

口腔内スキャナーの種類と特徴

高橋英和

Variety and characteristics of intraoral scanners

Hidekazu Takahashi, DDS, PhD

抄録

現在、日本国内では10種類を超える口腔内スキャナーが販売されている。本稿執筆にあたり、これらの価格、測定部の寸法、読取領域、先端の滅菌方法等についてメーカーに聞き取り調査を行った。制御用PCを別途購入が必要な製品もあり、導入時に必要な費用は、100万円から690万円と大きな幅があった。多くの製品はかつてのように撮影時にパウダーを必要とせず、カラー撮影が可能であった。重量は80～525gと製品により大きく異なっていた。また、支台歯周辺のスキャン精度に特化した製品や、全体像を均一精度で撮影する製品など、製品毎の特徴があることがわかった。

キーワード

口腔内スキャナー、価格、重量、特徴、スキャンデータ

ABSTRACT

Nowadays, more than 10 brands of intraoral scanners (IOS) have been launched in Japanese market. Information such as price, size of the measuring device, measuring area, disinfection method for the scan tip was surveyed by asking sales representatives. The price at purchase was difficult to calculate because some products required purchasing the PC for the control, the prices ranged from 1 million to 6.9 millions yen. Almost all IOS did not required powder spraying before impression, and could obtain color images. The weight of IOS varied from 80 g to 525 g. Some IOSs digitized precise images around the abutment tooth, and the others did the uniform image.

Key words:

Intraoral scanner, Price, Weight, Characteristics, Scan data

I. はじめに

実用的な口腔内スキャナーが世界で初めて発売されたのは1985年のCERECであろう。日本においては、一般的名称が「チェアサイド型コンピュータ支援設計・製造ユニット」であるセレックACの構成品として、ブルーカムが2005年に承認されたのが最初である。その後、一部の製品は「歯科技工室設置型コンピュータ支援設計・製造ユニット」の構成品として、技工用スキャナーとして販売されていた。その後2014年に

「デジタル印象採得装置」という一般的名称が付与されて以降、多数の製品が市販されている。

2021年8月時点において、著者が把握している日本で使用されている口腔内スキャナーの販売名と承認番号の一覧を表1に示す。承認番号の最初の桁の数字は、2が平成、3が令和を示し、2桁と3桁の数字で年を示している。例えば、セレックAC オムニカムは平成25年(2013年)に「チェアサイド型歯科用コンピュータ支援設計・製造ユニット」として、TRIOS 3 オーラルスキャナは平成28年(2016年)に「デジタル印象採得装置」として承認されている。

表 1 現在日本で使用されている IOS

医療機器の名称	製造販売・販売	承認番号
セレックAC オムニカム	デンツプライシロナ, モリタ*	22500BZIO0005000
True Definition Scanner	スリーエムジャパン	22700BZX00088000
PlanScan	ジーシー, Planmeca Japan	22800BZIO0004000
TRIOS 3 オーラルスキャナ	朝日レントゲン工業, 松風*, 大信貿易, 京セラ, モリタ, Straumann	22800BZIO0042000
iTero エlement2	インビジライン・ジャパン	22900BZX00222000
トロフィー3DIプロLite	トロフィーラジオロジージャパン, ヨシダ*	22900BZX00139000
iTero エlement 5D	インビジライン・ジャパン	22900BZX00222000
Aadva IOS	ジーシー	23000BZX00041000
プランメカEmerald	Planmeca Japan	23000BZIO0042000
Primescan	デンツプライシロナ, モリタ*	30100BZX00044000
コエックスi500	ヨシダ	30100BZX00079000
トロフィー3DI Beyond	トロフィーラジオロジージャパン, ヨシダ*	22900BZX00139000
G-oral scan	日本歯科商社*, 朝日レントゲン工業	30200BZIO0005A01
Trios 4 オーラルスキャナシステム	松風*, 京セラ, モリタ	30200BZIO0027000
iTero エlement プラス	インビジライン・ジャパン	22900BZX00222000

いくつかの製品は複数の販売者から市販されている。

これらの製品について、代表的な販売者に、購入に必要な費用、イメージセンサーの種類、スキャナーの測定部（ワンドもしくはハンドピースとも呼ばれる）の大きさ等についてアンケートを依頼した。残念ながらいくつかの項目については回答をいただけなかったが、令和3年8月末までに得られた回答をまとめたものを表2, 3, 4に示す。複数の販売者がある製品については表1の*の販売者から回答をいただいた。

表示の価格は定価、税別であるため、実際の購入価格は各販売者に問い合わせをお願いしたい。最近の製品は制御用PCが別売となっているものもあり、この場合はPCの購入も必要である。PCは画像処理に優れたグラフィックカードが搭載されているゲーム用PCを推奨している製品が多い。画像処理を行うソフトウェアのバージョンアップのため、毎年の保守管理費用も必要な場合もあり、購入時には本体の費用に加え、その後の保守管理料も考慮しておく必要がある。初年度の購入費用はPC代金を除くと100万円程度から690万円であった。本体と最低限必要な保守点検料を加えた5年間での必要経費（保守管理費が含まれていない場合もある）を計算してみたところ、120万円以下（PC代を除く）から800万円を超える製品もある。

測定部の重量はAadva IOS 100が最も軽く、サイズも小さい。最も重いのはセレックプライムスキャンで524.5gであった。測定部の測定用窓が大きいほど一度に多くの情報が得られるため、短時間での測定が

可能となるが、その反面口腔内での取り回しが悪くなり、特に上顎臼歯部遠心側と頬側の撮影が難しくなる。

撮影の速度は測定部の機能のみでなく、解析ソフトとPCの能力にも左右される。そのため、別売のPCを購入する際には、多少値が張っても、できるだけ演算速度が速いグラフィックカードを搭載できるものを選択することでスムーズな撮影が可能となる。

撮影に際し、以前はパウダーをあらかじめ塗布するものが多かったが、最近の製品はほとんどがパウダフリーである。また、金属製修復物にはパウダー塗布が必須であったが、いくつかの製品ではパウダー塗布なしに金属製修復物の撮影が可能とする製品もある。スキャナー本体とPCの接続はほとんどの製品が有線接続であるが、口腔内での取り扱いを考えると無線（ワイヤレス）接続が便利である。

多くの製品の測定原理は三角測量であるが、同軸測量による製品もいくつかある。同軸測量の製品は概して隣接面の測定が容易である。

以下、実際に著者が操作できた製品の特徴を、メーカーのカタログを中心に紹介したい。

II. 市販の口腔内スキャナー

1. CEREC AC Omnicam, Primescan

Dentply Sirona社の2製品。診療室に1回訪問するだけでセラミック修復ができるとしたCERECの後継機であり、おそらく現在日本で最も多く使用されているシリーズである。

表2 各種口腔内スキャナーの購入に必要な費用

製品名	本体価格	ソフトウェアライセンス	クラウド使用費用	PC購入の必要性	導入初年度	維持・保守費用	維持・ライセンス費用	維持・専用クラウド料金	保守費用保証期間	保守費用保守契約	5年総取得経費
ゼレックAC オムニカム	640万円	なし	なし	なし	640	12万円/年(任意加入)	なし	なし	なし	6年(任意加入)	640
TRIOS 3 オーラルスキャナ	598万円	なし	なし	有り	598	なし	30万円/年	無し	1年	無し	718+PC
iTero エlement2	510万円	なし	なし	なし	510	1年目は無料、以降はライセンス費用に含まれる	4万円/月	なし	5年間	必要	702
トロフィー3DiproLite	298万円	10万円	なし	有り	308+PC	なし	-	-	60万円(5年間分)	必須	368+PC
ジーシー Aadvia IOS 100	98万円	本体価格に含む	本体価格に含む	有り	98+PC	2.4万円/年	維持・保守費用に含む	維持・保守費用に含む	2.4万円(5年間分)	有り	110+PC
ブランメカEmerald	400万円	なし	(10ユーロ/月~)	有り	415+PC	なし	なし	(10ユーロ/月~)	保証期間(本体)3年	なし	410+PC
ゼレックプライムスキャン AC	690万円	なし	なし	なし	690	18万円/年(任意加入)	なし	なし	無償保証期間1年間	6年(任意加入)	690
コエックス500	250万円	なし	1GBまで無料、10TBまで月1ドル	有り	250+PC	なし	なし	1GBまで無料、10TBまで月1ドル	25万円(5年間分)	なし	293+PC
トロフィー3DI Beyond	398万円	15万円	なし	有り	413+PC	なし	-	-	60万円(5年間分)	必須	473+PC
G-oral scan	185万円	なし	初年度無料、1年/バック1.8万円	有り	185+PC	1年ごと	※購入時にのみ3年・5年パッケージ購入可能、1年/バック1.8万円・3年/バック2.8万円・5年/バック4.2万円				185+PC
TRIOS 4 オーラルスキャナシステム	720万円	なし	なし	有り	720+PC	なし	30万円/年	無し	1年	無し	840+PC
iTero エlementプラスモバイル	640万円	なし	なし	なし	640	1年目は無料、以降はライセンス費用に含まれる	4万円/月	なし	月4万円5年間	必要	832

表3 各種口腔内スキャナーの測定部の大きさや光学的特性

製品名	センサの種類	光源	撮像素子	撮像素子数	撮像素子サイズ	撮像素子ピッチ	撮像素子ピッチ	焦点距離	大きさ(長さ)	保持部の最大の長さ	本体の長さ
ゼレックAC オムニカム	3 x CCD	白色LED	カラー	-	10 x 15 mm	-	-	15 mm	223 mm	-	316 g
True Definition Scanner	アクティブ波長サンプリング	LED (青色可視光/バルス(動態))	モノクロ	-	-	-	20 fps	0~17 mm	長さ254 mm	24 mm	約150 g
TRIOS 3 オーラルスキャナ	CMOS	白色LED	カラー	1280x970ピクセル	17 x 21 mm	20 fps	(非表示)	270 x 40 mm	40 mm	40 mm	340 g
iTero Element2	CMOSイメージセンサ	赤色レーザー光・白色LED	-	-	-	-	-	~15 mm	338.5 mm	53.5x69.8 mm	470 g
トロフィー3DiproLite	1/2インチCMOS	Amber LED, Blue LED, Green LED	256bit per pixel	70µm	13x13 mm	240 fps	12~2 mm	220x38x58 mm	220x38x58 mm	13x13 mm	326 g
ジーシー Aadvia IOS 100	CMOS	青色LED	白黒	Pixel size 6.0µm	21.0x17.0 mm	約15 fps	0mm~10mm	約17 mm	22.2x19x210 mm	25.2 mm	80 g以下(ケーブル含む17.5g)
ブランメカEmerald	非公開	3色(赤、緑、青)レーザー	非公開	非公開	17.6 x 13.2 mm	over 36 3D data sets / s	約17 mm	約17 mm	41 x 45 x 160 mm	約45 mm	218 g
ゼレックプライムスキャン AC	HFC+Dynamic depth scan	ブルーライトLED	カラー	-	16 x 16 mm	-	-	20 mm	253 mm	186 mm	524.5 g
コエックス500	CMOS	青色LED・白色LED	-	800x600pixel	14x13 mm	30 fps	21~1.5 mm	264x44x54.5 mm	264x44x54.5 mm	13x13 mm	280 g
トロフィー3DI Beyond	1/2インチCMOS	Amber LED, Blue LED, Green LED	カラー	-	13x13 mm	288 fps	12~2 mm	220x38x58 mm	220x38x58 mm	13x13 mm	326 g
G-oral scan	Structured Light Triangulation	700~1.060nm	カラー	0.3M Pixel	11x11 mm	15 fps	0 ~ 15 mm	40 x 55 x 280 mm	40 x 55 x 280 mm	153 mm	325 g
TRIOS 4 オーラルスキャナシステム	CMOSイメージセンサ	WhiteLED+BlueLED	カラー	センサピクセル1280x970	非表示	非表示	20fps	非表示	260 x 40 mm	50 mm	375 g (バッテリー含む)
iTero Element プラス モバイル	CMOSイメージセンサ	赤色レーザー光・白色LED	-	-	-	-	-	~15mm	338.5 mm	53.5x69.8 mm	470 g

表4 各種口腔内スキャナーの先端部の特徴と滅菌法

製品名	先端部の測定部の大きさ	先端チップの取り外し	先端の加工方法	推奨される滅菌法
ゼレックAC オムニカム		不可	カメラホルダー部分にて加工	カメラスリーブ乾燥滅菌
True Definition Scanner	口腔内挿入部の長さ1.4cm	不可	自動	酵素洗浄剤で洗浄後、高水準消毒剤で浸漬消毒
TRIOS 3 オーラルスキャナ		可	ビルトインヒーター	オートクレーブ(150分)
iTero Element2	19mmx23mm	-	内部ヒーターによる加熱	指定の殺菌剤による滅菌
トロフィー3DiproLite	8x9mm	可能	電源を入れておく	スチーム式オートクレーブ 真空脱気式オートクレーブ(最低4分、132℃ 電力消費式オートクレーブ(最低15分、132℃(乾燥工程なし))
ジーシー Aadvia IOS 100	22.2mm	不可	ヒータープレートによる加熱	不可
ブランメカEmerald	46 x 24.6 x 88.6 mm	可能	先端チップ内に加熱機能あり	先端チップは取外してオートクレーブ可能
ゼレックプライムスキャン AC	16mmx16mm	可	カメラにヒーター内蔵	滅菌 or ディスposスリーブ
コエックス500	19x15.2mm	可能	電源を入れておく	21℃で30分間オートクレーブ滅菌(乾燥工程なし)
トロフィー3DI Beyond	8x9mm	可能	電源を入れておく	スチーム式オートクレーブ 真空脱気式オートクレーブ(最低4分、132℃ 電力消費式オートクレーブ(最低15分、132℃(乾燥工程なし))
G-oral scan	15mm	可	本体の方にヒーティング機能あり	オートクレーブもしくはアルコール消毒(70%以上)
TRIOS 4 オーラルスキャナシステム		可	ビルトインヒーター	オートクレーブ(150分)
iTero Element プラス モバイル	19mmx23mm	-	内部ヒーターによる加熱	指定の殺菌剤による滅菌

Omniscam は以前の Bluescan より若干計測に時間はかかるが、パウダーフリーのフルカラーキャン、抜群の操作性、迅速なスキャン、容易なシェード分析を特徴としている。同軸測量で、計測時に測定器を上下に振ることでデータを採得するものの、振れによる

ノイズは起こりにくいとされる。

Primescan は Omnicam の後継機種であり、測定部は大きくなったものの、よりリアルかつ鮮明な 3D データを生成し、高い操作性・スピード・機動性を有している。シームレスなワークフローで One Visit Treatment (1 回の通院治療) にも対応し、補綴装置だけでなくインプラント、矯正への汎用性と将来性があるとされる。

2. True Definition Scanner

3M-ESPE 社が販売していた「デジタル印象採得装置」として国内で最初に発売された。スキャナー本体の大きさが小さく、軽いので扱いやすいが、パウダーが必要で、画像は白黒である。2019 年に販売者が米国の Midmark 社に代わり、国内では現在販売されていない。

3. Trios 3 オーラルスキャナ, Trios 4

デンマークの 3Shape 社が製造している 2 製品で、複数の会社から販売されている。

Trios 3 オーラルスキャナは有線の Trios 3 Basic

とワイヤレスの Trios 3 があり、使用できるソフトに違いがある。いずれもスキヤニングが高精度で、かつリアルな色調が再現でき、迅速かつ容易に口腔内のスキヤニングが行え、チェアタイムの短縮が可能とされている。上位機種ではスマートフォン等で撮影した写真を取り込み、患者のスマイルイメージを作成することもできる。

Trios 4 はワイヤレスで、Trios 3 とほぼ同じ機能であるが、測定部の先端の曇り防止機構 Smart tip と、う蝕診断サポート機能の蛍光スキャン技術、色分け表示機能を使用することで初期う蝕のデジタル検出が可能となり、歯牙表面や咬合面のう蝕の程度を緑色コンポーネントとして検出し、分類表示できる。

4. iTero エlement 2, iTero エlement 5D, iTero エlement プラス

米国のアライン・テクノロジーの製品である。「マウスピース型矯正装置」作製に加え、補綴装置の製作にも使用できるデジタル印象採得装置である。iTero エlement 2 の特長はパウダーを使用せず、高速で連続的なスキヤニングで 3D 画像データを取得できることであり、本装置で取得したデータは歯科修復物、歯科矯正装置（アライナーを含む）の設計、製造に用いることが出来る。Element 5D ではさらに口腔内カメラの機能と近赤外線（NIRI）での撮影が追加搭載された。NIRI の撮影によりう蝕の観察が可能になった。Element プラスでは、CPU の更新によりスキヤンスピードや画像処理スピードが向上した。口腔内カメラの機能のみで NIRI の機能がない「ライト」も用意されている。カートタイプかモバイルタイプ、PC の購入が必要かなど、いくつかのタイプがある。

測定部の先端がやや内向きになっているのが特徴で、歯面の遠心側が撮影しやすい反面、近心側の撮影には工夫が必要である。

5. トロフィー 3DI プロ Lite, トロフィー 3DI BEYOND

米国の Carestream 社の製品である。トロフィー 3DI プロ Lite は海外では CS3600 として販売されている。口腔内の画像を鮮明に表現した高精度なデータを取得でき、患者のカウンセリングに活用できる。被写界深度が -2 mm から適応のため、臼歯部の遠心面もスキヤンしやすい。さらに、撮影ガイド機能が追加され、より精度の高いデータが取得できる。

トロフィー 3DI BEYOND は海外では CS3700 として販売されている。高速・高精度で快適なスキヤンを

実現している。従来製品のトロフィー 3DI プロと比べ、スキヤン速度は 20% 向上し、撮影後のデータ補正を行うリファイン時間は 60% 減少している。また、高画質 HD カラーで口腔内の色調をリアルに再現し、高画質なスキヤンデータを取得できる。スキヤン領域のエナメル色を自動的に検出し、理想的なシェードマッチングが可能とされている。

6. Aadvia IOS 100

ジーシー社が開発した口腔内スキャナーである。本体価格が 100 万円以下（別途ソフトウェア用 PC が必要）で、エントリーモデルとして初心者でもはじめやすく続けやすい安価な口腔内スキャナーである。測定部（ハンドピース）の重量が 80 g 以下と軽量で小さく、曇り止め機能により快適に操作を行える。また、口腔内モードでは人工知能（AI）が余分な組織の自動除去と、本来は白黒であるスキヤンデータを自動判別してバーチャルカラー表示がされる。基本的には片側歯列の印象を想定している。

7. コエックス i500

韓国の Medit 社のエントリーモデル。高精度スキヤンにより細部の再現性が高いため、適合の良い補綴物を作製できる。高速スキヤンによりスキヤン時間が短縮され、本体重量 280 g と軽量で持ちやすい。チップの先端サイズが小さく、視界深度を調整できるため、患者の治療時のストレスは軽減される。また、支台装置部の高解像度スキヤン、オクルージョン分析、アンダーカット分析等多くの機能が搭載されている。

海外においてはソフトウェアの演算速度がより速くなり、先端の滅菌可能回数が増えた Medit i700 が市販されており、早晩に日本でも販売されるものと思われる。

8. G-Oral Scan (Aoral スキャン 2)

中国の Shining 3D 社の製品であり、複数の会社から販売されている。AI の使用により、舌側頬側の複雑なデータも自動で認識し、データの最適化を行っている。スキヤンデータが一部不足していても、任意の部位を自動で認識し、追加スキヤン可能である。本体を振ることで操作できるモーション機能を有しているため、マウスを使わず無駄のないスキヤニングが可能である。上下顎をそれぞれスキヤンした後、咬合せた状態でスキヤンすると自動でマッチングを行う。先端チップはオートクレーブが可能で、自動防露の機能も有している。



図1 測定に用いた顎模型

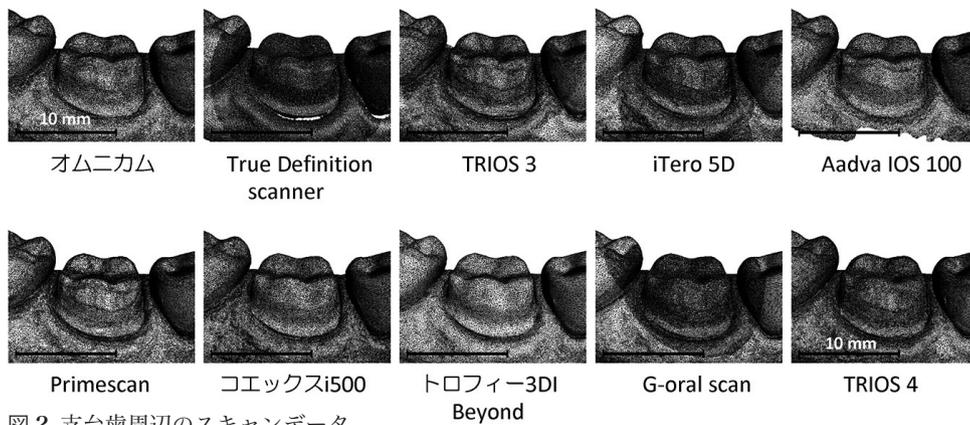


図2 支台歯周辺のスキャンデータ

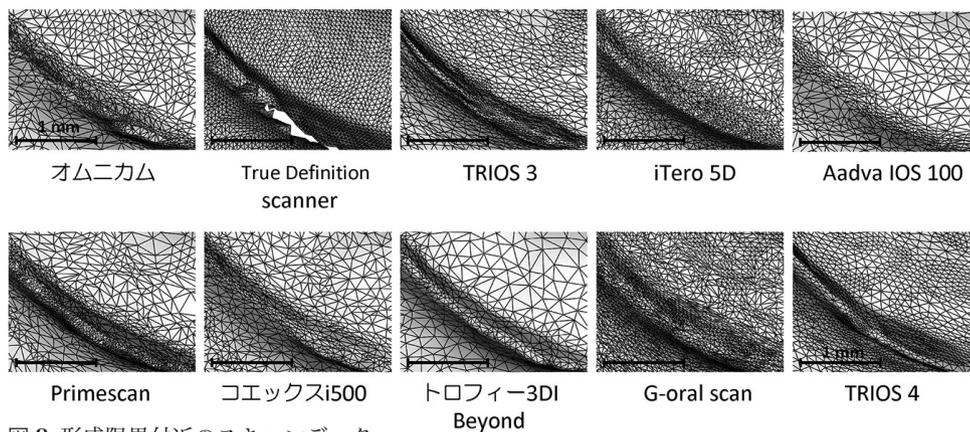


図3 形成限界付近のスキャンデータ

III. 実際に印象採得した支台歯

図1に示す右下第一大臼歯にジルコニアクラウン用の支台歯形成を行った顎模型を用いて、各社の口腔内スキャナーで印象採得を行った。

代表的な支台歯周辺のスキャンデータを図2に示

す。True Definition Scanner, TRIOS 3, TRIOS 4, iTero 5D, G-oral scanは支台歯付近を詳細に採得するモードがあり、支台歯周辺のスキャンデータが細かいために、暗く見える。製品により支台歯の頬側の2面形成が明確に観察されるものと、あまり明確でないものがある。

支台歯の形成限界付近を図3に示す。ポリゴンの

大きさは製品により異なり、非常に細かいもの、部位によりポリゴンの大きさを変化させているものがあり、各社の工夫が認められる。また、形成限界が明確に認識できる製品と、明確に認識できない製品があることがわかる。形成限界のような線角はポリゴンデータにする際に角が丸くなる。そのためポリゴンの一辺が小さいほど再現性がよくなるが、小さいものが必ずしも明確に認識できるかは一概に言えないこともわかる。

IV. おわりに

現在市販されている口腔内スキャナーの口腔内印象精度は、片側歯列の印象であれば通常のゴム質印象材での石膏模型とほぼ同程度の精度であると報告されている。印象採得時の患者の不快感が少ないこと、短時間で印象採得が終了すること、また、印象材や模型材等の廃棄物が出ないことなど、口腔内スキャナーを使用する利点が多い。また、印象採取に留まらず、カラーのイメージが生成できる、口腔内の写真が撮影できる、う蝕が検知できる等の付加機能が追加された製品も選

択できるようになった。これまで販売された口腔内スキャナーの累計台数から推察すると、現在、10% 弱の歯科医院が口腔内スキャナーを有していると推定され、今後、さらに導入が急速に進んでいくことが予想される。購入に際しては本当に必要な機能は何かをよく吟味して検討することをお勧めしたい。

謝 辞

今回の原稿作成に当たりご協力いただいた以下の各社に深くお礼申し上げます。

株式会社ヨシダ、株式会社モリタ、株式会社ジーシー、株式会社松風、インビザライン・ジャパン株式会社、株式会社日本歯科商社、Planmeca Japan 株式会社 (順不同)

著者連絡先：高橋 英和

〒113-8549 東京都文京区湯島 1-5-45
東京医科歯科大学歯学部口腔保健学科口腔
保健工学専攻
Tel: 03-5803-5780
Fax: 03-5803-0237
E-mail: takahashi.bmoe@tmd.ac.jp