

Ⅲ. 全体最適化されたモノ・コト・サービス基盤の構築

Ⅲ. 全体最適化されたモノ・コト・サービス基盤の構築

1. 現状認識

わが国は中堅・中小企業を中心に、優れた「ものづくり」を国際競争力の源泉としている。他方で現在、一部の分野では、消費者の関心が、「モノ」の所有から、モノが提供する「コト」や、ユーザーが受容する「サービス」に移行し始めている。また、海外で台頭してきている「モノづくり」を起点としないファブレス型の企業や、製品開発を開発請負型の研究機関に依存する企業は、バリューチェーン（ビジネスモデル）をサービス中心に再構築し、自社に足りない機能をオープンイノベーションで賄い、「コト」、「サービス」によって利益を最大化するモデルを描いている。例えば、自動車や家電製品では、製品の供給と、メンテナンスのみならず、ユーザの使用状態をモニターすることで、新たな付加価値の提供が想定される。部品ビジネスでは、自社製品の性能や信頼性をデジタル的に検証可能なモデルでユーザに提供することで、デジタル空間で自社製品のトレーサビリティを可能とし、容易にバリューチェーンに参加して、自社の強みをアピールすることが想定される。また、消費を前提としたモデルから、シェアリングを前提としたモデルに移行する分野も生まれつつあり、「モノ」を起点とした新たな「コト」、「サービス」の実現は、事業拡大の機会と捉えることができる。こうした潮流は、今後一層の加速が予見され、これまで以上にユーザ視点で、ユーザに提供する付加価値を前提としたビジネスモデルが求められている。

一方で、わが国の優れた「モノづくり」の力も引き続き、国際競争力の源泉であり続ける。わが国においては、優れたモノづくりの力を最大限発揮しつつ、「モノ」の付加価値（モノに起因するデータを含む）を生かした「コト」「サービス」を強化することが、国際競争力の維持・強化にとって重要である。モノを起点に優れたサービスを創出するアプローチと、サービスを起点にモノを提供するアプローチという双方の視点を組み合わせ、総合力を高めることが重要であろう。

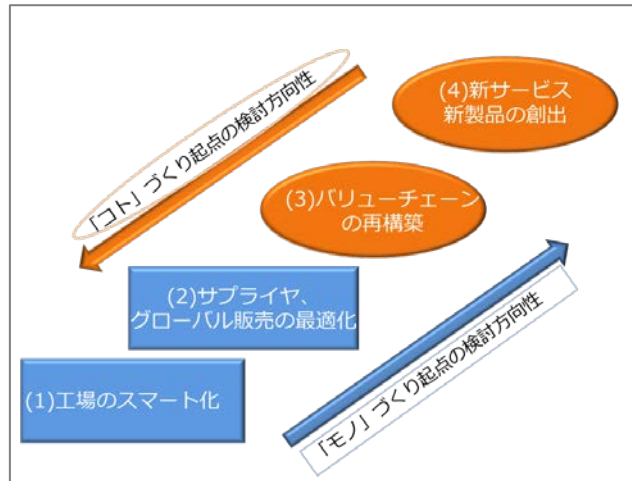


図1 新たなモノづくりの検討の方向性

2. 目指す姿

わが国の製造業は、特に生産現場のデジタル化によって世界水準で高い生産性を誇っている。これは効率のみならず、品質にも反映されており、モノづくり力はわが国の重要な資産にもなっている。

他方、モノづくりを取り巻く競争環境は更に激化・複雑化している。米国を中心とした「コト・サービス」志向のビジネスモデルや、中国・台湾等における受託生産型（EMS）の企業からの産出品、新興国における低廉な人件費を武器とした製造業も登場している。

こうした競争環境の中、各企業においては、強みを維持・強化すべく、イノベーションによる競争優位を目的に組織を改編したり、オープンイノベーションへの積極的な取り組みが加速している。こうした趨勢は、独「Industrie4.0」の認知度が高まるにつれて顕著になっており、デジタル技術への研究開発投資や、設備投資、更にはM&Aも増加傾向にある。わが国の企業が着手に遅れていた「コト」、「サービス」分野においても、海外の先進的なプレイヤーとの連携、海外大学・研究機関とのオープンイノベーションも進展している。

こうしたなか、わが国は、Society 5.0においても、「モノ」の付加価値を生かしつつ、「コト」「サービス」を包含することによって、既存産業の強化や新産業の創出を、海外勢に負けないスピードで達成することを目指すべきである。

「モノ」を起点として「モノ・コト・サービス」の付加価値が最大化された姿は以下の通りである。

○事業推進者⁶は、グローバルにサプライヤ⁷を選別し、バリューチェーンの最適化と利益の最大化を追求できる。また将来的に「コト」づくりの構想力ある事業推進者は、サプライヤにモノづくりを委ね、サービス中心の収益モデルに移行することも想定される。これを通じ、事業推進者・サプライヤは共に、生産性の向上と、事業規模・利益拡大の両立をはかることができる。

○サプライヤは、差別化したアイデアや技術によって、地域や既存の商流（実世界での時空間制約）を超えて事業拡大の機会を得ることができる。AI・IoT等の技術を活用した働き方の浸透を通じ、企業が時空間の制約を超えてビジネスを展開できるようになる。

○バリューチェーンの全体最適化を通じ、消費者は満足度が高い「モノ・コト・サービス」をより低廉に享受し、生活の満足度・充実度が向上する。

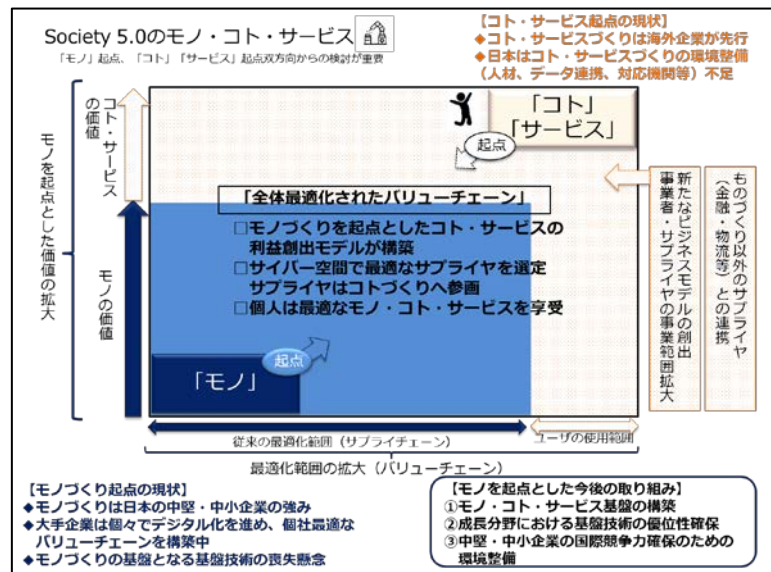


図2 Society 5.0における「モノ・コト・サービス」の全体像

⁶ バリューチェーンの最適化と利益最大化を担う企業群

⁷ 事業推進者にソリューションを提供する企業群

3. 軸となる取り組み

製造業は、差別化の難しい現状のもと、ユーザニーズを迅速につかみ取った上、「モノ」を起点とした「コト・サービス」の価値の最大化を図ることや、バリューチェーンの最適化に向けた「製造工程全体のデジタル化」と「サプライヤのネットワーク化」を海外に先んじて一層進めることが必要である。その具体策について、次に記す。

(1) 製造工程全体のデジタル化によるバリューチェーンの最適化

わが国では、モノづくりに係る設計段階のデジタル化（CAD・三次元 CAD を用いた設計段階でのシミュレーション、CAE の活用）が早くから進められてきた。また、製造現場においては、デジタル制御が進展している。ただし、工程のモデル化については、緒に就いたばかりである。

今後、「モノ・コト・サービス」を指向した新たなビジネスモデルを構築するには、分散する要素（ユーザ情報/解析、物流、製造、調達、設計、開発、ファイナンス等）をデジタル化し、サイバー空間でシミュレーションし、バリューチェーン全体の最適化（利益最大化）を指向する必要がある。

バリューチェーンを構築する企業は、サイバー空間に再現したモデルを通じて、多くの参加者（企業のみならず大学や研究機関、個人等）の中から最適なサプライヤを選択することが可能になる。また、個々のサプライヤは、デジタル化によって、既存の系列や商流、あるいは地域的な制約を超えて、新たなバリューチェーンに参加できる。

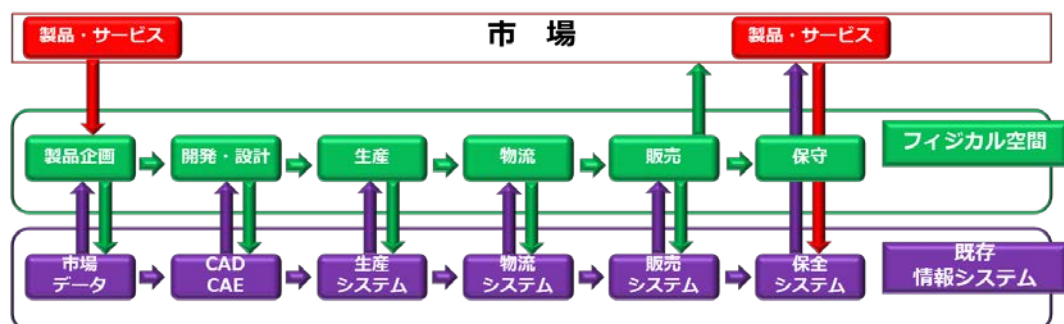


図3 現在のモノづくりシステムのバリューチェーンと大手企業システムの代表例

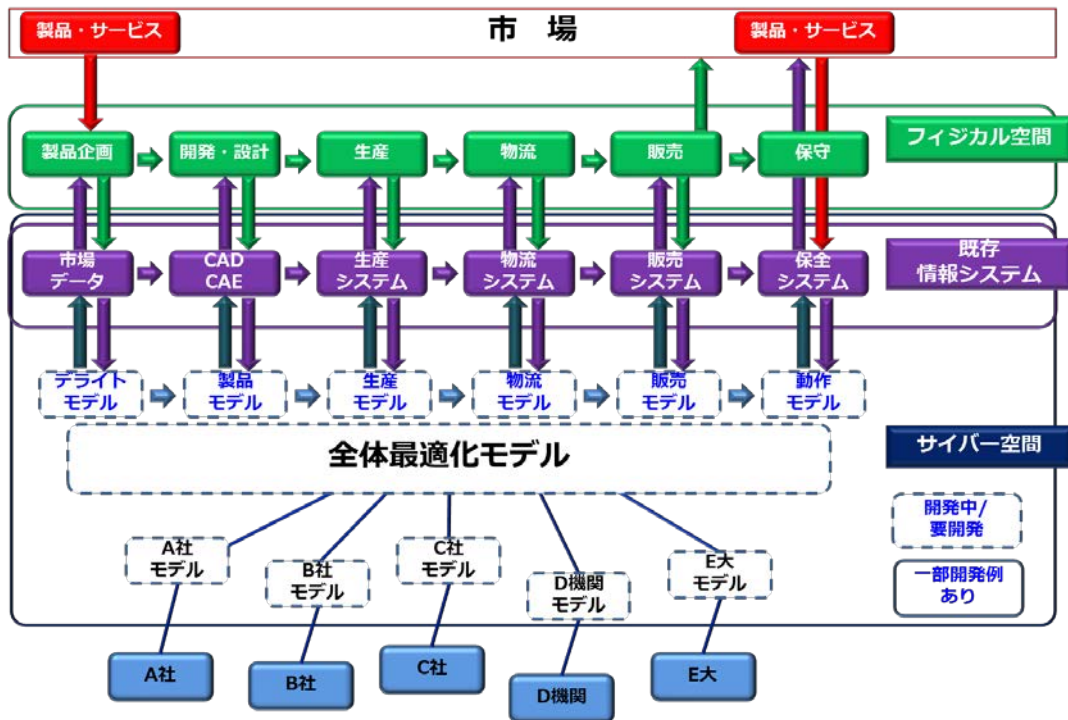


図4 新しいモノづくりシステムのバリューチェーン

他方、バリューチェーンは様々な企業から構成されており、企業間の協調を加速することが、バリューチェーン全体の最適化に向けた鍵となる。それぞれの企業は、自社の強み・弱みを分析し、複数の企業で構築されるバリューチェーンの中で、自社がどのようなポジションを担うのかを見定め、バリューチェーンの中での自社の最適な位置づけを確立しなければならない。

加えて、具体的な連携時には、システムごとに個別に作成されたモデルを組み合わせて活用することが必要であり、モデル間の連携を可能にする機能・仕組みが求められる。例えば、モデルの規格間ではAI等による自動変換機能を開発すること等が必要である。また、全ての工程をモデル化するのではなく、経済合理性の観点から、工程に蓄積された稼働データを基本とする「疑似モデル」での運用も暫時必要⁸である。

⁸ 通常の工学的なアプローチでは、機械動作や加工制御のモデルをベースに、実際の稼働状況や監視データをもとに検証を繰り返すことになる。この検証において、機械に多数のセンサーを配置し、AIの機械学習を用いて短期、且つ適時にモデル化とその修正を繰り返すことが試みられている。

加えて、ユーザの求めるサービスを具体化するビッグデータ解析技術や、協調領域の設定とデータ収集に関する具体的な手段の検証なども重要であり、幅広い検討を通じ、バリューチェーン毎に、モデル化のあり方を検討していく必要がある。

(2) バリューチェーンの全体最適化

わが国が資産であるモノづくり力を生かして成長を実現するには、デジタル化の課題を克服した上、モノを起点とした「コト」、「サービス」による利益最大化のモデルを構築しなければならない。

例えば、ユーザの細かい要望に応じて製品を提供する「マスカスタマイゼーション」や、「コトづくり」、時間単位でモノの価値を提供するシェアリングサービスといった「サービスづくり」の力を強化し、バリューチェーンを最適化する取組が重要になる。

そのため、事業推進者は、その内外の全要素（全てのサプライヤ）をサイバー空間にモデルとして構築し、現実空間でもデジタル化によって全サプライヤをネットワークで連携させることで、時空間の制約を超えた最適なバリューチェーンを構築できる。当然ながら事業推進者は、最大の利益を得られるバリューチェーンを構築する考案力が必要になる。また、バリューチェーンの中で、「サービス」、「コト」で得られた利益を、新たな「モノ」に再配分し、「モノ」を起点とした次のイノベーションを持続させるエコシステムのマネジメントも重要である。

加えてサプライヤは、バリューチェーンがグローバルにネットワーク化されることで、自らの競争力次第で事業推進者になる機会を得て、グローバルバリューチェーンを舞台に自らのソリューションを提供することができる。

バリューチェーンのネットワーク化と最適化によっては、充実した生産設備を保有する大企業だけではなく、ベンチャー企業・研究機関・個人経営者など

しかし、まだ基本モデルが存在せず、稼働データしか取得できない工程においては、大学等で物理現象のモデル化を研究する必要がある。

が事業推進者になることも可能である。また、大企業の余剰生産設備を有効活用することで、事業推進者が他のバリューチェーンにサプライヤとして参加することもあり得る。実際、近年、研究機関が、既存の企業では対応が難しかった案件を請負い、外部リソースを活用して製品を仕上げ、短時間で既存の大手企業のシェアを奪う例が出てきている。

なお、バリューチェーンのモデル化が進んだ姿として、「コト」づくりの構想力がある事業推進者は、モデル化されたサイバーの空間で、フィジカル空間の最適なサプライヤを選定し、モノづくりを含む殆どの要素を外部に依存し、(あるいは既存の資産の使用方法を転換して、時間貸し等の) サービスで収益を得る形が想定される。(図5)

全てのモノの分野がこうした方向に進むとは想定できないが、Society5.0の社会像が確定する過程では、既存のビジネスモデルや企業形態が変容する可能性は考慮する必要がある。

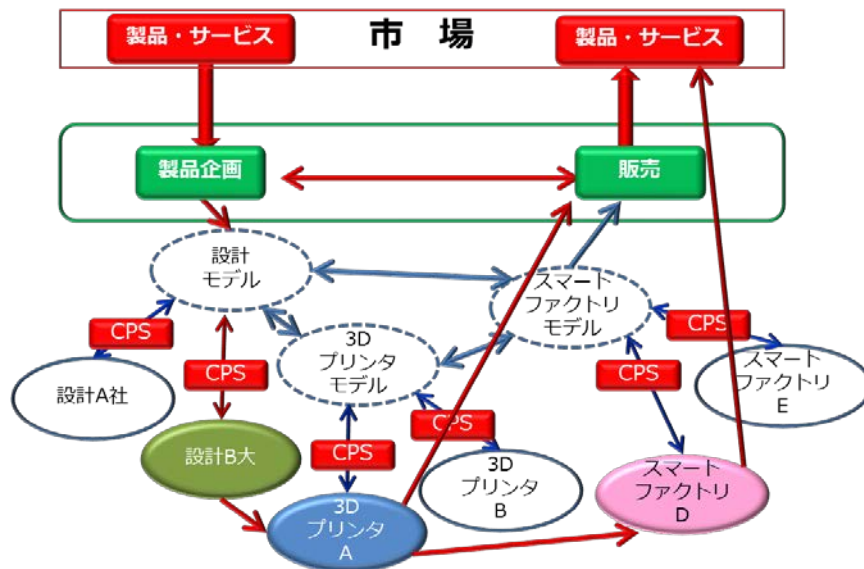


図5 さらに未来的なモノづくりシステムの構想例

Society 5.0の社会像において、モノ・コト・サービスの進展は、ユーザーに対して、満足度の高い製品・サービスをより低廉な負担(価格)で提供できる環境をもたらす。これは、モノづくりを進める際の障害となる現状の課題やボ

トルネックを、多様なサプライヤから最適なソリューションの提供を得て解決し、ベストプラクティスでのモノづくりを推進できるためである（例えば、製造設備・現場の不稼働時間が減れば、製品の固定費比率は縮小する）。

また、サプライヤの視点では、自が強みとする技術をサイバー空間に開示することで、地域や閉鎖的な商流の制限を受けずに商談や事業活動が可能となる。国内で高い技術をもつサプライヤ企業は、国内に留まったままグローバル市場から十分な注文と収益を得ることができる。

ユーザーに満足度の高いモノ・コト・サービスを提供し、事業推進者やサプライヤは、モデル化されたサイバー空間を通じて、フィジカル空間の制約（時空間のみならず系列や、取引実績と言った制約を含む）を超えたビジネスチャンスが増し事業の質・量を向上できる。企業や雇用者が希望すれば、国内での事業基盤を保持し、国内での雇用の継続性を高めつつ国としての産業競争力の強化を実現できる。

4. ロードマップと具体的な取り組み

以上で概観したモノ・コト・サービス分野は、新しい「コトづくり」、新しい「サービスづくり」として、欧米企業がいち早く事業化を進めており、国内企業の出遅れ感は否めない。これを挽回するためには、わが国の強みでもある「モノづくり」を生かした新たなシステムの整備が必要であり、既にいくつかの企業は欧米との連携等も含めて急ピッチで対応を進めている。

特にグローバル展開で先行する企業の動きは活発であるが、各企業の社内最適で進めた結果、本来、各企業が協調領域として連携できる部分で二重の活動、投資が行われたり、海外への資本投下によりわが国の産業競争力や雇用への波及効果が限定される恐れがある。また、高等教育を受けた高度な人材の雇用が国外に流出することも懸念されている。各企業が進めるグローバルのデジタル化への対応が、わが国の成長に資する形で全体最適化することが必要である。

また、政府においては、既に各企業が進めているこれら活動に対して協調領域を考慮した全体最適の実現につながる政策の推進と、大学・研究機関の活用を柱とした取組み・政策を提言する。

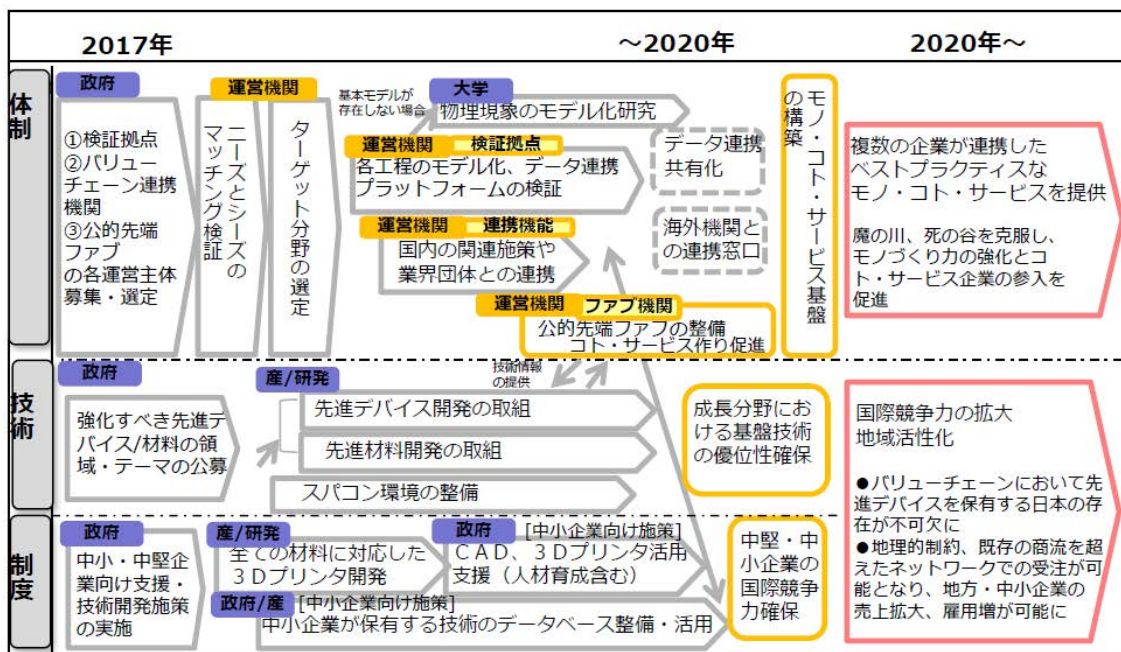


図6 全体最適化されたモノづくりシステムの取組み、ロードマップ

(1) モノ・コト・サービス基盤の構築

(i) 目指す姿

①検証拠点の構築

バリューチェーンの各要素（センシングデバイス、制御器、駆動機械、検査装置、情報システム、シミュレーションと言ったモノづくりのみならず、物流や、金融、ユーザ情報/解析等を含む）について、モデル化、データの連携、利益の再配分方式と経済効果に関する検証を行う。例えば、製造においては、パイロットプラント（③項「公的先端ファブ」に含まれる）での動作検証や、動作データを相互に共有可能な拠点を構築する⁹。

②バリューチェーン連携機関の創設

⁹ 例えば、製造ラインに持ち込まれた新しい機器や制御ソフトウェア、情報システム、モデル、シミュレーションソフトウェアが、他の機器と連携可能かを検証したり、相互接続性の認証を受けることも可能とする。そして、拠点運営に参加した企業には、異なる機器間の連携に必要なデータを入手可能とする。

バリューチェーンの全体最適を実現するため、国内で進められている各種実証実験、協議会の活動を束ね、全体活動を把握・統合を図る連携機関を立ち上げる。この連携機関は、協議会もしくはNPO 法人的な形態を想定し、日本を代表して海外との連携も推進する。

③公的な開発受託機関（公的先端ファブ¹⁰）の整備

モノ・サービスづくりを促進するため、国内に拠点を置き先進的なモノづくりの開発を請け負う公的先端ファブを整備する。

（ii）必要な取り組み

①中核となる運営母体の選定

モノ・モノ・サービス基盤となる検証拠点、バリューチェーン連携機関、公的先端ファブの各運営母体を企業、国内大学・研究機関から募る。

②ターゲット分野の選定

各運営母体に参加するニーズ提供企業とシーズ提供企業¹¹の間で、マッチングを行い、ターゲット分野を確定する。

③実証事業の推進

ターゲット分野において、実証事業を推進し、成功事例とすることで、モノ・モノ・サービス基盤の仕組みが他のターゲット分野にも自律的、継続的に発展拡大することを目指す。

（2）成長分野における基盤技術の優位性確保

（i）目指す姿

①先進デバイスの開発拠点の構築

¹⁰ 垂直統合型の国内企業は、企業内データの相互活用、モデルでの連携を整備することはできるが、企業をまたがった整備は難しい。一方、海外ではモノづくり企業中心に外部ファブの活用が平常化しており、外部ファブが各社機器を使ったパイロットプラントの機能を果たしている。そのためこの外部ファブを介して、速やかに企業間連携を実現できる可能性が高い。ドイツの場合、フラウンホーファー研究機構がこのファブ機能を請け負っている。

¹¹ モノづくりのオープンプラットフォームを提供する企業を主体とし、基盤の運営を非営利で進める運営形態を想定。

モノづくりの高度化には、高機能センサー、データ集積、データ解析、シミュレーション、AI 処理をおこなう先進デバイスの役割が益々重要となる。それを実現可能とするシングルナノメータ¹²のデバイス設計技術や非ノイマン型を含む AI 用デバイスが必要となる。これら新しい世代のデバイス設計には、最新のプロセスを反映した設計データベースからのフィードバックが必須である。今後、半導体の調達・製造の海外依存が進むと、設計ノウハウを持つ日本企業が不在となり、結果としてわが国はデバイス設計力を喪失する懸念がある。そのため、各社が自由に最新の半導体設計のデータベースを利用するため、国内に半導体設計及びプロセス開発の拠点(公的先端ファブに含まれる)を構築する必要がある。

②先端材料開発の推進

先端材料技術は、自動車の軽量化や先進デバイス分野のみならず、広範囲でわが国のモノづくりの優位性を支えている。優位性を維持し、モノづくりのイノベーションを加速するには、デジタル技術を活用したシミュレーションを駆使し、先端材料分野における圧倒的な競争力の保持が求められる。なお、材料技術の開発における公的先端ファブの活用も重要な要素である。

③スパコン環境の整備

AI 設計やモデル設計、シミュレーションを進化拡大させるため、最新のスパコン設備と産学連携の推進が鍵となる。産業界が共同利用しやすいスパコン設備の環境整備、大学で開発される最新プログラムを産業界で共同利用できる仕組みづくりが必要である。

¹² IoT/AI チップを構成するためのコアであるロジック (FPGA、GPUを含む) は、デバイスのデザインルールが 10nm を切る原子レベルの限界領域まで使いきることで、当面の成長スピードの保持が狙われている。微細化が実現できれば、十分な成長スピードが確保でき、また、発熱問題を解消する非ノイマン型のデバイスの開発の実現の道を開く。世界は微細化を追求できる企業が数社の寡占状態になりつつある。例えば、IoT/AI 関連のデバイスでは、欧米を中心とした少数のメーカーが、独占的なシェアを占めようとしている。

(ii) 必要な取り組み

①先進デバイスの領域・開発テーマの選定

強化すべき先進デバイスの領域・開発テーマを国内企業・大学・研究機関を公募する。領域・テーマ選定は企業の事業部門に所属するメンバーが具体的なテーマを設定する。

②開発テーマの推進

設定した領域・開発テーマに沿って、スパコンでAI設計、モデル設計、シミュレーションを行い、その成果をモノづくり現場で使われる新しい先進デバイスの設計に反映することで、国内で次々と先進デバイスが産まれる開発の好循環を実現する。

(4) 中堅・中小企業の国際競争力確保のための環境整備

(i) 目指す姿

①複合型3Dプリンタの開発

樹脂、金属、あるいは、それらの複合物を含めてすべての材料に対応した3Dプリンタのラインナップを先行して開発する。

②3Dプリンタの中小企業活用促進¹³

中小企業が世界で戦うための手段として3Dプリンタへの設備投資を補助し、活用人材の育成の支援体制を整備する。

(ii) 必要な取り組み

①領域・テーマの選定

¹³ わが国の中小企業のモノづくりは、「刃物」、「工作機械」という道具を活用し、その道具を活用した創意工夫が特徴となってきた。新しいものづくり産業では、「3Dプリンタ」がそれら道具の代替となる可能性が高い。3Dプリンタは当初CADデータで設計したものが、誰でも簡単に具体的なモノに仕上げることができると誤解された。実際には、3Dプリンタで最高の仕上げを実現するためには、職人の技・ノウハウが必要であり、中小企業のモノづくりの強みを発揮できる手段、道具となりえる。また、3Dプリンタの開発は金属系に注目を浴びているのが現状だが、中小企業に向けた複合型3Dプリンタの開発が望まれる。

強化すべき領域・テーマを国内企業・大学・研究機関から公募する。テーマ毎に、最適化されるバリューチェーンでの存在価値を想定した支援施策を立案する。

②複合型 3D プリンタの開発

樹脂、金属、あるいは、それらの複合物を含めてすべての材料、それぞれを扱える 3D プリンタをラインアップで開発する。

③中小企業支援事業の推進

補助事業として中小企業での 3D プリンタ導入を促し、更に CAD によって 3D プリンタを使いこなす「匠の技」の育成を支援する。また、3D プリンタを配置した中小企業がグローバルなバリューチェーンに参加できるよう、企業名と技術等のデータベースを整備し、サイバー空間での公開を進める。

(参考) WG 参加企業

鹿島建設、KDD I、東芝、トヨタ自動車、日本電気、
日立製作所、三菱電機（主査）

以 上