

スマートフォン企業の戦略転換

— 5G半導体チップの外部取引から内部化への転換—

八 井 田 収

要 旨

2020年から5G革命が始まり、スマートフォン企業のビジネスモデルに変化が起こり始めている。5G通信機能を利用した各種サービスが本格的に起こると言われ、各スマートフォン企業は、新市場での覇権や競争優位を築き、多様なソリューションに対応するために、キーデバイスとなる半導体チップを内部化開発する戦略転換を図っていることが明らかになった。

キーワード：5G スマートフォン 半導体 戦略転換 内部化

1. はじめに

2020年から次世代通信規格5Gが本格的に始まる。その5G通信技術を使ったさまざまなビジネスが参入し、拡大しようとしている。そのキーデバイスとなる5G通信用半導体チップ開発において性能・機能とプラットフォームの覇権競争が熾烈になってきている。

これまで、通信用半導体チップの中核となるアプリケーションプロセッサ

(AP)は、Qualcomm やMediaTekなどの独立系ファブレス企業がApple、Huawei、Samsungなどのさまざまなスマートフォン企業に供給するサプライチェーンが確立していたが、5G通信用半導体チップの開発においては、Apple、Huawei、Samsungといった企業は自社設計に転換する行動を示している。

2. 先行研究

1) 半導体チップの設計と製造の分離

Baldwin and Clark (2000) によれば、1980年代以前、半導体の製造には、設計と製造が社内で統合される生産方式であったが、1980年代初頭に縮小比例的な設計ルールが発明された後(Mead & Conway)¹、設計と製造技術が別々に追求されることが可能になった結果、設計と製造をつなぐモジュラー・アーキテクチャが完成した。

2) 米国半導体産業の復活と発展

Dertouzos. et al. (1989)、Lester (1998) およびBerger (2005) によれば、デジタル技術で設計に特化した独立系ロジック・ファブレス企業が米国で発展した理由の歴史的経緯は、日本の半導体に差をつけられた1980年代に遡る。1980年後半に米国のマサチューセッツ工科大学 (MIT) の産業生産性センター (IPC) は日本と米国の競争分析を徹底的に行い、それに基づく政策提言を行った。米国の強みは製品に対する先進的な企画と開発による付加価値であり、コストを優先としたもの作りの量産ではない。すなわち、米国はメモリ半導体ではなく、システムに多く使われるロジック半導体の設計に特化し製造工場を持たないファブレスに向かい、製造は台湾やシンガポールなどに立地する受託製造に特化したファウンドリと分業関係によって実現するファブレス-ファウンドリモデルを進めた。製造は日本ではなく、税制や要素コストで有利な台湾などが立地選択された。それによって、1990年代後半から米国の半導体は復活を遂げた。

1 Mead and Conway (1980) *Introduction to VLSI Systems*. Addison-Wesley. 邦訳『LSIシステム入門』培風館, 1981年.

3. リサーチ・クエスチョン

かつて、半導体企業は、設計から製造まで自社で行う「垂直統合型」モデルが盛んであった。米国ではマイクロプロセッサを手掛けるIntel、メモリ半導体を手掛けるMicron Technologies、アナログ半導体を手掛けるTexas Instrumentsは、今もこのモデルを続けている。しかし、ロジック半導体を手掛ける半導体企業の大半はファブレス化し、台湾やシンガポールなどに立地するファウンドリ企業とともに「水平分業型」モデルに移行した。その理由は多くの文献に譲るが、簡潔に述べると、ロジック半導体の場合は、設計と製造のインターフェース技術が確立し、小規模なファブレス企業であっても特定用途向集積回路（ASIC）の設計機能に集中特化し、多くのファブレス企業はファウンドリ企業に製造委託することができる。一方、ファウンドリ企業は製造機能に集中特化し、多くのファブレス企業を集客し、製造委託を受ける。このように、両者はムーアの法則²に則り、補完メリットを最大限に享受できることにあった。このモデルによって、米国半導体は復活し、その後台湾や中国などの半導体産業が大きく成長した背景になっている。

ここで扱う5G通信を支えるアプリケーションプロセッサやモデムなどの半導体チップはこのロジック半導体である。したがって、Qualcomm（米）やMediaTek（台）などは、このような通信用チップを牽引するファブレス企業である。しかも、社内部門やグループ企業ではなく独立型企業であり、外部取引によって生計を立てている。

一方、Apple（米）、Huawei（中）、Samsung（韓）などのスマートフォン企業は自社内に半導体ファブレスを持ち始めている。これらは社内部門あるいはグループ企業である。従来のような外部取引ではなく、なぜ内部化に戦略転換する理由を明らかにすることが本研究のリサーチ・クエスチョンである。

2 半導体の集積密度は18～24カ月で倍増し、チップは処理能力が倍になってもさらに小型化が進むという法則。Intel社創設者のひとりであるゴードン・ムーア博士が1965年に経験則として提唱したことに由来する。

4. 5G革命

移動体通信システムの進化、スマートフォン市場、およびスマートフォン向け通信半導体チップの市場の概況について調査した³。

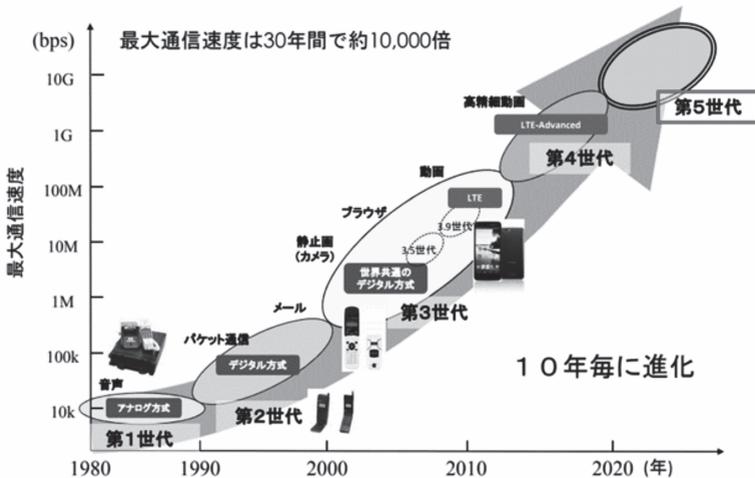
4-1 次世代通信規格5G

次世代通信規格5Gとは現在主流の方式（4G）の通信速度100倍、容量1,000倍とされる通信技術で、これからの暮らしや働き方を大きく変える可能性を秘めており、国際競争も激しくなっている（図表1）。

図表1：移動通信システムの進化

移動通信システムの進化（第1世代～第5世代）

15



(出所)総務省

3 週刊東洋経済（2019）「5G革命 勃興する巨大市場をつかめ！」東洋経済新報社、2019年5月25日号，pp.24-63.

各通信世代をまとめると以下のような特長があげられる。

第一世代（1G）

自動車電話サービスが始まり、肩掛けのショルダーホンが登場。

第二世代（2G）

通話だけでなく、電子メールやインターネットも出来る様になった。

ただし、日本の規格やサービスが海外には広がらなかったのでいわゆる「ガラパゴス携帯（ガラケー）」と呼ばれた。

第三世代（3G）

2000年代の3Gではデータ通信が高速化。NTTドコモのサービス「iモード」が人気を集めた。更に音楽やゲームの配信も始まった。

現在は、LTE（Long Term Evolution）（3Gの後継方式）と・第4世代（4G）の共存LTEは第3世代（3G）の移动通信システムをさらに高速化した規格。一般的には、LTEも「4G」という表現を使っている場合が多い。

そして、第五世代（5G）へ

2020年を目途に世界で一斉に商用化が始まり、高速化・大容量化が更に進み、動画配信など、さまざまなサービスが生まれようとしている。また、5Gのネットワークになると、以下のような応用範囲が可能になると言われている。

① 防犯（セキュリティー）

センサーの顔認証技術と高速通信で、大勢人が集まる場所での不審人物の特定できる。

② 自動運転

5Gの「超低遅延」により、自動運転におけるブレーキのタイムラグがなくなる。

③ 遠隔医療

5Gを使ってヒト型ロボットを遠隔制御したり、離れた場所にいる医師が手術現場に的確な助言をする遠隔医療が有望になる。

④ 動画配信

5Gの「高速通信」により、動画配信サービスやVRコンテンツを楽しむことができる。

⑤ スマート工場

ケーブルを使わずに産業用ロボットを制御する。製造ラインのレイアウトが柔軟にできる。また、工場で駆動する機器、センサー、カメラなどを同時にネット接続して運用し、作業の効率化を図る(ローカル5G)。

このように、「超高速」「超低遅延」「多数同時接続」という特長を持つ5Gは、さまざまな産業を根底から変える可能性がある。

1Gから4Gに至るまで通信速度は着実に向上してきたが、通信ネットワークのタイムラグを極めて小さく抑える超低遅延、基地局1台から同時に接続できる端末を飛躍的に増やす多数同時接続は、これまでの世代にはなかった大きな特長である。

超低遅延によって、高い安全性が求められる自動運転ではリアルタイムの通信が可能になり、工場におけるロボットの遠隔制御や遠隔医療も実現できる。多数同時接続は、家電や自動車など身の回りのあらゆる機器がつながるIoT化を促進する。

通信速度においても現在の4Gの10倍になり、2時間の映画を3秒でダウンロードできるなどの進化がある。総務省は5Gによる経済効果を約47兆円と試算しており、調査会社のHIS Markit（英）は世界で約12兆ドルになると予測している。

大方の見方として、本格的な盛り上がりは2020年以降である。半導体チップやスマートフォン企業に対する需要拡大が見込まれ、株式市場からの関心が高い。5Gに関連する銘柄の裾野は広く、基地局関連では伊藤忠テクノ・ソリューションズやネットワン・システムズといったネットワーク・インテグレータなどが脚光を浴びる。ほかにも電子部品やゲームソフト、動画配信の事業者が「5G銘柄」として株価上昇が期待されており、投資家にとっても5G革命は一大トピックになっている。

一方で日本企業が5Gをどう使いこなすかは、まだ手探りの段階である。例えば工場内のロボットを無線で制御できるようになれば、床や天井を通るケーブルが必要なくなり、製造ラインのレイアウトを柔軟に変更できる。ただし、こうした実証実験はアウディなどのドイツ企業が先行しており、日本の製造業

で5G活用を進めているところは少ない。

そこに手を差し伸べようとしているのが、回線を提供する通信キャリアである。建設現場からVR（仮想現実）などのエンターテインメントまで、あらゆる分野で通信キャリアは法人との連携を試みている。通信キャリアは政府から個人向け携帯電話料金の引き下げ要求を受けており、新しい収益源を開拓しなければならぬという事情もある。日本企業にとっては、どの通信キャリアと組みビジネスを作り出すかが課題となっている。

また、既存のキャリアに頼らないという選択肢もある。総務省は年内にも、自治体や工場などの土地・建物の所有者に対し、エリアを限定して提供できる「ローカル5G」の電波を割り当てる予定である。ここにはPanasonicやNECなどが名乗りを上げている。ローカル5Gを使って何ができるのかを考えることも重要になる。

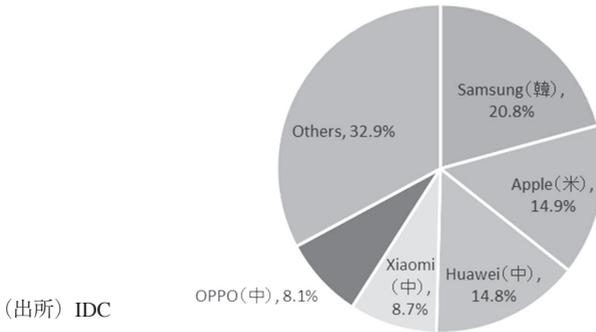
過熱する「米中覇権戦争」の行方にも、注目する必要がある。急成長した中国のHuaweiへの米国の執拗な締め付けは、5Gの覇権争いが国益を左右するまでになっていることを意味する⁴。

4-2 スマートフォン市場

まず、現状（4G）のスマートフォン市場について調査を行った。調査会社IDC（米）によれば、2018年のシェアは図表2のとおりである。上位3社のシェアで全体の約50%を占めるが、ハーフィンダール・ハーシュマン指数（HHI）は約2095であり、低位寡占型（分散型）と高位寡占型（3強型）の境界あたりにある。

4 NHKスペシャル取材班（2019）『米中ハイテク覇権のゆくえ』NHK出版新書が詳しい。

図表2：スマートフォン市場シェア（2018年）



各スマートフォン端末と、それらに搭載される半導体チップのアプリケーション・プロセッサ (AP) の関係は、図表3のとおりである。ハイエンド領域をQualcomm (米)、ミドル・ローエンド領域をMediaTek (台) の半導体チップが占めている。Huawei (中) は、子会社のHiSilicon (中) のチップが搭載される。Apple (米) とSamsung (韓) はQualcommから自社製へシフト中である。

図表3：スマートフォン企業と半導体チップ企業の関係

スマートフォン企業	半導体チップ企業 (製造委託企業)
Samsung	Qualcomm (TSMC) → 自社設計 (自社製造)
Apple	Qualcomm (TSMC) → 自社設計 (TSMC)
Huawei	HiSilicon (TSMC)
他のアンドロイド端末企業 (Xaomi、Oppoなど)	Qualcomm (TSMC)、MediaTek (TSMC)

(出所) 筆者作成

ここで、半導体チップの主な工程とこれらを担う業態について確認しておく (図表4)。

主な業態は、IPベンダー、ファブレス、ファウンドリ、サブコントラクターの4つの業態である。

- ① IP (Intellectual Property) ベンダー：半導体チップを開発するためのIPコア回路を提供する業態。代表的なIPベンダーはCPUコアを提供するARM社

スマートフォン企業の戦略転換

(英)であり、半導体チップを開発するファブレスはIPベンダーに使用料を支払う契約を結ぶのが一般的である

- ② ファブレス (Fabless)：自社に工場などの製造機能を持たずに設計開発などに注力する業態
- ③ ファウンドリ (Foundry)：半導体の前工程（シリコンウェハーに回路を形成するウェハープロセス）を受託生産する業態
- ④ サブコントラクター (sub-contractor)：半導体の後工程（アセンブリやテスト）を受託生産する業態

図表4：半導体チップの主な工程と業態



(出所) 筆者作成

この4つの業態の中で、半導体チップの開発および設計を行うファブレス企業の調査を行った。世界の上位10社は、米国、台湾、中国が占めていることがわかる (図表5)。

図表5：半導体ファブレス企業のランキング (2017-2018)

(単位：Million USD)

ランク	企業	本社	2017年売上	2018年売上
1	Broadcom	米国	18,453	18,941
2	Qualcomm	米国	17,029	16,370
3	NVIDIA	米国	8,691	11,163
4	MediaTek	台湾	7,941	7,882
5	HiSilicon	中国	5,732	7,601

6	AMD	米国	5,253	6,475
7	Xilinx	米国	2,438	2,868
8	Marvell	米国	2,392	2,819
9	Novatek	台湾	1,585	1,813
10	Unigroup (Spreadrum & RDA)	中国	1,670	1,662

(出所) Trend Force, Feb., 2019に基づき、筆者作成

4-3 個別企業調査

5G 通信用半導体チップの開発を手掛ける、Qualcomm (米)、MediaTek (台)、HiSilicon (中) に注目し、さらに自社半導体チップ開発を目指す Samsung (韓) と Apple (米) について調査を行った。

① クアルコム (Qualcomm, Inc.)

Qualcommは、1985年にアーウィン・ジェーコブズとアンドリュー・ビタビによって設立されたファブレス企業である。社名のQualcommは、QualityとCommunicationsを合わせた造語である。本社は米国カリフォルニア州サンディエゴにある。CDMA方式携帯電話の実用化に成功して成長を遂げた。CDMA携帯電話用半導体チップセットでは、ほぼ独占に近いマーケットシェアを保持した。それらの数多くの特許を保有しており、他社から得られるライセンス料が大きな収益源(売上の約30%)となっている。半導体チップ製造は大手ファウンドリであるTSMC (台)⁵やGLOBAL FOUNDRIES (シンガポール) などへの委託で製造している。スマートフォン用APは「Snapdragon」シリーズとして、IPは英国のARMベースのコア・プロセッサの供与を受けて開発を続けている。5G向けの最新半導体チップ(2019年時点)のSnapdragon 855はTSMCの7nmプロセスを使用している。

5 半導体チップ製造を担うTSMC(台湾)についても触れておく。TSMC(台湾積体電路製造股份有限公司)は、1987年に設立され台湾新竹サイエンス・パークに本拠を置く。顧客の半導体チップの製造を受託する専業ファウンドリ・ビジネスモデルの先駆者である。TSMCブランドでの設計、製造、販売を一切しないことで顧客との競争を排除する。最先端の半導体製造プロセス技術を持ち、世界のファウンドリ業界をリードしている。

② メディアテック（MediaTek：聯發科技股份有限公司）

MediaTekは、1997年設立のファブレス企業である。創業者は蔡明介で、米国留学からの帰国者である。本社は台湾新竹市新竹科学工業園区にある。半導体ファウンドリ企業のUMC（聯華電子股份有限公司）の部門分社化によりCD-ROMドライブ用の半導体チップセットからスタートし、現在はCD/DVD関連・デジタルテレビ向けの各種半導体チップや、スマートフォン・タブレット向けモバイルASICなどを手がけている。スマートフォン用APは「Helio」シリーズとして、IPは英国のARMベースのコア・プロセッサの供与を受けて開発を続けている、半導体チップ製造は親会社であるUMCへの委託が多いが、5G向けの最新半導体チップ（2019年時点）のHelio M70はTSMCの7 nmプロセスを使用している。

③ HiSilicon（海思半導体有限公司）

HiSiliconは、中国通信機大手のHuawei（華為技術）の半導体を支える、設計と販売のみのファブレス企業である。本社は、中国深圳市にある。

前身はHuaweiのASICデザインセンターであったが、2004年設立の完全子会社となった。Huawei向けのスマートフォン用（AP）以外に、テレビや監視カメラ用の半導体チップセットを外販している。半導体チップ製造の多くは台湾のTSMCに委託している。

スマートフォン用APは「Kirin」シリーズとして、IPは英国のARMベースのコア・プロセッサの供与を受けて開発を続けている。5G向けの最新半導体チップ（2019年時点）のKirin980はTSMCの7 nmプロセスを使用している。

④ サムスン電子（Samsung Electronics Co., Ltd）

サムスン電子（以下、Samsung）は、韓国財閥のサムスングループの中核企業であり、世界最大の総合家電・電子部品・電子製品メーカーである。特にスマートフォン「ギャラクシー」は世界のトップシェアである。一方、半導体でもメモリを中心にIntelに続く第2位の売上規模を誇る。

スマートフォン用APは「Exynos」シリーズとして、IPは英国のARMベースのコア・プロセッサの供与を受けて開発を続けている。5G向けの最新半導体チップ（2019年時点）のExynos980は自社製造ラインの8 nmプロセスを使用して

いる。半導体チップは自社のスマートフォンやタブレットだけでなく、中国のVivo社にも提供すると言われている。

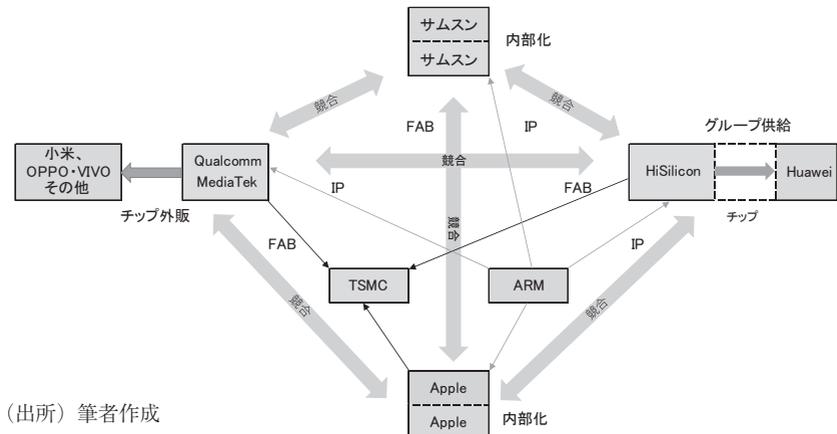
⑤ アップル (Apple Inc.)

Appleは、米国カリフォルニア州クパチーナに本社を置く、インターネット関連製品、デジタル家庭電化製品および同製品に関連するソフトウェア製品を開発、販売する世界的な巨大IT企業である。スマートフォン向けAPは「Aシリーズ」として、自社で設計し、TSMCやサムスン電子に製造委託してきた。IPは英国のARMベースのコア・プロセッサの供与を受けて開発を続けている。現時点（2019年）では、5G通信用半導体チップはまだ開発されていない。

一方で、移動通信用ベースバンド半導体チップに対して、AppleはQualcommに特許ライセンスと半導体の取引が不当であるとして提訴していたが、2019年4月に和解し、Qualcommへの特許ライセンス料の未納分を支払うことになった。しかし、AppleはIntelのスマートフォン用モデム事業部門を買収し、今後、5Gモデム半導体チップを自社で設計・開発し、5G通信用半導体チップセットを自社でコントロールするとみられている。

このような業界環境は、図表6のようになる。特に、QualcommとHiSiliconは今後の米中の覇権争いの渦中になると考えられる。

図表6：スマートフォン業界の構造（端末企業と半導体チップ企業）



5. 外部取引から内部化への戦略転換

本研究のリサーチ・クエスチョンであるApple、Huawei、Samsungといったスマートフォン企業は、なぜ半導体設計機能を外部取引から内部化へ方向転換するのであろうか。その理由について、次の3つの視角から解明を試みる。一つ目は、ダイナミック・ケイパビリティの面、二つ目は、取引コスト面、三つめは、ユーザー・イノベーションである。

5-1 ダイナミック・ケイパビリティに基づく内部化のメリットおよびデメリット

まず、ダイナミック・ケイパビリティの観点からスマートフォン企業の内部化のメリットおよびデメリットについて考える。

1) 内部化のメリット：

① Qualcommに縛られない

5G時代では、スマートフォン企業は、さまざまなビジネス環境の変化に対応することが競争優位の成否を分けることになる。そのために、ダイナミック・ケイパビリティが必要とされる。しかし、Qualcommの半導体チップ開発動向に左右され、製品開発計画が硬直化している。

Teece (2009) によれば、ダイナミック・ケイパビリティは、環境の変化を知覚し、変化した環境で競争力を発揮できるように自社の資源の組合せを再編成する組織能力である。それは、次の要素能力で構成される。

- ・機会や脅威を感知する能力 (sensing)
- ・機会を生かす能力 (seizing)
- ・企業の有形、無形の資産を向上させ、結合し、必要時には再構成することで競争力を維持する能力 (reconfiguring)

これらの能力を生かすために、半導体チップの内部化開発に移行して自社の開発計画を進めることが必要である。

② 最適化が可能

Qualcomm の半導体チップはスマートフォン企業の最大公約数の仕様に基づ

く特定用途向け標準品 (ASSP) である。したがって、スマートフォン企業の個別の仕様には最適ではない。内部化開発によって、その最適化を実現することが可能になる。

③ 特許ライセンス料の支払いが不要

Qualcommの半導体チップには、前述のとおり特許ライセンス料が加算されている。内部化開発によって、その費用が不要になる。

2) 内部化のデメリット

① 開発費が増加

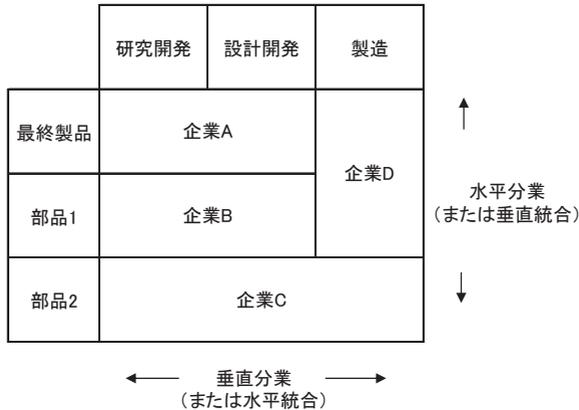
これまででは、Qualcommが開発した半導体チップを購入していた場合には、開発費は必要なかった。しかし、独自の半導体チップ開発では、IPはARMコアを踏襲するとはいえ最適化を伴う新しい開発設計費用が発生する。

5-2 産業界における水平統合と垂直分業に対する取引コストアプローチ

次にスマートフォン産業まで範囲を拡大して、水平統合と垂直分業に対する取引コストを考える。

延岡 (2006) によれば、モノ (最終製品や部品) の製造や提供という軸と、研究開発、設計開発、製造といった機能を軸に、製品構造と機能における統合または分業を捉えている。垂直方向は、製品を構成する部品、およびそれらを組み合わせた最終製品といった製品構造における分業である。また、水平方向は、設計や開発などの機能に関する分業である。水平分業とは、部品や工程などを分業することを意味し、垂直分業とは、機能による分業を意味している (図表7)。

図表7：水平分業／垂直統合と垂直分業／水平統合



(出所) 延岡 (2006)

加護野・井上 (2004) によれば、市場の取引において価格メカニズムを利用するためには、そのための費用 (=取引コスト) がかかる。取引コストが高ければ内部に統合すべきであるし、逆に取引コストが低ければ外部との取引を利用した方がよい。(Corse, 1990; Williamson, 1980)

市場の取引において、取引コストとは具体的には以下のとおりである。

- ・ 検索コスト：市場において取引相手を探し出すための費用
- ・ 調査コスト：取引相手が信頼できるかどうかを調査・確認する費用
- ・ 交渉コスト：調査した相手と取引を開始するための費用
- ・ 契約コスト：取引内容を確認し有効化するための費用
- ・ 監視コスト：契約の履行状況を監視するための費用
- ・ 紛争解決コスト：契約どおりにいかなかった場合の費用
- ・ 情報開示コスト：一連の取引を円滑に進めるための費用

市場で取引されるものを内部化する (組織内で資源配分) ことは価格のメカニズムを利用しないことにより効率的な資源配分ができなくなり、内部化コスト (内部化による費用) が発生することになる。そこで、内部化コスト < 取引コストとなる場合は、費用を回避するために市場ではない企業組織が選択されることになる。これは内部化コストと取引コストの大小関係に基づく、市場か

企業かの選択の理論である。

取引コスト（検索、調査、交渉、契約、監視、紛争解決、情報開示）の概念は、情報費用（例えば価格情報を知るための検索費用）とも捉えられる。そこで、情報技術（IT）の発達は市場における取引費用を大幅に低下させ、市場での価格メカニズムと有効に機能させ、企業組織よりも市場を選択することが資源配分を効率的にする可能性も生まれる。内部化コスト > 取引コストとなる場合は、企業組織より市場が選択されることになる。したがって、企業は内部化費用（内部費用）と取引費用（外部費用）の変化を見ながら、最適な規模と形態を選択することになる。

内部化によるデメリットは、自社向けに限定されるのでスケールメリットを追求しにくい。内部化した部門が外部取引企業より専門性で劣る。組織内部門に対する監視と調整といった管理コストの上昇などが挙げられる。

本研究の命題である5G競争優位を実現させるために、Googleは取引費用に基づく垂直分業（＝市場取引）を選択するが、なぜAppleは内部化による水平統合を選択するのか、あるいは、Huaweiは子会社HiSiliconを含めたグループ内で水平統合に向かおうとしているのか。そして、Samsungも内部化による水平統合を目指すのか。

Appleは、IoTビジネスや自ら主催するWWDC(Worldwide Developers Conference)などを通じて、オープン・イノベーションやリードユーザー・イノベーションを見つめてきた。そのなかで、Appleの組織として内部化させる範囲を学習してきたと考えられる。その結果、半導体チップ開発、OS（オペレーション・システム）、アプリケーションなどは内部化する選択をした。同様の動きをスマートフォンだけでなくAppleのPC（MacBook）にも内部化展開しており、Intelとの外部取引からARMベースのアーキテクチャ（設計思想）を使った自社CPUに切り替える予定である。

Huaweiも内部化方向にあり、半導体チップ開発は子会社のHiSiliconで行い、キーデバイスは自らの開発で行う。OSも米国からの圧力の影響もあり、独自のOS開発に向かっている。中国は生産市場と同時に消費市場であり、今後「一带一路」構想の下に拡大し、中国全体が電子部品の輸入から自国開発に向かっ

ている背景もあり、ますます内部化する範囲を広げている。

Samsungも内部化に向かって、半導体チップ開発は自社で進めている。すでにAppleからのアプリケーションプロセッサのファウンドリ受託の経験知識を蓄積し、自社に世界最大シェアのスマートフォン事業を抱えていることから、キーデバイスを自社で行う準備と環境は整っている。

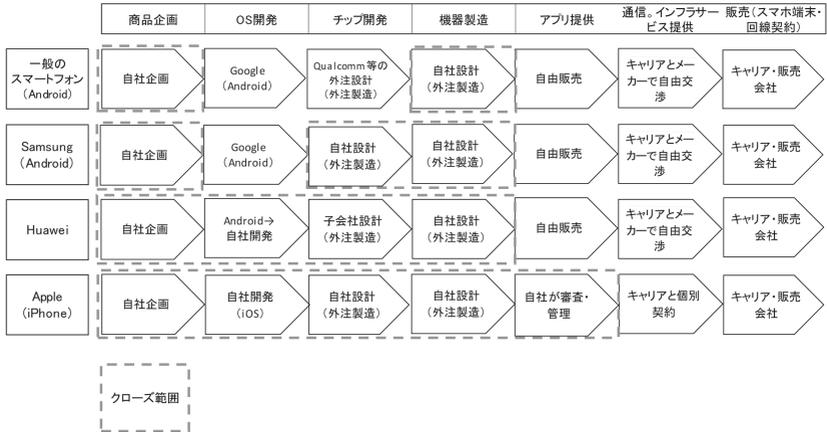
内部化によるデメリットは、第一に自社向けに限定されるのでスケールメリットを追求しにくい。第二に内部化した部門が外部取引企業より専門性で劣ることが考えられる。第三に組織内部部門に対する監視と調整といった管理コストの上昇などが挙げられる。

第一のデメリットは、3社の使用されるスマートフォンの情報端末の台数からみてスケールメリットを損なうことにはならない。第二のデメリットは、3社とも自社で開発可能なレベルまで知識や情報を蓄積し、Qualcommに見劣りしない専門性を保有していると考えられる。第三のデメリットは、AppleはPCで先行して学習し、Huaweiは子会社（HiSilicon）との社内取引で、Samsungはグループ内取引によって回避できるであろう。

これらの状況から、これまでは半導体チップ開発やOS開発を外部取引に委ね、取引コスト<内部化コストを実現してきたが、それらを自社で開発可能なレベルまで知識や情報を蓄積し、取引コスト≒内部化コストにまで近づいていると考えられる。また、5G革命によってさまざまな用途の急速な広がりに対して、外部取引に依存しているとビジネスチャンスを見逃しかねない。

以上から、スマートフォンのバリューチェーン構造の変化は図表8のようになり、内部化することで、自社でビジネスのコントロールを行い、価値の内部創出の範囲を拡大しようとしている。

図表8：スマートフォンのバリューチェーン構造



(出所) 筆者作成

5-3 5Gにおけるユーザー・イノベーション

Hippel (2005) によれば、イノベーションを起こすのに、自分で作るのか (= 内部化)、それとも購入するのか (= 市場取引) するのか、この問題を考えるためには、ユーザーとメーカーの間に発生する「取引コスト」と「情報の非対称性」の両方を考慮する必要がある。

まず、「取引コスト」において、5G通信技術システムを利用するさまざまなユーザーを抱えるAppleやHuaweiのようなスマートフォン企業と、スマートフォンの半導体チップを作るQualcommのようなサプライヤー・メーカーの関係において、ユーザー側に立つスマートフォン企業が半導体チップを「自分で作るか、購入するか」の意思決定のモデル化は、次のとおりのステップになるであろう。

一般の開発の意思決定では、将来の得られるフリーキャッシュ・フロー (FCF) に対して、開発投資 (DI) を差し引いてプラスになれば開発実施するが、マイナスならば開発中止と判断する。たとえば、開発した製品 (スマートフォン) が3年間のFCFを生み出すと仮定すると、割引率 r として、その正味現在価値 (NPV) は、 $NPV = FCF_1 / (1 + r) + FCF_2 / (1 + r)^2 + FCF_3 /$

$(1+r)^3$ となる。開発投資がかかるとすると、 $NPV-DI=FCF_1 / (1+r) + FCF_2 / (1+r)^2 + FCF_3 / (1+r)^3 - DI$ がプラスかマイナスになるかによって、開発の判断を行うことになる。

ここで、内部化と外部取引の選択によって、FCFが変わるのかどうかである。従来のようにキーデバイスを外部取引に依存すれば、差別化による競争優位性はない。しかし、内部化によって、キーデバイスの差別化が競争優位性をもたらせば、外部取引コストよりも内部化コストが増えたとしても、FCFの増加が可能となる。ここでいう差別化は、ユーザーのソリューションに 대응するための最適化された性能向上に加えて、「Time to Market」（市場投入までの時間）の差別化である。「Time to Market」のもたらす先発優位の競争優位は次のとおりである（Lieberman and Montgomery, 1988；山田・遠藤, 1998）。

- ・ユーザーの中に参入障壁を形成することができる（ブランド・ロイヤリティ）
- ・特許による参入障壁（技術的リーダーシップ）
- ・規格を決定（デファクト・スタンダード）
- ・希少資源の先取り（原材料の供給先や流通経路網を他社に先んじて押さえる）
- ・利用者の生の声をつかむ
- ・経験曲線効果が得られる

5Gによるアプリケーションの多様性を考えれば、単にB to Cの通信手段だけでなく、B to Bのインダストリー4.0⁶、スマート・シティ⁷、MaaS⁸などの社会インフラへの拡張に対して、「Time to Market」の重要性はより高くなる。

一方、「情報の非対称性」は、スマートフォン企業は多くの顧客に対するソリューションなど自分自身のニーズと利用状況について知り得るユーザー・イ

- 6 インターネットなどの情報技術を駆使して製造業の革新を促す巨大プロジェクト。
- 7 ICT（情報通信技術）やAI（人工知能）などの先端技術や、人の流れや消費動向、土地や施設の利用状況といったビッグデータを活用し、エネルギーや交通、行政サービスなどのインフラ（社会基盤）を効率的に管理・運用する都市の概念。
- 8 サービスとしての移動（Mobility as a Service）の略語。交通をその種別などにかかわらず移動のための一連の手段として位置づけ、それらをICT（情報通信技術）の活用により一つの統合されたサービスとしてとらえる概念。

ノベーターであり、半導体チップを供給する Qualcomm のようなサプライヤーはメーカー・イノベーターである。メーカー・イノベーターは、ユーザー情報を一定のコストと引き換えに入手せざるを得ないが、それにいくら払おうとしても完全にかつ正確に得ることは不可能であろう。それは、ユーザー・イノベーターが持つ情報の粘着性 (sticky information) に関わる。情報の粘着性とは、ある所与の単位の情報をその情報の受け手に利用可能な形で、ある特定の場所へ移転するのに必要な費用として定義される。この費用が小さいときは情報の粘着性は低く、大きいときは高い (von Hippel, 1994)。

メーカーは自分たちの専門領域に関する問題解決の方法などについては、ユーザーよりも詳しいかもしれない。Qualcomm は通信技術関連企業や人材が集積する地域に蓄積された知識は、ユーザーよりも高い。そのために、スマートフォン企業は半導体チップを外部購入する選択肢しかなかった。ところが、スマートフォン企業から見れば、最大公約数の仕様に基づく特定用途向け標準品 (ASSP) では、市場での差別化競争優位は得られない。(すでに本来の基本通信機能よりも端末機器のデザインやカメラ性能などのサブ機能が差別化要因になっている)

Apple のティム・クック最高経営責任者 (CEO) は、CEO 就任前の2009年に「主要製品に使用するテクノロジーは自社で保有しコントロールする必要がある」と語っていることが、今の基本戦略であろう。それを実現するために Apple は Intel のモバイル半導体部門の買収を行い、自社で半導体チップ開発に踏み切った。Huawei は子会社の HiSilicon の設計人材や設計技術を増強し、半導体チップの内部取引が可能な環境を整えた。すでに Huawei のスマートフォンに搭載される半分以上は HiSilicon が供給していると言われている⁹。

このように、ユーザー・イノベーターとしてスマートフォン企業は価値提供や競争優位を向上させる意図が見える。

9 <https://eetimes.jp/ee/articles/1909/25/news040.html> (2019年12月31日アクセス)

6. 結論と考察

2020年から5G革命が本格的に始まり、スマートフォン企業のビジネスモデルに変化が起り始めている。5G通信機能を利用した各種サービスが起こると言われ、スマートフォン企業は、新市場での覇権や競争優位を築き、多様なソリューションに対応するために、半導体チップを内部化開発する戦略転換を図っていることが明らかになった。

その理由について、①ダイナミック・ケイパビリティに基づく内部化のメリットおよびデメリット、②産業内における水平統合と垂直分業に対する取引コストアプローチ、③5Gにおけるユーザー・イノベーションの3つの視点から考察した。

かつての半導体産業は、設計から製造まで一貫した構造から設計と製造が分離した構造に代わり独立系ファブレス企業が現れた。多くのスマートフォン企業は、これらの半導体ファブレスから通信用半導体チップを外部取引に依存していた。5G市場の環境変化に対応していくためには、ダイナミック・ケイパビリティの観点から、半導体チップ開発を内部化することによって開発計画の硬直化をなくす必要性が生じたこと、取引コストアプローチの観点では、外部取引よりも内部化によって企業の価値提供と競争優位性を優先させる必要性が生じたこと、5G革命のユーザー・イノベーターとして、多くのビジネスソリューションに対してより「最適化」と「Time to Market」という差別化を実現する必要性が生じたことが見出された。

具体的な5G革命はこれからであり、この半導体設計機能の外部取引から内部化への転換の検証は今後の研究課題として取り組む予定である。

参考文献

- Baldwin, C. Y. and K. B. Clark (2000) *Design Rules: The Power of Modularity*. The MIT Press. (安藤晴彦訳『デザイン・ルール：モジュール化パワー』東洋経済新報社, 2004年).
- Berger, S. and MIT Industrial Performance Center (2005) *How We Compete*. Currency Books. (楡井浩一訳『グローバル企業の成功戦略』草思社, 2006年).

- Corse, R. H. (1990) *The Firm, the Market, and the Law*. University of Chicago Press. (宮沢健一・藤垣芳文・後藤晃訳『企業・市場・法』東洋経済新報社, 1992年).
- Dertouzos, M. L., R. Lester., R. Solow and F. Dalle (1989) *Made in America*. The MIT Press. (依田直也訳『Made in America』草思社, 1990年).
- 加護野忠雄・井上達彦 (2004) 『事業システム戦略－事業の仕組みと競争優位』有斐閣.
- Lester, R. (1998) *The Productive Edge: How U.S. Industries Are Pointing the Way to a New Era of Economic Growth*. W W Norton & Co Inc. (西村 隆夫・田辺 孝二・藤末健三訳『競争力－「Made in America」10年の検証と新たな課題』生産性出版, 2000年).
- Lieberman, M. B. and Montgomery, D. B. (1988) First-mover advantages. *Strategic Management Journal*, 9, 41-58.
- 延岡健太郎 (2006) 『MOT “技術経営” 入門 (マネジメント・テキスト)』日本経済新聞社.
- Teece, D. J. (2009). *Dynamic Capabilities and Strategic Management*. Oxford: Oxford University Press. (谷口和弘・蜂巢旭・川西章弘・ステラ. S. チェン訳『ダイナミック・ケイパビリティ戦略：イノベーションを創発し、成長を加速させる力』ダイヤモンド社, 2013年).
- 山田英夫・遠藤真 (1998) 『先発優位・後発優位の競争戦略－市場トップを勝ち取る条件－』生産性出版.
- von Hippel, E. (1994) Sticky Information and Locus of Problem Solving: Implication for Innovation. *Management Science* 40, no. 4, 429-439.
- von Hippel, E. (2005) *Democratizing innovation*. The MIT Press. (サイコム・インターナショナル訳『民主化するイノベーションの時代－メーカー主導からの脱皮』ファーストプレス, 2006年).
- Williamson, O. E (1975) *Markets and Hierarchies*. Free Press. (浅沼萬里・岩崎晃訳『市場と企業組織』日本評論社, 1980年).