

東京大学大学院経済学研究科
平成 27 年度 博士学位論文

ハイブリッド製品開発のマネジメント
—新技術と既存技術の統合戦略—

東洋大学経営学部専任講師
—小路武安

目次

第1章 はじめに.....	1
1. 本研究の目的.....	1
2. 本研究の構成.....	2
第2章 新技術出現期に関する先行研究レビューと研究課題.....	5
1. 企業の新技術への移行を妨げる要因.....	5
(1) 新技術が組織に与える影響.....	5
(2) 新技術に対する組織構成員の認識.....	7
(3) 組織の置かれている環境.....	8
2. 新技術出現期の企業対応 - 既存技術生存戦略 -	9
3. 新技術出現期の企業対応 - 新技術移行戦略 -	11
(1) 独立新組織設置.....	11
(2) 既存組織コーディネーション.....	12
4. 新技術出現期の企業対応 - 新・既存技術部分融合戦略 -	12
5. 新技術出現期の企業対応 - ハイブリッド技術活用戦略の可能性 -	13
(1) ハイブリッド製品の事例-ハイブリッド車-	14
(2) 様々なハイブリッド製品の事例.....	15
6. 本研究の研究課題.....	17
(1) 研究課題.....	17
(2) 研究対象.....	18
第3章 日本アニメーション産業の歴史と新技術.....	21
1. アニメーションとは.....	21
2. アニメーションの制作技術（アナログ技術）の発展.....	22
(1) アニメーション制作技術の誕生.....	22
(2) ディズニーにおける技術革新.....	24
(3) 日本におけるアニメーション制作技術の発展.....	25
3. 情報技術（デジタル技術）の導入による工程の発展.....	28
(1) 仕上げ工程以降での情報技術導入.....	28
(2) 作画工程での新技術導入:3DCG.....	30
(3) 作画工程での新技術:Flash.....	32
(4) 作画工程での新技術：デジタル作画.....	33
(5) 新しい演出技術:立体視.....	35
(6) 小括-新技術の整理-.....	36

4. まとめ.....	37
第4章 既存技術者の新技術評価.....	39
1. 分析方法及びデータ.....	39
(1) 分析方法.....	39
(2) データ.....	42
2. 分析結果.....	44
・手描きとその他技術の比較.....	45
・フル3DCGとその他技術の比較.....	47
・手描きとフル3DCGのハイブリッド技術とその他技術の比較.....	48
・視覚化した技術間比較.....	49
3. 解釈.....	50
(1) 各技術の評価.....	50
(2) ハイブリッド技術の位置づけ.....	52
4. 議論.....	52
(1) 主観的技術評価.....	52
(2) 次章以降の検討内容 - ハイブリッド技術の有用性と組織的導入への壁 -	55
第5章 他技術への受容性の高い技術者の属性.....	57
1. 分析枠組み.....	57
(1) 対象技術の選定-デジタル作画-.....	57
(2) 基本モデルの検討.....	58
(3) 予備調査.....	59
(4) 仮説と理論的背景.....	59
2. 分析概要.....	65
(1) データ.....	65
(2) 操作化.....	65
3. 結果.....	68
(1) 実証結果.....	68
(2) 解釈.....	71
4. まとめ.....	72
(1) 新技術受容に積極的な技術者.....	72
(2) 技術導入における技術者と組織の関係性.....	72
(3) 組織の技術導入マネジメントへの提起.....	73
第6章 既存企業における新技術活用 - 3DCG内製化によるハイブリッド製品の開発 -	75
1. アニメーションの制作工程.....	75
(1) アナログアニメーションの制作工程.....	75
(2) デジタルアニメーションの制作工程.....	79

2. 分析枠組み	84
3. 対象技術	85
4. 事例分析	87
(1) 新技術部門設立	88
(2) 新技術部門での運営体制成立	90
(3) 協業体制の確立	93
(4) 事例のまとめ	96
5. 考察	97
(1) 適応的技術者の役割	97
(2) 新技術部門マネジャーの役割	98
第7章 既存企業における新技術活用 - 3DCG 外注によるハイブリッド製品の開発 - .	100
1. 分析枠組み	100
2. 事例分析	102
(1) 開発資源準備（新技術活用準備）	103
(2) 開発運用準備（新技術受け入れ体制の確立）	105
(3) 協業体制確立（他企業との協業体制の確立）	106
(4) 事例のまとめ	108
3. 考察	108
(1) 適応的術者の役割	109
(2) トップマネジメントの役割	109
4. 東映アニメーションと XEBEC の比較	110
(1) ハイブリッド製品開発資源準備段階（新技術部門設立・新技術活用準備） ...	110
(2) 運用準備・協業における適応的技術者の役割	112
第8章 総括	119
1. 本研究の考察	119
(1) 研究課題への解答	119
(2) 技術導入における組織の経路依存性—日米アニメーション産業の比較—	121
2. 本研究の貢献	123
3. 本研究の限界と将来の研究	125
補章 新技術認識に対する環境の影響	127
1. 対象技術（Flash）	127
2. データ	127
3. 事例分析	128
(1) 中国アニメーション産業の歴史	128
(2) 日中におけるテレビにおける Flash アニメーションの状況	129
(3) 日中における Flash 登場時の状況	133

4. 考察：組織における新技術評価.....	136
5. まとめ.....	138
(1) 本研究の貢献.....	138
(2) 世界市場とイノベーション認識の可能性.....	139
(3) 本研究の限界.....	139
参考文献	140

第1章 はじめに

1. 本研究の目的

本研究では、技術出現期における企業のマネジメントについて新たな可能性を検討することを目的とする。より具体的には技術出現期における企業戦略について先行研究を整理し、既存技術と新技術を組み合わせるハイブリッド技術を活用した新しい戦略の可能性について言及したうえで、課題とその背景について整理し、マネジメントのありかたについて検討することを目的としている。

技術出現期において企業が取りうる行動に関して、先行研究は既存技術生存戦略、新技術移行戦略、新・既存技術部分融合戦略といった戦略に整理できる。これらの戦略では既存技術と新技術それぞれの技術を別プロジェクト・別事業として営むことを前提としている。しかしながら、二つの技術を別プロジェクト・別事業とするのではなく、それぞれの良い面を組み合わせることで一つのプロジェクトとして営んでいく戦略としてハイブリッド製品開発戦略が考えられるのである。

本研究ではハイブリッド製品のことを一つのシステムのある機能を単独で満たす技術を二つ以上備えている製品とする。ハイブリッド技術といえど一つのシステムのある機能を単独で満たす技術を二つ組み合わせた複合技術ということになる。ハイブリッド車を代表とするハイブリッド製品は現在世間の様々な分野で用いられるようになってきているのである。技術出現期にあたってハイブリッド製品を開発する戦略がハイブリッド技術活用戦略である。この戦略に関して十分な研究がなされていないのが現状である。

近年は、企業が相対すべき技術の数が増加している中で、単に企業が既存技術に対して明確に代替されるべき一つの新技术を対象としてマネジメントを行えばよいという時代ではなくなっているということである。これには大きく二つの理由が想定される。一つには技術そのものの多様化が進んでいるということである。技術革新の速度が上がると同時に多様な新技术が出現するようになってきている。特に情報技術の発展は様々な新技术を生み出す余地を増加させると同時に、新技术へのアクセシビリティを増加させ、システムの複雑化に拍車をかけている。

もう一つは、顧客のニーズの多様化である。顧客自身が様々な情報に接する中で製品に対しての要求が高まっていく。特にグローバル化の進展により、海外市場の動向も入手することが可能になっている。したがって、企業は顧客ニーズに対応するために様々な新技术の導入の検討をしなければならない状況にある。

加えて、藤本（2013）で指摘されているような制約条件・環境条件の強化が影響を与える可能性もある。特に21世紀においては各国における環境保全・エネルギー節減・安全性などに関する企業への要求水準が高まっており、企業は対応するために新技术を組み込まざるを得ない状況にある。

ただし、ハイブリッド製品の開発は必ずしも容易ではないであろう。様々な研究でも指摘されている通り、既存技術の技術者は特に代替的な新技术を受け入れがたい傾向がある

と考えられる。加えて、藤本・朴（2013）では、人工物が複雑化するにあたって、メカ・エレキ・ソフトの複合製品の設計における設計思想の違いについて指摘されている。技術出現期では、既存組織が既存技術単体でも事業を成立させられる状況にあることが多く、特定機能で競合する新技術は受け入れにくいと考えられる。

ハイブリッド技術活用戦略について、本研究では大きく二つの観点から検討を行う。

1点目は、本研究では、ハイブリッド技術が既存組織に受け入れにくいとすれば、それは何故なのか改めて検討することである。本研究では、ハイブリッド技術がどのような認識をもって捉えられているかについて分析する。加えてハイブリッド技術開発を行うにあたって重要な役割を果たすと想定される新技術に対して受容性が高い技術者とはどのような属性を持つのかについて検討する。2点目はハイブリッド製品開発のマネジメントについて検討するということである。特にハイブリッド技術を用いるにあたっては技術的融合が重要になると考えられる。そこで、本研究では内製化した事例・外注した事例の二つのケースを基にそのマネジメントについて以下に技術的融合を実現するかという観点から明らかにする。

2. 本研究の構成

本研究の構成は以下のとおりである。第2章では、先行研究に基づいて技術出現期における企業の技術戦略について整理し、既存技術生存戦略、新技術移行戦略、新・既存技術部分融合戦略について言及したうえで、ハイブリッド技術活用戦略の可能性を示す。ハイブリッド製品の事例を紹介し、その研究意義について確認したうえで、2つの研究課題を設定する。

第3章では、アニメーション産業発展の歴史について、技術発展に着目して記述する。そのうえで、デジタル技術が発展した後の情報技術の導入に関しては、仕上げ工程以降の情報技術、3DCG、Flash、デジタル作画、立体視などを取り上げて現在の状況を踏まえて説明する。そのうえで、新技術の組織的導入に関して技術者の評価を踏まえてうまくいかなかった事例について紹介し、ハイブリッド技術導入に関する問題を考える一助とする。

第4章では、第3章で得られた定性的な技術評価を踏まえたうえで、ハイブリッド製品開発が困難になる要因について検討する。技術の現在評価・将来性評価という二つの軸を用い、それぞれの技術における評価を整理し、比較したうえで、様々な技術の中でハイブリッド技術の位置づけを検討する。ハイブリッド技術の将来性の高さを確認したうえで、現在技術評価に関しては手描きを下回ってしまうことを示す。

第5章では、前章で明らかになったようにハイブリッド技術の現在評価に対し低い評価を下しがちな既存技術者にあつて、ハイブリッド製品の開発にあたって重要な役割を果たすであろう他技術を高く評価する技術者の属性とは何なのかについて分析を行う。具体的にはアニメーション産業のアニメーターへのアンケート調査を基に、革新性やリテラシーといった個人属性と、組織への信頼感や仕事の満足感といった組織との適合性という二つ

の要因が、新技術への受容に与える影響について検討している。そして、他技術の受容に積極的な技術者のことを適応的技術者と名付ける。

第 6 章では、まず、日本のアニメーション産業におけるアニメーションの制作工程に関して、情報技術導入前後の整理を行う。次に確立した大企業が新技術である 3DCG を内製化し、3DCG と手描きとのハイブリッド製品をいかに開発したかという点について、①新技術部門設立、②新技術部門運営体制確立、③他部門との協業体制確立という三つの段階に沿って整理し分析する。

第 7 章では、日本のアニメーション産業の既存企業において新技術である 3DCG を外注しながら、3DCG と手描きとのハイブリッド製品をいかに開発したかという点について分析する。そのうえで、第 6 章との比較について、特にハイブリッド製品開発資源準備段階と適応的技術者の可能性という観点から整理する。

第 8 章では、本研究の整理として、第 2 章で設定された研究課題に基づき、各章での研究内容についてまとめたうえで、総括を行う。そのうえで、ハイブリッド技術を研究する意義並びに貢献について述べたうえで、本研究の限界と将来の研究について述べる。

補章では、技術導入方式に関する組織の経路依存性の影響について第 8 章で議論された内容に関連して、新技術への認識に関して環境が与える影響について検証する。具体的に対象とするのは日本ではまだ普及していない労働節約的な新技術である Flash である。中国で普及しているこの技術に関して、日中の状況を比較することで分析を行う。

本研究の各章は、以下の筆者の既存公表論文をもとに再構築したものである。

第 1 章	書き下ろし。
第 2 章	書き下ろし。
第 3 章	一小路 (2012b) を基に修正・加筆。
第 4 章	書き下ろし。
第 5 章	一小路 (2013) を基に修正。
第 6 章	一小路 (2012b) を踏まえたうえで、一小路 (2012a) を基に修正。なお、一小路 (2012a) を基に投稿された論文は『組織科学』の掲載予定である。
第 7 章	書き下ろし。
第 8 章	書き下ろし。
補章	一小路 (2012c) を基に修正。

第2章 新技術出現期に関する先行研究レビューと研究課題

第2章では、先行研究に基づいて新技術が出現した時期における企業の技術戦略について整理したうえでハイブリッド技術活用戦略の意義を示し、ハイブリッド製品開発を研究するにあたっての課題について指摘することを目的とする。

第1節にて、既存企業の新技術への移行を妨げる要因について、新技術が組織に与える影響、新技術に対する組織構成員の認識、組織の置かれている環境という三つの観点から先行研究を整理する。第2節では、技術出現期に既存企業が既存技術に資源を重点的に配分しながら生き残っていくための戦略（既存技術生存戦略）について、第3節では、新技術へ移行するための戦略（新技術移行戦略）について、第4節では、新技術と既存技術にて資源を共有しながら別箇の事業を営む新・既存技術部分融合戦略について先行研究を概観する。第5節では、先行研究が指摘していない可能性としてハイブリッド技術活用戦略があることを指摘し、ハイブリッド製品の事例を紹介することで、その意義について主張する。第6節では、それまでの議論に基づいて2つの研究課題を設定する。

1. 企業の新技術への移行を妨げる要因

既存企業の新技術移行が難しくなる要因に関して、先行研究を新技術が組織に与える影響、新技術に対する組織構成員の認識、組織が置かれている環境の三つの観点から整理する。

(1) 新技術が組織に与える影響

第一に新技術が組織に与える影響についてである。Tushman and Anderson(1986)は、環境条件を形作る上で中心的な要因となる技術に焦点を当て、技術の変化のパターンと環境条件への影響について調べることを目的とした研究である。彼らは、対象としてセメント産業、航空産業、ミニコンピュータ産業を取り上げ、技術的不連続を伴う技術シフトは、能力破壊型と能力増強型に分類されるとし、能力破壊型の技術シフトは、既存組能力は新組織が主導し、能力増強型の技術シフトは既存組織が主導することを主張した。能力破壊型技術シフトは、製品の開発や製造には新しいスキルや能力、知識が必要とされるものであり、能力増強型技術シフトは、既存の製品クラスでのノウハウを基礎とした価格/パフォーマンスにおける改善をさす。この研究の意義は、単に漸進的なイノベーションは既存企業が、急進的なイノベーションは新規参入企業が主導するという従来の見方に対して、急進的なイノベーションを更に分類することで、非連続的な新技術に対し、既存企業が適応できる・できない条件を示したことにある（表 2-1）。

表 2-1 Tushman and Anderson(1986)による非連続的な技術の分類とその特徴	
能力破壊型の技術的不連続 (な技術)	能力増強型の技術的不連続
既存のノウハウに一致しない知識、スキル、 ノウハウを活用	現存するノウハウや知識を活用
新しい企業によって着手される。	圧倒的に既存企業によって着手される。
早期採用者が競争優位を得る。	早期採用者が競争優位を得る。
既存の秩序を破壊する。	既存の秩序を守り、参入障壁を作り出す。
成熟した製品クラスを破壊し、進化の時計 をリスタートする。	製品クラスの成熟化・強固化に貢献する。

Henderson and Clark(1990)もまた、漸進的なイノベーション・急進的なイノベーションという二分法の有用性も認めながら、更に製品アーキテクチャの概念を導入することで新技術に対する既存企業の適応についてひとつの貢献をしている。彼らの問題意識は、技術的には非連続的ではないイノベーションにおいて、従来は既存組織が主導すると考えられていたにもかかわらず、既存組織が適応できなかった、半導体露光装置事業の事例に基づくものである。この説明のために、Henderson and Clark(1990)は、製品アーキテクチャの概念を用い、イノベーションをコア・コンセプト（技術）が既存技術のもとで強化されるか・他の技術によって取って代わられるか、コア・コンセプト（技術）とコンポーネントのつながりが変化するか・しないかという二つの軸によって分類した（表 2-2）。

表 2-2 Henderson and Clark(1990)によるイノベーションの分類		
イノベーションのパターン	コア・コンセプト（技術）の強化	コア・コンセプト（技術）の破壊
コアコンセプトとコンポーネントのつながりが変化しない	Incremental innovation	Modular innovation
コアコンセプトとコンポーネントとのつながりが変化する	Architectural innovation	Radical innovation

既存企業では、製品開発にあたって固定化された製品アーキテクチャに沿って、部品部門を構築し、分業・協業体制を構築している。このような組織構造は、アーキテクチャ知識が固定化されている間は効率的である一方で、アーキテクチャルイノベーションに対応するためには問題を引き起こしてしまう。コア・コンセプト（技術）が変更されないことで、組織は（アーキテクチャルイノベーションに関連する）新技術に間違った評価を下し

てしまうのである。すなわち、アーキテクチャルイノベーションに対して、新しい部品部門間でコミュニケーションをとる必要があるのに対し、従来の部品部門間でのコミュニケーションで十分な新技術であると誤解してしまうのである。加えて、アーキテクチャルイノベーションの本質を組織が理解したとしても、従来のアーキテクチャ知識がある程度正しい文脈において、新しいアーキテクチャ知識を構築するのは非常に難しいのである。

Tripsas(1997)では、植字機産業を事例に既存企業が新技術への投資を行っているにも関わらず、新技術が補完資産の価値を減じる場合には対応が難しいことを指摘している。Tripsas(1997)では、植字機産業の1886年から1990年までの約100年の歴史を概観し、ホットメタル植字技術から、アナログ写真植字技術、デジタルCRT写真植字技術、レーザーイメージ植字技術という三回の大きな技術変化があったとまとめている。そして、既存企業は新規参入企業に比べて全ての技術で初製品の投入が遅いことを明らかにしたうえで、既存企業が技術変化に対応できるかは販売・サービスネットワークのような特殊補完資産の価値が減じられるかどうか重要であると主張している。Tripsas(1997)では、既存企業の投資、技術的能力、特殊補完資産、新規参入企業の数、新規参入企業のシェアなどのデータを基に、特殊補完資産の価値が減じたホットメタル植字技術からアナログ写真植字技術への技術転換の時期には、新規参入企業のシェアが約90%にまで到達したことを明らかにしているのである。

(2) 新技術に対する組織構成員の認識

第二に、新技術に対する組織構成員の認識についてである。Foster(1986)では、企業にとって既存の基本技術基盤とは企業文化と切っても切れない関係にあることを指摘している。したがって、トップマネジメントがまだ発展の余地がある既存の基本技術を打ち切り、新技術に転換するという決断を行うのは、企業文化を変革する決断を行うことと同様に難しいのである。Foster(1986)からは、既存企業においてイノベーションの正しい認識の発現を妨げる要因は、基本技術基盤への依存性、技術発展認識の困難性であると考えられる。

Tripsas and Gavetti(2000)では、急激な技術変化に対して既存企業が適応できない要因として、マネジャーの認識が組織の吸収能力に影響を与えるからであるとしている。その事例として、Tripsas and Gavetti(2000)はポラロイド社のアナログイメージングからデジタルイメージングへの転換を取り上げている。1980年時点でポラロイド社はインスタント写真の分野で支配的なポジションを確立する能力を有しており、創業者の理念に沿ってマネジメント層は市場ではなく技術ドリブンの企業であると認識しており、長期かつ大規模な研究プロジェクトから成功から生まれてくると信じていた。1980年代半ばは、マイクロ電子工学、ICデザインなどデジタル画像技術に多額の投資を行い、1990年代には電子画像処理のグループの多くの構成員はポラロイド社というよりはデジタル画像処理や他のハイテク産業での経験が豊富な人材であった。この際、マネジメント層はあくまでもインスタント写真のフィルムへ収益を求めるビジネスモデルを求めた一方で、多くが外部からのスタ

ップである電子画像処理グループではフィルムを収益の源泉に位置付ける必要を感じておらず、結果としてデジタルカメラの市場投入が遅れていくことになったのである。すなわち、外部からやってきた技術者が新技術の特徴を十分に評価できたにも関わらず、マネジメント層は、旧技術がもたらした恩恵に囚われて新技術について十分の評価できなかったのである。

武石・青島・軽部（2008）においては、新技術への資源動員に関して、組織における技術重視の考え方やトップマネジメントのリーダーシップの影響を挙げている。ただし、武石・青島・軽部（2008）では技術重視の考え方は事業化という点で難を抱えることになり、トップマネジメントのリーダーシップの数は決して多くはないという事情があることもまた指摘している。

トップマネジメントの認知は非常に重要であることは指摘されている（Kaplan et al., 2005; Adner and Helfat, 2003）。Kaplan, Murray and Henderson (2003)では、非連続的なイノベーションに直面した企業のトップマネジメントの戦略的な選択に対するメンタルモデルについて分析している。彼らは15の主要な製薬企業の23年にわたるデータを用い、トップマネジメントの生物工学の重要性への認識によって形づけられた生物工学における革命に各企業がどの程度対応したか分析している。結果として、企業が非連続性に対応するためにトップマネジメントレベルの認識が重要な役割であることを示すことで、認識というものが行動の重要な予測指標となりうることを明らかにしている。

一方で、高（2006）では、企業の技術者の認知の影響について指摘している。高（2006）では、温度補償発振器を事例に、水晶デバイス専門企業が京セラに敗れた背景について以下のような主張をしている。高（2006）では、携帯電話メーカーからの温度補償発振器の小型化の要求に対して、水晶デバイス専門企業の技術者が水晶の改良によって対応しようとしたのに対し、京セラの技術者は水晶へのこだわりがなく、製品システム全体の観点から探索し、回路を統合するLSI型温度補償発振器の小型化によって実現したのである。

（3）組織の置かれている環境

第三に、組織が置かれている環境についてである。Mitchell (1989)は、新しい技術分野が成長してきた時、新しい技術分野に参入する決定を下すのはどういう状況であるかについて、検証している。Mitchell では、仮説として、大きく二つの要因；産業特殊資産、危機的(threatened)な環境を挙げている。前者については、新製品をうまく開発し、流通させるために必要な資産を企業が有している場合には、参入の決定は早くなることを示している。また、後者については競合企業の程度が企業の参入決定に影響を与えるのではないかということを示している。実証にあたって、データとしてはアメリカの医療診断画像産業における5つのサブ分野の30年間にわたる参入の事例（およそ240の企業による300の参入）を利用している。結果として、産業特殊資産や危機的な環境は企業の参入タイミングを早めることを明らかにした。したがって、Mitchell (1989)から導かれる、既存企業に

においてイノベーションの正しい認識の発現を妨げる要因は、産業特殊資産を有しない状態、環境の安定性である。

Christensen(1997)では、ディスク・ドライブや機械式掘削機の事例を分析し、既存企業が既存顧客のニーズに忠実であると、新たな価値評価軸をもたらす分断的 (disruptive)イノベーションが生じた時に適応できないことを主張している。Christensen(1997)は、その主張のためにバリューネットワークという概念を導入した。企業はその枠組みのなかで顧客のニーズを認識し、対応し、問題を解決し、資源を調達し、競争相手に対抗し、利潤を追求する。持続的イノベーションでは、同じバリューネットワークの中で旧技術と新技術の性能指標は同じであるため、既存の企業がイノベーションをリードする。しかし、分断的イノベーションは、既存の確立されたバリューネットワークとは別の性能指標で評価されることになる。このようなイノベーションは、既存の企業に評価されず、新規参入企業の新しいバリューネットワークの中で評価され、発展していく。そしてそのようなイノベーションを用いた製品が既存のバリューネットワークで求められるレベルにまで性能が上がると、既存の技術と既存企業を恐るべきスピードで駆逐することになる。

Sull, Tedlow and Rosenbloom (1997)では、アメリカのタイヤ産業における大企業を対象に、急進的な技術に対する反応に何が影響を与えるかについて検証している。分析にあたって、Sull et al. (1997)では、関与の概念を導入している。彼らによれば、企業は、能力破壊的な技術というよりは、既存の関与を維持し、高める新技術に投資を行うのである。アメリカの5つの主要なタイヤメーカーは、北米自動車メーカーに深く巻き込まれている（関与している）ため、経済的な利得によらず、自動車メーカーの需要に合わせなければならない。また、5つのうち3つのタイヤメーカーのトップマネジメントは彼らが操業しているコミュニティや従業員と強い社会的な絆によって結びついている（関与している）ため、急進的な技術への投資によって廃れる工場を閉鎖することが遅れるといったことが発生している。Sull et al.(1997)から導かれる既存企業においてイノベーションの正しい認識の発現を妨げる要因は、一つは Christensen と同じように主要顧客志向（顧客への関与）であり、一つは従業員・共同体への関与である。

以上のように新技術への移行が難しい環境のなかで、企業がいかに技術戦略を練っていくのか次節以降で明らかにする。

2. 新技術出現期の企業対応 - 既存技術生存戦略 -

新技術が登場した際に既存技術に重点的に資源を配分するのが既存技術生存戦略である。既存技術を事業の中心に据えるための一つの方策は既存技術の更なる発展である。Foster(1986)でも指摘されているように技術の機能的発展はある程度推測されるものである。Foster(1986)はS曲線という概念を用いて技術進歩について説明している。新技術の開発当初は成果があがりにくいものの、ある時期から急激に進展がみられるようになる。しかし、最終的には技術の進歩を進めるのが難しくなっていく。この努力（資金）と成果の

関係性を示したのが S 曲線である。したがって、技術には限界があることが推察されるのである。ただし、この限界は必ずしもすべての企業にとって一様なものではない。

Henderson(1995)では、光学的露光装置配置技術が予期せぬ長期の生存時間を過ぎた事例を用いて、技術の限界の想定に対して疑義を呈している。Henderson(1995)では、1970年代から1990年代初頭までの光学的露光装置の技術的限界に関する予測と実際に実現されたパフォーマンスについて比較を行った結果として、常に後者が高かったことを指摘している。そのうえで、光学的露光装置の技術に関する物理的制約は、以下の三つの側面における予期せぬ進展によって緩和されたと指摘されている。一つ目はコンポーネント技術、特にレンズにおけるパフォーマンスの向上である。これは、より大きな開口を可能にした屈折レンズを採用されたり、レンズの革新的なデザインが導入されたりすることによって実現された。二つ目はユーザーのニーズや能力の実質的な変化である。半導体装置メーカーがそれ以前は解像力比に対する焦点深度について 3:1 を要求していたものの、1995 年初頭にはおよそ 1:1 の要求に留まるようになっており、制約が緩和されたのである。三つ目は補完技術のパフォーマンスの向上である。たとえば、正確なマスクの開発に伴い X 線ライナーのパフォーマンスを発展させる補完技術が可能になったのである。

したがって、既存技術の技術的限界を予測するのは簡単ではなく、将来的には新技術に代替されるにしても、企業努力によって既存技術の生存時間が延びる可能性が示されているのである。Henderson(1995)が指摘しているのは既存技術が新技術と同じ評価の市場で戦っていくということである。

これに対して、Adner and Snow(2010)では、技術評価の枠組みを検討することで既存技術を生存させるマネジメントを指摘している。新技術が登場してきたとき、新技術は単に代替的な脅威となるだけではなく、既存技術にとってはより広い需要環境において異質性を強調することを明らかにしうるのである。したがって、既存技術は現在の市場、もしくは新しいニッチな市場において既存技術のための新しい地位を支える契機となるのである。Adner and Snow(2010)は、新技術に移行することによる組織上の失敗を背負うことよりも既存技術を主体とし続けることが合理的な選択であることを示しているのである。Daneels(2004)においても、技術の評価に関する軸は一つではなく、複数ある可能性に言及している。すなわち、既存技術と新技術がそれぞれ重要な指標において優れているという場合には、既存企業は新技術に切り替えることによるメリットが小さくなってしまう。

この戦略では既存技術の衰退による影響を受けてしまいやすいという短所はあるものの、新技術に転換することによる失敗を回避することができる長所が存在している。本節における議論に加えて、多くの新技術は十分な発展を遂げることがないことも考慮すると現実の企業行動としてはよく見られると考えられる。

3. 新技術出現期の企業対応 - 新技術移行戦略 -

(1) 独立新組織設置

Foster (1986)では、新技術に基づいた事業と既存技術に基づいた事業を別箇の組織で行うべきであると主張している。新技術に基づいた事業では新技術の裏付けを得たうえで、既存技術に基づいた事業に比べて、素早い決断を迫られるため、小回りの利く組織を持つ必要がある。技術基盤も両者の間でかなり異なるため、組織として分離しておいた方が良いと指摘している。

また、榊原他 (1989) では、IBM のパソコン事業を事例に、製品アーキテクチャの変化に対応するにあたって、SBU という社内ベンチャー組織を立ち上げ、他部門からの影響を排することで、短期間でのパソコン開発に成功する事になったことを指摘している。

Henderson and Clark(1990)では、アーキテクチャイノベーションに関して、新しいコンポーネント技術について効率的に素早く学ぶために構成された組織では、製品アーキテクチャの変化について学ぶには非効率的であり、全く別のスキルを持った人で交差精された全く別の組織が適している可能性を指摘している。

Utterback(1994)では、非連続的な変化に対する対応策として二つの条件をあげている。一つ目の条件として、既存企業が自分達は攻撃を受けやすいという事実気づくことであり、もう一つの条件は、進入しつつある技術と競争するために、組織的調整を行う必要があることであるとしている。既存組織が官僚的な組織で、適切でない製品で規模の経済を追求し、硬直的なシステムに多大な投資を行い、企業家精神の低い経営陣が経営しているといったような問題点を抱える場合には、柔軟な組織体制のもと高い企業家精神をもった挑戦者が投入してくるパフォーマンスの優れた新商品には対抗しづらいと指摘している。このため、不連続な技術に対応するため、既存組織は、自立性の高い独立した組織単位を作るか、市場を侵しつつある先駆的な新しい技術を持つ小さな企業と戦略提携を結んだりすることを主張している。

Christensen (1997) は、ディスクドライブメーカーであるカンタムやコントロール・データの事例を元に、既存組織が元々組み込まれているバリューネットワークとはまったく別のバリューネットワークの中に独立した組織を組み込むことで生き残るために適切な顧客に依存することによって、分断的技術に対応できるとしている。

また、柴田 (2008) では、NC のサーボ機構のアーキテクチャがオープンループ方式からクローズドループ方式に技術転換する際、NC の論理演算機構のアーキテクチャがトランジスタやダイオードなどを中心とするハードワイヤード技術から、マイクロプロセッサを中心とするソフトワイヤード技術へと技術転換した際、2回の技術選択において、平行開発の形でどちらの技術も活かした製品開発を行いながら、徐々にシフトしていくという事例を紹介している。

(2) 既存組織コーディネーション

Tushman and O'Reilly III(1997) では、企業は非連続的な変化によって区切られる漸進的な変化の期間に存在しており、漸進的な変化の期間と非連続的な変化の期間の間で、戦略、構造、文化を作り直さなければならないと指摘している。Tushman and O'Reilly III(1997) は、このような成功のためのパラドクスを解くために、ヒューレットパッカード、ジョンソン&ジョンソン、ABB といった企業で実現したような両刀使いの組織 (ambidextrous organization) が必要であると主張している。このような組織について長内 (2006) では、組織分離をいわば時分割的に行うことによって、新旧事業を両立させる組織形態であると指摘している。

Chesbrough and Kusunoki(2001)は製品アーキテクチャの変化に注目した。そして、モジュラー段階にある製品技術に適応した組織を構築している企業は、その製品がインテグラルアーキテクチャへと変化した場合に、適応が遅れてしまうという「モジュラリティの罠」という概念を主張した。そのうえで、富士通の 3.5 インチ HDD の ヘッド 方式の変化の事例を取り上げ、製品アーキテクチャの変化にも既存組織が対応できることを示した。そして、製品アーキテクチャがインテグラルからモジュラーへ、モジュラーからインテグラルへとダイナミックに変化するため、組織においても製品アーキテクチャがインテグラルである場合には統合組織でありながら、モジュラーに変化した場合にはバーチャル組織に組み変わりながら、適合していくダイナミックな適合能力が必要であるとしている。

新技術移行戦略では、新技術移行による失敗の可能性が指摘されている。たとえば、魏 (2004) では、組織のコーディネーションによる適応論においては、既存製品を通じて蓄積された知識や技術に制約される可能性の高さを軽視し、議論の中に含めていないといった指摘している。また、山口 (2007) では、1990 年代の二次電池産業において、新技術であったリチウムイオン電池の事業化を初期段階で積極的に進めた東芝が競争地位を低下させ、二次電池事業から撤退した事例を紹介している。有望な新規技術であったとしても、既存技術が主たる市場での優位性を有している場合には、新技術に事業基盤を移行させることが成功につながるとは限らないことを主張している。一方で、既存技術の動向に左右されずに、市場の拡大が見込める新技術に資源を投入できるメリットが存在する。

4. 新技術出現期の企業対応 - 新・既存技術部分融合戦略 -

前節まででは既存技術、新技術それぞれの事業を主体としたうえで組織を別箇に構築する戦略について概観した。しかし、組織を技術ごとに明確に区分けすることが既存企業の優位に必ずしも優位につながるとは限らない。たとえば、魏 (2001) では独立した新組織を設置する技術移行のプロセスについて、新興企業と同一の競争条件を整えているだけに過ぎないといった指摘をしている。

そこで、既存組織と新組織が違う事業を営みながらもそのなかで知識・資源を共有する新・既存技術部分融合戦略が考えられる。特に Nair and Ahlstrom(2003)においても新技術

が登場してから、既存技術に代替されるまでの併存状態における研究の必要性を指摘している。

魏 (2001)は、製品アーキテクチャの変化に既存企業がどのような戦略と組織のもとで対応したかについて、デスクトップ PC からラップトップ PC への製品変化に対する、デスクトップ PC の既存企業である NEC の対応を事例として分析を行っている。ここで取り上げられた NEC 米沢は 1980 年代初頭まで NEC 通信事業部の所属であり、そこで蓄積した技術資源の延長線上でラップトップの開発に着手したが、ラップトップに必要な技術を全て単独で蓄積することが困難であったため、電子デバイス事業グループから人的資源を受け入れることで、パソコン開発のための技術・経験を吸収した。そして、製品アーキテクチャの変化への対応において、新製品の開発組織は既存組織と既存素資源からできるだけ離れた方が良いという既存の議論に対し、内部資源を組み合わせた別組織、すなわち既存組織の能力を活かした新しい組織による新製品開発の可能性を主張した。

また、長内(2006)では、技術転換期における既存企業の取り組みについて、新旧製品開発工程間の調整を行うことで、組織分離と新領域での既存資源活用を両立させることを主張している。長内 (2006) では、その分析のために 1997 年～2002 年のソニーのブラウン管テレビから FPD テレビへの転換事例を検証している。そして、新旧事業部門がそれぞれ有していた要素技術開発部門を共有し、新旧製品開発組織との間で技術統合を行うことで、既存組織が持つ技術やノウハウを吸収する効果と、それを新規組織において需要可能な形に変化させる効果の二つの効果をもたらすことを明らかにし、組織分離と既存組織資源の活用の両立を示した。

柴田 (2012) では、松下電器産業におけるプラズマテレビの開発にて、量産性に優れている新技術の AC (直流) 型の製品と画質に優れている既存技術の DC (交流) 型の製品の平行開発を行い、二つの部門間で情報共有を行いながら、その後、AC 型の製品の画質が改善されていくなかで開発を AC 型に切り替えていく事例を紹介している。

以上の先行研究が示す通り、既存部門から新技術部門への資源やノウハウの移転により、既存企業は新規参入期企業に対して優位を保つことができる可能性がある。特に、新技術が急激に既存技術を代替しない状況では、新技術に事業基盤を移しづらく、また既存技術に関する資源やノウハウが活かしやすいと考えられる。

5. 新技術出現期の企業対応 - ハイブリッド技術活用戦略の可能性 -

先行研究が指摘してきたような既存技術生存戦略、新技術移行戦略、新・既存技術部分融合戦略はそれぞれの技術を別プロジェクトとして営んでいくことを前提とした戦略である。しかしながら、新技術・既存技術を別プロジェクトではなく、一つのプロジェクトとして新技術・既存技術を組み合わせたハイブリット技術 (ないしハイブリッドシステム) を活用して製品開発を営むハイブリッド技術活用戦略があると考えられる。本研究では、一つのシステムのある機能を単独で満たす技術を二つ以上備えている技術をハイブリッド

技術とし、中核機能にハイブリッド技術に用いている製品のことをハイブリッド製品と呼ぶこととする。ハイブリッド製品では新技術と既存技術の良い面を取り入れることが可能であるため、それぞれ単体で用いるよりも性能を向上させられるメリットが存在する。現代では、技術の多様化が急速に進展し、さらにそれを適用する環境もますます複雑化している (Iansiti,1998; 藤本編 2013)。そのため、ハイブリッド製品を取り上げる意義は今後更に高まっていくと考えられる。

以下では世の中で見られるハイブリッド製品について整理することとする。

(1) ハイブリッド製品の事例-ハイブリッド車¹

ハイブリッド製品の事例として有名なのがハイブリッド車である。ここではトヨタ自動車のプリウス開発のケースを用いてハイブリッド製品の意義について考察する。

トヨタ自動車では、1994年1月に21世紀のクルマ（未来の自動車）に関する検討を始めた。この時、立ち上げられたプロジェクトにおいては、技術的な課題の検討と改良は異例のスピードで進展し、94年末には車両のサイズをはじめ、最終的な使用がほぼ決定しようとしていたが、最大の課題は動力源であった。当初の動力源の目標は、他社に対して数年間のアドバンテージを確保できる数字、それは最低50%（従来比1.5倍）の燃費向上であった。動力源としては、高エネルギー効率と高出力を同時に満たすD-4直噴ガソリンエンジンを用いて開発が進んでいた。しかし、プロジェクトの最高責任者である和田明広副社長から「燃費向上の目標達成値は100%（従来比2倍）でなければならない」と号令が飛ぶことになる。100%達成にはD-4エンジンでは難しく、他の動力源を考える必要があった。

そこで用いられたのが研究部門で開発を行っていたハイブリッドシステムである。まだ、燃費を2倍にするには程遠い技術であったが、1995年10月の東京モーターショーにコンセプトカーとして出品するにあたって、開発がすすめられた。東京モーターショーでプリウスの名前は初めて世にでたが、当時はハイブリッドシステムという言葉はまだ使われていなかったため、新しいパワーユニットはガソリンエンジンをモーターでアシストするという表現で紹介された。

販売を前提とする際には搭載するバッテリーを大きくする必要があり、仕様を更に改良する必要があった。経営陣にとってもプロジェクトの成功は悲願であり、数ある社内製品企画の中で最優先順位が与えられた。

通常のハイブリッドシステムにはエンジンを発電用に使い、その電気でモーターを回転させて走るシリーズタイプとエンジンとモーターをそれぞれ使い分けて走るパラレルタイプがある。開発陣はパラレルタイプにシリーズタイプを組み合わせることとした。すなわ

¹ 本項のプリウス開発事例については、トヨタ自動車によるレポート

(https://www.toyota.co.jp/jp/environmental_rep/98/envrep98/pdf/end/prius_ttl.pdf) に依拠している。また、ハイブリッドシステムの仕組みに関してはトヨタ自動車 website (<http://www.toyota.co.jp/jpn/tech/environment/hv/>) に主として依拠している。2014年10月1日検索。

ち、モーターとエンジンを駆動力にさらにエンジンを発電に利用することにしたのである。この方式がクリーンでかつエンジンの最大効率を引き出すことを可能にしたのである。

しかし、ハイブリッドシステムの実現にあたって、バッテリーに関してはバッテリーサイズを小さくするための電池性能向上、走りながら充電を行うための充放電管理技術といった課題が残っていた。加えて、ハイブリッドカーでは、エンジンは断続的に停止と始動を繰り返し続ける必要があるが、エンジン再始動時のショックが大きいいため、それをスムーズにする必要がある。このショック解消にあたっては、専任のワーキンググループで1年がかりで取り組むことになる。結果的にエンジンに連続可変バルブタイミング機構を用いるのに加えて、始動時の回転数を1000回転ほどに高めてから着火させることにしたが、その整備・調整に用いた試作エンジンは数百台にのぼり、試作車数も60台を超えることとなった。

そして、1997年10月14日にはプリウスの発表会が開催され、12月10日には販売がスタートすることになるのである。

トヨタ自動車のハイブリッド車は、モーターとエンジンを効率的に使い分けるシステムを採用している。ガソリンエンジンは持久力に優れており長距離走行で威力を発揮し、モーターは低回転域で大きなトルクを出すことに優れている。そこで、発進時・低速走行時には基本的にエンジンを停止したまま、バッテリーの電力を使って、モーターの力で発進する。通常走行時には、主にエンジンの動力を用いて走行する。モーターはエンジンの駆動力を補助するために用いられる。更に急な上り坂や追い越し時のように全開加速が必要な場合には、エンジンとモーター双方を用いて1クラス上のエンジンと同等の力強さと滑らかな加速を実現しているのである。

(2) 様々なハイブリッド製品の事例

ハイブリッド車以外にも世の中には多くのハイブリッド製品が存在する。前述した通り、ハイブリッド製品では一つのシステムのある機能を単独で満たす技術を二つ以上備えている。したがって、それぞれの技術単体での製品も多くの場合で存在する。そこで、本項ではハイブリッド製品の具体例についてその技術と使い分けについて整理する。

表 2-3 ハイブリッド製品の事例

製品・システム	技術① 技術②	使い分けの概要
ハイブリッド車	ガソリンエンジン 電気モーター	主として低速域で電気モーターを用い、高速域でガソリンエンジンを用いる。
ソリッドステートハイブリッドドライブ(SSHD)	ハードディスクドライブ(HDD) ソリッドステートドライブ(SSD)	頻繁に用いられるデータの記録にはSSDを用い、大容量のデータの記録にはHDDを用いる。
ハイブリッドコンピュータ	アナログコンピュータ デジタルコンピュータ	予測値算出にアナログコンピュータを用い、精度を高めるのにデジタルコンピュータを用いる。
ハイブリッドロケット	固定燃料 液体燃料	酸化剤として液体燃料を用いて制御を可能にし、燃料として固体燃料を用いてコストを下げる。
電動アシスト自転車	人力 電気モーター	平坦な道の動力では人力を用い、坂道を上際には人力と電気モーターを併用する。
ティルトローター機	ヘリコプター 固定翼機	離着陸や空中停止などにあたっては、ヘリコプターの技術を用い、長距離高速移動にあたっては固定翼機の技術を用いる。

その結果をまとめたものが表 2-3 である。以下では特にわかりづらいものについて紹介する。

ソリッドステートハイブリッドドライブ (SSHD) は、ハードディスクドライブ (HDD) と Flash ソリッドステートドライブ (SSD) という二つの技術を用いている。ハードディスクドライブは1950年代から現在に至るまで用いられてきたコンピュータ用の補助記憶装置であり、フラッシュメモリを用いた SSD は 1990 年代以降用いられるようになった補助記憶装置である。フラッシュメモリは持ち運びが容易な USB メモリに用いられ、市場にて普及している。ハードディスクドライブは容量当たりの単価が安いメリットがあり、SSD には処理速度が速く、省電力であるというメリットがある。したがって、ソリッドステートハイブリッドドライブ (SSHD) では、頻繁に用いられるデータを SSD に記録し、使われる頻度が少ないデータや大容量のデータを HDD に記録することで、高速性や大容量性を確保することができるのである。

ハイブリッドコンピュータは電子式アナログコンピュータとデジタルコンピュータという二つの技術を用いている。電子式のアナログコンピュータは現在ではあまり用いられていない。現在、世の中で普及している多くのコンピュータがデジタルコンピュータとなっている。ハイブリッドコンピュータはアナログコンピュータがデジタルコンピュータの普及を尻目に市場から姿を消していく過程で用いられていた製品である。アナログコンピュータには正確な予測値を産出するのに優れていたのに対し、デジタルコンピュータは精度を高めるのに適していた。したがって、ハイブリッドコンピュータはアナログコンピュータで算出された予測値に基づいて、デジタルコンピュータで精度を高めるという方式を用いられた。

ハイブリッドロケットは、燃料として固体と液体の二つの燃料とその技術システムを用

いている。日本では固体燃料ロケットとしてはイプシロンロケットが知られており、液体燃料ロケットとしては H-II ロケットが知られている。液体燃料ロケットは高比推進力を実現可能で制御が容易であるが高コストであるが、固体燃料ロケットは低コストであるものの制御が難しい。そこで、ハイブリッドロケットでは酸化剤として液体燃料を用いて制御を可能にしつつ、燃料として固体燃料を用いることでコストを下げているのである。

6. 本研究の研究課題

(1) 研究課題

本章では、先行研究の概観から技術出現期において企業が取りうる戦略に関して、既存技術生存戦略、新技術移行戦略、新・既存技術部分融合戦略について整理した。そのうえで、先行研究が十分に指摘していない戦略としてハイブリッド技術活用戦略があることを指摘し、その戦略が様々な製品・システムに及んでいることを示した。したがって、ハイブリッド技術活用戦略は企業にとって有用な戦略であると想定される。

しかしながら、ハイブリッド製品の開発は必ずしも容易ではない。技術出現期では、既存組織が既存技術単体でも事業を成立させられる状況にある。そのため、競合しうる新技術を受け入れることは難しい。そこで、本研究では、ハイブリッド技術が既存組織に受け入れにくいとすれば、それは何故なのか明らかにしたうえで、有用なハイブリッド製品開発について検討することとし、研究課題を設定する。

新技術移行戦略や新・既存技術部分融合戦略において、新技術と既存技術双方を扱う場合には、マネジメントとしては新技術を扱う組織を独立して設置することになる。そのため、新技術を扱う組織と既存技術を扱う組織が別々となり、既存技術の技術者は既存技術について専念することになる。しかしながら、ハイブリッド製品を開発する場合には、既存技術を扱う組織と新技術を扱う組織の間での協業が重要とあり、特に技術の融合においては既存技術と新技術の擦り合わせが必要となる。したがって、マネジメントとしては、独立した組織を設置することは必要であることは変わらないものの、既存研究が想定する状況と異なり、日々の協業における二つの技術の融合マネジメントが必要となる。技術の擦り合わせを行うということは、新技術の技術者と既存技術の技術者の間の技術者間での擦り合わせが行われるということである。したがって、既存研究が想定する状況に比べてハイブリッド製品開発では技術者個人の役割が重要となることが想定される。そのため、技術者個人に着目して分析を行うことが有用であると考えられる。

本章第 1 節で触れた通り、既存組織構成員は新技術への認識が新技術導入に困難を与えることが指摘されている。したがって、ハイブリッド技術に関しても既存技術の技術者の認識が影響を与える可能性について検討する必要がある。以上に基づいて研究課題 1 を設定する。

研究課題 1: ハイブリッド製品の開発を困難にさせる要因について、技術者の技術認識の観点から明らかにする。

研究課題 1 を検討するにあたって、第 3 章にて本研究で対象とするアニメーション産業の概要を整理し、技術革新を主としてその歴史を概観し、新技術の組織的導入について既存技術者と新技術認識に関する特徴的な事例を簡単にまとめ、新技術認識が組織的導入の成否に影響を与えることがあることを指摘する。次に、第 4 章では前章の結論を踏まえ、アニメーション産業におけるアンケート調査から定量的な分析を行い、ハイブリッド技術に関する技術者の技術認識について検討を行うこととする。第 5 章ではハイブリッド製品開発において鍵となるであろう新技術に親和的な技術者である適応的技術者の特性について検討する。

研究課題 1 を通じて、ハイブリッド技術の特徴や技術者の認識に関して明らかにしたうえで、本研究では適応的技術者の具体的な役割とそれを支援するマネジメントについて検討するために、以下の研究課題 2 を設定する。

研究課題 2: ハイブリッド製品の開発マネジメントについて、特に技術的融合の実現という観点から明らかにする。

研究課題 2 を検討するにあたって、第 6 章・第 7 章にて実際のハイブリッド製品の開発の事例を定性的に分析することで、有用なマネジメントとは何であるかについて明らかにする。この際、ハイブリッド製品の開発の担となる技術融合をいかに実現するかについて、検討課題 1 の結果を踏まえたうえで、技術融合を担う技術者の役割を踏まえながら、分析を行う。第 6 章では既存技術を主体としながらも歴史があり資源が豊かな大企業を対象とし、第 7 章では歴史が浅く資源が十分ではない企業を対象としたうえで、それぞれを比較整理したうえで、ハイブリッド製品開発マネジメントに関する仮説を提示することを目指す。

(2) 研究対象

前項で明らかにした研究課題を明らかにするにあたって、本研究が対象とするのが日本のアニメーション産業である。日本のアニメーション産業では既存技術である手描きに対して、1990 年代中盤頃から新技術である 3DCG が実用的な技術として認識されはじめた。しかしながら、フル 3DCG 作品が市場を席卷することはなく、手描きと 3DCG を組み合わせたハイブリッド製品が多く製作されるようになっており、この状況はテレビアニメーション市場では依然として続いている。

また、手描きによって表現を行うアニメーターと 3DCG によって表現を行うオペレーターとは出自が異なっている。3DCG は Tushman and Anderson(1986)が指摘するような能

力破壊型の新技術であって、企業がハイブリッド製品の開発を行うにあたって困難が想定される事例である。したがって、本研究の課題を分析するにあたって適切な事例であるといえる。

第3章 日本アニメーション産業の歴史と新技術

第3章では、本研究において分析対象とする日本のアニメーション市場とその発展過程について、既存文献を基に一部インタビュー調査によって加筆しながら紹介する。特に近年登場してきた情報技術については特徴や普及状況について定性的に整理する。そのうえで、新技術が組織導入に成功しなかった事例を示し、ハイブリッド製品開発を困難にする要因について一部提起を行う。

第1節では、アニメーションとは何かについて定義する。次に第2節では、アニメーション産業の発展過程について、技術的な面に着目しながら触れる。アニメーション産業に大きな影響を与えたディズニー社の貢献について確認し、日本のアニメーション産業の誕生と発展について整理する。第3節では、近年の日本のアニメーション産業における様々な情報技術について分析する。そのうえで、仕上げ工程以降の情報技術、3DCG、Flash、デジタル作画、立体視という新技術についてそれぞれその発展過程と市場での導入状況について記述する。第4節では、歴史の中から新技術を導入する際に成功につながらなかった事例に関して取り上げて、次章の研究課題を記すこととする。

1. アニメーションとは²

アニメーションとは、コマ撮りによって実写映像ではない1枚1枚の絵を映像に仕上げる映像制作手法であり、それによって制作された作品のことをいう。コマ撮りをする素材を何にするかによってセルアニメーション(後述)、ペーパーアニメーション³、切り抜き(切り絵・切り紙)アニメーション⁴、シルエットアニメーション⁵、クレイアニメーション⁶、CGアニメーション(3DCGやFlashなど。後述)などいろいろな種類が存在する。本研究では既存技術として手描きアニメーションを取り上げるが、一般的にはセルアニメと呼称されることもある。セルアニメーションとはセル画を素材に用いたアニメーションである。素材としては1950年代まではセルロイドが使われていたが、熱に弱かったため、徐々に難燃性のポリアセテートに移行した。

現在では手で描いた原画や動画をスキャニングしてコンピュータに取り込むため、セル画そのものが使用されておらず⁷、セルアニメーションと呼称するのは厳密には適当ではない。また、スキャニング以降の工程のように制作工程の一部にコンピュータを使用したアニメーションはデジタルアニメーションと呼ばれるが、デジタルアニメーションにはCGアニメーションも含まれてしまうため、本研究では絵を手描きで表現するアニメーションを、

² 本項の記述は、主として山口(2004)、アニメ人材育成・教育プログラム製作委員会(2008)、津堅(2005)に依拠している。

³ 紙に描いた絵をそのまま撮影する。

⁴ 背景画の上に切り抜いたキャラクターをのせて撮影する。

⁵ 被写体の影を撮影する手法である。

⁶ 粘土を1コマごとに変形、加工、彩色などを施しつつ撮影する。

⁷ 日本のテレビアニメーションとしては『サザエさん』が唯一のセル画を用いた制作を行っていたが、2013年9月をもってセル画による制作を終了した。

「手描きアニメーション」、技術としては「手描き」として用いることとする。

また、アニメーションとアニメとは厳密には異なるものである。この点について、津堅（2005）ではアニメーションと比較する形で、アニメを「アニメーションの中でも、日本で映画・テレビ等の商業目的で制作され、かつ、主としてセルアニメーション（もしくはセルアニメーション的な絵柄を使ったデジタルアニメーション）の手法を使用し、ストーリー表現に重点を置いて制作されたアニメーション」と定義している。また、アニメ人材育成・教育プログラム製作委員会（2008）では、「セルアニメーションの手法を基本として制作されるアニメーションであり、日本のテレビアニメに代表されるアニメーションの俗称」と定義している。どちらの定義も日本の商業系アニメーションのことをアニメと呼ぶとあって差し支えないであろう。本研究では、基本的にはアニメーションという言葉を用いることとするが、一般的な表現として用いる場合にはアニメという言葉を用いることとする。

2. アニメーションの制作技術（アナログ技術）の発展⁸

(1) アニメーション制作技術の誕生⁹

アニメーション制作技術の起源としては、1800年代の前半にヨーロッパで発明された動画を楽しむための玩具の数々が挙げられる。人間の目の残像効果を用いた玩具の元祖として知られているのが、1825年にイギリスのジョン・エアトン・パリスが発明したのがソーマトロープである。ソーマトロープは円盤状の紙と二本の紐という二つのパーツから成り立っている。円盤状の紙の表と裏には両方重ねると意味がある別々の絵を描かれており、この円盤状の紙の両端をそれぞれ紐でつないである。そして、紐をひねって円盤状の紙を回転させるようにすると表と裏の絵が交りあって見える。

初めての動画表現として知られるのがベルギーの物理学者であるジョセフ・プラトーが1832~3年¹⁰に発明した「驚き盤」と呼ばれるフェナティスキスコープである。フェナティスキスコープは大きく三つのパーツから成り立っている。動画表現のための円盤状の紙、絵を動かすために必要な固定具、映像を映すための鏡である。円盤状の紙は、その外周に動画表現のための複数の少しずつ異なる絵が描かれており、絵と絵の間をスリットで区切られている。固定具は、円盤状の紙の中心を固定したうえで回転できるようにするために使用する。この三つのパーツを組み合わせたうえで、円盤状の紙を回転させ、それが映った鏡の映像をスリット越しに眺めると、人間の目の錯覚によって、絵が動いてみえるようになるという原理である。

フェナティスキスコープの仕組みを発展させたのが、1834年にイギリスのウィリアム・ホーナーが発明したゾートロープである。ゾートロープは原理的にはフィナティスキスコ

⁸ 本節の記述は、山口（2004）並びにアニメ人材育成・教育プログラム製作委員会（2008）、津堅（2005,2011）、山口・渡辺（1977）に依拠している。

⁹ 本項の記述は、主として山口（2004）並びに津堅（2005）に依拠している。

¹⁰ 山口（2004）では1832年、津堅（2005）では1833年と記述されている。

ープと同様であるが、円盤状の紙の代わりに大型の円筒形のカップにスリットを刻んでおり、筒の内側のスリットとスリットの間には絵が描かれている形になっている。筒を回転させて外側のスリットから覗くことで、絵が動いて見られる。フェナティスキスコープと比べて改善された点は、複数の人間が同時に見られるようになったこと、多くの絵を用いられるために複雑な表現が行えるようにしたことが挙げられる。

これまでの玩具は絵を直接見るという形態をとっていたが、これを映像として映すという形態に発展させたのが、フランスのエミール・レイノーである。レイノーは1876年にゾートロープの原理を用いたうえで、映像を映すことができるプラクシノスコープという技術を発明した。プラクシノスコープでは、円筒の中央に十二枚の鏡を配置し、円筒を回転させることで、その内側に描かれた絵が一枚の鏡に映るような仕組みになっていた。この技術がアニメーションの直接的な元祖とされる¹¹。

アニメーションはその後、実写映画の技術を用いて発展していくことになる。具体的には、1891年にエジソンが発明したキネトスコープや1895年にリュミエール兄弟が公開したシネマトグラフが挙げられる。キネトスコープは箱の中に収められたフィルムを一人ずつ覗きながら動かして映像を楽しむ装置である。シネマトグラフはレンズを通じて大きなスクリーンに映像を映すことができる装置であり、大勢の観客が同時に同じ映像をみることができるようになった。

映画としての世界初のアニメーションの制作者は、1906年に基本的には実写ではあるが一部にアニメーション技術を用いた『愉快な百面相』を公開したアメリカのジェームス・スチュアート・ブラックトンである。ブラックトンは実写映画で用いていたコマ撮りの技術を活用して、舞台上で黒板にチョークで、即興で絵を描く「ライトニングスケッチ（チョークトーク）」を行っていたスキルを活かし、黒板上にチョークで描いた絵をコマ撮りするというアニメーション技術を開発したのである。

ついで、1907年にはフランスのエミール・コールが、ブラックトンの映画をおそらく参考にしながら、黒地の画面の上に白い線画を動かす技術を用いて、1～2分ほどの線画アニメーションである『ファンタスマゴリー』を発表した。

その他同時期にイタリア、スペインでもアニメーションを制作する作家が現れていたが、その中でも急激な発展を遂げたのがアメリカであった。アメリカでは1914年にセル作画に関する基本的な制作技術が開発されたのである。1914年1月にジョン・ランドルフ・ブレイが背景をセルロイド描きにする特許を、1914年12月にアール・ハードが背景画の上でセル動画を使用する特許を申請した。また、ほぼ同時期にラオル・バーレとビル・ノーランが作画の位置決め用具として3穴の金具「Peg（日本ではTAPとして知られる）System」を考案している。以前のペーパーアニメーション・切り抜きアニメーションと比べてセル

¹¹ これは津堅（2005）が紹介した一般的な見解であり、山口（2004）では映画前史としての位置づけから、レイノーは映画発明にあと一歩で届かず、後の映画発明によって失意のどん底に突き落とされたと記述している。

ロイドを用いたアニメーションの特徴はセルロイドのシートが透明なことによる。このため、背景や人物など固定されている表現に対して動く表現を分けて¹²、別々のシートに描くことが可能になり、一人の制作者による制作ではなく、大人数による分業が容易になったのである。

(2) ディズニーにおける技術革新¹³

このセル画による大人数分業システムを活かし、今日にいたるアニメーション映画市場を成長させたのが、1923年に設立されたウォルト・ディズニーである。ディズニーでは、初期の段階で実写映像とアニメーション表現という二つの技術を組み合わせるハイブリッド技術を用いた作品として「アリス・コメディ・シリーズ」を制作している。アリスというキャラクターが役者を演じており、その他のシーンをアニメーションで制作していたのである。この当時、アリスに関しては、全てアニメーションで表現するのはコストが高かったこと、実写で登場した方が魅力的であったことなどがハイブリッド技術を用いた理由である。当時、マックス・フライシャーやジョン・ブレインなど他のプロダクションも実写・アニメーションのハイブリッド作品を制作していたのである。

また、ディズニーでは1928年に従来のレコード式¹⁴ではなく、サウンドトラック方式¹⁵にて映像と音声を同期させたトーキー映画である『蒸気船ウィリー』というミッキーマウスを主演とした作品を公開した。『蒸気船ウィリー』は、他の作品にはない音と演出のシンクロ具合を絶賛され、徐々に人気を博していくことになる。

ディズニーでは、1929年には公開しはじめた『シリー・シンフォニー』シリーズにて、まず、作曲を行い、後からアニメーションを張り付けるという手法を取り、当時の雑誌にて絶賛されている。1932年には3色式テクニカラーで制作された『花と木』では第1回のアカデミー短編賞を受賞し、1933年にはシリーズの36作目として企画された『三匹の子ぶた』がアニメーションとしての高い完成度を誇るだけでなく、主題歌も加えたことで世間を巻き込む大ヒットとなり、60万ドルの利益を上げた。

1930年以降、ディズニースタジオはスタッフ数を拡大していく中で、現代にまで通じる組織の分業システムを確立していく。まず、1932年後半にはストーリー部門を設立し、アニメーターから分離させた。ストーリー部門もテッド・シアーズなどが担当したギャグマン¹⁶とウィルフレッド・ジャクソンやバート・ジレットなどが担当したストーリーマンとい

¹² バーレらは、胴体などを止めたセルに描き、別セルで手足などを動かす「Slush System」を考案している。

¹³ この項の記述は、主として Gabler(2006)や有馬(2004)に依拠し、Thomas&Johnston(1995)などを参考にしている。

¹⁴ 映像と音声を同期させるにあたって、映像に合わせてレコードを同時再生する方式だが映像との厳密な音の同期は難しかった。

¹⁵ 映像と音声を同期させるにあたって、フィルム自体に音声情報を入力する方式

¹⁶ 当時のアメリカのアニメーション映画においてはギャグが非常に重要な要素を占めており、ストーリー性は軽視されていた。ウォルトはギャグをストーリーを引き立てる要素と考えており、

う二つの役職が与えられた。また、1932年から1933年にかけてアニメーターの仕事も原画・動画・彩色という三つのパートに分けたのである。この他にも背景や効果に関しても分業化している。加えて、チェック体制も充実させている。ラフに近い絵をフィルムに焼いて試写する「ペンシルテスト」やペンシルテストで出来上がった動画と静止画を組み合わせより長い動画を試験する「ライカリールズ」といった手法を用いて、動画をあらかじめチェックできるようになったために動きの演出能力があがり、他のプロダクションにはないスムーズな動きを演出できるようになったのである。

1933年に、ウォルトは新たな決断を下す。グリム童話の『白雪姫』を長編アニメーションとして映画化することを決めた。1937年に公開されたこの作品は1939年5月までの総収入が670万ドルとなり、それまでのアル・ジョンソンの『ザ・シンキング・フール』（1928年）の200万ドルを抜いて、史上最高の収入となったのである¹⁷。

山口（2004）では、ディズニーの功績について以下のようにまとめている。①誇張表現の採用、②ストーリーボードシステムの採用、③ディズニーブランドの確立、④人材育成カリキュラムの開発、⑤マーチャンダイジング展開、⑥分業システムの確立である。①誇張表現については、特にディズニーの短編アニメーションでは、生き物の姿や動きを誇張して描くことの可能性が追及された。たとえば、ディズニーアニメーターのフレッド・ムーアは、ミッキーの体をつぶしたり引き延ばしたりする「Squash and Stretch System」と呼ばれる誇張表現法を開発した¹⁸。

（3）日本におけるアニメーション制作技術の発展¹⁹

前節で記述されたようなアニメーションの技術が日本に導入される以前にも、日本独自の動画表現技法は存在した。影絵、のぞき絵、走馬燈、写し絵などである。その中で日本の動画映画の始祖ともいえる写し絵について特に取り上げる。写し絵はガラスに描いた絵を、かがり火を光源として、和紙のスクリーンに映す装置である。写し絵は1801年～1804年頃に、亀屋都楽が発明したとされる。写し絵では、同一人物の立ち、しゃがみ、走り、ころび、起き上がりなどの所作がそれぞれ描かれたガラス板が用意しておいて、ガラス板を巧みに押したり、引いたりしながら、動きを表現したのである。ただし、現在まで残るアニメーションの技術としては、写し絵の技術は渡来技術に比べれば、あまり大きな影響を与えたとはいえない。

日本で初めてキネトスコープによる映画が公開されたのは1896年であり、1897年には

アニメーションの新しい分野を開拓することとなった。

¹⁷ 『白雪姫』の製作費は150万ドルがかかっており、財務担当のロイ・ディズニーを困らせた。

¹⁸ ただし、『白雪姫』では実写的な動きを追及していることには注意がいる。白雪姫では、実写フィルムをなぞってアニメーションにするマックス・フライシャーの「ロト・スコープ」という技術を用いた。一方で、フライシャー自身はリアリズムの追求に挫折を味わい、「ロト・スコープ」は用いなくなっていくのである。

¹⁹ この項の記述は主として渡辺・山口（1977）に依拠し、山口（2004）・津堅（2005,2007）を参考にしている。

シネマトグラフを用いた興業が行われているが、アニメーション映画として映画館で初めて公開された作品は、渡辺・山口（1977）によれば、1909年に浅草・帝国館にて公開された『ニッパールの変形』である。この翌年には、コールの『ファントージュ』シリーズが『凸坊新画帳』シリーズ²⁰として、同じく浅草・帝国館にて公開され、爆発的な人気を得た²¹。日本人制作によるアニメーション作品が公開されたのは1917年のことである。下川凹天、幸内純一、北山清太郎の三人がそれぞれ独自に海外のアニメーションを分析し、作品を制作した。

下川凹天は、風刺漫画制作経験を経た後、1916年に天活（天然色活動写真株式会社）が制作を決めたアニメーション映画²²の制作者として契約することとなる。下川凹天はまだ得てもしれないアニメーション制作の制作技法について、黒板にチョークで絵を描いてコマ撮りしていくスタイル（ライトニングスケッチ、チョークトーク）を検討した。しかし、効率が悪い上に黒字に白い線しか表現できないこと、線も綺麗とは言い難いといったことから、うまくいかず、あらかじめ背景を印刷しておき、その上にキャラクターを描いたうえで、重なった部分を絵具で塗りつぶすという手法を導入して作品を制作することになった²³。その結果、制作されたのが1917年に日本初のアニメーション映画として、公開された『芋川椋三玄関番の巻』である。

下川凹天の次にアニメーション映画を1917年5月に公開したのが、『猿蟹合戦』を制作した北山清太郎である。北山清太郎は水彩画家であったが、日活（日本活動写真株式会社）に話を持ち込んだところ²⁴、受け入れられて1916年に向島撮影所にてアニメーション制作を始めた。北山は紙に背景とキャラクターと一緒に描くペーパーアニメーションの技術（推敲式あるいは稿画式）を用いた。その後、日本初のアニメーション制作スタジオである北

²⁰ 山口（2004）によれば、全てがコールの作品ではなく、アメリカのジョン・ランドルフ・ブレイの作品も『凸坊新画帳』シリーズ作品として公開されていた。また、日本の作品であっても『凸坊新画帳』という名前が与えられることもあり、アニメーション映画の代名詞といっても過言ではない状況であった。

²¹ ただし、津堅（2007）によれば、主な海外アニメーションとして初めて公開された作品として、コール作の『忠実なる家具』（1911年）が挙げられており、『ニッパールの変形』の公開は1912年とされている。いずれにせよ、当時、全ての映画作品は外国からの輸入品であるのは間違いなく、これらを見たことで日本の作家の制作意欲が刺激されたと言って差し支えない。

²² 当時はアニメーション映画という名称も存在しない状況であり、線画映画と呼ばれていたが、北沢楽天が用いた漫画という言葉が普及するにつれて、徐々に漫画映画という言葉が用いられるようになる。その後、政岡憲三が最初に使用した動画映画が普及していくことになる。1970年代にはアニメーションという言葉も用いられているが、動画に代わって一般的な言葉として使われるようになるのは近年になってからである。

²³ 渡辺・山口（1977）、山口（2004）の見解による。ただし、津堅（2005）では、両方の技術が使用されていたとある。『芋川椋三玄関番の巻』は、作品自体が現存しないため、厳密には明らかになっていない。また、その公開日についても厳密にはよくわかっていない。

²⁴ 渡辺・山口（1977）、津堅（2005）では北山が話を持ち込んだとしているが、山口（2004）では、日活側が漫画部を立ち上げ、そのアニメーション制作を北山に依頼したとの記述がある。

山映画製作所²⁵を設立した。北山映画製作所は、関東大震災による被害を被ったため、撤退を余儀なくされるが、集った人材は後世の日本アニメーション産業に影響を与えることとなる。特に山本善次郎、藪下泰司などは東映動画（現東映アニメーション）の設立に深くかかわることになる。

幸内純一は1917年6月に『塙内名刀の巻』という作品を公開している。幸内も元は水彩画家であったが、下川と同じく漫画も描いていた。その幸内に小林商会在1916年にアニメーション制作を依頼したのである。幸内は、技法としては切り紙アニメーションを用いて制作を行った。しかしながら、小林商会在経営難に陥りアニメーション制作から撤退したため、幸内のアニメーション制作も停滞を余儀なくされた²⁶。幸内は新聞社で漫画を描いていたが、1923年にスミカズ映画創作社を設立して、アニメーション制作に再び携わるようになるが、1930年の『ちょん切れ蛇』を最後に撤退する。スミカズ映画創作社から、独立し後世に影響を与えた人物として千代紙アニメーションを創始し、日本初のトーキーアニメーションも制作した大藤信郎が挙げられる。

震災後の大正末には、映画が人々の娯楽としてひとときわ脚光を浴びはじめた時期であり、アニメーション映画に関しても徐々に認められ始めていたが、1920年～1930年代は、娯楽用のアニメーション映画は海外作品が人気となった。当時の日本のアニメーションはシステム化され分業体制が確立されていた海外作品に比べて表現的に劣っていたのに加え、家内手工業的で一人の製作者に頼る体制であり、コストが高くなってしまっていた。また、海外ではフィルム（サウンドオンフィルム、サウンドトラック）式のトーキー映画を製作していたが日本ではフィルム式のトーキー映画はなかなか普及しておらず、1932年の時点でアニメーション映画の70%は国産であったものの、トーキー映画に関してはほとんどがアメリカ製であった。

結果として、海外のアニメーションにキャッチアップするための試みが行われるようになった。その中で、積極的に新技術を導入したのが政岡憲三であった。アニメーション産業上、政岡が行った大きな貢献は、全面的なセル画の使用とフィルム式トーキーの採用である。政岡は、実写映画制作経験を経て1932年に政岡映画製作所を設立した。そして、当時、実写映画『マダムと女房』のトーキー化に成功し、次にアニメーションのトーキー映画として『力と女の世の中』²⁷（二巻）を完成させ、公開している。この作品では、セル画が大々的に導入されている。セル画は製作費が高額²⁸であって経済的にはうまくいかなかつ

²⁵ ここで用いられた制作技法については、当初は推敲式・稿画式であったが、後に切り抜きアニメーションに代わっている。

²⁶ 山口（2004）によれば、幸内は1920年に『兵六武者修行』という作品を発表している。これは渡辺・山口（1977）では年度不詳となっている作品である。

²⁷ フィルム式トーキー映画の公開という点においては、PCL式トーキー（写真化学研究所のフィルムを用いたトーキー）を用いて、幸内純一の弟子にあたる加藤禎三が製作した『大当り空の円タク』の方が先であると考えられる。

²⁸ セルロイドを全行程に使うと一本当たり2～300円になるため、製作者は約百フィート分のセルロイドを買っており、一度撮影した後に、絵を洗い落として再び続きを描くということさえ行

た。しかし、この品質へのこだわりと情熱から、後年に制作する『くもとちゅうりっぷ』1935年に公開した『森の妖精』や、『くもとちゅうりっぷ』などセル画を活かして高い評価を得ていた。

3. 情報技術（デジタル技術）の導入による工程の発展²⁹

本節では、前節でまとめたアナログ技術によるアニメーション制作を基に、本研究で対象とするような20世紀後半のアニメーション制作における情報技術について取り上げる。(1)仕上げ工程以降での情報技術導入、(2)作画工程での新技術導入:3DCGにて、特に日本企業でも普及していると考えられる情報技術について、制作工程、技術的発展の歴史という二つの視点から記述する。そのうえで、(3)作画工程での新技術:Flashアニメーション、(4)作画工程での新技術:デジタル作画、(5)新しい演出技術:立体視にて、日本のアニメーション産業ではまだ十分に普及が進んでいない情報技術について記述する。最後に(7)小括にて、手描き、手描きと3DCGのハイブリッド、3DCG、Flash、デジタル作画に関して、整理した結果を提示する。

(1) 仕上げ工程以降での情報技術導入³⁰

デジタル彩色に関する技術は、1970年にゼロックス社が設立した研究所であるPARC (Palo Alto Research Center: パロアルト研究所)のリチャード=ショープによる貢献がある。ショープは1970年からPARCに参加し、カラー・グラフィックスをテーマに「スーパーペイント」と名付けられたシステムの開発をおこなっていた。彼は、1973年には世界初のカラー・フレームバッファ(640×480, 8bit)を完成させ、ビデオ入力した画像にインタラクティブなペイントを処理することを可能にした。「スーパーペイント」は本質的に今日のペイント・システムと本質的に同等の機能を持っていた。更にスタンフォード大学でコンピュータ・サイエンスの博士号を持っていたアルヴィ=レイ=スミスが1974年にPARCに参加し³¹、RGB変換を改良したHSV変換をこのシステムに組み入れた。その後、スミスは研究所の方針との違いもあり、9か月で追放されるが、1975年彼は当時ニューヨーク工科大学でCG研究所所長を務めていたエドウィン=キャットマルの下にたどり着くことになる。そして、1978年にHSVモデルについて、SIGGRAPHのプロシーディングスとして発表する。

キャットマルがルーカスフィルムのコンピュータ部門に移ると、時を置いてスミスも

っていた。

²⁹ 本節の記述に関しては、山口(2004)、東京工科大学(2006)、アニメ人材・教育プログラム製作委員会(2008)などを適宜参照したうえで、インタビュー調査を基に加筆している。特に他の参考文献を参照する場合には都度提示する。

³⁰ 本目は主として大口(2009)・Price(2008)に依拠している。

³¹ ただし、PARCでは白黒のグラフィックの研究が主流であり、Shoupは異端であった。Smithを雇うのも簡単ではなく、経理上は備品扱いという社内システムの裏を突いた形での雇用であった。

1980年代初めにこの部門に移る。ここで、スミスはデジタル合成（撮影）³²の責任者となり、PARC 以来共に働いてきたデイビッド＝ディフランチェスコとともにこの任と当たることとなる。そして、ディフランチェスコはレーザー技術を研究したうえで、デジタルフィルムスキャナ並びにデジタルフィルムプリンタを構築する方法を開発していた。ルーカスがCGにあまり興味を持たなかったこともあり、1986年スティーブ＝ジョブスらがこの部門を買収し、ピクサーとして独立することになる。キャットマルとスミスは共同創設者として名を連ねた。

この年、ピクサーではディズニーとコンピュータ・アニメーション制作システム（CAPS）開発の契約を結んでいる。ディズニーではコンピュータを用いた効率的な制作を行おうとしていたのである。ピクサーではピクサー・イメージ・コンピュータを用いて、キャラクターの鉛筆画を取り込み、色付けして、取り込んだ背景やそのほかのイメージレイヤー上に合成し、フレームをフィルムに録画するシステムを完成させた。このシステムは1988年に公開された『リトルマーメイド』のシーンを用いてテストされたうえで、1990年に公開された『ピアンカの大冒険』以降では用いられることとなった。

また、日本のアニメーション産業では、東映アニメーションが初期の段階から仕上げ工程以降におけるコンピュータ導入を行っている³³。東映アニメーションでは1996年に「ゲゲゲの鬼太郎」にて試験的に仕上げ以降の工程（彩色・撮影・編集）についてコンピュータを導入し、1997年4月から「ゲゲゲの鬼太郎」本放送でも導入された。そして、1998年末からは全てのテレビアニメーションにて仕上げ以降の工程はコンピュータを用いることとなった。これは業界の中では最も早い行動であると認識されているが、決して簡単な道のりではなかった。

そもそも、東映アニメーションで初めてコンピュータの導入が検討されたのは1970年代前半である。1960年代中盤以降、テレビアニメーション作品数の増大に伴い、業界全体において制作スタッフが不足するようになり、人件費が高騰していた。東映アニメーションも厳しい状況に陥り、³⁴ 企業存続のためには当時640人いた従業員を大幅に削減して経営を立て直す必要があった。こうして1972年には労働争議が起き、経営側は50名を指名解雇したが、これが裁判に発展し、和解が成立するまでには2年の月日がかかった。この苦しい教訓を活かすために当時の社長が再建策として指示したのが、将来を見据えた業界でも類を見ないコンピュータの導入であった。³⁵

1974年に社内研究会が立ち上がり、1977年には正式にプロジェクトチームを発足させている。コンピュータに関連する内外の情報を収集するとともに、国内の大手家電企

³² 複数の映像記録を撮影することで合成する作業。

³³ この事例に関しては基本的に山口（2004）に依拠してまとめたものに適宜加筆している。

³⁴ 多くの企業の経営状態は厳しく、1973年には日本で初めて本格的にテレビアニメーションシリーズ「鉄腕アトム」を制作した虫プロダクションが倒産している。

³⁵ 1960年代には日米の大学レベルではアニメーションのデジタル化の取り組みは行われていた。

業等と研究開発に取り組むことになった。1985年には日本 IBM をパートナーに費用を試算したところ、初期費用は 38 億円となり、ランニングコストも膨大で実現可能性は低かった。次に、富士通との共同開発が行われた。東映アニメーションでも 1 億円以上の資金を投じ、1991 年 12 月にはコンピュータによる映像制作ソフト (CATAS) を完成させた。しかし、初期費用が 8 億円と費用の点で折り合いがつかず、これまで研究開発に投資した金額が 10 数億円以上にのぼっていることもあり、開発プロジェクトは中断することとなった。

しかし、1990 年代に入るとパソコンの性能は向上し、価格も低下していった。東映アニメーションでは CATAS のプロトタイプを用いてゲーム用の制作を行い、最終的にはテレビアニメにフィットするように開発された CELSYS 社の「RETAS! Pro」を用いて仕上げ工程以降の情報技術の導入に成功するのである。

上記のような試みもあり、現在では当該工程を担当するほぼ全ての企業にデジタル技術が普及している。

(2) 作画工程での新技術導入:3DCG³⁶

3DCG は、前述したように 3 次元コンピュータ グラフィクス (3 Dimensional Computer Graphics) の略で、3 次元の空間や立体をコンピュータによって描画した映像のことである。

3DCG の研究はアメリカのユタ大学コンピュータ・サイエンス学部におけるデイビッド＝エヴァンスやアイヴァン＝サザーランドに貢献がある。彼らは 1968 年ユタ大学にて研究を行いながら、CG をビジネスとして成り立たせるため、Evans & Sutherland (以下 E&S) 社を設立した。1969 年に発売した LDS-1 という白黒のランダム・スキャン・ディスプレイ³⁷は世界初の商用 3DCG システムである。同社はこれをベースとして、1973 年にはフライト・シミュレータ用模擬視界装置である NOVVIEW を完成させた。1975 年には GE もこの市場に参入することになる。

技術的には当初、視点から見えない側の面を消去する隠面消去法が研究され、10 種類ものアルゴリズムが開発された。隠面消去法が開発が一段落した後、ポリゴン (3DCG で物体を表現するために組み合わせて用いられる多面体) で作られた 3D モデルに陰影をつけるハーフトーン図形の研究がはじまり、この技術はシェーディングと呼ばれるようになる。いかに滑らかな図形に見せるかという点で研究が進み、アンリ＝グーローが 1971 年にスムーズ・シェーディングという手法を開発し、この手法を基に更なる研究がすすめられていくことになる。

そして 3DCG でアニメーションを表現しようという動きもこの時期にユタ大学で研究されていた。この主要な貢献を後にピクサーアニメーションスタジオを設立することになる

³⁶ 本目は主として大口 (2009) に依拠し、Price (2008) も参考に一部加筆している。日本における 3DCG 導入の事例については、木村 (2013) を一部参考にしている。

³⁷ CRT の電子ビームやペンプロッターを動かして物体を線のみで表現する方法で、必要なデータ量が少なく、コンピュータメモリが高価な時代にはよく用いられた。

エド=キャットマルである。キャットマルは双3次曲線をポリゴンによる近似をしないで直接表示する研究をはじめ、新たな隠面消去法としてZバッファ・アルゴリズムを考案した。この手法は単純なアルゴリズムであり、ハードウェア化が容易で高速で図形を生成できる。加えて、彼は図形の表面に模様を与える手法としてテクスチャマッピングを考案した。

これらの技術を用いてキャットマルは、3DCGでアニメーションを表現することにしたのである。当時はペンプロッターを用いた線画CGは存在したものの、シャーディング画像を用いた3DCGのアニメーションは存在していなかった。そして、1972年は、フレドリック=パークとともにコンピュータ・アニメーション用言語MOP (Motion Picture Language)の開発に取り組んだうえで、1972年にCG短編映画『Halftone Animation』を制作した。その後、ユタ大学はディズニーと共同開発プロジェクトを企画するものの、十分な理解は得られず、失敗に終わる。当時、CG/CAD用の機器は高価なうえ性能が十分ではなく、実用にはほど遠かったのである。いずれにせよ、今日に至る3DCGの基礎技術については、この時期にほとんど開発されていた。キャットマルは、アレグザンダー=シュアーが創設したニューヨーク工科大学 (NYIT) にて、コンピュータ・グラフィックス研究所の所長となり、3DCGの研究を進めることとなった。シュアーは金銭的な援助を惜しまないスポンサーであったが、一方で3DCGを過信し、手描きアニメーションを過小評価して、研究所の手描きアニメーターの不興を買っていた。また、キャットマル自身は手描きアニメーターが必要だと信じていたものの、十分に使いこなすことができず、結果として制作された『チューバ吹きの子猫』は大失敗に終わる。

アメリカでは、1980年代になると3DCGが本格的に用いられるようになり、1982年に公開された『トロン』はインフォメーション・インターナショナル社を中心に4社がメカなどを3DCGにて製作し、本格的にCGを使用した世界初の映画³⁸となった。

アニメーション産業における制作としては、たとえば、1980年代初頭に手描きアニメーターであったジョン=ラセターがディズニーにて手がけた『怪獣たちのいるところ』は、手描きのキャラクターとCGで作った背景を組み合わせた30秒程度の作品である。ラセターは『トロン』を見て感動し、3DCGが持つ表現力をアニメーションに導入したいと考えていたのである。しかし、ディズニーのアニメーション部門の重役たちは3DCGに関して全く関心を持たず、逆にラセターを解雇してしまうのである。

ラセターはディズニーを離れた後、NYITを離れたキャットマルがいたルーカスフィルムの子会社であるインダストリアル・ライト&マジック (ILM) 社にて、『アンドレとウォーリーBの冒険』に関わっている。ILM社はピクサーに改まった後、1995年には世界初の劇場用長編3DCG作品として『トイ・ストーリー』を公開する。またピクサーでは、3Dレンダリングを高速で行うためのレンダリングシステムである「Renderman」に対して1993年にアカデミー賞科学技術賞を受賞している。

³⁸ 『トロン』公開の一月前に公開された『スタートレック 2』はCG効果を取り入れたシーンで非常に高い評価を得ている。

日本のテレビアニメーションでは、タツノコプロの『宇宙の騎士テッカマン』（1975年）や『タイムボカン』（1975~1976年）に、アナログコンピュータ（スキャニメイト）によるCG表現を用いている。デジタルコンピュータの3DCGは1980年代中頃から一部作品で採用されているものの、基本的には1990年代中後半頃から用いられるようになった。初期の3DCG制作としては、プロダクション・アイジーが製作に携わった劇場版『機動警察パトレイバー』などでCGパートを担当し、その後同社でCGパートを担当するIKIFの活動などが挙げられる。日本のアニメーションで3DCGを用いる場合には、基本的に手描きと3DCGを組み合わせたハイブリッド作品であることが多い。日本企業では、フル3DCGは劇場用作品として制作されることが多く、テレビアニメではフル3DCGの作品は2000年代になってから制作されるようになってきているが、基本的にはハイブリッド作品が主流である。

(3) 作画工程での新技術:Flash³⁹

Flashの歴史は、1996年にアメリカ合衆国のFuture Wave Software社において、Jonathan Gay氏を中心に開発されたアニメーション制作ソフト『Future Splash Animator』にさかのぼる。このFuture Splashが略されて、Flashと称されるようになった。本来、テレビアニメーション制作用のソフトとして開発されたわけではなく、ウェブサイトで見られるアニメーションを制作することを目的としていた。さらにバージョンアップを重ねることで、ウェブサイト上でインタラクティブなコンテンツを作成できるようになり、幅広い用途で用いられるようになった。

Flashでは、まずグラフィックシンボルとして用いる基本データを作成する。このグラフィックシンボルをトゥイーンアニメーションという手法で動画に仕上げるのである。トゥイーンとはin betweenからきた言葉でFlashの自動中割機能のことを指す。自動中割機能とは、アクションの最初と最後の状態を指定することにより、その間の部分を自動的にアニメーション生成することである。モーショントゥイーンやシェイプトゥイーンなどの種類がある。手描きアニメーションにおいてはアクションの最初と最後の状態を原画によって指定した後に、その間を埋める動画を描く必要がある。したがって、Flashの方が手描きに比べてコストが低いと言える。一方で自動的にアニメーションを生成するため、品質面では崩れることはなくとも、演出を考慮した制作品質は下がってしまうと考えられる。

日本の既存のアニメーション制作企業が積極的な導入をあまり行っていないものの、中国ではかなり普及している技術である。何故日本ではなく、中国で普及が進んだかということに関しては補章で明らかにされる。

³⁹ 本項の記述については、基本的にA.e.Suck (2007)やクスール (2010) を参考にし、Flashアニメーションの歴史に関してはAdobe社のウェブサイトを参考にした。
http://www.adobe.com/macromedia/events/john_gay/index.html

(4) 作画工程での新技術：デジタル作画

デジタル作画は 2000 年代に入ってから実用可能な技術にはなってきた。⁴⁰ デジタル作画では、作画を紙ではなく、ペンタブレットを用いて入力を行う。ただし、レイアウト、原画、動画の全てがデジタル作画で行われるわけではなく、工程によって差がある。順に言えばデジタル作画は、技術的に要求が低い動画で一番多く、原画、レイアウトという順になる。また、ひとつの作品でデジタル作画が用いられるといっても、統一されるわけではなく、使い分けが行われる。同じ動画でも必要とされる技術に差があり、また、動画を描くアニメーターの慣れにも依存するからである。⁴¹

デジタル作画では、タブレットからの入力を助けるソフトが必要となる。日本では、CELSYS 社の「STYLOS HD」が使われることが多い。STYLOS HD⁴²の特徴は、ベクター形式⁴³の作画とラスター形式の作画⁴⁴の両方に対応しており、マルチレイヤー機能やライトテーブルの強化などによって、アニメーターの感覚により近い作業環境を実現している。それに加え、STYLOS HD には手ブレ補正などの補助機能もついている。

結果として、デジタル作画が導入された工程に関しては、紙を用いることがなくなり、スキャニングもなくなる。また、データによる管理がなされるため、仕上げ工程で行われていたゴミ取り⁴⁵がなくなり、線補正を作画の段階で行うようになる。したがって、デジタル作画によって低コスト化がなされると考えられる。

一方で、アニメ制作会社でのデジタル作画は実際には一部企業での導入に留まっている。それにはいくつかの問題があると認識されている⁴⁶からである。ひとつ目は、アナログ作画で用いられる鉛筆での表現に関するデータ上での再現性である。鉛筆を用いることで描画された線に繊細な濃淡や太細をつけられるが、デジタル作画のようにペンタブレットを用いると同じような表現を出すのは難しい。二つ目は、アナログ作画における鉛筆を用いている感覚の再現性である。たとえば、ペンタブレットを用いると鉛筆を用いる時にある「ざらざら」感があまりないとされる。三つ目はペンタブレットの導入

⁴⁰ 山口 (2004) では、2002 年に後述する CELSYS 社の「STYLOS」が導入されたことで、デジタル作画が実現可能になったと記している。

⁴¹ 一般的にはアナログ作画に熟練した年配者に比べ、若年層の方がデジタル作画を受け入れやすいとされる。

⁴² 「STYLOS HD」に関する記述は、基本的にアニメ人材育成・教育プログラム製作委員会 (2008) に依拠している。

⁴³ アニメ人材育成・教育プログラム製作委員会 (2008) では、ベクター形式について、「点」とそれを結ぶ直線または曲線の組み合わせによって画像を表現しており、幾何学的な図形や単純な形状には向いている反面、写真や水彩画のような無数の色数で構成されている画像の表現には向いていないとまとめている。

⁴⁴ アニメ人材育成・教育プログラム製作委員会 (2008) では、ラスター形式について、ピクセルを基盤の目に整然と並べたような構造であり、処理しやすいため、幅広く活用されているが、拡大されると画質が劣化するという弱点を持っているとまとめている。

⁴⁵ スキャニングの際に生じた画面上の汚れを消す処理。

⁴⁶ 現在進行形でハード・ソフトの改良が進んでいることには注意が必要である。

費用が高いということである。安価なペンタブレットには出力先が液晶タブレットの画面ではなく、コンピュータのディスプレイとなることや、サイズが小さいという問題がある。この問題を解決するためには大型な液晶タブレットが必要となるが、十分に揃えられる企業は多くない。

したがって、日本国内でのデジタル作画導入を進めている企業はあまり進んでいないが、本項では、海外を中心にデジタル作画を導入している東映アニメーションの事例を紹介する⁴⁷。

東映アニメーションでは、2000年から「ピポパポ バトルくん」にてデジタル作画を導入している。また、2002年には海外にある子会社である東映アニメーション・フィリピン（TAP）にデジタル作画を導入している。東映アニメーションではデジタル作画の導入も業界で非常に素早かった。また、現在でもデジタル作画による制作を行っている数少ない企業のひとつである。

東映アニメーションは2003年の段階で、大泉スタジオで50セット、⁴⁸ TAPで80セットのデジタル作画用機材をそろえている。実際の制作にあたっては直接費の15%の圧縮がなされている。⁴⁹ 2001年から2002年にかけて放送された「ののちゃん」では原画動画の全てがデジタル作画で作られた。データの形式としては、原画に関してはラスター形式が、動画に関してはベクター形式を扱うことが多い。また、デジタル作画の導入にあたって、東映アニメーションと取引先⁵⁰とを光ファイバー通信で結び、回線でのやりとりが可能になった。

東映アニメーションでは、デジタル作画の導入に関して大きな問題が生じているわけではない。これにはいくつかの理由が考えられる。ひとつ目として、コストがかかる液晶タブレットを導入しており、作画を行う際の負担が少ないということである。これは東映アニメーションが業界の中で大手であり、資金的体力があることにも起因する。二つ目として、アナログ作画における鉛筆を用いている感覚の再現性を出すために、タブレットの入力面に紙質に近いざらつきを持たせているということである。三つ目として、仕上げ工程と異なり、全てデジタル作画に切り替えたわけではないということである。2006年3月の時点で全ての原画工程のうちの約3割がデジタル作画となっている。⁵¹ 若年層はアナログ作画からデジタル作画に切り替えることにさほど問題はないが、中高年層では能率が落ちるため、無理な導入は行っていない。

⁴⁷ この東映アニメーションの事例に関しては、日本動画協会デジタル技術研究会（2005）を参考にしたうえで、適宜加筆している。

⁴⁸ 大泉スタジオでは動画のデジタル作画は行わず、原画用である。

⁴⁹ インターネットでデータをやりとりすることで、データ集配時の事故が減るといった効用もある。

⁵⁰ 2000年の開始時点で21の法人・個人の取引、TAPとつながっている。

⁵¹ 東京工科大学（2006）による。

(5) 新しい演出技術:立体視⁵²

立体視技術は両眼視が機能することを前提に、両眼視差と輻湊を用いて 2 枚の 2 次元画像から 3 次元イメージを脳内に作り出す技術である。両眼視は、同時視、融像、立体視という三つの機能に分類される。同時視は対象を両眼で同時に見る機能であり、融像は両眼の網膜像を感覚的に一つの対象として認知する機能であり、立体視は両眼の網膜像の差から奥行感を得る機能である。両眼視機能は生後 3~6 か月の間に急速に発達し、6 歳くらいでほぼ完成するとされる。

両眼視差は左右の眼の網膜上における同じ対象の位置のずれである。対象への距離が近いほど対象のずれが大きくなるため、感度が高くなる。輻湊は特定対象に眼球運動によって視線を交差させることである。対象への左眼と右眼からの視線が作り出す角度のことを輻湊角という。対象への距離が近いほど、この輻湊角は大きくなるため、両眼視差と同じく、感度が高くなる。

両眼視立体視の概念はイギリスの物理学者であるチャールズ・ホイートストンである。彼は 1832 年に左右に異なる視点から得られる同じ対象の絵(ステレオペア画像)を配置し、V 字型に立てた 2 枚の鏡で反射させて立体視する「ステレオスコープ」を発明した。当時は写真が普及していなかったため、ステレオペア画像は幾何的な線画であった。ホイートストンは、カロタイプと呼ばれる写真術を発表したウィリアム・ヘンリー・フォックス・タルボットと組んで、静止した被写体を撮影できる立体写真術を編み出した。その後 1849 年には、デイヴィッド・ブリュースターが 2 眼式ステレオカメラを考案し、動いている被写体の同時撮影も可能になった。その後、19 世紀の後半には立体視画像を見られるステレオビューワーが流行することになる。

1850 年には、ルイ・ジュール・デュポスクは、ジョセフ・プラトーに発明したフェナティスキスコープを応用して、立体動画を生み出す「ビオスコープ(ステレオファンタスコープ)」を考案し、1865 年には、ゾートロープ式のビオスコープを作っている。立体映画の基礎技術としては、トーマス・エジソンとウィリアム・ディクソンは撮影機である「キネトグラフ」とビューワー式鑑賞装置「キネトスコープ」を開発したうえで、1893 年には 2 つのプリズムを用いた立体撮影機の特許を取得している。その後、様々な試行錯誤が続き、たとえば、1898 年にはチャールズ・フランシス・ジェンキンズが立体効果を得るための装置について、1 本のフィルムに左右の映像を交互にプリントしていく仕組みで特許を取得している。

本格的な初めての立体視映画は、ジョルジュ・メリエスによって偶然制作された⁵³。作業の効率化のために 2 台のカメラを用いて撮影が行われていたのである。2 台のカメラの撮影が同時に進行すること、レンズ間隔がほぼ人間の両目の幅であったために、立体視動画制

⁵² 本項は大口他(2012)や河合他(2010)に依拠している。

⁵³ 世界最初の立体視(3D)映画はリュミエール兄弟によるとも言われるが、本項では大口(2012)の説を採用した。

作の条件を満たしていたのである。

しかしながら、立体視映像作品が映画用の劇場で普及したとは言い難い状況が続く。1950年代や1980年代にはブームが来るものの定着しなかったのである。そして、1990年代にはテーマパーク、イベント、博覧会、博物館などで上映されるスタイルが定着していた。状況が変わるのは2000年代に入ってからである。2000年代に入り、作品の品質低下、高画質の大画面テレビ・ホームシアターの普及、ネット配信などの問題により、アメリカでは映画の劇場観客動員数が下がっていたのである。そこで、2005年に著名な映画監督が揃ったシンポジウムにて、デジタル3D（立体視）映像が劇場に観客を取り戻す手段であるという統一見解を述べたのである。このシンポジウムでは、従来2台で投影していたプロジェクターをDLPシネマ・プロジェクター1台で可能にするという方式も示された。

世界初のデジタル3D（立体視）映画は、ディズニーが制作し、2005年に公開されたフル3DCG作品である『チキン・リトル』である。この作品では35mmフィルム版以外にデジタル3Dバージョンを公開することにしたのである。そして、2009年にジェームズ・キャメロンが監督し、2009年12月17日に公開された3D（立体視）映画『アバター』は、世界興行収入は歴代1位の27億ドルを達成し、日本でも154億円を達成することになる。結果として、多くの劇場でも立体視用のプロジェクターが導入されるようになるのである。

日本でも2010年前後から再び立体視映画が製作され始めている。特にアニメーション産業では、フル3DCG作品を中心に立体視変換が試みられ、東映アニメーションでは2009年に新旧短編4作品を合わせて立体視映画を公開し、2011年にはフルCGアニメ『ONE PIECE 3D 麦わらチェイス』と手描きアニメを立体視化した作品である『トリコ 3D 開幕！グルメアドベンチャー！！』を2本立てで公開している。ただし、実写ではないアニメーションの映画市場における立体視映像作品は基本的にはフル3DCG作品に限られており、フル3DCG作品も必ずしも多くないため、普及しているとは言えない技術と言える。

(6) 小括-新技術の整理-

以上でみてきたように、アニメーション産業ではここ20年で様々な新技術が導入されてきた。特に映像表現に関しては、既存技術である手描き表現に対して、情報技術を用いた3DCG、デジタル作画、Flashという三つの新技術が登場してきた。既存文献やインタビュー調査といった定性的な分析からは、日本では、既存技術の手描き表現並びに新技術である3DCGは十分に普及が進んでいる一方で、デジタル作画やFlashという技術に関しては普及が進んでいないが、Flashについては中国では普及が進んでいる。

それぞれの技術的特徴をまとめたのが表3-1である。次章では、アンケート調査に基づいてそれぞれの技術がどのように位置づけられているのかについて検討することにする。

表 3-1 映像表現に関する技術の特徴

	手描き表現	3DCG	Flash	デジタル作画
人材	アニメ産業から獲得	ゲーム産業・CAD従事者など	日本の既存企業ではあまり採用されていない	新卒や若手が対応
組織が必要とする設備	組織側に必要な機材はない	相対的にスペックの高い統一的なハードとソフト	統一的なハードとソフト。要求スペックは高くない	統一的なハードとソフト。入力用のハードが別途必要
前準備	必要ない	相対的に重い前準備が必要。	相対的に軽い前準備が必要	必要ない
技術特性	自由に描ける質的追及しやすいコストは相対的に高	絵崩れしないコストは相対的に高	絵崩れしない質的には低いコストはかなり低	自由に描ける質的追及しやすいが一部制限があるコストは相対的に低
得意表現	人物など生命感ある表現	メカ・物量の大きいシミュレーション	平面的かつ動きが直線的な表現	手描き表現より簡単な表現
普及度合い	普及	ほぼ普及	日本既存企業ではあまり、導入されていないが、中国では普及が進む。	一部企業での採用に留まる

出典) インタビュー調査などを基に筆者作成

4. まとめ

本章では文献調査を中心に技術革新の歴史を概観した。特に制作工程の発展について記述するとともに情報技術に関しては現在の位置づけに関して、整理した。

一方で歴史を概観する中で、組織の一部のメンバーが仮に新技術を評価していたとしても、他の組織構成員の技術評価の違いなどにより、必ずしも成功に結びつかない事例がみられた。この点に関して、本研究の扱うハイブリッド製品開発の困難さを示す要因を明らかにするにあたっての検討課題を整理する。

1930年代に日本のアニメーション産業で活躍した政岡憲三は、セル画という新技術を高く評価し、実際に質の高い作品を作り上げたものの高額な費用を処理できずに、組織をつぶしてしまうこととなった。時代を経て、NYIT を創設したアレグザンダー＝シュアーは3DCG を高く評価したものの、手描きアニメーターの持つ演出力を十分に理解できず、多くの離反者を招いてしまうこととなった。この組織においては3DCG に従事していたエド＝キャットマルが手描きの重要性を理解していたものの、シュアーの意向の下で十分にその思いを発揮できなかったということも注目に値する。

ジョン＝ラセターは、ディズニーのアニメーターであって3DCG の表現力を活かした作品を作りたいと考えていたが、ディズニー内では認められず、解雇される憂き目にあっている。また、Flash については、特に成功・失敗の関係はないものの、日本の技術者

の評価が低いものの、中国の技術者の評価は高いという違いが生じている。

したがって、新技術を導入する際には、新技術を評価するメンバーがいるだけではうまくいかなかったり、新技術そのものの有用性があったとしても他の組織構成員が低い評価を下せば運用が難しくなったりする可能性がある。すなわち、新技術導入について組織的に困難が伴う可能性があるということである。特に機能的に重なった技術を扱う場合、すなわち、ハイブリッド製品を開発にあたってはその問題解決はより困難になると思われる。

以上からも示されるように技術者の新技術への評価（認識）は、本研究が想定するようなハイブリッド製品の開発を困難にする要因にもつながる可能性がある。特に、ハイブリッド技術導入に対して他の組織構成員が反対するののかについては二つの要素が想定される。一つ目は、そもそもハイブリッド技術自体が有用であるかどうかということである。ハイブリッド技術自体が有用ではなければ、導入によって成功するとは考えられない。二つ目としてより重要であるのは、ハイブリッド技術自体が有用であった場合にも既存技術者が低い評価を下すことで結果的に導入がうまくいかないということである。

そこで本研究では、次章にて、新技術評価としての 3DCG と、手描きと 3DCG のハイブリッド技術が有用であるのかについて確認したうえで、既存技術の技術者が新技術への評価について定量的に明らかにし、ハイブリッド製品開発への影響について考察することとする。

第4章 既存技術者の新技術評価

第4章では、第3章にて既存文献やインタビュー調査から示された様々な情報技術に関して、その位置づけを定量的に明らかにする。特に新技術として3DCGと、手描きと3DCGのハイブリッド技術の評価に着目し、ハイブリッド技術を導入する意義とその困難さについて明らかにする。結果として、ハイブリッド技術が将来性という観点では一番高い評価を得た。現在評価という観点ではフル3DCGよりは高いものの手描きに劣っていることが示される。そして、ハイブリッド技術は有用であるものの、組織的導入・ハイブリッド製品の開発に課題が生じることが明らかにされるのである。

第1節では分析方法とデータを示す。第2節にてフル3DCG、手描き、ハイブリッド技術に関する比較結果を提示したうえで、全ての技術の比較を図示する。第3節では、各技術に関する結果について解釈し、結果としてハイブリッド技術は将来性という観点で一番高く、現在評価に関しては既存技術と比べると低いものの新技術単体よりは高いことを指摘する。そのため、有用性があると同時に、組織的導入・ハイブリッド製品の開発には課題も生じることが推測される。第4節では、本章で用いた主観的技術評価の意義について知覚評価による技術ライフサイクル (Technology Life Cycle by Recognition, TLCR) の可能性を指摘したうえで、本章の議論に基づき、次章以降の検討内容について整理している。

1. 分析方法及びデータ

(1) 分析方法

1) アンケート調査による主観的技術評価

様々な新技術の評価を下すにあたって、本研究では、アンケート調査を用いた主観的な評価を採用することとした。技術評価にあたっては、機能に対して客観的な指標を取ることが望ましい。しかしながら、必ずしも客観的な指標を設定することが簡単ではない場合も存在する。たとえば、Daneels(2004)も指摘しているように技術の評価に関する軸は一つではなく、複数ある場合である。この際に、それぞれの評価軸が明確に特定できれば問題ないが、お互いが影響を与え合うことで統合された評価軸が生じた場合には、それを客観的に設定することは難しくなる可能性がある。そのような事例の一つとして、考えられるのが人の感性が評価軸として用いる場合である。たとえば、自動車の乗り心地や、電話の音声品質評価などが挙げられる。このような分野では、主観的評価に対して客観的評価をいかに適応するかという点に関して工学的な見地から研究が行われることになる⁵⁴。

以上からも明らかのように人の感性が評価軸として用いられる技術に関しては主観評価が用いることになる。本研究にて対象とするのはアニメーションの映像表現のための技術である。映像表現は視覚に訴えかけるもので、人の感性を評価軸として用いるのが妥当で

⁵⁴ たとえば、武井・石黒 (1995) などでは、車両の乗り心地に関して主観評価を客観的に評価するための研究を行っている。

ある。したがって、本研究においてもアンケート調査を用いた主観評価を用いることとした。

2) アニメーション産業特有の考慮事項

本研究では、アニメーションの映像表現技術を評価するにあたって、二つの視点を考慮する。一つ目の視点は市場の特性である。Christesen(1997)においても市場によって技術の評価軸は異なることが指摘されている。したがって、市場によって技術評価が変わる可能性があり、位置づけも異なる可能性がある。本章ではアニメーションに関して二つの市場を検討に加えることとする。一つはテレビ用アニメーション市場であり、一つは劇場用アニメーション市場である。テレビ用アニメーションと劇場用アニメーションの違いは何か。テレビ用アニメーションに関して、津堅（2005）ではテレビアニメという概念について以下のように定義している。すなわち、言葉通りに取れば、テレビで放送されているアニメ全てを指すが、多くの日本人のイメージに沿って「全編がセルアニメーション等アニメーション技法で構成された番組（作品）」⁵⁵を示すものとして定義するのが妥当である旨を記している。劇場用アニメーションについては、津堅（2005）では、劇場用長編アニメを「劇場で公開されるおおむね一時間以上の作品」と定義している。ただし、アニメーションの媒体としてテレビが登場したことで結果として劇場で公開される作品が長編主体になったという意味でいえば、劇場用アニメーションといえは必然的に長編であることを含むものであると考えられる。

以上の説明からも明らかなようにテレビ用アニメーションと劇場用アニメーションの違いの一つは、一回の放映における時間の長さである。テレビ用アニメーションは一回の放映ではおおよそ 30 分の枠の番組であることが多いが、劇場用アニメーションでは 1 時間以上の長さになることが多い。しかしながら、テレビ用アニメーションは 30 分の番組を何週間にもわたって放送し続ける必要があるため、総制作分数は劇場用アニメーションよりはるかに長いことになる。では質に関してはどうか。質に関しては製作費用でみるとするならば、劇場用アニメーションは数億円から数十億円と見積もられている。たとえば、スタジオジブリが製作している劇場用アニメーションに関しては、1989 年に公開された「魔女の宅急便」の製作費がおおよそ 4 億円⁵⁶、1997 年に公開された「もののけ姫」の製作費がおおよそ 20 億円である⁵⁷。一方で、テレビ用アニメーションに関して言えば、経済産業省（2003）によれば、一番組（30 分枠）の製作経費としては 1000 万～1300 万程度かかっている。したがって、これらのデータからでも、劇場用アニメーションはテレビ用アニメ

⁵⁵ 津堅（2005）では、テレビにて部分的にアニメーションを使用する作品として実写系番組や CM などを指摘している。

⁵⁶ 株式会社スタジオジブリ代表取締役鈴木敏夫氏へのベンチャー通信オンラインにおけるインタビュー記事（<http://www.v-tsushin.jp/search/details/000222/03.html>）より

⁵⁷ 株式会社スタジオジブリ web サイトスタジオジブリの歴史（<http://www.ghibli.jp/30profile/000152.html>）より

ションに比べて圧倒的にコストがかかっていることが容易に想定される。もちろん、コストがかかっている分質的な面で劇場用アニメーションはテレビ用アニメーションに比べて高いことが想定されるし、実際、テレビ用アニメーションは基本的に無料で見られるのに対し、劇場用アニメーションは劇場用のチケット代として、1000円～2000円ほど払う必要があるので、品質的に優れていることが容易に想定される。したがって、劇場用アニメーションはテレビ用アニメーションに比べて、高価格・高品質な市場であると考えられる。

二つ目は本章では、様々な新技術を対象とすることである。本研究では特に手描きと3DCGという二つの技術に加えて、それを組み合わせたハイブリッド技術を評価の対象としている。ただし、アニメーションの表現技術は前章にて触れたように数多く存在する。したがって、多くの新技術を評価の対象として加えることで、ハイブリッド技術のTLCRにおける位置づけがより明確化されると考えられる。

なお、本章の分析では前章で触れた技術のなかでデジタル作画を除外している。デジタル作画は表現手法としては手描きであり、表現としての違いを厳密に評価することが難しいためである。ただし、デジタル作画そのものは有用な新技術であると考えられるため、本研究では次章にはデジタル作画を対象とした分析を行う。具体的には、新技術導入に積極的な技術者の属性について明らかにすることを目的とする。

以上を踏まえたうえで、本章では分析にあたって、既存技術としての手描き表現、新技術として3DCG、手描き表現と3DCGのハイブリッド技術に加えて、Flash、立体視の5つを対象に分析を行うこととする。

3) 操作化

本研究では、テレビ用アニメーション市場と劇場用アニメーション市場という2つの市場について、手描き、手描きと3DCGのハイブリッド、フル3DCG、Flash、立体視という5つの技術について、それぞれ以下の質問を行っている。なお、第3章で記述した通り、日本ではアニメーションというよりアニメという言葉の方が一般的であるため、質問項目の作成にあたっては、アニメーションではなくアニメという言葉を使用することとした。

・テレビ用アニメ市場における現在の技術に関する評価について

- ①私はテレビ用アニメ市場において、手描きアニメの現在の技術は十分であると思う。
- ②私はテレビ用アニメ市場において、手描きと3DCGを組み合わせたアニメの現在の技術は十分であると思う。
- ③私はテレビ用アニメ市場において、フル3DCGアニメの現在の技術は十分であると思う。
- ④私はテレビ用アニメ市場において、Flashアニメの現在の技術は十分であると思う。
- ⑤私はテレビ用アニメ市場において、立体視アニメの現在の技術は十分であると思う。

・テレビ用アニメ市場における技術の将来性について

- ⑥私はテレビ用アニメ市場において、手描きアニメの将来性は明るいと思う。
- ⑦私はテレビ用アニメ市場において、手描きと 3DCG を組み合わせたアニメの将来性は明るいと思う。
- ⑧私はテレビ用アニメ市場において、フル 3DCG アニメの将来性は明るいと思う。
- ⑨私はテレビ用アニメ市場において、Flash アニメの将来性は明るいと思う。
- ⑩私はテレビ用アニメ市場において、立体視アニメの将来性は明るいと思う。

・劇場用アニメ市場における現在の技術に関する評価について

- ⑪私は劇場用アニメ市場において、手描きアニメの現在の技術は十分であると思う。
- ⑫私は劇場用アニメ市場において、手描きと 3DCG を組み合わせたアニメの現在の技術は十分であると思う。
- ⑬私は劇場用アニメ市場において、フル 3DCG アニメの現在の技術は十分であると思う。
- ⑭私は劇場用アニメ市場において、Flash アニメの現在の技術は十分であると思う。
- ⑮私は劇場用アニメ市場において、立体視アニメの現在の技術は十分であると思う。

・劇場用アニメ市場における技術の将来性について

- ⑯私は劇場用アニメ市場において、手描きアニメの将来性は明るいと思う。
- ⑰私は劇場用アニメ市場において、手描きと 3DCG を組み合わせたアニメの将来性は明るいと思う。
- ⑱私は劇場用アニメ市場において、フル 3DCG アニメの将来性は明るいと思う。
- ⑲私は劇場用アニメ市場において、Flash アニメの将来性は明るいと思う。
- ⑳私は劇場用アニメ市場において、立体視アニメの将来性は明るいと思う。

以上の質問に対し、「1.まったくあてはまらない」から「5.とてもよくあてはまる」までの 5 点のリッカート尺度を用いた回答項目を設定し、アニメーターと専門学校生それぞれに尋ねている。分析では各市場においてそれぞれ、各技術に関してアニメーターと専門学校生の評価について t 検定を行っている。次に各技術の評価について一つの図にまとめている。

(2) データ

仮説を検証するために、アニメーター並びにアニメーションの専門学校生を対象とする質問票調査を用いた。アニメーターに関する調査は平成 22 年度経済産業省委託事業「コンテンツ産業人材発掘・育成事業（アニメ人材基礎力向上事業）」の調査研究の一環として行われた。専門学校生は同じ問題意識の下、アンケート調査を行っている。本研究では、特にアニメーションの技術評価という点に着目した質問項目について分析を行っている。

質問票調査を行うにあたって、2010 年 10 月から 11 月にかけて、都内のアニメーション

制作企業 4 社を訪問し、プレインタビューを行ったうえで、質問票を試作した。そのうえで、プロジェクトメンバーでワーディングの調整を行うと同時に、数名の経営学者を交えて検討を行った。次に学生を対象に実際に入力してもらい、同時に実務家によるチェックを踏まえ、質問票を完成させた。質問票は 2010 年 12 月から 2011 年 5 月にかけて行われた。アニメーターに関しては 6 社の企業の担当者を通じて 204 名に配布し、回収率は約 75% (153) であり、欠損値を除いた値は 140 である。また、専門学校生に関しては 3 校の担当者を通じて 342 名に配布し、回収率は約 88% (302) であり、欠損値を除いた値は 291 である。アニメーションの専門学校生は業界に入る前の技術者の位置づけであり、技術評価にあたって同様の傾向がみられるかに関して確かめるために対象として用いた。

2. 分析結果

対象技術に関して、現在の技術評価並びに将来性の評価について特に手描き、ハイブリッド、フル3DCGの比較検討結果をまとめている(表4-1~表4-12)。そのうえで、各技術間の位置づけを一つの図にまとめたものが図4-1であり、アニメーターと専門学校生、テレビ市場・劇場市場といった考慮事項を詳細に記述したものが図4-2である。

現在の評価については、テレビ市場・劇場市場どちらにおいても五つの対象技術のなかで手描きが一番高い評価(アニメーターテレビ3.05,同劇場3.26; 消費者テレビ3.21,同劇場3.36)を得た。次に評価が高かったのがハイブリッド(アニメーターテレビ2.43,同劇場2.79; 消費者テレビ2.87,同劇場3.13)である。三番目の評価は市場によって異なっている。テレビ市場では、Flashの評価(アニメーターテレビ2.41; 消費者同2.74)が三番目で、その次が3DCG(アニメーターテレビ2.22; 消費者同2.67)となっている。一方で劇場市場では、3DCG(アニメーター劇場2.63; 消費者劇場2.88)が三番目で、Flashの評価(アニメーター劇場2.26; 消費者劇場2.67)が四番目となっている。立体視に関しては、どちらの市場に関しても最も低い評価(アニメーターテレビ1.96,同劇場2.19; 消費者テレビ2.48,同劇場2.64)となった。この点に関して現在の評価という観点で見れば、手描きの評価が高いのは妥当と言える。しかし、将来性の評価に関してはまた別の結果が得られている。

将来性の評価については、総じて一番評価が高いのはハイブリッド(アニメーターテレビ3.16,同劇場3.26; 消費者テレビ3.47,同劇場3.61)であった。ただし、3DCGの評価(アニメーターテレビ3.08,同劇場3.31; 消費者テレビ2.97,同劇場3.19)も高く、アニメーターの劇場市場評価に関しては一番評価が高く、テレビ用市場では二番目の評価という結果になっている。その他の項目で二番目・三番目の評価を得ているのは手描き(アニメーターテレビ2.69,同劇場3.06; 消費者テレビ3.11,同劇場3.45)である。立体視とFlashを比べると、立体視は劇場用の将来性の評価(アニメーターテレビ2.45,同劇場2.69; 消費者テレビ2.74,同劇場2.95)が高く、Flashはテレビ用にて評価(アニメーターテレビ2.74,同劇場2.22; 消費者テレビ2.76,同劇場2.63)が高いという傾向が見られた。

・手描きとその他技術の比較

表 4-1 アニメーターの技術の現在評価に関する t 検定 (テレビアニメ市場)

	平均	標準偏差	t 値
手描き	3.05	1.207	
&ハイブリッド	2.43	1.054	6.209***
&フル 3DCG	2.22	1.106	7.494***
&Flash	2.41	1.099	5.627***
&立体視	1.96	0.97	8.941***

*p<0.10; **p<0.05; ***p<0.01

表 4-2 専門学校生の技術の現在評価に関する t 検定 (テレビアニメ市場)

	平均	標準偏差	t 値
手描き	3.21	0.956	
&ハイブリッド	2.87	0.968	6.327***
&フル 3DCG	2.67	1.054	7.645***
&Flash	2.74	0.924	7.478***
&立体視	2.48	0.941	11.068***

*p<0.10; **p<0.05; ***p<0.01

表 4-3 アニメーターの技術の将来性評価に関する t 検定 (テレビアニメ市場)

	平均	標準偏差	t 値
手描き	2.69	1.038	
&ハイブリッド	3.16	1.108	-6.209***
&フル 3DCG	3.08	1.053	-3.280***
&Flash	2.74	1.043	-0.363
&立体視	2.45	0.999	2.245**

*p<0.10; **p<0.05; ***p<0.01

表 4-4 専門学校生の技術の将来性評価に関する t 検定 (テレビアニメ市場)

	平均	標準偏差	t 値
手描き	3.11	0.978	
&ハイブリッド	3.47	0.983	-5.461***
&フル 3DCG	2.97	1.073	1.871*
&Flash	2.76	0.978	5.138***
&立体視	2.74	1.076	4.649***

*p<0.10; **p<0.05; ***p<0.01

表 4-5 アニメーターの技術の現在評価に関する t 検定 (劇場アニメ市場)

	平均	標準偏差	t 値
手描き	3.26	1.116	
&ハイブリッド	2.79	1.056	5.705***
&フル 3DCG	2.63	1.108	6.360***
&Flash	2.26	1.022	8.931***
&立体視	2.19	0.981	9.582***

*p<0.10; **p<0.05; ***p<0.01

表 4-6 専門学校生の技術の現在評価に関する t 検定 (劇場アニメ市場)

	平均	標準偏差	t 値
手描き	3.36	0.963	
&ハイブリッド	3.13	0.958	5.616***
&フル 3DCG	2.88	0.989	7.910***
&Flash	2.67	0.864	11.570***
&立体視	2.64	0.889	12.015***

*p<0.10; **p<0.05; ***p<0.01

表 4-7 アニメーターの技術の将来性に関する t 検定 (劇場アニメ市場)

	平均	標準偏差	t 値
手描き	3.06	1.065	
&ハイブリッド	3.26	1.048	-3.112***
&フル 3DCG	3.31	1.059	-2.339**
&Flash	2.22	0.953	7.269***
&立体視	2.69	1.100	3.050***

*p<0.10; **p<0.05; ***p<0.01

表 4-8 専門学校生の技術の将来性に関する t 検定 (劇場アニメ市場)

	平均	標準偏差	t 値
手描き	3.45	0.940	
&ハイブリッド	3.61	0.924	-2.844***
&フル 3DCG	3.19	1.082	3.310***
&Flash	2.63	0.975	11.140***
&立体視	2.95	1.012	6.721***

*p<0.10; **p<0.05; ***p<0.01

・フル 3DCG とその他技術の比較

表 4-9 アニメーターの技術の現在・将来性評価に関する t 検定 (テレビアニメ市場)

	現在評価		将来性評価	
	平均	t 値	平均	t 値
フル 3DCG	2.22		3.08	
&手描き	3.05	-7.494***	2.69	3.280***
&ハイブリッド	2.43	-2.544**	3.16	-0.707
&Flash	2.41	-2.115**	2.74	3.228***
&立体視	1.96	3.002***	2.45	6.129***

*p<0.10; **p<0.05; ***p<0.01

表 4-10 専門学校生の技術の現在・将来性評価に関する t 検定 (テレビアニメ市場)

	現在評価		将来性評価	
	平均	t 値	平均	t 値
フル 3DCG	2.67		2.97	
&手描き	3.21	-7.645***	3.11	-1.871*
&ハイブリッド	2.87	-3.692***	3.47	-7.695***
&Flash	2.74	-1.320	2.76	3.042***
&立体視	2.48	4.199***	2.74	3.569***

*p<0.10; **p<0.05; ***p<0.01

表 4-11 アニメーターの技術の現在・将来性評価に関する t 検定 (劇場アニメ市場)

	現在評価		将来性評価	
	平均	t 値	平均	t 値
フル 3DCG	2.63		3.31	
&手描き	3.26	-6.360***	3.06	2.339**
&ハイブリッド	2.79	-2.173**	3.26	0.508
&Flash	2.26	3.939**	2.22	9.797***
&立体視	2.19	4.428***	2.69	6.274***

*p<0.10; **p<0.05; ***p<0.01

表 4-12 専門学校生の技術の現在・将来性評価に関する t 検定 (劇場アニメ市場)

	現在評価		将来性評価	
	平均	t 値	平均	t 値
フル 3DCG	2.88		3.19	
&手描き	3.36	-7.910***	3.45	-3.310***
&ハイブリッド	3.13	-5.362***	3.61	-6.469***
&Flash	2.67	4.031**	2.63	8.295***
&立体視	2.64	5.154***	2.95	4.191***

*p<0.10; **p<0.05; ***p<0.01

・手描きとフル3DCGのハイブリッド技術とその他技術の比較

表 4-13 アニメーターの技術の現在・将来性評価に関する t 検定 (テレビアニメ市場)

	現在評価		将来性評価	
	平均	t 値	平均	t 値
ハイブリッド	2.43		3.16	
&手描き	3.05	-6.209***	2.69	6.209***
&フル 3DCG	2.22	2.544**	3.08	0.707
&Flash	2.41	0.134	2.74	3.673***
&立体視	1.96	5.015***	2.45	6.856***

*p<0.10; **p<0.05; ***p<0.01

表 4-14 専門学校生の技術の現在・将来性評価に関する t 検定 (テレビアニメ市場)

	現在評価		将来性評価	
	平均	t 値	平均	t 値
ハイブリッド	2.87		3.47	
&手描き	3.21	-6.327***	3.11	5.461***
&フル 3DCG	2.67	3.692***	2.97	7.695***
&Flash	2.74	2.437**	2.76	10.492***
&立体視	2.48	7.390***	2.74	10.181***

*p<0.10; **p<0.05; ***p<0.01

表 4-15 アニメーターの技術の現在・将来性評価に関する t 検定 (劇場アニメ市場)

	現在評価		将来性評価	
	平均	t 値	平均	t 値
ハイブリッド	2.79		3.26	
&手描き	3.26	-5.705***	3.06	3.112***
&フル 3DCG	2.63	2.173**	3.31	-0.508
&Flash	2.26	5.452**	2.22	9.349***
&立体視	2.19	6.246***	2.69	5.323***

*p<0.10; **p<0.05; ***p<0.01

表 4-16 専門学校生の技術の現在・将来性評価に関する t 検定 (劇場アニメ市場)

	現在評価		将来性評価	
	平均	t 値	平均	t 値
ハイブリッド	3.13		3.61	
&手描き	3.36	-5.616***	3.45	2.844***
&フル 3DCG	2.88	5.362***	3.19	6.469***
&Flash	2.67	8.323**	2.63	13.985***
&立体視	2.64	9.373***	2.95	9.794***

*p<0.10; **p<0.05; ***p<0.01

・ 視覚化した技術間比較

図 4-1 アニメーション産業における技術間比較（簡易版）

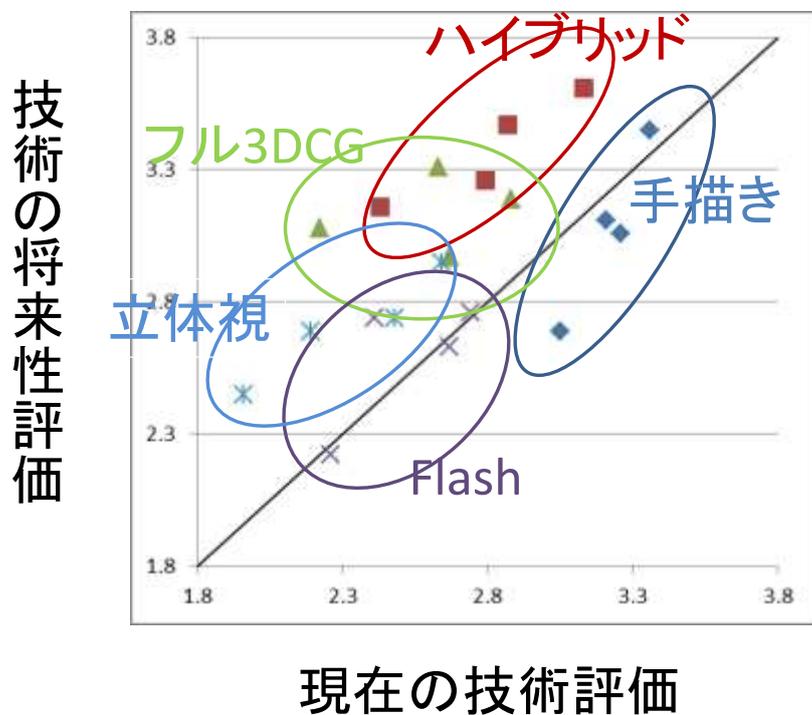
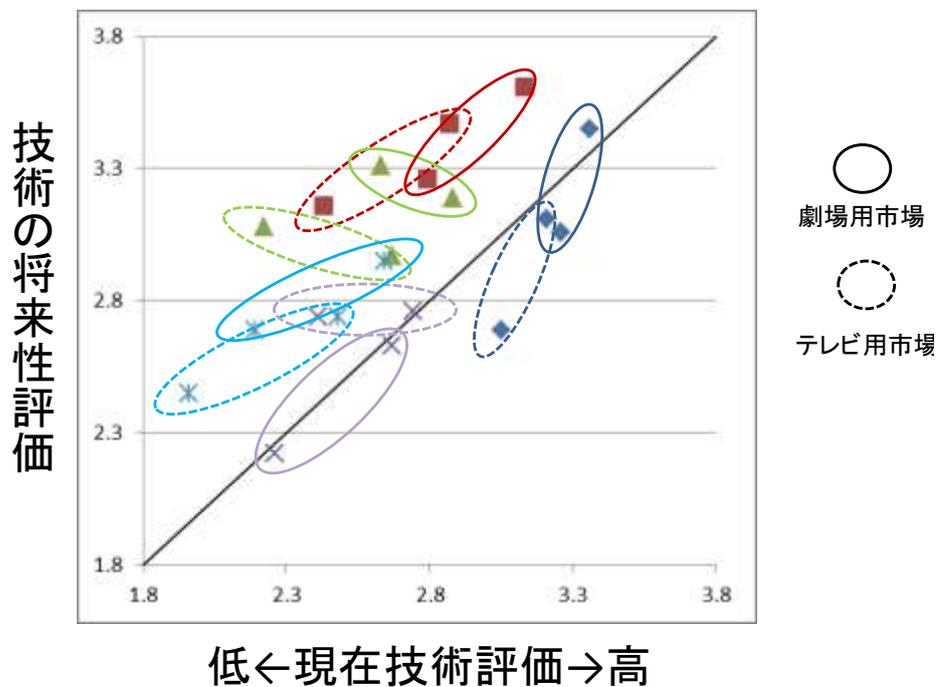


図 4-2 アニメーション産業における各技術の位置づけ（詳細版）



3. 解釈

本節では、第 1 項にてそれぞれの技術の位置づけについて整理したうえで、第 2 項にて前項の解釈を確認し、市場の違い・評価者による違いについて解釈を行うこととする。

(1) 各技術の評価

1) 手描きアニメーション

他技術との比較という観点では、手描きは技術の現在評価については、評価者・市場問わず、どの技術よりも高い結果が得られた。技術の将来性評価については、評価者・市場問わず、共通しているのは、手描きは手描き・3DCG のハイブリッドに比べて評価が低く、立体視に比べては評価が高いということであった。手描きアニメーションは歴史的に確立された技術であり、特に現在評価において、他の新技術に比べて評価が高いのは整合的な結果であると考えられる。

手描き自体のテレビアニメ市場と劇場アニメ市場の評価の比較については、基本的に劇場アニメ市場の評価が高い結果となった。第 3 章でまとめた通り、手描きは質的追及をしやすい技術であるが一方で、コストが相対的に高い技術であるためであると考えられる。劇場アニメ市場の方が、製作費が高く、かつ質が高い作品を求められるため、手描きという既存技術に対して、テレビアニメ市場よりも適合していると考えられる。

2) 手描きと 3DCG のハイブリッドアニメーション

他技術との比較という観点では、手描きと 3DCG のハイブリッドは技術の将来性評価については、アニメーターの 3DCG の将来性評価を除けば、評価者・市場問わず、どの技術よりも高い結果が得られた。現在評価についても、手描きに次いで高い結果を示している。手描きと 3DCG のハイブリッドアニメーションは既にアニメーション産業で十分に普及しており、手描き単体に比べれば欠点はあるものの、これから先の市場を引っ張っていく技術であると考えられる。

手描きと 3DCG のハイブリッド自体のテレビアニメ市場と劇場アニメ市場の評価の比較については、基本的に劇場アニメ市場の評価が有意に高い結果となった。これは手描きアニメーションと同様の傾向である。手描きと同様にフル 3DCG も相対的にはコストの高い技術であるため、その組み合わせであるハイブリッドは、劇場アニメ市場に適合的であると考えられる。ただし、アニメーターの将来性評価ではテレビアニメ市場でも高い値を示しており、テレビアニメ市場という低コストの市場でも手描きアニメやフル 3DCG などよりも期待されていると考えられる。これは手描きと 3DCG の低コストな表現の組み合わせという形で作品を制作することも可能であることによると考えられる。

3) フル 3DCG アニメーション

他技術との比較という観点では、フル 3DCG は、技術の現在評価については、評価者・

市場問わず、手描きや手描きと 3DCG のハイブリッドより低く、立体視より高い結果となった。一方で、Flash との比較でいうならば、テレビアニメ市場ではフル 3DCG の評価の方が低く、劇場アニメ市場ではフル 3DCG の評価の方が高い結果となった。技術の将来性評価については、評価者・市場問わず、Flash・立体視より高い結果となり、またハイブリッドや手描きに対しては専門学校生評価・アニメーター評価でまちまちであるものの、高いと言える結果になっていると考えられる。3DCG は基本的には高品質・高コストな技術であり、劇場アニメ市場と適合的な技術であると考えられる。

フル 3DCG の自体のテレビアニメ市場と劇場アニメ市場の評価の比較については、評価者や現在・将来性を問わず、劇場アニメ市場の評価が高い結果となった。これは手描きアニメーションや手描きと 3DCG のハイブリッド同様の傾向である。手描きと同様にフル 3DCG も質的には優れている面があるものの、相対的にはコストの高い技術であるため、劇場アニメ市場に適合的であると考えられる。

4)Flash アニメーション

他技術との比較という観点では、Flash は、技術の現在評価については、評価者・市場問わず、手描きより低かった。その他の技術については、テレビアニメ市場では、フル 3DCG や立体視に対しては上回る傾向が見られた。一方で、劇場アニメ市場では、評価者問わず、Flash の評価は手描き、ハイブリッド、フル 3DCG より低く、立体視とは差があまりなかった。将来性については、立体視と比べて高いことを除けば、まだ期待できるレベルであるとは言えない。したがって、技術としてはまだ発展が必要であると考えられている可能性がある。ただし、あくまでこれは日本の調査結果であり、全ての国であてはまるわけではない。この点については、補章で取り扱う。

Flash 自体のテレビアニメ市場と劇場アニメ市場の評価の比較については、基本的にはテレビアニメ市場の評価が高い結果となった。これは手描き、手描きと 3DCG のハイブリッド、フル 3DCG とは異なる傾向である。Flash は質的には低いものの、コストはかなり低く抑えられるため、劇場アニメ市場よりは低コストの製作が求められるテレビアニメ市場に向いていると考えられる。

5)立体視アニメーション

他技術との比較という観点では、立体視は、技術の現在・将来性評価が、評価者・市場問わず、手描き、手描きと 3DCG のハイブリッド、フル 3DCG より低かった。ただし、Flash に対しては市場によって異なる結果が得られている。すなわち現在評価については Flash に対しては評価者問わず、テレビアニメ市場では立体視の方が低い結果になったが、劇場アニメ市場ではあまり差は見られなかった。また、将来性の評価については、劇場アニメ市場では、評価者問わず、Flash より高い結果となっている。したがって、技術としてはまだ大幅な発展が必要となる可能性がある。一方で、劇場アニメ市場では Flash よりも高い

評価を得る傾向があり、相対的にみれば、劇場アニメ市場により適合していると考えられる。

立体視自体のテレビアニメ市場と劇場アニメ市場の評価の比較については、評価者や現在・将来性問わず、劇場アニメ市場での評価が高い。劇場アニメーションでは既に立体視用の設備は整っており、実写では導入が始まっている一方で、家庭用テレビにおける立体視はまだ十分に受け入れられているとは言えず、総合的な結果と考えられる。

(2) ハイブリッド技術の位置づけ

前項までまとめた各技術の評価に基づき、本研究が対象とするハイブリッド技術の位置づけについて既存技術である手描きと新技術であるフル 3DCG を比較する形で整理する。

新技術であるフル 3DCG は、将来性という観点に関しては、評価者によって結果が異なっている。具体的には、アニメーターはフル 3DCG の方が将来性が高いと評価しているが、専門学校生は手描きの方が将来性が高いと評価している。しかしながら、現在の技術評価に関しては既存技術である手描きに対して、市場・評価者どの観点からも下回っている。既存技術との比較でいえば、将来性に関して十分に高いとは言えないのに加えて、現在の技術評価が低いのである。

一方で、ハイブリッド技術はどうであろうか。ハイブリッド技術は将来性という観点に関しては、既存技術である手描きに比べて市場・評価者問わずに高いという結果が得られている。この点は評価者によって手描きとの相対的位置付が異なるフル 3DCG に比べるとポジティブな結果が得られていると考えられる。新技術であるフル 3DCG との比較についても、アニメーターの評価は有意な差がないものの、専門学校生の評価ではハイブリッド技術が有意に高い評価が得られており、新技術と比べても悪くない結果になっている。

現在の技術評価に関しては、ハイブリッド技術はフル 3DCG と同様に手描きに比べると市場・評価者問わず低い結果になっている。しかしながら、ハイブリッド技術はフル 3DCG と比べると市場・評価者問わずに有意に高い結果が得られており、現在の技術評価は新技術単体に比べると高いという位置づけになっているのである。

したがって、ハイブリッド技術は有用性があると同時に、組織的導入・ハイブリッド製品の開発には課題も生じるであろうということが推測されるのである。

4. 議論

本節では、本研究の意義として主観的技術評価の在り方について議論したうえで、次章以降の検討内容について指摘する。

(1) 主観的技術評価

本研究では、現在技術評価と将来性という二つの主観的な指標を用いた技術評価を用い

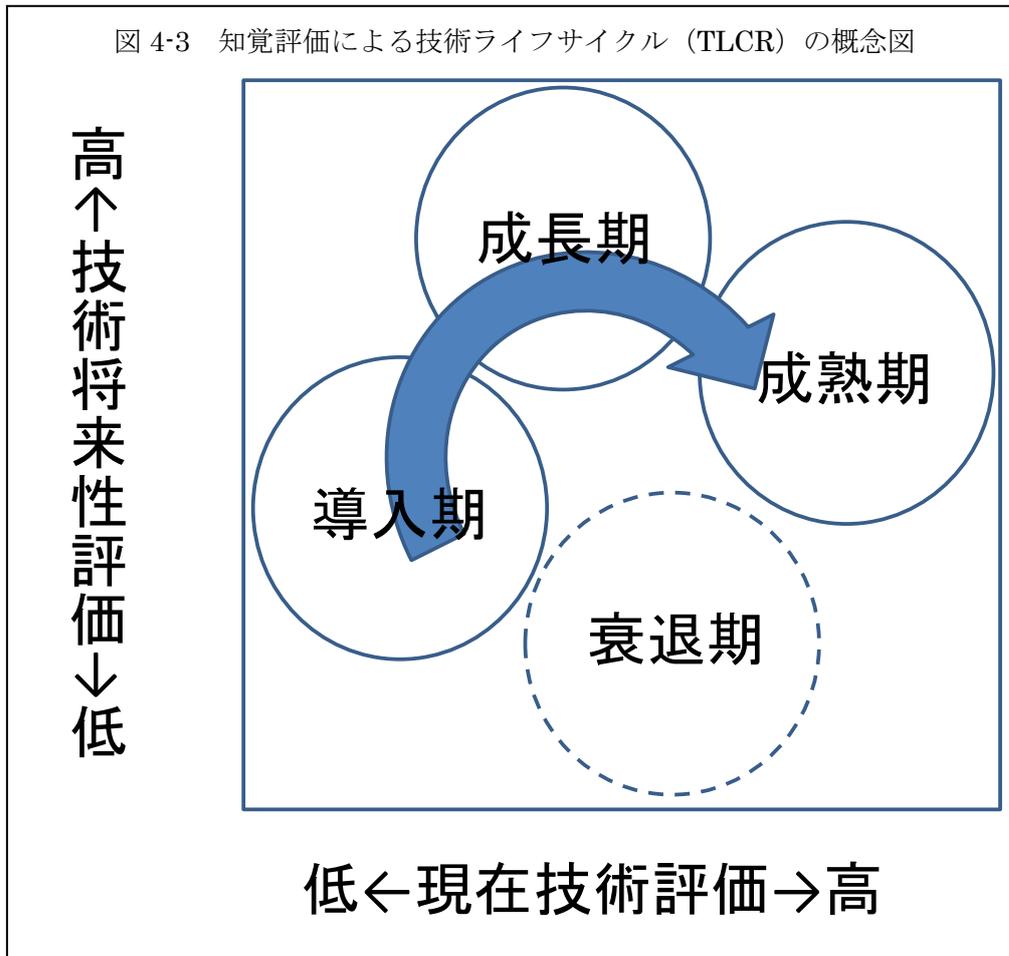
た。技術評価の枠組み、特に技術のライフサイクルという立場から、先行研究を簡単に振り返ったうえで知覚評価による技術ライフサイクル (Technology Life Cycle by Recogniton, TLCR) の可能性について指摘する。

新製品と発売からの時系列的な関係性について、製品ライフサイクル (PLC) に着目したのが Dean(1950)である。Dean(1950)は、製品ライフサイクルのそれぞれの段階における製品の競争的地位によって異なる価格付けをすることを提案しているのである。

製品ライフサイクルでは、製品の市場における状態について、売上の動向によって導入期・成長期・成熟期・衰退期という四つの段階を想定している。ただし、実際の売り上げデータをカウントしづらい同一産業内の複数技術のライフサイクルを決定するにあたって本研究の分析手法を用いることができると考えられる。すなわち、当該時点での評価と将来性の評価という二つの軸から技術の製品ライフサイクルにおける位置づけを整理することができると考えられる。新技術の導入期では将来性はある程度評価されているものの、現状評価はあまり高くはない状態である。成長期に入ると、当該技術が発展するとともに、将来性評価が高まると同時に、現状評価も大きく高まっていく。成熟期になれば、現状評価はさらに高まるものの将来性の評価については落ちていくものと考えられる。そして、衰退期に入れば、将来性の評価が落ち込んでいくと同時に市場からも消えていくであろう。

以上を基に本研究の分析手法を用いて知覚評価による技術ライフサイクル (TLCR) を設定できる可能性がある。(図 4-3)

図 4-3 知覚評価による技術ライフサイクル (TLCR) の概念図



以上の TLCR フレームワークを用いると既存技術としての手描きは、他技術と比較すれば、将来性を評価されているものの、現在評価と比べると下回っているため、技術としては成熟期に位置付けられるものと考えられる。手描きと 3DCG のハイブリッド自体の現在評価・将来性評価の比較については、評価者・市場問わず、将来性評価が現在評価を上回る結果となった。しかも 3DCG と手描き双方の良いところを組み合わせることができるこの技術システムは、将来性評価は手描きよりも上回っており、技術としては成長期に位置付けられるものと考えられる。フル 3DCG 自体の現在評価・将来性評価の比較については、評価者・市場問わず、将来性評価が現在評価を上回る結果となった。将来性評価は手描きよりも高く、手描きと 3DCG のハイブリッドと同様であるため、技術としては成長期に位置付けられるものと考えられる。Flash 自体の現在評価・将来性評価の比較についてもあまり差があるわけではないものの、全般的には評価は低いため、導入期にあると考えられる。立体視自体の現在評価・将来性評価の比較については、評価者・市場問わず、将来性評価が現在評価を上回る結果が得られた。確かに現状では決して評価が高いとは言えない技術ではあるものの、将来性に関しては必ずしも悲観的というわけではない。特に劇場アニメ

市場では評価の値が高く、テレビアニメ市場・劇場アニメ市場ではどちらも導入期ではあるものの、劇場アニメ市場の方が有望な導入期と言えると考えられる。

以上からも明らかな通り、手描き技術が成熟期にあり、ハイブリッドが成長期、フル3DCGが導入期・成長期、立体視・Flashが導入期にあるということが確認される。この点に関しては、第3章で得られた定性的な結果と整合的であると言える。

しかしながら、本研究では、既存研究を基準とした起点を構築できたものの、他の産業で果たしてそれが当てはまるのかは十分に明らかになっていない。導入期のみで成長せず終わってしまうような新技術もあると考えられる。したがって、今後理論的な検討を踏まえたいうで、様々な産業における分析を行っていく必要がある。

(2) 次章以降の検討内容 - ハイブリッド技術の有用性と組織的導入への壁 -

本章からの分析結果からは、ハイブリッド技術の導入という問題を扱うにあたって2つの点が明らかになった。1点目はハイブリッド技術の有用性である。将来性という観点では、ハイブリッド技術は既存技術である手描きに対して上回っており、一部有意ではない結果はあるものの全ての技術の中で一番高い評価を得ているといえる。

そして、2点目は組織的導入における問題である。ハイブリッド技術は現在評価という観点においても新技術であるフル3DCGよりも高い評価が得られている。したがって、組織的に導入を決定する合理性はあると考えられるが、現在評価という観点では手描きに劣ってしまっている。以上に挙げた点から、ハイブリッド技術は有用であるものの、組織的導入・ハイブリッド製品の開発に課題が生じると考えられるのである。

しかしながら、技術評価に関して全体としては低評価であったとしても、第3章でも指摘されたように新技術の導入に関してその技術を高く評価する技術者も少数ながら存在する。そこで、本研究では新技術に対して低い評価を下しがちな技術者に関して、どのような属性を持つ技術者であれば新技術への受容性が高いかについて、第5章で検討する。次に実際の導入マネジメントについて第6章・第7章にて検討することとする。

第 5 章 他技術への受容性の高い技術者の属性

前章では既存技術の技術者は、フル 3DCG やハイブリッド技術といった他技術の現在評価が低くなりがちであることが明らかになった。しかしながら、他技術に高い評価を下す技術者はハイブリッド製品の開発に重要な役割を果たす可能性がある。そこで、第 5 章では他技術を受け入れやすい技術者の属性とはどのようなものであるかについて、組織との関係性を考慮して、アンケート調査に基づいて明らかにしている。

第 1 節では、デジタル作画という新技術を取り扱う理由について説明したうえで、先行研究並びに予備的調査を踏まえ、組織に属する個人の新技术受容に影響を与える要因に関する検証モデルを提示し、仮説と理論的背景について、個人属性、組織適合性、コントロール変数という 3 つの観点から記述する。第 2 節では、分析にあたって用いたデータ並びに、アンケート調査をするにあたっての操作化、特に具体的に用いた質問項目について紹介する。第 3 節では、重回帰分析を行った結果並びに解釈を提示する。第 4 節では、新技術に備える組織について、個人属性と組織適合性の観点からそれぞれまとめたうえで、学術的貢献と限界について記述する。

1. 分析枠組み

(1) 対象技術の選定-デジタル作画-

本章で対象とするのはアニメーション産業のデジタル作画という新技術である。既存技術ではアニメーションを描くのに鉛筆と紙を使っていたのに対し、デジタル作画はアニメーションを描くにあたってコンピュータを活用するもので、ペンタブレットを用いて入力を行う。

本研究ではハイブリッド技術として手描きと 3DCG を対象としている。したがって、3DCG を対象とした研究を行うのが適切である。しかしながら、第 3 章で概観した通り、3DCG は 1980 年代から 1990 年代に実用的に用いられるようになってきているため、3DCG に関する評価を現在の調査から明らかにするのは難しい。なぜならば、3DCG 登場初期と現在とではその評価が異なっていると考えられるからである。その点、デジタル作画は 2000 年になって実用的になってきているものの、まだ十分に普及されているとは言えず、本研究が明らかにしたい新技術を高く評価する既存技術者の属性を分析するにあたって適切なものである。

すぐさまに採用すべきかどうかの判断が難しい新技術については、(1)既存技術に代替するには難しい技術的要素があり⁵⁸、(2)既存技術の優位性が主力セグメントで維持されている(山口, 2007)と考えられる。一方で、(3)新技術を用いることによるメリットが存在する必要がある。

⁵⁸ 加護野・井上(2004)では、情報技術に関してデジタル化できる情報が十分ではないことがあることを主張している。

(1)に関しては、既存技術として用いられている鉛筆（アナログ作画）の質感がペンタブレット（デジタル作画）では十分には表現できないということがある。すなわち、線を描く際に鉛筆で描ける表現量にペンタブレットでは達することができないのである。また、インターフェース上の問題も存在している。鉛筆では直接的にアニメーションが表現されるが、デジタル作画においては一度ペンタブレットを通してディスプレイに間接的に表現されることになる。そのため、直接的に表現する感覚と異なるのである。アニメーションという感性が非常に重要な製品においてこの違いは大きなものとなる。

(2)に関しては、鉛筆と紙を用いて作画を行う既存技術（アナログ作画）の優位性が非常に大きいということである。表現力よりもストーリーが大きな要素を握るような作品では一部にデジタル作画を用いることもあるが、既存の主力セグメントでは既存技術を用いた作品が圧倒的に多い。

(3)に関しては、デジタル作画はコンピュータを活用しているため、無駄を省いた低コスト化が達成できる他、既存の手描き表現では行えないような新たな表現技法を作り出せる可能性も存在する。

(2) 基本モデルの検討

本研究では、個人の新技术受容について大きく二つの観点から検討する。個人属性と個人を取り巻く環境、すなわち属する組織との関係性である。

新技术受容に関する個人属性について、焦点の一つとなっているのが革新性である。Roger (2003)が取り上げた採用革新性、Griffith (1996)が取り上げた思考革新性に加えて、von Hippel (1986)が提唱したリードユーザーの概念は、主にイノベーションマネジメントの分野で用いられている。

新技术受容に関する環境の要因については、大きく二つの議論が存在する。一つは組織のサポートであり、一つは周囲の状況である。組織のサポートについては、個人の新技术の受容にはマネジメントの行動が大きく影響を与えるため (Leonard・Barton and Deschamps, 1988)、ユーザートレーニングやサポートの効果が検証されてきた (Thompson, Higgins, and Howell, 1991)。また、周囲の状況に関しては、影響力が強い個人の意向 (van Raaij and Schepers, 2008)や同僚・上司の使用・説得の状況 (Igarria, Parasuraman, and Baroudi, 1996; Karahanna, Straub, and Chervany, 1999) などが議論されてきた。

これまでの先行研究について踏まえたうえで、新技术の受容に影響を与える要因について包括的なモデルを構築した Schillewaert, Ahearne, Frambach and Moenaert (2005) においても、新技术に密接した個人属性である新技术の性質、新技术受容に関する環境要因である社会的な影響・組織的促進機構、個人属性という4つの概念を用いている。

しかし、以上の先行研究では大きく二つの問題が存在している。一つ目は、革新性について、様々な取り上げられ方をしているものの、それぞれの研究で採用革新性、思考革新性、リードユーザーのうち一つのみ焦点をあてているため、新技术受容という観点から

それぞれの指標が包括されていないということである。このため、組織にとって、どのような革新性を持った人材のどのような新技術受容性が高いのか明確になっているとは言えないのである。

二つ目は、環境要因について、先行研究では、新技術へのサポートやユーザートレーニングといった新技術と密接に関係している環境を対象としているため、個人にとってより普遍的な環境が、新技術受容にどのような影響を与えるかについて十分に検証されていないということである。特に、個人にとって重要な環境である仕事を行う組織との適合性（組織適合性）が、新技術受容にどのような影響を与えるかが明らかになっていない。

以上を踏まえたうえで、本研究では予備的調査を踏まえて検証モデルを決定することとした。

(3) 予備調査

予備的調査は、モデルの妥当性を検証し、新技術の性質、産業の性質について考慮するために、2010年10月から11月にかけて4回実施した。東京都内のアニメーション制作企業4社を訪問し、それぞれ1時間～2時間のインタビューを通じて、現状のアニメーション産業における制作の行い方からデジタル作画を含む新技術に関する動向まで幅広い観点から意見を収集した。

予備調査からはデジタル作画に関する現状やアニメーション産業の性質が明らかになった。まず、デジタル作画に関しては、企業によっては用いられているほか、海外の子会社で大々的に導入されているところもあるが、産業のメインツールとして支配的な地位にあるわけではなく、国内においてはごく少数の採用に限られていることが明らかになった。

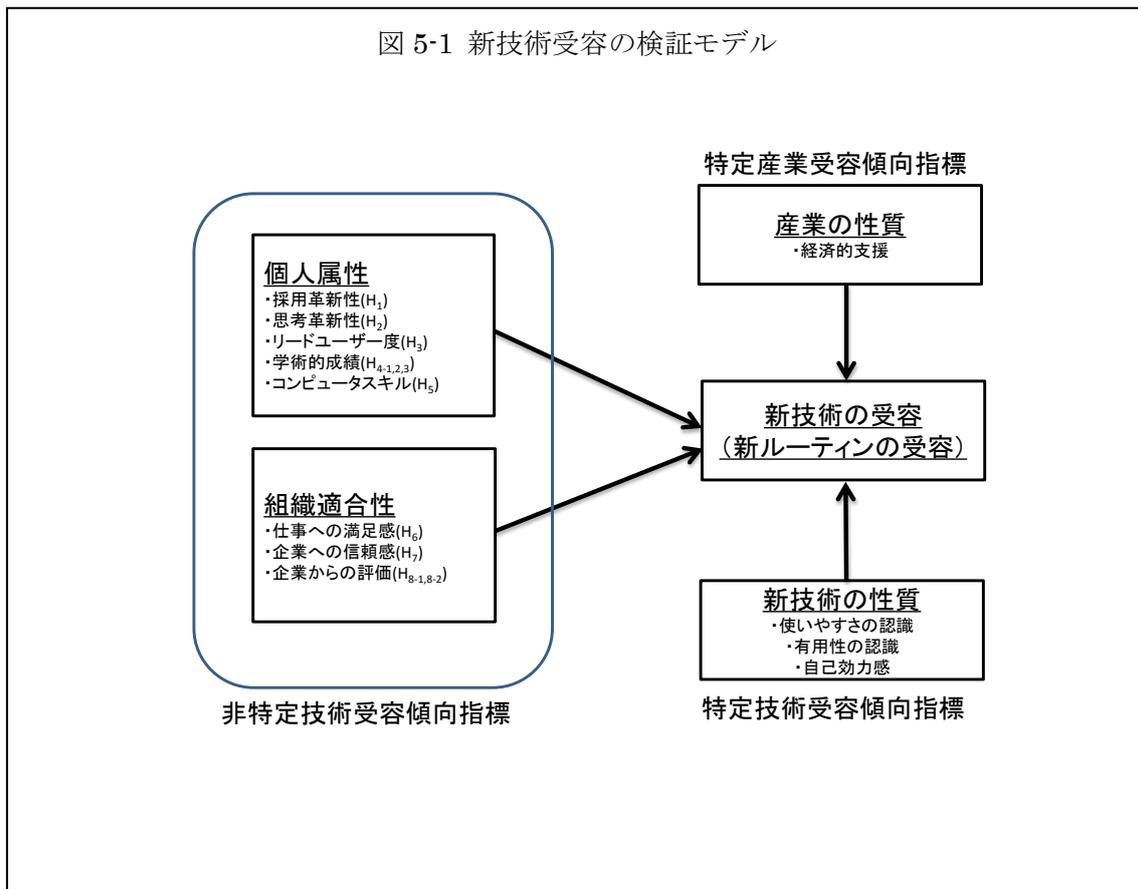
また、アニメーション産業では他産業に比して、特に新人の時には経済的にゆとりがなく、サポートが必要なことが指摘された。企業によっては採用の際に親から支援が得られるかどうかについて確認を取るとの言及もあった。

先行研究と予備的調査から、本研究では検証モデルとして、新技術の受容に影響を与える要素として、個人属性、組織適合性、産業の性質、新技術の性質を用いることとした。

(4) 仮説と理論的背景

本研究で用いる検証モデルが図6-1である。本項では検証モデルに用いた仮説とその理論的背景について記述する。

図 5-1 新技術受容の検証モデル



新技術受容に関する研究において何をもって「受容」とするかについては、技術の内容や様々な状況を想定する必要がある。まず、使用機会という観点から考えるならば、Davis *et al.* (1989)では、新技術の「使用頻度」をもって受容とみなしている。この指標は対象技術を被験者が（程度の差こそあれ）十分に使いこなせるものであり、恒常的に使用の有無を選択できる場合に特に重要である。一方で Rogers(2003)⁵⁹の主張に沿うならば、受容とは新技術の「採用」をもってみなされるものである。したがって、この「採用」は周囲に比べてどれくらい早いかが焦点となる。両者の違いは、「使用頻度」の方が「採用」に比べて成果についてより多くのデータを得られる一方で、調査にあたっては十分な関与を必要とすることである。また、事後的に受容を考察する研究も多くある。Brosnan (1998)などでは新技術を使いこなす「パフォーマンス」を受容とみなしている。ただし、正確なパフォーマンスを実現するにおいては試験等を行うことが必要で、システムに関与しなければならないということが往々にしてありうる。その点を考慮すると、Griffith and Northcraft (1996)などのように新技術をつかひこなす「能力・スキル」、もしくは Gallagher(1974)などで初期の研究がなされた「満足感」を受容とすることも一理ある。

しかしながら、上記のような受容には、一つ的前提が存在する。これはその新技術が世

59 『イノベーションの普及』と冠する書籍としては Rogers(1962)が最初の文献であり、以後多大な影響を与えた。その後改訂が重ねられており、本稿ではその第5版である Rogers(2003)を参考にする。

の中に少なくとも被験者達の間には普及していることである。したがって、世間に普及していない技術については検討を行うことができない。このような状況下で受容の可能性を検討する場合には、二つの指標が考えられる。Kulviwat, Bruner II and Al-Shuridah (2009) で用いられた「受容意図」や Cho and Chan (2008) で用いられた「抵抗感」である。

この二つの指標は、新技術の使用が被験者の自由意思に任されるかどうかによって使い分けられる。新技術の使用が自由意思に任されないというのは、その使用が他者によって決定された場合に拒否することができない状況のことであり、組織内の新技術の使用において見られるものである。なぜならば、組織メンバーにとって新技術は多かれ少なかれ強制されるものであるからである (Ram and Jung, 1991)。したがって、新技術の使用に自由意思が存在しない場合には、使用を強制されることによって発生するであろう「抵抗感」を受容とするのが適切である。逆に、新技術の使用が自由意思に任される場合には、その使用の自由な意思である「受容意図」を受容とするのが適切であろう。

アニメーション産業においても一つの製品をプロジェクトのメンバーが共同で作上げるため、デジタル作画が使用される場合にはプロジェクトメンバーには自由意思はなく、強制されるものであると想定される。したがって、本稿では「抵抗感」を成果指標として用いることとする。

1)個人属性

・採用革新性

採用革新性とは周囲に比べて相対的にイノベーションの受容が早い個人の属性である (Rogers, 2003)。この概念は、対象となる新技術の受容が早いということ自体を定義として含んでしまうと、分析の段階で同語反復に陥ってしまう。ゆえに、特定の新技術の実現された受容と個人の新技術を受容する傾向とは区分する必要がある (Midgley and Dowling, 1978; Schillewaert *et al.*, 2005)。本稿では、デジタル作画という新技術を対象とするが、前述の通り、これは十分に普及した技術ではない。そのため、採用革新性が実現された受容として扱われることはなく、新技術を受容する傾向として処理することができる。したがって、本稿では以下の仮説を設定する。

仮説 1：採用革新性の高さは、新技術への抵抗感に負の影響を与える。

・思考革新性

思考革新性とは、より良く物事を実行するにあたって既存のやり方を改良するというよりは異なるやり方を作り出す能力である (Kirton, 1976)⁶⁰。革新性、すなわ

⁶⁰ Kirton(1976)では、既存のやり方の改良を改良していく個人を適合者 (Adapter)、異なるやり方を作り出す個人を革新者 (Innovator) と呼んでいる。革新性という概念については様々な研究がそれぞれ独自の定義を行っているが、本稿では革新性を、採用革新性・思

ち、“innovativeness”という概念が用いられるときには、前述した採用革新性として用いられることが多いが、採用が早いという意味での革新性と思考の行い方が新しいという意味での革新性は異なるものとして議論されるべきであろう。思考革新性を用いて新技術の受容について分析した研究も見られる（Griffith *et al.*, 1996）。本稿は十分に普及していないデジタル作画を対象とするため、採用革新性という概念では十分な説明を行えない可能性が否定できず、思考革新性の概念が有効となりうる。したがって、本稿では、以下の仮説を設定する。

仮説 2：思考革新性の高さは、新技術への抵抗感に負の影響を与える。

・リードユーザー度

リードユーザーは、市場において一般的になるであろうニーズにその数か月前か数年前に直面しており、さらに、そのニーズに対する解決策を得ることによって著しく利益を得る特徴を持つと定義されている（von Hippel, 1986）。リードユーザーは周囲より早く新技術の効用を認識している。この点において採用革新性と類似した概念であるが一方で、採用革新性にはない新技術から得られる利益に着目している。デジタル作画のように、その利益についていまだに明瞭ではない新技術についてはリードユーザーのような概念を検討する必要がある。したがって、本稿では、以下の仮説を設定する。

仮説 3：リードユーザー度の高さは、新技術への抵抗感に負の影響を与える。

・学術的スキル

学術的スキルと新技術の受容については正の関係があることが指摘されている（Rogers, 2003; Gomez, Egan and Bowers, 1986）。一方で、既存研究で指摘されているような教育期間の長さのような属性は同じような学歴を経ている被験者群に対しては適切とは言えない可能性がある。そこで、本稿では学歴ではなく、学校時代の成績について着目することとする。しかし、総合成績として見た場合、どのような科目の能力が新技術の受容について影響を与えるかは不明瞭になる。したがって、学術的スキルと新技術の受容の関係を分析するためには、個別の科目の能力を考慮しなければならない。本稿では取り扱う学術スキルを、文科系科目、理科系科目、芸術系科目の3つに分類する。Rogers(2003)が着目した読み書き能力や読書スキルについては文科系科目の能力が対応すると考えられる。また、デジタル作画における情報技術の側面を見るならば、理科系科目の能力が影響を与えることが考えられる。一方でデジタル作画は表現技法の一つであり、文科・理科だけでなく、芸術系科目の能力についても考慮する必要がある。以上を踏まえたうえで、本稿では以下の仮説を設定する。

考革新性と細分化して設定したうえで議論を行う。

仮説 4-1：文科系科目の成績の良さは、新技術への抵抗感に負の影響を与える。

仮説 4-2：理科系科目の成績の良さは、新技術への抵抗感に負の影響を与える。

仮説 4-3：芸術系科目の成績の良さは、新技術への抵抗感に負の影響を与える。

・コンピュータリテラシー

一般にコンピュータリテラシーといえば、コンピュータを操作する能力を指す。先行研究ではコンピュータへの不安感という概念によって新技術受容への影響について分析が行われている（Gilroy and Desai,1986; Igarria and Charkrabarti,1990, etc.）。コンピュータへの不安感とはコンピュータを使用する可能性がある状況に直面した時に個人が感じる心配や恐れである（Simonson, Murer, Montag-torardi and Whitaker 1987）。コンピュータが広く普及し始めた頃、その有用性は認識されていたものの、実際の使用には至らないことに関して、先行研究ではその要因の一つにコンピュータへの不安感を取り上げたのである。本稿においては従属変数が抵抗感であることを考慮して以下の仮説を設定する。

仮説 5：コンピュータリテラシーの高さ（コンピュータへの安心感の高さ）は、新技術への抵抗感に負の影響を与える。

2)組織適合性

・仕事の満足感

仕事の満足感とは、個人の仕事の満足感のことを示す。個人が職場に適合しているかについての一つの指標が仕事との親和性であり、その適合性を測る一つの指標が仕事の満足感であると考えられる。また、武石・青島・軽部(2008)では、満足感が低い、すなわち危機感が高いことで、組織におけるイノベーションへの資源配分が進むようになることを指摘している。本稿においてもこの議論を個人の仕事の満足感についても適用することとし、以下の仮説を設定する。

仮説 6：仕事の満足感の高さは、新技術への抵抗感に正の影響を与える。

・企業への信頼感

企業への信頼感とは、個人の企業への信頼感のことを示す。信頼感とは相手が自分を搾取しようとする意図をもっていないという期待のうち、相手の人格や相手が自分に対しても感情についての評価に基づく期待のことをさす（山岸, 1998）。先行研究では信頼感を持つ相手が導入したい新技術について個人は受容傾向が高まることが示されている（Morgan and Hunt, 1994; Gefen, Karahanna, and Straub, 2003）。一方で、これまでの研究では個人が自らの仕事を行う企業に対して信頼感を持っているときに、新技術に対して

肯定的になるかどうかは議論されていない。そこで、本稿ではその検証をかねて、以下の仮説を設定する。

仮説 7：企業への信頼感の高さは、新技術への抵抗感に負の影響を与える。

・企業からの評価

仕事の満足感・企業への信頼感が、個人が評価した個人の組織との適合性を示す指標であるのに対して、企業からの評価は組織が評価した個人の組織との適合性を示す指標である。本稿では、企業からの評価に関しては昇進速度と収入の高さという二つの指標を導入する。二つの指標を導入するのは、予備調査を通して、日本のアニメーション産業では、他産業に比べて基本的に賃金が低かったり、昇進することで新たな技能が必要になったりといった事情が存在することが明らかになり、二つの指標の間で違う結果が得られる可能性が想定されたためである。したがって、本稿では以下の仮説を設定する。

仮説 8-1：昇進速度の速さは、新技術への抵抗感に正の影響を与える。

仮説 8-2：収入の高さは、新技術への抵抗感に正の影響を与える。

3)コントロール変数

本稿ではコントロールすべき要因について、新技術の性質への認識（新技術の性質）、並びに、産業特殊な要因（産業の性質）の二つを考慮することとする。

・新技術の性質

新技術の性質への認識として、Davis(1989)や Davis *et al.*(1989)では、情報技術の受容に関して、直接的に影響を与える要因として二つ挙げている。一つは新技術の有用性の認識であり、一つは使いやすさの認識である。有用性の認識とは、個人が対象技術を用いることでどの程度パフォーマンスを上げることができるかということに関する自己認識である。使いやすさの認識とは、個人が対象技術を用いることにどれくらいのコストがかかるかということに関する自己認識である。彼らの研究以降、多くの研究においてこの二つの要因と新技術受容の関係について分析がなされてきた (Adams, Nelson, and Todd, 1992 ; Gefen, *et al.*, 2003, etc.)。また、新技術を実際に扱えるかどうかの認識という観点からは自己効力感という概念が検証に用いられている。自己効力感とは、ある成果を出すために必要な行動をうまく行うことができるという信念を持っている程度である (Bandura, 1977)。Bandura(1977)によれば、自己効力感が高ければ、それ以前と異なる手法を用いることになるある行動に対して努力を惜しまなくなるとされる。この概念は多くの研究分野で用いられているが、新技術の受容、特に情報技術やコンピュータの使用の場合においても、新技

術を受容するという行動への自己効力感を測定することで、その受容を分析する研究もなされている (Compeau and Higgins 1995; Igarria and Iivari, 1995, etc)。

以上から、本稿では新技術の性質の認識について、有用性の認識、使いやすさの認識、自己効力感の三つの要因をコントロール変数として用いることとする。

・産業の性質

予備調査の結果、日本のアニメーション産業特異な要素として、他産業に比して特に新人の時には経済的なサポートが必要であることが指摘された。経済的サポートにより、個人が新技術受容行動についても積極的になる可能性がある。したがって、本稿においては経済的支援として、親の支援をコントロール変数として用いることとする。

2. 分析概要

(1) データ

仮説を検証するために、アニメーターを対象とする質問票調査が行われた。この調査は平成 22 年度経済産業省委託事業「コンテンツ産業人材発掘・育成事業（アニメ人材基礎力向上事業）」の調査研究の一環として行われた。本稿においてはこの調査データの一部であるアニメーターに関する質問票を使用する。

質問票作成は、予備調査を踏まえたうえで、2010 年 11 月から 12 月にかけて行われた。質問票はまず、プロジェクトメンバーでワーディングの調整を行い、また数名の経営学者を交えて検討を行った。次に学生を対象に実際に入力してもらい、同時に、実務家によるチェックを経た上で完成した。質問票は 2010 年 12 月から 2011 年 2 月にかけて 6 社の企業に対し、担当者を通じて 204 名に配布された。回収率は約 75% (153) であり、欠損値を除いた値は 124 で、回答者の平均年齢は 29.4 歳、男女比は男性が 47.3%、女性 52.7% であった。

(2) 操作化

検証にあたって用いたほとんどの項目において、「1.まったくあてはまらない」から「5.とてもよくあてはまる」までの 5 点のリッカート尺度が用いている。分析にあたっては、「抵抗感」、「採用革新性」、「思考革新性」、「リードユーザー度」、「学術的スキル（文系成績・理系成績・芸術成績）」、「コンピュータリテラシー」、「仕事の満足感」、「企業への信頼感」、「企業からの評価（昇進速度・収入）」、「有用性の認識」、「使いやすさの認識」、「自己効力感」、「経済的支援」という 16 の指標を用いている。

このうち、「抵抗感」、「採用革新性」、「思考革新性」、「リードユーザー度」、「コンピュータリテラシー」、「仕事の満足感」、「企業への信頼感」、「有用性の認識」、「使いやすさの認識」、「自己効力感」に関しては複数の質問項目からなり、それぞれ算

術平均を行う処理をしている。

具体的な質問項目並びに参考にした研究をまとめたのが表 5-1、表 5-2 である。構成概念が設定されている場合には信頼性係数（クロンバック α ）を測定し、その値を高めるために適宜質問項目を除外している。

表 5-1 質問項目リスト①

指標	質問項目に関する 参考研究	平均値	標準偏差	信頼性係数	質問項目リスト
抵抗感	Ellen et al.(1991) Cho and Chang (2008)	2.84	0.85	0.87	私はもし、可能ならば、デジタル作画は拒否したい。 私はデジタル作画を使い続けることには反対だ。 私はデジタル作画について批判的な考えを持っている。 私はデジタル作画には不満だ。 私はデジタル作画ではなく、アナログ作画を行うことのほうが仕事の質が高いと考えている。 私はデジタル作画を使うことよりもアナログ作画にこだわりたい。
採用革新性	Schillweart et al.(2005) を基にvan Raaji and Scherpers (2008)が改良した項目	2.67	0.80	0.84	私は新しい技術・製品について周囲の中では初めに使いがちである。 私は新しい技術・製品について周囲の中では最初に発見しがちである。 私は新しい技術・製品について受容度が高いと思う。 私は新しい技術・製品について聞いた時、それをなんとか試みようとする。 私は一般的に新しい技術を試すことのためにためらいがある。 ¹⁾
思考革新性	Craig and Ginter (1975) を参考に新たに尺度化	3.48	0.84	0.85	私は新しいやり方を経験するのが好きだ。 私は新しいアイデアについて考えをめぐらすのが好きだ。 私は新しかったり、異なったりすることに挑戦するのが好きだ。 私は新しい製品を見つけた時、それがどのようなものであるか知るためにその製品を購入する。 ²⁾
リードユーザ一度	Morrison et al. (2000)	1.86	0.67	0.82	私は映像制作で生じた問題の解決策の実現が、周囲の人より早い。 ²⁾ 私は映像制作のための技術・技法を採用することで、周囲の人より得している。 私は映像業界の最先端にいる。 周囲の人、私が業界の最先端にいると認識している。 私は映像制作のための技術・技法の実用化においても先駆者である。 私は映像制作のための技術・技法の開発にあたって、何らかの提案をしたことがある。 私は映像制作のために試作段階の技術・技法を使ってみる。
文系成績		3.19	1.25		私は文系科目の成績が良かった方だ。
理系成績		2.58	1.31		私は理系科目の成績が良かった方だ。
芸術成績		3.92	0.96		私は芸術科目の成績が良かった方だ。
コンピュータリテラシー	van Raaji and Scherpers (2008)のRS	4.09	1.10	0.94	私はコンピュータを使うと、間違ったキーをたたくことでたくさんの情報を失ってしまうことを恐れている。 ¹⁾ 私はコンピュータを使うことに不安を覚えている。 ¹⁾ 私はコンピュータを使うことに多少怯えている。 ¹⁾

表 5-2 質問項目リスト②

指標	質問項目に関する 参考研究	平均値	標準偏差	信頼性係数	質問項目リスト
仕事への満足感	Cho and Chang (2008)	3.25	0.54	0.73	私は仕事に誇りを持っている。 私は仕事から受け取る賃金に満足している。 私の仕事は十分な多様性を持っている。 私の仕事は新しいスキルを必要とするものである。 私は仕事において自主的に考えたり、行動したりすることができる。 仕事は私に積極的な挑戦を与えてくれる。 私にとって仕事量は適切である。 私は仕事を与えてくれる機会に満足している。
企業への信頼感	山岸(1998)	2.88	0.65	0.78	私は仕事をしている企業の一員であることを実感することが多い。 私は仕事をしている企業に喜んで骨をうずめたい。 私は仕事をしている企業の理念に共感している。 私が仕事をしている企業は、私を公正に扱ってくれている。 私が仕事をしている企業との約束は信頼できる。 私が仕事をしている企業は、自分のために犠牲を払ってくれたことがある。 私が仕事をしている企業は、私を大事にしてくれている。
昇進速度		2.03	1.01		私は同年代の同業者に比べて、キャリアアップのスピードが早い。
収入		2.33	1.25		私は同年代の同業者に比べて収入が高い。
有用性の認識	Davis et al.(1989)	2.49	1.05	0.95	私はデジタル作画を用いることで、自分の仕事のパフォーマンスが上がると思っている。 私はデジタル作画を用いることで自分の仕事の生産性が上がると思っている。 私はデジタル作画が自分の仕事の効果を高めると思っている。 私はデジタル作画が自分の仕事において有用であると思っている。
使いやすさの認識	Davis et al.(1989)	2.26	0.83	0.87	私はデジタル作画は使いやすいと思っている。 私はしたいことをするためにデジタル作画は使いやすいと思っている。 私はデジタル作画は明快で理解しやすいものであると思っている。 私はデジタル作画は精神的な負荷をあまり必要としないと思っている。
自己効力感	Ellen et al.(1991) Cho and Chang (2008)	2.65	0.84	0.92	私はデジタル作画を行うことになった場合、その理解は早いだろう。 私はデジタル作画を行うことになった場合、必要な能力があるだろう。 私はデジタル作画のソフトウェアがアップデートされても、その理解は簡単だろう。 私は同じ時期にデジタル作画を始めた同業者よりもデジタル作画をうまく行うことに自信がある。 私はデジタル作画のソフトウェアの新しい機能について自分で使いこなせるだろう。
経済的支援 (親の支援)		0.16	0.53		親と同居している。 ³⁾
¹⁾ RSを採用している。					
²⁾ 信頼性係数向上のために分析においては除外している。					
³⁾ 「はい」「いいえ」という選択肢を設定し、「はい」=1「いいえ」=0という処理を行っている。					

3. 結果

(1) 実証結果

相関係数について記述したのが表 5-3 であり、重回帰分析を行った結果が表 5-4 である。その結果として、多くの仮説が支持されている。個人属性については、仮説 2(思考革新性)、仮説 4-1(文系成績)、仮説 4-2(理系成績)、仮説 5(コンピュータリテラシー)が支持された。一方で仮説 3(リードユーザー度)、仮説 4-3(芸術成績)は棄却され、仮説 1(採用革新性)は有意な結果は出なかった。組織適合性については、仮説 6(仕事の満足感)、仮説 7(企業への信頼感)、仮説 8-2(収入)が支持された。一方で仮説 8-1(昇進速度)は棄却された。

すなわち、新技術受容に対して思考革新性、文系成績、理系成績、コンピュータリテラシー、企業への信頼感、昇進速度が正の影響を、リードユーザー度、芸術成績、仕事の満足感、収入が負の影響を与えるということである。

表 5-3 相関係数表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
変数	1														
1. 抵抗感	1														
2. 採用革新性	-0.22**	1													
3. 思考革新性	-0.24**	0.49**	1												
4. リードユーザー	0.06	0.31**	0.34**	1											
5. 文系成績	-0.12	0.08	0.21**	0.09	1										
6. 理系成績	-0.13	0.05	0.06	0.10	-0.25**	1									
7. 芸術成績	0.07	0.15	0.21**	0.22**	0.47**	-0.14	1								
8. コンピュータリテラシー	-0.34**	0.45**	0.19**	0.05	0.01	0.11	0.12	1							
9. 仕事満足度	0.07	-0.03	0.21**	0.14	0.18**	0.07	0.21**	0.08	1						
10. 企業への信頼感	-0.11	-0.04	0.00	0.00	0.15	0.00	0.09	0.04	0.46**	1					
11. 昇進速度	-0.18**	0.15*	0.23**	0.31***	0.12	-0.01	0.36**	0.17*	0.22**	0.11	1				
12. 収入の高さ	0.04	0.22**	0.22**	0.26**	0.23**	0.08	0.26**	0.00	0.17*	0.11	0.40**	1			
13. 有用性の認識	-0.42**	0.23**	0.27**	0.14	0.16*	-0.07	0.06	0.04	0.03	0.12	0.10	0.18**	1		
14. 使いやすさの認識	-0.43**	0.32**	0.20**	0.03	0.14	0.03	0.18**	0.12	0.06	0.14	0.13	0.15*	0.61***	1	
15. 自己効力感	-0.16*	0.46***	0.17*	0.07	0.16*	0.11	0.15	0.48**	0.17*	0.09	0.18**	0.20**	0.17*	0.33***	1
16. 経済的支援	0.15*	0.03	-0.04	0.01	-0.01	-0.10	0.01	-0.14	-0.02	0.10	-0.16*	-0.15*	-0.10	0.10	-0.16*

*p<0.10; **p<0.05; ***p<0.01

表 5-4

デジタル作画への抵抗感についての回帰結果(N=124)					
説明変数	B (標準誤差)	VIF ¹⁾			
	定数	4.22 (0.48) ^{***}			
1. 個人属性	採用革新性	0.01 (0.11)	2.14		
	思考革新性	-0.16 (0.09) [*]	1.61		
	リードユーザー度	0.17 (0.10) [*]	1.38		
	文系成績	-0.15 (0.06) ^{***}	1.50		
	理系成績	-0.11 (0.05) ^{**}	1.19		
	芸術成績	0.21 (0.08) ^{***}	1.57		
	コンピューターリテラシー	-0.25 (0.07) ^{***}	1.57		
2. 組織適合度	満足感	0.31 (0.13) ^{**}	1.51		
	信頼感	-0.17 (0.10) [*]	1.37		
	昇進速度	-0.21 (0.07) ^{***}	1.47		
	収入	0.126 (0.05) ^{**}	1.41		
3. コントロール変数 新技術の性質	有用性の認識	-0.16 (0.08) ^{**}	1.90		
		-0.32 (0.10) ^{***}	2.03		
	自己効力感	0.18 (0.09) [*]	1.72		
		産業の性質	経済的支援	0.19 (0.12)	1.22
			R ²	0.50	
修正済みR ²	0.44				
F値 (有意確率)	7.33 (0.000)				
*p<0.10; **p<0.05; ***p<0.01					

¹⁾ VIF (variation inflation factor) は多重共線性診断のための指標である。本稿のVIF最大値は2.144でNeter et al. (1996)の指摘する10を下回っているため、多重共線性の可能性を排除できる。

(2) 解釈

・個人属性

個人属性については、採用革新性（仮説 1）、思考革新性（仮説 2）、リードユーザー度（仮説 3）はそれぞれ相関が見られるものの、結果は三者三様であった。思考革新性が新技術受容について肯定的な結果を示した一方で、リードユーザー度は新技術受容について否定的な結果を示し、採用革新性については有意な結果は示されていない。

デジタル技術はデジタル化できる情報が現状で十分ではなく、既存技術である手描きに対して劣っている側面がある。一方で、コンピュータを介在させることで、手描きでは想定されていないような新たな表現技法（新しい手法）を可能にする可能性がある。したがって、デジタル作画のような新技術は、思考革新性のような新しい手法を好む・新しい手法を生み出すことを好む属性を持つ個人に受け入れられる傾向があると考えられる。

採用革新性に関しては、デジタル作画（新技術）の新たな活用法を生み出すことまでは想定されていないために、有意な結果が得られなかったと考えられる。また、リードユーザーは、既存技術である手描きが持つ問題については、現状のデジタル作画を用いることでは達成できないという側面を評価して、否定的な結果につながったと考えられる。

芸術科目の成績は、一般的な手描き表現に対して評価が高いということである。デジタル作画には、コンピュータが介在することで、手描きで行えていたことができなくなるという側面があるため、手描き表現が得意な人物との適合性が良くなかったと考えられる。ゆえに、通常の芸術系科目の成績が良い人物にとってはデジタル作画が受け入れにくいと考えられる。

・組織適合性

組織適合性が新技術受容に与える影響については以下の結果が得られた。仕事満足感（仮説 6）と企業への信頼感（仮説 7）、昇進速度（仮説 8-1）と収入（仮説 8-2）の間でそれぞれ相関が見られるものの、新技術に与える影響に関しては、企業への信頼感（仮説 7）・昇進速度（仮説 8-1）が肯定的な結果を示す一方で、仕事満足感（仮説 6）・収入（仮説 8-2）が否定的な結果を示している。

信頼感と満足感は、個人の新しいルーティンを含む自由な行動に対する企業との適合性、並びに既存ルーティンを含む現在の活動に対する企業との適合性の双方を含んでいると推察される。その中で信頼感は前者の要素が強く出て新技術受容に肯定的な結果を示す一方で、満足感は後者の要素が強く出て新技術受容に否定的な結果を示したと考えられる。

また、昇進速度と収入は、企業の将来の個人能力への評価並びに企業からの現在の個人能力への評価であると推察される。その中で昇進速度は前者の要素が強く出て新技術受容に肯定的な結果を示す一方で、収入は後者の要素が強く出て新技術受容に否定的な結果を示したと考えられる。

4. まとめ

(1) 新技術受容に積極的な技術者

本稿では新技術の受容性が高まる個人属性について分析を行った。採用革新性に加えて思考革新性、リードユーザーといった指標を検討したところ、新技術の受容について三者三様の結果が得られた。

採用革新性について、本稿では Rogers (2003)のイノベーション普及の議論における革新的採用者（イノベータ）のような初期採用者の属性を更に精緻化している。デジタル作画のような新技術は、現状で既存技術に劣る面がある一方で、既存技術にはできない新たな活用法の可能性が存在する。このような特性を持った新技術に関して、採用革新性の属性は、新技術の受容性を高めることには貢献するとは限らないということである。

また、リードユーザーに関しては、Franke and Shar (2003)や Lühje (2004)では、イノベーションとリードユーザーの関係性を指摘しており、また小川(2007)においてもリードユーザーとメーカーの共同によるイノベーションを指摘している。本稿では間接的にイノベーションを行うユーザーと新技術受容の傾向を否定する結果となった。本稿の結果からは、リードユーザーが行ったり、受容したりする技術的イノベーションについて、二つの特徴があると考えられる。一つは既存技術の欠点を解決すること、一つは欠点が少ない新技術を生み出すことである。両方の特徴を満たさない新技術の場合には受容に関して肯定的な結果が出るとは限らないのである。今後、リードユーザーが行うイノベーションや受容する新技術の特性について、更なる分析を行う必要がある。

最後に、思考革新性については、新技術の受容という観点のみならず、新ルーティンの構築や受容も高める可能性がある。したがって、思考革新性は新技術の受容だけではなく、新ルーティンを余儀なくされるような新事業の立ち上げや文化の違う海外での事業に適應する個人にも適用できる可能性があり、将来の研究課題となるであろう。

(2) 技術導入における技術者と組織の関係性

本稿では、新技術の導入がまだ決まっていない企業を対象とし、個人の新技术受容傾向を分析した。得られた結果は、新技術と直接関係がない現状を示す個人の組織との適合性を測ることで、マネジメントが決めたことに従おうとするという協力意向を排除したうえで、新技術への受容性が高い組織適合性とは何かを示していると考えられる。

本稿は、新技術受容と組織適合性の相性を調べるにあたっては、満足感と信頼感という類似した概念を導入した。結果として、新技術受容傾向について前者が負に、後者が正に影響を与えることを示した。

一般に従業員の満足感が上がるメリットとして、業績向上と顧客満足向上が挙げられる。ただし、業績向上については、Schneider, Hanges, Smith and Salvaggio (2003)が、従業員満足感が業績を高める影響より、業績が高まることで従業員満足感が高まる影響が強い

ことを指摘している。本稿では、企業が更なる業績向上のために新技術を導入する時、従業員の満足感が高い場合に新技術への抵抗感が高いことを示している。

また、そもそも、従業員満足を向上させることで顧客満足向上につなげるという施策についても、Christensen (1997)では、顧客志向によりイノベーションが妨げられるとの指摘がある。本稿では従業員の満足感が高いことが顧客志向・顧客満足向上につながり、新技術を妨げる可能性があることを指摘している。

新技術が多く発生しないような成熟した産業・時期においては、従業員満足が高い状態が好ましいと考えられるものの、様々な新技術が発生しているような産業・時期においては、それが必ずしも好ましいとは限らないのである。

この対処の一つとして考えられるのが、武石・青島・軽部 (2008)において指摘されている危機感の概念をマネジメントに導入することである。しかしながら、これは必ずしも簡単なことではなく、従業員満足が高いことによるメリットを享受できなくなる。

この時、本稿が提案するのは信頼感を導入することである。企業が従業員からの信頼感を獲得することで従業員満足に反することではなく、新技術を含む様々なイノベーションに対応することを可能になると考えられる。

(3) 組織の技術導入マネジメントへの提起

本章では新技術受容に積極的な技術者の属性について明らかにした。第3章や第4章でも指摘したように新技術に関して既存技術者は抵抗する傾向がみられると考えられる。具体的には第3章では過去の事例において他技術にも関心を示すような技術者が企業内でうまく力を発揮できない事例を示し、第4章では様々な新技術に関して既存技術者の評価が低くなる傾向があることを示した。しかしながら、ハイブリッド技術を製品開発に用いる際に他技術受容に積極的な技術者が重要となる可能性がある。本研究ではこのように他技術の受容に積極的な技術者のことを適応的技術者と名付けることとする。実際の組織におけるハイブリッド技術の活用において、適応的技術者がどのような役割を果たすのかについて検討する必要がある。

第6章・第7章では適応的技術者がいかなる役割を果たすのか、またどのような組織的支援が重要であるのかについて憂慮しながら、実際の事例を分析することとする。

第6章 既存企業における新技術活用 - 3DCG 内製化によるハイブリッド製品の開発 -

これまでの議論では、ハイブリッド技術が有用ではあるものの、既存技術である手描きに比べると現在評価が低いため、導入は容易ではないことが明らかになった。したがって、いかに組織的にハイブリッド技術をマネジメントするかが重要であることが示されている。そこで第6章・第7章では、実際にハイブリッド技術を活用している事例を分析する。第6章では新技術を内製化している事例、第7章では新技術を外注している事例を対象として、それぞれのハイブリッド製品開発について比較を行うことになる。

第1節では、分析を行う前にアニメーション制作工程について提示する。具体的には情報技術導入前のアナログアニメーション並びに情報技術を導入した後のデジタルアニメーションの制作工程である。第2節では、①新技術部門設立、②新技術部門運営体制確立、③他部門との協業体制確立という三つの段階からなる分析の視点を提示する。第3節では、対象技術である3DCGと手描きのハイブリッド技術について、3DCGと手描きの違いを明らかにするためにその違いについて焦点を当てて整理する。第4節では、ハイブリッド製品開発を行うための企業行動について、分析枠組みに基づいて、事例を整理する。第5節では、ハイブリッド製品の開発において、重要な要素として新技術部門マネージャーと適応的技術者の働きについて明らかにする。

1. アニメーションの制作工程

(1) アナログアニメーションの制作工程

アナログ技術のアニメーションは日本においても戦前におおよその技術が固まったと考えられる⁶¹。本項では、コンピュータ導入以前のアナログアニメーションの制作工程についてまとめる(図6-1)。アニメーションの制作工程は、プリプロダクション(企画～絵コンテ)、プロダクション(レイアウト～撮影・エフェクト)、ポストプロダクション(現像・プリント～完成)という三つの段階から成っている。

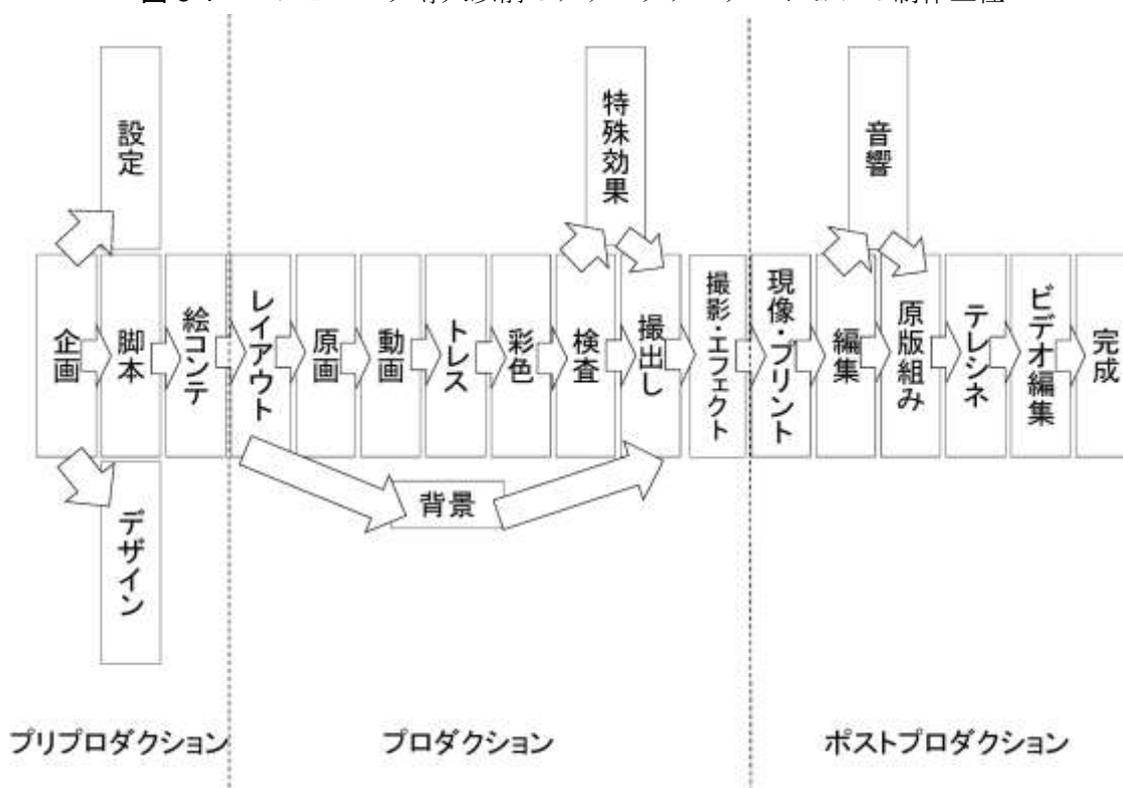
第一段階のプリプロダクションには、企画、設定・脚本・デザイン、絵コンテまでの作業がある。企画では、制作の中心となるスタッフが集まり、どのような作品を作り出すかについて意見を出し合い、企画書にまとめていく。日本のアニメーションでは、資金調達において製作委員会方式⁶²を取ることが一般的であるように、複数の企業が関わってくる。したがって、企画の段階では、制作会社だけではなく、原作・著作権者並びにその関連法人、テレビ局・ビデオメーカー、広告代理店といった主体が主導する場合がある。

⁶¹ 前述したセル画の素材や後述するトレスマシンなど戦後に広まった技術ももちろん存在するが、本研究では割愛する。

⁶² 映画やアニメーションを製作するにあたり、複数の参加企業が出資を行うことでリスクを分散させる方式である。参加企業は作品製作においてそれぞれ得意とする分野で貢献することが多い。

企画の内容については、漫画や小説のような原作を用いる場合とオリジナルものを作り出す場合の二つの方向性がある。両者にはそれぞれ利点があり、オリジナルの場合には自由な作品制作が可能になる。一方、原作を用いるテレビアニメーションの場合は原作による評判がすでに確立し、宣伝効果も見込めるため、比較的企画が成立しやすい。ただし、1990年代に入り、テレビアニメーションの制作数が激増したため、良い原作をアニメ化する権利を得ること自体が難しくなっている。したがって、原作・著作権者が企画の主導ではない場合には、アニメーション化の権利を取得するための努力・工夫が必要となる。

図 6-1 コンピュータ導入以前のアナログアニメーションの制作工程



出典) 東京工科大学 (2006) の映像表現工程を中心に筆者作成。

設定・デザインでは、作品の基本となる仕様書を作成するために、作品の世界観やストーリーの流れを文書化し、キャラクター、背景、メカのビジュアル化を行う。脚本は、企画書に基づいてキャラクターの言動や舞台をシーンごとに記述する。絵コンテは、脚本・設定に基づいたビジュアル化を行うもので、スタッフに制作内容を明示する映像の設計図となる。

第二段階のプロダクションは、作画工程と仕上げ工程、そして同時進行する背景工程に大きく分けられる。作画はさらにレイアウト・原画・動画の三つの工程に分けられる。レイアウトは絵コンテを基に作成され、カットの背景やキャラクターの画面構成を決定

する指示書となる。作成されたレイアウトはコピーされたうえで原画工程と背景工程に回される。原画ではレイアウトを元に動きのキーとなる絵や静止画を描く。そして、動画では原画と原画の間の絵を描く。⁶³ また、背景工程はレイアウトや美術設定を元に背景を描く。背景を描く人間と作画を行う人間では文化的な違いやキャリアパスにおける違いもあり、背景部門を外注している企業も多い。ただし、規模の大きな企業では背景部門を内製している傾向がある。

仕上げ工程は、トレス・彩色・検査の三つの工程に分けられる。トレスでは、白い紙に書かれた動画を透明なシートであるセルに描き写す。初期には手描きでトレスする「ハンドトレス」を行っていたが、後期には多くの企業で「トレスマシン」⁶⁴ という機械を用いての写し取りが行われるようになった。彩色は、セル画に色を塗っていく工程である。彩色を行うにあたり、前もってキャラクター設計を元にキャラクター色彩設計を行い、セル画に塗るべき色の大元を設定しておく。さらに色指定と呼ばれる工程でカットごとのキャラクターに塗る色を指定する。検査工程では、彩色に関する品質の検査やセル画に欠けているものがないかなどのチェックを行う。⁶⁵ また、必要に応じて仕上がったセル画にエアブラシや筆などで特殊な質感を加える特殊効果も行われる。

撮出しでは、演出担当者が、素材のチェックを行ったうえで、別々に作業してきたセル画や背景画を重ねて統合性をチェックし、問題があればリテイクし、問題がなければ撮影オーダーを撮影部門に出す。また、この段階で撮影は撮影台、カメラ、フィルム、照明などの機材を用いて行われ、撮影台上にセル画と背景画をまとめて撮影を行う。また、光学的なテクニックやオプティカルプリンター⁶⁶ などの特殊な装置を用いたエフェクト⁶⁷ も加えられる。1名がセルの送付と回収、もう1名がセルの撮影台への設置、もう1名がタイムシートの読み上げとシャッター操作に携わる。撮影機材には数千万円単位の費用がかかり、撮影にも独自のスキルが必要とされるため、撮影部門を外注している企業も多かった。背景部門と同じく、大きな企業では撮影部門を内製している傾向があった。

第三段階のポストプロダクションでは、まず、フィルムへの現像が行われ、現像され

⁶³ 中割りと呼ばれる。実際の制作の上では、動画工程で原画のクリーンナップを行うことも、逆に原画工程が中割りまで行ってしまうこともある。また、ラフ原画を行う第一原画とクリーンナップを行う第二原画という分業を行うこともある。

⁶⁴ 動画の線をカーボン紙を用いてセルに転写する機械であり、1960年代から用いられるようになった。

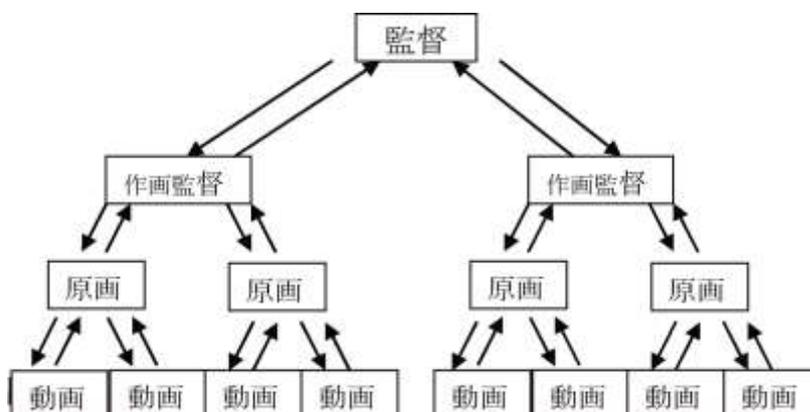
⁶⁵ 検査はこの工程だけで行われているわけではないことに注意が必要である。具体的には、背景のチェックは美術監督が行い、レイアウト・原画・作画のチェックは作画監督や演出担当者が行う。

⁶⁶ 複数のフィルムを光学的に合成する機材である。1960年代から使われ始め、1980年代終わりからデジタル処理による特殊効果が使われ始めることで1990年代半ば以降はほぼ使われなくなった。

⁶⁷ 仕上げ工程の特殊効果に対して、本章ではエフェクトと記述するが、撮影の特殊効果と呼ばれることもある。

たフィルム（ネガフィルム・ポジフィルム）のうち、ポジフィルムを用いて編集を行う。編集では、再生・録画の2機のデッキと編集機をつなぎ、再生用のフィルムから必要な部分だけを録画用のフィルムにダビングし、オールラッシュとして仕上げていく。同時に、音響として、音楽・台詞・効果音を収録し、組み合わせるダビング（ミックス）が行い、リレコーディング（リレコ）で音ネガ⁶⁸ というフィルムに落とし込む。そして、原版組みでは、オールラッシュに基づいて、ネガフィルムを編集し、最終的なフィルムに仕上げることになる。テレビ放送の場合には、テレシネ（テレシネ変換）⁶⁹ という工程にてフィルムで制作した映像をビデオに録画し、ビデオ編集にて放送に合わせた編集が行われる。

図 6-2 アナログアニメの作業工程の制作分業体制



出典) 久保・馬場 (2009) を参考に筆者作成

アナログアニメーションの作画工程は前述の通り、レイアウト、原画、動画から成っており、その制作分業体制について図示したのが図 6-2 である。作画に関しては、監督は作品全体に責任を持ち、作画監督はテレビアニメーションの一話一話に責任を負っている。図における矢印はチェックと修正指示を表しており、より下の階層にいるスタッフは、より上の階層にいるスタッフに対し、作り上げた素材について確認を取り、チェックを受けた上で、必要があれば修正指示を受けることになる。手描きで行う作画工程においては、原画マンは通常、演出⁷⁰ との打ち合わせ⁷¹ にてシーン単位で担当を受け持

⁶⁸ リレコーディングに用いられる無色透明のフィルムのことであり、サウンドネガフィルムとも呼ばれる。

⁶⁹ フィルムで制作された映像（映画やアニメーションなど）は毎秒 24 フレームの動画である一方、テレビやビデオの映像は毎秒 30 フレームであるため、アニメーションをテレビで放送する際にコマ数を 24 から 30 に変換する必要がある、この変換の作業のことをテレシネ変換と言う。

⁷⁰ 演出は一話一話の映像の演出を担当する。映像に関して各話の監督のような役割を果たす。監督が行うこともあるが、各話専任の演出がいることが多い。監督の演出意向については、

ち、絵コンテの演出の意図を聞いたうえで、レイアウトを描き、⁷² 演出や作画監督のチェックを受ける。そして、修正を受けたレイアウトを元に原画マンは原画を描く。さらに、作画監督は原画に統一感を出すために、原画マンごとに表れる癖をなくすための修正を加える。動画マンは、カット単位で担当を割りふられ、原画を元に原画を中割りして、最終的な作品となる動画を描いていく。そして、全シーンの絵が作成された後で監督による絵の確認が行われる。⁷³ 要所要所で、作品のコンセプトを十分に理解した監督・作画監督・演出がチェック・修正を行うことで、作家性が強く、質の高いアニメーションを産むことを可能にしている。以上のように手描きアニメーションでは、確立した分業体制と中核スタッフによる統一感の醸成が特徴となっている。

(2) デジタルアニメーションの制作工程

1) 仕上げ工程以降での情報技術導入後の制作工程

本項では、アナログアニメーションと比べて変化した工程とその結果として何が起こったか、仕上げ工程とポストプロダクションである撮影・編集工程について記述する(図6-3)。

仕上げ工程で動画素材をコンピュータに入力するためにデジタル化する工程がスキャニングである。スキャニングは、アナログアニメーションにおいてはトレスと呼ばれていた工程に代わった工程であり、紙の動画素材をスキャナによって動画データに変換するものである。スキャニングによってセル画の必要がなくなり、これは低コスト化に貢献していると考えられる。また、トレスマシンよりも読み取りの精度が上がっているため、基本的に高品質化に貢献している⁷⁴。

デジタル彩色は、パソコン上で色指定の指示に沿ってスキャンされた動画データの彩色を行う工程である。デジタル化されたことで、途切れた線をなくすための線修正といった新たな作業が必要にはなるものの、指定された領域を一度に彩色することができるのに加え、データによる管理が行われているために塗り直しも容易である。また、アナログアニメーションで使っていた絵の具が必要なくなり、絵の具が乾く時間を待つ手間もなくなっている。そのため、彩色作業の負担が減り、⁷⁵ 絵の具自体の問題⁷⁶ に苦しむこともなくなった。加えて、セルは完全に透明ではなく、重ねることで色合いが変化し

演出と監督の演出打ち合わせ(演打ち)によって擦りあわせる。

⁷¹ 作画打ち合わせ(作打ち)のこと。

⁷² レイアウト専任のレイアウトマンを設定することもある。

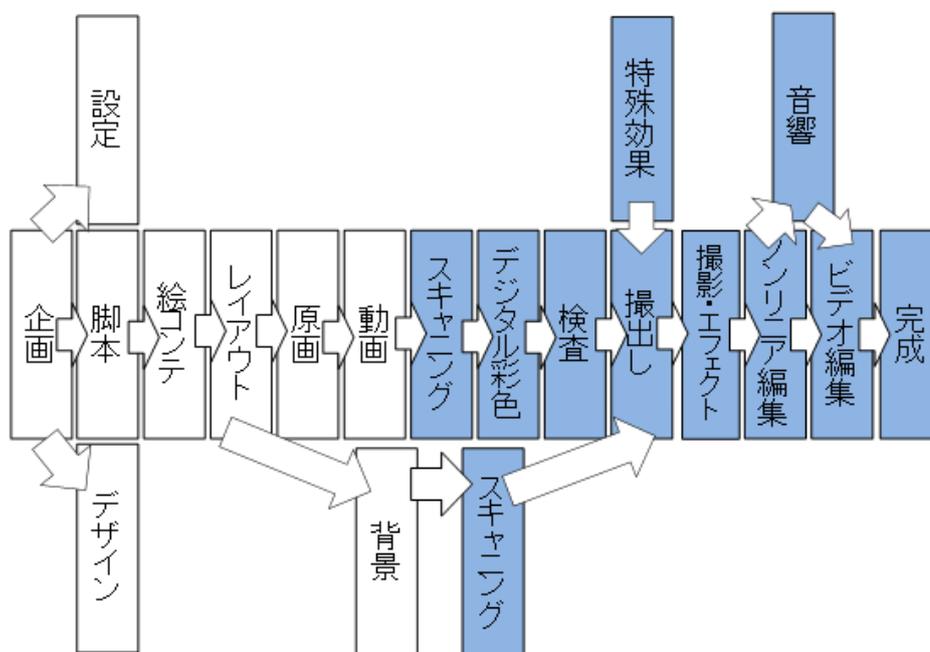
⁷³ 確認の頻度はケースによって異なる。

⁷⁴ 高品質な作品を制作するような一部企業では、ハンドトレスを用いてしまうと品質面での向上はあまり見込めなかったということになる。

⁷⁵ アナログアニメにおいては、同じ色をムラなく塗るにも技術が必要だったがデジタル彩色では、指定された範囲に対して一瞬で均等に色が塗られる。

⁷⁶ 同じアニメを作るのに同じ色の絵の具を使う必要があるが、そのこと自体が難しい。また、色のバリエーションやその特性においてもアナログアニメでは物理的な制限があった。

図 6-3 仕上げ工程以降でのコンピュータが導入された制作工程



出典) 東京工科大学 (2006) の映像表現工程を中心に筆者作成。

てしまうと言った問題があり、重ねられるレイヤーの数も限られていたが、デジタル彩色を導入することでレイヤーの制限もなくなったのである。セル画を初期のデジタル彩色では、アナログアニメーションの彩色に比べて冷たい印象を与えるといった問題も生じていたが、こうした問題は徐々に改善されている。したがって、デジタル彩色では低コスト化が実現されたことに加え、安定的な品質の作品を供給することが可能になっている。

次に、ポストプロダクションである撮影・編集工程についてである。まず、撮出しの工程はその周辺の工程である特殊効果、エフェクトを巻き込む形に変わっており、曖昧になっている。アナログアニメーションでは、特殊効果はセル画に対する処理であり、エフェクトは撮影（画面合成）上の処理であった。加えて、エフェクトは専門の撮影会社が請け負っていることが多かった。一方でデジタルアニメーションでは、どちらの工程もコンピュータ上での処理であり、制作会社内で行われるために同じ担当者⁷⁷が行うことも珍しくない。また、デジタルアニメーションではデータでの管理が行われているため、素材のチェックや統合性の確認は簡単になると同時に撮影工程にも入り込んでいると考えられる。したがって、撮出し工程の位置づけ・境界は不明瞭になっている。⁷⁸

⁷⁷ 仕上げ工程を担っていた人物がエフェクトまで職務を拡張していることが多い。

⁷⁸ アニメ人材育成・教育プログラム製作委員会 (2008) では、撮出し工程に「実際の色調補正

撮影では位置合わせの情報とタイムシートをソフト⁷⁹に入力し、素材を組み合わせる。アナログアニメーションでは、①撮影機材が高額である、②作業には特殊なスキルが必要である、③基本的には3名の人材が作業に必要である、といった特徴があった。しかしながら、コンピュータ上で撮影作業を行うことで、高額な撮影機材を揃える必要がなくなり、また、特殊なスキルも必要なくなったことにより1名での作業が可能になった。また、セル画を用いていた時には撮影の際に重ねられるセル画の枚数が制限されていたが、データによる管理になってレイヤーの枚数は制限されなくなった。さらに、内製化することで迅速なフィードバックやチェックを行えるようになるために、撮影部門を社内に持つアニメーション制作会社が増加した。

編集ではコンピュータの導入に伴い、ノンリニア編集機を用いるようになった。コンピュータと映像編集ソフトを使うことで、データは編集箇所を自由に選ぶことができ、修正も容易である。また、カットの切り貼りだけの作業であった編集においても特殊効果・エフェクトを入れられるようになっている。

以上から明らかのように、仕上げ工程以降では、コンピュータは多くの企業で品質を維持しながら、省力化を行うことができるツールとして取り入れられている。

2)3DCG の制作工程

以下では、現在、一般的なテレビアニメーションのスタイルである手描きと3DCGを組み合わせた作品の制作工程をまとめている(図6-4)。モデリングは、空間上の点とそれをつなぐ線や面を数値で表し、計算によってオブジェクト(物体)の形状を決定することである。どこまで詳細にオブジェクトを作りこむかはそのオブジェクトの重要度や予算・時間に依存するが、3DCG登場初期に比べて基本的には要求品質は高くなってきており、費用を削るのも難しくなっている。⁸⁰

表面設定・作成⁸¹では、モデリングされたオブジェクトの表面の設定(質感設定)を行ったり、表面素材を作成したりする。質感設定は色、透明度、光の反射率、光沢など、さまざまな項目に関して設定を行うことである。表面素材作成は、オブジェクトの表面の加工素材を作成することで、オリジナルに作成したり、作画・背景データを加工したりする。テレビアニメーションでは素材としてテクスチャを用いることが多い。

やエフェクトを使用し、撮影になった時の画面を確認する」という役割を与えており、特殊効果・エフェクトをまとめたひとつの工程と考えることもできる。

⁷⁹ 日本のアニメ業界では、Adobe社「After Effects」やCELSYS社「Core RETAS」といったソフトが用いられている。

⁸⁰ 3DCG登場初期には、3DCGが入っているというだけで喜んでもらえたが、現在ではさらに高い品質が要求されるようになってきたとの声も聞かれた。一方で子供向けの作品で省力化を念頭に品質を抑えながら3DCGを利用する例も見られる。

⁸¹ 表面設定・作成や表面決定は工程の名称としては一般的ではないが、本章では説明上この記述を用いる。

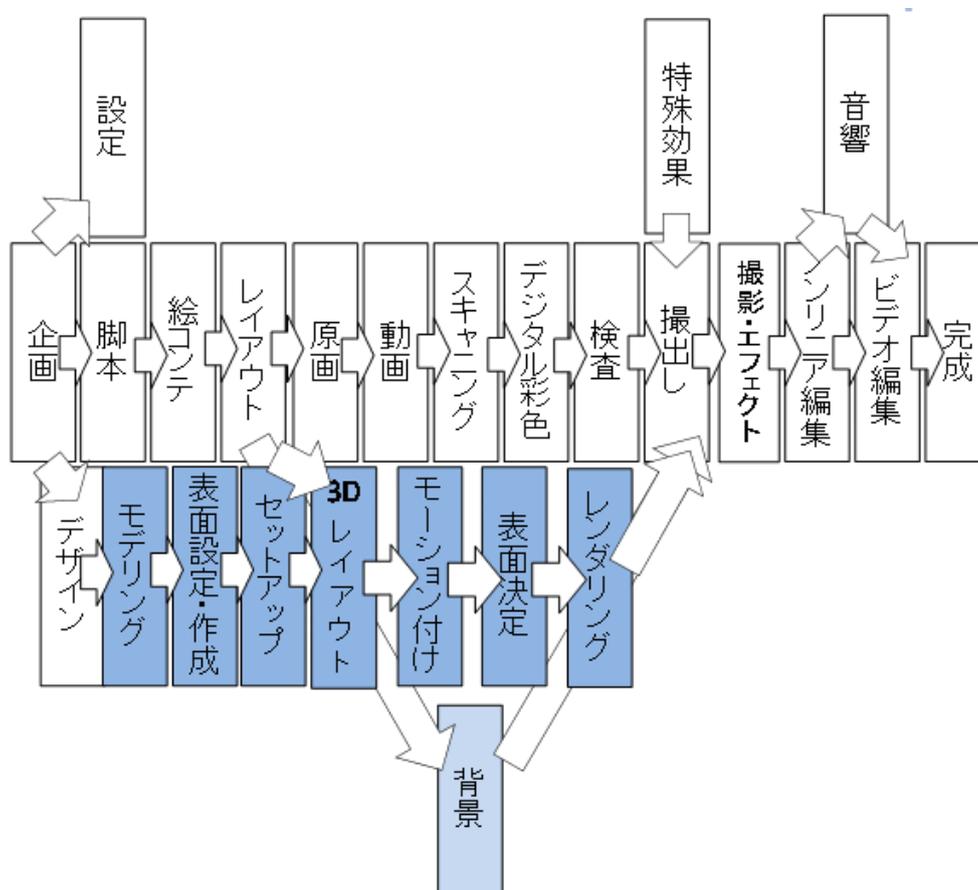
セットアップはオブジェクトを動かしやすいように行う動きのコントロールポイントを設定する作業である。モデルを直接動かすことによって発生する膨大なデータ量を抑えることができる。リグ、リギングと呼ぶこともある。

3D レイアウトは、出来上がった手描きのレイアウトを基に 3D で構築されるレイアウトである。3D 空間の中にオブジェクトを配置し、画面の構図やカメラワークを決定する。この段階で手描きのレイアウトにおけるパース設計上の矛盾を補正する工夫を行う。

モーション付は、キーフレーム入力によってオブジェクトに動きを付けるものである。⁸² オブジェクトの動きの起点と終点といったポイントをキーフレームとして入力し、その間の動きをコンピュータで計算させることで動画の骨格を作る。

⁸² キーフレーム入力の他に、煙や爆発のようなキーフレーム入力が困難な自然現象に使用されるパーティクルや物体のリアルな動きを（特に大量に）作り出すために、物理計算を使うこともある。また、アニメーションと呼称されることもある。

図 6-4 一部 3DCG を導入した制作工程



注) 背景に関しても 3DCG を用いる場合がある。
出典) 各種参考資料並びにインタビュー調査を基に筆者作成。

表面決定は、オブジェクトの表面に関する素材であるテクスチャや質感、ライティングを決定するものである。仮レンダリング（後述）を行いながらすでに作成されているテクスチャや質感が適しているかチェックしたり、場合によっては新たに作成したりする。また、様々なライティングを行うことで、オブジェクトに影をつける⁸³ 作業も行う。

レンダリングは、3DCG ソフトでそれまでに入力された情報を元に最終的な動画データを出力するための計算を行う。レンダリング中に人材は基本的に必要ないが、レンダリングには非常に負荷がかかるため、逆にその間はコンピュータが使えないという問題が生じたり、スケジュール上の問題が生じたりすることがある。

⁸³ 3DCG で手描きの質感を表現するにあたって、セルシェーディングという手法が用いられる。セルシェーディングは手描きの彩色のようにはっきりした陰影が表現される。トゥーンシェーディングとも呼ばれる。

2. 分析枠組み

前節では、アナログアニメーションとデジタルアニメーションの制作工程について提示した。本節では、アナログアニメーションの時期からの既存技術である手描きとデジタルアニメーションになって登場する新技術である 3DCG を用いるハイブリッド製品の開発をするために、いかなるマネジメントを行うべきかについて分析枠組みを提示する。

既存企業が新技術による開発を内製化したうえで行うハイブリッド製品開発は、①新技術部門設立、②新技術部門運営体制確立、③他部門との協業体制確立という 3 つの段階から成立していると考えられる⁸⁴。本研究では、事例を上記 3 段階ごとに区切り、それぞれの段階における課題を提示す。

第一段階は、新技術部門設立に至る資源導入である。新技術部門設立に関しては、資源導入がいかに正当化されるかという点が課題となる（武石・青島・軽部, 2008）。次に、新技術部門設立が認められたとしても、新技術を扱う人材をいかに確保するかが課題となる。加えて、ハイブリッド製品を開発するにあたっては、新技術部門設立の段階から、新技術受容に積極的でありながらも既存技術を扱うノウハウに熟知した人材が必要となると考えられる。

第二段階は、新技術部門内での運営体制の確立である。新技術部門の運営にあたっては資源導入が十分でない可能性がある。ハイブリッド製品の開発では平行開発に比べ、新技術部門に必要な資源は少ないと考えられるものの、新技術によって達成される機能が既存技術によっても実現可能な分、既存組織からの資源獲得は簡単ではないであろう。したがって、資源導入が不十分な中でいかに新技術部門の運営を行っていくかということが課題となる。また、新技術部門内で既存技術と新技術を融和するためのシステムが必要になると考えられる。特に既存技術部門と協業する事になるハイブリッド製品の開発では、資源・パワーともに大きいとは言えない新技術部門は部門内で新技術を既存技術へ擦りあわせる必要がでてくる。技術的な点からは David (1992)が指摘したような既存技術に対して新技術を統合する目的のゲートウェイテクノロジーを導入するといったことが考えられる。

第三段階は、新技術部門と既存組織との間の協業体制の確立である。既存組織では新技術を扱うための新しいシステム・考え方を肯定的に捉えづらいという問題がある (Tripsas and Gavetti, 2000; Dougherty and Hardy, 1994)。したがって、協業を行うに当たって、既存組織から理解が得られないという問題をいかに解決するかが課題となる。理解が得られないことによる問題は実際の開発にて顕在化すると考えられる。そこで本研究では、製品開発において重要であると考えられる予算面とスケジュール面に着目することとする。

以上から想定される課題をまとめたのが表 6-1 である。本研究ではアニメーション産業において手描きと 3DCG のハイブリッド製品の開発の事例を基に、本節で提示した分析枠組みを用いて想定される課題が実際にあるのか確認し、その課題の克服について整理したう

⁸⁴ Cooper and Smith (1992)では、既存企業における新技術単体での製品開発の課題について、参入時期、コミットメントの大きさ、組織分離の程度、新事業への競争戦略という 4 段階でまとめている。

えで、重要な要素は何であったかについて探索的に明らかにする。

表 6-1 新技術内製化によるハイブリッド製品開発の課題

想定される課題			
①新技術部門 設立	資源導入の 正当化	新技術を扱う 人材の確保	既存技術を熟知 した人材の確保
②新部門 運営体制確立	不十分な資源での運営		新技術と既存技術の融和
③協業体制 確立	既存部門との予算面での 調整		既存部門とのスケジュール 面での調整

3. 対象技術

手描きと 3DCG のハイブリッド技術に関して、制作工程については第 3 章でまとめられており、第 4 章にてその有用性と技術者の評価が整理されている。本項では手描きと 3DCG の違いについて、より詳細に明らかにする。

日本のアニメーション産業では、3DCG はひとつの作品の中で手描きとともに用いられる形で定着している。3DCG と手描きにはそれぞれ特徴があり、長所をうまく組み合わせることで優れた作品を作りだすことができていると考えられる。以下では、人材、設備、開発スタイル、技術特性、技術進歩の観点から手描きと 3DCG の違いについてまとめる。⁸⁵

第一に、人材である。手描きを担う人材（アニメーター）は基本的にアニメーションに従事している。テレビアニメーション初期の頃には美術大学卒の人材を雇用することが多かったが、現在は専門学校にてアニメーション制作を教えていることもあり、専門学校卒の人材が多い。アニメーターは基本的にアニメーション産業に従事し、その他の産業にそのスキルを持って移動することはあまりない。⁸⁶ 一方で、3DCG オペレーターは必ずしもアニメーションだけに従事するわけではない。アニメーションへの転職者も元々はゲームの CG を作っていたり、CAD に携わっていたりということもあり、職種はひとつに限定されない。アニメーターと同様、3DCG 導入当初は大学卒の人材を雇用することが多かったが、現在は専門学校からの人材も入ってきている。賃金についてはアニメーターが 3DCG オペレーターに比べると低いことが多い。ただし、3DCG オペレーターもゲーム開発における CG 担当者や CAD のオペレーターに比べると賃金は低い

⁸⁵ インタビュー調査に基づく。

⁸⁶ 労働環境が悪いということはよく指摘されるが、そのためアニメーターの離職率は高い。そして、業界から去っていくアニメーターも多いが、アニメーション制作で培ったスキルをそのまま活かせる業種は多くない。

と言われており、あくまで相対的な問題である。アニメーターと 3DCG オペレーターでは出自も異なり、映像的な感覚も異なると言われている。

第二に、設備である。手描きではタップ⁸⁷ 一本で企業間を移動できると言われており、企業側でアニメーターに対し、用意すべき耐久設備はない。一方で、3DCG においては、企業は統一的なハードウェアとソフトウェアを用意しなければならない。ハードウェアが別々であるとオペレーターごとの仕事効率に差がついてしまうことになり、不公平感が生まれてしまう。また、3DCG を作るソフトウェアが統一されていなければ、そもそも、アニメーションとして合成することができない。手描きによるアニメーション制作を行ってきた組織にとって、固定費としての固定資産・減価償却という考え方が希薄であり、変動費としての光熱費も非常に高かったため、3DCG 導入期には経理にとっても驚きが大きかったとされる。

第三に、制作スタイルである。図 3 にまとめられている通り、手描きでは、キャラクター設定などを終えてしまえば、前準備は必要なく、すぐさま制作に入っていくことが出来る。一方で 3DCG では設定が終った後に、モデリングや表面設定・作成などを行わなければ、実際の制作に入ることができない。そのため、手描きによるアニメーション制作と 3DCG の制作は同時に進んでいくというものではない。また、手描き制作ではルーティンが変化することはないが、3DCG の場合にはソフトのバージョンアップのプラグインを行う必要がある。さらに、ひとつの企業内で絶えず、2、3 作品の制作が行われている場合には、スケジュールの中にバージョンアップを組み込むのは難しい。

第四に、技術特性である。手描きでは、どんな映像でも表現することが出来る。故にスキルが蓄積されれば、単に描くだけでなく、実際にはありえずとも格好良く見せる表現を簡単に行うことができる。一方で、船や飛行機・ロボットなどのメカのように線が多い物質を描くことの負担が大きい。これは、手描きでアニメを描くにあたっての賃金システムも影響している。手描きでは一枚の作画ごとに賃金が設定されている。この賃金は実際に動画を描くのにかかる時間を十分に反映し切れておらず、複雑な絵を描くことが割に合わないことが多い。⁸⁸ また、手描きでは、クオリティが落ちやすいという欠点も持っている。たとえば、テレビアニメでは、制作期間が十分に取れずに無理が生じた時に作画のクオリティの維持ができないということがよくある。一方で 3DCG においては一度モデリングを終えてしまえば絵崩れは起こらないため、クオリティの維持は容易である。そのため、メカのような線が多い物質を動かすのに 3DCG は使われる。しかしながら、3DCG の質感は人間や動物のような生命感がある絵には合わず、またモデリ

⁸⁷ タップとは、動画用紙などを固定するための機材で、三つの突起がついた金属製の板である。三つの穴が開いた動画用紙をはめ込むことで位置を固定する。固定することにより、アニメーションの動きを確認することができる。

⁸⁸ 実務的には複雑な作画と簡単な作画を組み合わせるという手段を取って、アニメーター間の不公平を調整する。しかしながら、ロボットアニメーションなど複雑な絵が多いアニメーションにおいては調整にも限界がある。

ングにもコストがかかるため、登場回数が少ない表現には適さない。

第五に、技術進歩である。手描きでは表現に関して技術進歩はあまりないと言ってよい。一方で3DCGはアニメだけに用いられる技術ではなく、ゲームや映画といった映像を扱う産業や研究の分野において常に新しい表現法が模索され、発展している。このため、手描きでは企業が技術的には新しい手法を模索する必要はないが、⁸⁹ 3DCG に関しては常に新しい表現技法についていく必要がある。

以上からも明らかな通り、手描きと3DCGの間ではかなりの相違が存在する。担う人材が異なり、表現技法もアナログからデジタルに変化するため、3DCGはTushman & Anderson(1986)が想定するような能力破壊的な新技術であると考えられる。

したがって、このハイブリッド技術を対象としてその導入マネジメントを検討することには十分に価値があると考えられる。

4. 事例分析

前節の分析枠組みから事例を分析するにあたって、本研究ではいくつかの調査を行った。第一に、2007年7月から9月にかけてアニメーション制作企業の業界団体である日本動画協会にインターンという形で在籍すると同時にアニメーション制作企業数社にインタビューを行った。この調査は、アニメーションに関する基本的な知識を修習すると同時に業界構造・動向を把握することを目的とした。第二に、2008年6月から9月にかけて、4社のアニメーション制作工程の部門長クラスの人材に1時間半～2時間程度のインタビューを行った。この調査では3DCGという新しい表現技術が、既存の手描き表現と比べてどういう位置づけであるかについて調べることを目的とした。同時に、本研究の事例分析の対象である東映アニメーションのOBや現役の課長クラスの人材へのインタビューを行った。そのうえで、内容に沿って既存文献を調べ直すとともに、より理解を深めるためにメールや電話を通じて質問に応じてもらう形で情報を収集した。第三に、さらに詳しい情報を収集するため、2010年8月に改めて東映アニメーションにてCGを担当するデジタル映像部のスタッフ3名に2時間ほどのインタビューを行った。この3名はデジタル映像部におけるプロデューサー(A氏)、CG技術が専門のオペレーター(B氏)、元々は手描き⁹⁰が専門のアニメーター(C氏)である。

以上の調査に基づき、適宜既存資料を参考にしながら、アニメーションの技術について紹介したうえで東映アニメーションの事例によって技術出現期における既存企業のハイブリッド製品の開発過程を明らかにする。特に本研究が着目する適応的技術者は、元々は手描きが専門でありながら、CG制作に携わることになったC氏である。

⁸⁹ 手描きによる新しい表現とは個人の才覚に依存するところが大きい。

⁹⁰ 手描きについてはインタビューでは作画とおっしゃっていた。また、他社のインタビューでは3DCGを3D、手描きを2Dと呼んでいることもあった。本研究では新技術と既存技術の違いを明確化する意図で既存技術を手描き、新技術を3DCGとする。

(1) 新技術部門設立

東映アニメーションにおいて映像的に初めて 3DCG を取り入れるのは、1993 年の劇場用映画「劇場版美少女戦士セーラームーン R」であった。個人的に 3DCG 制作を行っていた制作スタッフが、監督の意向に沿う形で導入が実現させている。しかし、CG に興味がある人間が扱っていた程度の域を出ることなく、その後しばらくの間、部署としては立ち上がることはなかった。これは東映アニメーションでは手描きが 3DCG より優れているという意識が共有されていたことにも起因する。東映アニメーションでは子供向けの人物中心のアニメーションを制作することが多く、ロボットのようなメカ中心のアニメーションは必ずしも多くなかった。したがって、製品技術としても手描きアニメーションが組織として適格的であったのである。

1) デジタル映像部立ち上げの背景

以上の状況下で、東映アニメーションでは 1995 年に、アニメーターや美術スタッフを養成する人材教育機関として東映アニメーション研究所が設立された時に、その研究開発部門にて CG を取り扱うこととなった。

この研究開発部門が立ち上がった要因の第一は、上記の状況に対して、当時の社長である泊氏が新しい制作技術に取り残されるという危機感を覚えていたからである。加えて、3つの要因が部門設立に影響した。

まず、業界第一位の企業としての誇りを持ち、新技術導入の失敗を恐れない積極的な社風であったことである。制作工程（彩色工程以降）のデジタル化に関しては、1970 年代にはプロジェクトを立ち上げており、結局 10 数億円の費用をかけて中止になるような失敗をしたがあきらめることなく、1993 年以降に運用を行うようになり業界でも非常に速いタイミングで成功を収める。また、2000 年に入ってから制作管理のデジタルシステム化について一度、2 億円程度を投じて失敗したものの、2007 年には再び取り組んで成功させている⁹¹。

次に、3DCG 導入によって、手描きのアニメーターの仕事が奪われるとは想定していなかったということである。「トイ・ストーリー」も日本で公開される前（日本公開は 1996 年）で、まだ実用化には遠いと考えられていた⁹²こともあり、3DCG は研究開発的な位置づけが強く、手描きに取って代わるというよりは手描きを補助し、出来ない部分を実現するという目的であった。

最後に、CG 制作そのものが安価になってきたことである。それ以前は、CG 制作は高価

⁹¹ 制作管理におけるデジタルシステム化については、目次(2007)参照。2010 年においても業界で取り入れている企業は数少ない。

⁹² 日本のテレビアニメーションで恒常的に CG が登場するような作品が生まれはじめるのが 1990 年代後半のことである。

な機器である SGI⁹³ 製のワークステーションでしか行えないという認識であった。しかし、Windows NT という比較的廉価なシステムで CG 制作を行えるようになるというタイミングであった。

この東映アニメーション研究所の研究開発部門では、外部からの CG の仕事の受注も行っていった。その後、東映アニメーションにて本格的に CG を採用するにあたって、東映アニメーション社内の「デジタル映像部」として設立することになったのである⁹⁴。会社は部署を立ち上げるということを発表していたが、人材に関してはデジタル映像部への公募という形はとられておらず、新技術を扱う人材はスカウトするという形が取られた。

2)3DCG 能力の獲得

CG を取り扱える人材として、まず、東映アニメーション研究所の研究開発部門のメンバーである CG オペレーター (B 氏) が加わっている。次に東映アニメーション研究所のデジタルコースにて CG を学んでおり、絵が描けるということで美術スタッフとして社内に入った卒業生がスカウトされた。また、他部署で MAC を使って手描きアニメーションのデジタル化を行っており、コンピュータに多少知識があるスタッフにも声をかけている。以上の経緯で加わったスタッフはいずれも CG やコンピュータに親和性があるメンバーであると同時に、社内において新技術に詳しいことが認知しやすい人材である。

3)手描きノウハウの獲得

一方で CG に親和性がない手描きが専門のアニメーターにも参加してもらおうという話は当初からあった。しかしながら、デジタル映像部に加わったメンバー(C 氏)はスカウトというよりは、自ら売り込んだという形になっている⁹⁵。C 氏は手描きアニメーションで 10 数年のキャリアをもっており、作画監督や総作画監督など要職についていた。C 氏は CG に元々興味を持っていたのだが、コンピュータに関してはあまり詳しくなく、一から勉強するつもりで入ったということであった。したがって、社内において C 氏は新技術に親和性があるかどうか認知しづらく、把握しづらい人材であると言える。

最終的に、デジタル映像部では、デザイナー (実際に制作を行うメンバー) は、B 氏を含む CG 経験者が 3 名、C 氏を含む別部門の方が 3 名の計 6 名で、新技術部門におけるプロデューサーとなる A 氏を含む営業管理のスタッフが数名加わっている。

⁹³ SGI (正式名称シリコングラフィクス Inc) はアメリカのコンピュータ販売企業である。東映アニメーションでは 1990 年代初頭から仕上げ工程以降のコンピュータ導入について試験的な運用を行っており、この際に購入されたワークステーションは 2500 万円であった。

⁹⁴ デジタル映像部は正式には 1999 年 3 月に設立している。ただし、東映アニメーションの研究開発部を踏まえて、活動自体はそれ以前より行われているため、本稿ではデジタル映像部として統一して記述を行うこととする。

⁹⁵ インタビューのなかで C 氏は、記憶は定かではないとしながら、デジタル映像部設立にあたって自ら売り込んだような気がするとおっしゃっていた。

4)小括

新技術部門設立にあたっては 3 つの課題が想定されていた。第一に資源導入の正当化は新技術に乗り遅れるという危機感を有していた社長の意向に加えて、積極的に新技術に取り組む文化、既存技術者の新技術への警戒感の薄さ、新技術導入コストの低下という要因によって達成された。第二に新技術を扱う人材はすでにあつた研究開発所やそこで学んだ人材がスカウトの形で確保され、第三にマネジメント側から認知されにくい新技術に積極的であつて既存技術を熟知した人材はスカウトには依らず自らの志願という形で確保された。

(2) 新技術部門での運営体制成立

デジタル映像部設立にあたって、A 氏は機材や人事をしっかりとやらせてほしいとマネジメント側に要望していた。しかしながら、実際の資源投入は十分ではなく、人材に関しても CG オペレーターの B 氏と、手描きアニメーターの C 氏以外は 1, 2 年目の方が多かった。これには大きく二つの理由がある。一つは業界における 3DCG の経験者も決して多くはなく、3DCG への投資に対してどの程度見返りがあるか明らかになつていなかったことである。もう一つは、前述したように東映アニメーションでは手描きアニメーションが 3DCG より優れているという意識が共有されていたことである。したがって、不十分な資源のなかで運営をやりくりする必要があつたのである。

さらに、CG オペレーターにとっては手描きアニメーションがどのような表現ノウハウが分かつていないという問題も存在した。CG オペレーターとして熟練していた B 氏も東映アニメーション研究所で CG に関する業務に従事していたものの、手描きアニメーション制作の経験はなかつた。したがって、3DCG と手描きの融和を実現する工夫が必要であつたのである。特にデジタル映像部では、東映アニメーションでは社内の手描きの監督と仕事をすることが多く、一般の CG というより手描きからの派生という形が求められることになる。

つまり、新技術部門の運営体制を確立するにあたっては、不十分な資源での運営と、新技術と既存技術の融和という二つの問題を解決する必要があつたということである。

1)デジタル映像部に適した事業選択

デジタル映像部では、B 氏・C 氏と相談の上、プロデューサーの A 氏が交渉し、設立当初は劇場用映画の数カットなど、短いシーンを担当することとした。劇場用アニメーションはテレビアニメーションと比べて、コスト面、スケジュール面でデジタル映像部に適していたからである。劇場用はテレビ用に比べて、受注金額が高く、資金面での負担が少ないのである。スケジュールに関しては、劇場用はテレビ用に比べて、納期の設定が緩いため、人材が少ないデジタル映像部であつても対応しやすいものであつた。したがって、前

述した手描きと 3DCG の違いに起因する課題が生じにくい状況であった。更に担当するシーンについても 3DCG と手描きが明確に分かれている箇所を担当することとし、映像的に 3DCG を手描きに合わせるための負担をかけないようにしたのである。その後、映像部での資源・ノウハウが蓄積されるにしたがって、3DCG や手描きが明確に分かれにくい箇所を担当するようになる⁹⁶。

2)柔軟な制作体制の成立

経験者があまり多くない状況では、少ない人材でやりくりしていく必要がある。当初は、表現センスが必要となるモーション付けはアニメーター出身である C 氏を中心としたメンバーが担当し、CG の勉強が特に必要となるレンダリング以降は CG オペレーターである B 氏が担当し、その他の適任メンバーがモデリングやセットアップを行うという大きな枠での分業が担当するという形の分業体制を取った。しかしながら、資源が十分ではないデジタル映像部では早期の段階で初期メンバーは全ての工程をこなせるようになり、苦しいときにお互いが協力し合う関係を構築していた。これは手描きにおけるレイアウト・原画・動画の間での確立した分業体制とは対照的である。

この際にクオリティを担保することが可能であったのは、人数が少なかったために手描きのセンスを教える C 氏と CG のオペレーションを教える B 氏がそれぞれその場で各スタッフが制作した CG を修正できたためである。この近い距離感の中で、3DCG と手描きそれぞれについて学習を重ね、技術的融和を実現していったのである。これを支えたのは 3DCG オペレーターもアニメーターもともに慣れていない技術について学ぶ意欲を持ち合わせていたことである。手描きアニメーターであった C 氏は、コンピュータを一から勉強するつもりであったし、3DCG オペレーターも手描きアニメーションの会社で働くということで手描きに合わせるという意志を初めから有していた⁹⁷。特に手描き表現のセンスを持つ C 氏は動画の演出に関して、単純な 3DCG 表現を手描き表現に近づけるにあたって重要な役割を果たしたのである⁹⁸。

結果的に得られた手描きノウハウの具体例については以下にまとめている。

その場で CG を修正できる環境を踏まえて、C 氏は CG オペレーターに手描きアニメー

⁹⁶ 具体的には、当初はあるキャラクターについて通常の動きは全て手描きで行うと決めていたところを、キャラクターが遠くで動いている場合には 3DCG を用い、アップになり、顔の表情がはっきりわかるようになってからは手描きに切り替えるといった形に変えていった。これは一度モデリングされたキャラクターの動きに関しては、3DCG の方がクオリティは維持されたままコストが安くなる状況が想定される一方で、アップになった顔の表情に関しては 3DCG ではまだ違和感があるための対応である。

⁹⁷ B 氏は制作において CG 的な要素を全面的に出してくれと要求された時に、逆にこの会社（東映アニメーション）的にどうなのかなと感じたと語っている。

⁹⁸ 具体的には手描きアニメーションのタイムシートに合わせての 3DCG 動画の割り振り方が挙げられる。1 秒を 8 コマで表現するリミテッドアニメーションにてどの 8 コマを用いるかが、手描き表現で磨かれた重要な演出センスとなるのである。通常の 3DCG では単に動画を均等に分けて 8 コマ取り上げるだけになるが、手描きでは動きの演出のために均等な分け方をしないのである。

ションについて伝授していった。これには暗黙知的な要素と形式知化できる要素がある。暗黙知的な要素は手描きアニメーションにおける演出手法である。特に、静止画というより動画における演出に関して、C氏の持つノウハウが活かされることとなった。たとえば、静止画には偽絵という手法がある。これは実際にはありえない形であっても人にとって格好よく感じる絵を描き出すことで、このセンス・ノウハウについても手描きアニメーターが優れていると言われている。偽絵は手描きのアニメーターに描かれることが普通である。CGでも実現は不可能ではないが、モデリング等の作業が必要になり、かつ、モーション付には使えないため、コストが非常に高くなってしまう。

具体的には、手描きアニメーションのタイムシートに合わせての3DCG動画の割り振り方である。手描きアニメーションでは1秒あたりの動画枚数が8枚に制限して作られているリミテッドアニメーションが多いが、一方で、3DCGでは一度モデリングで作上げたキャラクターを動かすだけなので、1秒あたり24枚の動画枚数を実現するフルアニメーションにすることが容易である。しかし、リミテッドアニメーションを用いた手描きアニメーションに対して3DCGがフルアニメーションであると動きに違和感が生じてしまうため、3DCGであっても1秒あたりの動画枚数を8枚に落とし込んでいる。この際に印象的なシーンを作るにあたって、単純に3枚ごとに動画を割り振るのではなく、24枚の内どの8枚を割り振るかというのが一つのノウハウなのである。

このような動きの演出について手描きのアニメーターが優れている理由は二つある。一つ目はCGオペレーターが物理的な計算に基礎を置くため、オブジェクト（キャラクター）の動きに現実的・物理的な考えを持ち込みやすいのに対し、アニメーターはそれが現実的でなくとも、格好良い動きとは何かということについて追及しているからである。二つ目は、アニメーターがまず動画（動きの部分に関わる）からキャリアをスタートさせるのに対し、キャリアのスタート段階からCGオペレーターは全ての工程について一通り学んでいることを要求されるため、動きの演出について十分に能力を積めないためである。

形式知化できる要素はCGと手描きアニメーションの間の調整に携わる部分である。具体的には、映像を動かす際の感覚が挙げられる。映像を動かすときに手描きアニメーションでは、撮影台を基準とした判定が元々存在していたためミリ単位で動かすが、CGではコンピュータ上でのpixel表記であって、物理的なミリという表現では何も示さない。したがって、どの程度動かせばよいかの感覚はC氏に尋ねる必要があった。また、カメラワークについて、CGにおける「パン」という表現技法はカメラをそのままぐりと回すというものであるが、手描きアニメーションにおける「パン」という表現技法は、絵をそのままスライドさせることであり、C氏を介することで解釈の齟齬を解いていった。具体的には、手描きアニメーションで「パン」にあたる表現技法はCGでは「ドリー」に近い。

3)ゲートウェイテクノロジーの導入

3DCG の陰影を手描きアニメーションの陰影に合わせるために、用いられたのがセルシェーディングという技術である。3DCG での陰影はグラデーションがある写実的な表現になる。しかしながら、手描きアニメーションでは陰影の境界線がはっきりしているため、3DCG の陰影表現をそのまま導入すると違和感が出てしまう。セルシェーディングは手描きの陰影のつけ方を 3DCG で再現する技術なのである。デジタル映像部では 3DCG 制作ソフトとして「MAYA」を用いていたが、セルシェーディングは行えないソフトであったため、「Light Wave」というソフトでセルシェーディングを行った動画データを MAYA で動かすといったことを行うこととしたのである。

4)小括

新技術部門の運営体制確立にあたっては、2つの課題が想定されていた。第一に不十分な資源での運営については、負荷の低い事業選択を行ったこと、分業を無理にせず助け合う体制を構築したことによって達成された。第二に新技術と既存技術の融和は、少人数で助け合う体制ゆえに教え合いによるノウハウ移転やゲートウェイテクノロジーの導入によって達成された。

(3) 協業体制の確立

デジタル映像部での内部の課題解決と時期的には重なりながら行われていたのが、手描き部門との協業における課題解決である。手描き部門との協業による課題はデジタル映像部がテレビ用アニメーションにおいて恒常的に制作を担当するようになったことで生じやすくなった。本稿では、デジタル映像部において、テレビ用アニメーションとして初めて本格的な業務を行った「デジモンアドベンチャー（以下デジモン）にてキャラクターの変身（進化）シーンに CG を用いた事例」を用いる。

東映アニメーションでこの作品を作り上げるにあたって、デジタル映像部ではいくつかの問題にぶつかった。まずは、手描きの他に 3DCG を制作するための予算が十分ではなかったということである。予算（テレビ局から受注する金額）は初めから決まっており、3DCG を作るからという理由で予算の変更はできない。そのため、3DCG に特別な資金を投入できなかったのである。デジタル映像部が要求された 3DCG のシーンを制作するための予算を伝えても、CG を使う以前から制作費単体では赤字が出ている状態であり、通常のスキームで工面することが難しかったのである。

次に手描き部門とスケジュール感にて不具合が生じたということである。前述したように手描きでは前準備がいないため、実制作に入る直前にキャラクターデザインが出来上がるということがよくあるが、3DCG では制作を行う前のキャラクターをモデリングする期間（約 1 か月）が必要となる。したがって、通常の手描きアニメーションより、早くキャラクターデザインを仕上げてもらわなければならない必要があったのである。

つまり、新技術部門と既存部門の協業体制を確立するにあたっては、新技術部門と既存部門との間での予算面での調整とスケジュール面での調整という二つの問題を解決する必要があったということである。

1)外部資金調達

不十分だった予算に関しては、A氏は従来の手描きアニメーション制作でのスキームであるテレビ局から受注した金額という枠組みを超えて、「デジモン」をしっかりと売りたいという意向を持っていた東映アニメーション、バンダイ、広告代理店を含めた各社からCGを使うという名目で新たに資金を集めてくることとした。そもそも、「デジモン」にて3DCGが取り入れられた理由はバンダイと東映アニメーションが力をいれていたからである。特にいろいろなアイテム（玩具）を販売していくバンダイは、「デジタル」とタイトルに入っている通りにキャラクターの3DCGの質感や3DCGであることそのものが、アイテムの売りにつながると考えていたのである。そのため、「デジモン」においては、当初、CG費用は制作費に含まれておらず、販売促進につながるといった思想の下、別途計上されていたのである。

2)製品戦略との適合性

加えて、東映アニメーションの取る製品戦略が、3DCGと適合しているという状況もある。東映アニメーションでは、他社作品にて3か月間や6か月間といった放映が多い中で、基本的にテレビアニメーションをある程度長期（1年以上）にわたって制作しているうえ、劇場版の公開につながることも少なくない。したがって、一度モデリングした素材が長期にわたって活用することができる。実際、「デジモン」は、最初に短編ながら劇場公開を行われ、同時にテレビシリーズとして1年にわたって放映されている。そして、テレビシリーズの終了間際には、劇場版第二作「デジモンアドベンチャー ぼくらのウォーゲーム」が公開されている。加えて、続編として「デジモンアドベンチャー02」として放映されることになるのである。全ての作品にて初期のモデリングが使えるということはないが、いずれにせよ、長期的に製作する作品であったためデジタル映像部でのコストは相対的に減ることになるのである。

3)予算調整のための打ち合わせ機会の活用

予算面では、外部資金だけでは十分ではなかったため、A氏は、B氏・C氏と相談の上、予算から逆算して3DCGを用いることにした。基本的にキャラクターの変身シーンにはCGを用いることになっていたが、変身を行うキャラクターがたくさんいたため、デジタル映像部の予算の枠内には収まらなかった。そこで、メインのキャラクターの変身にはCGを使う一方で、脇役のキャラクターの進化シーンには手描きを用いるといった形でCGを使

う頻度を抑えるように決め、母組織との打ち合わせ⁹⁹に臨んだのである。この打ち合わせでは、映像の方向性を統一するためのもので、手描き単体での作品製作の時代には予算・スケジュール管理のスタッフは参加しないことも多かった。手描きの場合には監督がどのような映像の方向性を希望しようとも、費用が変わりづらいからである。しかし、3DCG ではキャラクターが増えるようなことがあれば、途端に必要予算が大きくなってしまう。A氏はこの打ち合わせの機械を積極的に活用し、3DCG の利用判断について、デジタル映像部に見合った仕事内容を実現したのである¹⁰⁰。

4)手描き部門啓蒙活動

スケジュールに関して、「デジタル映像部」では A 氏を中心に手描きの各責任者に対して啓蒙活動を行った。東映アニメーションでは同じ建物の中に監督（シリーズディレクター）から企画のプロデューサーまで全ての関係者がいることが大きい。そのため、3DCG 制作を行っているだけの企業に比べると、作品制作上の問題が生じた時にもすぐさまコミュニケーションを取れる状況になっており、細かな問題を解決しやすくなっている。結果として、モデリングのために十分な期間が確保されるほど早く、キャラクターデザインが出来上がるということはなかったが、キャラクターデザインが出来上がるのは 3DCG を導入する前に比べて早くなった。

5)スケジュール調整のための打ち合わせ機会の活用

スケジュール面でも組織内啓蒙活動だけでは十分ではなかったために、A氏はこの打ち合わせを利用して、制作工程における変更も提案している。当初、キャラクターデザインがあがった後の実際の制作においては、手描き側で作成された映像の設計図であるレイアウトがデジタル映像部に回ってくるというスタイルであった。しかしながら、この工程设计だと、資源が限られているデジタル映像部にスケジュールのしわ寄せがきやすく、制作がハードになってしまう¹⁰¹。そこで、密室劇などカメラワークが大きいシーンでは 3DCG で

⁹⁹ CG のスケジュール・予算の管理を行う CG プロデューサー（A 氏）、CG の絵の管理を行う CG ディレクター（B 氏・C 氏）、作品全体に関する絵の管理を行う監督、作品全体に関するスケジュール・予算の管理を行う制作担当・進行が参加する。

¹⁰⁰ テレビアニメーション作品を作るにあたって、本来の理想はシリーズ構成の段階から、どの映像表現にどのタイミングで CG を使うか固め、3DCG 用の予算をあらかじめ決めることである。しかし、実際には、視聴率に合わせた変更があるため、シリーズ構成の段階では大雑把にはどの程度 CG を使うか決めておく程度で、制作を進めていく段階で打ち合わせを踏まえて修正していくことになる。

¹⁰¹ 手描きの場合には、スケジュールのしわ寄せは国内の他社・フリーランスや海外の子会社に外注することで吸収できる。しかし、デジタル映像部では人材の新たな投入はしづらいため、しわ寄せの解消は難しい。

レイアウトを作成し、手描き側に回すことで作業の平準化を行うようにしたのである。

6)手描き出身のオペレーターへの監修委託

予算・スケジュールの不具合について、新技術部門の中で吸収する仕組みになるのが、C氏のような手描き出身のアニメーターである。手描きアニメーションでは、アニメーターが制作した動画については、レイアウト（原画）マンや修正・チェックを入れた上、更に監督が修正・チェックを行うという形で多重チェック構造になっている。場合によってはリメイクという形で作り直しが発生し、コストやスケジュールに影響を与えるのである。一方で、デジタル映像部が制作する3DCGに関して、監督が要所・要所でチェックは入れるもののリメイクのような大きな修正が要求されることはほとんどない。これは監督の代わりに、CGディレクターであるC氏が修正・チェックを行っているためである。C氏による監修が信頼されているのには二つの理由がある。一つ目は、C氏には、単純に手描きでの実績があり、その表現スキルが認められているからである。二つ目は、監督自身が3DCGに詳しいことがあまりない状況で3DCGについても学んでいるC氏の指示は適切であると認識されているからである。

7)小括

既存部門との協業体制の確立にあたっては、2つの課題が想定されていた。第一に予算面については、既存部門との打ち合わせの機会を活用して3DCGの利用判断を行ったことに加えて、外部から資金を調達したこと、東映アニメーションとの製品戦略と適合していたことをうまく活かしている。第二にスケジュール面については、母組織での啓蒙活動を行ったり、母組織との打ち合わせの機会を活用して開発工程を変更したりしている。更にデジタル映像部内で手描き出身のオペレーターが動画のチェックを行うことで予算面・スケジュール面での無理を吸収する構造になっているのである。

(4) 事例のまとめ

本節では、東映アニメーションにおける3DCGと手描きのハイブリッド製品の開発について、①新技術部門設立、②新技術部門運営体制確立、③既存部門との協業体制確立という三つの段階にわけて想定される課題が実際に事例でも生じることを確認したうえで、いかに克服したかについて記述した（表6-2）。この事例を踏まえて次節では考察を行うこととする。

表 6-2 新技術内製化によるハイブリッド製品開発の事例の整理

ハイブリッド製品開発の課題とその克服			
①新技術部門 設立	資源導入の 正当化	新技術を扱う 人材の確保	既存技術を熟知した 人材の確保
	新技術導入に積極的な社風、既存技術者の薄い警戒感、新技術導入コスト低下を背景としたトップの意向。	企業内にあった研究開発所の新技術の技術者やその出身者。	自ら志願した、新技術に積極的に既存技術に熟知した人材
②新技術部門 運営体制確立	不十分な資源での運営		新技術と既存技術の融和
	負荷の低い事業の選択や分業範囲を越えた部門内での協力関係の構築。		少数人員ゆえの教え合いによるノウハウ移転やゲートウェイテクノロジーの導入。
③協業体制 確立	既存部門との予算面での調整		既存部門とのスケジュール面での調整
	新技術の利用判断の打ち合わせや、既存技術出身技術者による新技術部門内調整。これに加えて、外部からの資金調達や適的な製品戦略が影響。		開発工程変更の打ち合わせ、既存部門における啓蒙活動や既存技術出身の技術者による新技術部門内調整。

5. 考察

本研究では、第一に情報技術導入前後の制作工程に関して提示したうえで、第二にハイブリッド製品の開発には課題がありうることを理論的に示し、第三に事例分析を通じてその課題が生じることを確認したうえで、その克服がいかになされるかについて提示した。

新技術部門の立ち上げ、新技術部門運営体制の確立、既存技術部門との協業体制の確立という三段階にわたる分析枠組みから事例を整理した。その結果として、本研究の事例から、重要な役割を果たしたと考えられるのが、特に新技術部門設立後における新技術部門のマネジャー（A氏）と新技術を積極的に受け入れながら既存技術も熟知している技術者（C氏）である。そこで本節では、ハイブリッド製品の開発にあたり、新技術部門運営体制の確立や既存技術部門との協業体制の確立の段階において、適応的技術者と新技術部門の役割について考察する。

(1) 適応的技術者の役割

新技術部門マネジャーが既存技術部門と新技術部門との間の調整を行ったのに対し、主に技術部門内での調整を行ったのが既存技術出身の技術者である。本研究では既存技術を熟知しているものの他技術への積極性をも有している技術者のことを適応的技術者と呼ぶ

こととしている。

ハイブリッド製品の開発において、第一に新技術部門運営体制の確立にあたっては、不十分な資源での運営と新技術と既存技術の融和という二つの課題があった。適応的技術者は特に新技術と既存技術の融和において貢献がある。本研究の事例では、手描きアニメーションの経験がない3DCGオペレーターに、手描きに関するノウハウを移転していることが確認された。このことによって、新技術部門内で手描きアニメーションに合わせるための下地が整えられると考えられる。

第二に既存技術部門との協業体制の確立にあたっては、既存技術部門との予算面・スケジュール面での調整という課題があった。適応的技術者は、製品開発にあたって新技術部門内でのチェックを担当していた。すなわち、製品開発を統括する監督が新技術について十分な知識を有していない状況で、適応的技術者が新技術による開発部分について委任されるということである。本研究の事例では、手描き制作にはある多重のチェック体制を3DCGでは適応的技術者が担うことで、クオリティの担保を行うだけでなく、予算面・スケジュール面での調整に貢献していることが明らかになった。

以上のような役割を適応的技術者が十分に担うためには、二つの条件があると考えられる。一つ目は、適応的技術者は既存技術部門から委任を受けるにあたって、既存技術に精通しているだけでなく、既存技術部門において認められている必要があるということである。本研究の事例では、適応的技術者はアニメーション制作において作画監督を担当しており、十分のその技量が認められていると考えられる。

二つ目は、適応的技術者は新技術への積極性はあるものの、初めから知識を持っているわけではないため、適応的技術者が新技術について知識を獲得していく段階が必要であるということである。本研究の事例では、新技術部門設立後、新技術に適合した事業を選択することで、適応的技術者が既存技術のノウハウを新技術の技術者に伝授すると同時に、新技術の技術者から新技術について学ぶ期間があったと考えられる。

(2) 新技術部門マネジャーの役割

主に技術部門内での調整を行ったのが既存技術出身の技術者であるのに対し、既存技術部門と新技術部門との間の調整を行ったのは新技術部門マネジャーである。ハイブリッド製品の開発において、第一に新技術部門運営体制の確立にあたっては、不十分な資源での運営と新技術と既存技術の融和という二つの課題があった。特に不十分な資源での運営という点に関して、新技術部門マネジャーの取りうる対応は二つある。一つ目は少ない資源を活かした事業の選択を行うということである。本研究の事例ではまず、テレビ用アニメーションより高付加価値であるが、決して大きな仕事ではない劇場用アニメーションのカットを担当している。このような事業は新技術部門でありかつ限られた人員であるからこそ

成立しやすいと考えられる。

二つ目は柔軟な開発体制を構築することである。限られた人員が開発を行うにあたって、それぞれが多能工化し、不足を補いあうことで、無駄のない運営が行えるようになる。本研究の事例では、明確に新技術部門のマネジャーが柔軟な開発体制の構築を行ったことは示唆されず、やむに已まれぬ事情から、そうせざるを得なかったのだが、マネジメントによって開発体制を整えることは可能であると考えられる。

一方で、新技術と既存技術の融和という点については、新技術部門マネジャーは技術的な知識をあまり持っていないため、相対的に貢献は小さいと考えられる。ただし、ゲートウェイテクノロジーが重要かつ高価な場合には予算面での新技術部門マネジャーの貢献があると考えられる。

第二に既存技術部門との協業体制の確立にあたっては、既存技術部門との予算面・スケジュール面での調整という課題があった。予算面・スケジュール面で、新技術部門マネジャーは特に貢献が大きいのは既存技術部門との交渉である打ち合わせ機会の活用である。新技術部門マネジャーは、新技術部門技術者との相談のうえ、予算を調整するという意味では形骸化していた打ち合わせを、3DCG の利用判断において活用したり、スケジュールを平準化するために手描きで行われていた設計作業の一部を 3DCG で行うように開発工程の変更を行ったりしていたのである。また、予算面では既存技術部門との調整を越えて、外部から資金を調達してくるという点でも貢献がある。スケジュール面においても、既存技術部門に赴き、新技術特有のスケジュール感を認知させる啓蒙活動を行っている。本研究の事例では企業内に主要なスタッフが全て整っており、コミュニケーションがすぐさまとれる環境になっているため、調整を行いやすい環境になっているのである。

第 7 章 既存企業における新技術活用 - 3DCG 外注によるハイブリッド製品の開発 -

前章では歴史ある確立した大企業である東映アニメーションを事例に、3DCG を内製化してハイブリッド製品開発を行った事例に対して検討を行った。第 7 章では、3DCG を外注しながらハイブリッド製品開発を行った事例に対して検討する。そのうえで、ハイブリッド製品開発に関して、新技術の外注・内製、二つの事例を比較して分析する。

第 1 節では、分析の視点として前章の視点を踏まえたうえで、①新技術活用準備、②新技術受け入れ体制確立、③協業体制確立という三つの段階を提示する。第 2 節では、ハイブリッド製品開発を行うための企業行動について、分析枠組みに基づいて、事例を整理する。第 3 節では、ハイブリッド製品の開発において、重要な要素として新技術部門マネージャーと適応的技術者の働きについて明らかにする。そのうえで、第 4 節にて前章で取り上げたケースである東映アニメーションと XEBEC の比較を行うことでハイブリッド製品開発についての検討を行う。

1. 分析枠組み

既存企業におけるハイブリッド製品開発は、前章にて扱ったように①新技術部門設立、②新技術部門運営体制確立、③他部門との協業体制確立という 3 つの段階から成立していると考えられる。しかしながら、この 3 段階による枠組みでは新技術を企業内部で扱うことが重要であることを前提としていることから、企業内に新技術部門を持つことを想定している。前章で取り扱った、東映アニメーションの場合にも新技術部門の素地となる研究部門をすでに抱えており、デジタル技術そのものの導入も業界先駆的に行われていた。したがって、新技術部門の設立自体は相対的に容易であり、ハイブリッド製品開発において大きな問題は、既存技術にて業界内で確立した企業である内部組織との協業体制をいかに確立するかということが重要な問題となったのである。

しかしながら、ハイブリッド製品の開発にあたっては、新技術の登場に際しても既存技術は十分に優位性を持つ。したがって、既存企業にとっては新技術をあえて導入するという選択はリスクが高くなってしまふ。特に東映アニメーションのように資源豊かな企業ではなく、立ち上げてから間もないような既存技術の新企業であれば、内部部門を立ち上げるのは難しい。そこで、新技術を外注することによって調達するという選択が生じる。しかしながら、ハイブリッド製品の品質を高めるためには、内部に新技術部門を設立する場合とは異なった形で協業体制を構築する必要がある。

したがって、前章で扱った①新技術部門設立、②新技術部門運営体制確立、③他部門との協業体制確立という分析の視点に関して改めて整理する必要がある。そこで、本節ではまず、内製化する際に用いた前章の分析の視点に関して、外注を行う際の視点として整理し、課題に関して提示する。そのうえで、内製化・外注それぞれどちらの場合も包括した枠組みとしての視点を提示し、これに沿って分析を行うこととする。

第一段階は、内製化する際には新技術部門設立であった。一方で外注する際には新技術活用準備であると考えられる。前章での新技術部門立ち上げという段階では、資源導入の正当化、新技術を扱う人材の確保、既存技術を熟知した人材の確保という三つの課題が想定された。外部企業に新技術を委託する場合には、資源導入の正当化に関しては、新技術そのものを扱うわけではないため優先度は下がるものの、新技術を用いられた部品に関して既存組織で受け入れるための資源投入が必要となる。そこで、資源導入の正当化の問題は生じると考えられる。前章と要求される資源は異なるため、本章では新技術活用資源導入の正当化を課題として設定する。次に新技術を扱う人材の確保に関しては、外部企業に委託することになるため、その課題は回避されることになる。ただし、何故、内部で導入しないのかについて検討する必要はあると考えられる。最後に既存技術を熟知した人材の確保に関しては、新技術部門自体には必要がないものの、ハイブリッド製品の開発にあたっては前章で取り上げたような適応的技術者は重要であると考えられる。ただし、新技術部門自体は立ち上げないため、単に適応的技術者をどこに配置するかが課題となる。内製化・外注どちらの場合においても共通であるのは、実際に製品開発を行うにあたって資源を準備する段階であるということである。したがって、第一段階はハイブリッド製品開発資源準備段階とまとめることができる。

第二段階は、内製化する際には新技術部門運営体制確立であった。一方で外注する際には新技術受け入れ体制の確立であると考えられる。前章での新技術部門運営体制の確立という段階では、不十分な資源での運営、新技術と既存技術の融合という二つの課題が想定された。しかしながら、外部企業に新技術を委託する場合には、新技術部門の運営体制は外部に任されることになる。よって、本章では、ハイブリッド製品を開発するにあたって必要となる体制をいかに整えるかに関して課題を設定する。ハイブリッド製品の開発にあたり新技術を活用する際には、周辺工程にも技術革新を必要とする可能性がある。したがって、周辺工程への影響への対処が考えられる。次に、周辺工程への影響が一つの企業に留まらない可能性がある。特に資源が少ない既存企業の場合には全ての工程を自ら有しているわけではない。そのため、外注先企業が変更になる可能性がある。そこで、周辺工程の内外製の決定をしたうえで、内製化する際にはそのマネジメントが必要となる。この段階は、内製化・外注どちらの場合であっても資源としての配分を終えた後に、ハイブリッド製品開発を行うための運用体制の準備をする段階である。したがって、第二段階はハイブリッド製品開発運用準備段階とまとめることができる。

第三段階は、内製化する場合には他部門との協業体制確立であった。一方で外注する際においても協業体制の確立は必要となると考えられる。前章での協業体制の確立という段階では、予算面、スケジュール面での調整という二つの課題が想定された。この点に関しては、外部企業との協業においても費用は発生し、またスケジュール面での問題は生じると考えられる。また、前章では第二段階の課題であった新技術と既存技術の融合は、新技術部門内で行われていた質的な調整であった。しかし、外注した場合には、協業体制を確

立していくなかで新技術と既存技術の融合という課題を克服する必要がある。この段階は、内製化・外注の場合どちらにおいても実際の製品開発を行いながら、いかにより良い体制を整えていくかという段階にあると考えられる。したがって、第三段階はハイブリッド製品開発協業確立段階とまとめることができる。

以上から想定される課題をまとめたのが表 7-1 である。本研究ではアニメーション産業において手描きと 3DCG のハイブリッド製品の開発の事例を基に、本節で提示した分析枠組みを用いて想定される課題が実際にあるのか確認し、その課題の克服について整理したうえで、重要な要素は何であったかについて探索的に明らかにする。

表 7-1 新技術外注によるハイブリッド製品開発の課題

	想定される課題		
①開発資源準備 (新技術活用準備)	新技術活用資源導入 の正当化	新技術を扱う人材 の確保	既存技術を熟知した 人材の確保
②開発運用準備 (新技術受け入れ体 制の確立)	周辺工程の内外製の決定		周辺工程の内製化マネジメント
③協業体制確立 (協業体制確立)	予算面・スケジュール面での調整		新技術と既存技術の融合

2. 事例分析

分析枠組みに沿って事例を整理する前に、株式会社 XEBEC の設立から新技術導入にあたるまでを整理する。株式会社 XEBEC の設立者である下地志直氏は、元々株式会社葦プロダクション（現株式会社プロダクションリード）で制作プロデューサーとして働いていた。1990年代、アニメーション業界では、玩具などの宣伝用に用いるテレビアニメーションに加えて、オリジナルビデオアニメーション（OVA）が新たな制作スタイルとして認められるようになるなど、多様化が見られるようになっていた。『BLUESEED』という作品にてOVA版などを手掛けた下地氏は、株式会社プロダクション・アイジーの社長であった石川光久氏のアドバイスもあり、新しい制作体制を求めて独立し、株式会社 XEBEC を 1995年5月1日に設立した。

独立を決めた頃（1995年3月末から4月頭）にキングレコード株式会社の大月俊倫氏から『爆裂ハンター』の企画を提案されており、下地氏の4月末での退社にもつながっている。XEBECで最初に手掛けた業務は、下地氏が葦プロダクションに在籍していたときに株式会社オー・エル・エムから委託されていた『愛天使伝説ウェディングピーチ』の制作を引き継いだもので1995年9月まで行っていた。この時期には『愛天使伝説ウェディングピ

一チ』の制作と同時に 1995 年 10 月に放送が開始された『爆裂ハンター』の準備を行っている。爆裂ハンターが放送を開始され始めた頃（1995 年 9 月・10 月）に、小学館プロダクションから 1996 年 1 月から放送を開始したいとの意向で『爆走兄弟レッツ&ゴー』の企画を受けている。

(1) 開発資源準備（新技術活用準備）

1)3DCG 活用の背景

『爆走兄弟レッツ&ゴー』は、続いて『爆走兄弟レッツ&ゴーWGP』（1997 年放送開始）、『爆走兄弟レッツ&ゴーMAX』（1998 年放送開始）としてシリーズ化されるなど非常にヒットした作品であった。XEBEC では『爆走兄弟レッツ&ゴー』関連商品のロイヤルティ収入の権利が得られており、同時期に制作を行った『機動戦艦ナデシコ』（1996 年放送開始）のヒットもあり、この数年間で大きな収入を得ていた。

小学館プロダクションは XEBEC に対して、『爆走兄弟レッツ&ゴー』の次の企画として、『ゾイド - ZOIDS - 』を提案してきた。下地氏はゾイドのようなメカが中心となる作品を手描きで行うのは難しいと考えており、もし制作するとすれば 3DCG を用いることとなる。資金面で負担がかかることが想定されたが、当時 XEBEC 側に『爆走兄弟レッツ&ゴー』のヒットにより、新しい挑戦を行いやすい状況であった。

小学館プロダクションでは、いきなり 3DCG を使うことを考えていたわけではなかった。プロデューサーであった中澤氏が新しい挑戦をするが好きであったこともあり、3DCG 用のスタッフを実際に集めて『爆走兄弟レッツ&ゴーWGP』のエンディングで 3DCG を用いたメカ（ミニ四駆）を走らせるアニメーションを制作して検証していたのである。一方で、下地氏も新しい挑戦が好きの方であると振り返られているように、すぐには無理にしても挑戦してみることに賛成であった。

2)3DCG の外部委託

しかし、実際にはすぐの実現は技術的・組織的に難しかった。技術的な面でいえば、まだ 3DCG の質が良くなかったからである。動き自体が荒かったことに加えトゥーンシェーダーなどのソフトがまだ良くなかったこともあり、質感も出ていなかったのである。また、ソフト、マシン、サーバーなどの費用が純粋に高く、手が出せなかったということもある。そして実際に制作するにあたってどの程度の費用がかかるか予想もできなかったのである。下地氏も当時は現在のように CG がここまで普及するとは想像もできなかったという。

したがって、XEBEC で CG 制作を請け負うことは現実的ではなかったが、小学館プロダクションにて 3DCG のスタッフを集めていたこともあり、ゾイドの制作では小学館プロダクションの方で 3DCG の制作そのものは請け負うということになった。当時、テレビアニメーションのようにシリーズとして流れる作品としての 3DCG 制作はあまりなかったため、

外注企業も必ずしも多くなかった。3DCG 制作企業としてはコマーシャルや実写制作、ゲーム業界の企業が存在し、小学館プロダクションでは元々実写で 3DCG や特撮を担当していたプロデューサーをスカウトして、3DCG 制作体制を整えていた。

一方で、XEBC 社内においても 3DCG を扱う以上、彩色・撮影（コンポジット）の段階にてフィルムを用いるの（アナログ）ではなく、デジタルでデータを扱う必要が出てくる。当時、XEBC ではどちらの工程もアナログであった。彩色は韓国の企業などに、撮影は株式会社トランスアーツに外注しており、デジタルなデータを扱う環境が整っていなかったのである。

そこで、下地氏は手描きと 3DCG を組み合わせるための準備として、デジタル彩色（ペイント）・デジタルコンポジットを行うことを決めたのである。

3)3DCG 受け入れのための社内体制準備

社内での体制に関しては、下地氏は当時監督であった加戸氏に相談していた。加戸氏は葦プロダクション出身の監督で、多くの手描きの作品で演出を務めてきていたが、デジタル技術に関しても強い関心を持っており、当時から自分で PC をいじったり、簡単な 3DCG の画像を作っていたりしていた。そして、どういうソフトをいれるかなどは加戸氏と、デジタルペイントの部門の管理を担う広瀬氏（後述）と相談して形にしていったのである。ただし、戦略的な意思決定が反映されることもあった。たとえば、デジタルペイント用のソフトである RETAS と Animo の選択である。下地氏はこの際、RETAS を選ぶことにした。Animo は性能が良かったが価格が高く、使い方が難しいという欠点を抱えていたのに加えて、RETAS は業界最大手である東映アニメーションが用いていたソフトであったからである。東映アニメーションではフィリピンのスタジオ（TAP）にてデジタルペイントを導入していたため、安心感があったのである。

4)小括

新技術活用準備にあたっては、3つの課題が想定されていた。第一に技術活用資源導入の正当化にあたっては、トップの挑戦に積極的な意向、成功に基づく好財務によるゆとり、3DCG を委託する他企業の存在による負担低減といった要因によって達成された。第二に新技術に新技術を扱う人材の確保にあたっては、パートナー企業に委託することによって達成された。特に内製化しないという選択をとったのは当時 3DCG が質・費用の面で見通しがたたず、XEBC では賄いきれないと判断されたためである。第三に既存技術に熟知した存在の確保にあたっては、新技術や周辺技術に関して、既存技術で既に名を成した方々が新技術への体制作りに参加している。特に 3DCG に関しては既に手描きで監督を務めていた加戸氏の参加の影響が大きい。

(2) 開発運用準備（新技術受け入れ体制の確立）

1) 事業選択

下地氏はいきなりデジタル彩色（以下デジタルペイント）・デジタルコンポジットを一発勝負で行うのは非常に厳しいと考え、デジタルペイント・デジタルコンポジットを実験的に試す場を作ることにした。当時、デジタルペイントとそれに伴うデジタルコンポジットは東映アニメーション株式会社や株式会社東京キッズなど限られた企業しか行っておらず、特にペイントがどのようなものであるかについて十分な検証が行われていなかったからである。下地氏が実験的に作品を制作する場として選んだのが『おはスタ』という子供向けのバラエティ番組内のコーナーにて放送されるアニメーションである。コーナーであるために作品自体が短く、負担が少ないというメリットに加えて、納品に対するリスクもそこまで大きくないという見立てもあった。

2) 組織設計

デジタルペイント・コンポジットを行うにあたって、当時、XEBECではアナログの該当工程に関してはどちらも外注していた。

そこで、デジタル技術導入を元々の外注企業に打診したのである。結果として、デジタルペイントに関しては外注先の韓国企業が導入を決めた。一方でデジタルコンポジットに関しては、元々の外注先企業がまだフィルムでやっていきたいということであって、かつ業界内でデジタルコンポジットを行っていた企業はまだほとんどなかったので、内部に部門を立ち上げることとなった。人材としては葦プロダクションの撮影会社に在籍しており、デジタルコンポジットの興味があるとスタッフづてに聞いていた広瀬氏に来てもらうこととなった。

3) 実験的制作

以上の状況の下、『おはスタ』向けに実際に制作したのが『超速スピナー』（1998年放送開始）と『爆球連発!! スーパービーダマン』（1999年放送開始）である。実際の検証として、明らかになったのはデジタルペイントの優位性であった。画面自体はペタッとしていたが上がってくるのが早いということである。そのため、フィルム（アナログ）の頃と比べると付き合う企業は減ったものの、人数が少なくても大丈夫そうだったということになった。ペイントの場合には、パソコンに入っている色で全部塗れるので準備もいらぬし、最初に投資をして設備を揃えてしまえば簡単であるということだったのである。この頃から他の会社でも徐々に導入が始まってきていた。

一方で、撮影技術として何ができるかという点では課題もあった。すなわち、色がはっきりしてしまうため、動きが止まったときに空気感がないということがあった。フィルム（アナログ）のいいところはパワポレーションのおかげで、噛んでいるためにちよつとずつぶれるので止まってもなんとなく動いて見えたということである。そのあたりをう

まくできないかと考えつつ、ゾイド制作に入っていくこととなった。

4)小括

新技術受け入れ体制の確立にあたっては、2つの課題が想定されていた。第一に、周辺工程の技術革新である。ハイブリッド製品の開発において周辺工程の新技術導入が必要とされ、この際には技術によって外注が続く工程と内製化を行う工程がそれぞれ現れた。第二に周辺工程の内製化マネジメントに関しては、既存技術出身の技術者による体制設計への参加が見られたのに加えて、内製化による不具合を想定して負荷の少ない事業選択が行われた。

(3) 協業体制確立（他企業との協業体制の確立）

1)分業体制

デジタルデータの扱うという点で組織を整えたうえで、1999年の放送開始に向けて『ゾイド』の制作に入っていくことになる。この『ゾイド』における XEBEC と小学館プロダクションによる協業体制は、以下のように整理することができる。元請けは小学館プロダクションである、制作は、手描きは XEBEC が行い、3DCG は小学館プロダクション側で受け持つこととなった。この際、小学館プロダクションでは『ゾイド』の企画に合わせて、3DCG 制作のために株式会社小学館ミュージック&デジタルエンタテインメント (SMDE) を立ち上げている。3DCG の制作はこの SMDE を中心にデジタルフロンティアなどいくつかの企業が参画している。そのうえで、SMDE が中心となって作成した 3DCG のアニメーションデータは、XEBEC に送られる。XEBEC にて手描きと 3DCG のアニメーションが合成（デジタルコンポジット）されて作品が納品される。したがって、XEBEC にて作品の最終成果物が出来上がることとなる。

2)技術面での打ち合わせ機会の活用

準備段階での技術的な摺合せは、監督を務めていた加戸誉夫氏と小学館側のチーフディレクターであった小林真吾氏が行った。どういうコンポジットを行って掃きだすか、どういうマシンで行えばいいかということ全部検証してスタートしたのである。この際ソフトに関しては MAX の一世代前の XSI が用いられていた。

実際の制作にあたっては、通常の手描きのアニメーション制作に加えて監督の加戸氏と 3DCG を担当する小林氏による打ち合わせを行うこととした。分解打ち合わせ（分解打ち）と呼ばれたこの工程では、1カット1カット検証を行って、先に 3DCG に 2D を載せるか、2D を描いてから 3DCG を載せるかとカット分けを最初に行い、その後、演出打ち合わせ（演出打ち）では、加戸氏が手描きの演出に対して指示をだし、小林氏は 3DCG のスタッフと打ち合わせをして指示を出すという形になっていたのである。この場にはコンポジット部隊も来てどういう形でコンポジットするかという点も決めたとあって、エフェクトをどうする

かということについての取り決めも行っていった。

しかしながら、3DCGの会社は手描きのアニメーションの演出法には慣れていなかった。特に大きかったのが、動きが均等化されてしまっていたということである。加戸氏はこの動きに手描きのアニメーションの演出を加えるにあたって、いくつかの工夫をすることとなる。まずは、主要なメカであるライガーのモデリングに関するやり直しである。最初に出上がってきたデータでは首、手、足、胴体などが全て一つのもとして出来上がっていた。これを一度ばらして、それぞれのパーツを別別にすることで、しなるような動きができる素地を整えてもらった。そのうえで事前に手描きの下絵を描いて渡して、3DCGの素材をその下絵に載せてもらうという制作スタイルをとることとした。次に出来上がった3DCGについても手描きのアニメーションによる修正を加えることとした。3DCGでは形が固定されてしまっており、動きの演出の際にダイナミックな表現ができなくなってしまうので、嘘の部分を手描きで制作し加えていたし、静止する部分でも1枚の止め絵を入れて印象的になるような形にもしていた。また、エフェクト自体は手描きであったり、走ったときの土埃や着弾したときの透過光は作画で表現したり、CGのメカのコクピットからキャラクターが透けて見える場合にはそれに合わせて作画を行う必要があったほか、特殊効果として3Dらしく見えるようにブラシで特殊効果をいれていたのである。

3) 予算面での課題

上記のような質的な調整も踏まえて、元々XEBECではデジタルコンポジットのための、小学館プロダクションにおいても3DCG制作のための設備投資を行っていたため、3DCGを多く用いた作品ではあったものの、作品制作費のみでの収益としては両社とも赤字になっていた。ただし、これは映像作品としてだけではなく商品化としてトータルで見ているところがあり、作品のヒットによってXEBECも小学館プロダクションも先行投資した以上の収益を得ている。

4) スケジュール面での工夫や打ち合わせ機会の活用

スケジュール面での課題としては撮影の際の問題が生じていた。CGでは2コマ打ち（1秒間24コマを12枚の絵で構成する）出来上がるのに対し、手描きでは3コマ打ち（1秒間24コマを8枚の絵で構成する）で出来上がってくるものであるためCGに合わせると作画枚数が増えてしまう。特に初期の時期はバラバラに制作を行っており、双方のどちらかを待っているということをしていたので、そのカットの出来上がりが遅くなってしまっていた。そこで分解打ちにてスケジュールを見据えて、ワンカット内において手描きと3DCGの組み合わせが簡単に発生することを避けるようにした。

一方で、組み合わせなければならないところは加戸氏が技術的な面や掃出しについて面倒を見ていた。撮影の際の問題としては、容量の大きな3DCGのデータに関しては掃出しに非常に時間がかかっており、ゴジュラスのようなメカでは1枚で5時間くらいかかって

いた。そのリメイクで直す場合には大変な時間がかかっていたのである。そこで、この先
 厳しいであろうということでやり方を変えて 20 分位で出せるようになった。もちろん、そ
 の背後では随時、マシンやソフトの変更を加えていた。

(4) 事例のまとめ

本節では、XEBEC における 3DCG と手描きのハイブリッド製品の開発について、①新
 技術活用準備、②新技術受け入れ体制確立、③他企業との協業体制確立という三つの段階
 にわけて想定される課題に関して、事例との整合性を確認したうえで、いかに克服したか
 について記述した（表 7-3）。この事例を踏まえて次節では考察を行うこととする。

表 7-2 新技術外注によるハイブリッド製品開発の事例の整理

	ハイブリッド製品開発の課題とその克服		
①開発資源準備 (新技術活用準備)	新技術活用資源導入の 正当化	新技術を扱う人材の確 保	既存技術を熟知し た人材の確保
	トップの意向、財務的な ゆとり、他企業による負 担低減。	(質・予算面で内製化 はリスクが高いという 判断の下)他企業へ委 託	新技術に積極的で 既存技術に熟知し た人材が体制作り に参加。
②開発運用準備 (新技術受け入れ体 制の確立)	周辺工程の内外製の決定		周辺工程の内製化マネジメント
	外注先企業による導入と内製化 による対応		既存技術出身技術者による体制 の設計 負荷の少ない事業選択
③協業体制確立 (協業体制確立)	予算面・スケジュール面での調整		新技術と既存技術の融合
	予算面では外部企業へ委託		既存技術による支援体制の拡充

3. 考察

本研究では新技術活用準備、新技術部門受け入れ体制の確立、他企業との協業体制の確
 立という三段階にわたる分析枠組みから事例を整理した。その結果として、本研究の事例
 から重要な役割を果たしたと考えられるのが、前章と同様に適応的技術者であり、加えて
 トップマネジメントである。そこで本節では、ハイブリッド製品の開発にあたり、新技術
 部門運営体制の確立や既存技術部門との協業体制の確立の段階において、新技術部門マネ
 ジャーと適応的技術者の役割について考察したうえで、東映アニメーションのように資源
 豊富な既存企業との比較を行うこととする。

(1) 適応的技術者の役割

ハイブリッド製品の開発において、特に第二段階の新技术受け入れ体制の確立と第三段階の他企業との協業体制の確立という点で適応的技術者の役割が重要となる。第一に新技术受け入れ体制の確立にあたっては、周辺工程の内製化マネジメントにおいて適応的技術者が体制の設計に参加している。

第二に他企業との協業体制の確立にあたっては、適応的技術者は他企業との協業の段階で新技术と既存技術の融合を行っている。ただし、内部に部門があるわけではないので、演出に関してはより具体的な指摘と既存技術による補強を行っている。

以上のような役割を適応的技術者が十分に担うためには、二つの条件があると考えられる。一つ目は、適応的技術者は外部企業とコミュニケーションを取ったり、体制作りに参加したりするにあたって、既存企業内で一定の力量が認められている必要があるということである。本研究の事例では、トップである下地氏が前職の企業の頃から、長年の間共に仕事を行ってきた加戸氏は信頼を置かれていると考えられる。

二つ目は、適応的技術者が新技术について知識を獲得していく段階が必要であるということである。本研究の事例では、厳密には 3DCG ではなかったものの周辺技術に関して導入にあたって、試験的な作品を選択することで実際にデジタル化という 3DCG を運用するための条件が整えられるかどうかについて検討を行っている。また、ZOID という作品制作においても試行錯誤が行われており、この際にそれを認めるゆとりを持てることは常に時間が切迫しがちなアニメーション業界では大きいことであったと考えられる。

(2) トップマネジメントの役割

ハイブリッド製品の開発において、特に第一段階の新技术活用準備と、第二段階の新技术受け入れ体制の確立という点でトップマネジメントの役割が重要となる。第一に新技术活用準備にあたっては、新技术活用資源導入の正当化、新技术を扱う人材の確保、既存技術を熟知した人材の確保という三つの課題があった。トップマネジメントは特に新技术を扱う人材の確保という点に関しては、内製化するか委託するかを選択を行う必要がある。本事例では、質・費用の面から内製化のリスクは高いの判断もあり、外部への委託を決定している。しかしながら、新技术が業界にて十分に普及していない場合には委託企業をいかに見つけ出すかが、トップマネジメントにとって重要である。

第二に新技术受け入れ体制の確立にあたっては、周辺工程の内外製の決定と周辺工程の内製化マネジメントという二つの課題があった。3DCG は単にモジュールとして扱うことはできず、周辺工程のデジタル化、新技术導入を必要とした。該当工程を外注していた本事例では、外注先企業にもデジタル技術の導入を要請し、外注先企業での導入が難しい場合には部門を立ち上げて内製化している。内製化を行う際には、体制構築にあたって適応的技術者のアドバイスをういながら、他企業の動向を踏まえて戦略的な意思決定を行っている。加えて、内製化された部門の能力確認や工程改善のために最初に負荷の少ない事業

を選択している。

4. 東映アニメーションと XEBEC の比較

東映アニメーションと株式会社 XEBEC はどちらも既存技術を主体とする企業であるが、新技術導入前の組織は大きく異なっていた。東映アニメーションは業界でも歴史が長い大企業であり新技術導入のための最低限の資源を有している状態にあり、XEBEC にそのゆとりはなかったということである。3DCG を導入するためには、そのデジタルコンポジットのような周辺技術の導入を行う必要があり、東映アニメーションではその導入が終わっており、3DCG を用いるための人材もすでに有していた。一方で、XEBEC では 3DCG を活用するために、周辺技術の導入を行うことが必要であった。

結果として、東映アニメーションでは新技術部門の立ち上げによって内製化するという選択を行い、XEBEC では新技術に関しては外注するという選択を取った。したがって、同じハイブリッド技術を活用した製品開発でありながら、共通点もあるものの、相違点も見られた。

そこで本節では、東映アニメーションと XEBEC の比較からハイブリッド製品開発のマネジメントの課題と克服に関して知見を得ることとする。各事例の分析にあたってはハイブリッド製品開発資源準備、ハイブリッド製品開発運用準備、ハイブリッド製品開発協業体制確立という三つの段階が指摘されていた。内製化・外注という二つの状況を想定する際には、比較が行いやすい課題と比較が難しい課題が考えられる。したがって、この点に関して整理したうえで、比較を行う。

ハイブリッド製品開発準備段階に関しては、両者の間で共通の課題が見られたが、ハイブリッド製品開発運用準備段階、ハイブリッド製品開発協業体制確立段階は、内製化するか外注するかによって大きく課題が異なっている。内製化する場合には新技術部門内の運用をいかに確立するかという点が大きな問題になるのに対し、外注する場合には新技術部門を立ち上げないためである。したがって、運用というよりはその周辺工程をいかに管理するかという点が重要になる。そのため、東映アニメーションにて確認された不十分な資源での運営、新技術と既存技術の融和という課題と、XEBEC にて確認された周辺工程の内製化の決定と周辺工程の内製化マネジメントという課題は大きく異なるものである。特に内製化によってこの段階で克服されるべき課題である新技術と既存技術の融和が外注する場合には次の段階に先送りされることになる。そこで、ハイブリッド製品開発運用準備に関しては比較を行わないものの、新技術と既存技術の融合という点に関しては特に重要な役割を担う適応的技術者の役割という項を設けて比較することとする。

(1) ハイブリッド製品開発資源準備段階（新技術部門設立・新技術活用準備）

第一段階はハイブリッド製品開発資源準備段階である。すなわち、3DCG を内製化する場合には新技術部門設立であり、外注する場合には新技術活用準備という段階である。課

題に関しては資源導入の正当化、新技術を扱う人材の確保、既存技術を熟知した人材という三つが設定されていた。この時、資源導入に関しては東映アニメーションでは3DCGという新技術部門立ち上げにあたり、XEBECではデジタルコンポジットという3DCGを支える部門の立ち上げであった。したがって、いずれの場合においても何かしらの資源導入は必要であったと言える。

資源導入の正当化という課題に関しては、まずはどちらの企業においてもトップの意向が反映されていた。東映アニメーションにおける泊氏並びにXEBECにおける下地氏は、それぞれデジタル技術を中心とした新技術を積極的に受け入れようという精神を持っていた。東映アニメーションではこれが社風として取り込まれていたが、XEBECにおいても下地氏は創業者であり、社風として考えても差し支えないであろう。一方で、導入コストに関しては東映アニメーションではコスト低下が新技術導入の一つの要因となっていたが、XEBECにおいては3DCGに関しては小学館プロダクションに委託することになった。東映アニメーションは大企業であり、コストが下がったとはいえ3DCGを内製化するだけ資源を十分に有していたが、XEBECでは起業してから長い年月を経ていたわけではなく、内製化のコストを支え切れるか明らかではなかったからである。これにより、両者の間に内製化と外注という選択の違いが出てくるのである。しかしながら、3DCGを外注するからといって新技術を用いるためのコストがなくなるわけではなく、XEBECにおいても資源活用のためのデジタルコンポジットを内製化するための費用が必要とされていた。XEBECでは、『爆走兄弟レッツ&ゴー』シリーズや『機動戦艦ナデシコ』などの作品の成功による財務的なゆとりが挑戦しやすい状況につながっていたと考えられる。

新技術を扱う人材の確保という課題に関しては、東映アニメーションでは社内ですでに有していた研究所やその出身者を活用している。これは既に歴史ある大企業であって資源を十分に有していたことが影響している。一方で、XEBECではこれを外注という形で回避している。このことによって、新技術を扱う人材自体を探す必要はなくなっている。当時外注先であった小学館プロダクションでは、3DCGに関して先進的に用いられていた実写業界の人材を登用して人材確保を行うこととなった。

ただし、3DCGに関しては外注したものの、3DCGを導入するにあたって必要な技術（デジタルコンポジット）についてはXEBEC社内に導入することとなった。この部門の立ち上げについてはアナログの技術である撮影を行っていたもののデジタルの撮影に関心を持っていた技術者を勧誘している。この点は3DCG導入における適応的技術者と同じ立場であると考えられる。第5章で検討した通り、他技術への受容性の高い適応的技術者は革新的な属性を持つと同時に既存組織に対して高い信頼性を持つことが示されている。東映アニメーションにおいては長く関係性を有している技術者であったが、XEBECにおいては社の歴史自体は長くない。ただし、トップの前職企業の関係者を勧誘してきており、信頼関係は気づかれていたと考えられる。この人材と3DCG受容に積極的であった技術者が体制作りに示唆を与えるのである。

ただし、周辺技術もまた必ずしも内部にて部門を立ち上げる必要があるとは限らない。XEBEC では、周辺のアナログ技術に関しては元来外注していたが、デジタル化にあたって外注先に該当技術の導入を要請している。結果として彩色に関しては外注先にて導入が行われており、撮影（コンポジット）に関しては外注先での導入が行われなかったため、内部部門の立ち上げという形になっている。したがって、外注するか内製化するかにして明確に示されているわけではないということには注意が必要である。

また、東映アニメーションにおいては既にデジタルコンポジットは導入されており、3DCG 導入のための準備はなされていたと考えられる。この点では XEBEC は該当技術と周辺技術の活用タイミングが同時期になったのとは相違がみられる。

既存技術をした人材の確保という課題に関しては、どちらの企業においても内部の既存技術者が登用されている。前項同様、この既存技術者は長くそれぞれの企業ないしそのトップと仕事をしており、信頼関係が築かれていると考えられる。東映アニメーションでは新技術部門を立ち上げるにあたって必要な人材であったが、一方で XEBEC では新技術部門を立ち上げているわけではない。しかしながら、既存技術に熟知した人材はハイブリッド製品開発を行う際に新技術を外注する場合には必要となる。この役割については次段階以降に特に明らかになる。

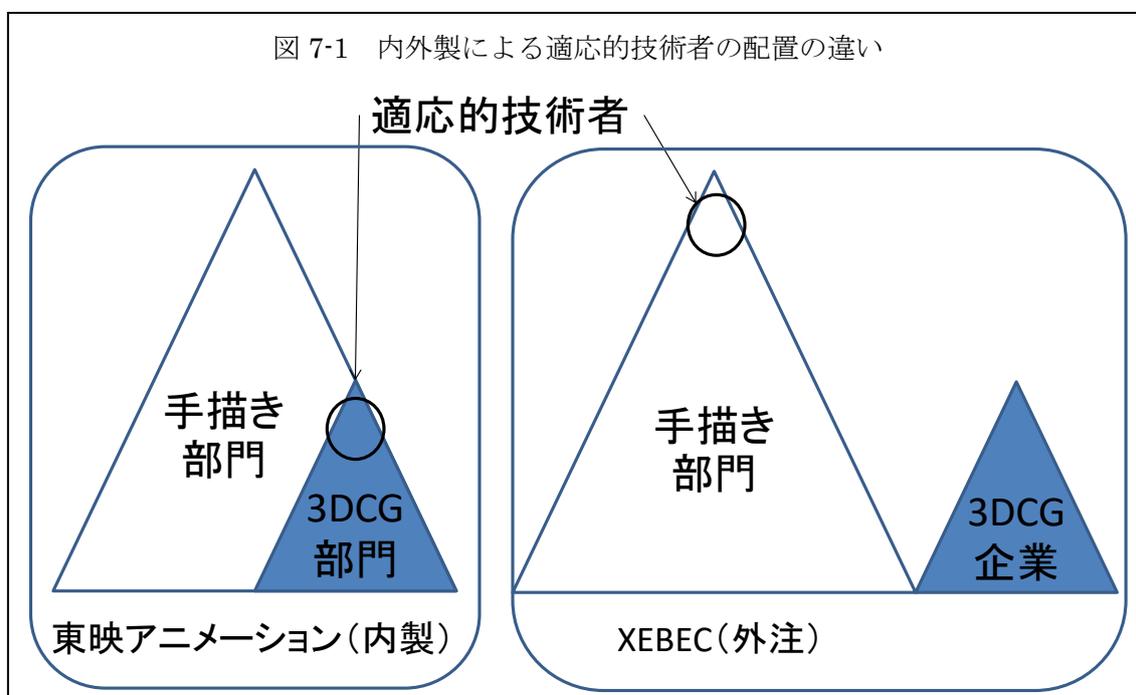
表 7-3 開発準備段階における両社の比較

	東映アニメーション	XEBEC
資源導入の正当化	トップの意向 財務的ゆとり	トップの意向 財務的ゆとり(ただし、3DCG そのものは外注)
新技術を扱う人材の確保	自社内にある研究所を活用	外注によって人材確保を委託
既存技術を熟知した人材 (適応的技術者)の確保	当該企業にて長期にわたって 仕事をしてきており信頼関係が 築かれている人材	トップと長い間仕事をともに 行ってきており信頼関係が築 かれている人材

(2) 運用準備・協業における適応的技術者の役割

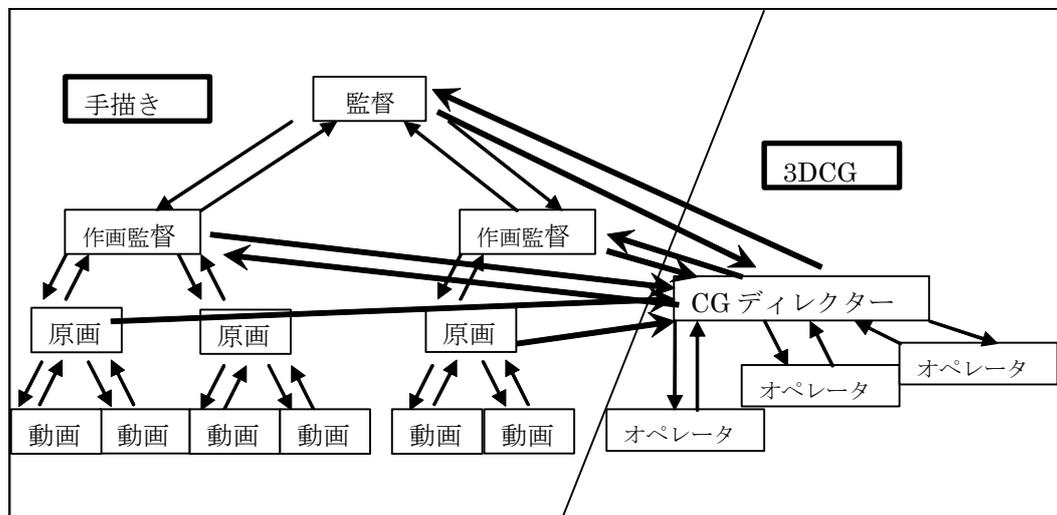
適応的技術者とは、本研究では他技術（特に代替的な技術）の受容に積極的な技術者とし、このような技術者がハイブリッド製品開発においても重要になるであろうと予測したうえで分析を行った。新技術部門を立ち上げて内製化する際と外注する際の適応的技術者の役割はどのように異なるであろうか。

結果として、一番重要な役割を担っていたのは新技術と既存技術の融和という課題についてであった。この際、内製と外注とによって適応的技術者の役割が担われるタイミングに変化が生じることになる。まず、内外製の選択に関する組織の影響について考察する。この資源に関しては一つには資金面であるがもう一つが人材面である。新技術が登場した当時にはそれを扱える人材は必ずしも多くない。東映アニメーションでは社内研究所の人材を活用したが、XEBCが外注した小学館プロダクションでは実写業界でCGを扱っていた人材をスカウトしてきており、人材獲得は容易ではない。したがって、今回の事例では、この人材面・資金面での資源を有している場合には内製化を行うゆとりがあり、資源を抱えていない場合には外注を選択したということであった。新技術を内製化した東映アニメーションでは適応的技術者は新技術部門の上位に位置しており、新技術を外注したXEBCでは適応的技術者は、既存部門のトップに位置する事になっていた（図7-1）。



東映アニメーションでは、内製化するには適応的技術者は、ハイブリッド製品開発運用準備の段階にて、新技術部門内でのその役割を果たしていた。適応的技術者は新技術部門内で新技術を既存技術に合わせこむために新技術の技術者にノウハウを移転していたのである。特にこの点では内部に3DCG部門があることを活かし、日々のコミュニケーションの中でノウハウを移転することが可能となっているのである。また、手描きの際に存在していた多重のチェック体制もまた適応的技術者が担うことでクオリティの担保だけでなく、スケジュール面での貢献があったのである（図7-2）。

図 7-2 新技術を内製化した場合の適応的技術者（CG ディレクター）の
製品の内容面に関するやりとり



注) 仕事の管理自体は制作進行が行う。

一方で外注する際には新技術部門を立ち上げるわけではない。加えて XEBEC の外注先である小学館プロダクションでは基本的に実写の CG 技術者などアニメーションを熟知していない人材によって CG 部門が構成されているため、外注先での調整が行えなかった。ただし、当時、アニメーションに携わる技術者は決して多くはなかったため、必然的な問題であるとも言える。外注する際には部門内での日頃のコミュニケーションによる調整を行うことができないため、図 7-2 で示されたような適応的技術者をハブとした品質管理のスタイルは実行できない。したがって、新技術と既存技術の融和に際しては適応的技術者には部門立ち上げとは違った形で、他企業との協業体制の確立の段階にて役割を求められることになる。具体的に特に重要であったのは外注先に対する事前の明確な指示であった。協業中に明確な指示を行うにあたっては専用の工程（分解打ち合わせ）を設けたうえで、言葉で伝えきれない部分に関しては既存技術の方で下絵を描いて渡すようにすることで新技術の方向性を示すようにするしたのである。加えて、事後的にも演出上問題があるシーンに関しては既存技術では手描きによって補う方式を用いていた。

結論として適応的技術者の役割は内製化されている場合には“事中的”な調整がより重要であり、外注する場合には事前設計が重要であり、事後調整における指示も必要となると考えられる。したがって、適応的技術者に必要とされるスキルという観点からは、内製の場合には内部での多数の機会を用いながら様々な場面での要求にこたえていくことが必要となり、外注する場合には数少ない機会において外部への指示を明確化できることが必要となる。

ただし、この点に関して一般化が可能であるかに関しては、検討の余地がある。本研究では、特に 2 つの点を指摘する。1 点目は、適応的技術者の配置に関する議論である。本研

究の事例では新技術を内製化する場合には 3DCG 部門のトップに適応的技術者を配置し、新技術外注する場合には手描き部門のトップに適応的技術者を配置したが、他の可能性がないとは言い切れない。内製化した東映アニメーションでは手描き部門のトップに適応的技術者を配置し、外注した XEBEC では外注先に適応的技術者を配置することがありうるのではないかということである。本研究では厳密には明らかにしていないが、以下のように解釈することができる。

新技術を内製化した大企業である東映アニメーションでは、手掛けている作品の数が多く、手描き部門におけるトップである作画監督（監督）となる人材が既に多数いる。一方で適応的技術者である人材は決して多くなかった。したがって、3DCG を用いるにしても、手描き部門のトップに常に適応的技術者を配置することは難しい。そのため、もし、一時的に適応的技術者を手描き部門のトップに配置し、その際は製品開発をうまく行えたとしても、その後違う作品で通常の既存技術者が監督を務めた場合には混乱が生じてしまう。そこで、どのような人材が手描き部門のトップに配置されても技術融合をうまくおこなっていくために、適応的技術者をより新技術に近いところに配置することが整合的であると考えられる。

次に新技術を外注した XEBEC では、手掛けている作品の数は東映アニメーションに比べると相対的に少ない。このため、適応的技術者をトップに配置することによる混乱が生じにくい状態である。加えて、本研究の事例では一作品内での 3DCG の適用範囲に差がある。すなわち、東映アニメーションが手掛けた『デジモン』のテレビシリーズと XEBEC が手掛けた『ゾイド - ZOIDS -』のテレビシリーズでは、一番組内で用いられた 3DCG の量は後者の方が大きい。したがって、後者で用いられた 3DCGの方が作品の演出に影響を与える度合いが大きく、手描き部門のトップが新技術への造形が深いことの必要性が高まってくるのである。

以上のような考察は、本研究が示した適応的技術者の配置場所について支持するものである。しかし、全ての状況でこの考察が成立するとは限らない。一般化に関する検討の余地の 2 点目は、環境の違いによる影響である。たとえば、株式会社ピーエーワークスは 2000 年に設立した企業であるが、CG 部門を内製化している。したがって、XEBEC と同様に既存企業と比べて資源が十分でなくとも新技術を内製化する企業は存在しているのである。

この点に関しては、歴史が浅くとも新技術を内製化する企業については以下のように解釈することができる。第一の要因は、ピーエーワークスの CG 部門が富山県に立地していることである。東京のように数多くの企業が立地していて労働者市場が充実しているわけではないため、人材をきちんと確保しておく必要があるのである。このような事例はピーエーワークスに限らず、地方に拠点をアニメーション制作企業に見られることである。第二の要因は、ピーエーワークスは XEBEC よりも更に若い企業であるということである。3DCG が普及しつつあるなかでコストが下がっており、新技術部門を立ち上げの負担が下がってきている状況がある。特にピーエーワークスでは品質かコストかという観点でいえ

ば、コスト低減を意識して 3DCG を導入していると考えている。また、XEBEC の下地氏も今後の内製化については考えており、やはり内製化することによってコストが下がるであろうということを指摘している。

したがって、本研究が検討を行ったような 3DCG に関する人材が十分ではなかった環境と現在に近い環境とではハイブリッド製品開発に至るアプローチに関しても分けて考えなければならない。いずれにせよ、一般化に向けて今後更なる検討が必要であることは指摘しておかなければならない。

ただし、適応的技術者が十分に担うためには、内製化であっても外注であっても二つの条件があると考えられる。一つ目は、適応的技術者は既存技術に精通しているだけでなく、社内で認められている必要があるということである。内製化の際にはチェックなどを適応的技術者が担っているため、任せられると思われている必要がある。一方で外注する際には体制作りにおいても適応的技術者の意見が反映されている。3DCG へも関心を示した加戸氏やデジタルコンポジットへも関心を示した広瀬氏はどちらもトップである下地氏と深い関係があり認められていたからこそ、任せられたと考えられる。

二つ目は、適応的技術者は新技術への積極性はあるものの、初めから知識を持っているわけではないため、適応的技術者が新技術について知識を獲得していく段階が必要であるということである。内製化・外注どちらの場合においても初期の段階では何らかの形で市場への製品選択に関して実験的な作品を選んでいる。実際に問題が生じることを想定し、問題が生じたとしても吸収できる環境である必要があるということである。

表 7-4 運用準備・協業における適応的技術者の役割

	東映アニメーション	XEBEC
新技術と既存技術の融和	開発運用準備の段階で、新技術部門内にて、新技術を既存技術に合わせこむために新技術の技術者にノウハウ移転。協業体制確立段階では、クオリティ担保を担う。	協業体制確立段階にて、外注先へのより明確な指示を行う。言葉で伝えきれない場合には既存技術を用いて方向性を示すようにしている。
必要とされる適応的技術者のスキル	日頃のコミュニケーションを常に行いながら、様々な場面の課題を解決する。	数少ないコミュニケーション機会を用いて、課題が起きないように要求を明確化する。

ただし、この点に関して一般化が可能であるかに関しては、検討の余地がある。本研究では、特に 2 つの点を指摘する。1 点目は、適応的技術者の配置に関する議論である。本研究の事例では新技術を内製化する場合には 3DCG 部門のトップに適応的技術者を配置し、新技術外注する場合には手描き部門のトップに適応的技術者を配置したが、他の可能性が

ないとは言い切れない。内製化した東映アニメーションでは手描き部門のトップに適応的技術者を配置し、外注した XEBEC では外注先に適応的技術者を配置することがありうるのではないかということである。本研究では厳密には明らかにしていないが、以下のように解釈することができる。

新技術を内製化した大企業である東映アニメーションでは、手掛けている作品の数が多く、手描き部門におけるトップである作画監督（監督）となる人材が既に多数いる。一方で適応的技術者である人材は決して多くなかった。したがって、3DCG を用いるにしても、手描き部門のトップに常に適応的技術者を配置することは難しい。そのため、もし、一時的に適応的技術者を手描き部門のトップに配置し、その際は製品開発をうまく行えたとしても、その後違う作品で通常の既存技術者が監督を務めた場合には混乱が生じてしまう。そこで、どのような人材が手描き部門のトップに配置されても技術融合をうまくおこなっていくために、適応的技術者をより新技術に近いところに配置することが整合的であると考えられる。

次に新技術を外注した XEBEC では、手掛けている作品の数は東映アニメーションに比べると相対的に少ない。このため、適応的技術者をトップに配置することによる混乱が生じにくい状態である。加えて、本研究の事例では一作品内での 3DCG の適用範囲に差がある。すなわち、東映アニメーションが手掛けた『デジモン』のテレビシリーズと XEBEC が手掛けた『ゾイド - ZOIDS -』のテレビシリーズでは、一番組内で用いられた 3DCG の量は後者の方が大きい。したがって、後者で用いられた 3DCG の方が作品の演出に影響を与える度合いが大きく、手描き部門のトップが新技術への造形が深いことの必要性が高まってくるのである。

以上のような考察は、本研究が示した適応的技術者の配置場所について支持するものである。しかし、全ての状況でこの考察が成立するとは限らない。一般化に関する検討の余地の 2 点目は、環境の違いによる影響である。たとえば、株式会社ピーエーワークスは 2000 年に設立した企業であるが、CG 部門を内製化している。したがって、XEBEC と同様に既存企業と比べて資源が十分でなくとも新技術を内製化する企業は存在しているのである。

この点に関しては、歴史が浅くとも新技術を内製化する企業については以下のように解釈することができる。第一の要因は、ピーエーワークスの CG 部門が富山県に立地していることである。東京のように数多くの企業が立地していて労働者市場が充実しているわけではないため、人材をきちんと確保しておく必要があるのである。このような事例はピーエーワークスに限らず、地方に拠点をアニメーション制作企業に見られることである。第二の要因は、ピーエーワークスは XEBEC よりも更に若い企業であるということである。3DCG が普及しつつあるなかでコストが下がっており、新技術部門を立ち上げの負担が下がってきている状況がある。特にピーエーワークスでは品質かコストかという観点でいえば、コスト低減を意識して 3DCG を導入していると考えている。また、XEBEC の下地氏も今後の内製化については考えており、やはり内製化することによってコストが下がるで

あろうということを指摘している。

したがって、本研究が検討を行ったような 3DCG に関する人材が十分ではなかった環境と現在に近い環境とではハイブリッド製品開発に至るアプローチに関しても分けて考えなければならない。いずれにせよ、一般化に向けて今後更なる検討が必要であることは指摘しておかなければならない。

第 8 章 総括

1. 本研究の考察

(1) 研究課題への解答

本研究の出発点は、技術出現期において企業を取りうる行動に関して新たな可能性を検討することであった。第 2 章では、技術出現期において企業を取りうる戦略に関して、既存技術生存戦略、新技術移行戦略、新・既存技術部分融合戦略について整理し、先行研究が十分に指摘していない戦略としてハイブリッド技術活用戦略があることを指摘し、その戦略が様々な製品・システムに及んでいることを示した。そのうえで、本研究の研究課題として、以下の 2 つを設定した。

研究課題 1: ハイブリッド製品の開発を困難にさせる要因について、技術者の技術認識の観点から明らかにする。

研究課題 2: ハイブリッド製品の開発マネジメントについて、特に技術的融合の実現をいかに行うかという観点から明らかにする。

検討課題 1 に関して本研究は以下のような検討を行っている。第 3 章では、アニメーション産業の歴史を概観し、新技術の発展過程の歴史に関して整理した。そのなかでは新技術を高く評価する人材がいながらも他の組織構成員の技術認識の違いなどからうまく活用できない事例がいくつかあることが確認された。すなわち、新技術の導入は必ずしも簡単ではないということが事例として明らかになった。この点に関して、組織による新技術活用が困難な要因として、そもそも新技術自体が有用であるかどうか、新技術自体の将来性が有望であると想定された場合にも既存技術者が既存技術に対して低い評価を下してしまうという二つが考えられた。

第 4 章では、この 2 点に関してアンケート調査を基にした定量分析を行った。分析結果からは、将来性という観点では、手描きと 3DCG のハイブリッド技術については手描きという既存技術に比べて評価が高いことが明らかになった。しかしながら、現在評価という観点からは、3DCG 単体よりも高いものの、手描きには劣ってしまっているのである。したがって、ハイブリッド技術は有用であるものの、組織的導入に関しては課題が生じることが想定された。

第 5 章では、現在の技術評価という観点から新技術に対して技術者が低い評価を下す傾向があるなかで、ハイブリッド製品の開発にあたって他技術への受容性が高い技術者が重要となることを想定して、当該技術者がどのような属性を持つのかについて分析している。結果として思考革新性という革新的な思考を満たすと同時に組織への信頼があることが、他技術への受容性を高める属性であることが明らかになった。そして、このような他技術の受容に積極的な技術者のことを本研究では適応的技術者と名付けることとした。

以上から、研究課題 1 に対して本研究で導かれた答えは以下ようになる。

既存の技術者は、ハイブリッド技術に関して将来性を評価しているものの、既存技術と比べて現在の評価が低くなってしまいう傾向があるからである。より具体的には、将来性という観点からはハイブリッド技術は既存技術に比べて有用であると評価されており、現在の技術水準に関しても新技術単体よりは評価が高いものの、既存技術に比べるとハイブリッド技術を低く評価されてしまうのである。したがって、日本では新技術単体ではなく、ハイブリッド技術を導入することが合理的である一方で、やはり組織的導入には困難が予想されるのである。ただし、新技術に関して受容に積極的な技術者である適応的技術者も存在する。彼らは組織との信頼感があり思考的に革新性といった属性を持っている。このような適応的技術者がハイブリッド製品開発に関して重要な役割を果たすことが考えられるのである。

検討課題 2 に関して本研究は以下のような検討を行っている。第 6 章・第 7 章では、既存企業における新技術の組織的活用の事例を基に分析を行っている。同じ既存技術を主体とした企業であるが、第 6 章と第 7 章の大きな違いは、前者は新技術を内製化している企業であり、後者は新技術を外注している企業であるということである。

いずれのケースにおいても、適応的技術者の役割は特に新技術と既存技術の融和という課題に関して特に重要であった。ただし、内製化と外注では融和の行い方に大きな差があった。内製化の際には新技術部門内での日頃のコミュニケーションによる新技術の既存技術への合わせこみが行われていたが、外注する際には事前の明確な指示を行っていた。指示だけではなく、具体的に既存技術を用いて新技術が合わせこみやすいように下地を整えることさえも行っていたのである。ただし、適応的技術者が役割を果たすにあたっては、以下の二つの条件が必要となる。一つ目は、適応的技術者は既存技術に精通しているだけではなく、社内で認められている必要があり、二つ目は、適応的技術者が新技術について知識を獲得していく段階が必要であるということである。

もちろん、適応的技術者が新技術活用の課題を全て解決するわけではない。特に資源管理に関しては部門マネジャーやトップマネジメントが役割を果たすことが必要となる。資源が十分にあった企業では内製化を行い、十分ではない企業では外注を行うことを決めたが、その後、適応的技術者の知識獲得段階に備えるにあたってどちらの企業でも負荷の低い事業をまず選択している。また、実際の組織体制を主導するのはマネジャーになる。内製化の際の開発体制や外注する際の外注先の選定など適応的技術者のアドバイスを受けながらも、効率的な組織づくりを行っていくことが求められるのである。

また、適応的技術者の役割は新技術の位置づけや環境の変化とともに変わっていくと考えられる。本研究のケースでは内外製の違いの要因は、前者の企業は歴史があり資源を豊富に有しているのに対し、後者の企業は設立して間もないため資源を十分に有しているわけ

ではないということであった。しかし、新技術導入コストが下がり、新技術の技術者が増えていく中では状況が変わっていくことが想定される。本研究では特に問題が発生しやすいと考えられる新技術台頭初期の段階の事例を対象とし、検討を行ったということである。

以上から、研究課題 2 に対して本研究で導かれた答えは以下のようになる。

特に新技術台頭初期のハイブリッド製品開発では、他技術の受容に積極的な技術者である適応的技術者が新技術と既存技術の融合を担う。ただし、ハイブリッド製品開発では新技術を内製化するか外注するかを選択が生じるため、適応的技術者の役割は内外製の違いによって異なる。より具体的には新技術部門を内製化する際には新技術部門内での調整を行い、外注する際には外部企業との技術的な折衝を行う。前者では常日頃からの細かなコミュニケーションが必要となり、後者では相対的に数少ない機会を利用して明確な指示を送り出す必要があり、それぞれ大枠では共通であるものの異なるスキルが求められる。また、組織設計の観点からは、適応的技術者は新技術を内製化する際には新技術部門内に位置付けられるが、新技術部門を設けずに外注する際には本研究の事例からは製品開発の責任者として、位置付けられている。ただし、この点に関しては新技術の位置づけや環境の変化による違いについて考慮したうえで今後の研究を必要とすることを指摘する必要がある。

(2) 技術導入における組織の経路依存性—日米アニメーション産業の比較—

本研究では、ハイブリッド技術の導入に関して日本のアニメーション産業を事例に検討した。アンケート調査の結果から、ハイブリッド技術の将来性に対する評価の高さと既存技術と新技術の中間に位置する現在の技術評価の観点から、新技術単体ではなくハイブリッド技術を導入することの合理性を判断した。しかしながら、この結果は日本における調査から導かれたものであり、他国で調査を行ったならば、技術認識に関して同じ結果が得られるとは限らない。Yoon and Malecki(2010)では、アメリカの資本力が大きい企業がフル 3DCG の制作を行っているアニメーション映画産業の状況を紹介している。また、手描きとの関係性という観点においては Tschang and Goldstein(2004)では、アメリカでは 3DCG の内製化を進める一方で手描きに関してはフィリピンへの外注を進めていることを指摘している。

したがって、ある新技術が台頭してきたときにどのような形で取り入れるかは産業が経てきた経験によって異なるであろう。この時、経験の違いが顕著に顕れるのが国家による違いであると考えられる。結果として、日本でハイブリッド技術の導入が積極的に進められたのに対し、アメリカでは新技術の導入が積極的に進められたのにはこのような経験の違いがあるのではないかということである。

改めて、組織において新技術導入の違いに影響を与える要因についてプロセスにて整理してみると以下のようになると考えられる。まず、第一段階として産業が誕生し・成長す

る段階において、産業成長期の環境が当該企業の組織形態に影響を与える。結果として第二段階として、製品開発における組織形態が変わっていく。環境によって組織形態が異なることで、最終的に第三段階として、新技術が登場したときにその技術への認識に違いが生じて、どのような形で新技術を取り込みかが異なってくるということである。

本研究では日本でハイブリッド技術が導入されることを指摘したが、前述したようにアメリカではフル 3DCG が積極的に導入されていると考えられる。したがって、第三段階として、新技術の取り入れられ方が異なっている現象が現れていると考えられる。次に、第二段階として、アニメーション制作の組織形態は果たして国家ごとに違いがみられるのであろうか。アニメーション制作に関する国家間の違いを紹介しているのが久保・馬場（2009）である。彼女らは、アメリカでは映像産業のユニオンシップが採用されており、専門的な職能を得ることによって雇用が保障される一方で、日本ではユニオンシップが十分ではないの加えてアニメーターが技術的なマネジメントを行う職種を目指すことが多く、複数の職能を経験していくことを指摘している。加えて、情報技術導入以前の制作形態に関しても、アメリカではキャラクターごとに分業しているのに対し、日本ではシーンごとに分業していたことも明らかになっている。本研究でも指摘したように 3DCG はオブジェクトごとにモデリングなどを事前に行う必要がある。この事前準備に関しては個人単位で行うことに関しては日米共通である。したがって、アメリカでは情報技術導入前の製品開発のための組織形態は 3DCG 導入に関しては適合的であると言えるであろう。このような組織形態の違いが新技術導入の方式に影響を与えていると考えられる。

それでは第一段階として、そもそも日米におけるアニメーション産業成長期における環境の違いは何かあったかに関して、アニメーション産業に対して近接産業が影響を与えているのではないかということが考えられる。この時、影響を与える近接産業は国家によって異なる可能性がある。たとえば、日本では漫画産業がアニメーション産業に少なくともその産業の成長期においては影響を与えていると考えるのが妥当である。

本研究でも紹介した日本アニメーション産業の誕生に携わる下川凹天、幸内純一、北山清太郎の三者のうち、下川と北山は漫画に関わっているし、幸内も水彩画家であって 2 次元で世界を表現するという点では漫画に近いともいえる。加えて、戦後のアニメーション制作を支えた手塚治虫は日本の戦後の漫画を支えた代表的な作家であることも見逃せない事実である。

更に津堅（2004）では以下のように紹介している。虫プロの創設に携わった坂本雄作氏は「虫プロは漫画家の第一人者がやるから、作家性を尊重してもらえ」と考えていた。また、虫プロダクションでは、原作の漫画をアニメーションとして動かすという点で、漫画と密接にかかわっていたスタッフがその特徴を善くも悪くも活かす形で制作を行っていたことも指摘されている。ただし、戦後のアニメーション制作に大きな影響を与えた東映アニメーションでは東洋のディズニーを目指していたといったことや劇場用アニメーションを制作にあたってはむしろ親会社であって実写映画を製作していた東映の実写演出の影

響もある。

したがって、必ずしも日本のアニメーション産業が全て漫画の影響を受けていたとは言えないが、虫プロダクションで生み出されたアニメーション制作のための技術は今でも十分に活かされており、影響を受けていたと指摘することは可能であろう。

一方で、アメリカではむしろ実写の影響をが大きいのではないかと考えられる。Gabler(2006)によれば、アメリカのアニメーション産業に影響を与えたウォルト・ディズニーは若い頃にはイラストを描く職を得ており、将来の希望として漫画家になることを掲げていたが、漫画家としての活動を十分にする前にアニメーション制作に入っていくことになる。しかしながら、本格的なアニメーションに入る前にディズニーは実写映画を制作している。『トミー・タッカーの歯』というタイトルの作品は、実写の教育映画として制作されており、一部シーンにアニメーションを用いられている。また、その後ディズニーが制作する実写と手描きアニメーションとのハイブリッド技術を用いて『アリス・コメディ』シリーズも、その着想は『インク壺から』というこれも実写と手描きを組み合わせる作品に着想を得ているのである。加えて前述したようにユニオンシップに関しては実写の映画産業のシステムがアニメーション産業にも導入されている。したがって、アメリカのアニメーション産業では実写の影響が大きいと考えられるのである。

改めて経路依存性の可能性について、時系列に沿って相対的に日米のアニメーション産業を整理すると以下ようになる。第一段階として、日本のアニメーション産業では漫画産業の影響を受けており、アメリカのアニメーション産業では実写映像産業の影響を受けていた。第二段階として、日本ではシーンごとに分業がなされ、複数の職務に重なるような組織形態が構築されたが、アメリカではキャラクターごとの分業がなされ、専門の職務に特化するような組織形態が構築された。第三段階として、3DCGの台頭にあたって、日本ではハイブリッド技術という形での導入が積極的に進められたのに対し、アメリカではフル3DCGの導入が積極的に進められたということである。

本項で述べたような技術導入における組織の経路依存性による違いの可能性に関しては、十分に立証されたとは言いがたい。補章では、日中アニメーション産業におけるFlashという新技術への認識が異なることに関して、国家によって違いが生まれる要因を検討することで本項の考察の理解の一助としたい。

2. 本研究の貢献

本研究ではまず、技術出現期において、企業はどのようなマネジメントを取りうるかについて検討した。結果として先行研究は、既存技術に資源を投入する既存技術生存戦略(Henderson,1995; Adner and Snow,2010 等)、新技術に資源を投入する新技術移行戦略(Chesbrough and Kusunoki,2001; Foster,1986 等)、既存技術と新技術それぞれで製品を開発する新・既存技術部分融合戦略(魏, 2001; 長内, 2006; 柴田, 2012 等)の3つに整理することができることが明らかになった。そのうえで、先行研究では十分な知見がない

新技術・既存技術を組み合わせるハイブリッド技術を活用するハイブリッド技術活用戦略の可能性に言及した。本研究では、世間において自動車産業などを中心にハイブリッド技術が普及していることを確認し、アニメーション産業の新技術を対象にその有用性やマネジメントの可能性について検討することとした。

既存組織で新技術を導入する際には、新技術に対して肯定的に捉えづらいがことが示されている (Tripsas and Gavetti, 2000; Dougherty and Hardy, 1994; Tripsas and Kaplan, 2008)。また、藤本・朴 (2013) では、人工物が複雑化するにあたって、メカ・エレキ・ソフトの複合製品の設計における設計思想の違いについて指摘されている。技術出現期では、既存組織が既存技術単体でも事業を成立させられる状況にあることが多く、特定機能で競合しうる新技術は受け入れにくいと考えられる。したがって、ハイブリッド製品の開発にあたってはそれぞれの技術に関する思想を共有ないし克服していくためのスキームを作り出し、運営するためにコストがかかる。そのため、本研究の分析に意義が見出されるのである。

本研究では、研究課題 1 に関して、ハイブリッド技術は確かに有用であることを説明したうえで、この際技術者が新技術導入に否定的であることも確認された。学術的な貢献として、以下のことが指摘できる、Christesen(1997)では、既存組織が消費者(市場)の意向にそって技術に投資を行うことによって、新技術に適合できないことを主張しているが、本研究では、実は新技術そのものを技術者が低く見積もってしまうという市場との距離感が存在する可能性を指摘しているのである。したがって、市場が要求すれば既存技術から新技術へと組織が乗り換えられるというのは必ずしも簡単ではないのである。そのため、本研究ではどのような技術者が新技術に肯定的であるか明らかにしたうえで、他技術(特に代替的な技術)の受容に積極的な技術者のことを適応的技術者と名付けた。

本研究では、研究課題 2 に関して、適応的技術者がハイブリッド製品開発のマネジメントにおいて重要な役割を担っていることを想定したうえで、実際のハイブリッド製品開発を事例に分析を行った。ハイブリッド製品開発において、新技術部門を内部で立ち上げた事例と新技術自体は外注した事例を基に分析を行った結果として、適応的技術者の具体的な役割について明らかにしたのである。学術的な貢献として、以下のことが指摘できる。現代では、技術の多様化が急速に進展し、さらにそれを適用する環境もますます複雑化している (Iansiti, 1998; 藤本編 2013)。今後の社会状況において、製品開発の中で様々な技術を組み合わせることが必要になってくると、Clark and Fujimoto(1991)が指摘しているような多岐にわたるプロダクトマネジャーの役割のなかで、①各要素技術に十分な知識を持ち、②各部門への調整能力を発揮するということが、難しくなってくると考えられる。本研究では、この際にプロダクトマネジャーが果たしていた役割の一部を適応的技術者やマネジメントでいかに委譲するかについて検討を行っているのである。

3. 本研究の限界と将来の研究

本研究ではまだ十分に明らかになっていない点は数多く存在している。1点目は、ハイブリッド製品の分類に関してである。本研究ではアニメーション産業における手描きと3DCGのハイブリッド技術を対象とした。第2章にて言及した通り、手描きと3DCGではそれぞれ扱う技術者の出自が異なるため、能力破壊型の新技術と既存技術のハイブリッド製品である。しかしながら、ハイブリッド製品を扱うにあたって、新技術と既存技術の関係性は必ずしも本研究で対象としている関係性に限るわけではない。同じ出自の技術者が新技術・既存技術双方を扱うことが可能であるハイブリッド製品開発も存在する。本研究では新技術技術者と既存技術者の協業の困難性が最も顕著に表れる事例を分析対象としているが、今後、新技術と既存技術の関係性の整理を行ったうえでハイブリッド製品の開発マネジメントを検討する必要があるであろう。

2点目は、特定産業を対象としているため、一般化できるかについてまだ検討の余地が残っているということである。たとえば、ハイブリッド製品の開発という点に関して新技術を内製化するか外注するかに分類したうえで事例を分析したものの、全てのパターンを明らかにしたとは言えない。特に本研究では新技術導入コストが下がり、また新技術の技術者が増える中で、本研究の事例と異なる選択を行った企業について紹介している。したがって、今後は、同産業内で更に多くの事例を研究すること、並びに他産業にも研究対象を広げることで汎用的な概念をあぶりだす必要があると考えられる。

3点目は、情報技術の可能性に関してである。本研究では情報技術を扱うアニメーターに着目した。アナログ技術からデジタル技術への転換という意味ではどの先行研究もほぼ同じ問題意識を持っていると考えられるが、アニメーターは先行研究と異なり、芸術的な感性を必要とする職業である。芸術的な感性をデジタル技術で表現するといった試みは近年、急速に進歩しており、将来の研究では情報技術を何に用いるかについて整理を行ったうえで分析をすることが必要であろう。

補章 新技術認識に対する環境の影響

補章では、新技術でありながら日本ではあまり普及していない Flash という新技術を対象とし、この技術が中国で普及している事例を示す。そのうえで日中どちらでも既存技術である手描きアニメーションを用いる場合に比べて、多くの労力を節約することができるという Flash に何故、中国企業が積極的な導入行動に至った要因を明らかにする。結果として、本研究では十分に言及できなかった技術導入における組織の経路依存性に関する議論の理解の一助としたい。

第 1 節では改めて、Flash という新技術について改めて紹介したうえで、第 2 節では用いたデータについて記述する。第 3 節では、中国におけるアニメーション産業の誕生・発展の過程について整理する。第 4 節では、日中双方の企業でのインタビュー調査を通じて、日本企業では Flash についてあまり高い評価が得られていないのに対し、中国企業においては Flash の評価が高く、将来性が高いことが示される。第 5 節では、Flash アニメーションが登場したときの日本企業と中国企業の環境についてビジネス環境と既存企業の位置づけという観点から整理する。中国企業では日本企業に比べてリスクを取って主導権を取っている状況にあり、一方で日本企業に比べて技術力は劣っておることが示される。第 6 節では、事例を踏まえたうえで、日本企業では Flash が導入されず、中国では Flash が導入された要因について、新技術によって実現される品質の認識と新技術を用いるために必要なコストの認識、更には組織内外のステークホルダーの影響力といった観点から分析を行う。第 7 節では、本章の貢献と限界について整理する。

1. 対象技術 (Flash)

本研究では Flash アニメーションを取り上げる。Flash では、まずグラフィックシンボルとして用いる基本データを作成したうえで、グラフィックシンボルの最初の状態と最後の状態を指定することで、コンピュータ上で自動的にその間の動画を生成してアニメーションとする。手描きでは全てを描く必要があるため、Flash の方が労働節約的であるものの品質的には手描きの方が良いということになる。

第 2 章では、Flash は特にアニメーターの評価において劇場用市場における将来性が消費者と比べて低いと判断されているが、テレビ用市場ではその差がほとんどなくなっていることが明らかになっている。したがって、テレビ用市場のように相対的には低品質であるが低コストの技術であると少なくとも日本では判断されていると考えられる。

2. データ

分析にあたり、本章では公刊資料、インタビューを使用する。中国における Flash アニメーションに関しては、主として科学研究費補助金「デジタルコンテンツ・プラットフォームの成立に関する研究 - 研究課題番号：217330315 -」（代表者：生稲史彦）の一

環として、2010年3月に行われた上海のアニメーション産業に携わる企業に対するインタビュー調査に基づいている。また、日本におけるFlashアニメーションに関しては、主として経済産業省委託事業「コンテンツ産業人材発掘・育成事業（アニメ人材基礎力向上事業）」の協力を得て2010年10月から11月にかけて行われた日本のアニメーション企業におけるインタビュー調査をデータとして使用する。その他、中国におけるアニメーション産業の歴史や位置づけについては主として公刊資料や前述のインタビュー調査を用いる。日本におけるアニメーション産業の歴史や位置づけについては主として、公刊資料を用いる。

3. 事例分析

(1) 中国アニメーション産業の歴史¹⁰²

中国で初めてのアニメーション映画は1926年に万籟鳴・万古蟾・万超塵・万滌寰という四人兄弟が制作した「大鬧画室」（アトリエは大騒ぎ）という短編作品である。万兄弟は1935年に中国初のトーキーアニメーション作品である「駱駝献舞」も制作し、1941年にはアジア初の長編アニメ「鉄扇公主」も完成させている。

作品を制作する前に、万兄弟は商務印書館付属の活動影劇部（映画部）で一緒に仕事をしながら、映画を見て、機材の勉強をしている。そして、アニメーションの試作にあたって小さな部屋を借りたうえで、中古の撮影機を購入し、現像設備を自作して設置したのである。1925年に初めてのアニメーション撮影を行った後、影劇部からの依頼を受けて、宣伝用のアニメーションをいくつか制作し、中国語タイプライターの宣伝アニメーションに関しては、映画館で上映されたのである。その後、長城画片会社の依頼に基づき、「大鬧画室」を制作するのである¹⁰³。

日中戦争・第二次大戦中、瀬尾光世の下でアニメーションを制作していた持永只仁は終戦前（1945年7月）に家族で満州に渡る。満州映画協会の線画班にてアニメーションを制作する。第二次大戦終戦後、満州映画協会は中国の管理下で東北電影公司として再出発するが、持永をはじめ日本人技術者も多く参加する。1946年12月31日時点で全社員278名のうち、日本人は81人とされる。国共内戦による影響もあり、場所が変わったり、日本人の数は減っていったりしたが、内戦終結後の1950年に持永らは上海に移り、上海電影製片廠美術片組として23名で活動することになる。1950年代には万兄弟もここに再び集結し、1956年末には人員も200人に到達し、1957年には上海美術電影製片廠として劇映画から独立するのである。この上海美術電影製片廠が現在まで続く中国最大のアニメーション制作会社である。この頃には中国特有のアニメーションスタイルである水墨アニメーションも制作される。1960年代前半には中国政府（文化部や北京電影局局長も百花齊放の姿勢、

¹⁰² この節は主として小野（1987）に基づくが、インタビュー調査を基に加筆している。

¹⁰³ この作品はアメリカのフライシャー兄弟の制作した作品「インク壺から」に影響を受けている。

芸術的特色を活かす用に意見を述べた結果、多様な作品が生まれることになる。

しかし、徐々に文化大革命の影響が出始める。1965年には神話・童話・民間伝説などを扱った作品が姿を消し、製作本数自体も激減する。67年から71年にかけては製作されたのは、68年の切り絵アニメーション作品「偉大な声明」のみとなるのである。セルアニメーションが十分に制作公開されるようになるには78年まで待たねばならない。上海美術電影製片廠がテレビアニメーションへの進出したのは80年代後半からとなる。そして、2000年代に入ってから製作された「Warrior（勇士）」や「隋唐英雄伝」などは日本風のグラフィックが観察できるようになる。「Warrior」は1500万円の売り上げを達成し、ヨーロッパにも輸出された。

(2) 日中におけるテレビにおけるFlashアニメーションの状況

本節では、日本と中国のテレビアニメーション産業企業におけるFlashの捉え方について記述する。その結果として、日本においてテレビアニメーション用にはFlashの評価は高くなく、将来性もあまり認めていない一方で、中国においてはテレビアニメーション用であってもFlashの評価が高く、将来性も認めていることが明らかになった。

1) 日本企業でのテレビにおけるFlashの捉えられ方

日本企業においてFlashがどのように捉えられているかについて、インタビュー調査を基に明らかにする。本章の分析にあたっては2011年1月に日本企業で実際にアニメーションを制作している方々にインタビューを行った。このインタビューでは、日本のテレビアニメーション制作企業でテレビ用にFlashによる制作を行っているところがあるかについての認識を数社の様々な職位（制作進行、制作デスク、演出・監督）¹⁰⁴の方を中心に尋ねた。そこで得られた見解は以下のように、Flashを十分に用いてテレビ用アニメーションを行っているところはないのではないだろうかという認識であった。

¹⁰⁵

Flashを周りでやってそれを広めようという人は僕もあまり知らないんですよね。(α社政策デスクA氏)

¹⁰⁴ 職位については、職位と仕事の関係については各会社かなり異なることがあり、基本的には会社における職位をそのまま記述している。ただし、会社独自の名称となる職位も存在するため、そのような場合には特定を避けるため、他社と似通った職位を記述している。

¹⁰⁵ ただし、テレビ用にFlashアニメーションが制作されていないということは意味していない。例えば、蛙男商会のように元々手描きアニメーションを制作しておらず、新しくFlashアニメーションから制作をはじめ、テレビアニメーションで放映しているという企業については認識があった。また、既存企業が共同制作という形でFlashアニメーションを制作している事例も存在し、このような事例では、脚本や絵コンテなどを主に日本で担当し、実質的な制作は海外で行っていた。

たぶん、今の、少なくとも僕の知っているアニメーションのなかでは見たことがないですし、もしかしたらあるのかもしれないですけど。(α社、制作進行 B 氏)

最近バラエティ（番組）などでちょっとアニメが入ってくると、何かアニメの会社で作ったんじゃないかと部分部分がちょっとだけ動いて入ってくるみたいなのがあるけど、そういうものなのかなと思ってますけど。(中略) (Flash アニメーションについては日本のアニメーション会社では分かっておらず)、韓国ではわかっているとかそういう話だったかな。(β社、演出 E 氏)

あまりないんじゃないかという認識ですね。(γ社、制作デスク I 氏)

次に、Flash のメリットについて尋ねたところ、良く分からないながらも簡単なアニメーションをコストを抑えて、制作できるという認識であり、限られた場面で可能性を見出している意見も見られた。

動画の枚数の軽減とかじゃないですか。パーツで切っているのです。(α社、制作デスク A 氏)

分かりません。まず、Flash アニメーションというものが何なのかについてあまり分かっていない、なんとなくはわかるんですけど。(中略) デジタルで簡単なアニメーションを作れるという認識です。(α社、制作進行 B 氏)

Flash アニメの場合って、きちんとしたアニメーションじゃなくても成り立つ。要は枚数が少なくても成り立つ。(γ社、制作デスク I 氏)

ただその (Flash を使う方が) 効果があるものもあるので。例えば、手描きで描くのが大変で平面的なカット。(α社、演出 D 氏)

最後にテレビアニメーションにおける Flash の将来性について尋ねたところ、手描きの代わりに全て Flash が用いられることはないだろうという意見が多くみられた。

僕の認識だと (Flash アニメーションと手描きアニメーションとは) 別々のものだと思っていて、Flash は切り貼りしてるような切り絵のような感じだと思うんですけど。マペット¹⁰⁶ のような人形劇と一緒に分類に分けていけばいいと思うんですけど。僕の中では別の分野だと思っているので。手描きは手描きで進んでいってるんで、一緒になるとか最終的にこうなる (手描きアニメーションと同じ扱いになる) ということはないと思うんですけど。(α社、制作デスク A 氏)

¹⁰⁶ Jim Henson 氏が作成している操り人形のこと。セサミストリートなどの人形劇である。

それ（Flash）一本、まるまる使うということは日本のアニメーション会社はやらないと思いますけど、たぶん、要素として取り入れることはできそうですけどね。（α社、制作進行 B氏）

（Flash は）例えば、1クール12本もらってもあまりお金にならないんじゃないかと。（手描きで制作して）数千枚やりました掛ける単価で請求するところが（Flash で制作して）千枚でできますっていわれてもその分低い予算でできますよねってことになる、仕事を取ったところでいくら社内で管理やったところであまりお金が残らないんじゃないかというイメージがあります。（中略）話が面白ければ成り立つでしょうけど、日本のアニメって話が面白いだけではなくて、どういう風にこのカット・レイアウトを見せるかとか動きで見せるっていうのを込みでトータルしてその人が面白いかっていう話なので、動きの少なくてパカパカといったらおかしいですけど、っていう Flash アニメにそういうレイアウトで見せるとか動きで見せるというのは基本的に存在しないので、話が面白くないと（難しい）。動きで見せなくても良い一工夫、声優や話の作りなどの工夫が必要ですね。（γ社、制作デスク I氏）

以上のように、日本のアニメーション制作会社においては将来、テレビアニメーションにおいて Flash が手描きにとって代わるという認識はなく、まだ全てを Flash で使うということに関しては実用に至る前の段階であるというような見方がなされていることが分かる。

2) 中国企業（博昇文化伝播有限公司）のテレビアニメーション Flash 制作

本項では、中国において Flash アニメーションがどのように受け入れられているかについて、2010年3月に行われた調査をもとに中国企業（博昇文化伝播有限公司）における Flash によるアニメーション制作の事例を紹介する。そのうえで、次項ではこの企業で Flash をどのように評価しているかについて記述する。

博昇文化伝播有限公司は、アニメーション制作専門の会社で、1986年に設立された。上海、南京、台北、ロサンゼルス、欧州などに支社を有する。中国には三つの事業所があり全国で500人規模である。具体的には上海の事業所に80人（40人規模の Flash アニメーションのスタジオと40人規模の手描きアニメーションのスタジオが存在する）、蘇州の事業所に200人（アメリカの手描きアニメーションを主に受注する）、南京の事業所200人（3DCGアニメーションを制作）という形である。スタジオを分ける目的は、顧客や制作した製品の種類によって夜勤と昼間シフトが異なり、スタッフが集中して仕事ができないからである。特に日本の企業とは長く仕事をしてきており、時間厳守の重要性を理解しているため、日本向けは徹夜となることも多い。

歴史的には設立当初（1986年）はアメリカの手描きアニメーションの下請けを主業としており、特にディズニーの作品の下請けが有名である。1991年から、日本のアニメの下請けの作業も始めた。受注先企業として海外の国別のシェアはアメリカが約70%、

日本が約 30%で、その他シンガポールなどだがあまり多くはない。

2010年3月時点では、Flashアニメーションについては、上海万博を担当する政府機関から依頼を受けて、上海万博の公式マスコットである「海宝」のテレビシリーズのアニメを担当しており、テレビシリーズに限らず上海万博用の7m×10mのスクリーンに向けて作られた15分間のアニメーションなども作っている。また、Flashアニメーションのみに注目すると、中国国内の受注は40%、海外が60%である。

Flashアニメーションは、2002年にカナダの企業からFlashアニメーションの下請けを行うことになったときに、技術導入を始めた。その後、手描きとFlashアニメーションの事業比率が半々になるまで少しずつ増加してきた。現在、手描きアニメーションの顧客はほとんど日本企業であり、手描きアニメーションは100%外国向けである。これは国内向けではコストが高く採算が取れないためである。

博昇文化伝播有限公司では、Flashのメリットや将来性について社長（総経理）である孫逸農氏は以下のように語っている。

何故最初にFlashアニメーションを導入したかといえば、主因は制作コストの低下のためです。手描きに比べてFlashで行うことで制作コストを半額にできます。（中略）政府の手当（補助金）でカバーできるのは、Flashアニメーションのコストくらいです。そのため、手描きアニメーションは国内に比べて単価が高い海外（日本）からの受注がなければ、制作することはできません。

現在は手描きアニメーションとFlashアニメーションは半々ぐらいですが、今後は博昇文化伝播有限公司だけでなく中国全体でいつか手描きがなくなるでしょうし、すべてFlashアニメーションになると予測しています。日本はFlashアニメーションをやらないでしょうが、技術的に日本のアニメをFlashアニメーションでできないことはないと思います。博昇文化伝播有限公司では、手描きアニメーションのニュアンスを表現できるようなFlashアニメーション制作に取り組んでいます。

以上のように、中国の企業である博昇文化伝播有限公司においては、手描きアニメーションに対しFlashの評価が高く、将来性を強く評価していることが分かる。

また、実際にFlashアニメーションは、中国にて大ヒット作品も生み出している。たとえば、2005年から放送が始まった「喜羊羊与灰太狼」は、500回以上テレビで放送され、2009年・2010年に公開された劇場版では、数百万円の投資で8000万元と1億2600万元の興行収入を獲得している¹⁰⁷。

¹⁰⁷ 中国網日本語版チャイナネットインタビュー記事より
http://japanese.china.org.cn/jp/txt/2010-10/09/content_21089617.htm

(3) 日中における Flash 登場時の状況

新技術である Flash が登場した時に、日本と中国のアニメーション制作企業の評価が異なったのには、日本と中国でアニメーション制作企業が置かれている状況が異なっていることが影響していると考えられる。そこで、本節では、Flash 登場時に日本と中国で何が異なっていたのかという点について、比較する。

1) Flash 登場時のビジネス環境¹⁰⁸

日本と中国のアニメーション制作における違いのひとつ目が、ビジネス環境がいくつかの点で異なっているということである。

第一はリスクを取る主体の違いである。日本では、テレビにおける放映が決定してから制作を始める。放映開始決定時期から放映開始日までの期間が短いため、放映期間の最中にも制作が同時進行で行われている。必然的に放映開始は決まっても番組そのものはまだ存在していないため、テレビ局にとっては放映日に番組ができていないというリスクが存在する。そのため、テレビアニメーション制作企業はそれまでの実績や信頼がなければ、制作を受注することはできない。一方で、放映が決まっているため、制作を始める前に制作費を得ることができる。この時、制作費は基本的にひとつのテレビ局を通して支払われる。¹⁰⁹ リスクを取っているのはテレビ局やテレビ局を通して資金を提供しているスポンサーになるため、アニメーション制作企業が番組制作において主導権を発揮することができるとは言い難い。

しかし、中国では制作が終わった後にテレビ局に営業に行き、番組を購入してもらうという形を取る。番組自体は出来上がっているものを放映するため、テレビ局側はリスクを負う必要がない。アニメーション制作企業は、テレビ番組を放映するためにまず作品を仕上げる必要があり、制作の段階ではどれくらいの規模で放映できるか確定させられず、リスクを負うことになる。一方で、さまざまなテレビ局に番組を売り込むこともできる。全国ネットのテレビ局の影響力が大きい日本に対し、中国では中央電視台のような全国放送局が番組を一番高く買い上げるものの、地方のテレビ局の影響力も大きく、地方のテレビ局ごとに営業をすることで売り上げをあげていくことができるのである。したがって、中国のアニメーション制作企業は番組制作において主導権を発揮することができると言える。¹¹⁰

しかしながら、様々なテレビ局に番組を売ることができたとしても得られる資金はあ

¹⁰⁸ 本項の記述については、2010年3月に行われた調査や青崎智行・財団法人デジタルコンテンツ協会編著（2007）や遠藤（2008）を参考にしている。

¹⁰⁹ おもちゃ会社がアニメーションをもとにおもちゃを販売することを予定している場合などには制作費をアニメーション制作会社に支払うということもある。

¹¹⁰ 他社へのインタビューなどからも、アニメーション制作企業における営業担当者の数は日本企業に比べて多く、番組運用に関して積極的な姿勢を見せている。

まり多くない。これが第二の特徴である売買価格につながってくる。日本と中国では人件費に違いがあるため、単純な売買価格の比較には意味がない。日本では、制作コストとしては1,000万から1,300万程度かかるが、テレビ局から制作費として渡される金額は800万程度であるとされている。¹¹¹ したがって、売値に比べて実際の制作費は1.2-1.5倍程度ということになり、その後の運用を見据えないと採算が取れない形になっている。しかし、中国ではさらに状況は厳しい。中国では手描きアニメーションの制作コストが1分あたり1万元と言われるが、テレビ局の購入価格は1分あたり1,000元（約1万5,000円）に達することはめったになく地方局では100元にも満たないと言われている。ただ、中国では政府からの補助金が存在し、中央電視台で放送されれば、1分あたり500元ほど支給される。¹¹² しかしながら、いろいろなテレビ局に番組を販売し補助金を得たとしても、売値に比べて実際の制作費はかなりかかることになる。

第三は中国での政策の影響である。中国ではアニメーションに関して青少年の思想教育を目的とした政策がとられており、具体的にはアニメーションの総量の拡大と国産化の推進などがサポートされている。代表的な政策が2004年に国家広播電影電視総局により交付された「我が国動画産業の発展に関する若干の意見」である。政策の骨子は、1) アニメーション専門チャンネルの創設、2) アニメーション制作基地（国家動画産業基地）・アニメーション教育研究基地（国家動画教学研究基地）の指定・創設、3) アニメーションの放映時間の国産対海外比率の制限、4) アニメーションの事前許可制度である。

このなかで、アニメーションの総量の拡大につながるのがアニメーション専門チャンネルの創設、アニメーション制作基地・教学基地の創設である。まず、需要面では、アニメーション専門チャンネルを北京・上海・湖南に開設することで、アニメーションを放送する時間枠を作り出している。一方、供給面ではアニメーション制作基地（既存企業やインキュベーション施設など）を創設し、テレビ局でアニメーションを放映することに対する補助金や、オフィスの賃料を免除などといった支援が行われている。さらには2005年には基地へのアニメ生産量に関して3,000分に到達することが求められるようになった。またアニメーション教学基地（大学）を指定し、高いレベルのアニメーション人材を育成することを目的として補助金を出している。

2) Flash 登場時の既存企業の位置づけ¹¹³

日本と中国のアニメーション制作における違いの二つ目が、手描きアニメーションにおける日本企業の技術的優位性である。

中国の企業は歴史的に見て、常に日本企業に負けているということはなかった。前述

¹¹¹ 経済産業省（2003）やインタビューに基づく。

¹¹² 海外での受賞や放映によっても補助金が支払われる。

¹¹³ 本項の記述については、2010年3月に行われた調査、2010年10月から11月にかけて行われた調査並びに青崎他（2007）や遠藤（2008）を参考にしている。

した通り、戦後、1957年には専門のアニメーション制作所である上海美術電影製片廠が設立されており、これは日本において東映動画が設立された頃とほぼ同時期である。当時の技術水準は日本・中国にあまり差がなかったとされるが、その状況が変えたのが文化大革命である。この頃、日本は着実に技術進歩を遂げていたが、中国ではアニメーション制作が行われることがなくなり、結果として技術の断絶が生まれたのである。また、最近の若者の傾向としてアニメーション制作のような細かな修正作業やメ切間近には徹夜作業が続く状況にはあまり向いていないということもあり、技術水準の向上の難点になっているという指摘がある。したがって、十分に日本のアニメーションに追いついているわけではない。上海美術電影製片廠でのインタビューにおいても以下のような意見が聞かれた。

東映にいたことのある人間の話を聞くに、制作技術としては日本のアニメーション制作会社に勝っているわけではない。(マーケティングマネジャー)

また、日本でのインタビューにおいては中国企業の制作技術について、近年上がってきているという認識はあるものの、Flash 登場時には、中国の方が制作技術は日本に比べてより低かったと考えられる。

演出的なところはまだ、日本の方がと思うんですけど。作品を一から作っていく経験がまだ少ないんじゃないかなと。作画的にはかなり上がってきたと思いますが。昔は全然良くなかったんですけど、今はまあそれなりのレベルには達してると思うんですけど。(β社、演出F氏)

一昔前はあまり良くなかったというのがあります。ただ、やはり圧倒的に業界の中の人口がたぶん違うと思うので、その中にも日本人に全然負けない才能の方も多々いると近年では聞いています。(良いセンスを持った人の)率で見ると日本の方が若干勝ってるのかなと思います。どれだけアニメを見て育ったのかという環境が違うと思いますんで。(中略)絵を描くセンスが韓国や中国に比べると、幾分か先を走っている。演出的なセンスも(動画や原画のような)絵描きとしてのセンスも。(β社、制作デスクG氏)

僕の意見からすると、動画っていうのはここ数年、中国に限らず海外に頼んでいるので、ここ最近では海外でも原画を描く人もうまい人も出てきたり、ないしはそのうえに立つ絵を統一する作監とかも生まれているので、そういう意味では基本的なアニメを作るノウハウは向上してると思います。ただ、まだ今の認識では、海外に出すと苦勞するというのがあります。言葉の壁もありますし、演出が望むことが伝わるかっていうところで海外の原画に関してはすごいのを描く人もいらっしゃるんですが、当たり外れは大きいという感じです。どういう話にするかとか、キャラクター性とかそういうものに関しては国的なもの

の発想が大きく関わってきていると思うので（日本が良い）。（Y社、制作デスクI氏）

3) 小括：中国のアニメーション制作企業における状況

中国のアニメーション制作企業の状況としていくつかの特徴が指摘できる。ひとつ目として中国のアニメーション制作企業は制作量を増やさなければならない状況にあるが、テレビ局による購入価格はかなり低く、加えてアニメーション制作企業がリスクを取っているため、コストを下げる圧力が働くことになる。二つ目として新技術への評価という点においては、テレビ局で放映することができれば、国や地方自治体から決して多くはないものの補助金が出るという環境があり、テレビ局はFlashアニメーションであっても完成されたものは放映しているため、相対的にFlashを実用的なものとして、評価していると考えられる。三つ目として、中国の制作企業は番組制作や運用について主導権を握ることができるということである。すなわち、新しいことを行う際に自らの決定に基づいて行動を起こすことができる。四つ目として、中国の企業は日本企業に比べて既存の手描きアニメーションにおいて作品全体を作り上げる技術という点で劣っていないし劣っていたということである。近年制作技術を向上させてきているものの、特にFlash登場時には、歴史的背景や日本との環境の違いによりアニメーションを作るという点で劣っていたということである。

4. 考察：組織における新技術評価

本節では、事例を踏まえたうえで、中国や日本のアニメーション制作企業におけるFlashやアニメーションに関する先行研究を事例に、組織における新技術評価・導入がどのように決まるかについて分析する。

Flashの登場時の技術評価としては、映像表現としては低品質ではあるが低コストで作品を制作できるというものであった。このような新技術は中国においてきわめて適格的であったと考えられる。結果として、Flashについての評価が日本と中国で異なることとなった。以下ではこの理由について、詳しく分析する。

まず、新技術の評価については、新技術によって実現される品質の認識と新技術を用いるために必要なコストの認識¹¹⁴について既存技術を扱う立場を考慮したうえで、検討する。Flash登場時、中国では手描きアニメーションの品質が日本に比べて低かった。Flashでは自動中割機能を使うため、動画については日本と中国に差はなくなる。したがって、中国ではFlashアニメーションを導入することによる実現品質の認識は日本と比べて相対的に高くなると考えられる。また、中国では政策によって国産テレビアニメ

¹¹⁴ Davis (1985) や Davis, Baggozi, and Warshaw (1989) による新技術受容モデルでは、個人の技術受容に影響を与える要因について、有用性（実現品質）の認識と使いやすさ（使うためのコスト）の認識の二つを提案している。

ーションの放映枠を確保しており、テレビ局では、Flash アニメーションのように品質が多少低くても、海外のアニメーションではなく国産のアニメーションを放映しなければならず、品質の要求水準は決して高いとは言えない。したがって、Flash アニメーションは実用的な品質であると認識されやすい。

次に新技術を用いるためのコストの認識である。日本でも中国でも手描きアニメーションのコストは高いが、中国の方がコストに比べて作品の買い取り価格が低いため、よりコスト削減圧力が強い。したがって、中国では、日本に比べて、Flash が実現する低コストをより重要であると認識すると考えられる。このように新技術について、中国では相対的に品質・コストの面で良い評価をするのである。

そして、実際に新技術を導入するという点に関して既存組織のメンバーや組織外のステークホルダーが反対しないのかという問題がある。まず、組織外のステークホルダーの影響については、中国では、アニメーション制作企業がリスクを取っており、主導権を握っているため、反対されたとしても導入に関して問題は発生しない。次に組織内のメンバーの影響についてであるが、中国では国家的な施策のもと制作量が増加していたり、手描きアニメーションは海外からの受注も多かったりするため、Flash 用のスタッフが新たに雇われても、組織内のメンバーの仕事が奪われることはない。そのため、Flash に反対しようと考えづらい。

逆に日本では、既存組織のメンバーや組織外のステークホルダーの影響が大きいと考えられる。まず、組織外のステークホルダーの影響については、日本では、アニメーション制作企業がリスクを取っているわけではなく、主導権を握っているわけでもない。組織内メンバーの影響については、日本では国家的な施策による制作量の変化があるわけでもなく、海外からの受注が多いわけでもないため、新技術を入れることはスタッフを代替することにつながり、新技術への関心が高くなりやすい。したがって、新技術導入に関しては反対が起こりやすい状況にある。

ただし、日本では、Flash という新技術に対して、品質面で低い評価を下しており、コスト面でも新技術を導入した分売値も下がってしまうという予測もあり、高い評価につながりにくい。この点について、組織の新技術導入決定者が、組織外のステークホルダーや組織内メンバーとの間で評価対立を起こしているわけではない。しかし、組織内メンバーと決定者との間の評価対立に関しては、同じアニメーション産業であっても、一小路（2012）では、日本のアニメーション企業内では3DCGの新技術では、決定者であるマネジメントとしては新技術を高く評価する一方で社内での評価は低いという事例を紹介している。この際には、結果として導入には成功しているが、新技術に適応的なスタッフの動員や新組織の設置などの組織変革を行う工夫が必要になっている。逆にアニメーション産業を対象とした研究ではないが、Tripsas and Gavetti（2000）では、決定者であるマネジメントが新技術を低く評価する一方で、社内の技術部門の評価が高いという事例を紹介している。この際には新技術を一時的に導入するものの、結果として

は失敗に終わっている。また、Burgelman (1983) では、ミドルマネジャーの新事業評価がトップマネジメントへ影響を与えるという形で、新事業導入につながる事例を紹介している。この際には、ミドルマネジャーが新事業の評価・実行についてトップマネジメントへの影響力を持てるという組織構造を整える必要がある。

組織外のステークホルダーとの評価対立については、本章並びに先行研究のアニメーション産業の事例からは十分に明らかになっていない。組織外のステークホルダーは日本では市場評価と近いこともあり、決定者との評価が異なるということは稀な事象である可能性がある。ただし、中国ではステークホルダーとして政府が存在し、どんな作品であっても放送できれば補助金を出す姿勢を見せているため、決定者としては Flash アニメーションを評価しやすくなるという影響も考えられる。

5. まとめ

(1) 本研究の貢献

本章では、アニメーション産業において、「Flash」という新技術に着目し、日本と中国という二つの国の既存のアニメーション制作企業の事例を通じて、なぜ、日本では評価されていない新技術が中国では積極的に導入されているのかについて分析した。

新技術導入に関して、中国企業の位置づけを品質面、コスト面から整理したうえで、その他の状況について明らかにしている。品質に関しては、中国の企業は既存技術である手描きによるアニメーションの制作能力にでは日本に劣っていたが、Flash アニメーションでは品質的な差が生じにくく、相対的に評価しやすいものであったということである。コストに関しては、労働コストに対する製品の買い取り価格が日本に比べて中国の方が低く、労働節約的な Flash アニメーションを評価しやすいものであったということである。加えて、日本に比べて中国ではアニメーション市場が拡大傾向にあったり、制作企業自身が制作費を負担して主導権を握っていたりするために、新技術導入の決定をしやすい状況であることも明らかになった。

本章はイノベーションマネジメントの分野での貢献がある。先行研究では、非連続な新技術への適応について、既存組織から独立した新組織を作ることによって既存組織の束縛に囚われない技術適応が行えることを指摘している (Utterback, 1994; Christensen, 1997)。しかしながら、どこに新組織を作るかという点に関しては明確ではない。たとえば、Christensen (1997) では、新しい市場に沿う新組織を構築すると主張しているが、新しい市場が将来有望であるかどうかの判断は決して簡単ではない。本章では、ビジネス環境が異なる他国に新組織を作ることによって、新技術に対応できることを示している。なぜならば、評価軸が異なる他国であればすでに市場が存在し、自国で評価されていない新技術であっても、十分に市場ニーズが存在しているということがあるからである。

また、発展途上国におけるイノベーションという観点からも貢献があると考えられ

る。天野・新宅（2010）では、ホンダの二輪事業の ASEAN 参入の事例を基に、低価格モデルの開発を行う際に現地開発機能の拡充の必要性を指摘している。また、Economist（2012）で指摘され、Asakawa and Cuervo-Cazurra（2012）で整理された“節約型”イノベーション（Frugal innovation）は発展途上国で発展することが指摘されている。しかしながら、本章の事例では先進国で発展したイノベーションが発展途上国で導入されている。Flash アニメーションのように容量が制限されたインターネットの世界で発展したようなイノベーションは先進国から発展途上国に利用範囲を広げていくことがあり得ると考えられる。

(2) 世界市場とイノベーション認識の可能性

本研究では日本市場と中国市場における違いから Flash という新技術の可能性について検討した。ただし、様々な市場を考慮すれば、新たな可能性もありうる。たとえば、第 3 章で触れた通り、ディズニーのように世界の市場を考慮したうえで、アニメーション製作を行う企業であれば、製品開発コストが高かったとしても十分に回収できると考えられる。たとえば、全世界で 2013 年～2014 年に公開されたディズニー製作の『アナと雪の女王』では 3DCG に立体視演出を組み合わせた作品として異例の興行成績を挙げている。第 4 章にて立体視が必ずしも技術的に十分ではないという評価は日本市場にて日本企業が活動しているという前提がある可能性もある。したがって、Flash のような低コストを実現する技術や立体視のように高品質を実現するような技術をそれぞれの市場に合わせて導入していくことが必要になると考えられるのである。

(3) 本研究の限界

一方で、限界もまた存在する。本章では日本と中国の代表的な事例の比較という立場を取ったが、少数であるが日本で Flash アニメーションの制作を行っている企業（例えば、蛙男商会など）も存在し、また中国でも手描きアニメーションを制作しつづけている企業（例えば、上海美術電影製片廠）が存在しているのも事実である。蛙男商会は Flash アニメーションという新技術から参入してきた新規参入企業であり、また上海美術電影製片廠も中国では最も歴史があり、ブランド力もあるという例外的な企業と捉えることもできるが、今後の検討が必要であろう。

また、本章では、基本的に Flash アニメーションという低コスト・低品質型の新技術を対象としているが、3DCG のような高コストであるが高品質を実現するような新技術に関して十分に検討する必要がある。3DCG のような新技術が日本のアニメーション市場に登場したときには、実際の品質以上に組織外のステークホルダーにとって、3DCG であるだけで格好いい、受けがいいということがあり、要請も強かった。したがって、新技術の位置づけを整理することで、本章では十分に明らかにされなかった組織外のステークホルダーの影響の可能性についても今後検討されうると考えられる。

参考文献

- A.e.Suck, (2007) 『Flash アニメーション制作バイブル』 オーム社.
- Adams, D. A., R. R. Nelson, and P. A. Todd (1992) "Perceived Usefulness, Ease of Use, and Usage of Information Technology: A Replication," *MIS Quarterly*, Vol.16, No.2, pp.227-247.
- Adner, R and C. E. Helfat (2003) "Corporate Effects and Dynamic Managerial Capabilities," *Strategic Management Journal*, 24, 1011-1025.
- Ahuja, G., and C. M. Lampert (2001) "Entrepreneurship in the Large Corporation: A Longitudinal Study of How Established Firms Create Breakthrough Inventions," *Strategic Management Journal*, Vol.22, pp.521-543.
- Asakawa, K., and A. Cuervo-Cazurra. (2012, August). Types of frugal innovation in developing countries. Paper presented at the Mitsubishi UFJ International Conference, Zushi, Kanagawa.
- Bandura, A. (1977) "Self-efficacy: Toward Unifying Theory of Behavioral Change," *Psychological Review*, vol.84, pp.191-215.
- Barnard, C.I. (1938) *The Functions of the Executive(Thirtieth Anniversary Edition)*, Harvard University Press, Cambridge: Harvard University Press (山本安次郎・田杉競・飯野春樹訳 (1968) 『新訳 経営者の役割』ダイヤモンド社) .
- Brosnan, M. J. (1998) "The Impact of Computer Anxiety and Self-efficacy upon Performance," *Journal of Computer Assisted Learning*, Vol.14, No.3, pp.223-234.
- Cho, S. D., and D. R. Chang (2008) "Salesperson's Innovation Resistance and Job Satisfaction in Intra-organizational Diffusion of Sales Force Automation Technologies: The Case of South Korea," *Industrial Marketing Management*, Vol.37, pp.841-847.
- Christensen, C.M.(1997). *The Innovator's Dilemma*. Boston, Harvard Business School Press (伊豆原弓訳 (2001) 『イノベーションのジレンマ-技術革新が巨大企業を滅ぼすとき-増補改訂版』翔泳社) .
- Compeau, D. R., and C. A. Higgins (1995) "Computer Self-efficacy: Development of a Measure and Initial test," *MIS Quarterly*, Vol.19, No.2, pp.189-211.
- Cooper, R. L. G., and E. J. Kleinschmidt (1993) "Screening New Products for Potential Winners," *Long Range Planning*, vol.26, No.6, pp.74-81.
- Cooper, A.C., and D. Schendel (1976)"Strategic Responses to Technological Threats" *Business Horizons*, Vol.19, pp.61-69.
- Cooper, A. C., and C. G. Smith (1992) "How Established Firms Respond to Threatening Technologies," *Academy of Management Executive*, Vol.6, No.2, pp.55-70.
- Craig, C. S., and J. L. Ginter (1975) "An Empirical Test of a Scale for Innovativeness," in Many Jane Schilinger (ed.), *Advances in Consumer Research*, Vol.2,

pp.555-562.

- Daneels, E. (2004) "Disruptive Technology Reconsidered: A Critique and Research Agenda," *Journal of Product Innovation Management*, Vol.21, pp.246-258.
- David, P. A. (1992) "Heroes and Hysteresis in Technological History: Thomas Edison and 'The Battle of The Systems' Reconsidered," *Industrial and Corporate Change*, Vol.1, No.1, pp.129-180.
- Davis, F. D. (1989) "Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance Model of Information Technology," *MIS Quarterly*, Vol.13, No.3, pp.319-340.
- Davis, F. D., R. P. Bagozzi, and P. R. Warshaw (1989) "User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models," *Management Science*, Vol.35, No.8, pp.982-1003.
- Dean, J. (1950) "Pricing Policies for New Products," *Harvard Business Review*, Vol.28, No.6, pp.45-53.
- Dougherty, D., and C. Hardy (1996) "Sustained Product Innovation in Large, Mature Organizations: Overcoming innovation-to-organization problems," *Academy of Management Journal*, Vol.39, No.5, pp.1120-1153.
- Dougherty, D., and T. Heller (1994) "The illegitimacy of successful product innovation in established firms," *Organization Science*, Vol.5, No.2, pp.200-218.
- Economist (2012). *Schumpeter Asian innovation: Frugal ideas are spreading from East to West*. Retrieved August 27, 2012, from <http://www.economist.com/node/21551028>.
- Ellen, P. S., W. O. Bearden, and S. Sharma (1991) "Resistance Technological Innovation: An Examination of Self-efficacy and Performance Satisfaction," *Journal of the Academy of Marketing Science*, Vol.19, No.4, pp.297-307.
- Fishbein, M., and I. Ajzen (1975) *Belief, Attitude, Intention and Behavior: An Introduction to Theory and Research*, Reading, MA: Addison-Wesley.
- Foster, R. (1986). *Innovation: Attacker's advantage*, New York, Summit Books (大前研一訳 (1987) 『イノベーション ; 限界突破の経営戦略』 TBSブリタニカ) .
- Franke, N., and S. Shah (2003) "How Communities Support Innovative Activities: An Exploration of Assistance and Sharing Among End-users," *Research Policy*, Vol.32, No.1, pp.157-178.
- Gabler, N. (2006). *Walt Disney: The Triumph of the American Imagination*, New York, Knopf (中谷和男訳 (2007) 『創造の狂気 ウォルト・ディズニー』ダイヤモンド社)
- Gallagher, C. A. (1974) "Perceptions of the Value of a Management Information System," *Academy of Management Journal*, Vol.17, No.1, pp.46-55.
- Gefen, D., E. Karahanna, and D. W. Straub (2003) "Trust and TAM in Online Shopping: An Integrate Model," *MIS Quarterly*, Vol.27, No.13, pp.51-90.

- Gilroy, F. D., and H. B. Desai (1986) "Computer Anxiety: Sex, Race and Age," *International Journal of Man-Machine Studies*, Vol.25, pp.711-719.
- Gomez, L.M., D. E. Egan, and C. I. Bowers (1986) "Learning to Use a Text Editor: Some Learner Characteristics That Predict Success," *Human-Computer Interaction*, Vol.2, pp.1-23.
- Griffith, T. L., and G. B. Northcraft (1996) "Cognitive Elements in the Implementation of New Technology: can Less Information Provide more Benefits?," *MIS Quarterly*, Vol.20, No.1, pp.99-110.
- Henderson, R. M. and K.B. Clark (1990)"Architectural Innovation:The Reconfiguration of Existing Product Technologies and The Failure of Established Firms," *Administrative Science Quarterly*, Vol.35, No.1, pp.9-30.
- Yoon, H and E. J. Malecki (2010)"Cartoon planet: World of Production and Global Production and Global Production Networks in the animation industry," *Industrial and Corporate Change*, Vol.19, No.1, pp239-271.
- Iansiti, M.(1998) *Technology Integration*, Boston:Harvard business School Press (NTT コミュニケーションウェア株式会社訳 (2000) 『技術統合 - 理論・経営・問題解決 - 』 NTT 出版) .
- Igbaria, M., and A. Chakrabarti (1990) "Computer Anxiety and Attitudes towards Micro Computer Use," *Behavior and Information Technology*, Vol.9, No.3, pp.229-241.
- Igbaria, M., and J. Iivari (1995) "The Effects of Self-efficacy on Computer Usage," *Omega*, Vol.23, No.6, pp.587-605.
- Kaplan, S., Murray, F., & Henderson, R. (2003). Discontinuities and Senior Management: Assessing the Role of Recognition in Pharmaceutical Firm Response to Biotechnology, *Industrial and Corporate Change*, 12(4), 203-233.
- Kirton, M. (1976) "Adaptors and Innovators: A Description and Measure," *Journal of Applied Psychology*, Vol.61, No.5, pp.622-629.
- Kotter, J. P., and J. L. Heskett (1992). *Corporate Culture and Performance*, New York: The Free Press (梅津祐良訳 (1994) 『企業文化が高業績を生む - 競争を勝ち抜く「先見のリーダーシップ」』ダイヤモンド社)
- Kulviwat, S., G. C. Bruner II, and O. Al-Shuridah (2009) " The Role of Social Influence on Adoption of High Techinnovations: The Moderating Effect of Public/Private Consumption," *Journal of Business Research*, Vol.62, pp.706-712.
- Lawrence, P.R., and J. W. Lorsch. (1967). *Organization and Environment: Managing Differentiation and Integration*, Boston, MA: Harvard University Press (吉田博訳 (1977) 『組織の条件適応理論』産業能率短期大学出版部) .
- Lorsch, J. W. (1986) "Managing Culture: The Invisible Barrier to Strategic Change,"

- California Management Review*, Vol.28, pp.96-109.
- Lüthje, C. (2004). Characteristics of Innovating Users in a Consumer Goods Field: An Empirical Study of Sport-related Product Consumers. *Technovation*, Vol.24, pp.683-695.
- Midgeley, D. F., and G. R. Dowling (1978) "Innovativeness: The Concept and its Measurement," *Journal of Consumer Research*, Vol.4, pp.229-242.
- Mitchell, W. (1989). Whether and When? Profitability and Timing of Incumbents' Entry into Emerging Industrial Subfields, *Administrative Science Quarterly*, 34, 208-230.
- Moore, J. (1999) *Crossing the Chasm: Marketing and Selling High-tech products to mainstream customers (rev.ed.)*. New York: Harpercollins (川又政治訳 (2002) 『キヤズム - ハイテクをブレイクさせる「超」マーケティング理論 - 』翔泳社) .
- Morgan, R. M., and S. D. Hunt (1994) "The Commitment-trust Theory of Relationship Marketing," *Journal of Marketing*, Vol.58, pp.20-38.
- Morrison, P. D., J. H. Roberts, and E. von Hippel (2000) "Determinants of User Innovation and Innovation Sharing in a Local Market," *Management Science*, Vol.46, No.12, pp.1513-1527.
- Price, D. A. (2008) *The Pixar Touch*, New York: Knopf (櫻井裕子訳 『メイキング・オブ・ピクサー - 創造力をつくった人々 - 』早川書房) .
- Ram, S., and H. Jung (1991) "Forced Adoption of Innovation in Organizations: Consequences and Implications," *Journal of Product Innovation Management*, Vol.8, No.2, pp.117-126.
- Rogers, E. (2003) *Diffusion of Innovations (5th ed.)*, New York: The Free Press (三藤利雄訳 (2007) 『イノベーションの普及 (第五版) 』翔泳社) .
- Schein, E. H. (1992) *Organizational Culture and Leadership: A Dynamic View 2nd ed.* San Francisco: Jossey-Bass (清水紀彦・浜田幸雄訳(1992)『組織文化とリーダーシップ』ダイヤモンド社) .
- Schillewaert, N., M. Ahearne, R. Frambach, and R. Moenaert (2005) "The Adoption of Information Technology in the Sales of Force," *Industrial Marketing Management*, Vol.34, No.4, pp.323-336.
- Schneider, B., P. J. Hanges, D. B. Smith, and A. N. Salvaggio (2003) "Which Comes First: Employee Attitudes or Organizational Financial and Market Performance?," *Journal of Applied Psychology*, Vol.88, No.5, pp.836-851.
- Simonson, M. R., M. Murer, M. Montag-torardi, and M. Whitaker (1987) "Development of a Standardized Test of Computer Literacy and a Computer Anxiety Index," *Journal of Educational Computing Research*, Vol.3, No.2, pp.231-247.
- Smith. D.K., and R. C. Alexander (1988). *Fumbling the*

- Future*. New York: William Morrow. (山崎賢治訳(2005)『取り逃した未来』日本評論社).
- Thomas, F., and O, Johnston (1995) *The Illusion of Life: Disney Animation*, New York, Disney Book Group (スタジブリ翻訳高畑勲, 大塚康生, 邦子・大久保・トーマス日本語版監修 (2002) 『The Illusion of Life 生命を吹き込む魔法』徳間書店).
- Tidd, J., J. Bessant and K. Pavitt (2001) *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and organizational Change* (2nd ed.), New York, John Wiley&Sons (後藤晃, 鈴木潤監訳 (2004) 『イノベーションの経営学: 技術・市場・組織の統合的マネジメント』NTT 出版).
- Tschang, T., and A. Andrea (2004) "Production and Political Economy in the Animation Industry: Why Insourcing and Outsourcing Occur," proceeding of DRUID Summer Conference 2004 on Industrial Dynamics, Innovation and Development, Elsinore, Denmark.
- Tushman, M. L., and C. A. O'Reilly III (1996) "Ambidextrous Organizations: Managing Evolutionary and Revolutionary Change," *California Management Review*, Vol.38, No.4, pp.8-30.
- Utterback, J. M. (1994) *Mastering the dynamics of innovation*. Boston: Harvard Business School Press. 邦訳, J. M. アッターバック (1998) 『イノベーションダイナミクス—事例から学ぶ技術戦略』大津正和, 小川進監訳. 有斐閣.
- Van Raaij, E. M., and J. J. L. Schepers.(2008) "The Acceptance and Use of a Virtual Learning Environment in China," *Computers & Education*, Vol.50, No.3, pp.838-852.
- Vernon, R. (1966) International Investment and International Trade in the Product Cycle, *Quarterly Journal of Economics*, vol.80, No.2, pp.190-207.
- Von Hippel, E. (1986) "Lead Users: A Source of Novel Product Concepts," *Management Science*, Vol. 32, No.7, pp.791-805.
- 天野倫文, 新宅純二郎 (2010) 「ホンダ二輪事業の ASEAN 戦略—低価格モデルの投入と製品戦略の革新」『赤門マネジメント・レビュー』9(11), 783-806. 2012年8月24日検索, <http://www.gbrc.jp>
- 青崎智行, 財団法人デジタルコンテンツ協会編著 (2007) 『コンテンツビジネス in 中国』翔泳社.
- アニメ人材育成・教育プログラム製作委員会 編著 (2008) 『アニメの教科書—アニメ業界を目指す人のための…第2編: アニメの制作』アニメ人材育成・教育プログラム製作委員会.
- 有馬哲夫 (2004) 『ディズニーとライバルたち - アメリカのカートゥン・メディア史 - 』フィルムアート社.
- 一小路武安 (2012a) 「技術移行期におけるハイブリッド製品の開発」MMRC Discussion

Paper No.377. (『組織科学』投稿中)

- 一小路武安 (2012b) 「日本アニメ産業における情報技術導入」『赤門マネジメント・レビュー』, 11(6), 349-376. 6月
- 一小路武安 (2012c) 「組織における新技術評価・導入-日中アニメーション産業比較から-」『赤門マネジメント・レビュー』, 11(8), 503-520. 8月
- 一小路武安 (2013) 「新技術受容性の高い個人とは：革新性を中心とする個人属性と個人の組織との適合性の観点から」『組織科学』第47巻第1号, pp.53-68.
- 一小路武安 (近刊) 「技術併存期におけるハイブリッド製品の開発：新技術部門のマネジャーと適応的技術者の役割」『組織科学』.
- 魏晶玄 (2001) 「製品アーキテクチャの変化に対応する既存企業の組織マネジメント：組織内資源の移動と再結合による異質な資源の創造プロセス」『組織科学』第35号第1号, pp.108-123.
- 遠藤誉 (2008) 『中国動漫新人類—日本のアニメと漫画が中国を動かす』日経BP社.
- 大口孝之 (2009) 『コンピュータ・グラフィックスの歴史 - 3DCG というイメージーション -』フィルムアート社.
- 大口孝之・谷島正之・灰原光晴 (2012) 「3D世紀 - 脅威! 立体映画の100年と映像新世紀 -」ポーンデジタル社.
- 小川進 (2007) 『新装版 イノベーションの発生論理：メーカー主導の開発体制を超えて』千倉書房.
- 長内厚 (2006) 「組織分離と既存資源活用のジレンマ：ソニーのカラーテレビ事業における新旧技術の統合」『組織科学』第40号第1号, pp.84-96.
- 小野晃典 (2008) 「新技術受容の消費者行動理論」三田商学研究, 第51巻第1号, pp.1-19.
- 小野耕世 (1987) 『中国のアニメーション - 中国美術電影発展史 -』平凡社.
- 加護野忠男・井上達彦 (2004) 「事業システムの心理学的分析—情報化のパラドクス」加護野忠男・井上達彦 (著) 『事業システム戦略—事業の仕組みと競争優位』, pp.227-256.
- 河合隆・盛川浩志・太田啓路・岡部信明 (2010) 『3D立体映像表現の基礎 - 基本原理から制作技術まで -』オーム社.
- 木村智哉 (2013) 「ヒストリー研究 アニメ研究における歴史的アプローチ」小山昌宏・須川亜希子編著『アニメ研究入門 - アニメを究める9つのツボ -』現代書館.
- 具承桓 (2003) 「自動車産業における3次元CAD技術の導入とその影響 - 3次元CAD技術、企業間コミュニケーション、開発効率、その因果モデルの探索 -」『組織科学』第37巻第1号, pp.68-81.
- 久保友香, 馬場靖憲 (2009) 「アニメーション制作に関する日米比較：組織能力のCG技術導入への影響」『アニメーション研究』10(1), 3-13.
- 経済産業省 (2003) 『アニメーション産業の現状と課題』2012年8月16日検索, http://www.meti.go.jp/policy/media_contents/downloadfiles/kobetsugenjokadai/anime200306.pdf

- 高永才 (2006) 「技術知識蓄積のジレンマ - 温度補償型推奨発振器市場の製品開発過程における分析 -」 『組織科学』 第 40 号第 2 号, pp.62-73.
- 榊原清則・大滝精一・沼上幹 (1989) 『事業創造のダイナミクス』 白桃書房.
- 咲川孝 (1998) 『組織文化とイノベーション』 千倉書房.
- 柴田友厚 (2008) 「技術選択のジレンマのマネジメント - 平行開発体制の構築 -」 『一橋ビジネスレビュー』 第 58 巻第 3 号, pp.180-191.
- 柴田友厚 (2012) 「技術転換に向けた状況適合的平行開発戦略」 『組織科学』 第 46 巻第 2 号, pp.53-63.
- 白石さや (2013) 『グローバル化した日本のマンガとアニメ』 学術出版会.
- 武石一剛・石黒陸雄 (1995) 「乗員の官能評価にもとづく乗り心地評価」 『豊田中央研究 R&D レビュー』 第 30 巻第 3 号, pp.47-56.
- 武石彰・青島矢一・軽部大 (2008) 「イノベーションの理由：大河内賞受賞事例にみる革新への資源動員の正当化」 『組織科学』 第 42 巻第 1 号, pp.4-14.
- 津堅信之 (2004) 『日本アニメーションの力:85 年の歴史を貫く 2 つの軸』 NTT 出版.
- 津堅信之 (2005) 『アニメーション学入門』 平凡社.
- 津堅信之 (2007) 『日本初のアニメーション作家 - 北山清太郎 -』 臨川書店.
- 津堅信之 (2011) 「アニメとは何か」 高橋光輝・津堅信之編著『アニメ学』NTT 出版, pp.1-44.
- 東京工科大学編 (2006) 『プロフェッショナルのためのデジタルアニメマニュアル 2005-2006—工程・知識・用語』 (デジタルアニメ制作技術研究会監修). 東京工科大学.
- デジタルコンテンツ協会編 (2013) 『デジタルコンテンツ白書』 (経済産業省商務情報政策局監修) 一般財団法人デジタルコンテンツ協会.
- 日本動画協会 デジタル技術研究会 (2005) 「アニメーション制作のデジタル技術 2005—アニメーション制作の新しいデジタル化の動向調査」 日本動画協会.
- 藤本隆宏 (2013) 「なぜいま「人工物の複雑化」を論じるのか」 藤本隆宏編『「人工物」複雑化の時代 - 設計立国日本の産業競争力 -』 有斐閣.
- 藤本隆宏編 (2013) 『「人工物」複雑化の時代 - 設計立国日本の産業競争力 -』 有斐閣.
- 山岸俊男(1998) 『信頼の構造 - ところと社会の進化ゲーム』 東京大学出版会.
- 山口裕之 (2007) 「技術転換期における「迅速な技術移行の罨」」 『組織科学』 第 40 巻第 4 号, pp.76-86.
- 山口且訓・渡辺泰 (1977) 『日本アニメーション映画史』 有文社.
- 山口康男 (2004) 『日本のアニメ全史—世界を制した日本アニメの軌跡』 Ten-Books.