

平成25年9月修了
博士（学術）学位論文
技術志向中小製造業における R&D マネジメント
～歯科材料開発を事例として～
**R&D Management issues for small to medium sized
technology oriented manufacturing firms**
-A case of material development for dental application-

平成25年6月14日

高知工科大学大学院工学研究科基盤工学専攻（起業家コース）

学籍番号1156015

佐藤雄司

Yuji Sato

**R&D Management issues for small to medium sized
technology oriented manufacturing firms
-A case of material development for dental application-**

Jun. 14, 2013

Kochi University of Technology, Kochi, Japan

Yuji Sato

要旨

本研究は技術志向中小製造業における R&D マネジメントについて議論したものである。

第 1 章では、急激な円高や原材料の高騰、海外メーカーの参入等の外部環境変化による影響で低迷している日本経済の現状と、その日本経済において重要な役割を担う中小企業の定義や取り巻く環境を示した。外部環境の変化の衝撃がより大きいとされる中小製造業が技術経営によってその変化に対応し、成長していくための要件のひとつとして製品化までの成功率が高い R&D があげられる。しかし、一般的に R&D のプロセスには多くの障壁があると言われている。中小製造業が企業成長を実現するにはそれらを乗り越えることが必要である。

これらの中小製造業を取り巻く環境や時代背景より、第 2 章では中小企業の企業成長というキーワードから先行研究調査をおこなった。外的要因として外部環境変化に対応するための経営戦略について、内的要因として企業成長の誘因と阻害要因、R&D マネジメント、特に R&D プロセスにおける障害について調査した。

第 3 章では、先行研究調査から外部環境変化に対応する技術経営の枠組み、不確実性がある中での製品開発、制限された経営資源下での R&D マネジメントのあり方をリサーチ課題として導き出した。本研究は山本貴金属地金株式会社の事例研究であり、外部環境変化に対する事業展開と研究開発事例および製品開発戦略を対象とした。

第 4 章では山本貴金属地金株式会社の事業展開と製品開発の事例について研究をおこなった。山本貴金属地金株式会社は 1957 年に金の小分け業で創業し、主な事業は貴金属の精錬と加工、歯科用貴金属合金の製造販売である。高知県に生産および研究開発の拠点がある山本貴金属地金株式会社は創業してからさまざまな環境変化に対応して成長してきており、市場のニーズの変化に対応してドメインを再定義することにより、歯科用セラミックス、レジン材料へ製品バリエーションを拡大させた。また、次世代製品として歯科医師向けのコンポジットレジンの後発ながら研究開発している。コンポジットレジンシステムはメインの部分と歯との接着を担うインターフェース部分から構成され、既存の企業はこれらの部分を分けて提供している。このインターフェース部は非常に利益率が高く、既存企業はこの部分で大きな利益を得ている。後発でも競争優位性を得るために、本体とインターフェース部分を一体化させた新構造を提案した。

第 5 章ではその事例の分析と考察をおこない、第 6 章では結論と今後の課題を示した。

目次

第1章 研究の背景と目的	4
1-1 日本企業の業績低迷	4
1-2 中小企業の定義	7
1-3 中小製造業を取り巻く環境	12
1-4 研究の目的	14
第2章 先行研究レビュー	15
2-1 技術経営の枠組み	16
2-2 外部環境変化に対応する経営戦略	18
2-3 先行者と後発者の関係	19
2-4 企業成長	22
2-5 研究開発マネジメント	23
2-5-1 R&Dの障壁について	23
2-5-1-1 死の谷	23
2-5-1-2 ダーウィンの海	28
2-5-2 障壁を乗り越える方法について	30
2-6 先行研究のまとめと考察	33
第3章 研究の枠組み	36
3-1 リサーチクエスション	36
3-2 検証方法	37
3-3 研究枠組み	39
第4章 事例研究	40
4-1 山本貴金属地金株式会社を取り巻く環境について	40
4-1-1 医療機器市場と高齢社会問題	40
4-1-2 歯科業界について	44
4-2 外部環境変化に対する事業展開（山本貴金属地金株式会社の事例）	48
4-3 基礎研究から事業化までの事例	60
4-3-1 歯冠用硬質レジン「ルナウイング」	60
4-3-1-1 歯冠用硬質レジンの市場と特徴	60
4-3-1-2 ルナウイングの開発事例	61
4-3-2 ハイブリッドレジン「ツイニー」	67

4-3-2-1	ハイブリッドレジンの市場と特徴	67
4-3-2-2	「ツイニー」の開発事例	68
4-4	次世代製品の開発戦略	70
4-4-1	コンポジットレジンは	70
4-4-2	コンポジットレジン市場	74
4-4-3	コンポジットレジンの位置づけ	76
4-4-4	歯科充填材の技術変遷	78
4-4-5	既存企業の戦略	80
4-4-6	競争優位性を得るための製品構造	82
第5章	分析と考察	84
第6章	結論	94

第1章 研究の背景と目的

1-1 日本企業の業績低迷

1990年から続く「失われた20年」と呼ばれる日本経済の低迷の要因として、さまざまな原因が指摘されているが、問題の本質の一つとして、目まぐるしいスピードで変化している外部環境に対して日本が迅速な対応を十分図れていないことが挙げられる。特に最近では日本を代表するメーカーでさえ、外部環境変化に対応できずに不振に陥るほどである。さまざまな外部環境変化が考えられるが、経済産業省では通商白書2001年度版の中で下記の3点に整理している [1]。

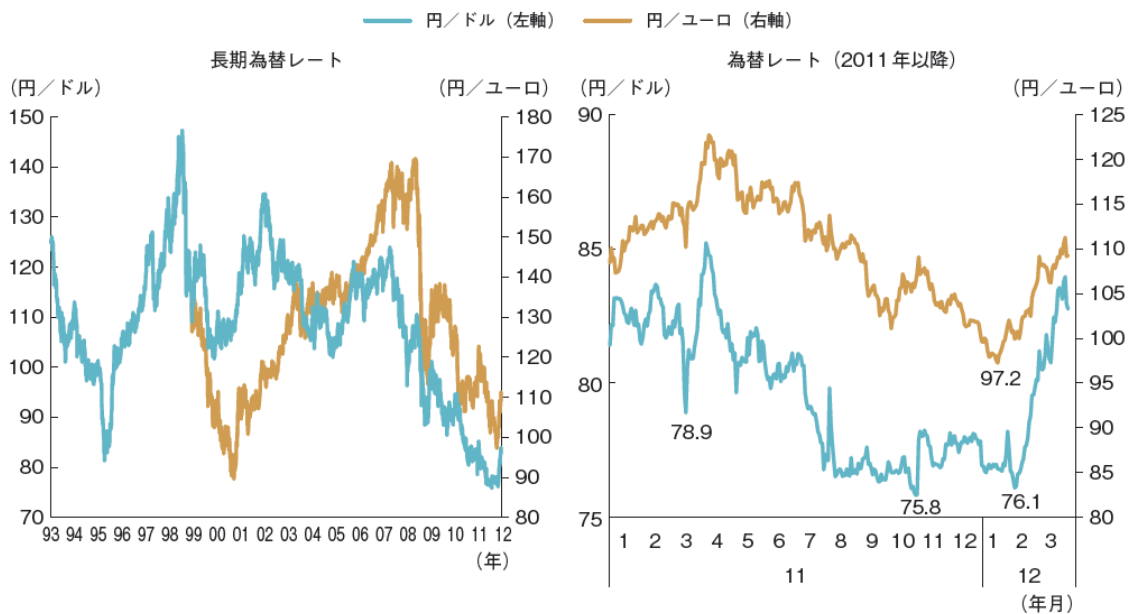
i) 市場の成熟化と需要構造の変化

経済の発展に伴い多くの製品が市場に普及した結果、ものを安く大量に作れば売れるというビジネスモデルは終焉を迎えた。そのため、新しいニーズを生み出し、顧客満足度を高めるような製品開発、製造、流通、販売へビジネスモデルを変化させていく必要がある。このような市場構造の変化に対してビジネスモデルを柔軟に対応させることができる企業がある一方で、従来のビジネスモデルから脱することができていない企業も多数存在する。

ii) 国際化および情報化の進展に伴う競争激化

国際化および情報化の進展は、国内企業にとって潜在的な競合相手を増やし、取引のスピードを高め、市場における情報の不確実性を低下させた。そのため、消費者は、国内企業だけでなく海外企業を含めて検討し、価格、品質面および購入方法の面で自らのニーズに最も適合する製品を、豊富な情報に基づいて迅速に選択することが可能となった。その結果、競争はさらに激化し、こうした環境変化に対応したビジネスモデルを構築し、国内外の顧客のニーズをより早く、より正確に把握し供給することのできる企業の優位性が高くなる仕組みが形成された。図1-1には、1993年からの対ドル、対ユーロの円相場の推移を示す。その中で2011年以降については月ごとの推移を示した。2007年のサブプライムローン問題により一気にドル売りが進み、近年稀に見る急激な円高につながった。

また、昨今の欧州債務問題の顕在化等を背景とする海外経済の減速、中国レアメタルの輸出規制、原材料費の高騰、海外メーカーの参入による競争の激化等が挙げられる。このような外部環境変化に対応できない企業は淘汰されてきている。



出所) 中小企業白書 2012

図 1-1 為替レートの推移

iii) 諸外国における構造改革の進展

アメリカやイギリスを中心とするほかの先進諸国において 1980 年代前半より競争環境の創出を目指した各種の構造改革を進展させた。また、企業レベルにおいても大胆なリストラクチャリングが進められた結果、経済の活力を取りもどし、高い成長率を実現した。さらに、経済成長が目覚ましい BRICS や ASEAN などにおいても産業の競争力が上昇し、日本の産業にとって強力なライバルとなっている。実際に、2011 年には名目国内総生産 (GDP) が中国に抜かれ日本は世界 3 位となった。

このような劇的な外部環境の変化の結果、年々日本の国際競争力は低下していき、と言われている。表 1-1 に 1980 年度の各国潜在競争力ランキング、表 1-2 にその 2010 年度版を示す。これは、50 もの国と地域を対象にした潜在競争力ランキングをあり、潜在競争力とは、今後約 10 年間にどれだけ 1 人当たり国内総生産 (GDP) を増加させることができるかを測ったものである [2]。

表 1-1 1980 年度各国潜在競争力ランキング

	第一位	第二位	第三位	日本の 順位
総合ランキン グ	米国	スイス	スウェーデン	6 位
国際化	米国	シンガポール	香港	11 位
企業	日本	スイス	米国	1 位
教育	米国	オーストリア	スウェーデン	16 位
金融	シンガポール	マレーシア	南アフリカ	4 位
政府	サウジアラビア	フランス	ドイツ	18 位
科学	米国	日本	ドイツ	2 位
インフラ	シンガポール	ノルウェー	香港	28 位
IT	スウェーデン	スイス	デンマーク	9 位

表 1-2 2010 年度各国潜在競争力ランキング

	第一位	第二位	第三位	日本の 順位
総合ランキン グ	香港	シンガポール	米国	14 位
国際化	香港	米国	シンガポール	18 位
企業	シンガポール	香港	アイルランド	4 位
教育	スウェーデン	米国	ノルウェー	14 位
金融	香港	南アフリカ	シンガポール	42 位
政府	サウジアラビア	ノルウェー	シンガポール	26 位
科学	米国	日本	ドイツ	2 位
インフラ	シンガポール	香港	アイルランド	27 位
IT	スイス	スウェーデン	香港	21 位

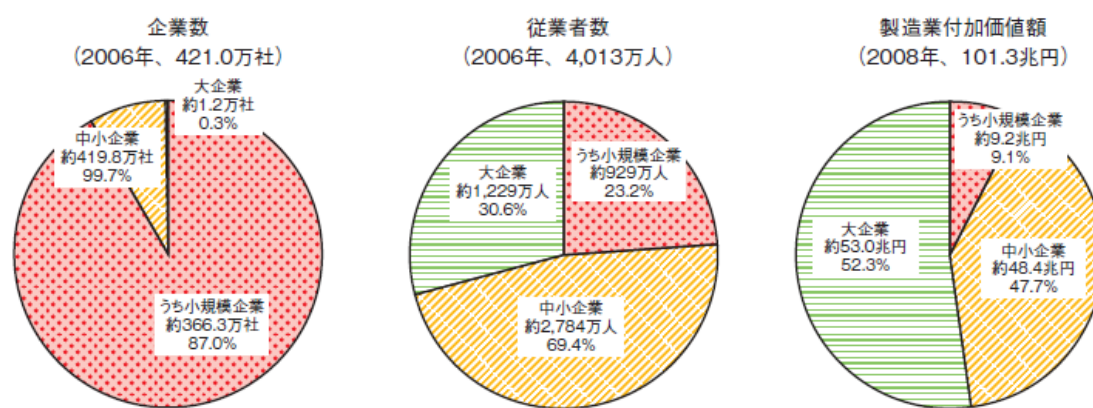
出所) 日本経済研究センター「世界 50 カ国・地域潜在力調査」

企業の項目は製造業の労働生産性等を、科学は対米累積特許件数や R&D 研究者の比率等を数値化したものであり、これらの項目については 1980 年度から高い水準を保っている。しかし、金融と IT の項目では大幅に順位を落としており、総合ランキングは 6 位から 14 位となっている。

1-2 中小企業の定義

このように外部環境変化を要因とする日本企業の業績低迷のなかで、中小企業はいろいろな意味で注目されている。第一に、今日の経済活動において重要な役割を果たしている企業に多くの中小企業があり、多くの人が中小企業で働いている。第二に、新しい産業、新しい事業を切り開く存在として中小企業が重視されるようになってきたことである。第三に、地域経済、地域社会の担い手として中小企業が注目されている。第四に、市場の細分化や技術の新展開に対応して、独自の製品や技術を持つ中小企業が注目されている [3]。

図 1-2 に 2011 年度中小企業白書より、企業数、従業員数、製造業付加価値額について日本経済における中小企業が占める割合を示す。中小企業数は日本国内全企業数の 99.7%、従業員数は 69.4%、製造業付加価値額は 47.7% を占めており [4]、日本経済の重要な役割を担っていることは明らかである。



出所) 中小企業白書 2011

図 1-2 日本経済における中小企業が占める割合

そもそも中小企業という概念は大企業に対して使用されるものであるので、まず大企業と中小企業を比較することが重要である。大企業と中小企業は表 1-3 のように整理される。

表 1-3 大企業と中小企業の経営的性格の整理

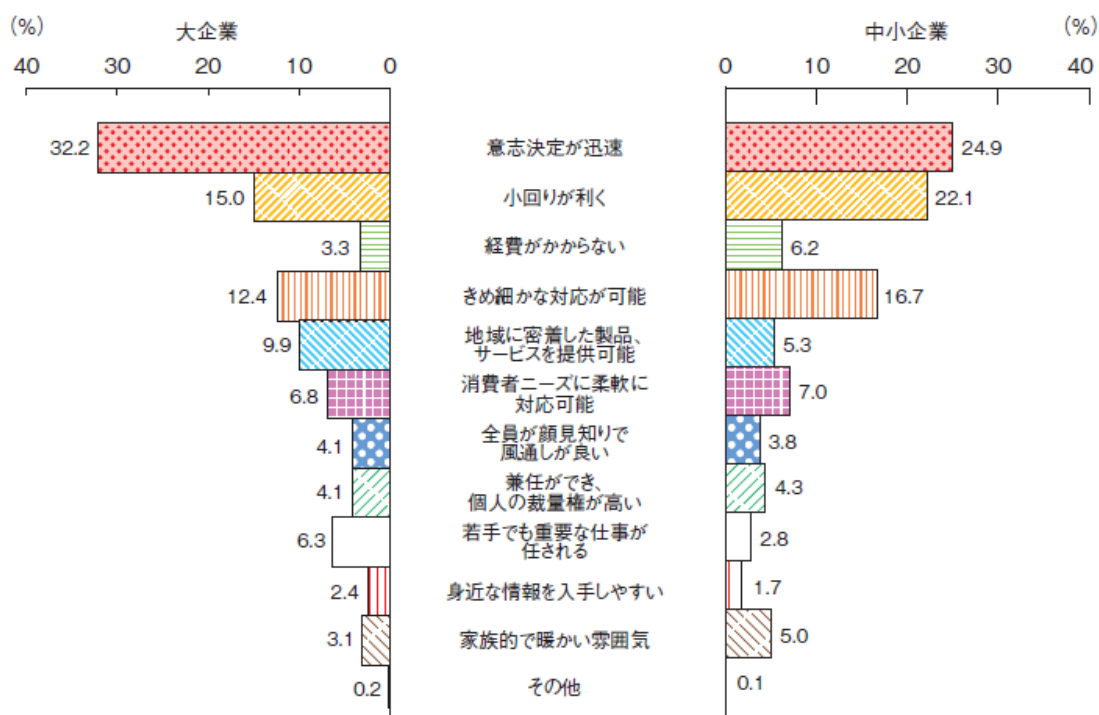
大企業	(1) 資本の調達能力が大きい。
	(2) 巨額の資金の動員によって大規模事業を営むことができる。
	(3) 売上高を巨大なものにして市場占拠率を高め、市場を寡占的に支配し、価格を管理することができる。
	(4) 大規模な組織を形成するため、官僚的色彩を帯びやすい。
	(5) 生産体制は概して流れ作業組織、オートメーション、単種多量方式の形をとる。
	(6) 情報システム、福利厚生施設、研究開発システム、広告宣伝、渉外活動、海外活動、ビルディングなどに厩大な予算を計上することができる。
	(7) 多数の中小企業を下請けとしてその系列の中におさめ、支配体制を強めることができる。
中小企業	(1) 経営者はワンマンであることが多く、その経営の成否は経営者の個人的能力に左右される。
	(2) 中小企業の利用できる資本が少額であり、外部資本の調達能力が貧弱であるだけに、その活動分野は中小資本で操業できる範囲に限られる。
	(3) 中小企業の成長性は、その企業が自主性独立性を具有しているか否かによって左右される。
	(4) 中小企業は資本力が小さいだけに、その産業の市場が拡大しているときには新規の参入が大で、かつ競争的性格を帯びやすい。
	(5) 中小企業に対する環境変化の刺激または衝撃が大きく、それだけに環境変化への対応力をもつものと、もたないものとの格差が増大しつつある。

出所) 末松玄六「中小企業の経営戦略」丸善、1972、4～7 ページより筆者作成

このように中小企業は大企業に比べて、人財や設備、資金、情報等の経営資源が少ないというネガティブな要素が大きいが、大企業から支配的でない中小企業は非官僚的であることが多いため、フレキシブルな経営戦略を実行することができる。特に、市場の変化や物価高、技術革新、資源不足、法律制度の変化等のアンコントロールな外部環境の変化へ衝撃が大企業に比べて大きい、そのような経営戦略で乗り越えることも可能である。

実際に中小企業と大企業が、それぞれ中小企業のメリットおよびデメリットをどのように感じているかを中小企業庁がアンケートをとったものを図 1-3 および図 1-4 に示す。図 1-3 は中小企業であることのメリットを示したものであるが、大企業、中小企業ともに、「意志決定が迅速」、「小回りが利く」、「きめ細やかな対応が可能」と回答する割合が高い。また、中小企業の認識は、大企業と比較して「小回りが利く」、「きめ細やかな対応が可能」と回答する割合が高く、中小企業はこうした点で、大企業が認識して

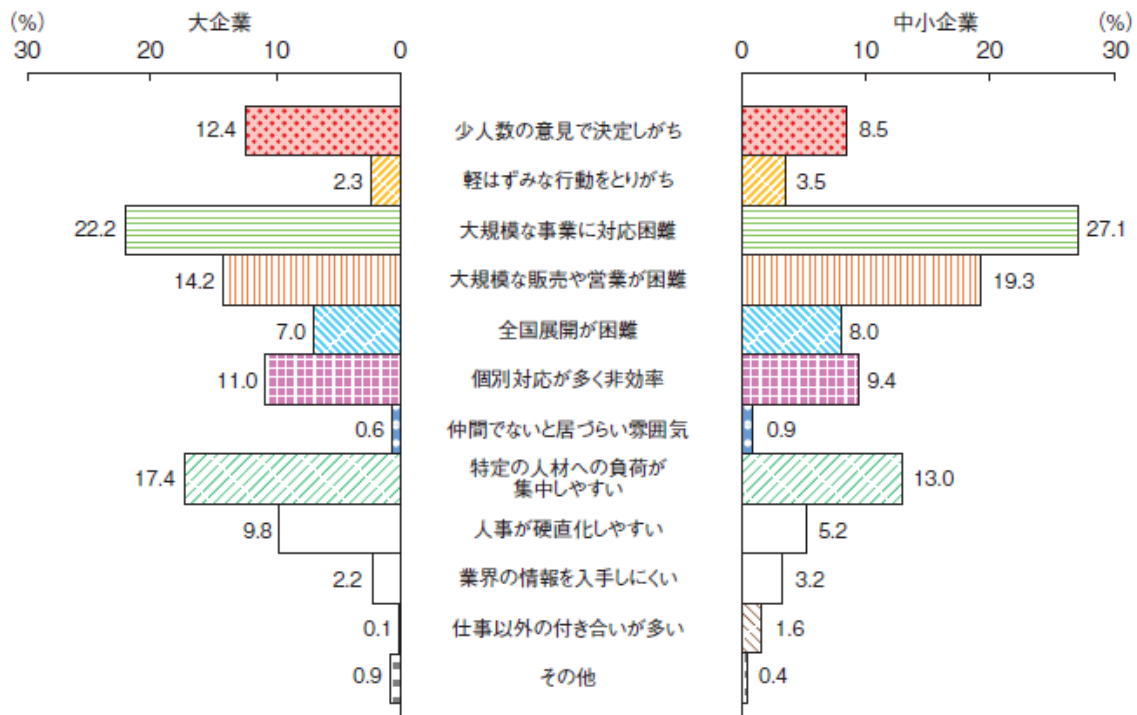
いる以上に、中小企業であることのメリットを感じていることがうかがえる [4]。



出所) 中小企業白書 2011

図 1-3 中小企業のメリット

次に、図 1-4 は、中小企業であることのデメリットを示したものであるが、大企業、中小企業ともに、「大規模な事業に対応困難」、「大規模な販売や営業が困難」、「特定の人材への負荷が集中しやすい」と回答する割合が高い。また、中小企業の認識は、大企業と比較して「大規模な事業に対応困難」、「大規模な販売や営業が困難」と回答する割合が高く、中小企業はこうした点で、大企業が認識している以上に、中小企業であることのデメリットを感じていることがうかがえる [4]。



出所) 中小企業白書 2011

図 1-4 中小企業のデメリット

そもそも日本で中小企業の定義としてもっともよく使われるのは、中小企業基本法に定められた中小企業の範囲である。表 1-4 に中小企業の定義を示す。

業種によってその範囲が異なるが、すべての業種において資本金規模、従業員規模のような定量的な基準のみである。

表 1-4 中小企業基本法に定められた中小企業の範囲

業種	中小企業の範囲
製造業	資本金 3 億円以下または常時雇用する従業員 300 人以下の会社及び従業員 300 人以下の個人企業
卸売業	資本金 1 億円以下または従業員 100 人以下
小売業	資本金 5000 万円以下または従業員 50 人以下
サービス業	資本金 5000 万円以下または従業員 100 人以下

一方、海外に目を向けてみるとその定義は少し異なっており、定量的でない要素も含まれている。表 1-5 にアメリカ、EU、台湾、中国の中小企業の定義を示す。

表 1-5 海外の中小企業の定義

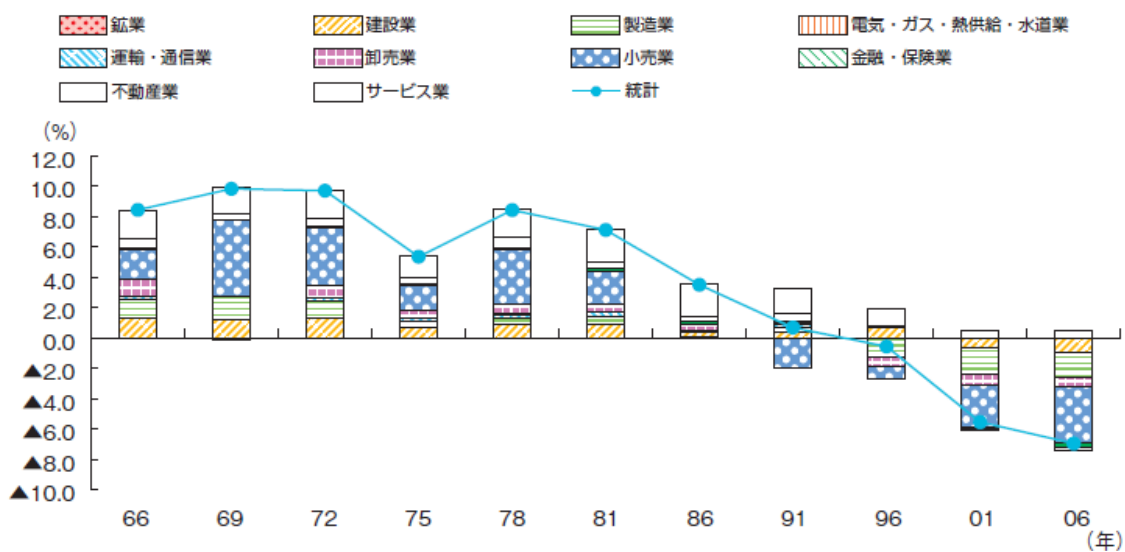
国・地域	定義など
アメリカ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自立的に所有及び経営され、かつ当該事業分野において支配的でないもの。 ・ 標準産業分類の 4 桁分類ごとに従業員数または売上高を基準に定義。 ・ 製造業の場合には、業種ごとの特性を踏まえ 500 人未満 (342 業種)、750 人未満 (56 業種)、1000 人未満 (58 業種)、1500 人未満 (3 業種) 等の範囲が定められている (98 年 1 月時点)。
EU	<ul style="list-style-type: none"> ・ 従業員数 250 人未満、年間売上高 4000 万ユーロ未満、貸借対照表の総計 2700 万ユーロ未満。 ・ 小企業以外に資本の 25% 以上を支配されていないこと。 ・ マイクロ企業 (従業員数 10 人未満)、小企業 (同 10~49 人)、中企業 (50~249 人) の区分がある
台湾	<ul style="list-style-type: none"> ・ 製造業、建設業、工業、土石採取業：払込資本金が 8000 万台湾元以下の企業。ただし関係する政府機関は、常勤の従業員 200 人未満の企業を中小企業とみなしてよい。 ・ 農林水産牧畜業、水道・電力・ガス、商業地：前年の売上高が 1 億台湾元以下の企業。ただし、関係する政府機関は、常勤の従業員 50 人未満の企業を、中小企業とみなしてよい。
中国	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工業：従業員 2 千人以下または売上額 3 億元以下、または資産総額 4 億元以下。中型企業は従業員 300 人以上、売上額 3 千万元以上、資産総額 4 千万元以上のいずれも満たすもの。 ・ 建築業：従業員 3 千人以下、または、売上額 3 億元以下、または資産総額 4 億元以下。中型企業は従業員 600 人以下、売上額 3 千万元以上、資産総額 4 千万元以上のいずれも満たすもの。 ・ 小売業；従業員 500 人以下、または売上額 1.5 億元以下。中型企業は、従業員 100 以上、売上額 1 千万元以上を同時に満たすもの。

出所) 植田浩史「現代日本の中小企業」岩波、2004、5 ページより引用

このように各国はその国における人口や経済状況、歴史、社会、文化の影響を受けて中小企業を定義している。特に、欧米諸国では日本とは異なり、会社規模や従業員規模だけではなく、大企業からの独立性を明確な基準にしている。いずれの国においても中小企業数は多く、その国の経済成長において重要な役割を担っているのは同じである。本研究では自主性、独立性を有する中小企業、特に中小製造業をテーマとして議論を進める。

1-3 中小製造業を取り巻く環境

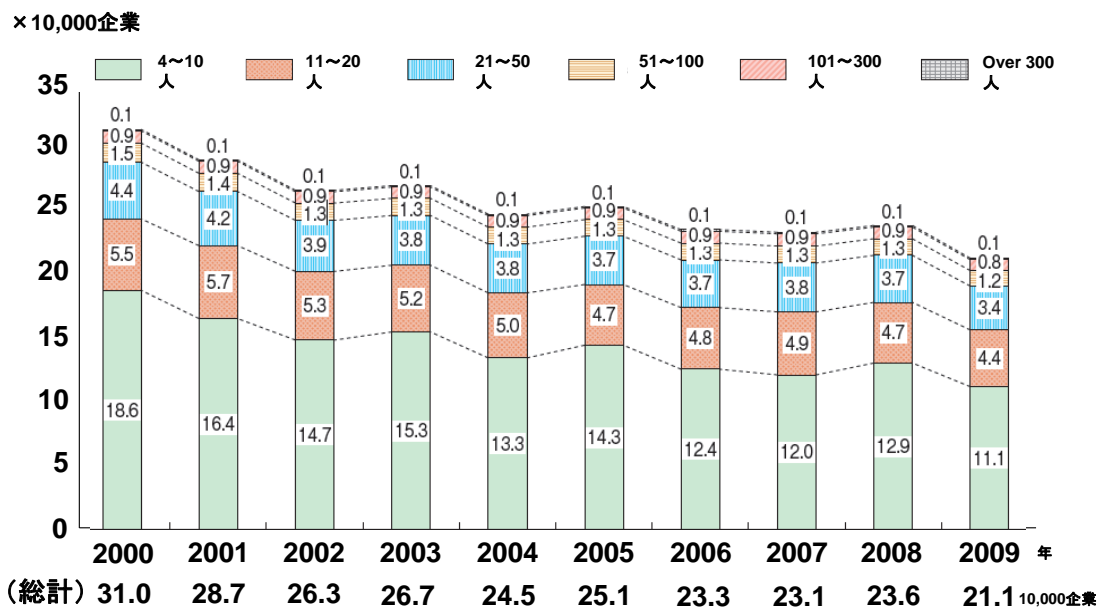
図 1-5 は中小企業白書 2011 年度版内の業種別中小事業所数の増減を示したグラフである。1960 年代から 1980 年代にかけて小売業、サービス業、製造業、建設業を中心に事業所数が増加したが、1990 年代以降は小売業、2000 年代以降は製造業における事業所数の減少が目立ち [4]、2006 年にはトータルで約 7% の減少と厳しい状況となっている。



出所) 中小企業白書 2011

図 1-5 業種別の中小事業所の増減

また、そのうち製造業の企業数の推移を図 1-6 に示す。従業員数ごとに事業規模を分類し、その事業規模別の企業数の推移である。その特徴は、50 人以下の小規模な製造業において企業数の減少が顕著に起きている [6]。2000 年と 2009 年を比較すると 21 から 50 人規模の企業では約 10,000 企業の減少となっており、11 から 20 人規模の企業でも約 11,000 企業、4 から 10 人規模の企業に至っては約 75,000 企業の減少となっている。このようにより規模の小さい企業が減少数が大きいということがわかる。その間には新しく起業し増加する企業も考慮すると、無くなっていく企業数は上記の数よりも多いと推測される。



出所) 中小企業白書 2012

図 1-6 製造業の事業規模別企業数推移

1-4 研究の目的

本章では、急激な円高や原材料の高騰、海外メーカーの参入等の外部環境変化による影響で低迷している日本経済において、その中に重要な役割を担っている中小企業の定義やメリットデメリットを議論してきた。その外部環境変化の衝撃がより大きいとされる中小製造業がその変化に対応し成長していくための要件として製品化までの成功率が高い R&D があげられる。経営資源の乏しい中小製造業は事業化まで多くの障壁があり、それを乗り越えることで企業成長を実現できる。

本研究では、貴金属の加工、精錬、歯科材料の製造販売を主な事業とする山本貴金属地金株式会社を事例研究の対象とした。山本貴金属地金株式会社は高知に生産および研究開発の拠点がある創業 55 年を迎えた中小製造業である。山本貴金属地金株式会社は創業してからさまざまな環境変化に対応して成長しているため、中小企業を取り巻く環境が厳しいながらも成長する要因を探索するのに好適な対象である。マクロ的な視点として外部環境変に応じた事業変遷について事例研究をおこない、ミクロ的な視点としてその事業変遷の要件となる医療機器の歯冠用硬質レジン、ハイブリッドレジンの R&D プロセス、現在開発中である歯科充填用コンポジットレジンの開発戦略について分析をおこなう。これらを分析することにより、技術志向の中小製造業が事業化のリスクを減らし、外部環境の変化に関わらない企業成長を実現するための R&D マネジメントモデルを提案することを目的とする。

第2章 先行研究レビュー

前章で述べた通り、中小製造業を取り巻く状況は厳しいものとなっている。そのような状況に関わらず企業成長を実現する必要があるため、中小企業における企業成長のための技術経営に関する先行研究調査をおこなった。先行研究調査の構造として、まず、マクロ的な視点より技術経営の枠組みについての先行研究を調査して整理した後、企業成長の外的要因と内的要因にわけて調査した。外的要因では、さまざまな外部環境の変化に対応する中小企業の経営戦略について、競合他社との関係性として先行者と後発者の関係についての論文を調査した。また、内的要因として、企業成長の誘因と制限要因についてと企業成長の要件となる R&D におけるマネジメント、特に、R&D プロセスにおけるさまざまな障壁について、さらに、その障壁をどのように乗り越えるかという R&D マネジメントに関する先行研究を調査した。最後に、それらを整理して先行研究に対する考察をおこなった。

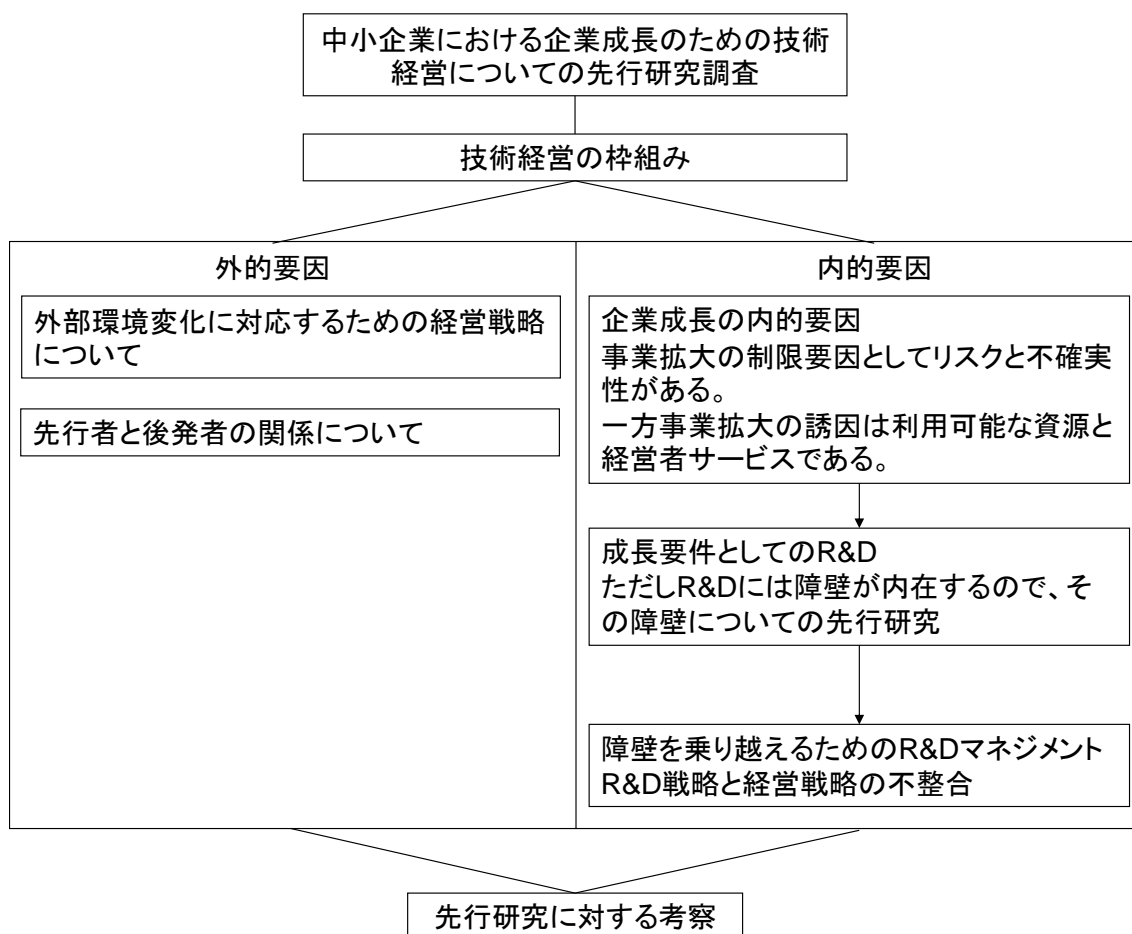


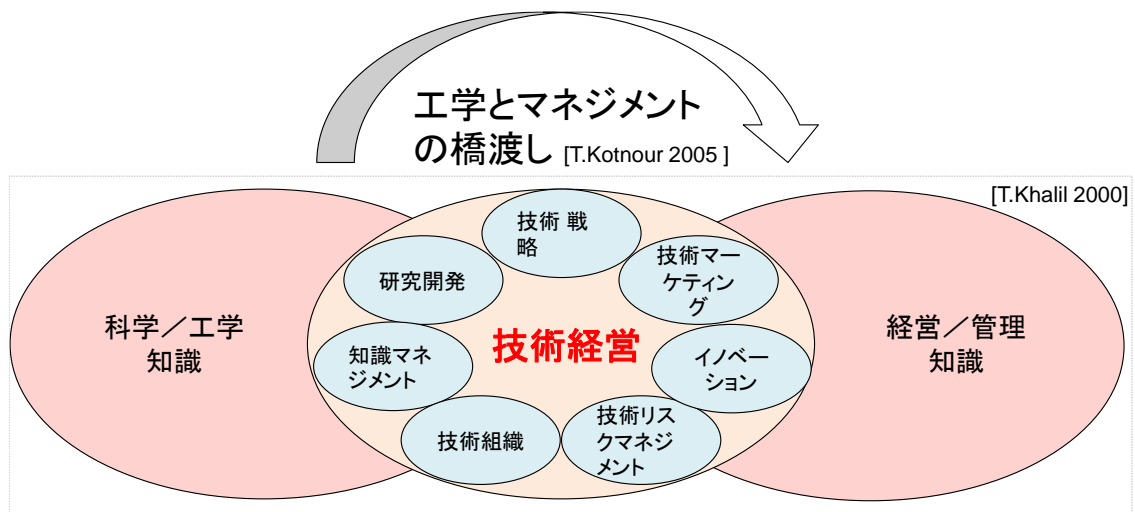
図 2-1 先行研究調査の構造

2-1 技術経営の枠組み

技術に関する多くの事柄は直接に企業の盛衰を左右する企業経営レベルの重要な課題となっている [7]。新技術に基づく新製品や新事業、新市場の開発、代替技術の出現による既存事業の崩壊、国際的な技術標準や規格統一による事業の再構成、新技術がもたらす環境問題、安全性問題の事業への悪影響、情報技術活用による顧客管理の高度化、情報技術による情報伝達や意思決定の迅速化などの技術に関わる多くのことは外部環境変化に対応して企業成長するためにも重要である。

技術経営とは技術戦略、技術マーケティング、イノベーション、技術組織、研究開発、技術リスクマネジメント、知識マネジメントの領域を含むと丹羽は定義している [6]。また、T.Khalil は科学、材料技術、製品技術、プロセス技術、情報技術といったような材料・工学の知識とアカウンティング、ファイナンス、経営学、経済学といったような経営・管理の知識を統合するものとして技術経営を定義している。それは、技術を生み出すことに焦点をあてた材料・工学に関する領域とその技術を富へ変換して利益を出し続ける経営・管理に関する領域を結びつけるものである [8]。T.Kotnour はテクノロジーの創造、開発、利用のマネジメントに焦点をあて、工学とマネジメントの橋渡しとしている [9]。

これらの技術経営についての先行研究を筆者がまとめたものを図 2-2 に示す。技術は企業経営全体に大きな影響を与えているので、技術をマネジメントする取組みは企業成長のために必須である。



技術経営は技術戦略、技術マーケティング、イノベーション、技術組織、研究開発、技術リスクマネジメント、知識マネジメントの領域を含む [丹羽 2006]

出所) 丹羽「技術経営論」、東京大学出版会、2006

T.Khalil “Management of Technology”, McGraw-Hill, 2000

T.Kotnour “Engineering Management: Past, Present, and Future”, IEEE ENGINEERING MANAGEMENT REVIEW, vol.33, 2005

より筆者作成

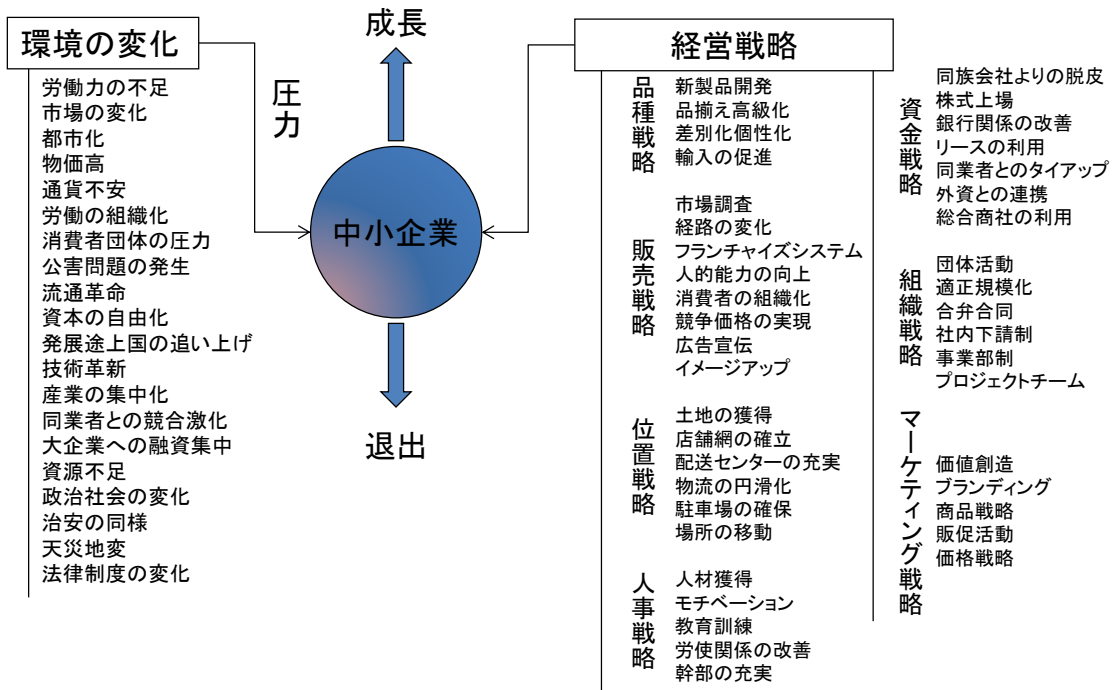
図 2-2 技術経営の枠組み

2-2 外部環境変化に対応する経営戦略

末松は積極的に企業成長を促進するには、何よりも企業の外側で起こっている環境変化の圧力を意識してこれに対応だけの戦略を打ち立てこれを強力に実行しなければならないと主張している [5]。

また、末松は環境変化に対応するための問題解決に必要な基本的態度を明確化している。第一に、環境変化が企業の目的基準を阻害する問題を情報収集によって評価し、その重要性を自覚することが必要である。次に、問題を解決する方法を選定して中長期計画を立案し、それを実行する行動計画を力強く実行する必要がある。

図 2-3 には環境変化の圧力に対する経営戦略の例を示す。このように圧力となりうる環境変化とそれに対する経営戦略を明確にすることは重要である。たとえば、労働力不足に対して問題解決のポイントは徹底的な自動化と業績給の支給、協力工場の活用、人出不足を逆手にとって労働集約度を高めるなどが挙げられている。しかし、これらの経営戦略は資金や人材が豊富でないと不可能であるものも多く、経営資源の乏しい中小企業はすべてを実現することはできないと考えられる。



出所) 末松玄六「中小企業の経営戦略」丸善、1972、筆者追記

図 2-3 環境変化に対する経営戦略の例

2-3 先行者と後発者の関係

外部環境変化のなかで重要な問題のひとつとして競合他社との関係性が挙げられる。特に、市場参入の戦略やタイミングによって先行者か後発者のどちらを目指すかが変わってくるので、それぞれのメリットデメリットについて整理した。表 2-1 に先行者と後発者のメリットを示す。

表 2-1 先行者と後発者のメリット

先行者のメリット (後発者のデメリット)	後発者のメリット (先行者のデメリット)
① 技術のリーダーシップ	① 後発者が先行者の投資にフリーライドできる
② 希少資源の先取	② 後発者は市場や技術の不確実性を見極めてから参入できる
③ 買い手のスイッチングコスト	③ 技術や顧客ニーズが変化する可能性
	④ 既存企業に備わった慣性による組織の衰退

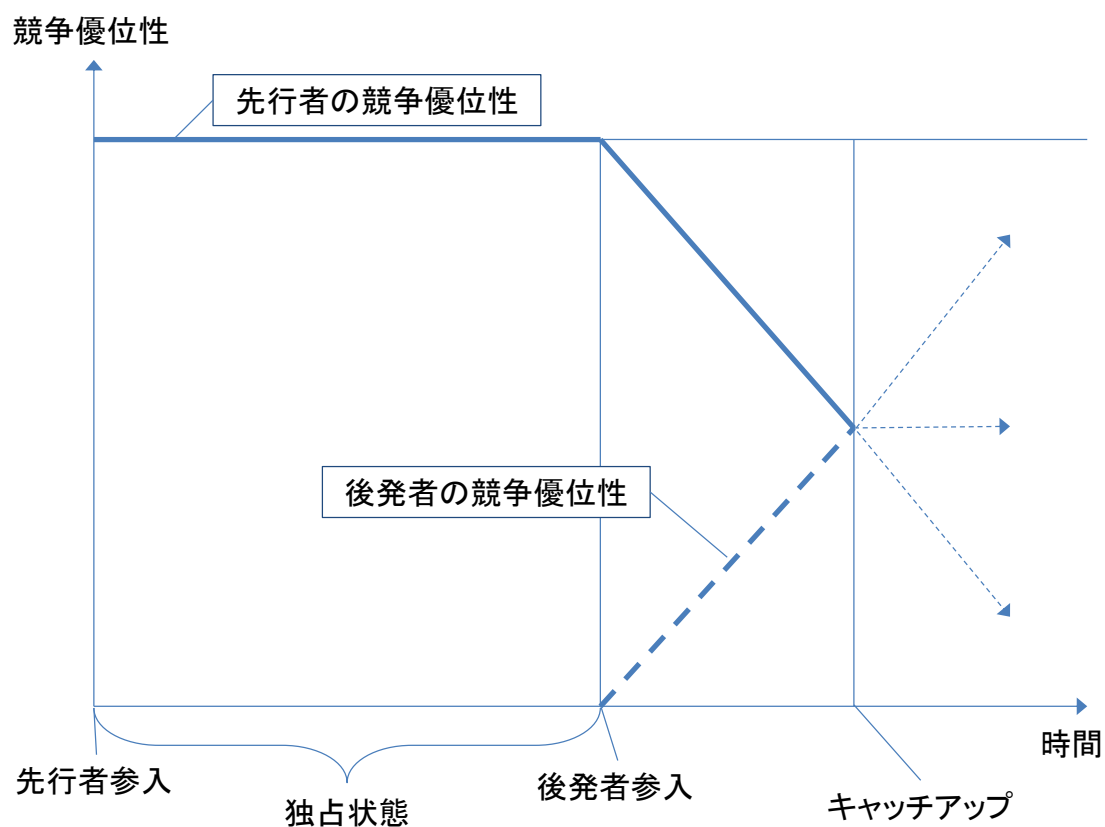
出所) 兒玉「先行者と後発者の相互利用 - 「先行者優位」の再検討 - 」組織科学 Vol.46 No.3(2013)より筆者作成

先行者の場合、技術のリーダーシップをとることができ、技術の特許によって保護したり、ライセンスによる収益を得たり、クロスライセンスにより社外の技術を使用したりすることができる。そのため、追随者に対して有利に知財戦略を進めることができる。また、新技術をデファクトスタンダードにすることも追随者に対して有利に技術戦略を進めることができる。その技術に希少資源が必要な場合は、先にその資源を確保することで参入コストを高めることができる。ユーザー目線で考えると、一度マーケティング戦略によりマジョリティに受け入れられれば大きな市場シェアを得ることができる。これらの先行者のメリットは後発者のデメリットとなり、技術戦略では後手になることが多い。希少資源が入手できないため、代替資源に大きなコストが必要になったり、先行者の技術が市場に受け入れられている場合、後発者の技術にユーザーが切り替えるにはコストメリットや性能、アフターサービス等でメリットを見出される必要がある。このような視点では、後発者が市場優位性を得ることは困難であると考えられる。

一方、先行者は新技術を市場浸透させるためにさまざまなマーケティング戦略で大きなコストがかかり、ユーザーが新技術を使いこなすために補完する技術やインフラ等が必要な場合にもそれらを普及させるためにコストが必要である。このように、先行者は

上市後マジョリティに受け入れられるためには投資が必要であり、後発者は新技術が認知され、使用されている時期に上市するのでこのような投資を必要としない。また、先行者がさまざまな市場浸透戦略をおこなっても、結果として市場に受け入れられない場合もある。後発者はそのような不確実性を確認してからその技術に取り組むかどうか、上市するかどうかを判断できるというメリットもある。さらに、新技術がマジョリティに受け入れられてもその技術に代わる技術が現れたり、ユーザーのニーズが変化したりと環境変化による影響を先行者は受けやすく、後発者はその変化を見極めて技術戦略を進めることができる。先行者は新技術で市場優位性を得て企業成長を実現することもできて、慣性により起業家精神が乏しくなって組織自体が衰退することもある。このように先行者と後発者はそれぞれメリットデメリットがあり、戦略によってどちらを目指すかを検討する必要がある。

兒玉はこれらの先行者と後発者の優劣関係を時間的な変化について整理している。それを図 2-4 に示す。



出所) 兒玉「先行者と後発者の相互利用 - 「先行者優位」の再検討 - 」組織科学 Vol.46 No.3(2013)

図 2-4 先行者と後発者の相対的な優劣関係

先行者および後発者の強みは、時間軸上のフェーズ別に発揮されると想定されている。当初、先行者は独占状態の下で高い競争優位の状態にある。しかし、後発者が参入すると、後発者がその強みを活かして先行者の競争優位を劣化させ、先行者はキャッチアップされてしまう [10]。兒玉は先行者と後発者の相互利用という観点で研究をおこない、先行者が後発者に一方的にフリーライドされるわけではなく、市場の創出や維持にかかるコストを後発者にも負担させながら、実質的な利益を獲得している側面も見出し、プレイヤー間の協調的な面に注目した [10]。このように先行者の視点では、後発者が参入するまで独占状態で競争優位状態を得ることができ、その後、後発者が参入してフリーライドされても市場の創出、維持という面で後発者を利用していると考えられ、先行者優位性を再認識するものである。

上記は先行者の視点よりその優位性を認めるものであるが、経営資源が乏しい中小企業の場合は少し見方が変わってくる。先行者として上市後マジョリティに受け入れられて大きな利益を得るためには投資が必要であるため、中小企業が先行者として参入するのは困難であると考えられる。知的財産による戦略であれば大きな投資は必要ないが、一般的に新技術を浸透させるには大きな投資が必要で、その市場が大きければ大きいほどその投資も大きくなる。また、後発者として市場に参入する大企業にキャッチアップされ、優位性を超えられるリスクも大きい。そのため、現実的には中小企業は後発者としての参入が多いと考えられる。その中でいかに競争優位性を高めていけるかを議論する必要がある。

2-4 企業成長

企業成長は企業内の資源と外部から獲得したその他の資源を体系的に編成し、最大限利用することであると E.Penrose は定義している [11]。企業成長の誘因は企業内外の経営資源と経営者の能力、サービスであると述べている。経営者サービスとはある特定の環境下で意思決定をしたり、行動をおこしたりする特定の個々人間での協働関係を成立せしめるものであり、それらのサービスはそのグループが全体としてとる行動の効率性や信頼度を決定づけると言われている。一般的にいわれるマネジメントと同義であると考えられる。このような経営者サービスが供給されない限り、そのグループは1つのユニットとして機能しない。企業を拡大させようという考えや計画に基づいてこの経営者サービスが供給されることで企業成長につながる。

一方で企業成長を阻害する要因はリスクと不確実性である。リスクは「損失の可能性」と「失われるものの重要性」である。「損失の可能性」は発生確率であり、「失われるものの重要性」は損失額のようなものである。不確実性は「気質」と「不十分な情報しか持っていないという自覚」である。「気質」はそもそも不確実だと自覚するかどうかの面であり、この不確実性は経営資源を投入して情報を得ることでより確実なものにすることができる。そのため、企業成長の要因である経営資源、経営者サービスと阻害要因であるリスクと不確実性は密接に関係している。

不確実性を見極めるために、大企業であれば外部の調査機関や社内のマーケティング部門を利用して市場調査をおこなったり、大規模なアンケート調査やモニター調査によりニーズの深堀をおこなったりすることができるが、経営資源の乏しい中小企業はその情報収集も限界がある。ある程度のアンケート調査などで情報を得ることができるが、不確実性を見極めるのは困難であると考えられる。そのため、上述のように後発者として市場に参入することで不確実性を見極めることができると考えられる。

また、R&D におけるリスクについて議論する。R&D プロセスにおいて、基礎研究や開発、製品化のステージで投資がなされている。途中で R&D が断念された場合、その投資額の総計が失われるものの重要性であり、断念する確率が損失の可能性となりリスクとなる。そのため、R&D におけるリスクは投資額と断念する確率を乗じたものであると考えられる。断念する確率を低減させるには R&D プロセスの各ステージで適切な投資をしなければならないため、経営資源が乏しい中小企業がリスクを低減するのは困難であると考えられる。もちろんその製品の市場規模や R&D をおこなうプレイヤーのノウハウなどによってリスクの大きさが変わってくるが、中小企業においては断念しない（製品化までの成功率をより高くするような）R&D マネジメントが必要でないかと考えられる。

2-5 研究開発マネジメント

2-5-1 R&D の障壁について

基礎研究～製品開発～事業化までのリニアモデルの R&D プロセスには、さまざまなステージで障壁が存在している。それらの障壁については現在までさまざまな研究がされており、R&D プロセス内のどのステージに存在し、障壁が存在する要因について整理した。

2-5-1-1 死の谷

アメリカの議員であった Ehlers は基礎研究から応用研究の間の大きな障壁を「死の谷」と表現した [12]。また、Branscomb らによって「死の谷」は「ギャップの存在とそれを越える際の危険性」を表したものであると言われている [13]。

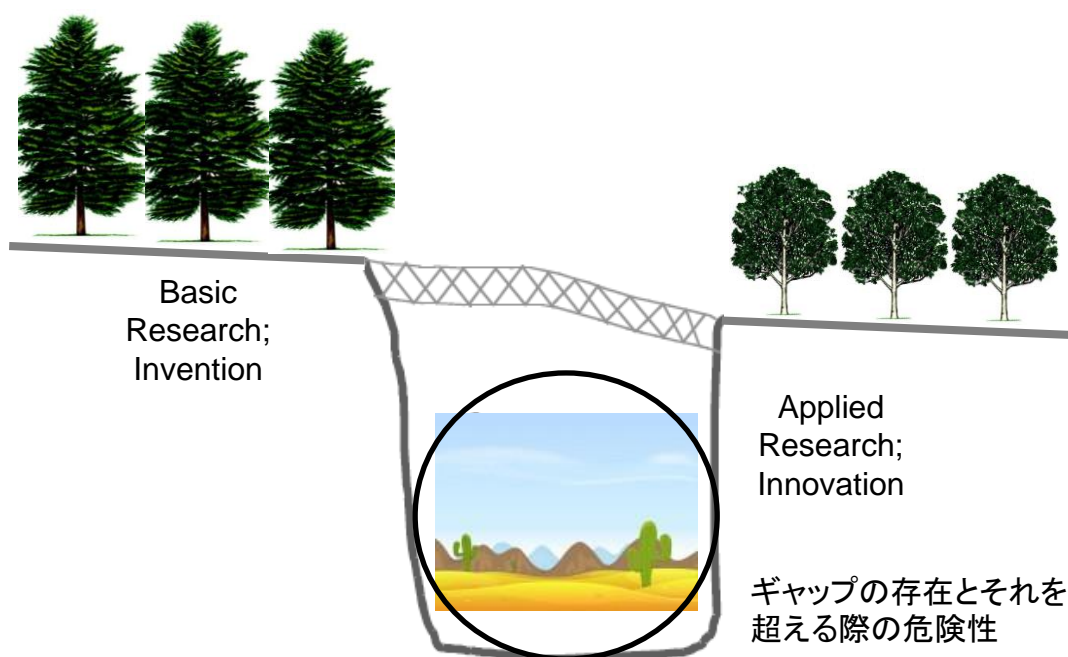


図 2-5 死の谷

また、和泉は研究開発における「死の谷」の考察において、研究開発が成功した場合の事業化に向けた議論がなく、実用化に向けたシナリオと資金を準備していないまま研究開発を実施した場合、その後、研究開発をおこなう場合には、その開発に成功した場合の実用化に向けたシナリオと資金を含めたコミットメントがない限りは、当面の研究

が確保されているだけに過ぎず、ある時点から後は続かなくなる可能性があることを示し、その状態を死の崖と表現している（図 2-6） [14]。製品化を実現するためには開発から量産化にかけて製造設備などで大きな設備投資や製造要員が必要である。研究開発初期にその試算をおこなってマネージャーとの合意形成することが死の崖を乗り越えるには必要であると考えられる。



出所) 和泉「研究開発における「死の崖」についての考察」研究・技術計画学会 第21回年次学術大会抄録

図 2-6 死の崖

また、このような死の崖の問題を解決するために、齋藤は基礎研究の成果である基本技術の複数個の可能な応用の一つを最も有望な応用として特定し、その応用の事業化・実用化の可能性を実証するためにおこなう研究活動を応用特化研究として定義し、それが死の崖を乗り越えるとした [15]。死の崖を乗り越えて事業化を実現するためには、基礎研究を終了し、製品開発を進める前に応用を想定した応用特化研究をおこなうことで、製品化までの障壁を低減することができると考えられる（図 2-7）。

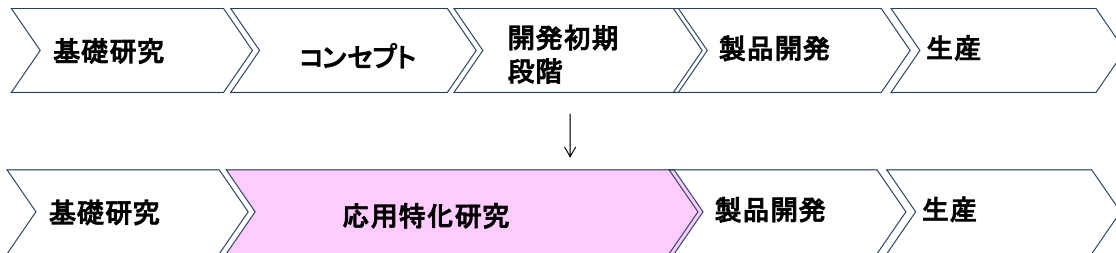


図 2-7 応用特化研究

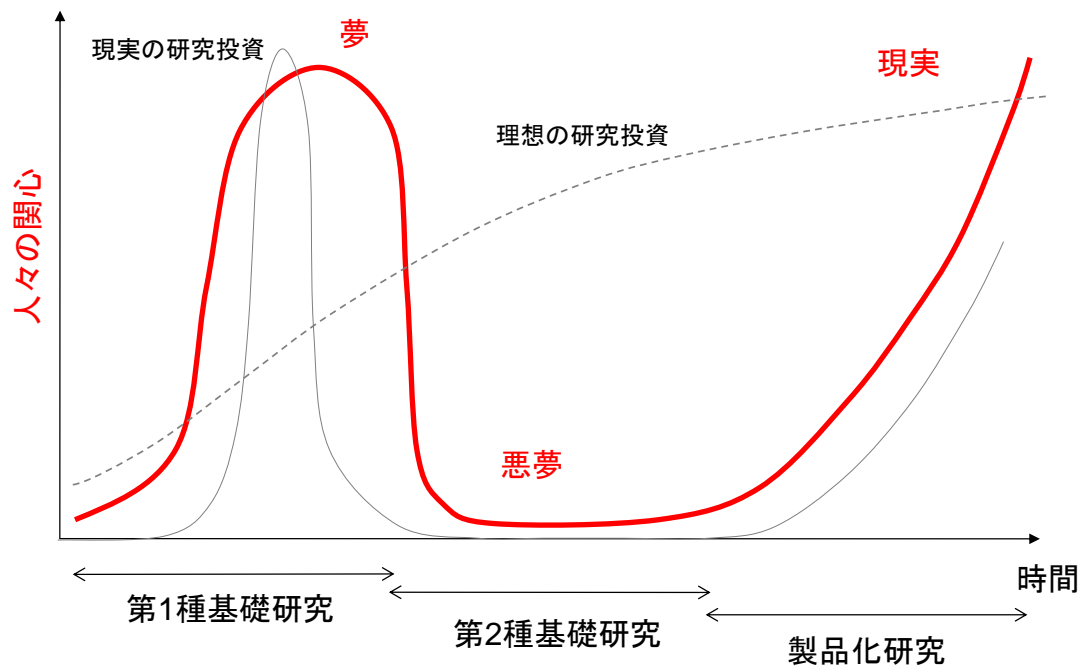
さらに、齋藤は「死の谷」は基礎研究とその事業化・実用化の間に存在するギャップではなく、基礎研究とその事業化・実用化をつなぐ遷移フェーズであり、「死の谷」を踏破するということはモード変換を成し遂げることと考え、その障壁を「モード変換フェーズ」として定義している [15]。

吉川は人々の関心と研究投資の観点から研究開発プロセスにおける障壁を議論した [16]。研究の序盤は成果が出るたびに人々の関心を集め、研究投資が盛んにおこなわれ、その時期を夢の時代と表現している。しかし、その技術を普及させて製品化をするにはさまざまな理論や技術、設備の融合が必要なため、新しい成果が得ることができず、人々の関心も薄れてくる時期を迎える。その時期は研究投資も少なくなってしまうため、悪夢の時代と表現している。そして、補完する技術や設備、理論の融合により、その技術が製品化に向けて進捗し、人々の関心も再び集めることとなる。それに伴い、研究投資も少しずつ増えていて製品化研究が盛んにおこなわれて、最終的に製品化につながると言っている。

研究が進み、製品化が近づくとつれて設備投資などで必要な投資額が大きくなるのに対し、実際は人々の関心が高い夢の時代に研究投資が盛んにおこなわれ、実際の研究で必要な投資のタイミングにズレが生じてしまうことが悪魔の時代を迎えてしまう原因であると考えられる。

また、吉川は夢の時代の研究を第 1 種基礎研究、悪夢の時代の研究を第 2 種基礎研究、それ以降を製品化研究と表現した。第 1 種基礎研究は未知現象を観察・実験・理論計算により普遍的な理論（法則、原理、定理など）を発見、解明、形成するための研究であり、第 2 種特定の経済的・社会的な必要性（ニーズ）のために、既に確立された複数の普遍的な知識（理論、法則、原理、定理など）を組み合わせ、観察、実験、理論計算を繰り返し、その手法と結果に規則性や普遍性のある知見および目的を実現する具体的道筋を導き出す研究である [17]。この第 2 種基礎研究に力を入れることで悪夢の時代を乗り越えることができると考えられる。

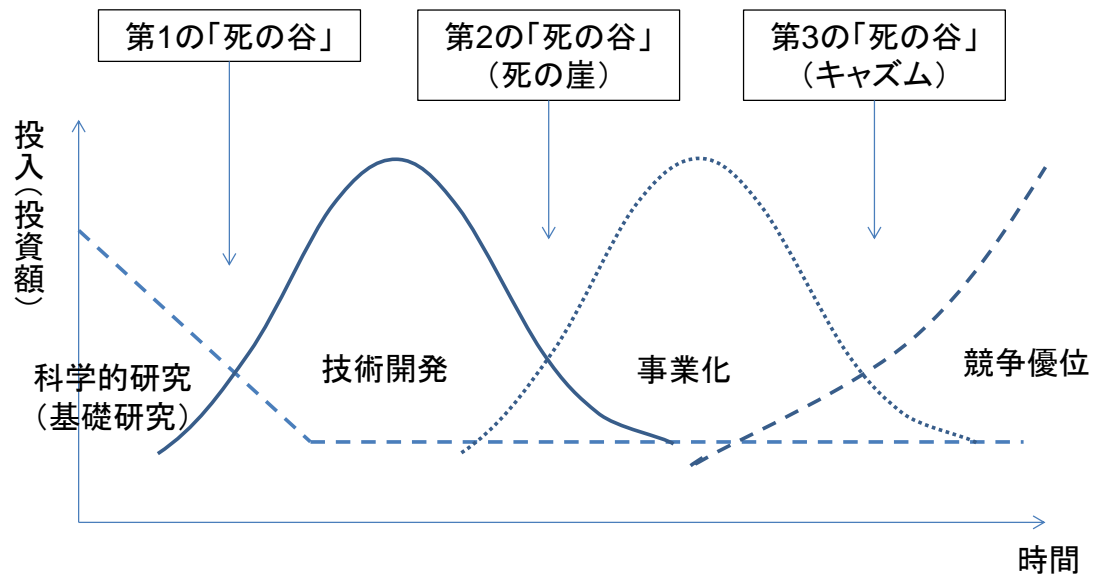
図 2-8 に人々の関心と研究投資の観点より研究開発プロセスにおける障壁である悪夢の時代を示す。



出所) 吉川弘之、内藤耕「第2種基礎研究」、日経BP、2003より筆者加筆・修正

図 2-8 悪夢の時代

金子、長田は図 2-9 のように基礎研究から技術開発、量産化、競争優位のプロセスの中で 3 種類の死の谷を述べている [18]。実際に基礎研究から事業化までのプロセスにおいて障壁はひとつでないことは明らかである。まず、Ehlers が提唱した基礎研究から応用研究までの間の障壁である死の谷を第 1 の死の谷と表現した。次に開発終了後から量産化・製品化までの間の障壁を第 2 の死の谷と表現した。この部分では量産化や製造条件の確立等で多くの資金や人的資源が必要になるため障壁となりうる。上述の死の崖と近い意味であると考えられる。最後に、事業化後に競争優位を得るまでの障壁を第 3 の障壁と表現した。事業化後に競争優位を得るためにはさまざまな方策が必要になり、そこにも障壁がある。これはムーアのキャズムと同義であり、そこを乗り越えることでマジョリティに受け入れられ大きな利益を得ることができる。



出所) 金子、長田「技術革新を可能にする戦略策定方法」年次学術大会講演要旨集 20(2)、研究・技術計画学会、2005 より筆者加筆・修正

図 2-9 連続する死の谷

2-5-1-2 ダーウィンの海

ここまでは経営資源が乏しいこと、特に資金面での障壁であったが、実際に研究開発を進めていくと他の理由による障壁も多々ある。景気の動向や競合他社、関連する法規制等の外部要因、経営資源や技術者とビジネスマネージャーのギャップ、そもそもの基礎的な研究と製品開発の目的の違い等の内部要因によって障壁が立ちはだかることもある。さらに、その障壁は基礎研究からニュービジネスまでの幅広い範囲に立ちはだかる可能性がある。その範囲における景気の荒波、アイデア、起業、各種の共同ベンチャーが生まれかつ死んでいることを比喻して Branscomb らはダーウィンの海と表現した。そこには有用な技術や陳腐な技術、期待が大きいビジネスや富を見込むことができないビジネス等が混沌としている [13]。

図 2-9 にダーウィンの海のイメージを示す。

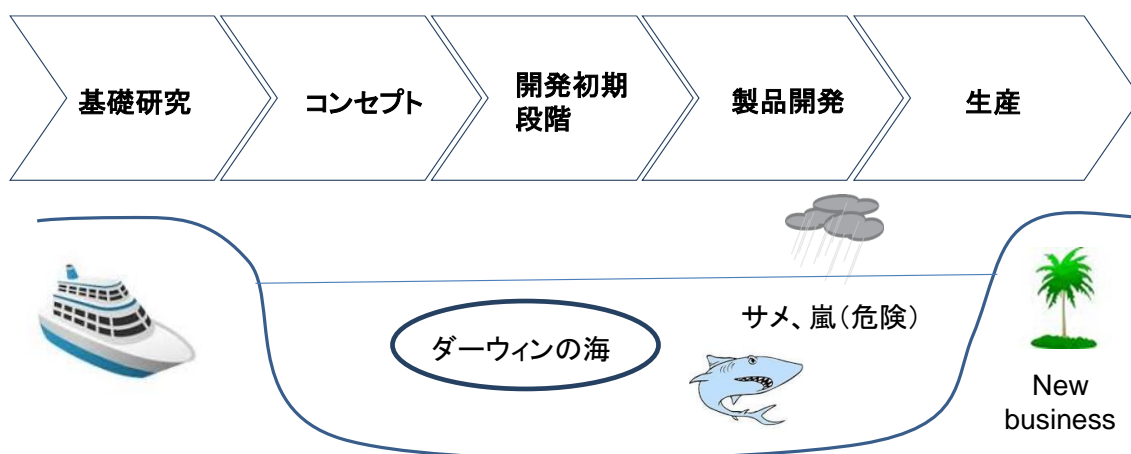


図 2-9 ダーウィンの海

また、このダーウィンの海が存在する理由として下記の 4 点が挙げられる。

① 動機が異なる

基礎研究 (アカデミックな研究) はコストが大きく、実現が困難である。一方、イノベーション (ブレイクスルー) はコスト低減と性能の向上に繋がる。

② 技術者とビジネスマネージャーの相互信頼醸成が困難

技術者とビジネスマネージャーは今までの訓練、情報源、表現方法が異なるため、互いに信頼できないとダーウィンの海は深くなる。

③ 財源の問題

資本を提供する人がなかなかいない。先見性を見極めるのが難しい。

④ インフラの問題

新製品製造のための新材料、部品、普及のためのサービス機能、訓練等の補完的なインフラが不足している。

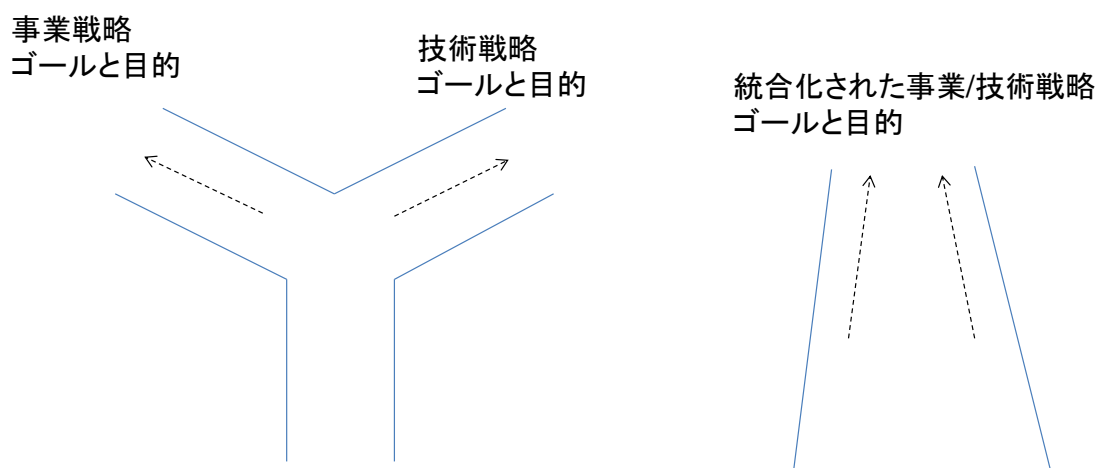
ダーウィンの海の例としてゼロックスのパロアルト研究所が挙げられる。コピー機事業で成功したゼロックスは次なる手としてデジタルコンピュータ分野に参入した。その際に立ち上げたのがパロアルト研究所で、世界中からコンピュータ分野で深い知識・技術を持つ人材が集まり、歴史上最も非凡で多産的だった研究施設のひとつであった。さらに、ゼロックス本社からは際限なく研究資金が流れてきたため、パーソナルコンピュータ分野での先駆者になれる可能性があった。しかし、そのように経営資源が豊富な環境下でも事業化がうまくいかず、先駆者にはなれなかった。その理由は本社と研究所の大きなギャップである（表 2-2）。ゼロックス社はニューヨークにあるのに対し、パロアルト研究所はカリフォルニアにある。そのため、距離だけでなく、時差もあり、お互いのことを理解し合うことはできなかった。また、本社は官僚的な雰囲気であるのに対し、研究所は自由な雰囲気であった。研究開発されている技術も本社側は既存製品の改良がほとんどであるのに対し、研究所では革新的なコンピュータ技術が多く生まれていた。マーケティング戦略も本社は近視眼的であるのに対し、研究所は先見性があり、製品の営業方法のプリンタをリースしてコピー枚数で利益を創出するのに対し、研究所のコンピュータは個人に購入してもらうことを想定していた。このように、本社と研究所のギャップはかなり大きく、研究所で革新的な技術が発明されても、事業化に至らなかった。それらの技術はアップル社やマイクロソフト社が利用してコンピュータ分野で大きな利益を生み出すこととなってしまった [20]。

表 2-2 ゼロックス本社とパロアルト研究所の比較

	本社 (プリンタ)	研究所 (コンピュータ)
所在地	ニューヨーク	カリフォルニア
雰囲気	官僚的	自由
営業	リース→枚数	販売
技術	改良	革新的
マーケティング	近視眼的	将来的

2-5-2 障壁を乗り越える方法について

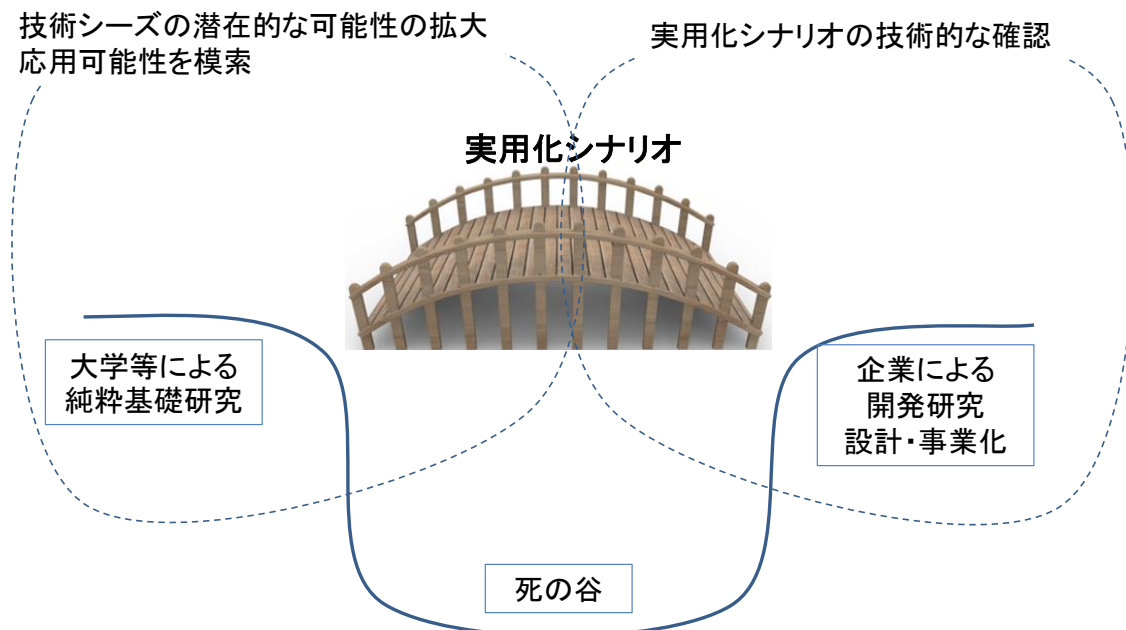
T.Khalil は企業が継続的に利益を得るためには技術戦略と事業戦略の統合が必要であると主張している [8]。事業志向のみだと技術が陳腐化し、成長や利益性を見逃す可能性がある。一方、技術のみにフォーカスして、技術を利用する効果的な戦略を持たなければ利益を保つことはできない。前述のように技術者とビジネスマネージャーのギャップがダーウィンの海を深くするので、技術戦略と事業戦略、担当者とマネージャーでギャップがある状態では利益を見逃してしまう。そのため、図 2-10 のように事業戦略と技術戦略のゴールと目的を統合化することがダーウィンの海を乗り越えるための手段のひとつとなると考えられる。



出所) T.Khalil “Management of Technology”, McGraw-Hill, 2000 より筆者修正

図 2-10 事業戦略と技術戦略の統合化

また、能見は死の谷を乗り越える方法として図 2-11 のような 3 段階の架け橋による方法を提案している [21]。これは産学連携による取り組みで、実用化にむけたシナリオが不明な段階では技術シーズの潜在的な可能性を拡大させるための取り組みを大学による基礎研究でおこない、実用化にむけたシナリオが不確かな段階では技術的な確認を企業の取り組みとしておこなう。このようにして技術の実用化の目途が立つようなシナリオを作成することで死の谷を乗り越えることができる。死の谷の両側からアプローチして実用化に向けた取り組みをおこなうことで、死の谷を乗り越える困難さを軽減する動きとなる。

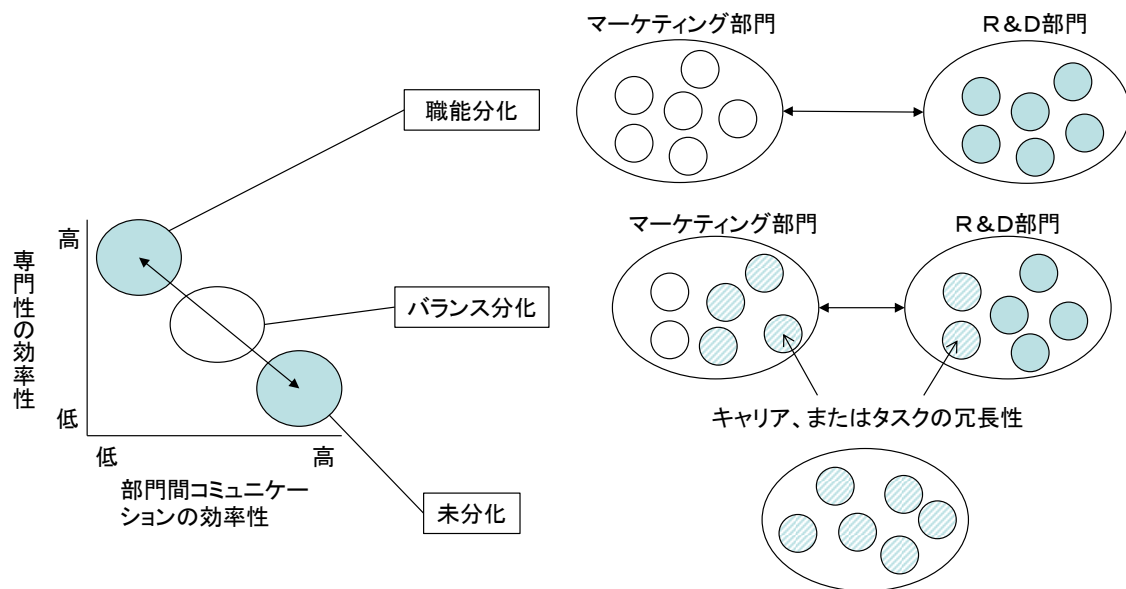


出所) 能見利彦「「死の谷」に架ける「3段階の架け橋」」The Japan Society for Science Policy and Research Management より筆者作成

図 2-11 死の谷に架ける 3 段階の架け橋

さらに、川上はマーケティングや R&D 組織の面から新製品開発の成果を研究している。大手家電メーカーの白物家電の製品化事例から顧客情報をうまく利用できる技術組織について明らかにしている。マーケティング部門と R&D 部門を完全にわけて専門性の効率を高めた職能分化組織は、専門用語や経験によって部門間のコミュニケーションがうまくおこなうことができないため、マーケティング部門で得た顧客情報が R&D 部門にうまく伝わらず最大限利用することができない。一方、マーケティング部門と R&D 部門を分化させず未分化状態の組織の場合、コミュニケーションに関するコストはほとんどかからないが、専門性を高めるための学習や研修、人材採用等のコストが多くかかり、顧客情報から潜在的なニーズを読み取って利用することが難しいと考えられる。そのため、一部のキャリアやタスクに冗長性をもたせるバランス分化組織が良いと川上は提案している。キャリアの冗長性はジョブローテーションや研修、セミナーなどによって自部門以外の知識や経験を獲得することで得ることができる。また、タスクの冗長性は R&D 部門のメンバーが顧客を訪問したり、マーケティング部門のメンバーが技術実験をおこなったりする場合にタスクの冗長性を得ることができる [22]。

これらをまとめたものを図 2-12 に示す。

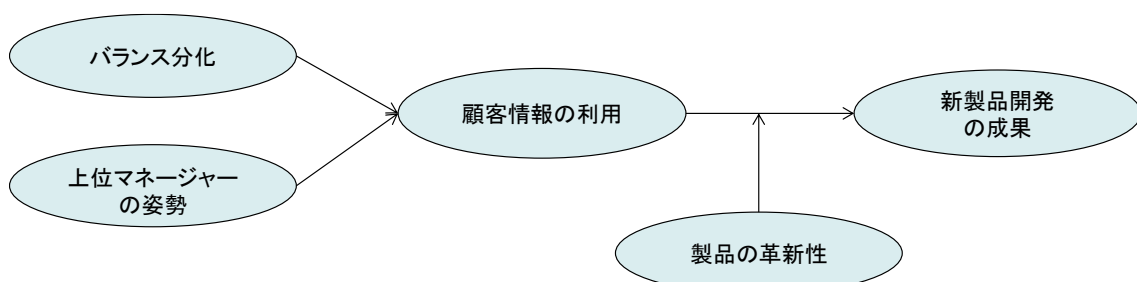


出所) 川上「顧客志向の新製品開発」有斐閣 2005

図 2-12 バランス分化の概念図

このようなバランス分化組織と上位マネージャーの顧客情報に対するポジティブな姿勢によって、顧客情報の利用が新製品開発の成果につながると考えられる。ただし、製品の革新性の程度によって顧客情報の利用と新製品開発の成果との関係は異なる。製品の革新性は技術の新規性と製品コンセプトの新規性より定義することができる。

図 2-13 に顧客情報の利用と新製品開発の成果との関係を示す。



出所) 川上「顧客志向の新製品開発」有斐閣 2005

図 2-13 顧客情報の利用と新製品開発の成果との関係

2-6 先行研究のまとめと考察

それぞれの先行研究より下記の考察をおこなった。まず、末松は外部環境の変化の圧力に対してさまざまな経営戦略によって対応する方法について議論をおこなっていた。しかし、その経営戦略は莫大なコストがかかるものや一朝一夕で築くことができない企業間の関係性に基づくものも含まれているため、資本が乏しい中小企業にとっては困難である。そのため、中小企業を前提条件とする外部環境変化に対する戦略を枠組みとして追及することが望ましいと考えられる。

E.Penrose より、企業成長の阻害要因である不確実性は資源を情報収集に利用することで克服できると考えられるが、そもそも中小企業は利用可能な資源が少ないため不確実性を克服することは困難であると考えられる。

また、兒玉より、先行者と後発者にはそれぞれメリットがあるが、最終的には先行者の視点で、上市後後発者が参入するまでは競争優位性を得ることができ、後発者が参入後は市場の開拓と維持のため利用できるという結論であった。この場合、後発者は先行者にフリーライドするといったようなメリットしか言及していないが、実際に後発者が市場優位性を獲得する事例も多々ある。特に、市場の不確実性は中小企業にとって参入に二の足を踏む要因となりうるので、中小企業は不確実性が少ない後発者になることが多いと考えられる。そのため、中小企業が後発ながら競争優位性を獲得するための方法について議論が必要である。

また、R&Dにはさまざまな障壁がある。それらをまとめたものを表 2-3 に示す。死の谷は経営資源を障壁の要因としており、基礎研究から応用研究におけるギャップの存在とそれを超える際の危険性について表現している。死の崖は量産～事業化における投資が必要な時期に投資を受けられない状態を示している。悪夢の時代は補完技術の発見、進歩、対象技術と補完技術、理論の融合が必要な時期で、成果として表れにくく、人々の関心が薄れ、研究投資もされなくなる不遇の時期である。モード変換フェーズは死の谷を言い換えたものであり、事業化の可能性が極めて高いものであれば良いが、一般的な R&D における事業化できないというリスクが表現されていない。それらに対して、さまざまな外部環境の変化や他社の動向も表現したダーウィンの海が障壁として最適ではないかと考えられる。これらの障壁は利用可能な資源が少ない中小企業ほど大きく、中小企業の R&D マネジメントにおいてこれらの障壁をどのように乗り越えることが重要であるが、それについての議論は少ない状態である。

表 2-3 R&D プロセスにおけるさまざまな障壁

	表現	障壁要因	まとめと考察
Ehlers	死の谷	経営資源	ギャップの存在とそれを越える際の危険性を表現 →応用研究に必要な資源が乏しいことを砂漠として表現している。しかし、事業化には他にもたくさんの障壁がある
和泉	死の崖	資金	研究開発投資額からのアプローチ →事業化までの障壁としては投資以外にも要因は多い
吉川	悪夢の時代	人々の関心 研究投資	研究投資が必要な時期と人々の関心に連動する研究投資のタイミングのずれ
Branscomb	ダーウィンの海	技術者とビジネスマネージャーのギャップ 経営資源	景気の荒波、アイデア、起業、各種の共同ベンチャーが生まれかつ死んでいくことを比喻 →研究から新事業までの障壁を表現しており、さまざまな外部環境の変化や他社の動向も障壁の要因となっている。
齋藤	モード変換フェーズ		基礎研究と事業化をつなぐ遷移フェーズ →事業化の可能性が極めて高いものであれば良いが、そうでないものについては事業化までのリスクを表現できていない

R&D の障壁を乗り越える方法として技術戦略と事業戦略の目的とゴールの統合や産学連携は必要である。特にノウハウがない中小企業が R&D をスタートさせる場合に、大学の基礎研究と企業の技術を組み合わせることで R&D プロセスの早期化を図ることができると考えられる。その際には企業内における目標・ゴールを統一し、実用化までのシナリオを大学、企業間で明確にし、合意形成しなければならない。経済産業省や自治体がおこなう補助金や委託事業はこのシナリオをもとに評価するので、事業化の際に設備や人材、ノウハウが必要な場合にはそのような事業で補完することもできる。しかし、このような産学連携は大学企業間である程度ネットワークを形成されていないと困

難であると考えられる。さらに、大学における知財の取り扱いも厳重になってきているため、産学連携には大学との共同研究契約が必要になったり、契約の際に費用が発生したりする場合もあり、中小企業にとって産学連携もハードルが高いものになりつつある。

また、R&D プロセスにおける障壁を乗り越えるためにマーケティングも重要な要件となる。しかし、中小企業は大企業のように莫大なマーケティング費用をかけることができない。また、人材も乏しいため、バランス分化型の組織にするのも難しい。そのような状態ながらも、顧客のニーズを掴み、製品に反映させる方法について議論する必要があると考えられる。

第3章 研究の枠組み

3-1 リサーチ課題

これらの背景と先行研究調査よりリサーチ課題を設定する。日本経済において重要な役割を担っている中小企業は大企業に比べて経営資源が少なく、環境変化の衝撃が大きいため、その企業数は年々減少している。一般的な外部環境変化に対応するための経営戦略は先行研究で議論されているが、中小企業、特に中小製造業における外部環境変化に対応するための戦略についてはあまり議論されていない。そのため、本研究では技術に視点を絞り、中小製造業が外部環境変化の障壁を乗り越えて成長するための技術経営モデルを提案することを課題とする。

技術経営に内包される R&D を中小製造業は制限された経営資源下でおこなわなければならない。製品開発における不確実性や R&D プロセスにおける障壁を完全に排除することができない。不確実性を低減するために後発で市場に参入する方法が挙げられるが、先行研究では先行者の競争優位性と市場創造と維持のために後発者を利用するという先行者視点での議論しかされていない。中小製造業は不確実性を見極めるために後発者として参入することも多いと考えられるが、そのような条件下で競争優位性を得る方法について検討する。

R&D プロセスにおける障壁を乗り越えるための先行研究は少なく、特に中小製造業を対象にした議論はあまりされていない。そのため、本研究では事例研究により、外部環境を含めたマクロ的な視点と開発戦略を含めたミクロ的視点による戦略マップを作成することで、中小製造業の R&D マネジメントを検討し、制限された経営資源下での R&D マネジメントの枠組みを提案することを課題とする。

表 3-1 リサーチ課題

① 中小製造業が外部環境変化の障壁を乗り越えて成長するための技術経営モデルを提案する
② 不確実性がある中での製品開発 ⇒不確実性のリスクを低減するために、後発で市場に参入する方法が挙げられるが、その中でも競争優位性を得るための製品開発戦略を検討する
③ 制限された経営資源下での R&D マネジメントのあり方 →外部環境を含めたマクロ的視点と開発戦略を含めたミクロ的視点より中小製造業の R&D マネジメントを検討し、枠組みを追求する

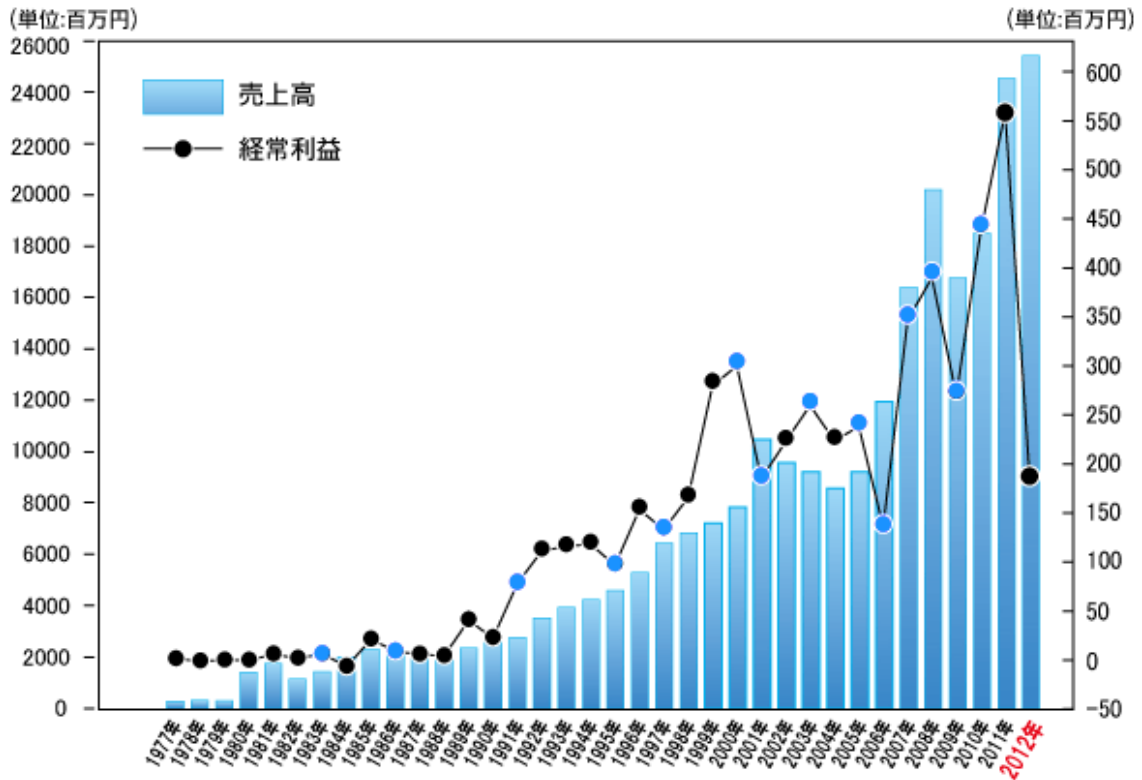
3-2 研究方法

創業 55 年でさまざまな環境変化を乗り越えて成長してきた中小製造業である山本貴金属地金株式会社の事例分析より本研究を進める。表 3-2 に山本貴金属地金株式会社の概要を示す。図 3-1 に売り上げと経常利益の年次推移を示す。図 3-1 に示す通り、研究開発に力を入れ、毎年新製品を上市することにより右肩上がり成長してきている。生産および研究開発拠点を地方である高知県に据えているのも特徴である。

マクロ的な視点として、山本貴金属地金株式会社が創業からさまざまな外部環境の変化を乗り越えるために事業展開してきた事例と、ミクロ的な視点として、それぞれの製品開発の事例と競争優位性を得るための開発戦略を研究対象とする。それらの研究で得た考察より、技術志向の中小製造業における R&D マネジメントの枠組みを提案する。

表 3-2 山本貴金属地金株式会社の概要（2013 年現在）

対象	山本貴金属地金株式会社
創業年	1957年
売上	250億
社員数	267名
拠点	大阪本社、仙台営業所、東京支社、名古屋支店、福岡支店 高知第一工場、高知第二工場



出所) 山本貴金属地金株式会社ホームページより(2013年)

図 3-1 山本貴金属地金株式会社の売り上げと経常利益

事例については、山本貴金属地金株式会社 50 年史および社内報、代表取締役会長である山本裕久氏や常務取締役である安楽照男氏、事例で紹介する製品の開発担当であった上級主任研究員である加藤喬大氏へのインタビューを通じて収集し、分析をおこなった。

3-3 研究枠組み

前項までの背景と先行研究調査により、リサーチ課題を明確に設定した。山本貴金属地金株式会社の事例研究によりそれらを明らかにすることを研究の目的とする。マクロ的な視点より外部環境変化に対応した山本貴金属地金株式会社の事業遷移の事例、ミクロ的な視点により歯冠用硬質レジンとハイブリッドレジンの基礎研究から開発、製品化までの事例と次世代の製品としてコンポジットレジンの開発戦略について研究をおこなう。それぞれに対し事例分析をおこなって、外部環境変化に対する技術経営およびR&Dプロセスにおける事業化までの障壁とそれを乗り越える方法、不確実性を低減し、最後発で競争優位性を得るための開発戦略を導き出す。それらから、技術志向中小製造業のR&Dマネジメントの枠組みの提案をする。

図3-2に研究の枠組みのフロー図を示す。

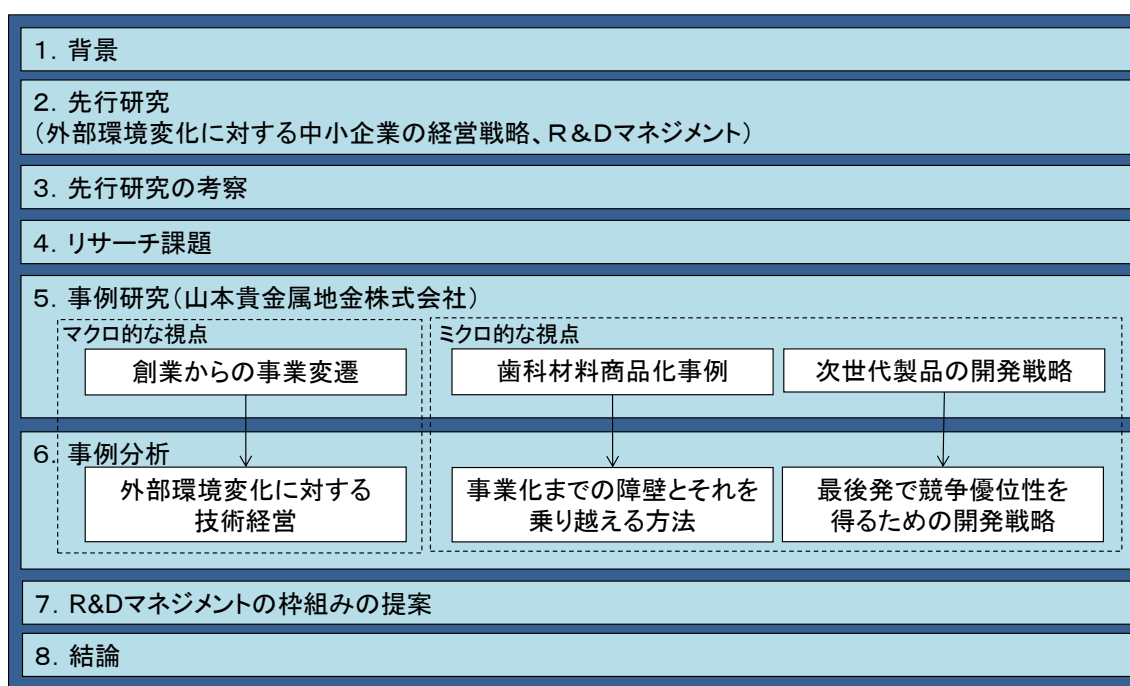


図3-2 研究の枠組み

第4章 事例研究

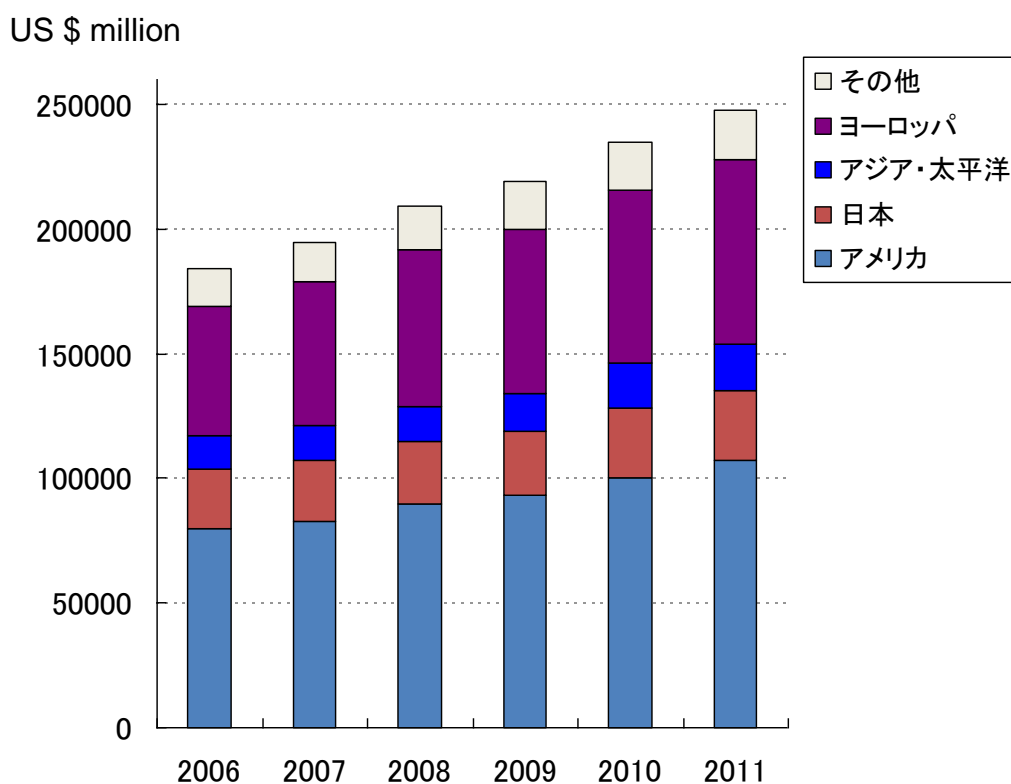
4-1 山本貴金属地金株式会社を取り巻く環境について

4-1-1 医療機器市場と高齢社会問題

医療機器産業の世界市場は、毎年5~8%の成長率を維持しており、2005年が約20兆円で2011年が約25兆円という実績のように、今後もさらに拡大すると予測されている。一方、日本の医療機器産業は、2.2兆円（2008年）で世界市場の1割を占める市場となっているが、貿易収支全体で見ると近年は輸入超過が続いている。特に、人工呼吸器、人工血管、ステントなどの主要な医療機器は輸入に大きく依存している。これらの医療機器を国内で製造できない理由として考えられるのは、中小企業が有する優れたものづくり技術が医療機器市場で活かされにくいことが挙げられている[25]。

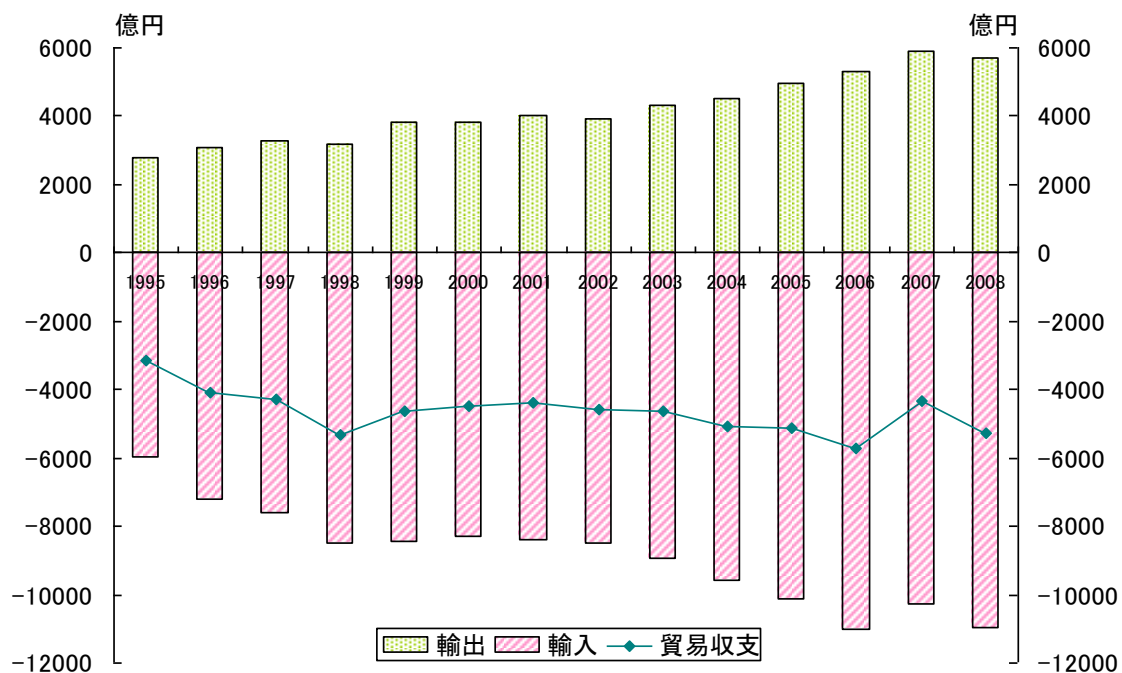
図4-1に医療機器産業の世界市場を示す。

図4-2に国内医療機器市場の貿易収支の推移を示す。



出所) 厚生労働省「新医療機器・医療技術産業ビジョン」より筆者加筆・修正

図4-1 医療機器産業の世界市場



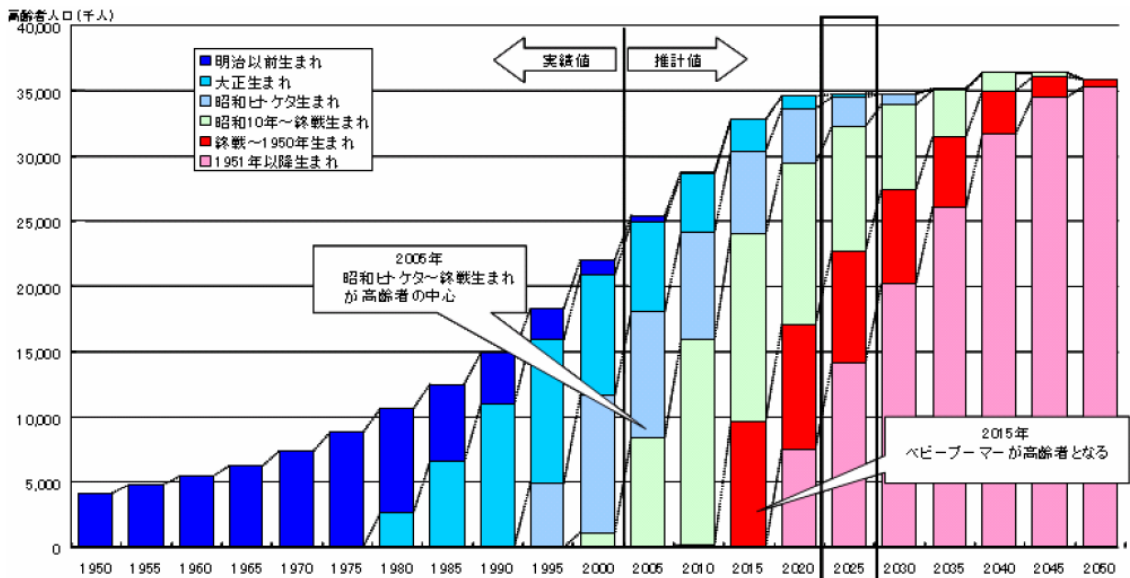
出所) 厚生労働省 薬事工業生産動態統計

図 4-2 国内医療機器市場の貿易収支の推移

医療機器産業は、日本の今後の成長を支えるリーディング産業として期待されており、平成 22 年 6 月 18 日に閣議決定された「新成長戦略～「元気な日本」復活のシナリオ～」において、ライフ・イノベーションによる健康大国戦略の項目で医療・介護・健康関連産業を日本の成長牽引産業として明確に位置づけ、日本発の革新的な医薬品、医療・介護技術の研究開発を推進するとしている [28]。

そのような施策をおこなう要因として国内の高齢社会問題が挙げられる。図 4-3 には日本における高齢者割合の推移を示す。厚生労働省のレポートでは平成 27 (2015) 年には「ベビーブーム世代」が前期高齢者 (65～74 歳) に到達し、その 10 年後 (平成 37 (2025) 年) には高齢者人口は (約 3,500 万人) に達すると推計されている [29]。

人口の 3 分の 1 が高齢者という超高齢社会を迎える日本において、高齢者の自立とともに重要視されているのが、高齢者の QOL を高める医療関連産業の発展である。経済産業省では医療関連産業を雇用創出、技術革新、地域振興の観点からも注力すべき成長分野と位置づけ、医療関連産業への参入を促すためのセミナーや研究会を積極的におこなっている。



出所) 厚生労働省「今後の高齢化の進展～2025年の超高齢社会像～」

図 4-3 高齢者割合について

経済産業省のホームページでは医療サービス産業のイノベーションとして以下の4項目を定義している [30]。

1. 電子カルテ等、医療情報基盤の一層の整備、活用、高度化
2. 医療情報のデータベース化、データマイニングの実現による新しい医療サービス環境の実現
3. 遠隔医療、手術支援、ITによる診療支援等、医療サービスの高度化
4. 先進的な創薬、医療機器の開発環境のあり方

この4項目を見るとさまざまな業種の企業の参入が可能であると考えられ、医療関連産業は社会からも患者からも非常に高いニーズを受け、発展が求められている。しかし、医療関連産業への参入は技術的、法的に非常に困難である。その要因として下記の3点が考えられる。

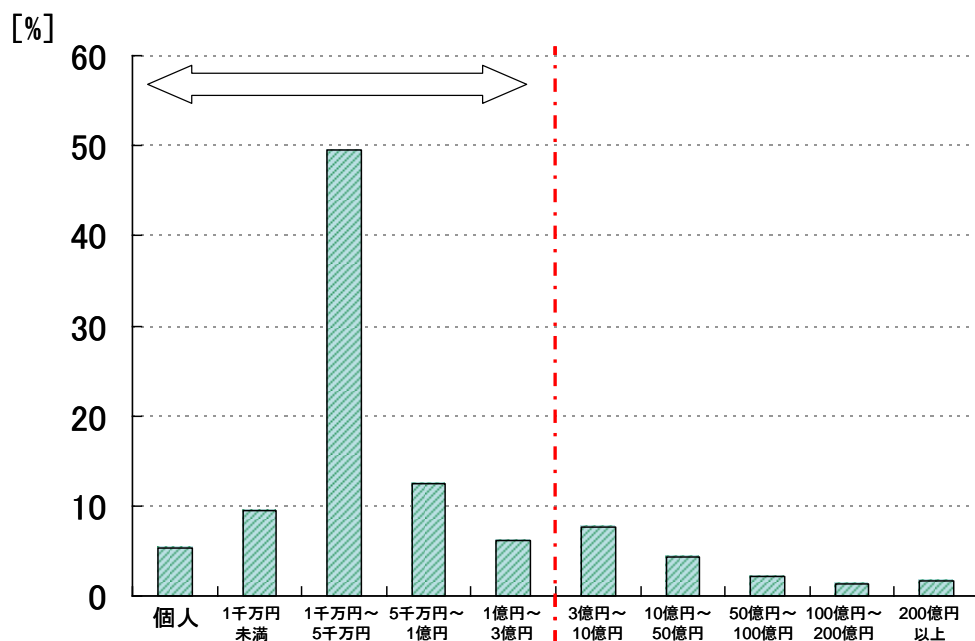
- ① 医療機器・医療サービスが規制産業であること (例：治験及び承認審査に時間がかかる等)
- ② 参入リスクが高いこと (例：人命に直接関わる分野であるため、製造責任が重い等)

③ 医療現場が有する課題・ニーズがものづくり現場の末端まで行き届いていないこと

参入しようとしている医療機器の種類にもよるが、治験や生体安全性の確認試験には莫大な費用がかかるうえに、許認可にかかる期間も長い。そのため、限られた経営資源の中で事業をおこなわなければならない中小企業が医療機器産業に参入して市場優位性を獲得するのは非常に困難であるのが現実である。

また、上述の医療現場の課題、ニーズがものづくり現場まで行き届いていないことで、中小企業が有する優れたものづくり技術が、医療機器市場で活かされておらず、実際にデータを見ても、医療機器産業における中小企業の割合は約 83% と非常に低い [20]。日本国内における企業のなかで中小企業の割合は約 99.7% であることを考えるとその割合は非常に低いことがわかる。

図 4-4 に医療機器製造・輸入販売企業の資本金規模を示す。



出典：厚生労働省 医療機器産業実態調査報告書

図 4-4 医療機器製造・輸入販売企業の資本金規模

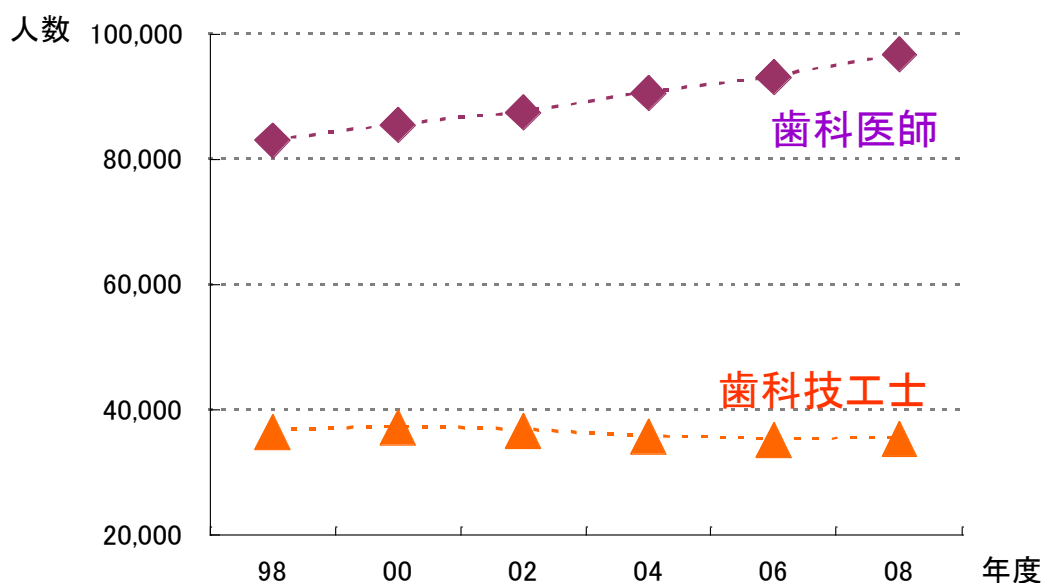
しかし、医療機器産業への参入は困難であるが、参入さえできてしまえば、逆にその障壁や参入リスクに守られるという見方もできる。また、医療現場が有する課題・ニーズがものづくり現場の末端まで行き届いていないので中小企業が参入しにくいということであるが、逆の見方をすると、「技術革新のチャンスが他の産業より多い」、「ニッ

チ市場である」とも考えることができる。このような産業は大企業の規模の経済が通用しにくく、中小企業でも市場優位性を獲得することを可能とする。

4-1-2 歯科業界について

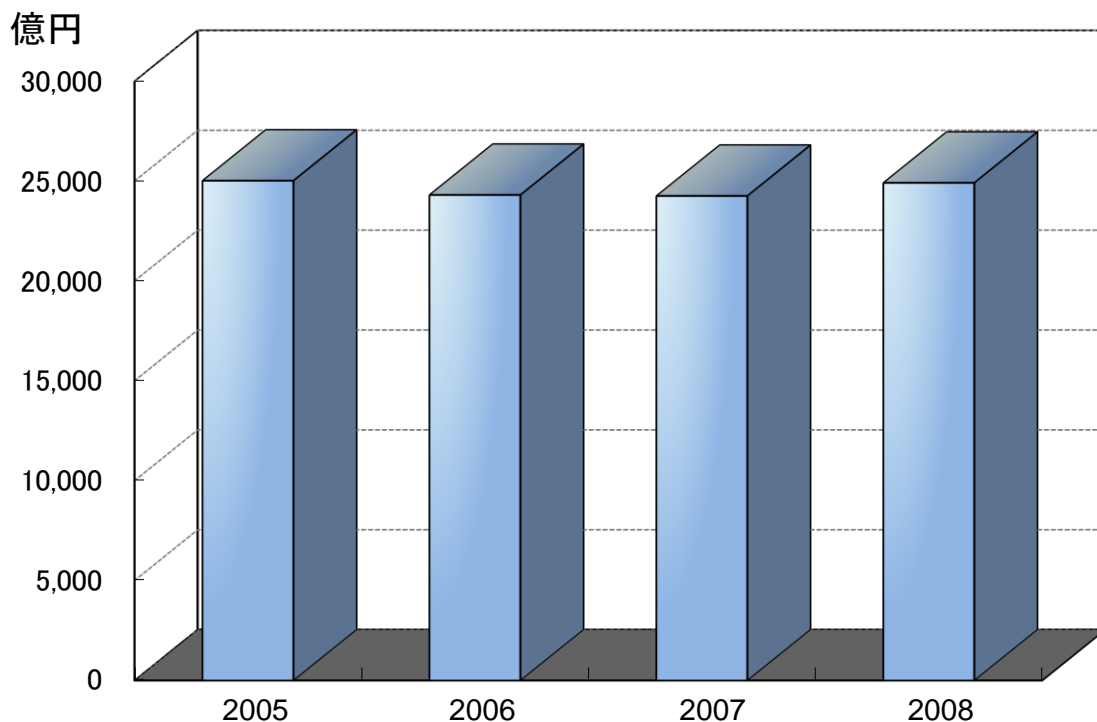
次に歯科業界の背景についてである。図 4-5 は歯科従事者の人数の年次変化である。現在の日本には歯科診療所は約 66,000 軒もあり、歯科医師の人数も年間約 3,000 人ずつ増えている [32]。特に都市部での過剰が大きく目立ち、それに伴って、治療の価格競争が多くなったりしていると言われている。歯科医師の収入に関わる歯科医療費はここ 15 年間横ばいで推移しているため、歯科医師一人当たりの収入が減少している。図 4-6 には歯科医療費の年次推移を示す。その一方で、インプラント等の最新の歯科医療技術によって高収入を得る歯科医師も現れ、歯科医師の所得に大きな格差が生まれている問題がある。

また、歯科補綴物を製作する歯科技工士を取り巻く環境の問題もある。歯科技工士は歯科医師とともに患者のサポートをしていく体制が理想とされているが、実際、歯科技工士は歯科医師の下請け状態のようなものである。そのため、補綴物価格は低下し、薄利多売をせざるを得なくなり、労働時間の上昇がみられている。その結果、若い人の離職率が上がり、高齢化が進んでいる。



出所) 厚生労働省ホームページより筆者作成

図 4-5 歯科従事者の人数の年次変化



出所) 厚生労働省ホームページより筆者作成

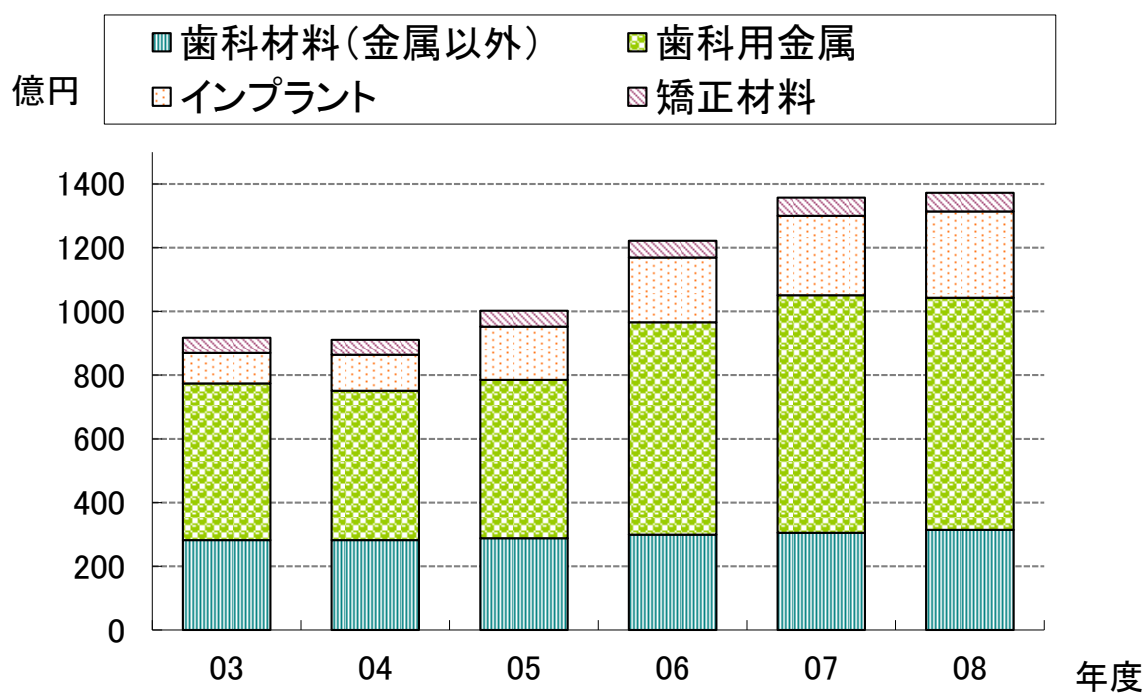
図 4-6 歯科医療費の年次推移 (2005~2008)

また、歯科治療に使用される材料の市場は年々大きくなっているように見える。図 4-7 には歯科材料の市場推移を示す。市場規模が大きくなっているのは、最新の治療技術であるインプラントと関連器材の分野と歯科用金属である。日本国内において歯科用金属は金属アレルギーや生体安全性の問題から貴金属合金が多く使われている。金銀パラジウム合金^{※1)}や銀合金^{※2)}で適応条件を満たしたものは健康保険適用になるため、広く日本で普及している。しかし、貴金属が主な組成物になっている歯科用金属は貴金属相場の影響を受けており、最近の貴金属の相場の高騰によってその価格も上昇しており、市場自体が成長しているわけではなく、数量ベースでは少しずつ減少している。逆に、保険適用の歯科用貴金属合金を代替するような材料が求められているため、歯科用貴金属の市場は小さくなってくると考えられる。最近では、歯科補綴物を CAD/CAM による機械加工で作製する技術が普及してきて、今までの手作業では作製できなかった新材料

※1) いわゆる銀歯に使用される材料であり、銀を 50~60% 含み、金を 12% 以上、パラジウムを 20% 程度含んでいる。

※2) 銀を主成分とした合金で、経済性に優れている。銀は口腔内の影響を受けやすいため、長持ちしにくく、黒ずんでくる傾向がある

(部分安定化ジルコニアやチタン) を高精度に加工して、高強度の歯科補綴物を作製することができる。また、高分子材料でも従来のものより高強度で耐久性のあるものが研究開発されており、貴金属からそのような材料へ変遷していくのではないかと考えられる。



出所) 株式会社アールアンドデイ「歯科機器・用品年鑑」より筆者作成

図 4-7 歯科材料市場の年次推移

4-2 外部環境変化に対する事業展開（山本貴金属地金株式会社の事例）

今回の研究対象ある山本貴金属地金株式会社は大きくわけて4つの事業部門を持つ。1つは創業時の事業である貴金属地金部門である。この部門では、金、銀、白金、パラジウムを売買するのが主な業務であり、他の事業領域の基礎となっている。

2つ目は、貴金属加工部門で、圧延機やプレス機等でさまざまな形状に加工するのが主な業務である。その形状はチップ状、線状、粒状、板状などさまざまであり、造幣局の記念硬貨用の加工を請け負うほど、高い精度の技術を持っている。また、その加工技術は形状だけではなく、表面組織の制御や微粒子化までも可能とし、工業用の材料としてスパッタリング用のターゲット材[※]や導電性ペースト用の微粉末等も製品化してきた。貴金属の業界には江戸時代から続く歴史のある会社が多いなか、創業55年と比較的歴史が浅く、社員の平均年齢が30歳くらいの若い会社であるため、「山本に依頼したらなんとかやってくれるだろう」というような期待込みの仕事を発注してもらい、お客様に成長の機会を与えてもらっていると考えられる。もちろんそれに答えようとする社員の努力と工夫がいちばんの要因であることは確実である。

3つ目は貴金属精錬部門で、指輪やネックレスの宝飾品や歯科補綴物、電子機器の基盤などをリサイクルし、高純度の金、銀、白金、パラジウムを取り出すのが主な業務である。このような貴金属は資源として限られた量しかないため、循環させて使用する必要がある。特に、日本には多くの量が都市鉱山として存在すると言われており、そのような循環システムは資源に乏しい日本では必須である。また、高純度の貴金属は高価であり、山本貴金属地金株式会社の製品原価を押し上げる要因となるので、その部分の対応として自社精錬によって原材料費を抑えようとする戦略もある。

4つ目は歯科材料部門で、いわゆる銀歯や差し歯の土台となる金属に使われる歯科用貴金属合金やその差し歯自体の材料となるセラミックスやレジンと呼ばれるプラスチック系の材料の開発、製造、販売、輸出が主な業務となっている。歯科用貴金属合金の市場では日本国内でトップシェアを得ており、セラミックスやレジン製品も国内3位くらいのシェアとなっている。セラミックス製品は海外でも好評を得ており、東ヨーロッパや東アジア等に向けて積極的に販売を進めている。図4-8に山本貴金属地金株式会社の事業領域を示す。

※) ターゲット材料に高電圧をかけてアルゴンや窒素を衝突させることで、ターゲット表面の原子がはじき飛ばされ、基板に到達して薄膜を作製することができる。



図 4-8 山本貴金地金株式会社の事業領域

このような事業領域を持つ山本貴金地金株式会社が創業から現在までどのように成長してきたのかという事例について議論する。創業から現在まで、4つのフェーズに分けられ、それぞれ外部環境の変化に対応して成長してきたことがわかる。

i) フェーズ 1 (創業～外部環境の変化による経営危機)

前身である山本商店は 1957 年に政府がわずかに払い下げる金地金を加工業者向けに小分け販売する販売業者として大阪にて創業した。当時、貴金属は政府の管理下にあり、配給制度であった。

家業として事業を継続してきたが、創業者が長期入院となり、現会長である山本裕久氏が経営を引き継ぐこととなった。1976 年には「家業から会社組織に脱皮したい」という一念で、山本貴金地金株式会社に組織変更した。

試行錯誤しながら経営を進めてきたが、1978 年に金の流通が完全自由化なり、金の流通システムが完全に崩壊し、1 g が 2,100 円くらいで安定していた金地金は、半年間で約 3 倍に跳ね上がり、資金繰りの問題で山本貴金地金株式会社は廃業の危機を迎えることとなった。

ii) フェーズ2 (ニッチ市場への参入と競争優位性獲得)

このような外部環境変化に対応して廃業の危機を乗り越えるために、山本貴金属地金株式会社はニッチな市場である歯科用貴金属合金に注目し、開発を成功させて最後発で参入した。工業界は、他社との競合も多く競争が激しいので、摩擦が起きるのを避けるには競合相手の少ない歯科用合金の製造に特化するしかないという決断であった。当時の製品は他社品のキャッチアップであり、競争優位性があるものではなかった。

通常、歯科材料は小売店を通してユーザーに流通するものであり、ユーザーからの情報は小売店を通してのみ得られるもののみであったが、山本貴金属地金株式会社はテクニカルアドバイザーと呼ばれる担当者が直接ユーザーに出向き、製品の性能や使用方法についての詳細な説明をおこなったり、ユーザーから製品についてのクレームや要望、新たな情報を得たりした。既存製品の諸物性試験レポートや各社合金による比較などのパンフレットを作成したり、ユーザーの要望やクレームを新製品に活かしたりすることで、少しずつ信頼を得ることができ、製品の指名買いにつながった。いわゆる“プル戦略”による効果を発揮した。また、ユーザーの要望をどのように製品に反映させるかを試行錯誤することで技術力の向上につながった。このような好循環なシステムの結果、シェアを向上させることができ、最終的に歯科用貴金属合金市場でトップシェアを得るまで成長した。

そのころ、事業拡大のための工場拡張計画があり、当初は本社がある大阪周辺を計画していたが、工場用地のコストの問題で断念し、創業者の出身地である高知県へ工場移転を決めた。高知県への向上移転は人材確保の面から見てもメリットがあると考えられた。大阪には企業が多くあり、知名度の低い中小企業には優秀な人材はなかなか集まらないため、高知に工場を建てることで、高知県内の優秀な人材を集めることができると考えていた。また、大阪では公的な試験機関の使用は順番待ちで、使用したいときに使用できないような不都合があったが、高知県ではさまざまな支援策を受けられることもでき、公的な試験研究機関や高知県の大学などから協力を得やすい環境であった。このように地方の優位性をうまく利用して事業拡大を実現した。

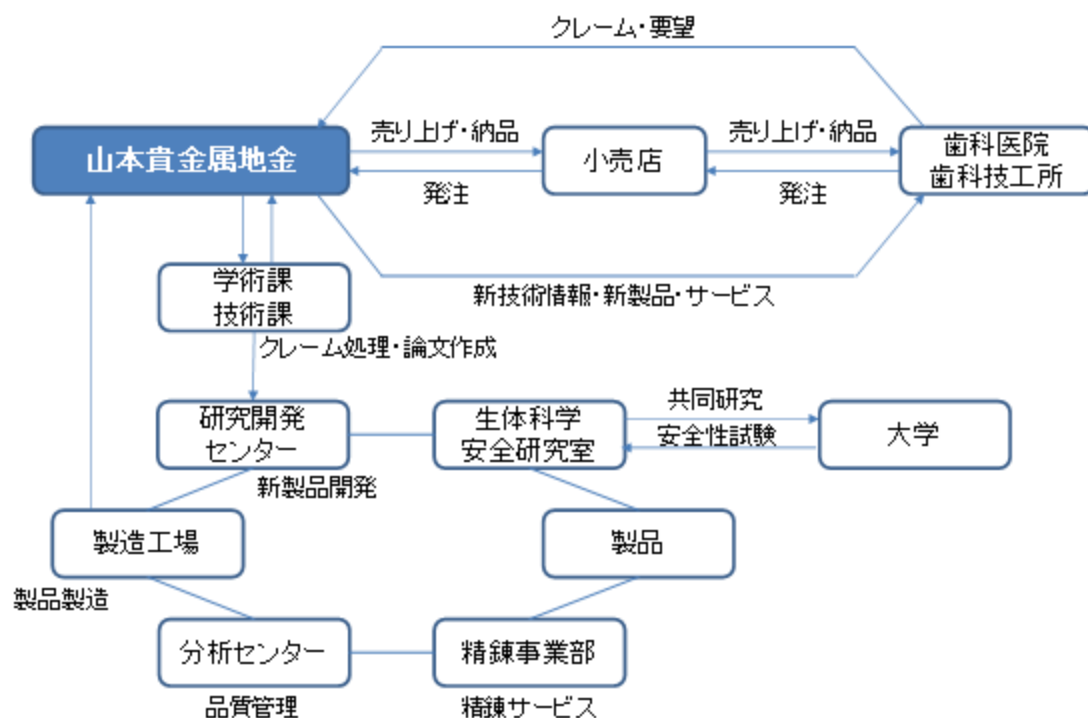
さらに、高知大医学部内に生体科学安全研究室を設立し、生体安全性やアレルギーに関する研究を共同でおこない、取扱製品に生体安全性を付与することで新しい価値をユーザーに提供することができた。当時は食品メーカーの不祥事などで食の安全性が問われるようなこともあったため、他メーカーに先駆けて歯科用貴金属合金に生体安全性を付与することもユーザーの信頼を得るのにつながった。

このように歯科用貴金属合金市場でトップシェアを得る要因であるビジネスモデルを下記の図4-9に示す。上記で紹介したように、通常のサプライチェーンに直接川下のユーザーとやり取りすることを追加することで、製品のアピールを効率良くおこなうことができ、ユーザーの要望やクレームを得て、開発や製造に活かすことができている。

また、生体科学安全研究室では取扱製品の生体安全性についての研究をおこなっており、ユーザーの信頼につながっている。

これらのビジネスモデルの根底として山本貴金属地金株式会社の“挑戦者意識”がある。開発・製造部門の責任者である常務取締役の安楽照男氏はインタビューの際に“挑戦者意識”すなわち“横や下は見ない。常に上だけ見てきた”ことが開発、製品の具現化につながることを強調していた。

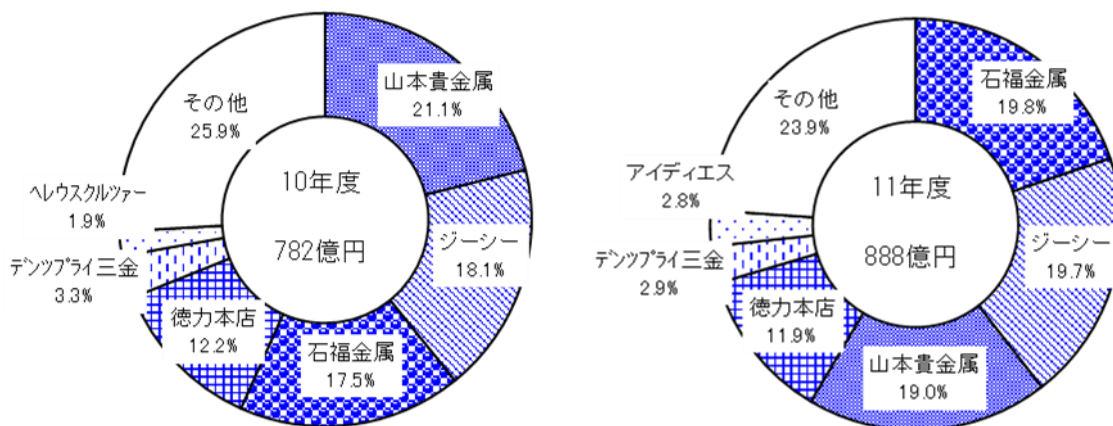
歯科用貴金属合金に参入してすぐは他社品のキャッチアップで競争優位性がなかった。しかし、この挑戦者意識のため、製品をより良くしてシェアを向上させるという思いが強かった。そのため、ユーザーに直接話を聞きにおこなって製品に関する情報を収集して製品開発に活かしたのが、下記に示す山本貴金属地金株式会社のビジネスモデルのスタートである。



出所) 山本貴金属地金株式会社ホームページより筆者改変

図 4-9 山本貴金属地金株式会社のビジネスモデル

図 4-10 には 2010 年度と 2011 年度の歯科用金属の各社シェアを示す。2010 年度は国内シェア 1 位であったが、2011 年度は 3 位であった。1 位との差は小さく、常に国内トップクラスを維持していることに変わりはない。



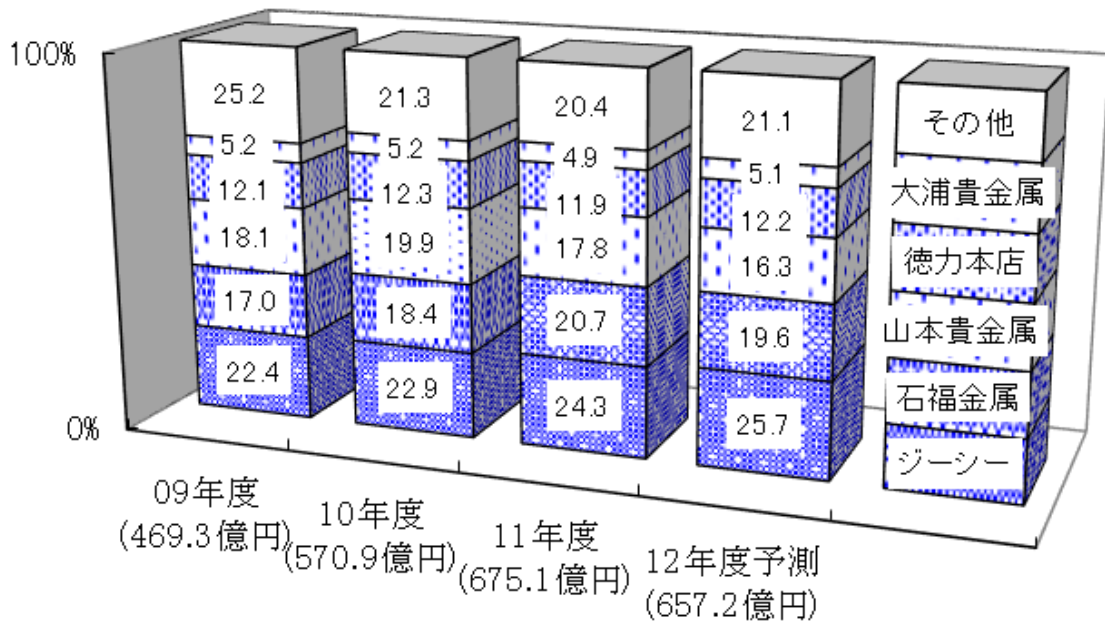
出所) 株式会社アールアンドデイ「歯科機器・用品年鑑」より

図 4-10 歯科用金属の各社シェア

また、図 4-11 には金銀パラジウム合金のメーカーシェア、図 4-12 には陶材焼付け用合金^{※1)}、図 4-13 には金合金^{※2)}の推移を示す。金銀パラジウム合金は 2011 年度実績で市場占有率 17.8%のシェア第 3 位であり、陶材焼付け用合金は 36.9%の第 1 位、金合金は 20.8%の第 2 位であった。他の歯科用貴金属合金でもトップクラスのシェアを持っている。

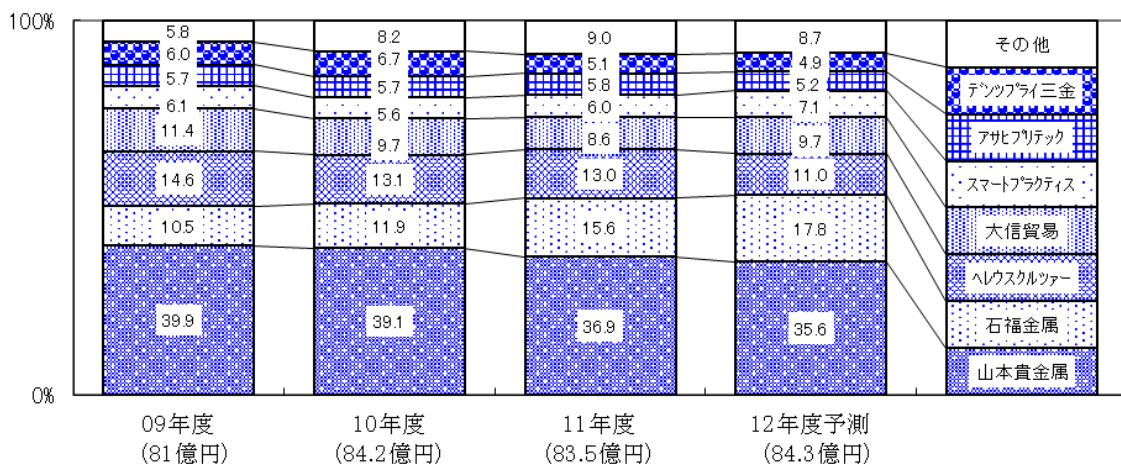
※1) セラミックスの土台となる貴金属合金のことである。セラミックスは特有の透明感で非常に高い審美性を示すが、それ自体は脆いので、土台を高強度の貴金属合金にすることで強度的に安心できる修復物となる。

※2) 金を主体とした合金であり、適合が良く、アレルギーも少ない。純金 (K24) は軟らかすぎるため、歯科材料としてはあまり使用されない。



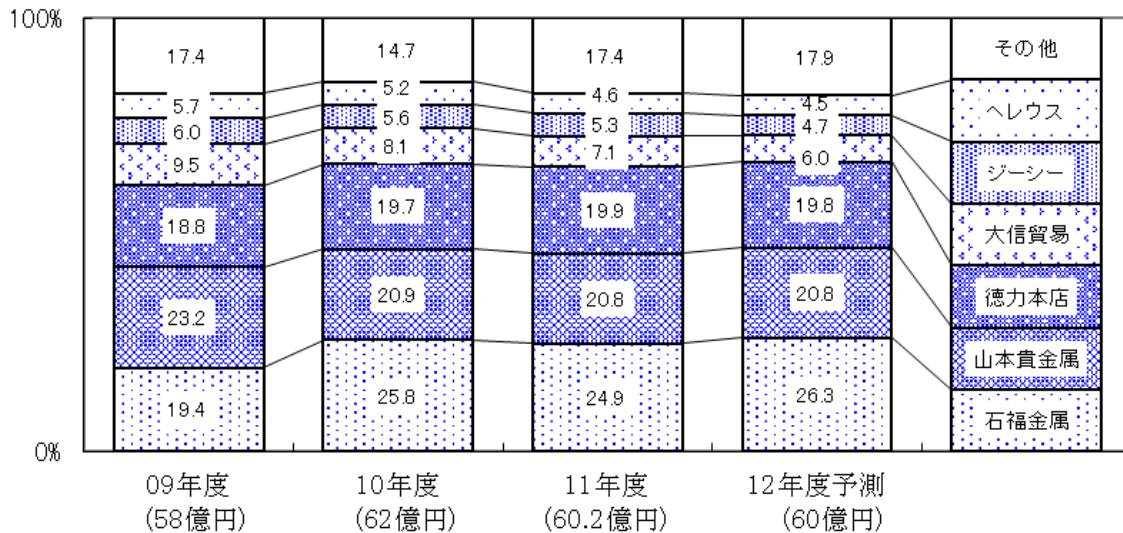
出所) 株式会社アールアンドデイ「歯科機器・用品年鑑」より筆者作成

図 4-11 金銀パラジウム合金のメーカーシェア推移



出所) 株式会社アールアンドデイ「歯科機器・用品年鑑」より筆者作成

図 4-12 陶材焼付用合金のメーカーシェア推移



出所) 株式会社アールアンドデイ「歯科機器・用品年鑑」より筆者作成

図 4-13 金合金のメーカーシェア推移

iii) フェーズ 3 (物理的ドメインから機能的ドメインへ)

ただ歯を修復するだけでなく、見た目を良くしたいというような審美性のニーズや金属アレルギーの問題、貴金属相場の高騰などの外部環境の変化に伴い、山本貴金属地金株式会社は金属以外の口腔内修復材料の開発を進めなければならなかった。ここまでは貴金属の合金化、加工が事業ドメインであったが、外部環境変化への対応とさらなる成長のために再定義をおこない、口腔内で使用する修復材料を事業ドメインとし、総合歯科メーカーを目指すこととなった。貴金属という物理的ドメインから口腔内の修復材料という機能的ドメインに進化させた [34]。

そこで研究開発を進めたのは貴金属合金を土台と使用される歯科用セラミックスや歯冠用硬質レジンと呼ばれる材料である。材料自体のノウハウはほとんどなかったもので、事業化までにはさまざまな障壁があったが、図 4-14 のようにどちらの材料も貴金属合金を土台として使用される材料であるので、異なる材料が接する面におけるデータ (熱膨張や強度) が豊富にあり、研究開発に生かすことができた。さまざまな障壁を乗り越えて研究開発を進め、2001 年に歯科用セラミックスである「ゼオセライト」の発売に至り、2006 年には歯冠用硬質レジンである「ルナウィング」の上市をおこなうことができた。

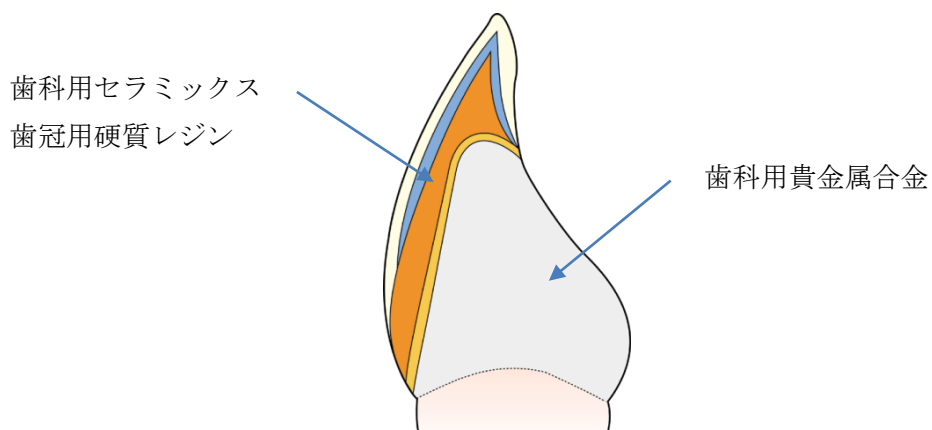
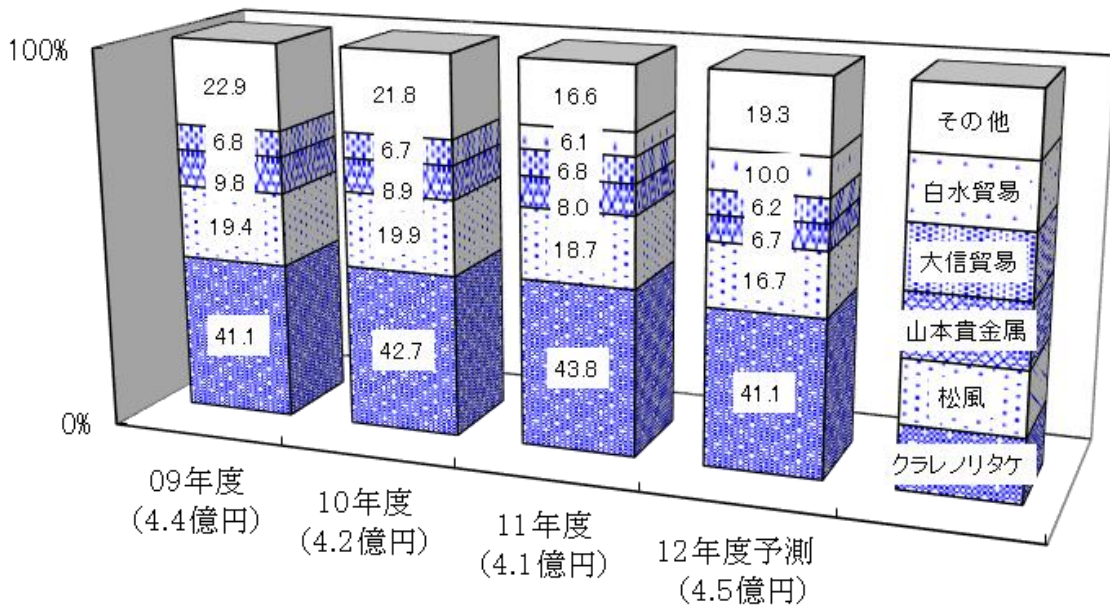


図 4-14 歯科用セラミックスと歯冠用硬質レジンの図解

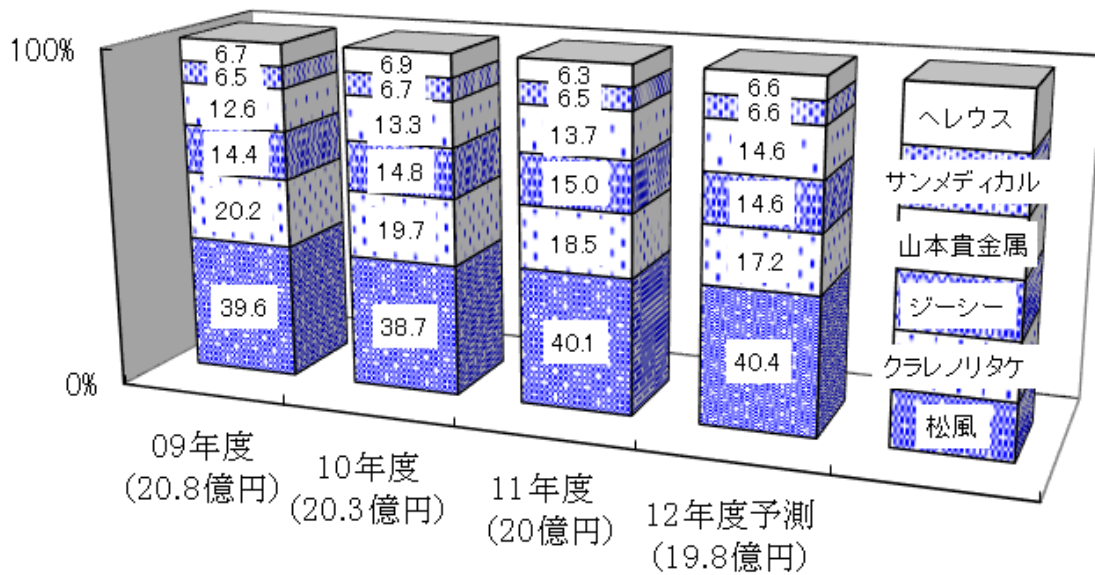
貴金属合金のイメージしかなかった山本貴金属地金株式会社が無機材料であるセラミックスや無機材料と有機材料を複合化させた硬質レジンの研究開発を成功させ、上市したのは業界に大きなインパクトを与えた。「ゼオセライト」の発売時にはある歯科技工士向けの雑誌が「貴金属メーカーの挑戦」という題で山本貴金属地金株式会社の歯科用セラミックスの特集記事まで組むほどであった。また、「ルナウィング」平成 19 年度第 22 回高知県地場産業賞を受賞した。これは製品の性能が優れているだけでなく、売上実績や事業化に伴う地元採用が評価されたのではないかと考えられる。これらの材料は後発で参入したのにも関わらず好評を得て、現在では国内シェアが 3 位から 4 位となっている。図 4-15 には歯科用セラミックスのメーカーシェア推移を示す。また、図 4-16 には歯冠用硬質レジンのメーカーシェア推移を示す。

歯科用セラミックスは 11 年度実績でシェア 8%の国内 3 位、歯冠用硬質レジンはシェア 13.7%の国内 4 位である。さらに、歯科用セラミックスは東ヨーロッパやアジアに輸出しており、海外でも好評を得ている。海外は日本のような国民健康保険制度がないので、歯科治療は基本的には自費治療である。そのため、審美性の高いセラミックスによる治療のニーズが非常に高い。海外のデンタルショーへの参加や海外の歯科技工士の研修受け入れなどの地道な活動を継続しておこなってきたことで海外での知名度も少しずつ上がっており、さまざまな国のディーラーから引き合いを受けるようになってきた。



出所) 株式会社アールアンドデイ「歯科機器・用品年鑑」より筆者作成

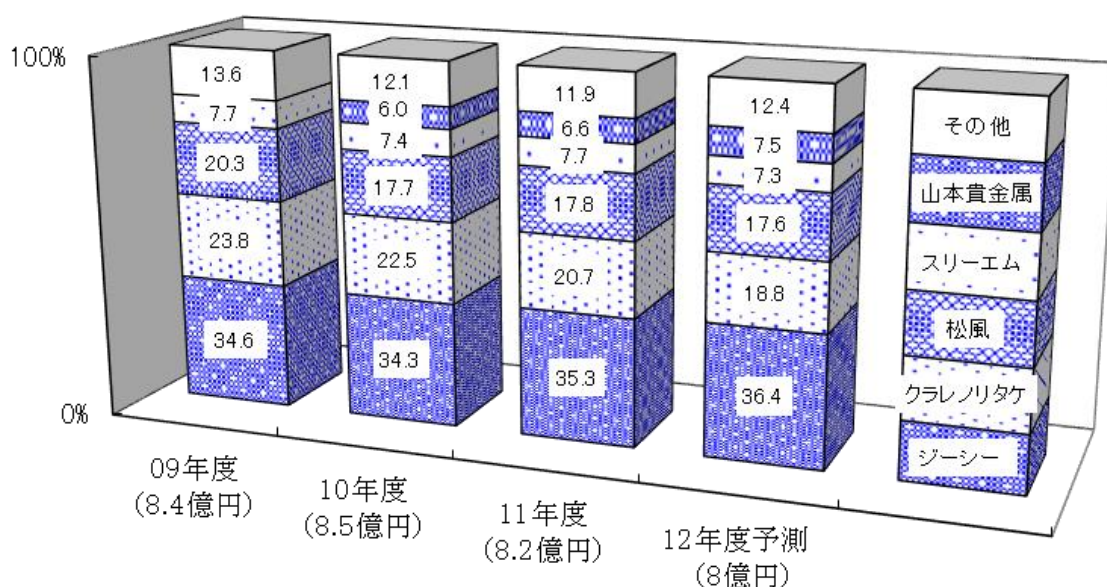
図 4-15 歯科用セラミックスのメーカーシェア推移



出所) 株式会社アールアンドデイ「歯科機器・用品年鑑」より筆者作成

図 4-16 歯冠用硬質レジンのメーカーシェア推移

現在では貴金属合金の土台が必要ない高強度のハイブリッドレジン「ツイニー」も上市し、有機材料の技術を深めている。歯科用セラミックスや歯冠用硬質レジンには歯科用貴金属合金を土台とするため、既存の歯科用貴金属合金との相乗効果も狙っているが、ハイブリッドレジンには歯科用貴金属合金の代替となりうるものである。歯科用貴金属合金は貴金属の相場の影響により医療費の圧迫につながっているため、代替材料が望まれている。ツイニーは強度が既存製品よりも有意に高く、海外のメーカーを含めて比較しても一番高い。そのため、2010年に発売後、すでにシェア4位となっている。図4-17にハイブリッドレジンのメーカーシェア推移を示す。また、発売後2012年には経済産業省第4回「ものづくり日本大賞」四国経済産業局長賞を受賞し、その技術が評価された。



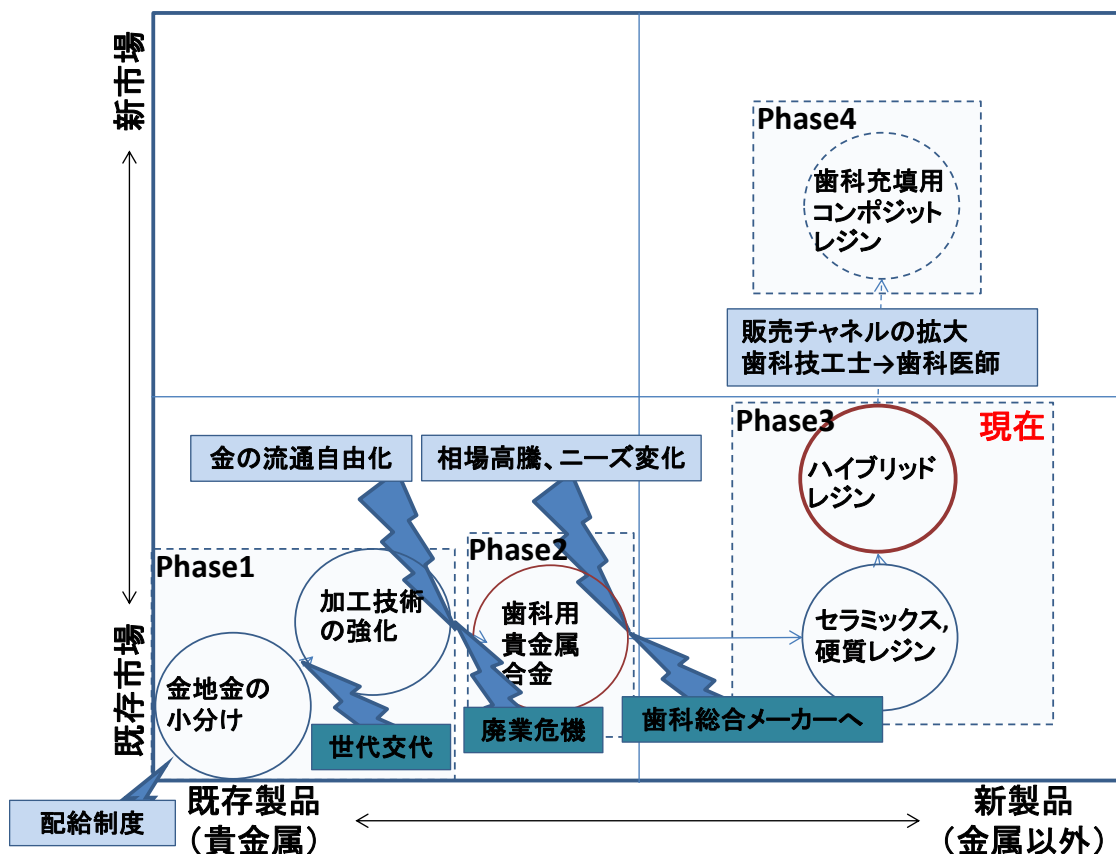
出所) 株式会社アールアンドデイ「歯科機器・用品年鑑」より筆者作成

図4-17 ハイブリッドレジンのメーカーシェア推移

iv) フェーズ4 (次世代材料開発)

歯科修復用材料のユーザーは歯科補綴物を作製する歯科技工士と歯科治療時に直接修復する歯科医師である。これまでの修復材料はすべて歯科技工士向けの材料であるので、歯科総合メーカーになるには歯科医師向けの材料を開発して流通チャネルを広げる必要がある。そのための材料として現在開発中なのが、歯科充填用コンポジットレジンと呼ばれる製品である。

これら4つのフェーズをマトリクス上にまとめたものを図4-18に示す。縦軸の既存市場が歯科技工士向けの材料市場で、新市場が歯科医師向けの材料市場であり、横軸の既存製品は貴金属を用いた製品で、新製品は金属以外のセラミックス、レジン系製品というようなマトリクス上に外部環境変化や内部要因が事業変遷にどのように影響してきたかをまとめたものである。



参考) アンゾフ「多角化戦略の本質」、ハーバードビジネスレビュー、2008年4月

図4-18 山本貴金属地金株式会社の事業変遷

このように外部環境変化や内部要因を乗り越えて新しいフェーズに変化させ、新製品を上市させることで、会社の技術力が向上していく。図4-18を3次元にして技術力をZ軸方向に示すことでそれを明確にしたものを図4-19に示す。

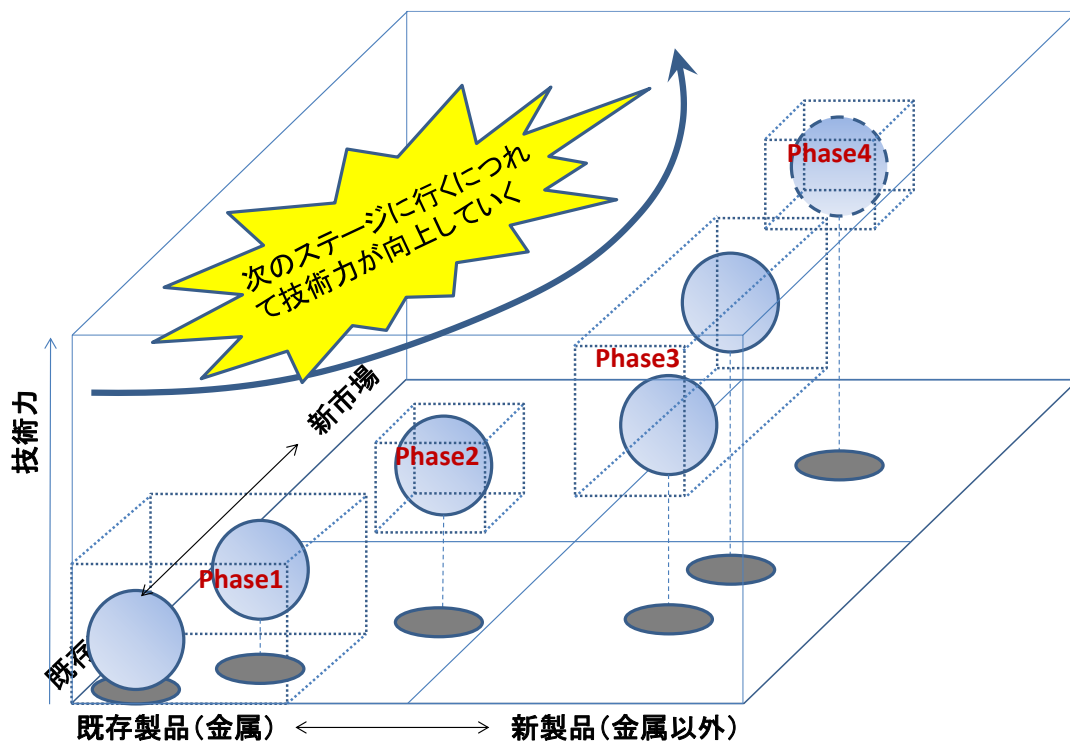


図 4-19 技術力向上の 3 次元モデル

また、エーベルは事業変化を概念化するために 3 次元の枠組みを使用している [36]。その 3 軸は顧客層と顧客機能、代替技術であり、その枠組みに山本貴金属地金の事業遷移を当てはめると下記の図 4-20 のようになる。当初は貴金属の加工や合金化による製品をメインとして、宝飾関係や工業関係、歯科関係へ顧客層を広げていった。その後、外部環境の変化もきっかけとなり、貴金属という物理的ドメインから口腔内の修復材料という機能的ドメインに再定義し、貴金属以外の技術であるセラミックスやレジン系の製品をラインナップし、新技術の拡張をおこなってきたと考えられる。

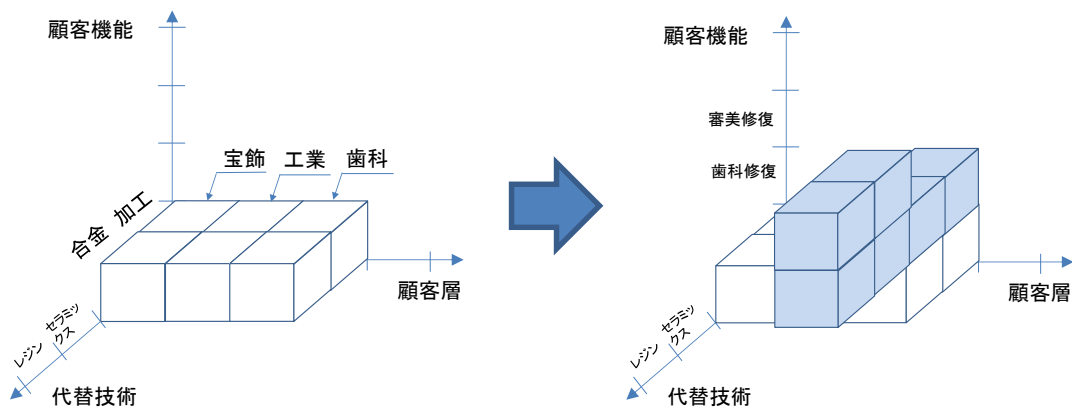


図 4-20 山本貴金属地金株式会社のドメインの再定義

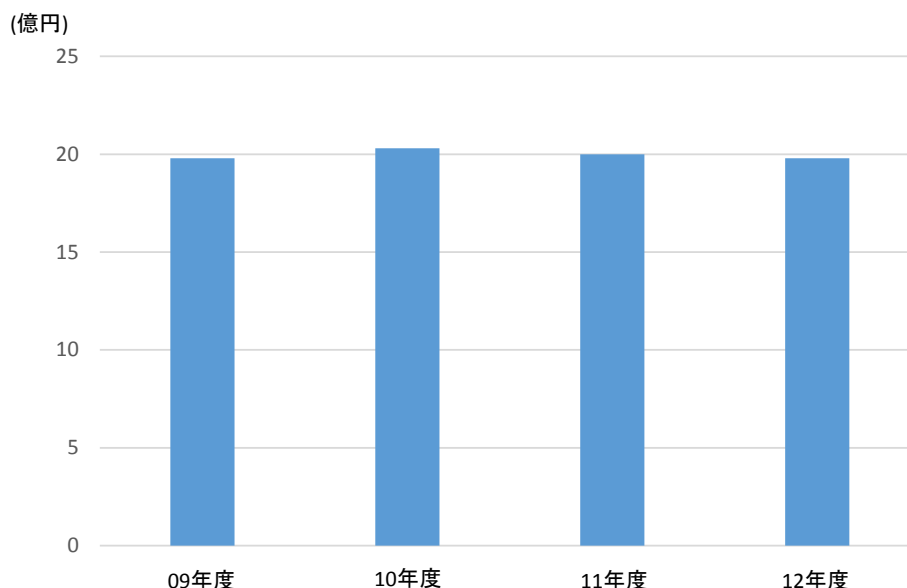
4-3 基礎研究から事業化までの事例

4-3-1 歯冠用硬質レジン「ルナウィング」

4-3-1-1 歯冠用硬質レジンの市場と特徴

歯冠用硬質レジンとは歯の欠損の修復に使用する材料である。それは歯科技工士が貴金属合金の土台に盛り付け、歯の形に成形し、特殊な波長の光で硬化させ、歯科医師が患者にセットさせて使用される。それはメタアクリレート樹脂に強度向上のために表面処理を施したフィラーを添加した材料である。

歯冠用硬質レジンのマーケットサイズは2011年度20億円、前年度比1.4%減と推定した。07年度以降減少傾向が続いている。03年4月からの健保本人3割負担への変更、後期高齢者医療制度の導入、景気後退による収入の減少などにより患者の受療率が低下し、保険診療用が主である硬質レジンの需要にも影響を及ぼしているのは確かであり、マーケットサイズの縮小とメーカー間の競争激化のなかで、市場は価格競争に陥っているとみられる。製品開発への注力度も小さくなっていると推測される[33]。図4-20に歯冠用硬質レジンの市場推移を示す。このように市場自体は成熟しているが、健康保険用の材料ということでそのニーズは高く、今後もその市場は維持されると考えられる。



出所) 株式会社アールアンドデイ「歯科機器・用品年鑑」より筆者作成

図4-20 歯冠用硬質レジンの市場推移

4-3-1-2 ルナウィングの開発事例

開発開始時、山本貴金属地金株式会社は歯科用貴金属合金の国内トップであったが、外部環境の変化（金属アレルギーの問題、審美性のニーズ、貴金属相場の高騰）に対応して成長するために、歯科総合メーカーになって貴金属以外の材料を扱うことで、外部環境の変化に対応するという戦略を進めた。その戦略では新材料として歯冠用硬質レジンを開発することを決定した。歯冠用硬質レジンは貴金属合金を土台とするため、貴金属合金と硬質レジンの界面情報は豊富にあったと考えられる。

1995年に山本貴金属地金株式会社は徳島大学と共同で開発をスタートさせた。当時は歯冠用硬質レジンについての知識もノウハウもなく、割り当てる経営資源もほとんどなかったため、研究員を専任で担当させ、大学の資源をうまく利用した。1999年までこの体制で開発を進め、基礎的なデータを多く得た。

1999年には大手化学工業系の会社で開発を担当した経験のある者の入社で、その社員をリーダーとして正式に開発プロジェクトを開始させた。当初の開発コンセプトは他社品をキャッチアップしたものであったが、リーダーのR&Dマネジメントにより試作品の作製まで進捗させることができた。しかし、硬質レジンの試作品を重合硬化させるのに使用する光照射器に関する情報が乏しい状態であったため、試作品の評価データの信頼性は低かった。さらに、当時使用していた光照射器は市場で一般的に使用されているものではなく、市場で広く使用されているものと比較すると、光を出す機構が異なっていたことがわかった。後に、市場で広く使用されている光照射器を使って評価をおこなったところ、試作品は既存製品と比較して優位性のあるものではなかった。

また、当時の製造方法において、揮発成分を多く含む材料を使用して製造していたが、製造条件を検討する際にそのままスケールアップすると大量の揮発成分が発生することになり、製造環境が悪化してしまった。このような問題を担当者は把握しており、改善のためのボトムアップ的な提案をしたが、開発リーダーには受け入れられず途中の方向修正ができなかった。そのような状態でありながらも、なんとか薬事申請まではおこなうことができ、製造条件が決まり、最終の外部モニターの評価が良ければ製品化できる状態となった。

しかし、一旦決まった製造条件でも再現性が悪く、安定的な生産ができるものではなかった。また、試作品の外部モニターによる評価も既存製品より低かったため、2002年には開発を中断せざるを得なかった。

2004年にビジネスマネージャーの判断で、他の開発プロジェクトを一旦保留にし、人的資源の集中をおこない、開発リーダーに新しい人物を据えた。その人物はそれまで担当者として試作品の評価や製造検討をおこなっており、設計や製造条件における問題点を把握していた。また、歯科技工士の資格を持っていたため、ユーザー目線の実使用に沿った評価をおこなうことができた。彼はそれまでの課題を一つずつ洗い出し、解決

していった。健康保険が適用される材料であるため、ユーザーは利益を出すため、たくさん
さんの修復物を作製する必要がある、使い勝手の良さが求められていた。そのため、既
存製品よりも性能が良いだけでなく、ハンドリングが良いものを目指した。また、量産
化検討に必要な設備は補助金にも恵まれて、投資額も抑えることができた。

その結果、ビジネスマネージャーからの信頼を得て、2006年に歯冠用硬質レジン「ル
ナウイング」の上市を実現した。以前から薬事申請の準備を早くから進めていたことで、
コストを抑えることができた。さらに、上市した製品の性能は他社品よりも高く、それ
によって新たなニーズを生み出すことができた。原料であるナノフィラーがもたらす高
い機械的性質は硬さや曲げ強さの面で他社品よりも有意に優れており、実際の使用を想
定して1年間に3万回にも達するブラッシングや長期間の咬合に痛みつけられること
を試験的に評価した結果でも良好な結果であった。摩耗が進むと表面が粗くなり、審美
性だけでなくプラークの付着などにも影響するが、ルナウイングは、耐摩耗性の有機複
合フィラーが高密度に充填した組織であるため、摩耗が加速しにくく表面平滑性を保持
し、使用された硬い無機質フィラーが全て球形で微細なため、対合歯の摩耗を軽減す
ることがわかった。また、天然歯と同等な蛍光特性をもたせ、キャラクタライズに対応し
た豊富なバリエーションを揃えた。



図 4-21 歯冠用硬質レジン「ルナウイング」

また、図 4-22 に歯冠用硬質レジンの各 R&D ステージにおける障壁とそれをどのよう
に乗り越えてきたかをまとめたものを示す。

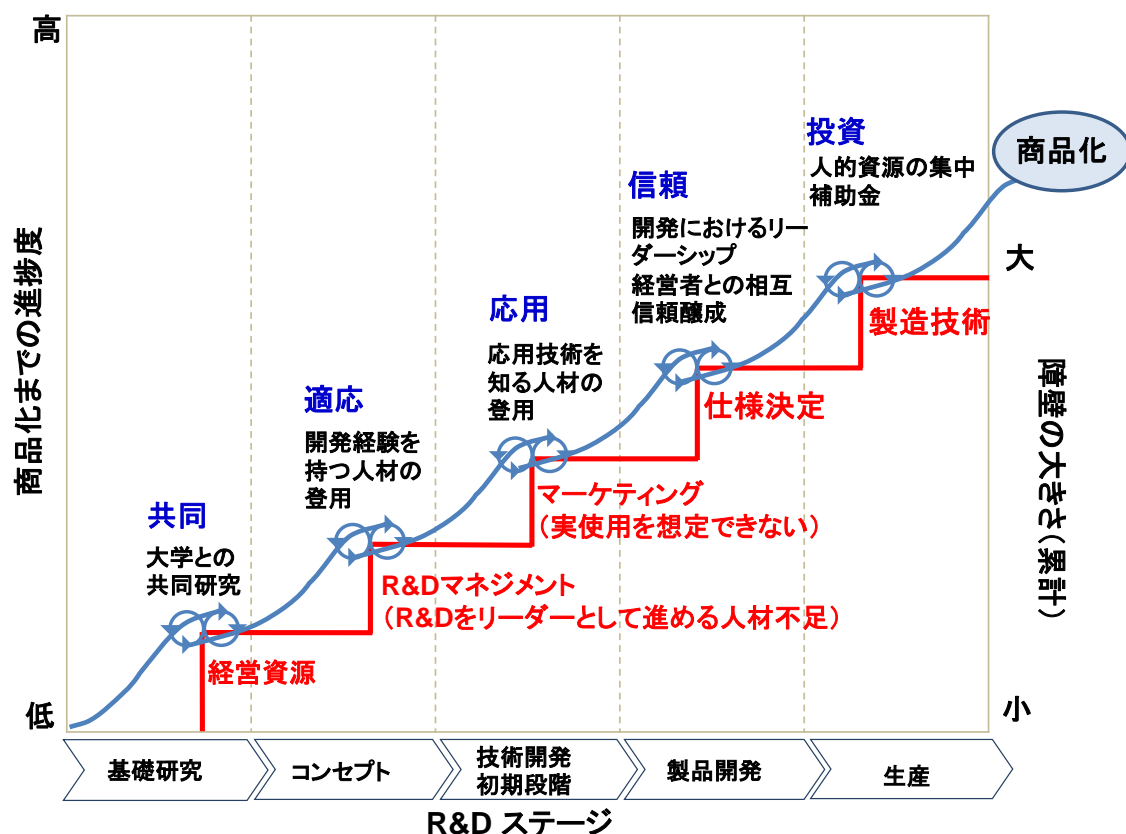


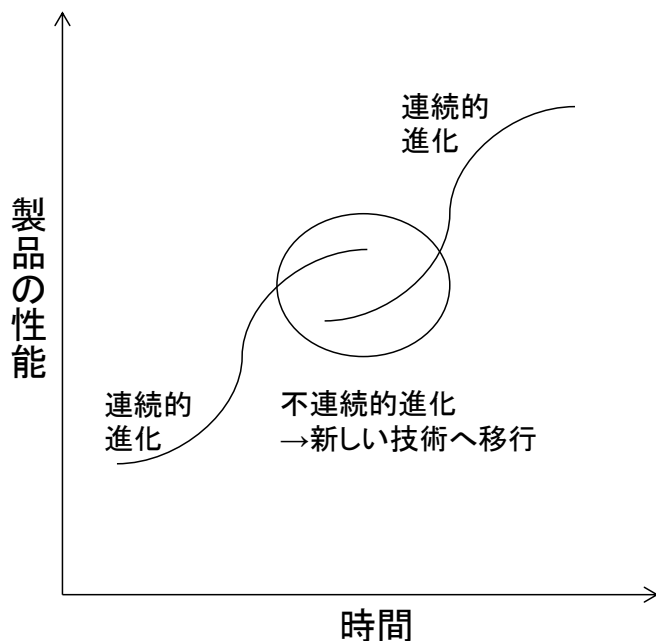
図 4-22 歯冠用硬質レジンの R&D における障壁とその解決方法

右軸には障壁の大きさを累計で示しており、各 R&D ステージにおいて階段状に障壁が大きくなっている。左軸には製品化までの進捗度を示しており、その階段状の障壁においては次の段階に進むためにそれぞれの解決方法をおこなってきた。その際には、試行錯誤の上、障壁を乗り越えるのでループ状の表現をしている。基礎研究のステージでは材料自体の情報や実際に研究を担当する人材、分析機器等がないといったような経営資源が乏しかったため、徳島大学と共同研究をおこなうことでその部分を解決していった。開発プロジェクト化の際には R&D を進める人材不足であったが、他の企業で有機材料の製品開発をおこなった経験のある社員を登用することでその問題を解決した。次のステージでは製品自体が出来上がってきたが、他社品よりも性能が劣っており、実使用に耐えうるものではなかった。そのため、ユーザー目線で評価をすることができる社員をリーダーにすることでその問題を解決した。そして、そのリーダーを中心としてひとつひとつ問題点を解決し、その取組み方も含めてビジネスマネージャーからの信頼を得て、最終仕様を決定させた。量産化や製造条件の検討については設備投資の障壁があったが、タイミングよく補助金等を活用することができた。これらの障壁を乗り越えるために適切な内部資源や外部資源をタイミング良く活用し、最終的に製品化につながった。これらの障壁はダーウィンの海を構成するもの

であり、それぞれを乗り越えることでダーウィンの海を乗り越えることができる。

また、障壁を乗り越えるのにどのようなメカニズムが存在するのかを探索するために、イノベーションの連続性・不連続性を参考にしてそのモデルを構築した。試行錯誤の上、障壁を乗り越えるためには連続的な要素が考えられるためである。

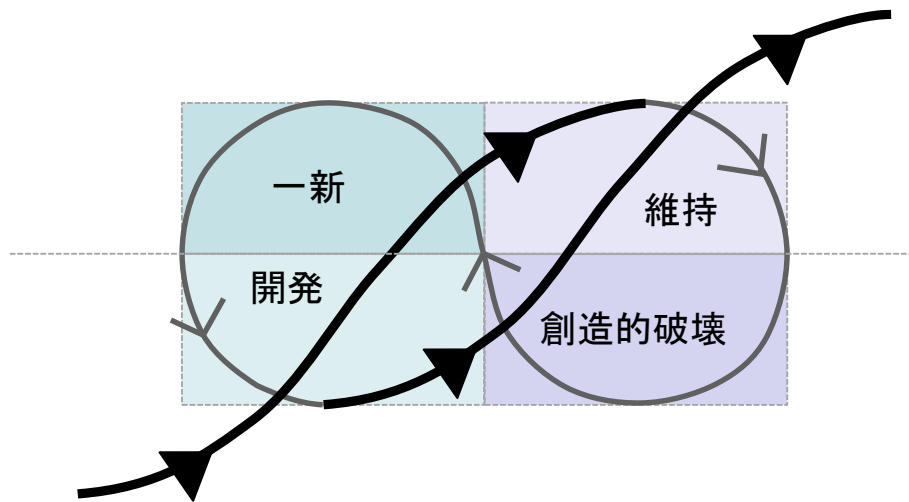
まず、フォスターは図 4-23 のように技術の連続的進化を S 曲線で表現し、新しい技術へ移行する際には不連続期を迎えると表現した [37]。



出所) R.フォスター「イノベーション限界突破の経営戦略」、TBS ブリタニカ、1987

図 4-23 技術の不連続性

一方、Domijan によると、技術は成長が成熟した後、成長が維持されて、その後、従来の技術を創造的破壊し、新しい技術に一新され、新技術が開発され誕生することとなる。そして新技術は連続的に成長する [38]。図 4-24 のように新技術に取って変わる際にも連続的な要素があると主張している。



出所) M.Domijan, “An Organizational Paradigm During Technological Innovation” ,IEEE IEMC 2008, pp.217-221. June 2008

図 4-24 技術の連続性モデル

このような連続的な要因が障壁を乗り越える際にあると考えられる。障壁に差し掛かった時には、そのプロジェクトを継続しておこなうかどうかの判断が最初に必要である。ここでの歯冠用硬質レジンは外部環境変化の変化に対応して企業成長させるためには必須であるということと山本貴金属地金株式会社の“挑戦者意識”によってプロジェクトを維持することに決めている。また、一度スタートさせたプロジェクトの投資額を回収するには製品化させないといけないので、プロジェクトをやめるという選択肢はなかったとも言われている。その後、障壁の原因を追究し、適切な投資を適切な対象におこなうことで、うまくいけば障壁を乗り越えて次のステップに進むことができる。その対策によって障壁を乗り越えることができなくても、再び原因を追究し、対策を講じることができる。このように試行錯誤したうえで障壁を乗り越えてきた。そのため、Domijanのように連続的ではあるが、うまくいかなければループさせることができる図 4-25 のようなメカニズムが障壁を乗り越える際に存在すると考えられる。もし、プロジェクトを継続させたくて何回もループしても障壁を乗り越えられない場合には、結果としてダーウィンの海に陥り、停滞したビジネスとして漂ってしまう。

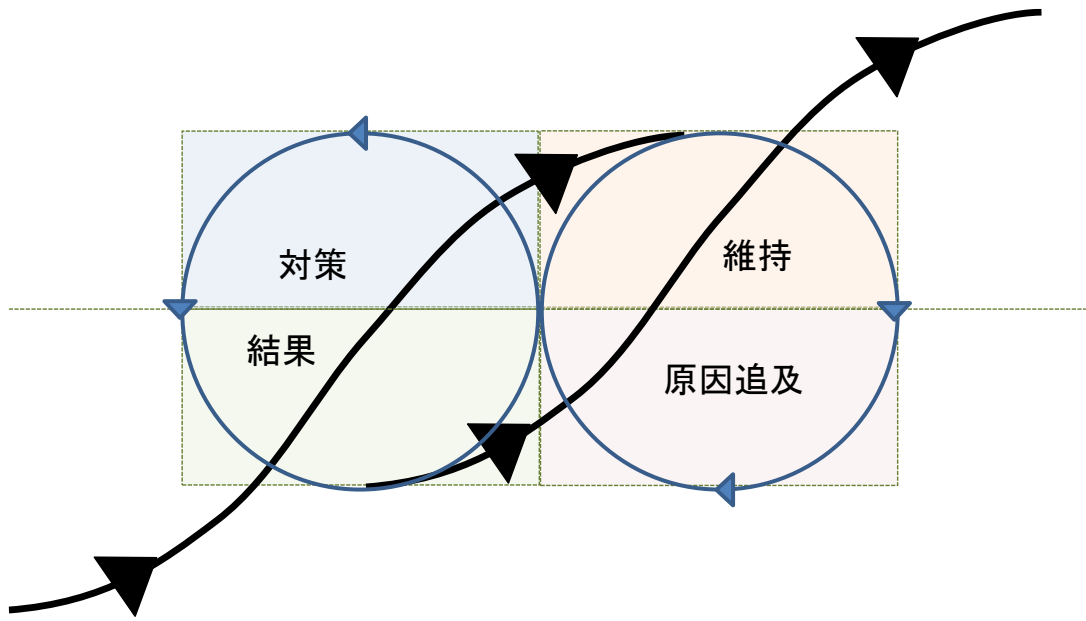


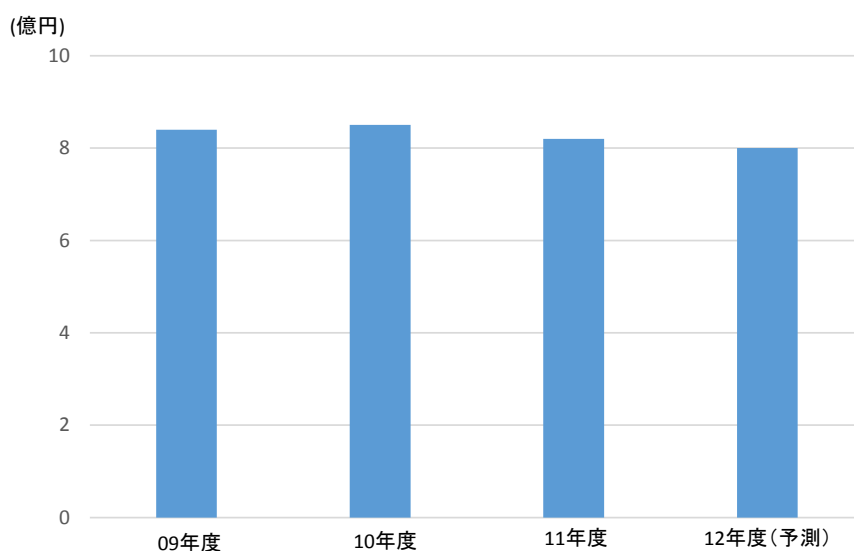
図 4-25 R&D における障壁を乗り越えるモデル

4-3-2 ハイブリッドレジン「ツイニー」

4-3-2-1 ハイブリッドレジンの市場と特徴

ハイブリッドレジンとは、審美性、高い強度、耐摩耗性といった物性、優れた操作性と形態付与性などのメリットを持つ新世代歯冠修復材料として注目されてきた。歯冠用硬質レジンと比べ、強度が高いため噛み合わせのある奥歯にも使用でき、金属の土台を必要としない。ジャケットクラウン、インレー、アンレー、インプラント上部構造体など幅広い症例に適応可能な材料であり、一部の製品についてはグラスファイバーやポリエチレンファイバーで強化したフレーム材を用いることでメタルフリーでブリッジ製作も可能である。歯科技工士が使用し、製作物は光と熱で重合硬化させ、最終調整して仕上げる。主に自費診療材料としてメタルボンドポーセレンやキャストブルセラミックス、金合金などからの置き替えが中心となるが、一部製品は保険材料として使用できる経済性をもっており、歯冠用硬質レジンの代替も可能となっている [33]。

図 4-26 にハイブリッドレジンの市場推移を示す。その市場は約 8 億円で維持されている。自費診療材料なので、市場自体は歯冠用硬質レジンよりも小さいが、臼歯部の修復において健康保険適用の金銀パラジウム合金は審美性に劣るため、自費診療であるがハイブリッドレジンのニーズが高かった。また、金銀パラジウム合金は貴金属相場の高騰で医療費を圧迫するため、その代替材料が望まれており、今後の技術向上によっては、強度を高めたハイブリッドレジンが臼歯部修復において健康保険適用になって、市場が爆発的に拡大する可能性がある。



出所) 株式会社アールアンドデイ「歯科機器・用品年鑑」より筆者作成

図 4-26 ハイブリッドレジンの市場推移

4-3-2-2 「ツイニー」の開発事例

ハイブリッドレジンは2002年に開発をスタートさせた。ハイブリッドレジンは歯冠用硬質レジンよりも無機成分が多く、その無機成分が性能に大きく影響した。当時、社内にはセラミックスの専門家がおり、さまざまなアドバイスを得ることができた。研究開発を担当する人材は少なかったが、上記の専門家のアドバイスもあり、ラボスケールでの組成は約2年でほぼ決定させた。

しかし、2004年からは歯冠用硬質レジンの事業化に向けて、人的資源を集中させたため、ハイブリッドレジン開発プロジェクトも一旦ストップとなってしまった。

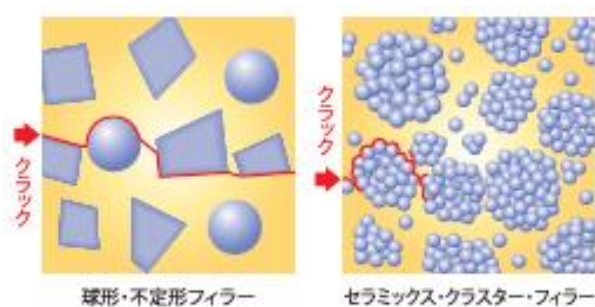
2006年ころからプロジェクトを再開させることとなったが、中断の間に数種類の新製品が市場に出たため、それらを分析した結果、目標スペックの見直しをせざるを得なかった。

ハイブリッドレジンは自費診療で使用されるため、強度が高く、実使用で破折等しない耐久性が高いものでなければならなかった。また、審美性の点でも満足してもらえるように、変色等がなく、きれいな天然歯を再現できる色調のバリエーションが必要であった。量産化実験や製造条件の検討は歯冠用硬質レジンの設備を共用することができたので、大きな設備投資はなかったが、スケールアップしても金属の土台を必要としない高い強度を安定的に維持するための検討にかなりの時間がかかった。人的資源も集中させてひとつひとつの検討をスピードアップさせて上市までの短縮化を図ったが、問題を一つクリアするたびにまた新しい問題が出てくるような状況であった。しかし、地道にひとつずつクリアしていき、最終的に安定して生産できるようになって、2010年にハイブリッドレジン「ツイニー」を上市することができた。量産化実験や製造条件の検討には約3年もの時間がかかった。



図 4-27 ハイブリッドレジン「ツイニー」

ツイニーは強度や靱性とともにより操作性や審美性も両立させており、とくに強度については世界で一番高いスペックとなっている。その理由としてはセラミックス・クラスター・フィラーと呼ばれる新しい原料を合成して使用することで、フィラー表面の凹凸がレジンの樹脂層と複合化し、高いアンカー効果（錨のように固定する効果）を示し、強度を大きく向上させることが可能となった。その結果、永年の口腔内使用にも強度低下が少なく、破折の原因となるクラックのリスクを抑えた補綴物を製作することができる。図 4-28 に「ツイニー」セラミッククラスターフィラーの構造を示す。



出所) 山本貴金属地金株式会社「ツイニー」技術資料

図 4-28 「ツイニー」セラミッククラスターフィラーの構造

4-4 次世代製品の開発戦略

山本貴金属地金株式会社のこれまでの歯科材料は歯科技工士向けの製品で、市場が限定されている。現在、事業化を計画している充填用コンポジットレジンには歯科医師向けの材料で新しいチャレンジとなる。

充填用コンポジットレジンの市場への参入は最後発である。そのような条件下で、市場優位性を獲得するための開発戦略を提案することは技術志向の中小製造業にとって興味深いものとなる。

4-4-1 コンポジットレジンとは

今回事例とする歯科用充填材料（コンポジットシステム）はコンポジットレジンとボンディング材を使用し、審美性が要求される前歯の隣接面齲蝕および破折に対する治療のほか、臼歯部の齲蝕、矮小歯、捻転歯、変色歯、正中離開歯（いわゆるすきっ歯）などの多くの症例に使用される材料である。[40]

コンポジットレジンの主成分は、メチルメタクリレート系レジン之母体とし、その強度など物理的性質を補うためにガラス、セラミックス系のフィラー充填材をレジジンに添加した複合体が一般的である。各メーカー独自の技術で特徴つけられており、「フッ素徐放性」、「硬化時間が短い」、「重合収縮率が小さい」などとの性質で差別化されている。

「フッ素徐放性」はフッ素含有フィラーを酸性ポリマーでコーティングさせることにより、長期間フッ化物イオンを放出するという性質である。蝕原性菌が糖質から乳酸などの酸を産出することで口腔内が酸性になり、ハイドロキシアパタイトが溶出する。そこにフッ素徐放性によって放出されるフッ化物イオンが存在すると、溶出したハイドロキシアパタイトからフルオロアパタイトが生成し歯質に取り込まれ一体化される。フルオロアパタイトは耐酸性なので歯質の強化になり、2次カリエスを防ぐことにつながる。また、口腔内に適量のフッ化物イオンが存在すると、フッ化物イオンの抗酵素作用により酸産出が抑制され、齲蝕発生が抑制されることになる [41]。

コンポジットレジンの硬化は重合開始材と重合促進材の存在下で重合開始材の電子を励起させる波長の光を照射することにより重合が開始され、コンポジットレジンの硬化が始まる。コンポジットレジンの硬化はハロゲン光照射機では約 1 分、LED 光照射機では約 40 秒、プラズマアーク光照射機では約 20 秒で完了させることができるが、歯科医師による操作の簡略化や治療時の患者負担の軽減を達成させるため、「硬化時間が短い」という性能を謳った製品も市場で好評を得ている。これは特殊な重合開始材を使用し、通常の製品の半分の時間で硬化させることを可能とした。

また、コンポジットレジンには有機物を主体としているため、硬化の際に重合収縮を起こす。この重合収縮が大きいと、治療で充填したコンポジットレジンが使用中に窩洞か

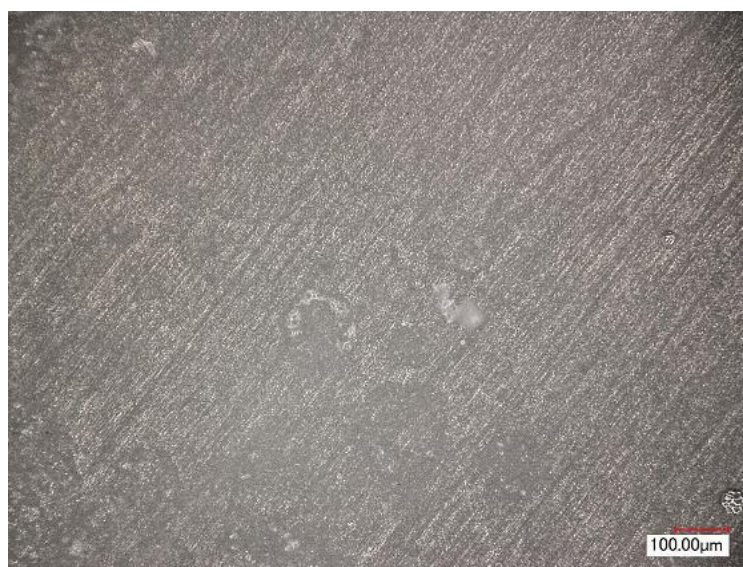
ら脱落してしまう不具合が生じやすい。そのため、「重合収縮率が小さい」という性質を満たすために各社さまざまな取り組みをしている。例えば、重合収縮率の小さいレジンを成分を用いたり、収縮の原因となる有機分の組成を減らし、フィラー（無機分）の割合を向上させたりしている。このように各社さまざまな取り組みで差別化をおこない、競争優位性を獲得するための戦略を講じている。

次に、コンポジットレジンを一緒に使用されるボンディング材について説明をしていく。ボンディング材は歯質とコンポジットレジンを接着させる成分で、エッチングにより被着歯質表面を処理しプライマー成分を浸透させ、プライマーが浸透した部分（歯質のボンディングレジンに対する濡れ性が向上するため）にボンディングレジンが浸透し重合することで、コンポジットレジンと歯質の接着が可能となる。

歯質はエナメル質と象牙質から構成され、エナメル質は約97%がハイドロキシアパタイトを主とするリン酸カルシウム結晶からなっている。エナメル質に対する接着は、酸によって粗造化された被着面にボンディング材が浸透、硬化して生じる投錨効果（機械的嵌合力）に依存している。六方晶系であるハイドロキシアパタイトの結晶は六角柱になっており、歯質全体で見ると六角柱が密に並んでいるように見える。この六角柱同士の界面は酸の影響で脱灰されやすく、脱灰されるとエッチングパターンという微細な凹凸を形成する [42]。その凹凸面にボンディング材が入り込んで硬化することで、アンカー効果による非常に高い接着強さを示す。

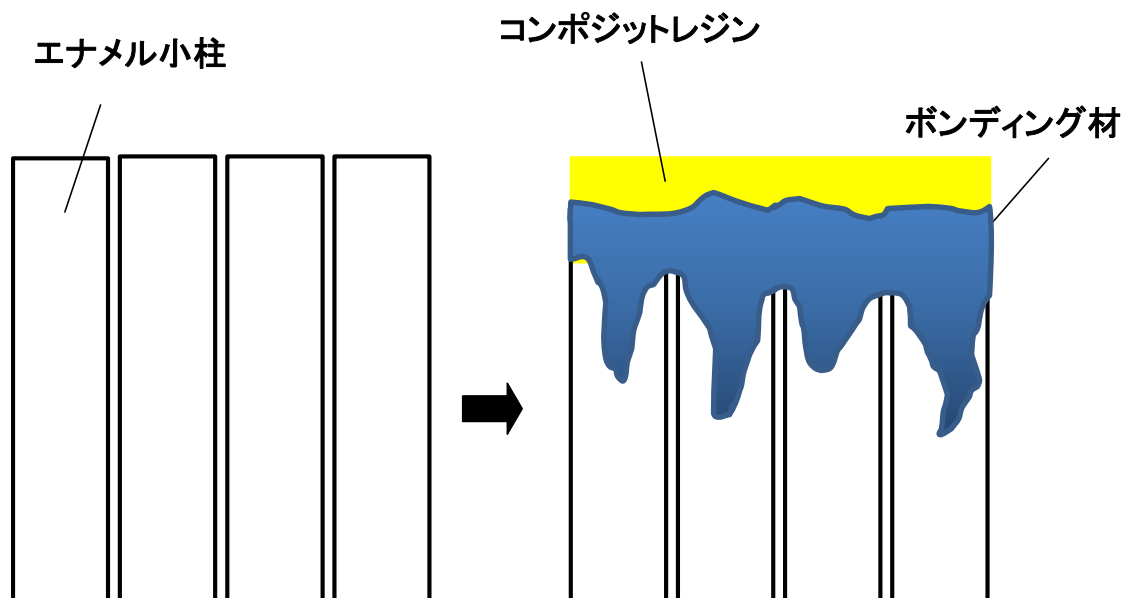
図 4-29 にエナメル質表面写真を示す。

図 4-30 にエナメル質に対する接着機構を示す。



出所) レーザー顕微鏡による観察 (山本貴金属地金株式会社)

図 4-29 エナメル質表面写真



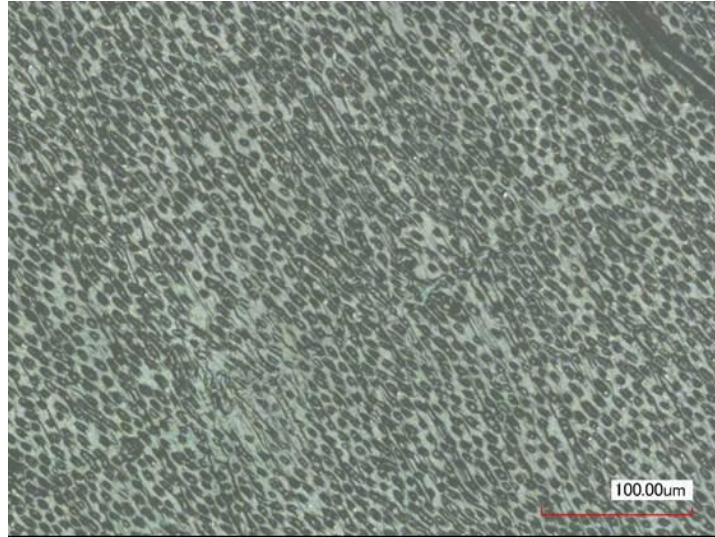
出所) 宮崎「臨床に役立つ接着修復のすべて」医歯薬出版、2006 より筆者一部修正

図 4-30 エナメル質接着機構

次に象牙質に対する接着機構である。まず、象牙質は約 70%がハイドロキシアパタイト、約 20%がコラーゲン線維とタンパク質、約 10%が水分であり、コラーゲン線維の周りにハイドロキシアパタイトが強固に付着した複合体として捉えられている。接着機構としては樹脂含浸象牙質（ハイブリッド）層を形成することで説明されている。酸によって脱灰されて象牙質表面からボンディング材成分が浸透し、そこで硬化することでレジン-象牙質複合体を形成し、強固な接着性を示す。さらにボンディング材成分中の機能性モノマーは、象牙質に浸透しやすい性質をもつとともに、ハイドロキシアパタイトとの化学的接着があると言われている [42]。象牙質は湿潤しているため、疎水成分をボンディング材による接着は困難な技術課題であったが、技術の進歩により、高い接着強さを実現した。

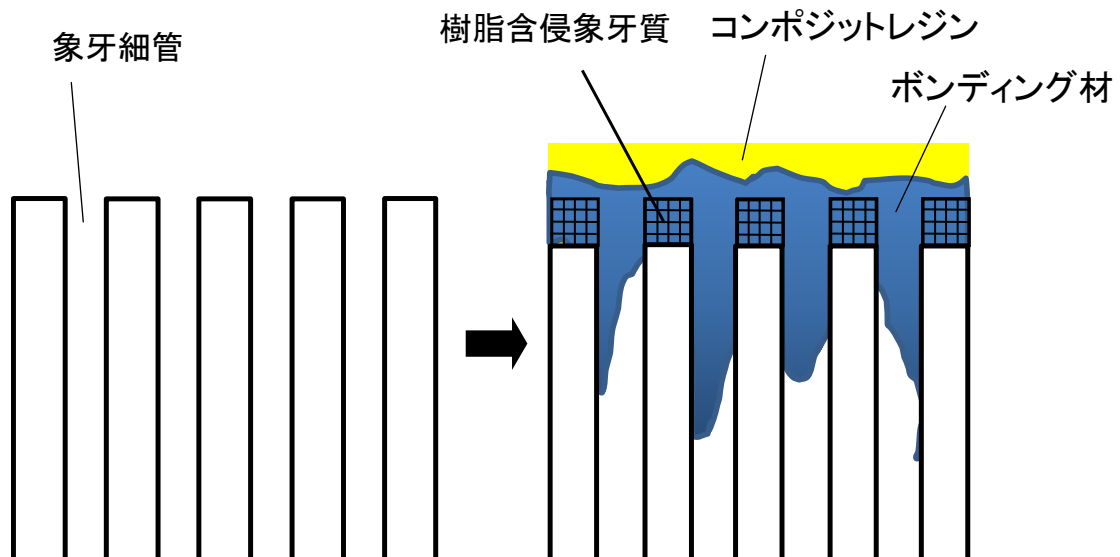
図 4-31 に象牙質の表面写真を示す。

図 4-32 に象牙質に対する接着機構を示す。



出所) レーザー顕微鏡による観察 (山本貴金属地金株式会社)

図 4-31 象牙質の表面写真



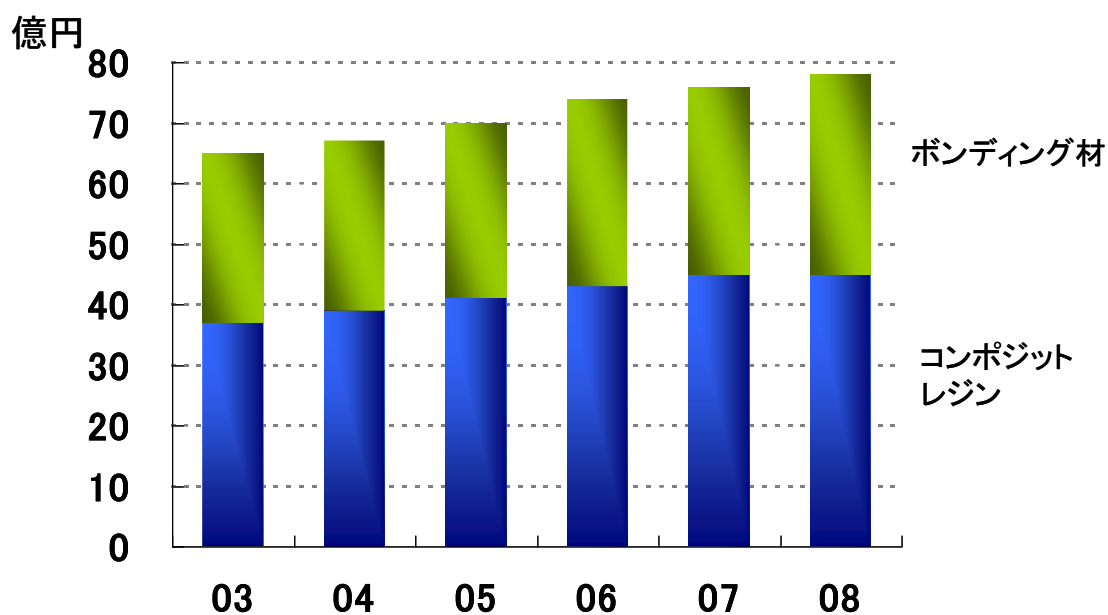
出所) 宮崎「臨床に役立つ接着修復のすべて」医歯薬出版、2006 より筆者作成

図 4-32 象牙質接着機構

4-4-2 コンポジットレジン市場

成熟しつつある歯科材料の市場の中で、右肩上がり成長しているのが、コンポジットシステムである。

図4-33にコンポジットシステムの市場規模推移を示す。



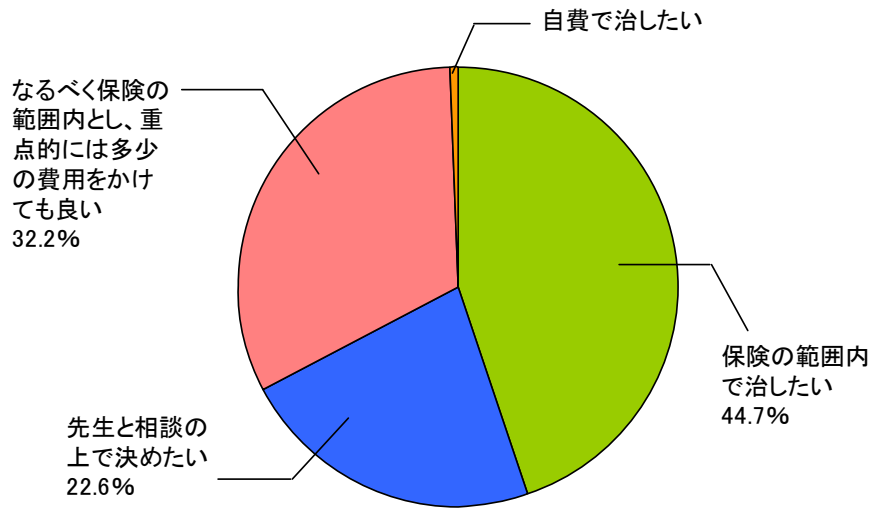
出所) 株式会社アールアンドデイ「歯科機器・用品年鑑」より筆者作成

図4-33 コンポジットシステムの市場規模推移

コンポジットシステムは国民健康保険適用の治療で使用されるため、患者のニーズが非常に高く、有機材料の歯科材料製品のなかでは市場がかなり大きいものとなっている。事実、患者の約77パーセントがなるべく保険の範囲内で治療をおこないたいというアンケート結果もある [43]。

図4-34に保険適用治療についてのアンケート結果を示す。

(1) 調査の対象 年齢: 18歳～70歳代 地区: 47都道府県 比率: 年齢、性別、地区の比率は人口比に準じる	(3) 実施期間 2005年9～12月
(2) 実施方法 郵送法にて	(4) 回収率 実施発送数: 14,000件 回収数: 1,463件 回収率: 10.5%



出所) 歯科医療機器産業ビジョン-最先端歯科医療による健康長寿社会の実現

図4-34 保険適用治療についてのアンケート結果

4-4-3 コンポジットレジンの位置づけ

ここまでコンポジットシステムについてその特徴と市場について述べてきた。虫歯の治療にはコンポジットシステム以外にもさまざまな材料が使用されるので、その中でコンポジットシステムの位置づけを明確にする。

位置づけを明確にするために、まずコンポジットシステムのメリット・デメリットを考察する。メリットは歯科医の視点から見ると「治療時間が短い」、「患者の回転効率が良くなる」というものがある。患者の視点から見ると、コンポジットシステムは色が白く、金属と違って「見た目が良い」という点と「保険適用で値段が安い」、「治療時間が短い」、「金属アレルギーがない」、「天然歯を削る量が少ない」という点が挙げられる。

できるだけ歯を削らない、神経を取らない、歯を抜かないという治療思想のもと、最小限しか歯を削らずに、今ある歯を極力残すMI治療（Minimal Interventionの略）では、このコンポジットシステムが使用される。MI治療は患者にとってたくさんのメリットがあるが、進行した虫歯には適応することができないこともある。対して、デメリットは歯科医の視点から見ると「テクニック次第で見た目や耐久性が決まってくる」という点と「治療費が安い」という点が挙げられる。患者にとってみると、コンポジットシステムは有機材料なので「時間が経つと黄色く変色してしまう」という点と、強度の問題で「欠けたり割れたり」してしまう、「治療する医師のテクニックによって見た目や耐久性が変わってくる」という点が挙げられる。

表4-1には歯科医師と患者の視点よりコンポジットシステムのメリット・デメリットをまとめたものを示す。

表4-1 コンポジットシステムのメリット・デメリット

	メリット	デメリット
歯科医師	<ul style="list-style-type: none"> ・治療時間が短い 	<ul style="list-style-type: none"> ・歯科医師のテクニックで見た目や耐久性が左右される ・利益が少ない
患者	<ul style="list-style-type: none"> ・色が天然歯に似ている ・治療費が安い ・治療時間が短い ・天然歯を削る量が少ない ・金属アレルギーがない 	<ul style="list-style-type: none"> ・時間が経つと変色することがある ・強度が低いので、欠けたり割れたりすることがある ・歯科医師のテクニックで見た目や耐久性が左右される

このメリット・デメリットを踏まえて、他の歯科材料との位置づけを整理する。図4-35にコンポジットシステムの位置づけを示す。

コンポジットシステムは歯科医師が使用する材料で、保険適用で患者負担が小さいが、耐久性や審美性に劣る性質を持ち、基本的には小さい虫歯の治療に使われる。しかし、少しずつ材料の性能も上がってきており、歯科医師のテクニック次第でその適用範囲も増えてきている。

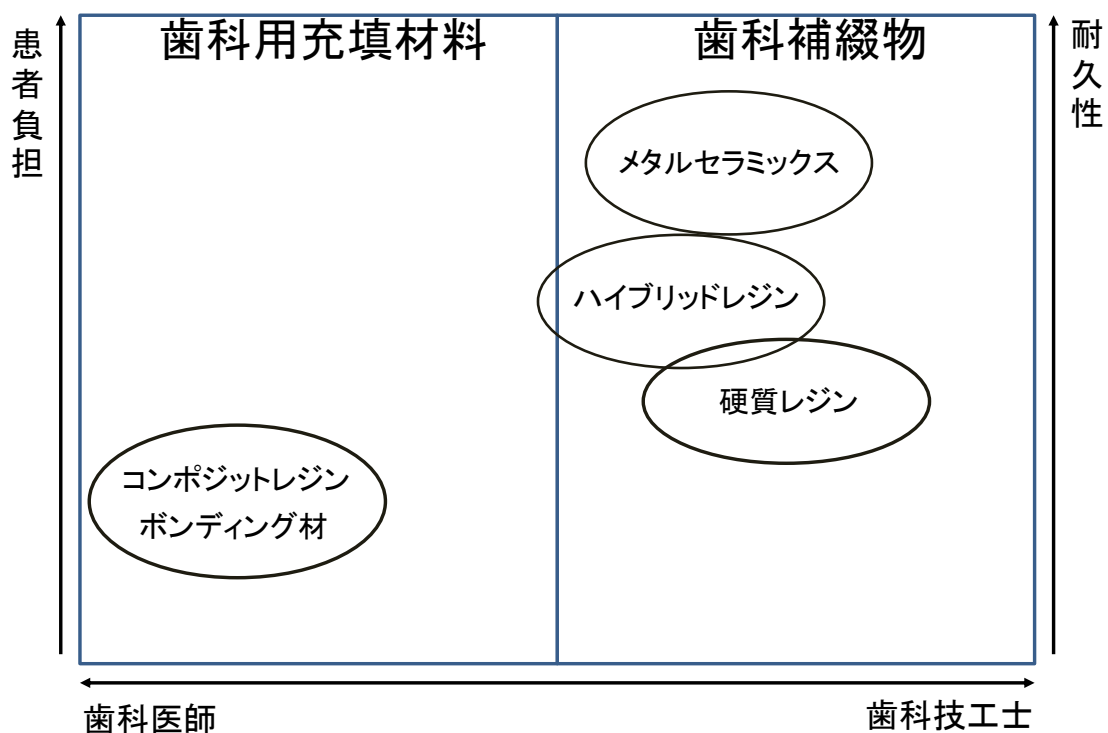


図4-35 コンポジットシステムの位置づけ

4-4-4 歯科用充填材料の技術変遷

前章まででコンポジットレジンの位置づけを明確にすることができた。そのコンポジットレジンについて、現在に至るまでの歯科用充填材料の技術変遷を紐解くことで、新材料開発のキーポイントになるものを調査する。

まず、1826年フランスでアマルガム修復が始まり、窩洞に直接充填する治療がはじまった。アマルガムは水銀を50%含む材料で、色が金属色であることから見た目が非常に悪かった。そのため、患者の審美への要求が高まり、1907年にシリケートセメントが出現した。シリケートセメントは石英と酸化アルミニウムを含む材料で、歯の色に近い白色であるため、患者の審美への要求を満たした。しかし、材料としての強度や歯からの脱離、歯髄炎の問題は解決されず、新しい材料が心待ちされていた。そこで生まれたのが有機材料のMMAレジンである。1948年にアクリル樹脂の原料であるMMAを使用したレジンが上市した。これは充填後すぐに固まって非常にハンドリングが良かったため、上市後すぐに歯科医師の中で広まった。しかし、強度の問題や歯髄炎の問題を解決することは出来なかった。その後、1964年に同じ有機材料であるコンポジットレジンが現れ、強度や歯質への接着、歯髄炎の問題を解決し、現在歯科用充填材料の市場の大部分を占めるまで成長した [44]。歯科用充填材料を分析すると、金属から無機材料、有機材料と変遷し、MMAレジンがブリッジプロダクトとしての役割を果たし、現在のコンポジットレジンの発展につながったと考えることもできる。

図4-36に歯科用充填材料の技術変遷を示す。

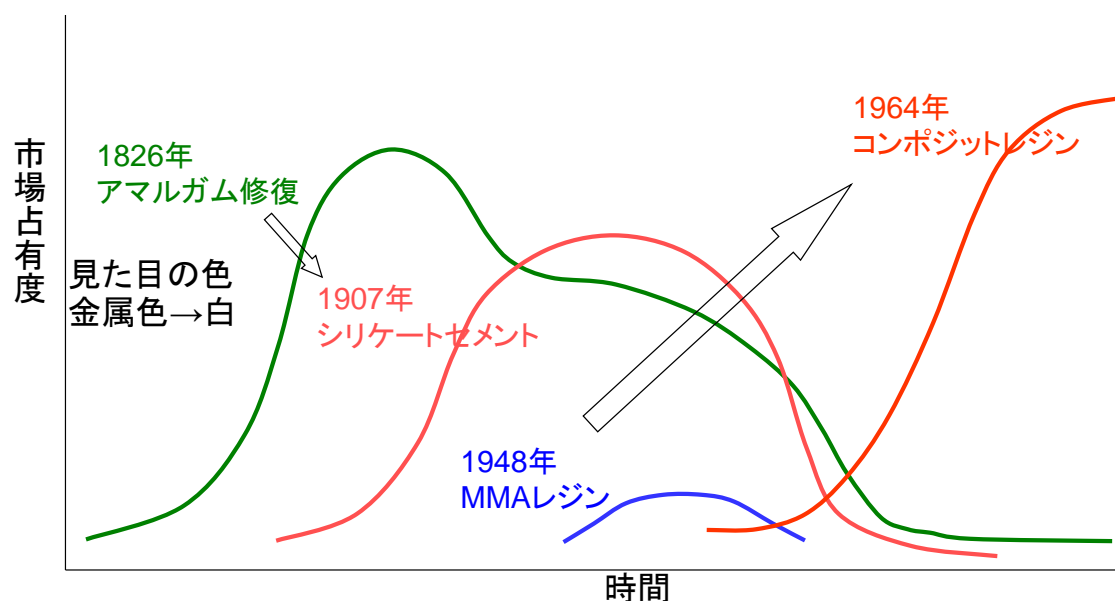


図 4-36 歯科用充填材料の技術変遷

コンポジットレジンが発展した理由のひとつに強度の向上が挙げられる。これを達成させるために、レジン内にガラス等のフィラー充填材を導入するということが検討されていた。当初、フィラー充填材とレジンとは交じり合わないものであるため、フィラー充填材とレジンの界面でマイクロクラックが起き、強度向上に繋がらなかった。しかし、表面処理技術の革新を起し、シランカップリング材によるフィラー充填材のコーティングでフィラー充填材とレジンのなじみが良好にすることを可能とした。それに伴い、コンポジットレジンの強度が飛躍的に上昇した。

また、歯質への接着という面では、リン酸エッチング法が見出されたことにより、接着力の向上につながった。これはペンキ塗りの際に、壁にリン酸を塗布し前処理することで、壁面の塵やごみを取り除き、ペンキをきれいに塗ることができるということを歯科治療に応用することで技術革新を起したと言われている。歯の虫歯を削った穴は切削熱によって溶けた歯質やくずが残留している。その穴をリン酸によって前処理することできれいな面を出すことができ、接着強さを向上させることができる。

次に、ボンディング材の変遷を説明する。ボンディング材ははじめ3つの液を3ステップ（エッチング、プライミング、ボンディング）で歯面を処理することで歯質への接着性能を得ていたが、2つの液を2ステップ（セルフエッチングプライマー、ボンディング）になり、現在では1つの液を1ステップ（オールインワンボンディング）で処理するのが主流になっている。ボンディング材はよりハンドリングが容易になるような持続的技術の進化を辿っている。

これらをまとめて、歯科用充填材料の技術変遷でキーポイントとなっているものは審美性や生体安全性、強度、歯質への接着性能、ハンドリング容易性などが挙げられる。

これらのキーポイントは患者が今まで必要としてきた性能であるため、開発に盛り込むことは必須である。また、医療機器として患者のニーズを満たすには上記5項目を最低限のレベルまで引き上げる必要があり、歯科用充填材料を開発するにあたりこの点は留意しなければならない。

4-4-5 既存企業の戦略

バリューイノベーションを実現し従来の製品と差別化をおこなうために戦略キャンバスが活用されている [45]。横軸に顧客に提供する価値、縦軸に顧客が得ることができるメリットの大小を示すグラフであり、既存事業と新事業の価値曲線を描くことで新事業の差別化のポイントを表すことができる。コンポジットレジンの開発戦略を策定するにあたり、既存企業の旧製品と新製品の価値曲線を作成することで、コンポジットレジジン戦略を分析した。強度（曲げ強さ）、色のバリエーション、操作性（付形性・ベタツキ）、価格という項目について価値曲線を作成して、図 4-37 にまとめて示した。なお、操作性の付形性とは、虫歯を削った後の穴にコンポジットレジンを充填して、元の歯のように形づくりのが簡単かどうかという評価で、ペーストの硬さや経時変化などに影響される。また、ベタツキはコンポジットレジンを充填する際に使用するインスツルメントとペーストとの接着性であり、ベタツキが多くインスツルメントとペーストがくっついてしまうと使用しづらいという評価になる。

あるメーカーの旧製品と新製品について戦略キャンバス上で分析すると、「多少強度を犠牲にしても操作性を高める」、「審美性を高めるために色調のレパートリーを増やす」、「価格を抑える」の3点が考えられ、それが既存企業のコンポジット戦略になっていると考えられる。

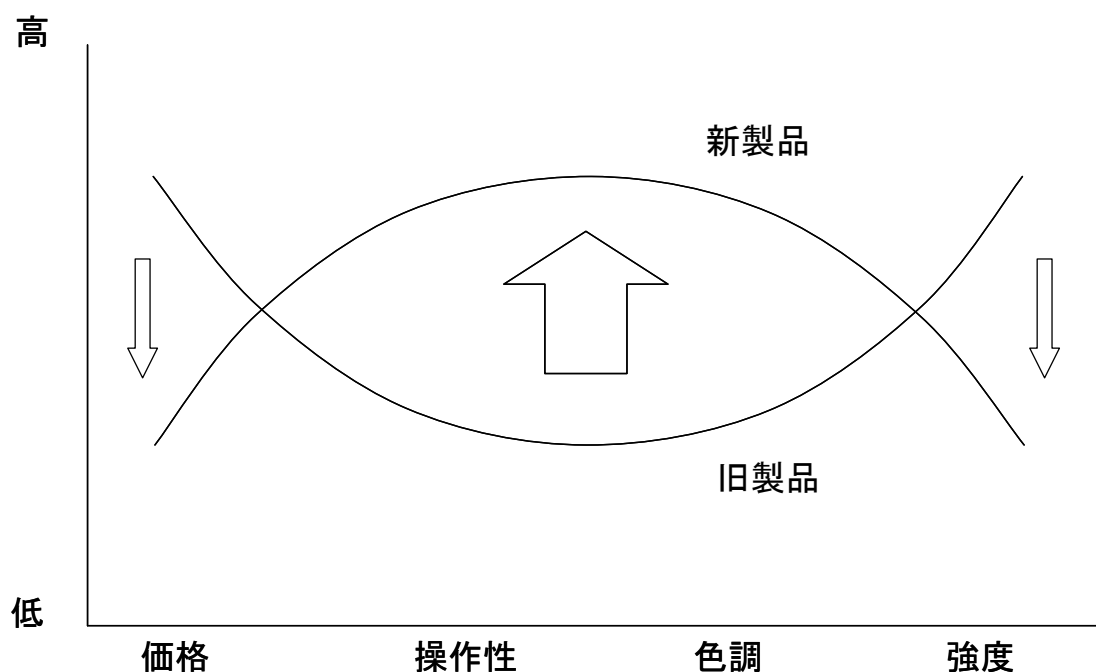


図 4-37 既存企業のコンポジットレジジン戦略

コンポジットレジンは保険適用の材料であるため、1回の治療による収入が小さい。そのため、歯科医師としては患者の回転数を向上させる必要があるので、操作性が高い材料のニーズが高い。また、価格についても、保険適用の材料でその保険点数も決まっているので、材料費が低いほうが歯科医院の収入が増える。歯科業界の問題点で述べた通りで、歯科医師一人あたりの収入が低下している現状である中で、低価格の材料のニーズが高まっている。色調のレパートリーについては、コンポジットレジンの審美のメリットを強調するためである。たくさん色調を揃えることで、より自然歯に近いものを再現させることができる。しかし、より審美性の高い保険適用外の材料と住み分けを考慮する必要がある。

また、ボンディング材に関しては歯質への接着性能とハンドリングの容易性が歯科医師から求められているが、この技術性能はほぼ成熟しており、各社横一線になっている。そこで、各社とも「保存安定性が良い」「抗菌性を付与」「使い捨てタイプ」等の性能で差別化をおこなっている。

4-4-6 競争優位性を得るための製品構造

歯科充填用コンポジットシステムの構造はメインとなる部分と付随するインターフェース機能を持つ部分であるボンディング材が別々であるのが現在まで一般的である。しかし、そのメインとなる部分と付随するインターフェース機能を持つ部分を一体化させるような新材料構造について検討をおこなった。

図 4-38 に歯科充填用コンポジットシステムの新構造を示す。

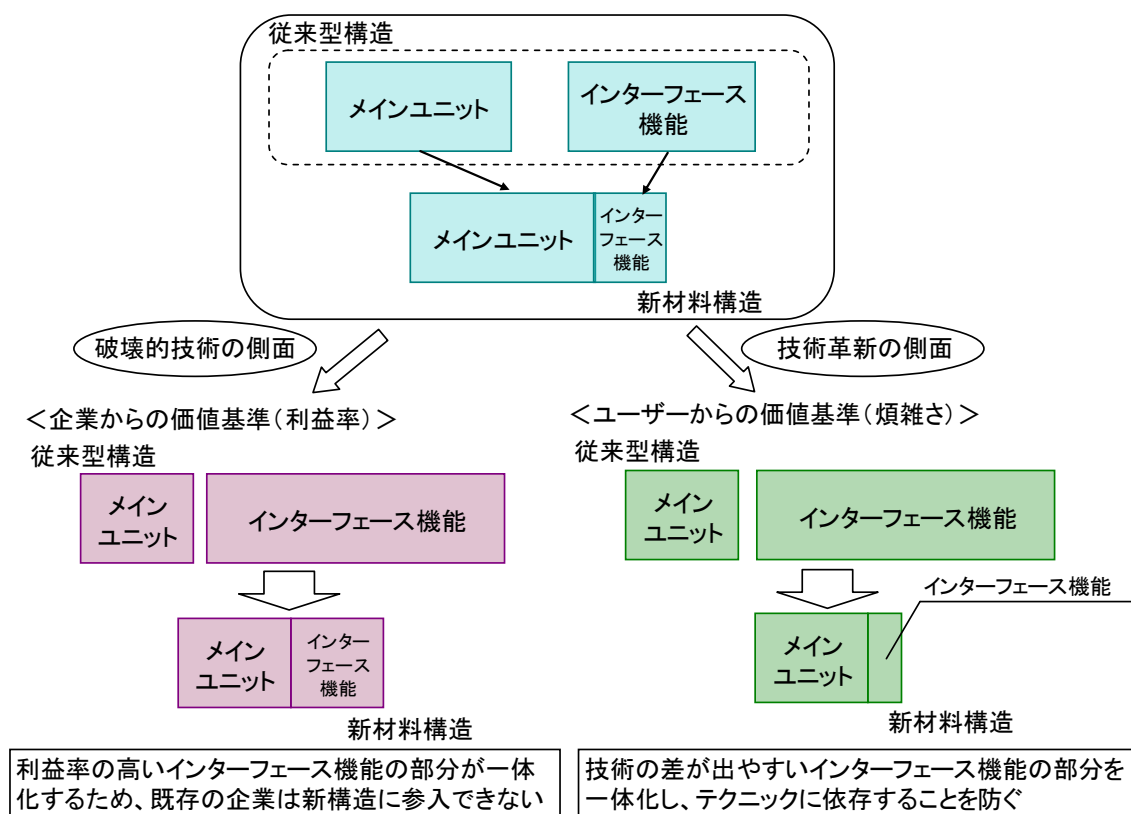


図 4-38 歯科充填用コンポジットレジンの新構造

これは既存の企業の視点から見ると、従来構造ではメインとなる部分よりも付随するインターフェース機能を持つ部分は原材料費が安く、利益率が高い。その上、そのインターフェース機能を持つ部分だけでも大きな市場となるので、既存企業はこのようなインターフェース機能を持つ製品群を多く上市して大きな利益を得ている。新機能構造ではメインとなる部分とインターフェース機能を持つ部分を一体化させて、メインユニットにインターフェース機能も持たせてしまうので、上記のような大きな利益を得ることができなくなる。そのため、従来の構造で大きな利益を得ている既存企業はこの新機能構造に参入することができないので、山本貴金属地金株式会社のような中小企業が最後発で参入しても市場優位性を獲得することができる。

また、ユーザーからの視点で見ると、従来の構造ではインターフェース機能を持つ製品の使用において、乾燥状態や塗布量の違い、エアブローの強弱などのテクニカルな要因によって、その性能に違いが出るのが良くある。しかし、新機能構造となるとそのインターフェース機能を持つ部分はメインユニットと一体化し、煩雑な操作を不要にするので、ユーザーの経験や力量、テクニックの違いによる性能の違いを極めて小さくする。そのため、ニーズが大きいと考えられる。

ただし、メインユニットとインターフェース機能を一体化することで、本質的な性能（強度や耐久性）が低下してしまう可能性がある。そういった部分は破壊的イノベーションの一面として見ることができ、今後、持続的技術として進歩しその性能が向上することが期待できる。

第5章 分析と考察

これらの事例を分析するにあたり、各事例を戦略マップに落とし込んで考察することにする。Kaplan は階層状に配した 4 つの視点（学習と成長の視点、業務プロセスの視点、顧客の視点、財務の視点）を示すエリアにその視点での取り組むべき課題、達成すべき目標を置いて、互いに影響や関係のあるものを矢線で結び付けた戦略マップを提唱した [46]。各個別目標間の因果関係を可視化することで、全体として整合性のある戦略を構築・検討することができることを目的とした。しかし、本研究では、目的である外部環境変化に対応して企業成長させるための枠組みを探索するにあたり、この戦略マップの各階層を変更し、それぞれ外部環境、内部環境、戦略、アウトカムという階層に変更して、それぞれの課題や取り組んできた内容を結びつけた。これにより、外部環境変化により、どのような対応がされ、結果として企業成長につながった要因が明確になると考えられる。また、硬質レジンおよびハイブリッドレジンの R&D プロセスについての事例分析については、その戦略マップの視点を外部環境とその製品の位置づけ、R&D の課題、R&D プロセス、外部資源の利用とすることで、R&D プロセスにおける障壁を乗り越えるための R&D マネジメントが整理されると考えられる。

i) 外部環境変化に対応した山本貴金属地金株式会社の事業遷移の事例

外部環境変化に対応して事業を変遷させ、企業成長してきた事例を図 5-1 に戦略マップに落とし込んでまとめた。創業当時、金をはじめとした貴金属は政府の管理下にあった。前身である山本商店はこの配給制度という政府規制を事業の機会として利用して創業したと捉えることができる。

金の流通自由化に伴う原材料費の価格高騰という大きな外部環境の変化に対応して企業成長させるために、山本貴金属地金株式会社は非常にニッチな市場である歯科用貴金属合金に後発で参入した。新規参入する先の市場の不確実性が高いと実際に参入して高いシェアを獲得しても、その市場自体が縮小してしまったり、消滅してしまったりしてしまう可能性がある。対して、歯科用貴金属合金は比較的景気の動向に左右されにくい医療機器であり、健康保険適用の材料もあることから、その市場は成熟してはいたが、長い期間市場は存在し、そこで売り上げを得ることができるという想定ができたのではないかと考えられる。はじめは他社製品のキャッチアップであったが、ユーザーから直接要望やクレームを聞き、既製品や新製品に活かすことでそのシェアを向上させることにつながった。これはユーザーを巻き込んだイノベーションであると考えられる。

また、大阪本社から生産、研究開発、品質管理機関を高知県に移転させたことが人材を集める面や公的な試験機関、大学からのアドバイスを得たり、共同研究をしたりする機会を得ることにつながった。地方では情報が集まりにくく、流通の面でもデメリット

が大きいという問題点があるが、取り扱っている製品がチップ状だったり、軽量のシリンジ状であったりと運送の面のデメリットを小さくすることができている。仙台、東京、大阪、名古屋、福岡に拠点があるので、その点でも流通コストを抑えることにつながっている。このようにして、地方のメリットを十分活用していると考えられる。そして、高知大との共同研究により、製品へ生体安全性をいち早く付与することができ、トップシェアを得るまで成長した。これは製品に新たな価値を付与したバリューイノベーションと世界的な健康志向の高まりがイノベーションの機会となっていると考えられる。

さらに審美性へのニーズが高まり、貴金属からそれ以外の材料へシフトせざるを得なくなっても、もともとの貴金属合金の土台の情報を活かして後発で参入している。経営資源を多く不確実性の低減のために利用しなくても、不確実性を低減できる事例となっている。

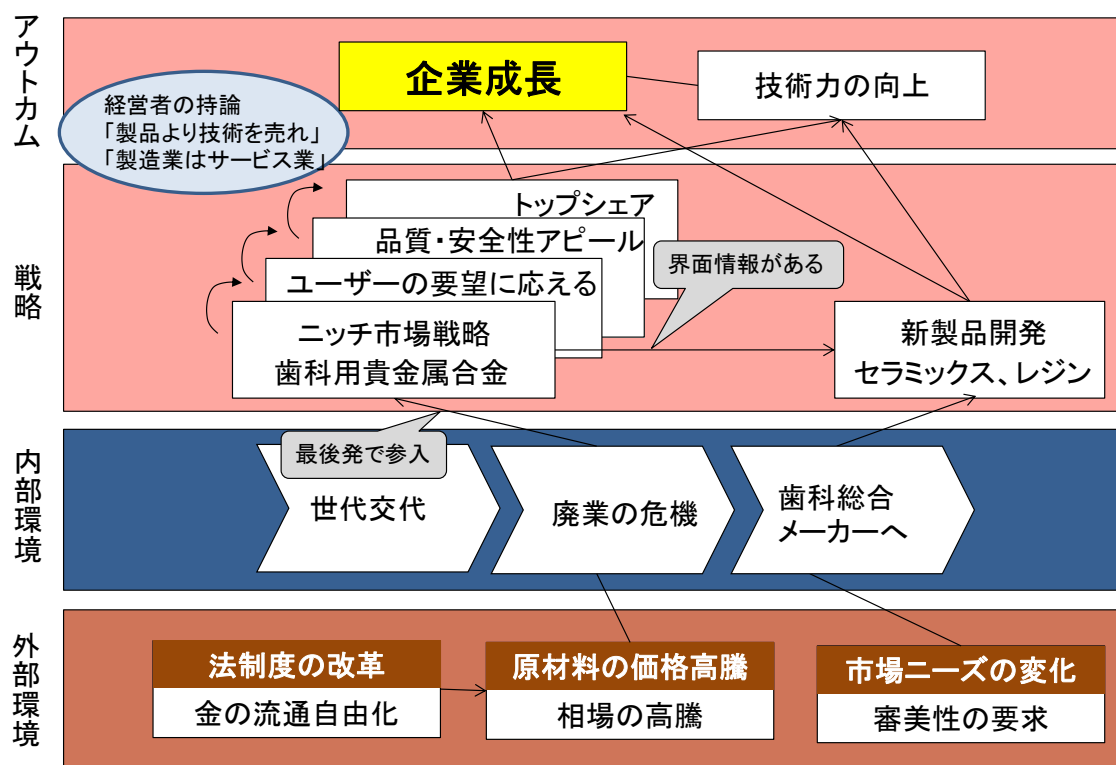


図 5-1 山本貴金属地金株式会社の事業戦略マップ

よって、外部環境の変化に対応して企業成長させるために、新事業に参入することが必要であるが、その際の不確実性を低減させるために後発で参入することが手段のひとつとなる。ここで重要になるのが、後発で参入しながら、付加価値をつけてシェアを高めるということである。まず、参入先の市場はニッチな市場でないと大企業の規模の経済が働き、中小規模の企業が活躍する可能性が低い。ニッチな市場に後発で参入

しても、後発なので市場は成熟しており、製品特徴で差別化することができにくい。そこで、製品自体を売るのではなく、その製品に付随する情報を付加価値としてユーザーに与えることで信頼関係を構築することができ、シェアを高めることができたと考えられる。実際に山本貴金属地金株式会社では製品のテクニカルレポートや生体安全性レポートを通して付加価値を高めていた。それは経営者の持論である「製品を売るより技術を売れ」、「製造業はサービス業である」という部分が反映された結果であると考えられる。

ii) 歯冠用硬質レジンとハイブリッドレジンの開発事例

まず、歯冠用硬質レジンの開発事例を外部環境、製品の位置づけ、R&D プロセス、外部資源の活用の視点より戦略マップに落とし込んだものを図 5-2 に示す。

開発をスタートさせた理由としては貴金属相場の影響を受けやすい経営状況を脱却するために貴金属以外の材料へ事業展開したいということと貴金属製品は原価率が高く、利益が出にくいものであるため、貴金属以外の製品を開発することで会社の利益構造を改善するという目的があったと考えられる。また、金属アレルギーの問題や審美性のニーズの高まりもあり、今後歯科用の貴金属製品が衰退する可能性があったため、貴金属以外の材料開発は持続経営のために必須であった。

歯冠用硬質レジンの製品の位置づけとしては、貴金属合金の土台に上物として使用されるものであるため、貴金属合金の販売と相乗効果を見込まれた。また、健康保険に対応した製品であるため、ユーザーは利益を出すためにたくさんの症例をこなす必要があり、ハンドリングの良さを重視していた。そのため、その部分をコンセプトに入れ込む必要があった。

R&D プロセスにおいては各ステージにおいてノウハウがない、基礎研究をおこなう人材がない、R&D マネジメントをおこなう人材がない、実使用についての情報がない、生産用設備がないという障壁があったが、それらについては外部資源を活用することで解決した。特に、地方に研究開発拠点を移していたことで、地方大学との共同研究をおこなうことが容易にできたり、公的な試験機関で分析装置をすぐに使用できたりすることができた。また、人材の面でもメリットがあり、開発経験がある社員の登用により暗黙知が移転され、企業成長につながった面もあった。

歯冠用硬質レジン外部環境の変化に対応するために開発をおこなったものである。経営資源が乏しいながらも、大学との連携や暗黙知の移転、応用技術を理解した人材の採用により上市することができた。当初は他社のキャッチアップであったが、最終的に他社よりも有意に高性能なもののできたので、新たなニーズを創出することができ、好評を得た。結果として企業成長につながった。

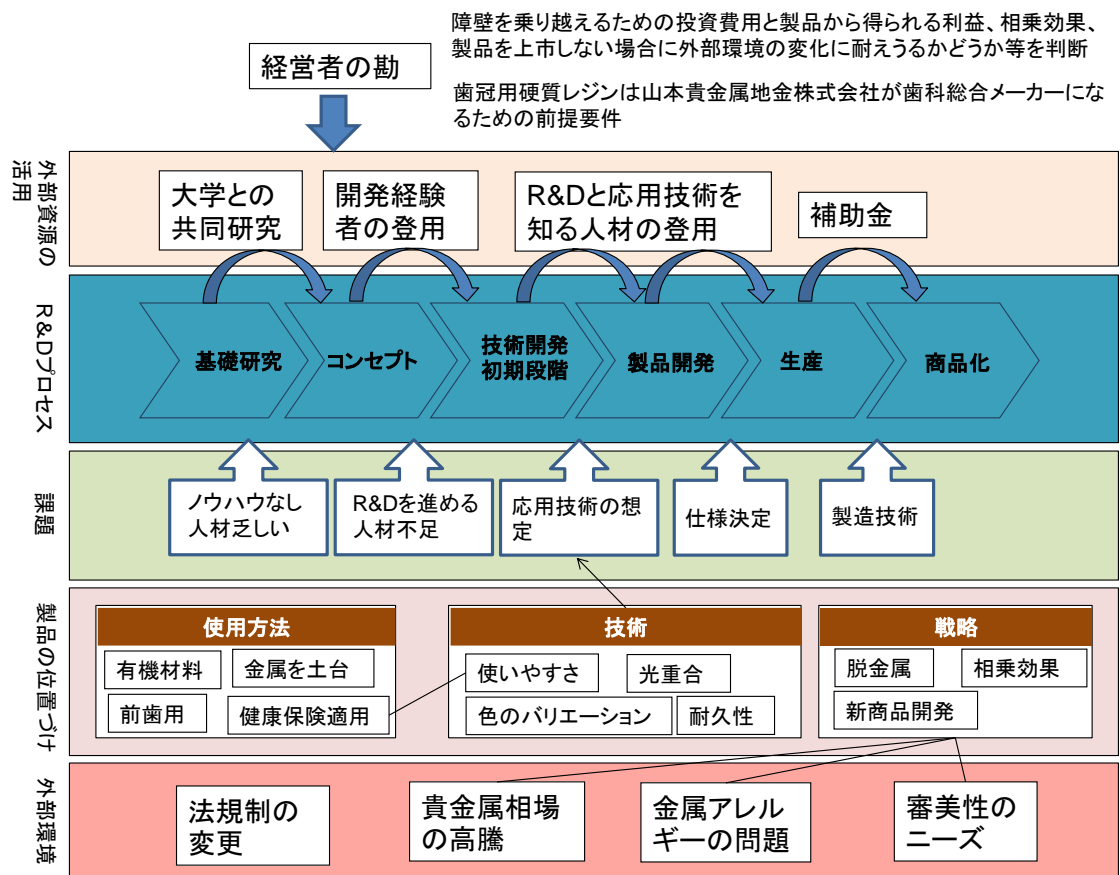


図 5-2 歯冠用硬質レジンの戦略マップ

また、ハイブリッドレジンについても歯冠用硬質レジンと同様に戦略マップに落とし込んで図 5-3 に示す。開発をスタートさせた理由も歯冠用硬質レジンと同様であった。臼歯用の補綴修復で健康保険に対応しているのが貴金属合金であるが、昨今の貴金属相場の高騰により、医療費の圧迫につながっており、貴金属合金以外の材料が求められている。現在ハイブリッドレジンとは自費診療用の材料であるが、今後、技術が向上し、より高強度、高耐久性が実現できれば、健康保険対応となることが予想される。そのような法制度が変更された場合、歯科用貴金属合金市場のみで利益を得ているとそのリスクが大きいので、そのような外部環境の変化に対応すべくハイブリッドレジンの開発をスタートさせたとも考えられる。

ハイブリッドレジンとは自費診療用で高強度、高耐久性、色のバリエーションも豊富で審美性も高いため、そのスペックを満足する製品を安定して生産することが重要であった。R&D プロセスにおいては専門家のアドバイスもあり、人員が少ないながらもラボスケールでは良いものができたが、上記のスペックを維持して量産する検討でかなりの労力を必要とした。幸いにも生産設備は歯冠用硬質レジンと共用することができたので大きな設備投資は必要なかったが、その検討では人的資源を集中させ、3年もの時間を

かけて地道に進めていった。1つの問題をクリアすれば新しい問題がでるといったような状態であったが、歯冠用硬質レジンの開発経験もあり、途中で断念することなく製品化することができた。

歯冠用硬質レジンには歯科用貴金属合金を土台として用いるため、既存の製品群との相乗効果を狙ったものであるが、ハイブリッドレジンには土台を必要としないので、既存の製品群の代替となりうるものである。そのため、長期的な企業成長のビジョンで必要な材料であると考えられる。

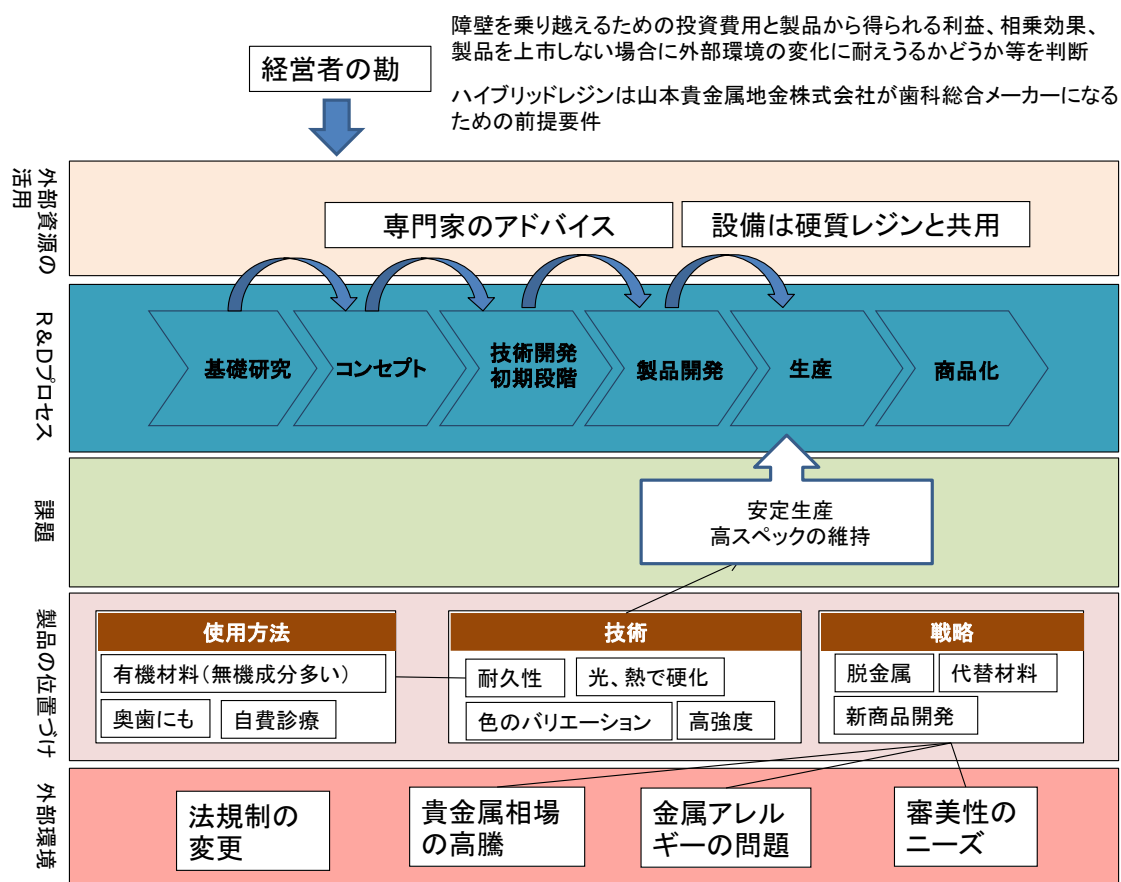


図 5-3 ハイブリッドレジン戦略マップ

また、歯冠用硬質レジン、ハイブリッドレジンどちらに関してもいえることだが、R&D プロセスの中でたくさんの障壁や不確実な部分があり、幾度となく断念する危機があった。しかし、そのような状態でもプロジェクトを継続してきた。その理由のひとつは山本貴金属地金株式会社の“挑戦者意識”である。常務取締役である安楽照男氏の「上しか見ていない」という言葉にあるように向上心が高く、レジン系の材料を上市することで歯科総合メーカーになるという強い思いがあったからではないかと考えられる。

また、各 R&D ステージにおける障壁に差し掛かった時にプロジェクトを継続させてきた経営者の判断に対して考察する。直接インタビューしたところ、それは「経営者の勘と経験」という第 6 感的なものが要因という回答であった。そこで R&D 投資のリアルオプションの視点から、その「経営者の勘」にどのような潜在的な考えがあったのかを検討する。リアルオプションのアプローチにより投資戦略の柔軟性も考慮に入れたプロジェクト価値の評価が可能となる。さらに、価値評価をおこなうだけでなく、将来の不確実な状況に応じた最適な投資戦略（投資タイミングや投資規模、プロジェクトの種類を選択など）も導出できる。したがって、R&D のように将来の利益に関して不確実性が大きい投資プロジェクトの価値評価や投資戦略の決定に対して有効である [47]。また、リアルオプションはオプションの内容によって 6 つに分類することができる [48]。

① 延期オプション

有休土地・資産をリースする、または購入オプションを所有することで、市場価値が施設・設備建設や土地開発に見合うかどうかを見極めるために待つことができることによる価値

② 段階オプション

一連の出費を伴った段階的な投資をおこなうことで、新たに好ましくない情報を入手した場合に、途中で中止するオプションが生み出される。一連の投資過程における各段階は、その後の段階の価値に関するオプションととらえることができる。

③ オペレーティングオプション

オペレーションのスケール（拡張、契約、閉鎖、再開）を変えるオプション。市場環境が予測以上に好調の場合、生産規模の拡大ないし資源の活用を加速できる。逆に期待未満の場合、オペレーションのスケールを減らすことができる。

④ 撤退オプション

市況が著しく悪化した場合、既存のオペレーションを放棄して、資本設備や資産を売却して価値を得ることができる。

⑤ 柔軟性オプション

価格や需要が変化した場合、製品ごとの出荷割合を柔軟に変えることができる。また、その生産プロセスにおいても法規制が及ばない場合、柔軟に対応することができる。

⑥ 成長オプション

初期投資が関連するプロジェクトへの前提要件となり、将来の成長機会を切り開くこととなる。

上記の段階オプションと成長オプションが R&D に関するリアルオプションである。段階オプションとして各 R&D ステージの終了時点で、障壁を乗り越えて次のステージに進むための追加的な投資費用と完成した製品自体から得られる利益と関連する製品への相乗効果、その製品を上市しない場合に外部環境の変化に耐えうるかどうか等を総合的に判断しているのではないかと考えられる。また、成長オプションとして考察した場合、歯冠用硬質レジンやハイブリッドレジン¹は山本貴金属地金株式会社が歯科総合メーカーになるための前提要件であり、今後、貴金属以外の材料に注力し次世代の材料開発を進めると考えたときに、このレジン系の上市は必要であるこのようなリアルオプションの考え方が経営判断の根底にあるのではないかと考えられる。

歯科用貴金属合金を物理的ドメインにおいて成長戦略をとって、トップシェアを得るまで成長したのち、ドメインの再定義により、機能的ドメインにおいて口腔内修復マテリアルとしてセラミックス、レジン材料に事業領域の拡大をおこなったのは、パラダイム転換とみることもできる。加護野はパラダイム転換のプロセスモデルとして①変化の土壌づくり、②突出と見本例の提示、③変革の増幅と制度化を挙げている [49]。まず、「歯科総合メーカーになる」という戦略ビジョンがその引き金となっていると考えられる。歯科用貴金属合金のトップメーカーにおいて、その戦略は組織に大きなゆさぶりを与えた。その後、新材料の開発プロジェクトチームを発足させ、既存の組織外からきた人間を核に据えることで既存のパラダイムの目に見えない壁を乗り越えることを狙ったと考えられる。また、その新しい考えに実績を与え、有効性があることを示すためには、新材料のプロジェクトを成功させなければならず、前述のようにさまざまな障壁があったのにも関わらず継続の意思決定をして、経営資源や外部資源を投じた理由であるとも考えられる。変革の増幅と制度化に関しては山本貴金属地金が現在進行中のである。レジン製品における変革のシンボルを核に変化の渦を巻き起こし、その発想を社内に伝播させて、増幅し、体系化することが必要である。

iii) 次世代製品開発戦略事例

流通チャネルの拡大のため、次世代製品として歯科充填用コンポジットレジンを開発して最後発で参入することを進めている。最後発で参入しても競争優位性を得るために提案するのはメインユニットとインターフェース機能の一体化である。一体化することで基本的な性能が低下する可能性があるが、新しい価値基準をもたらす新構造になり、破壊的技術の一面を持つ。また、ユーザーの視点からみると、煩雑な作業を簡略化できるという部分でいわゆるイノベーションの一面も持つ。既存企業はこのインターフェース機能を持つ製品群で大きな利益を得ており、新構造にスイッチすることは困難である。技術志向性の高い中小規模の製造業は自社のものづくり技術をそのまま活かして参入するのではなく、新たな価値基準をもたらすような形で製品化し、参入することで市場

優位性を獲得することができる。今回の充填用コンポジットレジンの事例をさまざまな製品に応用できることが考えられる。

上記 i) ~ iii) についてまとめたものを図 5-4 に示す。外部環境として競合他社や法制度ニーズの変化に対応するべく、研究開発をスタートさせてきたが、研究開発をおこなうことで不確実性の問題や R&D プロセスにおける障壁が発生する。競合他社に対してはニッチ戦略や既存プレイヤーではできない破壊的な技術を用いた製品開発を実施し、不確実性に対しては市場の動向を見極めて最後発で参入することで対応する。また、R&D プロセスにおける障壁については外部資源を効果的に利用することで乗り越えることができる。外部資源については地方のほうが利用しやすい環境下にある。山本貴金属地金株式会社はこのような技術経営の枠組みを通して外部環境変化に対応して R&D による企業成長を果たしている。

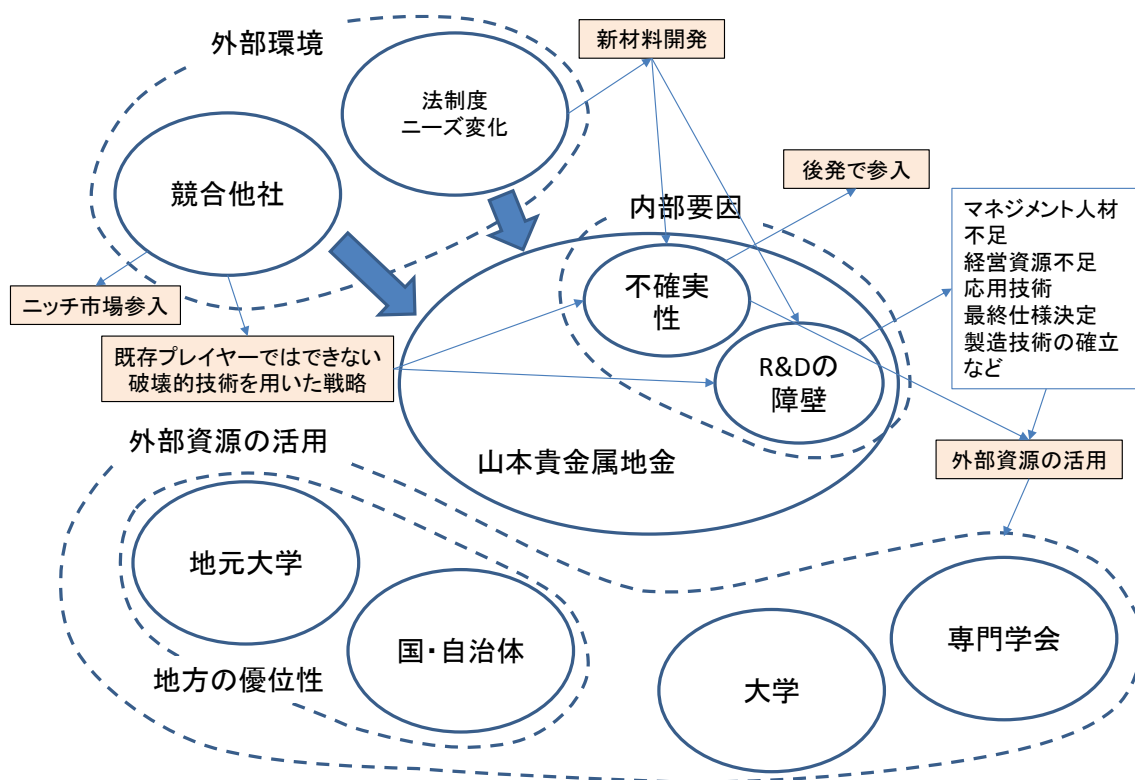


図 5-4 山本貴金属地金株式会社の技術経営の枠組み

これより、外部環境変化に対して企業成長させるための 3 方向の R&D マネジメントの枠組みを図 5-5 に示す。外部環境変化が起き、それによるリスクと不確実性を低減・克服するためにニッチ市場に最後発で参入して、付加価値や破壊的技術による競争優位

性を得ることで企業成長につながる。そのなかの R&D プロセスにおいては地方のメリットを活かして外部資源を有効に活用することで障壁を乗り越えることができる。

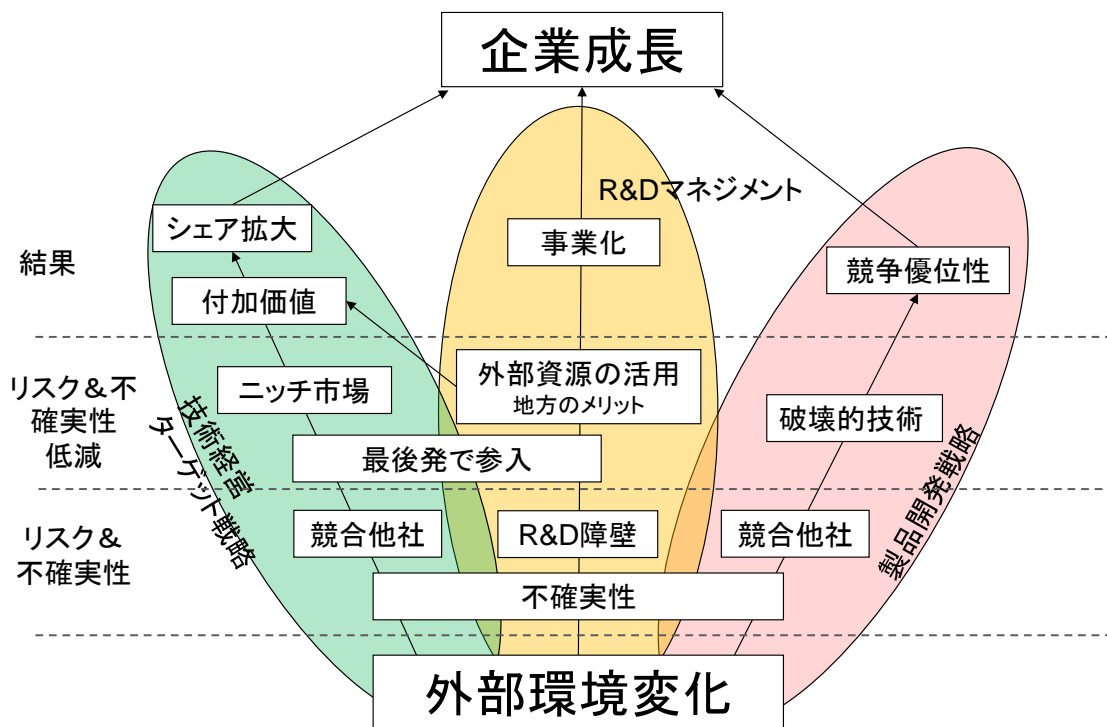


図 5-5 外部環境変化に対する R&D マネジメントの枠組み

そして、これらをまとめて地域中小製造業が外部環境変化に関わらず企業成長するための技術経営のフレームワークを図 5-6 に示す。中小製造業が外部環境変化に対応するために既存事業から新規事業に参入する際には R&D の障壁や不確実性といった技術の不連続期が存在する。その不連続期を乗り越える技術経営戦略としてターゲットをニッチ市場に定めたニッチ戦略や不確実性を低減する後発参入、外部資源の活用が考えられ、さらに競争優位を得るために、技術情報などを用いて製品価値を高める取り組みや破壊的イノベーションの概念による先行競合への対応、地方の優位性を適用することが考えられる。

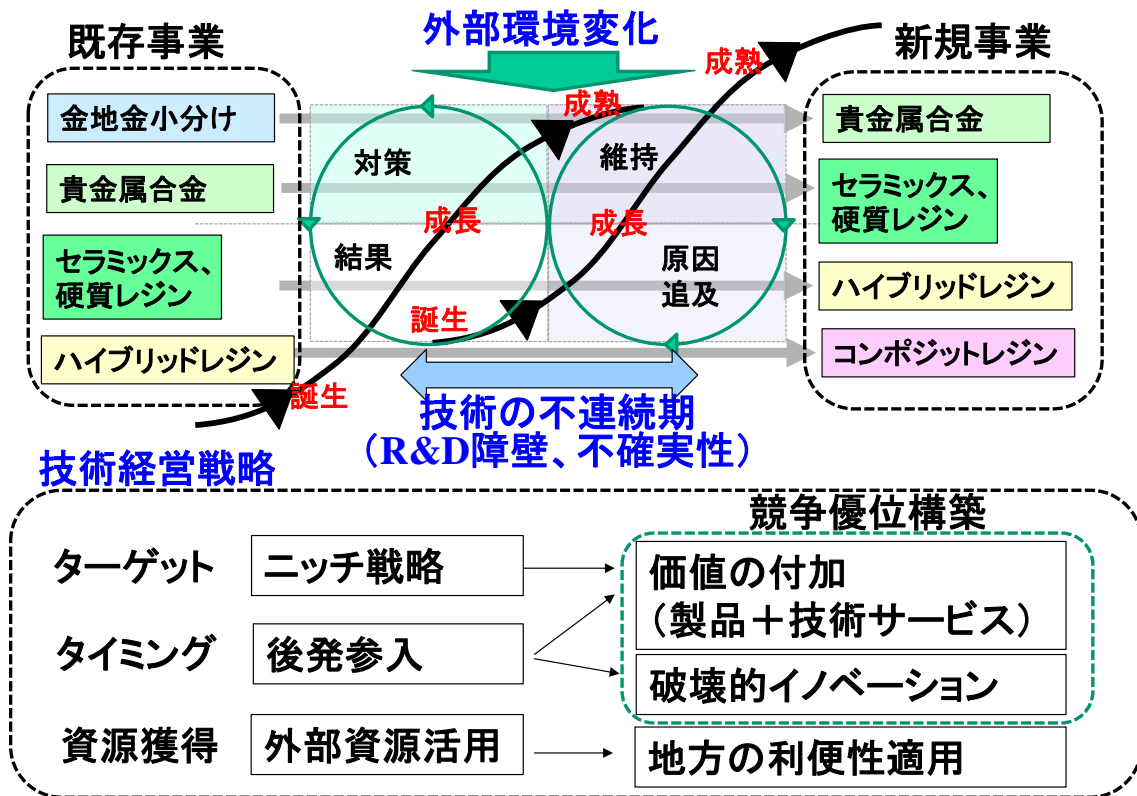


図 5-6 地域中小製造業技術経営のフレームワーク

第6章 結論

本研究は、国内の中小製造業が厳しい状況にあると言われている中、外部環境変化に対応して企業成長している企業の技術経営を分析し、経営資源の乏しい中小製造業が外部環境変化に関わらず企業成長するための枠組みを論考したものである。中小製造業が企業成長するためには何が必要であるかに着目して得られた知見を以下のようにまとめた。

1) 中小製造業の課題について

日本の経済が停滞している中、中小製造業も厳しい状況が続いている。日本の経済において中小製造業が重要な役割を担っており、中小製造業の発展なくして日本経済の復活はないと考えられる。しかし、一般的に中小企業は経営資源が乏しいため、外部環境変化による影響を受けやすいと言われている。そのため、中小製造業が外部環境変化の障壁を乗り越えて成長するための技術経営モデルが必要である。

また、企業成長のためには成功率の高いR&Dが必要であるが、経営資源の乏しい中小製造業におけるR&Dマネジメントについてはあまり議論されていないため、不確実性がある中での製品開発や制限された経営資源下でのR&Dマネジメントのあり方が中小製造業の課題であるということを明らかにした。

2) 山本貴金属地金株式会社の事業展開と企業成長の事例より得られた知見

法制度やニーズの変化の環境変化に対応するために新製品開発をおこなった場合、不確実性とR&Dにおける障壁が生まれる。中小製造業は技術経営において不確実性を低減させるための経営資源に乏しいが、そのような状況の中で、不確実性を見極めるためには後発者として市場に参入することが考えられ、競合他社の外部環境に対してはニッチ市場に参入することで対応することができる。さらに、ユーザーの要望に対応したり、新たな価値を付与したりことでシェアが向上し、大きな利益を得ることにつながると考えられる。

また、外部環境変化に対応して企業成長するには向上心が必要である。山本貴金属地金株式会社のように常に“挑戦者意識”を持つことによって、新製品開発における障壁も乗り越えることができる。

3) 山本貴金属地金株式会社のR&Dマネジメントから得られた知見

R&Dにおける障壁は地方のメリットを活用して外部資源を効果的に利用することで乗り越えることができる。障壁に対してR&Dを継続させる意思決定は障壁を乗り越えるための投資費用と製品から得られる利益、相乗効果、製品を上市しない場合に外部環境の変化に耐えうるかどうかとその新製品がその会社の今後の目標の前提要件と

なりうるかどうかを判断することでおこなわれていると考えられる。

また、後発で参入して競争優位性を得るためにはユーザーに対する価値を高めるだけでなく、既存プレイヤーが参入できないような製品を開発する必要があると考えられる。

経営資源の乏しい中小製造業の企業成長に関する R&D マネジメントについて事例について、新製品開発から事業化までのプロセスを詳細に調査・分析した結果、外部環境変化に対応して企業成長する要件を下記に提示する。

- ① ターゲット市場（ニッチ市場を対象）
- ② 参入タイミング（後発参入）
 - ・ サービス業としての製造業（製品＋技術情報サービス）
 - ・ 破壊的イノベーション概念による先行競合への対応
- ③ 外部資源の活用（地域の優位性）

以上、本研究は、技術経営の視点より、中小製造業が外部環境の変化に対応して企業成長を成し遂げるために何が必要であることを示した。企業の成長は、幾度の危機や立ちどまる障壁を乗り越えて得られるものである。そのためには人材や技術をはじめとする企業内外にある資源を有効利用してイノベーションを実行していくことが重要である。本研究の成果は、開発型中小製造業の技術経営実態の詳細分析結果に基づき、中小製造業の抱える問題点に対する普遍的な解を提示したものであり、今後の環境変化の中で中小製造業が企業成長するために重要な役割を果たすものと考えられる。

<文献>

- [1] 通商白書 2001
- [2] 日本経済研究センター「世界 50 カ国・地域潜在力調査」
- [3] 植田浩史「現代日本の中小企業」岩波、2004
- [4] 中小企業白書 2011
- [5] 末松玄六「中小企業の経営戦略」丸善、1972
- [6] 中小企業白書 2012
- [7] 丹羽清「技術経営論」、東京大学出版会、2006
- [8] T.Khalil “Management of Technology”, McGraw-Hill, 2000
- [9] T.Kotnour “Engineering Management: Past, Present, and Future”, IEEE ENGINEERING MANAGEMENT REVIEW, vol.33, 2005
- [10] 兒玉「先行者と後発者の相互利用 - 「先行者優位」の再検討 - 」組織科学 Vol.46 No.3(2013)
- [11] エディスペンローズ「企業成長の理論」ダイヤモンド社、2010
- [12] U.S. HOUSE OF REPRESENTATIVES “Unlocking Our Future: Toward a New National Science Policy” 1998
- [13] Lewis M. Branscomb, Philip E Auerswald “Between Invention and Innovation An Analysis of Funding for Early-Stage Technology Development”, NIST, November 2002
- [14] 和泉「研究開発における「死の崖」についての考察」研究・技術計画学会 第 21 回年次学術大会抄録

- [15] 齋藤富士郎「「研究」から「開発」へのモード変換フェーズとしての「応用特化研究」」経営・情報研究：多摩大学研究紀要 10, 1-16, 2006
- [16] 吉川弘之、内藤耕「第2種基礎研究」、日経BP、2003
- [17] 独立行政法人産業技術総合研究所「第2種基礎研究を軸に本格研究へ」
- [18] 金子、長田「技術革新を可能にする戦略策定方法」年次学術大会講演要旨集 20(2)、研究・技術計画学会、2005
- [19] ムーア「キャズム」翔英社、2008
- [20] マイケル・ヒルツィック 訳鴨澤眞夫「未来をつくった人々 ゼロックス・パロアルト研究所とコンピュータエイジの黎明」毎日コミュニケーションズ、2001
- [21] 能見「「死の谷」に架かる「三段階の架け橋」」The Japan Society for Science Policy and Research Management
- [22] 川上「顧客志向の新製品開発」有斐閣、2005
- [23] 山本貴金属地金株式会社ホームページ
- [24] 山本貴金属地金株式会社 50 年史
- [25] 経済産業省ホームページ
平成 22 年度「課題解決型医療機器の開発・改良に向けた病院・企業間の連携支援事業」
実証事業の公募について
- [26] 厚生労働省「新医療機器・医療技術産業ビジョン」
- [27] 厚生労働省「薬事工業生産動態統計」
- [28] 閣議決定「新成長戦略 ～「元気な日本」復活のシナリオ～」
- [29] 厚生労働省「今後の高齢化の進展～2025 年の超高齢社会像～」

- [30] 経済産業省「医療産業研究会について」
- [31] 厚生労働省「医療機器産業実態調査報告書」
- [32] 厚生労働省ホームページ
- [33] 株式会社アールアンドデイ 「歯科機器・用品年鑑」
- [34] 山本「中小製造業の進化のための戦略モデル-山本貴金属地金(株)第二創業の事例-」
平成 22 年度高知工科大学博士論文
- [35] アンゾフ「多角化戦略の本質」ハーバードビジネスレビュー、2008
- [36] エーベル、訳石井「事業の定義」千倉書房、1984
- [37] R.フォスター「イノベーション限界突破の経営戦略」TBS ブリタニカ、1987
- [38] M.Domijan “An Organizational Paradigm During Technological Innovation”
IEEE IEMC 2008, pp.217-221. June 2008
- [39] 山本貴金属地金株式会社「ツイニー」技術資料
- [40] 佐々木「ここまで使えるコンポジットレジン」クインテッセンス出版、2012
- [41] 可児「これ一冊でわかるフッ化物の臨床応用」クインテッセンス出版、1996
- [42] 宮崎「臨床に役立つ接着修復のすべて」医歯薬出版、2006
- [43] 歯科医療機器産業ビジョン作成協議会「歯科医療機器産業ビジョン—最先端歯科医療による健康長寿社会の実現—」2007年4月
- [44] 斎藤季夫「シリケートセメントからコンポジットレジンへ変わるころ」日本歯科理工学会誌 歯科材料・器械 Vol.29 No.1 Jan.2010
- [45] W.チャン.キム「ブルー・オーシャン戦略」ランダムハウス講談社、2005

[46] キャプラン、ノートン「戦略バランスト・スコアカード」東洋経済新報社、2001

[47] 西原「R&D 投資のリアルオプションモデル」The Operations Research Society of Japan

[48] 正岡「リアルオプション経営の時代へ」知的資産創造、2001

[49] 加護野「組織認識論」千倉書房、1988

<学会発表>

- 1) 佐藤雄司, 加藤喬大, 星川武
「新規歯冠用ハイブリッド型硬質レジンの開発 (第2報) 疲労強度について」日本
歯科理工学会学術講演会 第54回秋期大会 (2009.10.1-2) 講演集 P.242
- 2) 佐藤雄司, 加藤喬大, 星川武
「レジン分離材の特性」日本歯科理工学会学術講演会 第54回秋期大会
(2009.10.1-2) 講演集 P.351
- 3) 佐藤雄司, 冨澤治
「技術志向中小製造業の R&D マネジメント: 歯科材料開発を事例として (24年
度第1回研究会新事業創造と地域活性化)」映像情報メディア学会技術報告, **36(26)**,
1-6, 2012-06-19
- 4) 佐藤 雄司, 冨澤 治
「競争優位性を確保する製品開発に関する研究～歯科用充填材料を事例として～」
映像情報メディア学会 アントレプレナー・エンジニアリング研究会 22年度第3
回研究会 (2011.1.24)
- 5) YUJI SATO, OSAMU TOMISAWA
「R&D Management Issues for Small to Medium Sized Technology Oriented
Manufacturing Firms: A Case of Material Development fir Dental Application」
PICMET'12 Conference (2012. 7.30)
- 6) 佐藤雄司, 黒島寛之, 加藤喬大, 山内淳一, 山田文一郎, 安楽 照男
「複合レジンの機械的特性と耐久性に及ぼすフィラー粒子径の影響」第60回日
本歯科理工学会学術講演会 (2012. 10.13-14) 歯材器、31(5)、P.466

<特許>

- 1) 佐藤雄司, 井上裕介, 黒島寛之, 熊山雅登, 山内淳一, 安楽照男
「歯科用フィラーおよび歯科用組成物」特願 2013-080056

<受賞>

- 1) 経済産業省第4回「ものづくり日本大賞」四国経済産業局長賞, 「高い耐衝撃性と
審美性を兼ね備えた新規歯科用複合材料の開発」, 2012

<謝辞>

本研究を遂行するにあたり、関係者の皆様に感謝の意を表します。

主査である富澤治教授には多くの助言と懇切なご指導、ご鞭撻を賜りましたことを謹んで感謝の意を表します。

また、副査である平野教授と末包教授にも多くの助言とご指導を頂き感謝致します。

山本貴金属地金株式会社代表取締役会長である山本裕久氏には、筆者に専門知識学習のチャンスを与えて頂き深く感謝致します。山本貴金属地金株式会社常務取締役である安楽照男氏には開発事例についての話をいろいろして頂き感謝いたします。山本貴金属地金株式会社開発部上級主任研究員である加藤喬大氏には忙しい時間を割いて事例研究のインタビューに応じてくれたことに感謝いたします。また、ゼミを通じて高知教室、大阪教室、東京教室のみなさまには様々なご意見を賜りまして感謝いたします。

高知工科大起業家コース修士課程に入学してから振り返ってみるとあっという間でありました。入学した当初は授業やゼミで休日がなくなり、平日も仕事が終わってからレポートや論文を書く毎日が正直つらい思いがありましたが、後半になってくると授業で得た新しい知識や考え方が実際の仕事に活かすことができるようになってきたと実感して充実した日々を送ることができました。私は山本貴金属地金株式会社に入社して6年しか経っておらず、起業家コースの学友と比べると経験が浅くついていけない思いもありましたが、ゼミ終了後に行われる懇親会などでさまざまな年代、業種の方々と触れ合って意見を交換する中で自分自身も成長できたのではないかと思います。