

2024 年度冬期
グラデュエーションペーパー
予稿

題 目	
技術レベルとビジネスレベルの 2 軸マップからビジネス戦略を立案	
技術経営論文	ビジネス企画提案

学籍番号	8823236	氏名	高橋 宏昌
------	---------	----	-------

教 員	
主査	若林 秀樹 教授
審査委員 担当	青木 英彦 教授

「技術レベルとビジネスレベルの 2 軸マップからビジネス戦略を立案」

目次

第 1 章 はじめに	9
1.1 筆者紹介	9
1.2 研究の動機.....	13
1.3 本論文の構成.....	15
第 2 章 研究目的	16
第 3 章 先行研究	18
3.1 先行研究の概略調査.....	18
3.2 三位一体経営に関する詳細調査.....	19
3.2.1 三位一体経営の概要.....	19
3.2.2 三位一体経営の課題.....	20
3.3 イノベーションのジレンマに関する詳細調査.....	21
3.3.1 イノベーションのジレンマの概要.....	21
3.3.2 イノベーションのジレンマの課題.....	23
第 4 章 仮説.....	25
第 5 章 方法.....	26
5.1 概要.....	26
5.2 調査対象の抽出スコープ.....	26
5.3 対象ケースの抽出.....	27
5.4 対象ケースの調査方法	28
5.4.1 ストレージの歴史.....	29
5.4.2 バッテリーの歴史.....	30
5.4.3 ディスプレーの歴史.....	31
5.4.4 移動体通信システムの歴史.....	33
5.4.5 発電システムの歴史.....	34
5.5 技術レベル(TL)とビジネスレベル(BL).....	42
5.5.1 TL の定義.....	42
5.5.2 BL の定義.....	44
5.6 TL-BL 軌跡図の検証方法	45
第 6 章 検証結果	47
6.1 ケースによる TL-BL 軌跡図の評価.....	47

6.1.1	ストレージの TL-BL 軌跡図	48
6.1.2	バッテリーの TL-BL 軌跡図	48
6.1.3	ディスプレイの TL-BL 軌跡図	49
6.1.4	移動体通信システムの TL-BL 軌跡図	51
6.1.5	発電システムの TL-BL 軌跡図	53
6.2	シェア等による TL-BL 軌跡図の評価	65
6.2.1	ストレージの BL とシェアの関係	65
6.2.2	バッテリーの BL とシェアの関係	65
6.2.3	ディスプレイの BL とシェアの関係	67
6.2.4	移動体通信システムの BL とシェアの関係	68
6.2.5	発電システムの BL とシェアの関係	69
第 7 章 考察		72
7.1	TL-BL 軌跡図の適用可能範囲	72
7.1.1	狩野モデルと価値変遷モデル	72
7.1.2	品質領域と単位系の関係	74
7.2	品質領域別の戦略	76
7.2.1	当たり前品質と一元的品質領域での戦略	77
7.2.2	魅力的品質領域での戦略	79
7.3	価値創造の戦略	82
第 8 章 将来技術の戦略検討		86
8.1	発電エネルギー技術の戦略検討	86
8.1.1	発電エネルギーの将来予測の前提条件	86
8.1.2	LNG 火力発電の将来技術	90
8.1.3	LNG 火力発電に関する将来技術別のコスト	92
8.1.4	LNG 火力発電に関する将来技術別の技術特性評価	97
8.1.5	LNG 火力発電に関する将来技術の TL-BL 軌跡図	98
8.2	量子技術の戦略検討	102
8.2.1	量子技術について	102
8.2.2	量子コンピューターの概要	103
8.2.3	量子コンピューターに関する将来技術の技術特性と創出価値	106
8.2.4	量子コンピューターに関する将来技術の TL-BL 軌跡図	107
第 9 章 まとめと今後の課題		115
9.1	まとめ	115
9.2	今後の課題	116

第 10 章 おわりに	117
10.1 あとがき	117
10.2 謝辞	119
参考文献	121
データ集	132
データ 1. ストレージに関するデータ	132
データ 2. バッテリーに関するデータ	133
データ 3. ディスプレーに関するデータ	135
データ 4. 移動体通信システムに関するデータ	138
データ 5. 発電システムに関するデータ	147
付録.....	151
付録 1. 主査コメント	151
付録 2. その他の調査	152
付録 2.1 人口動態調査	152
付録 2.2 シャープの CVP 分析	159
付録 2.3 研究開発投資効率の調査.....	161
付録 3. 2 年間の学習推移のまとめ.....	164
付録 4. 一期一会	167

第 1 章 はじめに

図 1 のように技術レベルが高くて、ビジネスモデル構築で失敗したケースが多い。そこで本研究は、図 2 のように「技術特性に合わせてどのようにビジネスモデルを変化させていけば良いのか？」を問いとし、技術特性に合わせたビジネス戦略の変化手法を提案することを目的とする。

		技術	
		勝ち	負け
ビジネス	勝ち	<ul style="list-style-type: none"> ・iOS ・ユニクロ ・DVD ・多値NAND 	<ul style="list-style-type: none"> ・Switch(任天堂) ・DELL-PC ・LRF(IDEA) ・IJプリンタ ・WinPC ・1M DRAM ・プラズマノートPC
	負け	<ul style="list-style-type: none"> ・HD-DVD ・TRON ・かな漢字変換ソフト ・ノートPC ・IBM-PC ・TFT(日立)・ペータ 	出所：筆者作成

図 1 技術・ビジネス両面からみた製品事例

		技術	
		既存	革新
ビジネス	既存	売切りモデル	?
	革新	<ul style="list-style-type: none"> ・サブスク ・PFモデル 	

図 2 本研究の問いの概要

第 2 章 先行研究

技術が高くて、ビジネスで負ける理由について、妹尾⁴⁾はオープンイノベーションにあると述べている。そのためには、急所技術を見極めた研究開発、マネジメント、国際斜形分業による製品普及の 3 つが肝要であることを述べているが、これは新商品が生まれた際の一般論であり、各製品の業界やライフサイクルに応じた戦略までは述べていない。クリステンセン⁵⁾は性能曲線によって破壊的技術を解明したが、可視化した軌跡を用いて、技術特性に合わせてどのようにビジネス戦略を変えるべきか具体的な戦略が描かれていない。

第 3 章 仮説

業界分析などには多くのフレームワークが存在するが、技術レベルとビジネスレベルを表現することは難しく、分析に合わせた戦略を立案できることが望ましい。ビジネスにおいて、一意に決めることができる戦略は存在しないが、適切に可視化したツールを活用すれば、その状況に合わせて戦略の選択肢を絞ることができるのではないかと。そこで、本研究では、「技術レベルとビジネスレベルを可視化し、技術特性に合わせたビジネス戦略を描くことで、イノベーションを起こすことができる。」ことを仮説とした。

第 4 章 方法

4.1 対象製品の抽出

対象ケースは、国内 GDP に占める割合(図 3)、学生数の数、主要産業という観点から抽出する。そこで、本研究では日本の主要産業である輸送機械、電気情報機器、通信機器、エネルギーの 4 分野に焦点をあて、その分野での代表的なデバイスとアセンブリとして、ストレージ、バッテリー、ディスプレイ、移動体通信システム、発電システムをケースとして

抽出する(表 1 参照)。

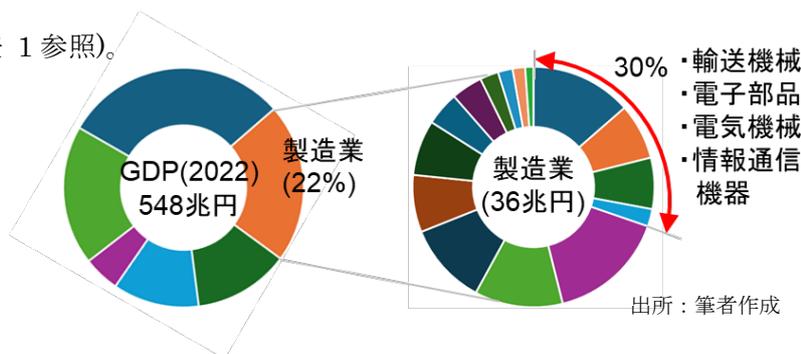


図 3 国内 GDP における代表製品分野

表 1 抽出した 5 ケースと 8 製品

分野	分類	製品	年代	既存製品	新製品	
電気・情報	デバイス	ストレージ	2001～2021	FDD	HDD,NANDフラッシュメモリ	
輸送機器	デバイス	バッテリー	2001～2023	鉛	Ni-MH,LiB	
電気・情報	デバイス	ディスク プレー	PC向け中型	1990～2010	CRT	STN,TFT
			TV向け大型			TFT,プラズマ
エネルギー	アセンブリ	発電システム	1970～2023	水力	石油火力,石炭火力,LNG火力,原子力	
通信機器	アセンブリ	移動体 通信 システム	通話目的	1991～1998	ショルダー フォン	PHS,携帯電話
			データ目的	1999～2005		
			多機能目的	2007～2014	PHS	携帯電話,iPhone

4.2 技術レベル(TL)とビジネスレベル(BL)の定義

Jaffe^[3]の技術類似度の考え方から、製品がもつ様々な技術特性を T_{nk}^j と表現し、既存製品との技術差 R_{nk}^j を以下の通りに求める。

$$R_{nk}^j = \langle T_{mk}^j \cdot T_{nk}^j \rangle \quad (1)$$

ここで、mは既存製品を、nは対象製品を、kは技術スペックを、jは年代を示す。以上の技術差から既存製品との技術差比を用いて、TLを以下の通り算出する。

$$TL^j = \frac{R_{mn}^j}{R_{mm}^j} \quad (2)$$

製品の性能 L_{ni}^j を、コスト C_{ni}^j で割った値を、その製品が生み出した創出価値 V_n^j と表現し、以下の通り定義する。

$$V_n^j = \frac{\prod_{i=1} L_{ni}^j}{C_n^j} \quad (3)$$

既存製品との創出価値比を用いて、BLを以下の通り算出する。

$$BL^j = \frac{V_n^j}{V_m^j} \quad (4)$$

価値は対象や時代によって変化するため、創出価値も変化するが、その変化をここでは「ピボット」と呼び、ピボットが発生した場合はTL-BL軌跡図^[4]も変化する。

第 5 章 検証結果

5.1 ストレージのケース

図 4 にストレージの TL-BL 軌跡図を示す。NAND フラッシュと HDD がそれぞれ TL-BL を向上させているが、その進化の変化について違いがある。NAND は記憶容量以外の技術特性も向上させ、TL を進化させている。一方、HDD は記憶容量向上に集中している。そのため、HDD と NAND は TL で差がついたものの、BL 逆転に至らず、共存状態になっている。

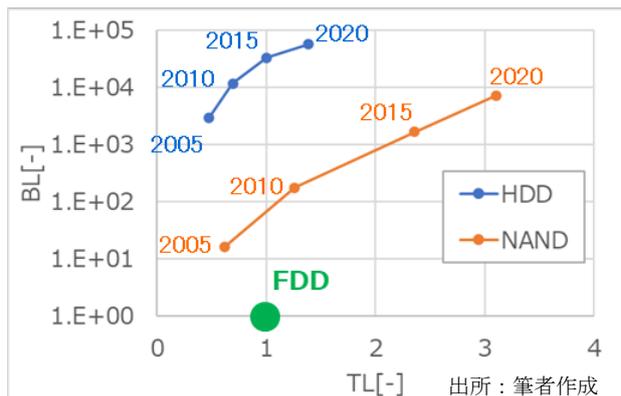


図 4 ストレージの TL-BL 軌跡図

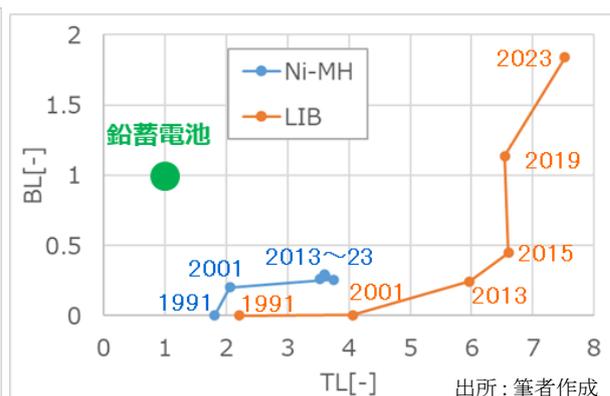


図 5 バッテリーの TL-BL 軌跡図

5.2 バッテリーのケース

図 5 にバッテリーの TL-BL 軌跡図を示す。LIB は Ni-MH と比べて TL を進化させていたが、EV に LIB が搭載されるようになると、量産効果により価格が大幅に下がり、BL が垂直的に向上した。

5.3 ディスプレーのケース

ディスプレイの TL-BL 軌跡図を図 6 に示す。

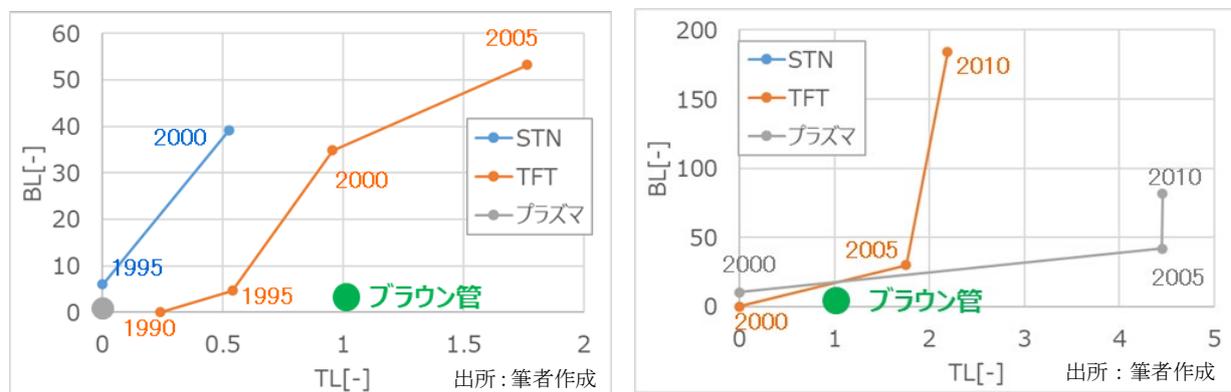


図 6 ディスプレーの TL-BL 軌跡図(左：中型、右：大型)

PC 向けの中型サイズのディスプレイについては、当初は STN 液晶の方がコスト面で TFT

液晶より優位だったため、BL が高かった。しかし、TFT は STN と比べ TL が高く、TFT の優位差を STN は逆転することができず、PC 向けディスプレイ市場から姿を消した。

TV 向けの大型サイズのディスプレイについては、当初、TFT は製造できず、プラズマが独占しており、BL はプラズマが勝っていた。その後、プラズマはその技術特性を生かして、TL を向上させたが、過剰品質に陥った。その間、TFT は TL と BL をバランスよく向上させて、結果としてコストを大きく低減した TFT が市場を席卷した。

5.4 移動体通信システムのケース

移動体通信システムの TL-BL 軌跡図を図 7 と図 8 に示す。当初、ショルダーフォンに対して、携帯電話が小型軽量化を図り、TL を高めたが、PHS の参入によって BL が劣後した。ところが、IP サービスが開始され、価値が通話からデータへ変化したことで創出価値が変化し、ピボットが発生した。これにより、BL が劣後した PHS は市場から姿を消した。

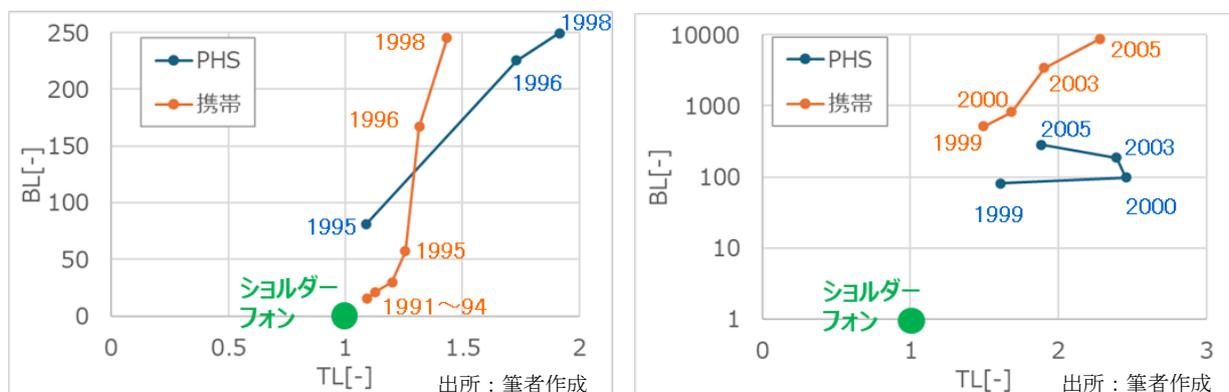


図 7 移動体通信システム TL-BL 軌跡図(左 : ①、右 : ②)

PHS との差別化に成功した携帯電話(ガラケー)だが、iPhone が登場したことで技術特性が増え、それに追従するように TL を進化させた。また、iPhone より安く設定することで BL を向上させた。しかし、この図 8 は事実と異なっており、TL-BL 軌跡図が実態を適切に表現できていない。この理由は、創出価値がブランドや美しさといった単位系で示すことができない別の領域(後述する魅力的品質領域)へと変化しているためだと考えられる。



図 8 移動体通信システム③の TL-BL 軌跡図

5.5 発電システムのケース

発電システムの TL-BL 軌跡図を図 9 に示す。長期トレンドとして、石油火力発電は TL/BL とともに減少し、原子力は東日本大震災による事故以降、TL/BL が減少している。また石炭火力発電は TL を向上させつつ、安定した BL を維持している。LNG 火力発電は TL/BL の変化が小さく、安定して推移している。このように、発電システムの TL-BL 軌跡図は他のケースと異なり、長期レンジによる傾向は実態を示しているが、短期レンジで見た時の傾向は不規則に動いている。この理由は TL/BL 両面において、2 つ理由がある。1 つ目はコストが技術革新ではなく、政治的な外部要因によって変化するためである。もう 1 つは総括原価方式であるため、技術革新に対してインセンティブが低いためである。

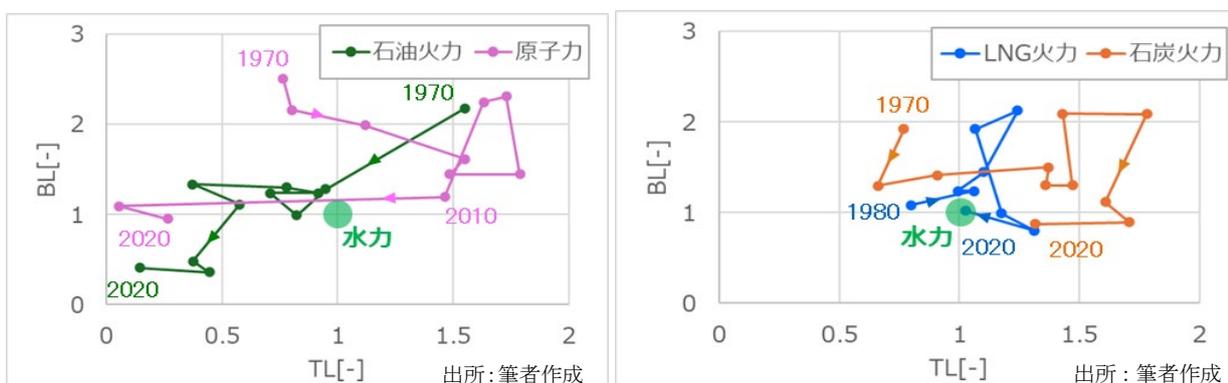


図 9 発電システムの TL-BL 軌跡図

第 6 章 考察

品質は、当たり前品質、一元的品質、魅力的品質の 3 つの品質領域^[5]に分割され、この領域を移動しながら価値は変化する価値変遷モデル^[6]が提案されている。そして、狩野モデルの品質要素にはそれぞれの R&D 戦略がある^[7]。そこで、競争の型と戦略^[8]をベースに、品質領域と TL-BL 軌跡図の適用可否を対応付けたものを表 2 に示す。そこで、TL-BL 軌跡図で表現可能な、当たり前・一元的品質領域での戦略と、魅力的品質領域の戦略を分けて考察する。

表 2 各競争領域での戦略

競争の型	業界特徴	競争戦略	品質領域	TL-BL軌跡図
産業組織型(10型)	業界構造が安定しており、参入障壁が高い	SCP戦略	当たり前品質	適用可能
チェンバレン型	10型より参入障壁が低く、複数企業がある程度差別化し競争	RBV戦略	一元的品質	適用可能
シュンペータ型	競争環境の不確実性が高く、技術進歩が極端に速い	リアルオプション戦略	魅力的品質	適用不可能

出所：文献[7][8]を参考に筆者作成

6.1 当たり前品質と一元的品質領域の戦略

当たり前品質と一元的品質領域では TL-BL 軌跡図で表現が可能である。そこで、TL-BL 軌跡図を 4 分割し、前述の 5 つのケースを使って、各領域でとるべき戦略を図 10 に示す。

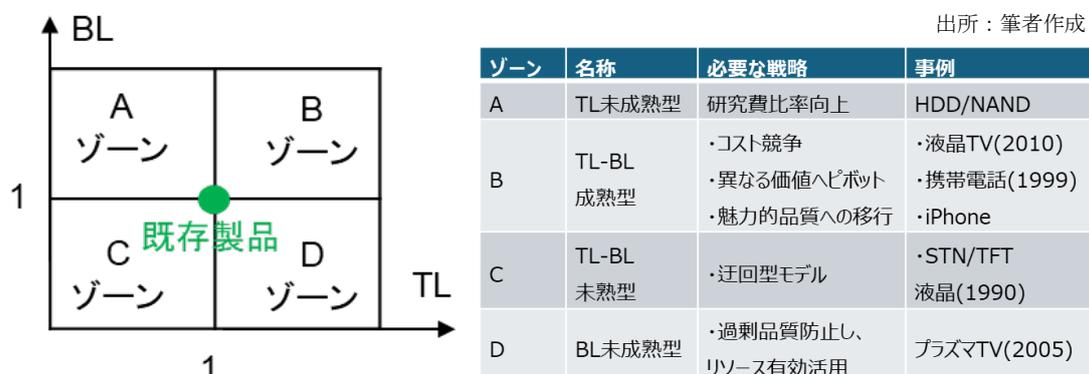


図 10 TL-BL 軌跡図における戦略

6.2 魅力的品質領域の戦略

魅力的品質領域において、TL-BL 軌跡図を適用できない理由を考えるため、製品規格数と単位系の数の関係を調査した結果を図 11 に示す。具体的には、自動車・半導体・空調・CRM・ERP など様々な製品の規格数を ISO・IEC 等から調査し、それに対応する製品性能を示す単位系の数をプロットした。その結果、当たり前・一元的品質領域では、単位系の数が増えるが、魅力的品質領域は単位系の数が減少することがわかり、これが TL-BL 軌跡図を適用できない理由と推察した。

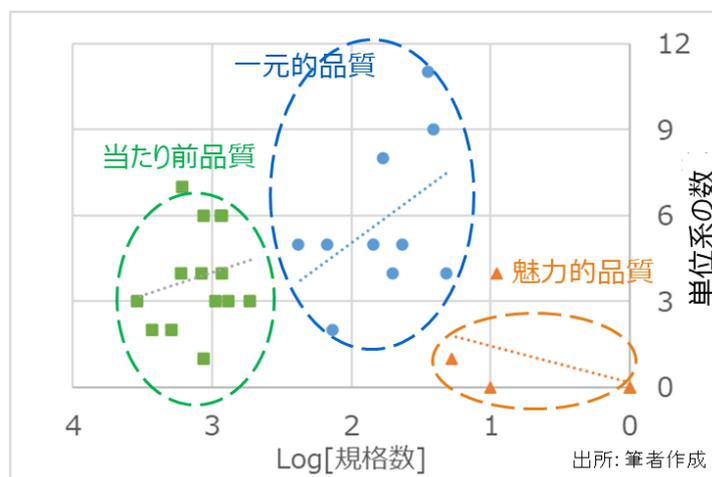


図 11 品質領域と単位系の数の関係

この、魅力的品質領域では TL-BL 軌跡図を適用できないため、別の戦略を考える必要がある。そこで、図 11 に記載した製品を製作しているメーカーの売上高研究費との関係調べた(図 12 参照)。この図から、規格数が多い当たり前品質では売上高研究費が低いだが、規格数が少ない魅力的品質領域では売上高研究費が高いことがわかる。つまり、魅力的品質領域

では、一元的品質領域より多額の研究開発費を投じていることになる。これを確認するために、iphone と Nvidia の Discrete GPU について調査した。そのうち、iPhone の結果を図 13 と図 14 に示す。

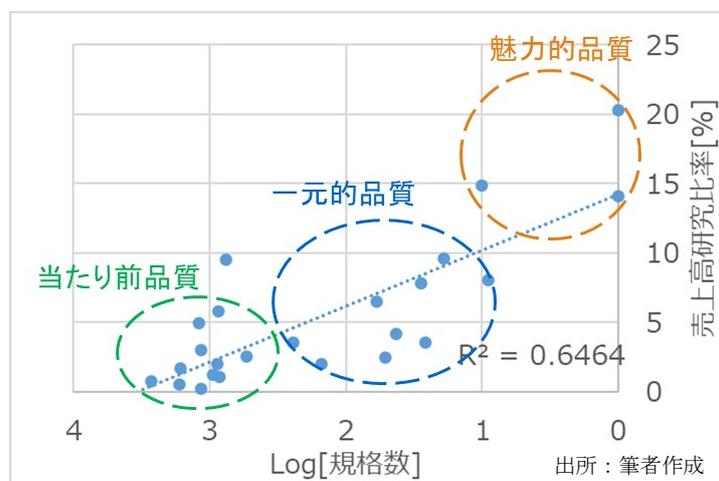


図 12 製品の規格数と売上高研究比率の関係

出所：筆者作成

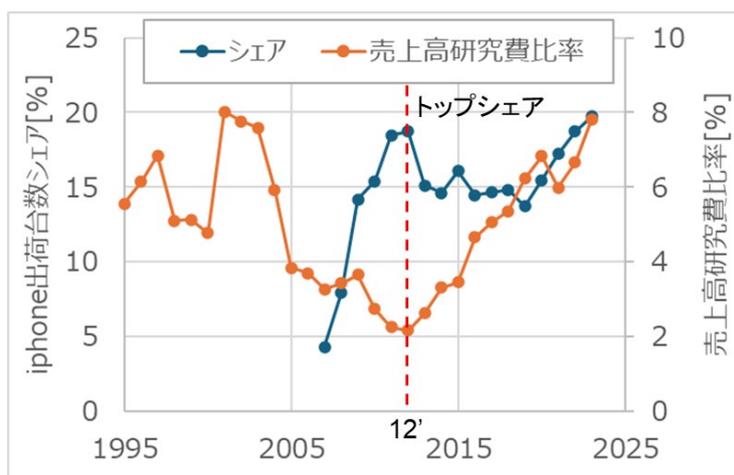


図 13 iPhone 世界シェアと Apple 社の売上高研究費率の関係

この図のように、iPhone はトップシェアを確保してテック価値が飽和した後に、魅力的品質領域に入り、段階的に売上高研究比率をあげている。これは NVIDIA でも同様の傾向が観察できる。魅力的品質領域では多様性が要求され、多様な R&D テーマに投資しなければならないことが原因と考える。

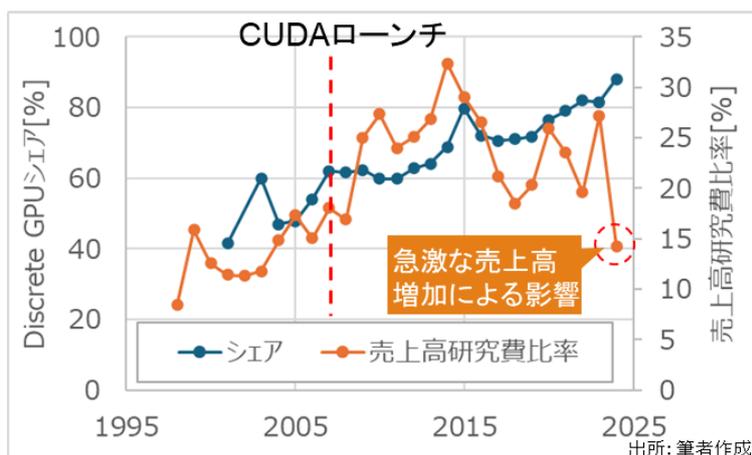


図 14 NVIDIA による Discrete GPU のシェアと売上高研究比率の関係

6.3 価値創造の戦略

以上をまとめると、価値創造の戦略は図 15 のように表現できる。技術が生まれた直後は TL/BL ともに既存製品に対して劣後しており、迂回型モデル⁹⁾を通じて、TL/BL を向上させる必要がある。既存製品より TL/BL が優位になった後は、コスト競争にするか、異なる価値へピボットするか、魅力的品質へ移行するかを選択する必要がある。ピボットの場合、BL/TL 軸が変化するが、同じ一元的品質領域での競争となり、TL-BL 軌跡図を再度描きなおす。魅力的品質へ移行すると、従来の TL/BL にない競争エリアに移ることができる。しかし、この魅力的品質も時間が経過するにつれ、当たり前品質化し、再度 TL-BL 軌跡図を再度描きなおす。このように、様々な価値を変化させながら、TL-BL 軌跡を描き、魅力的品質に移行しながらも、IL(イノベーションレベル)をらせん状に上っていくことが価値創造の戦略といえる。

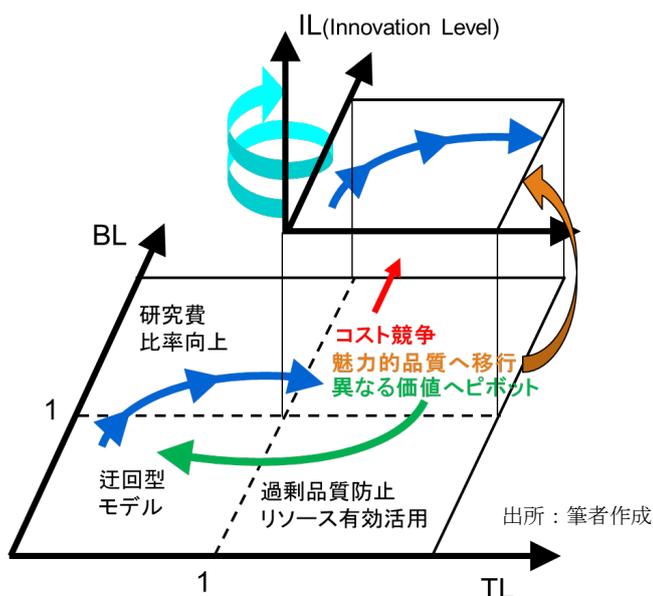


図 15 価値創造の戦略

第7章 まとめと今後の課題

7.1 まとめ

本研究では、技術特性にあわせてどのようにビジネスモデルを変化させていけば良いか？を問いとして、技術レベルとビジネスレベルを可視化し、技術特性に合わせたビジネス戦略を描くことで、イノベーションを起こすことができることを仮説とした。Jaffe の技術類似度を参考に、技術レベルとビジネスレベルを TL-BL 軌跡図として可視化した。そして、ディスプレイ、ストレージ、バッテリー、移動体通信システム、発電システムの 5 つのケースにおいて分析し、TL-BL 軌跡図における各製品の軌跡が、各製品の实用化への歴史を反映した形になり、新旧技術が共存・代替・革新のパターンになることを確認した。

狩野モデルと価値変遷モデルを参考に、製品価値は 3 つの品質領域を移動しながら変化していくと推定し、各領域での戦略を考案した。当たり前品質・一元的品質領域において、TL-BL 軌跡図を 4 分割し、上述の 5 ケースを活用して各ゾーンでの戦略を立案した。魅力的品質領域では、TL-BL 軌跡図が適用できないため、iphone や NVIDIA のケースから、売上高研究比率をあげて、多様性に対応した研究を行う戦略を提案した。様々な価値を変化させながら、TL-BL 軌跡を描き、魅力的品質に移行しながらも、IL をらせん状に上っていくことが価値創造の戦略とあると結論付けた。

上記戦略を用いて、将来技術である次世代 LNG 火力発電と量子コンピューターをケースに分析し、将来の技術戦略について検討した。

7.2 今後の課題

課題大きく分けて TL-BL 軌跡図と魅力的品質領域の戦略にある。TL-BL 軌跡図については、ケース数や多様性を確保する必要がある。素材産業や製造業以外の業界などもケースに加えて考察するのもよいだろう。また、発電方式については短期レンジでの評価が難しいことは述べたが、他の総括原価方式による業界の分析を行ってもよいだろう。

魅力的品質領域での戦略については、議論の余地が多く残る。ケース数が足りないこともあるが、なぜ研究比率が高まるのか、もしくはその因果の逆転はないのかを調べる必要がある。追加の仮説検証は必要と思うが、それらは今後の研究に託したい。

参考文献

- [1] 妹尾堅一郎, 技術力で勝る日本が、なぜ事業で負けるのか—画期的な新製品が惨敗する理由, ダイヤモンド社(2009)
- [2] クリステンセン, イノベーションのジレンマ 増補改訂版, 翔泳社(2001)
- [3] Adam B. Jaffe, Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits, and Market Value, The American Economic Review, 76(5), 984-1001(1986)
- [4] Jonh C. Mankis, Technology Readiness Levels, NASA(2004)

- [5] 狩野紀昭, 瀬楽信彦, 高橋文夫, 辻新一, 魅力的品質と当り前品質, 品質, 14(2), 147-156(1984)
- [6] 若林秀樹, 丹下大, GAFAM/BAT と日本企業を分けたもの : DAAE 構想と QCD 思想の比較, 研究イノベーション学会年次学術大会講演要旨集, 36, 924-929(2021)
- [7] 若林秀樹, R&D 費と成長率, 収益率, 割引率の関係式, 研究イノベーション学会年次学術大会講演要旨集, 34, 620-625(2019)
- [8] 入山章栄, 世界標準の経営理論, ダイヤモンド社(2019)
- [9] 若林秀樹, 迂回的イノベーションプロセスモデルの提案: フラッシュメモリと液晶のケース, 研究イノベーション学会年次学術大会講演要旨集, 34, 397-402(2019)