イノベーションの歴史的展開構造に関する ドミナント・デザイン論的理解

1．流動期（市場形成初期）における多種多様な製品 design の出現 1

(1) 一つの needs に対応可能な技術的 seeds は一つとは限らない。一般的には多種多様な技術的 seeds が、needs を満足させる多種多様な product を生み出す。それゆえ一つの needs に対応する product は一般的には複数個存在する。 2

(2) 市場形成初期には、ユーザーの needs を最も満足させる product design がどのようなものであるかは不明確である。ユーザーが求める機能や特性に最適な product design がどれであるかがすぐにはわからないので、革新的なアイデアが次々から次へと試行錯誤的に試される。 2

(3) 顧客がどのような wants を欲しているのかは最初から明確なわけではない 2

(4) 将来的な発展の可能性はすぐには明確にはならない（あるいは、技術発展に関する将来的予測の原理的不明確性の）ために、ある特定の時点で、どの技術的方式が最も優れているのかはすぐにはわからない。それゆえ、複数の技術的方式の内のどれが最終的に勝利するのかはすぐにはわからない。 3

(5) 市場形成初期の段階の製品購入者層は、「新しい機能やアイデアを実現した新製品を試す」のが好きな革新的採用者(innovator)や初期少数採用者(early adopter)であるため、プロダクト・イノベーションに基づく製品の「機能」的差別化や「性能」差別化が重要となる。 4

2．ある特定の design の製品が市場で支配的(dominant)となり、プロダクト・イノベーションの発生率は減少する 5

(1) プロダクト・イノベーションの発生率の減少要因(その1) 5

(2) 技術発展の S 字カーブによる説明 5

(3) プロダクト・イノベーションの発生率の減少要因(その 2) 5

3．dominant design の成立後の一定期間は、Process Innovation が盛んになる 6

4．dominant design の成立後は、技術的な競争優位の獲得競争の焦点は製品の機能・性能から製品の製造へと移行する 6

5．「技術のロックイン現象」再論 6

(1) スイッチング・コスト 6

(2) 経路依存性 --- 製品を取り巻く環境の歴史的規定性 6

(3) バンドワゴン効果 6

a. ネットワーク外部性に関わるバンドワゴン効果 7

b. 補完財に関わるバンドワゴン効果 7

(4) 市場において意味あるものとして評価される性能に関する上限 7

6．dominant design 論に関わる具体的事例 8

(1) 自転車におけるプロダクト・イノベーションの場合 --- ユーザー層、necessity – wants -complex、対応 technology それぞれの多種多様性に起因する Product design の多様性 8

(2) 環境にやさしい自動車の場合 ---- 環境にやさしいエンジンという needs に対応可能な多種多様な技術、およびそうした技術に基づく多種多様な wants 8

a. ガソリン・エンジンのさらなる改良（既存技術の改良型イノベーション） 8

b. ディーゼル・エンジンのさらなる改良（既存技術の改良型イノベーション） 8

c. ハイブリッドエンジン（従来型エンジン＋電動モーターの組み合わせ） 9

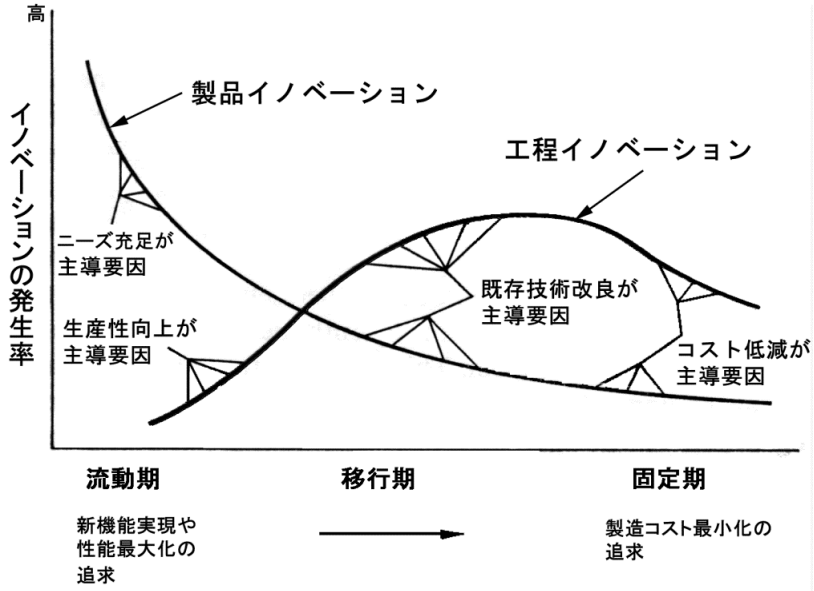
d. 充電池に充電された電気で動かす電動モーター 9

e. キャパシタに充電された電気で動かす電動モーター 9

f. 燃料電池によって「発電」された電気で動かす電動モーター 9

g. 代替燃料の利用（燃料に関するプロダクト・イノベーション） 9

図1　プロダクト・イノベーションとプロセス・イノベーションの発生率の時間的変化



[出典] Utterback, J. M, and W.J. Abernathy (1975) "dynamic model of process and product innovation" *Omega*, Vol.3, Iss.6, , p.645 を日本語化した。なお、オリジナルの図では、横軸が Uncoordinated process（バラバラでまとまりのない非統合的過程）から Systemic process (まとまりのある組織的過程)へとなっているが、左図では、 Utterback, J. M, (1994) *Mastering the Dynamics of Innovation*, Harvard Business School Press, p.xvii (大津正和；小川進監訳,1998)『イノベーション・ダイナミックス』有斐閣,p.7) における「流動期(Fluid phase)→移行期(Transitional phase)→固定期(Specific phase)」に変更した。

1.流動期 (Fluid phase)　**多種多様な Design の Product が競争**
Product Innovation による Product の差別化が主流、Process Innovation は不活発

2.移行期 (Transitional phase)　**Dominant Design の成立**

3 固定期 (Specific phase)　**特定の Product Design が市場を支配**
Product Innovation は不活発、Process Innovation による製造 Cost 低減や品質改善が主流

＜補注＞design という用語が含意する意味内容

design という単語は、英和辞典においては「意匠」,「図案」,「素描」,「設計」,「構想」,「着想」,「計画」,「企図」など様々な訳語が当てられているが、漢字を当てはめることなく「デザイン」と表記されることも多い。というのも、design という単語には「意匠と計画という二つの意味があり、この二つの意味を同時に表す言葉が他の言語では見つからなかった」（多木浩二「デザイン」『世界大百科事典』平凡社）ため、日本以外の国でもデザインという語が外来語としてそのまま使われていると言われている。

1．流動期（市場形成初期）における多種多様な製品 design の出現

市場形成初期は、プロダクト・イノベーションが最も盛んにおこなわれ、さまざまな企業から様々な技術的方式に基づく多種多様な design の製品が市場に投入される「流動期」として位置づけることができる。

流動期における製品間競争は、様々な技術的方式の間で製品の機能や性能の優劣を争う競争として展開されることになる。すなわち流動期においては、プロダクト・イノベーションに基づく**製品の「機能」的差別化や「性能」差別化**を中心とした製品間競争という形態で企業間競争が繰り広げられることになる。

それまで存在しなかった画期的な新製品の場合には、そうした製品の購入者は「その製品がどのような新機能を持っているのか？」「その製品の性能はどの程度のものなのか？」ということに第一の関心がある[1]。それゆえ製品開発の中心的関心は製品の「機能」や「性能」に関する差別化に向けられ、製品の機能的差別化や性能差別化が製品間競争の中心軸となる。

↓

多種多様な技術的 seeds が存在する結果として、ある特定の needs を満たすプロダクトは多種多様に生み出されることになる。そして多種多様な技術的 seeds の将来的可能性に対して、企業は「自社のポジショニング」や「自社のリソ

[1] ロジャース（Rogers,E.M.）のイノベーションの普及モデルにおける革新的採用者の特性を見よ。

ース」などに基づくそれぞれ独自の判断によって様々な技術的 seeds に賭ける結果として、多種多様な技術的 design の製品が市場にあふれかえることになる。

ここでのポイントは、一つの needs に対応する技術的方式が一般には複数存在することである。過去に存在していなかった革新的な製品の場合には、特にそうである

事例1＞19 世紀における自転車の Product Innovation

事例2＞19 世紀における手動式の機械式英文タイプライターのキーボード配列に関する Product Innovation

事例3＞1980 年代における電子式日本語ワープロ専用機のキーボード配列に関する Product Innovation

事例4＞19 世紀末～20 世紀初頭における自動車に関する Product Innovation

事例5＞「環境にやさしい自動車」という needs に対応する多種多様な技術的 seeds に基づく Product Innovation

事例6＞「大量データの高速な送受信」という needs に対応する複数の技術的方式による Product Innovation

（事例5「環境に優しい自動車に対する needs」および事例6「大量データの高速な送受信に対する needs」に関しては、現在もなお技術的改良が続けられ、新しいデザインの製品がつくられ続けている。）

同一のneeds に対応する技術的方式の複数存在可能性（一つのneedsに対応可能な複数の技術的方式の存在）

(1) 一つの needs に対応可能な技術的 seeds は一つとは限らない。一般的には多種多様な技術的 seeds が、needs を満足させる多種多様な product を生み出す。それゆえ一つの needs に対応する product は一般的には複数個存在する。

＜注意＞一つの needs に対応可能な技術が歴史的に多種多様に存在する場合、すなわち、時間の経過とともに技術が発達し一つの needs に対応する技術が次々と継起的に生起する場合には、製品の dominant design の歴史的変化が生じることになる（ex.1 携帯音楽機器）

ある特定時点で実現可能性のあるプロダクト・イノベーションの数には限界がある ---- seeds の有限性

(2) 市場形成初期には、ユーザーの needs を最も満足させる product design がどのようなものであるかは不明確である。ユーザーが求める機能や特性に最適な product design がどれであるかがすぐにはわからないので、革新的なアイデアが次々から次へと試行錯誤的に試される。

ユーザー層の多様性や needs の複数性＝多様性のために、どのような技術的方式に基づく製品が他のものより総合的視点から見て優れているのかの明確化にも一定の時間がかかる。長期間使用する製品の場合には、長期的使用してはじめて製品の優劣がわかる場合もある。画期的な新製品の良し悪しは短期的にはわからない。

どのような層をターゲット・ユーザーとするべきなのか？複数の needs 間の相対的優先順位のユーザー層による違いはどの程度のものなのか？

それまでに存在しなかった新しい製品の場合には、「製品にどのような機能や特性を盛り込むべきか？」

自転車の場合で言えば、手軽な交通手段として「スピード」「安全性」など複数の needs を複合的に持つ製品としての自転車に対して、男性は「安全性」に対する needs よりも「スピード」に対する needs を優先させる傾向があったのに対して、女性は「スピード」に対する needs よりも「安全性」に対する needs を優先させる傾向があった。

wants に関する顧客側の認識に関する曖昧性

(3) 顧客がどのような wants を欲しているのかは最初から明確なわけではない

ex.1 マイクロプロセッサーの技術革新＞＞＞ミニコンからパソコン（パソコンキット）へというプロダクト・イノベーション＞＞新しく「発明」されたパソコンに対応するソフトウェアの開発というプロダクト・イノベーション

①電卓のための汎用的部品に対する needs→→②インテル 4004 というマイクロプロセッサー技術の開発→→③インテル 8008、8080 というマイクロプロセッサー技術におけるプロダクト・イノベーション→→④マイクロプロセッサーを利用した製品としての、個人利用用コンピュータというコンセプトの新しい製品としての、パーソナル・コンピュータの「発明」→→⑤パーソナル・コンピュータを動かすための開発言語としての BASIC 言語という「高級プログラミング言語」製品のマイクロソフト社による新規開発→→⑥パーソナル・コンピュータを使うためのアプリケーションソフトの開発

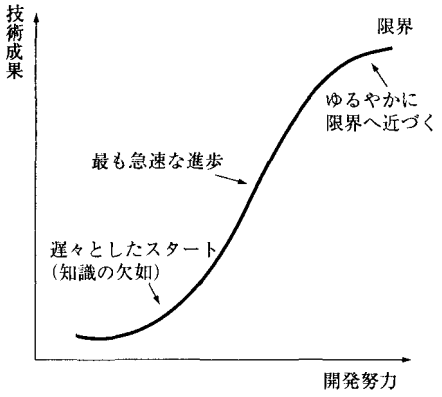
競合する技術的方式間の優劣はすぐには明確にはならない

(4) 将来的な発展の可能性はすぐには明確にはならない（あるいは、技術発展に関する将来的予測の原理的不明確性の）ために、ある特定の時点で、どの技術的方式が最も優れているのかはすぐにはわからない。それゆえ、複数の技術的方式の内のどれが最終的に勝利するのかはすぐにはわからない。

現時点の性能で将来の性能がうまく予想できるわけではない。特に技術開発の初期の段階ではそうである。将来的可能性＝将来的発展を考慮した場合に、同一 needs に対応する複数の技術的方式の内でどれが技術的に最も優れているかをうまく予測することは困難な場合が多い。

というのも技術の S 字カーブ現象[技術の性能は、初期停滞期（悪戦苦闘期）→革新的発展期→後期停滞期（爛熟期）というような形で進歩するという現象]によれば、現時点では性能が低くて製品競争力が低いにしても、研究開発を続けた結果として性能が飛躍的に向上することが期待できる。したがって現時点における性能があまり芳しいものではなかったとしても、また研究開発を続けていてもあまりめざましい性能向上が実現できていなかったとしても、それは技術進歩の初期停滞期にあるためかも知れない。もうしばらく研究開発を持続すれば、初期停滞期を脱し、技術は急速に発展するかも知れない。

技術進歩のS字カーブ



資料：Foster（1986）

[出典]『イノベーションマネジメント

ただし無限に性能が発展し続けるわけではなく、どこかに限界がある。しかしながら、ある特定の技術的方式の性能限界（S 字カーブの上限）がどこであるのかはすぐには明確にはならない場合が多い。

そのため各企業は、技術の将来的発展の可能性に賭けて、自社の技術的 capability などの経営資源に基づきながら、次から次へと新製品を開発することになる。

どの技術的方式が、あるいは、どの design が社会的に勝利を収めるのかが最初から明確なわけではない。（および技術の発達上限があらかじめにはわからないことが多い。）
この場面では製造コストの低減よりも、他のライバルよりもいかに性能面で比較優位に立つかが重要であるため、プロダクト・イノベーションに企業努力が集中されることになる。

①ある特定時点での性能だけで比較するのは不適当である。将来的にどこまで性能向上が実現するかは継続的な研究開発努力や関連技術の発達との関係で決まる。S 字カーブの上限がどこなのかはすぐにはわからない。

ex.1 19 世紀末から 20 世紀初頭における自動車の技術間競争

19 世紀末から 20 世紀初頭にかけての時期には、蒸気自動車、電気自動車、ガソリン自動車という3種類の自動車技術が並存していた。1900 年にアメリカのニューヨーク、シカゴ、ボストンという3大都市で 2,370 台の自動車があったが、その内訳は蒸気自動車 1,170 台、電気自動車 800 台、ガソリン自動車 400 台というものであった。その当時は、蒸気自動車や電気自動車が町の中、倉庫、農場などで活躍していたのである。

図1 蒸気自動車[水蒸気の力で動く蒸気機関(steam engine)を利用した自動車]

This photograph, taken in 1897, shows the Stanley twins in the very first steamer.

最も最初に実用化されたのは蒸気自動車である。19世紀前半には、イギリスのロンドン＝バーミンガム間で蒸気自動車をバスとして利用した定期便が運行されていた。アメリカの蒸気自動車で代表的なのが 1899 年のスタンレー兄弟会社の蒸気自動車である。鋼管フレームに石油バーナーで加熱する小型ボイラーを座席の下に納めたもので、針金スポーク車輪をもつ。チェーンと差動歯車（カーブを切る時、外側車輪は回転数を多く、反対に内側車輪は少なくできる歯車機構）で後輪を駆動させる二人乗りで、アメリカにおける最初の実用的自動車であった。**スタンレーの蒸気自動車は、1906 年の試作車では時速 204Km の世界記録を出している。**

また電気自動車は図2の広告にあるように、その当時で1回の充電で 40 マイル（約 64km）を走ることができ、信頼性・単純性・清潔性を売り物にして一定の顧客の支持を得ていた。

しかし結局のところ、ガソリン自動車が蒸気自動車、電気自動車との競争に打ち勝ち、市場を支配することになった。

図2　電気自動車［電気の力で動く電動モーターを利用した自動車］

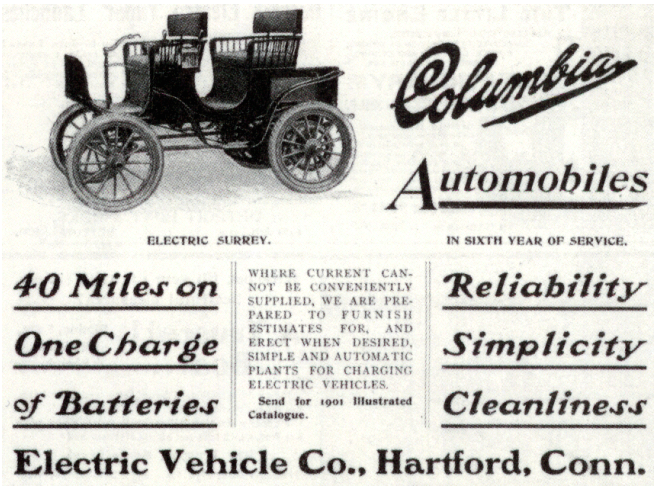
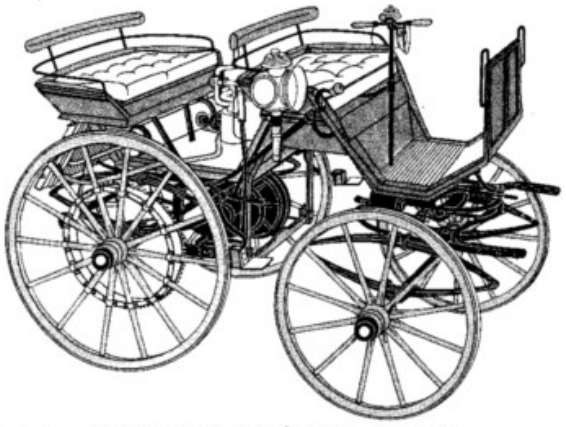


図3　ガソリン自動車



Daimlerの1886年製のガソリン自動車
R.Carpenter et al.,*Powered Vehicles*,Crown Pub.,p.11

②単体としての技術的性能に優れたものが勝利するとは限らない。システム製品の場合にはそれの補完財（補完資産）の充実度とも関係する。

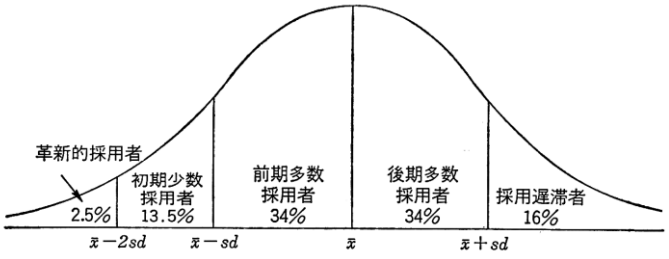
ex.1　VTR のハードウェア製品の競争における規定要因としての、レンタルビデオ市場

ハードウェア市場における VHS 方式の優位が、初期レンタルビデオ市場における VHS の優位をもたらしたが、そうしたレンタルビデオ市場における VHS 方式の優位がまたハードウェア市場における VHS の優位をさらに強化する方向に作用した。

ex.2　パソコンのハードウェアの普及に関するキラー・アプリケーションの存在

(5) 市場形成初期の段階の製品購入者層は、「新しい機能やアイデアを実現した新製品を試す」のが好きな革新的採用者(innovator)や初期少数採用者(early adopter)であるため、プロダクト・イノベーションに基づく製品の「機能」的差別化や「性能」差別化が重要となる。

その結果として市場形成初期における企業間競争の中心的焦点は、生産プロセスの改善による低価格化競争ではなく、製品イノベーションによる製品差別化競争になる



いつイノベーションを採用したかによって測定される革新性の大きさには、連続性がある。けれども、採用時点の平均値から標準偏差ずつ区切ることにより、この連続体は五つの採用者カテゴリーに分けられる。

図 7-2　革新性をもとにした採用者カテゴリー

ロジャーズ,E.M.（青池愼一ほか監訳,1990)『イノベーションの普及学』産能大学出版部,p.356

2．ある特定の design の製品が市場で支配的(dominant)となり、プロダクト・イノベーションの発生率は減少する

市場における技術競争および製品競争の結果として、ある特定の design の製品が市場において dominant となる。なった後は、プロダクト・イノベーションの発生率が低下し、製品に関するそれ以上の画期的な性能向上が起こらなくなるのはなぜなのか？

ある特定時点での seeds の数の有限性や、技術発展に関する S 字カーブ現象などにより、代替技術の発生が少なくなる。

またたとえ、性能のすぐれた新しい技術的方式が生まれても、ドミナント・デザインが成立している市場では普及が進まないロックイン現象が生じる場合が多い。

ある特定時点で実現可能性のあるプロダクト・イノベーションの数には限界がある ---- seeds の数の有限性

(1) プロダクト・イノベーションの発生率の減少要因(その1)

時間の経過とともに製品開発競争における多様なデザインの製品の出現は減少する。こうしたことが起こる主要な原因の一つは、プロダクト・イノベーションに際してある特定時点で現実に利用可能な技術的シーズの数には一定の限度があるためである。すばらしい技術的アイデアであってもそれを実際に量産可能な製品として現実化するために利用可能な技術的シーズの数は限られている。その結果としてある特定の時点で実現可能性のあるプロダクト・イノベーションの数には限界がある。

例えば「環境にやさしい自動車」というニーズに対応して様々なデザインの自動車製品の開発が進められているが、燃料電池車や水素自動車は現時点で製品の製造に実際に利用可能な技術と言えない。そのため現時点におけるプロダクト・イノベーションとして、開発が進められているのは別途資料に示したように数が限られている。

性能向上の余地の減少 --- 技術発展の S 字カーブ現象における性能上限への近接による製品成熟化

(2) 技術発展の S 字カーブによる説明

ある特定の design の技術的方式の性能向上はどこかで頭打ちとなる。また製品特性との関連において採用可能な技術的手段が限定されている場合には、技術的性能の S 字カーブ的な構造が大きな問題となり、製品の最適な Product Design は一意的になる可能性が高くなる。

例えば、「人力による駆動、比較的短い距離の移動のための交通手段」という自転車の製品特性は、safety bicycle 的な構造を最適な Product design としている。

スイッチング・コスト問題やネットワーク効果に起因する経路依存性としての「技術のロックイン」現象

(3) プロダクト・イノベーションの発生率の減少要因(その 2)

スイッチング・コスト問題[2]やネットワーク効果などによって生じる「技術のロックイン」現象に見られるように、dominant design の成立後は、dominant design とは異なるプロダクト・イノベーションは市場で受け入れられなくなる。このことは dominant design の経路依存性(Path-dependency)という形態で現象することになる。

a. 電動式タイプライター→テレタイプ
b. テレタイプ→PC
c. 初期コンピュータの有力な業者はタイプライター製造業者でもあったこと --- IBM,Remington land
d. タイプライターを使うタイピスト→紙テープやパンチカードにデータを打ち込むキーパンチャー

[2] スイッチング・コストに関しては製品ユーザー側および製品生産側の両方を考慮する必要がある。またスイッチング・コストは製品のシステム性という視点から理解する必要がある。

3．dominant design の成立後の一定期間は、Process Innovation が盛んになる

----- ドミナント・デザイン論に関する企業戦略論的視点からの理解（その1） ------

Product Innovation が低調になる一方で、dominant design の成立を契機として Process Innovation が盛んになる。そのように Process Innovation の発生率が相対的に高い時期が「流動期」である。

ある特定のタイプの design に決まることで、熟練の形成や生産プロセスに関する技術的改良の蓄積などを基礎とする製造コストの低下（経験効果曲線）が企業間競争の中心的課題となる。

ex.1 HDD に関する経験曲線

HDD は右の図にしめされているように、累積生産テラバイト数が2倍になるにつれて、1MB あたりの価格が約半分（53%）になることが知られている。

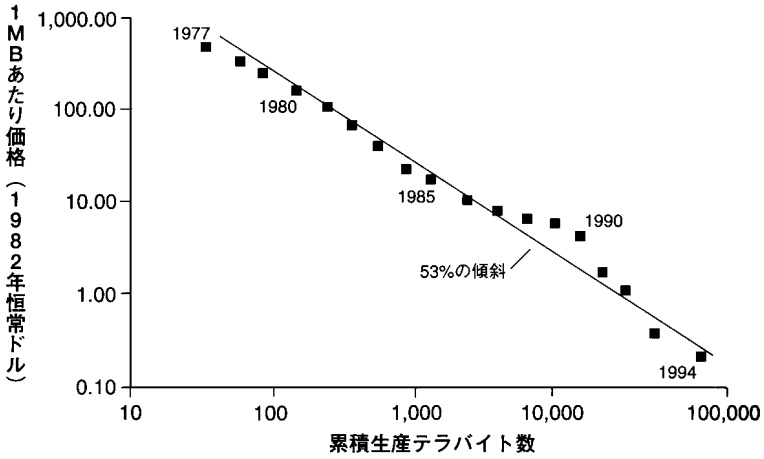


図1.3　ディスク・ドライブ価格の経験曲線
資料：『ディスク／トレンド・レポート』各号のデータ

[図の出典]クレイトン・クリステンセン（伊豆原弓訳,2001)『イノベーションのジレンマ　増補改訂版』翔泳社,p.33

ex.2 自動車の製造コストに関する経験曲線

4．dominant design の成立後は、技術的な競争優位の獲得競争の焦点は製品の機能・性能から製品の製造へと移行する

技術革新に関する S 字カーブという経験的現象で論じられているように、製品に対する新しい機能の付加や、製品の性能向上には技術的に一定の限界が存在することが多い。また技術的に可能であっても、クリステンセンが『イノベーションのジレンマ』で論じているように、顧客の要求水準を超えた技術的性能の向上は市場ではあまり評価されない。

それゆえ時間の経過とともに dominant design の候補となる Product design が少数に絞られ、最終的にある特定の Product design が市場において dominant となると、Product Innovation の発生は時間の経過とともに徐々に低下することになり、製品の機能や性能といった面での差異化によって他社に対する競争優位の確保を実現することは次第に困難になる。

その結果として、製品の機能や性能ではなく、製品の製造コスト・品質・生産リードタイムなど製品の製造プロセスに関して他社に対する競争優位を技術的に確保することに焦点が移動することになる。すなわち Product Innovation が低調になる「固定期」においては、製品の価格や品質を中心とした競争に移行する。固定期においては、製造プロセスに関する技術的改良に努力を集中して、一定の品質を確保した上でいかに製造コストを下げるかが重要となる。

5．「技術のロックイン現象」再論

キーボードの配列に関しては初期の様々なキーボード配列間の競争において QWERTY 配列が勝利し、dominant design となった後はその後の様々な技術革新も一般には受け入れられなかった。キーボード配列に関する技術進歩に対する社会的受容は QWERTY 配列の段階でストップしてしまったのである。

このようにある技術的方式が初期の競争において勝利した後、技術進歩がその段階でロックインされ、その後の技術進歩の社会的受容がストップする現象がしばしば観察される。従来のものよりも優れた技術的方式が開発されても、そうした技術革新が一般に受け入れられないことがしばしば起こる理由は何であろうか？

こうした現象が起こる理由は、2(3)でも簡単に論じたが、下記でさらに詳しく論じることにしよう。

(1) スイッチング・コスト

(2) 経路依存性 --- 製品を取り巻く環境の歴史的規定性

(3) バンドワゴン効果

バンドワゴン効果論に関しては、佐野正博「ライベンシュタインおよびロルフスのバンドワゴン効果論」を参照のこと。

a. ネットワーク外部性に関わるバンドワゴン効果

FAX の Product Innovation において、G4 FAX という性能が高い新世代機が、G3 FAX という性能が低い旧世代機との競争に敗北した理由

b. 補完財に関わるバンドワゴン効果

音楽 CD と CD プレイヤー(累計 12 億台)+CD-ROM ドライブ(累計 14 億台)

「1 回目の書き込みはいいけど 2 回目はだめとか、パソコンでかからないような CD を出すとか、ネットではかかるけどプレーヤーではかからないとか、最近ではいろんなことがあります。しかし、CD プレーヤーは累計 12 億台。CD-ROM ドライブは 14 億台、現在存在しています。それで再生できないようなものを出したら、僕はだめだと思うんです」。[出典] 北川達也「中島平太郎氏インタビュー(2)「著作権」と「音質」――CD の生みの親が呈する苦言(2/2)」
http://www.itmedia.co.jp/news/0302/13/nj00_nakajima2_2.html

(4) 市場において意味あるものとして評価される性能に関する上限

技術革新による製品の性能向上が進むと、どこかで顧客が必要とする最低限の性能を超えるだけでなく、顧客が十分と思う性能水準も超えてしまうことになる。顧客が十分と思う性能水準を超えた製品に関わる複数の技術的方式の間での競争においては、音楽 CD に関する製品イノベーションのように、性能ではなくコスト・品質などが焦点となるため、性能向上を目的とした技術革新は社会的に受け容れられなくなる。

顧客によって要求水準は異なることや、その時点で最高の性能を持った製品を求める顧客が少数ならず存在することなどにより、多くの人が十分と考える性能水準をかなり超えた製品がさほど売れないというわけではない。しかしながら数多くの顧客の一般的な要求水準を超えた場合には、価格競争が中心となり、性能による製品差別化は顧客の支持を得られなくなる。

ex.1 食物摂取という needs に対する量的充足は大きい→よりおいしいモノを食べたいという質的充足のレベルはそれに比べるとかなり大きいが、それにも限度がある)

ex.2 VTRにおけるVHSからS－VHSへのプロダクト・イノベーション、β Ⅱから ED-Beta(ED-β Ⅱ)へのプロダクト・イノベーション

ex.3 キーボード配列における QWERTY 配列

ex.4 音楽 CD に関する Product Innovation

既存の音楽 CD は 44.1kHz のサンプリングレートで 2 チャンネルの 16 ビット PCM のデジタルオーディオという性能水準。

1)SACD(Super Audio CD)
1bit2.8MHz のサンプリングなので理論値としては 1.4MHz が高音域の限界、ただし実用上は約 100kHz。120dB のダイナミックレンジ。
名称は CD だが、記憶容量は 1 層当たり 4.7GB で DVD と同一。

2)DVD-Audio
2ch で最大 24 ビット/192 kHz のサンプリングなので理論値としては 96kHz が高音域の限界、144dB のダイナミックレンジ。6ch でも最大 24 ビット/96kHz。

ex.5 HDDのプロダクト・イノベーション

顧客の要求水準は、wants とともに変化するにしてもさほど大きくは変化しないため、左図のように技術革新による製品の性能向上の曲線が、顧客の要求水準の向上の曲線をやがて上回ってしまうようになる場合が多い。

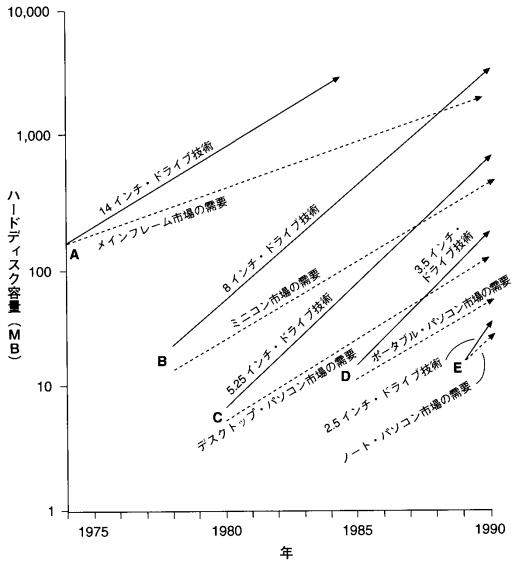


図1.7 固定ディスク・ドライブの需要容量と供給容量の軌跡の交差
資料:クレイトン・M・クリステンセン「固定ディスク・ドライブ業界:商業的・技術的混乱の歴史」(『ビジネス・ヒストリー・レビュー』67, No.4 1993年冬号 559ページ)。転載許可済み。

[出典]クレイトン・クリステンセン(伊豆原弓訳,2001)『イノベーションのジレンマ 増補改訂版』翔泳社,p.45

6. dominant design 論に関わる具体的事例

(1) 自転車におけるプロダクト・イノベーションの場合 --- ユーザー層、necessity – wants -complex、対応 technology それぞれの多種多様性に起因する Product design の多様性

Necessity(あるいは usefulness)の多種多様性

1. 移動速度の向上という necessity・・・徒歩よりも高速な交通手段に対する wants に対する既存 Product としての馬車、蒸気自動車、蒸気バス
2. 安全性の確保という necessity・・・安全な交通手段に対する wants
3. 乗り心地の良さの実現という necessity・・・快適な交通手段に対する wants

具体的 needs の多様性や、開発者の開発リソースの限定性・歴史的規定に基づく製品開発戦略の多様化

①速度重視の開発
②走行性能重視の開発
③安全性重視の開発

製品デザインの多様性

①車輪の数(2 輪、3 輪 etc)
②前後輪の相対的大きさ
　前輪が大きい Ordinary 型
　後輪が大きい Ordinary 型(Ordinary Safety 型)
　前後輪が同じ大きさの Safety 型
③前輪駆動式 vs 後輪駆動式
④回転ペダル駆動式 vs レバー駆動式
⑤歯車＝チェーン駆動式 vs 直接駆動式

製品デザインの収束、すなわち、ドミナント・デザインの成立

①2 輪
②前後輪が同じ大きさ
③後輪駆動式
④回転ペダル駆動式
⑤歯車＝チェーン駆動式

(2) 環境にやさしい自動車の場合 ---- 環境にやさしいエンジンという needs に対応可能な多種多様な技術、およびそうした技術に基づく多種多様な wants

環境にやさしいエンジンという needs という表現の中に含まれる多様な技術的含意(技術的 needs としての多様性)

①CO2 などの地球温暖化物質に関する単位走行距離あたりの排出量がなるべく小さいエンジンに対する needs
②NOx などの環境汚染物質に関する単位走行距離あたりの排出量がなるべく小さいエンジンに対する needs
③石油などの化石燃料やウラン燃料などの再生不可能なエネルギー(再生不可能であるがゆえに、超長期的には枯渇することが論理的に予想されるエネルギー)ではなく、植物性由来のエタノール燃料などの再生可能なエネルギーを利用するエンジンに対する needs

a. ガソリン・エンジンのさらなる改良(既存技術の改良型イノベーション)

日産自動車 --- エンジン摩擦を 25%減少するとともに、ガソリンの爆発のムラをなくして燃費を20%改善する技術を開発中(『日経産業新聞』2006 年 5 月 23 日)

b. ディーゼル・エンジンのさらなる改良(既存技術の改良型イノベーション)

ダイムラーのブルーテク BlueTec http://www.drivingfuture.com/auto/benz/u3eqp30000005fo9.php

c. ハイブリッドエンジン(従来型エンジン＋電動モーターの組み合わせ)

ハイブリッドエンジンには、さらに下記のような複数の技術方式が存在する。
①ガソリンエンジン利用型ハイブリッド(トヨタ) *vs* ディーゼルエンジン利用型ハイブリッド(ダイムラー)
②高出力電動モーター利用型ハイブリッド(トヨタ) *vs* 補助電動モーター型ハイブリッド(ホンダ)
③二種類のエンジンの同時作動型ハイブリッド(トヨタやホンダ)*vs* 状況対応型ハイブリッド(GM の 2 モード駆動システム)

d. 充電池に充電された電気で動かす電動モーター

ニッケル水素充電池利用型の電動モーター(トヨタのハイブリッドカー「プリウス」などで利用)と、リチウムイオン充電池利用型の電動モーター(富士重工業の電気自動車「R1 e」や三菱自動車の電気自動車「iMiEV」などで利用)がある。

http://plusd.itmedia.co.jp/lifestyle/articles/0705/24/news030_2.html

e. キャパシタに充電された電気で動かす電動モーター

ex.1 東京大学生産技術研究所の堀洋一教授の研究室が開発した電気自動車「C-COMS」
中山力(2006)「電気自動車に乗ってみた」http://techon.nikkeibp.co.jp/article/TOPCOL/20060222/113549/
富岡恒憲(2006)「東大生研の電気自動車研究室，1～2 分の充電で 20 分走れる小型 EV を開発」
http://techon.nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20060222/113553/
ex.2 米マクスウェル・テクノロジーズ社のウルトラキャパシター技術
John Gartner(2005)「充電可能ハイブリッド車、高まる期待と問題点」『WIRED NEWS』Hotwired Japan
http://hotwired.goo.ne.jp/news/20051122104.html

f. 燃料電池によって「発電」された電気で動かす電動モーター

＜参考文献＞渡辺 正五「燃料電池自動車の市場導入に向けた取組み」
http://www.its-lectures.ae.keio.ac.jp/2004/2004_m_6.pdf

g. 代替燃料の利用(燃料に関するプロダクト・イノベーション)

1)「エタノールとガソリンの混合燃料」利用型

永村知之「バイオエタノールの将来性：温暖化対策の切り札となるか？」(三菱総合研究所サステナビリティ研究部 研究員)
http://www.mri.co.jp/COLUMN/ECO/NAGAMURA/2004/1213NT.html

2)「純粋エタノール」利用型

3)「天然ガス」利用型

天然ガス利用型自動車にも下記の 3 種類の技術的方式がある

a.圧縮天然ガス自動車(CNG 自動車) ----天然ガスを気体のまま、高圧(20MPa、24.8MPa 等)でガス容器に貯蔵するタイプ
b.液化天然ガス自動車(LNG 自動車) ----天然ガスを液体(-162℃)で、超低温容器に貯蔵するタイプ
c.吸着天然ガス自動車(ANG 自動車) ---天然ガスを、ガス容器内の吸着材に吸着させ、圧力数 MPa で貯蔵するタイプ

天然ガス自動車の特徴 -----海外では、既に 360 万台以上の天然ガス自動車が、一般車として普通に走行している

① 出ガスがクリーン

・地球温暖化の原因となる CO2(二酸化炭素)の排出量を、ガソリン車より 2～3 割低減できる。光化学スモッグ・酸性雨などの環境汚染を招く NOx(窒素酸化物)、CO(一酸化炭素)、HC(炭化水素)の排出量が少なく、SOx(硫黄酸化物)は全く排出されない。また黒煙は排出されず、粒子状物質はほとんど排出されない。

②優れた走行性能

・走行性能や燃費はガソリン車やディーゼル車など従来車と同等。
・オクタン価がガソリン等より高く(メタンのオクタン価は 130 程度)、エンジンの圧縮比を上げて効率を高めることができる。
・気体燃料であるため、冬場でもエンジンスタートがスムーズである。
・ディーゼルエンジンと比べた場合、騒音・振動が大幅に改善され、優れた静粛性を発揮する。

③一充填当たりの走行距離は 300km 程度で、日常の使用では問題なし---従来車とほぼ同じ

・一充填当たりの走行距離は 300km 程度で、日常の使用では問題ない。最近では、FRP 容器やオールコンポジット容器など軽量容器を採用し、搭載本数を増やすことで、従来のガソリン自動車とほぼ同等の走行距離を確保できるようになってきている。

④車両重量も従来車とほぼ同じ

・FRP 容器やオールコンポジット容器など軽量容器の開発・採用により、乗車定員、積載量は従来車とほぼかわらなくなっている。

http://www.gas.or.jp/ngvj/text/ngv_feat.html