

[レフリー論文 研究ノート]

セットメーカーにおけるソフトウェア開発戦略

米岡 英治

Software development strategy in set manufacturer

YONEOKA, Eiji

近年、製品に組み込まれたソフトウェアの開発費の製品開発費に占める割合は増加傾向にあり、製品価格にも大きな影響を与える状況にある。その結果、ソフトウェアは製品開発における重要性をさらに高めていくことになる。すなわちソフトウェア開発戦略に対するリソース配分がセットメーカーにとって重要な課題となる。

本研究は、ソフトウェア開発戦略での主要な要素を「ソフトウェア開発効率での競争力」、「ハードウェア開発との連携・共進」、「他社テクノロジーやリソースの活用」と捉え、これら3つの要素に関して公開情報や先行研究からの考察を行った上で、産業・製品別の事例としてパソコン、携帯電話、情報家電、カー・ナビゲーション・システムのそれぞれの分野における事例調査を行ったものである。

キーワード：ソフトウェア (Software)、オープン・アーキテクチャ (Open Architecture)、リソース配分 (Resource distribution)

1. はじめに

日本のソフトウェア開発は、ソースコードを書くという「プロセス」では優秀であっても、つくり出すソフトウェア「製品」については課題が多いのが現状である。アプリケーションソフトウェア、インフラソフトウェア市場では、特に北米企業の市場シェアが高く、日本のソフトウェア開発は擦り合せを必要とする組み込み分野や、カスタマイズが必要な分野において強みを発揮してきた。

近年、製品に組み込まれたソフトウェアの開発費の製品開発費に占める割合は増加傾向にあり、製品価格にも大きな影響を与える状況にある。今後さらに小型高性能な半導体チップを活用するソフトウェアを組み込んだ製品の数は増え続けるであろう。その結果、ソフトウェアは製品開発における重要性をさらに高めていくことになる。すなわち、ソフトウェア開発戦略に

対するリソース配分は、セットメーカー¹⁾にとって重要な課題である。

本研究は、セットメーカーにおけるソフトウェア開発戦略の主要な要素を「ソフトウェア開発効率向上」、「ハードウェア開発との連携・共進」、「他社テクノロジーやリソースの活用」と捉え、今後、各企業が競争力を維持・発展させていくためのリソース配分の考察を行う。各項目に関して概観するとともに、事例により考察を行った。

製品別の事例としてパソコン、携帯電話、情報家電、カー・ナビゲーション・システムについて、セットメーカーの関係者へのインタビューをもとにまとめた。また、セットメーカーが全社的な開発の取り組みとして行っている事例についてもまとめた。これらの事例から、先に挙げた3つの要素がどのように関連性を持っており、全体的にどのような方向に進んでいるか考察を行っている。

2. 開発戦略の方向付けを行う3つの要素

ソフトウェアの利用領域は広く、さまざまな製品にソフトウェアが組み込まれ、利用されていると考えて良い状況である。さらに組み込み製品開発費および組み込みソフトウェア開発費はともに増加傾向にある²⁾。

製品に組み込まれるソフトウェアを如何に効率よく開発するかは、製品の競争優位を構築する上での大きな要因となる。オープン化、モジュラー化が進展したソフトウェアを自在に活用し、組み合わせることによって開発効率を向上させ、低コスト化を実現する。すなわち、設計技術がオープン化され、部品技術（モジュールのインターフェース）が共有化されることで、セットメーカーはすべての部品を調達することが可能になる。このことは、自社の取り組むべき差別化したソフトウェアの開発効率の向上を可能とする。さらに多様な要件が求められている現在のソフトウェア開発においては、多面的なプログラミング構成を検討しなければならない。階層的でモジュール化された構成を多面的構成に拡張する必要がある。したがって、自社におけるソフトウェア開発力そのものを強化していくことが課題の1つとして考えられる。

さらに、ソフトウェアはそれのみで動作することはできず、必ずハードウェアを必要とし、ハードウェアの機能を最大限に引き出すとともに、ソフトウェアにおいて機能を補完する。あらゆる製品でソフトウェアが利用されるようになると同時に、機能の複雑化が進んでいる。情報家電に代表されるこれらの製品のアーキテクチャは、ハードウェアとソフトウェアが一体化することによって、ユーザーにとって有益な機能を発揮するように設計されている。ハードウェア、ソフトウェアを1つのシステムとした製品開発を行い、ハードウェア開発と連携・共進させることも課題の1つと考えられる。

また、オープン化が進展したことにより、他社テクノロジーに依存した形でのソフトウェア

提供を行うことも可能になっている。機能提供のバリューネットワークを構築し、ソフトウェア開発をマネジメントすること自体を競争優位構築の1つの課題として考えることができる。しかしながら、他社での開発作業のマネジメントを行う役割だけの組織では、企業価値を高めるイノベーションを起こすことは困難であり、最初に挙げた自社におけるソフトウェア開発力そのものの強化が必要となる。

上記から、ソフトウェア開発戦略における主要な要素を「ソフトウェア開発効率向上」、「ハードウェア開発との連携・共進」、「他社テクノロジーやリソースの活用」であると捉えることができる。そして、これら3つの要素はそれぞれに関連し合いながら、ソフトウェア開発が行われると考えられる。

セットメーカーがどのような事業環境にあるかによって、優先する要素は異なるであろう。製品にソフトウェアが組み込まれた初期では、ハードウェア開発が優先され、専用のソフトウェア開発が行われたことから、他社テクノロジーの活用へのリソース配分が小さい状況であったと考えられる。しかし現在、セットメーカーは厳しい価格競争にさらされている。このような中では、多数の他社テクノロジーやリソース活用、標準化されたハードウェアの活用は、コスト削減に寄与する。したがって、セットメーカーはソフトウェア開発力の強化に対するリソースを、他社テクノロジーやリソースの活用および、ハードウェア開発との連携・共進にリソース配分するように変化しているものと考えられる。

現在、どのようなセットメーカーであっても、単独で製品を開発すること、製品を単独でグローバルに販売することはできない。したがって、大なり小なり他社テクノロジーやリソースの活用を行っていると考えられる。一方で、メーカーの独自性すなわち競争力を保持するためには、ソフトウェア開発、ハードウェア開発のどちらについても、完全に他社テクノロジー

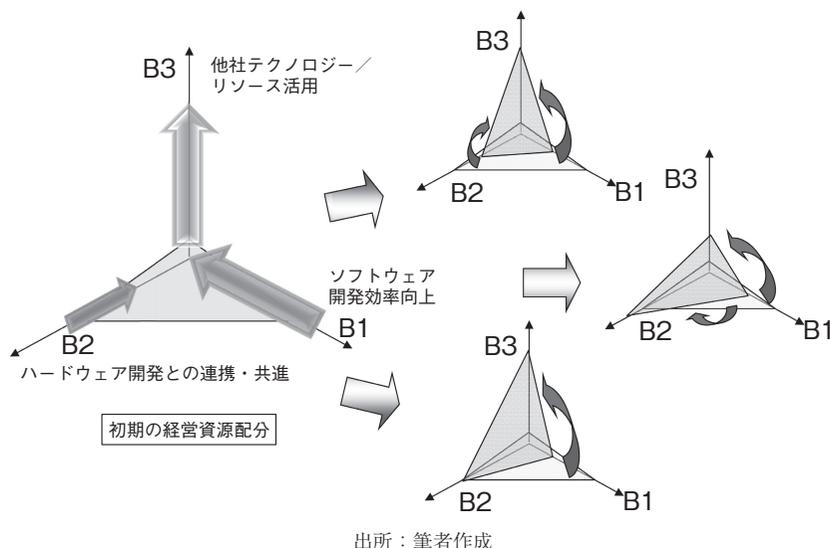


図1 リソース配分の重点要素の変化

に依存することはできない。自社内で優秀な技術者を抱えていなければ、他社テクノロジーの活用は是非を判断できず、他社テクノロジー活用の実績を作ることもできない。技術開発やその有効利用のマネジメントは、これを評価できる人材が不可欠であり、コアとなる知識や技術を持つことで、他社との連携が可能となる。優れた知識や技術のないところには、優れた知識や技術が集まらない。自社にコア・テクノロジーがあることで周辺領域の技術が結びつき、企業価値を高めるイノベーションが起こるのである。

さらに、Cusumano (2004) が述べているように、「ソフトウェア開発における範囲とは、技術とナレッジを再利用すること、すなわちアーキテクチャ、設計の枠組みやパターン、個々の動作可能なコード、サポート・ツール、テスト・ケース、過去の製品とプロセスに関するデータを利用すること」³⁾である。範囲の経済性すなわち、ハードウェアとの連携・共進によるメリットを追求する戦略の推進には、それまでのソフトウェア開発の蓄積が必要である。すなわち、ソフトウェア開発効率での競争力が欠かせない。

これらのことから、どの要素に関しても社内リソースを配分する必要がある。メーカーによって3つの要素に対する社内リソースの配分量が異なることから独自性が生まれ、企業間の競争が生まれていると考えられる。

3. 公開情報および先行研究からの考察

3要素に関して公開情報から現状を概観するとともに、それぞれの要素に関する考察を行う。

3.1 公開情報からの考察

3.1.1 ソフトウェア開発効率向上

各企業は、ソフトウェア開発において「設計品質の向上」、「開発期間の短縮」、「生産性の向上」を優先課題としている⁴⁾。これに対し、課題解決の有効手段は、技術的な側面から「技術者、プロジェクトマネジャーのスキル向上」と考えている⁵⁾。

ソフトウェア製品や複雑な情報システムを、前もって完全に設計することは困難である。しかし、できるだけ上流工程で潜在的な不具合を排除しておくことが、製造コスト上の重要な競争要因となる。例えば、モデルベース開発を行

うことで、システムの複雑さを軽減できるため、上流工程での不具合要因を減らすことが可能である。

経営者は、高いスキルを持った少数のエンジニアによって、さまざまな製品に対応するコア・テクノロジーとなる部分を効率よく開発することを求めている。したがって、多くのリソース配分が他の2要素に振り分けられているのではないかと考えられ、セットメーカー内でのソフトウェア開発効率向上に対するリソース配分は、減少傾向にあるのではないかと推測される。

3.1.2 ハードウェア開発との連携・共進

情報家電に代表されるこれらの製品のアーキテクチャは、ハードウェアとソフトウェアが一体化されることによって、ユーザーにとって有益な機能を発揮するように設計されている。すなわち、製品のシステムとしてのアーキテクチャをどのようにするかが、製品開発の重要な課題となっている。

製品アーキテクチャは本来、製品機能と製品構造と製造工程の間で規定されるものであるが、実際はオープン化の影響を大きく受け、どのレベルの部品においてもモジュラー的であることが多くなっている。半導体チップの進化により、大規模ソフトウェアでさえ、複数並列処理することが可能となった。また、半導体チップにおける高度集積化技術の進展により、さまざまな機能が1つの半導体チップ上に統合されるようになった。これは、製品としての重要な機能や性能の大部分が1つの半導体チップに集約されることを意味するが、実際にはハードウェア機能の実装をプログラム開発によって行っている。そして、システム全体のアーキテクチャを見直す機会が頻繁にもたらされている。その結果、製品における不具合原因についての調査結果では、仕様、ソフトウェア、ハードウェアのそれぞれを合わせた割合は過半数を超える状況にあり⁶⁾、仕様検討の段階からハードウ

ェア開発との連携を考慮することの重要性が伺える。

これは、機能が異なるソフトウェアとハードウェアという2つの要素から構成される製品というシステムの中で、ソフトウェアとハードウェアがどのように統合され、かつ協調して働くかを考慮する必要があるということである。さらに、多くの製品を同時に開発する効率性が必要とされている現在、長期的かつきめ細やかにハードウェア開発をサポートするソフトウェア開発が求められる。

3.1.3 他社テクノロジーやリソースの活用

多くのテクノロジーがオープン化されてきている状況において、効率的なイノベーションを行うためには、他社の新しいテクノロジーを探求し、自社の持つテクノロジーと組み合わせるだけでなく、自社のテクノロジーそのものもオープン化する必要がある。すなわち、自社において有用なテクノロジーが考案されたとき、自社のみで製品化するのではなく、そのテクノロジーを最大限に活用するために、他社のビジネスモデルを活用するという補完事業者との強固なネットワーク組織を構築する必要がある。

他社テクノロジーの積極活用が可能な組織構造を持つことが要求されており、自社のコア・テクノロジーを発展させる一方で、グローバルな競争に必要な資源をより迅速かつ的確に調達する組織構造を持つことが要求されている。一方で、技術開発やその有効利用のマネジメントは、これを評価できる人材が不可欠であり、コアとなる知識や技術を持つことで、他社との連携が可能となる。すなわち、自社内での人材育成が重要となる。しかしながら、組み込みソフトウェアエンジニアは微増程度で推移している。さらに、3.1.1でみたように、経営者は「技術者、プロジェクトマネジャーのスキル向上」を生産性向上のために必要と考えているが、自社内で不足していると考えている組み込みソフトウェアエンジニアの人数は、近年減少傾向に

ある⁷⁾。エンジニアの減少の解決方法は外部委託であり⁸⁾、特に海外企業の活用が、今後さらに進むと考えられている。

オープン化、モジュラー化を背景に設計分業化が進む一方で、製品開発の実現には各製品のコーディネーターが必要とされる。複雑なアーキテクチャの製品を開発するためには、分解された個々のモジュールを最適に設計する部品開発作業と、製品機能が適切に発揮されるよう部品同士をコーディネートする全体設計作業、つまり、分業と協業の2タイプの設計作業が必要となる。経営者の考える「技術者、プロジェクトマネージャーのスキル向上」とはこのコーディネートする技能であろう。

3.2 先行研究からの考察

3.2.1 ソフトウェア開発効率での競争

一般に製品はさまざまな市場のニーズに合わせて細分化する。したがって、多様なアーキテクチャのソフトウェアを同時開発することを求められる。情報家電のような製品には多くの部品が必要であり、システム・アーキテクチャはかなり複雑になる。このような状況で製品の競争力を維持するために、伊藤（2003）によれば、「初期のモデルの原価を上げずに性能・機能を向上させていくには、オープン化、モジュラー化を進め、少しでも安価な部品を、市場から調達することが有力な手段となる」⁹⁾。これは、クローズなアーキテクチャからオープンなアーキテクチャに変化させていくことを意味する。すなわち、自社のコア・テクノロジーに関連する以外の部分は、割り切って外部調達を行う効率性が優先されるのである。そのため、さまざまな製品に対応するアーキテクチャを持つソフトウェアにおいての、コア・テクノロジーとなる部分を効率よく開発することが求められる。

ソフトウェアがコモディティ化し競合他社との差を生じさせなくなることを防ぐためには、柔軟にカスタマイズ可能なソフトウェアを提供する企業のほうが、製品を差別化することがで

きるため有利になる。市場の製品ライフサイクルの短期化に合わせた、ソフトウェア開発・変更の短期化が競争力となるのである。これは、ソフトウェア開発における、企画から検証までの一連の作業を如何に効率よく行うかということである。

3.2.2 ハードウェア開発との連携・共進

現在のようにインターネットが普及し、多くのテクノロジーがオープン化されてきている状況においては、企業規模の大小、設立地域に関係なく、必要なテクノロジーは入手でき、入手したテクノロジーの再利用、改良を行い、さらに拡散させることが可能である。あるテクノロジーに関する情報がさまざまなレベルで、さまざまな企業、コミュニティ、個人から発信されることにより、逆に必要とする情報が人間の認知能力をはるかに超える状況になっている。このような状況において、国領（1999）によれば、「認知限界を超えた情報の中で、人間は最善の手段ではなく、満足できる水準を設定し、それを実現する代替案は受け入れるという行動をとる」¹⁰⁾。つまり、最善の手段を採るという知性的な判断ではなく、満足できる水準という心理的判断によって採用するテクノロジーを決定するということである。結果として、モジュラー化によって、複雑性を排除し、テクノロジーに関する情報を効率的に利用してシステム設計を行うことが求められるが、有用・無用に関わらず情報が即座に拡散する状況においては、モジュラー化による効果は限定的と考えた方が正しいであろう。

ソフトウェア開発効率での競争力を強化する戦略が市場を水平的にとらえる一方で、ハードウェア開発との連携・共進戦略は市場を垂直的に掘り起こすことになる。ソフトウェアとハードウェアは異なった性質を持つ要素であり、同じ組織では管理しにくいことから、社内資源を用いた開発について、ハードウェア、ソフトウェア、どちらに軸足を置く方がよいかという判

断をする必要があるかもしれない。しかし、製品化においては、システム・アーキテクチャとして一体視する観点が必要である。また、どのように製造するかという面も含め、あらゆる面でシステム・アーキテクチャとの関連性が検討されなくてはならない。一方で、現在のように多くのテクノロジーがオープン化されてきている状況においては、製品開発の手段として社内リソースを用いるのか他社リソースを用いるのかという、戦略的判断が必要とされる。

多様なニーズに対応する必要がある現状においては、さまざまな製品を同時に開発する効率性が必要とされている。これは、範囲の経済性を求めることである。Cusumano (2004)によれば、範囲の経済は「プロジェクトや顧客をまたがった要件定義、プロジェクト管理、アプリケーションのカスタマイズ、ユーザーテストの実施、開発環境の再利用、あるいはコードの再利用に関するノウハウの蓄積に由来する。複数のプロジェクトを別個のものとして、それぞれをゼロから始めるのではなく、作業と創造性を共用するのである。また、きめ細やかな顧客管理からも生まれる」¹¹⁾。したがって、長期的かつきめ細やかにハードウェア開発をサポートするソフトウェア開発が求められる。

3.2.3 他社テクノロジーやリソースの活用

武石・青島 (2007)によれば、他社テクノロジーやリソース活用の戦略は、プラットフォーム・リーダーシップをとり、「補完的なシステムのイノベーションを促し、誘導することでプラットフォーム全体の進化を実現していくこと」¹²⁾である。ハードウェア開発での例になるが、インテルはマイクロプロセッサの進歩に合わせて、パソコン全体の進化のロードマップを示し、他社が製造するパソコンを構成する部品や周辺機器も性能を上げていくように働きかけを行い、周辺機器用との新しいインターフェースを受け入れるように働きかけ進化させてきた。パソコンのシステムを絶えず機能拡張・高度化さ

せていくことを自社の成長としたのである。

多くのテクノロジーがオープン化されてきている状況において、効率的なイノベーションを行うためには、イノベーション活動自体のオープン性を高めていく必要がある。オープンなイノベーション活動を行うためには、他社の新しいテクノロジーを探求し、自社の持つテクノロジーと組み合わせるだけでなく、自社のテクノロジーそのものもオープン化する必要がある。すなわち、自社のビジネスモデル自体を変化させていく必要がある。

4. 産業・製品別の事例

「ソフトウェア開発効率向上」、「ハードウェア開発との連携・共進」、「他社テクノロジーやリソースの活用」という3要素について、実際の製品開発がどのような状況にあるのかを事例により確認する。対象の製品別事例としてパソコン、携帯電話、情報家電、カー・ナビゲーション・システムに関してまとめる。

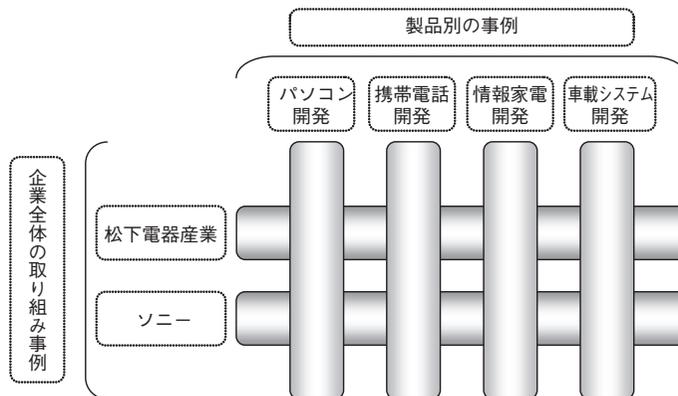
パソコンに関しては、すでに十数年にわたって海外企業の日本市場での販売、日本企業の海外での製造・販売が行われており、一般公開されている情報をもとに状況分析を行った。携帯電話開発、情報家電開発、カー・ナビゲーション・システム開発に関しては、それぞれ、日本において技術開発を実施しながら海外においても製品販売を行っているメーカーを選定し、開発関係者へのインタビューをもとにまとめた。インタビューは、製品ごとに違いはあるが、基本的に表1に示す内容について行った。

一方で、製品分野ごとの活動になりがちな事業部を、技術によって横断的に結びつけて、最適なトータル・ソリューションをつくる活動が必要である。そのための企業全体の取り組み事例について、企業関係者が学会等において発表した内容を調査の上まとめた。事例の位置付けは図2のようになる。

表1 インタビューシート
 <システム開発の変化に関する調査>

ヒアリング項目	ヒアリングのポイント
1 システム開発全般に関して	機能単位で海外で開発を行っているか (可能であれば海外開発の割合の推移) 海外生産において、必ず日本で開発を行っている部分はあるか (ある場合、どのような箇所か) システムの全体最適に対する留意点は何か
2 他社開発に関して	同業他社との部品共通化はされているか (今後、検討されるのか) 他業界他社との協業・連携を強化しているのはどのようなところか
3 ソフトウェア・プラットフォームに関して	制御部分によって OS は変わっているか ・ OS を使用しない箇所はあるか ・ 使用している OS の種類 標準化に対する取り組み・進捗状況 ソフトウェアのネットワークを使用したアップデートなどは今後増加すると考えるか
4 ハードウェア・プラットフォームに関して	制御部分によって CPU は変わっているか 使用されるスペックに対応して性能的に世代前のもなどという制限はあるか (要求されるスペックが年々高度化することに対する対応はどのようにしているか) ハードウェアの供給(補修用の保持など)は、どのようになっているのか ハードウェア・プラットフォームの共通化の現状
5 ソフトウェア開発全般に関して	全体のソフトウェア開発規模の推移 オープンソースソフトウェアは利用されているか ・ 今後の利用に対する考え ・ 利用は増加するか 日本国内でのソフトウェア開発比率の推移 (海外でのソフトウェア開発比率) 他社への開発委託割合 (変化しているか、可能であれば日本国内・外の割合)
6 ソフトウェア開発手法に関して	仕様策定にモデル駆動型アーキテクチャなどを利用しているか 仕様不具合の割合(推移) 仕様策定、開発、検証は多地点で平行して行っているか 業務連携での問題点としてどのようなことがあるか(時差、言語、意思疎通など)

出所：筆者作成



出所：筆者作成

図2 事例の位置付け

4.1 パソコン関連開発

パソコンは、台数ベースでは成長を示しているものの、価格低下に伴い金額ベースではそれほど伸びていないのが現状である。規模のメリットを生かした低価格とサポート体制の充実が強い競争力となっている。日本企業も世界市場において一定のシェアを確保しているが、今後は一層の低価格化による競争激化が予想されている。

また、インターネットの普及に伴って、利用が拡大したメール、ブラウザなどは、ハイスペックのパソコンよりも携帯電話を利用する割合が大きくなっていると考えられる。一方で超低価格ノートパソコン市場が急成長している。今後、高機能の携帯電話と、機能を抑えた超低価格ノートパソコンの競争になるものと考えられる。パソコン市場そのものは、高価格ハイスペックのパソコンと、超低価格ロースペックのパソコンの二極化が進むものと考えられる。

4.1.1 ソフトウェア開発効率での競争

ソフトウェアは、大きくOSとアプリケーションに分類できるが、両方ともユーザーが自由にカスタマイズできる状況である。パソコン自体のモジュラー化により、地上デジタル放送受信チューナーなどハードウェアとの一体販売ソフトウェアの利用、パソコンメーカー独自のアプリケーション、OSS、フリーソフトウェアなど、ユーザーが自由にカスタマイズできる状況となっている。そのため、メーカー独自のアプリケーション開発は、コストを如何に抑えるかが開発戦略の鍵となっており、コスト優位性のある外部企業の積極的採用が行われている。

4.1.2 ハードウェア開発との連携・共進

さまざまな価格帯・バリエーションのパソコンが発売されている状況にあるが、メーカー独自のハードウェアに対応する部分においても、ハードウェアのオープン化から必要最小限の開発となっている。つまり、大部分のハードウェア

アに関連するソフトウェアは、外部企業が開発したものとなっている。

4.1.3 他社テクノロジーやリソースの活用

アプリケーションのオープン化が進んでいること、およびOSなど差別化が困難という状況であることから、積極的に他社開発のアプリケーションを活用する方向にある。すなわち、機能がないというマイナスの差別化が発生しないようにしているのである。モデルのバリエーションに応じて、搭載するアプリケーションを変更する必要があるため、このマネジメントが重要になっている。

4.1.4 3要素に対する方向性

パソコンで使用するソフトウェアについては、コスト優位性のある外部企業の積極的採用が行われ、また、ハードウェア開発との連携・共進に関しても他社のテクノロジーやリソースに依存したリソース配分になっている。

4.2 モバイル（携帯電話）開発

日本市場向けの開発を中心に、世界市場向けの関連を含め伺った。

携帯電話は、パソコンに実装されている機能を基準としてソフトウェア開発を進めている。ハードウェア性能に差があるものの、パソコンと同等の他製品との連携機能、表現力を目指している。現在の携帯電話は、通話機能だけでなくさまざまなアプリケーションが動作可能となっている。音楽に代表される各種配信サービスが一般化したことで、携帯電話事業者は単なる通話機能の提供からサービス提供を重視するようになった。アプリケーション間の連携だけでなく、アプリケーションとサービスの連携が強化されることになり、ソフトウェア開発規模の増大を招いている。

4.2.1 ソフトウェア開発効率での競争

システムの全体の最適化開発が重要となり、

共通プラットフォームの導入が始まっている。しかし、未だに評価、不具合解析に開発全体の70%~80%程度の工数が必要とされる状況では、解析効率を上げていくことができない。全体の開発効率を上げ、開発コストを下げることはできない。しかしこのことは、共通プラットフォームを改良していくことで競争力を向上させることが可能であることをも示している。

現在までの日本の携帯電話開発においては、携帯電話事業者主導で仕様が決まってきたために、メーカーがモデルベース開発などを利用することに限界があった。ただし、システムの基本となるOSがオープン化され始めたことで、今後は改善される可能性がある。実際、海外モデルに関しては、メーカー主導での仕様策定が可能のため、ソフトウェア開発が効率化している。

4.2.2 ハードウェア開発との連携・共進

デバイスドライバなどハードウェアに近い部分のソフトウェア開発は依然として日本国内での開発となっている。新規機能実現のための新しいハードウェアが開発されることから、擦り合わせ重視で日本国内の開発となる。関係会社の製品との連携などの場合においても同様の状況である。

ソフトウェア開発としては複数の半導体チップを対象とした体制を用意する必要に迫られている。携帯電話向けのCPUは短期間でバージョンアップをしているが、携帯電話事業者が低価格から高価格までの価格差をつける戦略をとる場合には、1世代古い半導体チップを安価なモデルを出すために使い続ける必要がある。その場合、ソフトウェア開発としては複数の半導体チップを対象とした体制を用意する必要に迫られる。市場における多品種少量生産という流れのために、メーカーは多様なプラットフォームに対応したソフトウェア開発が求められている。

4.2.3 他社テクノロジーやリソースの活用

オフショア開発に関しては、当初は人数、開発規模的にも小さい状態で推移したが、共通プラットフォームを導入したことをきっかけに、ミドルウェアにおいて拡大基調になった。オープン化、標準化され、ドキュメント整備がされたことが大きな要因であった。一方で、複雑な仕様、擦り合わせ、カスタマイズを必要とする携帯のアプリケーション開発に関しては、オフショア開発を拡大できていない。

同業他社開発のモジュールやデバイスの利用は、増えている状況であり、今後も増加すると考えられる。これらの他社テクノロジーやリソースの活用に関しては、メーカーがどの程度主体的に仕様を決めることができるかで大きく状況が変わる。海外モデルに関しては、メーカー主導での仕様策定が可能のため、ソフトウェア開発の協力体制を構築しやすいという状況にある。今後のプラットフォーム開発は、メーカー主導が主流となるであろう。

4.2.4 3要素に対する方向性

メーカーの1モデルに対するソフトウェアの開発規模は、共通プラットフォームによって拡大率は下がっている。一方でモデル数が増えているため、年間の総開発量は増えている。さらに、モデルによって搭載されるハードウェア、機能が異なるために、複雑な管理が求められている。

メーカーの立場では、ソフトウェア開発効率での競争力、ハードウェア開発との連携・共進、他社テクノロジーやリソースの活用の、どの要素に関しても競争力の強化の余地が大きく残っていると考えられるが、携帯電話事業者の影響が大きいことは確かである。

パソコンの例との比較では、どの要素に関しても競争力の強化の余地が残っていると考えられる。ただし、コスト競争力が最重要な要素である状況から他社テクノロジーやリソースの活用を重視した状況である。

4.3 情報家電開発

デジタルテレビの開発を中心に、日本市場・世界市場の区分けをせずに開発の状況を伺った。

情報家電については、日本国内のみならず海外においても同様に需要が拡大している。あらゆる家電製品が、ネットワーク対応など、パソコンにおいて発展した機能を取り込みつつ進化している。これに伴い、ソフトウェア開発規模も爆発的に拡大している。

4.3.1 ソフトウェア開発効率での競争

情報家電で使用される OS は基本的にオープン化された OS が使用されている。

対応するアプリケーション開発についても、OS がオープン化されたプラットフォームであるため、海外のリソースを活用したコスト競争力を求めることができる状況にある。組み込みソフトウェアの開発ということで、難易度は高いもののメーカーが主導権を持ってハードウェア等を決められるため、今後も拡大すると考えられる。

情報家電のソフトウェア開発規模は指数関数的に大きくなっている状況にあるため、設計の複雑度が増している。増加した複雑度を緩和するため、機能化されたハードウェアの利用を進めると共に、モジュール化によるインターフェースの簡略化を図り、開発工数に対するバランスを何とか保っているという状況である。

複雑なアーキテクチャになるほど、仕様化の手法を高度化していく必要があるが、現在の情報家電は基本的なアーキテクチャの変化も激しく、仕様策定にモデルベース開発などの利用は、限定的となっている。

4.3.2 ハードウェア開発との連携・共進

メーカーとして製品のどこに付加価値をつけるかにより、ハードウェア開発とソフトウェア開発の関係性も変化する。

情報家電は小型化、省スペース化の要求が大

きいため、ハードウェアは1つのチップに多くの機能を入れていく方向に進化している。ハードウェア・プラットフォームの共通化も進んでいる。ただし、画質や音質などは重要な要素として残っており、ソフトウェア開発とハードウェア開発とが密接に連携する必要がある。ハードウェア・プラットフォームについては、共通化の推進から最初のシステム・アーキテクチャ検討が重要であり、半導体チップや周辺機器とのインターフェースなどの面で、ソフトウェア開発も連携する必要がある。

4.3.3 他社テクノロジーやリソースの活用

現在、ソフトウェア、ハードウェア共にオープン化が進んでいる状況のため、基本的にあらゆる機能開発が海外企業を初めとする他社において行われている。メーカーは、さまざまな企業からモジュールを購入し、どのように組み上げるかという商品化に注力している状況である。

情報家電全体でパソコンとの連携、パソコン機能の取り込みが進む方向ではあるが、製品特性によってスピードにはばらつきがある。また、関連企業でどのような製品を開発しているか、扱うコンテンツの標準化仕様などの影響から、どのようにモジュールの共通化を進めるかの判断には違いが出てくると考えられる。

現在、グローバル市場での競争とされる面は多々あるが、一方で放送波の方式が地域によって異なっている、普及製品ラインが異なっている、という面を持つ。したがって、地域最適化ということを考える必要がある。共通化したプラットフォームにどのように地域別の開発を行うかが課題である。単に開発コストだけでなく、製品としての地域別の検証業務なども含めた連携が必要である。

4.3.4 3要素に対する方向性

標準化された仕様に基づいて機能実装を行っているが、実際にはメーカー独自の拡張が含ま

れている状況が見られる。

オープン化、標準化されたモジュールを組み合わせることで、さまざまな企業が同様な製品を市場に出すことが可能になっている。しかし、メーカーは標準仕様の独自拡張など個別最適化された製品を、短い期間で開発する必要に迫られている。

結果として、上流工程における「あいまいな仕様」を基に、システム・アーキテクチャを創り上げていくという能力と、他社テクノロジーやリソースの積極的活用によるコスト競争力がソフトウェア開発部門に求められている。

4.4 カー・ナビゲーション・システム開発

カー・ナビゲーション・システムにおける開発を中心に、IT活用の車載システム全般の開発状況を伺った。

自動車においても今後ますます搭載電子部品は増えていく傾向にあり、ソフトウェアの利用領域も拡大している。

カー・ナビゲーション・システムにおいては、ナビゲーションの単機能だけでなくTV、オーディオ、ハンズフリー電話、VICS、車両情報など周辺機能を取り込みながら進化しており、システムのソフトウェアの規模の増大に影響している。また、車両内のネットワークが出来ていくとともに、車載システム全体の動きを把握する必要が出てくることから、規模や複雑度が増している。

4.4.1 ソフトウェア開発効率での競争

カー・ナビゲーション・システムにおいてもソフトウェア規模は指数的に増加している。車両内のネットワークが出来て規模や複雑度が増した結果、ソフトウェア規模・機能、品質確認パターンといった開発負担が増加している。そのため車両種類ごとにプラットフォームを作り分けず、1つのプラットフォームで共通化することで、開発負荷の軽減、品質の確保、費用軽減を行っている。また、プラットフォーム構造

の業界での共通化への取り組みが、仕様書の共通化などにつながっている。

オープンソースの使用に関しては、最終保障の問題があるため、現時点では採用していないという状況である。しかしながら、将来は、サードパーティ製のソフトウェアの導入を可能にして、ユーザーの利便性を高めるために、採用する方向での検討は必要であろう。

4.4.2 ハードウェア開発との連携・共進

ソフトウェア開発によって実現させる機能が增大することにより、それを処理するために十分な処理能力を持つ半導体チップが必要になっている。可能な限り最先端に近い半導体チップの使用を検討する状況にあるが、カー・ナビゲーション・システムへの搭載は信頼性の確保が重要となる。特に他の車載システムとの連携では、要求レベルが異なることから、信頼性を確保するための半導体開発プロセスの改善などが行われた後に使用することができるようになる。システムによって使用する半導体チップの基本性能に世代差が発生するため、さまざまなプラットフォームに対応したソフトウェア開発が求められている。

4.4.3 他社テクノロジーやリソースの活用

車載システムの数は増加している状況である。カー・ナビゲーション・システムはこれらとの連携を要するため、車載システム開発のサプライヤーとの協業がさらに重要になる。

さまざまな問題に対応するため、ユニットメーカー、OSベンダー、半導体メーカーなどと協業しながらシステムを作り上げる取り組みが必要となる。ここで、オープン・アーキテクチャの考え方でシステム開発を行うか、オリジナルで閉じたアーキテクチャのシステム開発を行うかは、メーカーの資本関係・会社の置かれている関係でアーキテクチャの選択が変わる。資本関係のある関連子会社がある場合には、クローズド・アーキテクチャを選択することも、

オープン・アーキテクチャを選択することも可能である。逆に関連子会社での開発ができないという状況であれば、オープン・アーキテクチャを選択せざるを得ず、サプライヤーとの関係構築を積極的に行う必要が生じる。これは、他社テクノロジーやリソースの活用の多様性という意味を持つ。

4.4.4 3要素に対する方向性

カー・ナビゲーション・システムのソフトウェア開発では、汎用的な要素と、車載システムならではの要素が、混在しているのが特徴である。すなわち、市販品における変化の激しい機能をどのように実装するかという面と、信頼性を確保するために最新の技術をあえて使用しないという面の2つを、シームレスにつなげるためのアーキテクチャを必要とする。

OSに汎用のものを使用することで、パソコンなどで使用されているものを早く移植している。すなわち、パソコンで利用されているアプリケーションやコンテンツを、カー・ナビゲーション・システムで利用している。

車載システムの構築にはさまざまなパートナー企業を必要とするため、上流工程に関してパートナーとなる企業と如何に協業関係を構築していくかが重要となっている。そして、構築された協業体制を如何にマネジメントしていくかが重要である。

4.5 松下電器産業の取り組み

松下電器産業（現パナソニック）では、共通モジュールの開発力強化によって、ソフトウェア開発の爆発に対する競争、価格競争、商品ライフサイクルの短命化に対する問題の解決を図っている。

4.5.1 ソフトウェア開発効率での競争

家電がコンピュータ化することによって、共通部分が多くなる。そのためソフトウェア開発においても、本社技術部門とドメイン会社の連

携に注力して、技術ビジョンとドメインの事業計画の全社整合を図っている。そして共通コア・テクノロジーを共有して効率を上げている。

ソフトウェアも縦割りで商品ごとの事業部門で開発するのではなく、できるだけ共用可能なモジュールを開発しそれを使用することで、かなりの開発を削減している。

4.5.2 ハードウェア開発との連携・共進

情報家電のプラットフォーム戦略として UniPhier¹³⁾ と呼ばれる各種製品で使用可能な半導体チップを開発している。製品の枠組みではなく、可能な限り、製品カテゴリによる壁を取り払い、共通に利用できる資産については共同利用しようとしている。

そして、この UniPhier にソフトウェア開発が重要な役割を果たしている。

4.5.3 他社テクノロジーやリソースの活用

開発を行っている UniPhier という半導体チップでは、プロセッサはアーム社のアーキテクチャを使い、OSはLinuxを使用している。搭載されているのはMPEGを処理するモジュールであり、すべて標準規格のものによって半導体チップを自社開発している。

4.5.4 3要素に対する方向性

激しい競争のために、デジタル化された製品で使用されるさまざまな規格を早く決めていかなければならない。そのため、有力関係企業で構成するフォーラムにおいて規格を策定し、普及のためにオープンにするという活動を積極的に行っている。早く標準化するための取り組みと、ブラックボックス技術の埋め込みを両立し、ニーズに合致した商品をタイミングよく提供する取り組みを行っている。

4.6 ソニーの取り組み

エレクトロニクス・情報製品に関しては技術

の普及・標準化が進んでおり、差別化戦略ができない場合が多い状況となっている。したがって、現在のニーズに即した技術開発投資を行っている。しかし想定外のニーズが出てくることがあり、その対応のために事前に、新たな技術を開発するための投資を行っておく必要がある。この相反する要件に対するリソースのアロケーションを常に検討している。

4.6.1 ソフトウェア開発効率での競争

アプリケーション領域のソフトウェア開発については、負担をできるだけ少なくした上で速く市場に出すことを重要視している。このため、社内共通化、開発委託内容の共通化、業界共通化、国際的な共通化といったさまざまな共通化策を重視している。

ノウハウの蓄積と寡占化を行いながら新たなアイデアで新技術領域を創ることを目標としている。

4.6.2 ハードウェア開発との連携・共進

ハードウェアに関しては、中流工程に関しては海外の低コストでの製造に移行した結果、メーカーとしての付加価値がなくなっている。

したがって、付加価値は上流である基盤技術、デバイス、もしくは、これらのデバイスを使用する下流工程のコンテンツやアプリケーションの技術に移行している。

4.6.3 他社テクノロジーやリソースの活用

すべての知財を自社で抱え込むということはできないため、基本的に行っていない。標準化とも関係があり、すべて自社技術では事業展開できない状況が発生している。一方で、いつでも追従できるような自社技術の確立も目指している。

4.6.4 3要素に対する方向性

現在は、オープン・イノベーションの方向に動いている。オープン化された規格の使用は、

必要条件となっており、「規格で決められた標準に従わざるを得なくなり、部品が本当に標準化されて共通部品化されてしまうので、垂直統合型にものを考えていくというのが難しくなってきた」¹⁴⁾。さらに、「新しい垂直統合モデル、擦り合わせ技術の方法を考える必要がある」¹⁵⁾としている。

5. 事例調査の結果

ソフトウェア開発効率向上を他社テクノロジーやリソースの活用に求め、対応している企業の傾向が、インタビューを行ったどの製品開発についてもみられる。

ハードウェアとの連携・共進については、情報家電のように関連技術分野が広く、ハードウェア連携が必要な業界、車載システムのように、汎用技術と独自技術が混在する場合に、この傾向がみられる。

ハードウェア開発との連携・共進と他社テクノロジーやリソース活用の2方向への展開については、規格化や標準化が強く影響を与えている情報家電分野で、この傾向がみられる。

産業・製品別の結果を表2に示す。インタビューした製品すべてがパソコンの機能を意識した開発を行っていることから、パソコンを基準にリソース配分の大きさを表した。

製品別事例において、ソフトウェア利用に共通しているのは、1つの機器に複数機能を搭載する開発が増加していること、また、他の機器などにつながるネットワーク機能を有することである。現在、既にパソコンは一般に使用されるようになっている。このパソコンの普及が他の製品群に与えた影響は大きい。携帯電話では、パソコンで扱うことのできる機能についてはすべて実装しようと開発が進められ、DTVを代表とする情報家電だけでなく車載システムにおいても、パソコンとのデータ連携機能が必須となっている。

企業全体の取り組み事例における共通点としては、技術を開発部門に対して横断的に展開す

表 2 製品別のリソース配分

	パソコン	携帯電話	情報家電	車載システム
3要素からのモデル				
備考	コスト優先の戦略が選択されている	携帯電話事業者の戦略が大きく影響している	共通化と地域最適化が大きな課題である	汎用的要素と、車載システム独自要素が、混在している

出所：筆者作成

ること、すなわち共通モジュールを開発して全社としての開発力強化・コスト低減を図っていることである。しかし、製品ライフサイクルの短期化と価格競争によって、社内共通化だけでは競争力強化に限界があり、他社テクノロジーを積極的に導入するとともに、オープンな規格化・標準化を進めることで製品の優位性を構築しようとしている。2社について検討したが、両社ともソフトウェア開発での競争力よりも、ハードウェア（共通プラットフォームとしての LSI やデバイスの開発）との連携・共進および他社テクノロジーやリソースの活用に重点を置いている。

6. おわりに

インテグラル開発戦略とオープン・アーキテクチャ戦略の両方を同時に実行することが一番望ましいのは確かであろう。成長と収益性を維持できる可能性が高くなる。しかし、両戦略を同時に実行するには、高度な技術力、組織能力を必要とする。

さらに、今後はセットメーカー同士での競争だけでなく、デバイスなどを開発しているメーカーやサービス提供企業との競争が激しくなるであろう。既にさまざまなコミュニティやアライアンスなどで、業界を越えた協力関係や競争関係が生まれている。

如何に早く標準化、規格化、ドミナント・デ

ザインを確立して、知的財産として保有し発展させるとともに、企業間組織体制を構築するかが、競争の主になっている。そのためには組織体制やビジネスモデルを変化させる必要がある。その結果、従業員の抵抗を生むかもしれない。しかし、セットメーカーは、存続しさらに成長していくために、単なる製品に関する事業戦略としてではなく、企業戦略として新たな組織体制でのマネジメント、技術開発を推進していかなければならない。

注

- 1) 本研究においてセットメーカーとは、「自社で部品を作りつつも、外部からの部品調達によって最終製品を組み立てる企業」と位置づける。したがって、製品に組み込まれるソフトウェアに関しても開発を行っているものとする。
- 2) 経済産業省 (2009), p.5。
- 3) Cusumano (2004), p.253。
- 4) 経済産業省 (2009), p.107。
- 5) 同 p.108。
- 6) 同 p.187。
- 7) 同 p.10。
- 8) 同 p.147。
- 9) 伊藤 (2003), p.121。
- 10) 国領 (1999), p.125。
- 11) Cusumano (2004), p.51。
- 12) 武石・青島 (2007), p.34。
- 13) UniPhier: 松下電器産業が開発した CPU とビデオコーデックなどを統合したシステム LSI と、ミドルウェアや OS などのソフトウェアプラットフォームからなるデジタル家電用の統合プラ

ットフォーム。

14) 所 (2008), p.7.

15) 同 p.8.

参考文献

Chesbrough, H. (2006) *Open Business Models: How to Thrive in the New Innovation Landscape*, Harvard Business Review Press (栗原 潔訳 (2007) 『オープンビジネスモデル—知財競争時代のイノベーション』 翔泳社).

Christensen, C. M. (1997) *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, Harvard Business Review Press (玉田俊平太監修, 伊豆原弓訳 (2001) 『イノベーションのジレンマ—技術革新が巨大企業を減らすとき』 翔泳社).

Cusumano, M. A. (2004) *The Business of Software: What Every Manager, Programmer, and Entrepreneur Must Know to Thrive and Survive in Good Times and Bad*, Free Press (サイコム・インターナショナル監訳 (2004) 『ソフトウェア企業の競争戦略』 ダイアモンド社).

Drucker, P. F. (2003) *Managing in the Next Society*, St. Martin's Press (上田惇生訳 (2002) 『ネクスト・ソサエティ』 ダイアモンド社).

Hax, A. C. and D. L. Wilde II (2001) *The delta project: Discovering New Sources of Profitability in a Networked Economy*, Palgrave Macmillan (サイコム・インターナショナル監訳 (2007) 『デルタモデル—ネットワーク時代の戦略フレームワーク』 ファーストプレス).

Moore, G. A. (2002) *Crossing the Chasm: Marketing and Selling High-Tech Products to Mainstream Customers (Harper Business Essentials)*, Harper Business (川又政治訳 (2002) 『キャズム』 翔泳社).

Raynor, M. E. (2007) *The Strategy Paradox: Why Committing to Success Leads to Failure (and What to Do About It)*, Crown Business (高橋淳一・松下芳生監修, 櫻井祐子訳 『戦略のパラドックス』 翔泳社).

Wong, W. (2006) 「Embedded Software : An Open-Source Territory」 『ELECTRONIC DESIGN』 01.12.06, pp.108-112.

池田信夫 (2003) 「汎用技術としての半導体」 『REITI Discussion Paper Series』 03-J-018.

伊藤宗彦 (2003) 『システム・アーキテクチャ』 神戸大学学術成果リポジトリ 甲 2713 / 2003.

井上 聡・遠藤 祐・荒川雄一・小泉寿男 (2003) 「再利用モジュールのオンライン評価を取り入れ

たハードウェア・ソフトウェア協調設計方式とその適用評価」 『社団法人 情報処理学会 報告書』 2003-DSP-115(9), pp.45-50.

歌代 豊 (2003) 「アーキテクチャ創造企業の可能性—スタンダード競争からアーキテクチャ競争へ」 『NEXT・ING』 Vol.4 No.10, pp.8-13.

鵜林尚靖 (2004) 「組み込みソフトウェアの設計モデリング技術」 『情報処理』 45 巻 7号, pp.682-689.

喜多見裕史 (2005) 「組み込みソフトウェア産業の展望—「標準化」と「差別化」が産業を発展に導く—」 『Daiwa Institute of Research』 新規産業レポート 2005/ 秋, pp.44-53.

櫛木好明 (2008) 「デジタル家電における標準化とMOTについて」 『技術と経済』 2008.11, pp.2-16.

国領二郎 (1999) 『オープン・アーキテクチャ戦略—ネットワーク時代の協働モデル』 ダイアモンド社.

柴田友厚 (2007) 「モジュール製品における分割と統合のダイナミクス—モジュール・ダイナミクスの論理—」 『組織科学』 Vol.41, No.1, pp.66-76.

DIAMOND ハーバード・ビジネス・レビュー編集部編 (2007) 『組織能力の経営論』 ダイアモンド社.

武石 彰・青島矢一 (2007) 「部品としての製品：製造業におけるアーキテクチャの革新」 『組織科学』 Vol.40, No.4, pp.29-39.

所眞理雄 (2008) 「技術の発展と研究マネジメント」 『技術と経済』 2008.9, pp.2-13.

日経エレクトロニクス (2006) 『組み込みソフトウェア 2007 モデルに基づく開発方法論のすべて』 日経 BP 社.

野中郁次郎・竹内弘高 (1996) 『知識創造企業』 東洋経済新報社.

野村恭彦 (2004) 「ナレッジ・イノベーション—持続的な知識創造を支える組織と情報—」 『情報の科学と技術』 54 巻 10号, pp.500-506.

長谷川克也 (2008) 「オープン・イノベーション時代の技術戦略」 『技術と経済』 2008.7, pp.11-25.

藤本隆宏 (2007) 『人工物の複雑化とものづくり企業の対応—制御系の設計とメカ・エレキ・ソフト統合—』 RIETI Discussion Paper Series 07-J-047.

藤本隆宏・武石 彰・青島矢一編 (2001) 『ビジネス・アーキテクチャー製品・組織・プロセスの戦略的設計』 有斐閣.

峰滝和典 (2007) 「日本のソフトウェア産業の業界構造と生産性に関する実証分析」 RIETI DISCUSSION PAPER SERIES 07-J-018.

渡邊達雄 (2007) 『企業変革のためのアウトソーシング BTO—業務と組織のイノベーションを目指す経営手法』 東洋経済新報社.

資料

- 経済産業省 (2008) 「我が国産業の強さを活かす IT 投資の在り方」『IT 化の進展と我が国産業の競争力強化に関する研究会—中間取りまとめ—』.
- 経済産業省 (2009) 『2009 年度版組込みソフトウェア産業実態調査報告書』.
- 経済産業省・独立行政法人 情報処理推進機構 (2007) 『IT 人材市場動向予備調査報告書 (中編)』.

インターネット資料

- NTT docomo 『ドコモ, ルネサス, 富士通, 三菱電機, シャープ, ソニー・エリクソンの 6 社が, 3G 携帯電話プラットフォームを共同開発』
http://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/page/20070208c.html (2008 年 12 月 17 日閲覧)
- 独立行政法人 科学技術振興機構 『デジタル家電ソフトウェアものづくり』
<http://www.crest-os.jst.go.jp/topics/file/ET2008-kouen02.pdf> (2008 年 12 月 17 日閲覧)
- 日本政策投資銀行 『進展する自動車と電機・電子産業の融合』
<http://www.dbj.jp/reportshift/topics/pdf/no108.pdf> (2008 年 5 月 22 日閲覧)