

## ドイツの歯科技工所と技工技術

田 端 恒 雄

明倫短期大学 名誉教授

## Dental Technological Laboratories and New Dental Laboratory Techniques in Germany

Tsuneo Tabata

Professor Emeritus, Meirin College

2001年5月、ドイツで2カ所の歯科技工所を訪問し、最近の歯料技工の現状を見る機会があった。いずれもドイツにおいては中規模の技工所と思われるが、清潔な作業環境、整備された設備、新しい技工技術などには学ぶべき点が多かった。日本と同じく、現在ドイツは経済的不況に苦しんでいるが、技工業の中堅経営者（歯科技工マイスター）は、新技術の導入に熱心で、その進取の姿勢には大いに感心させられるものがあった。今後の普及が予想される新技術と併せてこの点について報告したい。

キーワード：歯科技工所，歯科技工技術，ドイツ

Key words : Dental technological laboratory, Dental laboratory technique, Germany

## 1. はじめに

現在、日本の歯科技工業は長引く不況と医療費抑制の影響を受けて長い低迷に苦しんでいる。政治と経済に支配されるのは、ドイツの歯科技工業も変わりはない。かつてSPD（社会民主党）が福祉政策を実施して歯科サービスの範囲を大幅に拡大したとき、西ドイツの歯科技工業は空前の好況を迎え、各地に大規模な技工所が続出した。しかし、その後、政権がCDU（キリスト教民主同盟）に移るとともに、東西ドイツの統一に伴う莫大な財政負担によって、一転して景気の低迷、失業率の上昇、医療費の抑制、健康保険の歯科サービスの縮小等が起こり、技工所も大規模なものから中規模に移行しつつあると聞いていた。筆者は最近、技工所を訪問して、ドイツの技工業がどういう方向で今後の展望を切り開こうとしているのか、を知りたいと思った。そこで中規模の技工所に焦点を合わせて、2001年5月中旬、ドイツ中部の2カ所の歯科技工所の実情を見学した。

## 2. フランクフルト近郊のZen Line技工所

メイン河畔のフランクフルト（Frankfurt am Main）はもともと西ドイツの金融（銀行、保険業）の中心地として知られていたが、EU（ヨーロッパ連合）の誕生によってEU全体の金融を担う中心となり、高層ビルが林立する活気溢れる都市となっている。市の中心部から北東に15キロ程の閑静な小さな町Bruchköbelに訪ねる技工所 Zen Lineはあった（図1）。所長の



図1. ヘーゲンバルトさんの技工所は、この建物の3階全体を占めている。

Hegenbarthさんは、50歳とは見えない若々しいマイスターでシカゴの田中朝見氏のラボで修行し、日本にも講演で何回も来ている、日本通で自宅には茶室がある。ラボの名称も禅（ぜん）からつけたとのことであった。2002年10月、横浜で開催される日本国際歯科大会の技工シンポジウムの講師として招聘されているから、Hegenbarthさんは日本の技工界でも知られた、ドイツの歯科技工界を代表するマイスターの一人であろう



図2. 所長の歯科技工マイスター、ヘーゲンバルトさん。左側にあるのがプロセラのスキヤナーとデータ送信用のパソコン

(図2)。Zen Lineラボのスタッフはマイスター2名、技工士5名、秘書（受け付け）1名、計8名でドイツでは中規模のラボとのことである。ラボは建物の3階全部を使用していて、十分広く余裕があり、まだ使われていない部屋があった。感心したのは、新しく内装、設備されたラボ全体が明るく、よく清掃、整頓されて

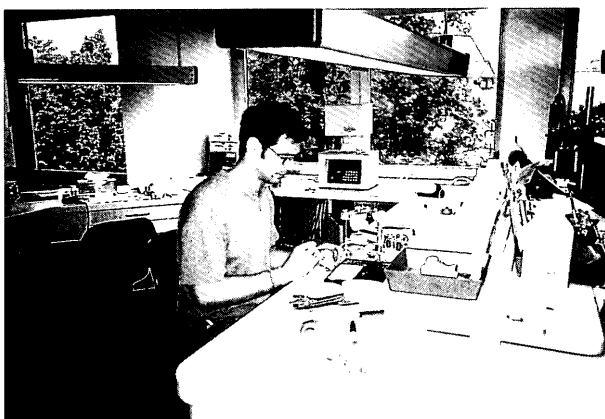


図3. ポーセレンの築盛をしているもう1人のマイスター。ラボはよく整頓され、清潔。窓の外の若葉が心地よい。

いることであった。(図3)。汚れやすい埋没、鋳造、研磨作業用の部屋の清掃が行き届いているのはご覧の通りである(図4)。ドイツでは綺麗ででの良い補綴

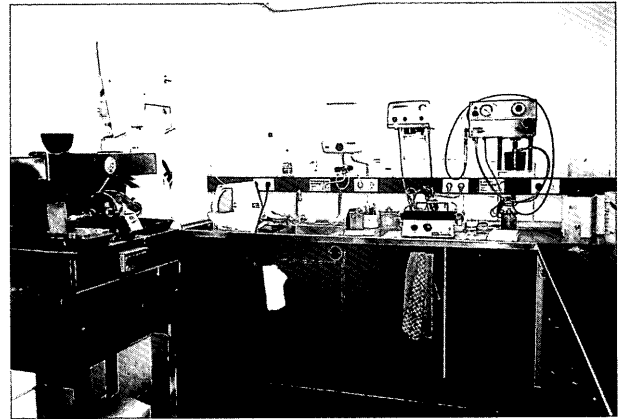


図4. 埋没、鋳造、研磨室。ここも清潔、整頓が行き届いている。

物をsauber（英語のsanitaryと同義）であるという。これはもともと清潔という意味である。ドイツ語ではキッチンとした仕事は清潔と表現され、技工（仕事）の真髄は技工室（仕事場）の清潔、整頓と切り離せないのである。技工室の清掃が行き届いているのは、次に訪ねたラボでも同じであった(図5)。

Hegenbarthさんが目下熱心なのは、日本にも紹介されている、CAD/CAM利用のメタルフリーのポーセレン・システムProceraである。これについては「新技術」の項でその詳細を改めて取り上げることとする。またこれに関連して、ポーセレン修復物の色調の測色装置による測定、分析にも熱心で、患者さんについて測色しているとのことであったが、装置改造のためメーカーに送ってあるとか、残念ながら装置の全体を見ることはできなかった。

技工士が患者さんを直接見て、修復物（クラウン、ブリッジ）の形態、色調を決めるやり方は審美的要求が強い北米ではすでに一般的となっているが、今回訪問した2つの技工所にも歯科の治療椅子が置かれ、行われていた。筆者の私見では、これは審美的修復物を製作するために必須であるばかりでなく、歯科技工士が歯科治療に参加する機会となり、治療グループの一員としての意欲を高める効果がきわめて大きいと考えられる。歯科技工業にとって重要な問題であるので、「まとめ」の項で再び取り上げたい。

### 3. ヴェルツブルクのEichel技工所

フランクフルトのZen Line技工所の次に訪ねた、ラボEichleはロマンチック街道の起点の古都Würzburgの旧市街の中心部でメインストリートに面し、前に有名な古い教会がある、古い建物の3階にあった。市の中心部は古都の町並み保存で規制されていて目立つ新建築は建てられない。ところが古びた外観の建物の狭い

階段を上った，3階にあるEichel技工所は，図5，図6に見られるように綺麗に内装され，近代的に設備されていた。

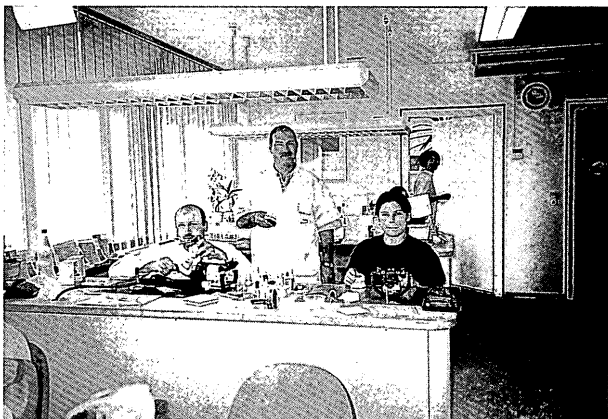


図5. ヴェルッブルクにある歯科技工マイスター，アイヒエルさん（写真中央）の技工所。従業員15名，やはり清潔で明るい。



図6. アイヒエル技工所のポーセレン室

Eichel技工所の広さはフランクフルトのZen Line技工所と同じくらいであったが，従業員数は15名でZen Lineよりひと回り大きいと思われた。所長の歯科技工マイスターのEichelさんは，Hegenbarthさん同様新しい技術の導入に熱心な50年配のマイスターであった（図5，8）。メタルフリーはIPS Empressのシステムを採用，レーザー溶接はチタンやコバルト・クロムの溶接に使われていた（図7）。電気メッキの原理を応用したGalvanoforming（日本では電鍍法と呼ばれている）は専らドイツで開発された新しい技工技術として注目されているが，Eichel技工所ではドイツのGramm Techniks社の装置GAMMAT 21Mが使われていた。サンプルとして見せられたテレスコープ・クラウンの外冠は滑るようになめらかに内冠に合い，適合精度がきわめて良いことを窺わせた。これについては「新技術」の項でProceraとともに改めて取り上げる。

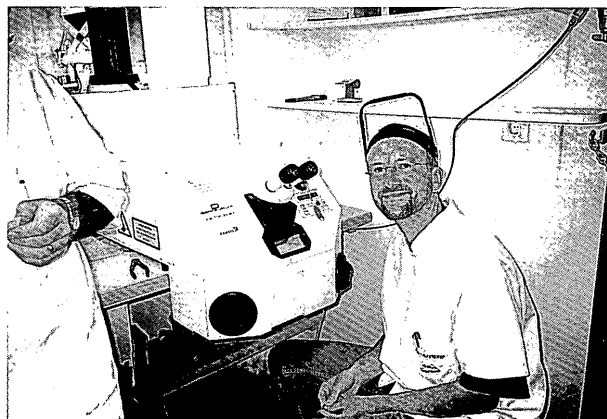


図7. レーザー溶接装置

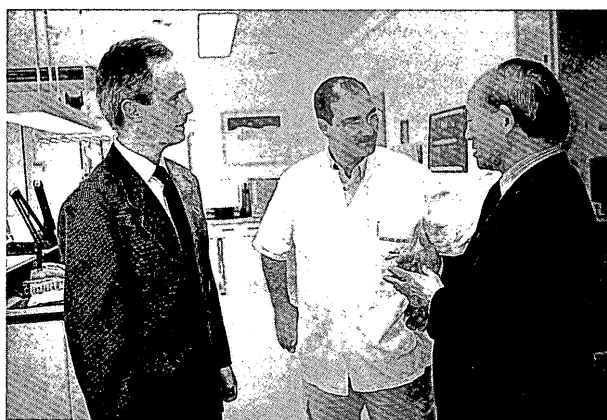


図8. 中央が所長アイヒエルさん，左側はヴェルッブルク大学補綴科のホルステ教授，右側は筆者

#### 4. 技工技術のレベル，労働時間，技工料金，技工士の養成制度など

##### 1) 技工技術のレベル

今回訪問した両技工所ともいわゆるオールラウンドの技工を行い，ポーセレン技工に特化している技工所ではなかった。筆者もすべての技工物を見たわけではないので全休の厳密な評価は難しい。専門家の目を通しての印象と思って頂ければ有難い。

咬合器はすべて半調節性の咬合器が使われていた（Zen Line技工所ではSAMの咬合器，Eichel技工所ではKaVoのProtar咬合器）。技工所で見られた印象材はシリコーン印象材であった。ヨーロッパに普及しているEspe社の印象材であろう。ドイツでは歯科医から技工所に模型ではなく，印象が送られるので経時的安定性が高い印象材が選ばれるという事情がある。ポーセレン作業は丁寧な仕事ぶりが眼についた（図3，6）。Hegenbarthさんが見せてくれたポーセレン・クラウンの形態，色調はともに実に見事なものであったが，これについては後のProcera Systemの紹介に譲る。

Eichelsさんのラボでは硬質レジンの前装材も活用されていた。テレスコープ・クラウン（コーヌスクローネ）の症例が多いせいかもしれない。電鍍法の導入もテレスコープへの応用を狙ってのことのようである。

## 2) 技工士の労働時間

後で触れるが、ドイツではマイスターでなければラボを経営することはできない。マイスターでなければ同業組合（ギルド）のメンバー（経営者）になれず、徒弟（弟子）を養成することもできない。技術を要求される職業、例えば時計、宝飾、眼鏡、楽器、精肉（ハム、ソーセージの製造）、パン、ケーキの製造などでも同じである。経営者のマイスター以外のスタッフは従業員（修行中の若い歯科技工マイスターや技工士）と技工士を目指して実務を学んでいる徒弟も含まれている。事業所によって多少の差があるかもしれないが、従業員の労働時間は、Hegenbarthさんのラボでは、週40時間（週休2日、拘束8時間）であった。ちなみに経営者の彼自身はもっと長時間働くとのことである。

## 3) 技工料金

ドイツでは技工料金の算定は行った技工作業ごと、たとえば個人トレーの作製、作業模型の作製、咬合床の作製等々すべての工程が加算されて義歯の技工料が出るシステムになっている。したがってケースごとに技工料の請求額が異なる場合がある。構造の多様な部分床義歯などでは当然のことと思われる。Zen Lineラボで聞いた以下の技工料金も概略の料金と考えて頂きたい。ご存じのようにドイツの通貨は現在ユーロであるが、訪問時はまだマルクであったので、ここではマルクで示し、参考までに括弧のなかに円換算（概算）を併記しておく。

メタルポンド・クラウン	350DM (¥21,000)
オールセラミック・クラウン	550DM (¥33,000)
全部床義歯、上下顎1組約	1,000DM (¥60,000)
インプラント上部構造（大型）	25,000DM (¥150万)

上記は純粹の技工料で材料費（金合金代）は別である。

## 4) 技工士の養成制度

すべての手工業にマイスター制度を敷いているドイツ伝統の徒弟養成制度は中世の同業組合（ギルド）に根ざしている。技工士の養成も基本的には、このような古い伝統に従って、きわめて独特である。筆者は本誌第2巻の総説「各国における歯科技工士教育について」<sup>1)</sup>の中で「ドイツにおける歯科技工士教育」として取り上げたが、基本となる教育制度とあわせて日本の養成制度とは違いが大きく分かりにくいと思われる。

説明が煩雑な嫌いはあるが、ドイツの教育制度の概要を述べ、これと併せて技工士制度について説明することとする。

日本の教育制度は、6334、すなわち6年間の小学校、3年間の中学校の義務教育の上に3年間の高校、4年間の大学が乗る一本道である。これがドイツでは二本道になっている。日本の小学校にあたる4年間の基礎学校、5年間の基幹学校、ここまでが義務教育で9年間は日本と同じである。卒業時の年齢は15歳前後で卒業生はほとんど実業に就く。歯科技工士の志望者も大体基幹学校の卒業生と考えてよい。高等教育（大学）に進むことを考えている者は基礎学校の後、9年制の高等学校（ギムナジウム）に入り、さらに大学に進む。希望大学に入れるかどうか、は入学試験ではなく高校修了時の卒業試験Abiturの成績による。したがって大学教育を受けたい者はギムナジウムに入らなければならない。つまりドイツでは、実業を目指す人は基幹学校に入り、大学に入りたい人は高等学校（ギムナジウム）に進むという二本道である。

ところで歯科技工士の志望者は、技工所に徒弟（見習い）として勤めてマイスターの指導下に技工の実地を学びながら週1、2日、職業学校に通って技工士コースで技工に必要な理論を3年間勉強する。技工所コースを修了した時点で実地成績と併せて学説試験に合格すると歯科技工手工業組合から技工士の資格の認定をうけることができる。歯科技工マイスターとなるためには、勤務技工士（職人）として3年以上の実務経験を積んだ上で職業学校の歯科技工マイスター・コースに入って1年間、集中的に技工理論と技工技術を学ばなければならない。この1年間は修学のためのローンはあるものの技工士の収入はないので学生の経済的負担はかなり大きい。結婚し、家族を持っている学生もいるのでこの1年間の生活は大変であろうと想像される。その上、ドイツの大学では、授業料は原則無料であるが、職業（実業）学校は無料ではない。マイスター・コース1年間の学費は、授業料、実習器具費、材料費（金合金代）など約60万円が必要である。以上のようなコースを経てマイスターの資格を得てラボの開業権を持つようになるのであるが、年齢的には最も若いマイスターでも25、6歳になる。これは大体、歯学部卒業生と同年齢である。単純な計算では、24歳くらいで資格取得が可能であるが、ドイツには、2年間の兵役義務があることを忘れてはならない。マイスターになると勤務技工士としても待遇は普通の技工士（上に記した職人）より一段と良くなる。ラボの経

営者となればそれ以上であることは言うまでもない。

欧州各国では、ドイツの歯科技工技術のレベルが高いことが認められている。歯科技工マイスター (Zahntechnikermeister, ZTM) の資格を取得するためには、1年間の歯科技工マイスター・コースを修了し、厳しいマイスター試験に合格しなければならない。技工技術の達成度を判定するための課題作品、Meisterstück (英語のmasterpiece, 傑作の意味はここから来ている) に見られる技術レベルはきわめて高く見事である。ドイツの歯科技工技術を支えている柱が伝統のマイスター制度にあると言っても過言ではない。

## 5. 新しい技工技術

今回、訪問した二つのラボには、オールラウンドの技工に対応できる新しい設備が充実していた (図3, 4, 6)。そのうち日本にこれから普及すると考えられるプロセラ・システムと電鋳法の二つを紹介する。

### 1) Procera System

CAD/CAMを利用したメタルフリーのセラミッククラウンでProcera AllCeramとして1993年、スウェーデンのノーベル・バイオケア社によって開発された。<sup>2)</sup>

この技術の概要を説明すると、(1)ラボで作製した歯型を接触式のスキャナーでスキャンする。図2でヘーゲンバルトさんの左にあるのがプロセラ・システムのスキャナーとデータ送信用パソコンである。(2)スキャンニング・データをセンターに送信する。(3)データに従ってセンターでアルミナコアの焼成収縮 (15-20%) を補償するため原歯型より僅かに大きい耐火模型を作製する。(4)耐火模型上で高圧成形して高純度アルミナ・コアを焼成する。(5)ラボに返送された、アルミナ・コアにポーセレンを築盛、焼成してクラウンを完成する。

プロセラ・システムの特長を挙げると、(1)クラウンの耐久性を高めるため、強度の大きいコアを利用する点はイボクラール社のEmpressやビタ社のIn-Ceramと同じであるが、コアの作製をワークステーションの厳密な技術管理下で行い、できるだけ強度のバラツキを抑えようとしていること。(2)アルミナコア上に盛り上げるポーセレンは指定の製品を使うことが原則とされているが、現状、技工士によって各社の製品が試みられているようである。審美的クラウンを作製するため、技工士の技量、経験が活用できる点はエンプレス、インセラムと同じで本法の大きな長所と考えられる。筆者がZen Lineラボで見た、歯科技工マイスター

Hegenbarthさん作製のプロセラ・クラウンは形態、色調とも実に見事なものであった。

問題点として考えられるのは、(1)すでに述べたように本法では、アルミナ・コアをセンターで集中製作している。これはコアの均質性を保ち、強度のバラツキを防ぐには有効と考えられる。類似の構造を選んでいるエンプレスやインセラムでは、コアの製作は個々の技工士に任されている。必然的にコアの均質性を保つのは難しい。センター製作によってこの問題を解決しようとしたのが本法である。反面、これが広い地域への普及を阻む原因ともなっているようである。またコアの適合が甘い (緩い) という批判もある。今後、解決されるべき問題の一つである。(2)プロセラ・システムはスウェーデンのノーベル・バイオケア社によって開発された。ブローネマルク・システムのインプラントで知られた会社であるが、普及、宣伝に大変積極的でドイツを中心としてヨーロッパではかなりの普及をみているらしい。同社の社員によれば、スキャンニング・データの受信から1週間以内に完成したコアを届けられるといていたが、ワークステーションが設置されていない地域、例えば日本では、これは不可能であろう。これも今後に残された問題である。メタルフリー・レストレーション (オールセラミック・クラウン) の重大な弱点の一つは強度にある。ある材料についての臨床調査で装着したインレー、クラウンの50%以上が数年以内に破損したという報告もある。<sup>4)</sup> プロセラの臨床成績については、41名の患者に装着された71個のクラウンを調査して、5年後の累積生存率が97.7%、10年後が93.5%であった、という報告がある。<sup>3)</sup> オールセラミック・クラウンをメタルボンドと比較するうえで注意しなければいけないのは、メタルボンドでのポーセレン破損が直ちにクラウン全体の破損とはならないのにオールセラミックでは完全な失敗となるということである。

### 2) 電鋳法

すでに述べたように電鋳法は、電気メッキの原理を応用してインレー、クラウン、ブリッジ、テレスコープ・クラウン、インプラント上部構造などを製作する技術である。Galvanoforming (ドイツ語) あるいはelectroforming (英語) と呼ばれ、日本語では電鋳法の訳が当てられている。

歯科での電気メッキの使用は金属床義歯やクラウンの金メッキが古くから知られていたが、クラウン・ブリッジの領域では間接法の初期に銅あるいは銀による電気メッキ歯型の製作が試みられている。これらは丈

夫で寸法精度の良い歯型の製作を目的とするものであった。しかし、製作に時間がかかることと原寸法より小さい歯型となることで行われなくなった。

文献によれば、1986年に最初の技工用電鑄システムが開発され、インレー、クラウン、テレスコープ・クラウンなどの製作に使用されたとのことである。<sup>5)</sup> 現在、ドイツでは5社から電鑄用の装置が市販されていて、歯科技工への応用が試みられている。このことから電鑄法はドイツ独自の技術と言ってよいであろう。

ところでこういう電鑄法は新技工技術としてどういう特長を持っているのであろうか。(1)現在、歯科で通法とされている鑄造法はほぼ完成の域に達しているが、鑄造歪みによる鑄造体の微小な狂いは避けることができない。電鑄法ではこの歪みの影響を受けないのでより良好な適合が得られる可能性がある。テレスコープ・クラウンの製作に応用されているのは、こういう長所によると考えられる。筆者が訪問したヴェルツブルクのEichel技工所で見た、電鑄法により製作されたテレスコープ・クラウンの外冠の適合は実にスムーズであった。ドイツで部分床義歯の維持装置にテレスコープ・クラウンが多用されているのも普及の一因かも知れない。(2)鑄造体を連結する鑲着法あるいはワンピース・キャスト法による誤差は、通常の補綴物では一応許容されている。しかし、天然歯列より一段高い精度が要求される、インプラントの上部構造では、電鑄法によってより良好な適合が得られる可能性が期待できる。鑄造にせよ鑲着にせよ高温作業に伴って生じる寸法誤差を常温作業の電鑄法では防止できるというのである。

電鑄法は技工技術としては発展途上にあると言って良いだろう。工夫、考案によって今後、解決されるかも知れないが、現状、本法には、次のような幾つかの問題がある、と筆者は考えている。

(1)電鑄法で形成されるのは純金である。従って硬さ、曲げ強さ、引っ張り強さなどは小さい。テレスコープの外冠は、内面が磨耗して適合が緩くなる、また、ブリッジのボンティックは咬合力に負けて変形するなどが起こりうると思われされる。後者の解決法として負荷が掛かる部分を鑄造法で作って電鑄法の部分と組み合わせること（ハイブリッド構造と呼ばれている）が行われている。

(2)欠陥の無いクラウンを電鑄法で作製するノウハウがすべて明らかになっているとはいえない。<sup>7)</sup>つまり現状ではまだ技術的安定性に問題あり、と思われる。時間が掛かるのも問題であろう。GAMMATでクラ

ウンを形成する所要時間は約6時間である。<sup>5)</sup>さらにこれに歯型の準備に要する時間が加わるから作業能力が良いとは決して言えない。

この他問題と思われる項目を挙げると、金の回収法、装置の価格、ランニング・コスト、ポーセレン、硬質レジンなど前装材との接着法などがある。

## 6. おわりに

ドイツの歯科技工業の現状を見るため、筆者は2001年5月、2カ所の中規模技工所を訪問した。その見聞をまとめ、ここまで技工技術のレベル、労働時間、技工料金、技工士の養成制度、新しい技工技術などについて述べてきた。

筆者はこの小論のまとめとして二つのことを特に挙げておきたい。その一つは、今回会った二人の歯科技工マイスターについてである。中堅、働き盛りのマイスターは、お二人とも新しい技術の導入、ラボの経営にきわめて熱心かつ精力的であった。日本と同じく長い不況に苦しむドイツであるが、ラボの経営者、指導者として些かも沈滞の気配は感じられず、積極的な姿勢が強く印象に残った。もう一つは、二つのラボとも歯科医から送られた（患者さんが自発的な場合もあると思われる）患者さんを見て、歯の形態、色調、排列などを決めるシステムを採用していた点である。すでに述べたようにカナダ、アメリカなど北米では一般的に行われていて、審美修復に不可欠なことで受け止められているが、歯科技工士が歯科治療グループの一員であるとの意識を高めるためにきわめて重要と考えられる。通常、技工士には自分が製作した補綴物が患者さんの口腔に入ってちゃんと機能する状態を確認する機会がない。歯科医を介して間接的に教えられただけで医療グループの重要な一員といわれても、実際にはモチベーションを高めにくい職種である。まさに縁の下の力持ち的な職業と言えるのではないだろうか。同じcodental memberであってもチェアーサイドで働く歯科衛生士が患者さんの反応から職業意識を高めることができるのと大きく異なっている。審美修復を行うとき歯科医が院内技工士にチェアーサイドに同席することを求め、また修復終了時に結果を見てもらうことなどは日本でも日常的に行われているところである。現在はお法律上の疑義があるかもしれないが、一般のラボや歯科診療所でも必要な行為として是非とも実施していただきたいものである。

稿を終るにあたり、今回のラボ訪問に一方ならぬご援助、ご協力をいただいたモリタ・ヨーロッパ社の

杉山 学氏, Würzburg大学保存科Klaiber教授, 同補綴科Holste教授に心から御礼申し上げたい.

#### 文 献

- 1) 田端 恒雄: 各国における歯科技工士教育について. 明倫歯誌, **2**(1): 1-8, 1999
- 2) Hegenbarth, E. A.: 単独インプラント上のオールセラミック上部構造製作におけるProcera-CAD/CAMシステムの利用. QDT, **22**: 1552-1567, 1997
- 3) Ödman, P. und Andersson, B.: Procera AllCeramクラウンの予後に関する研究. QDT, **27**: 775-779, 2002
- 4) 萩原 治, 金子 一芳, 行田 良隆: 「新しいラミックスへの期待と瑤鉄」 そのご, 歯界展望, **91**: 127-135, 1998
- 5) Kramprich, M.: 電铸システム—ドイツの市販メーカーへのアンケートによる最新展望 (2001年2月現在). QDT, **26**: 926-944, 2001
- 6) 山本 尚吾他: Gammatシステムの臨床応用 (前半) —エレクトロフォーミングの可能性から臨床技工を考える〈ORO ENERO〉—. QDT, **26**: 1358-1371, 2001
- 7) 山本 尚吾他: Gammatシステムの臨床応用 (後半) —インプラント上部構造への応用〈ORO ENERO〉. QDT, **26**: 1490-1505, 2001