

自動車向けなどを中心に世界的な半導体の品不足が引き金となり、2021年春先以降、米国をはじめとして経済安全保障の視点から「半導体の重要性」が特に強調された2021年であった。2022年に入り変異ウイルス「オミクロン型」の出現による感染拡大やロシアによるウクライナ侵攻等、国際社会に新たな問題が生じている。本稿では益々厳しさを増す環境の中で国内、海外の半導体企業、特に日本への戦略展開で影響力を増しているTSMCや企業再編が進む東芝を始めとした各企業の経営方針を中心に論説する。

2022年半導体業界の動向

世界半導体市場統計 WSTS が、2021年の世界半導体市場規模は5,529億6,100万ドルに達し、過去最高を更新するとの予測を発表した。製品をICとその他の半導体と分類すると、ICの成長率は同27.6%と大きく、4,608億4,100万ドルになる。IC以外の半導体として、ディスクリート半導体は同26.4%増の301億ドル、発光・受光の光半導体は7%増の432.3億ドル、センサは同25.6%増の187.9億ドルとなっている。ICの中では成長率順に、同34.6%増で1,581.6億ドルのメモリ、30.9%増で728.4億ドルのアナログIC、27.3%増で1,507.4億ドルのロジック、そしてマイクロ・プロセッサやマイクロ・コントローラを合わせたマイクロ分野が13.5%増の791億ドルと続く。メモリは2017年のメモリ・バブル以来の高い成長率となり、売上額が最も大きく、ICの中の34.3%を占める。さらに、2022年は半導体市場が6,000億ドルの大台を突破すると予想している。

市場規模は大きくないが、「二酸化炭素排出削減」「カーボンニュートラル」への取り組みが世界的に加速する中、その鍵を握るといわれるパワー半導体の需要の伸びは注目される。パワー半導体およびSiC、GaNなどの次世代パワー半導体の世界市場は2020年の2兆8,043億円に対し、2030年には4兆471億円規模にまで成長が見込まれている。この市場では、Infineonがドレスデンと、今年10月からはオーストリアのフィラッハでも、300mmウエハ工場の稼働をスタートするほか、ON SemiもGlobalFoundriesから米ニューヨーク州フィッシュキルの300mmウエハ工場を買収し製造能力を拡大中。STMicroelectronicsも2022年下期にはイタリアのジェノバで300mmウエハ工場を稼働する予定など海外勢の巨額投資による先行が目立つが、急拡大する需要に向けて攻めの姿勢を見せる三菱電機や東

芝、富士電機、ロームなどの日本企業が、世界市場での存在感を高めていくことに期待がかかる。

多くの分野で需要が拡大する半導体の最先端技術開発動向や事業継続に向けた新たな動きが国際学会ISSCCや世界最大のテクノロジ見本市CES 2022で見られた。各社の大規模でダイナミックな事業展開、積極的な開発戦略、新たな市場としての電気自動車EVへの参入等その動向は注目される。

海外主要各社の主な動き

(1-1) TSMC

半導体受託生産で2021年10～12月期の売上高が前年同期比21.2%増の4,381億台湾ドル(約1兆8,000億円)になったと発表、純利益は同16.4%増の1,662億台湾ドル。売上高、純利益ともに四半期ベースで過去最高を更新した。世界的な半導体不足を受け、好調な生産が続き、需給逼迫から値上げ効果も寄与した。売上高全体の2割強を占める米Apple向けでは、新型スマート・フォン「iPhone13」に搭載する最先端の半導体の出荷が好調だった。同社は2022年の設備投資額が最大440億ドル(約5兆円)に達すると発表、2021年比で4割強増え、過去最高額になる。5年前の2017年比では4倍の水準になる。現在の最先端品より、さらに2世代先の技術となる2nmテクノロジ・ノード製品の新工場を年内に台湾で着工するなど、競争優位性を一段と引き上げる狙いである。

注目すべきは海外展開であり、特に米国アリゾナ州への工場設立は拡大する半導体市場と供給体制を見た細やかな戦略が伺える。まずは5nmテクノロジ・ノードをメインにしたものでApple、Qualcomm、AMD、Broadcom、NVIDIAといった大口顧客需要展開である。米国にとっても雇用とサプライチェーン対応となるが企業文化の違いから労働環境等解決すべき課題は多い。

一方で、半導体に対する世界的需要に対応することを目的に、22nm/28nmテクノロジ・ノードを皮切りとした半導体の製造受託サービスを提供する子会社JASM(Japan Advanced Semiconductor Manufacturing)を熊本県に設立すると発表した。JASMのファウンドリは2022年の建設開始を予定しており、2024年末までに生産開始を目指す。同ファウンドリでは、約1,500人の先端技術に通じた人材の雇用を創出し、月間生産能力は300mmウエハ4万5,000枚となる見込みである。設備投資額は86億ドルと当

初見込みの70億ドルから16億ドル積み増す。日本政府から強力な支援を受ける前提で検討しているようで、その支援額は4,000億円ともいわれている。金額の他、支援の是非、導入予定の22nm/28nmテクノロジー・ノードについて多くの議論はあるがより微細で高性能な12nmや16nmロジックの生産も視野に入れており、自動運転向けなどの車載半導体やスマホ関連など幅広い用途をカバーする体制ができることになる。同ファウンドリに対してソニーは積極的で今後2年間で計570億円を出資し、10~20%の株式を取得する。主力のイメージ・センサ向け半導体の安定調達をまもる。今回、デンソーも400億円を出資する予定で自動運転向けなど車載半導体の安定調達につなげる狙いがある。

更に同社は、2021年6月に茨城県つくば市に後工程の研究開発拠点を開設することを発表した。近年の半導体デバイスでは、微細加工技術の進歩だけでは、チップの性能や生産性の向上を実現できなくなっており、大きなチップを個片化して良品を選んで集積するchipletや異種テクノロジー・ノードで製造したチップの高密度混載集積が欠かせなくなってきた。高度化する最先端チップ製造の後工程では、優れた基板、優れた熱ソリューション、優れたパッケージング装置や材料などが必要不可欠で、今後の3D技術を見据えた技術を実現するための製造装置、検査装置、材料の高度な技術を保有する日本に拠点を選んだのではないだろうか。日本政府の日本半導体復活要請とマッチングしたことも大きな要因であろう。

(1-2) Samsung

2021年の世界半導体売上高ランキングで、前年比31.6%増の759億ドルで、2018年以来初めてIntelから首位を奪還した。特にメモリが最も好調で、2021年における世界半導体市場全体の売上高成長分の33.8%に相当している。同社は海外投資も積極的で米テキサス州テイラーに最先端2nmの半導体工場を建設すると発表した。30kmほど離れたオースティンの既存工場から技術者を派遣できるなど地の利も生きると判断した。170億ドルを投じて2024年下半期の稼働を目指す。半導体受託生産の専用工場とし、先端品を韓米で量産して同業界でトップを走るTSMCを追っている。

研究開発力も際立っている。今回のISSCCの採択論文全体の200件の採択論文のうち17件をSamsungが占め、様々な分野で論文が採択されたことが注目される。生体認証機能を備えたスマート・カード向けのSoCの発表、16Gbit DRAMの発表ではデータ転送速度や、読み出しセンスアンプを較正する機能向上等によって低消費電力化を計る。積層数が220層を超える3D NANDフラッシュメ

モリ技術の報告では記憶容量1Tbit、多値記憶は8値TLC方式としては過去最高となる記憶密度は11.55Gbit/mm²を達成した。これら研究開発の裾野の広さを見る限り、今後も半導体分野での同社の躍進は止まりそうもない。

(1-3) Intel

米議会は、中国に対抗して先端技術の競争力向上を目指す包括法案を賛成多数で可決、半導体の生産や研究開発に520億ドルの補助金を投じることになる。

この様な背景の中、Intelはオハイオ州の州都コロンバス郊外に2つの新たな先端半導体ファブ建設に向け200億ドルを超える初期投資を行う計画を発表した。今回の投資は、急増する半導体需要に対応するための生産を促進し、同社が掲げる「IDM2.0戦略」の一環としてファウンドリ顧客のニーズに応えるために決定されたが、更にファウンドリ事業を展開するTower Semiconductorを54億米ドルで買収すると発表しており、「この買収により、ファウンドリ・サービスと生産能力の世界の主要プロバイダーになる歩を加速し、業界で最も広範な差別化技術のポートフォリオを提供することができるようになる」としている。

同社は、新たなファブでの半導体開発をサポートすることを目的に、地元オハイオ州立大学はじめ多数の教育機関とのパートナーシップに向けて今後10年間で約1億ドルの投資を行うことを計画しており、同地域における半導体人材の確保に向けた取り組みも強化していく。更に半導体装置メーカーや材料メーカーなども集まり、米国において半導体の安定供給を確保する強固なサプライ・チェーンが構築されることになる。アリゾナ州にも新たなファブ2棟の建設を進めているところだが、アリゾナ州ではTSMCも先端ファブの建設を進めており、半導体人材の奪い合いが始まっているという。

また、CESにおいてIntelとイスラエルの車載半導体子会社Mobileyeは完全自動運転化するlevel4に対応するEVを中国民営自動車大手の浙江吉利控股集团と共同開発し、2024年までに中国で発売すると発表した。異業種への新事業参入に注目される。

(1-4) AMD

今、最も動向が注目されている企業の一つがAMDだ。同社は2021年第4四半期の売上高が前年同期比49%増となる48億ドルだったと発表し、2022年第1四半期の売上高は、前年同期比45%増となる約50億ドルに上ると予想している。更に、約350億ドルでXilinxを買収することで業界をリードする高性能コンピューティング企業が誕生し、実績あるリーダーとしてXilinxが率いる成長市場で製品提供と顧客拡大が可能となる。同社は、CPUとGPU、FPGA

の他、クラウドやエッジ向けのアダプティブ SoC を組み合わせ、高性能プロセッサ技術のポートフォリオを有することになり Xilinx 買収後は、データ・センタからゲーム、PC、通信、自動車、産業、航空宇宙、防衛までの幅広い成長セグメントを狙える。NVIDIA による 400 億ドルでの Arm 買収計画は失敗したため近年の半導体業界で最大規模の買収となり Intel にとっては驚異の存在になっている。

(1-5) ASML

新型 EUV リソグラフィ装置の開発を行っており、2023 年前半には、顧客向けに装置を提供できる見通しだ。レンズの開口数 NA に関しては、既存装置の 0.33 から、0.55 を上回るとみている。半導体メーカーがこの新型装置を使用すれば、現在限界とされている 2nm をはるかに超えるプロセス技術を、少なくとも今後 10 年の間に実現できるようになる。同社は常に、顧客企業をサポートするツールを約 2 年ごとに提供できるよう取り組んできた。2023 年末、より高い NA を実現する装置の出荷を開始できる頃には、さらなる顧客サポートを 2 年周期で提供できるようになるだろう。今回の新技術により、この先の 10 年間もさらなる顧客サポートを実現できると自信を持つ。同社は今後の予測として、半導体メーカーは、新技術の適用により生産拡大を実現していく上で、最初に NA 0.55 を、最先端のウエハに向けたコスト削減効果の高いシングル露光 EUV プロセスに適用しながら、マルチ・パターンの NA 0.33 と、成熟プロセス向けの旧式リソグラフィ技術とを併用することになるだろう。シングル露光の NA 0.55 技術は、今後約 6 年間で限界に達するとみられるため、半導体メーカーは、再びマルチ・パターニングを使用することで、トランジスタ密度をさらに高め、より高度なテクノロジー・ノードを実現できるようになるだろう。

国内主要各社の主な動き

(2-1) ソニー

2022 年 2 月 2 日、2022 年 3 月期(2021 年度)第 3 四半期(2021 年 10~12 月)決算を発表した。イメージ・センサや映画分野で大幅な増収、増益があり、売上高は前年同期比 13%増の 3 兆 313 億円、営業利益は同 32%増の 4,652 億円となった。売上高、営業利益はともに第 3 四半期業績としては過去最高という。今回、2021 年度通期業績見通しについても、営業利益を前回(2021 年 10 月時点)から 1,600 億円増の 1 兆 2,000 億円、純利益は 1,300 億円増の 8,600 億円に上方修正した。なお、売上高見通しは 9 兆 9,000 億円と前回から変更はなかった。

この業績を支えている研究開発においても今年の ISSCC においては解像度可変のコンピュータビジョン向けイメージ・センサの研究結果を発表。VGA モードで 790 μ W/fps (frame per second)、32 \times 10 画素モードでは 120 μ W/fps の低電力性能を達成し、この分野の技術力、開発力の力強さを示している。

また、今回の TSMC との合弁事業はイメージ・センサだけでなく、テレビ用の画像処理 IC やオーディオ・ビデオ分野などの様々なロジック IC の必要性を考慮すれば世界最先端の半導体生産技術を持つ TSMC とのパートナーシップをより一層強め、深めていくことが安定調達だけでなく戦略的パートナーとして意義あるものになるのではないかと。

一方で、ソニー・モビリティ社を 2022 年春に設立することを今年の CES において発表した。2020 年に公開した試作車の公道試験などを通じて蓄えた知見を活用し、EV の事業化に向けた本格的な検討に入る。脱炭素の流れを背景に世界的に EV への関心が高まるなか、異業種からの参入として注目される。更に、ホンダとの新たな EV 連合は自動車業界の競争力を決める価値の軸を大きく変えることになり、level 4 を目指した自動運転や従来の発想ではない価値創造が求められる今後の自動車産業に大きなインパクトを与えることになるだろう。

(2-2) 東芝およびキオクシア

2021 年 11 月に、東芝本体からデバイスとインフラ・サービスの事業をそれぞれ切り離し、3 つの独立会社に分割する方針を発表した。インフラ・サービス部門は、エネルギー・システム、インフラ・システム、デジタル・ソリューション、電池事業等を取りまとめ、デバイス部門は現在のデバイス&ストレージ事業にまとめる。そして東芝本体はキオクシアと東芝テックの株式を保有する。この中で半導体に大きく関係するデバイス・カンパニーは、デバイス&ストレージ・ソリューション事業即ちパワー半導体、光半導体、アナログ IC、HDD 事業、半導体製造装置事業(ニューフレアテクノロジー)などを統括する。本分割案に対し大株主である 3D Investment Partners 等が不支持を表明した。東芝は 2022 年 2 月 7 日に 3 社分割案を大幅に修正し、東芝本社からデバイス事業のみをデバイス・カンパニーとして分離する 2 社分割案を提示した。東芝本社にはエネルギー・インフラ事業を残し、キオクシアの株式等を保有する。デバイス・カンパニーは 2021 年度に売上高 8,700 億円を見込んでおり、メモリ転売分を除くと 3.3%の年平均成長率 CAGR で、2023 年度には 8,800 億円となる見込みである。注力領域であるパワー半導体は、2021 年度 950 億円を 2023 年度には 1,200 億

円に、CAGR 13%の成長を計画している。同社はパワー半導体のライン拡充や SiC、GaN デバイス開発を加速し、パワー半導体の研究開発だけで 5 年間に 1,000 億円を投入する計画。足元の事業戦略として、社会インフラ/産業向け、車載向け、データ・センタやサーバ向け、という産業や社会に変革をもたらす 3 つの分野に注力している。これら分野で大きな需要が期待されるパワー半導体生産につき、2023 年度上期には、加賀東芝エレクトロニクスで 300mm ウェハの製造ラインの立ち上げを進めている。200mm ラインの増強を先行して進めながら、2023 年度には 300mm ラインでの量産を始め、2025 年度下期には 2021 年度上期と比べて 1.9 倍まで生産能力を拡大する計画である。また化合物パワー半導体の開発・製品化を加速。2021 年度は SiC の産業向けラインを拡充し、本格的に外販を開始。GaN は 2023 年度の市場投入を計画している。

NAND フラッシュで Samsung に次ぐ業界 2 位のキオクシアは前年比 21.1%増の 686 億ドルになり大きく成長した。NAND フラッシュのみの 1 本足打法でストレージ・システムの安定経営基盤としてどのような戦略が組まれるか今後の東芝経営再編に期待したい。開発では今年の ISSCC において Western Digital と共同で 3D 構造に関する論文を発表した。162 層積層のメモリアレイ下に周辺回路を埋め込み、15Gbit/mm² の過去最高 ビット密度を達成した。記憶容量は 1Tbit、多値記憶は 16 値 QLC 方式である。2023 年稼働を見込んで横浜市の新子安と栄区 2 か所に開発拠点を集約し開発効率の向上ならびに、イノベーションの創出につながる環境整備を進め、今後の研究・開発を強化していく戦略には期待が持てる。

(2-3) ルネサス

製品展開の軸足を車載向けに移し、アナログ分野の強化を急ぐ。売上高に占める SoC の比率を縮小し、代わりにマイコンとアナログ半導体の比率を伸ばす。これにより収益性が大きく改善した。アナログ関連での企業買収を継続。2017 年以降、米 Intersil、IDT、英 Dialog に続き 2021 年 10 月にイスラエルの Wi-Fi ソリューション・プロバイダーである Celeno Communications 社を買収。これによりルネサスは Celeno 社の Wi-Fi 技術および関連ソフトウェアを獲得し、産業、自動車分野のコネクティビティのポートフォリオを拡充することになる。

経産省はソニーとルネサスに協力を要請したが、結果的にソニーは TSMC と共同で半導体工場を建設することに合意し、ルネサスは参画を見送った。業績を伸ばしつつあるルネサスの戦略には何があるのか。積極的に M&A を展開する独自戦略に期待が掛かる。

(2-4) 三菱電機

主要国の脱炭素シフトを受けて自動車の電動化や白物家電のインバーター化が進展し、省エネルギー・デバイスの需要も急拡大している中、前述した東芝を始め日本のパワー半導体戦略は積極的である。2022 年 6 月をめぐりに生産を終了する熊本県の液晶モジュール工場をパワー半導体などの製造に転用する。既存設備を有効活用して短期間での生産能力増強を図り、大規模投資を続けるライバルの欧米勢に対抗する。三菱電機は車載・産業用の中小型薄膜トランジスタ TFT 液晶モジュールを製造してきた子会社のメルコ・ディスプレイ・テクノロジー (MDTI、熊本県菊池市) を今後の重点成長事業であるパワー半導体などの生産に活用する方針だ。人員は 2020 年 3 月末時点で約 430 人。三菱電機はすでに熊本県合志市に主力のパワー半導体工場を持ち、事業上の連携がとりやすい環境にある。

まとめ

半導体メーカにおいては現在限界とされている 2nm をはるかに超える高度な技術開発が進むが、一方では新型コロナや米中ハイテク戦争ではなく半導体供給難がサプライ・チェーンの分断をもたらしている。その結果半導体産業に対する認識が見直されており、日本においても従来の自前戦略だけでなく積極的な M&A や企業間アライアンス等のリソース有効利用が不可欠となっている。半導体不足の解消は 2023 年以降と見る専門家も少なくないが、供給難に伴うサプライ・チェーンの変化について、あるいは半導体業界の構造そのものの変化について注目していく必要がある。

また昨年当論説委員会の「日本半導体産業強化策緊急提言」で述べたように、人材育成の強化が今まで以上に重要となる。半導体分野で最も権威ある国際学会 ISSCC において、アジア全体での発表論文数が増加している中で我が国は逆に減少を続けている。これは、相対的にみて研究活性化レベルの低下を表しており、人材育成の強化に関して早急に手を打たなければならないことを意味している。次世代半導体創生に向けての人材育成と産業界への持続的な人材供給を図る目的で、文科省は「X-nics」なる事業を打ち出したが、このような事業が掛け声だけで終始しないように産官学のベクトルを合わせ、成果に結びつける努力をしなければならない。

ご意見を論説委員会 ronsetsu@ssis.or.jp までお寄せ下さい。

論説委員： 鈴木五郎(委員長) 渡壁弥一郎(副委員長)
井入正博 川端章夫 長尾繁雄 吉岡信行