

半導体・デジタル産業戦略

令和3年6月
経済産業省

目次

| | |
|--------------------------------------|----|
| 1. 半導体・デジタル産業戦略検討の必要性、環境変化 | 2 |
| 2. 目指すべき目標と政策実現の方向性 | 8 |
| (1) 目指すべき目標 | 8 |
| (2) 留意すべき事項 | 9 |
| 3. 個別戦略 | 12 |
| (1) 半導体産業 | 12 |
| <目指すべき姿> | 12 |
| ① 国家として必要となる半導体生産・供給能力の確保 | 12 |
| ② デジタル&グリーン投資を支える設計開発 | 15 |
| ③ 次世代技術開発／チョークポイント技術の維持 | 15 |
| <今後の対応策> | 16 |
| ① 先端半導体製造技術の共同開発と生産能力確保 | 16 |
| ② デジタル投資の加速と先端ロジック半導体の設計・開発の強化 | 17 |
| ③ グリーンイノベーション促進 | 18 |
| ④ 国内半導体産業のポートフォリオとレジリエンス強靱化 | 19 |
| (2) デジタルインフラ | 21 |
| <目指すべき姿> | 21 |
| ① データセンター立地の促進 | 21 |
| ② グリーン・データセンター | 22 |
| ③ 信頼できるデータ管理インフラの構築 | 22 |
| <今後の対応策> | 22 |
| ① データセンターの国内立地、新規拠点整備(最適配置)の促進 | 22 |
| ② グリーンなデータセンターの構築 | 23 |
| ③ 5G、Beyond 5Gなどの通信インフラ整備の推進 | 24 |
| ④ 次世代技術開発 | 25 |
| (3) デジタル産業 | 26 |
| <目指すべき姿> | 26 |
| ① 相互接続性と信頼性・安全性の高いクラウドインフラを提供する産業の育成 | 26 |
| ② 内外資を問わず、我が国に根差したプレイヤーの育成 | 26 |
| <今後の対応策> | 27 |
| ① クオリティクラウドの推進と市場創出 | 27 |
| ② 日本に根ざしてサービスを提供するデジタル産業の育成 | 28 |
| ③ クオリティクラウドの実現に向けた次世代技術開発 | 29 |
| (4) 横断的取組 | 29 |
| <今後の対応策> | 29 |
| ① 省庁横断的、産学官連携の体制構築 | 29 |
| ② 産業政策への反映 | 30 |
| ③ グリーン政策やエネルギー政策との連携 | 31 |
| 4. おわりに | 31 |

1. 半導体・デジタル産業戦略検討の必要性、環境変化

2000年代から本格化したデジタル化は、2020年を迎え、IT企業だけでなく、製造業、サービス業、農業、医療なども含め、全ての産業、社会経済システムに変革をもたらしている。また、グリーン成長、地方創生、生産性向上、少子高齢化など日本が抱える課題は、デジタル化無しに解決することはできない。もはや、デジタル化は「将来の目標」ではなく、「達成しなければならない必須条件」であり、日本が持続的な成長を遂げるために避けて通ることができない大きなテーマとなっている。

そして、そのデジタル化を支える大黒柱は、「クラウドなどを活用したデジタル産業」、「通信ネットワークやデータセンターなどのデジタルインフラ」そして「あらゆる電子機器に使用される半導体」である。昨年、デジタル産業の中核であるメガプラットフォーマー（GAFAM（Google、Amazon、Facebook、Apple、Microsoft））の時価総額は、東証一部に上場する約2,170社の合計額を上回った。また、世界的な半導体不足により自動車の生産が止まるなど、半導体製造工場の生産動向は、世界の製造業の工場稼働率に直結している。すなわち、高い競争力を持つ半導体・デジタル産業を持つことはグローバル市場において大きな役割を果たすことにつながる。今後、デジタル化がより進んでいく中で、国際連携も含め、高い競争力を持つ、強靱な半導体・デジタル産業を持つことが国家の命運を握ると言っても過言ではない。

今後、日本が世界に先駆けて Society 5.0 に移り変わっていくためには、あらゆる社会・経済活動に深く関係する半導体、デジタルインフラ、デジタル産業について、時代の変化を正確に捉え、競争力を高めることが必要である。

米国や欧州では、半導体などの研究開発、基盤整備にかつてない規模の、強力な政策支援が実施されている。この時代の流れに、日本だけが取り残されないよう、半導体、デジタル産業の競争力強化、強靱化に向けて、政府としても総合的な戦略を描き、地に足のついた政策を迅速に、着実に進めていくことが求められている。

半導体、デジタルインフラ、デジタル産業を取り巻く環境変化

新型コロナウイルス対応によるデジタル化の進展、デジタルトランスフォーメーション（DX）の必要性の高まり、2050年カーボンニュートラルに向けた動き、5Gなどの新たな情報通信技術・インフラ整備の進展、世界的な半導体需給状況のひっ迫、半導体・デジタル関連技術などの先端技術を取り巻く貿易問題、経済安全保障など、デジタル産業やデジタルインフラ、そしてその基盤となる半導体を取り巻く環境は大きな変化に直面している。

(1) 半導体

2000年代以降、IT化、デジタル化が進む中、半導体の位置付けも時代に合わせて変化してきている。半導体は、2000年代以前においても、各種電気製品に使用される部品であったが、デジタル化が進むにつれ、ありとあらゆる製品に使用される「基幹部品」として、その市場規模、産業としての重要性は日々増加している。日本企業は、1990年頃には、世界の半導体市場（5兆円）の5割を占めていたが、その後、海外企業との国際競争が激化し、現在は、市場（50兆円）の1割程度のシェアに落ち込んでいる。30年かけて10倍に成長した半導体市場は、さらに今後10年程度で100兆円市場となるという成長市場であるものの、このままでは、日本だけ取り残され、日本の半導体産業のシェアは大きく落ち込み、ほぼゼロになってしまうとの懸念もある。日本の半導体市場の規模は現在5兆円程度であり、メモリ、センサー、マイコン等が1兆円ずつ占めている。2030年に現在のシェアを維持、すなわち10兆円を達成するには、市場規模として5兆円の増加が必要であり、半導体の投資効率を1としても、少なくとも5兆円の追加投資が必要となる。各国が今後、既に数兆円の投資を発表する中で、シェアを回復するだけでなく、世界における日本としての役割、国家安全保障やサプライチェーン強靱化等の役割を果たすためには、世界に負けない大規模な投資が必要になると考えられる。

特に、日本は、世界第一位のロジック半導体の工場数を持つが、その多くは古い製造設備であり、最先端のロジック半導体を製造する能力を保持していない。また、メモリ、センサー、パワー半導体など、世界市場で戦えるプレーヤーは国内に残っているものの、国際的な競争の激化を背景に、競争力を失っていくことも考えられる。我が国が主唱しているSociety 5.0はデジタル革新の上に成り立つものであり、その実現には半導体があらゆる場面で重要な役割を果たしていく。今後、Society 5.0への転換に伴い、例えば、自動運転やファクトリーオートメーション、スマートシティなど、新たな分野において最先端の半導体需要が増加していくことが見込まれる中、この機会をラストチャンスだと考え、日本の半導体産業の競争力強化に取り組んでいくことが必要となる。

AI、ロボット、スマートフォン、PC、クラウドなどの各種デジタル機器、サービスが産業や国民生活になくしてはならない土台として組み込まれている現在の社会・経済において、基幹部品である半導体は、経済安全保障にも直結する死活的に重要な戦略物資としての位置付けを濃くしている。現に、米中技術覇権対立の中で、米国では、半導体製造技術・製品等も含む輸出管理制度の強化が実施されるなど、最先端の半導体だけでなく、幅広い半導体、設計能力、製造装置、素材、関連技術が戦略物資・重要技術として取り扱われており、半導体の確保は経済安全保障に直結する課題となっている。特に、日本が強みを

有する製造装置・素材産業は半導体エコシステムのチョークポイントの一つと認識されており、半導体製造の誘致競争に引きずられる形で、製造装置・素材産業の開発拠点の海外移転の加速、日本の空洞化の懸念も指摘されている。

前述のとおり、デジタル化の進展に伴い、半導体市場は拡大を続けてきたが、昨年から続いている新型コロナウイルスの世界的な流行により、テレワークや遠隔・非接触技術など、デジタル化が急速に拡大したことを背景に、電子機器、デジタルインフラのコア部品である半導体の需要は大きく拡大している。すなわち、デジタル化、デジタルトランスフォーメーションに伴い、データの入口出口であるセンサー、データを貯めるメモリ、データを計算するプロセッサが高速・大容量化するとともに、大きく需要が増えていくと考えられる。また、地震や寒波、水不足、さらには火災などの影響で、半導体製造工場の生産能力が落ち込む事態が生じており、世界的に半導体が不足する状況が発生している。半導体不足は、例えば自動車工場の生産調整につながるなど、世界の製造業に影響を及ぼしている。このことは、サプライチェーンの中で、基幹部品たる半導体の重要性を再認識させる結果となっている。

世界的な地球温暖化対策の必要性を受け、2020年10月、日本は2050年カーボンニュートラルを宣言した。これを踏まえ、経済と環境の好循環を作っていく産業政策として、2020年12月には、「グリーン成長戦略」が策定されている。カーボンニュートラルを達成するためには、デジタル化や電化を進めていくことが必要不可欠であり、半導体・情報通信産業は、グリーンとデジタルを両立させるための鍵である。今後、省エネ性能の高い半導体の技術開発、製造能力の確保は、持続可能なデジタル社会を構築する上での必須条件だと考えられる。

このように、デジタル化の進展、経済安全保障、サプライチェーン強靱化、グリーンなど、成長産業としての側面だけではなく、様々な観点での半導体の重要性の高まりを受けて、諸外国は、自国技術開発、自国内での生産能力・基盤の確保へと政策を転換しており、その推進策として、兆円規模の予算を措置するなど、今までとは異なる強力な政策支援を実施している。

（2）デジタルインフラ

日本は、早期から光ファイバーケーブルの全国整備を推進するなど、デジタルインフラ整備を進めてきており、その環境は諸外国と比較しても高い水準にある。このようなデジタルインフラ整備と歩調を合わせるよう、PCやスマートフォンなどによるインターネット利用が拡大し、日本のトラフィック（データ通信量）は年々増加してきた。特に、この3年間でデータ通信量は約2倍となっており、データ通信量は短時間で急速に増加し、まさに「情報爆発」とも言える状況が続いている。さらに、今後10年間でデータ通信量が36倍以上

となるなどの試算があるなど、今後、あらゆる場面でデータ収集が可能となることにより、「情報爆発」の状況は、さらに深刻化していくと考えられる。加えて、収集したビッグデータをAIにより処理し、活用していくことは、データ処理量の増加にもつながっていくと考えられる。このような状況の中、日本のデジタル競争力を高めるためには、新たなデータ利活用サービスの拡大などデジタル需要の喚起と、データ通信、処理を支えるデータセンターなどのデジタルインフラの能力増強を、相乗効果で進めていくことが重要である。

世界を見ても、大規模データセンター投資を行うハイパースケールの設備投資は年間10兆円を超えており、急速に増加している状況にある。他方、デジタルインフラは、その構築・拡大に年単位の時間が必要となるため、データ通信・処理量の増加を見越して、迅速かつ計画的に整備していくことが求められている。

将来的にSociety 5.0を実現し、遠隔・非対面・非接触のサービスを広げていくためには、日本列島全体をデジタルアイランドとしてスマート化を進め、サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させていかねばならない。そのためにはリアルタイムでデータを活用できるように低遅延化を進める必要がある。低遅延サービスの実現には、エッジコンピューティング技術とともに、サービス制御機能を担うデータセンターが近くにあることが必要であり、求められるサービスに合わせ、データセンターの立地場所を選択していくことが重要となっている。データ利活用が進むにつれて、データの保管場所、国境を越えるデータ移転など、データの取扱いについて、信頼を求めるユーザーも出てきており、このようなユーザーの観点を踏まえ、データセンター立地場所の選択がなされていく可能性も考えられる。当然、機微な情報が集積されるデータセンターは、経済安全保障の観点でも重要なインフラの一つであり、この観点からも、立地場所は重要なファクターとなり得る。

アジア太平洋地域において、日本は、中国に次ぐ規模でデータセンター立地が進んでいる。また、調査会社がまとめたデータセンターの適地ランキングでは、日本（東京）は世界第三位である。データセンター事業者の声を聞くと、日本は、「アジアで政治的安定性が最も優れている国の一つであり、データセンター立地地域としての魅力がある」と評価される一方、「インフラ制約・建設許可等により、建設に5年以上かかる。とくに高圧電線に接続するためのインフラ整備に長いリードタイムが必要となる」との声や、「日本は他国と比べて電気料金が高く、また再生可能エネルギーの調達にもコストがかかる」とのマイナスの点も浮かび上がっている。

日本国内に目を向ければ、データセンターは、需要地からの距離や交通アクセスの観点から、8割が東京・大阪近郊に立地している。また、インターネットトラヒックの中継地点であるインターネットエクスチェンジについても、その接続ISP数で見ると、98%が東京・大阪で占められており、データ通信が

東京・大阪を経由する形となっている。これは、ネットワーク利用の効率性や品質の確保、耐災害性という観点から、大きな課題であり、データセンター等のデジタルインフラ整備について、都市部以外でも整備が進むよう、計画的に進めることが必要な状況となっている。

また、デジタル化が進展する中で、データセンターの使用電力量の爆発的増加を防ぐためには、徹底した省エネ投資が必要である。世界のデータセンターの60%がグリーン化すれば日本の排出量に匹敵する10億トンCO₂の削減効果がある、との試算も存在する中で、省エネ性能の高いグリーン・データセンターの開発・実装が課題となっている。

情報通信インフラについては、今後、5Gの普及が進み、大容量化が進むことに伴い、大きな律速要因であったラストワンマイルのアクセス網の通信容量が増大することになる。更に、光ファイバー通信網とデータを処理するデータセンターなどの計算基盤の立地や制御を含めた最適化・高度化が必要となると考えられる。加えて、5GからBeyond 5Gへのモバイル通信網のさらなる高度化を進める中で、現行のネットワークシステムに由来する遅延を回避するために、新しいネットワーク構造やそのための新技術の開発を進める必要があると考えられる。

5GはAI・IoTの活用により様々な産業に応用されることが期待されており、通信基盤として、セキュリティがより一層重要になる。また、エッジコンピューティングやスライシングなどモバイル基盤の高機能化により、基盤に求められるセキュリティ要件も高度なものになると考えられる。この点、次世代の社会インフラである5Gシステムに対しては、セキュリティの必要性が強く認識されており、各国において、5G普及と同時にセキュリティ担保に向けた取組が進んでいる。

(3) デジタル産業（クラウド産業等）

データ通信環境の整備が進み、同時に、データセンター立地が進展した結果、自社でサーバー等のシステムを持ち続けるオンプレミスから、クラウド上でシステムを持つ形が主流になりつつある。これは、企業のシステムだけでなく、社会インフラや行政サービスなど、日本の経済・社会を支える基幹システムがクラウド上で構築される大きな流れが来ていることを示唆している。つまり、クラウド事業者は、産業・政府・社会インフラのサービス提供基盤となるクラウドを提供することにより、国民生活を支える重要インフラ事業者となりつつある。

クラウドサービスの世界市場は、直近5年間で3倍近く（25兆円規模）に成長するなど、急速に成長している。一方、世界のクラウド市場は、海外大手

企業による独占市場となっており、日本の IT 事業者のシェアは低い。前述のとおり、クラウド事業者が重要インフラ事業者となりつつある中、日本だけでなく世界全体が、特定の大手中クラウド企業に大きく依存している状況となっている。また、クラウドの社会基盤としての側面が強くなるにつれ、クラウドサービスの停止により、企業ビジネスのみならず、行政サービスの停止につながる等、国民生活に大きな影響が生じた事案が発生している。このような背景から、産業・政府・インフラのシステムを稼働させるに足る「信頼できるクラウド、安定的に稼働するクラウド」の利用が、世界各国で重要な課題となっている。

本格的なデータ駆動型社会の実現には、産業・政府・社会インフラが保有するデータを、セキュリティ、プライバシー、安定性／確実性を担保した上で、相互に連携させ、活用していく仕組みが必要となっている。既に、国内外の一部の地域・都市では、こうした試みが開始されているが、日本でも、全国でユニバーサルなデータ連携基盤を実現する枠組みの整備が課題である。

また、近年ではクラウドや IoT などの新しい技術の活用が進むとともに、オープン API やオープンソースソフトウェア (OSS) が充実したことで、必要な機能を容易に調達してシステム構築できる環境になっており、開発者自身がシステム全体を把握・検証することが困難になりつつある。こうした環境の変化で、第三者によるセキュリティ検証の必要性が増大し、検証ビジネスの需要が拡大し、産業として重要になっていくと考えられる。

グリーン的重要性はデバイスやインフラだけでなく、ソフトウェアや情報処理のアーキテクチャにも該当する。例えば、日本国内の通信／データ処理を行う上で、海外のサーバーを経由するシステムが省エネ等の面で効率的なのか、という声もある。爆発的に増加するデータの活用のためには、カーボンニュートラルを意識した省エネルギーな情報処理アーキテクチャが必要である。

また、クラウドによる仮想化・抽象化の流れにおいて、システムを支える基盤構成は明らかにされない傾向にある。構成が明らかにされない基盤に対して、地政学や災害影響を含めた構成要素の依存関係に基づくリスク評価や検証、運用におけるカーボンニュートラリティなどを評価する仕組みが、持続可能性を担保する上で必要不可欠である。

半導体・デジタル産業戦略検討の必要性

前述のとおり、半導体、デジタルインフラ、デジタル産業は、国際的に大きな変化に直面しており、その重要性は極めて大きいものになっている。この大きな変化に対応できるか否かは、個別民間企業のビジネス上の観点にとどまらず、国家としてデジタル化を進めることができるかどうか、つまり、日本が抱える多くの課題の解決を図り、持続的に成長していく社会を作ることが出

来るかどうかの分水嶺であると捉えるべきである。このような背景から、政府として、日本の半導体・デジタル産業のパーパス（存在意義）を再認識し、半導体、デジタルインフラ、デジタル産業に関する全体戦略を定め、迅速に実行に移していくことが強く求められている。

2. 目指すべき目標と政策実現の方向性

半導体、デジタルインフラデジタル産業を取り巻く状況は大きく変化しており、大きな目標と方向性を固めた上で、そのときの環境変化に応じて政策を柔軟に検討していくことが重要である。今後の政策検討、戦略を実行する上で、以下のとおり、3つの大きな目標を意識して検討を進める。

(1) 目指すべき目標

① 国家事業としての産業基盤の確保

デジタルが全ての経済活動の根幹となり、社会課題解決の必須要素となり、民主主義を支える重要要素となる中で、経済・社会・民主主義を支えるデジタル産業基盤の確保について、これまでエネルギーや食料の確保に講じてきた政策と同様、資本主義や自由貿易を重視しつつ、一般的な民間事業支援の枠を越え、国家事業として取り組む。

② 日本に根差す事業者の確立と世界的相互依存関係での地位確立

米中技術覇権対立など、国家間の摩擦が産業に与える影響が拡大している中、日本の戦略的不可欠性と戦略的自律性を確保するため、我が国に根ざす事業者によるデジタル産業基盤の機能の定着を進めるとともに、米国や欧州と連携した世界的相互依存関係の中で、技術力及び生産能力の面で、日本が中心的な役割／貢献を果たす地位を確立する。

③ デジタル化とグリーン化の同時達成、早期実用化

デジタルを活用した経済・社会のスマート化によるカーボンニュートラルへの貢献と、エネルギー・環境負荷の増大を最小化するためのデジタル分野でのエネルギー効率の向上・脱炭素化を同時達成するため、日本のデジタル化・グリーン化を同時達成するイノベーション・システムの開発／社会実装のグローバルハブとする。

データ活用、DX、セキュアかつリアルタイムのビッグデータ活用の早期実用

化が重要であり、日本列島全体をデジタル化したスマートアイランドとすることを目指す。足元の社会実装を進めるとともに、2030年の削減目標の達成に向けた中長期的な取組も進め、2025年の関西万博で、技術／システムを世界に対して発信することを目指す。

(2) 留意すべき事項

① デジタル化・デジタル活用を進める上での基盤面の強化

デジタル活用の最適解は、内容・スピードともに、産業セクター、地域社会、個人毎に異なるため、横割りの政策の効果は限定的である。他方、デジタル化を支える基盤としての技術、インフラ、産業の発展は、分野横断的な視点と中長期的／計画的な取組こそが重要であり、全体を俯瞰して国家戦略の立案を進める。

② 動態的視点を重視した政策立案

デジタル化を進める政策的／国家的意義がグローバルに大きく変化しつつあること、将来的なイノベーションによる秩序破壊やブレークスルーの要素が増大していること、また産業の新陳代謝のスパンが急速に短期化していることを踏まえ、3年後、5年後、10年後を見据えた大胆な産業戦略を構築するとともに、世界と技術の動向を踏まえ、アジャイルな見直しを重ねていく。

③ マーケット／サプライチェーンと各種政策（国内、海外連携）との相互作用

デジタル産業基盤は国家にとって重要だが、その維持・発展は一政府のみでは影響力不足かつ実現不可能である。Too Late, Too Little, Too Manyにならぬよう、政策の選択と集中を図るとともに、米国や欧州などを始めとした国際連携、グローバルマーケットやサプライチェーンのあり方を踏まえた国内外の企業・産業との連携、3,000兆円とも言われる世界のESG投資マネーの活用などを意識した政策の実現を目指す。

④ デジタル産業基盤の3つの中核分野

デジタル産業基盤を、データを収集し、伝達し、処理し、記憶し、共有する基盤としてとらえ、デジタル産業基盤の構成要素のうち、政策的重要性が拡大し、主要国が重点投資を進めている3分野（半導体、デジタルインフラ（データセンター等）、デジタル産業（クラウド産業、サイバーセキュリティ産業等））を中核として、それぞれ、下記の経緯を念頭に置き、強靱化・一体的な整備を図る。その際、当然、2030年までに成長する、計算技術や新しいソフトウェア技術などの技術基盤もそれぞれの分野の中で考慮していくことが重要である。

➤ 半導体：

1980年代、世界シェアの50%程度を占め、世界を席卷した日本の半導体メーカーは、日米半導体協定などをきっかけとして、成長にブレーキがかかる結果となった。その後、1990年代、半導体の中心が、メモリ(DRAM)から、ロジック(CPU)へと変わる潮流をとらえきれず、適切な投資が実施されなかった。さらに、1990年代後半以降、ロジックの設計・製造が垂直統合型から、オープンなアーキテクチャを用いたファブレス企業／ファウンダリ企業の水平分業型の新潮流へ移る中、日の丸半導体メーカーは電機・情報通信機器等の親会社が厳しい競争に直面し、半導体製造部門の切り出し・統合を行うことに難航。また、製造を伴わない設計分野の技術などを含め、ソフトウェアに対する認識の後れから、日本の半導体産業全体として、設計と製造の水平分業を行い、新たな産業構造に移行することに失敗した。

21世紀に入り、PC、インターネット、スマートフォン、データセンターの普及拡大など、世界的にデジタル市場が大きく成長する中で、国内のデジタル企業は投資の遅れから、競争力を失い、半導体の顧客となる国内デジタル企業は低迷した。デジタル市場のシェアを海外企業に抑えられた結果、デジタル製品に必要な先端半導体の国内設計体制を整えられず、現状、先端半導体は海外からの輸入に依存している状況となっている。このように、バブル経済崩壊後の平成の長期不況により、将来に向けた思い切った投資ができず、国内企業のビジネスが縮小する一方で、諸外国は、研究開発のみならず、大規模な補助金・減税等で長期にわたって国内企業の設備投資を支援し、日本の半導体産業を超える競争力を持つこととなった。

このような、市場・産業構造の変化と合わせ、研究開発や技術開発の面でも、1990年代後半以降、産業界・政府は、多額の予算を投じてきた。しかしながら、自国企業のみでの自前主義に陥り、供給側(設計・製造・装置・素材)の担い手はもとより、需要側(デジタル産業)も含め世界とつながるオープンイノベーションのエコシステムや国際アライアンスを築くことができず、半導体製造装置や素材産業を除き、世界のイノベーションから取り残されてしまった。

他方、日本企業は、メモリやセンサー、マイコン、パワー半導体など一部の部品、半導体製造装置や素材産業では引き続き世界市場での競争力を維持しており、また、最新の設備ではないものの日本の半導体製造工場数は世界のトップである。このように、半導体については、競争力を有する既存の製品群の最先端設備の能力増強を進めるとともに、必要な分野においては、過去のレガシーが残存している間に大胆な基盤強化を図り、産業発展の方向に舵を切り替えるべき領域であると考えられる。

➤ デジタルインフラ：

日本は、携帯通信網（LTE）や光回線網は、世界トップクラスの整備状況であり、日本全国で高速通信を利用できる環境が整っている。また、アジア地域におけるデータセンター立地地域として、データセンター投資も行われている状況である。最新の通信インフラである 5G についても、昨年初には日本でサービスが開始され、さらに、早期の全国展開に向けて、当初の計画以上のスピードでインフラ整備が進んでいる。このように、日本のデジタルインフラについては、質や全国各地での整備状況の面で、現状、世界各国に対して一定の優位性を保っている。他方、諸外国においては、さらに迅速に 5G インフラ整備を進めているところもある。また、日本の基地局メーカーについては、世界シェアは低い状況となっており、厳しい国際競争に直面している。世界各国で、デジタルインフラ整備に向けた支援、積極的な投資が実施され、国際競争が激化する中で、日本でも、更なる積極投資、政策的な支援を実施していかなければならない状況にある。特にデータセンターについて、日本での投資規模は、地域的・経済的に日本よりも小さい香港やシンガポールと同程度であり、これまで十分な立地整備の支援が実施されてこなかった状況を踏まえ、日本の立地拠点としての潜在力を更に発揮するために、政府による計画的な整備や投資支援を考えなければならない状況である。

今後は、デジタル化を更に進めるため、データセンター、5G（ポスト 5G 含む）、Beyond 5G などの今後のデジタルインフラの中核となる設備・技術について、早期実用化・市場拡大に向け、5 年後、10 年後に繋がる大胆な次世代投資、次世代のインフラ整備、研究開発投資に乗り出すべきであると考えられる。また、今後はデファクトスタンダードなどの標準化戦略が重要であり、5G では海外企業の躍進が大きい中、標準化等についても、米欧などと連携して、戦略的に取り組むことが必要である。

➤ デジタル産業（クラウド産業、サイバーセキュリティ産業等）：

クラウドやデジタルプラットフォームなどのデジタル産業については、2000 年代以降、急速に市場が拡大している成長市場である。これまで日本では、海外と異なる独自仕様の開発・実装を目指す取組が存在したものの、日本でしか通用せず、また、利便性に劣るなど、ガラパゴス化に陥り、日本以外の国で社会実装が進んできたとは言い難い。また、日本では、SIer を中心に多重下請構造になっており、生産性も賃金も低い状況にある。ソフトウェアやサービス中心に、製造業などと比較して早期に世界展開できるデジタル産業については、結果として、日本の一部の技術や企業を除き、海外大手 IT 企業のサービスシェアが高い状態にあ

る。また、デジタル化による便益を産業・政府・社会インフラといった幅広い領域で獲得するため、各領域において本格的なクラウド化を進めなければならない。日本ではこうした領域でのクラウド利用について、社会基盤としての安定性や公共性が求められるが、そのような要求を満たすクラウド基盤が存在しないことがクラウド化拡大の阻害要因になっている現状もある。

さらに、セキュリティ面で見ると、あらゆる分野でデジタル化の進展が進むにつれて、開発者自身がシステム全体を把握・検証することが困難になりつつある。例えば、あるシステムと他のシステムが連結することや、クラウドサービスやオープンAPI、OSS等を組み合わせて新たなシステムを稼働させるなど、システム等が複雑に連結する中、開発者や運用者において、システム全体が見えなくなり、思いがけないシステムエラーやトラブル、セキュリティ上の欠陥が生じる可能性がある。このようにシステムが連結・複雑化する中で、トラブル対応、セキュリティ面での安全性の確認・担保をどのように進めていくのか、セキュリティ検証を実施する主体を育てていく必要があるのではないかという点が、産業界の中で大きな課題となっている。

クラウド産業、サイバーセキュリティ産業等のデジタル産業は、今後、世界的に需要が拡大すると共に、その信頼性も一層高まっていくと考えられる。日本でも、かつてのガラパゴス化を避けながらも、今後拡大する産業・政府・インフラ分野に対応できる制度・事業者の育成など、社会基盤を支える新たな産業育成が重要である領域と考えられる。

3. 個別戦略

(1) 半導体産業

<目指すべき姿>

① 国家として必要となる半導体生産・供給能力の確保

前述したとおり、半導体はあらゆる産業に必要不可欠な産業のコメであり、最先端の高性能半導体だけでなく、自動車や情報通信機器・製造業等に使用されるミドルレンジの半導体についても、サプライチェーン強靱化の観点から、日本にある既存工場の刷新・増強を行って生産・供給能力を確保し、国内ポートフォリオ強化を行うことが必要である。

その際、我が国の生産コストが他のアジア諸国よりも高く、また、半導体製造基盤の整備に向け、世界各国がこれまでに無い規模の半導体工場の誘致政策を打ち出すなど国際競争が激化する中で、日本においても他国に匹敵する大胆な支援措置が必要であり、設備投資支援など、積極的な投資や新規事業に対するインセンティブを強化してほしい、との産業界の声に応えるような政策・環境整備を実施しなければならない。

(A) 先端ロジック半導体（ハイエンド・ミドルレンジ）

現在、スマートフォンやハイパフォーマンスコンピュータなどに使用されている高性能な先端ロジック半導体（ハイエンド）については、5G・ビッグデータ・AI等のデジタル経済社会を支える基盤デバイスであり、その製造と利用は国家と産業の競争力の命運を握るいわば「産業の脳」であり、「社会・経済の中樞神経系」である。今後、AI・ビッグデータの利活用や、自動運転・スマート工場・スマートシティなど、Society 5.0が実現するにつれ、活用の範囲が広がるとともに、需要も大きく拡大していくと考えられる。現在、日本には先端ロジック半導体の製造基盤が存在していないが、今後のポスト5Gやデータセンター等向けのハイエンド先端ロジック半導体の国内生産・供給能力の確保が必要である。

また、足下のデジタル化の拡大により、産業機械や自動車などに使用されるミドルレンジ先端ロジック半導体の需給もひっ迫しており、今後もその需要は増大していくと考えられる。そのような状況においても我が国の情報通信機器や自動車、製造業等のために必要な数を生産・供給していくことが求められている。このような観点から、ミドルレンジ先端ロジック半導体の国内生産・供給能力の確保が必要である。

(B) マイコン

産業機械や自動車など、様々な電気製品の中で制御を行う半導体であるマイコンについては、現在においても日本が高い世界シェアを確保しており、国際競争力を維持している。今後も電動車やスマート工場等で需要が広がって行く中で、汎用ロジック半導体としての維持強化と、安定供給に向けたサプライチェーンの多元化が必要である。

(C) メモリ（DRAM、NAND）

スマートフォンやデータセンター、5G等向け記憶装置デバイスとして21世紀のデータ駆動社会を支えるメモリは、過去、日本勢が世界シェアの多くを占めていたものの、現在、海外企業にシェアを奪われている。また、今後、中国企業などのシェア拡大が進んでいくことも想定されており、国際的な価格競争がさらに激化すると考えられる。国際的な価格

競争・製造能力競争（大胆な投資競争）に負けないよう、国際企業連携による日本国内でのメモリ製造能力・量産体制をより一層強化することが必要である。ポスト 5G 以降では、より低遅延のメモリや、データセンターの省エネの視点から、新たな不揮発性メモリの研究開発支援も重要である。

(D) パワー半導体

パワー半導体については、日本企業が国際競争力を維持している分野であり、また、電動車など、電化の拡大により、需要も増加していくと考えられる。あらゆる電器製品に幅広く使用されているパワー半導体は、省エネ・グリーン化のためのコア部品であり、今後、世界競争での生き残りを目指した産業構造の改革なども見据えながら、研究開発・設備投資を支援することで、日本企業の競争力を維持、強化することが必要である。

(E) センサー

自動運転・IoT・スマート工場・スマートシティ等向けデバイスとしてデジタル化が進む中、例えば「目」の役割を果たす CMOS センサーをはじめとする先進画像素子などについては、今後、その重要性が益々高まっていくと考えられる。日本の競争力を維持できるよう、研究開発・設備投資を支援することが必要である。

(F) アナログ

自然界とデジタルの世界を結ぶ役割を持つアナログ半導体については、IoT・スマート工場・医療機器等向けに電子部品として、必須な部品であるが、多品種少量生産となってしまう特徴がある。そのようにオンリーワン製品が多いアナログ半導体について、グローバルニッチトップ強化のため製造拠点再編や M&A が必要である。

(G) 半導体製造の「後工程」の高度化

近年、半導体製造工程の微細化が非常に高いレベルまで進展しており、「半導体回路の集積度は1年半～2年で2倍となる」というムーアの法則の限界も近付いているとの指摘もある。今後は、半導体製造の前工程において、更なる微細化を目指していく取組（微細化プロセス；“More Moore”）に加え、前工程比較し投資効果が次第に高まっている後工程において、ロジックやメモリ、センサー等の複数チップの三次元積層し、1つのパッケージに高密度に組み込むことによる小型化（小面積化）、チップ間の配線距離の短縮による高速化と低消費電力化、さらには複数の

パッケージを積み重ねることによる多機能化等の高性能化を目指していく取組（3D化プロセス；“More than Moore”）にも研究開発、製造基盤整備の面で力点を置くべきである。このような3D化による高度化は、将来的には、前工程の技術開発にも浸透していくと考えられる。

② デジタル&グリーン投資を支える設計開発

デジタル化・グリーン化の進展により、AI・ビッグデータ活用、自動運転、スマート工場、スマートシティ等の新たなデジタルサービスの拡大が予想されている。また、再生可能エネルギーや電動車など、グリーンに資する製品・サービスへの投資拡大は、世界的に新たな市場を生み出す新たな機会となる。このような変化に合わせ、ポスト5G/Beyond 5Gなどの次世代情報通信インフラやグリーンを支える革新的な半導体を作り出すことが、将来の競争力の源泉となり得る。今後は、将来のデジタル社会、グリーン投資を支える次世代半導体の設計技術開発を強化していくことが必要である。また、半導体などの設計作業を自動化するためのソフトウェア（EDA：electronic design automation）の強化や、ファブレス企業の育成についても支援を検討するべきである。

③ 次世代技術開発／チョークポイント技術の維持

米中技術覇権対立を背景に、各国で国内製造回帰の動きが活発化しており、それに伴って、世界の半導体エコシステムのチョークポイントとして、日本が強みを有する製造装置・素材産業の開発拠点の海外移転につながるおそれがある。世界の半導体エコシステムを支え、チョークポイントとなる我が国素材・製造装置技術のサプライチェーンを把握し、産学による研究開発等によりその技術を絶えず発掘し磨き上げる国内対策を推進する。また、外為法に基づく輸出管理や投資管理に加えて、「統合イノベーション戦略2020」を踏まえ、関係省庁と連携しつつ、半導体等の重要技術に係る我が国の優位性・脆弱性の把握と技術の流出経路に応じた統合的な流出防止策の構築を進めていくとともに、日米連携の他、日・台・欧等の有志国等の連携の中、国際共同研究・開発を促進することが必要である。

<今後の対応策>

①先端半導体製造技術の共同開発と生産能力確保

日本の「製造装置・素材産業の強み」、「地政学的な立地優位性」、「デジタル投資促進」という優位性を梃子に、戦略的不可欠性を獲得する観点から、日本に強みのある製造装置・素材のチョークポイント技術を更に磨くために、海外の先端ファウンドリとの共同開発を推進する。さらに、先端ロジック半導体の量産化に向け、海外ファウンドリとの合弁工場の設立等を通じ、国内製造基盤の確保を図る。

そのために、まず先端半導体製造プロセスについて、我が国の素材・製造装置産業、産総研等と連携した技術開発を順次開始する。さらに、こうした開発拠点をベースに、将来の本格的な量産工場立地を目指す。

【主な取組】

(A) ポスト 5G 基金事業（先端半導体研究開発、実証）

微細化プロセス技術開発プロジェクト（More Moore）として、日本の製造装置・素材産業等と海外の先端ファウンドリとの連携による先端ロジック半導体の製造技術共同開発を行う。また、3D 化プロセス技術開発プロジェクト（More than Moore）として、日本の製造装置・素材産業等と海外の先端ファウンドリとの連携による先端ロジック半導体の製造技術共同開発を行う。こうした微細化プロセス技術開発プロジェクトや 3D 化プロセス技術開発プロジェクトの成果をベースに、将来の本格的なハイエンド国内量産工場の立地を目指す。

(B) 半導体製造装置・材料等の先導研究

2020 年代後半以降、次々世代の先端半導体製造に必要な装置・材料等の先導的な研究開発や機微技術開発を支援する。

戦略的不可欠性を有する革新的材料を把握しつつ、先端半導体デバイスの前工程に用いられる材料（ナノシート等の半導体材料、配線材料、絶縁材料等）及び、先端半導体デバイスの後工程に用いられる部素材（封止材、バンプ材、三次元パッケージ基板等）、カーボンナノチューブを活用した次世代革新メモリに関する技術等を装置・製造メーカーとのすり合わせ等を通じて開発し、社会実装を実現する。

(C) 産業技術総合研究所、TIA を核としたオープンイノベーションの更なる推進

微細化プロセス技術開発プロジェクトを推進していくため、産総研を

中心に共用パイロットラインを構築するとともに、日本の製造装置・素材産業と海外の先端ファウンドリをメンバーとするコンソーシアムを設立し、共用パイロットラインの活用を進める。

微細化プロセス技術開発プロジェクトや 3D 化プロセス技術開発プロジェクトを有機的・効果的に推進していくため、産総研を中心に、TIA 構成機関（産総研、物質・材料研究機構（NIMS）、筑波大学、高エネルギー加速器研究機構（KEK）、東京大学、東北大学）が連携し、共同技術開発プラットフォームを構築し、米国、欧州、台湾等の海外 R&D 組織との国際連携等によるオープンイノベーションを支援する。

大学や研究機関・産業界の取組を進めていく上では、SINET などの大学のデジタルインフラも活用することにより、新しいデジタル産業・サービスの創出に繋げ、そのサービスを半導体技術が支えるというエコシステムを意識することも重要である。

こうした取組は、経済産業省やその関係機関のみでは不十分であり、半導体イノベーションの促進体制（後述）の検討を進める。

② デジタル投資の加速と先端ロジック半導体の設計・開発の強化

今後、5G・AI・IoT 等のデジタル技術基盤の発展により、これらを活用した自動走行、ファクトリーオートメーション、スマートシティ等のアプリケーションシステム・デジタルユースケースに必要なロジック半導体の設計開発に取り組む。デジタル投資（デジタルニューディール）、DX 促進と先端ロジック半導体の設計開発を並行して取り組むことで、ロジック半導体の需要を喚起する。そのため、先端ロジック半導体のユーザー企業とその設計企業、さらには通信キャリア・ベンダーが一体となってエッジ向けの半導体設計技術の開発を推進するとともに、次世代のコンピューティングを見据えた技術を開発する。

【主な取組】

(A) ポスト 5G 基金事業

ポスト 5G で求められる性能（超低遅延、多数同時接続）を実現する上で、特に重要なシステムで用いられる半導体技術開発を支援する。

(B) 国内外のユーザー・アカデミアと一体となった半導体技術の開発

半導体技術開発に当たっては、サイバー空間とフィジカル空間の高度な融合の上で創出される新しいデジタル産業を実現するための半導体技術の開発という観点が必要である。ハイパフォーマンスコンピューティ

ング・AIによる高性能・低消費電力な次世代のデータセンターを実現するため、半導体技術（CPU、アクセラレータ、メモリ等）と光エレクトロニクス技術（光電融合デバイス）を融合したシステム開発（次世代グリーンデータセンター）を実施するとともに、電動車・コネクテッドカーの SoC・センサー等でのコンピューティングを最適化するソフトウェア設計・半導体設計技術、光エレクトロニクスも融合したアーキテクチャの開発を支援する。また、自動走行、ファクトリーオートメーション・IoT、医療・ヘルスケア等のアプリケーションシステムに必要な AI ロジック半導体の設計開発を支援する。これらの支援のために、アプリケーション・サービスユーザー及びアーキテクチャ設計知を有するアカデミアとの一体的な半導体技術開発を行うことが重要である。

加えて、ポスト「富岳」を見据えた次世代計算基盤の整備に係る研究開発も実施する。

(C) 先端ロジック設計その他半導体革新技术の開発拠点

AI チップ開発加速のための回路設計・検証環境や AI チップ開発に必要な共通基盤技術を提供するとともに、アジャイル設計プラットフォームの創出やチップの3次元実装技術の開発を実施する。また、RISC-V アーキテクチャ技術や設計ツール（EDA ツール）等を活用した開発プラットフォームの構築を行う。加えて、スピントロニクス技術を用いた設計・試作実証・評価とそのシステム開発を実施する。

産総研を中核とした次世代コンピューティング基盤開発拠点において2030年を見据えた各種革新技术の研究開発を、戦略策定・試作対応環境の整備と併せて推進する。

③ グリーンイノベーション促進

デジタル化の拡大により、データ処理量は右肩上がり増加を続けており、このまま何の技術革新もおきない場合、データ処理量にともなう電力消費は、2030年に向けて大幅に増加していくと考えられる。グリーンとデジタルを車の両輪として実現するためには、あらゆるデジタル機器、電子部品に使用されている半導体の省エネ化、高性能化を進めることが必要となる。特に、省エネ・低消費電力化のキーパーツであるパワー半導体については、革新素材（SiC、GaN、Ga₂O₃）によるイノベーションを促進することが、我が国産業の強みを維持・強化する観点から重要であり、政府としても支援していく。

また、2030年以降のゲームチェンジを引き起こす起爆剤となり得る技術

として、光配線化によるデータセンターの省エネ化、Beyond5G/6G のオール光時代を見据えた光エレクトロニクス・デバイス、光電融合プロセッサ（” Post Moore” ）等の開発を迅速に進める。

【主な取組】

(A) グリーンに資する技術開発の推進

上記②(B)のユーザーと一体となった半導体技術の開発の取組に加えて、省エネ化のコアとなるパワー半導体の技術開発を実施する。具体的には、従来のSiパワー半導体の高性能化、高機能化に加えて、革新素材(SiC、GaN、Ga₂O₃)による次世代パワー半導体の性能向上と要素技術等を開発する。

また、ハードウェアだけでなくソフトウェア面についても技術開発を進める。具体的には、センサー技術等のデータを収集する技術と、データを分散して処理するエッジコンピューティング技術の融合により、センサーの近傍においてデータ処理を行い、通信されるデータ量を低減するなど、クラウドデータセンターとエッジサーバーにデータ処理を“最適”に分散するソフトウェア技術開発を進める。

更に、カーボンニュートラルに向けた投資促進税制等を活用し、SiCやGaN等の半導体や材料等の製造基盤強化を支援する。

(B) 光エレクトロニクス事業

光エレクトロニクスを用いた光電子変換チップ内蔵基板技術を確立し、データセンターのサーバーや、自動車等のチップにおける更なる省エネルギー化を実現する。

④国内半導体産業のポートフォリオとレジリエンス強靱化

ロジック以外では、メモリ、センサー、パワー等で、世界市場で戦えるプレーヤーが国内に残っているものの、世界の半導体市場と各国の産業政策の競争がますます激化する中、我が国も強力な対策を講じていかなければ、国内半導体産業が取り残され、ジリ貧になる危機に直面している。日本に存在する既存工場・企業については、グローバルサプライチェーンを支える役割を果たしていくため、重要な半導体製造拠点の担い手とターゲットを見定め、大胆な刷新を進める。具体的には、各プレーヤーの強化に向け、経営・人材含めた国際連携の下で、各種金融・税制・会計制度、制度的支援など、あらゆる政策を総動員して、事業拡大・再編、先端技術開発等を促進する。また、我が国の半導体・デバイス産業の新たな顧客開拓

に向けた技術開発を促進する。サプライチェーンのレジリエンスを強靱化するため、国内製造基盤の強化を支援する。

【主な取組】

(A) サプライチェーンの強靱化

サプライチェーン補助金等を活用し、製造装置や材料・部材を含めた半導体産業のサプライチェーン上重要な製品の生産拠点を国内に確保する。ロジック半導体の国内製造基盤の確保について、ハイエンドは固より、自動車・産業機械・家電等向けの国内産業に不可欠なミドルレンジについても、海外企業との連携を含め、国内立地を支援する。半導体の安定供給を確保するため、我が国の既存半導体工場を刷新。マイコン・メモリ・センサー・パワー・アナログについて、既存工場の改修や、新規工場立ち上げに伴う設備投資など、製造能力強化に対する支援を進めるとともに、ファウンドリビジネスの集約による活性化を図る。

また、国内半導体工場立地に向けて、ユーティリティコストの低減、事業化支援のファンド出資等によるエクイティ・金融支援、投資促進税制や研究開発税制による支援も検討すべきである。

なお、これらの取組を行う際、グローバル市場を意識した先端需要（例えば自動運転やスマート工場などによる半導体需要）を我が国で創出する取組と戦略的に連動させる点に留意する。

(B) 半導体分野における技術開発目標の共有

NEDO 技術戦略研究センター（TSC）において、半導体、材料・製造装置等の技術戦略を策定し、技術ロードマップを通じて産学官で目標の共通認識を図る。

(C) 半導体研究を支える環境整備・人材育成

半導体製造等に係るアカデミアの先端技術開発と人材育成、産学連携を推進するため、技術開発から技術評価・実証までを可能とする海外からも魅力的な拠点の整備を推進するとともに、ナノテクノロジープラットフォームやマテリアル先端リサーチインフラなどを通じて、最先端の研究設備とその活用ノウハウ・プロセスデータを蓄積・提供する全国的な共用体制を充実・強化する。

また、日本の半導体産業の維持・強化のため、大学等の先端共用設備の場を活用した人材育成を強化するとともに、多様な人材を確保し、次世代の若手技術者へノウハウや技術の継承を促進する。

(D) 国際連携

半導体の生産能力増強に向けては、半導体サプライチェーンの複雑さを踏まえ、国際的なサプライチェーンを含めて供給能力を高めていく必要がある。このため、米国・欧州などにおける供給能力向上の取組との戦略的連携を図る。また、災害等、半導体生産に影響を与えるような事態が発生した場合に国際連携によってその影響を最小限とできるよう、即時に諸外国・地域と情報共有ができるよう国際的な仕組みを構築する。

次世代半導体の研究開発に向けて、世界のオープンイノベーション拠点と我が国拠点の相互依存を強化していく。

(E) 輸出管理をはじめとする技術管理

外為法に基づく輸出管理や投資管理に加えて、「統合イノベーション戦略 2020」を踏まえ、関係省庁と連携しつつ、半導体等の重要技術に係る我が国の優位性・脆弱性の把握と技術の流出経路に応じた統合的な流出防止策の構築を進めていく。

(2) デジタルインフラ

<目指すべき姿>

① データセンター立地の促進

AI やビッグデータ活用の向上など、今後のデジタル化、新たなデジタルサービス等の開発・活用拡大は、データ集約・活用拠点であるデータセンター（スパコンなど、高度な計算能力を備えた計算センターを含む）の立地が一つの鍵となる。データセンターは、デジタル社会における心臓部であり、例えば、データセンターが国内に存在し、通信インフラで連結され、エッジ処理が進んだ社会では、データ通信の低遅延化が実現することなどにより、自動運転や遠隔医療、スマート工場など、データを利用した新たなサービス展開も広がっていく。

また、情報が集積されるデータセンターは、経済安全保障の観点でも重要なインフラであり、国内にデータセンターを立地することの意味合いは大きい。データセンターの建設は、最大規模で一棟当たり数百億円規模の投資（巨大データセンター全体で数千億円を超える投資）となり、今後、データセンター立地が拡大すれば年間数兆円の経済効果も見込まれる。また、我が国産業・社会の高度化の鍵を握る深層学習やAIの開発・実装を後押しし、大きな正の経済・社会インパクトをもたらす。

このような観点から、我が国のデジタル化を支えるデータの集積地とし

て、また、グローバルでビジネスを展開する事業者の利用するデータの集積地として、日本でのデータセンター立地を進め、日本がアジアの中核データセンターハブ（立地拠点）となることを目指す。

②グリーン・データセンター

情報の利活用・デジタル化（DX）を進めることは、あらゆる機器からデータの収集・利用を通じ、設備の稼働状況や電力管理、効率的な運用を行うことを可能とするとともに、テレワーク等による移動に伴うエネルギー削減、AR、VR技術による作業の効率化などを通じ、日本全体のエネルギーの効率的な利用や、省CO₂化に繋がる。まさにデジタルとグリーンは車の両輪として進めていく必要がある。

今後、データ処理量が大きく増加する中、デジタル化によるエネルギー消費の増加が懸念されている。これまでは、機器の省エネ化・高性能化が進み、IT関連の電力消費は比較的小規模な増加に留まってきたが、今後も、電力消費を抑えるよう、サーバーや通信機器、特に電力消費が大きいデータセンターの省エネ化・高性能化を進めるとともに、使用する電力を再エネ化していくことが必要である。

③信頼できるデータ管理インフラの構築

国際的なデータガバナンス規律が不在の中、各国がデータへの政府アクセスやデータ保管義務の規律を強めており、データ保有者や利用者にとって信頼あるデータ管理ができる環境が揺らいでいる。グローバルに事業展開する企業からもガバメントアクセスへの懸念があり、データガバナンス規律の必要性を訴える声が上がっている。また、個人や企業などのデータセンターを利用するユーザーからは、志向としてデータの日本国内での保管を望む声もある。データ保有者・利用者にとっては、使用目的やデータ内容から、信頼性よりもコストや利便性を重視するケースがあることはもちろんだが、新たなニーズを踏まえ、状況に応じ選択肢として活用できるよう、信頼できるデータ管理インフラを構築することを目指す。

<今後の対応策>

①データセンターの国内立地、新規拠点整備（最適配置）の促進

デジタル化が更に進み、新たなデジタルサービスを提供するためにも、データセンター拠点の整備、データセンター国内立地を進めることが重要である。また、データセンターが社会・経済の重要インフラとなる中、レ

レジリエンスの観点がこれまで以上に重要になってきている。現在、日本は、東京・大阪にデータセンターの多くが集中している状況であり、レジリエンスの観点から問題を抱えている。

大量の電気を使用し、情報通信の核となるデータセンター立地には、電力インフラ、情報通信インフラなど、各種インフラが整っていることが条件となるが、例えば、電気事業者による配電線、変電所などの大規模電力インフラ整備には、確度の高い電力需要予測（データセンター等の大規模施設が将来的にどの程度建設されるのか）が必要となる。他方、データセンター事業者は、電力等のインフラ整備の具体的計画が存在しない場所に対しては、データセンター建設の投資判断ができない。このように、電気事業者とデータセンター事業者の両者において、明確な投資判断が出来ない状況が生ずることなどによる結果として、電力インフラ整備・データセンター立地に5年～10年が必要となる場合もある。なお、電力等のインフラが整っている地域（例：千葉県印西市等）にはデータセンター立地が進んでいるが、土地制約等によりこれ以上の増設が困難な状況が生じつつある。

このような環境変化や、今後増大するデータセンターの需要を鑑みて、データセンターの国内立地・誘致、最適配置に繋がるよう、データセンター集積拠点の整備を後押しするため、立地計画策定などの政策パッケージを検討し、早期に実行する。具体的には、印西市のデータセンター集積地のような最大規模のデータセンター拠点を整備するため、電力インフラ等が整備されていることなど、データセンターの新規拠点立地のための要件を整理した上で、候補地選定の進め方なども含めた立地計画を策定することを目指す。その際、大学のデジタルインフラや既存の工場団地の活用等も念頭に検討を進めるとともに、必要に応じ、データセンター立地に向けた土地の造成や各種インフラ整備など、データセンター立地を促進する基盤整備支援や国際競争力強化に資する各種制度改革を検討する。

②グリーンなデータセンターの構築

データセンター立地条件の大きな要素の一つは電力コストであるが、諸外国と比較し、日本は電力料金が相対的に高いという点も指摘されている。さらに、世界的なカーボンニュートラルの流れの中、データセンター事業者も再エネ利用によるグリーン・データセンターを指向しており、今後は、「グリーン電力（再エネ）」を購入しやすい地域への立地が進むが偏る可能性もある。このように、全ての産業がデータ活用を図る時代において、持続可能な（グリーン）なデータセンターを開発・普及させることのニーズが高まっている。このため、「グリーン・データセンター」の実現に向け、

技術開発・社会実装を進めていく。

再エネ利用と合わせて、一層の省エネを促す取組を進めていくべく、省エネに関する制度的な対応やデータセンターの省エネ性能に関する基準策定などについて検討するとともに、政府調達や民間投資の政策誘導を行うことで、我が国において先行的な導入事例を創出し、技術・システムの海外展開を促す。

(A) グリーンに資する研究開発の実施

データ量の急激な増加の中でも、電力消費を抑えるよう、サーバーや通信機器等のデジタルインフラの省エネ化・高性能化を進めていく。

具体的には、センサーなどエッジ側での処理技術を開発することによりネットワークに送信するデータ量を圧縮しネットワーク負荷を低減する次世代エッジコンピューティング、ハイパースケールクラウドデータセンターの機能を分解しソフトウェア技術によりクラウドデータセンターとエッジサーバーに“最適”に分散させることでネットワーク負荷低減する超分散グリーンコンピューティング、我が国の半導体技術(CPU設計やグリーンパワー半導体)と光エレクトロニクス技術を融合したシステムを活用する次世代グリーン・データセンターといった省エネ技術の開発を進める。

③5G、Beyond 5Gなどの通信インフラ整備の推進

各国において、ベンダー多様化が、経済安全保障の観点からも重視されており、世界的にオープン RAN の導入拡大が見込まれている。世界でいち早くオープン RAN が商用利用されている日本は、同技術の利活用で先行している。欧米に設置した相互接続等の評価・検証を行うテスト環境を活用し、我が国にもテスト環境の構築を推進し、我が国事業者と海外事業者との連携を促進するため、ポスト 5G 基金でこの取組を支援していく。

また、安全性・信頼性、オープン性が確保された 5G インフラの国内導入が拡大・充実し、世界に対してデバイス・システムの展開が進むよう、税制等の政策支援を引き続き実施していく。この中で、ローカル 5G については地方の DX の基盤となると同時に、課題解決のカスタム化を進めることで、次世代通信への機能追加等の検討の推進に資することが期待されており、このような観点から、本格的な普及につなげるため初期導入を後押しすることを目指す。

加えて、光ファイバー・海底ケーブルの整備、Beyond 5G に向けた研究開発・標準必須特許獲得等に向けた戦略、革新的な情報通信技術(量子暗号通信、光電融合技術)などについては、通信行政を担当する総務省が中

心に実施しているところであるが、技術開発支援など、必要に応じて、今後も、総務省・経産省・関係省庁で連携していく。

通信分野で日本が優位性を発揮するには、自動車等の既に強みを持つ分野における通信技術の活用促進が不可欠であることから、通信と自動車等の他分野で連携した標準必須特許の獲得を目指した取組の推進策を検討する。

また、今後は、人口が多い地域の通信エリアだけでなく、道路や物流倉庫など居住地以外への情報通信インフラも必要となってくるため、高高度基盤ステーション（HAPS）や低軌道衛星などの新しい情報通信インフラ技術にも注視していくべきである。上記取組に加え、エッジサーバー、データセンター、クラウドを接続する情報通信インフラの大動脈とも言える光ファイバー網（地上・海底ケーブル）の整備も重要性を増している。特にデータセンターの立地と光ファイバー網は、効率性以外に耐災害性や安全保障の観点を含めてセットで考える必要があることに留意すべきである。

④次世代技術開発

(A) ハイパフォーマンスコンピュータ、量子コンピュータ等

今後 AI やビッグデータの活用が進むことで、これまで以上に大量のデータを処理する必要があるとあり、研究用途だけでなくビジネスにおいても高度な情報処理需要が生まれることが予想される。そうした需要に対応するため、データの保存・処理を行う一般的なデータセンターに加え、これまで以上にスーパーコンピュータの商用利用を進めていくことが期待される。政府としても、ハイパフォーマンスコンピュータ等の競争力強化に繋がるよう、各種研究開発での支援を検討する。

(B) ポスト 5G 基金事業

日本が移動通信分野で有する標準必須特許（SEP）の割合は 3G 以降減少傾向にある。他方、移動通信技術の利用範囲の拡大とともに特許利用料は高騰している。超低遅延、多数同時接続を実現する「ポスト 5G」の実現に向けて、既に技術開発支援を開始しているところ、今後更にポスト 5G 技術の高度化、高効率化、グリーン化を支援するために技術開発の支援を行っていく。

(3) デジタル産業

<目指すべき姿>

①相互接続性と信頼性・安全性の高いクラウドインフラを提供する産業の育成

使用目的や取り扱うデータの機微度に応じて、グローバルクラウドから地域クラウド、プライベートクラウドまで含め、多様な選択肢を確保し、国内外のニーズに対応する最適な技術・サービスを組み合わせられるよう、複数のクラウドを連携して活用できるような相互接続性の確保が必要である。

また、産業・政府・社会インフラ領域においてオンプレからクラウドへの移行を進めるために、信頼性・安全性を確保する上での技術的ハードルを解消する研究開発、安定的にクラウドを提供する体制、ネットワーク含めた end-to-end の信頼性の確保、それに向けた基準が必要である。

さらに、近年ではクラウドや IoT などの新しい技術の活用が進み、オープン API や OSS が充実したことで、必要な“機能”を容易に調達してシステム構築できる環境になっており、開発者自身がシステム全体を把握・検証することが困難になりつつある。こうした環境の変化で、第三者によるセキュリティ検証の必要性が増大し、検証ビジネスが産業として重要になっていくと考えられる。

②内外資を問わず、我が国に根差したプレーヤーの育成

今後、社会インフラ、企業のビジネス、行政サービスがクラウド上のシステムとして提供されるようになり、クラウド及びクラウド上で提供されるサービスが社会・経済の重要なインフラとなる。そのため、クラウドサービス提供をささえるインフラ事業者としてデジタル産業が必要となる。他方、近年ではクラウドサービスの停止により、企業ビジネスや行政サービスの提供に大きく影響する事案が発生している。また、データの安全性やクラウド技術の確保は国家として取り組む課題となっている。これまで以上にクラウドが社会インフラとしての役割を担うことにより、クラウドサービスの安定運用を確保することが重要となる。

こうした状況の中、世界のクラウドサービス市場は急速に成長する一方で、我が国 IT 事業者は大規模システムの受託開発に強みを持つものの、世界のクラウド事業者の中でのポジションは低いのが現状である。これま

で企業・政府・インフラの安定運用を担ってきた既存 IT 産業の知見・技術を活かしながら、デジタル社会を支える産業へと変革していくことが必要である。

特に今後、社会的に大きな役割を担う産業・政府・インフラ領域でオンプレシステムからクラウドへ移行するに当たっては、産業・政府・社会インフラのシステムを稼働させるに足る“信頼できるクラウド（クオリティクラウド）”を提供する事業者の確保を図った上で、当該クラウドで稼働するソフトウェア・アプリケーション・サービスへの継続的な投資が重要である。

クオリティクラウドの要件としては、政府情報システムのためのセキュリティ評価制度（ISMAPP）における要求に加えて、例えば、以下の点をベースに、ハードウェア、ソフトウェア、事業者の体制面等から検討を進める。

信頼性：災害時（有事）でも処理の確実性を担保

応答時間を保証（超低遅延・リアルタイム）

有事対応を含む安定運用のための体制確保

研究開発体制等を含む長期的対応能力

データ取扱いの透明性

機密区分に応じた管理

プライバシー保護・サイバーセキュリティ

国内法の適用

オープン性：特性の異なるクラウドを一体運用できる相互接続性

グリーン：分散クラウドによる省電力化など

<今後の対応策>

①クオリティクラウドの推進と市場創出

(A) ガバメントクラウド等、クラウド化の推進と市場の創出

産業・政府・インフラ分野でのクラウド化を推進するに当たり、これらのシステムを稼働させる“クオリティクラウド”を開発・普及させるため、要件を整理した上で、クオリティクラウドの普及を図るための施策を検討する。

また、クオリティクラウドの開発・普及を進めていくため、望ましいクラウドの基準の策定や研究開発プロジェクトを、本年9月に設置予定のデジタル庁や経済産業省等の関係省庁で連携して進めていく。

具体的には、リアルタイム・超低遅延が求められるスマート工場などに使用されるクラウドや、水道事業を始めとして高い信頼性が求められ

る社会インフラの機能を担うクラウド、個人情報などを大量に集積するため高いレベルのセキュリティを求められる行政機関のクラウドなど、適用領域やデータ/サービスの機密区分に応じて要件をカスタマイズしてクオリティクラウドを構築する。更に、政府調達など各種基準への採用を通じて、クオリティクラウド市場を創設するとともに、各種実証事業や研究開発を支援する。

②日本に根ざしてサービスを提供するデジタル産業の育成

(A) 日本に根ざしてサービス提供を行う事業者の確保

クオリティクラウドの基準準拠に向け、クラウドの開発・運用、研究開発等を日本に根ざして行うデジタル企業への働きかけや、日本に根ざしてサービス提供を行うクラウド事業者が継続的に対応能力を確保し、これらが収益の源泉となるような事業化への道筋を明確にするための施策を検討する。

また、対応能力の核となる技術人材の育成の場の形成、能力の見える化や、卓越した技術とアイデアの供給源となるスタートアップの振興、ソフトウェアの利用者を広げ多数の技術者を呼び込むことで性能の向上など環境変化への対応力を確保する OSS に取り組む企業の支援などを検討する。

(B) デジタル産業の企業類型への変革推進

デジタル産業の企業が目指すべき姿を多面的に明らかにする“デジタル産業指標(仮)”やデジタル産業への変革の道筋を示す“DX成功パターン”の策定、事業変革を目指す企業に対する支援等、既存の産業が社会のデジタル化を支えるデジタル産業へと変革することを促す施策を検討、及び、事業を継続可能にする実効性のある各種金融・税制支援を含めた総合的な施策の具体化を急ぐ。

(C) デジタル社会のセキュリティ確保に向けた対応策

システム構築環境の変化、IoT 活用等が進むデジタル社会のセキュリティ確保のため、従来の「開発中心の投資行動」から、「検証中心の投資行動」へのシフトを促すような環境整備を進める。

③クオリティクラウドの実現に向けた次世代技術開発

(A) 技術開発の支援

クオリティクラウドに求める要求の中には、処理の確実性や応答時間の保証といった現在のクラウド技術では対応が困難なものも含まれると考えられる。こうした技術的ハードルを越えるための次世代アーキテクチャの検討を含め、必要となる技術開発を進める。

また、データ処理量の大幅な増加に伴い、電力消費量も大幅に増加することが懸念されており、現存する技術から進歩しない場合、2030年時点で国内において多くの電力が情報処理のために使用される可能性がある。データ量の急激な増加の中でも、データ処理をエッジ側で実施するなど、分散クラウド上でのデータ処理をソフトウェアによって最適化し、超低遅延処理を可能とするとともに電力消費を抑えることで、省エネ化・高性能化を進めていく。

また、安全・安心で利便性が高いサービス提供を可能とするため、データ・処理の安全性を確保しつつ複数のクラウドを相互接続する連携基盤の技術開発、標準化、事業者創出及びこれらを支えるデジタル人材の育成を含め、産官学が協力して行う。連携基盤とエッジ処理をベースに、クラウドサービス事業者向けの開発・運用環境を提供することで、次世代クラウド産業の創出を目指す。

(4) 横断的取組

<今後の対応策>

①省庁横断的、産学官連携の体制構築

デジタルについては、既に内閣に高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部が設置されており、さらに本年9月にもデジタル庁が新たに設立される見込みだが、特に日本のデジタル社会を支える大黒柱となる「半導体」「デジタルインフラ」「デジタル産業」の強化を迅速かつ実務的に進める観点から、省庁横断、産学官連携の元、下記の取組を強化する。

(A) 半導体イノベーションの促進体制

半導体戦略に基づくイノベーションの促進を図るため、総合科学技術・イノベーション会議事務局や総務省、文部科学省、環境省が進める政策

との連携を強化し、国家として進めるべき半導体イノベーションの共有、基礎研究と産業応用の連携、適切な技術管理・国際協調の在り方等について検討を進める。

(B) データセンターの立地促進

データセンターの強化・最適配置を進めるため、総務省、デジタル庁等が進める政策との連携を強化し、データセンターの新規拠点整備や関連支援策の強化を始めとする立地計画の策定に向けて、実務的な検討を進める。

(C) クオリティクラウド

経産省・デジタル庁等で連携し、クオリティクラウドの基準の策定を進める。また、国・準公共等の観点からの研究開発の成果の各種基準等での活用を念頭に、データセンター・クラウドのための研究開発プロジェクトの検討を進める。

(D) 大学・企業との連携

大学・企業が持つ各種インフラの有効活用や、産学官連携の研究開発構想について、経済産業省、関係省庁も状況をフォローするとともに、本戦略と一体的に進めるために積極的に連携する。

(E) デジタル人材育成

本戦略を実行する前提として、デジタル化を担う人材の育成も進めていく必要がある。その際、SIerのみでなく、製造業等のユーザー側にもデジタル人材が求められている現状を踏まえ、他分野の知識を持つなど、幅広いデジタル人材の育成・供給が行われるような仕組みを検討することが必要である。

デジタル人材の育成について、DX推進を担当する省庁として産業界が期待する人材の育成を進めると共に、経済産業省だけでなく、デジタル庁などの関係省庁と連携し、中長期の人材育成政策の在り方も含め、検討を進める。

②産業政策への反映

半導体・デジタル産業の重要性に鑑み、横断的な産業政策ツールについても、一層の活用を図る。通常国会に提出した産業競争力強化法案に基づき半導体に関する指針を作るなど、制度を適切に活用するための方策を進める。加えて、業種横断的な政策ツールの必要性などについて、環境変化に合わせ、継続的に検討を行う。

③グリーン政策やエネルギー政策との連携

(A) 「デジタル×グリーン」プロジェクトの管理

デジタル技術を活用してカーボンニュートラルに貢献するような、エッジコンピューティング、分散型コンピューティング、次世代グリーンコンピューティングといった技術開発の成果を総合的に管理する体制を構築する。

(B) グリーン成長戦略等との連携

グリーン成長戦略、エネルギー基本計画など、他の戦略と整合的に「半導体・デジタル産業戦略」を実行する。特にエネルギー政策との連携については、我が国における半導体・デジタル産業立地の大きな課題である再生可能エネルギー活用の推進なども含め、検討を進める。

4. おわりに

これまで記述してきたとおり、あらゆる産業や社会システムのデジタル化が避けられない中、半導体、デジタルインフラ、デジタル産業は、社会・経済を支える大黒柱として、その重要性は増大している。このことから、半導体、デジタルインフラ、デジタル産業については、当該産業の経済成長・発展のみを主眼に入れた政策立案ではなく、国家全体を俯瞰した大局的な視点を持ち、政策立案を進めることを忘れてはならない。その際、計画とチェックのみならず、迅速に実行していくことを重視するとともに、デジタルを取り巻く状況変化を見極め、機動的に政策の方向性を修正していくことが重要である。

半導体、データセンター、クラウド等のデジタル産業基盤が、21世紀の経済・社会及び民主主義を支え、国民生活に必要な基盤であることに鑑み、デジタル産業基盤を構成する事業のうち、国家戦略として特に確保すべきものを、政府内の然るべきプロセスを経て特定し、通常の産業政策を越えた特例扱いの措置を講ずる制度の構築を検討する。

今後、本戦略を実行に移すため、政府の成長戦略等への反映、必要な政策資源の確保、各種プロジェクトを進めていく。このため、この夏以降、本戦略の実行をフォローアップする体制を整備し、デジタルを取り巻く環境変化や、各種プロジェクトの状況、政策検討の状況を聴取しながら、政策を実行につなげていく。