

《半導体の産業競争力向上に向けて》

# 日米でMRAMの共同開発 微細加工と設備投資が鍵に



微細加工研究所 所長 湯之上 隆

スマートフォンなどへの適用を目指して、MRAMの日米共同開発センターが東北大学に竣工する。かつて日本はSoCのために、山のようにコンソーシアムや国家プロジェクトを作ったが、そのSoCは壊滅的である。その原因の1つは、SoCのための設備投資がほとんどなされなかったことにある。このMRAMのコンソーシアムが、研究のための研究に終わることなく、事業化を実現し、産業競争力の向上に直結することを期待したい。そのためには、10年前から解決できていない磁性膜の微細加工をブレークスルーした上で、量産化への設備投資が必要である。

## 日米でスマホ用MRAM基盤技術を開発

日本経済新聞によれば、11月27日に東北大学は、磁気記録式メモリMRAM (Magneto Resistive Random Access Memory) 研究のための新施設「国際集積エレクトロニクス研究開発センター」を開設する<sup>1)</sup>。センター長には東北大学の遠藤哲郎教授が就任し、エルピーダメモリを買収した米Micron Technology、米Applied Materials (AMAT) と経営統合を発表した東京エレクトロン、半導体ウェーハのシェア世界一の信越化学工業など日米の半導体関連企業20社超が参加して、MRAMの量産技術を共同開発するという。

上記研究開発センターで、DRAMの代替を狙うMRAMは、記憶容量でDRAMの10倍、消費電力で2/3を目標としており、スマートフォンを筆頭に、PC、データセンターのサーバ、カーナビなどの車載機器への適用が検討されている。今後の産業競争力に大きな影響があるとみて、経済産業省が研究費用を支援する。

しかし、現在の状況では、MRAMの量産は難しく、半導体の産業競争力の向上にはつながらないのではないかと。つまり、これまでのコンソーシアムや国家プロジェクトのように、研究開発だけで終わってしまい、事業化には結びつかないのではないかと懸念がある。

本稿では、まず、産業競争力を定義する。次に、何故、過去のコンソーシアムや国家プロジェクトが産業競争力の向上に寄与しなかったのかを、半導体先端テクノロジーズ (Selete) を例に挙げて分

析する。さらに、新施設・国際集積エレクトロニクス研究開発センターにおけるMRAMの事業化へのボトルネックについて論じ、MRAMによる産業競争力向上には何が必要かを述べる。

## 産業競争力の定義

産業競争力を測る指標には、世界市場での売上高 (世界シェア)、利益および利益率、社員数、つまり雇用者数がある。つまり、これら3つが高いほど、産業競争力が高いと定義できる。

それでは、技術力や技術は、産業競争力にどう関係するのか。技術力とはポテンシャル、すなわち能力のことである。この能力によって生み出されたものが技術である。技術は、～を増大させるための装置 (仕組み) であると捉えることができる。

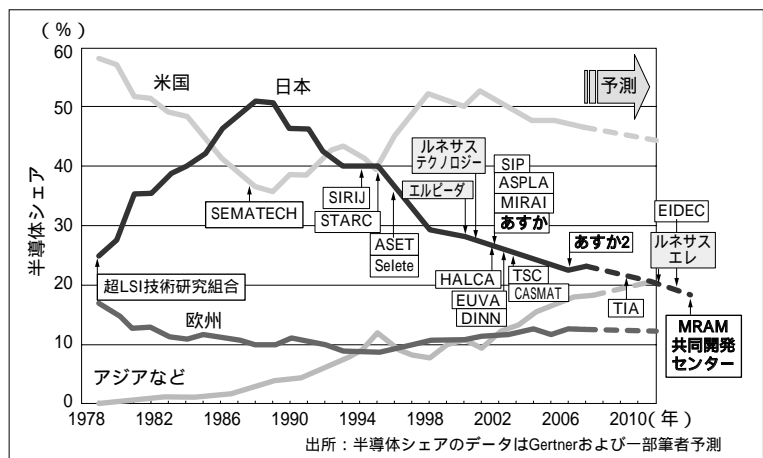


図1 乱立するコンソーシアムと国家プロジェクト

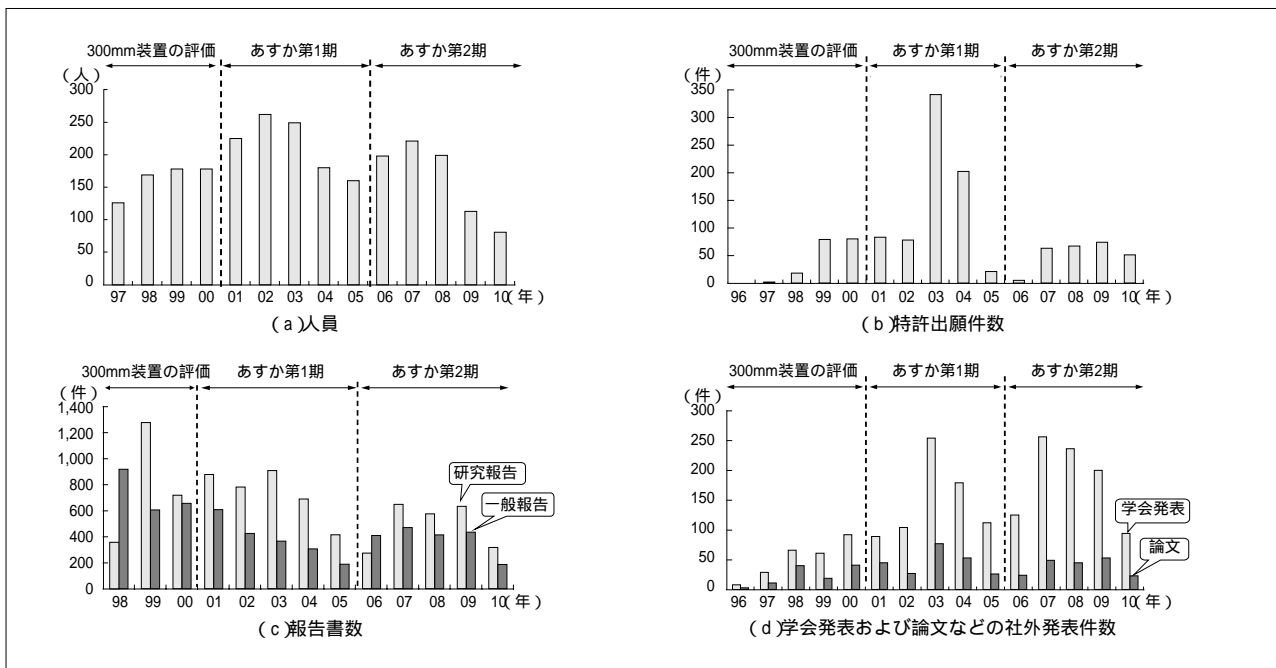


図2 Seleteの人員/特許出願件数/報告書数/学会発表および論文件数の推移

(出所: Selete 15周年記念誌)

また、その技術を生かす装置（仕組み）には、世界にその市場を創造するマーケティングがある。すなわち、マーケティングという装置で得た知見を基に、技術という装置を生かすことができれば、産業競争力が向上するのである。

#### 乱立したコンソーシアムや国プロ

1995年以降、日本半導体産業は、次から次へとコンソーシアム、国家プロジェクト、合併会社を立ち上げた（図1）。しかし、日本半導体のシェアの低下を止めることはできなかった。それどころか、コンソーシアム、国プロ、合併会社を作れば作るほど、シェアは低下したようにも見える<sup>2)</sup>。

筆者は、日立製作所からSeleteへ出向し、SoC（System on Chip）のための「あすか」プロジェクトに参加した。あすかではその目標を、“日本半導体産業の復権”と定めたが、どうしたら復権したことになるのか定義は曖昧だった。あすかは、第1期（2000～2005年）第2期（2006～2010年）と10年も続いたが、日本のSoCが壊滅的状况となったのはご存知の通りである<sup>2)</sup>。

あすかは、現在、つくばイノベーションアリーナ（TIA）と名称を変えて、いまだに続いている。しかし、日本半導体産業の苦境が解決する見通しは立っていない。

何故、Seleteの技術が競争力に結びつかない？

コンソーシアムのSeleteを例に、この問題を分析

する。Seleteは、半導体メーカー約10社の出向社員により運営され、研究開発が行われた。図2(a)にSeleteの人員推移を示す<sup>4)</sup>。96年2月に設立されたSeleteには、15年間で延べ2539人が出向した。

1996～2000年は300mm装置の評価を行った。2001～2005年はあすか第1期、2006～2010年はあすか第2期に参画した。

Seleteの研究開発により創出されたものは技術である。それを定量的に示すのは、特許（図2(b)）、参加企業への報告書（図2(c)）、学会発表や論文などの社外発表（図2(d)）となる。

積算すると、Seleteは15年間で1164件の特許を出願。8461件の研究報告書と5982件の一般報告書を提出し、1897件の学会発表と536件の論文発表を行った。これらすべてを合計すると、1万8040件となる。

出向者1人あたりに換算すると、特許0.46件、研究報告書3.33件、一般報告書2.36件、学会発表0.75件、論文発表0.21件となる。すべてを合計すると、出向者1人あたり7.1件の形式知を生み出した計算になる。数字の上では、相当頑張って研究開発を行ったと言えるかもしれない。

しかし、SoCは壊滅的状况となった。日立製作所、三菱電機、NECエレクトロニクスとの3社が統合したルネサスエレクトロニクスは倒産寸前となり、産業革新機構を中心とする官民連合に買収され、2012年以降1万人を超える早期退職者を出した。富士通セミコンダクターは、三重工場の売却と、設計部門のパナソニックとの統合を進めている。そのパナソ

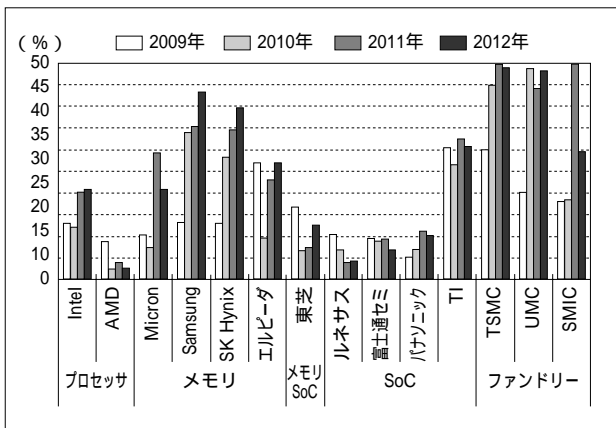


図3 半導体メーカーの売上高に占める設備投資の割合

ニックは半導体部門1万4000人中約半分の7000人をリストラすると発表した。東芝では、いつの間にかSoC事業部が消滅していた。

何故、Seleteで研究開発したSoCの技術が、参加企業の売上高、利益、雇用に結びつかないのか？つまり、何故、産業競争力が向上しないのだろうか？

### 低すぎる設備投資が原因

Seleteなどのコンソーシアムや国プロで生み出される技術とは、一種の情報であり、知識である。従って、技術が開発された時点では、最初に定義した産業競争力は何1つ向上していない。開発した技術を、売上高、利益、雇用に変換する装置が必要である。それは、設備投資である。すなわち、シャレではなく装置が必要なのだ。

リーマンショック以降の半導体企業各社の売上高に占める設備投資比率を見てみよう(図3)。日本企業の設備投資は明らかに低過ぎることがわかる。次に、売上高に占める設備投資比率と営業利益率の関係を示す(図4)。設備投資比率が大きいほど、営業利益率が高い。そして驚くことに、米Intelを除いて、ほぼすべての半導体メーカーが一直線上に乗るのである。そのIntelも、PCがマイナス成長になり苦戦しているため、いずれ直線に乗るようになるだろう。

結局、いくらコンソーシアムや国プロを多数立ち上げて研究開発をしても、その技術を売上高や利益に変換する設備投資を行わなければ、産業競争力は向上しない。

### MRAM技術を産業競争力に結びつけるには

国際集積エレクトロニクス研究開発センターで研究開発を行えば、ある種のMRAM技術が創出されるだろう。それを産業競争力に結びつけるためには、これまで論じてきたように、設備投資が必要

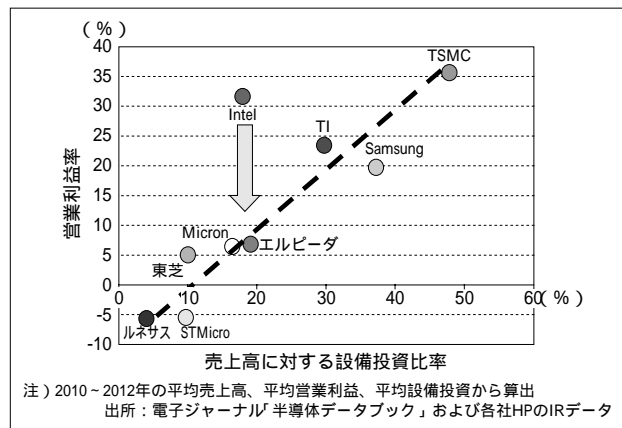


図4 設備投資比率と営業利益率の関係

である。スマホ、PC、サーバ、車載半導体にMRAMを使うためには、当たり前だが、MRAMを量産する半導体メーカーの存在が不可欠である。

ところが上記の研究開発センターで、半導体メーカーに分類される企業は、Micron(エルピーダ)、NEC、ルネサス、日立しかない。このうち、NEC、ルネサス、日立が半導体メモリのために、数千億円の設備投資を行えるとは思えない。逆に言えば、この3社は何のために上記研究開発センターに参加しているのだろうか。MRAMのIPビジネスを狙っているとの話もあるが、それを事業にするには、MRAMを量産する企業がなければならない。

唯一、設備投資が可能なのはMicronとその傘下にあるエルピーダであろう。冒頭の日経新聞には、量産工場としてはエルピーダの広島工場が有力だと記載されている。しかし、MRAMにはFe、Ni、MgOなどの新材料を使う。DRAMとの共存は難しい。仮にそれをクリアできたとしても、Ta、Ru、FeNiからなる電極の微細加工が大きな壁となって立ちはだかる<sup>5)</sup>。この状況は、ここ10年間変わっていないように見える。

結局、MRAMを産業競争力の向上に生かすには、第1に磁性膜の微細加工でのブレイクスルーが必要である。微細化できなければDRAM以上の高集積化は不可能であり、実用化は困難である。そして微細化技術を確立した後は、量産化の設備投資が鍵となる。

### 参考文献

- 1) 日本経済新聞(2013.11.24)
- 2) 湯之上隆: Electronic Journal(2011.12)
- 3) 湯之上隆: 日本型モノづくりの敗北 零戦・半導体・テレビ、文春新書
- 4) Selete 15周年記念誌
- 5) Keizo Kinoshita: Jpn. J. Appl. Phys. 49(2010)08JB02