令和２年９月

修士(学術)学位論文

歯科材料メーカーによる
デジタル化推進のためのビジネスモデル提案

Proposal of a business model to promote digitalization
by dental material manufacturer

令和２年９月 18 日

高知工科大学大学院　工学研究科　基盤工学専攻
起業マネジメントコース

学籍番号　1225134

黒岩　良介
Kuroiwa Ryosuke

目次

第 1 章　序論 1

1-1　本研究の背景 1

1-1-1　歯科技工士 1

1-1-2　歯科材料メーカーの経営におけるデジタル化の影響 2

1-1-3　市場におけるデジタル化状況 3

1-1-4　仮説 4

1-2　本研究の目的と位置づけ 4

1-2-1　目的 4

1-2-2　位置づけ 5

1-3　研究の構成 6

参考文献 8

第 2 章　歯科技工業界の現状 10

2-1　歯科技工士の減少と不足 10

2-1-1　就業年齢 10

2-1-2　養成学校の減少 11

2-1-3　歯科技工士数と人口 13

2-1-4　8020 運動 15

2-1-5　補綴物装着率の減少 17

2-2　一人歯科技工所 18

2-2-1　歯科技工所の規模 18

2-2-2　独立志向 20

2-2-3　独立の容易性 21

2-3　まとめ 21

参考文献 22

第 3 章　デジタル化の現状 23

3-1　デジタル化普及の停滞 23

3-1-1　歯科技工士の高齢化とデジタル化 23

3-1-2 歯科技工所におけるデジタル化の対応 23
3-2 潜在需要 26
3-2-1 デジタル化普及における保険適用の影響....................................... 26
3-2-2 デジタル化と技工料金 27
3-3 まとめ 29
参考文献 30

第 4 章 デジタル化技術の課題 31

4-1 従来の技工作業.. 31
4-2 デジタル技術を活用した技工作業 31
4-3 デジタル化における課題 32
4-4 一人歯科技工所におけるデジタル化 34
4-5 まとめ 36
参考文献 37

第 5 章 ビジネスモデルの提案と考察 38

5-1 デジタル化アウトソーシングの効果 38
5-2 新しいビジネスモデルの提案 39
5-3 材料メーカーにおける DDC のメリット 41
5-4 地方分散型における歯科技工所のメリット 42
5-5 中央集中型における DDC のメリット.. 43
5-6 DDC による規模の経済と範囲の経済 44
5-7 まとめ 45
参考文献 46

第 6 章 結論 47

6-1 本論文のまとめ 47
6-2 今後の展望 48
参考文献 49

謝辞 50

第 1 章　序論

1-1　本研究の背景

歯科業界を医療技術の面からみると、歯科医師を中心に、医師に治療のための器材を販売する歯科器材メーカー、薬を販売する歯科用医薬品メーカーなどがある。一方、歯に入れる詰め物や被せ物といった補綴物を作製する歯科技工の面から見ると、歯科技工士を中心に、補綴物を装着する歯科医師、補綴物の材料を販売する材料メーカーなどがある。

こうした歯科業界は、歯科医院が増加する一方で、日本の人口の減少、更には近年の予防医療の進展による虫歯患者の激減により、構造不況業種の一つとされている。

一方、技術的にはデジタル化の動きが注目を集めている。特に歯科技工においては、補綴物の作製にCAD/CAMを用い、飛躍的に生産性の改善と高品位化を達成するデジタル化の動きは、技術だけでなく、材料の変革も伴うため、歯科技工士だけでなく、歯科材料メーカーの経営にも大きな影響を与えると考えられる。

1-1-1　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の専門職である。その業務は、歯科医師の指示書にしたがって、入れ歯、歯の被せ物、歯の詰め物、矯正装置などの作製や加工、修理を行う。高度な精密技工技術とともに、患者さん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である。[1]

歯科補綴物の作製工程は、従来の方法では、石膏や金属、レジンを手作業で削ることがあり、集塵機を用いていても粉塵が舞いやすい環境である。

歯科技工士の職場は、歯科技工所のみではなく、歯科医院や病院などの臨床現場でもあり、補綴物を作製するための歯科模型や補綴物自体には、患者の細菌などが付着している可能性が高い。この様に、細菌の付着している可能性の高い石膏やレジン、金属、セラミック等の歯科材料を削り、補綴物を作製することから、細菌の付着している粉塵が舞いやすく、不衛生でありクリーンな職場とは言い難い環境である。

また主力である健康保険適用の補綴物は、オーダーメイドでありながらも安価であるため、収益確保には大量に作製する必要があり、歯科技工士の仕事は薄給かつ長時間労働に陥りがちである。

このように歯科技工士は 3K（きつい、汚い、給料安い）と言われる職業にもなってしまい就労者の減少が危惧されている。日本歯科技工士会では、歯科技工士の勤務体系についてアンケートを行っており、現在勤務している歯科技工士の実態をまとめており、そこでもこれらの実態が明らかになっている[2]。

さらに歯科技工士の養成学校が減少し、その入学者も減少しており、免許交付数が減少しているのも事実である。

こうした状況の中で、生産性の向上による歯科技工士の減少を補うデジタル化技術が新しい流れをもたらす可能性がある。しかしデジタル化技術は歯科技工だけでなく、歯科医師や歯科材料メーカーといった歯科医療業界全般に大きな変革をもたらす可能性がある。そこで次に歯科材料メーカーにおけるデジタル化の影響について検討する。

1-1-2　歯科材料メーカーの経営におけるデジタル化の影響

歯科材料メーカーの経営におけるデジタル化の影響を、筆者の勤めている YAMAKIN 株式会社を例に考察した。YAMAKIN 株式会社は本社を大阪に置き、工場を高知に展開する中小製造業である。1957 年に貴金属地金の売買を主たる業務として山本商店を創業し、以降、第二創業では製造業に脱皮するなど、柔軟な経営戦略によって外部経営環境の変化に対応しながら、大きな節目を乗り越えて成長を続けてきた企業である。

1976 年、山本商社を山本貴金属地金株式会社に組織変更した。従来の金地金の売買と加工だけでは持続可能な成長が望めないことを認識し、溶解・圧延・切断加工という製造技術と営業活動の両面に注力することとした。創業者の意思決定は、新規参入の業者として市場の選択に慎重な対応がとられ、同業の貴金属地金商との競争を避ける意味でニッチな市場である「歯科」に注力した。しかし山本貴金属株式会社の様な弱小の新規参入メーカーの製品は、問屋はなかなか扱わず小売店も相手にしない。そこで直接エンドユーザーである歯科医師や歯科技工士にアプローチし、自社製品の技術や品質の良さを理解してもらい、エンドユーザーから小売店に指名買いをしてもらうように努めてシェア拡大を図った。1988 年に営業担当として歯科技工士を採用し、技術営業の対応展開が可能となり、ユーザーとのコミュニケーションが円滑になった。特にクレームに関する情報を持ち帰り、解明する姿勢に徹した。その後も、歯科技工士の雇用を進め、サポート体制の強化を行っている。

貴金属材料で実績を積んだ山本貴金属地金株式会社は「競争優位」の戦略を打ち出して事業を拡張し、国内ネットワークの拡充を図りつつ、2001 年に生産拠点を高知に集約した。現在口腔内で使われる医療用材料は大きく分けて、金属材料、無機材料（陶材等）、有機材料（レジン等）の 3 種類であるが、貴金属開発の基礎研究を進化させ、陶材の製造販売に乗り出すとともに、硬質レジンでも研究開発を強化した。以後、総合歯科材料メーカーへと歩みを進めていく[3]。　総合歯科材料メーカーとして歩むため 2017 年に YAMAKIN 株式会社と社名変更した。

元々は金属の商社であった YAMAKIN 株式会社はイノベーションに対応するため、金属のみを扱うのではなく、歯科材料全般の研究開発も行い、総合歯科材料メーカーとして確立していくが、いまだに金属が売上の大半を占めている。しかし、その金属は近年歯科治療の金属離れにより減少している。一方、歯科材料メーカーとして金属を使わない材料の販売開発も行っており、特にデジタル化技術に対応する非金属材料の売上が伸びている。しかし、金属の売上減少分を補うほど伸びている訳ではない。

YAMAKIN 株式会社において金属の売上減少を補うほど非金属の売上が伸びていない要因は、金属と非金属の材料単価の差異によることは言うまでもないが、デジタル化への移行が次の 2 点で遅れている可能性がある。

① YAMAKIN 株式会社における材料イノベーションへの移行遅れ

② 市場におけるデジタル化への移行遅れ

しかし、YAMAKIN 株式会社では積極的にデジタル化に関する情報を配信するなど材料イノベーションにおいて業界をリードしている。また、デジタル化関連商品も豊富にラインナップしており、デジタル化歯科材料市場では上位のシェアを獲得できている。

したがって『① YAMAKIN 株式会社における材料イノベーションへの移行遅れ』が非金属の売上が伸びていない要因とは考えにくい。そこで次に市場におけるデジタル化への移行状況について検討する。

1-1-3 市場におけるデジタル化状況

そこで単価の影響を受けない様に、市場全体を補綴物の作製個数で調査した。その結果図1-1 に示すようにデジタル化に対応した補綴物は増加しているが、従来の金属による補綴物を上回るほど急激に増加していないことが分かった。一方、従来の方法で作製する金属冠が大きく減少しているわけではなく、歯科市場でデジタル化への移行が進んでいないことが分かった。

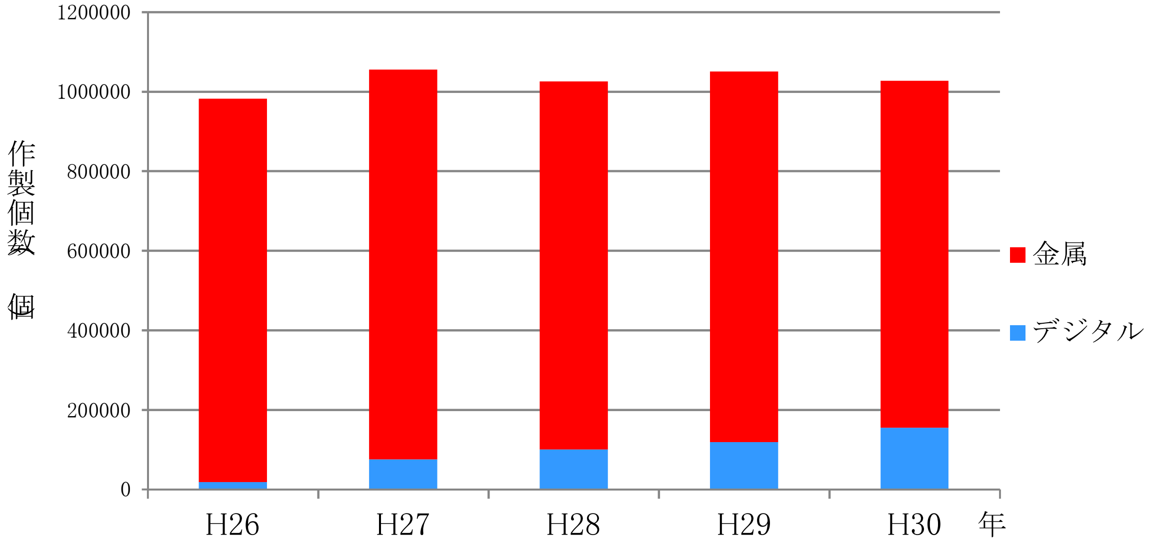


図 1-1 歯冠修復の推移

第 4 回歯科技工士の養成・確保に関する検討会(2018)

［歯科技工士の勤務状況等］15 頁より抜粋

さらに図 1-1 のグラフを見みると保険適用が拡大された H26 年と H30 年では CAD/CAM 冠デジタル化材料の使用個数は大きく伸びており、デジタル化が普及するには、保険制度も大きく関係していることが示唆される。

1-1-4 仮説

上述のように歯科技工士の減少とデジタル化の普及が進んでいないこともあり、研究の背景から私の考える仮説は次の 2 点である。

① デジタル化普及によって歯科技工士の労働環境が改善できるのではないか

② デジタル化実現への障害を明確にすればデジタル化は普及するのではないか

歯科技工士の減少について課題となる労働環境は不衛生作業環境以外にも、長時間労働になる点や技術職の割には低賃金であることが考えられる。そこでデジタル化によって歯科技工士の業務が改善され、技工士の減少は抑制できないのか？という疑問が生じたため、仮説①としてデジタル化普及によって歯科技工士の労働環境の改善ができるのではないか？ということを仮説にした。デジタル化を普及させることによって、歯科技工士の労働環境を大きく改善することが出来れば、課題となる歯科技工士の減少対策に繋がると考えた。

一方、現状においてデジタル化自体が普及していないのであれば、デジタル化を普及させる対策が必要になる。そこでデジタル化普及の阻害要因は何か？という疑問から、仮説②としてデジタル化実現への障害を明確にすればデジタル化は普及するのではないかという点をもう一つの仮説とした。デジタル化実現への障害をなくすことが出来ればデジタル化が進み、労働環境が改善され歯科技工士の減少対策になると考えた。

1-2 本研究の目的と位置づけ

1-2-1 目的

歯科業界は、従来の職人気質に基づいたアナログ技術からデジタル化した新しい技術への転換が進んでおり、技術変化は歯科業界に大きな影響を与えている。歯科業界に携わる者はこの技術変化に対応する必要がある。

医療の分野では、使用される医療機器のデジタル化の普及は凄まじく、数年前では考えられないほどに技術は進化しており、これは医療の飛躍的な向上に繋がっている。また、歯科業界においても、歯科医療の分野では CT 検査で代表される様に、デジタル化による医療技術の向上は著しく、このことより歯科業界においても医療分野では、新しい技術への転換に柔軟に対応してきたことが理解できる。

一方、歯科業界の中でも歯科技工の分野では、特に職人気質が強く従来の技術に依存している傾向がある。歯科技工とは、患者の口の中にはいる補綴物を作製する立場として安全

性を重視する傾向にもある。そこで従来の技術で対応できていたことから技術変化を求めるものは少なく、結果としてデジタル化が停滞してしまっている。

歯科材料メーカーが新しい技術に対応した材料を開発製造したところで、売り手となる歯科技工士が新しい技術を求めていない状況では、歯科材料メーカーとしてもマーケットを拡大することは難しくなってくる。

歯科業界はもちろん、歯科技工業界のデジタル化推進は材料メーカーの事業拡大にも繋がることから、歯科技工業界がデジタル化へ対応するためのビジネスモデルが必要である。

背景にもあったように、歯科技工士の減少は進んでおり、デジタル化普及も停滞している。本研究はこの 2 つの課題を解決することを目的としている。

1-2-2 位置づけ

デジタル化の恩恵は、歯科医師や歯科技工士以外にも補綴物を入れる患者さんにも与えることが出来る。歯科医院で白い歯を装着するということは、高い費用が必要というイメージがある。しかし現在のデジタル化した補綴物は、材料の塊から削り出して歯科補綴物を作製する。近年保険導入された歯科補綴物の中に CAD/CAM 冠と呼ばれる歯科補綴物がある。この CAD/CAM 冠は健康保険適用で高強度レジンの白い歯を口腔内に装着できるようになる。歯科補綴物の種類は歯科医師の采配で決まることが多いが、患者自身が CAD/CAM 冠の存在を知ることで歯科医院に相談すれば CAD/CAM 冠を装着してもらえる可能性は十分にある。CAD/CAM 冠は保険治療する場合、適用部位に決まりがあり全ての歯に対応できる訳ではないが、日常生活で見えてしまう歯を白い歯で作ることが可能になる。保険治療を望む患者の場合、金属を使用していた歯科補綴物は見た目が悪くなるが、CAD/CAM 冠による金属を使用しない歯科補綴物を装着できることによって、見た目の影響が少ない歯科補綴物を装着できるようになる。

一方、高額治療となる自費診療の補綴物に関しては、従来の歯科補綴物は金属に陶器などに使用される陶材を用いて白く綺麗な歯を作ることが多かった。しかし、陶材のみでは強度が不足しており金属の土台が必須であった。一方、デジタル化技術によれば、手作業では材料操作が難しかったジルコニアという材料が使用可能になる。ジルコニアは白く強度も高いため、金属を使用しなくても強度の点で問題がない。また患者個々の歯の色に合わせて色を変えることが出来るので、ジルコニア単体でも歯に近い発色を出すことが出来る。ジルコニアは材料特性上手作業による加工ができずデジタル機器が必須になる。ジルコニアは強度や色だけではなく金属アレルギーの様な症状が出ることがなく、生体親和性が良好な点も患者さんからしたら大きな恩恵といえる。このように補綴物として最良といえるジルコニアという材料はデジタル化技術の適用により口腔内に装着が可能となった材料であり、材料メーカーとしてもデジタル化が普及することによって、ジルコニアという新しい市場を切り拓くことが可能となる。

また歯科医師においても、デジタル化技術に対応することによって患者に多くの恩恵を与

える治療方法が提供できるようになり、需要の拡大が期待できる。更には従来の技術では担当する歯科技工士によって補綴物の品質が大きく変わることがあり、同じ歯科技工所に依頼した場合でも、補綴物の品質は作製した歯科技工士に依存しバラつきが生じた。しかしデジタル化した歯科技工物となれば、材料を削り出しで作ることによる物性面の安定性や手作業による作業工程が少なくなることで品質を飛躍的に安定させることが出来る。デジタル化が可能になれば歯科医師の感覚に依存していた歯科補綴物の評価基準をある程度、数値化することが出来るため、更に歯科補綴物が安定する条件が増える。デジタル化を進めることで様々な症例の対応を数値化し記録として残しておくことが可能になり、次回の症例に活かすことが可能になる。数値化した記録として残しておくことが可能になれば、明確な情報を示すことで教育等にも生かすことも可能になる。

従来の歯科技工士の仕事は手作業が中心のため、非常に感覚的であり、歯科技工所では技術継承が難しい。デジタル化が可能になれば定量的な教育が可能となり、技術の伝承が容易になる。若手歯科技工士の離職要因として考えられる技術不足による離職の改善につなげることが出来る可能性を大いに秘めている。

デジタル化した場合、歯の外形を一から全て作製するのではなく、ある程度基本となる歯の形はコンピューターに保存されている。そのため、設計したデータが跡形も残らなくなってしまう従来の歯科技工とは異なり、データとして各工程の記録が残っているため、問題が生じた場合、その原因を特定することが可能である。データで残るということは、万が一歯科補綴物を一から作り直しになったとしても、CAD データは保存してあるため、同じデータで複製が可能である。

この様に、様々な視点から見てもデジタル化の恩恵は大きく、本論文の位置づけは、歯科材料メーカーだけでなく、デジタル化を推進することによって歯科業界全体に大きな革新をもたらすものである。

1-3 研究の構成

本研究の構成を図 1-2 に示す。

歯科技工のデジタル化に対して、第 2 章では、歯科技工業界の現状調査を行った結果と考察を述べる。歯科技工士の減少が進み歯科技工士の業務量を考察し、歯科技工士の絶対数が足りているのか調査する。また歯科技工士の現状で歯科技工士の高齢化と一人歯科技工士が増加している現状と要因を検討する。

第3章では、デジタル化の現状を調査した結果と考察を述べる。デジタル化停滞要因となる高齢化とデジタル化の関係や歯科技工業界のデジタル化状況、デジタル化の潜在需要について調査し検討する。

第4章では、デジタル化技術の課題について検討する。デジタル化技術が従来の技工方法と異なる点や、デジタル化の特徴を考察し、歯科技工業界の現状でもあった一人歯科技工所とデジタル化の関係について投資効率や生産性などを考察する。

第5章では、ビジネスモデルの提案と考察を行う。本研究で提案するビジネスモデルのアウトソーシング効果をバリューチェーンや規模の経済、範囲の経済、制約理論の観点から考察する。

第6章では、本研究のまとめとして、提案したビジネスモデルが研究の背景であげた問題の改善に繋がる点を述べ、今後の展望を説明する。

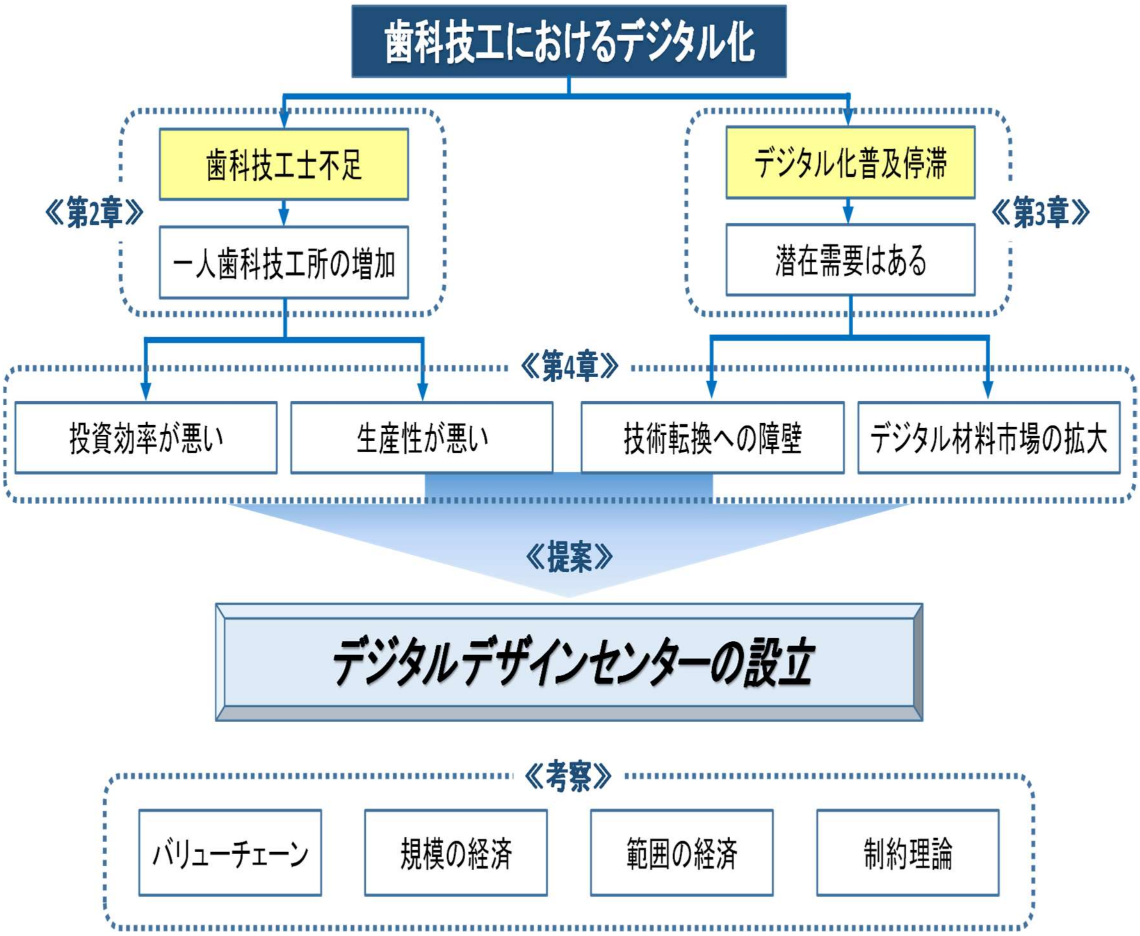


図 1-2 研究の構成

参考文献

［1］ 公益社団法人　日本歯科技工士会ホームページ『歯科技工士とは』(2019/10/29 閲覧)
http://sp.nichigi.or.jp/

［2］ 日本歯科技工士会(2018)『2018 歯科技工士実態調査』

［3］ 山本裕久(2010)『中小製造業の進化のための戦略モデル–山本貴金属地金㈱第二創業のこと例–』高知工科大学。

［4］ 高橋元一(2018)『歯科技工所経営とデジタル化に関する考察 –組織再編の現状と課題–』高知工科大学

［5］ 株式会社アール アンド ディ (2019)『歯科技工士企業要覧 2019』株式会社アール アンド ディ。

［6］ 中嶋英陽(2013)『環境変化によるアナログからデジタルへの中での中小企業成長戦略～歯科業界のこと例～』高知工科大学

［7］ 厚労省(2018)『社会医療診療行為別統計』

［8］ 大西正和(2015)『歯科補綴物等の消毒』日本歯科技工士会

［9］ YAMAKIN 株式会社ホームページ『会社概要』(2019/10/29 閲覧)http://www.yamakinーgold.co.jp/corporate/info/yamakin.html

［10］ 山本貴金属地金株式会社　ヤマキン博士会(監修)『歯科用 CAD/CAM ハンドブック』山本貴金属地金株式会社

［11］ 山本貴金属地金株式会社　ヤマキン博士会(監修)『歯科用 CAD/CAM ハンドブックⅡ』山本貴金属地金株式会社

［12］ 山本貴金属地金株式会社　ヤマキン博士会(監修)『歯科用 CAD/CAM ハンドブックⅢ』山本貴金属地金株式会社

［13］ 山本貴金属地金株式会社　ヤマキン博士会(監修)『歯科用 CAD/CAM ハンドブック

Ⅳ』山本貴金属地金株式会社

［14］ YAMAKIN 株式会社　ヤマキン博士会（監修）『歯科用 CAD/CAM ハンドブックⅤ』
YAMAKIN 株式会社

［15］ YAMAKIN 株式会社　ヤマキン博士会（監修）『歯科用 CAD/CAM ハンドブックⅥ』
YAMAKIN 株式会社

［15］ YAMAKIN 株式会社　ヤマキン博士会（監修）『歯科用 CAD/CAM ハンドブックⅦ』
YAMAKIN 株式会社

［15］ YAMAKIN 株式会社　ヤマキン博士会（監修）『歯科用デジタルハンドブック1』
YAMAKIN 株式会社

第 2 章　歯科技工業界の現状

2-1　歯科技工士の減少

歯科技工士の減少が、必要とされる歯科技工士の絶対数の不足に繋がるかを調査するために、まずは歯科技工士の実態を調査した。考えられる減少要因として就業年齢や養成学校の減少、免許交付数等の実態を調査した。

2-1-1　就業年齢

歯科技工士の実態調査において、歯科技工士の高齢化が進んでいることが明らかになっている。図 2-1 は、歯科技工士数の推移を就業年齢別に見たものである。年々50 歳以上の高齢者が増加しており、若手歯科技工士が減少していることが分かる。現在、歯科技工士の 50%近くが 50 歳以上である。

この様な状態が続けば、高齢化により退職者が増加し、新たに歯科技工士になる若手技工士が少なくなれば、歯科技工業界にとっては大きな問題になることは容易に想像できる。

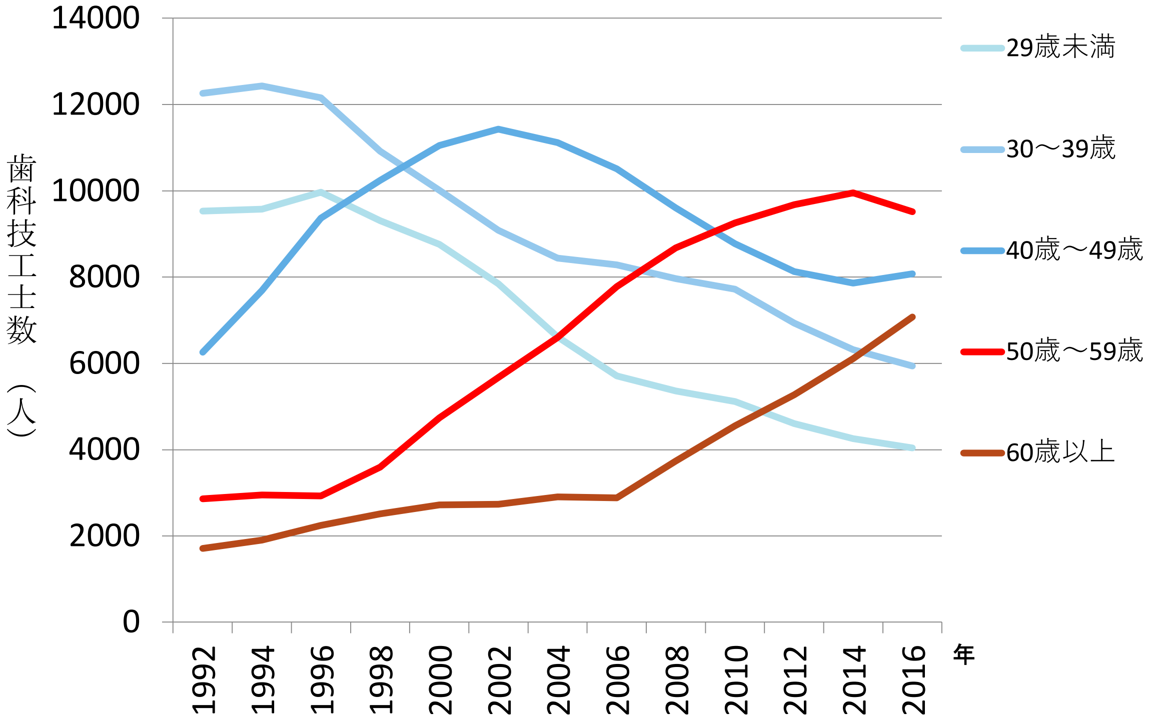


図 2-1　歯科技工士就業年齢推移

第 4 回歯科技工士の養成・確保に関する検討会(2018)

［歯科技工士の勤務状況等］6 頁より抜粋一部編集

2-1-2 養成学校の減少

歯科技工士養成学校は、平成 12 年度は 72 校あったが平成 29 年には 52 校と減少傾向にある。日本最古の技工士学校の一つでもある「愛歯科技工士専門学校」が平成 30 年より学生の募集を停止した。また、歯科技工士養成学校の多くは定員割れをしており、入学者が年々少なくなっていることも歯科技工士の減少原因の一つである。現在は図 2-2 で示すように秋田、岩手、山形、群馬、長野、山梨、静岡、福井、三重、奈良、和歌山、兵庫、高知、沖縄の計 13 地域に歯科技工士養成学校が存在しない。

歯科技工士養成学校が存在しない地域に関しては歯科技工士不足が今後大きな問題に繋がりかねないのが現状である。

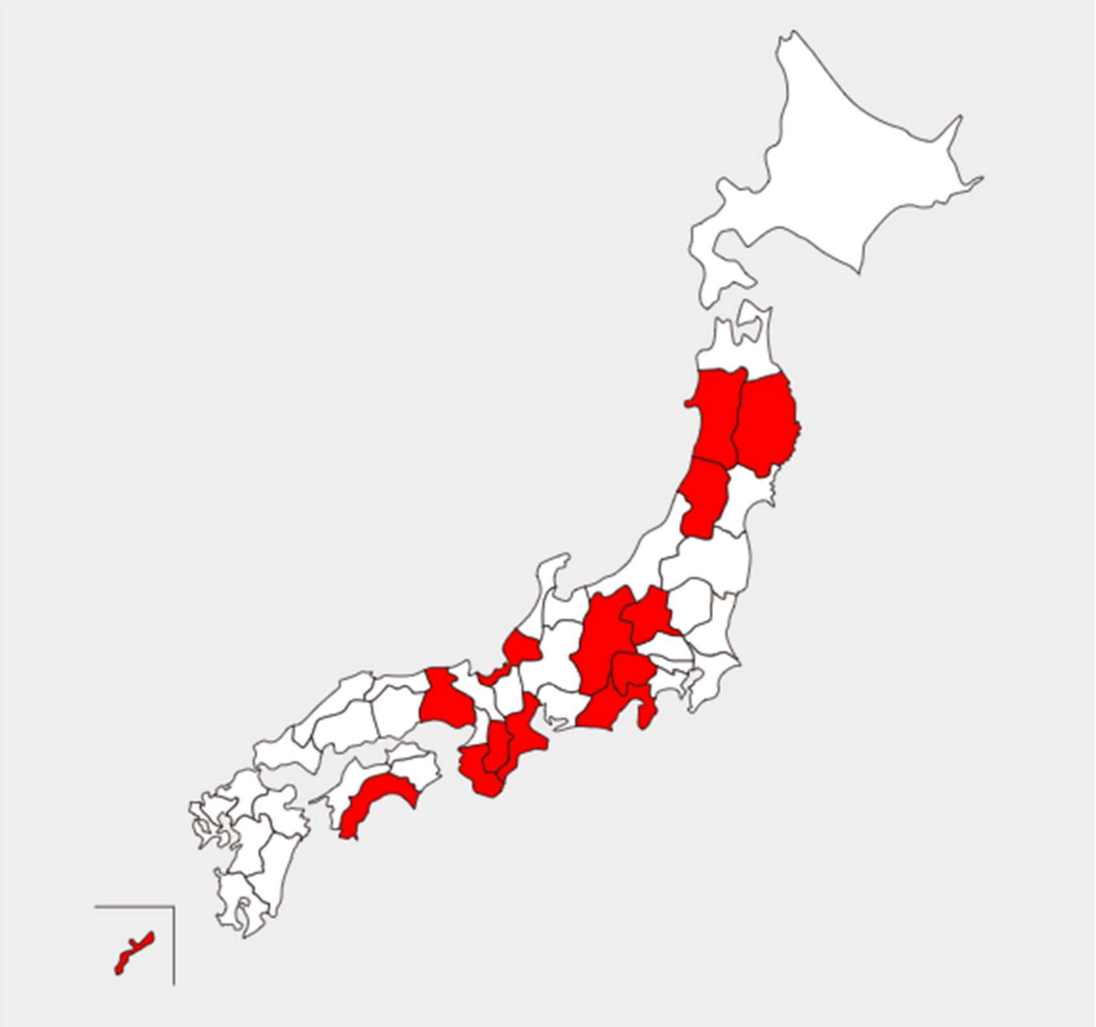


図 2-2 歯科技工士養成学校のない都道府県

歯科技工士養成学校の減少は、入学者の減少によって、新たな免許交付者数の減少をもたらしている。図 2-3 は、歯科技工士の新たな免許交付者数の推移を示す。免許交付者数の減少は、新たに歯科技工士を志す者の減少を意味する。

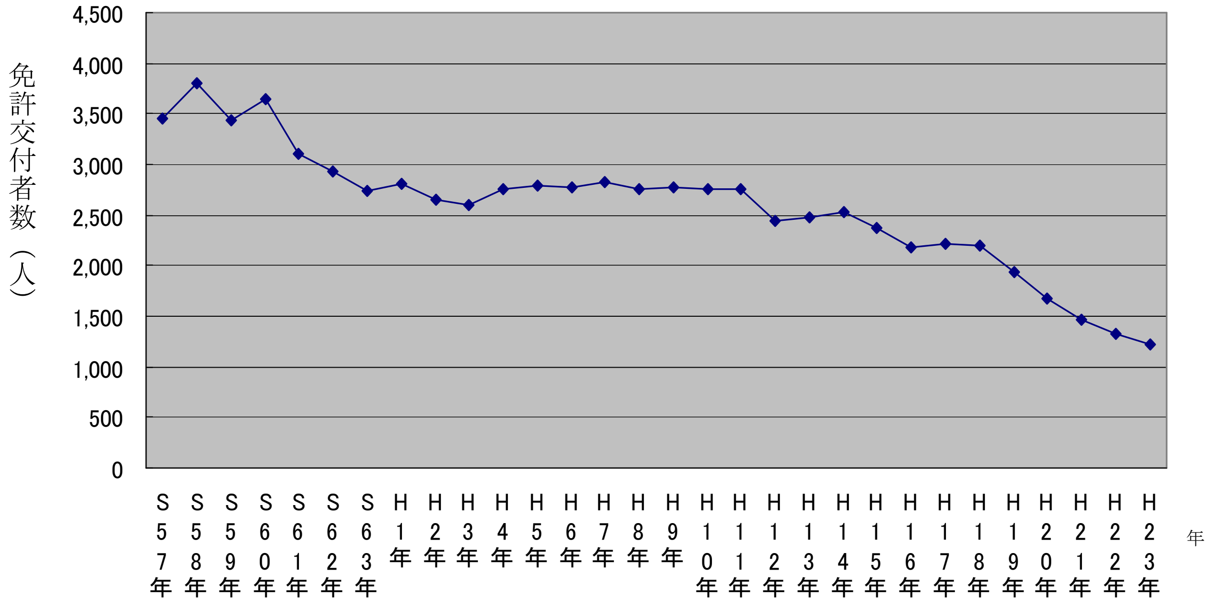


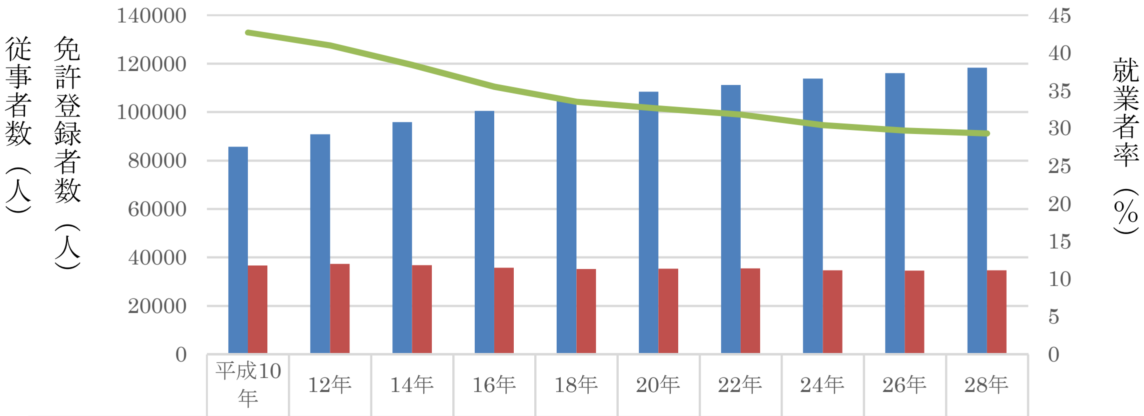
図 2-3　歯科技工士の免許登録者等の推移

中嶋英陽(2013)『環境変化によるアナログからデジタルへの中での中小企業成長戦略～歯科業界のこと例～』

高知工科大学　9 頁より抜粋

図 2-4 は、従来から従事している歯科技工士数と免許登録者数、就業者率の推移を示す。免許登録者数は増加しているが従事者数は減少しており、新たな免許交付者数の減少に加え、前項で述べたように高齢化が進んでいる点を加味すると、免許登録者数の多くは高齢者であることを示唆している。

これまでの従事者の減少は、微減であったが、上述したように新規免許取得者の減少と高齢化による引退での退職者数の増加によって、今後歯科技工士の急激な減少が危惧される。



	平成10年	12年	14年	16年	18年	20年	22年	24年	26年	28年
免許登録者	85669	90825	95838	100381	104794	108406	111191	113726	116006	118271
従事者数	36569	37244	36765	35668	35147	35337	35413	34613	34495	34640
就業者(%)	42.7	41	38.4	35.5	33.5	32.6	31.8	30.4	29.7	29.3

図 2-4 歯科技工士の免許登録者等の推移

第 4 回歯科技工士の養成・確保に関する検討会(2018)

［歯科技工士の勤務状況等］5 頁より抜粋

2-1-3 歯科技工士数と人口

図 2-5 は令和 1 年における日本の人口ピラミッドを示す。人口ピラミッドを見ても少子高齢化が進んでいることが分かる。また日本の人口は 2008 年以降、減少傾向である。

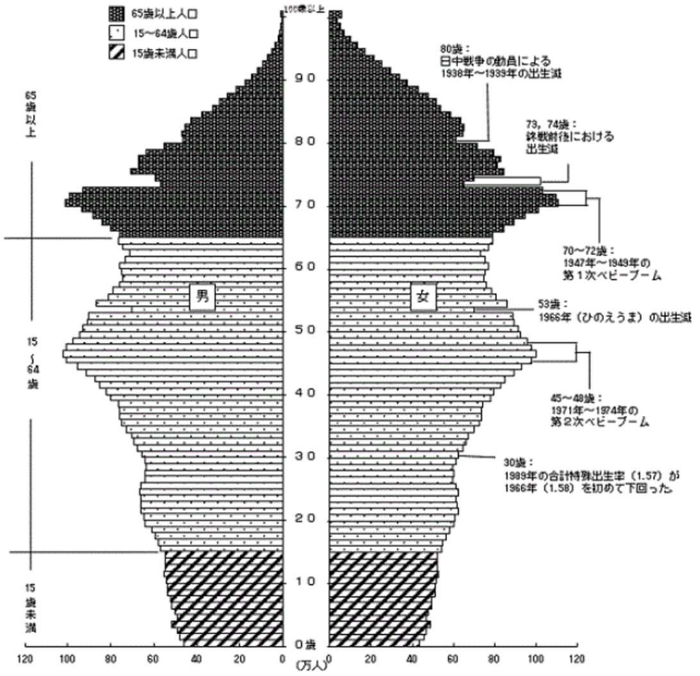


図 2-5 令和 1 年人口ピラミッド

総務省統計局ホームページ 人口推計より抜粋

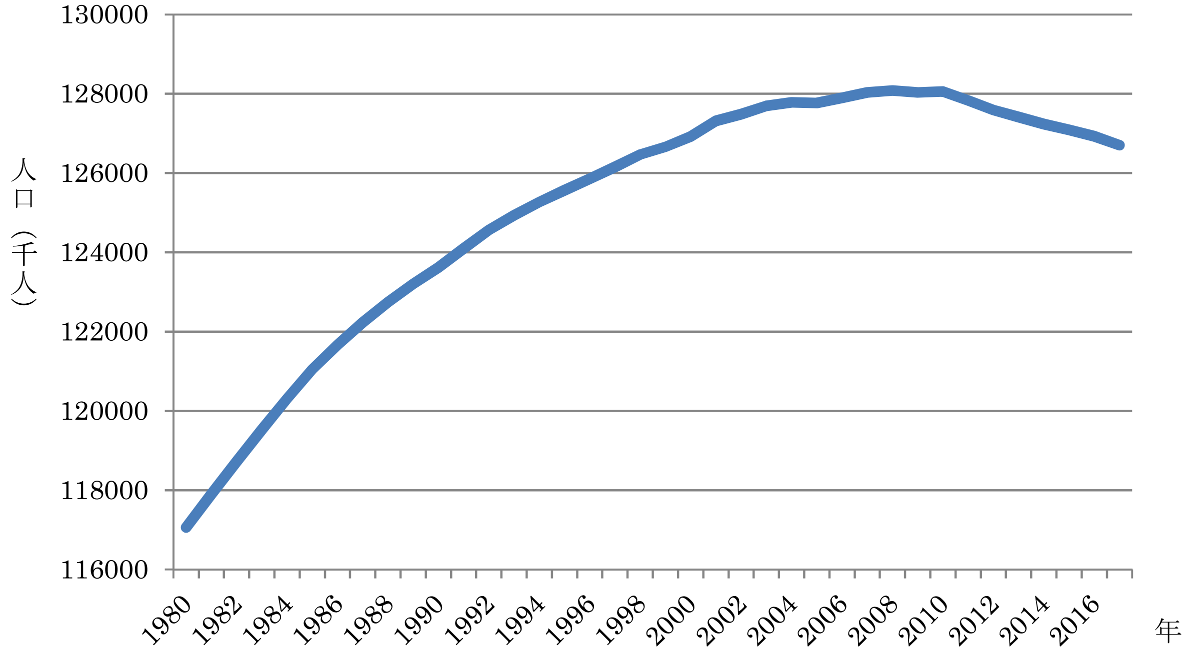


図 2-6　総人口の推移

総務省統計局ホームページ　人口推計より引用

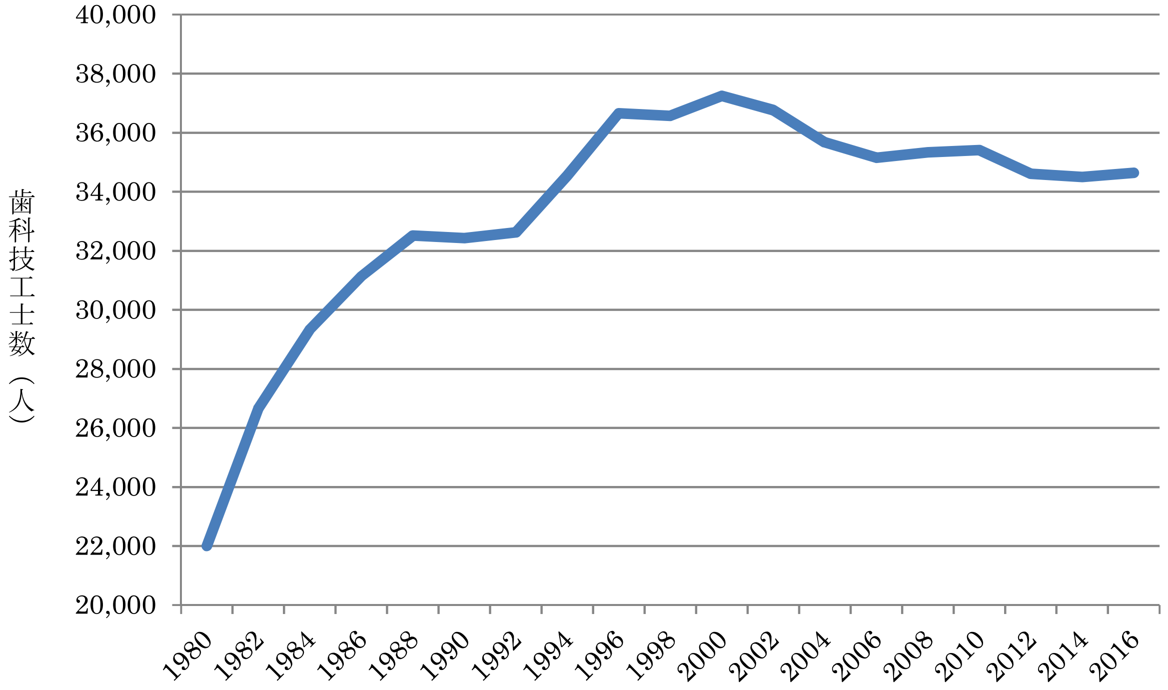


図 2-7　歯科技工士数の推移　年

株式会社アールアンドディ(2019)［歯科技工士企業要覧 2019　1 章 5 技工所の実態］より引用

図 2-6 は、日本における総人口の推移を示す。総人口は2008年をピークに減少傾向であることが分かる。図 2-7 では、歯科技工士数の推移を示す。歯科技工士数は 2000 年をピークに減少傾向であることが分かる。

図 2-6 と図 2-7 を用いて、人口 1 万人当たりの歯科技工士数を算出した結果を図 2-8 に示す。その結果、人口1万人当たりに必要な歯科技工士数の絶対数は、減少傾向にはなく、飽和しており、必要な歯科技工士数は必ずしも不足しているとは言えないことが分かる。

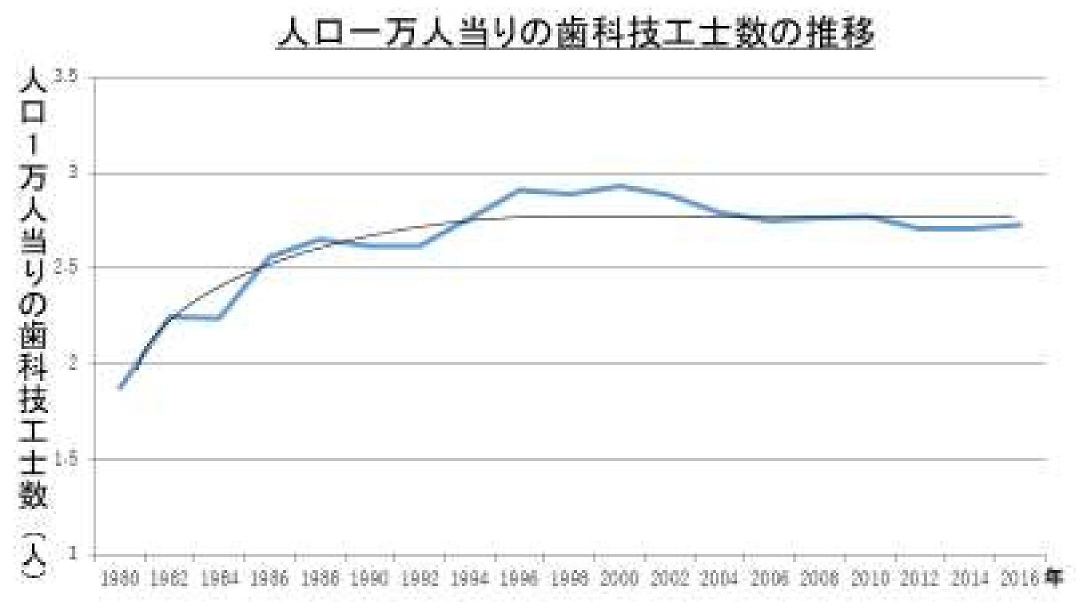


図 2-8 人口と歯科技工士数の推移

2-1-4 8020 運動

少子高齢化が進んでいる状況では、歯科治療に通う患者も高齢化が進んでいる。高齢患者が受ける歯科治療は入れ歯の治療が多いと考えられる。図 2-9 は高齢患者の残存歯数の実績値と予測値を示したものであるが、人の歯は治療技術の向上により抜けにくくなり入れ歯の装着率減少を予想されている。更には、日本歯科医師会は 8020 運動という 80 歳になっても 20 本以上自分の歯を残そうという取り組みが進んでいる。医療が発展していることもあり、歯科治療の質も向上し、治療に使う歯科材料の研究も発展していることから歯磨き粉に含まれるフッ素など予防歯科が進んでいる。予防歯科によって歯を残すことが期待できる様になり、患者の口腔環境が良好であれば歯科技工士の出番は少なくなる。

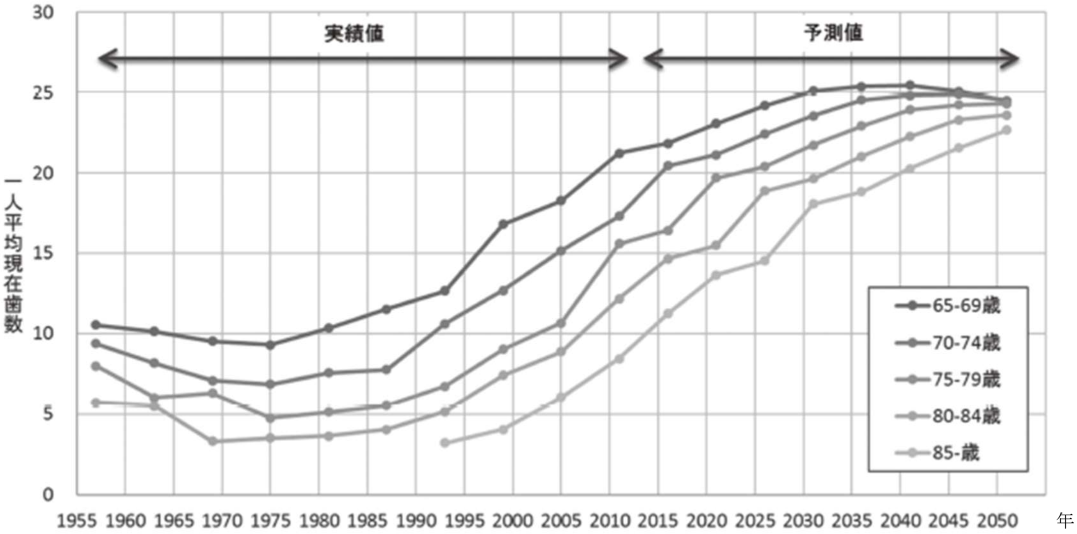


図 2-9　平均残存歯数の数位と予測

安藤雄一(2016)［2050 年歯科医療ニーズと歯科医師需給の見通し］

ヘルスサイエンスヘルスケア　Volume 16No.2　67 頁より抜粋

8020 運動達成者が増加することで入れ歯を装着する人が減少することから、図 2-10 ~~で~~は入れ歯の装着数の 2040 年までの推計値を示す。入れ歯の需要も少なくなることが予想されている。虫歯になりにくく、歯が抜けない様になっていくことは、入れ歯になる患者が少なくなることに繋がる。入れ歯を作るのも歯科技工士の仕事になるが、入れ歯の患者が少なくなるということは歯科技工士の仕事が少なくなるということに繋がる。

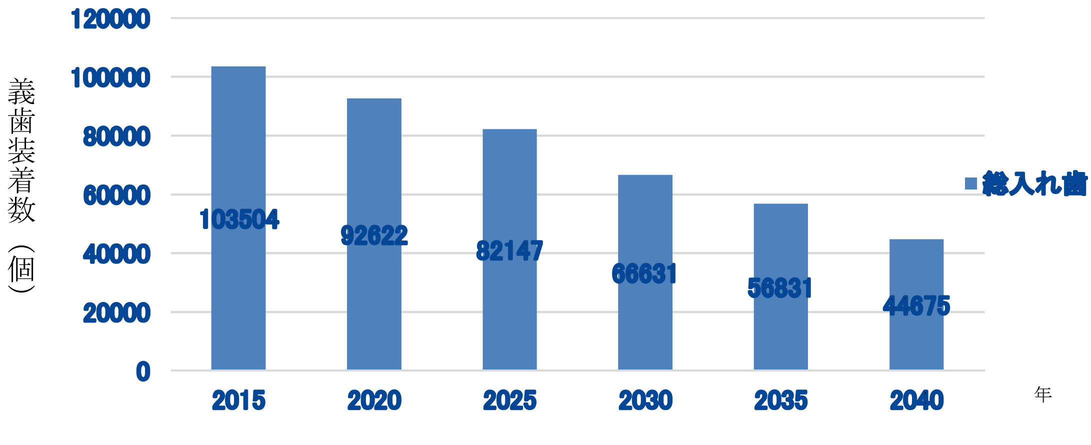


図 2-10　入れ歯の将来推計

安藤雄一(2016)［歯科衛生士及び歯科技工士の復職支援等の推進に関する研究］ 8 頁

厚生労働科学研究補助金　地域医療基盤開発推進研究事業

統括研究報告書より引用

また、医療の進化により虫歯疾患患者が減少することも明らかになっている。近年の小児歯科では、任意になるがフッ素塗布を行うことで虫歯になりにくくすることもできる。歯科医師が指定した期間治療に通うことでフッ素を塗布し、虫歯を予防することが出来る。また近年の歯磨き粉に含まれるフッ素も良質なものになっていることから、小児は日々のブラッシングでも虫歯予防効果が十分に期待できるようになった。

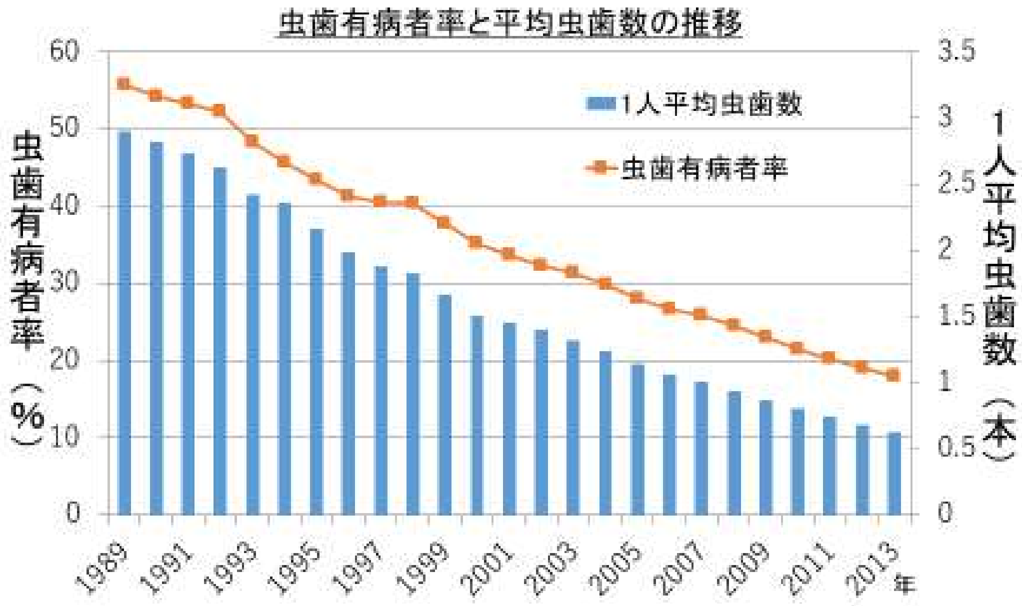


図 2-11　小児の虫歯状況

第 2 回歯科医師の需給問題に関するワーキンググループ(2015)

［歯科医師需給問題を取り巻く状況］11 頁より引用

図 2-11 は小児の虫歯歯数と有病者率の推移を示す。一人当たりの平均虫歯数と虫歯有病者率は減少傾向であることが分かる。自分で歯を隅々まで磨くことが出来ない等の理由で、虫歯になりやすい小児の虫歯数が減少しているということは成人になっても、虫歯になる可能性が低下することが期待できる。虫歯になりにくいということは歯科技工士の仕事が減少する要素にもなり、歯科技工士数が少なくなるからと言って歯科技工士が不足しているとは言い切ることはできない。

2-1-5　補綴物装着率の推移

8020 運動達成者の増加や虫歯率の減少により、補綴物の装着数は減少している事が明らかになっている。図 2-12 は、平成 10 年を 100%とした補綴物の装着率を示す。平成 10 年と

比較し近年は、全ての補綴物装着率が減少していることがわかる。補綴物の装着率が減少すれば、作製する補綴物の数も減少してしまい、歯科技工士の業務が少なくなる。

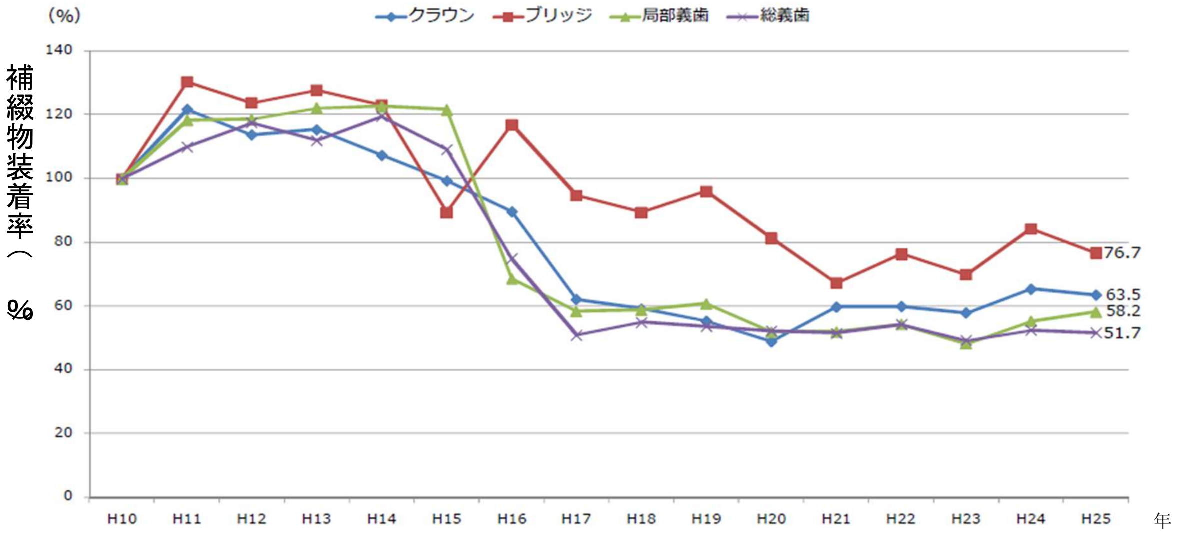


図 2-12 補綴物装着率の推移

第 2 回歯科医師の需給問題に関するワーキンググループ(2015)

［歯科医師需給問題を取り巻く状況］12 頁より抜粋

2-2 一人歯科技工所

2-2-1 歯科技工所の規模

図 2-13 に就業者別から見た歯科技工所数の推移で示す。歯科技工所の規模として多いのは、個人で全て作業を行う一人歯科技工士であることも分かる。様々な要因で歯科技工士は減少傾向にある中、一人歯科技工所は営業や集配の外交業務から補綴物作製まで全ての工程を一人で行っており、歯科技工所としての生産性は低く効率が悪いにもかかわらず、一人歯科技工所は年々増加傾向にあった。

歯科技工士が減少している中、一人歯科技工所が増加していることは、歯科技工士の減少分は、5名以上の大規模歯科技工所で歯科技工士が少なくなっている可能性がある。大規模歯科技工所で歯科技工士減少が進んでいても経営が可能になることは後述するように、デジタル化によって作業効率が良くなったことが関係している可能性がある。

一方、一人歯科技工所では、価値を生みだす作業が明確に分かっていても技工所として機能を果たすためには他の作業も行う必要があり、価値を生める作業にだけ集中することができない。複数名従業員のいる歯科技工所では、作業を分担で行えば、それぞれの作業で作業スピードを速めて高品質の物を作るなど、価値を生む様にすれば良いが、一人で作業する際に同じような取り組みは行うことが出来ない。歯科技工物は、様々な患者の口腔内に

合わせて補綴物を一から手作業で作り上げるが、最も重要なのは個々の患者に合わせて仕上げることである。そこには数ミクロン単位で微調整を行い仕上げていく。歯科技工物で最も価値を生めるのは手作業で患者個々に合わせて仕上げる工程にある。作業フローを見てみると手作業で作るということは、前工程での作業ミスが僅かであれば、次の工程でリカバリーできる。しかし、最終の工程はリカバリーできないため、慎重に作業する必要がある。リカバリーできる作業は、質より量を求める様にスピード重視になるが、最終仕上げは慎重に作業するため、質が求められる。複数名勤務している歯科技工所では作業を分担し、質より量の作業は人を少なく配置し、量より質の工程では人を多く配置し出来るだけ質を落とさない様に慎重に作業させ、生産性のバランスを取ることが出来る。一人で作業する一人歯科技工所では、作業フローによって、質より量、量より質の作業が混在し、生産性のバランスをとることが難しく、生産性が悪く、長時間労働になってしまいやすい。

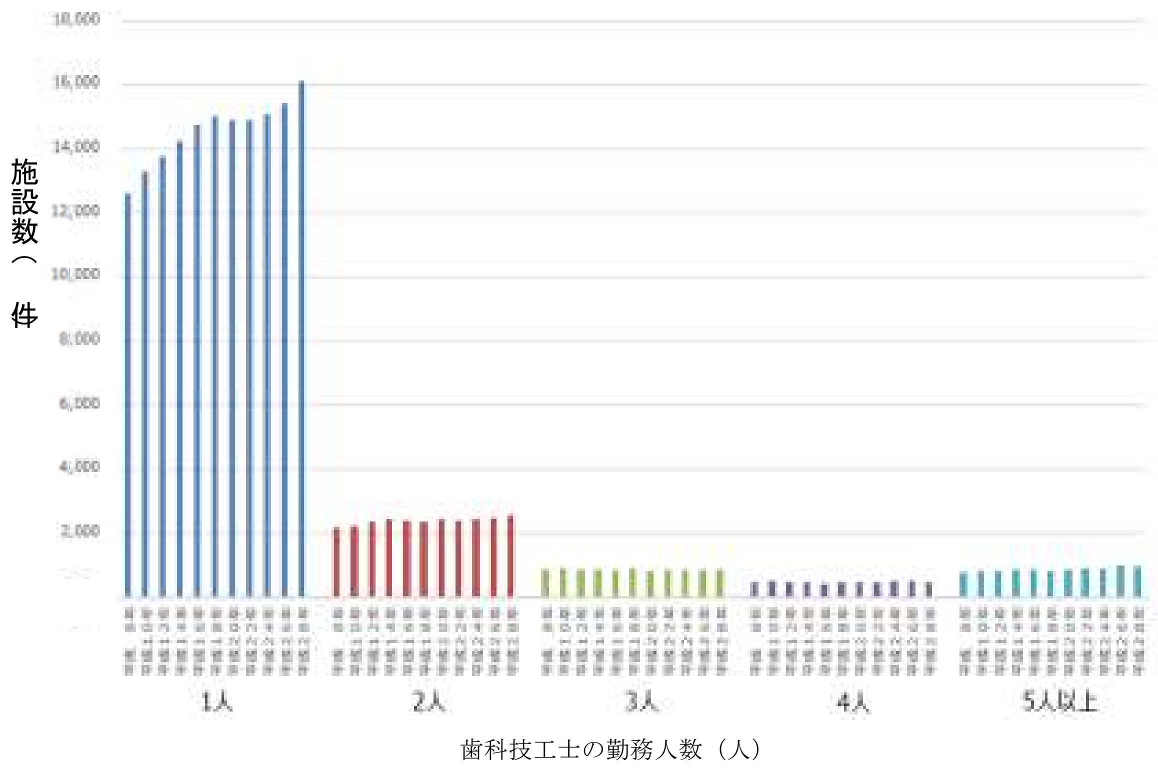


図 2-13 就業者別から見た歯科技工所数の推移

第 4 回歯科技工士の養成・確保に関する検討会(2018)

［歯科技工士の勤務状況等］12 頁より抜粋

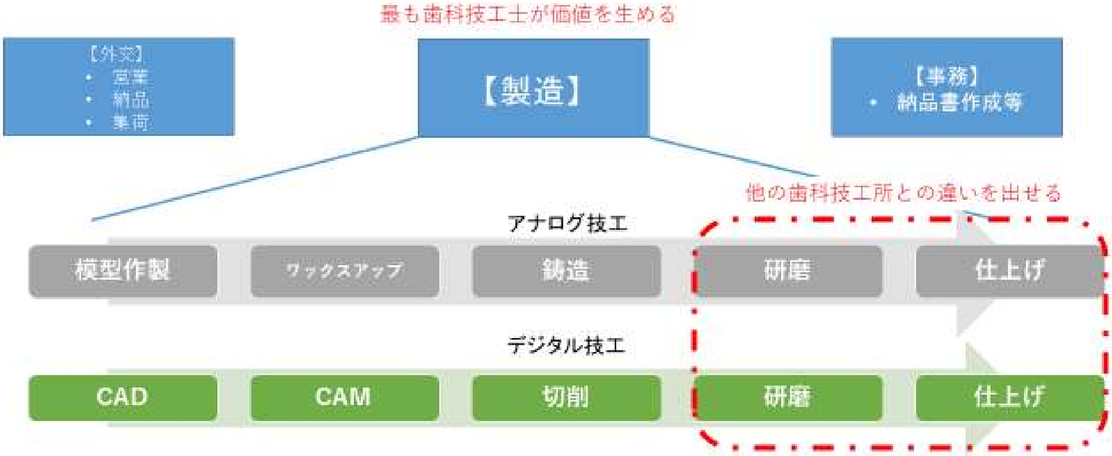


図 13　歯科技工所の業務

しかし、一人歯科技工所には多くの利点もある。一人歯科技工所では勤務地を自由に選択でき、歯科技工士学校の存在しない出身地に開業することによって、地域に密着した活動も可能である。地方に歯科医院はあるが歯科技工所が存在しないという状況が生まれると、歯科医院は補綴物を中央集中型の規模が大きい歯科技工所に補綴物を依頼する必要がある。そうなると患者の口腔内を直接確認できるのは歯科医師、歯科衛生士のみになり、歯科技工士は届いた模型の情報しか分からなくなってしまう。一方、歯科技工士が各地方に存在することで、歯科医師も歯科技工士が近くにいることは、歯の色調確認を共に行うことなど、個々の患者の要求に適応した対応が可能になり、医療の質の向上にもつながる。一人歯科技工所は大規模歯科技工所にないフットワークの軽さから地域医療を支える要因を作ることができる。

2-2-2　独立志向

歯科技工士の技量は、補綴物の品質と生産性に大きな影響を与える。優秀な技工士は高品位な補綴物を効率よく短時間で作製できる。精度良く作られた高品質な補綴物は、歯科医師の微調整作業を削減できるため、加工精度の悪いものに比べ、相対的に高価格で取引される。そのため、高品位な補綴物を生産性良く作製できる優秀な技工士は、固定給で雇われる歯科技工所に勤務するより、自分の技術に見合った給与を得ることが出来る一人技工所を開業する傾向があり、独立志向が強い。

また、勤務地を自分で決めることが可能で、働く時間も自分で決めることが出来、勤務体系を自由に選ぶことができる。

さらに歯科技工士には、手作業で黙々とものづくりをすることを好む傾向の人が多く、これも独立志向が強い要因の一つとなっていると考えられる。

2-2-3 独立の容易性

歯科技工所を開業する際に、必要な設備費用は低価格の機材を導入するだけで歯科補綴物の作製業務が出来ることも、一人歯科技工所が増加する要因の一つである。歯科技工作業に必要な装置は、エンジンと呼ばれるグラインダーや樹脂を固める重合機等、いずれも安価な設備であり、作業場が確保できれば、大きな投資を必要としない。高い機材を導入すれば必ず良いものが作れるという訳ではなく、歯科技工士が生み出す価値は手作業による技術の差で生み出されている。

技術力があれば資金も少なく開業することが可能であり、独立への障壁は比較的低い業種といえる。

2-3 まとめ

本章では、歯科技工業界の現状について調査した。

歯科技工士は高齢化が進み、養成学校と入学者の減少から新たに歯科技工士を志す者も減少している事が分かった。新規免許取得者が減少し高齢化が進むことで、今後、急激な歯科技工士の減少が危惧されることが示唆された。また人口当たりの歯科技工士数を見ても絶対数は飽和しており、更に 8020 運動や虫歯予防によって補綴物の装着数が少なくなり、歯科技工士の仕事そのものが減少していくことが予想されている。

このことより歯科技工士はその数が減少しても業務量も減少するため、歯科技工士は不足しているとは言えないと考えられる。

また、歯科技工士の実態は、独立志向が高く、独立の容易性の影響もあり、一人歯科技工所が増加していた。一人歯科技工士は生産性の面から、デジタル化の普及に影響している可能性もあるため、次章ではデジタル化について述べていく。

参考文献

［1］　株式会社アール アンド ディ (2019)『歯科技工士企業要覧 2019』株式会社アール アンド ディ

［2］ 藤戸裕次（2019）『日本における歯科技工士養成学校の教育経営的研究』高知工科大学

［3］ 厚生省（2018）『第4回歯科技工士の養成・確保に関する検討会』

［4］ 厚生省（2018）『歯科技工士の勤務状況等』

［5］ 総務省統計局ホームページ『令和 1 年年国勢調査』(2020/6/29 閲覧）
https://www.stat.go.jp/data/kokusei/2020/index.html

［6］ 安藤雄一など（2016）『2050 年歯科医療ニーズと歯科医師需給の見通し』

［7］ 厚生省（2015）『歯科医師需給問題を取巻く状況』

［8］ 安藤雄一など（2016）『歯科衛生士及び歯科技工士の復職支援等の推進に関する研究』

第 3 章　デジタル化の現状

3-1　デジタル化の停滞要因

3-1-1　歯科技工の高齢化とデジタル化

歯科技工士の高齢化が進んでいくことで危惧される点は、高齢化によるデジタル化対応の遅れである。勝手なイメージではあるが、高齢者となるとスマートフォンやパソコン操作に慣れていない人が増える傾向にあると考える。歯科技工業務でデジタル化を行うのであればパソコン操作は必須になる。パソコンの基本的な操作が行えて初めてデジタル機器を用いて歯科技工業務が出来るようになる。図 3-1 は歯科技工士のパソコン利用率を調査した内容を示す。

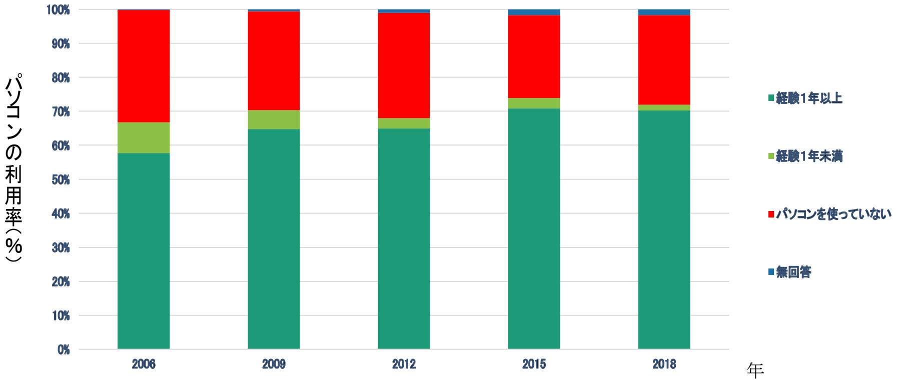


図 3-1　歯科技工士のパソコン利用経験

日本歯科技工士会(2018)［2018 年歯科技工士実態調査報告書］12 頁より引用

図 3-1 を見ると歯科技工士の高齢化が進んでいるが、パソコンの経験者も増えていることが分かる。歯科技工士が高齢化していることで、パソコンの使い方が分からず、デジタル化出来ていないということではなく、高齢化がデジタル化普及の停滞要因とは必ずしも言えないと考えられる。

3-1-2　歯科技工所におけるデジタル化の対応

図 3-2 は歯科技工士にアンケート調査を行い、歯科技工士が学びたい技工は何か調査した結果を示す。2018 年の調査で CAD/CAM 技工を学びたいという結果が一番多かった。また CAD/CAM 技工を学びたいという回答は 2015 年より 2018 年の方が増加しており、歯科技工士自身が、デジタル化技術に嫌悪感を抱いているということはなく、歯科技工士自身もデジタル化技術を学びたいという意欲があることが分かる。

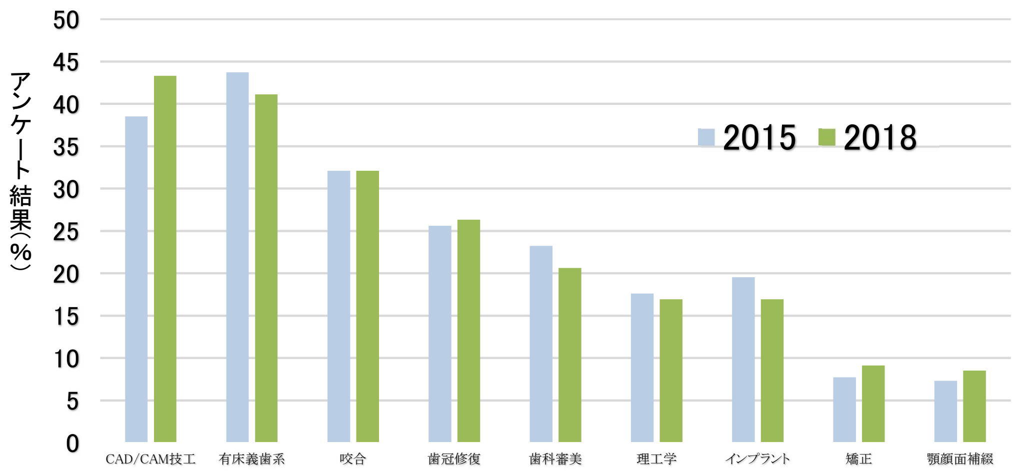


図 3-2　歯科技工士の学習意欲

日本歯科技工士会(2018)［2018 年歯科技工士実態調査報告書］15 頁より引用

図 3-3 は、一人歯科技工所において、補綴物の種類別にどのような補綴物の受注が増加しているのかを調査した結果を示す。個人の歯科技工所は、主に入れ歯の受注が増加していることが分かり、CAD/CAM の受注増加は少なかった。入れ歯を作製する工程でデジタル機器を用いることは少なく、個人の歯科技工所がデジタル化の対応に遅れが生じていることが推測できる。前項で述べたように、入れ歯は将来 8020 運動達成者が増えることによりその受注が少なくなることが予想されているので、個人の歯科技工所も、CAD/CAM 技工の受注を増やしておきたいところである。

図 3-4 は法人で経営している歯科技工所の、同様の調査結果を示す。法人では個人の歯科技工所とは異なり、CAD/CAM 技工の受注が増えていることが分かる。

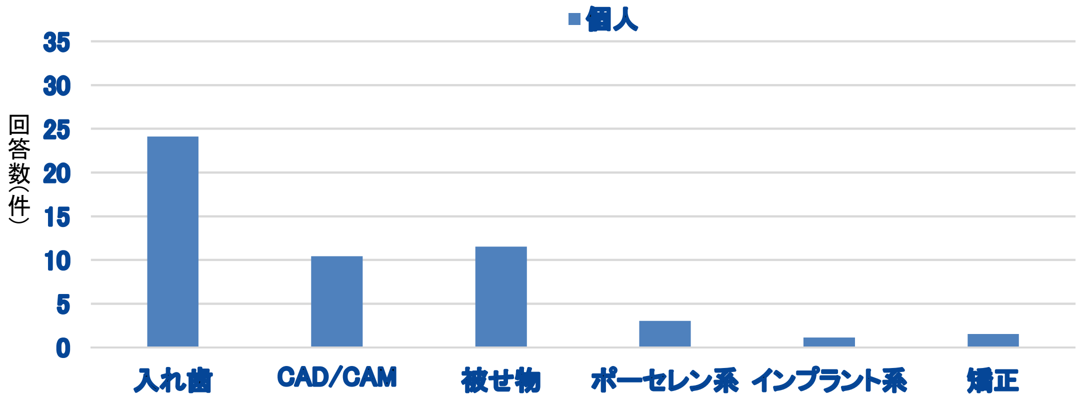


図 3-3　受注が増加している補綴物(個人)

日本歯科技工士会(2018)［2018 年歯科技工士実態調査報告書］48 頁より引用

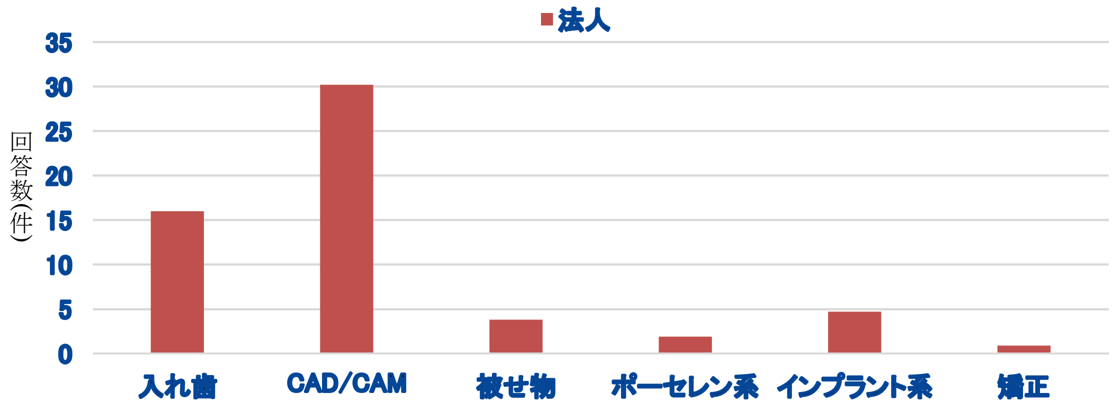


図 3-4　受注が増加している補綴物(法人)

日本歯科技工士会(2018)［2018 年歯科技工士実態調査報告書］48 頁より引用

図 3-4 は、CAD/CAM 装置の設置状況を全体と経営形態別に調査した結果である。

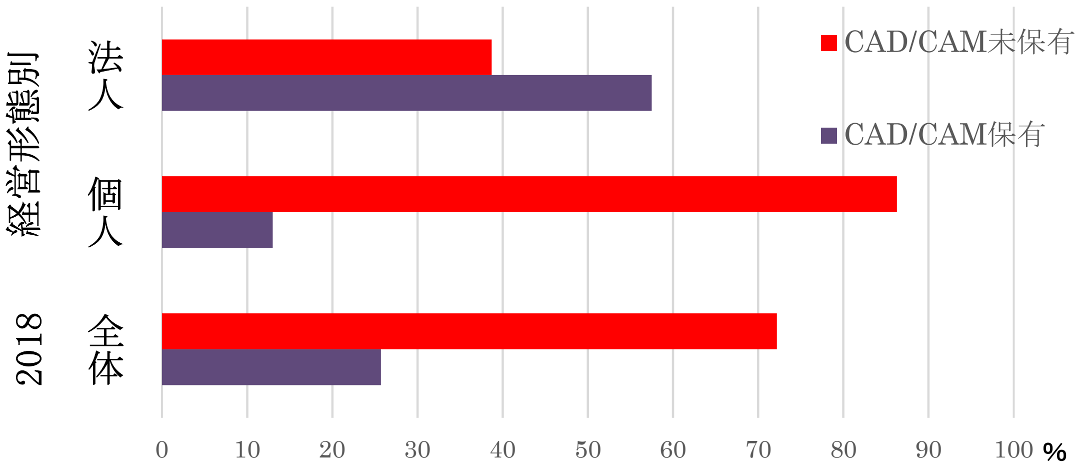


図 3-5　経営形態別 CAD/CAM 装置の保有状況

日本歯科技工士会(2018)［2018 年歯科技工士実態調査報告書］48 頁より引用

図 3-5 には、経営形態別 CAD/CAM 装置の保有状況を示す。デジタル機器の設置率は歯科技工所の経営形態別に見ると、法人では設置率が高いのに対し、個人の歯科技工所では 9 割近くの歯科技工所がデジタル機器を設置出来ていないことが分かる。全体でも 25%程度と少ないが、個人歯科技工所に至っては 10%程度の保有率であり、個人歯科技工所がデジタル化出来ていないことが分かる。上述したように歯科技工所の大半を占め、その数も増加傾向にある一人歯科技工所が、デジタル機器を導入出来ていないということで、歯科技工業界全体がデジタル化普及の停滞に繋がっていることが分かる。

より多くの個人歯科技工所がデジタル機器を設置、もしくはデジタル化技術対応の歯科技工を行える環境を作ることが重要な課題と言える。

3-2　潜在需要

3-2-1　デジタル化普及における保険適用の影響

歯科材料の面では、デジタル化によって、従来の作業で行う際には、使用できない材料を用いることが可能になる。日本の歯科治療は、多くが保険診療である。保険診療で行う治療に関しては使用する材料に限りがある。従来の方法で行う保険診療の技工では、主に貴金属を用いて作業することが多いが、貴金属を用いることが出来ない金属アレルギーの患者は使用できる材料が限定される。

一方、デジタル化した歯科補綴物は、保険診療では高強度プラスチック、自費診療ではジルコニアを用いるが可能であり、金属アレルギー患者の選択肢を増やすだけでなく、金属以外の材料で作製すれば保険治療でも白い歯を装着することが可能になる。

図 3-6 は保険診療による CAD/CAM 冠適用可能な部位の口腔内写真を示す。CAD/CAM 冠適用部位は健康保険で定められており、決められた部位しか使用することができない。しかし CAD/CAM 冠適用部位が拡大しており、今後も健康保険の動向次第で、適用部位拡大が期待される。

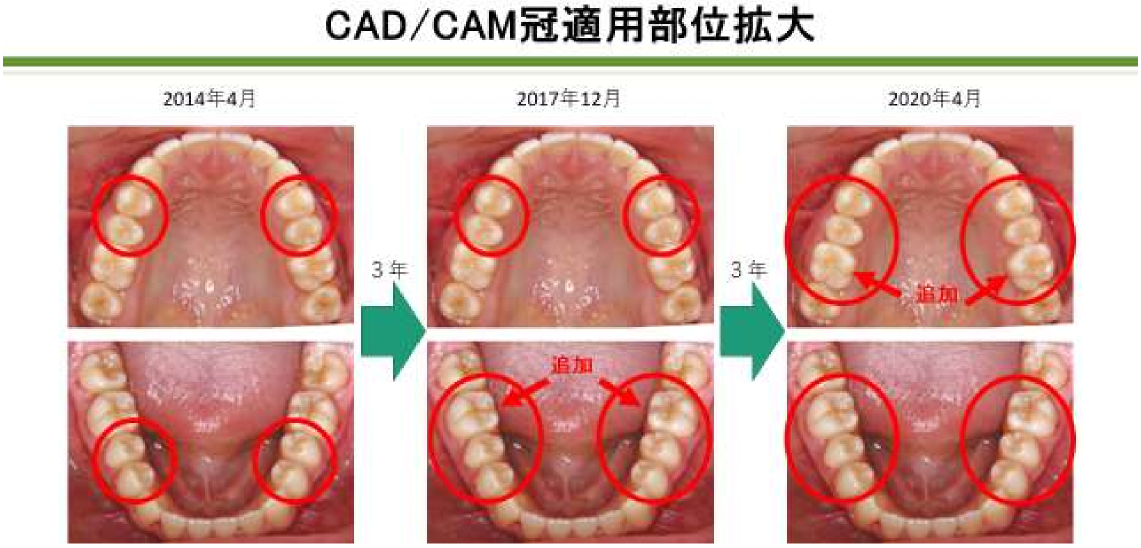


図 3-6　CAD/CAM 冠適用部位拡大について

3-2-2　デジタル化と技工料金

図 3-7 は従来手作業で作製していた金属歯冠修復物と CAD/CAM 冠の技工料金の比較を示す。紺色で示した分布は、実取引額の分府を示し、一方緑色で示した帯の価格帯は、厚労省が大臣告知で示したガイド価格を示す。従来の金属修復物に比べ、CAD/CAM 冠は倍以上の技工料金で取引されることが多く、技工料金には大きな差がある。更にガイド価格に対する実勢値の差にも大きな違いが観られ、従来の金属冠はガイド価格より安価に取引されている傾向が高いが、CAD/CAM 冠はその差は少ない。このことは、先に述べたようにデジタル化の遅れによる CAD/CAM 冠の供給能力が、低価格化の阻害要因になっている可能性を示唆しているも考えられる。

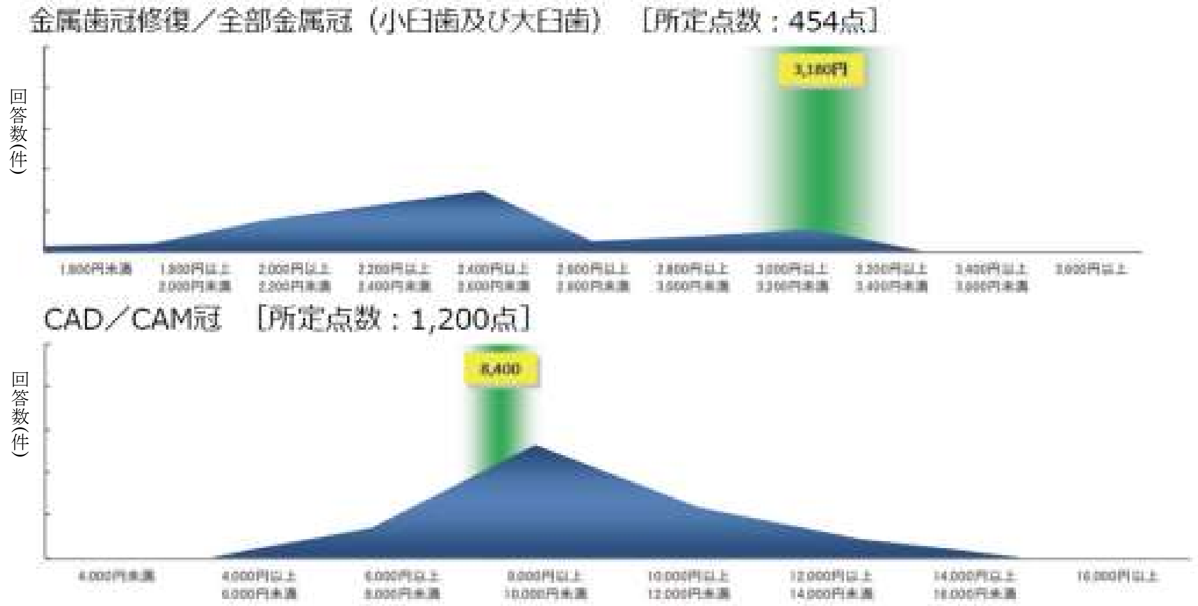


図 3-7　従来の金属歯科修復物とCAD/CAM 冠の技工料金の違い

日本歯科技工士会(2018)［2018 年歯科技工士実態調査報告書］62 頁より引用

図 3-8 は歯科材料別の市場マーケットの推移を示す。赤色系統の棒グラフが従来の技工作業で用いる材料であり、青色系統の棒グラフはデジタル技術を活用した技工作業で用いる材料である。歯科材料市場では、デジタル化技術を活用した技工材料は増加している。しかしデジタル化した技工物を作製するには設備が必要となるため、デジタル化技術を活用したいが設備がないため、対応できないという潜在需要が多く存在する可能性がある。

特に審美を求める歯科補綴物である OS 切削加工用セラミック材の伸びは著しく、治療を目的とした補綴物の需要の減少に反し、審美による補綴物の需要拡大が期待できる。

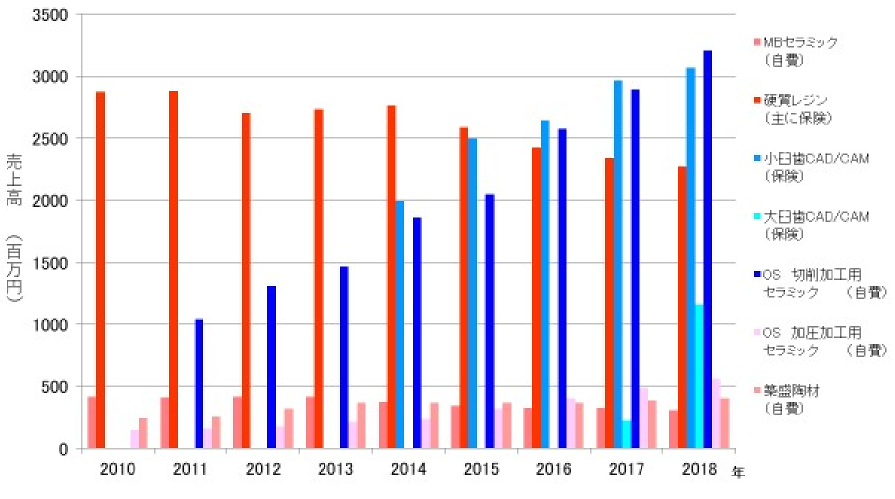


図 3-8　歯科材料全体の売上推移

株式会社アールアンドディ(2019)［歯科機器・歯科材料年鑑 2019　2 章　15 歯冠材料］より引用

3-3　まとめ

本章では、デジタル化の現状について調査した。

歯科技工士の高齢化は、パソコンの利用率から考え、デジタル化普及の停滞要因になっているとは言えないと考えられる。

また、歯科技工士は、デジタル化技術に嫌悪感があるわけでもなく、意欲的に学びたいと考えている事がわかった。しかし、多く存在する一人歯科技工所は意欲があってもデジタル化技術に対応した補綴物の受注が増えている訳でなかった。

CAD/CAM 設備の設置率は、特に個人で経営している歯科技工所の設置率が低い事が分かった。今後は、個人歯科技工所が CAD/CAM 設備の設置やデジタル化技術対応の歯科技工物の受注を増やせる環境づくりが必要である。

取引価格から観ると、CAD/CAM 冠は従来の補綴物よりも高額に歯科医院と取引されており、デジタル化技術対応補綴物は、歯科技工所にとっても受注を増やしたい補綴物であり、潜在的需要があることが分かった。潜在需要がある事は、材料メーカーにとっても市場拡大のチャンスとも言える。

参考文献

［1］ 日本歯科技工士会(2018)『2018 歯科技工士実態調査』

［2］ 厚生省(2018)『歯科技工士の勤務状況等』

［3］ 末瀬一彦(2014)『小臼歯 CADCAM 冠導入 2 年後の臨床経過に関する調査研究』日本補綴歯科学会

［4］ 末瀬一彦(2014)『日本の歯科技工士教育の現状と展望』日本補綴歯科学会

［5］ 株式会社アール アンド ディ (2017ー2019)『歯科機器・用品年鑑 2017ー2019 年版(27ー29 版)』株式会社アール アンド ディ

［6］ 全国保険医団体連合会(2016)『全国保険医団体連合会アンケート 2016』

第 4 章　デジタル化技術の課題

4-1　従来の技工作業

従来技工の作業フローを図 4-1 に示す。歯科医師が、虫歯になっている歯を削り、歯科補綴物の土台を形成する。その後、歯科医院で印象採得という型取りを行う。型に石膏を流し石膏模型を完成させ、歯科技工所に送られる。歯科技工所は届いた模型を作業しやすいように加工し、ワックスで失った歯の形を再現する。歯の形は歯科技工士の知識技術に依存しており、隣の歯や、噛みこむ歯を参考に復元していく。ワックスで復元が終わったら、ワックスを金属の歯に置き換える。最後に金属の歯を研磨して、最終調整を行う。

従来の技工作業は、石膏や金属を切削するので多くの粉塵が、ばく露する環境で不衛生であり、金属に置き換える作業で、火を使用することから危険な作業である。

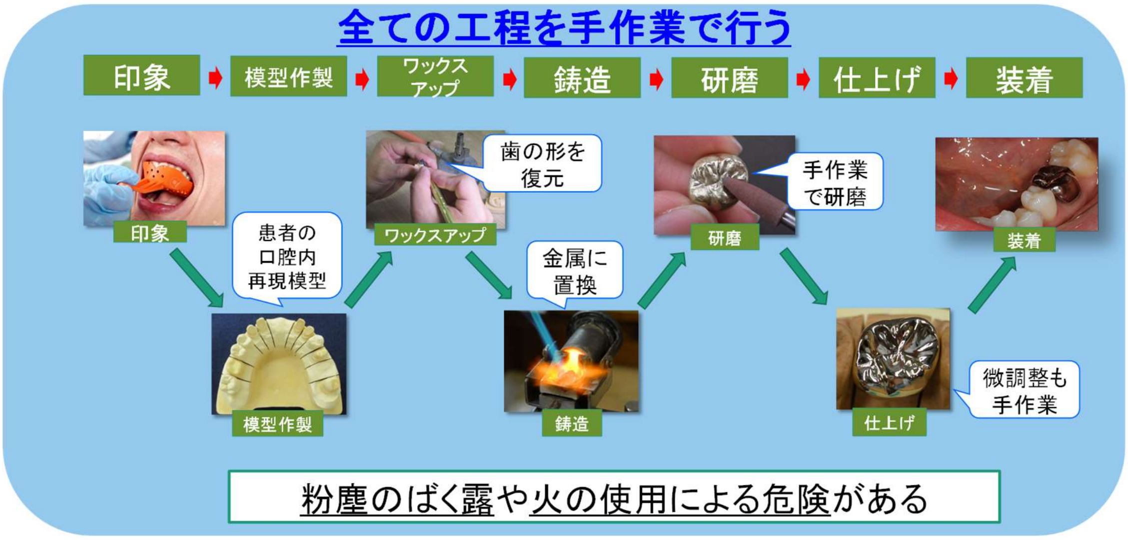


図 4-1　従来の作業フロー

4-2　デジタル技術を活用した技工作業

デジタル技術を活用した技工の作業フローを図 4-2 に示す。デジタル技術を活用することで、一部工程をデジタル機器でサポートを受けることができるため、作業効率は良くなる。

手作業の項目が少なくなり、一部の工程をデジタル機器がサポートしてくれることは全ての工程で、必ず作業者の技術が必要な従来の技工と違う。そのため、夜中の時間や営業活動で歯科技工所に不在の場合でも、デジタル機器をうまく活用することで補綴物作製が行えるようになる。一人歯科技工所は、営業活動等の外交があるため、歯科技工所を不在にすることがあるが、外交中でも補綴物が生産できることは、作業効率が良くなり生産性向上に繋がる。

また、粗削りの際に切削機の中で加工するため、粉塵が舞うことを抑えることが出来るので作業環境は良くなる。

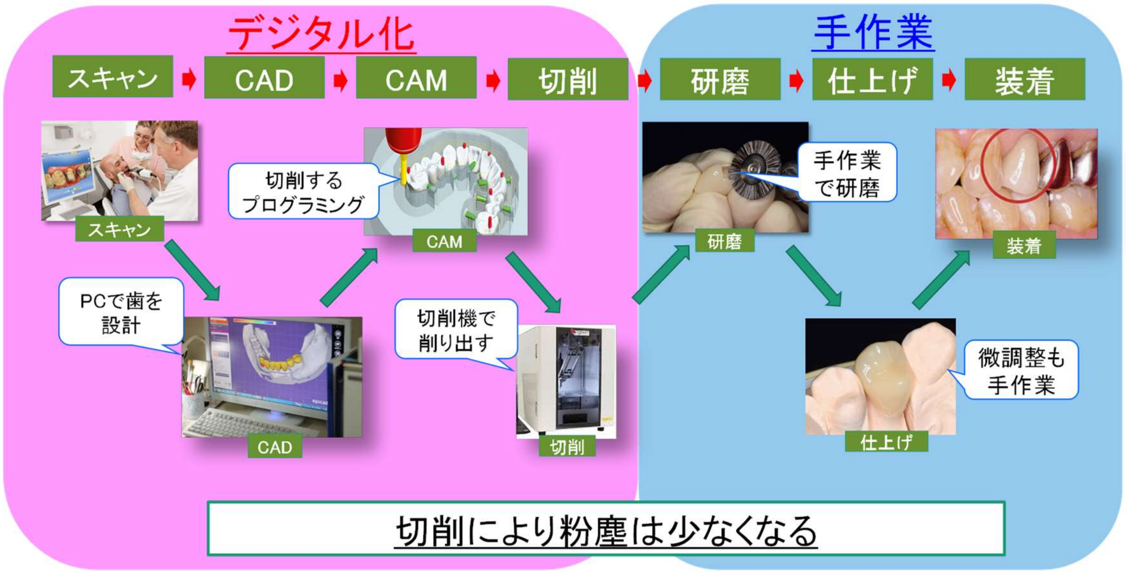


図 4-2　デジタル機器を用いた作業フロー

4-3　デジタル化における課題

課題の 1 つ目は「導入技術が異端」という点である。技術転換には、デジタル化による恩恵を理解しないと技術転換に取り組むのは難しくなってしまう。また歯科技工士は、全て手作業の作業フローから、一部工程にコンピューターを用いるとなると、新たに知識を身に付けなくては技術転換をすることができない。従来の方法で物事が成立している状況では、顧客ニーズに既に対応できている状態であるため、歯科技工士自身にデジタル化によるメリットを理解させ、技術転換を喚起させることが必要である。

課題の 2 つ目に「設備費が高額」という点がある。歯科技工所がデジタル化することで、作業効率が上がり生産性が高くなるといわれているが、設備投資には高額な費用が発生する。設備償却費の負担低減には、設備の稼働率を上げる必要があるが、特に一人歯科技工所は営業活動も一人で行っているため、設備の稼働に多くの時間を費やすことが難しく、設備稼働率の向上には限界がある。

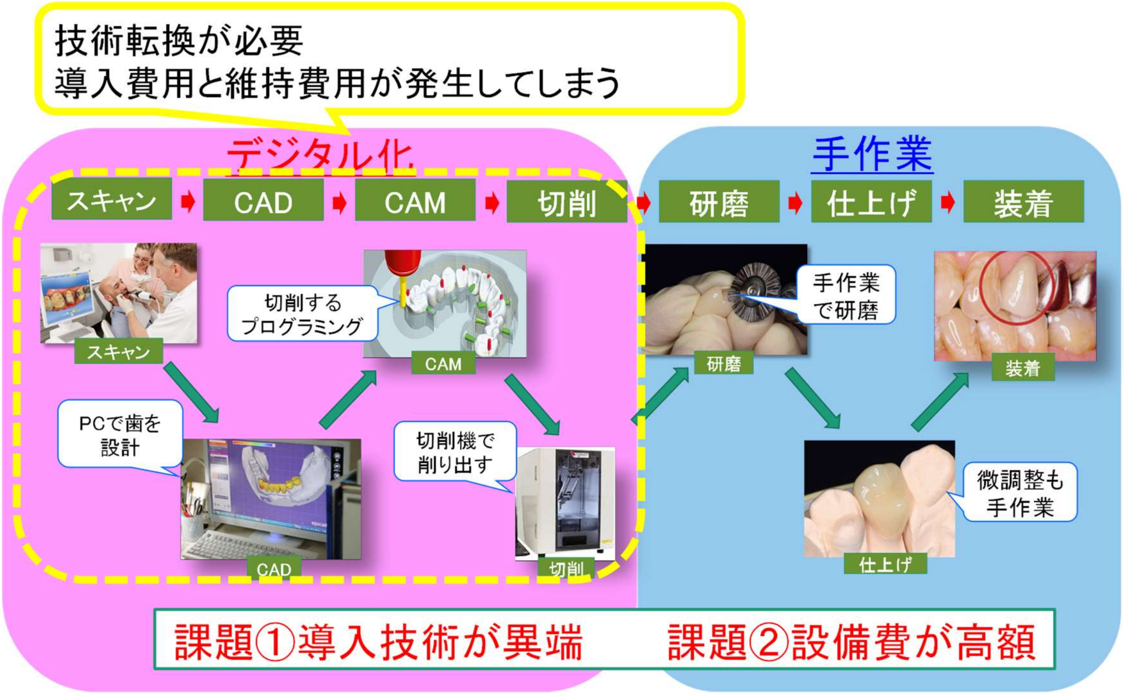


図 4-3　デジタル化の課題①課題②

課題の 3 つ目は、「最後は手作業による調整が必要」な点である。歯科補綴物とは、患者の口腔内にミクロン単位で適合させる必要があり、デジタル機器のみで患者の口腔内に合わせる歯科補綴物を作製する事は出来ない。人間の口腔内には髪の毛1本でも違和感があるほど精密な感覚があるので、歯科補綴物も精密な作製が求められる。機械化によって安定して生産が可能になるが、精度に関しては手作業の方が優れている工程もあり、特に最終仕上げは歯科技工士が手作業で調整することで補綴物の精度が決まるようになる。

この最終作業である手作業での仕上げはアナログもデジタルも同じ工程であり、どちらも患者の口腔内に合わせるという、付加価値を多く生み出せる作業である。

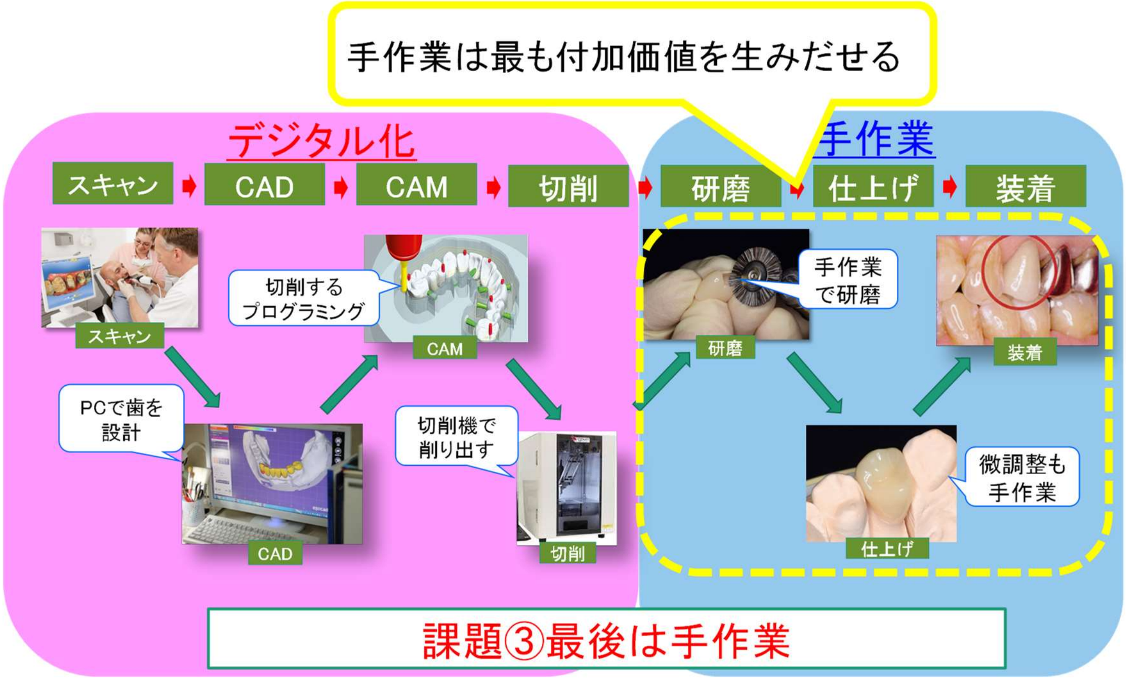


図 4-4　デジタル化の課題③

4-4　一人歯科技工所におけるデジタル化

一人歯科技工所が多く存在し、増加していることを述べてきたが、次に一人歯科技工所とデジタル化について分析をしていく。一人歯科技工所は生産性を上げるために作業効率を良くすることも重要である。作業フローで生産性のバランスを良くしなければ、一つの工程の能力を向上させても、全体の生産性は向上しないことは、制約理論からも想定できる。特に、一人で全ての工程を進める一人技工所では付加価値を生む仕上げ工程に歯科技工士の全ての時間を費やすことができず、補綴物製造における生産性の観点から考えると効率が悪いことにある。

歯科技工士の生産性は生み出す付加価値によって変わってくる。より高い付加価値を生める歯科技工士は作業スピードも速く高品質な歯科補綴物を作製することが出来るため、生産性が高くなる。しかし全ての歯科技工士が高品質の歯科補綴物を速いスピードで生産できる訳ではなく、一人歯科技工所の中には生産性を高めることが出来ずに深夜まで歯科補綴物作製を行わなくてはいけない歯科技工所も存在する。

大規模歯科技工所では、歯科技工士が多く存在することから作業を分担することが可能になり、営業や事務作業は歯科技工士免許がなくても従事することが出来る。このことから大規模歯科技工所は高い生産性を保つことができる。

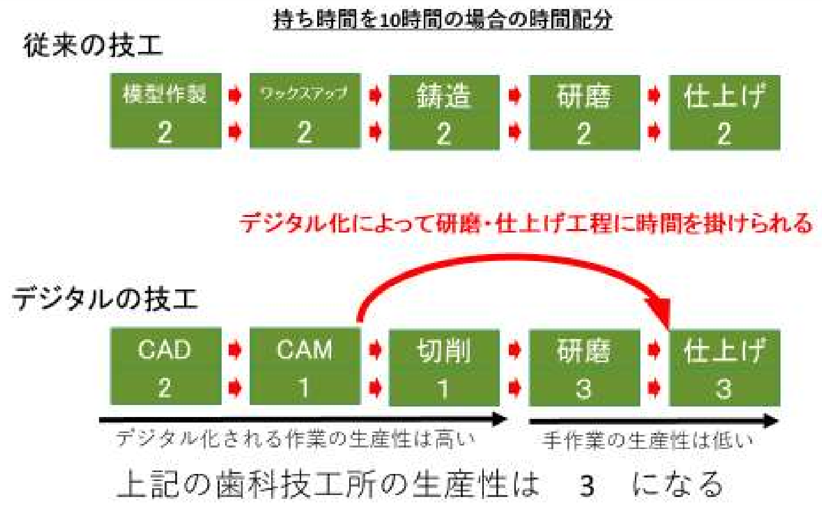


図 4-5　作業時間の変化

一人歯科技工所は、作業を分担することができないため、付加価値を生む研磨仕上げに充てる時間を増やすことが難しい。図 4-5 は、一人歯科技工所がデジタル化したことによって、変化する作業時間の配分を示す。従来の技工は、各工程の生産性が均等であれば、持ち時間が 10 時間の場合、全工程を2時間で配分することが効率的である。

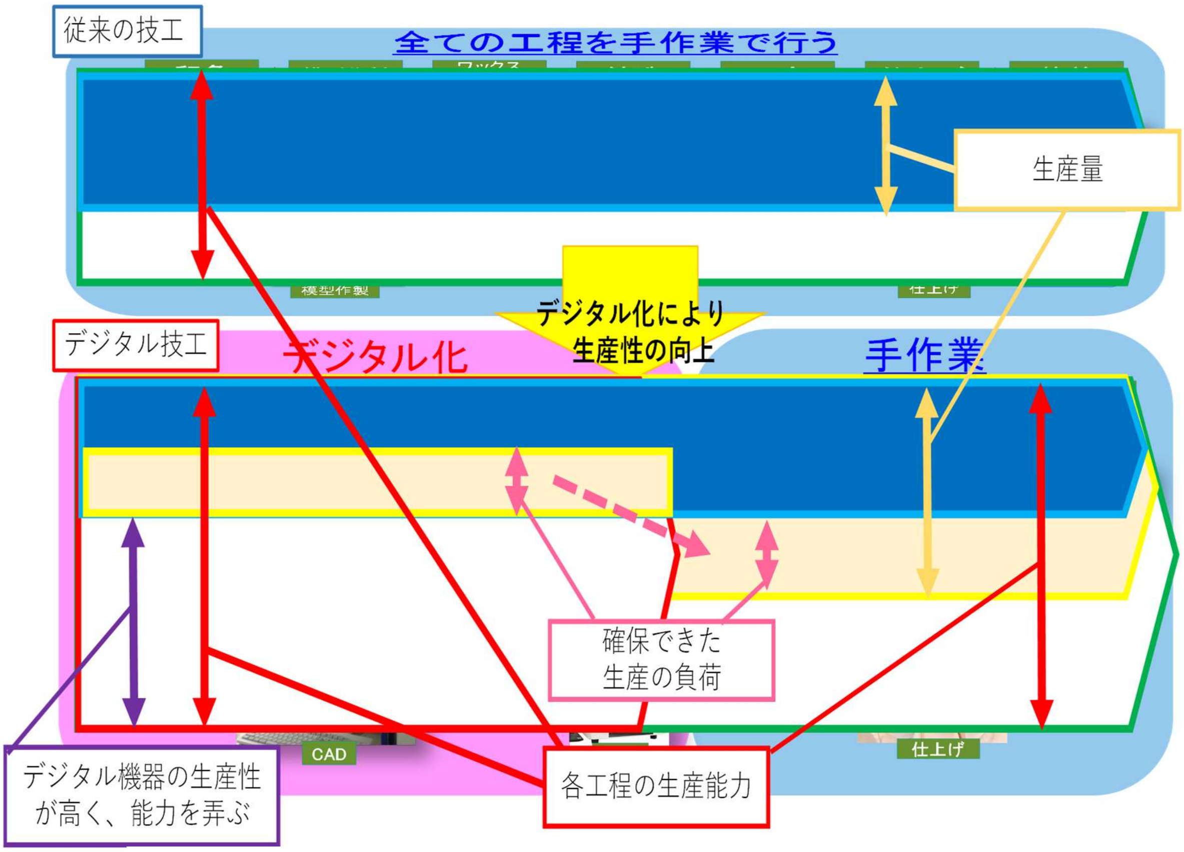


図 4-6　一人歯科技工所のデジタル化による生産性

一方、デジタル化した技工の場合は、デジタル化した工程の生産性が高くなることから、デジタル化した工程は作業時間が少なくても工程の作業を終わらせることができる。そこで生まれた時間を、手作業の工程に振り分けることで、生産量を増加することが出来る。

図 4-6 は、一人歯科技工所がデジタル化した場合の生産量増加の仕組みを示す。赤矢印が生産能力であり、黄色矢印は生産量を示す。デジタル化した工程における生産性の向上により、歯科技工士の作業時間に余力が生まれ、手作業の工程に付与することで、デジタル技工の生産量を上げることができる。

また、高額投資で設置したデジタル機器の生産性を活かすため、デジタル機器の稼働を増やしたとしても、補綴物の生産量は手作業工程での生産能力が律速となるため、デジタル機器の生産能力を十分に使い切ることは出来ない。このことから高額投資の割には、付加価値を生む工程の生産量が人律速となるため、高額な機器の生産能力を十分生かすことができず、投資効率が悪く、一人歯科技工所がデジタル機器を導入しない原因の一つになっていると考えられる。

4-5　まとめ

本章では、デジタル化技術の課題について調査した。

従来の技工とデジタル技術を活用した技工を比較すると、デジタル技術を活用した技工は、粉塵の量が少なくなることや、火を使用しなくなることで、安全面が良くなっていることが分かった。

しかし、デジタル化に対応するには、① 導入技術が異端、② 高額な設備投資が必要、③ 手作業が残る、といった課題があり、一人歯科技工所や小規模歯科技工所には、ハードルが高いものであった。

特に一人歯科技工所がデジタル化する場合、人で律速される手作業工程が生産量を律速させるため、飛躍的に生産性を向上できない。そのため高額投資の割には、機械を余剰させてしまうことから、投資効率が悪く、一人歯科技工所がデジタル機器を導入しないことは原因の1つになっていることが分かった。

参考文献

［1］ 株式会社アール アンド ディ (2019)『歯科技工士企業要覧 2019』株式会社アール アンド ディ

［2］ 高橋元一(2018)『歯科技工所経営とデジタル化に関する考察 -組織再編の現状と課題-』高知工科大学

［3］ 中嶋英陽(2013)『環境変化によるアナログからデジタルへの中での中小企業成長戦略～歯科業界のこと例～』高知工科大学

［4］ 八木英一郎(2012)『制約条件の理論(TOC)に基づく改善に対する一考察』東海大学紀要政治経済学部　第 44 号

［5］ 山下洋史(2003)『制約理論(TOC)に基づく生産計画システム』明大商学論叢　第 85 巻第3号

［5］ YAMAKIN 株式会社　ヤマキン博士会(監修)『歯科用デジタルハンドブック1』YAMAKIN 株式会社

［7］ 山本貴金属地金株式会社　ヤマキン博士会(監修)『歯科用 CAD/CAM ハンドブックⅣ』山本貴金属地金株式会社

［8］ YAMAKIN 株式会社　ヤマキン博士会(監修)『歯科用 CAD/CAM ハンドブックＶ』YAMAKIN 株式会社

［9］ YAMAKIN 株式会社　ヤマキン博士会(監修)『歯科用デジタルハンドブック 2』YAMAKIN 株式会社

第 5 章　ビジネスモデルの提案と考察

5-1　デジタル化アウトソーシングの効果

第 4 章で述べたように、一人歯科技工所がデジタル化しても、生産性のバランスが悪く、投資効率の観点からメリットがない。しかし、多くを占める一人歯科技工所が、デジタル化に移行しない限り、歯科技工業界のデジタル化は、推進することができない。反対に一人歯科技工所が、デジタル化に対応できるような取り組みがあれば、歯科技工業界はデジタル化を推進させることが可能になる。

そこで、一人歯科技工所がデジタル化できる仕組みとして、デジタル化工程のアウトソーシング化について検討する。デジタル機器を導入できない一人歯科技工所が、デジタル機器が必要な工程のみをアウトソーシングし、最後の手作業による工程のみに特化することで、歯科技工士の技量を最大限に活かすことができる。

一方、歯科医院からしてみれば、一人歯科技工所にデジタル化対応の歯科補綴物を依頼するのではなく、最初からデジタル機器を設置している大規模歯科技工所へ業務依頼をすればよいということになるが、大規模歯科技工所は必ずしも各歯科医院の近郊に存在するわけではなく、地域に密着した臨機応変な対応が難しい。一人歯科技工所がデジタル化工程をアウトソーシング化し、顧客である歯科医師の近郊に存在することで、顧客の意向に沿った臨機応変な対応が可能となり、デジタル機器を設置している大規模歯科技工所との差別化を図ることが出来る。一人歯科技工所のメリットである地域密着型歯科技工所として、地域医療を支えることが可能になる。

このことからデジタル化をアウトソーシングすることは一人歯科技工所にとっても有効的であり投資効率や機械の稼働率を心配する必要がなくなる。

図 5-1 では、アウトソーシング前とアウトソーシング後に変化した作業時間の配分を示す。アウトソーシング前では、デジタル化によって効率化されたことで、手作業の工程に作業時間を多めに配分できるが、デジタル化した工程は、オペレート業務が必要であることから、手作業の工程のみに作業時間を充てることが出来ない。

一方、デジタル化工程をアウトソーシングすることで、デジタル化工程に必要な作業時間がなくなり、その分を手作業工程に時間を分配することで、付加価値を生む手作業の工程に、歯科技工士の作業時間を集中させることが出来るため、生産量を大幅に向上させることができる。

図 5-1　アウトソーシング効果

一人歯科技工所は、デジタル化工程をアウトソーシング化することで、デジタル化技術を活用しないと作製できない材料を用いた補綴物にも対応可能になる。

5-2　提案するビジネスモデル

上述したように、一人歯科技工所が、高い付加価値を生む手作業のみに、作業時間を集中させる方法として、デジタル化工程のアウトソーシング化の有効性を示した。

そこで次に、アウトソーシング化されるデジタル化工程を歯科材料メーカーが担うビジネスモデルを提案し、その有効性について考察する。

デジタル化推進のためのビジネスモデルとして、歯科材料メーカーによる【デジタルデザインセンター（以下、DDC）】の創設を提案する。

図 5-2 デジタルデザインセンター

図 5-2 は、DDCの活動内容を示す。

このモデルでは材料メーカーがデジタル工程を担う DDC を創設する。DDC は歯科医師から患者の歯の形状情報を模型もしくは電子データで入手し、そこで自社の材料製品をデジタル機器で、患者個々の口腔内に合うように切削加工まで行った半完品を、歯科技工所へ販売する。材料メーカーは、製品を半完品にして販売することで、製品付加価値を向上することができる。半完品は、サイズも小さいことから発送の際に、発生する費用も抑えることが可能である。また、デジタル化することで物流の片道分をデータ送信のみにすることも可能であり、更に費用を抑えることが出来る。物流の問題が大きくならないことから、DDC 側は日本全国の地域と取引が容易になり、デジタル機器の普及が遅れている地域にも対応し易くなる。

歯科技工所は、届いた半完品を研磨仕上げするだけで、歯科補綴物を作製することが出来る。歯科技工所は、デジタル化工程が既に終了している、半完品を購入することで、手作業による付加価値を生む作業に、集中することができる。

DDC は中央集中型として、物流が安定し、顧客である歯科医師の多い都市部に配置することが理想である。歯科医院と歯科技工所は、歯科補綴物の作製に当たっては密接なコミュニケーションが短納期で高品質な補綴物の作製には重要であり、地方分散型が望ましい。

5-3 材料メーカーによるメリットとは

デジタル化工程を担う DDC を、材料メーカーが創設するメリットは 2 点ある。

① 材料物性に適した加工条件での対応

② 歯科技工所と材料メーカーは、競合関係にない

『① 材料物性に適した加工条件での対応』とは、材料メーカーであることで、材料物性

を、加工の最適な条件に反映させせることが出来る点である。

DDC は、材料開発から関わることが可能で、加工に適した材料開発の加工検証を行える。加工検証から行うことが出来るため、材料の取り扱いには、歯科技工所よりも詳細に、把握することが可能である。材料物性を、歯科技工所より詳細に把握することが出来るので、DDC は、材料物性を理解した上で、加工条件を確立することが可能である。

歯科技工所が加工検証を行う場合、製品を使用して検証するので、検証用に材料を構える必要がある。そのため、出来るだけ少量の材料で検証を行わなくてはいけないことから、材料の使用量が少ないことが原因で、加工検証を十分に行えないことが多い。一方、DDC を材料メーカーが運営すれば、加工の条件出しに必要な材料を潤沢に確保でき、最適な加工条件を見出せる点も強みである。

更に材料メーカーは、製品を購入するユーザーである歯科技工所に、DDC で確立した最適な加工条件の情報を歯科技工士の行う手作業工程の付加価値情報として、販売に反映させることもできる。

『② 歯科技工所と材料メーカーは、競合関係にない』とは、歯科材料メーカーが運営する DDC は、歯科技工所にとっても競合でないことである。デジタル機器を既に備えた大規模歯科技工所も多く存在する。個人歯科技工所が、こうした大規模歯科技工所にデジタル化工程をアウトソーシング化することも不可能ではない。しかし、大規模歯科技工所には手作業工程を担う歯科技工士を存在しており、小規模歯科技工所が、取引している歯科医院と直接取引して、小規模歯科技工所を通さずに、業務をもらうことも可能であり、むしろ顧客である歯科医にとっては、その方が効率的である。その結果、小規模歯科技工所はデジタル化工程を大規模歯科技工所に奪われる危惧があるため、大規模歯科技工所へのアウトソーシング化は実現しえないと考えられる。

DDC はデジタル化のアウトソーシング専門であり、デジタル化をアウトソーシング出来ることで、歯科技工業界のデジタル化推進を目的としている。そのため、デジタル化した工程以外の手作業工程を行うことはなく、材料メーカーは、歯科技工所の競合ではないことから、デジタル機器を所有していない歯科技工所も、デジタル化技術に対応した歯科補綴物の仕事が取られる心配はない。

5-4　地方分散型の歯科技工所のメリット

上述したように、多くを占める一人歯科技工所は、顧客となる歯科医師の近郊に存在することで臨機応変な対応が可能となり、地域密着型歯科技工所として、地域医療を支えることが出来る。

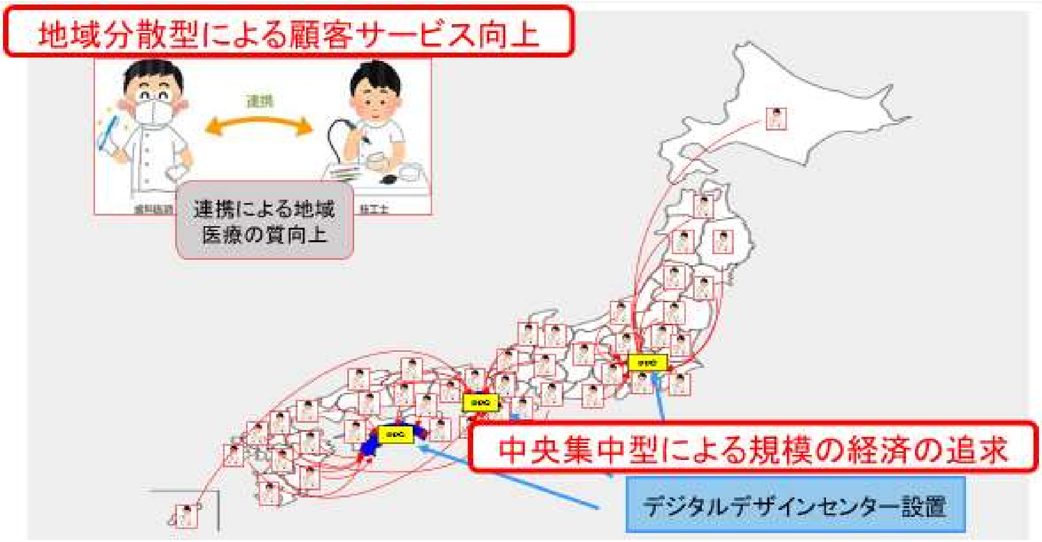


図 5-3　地方分散型メリット

図 5-3 は、歯科技工所の地方分散型によるメリットを示す。都市部に DDC を創設し、各都道府県の歯科技工所と取引を可能にする。地域密着型歯科技工所でもある一人歯科技工所は、全国各地に分散しており、中央散型となる DDC が多くの顧客と取引できる事で、各地域まで顧客サービスを届かせ、一人歯科技工所がデジタル化技術対応の補綴物を作製出来るようになれば、各地域までデジタル化を推進させることが出来る。

顧客サービスでは、切削物の依頼のみではなく、歯科材料メーカーであるため、材料情報も提供できるようになる。地域分散型による顧客サービスを向上させることで、歯科技工所は身近に存在する歯科医院と連携し、地域医療の質向上に努めてもらい、地方だから医療の質が低いという状況を防ぐことが出来る。

全ての歯科技工所が、多品種の補綴物を作製可能というわけではない。特に、多く存在する一人歯科技工所は、様々な補綴物に対応できる技術や設備を備えていない。大きく分けると差し歯や詰め物を作る、歯冠修復メインの歯科技工所と、欠損した歯の部分に入れる、入れ歯メインの歯科技工所に分かれることが多い。歯冠修復メインや入れ歯メインということで、歯科技工所が対応できる補綴物が分かれてしまえば、歯科医院は、補綴物依頼時に歯科技工所を分けざるを得なくなってしまう。しかし DDC を活用すれば、生産性を高くできることから、歯科技工所側も、多品種の歯科技工物を取り扱うことが可能となる。その結果、歯科技工所側は保有設備によらず多くの種類の補綴物に対応することで範囲の経済を追求することで低

コスト化を図るとともに地域密着型医療が可能になる。

5-5　中央集中型によるメリット

図 5-4　中央集中型メリット

図 5-4 は、DDC の中央集中型がもたらすメリットを示す。上述したように DDC を中央集中型として、多くの地方分散型の歯科技工所に、半完品を販売することが出来れば、地域を問わずにより顧客を集めやすくすることができる。DDC で加工した半完品が自社製品であることから、顧客を増やし販売数が増加すれば、材料シェア拡大が可能となる。

エンドユーザーである歯科医師が集中する都市部に DDC を設置することで、地方部の個人歯科技工所経由の仕事に加え、歯科技工所を特定していない都市部の歯科医師からの直接取引も期待でき、規模の拡大が容易である。

規模の経済を追求することで、多くの販売を行えば、半完品を作製する際に必要な固定費を分散することが出来るため、コストを下げることもできる。

中央集中型にすることで、多くの顧客と取引することは、多くの症例に対応することを意味し、材料開発や材料加工の技術開発に大きなアドバンテージをもたらすと考えられる。

5-6　DDC による規模の経済と範囲の経済

上述したように、DDC では規模の経済を追求して、固定費である設備費を、より多くの受注によって分散させること可能がある。一方、一人技工所でデジタル機器を導入し、生産量の増大を図るケースでは、高額な設備投資が負担となり、逆に規模の不経済が生じる。一人歯科技工所はDDCを利用することによって、規模の不経済に陥らない対策をとることが出来る。

歯科技工所と DDC で業務を分担することで、作業が単純化されるので経験によるスキルアップがしやすくなる。従来の技工技術習得をするには、多くの工程を経験しなくてはいけない

ため、一つ一つの工程で、技術を身に付けるのに時間を要してしまう。DDC を活用することで、一人歯科技工士は、手作業による研磨仕上げの作業に集中できるため、付加価値作業である研磨仕上げのスキルをいち早く身に付けることが可能である。

一人歯科技工所では、複数種類のある歯科補綴物を全て作製するのではなく、入れ歯専門にするのか、差し歯や詰め物専門にするのか、各歯科技工士が得意な補綴物を作製する傾向にある。それは歯科技工物の種類によって、学ぶべき知識や備える設備に違いがあることも理由の一つになる。歯科補綴物の種類によって、必要な技量が変わるのであれば、得意な歯科補綴物は、効率よく作製することができ、生産性を上げて大量に作製することで、収入を増やしていた。更に大量に作ることでコストを下げて、得意なものであるから良いものを作製可能であり、歯科医師側にもメリットが生まれていた。従来の小規模歯科技工所は得意な歯科技工物を作製し、規模の経済を追求して、コスト削減を行っていた。扱える品種を増やすには技術習得の時間や、設備投資が必要になるが、時間や資金もなくできる物を限定した方が効率的であった。しかし、扱える品種を限定することは、当然受注量にも限界を生じる。

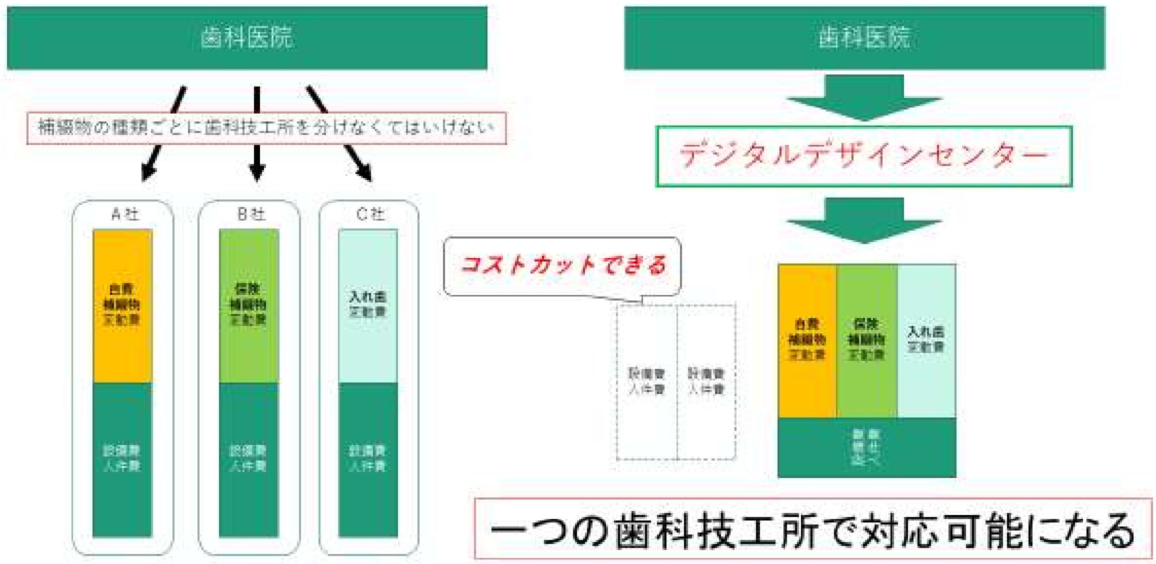


図 5-5　範囲の経済効果

図 5-6 は、範囲の経済の経済効果である。DDCがもたらす小規模歯科技工所の範囲の経済とは、デジタル化の工程をアウトソーシングすることで作業時間を確保できるようにして、確保できた時間を通常、専門で扱っている歯科技工物以外の種類に向けて技術習得を行い、多くの品種を扱えるようになることで範囲の経済効果が生まれるという考え方である。

従来の時間では、従来得意としていた歯科技工物を作製し、アウトソーシングによって生まれた時間で違う品種の歯科技工物作製を行うことで、業務の幅を広げ範囲の経済効果が生まれることになる。また、新たに追加した歯科技工物はDDCを利用することで、デジタル化の

工程をアウトソーシングし最後の研磨や調整といった最も付加価値を生みだせる詰めの作業は、歯科補綴物の種類によらず共通点が多いため、より経験効果を生み出すことも出来る。工程を限定してより経験効果を生み出すことが出来るため、品質も高めることが出来る。更には、小規模歯科技工所が、歯科補綴物の品種を増やすために学ばなくてはいけない知識、技術、必要設備はデジタル化した工程でありDDCへアウトソーシングする工程が多い。新品種の歯科補綴物作製に必要な条件はDDCにアウトソーシングすることで課題になることがなく、共通点の多い最後の研磨、調整という付加価値工程の経験を多く詰めることが可能になるので、結果として経験効果が生まれ、コスト削減も質の改善向上も出来る。また扱える品種の拡大は結果的に受注量の増加につながる。

5-7　まとめ

本章では、デジタル化推進のためのビジネスモデルとして、歯科材料メーカーによるデジタルデザインセンター（DDC）の創設を提案した。

材料メーカーによる DDC の創設によって、材料メーカーにおいては、半完品による製品付加価値の向上を図ると同時に、中央集中型DDCによる規模の経済の追求によってコスト低減も達成できる。一方、一人歯科技工所においては、デジタル化工程をDDCへアウトソーシングすることによって、範囲の経済を追求し、コスト低減と受注拡大を同時に達成できる。

参考文献

［1］ 高橋元一(2018)『歯科技工所経営とデジタル化に関する考察 -組織再編の現状と課題-』高知工科大学

［2］ 中嶋英陽(2013)『環境変化によるアナログからデジタルへの中での中小企業成長戦略～歯科業界のこと例～』高知工科大学

［3］ 鍜治田忠彦(2015)『歯科技工士のデジタル化によるワークフローの変化』昭和学士会誌

［4］ 竹本享(2004)『地方自治体における規模の経済の検証』山形大学人文学部

第 6 章　結論

6-1　本論文のまとめ

本研究では、歯科技工業界のデジタル化推進を目的に、歯科技工士の現状やデジタル化普及の障害について検討し、見つけ出した課題を解決できる可能性を秘めている、歯科材料メーカーが創設するデジタルデザインセンターを提案した。

本章では、本研究で得られた成果についてまとめた後、今後の展望に関して述べる。

第1章では、研究の背景として、歯科技工士とデジタル化市場に関して検討し歯科技工士が減少していることと、歯科技工業界でデジタル化の普及が停滞していることが分かった。

第2章では、歯科技工士の現状を検討し、歯科技工士は高齢化や新規免許取得者の減少から歯科技工士数は減少しているが、総人口と比較してみると、絶対数は飽和傾向であることが分かった。また、8020 運動の達成者増加や補綴物装着率の減少から、歯科技工士の業務が減少していくため歯科技工士は不足していないことが分かった。歯科技工士の規模を調査したところ、一人歯科技工所が増加していることが分かった。

第3章では、デジタル化の現状を検討し、歯科技工士の高齢化が、デジタル化停滞要因でないことが分かり、歯科技工士がデジタル化に対して嫌悪感が無いことも分かった。また、調査した結果、デジタル機器の設置率の低さが分かり、特に個人経営の歯科技工所のデジタル機器設置率が低いことが明らかになった。デジタル化は、保険適用の部位拡大による市場拡大や従来の技工に比べ、取引価格高いことから、潜在需要は高いことが分かった。

第4章では、デジタル化技術の課題を検討し、従来の技工とデジタル化した技工を比較し、デジタル化した技工は粉塵が少ない点や、火を使わないことから安全面に優れているが、導入技術が異端である点や、設備費が高額である点、最後は手作業という特徴があることが分かった。この特徴は、増加している一人歯科技工所がデジタル化するためのハードルとなっていた。一人歯科技工所は、デジタル化をすれば飛躍的に生産性を向上できるわけではなく、高額投資の割には付加価値作業に集中できない点や、機械を余剰させてしまうことから、一人歯科技工所がデジタル機器を設置しないのは必然であることが分かった。

第5章では、歯科技工士の現状とデジタル化の課題を踏まえ、デジタル化推進のためのビジネスモデルとして『歯科材料メーカーによるデジタルデザインセンター（DDC）の創設』を提案した。DDCでは、歯科技工の作業工程の内、デジタル化工程を担い、デジタル加工を終えた半完品を一人歯科技工所に提供し、一人歯科技工所は、DDCをアウトソーシングとして活用し、デジタル化技術に対応した、多様な歯科補綴物の作製を行う。

本提案により、材料メーカーにおいては、半完品による製品付加価値の向上を図ると同時に、中央集中型DDCによる規模の経済の追求によってコスト低減も達成できる。一方、一人歯科技工所においては、デジタル化工程をDDCへアウトソーシングすることによって、多品種を扱う事で、範囲の経済を追求し、コスト低減と受注拡大を同時に達成できる。

本提案によって、歯科業界のデジタル化推進させることで、労働環境を改善し、歯科技工士減少問題を解消することも期待できる。

6-2 今後の展望

今後の展望として、全ての歯科補綴物作製をデジタル化するには、まだ時間が必要であり、従来技工の利点や、従来材料の利点は引き続き、市場に残るものだと考える。従来の作業方法とデジタル化した作業方法を、うまく使い分けることで歯科医療の質を向上させることが重要である。

しかし、従来の方法に依存し過ぎることで、デジタル化の推進が遅れてしまえば、歯科技工士の業務体系を改善する見込みは少ない。現段階では、歯科技工士は不足していなかったが、今後危惧される歯科技工士の高齢化による退職者の急増や歯科技工士を志す者が減少することによって、歯科技工士不足が深刻化してきた時には、デジタル化が普及していなくては、補綴物の供給が間に合わず、医療崩壊を招く危険もある。

歯科技工業界として、医療崩壊は避けなくてはならず、業界全体で積極的にデジタル化を推進させ、デジタル化によって生産性の向上や、作業環境改善をすすめ、歯科技工士の確保をする必要がある。

現在、多く存在する一人歯科技工所へのデジタル技術の普及に、本研究によって、アウトソーシング化の有効性が理解され、デジタル技術へのハードルを下げることで、デジタル化への移行が、加速されることを期待する。

最後に、著者自身が歯科技工士であり、これまでは歯科技工の技術のみを追求していたが、本研究を通じてマーケティングやイノベーションといったマネジメント学の基本を学ぶことによって、技術のみではなく顧客ニーズやバリューチェーンへの思考の重要性を認識した。今後は、最終ユーザーである歯科医師や患者のニーズを理解するとともに、業界のバリューチェーンを理解し、歯科技工士として業務の付加価値向上に努めていきたい。

参考文献

［1］ 高橋元一(2018)『歯科技工所経営とデジタル化に関する考察 -組織再編の現状と課題-』高知工科大学

［2］ 中嶋(2013)『環境変化によるアナログからデジタルへの中での中小企業成長戦略～歯科業界のこと例～』高知工科大学

謝辞

本研究は、著者がYAMAKIN株式会社に勤務中に高知工科大学大学院工学研究科基盤工学専攻起業マネジメントコースに在学し進めた研究成果をまとめたものである。

本論文を結ぶにあたり、細部にわたり終始熱心なご指導を賜りました高知工科大学大学院林一夫教授に心より感謝致します。

また、本論文をまとめるにあたり、有益なご指導を賜りました高知工科大学大学院　桂信太郎教授、上村浩准教授に、深く感謝いたします。

本研究を始めるにあたって、入学時より親身なご指導頂いた、高知工科大学大学院　起業マネジメントコース長　那須清吾教授並びに諸先生方に心からお礼を申し上げます。

また、講壇でお話を拝聴させていただきました諸先生方に感謝いたします。

本研究の機会を与えて頂くとともに終始温かい御指導と御激励を頂戴しました YAMAKIN 株式会社会長山本裕久氏、代表取締役社長山本樹育氏に、心より感謝いたします。

最後に、株式会社ペップワン代表取締役高橋元一氏、YAMAKIN 株式会社に勤務している常務執行役員坂本猛氏、課長山本恭平氏に研究を進める上での助言とご指導を頂き感謝いたします。

また本研究を進めるにあたり、ご支援ご協力いただきながら、ここにお名前を記すことが出来なかった友人はじめ多くの方々に心から感謝いたします。

最後に、本研究は終始陰ながら支えてくれた妻・歩美、長女・光生、次女・千生の理解と協力により完結させることが出来たことを付け加えて感謝します。