

第7回 半導体デジタル産業戦略検討会議 議事要旨

日時：2022年12月19日（月） 16:00～18:00

場所：経済産業省 第一特別会議室、Teams 会議併用

議事要旨

資料1～3に基づき、事務局より説明。

メンバーからの主な発言は以下の通り。

【総論】

- ①モノからコトへの資本集約型から知識集約型への転換、②社会経済の中でグリーン化が最優先事項になっている、③微細化や三次元実装、チップレット化によりナノスケールのトランジスタのテクノロジーからシステム全体までがシームレスに繋がり、半導体チップの設計思想と製造法の概念自体が一変するという3つのパラダイムシフトが同時に起きている。この中で、先端半導体を活用した社会課題解決によって付加価値を生み出すことが日本の勝ち筋を見いだす上で重要。
- アカデミアに求められる重要な役割は、ハイエンドの研究ニーズからユースケースやアプリケーションを開拓していくこと。
- 地政学的なリスクが高まる中、アカデミアの国際ネットワークを活用し、同志国との連携を幅広く展開していくことも重要。
- 前工程だけでは不十分であり、後工程も含めてやらねばならない。特にOSATやEMSをどうやっていくかも考える必要がある。
- シリコンバレーから技術は学んでいるが、人材制度と金融制度は真似できていない。人材の流動性が重要だと言われているが、なかなかできておらず、結局定年なしの実力主義が重要。金融制度は特にストックオプションが重要であり、シリコンバレーの一番の発明はトランジスタではなくVCだと言われるくらい。この活用が不十分。
- 株式市場の活用も重要。今、Rapidusに資金力はないが、上場も含めて資金調達を考えるべき。TSMCも台湾工業技術研究院から上場したが、NEDOや産総研も技術開発で終わらず、社会実装も含めて考え、大きな上場企業を生み出してもらいたい。
- 先端半導体の開発をはじめ、デジタルツインが現実となり、人間の想像や計測ができないところにこそ付加価値が生じてきており、AIシミュレーションや量子化学計算のための計算需要が爆発的に増加すると見込まれる。他方、パブリッククラウドなどの基本的な計算力を提供するだけでは事業として競争力を保てない。AIやデータベース、セキュリティなどの付加価値をつけなければならない。今後、最先端半導体活用した事業を生み出していくには、この点に気を付ける必要がある。
- 次世代半導体や将来技術を用いて、我々がどのような民主的な社会を築いていくのかを考えるに際し、サービスはパーソナルに向かうと思うが、これで社会が分断されぬよう、より高度なユースケースを産業界が想定し、道筋を描いていく必要がある。
- 半導体産業を強固にしていくために、利用するからこそ、その製造を支え、新たな利用用途を生み出し、その需要を以て新たな半導体を作るというサイクルを回すことが重要。
- 災害大国の我が国で、高いレジリエンスを有した超低レイテンシの通信環境を整備していくためには、国内に分散してデータセンターとエッジを整備していく必要があるが、これ

は半導体の大きな需要として成立する。こうした通信環境、社会実装基盤がなくてはデジタル全総や産業DXなどの実現は叶わず、半導体政策と合わせてこの支援の検討を行うことは有効。

- ▶ 安全保障リスクが高まる中で、半導体をはじめとした重要部品の調達拠点としての日本の重要性が急速に高まっており、それは関係企業等の動向からも明白。
- ▶ 国内の半導体の開発、製造基盤の強化に当たっては、資金面での支援と人材確保に加え、再エネやクリーンエネルギーの確保がますます重要になる。エネルギー供給の問題もあり、トランジションはややもすると後退しかねないが、人材や資金面の手当て同様に、産官学が一体となり一貫した取組を進める必要がある。
- ▶ 昨今の地政学リスク等を鑑み、経済安保の観点からも、半導体・デジタル産業戦略検討会議で取り扱ってきた一連の政策をしっかりと腰を据えてやっていく必要があると改めて感じている。諸外国ではこうした大規模な施策を紆余曲折経ながら長期的に取り組んできた。日本もその覚悟を持って取り組んでいく必要がある。
- ▶ 2ナノ以下に加えて、JASM等によりキャッチアップを目指す10～20ナノ台やシングルナノ後半の半導体を含めた全体像を日本として、どう描いていくのかも共有していく必要がある。
- ▶ 他国との事業環境の比較では、電気料金や税制優遇の差があり、もはや日本で事業をする優位性がないという声も聞かれるところ。日本から産業が逃げ出さぬよう、環境整備にも取り組んでほしい。
- ▶ 日本のデジタル産業の競争力強化に向けた次世代の情報処理基盤の推進のためには、半導体のみならずデジタル機器や情報通信インフラ等の最先端の半導体を実装するデバイス産業の育成も必要。
- ▶ デジタル産業の競争力強化に向けて、半導体からデバイス、情報処理基盤、事業環境整備等まで広い政策分野を有機的に連携させていく必要があり、デジタル全総をはじめ、横串の取組もしっかりと進めていただきたい。
- ▶ 産業化に向けては、政治力の主導が非常に重要。ムーンショット的な目標が大事であり、例えば、トランプ元大統領が行ったオペレーション・ワープ・スピードは非常に参考になるもの。例えば、日本がエネルギー自給率を2030年に3割にすると掲げ、計算基盤と合成バイオを使った原料転換を図るといような、そういった野心的な取組を政治が主導していかなければならない。また、これを上下から挟むようにテストベッドを行うことも重要。政府だけですべてを行うことはできないため、政府で規制改革とインフラ整備、国際連携を行い、民間と地方行政がともにテストベッドを進めるのも面白い。
- ▶ 科学技術を含む情報管理やその共有は、世界的に極めてセンシティブな問題となってきた。我が国が最先端の半導体ネットワークに入るにあたっては、しっかりと情報を受け取る側として、情報管理のルールの厳格化、情報漏洩に対する対策をしっかりと強化し、情報を受け取るに足る環境であることを対外的に示していかなければならない。

【次世代半導体】

- ▶ ビヨンド2ナノの半導体ではより多くの個人情報も取り扱うことになるため、高度なセキュリティ対策が必要。それにはハードウェアセキュリティが重要で、ビヨンド2ナノ時代のRoot of Trustの検討も不可欠。

- ▶ 次世代半導体プロジェクトの成否は、こうした半導体を使う企業と密接に繋がっているか否か。今、日本はそうした観点で環境が十分でなく、そうした意欲のある企業を如何に引き付けていくかが、政策的なポイントとなる。そのための大きな絵姿をしっかりと描くべき。
- ▶ これからの世の中、大量生産にもジレンマが生じ、Rapidus の目指す短 T A T、少量多品種は強みとなる。
- ▶ Rapidus の発足に際して、設計や前工程、後工程は当然ながら、サプライチェーンや経営判断、資金回収やキャッシュコンバージョンサイクルの最短化、技術移転の最短化など経営側面も迅速なものを目指してほしい。
- ▶ 計算力にとって、今後、最も重要になるファクターは電力効率。コストのみならず持続可能な社会の実現のためには、汎用的なチップだけで最適化することは叶わず、用途に応じた電力効率の高いカスタマイズチップを開発することが必要となり、その観点で、Rapidus の目指す少量多品種、短 TAT はこうした技術潮流とも合致する。また、パッケージングも重要であり多様性の確保と量の経済の両立を目指していく必要がある。
- ▶ 既にディープラーニング等のための計算力の確保が困難になりつつある。事業拡大に合わせた需要の伸びに対する計算力の確保が困難になる時代が訪れると想定され、この確保が技術革新力や事業開発力に直結する時代が到来している。新たなアイデアを高速に実現し、試行できるインフラからソフトウェア、そして先端半導体を効率的に設計、サービスインできる人材育成までをパッケージとして計算力強化を図っていくことが必要。
- ▶ LSTC のプロジェクトでは、産業界との連携、協業をするようなプロジェクト整備をお願いしたい。
- ▶ 自動車用のシステム開発と SoC 開発の課題は、開発タイミングが合わなかった点にあり、Rapidus による短 TAT の開発は自動車のシステム開発にもメリットの大きいこと。また、設計や EDA などのツール SDK、後工程等の幅広いエコシステムへの波及も期待される。
- ▶ 半導体の進化において、ユーザーやアプリケーションレイヤーは非常に重要であり、これまでも TSMC 等の成長はユーザーとの密接な関係があつてこそ促進されてきた。今後、Rapidus で製造する最先端ロジック半導体にもアプリケーション面で並走するパートナーが重要になると考えている。
- ▶ 次世代半導体プロジェクトのゴールは 2 ナノプロセスの実現に留まらず、グローバルな日本の技術競争力を確保していくことにある。日本として、覚悟を持って、次世代のアプリケーションで国際競争力を発揮していく分野はどこかをしっかりと決め、これをしっかりと開示し、そこに最先端の半導体の開発をビルトインしていく仕掛けが必要。
- ▶ 日本国内の最先端と 2 ナノ以下のプロセスの間で大きなブランクがあり、人材や知見、生産ノウハウ等の蓄積が絶対的に不足しているという現実にとしっかりと立ち向いて考えていく必要がある。産官学が真に一体となって育成に取り組む必要がある。
- ▶ 半導体製造には、開発や実用化、事業化、その他の環境整備等、数多の事項を同時並行で進めねばならず、特に、人材でしっかりとした体制が組めなければ上手く立ちいかなくなる可能性もある。次世代半導体プロジェクトの関係者でサポートをしていく必要がある。
- ▶ 次世代半導体プロジェクトの最終製品が何になるのか、出口戦略のイメージを固めておく必要がある。例えば、低消費電力の AI コンピュータなどは有力であり、こうした事業イメージを固めながらプロジェクトを進めていく必要がある。

- ▶ 限られた財源の中で、次世代半導体プロジェクトという長期・大型のプロジェクトを進めていくためには、経済安全保障やこの国の安全を守るために何をするか、というムーンショット的な目標を掲げ、国益のために取組を進めることが真にやるべき方向性である。
- ▶ Rapidus が事業として成功するためには、先端品だけでは不十分。それだけでは開発費ばかりがかかってしまう。コモディティで儲け、その上に先端品があるから成立する。マスを取れる事業も考えていかねばならない。
- ▶ Rapidus は事業をこれから始める。よって、安定的に事業が回るようになるまで、日本政府は優秀な人材を確保し続けるための支援を長期にわたり続けねばならず、その覚悟が必要。TSMC のようにしていくためには毎年1兆円投下していくようなことをせねばならない。
- ▶ 次世代半導体プロジェクトの成功のためには、日本一国に閉じるのではなく、信頼できる国と地域との間で、国際的なパートナーシップを結ぶことが重要。
- ▶ Rapidus の製造する先端品をどこで使うのか、という議論について、電力効率という観点ではいずれにせよ、大きなメリットがある。例えば7ナノから2ナノになれば、同処理するのに要する電力消費は1/4になる。省電力だけをとっても、様々な市場への投入を考えていけるのではないか。

【人材育成】

- ▶ LSTC でのハイレベル人材の育成には、大学と連携し、先端半導体に関する知識を集中的に指導するコースを設計することが必要。認証制度も重要であり、最終的には学位プログラムに繋げていかねばならない。そして、これを産学へ幅広く展開していく。優秀な人材を惹きつけるためには、長期ビジョン、夢を示していくことが不可欠。
- ▶ 日本が世界を先導するためにはアカデミアが不可欠。凋落しつつあるが、まだ駄目ではない。文科省でも大学の研究力強化、人材育成に向けた改革や投資が進められているが、これをしっかりと産業界と連携してやっていかねばならない。
- ▶ 人材育成・確保はシニア、現役、若手の3つの選択肢があるが、シニアを海外から呼び戻すことが有効であり、ストックオプションの活用が鍵。また、中堅人材は各社で取り合いになるが、日本国内で人材ローテーションを組み、最先端領域を海外等で学び、国内の最先端技術実装の場で実践し、各社に戻るといった形がいい。過去、韓国企業が取っていた方法でもある。人材も一極集中させていかねばならない。
- ▶ 人材育成に向けては大学をはじめとした教育機関との連携が必要。Albany や imec に人を送り、また、海外の学生が日本に来るといった交流を構築せねばならない。既存の教育システムを活用しつつ、将来的には資格のようなものに繋げ、国際連携でやっていく必要がある。
- ▶ 次世代半導体プロジェクト、Rapidus の成否は優秀な人材を確保・維持できるかに尽きる。そのためには、高い給料を与えねばならない。どんな理想を掲げても結局はそこが付いてこなければ、人は逃げてしまう。それは世界中どこも同じ。
- ▶ 人材育成については、制度改革や教育機関の認証制度、職業マッチング、また、育成した人材が流出せぬよう、エンジニアや研究者の処遇や給与改善に取り組まねばならない。また、人材確保は欧米では激しいが、インドを含めた東南アジアではまだ優秀な人材が職を探している状況にある。こうしたところに留学生や研究生などではなく、正規に就労できるように、生活支援等も含めてアプローチしていくべき。

【デジタル田園都市国家構想・デジタル全国総合開発計画】

- デジタル田園都市国家構想について、しっかりと司令塔を据えて調整していく必要がある。既に全国で虫食的になっているものもあり、こうしたものも含めて、各省庁が連携して国としてどう引っ張っていくのか、将来設計図しっかりと打ち出していくべき。
- デジタル全総は3ステップで進めていくべきであり、インフラを拡充し、それを使う。これにより、社会の5つの老い（人、企業、制度、インフラ、技術）をリフレッシュする。そして最終ステップとして、これをユースケースとして海外輸出する。
- 今後、インフラの需要は右肩下がりになる。デジタル全総のインフラ整備に際しては、広く津々浦々を目指すものと、コンパクトシティに乗って畳み込むものをきっちりと国家戦略として考えるべき。司令塔を決めて引っ張ってほしい。
- デジタル全総のスコープに入るサプライチェーンは海外にまで広がっており、サプライチェーンやカーボンフットプリント等のデータ連携などについては、欧州や米国との間で標準の取り合いになることが見込まれ、戦略的に取り組んでいく必要がある。

【半導体全般】

- SiCは従来型半導体にカテゴライズされているが、市場が急拡大し、また、日本国内に必要な要素技術が揃っており、何より国内に電気自動車という極めて大きな需要産業があることから、素早く戦略的に投資出来れば高い世界シェアを狙える領域である。
- 超高速メモリは注目すべき技術。量子古典のハイブリッドに不可欠な技術であり、激しい競争が行われている分野であるが、日米連携で日本が貢献できる領域であり、取組を加速化していく必要がある。
- 先端半導体や次世代半導体プロジェクトの成功のためには、半導体の生産技術に限らず、カスタマイズ製品の設計能力確保を産学連携で進めていく必要がある。また、こうした先端品に限らず、CNやDX対応のために更に需要が拡大するアナログ半導体の国内供給能力強化も極めて重要。

【次世代計算基盤・量子】

- 量子コンピュータのサプライチェーンを如何に確立するかがステップ3の実現の鍵。日本にしかできない役割であり、その実現に取り組むべき。
- デジタル化が既に進んでいた海外ユーザーが更にデジタルを活用して競争力を高め、我が国の産業やアカデミックが遅れつつある実情がある。民間でオープンに協調できる分野への国からの支援や、デジタルツインを加速させるサービスの学術研究での活用促進に対する補助金など、計算力により国内産業を強化していく政策をご検討いただきたい。
- 量子コンピュータの基盤ソフトウェア整備について、実際の計算に当たって、その技術が量子コンピュータなのか量子インスパイアなのか、ハイブリッドなのか、意識せずに使える環境は極めて重要であり、こうした魅力的な計算環境がユーザーによる新たな量子技術への投資に繋がる。引き続き、その充実に向けて取組をお願いしたい。
- 次世代の計算基盤については、日本の次世代技術の強化に不可欠であり、特に量子コンピュータが非常に重要。量子コンピュータだけですべての問題を解けるわけではないため、

ハイブリッド型の基盤を構築していく必要があるが、ソフトウェアや基盤開発を加速するとともに、欧米をしのぐ実用化を、目標を定めてやっていかねばならない。

- ▶ デジタル化の推進にはソフトウェア開発能力の向上が重要であり、昨今はアジャイル開発や開発速度向上のための内製化が進む傾向にあるが、そうしたなかでソフトウェアベンダーと完成品メーカーの関係性が変化しつつある。こうした中では、ソフトウェア人材の育成のあり方も変動するため、人材の流動や利活用の枠組み自体を、業界を超えて産業全体で見直すべき時に来ている。こうしたことも、今後議論していくべき。
- ▶ 次世代の計算基盤は、量子や古典だけではなく、AI 特化のハードウェアなどが三位一体となり計算資源クラスターを形成し、進化していくと考えられる。これらを先端的な研究所や大企業の研究者だけがクローズに使うという環境では、国全体の産業発展には寄与しない。利用環境を広くオープンにしていくことが進化を促進し、また、新たな産業の創造・発展にもつながる。