

AI時代に日本製造業が直面する変化と国際競争力復権に向けた提言



福島 稜



平島拓朗

CONTENTS

- I 製造業にとってのAIの価値
- II 製造業×AIの進化と到達点（1.0→3.0）
- III AI時代における製造業のキープレイヤーと業界構造の変化
- IV 日本の製造業への示唆（機会と脅威）と提言

要約

- 1 日本の製造業は、長年にわたり高品質かつ高精度なモノづくりを強みとして世界市場において確固たる地位を維持してきた。しかし近年、新興国企業の台頭や国内市場の人口減少といった課題に直面し、加えてAI活用においても弱点を抱えていると考えられる。
- 2 一部の日本企業は「組織の縦割り構造」や「現場力への過度な依存」がデジタル化の遅れを招き、競争力を喪失しつつある。AI活用の基盤となる顧客情報の統合などが遅れ、無形資産の量においては不利な状況にある企業も多い。実際、グローバル企業と比較すると日本の製造業は相対的に企業規模が小さい。
- 3 AIは「人間の認知限界を超えた知識や技術の活用を可能とする」ことに特に留意すべきである。AIを人間の認知限界の突破に活用することによって、長年の課題であった組織間の壁を打破し、調整業務を大幅に効率化することで生産性の飛躍的な向上が期待できる。AIの価値を最大限発揮しグローバル企業と競争できる可能性を拡大するためには、現在遅れているデジタル化の加速、質の高い無形資産のAIへの認識・学習、複数企業が連携した知的資産の蓄積・形式知化・組織知化・活用が重要である。
- 4 AIはまず各機能組織単位での業務効率化を目的とした導入から始まるが、最終的には機能組織横断で業務全体が最適化される。このためAI時代では主要プレイヤーや業界構造が急速に変化していくだろう。AIの高度な活用を推進するには、従来の機能・組織・部品モジュールの固定的な構造から脱却しAIを前提としたコンポーザブルなモジュール機能から構成される柔軟な産業構造へ進化していくことが効果的である。
- 5 このAIによる変革期こそ、日本の製造業が再びグローバル市場で競争優位を獲得する重要なチャンスとなるだろう。

I 製造業にとってのAIの価値

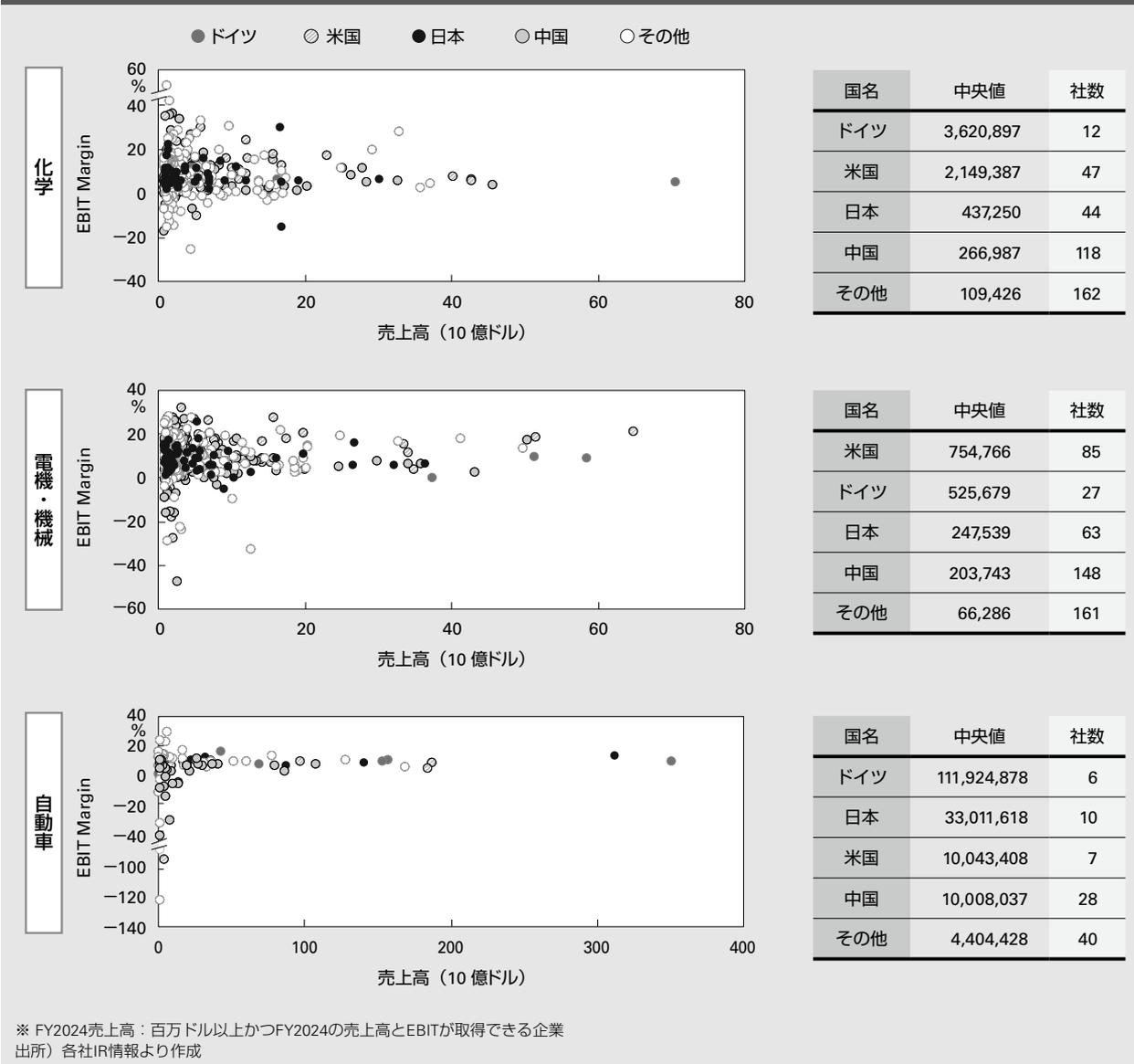
1 日本の製造業が 現在置かれている状況

日本の製造業は、長年にわたり高品質・高精度なモノづくりを強みとして、世界市場において確固たる地位を築いてきた。しかし近年、グローバル市場における新興国企業の台

頭や、国内市場における人口減少といった構造的課題に直面している。加えて、日本企業特有の組織的な縦割り構造や現場力への過度な依存により、デジタル化が十分に進んでいないという問題も顕在化している。

これらの要因が複合的に作用し、製造業の中核を担ってきた大手企業でさえ、米国・欧州・中国系メーカーや巨大IT企業と比較し

図1 グローバルにおける業種別の各社売上高比較



て競争優位性を失いつつあるのが現状である。

図1に示すように、自動車セグメントにおいては依然として日本企業の存在感が維持されているものの、その他多くの製造業セグメントでは、グローバル企業と比較して企業規模が小さいままと実態を抱えている。日系製造業の企業規模がグローバル企業に比べて小さいのは、グローバル企業が多くのM&Aを通じてシナジーのある形で企業統合してきた一方、日系企業は業界再編を進めてこなかったことが背景の一つと考える。また、かつてはグローバル市場を席卷した日本の製造業であるが、現在ではグローバルで戦っている分野もある一方で、一定の企業は高品質・高精度が求められるニッチ市場を主戦場としている。

上述のとおり、数多くのM&Aを通じて、幾多の製品と製品に紐づく無形・有形資産、さらには顧客情報を統合させてきたグローバル企業は、AIが適用されるこれからの時代において、保有する大量のデータを有効活用できる。一方、日本企業はAI活用に際して、AIのインプットとなる無形資産・顧客情報がグローバル企業に対して劣後するという課題にも対処する必要がある。こうした現状は、後述するAIが浸透した世界において、競争力を左右する重要な要素となる。

2 なぜ今、「製造業×AI」か

AIは、製造業における各業務の効率化にすでに寄与し始めているが、それにとどまらず、より大きな価値を秘めている。それは、人間の認知限界を超えることができるという点にある。これまで、企業内の業務や組織は

製品企画・開発・製造などに細分化され、それぞれが分断されていた。これは、人間が認識・理解できる知識や技術に限界があり、分業体制が必要であったためである。その結果、組織は細分化され、組織間のすり合わせや調整に多大な時間と労力が必要となっていたわけである。

一方で、AIにはこのような認識や理解の限界が存在しない。したがって、AIを活用することで、組織間の壁を取り払い、すり合わせや利害関係の調整を必須とする活動の多くを取り除くことが可能になる。組織間のすり合わせが大幅に減少し、業務が効率化すれば、労働生産性は飛躍的に向上し、今後ますます人手不足が深刻化する日本の製造業にとって、大きな追い風となるだろう。

このようなAIの活用を実現するには、日本企業が現在後れをとっているデジタル化を加速させ、AIに無形資産を認識・学習させることが不可欠である。前述のとおり、日本企業はグローバル企業と比較して企業規模が小さく、無形資産の量は多くないが、質としては高いものを多く有している。複数の企業が連携して無形資産をAIに認識・学習させることができれば、グローバル企業に対しても競争力を持つ可能性が高い。

現在は、各組織に紐づく個別業務においてAIによる効率化が進められている段階にあるが、次の段階はそれらの業務が連続的にAIによって最適化されるステップである。その段階こそが、日本の製造業がAIを活用し、再びグローバル市場で競争力を持つ業界へ変わるタイミングである。

本論考では、AIの足元の活用状況と将来的な製造業のビジネスモデル・業界変化、そ

して日本の製造業への示唆を提示する。

II 製造業×AIの進化と到達点 (1.0→3.0)

1 1.0～3.0の概要

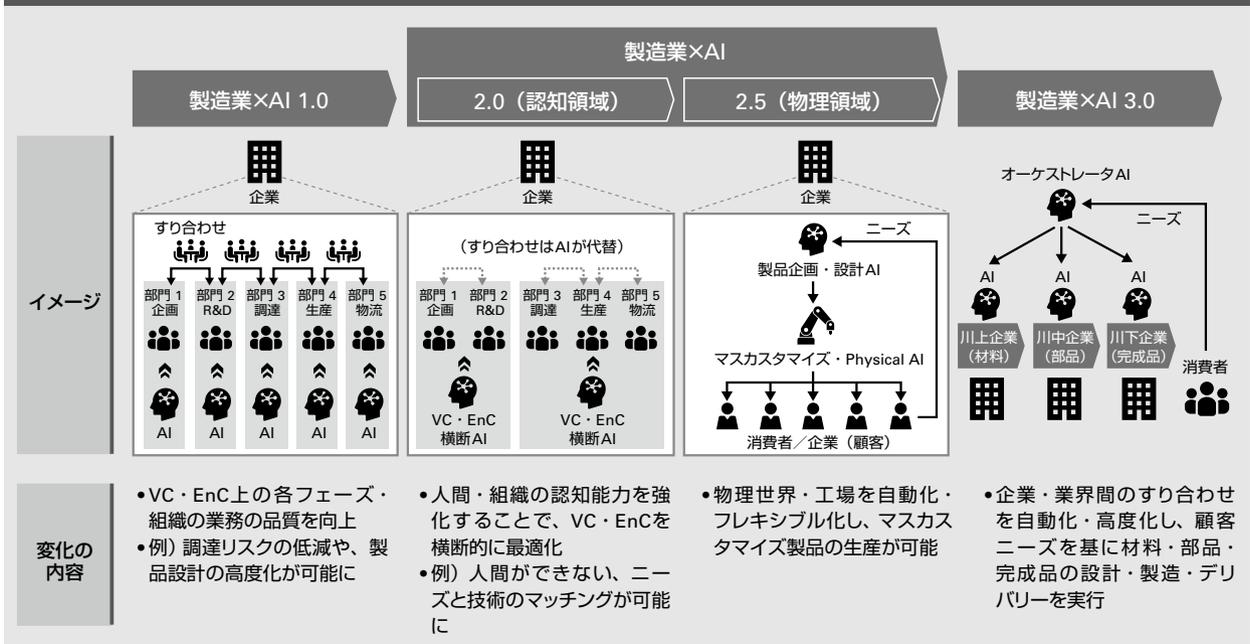
まず、製造業におけるAIを活用したビジネスモデルの進化について、「製造業×AI 1.0～3.0」というステップで提示する（図2）。AI 1.0はAIによって既存業務の効率化・高度化が進む段階（業務高度化フェーズ）、AI 2.0はAIによりビジネスモデルや業界構造が変化する段階を示す（業界再定義フェーズ）。トロント大学のアグラワル教授らの著書『AI経済の勝者』^{※1}では既存の手順の改善にとどまるポイントソリューションと、それにとどまらず相互に関連し合う複数の手順に変化が加わる、システムソリューションという概念が提示されているが、これにのっると、

と、AI 1.0はポイントソリューション、AI 2.0はシステムソリューションといえる。さらにその先の業界や社会の変化がもたらされる段階をAI 3.0とする（社会変革フェーズ）。なおAI 3.0は現時点で技術的実現性や社会的受容性の観点で不透明さがあるものの、有識者による予測なども踏まえバーチャルだけでなくフィジカルの領域にも十分にAIが浸透した場合のSF的な仮説も含んでいる。詳細は後段でも述べるが、ここでは全体像として各ステップの概要を提示する。

製造業×AI 1.0は、すでに実務で活用され始めている段階であり、製品企画、設計・調達などの各業務に対してAIを用いて最適化を図るシステムである。これは、個別業務の高度化を目的としたものである。

次の段階である製造業×AI 2.0は、製造部門を除いた他部門間のすり合わせを通じた意思決定をAIが担当することで、組織横断的

図2 AIを活用したビジネスモデルの進化



な最適化が実現する世界を指す。たとえば、顧客情報やSNSでの反応を基に製品企画から設計までを一気通貫で最適化するようなAIが該当する。

このように、従来の部門を横断する業務にAIが適用されていくと、従来の業務プロセスが変化を見せ始めるとともに、従来の人間の認知限界に合わせた機能・組織モジュール設計が、AI活用を前提とした新たな機能・組織モジュール設計へ変容していく、いわゆるイノベーションが発生し得る。

さらに、AI 2.0とAI 3.0の間の製造業×AI 2.5では、AIの適用範囲が拡張され、柔軟に工程変更が可能なフレキシブルラインなどを活用して、製造部門も含めた最適化が可能となる。これにより、企業内のあらゆる部門の壁を超えて、全体最適を実現するAIとなる。

最終段階である製造業×AI 3.0は、企業間を取りまとめるオーケストレータAIとして機能するものである。顧客情報やSNSでの反応、各企業が持つ無形資産情報を基に、完成品、部品、素材などの製品や業務を企業や業界を超えて最適化することが可能となる。つまり、従来製造業で採用されていた役割分担では、各企業が素材・部品・完成品などの別々の役割を担当し、企業間ですり合わせを実施していたが、オーケストレータAIが実現すれば、これらの企業間のすり合わせが自動化されるということである。また、各企業の役割設計や企業間での役割分担は、人間の認知限界を前提としている設計であるため、オーケストレータAIの出現により、業界内での分担や役割設計自体の見直しを通じた業界再編にもつながり得る。

なお、AI 2.0とAI 3.0の間にAI 2.5という

ステップを設けたのは、製造業において、製品企画・設計・調達などのアウトプットがデジタルデータである領域にAIを適用することと、製造部門というフィジカルな領域にAIを適用することの間には、大きな技術的・運用的な壁が存在すると考えたためである。

以下、これらの各ステップについて詳細に論じていく。

2 1.0~3.0の詳細

(1) 製造業×AI 1.0：ポイント最適 (部門・工程の高度化)

製造業×AI 1.0は、バリューチェーンやエンジニアリングチェーンの各工程に対してAIが導入され、最適化が進められている段階である。具体例としては、AIを用いて顧客情報を基に製品企画を行う、ラフな製品完成像から設計を行う、あるいはコールセンターにおけるサポート業務をAIで代替するなどが挙げられる。すでに多くの業界において、バリューチェーンやエンジニアリングチェーンの各工程に対応したAIソリューションが登場しており、現場での活用も広がりつつある。

今後もさらにプレーヤーとAIの活用は進んでいくと想定され、IDCは2028年までに製造業の半数以上が生成AIを用いて過去のエンジニアリングアーカイブから新たな活用機会を探ると予想し^{注2}、ガートナーは2030年までにサプライチェーン管理ソリューションの半数にはエージェントAIが搭載されると予想^{注3}している。以下、製造業×AI 1.0の具体的な事例を紹介する。

①日揮ホールディングス^{注4}

プラントエンジニアリングを手がける日揮ホールディングスでは、従来、経験豊富なシニアエンジニアが自由度の高い3次元空間に資機材費、施工性、メンテナンス性などの多くの項目を考慮し、プラントのプロットプランを時間をかけて作成していた。それに対してシニアエンジニアの経験の形式知化とAIアルゴリズムを使用し、短時間で複数のプロットプランを作成できるAIシステム「Auto Plot PATHFINDER[®]」を開発した。

このAIシステムにより作成されたプロットプランは同時に定量的指数を提示でき、また、人間が思いつかなかったようなプロットプランを作成することもできる。複数のプロットプランを瞬時に比較しながら、顧客と一緒に最適なプロットプランを決定できるようになった。

②横河電機^{注5}

化学製品などを代表とするプラント業界では、環境問題への対応やサプライチェーンの多様化により、多品種少量生産や変種変量生産が増えてきている。各製品の生産量に応じた生産品目の切り替えが多頻度に必要となり、複雑な判断による制御操作が必要になってくる。そのためオペレーションミスや人材不足・技能伝承の問題が発生し、解決が重要な課題となっている。

横河電機はこの問題を解決するために「AIプラント運転支援ソリューション」を展開している。プラントの各種センサーから取得した温度や圧力などのデータと運転員の過去の操作履歴からAIが操作を学び、プラント運用のAIモデルを作成し、AIモデルと操業中

のデータを使って運転員に対する制御の推奨値やその根拠をガイダンスする機能、さらにAIの推奨値を制御機器に自動入力するオートパイロット機能を有している。ガイダンス機能によって作業の標準化、運転員の負荷低減、若手育成などが期待でき、オートパイロット機能によって手動操作時よりも高頻度で緻密な制御が可能となる。

(2) 製造業×AI 2.0：認知領域の横断最適

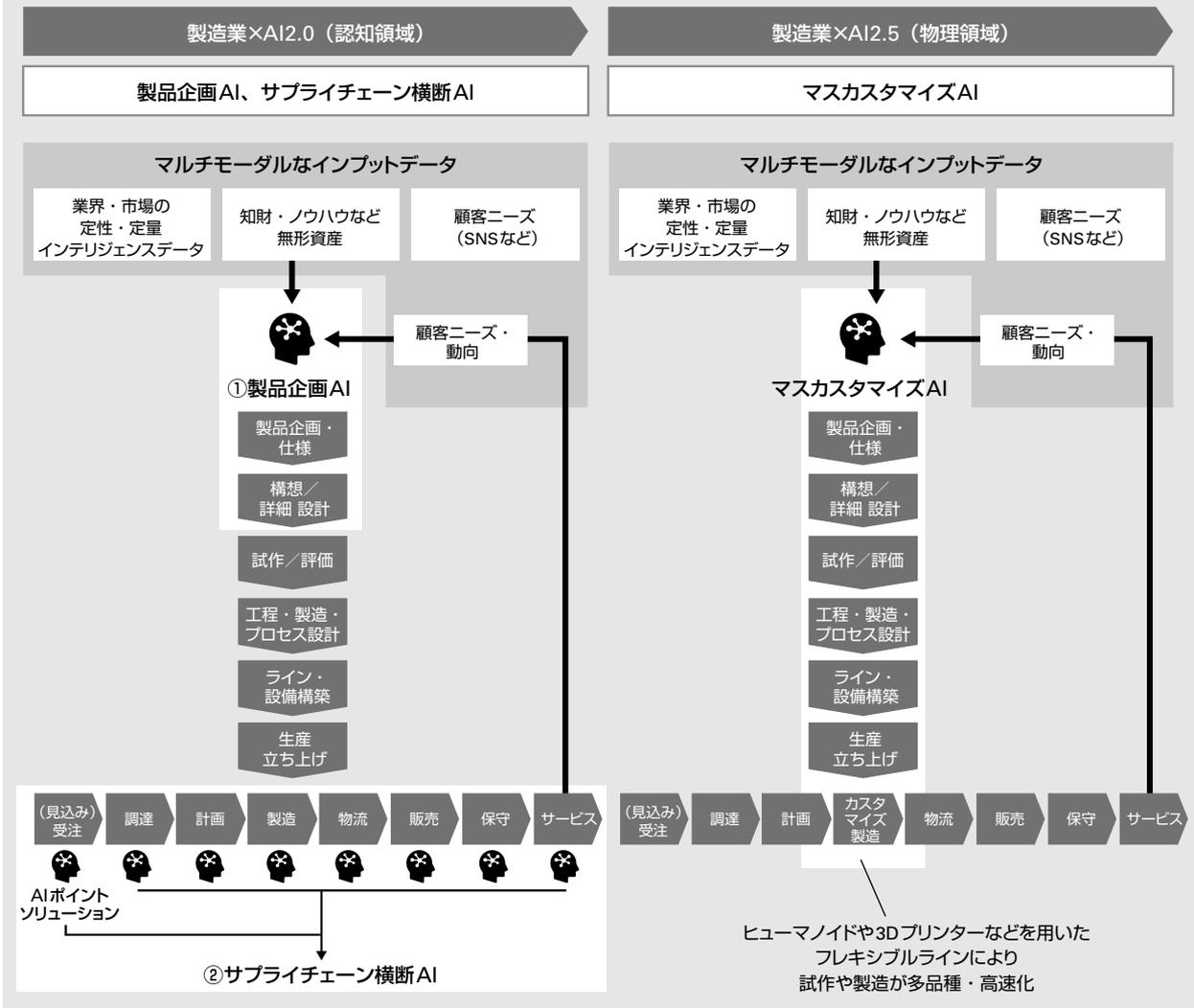
製造業×AI 2.0は、バリューチェーンやエンジニアリングチェーンを横断する形でAIが導入され、横断的な最適化が図られる段階である（図3左）。

製造業×AI 1.0では、各機能・組織に個別にAIが適用されていたが、2.0ではそれらが横断的に接続され、統合的に最適化されるイメージである。第I章で述べたとおり、企業内の業務はさまざまな機能モジュールとして切り分けられ、各機能モジュール（たとえば開発・設計・調達・物流・販売など）に対応した組織が割り当てられている。これらの各機能・組織は、企業全体として製品サービスを開発・製造・販売するための複雑な調整、いわゆるすり合わせを行っている。

製造業×AI 2.0の世界では、これらの機能・組織間のすり合わせをAIが担うことで、すり合わせ工数の削減やすり合わせ精度の向上が見込まれる。ただし、製造工程はフィジカルなアウトプットを伴うため、ほかの工程に比べてAIの適用が遅れる可能性が高いと考える。

具体例としては、製品企画から設計までを一気通貫で最適化する「製品企画AI」や、調達・生産・販売・輸送計画の立案を横断的

図3 製造業×AI 2.0および2.5で登場するAI



に最適化する「サプライチェーン横断AI」が挙げられる。

「製品企画AI」は、顧客情報やSNSでの反応を基に製品企画を行い、そのまま製品図面までを自動生成するAIである。従来はメーカーによる商品企画や設計者による図面設計に長時間を要していたが、AIの活用により、高速かつ大量、そして高品質なアウトプットが可能となる。現在はポイントソリューションとして商品企画AIと設計AIはそれぞ

れすでに登場し始めているので、それらが高度化し、つなぎ合わさるイメージである。

「サプライチェーン横断AI」は、販売予測などを基に、調達・生産・販売・輸送計画を横断的に最適化するAIである。従来は、販売計画を起点に各部門が個別に計画を立て、実行が困難な場合には手戻りが発生し、他部門との調整が必要となっていた。また、トラブル発生時にも部門間での調整が不可欠であった。こうした業務がAIによって不要とな

ることで、業務はスリム化され、トラブル対応にも強くなる。

このように、人間の認知限界を超えたAIの活用により、分断されていた組織が統合され、すり合わせや利害調整が不要となることで、各業務は圧倒的に短縮化されるようになる。現時点では、こうした統合的なAIソリューションはまだ多くは登場していないが、萌芽的な事例として以下のような取り組みが見られる。

①ロバート・ボッシュGmbH^{注6}

ロバート・ボッシュGmbHは、顧客の声や製品から得られるデータを幅広いバリューチェーンおよびエンジニアリングチェーンに反映させるソリューションの開発を積極的に進めている。具体的には、顧客の声を収集するためにSNSやリアルな会話など多様なチャネルを活用し、製品データについては製品に組み込まれたセンサーを通じて継続的に取得している。AIを活用してこれらのデータを分析し、製品の改善点や新たなニーズの抽出、さらにはダウンタイムの削減といった具体的な成果につなげている。

こういったすでに取得している顧客データや製品データが、何らかの課題を解決するためにピンポイントで使用されることは多いが、同社は顧客の声や製品からのデータをピンポイントで活用される単なるデータとして扱わず、バリューチェーンやエンジニアリングチェーン全体に統合し、幅広いシーンで活用できるデータとして扱っていることが特徴である。具体的には、取得された顧客データ（SNSなど）を基にした分析結果を同社のPLM（Product Lifecycle Management）シ

ステムに統合することで、関連する複数の部門が分析から得られた示唆を把握することができる。

これにより、製品設計・製造・マーケティングなどのさまざまな機能における意思決定を高度化することが可能となる。現在はまだ萌芽事例にとどまるが、顧客の声や製品からのデータを基にして、製品設計の自動最適化などまでできるようになれば、より強力なソリューションになることは間違いないだろう。

②o9ソリューションズ^{注7}

o9ソリューションズは、AIを活用したバリューチェーン全体の最適化において先進的な取り組みを行っている。同社のプラットフォームは企業が保有する膨大なデータを統合し、需要予測、供給計画、在庫管理、製造計画、さらには流通や販売戦略に至るまで、サプライチェーン全体を横断的に最適化することを可能にしている。この統合的なアプローチにより、従来の分断されたプロセスでは対応が難しかった市場の変動や需要の急激な変化にも柔軟に対応できるようになる。この例も膨大なデータをそれぞれ単独で扱うのではなく、バリューチェーンや運用・保守・廃棄物循環を含む製品ライフサイクル全体に対して統合的に活用していることが特徴である。こういったソリューションがより高度化し、普及していけば、各部門のすり合わせは必要がなくなり、高速な意思決定が可能となっていく。

これらの事例は、いずれも現状の組織・機能モジュール設計を前提としたAIソリューションの適用を想定している。一方で、製品

企画AIやサプライチェーン横断AIの存在を前提とした場合、これまでの組織・機能モジュール設計が適切であるとは限らない。たとえば、サプライチェーン横断AIによって、調達・物流・販売業務は同一のAIを用いて横断的に最適化される業務として、一つの部門が担い得る。

一方で、サプライチェーン業務にはAIを用いた通常業務の運用だけでなく、さまざまなイレギュラーに臨機応変に対応する機能も必要である。AIによってすべてのイレギュラーに対応できれば問題はないが、予想の範疇を超えたイレギュラーが発生することも想定されるため、サプライチェーンにおける緊急対応を専門とした機能部門の新設なども考えられるのではないか。このように、AIを前提とした新たな業務・機能・組織モジュールの設計が必要になることにも留意されたい。

(3) 製造業×AI 2.5 : Physical AIと マスカスタマイゼーション

製造業×AI 2.5は、AIによって製造工程も含めたバリューチェーンおよびエンジニアリングチェーン全体が横断的に最適化される段階である（図3右）。製造業×AI 2.0では対象外であったフィジカルな製造工程が含まれることで、製品企画から製造までを自律的に進めるAIが実現され得る。上述の製品企画AIに全自動でのPhysical AIが付帯するイメージである。Physical AIの実装は段階的に進むと考えられるが、本稿では製造業×AI 2.5と題した未来予測として、単にPhysical AIが実装されるだけでなく、消費者のニーズにピンポイントかつタイムリーに対応する「マスカスタマイズAI」の登場の可能性に言

及したい。

この段階では、マスカスタマイズを支える技術群が重要な役割を果たす。具体的には、柔軟な制御が可能なフレキシブルライン、あらゆる形状の部品を製造できる3Dプリンター、工程間を自由に搬送できるAGV（無人搬送車）／AMR（自律移動ロボット）、そして柔軟な搬送・組み立て作業が可能なヒューマノイドロボットなどの生産設備と、経済的かつ効率的なマスカスタマイズを支える部品モジュールが製造業×AI 2.5の実現に向けたキーパーツとなる。現時点でヒューマノイドロボットなどの普及は限定的であるものの、BANK OF AMERICA INSTITUTEの予測によると2030年にはヒューマノイドロボットの年間出荷台数が100万台に達するとの見通しがなされており、さらに2060年には世界で30億台が稼働し、1世帯当たり0.7台導入されるとの見通しがなされている^{※8}。

消費者の細かなニーズに対応したマスカスタマイズ製品が実現されることによって、消費者は自分が欲しいと思うようなデザインや形状、性能の製品を入手することができるようになる。消費者としては自己実現の追求や利便性の向上を図ることができ、企業としてはそのような付加価値を従来の製品の価格に乗せて販売することができるので業績拡大にも寄与する。また、今まで少量多品種な製品は自動化しようとしても段取り替えや複数の専用工具が必要で高価な製造ラインになり、人手作業で製造しようとする人件費がかかり、どの場合でも価格が高くなってしまっていた。しかし、フレキシブルラインの登場によって製造を自動化することができれば、少量多品種製品の価格は従来よりも下げられる

可能性もある。

ただ、すべての製品に対してマスカスタマイズが適用されるわけではないという認識も重要である。たとえば、ラグジュアリーブランドの服飾品などは、AIの登場によってむしろ「どのデザイナーが設計したか」「どの職人が手作業で製作したか」といった人間の関与が価値を生むため、マスカスタマイズ化は進みにくい。また、大量生産・大量消費される雑貨や日用品においても、フレキシブルラインではなく従来型の大規模ラインで製造の方がコスト面で有利であり、マスカスタマイズ化は限定的となる。これらの製品においても、設計・企画・マーケティングなど一部の工程ではAIの活用が進む可能性はあるが、全体最適化には至らないため、製品の特性に応じてどの工程でAIを活用するかは慎重に検討する必要がある。

(4) 製造業×AI 3.0：オーケストレータAI

製造業×AI 3.0は、オーケストレータAIが企業間や業界間を横断し、完成品・部品・素材といったバリューチェーン全体を最適化する段階である。このAIは、顧客情報やSNSでの反応を基に、アウトプットイメージを構築し、その製品をつくり上げるために完成品・部品・素材を担う企業の製造業×AI 2.0や2.5に相当するAIに対して、開発や設計、製造の指示を出す役割を担う。

このようなオーケストレータAIは、複数企業が共同で構築した無形資産を集約した大規模なAIとなるため、信頼できる企業間の枠組みが不可欠となる。こうしたAIが実現可能な枠組みとしては、資本関係で結ばれたグループ企業、複数の子会社を持つ総合商社

やコングロマリット企業、資本関係は薄いものの類似した経営思想で形成されるケイレツや財閥などが想定される。これらの企業群は、バリューチェーンの広範な領域に事業を展開しており、近年では株式市場においてコングロマリットディスカウントの評価を受けてきた。しかし、製造業×AI 3.0の世界が実現されれば、こうした幅広い方向に無形資産を持つような企業構造が再び注目を集め、価値を再評価される可能性がある。

また、単に資本関係で結ばれ企業規模の大きな企業によるグループ内データ活用だけでなく、欧州におけるGAIA-Xのように多くの企業間でセキュアな環境においてデータを流通させるという、国家大での取り組みも一手となり得る。

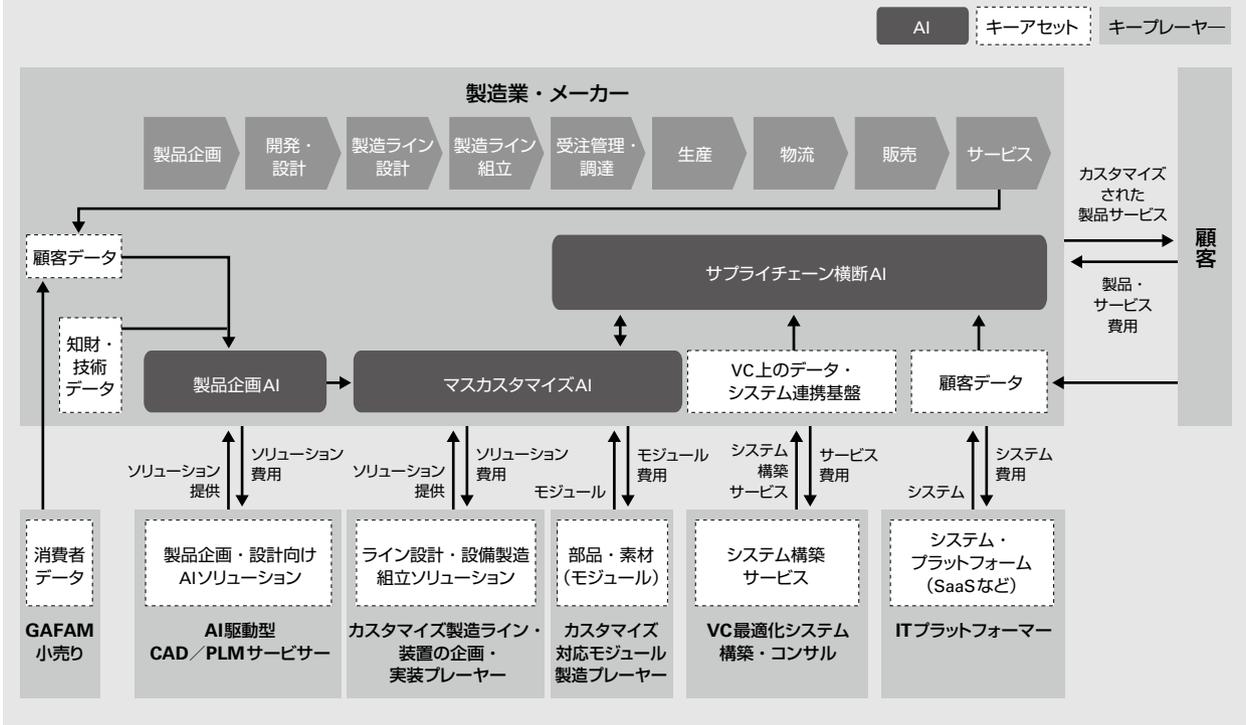
III AI時代における 製造業のキープレイヤーと 業界構造の変化

前章で述べたとおり、製造業×AI 2.0の世界では、「製品企画AI」「サプライチェーン横断AI」が、製造業×AI 2.5の世界では「マスカスタマイズAI」が今後実現され得ると考えられている。本章では、それぞれのAIの実現に向けて、または実現した後どのようなプレイヤーが業界内で力を持つのかについて考察する。以下に登場するキープレイヤーとプレイヤー間の関係性については、図4にまとめている。

1 製品企画AIにおける キープレイヤー

前章で解説したとおり、製品企画AIはこ

図4 製造業のAI活用において力を持つプレイヤーとその関係



これまで経験・勘・高度な属人的スキルに支えられていた製品企画分野において、AIが市場動向やSNSなどの消費者データ、知財・ノウハウなどの無形資産データなどの各種データを統合的に解釈することで、高速・大量・高品質な製品アイデアの創出を可能にするAIである。

このようなAIが実用化される場合、キーマセットとなるのは、①AIの思考プロセスのインプットとなる顧客・技術・知財データ、②企画した製品を設計・製造プロセスに落とし込むためのCAD/PLMといった設計基盤への連携能力、であると考えられる。これらのキーマセットを保有しているプレイヤーは誰であろうか。

第一に現在の大手完成品メーカーやBtoB部品・材料メーカーが考えられる。これらの

企業は長年の事業経験から多くの顧客接点を持つだけでなく、多様な無形資産と設計・製造プロセスを保有している。言い換えると、製造業は多くの特許を含む知的資産を保有しており、製品に紐づいていない遊休資産も含めると大量の有用なデータ群を保有しているといえる。保有する顧客ニーズと技術に関するデータをAIによってマッチングさせ、高付加価値な製品を企画し、最終的に設計・製造までつなげられる大手メーカーは、製品企画AIを活用し得る最も有望なプレイヤーであると考えられる。

第二に総合/専門商社は、多様な産業接地面を通じて多くの顧客データ、特に各企業が抱えている課題やニーズデータを把握しており、大量かつ高品質な顧客データを保有しているという意味で重要なプレイヤーであると

考える。一方、技術や知財は保有していないため、これまで同様メーカーと連携しつつ、商社が保有する多様な顧客データをAIによってレバレッジさせていくことが求められる。

第三に、GAFAMに代表される各種toC向けインターネットサービスを提供するITプラットフォームも、大量の生活者データやサイバー上での顧客動向を保有しているプレーヤーである。特にtoC向けの完成品メーカーとの連携を通じて、競争力のある製品を企画することが期待される。また、ITプラットフォームはAIの構築能力にもたけており、製品企画AI自体を構築し得るポテンシャルを持つため、非常に重要なポジションを担い得るプレーヤーであるといえる。

2 サプライチェーン横断AIにおける キープレーヤー

サプライチェーン横断AIとは、サプライチェーンの各フェーズに適用されたAIポイントソリューションのアウトプットデータや実データを連携させ、プロセス全体の連携を自動化するとともに、モノ売りの収益の最大化と安定化を実現することで、企業の組織間のすり合わせの効率化（すなわち人件費・リスクの低減）に寄与するものである。

このAIを実現するには、①バリューチェーン全体のデータを統合的に管理しつなぎ合わせるシステム・データ基盤、②統合されたシステムを基にバリューチェーン全体で統制の取れた業務を行うオペレーション、の2つがキーとなる。

第一にバリューチェーン横断のデータ統合・可視化・連携を担うためには、各種

SaaSやERP・CRM・SCM基盤を横断的に管理することが必要である。したがって、これらのサービスを提供するITプラットフォームは今日と変わらずにキープレーヤーとなり得る。一方で、あらゆる領域でのデータを統合させ、かつAIを通じた意思決定のサポートまでを高度に実現させたプラットフォームは特に力を持つと想定される。

第二に、各種データをつなぎ込み、意思決定プロセスや業務プロセスをシステム側と連携させるITコンサルタント/SIerも必須プレーヤーと考えられる。

3 マスカスタマイズAIにおける キープレーヤー

マスカスタマイズAIとは、顧客の多様なニーズに合った製品を企画するだけでなく、製造まで可能にするために、製造ラインが製造したい製品に合わせてフレキシブルに変化するPhysical AIを指す。

このPhysical AIを実現するうえで重要なことは、①幅広い製品の製造を可能にするフレキシブルラインの構築能力、②マスカスタマイゼーションのために、特定機能の入れ替えを可能にするモジュールの設計製造能力、であると考えられる。この2つの能力を持つプレーヤーは誰であろうか。

まず、フレキシブルラインを構築し得るプレーヤーは、現在、ファクトリーオートメーション（FA）や産業ロボットを担うFA系メーカー、ロボットの現場への導入を支援するロボットSIerであると考えられる。ヒューマノイドや産業用ロボット・AGV（無人搬送車）などのフィジカルなロボットに対してAIを搭載し、少量多品種の安定生産を実現するに

は、従来の生産計画方法や生産ラインの設計方法のアップデートが必要となる。これらのアップデートはすでに顧客接点や現場を持ちPhysical AIを前提とした実証実験を行うことが可能な、既存プレーヤーたちがフロントランナーとなると想定する。

また、マスカスタマイゼーションの実現に向けては、モジュールの設計力が重要となる^{注9}。多様な製品を材料・部品レベルからカスタマイズしてしまうと、安定的かつ経済合理性のある製造は難しいため、一定の機能を塊として持ち、ほかの機能の塊と入れ替えることでカスタマイズを可能とする「モジュール」の設計・製造力が不可欠となる。モジュールの設計を可能とするためには、最終製品メーカ

と部品・材料メーカーが協業し、モジュールへの機能の持たせ方や切り分け方、モジュール間のインターフェースの標準化を推進する必要がある。

IV 日本の製造業への示唆 (機会と脅威)と提言

1 2.0/2.5で生まれる

機会・脅威と必要アクション

製造業×AI 2.0の世界で実現する「製品企画AI」「サプライチェーン横断AI」、製造業×AI 2.5の世界で実現する「マスカスタマイズAI」、3つのAIが引き起こすバリューチェーン・エンジニアリングチェーンの進化やキ

図5 製造業×AI 2.0～2.5における日本製造業にとっての機会・脅威

製造業×AI 2.0～2.5で起こる変化		国内製造業に発生する機会、脅威			
		企業・業界別	内容	ビジネス方向性、必要な対応	
人間認知限界を超える製品／事業企画実現	① 「顧客・マーケットデータ」の価値拡大 CRMやSNSなどの顧客データから最適な製品企画につなげることが可能に	機会	自動車OEM、機械など最終製品企業	顧客接点を持ち、顧客データを持つ企業の製品企画力が高まる	顧客データを活用したコンサルティング、新規事業、新規製品開発の実施
		脅威	製造業全般、中堅企業、間接販売企業	顧客データを持つ大手製造業や直販企業、小売、巨大IT企業がプライオリティを握る	顧客データを持つ異業種との提携やECなどによる顧客接点の獲得
	② 「無形資産データ」の価値拡大 認知限界や組織の壁でつながらなかった無形資産の組み合わせが可能に	機会	大手製造業(コングロマリット企業)	遊休資産を活用した新規事業創出の容易化	事業部をまたいで、無形資産をAIでマッチングさせる新規事業開発の実施
		脅威	単一事業企業	単一事業企業は新たな無形資産と組み合わせることができず競争力低下	必要なリソースを持つ企業とのアライアンスや業界再編
	③ 「高速設計」による製造品目拡大 製品企画から設計、開発までの期間が短縮。少数ニーズにも対応し、製造する製品数が拡大	機会	ファクトリーオートメーション企業	フレキシブル生産設備ソリューション、受託生産企業の重要性拡大	Physical AI (ヒューマノイド) やAGV、製造システムの開発、販売の実施
		脅威	大手製造業など生産技術が強い企業、ロボットSter	海外受託生産企業の重要性が増し、国内製造業の強いモノづくりの優位性が消失	複数企業でのフレキシブルライン構築、国内受託生産企業の設立

プレーヤーの所在は、前章までで解説したとおりである。

ここまでの記述をまとめ、図5にAIによって引き起こされる大きな変化ポイントと、変化に伴う製造業にとっての機会・脅威をまとめている。

これまで解説したとおり、マーケターや職人が担ってきた製品の企画が、AIによって高速かつ高度に実現される、すなわちAIによって人間の認知限界を超えた製品／事業企画が可能となるが、これはAIがインプットするデータが整備されていることが大前提である。つまり、インプットデータである「①顧客・マーケットデータ」「②無形資産データ」の価値が急拡大することを意味する。

また、製品企画AIやマスカスタマイズAIの実現によって、設計・開発・製造の期間が大幅に短縮するとともに、少量のニーズにも対応できるようになる、すなわち「③高速設計」による製造品目の拡大というバリューチェーン全体に影響を及ぼす変化が起ると考える。

以下では、①～③それぞれの変化がどのような機会・脅威をもたらし、どのような対応が必要かを考察する。

(1) 「顧客・マーケットデータ」の 価値拡大がもたらす機会・脅威と 必要アクション

まず、顧客・マーケットデータの価値拡大とは、CRMやSNSなどを通じて顧客のデータを十分かつ適切な形で抽出することで、これまで人間が捉え切れなかったニーズの把握、または捉えられない角度からのニーズ把握の高速実現を可能にすることを意味する。

この変化は、toC/toBを問わず多様な顧客基盤や販売網を基にした、豊富な顧客データを保有できている大手製造業にとっては大きな機会になり得ると考える。大手企業は豊富な顧客データを活用して新規事業・製品開発が可能となるだけでなく、自社が保有する顧客データを活用したコンサルティング事業や、企画部分の請負なども可能になると考えられる。ただし、AIが適切に顧客データをインプットするためには、自社内で適切にコンタクト履歴やマーケットデータをデータレイクとして構造的に蓄積している必要があるため、自社のデータ蓄積・活用をAI-Readyにしておく必要があることには留意されたい。

一方、日本の製造業の中でも多くの割合を占める中堅企業や、直接の販路を持たない間接販売型企業（すなわち代理店に販売の大部分を委託している企業）は、価値の源泉である顧客データを持たないため、この変化は脅威と捉え得る。これらの企業は顧客データを保有する異業種などとの連携や、自社ECやオウンドメディアを通じた自力での顧客接点の獲得が必要となる

(2) 「無形資産データ」の価値拡大が もたらす機会・脅威と必要アクション

無形資産データの価値の拡大とは、製品・事業を検討する際に、顧客・マーケットデータから抽出したニーズ・課題に訴求する製品・事業を、自社の技術や知財などの無形資産データを基に企画可能になることを意味する。

この変化は、顧客・マーケットデータの場合と同様に、大量の技術・特許を持つ大手製

造業にとっては機会となると考えられる。特にコングロマリット企業は、これまで事業間のシナジーを株主に訴求できずに、コングロマリットディカウントに陥る場合が多かったが、AIによって自社の多様な技術をさまざまな事業で活用することができれば、非常に多様な新製品・事業を検討することが可能になるのではないかと。

一方で、中堅企業や、大手といえども海外企業に比べて集約が進んでいない業界の日本の企業、単一事業の企業は、やはりグローバルに競争力を持つような技術保有量ではないと考えられる。したがってこの変化は脅威として捉えられ、必要な無形資産を持つ企業との共創やアライアンス、業界再編を通じた無形資産データ量の確保が必要アクションになると考える。

(3) 「高速設計」による製造品目の 拡大がもたらす機会・脅威と 必要アクション

高速設計による製造品目の拡大は、実際に少量多品種生産を可能とするフレキシブル生産設備を必要とする。したがって、日本のファクトリーオートメーション系の企業にとっては、大きなビジネスチャンスとなるのではないかと。

ただし、顧客データと技術を持ち、高付加価値な製品を企画できる企業が、少量多品種生産が可能なフレキシブル生産設備を持ち得るとは限らない。なぜならば、フレキシブル生産設備は多様な製品の製造が可能になるが故に一定の冗長性を必要とし、一つの企業が自社の製品だけを生産するために保有するには、あまりに重厚長大な設備と巨額のコスト

がかかる可能性があるからである。したがって、フレキシブル生産機能を外注するインセンティブが働く可能性があり、FA系の企業が受託生産機能を担うという事業機会があり得ると考える。

一方で、現状では上記のような受託生産企業は半導体を中心に海外において発達している。日系企業がこのような受託生産というビジネスモデルに転換できるかどうかは大きなチャレンジになると考えられる。

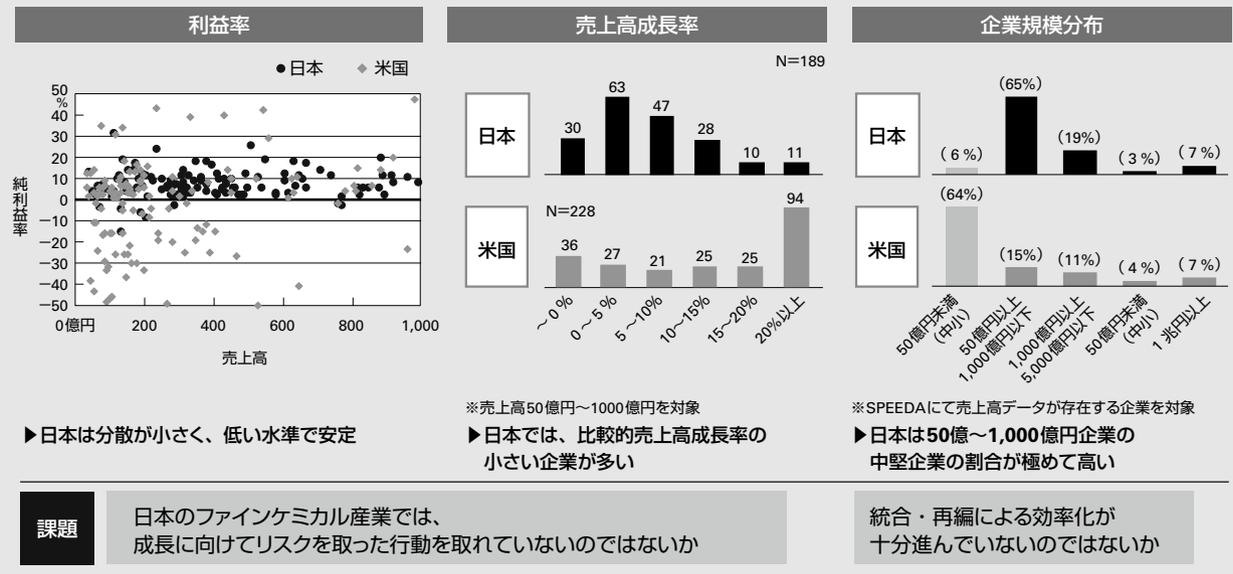
最後に、第Ⅲ章でも述べたとおり、カスタマイズを実現するうえでは、機能モジュールをどのように設計し、各モジュールを誰が担当し、モジュール間のインターフェースをどう標準化するかが重要である。モジュール設計・分担は、最川下のメーカーが担当することが想定されるが、最も重要な課題はモジュール間のインターフェース標準を国際標準へ調和させるのを早期に実現することである。国際標準を戦略的に活用できれば、ネットワーク効果により、事業のスケールアウトが容易となる。もっとも、こうした国際標準化活動の情報収集と調整作業には、多様な業界のプレイヤーの参画とその取りまとめが必要となる。日本国政府による調査、参画や検討作業、提案の主導が求められる。

2 化学産業を例とした 構造課題と必要アクション

前節までで、AIが利用されることによる事業機会や脅威について、製造業という括りで考察した。本節では、特に化学産業を例にとった考察を行う。

筆者が「化学・素材産業の過去・現在・将来の俯瞰と今後に向けた課題・打ち手」（『知

図6 日米のファインケミカル産業における企業比較



出所) 各社IR情報より作成

『2025年3月号)において指摘したとおり、外資系の化学素材メーカーが再編を繰り返してきた歴史と比べて日本の化学産業の再編は進んでおらず、日本における大手総合化学素材メーカーは、グローバルで見ると中堅メーカーといえる(図6)。また、図6右図に示すように、日本と米国の化学素材メーカーの売上規模の分布を見ると、日本は50億~1000億円の売り上げ規模の企業割合が米国に比べて非常に多く、業界としての統合・再編が進んでいないことは明らかである。

日本の化学産業の現状を俯瞰すると、来たるAI時代に向けて解決すべき課題は多いと考えられる。前節で述べたとおり、AI時代では顧客データ・無形資産データの価値が向上し、特に両データを十分な質・量で保有できていることが、新たな競争優位獲得に極めて重要である。

外資グローバルジャイアント企業は歴史的に統合・再編を繰り返し、多様かつ巨大な事業を通じて大量の顧客データと無形資産データを保有していると推測できる。このため、これらの企業はAI時代におけるコアとなるケイパビリティを保有していると考えられる。

一方、日系化学産業は統合・再編が進んでおらず、グローバルジャイアントと比べると、顧客データ・無形資産データの量が不足すると考えられる。ただし、日系化学産業が保有する技術の質は世界に対しても見劣りするわけではない。筆者はさまざまな化学素材メーカーと議論する中で、大手化学素材メーカーはもちろん、多くの中堅化学メーカーがグローバルで見ても強い技術・製品を保有していると感じている。これらの企業の強い技術力と無形資産を束ね、AIがインプットできるようにすることは、日本の産業競争力を維持・向上するために、極めて重要と考え

る。

では、どのようにすれば分散している無形資産を束ねることができるだろうか。現状では、①業界再編の推進、②企業間の共創の促進、③暗号化技術を活用した業界共通の技術データベースの構築の3つの方策が考えられる。

①の業界再編についてはすでに大手総合化学メーカーを中心に石化再編は進行しているが、高付加価値製品を扱うファイン・スペシャリティケミカル産業では、いまだ企業・リソースが分散しているのが現状である。中堅企業は後継者不足や低成長率・利益率に苦しむ傾向にあり、大きな投資などの大胆なアクションは容易ではない。大手企業が石化再編を推進し、健全な経営体制となったうえで、川下のスペシャリティケミカル分野での業界統合が推進される可能性も高い。また、中堅企業の再生や統合は、化学系や商社などの大企業だけでなく、近年市場が拡大しているプライベートエクイティファンドによる貢献もあり得るだろう。

①の業界再編を推進するためにも、②企業間の共創活動を通じた、双方向での技術・事業の親和性や相乗効果、補完関係の見極めが非常に重要な事前アクションになると考える。また、共創活動の中でAIを活用するためにも、欧州におけるGAIA-Xのようにあらゆる企業が参画し、安全性や透明性を担保した形でのデータ流通を可能にしなければならない。さらに、③暗号化技術を用いた業界内の共通データベース（アクセス権制御方式なのでデータスペースと呼ばれることが多い）の構築も必要となる。

共創活動内での共通データベースの構築を

PoCとして推進し、最終的には業界内での共通データベースとして構築されることが望ましい。その結果、日系化学産業にかかわる多くの企業同士が双方にうま味のある形で共創・アライアンスが推進できるだけでなく、グローバルジャイアントに伍する製品力を持つようになるのではないか。

注

- 1 アジェイ・アグラワル、ジョシュア・ガンズ、アヴィ・ゴールドファーブ（著）、小坂恵理（訳）『AI経済の勝者』早川書房、2024年
- 2 IDC 「IDC FutureScape : Worldwide Manufacturing Product and Service Innovation 2024 Predictions」
https://www.idc.com/wp-content/uploads/2025/03/IDC_FutureScape_Worldwide_Manufacturing_Product_and_Service_Innovation_2024_Predictions_-_2023_Oct.pdf
- 3 Gartner 「Gartner Predicts Half of Supply Chain Management Solutions Will Include Agentic AI Capabilities by 2030」(2025/5/21)
<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2025-05-21-gartner-predicts-half-of-supply-chain-management-solutions-will-include-agentic-ai-capabilities-by-2030>
- 4 日揮ホールディングス 「Auto Plot PATHFINDER®（プロットプラン自動設計システム）」
https://www.jgc.com/jp/business/tech-innovation/epc/ap_pathfinder.html
- 5 横河電機 「AIプラント運転支援ソリューション」
<https://www.yokogawa.co.jp/solutions/products-and-services/consultings/operation/ai-plant-ops-sprt/>
- 6 BOSCH 「Plugging into Insights: Integrating Customer Feedback into Smarter Product Innovation」
<https://bosch-sds.com/blog/plugging-into-insights-integrating-customer-feedback-into->

smarter-product-innovation/#:-:text=Incorporating customer feedback is crucial.development aligns with customer sentiments

- 7 日立ソリューションズ「o9 Solutions」
<https://www.hitachi-solutions.co.jp/o9solutions/>
- 8 BANK OF AMERICA INSTITUTE「Transformation Humanoid robots 101」(2025/4/29)
<https://institute.bankofamerica.com/content/dam/transformation/humanoid-robots.pdf>
- 9 Tatsunori HARA, Tomohiko SAKAO, Ryo FUKUSHIMA “Customization of product, service, and product/service system : what and how to design” Mechanical Engineering Reviews (2019/1)

著者

福島 稜 (ふくしまりょう)

野村総合研究所 (NRI) グローバル製造業コンサルティング部 化学・素材グループ シニアコンサルタント

専門は製造業におけるシナリオ・プランニングおよびバックキャスト型戦略立案、新規事業立案など

平島拓朗 (ひらしまたくろう)

野村総合研究所 (NRI) グローバル製造業コンサルティング部 電機・半導体・重電グループ シニアコンサルタント

専門はファクトリーオートメーション領域を中心としたエレクトロニクス業界における事業戦略、新規事業立案など