【処置歯○】		
50					欠損歯【レセプト表記略称名:MT】*		
51					欠損歯【】*		
60					欠損歯【喪失歯(欠損補綴歯:ボンテック)】(△)】*		
62	欠損歯【喪失歯(インプラント/タイプ不明)】(△)】*						
16	TP	現在歯の内容レコード	現在歯の内容	TP-3	02	失活歯(根管充填済、欠損処置済歯、残根-C4等)	
01					歯の萌出異常等		
01					半埋伏歯(HRT)*		
07					歯の形態異常・形成異常		
07					エナメル形成不全(E.H.P.)		
08					斑状歯		
09					未処置歯(う蝕等、治療中を含む)		
01					う蝕(未処置歯(C)) (程度不明)*		
05					C1*		
08					仮封・暫間充填(デンボリレ・ガラスを除去)...治療中*		
10					残根		
14					歯質(象牙質欠損(WSD))*		
15					歯の破折(Fr.T)*		
16					歯の齧齶症		
24					高洞形成歯(単純・複雑の齧齶なし)(修復物等脱落した状態含む)*		
28					支台露出(メタルコア・銀色)(M.C.P.)*		
30					支台露出(非金属コア・銀色)(M.C.P.)*		
31					支台露出(非金属コア・歯冠色他)コア*		
03					処置歯(部分修復)		
03					部分修復(単純・複雑の齧齶なし)(歯冠色充填)(CF、RF、GCF)*		
20					部分修復(単純・複雑の齧齶なし)(金属インレー・銀色)(In)*		
22					部分修復(単純・複雑の齧齶なし)(金属インレー・歯色)(In)*		
01					処置歯(全部修復)		
01					全部修復(全部金属冠・銀色)(FMC)*		
03					全部修復(全部金属冠・歯色)(FMC)*		
06					全部修復(全部非金属冠・材質不明、又は材質記載なし・歯冠色)(JC)*		
07					全部修復(前装金属冠・銀色)(前装M.C.)*		
09					全部修復(前装金属冠・歯色)(前装M.C.)*		
43					全部修復(小児用非金属冠・銀色)*		
01					処置歯(その他修復)		
01					根面板(金属・銀色)*		
03					根面板(金属・歯色)*		
06					根面板(非金属・材質不明、又は材質記載なし・歯冠色他)*		
07					コアス内冠(金属冠・銀色)		
09					コアス内冠(非金属冠・歯色)		
10					アタッチメント(インプラント)		
12					アタッチメント(バー)		
13					アタッチメント(その他)		
01					連結冠・ブリッジ支台歯		
01					連結冠(インプラント含む)		
01					レストシート		
01					レストシート等あり		
01					暫間固定		
01					暫間固定(TFix)		
01					歯肉の状態		
01					歯肉退縮		
02					歯肉増殖		
03	歯肉色素沈着						
01	歯石沈着						
01	歯石沈着(ZS)						
01	ろう孔						
01	ろう孔(内歯嚢)						
04	骨嚢						
01	骨嚢(削不明)(Tor)						
01	乳歯:D c d						
01	乳歯:D c d						
01	健全歯・Sou						
01	C1~C3(治療中を含む)・C123						
01	C1~C3(治療中を含む)・C123						
01	半埋伏・埋伏・RT						
01	半埋伏・埋伏・RT						
01	C R 充填・セメント充填ほか・CR						
01	インレー・アンレー・3/4冠、4/5冠金属色・In						
01	インレー・アンレー・3/4冠、4/5冠金属色・In						
01	全部金属冠(FMCほか)・FMC						
01	全部金属冠(FMCほか)・FMC						
01	前装冠(HR、MBほか)・HR						
01	前装冠(HR、MBほか)・HR						
01	H J C、セラミックほか・H J C						
01	H J C、セラミックほか・H J C						
01	ボンテック・P o n						
01	ボンテック・P o n						
01	残根・根面板ほか・C 4						
01	残根・根面板ほか・C 4						
01	欠損・MAM						
01	欠損・MAM						
01	インプラント・Imp I						
01	インプラント・Imp I						