

半導体産業における標準化戦略 —300mmシリコンウェーハ標準化の事例—

○富田純一，立本博文（東大ものづくり経営研）

1. はじめに

周知のように、半導体産業では年々微細化が進んでおり、シリコンウェーハの直径は増大している。微細化は集積度の向上に、ウェーハの大口径化はコストダウンにつながる。しかしその一方で、工場の設備投資額も増大している。たとえば、ウェーハ口径が200mmから300mmにシフトすると、キャリアの重量が重くなるので、搬送を自動化せざるを得ない。その結果、300mm工場の建設には膨大な設備投資が必要になるとも言われている。このように投資規模が高額となる中で、いかに投資額を抑えるかが半導体産業の課題である。

そこで半導体産業では、ウェーハの300mm移行に備え、工場の搬送システムを標準化することで投資額の削減を図った。以下では、この300mm標準化の事例を分析することで、半導体産業における標準化戦略を考えてみたい。

2. 300mm標準化の背景

300mm標準化は、SEMIのバックアップのもと、国内と海外の半導体関連メーカーが協力して進められた。こうして作成された標準は企業の境界を越えたフォーラム標準である。150mmから200mmウェーハにシフトした際にも搬送システムの標準化は行われたが、米有力デバイス・メーカー1社によるものだった。しかし、当時はデバイス・メーカー間の足並み揃わず、また追従していた製造装置・材料などのサプライヤーの仕様もバラバラとなっていた。このため、半導体産業全体の移行コストが膨らんでしまったのである。

半導体産業では、こうした教訓を踏まえ、300mm移行時には関連メーカー間での標準開発コストの分散を図った。各社の共通認識は、差別化に直接に結びつかない領域を事前に標準化することというものであった。これにより、大口径化のメリットを享受すると同時に、設備・製造コスト削減の実現を図ったのである。

SEMIジャパン（2003）によれば、2万枚量産ラインでの300mm標準化のコスト削減額は383億円と試算されている。実際、我々のインタビューによると、この標準化により、デバイス・メーカーは特定の装置メーカーから装置を購入する必要がなくなり、複数購買が可能となり、購買コストが下がった。加えて工場の立ち上げ期間も短縮されたという。一方、装置や材料などのサプライヤーも開発コスト、製造コストを削減を実現したのである。

3. オープンな国際フォーラム標準

こうして作成が進められた 300mm ウェーハの標準は SEMI 標準である。SEMI とは、Semiconductor Equipment & Materials International の略称であり、世界の主要な半導体および FPD (Flat Panel Display) 関連の製造装置・材料メーカーが所属する非営利の工業会組織のことである。

SEMI が定める標準はすべて国際フォーラム標準であり、オープンな標準である。オープンな標準というのは、誰でも安価で標準集を利用することが可能だからである。また、会員以外でも標準提案することが可能である。さらに、SEMI はグローバルな組織であるため、SEMI で合意を得るということはグローバルな合意を得たということになる。

もう一つの SEMI 標準の特徴は自作標準であるという点である。会員企業が共同で標準を作りこんでいくため、ISO や JIS などデジュール標準に比べ、標準認証までの期間が短い。最短で 3 ヶ月で標準を作成した実績もある。こうしたハイ・スピードの標準作りは、半導体のように技術進歩の速い産業に適するものと考えられる。

3. 標準化のプロセス

300mm ウェーハの標準化は 1994 年に、国内・海外の関連メーカーの協力の下に進められた。国内では、JEIDA、JSNM、SIRIJ、EIAJ、SEAJ などの半導体関連 5 団体が協力して J300 を組織して 300mm 標準化を推進した。これに対して、海外では、米国 SEMATECH などを中心となり、I 300 I を組織した。実際には J300 と I300I の間で会議やワークショップを幾度も重ね、標準化活動が進められた。標準化を推進したのは、デバイス・メーカーである。中でも、積極的だったのは米有力メーカー数社と国内メーカーであった。装置・材料サプライヤーはデバイス・メーカーの動きに追従する形で標準化活動に参加している。

4. 標準化の影響

こうして進められた標準化の影響について、「サプライヤー市場への影響」と「デバイス・メーカーへの影響」に分けて検討してみたい。

まずサプライヤー市場において、標準化の影響を最も大きく受けたと考えられるのは搬送機器、キャリア、ロードポートなどの搬送システムの市場であろう。標準化以前の主要メーカー数は搬送機器 7 社（日本 5 社、米 2 社）、キャリア 5 社（日本 3 社、米 1 社）であったが、標準化以降は寡占化が進み、それぞれ 3 社（日本 2 社、米国 1 社）、3 社（日本 2 社、米国 1 社）となった。

ここで注目したいのは、国内メーカーの一部が勝ち残っているという事実である。搬送システムは標準化により参入障壁が低くなったにもかかわらず、国内メーカーが生き残ったのである。その理由としては、例えば搬送機器で言えば、ピタッと所定の位置にキャリアを運ぶノウハウがあったことなどが挙げられる。つまり、こうした「すり合わせノウハウが埋め込まれた製品」(新宅・小川・善本, 2006)を提供できたことが成功要因の一つではないかと考えられる。

こうした「サプライヤー市場への影響」に加え、「デバイス・メーカーへの影響」も少なからずあったと考えられる。その 1 つは、DRAM、ロジック IC などに見られる 200mm から 300mm への世代間

競争への影響であろう。

図1 300mm 量産工場の稼働時期

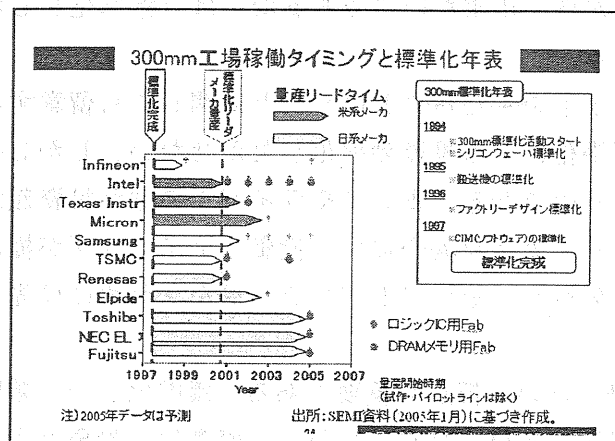
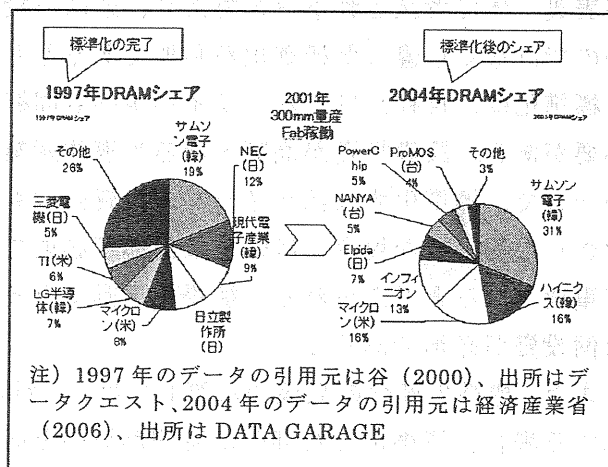


図2 DRAM メーカーのシェア



標準化リーダー企業の 300mm 量産工場の稼働開始時期は 2001 年である (図 1 参照)。すると、図 2 を見ても分かるように、300mm 標準化完了年の 1997 年と標準化後数年経過後の 2004 年とでは、国内デバイス・メーカーと韓国メーカーの市場シェアの差が拡大している。

もちろん、この原因がすべて標準化による直接的な影響であると考えるのは早計である。しかし、標準化活動の成果である 300mm 工場への投資タイミングの影響は大きい。特に、図 1 に示されているように、量産工場稼働のタイミングによる影響が最も大きいと考えられる。例えば、サムソンは量産化開始翌年の 2002 年以降、毎年投資を継続しており、相当の標準化メリットを享受していると考えられる。DRAM 以外でも、インテルが 300mm 量産化開始年の 2001 年以降、毎年継続投資を、TSMC も高額の設備投資を実施しており、標準化による大きなメリットを享受しているものと推察される。一方、日本国内ではルネサスが 2001 年に投資した以外では出遅れてしまっている。投資規模で見ても、2001 年・2004 年工場総投資額の合計では、国内 5 社の投資額はインテル、サムソン、TSMC より少ない。こうした投資のタイミング、投資規模の違いはシェアだけでなく、収益性にも影響していると考えられる。

5. 半導体産業における標準化戦略

ここで着目したいのは、国内デバイス・メーカーにおける標準化戦略と事業戦略の乖離である。国内メーカーは、300mm 標準化活動開始からしばらくの間は、韓国勢との DRAM 競争を視野に入れて標準化を推進していたが、1997 年のマイクロン・ショック、2001 年前後の IT バブルの崩壊で資金不足に陥り、DRAM 事業から分離・撤退するなど事業戦略の転換を図った。にもかかわらず、DRAM 事業を念頭に置いた標準化活動は引き続き進められたのである。

我々のインタビューによれば、少なくとも標準化活動を推進した現場レベルでは、国内半導体産業の競争力回復のために 300mm 工場への投資は必要であり、そのための標準化活動の必要性を認識していたし、一年以上のアドバンテージを有していた。しかしながら、上記の諸事情により、本社では

先行投資の決断に至らなかったのである。こうした本社と現場の乖離が現在の国内デバイス・メーカー不振の一因となっていると考えられる。

従って、今回のような標準化戦略をとる場合は、どのように投資資金を確保するのかといったことが表裏一体で考慮されるべきであり、逆に、投資資金が確保出来ないのであるならば（標準化をしないのではなく）違った標準化が必要であると考えられる。

標準化は、自社だけでなくライバルへも同様のメリットをもたらすということに関しても留意する必要がある。設備投資が高額となる半導体産業では標準化による投資効率化が欠かせない。しかしその一方で、標準化すればライバルの投資効率も良くなるのである。ましてやライバルの方が投資額が大きくなるような場合には慎重な対応が必要である。そのような場合には、投資のタイミングが極めて重要となると考えられる。標準化活動でライバルに先行し、そのアドバンテージを活かすには先行設備投資が必須であろう。

また、標準化部分の見極めに際しては、「時間の関数」という視点も重要である。標準化しつつ差別化する場合、標準化した部分は時間が経つと必ず差別化できなくなる。しかし、標準化の対象とする部分とその背景となる技術・ノウハウに応じて、差別化出来なくなるまでの時間にはバラツキがある。そのタイムラグを考慮しながらの標準化が必要となる。

例えば、今回の事例のように、もし投資資金の確保が難しいのであれば、差別化できなくなるまでの時間が長い標準化をねらうということも一つの選択肢である。通常は、生産効率を高めるという目的のために標準化することが優先されるが、競争戦略上は、生産効率を高めることを第一義的な目標とはせずに、そうしたタイムラグを優先する視点が含まれていても良いかもしれないのである。

最後に、標準化に関わる組織・人材面からの検討も必要である。我々のインタビューでは日米デバイス・メーカーの間で 300mm 標準化活動に参加していた人材のバックグラウンドに違いが見られた。米国では本社（事業部）出身者が多く、日本では生産技術出身者が多かった。出身部署の違いが原因であるかは不明だが、実際の標準化活動では、米国の方が主導権を取っていた。米国メーカーの担当者は、本社の方針に基づき明確な主張をしていたのに対し、日本の担当者は国内メーカーとの合意形成を優先していた。

にもかかわらず、国内デバイス・メーカーでは、標準化を推進する体制・組織づくりはほとんどなされなかったという。さらに、300mm 標準化活動以後、戦略的な標準化部署ができた事例は 1 社にとどまっている。こうした点は今後の標準化戦略に向けての課題の一つではないだろうか。

半導体産業以外にも一社では設備投資を支えきれなくなるような産業が幾つか存在している（例えば薄型ディスプレイ産業）が、今回の事例はそうした産業における標準化の取組みに対しても戦略的示唆を与えるものであろう。

謝辞

本調査をすすめるにあたり多くの半導体関連メーカーおよび SEMI ジャパンから多大なご協力を頂戴しました。ここに記して御礼申し上げます。