

Title	技術レベルとビジネスレベルの2軸マップによる定量的研究
Author(s)	高橋, 宏昌; 若林, 秀樹; 小林, 憲司
Citation	年次学術大会講演要旨集, 39: 1058-1063
Issue Date	2024-10-26
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/19518
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

○高橋宏昌, 若林秀樹, 小林憲司 (東京理科大学 MOT)
8823236@ed.tus.ac.jp

1. はじめに

過去のイノベーションは技術とビジネスモデルの組合せによって創出された。しかし、技術レベルが高くても、ビジネスモデル構築で失敗した例は多い。TMSC 創業者のモリスチャンは「技術のイノベーションも大事だが、ビジネスモデルイノベーションこそが最も価値がある」と述べて[1]おり、ビジネスモデルの重要性を指摘している。

そこで、本研究では、「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？」を問いとする。

2. 先行研究

ビジネスモデルについての個別企業の研究事例は、所謂「ケーススタディ」であり、数多く報告されている。また、それらケーススタディをもとにビジネスモデルを一般化したものも多く存在するが、入山(2015)は成功企業のビジネスモデル例を集めるのが中心で、本質を答えていないと指摘している[2]。

クリステンセン(2001)は、製品の性能曲線を時系列で描くことによって、破壊的技術によるイノベーションを解明した[3]。若林(2019)は、TFTとNANDのケーススタディから、迂回型のイノベーションプロセスを提案[4]し、経営重心の観点から、自社の事業特性に合わせて、ビジネスモデルを変えていく戦略を提案している[5]。また、三浦(2022)はファーウェイを分析し、成長戦略を組織論の観点から具体的に提案している[6]。これら論文はビジネスモデルを変化することを提案しているが、技術特性をふまえたビジネスモデル戦略についての議論は少ない。

3. 仮説

技術レベルとビジネスレベルを可視化することができれば、技術特性を踏まえたビジネスモデル戦略を描くことが可能となる。

本稿では、「ビジネスモデル戦略立案のために、技術レベルとビジネスレベルを定量化し、2軸マップ化(以下、TL-BL軌跡図)することで、技術特性を踏まえたビジネスの状態を可視化することができる。」という仮説を立てて、以下で検証する。

4. 分析方法

普遍性の高い分析手法を確立するためには、異なる形態で異分野の製品を分析する必要がある。今回は、情報分野とモビリティ分野の2つに焦点を当て、それらが構成する製品群を表1にまとめた。

表1 情報とモビリティ分野で構成する製品群

Information			Mobility		
製品	既存製品	新規製品	製品	既存製品	新規製品
ストレージ	FDD	HDD,NAND	エンジン	外燃機関	内燃機関
ディスプレイ	CRT	STN,TFT,プラズマ	トランスミッション	MT	AT
プロセッサ	真空管	トランジスタ	バッテリー	鉛蓄電池	Ni-MH, LiB
撮像素子	CMOS	CCD	動力	エンジン	モーター

今回は、このうちストレージ、バッテリー、ディスプレイの3つの製品を抽出し、分析する。

5. ケース調査

ストレージ、バッテリー、ディスプレイの3つの製品のコストと技術スペックを時系列で調査した。調査期間や対象などを以下の表2に示す。

表2 ストレージ、バッテリー、ディスプレイの3製品の調査内容

製品	調査対象	調査期間	調査内容
ストレージ	FDD、HDD、NAND	2000年(携帯電話にNAND搭載)~2023年	消費電力、重量、レイテンシ、記憶容量、コスト
バッテリー	鉛、Ni-MH、LIB	1991(Sony初量産)~2023年	重量・体積エネルギー密度、電池容量、コスト
ディスプレイ	ブラウン管、STN、TFT、プラズマ	1985(STN量産開始)~2010年	応答速度、消費電力、画質、輝度、コントラスト、視野角、体積、重量

6. 技術レベルとビジネスレベル

本章では、技術レベル(TL)とビジネスレベル(BL)を定式化し、[27]を参考にして2軸マップしたTL-BL軌跡図について述べる。TLとBLは既存製品に対する比であるため、1を基準に既存製品との比較を行うことができる。また、それを時系列で表示するため、外挿評価になるが将来のTL-BL軌跡を予測することが可能となる。図1にTL-BL軌跡図の概要を示す。

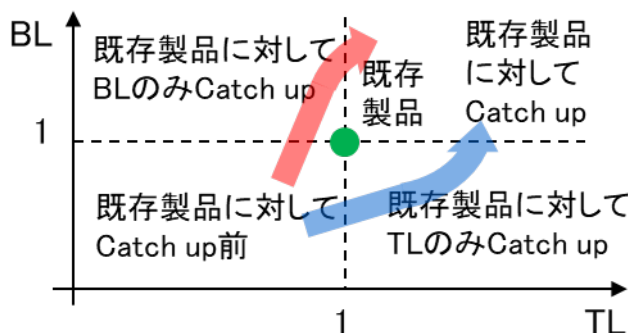


図1 TL-BL軌跡図の概要

6.1. TLとBLの定式化

TLについては、Jaffe(1986)が、コサイン類似度を用いて各企業の技術類似度を表現している[28]が、本稿ではベクトル距離を考慮して内積で評価する。つまり、製品がもつ技術特性を T_{nk}^j と表現し、既存製品との技術差 R_{nk}^j を、内積を用いて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は既存製品を示し、ストレージの場合はm=F(FDD)とする。nは対象製品を示し、ストレージの場合はn=H(HDD)、N(NAND)になる。kは技術スペックを示し、ストレージの場合は消費電力、重量、レイテンシで小さいほど良化するものは逆数で扱う。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。

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

次に、BLについて述べる。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。

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

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。

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

ここで、ストレージのように、価値表現が記録容量のように単一単位系で表現できる場合は、創出価値はコスト当りの記録容量となる。また、ディスプレイのように、価値表現が用途によって変わったり、複数単位系によって表現される場合は、創出価値はコスト当りの各性能の積となる。例えば、モバイル向けは画質・重量・消費電力の積を、PC 向けは画質・重量の積をコストで割った値が創出価値となる。一方、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。この変化をここでは「ピボット」と呼び、ピボットが発生した場合は BL-TL 軌跡図は不連続な形になる。

6.2. TL-BL 軌跡図

前章で行った調査結果と前節で示した方法を用いて、ストレージ、バッテリー、ディスプレイの3つのケースを TL-BL 軌跡図で分析した結果を以下の図 2 から図 5 に示す。それぞれの技術特性と創出価値を表 3 示す。

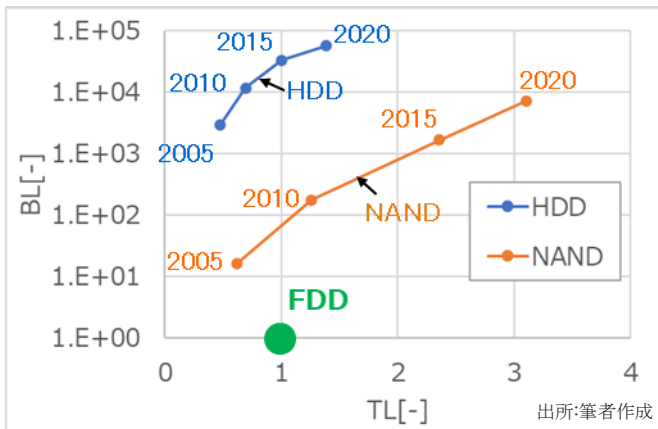


図 2 ストレージの TL-BL 軌跡図

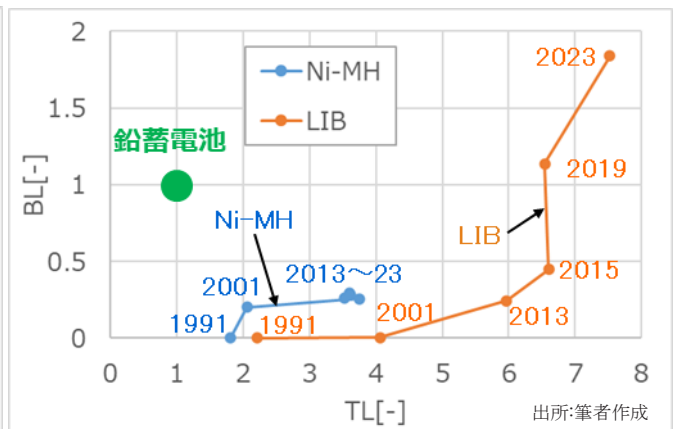


図 3 バッテリーの TL-BL 軌跡図

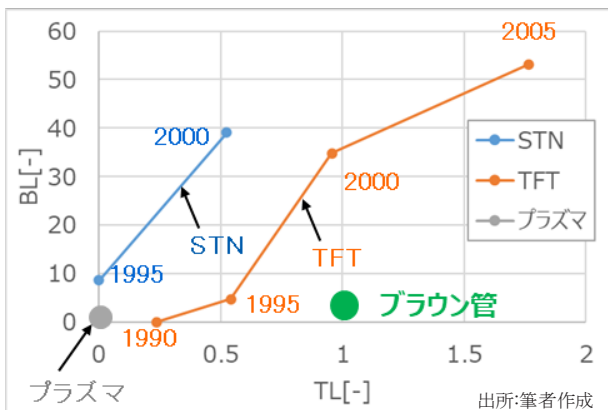


図 4 ディスプレー(中型)の TL-BL 軌跡図

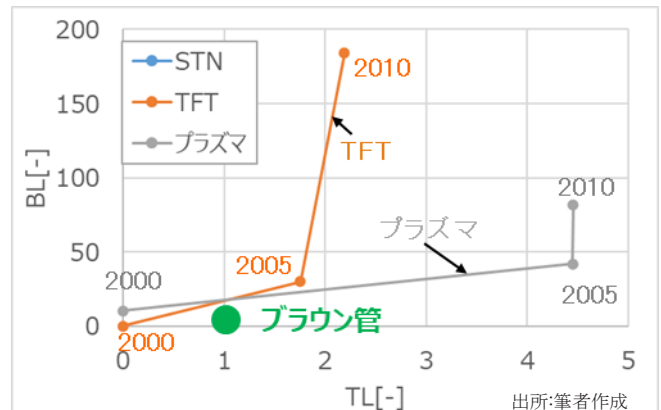


図 5 ディスプレー(大型)の TL-BL 軌跡図

表3 ストレージ・バッテリー・ディスプレイの技術特性と創出価値

製品	技術特性	創出価値
ストレージ	消費電力、重量、レイテンシ、記憶容量	Byte(記憶容量)/コスト
バッテリー	重量・体積エネルギー密度、電池容量	kWh(電池容量)/コスト
ディスプレイ(PC向け14インチ)	応答速度、消費電力、画質、輝度、	画質×kg/コスト
ディスプレイ(TV向け40インチ)	コントラスト(Log値)、視野角、体積、重量	画質×cm ³ /コスト

出所:筆者作成

7. 考察

図22において、NANDは記憶容量以外の技術特性を向上させ、TLを進化させていたことがわかる。一方、HDDは記憶容量向上に集中しており、HDDとNANDのTLについては大きな差がついたが、BLについてはNANDが逆転に至らず、共存状態になっている。データセンター向けの記録媒体として両者が活用されていることから見ても、現実の状況と描いたTL-BLの推移が合致していると考えられる。ただし、HDDのBLをみてもわかるように、BLの差は着実に小さくなってきている。NANDの多層化は着実に進んでいることから記憶容量は増える見込みで、HDDの次世代高密度技術(HAMRやMAMR)の普及がストレージ業界のカギとなると考えられる。

図3において、Ni-MHと比べてLiBのTLは急速に進化していることがわかる。これはLiBがもつ材料特性から当然の結果と言える。一方、BLについてはだが、Ni-MHの進化は止まってしまったが、LiBのBLは鉛蓄電池までも超えた。これは、三菱自動車が発売したi-MiEV(2009)によって、EVにLiBが搭載され、LiBの生産数が増えたことでコストが大幅削減されたことがある。また航続距離の要求から電池容量の増大からBLが急激に向上したと考えられる。

図44において、中型ディスプレイではSTNがコストでTFTと比べて優位だったため、BLが高い状態になっていた。その一方で、TFTは応答性、コントラストなどTLを進化させていった。2000年以降はPCメーカーによるTFT採用率が高まったことで、STNがTL/BL両面でTFTについていけず、2000年を境に使用されるケースが少なくなってしまう。図5において、TFTは大型ディスプレイを製造できず、プラズマが市場を独占していたが、2000年以降TFTが参入した。プラズマはTLがコントラストや輝度などTFTにない技術特性があり、TLを大幅に向上させていったが、TFTのコスト低減についていけず、BLで大きく差がついた。プラズマのTL向上は一種の過剰品質と考えられるが、2010年以降はTFTもコスト競争となり、それを補うために同様な過剰品質化が行われた。

以上のケースから、業界内の競争の歴史を適切に表現できており、TL-BL軌跡図の妥当性を示すことができていると思われる。また、業界内の競争は図2に示すような共存、革新、代替の3種類に分類できると推察できる。共存については競合製品と絶えず技術進化を続け、創出価値を常に向上させていく必要がある。革新については、技術進化よりも価値創出が重視される。特にBLが急激に変化しているため、同一製品内でコスト競争が始まっており、原材料含めた大規模なサプライチェーンの構築が重要となる。代替については、BLとともにTLをバランスよく向上させていく必要がある。特に、TLの過剰品質化に注意が必要で、投資配分に注意が必要となると思われる。

出所:筆者作成

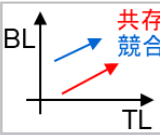
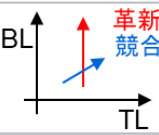
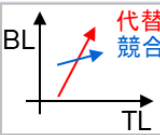
共存	革新	代替
		
競合製品とTLとBLを競争しながら共存する	競合に負けていたが、あるタイミングでBLを急拡大させる	革新と同じ動きをするが、革新ほど急激に変化せずに競合に勝つ

図2 3種類のTL-BL軌跡図

次に、シェアないしはそれを代替する別の評価指標を用いて、競合製品の比率の推移を、BLと比較することで、定量的な考察を行う。表4に各製品の調査項目一覧を示し、その比較結果を図7~9に示

す。これらの図では、BL とシェア相当の比率が 1 を境に、製品の優劣が逆転することを意味している。

表 4 各製品の調査項目一覧

	調査対象	期間	調査項目
ストレージ	HDD, NAND	2001～2021 年	総出荷記録容量
バッテリー	Ni-MH, LiB	2001～2023 年	出荷台数
ディスプレイ	STN, TFT, プラズマ	1990～2010 年	需要台数と出荷台数

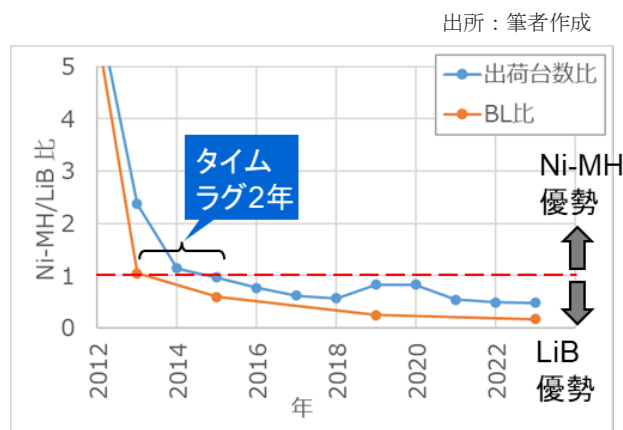
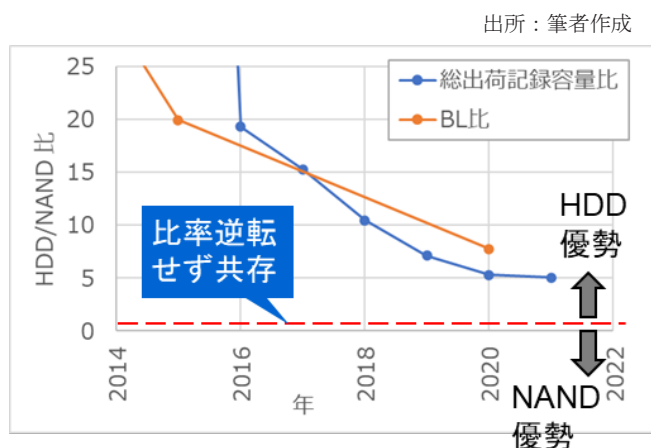


図 7 ストレージの BL 比と総出荷記録容量比の関係

図 8 バッテリーの BL 比と出荷台数比の関係

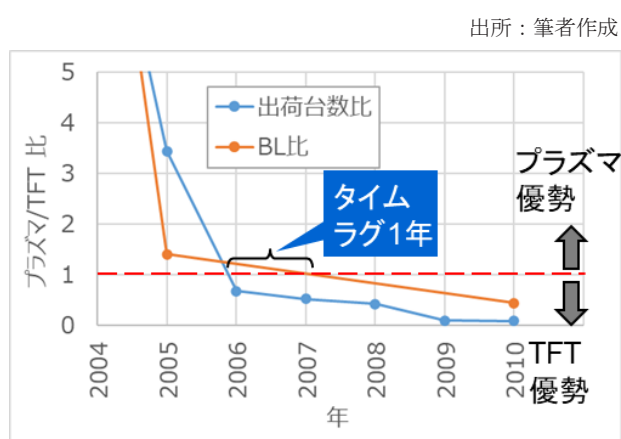
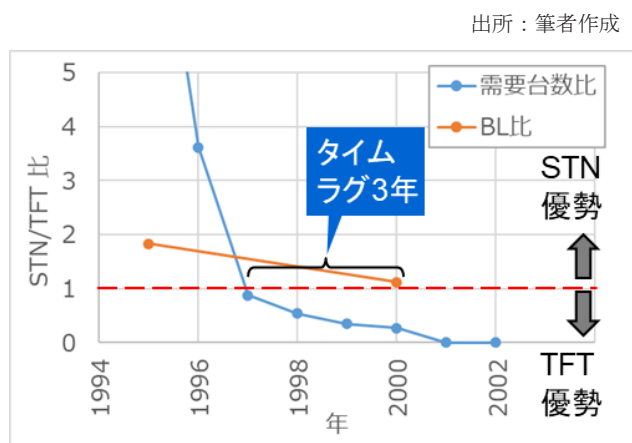


図 9 ディスプレイの BL 比と総出荷記録容量比の関係(左：PC 向け中型、右；TV 向け大型)

各図において、傾向がほぼ合致しており、実態を良好に表現できていることがわかる。一方、優劣の逆転したタイムラグをみると 1～3 年であり、これは調査サンプリング等による測定誤差の影響があると考えられる。特に中型ディスプレイについては、クリスタルサイクルによる 1995 年～2000 年の価格変動が原因と考えられる。

8. まとめ

本研究では、異なる単位系で構成される技術特性を無次元化した指標を技術レベルとして定義し、製品のコスト当りの創出した価値として定量化した指標をビジネスレベルとして定義することで、技術レベルとビジネスレベルを可視化した。ディスプレイ、ストレージ、バッテリーの 3 つのケースにおいて、検証を行い、定性的にも定量的にも納得感のあるマップが得られた結果となり、本分析手法の有効性を示すことができた。

一方で、抽出した 3 つのケースはいずれも製品サイクルが短い分野に偏っている。普遍性を高めるためにもケースを増やすだけでなく、対象分野を広めて分析していきたい。

参考文献 URL は 2024 年 9 月 21 日にアクセス

- [1] 林宏文, **TSMC 世界を動かすヒミツ**, CCC メディアハウス (2024)
- [2] 入山章栄, **ビジネススクールでは学べない 世界最先端の経営学**, 日経 BP (2015)
- [3] 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)
- [4] 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)
- [5] 若林秀樹, 段階に応じて「変態」せよ 日本企業再生は可能か, **日本経済新聞 経済教室** (2021)
<https://www.nikkei.com/article/DGXZQ0CD253C30V21C21A0000000/>
- [6] 三浦庸平, 若林秀樹, ファーウェイにあって日本企業に欠けているものはなにか, **研究イノベーション学会年次学術大会講演要旨集**, **37**, 418-423 (2022)
- [7] https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/pdf/20211224_siry2-1.pdf
- [8] 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)