


*MMRC*  
*DISCUSSION PAPER SERIES*

No. 560

デザインイノベーションと技術イノベーションの  
相互作用とそのマネジメント  
—デザインと技術の開発順序に応じた  
製品開発パターンの比較—

東京大学大学院経済学研究科  
花原仙珠

2023年8月

 MONOZUKURI 東京大学ものづくり経営研究センター  
Manufacturing Management Research Center (MMRC)

ディスカッション・ペーパー・シリーズは未定稿を議論を目的として公開しているものである。  
引用・複写の際には著者の了解を得られたい。

<http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/index.html>

デザインイノベーションと技術イノベーションの相互作用とそのマネジメント  
—デザインと技術の開発順序に応じた製品開発パターンの比較—

花原仙珠

東京大学大学院経済学研究科

[flowerfield8787@g.ecc.u-tokyo.ac.jp](mailto:flowerfield8787@g.ecc.u-tokyo.ac.jp)

要旨：本研究の問題意識は、デザイン・イノベーションと技術イノベーションはどのように相互に影響を与え合い、どのようなメカニズムを持って2つのイノベーションが実現されるのか、というものである。本研究ではアパレルメーカー2社における13の製品開発事例を調査対象とし、デザイナーへインタビュー調査を行った。その結果、デザイン・イノベーションが技術イノベーションに先行する「デザイン開発活動先行型」と技術イノベーションがデザイン・イノベーションに先行する「技術開発活動先行型」の製品開発パターンの2種類が存在し、開発パターンに応じてイノベーションが相互に与える影響が異なることが明らかになった。また、開発パターンに応じてイノベーションの実現メカニズムも異なり、(1)製品開発プロセス、(2)技術の成熟度、(3)デザイナーに求められる能力の条件に相違があることが示唆された。

キーワード：デザイン・イノベーション、技術イノベーション、製品開発、部門間連携

**How to manage the interaction of design and technology innovation: A comparison between two product development patterns according to the order of design and technology development**

Senju Hanahara

Graduate School of Economics, the University of Tokyo

E-mail: flowerfield8787@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

Abstract: The purpose of this study is to reveal how design innovation and technological innovation interact with each other, and what mechanisms are needed to realize the two types of innovation. 13 cases of product development project from two apparel manufacturers were the subjects of this research, and interviews were conducted with designers. The results revealed that there are two types of product development patterns: "Design development preceding Technology development" and "Technology development preceding Design development". The way 2 innovations interact differs depending on the 2 development patterns. The mechanism of innovation realization also differs according to the 2 development patterns, suggesting that there are differences in (1) the product development process, (2) the maturity of technology, and (3) the skills required of designers.

Keywords: Design innovation, technological innovation, product development, interdepartmental collaboration

## 1. はじめに

近年、消費者嗜好の変化により、経験的価値・意味的価値の重要性が増加したことから製品外観（デザイン）の重要性が増加している(延岡,2006)。また、市場が成熟した状況においては、製品技術・生産技術イノベーションの発生率が低下し、製品の機能が同質化していく傾向にある(Abernathy, 1978; Abernathy & Utterback, 1978)。よって、成熟した市場においては、機能・品質・価格などの要素で差別化を図ることが困難になり、別の差別化要因が必要となる(菅野&柴田,2013)。これを受けて近年デザインによる製品差別化を図る重要性が議論されるようになってきている(Utterback, Ekman, Sanderson, Vedin, Verganti, Tether, & Alvarez, 2006)。実際にデザインを重視する製品開発を行うことが製品パフォーマンス、ひいては企業パフォーマンスに正の影響を与えることが明らかとなっており(Walsh, Roy & Bruce, 1988; Walsh, 1996; Gemser & Leenders, 2001; Hertenstein, Platt & Brown, 2001; Hertenstein, Platt & Veryzer, 2005)、世界的にデザイン特許の数が増えていることから企業もデザイン活動に力を入れていることが見て取れる(Rubera, 2015; Gemser & Barczak, 2020)。

このようにデザインへの注目が高まる中で、デザイン・イノベーションに関する研究も増加している。これらの研究では、デザイン・イノベーションが企業パフォーマンス(Gemser & Leenders, 2001; Chiva & Algre, 2009 など)、製品パフォーマンス(Talke Salomo, Wieringa, & Lutz, 2009; Rubera, 2015 など)、顧客反応(Creusen & Schoormans, 2005; Truong, Klink, Fort-Rioche, & Athaide, 2014 など)に与える影響などが調査されてきた。その中でもデザイン・イノベーションは製品パフォーマンスに対して正の効果をもたらすことが知られている(Talke et al., 2009)。

同様に、従来から技術イノベーションが製品パフォーマンスに対して正の効果をもたらすことが知られているが、ある製品においてデザイン・イノベーションと技術イノベーションが両立された場合、その相互作用効果が製品パフォーマンスに必ずしも正の影響を与えないことが検証されている(Talke et al., 2009; Rubera & Droge, 2013; Rubera, 2015)。相互作用効果に関する研究は少ないが、その中で、異なる見解が存在する。

そして、2つのイノベーションの相互作用効果に関する研究においては、2つのイノベーションが両立されることが前提となっているが、そもそもデザイン・イノベーションと技術イノベーションを両立することは困難であると考えられる。技術イノベーションがデザイン・イノベーションの制約になる可能性も指摘されていることから(森永, 2019)、デザイン・イノベーション、技術イノベーションはそれぞれ異なる影響を相互に与える可能性があり、その影響の違いや、2つのイノベーションを両立させるためのメカニズムについて明らかにする必要がある。

よって、本研究では、「RQ:デザイン・イノベーションと技術イノベーションは相互にどのような影響を与えるのか?2つのイノベーションを両立させるためのメカニズムは何か?」について明らかにすることを目的とする。

## 2. 先行研究

### 2.1. デザイン、デザイン開発活動、デザイン・イノベーションの定義

経営の文脈におけるデザインの定義は多様であり、この多様性がデザイン研究を困難にしている(Verganti, 2008)。Luchs & Swan(2011)は 1995-2008 年にかけてマーケティング研究を中心に製品デザインの定義を調査したサーベイ論文である。121 の論文データのうち製品 design の定義を明確に述べているのは 17%(21 個)のみであり、一般的な定義や引用数の多い定義は見られなかった。また、製品デザインは形状(form)か機能(function)から定義される場合が多いが、「形状は機能に従う(form follows function)」(1896)という、19 世紀後半から 20 世紀前半に活躍したアメリカの建築家ルイス・サリヴァン(Louis Sullivan)の格言があるように、機能重視の定義が採用される場合が多い。実際、調査された論文のうちわずか 6%が製品形状のみから定義しており、58%は製品機能に焦点を当て、残りの 36%が製品機能と形状両方を述べている。しかし、近年この機能重視の定義に反対する意見も出ている。デザインは人が製品に対して与える意味付けに関わり、製品への愛着を生むものであるために (Verganti, 2008)、製品 design の根幹に関わるといえる(Luchs & Swan, 2011)。よって、製品 design の定義は製品の機能と形状の両方を含む方が良い。Luchs & Swan (2011)はデザインを「形状の個別の特性（製品/サービスの美しさ）と機能（製品/サービスの能力）が統合された、全体的な性質で構成される人工物」と定義し、この定義は後の原&立本(2018)などで採用されている。

本研究も Luchs & Swan(2011)に倣い、デザインを製品の機能と形状を表すものと定義する。ここで製品の形状とは、製品の外観を作り出す、色、形、サイズ、比率などの視覚的要素を指す (Bloch, 1995; Hoegg & Alba, 2011)。

また、デザイン開発活動の定義について、Chiva & Alegre (2003)は Ivanez (2000)の製品デザインを 2 段階プロセスで捉えた。①分析・概念段階では、社会経済的背景やターゲット市場の傾向、企業の商業的、戦略的、生産的、物流的、技術的側面、イメージやコミュニケーションに関する側面を評価・分析する活動を行い、これらすべてが製品の特性を決定する。②技術・創造段階では、特性を形式的かつ創造的に解釈し、製品を決定するために必要な技術的な解決策を講じる。そして、デザインマネジメントとは、デザインプロセスを達成するための組織的・経営的な能力と定義した。また、Luchs & Swan(2011)の定義に倣い、デザイン開発活動を、「製品デザインを生み出すための、アイデア創出から商品化段階に至るまでの戦略的・戦術的活動」と定義した。具体的なプロセスの内容としては、アイデア創出とスクリーニング段階、コンセプト開発と評価段階、技術的実装段階、製造と商品化段階が存在する。この定義は Hemonnet-Goujot, Manceau, Abecassis-Moedas(2019)などが採用している。本研究は、Luchs & Swan(2011)に倣い、デザイン開発活動を「アイデア創出から商品化に至るまでの戦略的・戦術的活動」とする。

最後にデザイン・イノベーションに関しても定義を行う。多くのデザイン・イノベーショ

ン研究ではデザイン・イノベーションを「形状」に関するイノベーションとしてのみ捉えている(Talke et al, 2009; Rubera & Droge, 2013; Rubera, 2015 など)。しかし、デザインの定義が「機能」と「形状」の2つの側面を捉えたものであり、デザイン開発活動の内容も「形状」のみの開発ではなく、アイデアやコンセプトの発想まで含まれていることを考えると、デザイン・イノベーションの定義も「機能」と「形状」を含むものである必要がある。よって、本研究ではデザイン・イノベーションを製品の機能デザインまたは形状デザインのイノベーションと定義する。

## 2.2. 技術イノベーションとデザイン・イノベーションの効果

企業の競争力にとってイノベーションが重要な役割を果たすことは広く知られているが、従来の研究でいうイノベーションとは技術イノベーションのことであった。しかし、近年イノベーションの中でもデザイン・イノベーションの関心が高まりつつある。これは製造業において機能的な同質化が進む中、差別化の要素としてデザインの重要性が増しているためだと考えられ、実際に企業のデザインへの投資額や意匠登録数も増加傾向にある。デザイン・イノベーションの有名な例として、AppleのiMac G3はカラフルな色合い、丸みを帯びた形という革新的なデザインにより、オフィスだけでなく家のインテリアとしても使われるような製品となり、PC市場に革命を起こしたと言える(Talke et al, 2009)。Appleだけでなく、Alessi、Kartell、Dysonなど多くの企業がデザインを差別化のために効果的に活用している(Verganti, 2006; Kim & Kim, 2021)。

先行研究では、デザイン・イノベーションが①企業/製品パフォーマンス、②製品アウトプット、③顧客反応の3つに与える影響について主に調査されてきた。

### 2.2.1. 企業/製品パフォーマンスに与える影響

デザイン・イノベーションは企業/製品パフォーマンス(売上)に正の影響を与えることが知られている。

Walsh et al.(1988)は複数国における複数産業(家具、家電など)に対するデザインポリシーおよび手法に関するアンケート調査を行った。結果、デザインは企業の競争優位にとって重要な要因に影響を与えことが明らかとなった。特に、マーケティング・製造・財務機能と調整し、包括的な情報をデザイナーに与えることで、デザイン品質が上がり、売上が向上する。

Gemser & Leenders (2001)は、オランダの家具および精密機器産業において、デザイン投資を行う23企業とデザイン投資をほとんど行わない24企業に対するアンケート調査・インタビュー調査を行った。結果、デザイン投資は企業パフォーマンス(収益・売上高・成長)に正の影響を与えること、デザイン・イノベーションは産業に関わらず企業パフォーマンスに正の影響を与えることが明らかとなった。

Chiva & Algre(2009)はデザイン投資が企業パフォーマンス(収益・成長)に与える影響

および、デザインマネジメント能力が上記の関係性に与える媒介効果について、イタリア・スペインのセラミックタイル産業の 182 名のマネージャーに対するアンケート調査を行った。結果、デザイン投資と企業パフォーマンスの関係性はデザインマネジメントにより媒介されること、デザイン投資はデザインマネジメントと正の相関があること、デザインマネジメントは企業パフォーマンスと正の相関があることが明らかとなった。

Talke et al. (2009)は製品の革新性をデザインの革新性と技術の革新性に分け、それぞれが製品パフォーマンス（売上）に与える影響を、1978 年から 2006 年までの間にドイツにおいて販売された自動車 157 モデルを対象に調査した。結果、デザインの革新性、技術の革新性が共に製品パフォーマンスに正の影響を与えることが明らかとなった。

このようにデザイン・イノベーションが企業または製品パフォーマンスに与える影響に関しては既に多くの調査がなされており、その影響はポジティブなものであることが知られている。

### 2.3. デザイン・イノベーションと技術イノベーションの相互作用効果

デザイン・イノベーションと技術イノベーションは相互作用効果を持つと言われている。Rindova & Petkova (2007)は、デザインを「技術を包括する外形で、特定の機能的・象徴的・美的特性を持つ人工物」と定義し、デザインの機能的・象徴的・美的特性に関する選択が、製品イノベーションの価値に関する初期的な顧客の認知的・感情的反応を引き起こすというモデルを提唱した。技術イノベーションの度合いに応じて既存スキーマとの不一致が発生し、価値認知に対する感情的な反応が発生するが、この不一致を解消するために活用されるのが、デザインによる製品の見かけの新規性のコントロールである。また、デザイン・イノベーションは技術イノベーションの外装(Clark, 1985)で、デザイン・イノベーションは技術イノベーションを商業化するにあたり非常に重要な役割を果たし、デザインの変化を伴わない技術イノベーションは顧客を惹きつけず、好感を生まない(Verganti, 2006)とも言われている。さらに、Kim&Kim(2021)では、製品開発は潜在的な顧客ニーズの特定から開始され、デザイン価値と技術進化が組み合わさることで、競争優位をもたらすことが指摘された。この意味でデザインと技術は相互に影響し合うシナジー的效果を持つと考えられる。

しかし、実際にその効果を調査した研究は少ない。以下では相互作用効果を分析した研究を紹介するが、研究によって対象としている時間軸が異なるため、効果に関する捉え方が一致していない点、矛盾する結果が見られている点、相互作用のメカニズムが十分に明らかになっていない点に課題がある。

#### 2.3.1. Talke, Salomo, Wieringa, & Lutz (2009)

Talke et al. (2009)は、デザイン・イノベーションと技術イノベーションの相互作用について調査を行った始めの研究である。

デザインの新規性と技術の新規性のそれぞれが製品売上に与える影響と、相互作用効果

を定量的に調査した。また、製品モデルのライフサイクルに着目し、デザインおよび技術の新規性がそれぞれライフサイクルを通してどのように変化するかを調査した。

彼らはデザインの新規性を競合の製品と比較して製品の見た目がどの程度異なるかという尺度を活用している。その意味でデザイン新規性はデザインの形状に関するイノベーションとして捉えることができる。彼らはデザインと技術の新規性に関して以下の仮説を設定した。

仮説1：デザインの新規性は製品の売上に正の影響を与える。

仮説2：技術の新規性は製品の売上に正の影響を与える。

また、具体的な事例を持って、デザインと技術の新規性に相互作用効果がある可能性を指摘した。彼らは①デザイン新規性が、技術新規性がパフォーマンスに与える影響に、正の影響をもたらす可能性を示すケースとしてダイソンの事例を、②技術新規性が、デザイン新規性がパフォーマンスに、正の影響をもたらす可能性を示すケースとしてスマートカンパニーの事例を、③デザイン新規性と技術新規性が相互に正の影響をもたらす可能性を示すケースとしてカーテルの事例を取り上げた。

①ダイソンの DC01 掃除機は、技術的な観点から掃除機用パックを不要とした点が新規的であり、デザイン的な観点からはハイテクで透明の外観が新規的である。このデザインの新規性は、技術イノベーションを可視化し、技術に対する理解を促進する役割を果たす。

②スマートカンパニーのスマートロードスタークーペは、陽気だが攻撃的な外観を持つユニークな小型スポーツカーである。スピード感のある見た目にもかかわらず、エンジンはスマートフォーツーと同じ 60kW/81hp が搭載されているだけであった。外観のデザインと内部に搭載された技術とのギャップから本製品は売上を伸ばせず、発売後 2 年で生産停止となってしまった。このことからデザインの新規性に技術の新規性が伴わない場合、優れたパフォーマンスにはつながらない可能性がある。

③カーテルのブックウォームは、壁掛け型の本棚で、使用者が好きなように形を変形できるという製品である。本製品はデザイン的にも新規的だが、それを可能にするために革新的な素材技術が用いられている。この意味でデザインと技術の新規性の組み合わせが製品パフォーマンスにとって重要だと考えられる。

以上より、製品パフォーマンスはデザインの新規性と技術の新規性が組み合わさることで高まると考えられ、次の命題を設定した。

命題：デザインの新規性と技術の新規性は製品の売上に正の相互作用効果を与える。

調査対象は 1978 年から 2006 年にドイツで発売された自動車 157 モデルである。デザインの新規性は、調査対象の自動車モデルの外観と、同時期同セグメント内の競合モデルの外



観を比較し 7 点尺度で点数付けした。技術の新規性は、専門家が主要な技術イノベーションを 7 点尺度で点数付けし、調査対象の自動車モデルにどの技術イノベーションが採用されているかを分析した。

分析の結果、仮説 1、仮説 2 は支持され、相互作用効果は有意にはならないものの正の影響が見られた。また、デザイン新規性がパフォーマンスに与える影響は、製品モデルのライフサイクルを通じて一定だが、技術新規性がパフォーマンスに与える影響は、製品モデルのライフサイクルを通じて逆 U 字型に変化することが明らかとなった。デザインの効果が一定であることについて、製品モデルの後期において購買する後期購入者にはデザインによって他者と差別化したいというニーズがあることと説明づけている。また、技術の効果が逆 U 字型になる点について、Rogers(2003)のイノベーション普及理論を用いて説明している。

### 2.3.2. Eisenman(2013)

Eisenman (2013)は技術イノベーションとデザイン・イノベーションの共進化に関するフレームワークを提唱した。彼は、デザインをコミュニケーションプロセスと捉え、①製品が何をするためのもので、どう使うべきなのかを伝えるもの、②顧客の感情的な反応を引き起こしワクワクさせるもの、③副次的な意味合いをもたらすことで製品の使用範囲を拡張することの 3 つのメカニズムを持つと主張した。デザインはユーザーと製品との最初の接点であり、製品についての初期的な情報源となるのである。

彼は製品カテゴリーのライフサイクルに着目し、技術イノベーションとデザイン・イノベーションの相互作用に関するフレームワークを構築した。技術イノベーションは、市場の成長モデルに対応する形で進展する。まず、技術のラジカルイノベーションが発生することで、製品カテゴリーが誕生する（導入期）。その後、技術の不確実性を低減する活動が行われ、技術のコモディティー化、標準化が進行する（成長期）。最後に技術イノベーションはよりインクリメンタルなものになり、生産工程を重視したものとなる（成熟期）。これに対して、デザイン・イノベーションは U 字型の関係性を持ち、技術イノベーションの導入期と成熟期において重要な役割を果たす。

技術イノベーションの導入期において、技術を説明し、他の技術的選択肢の中から特定の技術を選択するよう仕向けるためにデザインが重要となる。この点についてもダイソンの掃除機が事例として挙げられている。ダイソンの掃除機は掃除機用パックを不要とし吸引機能が改良された革新的な技術を、ラジカルなデザイン・イノベーションに内包することによって、技術の新しさを伝達し、技術の理解を促進した。よって、導入期では①「製品が何をするためのもので、どう使われるべきか」を伝えるコミュニケーション手段として、デザインが重要となる。

技術イノベーションの成長期において、ドミナントデザインが決定され、技術やデザインに関する不確実性が低減するため、デザイン・イノベーションの重要性が下がる。

技術イノベーションの成熟期において、再度デザインの重要性が高まる。需要が減少し、

技術イノベーションもインクリメンタルなものとなり、機能よりも生産工程を重視するイノベーションが起きるようになると、製品のコモディティ化がさらに進展する。その際、デザイン・イノベーションは②「顧客の感情的反応を引き起こしワクワクさせ」、③「副次的な意味合いをもたらすことで製品の使用範囲を拡張する」役割を果たす。具体的な事例として Apple の iPod や iPad が挙げられている。これらの製品はモデル変更の際に大きな技術的な変化がないものの、デザインの変化をつけることによって、「最新モデルを使用している人」というアイデンティティをユーザーが表現できるようになっている。

### 2.3.3. Rubera & Droge(2013)

Talke et al. (2009)を受け、技術イノベーションとデザイン・イノベーションの相互作用効果について定量的に調査を行った研究である。

彼らは、技術イノベーション、デザイン・イノベーション、技術イノベーションとデザイン・イノベーションの相互作用が、それぞれ製品売上（顧客反応に対応）と Tobin's Q（投資家反応に対応）に与える影響を調査するため、次の仮説を立てた。特に相互作用効果について、デザイン・イノベーションが技術イノベーションの効果を高める可能性を指摘している。顧客反応に関して、第一に技術イノベーションとデザイン・イノベーションは顧客に対して異なるメリットを与え、異なる目的を達成することができること、(Chitturi et al, 2007)、第二に製品形状が内包される技術イノベーションの理解を促進する役割を果たすこと (Rindova & Petkova)が理由として挙げられている。投資家反応に関して、投資家はキャッシュフローの変動性・不確実性を低め、企業の将来的なキャッシュフローを高める活動を好む。第一に、技術は安定期と動態期を繰り返すものであり、安定期において製品は標準化しコスト削減に走る傾向がある。しかし彼らは Eisenman(2013)の研究を受け、この時期においてもデザイン・イノベーションによって企業が成長する可能性があることを指摘する。第二に、技術イノベーションはデザイン・イノベーションのプラットフォームとなり、デザイン・イノベーションは同じ技術を異なるデザインに内包することで、キャッシュフロー源を増大させる可能性を持つことを指摘した。

仮説 1：技術イノベーションとデザイン・イノベーションは製品売上に正の効果を持つ

仮説 2：技術イノベーションとデザイン・イノベーションは Tobin's Q に正の効果を持つ

仮説 3：技術イノベーションとデザイン・イノベーションの相互作用は(a)製品売上、(b)Tobin's Q に正の効果を持つ

さらに、これらの関係性をブランド戦略が調整するとした。ブランド戦略は(1)企業ブランド(Corporate Brand)、(2)ミックスブランド、(3)複数ブランド(House of Brand)の3タイプに分けることができる。(1)は全製品に対して一つのブランド名を使用する戦略を指す。このタイプは強いブランドイメージを植え付けることができる一方で、企業ブランドアイデン

ティティを守る必要がある。(3)は製品市場ごとに異なるブランド名を活用する戦略を指す。この場合明確なブランドポジショニングが可能になる一方で、効率性が低い欠点を持つ。(2)は(1)と(3)の中間戦略であり、企業ブランド名と製品ブランド名を併用することで、2つの戦略のいいとこ取りをすることを狙う。それぞれの戦略の特性を考慮し次の仮説を立てた。

仮説4：技術イノベーションが(a)製品売上、(b)Tobin's Q に与える正の効果は、企業ブランド戦略よりも複数ブランド戦略の方が強い。

仮説5：デザイン・イノベーションが(a)製品売上、(b)Tobin's Q に与える正の効果は、複数ブランド戦略よりも企業ブランド戦略の方が強い。

仮説6：技術イノベーションとデザイン・イノベーションの相互作用が(a)製品売上、(b)Tobin's Q に与える正の効果は、企業ブランド戦略よりも複数ブランド戦略の方が強い。

調査対象は家電業界のデータである。1168社が対象となり、(1)企業ブランド戦略が83企業、(2)ミックスブランド戦略が44企業、(3)複数ブランド戦略が73社である。ミックスブランドと複数ブランド戦略は非企業ブランドとしてサブグループとした。イノベーションの尺度としては特許データ（技術特許、意匠特許）を用いた。

結果、技術イノベーション、デザイン・イノベーション、技術イノベーションとデザイン・イノベーションの相互作用はほとんどのケースで売上・Tobin's Q に正の影響を与えるが、その関係性はブランド戦略に調整されることが明らかとなった。(1)企業ブランド戦略と非企業ブランド戦略 ((2)ミックスブランド戦略と(3)複数ブランド戦略) は「技術イノベーション→Tobin's Q」への効果を除き常に有意に異なっていた。

技術イノベーションについて「技術イノベーション→製品売上」は非ブランド戦略においてのみ有意で、「技術イノベーション→Tobin's Q」は企業ブランド戦略および非ブランド戦略において有意だった。

デザイン・イノベーションについて、「デザイン・イノベーション→製品売上」および「デザイン・イノベーション→Tobin's Q」のどちらも、企業ブランド戦略においてのみ有意だった。

技術イノベーションとデザイン・イノベーションの相互作用について、「技術イノベーション×デザイン・イノベーション→製品売上」および「技術イノベーション×デザイン・イノベーション→Tobin's Q」はともに、非企業ブランド戦略においてのみ有意だった。特に「技術イノベーション×デザイン・イノベーション→Tobin's Q」は企業ブランド戦略において有意でないものの負の影響が見られた。

以上より、ブランド戦略に依存するものの、技術イノベーションとデザイン・イノベーションに相互作用がある場合があることが認められた。

#### 2.3.4. Rubera(2015)

デザイン・イノベーション、技術イノベーション、デザイン・イノベーションと技術イノベーションの相互作用効果が製品モデルのライフサイクルにおいて初期的な売上および売上成長率に与える影響を調査したものであり、Rubera & Droge(2013)に時間の視点を導入した研究である。相互作用効果の時間的変化を分析した初めての研究であり、Talke et al.(2009)と同じく製品モデルのライフサイクルを時間軸として設定しているが、その結果は大きく異なっている。

彼は需要サイド（顧客視点）と供給サイドからデザイン・イノベーションの影響に関する仮説を構築した。需要サイドについて、集団選択理論、象徴価値理論、内部処理アルゴリズム理論を用いて、革新性が高いデザインであるほど、新しいデザインの採用を躊躇する傾向があるため、初期売上が減少すると予測した。一方、これらの理論から、革新的なデザインの方が深いセンスメイキング、アルゴリズム形成プロセスが必要となるため、長期的に製品へのポジティブな感情が醸成されるとし、売上成長率には正の効果をもたらすと予測した。供給サイドについて、革新性が高いデザインのほど初期的な供給制限が高まる可能性があるが、長期的には問題が解消されるため売上成長率が向上することを予測した。

仮説 1A：デザインの革新性が高いほど、初期の製品売上は低い

仮説 1B：デザインの革新性が高いほど、売上成長率が高い

同様に、デザイン・イノベーションと技術イノベーションの相互作用効果についても仮説を構築した。初期売上に関して、需要サイドでは、技術の革新性が高いと不確実性やリスクと紐づけられる傾向にあるため、馴染みやすいデザインを活用することで、既存製品からの知識移転を促進することができると考えた。供給サイドでもデザインと技術が共に革新性が高いと供給が困難になると考えた。売上成長率に関して、新技術の革新性を伝えるためには革新的なデザインが必要であること、革新的デザインは製品への関心を長期にわたり保つことができることを挙げた。

仮説 2A：デザイン・イノベーションと技術イノベーションの相互作用は、初期の製品売上に負の効果をもたらす。

仮説 2B：デザイン・イノベーションと技術イノベーションの相互作用は、売上成長率に正の効果をもたらす。

調査対象はアメリカ市場における自動車とバイクのモデルである。自動車は、1978-2006においてアメリカ市場に導入されたモデルを対象とし、37ブランド502モデルが採用された。バイクは、1980-2008においてアメリカ市場に導入されたバイクモデルを対象とし、20ブランド574モデルが採用された。

分析の結果、仮説は全て支持され、次のことが明らかとなった。デザイン革新性は、初期売上に負の効果、売上成長率に正の効果をもたらす。技術革新性は、初期売上に正の効果(バイク)/影響を与えない(自動車)、売上成長率に負の効果(バイク)/影響を与えない(自動車)。デザイン・イノベーションと技術イノベーションの相互作用は、初期売上に負の効果、売上成長率に正の効果をもたらす。相互作用効果について、モデル導入の初期においては、デザインと技術が共に革新的だと理解をするのに時間がかかるため売上に負の効果をもたらすが、長期的には他製品との差別化につながるため正の効果をもたらすと推察した。

### 2.3.5. Kim & Kim(2021)

デザイン・イノベーションと技術イノベーションが相互に影響し合うものと考え、「イノベーション他家受粉モデル」を構築した(図1)。彼らはイノベーションの度合いを特許の引用比率をもとに定義し、引用数が平均以上の場合ラジカルなイノベーション、平均以下の場合をインクリメンタルなイノベーションとした。デザイン・イノベーションは意匠特許、技術イノベーションは技術特許を用いて測定された。ある特許について、意匠特許からの前方引用件数が平均以上の場合、ラジカルなデザイン・イノベーションと捉えられ、平均以下の場合、インクリメンタルなデザイン・イノベーションと捉えられる。同様にある特許について、技術特許からの前方引用件数が平均以上の場合、ラジカルな技術イノベーションと捉えられ、平均以下の場合、インクリメンタルな技術イノベーションと捉えられる。

モデルの第1象限は「他家受粉なし」であり、技術特許・意匠特許からの前方引用件数がともに平均以下であり、技術・デザインともにインクリメンタルな変更が行われた製品が分類される。第2象限は「技術の独自受粉」であり、技術特許からの前方引用件数のみ平均以上であり、技術のラジカルイノベーションのみが発生した製品が分類される。第3象限は「デザインの独自受粉」であり、意匠特許からの前方引用件数のみ平均以上であり、デザインのラジカルイノベーションのみ発生し、新技術は必ずしも用いられない製品が分類される。第4象限は「他家受粉」であり、意匠特許、技術特許の前方引用件数が共に平均以上であり、技術とデザインのラジカルなイノベーションが同時に発生した革新的な製品が分類される。

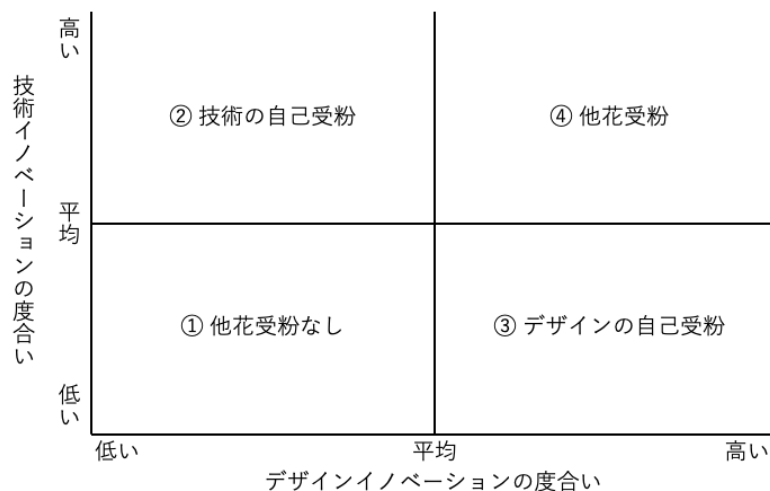


図1：イノベーション他家受粉モデル (Kim & Kim (2021)より筆者作成)

彼らは、モデルを検証するため、2001年から2016年の間にダイソンが申請した1040件の特許データのうち、引用された624件の特許データを活用し、6つの製品カテゴリー（掃除機、扇風機、モーター、ロボット掃除機、ヘア用品、ハンドドライヤー）についてそれぞれの特徴を明らかにした。結果、第4象限「他家受粉」は特許全体の10%程度しか観察されず、非常に達成が困難であることが明らかとなった（デザイン・技術のインクリメンタルイノベーションが48%、技術のみのイノベーションが22%、デザインのみのイノベーションが20%）。具体的にはダイソンの羽なし扇風機、ルートサイクロン実装型掃除機、手持ちドライヤーなどが「他家受粉」に分類された。これらの商品は他の象限の製品と比較して売上が非常に好調であった。よって、ダイソンにおいてはデザイン・イノベーションと技術イノベーションが売上に対して正の相互作用効果をもたらす可能性が示唆された。さらに、「他家受粉」に分類された羽なし扇風機に用いられた意匠特許に関して、前方引用件数47件のうち32件が技術特許であり、意匠特許の倍近く引用されていた。このことから、新しい形状は、新しい機能や技術の創出に影響を与えるため、「デザイン→デザイン」「技術→技術」の引用だけでなく、「デザイン→技術」のように相互に影響を与え合うことがラジカルな製品イノベーションをもたらすことが示された。

ただし、この研究において、第4象限に分類される特許はデザイン・イノベーションでもあり、技術イノベーションでもあるものだが、それらがどのような因果関係にあり、相互にどのような影響を与え合っているのかはわからない点、また2つの組み合わせることの効果（相互作用効果）はプラスの可能性も、マイナスの可能性も、ニュートラルな可能性もあることに注意が必要である。ダイソンの事例においては第4象限に分類された製品の売上が他の象限の製品よりも高かったようだが、デザイン・イノベーションと技術イノベーションが組み合わせられた製品の全てが同じように正の効果をパフォーマンスに与えるわけではなく、この点については追加的な調査が必要である。また、羽なし扇風機の意匠特許の事例

からデザイン・イノベーションが技術イノベーションを引き起こし、製品パフォーマンスにつながる可能性が示唆されたが、どのようにイノベーションの両立が実現され、相互作用効果をもたらしたのかは調査されていない点に課題がある。

### 2.3.6. 相互作用効果に関する研究の考察

以上、デザイン・イノベーションと技術イノベーションの相互作用効果に関する研究をまとめた。次にこれらの研究について考察を行い、先行研究におけるリサーチギャップを明らかにする。リサーチギャップは、イノベーション両立のためのメカニズムについて存在する。

#### 2つのイノベーション両立のためのメカニズムに関する調査の必要性

相互作用効果に関する研究において、ある製品においてデザイン・イノベーションと技術イノベーションが同時に発生することが前提条件となっているが、2つのイノベーションの因果関係や、2つのイノベーションの両立を実現するためのメカニズムに関しては明らかになっていない。

そもそも、2つのイノベーションの両立を実現することは簡単ではない。

第一に、技術イノベーションがデザイン・イノベーションの制約となってしまう可能性がある。Akiike(2014)では、技術革新とデザイン革新を同時に追求することは可能なのかという点について、日本の携帯電話産業の2005年から2010年までの製品データを活用し調査を行なった。その結果、2005年から2007年には「テレビ機能」という革新的な技術を導入するために、外観デザインが損なわれ、2008年から2010年にかけて「テレビ機能」技術を改良していった結果、デザイン・イノベーションが可能となったことが示された。このことから、技術イノベーションとデザイン・イノベーションを同時に達成することは困難であり、技術イノベーションが導入された当初はデザインに制約をかけてしまうことが明らかとなった。このことからデザイン・イノベーションと技術イノベーションの相互作用の因果関係の検討が必要であると考えられる。

第二に、技術開発活動とデザイン開発活動は異なる機能が行うことが一般的であり、これらの機能の連携は困難だと考えられる。Gemser & Barczak (2020)はデザイン・イノベーションに関するレビュー論文であるが、ここでも2つの活動の連携の仕方について調査が必要なことが指摘されている。特にデザイン活動は、独自の組織プロセスを必要とし、技術革新や設計のマネジメントとは異なる課題があるため、機能間の連携のあり方も通常とは異なる可能性がある(Rindova & Petkova, 2007)。製品形態デザイン活動に使用される資源、能力、プロセスは、技術的設計活動に使用されるものと非常に異なっており、ほとんどの企業にとって、両方のタイプの能力を開発し管理することは困難である(Christensen, 1995)。Hargadon and Sutton (1997)も、デザインコンサルであるIDEOがデザインにおいて有効なのは、多様な業界のクライアントと仕事をする知識仲介者としてのポジションにあるため、デザイン能力は、専門家集団によって開発されることが最適な希少な能力に基づくこ

とが示唆されている。さらにデザイン活動は、一般的な慣習に反するため、社内では不当とみなされることもある (Dougherty and Heller 1994)。BMW のデザイン責任者は、BMW の新車モデルをドイツからイタリアに輸送し、十分な日光の下で色彩を確認する必要があることを財務およびオペレーションマネージャーに納得させるのに苦労したことを語っている (Bangle, 2001)。製品のデザイン能力を開発するには、多大な資金、人材、組織的資源が必要であり、多くの組織では実現不可能である可能性がある。

また、Talke et al.(2009)では相互作用効果に関する仮説構築において、相互作用効果のタイプを3つに分類し、それぞれが重要であることを指摘している。3つのタイプとは、①デザイン・イノベーションが、技術イノベーションが製品パフォーマンスに与える効果を高めるタイプ、②技術イノベーションが、デザイン・イノベーションが製品パフォーマンスに与える効果を高めるタイプ、③技術イノベーションとデザイン・イノベーションが相互に影響し製品パフォーマンスを高めるタイプである (図2)。タイプ3は、デザイン・イノベーションが技術イノベーションを引き起こす、もしくは技術イノベーションがデザイン・イノベーションを引き起こし、製品パフォーマンスに与える効果を高めるものである。よって、2つのイノベーションを両立する場合、デザイン・イノベーションが技術イノベーションに影響を与えるパターンと、技術イノベーションがデザイン・イノベーションに影響を与えるパターンの2つが存在すると考えられる。そして、どちらのイノベーションが影響を与えるかによって、デザイン開発活動と技術開発活動の連携の仕方は異なると考えられる。定量的な調査を行った Talke et al. (2009)、Rubera & Droge (2013)、Rubera (2015)では、これらの相互作用効果のタイプを識別せず、一括りに分析を行ってしまっているため、2つのイノベーションの因果関係が明らかになっておらず、両立のための方法も検討されていない。

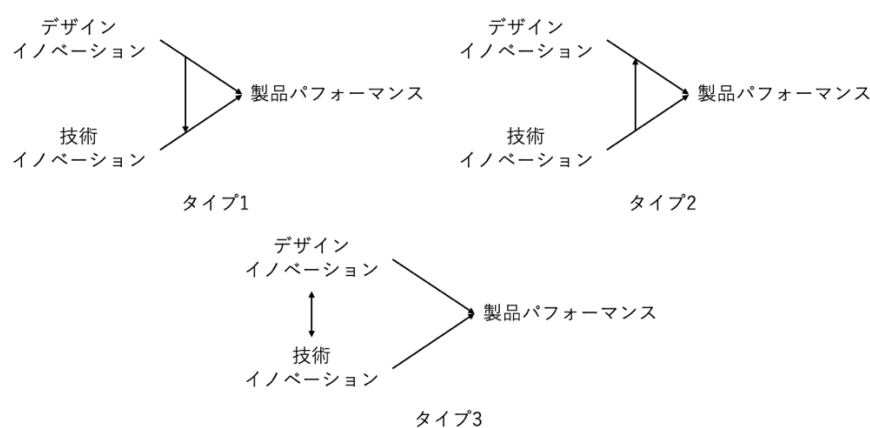


図2：相互作用効果のタイプ(Talke et al. (2009)を元に筆者作成)

Kim & Kim(2021)においては、モデル検証のためダイソンの特許データが活用され、デザイン・イノベーションと技術イノベーションの両方が採用された製品事例がいくつか紹介された。羽なし扇風機に活用された意匠特許は、多くの技術特許に前方引用されており、デ



デザイン・イノベーションが技術イノベーションを引き起こし、結果として生まれた製品イノベーションにより商業的成功を納めるという因果関係が明らかとなっている。しかし、この研究においては、どのようなメカニズムでイノベーションの両立を実現したのか、という点については明らかになっていない。

よって、技術イノベーションがデザイン・イノベーションに初期的に制約をかけてしまう可能性、デザイン開発活動と技術開発活動の異質性などの理由から、技術イノベーションとデザイン・イノベーションの両立は困難であると考えられると同時に、技術イノベーションとデザイン・イノベーションの発生の順序によってイノベーション実現に必要なメカニズムが異なる可能性も考えられる。よって、相互作用の因果関係に応じて、イノベーションを両立するためのメカニズムを明らかにする必要がある。

## 2.4 開発の順序の視点

デザイン・イノベーションと技術イノベーションを両立する際の因果関係とそのメカニズムを解明する上で、本研究ではデザイン開発活動と技術開発活動が発生する順序に着目し、製品開発プロセスを通した2つの活動のあり方を明らかにする。

Talke et al. (2009) で示された通り相互作用効果には複数の種類があると考えられ、デザイン・イノベーションと技術イノベーションのどちらがどちらに影響を与えるのかによって、両立のメカニズムが異なると考えられる。タイプ1のダイソンのケースでは、先に革新的な技術が開発され、その魅力を十分に伝えるために革新的なデザインが開発されたと考えられる。一方で、タイプ3のカーテルのケースでは、先に革新的なデザインが創出され、その実現のために必要な革新的な技術が開発された。このように一括りに「デザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立」と言っても、2つのイノベーションの因果関係によって、発生のメカニズムは大きく異なると考えられる。デザイン開発活動と技術開発活動の順序の視点を入れることによって、両立パターンごとのメカニズムの違いを調査することが可能となる。

### 2.4.1. 製品開発プロセス

製品開発プロセスは、Cooper(1975)の5段階モデルがよく知られており、このモデルは多くの後続研究で採用されている(Song, Thieme, Xie, 1998; Song & Xie, 2000; Song & Swink, 2002; Zhang, Hu, & Kotabe, 2011 など)。彼のモデルに基づくと、製品開発は①ニーズの特定、②コンセプト創出、③初期デザイン・開発、④後期デザイン・開発、⑤発売/立ち上げに分類される。藤本&クラーク(2009)においては、製品開発プロセスを4段階に分け、(a)コンセプト創出、(b)製品プランニング、(c)製品エンジニアリング、(d)工程エンジニアリングとしている。ここでは(a)コンセプト創出段階に①ニーズ特定段階が含まれており、市場情報や技術情報などを取り込んだ上で、市場ニーズを製品コンセプトに翻訳する。また、(b)製品プランニング段階とは製品コンセプトを製品機能に翻訳するプロセスであるが、これ

は①コンセプト創出段階に含まれる。このように Cooper(1975)の5段階モデルと、藤本&クラーク(2009)の4段階モデルは重複する部分があるため、本研究では、①ニーズ特定段階、①コンセプト創出・製品プランニング段階、②初期デザイン・開発、③後期デザイン・開発、④量産立ち上げの5段階のモデルを用いて製品開発プロセスを捉える。

また、デザイン開発活動は前述の通り Luchs & Swan(2011)に倣い、「製品デザインを生み出すための、アイデア創出から商品化段階に至るまでの戦略的・戦術的活動」と定義し、アイデア創出とスクリーニング段階、コンセプト開発と評価段階、技術的実装段階、製造と商品化段階など、製品開発プロセス全体を通した、デザイナーの活動を指す。

#### 2.4.2. 活動の順序

デザイン開発活動を考慮した製品開発プロセスは2つのパターンに分けることができると言われている。Lorenz(1986)は、製品開発プロセスをまず誰かに使われるものとしての製品の完全な形をイメージして、細部に戻っていく「外面から内面にワークする」方式と、技術的な細部を次々に積み重ねていく「内面から外面にワークする」方式とに二分できると主張した。また、杉山(2002)は新製品開発方式を「まずデザイン部門がそのもののあるべき姿を描いてから技術部門が開発を始める方式」と「技術部門が先に仕様を提示し、それに基づいてデザイン部門が検討を始める方式」に二分することが可能であることを指摘した。ただし、これらの分類は概念的なものであり、定義が曖昧な点に問題がある。

本研究では、2つの分類をもとに、デザイン開発活動やデザインの定義を踏まえ、2つの開発パターンを「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動先行型」と呼び以下のように定義する。

「デザイン開発活動先行型」は、デザイン開発活動が技術開発活動に先行する製品開発パターンと定義する。ここでは、特定の技術の活用を前提とするのではなく、市場のニーズなどを踏まえて、デザイナーが製品のあるべき姿からアイデアやコンセプト（機能デザイン）を立て、コンセプト実現のために必要な形状デザインや技術を探索・開発する。活用される技術に関しては、(1)ベースとなる既存技術が存在し、それにデザイナーによる方向づけが行われ、技術イノベーションが発生するケースと、(2)全く新規の技術開発が行われるケースの2種類が存在する。

「技術開発活動先行型」は、技術開発活動がデザイン開発活動に先行する製品開発パターンと定義する。ここでは、製品開発活動に先行する形で開発されたある技術の活用を前提として、製品開発プロセス（デザイン開発活動含む）を開始し、最終的なデザインが決定される。

以下に「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動先行型」の概念図を示す（図 3-1、図 3-2）。「デザイン開発活動先行型」は製品開発プロセスがデザイン開発活動から開始され、デザイナーが設定した製品コンセプト（機能デザイン）をもとに必要な形状デザインおよび技術の開発が行われる。ここで活用される技術は製品開発プロセスとは独立して先行開発

されていた技術の中から選択されたものであったり、それらの改良であったり、新規に開発されるものであったりする。一方「技術ベース型」は製品開発プロセスに先立つ形で技術開発活動が行われ、そこで開発された技術を前提にデザイナーが製品コンセプト（機能デザイン）の設定や形状デザインの開発などデザイン開発活動を行う。

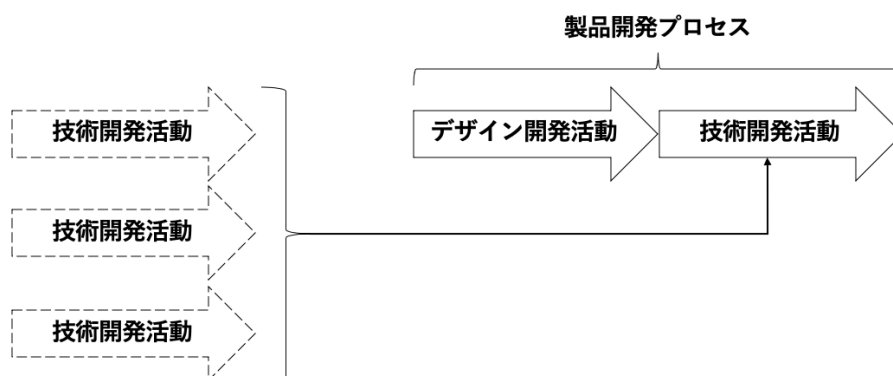


図 3-1：デザイン開発活動先行型製品開発

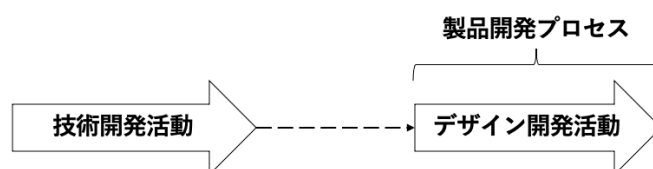


図 3-2：技術開発活動先行型製品開発

従来の研究ではこれら 2 パターンあることが指摘されつつも、2 つの違いについては検討されてきていない。しかし、デザインの決定と技術の決定のどちらが先行するかによって、デザイン・イノベーションおよび技術イノベーションが相互に与える影響が異なり、イノベーション両立のためのメカニズムも異なるだろう。

「技術開発活動先行型」で用いられる技術は、製品開発プロセスに先立ち開発される先行技術である。先行技術は、事業の方向性や市場ニーズと合致している必要があり、先行開発プロセスと製品開発プロセスの擦り合わせが重要であると言われており (Iansiti, 1995)、「デザイン開発先行型」のように製品コンセプト（機能デザイン）が決まった状態で技術開発が行われる場合とは異なるプロセスが必要になると考えられる。

また、森永(2019)は、技術部門からの働きかけで製品開発が始まる場合（技術開発活動先行型）は、技術的な制約があるため、デザイナーにとっての仕事の自由度は相対的に低く、発想も技術に縛られてしまう。一方、デザイン部門から製品開発が始まる場合（デザイン開発活動先行型）は、技術的な制約がほとんどない状態から仕事を始められるため、仕事の自由度は相対的に高く、技術にとらわれないユーザー志向の製品や、従来の発想の延長にない斬新なアイデアが生み出される可能性が高くなると考えられると指摘している。

よって、本研究では「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動先行型」の2パターンの比較を通して、デザイン・イノベーションと技術イノベーションの発生の因果関係に応じて、2つのイノベーションが相互に与える影響と、イノベーション両立のためのメカニズムを明らかにする。

## 2.5. 開発パターンに応じた分析フレームワーク

Kim & Kim(2021)の提唱したイノベーション他家受粉モデルに、製品開発プロセスのパターンである「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動型」の考え方を合わせて、分析のフレームワークを構築した。Kim & Kim(2021)のモデルは下図の通りであり、詳細は前述の通りである。

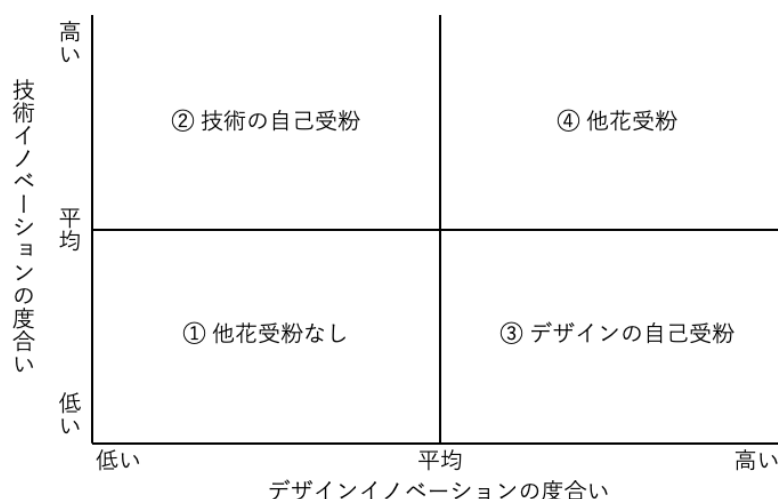


図1：イノベーション他家受粉モデル (Kim & Kim (2021)より筆者作成)

製品開発プロセスのパターンの考え方をこのモデルに当てはめることで、デザイン・イノベーションと技術イノベーションの因果関係に応じたイノベーション両立のためのメカニズムを明らかにすることができる。(図4-1：開発パターン)。

デザイン開発活動型においては、デザイン開発活動が技術開発に先行して行われる。デザイン開発活動から開始し、インクリメンタルなデザイン（機能または形状）の結果、インクリメンタル技術が開発されるものをDI-TIとし、これはKim & Kim(2021)の第1象限「他家受粉なし」に当てはまる。デザイン開発活動から開始し、インクリメンタルなデザイン（機能または形状）の結果、ラジカルな技術が開発されるものをRadical Aとし、これは第2象限「技術の自己受粉」に当てはまる。デザイン開発活動から開始し、ラジカルなデザイン（機能または形状）の結果、インクリメンタルな技術が開発されるものをIncremental Bとし、これは第3象限「デザインの自己受粉」に当てはまる。デザイン開発活動から開始し、ラジカルなデザイン（機能または形状）の結果、ラジカルな技術が開発されるものをDR-TRとし、これは第4象限「他家受粉」に当てはまる。

技術開発先行型においては、技術開発活動がデザイン開発活動に先行して行われる。技術開発活動の結果として開発されたインクリメンタルな技術をもとに、インクリメンタルなデザインが開発されるものを TI-DI とし、これは第 1 象限「他家受粉なし」に当てはまる。技術開発活動の結果として開発されたインクリメンタルな技術をもとに、ラジカルなデザインが開発されるものを Radical C とし、これは第 3 象限「デザインの自己受粉」に当てはまる。技術開発活動の結果として開発されたラジカルな技術をもとに、インクリメンタルなデザインが開発されるものを TR-DI とし、これは第 2 象限「技術の自己受粉」に当てはまる。技術開発活動の結果として開発されたラジカルな技術をもとにラジカルなデザインが開発されるものを TR-DR とし、これは第 4 象限「他家受粉」に当てはまる。

本研究では、デザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立のためのメカニズムを明らかにしたいため、DR-TR と TR-DR のメカニズムを明らかにすることを目的とする。DR-TR はデザイン・イノベーションが技術イノベーションに影響を与える形で両立を実現するパターン、TR-DR は技術イノベーションがデザイン・イノベーションに影響を与える形で両立を実現するパターンである。

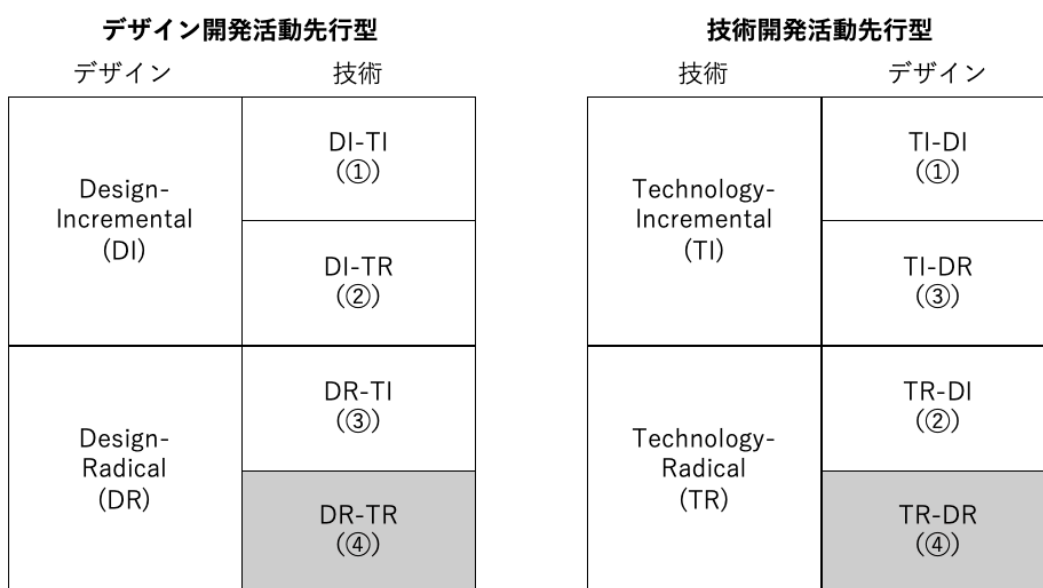


図 4-1：開発パターン

Kim & Kim(2021)で検証されたダイソンのケースでは、第 1 象限の割合が最も高く、第 2 象限・第 3 象限は同程度発生し、第 4 象限はほとんど発生しないことが明らかとなっているため、実際の比率を考えると「図 4-2：開発パターン予測」のような形になると考えられる。

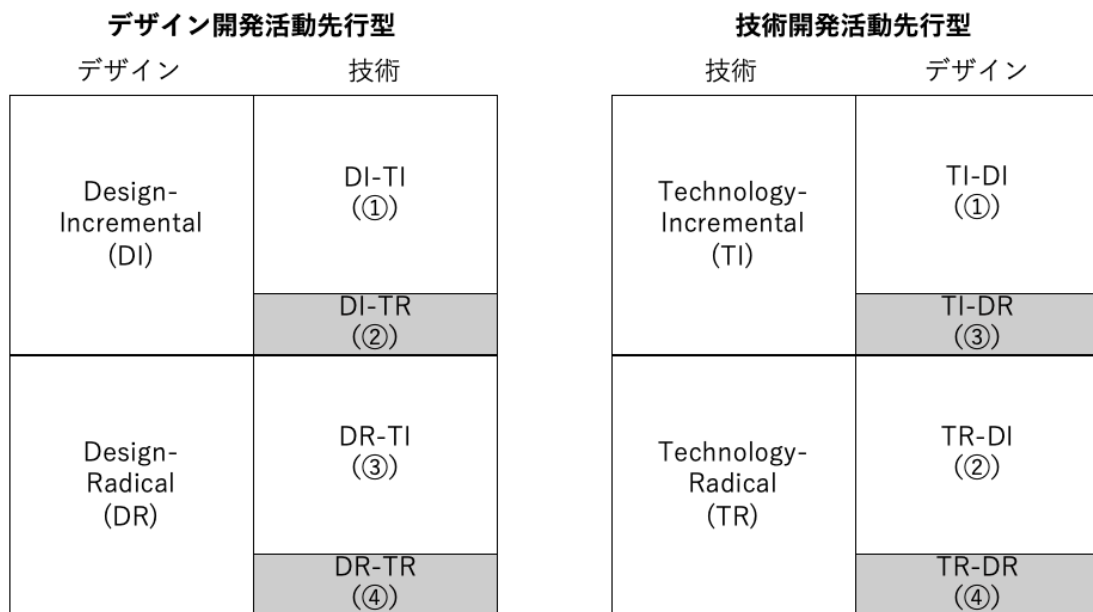


図 4-2：開発パターン予測

## 2.6. 開発パターンに基づく先行研究の整理

先行研究において、デザイン・イノベーションと技術イノベーションの因果関係に応じて2つのイノベーションが相互に与える影響および、イノベーション両立のためのメカニズムが一部明らかになっている。これらは体系的に調査が行われたものではない点に注意が必要であるが、本研究の参考になると考えられるため、以下に事例を整理する。

### 2.6.1. デザイン開発活動先行型（デザイン開発活動→技術開発活動）、DR-TR に相当する事例

デザイン開発活動が技術開発活動に先行し、デザイン・イノベーションが技術イノベーションを引き起こすケースはいくつか存在し、その際のデザイナーの役割やプロセスに関しても様々なことが明らかとなっている。

#### ① Cooper, Bruce, Wooton, Hands, & Daly (2003)

拡張企業においてデザインがどのようにマネージされ、イノベーションが誘発されたか、という点についてイギリスの航空機企業およびテキスタイル企業における事例調査を行った。結果、イノベーションのタイプ（ラジカル/インクリメンタル）、プロジェクトの目的、プロジェクトの期間（長期/短期）によって、適切なデザインマネジメントのあり方が異なることが重要であることが明らかとなった。

航空機企業の事例では、デザインコンサルタントを活用し、革新的なデザインアイデアをもとに、革新的な生産技術や要素技術が生み出され、業界で初めての形状・機能を持ったビジネスクラス用の座席を開発することに成功したため、この事例は「DR-TR」に分類され

る。

調査対象はUKの航空企業A社であり、「ビジネスクラスの再編」を目的としたプロジェクトをA社のデザインマネジメント機能が主導した。デザインマネジメント機能は、製品デザインを行うデザインコンサル企業を複数社検討した結果、航空機業界未経験のデザインコンサル企業B社を選定し、B社デザイナーが座席コンセプトのデザイン・開発段階に関わる全てのA社部門に直接アクセスできるよう取り計らった。B社デザイナーは座席製造会社C社へコンセプトのプレゼンを行い、製造契約を締結した。その後B社デザイナーはC社内にリロケートされ、C社技術者とB社デザイナーが協業し、最終デザインが決定された。結果、コンパートメント内で座席が前に向いたり後ろを向いたりすることで、仕事・休憩・睡眠の3つの環境を生み出すような革新的な座席が開発された。

この事例では、業界外の新しい専門性を一時的・長期的投資を持って利用することで、ラジカルなイノベーションを起こすことに成功した。外部デザイナーを活用したものの、デザイン長・技術長のサポートにより、彼らを組織内に完全に統合することでデザインプロセスに関わる全人員へのアクセスが可能となった。外部デザイナーはニーズ特定段階から製品開発に関与し、革新的なコンセプトを作ることによって技術変化を生み出し、製造会社が新しい生産・技術を探索する手助けを通して、アイデアを製品化した。重要だったのは、①製造業者（C社）との関係性構築：技術長は従業員が通常の製造技術を超えて活動するよう仕向けた、②デザイナーが知識にアクセスするためのネットワーク能力を保有：市場・ユーザーニーズを新しいコンセプトに翻訳し、新しい素材・製造技術をC社と開発した、③業界外のデザイナーの活用：新しい解決法を求め、イノベーションを誘発するような質問をする、の3点である。

## ② Perks, Cooper & Jones. (2005)

製品開発プロセスにおけるデザイナーの役割が多様化している点に着目し、UKの製造業18社に対して6カ月間のインタビュー調査を行った。結果、デザイナーは①機能専門家としての役割、②多機能チームの一員としての役割、③プロセスリーダーとしての役割の3つを果たすこと、この役割は開発プロセスのスピード、開発される製品の革新性、外部デザイナーの活用という文脈的要因に影響を受けることが明らかになった。特に③はラジカルなイノベーションを起こす場合に多く見られ、デザイナーは非デザイン能力（市場/顧客の観察、リサーチ、ビジネス分析能力）、コミュニケーション能力、プロセスマネジメント能力（他部門との交渉、動機付け、説得）、内部マーケティング能力（他部門の説得、動機付け、関係性マネジメント）を駆使し、マーケティング、製造、販売プロセスなど製品開発プロセスを通して幅広い活動をサポートする。

具体的な事例としては、ある靴メーカーのデザイナーがデザイン・イノベーションにより技術イノベーションを引き起こした事例が挙げられている。デザイナーは新しい靴紐システムの開発を任されたため、直接小学校へ市場調査に赴き、靴の着脱の様子を観察した。ほとんどの子供が靴に触らずに着脱を行う様子を見て、子供が触りたくなるような靴紐シス

テムが必要であると考え、マグネットを活用したメカニズムを着想した。このアイデアに基づく技術開発を行うと同時に、デザイナーはスタイルに関する調査も行い、革新的なデザインと技術の製品が誕生した。この製品は特許も取得し、高い売上げを記録した。ここでは細かい製品開発プロセスについては明らかになっていないが、デザイナーが③プロセスリーダーとして機能することによって、デザイン・イノベーションから技術イノベーションが誘発される可能性があることが明らかとなった。

### ③ Dell’Era et al(2010)

イタリアの家具メーカーKartell 社の事例を挙げている。Kartell のデザイナーが壁として機能する本棚 Bookworm をデザインした。初期的なデザインは鉄を使っていたが、鉄は高く、重く、特別な器具がないと設置が困難である。このオリジナルのコンセプトを実現するためには、柔軟で、安定していて、跳ね返り、色づけられる素材が必要だった。そこで、Kartell 社の研究開発部門は技術サプライネットワークを活用し、革新的なプラスチック素材を開発した。ここでもデザイナーは技術に縛られない自由な発想をもとに革新的な製品コンセプトを立てたことで、その実現のために必要なデザインおよび技術イノベーションが誘発された。重要なのはデザイナーを技術的な制約から解放するために技術のサプライネットワークを持ち、複数の企業と連携することでデザイナーのコンセプトを実現するための技術を調達することである。

### ④ 吉岡(小林)(2018)

デザイナーが技術開発活動に関与することが技術開発の質および製品の質に与える影響を明らかにするために、デザイン賞を受賞した 90 製品を対象とした調査を行い、デザイナーが発明者である製品を分析した。彼は技術者と共同で技術イノベーションを誘発したケースとして、サムスン電子の首振り型 LED ランプである Swivel PAR38 LED lump をあげている。形状が独特の革新的なデザインで、首振りによりスポットライトとしても活用できる製品である。本製品は形状が先に決定されたのちに技術開発が行われたが、発明者 4 名中 2 名がデザイナーであったことから技術開発プロセスにもデザイナーが関与した可能性が示唆された。ただし、どのようにデザイナーが関与したのかは明らかではないため、プロセスやデザイナーの役割に関しては追加的な調査が必要である。

以上はデザイン開発活動が先行し、デザイナーの創出した革新的なコンセプト（機能デザイン）に合致するような形状デザイン及び技術の開発をデザイナーと技術者が協働して行ったケースである。これらのケースにおいては、デザイナーは技術に捉われることのない自由な発想から技術開発の方向性を明らかにする役割を果たしていた。

この他にデザイナー自らが技術開発活動を主導するケースも存在する。

### ⑤ 吉岡(小林)(2018)

技術者の関与がなくデザイナーが要素技術の創出を行った事例として、squiddies 社における手釣り用リール flip reel をあげている。本製品は糸と針だけで行う釣りに用いるリール



で、糸が容易に巻きつけられること、針が樹脂の中に収納されることで怪我をしにくいという構造が重要な要素技術となっており、これはデザイナー2名による発明品であった。この事例の開発プロセスは明らかになっていないものの、デザイナーが主導して、デザイン・イノベーションが先行する形で技術イノベーションを引き起こした事例である。ここでデザイナーは技術開発において技術そのものを創出する可能性があることが明らかとなった。

また、デザイン開発活動が先行していないものの、デザイナーが技術開発活動に関与したことで、新規技術と革新的デザインが実現された事例として、ソニーの薄型ノートブック型パーソナルコンピュータ VAIO Note 505 が挙げられた。従来コンピュータの底面部に配置するバッテリーの厚さが制約となり理想の薄さを実現することができずにいた。そこで、インダストリアル・デザイナーが開発に関与し、独自のモックアップを作成し、バッテリーを円筒状に収納するという技術者には思いつかないような発想を提供した。この円筒状のバッテリーはソニーが元々保有していた技術であり、組織内の技術を活用しつつ、製品デザインに貢献するような技術開発の方向性をデザイナーが定義した事例である。このようにデザイナーは技術者の保有しない柔軟な発想を持っており、技術的課題を設定し、技術者とともに開発を行うことで製品開発に貢献する可能性がある。

以上より、デザイン開発活動が先行する場合、デザイナーと技術者が共同で技術開発を行う場合と、デザイナーが決定した機能デザインをもとにデザイナーが主導して技術開発を行う場合があり、双方で技術イノベーションが起きる可能性があることが明らかとなっている。デザイン・イノベーションが技術イノベーションを引き起こすためには、①デザイナーが技術者単独では考えつけないような発想力を持って技術開発の方向づけを行うこと、②デザイナーが製品開発プロセスにおいてプロセスリーダーとしての役割を果たすこと、③デザイン実現に必要な知識にアクセスするためのネットワーク能力を保有すること、④デザイナーの活動を技術者が支援することなどが重要であることが明らかになっている。

## 2.6.2. 技術開発活動先行型（技術開発活動→デザイン開発活動）

技術イノベーションがデザイン・イノベーションに与える影響に関してはほとんど調査されてこなかったが、技術の活用の決定が先行する場合、先行開発された技術は市場ニーズと解離している可能性が高いこと、技術の活用を先に決めると技術的な制約がかかり、デザイナーにとっての仕事の自由度は相対的に低く、発想も技術に縛られてしまうことから、デザイン・イノベーションを誘発することは困難だと考えられる。

デザイナーは独創性と称賛(Ordanini, Rubera, & Sala, 2008)や、自律性と自由を求める傾向にある(Chaston, 2008)。また、Pahl, Wallace & Blessing(2007)は機能設計とデザイナーの目的が一致しない(外形と機能の決定の順番が異なる)ため対立することを指摘している。このようにデザイナーの自由・自立を求める性格により、技術が先行して決定されることで製品開発がうまくいかない可能性がある。

そこで、デザイナーの活動を制限しないような技術マネジメントのあり方が必要だと考えられる。Dell’Era et al(2010)はデザインドリブンイノベーションのマネジメント手法を明らかにするためにイタリアの家具企業に対する定性的な調査を行った。結果、ラジカルなデザインドリブンイノベーションにおいて、(1)顧客へ新しい製品の意味を与えることを可能にする技術（デザイン・イノベーションを可能にする技術）の探索と、(2)技術のサプライネットワークにより、幅広い外部企業と関係性を持つことで、デザイナーを技術制約から解放することが必要だということが明らかとなった。つまり、デザインをするにあたり、技術は制約になる可能性が高く、デザインを実現するための技術を社内外から獲得する必要があるのである。

実際、先行研究において技術イノベーションがデザイン・イノベーションを誘発したケース（TR-DR）は報告されていない。ただし、既存技術がデザイン・イノベーションを引き起こしたり（TI-DR）、技術イノベーションがデザインのインクリメンタルイノベーションを引き起こすケース（TR-DI）は存在する。

#### (1) TI-DR：技術開発活動によって開発されたインクリメンタルな技術イノベーションがラジカルなデザイン・イノベーションを誘発する製品開発パターン

Akiike(2014)は、技術革新とデザイン革新を同時に追求することは可能なのかという点について、日本の携帯電話産業の2005年から2010年までの製品データを活用し調査を行った。結果、2005年から2007年は「TR-DI」、その後2008年から2010年に「DR-TR」に移行した。2005年から2007年は、携帯電話にテレビ機能という革新的な技術を導入した。この際テレビのチューナーが大きく、それを内蔵するためにデザイン（外観）が犠牲となった。2008年から2010年にかけて、チューナーの小型化が進み、魅力的なデザインが可能になった。チューナーの小型化は技術のインクリメンタルイノベーションの蓄積の結果と捉えることができ、このような蓄積により技術汎用性が高まるとデザイン性の追求が可能となることが明らかとなった。

このように、インクリメンタルなイノベーションによって技術の汎用性が高まることで、それまでデザイン・イノベーションに制約をかけていた技術的課題が改善され、デザイン・イノベーションにつながることもある。

#### (2) TR-DI：技術開発活動で開発されたラジカルな技術イノベーションを活用し、インクリメンタルなデザイン・イノベーションを行う製品開発パターン

##### ① Cooper et al.(2003)

テキスタイル企業の事例では、繊維展示会において革新的技術を発見し、それをもとに革新的ではないが市場・顧客ニーズやデザイントレンドを踏まえた統一感のあるコレクションを開発したため、この事例は「TR-DI」に分類される。

テキスタイル企業A社では製品開発プロセスを開発・探索段階、レンジ計画段階、サブ

ライベース段階の3段階に分けて行う。開発・探索段階において、デザイナーおよび技術者が所属する部門横断チームを構成し、チームが繊維展示会に参加し、技術・トレンド情報を収集する。デザイナーと技術者はアイデア・新製品について連携しつつ考える。使用する技術を決定すると、サプライチェーン内のメーカー（縫製メーカー、染色メーカーなど）と密に連携し、製造プロセスや必要な技術の検討を行う。レンジ計画段階では、シーズンの方向性の決定を行う。カラーやムードストーリーをセグメントごとに決定する。サプライベース段階では、要求をサプライヤーへコミュニケーションし、試作品の評価を行う。評価対象は全商品が一貫性を持ち、レンジ計画段階で決めた方向性に合致するかどうかである。

この事例では、技術イノベーションを市場の方向性に合うようにしたデザインのインクリメンタルなイノベーションが発生した。部門横断チームが製品のレンジを決定し、革新的技術を活用し、サプライチェーン内の理解と連携を促進した。重要なのは、①社内デザインの活用と、②サプライヤーとの関係性、③部門間連携である。①について、社内デザイナーを活用すると、デザインのコントロールを行うことで製品のレンジの全体感を管理でき、コレクションとしての統一感を実現できる。また、同類の糸を使用することで統一感を出しつつ、生産の柔軟性を担保した。②について、50-100年以上の長期的関係性を持つサプライヤーと、他業界専門サプライヤーを同時に活用した。③について、デザイン、製造、マーケティング、サプライヤーが連動して、顧客トレンドを新製品に翻訳した。

## ② Moultrie(2015)

科学的な研究から誕生した技術を、市場に向けて翻訳する際に、デザイナーが役割を2つの事例から調査した。事例1では商業化を考慮し、事例2では商業化を考慮せずにデザイナーは技術開発プロセスに関わった。

事例1は、BPVと呼ばれる、苔や藻などの生物からエネルギーを抽出する技術の商業化を行った事例である。科学者は技術の商業化に10-20年かかると推定しており、科学展示会のポスター作成に向けてデザインチームとの連携を決定した。デザイナーは科学者とブレインストーミングを行い、将来的な製品コンセプトを創出した。藻のソーラーパネル、蓮のパワーステーション、BPVテーブルなどがコンセプトに含まれた。デザイナーは科学者に藻のソーラーパネルを展示会用に作るよう提案した。これにより技術がどのように実装されるのかを出資者にデモンストレーションすることが可能となる。この成功を受け、デザイナーはBPVテーブルを製造し、デザイン展示会で展示することで技術の認知度を高めることを提案し、科学者と連携してBPVテーブルも作られた。その後、科学者からデザイナーへ共同研究が提案され、浮遊する機械の開発が行われ、論文の共同執筆も行われた。

事例2では、免疫学的検定にかかる時間を大幅に短縮する器具(MCF)を科学者が開発したが、それを商業的な可能性のある器具に翻訳する方法に悩んでいた。そこで、デザインチームが試作品作りに加わることとなった。デザイナーは当初用具の強みや使い方を理解することができなかった。そこで、免疫学的検定の方法やMCFのプロセスを観察し、プロセスを視覚化することで、科学者と認識をすり合わせた。視覚化によって、器具の課題も明

らかとなった。これをもとにデザイナーはデザインコンセプト、スケッチモデル、絵の作成を行った。視覚化されたものをもとに科学者とデザイナーはさらにすり合わせを行い、試作品を作成した。器具の課題はこの時点で残っていたものの、試作品を活用し実験を行うことが可能となった。デザイナーの創作物は全て商品化の基礎となった。

これらの事例から、デザイナーは領域間の知識移転を促進する人工物である翻訳物 (translator object) を作り出すことができる。そして翻訳物は①デザイナーと科学者の境界だけではなく、科学と一般社会、投資家の境界を超え、コミュニケーションを行い、理解を促進する役割を果たし、②さらなる科学的探究も促進することが明らかとなった。

以上、デザイナーは製品開発プロセスに先行して開発された革新的な技術を活用するにあたり、技術を市場の方向性に合うように方向付ける役割を果たすことが明らかとなった。Cooper et al (2003)では、デザイナーは技術を複数の製品に使用することで製品群としての一貫性の追求と生産の効率化を図り、技術に関するサプライチェーン全体の理解を促進し、部門間の調整を行った。Moultrie (2015)では、デザイナーは必ずしも科学的知識を持っている訳ではないが、視覚化の能力に長けているため、翻訳物を想像し、研究内容の将来的な活用方法を示すことによって科学的知見を市場に結びつけることができること、異なる知識分野 (科学・非科学) を結びつけコミュニケーションを促進することなどを可能とすることが明らかとなった。

技術イノベーションは必ずしもデザイン・イノベーションに結びつくわけではないが、①デザイナーが技術イノベーションを市場に受け入れられる形に翻訳すること、②デザイナーの関与によりさらなる技術イノベーションを生む可能性があることが明らかとなっている。

### (3) TR-DR：技術開発活動で開発されたラジカルな技術イノベーションがラジカルなデザイン・イノベーションを誘発する製品開発パターン

この次元については具体的な事例が存在しないが、可能性は指摘されている。

Gemser & Barczak (2020)は、デザイン・イノベーションに関するレビュー論文であり、デザイン・イノベーションと技術イノベーションは独立してパフォーマンスに影響を与えると同時に、デザイン・イノベーションが技術イノベーションによって引き起こされる可能性があるのではないかと指摘している。例として、新しい素材や工程技術が開発されることによって、異なる製品形状や色を実現することを挙げている。同様に Cappetta et al, (2006)も、素材や生産システムの革新により、革新的なスタイル (デザイン) が誕生する可能性を示唆している。

技術開発への投資がデザイン・イノベーションに正の影響を与える可能性を実際に示したのが Dan et al, (2018)である。彼らは技術特許、デザイン特許をイノベーションの尺度として活用し、技術開発投資やマーケティング/セールスへの投資が技術・デザイン・イノベ

ーションに与える影響を調査した。結果、企業の技術開発への投資とデザイン特許・技術特許の両方が正の相関を持っていることが示され、技術とデザインの連携がデザイン・イノベーションにとって有益な可能性が示唆された。ただし、技術開発への投資がどのようにデザイン・イノベーションおよび技術イノベーションをもたらすのか、という点については調査が必要である。

### 2.6.3. 開発パターンに基づく事例紹介のまとめ

以上、先行研究において明らかになっているデザイン・イノベーションと技術イノベーションが相互に与える影響について整理した。

デザイン・イノベーションは技術イノベーションに様々なポジティブな影響を与えることが明らかとなっている。デザイナーが設定した革新的なコンセプト（機能デザイン）を実現するために、デザイナーと技術者が協働、またはデザイナーが単独で技術イノベーションを起こすことがいくつかの事例から観察されている。そしてこの際に重要になるのが、①デザイナーが技術者単独では考えつかないような発想力を持って技術開発の方向づけを行うこと、②デザイナーが製品開発プロセスにおいてプロセスリーダーとしての役割を果たすこと、③デザイン実現に必要な知識にアクセスするためのネットワーク能力を保有すること、④デザイナーの活動を技術者が支援することなどである。

一方、技術イノベーションがデザイン・イノベーションを引き起こすケースは先行研究において報告されていないと考えられ、技術イノベーションがデザイン・イノベーションに影響を与える形で2つのイノベーションの両立が発生するかどうか、また、もし発生する場合そのメカニズムはどのようなものなのかを解明する必要がある。

## 3. リサーチクエスションの導出

デザインと技術は性質として密接な関係にあり、デザイン・イノベーションと技術イノベーションは相互補完的关系にあると考えられる(Rindova & Petkova, 2007; Rubera & Droge, 2013; Kim & Kim, 2021)。しかし、デザイン・イノベーションと技術イノベーションの相互作用効果については、あまり多く研究されているわけではなく、先行研究においてはデザイン・イノベーションと技術イノベーションの発生のカausal関係や、イノベーションを両立するためのメカニズムが明らかになっていない。

第一に、相互作用効果を定量的に調査した研究(Talke et al., 2009; Rubera & Droge, 2013; Rubera, 2015)では、相互作用を一括りに捉えてしまっている点に課題がある。デザイン・イノベーションと技術イノベーションが互いに影響を与え合う場合、複数のタイプが考えられる。Talke et al. (2009)では、相互作用のタイプを3つに分け、①デザイン・イノベーションが技術イノベーションが製品パフォーマンスに与える効果を高めるタイプ、②技術イノベーションがデザイン・イノベーションが製品パフォーマンスに与える効果を高めるタイプ、③技術イノベーションとデザイン・イノベーションが相互に影響し製品パフォーマンス

ンスを高めるタイプとしている。そして、タイプ3はさらに、デザイン・イノベーションが技術イノベーションを引き起こすタイプと、技術イノベーションがデザイン・イノベーションを引き起こすタイプに分けることができる。この相互作用のタイプによって、2つのイノベーションが相互に与える影響は異なると考えられるため、デザイン・イノベーションが技術イノベーションに影響を与える場合と、技術イノベーションがデザイン・イノベーションに影響を与える場合に分けて、相互に与える影響を調査する必要がある。

第二に、これらの研究ではイノベーションの両立を実現するためのメカニズムが明らかになっていない。しかし、デザイン・イノベーションと技術イノベーションが互いに正の影響を与えることは簡単なことではなく(Akiike, 2014; Gemser & Barczak, 2020)、イノベーションの両立をどのように実現するのかを明らかにすることが重要である。

よって、リサーチクエスションとして以下を設定する。

RQ: デザイン・イノベーションと技術イノベーションの因果関係に応じて、デザイン・イノベーションと技術イノベーションは相互にどのような影響を与えるのか? 2つのイノベーションを両立するためのメカニズムはそれぞれどのようなものか?

リサーチクエスションを明らかにするために、本研究では製品開発プロセスにおける開発活動の発生の順序に着目し、「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動先行型」の2つに開発パターンを分類する。

「デザイン開発活動先行型」は、デザイン開発活動が技術開発活動に先行する製品開発パターンと定義する。特定の技術の活用を前提とするのではなく、市場のニーズなどを踏まえて、デザイナーが製品のあるべき姿からアイデアやコンセプト(機能デザイン)を立て、コンセプト実現のために必要な形状デザインや技術を開発する。この開発パターンでイノベーションが両立される場合、まずデザイン・イノベーションが発生し、技術イノベーションに影響を与えることになる。

「技術開発活動先行型」は、技術開発活動がデザイン開発活動に先行する製品開発パターンと定義する。製品開発活動に先行する形で開発されたある技術の活用を前提として、製品開発プロセス(デザイン開発活動含む)を開始し、最終的なデザインが決定される。この開発パターンでイノベーションが両立される場合、まず技術イノベーションが発生し、デザイン・イノベーションに影響を与えることになる。

本研究はこの2つの開発パターンに応じて、デザイン・イノベーションと技術イノベーションが相互に与える影響と、そのメカニズムを明らかにすることを目的とする。この際、2つの開発パターンを用いて、先行研究の一部のケースからイノベーション両立のためのメカニズムを推察することはできるものの、体系立って調査を行う必要がある。「デザイン開発活動先行型」において、デザイン・イノベーションが技術イノベーションに対して正の効果をもたらす際のデザイン開発活動のあり方は明らかになっている部分が多い。一方で、

「技術開発活動先行型」において、技術イノベーションがデザイン・イノベーションを引き起こしたケースは特に報告されておらず、その際のデザイン開発活動、技術開発活動のあり方も不明である。技術開発活動が先行する場合、デザイン・イノベーションに負の影響をもたらす可能性もあることから、技術イノベーションがデザイン・イノベーションに影響を与える形で 2 つのイノベーションを両立することができるのか、また、もしできる場合そのメカニズムはどのようなものなのかを解明する必要がある。

よって、RQ は以下の 3 つに分解して考えることができ、これに基づき調査を行うこととする。

A：そもそもデザイン開発活動と技術開発活動はどのように連携すべきか？

B：「デザイン開発活動先行型」の製品開発プロセスにおいて

- (1) デザイン・イノベーションが技術イノベーションに影響を与える形で 2 つのイノベーションを両立できるのか？
- (2) 両立できる場合、デザイン・イノベーションは技術イノベーションにどのような影響を与えるのか？
- (3) 両立できる場合、そのメカニズムはどのようなものなのか？

C：「技術開発活動先行型」の製品開発プロセスにおいて

- (1) 技術イノベーションがデザイン・イノベーションに影響を与える形で 2 つのイノベーションを両立できるのか？
- (2) 両立できる場合、技術イノベーションはデザイン・イノベーションにどのような影響を与えるのか？
- (3) 両立できる場合、そのメカニズムはどのようなものなのか？

## 4. 分析方法

### 4.1. 分析フレームワーク

本研究では、デザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立について、それぞれのイノベーションが互いに与え合う影響とそのメカニズムを明らかにすることを目的としている。その際に、製品開発プロセスにおける活動の順序に着目し、デザイン・イノベーションが技術イノベーションに影響を与える「デザイン開発活動先行型」と技術イノベーションがデザイン・イノベーションに影響を与える「技術開発活動先行型」の 2 つの製品開発パターンを用いて調査を行う。特に 2 つのイノベーションが相互に与える影響を明らかにするため、図 4-1 の DR-TR (Design Radical-Technology Radical：デザイン開発活動から製品開発を開始し、デザイン・イノベーションが技術イノベーションに影響を与える製品開発パターン) と TR-DR (Technology Radical-Design Radical：技術開発活動から製品開発を開始し、技術イノベーションがデザイン・イノベーションに影響を与える製品開発パター

ン)に着目する。調査はA社とB社の2社に対して2ステップで行った。

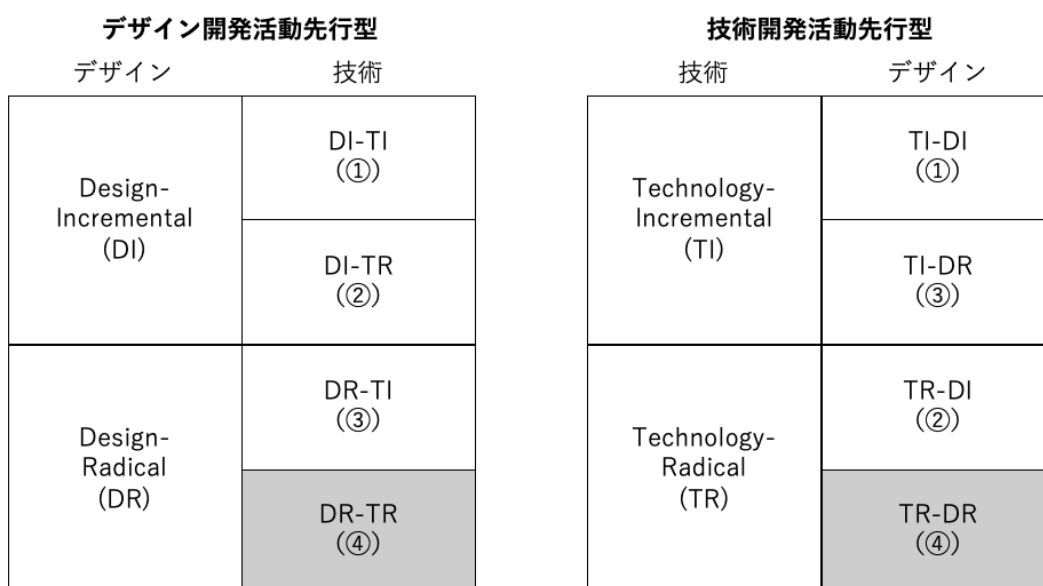


図 4-1：開発パターン

#### 4.2.1. 調査対象企業の紹介

##### ① A社

A社はスラックスの専門メーカーであり、企画～生産・販売まで一貫して執り行う。A社はスラックス製品の企画・営業を行う。別会社として製品の縫製・物流を担うA'社の地方工場が存在するが、実態としては1つの組織として機能している。

##### 組織体制

##### A社

A社には、企画部門、パターン部門、販売部門、試作部門の4部門が存在する。

企画部門では、マーチャンドライザー（以下MD）業務、デザイン業務、営業業務の3つの業務を行っている。通常のアパレル企業ではMDはMD業務のみを行うが、A社では3名のMDが3業務を兼務している。よって以下ではMDをデザイナーとして扱う。MD業務とは、店頭の流れ筋を調査し、次シーズンの商品のターゲットを決定する業務である。デザイン業務では、素材、シルエット、デザインの開発を一貫して担当する。営業業務は、販売部門との棲み分けが行われている。販売部門が百貨店向けの営業を行う一方で、企画部門が行う営業は主に3種類あり、デザイナーの知識が必要になるものが主である。海外営業およびセレクトショップ営業を担当するデザイナーが1名、ロードショップや通販事業を担当する営業担当者が1名（営業業務のみ担当）、A'社が行うOEM営業をデザイン的な知見からサポートし、OEMとODM案件の獲得を促進するデザイナーが3名（うち1名が海外営業・セレクトショップ営業も行うデザイナー）存在する。



パターン部門には、スラックス専門の派遣のパタンナーが 1 名所属する。社内のパタンナーではないものの長期に渡り A 社に勤務しているため、ほとんど社内パタンナーと同じような知識・技能を保有している。また、業務が多く 1 名で対応しきれない場合は、外部のパターン会社に外注することもある。

販売部門には 5 名所属しており、百貨店に対して営業活動を行うとともに、A 社の企画商品を全国 53 の売り場に展開する役割を果たす。

試作部門は本社に 2019 年以降設置された部門である。従来は試作作成を A'社で行っていたが、サンプル室を増設し、簡易的な試作であるトアルを本社内で作成できるようになった。本社サンプル室には 1 名の技術者が常駐しており、スラックスの丸縫いができる熟練の技術者が配属されている。技術者は試作作成を行うと同時に、OEM の営業も行う。

#### **A'社**

A'社は A 社の系列会社であり、A 社の製品を生産する縫製・プレス工場である。業務は営業と生産の 2 種類ある。営業業務は A'社が力をいれる OEM 営業を行なっている。この際、デザイナーの知見が必要な場合は A 社のデザイナーが営業業務をサポートする。また、生産業務は A 社の企画商品、OEM 商品、ODM 商品の生産を行っており、縫製・プレスの生産技術者が 150 名程度所属している。

### **② B 社**

B 社はプリーツ加工専門業者であり、ODM（製品企画～加工・生産）、OEM（プリーツ加工）、自社ブランド B の 3 事業を持つ。今回の調査対象は自社ブランド B であった。

#### **自社ブランド B の製品開発体制**

デザイン開発活動は、自社ブランド B の内部デザイナー 2 名、外部委託デザイナー 1 名（Y 氏）が担当する。外部デザイナー Y 氏は、メゾンブランドのパリコレチームに所属した経験があり、自身もブランドを立ち上げたデザイナーである。B 社とは 10 数年以上取引を行っており、自社ブランド B の立ち上げを機に外部デザイナーとして契約を結んだ。工場からのデザインに重きを置き、産地をめぐる技術を見た上で製品デザインを行うことを基本としている。代表的な作品に、残糸（工場に残った糸）を回収し生地としてリサイクルした作品、和紙糸を用いた作品がある。B 社にも少なくとも週に 1 度は足を運び現場の技術の学習を行なっている。

デザイン開発活動以外は B 社が製品開発プロセスを担う。ただし、染色工程のみ外注している。B 社の組織体制は次のとおりである。パタンナーが 4 名、プリーツ加工担当の生産技術者が 18 名（うち、プリーツ加工技術を開発する技術者も数名存在する）、縫製担当の生産技術者が 9 名存在する。縫製担当については、サンプル作成および量産を担っており、9 名のうち 1 名が熟練の生産技術者、8 名が新人である。

#### **4.2.2. 調査対象の紹介：企業別事例**

## ① 調査1：A社

デザイナーのO氏に、デザイン/技術の革新度・効果に応じて13の製品を紹介してもらい、各製品および製品開発プロセスを詳細に調査した。

この際紹介の基準とした革新度・効果の尺度は次のとおりである。

Radical イノベーションを「業界内で初めてのデザイン/技術を活用した製品」と定義した。Incremental イノベーションを「社内で初めて/既存のデザイン/技術を活用した製品」と定義した。効果は、Olson et al.(2001), Brettel et al. (2011)の指標として、売上目標の達成などを活用した。

また、製品開発プロセスについては、Cooper(1975)の5段階モデルと、藤本&クラーク(2009)の4段階モデルを元に、本研究では、①ニーズ特定段階、①コンセプト創出・製品プランニング段階、②初期デザイン・開発、③後期デザイン・開発、④量産立ち上げの5段階のモデルを用いて製品開発プロセスを捉え、各事例を整理した。

インタビューの内容をもとに再度製品ごとの革新度を複数の研究者が整理を行い、製品開発プロセス詳細から「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動先行型」の2種類の開発パターンを特定し、製品ごとに開発パターンを整理した。この過程で、十分に開発プロセス詳細が明らかでなかった商品および担当開発者が調査応対者以外だった番号9-13を分析対象から除外した。

## ② 調査2：B社

A社で観察されなかった「技術開発活動先行型」におけるTR-DR事例について5つ紹介してもらい、調査1と同様の方法・尺度を用いて、製品および製品開発プロセスを詳細に調査した。

	商品名	企業名
1	海外向け商品	A社
2	ワイドパンツ	A社
3	フラノ素材	A社
4	伸縮素材	A社
5	洗えるツイード	A社
6	X氏コラボ商品	A社
7	製品染	A社
8	和紙素材	A社
9	ウォッシュャブル素材	A社
10	トラベル用パンツ	A社
11	ニッカポッカ	A社
12	ドライビングパンツ	A社
13	ゴルフ用パンツ	A社
1	脇プリーツ	B社
2	オールプリーツ	B社
3	マダラプリーツ	B社
4	ヒダ山プリーツ	B社
5	取引先ヒダ山プリーツ	B社

表1：調査対象商品一覧（第1段階）

#### 4.2.3. 調査対象事例の整理

調査対象となった13製品について改めて商品番号を振り直した。以下では表2に従って商品番号を表記する。

調査番号	番号	商品名	開発パターン	企業名
調査1-①	1	海外向け商品	DI-TI	A社
	2	ワイドパンツ	DI-TI	A社
	3	フラノ素材	TI-DI	A社
調査1-②	4	伸縮素材	DR-TR	A社
	5	洗えるツイード	DR-TR	A社

	6	X氏コラボ商品	DR-TR	A社
調査1-③	7	製品染	TR-DI	A社
	8	和紙素材	TR-DI	A社
調査2-事例1	9	脇プリーツ	TR-DR	B社
	10	オールプリーツ	TR-DR	B社
調査2-事例2	11	マダラプリーツ	TR-DR	B社
	12	ヒダ山プリーツ	TR-DR	B社
	13	取引先ヒダ山プリーツ	TR-DR	B社

表2：調査対象商品一覧（最終版）

### ① 調査1：A社

A社に対してデザイナーのO氏が開発を担当した9製品について、製品開発の流れを詳細に調査した。「デザイン開発活動先行型」でデザイン・イノベーション（形状/機能）が技術イノベーションに影響を与える形でイノベーションを両立するケースおよび、「技術開発活動先行型」で技術イノベーションがデザイン・イノベーション（形状/機能）に影響を与える形でイノベーションを両立するケースを調査し、それぞれ2つのイノベーションが相互にどのような影響を与えるのか、どのようなメカニズムで両立が実現されるのかを明らかにすることを目的とした。ここで、デザイン・イノベーションは機能デザインと形状デザインのイノベーションに分解することが可能であることに着目し、機能デザインが技術イノベーションに影響を与えたケースと、形状デザインが技術イノベーションに影響を与えたケースを取り扱うこととする。

調査1は調査1-①、②、③の3つの内容に分けられ、それぞれについてA社において観察された製品の内訳は次の通りである。

#### 調査1-①

- DI-TI「インクリメンタルな形状デザイン→インクリメンタルな技術」：海外向け商品、ワイドパンツ
- TI-DI「インクリメンタルな技術→インクリメンタルなデザイン」：フラノ素材

#### 調査1-②

- DR-TR「機能デザイン・イノベーション→技術イノベーション」：伸縮性素材、洗えるツイード
- DR-TR「形状デザイン・イノベーション→技術イノベーション」：X氏コラボ商品

#### 調査1-③

- TR-DI「技術イノベーション→インクリメンタルなデザイン」：製品染、和紙素材

#### 調査1-①

調査1-①では、DI-TIとTI-DIを対象に、デザインと技術が共にインクリメンタルなイノベーションに対して、デザイン開発活動と技術開発活動がどのように連携すると製品開発が成功するのか、という点を商品1-3で検証した。ここでいう製品開発の成功とは、最終的な製品パフォーマンスに関するものではなく、デザインのインクリメンタルイノベーションと技術のインクリメンタルイノベーションの実現の可否であり、製品開発が滞りなく進み量産において問題が発生しないことを成功、製品開発が途中で頓挫してしまったり、量産段階で問題が発生する場合などを失敗と呼ぶ。デザイン、技術共にラジカルなイノベーションが起きていない製品は、本研究のメインの調査対象ではないが、これらの事例においてもデザインと技術は相互に影響を与えながら製品開発が進展しており、その中でデザインと技術のすり合わせがうまくいかず製品開発の途中や量産立上げ後に問題が発生した製品も存在した。先行研究においても、デザイン部門の異質性からデザイン開発活動と技術開発活動が連携することは困難であると言われていることから(Christensen, 1995; Rindova & Petkova, 2007; Gemser & Barczak, 2020など)、2つの活動の連携の成功要因を一度明らかにしておく必要がある。

特に、製品開発研究の文脈においては、製品の製造性が非常に重視される。下流の問題を無視した設計をし、予期せぬ問題が後から発生した場合、再設計のコストは高くつく。製造性をあらかじめ考慮した設計を行うことは、再設計の繰り返し、市場導入までの時間、開発・製造コストを減少させるだけでなく、顧客体験を向上させることもできるため(Herrmann et al., 2004)、製造性を実現することは重要である。製造性をもたらすためのアプローチとしてはコンカレント・エンジニアリング(concurrent engineering、製品設計とそれに関連するプロセスが統合され同時に起こるアプローチ)が知られている(Rungtusanatham & Forza, 2005)。デザイン開発活動は製品開発プロセスの初期に発生する事象であるため、デザイン開発活動も製造性に影響を与えることが予測される。

そもそも、デザインは製品の外観、機能、実用性、製造性を高める多面的な活動と定義することができ、これらを高めるためにはデザイン部門以外との連携が必要である(Walsh et al, 1988; Veryzer, 1995)。Hertenstein et al. (2005), Chiva & Algre (2009)は製品品質(外観・使いやすさ)、製造性、コストを「良いデザイン」の構成要素として捉えた。また、Hertenstein et al. (2005)はマーケティングとデザインの連携が製品の知覚価値/品質(外観、使いやすさ)の向上、技術開発、生産技術開発とデザインの連携が製造性の向上につながり、これらの意

思決定が最終的な製品コストに影響するという概念マップを提示した。

このようにデザインは定義の上で、製造性を含んだ概念であるにも関わらず、製造性をもたらすためのデザイン部門の製品開発プロセスの関与の仕方に関しては先行研究において明らかになっていない。デザイン開発活動は特殊性を持つため、既存研究において明らかになっている製造性をもたらすための手法などが効果を持たない可能性もあり、また、製造性を高めることがデザイン・アウトプットや革新性を損なう可能性もあるため、調査が必要である。

よって、DI-TI および TI-DI の事例から、そもそもデザイン開発活動と技術開発活動が、製品開発においてどのような役割を果たし、どのように関与すべきなのかという点をまず明らかにする。

#### 調査 1-②

調査 1-②では、DR-TR(商品 4-6)を対象に RQ1-B の検証を行う。「デザイン開発活動先行型」でデザイン・イノベーション（形状/機能）が技術イノベーションに影響を与える形でイノベーションを両立したケースから、デザイン・イノベーションが技術イノベーションにどのような影響を与えるのか、どのようなメカニズムで両立が実現されるのかを明らかにする。

#### 調査 1-③

調査 1-③では、「技術開発活動先行型」で技術イノベーションがデザイン・イノベーション（形状/機能）に影響を与える形でイノベーションを両立するケース(TR-DR)がどのように発生するのか、という点について調査を行った。結果 A 社において TR-DR は観察されず、TR-DI（商品 7-8）が観察された。A 社では開発パターンに関わらず、製品開発プロセスは同一の手法をとっており、開発担当者も同じ従業員が担当するため、「技術開発活動先行型」の開発パターンにおいても DR-TR と同じ開発手法が取られた。このことから、DR-TR と同じメカニズムでは TR-DR が発生しないと考えられ、別企業への調査を行う必要性が発生した。そこで調査 2 を実施した。

#### 4.2.2. 調査 2：B 社への調査

B 社の自社ブランド B に対して、B 社内部デザイナーと外部デザイナー Y 氏が担当した 5 製品について製品開発プロセスの流れを詳細に調査した。

調査 1 では、「デザイン開発活動先行型」でイノベーションの両立を引き起こすことに成功した手法と同じ手法では、「技術開発活動先行型」で両立を引き起こすことができないことが示された。そこで、調査 2 では、調査 1 とは異なる手法でイノベーションの両立を引き起こしたケースを調査する必要がある。ここでは、「技術開発活動先行型」において、技術イノベーションがデザイン・イノベーションに影響する形でイノベーションの両立を

実現可能であることを示し、技術イノベーションがデザイン・イノベーションに与える影響と、両立のためのメカニズムを明らかにすることを目的とする。

B社では、TR-DR(商品 9-13)のケースが 2 事例、5 製品で観察された。ここでもデザイン・イノベーションの機能と形状の側面に着目し、技術イノベーションが機能および形状デザインのイノベーションに影響を与えたケースとして「事例 1 (2 製品)」を、形状デザインのイノベーションに影響を与えたケースとして「事例 2 (3 製品)」を取り扱う。

## 5. 調査結果

### 5.1. 調査 1：A 社における調査

まず、A 社 1 社に対する比較事例調査を行った。調査 1 では次の 3 つの点を明らかにすることを目的に調査を進めた。

①製品に採用されるデザインと技術が共にインクリメンタルな場合、デザイン開発活動と技術開発活動はどのように連携すると製品開発を効果的に進めることができるのか？②デザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を「デザイン開発活動先行型」でどのように実現するのか？その際、2 つのイノベーションは相互にどのような影響を与えるのか？③デザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を「技術開発活動先行型」でどのように実現するのか？その際、2 つのイノベーションは相互にどのような影響を与えるのか？

調査 1-①では、デザインと技術が共にインクリメンタルなイノベーションであった商品 1-3 つについて調査を行った。商品 1 と商品 2 は共に DI-TI にあたる製品で、機能または形状デザインを出発点に技術を採用した。商品 3 は TI-DI にあたる製品で、技術の活用を前提にデザインが開発された。商品 1 と商品 2 は、製品開発プロセスが滞りなく進展し、量産開始後に問題が発生することはなかったが、商品 3 では製造性の問題によりコスト高となってしまった。商品 1-3 の比較を通して、製品開発プロセスにおけるデザイン開発活動と技術開発活動の連携のあるべき姿を明らかにした。

調査 1-②では、「デザイン開発活動先行型」において 2 つのイノベーションの両立を実現することが可能なのか、可能な場合の実現のためのメカニズムはどのようなものなのか、について調査を行った。デザインを機能と形状の側面から捉え、機能デザインのイノベーションから製品開発がスタートしたケースとして商品 4-5 を、形状デザインのイノベーションから製品開発がスタートしたケースとして商品 6 を調査した。商品 4-5 はいずれも技術イノベーションにつながっており、DR-TR が実際に発生すること、発生のためのメカニズムが明らかとなった。

調査 1-③では、「技術開発活動先行型」において 2 つのイノベーションの両立を実現することが可能なのかについて調査を行った。ラジカルな技術イノベーションの採用から製品開発プロセスがスタートした商品 7・8 に対して調査を行ったが、いずれのケースもデザイン・イノベーションにはつながらず、TR-DI に分類された。商品 7・8 の開発は商品 4-6 と

同じ手法で行われていたことから、TR-DR を実現するためには DR-TR とは異なるメカニズムが必要なことが明らかとなった。

#### 5.1.1. 調査 1-①

##### 商品 1：海外向け商品

###### 概要

商品 1 は 2014 年に A 社が PITTIUOMO に初出店した際に開発した製品である。商品 6 (X 氏コラボ商品) で開発されたシルエット・製法を活用し、素材・仕様・製法 (プレス工程) を改良することで、自社にとっては初めてとなる海外進出のための製品を開発した。

海外向けの展示会は国内展示会とは異なり、春夏 (SS) 向けが 6 月 (通常は 9 月)、秋冬 (AW) 向けが 1 月 (通常は 3 月) にあるため、通常よりも早く製品開発を行う必要があったが、納期にも間に合い、品質・デザインともに高く評価された。

###### ①ニーズ特定段階

###### 市場調査、顧客ニーズ分析

20 年ほど前から A 社社長、O 氏の前任者がイタリアの PITTIUOMO 視察を行っており、O 氏自身も半期に 2 回イタリアに行き、イタリアパンツの研究をしていた。2014 年に初めて PITTIUOMO 出店の機会を獲得した。

当時はカジュアル化が進展している時期で、百貨店含め市場は綿素材・合繊素材が主軸になりつつあった。A 社でも従来はウール素材中心だったがカジュアル化にシフトしていた。また、元々は、機械性で製品を作っていることをデメリットとして捉えている部分があり、イタリアのハンドメイドのような製品を作りたいと考えており、工場でもハンド部分を増やしたいと考えていた。

しかし、海外進出にあたり自社の強みを活かす必要があると考えた際に、機械だからこそその安定性、コストメリット、品質の高さが自社の強みだということに気づき、ものづくり力で差別化することに決定した。海外バイヤーからのアドバイスもあり、ブランドのコンセプトを「クラシカルなおじさんパンツ」に決定した。

###### ①コンセプト創出・製品プランニング段階

###### コンセプト決定

製品 1 つ 1 つの繊細さ、日本人らしい手の器用さを表現するために、量産品ではなくデザインにこだわった商品を作ることに決定 (O 氏が企画兼営業) した。コンセプトは「自社技術の特性を活かしたクラシカルパンツ」であり、素材もクラシカルにウール素材を使用する。

###### ②初期デザイン・開発段階

商品 6 (X 氏コラボ商品) で開発されたノウハウを活用し、デザイン・素材・パターンを改善した。

###### デザイン開発



○氏がデザイン開発を担当した。デザインのポイントは大きく2つある。

第一に、自社の技術力を活かすため、内装のフィット感を高めるようなデザインを開発した。例えば、ウエストの裏地につける袴タックと呼ばれる仕様を通常2つのところ6つに変更することで、衣服のズレを軽減した。また、ウエスト・足回りのいせ込みの分量を多くした。従来のいせ込みは数ミリ程度いせ込むだけだったが、本製品では数センチ単位でいせ込んだ。これにより、スラックスのウエスト部分がカーブ形状になりヒップラインが上がり足長効果を実現した。さらに腰回りの抑えとなるため、着用者の動きもサポートできるようになった。一方で、帯の長さに対して身頃の距離が長いため、縫製・アイロンによりいせ込み部分を馴染ませていく消し込みと呼ばれる作業が難しくなるという欠点を併せ持つが、この点に関してはA'社工場の生産技術社とのすり合わせによって解消した。このほかにも、ダーツと呼ばれるパーツによるウエストの丸み付けを行ったり、帯の持ち出しを長くし、ウエストにカーブをつけることで下腹をホールドできるようにした。この点も、従来の商品では持ち出しが短かったためカーブが本製品ほどつかなかった。さらに、シルエットに関して、商品6(X氏コラボ商品)ではアイロン工程においてM字シルエットを出すための製法を採用したが、本製品ではパターン上でもヒップ・脹脛の身頃のゆがみを表現するよう、パタンナーに依頼した。これによりフィット感が高まると同時に、量産において誰でもM字シルエットを再現しやすくした。

第二に、繊細さを高めるようなデザインを行うことで、日本人らしい手先の器用さを表現した。例えば、ポケットの玉縁を通常より細くした。また、ポケットの端折りに関しても、通常はロックのままにするところ、口切布を織り込んだ上で叩くことでテイラーのような仕上がりにした。

### 素材開発

デザインとしていせ込みの分量を多くすることを決定したため、いせ込みに適した素材の開発に踏み出した。素材によって癖がつきやすいものとつかないものがあり、いせ込みをするには癖がつきやすい素材である必要がある。いせ込みでは長さの違う布地を、溜まりをつけつつ縫うため、生地が動かないとツレたり、バックリング(生地がボコボコと波打つ現象)が起きてしまう。

綿は生地が全く動かず形状変化しないためいせ込みには適さない。一般的にウールは癖がつきやすいが、ウールによっては癖がつきにくいものがある。たとえばフラノ素材は縮絨工程といって、熱と圧力で生地を縮め、生地を厚くする工程があるため、いせ込みには向かない。よって、今回は素材メーカーに癖がつきやすいウールの開発を依頼した。

### パターン作成

商品6(X氏コラボ商品)ではトッパープレス工程においてM字シルエットを出すための製法を採用したが、本製品ではこの新製法に加え、パターン上でヒップ・脹脛の身頃のゆがみを表現し、型紙補正を行った。これによりM字シルエットの再現がしやすくなった。

### ③後期デザイン・開発

## サンプル作成(4-5月)

生産技術者に、いせ込みを行う旨は仕様書上で伝達するが、具体的にどこをいせ込むかは記載しない。いせ込む場所は大体決まっており、たとえば足回りのいせ込みは脇ポケットから10cm くらいの太ももの膨らみに合わせていせ込む。これを手感覚で生産技術者が縫製していく。

この時点でいせ込みによる生地の上れやパッカリングの問題、生地の伸びなどを確認した。また、実際に試着し量産段階で発生する問題を潰した。

この時点で完成したサンプルを6月のPITTIUOMOに出店した。

### ④量産立ち上げ

生産技術者をまとめるリーダーが縫製・プレス工程ごとにより、数週間後に流す品番の素材・仕様の内容の確認を、サンプルを見つつ全リーダーと量産パタンナーで確認する。確認において、いせ込みをどのように実現するか決定し、縫製・プレスの間ですり合わせを行う。いせこみなど面倒な縫製には現場技術者から文句が出るが、サンプルを作成し、完成形を見せることで、複雑さの理由を納得してもらった。

## 商品2：ワイドパンツ

### 概要

商品2は本社サンプル室の生産技術者との連携により非常にスムーズに開発が進んだ製品である。

### ①ニーズ特定段階

ODM 商材のため、ニーズ特定段階は取引先企業が行った。

### ①コンセプト創出・製品プランニング段階

取引先アパレル企業から ODM の依頼があった。腰横部分にゴム仕様のシャーリングが入るデザインが特徴的なブランドからの依頼であり、このデザインを生かしたワイドパンツの開発を依頼された。よって、コンセプトは「腰横部分にゴム仕様のシャーリングが入る形状デザインを生かしたワイドパンツ」である。

### ②初期デザイン・開発段階：

#### 素材開発

新規素材開発は行われず、既存素材を活用した。

#### デザイン開発

脇横部分のゴム仕様は依頼先のデザインに従った。また、ワイドパンツを依頼されていたため、帯幅を広く取ることを提案し、採用された。

#### 部材の決定

部材に関しては、ビジョーと呼ばれる付属物を使用した。このパーツは本製品で初めて採用した。生地を複数回通すデザインの付属品であるため、生地を通せるかどうかは鍵となる。

## パターン作成

デザインをもとにパターンを作成した。標準パターンをもとに、流行を考慮しつつ、ワイドパンツのシルエット、裾幅など検討した。従来はパターン作成後、製品サンプルをA'社工場で作成し、約1ヶ月後にシルエットを確認していた。やりとりに時間がかかり回数が制限されるため、大胆なパターン開発はできておらず、標準パターンを使用することが多かった。

## トアル作成

本社サンプル室では、1-3日でトアルと呼ばれる型見本（簡易的なサンプル）を作ることができ、トアルをもとにパターンが修正される。トアル作成のメリットは、試作品作成前にトアルを実際に履いてみて、裾を絞ったり、膝をワイドにするなどシルエットの調整ができる点にある。本製品では1度目のトアルについて、ODM先とシルエットの確認を行い、修正依頼があったため、パターンを修正し再度トアルを作成した。

## パーツサンプル作成

生地をビジョーに通すことができるか確認するために、本社サンプル室でパーツサンプルを作成した。従来、初めての付属品を使用する際、A'社工場試作室でのサンプル作成時に、口頭で指導しても使い方がわからず、苦闘することが多かった。また、サンプル作成を依頼してからサンプルが届くまでに1ヶ月かかるため、付属品の問題発覚やデザイン検討も1ヶ月後となってしまっていた。本社サンプル室でのパーツサンプル作成には1日とかならないので、付属品の可否も、デザインも即時に確認でき、付属品やデザイン変更をすぐにできる。よって、製品開発効率の向上、製品の質の向上がもたらされた。

## ③後期デザイン・開発段階

### 製品サンプル作成

従来はサンプル作成を複数回行っていったところ、トアルを作ったことでパターン・指図書  
の精度が高かったこと、パーツサンプルを送ったことで、サンプルの精度を高くでき、サンプル作成は1回で済んだ。従来は部材の問題がこの時点で発覚し、サンプルラインが止まってしまっていたが、事前に確認することで、ラインの効率が上がると同時に、デザインのやり直しも事前にでき効率が  
高い。

## ④量産立ち上げ

量産にあたり、特に問題は発生しなかった。

## 商品3：フラノ素材

商品3は以前A社がC社と共同開発したCフラノという素材を再活用し、プレミアムラインとして売り出した商材である。素材、仕様共に非常にこだわって作り、品質の高い商品になった一方で、①コスト高となり価格が高くなりすぎたこと、②製品の良さが顧客に伝わらなかったことによって、想定通りには売上げが上がらなかった。O氏自身も、自己満足に終わり、値段が高すぎたかもしれないと述べていた。

## ①ニーズ特定段階

A社70周年記念に、A社の成長のきっかけとなったフラノ素材を復刻した製品の開発を決定した。これは市場調査をもとにしたニーズ特定ではなく、自社発のニーズであった。

## ①コンセプト創出・製品プランニング段階

70周年を記念するため、「フラノ素材を活用した一品の価値を訴求する商品」をコンセプトとし、ドレスパンツのプレミアムラインとして一生物のパンツを作ることを決定した。高級ラインの製品を作ることができる生産背景を持っておきたいという意図もあった。

## ②初期デザイン・開発段階

### 素材開発

A社創業年にC社と開発したCフラノ（高密度素材）を復刻させた。

C社はC県にある非アパレルメーカーだったが、もともと祖業が紡績だったため、素材メーカーD社のD工場が閉鎖された際に、祖業ルーツを守るためにD工場を買収し、素材メーカー機能を持つようになった。D県のDという土地は河川の伏流水が潤沢な都市で、その水を使って洗いをかけることで、生地の風合いがよくなるという背景もあり、ストーリーのある商品である。

1950sにフラノ旋風というものがあり、フラノというウールを縮絨させた地厚な素材を使ったパンツが爆発的な人気を博した。A社も1950年頃に創業し、フラノ旋風が売り上げを拡大するきっかけとなったという背景がある。その際に開発したのがCフラノで、高密度で風を通さない素材である。原材料がよく、そこにも目をつけていた。

当時のままの素材を手配することはできなかったため、当時と同じ製法で同じような生地を作ってもらった。色・厚みなども当時を再現するよう注力した。

ただしCフラノは①非常に高価で、②縫製がしにくいという欠点を持つ。特に②について、生地が厚くミシン針が折れる可能性があり、ミシンの運針スピードを抑えないといけないため、生産効率が落ちてしまうという難点を持つ。

### デザイン開発

ドレスパンツの上級ラインとして作るため、フィット感がよくデザイン性の高い、テーラーのような仕様にした。以下のようにデザインに拘ったため縫製賃が高くなってしまった

まず、袴タックは6本タックとした。またベルト部分のループを細幅の巻き伏せにした。巻き伏せとは、ループ縫製後に裏返すことで縫い目を見えなくする仕様であり、見栄えが良かったためテーラーパンツはこの仕様を採用している。他にも、ポケットの縁は細幅にしたり、生地の端を角丸にした。角丸とは、角を丸く縫い、裏に折り返す手法であり、テーラーパンツにおいて採用されることが多い。角の細かい処理をする必要があるため、手間がかかるという欠点を併せ持つ。

### 部材の決定

コストは高くなるがストッパーをつけることに決定した。エンボス加工で自社名が彫られているオリジナルのものである。

### ③後期デザイン・開発段階

#### 製品サンプル作成

運針スピードについて、生地が硬く、パッカリングが発生しやすい素材であるため、運針スピードに注意が必要であることが指摘された。

また、ループの巻き伏せについて、手間がかかることに加え、そもそも生地が地厚であるため物理的に裏返すことができないことが指摘され、デザインを変更した。

#### ④量産立ち上げ

製品は思ったほど売上げが上がらず、生産効率も低い商品となってしまった。失敗の原因として、(a)コスト高となり価格が高くなりすぎたこと、(b)製品の良さが顧客に伝わらなかったこと、もしくはそもそも需要がなかったこと、が挙げられた。(a)について、商品3に採用したCフラノ素材は①非常に高価で、②縫製がしにくいという欠点を持つ。特に②について、生地が厚いためミシン針が折れる可能性があること、ミシンの運針スピードを抑えないといけないという困難を持ち、生産効率が悪かった。また、デザイン自体もテーラー仕様を意識したため縫製が困難で縫製賃が高くなってしまった。この点については、デザイナーの意向が強く、特に誰もコストについての反対意見を出さず、物理的に縫製できない時のみ生産技術者から指摘が行われたため、製造性の問題が見過ごされてしまった。

#### 5.1.1. 調査1-①考察

先行研究においては、デザイン開発活動と技術開発活動の連携のあり方を調査する必要性が指摘されていた(Gemser & Barczak, 2020)。デザイン活動は、独自の組織プロセスを必要とし、技術革新や設計のマネジメントとは異なる課題があるため、機能間の連携のあり方も通常とは異なる可能性がある(Rindova & Petkova, 2007)。そして、製品形態デザイン活動に使用される資源、能力、プロセスは、技術的設計活動に使用されるものと非常に異なっており、ほとんどの企業にとって、両方のタイプの能力を開発し管理することは困難である(Christensen 1995)。よって、デザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を実現するためのメカニズムを明らかにするためには、まずデザイン開発活動と技術開発活動の製品開発プロセスにおける連携のあり方を明らかにする必要がある。ここでいう製品開発の成否とは、最終的な製品パフォーマンスに関するものではなく、デザインのインクリメンタルイノベーションと技術のインクリメンタルイノベーションの実現の可否であり、製品開発が滞りなく進み量産において問題が発生しないことを成功、製品開発が途中で頓挫してしまったり、量産段階で問題が発生する場合などを失敗と呼ぶ。

商品1は、海外市場進出のために開発されたものであり、自社の技術力を生かしたクラシカルな製品を作ることをコンセプトとした。製品の形状デザインは、過去に開発した(商品6参照)M字シルエットを活用しつつ、より顧客の身体にフィットするような工夫を行った。特にウエストと足回りのいせ込みの分量を多くすることで、カーブ形状になり、ヒップラインが上がるような形状を実現した。いせ込みを効果的に行うためには癖が付きやす

い素材が必要であるため、素材メーカーへ依頼し癖がつきやすいウールの開発を行ってもらった。この際、サンプル作成担当者と連携し、生地ツレ、パッカリング、生地伸びなどを確認し技術的な問題を解決した。また試作品の試着を行い形状デザインの問題も解決した。結果、量産段階において問題が発生することなく、展示会においても高く評価された。

商品2は、A社において2019年に本社に工房（サンプル室）が設置された後に開発された製品である。取引先アパレル企業から「腰横部分にゴム仕様のシャーリングが入る形状デザインを生かしたワイドパンツ」の開発を依頼され、この形状デザインをもとに製品開発プロセスが開始された。本製品ではビジョーと呼ばれる付属品を活用したが、このビジョーはA社で初めて使うものだった。生地を複数回通すデザインの付属品だったため、生地との兼ね合いを調整する必要があった。例えば、生地が厚すぎるとビジョーに生地を通すことが困難になるため、量産時に生産効率が落ちてしまう。また、デザインとしての生地の長さも重要で、ビジョーを使用する際に適切な生地の長さを調整する必要がある。まず、製品の形状デザインについて、従来は本社でデザイン・パターンを固めた上で、パターンと仕様書をA'社工場に送りサンプル作成をしていたため、製品サンプル作成依頼から製品サンプル確認までに1ヶ月ほどかかっており、最終デザイン決定までにデザイン修正ができる回数が限られていた。しかし、本製品の場合は本社サンプル室で生産技術者がトアルと呼ばれる簡易的な型見本を何個も作成し、デザインの修正を加えながら開発を進めることができた。トアル自体は1-3日で作ることができるため、従来と比較しても大幅にリードタイムを圧縮することが可能である。また、付属品の検討についても、従来は上記の通り1ヶ月ほど製品サンプル作成に時間がかかっており、付属品の問題発覚やそれに応じたデザイン修正も1ヶ月後になってしまっていた。さらにデザイナーがA'社工場のサンプル担当の生産技術者に対して口頭で付属品の使い方の指導を行うことが困難で、スムーズにサンプル作成が進まないという問題があった。本製品では本社サンプル室でパーツサンプル（部分的なサンプル）を作成することで、付属品やデザイン修正を即時に行った。製品サンプル作成依頼時にこのパーツサンプルも送ることで、従来は口頭で説明していた付属品の使い方に関しても実物をもって説明することができ、スムーズに製品サンプルを作成することができた。このように本社サンプル室を活用した結果、従来は製品サンプル作成を複数回繰り返していたところ、トアルやパーツサンプルなどを用いて製品サンプル作成前に生産上の問題を解決したことにより、製品サンプル作成の精度が上がったため、製品サンプル作成自体は1度のみで済んだ。量産においても特に問題は発生しなかった。よって、本社サンプル室の活用により、製品開発効率および開発される製品の質が向上した。

商品3は、デザイナーによる「フラノ素材を活用する」という技術の決定が先行し、製品開発プロセスが開始された。フラノ素材の高級感を活かすよう、デザインもドレスパンツの上級ラインとしてテイラー的な仕様を採用した。生産技術者による製品サンプル段階において、フラノ素材の特性としての生地の厚さ、パッカリングの発生しやすさにより運針スピードを遅くする必要性と、形状デザインの修正の必要性が指摘され、デザインに関しては修

正が行われた。結果、素材特性に対応するために運針スピードを抑えること、テイラー的デザインにより縫製が困難になったことで、生産効率の低下・縫製賃の上昇が発生し、コスト高となってしまった。

商品1・商品2・商品3の共通点としては、①デザイナーが製品コンセプトの守護者・最終意思決定者としての機能を果たしていること、②製品開発プロセスがシーケンシャルで、初期デザイン・開発段階と後期デザイン・開発段階においてのみ段階間でのループ型のやりとりが行われていたことが挙げられる。そして、この2つの共通点のなかで、デザイナーの動き方に違いが見られ、それらが製品開発の成否を分けていた。

#### ① デザイナーの役割

①について、商品1では、デザイナーは市場ニーズ・自社分析をもとにコンセプトを設定し、コンセプト実現のために必要な形状デザイン、形状デザインをもたらし技術の特定・開発という一連の製品開発プロセスを主導し、最初に立てたコンセプトから製品開発の方向性がずれないように多様な関係者と調整を行っていた。商品2では、デザイナーは取引先に提示された形状デザインのコンセプトをもとに、コンセプト実現のために必要な部材を特定し、それを生産するための技術的なすり合わせを行った。商品3は、技術の活用を前提に、技術特性に応じた製品コンセプトを立て、製品コンセプトに合致するような形状デザインを開発し、最初に立てたコンセプトから製品開発の方向性がずれないように多様な関係者と調整を行っていた。それぞれ開発の出発点は異なるものの、いずれもデザイナーがコンセプトに責任を持ち、開発の流れがコンセプトから外れないように意思決定を行っていた。

その中で、商品1と商品2のコンセプトは実現のために大きな生産上の問題が発生しないものであった一方で、商品3は「フラノ素材」という生産上の問題が発生するような技術の活用をコンセプトとしており、それに従う形でデザインもテイラー要素を含んだ複雑なものになっていた。サンプル作成にあたり生産技術者から素材・デザインに関する縫製の生産上の懸念点が指摘された際、デザインの修正は行われたものの、技術の修正は行われなかった。ここで問題だったのは、コンセプトに「フラノ素材の活用」が含まれてしまっていた点である。デザイナーはコンセプトの守護者として、製品開発プロセスを一貫してコンセプトから開発の方針がずれないように働き、通常これは製品の統合性を実現するためには有効な手段であるが(藤本&クラーク,2009)、コンセプト自体に生産上の問題を引き起こす要素が含まれていた場合であってもコンセプトを守ってしまうという欠点を併せ持つ。ここで、コンセプトが商品1のように「自社技術の特性を活かしたクラシカルパンツ」であれば、コンセプトの幅が広いために、採用した技術に生産上の問題があれば、コンセプトを守りつつ他の技術を採用する、同一技術を改良するなどの手段をとることが可能となる。本来であれば生産技術者からのフィードバックを受け入れ修正をかけるべきであったにもかかわらず、商品3ではコンセプトの内容に特定の技術の活用が含まれていたこと、デザイナーがコンセプトの守護者として機能していたことからコンセプト内容に修正をかけること

ができなかったのである。よって、特定の技術の活用を前提に製品開発プロセスが開始する「技術開発活動先行型」は、活用する技術がインクリメンタルなものであったとしても、製品開発全体に制約をかけてしまうことも明らかとなった。そして、製品開発成功のためには、コンセプトに問題があった際には、コンセプトを柔軟に修正する必要がある、A社のようにデザイナーが製品開発の統合者として機能する場合、デザイナーには製品開発を一貫してコンセプトを実現するために他の関係者と連携する能力と同時に柔軟性も求められると考えられる。

## ② 連携の方法

②について、商品 1-3 の製品開発プロセスは同じであるが、連携の仕方に違いがあった。製品開発プロセスは①コンセプト創出・製品プランニング段階、②初期デザイン・開発段階、③後期デザイン・開発段階、④量産立ち上げ段階に分解することができ、A社の「デザイン開発活動先行型」では①コンセプト創出・製品プランニング段階において、市場ニーズを製品コンセプトに翻訳し、製品コンセプトを製品機能に翻訳する、②初期デザイン・開発段階において、製品機能を製品/工程設計およびデザインに翻訳する、③後期デザイン・開発段階において、②をもとにサンプル・試作を制作し、修正を行った後に最終製品の製品/工程設計およびデザインを決定するというプロセスがとられる。ただし、「技術開発活動先行型」では、①コンセプト創出・製品プランニング段階で、技術の活用をコンセプトとする点が異なる。また、商品 2 のみ 2019 年に本社サンプル室が設置された後に開発されたため、開発プロセスの大枠は変わらないものの、従来は存在しなかった「トアル/パーツサンプル作成」というプロセスが②初期デザイン・開発段階に加わった。

その中で、商品 1・2 では④量産立ち上げ段階前に十分にデザインと技術がすり合わせられ、生産において発生する問題が事前に解決されていた一方で、商品 3 では事前のすり合わせが不十分だった。

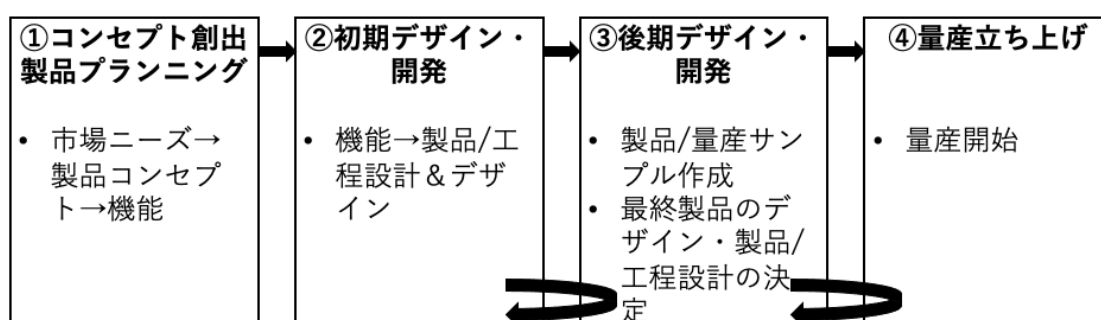


図 5-1：本社サンプル室設置前の製品開発プロセス



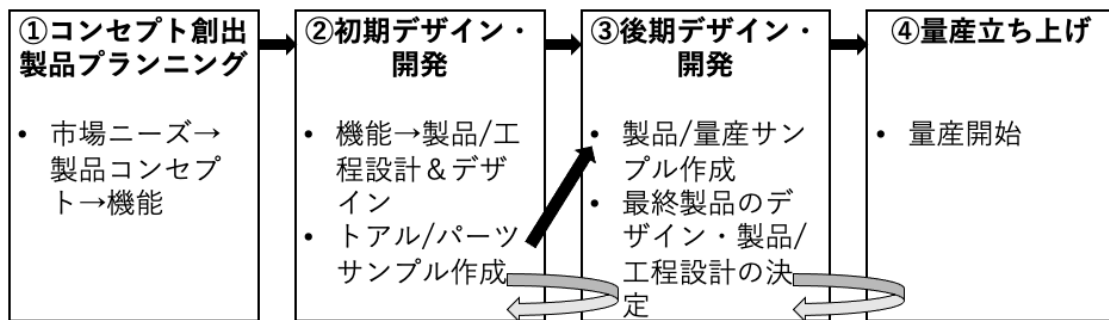


図 5-2：本社サンプル室設置後の製品開発プロセス

商品 1 は、いせ込みという形状デザインを実現するのに適した癖のつきやすいウール素材の開発を行なったが、③後期デザイン・開発段階において、生産技術者から素材の特性に関するフィードバックがあり、それをデザイナーが素材メーカーに伝達する形で素材の修正が行われた。よって、やり取りの流れは「生産技術者⇄デザイナー⇄素材メーカー」であり、デザイナーがハブとなって生産技術者と素材メーカーをつなぎ情報伝達とそれに応じた修正を主導していた(図 5-1)。

商品 2 は、形状デザインおよび使用する部材が決定すると、デザイナーと本社サンプル室の生産技術者の中で、トアル/パーツサンプルの作成を通して高速でフィードバック・修正を行う流れが複数回行われ、量産時に発生しそうな問題をほとんど洗い出し解決した。よって、この時点で作成されたパターン・仕様書はほぼ最終版となっている。その後、パターン・仕様書・パーツサンプルを A'社工場へ送り、製品サンプルが作成された。事前に問題が解決されていたため、従来であれば数回行う必要があった製品サンプルの作成が 1 度で完了し、リードタイムが大幅に短縮された。この際のやり取りの流れは「デザイナー⇄本社サンプル室生産技術者⇄A'社工場生産技術者」であり、量産時に発生しそうな問題を事前に解決していた(図 5-2)。

ここで重要なのは、本社サンプル室に配属された生産技術者の特性である。本社サンプル室の生産技術者は A'社工場のエース的存在であり、単独でパンツを丸縫いする技能を持つ熟練技術者である。サンプル作成・量産についての知識・技術を多く保有し、工場の他の技術者とも連携を取りやすい立場にある人間が所属する本社サンプル室が、デザインチームに併設されると、①初期デザイン・開発段階でデザインや素材・部材の採用を行う時点で従来よりも高速にデザイナーと生産技術者間のすり合わせが行われ、②後期デザイン・開発段階での製品サンプル作成回数も削減することができ、製品開発の質と効率が大きく向上した。①について、従来はデザイナーが A'社工場のサンプルライン・各工程の技術者と都度連携しデザインの意図を伝える必要があったため、デザイナーが提案した「デザイン A」と生産技術者が提案する量産しやすい「デザイン B」の折衷案である「デザイン A'」に到達するためにすり合わせに時間がかかっていた。本社サンプル室設置後は、量産に必要な全ての

知識を保有した本社サンプル室の生産技術者とデザイナーがすり合わせを行うことで、デザイナーの意図を反映した質の良い仕様書・パターンの作成が短期間でできるようになった。また、デザイナーが直接熟練の生産技術者と日々関わることでできる環境に置かれることで、技術知識を獲得することが可能となり、工場の技術を意識したデザインを作成することができるようになった。②について、従来はトアルやパーツサンプルが作成されておらず、製品サンプルの作成をもって生産技術者はデザイナーへ製造性に関するフィードバックを行っていた。製品サンプルの作成には1ヶ月ほどかかっており、事前に製造性の問題が解消されていないため何度も製品サンプルを作成する必要があった。さらに製品サンプル/量産サンプル作成時に問題が発見できず、量産後に問題が発生する場合も多く、時間・作業ロスが大きいという問題があった。本社サンプル室設置により、熟練技術者によるトアル(1-3日)、パーツサンプル(1日)の作成に基づくフィードバックと、デザイナーによるデザイン修正のループを高速で繰り返すことで、従来は製品/量産サンプル作成時や量産時に発覚していた問題を事前にすりつぶすことが可能となり、②初期デザイン・開発段階と③後期デザイン・開発段階および③後期デザイン・開発段階と④量産立ち上げ段階の間で生じていたループの必要性が下がる(図5)。

以上より、A社では本社にサンプル室を設置することにより、本社サンプル室の生産技術者がハブとなりデザイナーやA'社工場生産技術者と連携し、量産時に発生する問題を事前に解決することで、製品開発効率および製品開発の質を向上することに成功している。ただし、本社サンプル室に配属された生産技術者が熟練技術者でなければ問題の事前解決は困難であるため、単にサンプル室とデザインチームを併設するだけではなく、サンプル室に配属する生産技術者の特性を考慮することも重要である。

一方商品3では、③後期デザイン・開発段階でデザイナーは素材・デザインの問題に関するフィードバックを生産技術者から受けたものの、デザインの問題を修正したに止まり、素材に関するフィードバックは素材メーカーに伝達されることはなかった。よって、やり取りの流れは、②初期デザイン・開発段階の素材開発においては「デザイナー⇄素材メーカー」、③後期デザイン・開発段階においては「デザイナー⇄生産技術者」であり、③においてデザイナーが素材メーカーへの連携を図らなかったことに課題があったと考えられる。

よって、製品開発プロセスにおいては、フロントローディングを行うことが重要であり、デザイナーが生産技術者からのフィードバックを受け、形状デザイン・機能デザインを修正すると同時に、技術開発者に生産技術者からのフィードバックを伝達し、技術の修正も行うという、問題解決のループを繰り返すことがデザイン開発活動と技術開発活動の連携において重要だと考えられる。そして、この問題解決のループの必要性はデザイナーと熟練の生産技術者の近接性を高めることによって下がると考えられる。デザイナーと生産技術者を近接させることによって、製品開発プロセスのフロントによりウェイトがかかる形となり、下流で発生する問題がより上流で精度高く解決されることとなる。A社では本社にサンプル室を設置し、②初期デザイン・開発段階においてデザイナーと生産技術者のやり取りを高

速で繰り返すことで、従来と比較して②のプロセスにかかる時間は若干増加するものの、全体としての開発スピードを大幅に向上させ、量産時に問題が発生しないようにすることに成功した上、デザインの意図により忠実な製品が開発されるようになり開発される製品の質が向上した。

## まとめ

以上、インクリメンタルなデザインと技術を活用した製品開発だったとしても、デザイン開発活動と技術開発活動が常にうまくいくわけではなく、量産段階において問題が発覚するなどのトラブルが発生することが明らかになった。製品開発が成功したケース、失敗したケースのどちらもデザイナーはコンセプトの守護者・最終意思決定者として機能しており、製品開発プロセスの流れもシーケンシャルだった。失敗したケースでは、製品コンセプトに活用する技術を含めており、その技術に生産上の課題があったにもかかわらず、デザイナーがコンセプトを守護したことで量産時に問題が発生してしまった。また、製品開発プロセスでも生産技術者からのフィードバックをデザイナーが堰き止め、技術開発者へ情報が伝達されなかった。

よって、デザイン開発活動と技術開発活動の連携においては、①デザイナーは製品開発を一貫してコンセプトを守護するよう他の関係者と連携を行う必要があると同時に、最初に設定したコンセプトに問題がある場合は、コンセプトを柔軟に変化させる必要がある。また、②フロントローディングを行い、下流からのフィードバックを確実に上流に伝達し、量産段階で発生する問題を事前に解決することが重要であると考えられる。その際特に有効なのが、デザイナーと生産技術者を近接する形で配置しすることである。ここでポイントとなるのが(1)製品開発プロセスのフロントエンドで簡易的なサンプル(トアル/パーツサンプル)を活用すること、(2)近接させる生産技術者は生産技術を熟知する熟練生産技術者であることである。(1)について、簡易的なサンプルは作成にかかる時間が少ないため、活用により高速で問題解決を繰り返すことができ、問題解決の精度が高まり、製品開発効率を高められると考えられる。(2)についても、熟練生産技術者は量産時に発生する問題に関する知識を多く保有しているため、問題解決の精度が高まる。

### 5.1.2. 調査 1-②

#### 商品 4：伸縮素材

##### 概要

商品 4 は、当時スポーツアパレルを中心に回っていたストレッチ性の素材を、パンツ用によりカジュアルで普段使いできるよう、コットンの風合いを生かした素材に新規開発したものを活用した製品である。スポーツブランドの人気が出始めていた時期なので、それを百貨店市場向けに落とし込む工夫を施した。素材開発に合わせて、素材を生かしたデザイン・仕様として、腰裏のゴムの開発を行った。

従来、パンツ製品にはストレッチ性のある生地は型崩れにつながるため使ってはいけないという伝統があるが、それを覆した革新的な機能を持った商品である。

#### ①ニーズ特定段階

スポーツブランドの人気、およびスポーツアパレルにおいて活用される伸縮性素材の流行をデザイナーが感知し、ニーズを特定した。

#### ①コンセプト創出・製品プランニング段階

伸縮素材を使ったパンツがなかったため、伸縮性素材を活用し、それを活かせるようなデザインの商品を作る。ただし、当時スポーツアパレルで流行していたストレッチ性の素材はシャカシャカしていてスポーティーすぎるため、A社の顧客層、特に高齢者層には向かないと考え、より綿の風合いを出すような素材を開発することに決定した。よってコンセプトは「伸縮性があるが綿の風合いのあるスラックス」とした。

#### ②初期デザイン・開発段階

##### 素材開発（新規依頼）

生地メーカーと企画の共同開発を行った。素材開発は1年弱前（10ヶ月前程度）に始めたため、開発にかかったのは3-4ヶ月と比較的短かった。素材メーカーにとっては全く新規の素材というわけではなく、既存のストレッチ性素材をスラックス向けに改良した形になる。

スポーツアパレルの企業から資料を取り寄せるなどの調査を行い、スポーツアパレル向け素材を扱っている素材メーカーを特定した。多くは韓国・台湾のメーカーであったため、企画チームのメンバー（O氏ではないデザイナー）が現地を訪れ、メーカーの素材や、メーカーが開発しようとしている素材の方向性に関する情報を持ち帰った。その情報をもとに選ばれた1社のメーカーに対して、既存のストレッチ素材を、もう少しカジュアル感があり、コットンライクなものにアレンジして欲しいと依頼を行った。このように感覚的な要望をA社から出すと、生地メーカーが素材に落とし込んでくれる。

実際に開発された素材は次のような特徴を持つ。①既存のストレッチ性素材よりも綿の混率を上げ、コットンライクな仕上がりの素材である。ただし、綿100%だとシワが寄ったりするので、ポリエステルを入れ、ストレッチ性を出すためにレーヨンとポリウレタンを入れた。②横ストレッチの素材である。従来のスポーツアパレル向けストレッチ性素材は立てストレッチのものが多く、パンツの場合縦縫いの部分が多いため、縦ストレッチが入った素材を縫製すると生地がだれてしまったり、正確に上がらないという問題がある。そこで、横ストレッチを効かせた素材を開発してもらった。③伸縮性素材は安定度が低いと環境によって生地が縮むため、安定度を上げるような生地開発をした。

素材開発にあたり、A社の生産技術者が試縫いを行い、フィードバックをO氏がとりまとめ、生地メーカーとやりとりを行う、ということを何度か繰り返した。伸度が高いストレッチ素材は、可縫製がしにくいものが多く、生産技術者からは「ここまでの伸度はいらないので、この程度に抑えて欲しい」などの意見が出た。

そのほか、デザイン的な要素に関しては、色出しも工夫し、秋冬物なので、くすんだカラーで裏地感が出るような色にした。4素材を混ぜているため、色の違いが出てしまう場合があり注意が必要だった。また、織布に関しても表面間が出るような方法を取ってもらった。

### **デザイン開発**

素材開発を開始したのち、素材に合わせたデザインを考えていった。その際、通常のデザインでは素材の特性を生かすことができないため、腰裏にゴムを使用すること、伸びる芯地使用することを決定し、これらの開発に乗り出した。

### **腰裏のゴム開発**

量産は中国工場で行うことが決まっていたため、腰裏のゴムの開発も中国で行った。従来はウエストにゴムを使ったことはなかったが、それではストレッチ性を生かすことができないため、ゴムを活用することにした。デザイン性を高めるため、生地のように見えるようなプリントも施した。

### **芯地開発**

腰裏のゴムの開発と合わせて、芯地の開発を行った。もともとスラックス生産の工程として芯を貼ることは行っていたが、従来は伸びない芯地を貼っていた。ここでは、腰裏のゴムが伸び過ぎてしまわないように、かつ、生地ストレッチ性という特性を阻害しないように計算して開発された芯地を生地の裏貼ることで、ウエストの伸びをある程度抑えている。

## **③後期デザイン・開発段階**

### **サンプル作成**

製品サンプル作成は A'社工場で行い、量産サンプル作成は中国の量産工場で行った。伸縮性素材は縦ストレッチが効いていると縫いにくいですが、今回は横ストレッチの素材を開発してもらったため、横縫いとなる帯の部分（帯と身頃の合わせ）のみ注意すればよく、特に問題は発生しなかった。

## **④量産立ち上げ**

量産は A'社ではなく、昔から取引のある中国工場で行われた。中国工場での量産立ち上げ時に、伸度を抑えて生地開発したつもりが、伸度が強すぎたためウエストの寸法が安定しないという問題が発生し、製品ロスが出た。そこで、次シーズン以降に向け、継続課題として生地メーカーと素材開発をやり直すこととなった。伸縮加工のセット幅を短く（長いほど伸縮性が高まる）すること、伸縮性繊維の割合を抑えることなどの調整を行い、伸縮率を低減させていった。

## **商品 5：洗えるツイード**

### **概要**

商品 5 は、洗えるツイードという新素材を活用した製品だ。一般的にウール素材は洗えないためドライクリーニングが必要だが、ウール素材をカラーリングし、洗えるツイードとして発売した。

## ①ニーズ特定段階

もともと洗えるウール素材パンツの需要は常にある。夏場はウールのトロピカルというウォッシュャブル素材があり、秋口はウールのサキソニーのウォッシュャブル素材がある。しかし、冬場に着られるような暖かいウールのウォッシュャブル素材は存在せず、ドライクリーニングするしかなかった。顧客から、冬用の地厚なウールのウォッシュャブルパンツの要望があった。

## ①コンセプト創出・製品プランニング段階

売れる要素を組み合わせた商品を作ろうと考えた。上記の通り、冬用の洗えるウール素材の要望が顧客からあったため、「洗えるツイード」がコンセプトの商品を開発することに決定した。

## ②初期デザイン・開発段階

**素材（新規依頼、複数社）**：業界初洗えるツイードの開発、開発期間は3年弱

ウールは熱・水・圧力を加えると収縮する性質を持つため、ドライクリーニングが必要である。そこで、オフスケール加工と呼ばれる、ウールの表面にあるスケールを取り除く加工を施し、縮まないよう形状変化させると、ウォッシュャブルになる。ただし、スケールは湿気を外に出したり、中に閉じ込めたりする作用を持ち、夏場は涼しく、冬場は暖かいというウールの特性をもたらすものであるため、オフスケール加工でスケールを取ると、温かみがなくなり、つるんとした風合いになってしまう。そのため、オフスケール加工は春夏秋用の洗えるウール素材には適しているが、冬用には適さず、売れる素材にならなかった。

そこで、複数の生地メーカーに対して、同時に冬用の「洗えるツイード」の素材開発依頼をした。素材メーカーそれぞれに得意分野があるため、A社が依頼した通りの「洗えるツイード（ウール混率が高く、ナイロンと合わせる）」の開発と同時に、自社の強みを生かした「洗えるツイード」の開発を行う場合がほとんどである。

ある企業はポリエステルとウールを組み合わせた素材に強みを持っていたため、春夏秋用の「ポリエステル×ウール」の素材を改良し、「ポリエステル50%、ウール50%」の混合素材を開発した。ツイードの風合いを持っているものの肉厚な生地であること、本来のツイードはウールの混率が100%であることから、求めていた素材には至っていなかったため、別の商材に利用した。

別の1社が本製品に採用された「ウール90%、ナイロン10%」の生地の開発に成功した。オフスケール加工ではなく、BAP加工と呼ばれる、スケールが立ち上がらないように、羊毛表面を樹脂で覆い、生地が動かないように固着させる加工と、オフスケール加工を組み合わせる製法をとった。

## 素材（裏地）

ツイードはチクチクする素材のため総裏（裏地を全面につける）にする必要がある。従来ツイードは洗わない素材のため、洗える総裏も存在しなかった。洗える裏地にするためには、①耐久性が高いこと、②表地にも影響がでないこと、③シロセット加工に耐えられるこ

とが重要である。さらに温かみのある表地を開発したのに合わせ、裏地も従来のツルツルしたものではなく秋冬後半用の暖かいものを開発した。

裏地は長年付き合いのある副資材専門商社を通して、裏地メーカーに開発依頼をかけた。特に、②について、家庭洗濯となると表地と裏地の縮み方が異なるとツレたりシワになったりしてしまう。そこで表地の縦横の縮率に関する物性基準に合わせて、裏地を開発した。

#### 部材

ドイツメーカーの部品「ベレックス」を採用した。デザイナーがアメリカに視察に行った際に J. Crew が使っていた「ベレックス」という部材を発見した。A 社ではもともとウエストアジャスターという部材を活用していたが、ファッションとの親和性が低く、礼服などに使っていた。しかし、ベレックスは価格が高いものの、ファッションブルで格好が良かったため、自社製品にも活用したいと考え、製造元を探しあてた。それ以降ベレックスをメインで使っており、過去にも採用したことがあった部材のため、特に問題は起きなかった。

#### ③後期デザイン・開発段階

##### サンプル作成

**表地：**生地ができると、A'社工場で製品サンプルを作成し、生産技術者から縫いやすさやプレスのしやすさに関するフィードバックがあり、それをもとに生地に改良を加えていった。当初提案された生地は風合いが悪く、実際に洗うと相引き・内股の折り目が目立ってしまっていた。さらにプレスがしにくく、裏からアイロンを当てた後に表から再度プレスする必要がある、工程が多く必要で生産効率も低かった。これは、ウールの混率が上がると形状安定がしにくくなるためである。そこで、プレス線が残る形状維持ができる素材になるまで改良した。

**裏地：**シロセット加工は洗ってもプレス線が残るようにするための加工である。製品縫製後にシロセット溶剤を噴霧し、高圧で乾燥させ、固着させるという工程で、表地だけでなく裏地にも溶剤は染み込む。表地は問題なかったが、裏地は縮んでしまった。そこで、副資材メーカーの営業担当者に縮んでしまったサンプルを見せ、裏地メーカーに対してシロセット加工をしても縮まないよう改良依頼をしてもらった。

#### ④量産立ち上げ

量産において、裏地が変色してしまうという問題が発生した。シロセット加工において、溶剤を噴霧したのちに乾燥させるためパンツをアーマーに掛けるが、垂れてきた溶剤が裾部分に溜まり、変色した。そこで、霧吹きで余分な溶剤を落とし、蒸気で再度乾燥させた。サンプル作成時は 1 本流しのため乾燥時に問題が起きなかったが、量産ではパンツを重ねて乾燥したため、乾燥度合いに差が出たことが原因だと考えられる。

#### 商品 6：X 氏コラボ商品

##### 概要

商品 6 は A 社、パンツ専門職人 X 氏、アパレル小売 E 社の 3 社のコラボレーション企画

である。従来はテイラーがハンドで行っていた工程を量産に落とし込むために、既存プレス工程の製法を変更したことで、既製服業界では再現できていなかった立体的な M 字シルエットの実現に成功した。デザイン（シルエット）、生産技術が共に急進的革新だったため、従来の製品開発期間よりも長く 1 年半から 2 年弱ほどかかったが、社外・社内に対して大きな反響があった。

社外に対しては、アパレル小売 E 社の紳士媒体に商品 4 が必ず掲載されたり、有名アパレルブランドから新規の OEM 依頼を獲得するなど大きな反響があり、A 社の技術力・開発力を社外にアピールするきっかけとなった。

また、社内に対しても、本製品で開発されたプレス工程の製法やデザインはその後の製品でも多く採用され生かされて行った。特にプレス工程に関しては後の海外進出にあたり重要な強みとなった。さらに、工場技術者にとってもアパレル小売 E 社・X 氏など社外の意見・アドバイスを受けたことにより、意識が大きく変わるきっかけとなった。従来は自分たちが作りやすい方法で作るという考え方だったが、より市場で求められているものを変えるように変化した。

#### ①ニーズ特定段階

当時イタリアのインポートパンツの売れ行きが良く、年間 1 億円程度の売り上げを出していた。そこで E 社はプライベートブランドとして価格帯を抑えたテイラーレベルの品質を持つパンツを販売したいと考えた。

一般的にテイラーと工場の量産品では作るものが全く異なる。テイラーは一人の顧客に対して製品を作るのに対し、量産品は不特定多数の顧客に向けて安定的で均一化した製品を作ることを目的とする。テイラーでは顧客一人一人に対し型紙を作り、仮縫い用の生地でフィッティングし、修正を繰り返した上で本縫いを行う。これを手縫い主体で行う上に、オーダーに対して職人の数が少ないため完成までに 1 年ほど要する。また、価格も 1 本あたり 10-15 万円と高額である。よって、テイラー品を買う顧客はかなり限られている。

一般にズボンは消耗品であるが、既製品よりもテイラー要素があるものが多い、というニーズがあったため、E 社が、既製品生産に特化した A 社と、テイラーである X 氏に声をかけ、コラボレーションプロジェクトが立ち上がった。

#### ①コンセプト創出・製品プランニング段階

製品開発のコンセプトは「パンツに特化した良い商品を作ること」である。

人間の脚は本来腰、尻、膝、脛で M 字を描くシルエットである。この脚型に沿った立体的なパンツを作るためには、テイラーが 1 本ずつアイロンでクセをつける必要があり、このようなハンドメイド品は 1 本あたり 10-15 万円という高額な値段で販売されていた。

そこで、商品 6 では、テイラーの技術を機械生産に落とし込み、M 字シルエットなど、テイラー要素を部分的に取り入れた上で、価格を 2-3 万円前半に抑えるというコンセプトで X 氏コラボ商品というブランドを作り、開発を開始した。

#### ②初期デザイン・開発段階



デザイン作成は O 氏が主導した。パターン作成および縫製・プレス工程はテイラーである X 氏の指導のもと初期開発が行われた。

### デザイン作成

O 氏はテイラー要素を取り込んだデザインを開発した。これ自体は特にデザイン革新的なものではなかった。

例えば、当時流行していた D 菅留めをポケット脇に施した。D 菅留めとは、元々縫製の弱い既製服において、ポケット周りや縫いつけ部分を補強するために施された物だが、装飾的な意味合いを持つようになった仕様である。本製品でも、D 菅留めがなくても強度は変わらず、意匠的な意味合いが強い。

また、ベルトはピンループを採用し、ボタンはクロス掛けにした。ボタンについて、従来 A 社では二本掛け（4 つ穴に対して並行に二本の線でボタンを縫い付ける）でボタンを縫い付けていたが、それを十字掛けに変更した。生産現場では、いちいちボタン付け用ミシンのコンピューターの設定を変える必要があるため手間が増えると考えられたが、テイラー的な要素として採用した。

### パターン作成(X 氏)

腰、尻、膝、脛の足のラインに沿って、ヒップと脛脛が出るような M 字のシルエットのパターンを作成した。この M 字シルエットは従来の既製服ではなかった革新的なデザインである。

### 製品特性と実現可能性の特定

デザイン革新性をもたらす M 字シルエットを、現状の A'社の工程が実現できるかどうかの検証が行われた。

A'社工場では従来から以下の 4 つのプレス工程を取り入れている。縫製前のプレス工程としては、①癖取りプレス工程が行われる。これは、縫製前の最初の工程であり、腰・尻部分のたるみをつけることで、腰回りの立体感が出る。また、①の後も「縫製→プレス」、「縫製→プレス」という工程が最終工程までに何度かある。例えば、ポケットなどの細かい工程において「縫製→プレス」を行うことで、ポケットの口を開きにくくするとともに、ヒップラインにフィットする美しい後ろ姿を実現する。またダーツに関してもより腰回りにフィットするよう「縫製→プレス」が行われる。

縫製後の最終工程として、②レガープレス工程、③中間プレス（小股プレス）工程、④トッパープレス工程の 3 つのプレス工程が行われる。②レガープレス工程では、前と後ろのプリーツ線を固めるために、相引きと内股のずれを出さないようプレスを行う。この際、プリーツ線を固めて形態安定性を維持するために一部溶剤を噴霧して生地を固めるシロセット加工も行う。③中間プレス（小股プレス）工程について、スラックスを立体形状で縫製しているため、お尻部分にたるみが出る。それがシワにならないように、後身頃から前身頃にかけてアイロンを当て仕上げる工程である。この際、レガープレスにおいて相引きと内股にずれアイロンがかかっているかチェックも行う。④トッパープレスは腰部分のプレス

である。丸いクッション型のプレス機の上にズボンをかけ、8回プレスを行う。特にプリーツ線とクリースライン（ズボン中央の折り目）が一直線になるように合わせる点に注意が必要だ。その他持ち出し（帯）、ヒップなどをプレスし、最後にクリースラインを合わせて上からプレスし仕上げとなる。

従来の工程では、腰回りの立体感・フィット感を実現できていたものの、テイラー的な足のM字シルエット（膝の凹み、脛脛のふくらみなど）は再現できていなかった。そこでX氏は、M字シルエット実現のために、プレスの当て方に関して、従来とは異なる製法にすることを決定した。

### ③後期デザイン・開発

#### サンプル・試作の制作

X氏は、A社サンプル室の生産技術者に対し、口頭でレガープレスをする際に、M字シルエットを出せるように、スラックスのセット方法を変えるよう伝えた。通常レガープレスをする際は、スラックスを左右に真っ直ぐ開いてセットし、上からプレスすることで、真っ直ぐプリーツが入る。しかし、M字シルエットを表現するためには、セッティングする際に脛脛を少し出し、膝を入れ、裾を出す、というかたちで、ミリ単位で捻じ曲げて生地を配置する必要があることを伝えた。

#### ファーストサンプル・セカンドサンプル…の制作

プレスに関しては、サンプル室の生産技術者がサンプルを作成したが、うまくいかなかった。そこでA社の熟練プレス工がサンプル作成に加わったが、それでもうまくいかなかった。原因は、スラックスをどこまで捻じ曲げてセッティングすればいいかに関する感覚を全く持っていなかったことにある。また、最終プレス工程は全工程の最終工程なので、変に捻じ曲げてしまうと製品全体がダメになってしまうというプレッシャーも大きかったようだ。

一方、縫製に関しては大きな問題はなかった。D菅留めやボタンのクロス掛けはA社にとって初めてのデザインだったが、手間がかかるというフィードバックのみで、縫製自体には問題なかった。

#### X氏による技術指導

そこで、X氏とO氏は工場に直接行き技術指導を行うことにした。縫製工程から順にプレス工程まで周ったが、メインの指導はプレス工程に対して行われた。

X氏は生産技術者とともに、M字シルエット実現のためにスラックスをどうセットすべきかミリ単位の調整を行い、どのくらいの時間プレスするか、何回プレスするか、などやり取りを繰り返した。X氏にとってもこの工程は手アイロンで行っていたため、量産ラインに落とし込むのは非常に難易度が高かった。

調整が終わると、X氏自らプレス機を使い、プレスの当て方を生産技術者に指導した。現在本社サンプル室にいる生産技術者もこの際X氏から直接指導を受けている。指導の内容は次のようなものである。「あくまで丸と考えると難しいが、面が多い多面体と捉えるといい」というX氏の指導に対し、積極的に生産技術者が意見を述べたり質問をしたりしてい

た。この様子はビデオに記録され、生産技術者間でも共有された。

### 生産技術者の反応

プレス指導を受けた生産技術者の反応は非常に好感の高いものだった。プロジェクトが決まった直後に、A 社社長が所有していた X 氏のテイラーパンツを生産技術者の間に回していた。生産技術者は「これは自分たちでは作れない。どうやって作るんだろう」と興味を持ち、実際に技術顧問は自分でテイラーと同じように手縫いでスラックスを制作してみたようだ。そのため、X 氏から直接指導を受けた際には目から鱗というような反応だった。職人同士なので、いいものを作りたいという思いは共通しており、自分たちで持っていない技術・技法を指導してもらったため、お互いリスペクトしている様子だった。

### デザイン・設計・仕様の修正・決定

デザイン・パターン・仕様に関する修正は行われなかった。

#### ④量産立ち上げ

従来 A 社では柄合わせが基本となっている。柄合わせとは、柄物のパンツに関して柄を合わせる必要があり、相引き・内股・ポケットなど柄合わせすべき箇所も決まっている。しかし、今回は新たにレガープレスにおいてスラックスを捻じ曲げてプレスすることになったため柄合わせはしないことに決定されており、情報も全生産技術者に共有されていた。ところが、長年の癖でいつも通り柄合わせをしようとした結果、プレスの仕方が弱くなってしまい、柄は合っているもののテイラー要素がうまく反映されない製品が生産されてしまうという問題が発生した。この傾向は最初の 1-2 シーズン継続して見られた。

プレス工程は何人かの生産技術者が担当しているため、全員が「柄合わせはしなくていい」という点を理解し、体をうまく動かす必要があった。何度か生産技術者とやり取りし、段々と修正してもらった。ただしこれは革新的な生産工程事態に問題があったわけではない点に注意が必要であり、これ以外の量産上の問題は発生しなかった。

### 5.1.2. 調査 1-②の考察

調査 1-②は、デザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を「デザイン開発活動先行型」でどのように実現するのか？その際、2つのイノベーションは相互にどのような影響を与えるのか？の2点を明らかにすることを目的としていた。

#### ① デザイン・イノベーションが技術イノベーションに与える影響

従来からデザイン開発活動が技術開発活動に関与することで、技術の創出(吉岡(小林),2018; 森永,2016)、技術課題の設定(Moultrie,2015)、技術の新しい用途の発見(Verganti,2011; Dell’Era, Altuna, Magistretti, & Verganti, 2017)、技術移転の促進(Hargaton & Sutton, 1997)が可能になるなど、デザイン開発活動が技術開発活動へポジティブな影響を与えることが知られている。この通説の通り、「デザイン開発活動先行型」においては、デザイナーがコンセプト設定段階において自由な発想のもと必要な機能を構想し、革新的なコンセプト決定後にコンセプト実現に必要な技術の探索・開発活動が行われたため、技術

革新が引き起こされていた。

商品 4-5 ではデザイナーの自由な発想のもと設定された機能デザインに関するコンセプトによって、技術革新が起きたが、形状デザインに関するイノベーションは発生しなかった。商品 4 では、革新的なコンセプトとして「伸縮性があるが綿風合いのあるパンツ」という機能デザインを設定し、コンセプト実現に必要な革新的な素材の開発を行える企業の探索および企業との共同開発が行われ、革新的な技術を生かすための部材開発が行われた。商品 5 では、革新的なコンセプトとして「洗えるツイード」という機能デザインを設定し、コンセプト実現に必要な革新的素材開発を複数企業に同時に依頼し、開発に成功した企業の素材を活用した製品デザインが行われた。この際革新的技術を損なわないよう、同時に「洗える裏地」という革新的技術の開発も行われ、これらを全てデザイナーが主導した。これらの事例ではデザイナーの自由な発想から従来では考えられなかったような素材の開発が行われた。商品 4 について、伸縮素材をパンツに活用することは、型崩れにつながるため伝統的に行われなかったが、市場ニーズ・トレンドから着想を得たデザイナーがコンセプトとして「伸縮性のあるパンツ」を設定したことで技術開発が行われた。商品 5 でも、冬用の暖かいウールでウォッシュブル機能を兼ね揃えたものは存在しなかったが、市場ニーズから「洗えるツイード(冬用ウール)」をコンセプトに設定したことで技術開発が行われた。

商品 6 では、革新的なコンセプトとして「テイラー的な要素を持つ既製服を作る」を設定し、従来テイラーパンツでしか実現できていなかった M 字シルエットという革新的な形状デザインをおこなった。その後、革新的な形状デザインを実現するために必要な生産工程の開発が行われ、革新的な生産工程が生み出された。

よって、商品 4-5 は機能デザインと技術のイノベーションが起きた一方、商品 6 は形状デザインと技術のイノベーションが発生した。これら全ての事例から、デザイナーが技術開発活動に関与することによってもたらされる正の影響が観察された。デザイナーは技術制約に縛られることなく自由な発想をし、デザイン・イノベーションを起こした。このデザイン・イノベーションが技術開発の方向性を決定し、イノベティブな技術を創出することに貢献した。

## ② デザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を「デザイン開発活動先行型」で実現するためのメカニズム

「デザイン開発活動先行型」でデザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を実現するメカニズムは次の通りであった。

製品開発プロセスは、「①コンセプト創出・製品プランニング→②初期デザイン・開発→③後期デザイン・開発→④量産立ち上げ」であり、シーケンシャルなプロセスとなっていた。②初期デザイン・開発段階と③後期デザイン・開発段階において、デザイナーが中心となり外部技術者や工場技術者と連携し、サンプルを元にデザイン・技術の開発/修正を行い、ループ型のやり取りが行われた。

ここで重要なのは、デザイナーの機能と能力である。機能について、デザイナーは製品開発プロセスを主導していた。デザイナーは製品コンセプトの守護者として、ニーズ特定・コンセプトの決定に始まり、量産に至るまで、製品開発が一貫してコンセプトに従うよう他部門と調整を行っており、製品の最終的な意思決定者として機能していた。能力について、デザイナーは技術ネットワークへのアクセスまたは技術開発能力、および各メーカーが保有する技術に関する広く浅い知識を保有していた。

商品 4 では「伸縮性があるが綿風合いのあるパンツ」を作るというコンセプトをデザイナーが決定し、素材メーカーとともに生地共同開発を行うとともに、生地に合った部材開発を行った。生地開発にあたり、協力素材メーカーの探索はデザイナーが自ら行い、複数社を検討したのちに共同開発を依頼する 1 社を決定した。コンセプトを決定するデザイナーが技術探索を行うことで、革新的な機能デザインを実現するための技術の発見が可能となる。実際の生地開発のプロセスでは、デザイナーからは感覚的な要望を出し、それをもとに素材メーカーが生地サンプルを制作し、生地サンプルの試縫いを生産技術者が行い、生産技術者からのフィードバックを素材メーカーに伝達した。よって、デザイナーがハブとなり、素材メーカーと生産技術者との連携を図っていた。その後の部材開発についても、生地の伸縮性に応じた芯地の開発をデザイナーが主導して行った。結果、当初のコンセプトにあった機能デザインを実現するために、コンセプトに合致する形で技術開発要件が決定され、デザイナー主導で技術が開発された結果、技術イノベーションが起きた。

商品 5 では「洗えるツイード」を作るというコンセプトをデザイナーが決定し、複数の素材メーカーが同時に技術開発を行い、最終的に 1 社の生地が採用された。同時に開発された生地（表地）を活かすために裏地の開発も行われ、これら全てをデザイナーが主導した。生地開発にあたり、デザイナーは元々取引関係にあった複数の素材メーカーに対して「ウール混率が高いが洗える生地」の開発依頼を出した。それぞれのメーカーは異なる技術特性を保有しており、各社独自の方法で生地開発に取り組んだ。その中で 1 社が依頼内容に合致する革新的な生地の開発に成功したため、その生地が採用された。商品 4 と同様に生地サンプルの試縫いを生産技術者が行い、生地に関するフィードバックをデザイナーが取りまとめ、生地メーカーとのやり取りを行い、生地の修正を行った。よって、デザイナーがハブとなり素材メーカーと生産技術者との連携を図っていた。デザイナーが中心となることで、コンセプトに合致するように製品開発を進めることが可能となる。裏地の開発については、開発された洗えるツイードの特性を損ねないように、デザイナーがコンセプトに沿って機能要件を決定し、副資材専門商社を通して裏地メーカーに依頼をかけ開発した。結果、当初のコンセプトとして決定された機能デザインを実現するために、コンセプトに合致するような技術開発要件が決定され、技術開発が行われ、技術イノベーションが発生した。さらに技術イノベーションの特性を阻害しないよう、コンセプトに沿って副資材の機能要件を決定し、副資材の開発も行われ、製品開発を一貫してデザイナーによって当初のコンセプトが守られた。

商品 6 では「テイラー的な要素を持つ既製服を作る」というコンセプトをデザイナーが決定し、従来テイラーでしか作ることのできなかった M 字シルエットの形状デザインを行い、それを実現するために生産技術のイノベーションが引き起こされた。ここでは、生産技術に関して深い知見を持つ外部デザイナーが中心となり製品開発プロセスが進行した。外部デザイナーは M 字シルエットのデザインを行い、内部デザイナーはその他の形状デザインに取り組んだ。生産技術についても外部デザイナーがテイラーパンツとして手作業で一本流しを行う際のプロセスをもとに、機械生産で量産するための方法を生産技術者とのやり取りの中で開発した。当初は口頭でやり取りを行っていたものうまくなかったため外部デザイナーと内部デザイナーが工場を直接訪問し、生産技術者と直接やり取りを行うとともに、生産に使う機械を実際に使用しながら開発を行うことで、生産技術イノベーションが発生した。ここでは商品 4-5 とは異なり、デザイナー自らが生産技術者とともに技術開発を行った点に違いがあり、技術ネットワークへのアクセス能力は特に必要ではなかったが、製品開発を通して一貫してコンセプトを守護し他部門との連携を図ったという点は共通している。ここで技術ネットワークへのアクセスが不要だったのは、デザイナー自らが必要な技術知識を保有していたためである。

よって、「デザイン開発活動先行型」においてデザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を実現するための製品開発プロセスは、「①コンセプト創出・製品プランニング→②初期デザイン・開発→③後期デザイン・開発→④量産立ち上げ」であり、シーケンシャルなプロセスとなっていた。②初期デザイン・開発段階と③後期デザイン・開発段階において、デザイナーが中心となり外部の技術者や工場の生産技術者と連携し、サンプルを元にデザイン・技術の開発/修正を行い、ループ型のやり取りが行われた。これはインクリメンタルなデザインと技術のイノベーションを行う場合と同じプロセスである。また、デザイナーの機能についても、インクリメンタルイノベーションのケースと大きな相違はないものの、必要な能力が異なることが明らかとなった。能力について、ラジカルなデザイン・イノベーションが起きており、それを実現するためにラジカルな技術イノベーションが必要となる場合、それを開発できる技術者を探索する能力、または技術を開発する能力が重要となる。インクリメンタルな技術イノベーションが必要ならば、それを実現できるメーカーは多いため探索の困難さはより低いと考えられる。一方、ラジカルなデザイン・イノベーションに合致するような技術を開発できるメーカーは限られているため、適切な強み・技術を持つ協力メーカーを選択する必要がある(商品 4-6)。そのためには、デザイナーはメーカーが保有する技術に関する広く浅い知識と、技術ネットワークへのアクセスを保有することが求められる。もしくは、デザイナー自身が技術イノベーションを主導できるだけの技術知識を保有する必要がある(商品 6)。

### 5.1.3. 調査 1-③

#### 商品 7：製品染

## 概要

商品7は、A社において初めて製品染（縫製完了後に製品ごと染める）を行った商品である。従来A社では綺麗なスラックスの開発のみ行っていたが、市場のカジュアル化に伴い、特にイタリアで注目されてきた製品加工を取り入れた商品を、ファッションテイストの高い自社ブランドZというブランドから出した。

日本においてはジーンズの製品染が一般的であり、スラックスを製品染した商品はおそらく本製品が初である。そのためノウハウがなく、加工屋との調整など1から行う必要があった。開発には通常の製品よりも長く2年ほどの期間をかけ、A'社工場、加工屋との調整を行いながら進めていった。

### ①ニーズ特定段階

10年ほど前、イタリアメーカーが開発した、ウールの製品染の商品から人気に火がつき、パンツ専門メーカーのカジュアルラインの製品群において製品染や洗いなどの加工を行うなど一大旋風が巻き起こった。イタリアメーカーの中で、デザインも斬新で色系や付属を駆使したデコラティブな製品を開発していた企業もあった。

PITTIUOMO 出店前からA社はPITTIUOMOの視察に行っており、そこで上記のようなイタリアメーカーの製品染の商品を目にしていた。染まり方にムラがあり、味がある、カジュアルな雰囲気だと感じ、従来A社が持っていなかったカジュアルマーケットを開拓するために、国内でもスラックスの製品染を開発しようと考えた。

もともとA社でもカラーパンツは出していたが、ドレスパンツであったため、ドレスパンツに合わせて製品染の商品も開発することで、顧客へ選択肢の幅を出すことが目的だった。

### ①コンセプト創出・製品プランニング段階

製品染のイタリアのインポート商材は3-4万円、高いもので5万円ほどの価格帯であり、日本人の体にもフィットしないという問題を抱えていた。そこで、「製品染技術を活用した日本人にあうフィッティングの製品」をコンセプトとし、2万円程度の価格帯の商品を開発することに決定した。

### ②初期デザイン・開発段階

#### 生産技術開発（製品染）

国内ではおそらく初めての製品染だったため、1から加工屋をあたり、染料を調整していった。加工屋はジーンズの製品加工をメインで取り扱うが、ジーンズの製品加工はハードすぎて製品の当たりがやりすぎだったり、糸が切れたりするため製品として使えないことがあった。ジーンズとは異なるレギュレーションを持つスラックスの加工を理解してくれる加工屋を探すことに苦労した。取引先は今までの取引先や生産技術者のつてを活用し、O氏が探した。

取引先となった加工屋にとって、スラックスを製品染するのは初めてのことだった。加工屋からは、スラックスの製品染は気を遣うと言われた。ジーンズはジレットが打っており、

縫製もしっかりしているため、思い切り製品染しても問題が起きることが少ないが、スラックスは繊細な縫製でデリケートな箇所があるため、製品染するにあたり多くの苦労があった。サンプル作成を繰り返し、だんだんと修正を重ねていった。

### デザイン開発

洗った時に雰囲気が出るようにデザインを工夫した。例えば、コルクは2本針ではなく1本針で掬いループにすることで、製品染した際に陰影がつくような工夫を行なった。また、製品タグについて、従来A社で使用しているナイロン100%のタグは染まってしまう記載内容が確認できなくなってしまうため、製品染用のポリエステルタグを使用するよう加工屋から提案があり、採用した。

ただし、製品サンプルの製品染をする過程で、既存のデザインでは製品染に耐えられないことが発覚したため、初期デザインに対しどんどんと修正が加わっていった。

### ③後期デザイン・開発段階

#### サンプル作成（初期デザインの問題の発覚と改良）

A社独自のデザインで基本デザインでもある「袴タック」という仕様を活用していた。袴タックとは腰裏にヒダとスリットが入ったもので、腰回りのフィット感を高める役割を果たす。しかし、製品染するとプリーツが取れ、袴タックがぐちゃぐちゃになってしまうこと、袴タックを縫製する際に使われる虫留が取れたり穴が空いたりするため、デザイン変更が行われた。一般的に使われる一段腰裏は製品洗いに向いている一方でドレス仕様の製品染にならないため、袴タックなしの3段腰裏（上段・下段・中袴の3枚の布を組み合わせた仕様で、1段腰裏よりフィット感が高い）を採用した。

このように従来のドレス仕様をどれだけ頑丈に、商品特性に合わせてフィットさせていくのか、という試行錯誤が繰り返された。これらの話し合いはO氏、A社サンプル室のリーダーが行い、加工屋とすり合わせを行なっていった。

さらに製品染で注意が必要なのが生地縮みである。生地・色・温度・環境によって安定しないため注意が必要だ。サンプル作成は4月5月の湿度のない乾燥した時期だったため、ほとんど縮むことはなかった。また、サンプル作成時は1色について縮率サンプルを作成した。この縮率サンプルの縮率を加味し、最終的なパターン修正を行い、量産パターンが確定した。

### ④量産立ち上げ

サンプルは上記の通り計画通りの縮率だった。しかし、量産を開始したのは10月で、台風がきて湿度が高い時だったため、生地がダレた状態で縫製し、製品染をした結果、計画以上に縮んでしまい、工場が止まるなどのトラブルが発生した。

また、淡色の方が染めている時間が短く、濃色の方が長いという違いから、本来染めの色によって縮率は異なる。しかし本製品については縮率サンプルを1色のみで作ってしまったため縮率が安定しないという問題が発生した。

この経験を踏まえて、以後製品染をする際には縮率サンプルを全色に対して作ったり、濃



色に合わせるなどの工夫をしているが、いまだに試行錯誤している。

また、ボタンを縫製した上で製品染に出したが、量産においてはボタンが割れてしまったため、製品染の後にボタンを縫い付けるよう生産工程を変更した。

## 商品 8：和紙素材

### 概要

商品 8 は通販サイトで発売した、繊維メーカー F 社が開発した革新的な和紙素材を活用した商材である。試作段階では問題が生じていなかったが、量産において強く引っ張ると生地が破れてしまったり、地糸切れが発生することが発覚した。そこで、急遽納入を止め、F 社と A 社で損失補填をすることになってしまった。

### ①ニーズ特定段階

繊維メーカー F 社から和紙繊維を活用した商材を共同開発する提案があった。和紙素材は生地展示会においても F 社が強く PR している商材だった。和紙は抗菌防臭性、軽さに優れているだけでなく、エコ素材であり、F 社の素材を活用することは地域貢献にもつながると考えた。F 社のある F 県の大手デパートなどでも展開できる可能性もあると考えた。

### ①コンセプト創出・製品プランニング段階

「繊維メーカー F 社が開発した革新的な和紙素材を活用したスラックス」の開発を行うことに決定した。販売経路は、本製品に関心を持った高級通販サイトである。

### ②初期デザイン・開発段階：

#### 素材開発

すでに薄手のジャケット、アウター、ワイシャツで使用されていた和紙を使った生地を、パンツ用に改良した新素材である。

物性に問題があったため、何度か試織を繰り返し、公的検査機関での物性検査も行った。ただし、生地は 1 反 50m あり、それを 10 反納品してもらうとなると、全て均質な状況で加工することが困難で、どうしてもムラが出てしまう。本来であれば反中と反端を、それぞれの原反について検査することが好ましいが、コストがかかる。A 社がコストを負担し、いくつかの反について検査を依頼する場合もあれば、1 反の検査のみで済ませる場合もある。

本製品については、F 社との話し合いの末、1 カ所の物性検査を行った。F 社は長年の付き合いがある繊維メーカーで、A 社の物性基準も理解しており、A 社工場も何度も訪れている取引先だったため、信頼していた。

#### デザイン開発

高級商材であるため、ベレックスを使用し、ファッション性を高めた。その他の点に関しては、A 社独自の高級ドレス向けの仕様を採用した。

### ③後期デザイン・開発段階

#### サンプル作成

サンプル作成時には特に問題は発生しなかった。ただし、サンプル作成後に A 社社員の

誰も試着しておらず、洗濯・プレスも行っていなかった。

#### ④量産立ち上げ

縫製担当の生産技術社からの指摘で、地糸切れ、破れが発覚した。お尻部分を縫った際に、縫い糸が生地（地糸）を切ってしまう、開いた時に破れる恐れがあるということだった。A「社工場長から連絡があり、量産品を何本か本社に送ってもらい、デザイナーが手で引き裂きを行った結果、簡単に裂ける箇所があることが発覚した。そこで、急遽通販会社に連絡し、販売前に量産を停止した。生地検品の甘さが今回の問題の原因である。

#### 5.1.3. 調査1-③の考察

調査1-③は、デザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を「技術開発活動先行型」でどのように実現するのか？その際、2つのイノベーションは相互にどのような影響を与えるのか？の2点を明らかにすることを目的としていた。調査1-①、調査1-②と同じ企業で同じデザイナーを対象に調査を行ったため、製品開発プロセスの流れやデザイナーの役割などはほとんど一致している。その結果、調査された2つのケースにおいて技術イノベーションが先行する形でデザイン・イノベーションが起きることはなく、先行研究において想定されていた通り、ある技術の活用を前提としたことによりデザイナーの創造性が損なわれてしまった。よって、「デザイン開発活動先行型」でデザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を実現するメカニズムの活用は、「技術開発活動先行型」においてはイノベーション両立につながらないことが明らかになった。

製品開発プロセスとデザイナーの役割について、開発プロセスは他の製品と同じく、「①コンセプト創出・製品プランニング→②初期デザイン・開発→③後期デザイン・開発→④量産立ち上げ」であり、シーケンシャルなプロセスとなっており、②初期デザイン・開発段階と③後期デザイン・開発段階において、デザイナーが中心となり外部技術者や工場の生産技術者と連携し、サンプルを元にデザイン・技術の開発/修正を行い、ループ型のやり取りが行われた。相違点としては①コンセプト・製品プランニングの段階の時点で既に活用する技術が決まっており、技術の活用を前提とした製品コンセプトが作成されるという点である。

商品7では、「製品染技術を活用した日本人にあうフィッティングの製品」というコンセプトを実現するために、②初期デザイン・開発段階においてデザイナーが中心となり外部の技術開発担当者としり合わせを行い、染料の調整を行った。また、製品染はもともとジーンズの製品加工がメインであり、スラックスのような繊細な商材に対して行くと糸が切れたり、あたりが強すぎるという問題があったため、製品染を意識して形状デザインを開発した。この際重視されたのは「製品染に耐えうるデザイン」を作ることであり、製品染技術の活用がデザインに制約をかけてしまい、革新的なデザインにはつながらなかった。また、②初期デザイン・開発段階において製品染に耐え、かつ製品染が活かされるようなデザインを行ったものの、③後期デザイン・開発段階においてサンプルを作成すると、様々な生産上の問題が発覚したため、デザインに修正が加わり、一般的な製品染製品のデザインと、A社独

自のドレス仕様のデザインを組み合わせたようなデザインの製品が完成された。そして、このように「外部技術者⇄デザイナー⇄生産技術者」とデザイナーが中心となりすり合わせを行ったものの、④量産段階において製造性の問題が2つ発覚した。1つ目が生地1色の縮率の問題である。③後期デザイン・開発段階で、使用する生地1色についてのみ縮率サンプルを作成したが、量産時と気候が異なった点、他の展開色の縮率が異なっている点から、量産時に縮率が安定しないという問題が発生した。2つ目が生産工程の順序の問題である。量産当初は製品にボタンを縫い付けた状態で製品染加工を行っていたが、量産時にボタンが割れるという問題が発生したため、製品染後にボタンをつけるよう、生産工程の順番が変更された。

商品8では、「繊維メーカーが開発した革新的な和紙素材を活用したスラックス」をコンセプトに製品開発が行われた。和紙素材をスラックスに使用するのは初めてのことであったため、デザイナーと外部技術者が連携し試織を繰り返し、素材開発を行った。和紙素材を活用することを前提に形状デザインの作成が行われたが、特に新しいデザインは作られず、A社独自の高級ドレス向け仕様を活用し、過去にも取り扱ったベレックスなどの部材が採用された。本製品の開発においても他の製品と同様デザイナーがハブとなり外部技術者とA社生産技術者と連携を行っていた。③後期デザイン・開発段階において作成した生地サンプル・製品サンプルには特に問題がなかったものの、④量産段階において、地糸切れ、破れが発生し、発売前に量産が停止されてしまった。ただし、この問題はサンプル作成時に発見することは困難だったと考えられることから、連携に問題があったわけではないと考えられる。

以上より、商品7と商品8ではそれぞれ技術イノベーションがデザイン・イノベーションに次のような影響を与えていた。商品7では、技術イノベーションがデザインの制約となりデザイン・イノベーションを阻害しており、商品8では、技術イノベーションから新しい発想が生まれずデザイン・イノベーションに繋がらなかった。では、どのようにすれば技術イノベーションがデザイン・イノベーションを制約せず、また新しいデザイン・イノベーションの発想に繋げることができるのだろうか？

商品7と商品8はいずれもA社において「デザイン開発活動先行型」でデザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を実現したメカニズムと同様の方法で開発されており、開発担当者も同一のデザイナーであった。同一のメカニズムやデザイナーを活用していても「技術開発先行型」で2つのイノベーションの両立を実現できなかったことから、別のメカニズムやデザイナーの特性がイノベーション両立の実現のために必要なのだと考えられる。

## 5.2. 調査2：B社(自社ブランドB)

自社ブランドBにおいては、全ての製品事例において革新的なブリーツ加工技術 $\beta$ を使用するという前提があった上で、製品開発活動が開始されていた。その意味でいずれのケー

スにおいてもデザイン開発活動は「 $\beta$ 技術を活用する」という技術的な制約を受けていたとすることができる。

また、自社ブランド B においては事例 9-10 が同時に、事例 11-13 が連鎖的に開発されたという特徴を持つ点に注意が必要であり、事例 9-10 を事例 1、事例 11-13 を事例 2 と大きく括って紹介する。事例 1、事例 2 は共に  $\beta$  技術を活用することで革新的なデザインの製品開発が行われたことから、技術開発活動先行型の製品開発において、技術イノベーションとデザイン・イノベーションを両立することが可能であることが証明された。

### 5.2.1. 商品 9-13：技術開発活動

自社ブランド B の事例はすべてプリーツ加工会社 B 社の特許技術である  $\beta$  技術を活用したものであるため、先に  $\beta$  技術の概要と開発プロセスについて紹介する。

$\beta$  技術とは、綿や麻などの植物性の天然素材にプリーツ加工をかける技術である。従来から、化学繊維（ポリエステル）や動物性素材（ウール、シルク）にプリーツ加工をかけることが可能だったが、これらは生地が厚く、冬場向けの素材である。よって、アパレル業界においては、着心地・快適さに優れており、夏場の素材として最適な植物性天然素材にプリーツ加工をすることへのニーズが非常に高かった。しかし、天然素材は熱に弱いため、熱や洗いでプリーツが取れてしまうという課題が存在した。

化学繊維は熱を加えることでプリーツ加工を行い、動物性素材はパーマメント液と呼ばれる薬剤を活用しプリーツ加工を行う。B 社では、「薬剤を活用する手法」と「薬剤以外を活用する手法」を組み合わせることで天然素材のプリーツ加工が可能になると考え様々な手法を開発していった。

(1)糸の撚りを強くする手法：プリーツ性を出すためには糸を何千回も撚る必要があるが、撚りが強すぎて糸が切れてしまうという課題が存在した。そこで B 社と機屋の共同開発で、糸を右方向に千回、左方向に千回撚ることを繰り返す方法を開発したことで、天然素材にシワ加工をかけることが可能になった。これは商品化され非常に画期的なものだったが、プリーツ加工には至らなかった。

(2)薬剤 Y の活用：形態安定シャツ用の薬剤である薬剤 X は、活用により生地が硬くなること、クリーニングの溶剤（パークレイン）で洗浄するとプリーツ加工が取れてしまうという課題があった。そこで、薬剤 Y を活用することで、生地を強く滑らかにすることが可能となった。しかし、洗浄するとプリーツ性が弱くなってしまいう課題が残った。

(3)紡績 G 社の形態安定技術の活用：形態安定用の技術を、プリーツのシワを作るために活用するという発想に転換し、G 社と共同で開発が始まった。プリーツ性を出すことは可能だったが、G 社の生地のみにも適用可能だったため、薬剤の自社開発に乗り出した。

(4)自社開発：研究の結果、市販の生地にもプリーツ加工がかけられるようになったが、引き裂け・プリーツが取れるなどの課題が残った。そこで化学薬品企業と連携し、薬剤の混合率を調整し、現在の  $\beta$  液が完成した。技術の特徴としては薬剤 Y を活用している点、半乾き・

湿った状態でプリーツ加工を行うことでプリーツ性が強くなる点が挙げられ、綿、麻、レーヨンなど全ての天然素材にプリーツ加工を施すことができるようになった。

### プリーツ加工製品の生産工程

プリーツ加工工程は次の通りである。一部、 $\beta$ 技術を使用する場合のみ発生する工程も存在する。①裁断工程、②前処理、③ $\beta$ 液の浸透、脱水工程、④乾燥工程、⑤プリーツ加工工程、⑥ベーキング工程、⑦洗い工程、⑧乾燥工程、⑨縫製工程。③と⑥は $\beta$ 技術を活用する際のための工程である。

③では、 $\beta$ 液を調合し攪拌し、機械の中に $\beta$ 液を入れ、生地浸透させる。④では、乾燥と皺伸ばしを同時に行う機械を活用する。これは、シーツをアイロン掛けしながら乾かす機械に類似している装置である。⑤は、真空釜に生地を入れ蒸す工程である。従来のプリーツ加工は、180度の窯に50分生地を入れていた。180度以下だとプリーツが取れてしまうため、この温度設定にしていたが、これでは熱が強いため生地が劣化してしまっていた。そこで、真空窯による加工を行うよう変更した。真空窯を使えば、105~110度に30分で、従来と同じレベルまで加工をかけることができる。真空で圧がかかるため温度を低くできる上に、プリーツが取れにくいというメリットを持ち、時間の短縮と品質の向上を同時に達成した。⑥は天然素材にプリーツを固定させるためのプレス機であり、 $\beta$ 技術活用時のみ必要な工程である。ベーキング工程で反熱処理をすることで初めて、 $\beta$ 加工が定着するのである。加工の固着後は、⑦で薬品を洗い直し、⑧で乾燥室に入れ乾燥させ、最後に⑨縫製を行うことで製品が完成する。

以下で紹介する商品9-13は $\beta$ 技術という革新的な技術の魅力を伝えるために開発が行われたものである。

#### 5.2.2. 事例1： $\beta$ 技術を活用しデニム生地にプリーツ加工を施した製品事例

##### 概要

クラウドファンディングサービスH向けに開発した商品第1段である。デニムを使った定番商品の開発に向け、2年に渡り取り組んだ。初年度は商品9を商品化、次年度は商品10を商品化した。

##### 商品9：脇プリーツワイドパンツ

##### 概要

薄いデニム生地を使用し、パンツの脇部分にプリーツ加工、中心にセンタープリーツ加工を施した、ウエストゴムのワイドパンツである。

##### 商品10：オールプリーツデニムパンツ

##### 概要

厚いデニム生地に全体にプリーツ加工（オールプリーツ）を施したパンツである。

## 開発プロセス（初年度）

### ①コンセプト創出・製品プランニング段階

β技術の魅力は、衣服にとって重要な特性である「着心地・快適さ」に優れた綿素材（天然素材）にプリーツをかけることができる点であり、その特性を活かした製品開発を行う必要があった。

その中で、デザイナーは綿素材でプリーツをかけたら面白いのはデニムだと考えた。その理由はデニムが身近な製品であること、経年劣化を楽しむ製品であることである。特に経年劣化について、デニムは長く履き色落ちすることが価値を生む製品であり、β加工が永久的に取れないプリーツであるという技術特性をアピールするために最適だった。

そこで、デニムを使った定番商品を作りたいと考えた。工場としては定番品を継続的に作ることにメリットがあるためである。

### ②初期デザイン・開発段階（素材にプリーツを適用）

商品9（薄いデニム生地）、商品10（厚いデニム生地）の両方についてデザインを行った。当初、両者共にオールプリーツ（製品全体にプリーツ加工を施すこと）の加工をデザインした。デザイナーとしては商品10の製品化を希望しており、その代替案として商品9も同時にデザインしていた。

デザインにあたり外部デザイナーY氏はB社工場を何度も訪れβ技術に関する知識を学習した。

### ③後期デザイン・開発段階

サンプルを大きく分けて2回開発した。ファーストサンプルのフィードバックを受け、セカンドサンプルが作成された。

ファーストサンプルとして、商品9と商品10のサンプルを作成した結果、商品9の開発を継続することになった。理由として、商品10を実現するための縫製技術がB社内において欠如していたこと、クラウドファンディングサービスH社職員から商品9の評判が高かったことが挙げられる。縫製技術について、商品10は分厚いデニムを縫製する必要があったが、そのためには特殊な技能が必要であり、B社内でその技能を調達することが困難だと考えられた。これらの点を鑑みるうちに、外部デザイナーY氏は商品9の方がニーズも高いことに気がついた。本製品作成時点で、現代感のある製品は軽くて薄いことがキーワードであった。商品9は軽くて薄いイージーパンツ風な商品なので、現代のニーズによりマッチしていると考えられた。

そこで、商品9のデザインおよびコンセプト変更を行い、セカンドサンプルを作成した。まず、オールプリーツではなく、脇プリーツとセンタープリーツを施すことに決定した。理由は3点ある。第一に、商品10でオールプリーツ加工をすることが決まっていたため、商品9は異なるデザインにした方がいいと考えた。第二に、オールプリーツ加工の場合、プリーツを施す分、生地分量を多く使う必要があるため、ぼさとした、重たい製品になって

しまう。しかし、商品9で使用する生地は薄いため、脇だけのプリーツにすることでよりスッキリ、綺麗目に見せることができ、生地特性を活かすことができると考えられた。第三に、薄い生地に対してオールプリーツ加工を施した場合、有名メゾンブランドに酷似してしまうため、独自性を出すためにもデザイン変更が必要だと考えた。

ここで、オールプリーツから、脇プリーツとセンタープリーツにデザイン変更したことにより、プリーツが入っていない部分に皺がつかないことが発覚した。つまり、 $\beta$ 技術が持っていた形態安定性という特性が意図せず発露したのである。それを受け、コンセプトも「 $\beta$ 加工したデニムを使った定番商品」から「 $\beta$ 加工したデニムの形態安定性を生かした製品」にすることに変更された。サンプルの修正はデザイナー、パタンナー、技術者との会話の中で行われた。

#### ④量産立ち上げ

サンプル作成と同様、B社で加工・縫製を行なった。量産時に特に問題は発生せず、製造性は高かった。

### 製品開発プロセス（次年度）

#### ①コンセプト創出・製品プランニング段階

初年度に縫製の問題で製品化に至らなかった商品10について、定番商品を作りたいという思いがあったため製品化を決定した。

#### ③後期デザイン・開発段階

サンプル作成は、自社工場で縫製ができなかったため、ジーンズ縫製メーカーJ社に縫製を依頼した。自社工場で商品10の生産ができない理由としては、生地の厚みと硬さにより、まっすぐ縫えないこと、針が折れてしまうことが挙げられる。特に仕様により生地が重なっている部分の縫製が難しく、B社内でサンプルを作った際にも針が何度も折れてしまった。そこで、Y氏のついででジーンズ縫製メーカーJ社にサンプル縫製を依頼した結果、サンプルが綺麗に仕上がったため、量産もJ社で行うことに決定した。

ファーストサンプル作成後、縫製工場が縫いやすいようにデザインを修正していった。まず、 $\beta$ 加工ではベーキングの後薬品を洗い流す工程があるが、デニムは糊のついた状態で縫製を行う。これは、硬い状態で縫製し、縫製後洗浄することで、生地を柔らかくなり、生地が広がり寸法が出るためである。よって、洗い工程の前段階の生地を納品し、縫製後に洗い屋で洗い工程を行うことにした。また、ポケットも、通常は縫製工場ですべて裁断するが、B社で $\beta$ プリーツ加工を施した生地を裁断し納品した。さらに、強度に関して、プリーツ加工をすることにより、従来のデニムよりも強度が弱くなってしまうため、補強が必要となった。そこで、ベルトの裏に当て布をすることで生地の裂けを回避したり、その他リベットを付けるなどの工夫を行なった。ただし、これらの修正は製品の外装に関わるものではなく、内装に関するものであり、外装としてのデザインが生産工程に影響を受け、デザイン性が損なわれることはなかった。

デザイン決定後、プリーツ特有の縫製方法の指導を、J社に対して直接行うことで、量産段階の問題を事前に解決した。例えばプリーツ特有の縫製方法として、仮止めというものがある。これは、プリーツが開かないように、事前に作りたい寸法にステッチを入れた上で縫製を行う手法であり、このようなプリーツ製品に特殊な技能を B 社の生産技術者が J 社の生産技術者に伝授した。

#### ④量産立ち上げ

量産において問題は発生しなかったため、最終的な製造性は高かった。

### 5.2.3. 事例 2： $\beta$ 技術を活用しデニム生地にプリーツ加工およびブリーチ加工を施した製品概要

商品 11～13 は、デニム生地にプリーツをかけることにより新たな技術特性が明らかとなり、革新的なデザインが生まれていった一連の事例である。クラウドファンディングサイト H 社にて販売している。

#### 商品 11：マダラプリーツ

##### ①コンセプト創出

「 $\beta$  加工をかけたデニムにブリーチ加工をすることができないか」という発想を B 社デザイナーが持った。具体的な商品を構想していたわけではなく、ブリーチ加工をすると  $\beta$  プリーツ加工は取れてしまうのかどうか、という点の検証を行うことを目的としていた。

##### ②初期デザイン・開発段階

B 社既存のプリーツ型を活用し、デニム生地全体に  $\beta$  加工を施したスカートをデザインした。シワつとした加工を実現したかったため、ベーキング工程においても生地を広げた状態でプレスした。

##### ③後期デザイン・開発段階

外部委託デザイナー Y 氏の知り合いの洗い屋に、 $\beta$  加工を施したデニム生地のプリーツスカートにブリーチ加工を施す依頼をした。その結果、図らずとも製品全体にマダラにブリーチが入った製品が出来上がった。このことから以下 2 点が明らかとなった。第一に、 $\beta$  加工を施した生地にブリーチ加工をしても  $\beta$  加工は取れない。第二に、 $\beta$  加工を施した生地にブリーチ加工をすると色ムラが出る。しかし、第二の点について、この時点では理由は明らかにならなかった。

商品 11 はデザイン的にも面白く評価が高かったため、その後  $\beta$  加工した生地にブリーチをかけた製品を開発することが社内で流行した。

#### 商品 12：ヒダ山プリーツ

##### ①コンセプト創出・製品プランニング段階

商品 11 で明らかになった、 $\beta$  加工を施した生地に、ブリーチ加工をすると色ムラが発生するという特性を活かして、商品 11 と同様のマダラ模様の製品をコンセプトとした。



## ②初期デザイン・開発段階

デニム生地の一部に $\beta$ 加工を施したワンピースをデザインした。商品 11 ではシワっとしたプリーツ加工を目指していたため、ベーキング工程で生地を広げた状態でプレスを行なった。しかし、商品 12 では、はっきりとしたプリーツ線を表現したかったため、ベーキング工程において、 $\beta$ 液を浸透させた生地を折り畳んだ状態でフラットプレスした。これにより、熱が当たったヒダ山の部分に薬品が強く反応し、きちんとプリーツ線が残った。

## ③後期デザイン・開発活動

洗い屋において製品サンプルにブリーチ加工を施した。結果、意図せずプリーツのヒダ山の部分にのみ色が残った。これについて、社内では不良なのではないかという話になったが、デザイン的に面白いため、なんとか再現しようと試行錯誤した。ヒダ山部分にプリントを施してみるなど、様々な方法を試したがうまくいかなかった。

そこで、洗い屋にこの現象について相談したところ、 $\beta$ 液が色止め剤（ブリーチの際に色が落ちないように塗る樹脂）と同じ効果を持つことを指摘された。社内で $\beta$ 液と色止め剤の成分を比較したところ、確かに両薬剤の成分が似ていることが明らかになった。よって、規則性を持ってブリーチの色落ちを活用できることが明らかとなった。

色落ちの原理は次の通りである。 $\beta$ 液が強く反応している部分に色が残り、反応していない部分は色が落ちる。つまり、商品 11 のマダラブリーチの場合は、生地を広げた状態でベーキングが施されていたため、生地全体にランダムに熱が入り、強く $\beta$ 液が反応している部分にのみ色が残り、色ムラが発生していたのである。

そこで、今回新たに明らかになった、 $\beta$ 加工を施した生地にブリーチ加工を施した際には、 $\beta$ 液が反応しているヒダ山に色が残るといった技術特性を活用した、革新的なデザインを開発することに決定した。

## ④量産立ち上げ

若干の製品不良が発生し、量産はややしにくいものであったため、製造性は低かった。

## 商品 13：取引先ヒダ山プリーツ

### ①コンセプト創出・製品プランニング段階

商品 11、商品 12 で明らかとなった技術特性を活かしたデザインの製品を作ることにした。すでに商品 12 でメカニズムの解明が行われていたため、デザイナーは意図のままに技術を活用することが可能だった。取引先は 10 年以上の付き合いがあるところで、B 社社長も何度も訪問し、取引先デザイナーと密にコミュニケーションをとってきたため、B 社の技術を深く理解している。本製品も共同でデザインを開発した。

### ②③初期デザイン・開発段階、後期デザイン・開発段階

取引先デザイナーは、市松模様柄の生地を活用し、商品 12 と同じ方法で $\beta$ プリーツ加工・ブリーチ加工を施した。これにより革新的なデザイン（柄）の製品となった。柄付きの生地を活用するという発想は取引先のものであり、B 社単体では発想されなかっただろうと、B

社デザイナーは述べていた。

取引先は自社ブランド B の過去の製品の変遷を見て、技術特性を活用するための方法を考え出したのであり、ヒダ山にブリーチの色が残るといった技術特性が、デザインとして完全に生かされた製品となった。

#### ④量産立ち上げ

製品不良の発生や量産のしにくさがあったため、製造性は低かった。

### 5.2.4. 調査 2 の考察

調査 1 では、①製品に採用されるデザインと技術が共にインクリメンタルな場合、デザイン開発活動と技術開発活動はどのように連携すると製品開発を効果的に進めることができるのか？②デザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を「デザイン開発活動先行型」でどのように実現するのか？その際、2つのイノベーションは相互にどのような影響を与えるのか？③デザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を「技術開発活動先行型」でどのように実現するのか？その際、2つのイノベーションは相互にどのような影響を与えるのか？の 3 点を調査した。①と②は明らかになったものの、③は明らかにならず、「技術開発活動先行型」で2つのイノベーションを両立するためには、「デザイン開発活動先行型」とは異なるメカニズムが必要であると考えられた。

そこで、「技術開発活動先行型」の製品開発を行い、イノベティブな製品を開発している B 社の自社ブランド B への調査を行った。調査は、技術イノベーションが機能および形状デザインのイノベーションに影響を与えた事例 1 と形状デザインのイノベーションに影響を与えた事例 2 を対象とした。結果、B 社では「技術開発活動先行型」で技術イノベーションが機能および形状のデザイン・イノベーションに影響を与える形でイノベーションの両立を実現していることが明らかとなった。

先行研究からは、技術開発が先行することはデザインの自由度が制限されることにつながるため、技術開発活動先行型製品開発においてデザイン・イノベーションが阻害されてしまうことが推測された。例えば Akiike(2014)は技術革新とデザイン革新を同時に追求しようとした際、技術革新による新しい機能の導入を優先し外観（デザイン）が犠牲にされ、技術的問題が解消された後に外観・使いやすさ（デザイン）が追求されることが明らかとなっており、技術革新によってデザインが損なわれる可能性が指摘されている。実際、A 社への調査 1-③の商品 7 と商品 8 では、技術イノベーションがデザイン・イノベーションを阻害している場合と、技術イノベーションがデザイン・イノベーションの発想につながらない場合が観察されており、「技術開発活動先行型」において2つのイノベーションの両立を実現することは困難であると見受けられた。

事例 1、事例 2 の双方において、天然素材にブリーチをかけることを可能とする  $\beta$  技術という革新的な技術の開発が先行し、 $\beta$  技術の機能を伝えるための製品を作ることをコンセプトに製品開発が行われた。つまり、「天然繊維」を活用し「ブリーチ加工」を行わず

はならないという制約がかけられた状態でデザイン開発活動が開始された。しかし、このように $\beta$ 技術という革新的な技術を活用することを前提に製品開発活動を行った結果、技術イノベーションがデザイン・イノベーションの制約になりつつも、制約があることによってむしろ革新的なデザインの製品の開発に成功しており、技術イノベーションが必ずしもデザイン・イノベーションを阻害するものではないことが明らかとなった。

事例1では、 $\beta$ 技術という革新的な技術の特性を伝えるのに適した製品を開発するため、デザインは $\beta$ 技術を活かすように作られた。結果、経年劣化を楽しむデニム素材が、半永久的に天然素材にプリーツをかけられるという $\beta$ 技術の特性を活かすのに適しているとデザイナーが発想し、デニム素材とプリーツ加工の掛け合わせによる革新的な形状デザインが生まれた。商品9、商品10はともにデザイナーだけではなく、技術を熟知するパタンナー・縫製などの技術者がディテールのデザインを行ったことで、デザイン性が高まった。さらに商品9では、生地特性を活かすために複数のデザイン案を作成した結果、意図せず「形態安定性」という明らかになっていなかった $\beta$ 技術の機能が発覚し、機能デザインにもイノベーションが発生した。

事例2では、 $\beta$ 加工された生地にブリーチ加工をすることは可能なのか、という技術的探索から、技術が本来持っていた機能が新たに発覚した。その機能が直接デザインにも活かせるものであったため、開発の方針を変更させ、新たな機能を活かした革新的な形状デザインの製品を開発した。商品11では、①ブリーチをかけてもプリーツ加工が取れない点を検証した結果、② $\beta$ 加工した生地にブリーチ加工をかけると色ムラが出る点が発覚し、それを製品デザインに活かした。しかし、②が発生するメカニズムは不明だった。商品12では、 $\beta$ 加工のベーキング工程によって、ブリーチのかかり方に違いが発生することが明らかとなった。当初はヒダ部分に発生する色ムラが製品不良だと考えられたが、デザイン性が高かったため、色ムラのメカニズムを検証した。最終的にはブリーチ加工技術者がメカニズムを指摘し、B社で詳細を解明した。その後、特性②を意図的に活用した革新的な形状デザインを開発した。商品13では、特性②を活かすようなデザインを開発した。取引先アパレル企業の発想で、柄付きの生地に同様の加工を施すことで、革新的な形状デザインを実現した。

事例1、事例2共に技術イノベーションがデザイン・イノベーションに影響を与える形で2つのイノベーションの両立を実現している。技術イノベーションはデザイン・イノベーションに制約をかけつつも、デザイナーの想像力を掻き立て新しいデザインの発想につながり、デザイン・イノベーションが発生していた。なぜこのようなことが可能だったのか、またそのメカニズムを明らかにするために、調査1-②および調査1-③との比較を次のパートで行う。「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動先行型」ではメカニズムにどのような違いがあるのだろうか？

## 6. ディスカッション

本研究では、「RQ：デザイン・イノベーションと技術イノベーションは相互にどのような

影響を与えるのか？2つのイノベーションを両立させるためのメカニズムは何か？」に答えるために、調査1・調査2を行った。リサーチクエスチョンを明らかにするために、本研究では製品開発プロセスにおける開発活動の発生の順序に着目し、「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動先行型」の2つに開発パターンを分類し、この2つの開発パターンに応じて、デザイン・イノベーションと技術イノベーションが相互に与える影響と、そのメカニズムを明らかにすることを目的とした。

調査1では①製品に採用されるデザインと技術が共にインクリメンタルな場合、デザイン開発活動と技術開発活動はどのように連携すると製品開発を効果的に進めることができるのか？②デザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を「デザイン開発活動先行型」でどのように実現するのか？その際、2つのイノベーションは相互にどのような影響を与えるのか？③デザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を「技術開発活動先行型」でどのように実現するのか？その際、2つのイノベーションは相互にどのような影響を与えるのか？の3点を明らかにするために①~③についてA社に対する複数事例調査を行った。

調査2では、調査1-③で「デザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を「技術開発活動先行型」でどのように実現するのか？その際、2つのイノベーションは相互にどのような影響を与えるのか？」が明らかにならなかったため、この点についてB社に対する複数事例調査を行った。

## 6.1. ディスカッション1

まず、そもそもデザイン開発活動と技術開発活動がどのように連携すると効果的なのか、という点を明らかにする。その上で、そのメカニズムと、デザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を実現したメカニズムを比較することで、両立達成のために必要な条件を明らかにする。ここでは調査1-①で明らかになった点を整理し、ディスカッション2でそれを踏まえた議論を行う。

調査1-①では、デザインと技術が共にインクリメンタルなイノベーションであった商品1~3つについて調査を行った。商品1と商品2は共にDI-TIにあたる製品で、機能デザインまたは形状デザインを出発点に技術を採用した。商品3はTI-DIにあたる製品で、技術の活用を前提にデザインが開発された。商品1と商品2は、製品開発プロセスが滞りなく進展し、量産開始後に問題が発生することはなかったが、商品3では製造性の問題によりコスト高となってしまった。このことから、インクリメンタルなイノベーションであっても、常にデザイン開発活動と技術開発活動が効果的に連携できるわけではなく、一定の条件が揃う必要があることが明らかとなった。いずれの製品もデザイナーが製品コンセプトの守護者・最終意思決定者としての機能を果たしている点、製品開発プロセスがシーケンシャルで、初期デザイン・開発段階と後期デザイン・開発段階においてのみ段階間でのループ型のやりとりが行われていた点は共通していたが、①コンセプトの内容、②デザイナーの動

き方、③連携の仕方に違いが見られた。

①コンセプトの内容について、商品1・2ではコンセプトの内容が幅広く設定されていた一方、商品3では特定の技術を活用することがコンセプトに組み込まれていた。商品3ではこの技術がデザインに対する制約になっていたと同時に、活用が決定されている特定の技術には製造性に問題があった。しかし、②デザイナーの役割に関して、デザイナーがコンセプトの守護者として機能し、最終意思決定者でもあるために、逆にコンセプトに問題があってもコンセプトが守護されてしまうという問題が発生した。このことから、技術はデザインの制約になること、デザイナーは製品開発を一貫してコンセプトを実現するために他の関係者と連携する能力と同時に、最初に設定したコンセプトに問題がある場合はコンセプトを柔軟に変化させる能力も求められることが明らかとなった。

さらに③連携のあり方について、製品開発プロセスは①コンセプト創出・製品プランニング段階、②初期デザイン・開発段階、③後期デザイン・開発段階、④量産立ち上げ段階に分解することができ、A社ではこのプロセスがシーケンシャルに行われ、②と③でのみループ型の問題解決が行われていた。その中で商品1・2は④量産立ち上げ段階前にデザインと技術が擦り合わされ生産上の問題が事前に解決されていたが、商品3は事前のすり合わせが不十分だった。これは商品3においてデザイナーが技術者と生産技術者間の連携を図らなかったことに課題があった。よって、製品開発プロセスにおいては、フロントローディングを行うことが重要であり、デザイナーが生産技術者からのフィードバックを受け、形状デザイン・機能デザインを修正すると同時に、技術開発者に生産技術者からのフィードバックを伝達し、技術の修正も行うという、問題解決のループを繰り返すことがデザイン開発活動と技術開発活動の連携において重要だと考えられる。そして、この問題解決のループの必要性はデザイナーと熟練の生産技術者の近接性を高めることによって下がると考えられる。デザイナーと生産技術者を近接させると、製品開発プロセスのフロントによりウェイトがかかる形となり、下流で発生する問題がより上流で精度高く解決されることとなる。具体的には、②初期デザイン・開発段階でデザインや素材・部材の採用を行う時点で、トアルやパーツサンプルなど簡易的な試作を作成し、従来よりも高速かつ正確にデザイナーと生産技術者間のすり合わせが行われ、③後期デザイン・開発段階での製品サンプル作成回数も削減することができ、製品開発の質と効率が大きく向上した。以上がデザイン開発活動と技術開発活動が連携する際に考慮すべきポイントであり、2つのイノベーションの両立を実現する上でも基礎となる部分である。

## 6.2. ディスカッション2

次に調査1-②、調査1-③、調査2の比較を通して、「デザイン開発活動先行型」および「技術開発活動先行型」においてデザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を実現するメカニズムと、2つのイノベーションが相互に与える影響を明らかにする。特に、調査1-③では「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動先行型」で異なるメカニズム

が必要であることが明らかになったため、2つの開発パターンの共通点と相違点について考える必要がある。

調査1-②では、「デザイン開発活動先行型」でデザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を実現した商品4-6について調査を行った。結果、「デザイン開発活動先行型」では、デザイナーがコンセプト設定段階において自由な発想のもと必要な機能を構想し、デザイン・イノベーションを起こしていた。そして革新的なコンセプト決定後にコンセプト実現に必要な技術の探索・開発活動が行われたため、デザイン・イノベーションによって技術開発の方向性が決定され、技術革新が引き起こされていた。よって、デザイナーが技術開発活動に関与することによってもたらされる正の影響が観察された。

一方、調査1-③では、デザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を「技術開発活動先行型」でどのように実現するのか？その際、2つのイノベーションは相互にどのような影響を与えるのか？の2点を明らかにすることを目的としていた。調査1-①、調査1-②と同じ企業・同じデザイナーが担当した商品7-8に対して調査を行ったため、製品開発プロセスの流れやデザイナーの役割などはほとんど一致している。その結果、調査された2つのケースにおいて技術イノベーションが先行する形でデザイン・イノベーションが起きることはなく、先行研究において想定されていた通り、ある技術の活用を前提としたことによりデザイナーの創造性が損なわれてしまった。よって、「デザイン開発活動先行型」でデザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立が発生するメカニズムは、「技術開発活動先行型」においては両立の発生につながらないことが明らかになった。

それを受け、調査2を執り行った。「技術開発活動先行型」の製品開発を行い、イノベティブな製品を開発しているB社の自社ブランドBへの調査を行った。調査は、技術イノベーションが機能および形状デザインのイノベーションに影響を与えた事例1(商品9-10)と形状デザインのイノベーションに影響を与えた事例2(商品11-13)を対象とした。結果、B社では「技術開発活動先行型」で技術イノベーションが機能および形状のデザイン・イノベーションに影響を与える形で両立を実現していることが明らかとなった。

これらの調査から、「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動先行型」においてデザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を実現する際のメカニズムが異なることが明らかになった。メカニズムの共通点・相違点について以下で詳細な考察を行う。

### 6.2.1. 「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動先行型」の共通点

「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動先行型」にも共通する部分が存在したため、まずは共通点から紹介する。ここでは(1)連携のあり方、(2)部門間連携におけるデザイナーの役割を共通点として挙げる。

#### 共通点1：連携のあり方

「デザイン開発活動先行型」ではデザイナーが発想した革新的なコンセプトを実現するための技術開発が行われる必要があり、「技術開発活動先行型」では革新的技術を活用した

デザイン開発を行う必要があったことから、「デザイン開発活動先行型」では技術者がデザイナーの意図を理解している必要があり、「技術開発活動先行型」ではデザイナーが技術を理解している必要があった。これによりいずれのケースにおいてもデザイナーと技術者は密に連携を行い、すり合わせを行う必要があった。先行研究においてもデザイン・イノベーションと技術イノベーションは相互補完関係にあり(Rubera & Droge, 2013)、これらの連携が重要となる(Gemser & Barczak, 2020)と言われており、調査 1-①でも同様の現象が見られていた。

「デザイン開発活動先行型」について、商品 4-5 ではデザイナーによる革新的な機能デザインに関するコンセプトを実現するために、革新的な技術開発を行い、開発された技術を活かす形でコンセプトに合致する技術および形状デザインの開発活動を行った。商品 6 では、デザイナーが設定したコンセプトを実現するための革新的な形状デザイン開発を行い、開発された形状デザインを実現するための技術イノベーションが発生した。「技術開発活動先行型」について、商品 7-8 では生産技術や要素技術の活用を前提としたコンセプトが設定され、生産技術や要素技術を生かした形状デザインが開発された。商品 9-13 では革新的な技術を前提としてコンセプトが設定され、革新的な形状および機能デザインの開発が行われた。

商品 4-5 では、②初期デザイン・開発段階において、外部の要素技術開発担当者と内部のデザイナーや生産技術者が密に連携し、デザイナーが求めている技術を実現するよう開発の方向性を修正していった。そして、③後期デザイン・開発段階においても引き続きデザイン・技術・生産技術の間のすり合わせが行われていった。この際のやり取りは、口頭でのやりとりに加え、実際の要素技術サンプル、製品サンプルを持って行われた。

商品 6 では、製品開発プロセスの③後期デザイン・開発段階で始めてデザイナーと技術者との直接的なやりとりが発生した。これはコンセプト決定後、デザイン開発活動が技術開発活動に先行したためであると考えられ、形状デザインが確定したのちに技術開発が始まった。③後期デザイン・開発段階では、外部デザイナーが生産技術開発に関する知識を保有しており、生産技術開発に直接関わった。当初は口頭での指示出しを行っていたがうまくいかなかったため、デザイナーが実際に生産現場を訪れ、直接生産技術者と連携しつつ技術開発を行なった。

商品 7-8 では、①コンセプト設定段階で活用することを決定した技術について、②初期デザイン・開発段階と③後期デザイン・開発段階においてデザイナーが中心となり生産技術者および外部の技術者とすり合わせを行い、デザインの方向性を修正していった。

商品 9-13 では、技術開発プロセス自体にはデザイナーが関与せず、活用する技術が決定してからデザイナーが製品開発プロセスに参加した。デザイナーは技術者と密に関わりながら、まず技術に関する知識を学習した。その後、技術を活かしたデザインの開発を開始したが、②初期デザイン・開発段階、③後期デザイン・開発段階のいずれの段階においても技術者と密に連携し、技術特性を活かしたデザイン開発を行った。ここで事例 1 (商品 9-10)

では生産技術者とのすり合わせも行われたため製造性が高かったものの、事例2（商品11-13）では生産技術者とのすり合わせが行われなかったため製造性が低いという問題はあった。

このように商品4-13のいずれのケースにおいても、デザイナーは技術者と密な連携をとっていた。ただし、ケースによって(a)連携を行う製品開発プロセス段階が異なっていた点、(b)生産技術者との連携の有無には注意が必要である。

(a)について商品4-5ではコンセプト決定後から量産段階に至るまで製品開発プロセス全体を通して連携が図られた一方、商品6は③後期デザイン・開発段階のみ連携した。「デザイン開発活動先行型」のケースではデザイン開発活動が先行するため技術開発活動においてデザイナーと技術者の連携が必要となり、商品6のように必要な技術開発活動が③後期デザイン・開発段階で開始されるのであれば、その段階からデザイナーと技術者の連携が開始されるものと考えられる。一方「技術開発活動先行型」のケースでは技術開発活動は独立して行われているため、そこにデザイナーが関与することはないが、デザイン開発活動開始以降は技術特性を活かしたデザインを行う必要があるためデザイナーと技術者の連携が開始されるのだと考えられる。

(b)について、デザイナー・技術者・生産技術者の連携が製品の製造性に影響を与えると考えられる。たとえば、B社において事例2ではデザイナーと技術者のみが連携していたため、3者が連携を行った事例1と比較すると製造性が低い製品だったことが報告されている。よって、デザイン・イノベーションと技術イノベーションの追求は、デザイナーと技術者の2者間の連携のみでも達成することが可能であるが、製造性も達成しようとする場合には生産技術者の関与も必要な可能性がある。そして、調査1-①との比較から、イノベーションの度合いが高いほどフロントローディングの重要性が高いと考えられる。DR-TR、TR-DI、TR-DRのケースを見ると、③後期デザイン・開発段階において製品サンプルを作成する段階で、生産技術者から多くのフィードバックがありデザインや技術が修正されるケースが見られた(商品5,6,7)。さらに開発プロセスで問題が見落とされることで、④量産立ち上げ段階で問題が発生し、生産効率の低下(事例2)、量産の停止・製品修正(商品4,5,7,8)が発生するケースも存在した。よって、革新的なデザインや技術を活用する場合、そうでない場合と比較してより多くの製造性に関する問題が発生する傾向があるため、より早い段階からフロントローディングし、生産技術者との連携を行い、量産前に問題を潰すことが重要である。

## 共通点2：部門間連携におけるデザイナーの役割

先行研究において、デザイナーは製品開発における統合者としての機能を持つと言われており(Cooper et al., 2003、Landoni, Dell’Era, Ferraloro, Peradotto, Karlsson, & Verganti, 2016)、部門間統合において重要な役割を果たすと考えられる。例えば、Walsh & Roy(1985)は、デザインプロセスの早期段階で生産効率やマーケティング部門の情報を考慮



するデザイナーがいる企業は成功し、デザイナーが「ゲートキーパー(gatekeeper)」(Allen, Tushman, & Lee, 1979)として機能すると指摘している。また、Hertenstein et al.(2005)は、デザイナーはマーケティング部門、設計、製造と協働し、生産の効率の高い最も実現可能な解決策(製品デザイン部門)に関して、NPD チームが素早く合意できるよう働くと述べている。

本事例でデザイナーは部門間連携のハブとして機能すると同時に、製品開発における最終的な意思決定者としての役割も担っていた。

「デザイン開発活動先行型」において、外部技術者との連携はデザイナーが中心となり行っていた。デザイナーは、技術開発の方向性を決定し、社内各所(生産技術者、サンプル作成者)からのフィードバックなどを取りまとめ、外部技術者に伝達し、外部技術者からのフィードバックを社内各所(生産技術者、サンプル作成者)に伝達していた。これは、デザイナーが開発される製品のコンセプトを立案し、製品に関する最終的な意思決定者だからであると考えられ、デザイナーの元に製品開発に関するあらゆる情報が集約されていた。

「技術開発活動先行型」において、商品7ではデザイナーは染め屋の技術者・サンプル作成者(生産技術者)と共に製品染に耐えうるスラックスの開発を主導した。商品8ではデザイナーは技術者と連携し試織を繰り返し素材開発を行い、製品開発を主導した。商品9-13において、デザイナーは工場を訪問し、革新的技術に関する知識の学習を行った上で、製品開発プロセスを主導していた。商品10では、縫製工場、商品12では洗い屋、商品13では取引先アパレル企業とのやりとりを中心となり行い、デザイン意図を実現するためのすり合わせを行なった。

いずれのケースにおいてもデザイナーの意図に沿った製品開発を行い、デザイナーが最終的な意思決定を行うため、デザイナーのもとに情報を集約させ、社内・社外のような関係者がデザイナーを中心にすり合わせを行うことが、製品開発において重要だった。この点も調査1-①と共通であり、デザイナーがハブとなり技術者と生産技術者をつなぎ、製品開発を一貫して主導することが効果的な製品開発において重要だった。

そして、デザイナーが製品開発を一貫して主導することによりデザインと技術の統合度も高まると考えられる。デザイン開発活動先行型では、デザイナーが設定したコンセプトに従う形で、コンセプト実現に必要な技術が選択され、技術開発活動先行型では、技術の活用を前提に、技術の魅力を伝えるためのデザインが開発される。いずれの場合もデザインと技術のコンセプトが合致するようにデザイナーが機能するため、統合度が高い製品となる。そして、統合度が高い製品は効果(売上目標の達成度)が高い傾向にあることが報告されており、商品4-9のうち、商品5・8を除きデザイナーが開発時に想定していた以上の売上を達成している。想定通りだった商品5は、形状デザインはインクリメンタルであり、想定以下だった商品8は形状デザインがインクリメンタルで、さらに採用された技術に技術的な問題があった。これらは活用する技術特性に合わせて形状デザインが変化しなかったことから統合度が低い製品であった。よって、デザイナーが製品開発を一貫して主導することによ

て、開発される製品のデザインと技術の統合度が高まり、統合度の高さによってデザイナーが想定していた以上の製品パフォーマンスに繋がった可能性がある。

### 6.2.2. 相違点

「デザイン開発活動先行型」と同条件では、「技術開発活動先行型」でデザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を創出することができなかったことから、「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動先行型」を比較し、両立実現のためのメカニズムの相違点を明らかにする必要がある。以下では、(1)製品開発プロセス、(2)技術の成熟度、(3)デザイナーの能力の3点を相違点として挙げる。これら3つの相違点は独立しているのではなく、相互依存関係にある。

#### 6.2.2.1. 「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動先行型」の相違点1：製品開発プロセス

「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動先行型」では製品開発プロセスが異なった。(1)調査1-②と調査2の比較、(2)調査1-③と調査2の比較からそれぞれの製品開発プロセスを明らかにする。

##### (1) 調査1-②と調査2の比較

まず「デザイン開発活動先行型」の調査1-②と「技術開発活動先行型」の調査2の製品開発プロセスを比較することを通じて、それぞれの製品開発プロセスの特徴を明らかにする。

「デザイン開発活動先行型」の調査1-②では、①コンセプト創出・製品プランニング段階において、市場ニーズを製品コンセプトに翻訳し、製品コンセプトを製品機能に翻訳する、②初期デザイン・開発段階において、製品機能を製品/工程設計およびデザインに翻訳する、③後期デザイン・開発段階において、②をもとにサンプル・試作を制作し、修正を行った後に最終製品の製品/工程設計およびデザインを決定するというプロセスがとられる。商品4-6では、①において、デザイナーは既存技術に縛られることなく、市場ニーズから自由に革新的な製品コンセプトを創出し、必要な機能デザインを決定する。そして、②機能デザインを実現するために必要な要素技術・生産技術を探索し、これらを開発できそうな企業が発見されたら技術の共同開発を行う。革新的なコンセプトに基づく機能デザインから着想されているため、ここで開発される技術も革新的なものである。活用される技術が決定されると、その技術を生かすような形状デザインが作成される。そして、②③のプロセスにおいて、技術開発・デザイン開発の間で「サンプル作成→フィードバック→デザイン/設計修正」の流れが繰り返し行われ、最終的な製品/工程設計および形状デザインが決定される。商品6は商品4-5と次の点が異なるが概ね同じような開発プロセスが採られた。②において機能デザインを実現するために必要な形状デザインが技術開発に先行して決定された。ここでも革新的な機能デザインをもとに形状デザインが開発されるため、革新的な形状デ

デザインが生み出される。形状デザインが決定された後、形状デザインを実現するために必要な生産技術が特定され、革新的な工程技術開発が行われた。よって、商品 4-6 においては、一般的なシーケンシャルな製品開発プロセスが採られ、②③の段階においてのみプロセスのループが観察された。

一方、「技術開発活動先行型」の商品 9-13 では、まず活用される革新的な技術が決定され、技術を前提とした製品開発が行われる。技術決定後に、①技術を活用して得られる製品機能はどのようなものなのかを検討し、製品機能をもとに製品コンセプトを設定する。その後、決定された製品コンセプトをもとに、②製品/工程設計およびデザイン開発が行われ、③製品サンプルの作成が行われる。②③において技術的探索や幅広いデザイン開発を通して、技術がもたらす思いがけない製品機能が明らかになる場合があるが、その際はもう一度バックキャストする形で①新たな製品機能を踏まえた製品コンセプトが決定され、②再び製品/工程設計およびデザイン開発が行われ、「サンプル作成→フィードバック→デザイン/設計修正」の流れが繰り返し行われ、最終的な製品/工程設計およびデザインが決定される。

事例 1 ではβ技術という「天然素材にプリーツ加工を行う機能」を持つ技術を活用した際に、その機能を最も生かすことができるコンセプトとして「デニム生地にβ技術を施した定番商品」を設定した。そこで②で薄いデニム生地（商品 9）、厚いデニム生地（商品 10）の両方についてデザイン開発をおこなった。当初は商品 9、商品 10 ともにオールプリーツのデザインを作成していたが、③サンプル作成後、商品 9 の生地が持つ「薄い」という機能を活かすために、プリーツをかける範囲を狭めることに決定し、脇プリーツとセンタープリーツを施したデザインに変更した（②と③のループ）。すると、デニム生地のプリーツがかかっていない部分に皺がつかないことが発覚し、β技術の「形態安定性」という機能が新たに明らかになった。そこで、①当初のコンセプトを変更し、定番商品ではなく「デニム生地にβ技術を施した際の形態安定性を生かした製品」とすることに決定し、機能デザインのイノベーションが発生した（②③と①のループ）。一方商品 10 については、生地の持つ「厚い」という機能により縫製が困難であったため、外部の縫製工場へ縫製工程を外注し、縫製しやすく、製品の強度を高めるようなデザインに変更をおこなった。この際デザイナーが中心となり外部縫製工場の生産技術者とやりとりをおこなった（②と③のループ）。

事例 2 でも同様にβ技術を活用することを前提に製品開発が行われた。β技術の機能を活かすコンセプトとして「β加工したデニム生地にブリーチ加工を施した製品」を設定し、そもそもβ加工済みの生地にブリーチ加工ができるのか、という技術的探索をおこなった。商品 11 ではデニム生地全体にβ加工を施したスカートをデザインし、サンプルとしてブリーチ加工をおこなった結果、製品全体にマダラ模様が入った製品が出来上がった。ここで、「ブリーチ加工をしてもβ加工は取れない」「β加工した生地にブリーチ加工を施すと色ムラが出る」という 2 つの機能が明らかとなった。当初想定していたデザイン案とは異なる製品デザインとなったが、デザイナーはこれを評価し、製品コンセプトも「β加工したデニム生地にブリーチ加工を施した際に発生する色ムラを活用した製品」となった。商品 12 で

は、「β加工したデニム生地にブリーチ加工を施した際に発生する色ムラを活用した製品」をコンセプトとして、今度はデニム生地の一部にβ加工を施したワンピースをデザインした。ブリーチ加工をおこなった結果、思いがけずプリーツのヒダ山部分にのみ色が残った。これもデザイナーは評価し、再現するために社内および加工屋との共同でそのメカニズムを検証し、「ブリーチ加工を行うとβ液が強く反応している部分に色が残る」という新機能が明らかになった。そこでコンセプトを「ヒダ山に色がついたワンピース」に変更し、デザイン開発が行われた。商品13は商品11・13で明らかとなった新機能を活用し、「β加工のブリーチ特性を生かした幾何学的模様の製品」をコンセプトに開発をおこなった。ここでは幾何学模様が施された生地にβ加工およびブリーチ加工を行うことで革新的な模様のデザインが実現された。このように事例2では①と②③のループが繰り返し行われ、技術の持つ機能が明らかになると、柔軟に製品コンセプトを変更し、新たな機能を活用したデザイン開発が積極的に行われた。

よって、「技術開発活動先行型」でデザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を実現したケースでは、①コンセプト創出・プランニング段階で活用する技術が先に決定され、それを元に製品機能およびコンセプトが決定され、②初期デザイン・開発段階、③後期デザイン・開発段階が行われる。ここでは「デザイン開発活動先行型」と同様「②→③→②→③→…」のループだけではなく、「②→①→②/③→①→…」とコンセプト段階とのループが観察された。技術がもたらす新たな機能特性が明らかになった際に、コンセプト段階まで立ち返り、新たにデザインを開発することが、形状および機能デザインのイノベーションを引き起こす鍵となっていると考えられる。

## (2) 調査1-③と調査2の比較

次に「技術開発活動先行型」製品開発である調査1-③(商品7-8)と調査2(商品9-13)を比較する。調査2はデザイン・イノベーションの創出に成功しているが、調査1-③ではデザイン・イノベーションが起きなかった。両者の違いを知ることでデザイン・イノベーション創出のための成功条件を明らかにする。

両者の違いは製品コンセプトの設定の仕方にある。商品7-8は特定の技術を使うことそれ自体が製品コンセプトとなっている。商品7は「製品染をした、日本人の体にフィットする商品」をコンセプトとしており、製品染をすることが目的となっている。また、商品8は「繊維メーカーが開発した革新的な和紙素材を活用したスラックス」をコンセプトとしており、和紙素材を活用することが目的となっている。同じく、調査1-①を振り返ると、量産段階において問題が発生してしまった商品3は「フラノ素材を活用した製品」をコンセプトとしており、技術の活用が目的となっており、革新的なデザインを生み出すことはなかった。

一方、商品9-13は特定の技術を活用することを前提に、技術が持つ製品機能を活かすことを目的としたコンセプトを設定している。事例1はβ技術を活用することを前提に、β

技術の「天然素材にブリーツ加工をかける機能」を活かすのに最も適していると考えられるデニム生地を活用を決定し、「デニム生地にβ技術を施した定番商品」および「デニム生地にβ技術を施した際の形態安定性を生かした製品」という機能デザインをコンセプトとして設定した。これにより、デニム生地にブリーツデザインが施され、ブリーツがかかっている部分は形態安定性を持つという革新的な機能デザインの製品が生まれた。事例2もβ技術を活用することを前提に、商品11ではブリーチ加工を施すという新たな技術的探索を目的として、「β加工したデニム生地にブリーチ加工を施した製品」をコンセプトとし、その後新たに明らかになった製品特性を活かす形で「β加工したデニム生地にブリーチ加工を施した際に発生する色ムラを活用した製品」にコンセプトを変更している。商品12・13も同様にβ加工生地にブリーチをした際にβ液が強く反応している部分に色が残るといった機能を活かす形で製品コンセプトを設定している。結果、デニム生地にブリーツデザインが施され、模様も独創的という革新的なデザインの製品が生まれた。

よって、製品コンセプトにおいては、技術の活用を目的とするのではなく、技術が持つ機能を意識することが重要であると考えられる。技術そのものの活用ではデザインの発展性があまりないが、技術が持つ機能を活かすことを考えることで、その機能を生かした素材との組み合わせなどから革新的なデザインが生まれる場合があるだろう。

### (3) まとめ

以上をまとめると「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動先行型」の製品開発プロセスは、それぞれ図6-1,2の通りになる。

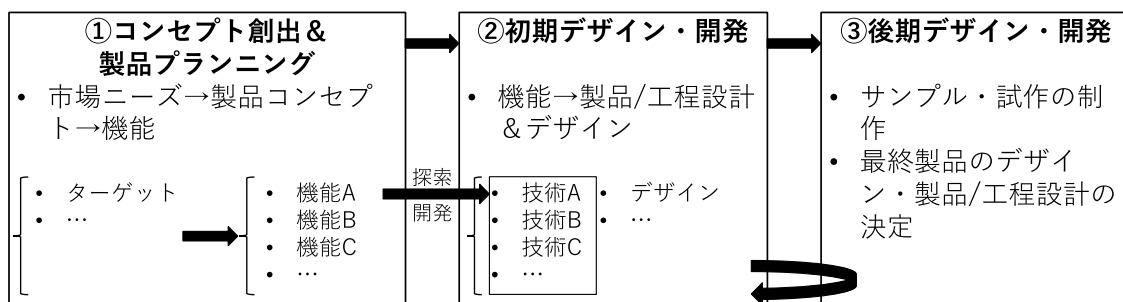


図 6-1 : 「デザイン開発活動先行型」製品開発プロセス

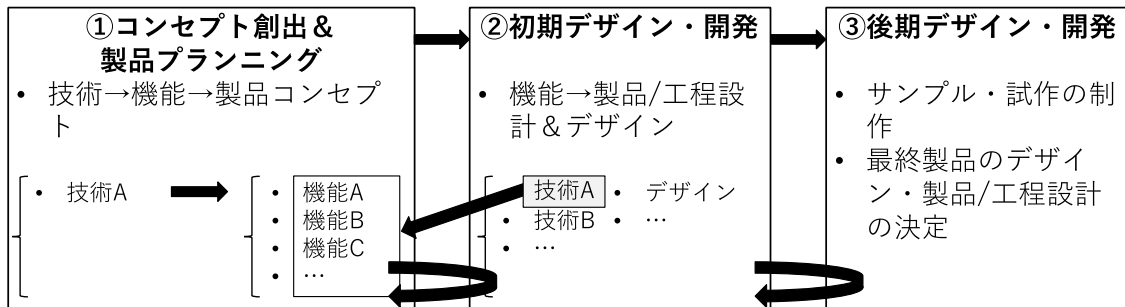


図 6-2：「技術開発活動先行型」製品開発プロセス

「デザイン開発活動先行型」の製品開発プロセスでは、まず①コンセプト創出・製品プランニング段階において、市場ニーズを製品コンセプトに、製品コンセプトを機能デザインに翻訳し、②初期デザイン・開発段階において、機能デザインを製品/工程設計および形状デザインに翻訳する。ここで必要な機能デザインを実現するための技術の探索・開発が行われ、技術を生かした形状デザインおよび技術が開発される。③後期デザイン・開発段階において、②をもとにサンプル・試作を制作し、形状デザイン/設計の修正を行った後に最終製品の製品/工程設計および形状デザインを決定するという一般的な製品開発プロセスがとられる。「機能→技術探索/開発」の矢印は逆になることはなく、決定された技術の新たな機能の探索は行われぬ。また、一度決まったコンセプトが変更されることはなく、製品開発プロセスを一貫して①で決定されたコンセプトを前提とした開発が行われる。よって、②初期デザイン・開発段階と③後期デザイン・開発段階で、サンプルを踏まえたデザイン/設計修正が行われるためのループが観察されるものの、①コンセプト創出・製品プランニング段階に手戻りすることはない。

「技術開発活動先行型」の製品開発プロセスでは、①先に活用する技術が決定された上で製品機能およびコンセプトが決定され、②初期デザイン・開発段階、③後期デザイン・開発段階が行われる。「デザイン開発活動先行型」と同様、②初期デザイン・開発段階と③後期デザイン・開発段階で、サンプルを踏まえたデザイン/設計修正が行われるためループが観察される。また、技術が持つ製品機能は、②③のプロセスを通じて新たに明らかになる場合もあり、その際は②③から①コンセプト創出・製品プランニング段階に手戻りし、新たに発覚した製品機能を踏まえて製品コンセプトが再度設定され、②③のプロセスが繰り返される。製品開発プロセスとしては手戻りが多く効率が悪いものになるが、この①コンセプト創出・製品プランニング段階への手戻りが「技術開発活動先行型」においてデザイン革新を創出する上で非常に重要な要素となる。

#### 6.2.2.2. 「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動先行型」の相違点 2：技術の成熟度

「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動先行型」では使用される技術の成熟度が異なった。(1) 調査 1-②と調査 2 の比較、(2) 調査 1-③と調査 2 の比較からそれぞれに適し

た技術の成熟度を明らかにする。

### (1) 調査 1-②と調査 2 の比較

まず「デザイン開発活動先行型」の調査 1-②「技術開発活動先行型」の調査 2 において活用された技術を比較することを通じて、それぞれの技術の成熟度に関する特徴を明らかにする。ここでいう技術の成熟度とは、技術と機能の組み合わせの理解度を意味する。例えば、技術 A が持つ機能が 5 個あったとして、5 つの機能全てが把握されているのであればその技術の成熟度は高く、逆に機能が 1 つしか把握されておらず残りの 4 つの機能はまだ明らかになっていない状態であればその技術の成熟度は低いといえることができる (図 7-1)。

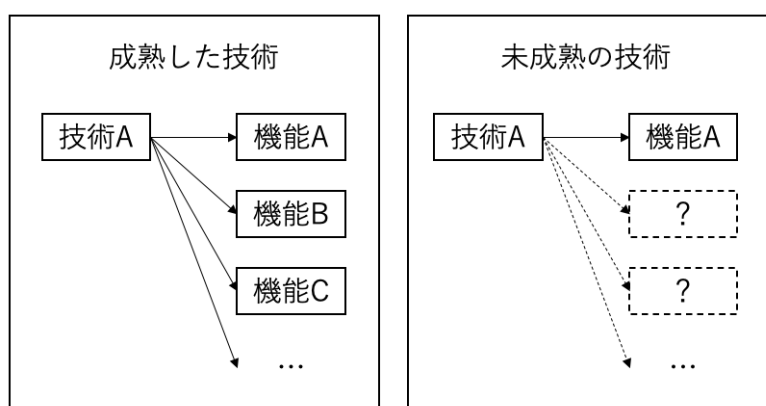


図 7-1：技術の成熟度

調査 1-②において活用された技術は総じて成熟度が高く、技術と機能がマッチしていたため、製品開発プロセスにおいて新たな機能が明らかになることはなかった。商品 4-6 について、商品 4 で使用された生地は「伸縮性」および「綿の風合い」という機能を有していた。デザイナーが立てたコンセプトである「伸縮性があるが綿風合いのあるパンツ」に沿って製品開発が行われ、もともと素材メーカーが保有していたストレッチ性の素材を改良したため、その後の製品開発プロセスにおいては伸度や色合いなど既出の製品機能に関する議論が出たのみだった。商品 5 では「洗えるツイード」というコンセプト実現のため「地厚なウール素材なのに洗える」という機能を持つ技術の開発が行われた。各社、A 社からの依頼内容である「洗えるツイード（ウール混率が高く、ナイロンと合わせたもの）」の開発を進めると同時に自社の強みを活かした「洗えるツイード」の開発をおこなった。途中プレス技術者からより形態安定性を高めて欲しいという依頼があり、「地厚なウール素材なのに洗える」という機能に「形態安定性」も追加されたが、新しい機能が明らかになったのではなく、新しい機能を追加した形であった。商品 6 について、そもそも M 字シルエットという形状デザインが決まった上でそれを実現するために工程技術が開発されたため、採用された工程技術は M 字シルエットをもたらすという機能以上のものを持ち合わせなかった。このように「デザイン開発活動先行型」製品開発では、コンセプトをベースに決定された機能

デザインをもとに技術開発が行われるため、それ以上の機能を技術がもたらすことがなく、思いがけない発見がおきず、当初の想定以上に革新的な技術やデザインは開発されないと考えられる。ただ思いがけない発見が起きないといっても、革新的な機能デザインから発想を受け、革新的な技術イノベーションや形状イノベーションが発生するため、「デザイン開発活動先行型」においては、革新的なデザインの実現に必要な成熟度の高い技術を活用することが効率的であると考えられる。

一方、調査 2 において活用された技術は成熟度が低く、技術もたらす機能の大部分が明らかになっておらず、製品開発プロセスにおいて幅広くデザイン探索を行ったり、技術探索を行う過程で、新たに機能が明らかになり技術とマッチされていった (図 7-2)。具体的に  $\beta$  技術について考えると、もともと  $\beta$  技術は「天然素材にブリーチ加工を行える」という機能を持つものとして開発され、それ以上にどのような機能を持っているのかは明らかになっていなかった。

事例 1 においては、たまたまデザイナーが幅広く形状デザインを開発していた過程で、 $\beta$  加工を部分的にしか施さない形状デザインが誕生し、結果  $\beta$  技術では、ブリーチ加工をしていないが  $\beta$  液が浸透している部分に、形態安定性が見られることが明らかとなり、思いがけず「形態安定性」という機能が発見された。これによって事前にデザイナーが想定していなかった機能を活用した革新的な機能デザインの商品を作ることができた。

事例 2 の商品 11 では、 $\beta$  加工した製品にブリーチ加工をした際にブリーチ加工が取れてしまうのかどうか、という点をデザイナーが検証するために、試しに 1 製品についてブリーチ加工をおこなったところ、意図せずマダラ模様でブリーチがなされた製品が出来上がった。これも事前に明らかになっていなかった「 $\beta$  加工した製品にブリーチ加工をすると色ムラが出る」という機能が思いがけず発露し、その結果デザイナーが想定し得なかった革新的な形状デザインが可能となった。その後、この新たな機能を活用した製品を開発しようと、商品 12 で別のブリーチデザインを開発し、ブリーチ加工をおこなったところ、今度は生地全体にマダラ模様が出るのではなく、ヒダ山部分にのみ色が残るストライプの模様が出来上がった。これも「色ムラ」という機能が  $\beta$  技術によってどのようにもたらされるのか、というメカニズムが十分に理解されていなかったからこそ偶発的に起きた現象である。デザイナーはメカニズム解明について洗い屋 (ブリーチ加工屋) に相談し、 $\beta$  液が色止め剤と同じような効果を持つのではないかという助言を獲得し、社内で成分の比較をおこなった。結果、「 $\beta$  液が強く反応している部分にのみ色が残る」という機能が明らかになり、規則性を持ってこの機能を活用することができるようになり、最終的な商品 13 の革新的な形状デザイン (模様) の開発につながった。

このように「技術開発活動先行型」製品開発で活用される技術は、デザイナーの決定したコンセプトをもとに開発されたものではなく、製品開発に先行して開発されたものであるために、技術者が当初意図していた機能以上に多様な機能を持つ可能性がある。このことについては Dell'Era et al.(2017)も技術の成熟度について考える必要性を指摘している。新し



い技術は、それが持つ機会や意味が考えられることなく、既存の技術を置き換えるように使われてしまうが(Verganti, 2009)、これは、技術の潜在的可能性に気づいていないから発生する(Dell’Era et al, 2017)。しかし、新技術が持つ潜在的な可能性が、デザイン・イノベーションの源泉となる可能性があり、潜在的可能性の探索を行うことが重要だと考えられる。B 社においてはデザイナーが自ら幅広いデザインを行ったり、技術が持つ潜在的な機能の探索活動を行うことを通して、新たな機能が思いがけず発見されることで、デザイナーが当初意図していたデザイン以上のものが開発され、デザイン・イノベーションが発生しており、未成熟の技術の潜在的可能性を効果的に活用することに成功していた。

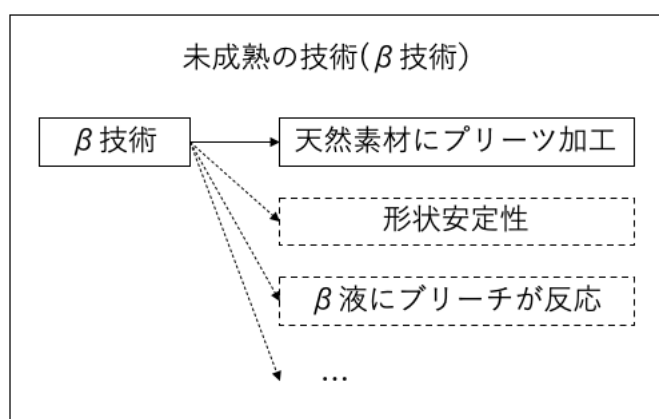


図 7-2：β技術の成熟度

## (2) 調査 1-③と調査 2 の比較

次に「技術開発活動先行型」製品開発である調査 1-③と調査 2 を比較する。調査 2 はデザイン革新の創出に成功しているが、調査 1-③ではデザイン革新が起きなかった。両者の違いを知ることでデザイン革新創出のための成功条件を明らかにする。

調査 1-③の商品 7 は「技術開発活動先行型」製品開発であり、「製品染」という技術の活用が先に決定され、コンセプト創出が行われたが、図 2 のように技術から機能・コンセプトへのバックキャストを行ったとしても、技術と機能の対応関係が既に決まっているものであれば、革新的なデザインは生み出されないと考えられる。商品 7 は、日本で初めてのスラックスの製品染を行った。使用された製品染という生産技術は、縫製後の製品を丸ごと染めるという技術である。スラックスは繊細な製品であるため、製品染をするにあたり従来の製品とは異なる多くの苦労があり、技術に合わせる形で形状デザインの変更が繰り返された。その結果としてスラックスのドレス仕様という特性を維持しつつ、A 社独自のフィット感を高めるための仕様などは製品染に適していなかったため変更され、製品染を行いやすい形状デザインとなったが、デザイン自体の革新性は生み出されなかった。ここでは、「縫製済みの製品を染める」という製品染が持つ機能が活用されただけで、調査 2 のような思いがけない機能の発見はなく、デザイナーにとっても想定内のデザインとなりイノベ

ーションは起きなかった。同様に商品 8 は「和紙素材」という画期的な技術の活用が先に決定されコンセプト創出が行われた。和紙素材は抗菌防臭性、軽さに優れているという機能を持ち合わせており、この素材がスラックスに活用されるのは初めてのことだった。物性の調整のためデザイナー・技術者・生産技術者によって何度もすり合わせが行われた。しかし、和紙素材自体にそれ以外の機能は備わっておらず、デザインとしては A 社独自の高級ドレス向け仕様が活用されるにとどまり、新たな形状デザインの発想にはつながらなかった。

以上より、技術と機能がマッチされた成熟した技術を、「技術開発活動先行型」製品開発で活用した場合には、デザイナーの当初の想定を超えるような革新的な機能デザインおよび形状デザインが生み出されにくいと考えられる。

### (3) まとめ

「デザイン開発活動先行型」製品開発と「技術開発活動先行型」製品開発のそれぞれに適した技術の成熟度は次の通りである。

「デザイン開発活動先行型」製品開発の場合は、コンセプト実現のために必要な機能デザインの設定から製品開発が開始されるため、その機能にマッチする技術の探索・開発活動が行われる。よって、技術と機能がマッチしている成熟度の高い技術を活用することが、製品開発をスムーズに進める上でも重要である。

「技術開発活動先行型」製品開発の場合は、活用する技術が決定された上で製品開発が開始され、技術が持つ機能をもとにコンセプトが立てられる。ここで、技術と機能が完全にマッチした成熟した技術を活用する場合、作られたコンセプトをもとに通常の製品開発プロセスが開始されるだけで、コンセプト以上に革新的なデザインの製品は生み出されないため、技術から機能・コンセプトにバックキャストをしてもデザイン・イノベーションに繋がらない。しかし、技術と機能がマッチしていない未成熟な技術を活用する場合、製品開発プロセスの中で、技術が持っていた潜在的な機能が思いがけず明らかになる場合があり、コンセプト以上に革新的なデザインが開発される可能性がある。未成熟な技術を活用し、②初期デザイン・開発および③後期デザイン・開発段階と①コンセプト創出・製品プランニング段階を繰り返しループする製品開発プロセスを行うことで、デザイン・イノベーションが起きると考えられる。よって、「技術開発活動先行型」製品開発で活用するのに適した技術は、技術と機能の対応関係がまだ完全には明らかになっていない未成熟の技術であるといえる。重要なのは、相違点 2 で明らかになった「未成熟な技術の活用」は、相違点 1 で明らかになった「製品開発プロセスの②③から①コンセプト創出・製品プランニング段階に手戻りし、新たに発覚した製品機能を踏まえて製品コンセプトが再度設定され、②③のプロセスが繰り返されるというループを行うプロセス」と組み合わせることで初めて真価を発揮するという点である。

#### 6.2.2.3. 「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動先行型」の相違点 3：デザイナーの

## 能力

「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動先行型」製品開発ではデザイナーの能力が異なった。(1) 調査 1-②と調査 2 の比較、(2) 調査 1-③と調査 2 の比較からそれぞれの開発方式に適したデザイナーの能力を明らかにする。

### (1) 調査 1-②と調査 2 の比較

まず「デザイン開発活動先行型」の調査 1-②と「技術開発活動先行型」の調査 2 におけるデザイナーの比較を行い、それぞれの開発方式に適したデザイナーの能力を明らかにする。

#### 「デザイン開発活動先行型」(調査 1-②)

商品 4・5 は O 氏が単独でデザイン開発を行い、商品 6 は A 社の内部デザイナーである O 氏と、外部デザイナーである X 氏がデザインチームを構成しデザイン開発を行った。

商品 4-6 に共通していたのは、(1)デザイナーがコンセプトの守護者として機能していた点である。デザイナーは市場ニーズをもとに機能デザインに関するコンセプトを設定し、機能デザインを実現するための技術の特定、技術を生かしコンセプトに合致する形状デザインの開発という一連の製品開発プロセスを主導し、最初に立てたコンセプトから製品開発の方向性がずれないように多様な関係者と調整を行っていた。例えば商品 5 では、「洗えるツイード」という機能デザイン実現のため「地厚なウール素材なのに洗える」という機能を持つ技術の開発が行われた。デザイナーは複数企業に対し上記技術の開発を依頼し、各社が様々な生地を開発してくる中（「ポリエステル 50%、ウール 50%の生地」など）、決して妥協することなくウールの混率が 90%以上で洗えるツイードの開発を遂行した。そして、出来上がった「洗えるツイード」技術を損ねることがないように、「洗える裏地」も他社に依頼し共同開発した。このようにデザイナーは当初のコンセプトからずれた提案がなされても受け入れず、あくまでもコンセプトを守護する形で社内外の様々な関係者と連携し製品開発を進めていた。この意味でデザイナーは重量級プロダクトマネジャーと同じような役割を果たしていたといえる。コンセプトの守護者の役割の重要性は、調査 1-①でも指摘されており、イノベーションの発生にかかわらずデザイン開発活動と技術開発活動が連携する上で重要な要素だと考えられる。ただし、コンセプト自体に問題がある場合、デザイナーはコンセプトの守護を停止し、柔軟にコンセプトを変更する必要がある。

商品 4・5 では、デザイナーが (2)技術ネットワークへのアクセスと、(3)技術に関する幅広く浅い知識と保有していた。デザイン開発担当者の O 氏は、A 社で 20 年以上デザイン開発を行ってきており、さらに営業担当者として様々な取引先とやりとりを行ってきたことから、多様な外部企業との繋がりを保有している。さらに、長年の経験と多様な外部企業との接触から、外部企業が保有する技術に関しては幅広く浅い知識を持っている。これにより、O 氏はコンセプトに基づき決定された機能デザインの実現に合致する技術を開発でき

そのような企業を選択する能力、外部企業とともに技術開発をする際に技術者に理解されるようなフィードバックを出す能力を保有している。「デザイン開発活動先行型」製品開発においては、技術制約を受けることなく、自由にデザイナーが発想したコンセプトをもとに機能デザインを決定し、そこから技術開発活動が行われる。自由な発想があることで、革新的な技術が生まれやすくなるが、一方で、革新的な技術を生むことができる技術者を特定し、自身の設定したコンセプトを伝え、コンセプトに合った形で技術開発が行われる必要がある。その際に、(2)(3)の能力が必要不可欠となる。この能力について、先行研究においても外部技術ネットワークの活用がデザイナーを技術的制約から解放することにつながる可能性が指摘されている(Dell'Era et al., 2017)。特に商品5のように既存技術のベースが全くなく、新規技術開発を行うケースでは、技術開発の依頼を複数社に対して同時に出すなどして、より幅広く技術探索を行うことで必要な技術を獲得することができると考えられる。

商品6は、デザイン・イノベーションと生産技術のイノベーションが起きた製品であり、これらは全て社内発生したものであるため、社外技術とつながる能力が必要となる商品4・5とは異なる能力が必要だった。商品6では、当該企業の技術力を熟知したデザイナー(O氏)と生産技術に対する深い知見を持ったデザイナー(X氏)が協働したことがポイントである。O氏はA社で20年以上勤めており、工場にも何度も足を運んでいるため自社の生産技術を深く理解している。一方、X氏は自らがテイラーとして製品デザイン、パターン作成、縫製・プレス工程を行う経験を保有しており、本製品開発に不可欠だった生産技術イノベーションに関して、深い知見を保有していた。本製品の開発においてはO氏とX氏が密に連携することで、必要な生産技術を明らかにし、技術開発自体を主導することが可能となった。よって、社内でデザイン・イノベーションと技術イノベーションが完結する場合、デザイナーは社内の技術に関する深い知見と、技術開発に関する深い知見を保有し、自身が立てたコンセプトに忠実に技術開発を進めることで技術イノベーションを創出する。これは技術開発活動先行型におけるデザイナーの役割と類似する部分がある。

## 「技術開発活動先行型」(調査2)

商品9-13はB社の内部デザイナー、外部デザイナーであるY氏がデザインチームを構成した。それぞれのデザイナーは異なる特性を持ち、うまく役割分担をすることで、製品開発を進めていた。「技術開発活動先行型」において必要なデザイナーの能力は(1)技術の深い知識の保有、(2)技術を重視する姿勢であり、特に(2)の姿勢があることで、デザイナーの(3)技術の深化能力、(4)製品開発プロセスにおける柔軟性がもたらされる。この(1)~(4)の能力が全て揃うことが「技術開発活動先行型」製品開発において重要である。

(1)について、技術への深い知識がなくては、技術が持つ機能を生かした製品開発を行うことは困難である。B社では、 $\beta$ 技術以外にも様々な革新的な技術を保有しており、代表的なものとして $\theta$ というプリーツ製法技術がある。 $\theta$ 技術はポリエステル(プリーツ性あり)と綿(プリーツ性がなく、洗い工程によりプリーツ加工が取れる)を交織織りし、斜め45

度で折りたたんだ上でプリーツ加工をかけることで、プリーツがかかった部分と取れた部分ができるため、模様を出すことが可能となる技術である。技術の開発担当者は生地には $\theta$ 加工を施したパッチワークのようになった生地サンプルを作成し、営業を行った。するとこの技術を面白いと有名デザイナーが早速採用し、デザインを作成し加工依頼が入った。しかし、有名デザイナーのデザインは $\theta$ 技術を全く理解せずに作られたもので、斜め45度でレースをつなぎ合わせたデザインとなっていた。彼はプリーツがかかった部分と取れた部分が別の生地で、それらを縫い合わせたものだとして理解してしまっていたのである。そこで、 $\theta$ の開発者が自らデザインを修正し、レースを縫い合わせるのではなく $\theta$ 加工を行った生地にレースを叩きつけるよう提案を行い、これがそのまま最終デザイン案に採用された。その後も取引先が技術を理解せず、30度で折りたたんだデザインを依頼してくるなどの事象があり、その度に技術者はデザイン修正を行った。このようにB社が保有する技術の意味を外部のデザイナーは全く理解することができず、技術の機能を生かしたデザインをすることができないのである。B社は本来加工業であったはずだったが、取引全体の80%以上で最終製品提案を行っており、取引全体の60%程度でB社からの最終製品提案がそのまま採用されている。

一方自社ブランドBでは、内部デザイナーと外部デザイナーのY氏が共同でデザイン開発を行っているが、双方ともB社の技術に関して深い理解を保有している。内部デザイナーは技術開発を行なった技術者の息子でもあり、 $\beta$ 技術に関しては技術者と同等の知識を保有している。外部デザイナーのY氏は、技術を活かした革新的なデザインを得意とし、パリコレにも参加経験がある。Y氏は外部のデザイナーでありながら、B社とは10年以上の付き合いがあり、工場にも週1で訪れており、技術の学習を積極的に行っている。彼らは $\beta$ 技術の活用を前提に製品の機能・コンセプトを考える際に、 $\beta$ 技術のもたらす機能の魅力である、衣服にとって重要な特性である「着心地・快適さ」に優れた綿素材にプリーツをかけることができる点、半永久的にプリーツ加工が取れない点を発想し、これらをアピールするために適した素材として、経年劣化を楽しむことができるデニムを選択した。これは技術がもつ機能について最もよく理解しているからこそできた発想であり、技術の持つ機能を生かしたデザインを行うためには、(1)技術の深い知識が必要不可欠である。

(2)について、自社ブランドBはそもそもB社が保有するプリーツ加工技術を社外にアピールすることを目的に創設されたファクトリーブランドである。よって、デザイナーも技術を最も重視して製品開発を行う。この姿勢があることによって、デザイナーは(3)技術の深化能力を発揮し、(4)製品開発プロセスにおける柔軟性を持つことができる。

(3)について、デザイナーは幅広いデザインの探索および技術的探索を行うことで、技術の潜在的な機能を新たに発見することができていた。これは、Norman & Verganti(2014)の指摘する「Tinkering(いじくり回す行為)」の概念に類似する。彼らは、意味や実用性の向上などの目的を全く持たず、製品や技術で遊ぶことを「Tinkering」と呼び、この行為が素晴らしい洞察や新製品につながるということがよくあり、それは全く偶然発生するとしている。事例

1と事例2では、それぞれ $\beta$ 技術を生かした製品を作ること、 $\beta$ 技術の新たな活用法を探索するという目的を持っていた点では「Tinkering」の概念には一致しない。しかし、幅広いデザイン探索や技術探索によって、思いがけない発見があり、デザイン・イノベーションが引き起こされた。事例1では、まず薄いデニム生地と厚いデニム生地の2種類の生地に対して、複数のデザイン案を試した結果、思いがけず「形態安定性」という機能が明らかとなり機能デザインのイノベーションが発生した。また、事例2では「 $\beta$ 加工した製品にブリーチ加工をした際にブリーツ加工が取れてしまうのかどうか」という点をデザイナーが検証するために、試しに1製品についてブリーチ加工を行ったところ、意図せずマダラ模様になされた製品が出来上がり、その後の製品開発の連鎖の中で「 $\beta$ 液が強く反応している部分にのみ色が残る」という機能が明らかとなった。いずれのケースにおいても、デザイナーが技術を重視し、技術の魅力をより消費者や取引先に伝えるための方法を探索する中で、思いがけない発見があり、結果としてデザイン・イノベーションが起きた。

(4)について、(3)のデザイン・技術探索活動の結果思いがけず明らかになった機能があった際に、デザイナーは柔軟に製品開発の方向性を変えることが重要である。事例1では、当初のコンセプトだった定番品ではなく、新たに明らかになった形態安定性という機能を活かした定番品ではない製品を新たなコンセプトとして据えた。事例2でも同様に、商品11で意図していなかったマダラ模様が偶然できた際、それを新たなコンセプトとした。商品12では商品11のようなマダラ模様をコンセプトとしていたが、偶然ヒダ山にストライプの模様が入ったため、それを柔軟に受け入れ新たなコンセプトとした。このように新たに技術が持つ機能が明らかになった際に、それが当初の製品コンセプトと異なるものであったとしても、製品の魅力を高めるものだと認識して、柔軟に製品コンセプトを変え、製品開発の方向性を変えるというデザイナーの能力が、デザイン・イノベーションを生む。ここでもデザイナーが製品コンセプトではなく、技術を重視する姿勢を持っていることが、(4)を可能としている。

また、(2)~(4)デザイナーの能力が生きるためには、技術が未成熟である必要がある。技術が未成熟でない場合、(3)デザイナーがデザイン・技術探索を行っても技術の新たな機能が明らかになることはなく、デザイナーが当初想定していた以上に革新的なデザインが生まれることはなく、(4)柔軟に製品開発の方向性を変化させる必要もなくなる。技術と機能が完全にマッチしているのであれば、「技術開発活動先行型」の製品開発が行われる必要性は特になくなると考えられ、むしろ「デザイン開発活動先行型」の製品開発を行うことが好ましいだろう。

## (2) 調査1-③と調査2の比較

次に「技術開発活動先行型」製品開発である調査1-③と調査2を比較する。調査2はデザイン・イノベーションの創出に成功しているが、調査1-③ではデザイン・イノベーションが起きなかった。両者の違いを知ることによってデザイン・イノベーション創出のための成功条

件を明らかにする。

調査 1-③の製品開発に携わったのは調査 1-②のデザイナーと同一人物(O氏)であった。そのため、デザイナーは(1)技術に関する深い知識ではなく幅広く浅い知識を保有し、(2)技術よりもコンセプトの守護を重視していた。ただし、商品 7 のコンセプトは「製品染をした、日本人の体にフィットする商品」であり、製品染をすること自体が目的となっていた。同様に商品 8 のコンセプトも「繊維メーカーが開発した革新的な和紙素材を活用したスラックス」であり、和紙素材の活用自体が目的となっていた。よってこれらの商品ではコンセプトの守護が技術の重視を意味していた。よって、より重要な齟齬を生んだのが(1)であった。商品 7 では、デザイナーは製品染に関する知識をあまり保有していなかったため、製品開発プロセスにおいて生産性の問題が発生しデザイン変更が何度も行われたり、量産開始後に縮率に関する問題が発生し、生産がストップするなどの問題が起きた。商品 8 においても物性の問題をすり合わせたものの量産後に地糸切れ・破れが発生し量産が停止された。よって、「技術開発活動先行型」製品開発においてデザイン・イノベーションが起きない場合であっても、デザイナーが技術に関する深い知識を保有することが、製品開発自体の成功にとって非常に重要であると考えられる。

### (3) まとめ

「デザイン開発活動先行型」では、デザイナーは(1)コンセプトの守護者として機能すること、(2)技術ネットワークへのアクセスできること、(3)技術に関する幅広く浅い知識を保有することの 3 つの能力が求められる。ただし、(1)に関しては注意が必要である。デザイナーが(1)コンセプトの守護者であるために、技術が仮に成熟していない場合であっても潜在的な機能の探索が行われれないという問題も孕む。また、調査 1-①で明らかになった通り、コンセプト自体に問題がある場合であってもコンセプトを守護してしまう危険性があり、コンセプトを守護しつつも、柔軟性を兼ね揃えることが重要だと考えられる。(2)(3)に関して注意が必要なのは、活用する技術の所在である。デザイナーが自由な発想を行うためには技術制約を取り払う必要があるため、外部技術を活用することが好ましいと考えられ(Dell'Era et al., 2017)、そのためには(2)(3)の能力が必要となる。特に全く新規の技術開発を行う場合には、既存技術を活用する場合よりも幅広く技術探索をする必要がある。一方、社内の技術を活用して「デザイン開発活動先行型」の製品開発を行う場合もあるが、この場合は技術に関する深い知識を持つ必要がある。

「技術開発活動先行型」製品開発では、デザイナーは(1)技術の深い知識の保有、(2)技術を重視する姿勢、(3)技術の深化能力、(4)製品開発プロセスにおける柔軟性の 4 つの能力を保有することが必要である。特にデザイン・イノベーションをもたらさないケースにおいても、(1)技術の深い知識の保有は製品開発の成功において必要である。そして(1)~(4)の能力がデザイン・イノベーションをもたらすためには、活用される技術が未成熟である必要がある。

### 6.2.3. ディスカッションまとめ

先行研究において、デザインと技術は性質として密接な関係にあり、デザイン・イノベーションと技術イノベーションは相互補完的关系にあると考えられるとされてきた(Rindova & Petkova, 2007; Rubera & Droge, 2013; Kim & Kim, 2021)。しかし、デザイン・イノベーションと技術イノベーションの相互作用効果については、あまり多く研究されているわけではなく、2つのイノベーションが相互に与える影響や、2つのイノベーションを両立するためのメカニズムを調査する必要がある。

よって本研究は、先行研究において明らかになっていない、デザイン・イノベーションと技術イノベーションの因果関係や、2つのイノベーションの両立を実現するメカニズムを明らかにすることを目的としていた。そこで、製品開発プロセスにおける開発活動の発生の順序に着目し、「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動先行型」の2つに開発パターンに分類した上で、「RQ: デザイン・イノベーションと技術イノベーションは相互にどのような影響を与えるのか? 2つのイノベーションを両立させるためのメカニズムは何か?」について調査を行った。特に「技術開発活動先行型」において、技術イノベーションがデザイン・イノベーションを引き起こしたケースは先行研究において報告されておらず、その際のデザイン開発活動、技術開発活動のあり方も不明である。技術開発活動が先行する場合、デザイン・イノベーションに負の影響をもたらす可能性があり、Akiike (2014)では2つのイノベーションを同時に起こすことは可能なのかという点について調査した結果、技術イノベーションの活用を優先した場合、デザイン・イノベーションが阻害されることが明らかとなっている。よって、技術イノベーションがデザイン・イノベーションに影響を与える形で2つのイノベーションの両立が実現されるのか、また、もし発生する場合そのメカニズムはどのようなものなのかを解明する必要がある。

調査 1-①で、まずデザイン開発活動と技術開発活動が効果的に連携する方法を明らかにし、その上で調査 1-②、調査 1-③、調査 2 からそれぞれの開発パターンにおけるデザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を実現するメカニズムと、2つのイノベーションが相互に与える影響を明らかにした。

調査の結果、「デザイン開発先行型」および「技術開発先行型」では異なるメカニズムで両立が実現され、2つのイノベーションが相互に与える影響も異なることが明らかとなった。

#### 6.2.3.1. デザイン・イノベーションと技術イノベーションが相互に与える影響

まず2つのイノベーションが相互に与える影響について、「デザイン開発先行型」では、デザイナーは技術制約に縛られることなく自由な発想をし、デザイン・イノベーションを起こす。そして、このデザイン・イノベーションが技術開発の方向性を決定し、イノベティブな技術を創出することに貢献することが明らかとなった。この点については先行研究で



も指摘されており、デザイナーが技術開発活動に関与することで発生するデザイナーによる技術開発の方向性の提示と技術創出(吉岡(小林),2018; 森永,2016)にあたる。

**Proposition 1-a:** デザイン・イノベーションは技術イノベーションに正の影響を与える。「デザイン開発活動先行型」において、デザイナーは技術制約に縛られることなく自由な発想をし、デザイン・イノベーションを起こす。そして、このデザイン・イノベーションが技術開発の方向性を決定し、イノベティブな技術を創出することに貢献する。

一方、「技術開発先行型」において技術イノベーションがデザイン・イノベーションに与える影響は先行研究において明らかになっておらず、技術イノベーションがデザイン・イノベーションの制約となりデザイン・イノベーションを阻害する可能性が指摘されていた。しかし、調査2から、革新的な技術を活用することを前提に製品開発活動を行うと、技術イノベーションがデザイン・イノベーションの制約になりつつも、制約があることによってむしろ革新的なデザインの開発につながることもあり、技術イノベーションが必ずしもデザイン・イノベーションを阻害するものではないことが明らかとなった。技術イノベーションの深化活動を通して、技術が保有していた潜在的な機能が思いがけず発見され、それがデザイン・イノベーションを引き起こすことがあり、技術イノベーションがデザイン・イノベーションに与える影響を実現するためには、一定の条件を満たす必要がある。条件については、両立実現のためのメカニズムの説明において明らかにする。

**Proposition 1-b:** 技術イノベーションは必ずしもデザイン・イノベーションを阻害するものではない。「技術開発活動先行型」において、革新的な技術を活用することを前提に製品開発活動を行うと、技術イノベーションがデザイン・イノベーションの制約になりつつも、制約があることによってむしろ革新的なデザインの開発につながることもある。技術イノベーションの深化活動を通して、技術が保有していた潜在的な機能が思いがけず発見され、それがデザイン・イノベーションを引き起こす場合がある。

#### 6.2.3.2. 2つのイノベーションの両立実現のためのメカニズム

調査 1-②から「デザイン開発活動先行型」において両立を実現するためのメカニズムを明らかにした。調査 1-③では調査 1-②と同じメカニズムを活用しても「技術開発活動先行型」において両立を実現することができないことが明らかとなった。そして、調査 2 では「技術開発活動先行型」において両立を実現するためのメカニズムが明らかになった。以下では「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動先行型」における両立実現のためのメカニズムについて、共通点と相違点を紹介する。

「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動先行型」の双方に必要なものとしては、(1)製品開発を通して、技術者とデザイナーが密な連携をとること、(2)部門間連携において製品

開発の最終的な意思決定者であるデザイナーがハブとなりすり合わせを行うことの2つである。(1)について、調査1-①においてもこの2者の連携が効果的な製品開発において重要だったことから、革新性によらずこの条件は重要である。また、デザイナーと技術者のみではなく生産技術者とも連携することで製造性を実現することが可能となる点にも注意が必要である。特に製品の革新性が高まるほど、製造性に関する問題が発生しやすくなるため、よりフロントローディングの必要性が高まると考えられ、開発初期からのデザイナー・技術者・生産技術者の密な連携が重要となる。また(2)については、調査1-①においても重要であり、デザイナーがハブとなり技術者と生産技術者をつなぎ、製品開発を一貫して主導することが効果的な製品開発において重要だった。デザイナーが製品開発プロセスを一貫して主導し部門間の連携を図ることで、デザインと技術の統合度が高まると考えられ、これにより製品パフォーマンスが高まることが示唆された。よって、これらの共通点自体は、製品の革新度によらず、デザイン開発活動と技術開発活動が効果的に連携するために必要な条件であると考えられる。

**Proposition 2 :** 製品の革新性（デザイン/技術）が高まるほど製造性に関する問題が発生しやすくなるため、より開発初期からのデザイナー・技術者・生産技術者の密な連携の重要性が高まる。

**Proposition 3-1 :** デザイナーが製品開発プロセスを一貫して主導することで、デザイン・イノベーションと技術イノベーションの統合度が高い製品が開発される。

**Proposition 3-2 :** デザイン・イノベーションと技術イノベーションの統合度が高い製品は、より製品パフォーマンスが高い。

一方、「デザイン開発活動先行型」製品開発と「技術開発活動先行型」製品開発で条件が異なったのが、(1)製品開発プロセス、(2)技術の成熟度、(3)デザイナーの能力であり、これら3つが揃うことがイノベーション両立の上で必要である。

「デザイン開発活動先行型」製品開発では、(1)①コンセプト創出・製品プランニング段階から製品開発が開始され、②初期デザイン・開発段階、③後期デザイン・開発段階、④量産立ち上げ段階と一般的な製品開発プロセスの流れがとられ、②初期デザイン・開発段階と③後期デザイン・開発段階で、サンプルを踏まえたデザイン/設計修正が行われるためループが観察される。①の段階で、デザイナーは既存技術に縛られることなく、市場ニーズから自由に革新的な機能デザインを生み出しコンセプトに落とし込み、②において必要な機能デザインをもたらしするための技術・形状デザインを探索・開発する。ここでは、機能デザインが決定された上で、その機能にマッチする技術の探索・開発活動が行われるため、(2)技術と機能がマッチしている成熟度の高い技術を活用することが製品開発をスムーズに進める上で重要である。そして、上記の製品開発を可能にするために(3)次のようなデザイナーの能力が求められる。第一の能力は、デザイナーがコンセプトの守護者として機能することであり、

デザイナーはコンセプトである機能デザインをもたらす技術および形状デザインを特定し、技術を生かしコンセプトに合致する形状デザインの開発を行うという一連の製品開発プロセスを主導する。そして、最初に立てたコンセプトから製品開発の方向性がずれないように多様な関係者と連携し、製品開発プロセス全体を通じて一貫してコンセプトを維持した。このコンセプトの維持により、デザイナーの革新的な発想が生かされ、技術イノベーション（商品4-6）、形状デザイン・イノベーションと技術イノベーション（商品6）が発生した。第2・第3の能力は、技術ネットワークへのアクセスと技術に関する幅広く浅い知識の保有である。①②の段階において、デザイナーは機能デザインにマッチする技術の探索・開発を行う必要がある。第2・第3の能力を持っていることで、デザイナーはコンセプトに合った革新的な技術を生むことができる技術者を特定し、自身の求める機能デザインを伝え、機能デザインに従う形で技術開発を主導することができる。よって、「デザイン開発活動先行型」製品開発において、デザイン・イノベーションおよび技術イノベーションを生み出すためには、(1)~(3)の条件が揃っている必要があることが明らかとなった。

「技術開発活動先行型」製品開発では、(1)①先に活用する技術を決定した上で製品機能およびコンセプトが決定され、②初期デザイン・開発段階、③後期デザイン・開発段階が行われる。「デザイン開発活動先行型」と同様、②初期デザイン・開発段階と③後期デザイン・開発段階で、サンプルを踏まえたデザイン/設計修正が行われるループが観察される。また、技術が持つ製品機能は、②③のプロセスを通じて新たに明らかになる場合があり、その際は②③から①コンセプト創出・製品プランニング段階に手戻りし、新たに発覚した製品機能を踏まえて製品コンセプトが再度設定され、②③のプロセスが繰り返される。①への手戻りが「技術開発活動先行型」製品開発においてデザイン・イノベーションを創出する上で非常に重要な要素となる。また、コンセプトは技術の活用そのものを目的とするのではなく、技術の持つ機能を活かすことを目的とすることが重要である。

さらに、(1)におけるコンセプト段階への手戻りに意味をもたらすためには、(2)活用される技術が未成熟である必要がある。技術と機能が完全にマッチした成熟した技術を活用する場合、作られたコンセプトをもとに通常の製品開発プロセスが開始されるだけで、コンセプト以上に革新的なデザインの製品は生み出されないため、技術から機能・コンセプトにバックキャストをしてもデザイン・イノベーションに繋がらない。しかし、技術と機能がマッチしていない未成熟な技術を活用する場合、②③のプロセスの中で、技術が持っていた潜在的な機能が思いがけず明らかになる場合があり、その新しい機能がデザイン・イノベーションを誘発する可能性がある。

そして、この潜在的な機能をデザイン・イノベーションにつなげるためには、(3)デザイナーの能力が不可欠である。デザイナーは第1に技術の深い知識を保有し、第2に技術を重視し、第3に技術の深化能力を有し、第4に製品開発プロセスにおける柔軟性を持つ必要がある。第1の能力について「技術開発活動先行型」では、まず革新的な技術を活用することが前提となっているため、その技術について深い理解をしていることが、技術の持つ機能

を活かしたデザインを行うために重要である。ただし、調査 1-③で技術に関する深い知識をデザイナーが保有していなかったことから量産段階において様々な問題が発生してしまったことを踏まえると、「技術開発活動先行型」においてデザイン・イノベーションを引き起こさない場合であっても、開発をスムーズに行い、製造性を高めるために第 1 の能力は重要な要素である。そして、デザイナー自身がコンセプトよりも技術の魅力を伝えることを最優先している必要がある。この姿勢によって、デザイナーは技術の深化能力と開発プロセスにおける柔軟性を発揮することができる。(2)の通り、「技術開発活動先行型」では未成熟な技術を活用し、思いがけない発見を行うことがデザイン・イノベーションを起こす鍵となっているが、この思いがけない発見を可能とするためには、技術の深化能力が不可欠である。デザイナーは技術の魅力を引き出すために幅広いデザインを試したり、技術的な探索活動を行うことを通して、思いがけない発見をある程度意図的に起こすことができる。さらに、その思いがけない発見により新たに機能が明らかになった際に、それが当初の製品コンセプトと異なるものであったとしても、製品の魅力を高めるものだと認識し、柔軟に製品コンセプトおよび製品開発の方向性を変えるというデザイナーの柔軟性が、デザイン・イノベーションを生む。よって、「技術開発活動先行型」製品開発において、デザイン・イノベーションを生み出すためには、(1)~(3)の条件が揃っている必要があることが明らかとなった。

先行研究においては、技術を前提とした製品開発ではデザインが制約を受けるため、デザイン・イノベーションが阻害されてしまうと考えられていた。しかし、本研究から技術を前提とした「技術開発活動先行型」でもデザイン・イノベーションを起こすことは可能であることが示された。もちろん技術的な制約はかかるものの、活用する技術の成熟度や、製品開発プロセスのあり方、デザイナーの能力の 3 つの条件が揃うことによって、むしろ技術的制約があったからこそそのデザイン・イノベーションを生み出すことが可能になる。調査 1-③では「技術開発活動先行型」を、「デザイン開発活動先行型」のメカニズムで行っていたため両立を創出することはできなかった。このことから、それぞれの製品開発のパターンに適した製品開発メカニズムを活用することが重要であることが明らかである。「技術開発活動先行型」、「デザイン開発活動先行型」に応じて、それぞれに適した条件を揃えれば、デザイン・イノベーションと技術イノベーションの両立を実現することができるのである。

**Proposition 4 :** いずれの開発パターン（デザイン開発活動先行型、技術開発活動先行型）においても(1)製品開発プロセス、(2)技術の成熟度、(3)デザイナーの能力、3 つの条件が揃うことが 2 つのイノベーション両立の上で必要である。

**Proposition 4-a :** 「デザイン開発活動先行型」において、(1)シーケンシャルな製品開発プロセスを行いつつ、初期デザイン・開発段階と後期デザイン・開発段階において「フィードバック-修正」のやりとりを行うこと、(2)成熟度の高い技術を活用すること、(3)デザイナーがコンセプトの守護者として機能し、技術ネットワークへのアクセスと技術に関する幅広く浅い知識を保有することが、2 つのイノベーション両立のための条件である。

**Proposition 4-b**：「技術開発活動先行型」において、(1)活用する技術を決定した上で機能・コンセプトを決定し、初期デザイン・開発段階や後期デザイン・開発段階で技術の持つ潜在的機能が明らかになるとコンセプト創出・製品プランニング段階に手戻りしプロセスを繰り返すこと、(2)成熟度の低い技術を活用すること、(3)デザイナーが技術の深い知識・技術を重視する姿勢・技術の深化能力・柔軟性を持つことが、2つのイノベーション両立のための条件である。

## 7. 本論文の限界・課題

本研究にはいくつかの限界・課題がある。第一に本研究は製品の作りが単純であるアパレル製品を取り扱ったため、比較的デザイン開発活動と技術開発活動の連携が容易であったと考えられる。また、アパレル製品における技術は直接デザインにつながるものが多く、技術イノベーションがデザイン・イノベーションを引き起こしやすいと考えられる。よって、他の製品を扱った場合には異なるメカニズムが必要になる可能性があるため、今後他の業界の製品を扱い、比較を行う必要がある。第二に本研究は定性的な手法を用いて行なったため、今後は発見事実を定量的に検証する必要があるだろう。また、本研究では主にデザイナーに対するインタビュー調査を行ったが、技術者の視点からも調査を行う必要性があると考えられる。

第三に、本研究においてはデザイン・イノベーションと技術イノベーションが相互に与える影響や、2つのイノベーションを両立するためのメカニズムを明らかにしたが、2つのイノベーションが同時に達成された場合であっても、製品パフォーマンスに正の影響が与えられるわけではないことが先行研究では明らかになっており、相互作用効果が製品パフォーマンスに正の影響をもたらすためには、何らかの条件が必要であると考えられる。この点について、追加的な研究を行う必要がある。

初めて相互作用効果を分析した Talke et al.(2009)においては、相互作用効果が製品売上に与える影響が正であるものの有意にならなかったが、これはある一時点において相互作用効果を調査していたため、もしくはブランド戦略を考慮していなかったためだと考えられる。Rubera & Droge(2013)において、企業ブランド戦略と非企業ブランド戦略に分けて相互作用が売上に与える影響を調査したところ、非企業ブランド戦略においてのみ有意に正の効果をもたらすことが明らかとなっている。その理由として、技術イノベーションは企業イメージを変える可能性がある一方、複数ブランド戦略をとってれば新技術を新ブランドに紐づけることができるため、技術イノベーションの正の効果が複数ブランド戦略においてより高く、そのため、相互作用効果も技術イノベーションの効果が強い複数ブランド戦略においてより高いとしている。また、Rubera(2015)において、製品モデルのライフサイクルを考慮して相互作用が製品売上に与える影響を調査したところ、ライフサイクルの初期における売上に負の影響を与えるものの、売上成長率には正の影響を与えることが明らかとなった。このことから、デザイン・イノベーションと技術イノベーションの相互作用が

製品パフォーマンスに正の影響を与えることはあるものの、そのためにはタイミングやブランド戦略など何かしらの条件が伴う必要があると考えられる。

そして、相互作用が製品パフォーマンスに正の効果をもたらすタイミングは、どのライフサイクルを対象とするかによっても異なると考えられる。製品カテゴリーのライフサイクルを対象に相互作用モデルを構築した Eisenman(2013)においては、技術とデザインのイノベーションの相互作用効果は製品カテゴリーのライフサイクル初期において高く、その後低減していく。これは革新的なデザインが、技術の新しさを説明し、技術の理解を促進する役割を果たすためである。その後、成長期にかけて技術革新がインクリメンタルなものになるとデザイン・イノベーションの重要性も下がる。成熟期には技術のイノベーションが起きにくくなっているため、製品の魅力を高めるためにデザイン・イノベーションの重要性が再度高まるが、これは技術の革新度が低いため相互作用効果ではない。一方、製品モデルのライフサイクルを対象に相互作用効果を分析した Rubera(2015)では、技術とデザインのイノベーションの相互作用効果は製品モデルのライフサイクル初期において低く、時間の経過と共に向上していくことが明らかとなった。これは、技術イノベーションの度合いが高い場合、デザインは消費者にとって馴染みあるものにした方が、製品導入への抵抗が下がると考えられるためである。このように、相互作用効果が有効となるタイミングに関しては、分析対象期間によって見解が分かれているのが現状である。また、Eisenman (2013)は革新的な技術を伝達・説明するために革新的なデザインが必要としている一方、Rubera (2015)は革新的な技術を顧客が受け入れやすくするために非革新的なデザインが必要としているように、効果の説明に関しては矛盾するような理由づけがなされている。

デザイン・イノベーションと技術イノベーションの相互作用効果が製品パフォーマンスに正の影響を与えるための条件はタイミングやブランド戦略以外にも存在すると考えられ、その他の要因に関する分析も今後行なっていく必要があるだろう。

以上のように、本研究には課題も多い。一方で、従来明らかにならなかった、デザイン・イノベーションと技術イノベーションを両立するためのメカニズムについて、「デザイン開発活動先行型」と「技術開発活動先行型」の2つの開発パターンに分けて調査を行った結果、どちらの開発パターンにおいてもイノベーションを両立することが可能であること、開発パターンに応じてイノベーションが相互に与える影響と、両立を実現するためのメカニズムが異なることを明らかにしたという点において本分野に大きく貢献したと考える。

## 8. 参考文献

- Abernathy, W. J. (1978). *The productivity dilemma*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- Abernathy, W. J., & Utterback, J. M. (1978). Patterns of industrial innovation. *Technology review*, 80(7), 40-47.
- Akiike, A. (2014). Can Firms Simultaneously Pursue Technology Innovation and Design Innovation?. *Annals of Business Administrative Science*, 13(3), 169-181.
- Allen, T. J., Tushman, M. L., & Lee, D. M. (1979). Technology transfer as a function of position in the spectrum from research through development to technical services. *Academy of management journal*, 22(4), 694-708.
- Bangle, C. (2001). The ultimate creativity machine. How BMW turns art into profit. *Harvard Business Review*, 79(1), 47-55.
- Bloch, P. H. (1995). Seeking the ideal form: Product design and consumer response. *Journal of marketing*, 59(3), 16-29.
- Cappetta, R., Cillo, P., & Ponti, A. (2006). Convergent designs in fine fashion: An evolutionary model for stylistic innovation. *Research Policy*, 35(9), 1273-1290.
- Chaston, I. (2008). Small creative industry firms: A development dilemma? *Management Decision*, 46(6): 819-31.
- Chiva, R., & Alegre, J. (2009). Investment in design and firm performance: The mediating role of design management. *Journal of Product Innovation Management*, 26(4), 424-440.
- Christensen, J. F. (1995). Asset profiles for technological innovation. *Research Policy*, 24(5), 727-745.
- Clark, K. B., & Fujimoto, T. (1990). The power of product integrity. *Harvard business review*, 68(6), 107-118.
- Clark, K. B. (1985). The interaction of design hierarchies and market concepts in technological evolution. *Research policy*, 14(5), 235-251.
- Cooper, R. G. (1975). Why new industrial products fail. *Industrial Marketing Management*, 4(6):315-326.
- Cooper, R., Bruce, M., Wootton, A., Hands, D., & Daly, L. (2003). Managing design in the extended enterprise. *Building Research & Information*, 31(5), 367-378.
- Creusen, M. E., & Schoormans, J. P. (2005). The different roles of product appearance in consumer choice. *Journal of product innovation management*, 22(1), 63-81.
- Dan, S. M., Spaid, B. I., & Noble, C. H. (2018). Exploring the sources of design innovations: Insights from the computer, communications and audio equipment industries. *Research Policy*, 47(8), 1495-1504.

- Dell'Era, C., Marchesi, A., & Verganti, R. (2010). Mastering technologies in design-driven innovation. *Research-Technology Management*, 53(2), 12-23.
- Dell'Era, C., Altuna, N., Magistretti, S., & Verganti, R. (2017). Discovering quiescent meanings in technologies: exploring the design management practices that support the development of Technology Epiphanies. *Technology Analysis & Strategic Management*, 29(2), 149-166.
- Dougherty, D., & Heller, T. (1994) The Illegitimacy of Successful Product Innovation in Established Firms. *Organization Science* 5(2):200-218. <https://doi.org/10.1287/orsc.5.2.200>
- Eisenman, M. (2013). Understanding aesthetic innovation in the context of technological evolution. *Academy of Management Review*, 38(3), 332-351.
- 藤本隆宏, キム B. クラーク. (2009). 増刷版 製品開発力ー自動車産業の「組織能力」と「競争力」の研究. ダイヤモンド社.
- Gemser, G., & Leenders, M. A. (2001). How integrating industrial design in the product development process impacts on company performance. *Journal of Product Innovation Management*, 18(1), 28-38.
- Gemser, G., & Barczak, G. (2020). Designing the future: Past and future trajectories for design innovation research. *Journal of Product Innovation Management*, 37(5), 454-471.
- Hargadon, A., & Sutton, R. I. (1997). Technology brokering and innovation in a product development firm. *Administrative science quarterly*, 716-749.
- 原寛和, & 立本博文. (2018). デザインは市場成果をもたらすのか? 製品デザインが市場成果に与える影響についての文献レビュー. *赤門マネジメント・レビュー*, 17(2), 47-106.
- 原寛和, 平坂透, & 立本博文. (2019). デザイン重視の製品開発におけるデザインマネジメント: コンシューマーエレクトロニクス企業の比較分析. *組織科学*, 52(3), 4-19.
- Hemonnet-Goujot, A., Manceau, D., & Abecassis - Moedas, C. (2019). Drivers and pathways of NPD success in the marketing-external design relationship. *Journal of Product Innovation Management*, 36(2), 196-223.
- Herrmann, J. W., Cooper, J., Gupta, S. K., Hayes, C. C., Ishii, K., Kazmer, D., ... & Wood, W. H. (2004, January). New directions in design for manufacturing. *In International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference* (Vol. 46962, pp. 853-861).
- Hertenstein, J. H., Platt, M. B., & Brown, D. R. (2001). Valuing design: Enhancing corporate performance through design effectiveness. *Design Management Journal (Former Series)*, 12(3), 10-19.



- Hertenstein, J. H., Platt, M. B., & Veryzer, R. W. (2005). The impact of industrial design effectiveness on corporate financial performance. *Journal of product innovation management*, 22(1), 3-21.
- Hoegg, J., & Alba, J. W. (2011). Seeing is believing (too much): The influence of product form on perceptions of functional performance. *Journal of Product Innovation Management*, 28(3), 346-359.
- Iansiti, M. (1995). Technology integration: Managing technological evolution in a complex environment. *Research policy*, 24(4), 521-542.
- 菅野洋介, & 柴田聡. (2013). 製品デザインに関わる組織要因と部門間調整. *日本経営学会誌*, 32, 55-68.
- Kim, D., & Kim, J. (2021). Is innovation design-or technology-driven? Citation as a measure of innovation pollination. *World Patent Information*, 64, 102010.
- Landoni, P., Dell'Era, C., Ferraloro, G., Peradotto, M., Karlsson, H., & Verganti, R. (2016). Design contribution to the competitive performance of SMEs: The role of design innovation capabilities. *Creativity and Innovation Management*, 25(4), 484-499.
- Lorenz, C. (1986) *The Design Dimension: The New Competitive Weapon for Business*. Basil Blackwell Limited. (野中郁次郎監訳・紺野登訳『デザインマインドカンパニー:競争優位を創造する戦略的武器』ダイヤモンド社, 1990).
- Luchs, M. G., Swan, K. S., & Creusen, M. E. (2016). Perspective: A review of marketing research on product design with directions for future research. *Journal of Product Innovation Management*, 33(3), 320-341.
- 森永泰史 (2016). 『経営学者が書いたデザインマネジメントの教科書』同文館出版.
- 森永泰史. (2019). デザイナーの活用に関する先行研究の整理. *京都マネジメント・レビュー*, 35, 31-66.
- Morwitz, V. G., Steckel, J. H., & Gupta, A. (2007). When do purchase intentions predict sales?. *International Journal of Forecasting*, 23(3), 347-364.
- Moultrie, J. (2015). Understanding and classifying the role of design demonstrators in scientific exploration. *Technovation*, 43, 1-16.
- 延岡健太郎 (2006) 『MOT[技術経営]入門』日本経済新聞社.
- Noble, C.H. and Kumar, M. (2010) Exploring the Appeal of Product Design: A Grounded, Value-Based Model of Key Design Elements and Relationships. *Journal of Product Innovation Management*, 27, 640-657. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-5885.2010.00742.x>
- Norman, D. A., & Verganti, R. (2014). DI-TInd radical innovation: Design research vs. technology and meaning change. *Design issues*, 30(1), 78-96.

- Ordanini, A., Rubera, G., & Sala, M. (2008). Integrating functional knowledge and embedding learning in new product launches: How project forms helped EMI music. *Long Range Planning*, 41(1), 17-32.
- Pahl, G., Wallace, K., & Blessing, L. (2007). *Engineering design: A systematic approach*, 3rd ed. London: Springer. (金田徹ほか (訳)(2015). 『エンジニアリングデザイン:工学設計の体系的アプローチ』 森北出版).
- Perks, H., Cooper, R., & Jones, C. (2005). Characterizing the role of design in new product development: An empirically derived taxonomy. *Journal of product innovation management*, 22(2), 111-127.
- Rindova, V. P., & Petkova, A. P. (2007). When is a new thing a good thing? Technological change, product form design, and perceptions of value for product innovations. *Organization science*, 18(2), 217-232.
- Rubera, G., & Droge, C. (2013). Technology versus design innovation's effects on sales and Tobin's Q: the moderating role of branding strategy. *Journal of Product Innovation Management*, 30(3), 448-464.
- Rubera, G. (2015). Design innovativeness and product sales' evolution. *Marketing Science*, 34(1), 98-115.
- Rungtusanatham, M., & Forza, C. (2005). Coordinating product design, process design, and supply chain design decisions: Part A: Topic motivation, performance implications, and article review process. *Journal of Operations Management*, 23(3-4), 257-265.
- Song, X. M., R. J. Thieme, and J. Xie. (1998). The impact of cross-functional joint involvement across product development stages: An exploratory study. *Journal of Product Innovation Management*, 15(4): 289-303.
- Song, M., & Xie, J. (2000). Does innovativeness moderate the relationship between cross-functional integration and product performance?. *Journal of international marketing*, 8(4), 61-89.
- Song, X. M., and M. Swink. (2002). Marketing-manufacturing joint involvement across stages of new product development: Effects on the success of radical vs. incremental innovations. *Academy of Management Proceedings*, 1-36.
- 杉山和雄(2002)「これからもデザインの時代」『郵政研究所月報』2002年9月号, 35-41頁.
- Talke, K., Salomo, S., Wieringa, J. E., & Lutz, A. (2009). What about design newness? Investigating the relevance of a neglected dimension of product innovativeness. *Journal of product innovation management*, 26(6), 601-615.
- Truong, Y., Klink, R. R., Fort - Rioche, L., & Athaide, G. A. (2014). Consumer response to product form in technology - based industries. *Journal of Product Innovation*

- ion Management*, 31(4), 867-876.
- Utterback, J. M., Ekman, S., Sanderson, S. W., Vedin, B. A., Verganti, R., Tether, B., & Alvarez, E. (2006). *Design-inspired innovation*. World Scientific.
- Verganti, R. (2006). Innovating through design. *Harvard business review*, 84(12), 114.
- Verganti, R. (2008). Design, meanings, and radical innovation: A metamodel and a research agenda. *Journal of product innovation management*, 25(5), 436-456.
- Verganti, R. (2009). *Design driven innovation: changing the rules of competition by radically innovating what things mean*. Harvard Business Press.
- Verganti, R. (2011). TR-DResign and technology epiphanies: A new focus for research on design management. *Journal of Product Innovation Management*, 28(3), 384-388.
- Verganti, R. (2011). Designing Breakthrough Products. *Harvard Business Review*, 89(10):114-120.
- Veryzer Jr, R. W. (1995). The place of product design and aesthetics in consumer research. *Advances in consumer research*, 22(1).
- Walsh, V., & Roy, R. (1985). The designer as 'gatekeeper' in manufacturing industry. *Design Studies*, 6(3), 127-133.
- Walsh, V., Roy, R., & Bruce, M. (1988). Competitive by design. *Journal of Marketing Management*, 4(2), 201-216.
- Walsh, V. (1996). Design, innovation and the boundaries of the firm. *Research policy*, 25(4), 509-529.
- 吉岡(小林)徹. (2018). 革新的な製品に含まれるデザイナー発の技術イノベーション. マーケティング部門ジャーナル, 38(1), 21-37.
- Zhang, D., Hu, P., & Kotabe, M. (2011). Marketing-industrial design integration in new product development: The case of China. *Journal of Product Innovation Management*, 28(3), 360-373.