

平成 26 年 3 月修了
博士（学術）論文

システム開発における外部リソースの活用に関する研究

－開発受託型ベンチャー企業を例として－

A study on system development by effective use of external
resources－A case of R&D subcontracting venture company－

平成 25 年 12 月 13 日

高知工科大学 大学院 工学研究科 基盤工学専攻 起業家コース

学籍番号：1148009

池田 茂

Shigeru Ikeda

■ 目次

| | | |
|-------|---------------------------------|----|
| 第1章 | 序論 | 3 |
| 1.1 | はじめに：問題の所在 | 3 |
| 1.2 | 研究の目的 | 3 |
| 1.3 | 研究の全体像 | 3 |
| 第2章 | システム開発を取り巻く環境の変化 | 8 |
| 2.1 | 製品ラインアップの多種多様化と製品ライフサイクルの短縮化 | 8 |
| 2.2 | 製品アーキテクチャの変容 | 9 |
| 2.3 | 企業自身が大きな変革の中へ：日本のメーカを例にとり | 12 |
| 2.4 | 海外メーカとの比較にみる経営戦略 | 16 |
| 2.5 | 売上高研究開発費率の伸びと研究開発効率の低下 | 19 |
| 2.6 | 知識の外部調達 | 21 |
| 2.7 | まとめ | 23 |
| 第3章 | 先行研究レビュー | 24 |
| 3.1 | 外部リソースを利用した研究開発とオープン・イノベーション | 24 |
| 3.1.1 | 研究開発における外部資源の獲得 | 24 |
| 3.1.2 | オープン・イノベーション | 26 |
| 3.1.3 | 研究開発における企業の境界の変容 | 27 |
| 3.2 | 企業成長モデル | 29 |
| 3.2.1 | Greiner の成長モデル | 29 |
| 3.2.2 | ベンチャーの成長段階 | 30 |
| 3.3 | 中小企業論 | 32 |
| 3.4 | 補完的生産者 | 35 |
| 3.5 | 先行研究レビューの整理 | 36 |
| 第4章 | システム内部における競争優位：価値階層化に依る可視化 | 37 |
| 4.1 | システム全体を階層構造にした価値の表現 | 37 |
| 4.2 | iPod の開発における外部リソースの取り込み | 37 |
| 4.3 | iモードの開発における外部リソースの取り込み | 40 |
| 4.4 | 組み込み Linux を利用した機器における外部リソースの採用 | 42 |
| 4.5 | IP コアの外部調達による LSI の開発 | 47 |
| 4.6 | 利用可能な外部リソースの類型 | 51 |
| 4.7 | 事例研究にみるシステムの価値階層 | 52 |
| 4.8 | 外部リソース活用の課題 | 55 |
| 4.9 | 外部リソースの活用における課題 | 57 |
| 4.10 | まとめ | 57 |

| | | |
|-----|---|----|
| 第5章 | 事例研究1：受託開発からの脱却をした事例..... | 60 |
| 5.1 | 株式会社ロジック・リサーチ | 60 |
| 5.2 | Lunandscape 株式会社..... | 63 |
| 5.3 | 事例の考察 | 67 |
| 第6章 | 事例研究2：開発受託型企業としてのポジションを確立した事例..... | 68 |
| 6.1 | 株式会社応用技術総合研究所 | 68 |
| 6.2 | マスターエレクトロニクス株式会社 | 80 |
| 6.3 | 事例考察 | 83 |
| 第7章 | 事例分析 | 84 |
| 7.1 | 受託開発からの脱却..... | 84 |
| 7.2 | 開発受託企業というポジションについて..... | 86 |
| 7.3 | 開発受託型企業としてビジネスを持続させていくための要件 | 87 |
| 7.4 | 差別化要素と外部リソース活用の非差別化領域について：顧客への提供価値との関係性より | 89 |
| 第8章 | 結論 | 92 |
| ■ | 謝辞 | 94 |
| ■ | 参考文献..... | 95 |

第1章 序論

1.1 はじめに：問題の所在

1980年代にプロセスイノベーションによって圧倒的な国際競争力を誇った日本のエレクトロニクス産業であるが、今日、その存在感は影を潜め、国際競争力の低下が叫ばれて久しい。反面、韓国、台湾、中国といったアジア地域のメーカの成長、欧米のメーカの競争力回復が著しい。

アジア地域のメーカの成長は、新興後発メーカが技術力やブランド力など、多様な面で競争力をつけてきたことに他ならない。一方で、日本のメーカの躍進によって劣勢であった、欧米のメーカは1990年代に入ると、プロダクトイノベーションによって、競争力を取り戻すだけでなく、得意分野への選択と集中、事業の切り離し等の経営戦略の大きな転換によって、製品市場シェアや収益性の面で大きく優位に立っている。

エレクトロニクス産業を取り巻く種々の環境変化に起因する部分も多いものの、それ以上に経営戦略や研究開発のあり方が今までの成功体験の延長上にあつたため、急変する環境の変化に追従できていないのではないだろうか。

こうした環境の変化に対応した研究開発の一つとしての解として外部リソースの活用が有用ではないかと考え、外部リソースを活用する、あるいは、外部リソースとして活用される、という両面から研究開発、あるいはシステム開発を捉えることが本研究の動機であつた。

1.2 研究の目的

今日、技術の高度化や顧客ニーズの多様化といった要因によって、様々な製品を創り出すためには、自社の技術だけで開発を完結することは難しくなっている。そこで、社外のリソースを活用し、開発に生かそうとする動きが増している。

本研究では、開発受託型ベンチャー企業を事例として取り上げ、顧客との取引を通じ、補完的な存在としての自社のポジションを確立していくまでのプロセスについて論じる。

設計開発の受託を繰り返すことによって、設計開発能力を蓄積し、実績を積むことによって、コア・コンピタンスとして強化し、ユーザのアイデアを具現化するためになくはない存在になっていった。この事例を通じ、開発受託型ビジネスが成功するための理由と衰退する要因を明らかにし、供給者から補完的な存在へ変化の枠組みを提示する。

1.3 研究の全体像

まず、本研究に先立ち、システム開発を取り巻く環境として、エレクトロニクス産業の環境変化を概観した。

製品ラインアップの多種多様化と製品ライフサイクルの短縮化の側面では、競合他社との差別化を図るためには、多種多様な製品展開が求められ、そのために開発リードタイム

は年々短くなっている。それに伴い、ライフサイクルも年々短縮化されている。また、デジタル化によって「モジュール化」が進み、「組み合わせ型」のビジネスモデルが主流になってきたことによって、製品の差別化が困難になり、特徴ある製品からコスト勝負の製品が主戦場へと移り変わった。

また、ファブレスや EMS (electronics manufacturing system) の出現は水平分業を推進し、自社で製造設備をもたないファブレスは、設計開発に特化することによって競争力を高め、EMS は製造に特化し、ユーザ各社の製造を一手に引き受けることによってスケールメリットを求めることができる。

こうした環境変化の中で、外部リソースを活用することが製品開発には不可欠になってきた。

次に先行研究レビューとして、外部リソースを利用した研究開発とオープン・イノベーション、企業成長モデル、中小企業論、補完的生産者の視点から整理した。今日では、外部資源を利用した研究開発の形態が多様化し、単純に“make or buy”だけではなく、はるかに戦略的な対応を要求されていること、クローズド・イノベーションは、今や効果的なプロセスとはいえなくなったことに同意する一方、企業成長が規模の拡大を伴うという企業成長モデル、中小企業論における中小企業のゴールのあり方について批判的に捉えた。

さらに、ビジネスの展開にあたり、企業間の関係性は非常に重要であるが、外部リソースを活用したシステム開発がより一般的になる中、補完財を提供する企業からの視点を欠かすことはできない点を指摘した。

続いて、外部リソースの活用について、利用する側の立場として、製品事例によって論じた。

オープンイノベーションやユーザイノベーションが新たなモデルとして注目されるとはいえ、単なる外部資源の取り込みやオープンイノベーションの利用ではユーザに対する高い価値を生まないのではないか。単に社内にはないリソースを獲得やオープンイノベーションの利用では、工数削減や経費削減だけとなり、結局のところ、コスト競争に陥るに過ぎない。そこで、システム全体を機能ブロックやモジュール単位で分割し、システムパーティションという形でシステムの価値を捉えてみることで、どの部分に外部リソースを適用するかが可視化できる。

しかしながら、システムを平面で捉えてしまうと、機能やモジュールといった性能面で捉えるのには良いが、ユーザに対するシステムの価値を表現することまではできない。そこで、システム全体を階層構造として捉えることによって、ユーザに対する高い価値の可視化ができ、差別化の源泉がどこにあるかが明示できると考える。ここでは、iPad、iモード、組み込み Linux、外部調達した IP コアの LSI 開発を例にとり、システムを価値階層図で表現し、差別化の源泉そのものでユーザに対する価値は、上位階層であるほど、その価値は高く、下位階層は、外部資源を活用しても全体の影響は高くないことを指摘した。

そして、外部リソースの活用について、製品の差別化や品質面に対する問題意識として、効率性、差別化、品質について、考察を進め、利用する外部リソースの種類によっては、必要な機能を組み合わせて、所定の性能を出すための作業の負荷が大きい場合もあること、ユーザに対する価値を提供する部分と明確な切り分け必要であり、ユーザに対して直接的に価値を与えられる部分については、独自技術で、間接的に価値を高める部分については、外部リソースの積極採用という形をとることが望ましいこと、一定の性能を出すためのすり合わせ作業が品質を左右することから、効率性とは相反するが、それを容易にするためには、使いやすいリソースを選択することの必要性について言及した。

外部リソースが活用できる領域を整理すると、アプリケーション側（ユーザに対して直接的な価値を生む）とシステム側（ユーザに対して間接的な価値を生む）に分け、さらに、リソースの汎用性の高低別に分けることで、外部リソースを活用しつつ、差別化が可能な領域があると指摘した。

次に外部リソースの活用について、活用される側の立場として、企業の事例によって論じた。

受託開発から脱却し、独自開発に転換した事例として、ロジック・リサーチ社、Lunandscape社の2社をとりあげた。ロジック・リサーチ社は受託開発からスタートするものの売上の減少をきっかけに独自開発への転換を行なっていった。ファブレスとしてオリジナルのLSIを開発したいという創業前からの想いを達成するための一里塚と考え、受託開発をしていたと理解できる。

Lunandscape社は、もともと独自製品を製品化するために起業したが、当面の運転資金を確保するために、止む無く受託開発をしたものの、独自製品の製品進化のための阻害要因になり得ると判断し、一時的と割りきって受託開発を受け入れていた。

両社とも独自製品を開発するという起業の目的を果たすため、周辺環境の変化をきっかけにビジネスの転換をしていった。

受託開発を主たる業務として成長していった事例として、応用技術総合研究所、マスターエレクトロニクス社の2社をとりあげた。

応用技術総合研究所の事例より、発注側の視点で見ると、チップ開発と拡販自体がメインであり、付帯業務は外注したいと考える。また、価格だけでない能力に基づく関係性ができることと継続した発注につながっていった。

マスターエレクトロニクスの事例より、発注者側の視点で見ると、自社でできない基板設計以降の工程はすべて外注し、上流工程に特化したいと考える。また、期待に応える実績を残してくれると判断できると、単に金額が高い安いといった点だけでは判断しなくなる。

両者の事例とも顧客が自社で持たない技術や工程を持っており、付加価値のある仕事をこなすという点から受託開発という形での事業展開もあり、先行研究でいう、中小企業や

ベンチャー企業の成功は受託開発からの脱却、自社製品製造をする独立型がゴールではないといえる。

また、受託開発から脱却し、独自開発に転換したロジック・リサーチ社、Lunascap 社は独自開発を目指していく中で、受託開発をしていったという経緯がある一方、応用技術総合研究所は、LSI の評価ボード開発、マスターエレクトロニクス社は、回路設計を通じ、顧客が持っていない工程や知識を提供するために受託開発という形を取ったに過ぎず、むしろ、顧客との強い関係性に基づいてきめ細かいサービスを提供できると考えた点が両者の大きな違いであり、開発受託型の特徴であるといえる。

また、受注者側の視点で見ると、設計開発の受託を繰り返すことによって、設計開発能力が蓄積され、コア・コンピタンスとして強化され、受託開発を通じて最新技術の獲得をし続けることが可能であるという側面がある。顧客の先端的な技術に触れることで、自社の設計開発能力を高めることが出来るというのは、受託開発における最大のメリットであると考えられる。

これらの事例研究を踏まえ、開発受託型企業としてビジネスを持続させていくための要件を明らかにした。

1つ目は、発注者側の求めるものと受注者側の提供できるものが合致することである。顧客の期待に応え、実績を評価してもらい、そして次の受注につなげるという循環によって、発注者の求めるものを提供しつつ、顧客と協調してものづくりができる存在として認識されることが重要である。

2つ目に受注者側が供給者から補完的な立場へポジションを変えることである。顧客にとって、なくてはならない存在になるということを自ら理解し、転換することが必要である。そのためには、付加価値の質を高くして提供できるようにすることが重要であるといえる。

3つ目に発注者への過度な依存を避けるということである。企業としてみた場合、付加価値の幅を広げ（付加価値を提供できる企業、つまり取引できる企業を増やす）、顧客の競合企業にとっても補完的な存在になり、1社への依存度を相対的に下げることが重要である。

これらを「協調度」、「依存度」「付加価値」の3軸のモデルによって、説明した。

そして、システムの階層構造、開発受託から脱却した企業の事例、開発受託型企業としてのポジションを確立した企業の事例を通じ、エンドユーザと直接的な接点をもたない領域の製品やサービスを提供する開発受託型の場合には、システムの価値階層の上位層、下位層に関わらず、自社にとって得意な領域で勝負のできる部分を担うことがその企業にとっての競争優位であるということを指摘した。

ここで協調しておきたいのは、中小企業やベンチャー企業の成長のゴールに自社製品の開発と提供を掲げる論調が非常に多いが、それは、大企業の下請として中小企業やベンチ

ヤー企業があり、上下関係が形成されている状況下において、大企業の言われた通りの仕事をしてきた企業が、そのポジションから脱却するための目標にしているだけに過ぎないのではないかと感じている。

本研究の事例として取り上げた企業のうち、受託開発から脱却した企業は、起業時の創業者の想いを実行するため、かつ、自社の競争優位性を高めるためには自社製品の開発が最も能力を活かせる領域であると判断したといえる。また、開発受託型としてのポジションを確立した企業は、自社製品の開発と提供よりも顧客のソリューションを提供することが自社の競争優位性を高めるために最も能力を活かせると判断し、受託開発を選んだのである。

第2章 システム開発を取り巻く環境の変化

企業の研究開発活動について。1990年代以降、「中央研究所の終焉」などと称されるように。その環境は大きく変わっていた。

リニア・モデルによる研究開発プロセスが一般的であるとされてきたが、これでは、研究開発時点においてユーザやマーケットの姿が見えない。今日、ユーザやマーケットが関与しないイノベーションはありえず。市場投入までのプロセスと研究開発の価値連鎖が重要であるといえる。こうした状況を西村（2003）は、「中央研究所の終焉はリニア・モデルの終焉である」と指摘している。

また、企業自身を取り巻く環境も大きく変容してきている。ここでは、エレクトロニクス産業を例にとって論じる。

2.1 製品ラインアップの多種多様化と製品ライフサイクルの短縮化

消費者の嗜好の多様化、ライフスタイルの変化によって、製品ラインアップは多種多様化している。

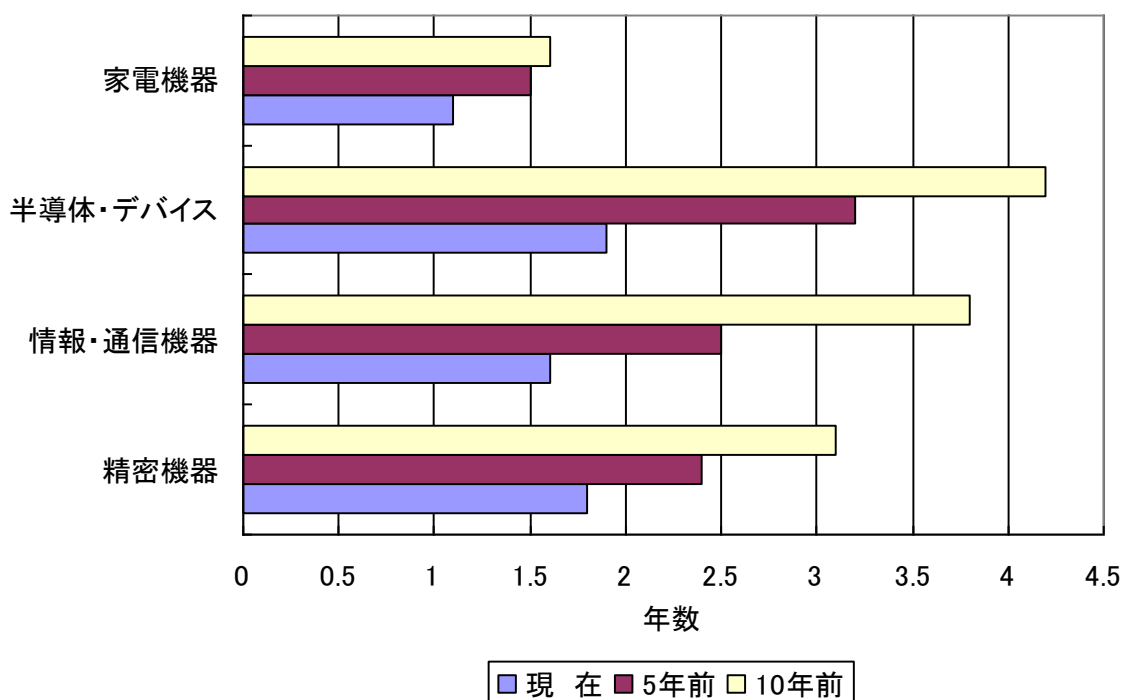


図 2.1 開発リードタイムの短縮化の状況

(出所) 経済団体連合会, 『産業力強化のための実態調査』, 1998, p.46, 表 6 より抜粋して作成

競合他社との差別化を図るためには、多種多様な製品展開が求められ、そのために開発リードタイムは年々短くなっている。それに伴い、ライフサイクルも年々短縮化されている。家電機器や半導体・デバイスについては10年前と比較して半分弱になり、情報・通信機器に至っては10年前と比較して半分以下になっている。

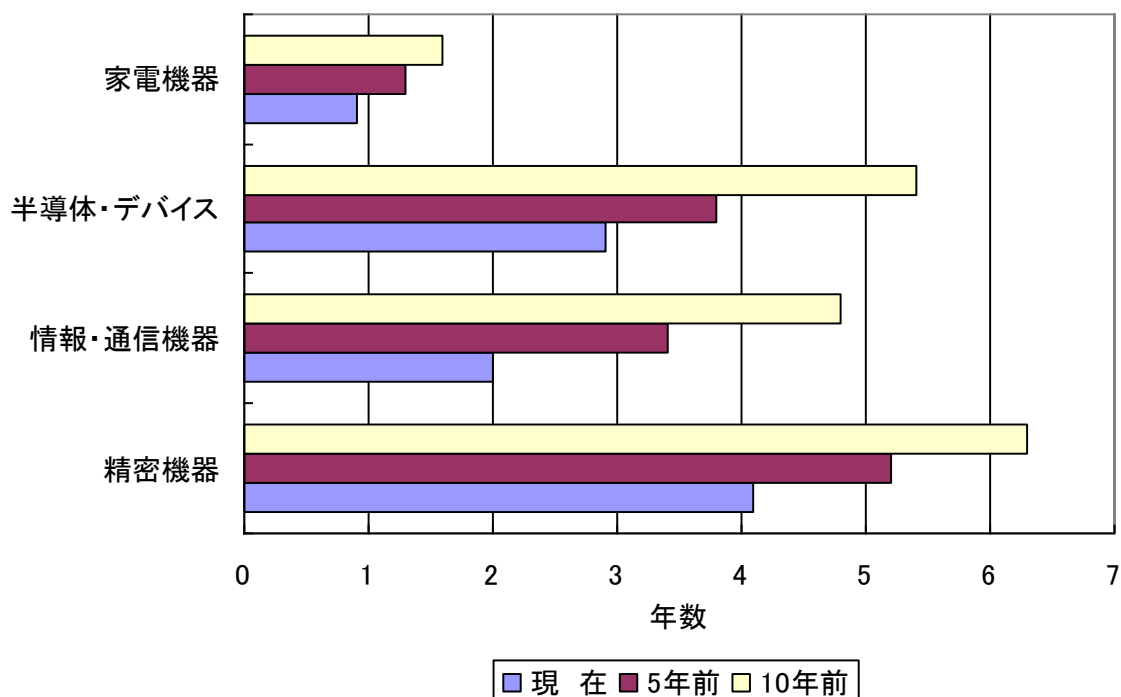


図 2.2 製品ライフサイクルの短縮化の状況

(出所) 経済団体連合会, 『産業力強化のための実態調査』, 1998, p.46, 表 6 より抜粋して作成

製品ライフサイクルの短縮化は、ユーザニーズの多様化だけによるものではない。エレクトロニクス産業では、携帯電話や DVD レコーダなど、今日、商品化されている製品の次世代機種の開発や乱立するフォーマットへの対応、プラズマディスプレイや液晶ディスプレイに代表されるディスプレイの主導権争い、ネットワーク家電等、これから市場に現れるであろう製品の研究開発が早期に始まり、ある製品が成熟化する前に次世代製品の市場投入が始まるという特徴がみられる。そのため、止まることのない高度化とそれに伴う巨大な投資が常に付いてまわることになる。

2.2 製品アーキテクチャの変容

今日のエレクトロニクス製品を筆頭にデジタル化によって「モジュール化」が進み、「組み合わせ型」のビジネスモデルが主流になってきた。その結果として、製品の差別化が困難になり、特徴ある製品からコスト勝負の製品が主戦場へと移り変わった。

オープン・モジュラー型アーキテクチャは、キーコンポーネントを寄せ集めて組み立てることによって、一定の性能をもつ製品を簡単に製造することが可能になり、製品の差別化を困難にした。

また、参入障壁が下がることによって、新興メーカーが参入し、技術力よりコストメリットを前面に打ち出した製品が幅を利かせるようになると、先行者利益を充分に得る前にコモディティ化してしまい、価格競争に巻き込まれてしまうのである。

モジュール化が最も進んでいるのはエレクトロニクス産業であるといわれる。そして、エレクトロニクス製品の多くは、製品の統合度が低く、モジュール化が進んでいる。その対極として、自動車や航空機などはモジュール化が進んでおらず、インテグラル型であることがわかる。

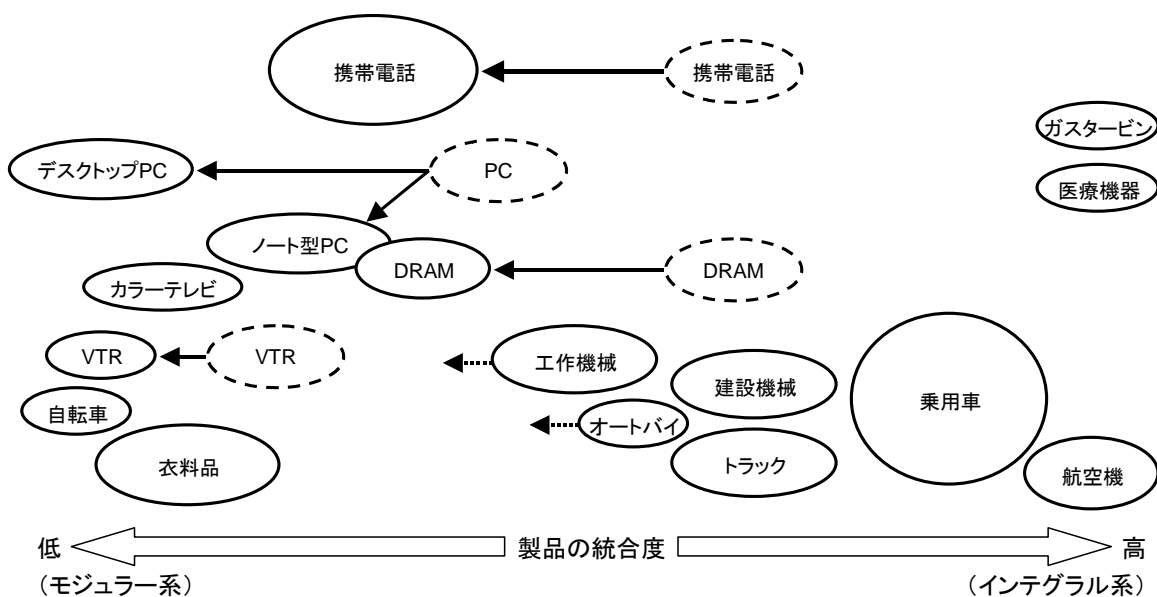


図 2.3 製品の統合度マップ

(出所) 日本興業銀行調査部, 「わが国製造業の変容と中国進出の実態」, 『興銀調査』, 2002 年より

モジュラー製品の代表として、典型的なのがパソコンである。日々、性能の向上するパソコンであるが、その源流は IBM PC にさかのぼることが出来る。メインフレーム中心のビジネスを行っていた IBM が 1980 年代初頭にパソコン市場に進出するにあたって、外部リソースを積極的に利用したのである。開発チームに与えられた時間は短く、CPU (central processing unit) にはインテル製、OS (operating system) にはマイクロソフト製を採用せざるを得なかったのが、その理由であるといわれる。このように、IBM PC が既製品で構成されており、さらに、回路図やシステムソフトウェアのソースコードが技術マニュアルで公開されていたことから、「オープン・アーキテクチャ (open architecture)」とよばれ、サードパーティの参入を活性化させた。現在でも CPU はインテル製、もしくはその互換チ

ップで動作し、OS も MS-DOS から Windows へ代わったもののマイクロソフト製のものが依然としてシェアが高い。そして、パソコンのアーキテクチャは、その後、進化するものの、インタフェースが公開されているため、ハードディスク、マザーボード等、ハードウェアを自由に組み合わせることができる。

また、ファブレスや EMS (electronics manufacturing service) の出現は水平分業を推進したといえる。自社で製造設備をもたないファブレスは、設計開発に特化することによって競争力を高め、EMS は製造に特化し、ユーザ各社の製造を一手に引き受けることによってスケールメリットを求めることができる。

これらのビジネスモデルが出現した理由は、「スマイルカーブ (smile curve)」によって説明することができる。これは、組立加工型の製造業を中心としたバリューチェーンにおいて、組立加工プロセスの付加価値が低下する反面、キーコンポーネンツやサービスの付加価値が上昇する現象を示したものである。

このスマイルカーブは台湾のエイサー社の創業者、施振栄氏によって、パソコンのバリューチェーンにおける付加価値を説明するために提唱されたものであり、パソコンを構成する上流の部品事業、下流にあたるブランドやサービス事業は付加価値が高く、組立加工事業は付加価値が低いということである。

その後、パソコンだけではなく、エレクトロニクス産業全般や自動車産業、情報通信産業にまで広がり、今や製造業全般の現象を説明するために用いられるようになった。

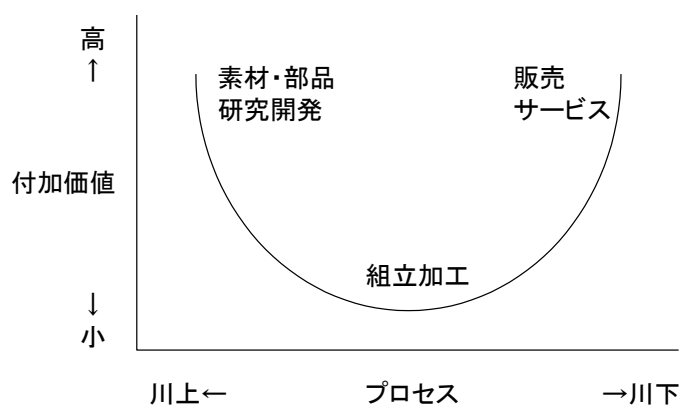


図 2.4 スマイルカーブの概念

つまり、組立加工プロセスでは付加価値が低いため、製造機能を持たないファブレスは研究開発やサービスプロセスに特化し、付加価値を高める戦略をとった。一方、EMS は付加価値の低い組立加工をユーザ各社から受託し、そのスケールメリットを求め、収益性を高めることをねらった戦略をとったのである。

2.3 企業自身が大きな変革の中へ：日本のメーカを例にとり

日本のエレクトロニクス産業は売上高で見ると、製造業の一角を占める重要な産業であり、国内総生産の伸びと歩調を合わせるように生産額も伸びてきた実績とあわせ見ると日本経済とともに発展し、日本経済を支える代表的な産業の一つであろう。

財務省の年次別法人企業統計調査によると、日本の電気機械産業は売上高が約 70 兆円の産業規模であり、製造業全体の約 2 割を占めている。輸送用機械が約 50 兆円、食料品が約 45 兆円、化学が約 35 兆円であることからすると、製造業の一角を占める重要な産業であるといえる。

日本経済を支える産業でありながら、売上高営業利益率では製造業の水準を下回り、製造業の中でも比較的高い傾向を示している化学産業と比較しても大きな差がある。

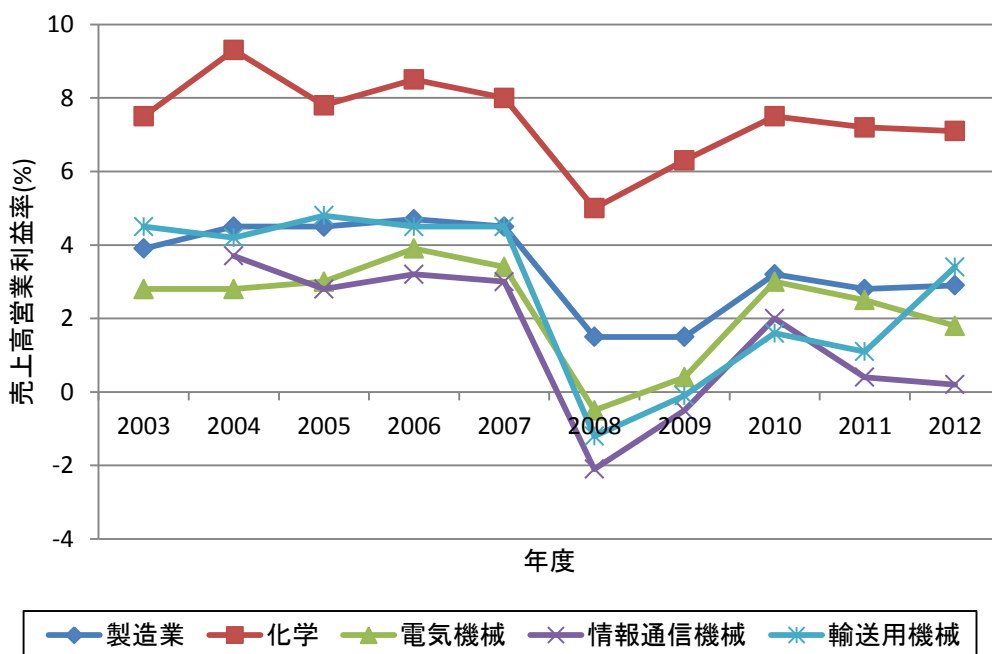


図 2.5 国内産業における売上高営業利益率の比較

(出所) 財務省, 『年次別法人企業統計調査』より作成

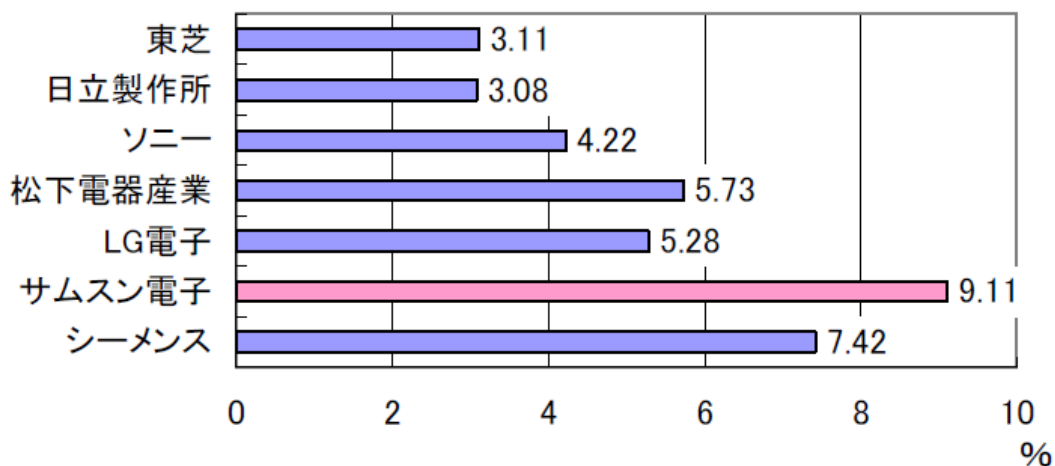


図 2.6 国内外エレクトロニクスメーカーの売上高営業利益率（2007 年度連結ベース）
 （出所）永井知美, 『韓国ライバルを追い②』, 「TBR 産業経済の論点」, 東レ経済研究所 No.08-06, 2008, p.3 図表 3 より

また、海外のエレクトロニクスメーカーと比較した場合も売上高営業利益率は低い。

今日、一般的に投資の優位性は韓国メーカ、労働の優位性は中国メーカ、そして事業の戦略性は米国メーカが優位であるといわれている。国内の成長産業と称され、国外でも世界を席巻する勢いがあった日本のエレクトロニクス産業も、以前と比べると存在が薄くなったといわざるを得ない。

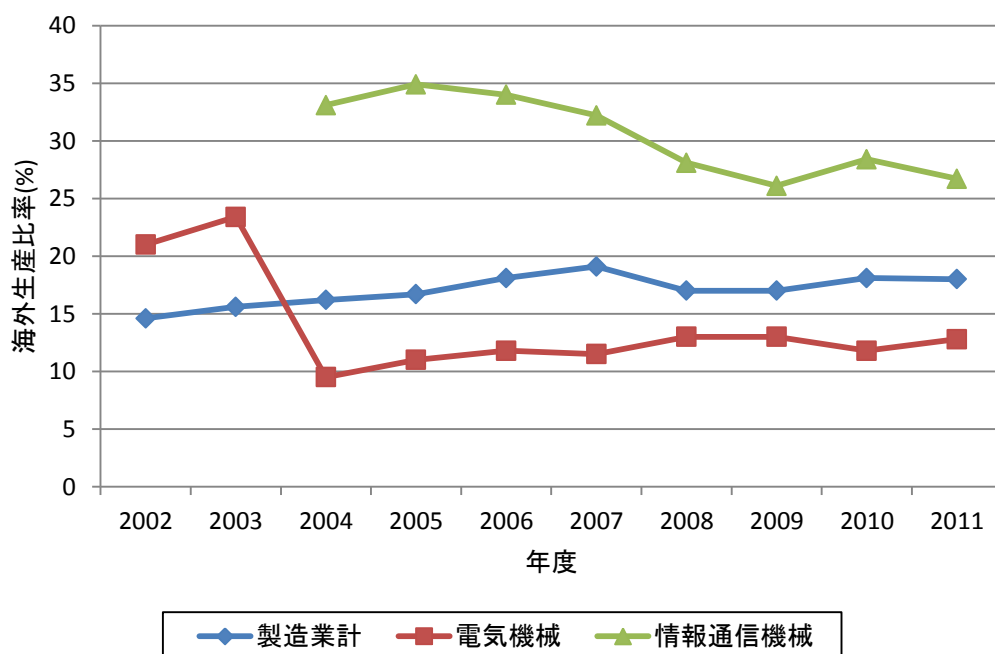


図 2.7 日本の製造業ならびに電気機械産業の海外生産比率の推移
 （出所）経済産業省, 『海外事業活動基本調査結果』より作成

こうした厳しい状況にある日本のエレクトロニクス産業を取り巻く環境変化要因の一つに、国内経済や政策、生産拠点の海外展開などが含まれる。

経済産業省の海外事業活動基本調査結果によると、海外生産比率はこの10年、製造業全体で概ね横ばいとなっており、生産拠点の海外展開は一巡したといえるが、1990年代の10年間で急激に伸びており、この間に生産拠点の海外展開が著しく進んだといえる。1970年代からはじまったASEAN諸国における生産拠点構築に加え、1990年代以降の安価な労働力と巨大な市場の確保を睨んだ中国への進出を契機とした海外拠点へのシフトによって、より一層、拍車が掛かったことに起因していると考えられる。

従来は、低機能製品は海外、高機能製品は国内という生産の棲み分けもなされていたが、今日では、市場に近い地域での生産を進められ、また、同時に、市場に適した製品開発をねらい研究開発機能も海外へ進出させ、生産機能のみならず研究開発機能もグローバル展開された。

安価な労働力と巨大な市場の確保を睨んだ中国への進出は、今日、「世界の工場」と言われるまでになった。代わりに自国の製造業が衰退しつつあり、新たな産業を生み出し、雇用を吸収する余裕がなくなっている。これは日本に限らず、アジア、欧州でも同様な現象を見ることができる。

例として、日本と中国との間の各産業の相対関係をあげる。これは、2002年における中国に対する比較優位の度合いを横軸、1999年から2002年までの中国のキャッチアップスピードを縦軸にとったものである。第一象限は日本の優位性が高いが、中国の追い上げが早く、中国が日本に接近している産業である。第二象限はすでに中国の優位性が高く、中国に引き離されつつある産業である。第三象限は中国の優位性が高く、第四象限は日本の優位性が高い産業である。

例えば、エレクトロニクス産業の中心である家電は中国の優位性が高く、電子部品は中国が日本に接近している。通信機器は日本の優位性が高いものの、中国のキャッチアップスピードが早く、近い将来、中国の優位性が高くなると考えられる。

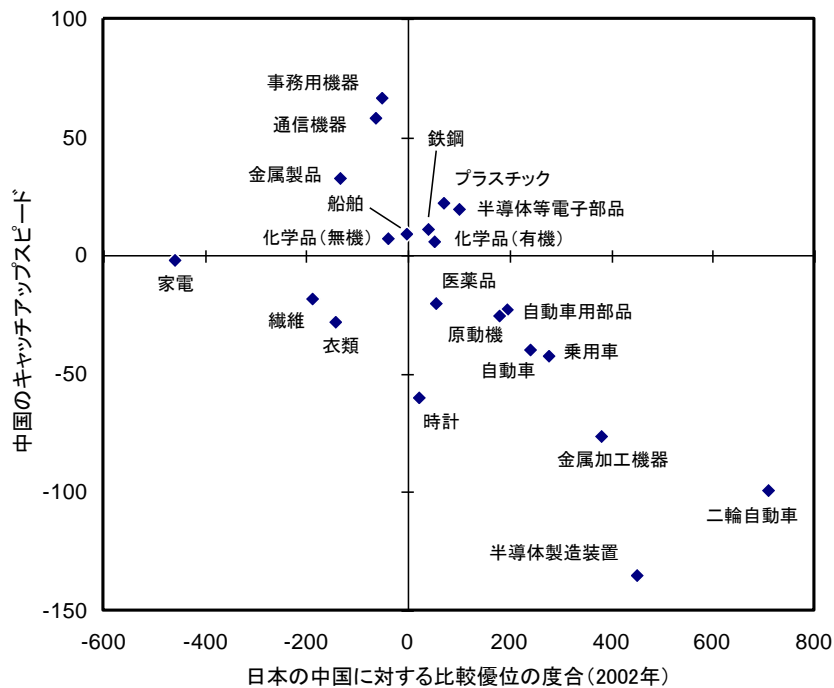


図 2.8 日中間の比較優位構造の変化

(出所) 叶芳和 (編), 『産業空洞化はどこまで進むのか』, 日本評論社, 2003

ここでは、中国の市場の成長をみるとテレビの生産は国営企業を中心に日本企業の技術提携や技術支援を受けて、1970年代から1980年代にかけて、生産がはじまったとされる。基幹部品の国産化をめざすという中国政府の政策が生産規模の拡大に拍車をかけ、さらに消費の立ち上がりとあいまって、1990年代には一大生産大国になった。そして、中国企業が品質、コスト、サービスの面の改善をはかり、競争力をつけてきたことから、その成長はまだまだ続いているのである。

電子部品については、高度な加工技術や素形材技術を有していることから日本企業の優位性は比較的高いが、パソコンや携帯電話などの生産、供給拠点も中国に集中しつつあり、セットメーカーとともに部品メーカーも中国展開を進めている。そのため、中国での電子部品の生産能力も拡大しており、それに伴って生産技術も向上しつつある。

さらに、中国のみならず、タイやベトナムへの投資増大は目を見張るものがある。2002年に東アジア地域を襲ったSARS騒動への対応やチャイナプラスワン戦略により、中国への一極集中戦略を回避する動きが始まった。

同時に、インド・中東地域への供給拠点として、地政学的に優れ、また、政治的安定性、投資関連法制、税制、インフラ整備で中国より投資環境が優れることから、タイやベトナム

ムへの投資が増大しつつある。

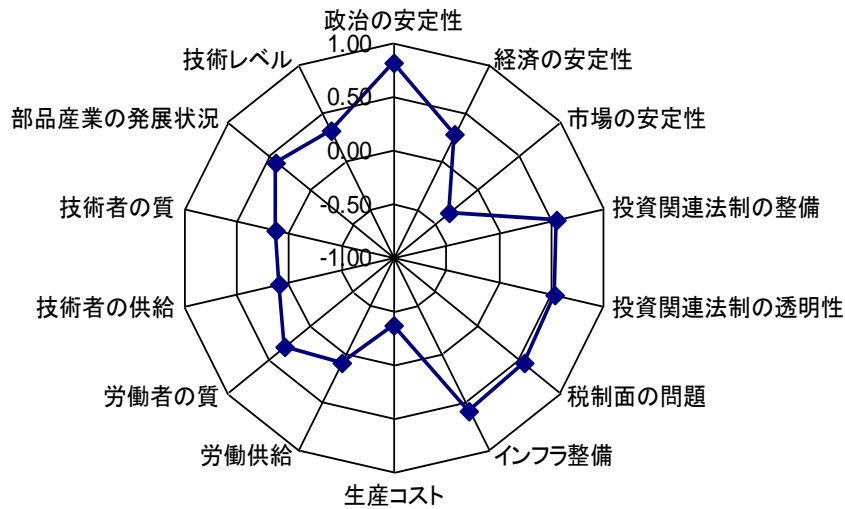


図 2.9 タイと中国における投資環境の比較

(出所) JETRO, 「21 世紀を迎えた日本企業の海外直接投資戦略の現状と見通し」, 2001

タイのエレクトロニクス産業は、日系企業を中心とした外資の導入をきっかけに 1980 年代半ば以降、急成長を遂げた。特に家電製品の輸出総額は堅調な伸びを示しており、今や ASEAN 最大の生産ならびに輸出規模を誇る。

このように海外進出がより一層、加速される反面、自国の空洞化と海外展開のバランスをどのように保つかが課題となる。

2.4 海外メーカーとの比較にみる経営戦略

a) フルセット型と専門型

1990 年代初頭までは、NIES (Newly Industrializing Economies Economies ; 新興工業経済地域群) の一つであった韓国の企業が急速に成長した。その代表格がサムスンである。

サムスンの躍進のきっかけとなったのが 1997 年の IMF 危機であるといわれている。この際、「選択と集中」を進め、その中でもサムスン電子の「ワールドベスト戦略」によって、今日の飛躍の基礎固めが行われた。そして、DRAM (dynamic random access memory) 事業と携帯電話事業では、世界のトップに踊り出たのである。

日本のエレクトロニクスメーカー各社の特徴を言い表すならば、「フルセット型」である。総合電機メーカーは、半導体から家電、コンピュータ、産業機器やプラントまでエレクトロニクス産業のほぼ全領域が事業対象である。家電メーカーは、冷蔵庫、洗濯機といった、いわゆる白物家電やオーディオ・ビジュアル機器のような民生用電子機器を中心とした事業対象となる。白物家電事業を擁するメーカーは、オーディオ・ビジュアル機器事業をも擁する。情報通信機メーカーは、通信機器、コンピュータが事業の中心となる。通信機器は交換

機、ルータから端末まで、通信ネットワークの川上から川下までのフルセットであり、さらに、コンピュータも大型汎用機からワークステーション、パーソナルコンピュータまでフルセットの製品展開をしている。そのため、資本は分散され、意思決定が遅くなってしまい、結果として競争力が低下した。

一方、サムスン電子は、「選択と集中」によって、現在、半導体メモリ、液晶パネル、携帯電話の3つの事業に集中し、巨大資本の投下とすばやい意思決定によって、シェアの拡大と高い営業利益で日本企業を圧倒している。また、強力なマーケティング力と組織デザインによって、サムスンの強さはより強固なものになっている。

表 2.1 日米大手電機メーカーの主要事業分野

| | 日立製作所 | 東芝 | 三菱電機 | NEC | ソニー | 松下電器 | シャープ | 三洋電機 | IBM | GE | HP | モトローラ | ルーセント | ノーテルN | インテル | デル |
|-------------|-------|----|------|-----|-----|------|------|------|-----|----|----|-------|-------|-------|------|----|
| 民生用電気 | ○ | ○ | ○ | | | ○ | ○ | ○ | | ○ | | | | | | |
| 民生用電子 | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ | | | ○ | | | | | |
| 産業用電子 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 情報機器(PC等) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | | | | | ○ |
| 通信機器(携帯電話等) | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | ○ | ○ | ○ | | |
| 電子部品・デバイス | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 半導体 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | ○ | | | ○ | |
| ディスプレイ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | | | |
| 重電 | ○ | ○ | ○ | | | | | | | ○ | | | | | | |

(出所) 日本政策投資銀行、『調査』, 2002 に加筆^{1,2}

他方、海外メーカー、特に米国メーカーの特徴として、国内メーカーのフルセット型に対し、「専門型」であるといえる。2000年時点における日米のメーカーの主要な事業分野をみると、その違いがよく分かる。

国内メーカーの事業領域は幅広いが、他社に対して優位性のある事業が何であるのか明確ではない。一方、米国のメーカーは事業領域を絞り込み、自社の専門性を生かした事業に特化しているため、他社に対して優位性のある事業が明確である。

GEは、事業改革によって42の事業分野から3つの事業群に集中させた。また、IBMはコンピュータのハードウェア事業からソフトウェア、サービス事業へのシフトによるソリューション化を進めた。そして、インテルはMPU事業への集中のためにDRAM事業から

¹ 松下電器はパナソニックに2008年に社名変更した。

² 三洋電機は2010年にパナソニックの完全子会社となり、パナソニックグループとして事業再編された。

完全に撤退した。このように、海外メーカーは大胆な事業変革を行うことによって、自社のコア・コンピタンスを確立している。

国内メーカーは、創業からの歴史ある既存事業を守り続けながら、新規事業を積み重ねるようして事業展開を推し進め、今日まで拡大してきたが、海外メーカーに見られるような大規模な事業改革を行ってこなかった。そのため、各社で同様の事業領域を持ってしまったと言わざるを得ず、横並び的経営意識に基づくものであると評される背景の一つとも言われる。

今日では、2000年代半ばから後半にかけて、各社とも大幅な事業の見直し、部門の切り離しと統合を推し進めていき、様相は変容したが、日本のエレクトロニクスメーカーが海外メーカーに対して存在感を高めた1980年代の姿は未だ見えない。

b) 日本のエレクトロニクスメーカーの事業ドメイン

日本のエレクトロニクスメーカーの事業ドメインについて、山本（1995）は、総合電機メーカー、家電メーカー、情報通信機メーカーの3タイプに区分した。

総合電機メーカー（E&E）は重電機を核に事業展開した総合電機メーカーであり、日立製作所、東芝、三菱電機などのメーカーがこの領域に該当する。半導体から発電所に代表されるプラント、宇宙産業までエレクトロニクス産業の全領域をほぼ網羅しているといってもよい。

家電メーカー（AV&C3）は家電を核に事業展開した家電メーカーであり、ソニー、松下電器産業、シャープなどのメーカーが該当する。AV機器を主体としたソニーのようなメーカー、冷蔵庫、洗濯機といった白物家電も含む松下電器産業のようなメーカーは、いずれもこの事業ドメインに属する。

情報通信機メーカー（C&C）は通信機器を核に事業展開を図った通信・コンピュータメーカーを指し、NEC（日本電気）、富士通、沖電気がこの領域に該当する。現在のNTTは、日本電信電話公社であった時代にその需要に大きく依存していたことから「電電ファミリー」とも呼ばれていた。

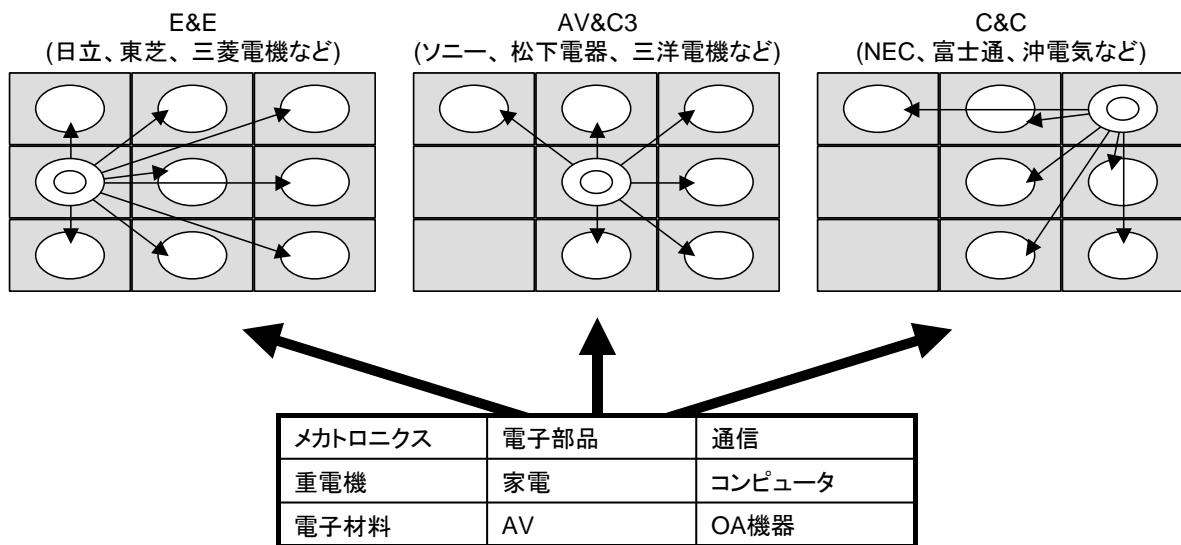


図 2.10 日本のエレクトロニクスメーカーの事業ドメイン

(出所) 山本尚利, 『ナレッジマネジメントによる技術経営』, 2001, p.108, 図 4-1 より

一方、海外のエレクトロニクス産業にはこのような多様な事業ドメインは見られない。インテルやノキアなどのように、今日、高収益をあげているメーカーは自社のコア事業に特化しているためである。オランダのフィリップスは、日本企業のドメイン構造に近かったものの、今日では、選択と集中により、自社のコア事業ではないと判断した事業を切り離し、現在は、「家電」、「ヘルスケア」、「照明」に集中させている。

日本の製造業の一角を占める重要な産業であるエレクトロニクス産業は、国内総生産の伸びと歩調を合わせるように成長し、高度経済成長期以降、日本経済とともに発展することで、日本経済を支えてきた産業であることは誰も認めるところであろう。

しかしながら、国内の他産業と比較すると売上高営業利益率は低く、また、海外のエレクトロニクスメーカーと比較した場合も売上高営業利益率は低く、米国のメーカーと比較すると大きく見劣りする。

今日の競争力低下の理由として挙げられる多くの要因について、論じたが、その環境は、海外のメーカーも同じであり、日本のメーカー固有の問題とは言えない。海外メーカーと日本メーカーの最大の違いは、事業ドメインであり、これが今日の競争力に影響を及ぼしているといえる。そのため、今日、「選択と集中」が必要であると言われる所以である。

2.5 売上高研究開発費率の伸びと研究開発効率の低下

科学技術研究調査報告によると、製造業における売上高研究開発費率は約 30 年で約 3.5 倍になっており、医薬品産業、通信・電子産業で非常に高い水準を示している。電気機械産業での売上高研究開発比率は、1980 年代に入ってから急激に伸びている。1980 年代は日本のエレクトロニクス産業が世界を席卷するようになり、特に半導体産業の成長が著しい

時期であった。当時、“産業の米”ともてはやされた半導体は、エレクトロニクス化を進展させ、さらに、日本のコンピュータ産業を成長させた立役者であった。勢いづいた日本の半導体産業は、世界の半導体市場で50%を超える市場シェアを獲得するに至り、80年代の終りには日本の半導体に敵なしといわれるほどの地位を確立した。

1990年代に入ると日本の半導体産業は、凋落の一途を辿り、米国メーカーに先頭を譲り、韓国メーカーに追い越されてしまった。1980年代に優位を保ったDRAMは、韓国メーカーの巨大資本と集中戦略によって、日本のメーカーは市場から引き摺り下ろされ、ほとんどのメーカーがDRAMからの撤退を余儀なくされてしまった。そして、日本で唯一のDRAMメーカーとして孤軍奮闘していた、エルピーダ・メモリも2012年2月に会社更生法適用を申請し、米国マイクロン・テクノロジーによって買収された。日本の半導体メーカーは主にプロセス・イノベーションによって成功を収めてきたが、インテルのMPU (micro processing unit) やテキサス・インスツルメンツのDSP (digital signal processor) のようにプロダクトイノベーションによる成功を得ることができず、過去の成功体験をひきずったままであると言わざるをえない。

また、我が国の研究開発効率の低下が叫ばれて久しい。研究開発費は年々伸びているものの研究開発効率の低下が進むのは、研究開発が利益に結びついていない状況を裏付けるものである。

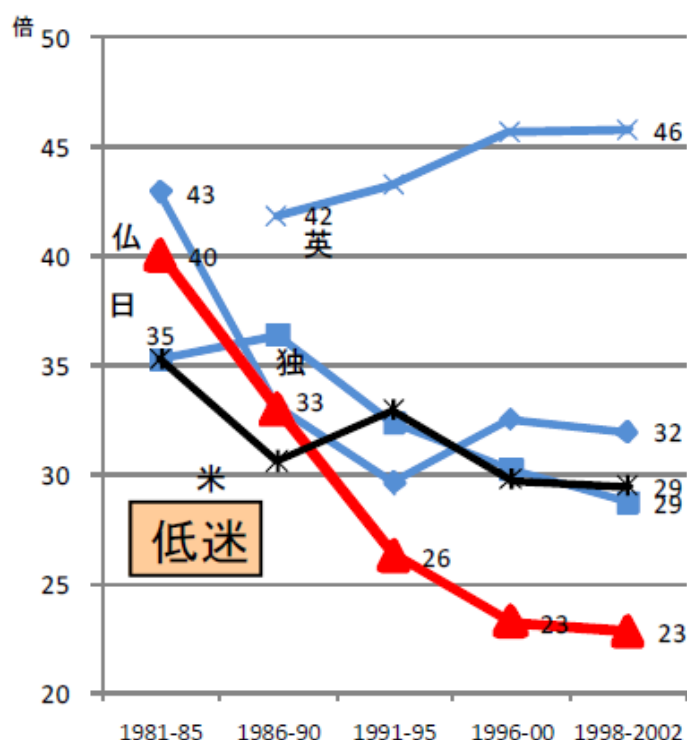


図 2.1 1 我が国の研究開発効率の低下

(出所) 経済産業省, 産業構造審議会 産業技術分科会 基本問題小委員会 第2回資料4, p.2, 図3より抜粋

専業型のメーカーは付加価値が高く、デファクト・スタンダードを獲得できるような競争優位性をもっているため、積極的な研究開発投資が次の新たな利益を生む源泉になっている一方、フルセット型のメーカーは、複数の事業領域を持っていることから研究開発投資が分散され、競争力の高い製品開発に結びつかず、その結果、売上高の減少、次の研究開発投資の削減と悪循環を招いているのである。

2.6 知識の外部調達

企業内の研究開発を内部化した中央研究所では、その成果を独占することができたが、今やベンチャー企業や中小企業での技術開発も活発に行われるようになった。こうした状況を渡部（2009）は、「研究開発、技術開発の知識は、さまざまな組織に普及し、結果として、大企業が独占することは不可能になった」と指摘している。

また、研究開発のコストが年々増加していくなかで、自社内以外の知識を活用し、そのコストを抑制するだけでなく、自社にない知識を外部調達し、結果として、研究開発のパフォーマンスを向上させることができるとされる。

a) A&D

自社が必要とする研究開発成果を求めるため、その研究成果をもっている企業ごと買収によって取り込んでしまうのが A&D (acquisition and development) である。米国シスコの例が代表的であるが、技術や製品だけでなく、エンジニアとマネジメント人材の両方を得るために、スタートアップ期の独創的な技術を持った企業を買収する手法であり、製品開発のために当該開発部隊を自社に取り込む意味合いが強いことから、M&A (merger and acquisition) とは区別して用いられる。本荘、校行（1999）は、シスコは、売上高の約 12% を研究開発費に割当、製品の 70% を自社開発しており、自社開発では充当できない分を A&D などによって調達し、1993 年から 1999 年までの間に 35 件の A&D を実施することによって、売上高を約 10 倍以上にも増加させたという実績をもつと説明した。

A&D は開発機能の取り込みだけではなく、時として、競合他社を市場から排除するために、買収してしまう場合もある。シスコや米国マイクロソフトはその例に漏れず、いくつかの買収をまとめたという実績をもつ。本荘、校行（1999）によると、米国ベンチャー・キャピタリストのジム・フラッシュはこれを「Beat or Buy (叩くか、買うか)」と評したという。

b) アウトソーシング

研究開発の一部分を社外の研究開発機関に委託することによって、自社の弱い研究開発領域について、他者の研究開発能力を利用するものである。A&D が外部から研究開発機能を取り込むのに対し、アウトソーシングは外部の研究開発部門へその機能を求めることから正反対の形態であるといえる。製造部門のアウトソーシングは EMS などを通じて、多く

の実績をもつが、企業の頭脳とも言える研究開発機能を社外に求めることによって生ずる空洞化についての異論は未だに多い。しかしながら、研究開発のスピードアップや研究開発部門の固定費削減といった研究部門の自前主義の見直しから、今後、増加していくものと考えられる。

c) オープンイノベーションとユーザイノベーション

知識の外部調達の一つとして、あるいは、企業内の知識を外部に供与し、新たなイノベーション活動に結びつけるものとして、オープンイノベーションがあげられる。チェスブロウ（2004）は、「企業内部と外部のアイデアを有機的に結合させ、価値を創造すること」とし、社内外からオープンに必要な資源を調達し、新たな価値創造に結びつけることであると述べている。

表 2.2 2つのイノベーションの比較

| | クローズド・イノベーション | オープン・イノベーション |
|--------------|-------------------------|--------------------------------------|
| アイデアの創出 | 企業内部のアイデアが中心 | 企業内部だけでなく、企業外部のアイデアも活用 |
| 研究開発 | 基礎研究、開発、商品化まで、全て社内主導で実施 | 外部の価値創造を活かせられれば、必ずしも基礎から研究開発を行う必要はない |
| ベンチャー企業や大学など | 限定的に活用 | 積極的に活用 |
| 知的財産権 | 基本的には独占実施 | 他社へのライセンス供与、他社特許の購入等も視野に入れる |

（出所）水上貴史，『オープン・イノベーションで変わる知的財産戦略』，「新規産業レポート」，大和総研，p71，2008/秋，図表 1-1 より

社内で戦略的に管理を行ってイノベーション活動に結びつける「クローズド・イノベーション」に比べ、研究開発成果を通じて、外部との積極的な関係性を持つことによって、イノベーション活動が活性化することが期待されている。

ヒッペル（2006）は、リード・ユーザによるイノベーション活動の重要性を解き、「条件に応じてはメーカ主体のイノベーションに完全にとって代わり、補完する役割を果たす」と述べている。

これらから、研究開発の内製化ではなく、今や積極的に外部から取り込み、その反対に外部への資源提供をし、他者のイノベーション活動に間接的に協力することによって、新たなイノベーション活動に結びつけることが重要であると解釈できる。

2.7 まとめ

システム開発を取り巻く環境は大きく変化している。特にエレクトロニクス業界を取り巻く環境変化は他の製造業と比較しても大きいといっても良い。

顧客ニーズの変化や多様化といったマーケットの変化、競争過多によって逼迫してしまった企業財務、企業の存続のために切り離さざるをえない事業部門、競合他社に対する優位性を高めた製品の提供のために必要なリソースが年々拡大してしまう、等々、企業にとっては生命線である製品開発が困難になってきている。

しかしながら製品開発を止めることは企業活動を止めるのと同義であるが故に、外部リソースをより一層活用することが重要であるといえる。

第3章 先行研究レビュー

3.1 外部リソースを利用した研究開発とオープン・イノベーション

3.1.1 研究開発における外部資源の獲得

研究開発における外部資源の獲得について、その検討段階では、“make or buy”のどちらか一方の選択になることが多い。

David (1988) は、技術カテゴリ上、最も重要なものを社内 R&D (make) とし、技術ライフサイクルの早期段階で囲い込むものとする反面、外部購入 (buy) は、その逆に位置付けている。

| Acquisition Methods | (1) Company's Relative Standing | (2) Urgency of Acquisition | (3) Commitment/ Investment Involved in Acquisition | (4) Technology Life Cycle Position | (5) Categories of Technology |
|--|---------------------------------|----------------------------|--|------------------------------------|--------------------------------|
| Internal R&D | High | Lowest | Highest | Earliest | Most Distinctive or 'Critical' |
| Joint Venture | | Lower | | Early | Distinctive or Basic |
| Contracted-out R&D | | Low | | Early | Distinctive or Basic |
| License-in | | High | Lowest | Later | Distinctive or Basic |
| Non-acquisition i.e. Buying Final Product or Part Production From Others | Low | High | No Commitment. Investment | All Stages | External |

図 3.1 技術獲得の決定に影響を及ぼしている要因

(出所) David Ford, “Develop Your Technology Strategy”, Long Range Planning Vol.21, 1988, p.91, Figure 6 より

一方、加藤、丹羽 (2001) は、外部資源を利用した研究開発の形態が多様化し、単純に“make or buy”だけではなく、はるかに戦略的な対応を要求されていると指摘すると同時に主に企業間の関係の閉鎖性とオープン性に着目した研究開発の類型化をした。

表 3.1 外部資源を利用した研究開発の分類

| | | |
|-----------------|-----------|---|
| 1.系列 | | 系列企業内での R&D の分業 |
| コンソーシアム | 2.基盤技術開発型 | SEMATECH や超 LSI 研究組合などに代表される、ある産業の基盤となる技術を共同開発し、産業の促進を目的とする研究組合。企業だけでなく、多くの場合、政府や大学が関与する。 |
| | 3.規格制定型 | ある規格を標準にしようと、複数の企業が集まって技術開発を行う。競争は非常に激しく消耗的であることも多い。リーダー格の数社以外は、保険的に参加する企業も多い。 |
| 共同開発 | 4.委託研究型 | 特定の研究テーマについて外部に研究委託を行う。 |
| | 5.技術補完型 | 得意な技術を持ちよった複数の企業が、比較的明確に技術的分担を決め、共同開発を行う場合が多い。ハードウェアとソフトウェアなど異なった分野の企業や技術の組み合わせであることが多い。 |
| | 6.協調型 | 技術補完はあるものの、技術補完型に比べ、部品レベルなど比較的上流から共同開発を行う。同業他社同士・同分野の技術の組み合わせであることも多く、時には互いの経営資源を教養するための企業の境界が曖昧になる。 |
| | 7.インフラ技術型 | 技術分野は 2、協力の形態は 6 に似ているが、2 よりも小規模であり、おもに企業が主体となる。 |
| | 8.技術公開型 | 一定の範囲に基礎的技術を公開し、主に周辺の技術を外部企業に開発してもらいながら、そのビジネスに必要な技術群を構成していく。技術公開が有償の場合はパートナーは限定されるが、無償の場合は限定される場合（何らかの契約あり）と限定されない場合がある。技術成果についての公開は通常は求められない。 |
| 9.Open Source 型 | | 社外の不特定多数からなるオープンソースコミュニティと共同開発を行う。この場合、テーマは企業側から提供されるが、コミュニティの各メンバが開発に参加するかどうかは個人の意思に託される。 |

(出所) 加藤みどり、丹羽富士雄、「研究開発のアウトソーシング戦略—外部資源を利用した R&D の類型化とコスト・ベネフィット分析—」, 研究・技術計画学会第 16 回年次学術大会講演要旨集, 2001, pp.93-96, 表 1 より

「系列」は系列内、「委託研究」は社外であるという違いはあるものの、両者とも研究開発のアウトソーシングの一種であるといえる

「基盤技術開発型」は、産業の基盤となる技術を共同開発し、産業の促進を目的とすることから、産学官連携の代表的な方法ともいえる。日本では、“超 LSI 国家プロジェクト”の成功以後、半導体分野では、こうしたいくつかの共同開発が進められているが、基礎研究に重きをおいたプロジェクトであるため、即効性がなく、また、業界の動きが激しい今日、これらの成果を待ってられない状況でもある。また、収益の上がるビジネスモデルをそれぞれに模索している各社が、プロジェクト内でベクトルをあわせるのも困難であり、一定の成果をあげているが、産業の促進に結びついていないと難しい。

「規格制定型」は、標準化規格を制定するために、関係各社が集まり、各社の技術を持ち寄って標準化作業を進めていく。コンパクトディスク、DVD、Blu-ray の規格制定がこれにあたる（フォーラム標準）。これに似たものとして、公的機関（ISO や IEEE）で標準化作業が行われるものあり（デジューリ標準）、これらをあわせて、コンセンサス標準とも呼ばれる。

「技術補完型」、「協調型」、「インフラ技術型」は、いずれも互いの技術を持ち寄って共同開発を進める形をとる点で類似であり、上流工程から共同開発をするか、製品レベルから共同開発にするか、開発インフラを共同で整備するか、による違いがある。

「技術公開型」は、基本的な技術を公開し、主に周辺の技術を外部企業に開発してもらうもので、インテルのように基本技術は自社で抑えながら、CPU を核にしたバス情報を標準化することによって公開し、バスに接続される周辺装置の開発は外部の企業で開発できるようにし、自社の技術を幅広く利用できるようにしてビジネス展開をする、プラットフォーム戦略として捉えることが出来る。

「Open Source 型」は、社外のオープンソースコミュニティとの共同開発であり、外部で開発された成果を積極的に取り込む形を取る。

技術公開型、Open Source 型は、次項で説明するオープン・イノベーションにつながる新たな研究開発モデルとして位置づけることができると考える。

今や“make or buy”という単純な意思決定だけではなく、標準化技術の採用、他者との共同開発、オープンソースに代表される外部資源の活用といった、多様な選択肢を状況に応じ使い分けることが可能になった。

3.1.2 オープン・イノベーション

チェスブロウ（2004）は、クローズド・イノベーションは、20 世紀の終わりに崩壊の機器に直面し、今や効果的なプロセスとはいえなくなったと指摘する。

一方で、企業外の研究開発成果を取り込んで、自社の研究開発に組み入れる（inbound 型）、自社でマーケットアウトまで達成できなかったものの、高い価値を有する成果については、外部の研究開発成果に取り込んでもらうために放出（outbound 型）することによつ

て、イノベーションを推進する、オープン・イノベーションが台頭してきた。

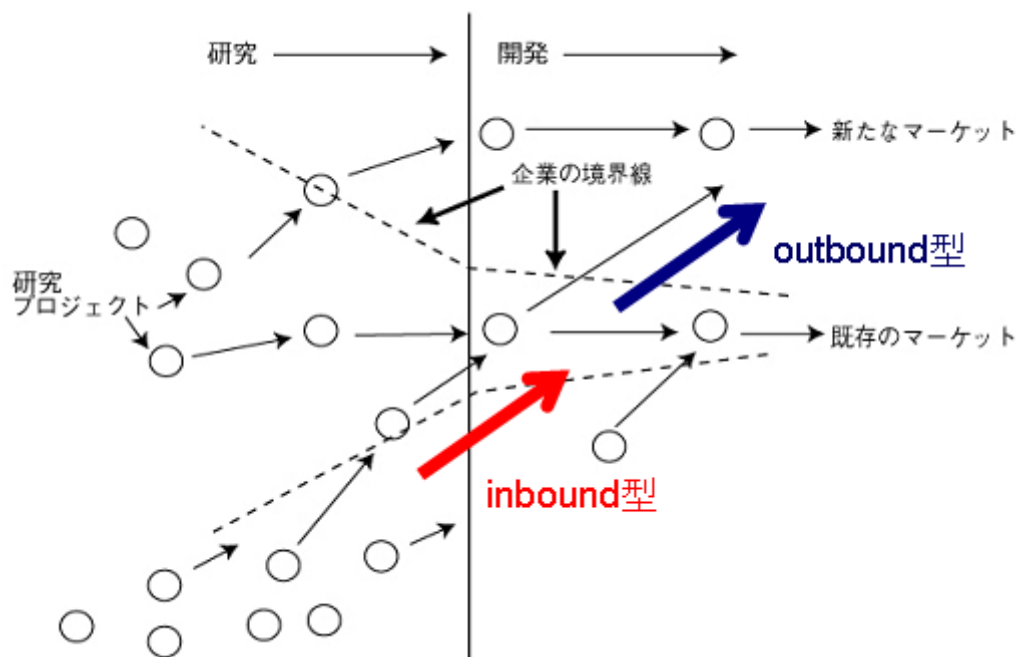


図 3.2 オープン・イノベーションの概念

(出所) ヘンリー・チェスブロウ著, 大前恵一朗訳, 「OPEN INNOVATION」, 産能大出版部, 2004, p.9, 図表序-4 に加筆

オープン・イノベーションの概念が、今日、声高に叫ばれるようになった理由として、企業を取り巻く環境の変化が、社内の研究開発部門で発明、開発された様々な研究テーマを温存させることを許さなくなったことも一つとしてあげられる。

さらに、研究開発のリードタイムが短期化し、早期のマーケットインが求められてることも要因の一つにあげられる。

3.1.3 研究開発における企業の境界の変容

スティグラール (1968) は、産業の成長期においては垂直分解が進展するのに対し、衰退期では、垂直統合が起きると指摘した。

これを、半導体産業を当てはめてみると、半導体メーカーによる IDM からファブレス/ファウンドリモデルに分化し、IP コアの流通促進によって、チップレスモデルの誕生、さらに、サードパーティ製設計ツールの広まりによって、企業の境界が変容したことが、正に垂直分解にあたるといえる。同時に、IDM (Integrated Device Manufacturer) が半導体メーカーにおける、開発から製造、販売までの垂直統合モデルでバリューチェーンはすり合わせ、企業間関係はクローズであったものが、ファブレス/ファウンドリモデルに分化することによって、バリューチェーンはモジュラーへ移行した。ARM のようなチップレスモデルに分

類できる企業が台頭したことや IP コアの流通が進んだことによって、企業間関係はオープンになり、ユーザ主導のオープンイノベーションを進める枠組みが実現した。

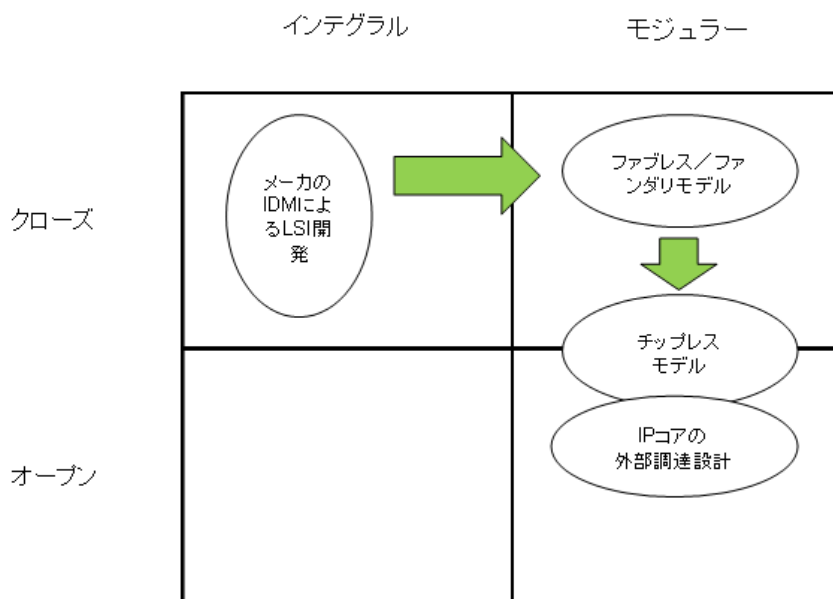


図 3.3 半導体開発における製品アーキテクチャの変容
(出所) 筆者作成

ウィリアムソン（1975）は、事業者は、生産費用と取引費用を合算した費用を節減する目的で市場調達か内部化を選択すると指摘した。

Inbound 型のオープンイノベーションの目的として、内部資源との組み合わせによる新たな価値創造、開発工期の短縮化、開発費用の削減等が考えられる。つまり、費用節減のための外部調達も目的の一つとして解釈できる。

こうした研究開発の外部調達は、企業内で閉じられていた研究開発プロセスを変え、企業の境界を変容させた。また、オープンイノベーションが進むことによって、より一層、企業の境界が変わっていった。

さらに、ヒッペル（2006）は、リード・ユーザによるイノベーション活動の重要性を解き、「条件に応じてはメーカー主体のイノベーションに完全にとって代わり、補完する役割を果たす」と指摘し、ものづくりがメーカー主体からユーザ参加型へなりつつあることを説いた。リードユーザの知見を積極的に取り込み、研究開発に生かすことは、すなわち、外部資源の活用の一つの形態とも言うことができ、これを新たなイノベーション活動に結び付けることも重要である。これによって、メーカーとユーザの垣根が下がることから、境界の変容の一種と解釈できる。

3.2 企業成長モデル

3.2.1 Greiner の成長モデル

Greiner (1972) は、組織は、5つの顕著な発展段階を経て成長し、危機を乗り越えるために一定の変革と革命を行わなければならないとし、そして、危機を乗り越えて新たな成長段階へと進むと指摘している。

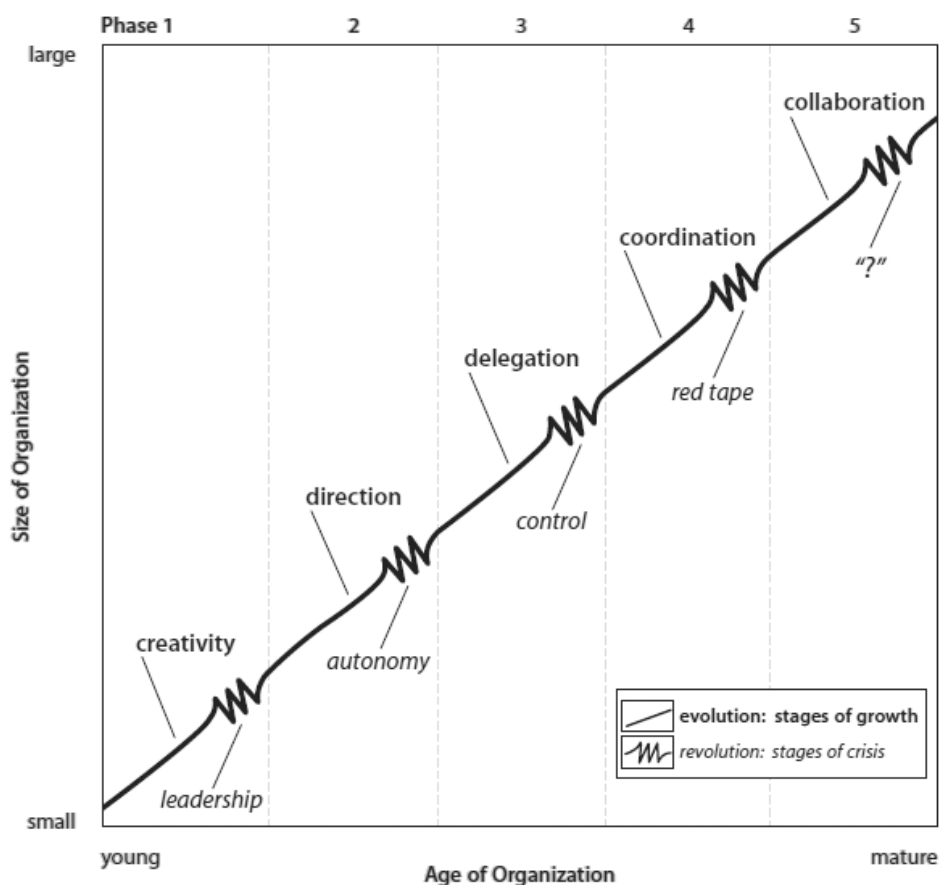


図 3.4 成長の5段階モデル

(出所) Larry E. Greiner, 「Evolution and Revolution as Organization Grow」, 「Harvard Business Review」 Harvard Business Review, Vol. 50, Issue 4, p. 37-46 (1972)

組織の年齢と組織の規模が企業経営上の課題やその解決方法に影響を与えるとしている。そして、進化の段階として、危機を乗り越えた組織は、継続的に成長する。各段階は一定の規則性があり、進化段階である成長期（進化段階）と次の段階に移行するための変革期（革命段階）がある。

この5段階はベンチャー企業の創出と発展に密接な関係がある。第1段階（創造性）は創造性を発揮して成長する段階であり、製品・サービスや市場創出に力が注がれる。創業者によって組織が支配されており、従業員間のコミュニケーションは形式に囚われないこ

とから、組織内ではリーダーシップの不在による統率の危機が生じる。この危機を乗り越えて、次の段階に移る。

第 2 段階（指揮）では、生産性に目を向け、専門化された機能別組織が整備され、集権化されていく。規模の拡大により、今までより大規模で複雑を管理するには効率的ではなくなってくることから、組織管理運営における自主に対する欲求が強まるという危機が訪れ、そして、権限委譲による解決される。

第 3 段階（委譲）では、権限委譲により分権化組織構造を適用することで進化していく。その一方で、現場の管理者の権限が強くなりすぎるため、トップマネジメントが統制権を失う。そして、統制力を取り戻そうとして、調整機能を発揮して危機が訪れる。

そして第 4 段階（調整）では、分権化された組織の調整が必要となり、調整機能を充実させるシステムの導入と、トップによるシステムの管理運営が行われる。調整をベースに成長をはかるが、組織の肥大化により形式主義偏重の危機が生まれる。

その弊害を排除するために第 5 段階（協働）へ移行していく。形式主義を排し、個人相互間の尊重による協働をしていく。

これらの論点は、組織が規模を拡大していく過程で訪れる危機を乗り越えなければ成長しないということと同意であるといえる。

3.2.2 ベンチャーの成長段階

柳（1999）は、ベンチャーの成長段階を 4 段階に分けて論じている。日本においてはベンチャー企業が育たない理由として、戦略展開の失敗やマネジメントの失敗、人材不足、組織の内紛といった阻害要因をあげ、成功を収めることが出来ない事例を踏まえ、成長プロセスには超えなければならないハードルがあるとしている。

ベンチャー企業の成長プロセスには、創業、事業仕組みの構築、競争優位の確立、強い企業文化の形成、という乗り越えていかなければならない 4 つの高いハードルが存在しており、成功しているベンチャー企業ではこれらのハードルをクリアし、さらなる成長を果たしていると指摘している。

成長プロセスの過程でハードルを乗り越え、企業として成長したベンチャー企業は企業規模が拡大するのだろうか。あるいは、企業の規模が拡大するとベンチャー企業として成長したというのだろうか。

Greiner の成長モデル、柳の成長モデル、いずれも企業の成長は企業規模の拡大を示している、

ベンチャー企業として急成長を遂げ、急激に拡大したが故に失速してしまい、事業の継続ができない企業といたずらに規模を拡大せず、身の丈にあった規模で事業の持続をする企業を比較した場合、どちらがベンチャー企業のあり方として正しいのか検討する必要がある。

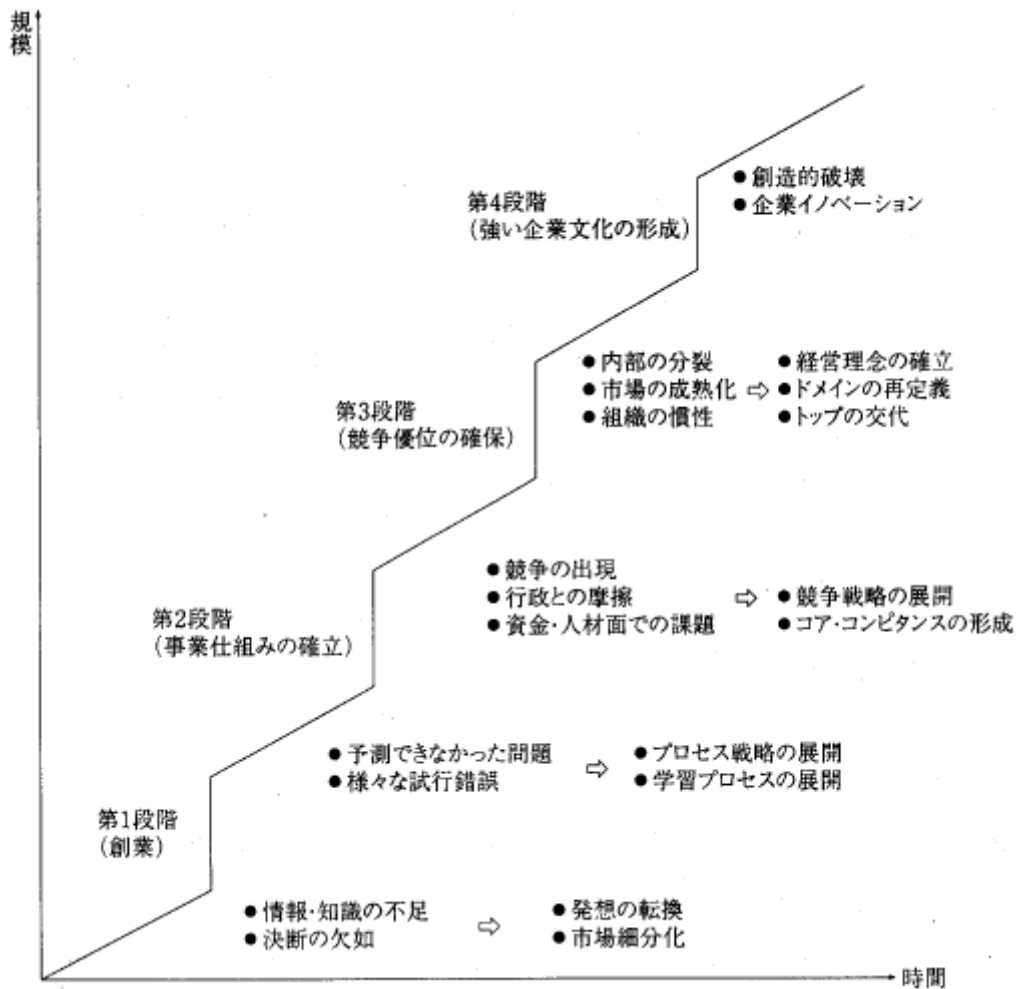


図 3.5 ベンチャー企業の成長プロセス

(出所) 柳 在相、「ベンチャー企業の成長プロセスと戦略についての一考察：戦略論的視点からの成長プロセスモデルの構築」、新潟国際情報大学情報文化学部紀要（1999）

また、LEHTINEN（2001）は、下請け企業の成長プロセスとして、部品の供給者、コンポーネントの供給者、得意分野に特化した供給者、システムの提供者の4段階に分け、研究開発の能力を高めながら、規模の拡大を狙いつつ、発注者からみた自社の位置づけを段階的に高めていくとしている。

自社の能力を高め、付加価値の高い製品やサービスを提供していくことの重要性については、同意するが、規模の拡大は必要なのだろうか。

発注元の製品やサービスにとって欠かすことの出来ないユニットやブロックを担当することによって、他のものには代えがたい付加価値を提供することが重要であり、規模の拡大が必ずしも高い付加価値を提供できるとは限らないと考える。

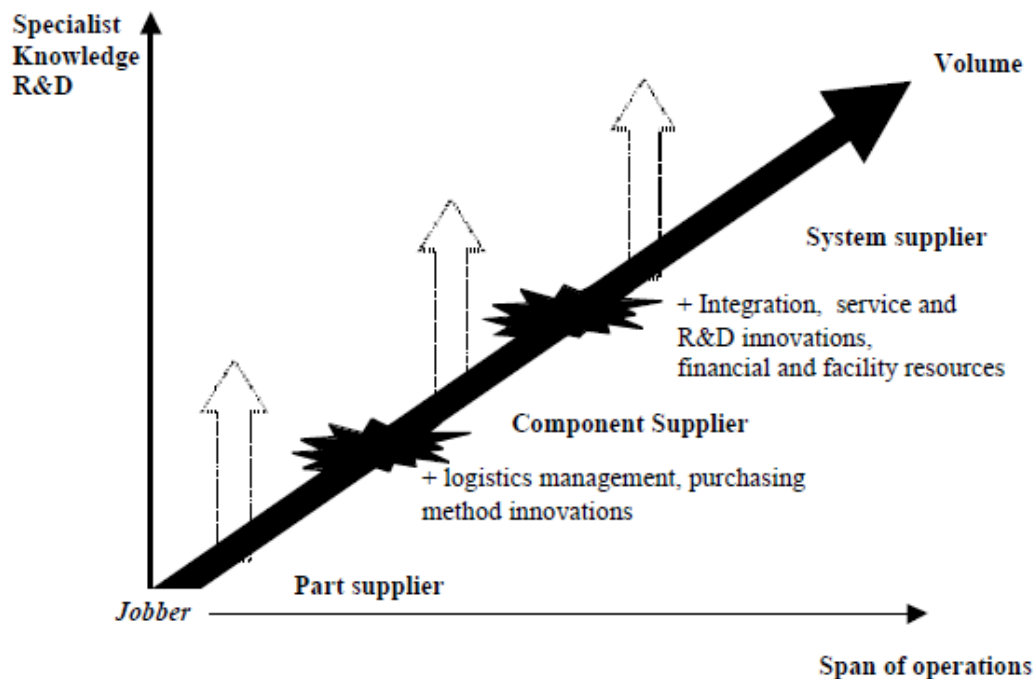


図 3.6 下請企業の成長プロセス

(出所) U.LEHTINEN, 「Changing Subcontracting」、University of Oulu (2001)

3.3 中小企業論

a) 下請制度の変容

下請制は我が国産業経済のかつての特殊な制約条件の下で形成されてきた歴史的な企業間生産システムである。

上野（2003）は、第二次世界大戦前から戦争期に軍需生産への動員利用として始まり、1950年代前半からは消費財関連の産業においても親企業としてのアSEMBラー大企業の資本不足と小規模企業、低賃金労働者の多数存在との複合要因から後発工業国である日本の特徴的な生産システムとして戦後に改めて形成・確立されたと指摘する。

戦後の下請関係は、親企業側としては受注の安定、営業力、マーケティング力の不足回避、親企業からの技術力向上指導への期待など、双方における思惑の依存関係を通じた生産の補完関係として機能していった。

1950年代半ば以降、親企業の米国など先進国からの量産型先進技術の導入を契機に、我が国経済が高度成長への端緒を切るに至った段階で親企業と下請け企業の関係性が変化していった。

親企業と下請企業との間の生産・技術力格差が強く認識されていたため、親企業自体の競争力強化の実現とそれに見合う下請企業の有効活用戦略であったが、親企業指導における下請け企業の生産・技術力向上対策が意識的に推進されていった。

1980年代以降、下請け企業の生産・加工機能の強化を通じ、親企業の縁の下の力持ち的

な存在から親企業の生産工程を完全に補完する存在として位置づけられていくのである。

この過程で親企業と下請け企業との企業間関係は、単に生産面における補完関係の形成にととまらず、主に組立型産業において、日本における競争優位の仕組みが形成されていたといえる。

b) 親企業と下請企業の関係性の変化

1980年代にかけて、親企業と下請け企業との生産・技術上の補完関係をより強固なものにし、クローズドなネットワークを形成して行く中で、植田（2010）は次の点を指摘した。

- 下請け企業の能力向上
- 取引コストの削減
- 双方の情報移転による情報共有
- 学習効果による技術的蓄積
- 強い信頼関係の醸成
- 特定親企業向けの設備投資や親企業工場に隣接する地域への工場設置
- 親企業の製品開発段階からの動機的協働作業の実現
- 下請企業が主体的に要求部品等の設計提案をする技術開発力のある「承認図メーカー」の出現

親企業と下請け企業間で交わされる長期継続的な取引は、自動車のように部品・機能間の相互依存性が高く、部品間の微妙な技術的調整と摺り合わせが必要な製品・産業分野にて品質・精度・コストなど質的な競争優位の取引関係として機能してきた。この取引関係を通じて下請け企業のプロセス・イノベーションを促進し、親企業の競争力強化に組み込まれた反面、下請け企業が外部の市場を把握することが出来ない、蓄積した技術を応用展開する能力に欠ける、といった弊害もあると考える。

c) 下請企業からの成長

池田（2009）は、下請企業は自立型下請、自律型下請、さらに独立型中小企業への発展経路を持っていると指摘する。

渡辺（1983a）は、下請関係を資本主義の独占段階での対等成らざる外注取引関係であると定義した。

そして、池田（2009）は、下請企業に位置づけられる企業が技術力を高め、価格交渉力を有することで、自立型下請へと位置づけを変えることができるとしている。自律型下請は自立型下請より高次なものとしており、高い技術力を有しているものの独立型中小企業の道を選択せず、親企業に対して価格決定権を有しながら対等な取引を行っているとしている。

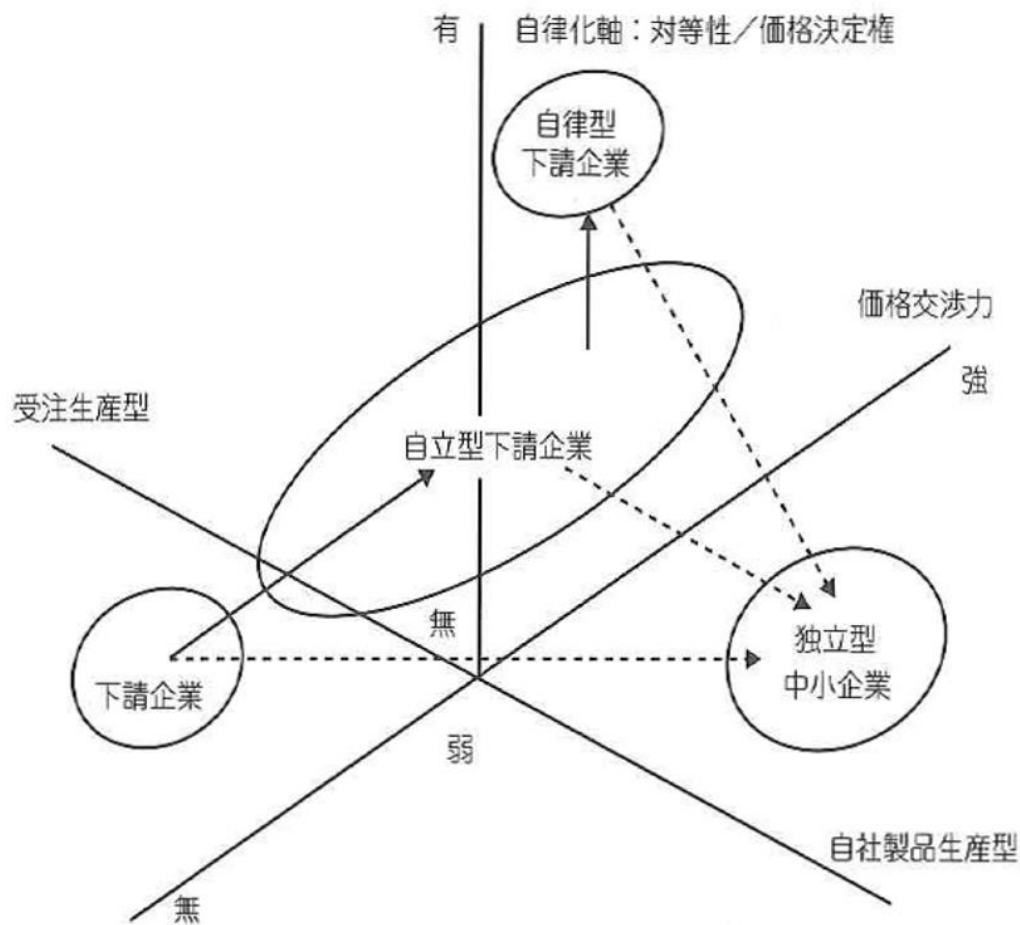


図 3.7 下請企業からの発展経路

(出所) 池田潔, 「現代中小企業の自律化と競争戦略」, ミネルヴァ書房 (2012)

この発展経路には、下請企業、自立型下請企業、自律型下請企業の先に自社製品生産型の独立型中小企業が位置づけられている。独立型になることで親企業からの影響を受けないため、企業成長のゴールと解釈することができる。

d) 独創的な中小企業

日比 (2002) は、ニッチ企業の特徴として、次の点を指摘している。

- 大企業では不得意な商品を製造している
- 他社が真似できない技術がある
- 下請け企業の延長にある
- マーケットリサーチをしない

ここで、注目するのは、下請け企業の延長にあるという指摘である。ニッチ企業が能力を発揮するためには、今まで蓄積してきた技術と何らかの関係のある技術でなければなら

ないこと、それまでに経験してきた技術分野での開発であれば、今までのネットワークを活用できるということである。

原（1999）は、日本のハイテク・ベンチャー企業の実態について、業種による違いはあるが、ハイテク・ベンチャーにおいては、技術そのものが独自性の源泉であることを指摘した。ソフトウェア分野では属人的技能や組織ノウハウ、各種機器分野では、特許が中核技術の独自性を確保するために重要であるとしている。また、市場規模が小さいことも見逃せない要因であり、中核技術の独自性が保てる理由の一つに市場規模が小さいことがあげられる。また、創業時における顧客との関係について言及し、創業時は、極めて少数の顧客に依存していること、下請け業務が少なくないこと、次第に顧客の数は増えても特定顧客への依存は大きいことを指摘している。

つまり、ハイテク・ベンチャーは、大企業への依存によってはじめて技術革新が実現されることを意味し、ハイテク・ベンチャーの希少な資源は中核技術の深化・向上に集中化し、補完機能（調達、製造、販売等）は外部の大企業に依存することで、分担ができることで技術革新が完結するといえる。

3.4 補完的生産者

ポーター（1982）の5つの競争要因では、企業が置かれている業界全体の構造は把握できるが、関係性が静的に表現されている。また、5つの競争要因では補完という視点が不足している競争相手と補完的生産者の動的な関係性をブラッデンバーガー、ネイルバフ（1997）の企業の価値相関図では表現されている。

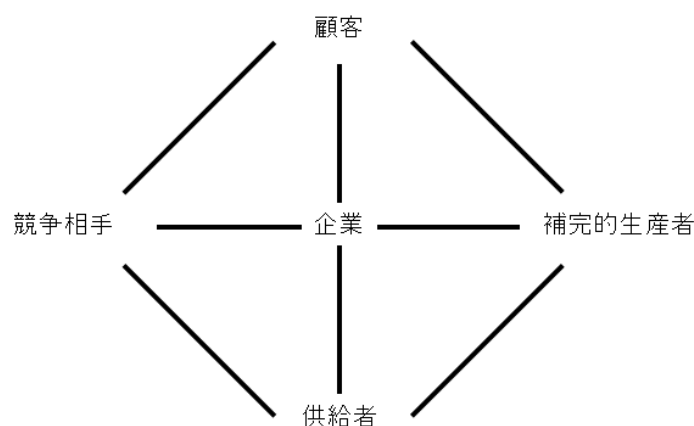


図 3.8 企業の価値相関図

（出所）ブラッデンバーガー、ネイルバフ「コーペティション経営」、日本経済新聞社（1997）

しかしながら、価値相関図では競争と強調の視点を重視し、企業からみた補完的生産者や競争相手の議論が中心である供給者や補完的生産者からみた企業に対する議論がされていない。

3.5 先行研究レビューの整理

研究開発における外部資源の獲得について、その検討段階では、“make or buy”のどちらか一方の選択になることが多かったが、加藤、丹羽（2001）が指摘するように、今日では、外部資源を利用した研究開発の形態が多様化し、単純に“make or buy”だけではなく、はるかに戦略的な対応を要求されている。組織内で一貫した研究開発を行うクローズド・イノベーションは、今日では、効果的なプロセスとはいえなくなったというチェスブロウ（2002）の指摘に同意できる。

Greiner（1972）の成長モデル、柳（1999）のベンチャーの成長段階、LEHTINEN（2001）の下請企業の成長プロセスにおいて論じられる点を批判的に捉えたと、成長プロセスの過程でハードルを乗り越え、企業として成長したベンチャー企業は企業規模が拡大するのだろうか。また、企業の規模が拡大するとベンチャー企業として成長したというのだろうか。さらに、自社の能力を高め、付加価値の高い製品やサービスを提供していくことの重要性については、同意するが、規模の拡大は必要なのだろうか。

中小企業論における下請制は、日本における競争優位の仕組みの礎であることといっても良いのだが、池田（2009）が指摘するように、中小企業のゴールは独立型中小企業であり、自立型、自律型はそのプロセスなのだろうか。

企業成長モデル、中小企業論で論じられる点は、いずれも企業の成長にともなって企業規模の拡大をすると指摘しているが、必ずしも企業規模の拡大を伴わない企業成長があるのではないかと考える。

ビジネスの展開にあたり、企業間の関係性は非常に重要であり、ブラッデンバーガー、ネイルバフ（1997）の企業の価値相関図では競争と協調の視点を重視して論じられている。そのため、企業からみた補完的生産者や競争相手の議論が中心であり、供給者や補完的生産者からみた企業に対する議論がされていない。外部リソースを活用したシステム開発がより一般的になる中、補完財を提供する企業からの視点を欠かすことはできないと考える。

第4章 システム内部における競争優位：価値階層化に依る可視化

4.1 システム全体を階層構造にした価値の表現

オープンイノベーションやユーザイノベーションが新たな研究開発モデルとして注目されるとはいえ、単なる外部資源の取り込みやオープンイノベーションの利用ではユーザに対する高い価値を生まないのではないだろうか。

単に社内にはないリソースを獲得やオープンイノベーションの利用では、工数削減や経費削減だけとなり、結局のところ、コスト競争に陥るに過ぎない。そこで、システム全体を機能ブロックやモジュール単位で分割し、システムパーティションという形でシステムの価値を捉えてみると、どの部分に外部リソースを適用するかが可視化できる。しかしながら、システムを平面で捉えるこの方法では、機能やモジュールといった性能面で捉えるのには良いが、ユーザに対するシステムの価値を表現することまではできない。

そこで、システム全体を階層構造として捉えることによって、ユーザに対する高い価値の可視化ができ、差別化の源泉がどこにあるかが明示できると考える。

4.2 iPodの開発における外部リソースの取り込み

iPodは、2001年に市場に投入され、現在、ポータブルミュージックプレーヤ市場で圧倒的なシェアを獲得している。iPod登場以前は、1990年代終盤にMP3プレーヤが登場し、Rio、Creative、iRiverといったメーカーが認知度を高めていった。さらに、1999年にはソニーが独自フォーマット（ATRAC3）に対応したネットワークウォークマンを発売し、一定の市場を形成しており、iPodは後発組であったといってもよい。

a) 超短期間での市場投入を狙った積極的な外部調達

スティーブン・レヴィ（2007）によると、MacでMP3フォーマットの音楽を聞くためのジュークボックスソフト「サウンドジャム」を原点としたiTunesが開発され、その後、コンピュータの外で音楽を聴く手段として他社製のMP3プレーヤとの連携機能を検討したものの、「ゴミのような代物」として、iPodを開発するプロジェクトがスタートしたとしている。

iPodの開発プロジェクトは着手から超短期間で市場投入するため、社内の内部資源を活用するだけでなく、積極的な外部リソースの活用を図った。

iPod開発の核になったのは、すでにユーザにジュークボックスとしての評価を得ているiTunesとの連携が容易であること、ホイールによる操作、IEEE1394による楽曲転送であり、この機能とポケットに入るというコンセプトを実現させることに注力し、自社にはないリソースは、人材を含めて外部調達を進めていったのである。

表 4.1 iPod 開発における外部調達の一例

| コンポーネント | サプライヤ |
|-------------|--------------------|
| チップセット | Portable Player |
| ファームウェア | Pixo |
| 液晶パネル | オプトレックス |
| 1.8 インチ HDD | 東芝 |
| 製造 | Inventec Appliance |

(出所) 日経 BP, 『日経エレクトロニクス』, 2004 年 6 月 21 日号をもとに作成

Apple は、iPod 自身を売り出すことよりも、音楽を手軽に持ち出すというコンセプトを創り出すことが当該事業におけるコア・コンピタンスであり、そのための手段の一つに iPod があったに過ぎない。

そのため、ハードウェアの開発（ファームウェアの開発も含む）には積極的に外部リソースを活用し、ソフトウェアの開発に注力することで、外部リソースを活用しつつ類似製品との差別化を図ったと考えられる。

b) デジタルミュージックプレイヤー分野における iPod の優位性

デジタル音楽を簡便に楽しむための枠組みを創出することが目的であり、ユーザとの接点となる iTunes や iPod のユーザインタフェースは自社で開発した。そして、目的実現のための土台となるハードウェアやファームウェアは積極的に外部調達を進めた。

ユーザは、ソフトウェアやハードウェアを通して、利用できるサービスに価値を求める。iPod のハードウェア自身は、当時としては、小型で大容量の HDD を採用したことは特出すべきことであるが、ハードウェア構成は、他のポータブルミュージックプレーヤと比較して、特別に革新的であったとは言い難い。一方で、ホイール操作と高い応答性という秀逸なユーザインタフェースと iTunes による簡便な楽曲転送は、ユーザの利便性を高め、高い価値を感じたと考える。

後に、iTunes Store を通じて、楽曲購入ができるサービスも追加し、手持ちの CD からの楽曲転送だけでなく、ネットワーク配信によって、1 曲単位で音楽を購入し、欲しい曲だけ、必要なときに、いつでも聞けるサービスを提供し、ユーザに対して、より高い価値を生み出すことができたのである。

既に市場に登場していたデジタルミュージックプレイヤーは記憶媒体にフラッシュメモリを採用していたが、当時の容量は CD 数枚程度の音楽しか保存できなかった。また、+ ボタンと- ボタンによる操作で操作性もユーザフレンドリであるとは言い難かった。その上、PC からプレイヤーへの音楽データ転送が高速ではなかった（既に USB インタフェースは一般的になっていたものの、当時の USB1.1 の転送速度は遅く、USB2.0 対応の PC 出揃ってきた 2003 年発売の第 3 世代以降である）。

iPod は大容量の HDD を搭載したことによる保存曲数の増大、ホイール操作によるユーザフレンドリな操作系の採用、FireWire による高速なデータ転送の実現、そして、iTunes を通じた、ユーザ自身による PC 上でのミュージックライブラリの構築、簡便な音楽データ転送の面で競合製品に対する優位性があった。

後に競合製品も HDD を搭載したミュージックプレイヤーが登場し、またフラッシュメモリの大容量化や低価格化によって大容量のフラッシュメモリ搭載のミュージックプレイヤーが登場しているため (iPod 自身も後にフラッシュメモリ搭載の機種を誕生させ、HDD 搭載モデルは iPod Classic として存在している)、HDD の搭載自身が当時の iPod の特徴の一つではあったものの、競合製品に対する一時的なアドバンテージに過ぎないと考える。

また、複数の競合製品は、容量の小さいフラッシュメモリ、操作性のあまり良くない操作ボタン、使い勝手の悪い PC 上のデータ転送ソフト、というのが共通的な特徴であったように思われる。フラッシュメモリの容量が少ないため、格納できる曲数が少ないことからミュージックプレイヤー本体の操作性が悪くても、あるいは、PC 上のデータ転送ソフトも使い勝手が悪くても我慢すれば利用できるレベルにあった。

一方、iPod は大量の音楽データをユーザ自身のミュージックライブラリとして PC を上に構築することを可能にし、さらに、ライブラリから iPod にデータ転送することを容易にした iTunes、転送された大量の音楽データを iPod 上で簡単に検索し、再生できるためのホイール操作という競合製品にはない特徴をもってユーザに受け入れられた。つまり、これらの特徴が iPod の競争優位性であった。

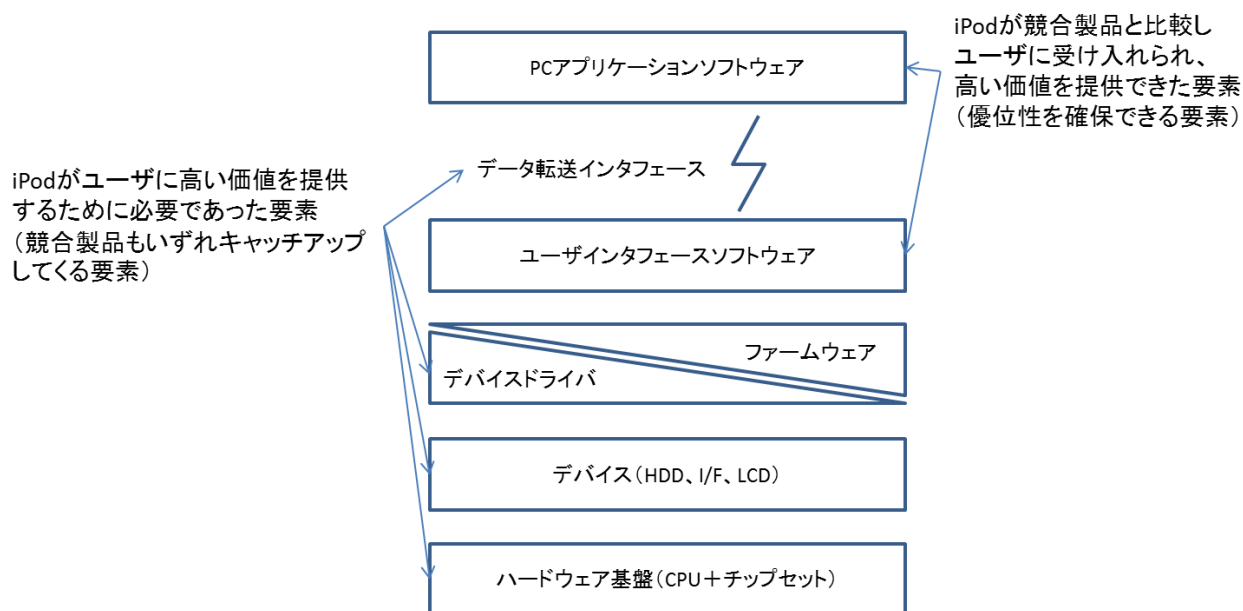


図 4.1 iPod のシステム階層構造

(出所) 筆者作成

4.3 iモードの開発における外部リソースの取り込み

iモードは、1999年にサービスインしてから、わずか3年で3千万を超えるユーザを獲得するという驚異的な成長をみせた。今日では、ガラパゴス携帯の戦犯のように言われることも多いが、携帯できる端末で移動しながらでもインターネットにアクセスし、様々な情報を手に入れることができようにした功績は非常に大きい。

夏野(2002)によると、端末、ネットワーク、ゲートウェイ、ポータル、コンテンツのバリューチェーンを作り上げ、ユーザの体験を起点とし、「豊富なコンテンツがユーザを生み」、「ユーザの増加がさらなるコンテンツの増加を生む」というポジティブ・フィードバックを生み、それらを支えるプラットフォームが共に成長を遂げたiモードの成功要因の一つである説明する。その中で、デファクト・スタンダードであるcHTMLとこれを利用するhttpを採用したことによって、コンテンツの開発が容易であり、コンテンツプロバイダの参入が進み、豊富なコンテンツからユーザの増加につながったことも見逃せない。

a) iモードが採用したデファクト・スタンダード

携帯端末上のコンテンツ記述言語として、cHTMLとWMLの選択肢があった。

WMLは、スウェーデンのエリクソン社、米国のモトローラ社、Unwired Planet社とフィンランドのノキア社で設立したWAP(Wireless Application Protocol)フォーラムが作成したものでコンテンツ記述言語だけでなく、通信手順まで定めており、携帯電話向けに最適化されたシステムの一部である。WMLは携帯電話向けに最適化されたものであるが故に、独自の記述言語であり、これを採用すると、コンテンツプロバイダは、この言語の習得の手間とコストがかかることになる。

cHTMLはHTMLのサブセットといえるものであり、(1998年にW3Cで標準化された)、今までのインターネット技術の延長であり、コンテンツプロバイダの負担も小さい。

さらに、中野(2005)によると、WAPはソースコードを開示しないため、NTTドコモの担当SEは、iモードサービスを構築する上で、ブラックボックスがあるのを避けたいことやトラブル対応の不安から拒否したという。携帯電話機の限られたハードウェアリソースを使い尽くすには、ブラックボックスを出来る限り少なくする必要があったと考える。

iモードの端末に実装するブラウザとして、ACCESS社のNetFrontが採用されたこともcHTMLを採用する経緯の一つであるといえる。

NetFrontは、既に家電向けのブラウザとして、いくつかの採用実績があった。携帯端末同様、ハードウェアリソースの少ない組込み系のシステムに向けた実装されたものであり、完成度が高い上、メモリ使用量が極めて小さい、軽いプログラムであった。

そのため、「出来合いの技術でここまで実現できるのなら、使わない手はない。自分達でやろうと思ったら必要になるとんでもない時間とコストが一足飛びに削減できる。」³として

³ 「画面上で小さなブラウザが動いた」、『iモードと呼ばれる前』、日経エレクトロニクス 2002年9月9日号 p.205より

採用を決めたとされる。

この後、iモード搭載の端末に向けて、移植作業が進められるが、もともと存在していた技術を外部調達したことに他ならない。

b) 携帯端末の新たな利用環境の創出

携帯端末でインターネットのコンテンツサービスを利用する環境を創出することが目的である。

携帯端末自体は、NTT ドコモの仕様に沿って開発されているので開発委託であり、外部流通されているリソースの活用とは異なる。

ユーザは、コンテンツが提供され、それが利用出来るサービスに価値を求めるものである。コンテンツ作成のための技術として、NetFront を通じて cHTML を採用したものの、それ自身がユーザの価値を高めるものではない。しかしながら、cHTML を採用したことは、コンテンツプロバイダにとって、インターネット技術の延長上にある技術を再利用出来る参入障壁を下がり、豊富なコンテンツを用意できる環境が整備されていたといえる。

さらに、cHTML を採用したことは、iモードを通じて提供されるサービス（公式サイト）以外に、携帯端末でアクセスできるサイト（いわゆる勝手サイト）も自然増殖的に増え、携帯電話でインターネットにアクセス環境が驚異的な速さで広がったという副次的な効果も生まれた。

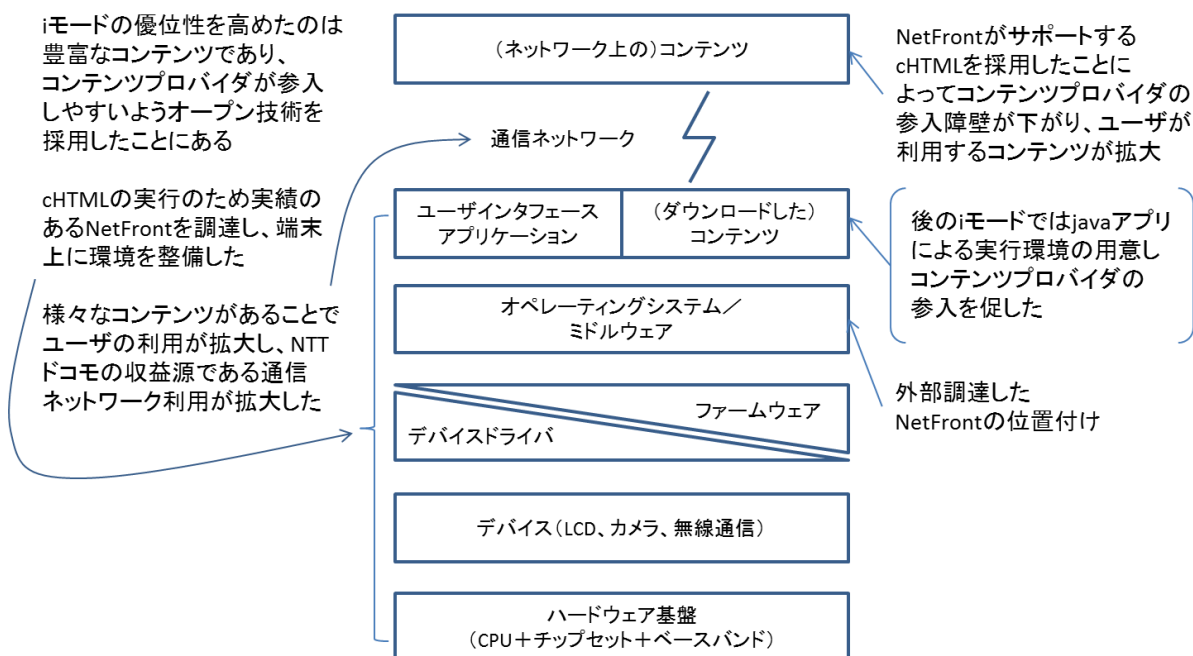


図 4.2 iモードのシステム階層構造
(出所) 筆者作成

4.4 組み込み Linux を利用した機器における外部リソースの採用

a) 組み込み Linux を取り巻く環境

ネットワーク対応、デジタル対応等によって開発規模が増大している機器への組み込み Linux の採用が近年増加している。

表 4.2 組み込み Linux が採用されている製品の例

| メーカー | 製品カテゴリ | 製品名、型番 |
|-----------------------|-------------------|---|
| ソニー | ホームシアターシステム | CoCoon (NAV-E900/E600) |
| | ビデオレコーダ | CoCoon (CSV-S55/CSV-E77/CSV-P500/NDR-XR1) |
| | デジタルテレビ | WEGA (KDE-P50HZ1/KDE-P42HZ1) |
| | 家庭用ゲーム機 | PlayStation BB Navigator |
| | ブロードバンドAVルータ | HN-RT1 |
| | ビデオスイッチ | CCP-8000/CCP-9000 |
| シャープ | パーソナルサーバ | Galileo |
| | PDA | ザウルス (SL-A300, SL-B500, SL-C700/750/760) |
| 松下電器産業 | ビデオレコーダ | Broadnow (FZ-BB1000) |
| パナソニックコミュニケーションズ | ホームゲートウェイ | ホーム・IPセキュリティ・ゲートウェイ |
| | ネットワークゲートウェイ | デジタルネットワークゲートウェイ (DN-G200) |
| NTT-ME | ホームサーバ | LivingGate i |
| 日本電算機 | 家庭用サーバ | iBox ブロードメディアサーバ |
| 日本電気 | ホームAVサーバ | AX-10 |
| プラット・コミュニケーションコンポーネンツ | ブロードバンド・ターミナルボックス | BTBox |
| ぶらっとホーム | マイクロサーバ | OpenBlockSシリーズ |

(出所) アスキー, 「Linux magazine」, 2003年12月号, p.78, 表2より

特に今日のデジタル家電に求められる要件として、ネットワーク対応、マルチメディア対応、操作性の高いユーザインタフェース等がある。こうした要件を満たすためには、まず、ハードウェアの性能を高めることが必要になるが、その反面、制御ソフトウェアの開発量は、増加し続けていく。組み込みソフトウェアの生産性を高めるための OS の重要性が増して来る。

従来は、搭載する CPU のメーカーや開発パートナーが提供する OS や開発ツールを利用していたが、組み込み Linux がサポートする CPU を増やしていき、メジャーな CPU に対応していくと同時に GNU に代表されるツール類が自由に利用できる環境ができてくると、Linux の採用も増えてきた。

Linux の特徴は、ネットワーク対応、マルチメディア対応、GNU による充実したプログラミング環境、オープンソース故に多くの開発者が参加することで、信頼性や堅牢性も高くなり、豊富な開発ドキュメントも揃っており、開発環境としては、充分整備されていることで効率性が高いと言える。

さらに、対応 CPU が増えているということは、開発する機器によって、搭載する CPU を切り替えたとしても、開発者の作業の連続性の面からみても、余分な工数やコストを抑制することにもつながる。

b) 経済価値の階層

製品技術の高度化、複雑化の進行はとどまるところを知らない。このような状況下にある開発プロジェクトについて、リナックスカーネル開発コミュニティの中核開発者の一人である James Bottomley は、2009 年の Japan Linux Symposium において、「Unique Innovation」、「Delivery Support for the Innovation」、「Commodity Platform」と類型してその中で OSS の経済的価値を指摘した。

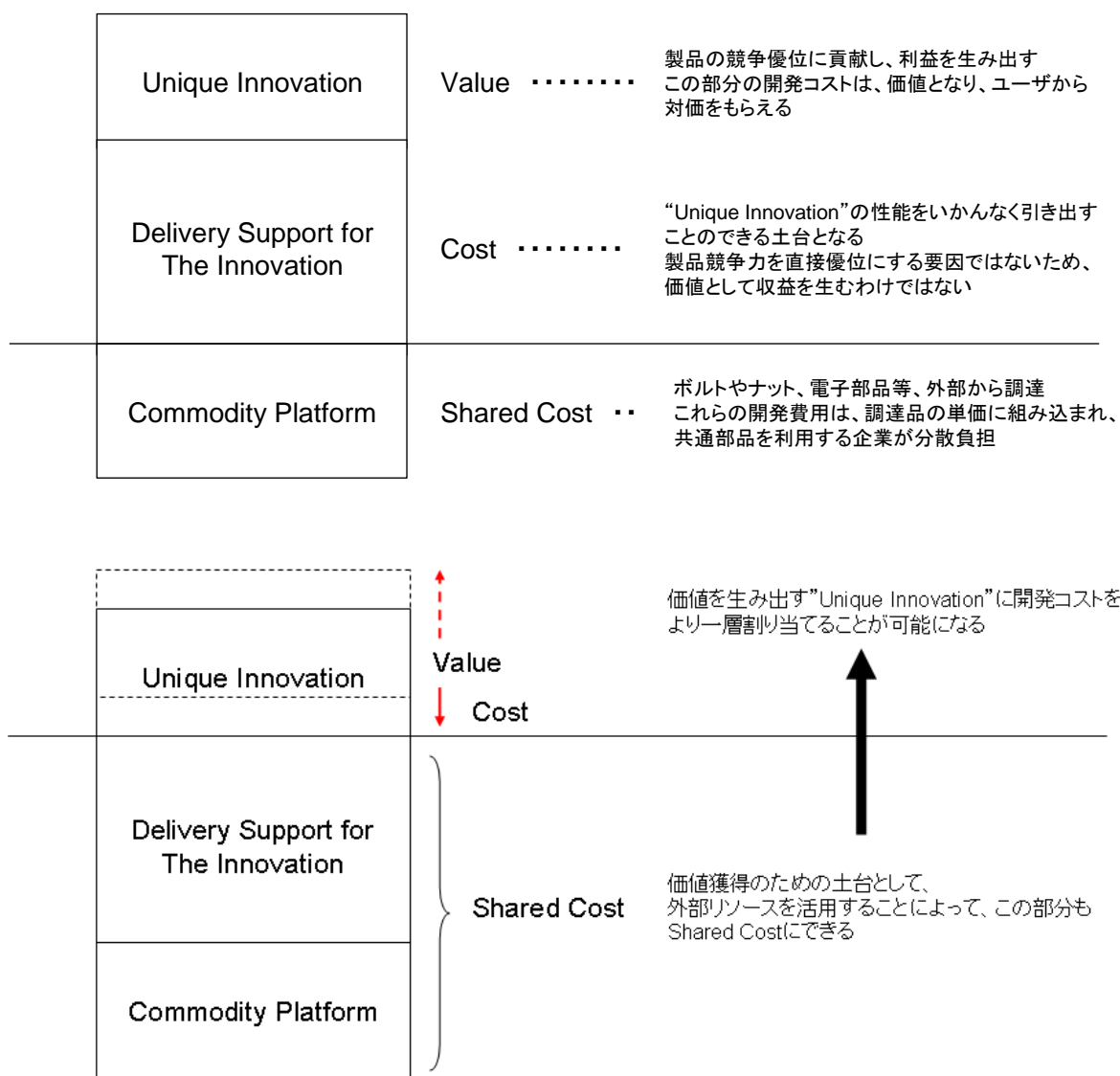


図 4.3 OSS 開発における経済的価値の階層

(出所) 上田理, 「日本 OSS 推進フォーラム組込みシステム部会提言」, 日本 OSS 推進フォーラム(2010)に加筆

「Unique Innovation」は価値 (value) を生み出す部分にあたる。製品の競争優位に貢献し、ユーザに与える価値の対価として利益を産むことができるものである。

「Commodity Platform」は、製品を製造するために必要な部材のように、外部から購入するものが相当する。これらの要素の開発費用は、購入費用に組み込まれている。つまり、開発費はその共通部品を使う企業に分散負担 (Shared Cost) されることとなる。

その間にある、「Delivery Support for the Innovation」は、Unique Innovation を現実するためには欠かせない技術要素として認識できる。Unique Innovation の性能をいかに高く引き出すことができるように高性能であり、さらに極めて安定した動作を約束する高品質が求められる。OS やその周辺技術がこれに相当する。この部分を自社で独自に開発した場合はその部分はコストになるが、商品競争力を直接優位にする要因ではないため、ユーザに与える価値の対価としての収益を産むことはできない。

この Delivery Support for the Innovation の領域に、オープンソースソフトウェアを適用するとコストが利用者間で分散されたのと同様になり、Commodity Platform 同様、Shared Cost となり、コストダウンにつながる。そして、開発に参画する企業は、それぞれの Unique Innovation を実現のためにより一層、この部分に開発コストを割り当てるのが可能になる。重要技術でありながら、それ自体では Value を産み出しにくいからこそ、オープンソースソフトウェアを利用した開発方法の優位性を説いたという⁴。

Linux の採用自身は直接的なユーザの価値を産まない代わりに、Unique Innovation を生み出すための土台とし不可欠である。つまり、製品の差別化や優位性に影響を及ぼす基盤技術として欠かすことができないということである。それゆえに Linux を採用すること自身にも意味が生まれてくる。

c) 組み込み Linux の採用による開発工数の削減と開発リソースの集中

アプリケーション階層は機器の独自の機能を実現するために差別化が可能な領域であるとともに、ソフトウェアプラットフォームに組み込み Linux を採用し、開発工数の削減を実現している。

ユーザからみれば、Linux を採用しているか否かは、関係ないが、システムを通じて利用する機能が豊富であり、かつ使いやすければ良い。

豊富な機能を実現するためには、多くのリソースが既にある Linux を採用することは、間接的にユーザの価値を高めることにつながる。使いやすい機能を実現するためには、Linux を採用するというよりも競合製品に対して差別化を図れるブロック (例えば、秀逸なユーザインタフェースや競合製品がもち得ない機能等) に開発リソースを集中させ、直接的にユーザの価値を高めることにつながる。

⁴上田理,「日本 OSS 推進フォーラム組込みシステム部会提言」, 日本 OSS 推進フォーラム, 2010

ユーザからみた価値は、製品を通じて触れる機能や操作性、あるいは応答性となるが、そうしたユーザにとって高い評価を獲得する機能を実装するためには、開発リソースが豊富にある Linux を採用することは、間接的な価値をもたらすのである。

d) オープンソースのライセンスと課題

Linux に代表されるオープンソースソフトウェアは、オペレーティングシステムに始まり、Apache、MySQL といったサーバアプリケーションやミドルウェア、そして、Open Office や Mozilla といった様々なアプリケーションにまで広がりをみせた。

チェスブロウ (2007) によると、IBM は、商業的に有効な OS の開発、維持に必要なだった年間約 5 億ドルが、Linux の開発では、年間約 1 億ドルを費やすことで同等の目的を果たすことができているとし、財務面での大きなメリットがあると指摘している。

さらに、現在では、組み込み系の分野まで浸透してきた。

ただし、オープンソースソフトウェアとって十把一絡にすることもできない。アプリケーションに近い側（非組み込み）とハードウェアに近い側（組み込み系）では、同じオープンソースであっても異なるものとして捉える必要がある。

多くのメリットをもたらすオープンソースがオープンソース足りえる条件として、その定義とライセンス形態にあると考える。

Open Source Initiative によるオープンソースの定義として、以下の 4 つをあげることができる。

- ソースコードを公開すること
- ソースコードの使用を認めること
- ソースコードに対する自由な改変を認めること
- ソースコードの自由な再頒布を認めること

オープンソースの原点にあたるのが、GNU プロジェクトであるといえる。GNU プロジェクトのライセンス形態は GPL と呼ばれ、加えて、ライセンスの継承をすることを求めている⁵。

また、BSD ライセンス（無保証であること、著作権者の氏名を記すことで自由な使用、再頒布が可能）、Mozilla Public License（GPL に近いライセンス条項であり、Mozilla Foundation によって開発されている各種のソフトウェアに適用）、Apache License（Apache License のコードが使われていることを知らせる文言を入れることが求められているだけで、ユーザの自由な使用、修正、再頒布が可能）等があり、ソースコードへの

⁵ GNU プロジェクトのリチャード・ストールマンは自身が提唱するフリーソフトウェアと Open Source Initiative の提唱するオープンソースソフトウェアは考え方が全く異なると指摘する

アクセスが可能であるという点では同類であるが、商用で利用するためには、プロプライエタリソフトとの切り分けがあいまいになる部分がある。そのため、自社のノウハウとして隠匿したい部分が意図せずに流出してしまう可能性もある。

さらに、これらのライセンスの法律的解釈も様々であり、外部リソースとして、安易に利用したことで、その対処に追われる事例もいくつか発覚している。その例として、エレコムが発売したブロードバンドルータにおいて、GPL 違反がユーザからの指摘で発覚した。これは、ファームウェアに Linux カーネルなど GPL のソフトウェアを利用、改変しているにもかかわらず、ソースファイルの公開をしていなかった件があげられる。

製品の回収等には至らず、ファームウェアのソースファイルを希望者に送付するという対処をした。また、ソースコードの開示により、ルータのセキュリティ問題も発覚し、その処置に追われた。

4.5 IP コアの外部調達による LSI の開発

LSI の開発手法としてハードウェア記述言語による開発が盛んになり、1990 年代以降、幅広く利用されるようになってきた。ハードウェアとして実装する機能をソフトウェアに類似した形で記述言語によってプログラミングすることが可能になり、ソフトウェアのモジュールと同様に、再利用可能な機能ブロック毎に切り分け、他の製品で流用できるようになり、開発効率の向上に貢献した。この機能ブロックは、開発者間での再利用に留まらず、他者間での流通が行われるようになっていった。

現在では、有償、無償問わず、様々な IP コアが流通しており、ASIC での利用だけでなく、FPGA での利用も可能であることから、一般ユーザが必要な機能を自ら組み合わせてオリジナルの LSI を手にすることが可能である。FPGA メーカーは LSI 開発のためのツールキットを提供しており、IP コア、ツールキット、IP コアを結びつけるための記述言語が揃えば、ユーザイノベーション活動に結びつくのである。

表 4.3 IP コアの種類と特徴

| | ソフトマクロ | ファームマクロ | ハードマクロ |
|-------------|---------|---------|---------|
| 設計抽象性 | レジスタレベル | ゲートレベル | シリコンレベル |
| フォーマット | RTL | ネットリスト | マスクパターン |
| 再利用性 | 非常に高い | 高い | 高い |
| プロセスの依存性 | 低い | 中程度 | 高い |
| 安定性：検証済の度合い | ? | ? | 高い |
| 設計の自由度 | 高い | 中程度 | 低い |
| 中身の隠匿度 | 低い | 中程度 | 高い |
| 性能（速度）：最適化度 | 低速 | 中程度 | 高速 |

（出所）平嶋竜太，「システム LSI の保護法制」，信山社，1998、山本靖，「設計開発における設計負荷とその低減」，早稲田大学大学院博士論文，2006、菊池正典監修，「図解でわかる半導体とシステム LSI」，日本実業出版社，2006 を元に筆者作成

a) IP コアを外部調達した場合の設計フロー

LSI の設計フローは、大別すると、仕様設計、機能設計、論理設計、レイアウト設計に分けられる。

a) 仕様設計

LSI の機能、性能、電気的特性、入出力信号等の仕様を定める。

b) 機能設計

仕様の基づき、HDL（Hardware Description Language）を用いて、機能を実装していく。そして、機能検証のために、シミュレータ（Cadence 社の Verilog-XL 等）を用いて、シミュレーションをし、実装した機能が実現できているか確認する。

c) 論理設計

論理合成ツール (Synopsys 社の Design Compiler 等) を用いて、RTL 記述からネットリストを合成する。

d) レイアウト設計

入出力ブロック、マクロ、メモリ等の配置をレイアウトツール (Avanti 社の Apollo 等) を用いて、タイミングや配線長を考慮して決定する。電源の配線、タイミングの収束、配置位置の最適化、配線を行ったうえで、レイアウト検証を行い、テープアウトに至る。

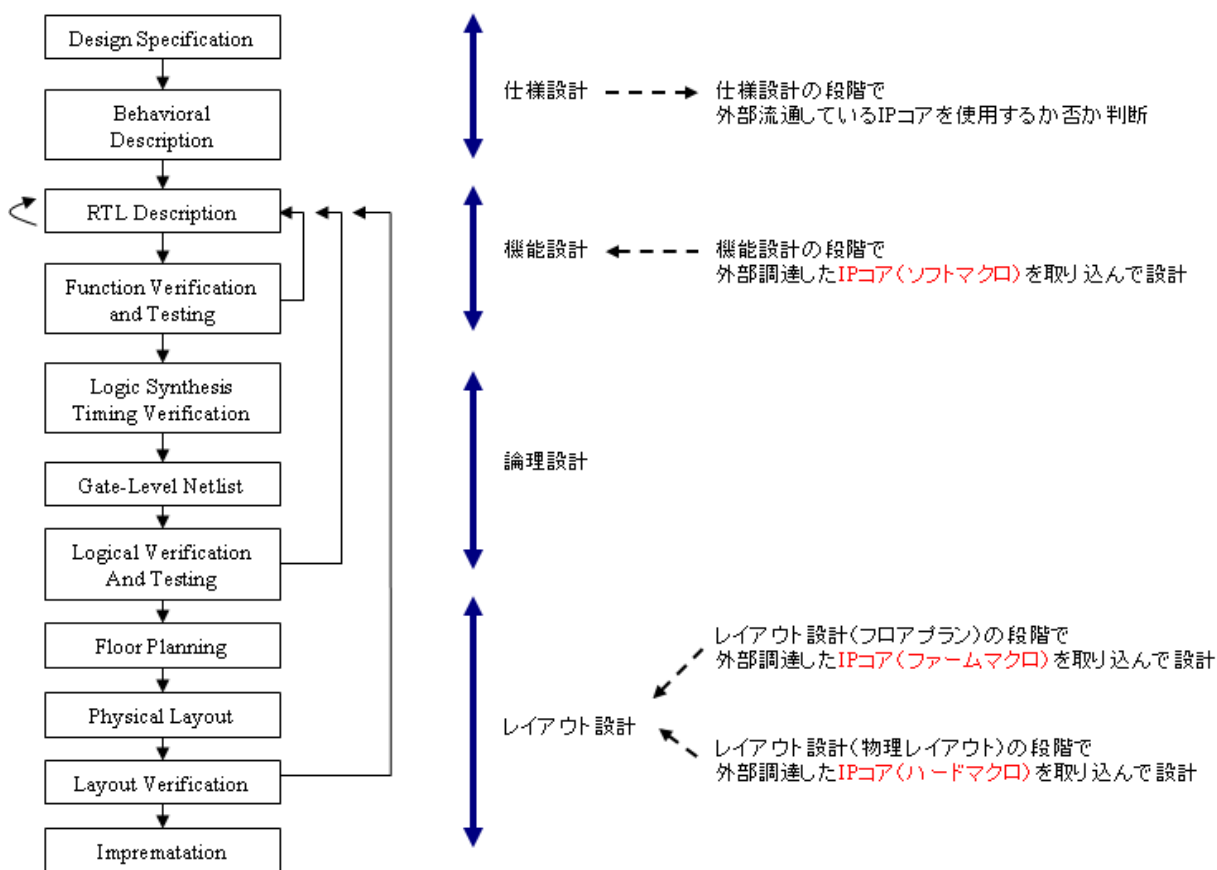


図 4.4 LSI デザインフロー

(出所) Samir Palnitkar , 「Verilog HDL : a guide to digital design and synthesis」, Prentice Hall, 2003, p.5, Figure1-1 に加筆

IP コアを外部調達する場合、仕様設計段階では、外部流通している IP コアからどれを採用するかを判断することとなる。機能設計段階では、外部調達した IP コアを取り込んで設計することとなるが、この段階で取り込むことができるのは、ソフトマクロ型のものとなる。レイアウト設計のうち、フロアプランの段階で取り込むことができるのは、ファーム

マクロ型であり、物理レイアウトの段階で取り込むことが出来るのは、ハードマクロ型のものとなる。

b) IP コアビジネス

IP コアの開発、ライセンスビジネスを主力にしている企業も増えているが、その代表格が ARM 社である。

従来、LSI は、半導体メーカー社内で設計から製造までという垂直統合型が一般的であった。社内で仕様を定めて設計、製造、販売し、ユーザは自社の製品に組み込むために必要な仕様をもったものを選択していた。

その後、様々な顧客に向けて ASIC のビジネス展開が始まり、半導体メーカーに対して顧客となる、セットメーカーは自ら仕様を決めて、半導体メーカーがそれを製造するようになっていった。

さらに、1990 年代以降、ファブレスとファウンドリというビジネスモデルや EDA 専業メーカーが出現することで、CPU、インタフェース、メモリなどを外部から調達して組み込むというビジネスも一般的になってきた。

これには、様々な機器のコア・コンポーネントとしての LSI の重要度が増し、それによって、高機能化、高集積化が求められるようになった。同時にコスト削減、リードタイム短縮が求められることで、垂直統合型の半導体ビジネスでは、市場での競争力を確保するのが困難になってきたといえる。

西嶋（2006）によると、ARM 社は、Acom 社の半導体部門が独立したものであるが、MIPS、SPARC、PowerPC といった CPU が高性能を求めるのに対し、性能競争で太刀打ちできないと判断し、低消費電力というメリットを打ち出した RISC プロセッサの開発の道を選択したという。その後、PDA やモバイル端末用途が低消費電力を求めるといふ追い風もあり、Acom 社からの独立の際に、IP ライセンスビジネスを選んだとされる。

今や、モバイル端末の CPU はさまざまなメーカーのものが採用されているが、その多くが ARM コアを組み込んでいる。開発コストの削減、リードタイムの短縮という面だけでなく、ARM コアを組み込んだ CPU を採用することによって、ソフトウェア自身も他者のものを流用できるという、ハードウェア、ソフトウェア両面の外部調達が可能になった。

c) IP コアの外部調達による ASIC の開発事例

筆者らは、1999 年に JPEG の圧縮／伸長機能をもつ IP コアを他社から購入し、メモリ（これもハードマクロ形式の IP コアを利用）、外部のインタフェースを組み込み、LSI を開発した実績をもつ。

当時、JPEG の画像処理を行う製品を開発し、アミューズメント用途として提供しており、製造コストを削減すること、その他の用途に展開するために、より高速処理ができる LSI が必要であった。当時採用していた JPEG プロセッサは、化学品メーカーの電子材料開発部

門が開発した JPEG IP コアを搭載し、評価用に提供されていたものを利用していた。当時、筆者が勤務する会社でこの JPEG IP コアの評価ボードを開発受託しており、JPEG IP コアのアプリケーションとして、アミューズメント用途に流用することを許可いただいたものがある。

このプロセッサは評価目的のためであり、提供を許可していただいた化学品メーカーは IP を販売したいのであって、プロセッサを販売するつもりはなかった（現在も化学品メーカーから電子材料事業の事業譲渡を引き受けた会社でも IP として提供している）。そのため、本格的にこの JPEG プロセッサを利用するためには、JPEG IP コアを利用したチップ開発をする必要があった。

また、JPEG IP コアの評価ボード開発を通じ、この IP コアの性能を活かしたシステム開発を模索していたため、この IP コアを購入することとなった。

開発にあたり、EIAJ（現在の JEITA）の VSAC（システム LSI 開発支援センター）を利用し、デザインルーム、開発ツール（HDL シミュレータ、論理合成、レイアウト、DRC）、ワークステーションを借り受けた。

センターが提供するハードマクロ（メモリブロック）も利用した上で、CMOS 0.6 μ m ルールを選択し、他企業との相乗りのマルチチップによって、チップが製造され、QFP120 ピンのパッケージに収め、試作された。

結果として、ASIC を搭載する製品の計画自身が進展することがなかったため、ASIC は利用される機会がなかったが、IP コアの導入により、ASIC の開発期間は、約 9 ヶ月で済んだ。

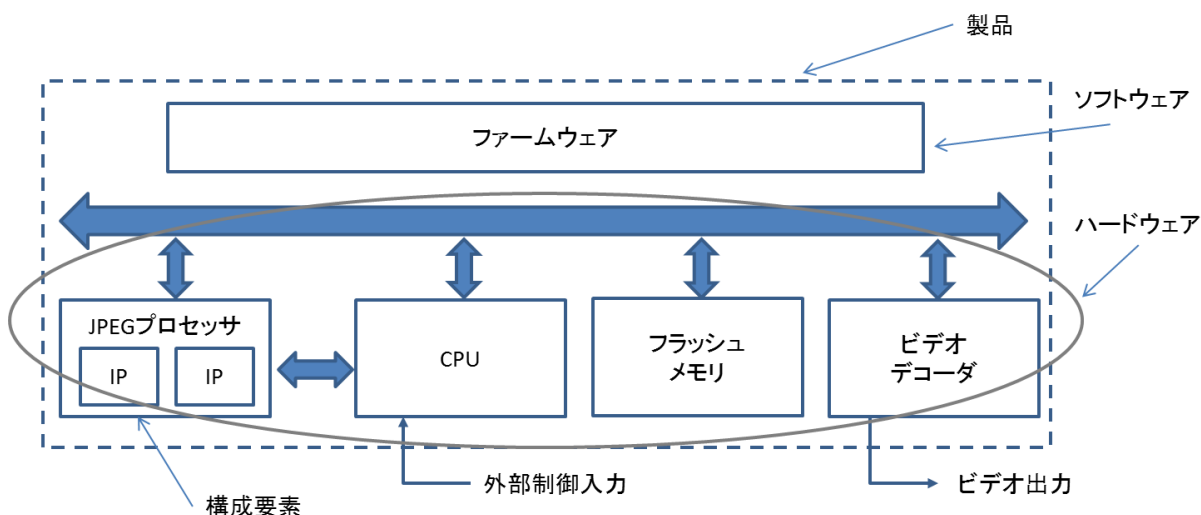


図 4.5 ASIC 搭載機器のブロック図

(出所) 筆者作成

JPEG プロセッサを採用したシステムとして、アミューズメント用途の画像再生ユニットを低コストで開発することが目的であり、部品の一つとして、自社設計の LSI を採用することが検討された。LSI をつくることが目的ではなく手段の一つに過ぎず、仕様にあった LSI を用意するために IP を外部調達した。さらに、外部調達した IP を LSI にするための技術も価値を生むことも一連の作業を通じてわかった。

4.6 利用可能な外部リソースの種類

事例を見てきた中で、IP コア、オープンソースについて、リソースの種類をまとめた。いずれも外部リソースとして利用できることからモジュールの流通性は非常に高い。

表 4.4 利用可能な外部リソースの種類

| | IP コア | オープンソース (組込み) | オープンソース (非組込み) |
|---------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| モジュールの 流通 | ○ | ○ | ○ |
| 動作プラット フォーム | 依存度：高 | 依存度：高 | 依存度：低い |
| 開発ツールの 多様性 | △ | ○ | ○ |
| ライセンス | 提供メーカーに 依存 | 複雑 | 複雑 |
| ブラックボックス 化されているか | ハードマクロならさ れる | (ほとんど) されない | (ほとんど) されない |
| サポート | ○ (有償 IP) | △ (要サポート料) | △ (要サポート料) |

(出所) 筆者作成

これらの大きな違いは、動作プラットフォームの依存性にある。IP コアと組み込み系オープンソースはその依存性が高い。IP コアの中でもハードマクロは、ファンドリのプロセスにあわせて最適化されているため、設計情報の流動性が低い（プロセスが変われば、そのマクロは利用できない）。組み込み系のオープンソースも同様な部分が多く、CPU に依存している部分やデバイスドライバなどは、ハードウェアが変わることによる流動性が低い。

一方、非組み込み型のオープンソースは動作プラットフォームの依存性が低い。例えば、PC-UNIX は、Windows が稼働する大半の PC-AT 互換ハードウェアプラットフォームで稼働し、さらにミドルウェアやアプリケーションはその OS 上はもとより、Windows OS 上でも多くが稼働可能である。こうしたプラットフォームの依存性が外部リソースの選択要素の一つであるといえる。

4.7 事例研究にみるシステムの価値階層

事例研究で示したシステムにおいて、ユーザに対する価値は、差別化の源泉そのものである。システムをブロック図のように平面で捉える場合、機能やモジュールといった性能面で捉えるのには良いが、ユーザに対するシステムの価値を表現することまではできない。そこで、システム全体を階層構造として捉えることによって、ユーザに対する高い価値の可視化ができ、差別化の源泉がどこにあるかが明示できると考える。

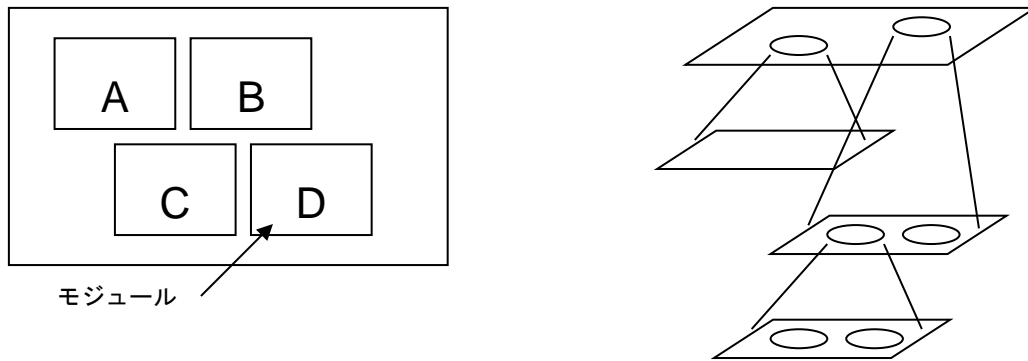


図 4.6 システム価値の可視化（平面構造と階層構造）

（出所）筆者作成

iPod の例では、ユーザは、ソフトウェアやハードウェアを通して、利用できるサービスに価値を求める。ホイール操作と高い応答性という秀逸なユーザインタフェースと iTunes による簡便な楽曲転送は、ユーザの利便性を高め、高い価値を感じたと考える。

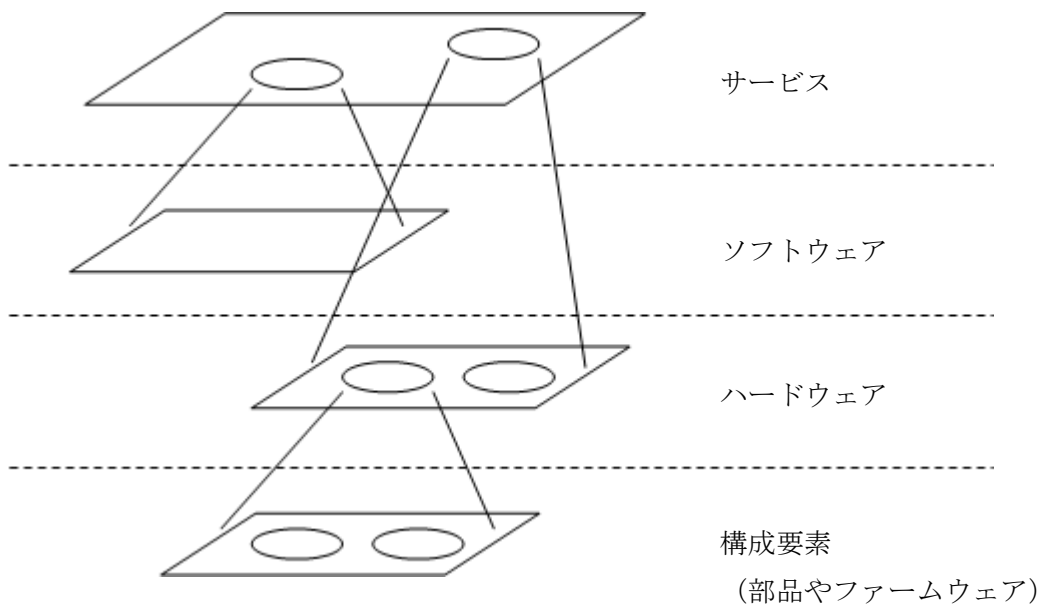


図 4.7 システムの価値階層（iPod を例に）

（出所）筆者作成

一方、iPod のハードウェア自身は、構成としては、他のポータブルミュージックプレーヤと比較して、特別に革新的であったとは言い難い。ユーザ接点となる上位階層が、ユーザが高い価値を求めるということを十分に理解していたため、社内の開発リソースを割り当てる反面、下位階層である、ハードウェアの部分は、外部リソースを積極的に活用した。

iモードの例では、ユーザは、コンテンツが提供され、それが利用出来るサービスに価値を求める。つまり、提供されるサービスそのものが上位階層にあたる。コンテンツを提供するためのブラウザを外部リソースとして調達したのは、ブラウザそのものではなく、それを通じて表現されるサービスがユーザにとっての価値であると判断したからに他ならない。ブラウザ自体は、サービスを提供するための窓口に過ぎず、上位階層に対する下位階層に位置づけられる。

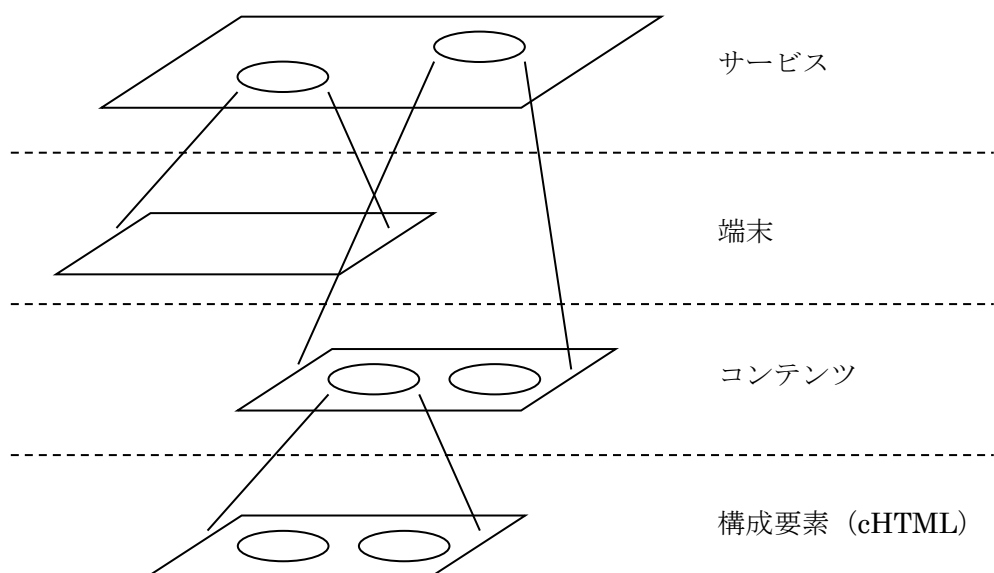


図 4.8 システムの価値階層 (iモードを例に)

(出所) 筆者作成

組み込み Linux を採用したデジタル家電の例では、ユーザからみた価値は、製品を通じて触れる機能や操作性、あるいは応答性であり、そうしたユーザにとって高い評価を獲得する機能を実装することが製品の優位性である。

製品の開発規模としては最も大きい OS 部分を一から開発する必要がなく、また、ユーザコミュニティを活用することで不具合情報などの入手も可能となる。優位性の高い機能を実装することに開発リソースを割り当てることができるのが最大の利点である。

従来、家電用の組み込み OS として μ ITRON⁶や VxWorks⁷などを利用する例が多かったが、リアルタイム性や少ないハードウェアリソースで動作するといった利点がある反面、GUI 環境や通信プロトコルスタックといったネットワーク系のモジュールが充分整備にされていなかった。今日では、多くのデジタル家電に GUI やネットワーク機能が搭載され、多機能になるにつれて組み込みソフトの開発工数が爆発的に増加していった。こうした背景から、組み込み Linux は、家電に搭載するソフトウェアを開発するための基盤として一般的になっている。

オープンソースのコミュニティに参加することで、メーカー間の壁を越えてソフトウェア資産を共有できるのも利点である。製品の優位性につながらないドライバやミドルウェアなどはオープンソースとして共有することで工数を削減し、アプリケーション開発に注力できる。

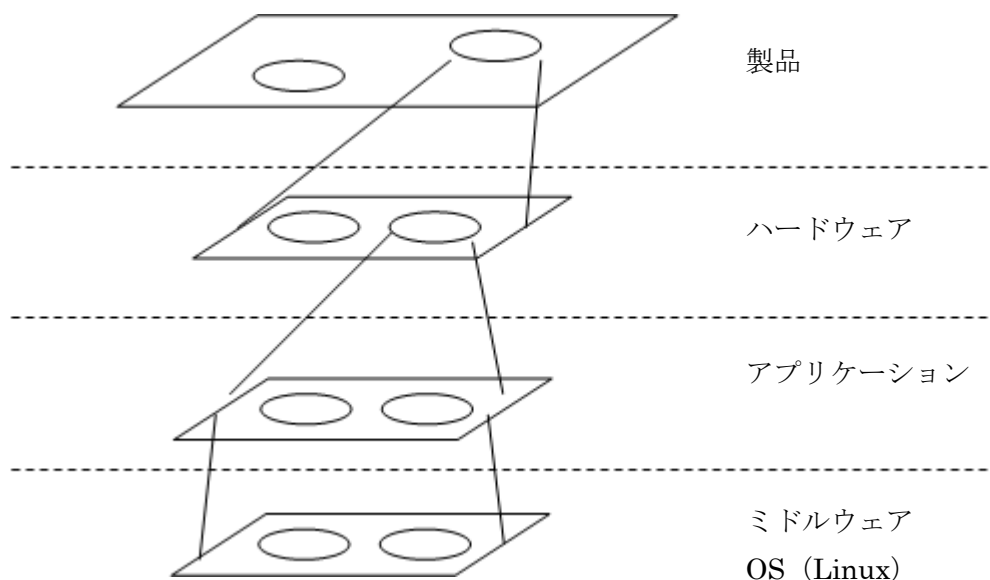


図 4.9 システムの価値階層（組み込み Linux を利用した機器を例に）

（出所）筆者作成

IP コアを外部調達したシステムの例では、JPEG プロセッサを採用したシステムとして、アミューズメント用途の画像再生ユニットを低コストで開発することが目的であり、部品の一つとして、自社設計の LSI を採用することが検討されたという経緯がある。LSI を開

⁶ TRON プロジェクトが策定・維持している組み込みシステム向けのリアルタイム OS の仕様である。

⁷ WindRiver 社が開発・販売する組み込みシステム向けリアルタイムオペレーティングシステムである。

発して外販する計画はなく、あくまでも部品の一つとして仕様にあった LSI を用意するために IP を外部調達したにすぎない。

IP を外部調達するよりも自社で開発するメリットがある場合を考えてみると、IP そのものを流通させたい、IP を再利用する計画がある、といった状況ではないだろうか。IP を流通させるということは、IP コアビジネスを行うことであり、また、IP の再利用をすることは、開発した IP を様々な LSI に組み込むということであり、LSI ベンダーもしくはファブレスビジネスを行うということになる。

アミューズメント用途に向けたシステムを提供し、ユーザに利用してもらうことが製品としての優位性であり、このシステムでは、IP コアを搭載した LSI を構成部品として利用することであり、IP 利用はその手段の一つにほかならない。

このようにシステムを階層構造で捉え、優位性のある部分を可視化することで上位階層であるほど、その価値は高く、下位階層は、外部資源を活用しても全体の影響は高くないと指摘することができる。

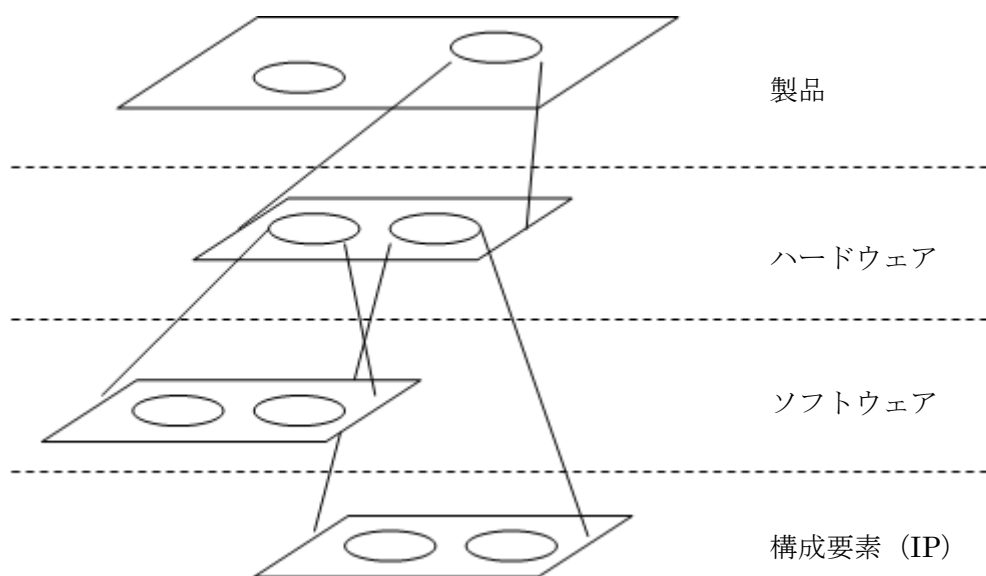


図 4.10 システムの価値階層 (IP コアを外部調達した LSI を搭載したユニットの場合)
(出所) 筆者作成

4.8 外部リソース活用の課題

いくつかの例を挙げ、システム開発における外部リソース活用の有用性を論じてきた。

外部リソースの活用は、そのメリットが盛んに語られているものの、製品の差別化や品質面に関する疑問が問題意識としてあった。ここでは、効率性、差別化、品質について、考察を進める。

a) 効率性

必要な機能の実現性の面からは有益である。

利用する外部リソースの種類によっては、必要な機能を組み合わせて、所定の性能を出すための作業の負荷が大きい場合もあり、すべての場合において、効率性が高くなるとは言い難い。特に抽象度が高いソフト IP ほど、タイミング検証、論理合成、フロアプランの検討に手間がかかる。また、組み込みオープンソースソフトウェアの場合には、動作プラットフォームの依存性が高く、個々のハードウェアへの OS のポーティング、デバイスドライバの開発といった作業の負担も大きい。

b) 差別化

外部リソースとして調達した、IP コア自身は、他者も利用可能である場合が多いため、それ自身が差別化にはならない。IP コアとして導入しやすい部分を選択することが重要となる。

- 標準化技術を利用する部分に IP コアを利用 (I/F やメモリ)
- デファクトスタンダード部分に IP コアを利用 (ARM コア)
- 付加価値の高いブロック (Unique Innovation) を自社調達

また、組み込みオープンソースはアプリケーションを実装するためのプラットフォームとして採用されるため、IP コアと同様に、それ自身が差別化にはならないが、付加価値の高いブロックへの開発に注力するための枠組みとして採用すること自体が非常に有用であることがわかった。

外部リソースの部分で価値を高めることはできないものの、差別化よりもユーザの仕様にあわせた製品をつくり、マーケットインを優先する場合も考えられる。この場合には、差別化よりも開発効率とコスト回収の早期化の面でのみメリットとなる。

つまり、ユーザに対する価値を提供する部分と明確な切り分け必要であり、ユーザに対して直接的に価値を与えられる部分については、独自技術で、間接的に価値を高める部分については、外部リソースの積極採用という形をとることが望ましいと考える。

c) 品質

開発をアウトソーシングする場合は、仕様を定め、それに適合した開発を委託するが、外部リソースの活用においては、仕様に合わせたモジュールを取り込むこととなる。そのため、一定の性能を出すためのすり合わせ作業が品質を左右することから、効率性とは相反するが、性能を限界まで引き出すにはすり合わせが重要であるといえる。しかしながら、すり合わせを容易にするためには、使いやすいモジュールを選択することによって、両方を満たすことも可能になる。

4.9 外部リソースの活用における課題

自社が持ち得ないリソースを外部から獲得することが、今日では、比較的容易になった反面、いままでの研究開発とは異なる課題が生まれてきた。

a) 外部リソースを活用して価値を高めるために重要なことは何か?

外部リソースは、付加価値の高いブロックへの開発に注力するための土台として捉えることが重要であり、目的を達成するための構成要素であることを認識しなければならない。どの部分を外部調達するかを考えることで改めて自社のコアは何かを考えなければならない。そして、自社で囲い込んでいた技術が、自社のコアではないと判断されれば、その開発の打ち切りやあるいは、外部供給も考慮する必要がある。

安易に必要に迫られて外部調達をしていると、本来、自社で技術の蓄積をする機会を創出してしまう可能性もある。自社の競争力の源泉が何か把握できなければ、この先、自社技術を強くすることができない。

また、自社調達と外部調達の調整も重要になってくる。オープンソースや IP コアのような高度な技術を用意に外部調達できるようになると、極論ではあるが、同じモジュールを組み込めば、誰でも同じものができる可能性も有り得る。自社のコア技術と適材適所に割り当てた外部調達モジュール糊付けし、さらに、高いパフォーマンスをたたき出す調整能力も必要になる。

b) 外部調達のルール

外部調達の活用に関するルールが求められる。百嶋（2007）によると、インテルでは、社内外の研究リソースの使い分けについて、研究開発のリードタイムによる明確な基準が示されているとされる。

また、Linux を利用した事例でも提示したように、オープンソースであることを隠蔽して組み込んだ例では、この件が明らかになったことから、オープンソースコミュニティからバッシングを受け、広がりを見せかけたオープンソースの利用に水を差した。

オープンソース故の複雑なライセンス形態であるものの、適切に利用することで、適用範囲の拡大が可能となることは間違いない。

4.10 まとめ

システム開発における外部リソースについて、実例を含めて論じてきた。他者の能力を取り込む（自社の能力を他者に提供し、他者に取り込んでもらうことも含み）という意味では、自社の知識を囲い込むという今までの研究開発からの転換が求められていることに違いはないと考える。

製造の外部委託などは、EMS ビジネスとして従前より行われてきており、外部リソースの活用の側面からみた場合、古くて新しい研究対象として捉える事が出来る。古くて新し

い故に、外部リソースの取り扱いを誤れば、他者の知的財産を土足で踏みこむ行為にもなり、その取り扱いには細心の注意が必要である。

そして、外部リソースの活用にあたっては、他者との差別化を図りながら、外部リソースを活用するという点、そして、どの外部リソースを採用し、自社のリソースと調整を図るかという点、いずれも自社内の囲い込まれた知識を利用する場合とは異なる能力が求められるのである。

事例研究からみた結論として、外部リソースが活用できる領域を整理すると、アプリケーション側（ユーザに対して直接的な価値を生む）とシステム側（ユーザに対して間接的な価値を生む）に分け、さらに、リソースの汎用性の高低別に分けることで説明できる。

汎用性の高い部分については、技術の流動性が高いことから、アプリケーション側では、非組み込み Linux、システム側では、組み込み Linux や IP コアといった外部リソースの活用が有用である。

| | アプリケーション側 | システム側 |
|-------|-------------|-----------------------|
| 汎用性:高 | 非組み込みLinux | 組み込みLinux LSI IPコア |
| 汎用性:低 | 差別化可能 領域 | 外部リソースの活用 に不向き |

図 4.1.1 外部リソースが活用できる領域と差別化可能領域
(出所) 筆者作成

一方、ユーザに対して直接的な価値を生むアプリケーション側で、かつ、汎用性が低い部分については、他者システムでの実現も容易ではないことから、差別化が可能な領域であるといえる。ここに開発リソースを多くの割り当てることが差別化の直接的な要因となると考える。

事例研究で示したシステムの価値階層において、ユーザに対する価値は、すなわち差別化の源泉であると指摘した。上位階層であるほど、その価値は高く、下位階層は、外部資源を活用しても全体の影響は高くない。

システムの価値階層と差別化可能領域と重ね合わせると、ユーザ側がユーザとの接点となる部分になる。そして、汎用性が低い部分が、その製品やサービス独自のものであり、他が真似しづらいものといえる。つまり、これが、上位階層に相当する。

差別化可能領域とはシステムの価値階層における上位階層であり、外部リソースを活用しつつ、いかに競合他社に対し、優位性を高めるかが重要になる。

第5章 事例研究1：受託開発からの脱却をした事例

第5章ならびに第6章では、開発企業の視点で発注元から外部リソースとして活用された企業について論じる。

第5章の事例は、企業成長の過程で、受託開発を行っていたが、そこから脱却し、独自製品を開発している企業を事例として取り扱う。

5.1 株式会社ロジック・リサーチ⁸

ロジック・リサーチの業務内容はLSIの開発、設計、製造、販売であり、1992年に創業したファブレス企業である。

a) 起業までの道のり

創業者は、通信機メーカーF社に入社後、半導体応用技術部で海外顧客向け半導体の技術支援に従事し、仕事上、サン・マイクロシステムズやDECといったメーカーとも接点があり、当時、海外ではベンチャー企業が半導体を開発するというところに大きな衝撃を受けたという。また、ゲートアレイの設計にも携わるようになり、CADによる設計、シミュレーションの技術を獲得していった。

その後、福岡に異動となり、営業担当して、九州地区に開発、生産拠点を構える大手電機メーカーの通信部門を担う子会社QM社との関わりが多くなってきた。ASICにする作業を顧客と共同で行うなどASIC等の開発にも従事した。この時にASICによってオリジナルのLSIが開発できるという手応えを感じた。

家庭の事情で退職後、半導体業界を一旦離れることになるが、生命保険の営業をしていた時期があり、その仕事を通じ、当時、投資する人がたくさんいることを知り、成長する企業への投資熱を肌で感じたという。

一方で、一時的に業界を離れていたこの時期に、旧知の仕事仲間からゲートアレイの開発を依頼され、依頼元のツールを利用して、ISAボードに載せるLSIの設計をしたことで、起業への意欲が高まった。

1990年から1992年にかけて、F社時代の同僚が起業した会社の九州出張所という形で福岡に拠点を構え、福岡県がASICの開発センターを開設するにあたり、コンサルティングの仕事を引き受けたり、ゲートアレイの受託開発をすることで、事業として採算が取れると判断し、独立を決意した。

b) 受託設計ビジネスの拡大

⁸ 株式会社ロジック・リサーチ 代表取締役 土屋忠明氏に2013年11月25日に対面でのヒアリングにご協力いただいた。

1992年12月に知人から休眠状態にあった会社を譲り受ける形で、(有)エッチャー・イーを設立した。2年後の1994年に現在のロジック・リサーチに社名変更を行なった。当初は一人でLSIの受託設計をしていたが九州地区の半導体メーカー出身のエンジニアの移籍、東京などからのUターン者の採用などにより設計技術者の確保を行い、技術者の増加を図っていた。

受託設計ビジネスの拡大⁹を図っていくことで、1997年に株式会社化し、2000年3月期には2億5120万円の売上高を挙げ、20人を超える従業員数を抱えるほどに成長した。

他方、1993年にはザインエレクトロニクスの飯塚社長に出会い、また、大阪大学や九州大学の教授とも仕事を通じて交流が増えたことで、ファブレスとして事業を展開させる確信を得ていく。

2000年には、QM社の家庭用FAX向けLSIをASICとして開発し、ロジック・リサーチのLSIとして提供した。今日まで累計で約4000万個出荷している息の長い製品となった。ここがファブレスとしての出発点となる。

c) ファブレスへの転換

2000年代に入り、受託設計の将来展望が見えにくくなり、また、2001年～2003年にかけて売上高の減少する一方で、受託設計のために増員していったエンジニアの固定費が重くのしかかってきた。当時、ファブレスとしての事業は数名で担当していたが、赤字続きであった。受託設計のエンジニアにファブレス事業を担ってもらうことも検討したが、受託設計と独自設計ではカルチャーが異なるため、相容れず、受託設計のエンジニアの大半が会社を離れることになった。ここから、ファブレスメーカーとしての展開を図ることになる。

ロジック・リサーチの開発の特徴として、大手がコスト上難しくなってきたことから撤退していった、旧世代のプロセスを利用して製品を開発している。日本の半導体メーカーが最先端のプロセス開発に邁進したのとは異なり、最新プロセスで開発することに意味を持つのではなく、顧客の望む機能を実現することに意味を持ち、そのために適切なプロセスを利用するという考えで、ニッチを狙い、かつ、大手メーカーの競合にはならない、独自路線を歩んでいるとあって良い。

d) ビジネスモデルの確立とコア技術

現在の製品の主力はFA分野のLSIであるという。FA分野の製品の場合、ライフサイクルが長い、数量が大量でない、作り置きができる等々の特徴がある。そのため、計画的な生産が可能であり、ファンドリの工程の空いたタイミングで製造してもらうことが可能で

⁹伊東(2008)によると、「受託設計は、設計効率化のため、HDLを使用する設計手法に特化し、中途採用社員にHDLの教育を受けさせ、HDLの設計集団を作り上げた」ことによってビジネス拡大を図ったという。

ある。ライフサイクルが長いことは、開発費を回収してしまった後は利益が収益として見込めるため、経営の安定につながり、大量生産でないということは、ニッチ市場であることの裏返しであり、大手メーカーの参入がなく、これもまた経営の安定につながる。

また、製造終息品の再開発も今後の事業の柱にするという。対象は、ルネサス、富士通の20年前～10年前の製品であり、データシートを元にチップ設計をする。ルネサス、富士通からの技術供与等は一切なしだが、チップ設計できる能力が自社にあるので開発上の制約はあまりない。

ロジック・リサーチ社がファブレスとして転換し、FA分野にフォーカスした製品展開や他社終息品の再設計事業を開始できるのは、チップの設計能力自身がコア技術として認識しているからであるといえる。

半導体設計開発プロセスにおいて、自社の競争優位を活かしたサービス提供できるのはチップ設計であり、必要に応じてIPコアも導入して設計を行い、また、製造はファンドリに委託するという形のビジネスモデルを確立している。

5.2 Lunascape 株式会社¹⁰

Lunascape 社が開発する Lunascape は、国産のウェブブラウザとして特徴的な機能を持ち、根強いユーザ層に支持されている。創業者が大学院在籍中に研究の一環として開発し、IPA の未踏ソフトウェア事業に認定された後に起業したという経緯を持つ。

a) 研究対象から起業までの道のり

創業者の近藤氏が大学院修士課程在籍中にウェブの情報収集の効率を高めるための研究に取り組んでいた際に開発されたソフトウェアが出発点であるという。

はじめに開発したのは、ブラウザのブックマークを管理するためのものであったが、Internet Explorer のレンダリング・エンジンをアプリケーションに自由に組み込むことを知り、ウェブプレビュー機能を追加した。さらに、タブを用いて 1 つのウィンドウ内で複数のウェブページを表示することができるタブ表示機能をもつウェブブラウザが登場し始めた頃には、同様の機能を追加していった。こうした機能追加をしていった結果、ウェブブラウザ「Lunascape」の誕生につながった。

Lunascape を 2001 年 8 月にインターネット上で公開したところ、ソフトウェア・ライブラリ「窓の杜」に取り上げられてからは爆発的にダウンロード数が増え、公開から数ヶ月で 10 万ダウンロードされるまでに至った。

Lunascape のユーザは増え続けるなか、ウェブサイトに掲示板を作り、不具合や要望などを受け付けた。掲示板の書き込みを確認し、ひたすら修正して公開するということを繰り返すことで、ユーザからのフィードバックを製品開発に活かすということを実体験で身につけていった。

大学院修了後、一旦、大手電機メーカーに就職したが、インターネット関連のクライアントソフトを手がけたかったがその機会がなく¹¹、退職することとなった。退職後は再び大学院に入学し、博士課程でウェブブラウザの研究をしている際に IPA 未踏ソフトウェア事業に採択され、その後、2004 年 8 月に Lunascape 社を設立した。

b) 受託開発ビジネスとライセンスビジネス

創業直後の Lunascape 社は、Lunascape 開発と並行して、受託ビジネスとして他の企業向けにウェブブラウザを開発して提供し、開発費用を獲得することとした。

しかしながら、受託開発は単発のビジネスになりやすいこと、受託開発のための人員が

¹⁰ 元 Lunascape 株式会社 開発エンジニア 大久保力氏に 2013 年 11 月 1 日に対面でのヒアリングにご協力いただいた。大久保氏は 2005 年 4 月から 2008 年 8 月まで在籍し、会社創業初期の開発メンバとして、ルナスケープのビジネス展開の礎を築いた一人である。

¹¹ http://www.forest.impress.co.jp/article/2005/09/22/lunascape_interview.html (2013 年 12 月 1 日閲覧)

開発要員として確保されてしまうことで、Lunaspape という製品を進化させるためのマンパワーを削がれてしまう可能性を危惧していた。

近藤（2011）によると、「最も進まないビジネスモデルであったが、まず、収入を確保しなければならないという切実な事情とウェブビジネスに興味をもつような VC が殆どなく、資金調達の目処も当時は立っていなかったことから、まずは、ブラウザ技術を利用した受託開発で半年ほど食いつないだ」と述べている。

Lunaspape 社にとっては、Lunaspape という製品があつてこそその会社であると認識し、その製品進化を止めるような要因になり得る受託開発は、あくまでも会社を維持させるためのものとして割り切っていたと考えられる。

受託開発と並行して、OEM ライセンスビジネスについて検討を進めていた。

もともとの設計仕様として、ブラウザのスキンが変えられる機能や機能拡張のためのインタフェースを搭載しており、ユーザに合わせてデザインが変えられたり、機能拡張ができるようになっていたので、ブラウザのコア部分に手を入れなくてもカスタマイズすることが可能であった。

この機能を活用し、特定顧客に向けたカスタマイズして提供することを考えた。

まず、トヨタ自動車の「マーク X」用に向けたカスタマイズをし、2005 年 8 月 19 日からトヨタ自動車のサイトで無償提供された¹²。このブラウザは、マーク X のマーケティング専用ブラウザ「X-Browser」として、Lunaspape をベースにマーク X の写真をスキンのデザインに採用し、マーク X 関連の公式サイトやキャンペーン情報などを「お気に入り」に設定し、RSS リーダ機能でマーク X 関連の最新情報を常に配信するというカスタマイズが施された。

トヨタ自動車にとっては、マーク X に興味のある顧客となり得る層を囲い込みその上で、購入を検討している間だけマーク X の世界観に浸ってもらうことを狙いとしていたことから、ブラウザのデザインが変えられること、RSS リーダ機能があるという 2 点を重視していたという¹³。また、Lunaspape 社がトヨタ自動車への営業活動として売り込みをした際に、担当者が Lunaspape 自身を知っていたということも採用の重要な要因であったともいえる。

ライブドアの協業では、ウェブブラウザ「TOVIRA」を 2006 年 7 月 20 日より提供開始した¹⁴。Lunaspape をベースにし、ブラウザの表示モードを「NEWS」「動画」「ブラウザ」「ブログ」という 4 つのスタイルからワンクリックで切り替えられる「スタイル切り替え機能」を搭載した。このブラウザは、「多様な情報、最新のニュースへの入り口(トビラ)として、また、それらの情報を自由に行き来できる(Topics view and ramble)という意味を込

¹² 日経産業新聞 2005 年 8 月 19 日付け 13 面記事より

¹³ http://www.venture.nict.go.jp/contents/node_2673/Lunaspape/node_36275 (2013 年 12 月 1 日閲覧)

¹⁴ <http://internet.watch.impress.co.jp/cda/news/2006/07/20/12718.html> (2013 年 12 月 1 日閲覧)

めて」名付けられたものであり¹⁵、ブラウザのマーケットシェアや画面の描画速度といったユーザ不在のブラウザ間の開発競争とは距離を置き、インターネット上の情報のゲートとなる大手ポータルサイトの機能をブラウザ上で簡単に切り替えることができるというユーザ視点に立ったコンセプトのブラウザであったといえる。

また、富士通のパソコン「FMV」シリーズの 2006 年秋冬モデルのうち、リモコン操作ができる 15 タイプにカスタマイズされたブラウザがプリインストールされた。富士通がパソコンに Microsoft 以外のブラウザを搭載するのは、1998 年 2 月以来であり、国産ブラウザが搭載されるのは珍しいとされた¹⁶。

FMV シリーズに搭載される AV 統合ソフトに追加された機能として提供され、Lunascape をベースにリモコンの十字キーと決定ボタンなどで、ウェブブラウザの画面操作ができるようにカスタマイズが施されている。

AV パソコンとして、キーボードとマウスによる画面操作に加え、リモコンによる画面操作ができることが富士通のパソコンの競合他社に対するアドバンテージであった。その要望に応えるためには、富士通自身が自社でブラウザ開発するか（もしくは、カスタマイズ）、外部の製品を調達するか、という選択肢があったはずであるが、ライフサイクルの短いパソコンという商品の性質、ブラウザのカスタマイズが可能であるという Lunascape の製品仕様から Lunascape 社から OEM 調達をしたと考えられる。

c) 収益モデルの転換

大手企業との提携によるライセンスビジネスモデルは Lunascape 社の信用力と知名度を大きく高めた。しかし、提携企業の影響を受ける上、事業拡大のための収益の柱にはならないと判断し、収益モデルの転換を図ることとなる。

2000 年代半ばにはバナー広告がインターネット上のメディアとして影響力を増していた頃であり、広告モデルに着目した。

ブラウザ起動時のスタートページを自社でポータルサイトとして運営し、ニュースサイトから情報をリンクさせ、ユーザがそのリンクをクリックすることで、リンク元のニュースサイトに誘導する、あるいは、サーチエンジンの検索窓を通じて、サーチエンジンの検索結果を表示するという形のレベニューシェアによる提携が功を奏し、新たな収益モデルを確立した。

d) ウェブブラウザ開発とコア技術

ウェブブラウザのトップシェアは Internet Explorer、Mozilla Firefox、Google Chrome であるが、いずれもレンダリング・エンジンは独自のものを採用している。ブラウザの評価基準として、HTML の再現性と描画速度が高い割合を占めており、高い基準を満たすた

¹⁵ <http://www.itmedia.co.jp/news/articles/0607/20/news112.html> (2013 年 12 月 1 日閲覧)

¹⁶ 日本経済新聞 2006 年 9 月 20 日付け朝刊 15 面より

めには、独自エンジンを開発するのが近道である。しかし、Lunascape は Internet Explorer のレンダリング・エンジンを組み込んでおり、また、切り替えにより、Mozilla Firefox や Google Chrome のレンダリング・エンジンにすることも可能となっている。

ウェブブラウザの心臓部であるレンダリング・エンジンは外部のものを利用しつつもユーザにとって価値あるものとして利用してもらわなければならない。Lunascape は、ユーザにとって重要なのは、再現性や高速描画よりも使い勝手や要望に応じた機能に対応していることであると考えた。また、独自エンジンを開発するためには、非常に多くのリソースを必要とするため、それよりも使いやすいウェブブラウザを目指すことを掲げている¹⁷。

そのため、インターネット上の掲示板を活用して、不具合報告 BBS、サポート BBS、(機能追加の)要望 BBS を運用し、ユーザからのフィードバックを受け付けるようにしていた。ユーザの声を聞き、競合製品にない機能を追加していくことで、ユーザにとって価値あるブラウザとして認知されていった。

ウェブサイトに対してどのブラウザでアクセスしているかを伝えるユーザーエージェント文字列を変更する機能は当時の競合製品にない機能として、ユーザに受け入れられていった。また、マウスジェスチャー機能をはじめとするユーザにとって利便性を高めるような機能追加を積極的に行っていることも高い人気につながっていると考えられる。

自社の競争優位はウェブブラウザそのものではなく、ウェブブラウザを開発する技術にあると考えており、その技術を磨き続け、ユーザニーズにあった製品を提供しているのである。

¹⁷ http://www.forest.impress.co.jp/article/2005/09/22/lunascape_interview.html (2013年12月1日閲覧)

5.3 事例の考察

この2社は、受託開発から脱却し、独自製品の開発に従事しているという共通点がある。

ロジック・リサーチ社は受託開発からスタートするものの売上の減少をきっかけに独自開発への転換を行なっていった。ファブレスとしてオリジナルのLSIを開発したいという創業前からの想いを達成するための一里塚と考え、受託開発をしていたと理解できる。

Lunandscape社は、もともと独自製品Lunandscapeを製品化するために起業したが、当面の運転資金を確保するために、止む無く受託開発をしたものの、Lunandscapeの製品進化のための阻害要因になり得ると判断し、一時的と割りきって受託開発を受け入れていた。

両者とも独自製品を開発するという起業の目的を果たすため、周辺環境の変化をきっかけにビジネスの転換をし、それが叶ったという点が特徴的である。

また、ロジック・リサーチ社はチップ設計能力が自社のコア技術であると認識し、Lunandscape社はウェブブラウザを開発する技術が自社のコア技術であると認識しており、自社の競争優位が活かせる部分を理解しているという点でも共通している。

第6章 事例研究2：開発受託型企業としてのポジションを確立した事例

6章では、受託開発を事業の中心に据え、開発受託型企業として企業成長を図ったベンチャー企業を事例として取り扱う。

6.1 株式会社応用技術総合研究所¹⁸

LSIの機能検証と拡販を目的とした評価ボードの開発は、創業者らが半導体メーカーF社社内で担当していた業務であった。F社社内では他社製品を組み込んだ開発の制約があり、この制約から解放されたいと考えたこと、LSIの評価ボード開発にビジネスの可能性を見いだしたことによって創業した。

a) 開発受託型ビジネスの定義

開発受託型ベンチャーの事例を取り上げるのに先立ち、開発受託型ビジネスの定義をしておきたい。

ODMが開発から試作、量産、サービス提供まで、EMSは試作、量産、サービス提供までの幅広いプロセスを担い、さらに量的な規模が大きいことが特徴である。下請けは、ODMやEMSよりも量的な規模が小さく、試作、量産とものづくりに特化したプロセスであるといえる。

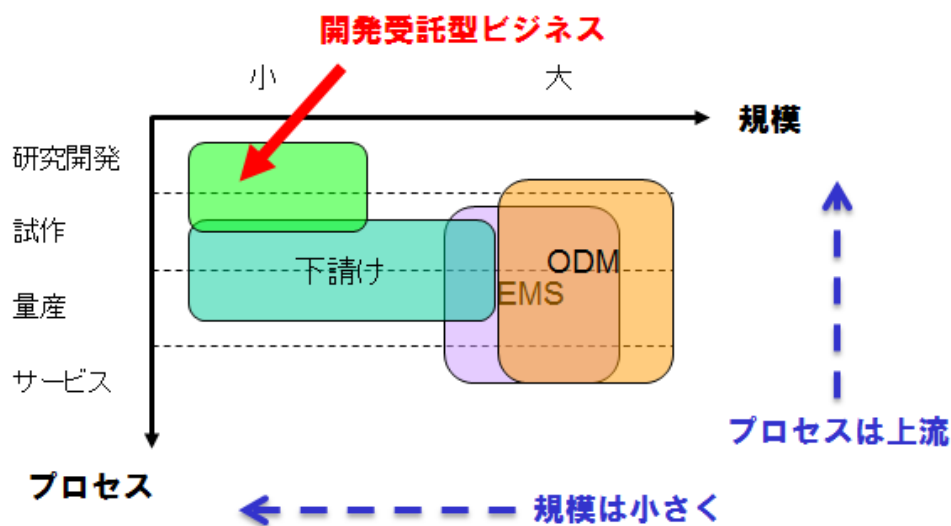


図 6.1 開発受託型ビジネスの定義
(出所) 筆者作成

¹⁸ 元株式会社応用技術総合研究所 代表取締役 鈴木聡氏ならびに阿部真由美氏に2013年11月12日に対面でのヒアリングにご協力いただいた。

一方、開発受託型は研究開発と試作の一部を担う。そのため量的な規模は非常に小さい。開発プロセスの上流工程に参画することができるため、顧客との協調を図りつつ、付加価値の高い製品の提供が可能であるといえる。

b) 評価ボードビジネスへの着眼

1980年代後半にLSIの機能検証と拡販を目的とした評価ボードの開発は、創業者らが通信機メーカーF社の半導体部門で担当していた業務であった。創業者の一人であるS氏は、半導体応用技術部でアプリケーションエンジニアとして、国内顧客向け半導体の技術支援に従事しており、大手自動車メーカーをはじめとしたユーザを担当していた。

当時、自社のLSIをデモンストレーションするためのボードを社外ユーザに公開することは国内のメーカーでは行なっておらず、海外のメーカーもフィリップス社がデモボードとして、マイコンショーやエレショー向けに展示していたに過ぎなかったという。

S氏はF社で業務上、直接ユーザと接点を持つ中で、LSIを拡販するためには、LSIそのものやデータシートだけでなく、LSIを実際のユーザが利用するものに近い環境(=アプリケーション)を作ってみせることが必要ではないかと考え、同時にF社社内でも、こうしたデモボードを単にユーザに見せるためではなく、LSIの動作や機能を評価できるようなアプリケーションボードの有用性が理解されていった。

ボードの開発を始めるものの、F社社内では他社製品を組み込んだ開発の制約があった。F社の購買部門を通じ、他社製の部品を調達しようとする、他社からはリバースエンジニアリングの対象になるのではないかと危惧され、データシートを入手できない、部品が購入できないことが非常に多かった。そのため、現金を握りしめ、秋葉原の電気街で部品を探索し、購入するというのに苦労したという。そこで、この制約から解放されたいというのが動機であった。LSIの応用範囲は年々拡大し、それに応じて各社はLSIの品種を増やし、バリエーション展開をしている中で、LSIの評価ボードはLSIそのものの拡販のために重要であると位置づけられるようになり、業界の中でのビジネスの可能性を見出していた。

c) 起業のきっかけ

エンジニアとして企業に入社すると、30歳前半まではエンジニアとして現場で活躍できるが、30歳代後半になると管理職としての業務が増え、徐々に現場から離れざるを得ないという当時としては一般的なキャリアパスに疑問を持ち、また、そうしたキャリアパスに乗ってしまった先輩たちを見たことで、一生、エンジニアとして活躍したいという思いからS氏はもともと、企業での経験をある程度積んだ時点で独立したいと考えていた。

このころ、F社の先輩であるTK氏、同僚であるW氏がASICの開発をするために先に退職しており、起業の仲間を求めている。そこにF社の半導体事業部でマイコンソフトの開発を担当していた同僚のTN氏も合流し、実際の開業の1年前から4人で創業資金を集

め、起業に至ったのが、1991年10月のことであった。

創業直後は、海外メーカの DRAM 調査、市場調査会社の受託調査、ASIC 設計などを業務と並行して、評価ボードビジネスを本格的に行うための準備にあてた。今までの仕事の付き合いのある企業をまわり、LSI を拡販するためのコンサルテーションなどもするが、なかなか売上にはつながらない一方で、コンサルとして口を出すだけでなく、ものを作ることまで手をかけて欲しいという要望に答えて、ブロック図、回路図までの設計を引き受けるようになった。

表 6.1 起業から成長期に至る主な出来事

| 時期(年) | 出来事 | 備考 |
|----------------|---|---|
| 1991 | 創業 | 東京都港区にて創業 |
| 1991 ~ 1994 | 技術コンサルティング中心の 業務展開 | 評価ボードビジネスに取り組むための準備期間 |
| 1994 | 評価ボードビジネスへ | |
| 1995 | ベクトル演算アクセラレータ ボード開発 (自社ブランドとして販売) | F 社製ベクトルプロセッサ μ VP のアプリケーションとして LSI の提供を受け、SunSPARC 向け、NEC PC-98 向けのボードを開発 |
| 1995~ 2001 | 2 輪車メーカ YM 社向けの業 務委託 | 後に電動アシストサイクルのバッテリー評価システムの開発につながる |
| 1995 | ビデオキャプチャボード開発 (自社ブランドとして販売) | Ph 社 (蘭) 製ビデオコーデックチップのアプリケーションとして、LSI を調達し、Windows3.1 の PC 用ボードを開発 |
| 1997~ | F 社組込み CISC プロセッサ の評価ボード開発 | 当時の主力プロセッサシリーズ (FR30) の評価ボードのベースキット、多様なプロセッサに対応するための CPU ドータボードを開発 (FR30 シリーズの評価ボードの大半を担当) |
| 1999~ | 紡績メーカ K 社向け評価ボ ード開発 | K 社の JPEG 圧縮伸張 IP を評価するためのボ ードを開発 後にバーチャルバッティングシステムの要件に あうシステム開発実績につながる |
| 1999 | 秋田県に製造工場設立 | 旧知の税理士の要請で秋田県湯沢市に部品実装 工場設立 |
| | バーチャルバッティングシ ステム開発受託 | 協業ソフトウェアハウス経由でハードウェアの 開発依頼 |

実際のものづくりは顧客企業がこれまでの付き合いのある基板設計メーカ、基板製造メーカ、部品実装メーカにそれぞれ発注するように願っていた。ここで、これまでの付き合いのある各工程を担う企業との関係を荒らしたくないという思いがこうした形での受注

となったのだが、発注者からみると、各工程でやりとりする企業があり、そのインタラクションが増えることに煩雑さを感じていたのも事実であった。そこで、一貫して請け負うことで、顧客には、開発の上流工程に注力してもらえるような環境を整えるという方針に転換していった。

c) 成長期への転機

創業から2年半経ち、F社が外注先としてボード開発を発注していた企業が設計上の失敗をしてしまい、代わりとなる企業をF社が探していたところ、声がかかり、開発ボードの完成にこぎつけた。当時は、F社との口座をもっていなかったため、子会社を経由して発注していたが、その後、いくつかの案件をこなすことで、直接、口座開設をしてもらい、直接取引ができるようになったのが、創業から3年を過ぎた頃であった。

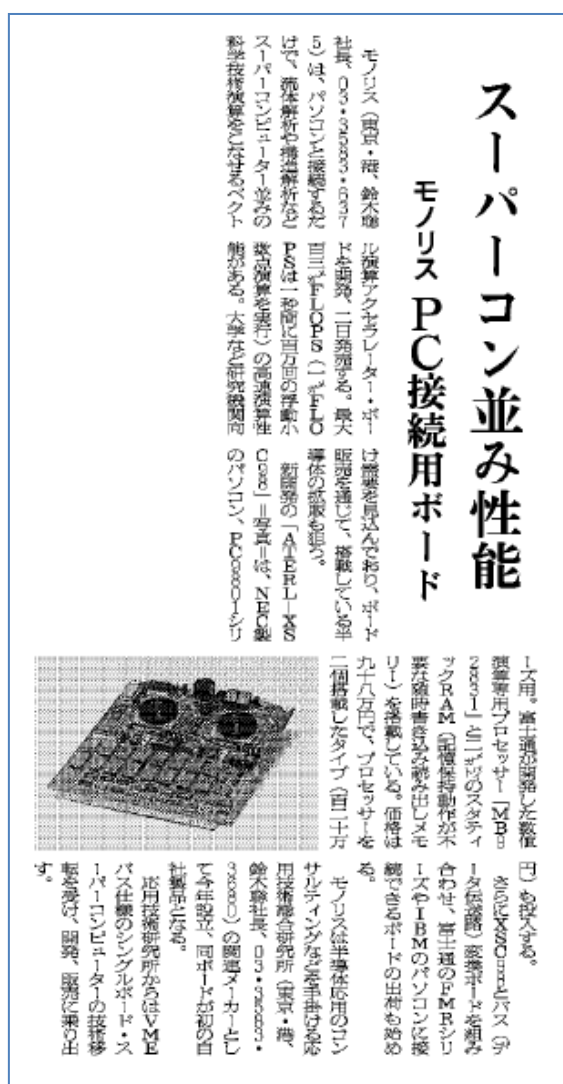


図 6.2 ベクトル演算アクセラレータボードの新聞掲載記事
(出所) 1992年12月2日付け 日経産業新聞 26面より

応用技術総合研究所が拡大期に移行する転機となったのは、GMICRO¹⁹の FPU として開発された並列プロセッサの評価ボードを開発することになったことである。

このプロセッサの前のシリーズに S 氏が関わっていたこと、新しいパッケージを採用するのに、基板への実装がもともと付き合いのあったボード開発メーカーでは対応できなかったことがあり、評価ボード開発を担当することになった。

後に、このプロセッサを搭載し、ベクトル演算を FORTRAN で処理できることを前提にした、サン・マイクロシステムズのワークステーション、NEC の PC-9801 シリーズの拡張ボード開発に携わることになる。

F 社の製品として市場に出すには、超えなければならない社内の基準が高いこと、ボードを販売するよりもベクトルプロセッサの市場浸透を目的として企画されたこともあり、ベクトルプロセッサの無償提供という形で F 社の協力を仰ぐものの F 社の製品ではなく、S 氏が資金を集め、別会社モノリス社を設立し、モノリス社の製品として市場に出すことになった。

ハードウェアは完成したにもかかわらず、F 社が海外の開発メーカーに発注した FORTRAN のコンパイラが完成できず、アセンブラしか環境が用意できなかったこともあり、20 数台しか販売できなかった。しかし、直接的な売上にはつながらなかったものの、様々な問い合わせがあり、反響が大きかったことから、LSI を市場に広めるためには評価ボードの存在が欠かせないということを改めて実感した。

d) 成長期から拡大期へ

F 社との取引が順調に増え、会社としても成長を遂げていったのが 1990 年代半ばからである。半導体の用途は広がり、F 社の製品バリエーションもそれに合わせて拡大していった。そして、評価ボードも増える製品品種に合わせて開発案件が増えていった。一時は、設計リソース（人材、工数）を超える案件の話が来るため、断りを入れなければならないほど、多くの案件の受注を獲得するまでに成長していった。

応用技術総合研究所が F 社からの受注を獲得できた要因として、1 つには、仕様設計を含む上流工程から依頼を受けることができたためである。開発体制として、S 氏が評価ボードの全体構想としての抽象化設計（＝アーキテクチャ設計）、W 氏がブロック図の形で詳細化設計、回路設計図に落としこむのが設計エンジニアという分担にしており、トップダウン設計を採っていた。

S 氏、W 氏ともに F 社の半導体部門のエンジニアであったことから、F 社のニーズを十分に理解できたこと、それだけでなく、拡販のための提案もしていき、開発するボードの仕様をより良くするための F 社との協業ができたことがあげられる。

また、評価ボードの開発は、LSI のデータシートが出来上がる前のドラフト的なドキュメ

¹⁹ TRON 仕様に基づいたマイクロプロセッサであり、日本の半導体メーカー各社が仕様に基づいた製品を開発した。

ントの段階で依頼されることも多く、十分に整った環境でなくても設計できる会社が他に
なかつたことも発注に結びついた理由である。

さらに、ボード開発をして納めるだけで終わりにせず、ボードが動くまで一緒にデバッ
グに付き合うという姿勢も評価されたと考える。新たに設計された LSI が製品となって完
成するタイミングで評価ボードに LSI を実装できるようにボードが出来上がることも求め
られたため、それに対応できたこともまた、開発パートナーとして受け入れられていった
要因であると考ええる。

表 6.2 拡大期の主な出来事

| 時期(年) | 出来事 | 備考 |
|---------------|--|--|
| 1999～ | F 社組込み RISC プロセッサ 評価ボードを開発 | F 社が今後の主力に据えるプロセッサ (FR-V) の評価ボードの開発を受注 (FR-V シリーズの 評価ボードの大半を担当) |
| 2000 | 携帯電話メーカー No 社 (芬蘭) 評価ボード設計 | 他社で開発されたボードの再設計 |
| 2000 | 短時間ビデオ再生システムの 開発 (自社ブランドとして販売) | バーチャルバッティングシステムの技術資産を 流用し、フラッシュメモリによる MotionJPEG の画像再生システムを開発 |
| 2001～ 2003 | 紡績メーカー K 社向け MR セン サシステム開発 | K 社での実績を評価され、K 社関連のエンジニ アリング会社との取引 (K 社の繊維工場でテス ト稼働させる MR センサによる反物の金属探知 システムを他社と分担開発) |
| 2001～ | 電機メーカー P 社向け評価ボー ト開発 | 社長の元同僚を介した商社と通じた取引 (モバ イル評価プラットフォームの開発として続く) |
| 2004～ | 精密機器メーカー C 社向け評価 ボード開発 | F 社の LSI の開発実績をもつことから F 社から C 社へ紹介される (C 社は F 社 FR-V のユーザ 企業) |
| 2005 | プロセッサアプリケーション ボード開発 (自社ブランドと して販売) | F 社製組込み RISC プロセッサ FR-V のアプリ ケーションとして LSI の提供を受け、PCI ボー ド、スタンドアローンボードを開発 |
| 2006～ | F 社系技術商社 2 社からの開 発受託 | 社長の元同僚である商社の担当者を通じた取引 |
| 2006～ | アミューズメントホールコン ピュータメーカー DK 社向け評 価ボードの開発 | F 社の LSI の開発実績をもつことから F 社から C 社へ紹介される (DK 社は F 社 FR-V のユー ザ企業) |
| 2006～ | C 社向けハイブリッド IC の 開発受託 | 製品としてではなく、C 社の社内技術プレゼン 向けとして、F 社のベアチップ等を組み合わせ たハイブリッド IC の開発と製造を受託 |

F 社の案件が企業としての安定基盤となる一方で、他社との取引も行なっていた。2000 年頃には F 社時代の同僚の紹介で福岡県の化学品商社の電子材料部門を通じ、大手電機メーカー P 社の通信系研究部門、産業機器メーカー Y 社の案件を受注することができた。

P 社の案件は当時、開発中の第 3 世代携帯電話でテレビ電話機能を実現するための ASIC を評価するためのプラットフォームとして開発することになり、開発規模は大きかったものの、無事に納品することが出来た。大規模 FPGA の採用、高速デジタルインタフェースの採用と、これからの主流となる技術を獲得し、今後の案件に活用するために重要な案件であった。

また、別の会社を通じ、化粧品メーカー K 社の電子材料部門が開発した JPEG の圧縮伸張プロセッサの IP コアを評価するための評価ボードの案件も受注することが出来、これがさらに新たなビジネスに結びつくことになる。

JPEG IP コア評価ボードの開発が完了した頃と時を同じくして、日頃より協業しているソフトウェアハウスからバッティングセンター向けの画像再生システムの開発案件が持ち込まれた。

バッティングセンターのピッチングマシンによる投球と実際の投手の動画を同期させ、本当に対戦しているかのような臨場感を味わうというシステムであり、1993 年頃から各地のバッティングセンターに導入が進んでいた。既存のシステムでは投手の動画はレーザーディスクに記録されていたが、バッティングセンターの多くは屋根付きの屋外であるため、劣悪な環境下では、レーザーディスクによる動画再生に度々不具合が発生していた。そこで、動画再生をレーザーディスクからフラッシュメモリに置き換え、屋外であっても安定した画像再生ができることを狙ったシステムの開発案件であった。

このシステムに K 社の承諾をとり、JPEG IP コア評価ボードの設計資産を流用することとなった。K 社にとっては、JPEG IP コアのアプリケーションとして有用な事例であることから、IP を組み込んだ LSI の提供を受けることが出来た上に、評価ボードの設計資産も流用できたことから開発期間は非常に短縮できた。

この頃になると、設計エンジニアも増員し、会社としては拡大期に入り、より一層、多くの開発案件を担当できるようになっていた。

e) セット開発案件への取り組み

LSI の評価ボード開発のみならず、大手二輪車メーカー Y 社の開発案件、IP コア評価ボードの開発を評価され、K 社のエンジニアリング子会社が開発する案件への参加をし、セット開発の案件にも取り組んでいった。

Y 社との取引は、S 氏の知り合いの仲介で、当時、Y 社の開発部門のエンジニアとの接点ができ、技術コンサルとして、DC モータを AC モータに変えるための技術的なアドバイス、高密度部品実装の調査のための製品分解評価などに携わり、その後、Y 社が開発した電動アシスト自転車のバッテリー評価システムの開発を 1996 年頃から担うことになる。

Y社にとって、航続距離を伸ばすことが命題であり、バッテリー評価は不可欠であったため、接続した NiCd バッテリーに対して事前に設定したスケジュールにしたがって、24 時間無人で自動的に充放電を実行させる耐久試験システムの開発を担当した。大手メーカーもバッテリー評価システムを販売していたが、大電力向け、あるいは省電力向けのものであり、市場に出て間がない電動アシスト自転車に向いたものはなかった。

Y社では、当時、PC-9801 シリーズの PC と汎用ボード上に制御ソフトウェアを載せ、手作りのハードウェアを組み合わせたシステムを利用していたが、PC 環境は Windows に置き換えたい、細かな制御をしたい、測定データの解像度を高めたい、等の要望を叶えるため、Windows95 が稼働する PC と専用の PCI ボードを組合せたシステムを開発した。

開発して納品した後も、ユーザの要望合わせた改良やバッテリーの試験方法に対応したプログラム追加等を行うことで、多様な試験対象のバッテリーに適合するシステムへと進化させていった。

しかし、バッテリーが NiCd から Li-ion や Ni-MH へ代替わりするなかでバッテリーの評価方法が変わったこと、電動アシスト自転車や自動車への市場が拡大し、大手メーカーがこうした用途に向いた評価システム製品を本格的に展開したことから、2000 年代初頭に開発案件として終息した。

K社向け反物金属探知システムの開発は、K社の IP コア評価ボードの開発実績から、2000 年に他事業部の案件を紹介されたのがきっかけである。全体のコーディネータは K 社のエンジニアリング子会社であり、K 社の繊維工場での試験的運用が成功したら外販する計画であった（と聞いた）。しかしながら、K 社の経営破綻による紡績部門は事業譲渡され、結局、外販されることなく、終息していった。

セット開発案件は、顧客に完全に依存していたため、環境変化があると、影響をまともに受けてしまう。さらに製品の性格上、他社への展開が難しく、セット開発案件は成長期から拡大期に移行するための成長基盤としては成果を収めたが、評価ボードビジネスと双壁となる基盤要因にすることができなかった。

f) 自社ブランド製品の挑戦

前述のベクトル演算アクセラレータボードを 1995 年に発売したのをきっかけに数年おきに自社ブランド製品の開発ならびに販売を行った実績を持つ。

1995 年にはフルカラー／フルモーションのビデオキャプチャボード、2000 年には MotionJPEG によるフラッシュメモリ画像再生システム、2005 年に組み込み RISC プロセッサ搭載のアプリケーションボードをそれぞれ開発し、販売した。

これらの製品は、受託開発した成果を元に発注元の企業の協力によって、製品化したものである。しかしながら、作ることに重点を置きすぎたため（＝製品化できたことで満足してしまった）、販促は商社まかせで売るための戦略がなかった。

当時の水準でみれば技術的には優れていたものであったのだが、受託開発と並行してい

たため、大きく売れなくても痛手にならず、新たな事業として本腰を入れる気があったのか疑問であったように思える。そのためビジネスチャンスはあったと思われるが、萌芽要素を成長要素や基盤要素に変えることができなかった。

評価ボードビジネスにおいては、顧客の問題解決という視点でボードの開発だけでなく、LSI の仕様や LSI の拡販に対してまで様々な提案をしていたにもかかわらず、自社ブランドを冠した製品については、製品単品ではなくソリューションとしての視点がなかったと言わざるを得ない。

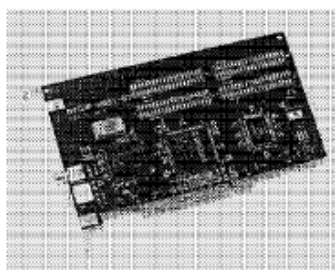
情報機器販売のモリス(貴 株主が運営)はパソコン内蔵用 日に送附する。ビデオ入力信号 京、鈴木社社長、03・3433 ビデオボード「データ・キ」を「O.I.バス」に接続するデータ T・aobu)は高画質の動画 キラチャー」を八月二 日、松本に直接送ることで、六月

パソコン向け
ビデオボード

高画質動画を表示

モノリス、送信速度向上

四十二万四千八百八十の高精細度の 秒間三十分のフルモーション フルカラー表示可能にした。 表示を遅らせた。 価格は九万八千円で、日産二百 新製品のデジタル変換をボ 機の販売を目指す。 ドトのチップを使い、直接バス 従来のビデオボードはビデオ に信号を送る方式を廃止し、送 信号をアナログからデジタルに 信速度を高めた。信号をP.O.I 変換するために複雑な回路を使 ースに送るため、フリップス っていた。このため送信速度が 製I/Oをボードに設置してい 遅くなり、解像度が下がり、一



P.O.Iバスを搭載 したワンチップ対 応パソコンが使え る。将来はマッキン トッシュ用も開発す る予定。C.D.I.R.O M(コンパクトデ ィスクを使う)の脱み出 し専用メモリー制 作でビデオ映像を編 集するといった用途 を想定している。

表 6.3 ビデオキャプチャボードの新聞掲載記事
(出所) 1998年8月1日付け 日経産業新聞 22面より

g) 拡大期からの衰退へ

2000年代半ば以降、日本の半導体メーカーの不振が続き、事業撤退、業界再編が相次ぐ中で、F社も例に漏れず、LSIの品種整理、汎用品からターゲットを絞った製品展開へ方針転

換がなされていった。

これまでは、1つの品種が様々な用途に利用できるよう、多機能になっていったため、評価ボードの有用性が非常に高かったのだが、ターゲットを絞ることで、セットメーカー自身が評価システム（＝最終製品の原型のようなものともいえる）を開発することができるようになり、半導体メーカーが提供する評価ボードの必要性が薄れてきた。

また、ターゲット絞ることで、LSIを通じてセットメーカーの知的財産が漏れる可能性を危惧し、第三者による評価システムの開発が敬遠されるようにもなったと聞く。

2004年頃には、S氏は評価ボードビジネスの終焉が来ることを予見していたが、F社の品種整理が進みつつも、評価ボード開発は未だ一定数受注できていたこと、従業員にはその危機感を共有できていなかったこともあり、徐々に衰退期に入るのを従業員は実感出来ずにいた。

表 6.4 衰退期における主な出来事

| 時期(年) | 出来事 | 備考 |
|---------------|-------------------------|--|
| 2006～ | 技術商社 TME 社の開発案件受託 | TME 社の担当エンジニアとの取引開始（メモリモジュール評価システム開発、SSD コントローラ開発などの開発と試作） |
| | 光学機器メーカー HCO 社の開発案件受託 | 従業員の個人的なつながりから取引開始 |
| 2007～ | アミューズメント向けボード設計案件受託 | TME 社の設計実績を評価され、新たな設計案件として受託 量産を前提とした開発、試作にとりかかる" |
| 2008 | 2度の不渡りにより事実上の倒産 | 取引先の経営破綻の影響を受け、連鎖的に倒産に至る |
| | 従業員、資産を別会社に移し、事業継続 | |
| 2008～ 2009 | 開発エンジニアを中心とした従業員の退職が相次ぐ | 開発案件の終息 |

その中で、受託開発の成果を流用し、自社製品の開発にも再度取り組んだが、他社にない性能を目指したが故に、複雑なアーキテクチャを採用したため、設計が困難になり、また、高額なワンタイムチップを使ったことから湯水のように費用がかかってしまう悪循環の中で開発が完了できず、開発費だけが重荷になっていった。

さらに、F社の案件が2005年頃には大きく減少していったことも衰退への拍車をかけた。

この頃になると F 社系列の技術商社の開発案件がいくつか開始したが、F 社の案件減少を補うほどのボリュームにはならなかった。しかし、大手外食チェーンのオーダ端末に組み込まれるユニットの開発、魚群探知機メーカーの試作ボードの開発、福祉関連製品の開発

企業に向けた無線 LAN によるビデオ画像の転送システムの試作といった案件は、LSI の評価ボードとは異なり、エンドユーザ利用環境を把握することができ、自社の技術が世の中でどのように貢献しているかを知る良い機会になった。

また、F 社の案件減少と時期的には重なるが、大手電子部品商社 TME 社の開発案件が開始した。長らく取引のあった部品商社の紹介で TME 社の技術担当と知り合い、意気投合したことがこの取引につながるのである。TME 社がアミューズメント向けに LSI の取り扱いをする中で、メモリ評価システムの開発依頼、性能とコストを両立したメモリコントローラの開発案件を受注することが出来たため、一服付いた感じではあったが、メモリコントローラの開発も完了できないまま、会社創業から取引のある税理士事務所の破綻によって、連鎖的に応用技術総合研究所の終焉を迎えてしまった。その後、営業譲渡をし、モノリス社で事業継続をしたものの、開発エンジニアの離散により、開発受注もままならなくなっていった。

現在、会社は存続しているが、これまでのような LSI の評価システムではなく、顧客の製品製造の下請を細々としており、かつてのような面影はない。

h) 成長と衰退のプロセスと要因分析

これまで論じてきた応用技術総合研究所の成長と衰退のプロセスは、4 段階に分けることができる。

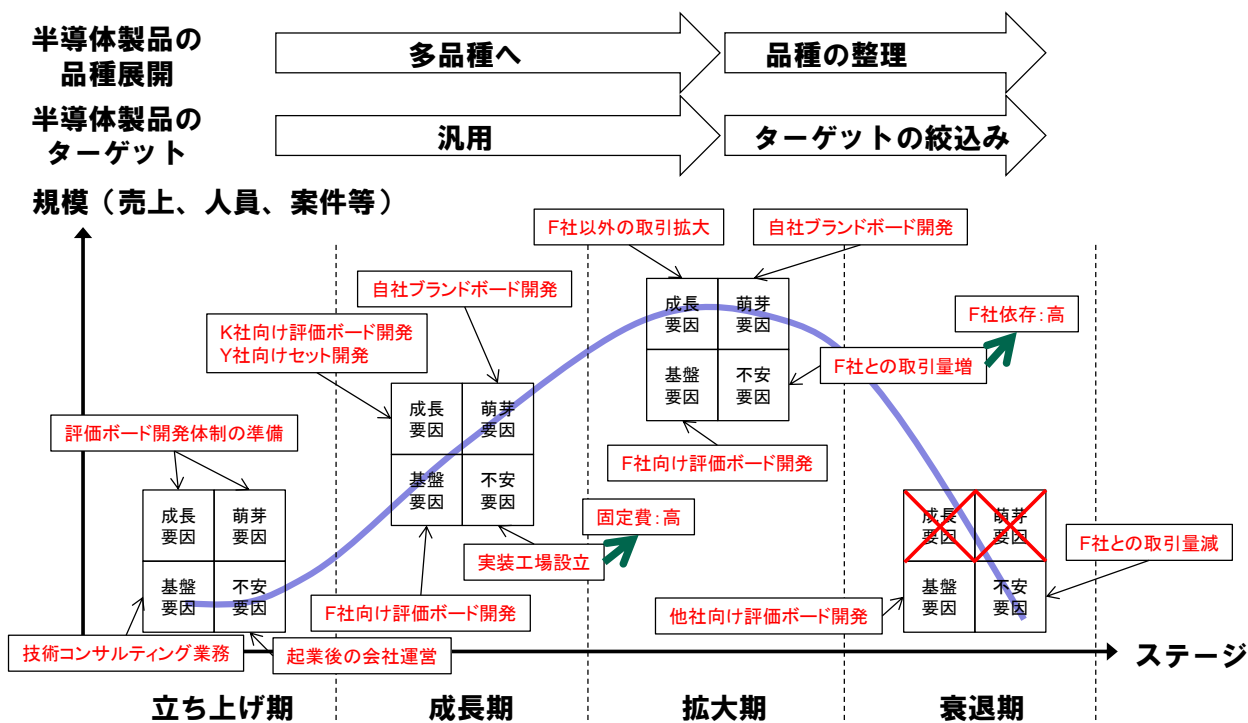


図 6.3 株式会社応用技術総合研究所の成長と衰退

(出所) 筆者作成

それぞれの段階において、基盤要因（安定的なビジネス）、成長要因、萌芽要因（今後伸びるかもしれないビジネス）、不安要因の分析を試みる。

まず、もともと半導体評価ボードのビジネスとしての可能性を見出した創業者らが本格的に評価ボードビジネスを展開するための準備期間としての立ち上げ期がある。この段階の基盤要因として、技術コンサルティング業務で収益を確保していたことがあげられる。萌芽要因であり、かつ、成長要因としては、評価ボード開発体制の準備として、様々なネットワーク作りを行っていた。不安要因としては、起業後の会社運営があげられるが、これは、この会社に限った話ではなく、起業間もない起業にとっては共通した要因であるといえる。

次に成長期であるが、基盤要因としては、評価ボードビジネスを F 社に向けて本格的に展開することができ、会社としての礎ができたといえる。成長要因としては、F 社以外の案件として、K 社向けの評価ボード開発や Y 社向けのセット開発が加わったことがあげられる。萌芽要因としては、自社ブランドボードの開発に着手したことがあげられる。一方で、不安要因としては、実装工場を設立したことがあげられる。創業時からの取引のある税理士事務所のマッチングが契機であったが、固定費の増加を招き、のちの衰退に影響を与えるきっかけになったとも指摘できる。

拡大期の基盤要因は、F 社向けの評価ボード開発の受注が右肩上がり伸びていったことである。F 社の受注実績によって、さらに F 社の顧客の案件を紹介していただくこともできた。さらに別の会社との取引も拡大が成長要因となり、評価ボードビジネスを自社の高い競争優位が保てるビジネスとして盤石なものとしていった。一方で、F 社との取引が増加し、経営的に相対的に F 社に依存するようになったことが不安要因となっていた。また、萌芽要因としての期待をしていた、自社ブランドボードの開発も細々行っていたが、積極的なビジネス展開をしなかったため、経営的に好影響を与える要因にまで成長させることができなかった。

衰退期には、拡大期の不安要因としてくすぶっていた F 社への高い依存が仇となり、半導体メーカーを取り巻く環境変化の中で F 社からの受注減が経営的な大打撃を受けた。他社向けの評価ボードビジネスに切り替えることで経営を持続させていったが、案件のボリュームは F 社の比ではなく、徐々に衰退に至った。その上、会社創業から取引のある税理士事務所の破綻の影響を受け、会社の終焉を迎えてしまった。

4つの段階とそれぞれの要因分析より、拡大期に至るまでの成長要因をうまくビジネス展開できた一方で萌芽要因を成長要因に転換できなかったり、不安要因の排除をすることができなかったり、迫り来る終焉まで手が打てなかったことが問題として指摘することができる。

6.2 マスターエレクトロニクス株式会社²⁰

個人企業として創業したマスターエレクトロニクスは電子回路基板の設計に特化し、回路設計情報を基板設計情報に落としこみ、基板製造のための図面情報を作成する。実際のものづくりである部品を実装するための基板製造はパートナー企業に委託し、自社では行わないという特徴を持つ。

a) 電子回路基板業界の成り立ち²¹

戦後の高度経済成長期までは、大手のセットメーカーでは開発から量産まで自社内で行っていたが、高度経済成長期に入り、生産数が急激に増加し、社内のリソースが不足したため、配線板（＝電子回路基板）製造の技術に関連するメッキ技術やエッチング技術をもつ中小企業に対し、セットメーカーがノウハウを提供して技術を習得させ、下請けとして依頼するようになっていった。また、社内で配線板製造に従事していた従業員が下請として独立することも多くなっていったという。

発注元企業の近隣の企業が取引、あるいは近隣で起業することから、地域的に見ると産業機械関係の配線板メーカーは関東地区、民生機器関係の配線板メーカーは関西地区、重電機器関係の配線板メーカーは中部地区、精密機器関係の配線板メーカーは諏訪地区でそれぞれ増えていった。

1950年代前半までは、多くの配線板製造メーカーは、発注元企業1社からの取引が中心であったが、1950年代後半からは3社以上の発注元企業と取引するようになり、配線板製造の市場も拡大していった。

1980年代後半以降は、電子回路基板製造は品質以上にコストダウンを要求されるようになっていった。同時にセットメーカーの海外展開で基板製造も海外で行われるようになり、日本国内での市場も急速に縮小していった。

一方、電子回路基板設計メーカーは配線板メーカーより遅れること数十年後に成長していった。CADツールが一般的ではなかった時代は、回路図を元に基板配線図を作成し、手貼り作業でフィルム転写用のアートワークを作成したが、1980年代に入るとCADツールが入手しやすくなり、基板設計メーカーが増えていった。

b) マスターエレクトロニクス社の成長

このような業界が成長過程にあった、1974年に個人事業として創業し、1979年に有限会社として設立された。1982年にはCAD/CAMシステムを導入し、CADによる設計を本格

²⁰ マスターエレクトロニクス株式会社 代表取締役 椿真吾氏に2013年12月6日に電話でのヒアリングにご協力いただいた。

²¹ 電子回路業界については、一般社団法人日本電子回路工業会事務局次長 藤原智晴氏には2013年12月11日に対面でのヒアリングにご協力いただいた。

的に開始し、民生機器メーカーや産業機器メーカーとの取引を増やしていった。

1986年には株式会社に改組し、取引先の要望に応えられるよう、設備導入や技術獲得に努めていった。

c) 顧客との取引開始

マスターエレクトロニクスは、応用技術総合研究所の開発パートナーとして、なくてはならない存在になるのだが、もともと、応用技術総合研究所は基板大手メーカー K 社との取引があった。

K 社は、超短納期の基板の設計と製造に対応しており、短納期の案件の多かった案件の大半を K 社に発注していた。

当時、マスターエレクトロニクスは K 社の協力会の一員であり、応用技術総合研究所の案件の大半を K 社を通じて、マスターエレクトロニクスが基板設計を担当していた。ある時、K 社とマスターエレクトロニクス間の見積書が誤って応用技術総合研究所に届いてしまい、K 社の上乗せ分を知ることと成り、K 社経由ではなく、費用的にも設計効率的にもメリットが多いと両者が判断したのが、直接取引の経緯である。

d) 顧客との関係性構築

K 社経由ではあったが、マスターエレクトロニクスは応用技術総合研究所の設計実績を積んでおり、その後、直接取引をすることで、技術的交流も増え（それまでは、技術情報も K 社を経由していた）、期待に応えることで、両者の関係性が強くなっていった。

一方で、応用技術総合研究所も F 社の基板設計情報を利用した伝送線路シミュレーションをする案件で基板設計ツールを導入していたため、これをこの案件だけで利用するのはもったいないと判断し、自社での基板設計を検討したこともあったが、自社設計のメリットが見いだせず、マスターエレクトロニクスに任せるメリットが大きいと判断し、取引が続いていった。

2000年代前半にかけて、チップサイズの小型化、パッケージの多様化、配線間の高密度化、新たなバスインタフェースの登場等によって求められる技術がより高度化していった。さらに、動作周波数の上昇に伴う等長配線、基板の小型化による配線層の多層化など、技術的な難易度が高くなっていった。

応用技術総合研究所の案件は、当時の技術トレンドの先端に近いものであり、マスターエレクトロニクスとしても今後の開発に活かせる技術を獲得し、設計能力を蓄積するために積極的に案件を受注していった。

応用技術総合研究所は、これまでの設計実績から設計ライブラリが充実していること、回路設計者の癖までも取り込んだ部品レイアウトを提案してくれることもあり、設計依頼次のインタラクションが最小で済む、短納期に対応してくれる、というメリットを最大限享受するため、直接取引開始から衰退期に入るまでの間、大半の回路設計を依頼していっ

た。大半の回路設計を通じ、応用技術総合研究所からは、一緒にものづくりをしているという意識をもっているように見えたことも理由としてあげておきたい。

両者にとってメリットの大きい受発注関係は、他社への回路設計依頼をしなかったという実績から読み取れるほど、密接な関係性が築かれていった。

e) 回路設計品質を高めるために周辺業務に展開

基板設計に特化していたマスターエレクトロニクスは、設計ツールの更新を機に設計サービスの一環として伝送線路シミュレーションを行うようになり、サービスの拡充をはかるようになっていった。

また、2004年には創業者から子息への代替わりをし、それを機に基板実装業務を開始した。基板設計は、設計用のワークステーション（今日では、高性能PCで代替できるようになった）とCADツールが高価であり、設計エンジニアの固定費もかかるが、基板製造は複数のマウンタと付帯装置が必要である上にランニングコストが掛かり、さらに設置場所も必要であることから、基板設計業務に比べると設備とその維持にかかるコストは大きく異なる。

基板実装まで幅を広げた理由は、自社で工程を持っていないと設計に反映できないからであるという。創業からの基板設計を軸に回路設計、ものづくりまで展開したいと考えている。しかしながら、基板製造は、設備投資、廃液処理や受注のボリュームを考えると、従来通り、パートナー企業に委託する方がメリットが高いため、引き続き協業を進めていくという。

こうした事業展開は、顧客からの受託設計をしているというのではなく、顧客が持っていない工程、マンパワー、知識をワンストップで提供しているということであり、設計、製造サービスがオリジナル製品であると考えているのである。

6.3 事例考察

両者とも受託開発を主たる業務であり、顧客との強靱な関係性を構築することで補完関係を築いたという共通点がある。

しかしながら、顧客にとって高い付加価値が提供できなくなれば、代替可能な供給者になるため、生存していくための重要な要素として、(ユーザ環境、自身の環境それぞれの)環境変化に応じた戦略が必要である。

補完的な立場は安定的ではないにもかかわらず、応用技術総合研究所の場合、それを持続させるための戦略がなかったため会社が衰退してしまった。マスターエレクトロニクスの場合、今日まで成長する過程で、ユーザニーズや環境に適合させた技術獲得、設備投資をしており、事業拡大していることから、両者は対照的であるといえる。

第7章 事例分析

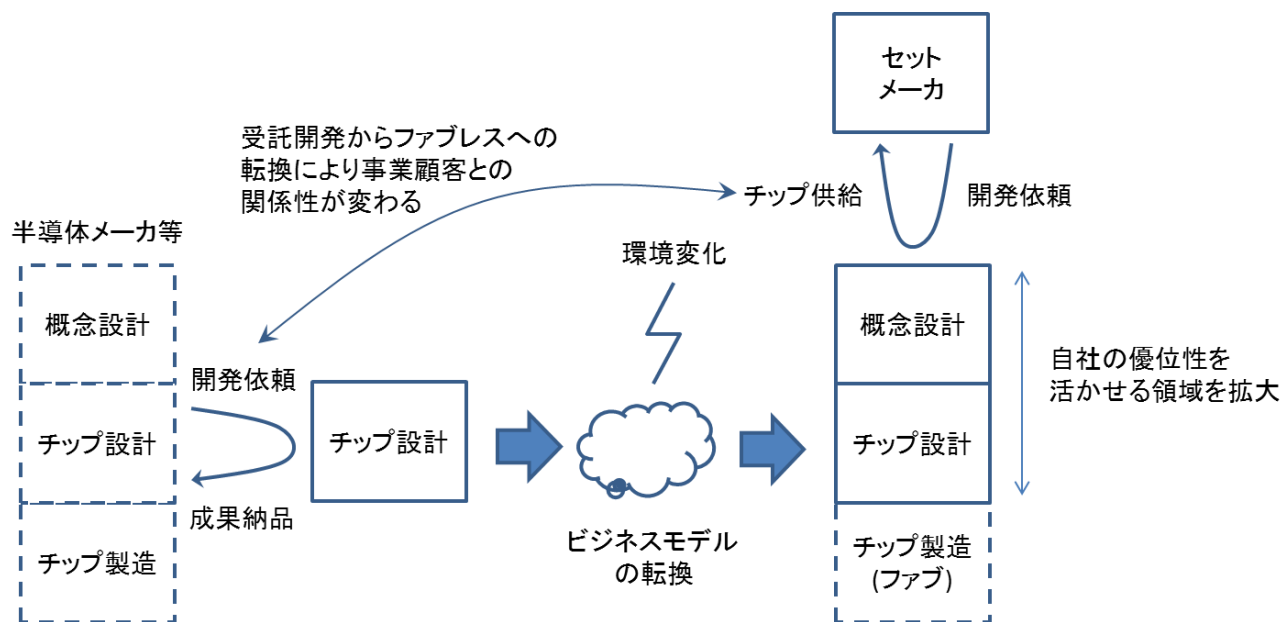
7.1 受託開発からの脱却

ロジック・リサーチ社は受託開発からスタートするものの売上の減少をきっかけに独自開発への転換を行なっていた。ファブレスとしてオリジナルの LSI を開発したいという創業前からの想いを達成するための一里塚と考え、受託開発をしていたと理解できる。

Lunaspape 社は、もともと独自製品 Lunaspape を製品化するために起業したが、当面の運転資金を確保するために、止む無く受託開発をしたものの、Lunaspape の製品進化のための阻害要因になり得ると判断し、一時的と割りきって受託開発を受け入れていた。

両者とも独自製品を開発するという起業の目的を果たすため、周辺環境の変化をきっかけにビジネスの転換をし、それが叶ったという点が特徴的である。

ロジック・リサーチ社は、HDL の開発要員を拡充し、受託開発を主力事業として収益をあげていたが、IT バブルを契機に受託設計の将来展望が見えにくくなり、また、実際に売上高が減少していった。当時、ファブレスとしての事業は細々に行っていたものの赤字続きであったが、受託開発の将来性とファブレスの可能性を勘案し、ファブレスメーカーとしての転換を図った。



(出所) 筆者作成

この際、受託設計と独自設計ではカルチャーが異なるため、受託設計のエンジニアにファブレス事業を担ってもらうことを検討したが、受け入れられずに受託設計のエンジニアの大半が会社を離れることになったという。これは、受託開発とファブレス事業は、チッ

ブ設計という設計行為自身は同じであるものの、製品自身のニーズやターゲットを発注元が考えるのか、自社で考えるのかという点が大きく異なりということを示しているといえる。仕様を設計情報に落としこむことから（狭義の設計）、LSI のコンセプトやニーズを含む概念設計まで（広義の設計）、に拡大させ、自社のもつチップ設計技術の優位性をより活かせるようなビジネスモデルに転換していった。

Lunandscape は、外部資源（マイクロソフトの IE のコンポーネント）を利用しても競争優位を活かせることを認識していた。別の見方をすると、OEM では自社の競争優位が活かされない、もしくは、OEM としての製品にするならば、Lunandscape という製品でなくてはならない理由が見いだせなかったと解釈することができる。

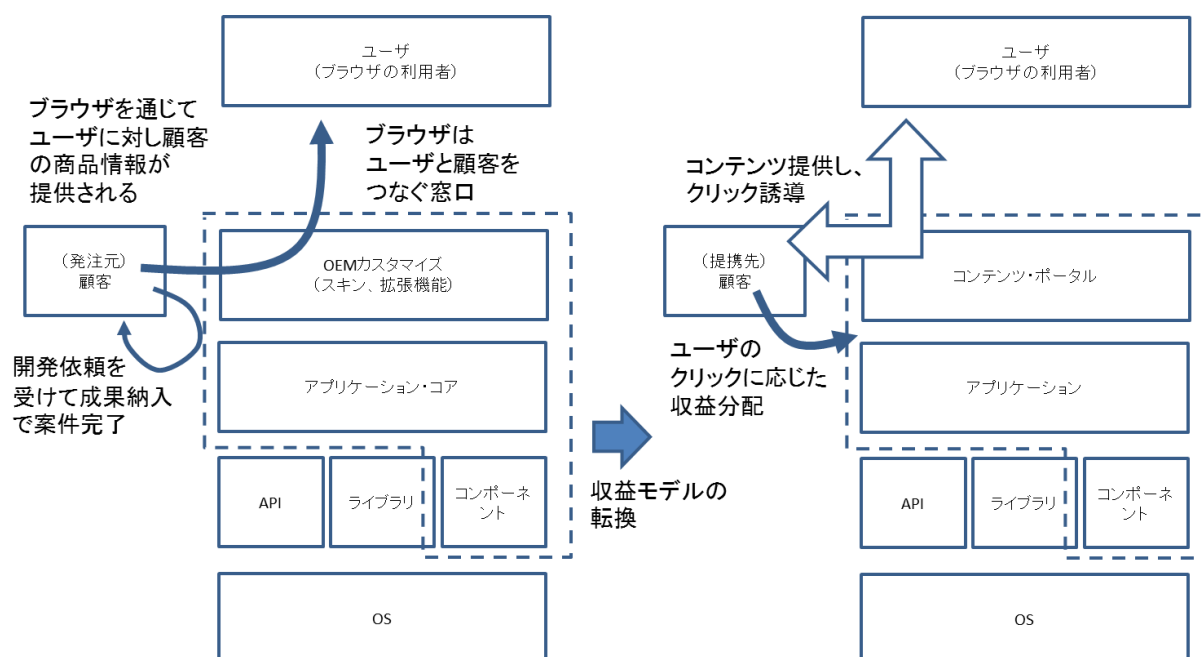


図 7.2 Lunandscape 社の収益モデルの転換

(出所) 筆者作成

そこで、Lunandscape そのものの機能や性能を強化することで、製品としての直接的な価値を高め、顧客企業にとってメリットを向上させることから、画面上に表示される提携先のコンテンツを通じて Lunandscape の価値を高めるという方針に転換していった。提携先企業にとっては、自社のコンテンツを拡散してくれる窓口として、ウェブブラウザのユーザーにとっては、様々なコンテンツを集約して表示してくれる入り口として Lunandscape の存在が認知され、また、単発になりやすい OEM ビジネスから継続的な収益につながるレベニューシェアへのビジネスに転換していった。

両社とも、自社の優位性のあるコア技術をより活かすというためにビジネスモデル、収益モデルを転換し、今日の成功がある。一方で、ビジネスモデルの転換をしなくとも受託

開発から脱却することなく自社のコア技術を活かす方法として、開発受託というポジションで事業を展開した例について次項で論じる。

7.2 開発受託企業というポジションについて

応用技術総合研究所の事例より、発注側 F 社の視点で見ると、チップ開発と拡販自体がメインであり、付帯業務は外注したいと考える。また、価格だけでなく能力に基づく関係性ができることと継続した発注につながりやすい。

マスターエレクトロニクス事例より、発注者側の応用技術総合研究所の視点で見ると、自社でできない基板設計以降の工程はすべて外注し、上流工程に特化したいと考える。また、期待に応える実績を残してくれると判断できると、単に金額が高い安いといった点だけでは判断しなくなる。

名取 (2012) は、大手企業との取引に成功している中小企業がもつ能力の要素について、自社で持たない技術を相手側が持っていること、高い提案力（付加価値のある提案と課題解決力）があることを指摘している。

両者の事例とも自社で持たない技術や工程を持っており、付加価値のある仕事をこなすという点から受託開発という形での事業展開もあり、先行研究で指摘する、中小企業やベンチャー企業の成功は受託開発からの脱却、自社製品製造をする独立型がゴールではない。

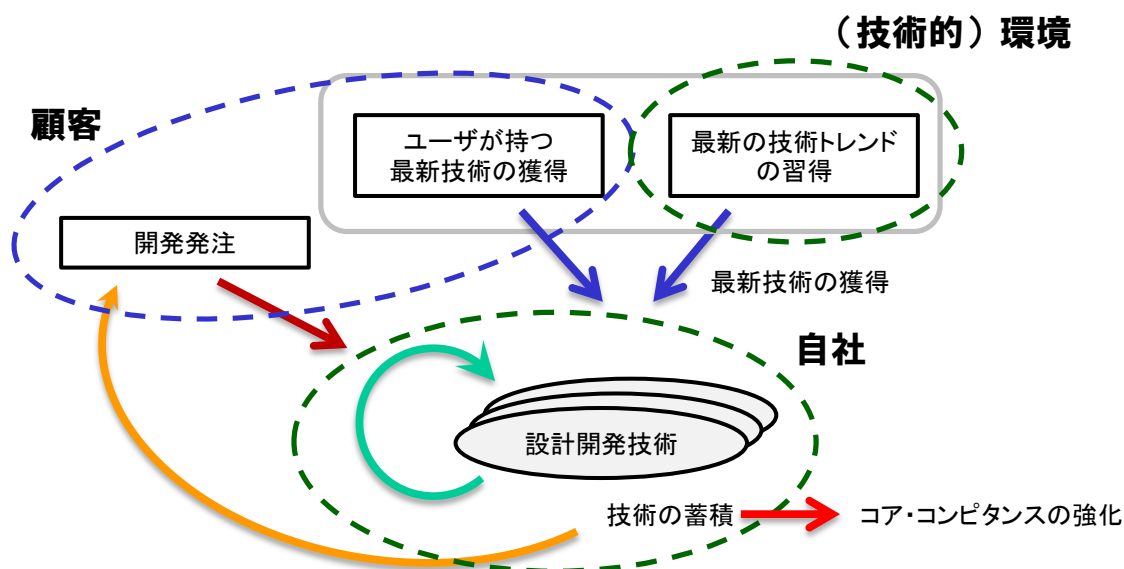


図 7.3 コア・コンピタンスの強化のループモデル
(出所) 筆者作成

また、受注者側の視点で見ると、設計開発の受託を繰り返すことによって、設計開発能力が蓄積され、コア・コンピタンスとして強化され、受託開発を通じて最新技術の獲得をし続けることが可能であるという側面がある。

顧客の先端的な技術に触れることで、自社の設計開発能力を高めることができるというのは、受託開発における最大のメリットであると考える。

もっとも最新技術を獲得することができなくなると、コア・コンピタンスを強化するための外側のループが途切れてしまい、設計開発技術もいままでの経験に基づいた案件だけに絞られる。そして、コストダウンだけを求められるようになってしまう可能性が極めて高くなる。

コストダウン中心の設計開発は、金額面以外の付加価値を産まず、技術の蓄積に結びつかなくなる。そして、顧客の高い技術的な要求に答えらなくなると、発注者のニーズと受注者の提供できるものの不一致につながり、代替可能な供給者になってしまうのである。

7.3 開発受託型企業としてビジネスを持続させていくための要件

受託開発から脱却した企業がある一方で受託開発ながら開発受託企業としてのポジションを確立した企業がある。両者とも自社の優位性のあるコア技術を保有しているという共通点があるものの、大きな違いはビジネスモデルを転換したか否かである。

ビジネスモデルの転換には大きなリスクが伴う反面、企業の飛躍的な成長を遂げることも可能であるといえる。開発受託型の場合には、企業成長は緩やかである一方、顧客との継続的な関係性構築ができると安定的な企業成長が見込める可能性が高まる。実際、応用技術総合研究所の事例では、顧客の事業環境の変化があったものの、顧客からの発注量の変化が、自社内では緩やかな変化として捉えられていたため、衰退期に突入していたにも関わらず、幹部以外は大きな危機感として認識するまでの時間差があった。

つまり、顧客との関係性が開発受託型企業のビジネスを持続させるための最大要因であると指摘することができる。

開発受託型企業としてビジネスを持続させていくための要件をあげると、1つ目は、発注者側の求めるものと受注者側の提供できるものが合致することである。応用技術総合研究所とマスターエレクトロニクス事例は、今までの実績を評価され発注者の求めるものを提供できる存在として認識されたといえる。そして、自社が最も顧客に対して付加価値を高められる部分を把握し、事業を特化する戦略をとったといえよう。

2つ目に受注者側が供給者から補完的な立場へポジションを変えることである。単なる供給者では、競合他社が存在する場合には、容易にスイッチされてしまう可能性がある。また、スイッチされる際にはコスト競争で競り負ける場合が多く、ベンチャー企業や中小企業の場合には、コスト対応力が高くないため、非常に不利である。

3つ目に発注者への過度な依存を避けるということである。応用技術総合研究所の事例より、依存度が高いほど、ユーザ環境が変わることによる影響が大きいことが指摘できる。

そこで、開発受託型企業における顧客企業との関係性を見てみる。

X軸に依存度、Y軸に協調度、Z軸に付加価値をとる。

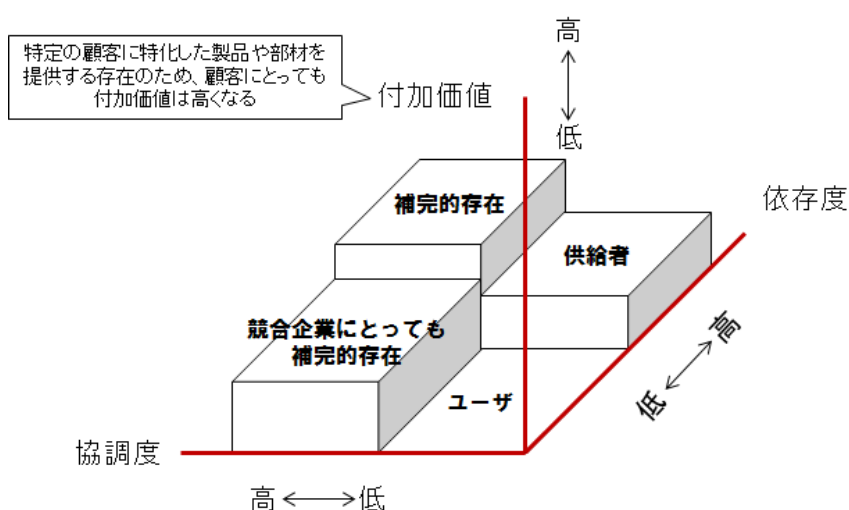
依存度は、顧客企業に対する依存が強いかわるかを示し、ある特定の顧客に向けた製品

やサービスである場合には、特定顧客からの受注が途切れてしまうと経営的な影響が見逃すことが出来ない。

協調度は、顧客とともに製品開発に関わる度合いが強いか弱いかを示す。協調度が高いということは、特定顧客に向けた製品を開発しているということを示せる。

付加価値は、この関係性を製品／サービスとして捉えた場合と企業として捉えた場合では、意味合いが異なる。製品／サービスとして捉えた場合には付加価値の質を表す一方、企業として捉えた場合、付加価値の質を表す。

a) 製品／サービスとして捉えた場合



b) 企業として捉えた場合

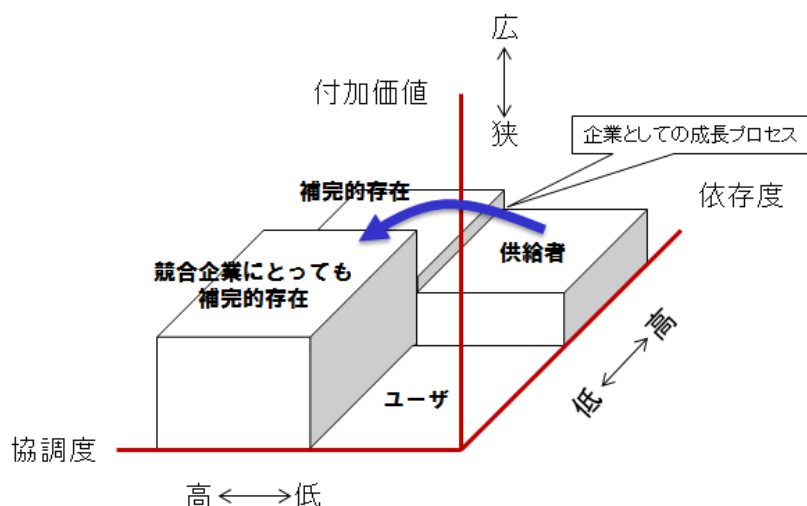


図 7.4 顧客企業との関係性（企業として捉えた場合）

（出所）筆者作成

製品／サービスとして捉えた場合、顧客の製品に組み込まれる部品やユニットあるいはサブシステムを供給する場合、顧客の製品に向けた仕様に合わせるだけならば、顧客との何らかの協調作業は最小限であるため、協調度は低い、しかし、専用の部品やユニットであるならば、他への転用ができないため、顧客製品に対する依存度は高い。

一方、補完的な存在として顧客の製品開発に関わる場合、協調度が高く、顧客にとっても自社にとっても相手側への依存度は高い。特定の顧客に特化した製品や部材を提供する存在のため、顧客にとっても付加価値は高くなる。

また、顧客の競合他社にとっても補完的な存在として製品開発に関わる場合を考えると複数の顧客とそれぞれの協調作業をするため、協調度は高いが、他社へも転用可能な製品や技術を有していると考えられることができるため、依存度は低いといえる。

企業として捉えた場合、依存度、協調度は製品／サービスとして捉えた場合と変わらないが、付加価値の軸を高い価値を提供できている顧客企業が多いかどうかという指標に置き換えてみると、顧客の競合他社にとっても補完的な存在になると付加価値の幅は広がってくる。

特定の顧客に対してのみ付加価値の高い製品／サービスを提供できることは、非常に有益である反面、経営的に製品を通じて依存していることになり、顧客がその製品／サービスを必要としなくなった場合、他への転用が困難であることから途端に企業経営に影響を及ぼす。そこで、高い付加価値を提供できる企業を増やし、特定の顧客に対する依存度を相対的に下げることが、企業の存続に必要であるといえる。

7.4 差別化要素と外部リソース活用の非差別化領域について：顧客への提供価値との関係性より

4章では、システム全体を階層構造にした価値の表現を試みた。外部リソースを利用する側の事例研究で示したシステムの価値階層において、ユーザに対する価値は、上位層であるほど高く、下位層は、外部リソースを活用しても全体の影響は高くないと指摘した。

5章では、受託開発から脱却した企業においては、ビジネスモデルの転換を経て独自製品の提供ができる企業体への変貌を図った事例研究であった。これをシステムの価値階層で説明すると、受託開発をエンドユーザ（自社の製品やサービスを実際に利用してくれるユーザ）との間に製品やサービスに対して直接的な対価を払ってくれる顧客が介在しているため、自社の製品やサービスは、システム階層の中位層や下位層に位置付けられていた。受託開発を脱却したということは、今までに介在していた顧客をなくし、直接エンドユーザに対して、製品やサービスを提供するために、システム階層を上位層に移行させたといえる。

6章では、開発受託型企業としてのポジションを確立した企業においては、独自製品の開発よりもソリューションの提供に軸足を置いた事例の研究であった。開発受託型企業が提供する製品やサービスは、システムの価値階層では、中位層や下位層にあたるのだが、自

社にとって最も優れた製品やサービスを提供できる領域がこの階層であり、そこでのビジネス展開をしているといえる。

つまり、エンドユーザとの直接の接点を持つ製品やサービスを提供するためには、ユーザにとって高い価値を見出してもらう必要があるが、エンドユーザと直接的な接点をもたない領域の製品やサービスを提供する開発受託型の場合には、システムの価値階層の上位層、下位層に関わらず、自社にとって得意な領域で勝負のできる部分を担うことがその企業にとっての競争優位であるといえよう。

5章の事例と6章の事例を比較した時、階層の上位、下位といった議論ではなく、それぞれの企業の戦略の違いとみることができる。

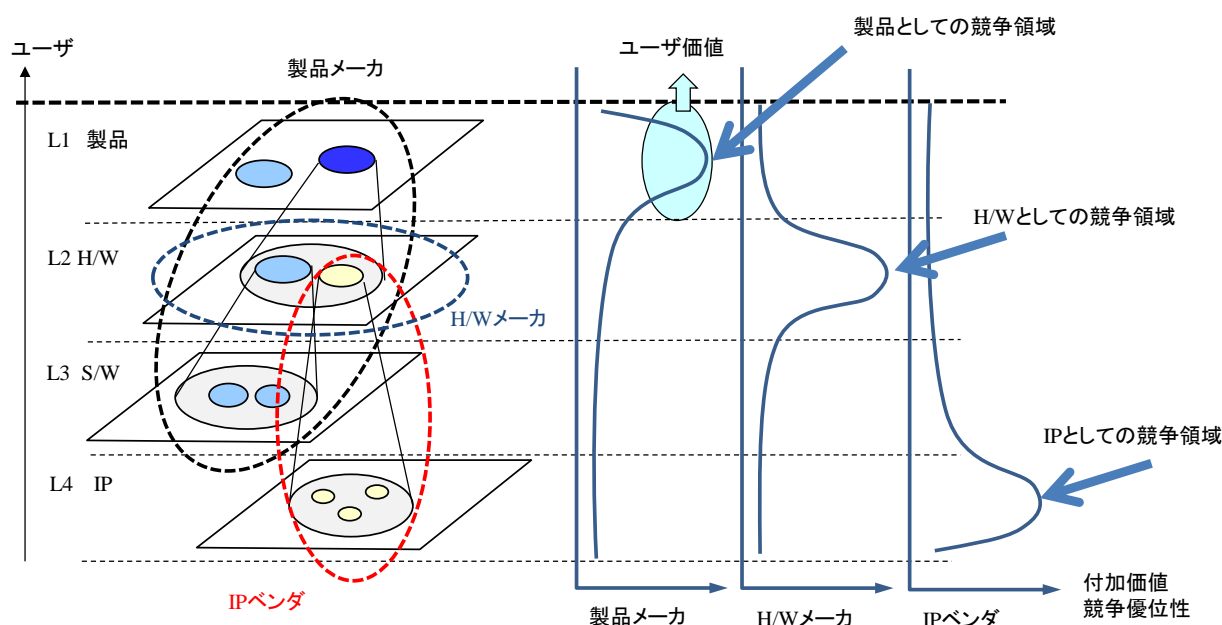


図 7.5 システムの階層構造と各階層における競争領域

(出所) 筆者作成

ここで、システムの階層構造と各階層における競争領域を見てみる。エンドユーザとの接点がある製品はユーザから見た価値は最も高い。製品としての競争領域もユーザに最も近い領域となる。

次に製品のサブシステムとしてのハードウェアを見てみる。ユーザからは遠ざかることから、製品を提供するメーカーからするとユーザに最も近い領域は差別化領域として自社開発するモチベーションが高くなるが、この領域は外部リソースの活用ができる。一方で外部リソースとして提供する企業にとっては、ハードウェアの開発に注力できることから自社の競争優位性が最も高い領域として位置付けられる。

同様に、半導体の IP を提供する IP ベンダを考えるとシステム階層の中では、最下層にあたるものの IP の開発と提供に注力できることから自社の競争優位性が最も高い領域として位置付けられる。

実際、モバイル向けプロセッサの大半に組み込まれている ARM 社の IP を考えるとチップベンダやセットメーカからみたときにはシステム階層の中では下位階層に位置付けられるが、ARM 社の IP は非常に高い競争力を持っている。ARM 社の IP のエコシステム（開発ツールや既に開発された開発リソースの流用性）を活用できることがチップベンダやセットメーカに多大な影響力を与えるため、システム全体からみたときに下位階層であっても上位階層にあたるメーカに対して支配的であるともいえる。

第8章 結論

今日、システム開発において外部リソースを活用することは一般的であり、積極的な利用が **Time to Market** に直結するといっても過言ではない。

外部リソースを利用する場合、システム全体の中で自社の競争優位を発揮できる部分があるかを確認することが重要である。その一方、外部リソースとして活用される立場にある開発受託ベンチャーにおいては、顧客に対して付加価値を提供できる存在であり続けるためのポジションに自らを変えることが重要である。

本研究では事例を通じて、競争優位と付加価値の側面から外部リソースの活用について論じてきた。その過程で明らかにできたことを整理する。

- 1) 外部リソースの活用にあたっては、他者との差別化を図りながら、外部リソースを活用することが必要である。また、どの外部リソースを採用し、自社のリソースと調整を図るかというについても十分に検討することが必要である。
- 2) システムの価値階層による価値の可視化をすることで、自社の競争優位が活かせる部分を明らかにすることができることがわかった。外部リソースの活用にあたっては、システムを平面ではなく階層構造として捉えることが重要である。
- 3) 今日、外部リソースを活用する側の企業を事例として論じることで自社のコアは何かを明確にしていることが競争優位につながることを明らかにできた。
- 4) 外部リソースとして活用される側の企業を事例として論じた、開発受託型企業は、顧客が自社で持たない技術や工程を有し、付加価値の高い製品やサービスを提供するために受託開発という形での事業展開をしている。中小企業論の先行研究で論じられるような独立した製品やサービスの提供が必ずしも企業としてのゴールではないと指摘できる。
- 5) 開発受託型企業としてビジネスを持続させていくための要件を 3 点明らかにすることができた。1つ目は、発注者側の求めるものと受注者側の提供できるものが合致すること、2つ目に受注者側が供給者から補完的な立場へポジションを変えること、3つ目に発注者への過度な依存を避けるということを指摘した。

そして、これらの要件を満たすためには、単なる製品やサービスの供給者でなく、スイッチされにくい関係性を築くことが重要であり、同時に、複数の発注者に対して同様な関係性を築けるような技術や能力を備えることが求められる。そのためには、他社への

技術の売り込み、複数顧客からの発注に対応する開発体制と人材の確保、資金調達をすることが重要であるといえる。

- 6) エンドユーザと直接的な接点をもたない領域の製品やサービスを提供する開発受託型の場合には、システムの価値階層の上位層、下位層に関わらず、自社にとって得意な領域で勝負のできる部分を担うことがその企業にとっての競争優位である。

■ 謝辞

本研究の遂行にあたり、高知工科大学大学院起業家コースの指導教官である富澤治教授のご指導をいただきました。修士課程から4年半にわたり、研究自体の指導はもちろんのこと、研究の方向性に迷い、また筆が進まずに幾度かドロップアウトしそうになりましたが、寸前のところで、引き戻して下さり、こうして論文としてまとめることができましたことに心より感謝申し上げます。

そして、起業家コース長の末包厚喜教授からは、本研究の中心的な企業事例において、実体験を元に論じたことについて関心を持って下さり、研究のモチベーションを高めることが出来ました。芝浦工業大学大学院の平野真教授からは、事例研究において多様な側面から概観することの重要性をご指導いただきました。起業家コースの那須清吾教授からは、講義や集合セミナー、あるいはゼミを通じ、貴重なご教示を賜りました。同じく生島淳講師からは、企業研究をするにあたり、その企業を時系列に整理することの有用性、重要性をご指導いただきました。厚く御礼申し上げます。

また、元立教大学大学院ビジネスデザイン研究科特任教授の五味紀男先生には、立教大学大学院修士課程在籍中の指導教員としてご指導下さり、修了後も学外、学内の研究会への参加のお声がけ、報告書の執筆に携わる機会をいただきました。さらに、業界要人との個別ヒアリングの機会も設けて下さり、本研究の礎となりましたことを御礼申し上げます。

さらに事例研究においてヒアリングに応じていただきました企業関係者の皆様、学会発表を通じて有益な助言をいただきました諸先生方にこの場を借りて感謝申し上げます。

4年半の起業家コースでの研究生活は、東京教室、高知教室、大阪教室の学友に支えられました。起業家コース秘書室の鶴保さま、東京教室秘書の土井さまには、多くのご面倒をおかけしました。ここに改めて御礼申し上げます。

最後になりましたが、陰になり日向になり支えてくれた家族に深く感謝します。

■ 参考文献

- [1] 青木昌彦, 安藤晴彦(2002)「モジュール化ー新しい産業アーキテクチャの本質」, 東洋経済新報社
- [2] 安藤晴彦, 元橋一之(2002)「日本経済競争力の構想」, 日本経済新聞社
- [3] 池田潔(2007) “自立型下請企業のビジネスモデル分析”, 北九州市立大学都市政策研究所紀要, 第1号, pp.17-29
- [4] 池田潔(2009) “下請企業の自立化に関する理論的考察-自立型から自律型企业へ”, 商大論集, 第61巻第1号
- [5] 池田潔:「現代中小企業の自律化と競争戦略」, ミネルヴァ書房(2012)
- [6] 伊東維年(2008) “九州の半導体企業の分析”, 熊本学園大学経済学論集, 第18号、第1・2・3・4合併号, pp.41-97
- [7] U.LEHTINEN(2001)「Changing Subcontracting」, University of Oulu
- [8] 上田理(2010) “日本 OSS 推進フォーラム組込みシステム部会提言”, 日本 OSS 推進フォーラム
- [9] 植田宏史(2010)「日本における下請制の形成ー高度成長期を中心にー」, 『日本中小企業研究の到達点』, pp.41-68, 同友館
- [10] エリック・フォン・ヒッペル(2006)「民主化するイノベーションの時代」, サイコムインターナショナル訳, ファーストプレス
- [11] 小野瀬拓(2007)「ベンチャー企業存立の理論と実際」, 文眞堂
- [12] オリヴァー・イートン・ウィリアムソン(1980)「市場と企業組織」, 浅沼 万里, 岩崎 晃 訳, 日本評論社
- [13] 加藤みどり, 丹羽富士雄(2001) “研究開発のアウトソーシング戦略-外部資源を利用した R&D の類型化とコスト・ベネフィット分析”, 研究・技術計画学会第16回年次学術大会講演要旨集, No.16, pp.93-96
- [14] 菊池正典(2006)「図解でわかる半導体とシステム LSI」, 日本実業出版社
- [15] 近藤秀和(2011) “ウェブブラウザ (Lunaspape) の起業戦略と技術戦略”, 情報処理学会デジタルプラクティス, Vol2, No.2, pp.88-95
- [16] 佐藤淳史(2009) “ARM 社の競争力分析”, SFC ディスカッションペーパー, 湘南藤沢学会
- [17] スティーブン・レヴィ(2007)「iPod は何を変えたのか?」, 上浦 倫人訳, ソフトバンククリエイティブ
- [18] 妹尾堅一郎(2009)「技術力で勝る日本が、なぜ事業で負けるのか」, ダイヤモンド社
- [19] 田平由弘, 石田修一, 阿部惇, 玄場公規(2008) “製品開発における外部資源活用と知識蓄積”, 日本経営システム学会誌, 第24巻, 第2号, pp.71-80
- [20] 張淑梅(2004)「企業間パートナーシップの経営」, 中央経済社

- [21]津田建二(2010)「欧州ファブレス半導体産業の真実—ニッポン復活のヒントを探る」,
日刊工業新聞社
- [22]David Ford(1988) “Develop Your Technology Strategy”, Long Range Planning Vol.21,
pp.85-95
- [23]平嶋竜太(1998)「システム LSI の保護法制」, 信山社
- [24]藤本隆宏, 青島矢一, 武石彰(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
- [25]中野不二男(2005)「不器用な技術屋 iモードを生む」, NTT 出版
- [26]夏野剛(2002)「ア・ラ・iモード—iモード流生態系戦略」, 日経 BP
- [27]中道一道(2009)「トーセイ縁の下の力持ちに徹し、コーディネーターへ」, 『ケースブック 京都モデル—そのダイナミズムとイノベーション・マネジメント—』, pp.190-210,
白桃書房
- [28]長平彰夫(2009) “日本の大企業におけるオープン・イノベーションの実態と課題”,
JISTEC REPORT, vol.70, pp.7-10
- [29]永山宗広(2012)「日本のスピンオフ・ベンチャー創出論—新しい産業集積と実践コミュニティを事例とする実証研究」, 同文館
- [30]名取隆(2012) “大企業との共同技術開発において中小企業に求められる連携能力”, 日本ベンチャー学会学会誌, No.19, pp.17-29
- [31]西尾好司, 絹川真哉, 湯川坑(2008) “企業の研究開発活動のオープン化”, 富士通総研
Economic Review, Vol.12 No.2, pp.8-25
- [32]西嶋貴史(2006) “半導体 IP ライセンスで普及した ARM アーキテクチャ”, 赤門マネジメント・レビュー, 5 巻 5 号, pp.369-380
- [33]西村吉雄(2003)「産学連携—「中央研究所の時代」を超えて」, 日経 BP
- [34]原拓志(1999)「ベンチャー企業と技術革新—技術源の調達と業種間の相違—」, 『日本のベンチャー企業』, pp.47-66, 日本経済評論社
- [35]日比恆明(2002)「下請けやめてニッチをめざせ!!—不況知らずの超優良企業」, ウェッジ
- [36]弘中史子(2007)「中小企業の技術マネジメント—競争力を生み出すモノづくり」, 中央経済社
- [37]ブラッデンバーガー, ネイルバフ(1997)「コーペティション経営」, 嶋津祐一, 東田啓作訳,
日本経済新聞社
- [38]ヘンリー・チェスブロウ(2007)「オープンビジネスモデル」, 栗原潔訳, 翔泳社
- [39]ヘンリー・チェスブロウ(2004)「OPEN INNOVATION」, 大前恵一朗訳, 産業能率大学出版部
- [40]Henry Chesbrough, Adrienne Kardon Crowther Beyond(2006) “high tech: early adopters of open innovation in other industries”, R&D Management 36, 3, pp.229-236
- [41]マイケル E.ポーター(1982)「競争の戦略」, ダイヤモンド社

- [42]水上貴史(2008) “オープンイノベーションで変わる知的財産戦略”, 大和総研新規産業レポート, 2008/秋, p71-80
- [43]三輪晴治(1999) 「日本の半導体・自動車産業は復権するか」, 工業調査会
- [44]百嶋徹(2007) “オープンイノベーションのすすめ”, ニッセイ基礎研 REPORT, 2007.8, pp.18-25
- [45]森俊治(1991) 「研究開発管理論 (改訂増補版)」, 同文館
- [46]山本靖(2006) “設計開発における設計負荷とその低減”, 早稲田大学大学院博士論文
- [47]Larry E.Greiner(1972) “Evolution and Revolution as Organization Grow” , Harvard Business Review, Vol. 50, Issue 4, pp. 37-46
- [48]Leslie Wilcocks, Ilan Oshri, Jilia Kotlarsky, and Joseph Rottman(2011) “Outsourcing and Offshoring Engineering Projects: Understanding the Value, Sourcing Models, and Coordination Practices” , IEEE TRANSACTIONS ON ENGINEERING MANAGEMENT, VOL.58, NO.4
- [49]柳 在相(1999) “ベンチャー企業の成長プロセスと戦略についての一考察：戦略論的視点からの成長プロセスモデルの構築”, 新潟国際情報大学情報文化学部紀要
- [50]渡辺幸男(1983a) “下請企業の競争と存立形態(上)－「自立」的下請関係の形成をめぐって－”, 三田学会雑誌, 76 巻 2 号, pp.52-67, 慶應義塾経済学会
- [51]渡辺幸男(1983b) “下請企業の競争と存立形態(中)－「自立」的下請関係の形成をめぐって－”, 三田学会雑誌, 76 巻 5 号, pp.17-33, 慶應義塾経済学会
- [52]渡辺幸男(1984) “下請企業の競争と存立形態(下)－「自立」的下請関係の形成をめぐって－”, 三田学会雑誌, 77 巻 3 号, pp.9-28, 慶應義塾経済学会
- [53]渡部博光(2009) “オープンイノベーションと日本企業の知財戦略経営”, 政策・経営研究, 2009-vol.3, pp.36-49