

学位論文要旨

学位論文題目 システム LSI 事業における日系半導体メーカーの混迷要因の一考察
—システム連携の側面から革新的な TSMC との比較を通じて—

申請者氏名 外山 明

周知のように半導体産業においては1980年代に日系メーカーが DRAM 事業を中心に隆盛を極めた。しかし、1990年代に韓国メーカーに追い上げられ、その多くは2000年に入り主力とする製品を DRAM からシステム LSI に移して凋落していった。このシステム LSI の分野においては分業化が進み、ファウンドリー事業に特化した台湾の TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company) がファブレス企業等と連携して今日まで急速に業績を伸ばしている。

これまでの半導体産業に関する先行研究の中には以下の2つが存在する。①TSMC におけるインターネットを用いたオンラインサービスの秀逸性に関する先行研究。②米国の官民共同による半導体共同研究組合である SEMATECH の関与を通して、半導体工場専用開発された標準 MES (Manufacturing Execution System, 製造実行システム) に関する先行研究である。これらの先行研究は、これまで相互につながりがなく別々に存在していた。本稿では②の標準 MES の開発が①の TSMC のオンラインシステム構築に大きな役割を果たしている点を新たに指摘した上で、その内実はシステム連携にあることを今回明らかにした。

TSMC のオンラインサービスは、1996年に創業者の張忠謀 (モリス・チャン) 会長が「ヴァーチャルファブ構想」を提唱して早期に実現されたものである。その中でも、例えば注文した商品の状況をインターネットで確認できるサービスは今日では日常的なもので、ICT (Information and Communication Technology) により容易に実現できるように思える。しかし、特殊で複雑な半導体製造の世界では、通常考えられるオンラインサービスとは状況が異なっていた。数多くの半導体工場の生産システムが連携し合うことは、当時は容易なことではなく、これらの TSMC のサービスは、別の視点で見るとその内実は、高度で革新的なシステム連携にある。

かつての DRAM のような汎用品とは異なり、システム LSI のようなカスタム品が大きな比重を占めるようになると、顧客数や品種数が桁違いに増えるなど情報量はさらに膨大なものとなる。そして工場毎にバラバラのシステムでは、きめ細やかな顧客別対応ができなため、生産情報を一元化して管理できるようにしなくてはならない。もし、この一元化のためのシステム連携が遅れると人間の作業を介在させる度合いが高まるが、そうした対

応にも限界があるため様々な支障が生じるようになる。よって、オンライン化に象徴されるシステム連携が重要となる。そこで、TSMC はヴァーチャルファブ構想の具現化に向け、複雑な半導体工場の広範囲なシステム連携を早期に実現させたと考えられる。

一方、日系半導体メーカーは垂直統合型デバイスメーカー（**Integrated Device Manufacturer**, 以下 **IDM**）として設計、製造、販売等の業務を一貫して行っており、TSMC をはじめとする分業形態のファウンドリーとはビジネスモデルが異なり、顧客に企業内の生産情報をオープンにするようなサービスは必要無いかもしれない。しかし、筆者がヒアリングを重ねる中、TSMC が先行して優れたシステム連携を実現した頃に、これとは対照的に日系半導体メーカー内ではレガシーシステムを温存するなどの ICT 上の問題を有しており、社内のシステム連携に支障が生じて、各工場の生産情報の一元管理と見える化ができない状態が続いた。これにより、製品仕様が顧客毎に異なるカスタム品特有の、きめ細やかな対応を要するシステム LSI の事業を推進する上で混迷した時期があったことがわかってきた。

例えば、NEC ではこうした問題を克服するために、GBT（**Global Business Transformation**）と呼ばれるプロジェクトを2002年頃より開始してから6～7年もの長期間にわたり多くの経営資源（ヒト・モノ・カネ）を投入し続けることとなる。結果として社内の各工場の生産情報を一元化して管理できるようになるまでに NEC は TSMC と比較して10年近くの遅れが生じていたことがわかる。そして、技術的な対応も含め、様々な諸施策を後回しにせざるを得なくなり、戦略的な取り組みができるような余地が長年無くなっていた点で事業推進上の制約が存在していた。

ファウンドリーと IDM とは事業領域が異なるが、本稿ではシステム連携という問題に焦点をあてることで比較可能となる。TSMC は前工程（ウェハー処理工程）の企業だが、後工程（アセンブリ・パッケージング・テスト工程）等の提携企業も巻き込み、最新の ICT を駆使して柔軟で優れたシステム連携を早期に実現している。よって、それとは全く対照的に、同時期に IDM として前工程、後工程の工場を含めたシステム連携で混迷していた NEC の状況と比較するという構図は、システム LSI を主軸とした日系大手半導体メーカーのシステム連携の問題を議論する上では、その違いが明確にあらわれる好例であった。

このように本稿では日系大手半導体メーカーのシステム連携の問題として NEC を中心にとりあげたが、この問題は NEC に限らない。先行研究をもとに筆者自身が聞き取り調査を重ねる中で、全社統合的なシステム構築がうまくいかなかった事例は日系同業他社において存在していたことを確認した。以上をふまえ、多くの日系大手半導体メーカーにおいては、2000年頃に DRAM からシステム LSI に事業の主軸を移して、本社・拠点間のシステム連携に問題があったと考えられ、その典型的な事例として NEC が挙げられるのである。それほどシステム連携の問題は、日本（NEC）と台湾（TSMC）の企業の落差に関して大きく影響したと考えられる。

以上

学位論文審査の概要と結果

報告番号	東アジア博 甲 第 108 号	氏 名	外山 明
論文題目	システム LSI 事業における日系半導体メーカーの混迷要因の一考察 —システム連携の側面から革新的な TSMC との比較を通じて—		
<p>(論文審査概要)</p> <p>章立ては以下の通りである。</p> <p>序章 問題提起と論文構成</p> <p>第1章 半導体産業における分業化の進展とシステム LSI の伸長</p> <p>第2章 日系 IDM のシステム LSI 事業への傾斜と分業化の進展</p> <p>第3章 TSMC のオンラインシステムの先行性</p> <p>第4章 日系半導体メーカーのシステム連携の遅れ</p> <p>第5章 半導体工場のシステム連携について(聞き取り調査より)</p> <p>第6章 考察</p> <p>終章 (むすび)</p> <p>本論文の概要を主査の方から説明すると、周知のように、半導体産業においては、1980年代、日本の諸企業は世界のトップに位置していた。それが現在、低迷を続ける一方、台湾の半導体産業が興隆を極めている。通説としてマスコミ(NHK や日本経済新聞)では、日本のような前工程と後工程を統合して生産する IDM 方式が時代遅れとなり、他方、台湾のように基本設計と発注はファブレス企業に任せて、受託生産に特化するファウンドリー企業が行なう分業方式が時代の流れとなったのだという単純な見方が表明されている。</p> <p>だが、先行研究では、以下の2つが存在する。①台湾の企業におけるインターネットを用いたオンラインシステムの秀逸性に関する先行研究(青山、佐藤、朝元・小野瀬、伊藤、鈴木等)、②米国の官民共同による半導体共同研究組合である SEMATEC の関与を通して、半導体工場専用開発された(標準)MESに関する先行研究(中馬、岸本)。</p> <p>これら①②の先行研究は、これまで相互に繋がりが無く、別々に存在していたものだが、外山氏は、②の(標準)MESが、①の台湾のオンラインシステム構築に大きな役割を果たしていたことを今回新たに指摘した。更に外山氏はそれに留まらず、その内実はシステム連携にあることを喝破し、十分な先行研究サーベイの上に丹念な聞き取り調査を積み重ねてそのことを実証していった。(この場合の半導体産業はカスタム品であるシステム LSI であり、例えばサムソンやインテルは IDM 方式ではあるが、製造しているのは、汎用品である DRAM (韓国サムソン) や MPU (米国インテル) である)。</p> <p>すなわち、台湾企業において、例えばインターネットのオンラインでファブレス企業が自社の製造工程を同時に知ることができるといっても、宅急便において顧客の荷物が現在どこにあるか確認できるというのと違って(これも相当な困難を乗り越えなければならないものであったかもしれないが)、そう簡単なことではないのである。そこにおいて、秀逸なシステム連携ができていなければならないのである。</p> <p>他方、日本の半導体産業は、レガシーシステムの存在からこのシステム連携が十分に発達できず、例えばN社では2000年代のGBTというプロジェクト(計画)における「グローバル化」段階によって、漸く台湾企業の1990年代のシステム連携のレベルに追いつくところなのである。</p> <p>わかりやすい例として、このようなシステム連携ができていないと、できていないところをわざわざ伝票を切らないとならないことにもなるのである(その分、人手がかかって人件費が高くなってしまふほか、(人手による作業には限界が生じてどんぶり勘定となり)詳細で適正な原価計算(=正確な製品別採算性の把握)を阻害していた。これは会計学と関連することで、外山氏は簿記1級の資格を有しているが、このシステム連携と会計学との関連についてはまた別稿を要しよう。)</p> <p>このようなシステム連携の遅れとレガシーシステムの桎梏は、単に半導体産業だけではなく、日本の他の産業においてもみられ、現在の日本企業の低迷の一因にもなっているものと考えられるという。</p>			

1. 創造性

先行研究を十分に理解したうえで、新しい論点、仮説、論証が付加されており、その新規性について自覚的に表現できていて、当該研究テーマあるいは関連研究分野への貢献が明確である。

2. 論理性

適正な論証手続きに基づいて仮説を検証するなど、一貫性のある展開から結論が導かれている。

3. 厳格性

先行研究が十分に渉猟咀嚼されており、さらに聞き取り調査による証明資料・方法が厳格に用いられている。

4. 発展性(選択的記述項目)

本稿におけるシステム連携という視座は、現在の日本の産業の混迷においても看過されていた要因の一つと考えられるもので、最近のインダストリー4.0や第4次産業革命といわれる事業にも適用可能なものであり、将来大きく発展する可能性のある論点や研究枠組み・視角・方法等が萌芽的に提示されているといえよう。

審査委員会における審査委員の合議によって全体の評価が達成できている。論文審査結果を「合」とする。

論文審査結果

⊕・否

審査委員 主 査 (氏名) 浜島清史

(氏名) 植村高久

(氏名) 塚田広人

(氏名) _____ ⊕

(氏名) _____ ⊕