

# デジタルものづくりによる産業の構造的変化

## —先進的な歯科技工所のイノベーションを題材に—

松下 隆

### 要約

3次元CAD/CAM等をものづくりの上流段階で活用するデジタルものづくりでの動きが工業界のみならず歯科技工所にも大きなイノベーションをもたらし、工程の流れ、歯科補綴物の製作方法、技工所の存続面などに大きな構造的変化をもたらしている。この変化の背景として、歯科技工士数の減少と高齢化社会での歯科補綴物の需要増加、医療財政投資額の抑制、材料価格の高騰など社会構造の変化が挙げられる。こうした社会構造変化の影響を強く受ける本歯科技工業界では、歯科技工所では従来からの伝統的なワックスを盛付けて歯科補綴物を製作する「Conventional: コンベンショナル」な工法と歯科用3次元CAD/CAM、3次元スキャナ等を駆使した「Innovative: イノベティブ」な工法について、イノベティブな工法の普及について政策的な誘導が実施されるなど急速な構造的変化が起こっている。

本稿では、構造変化が進む歯科技工所での工法と普及理論に関して先行研究を踏まえ、規制の強い業界における政策的誘導の効果について確認した。また、コンベンショナル工法とイノベティブ工法を比較し、特徴と課題を考察した結果から、一つに、デジタルツールの活用による一個づくりの歯科補綴物製作には、他業界である工業界におけるカスタム化への対応に参照できる部分が多いことが解り、工業界と歯科技工界でのカスタム化対応について相互に情報交換をし、積極的に学び合う必要性が重要である。二つに、政策的なインセンティブにより誘導策を講じることで、イノベーションの普及が進展するというイノベーションと政策的誘導との関連性について示唆を得た。

### 目次

1. はじめに
2. 先行調査研究で明らかなこと
3. 歯科技工業界の現状と課題
4. デジタルものづくり導入で変化する工法の比較
5. 政策的誘導策と普及状況、現状と課題
6. おわりに

#### 1. はじめに

入れ歯や歯の被せ、いわゆる歯科補綴物を製作するのが歯科技工所である。高齢化社会を迎え歯科補綴物の需要は右肩上がりにあるが、歯科技工所で高い技術を発揮し歯科補綴物を製作する歯科技工士は減少傾向である。全て一個づくりの歯科補綴物の製作は、歯科技工士の丁寧さとその技術に支えられ非常に手間がかかり、高まる需要と効率性を飛躍的に高められない供給事情から、需給のアンバランスが生じ始めている。また、材料である金やパラジウムなどの価格は高騰していることから、政府は国内の医療財政面からそれら材料の使用料の抑制と歩留まり向上を目指す。

こうした背景のもと、工業界に普及する3次元CAD/CAM等デジタルものづくりのツールが本業界に普及し、需給のアンバランスの解決策として注目され始めた。本稿では従来からの伝統的なワックスを盛付けて歯科補綴物を製作する「コンベンショナル」な工法と歯科用3次元CAD/CAMや3次元スキャナ等を駆使した「イノベティブ」な工法の工程を比較し、技術の効率化を通じた一個づくりへの対応についてみていく。この変化は工業界において今後さらに加速するとみられるカスタム化への対応のヒントになろう。

また、歯科技工業界において急速に普及するデジタルものづくりは、政府の政策的誘導によってなかば強引に進められ進展していることも詳述する。この分析を通じて、政策的誘導によるイノベーション普及の実態と課題が浮き彫りとなる。

本稿での「デジタルものづくり」<sup>1)</sup>とは、歯科技工物の製作における設計段階で、デジタルツールである歯科用3次元CAD (computer-aided design), CAM (computer-aided manufacturing), CAE (computer-aided engineering), 3次元スキャナなどを活用し、生産性向上、納期短縮、付加価値向上に寄与するイノベーショ

ンと定義する。

また、技術イノベーションの普及にはいくつかのパターンが考えられる。1. 業界のリーディングカンパニーなどが関連企業に技術・工法を指定しデフォルト化するパターン（「業界リード型」）、2. 政府による法律改正や規制などによる政策的誘導によるパターン（「政策的誘導型」）があるが、本稿では「2.政策的誘導型」に着目する。

## 2. 先行調査研究で明らかなこと

### 2.1 イノベーション普及に関する先行研究

普及理論について体系化した Everett M. Rogers (2007) は、イノベーションの普及については政府機関や業界団体における強制力による意思決定が最も強く影響すると分析する。1. 個人（任意なイノベーション決定）、2. 業界の構成員（集成的なイノベーション決定）、3. 政府機関や業界団体（権限に基づくイノベーション決定）の3つのセクターに分類し、航空機における禁煙化への方策を例に挙げる<sup>2)</sup>。その結果、「権限に基づくイノベーション決定の方がユーザー等にイノベーションが採用される速度は相当に速くなる」のである。

また、清川（1995）は、普及促進要因について研究し、3つの要因に1. 社会経済的制度、2. 組織、3. 情報の伝播を挙げた。1.社会経済的制度とは、特許等の知的財産権制度などにより、発明等の情報は広く伝播し、イノベーションを促進させる。また、政府はイノベーション普及政策として、補助金、助成金などの資金支援や税制優遇や医療保険適用などの傾斜優遇（各種インセンティブ）による方策を採る。「インセンティブはイノベーションの普及速度を加速させる」（Rogers (2007), p.175）のである。

このようにこれまで普及理論ではイノベーションを普及させるには、政府機関等の政策的な姿勢や規制等が強い影響力を有することを明らかにしている。本稿では、歯科技工業界における政策的誘導のケースを採り上げ普及理論の枠組みから分析する。

### 2.2 歯科技工業の技術イノベーションに関する先行研究

歯科用3次元CAD/CAM導入によるイノベーションについては、2004年の歯科用3次元CAD/CAM導入、2014年のCAD/CAM冠の保険適応に際して関心が高まり、関連する論文は多数発表されている。

田中・馬場(2017)は、補綴歯科治療についてデジタル化の流れを俯瞰し、現在と将来の動きを考察している。現在のコンベンショナルな工法（弾性印象材、石膏模型、ワックスアップ（+デザイン、調整）、埋没、鋳造）による方法は工程が多く、埋没材（石膏）の硬化膨張、鋳造物（金属）収縮での寸法変化など課題が多い。そのため、海外では主流となりつつあるイノベーティブな工法（口腔内スキャンデータ、デザイン、切削加工）によれば、上記課題等は解消されるとする。

間瀬・藤原(2015)は、自動車でのデジタル化工法を設計開発した手法を歯科技工業において応用させることで大きなイノベーションを果たせるとする。時系列データを保存し、症例について定量的比較し、現在と過去のデータをかさね合わせて病変の様子を分析するなどデータベースの活用方法等を提案する。

新谷他（2017）は、大学歯学部立場からCAD/CAM冠の技術的な研究を行い、それが導入される背景と実情データについても詳細なまとめを行った。

有限会社デンタル・ラボラトリー代表取締役の木村（2014）は、千葉県松戸市で1984年歯科技工業所を開業し、2005年に歯科用3次元CAD/CAMシステム導入で実績を積んでいる。海外の実態も視察などにより分析を進め、デジタル化によって将来の歯科技工業の方向を具体的に示唆していることが意義深い。

### 2.3 本稿と先行調査研究との位置づけ

このように、歯科技工業でのイノベーションに関して、その工法の現状と課題、将来性についてかなりの調査研究蓄積がされている。ただ、イノベーション理論の普及についての政策的誘導の状況とその現状に関して蓄積は少ない。また、工業界と歯科技工業界のデジタルものづくりについて相互の関連性や特徴を比較分析し、課題解決を志向したものはみられない。

## 3. 歯科技工業界の現状と課題

### 3.1 歯科業界での考察対象

歯科業界は、医療行為を行う「歯科医院」、歯科医療に必要な入れ歯など歯科補綴物<sup>3)</sup>を歯科医の指示により製作する「歯科技工業所」、もしくは「歯科医院内の技工部門」で構成される。そして、歯科医院には代表となる歯科医師<sup>4)</sup>、歯科技工業所等には歯科技工士<sup>5)</sup>というそれぞれの国家資格保有者が基幹業務を担っている。

本稿では、歯科技工所、および歯科技工士（歯科医院内で勤務する歯科技工士を除く）を考察対象とする。

### 3.2 なり手不足の歯科技工士

歯科技工士は、「歯科医療の一端を担う医療技術専門職」である。歯科医師の指示書に従って、入れ歯、歯の被せ物、歯の詰め物、矯正装置など「歯科補綴物」の作成や加工、修理を行う。高度な精密技工技術とともに、患者ごとに異なる歯の色や形を把握する繊細な審美感覚が求められる仕事（公益社団法人日本歯科技工士会 Web サイト）を担う者である。

歯科技工士になるには、歯科技工士教育機関で学習・実習を経て、全国統一で実施される歯科技工士国家試験に合格した者が、厚生労働大臣の指定する登録機関に申請、歯科技工士名簿での登録を要する。専門性の高い職業であり、手先の器用のみならず、正確な造形技術が必要で<sup>6)</sup>、職人的な専門性の強い職業である。

高度専門職として社会的な意義は高い一方、歯科技工士のなり手は少なく、将来超高齢化社会を迎えるにあたり、歯科補綴物<sup>7)</sup>の需要が高まる一方で、歯科技工士の不足が顕著な課題である。

### 3.3 極めて小規模性の高い歯科技工所

歯科技工所の経営規模は、日本全国の歯科技工所のなかで「1人」技工所が全体の77%を占め、5人未満が全国で95.6%、大阪府で92.0%と非常に小規模性が強い（表3.1）。

表 3.1 歯科技工士数別の歯科技工所数

全国	技工所数		割合	大阪府	
	技工所数	割合		技工所数	割合
1人	16,091	77.0%	796	70.8%	
2人	2,564	12.2%	149	13.3%	
3人	852	4.1%	57	5.1%	
4人	463	2.2%	32	2.8%	
5~9人	693	3.3%	61	5.4%	
10~19人	157	0.8%	20	1.8%	
20人以上	86	0.4%	9	0.8%	
総数	20,906	100.0%	1,124	100.0%	

（出所）厚生労働省「平成28年度 衛生行政報告例」

ただ、大阪府は5人以上で組織する技工所の割合が全国よりも高いことから、府内の技工所は全国よりも

やや規模が大きいことがわかる。

### 3.4 歯科補綴物の材料と製造方法

歯科技工所は、歯科医院からのオーダーによって製作が開始される。歯科補綴物が製作され、患者に処置されるまでの流れを整理する。多くの歯科技工所が行うアナログ技術主体のコンベンショナルな工法とデジタルツールによるイノベティブな工法を比較する。

歯科補綴物の製造とその工法を一覧で図示した（表3.2）。なお、クラウンとは歯の被せ物であり、デンチャーとは歯をつなぐ構造物のことをいう。

表 3.2 歯科補綴物の材料と製造方法一覧

	クラウン		デンチャー	
	コンベンショナル工法	イノベティブ工法	コンベンショナル工法	イノベティブ工法
金合金 (金、銀、パラジウム)	・ 鋳造 (ロストワックス)	—	・ 鋳造 (ロストワックスは手加工)	・ 鋳造 (AM造形でロストワックス製作)
チタン、コバルト	・ 鋳造 (ロストワックス)	・ 金属AM造形 (チタンなど)	・ 鋳造 (ロストワックスは手加工)	—
樹脂 (レジン、硬質レジンなど含む)	・ ワックス手盛	・ 歯科用3次元CAD/CAMデータによる切削で製作	・ ワックス手盛	—
		・ 歯科用3次元CAD/CAMデータによるCAD/CAM冠切削で製作(部位の限定あり)		
セラミックス	・ 手盛 ・ 鋳造 ・ 切削	・ 歯科用3次元CAD/CAMデータによる切削で製作	—	—

本稿での考察範囲

（注1）新加工法：歯科用3次元CAD/CAM、卓上切削加工機、スキャナなどデジタルツールを使用した加工

（注2）セラミックス：ポーセレン、ジルコニアなど

（注3）ワックスとは手作業による歯を形成する材料、ロストワックスとは鋳造用の入れ子であり金属と置換する

（出所）筆者作成による

表 3.2 に示すように、歯科補綴物は元の歯に被せて固定するクラウン（冠）と失った歯を構成するために金属等の支持プレートに人工歯を載せるデンチャー（いわゆる、「入れ歯」）と大きく分類される。さらに、その材質は、金合金、樹脂、セラミックに分けられる。材質について必要な機能は硬度、耐久性、加えて歯に近い見た目（審美性）などである。

2 つの技工物の分類、材質の分類に加えて、本稿では歯科技工士が従来から行う技工法でワックスを手作業で盛付けて技工するコンベンショナルな工法とスキャナや歯科用 3 次元 CAD/CAM、卓上切削加工機や AM（Additive Manufacturing, CAD データ等から直接金属粉末等をレーザー等で焼結させ造形する工法、3D プリンタに代表される）機を駆使したイノベーティブな工法に分類した。本稿では、イノベーティブな工法の中でもクラウンを樹脂にて歯科用 3 次元 CAD/CAM 活用による技工、および、CAD/CAM 冠に限って考察する。

#### 4. デジタルものづくり導入で変化する工法の比較

##### 4.1 コンベンショナルな工法の特徴と課題（図 4.1）

クラウン（樹脂：手盛、切削）の製作工程は、1. 歯科医が患者の治療部位の歯形をシリコン等で採取（印象）し、それを石膏等へ転写する。2. その石膏歯型を技工所まで輸送、3. 石膏歯型を元に歯科技工士が補綴物を設計、及び、設計した補綴物を樹脂、金属にて製作（切削、もしくは金属鑄造が主体）、4. 技工物を咬合器にセットし、噛み合わせ確認、修正加工及び点検・仕上げ、歯科医院に輸送、4. 歯科医が患者に施術する。




コンベンショナルな工法での長所は歯科技工士が歯科技工士学校等で習得した技工法を基礎に技工を行えること、多くの歯科技工士が対応可能なこと（つまり、急ぎや過密なときでも対応可能）、設備が簡易・少額で対応可能であることなどスタンダードな方法である。

ただ、課題として、1. 歯科医での印象採得から石膏型への転写時、および石膏型輸送時の変形による工程の上流段階での「精度不安定」、2. 歯科技工士が替わると同じものが製作しにくい「再現性の低下」、3. 製作に多くの手作業が介在し「時間を要する」こと、4. 歯科医での施術時に修正が発生した際の原因究明のトレーサビリティが技工所側で保証しにくいこと、加えて、コスト負担の問題などであり、他の歯科技工所からも「修正作業はつきものであるが、そのコスト負

担を技工所側で抱えると利益が薄くなることが多い」との意見が聞かれる。

こうした課題を克服すべく、イノベーティブ工法に注目が寄せられている。

図 4.1 歯科補綴物の製作工程（コンベンショナル）

<p>工程) 歯科医</p> <p>1. 歯科医での型取り 歯科医で患者から採った歯の石膏型</p>	 <p>印象材</p> <p>石膏型</p>
<p>工程) 歯科技工所</p>	
<p>2. 型の輸送 石膏型を輸送、温度などの影響</p>	
<p>3. 型を見ながら設計、製作 石膏型から手作業にて補綴物を設計、製作</p>	 <p>インスルメント、ワックス</p>
<p>4. 組合せ、点検 噛み合わせなど確認</p>	 <p>咬合器</p>
<p>工程) 歯科医</p>	
<p>5. 歯科医での施術 歯科医での微調整が必須</p>	

（出所）写真は株式会社デンタルスタジオにて撮影、説明等は筆者作成





##### ○イノベーティブな工法の特徴と課題（図 4.2）


歯科医での印象採得および石膏型までは従来加工法と同じである。しかし、石膏型を歯科技工所に運んですぐに技工所内スキャナでデータ化を行う。将来、歯科医が口腔内スキャンを導入すれば、石膏型への転写をせずに完全デジタルデータでの転送ができるが、ま

だ口腔内スキャナが歯科医に普及していないことから、実現には少し時間を要するとみられる<sup>8)</sup>。

石膏型を技工所側のスキャナで3次元データ化し、そのデータを歯科用3次元CADに取り込み、ソフトウェア画面で補綴物の設計を行う。次にCADデータを卓上切削加工機指示用のCAMデータに変換、卓上切削加工機にて樹脂、またはCAD/CAM冠を削り出す（ここでの樹脂とは、樹脂材料を卓上切削加工機で加工可能な円形ディスク状またはクラウンに近い形状のものであり、CAD/CAM冠は卓上切削加工機の支持部分である金属に直方体の樹脂が接着されたものをいう）。

図 4.2 歯科補綴物の製作工程（イノベティブ）

工程) 歯科医	
1. 歯科医での型取り 歯科医で患者から採った歯の石膏型	コンベンショナルな方法と同じ 将来的には、口腔内スキャナが普及するか？
工程) 歯科技工所	
2. 型の輸送 型を輸送する、温度などの影響	スキャナデータ転送の場合は変形に影響なし
3. データの取得 歯科医で患者から採った歯の石膏型をスキャナでデータ化（CAD/CAMデータに）	
4. データの調整及び設計 歯科技工士がデータを変更し、施工データを作成する	 CAD画面  咬合シミュレーション
5. 切削機で部材から加工 削り出し	 卓上切削機

6. 加工物を点検する サイドスキャンでデータと照合するかは、技工所の方針による	
工程) 歯科医	
7. 歯科医での施術 歯科医での微調整は、従来加工法よりも最小限を目指す	

（出所）写真は株式会社デンタルスタジオにて撮影，説明等は筆者作成

現状でのイノベティブな工法の課題は、歯科医が最初に取得する印象が石膏へ転写する段階でその加工温度による収縮と膨張を経て精度が安定しないことである。その結果、工程の上流での精度ブレは技工物が仕上がり、再度歯科医を通じて患者へ施術する際に再度調整が必要となる。口腔内への装着は数ミクロン単位でも違和感がでる可能性が高く、最初の印象採得時での精度の不安定さが、大きく影響すると考えられている。そうした場合の加工内容のトレーサビリティやコスト負担が技工所へ負荷されることが多く、技工所では利益圧迫の大きな要因となっている。

デジタルツールによるものづくりが完遂するには、歯科医の印象採得時点からの完全デジタル化が必要であり、実現できれば、印象材の変形等による精度の不安定さや印象の移動時間、トレーサビリティデータの不足、再調整や作り直しによる利益の圧迫、加えて歯科技工士不足による急ぎ案件への対応など様々な課題を解消できる。

特に、経験の少ない若い歯科技工士が短期間に主たる工程を担えるようにするためには、CAD/CAMシステムなどで技工物の加工実績を蓄積し、それらをデータベース化し、レファレンスを容易に、または加工のテンプレート化など作業工程の中から標準化できる部分をツールにて代替させる解決策、つまり工業界で取り入れられているデジタルものづくりの様々なアプローチ<sup>9)</sup>を試行する必要がある。

## 5. 政策的誘導策と普及状況、現状と課題

### 5.1 歯科用3次元CAD/CAMの普及状況

公益社団法人日本歯科技工士会が実施した「歯科用3次元CAD/CAMによる補綴物製作について」のアンケート

ート結果では、2012 年調査よりも 2015 年調査では、CAD/CAM により「作成している」との回答割合が増加し、歯科用 3 次元 CAD/CAM による技工の普及が進んでいることがわかる。また、個人事業者では、「作成していない」との回答が 70%を超える一方、法人事業者では「作成している」が過半数を超えることから、経営規模の格差が生じている。この要因は、歯科用 3 次元 CAD/CAM ソフト、卓上切削加工機等の導入コストが数百万円に及び、個人事業者の技工所では資金面の負担が重いことから導入に至りにくいと考えられる。

表 5.1 経営形態別の歯科用 3 次元 CAD/CAM による  
歯科補綴物作成数

		n	作成して いる	作成して いない	無回答
自営者全体		451	27.5	69.0	3.5
経営 形態 別	個人	355	20.8	76.3	2.8
	法人	87	55.2	42.5	2.3
自営者全体 (2012 年)		677	19.2	78.4	2.4

(出所) 公益社団法人日本歯科技工士会「2015 歯科技工士実態調査報告書」, p.68

## 5.2 診療報酬点数の改正

これまでのようにコンベンショナルな工法による歯科補綴物の製作では、1. 高騰する金属材料費の抑制、2. 高齢化社会を迎えて医療制度予算の抑制、3. 歯科技工士数が減少し需給バランスが崩れ、手作業による一個づくりへのコスト負担が釣り合わない、4. 再現性に弱い、5. トレーサビリティが不足、6. 金属アレルギーの疾患へ対応、7. 高まる審美的要求(元の歯と違和感がない)への対応などにおいて限界点がみえてきた。対応策として政府、業界団体、歯科関係者、患者等の意向を解決するうえで、これまで触れたイノベティブな工法が代替策として措置された。

厚生労働省は歯科の診療報酬点数<sup>10</sup>を平成 26 年 4 月に改訂し、その中で CAD/CAM 冠の診療報酬点数が所収された。その後、公益財団法人日本補綴歯科学会では保険診療における CAD/CAM 冠の診療指針を出す<sup>11</sup>などイノベティブな工法の普及について動き出した。

当初の治療部位は限定され 2014 (平成 26) 年 4 月段階では、第一、二小臼歯 (4, 5 番) の下 4 本, 上 4

本に限定されたが、その後 2016 (平成 28) 年 4 月には、第一大臼歯 (6 番) について、金属等のアレルギーを有する場合に限定して治療可能とし、2017 (平成 29) 年 12 月 1 日収載では、一部適用制限はあるものの第一大臼歯 (6 番) 下顎 2 本についてアレルギーを有しなくても可能<sup>12</sup>というように、適用範囲を拡大している。

## 5.3 CAD/CAM 冠の普及状況

CAD/CAM 冠の普及状況は、厚生労働省が健康保険の「診療行為別統計調査」にて、6 月に前年度の調査結果を得られる。公表されているデータのうち、平成 25 年から平成 28 年までの本調査結果を用いて、CAD/CAM 冠に関して保険適応された平成 26 年 4 月 (2014 年) 以降のデータを直近分まで表 5.2 にまとめた。

表 5.2 診療行為算定回数 (一般診療, 後期診療含む)

	平成25年	平成26年	平成27年	平成28年
全部金属冠	960,101	964,606	979,868	925,006
ジャケット冠	16,000	9,571	12,190	10,846
硬質レジンジャケット冠	92,633	101,793	77,980	70,861
CAD/CAM冠	—	17,831	75,360	100,364
計	1,068,734	1,093,801	1,145,398	1,107,077

	平成25年	平成26年	平成27年	平成28年
全部金属冠	86.7%	87.1%	88.5%	83.6%
ジャケット冠	1.4%	0.9%	1.1%	1.0%
硬質レジンジャケット冠	8.4%	9.2%	7.0%	6.4%
CAD/CAM冠	—	1.6%	6.8%	9.1%
計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

(注) CAD/CAM 冠は平成 26 年 4 月から保険適用

(出所) 厚生労働省「社会医療診療行為別統計」各年版

平成 25 年 (CAD/CAM 冠導入前) は、多い順から全部金属冠約 96 万回で 86.7%, 硬質レジンジャケット冠約 9 万回で 8.4%, ジャケット冠約 1 万 6 千回で 1.4%となっている。CAD/CAM 冠が保険適用された平成 26 年には多い順から全部金属冠約 96 万 5 千回で 87.1%, 硬質レジンジャケット冠約 10 万回で 9.2%, CAD/CAM 冠が約 1 万 8 千回で 1.6%となっておりジャケット冠の約 9 千 6 百回, 0.9%を超えている。以後、平成 28 年には全部金属冠ほか 2 種類がシェアを落とす中、CAD/CAM 冠の増加率は最大となり 10 万回, 9%を越えた。

これにみるように CAD/CAM 冠の普及は約 9%であり、普及理論の「普及 16%」<sup>13</sup>に近づきつつある。現状を鑑みれば、CAD/CAM 冠の普及は数年のうちに、普及期に入ることが予想される。

また、CAD/CAM 冠での歯科診療行為を行うには歯科医は、各地方厚生局へ「CAD/CAM 冠における施設基準届出」を提出する義務がある。この届出状況を分析すると、関東・甲信越地方が 57.7%と 6 割に届かないものの<sup>14)</sup>、その他の地域では 6 割を超え 7 割近い地域が多い。全国の約 6 割を超える歯科医が CAD/CAM 冠の診療を推進していることが裏付けられる。

者側の選択要因と直接的関係がある。

表 5.4 CAD/CAM 冠の普及要因

1. 技術の進展
2. 業界での課題解決に向けた積極的な動き
3. 政策的誘導の効果
4. 患者の審美性への要望

(出所) 筆者作成

表 5.3 CAD/CAM 冠の地方別施設基準受理状況

各地域	歯科医療機関件数	CAD/CAM 冠受理	
		件数	比率
全国計	69,036	43,761	63.4%
北海道・東北地方	6,944	4,392	63.2%
関東・甲信越地方	28,520	16,457	57.7%
東海・北陸地方	8,563	5,434	63.5%
近畿地方	11,632	7,789	67.0%
中国・四国地方	5,748	4,197	73.0%
九州地方	7,629	5,492	72.0%

(注) 2017年9月5日現在、各地方厚生局 Web サイトから株式会社 GC 調べ

(出所) 株式会社 GC 「テクニシャン・ニュース」, Vol.01.1

#### 5.4 政策誘導における実効性に関する考察

平成 26 年 4 月から CAD/CAM 冠が保険適用され、先に示したようにそれ以降、急速に普及が始まっている。その事由について考えたい。

本普及の要因分析として、ア. 歯科医療業界側、イ. 患者側に大別される。

歯科補綴物の選択肢を決定する患者側の意思決定も大きな決定因子だと考えられるが、患者は専門的な医療知識に乏しいため、医療機関からの提示による「自己負担金額」、「審美性」についてのみ判断するだろう。その場合、「自己負担金額」、「審美性」ともに患者自ら多くの選択肢から選択するのではなく、医療機関が示す選択肢から選びだすため制限下で条件が提示される。したがって、患者側の意思決定は普及に対して、かなり限定的な影響と考えてよいだろう。

一方、歯科医療業界側の要因としては、1. 「技術の進展」、2. 「業界での課題解決に向けた積極的な動き」、3. 「政策的誘導」が主たる要因だと考える。

まず、1. 技術の進展についてだが、金属の補綴物よりも本物の歯と同様の色味など外観を有する審美性を実現した材料開発は普及への正の要因である。先の患

次に、2. 業界での課題解決に向けた積極的な動きを説明する。コンベンショナルな工法では、歯科医が型取りした石膏型は、制御されていない環境条件下で、輸送され、物理変化や偶発的な影響で変形することも多い。これにより製作された歯科補綴物は寸法精度が保証されにくい。また、多くの工程を歯科技工士の手作業に拠った場合、修正時、再製作の再現性に劣る。加えて、歯科技工士数の減少と高齢化社会による補綴物需要の増加による需給のアンバランスにより、手作業によるコンベンショナルな工法には供給力が期待しにくい。まとめると、コンベンショナルな工法では、精度改善には限界を有すること、修復や再製作時における再現性が不足すること、需要への対応力が不足することが本業界の長年の課題であり、それへの解決策実現に積極的に取り組む動きがあることが普及を後押しする。

最後に、こうした業界での課題とは別に、3. 政策的誘導が考えられる。先に触れたように、金やジルコニアなど希少金属等の調達コストが高騰し、それが医療財政に負の影響を少なからず与えることが懸念されている。加えて、歯科技工士数の不足と需要への対応力不足を根本的に解決する政策を示す政府の意向も相当に強い。

こうした複数の影響因子のうち、本稿では政策的誘導に焦点をあてる。なぜなら、業界団体の課題解決の動きを強くサポートするのは政策が担うからである。CAD/CAM 冠は、これまで触れてきた諸課題を解決する方策として政府は平成 26 年に保険適応を決め、保険適応の固定点数が全部金属冠 454、ジャケット冠 390、硬質レジンジャケット冠 768、CAD/CAM 冠 1200 であり、金属や古い材質の補綴物よりも、硬質レジンや CAD/CAM 冠に固定点数を高く設定している(表 5.5)。

これにより、歯科医は小臼歯、大臼歯の治療について固定点数が高く、審美性の高い CAD/CAM 冠を選択

しようとする。こうした保険点数に傾斜をつけた政策的誘導策が実施されている。

表 5.5 保険適応の固定点数

補綴物種類	固定点数
金属歯冠修復 全部金属冠	454
ジャケット冠	390
硬質レジンジャケット冠	768
CAD/CAM 冠	1200

(注 1) 上記は歯冠単体の点数であり、実際の治療時には「印象採得」、「咬合採得」や装着料などさらに点数が加算される

(注 2) 固定点数×10＝治療代金(円)となる

(出所) 厚生労働省「社会医療診療行為別統計」

### 5.5 CAD/CAM 冠普及に向けた課題

ただし、こうした政策的誘導が打たれても、現実的にはその他の要因が普及を妨げている。

まず、1つに、歯科技工所において CAD/CAM 冠を加工するための機器の設備投資が経営規模に比して負担が重いことである。先にみたように、歯科技工所の多くは個人事業所など小規模性が強い。したがって、CAD/CAM 冠加工に必要な 3 次元スキャナ、卓上切削加工機などの設備は数百万円から必要であり、小規模の歯科技工所であれば年商相当額に近い設備投資額となる。そのため、政府はこれら CAD/CAM 冠加工が行える規模や経営力を有する歯科技工所を地域の中核拠点 (Hub) として配備、小規模な歯科技工所などの注文加工の受け皿として対応できる全体システムを想定する。加えて、その実現に向けた資金制度などの支援メニューを用意している。

もう 1 つの要因としては、2010 年代において活躍する 40 歳代を超える歯科技工士は CAD/CAM 冠による補綴物製作スキルを取得していないことである。当時はまだ本加工法は開発段階にあり、現代のようにその技法は確立されずに、試す機会が少なかった。こうした技術の確立と世代間ギャップが存在する。

## 6. おわりに

歯科技工業界では従来から手作業による緻密なコンベンショナルな工法による様々な課題解決への要望と熱意、それを進展させるための後押しとなる保険適応点数制度の改編が重なって、デジタルものづくりの波

が急速に押し寄せてきている。加えて、歯科技工士数の減少と高齢化社会における歯科補綴物需要の高まりによる需給アンバランスといった業界環境への解決策の切り札として、デジタルものづくりに期待がかかる。本稿では、これら現状と課題についてまとめ、本業界を題材にイノベーションの普及に政策的誘導が大きく関与していることを取りまとめた。

また、歯科技工業界では長きに渡りコンベンショナルな工法による一個づくりのものづくりで需要に応えてきた。この生産システムは、大量生産、多品種少量生産へと構造変化した工業界からみれば、非常に意義深い。工業界では近年多品種化に伴う段取り替えの頻発や材料の交換、作業管理の手間、技術者のノウハウ蓄積など様々な工程面で変革が求められる。数個づくりに対応するために開発された「屋台づくり」などはライン生産体制から需給にあわせた構造変化の例として挙げられる。こうした構造変化を行う工業界の変革の実績やノウハウは歯科技工業界において貢献する貴重な経験であり、逆に当初から一個づくりシステムを構築しながら課題を解決してきた歯科技工業界での経験は工業界において貴重な経験やノウハウを保有する。こうしたことから、工業界と歯科技工業界は相互の経験や技術、ノウハウを課題解決のために情報交換することで両者ともに得られる知見や利益があろう。問題解決方法としてチャレンジするためにも微力ながらそうしたきっかけを作って貢献していくつもりである。

### 【付記】

最後に、歯科技工業界について懇切丁寧に現状と課題をご説明いただき、有意義で刺激的な時間をご一緒させていただきました株式会社デンタルスタジオ、株式会社デンタルスタジオ・タイコニウムの代表取締役社長石田晃さま、副社長の石田政子さまにはこの場を借りてお礼申し上げます。

### 【注】

- 1) 平成 28 年版「ものづくり白書」概要版, p.34
- 2) 例として、航空機での喫煙については、1980 年代までは、完全に個人に委ねられていた。これを「任意的なイノベーション決定」という。その後、1980 年代後半、間接喫煙が及ぼす健康被害についての科学的知見が蓄積され、米国の航空会社すべての国内便で禁煙励行となった。これは「集合的なイノベーション決定」



である。1990年には、カリフォルニア州の地方自治体が市庁舎やレストラン、バーなどの公的場所での喫煙を禁止する「条例可決」を行った。これは「権限に基づくイノベーション決定」とRogersは定義分類する。

3) 歯科補綴物とは、インレー（初期の小さな虫歯の治療で、削った凹みを埋める詰め物）、部分被覆冠、全部被覆冠、ブリッジ、部分床義歯、全部床義歯、インプラント上部などを指す。材質は、金属系、樹脂系、セラミック系に大別される。（歯科医学大事典1989）

4) 厚生大臣の免許（歯科医師免許）を取得して歯科医療を行う者（行うことの出来る者も含む）であり、歯科医療及び保健指導をつかさどることにより、公衆衛生の向上・増進に寄与し、もって国民の健康な生活を確保する任務を担っている者である。公益社団法人日本歯科医師会 Web サイト（2018年1月アクセス）。

5) 歯科技工士は、歯科技工士法（昭和三十年八月十六日法律第百六十八号）に規定される。公益社団法人日本歯科技工士会 Web サイト（2018年1月アクセス）。

6) 「手先の器用さが必要と思われがちですが、器用さ以上に大切なことは、コツコツと努力する根気強さです。また、医療専門職として常に新しい技術や知識を習得していく必要がありますから、新しいことへの好奇心や向上心をもって仕事に臨む姿勢も重要です。」日本歯科技工士会 Web サイト（2018年1月アクセス）。

7) 歯科補綴物には以下の種類がある。1. クラウン（歯の被せ物）：一般に「銀歯」と呼ばれ、歯全体に人工の冠（クラウン）をかぶせ、歯の形や機能を回復させる。2. ブリッジ：歯の無いところに歯の形と機能を回復するために、残っている近くの歯に橋脚の役割を求め、橋（ブリッジ）のようにつなぐもの。3. 総義歯（入れ歯）：歯が1本も無くなった場合の入れ歯。4. 局部義歯（部分入れ歯）：失われた歯の部分の機能を回復するため、残っている歯や顎などを支えに、歯の形と機能を回復するもの。5. インプラント：顎の骨に支柱を植え、それを支えに歯の形と機能を回復するもの。

8) 口腔内スキャナが歯科医へ普及しないのは、機器の価格が一台600万円を超えるなど設備導入負担が経営規模に対して過大であるからであるとされる（株式会社デンタルスタジオ石田社長へのヒアリング）。CTは歯の内部、歯根を観察する目的であり、口腔内スキャナは歯の表面形状を取得するための機器であり、全く異なるものである。近年、歯科医での口腔内CTが導入は増加傾向にあるとされる。

9) 例えば、機械設計業では設計の過去の実績をデータベースにて管理する（リファレンスなど管理するソフトウェアとしてPDM（Product Data Management））。リファレンスを容易にするためにテンプレートを用意し、類似設計物を選択し設計工程を短縮する。この管理方法には各社のノウハウが反映され、それが競争源泉になっている。

10) 厚生労働省 Web サイト参照（2018年1月アクセス）  
11) 2014（平成26年）12月1日の医療問題検討委員会による指針

12) 日本歯科新聞 11月29日付参照、「上下顎両側の第二大臼歯が全て残存し、左右の咬合支持がある患者に対し、過度な咬合圧が加わらない場合等において下顎第一大臼歯に使用する場合」には金属アレルギー患者でなくても算定が可能

13) ロジャーズの普及理論、16%を越えると普及が本格化することを理論化した。

14) 「関東・甲信越地方での届出が他の地域と比べて低調なのは、自由診療を希望する患者数のボリュームが多く、その領域を主体に診療行為を行う歯科医が多い」とのことである（㈱デンタルスタジオ石田社長）。

#### <参考文献>

- 木村健二(2014)「将来の歯科技工のあり方～歯科技工士の現場から～」『日本補綴歯科学会誌』, Vol. 6, No. 4
- 清川雪彦 (1995)『日本の経済発展と技術普及』, 東洋経済新報社
- 新谷明一・三浦賞子・小泉寛恭・疋田一洋・峯篤史 (2017) 「CAD/CAM 冠の現状と将来展望」『日本補綴歯科学会誌』, Vol. 9, No. 1
- 田中晋平・馬場一美(2017)「補綴歯科治療のデジタル化の現状と未来」『日本補綴歯科学会誌』, Vol. 9, No. 1
- 間瀬俊明・藤原稔久(2015)「歯科用 3 次元-CAD/CAM システムの現状と今後について」『精密工学会誌』, Vol. 81, No. 3
- 末瀬一彦 (2014)「20 年後に向けての歯科医療—近未来の歯科補綴装置のあり方—」『国際歯科学士会日本部会雑誌』, Vol.45, No.1, pp19-26
- Everett M.Rogers ((2003). Diffusion of innovations (5th ed.)), 三藤利雄 (翻訳) (2007)『イノベーションの普及』, 翔泳社