

製品イノベーションのための P2M

-事業ライフサイクルを通した製品イノベーション手法-

P2M for Product Innovation

-Product Innovation Methodology for Corporate Sustainable Life Cycle-

加藤 智之	Tomoyuki KATO [†]
西田 絢子	Ayako NISHIDA ^{††}
越島 一郎	Ichiro KOSHIJIMA ^{†††}
梅田 富雄	Tomio UMEDA ^{††††}

製造業では製品のモジュール化、CAE等の発展により新製品の開発が高速化している。このような状況の中では製品イノベーションが大変重要であり、既存製品との差異を顧客価値として生み出さなければならない。市販された革新的な製品の多くは既知のテクノロジーの組み合わせを基盤として創出されている。しかしながら、製品イノベーションを引き起こすためのテクノロジーの組み合わせに関する手法論は未だ提供されていない。

そのため本論では、テクノロジーの組み合わせによる製品イノベーションを、進化ゲーム理論を援用して考察することで、イノベーションを引き起こすための手法論を提供する。更に、Apple社の iPod を事例として提案する手法を説明する。

キーワード：製品イノベーション、製品開発、進化ゲーム理論、サステナブル P2M

In the production industry, the development speed of new product has been increased by the introduction of CAE tools and the modularization of the product structure. In this situation, it is more difficult to keep corporate business profitable through new product development based on the “competitive differences in product” concept. Most of commercially available innovative products are created by combination of current technologies. There are, however, few discussion about technology combination methodologies. In this paper, the authors present a product innovation model by technology combination that successfully implicates the Evolutionary Game Theory to describe the technology and product innovation process. For illustrative example, Apple iPod was selected to explain the methodology.

Keywords : Product Innovation, Evolutionary Game Theory, Sustaining P2M

1. はじめに

これまで世界中の企業や技術者、研究者によってイノベーションに関する議論がなされ、その中で様々な定義がされている。日本では、1958年の経済白書において innovation を「技術革新」と訳している。そのため、日本においてイノベーションは「技術」に関するものと捉えがちである。しかし、SRI インターナショナルのカーティス・R・カールソンは「イノベーシ

† 名古屋工業大学大学院工学研究科社会工学専攻 Nagoya Institute of Technology
 †† (株) アスプロス ASPROS INC.
 ††† 名古屋工業大学大学院工学研究科 Nagoya Institute of Technology
 †††† (元) 千葉工業大学 Chiba Institute of Technology

ョンとは、新たな顧客価値を創出し、市場に送り届けるプロセスである。」[1]と述べているように、「技術」にのみ着目しては、日本に「革新的な技術」は生まれても「革新的な商品」は生まれないのではなかろうか。

したがって、イノベーションを意図的に引き起こすためには、この経済活動すべてにかかわるプロセスをマネジメントする必要があることは言うまでもない。シュンペーターは、経済発展へ契機を与える要因は、「経済要素の質的増減」(＝技術革新)ではなく、「自然的与件変化の場合と同様の適応過程」にすぎず[2]、その経済発展は企業家(アントレプレナー)による新結合(ニューコンビネーション)によってもたらされるとしている。このため本論では、イノベーションを進化的(適応過程と組み合わせ要素の選択問題)アプローチによって議論し、その引き金となるメカニズムをモデル化することで P2M フレームワークに従って実現する方法論を提案する。更に提案する方法論を、事例を Apple 社製 iPod に採って解説する。

2. 事業ライフサイクルを通した価値創造

2.1 製品開発事業プログラムの構造

製品開発プロジェクトは大きく分けると、製品企画、製造、販売の流れで進められる。そして、これらがそれぞれ、標準プロジェクトモデルであるスキームモデル、システムモデル、サービスモデル(3S モデル)に対応している。西田ら[3]は、製品開発プロジェクトを 3S モデルによって表現し、製品開発プログラムを図 1 に示すプロジェクトサイクル結合を持つ構造として拡張している。

製品開発事業プログラムにおいても、製品開発プロジェクトはプロジェクトサイクル結合を形成している。したがって新製品開発をする際に現状のサービスモデルから次のモデルへつなげていくことになる。製品開発プロセスの最終段階で、次の展開への対応として事前に 3S モデルを一体化したチーム活動で試行を繰り返し、方向が定まった状況で、図 1 に示すように、サービスモデルからのアローが次のプロジェクトの 3S すべてまたは一部に接続されることになる。ここでそれぞれを分類する。

①スキームモデルへの接続：製品コンセプトの創出

新製品の製造コンセプトを新たに決定し製造プロセスへと移行させる。新コンセプト創出が製品イノベーションの可否を大きく左右する。

②システムモデルへの接続：製造手法の改善、製品の部分的改善

製造プロセスの改善や製品機能の改善を主に行う。製造業における、マイナーチェンジがこの接続にあたる。

③サービスモデルへの接続：販売方法・サービスの改善

製品を顧客へ提供する際のサービスや販売プロモーションを改善する。製品が市場に出て間もない状態において、売上が少ない場合に行われる。

製品開発プロジェクトサイクルを通すことで、企業が顧客に提供する価値レベルは向上しなければならない。破壊的イノベーション[4]のように、既存の価値基準とは違う新しい価値基準

を創造することも一つの価値レベルの向上であると考えられる。様々な視点から総合的に見た価値レベルを製品開発プロジェクトサイクルの中で向上させることが求められる。

製品イノベーションを引き起こすためには、スキームモデルへの接続が最も重要視されるべきであるが、現在の日本の製造業はこのスキームモデルへの接続および、そのマネジメントが良好ではないように思われ、スキームモデルへの接続マネジメント手法が求められる。

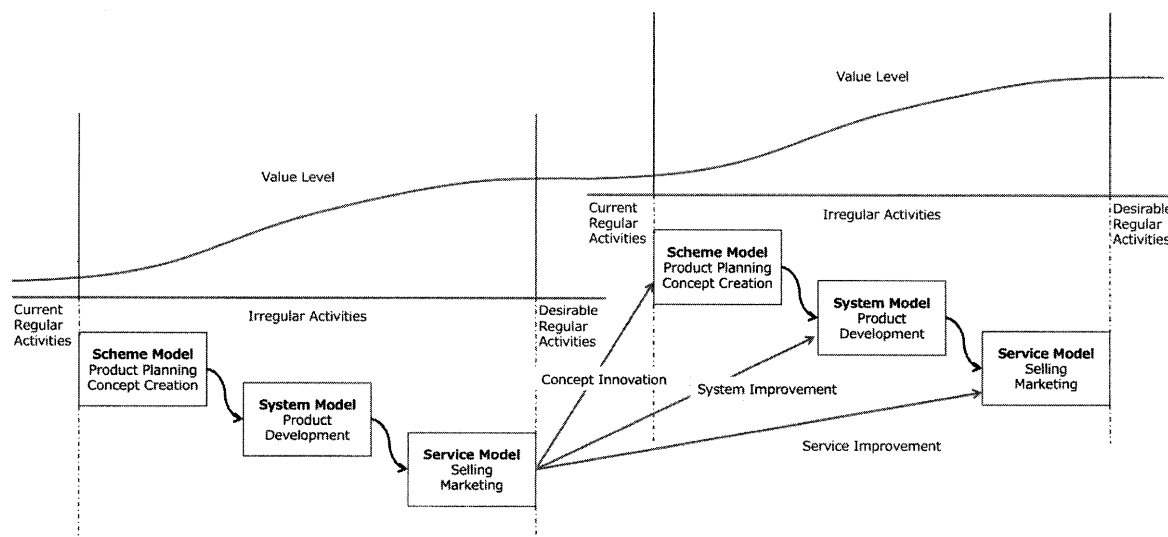


図 1. 製品開発プロジェクトへの P2M フレームワークの適用[3]

2.2 製品開発プログラムによる価値創出

企業は、企業自身が持つビジョンを達成するために事業を展開する。製品開発から製造・販売までを一つのプロジェクトと見なせば、複数の製品開発プロジェクトを積み重ねるプログラムを通して、製造企業は自社の事業ビジョンを達成しようとしている。本村ら[5]は、さまざまな知識を整理統合してイノベーションを通して価値創造を図る永続的な改良プロセスを、図1に示すスパイラル構造で表している。また、西田ら[6]はプロダクトおよびプラントのライフサイクルを通じて価値を創出する活動を一体化して扱うフレームワークとして、3次元（付加価値、プラント、プロダクト）空間において進化的アプローチを伴ったスパイラル構造を示している。

これらの構造は模式的であり、イノベーション過程を説明する上では有用である。しかしながら、実際のイノベーションをマネジメントするためには、不確定な状況かにあってトライアルエラーを伴う意思決定を行いながら製品開発プロジェクトを積み重ねる事業プログラムを表現するための進化的アプローチモデルが必要である。

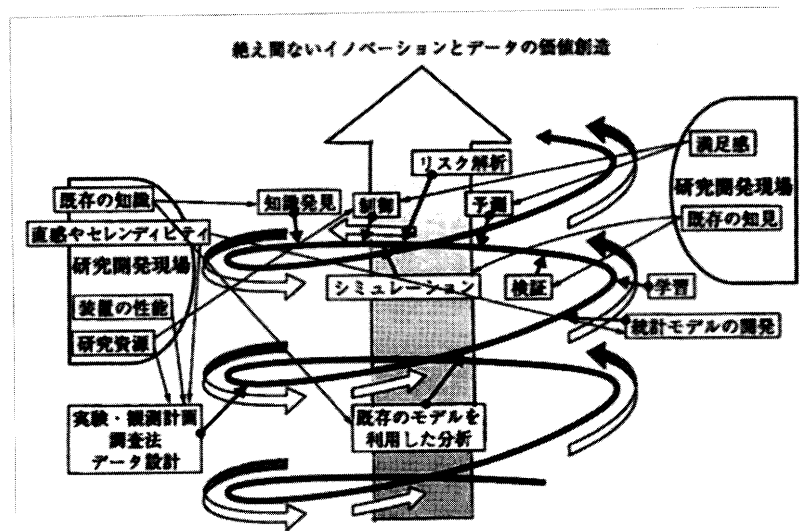


図 2. 知識発展スパイラル構造 (文献[5]図 6.5 を転載)

3. 製品イノベーションの進化的解釈

本論では製品イノベーションを進化的アプローチによって議論する。ここで「進化的」¹とは、「環境に適用するために自分の持つ要素に新しい要素を付与して変化をする」ことを指しており、定義としては広辞苑第五版に記載されている「生物における進化の概念を社会に適用した発展の観念。社会は同質なものから異質のものへ、未分化したものから分化したものへと進むとする。」を援用する。

本章では、環境に適応する過程において考えるべき社会システムにおける進化的アプローチと製品イノベーションへの適用に関して既往の研究をもとに考察する。

3.1. 社会システムへの進化的アプローチ

藤本[7]は社会システムに適用される進化概念を意味する認定基準を想定し、自然科学・社会科学に共通の進化的な論理構造の骨格に関して「あたかも存続という目的をもって行動しているように、事後的に外部から観察される、という意味で目的合理的なシステムである」と述べている。つまり、システムの変化を制御するものが無いにも関わらず、結果として環境への適応という目的を達成するという意味で合理的であるということである。

これを逆説的に「現在存在するシステムに適切な変化のための制御を与えることで環境の変化に適応することが可能となる」と解釈することで、本論における「進化的」アプローチを社会システムへ適用する。

3.2. 製品イノベーションへの適用

本論では製品イノベーションを動的なものとして扱うため、製品開発について「進化」の

¹ ダーウィン以降、様々な議論がなされている進化論とは直接的な関係はない。

視点から考察しておく必要がある。社会科学において進化的な解釈に基づいて種々の展開がなされているが、本論と関わりが深い概念は先述の通り、エボリューションの持つ意味に従う進化的アプローチであり、システム合成については古くから適用されている内容である。徳岡[8]の表現を借りれば「多様な可能性を仮定し、実践を通じてフィードバックを得ながら本来のありべき姿に到着するような試行錯誤」による方法であり、進化的アプローチで製品イノベーションを考察することは特別なことではないと言えよう。本論では以上の議論をもとに製品イノベーションを考察する。

4. 製品イノベーションのモデル化

新製品を投入すべき時期は、製品ライフサイクルにおける衰退期直前であり、完全に市場から姿を消す前に新製品が市場に認められることが求められる。本章では、製品イノベーションを引き起こすためのモデルをフレームワークとして検討する。

4.1. 製品イノベーションの所在

製品イノベーションを引き起こすにあたり、何に着眼してイノベーションを起こすかが重要な問題となってくる。前述したとおり日本的なイノベーションでは、技術（テクノロジー）でイノベーションを引き起こすことが一つの解である。

W・ブライアン・アーサー[9]は、テクノロジーには「遺伝的特質」メカニズムが多くみられ、突然変異により新種が出現するなどは希にしか起こり得ないと考えられると述べている。新たに出現した技術は、一部分に新たに開発した技術を含む既存の技術の組み合わせに由来するはずであり、そのメカニズムとして、新旧の技術の組み合わせが考えられる。本論では、テクノロジーの組み合わせが製品イノベーションを引き起こす重要なファクターであるとし、テクノロジーの組み合わせ方のモデルを考察することで製品イノベーションのモデル化を図ることとする。

4.2. 接木型派生モデルによる製品イノベーション

前節にて、テクノロジーの組み合わせのモデル化について記述した。本論では進化的アプローチを「環境に適用するために自分の持つ要素に新しい要素を付与して変化をする」という定義のもと議論していることから、テクノロジーの組み合わせによる製品イノベーションを図3のように接木型派生モデルとして表現した。

ある製品に使われている技術群を一本の棒で表現する。新しい製品には既存の技術を援用しながら当該製品に新しい要素として一部を共有しながら接ぎ加える。これを繰り返すことで製品の進化の系譜が生まれていく。この派生にはずっと残るものと途中でなくなるもの、さらに途中はなくなっていたにもかかわらず再度採択されるもの（生物進化で言うところの先祖返りのようなもの）が存在する。

本論の目的はこの接木型派生モデルを基盤にしながら製品イノベーション手法のフレーム

ワークを提示することである。そのため詳細な計算および具体的な結果は今後展開するものとし、本論において言及はしない。

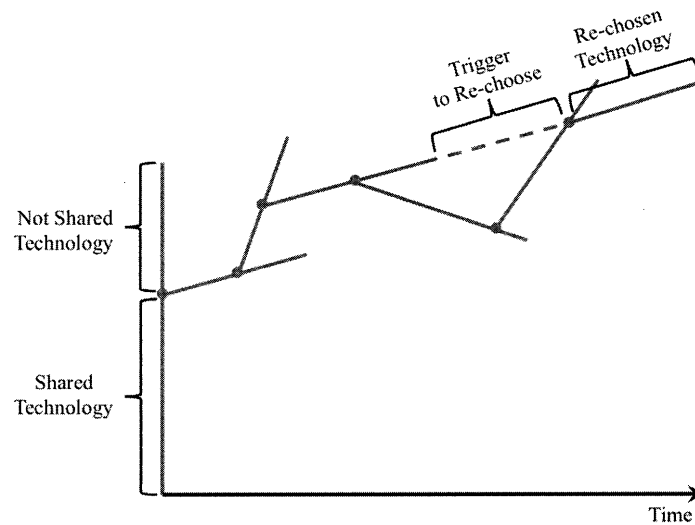


図 3. 接木型派生モデル

4.3. 接木の派生構造

接木を派生させるタイミングは、製品ライフサイクルが衰退期を迎える前に、新しい製品を市場に投入するときである。つまり、次の事業ライフサイクルを回そうとするタイミングで接木を派生させる必要がある。西田ら[6]は事業継続のための標準プロジェクトモデルとして製品ライフサイクルと設備ライフサイクルを組み合わせたフレームワークを提示している。本論ではこのフレームワークを援用することで接木の派生構造として取り扱う。

図 4 に示したのは先述のフレームワークを援用したものである。西田らは製品ライフサイクルおよび設備ライフサイクルのそれぞれのフィードフォワード・チェーンを関係性の強さのみで表現している。本論ではさらにそれらの関係性の要素まで踏み込み派生構造を明らかにする。関係性を作り出す要素を経営資源（ヒト：H、モノ：F、カネ：M、情報：I）で表現し、関係性の強さはイタリック体か否かで表現した（イタリック体：関係性が強い）。

例えば第 2 象限左上は、製品ライフサイクルの R&D の段階であっても、製品の「F：モノ」と「I：情報」をフィードフォワードすることでプラントライフサイクルにおけるプラント設計段階に関与する必要があることを示している。とりわけ、第 1 象限における設備ライフサイクルから製品ライフサイクルへのフィードフォワードが新製品によるイノベーションに必要である。このフィードフォワードの要素群をドライブ要素と定義しこのドライブ要素が接木の要因となり製品イノベーションが引き起こされる。

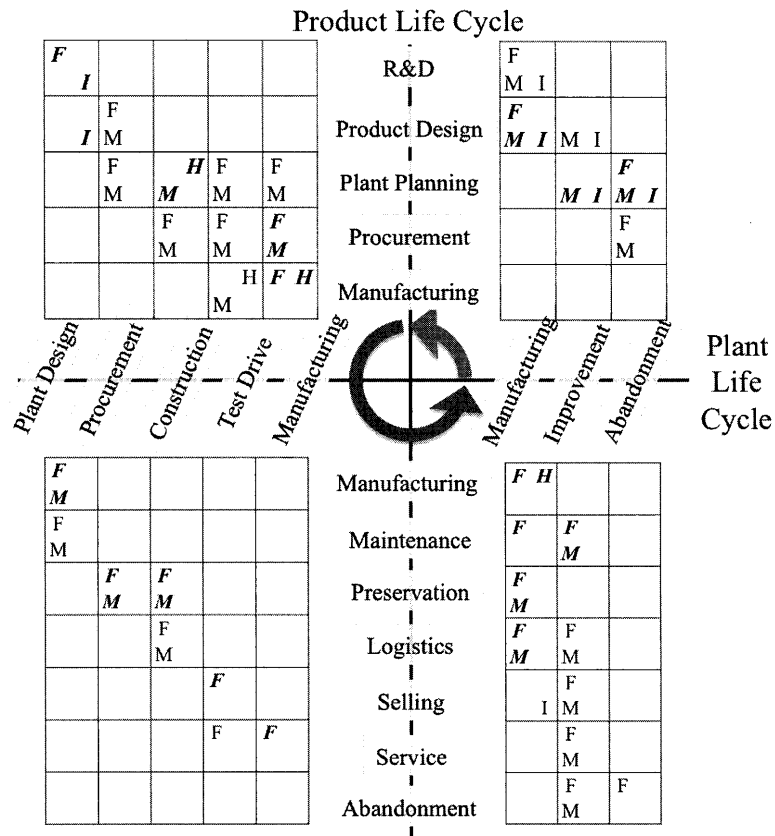


図 4. 事業継続のための標準プロジェクトモデルの接木派生構造への展開
(図中記号は、関係性を作り出す要素 (ヒト: H、モノ: F、カネ: M、情報: I) とその強度 (イタリック) を示す)

5. 提案するイノベーションモデル

前章では接木の構造概念を定義したが、本章では接木をするためにドライブ要素の挙動のメカニズムについて考察し、提案するイノベーションモデルとする。

5.1. 数理的アプローチによる派生の表現

接木型派生モデルは、接木により現在の状況が変化するというダイナミクスな問題として捉えることが可能である。本論では、状態を変化させる要因として市場における「競争」に着目し、進化ゲーム理論[10]の“利得の大小によってプレイヤーが選択する戦略分布が時間変化とともに動的に変化”するという特性を、本論におけるダイナミクスな意思決定問題の表現方法として採用した。本論における進化ゲームのプレイヤーは「現在の自分」、「将来の自分」、「外部環境」である。これらのプレイヤーがそれぞれの性質をもとにゲームを行うことで導出されるゲームの結果が、製品イノベーションを引き起こすための接木を決定するための評価関数として表現される。この接木型モデルの接木部分はそれぞれある戦略を決定するゲームとして捉えることができる。また、接木点におけるゲームの結果得られる状態が接木の枝部分に相当する。

2つの戦略をそれぞれ A、B とする。ゲームの結果、得られる戦略のステート[11]は図 5 の 4 通り存在する。選択された戦略は黒丸で表現される。この 4 通りの戦略ステートは時間変化に

より変動し、レプリケータ・ダイナミクスに従うこととなる。

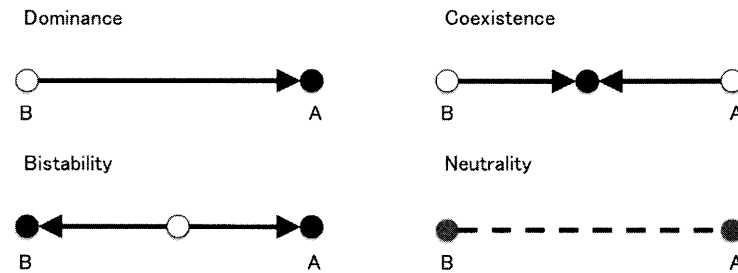


図 5. 進化ゲーム理論のゲーム結果
(選択された戦略を黒丸で表現)

- ① Dominance : どちらか一方の戦略が選択される
- ② Bistability : どちらの戦略が選択されるかわからない
- ③ Coexistence : 両方の戦略からある均衡値へ収束する
- ④ Neutrality : どちらの戦略も選択されない

5.2. 拡張 IDEF0 による接木型派生モデルの表現

進化の定義については前述したが、本質的に進化とは新しいものを前の状態を参照した上で付与していくことであると言える。製品における進化で言えば、新しいテクノロジーの組み合わせにより従来できなかったことができるようになるということである。この「できること」を、IDEF0 によって表現する。進化の本質における、「前の状態を参照する」という要素に関しては従来の IDEF0 でフィードバック接続としてループすることで表現することができる。しかし、もう一つの要素である「新しいものを付与する」ということに関しては、アウトプットが変化しないため、従来の IDEF0 で表現することはできない。そこで本論では、「新しいものの付与」を表現するために、IDEF0 に時間的概念を組み込み拡張した。

図 6 は従来の IDEF0 と時間的概念により拡張した IDEF0 である。ボックスの接続は前述の 3S モデルの接続に対応する。斜め上方向はサービススキーム接続、平行方向はサービスシ

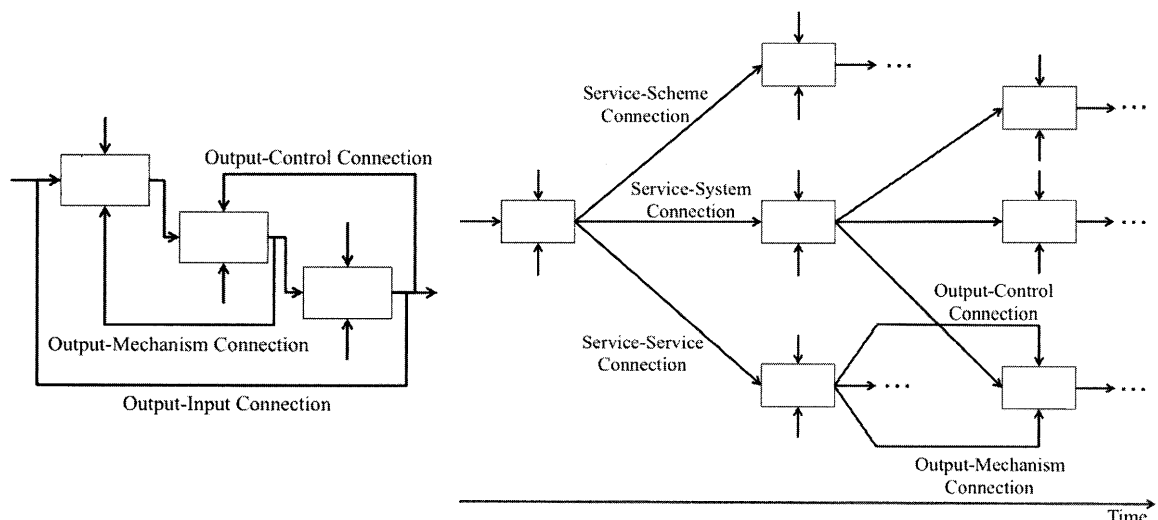


図 6. 従来の IDEF0 と拡張 IDEF0

システム接続、斜め下方向はサービス-サービス接続とする。従来の IDEF0 のループで表現されていた部分を状態の変化によって場合分けし、パラレルワールドとして表現することで進化の系譜の構造を記述することが可能になる。また、フィードバック接続であったアウトプットコントロール接続やアウトプットメカニズム接続は時間軸を考慮したことから時間をさかのぼることはなくなる（同時間次元は有効である）。したがってこれらの接続は本来フィードバックするはずのアクティビティに相当するアクティビティに接続される。その際、アウトプットのアクティビティから見て接続されるアクティビティがスキーム・システム・サービスのどれに相当するかでアウトプットの角度が異なる（角度は前述のものに相当する）。

6. 事例による解釈

本論で提案する製品イノベーションモデルを説明するために、Apple 社製品を事例として選択した。なお、本事例は、著者らが製品の変遷を紹介したサイト[12]およびデザインに関する文献[13]を参考として意味解釈した結果であり、Apple 社で実際にそのような議論がなされたか否かに関しては裏付けが取られていない事を承知願いたい。

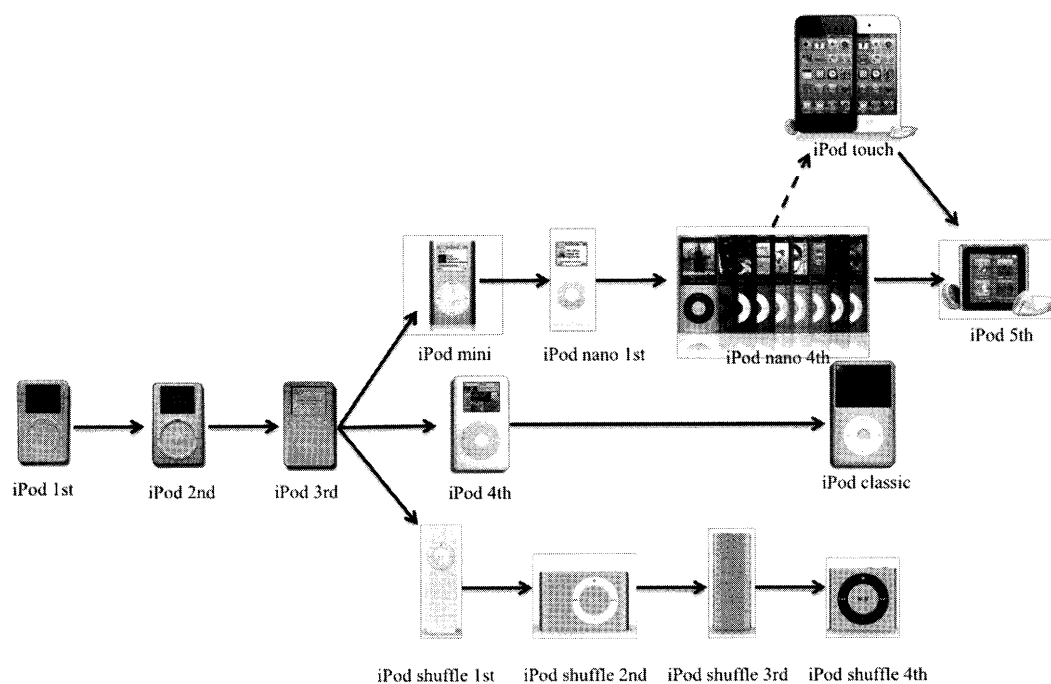


図 7. iPod の変遷

6.1. iPod における製品イノベーション

図 7 に示す通り、Apple 社では初代 iPod が発売してから 10 年の間に多岐にわたるシリーズを展開している。初代 iPod はメカニカルホイールを搭載し、選曲等を物理的に回転するホイールを操作することで達成した。そのメカニカルホイールが第 2 世代以降、タッチセンサーによるものに変更された後に、クリックホイールが採用され、iPod Classic まで継承されている。一方、物理的なボタンは iPod shuffle に継承され続けている。さらに、タッチセンサー技術を

派生させて全画面タッチセンサーによる制御を可能にした iPhone/iPod touch に進化させている。その後、その技術を iPod nano へフィードバックし、現行モデルが市場に認知されている。また、無形のものであるが、最新のインターフェースとして、siri による音声操作が可能になっている。

6.2. 提案するイノベーションモデルによる解釈

前章で提示した拡張 IDEF0 によって iPod の系譜を記述し、提案するフレームワークによって解釈する。

6.2.1. 進化ゲーム理論の適用

iPod（現在 iPod classic として残っているモデルのみ。それ以外のモデルはここでは割愛）における「現在の自分」、「将来の自分」、「外部環境」その結果「誕生した製品」と観察される「ステート」を表 1 にまとめる。

表 1. iPod シリーズにおけるプレーヤーとその状況・性質

進化ゲームのプレーヤー			誕生 製品	特徴	ステート
現在の自分	将来の自分	外部環境			
・iTunesによる 楽曲管理	・iTunesの曲 を全て持ち 出す	・高価格 ・巨大、重量 大	初代 iPod	・容量5GB ・メカニカルホ イール	・Dominance ・Coexistence
・ホイールの 故障クレーム	・故障を減ら す ・多数ユー ザー	・Windowsが デファクトス タンドー	第2世代 iPod	・タッチセンサ式 ホイール ・Windows版発売	・Coexistence ・Dominance
・物理ボタンの 故障クレーム	・軽量化によ りスタイリッ シュにする	・USBが普及	第3世代 iPod	・全てタッチセン サによる操作 ・ドックコネクタ採 用 ・USBをサポート	・Coexistence ・Dominance ・Bistability
・目視でないと 操作しにくい ・USBでの充電 に未対応	・操作性を 向上させる ・薄型化	・USBが普及 ・ユーザー が増加	第4世代 iPod	・クリックホイール ・USBでの充電 に対応	・Dominance ・Bistability

以上がアウトプットとして各世代のモデルが生まれた背景にある進化ゲームのプレーヤーの状況および性質とその結果観察されるステートである。表中のステートは誕生製品の特徴にそれぞれ対応している。例えば、初代 iPod の特徴である「容量 5 GB」は一方の戦略が採択されたことを示しており、メカニカルホイールは全てのプレーヤーの戦略からある均衡点へ収束したことを示している。

このように状況や性質をもったプレーヤーが行った進化ゲームに基づく選択結果から、次の世代の iPod が生まれていると解釈できる。さらに現在の自分と外部環境を分析し、将来の自

分を構想することでどのようなステートに落ち着きそうかを予測することが可能になる。

6.2.2. 拡張 IDEF0 による解釈

ゲームの結果生まれた iPod の系譜から新しくできるようになった作業とそれらが前述の接続のどれに相当するかを考察した。iPod classic として残る初代 iPod からの変遷を以下に示す。

初代 iPod: iPod 以前の MP3 プレーヤーの操作インターフェースは物理ボタンを「押す」だけのものであった。これらの既製品に対して、初代 iPod は「押す」という動作に加え、ホイールを「回す」という動作を加えた。これは新しいコンセプトを導入していると考えられるため、アローは斜め上方向（サービースキーム接続）に派生している。

第 2 世代 iPod: 物理的に回していたホイールをタッチパネル式にしている。これはコンセプトを変えている訳ではないため、平行アロー（サービースシステム接続）が派生する。

第 3 世代 iPod: 物理ボタンを廃止し全てタッチパネルによる操作になっている。そのため、物理ボタンを使用しないという新しいコンセプトを導入しているため、斜め上方向アロー（サービーススキーム接続）が派生する。

第 4 世代以降: iPod mini を含む第 4 世代以降ではクリックホイールを採用し、物理ボタンを再び採用している。物理ボタンの概念を変えているため、物理ボタンを使用するアクティビティからは斜め上方向アロー（サービーススキーム接続）として派生するとともに、タッチパネルだけの iPod がコントロールとして入力されると考えられる。

この変化はまさに「現在の自分」と「過去の自分」、そして「外部環境（ユーザー）」における進化ゲームの結果生まれたものである。その後、クリックホイールの形状が iPod の視覚的コンセプトであり、それが物理ボタンを操作するアクティビティにフィードバックされ、iPod shuffle が生まれている。さらに、全ての物理ボタンを廃止しようとした第 3 世代の iPod がタッチパネルを利用した iPhone、iPod touch へと派生している。

この様な解釈のもと、iPod の系譜を図にしたものが図 8 である。凡例の通り、スキーム接続を Sc、システム接続を Sy、サービス接続を Se と表現している。この事例では Se については解釈上無いため図中には表現されていない。

6.2.3. 解釈の結果

図 8 の IDEF0 にコントロールおよびメカニズムを入力することで軽量化や筐体のスリム化や素材選択、質感決定まですべて網羅することが可能である（図の大きさの関係上割愛）。つまり、進化ゲーム理論の適用と拡張 IDEF0 によって iPod の系譜を全て記すことができる。

しかし、現状では発売された製品そのものと文献等による調査にすぎず、Apple 社が用いた評価関数等は著者らが知る由もなく本論で提案した製品イノベーションモデルを実用化していくことは現段階では難しい。そこで、今後は評価関数に基づく厳密な数値計算を視野に入れたモデルおよび計算結果へ拡張していく必要がある。

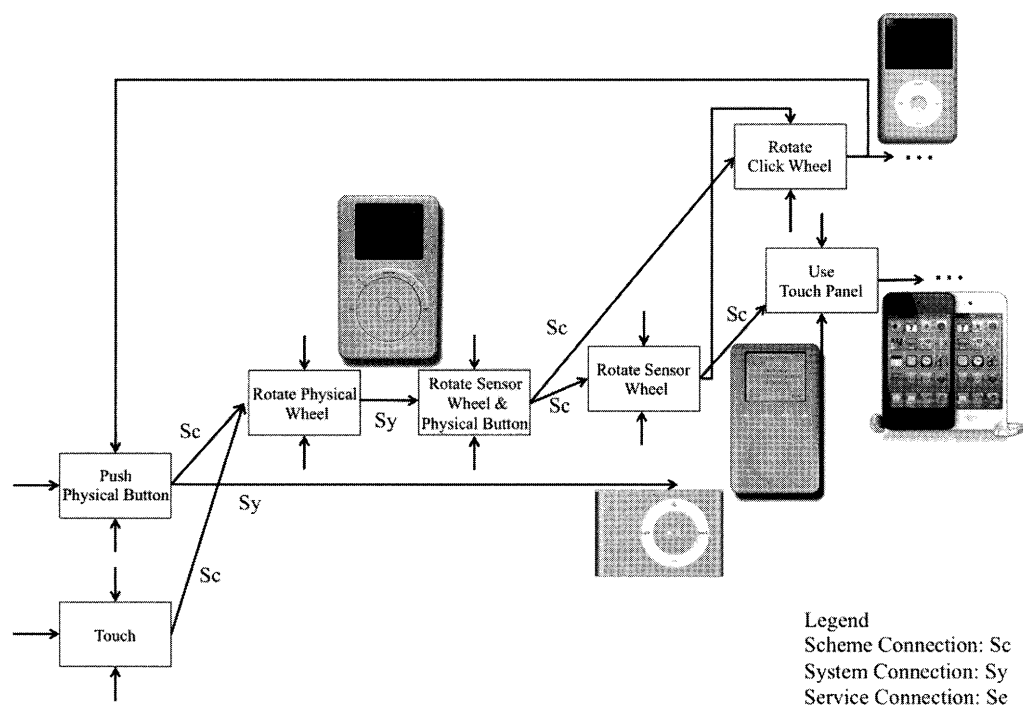


図 8. 提案するイノベーションモデルによる事例解釈

7. まとめ

事業ライフサイクルの中で企業が製品イノベーションを引き起こすために、製品の機能・特性として何を付加すべきかについて理論的に表現する手法は、今まであまり議論されてきていなかった。本論では、製品イノベーションを進化的アプローチで考察することにより、製品の機能・特性の変遷の構造を明らかにし、進化ゲーム理論の数学的表現を援用することで、製品に接木すべき要素を決定する手法の概念を説明した。

現状では、事業ライフサイクルにおける 3S モデル間の接続をマネジメントする手法については議論できていない。また、進化ゲーム理論による製品イノベーションの具体的な計算に関して言及していないため、今後の課題としたい。

謝辞

本研究は、平成 21-23 年度 科学研究費補助金 基盤 (C) 課題番号 21510144「事業継続のためのミッションマネジメントに関する研究」の一環として進められたことに謝意を表す。

参考文献

- [1] カーティス R. カールソン, ウィリアム W. ウィルモット, イノベーション5つの原則, ダイヤモンド社, 2012
- [2] 伊藤光晴, 根井雅弘, シュンペーター—孤高の経済学者—, pp.124-125, 岩波新書, 2011
- [3] 西田絢子, 越島一郎, 梅田富雄, サステナブル P2M への展開 —プラント・プロダクト LCM としてのプログラムマネジメント—, 国際プロジェクト・プログラムマネジメント学会誌, Vol.6, No.2, pp.165-175, 2012
- [4] クレイトン 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
- [5] 本村陽一, 竹中毅, 石垣司, サービス工学の技術 ビッグデータの活用と実践, 東京電機大学出版局, 2012
- [6] 西田絢子, 越島一郎, 梅田富雄, サステナブル P2M の展開—事業継続のための方法論—, 国際プロジェクト・プログラムマネジメント学会 2012 年度秋期発表大会, pp.94-103, 2012
- [7] 藤本隆宏, 生産システムの進化論 トヨタ自動車にみる組織能力と創発プロセス, 有斐閣, 1997
- [8] 徳岡晃一郎著, 野中郁次郎編, ビジネスモデルイノベーション, 東洋経済新報社, 2012
- [9] W. ブライアン アーサー, テクノロジーとイノベーション 進化／生成の理論, みすず書房, 2011
- [10] 石原英樹, 金井雅之, 進化的意思決定, 朝倉書店, 2002
- [11] H.G. Schuster (ed.), Stochastic evolutionary game dynamics, Wiley-VCH, 2009
- [12] i をありがとう (iPod・iPhone・iPad 情報サイト), <http://arigato-ipod.com/>, 2012.12.7
- [13] 日経デザイン編, アップルのデザイン ジョブズは“究極”をどう生み出したのか, 日経 BP 社, 2012

査読 2012 年 11 月 7 日

受理 2013 年 1 月 23 日