

Title	技術アーキテクチャ分析の提案と周辺研究課題
Author(s)	能見, 利彦
Citation	年次学術大会講演要旨集, 29: 585-588
Issue Date	2014-10-18
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/12517
Rights	本著作物は研究・技術計画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 Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

○能見利彦（経産省）

1. はじめに

イノベーションを目指して研究開発する上において、ニーズとシーズのマッチングが重要であることは論を待たない。しかし、研究開発する上で、ニーズ・シーズのマッチングしか考えていないのであれば、それは不十分である。筆者が 10 年前に NEDO プロジェクトの評価報告書を分析したところ、研究開発の事前検討（計画の立案）において、①新規事業の明確化、②市場競争を踏まえた目標設定、③研究開発課題の明確化、④技術シーズや研究手法の用途の 4 つの要件の全てを十分に検討したプロジェクトとそれらのうちの 1 つでもあまり検討していないプロジェクトとでは、プロジェクトの成果が参加企業の社内研究に進むなどイノベーションに向けて順調に進捗するかとの結果において 1%水準で優位な差があった[1][2]。すなわち、第 1 の要件（市場ニーズ）と第 4 の要件（技術シーズ）以外に、他の競合する技術との比較や製品開発の要素として必要な技術（補完技術）についても十分に事前分析することがイノベーションを目指した研究開発の成功要件となっている。

競合または代替関係にある技術や補完関係にある技術をどのように事前検討して研究開発を進めるべきだろうか？その具体的な検討方法を明らかにすることが次の研究課題である。筆者は、これまで「技術アーキテクチャ分析」（次節で説明）として、製品開発で研究する要素技術をどのように事前検討すべきか、その分析のフレームワークを考察してきた[3]。従来の考察では、このフレームワークの中で検討すべき具体的内容は不明だったが、今回、過去の実際のイノベーション事例、すなわちカーナビ産業の初期における住友電気工業（以下、住友電工）の研究開発にこのフレームワーク適用することで、検討すべき具体的内容についての知見を得ることができた。このため、その概要と今後の研究課題を報告する。なお、本件は所属組織ではなく個人の見解である。

2. 技術アーキテクチャ分析

「アーキテクチャ」の用語は、システム・エン

ジニアリング分野で、全体システムの機能・性能とそれを構成するサブシステムとの関係やサブシステム相互の関係の基本構造との意味で広く用いられている。経営学においては、「製品アーキテクチャ」として、組み合わせ型（モジュールで構成される PC など）とすりあわせ型とに製品をタイプ分けして産業の競争力や企業戦略の研究が進められている。製品アーキテクチャの議論においては、アーキテクチャは技術的に定まっているものとして議論されることがあるが、研究開発の現場においては研究者・技術者が選択・設計すべき問題である。したがって、ここでは、「要素技術の組み合わせ方」を新たに「技術アーキテクチャ」との用語で表現し、全体システム（製品）と要素技術の関係及び要素技術相互の関係を分析することとした。

システム製品の機能・性能は、一般に、その実現に必要な諸機能にブレイクダウンすることができる。1 つの機能・性能の実現に複数の要素技術がともに必要な場合、要素技術相互は「補完関係」にあり、いくつかの要素技術（または技術方式）の候補があって、そのいずれか 1 つで機能・性能が実現できる場合、要素技術相互は「代替関係」または「競合関係」にある。このような要素技術相互の補完関係や代替（または競合）関係を図示するために、図 1 のように論理回路記号の「AND」と「OR」を用いることとする。

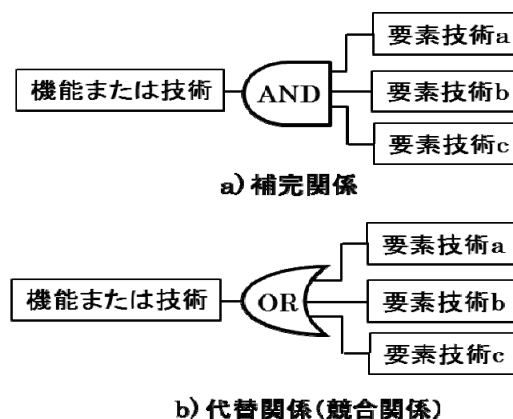


図1. 要素技術の補完関係と代替(競合)競合関係

製品の機能・性能や要素技術の組み合わせ方は、製品の世代交代などによって時間的に変化することは多い。その変化を図示するために、図2のように、従来からの機能・性能や要素技術に新しい機能・性能や新しい要素技術を追加する場合には「ADD↓」の記号を、古い要素技術から新しい要素技術に置き換わる場合には「OR↓」の記号を用いることとする。

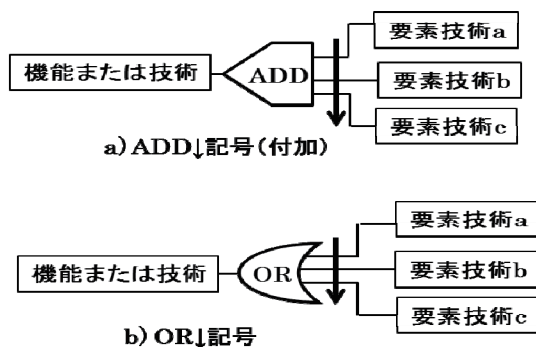


図2. 時間的変化を表すADD↓記号とOR↓記号

3. カーナビ産業初期のイノベーションへの適用
「技術アーキテクチャ分析」の考え方は、過去のイノベーション事例に適用して、その経験から学ぶことで、技術マネジメントとして検討すべき内容を具体化することができる。このため、今回、カーナビ産業初期の事例に適用した。カーナビのドミナント・デザイン[4]が成立するまでの産業初期においては、住友電工が技術をリードした[5]。当時、住友電工で製品開発の責任者であった池田博榮九州大学教授と筆者は、その間の技術アーキ

テクチャの変遷とその背後の研究開発マネジメントの考え方をまとめた[6]。以下に、その概要を紹介する。

3.1 事例の概要

ナビゲーションシステムは、船舶用や航空機用には昔から使われていたが、車用に使われるようになったのは1980年代以降のことである。車用の位置検出では、道路一本を間違わないような高精度が要求される一方で価格が大幅に安くなければならなかったためである。こうした中、住友電工は1983年にカーナビの製品開発に着手した。図3に、位置検出に関する研究開発課題を示す。ただし、これは、その後に開発された技術を含めて事後的に整理しており、例えばこの時点ではGPS衛星の数が少なくGPSの利用は非現実的だった。また、近接無線（地上に設置した情報基地から情報を送信する）に関しても、道路上に車用の情報基地（現在のVICS用のものなど）は設置されていなかった。

したがって、当時は、現実的には自立航法（外部からの支援を受けず、出発時の位置と方向にその後の旋回角と移動量の情報を加えて現在位置を求める）だけが唯一の手法だった。これを高価なセンサを用いずに開発するために、マップマッチング技術（車は道路上しか走行しないので、自立航法で得た現在位置情報をデジタル地図と対比して補正する技術）を用いる方針を取った。当時利用可能で低コストのセンサとして、旋回角測定には車輪速センサ（左右の車輪の回転の差から

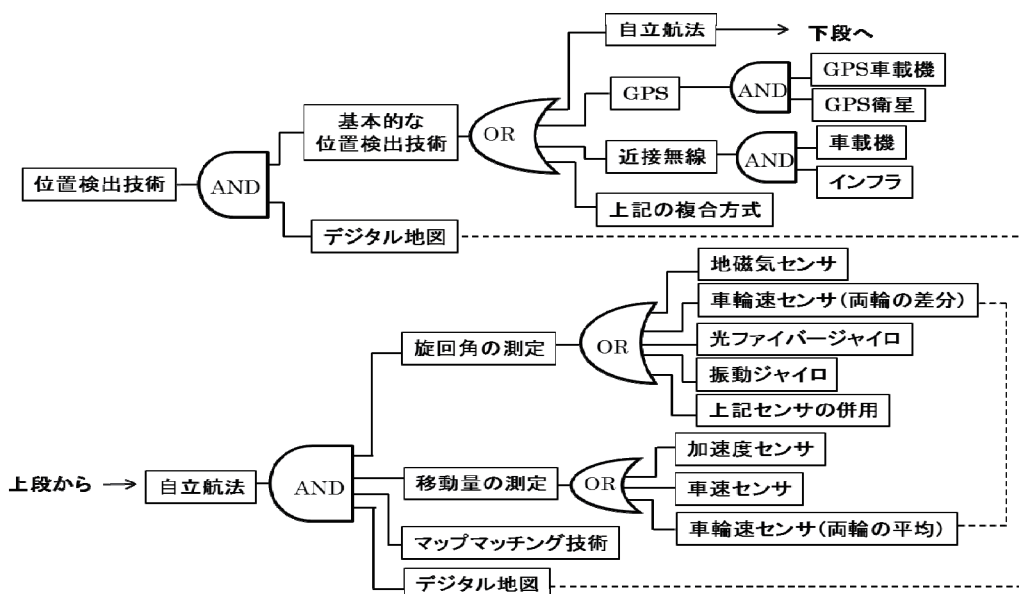


図3. カーナビの現在位置検出技術の研究開発課題（技術アーキテクチャ）

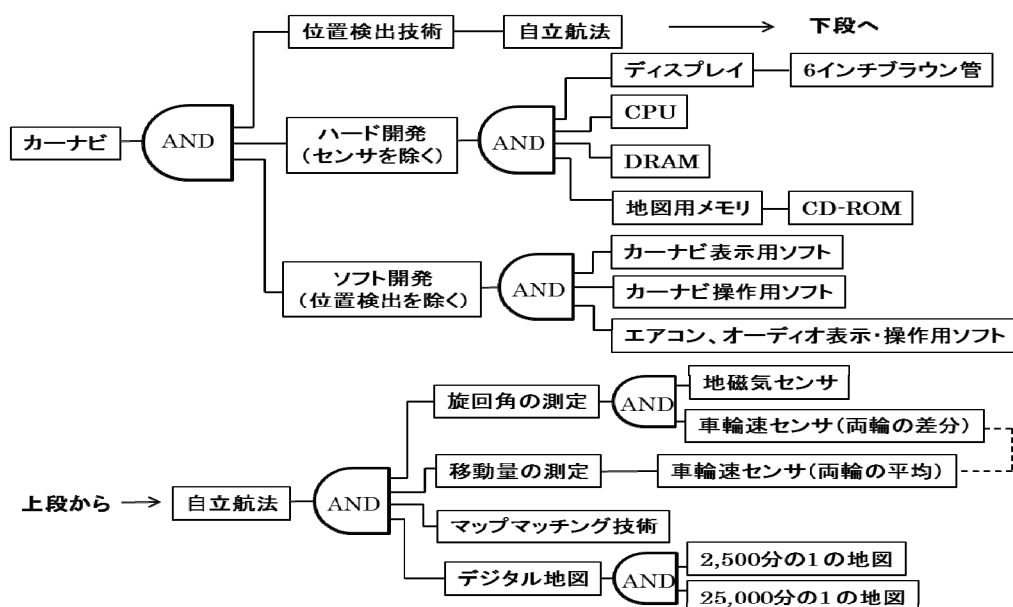


図4 最初のカーナビ(1989年システム)完成時の技術アーキテクチャ

旋回角を求め、その平均から速度を求める)を地磁気センサと組み合わせて用いた。デジタル地図の開発、ハードの外部調達などによってカーナビを試作し、実車走行実験を行ってマップマッチングのソフトの改良を進めた。こうした開発されたカーナビ(第1世代前期)は当時最高の位置検出の精度を持っており、1989年に市販された。このシステムの技術アーキテクチャを図4に示す。

しかし、このカーナビでも位置検出の間違えることがあり、その原因の旋回角の測定精度の向上が次の研究開発課題となった。住友電工には、社内開発中の光ファイバージャイロがあつて、精度は高いがコストが高かったが、コスト低減の技術開発を行い、1991年に市販された第1世代後期のカーナビに搭載した。

この後、外部からの影響がカーナビに及んだ。その1つはGPSの利用である。1990年代にはGPS衛星の数が整備され、そのサービスを受けることが可能となった。もう1つの変化は、振動ジャイロの登場である。小型で安価な振動ジャイロが開発され、光ファイバージャイロよりも精度は低かったが、GPSと組み合わせて用いれば実用に支障はなく、1992年の第2世代のカーナビで実用化された。GPSと振動ジャイロを組み合わせて用いる方式は他のメーカーにも拡がり、カーナビの位置検出技術としてのドミナント・デザインとなった。

カーナビの普及により、1995年には渋滞、事故、工事などの交通情報を提供するための道路交通情報通信システムセンター(VICSセンター)も設立されて、カーナビも第3世代へと進化した。しかし、カーナビ産業には新規企業の参入が相次いで価格競争となり、住友電工でも赤字が続き、

2000年にカーナビ産業から撤退した。

3.2 短期の研究開発マネジメントへの教訓

各世代のカーナビの製品開発では、全体システムのためのサブシステム(要素技術)の構成の検討内容に関して、種々の知見が得られた。その主要なものは次の3つである。

第1に、補完技術と代替(または競合)技術の両方の検討が必要である。開発した製品は補完技術のみ(図3でANDばかり)で構成されるが、どの技術方式を選ぶかが技術戦略のポイントなので、代替技術の検討も重要である。

第2に、候補となる代替技術(技術方式)は幅広く情報収集すべきである。

第3に、要素技術の選定は、それが製品に組み込まれた時の製品の競争力で選ぶべきである。

3.3 長期の研究開発マネジメントの教訓と課題

カーナビが世代交代を経て技術進化する過程で、技術アーキテクチャも革新しており、長期で考える場合と短期で考える場合とで研究開発の事前検討の内容に差があることが伺えた。

短期での合理的な検討を積み重ねただけでは、長期で見ればカーナビ事業からの撤退との結果を招いた。その要因として、当初は非現実的だったGPSが利用可能になったことと、振動ジャイロとの新しい技術が登場したことの影響が大きい。このため、短期的には非現実的と考えられる技術や技術的なボトルネックが解消された時の影響についても検討しておくべきだったのではないかと考えられる。

また、技術進化の方向(性能重視かコスト重視か)が、ある時期から変化していた。すなわち、

位置検出性能が市場の要求水準より低かった初期には性能向上が重要だったのが、GPS と振動ジャイロとを利用して市場での要求性能水準を達成するとコスト重視になった。これは破壊的イノベーション[7][8]を想起させる。

なお、今回の事例で、カーナビが世代交代する間の技術アーキテクチャの変化についても図示（ここでは省略）し、製品の機能を拡大し、必要な要素技術を付加するタイプ（ADD↓で図示）と、新しい技術シーズや技術方式が古い技術に置き換わるタイプ（OR↓で図示）とが存在することを確認した。

4. 今後の研究課題

技術アーキテクチャ分析は、当初、新たな研究開発プロジェクトを立案する時の手法として考察を行っていたが、今回、過去のイノベーション事例に適用することによって研究開発マネジメント上の多くの知見が得られた。したがって、今後も、多くの事例に適用して知見を深めることが重要で、それは新しい研究開発プロジェクトを立案する上で役立つと考えられる。

また、技術アーキテクチャ分析は、研究開発戦略・技術戦略に関する研究や事業戦略に関する研究と多くの面で関連している。それらの研究課題としては、例えば次のようなものがある。

4.1 研究開発戦略・技術戦略のための研究課題

研究開発戦略・技術戦略のための研究課題としては、第1に製品の世代交代を越えた長期的な技術戦略のあり方がある。その必要性は今回の事例で明らかになった。

第2に、コア技術戦略を技術アーキテクチャの観点から分析する研究課題である。コア技術戦略では、複数の事業にまたがって特定の要素技術を共通で活用しているが、その際に応用分野によって要素技術に求められる使用条件や必要なスペックに差があることが推定されるが、それをどのようにマネジメントするかは重要な課題である。

第3に、技術経路の問題である。今回の事例のように製品の要素技術が変化することとは逆に、要素技術の応用分野が、低いスペックの市場から高スペックが要求される市場などへと変化することも多い。こうした技術経路は戦略的に計画することが可能なのか、可能ならばそのマネジメント手法はどうなっているかは重要な研究課題である。

第4に、企業境界を越えた技術アーキテクチャの研究である。B to B などにおいては、ユーザー企業とサプライヤー企業とが連携して新しい技

術アーキテクチャを開発することがあるので、その手法や問題点は興味深い研究課題である。

4.2 事業戦略のための研究課題

新規事業の戦略策定においては収益性の検討が不可欠で、それは業界構造が深く影響することは既に明らかになっているが、新規産業を創造する研究開発が、将来の業界構造に影響することがある。例えば、IBM が PC 事業の研究開発を行った時の戦略が、その後の PC の業界構造や関係企業の収益性に強く影響している。このような業界構造、収益性、事業戦略を考える上で、技術アーキテクチャの中での要素技術の選定やその入手方法が鍵になる可能性があり、筆者はその予備的な考察を既に行っており[9]、具体的事例に基づいてこの研究を発展させることは重要な研究課題である。

参考文献

- [1] 能見利彦, *イノベーションを旨とした公的ファンディングの対象研究開発テーマの設定手法に関する研究*, 東北大学博士学位論文, (2005)
- [2] 能見利彦, *イノベーションに結びつく研究開発テーマの要件分析*, *産学連携学*, Vol2(2), 10-16, (2006)
- [3] 能見利彦, *技術アーキテクチャ分析に基づく事業モデルの設計手法ーアーキテクチャの革新, 新たなバリュー・チェーンと競争優位ー*, *研究・技術計画学会第26回年次学術大会講演要旨集*, pp.446-451, (2011)
- [4] Utterback, J. M., *Mastering the dynamics of innovation*, Harvard Business School Press in Boston (1994). 邦訳は *イノベーションダイナミクス*, 有斐閣 (1998)
- [5] 池田博榮, 小林幸延及び平野和夫, *いかにしてカーナビゲーションシステムは実用化されたかー開発マネジメントと事業化についてー*, *シンセシオロジー*, Vol.3(4), 292-300, (2010)
- [6] 能見利彦及び池田博榮, *技術アーキテクチャ分析: カーナビゲーション開発への適用事例*, *シンセシオロジー* (投稿中)
- [7] クレイトン・クリステンセン, *イノベーションのジレンマ*, 翔泳社, (2001)
- [8] クレイトン・クリステンセン, *イノベーションへの解*, 翔泳社, (2003)
- [9] 能見利彦, *イノベーションを巡る組織と社会の問題ー研究開発から新ビジネスまでの設計手法ー*, *研究・技術計画学会第26回年次学術大会講演要旨集*, 135-138, 2013