

Title	カーナビゲーションシステム企業における製品開発戦略
Author(s)	富田, 純一; 野中, 誠; 山口, 裕之
Citation	年次学術大会講演要旨集, 29: 22-27
Issue Date	2014-10-18
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/12387
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

○富田純一, 野中誠, 山口裕之 (東洋大学)

1. はじめに

本稿では、製品の高機能化・複雑化・多様化が進展する製品としてカーナビゲーションシステム（以下、カーナビ）を取り上げ、効果的な製品開発戦略のあり方を検討する。近年、製品開発管理論の分野では、産業や製品の特性に着目して効果的な製品開発の戦略・組織・プロセスが検討されてきた（Clark & Fujimoto, 1991; 藤本・安本, 2000; 藤本・桑嶋, 2009）。そこでは、規模の増大する開発タスクに対していかにして対処・処理するかが注目され、モジュラー化およびプラットフォーム化が有効な手段として論じられてきた。特定の機能の実現を特定の構成要素内で完結化させ、構成要素間の相互依存性を減少させること（モジュール化）によって、開発タスクは構成要素レベルに独立性の高い状態で分割可能となる（Ulrich, 1995）。これにより大規模な開発タスクを分散的/同時並行的に処理することが可能となる。また、独立性の高い形で分割されることにより、開発タスクとその成果である構成要素が複数の製品に共通利用可能となり（プラットフォーム化）、新製品あたりの開発タスクを削減することが可能となる（Sanchez and Mahoney, 1996）。

こうしたモジュラー化およびプラットフォーム化は、高機能化・多機能化が進む製品領域における効果的な開発戦略として注目されてきたものの、製品開発管理論の領域では、ハードウェアの開発活動にその焦点が過度に向けられているように思われる。近年、多くの製品領域において、その高機能化・多機能化の実現はソフトウェアに依存する部分が増大している。開発活動においても、ソフトウェア部分の開発が占める部分は増大し、開発活動のボトルネックとなる場合も多い。

そこで、本稿では、製品開発においてソフトウェアのウェイトが大きいカーナビを題材として、その開発活動に注目する。カーナビは近年、ユーザーニーズの多様化・洗練化に伴い、後述するように、高機能化・多機能化が進展している上に、製品ラインナップも増加傾向にある。その結果、ソフトウェアを含めた開発規模が急増している。こうした状況にもかかわらず、カーナビ大手企業は毎年多数の新機種を開発している。これらの企業は、なぜ、どのようにして製品開発を進めることができたのか。以下では、カーナビの技術動向・市場動向を概観したうえで、業界最多の製品ラインナップを誇るパイオニアに焦点を当て、その製品開発プロセスを明らかにすることで、効果的な製品開発戦略のあり方を検討する¹。

2. カーナビ技術・市場の動向

2. 1 技術動向

カーナビ技術は 1981 年本田技研工業の自動車用慣性航法装置「エレクトロ・ジャイロケータ」の開発、1990 年パイオニアの市販モデル世界初の GPS 式カーナビ「AVIC-1」の開発以来、様々な形で発展してきた。1990 年当時のカーナビは、地図データを CD-ROM 一枚に格納し、自車位置は GPS 測位技術のみを用いて決定するという非常にシンプルな「CD カーナビ」であった。しかしその後、地図の情報量と付加情報が増加したことで、CD-ROM を複数枚使用する形態となった。

その後、カーナビは周辺技術の進歩にともない、機能の高度化・多様化を果たしていく。1990 年代中頃には、リアルタイム交通情報システム（VICS）の受信機能を備えたカーナビが開発される。同時期に、自車測位技術も進歩を遂げ、ジャイロセンサーや加速度センサー、GPS、デジタル地図などのデータを組み合わせることで、高精度の自車位置の検出が可能となる。また、メディア技術の進歩により、1997 年には記憶容量 8.5Gbyte の DVD-ROM を用いた「DVD カーナビ」が開発された。加えて、AV 機能を取り

¹ カーナビ地図企業のシステム・アーキテクチャおよび製品開発戦略を対象とした研究としては、伊藤(2003)が挙げられる。

込んだ「AVN」(Audio Visual Navigation) と呼ばれるカーナビが開発された。2001年には、地図データをHDDに格納する「HDDカーナビ」が開発された。こうした高機能化・多機能化を果たしたカーナビは、一般的に、ダッシュボードに備え付けられることから、据置型カーナビと呼ばれ、国内市場を中心に発展してきた。

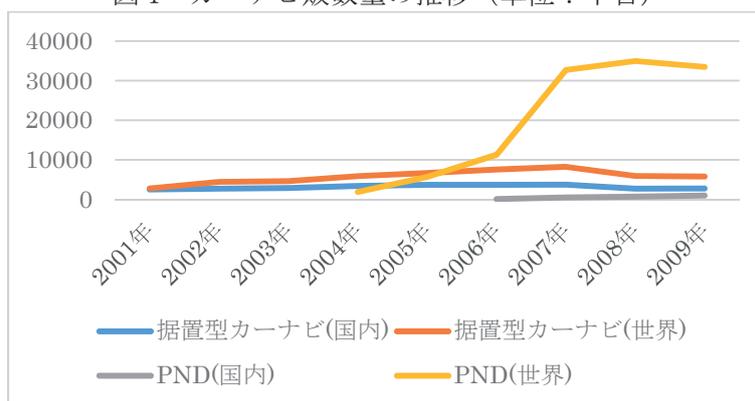
ちなみに、2000年代中頃から、GPS式のナビのみに機能限定したポータブルタイプのPND (Portable Navigation Device) が海外を中心に普及しはじめる。このPNDにより、高度かつ多様な機能を備えた据置型カーナビが駆逐されるという意見もあるが、カーナビの高機能化・多機能化は継続すると考えられている。カーナビは、車両制御技術・安全運転支援機能・エンターテイメント機能との融合した多目的端末として更なる発展を遂げると予想されている(長岐, 2007; 富士キメラ総研, 2012)。

2. 2 市場動向

図1はカーナビの販売数量の推移を示したものである。2009年時点において、据置型カーナビは国内で275万台、世界で579万台、PNDは国内で100万台、世界で3350万台となっている。据置型カーナビの数値は純正品、ディーラーオプション、市販品を含んでいる。据置型カーナビは、国内・世界ともに2001年から2007年にかけて販売数量は増加傾向にあったが、その後減少に転じている。この背景には、2004年以降のPND市場の急拡大がある。PNDの世界販売数量は、2006年には1130.5万台と据置型カーナビの世界販売数量757万台を大きく上回り、さらに2007年には3273.5万台と約3倍に急成長している。

PNDの企業別世界販売数量シェアをみると、2009年にGarmin25.7%、TomTom21.9%、マイタック17.8%と、海外大手三社が強さを発揮し、寡占市場を形成している。同年、国内販売数量シェアについては、三洋電機(2009年にパナソニック子会社化)50%、ソニー15%、パナソニック12%、パイオニア9%と日本企業の寡占市場となっている(富士キメラ総研, 2010)。

図1 カーナビ販売数量の推移(単位:千台)



出所: 富士キメラ総研「車載電装デバイス&コンポーネンツセレクト」(2001~2003)
 富士キメラ総研「自動車部品マーケティング便覧」(2003~2008, 2010)
 富士キメラ総研「ITS関連市場の現状と将来展望」(2009)

図2は据置型カーナビの企業別国内シェア(販売数量ベース)の推移を示したものである。2005年にパナソニックがパイオニアを抜いて首位に立って以来、20%前後でトップシェアを維持、パイオニアが17%前後、富士通テンが15%、ザ・ナビ・インフォマティクスが9%前後(入手データは2008年まで)を維持している。パナソニックは後述するように、もともとトヨタ自動車やマツダ等への納入実績から純正品に強かったが、市販品も強化してトップシェアを獲得した。パイオニアは市販品で強みを発揮してきたが、純正品にも注力するようになった。ザ・ナビ・インフォマティクスは日産自動車純正品のメインサプライヤーである。富士通テンは国内市場に強いとされる。

図3は据置型カーナビの企業別世界シェア(販売数量ベース)の推移を示したものである。2002年以降、パナソニックは12%前後でトップシェアを維持、パイオニアが10%前後、アルパインも2004年以降9%以上を確保しており、この3社が安定した販売数量を確保してきたことがみてとれる。

カーナビ産業では、その市場規模に比べて企業数が多く、激しい企業間競争が展開されてきた。1990年代前半には30社近く企業が参入していたが、ソニーを含む多くの企業がこの市場から撤退し、2004

年には十数社にまで減少したとの報告もある²。その競争状況を踏まえると、上位企業は安定した世界シェアを維持しており、注目に値する。

カーナビ産業における優勝劣敗は、製品の多機能化・高機能化と多品種化を同時追求できるか否かによって影響を受けてきた。前述の通り、2000年代を通じてカーナビは高機能化・多機能化を劇的に遂げる。そうした高機能化・多機能化を先導できるか否かが、この期間の企業間競争において重要なポイントであった。その一方で、カーナビに対するニーズは、地域および用途別で大きく異なっていたことから、多様な機種を投入できるか否かもまたシェアを巡る競争に大きな影響をおよぼしていた。海外市場では、機能が限定的で低価格の機種が好まれるのに対して、国内市場では、高機能な製品が好まれる。さらに国内市場においても、純正品よりも市販品において高機能性・多機能性が求められるとされる。

図2 据置型カーナビ企業別国内シェアの推移 (販売数量ベース)

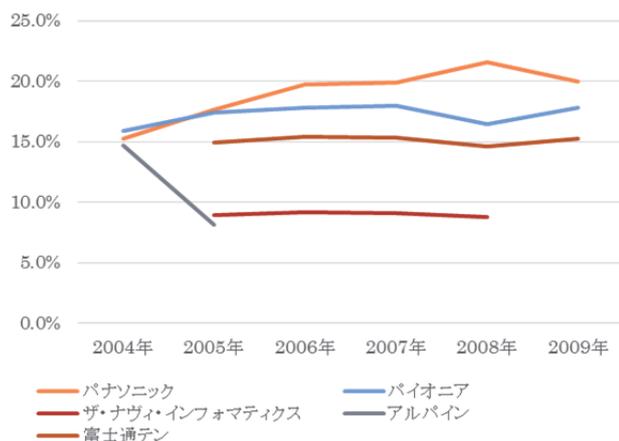
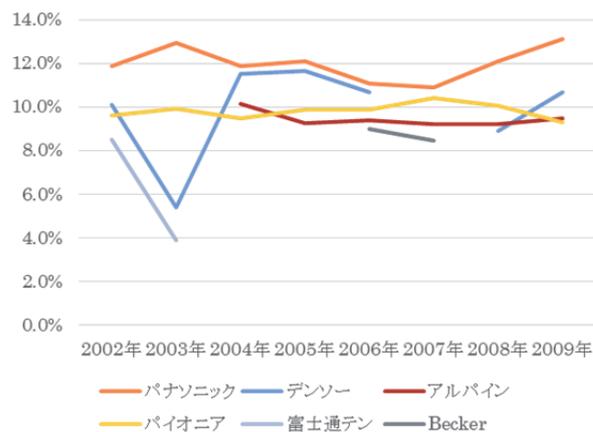


図3 据置型カーナビ企業別世界シェアの推移 (販売数量ベース)



出所：富士キメラ総研「車載電装デバイス&コンポーネンツセレクト」(2003～2004)
 富士キメラ総研「自動車部品マーケティング便覧」(2003～2008, 2010)
 富士キメラ総研「ITS 関連市場の現状と将来展望」(2009)

実際に、カーナビ各社の製品動向をみると、上位企業は、機能の高度化・多様化を先導すると同時に、複数の機種を投入している。パナソニックとパイオニアは共通して、2002年以降、年間8モデル以上(他社は年間2～5)を、2005年以降、10モデル以上の新機種を毎年上市している(富士キメラ総研, 2010)。つまり、この2社は、開発機種を増やし、供給先・供給量を増やしていくことで、販売数量の維持・拡大を図ってきたと推察される。

製品の多機能化・高機能化と多品種化はともに開発タスクの増大を意味するため、その同時実現は難しい。なぜカーナビの上位企業は、高機能・多機能化の実現と同時に、多数の新機種を開発し続けることができたのだろうか。以下では、カーナビ業界最多の製品ラインナップを誇るパイオニアを取り上げ、同社のHDDカーナビの製品開発の取り組みをみていく。

3. HDDカーナビの製品開発：パイオニアにおける新プラットフォームの採用事例

パイオニアは、1990年に世界初のGPSカーナビを開発して以来、1997年にはDVDカーナビを、2001年にはHDDカーナビをそれぞれ世界で初めて製品化している。同社の「カロツェリア(carrozzeria)」ブランドのカーナビ「サイバーナビ」や「楽ナビ」は、その機能の先進性ゆえに市販品市場において強く、高いシェアを占める(図2・3参照)。加えて、2003年10月には本田技研工業3代目「オデッセイ」に初めて純正品が採用されるなど、純正品市場にも販路を拡大している。2006年には、欧州・北米市場向けにHDDカーナビ、中国市場向けにDVDカーナビの販売を開始した。更に、2008年には、ジャイロセンサーや加速度センサーを内蔵した高機能かつ多機能なPND「Air Navi」を上市しており、多様な市場セグメントをターゲットとした多品種展開を積極的に展開している。

限られた開発資源の下、製品機能の高度化・多様化と他品種展開をパイオニアが実現してきた理由は、①汎用ソフト・プラットフォームの採用と、②オフショア開発の2点に求めることができる。前述のと

² 『週間東洋経済』「カーナビ戦線異状あり新『オデッセイ』の衝撃」2004年2月28日号, pp. 44-49.

おり、機能の高度化・多様化と多品種展開は開発タスクの増加を意味する。とりわけ、カーナビは多機能化を実現するために多様なデバイスを取り込んでいったことから、ソフトウェアの開発タスクが加速度的に増加していた。これに対しパイオニアは、①汎用ソフト・プラットフォームの採用により開発活動の効率化と、②オフショア開発による開発資源の増強によって対処していた。以下、それぞれについて詳細にみてみよう。

①汎用ソフト・プラットフォームの採用には、社内外に存在する既存のソフトウェア部品や開発ツールの利用可能性を高め、開発活動を効率化する効果が存在した。パイオニアは 2004 年、業界で初めて HDD カーナビのプラットフォームにマイクロソフトの車載情報端末向け OS「Windows Automotive」（「Windows CE」の応用製品）を採用した。当時、パイオニアを含めたカーナビ各社では OS として「 μ ITRON」が広く利用されていた。多機能化が進展していたカーナビの新製品開発では、新機能の追加に際しソフトウェアの追加/修正が必要であった一方で、既存機種から引き継がれる機能も多分に存在した。そうした状況において、 μ ITRON をベースとした開発の課題がパイオニア内で検討されるようになる。 μ ITRON は、無理な標準化を行わない「弱い標準化」をコンセプトとするがゆえに、ハードウェア依存の実装が多く、ソフトウェアの移植・再利用が困難であり、大規模開発に不向きであったり、標準ソフトウェア・コンポーネントが不足したりしていた³。

同社では当時、業界最多の製品ラインナップ（国内市販品で 2 シリーズ 13 機種）を抱えており、2 年に一度のフルモデルチェンジ、毎年のマイナーモデルチェンジを行っていた。カーナビ開発には約 400 名のエンジニアが従事、フルモデルチェンジの際は約 200 名の人員が必要であった。つまり、開発資源としてのエンジニアは常にフル回転しており、これ以上の負荷増大に対処するのは厳しい状況にあった。

こうした状況に対して、2000 年頃から、次期プラットフォームの仕様策定が開始され、2002 年末に、 μ ITRON から Windows Automotive 4.2 への切り替えが行われた。これにより利用可能となった、豊富な開発ツールや標準ソフトウェア・コンポーネントは、カーナビと携帯電話との USB 接続化において大きな効果を発揮したとされる。こうして 2004 年春、Windows Automotive を初採用したハイエンドモデル「サイバーナビ」4 機種が発売される。開発期間は約 1 年半と非常に短期間であった。その後、普及モデル「楽ナビ」の HDD タイプにも Windows Automotive を採用し、2005 年秋に 4 機種を一斉発売した。

2006 年春には、「サイバーナビ」のフルモデルチェンジにより、3 世代目となる Windows Automotive 搭載製品（5 機種）も発売した。この新製品は、VGA モニター化・地上デジタル放送や音楽配信への対応という高機能化と、「蓄積型プローブ」と呼ぶ新情報サービスの実現という多機能化を果たしたものであり、そのソフトウェアの開発コード数は 600 万ステップを超えたという。このように急増した開発タスクは、汎用ソフト・プラットフォームの採用によって、エンジニアの数も急増させることなく、かつ開発工数も倍増させずに処理された。すなわち、汎用 OS プラットフォームの採用することにより、新機種の開発においてソフトウェアの変更を加える箇所を特定部分に限定することが可能となり、変更を加えない部分では既存ソフトウェア・コンポーネントを再利用し、差別化を実現する変更を加える箇所に研究資源を焦点化することができたのである。

もう一点は、②オフショア開発によるソフトウェア開発資源の増強である。一般に、設計に近いレベルまで主体的に関わることでできる人員の増強は難しいとされる。新規性の高いタスクでは、その処理プロセスを標準化/マニュアル化することは不可能である。また、仮に独立性が高い形で分割された開発タスクであっても、タスク間の相互依存性が事後的に明らかになることがある（藤本・安本，2000）ように、そのアウトプットを事前に完全な形で指定することは難しい。事前に指定されていないアウトプットの変更や偶発的に発生する問題に対処するため、新製品の開発人員には、製品の利用文脈や、製品システム、開発活動の全体に関する知識が必要となる。いわゆるプロジェクト知識が、開発プロジェクトに主体的に携わるメンバー間において共有される必要がある。このプロジェクト知識は、暗黙的・属人的な知識であることから、その習得には時間がかかり、そのため開発人員の増強は難しいとされる。

パイオニアは、ソフトウェア開発タスクに主体的に携わることでできる人員増強を中国拠点を通じて果たしている。パイオニアは、1999 年 10 月上海に合弁会社 Pioneer Suntec(Shanghai) Electronics Technology Co., Ltd. (PSET 社) を設立した。パイオニアは、この合弁企業に対して「確実に組み込みソ

³ HDD カーナビは、その後も地図描画機能の充実、検索機能の高度化、携帯電話との連携、AV 機能の強化等々、多機能化と開発規模の拡大が進んでいくことが予想され、 μ ITRON では次のモデルチェンジに対応できないと考えられている。『MONOist』「ITRON? Android? Windows Embedded?: OS 以降のメリットと OS 選定のヒントを探る(前編)」(2011 年 7 月 21 日)(<http://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/1107/21/news005.html>)

フトウェアの開発をこなせる人材」を求め、ソフトウェア技術者の教育を積極的に行った⁴。例えば、製品の利用文脈に関する知識を共有させるため、優秀な現地技術者数名を継続的に川越工場に呼び寄せ、日本の開発部隊と一定期間一緒に仕事をさせている。これにより、PSET社の現地技術者がカーナビの利用シーンを想定したソフトウェア開発を進められる体制を構築した。こうした取り組みを通じ、当初、GUIの設計や音声認識機能の開発など実地走行試験が必要ないソフトウェアに限定されていたPSET社への委託部分は、段階的に範囲を拡大していく。2001年頃には、実地走行試験が必要なソフトウェアの開発や、パイオニアが業界に先駆けて投入した国内向けの戦略機種「Air Navi」のソフトウェア開発も任せられるようになっていった。

以上にみたように、パイオニアが製品の高機能化・多機能化と製品の多様化を同時追求することができた理由は、①汎用ソフトウェア・プラットフォームの活用による開発活動の効率化と、②中国拠点の活用による開発資源の増強に求めることができる。

4. ディスカッション：カーナビ企業における効果的な製品開発戦略

本稿では、カーナビ産業を取り上げ、技術動向と市場動向を概観するとともに、業界最多の製品ラインナップを誇り、市場で高いシェアを維持しているパイオニアの製品開発事例を取り上げた。同社はカーナビの高機能化・多機能化と他品種化によって増大する開発タスクを新たなプラットフォームの採用と中国拠点の活用により効果的に処理していたことが明らかになった。

パイオニアが採用した新プラットフォームWindows Automotiveは、HDDカーナビの設計基盤となる「製品プラットフォーム」であるが、後に他社も採用していったことから「業界プラットフォーム」になったとも言えよう。前述の通り、パイオニアはこの製品プラットフォームを2004年にハイエンドモデル「サイバーナビ」4機種のみを採用した。つまり、特定の製品ラインに「プラットフォームの専有化」（延岡，1996；2006）を図ったのである。その後、2005年にはこのプラットフォームを普及モデル「楽ナビ」にも採用した。特定の製品ラインから異なる製品ラインにもプラットフォームを共有する「プラットフォームの共有化」（延岡，1996；2006）を図ったのである。さらに2006年「サイバーナビ」のフルモデルチェンジの際にもWindows Automotiveを採用している。このことから、一度採用したプラットフォームを次世代機種にもキャリーオーバーして「プラットフォームの再利用」（延岡，1996；2006）を図ったと解釈できる。

同種のプラットフォームを異機種・次世代にも採用することで、限られた資源制約の中で、短期間で複数の製品開発が可能となる。異機種の開発においては、技術的新規性を保っている状態で、プラットフォームを利用することができるため、競争に先駆けた製品差別化につながりやすい。これは、プラットフォーム共有による範囲の経済と水平展開するスピードの両方を追求した戦略であると言える。他方で、次世代機種の開発においては、現行機種と全く同一のプラットフォームを利用することは、開発資源および開発期間の縮減をもたらす一方で、製品差別化を難しくする。この場合、差別化を実現するためには、プラットフォームそのもののヴァージョンアップやプラットフォーム以外の部分、例えばアプリケーションなどにおいて差別化を図っていく必要があると考えられる。

では、これらのプラットフォーム戦略を実践するためにパイオニアはどのようにしてプロジェクト知識の移転を図ったのだろうか。同社は2004年に「サイバーナビ」4機種、2005年に「楽ナビ」4機種、2006年にフルモデルチェンジされた「サイバーナビ」4機種を開発していることから、開発期間を時間的にオーバーラップさせる、あるいは部分的に共同開発する、あるいは現行機種の開発者を次世代機種も担当させるといった形で、プロジェクト知識を移転したと考えられる（青島・延岡，1997）。プロジェクト知識は形式知が困難な場合、その多くはプロジェクト完了後に消滅してしまうので、これらの方法が有効であると言える。

今後の課題としては、本稿ではWindows AutomotiveというOSプラットフォームとその他ソフトウェアやハードウェアとの関係を明らかにできなかった点が挙げられる。これらを詳細に分析し、プラットフォーム戦略の分析の精緻化を図っていく必要がある。加えて、本稿の一社の事例分析を通じてカーナビ企業の効果的な製品開発戦略を導き出すには限界がある。パナソニックやアルパインなど他の大手企業との比較分析も行っていきたい。

⁴ 『日経エレクトロニクス』「カーナビ全機種で中国拠点活用：5年で6倍増の160人体制に」（2004年11月22日号，pp 118-119.）

参考文献

- 青島矢一・延岡健太郎 (1997) 「プロジェクト知識のマネジメント」『組織科学』31 卷 1 号, pp. 20-36.
- Clark, K. B. & Fujimoto, T. (1991) *Product Development Performance*, Harvard Business School Press.
- 藤本隆宏・桑嶋健一 (2009) 『日本型プロセス産業』有斐閣.
- 藤本隆宏・安本雅典 (2000) 『成功する製品開発』有斐閣.
- 伊藤宗彦 (2003) 「システム・アーキテクチャとイノベーション-カーナビにおけるソフトとハードの統合-」『一橋ビジネスレビュー』50 卷 4 号, pp. 186-201.
- 延岡健太郎 (1996) 『マルチプロジェクト戦略』有斐閣.
- 延岡健太郎 (2006) 『MOT[技術経営]入門』日本経済新聞社.
- Sanchez, R. & J. T. Mahoney (1996) “Modularity, Flexibility, and Knowledge Management in Product and Organization Design, *Strategic Management Journal*, Vol. 17, pp. 63-76.
- Ulrich, K. (1995) “The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm,” *Research Policy*, Vol. 24, pp. 419-440.