

〔原著〕

マイクロCTを用いた歯内歯の三次元形態解析

建部 廣明¹⁾, 秋月 一城²⁾, 藤田 景子²⁾, Nazmus Shalehin¹⁾,
川村 尚彦³⁾, 細矢 明宏¹⁾, 中山 英二⁴⁾, 入江 一元⁵⁾北海道医療大学 歯学部 口腔構造・機能発育学系 組織学分野¹⁾
松田整形外科記念病院 歯科口腔外科²⁾
北海道医療大学 歯学部 口腔構造・機能発育学系 歯科矯正学分野³⁾
北海道医療大学 生体機能・病態学系 歯科放射線学分野⁴⁾
北海道医療大学 歯学部 口腔構造・機能発育学系 解剖学分野⁵⁾Three-dimensional morphological analysis of Dens invaginatus
using micro CTHiroaki TAKEBE¹⁾, Kazuki AKIZUKI²⁾, Keiko FUJITA²⁾, Nazmus SHALEHIN¹⁾, Naohiko KAWAMURA³⁾,
Akihiro HOSOYA¹⁾, Eiji NAKAYAMA⁴⁾, Kazuharu IRIE⁵⁾Division of Histology, Department of Oral Growth and Development, School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido¹⁾
Division of Dentistry and Oral Surgery, Matsuda Orthopedic Memorial Hospital²⁾
Division of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, Department of Oral Growth and Development,
School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido³⁾
Division of Oral and Maxillofacial Radiology, Department of Human Biology and Pathophysiology,
School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido⁴⁾
Division of Anatomy, Department of Oral Growth and Development, School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido⁵⁾

Key words : 歯内歯, 医科用CT, マイクロCT

Abstract

Dens invaginatus is a type of teeth abnormality in which the enamel of the crown invades the area of pulp. Dens invaginatus is asymptomatic and often discovered by accident on intraoral radiograph. However, the intraoral radiograph of the Dens invaginatus is often overlooked because it is unclear due to the overlap of the invaded part and the lingual nodule. In recent years, nondestructive three-dimensional (3D) observation of samples has been made possible by computed tomography (CT) technology. CT has been applied in the morphological analysis of complex root canal morphology and abnormal morphology of teeth. However, there has been few report that had analyzed the morphology of Dens invaginatus by using micro CT. Therefore, in this study, we performed 3D morphological analysis of Dens in-

vaginatus by using a micro CT device (CT imaging). Images obtained by CT imaging were constructed in 3D form by using image processing software. Thereafter, we performed a morphological analysis of these images. The continuous ingrowth of enamel in the crown beyond the cement-enamel junction was confirmed by the reconstructed 3D image, and the tooth that we used for analysis confirmed the presence of Dens invaginatus. Moreover, the invaginated part was narrow and branched into two parts. It is presumed that the micro CT setting used in this study was effective in diagnosing Dens invaginatus and understanding the structure of the Dens invaginatus because of the small voxel size and the high resolution of the 3D image.

緒 言

歯内歯は、歯冠の一部が歯髓腔に向かって陥入した歯

の形態異常で、1855年に初めて報告された (Poyton & Morgan, 1966). 歯内歯の縦断標本を観察すると1つの歯の中に小さな歯が埋め込まれたように観察されるた

め、「歯内歯」とよばれている(赤井ら, 2017)。しかし実際の形態は、舌側の歯冠部から連続したエナメル質が歯髓腔内に大きく陥入しており、陥入歯とよばれることもある(平林ら, 1996)。陥入の深さが、軽度な症例では盲孔とよばれる裂溝状の形態から強度なものでは陥入部が歯根を貫通し、歯周組織へと開口するものまで様々である(平林ら, 1996)。また、陥入部によって2つに分断された歯髓は陥入部の両側に圧平され狭小である。また、根尖部では広い歯髓腔がみられ、歯髓腔全体ではV字形を呈する。歯内歯の出現率は約0.04~10%と報告されているが、各研究者による定義や計測法の違いから出現率にばらつきがみられる(平林ら, 1996; 小平ら, 2008)。しかし、総じて歯内歯の好発部位は、上顎側切歯が最も多く、小臼歯、大臼歯、下顎歯は稀である(小野寺, 1971; 平林ら, 1996; 小平ら, 2008; 吉岡, 堀江, 2017)。歯内歯の成因は、炎症、外傷およびエナメル質形成前に内エナメル上皮の一部が歯乳頭内に侵入、増殖したためであることが報告されているが、詳細は解明されていない(Hülsmann, 1997; Gallacher et al., 2016)。歯内歯は、う蝕、歯髓炎および、歯周炎を引き起こすリスクが高く、一旦炎症を起こすと、その複雑な形態故に治療が困難であることが報告されている(平林ら, 1996; Hülsmann, 1997; Alani & Bishop, 2008)。歯内歯そのものは、無症状であること、また口内法エックス線像で陥入部が舌側結節と重複し不鮮明であることから、見落とされがちで、発見されるのは偶然によることが多い(平林ら, 1996; Hülsmann, 1997)。

近年、コンピュータ断層撮影法(CT)や歯科用cone beam CT(CBCT)によって三次元的観察が可能になったことから、口腔インプラント、口腔外科、歯科矯正等多くの分野で応用されている(Suwa & Kono, 2005; Robinson et al., 2012; Karatas & Toy, 2014)。また最近では、試料を損傷することなく内部の複雑な根管形態や形態異常歯を分析できることからマイクロCTが応用されている(田中ら, 2007; Karatas & Toy, 2014; 天野, 勝海, 2014)。これまでマイクロCTを用いた歯内歯の形態分析の報告はほとんどない。そこで本研究では、歯科臨床現場で遭遇した形態異常歯の鑑別とその形態を明らかにする目的で、治療途中で抜去した歯内歯の形態を三次元的に解析した。

材料および方法

患歯は、36歳男性の上顎左側側切歯とした。2013年に他院にて上顎左側側切歯が慢性根尖性歯周炎と診断され、無処置にて経過観察を行った。その後、2019年に当

院を受診した。口腔内診査により上顎左側前歯部唇側歯肉の腫脹ならびに瘻孔を認めた。患歯は打診痛(±)、動揺度3度、電気歯髓診(-)を示した。パノラマエックス線、口内法エックス線画像所見より、患歯の歯根肥大および、根尖部に透過像を認め、患歯中央部に歯牙様構造物を認めた(図1a, b)。患歯を含む頭部を医科用CT装置(Aquilion Lightning, キヤノンメディカルシステムズ)を用いて撮像した(管電圧: 120kVp, 管電流: 200 μ A, ボクセルサイズ: 500 μ m)。水平断、唇舌断の医科用CT画像所見では、患歯根尖部周囲に透過像および、頬側皮質骨の実質欠損を認めた(図1c, d)。患歯の歯髓腔を唇舌側方向の断面で観察すると、歯冠付近では、圧平され、唇舌方向に2箇所に分岐した歯髓腔を示し、根尖部では大きな歯髓腔を認めた(図1d)。患歯の水平断面および、近遠心方向の断面の医科用CT画像所見では中央部にエナメル質に囲まれた腔が2箇所みられ、歯内歯を疑う所見を示した(図1e, f)。しかし、歯冠部表面のエナメル質と患歯中央部のエナメル質との連続性が不明瞭であったため歯内歯の鑑別には至らなかった。患歯の抜去後、歯冠および歯根の外形を肉眼的に観察した。その後、患歯を水洗後、試料台に固定し、マイクロCT装置(inspeXio SMX-225CT, 島津)を用いて、連続的な断層撮影を行った(管電圧: 180kVp, 管電流: 70 μ A, ボクセルサイズ: 17 μ m)。CT撮像によって得られた画像は、画像処理ソフト(Osirix, Pixmeo)により三次元構築し、形態解析を行った。

結 果

抜去した患歯は栓状歯の形態を示し、冠状断によるマイクロCT画像所見では切縁部でレジン充填を認めた(図2a, e; 矢頭)。レジン充填部と陥入部との交通を認めたことから、レジン充填相当部のエナメル質に陥入開始部が存在したことが推察される(図2e; 矢頭, 矢印)。また、患歯歯根の遠心中央部では陥入部と交通した実質欠損が認められた(図2b, c; 矢印)。矢状断では歯冠上部で唇舌方向に歯髓が分岐し、下部では大きな歯髓腔がみられた(図2d; 矢印)。冠状断では歯冠部のエナメル質が連続した陥入が、エナメルセメント境を超えて認められたことから、患歯が歯内歯であることが鑑別された(図2e; 矢印)。冠状断および、水平断のマイクロCT画像所見から、陥入部は歯冠中央部付近で近心、遠心方向の2つに分岐し、いずれも嚢状を示した(図2e, f; *)。

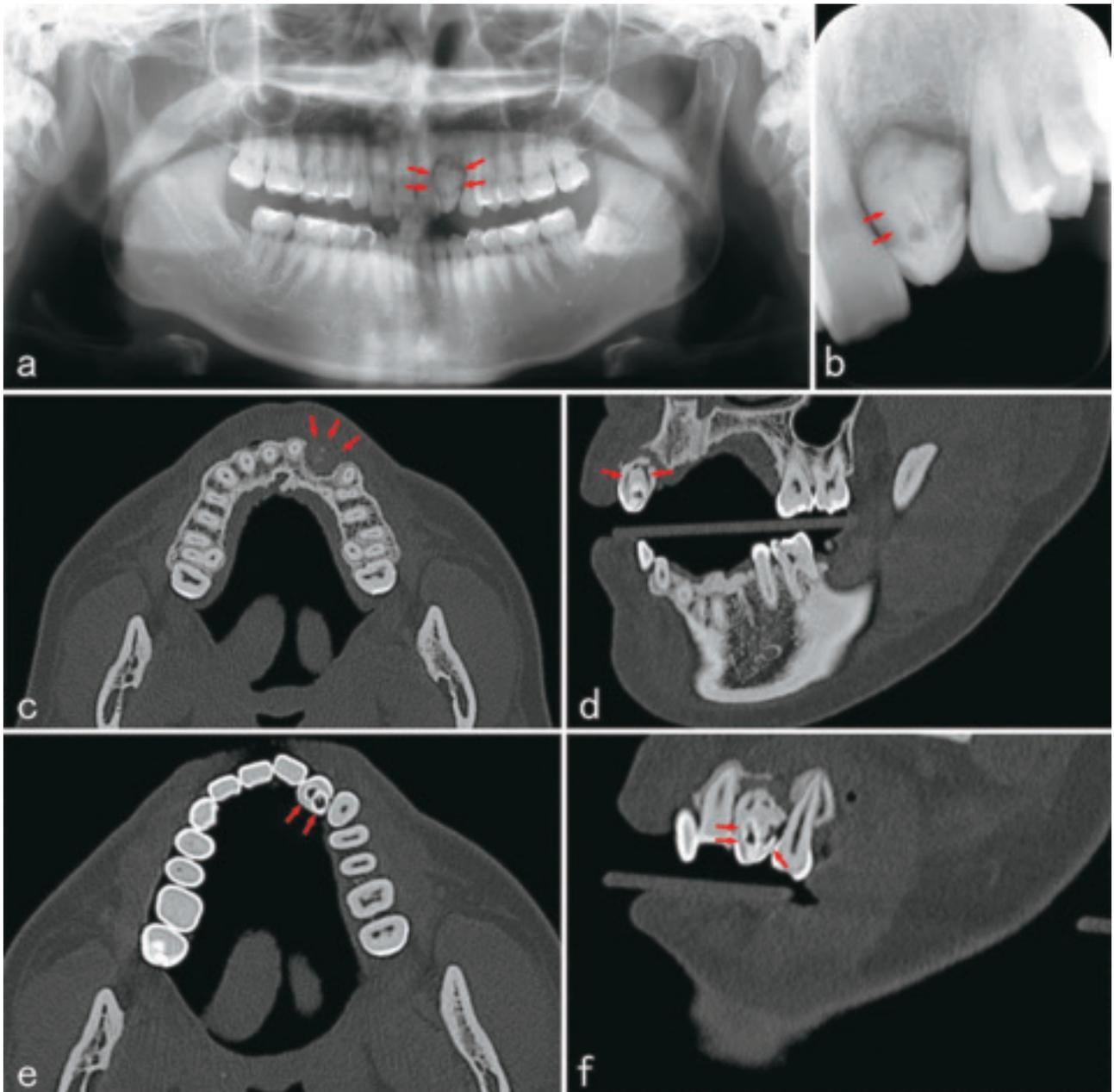


図1 患者のエックス線画像 (a, b) および、医科用CT画像 (c, e: 水平断, d: 唇舌側方向の断面, f: 近遠心方向の断面)
 (a) 歯根肥大および患歯周囲に透過像を認める (矢印). (b) 患歯中央部にはエナメル質様構造物を認める (矢印). (c) 患歯歯根周囲の歯槽骨欠損像を認める (矢印). (d) 唇側舌側の2方向に分岐する歯髓腔を認める (矢印). (e, f) 歯内部にエナメル質に囲まれた腔を2箇所認める (矢印).

考 察

歯内歯は陥入の程度によって3つの型に分類されている (Oehlers, 1957). 第1型は陥入が歯冠部に局限している場合, 第2型は, 陥入がその歯牙の外側のセメント-エナメル境を越えて歯根の中にまで延長し, 最深部が盲端で終わっている場合, 第3型は陥入が歯根を貫通し, 根側または根端部の歯根膜と交通している場合である. 本研究で用いた歯内歯は陥入部がセメント-エナメル境を越えていたことから, 歯内歯分類の第2型に分類

される (図2e). 第3型では, 陥入部が歯根膜と交通していることから, 歯周組織および歯髓が病的な状態に陥る原因となる (Alani & Bishop, 2008; Gallacher et al., 2016). 1957年にOehlersによって報告された歯内歯の分類は, 口内法エックス線写真と歯内歯の脱灰標本を基に作成されている (Oehlers, 1957). 本研究では, 陥入部が細く, さらに2つに分岐していたため, 口内法エックス線画像所見では, 歯内歯の鑑別は困難であったことが考えられる. 近年では, CTや歯科用CBCTを用いた歯内歯の3次元的な形態解析が多く報告されている (Alani

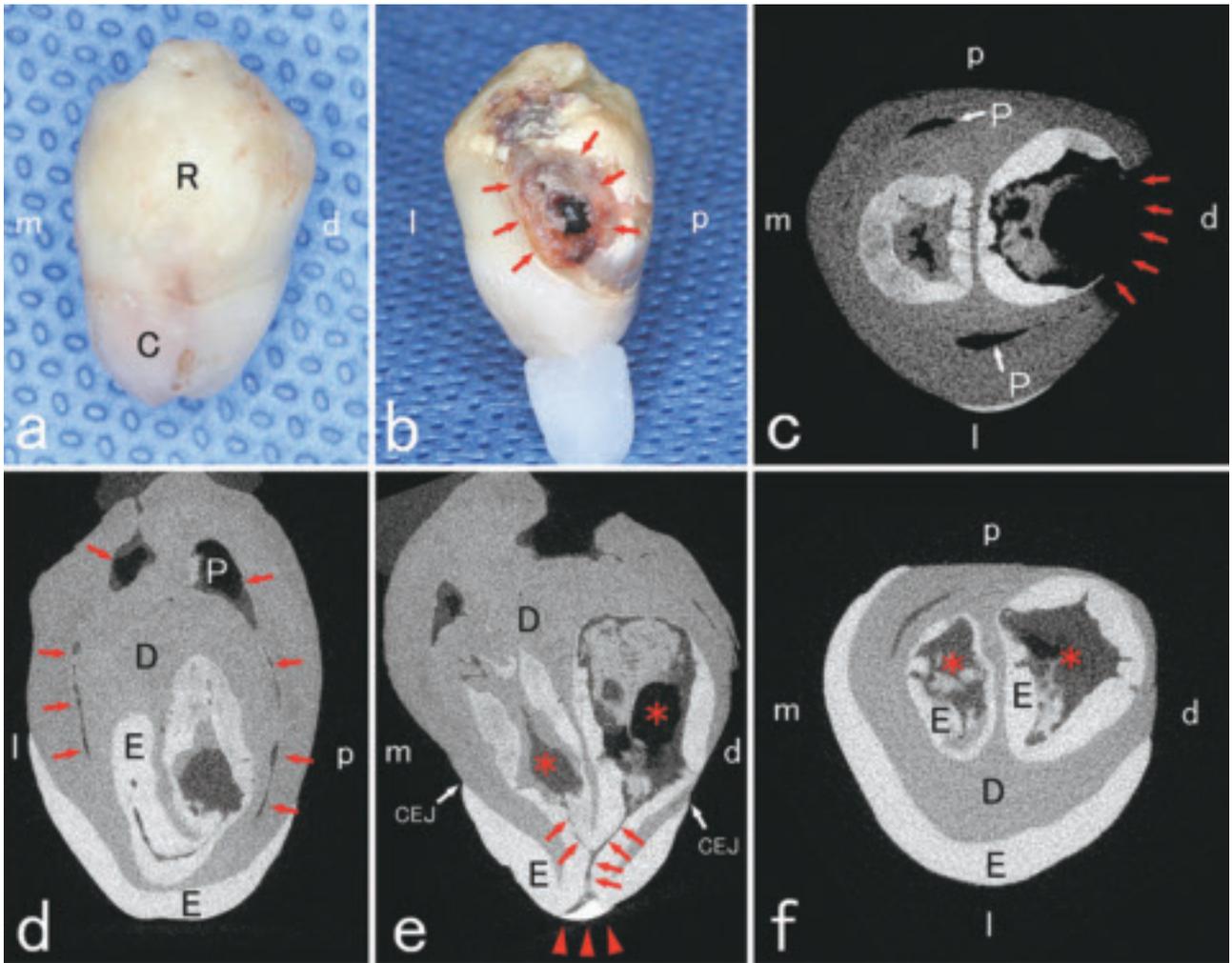


図2 患歯の肉眼写真 (a; 唇側面観, b; 遠心面観) および、マイクロCT画像 (c, f; 水平断, d; 矢状断, e; 冠状断) (a, b) 栓状歯の形態を示す。歯根中央部に実質欠損を認める (矢印)。 (c) 実質欠損は陥入部と交通する (矢印)。 (d) 唇側と舌側に圧平された歯髓腔を認める (矢印)。 (e) 陥入部上部にレジン充填が認められ (矢頭), 歯冠部のエナメル質と連続する陥入部は近遠心的に分岐し、嚢状を示す (矢印, *)。 (f) エナメル質で囲まれる近遠心方向に存在する陥入部を示す (*). C; 歯冠, R; 歯根, E; エナメル質, D; 象牙質, P; 歯髓腔, CEJ; セメント-エナメル境, m; 近心側, d; 遠心側, l; 唇側, p; 口蓋側。

& Bishop, 2008; 小平ら, 2008; 天野, 勝海, 2014; Rajasekharan et al., 2014; 吉岡, 堀江, 2017; Zhang & Wei, 2017). しかし, 本研究で用いた歯内歯は, 医科用CTで陥入部の詳細な構造を示すことは困難であった。理由として, 陥入部が細く, 分岐した陥入部同士が近接していたことが考えられる。これまでの医科用CTを用いた報告では, 歯内歯の陥入部が大きく, 形態解析が容易であったと推察される (小野寺, 1971; Alani & Bishop, 2008; Reddy et al., 2008; MiShra et al., 2012). 一方, マイクロCT画像では, 歯冠部のエナメル質が陥入部と連続している様子や陥入部が2つに分岐する所見が得られた。これは, 本研究で用いたマイクロCTのボクセルサイズの設定が医科用CTと比べて小さく, 撮像範囲の解像度が高いためと推察される。歯科用CBCTを用いた歯内歯の形態解析の報告では, ボクセルサイズの設

定が $100\sim 200\mu\text{m}$ である (MiShra et al., 2012; Rajasekharan et al., 2014). 本研究で用いた医科用CTのボクセルサイズは $100\mu\text{m}$ まで設定変更が可能であった。従って, 歯科臨床現場で歯内歯の鑑別と形態解析を行うためには, ボクセルサイズを $100\mu\text{m}$ 程度に設定した医科用CTまたは, 歯科用CBCTの応用が望ましいことが考察される。

謝 辞

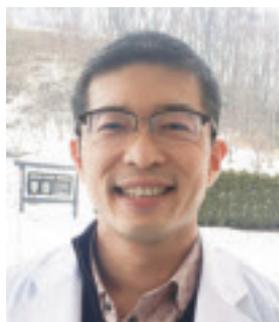
本研究の遂行にあたり, 歯内歯の形態解析実施にご協力を賜りました北海道立総合研究機構の板橋孝至様に心から感謝申し上げます。

利益相反

本研究において, 開示すべき利益相反はない。

文 献

- 赤井三千男：歯の異常．歯の解剖学入門，医歯薬出版：2017，142-143.
- Alani A & Bishop K. Dens invaginatus. Part 1 : classification, prevalence and aetiology. *Int Endod J* 41 : 1123-1136, 2008.
- 天野亮子, 勝海一郎. マイクロCTによる上顎側切歯根管形態の分析. *日歯保誌* 57 : 398-406, 2014.
- Gallacher A, Ali R & Bhakta S. Dens invaginatus : diagnosis and management strategies. *Br Dent J* 221 : 383, 2016.
- 平林正道, 長谷 徹, 鈴木二郎, 千枝桂子, 出口眞二. 陥入歯の出現率に関する検討. *神奈川歯学* 31 : 203-209, 1996.
- Hülsmann M. Dens invaginatus : aetiology, classification, prevalence, diagnosis, and treatment considerations. *Int Endod J* 30 : 79-90, 1997.
- Karatas OH & Toy E. Three-dimensional imaging techniques : A literature review. *Eur. J. Dent* 8 : 132-140, 2014.
- 小平裕恵, 本強矢直子, 藤橋あすか, 井出正道, 大野紘八郎, 朝田芳信. 下顎第二小臼歯にみられた歯内歯の歯内療法. *小児歯誌* 46 : 360-366, 2008.
- MiShra S, MiShra L & Sahoo SR. A Type III dens invaginatus with unusual helical CT and histologic findings : a case report. *JCDR* 6 : 1606-1609, 2012.
- Oehlers. Dens invaginatus (dilated composite odontome) : I. Variations of the invagination process and associated anterior crown forms. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 10 : 1204-1218, 1957.
- 小野寺章. 歯内歯の病理組織学的研究. *歯基礎医学会誌* 13 : 428-464, 1971.
- Poyton HG & Morgan GA. Dens in dente. *Dent Radiogr Photogr* 39 : 27-33, 1966.
- Rajasekharan S, Martens L, Vanhove C & Aps J. In vitro analysis of extracted dens invaginatus using various radiographic imaging techniques. *Eur J Paediatr Dent* 15 : 265-270, 2014.
- Ranganathan J, Rangarajan Sundaresan MK & Ramasamy S. Management of oehler's type III dens invaginatus using cone beam computed tomography. *Case Rep Dent* 2016 : 1-6, 2016.
- Reddy YP, Karpagavinayagam K & Subbarao C. Management of dens invaginatus diagnosed by spiral computed tomography : a case report. *J. Endod* 34 : 1138-42, 2008.
- Robinson JP, Lumley PJ, Claridge E, Cooper P, Grover LM, Williams R & Walmsley A. An analytical Micro CT methodology for quantifying inorganic dentine debris following internal tooth preparation. *J DENT* 40 : 999-1005, 2012.
- Suwa G & Kono RT. A micro-CT based study of linear enamel thickness in the mesial cusp section of human molars : reevaluation of methodology and assessment of within-tooth, serial, and individual variation. *ANTHRO-POL SCI* 113 : 273-289, 2005.
- 田中幹久, 新井恭子, 北島佳代子, 五十嵐勝, 川崎孝一. マイクロCTを用いたヒト下顎大臼歯槌状根根分岐部髓室床副根管の観察. *日歯保誌* 50 : 530-538, 2007.
- 吉岡隆知, 堀江彰久. 複数の陥入歯を有する症例. *歯内療誌* 38 : 99-106, 2017.
- Zhang P & Wei X. Combined therapy for a rare case of type III dens invaginatus in a mandibular central incisor with a periapical lesion : a case report. *J Endod* 43 : 1378-1382, 2017.



建部 廣明
北海道医療大学 歯学部 口腔構造・機能発育学系 組織学分野

平成19年3月 北海道医療大学歯学部卒業
平成20年3月 北海道医療大学歯科内科クリニック歯科医師臨床研修科修了
平成24年3月 北海道医療大学大学院歯学研究科博士過程修了
平成24年4月 北海道医療大学歯学部任期制助手（口腔機能修復・再建学系クラウンブリッジ・インプラント補綴学分野）
平成26年4月 同助教（口腔構造・機能発育学系組織学分野）
現在に至る。