

## 半導体の歴史

## —最終回 未来に向かって—

株式会社フローディア  
代表取締役社長おくやま こうすけ  
奥山 幸祐

2014年10月5日、羽田からミュンヘンに向かう飛行機の中で、この最終回を書き出している。2008年2月にSEAJからの依頼で書き始めた「半導体のはなし」は6年半継続してきたが、この6年半の間で日本の半導体産業は大きく様変わりしている。1985年から始まった半導体産業の後退が今日まで続き、この6年半の中で、エルピーダが破産宣告し、アメリカの企業に買収され、マイコン製品を得意とするルネサステクノロジーも2010年にNECの半導体専門会社NECエレクトロニクスと合併し、ルネサスエレクトロニクスと社名を変更しながらも、その2年後の2012年には産業革新機構による業務再生に入る。かつて、DRAM製品の7割以上を供給していた日本の大手電機総合会社の中で、自力で生き残っているのはフラッシュ製品に活路を見出した東芝のみとなっている。世界的に見ても、先端プロセスを牽引する半導体会社はインテル、サムスン、TSMCの3社に絞られてきており、その中にかつての日本企業は見られず、アメリカ、韓国、台湾が先端半導体製品の製造を独占する状況となっている。

この様な日本における半導体産業の衰退の中で、半導体産業に関ってきた筆者の環境も、この期間で大きく変化している。2011年3月までルネサスエレクトロニクスでマイコン製品の製造プロセスの開発に従事してきたが、同月の末日で早期退職制度を活用し退職する。それまで数年間、先端マイコンプロセス開発のプロジェクト・リーダーを務め、特に製品に内蔵するフラッシュメモリの開発に重点を置くことで、ルネサスのマイコン製品の製品力向上を図る事に生き甲斐を感じながら働いてきたが、早期退職を願い、会社を辞する事になる。退職理由は、筆者自身、残り半年で退職定年を迎え、開発業務の第一線から身を引か

ざるを得なくなり、ルネサスと言う大企業の中にそのまま残っていても自分自身の力を発揮する機会がなくなると感じた為でもある。また、先端プロセスになればなるほど、1世代辺りの開発費が大きくなり、ルネサスの自社製品のみでは先端プロセスでの開発費の回収が難しく、自社製品向けの独自プロセス開発に限界がでてきており、社内での独自開発にGOが掛かるまでの判断に多くの時間を要し、一旦開発が開始された後も十分な開発費の獲得が難しいなど、ルネサスの将来性に不安を感じていたことも要因であったと思っている。

ルネサスが発足する前は日立、三菱、NECそれぞれが1980年代に謳歌したDRAM製品の製造メーカーであったが、1990年代後半にDRAM事業から撤退せざるを得なくなる。その後、日立、三菱の半導体事業部門が合流してルネサステクノロジーが設立し、更にその後、2010年にNECの半導体部門であるNECエレクトロニクスと合流し、ルネサスエレクトロニクスへと、順次に合流して設立されてきたのがルネサスである。当初、日立、三菱が合流した段階ではAND方式の大容量フラッシュメモリ製品があった。この製品はDRAM製品同様に大量生産が可能な需要が見込まれたが、東芝、サンディスク連合やサムスンなどのNAND方式の大容量フラッシュメモリに敗退してしまう。その後、ドコモ固有の携帯（ガラケイ）向けのSOCの生産でほんの一時息を繋ぐが、そのSOCもスマホ出現により携帯事業に乗り遅れ、SOC事業からも撤退せざるを得なくなる。そして、残されたのがマイコン事業である。

マイコン製品はDRAMやフラッシュ製品の様に大量の需要が見込まれる製品ではなく、少量多品種の製品であり、1個数10円のものから数1000円のものまで幅広く存在する。それぞれの製品で必要とされるプロセス世代も異なり、先端開発を必要とする製品群はマイコン製品全体の中でも数少ない製品群である。この製品群のみで先端プロセス開発を行い、その後の生産で費用回収を行い、利益を出す事は難しい。先端プロセス世代でのマイコン製品のプラットフォーム構築には製品設計、量産を行うための莫大な開発費と量産設備などの投資が必要である。元々、それまでのルネサスのマイコン製品は、他社の追従を許さない特別な製品機能を持ち合わせている訳ではない。ルネサスが設立

される以前、それまでの日立、三菱、NEC 3社がDRAMやANDなどの大量生産のために宛がわれた製造装置をマイコン製品の製造に活用することで成り立っていた事業である。これらの製造設備を利用した低コストと、各社独自のソフトを含めた継続性が顧客数を増やして来ている。しかしながら、会社統合でルネサスが設立されると、それまで各社のそれぞれの互換性を継続することができなくなり、製品群の統合を図らざるを得なくなる。これはそれぞれの個別のマイコン製品シリーズを継続するためには維持費、開発費が掛かるためである。これらの統合化は、それまで幅広く獲得していた顧客にとって継続性が失われるために、ルネサスにとっては競合他社の製品に乗り換えられ易くなる。また、ルネサスのマイコンの強さの源流はルネサスに合流する前の各社の製造設備を使う事で廉価な製品を提供できたことである。ルネサスになる前の自前の製造設備(350nmから150nmのプロセス世代当たりまで)で主要な製品の売上げが可能な時期、2000年代前半のDRAM撤退から10数年程度は製品力を保つことが可能であるが、その後は明確な製品戦略を作り上げなければ急激に競争力を失う。さらに、自社開発を止めて、先端製品から、シリコンファブリーに委託製造する方法もあるが、ルネサスのマイコンの強みである廉価性が失われ、マイコン事業運営が困難になることが予測される。尤も、ルネサスのマイコン製品の廉価性は統合前の会社間の過当競争の中で過剰な値引き競争の結果でもあり、製品価値を顧客に認めさせ、その対価とした正常な価格とは言えないものが多数ある。しかも、上記のようにDRAMやSOCなどから撤退したにも拘らず、多くの従業員を抱えており、リストラが積極的に行われておらず、収益を上げられる状況ではない。製品価格の正常化とリストラなどによる大幅コスト削減による収益改善が必須な状況であったが、少なくとも、筆者が退職する2011年3月まではルネサスにはこれらの戦略が感じられず、将来性を見いだせない不安な状況が早期退職を決定させる一原因であったように思う。ルネサスは2012年に破産直前で、産業革新機構が再生に乗り出し、採算製品の打切り(EOL: End of Life)を顧客と折衝しながら積極的に進めると同時に大幅なリストラを敢行することで収益性強化を急激に図り、マイコン事業をアプリケーション重視した高収益戦略に切り替えることで立て直しを図っている。

ルネサスの再生において、製品の高価格化とコスト競争力を上げるための収益改善は最重要であり、更にスピード感を持って進めるべきと思われる。これらの戦略と共に、ルネサスでなければ成し得ない得意分野を構築することも併せて進める事が重要と思われる。参考になるのは、アメリカのTI社やヨーロッパの中堅半導体会社である。彼らは必ずしも先端プロセスを追うことなく、350nmから180nm程度の線径で大きな利益を上げている。そして、今日、漸

く130nm世代に先端製品を伸ばそうとしている。莫大な投資を必要とする最先端プロセスに軸足をおかずに、これらの線径で製造可能な、言い換えればこれらの線径でなければ製造できないアナログやミックスアナログ製品で勝負している為に投資効率がよく、大きい利益を上げている。ヨーロッパ各社は20年程度前に、そしてTI社は10数年前にこの路線の重要性を見出している。アプリケーションは自動車や産業用製品などの部品である。TI社はDRAMに限界を感じた1990年代後半に大幅にリストラを実行するとともに主力製品を最先端プロセスを必要とするSOC製品ではなく、微細プロセスに頼ることの無いアナログ製品に軸足をおく戦略に大胆に切り替え、多くのM&Aを繰り返すことで必要とされるアナログ技術を手中に収めている。その様にして、TI独自の強みを作り上げ、インテル、サムスンなどが進める最先端プロセスを駆使した製品戦略と異なる戦略を作り上げている。このような戦略はヨーロッパの中堅半導体会社も早くから取っている。特にヨーロッパは自動車産業の勢いがあり、ヨーロッパの半導体各社は地元の自動車産業に入り込み、アナログ、ミックスアナログ製品を供給し続けている。これらの企業で勢いのある企業は日本国内の半導体会社の衰退に時期を合わせる様に、日本国内の180nmから130nm世代の工場を買い取り、自社の競争力ある製品の生産工場にしようとしている。これらの企業を参考にし、ルネサスは明確に戦略を変えるべき時期にきているのではないだろうか。ルネサスは既にマイコンの他にパワーやアナログ、ミックスアナログなど幅広い技術と技術者を持ち合わせており、さらに350nmから90nmプロセスまでの線径のラインを揃えている。技術のラインナップもパワー、アナログやミックスアナログ、センサー、マイコンなど幅広く揃えている。自らこれらの優位性を再確認し、これまでの最先端プロセス重視の価値観を変える必要がある。また、日本はトヨタを始め、多くの自動車会社が勇躍している国であり、その点ではヨーロッパに比べて見劣りすることの無い国である。この自動車を中心とした地元産業にルネサスの強いマイコン製品を提供しているが、さらにセンサーやアナログ系の製品力を高め、提供することでマイコン製品との相乗効果を齎すと思われる。これから130nmのラインナップを進めようとするヨーロッパなどの半導体産業に比べて、ルネサスは大きな利点を持ち得ていると思われる。勿論、その中核にはマイコン製品をおくべきと思う。先端プロセスのマイコンは複数のファブリーを活用することになるが、可能な限りの高付加価値のあるシステム設計にて他社との差別化を図り高価格を維持してゆく事が肝要である。マイコン事業の強さにアナログ、ミックスアナログ、パワー等の他にMEMS、センサー技術などの自動車産業に必要とされる技術を取りそろえ、顧客に魅力ある製品を提供する事が重要である。これらの技術を自

前揃えの必要は必ずしもない。揃っていない技術はM&Aやプロバイダーからの提供などを利用し、短期間に揃えることが肝要と思われる。一つ一つの技術を揃えるよりも、まずはアプリケーションを明確にし、そのアプリケーションに向けた自らの製品群をイメージし、それを成し得る為に必要な技術は何か、その技術を如何にして早急に手に入れるかを考え実行することで顧客が必要とする製品を逸早く作り上げて行くことが肝要と思われる。この点、自動車産業、特に国内の自動車産業との結びつきを密接にした技術営業が重要になってくる。しかも、この技術は近未来のロボット産業に結びつくために、その方向付も視野に入れて進めて行くことが将来に繋がるのではないだろうか。最先端プロセスを必要としない事業ほど、必要とされるのは、明確で、且つ、正確なアプリケーションの予測とそれに向けた製品企画力と実行力なのではないかと思われる。それが可能になるように人材確保、資本投資をしてゆく事が肝要と思われる。特に、人材確保は、単なる社内での配置転換で補うべきものではない。この事業に精通した、または将来精通しうる人材確保が肝要であり、国内に限らず、グローバルな視野での人材確保が必要になってくる。TIは10年前にそれらをあらゆる手段を駆使して成し遂げているように思える。ルネサスが本格的にTIの様な事業戦略に切り替えてゆくことには遅すぎることはないと思われる。サムスンなどの韓国企業は日本に比べDRAM事業で10年以上遅れて参戦しながら、今ではトップの座にいるのと同じではないだろうか。何時始めたかではなく、如何に勝つための戦略とそれを実行し続ける体制を作るかが重要なのである。ルネサスには、大きな可能性があり、事業展開に向けて一丸となって進めてゆくべき時が来ているように思われる。最先端プロセスで作られる超集積回路のチップだけでは将来の電子産業は成り立たず、気の利いた半導体製品が必要であり、この気の利いた半導体製品こそが高度な知能を必要とする半導体製品なのである。気の利いた半導体製品の需要は、将来のロボット産業を始めとした知能電子産業の発展を考えた場合、限りなく拡大することが見込まれるのである。

また、ルネサスの製造設備はルネサスの自前製品のみでなく、社外の製品の受託製造に活用し、ウェーハの製造枚数を確保することが望ましいと思える。半導体製造業はウェーハ製造枚数を確保するか、完成ウェーハ1枚当たりの価格を高く設定できる競争力のあるLSIを搭載したウェーハを製造するしか生きる道は無い。後者で成功しているのは世界的にもインテルのMPUのみであり、寡占化できる製品を持たない限りはウェーハの製造枚数確保に専念することになる。現在所有している太線径のラインで、パワー、アナログ、ミックスアナログ、センサー、マイコンなどに更にMEMSなども追加し、それぞれを設計するた

めのデザインキットを揃え、そのデザインキットを使って国内自動車部品メーカーなどが製品設計したLSIを、自社製品と区別なく受注製造する体制を築くことは可能な事と思われる。今現在、持ち合わせている資産の有効な活用ができるのではないだろうか。

日本には50年間無事故で走り続けながら今も進歩が続いている新幹線やその後継を担うであろうリニアモーターカー、世界の市場の多くを占める自動車などとそれらを支えるハード技術があり、これらの技術に電子技術を融合することで知能化が進められつつある。そして、その過程で生み出されるロボット産業などの新しい産業が多くの種類の半導体製品の需要を生み出し、国内に存在するルネサスを始めとした半導体メーカーの将来のチャンスを拡げて行くように官民挙げて再挑戦すべき時に来ている。

一方、筆者自身は2011年の初頭に早期退職を決断したが、その時点で自分自身の明確な見通しを持っていたわけではない。韓国や台湾の先端開発可能な職場を求める気にもなれずに、退職を心に決めてから数日間考え込み、その結果、大きなリスクを抱えることになるが、新たな会社を設立する決断をする。それまでルネサスの社内でルネサスのマイコン製品のみに向けていた技術開発を、ルネサスの外に出て会社を設立し全世界の半導体製品に向けて技術開発を行い、全世界の半導体メーカーに活用して貰うことで開発費の回収、利益の獲得などが可能ではないかと考える。全世界の半導体製品に向けて、ユーザーの数を増やすことで開発費の回収や利益を得ることが出来る。この考え方はTSMCを筆頭とするシリコンファクトリーと同様である。シリコンファクトリーでは、不特定多数のファブレスのメーカーや新たな先端プロセスを持ってない旧来の半導体メーカーなどに対して半導体製品の製造を受託する業務を事業化してきており、不特定多数の顧客を対象とすることで生産量を増やし、資本投資の回収を可能にしており、製造ウェーハ枚数獲得に成功した企業が生き残る。新会社での回収モデルはこの方式と同一であり、不特定多数の顧客の半導体チップの中に新会社で開発した不揮発性メモリのIPを搭載することでプロセス開発費や設計費などの費用の回収とロイヤリティーによる収入を得る仕組みである。不特定多数の顧客を対象にするため、顧客がIPを必要とし採用する数が多ければ多い程回収が可能になる。

しかしながら、会社運営は一人ではできない。LSIに搭載する不揮発メモリ素子の開発、メモリ素子アレイやそれを動作させる周辺回路を構成した回路設計などの開発業務、そして構成されたIPの販売の為の営業活動、それらの日常活動を補助する総務的な業務などが最低でも揃っていないと会社運営は成り立たない。その為にそれぞれの業務を運営する為に必要な最低人数を確保することから会社設立の

準備が始まる。一人何役かで業務を行うとして、まずは6名に声を掛け1年かけて順次集める。集まった人材は、既に退職していた人や筆者と同時に早期退職した人達である。そのため、人員の年齢構成は高く、下は47才から上は64才で平均53.7才である。しかしながら、これらの人達に声を掛けたのは、過去、筆者が日立、ルネサスで勤務している時に一緒に働き、それぞれの業務を遂行して行く上で最高の能力を持ち合わせていると肌で感じていた人達だからである。その様にして2011年4月25日に設立したのが株式会社フローディアである。フローディア (Floodia) はFlash on all Media をもじって集まった仲間が考え出した社名である。設立資金は各自が50万円ずつ持ち合って350万円である。2014年現在でも、資本金は5000万円程度であるが、設立時にこの様な少ない資金で会社運営が可能であったのは、各自が退職または早期退職による退職金や特別手当金により生活に困らない資金を獲得していたため、給与を法定最低賃金で開始できたからである。賃金を最低にして、利益が出た場合にボーナスで支払う方式である。みんなが手弁当で新しい製品開発を始めたのである。また、資金を稼ぐために、それまでの知識を活かし、ルネサスのマイコン製品に搭載する不揮発メモリ素子を先端プロセスで開発する為のコンサルタントを引き受けている。僅かな資本金で開始した会社運営にはこのコンサルタント料は貴重な収入源となる。これらを可能にして頂いたルネサスの関係者の方々には感謝しきれないほどの感謝の気持ちであり、会社運営に成功し、魅力あるIP製品を開発できた段階で、ルネサスのLSIに活用して頂くことで恩返しをしたいと考えてきており、会社設立から3年後の2014年現在、既にルネサスやルネサスの関連会社に活用し始めている。フローディアが不特定多数の顧客向けにIPを開発しているために、ルネサスには安いコストで活用して頂くことができている。ルネサスが魅力あるLSI製品を最終顧客に提供するために、フローディアが魅力ある不揮発メモリIPをルネサスに提供してゆくことで、ルネサスの製品力を高める役割を果たすことが肝要と考えている。

会社設立時に話を戻す。会社を設立する際に、最も重要と考えたことは「みんなで成し遂げる共通目的を持ち、一人ひとりが持っているそれぞれの得意技を出し切ること」である。その為に、会社設立前後は幾度となく当時参加可能なメンバーで話し合い、作りたい製品は何か、それは本当に世の中に受け入れられるのか、自分達の力を出し合えば出来るのか、事業として成り立つのかなどについて議論を繰り返す。その議論の繰り返しの結果出来あがった製品コンセプトがLEE NVM (Low Cost Easily Embedded Nonvolatile Memory: 安いコストで搭載し易い不揮発性メモリ) である。まずはLSIに不揮発メモリを搭載するためのコストが安いこと、そして簡単に搭載できること、こ

の2点を目指すようにする。安いと言う事は、製造に必要なマスク、製造プロセスを限りなく零に近づけ、できれば、全く追加マスクを使わず、専用プロセスを付加もすることなく不揮発性メモリIPを顧客に使うことを目指すことである。日立やルネサスで開発に従事していた時は大容量で高性能(書換え回数が多く、高速で読み出しができ、高い環境温度でも使える)な不揮発メモリデバイスを目指していた為、真逆な製品コンセプトを取るようになる。この様なコンセプトにおいて、可能な限りコンパクト(IP面積が小さい)な不揮発性メモリIPを実現し、それを世界中のLSI製品に搭載することで、プログラムやデータの格納、製品性能向上のための微調整トリミングデータ格納、センサーデータ格納などの幅広い用途に最小限の負荷で役立てて貰うことを最初の目的とする。このコンセプトの下で不揮発性メモリIPをLEE NVM製品として世界中に供給するために、それぞれのメンバーがそれまで長い間培ってきた経験と力を試す場がフローディアと言う会社であることを全員で確認し合い、これをスタートポイントとする。

会社を設立し、事務所の確保なども含めて初期に準備するものが揃い、漸く会社らしくなってきたのは設立から約2ヵ月経った7月頃である。この間に、製品のコンセプト、実際の製品イメージを明確にし、営業活動を本格化してゆく。そこで、最初に出くわすのが、新会社「フローディア」の認知である。お花屋さんの様な名前からも「フローディアは何もの?」から始まる。国内のIDM会社、台湾、シンガポールのトップ3のシリコンファクトリー、国内外のファブレスのメーカーなどに頻繁に通い、フローディアが提供できる不揮発メモリIPであるLEE NVMを紹介するも、「IPの良さは分かった。会社には技術者は何人いるのか? 本当に供給できるのか? 実績はあるのか? 裏付けとなる大量の信頼性データはあるのか?」、シリコンファクトリーからは「実際の顧客(ファブレスのメーカー)はいるのか?

そのウェーハ枚数は?」の繰り返しが続き、中々、認知して貰う事ができない。小さな新会社としては適えられない顧客要求ではあるが、顧客からすれば、如何にリスクを少なくしながらIP導入をするかを考えなければならない立場であるために致し方ない要求でもある。空しさを感じながらも根気よく営業活動を続けていると、少しずつ声が掛かってくるようになる。最初に声が掛かってきたのは、ルネサスの関連会社である。会社設立2ヵ月後のことであり、ルネサスに在籍していた当時から、技術力を信じて頂いた方からの声である。そして、2番目の顧客も日立時代からの付き合いのあるルネサスの関連会社からの声であり、翌年の2月頃である。これらの1番目と2番目の顧客の要求する不揮発性メモリの容量や使用環境が全く異なり、それぞれ異なる手法を用いたIPを供給することになり、これらのIPが現在の主力製品の原型となっている。その開発に

において構築されてきた技術的な手法は競合他社との差別化を図るべく全て特許出願をしている。また、開発において、資金力のないフローディアでは最初から十分な設計要員や設計ツールを抱え込むことは出来ず、基本設計のみ行い、実際の論理設計、回路レイアウト、それぞれの設計検証などは知人が務めていた設計会社に依頼し、その後、知人がその会社を辞めた後も、その知人が起こした設計請負会社に世話になっている。特許出願においても、日立時代からの知人が起こした特許事務所に世話になっており、これらの知人達に見守られながら今日まで来ている。自ら新会社を起しながら、今日まで続けて来られたのは、技術力を認めて頂き、最初と2番目にそれぞれの仕様のIPの採用を判断して頂いた方々やこれらの設計業務、特許化などでご協力頂いた方々、営業面からご協力頂いた方々、先に述べたルネサス関連の方々など多くの方々の惜しみないご協力を頂いたこと、そして、会社を起こした仲間達を含めて多くの方々の真摯な努力の結果と考えている。新たな技術考案は続いており、多くの特許化を図りながら、競合他社との差別化にも自信を持てるようになり、漸く、今年になり、国内のIDMや台湾、ヨーロッパのシリコンファンドリーから仕事の依頼を受けるようになり、今、ミュンヘンに向かつて飛行機の中にいる。

以上が、筆者の近況である。ここ数年間、国内における大手半導体メーカーの衰退により、それに関った多くの人たちがそれまでの道を変えざるを得なくなっており、筆者もその中の1人である。しかしながら、世界全体では半導体需要は高まっており、日本以外のアメリカ、台湾、韓国、ヨーロッパなどの国の半導体産業は継続して成長している。衰退しているのは日本の大手総合電機メーカー（東芝以外の）、つまり、DRAM、大容量不揮発性メモリ、携帯用SOC事業の3つの事業、またはそのいずれかの事業に失敗したメーカーのみである。筆者の近況に触れたのは、国内外のその他の半導体メーカーに目を向け、需要を掘り起こす努力を行えば、必ず、そこにはチャンスがある事を示したいがためである。フローディアは走り出したばかりのベンチャー企業であり、このベンチャー企業が成功するか失敗するかは誰にも判らない。しかしながら、世界に目を向けるとそこには大きな市場があり、事業チャンスがあることは確かである。日本の半導体メーカーは日本における半導体産業の衰退に打ちひしがれている場合ではなく、新たな需要を掘り起こす魅力ある製品づくりへの挑戦と努力をすべきである。今後も明日の半導体産業を信じて歩を進めるべきと考える。

#### ■ あとがき ■

2008年の春、SEAJから「半導体のデバイス」について記載の依頼を受けて始まった内容も第二回目から「半導体

の歴史」に関する内容に変更することで、単に半導体デバイスに関する内容ではなく、半導体産業に関する技術を作り上げてきた人物に焦点を当てることで、製造装置の技術者達に出来る限り興味を抱いて頂きたいとの思いで書き続け、気がついて見ると6年半の年月が経っている。人物に焦点を当てた理由は、現代の社会の中で我々が享受している半導体技術はたった一人の技術研究者によって齎されたものではなく、1800年初頭からの長い年月の中の多くの技術研究者達の成果が積み上げによるものであることを示したかったからである。今日の文明を支える半導体技術は多くの人々の長い間の研究開発や製品化などの成果が積み重なる、技術のリレーにより出来あがっている。それらの成果の積み重ねが技術の発展となる。前回まで32回に分けて電子産業、とりわけ半導体産業が今日までどのように発展してきたかを振り返ってきた。これまで記載してきた技術やそれを推し進めた人物は、全体の技術研究の中のほんの一部でしかない。数えきれないほどの多くの人々が半導体技術の進歩に関り、それらの技術開発のリレーの集合体が、現在の半導体産業を成している。

1800年にボルタが電池を発明してから、今年で214年になる。前回まで32回に分けて電子産業、とりわけ半導体産業が今日までどのように発展してきたかを振り返ってきた。ヨーロッパで電子が発見され、理論づけが行われ、第二次世界大戦後に米国で電子産業として花開く。1947年のトランジスターの発明がそのきっかけとなる。トランジスターは集積回路(IC)化され、大規模集積回路(LSI)へと発展して行く中で、半導体メモリ、マイクロプロセッサなどが生み出されてゆく。アメリカから日本へ主戦場が移り出してきたのはDRAMで活路を見出した1970年代半ばからである。そして、1985年頃からマイクロプロセッサに活路を見出していたアメリカに主戦場が戻ると共に、メモリ製品や専門半導体製造(ファンドリー)での事業化に成功した韓国、台湾へと行き、主戦場は二分化してゆく。アメリカを中心にファブレスメーカーが力を付けてきたのもこの頃である。日本では1970年代から1980年代に世界のメモリ製品の7割を超すシェアを勝ち取っていたものの、近年ではその面影も見られなくなったが、世界ベースで見れば半導体産業は現在でも確実に伸び続けている。そして、この産業がその他の電子産業の発展を促し、我々の生活環境を変え続けている。例えば、この「半導体のはなし」を書き始めた2008年頃の電車の社内では携帯電話(ガラケイ)を眺めていた光景が、今では一変し、ガラケイに変わりスマートフォンやタブレットを手にし、メールやウェブ、ゲーム、音楽などを自由に楽しんでいる。最近ではスマートフォンが更に形を変え、ウェアリング化が図られようとしている。家庭の電化製品は次第に智能化が図られ、それまで人手で行っていた作業を電子機器がこなし出しており、車に

はセンサーやカメラが前後に取り付けられ、危険を察知したら自動的にブレーキが掛かり、縦列駐車は自動運転で行われる。家電製品や自動車は次第にロボット化されだしており、クッキング機器、掃除機、クーラー、風呂、TV、ソーラー発電などなど数えきれない電子機器の知能化やロボット化が図られつつあり、これらは全て半導体産業が成し得た賜物である。2000年代に半導体産業の勢いを失った日本では、半導体を部品として製造する電子機器そのものの産業も振るわなくなり、現在、これらの電子機器を生み続けている国は台湾、韓国、アメリカ、ヨーロッパそして近年では中国である。1980年代前まで貿易立国であった日本は、近年、電子機器の輸出が振るわず、貿易赤字国に陥っている。

今日、日本では半導体の事業に行き詰まり、撤退した企業が多く、半導体関係者の中で閉塞感を感じている人が多い。しかしながら、これまで日本の半導体関係者が世界の半導体に果たした役割は大きく、その延長上に今の世界の半導体産業がある。そこで作り上げてきた技術が今の半導体産業を支え続けている。日本人の特質を生かして半導体生産技術に大きな役割を果たしている。電子産業はヨーロッパで理論化され、アメリカで産業化され、日本で製造技術が磨かれ、今はそれらが元になってアジア、アメリカ、日本（東芝）で更に微細化、大集積化が図られている。これまで、日本人は日本人の得意技を活かして大きな流れの潮流の一役を担ってきている。今は経済的な合理性を持った国々で半導体は更に進化を続けている。1960年代後半から1980年代半ばまでに半導体の牽引策を担った日本は、今後、どのような形で世界の半導体製品の進化に役立つ事ができるのか、次の時代に、また、その役割を担う時が来る。それは、今、一人ひとりの技術者が懸命に「次の技術は何か？」を考え続け、挑戦し続ける事が成し得ることであり、それは必ずしも、先端プロセスでの大量生産を追い続ける事でもないのかも知れない。先端プロセスでの大量生産思想は未来を考えた場合、あたかも、旧日本軍が日清、日露戦争で勝利し続け、それまで戦争の主役であった大鑑

思想を切り替えられずに太平洋戦争で大鑑が航空機によって沈められてしまう様なことの繰り返しになるかも知れない。再び自由な発想をもつアメリカでトランジスターに匹敵する新しいデバイスが考え出され、日本はそれを仕上げる役割を果たすのか、それとも、日本の技術者自身が新しいデバイスを考え出し世界に向けて発信してゆくのか誰にも判らない。重要な事は、人類の利便性の為に必要な技術の飽くなき追求を継続する事であり、その為に多くの資本を投入することである。半導体素子のスケール限界が近づいてきている。その時こそ、人類は新たなデバイスを生み出すのでは無いだろうか。その時代はすぐそこに来ているのである。それを生み出すのは地球人であり、その地球人が、日本人であることを望むのであれば、日本がそこに向けた飽くなき追及を可能にする環境を作り出す事である。その為の行動を起こす事である。ただし、これからの未来を考えた場合、何も日本そのものに拘ることなく、地球全体でグローバルに協力し合う中で、新たなデバイス研究開発が進められてゆく事が可能性を広めて行くことになると思われる。そのグローバルな協力関係を促進してゆく原動力に日本が役割を果たしてゆくことがこれからの歩む道ではなかるうか。閉塞感を感じている場合ではない。未来に向けた飽くなき追求に再出発すべき時に来ている。

最期に、「半導体のはなし」の執筆の機会を与えて頂きました前 SEAJ 専務理事の常松正養氏、前 SEAJ 部長の小林正道氏、前ルネサス主管技師長の久保田勝彦氏、そして、校正や編集にご尽力頂きました SEAJ の神田香織女史、挿絵を描いてくれました筆者の三女、三科明日香、その他多くの方々に御礼申し上げます。特に、久保田氏には度々ご助言と励ましを頂き、神田女史には初回から今回の最終回まで欠かすことなく大変お世話頂き、ご尽力に大変感謝致しております。

おわり