

制御機器メーカーのソリューション・ビジネス —サービス化による差別化能力の回復—

榎 本 俊 一

要 旨

「製造企業のサービス成長」研究は、市場成熟期にある製造企業の脱成熟化の戦略に関する研究であるとの自己規定にもかかわらず、製造企業が如何にサービス化を通じてコモディティ化を打破して、差別化製品の開発によって競争優位を再確立するかについては、十分、研究を行ってきたとは言いがたい。本稿では、Matthyssens and Vandembemt (2008) の提案した、成熟化と脱成熟化の循環サイクル・モデルに立ち、製造企業がサービス化を通じて革新的な差別化製品を開発し脱成熟化を達成するには、如何なる制度的要件が必要となるかを検討し、安全関連制御機器・装置メーカーの IDEC を事例として制度的要件の妥当性・通用性を検証する。

キーワード：製造企業のサービス成長 (Service-led growth in product firms)、コモディティ化 (Commoditization)、ソリューション (Solution)、製造企業と顧客との協働・協創 (Cooperation and co-creation between manufacturers and their customers)、製品・ソリューションのモジュール化 (Modularization of products and solutions)

I 市場成熟期の製造企業の競争戦略としてのサービス化

1. 転換期にある「製造企業のサービス成長」研究

「製造企業のサービス成長」(Service-led growth in product firms) 研究は、製造企業が市場・産業の成熟化と競争激化に対応して、製品の開発・製造・販売からサービスの開発・販売・提供にシフトしている現象 (e.g. Oliva

and Kallenberg 2003; Tukker 2004; Ulaga and Reinartz 2011) を取り扱うもので、“Go downstream” を訴えた Wise and Baumgartner (1999) が Harvard Business Review に掲載されたのを画期として爆発的成長を遂げ、“Transition to service” モデル、SSC・SSPのサービス分類、顧客・サプライヤーの価値協創など研究の基礎概念を確立してきた。

「製造企業のサービス成長」は、Vandermerwe and Rada (1988) 以来、製造企業の市場成熟化（コモディティ化）への戦略的対応とされ、第一義的には脱成熟化を目標としつつも、取り敢えずは、新たなサービス収益、顧客満足度の向上による市場シェア拡大により企業収益改善を実現するとしてきた (Eggert et al. 2014)。もっとも、現実経営では、市場成熟化の中で市場シェア拡大やサービス収益化は容易ではなく、サービス投資が収益改善に繋がらない“Service paradox” がむしろ通例であった (Gebauer, Fleisch and Friedli 2005)。このため、2010年代半以降、製造企業のサービス化の意義を含めて研究の見直しが始まり、転換期を迎えている。

これまで実務家の期待と草創期以来の研究にもかかわらず、サービス化と企業収益の間には定量的な相関関係は確認できておらず (Suarez, Cusumano, and Kahl 2013; Benedettini, Swink and Neely 2017)、はたして製造企業のサービス化には収益改善効果があるのか、疑義が呈されている。この点、Gebauer, Gustafsson and Witell (2010) は、製造企業が多様なサービスを提供する能力を獲得し、複雑な顧客ニーズに対応できることが企業競争力につながるとし、サービス化の意義は直接的な企業収益への貢献にあらず、製造企業の顧客ニーズ対応能力の拡大にあるとした。

これを受けて、ソフトウェア企業を扱った Suarez, Cusumano, and Kahl (2013) 以降、顧客ニーズ対応能力の向上に関し研究が展開されたが (Lay, Copani, Jäger and Biege 2010; Dachs, Borowiecki, Lay, Jäger and Schartinger 2014; Raddats, Baines, Burton, Story and Zolkiewski 2016)、これらの研究では、サービス化は市場成熟化を克服する、差別化製品による競争優位回復のための戦略 (Wise and Baumgartner 1999) としての扱いが後退し、何故、

顧客ニーズ対応能力向上が市場成熟期の製造企業の成長戦略としてクリティカルであるかが曖昧となっている。

2. “Transition to Service” モデルの見直し

改めてサービス化を市場成熟期の製造企業のイノベーティブな成長戦略として捉え直すには、「製造企業のサービス成長」研究の基本フレームワークに立ち返り再検討を行う必要がある。この点、製造企業のサービス化を製造企業が円滑かつ連続的にサービス・プロバイダに変容していくプロセス (“an unidirectional transition from a pure product manufacturer to a pure service provider along a product-service continuum”) と捉える “Transition to service” モデルを見直す動きがある。

Oliva and Kallenberg (2003) 以来自明視されてきた、このモデルでは、製造企業はサービス提供を、伝統的な部品供給・保守点検・修理等のサービスから、顧客の R & D サポートなり本来業務のアウトソースの引受けなど先進的なサービスに、段階的 (gradual) かつ連続的に (sequential) に高度化させ、“a product-service continuum” 上を不可逆的に製造企業からサービス・プロバイダに変容すると仮定する (Böhm, Eggert and Thiesbrummel 2017; Benedettini, Swink and Neely 2017)。

しかしながら、この単線発展モデルに対しては、既に、2000年代、Johnstone, Dainty and Wilkinson (2008) が、航空機部門の3企業の事例研究に基づき、(a) サービス化の最適戦略は複雑な段階を経て確立する、(b) その過程で製造企業には確かな方針や方向があるわけではなく、ましてや連続的に成長発展していくわけではない、(c) 最適サービス化は、製造企業が顧客の要求のままに動いていたら成立していた、偶発的なものであるとして、実態からの乖離を指摘していた。

2010年代に入り、Martinez et al. (2017) は、エンジニアリング・福祉教育関連3社の事例研究に基づき、製造企業の “service journey” は通説の想定する単線的発展経路を辿らず、複雑な経路を辿り、かつ、サービスについ

でも、伝統的なインダストリアル・サービスから先進的サービスにシフトするわけではなく、同一企業でインダストリアル・サービスから先進的サービスに至る全サービスが混在するのが常態であると指摘した。Johnstone et al. (2008) と Martinez et al. (2017) は限られた製造企業等を対象とした事例研究であるが、“Transition to Service” モデルの通用性を疑義を抱かせるには十分なものだった。

これらを踏まえて、Salonen, Saglam and Hacklin (2017) は、「製造企業のサービス成長」研究における “an unidirectional transition from a pure product manufacturer to a pure service provider along a product-service continuum” の仮定をドグマであると断じ、サービス化は製造企業からサービス・プロバイダへの変容（脱製造企業）ではなく、製造企業が “Good dominant logic” に基づいて製造事業を強化する（reinforcement）するための手段であるとして、「製造企業のサービス成長」のビジネス・モデルの再構築を提案している。

3. 製造企業のサービス化を武器とした脱市場成熟化

では、市場成熟期における、“Good dominant logic” に基づく製造事業の強化（reinforcement）とは何であり、製造事業者は如何にサービス化を企業成長につなげるのだろうか。また、Gebauer et al. (2010) 等がサービス化の意義とした、顧客ニーズ対応能力の向上とは、どのように関連するのか。

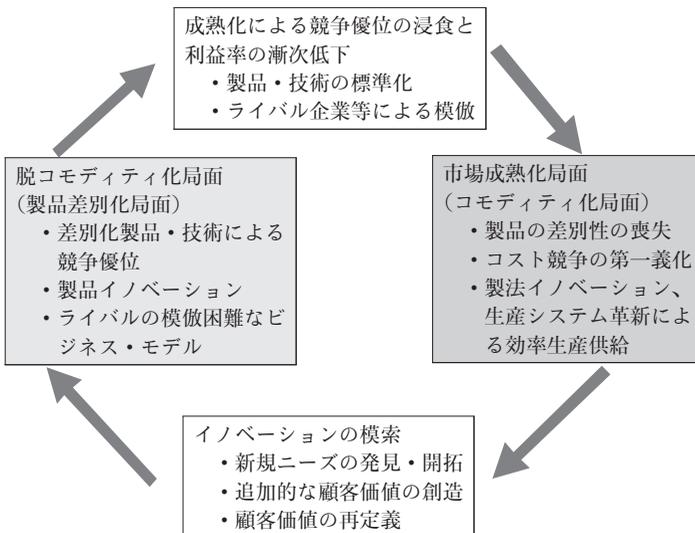
(1) 製造企業の脱「市場成熟化」戦略

Vandermerwe and Rada (1988) 以来、製造企業のサービス化は市場成熟化（コモディティ化）に対する戦略とされてきたが、実際は「製造企業のサービス成長」研究では、“Transition to service” モデルの “a product-service continuum” を念頭に置いて、製造企業のサービス化を如何に進めるかは盛んに研究がなされたが（e.g. Tukker 2004; Neely 2009; Gebauer, Edvardsson, Gustafsson and Witell 2010; Gebauer, Fischer and Fleisch 2010; Raddats and Eas-

ingwood 2010; Ulaga and Reinartz 2011; Kindström and Kowalkowski 2014; Raddats and Kowalkowski 2014)、製造企業のサービス化を脱市場成熟化の観点から考察したものは限られる。

Salonen et al. (2017) が「製造企業のサービス成長」研究の16の基本文献の一つとした Matthyssens and Vandembemt (2008) はその例外の一つであり、Porter (1980, 1985), Barney (2002), Mintzberg (1988) 等競争戦略論の研究成果を踏まえ、市場成熟化（コモディティ化）を、競争優位企業の製品性能・価格面における優位性（差別化能力）が、製品標準化、ライバル企業の模倣等により浸食される事象と捉え、企業は追加的な価値提供又は全く新たな価値の創造により、再び競争優位（差別化能力）を回復することができると考えた。そして、新たな競争優位もやがて標準化や模倣により浸食され、企業は改めて競争優位回復のため価値創造に取り組まなければならないとし、循環モデルを提示している（図1）。

図1 市場成熟化と脱成熟化の循環プロセス



(出所) Matthyssens and Vanddenbempt (2008) に基づき筆者作成

この循環モデルに基づき、Matthyssens and Vandenbempt (2008) は、製造企業の脱市場成熟化戦略を (i) 製品イノベーションによる高付加価値製品の創造、(ii) 生産オペレーション効率化などプロセス・イノベーションによるコスト優位確立、(iii) コスト競争に左右されない高付加価値品セグメントに注力するニッチ市場特化、(iv) サービス・イノベーションによるソリューション・ビジネス創造に類型化し、いわば自明の事として、製造企業のサービス化は4類型のうちの (iv) に該当するとした。

(2) Matthyssens and Vandenbempt (2008) の戦略類型の問題点

Matthyssens and Vandenbempt (2008) による脱成熟化戦略の類型化とサービス化の位置付けは画期的であったが、彼等は敢えてサービス化を製造企業のサービス・プロバイダ成りに限定している。脱製造企業を製造企業の戦略とすることは奇妙であり、サービス化をあくまでも「製造企業」の戦略として捉え、成熟化と脱成熟化の循環サイクルの中で、製造企業がコモディティ化により浸食された競争優位 (差別化能力) を回復する取組 (ないし手段) と考える立場とは、以下の二点において整合しない。

第一に、コモディティ化により、製品性能やコストでの差別化が困難となった成熟化局面において、前項 (1) の (i) 製品イノベーションによる新たな高付加価値製品の創造、(ii) 生産オペレーション効率化などプロセス・イノベーションによるコスト優位の確立は、製品の差別性を回復するための「王道」であり、(iii) は (i) (ii) とは異なり、中核市場における競争優位回復を断念し、自らの競争優位を維持できるニッチ市場に特化する「逃げ」とはいえ、依然、限定された事業領域において競争優位回復を目指しているのに対し、(iv) は中核市場、ニッチ市場を問わず、もはや製造事業での競争優位回復は考えず、新たにソリューション・ビジネスを創造し、サービス・プロバイダとして事業展開しようというものである。(iv) はいわば「脱」製造企業であり、「製造事業」の成熟化と脱成熟化の循環サイクルから外れる取組である。

第二に、Matthyssens and Vandenbempt (2008) は、製造企業のサービス化を (iv) 新規ソリューション・ビジネスの創造と同義とするが、これは短絡に過ぎないだろうか。“Transition to service” モデルでは、製造企業のサービス・プロバイダに向けた不可逆的な移行を想定しており、その究極がソリューション・ビジネスの創造であるのかもしれない。ただし、サービス化は、もともと独立した戦略オプションというよりも、収益確保等の戦略オプションの「手段」として考えられてきたもので (Wise and Baumgartner 1999; Mathieu 2001; Dachs et al. 2014; Neely 2014; Raddats et al. 2016)、(i) (ii) (iii) に並ぶ選択肢 ((iv) サービス・プロバイダ化) であるだけでなく、(i) (ii) (iii) の実現に向けたツールでもあり得る¹⁾。

では、(i) ~ (iii) のツールとしてのサービス化とは何か。製品イノベーションには新たな市場ニーズの把握が前提となる。Suarez et al. (2013), Dachs et al. (2014), Raddats et al. (2016) は、製造企業の顧客ニーズへの対応能力がサービス化を通じて向上することを明らかにしたが、顧客ニーズへの対応能力の向上は顧客ニーズへの深い理解があって始めて可能となる。つまりサービス化は製造企業の顧客ニーズへの理解を深め、理解の深まりが顧客ニーズへの対応能力の向上につながる。

製造企業はサービスを介して顧客関係を緊密化しニーズに細やかに対応することで、顧客の置かれた状況や制約条件を直接に理解し、顧客が自社製品を需要する理由だけでなく、なぜ顧客が特定の製品を需要し選択するかも理解できるようになる。また、製造企業は、サービス化を通じて緊密化した関係をベースとして、顧客と製品開発に関する情報をフィードバックし合うこ

1) Matthyssens and Vandenbempt (2008) の発想は、Oliva and Kallenberg (2003) 以来の “Transition to service” モデルに縛られており、製造企業のサービス化を製造企業からサービス・プロバイダへの変容と考えている。この立場に立てば、製造企業があくまでも製造企業たらんがために、サービスを梃子として差別化能力を回復し、改めて製造事業における競争優位を確立するというロジックは、そこからは導出されない。(iv) のように、製造企業がサービス・プロバイダ化する道、コア事業を製造事業からソリューション・ビジネスに鞍替えする戦略としてサービス化を考えるのが自然である。ただし、これは「脱製造企業」オプションであるので、「製造企業」の市場成熟化と脱成熟化の循環プロセスの中には収まりが悪い。

とで、顧客が現行製品をどのように評価していて、次世代製品に何を期待しているかも理解できるようになる。製造企業はかかる顧客ニーズへの理解を製品開発にフィードバックすることで、従前は不可能だった差別化製品を開発し「市場誘導型（マーケット・プル）イノベーション」を実現できる（Goh and McMahon 2009; Dachs et al. 2014; Chatterji and Fabrizio 2014）。

サービス化を通じた顧客ニーズ理解の深化が製造企業の市場誘導型イノベーションを可能とするという意味で、サービス化は Matthyssens and Vandenbempt (2008) の整理した製造企業の脱成熟化戦略の中で、戦略類型 (i) (iii) を実現するためのツールとしての意義を有することとなる²⁾。製造企業によるソリューション・サービスの創造（サービス・プロバイダ化）と同義であるとする Matthyssens and Vandenbempt (2008) は、サービス化の製品イノベーションのツールとしての面を無視しており、製造企業の脱成熟化におけるサービス化の役割を十全に捉え切れていない。

(3) 市場成熟化と脱成熟化の循環サイクルにおけるサービス化

製品イノベーションには新たなニーズの把握が重要であり、製造企業はサービス化を通じて顧客ニーズへの理解を深め、それを製品開発にフィードバックすることで、市場誘導型イノベーションに起こし得る。改めて市場成熟期の製造企業の戦略的対応を整理し、そこに市場誘導型イノベーションのツールとしてのサービス化を位置付けると、どうなるだろうか。一旦、「製造企業のサービス成長」研究がどのようにサービス化の意義を捉えてきたかを検討した上で、製造業は市場成熟化と脱成熟化の循環サイクルの中で、成熟化に対して如何なるオプションを有するのか、その中で、市場誘導型イノベーションはどのように位置付けられるかを考える。

伝統的に「製造企業のサービス成長」研究は、サービス化の意義を経済的

2) ここで (i) (iii) に限定したのは、コスト優位をもたらす製法イノベーションは、トヨタ生産方式のように製造企業内部のイノベーションであり、顧客との取引や協働関係に基づくサービス化が、(ii) における製造企業の製法イノベーションに寄与する余地は乏しいと考えるが故である。ただし、寄与の可能性は排除しない。

便益、戦略的便益、マーケティングの便益に大別してきた (Oliva and Kallenberg 2003; Baines et al. 2009)。

まず、経済的便益としては、製品付随サービスの有償化による新たな収益源、景気変動に左右されない安定収益の確保等 (Mathieu 2001; Neely 2014)、戦略的便益としては、販売・提供方法の差別化 (サービス付加) によるコモディティ製品の引合い確保等が挙げられ (Robinson, Clarke-Hill and Clarkson 2002)、サービス化は、製造企業が脱成熟化を目指すのではなく、成熟化の状況 (局面) に止まったまま、ライバル企業と競争するための方法と認識されていた。また、マーケティング便益に関しても、製品からサービスへのユーザーの需要シフトへの対応 (Baines and Lightfoot 2014)、顧客ロイヤリティ獲得による引合い確保など (Mathieu 2001)、やはり製造企業が脱成熟化を目指すのではなく、製品コモディティ化を事業展開の前提としたまま、競合企業と競争するための方法として、サービス化は認識されてきた。

「製造企業のサービス成長」研究は、Vandermerwe and Rada (1988) 以来、市場成熟化 (コモディティ化) に対する戦略を扱うものと自己規定してきたことは裏腹に、先行研究は、製造企業がサービス化を通じて市場成熟化を打破し、差別化能力を回復する余地をあまり認めていない。唯一、先行研究も、マーケティング便益の一つとして、製造企業はサービス化を通じた顧客との関係緊密化により、顧客ニーズをより深く理解し、それを製品開発にフィードバックすることで、市場誘導型イノベーションを実現できるとしてきたが (Goh and McMahon 2009; Dachs et al. 2014; Chatterji and Fabrizio 2014)、それは例外的なものとしてであった。

Matthyssens and Vandenbempt (2008) は、先行研究と同様に、製造企業がサービス化により市場誘導型イノベーションを実現する可能性を高くは評価せず、製造企業がサービス化に関連して採り得るオプションはソリューション・ビジネスの創造 (サービス・プロバイダ化) であるとした。やはり、コモディティ化で他社との差別化が困難となった製造企業にとり、製品のコモディティ化そのものの打破こそが「本道」ではないだろうか。差別化製品

の開発によりコモディティ化を打破するには、市場に潜むニーズをライバルに先駆けて発見し、(おそらくは既存製品では応えられない) このニーズを充足できる差別化製品を創り出す必要がある。

この点、サービス化は、製品イノベーションに繋がることにより、製造企業をして市場成熟化を打破し競争優位を再確立させる力を有している。(i) 製品イノベーションによる高付加価値製品の創造、(ii) 生産オペレーション効率化などプロセス・イノベーションによるコスト優位確立、(iii) コスト競争に左右されない高付加価値品セグメントに注力するニッチ市場特化等の戦略オプションと並ぶ形ではないが、サービスは(i)～(iii)のツールとして、市場成熟化と脱成熟化の循環サイクルにおいて、製造企業が市場成熟化を脱する上で重要な役割を果たしている。改めて、Matthyssens and Vandenbempt (2008) の循環モデルに立ち、サービス化の意義・効果を整理すれば表1のとおり。

表1 製造企業のサービス化の意義・効果

“Good dominant logic”に基づく製造事業の強化				脱製造事業
	経済的便益	戦略的便益	マーケティング便益	“Service dominant logic”によるソリューション・サービスの創造(サービス・プロバイダ化)
市場成熟期	製品付随サービスの有償化による新たな収益源の確保 景気変動に左右されない安定収益の確保	販売・提供方法の差別化(サービス付加)による成熟化製品の引合い確保 製品と組み合わせとなる純正部品やサービスの魅力や製品との不可分性による顧客の囲い込み	消費者・ユーザーの製品からサービスへの需要シフトへの対応 顧客ロイヤルティ獲得による引合い確保	
脱成熟化			顧客との関係緊密化により、顧客ニーズを深く理解し、それを製品開発にフィードバックすることで市場誘導型イノベーション	

(出所) 筆者作成

したがって、3. の冒頭の問いに対する回答としては、サービス化は、市場成熟期にある製造企業の脱成熟化に向けた取組において(脱製造企業であ

るサービス・プロバイダ化はさて置き、あくまでも製造企業の“Good dominant logic”に基づく取組としては）特に市場誘導型イノベーションのツールとして重要な役割を担っており、製造企業はサービス化を通じて、顧客関係の緊密化、顧客の事業プロセスにおける協働の機会を得（サービス化の意義である顧客ニーズ対応能力の向上）、それを通じて隠れたニーズを発見し、革新的製品の開発に資する新たな知見・ノウハウを得ることで、ライバルの模倣できない差別化製品の開発と競争優位回復を可能とし得る（「製造企業のサービス成長」）と考える。

4. 研究課題

(1) 実態研究の進まない市場誘導型イノベーション

前項3. のとおり、製造企業がサービス化において、顧客関係の緊密化や顧客の事業プロセスでの協働を通じ、未知のニーズを発見し、次世代製品の開発に資する知見・ノウハウを獲得することで、ライバルの模倣できない差別化製品を開発できるとしても、そのプロセスやメカニズムは実態研究がまだ進んでいない。

例えば、市場成熟期にある製造企業に対して“Go downstream”の重要性を訴えた Wise and Baumgartner (1999) も³⁾、川下の顧客の事業プロセスに関与し、顧客ニーズを直接的に把握し、顧客との協働から、自らの革新的製品の開発に資する知見・ノウハウを獲得できるとしただけで、“Go downstream”の子細については明らかにしていない。制御機器メーカーの Honeywell 社が、ボーイング、エアバス、ロッキード等航空機メーカーとの提携により、航空会社が燃料節約等に活用できる航空誘導システムの開発に成功し、新規事業分野の開拓に成功したことを紹介するに止まる。

また、「製造企業のサービス成長」の古典的研究である Mathieu (2001)

3) Wise and Baumgartner (1999) は“Go downstream”を広く考えており、製造企業のサービス化に限定せず、ユニクロに代表される製販統合、Matthyssens and Vandembemt (2008) がサービス化と同義としたソリューション・ビジネス創造も含めて市場成熟期の製造企業の成長戦略を論じた。

は、サービスをSSP (Service supporting the supplier's products) とSSC (Service supporting the customer's process) に分類し、製造企業と顧客の双方に対するヒアリング及びアンケート調査より、SSCは、顧客の事業プロセスに合わせた高度のカスタマイズと、その開発・提供において顧客との緊密な協働関係を要求することから、製造企業はSSCにより、ライバル企業に対して、より高レベルの差別化が可能となると結論しているが、高度のカスタマイズ、顧客との緊密な協働、高レベルの差別化がどのようなものかについては他日の課題としている。

Vandermerwe and Rada (1988) 以来、「製造企業のサービス成長」研究が自らを市場成熟化に対する戦略を扱うものと規定してきたことを考えると、サービス化が製造企業のコモディティ化脱却に果たす役割に関する研究が乏しいのは不思議であり、Salonen et al. (2017) が改めて研究蓄積を呼びかけているのももっともである。いずれにしても、市場成熟化と脱成熟化の循環モデルを前提として、製造企業が如何に市場成熟化の罟を脱して、差別化製品・技術を開発し、再び競争優位を回復するか、プロセスなり、メカニズムなりを解明する必要があるだろう。

(2) ソリューション研究からの示唆

プロセスの解明、メカニズムの具体化といっても、何らの指針なく研究を進めることは難しい。この点、2000年代半以降、「製造企業のサービス成長」研究において、主流の一つとなっているソリューション研究が示唆を与えてくれるのではないか。

ソリューション研究は、Mathieu (2001) の分類したSSCの最も進んだ形態をソリューション提供と考え (e.g. Penttinen and Palmer 2007; Brax and Jonsson 2010; Matthyssens and Vandembemt 2010; Kindström and Kowalkowski 2014)、製造企業によるソリューション・ビジネスの解明に取り組んできた。彼等によれば、ソリューション・ビジネスはダイナミックな発展し続けるプロセスであり、製造企業は、先進的サービス (“advanced service”)

であるソリューション提供を通じて、顧客関係を緊密化して未知のニーズを発見し、顧客の事業プロセスにおける協働から獲得した知見・ノウハウを活用して、改めてソリューションをライバル企業には模倣できないものに先進化し（e.g. Tuli et al. 2007; Evanschitzky, Wangenheim and Woisetschläger 2011）、そして、そのプロセスを弛まず続けるとする。

製造企業の脱成熟化研究とソリューション研究では、前者がサービス化を通じた差別化製品の創造を取り扱うのに対し、後者は、サービス化を通じた差別化ソリューションの創造を研究テーマとする違いはあるが、製造企業がサービス化を通じて、如何に顧客関係を緊密化して顧客ニーズを把握し、また、顧客との協働を通じて得た知見・ノウハウをどのように新規ビジネス創造に活かすのか扱う点では両者は共通し、製造企業のサービス化を通じた差別化製品開発のプロセスやメカニズムを分析する上でソリューション研究の方法・成果は援用できると考える。

3 (2) に示したように、先行研究では、製造企業はサービスを介して顧客関係を緊密化し、顧客の置かれた状況や制約条件、顧客の製品選択の理由等を直接的に理解し、顧客と協働して製品とサービスの組合せにより課題解決に取り組む過程で得た知見・ノウハウを製品開発にフィードバックすることで、従来可能でなかった差別化製品の開発できるとしたが（Goh and McMahon 2009; Dachs et al. 2014; Chatterji and Fabrizio 2014）、その市場誘導型イノベーションのための制度的要件については具体的な検討を行っていない。

一方、ソリューション・ビジネスにおけるイノベーションに関して、ソリューション研究では、(i) 顧客との長期に渉るリレーショナルな協働関係の構築、(ii) 製造企業と顧客が継続的に価値創造に協働して取り組む「プラットフォーム」の制度的手当て、(iii) 顧客と協働してサービス化に取り組む独立専任機関の設置を制度的要件として考えてきたが（次項 (3) にて詳述）、これらは製造企業のサービス化を通じた脱成熟化（差別化製品開発による競争優位の再構築）においても制度的要件として援用できると考え

る。

(3) 製造企業のサービス化を通じた脱成熟化に関する制度要件

以下、製造企業のサービス化を通じた脱成熟化プロセスの解析において、ソリューション研究から援用可能と考える3つの制度的要件を詳しく見たい。

第一に、顧客と長期間に渉るリレーショナルな協働関係は、Tuli et al. (2007) が Mathieu (2001) を踏まえて「ソリューションの開発・提供に先立ち、ソリューション供給者と顧客の間には、長期間に渉る、協働関係 (“longitudinal, relational processes between the buyer and seller that precede and follow the integration of products and/or services into functional solutions”）」の構築を要するとしたものであるが、製造企業の「市場誘導型イノベーション」でも、制度的要件たり得るだろうか。

本稿で事例研究する制御機器・制御装置ビジネスに限らず、工作機械・ロボット等の資本財ビジネスでは、一般に直販制に代わり販売代理店制が採られ、販売代理店が顧客と長期的関係を結び、コンサルテーションにより顧客のニーズや問題を把握し、顧客とともにソリューションを考案・設計、その上で顧客の製造現場で工作機械システム、ロボット・システムをインテグレーションしており、製造企業は顧客とは販売代理店を通じた間接的関係を持つに過ぎない。

このため、資本財メーカーは、販売代理店のスクリーニングを経た情報しか入手できず、顧客が現行製品を如何に評価しているか、顧客は次世代製品において何を求めるかについては、販売代理店の営業担当の関心なり認識能力なりの「スクリーン」を通過できた情報のみから、判断せざるを得なくなる。販売代理店の営業担当は、自己の担当する現行製品の販売実績により評価が決まることから、顧客が現行製品に不満なり問題なりを感じていたとしても、それらを宥めて、何とか現行製品を使いこなすことを顧客に勧めるであろうし、そもそも次世代製品に関する顧客のアイデアなり要望なりは営業担当の第一義的な関心事項ではない。その結果、製造企業は、市場の飽和化

や製品コモディティ化を打破し、次世代の革新的製品を開発しようにも、販売代理店のスクリーニングを経た、リアル・ニーズから乖離した情報に依存せざるを得ず、その試みは的外れなものとなる懼れが大きい。

Tuli et al. (2007) の言う、製造企業と顧客との長期的な協働関係とは、製造企業が販売代理店制により直接把握が難しくなっている、顧客ニーズを直接的かつ継続的に把握し、顧客と協働して、製品とサービスの組合せにより顧客課題を解決する過程で、次世代の革新的な製品を開発するのに資する知見・ノウハウを自ら獲得するための制度的基盤である。資本財メーカーは市場との直接的コンタクトを欠くために差別化製品の開発において困難に直面するが、「顧客と長期間に渉るリレーショナルな協働関係」の構築により、顧客ニーズを的確に把握し、顧客との協働により得た知見・ノウハウも活かすことで、革新的な差別化製品を開発し、市場の飽和化と製品のコモディティ化を打破できるのではないだろうか。なお、販売代理店制への依存は資本財だけでなく、製造業にも広く共通しており、製造企業がサービス化を通じた脱成熟化に取り組む上で、顧客との長期間に渉るリレーショナルな関係が成功に向けた制度要件になるのではなると考えられる。

第二に、製造企業と顧客との協働関係が単発ではなく長期反復継続されるには、製造企業と顧客が継続的に価値創造に協働して取り組む「プラットフォーム」の制度的手当が必要ではないだろうか。

Aarikka-Stenroos and Jaakkola (2012) は、知識集約型企業の事例研究により、製造企業と顧客のリレーショナルな関係の解明を試み、製造企業と顧客はソリューションの開発・提供に当たり「顧客ニーズの分析、ソリューションの設計・開発、ソリューション実施に必要なプロセスの構築と資源の確保、ソリューション実行に伴い生ずる組織内部の対立の管理、ソリューション実行」(“the buyer and seller engage in diagnosing needs, designing and producing the solution, organizing the process and resources, managing value conflicts, and implementing the solution”)を協働するが、製造企業が先進的サービス(ソリューション)を恒常的なビジネスとして取り組むことで、製造企

業と顧客はソリューションの開発・実行に必要な経営資源を持ち合って統合補完し、ソリューションの開発・実行に至る組織的活動を実施できるとした。製造企業と顧客との長期的協働は、恒常的なビジネス化という「プラットフォーム」が必要であることを示唆した。

また、Storbacka et al. (2016) も「先進的サービスは、製造企業と顧客が経営資源を統合し、サービス提供において価値を協創するのに必要となるインフラストラクチャーを提供するプラットフォーム」(“a platform that brings together the actors and the resources controlled by them, thus providing the needed infrastructure for value co-creation processes to occur during service provision”) とし、製造企業が先進的サービスを恒常的ビジネスとして制度的に取り組む重要性を指摘する。したがって、製造企業はサービス化を通じた「市場誘導型イノベーション」に取り組む上で、単に顧客とリレーショナルな関係を結ぶだけではなく、顧客と長期継続的に協働して価値創造に取り組む「場」ないし「プラットフォーム」を制度的に構築することが必要になると考える。

第三に、ソリューションの協創は、Aarikka-Stenroos and Jaakkola (2012) が分析したように、知識集約化が進めば進むほど、高度の差別化が可能となり、ライバル企業による模倣が困難化するが、それに応じて、営業部門の営業担当の兼務による対応は困難化し、ソリューション専任の独立組織の設立が不可欠となるのではないか。

Oliva and Kallenberg (2003) 以来、「製造企業のサービス成長」研究では、サービス部門の製造部門からの分離独立がサービス化の成功の鍵としてきたが、分離独立のメリットは、第一に、製品の開発・製造・販売に制約されないサービス開発が可能となる、第二に、サービス部門が業績に責任を負うことで収益向上につながり、企業文化をよりサービス志向型に転換できるとされる (Oliva, Gebauer and Brann 2012)。そして、Davies, Brady and Hobday (2007), Gebauer and Kowalkowski (2012) は、高度にサービス化が進んだ段階では、サービス提供の専任組織だけでなく、製品部門とサービス部門の

コーディネートを担当する組織も必要となるとした。

したがって、製造企業のサービス化を通じた「市場誘導型イノベーション」においても、営業担当が営業活動の繁忙の合間を縫って兼務するのではなく、本務として、サービス提供を通じて顧客と緊密な築き、顧客と協働して製品とサービスの組合せによる課題解決を行う独立専任組織が必要であり、さらには、バック・エンドの製品部門とフロント・エンドのサービス化の独立専任組織とのコーディネートを担当する内部組織も重要となると考える。

(4) 製品の組合せによる価値提供とモジュール化

上記の3点の制度的要件、すなわち、(i) 顧客との長期に渉るリレーションな協働関係の構築、(ii) 製造企業と顧客が継続的に価値創造に協働して取り組む「プラットフォーム」の制度的手当て、(iii) 顧客と協働してサービス化に取り組む独立専任機関の設置は、製造企業が本格的に市場誘導型イノベーションに取り組む上での前提となるものであるが、「市場誘導型イノベーション」の差別化製品の開発プロセスにおいて、製造企業が新たに把握した顧客ニーズに基づき、顧客との協働により得た知見・ノウハウを活用して、差別化製品をアイデア段階から試作品に発展させ、試作品を完成品へと成長させていくプロセスに関しては、分析・解明の指針たり得ない。製品開発プロセスからに何か分析の指針を見い出せないだろうか（ソリューション研究で先行研究があればなお善し）。

製品開発プロセスは、事業分野、競争環境、企業条件等により変化し、一つとして同じものがない複雑で多様な営為であるが、製品開発が初期段階では市場ニーズや製品コンセプトの模索に終始し、個々の求めに対して「一品作り」に近いものからスタートし、諸々の試行錯誤を通じて、市場ニーズの絞込みと類型化を進め、そのニーズ類型に応じて製品開発を行って製品のラインアップを整え、最終的に、顧客の広範多岐な課題・ニーズに対応できる「製品カタログ」に纏め上げる点では共通する。

すなわち、製造企業にとり、顧客ニーズに可能な限り応えることは競争上

重要であり、製品開発の初期段階では「一品作り」に近いカスタマイズが行われるが、「一品作り」ビジネスは「規模の経済」が働かず高コスト非効率である。このため、ターゲットとする市場ニーズの絞込みが進み、製品コンセプトも徐々に形を取り始めたならば、製造企業は顧客ニーズを類型化し、製品もその類型に応じて標準化して少品種大量生産することで、「規模の経済」を実現する必要がある。ここでは相反する要求の調整が必要となり、一方では、顧客満足度を上げるために、顧客ニーズに対して「一品作り」に近いカスタマイズ生産をすることが理想となり、一方では、コストを抑制し生産効率を向上させるためには、製品の標準化と品種限定を徹底して、少品種大量生産を行うことが求められる。この両極の間には、「黄金の均衡点」が在るはずであり、顧客ニーズの類型化とそれに対応した製品ラインアップの最適化が重要となる。

また、工作機械システム、ロボット・システムのように、複数の機械・設備・装置など複数の製品から構成される「組合せ製品」については、製品ラインアップの最適化に加えて、製品の組合せを工夫することにより、顧客の多様なニーズに柔軟に応えることが可能である。顧客満足度の点では、ある程度のニーズの絞込みを前提とする製品ラインアップの拡充よりも、むしろ製品の組合せによりニーズの絞込みを回避できる方が好ましく、ライバル企業との競争においても、顧客ニーズに柔軟にカスタマイズ対応できる、豊富な製品群と創意工夫に溢れる製品組合せを開発できた製造企業は競争優位に立つことができる。この製品組合せを更に徹底すれば、製品をモジュール化し、モジュールの組合せにより多様な顧客ニーズに応えることが、「製品カスタマイズ」と「規模の経済」を両立させる優れた選択肢となる。

ここで、「製造企業のサービス成長」研究において「カスタマイズ」と「規模の経済」の両立に関する先行研究を求めると、ソリューションのモジュラー化を論じた Rajala et al. (2018) 等が存在する。Rajala et al. (2018) は、顧客の一つとして同じでない複雑な課題に対してソリューションをカスタマイズする能力が製造企業のサービス化の成否を左右すると考えたが、一方で、

製造企業が顧客ニーズに応じてソリューションを「一品作り」しているのは、顧客の満足度こそ高くなるものの、ビジネスとしては高コストかつ非効率であり持続可能性に欠けるとし、顧客ニーズへのきめ細かなカスタマイズと「規模の経済」によるビジネスの高効率性を両立させるために、ソリューションのモジュール化と、モジュールの組合せにより、顧客の多様なニーズに応える必要があるとした。ただし、Rajala et al. (2018) は、製造企業のサービス化を通じた「市場誘導型イノベーション」にどこまで援用できるだろうか。

Rajala et al. (2018) は、フィンランドのエレベータ・システム及びエスカレータ・システム・メーカーで欧州市場及び世界市場で事業展開する Kone Corporation を研究対象とし、一つ一つの建物について顧客の求めに応じてエレベータ・システム等をカスタマイズ製造していた Kone Corporation が、2000年代に市場成熟化による事業収益低下と製品差別化の困難化に直面して、システムのモジュール化とモジュールの組合せにより顧客の多様な建築ニーズに応えることに取り組み、ライバル企業に対してコスト削減と差別化製品（システム）の開発供給により競争優位に立ったプロセスを分析したものである。

Kone Corporation の一事例研究であることと、Kone Corporation が資本財メーカーであることを踏まえると、Rajala et al. (2018) が製造企業全般に妥当するかについては吟味が必要であるが、少なくとも工作機械システム、ロボット・システムのような複数の機械・設備・装置から構成される製品事業に関しては、Rajala et al. (2018) の研究成果は援用できるのではないだろうか。工作機械、ロボット、制御機器等の製造分野については、脱成熟化に向けて差別化製品の開発を目指す製造企業にとり、顧客ニーズに合わせてシステムをカスタマイズ製造する代わりに、多様な組合せが可能な製品群を構築し、製品の組合せを工夫することで、顧客ニーズに対するカスタマイズ能力を高めつつ、同時に「規模の経済」を追求することが、製品開発プロセスでは重要となるのではないだろうか。

差別化の観点からも、ライバル企業にとり、単一製品を模倣するよりも、

複数製品の組合せによる価値提供を模倣することの方が難しく、製品組合せ化は差別化能力の回復・維持にも貢献する。さらに、製品の組合せを徹底し、Kone Corporationのエレベータ・システム等と同様に、工作機械システム、ロボット・システム等をモジュール化すれば、製造企業はより一層の顧客ニーズへのカスタマイズ能力の向上と「規模の経済」による生産効率性のアップを期待できると同時に、ライバル企業による模倣を一層困難なものとする。

したがって、製造企業のサービス化を通じた脱成熟化において、製造企業が新たに把握した顧客ニーズに基づき、アイデアから試作品、試作品から完成品へと差別化製品を開発するプロセスでは、4 (2) (i) ~ (iii)に加えて、(iv)顧客ニーズの類型化とそれに対応した製品ラインアップの最適化、(v)製品の組合せによる価値提供とモジュール化がその成否を左右し、(iv) (v)を組織的、制度的に追求実現できる製造企業が市場誘導型イノベーションに成功するのではないかと考える。

(5) 本稿の目的

Salonen et al. (2017)の指摘するように、製造企業がサービス化において、顧客関係の緊密化や顧客の事業プロセスでの協働を通じ、未知のニーズを発見し、次世代製品の開発に資する知見・ノウハウを獲得することで、ライバルの模倣できない差別化製品を開発できるとしても、そのプロセスやメカニズムは、実態研究がまだ進んでおらず、サービス化は市場成熟期にある製造企業の成長戦略とされながらも、実務家に対して脱成熟化に関する戦略など十分なフィードバックをしているとは言い難い。

Salonen et al. (2017)はプロセスの解明に向けて実態研究の蓄積を呼びかけているが、本稿では、産業安全・製品安全に係る制御機器及び制御システムのグローバル・メーカーであるIDEC（大阪府大阪市）を対象として、市場成熟期にある製造企業のサービス化を通じた脱成熟化について事例研究を行い、(3)及び(4)に示した制度的要件が市場誘導型イノベーションに

において果たす役割にフォーカスを当てつつ、製造企業による差別化能力の回復と競争優位の再構築のプロセスの実態を明らかにすることで、Salonen et al. (2017) の呼びかけに応えることとしたい。

II 産業安全・機械安全を追求する制御機器メーカー I D E C

1. 企業概要

I D E Cは1947年設立のスイッチ、リレー、タイマー、センサ等制御機器、これら制御機器を組み合わせた制御装置、ファクトリー・オートメーション・システム製品、防爆・防災機器等の製造・販売事業者であり（主要製品群は参考1参照）、資本金100.6億円、連結従業員数3780名（2019年度末現在）のグローバル企業である。

2017年度以降、アニュアル・レポート等で売上高がソリューション単位で集計されるようになり、製品別売上高を把握できなくなったが⁴⁾、2016年度の連結売上高は制御機器製品55.2%、制御装置及びF Aシステム製品14.7%、制御用周辺機器製品11.1%、防爆・防災関連機器製品4.1%、その他の製品14.9%となっている。

1990年代半までのI D E Cは内需中心の事業展開を行っていたが、国内経済の長期低迷を受けて2000年代以降グローバル化に取り組み、2016年には仏A P E M社を買収するなどの積極策を講じた（連結従業員数は2015年度末2222名から2016年度末に3911名に拡大）。その結果、連結売上高に占める海外比率は2010年度36.1%（連結売上高311.6億円のうち海外112.5億円）から2019年度52.0%（連結売上高583.5億円のうち海外303.2億円）と外需中心の事業構造に転換するのに成功している⁵⁾。

4) I D E Cは2017年度以降「ソリューションを中核とした成長」をビジョンに掲げ、2017年度、2018年度決算では、売上高は「H M Iソリューション」、「盤内機器ソリューション」、「オートメーション・ソリューション」、「安全・防爆ソリューション」、「システム」、「その他」に分類。2019年度以降、「スイッチ事業」、「インダストリアルコンポーネンツ事業」、「オートメーション事業／センシング事業」、「安全・防爆事業」、「システム」、「その他」と製品別・ソリューション別の分類が混ざった形で集計されている。

2. 産業安全・機械安全関連製品の開発・製造への専業

I D E C製品は、工場のものづくり現場からオフィスビル、個別作業現場から公共交通システムに至る広範な分野において制御・防爆等のために適用されており（参考2参照）、絶え間ない科学技術の進歩と社会構造の変化に対応して、I D E Cは制御機器・制御装置、防爆・防災機器等について絶えず技術革新を行い、新たな価値を提供することが求められている。このため、I D E Cには、個別顧客に直接対応して、自社製品の活用をコンサルテーションしたりソリューション提供したりする余力がなく、国内・海外を問わず販売代理店制を採用、販売代理店にソリューションを含む販売・サービスを一任して、自らは産業安全・機械安全に係る制御機器及び制御装置の開発・製造に専業してきた。

I D E Cは技術志向型の「ものづくり」企業であり、自社の制御機器及び制御装置の開発・製造における技術優位を維持するため「研究開発・知的財産・国際標準化の三位一体の推進」を基本としてきた⁶⁾。研究開発により新たな技術を創造し、その技術優位を知的財産保護により保護しつつ、同時に自社技術を国際標準化することで、世界市場を開拓⁷⁾。製造開発に専業し、

-
- 5) 2019年度の連結売上高の地域別構成は日本48.0%、米州15.8%、欧州・中東アフリカ地域17.6%、アジア太平洋地域18.6%。I D E Cの2016年度の連結売上高は434.7億円であり、海外比率は36.3%（国内275.8億円、海外158.9億円）であったことから、I D E Cのグローバル展開が2010年代後半に一気に短期間で進んだことが分かる。
- 6) I D E Cによれば「まず、科学技術の進歩と社会構造の変化に対応して技術革新を進める上で、何よりも研究開発が基本となるが、そのためには資本・人材等経営資源の投入が必要となる。資源投入に見合った収益を獲得できない事業は持続可能ではないため、知的財産保護によるライバル企業の模倣防止が欠かせない。また、制御機器、制御機器組合せ制御装置、防爆・防災機器は、産業・社会の広範な分野で、国内外を問わず用いられるため、仮に、各国で各企業が自社基準に基づき製造していたならば、ユーザーは一つ一つの機器・装置が自社設備・システムで使用できるかを検証しなければならず、メーカーも製品流通が阻害されてしまうことから、標準化が重要である」とする。
- 7) 現在、I D E CはH M I（Human-Machine Interface）をコンセプトとして「研究開発+知財+国際標準化」三位一体の事業展開を進めている。H M Iとは、1990年代以降、ものづくり現場で「人と機械の共存」する環境が主流となったことを踏まえ、生産性・安全性を同時に配慮した機械・設備を提供して行こうという理念である。I o Tにより自動化・制御ニーズはものづくり現場だけでなく病院・店舗から一般家

販売・サービスを販売代理店制に任せるビジネス・モデルは、I D E Cをして、限られた経営資源を有効活用して自社の技術力に基づく競争優位を維持することを可能としたきたが、一方では、ユーザーとの間接的な関係は、新たな産業安全・機械安全ニーズの発見・認識や、見落としていた自社製品の用途・可能性の発見を困難とする問題点も内包していた。

3. I D E Cの3次に渉るサービス化への挑戦

I D E Cは長らく産業安全・製品安全に係る制御機器及び制御システムの開発製造に専業してきたが、1990年代半以降、安全関連機器ビジネスの成熟化の問題に直面し、これまで3次に渉り脱成熟化に向けてサービス化に挑んできた。

1990年代末、ユーザー企業向けセミナーを活用し、顧客ニーズの直接把握による新製品開発を試みたが、専任組織なく、期初の成果を挙げられないままに終わったが、1990年代末、改めて自社工場向けに開発した「ロボット制御型セル生産システム」の外販化・ソリューション化を試み、専任完全子会社I D E Cオートメーションを設立して本格展開を狙ったが、2008年のリーマン危機に起因する世界景気後退により販路開拓が難航、再び事業化を断念した。

2回の挑戦が不発に終わった後の2010年代、世界経済が中国経済の成長に牽引される形で力強い成長を続けると、製造企業には先進国・新興国を問わず短納期・変種変量の引合いが殺到し、生産ラインの自動化・ロボット化が推進される。その結果、「人と機械の隔離」を原則としてきた製造現場では「人と機械の協働」が常態化し、新たな安全確保が求められることとなる。これに対し、2010年代半、I D E Cは産業安全・機械安全に係る技術・ノウハウを活かして、「人と機械の協働」環境における安全関連機器の開発・製造と安全確保ソリューションのビジネス化に挑む。

庭にも広がるが、今後、人と機械の共存に配慮した安全・安心の確保はますます重要な社会テーマになるとI D E Cは判断している。

この3回目の挑戦では、先行する2回のチャレンジと異なり、IDECはソリューション・ビジネスの立上げに成功する。企業買収したFAシステム・インテグレータにソリューションを担わせ、IDECは顧客より直接的にニーズを把握し、顧客との協働で得た知見・ノウハウを活かして、「人と機械の協働」環境における安全確保に関して差別化製品を開発し、市場成熟化により浸食された差別化能力を回復させる。

では、第3回の挑戦は1990年代末、2000年代央のものとは如何なる違いがあり、成功できたのだろうか。I 4. で先行研究より導出した、(i) 顧客との長期に渉るリレーショナルな協働関係の構築、(ii) 製造企業と顧客が継続的に価値創造に協働して取り組む「プラットフォーム」の制度的手当て、(iii) 顧客と協働してサービス化に取り組む独立専任機関の設置、(iv) 顧客ニーズの類型化とそれに対応した製品ラインアップの最適化、(v) 製品の組合せによる価値提供とモジュール化の5つのポイントにフォーカスしつつ、製造企業のサービス化を通じた脱成熟化プロセスを吟味する。

III 1990年代末のサービス化の萌芽的試み

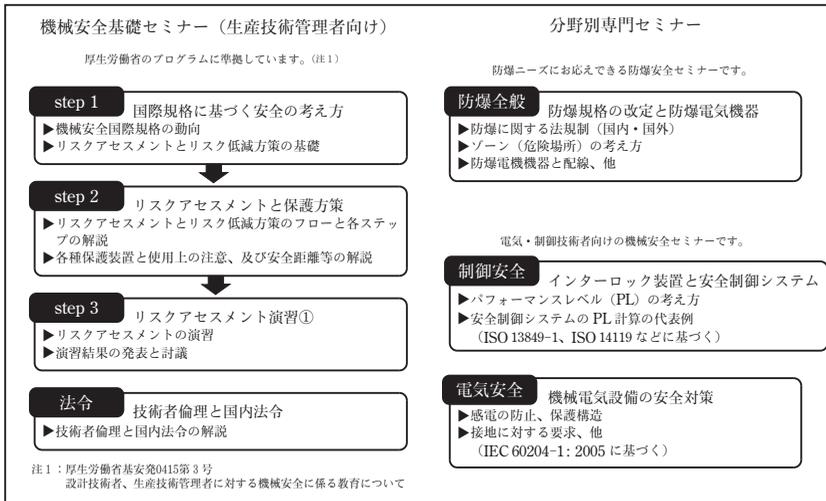
～1990年代以降の制御機器・制御装置の市場成熟化への対応～

1. 市場成熟化の打破とサービス化

1980年代、産業安全・機械安全に係る制御機器・制御装置、防爆・防災機器は技術的に成熟し、新たなイノベーションは次第に困難となる。1990年代初、バブル崩壊により国内経済が長期停滞に陥り、民間設備投資が低迷すると、制御機器・制御装置等への需要も落ち込み、コモディティ化していた制御機器・制御装置事業は一層の苦境に陥る。こうした中、IDECは、現状を打破するブレイクスルーを求めて、新たな安全ニーズを発見し、ライバル企業の容易に模倣できない差別化製品を開発し、新たな企業成長を実現する道を模索する。

「製造企業のサービス成長」研究では、市場成熟期にある製造企業が、先進的サービスを介して顧客関係を緊密化し、顧客との協働過程で得た知見・

図2 I D E C主催の産業安全・機械安全セミナー



（出所）I D E C資料

ノウハウを新たな競争優位の構築に繋げることを提案する（Tuli et al. 2007）。ここでは、製造企業が先進的なサービスを通じて顧客と直接的にコンタクトする機会を得ることを想定しているが、I D E Cでは、販売代理店がユーザーにコンサルティングを行ってニーズを把握し、I D E C製品を用いて最適なソリューションを設計、顧客の工場・プラント等でシステム構築を行い、さらにはアフター・サービスにも対応するビジネス・モデルを採ってきた。I D E Cの顧客ニーズ把握は販売代理店を通じた間接的なものであり、市場成熟化を打破する画期的な製品・技術の開発につながる知見を得るには、顧客との距離が遠く、限界があった。

その結果、I D E Cは市場成熟化に対して有効な手が打てないまま時を打ち過ぎることとなり、1990年代後半ともなると、最早これ以上の問題放置はできず、一日も早く産業安全・機械安全に係る新たなニーズを発見し、差別化製品を開発・上市しなければならない事態に陥った。そこで、1990年代末、I D E Cは、従来、安全・防爆に関する技術講習と、制御機器・制御装置、

防爆・防災機器等の活用に関する啓蒙普及・指導相談を主たる内容としてきた、自社主催「産業安全・機械安全セミナー」等を活用し、顧客ニーズの直接把握と製品開発へのフィードバックを試みる。

2. ユーザー向けセミナーを活用した顧客ニーズ把握

(1) 産業安全・機械安全セミナー

工場の機械設備・生産ライン、化学プラントでは、事故災害防止のために、安全スイッチ、ロック式安全スイッチ、非接触式安全スイッチ、非常停止用押しボタンスイッチ、イネーブルスイッチ、ライトカーテン、レーザスキャナ、安全リレーモジュール、安全コントローラ、強制ガイド式リレーなどの珍しい安全機器が用いられるが、たとえ生産技術専門家であっても、工場・プラント等で用いられる、全ての安全機器とその用法に通じていることは稀である。

このため、I D E Cはセット・メーカー、エンド・ユーザー等を対象として産業安全・機械安全セミナーを開催、自社の制御機器、制御機器組合せ制御装置、防爆・防災機器等を活用して、如何に産業安全・機械安全を実現するかを啓蒙普及・指導相談してきた。1990年代以降、顧客メーカーが海外生産展開を加速すると、国内法令・指針だけでなく、国際規格に適合した各種機械装置の安全対策に重点を置く配慮を行い、顧客メーカーのグローバル展開をサポートしている。

I D E Cは、脱成熟化に向けて製品イノベーションを実現する上で、多数の製品ユーザーの参加、特に、大口需要者であるグローバル大手メーカーの参加が期待できる産業安全・機械安全セミナーに着眼。アンケートだけでなく、ユーザーからの相談に応じてコンサルテーションを実施し、顧客ニーズを直接把握し、製品開発にフィードバックすることを想定。1990年代後半以降、I D E Cは販売代理店を通じた顧客ニーズ把握だけでなく、直接的に顧客からニーズを把握し、製品・アプリケーション（参考3参照）の新規開発に取り組もうとした。

(2) 防爆セミナー

また、I D E Cは1953年の防爆形白熱灯照明器具E形の開発以来、防爆技術・製品の開発・供給に取り組む傍ら、セット・メーカー、エンド・ユーザー等を対象として「防爆セミナー」を開催してきた。

防爆とは、石油化学プラント・塗装作業場・ガソリン給油所の他、半導体製造でのアルコール洗浄工程、揮発材料を添加する化粧品・食品の製造工程など、「爆発性ガス危険雰囲気」（爆発性ガスが存在し、空気と混合して濃度が爆発限界内にある状態）を生成するおそれのある危険場所において、電気機器から発生する火花や高温によるガス蒸気の爆発を防ぎ、電気機器を安全に使用することであるが（参考4参照）、防爆電気配線に関して「電気設備技術基準」「ユーザーのための工場防爆電気設備ガイド（2012）」「工場電気設備防爆指針」に要件が示されているものの、これらが適正に施工されたかを検証する制度や機関がない。このため、顧客はかねてよりI D E Cに対して、I D E C製品を活用したケーブル配線工事、電線管配線工事等が適切に施工されているかを検証・指導するよう要望。

制御機器・制御装置は、製品種及び用途が広範多岐に涉り、製品使用のパターン化が難しく、顧客の個別ケアが不可欠であったため、I D E Cは販売代理店に顧客対応を一任してきたが、防爆では、設備工事のパターン化が一定程度可能だったことから、I D E Cは大口顧客については、販売代理店を通さず、直接コンサルテーションを行い、顧客工場等に最適化した防爆プランを提案してきた。そこで、I D E Cは防爆セミナーにおける顧客対応を更に強化し、顧客ニーズの直接把握を図り、新製品開発にフィードバックしようとした。

3. 1990年代末のI D E Cの取組の限界

I D E Cは産業安全・機械安全セミナー等を活用して、エンド・ユーザー等からの相談に応じてコンサルテーションを実施し、顧客ニーズを直接的に把握することを試みた。確かに、制御機器・装置の開発に部分的なプラスは

あったものの、結果的には、1990年代の国内経済の長期停滞を背景として制御機器・装置市場が成長性を喪い低迷する中で、I D E C が置かれた閉塞的な状況を打破するまでには至らなかった。I 4. のポイント等に照らすと、製造企業の脱市場成熟化戦略として、I D E C の試みは以下の4点において中途半端なものであった。

第一に、国内経済の長期停滞により民間設備投資が低迷し、制御機器・制御装置市場が停滞する中では、いくら個別制御機器・装置のレベルで新製品なり新規用途をインクレメンタルに開拓したとしても、制御機器・制御装置ビジネス全体では「大海の一滴」に止まり、市場成熟化打破の実効性に乏しかった。成熟化製品に代わる、革新的な次世代製品の開発には、市場の奥底で蠢き出しつつあるニーズを把握し、物事の見方を一新する必要があった。

第二に、市場の奥底で蠢き出しつつあるニーズを捉え、革新的な制御機器・制御装置の開発につながる知見を得るには、Tuli et al. (2007) の提示したように、製造企業はユーザーの事業プロセスに関与し、ユーザーの工場・プラント等において制御機器・制御装置等が如何に活用されているか等を把握する必要があるが、安全関連セミナーで製品使用等に関する相談・指導事務を担当する、営業担当が兼務の形で処理できるタスクではそもそもなく、I D E C は顧客の事業プロセスに関与しソリューション実行等を協働するまでには至らなかった。すなわち、「顧客との長期に渉るリレーショナルな協働関係の構築」「製造企業と顧客が継続的に価値創造に協働して取り組む『プラットフォーム』の制度的手当て」ができなかった。

第三に、I D E C のビジネス発想は制御機器・制御装置など製品単位であり、個別製品の性能・用途に関心が集中していたため、自社の制御機器・制御装置を組み合わせ、顧客の課題を解決するなどのシステムの思考が弱体であった。営業担当は自己の担当する個別製品の売上高により業績評価され、仮に、I D E C の製品ラインアップから、自己が担当するか否かを問わず、最適製品を組み合わせ、顧客の工場・プラント全体の産業安全を改善しても評価に繋がらない。自ずと営業担当の発想は製品単位に止まり、顧客から直

接ニーズを聴き出すチャンスを与えられても、産業安全・機械安全システム全体のイノベーションに繋がれなかった。かかる状況では、「顧客ニーズの類型化とそれに対応した製品ラインアップの最適化」「製品の組合せによる価値提供とモジュール化」は、当時のI D E Cの手に余った。

第四に、現状に縛られた発想や思考を打破し、セミナー等を通じて顧客から把握したニーズを次世代差別化製品の創造につなげるには、顧客とのコンサルテーション、顧客ニーズに基づくソリューション提案等は、営業担当の兼務に代わり、独立した専門組織に委ねる必要があるが、I D E Cでは、「顧客と協働してサービス化に取り組む独立専任機関の設置」はなされなかった。1990年代後半以降の業績悪化により組織新設の余力がなかったこともあるが、営業担当が業務の繁忙の合間を縫って顧客に対応するため、試みは目的を達成できず、萌芽のまま終わらざるを得なかった。

IV 2000年代半の「セル生産システム」ロボット化関連事業

1990年代末、I D E Cは制御機器・制御装置等の市場成熟化に対応して、ユーザー向けセミナーを活用し、顧客ニーズを直接把握し、新製品開発に活かそうとしたが、試みは不発に終わった。しかし、依然、成熟化打破の必要には変わりなく、I D E Cにはブレークスルーが必要だった。1990年代半以降、自社工場のロボット導入過程でセル生産システムのロボット化も実現していたI D E Cは、その知見・ノウハウを基にして、セル生産のロボット制御化をビジネス化できないかを検討する。

1. I D E Cによる「ロボット制御型セル生産システム」開発

では、I D E Cがビジネス化しようとした「ロボット制御型セル生産システム」はどのようなものであっただろうか。

(1) セル生産システムのロボット化ニーズ

1990年代は円高により海外に量産機能が移転されたことに伴い、国内工場

は高付加価値品の多品種少量生産拠点に転換し、セル生産システムが大幅に導入された。セル生産は、少人数の作業者を囲むように機械や部品を限られたスペースに配置し、1人に複数の作業を割り当てて生産効率を高める手法であり、生産品目の切替えが柔軟に実行できるため多品種少量生産に適合したが、生産効率は個別作業者の能力に依存し、人間には腕が2本しかないため同時処理できる作業は限られた。多数の部品を要する、構造の複雑な製品になればなるほど、作業者の「手」が部品トレーと作業台の間を往復する回数・時間が増えてしまい、人には体力・気力等に限りあることから、人手では生産効率の改善には限界があった。

一方、1990年代の国内工場では、1980年代のF A化に引き続き、ロボット導入がグローバル製造企業により主導され、生産ラインの自動化による生産効率化が追求されたが、人手に依存するセル生産システムが生産ラインに存在するため、生産ラインの自動化率が低下し生産効率の改善効果も相殺されてしまうことが問題となった。このため、セル生産システムのロボット化が課題となり、1990年代半以降、I D E Cも自社工場のセル生産システムのロボット化に取り組み、5年間の歳月を費やして汎用多関節ロボットを応用したアSEMBル・ショップを開発、2000年に制御装置を製造する滝野事業所(兵庫県)に本格導入した。

(2) I D E Cのロボット制御型セル生産システム

I D E C汎用多関節ロボットを応用したアSEMBル・ショップとは、複数の「指」を持ち「千手観音」を思わせる多関節ロボットをセル生産システムに導入することで、セル生産を自動化し、生産効率向上を図る新機軸だった⁸⁾。

8) 「千手観音ロボ」のメリットは以下三点に要約できる。

- ①ロボットハンドには保持具が最大8組装着、8種類の部品を一気に掴んで運び、組立可能
- ②保持具には、部品を外側から挟んでつかむ指、部品の内側から押し広げるようにつかむ指、部品を押し込むため1本指を装備。組立中の半製品を持ち上げて向きを変え、再び治具に固定するのが可能で、これらを使い分けて製品を組み立て。
- ③製品の種類に応じて、指先の大きさや数、その組合せが異なるロボットハンドを用

I D E Cによれば、2000年のアSEMBル・ショッパ導入により、それまで人手では1個当たり数分かかったスイッチ・リレーの組立を90秒に短縮することに成功。その後の機構の軽量化や部品供給速度の向上等により、2005年には、部品点数14個の製品を18秒で生産できるようになり、2006年にはロボットハンドの樹脂化により動作速度を5%向上させ、セル生産の対象製品も2000年12種から180種に拡大することに成功する（日経企業活動情報2006年4月17日付）。

2. 「ロボット制御型セル生産システム」のビジネス化

(1) I D E Cオートメーションの設立

I D E Cのセル生産システムのロボット化は、2005年に「ロボット制御型セル生産システム」として、経済産業省主催の第1回「ものづくり日本大賞・優秀賞」を受賞する。この受賞を機として、I D E Cは自社工場におけるロボット制御型セル生産システムの開発成果をビジネス化すべく、2006年、工場の品質管理と製造工程の自動化を支援する完全子会社であるI D E Cオートメーション（資本金8000万円、従業員10名）を設立する。

I D E Cは自動車関連向けにトレーサビリティ（生産履歴の追跡・管理）製品（小形固定式2次元コードリーダー「Matrix300N」等）⁹⁾を開発・供給しているが、I D E Cオートメーションは、まず自動車関連メーカー向けトレーサビリティ関連ビジネスからスタートし、順調な滑出しを見せる¹⁰⁾。

意。アSEMBル・ショッパの内部にロボットハンドの格納スペースを設け、ロボットが必要に応じてロボットハンドを交換（生産品目を短時間で自動切替え可能）。

- 9) 自動車メーカー及び同部品メーカーでは、1車種に必要な3～4万点の部品のトレーサビリティを確保するため、部品にレーザでコードを印字しているが、金属部品のように光沢の強い部品の場合、照明の種類や設置条件でコードが不鮮明になりやすく、コードリーダーで読み取れないことがあり、自動車メーカー等は外乱光の影響を受けない位置までラインをずらしたり、コードリーダー専用の照明を用意したりしてきたが、問題解決できなかった。そこで、I D E Cは、8つのLEDを内蔵し、部品を8セクターに分けて照明の照度を最適化しコードを正確に読み取る「Matrix300N」等を開発。
- 10) I D E Cオートメーションは、自動車メーカー及び同部品メーカーが生産ラインに「Matrix300N」等を設置するのをサポート。元々、トレーサビリティ関連事業はI D

(2) 「ロボット制御型セル生産システム」関連ビジネス

I D E Cは自動車関連メーカー向けトレーサビリティ関連ビジネスの順調なスタートを見て、2007年よりI D E Cオートメーションに対し「ロボット制御セル生産システム」のビジネス化に着手させる。しかしながら、事業目的が、I D E Cが滝野事務所でセル生産システムのロボット化のため開発した「千手観音ロボ」の販売促進が目的であるのか、あるいは、顧客工場のセル生産システムのロボット化を請け負うインテグレーション・ビジネスであるのか曖昧であり、事業立上げが難航する。

第一に、「千手観音ロボ」とは、複数の指を持つ多関節ロボットであり、セル生産システムに実装することで、人手による複数の加工作業をロボットに代替できる新機軸だったが、I D E Cで制御機器・制御装置の製造を担う滝野事業所の生産ニーズ、生産ライン等に最適化されており、顧客メーカーの製造現場に導入するには大幅な手直しやカスタマイズが必要であり、一般商品化は時期尚早だった。このため、「千手観音ロボ」の販売促進をI D E Cオートメーションに求めるのには無理があった。

第二に、I D E Cは、自社からスピノフする形でI D E Cオートメーションを設立し、工場の品質管理と製造工程の自動化に対する支援ビジネスを担わせたが、創業メンバーの10名の従業員には、F A化及びロボット化に関するビジネス実績はなく、I D E Cオートメーションは、F Aシステム、ロボット・システムのインテグレーションを専門とする企業に匹敵できる知見・ノウハウを欠いた。インテグレーション・ビジネスの立上げと収益事業化がミッションであったとすると、これもまたI D E Cオートメーションにはハードルの高いタスクだった。

E Cのトレーサビリティ製品部門が担当し、顧客メーカーが生産ラインにMatrix 300 N等を実装するに当たり、最適な製品選択と最適な製品設置方法について指導・助言。I D E Cオートメーションもシステム・インテグレータとしてMatrix 300N等を実装するわけではなく、顧客メーカーがMatrix 300N等を実装。目的はI D E C製品の販売促進。

(3) ソリューション・ビジネス化の頓挫

2001年以降、円ドル相場が円安局面に移行し、2002年初～2008年初に力強さに欠けるものの景気拡大（いざなぎ景気）が続いたことから、国内メーカーでは、シャープの亀山モデルに代表される国内生産回帰の動きが生じ、国内工場の生産能力増強が図られた。国内メーカーは、人手に依存するセル生産システムをロボット化し、人件費抑制と生産効率向上を図ろうとして、IDECのソリューションにも関心を寄せたことから、当初、IDECの試みは順調なスタートを切ったかに見えた。

ところが、IDECオートメーションが「ロボット制御型セル生産システム」ビジネスの立上げに苦戦している最中、2008年にリーマン危機が発生。急激な世界景気後退により、国内メーカーが設備投資を抑制し、不採算事業の大規模リストラに踏み切ったため、「千手観音ロボ」の販路開拓も、セル生産システムのロボット化に係るインテグレーション案件の開拓も難航。結果的に、2009年、IDECはロボット制御型セル生産システムの事業化を断念。「千手観音ロボ」販売とインテグレーション事業はIDEC本社に引き取り、IDECオートメーションを解散することとした。

3. 「ロボット制御型セル生産システム」関連ビジネスの頓挫事由

「ロボット制御型セル生産システム」ビジネスの立上げの頓挫は、リーマン危機に起因する世界景気後退による面もあるが、1 4. の5つのポイント等に照らすと、むしろIDECの事業戦略や事業運営にも頓挫を招く原因が存在した。

(1) 中途半端な「製造企業のサービス化」戦略

第一に、IDECは「ロボット制御型セル生産システム」関連ビジネスにおいて、新製品である「千手観音ロボ」の販売促進を追求するのか、あるいは、セル生産システムのロボット化に係るインテグレーション・ビジネスの立上げを目指すのか、事業の目的を曖昧にしており、事業は戦略的方向性が定

まっていなかった。

製造企業のサービス化による脱成熟化に関しては、(a) 先進的サービス提供を通じた顧客関係の緊密化により、新たな顧客ニーズを把握して製品開発にフィードバックし、ライバル企業が模倣できない差別化技術・製品を創造し、新たな製造事業分野を開拓する道と、(b) 先進的サービスにより、本業である製造事業から独立した、サービス・プロバイダ事業を「第二の収益源」として開拓する道の2つがある。後者は脱製造企業によるサービス・プロバイダ化であり、両者の思想は根底から異なるため、同時に追求することは難しく、いずれを追求するかを決めなければならない。

仮に、「千手観音ロボ」を特段の手直しやカスタマイズなしに顧客の生産ラインで活用できる一般商品に仕上げるための知見を得ることをソリューション・ビジネスの目的とするのであれば、IDECオートメーションは、IDECの多関節ロボット生産開発部門と連携しつつ、「千手観音ロボ」の主要販路と想定する製造分野からインテグレーション対象企業を選定し、「千手観音ロボ」の一般商品化のためのアイデアを顧客との協働過程で学習すべきであるが、この点、IDECは明確な方針・指示を下していない。必然的に「顧客との長期に渉りリレーショナルな協働関係の構築」「製造企業と顧客が継続的に価値創造に協働して取り組む『プラットフォーム』の制度的手当て」は不発に終わった。

また、IDECがインテグレーション・ビジネスを「第二の事業」として育てる考えであるならば、「セル生産システムのロボット化」が適切な参入分野であったか、疑問である¹¹⁾。IDECのコア事業は産業安全・機械安全

11) IDECのセル生産システムのロボット化のアイデアはFA化の最先端を行く試みではあったものの、国内メーカーのFAニーズの潮流を見誤った感がある。2000年代半以降、FAでは、個別機械・設備の自動化に代わり、生産ライン単位での自動化が多品種少量生産への対応の関連で最優先課題となっており、生産ラインの一部を構成するに過ぎないセル生産システムのロボット化は、生産ライン単位での自動化が解決した後に取り組むべき課題であった。また、2007年当時、生産ライン全体の自動化はアイデア、ソリューションが少しずつ登場し始めたばかりであり、全体像はまだ見えていなかった。取組の先頭を切るトヨタ・グループのDENSOも、ORINをプラットフォームとして工場内のすべての設備・機械を接続する工場内管理システムを構築し

に係る制御機器・制御装置の開発製造であり、同社の強みは産業安全・機械安全に関する知見・ノウハウにある。「ロボット制御型セル生産システム」はそもそもFAシステム、ロボット・システム関連企業の専門領域であり、IDECの強みが必ずしも活かされない。新たに未知の事業分野に参入するにもかかわらず、IDECの戦略的検討は十分でなかった。

(2) インテグレーションに係る経営資源・能力不足への対策不実施

第二に、IDECは、インテグレーション・ビジネスを本格推進するに当たり、経営資源・能力を補完するための取組を十分に行わなかったことが、「ロボット制御型セル生産システム」関連ビジネスの頓挫に繋がった。

前述のとおり、IDECは自社からスピノフする形でIDECオートメーションを設立し、工場の品質管理と製造工程の自動化に対する支援ビジネスを担当させており、創業メンバーには、FA化及びロボット化に関するビジネス実績はなく、企業には専業企業に匹敵し得るだけの知見・ノウハウが蓄積されていないのは仕方ない。しかしながら、自社の中核事業から離れた事業分野に進出する場合、企業買収あるいは企業提携により経営資源補完を行うことも有力な選択肢であるにもかかわらず、当時のIDECはFA企業やロボット・システム企業の買収にトライしていない。

FA、ロボットは一朝一夕にビジネス化できるものでなく、FAビジネスは1970年代、ロボット・システム・ビジネスは1990年代、それぞれ事業化がスタートし、FA企業、ロボット・システム企業は長期間かけてシステム・インテグレーションに関する知見・ノウハウを蓄積してきた。そして、彼等も1990年代末からセル生産システムのロボット化に関心を持ち、ビジネス化に向けた取組をスタートしていた。

仮に、IDECが「ロボット制御型セル生産システム」関連ビジネスを

たばかりであり、2000年代かけて生産ライン単位の自動化を着々と進めた（榎本2019）。このため、顧客メーカーには、IDECの試みが時期尚早に映った可能性は否めない。

「第二の収益源」に育て上げたいのであれば、新参の I D E C オートメーションが古参の F A 企業、ロボット・システム企業と対抗できるよう、システム・インテグレータを買収するなりして経営資源・能力を補完することを検討すべきであったが、遂に「顧客と協働してサービス化に取り組む独立専任機関の設置」は果たされなかった。

(3) 不発に終わったイノベーション

「ロボット制御型セル生産システム」関連ビジネスは2年弱で打ち切られた事業であり、「顧客との長期に渉るリレーショナルな協働関係の構築」「製造企業と顧客が継続的に価値創造に協働して取り組む『プラットフォーム』の制度的手当て」「顧客と協働してサービス化に取り組む独立専任機関の設置」もままならぬうちに終了してしまったことから、「顧客ニーズの類型化とそれに対応した製品ラインアップの最適化」「製品の組合せによる価値提供とモジュール化」も不発となった。ただし、事業成功につながるイノベーションがなかったわけではなかったが、事業自体の打ち切りにより、虚しく仇花と終わった（参考5参照）。

第一に、I D E C はロボット制御型セル生産システムのモジュール化に着手していた。国内メーカーは、1990年代にセル生産システムを導入し始めた当初、工場、生産ラインにより製造品目・方法が異なるため、セル生産システムを「一品作り」していた。ただし、それではコスト面で引き合わないため、セル生産システムをモジュールの組合せによりインテグレーションする方法が模索されるようになり、I D E C も、アSEMBル・ショップを水平・垂直多関節ロボット、はんだづけ・切断等の特殊作業機械、部品供給トレー、治具など標準モジュールにより構成する工夫を実施。製造品目に応じて、モジュールの組合せを変えることで、多品種少量生産における品目変更にセル生産システムを対応させ、高拡張性を維持しつつ設備投資も抑制できるシステム開発に成功したが、事業化できなかった。

第二に、I D E C は、産業安全・機械安全に関する知見・ノウハウを活か

し、セル生産中に不慮の事故が起きないようにアSEMBル・ショップの周囲をプラスチック板で覆い、ロボット動作中は、カバーが固定されて開けられないだけでなく、仮に、外部から手を入れても即座に装置が停止するよう、光センサ活用による二重の防護策を施した。また、自社主力製品の3ポジション・イネーブル・スイッチを採用し、セル生産システムの保守・調整時に、人が機械の予期せぬ動作に驚いて、ボタンを強く押し込んだり、指を離したりしても、機械が直ちに停止する機構を導入し、安全性を高めた。しかしながら、ロボット制御型セル生産システムのモジュール化と同様に、安全面でのイノベーションも不発に終わった。

V 2010年代の「人と機械の協働」ソリューション

I D E Cが滝野事務所に導入したロボット制御型セル生産システムは「第1回ものづくり大賞・優秀賞」を受賞した先駆的なものだったが、本格的なビジネス化はリーマン危機により出鼻を挫かれた。2000年代後半以降、I D E Cは、世界経済が中国経済に牽引される形で力強く成長する中、海外市場開拓に注力し、中国等の成長の取込みを図るが、長期的な企業成長を達成するには、産業安全・機械安全に係る制御機器・制御装置製造事業等の成熟化について抜本的な対策が必要であった。

2010年代、製造企業では、世界経済成長に伴う製品需要の拡大と多様化に対応して変種変量生産の徹底が課題となり、スマート・ファクトリーに代表される企業ITシステムによる生産ラインの自動制御化が推し進められたが、その結果、「人と機械の協働」が国際的な製造課題としてクローズアップされる。従来の安全は「人と機械の隔離」を前提としていたが、「人と機械の協働」環境では安全の在り方は一変する。I D E Cはこれを新規事業分野開拓のチャンスと捉え、1990年代末と2000年代央の新規事業の立上げ失敗にも挫けず、三度目の挑戦を行った。

1. 「人と機械の協働」と新たな安全 “Safety 2.0”

(1) 製造現場の「人と機械の隔離」から「人と機械の協働」への転換

2010年代、中国等新興国経済に牽引される形で世界経済が力強く成長する中、先進国製造企業は受注量の急増だけでなく、製品のカスタマイズ要求の高まりにも直面し、企業ITシステムによる生産ライン自動制御化、すなわち第4次産業革命の言う「工場スマート化」に乗り出す。工場スマート化は生産のデジタル化と自動化を柱とするもので、ロボット化が生産性向上のため自動化とセットで追求され（ロボット革命）、その結果、従来は安全の観点から隔離されてきた人と機械が同一エリアで共存したり協働したりするようになり、製造現場の安全確保に見直しが必要になる¹²⁾。

我が国では、自動車生産の溶接・塗装工程、電気・電子生産の部品装填工程など、メーカー大手を中心としてロボット化が進められたが、第一に、部品供給等の準備工程（段取り）は依然人手による作業が中心であり、第二に、中堅・中小メーカーでは、部品加工・組立など大企業から下請けした、細かい労働集約的な作業が多かったため、全作業をロボットで代替することは難しく「人と機械の協働」は不可避だった。

また、我が国では少子高齢化により労働人口が減少に転じ、2010年代、特に「三品産業」（食品・化粧品・医薬品）で人手不足が深刻化。食品産業では、食品の製造工程、弁当・総菜等の盛付け等のバックヤード工程は作業代替可能性・費用対効果から自動化が進まず、パート等の労働集約的作業に依存してきたものの、2010年代後半、パート労働が確保できない事態に陥りロボット開発・導入が急務となった。かかる事情により、我が国の製造現場では「人と機械の協働」が急速に常態化した¹³⁾。

12) ロボット革命実現会議（2015）「ロボット新戦略」、NEDO（2015）「ロボット白書2014」

13) 経済産業省（2019）「ロボットを取り巻く環境変化と今後の施策の方向性」

(2) 製造現場における安全確保のパラダイム転換

従来、製造現場での安全確保は人の注意力・判断力に依存したが、人の注意力・判断力には限界があり、機械エリアは危険度が高かったため「人と機械の隔離」が原則とされてきた。人と機械の活動領域は完全に分離され、人が誤って機械エリアに入り込まないように機械を柵で囲む等の防護措置が採られ、I D E Cも「人と機械の隔離」を前提として制御機器・制御装置等を開発してきた。

しかし、上述のように、2010年代、生産性向上と人手不足対策のため、人手に依存する生産工程への機械（ロボット）導入が進み、人と機械が協働する環境が増えると、人と機械を隔離して安全確保する代わりに、人と機械の協働を前提として安全性を如何に保つかに、製造現場における安全確保の考え方が転換する（Safety 2.0）。

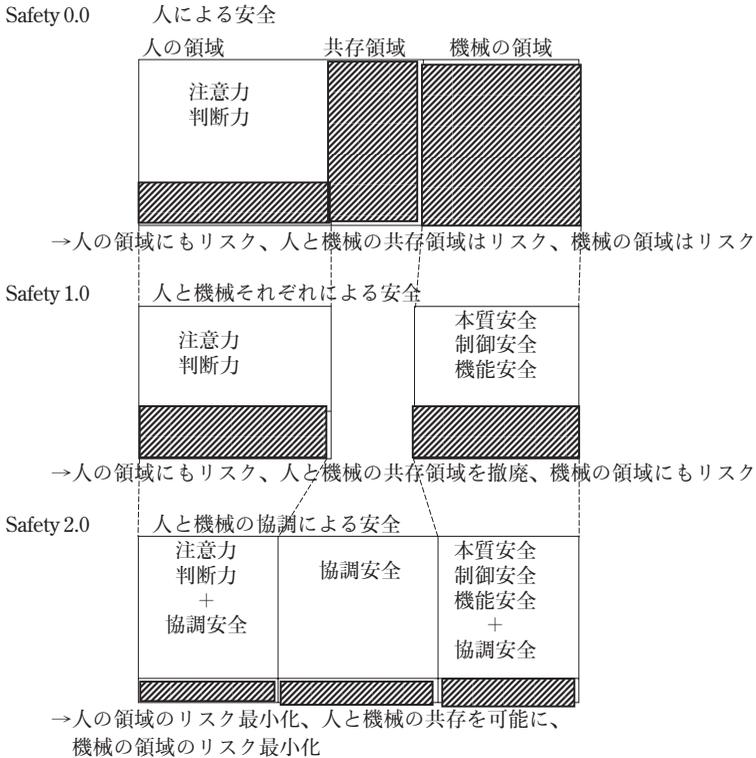
I D E Cはこれを自社の強みを活かして新規事業分野を開拓できる好機と捉え、「人と機械の協働」を前提とした制御機器・制御装置の開発に取り組む¹⁴⁾。

2. 最初のヒット商品とその限界

I D E Cは「人と機械の協働」に関連して早速ヒット商品を産み出すが、それは過去の蓄積に基づくものだった。1990年代半以降 I D E Cは「セル生産システムのロボット化」に取り組み、2000年に滝野事業所にロボット制御型セル生産システムを本格導入したが、その過程で、セル生産のロボット化が「人と機械の協働」の問題を惹起することを認識し、「人とロボットの協働環境で如何に安全を図るか」をテーマとして意識し、2011年に「3 ポジ

14) 今後も、「人と機械の隔離」を前提とする制御機器、制御機器組合せ制御装置、防爆・防災機器等に対する需要が無くなるわけではなく、I D E Cにおいても、同製品の開発製造は重要な事業領域であり続ける。一方、同事業は市場成熟期に入っており、少なくとも先進国市場では成長を期待できない。新興国市場は、今後の成長過程で「人と機械の隔離」を前提とする制御機器・制御装置等への需要が拡大すると見込まれ、I D E Cも2010年代に新興国等への事業展開を急いだが、新興国メーカーがコスト競争力を武器に挑んでこない保証はなく、I D E Cといえども安泰ではない。

図3 Safety 概念の発展



(出所) 日経テクノロジー (<http://techon.nikkeibp.co.jp/atcl/column/15/335160/021700004/?ST=tomict&P=2>) に基づき筆者作成

ション・イネーブル・スイッチ」の製品化に漕ぎ着ける。

一見、自動化された生産設備は人の介在が不要と思われるが、設備の立上げ・変更時、ロボットのティーチング作業時には、人が安全柵内(危険区域)に入り、ロボット・アームなど可動部の近くで手動運転を行わなければならない。3 ポジション・イネーブル・スイッチは、ロボットのティーチング・ペンダントなど携帯型操作機器に組み込まれ、人が機械の手動運転を許可したり、人に危険が迫った場合、咄嗟の反射反応により運転許可を取り消して機械を停止させたりするための装置である。

一般的なスイッチのボタン操作がオン/オフの2段階であるのに対し、I D E Cの3ポジション・イネーブル・スイッチは、オフ/オン/オフの3段階を設定。ボタンから手を放した状態（オフ）とボタンを押し込んだ状態（オン）に加え、更にボタンを押し込んだもオフになる機構を採る。予期せぬ危険に遭遇した場合、人は反射的に手を放すか、手を握り込むが、作業者がいずれの反応を示すかは予想できないため、いずれの場合でも機械を停止できるよう、3段階のオン/オフ設定を採用した。

「コロンブスの卵」のようなアイデア商品であるが、2010年代、3ポジション・イネーブル・スイッチは、世界市場でロボット出荷台数の伸びを上回る出荷を記録したヒット商品となり、I D E C推定で世界シェア90%を占め、同社の業績に大きく貢献した。しかしながら、3ポジション・イネーブル・スイッチは「人と機械の協働」環境における安全確保との関係ではソリューションの一部を構成するに過ぎず、同製品のヒットを以て「人と機械の協働」に関連して新規事業を確立したとは言い難い。

そして、2010年代前半時点では、「人と機械の協働」に伴い、製造現場の安全環境がどのように変化し、製造企業が生産性向上に配慮しつつ、安全確保のため如何なる措置を採るべきか等について知見は蓄積されておらず、まずは「人と機械の協働」環境における安全確保についてニーズを把握し、（製品単品の提供による一部問題の解決ではなく）製造現場全体の安全に関するトータル・ソリューションを考え、次に、そのソリューションの実行に必要な製品及び製品群の開発にあたる必要があった。

3. 先進的サービスを通じた脱市場成熟化への取組

(1) 逃れられないコア事業の成熟化

I D E Cは2000年代半以降グローバル展開により中国等の成長を取り込むことで企業成長を目指したが、コア事業の成熟化は、海外市場開拓により問題を一時的に棚上げできても、早晚、向き合わざるを得なかった。

Matthyssens and Vandenbempt (2008) は、製造企業のサービス化を脱成

熟化戦略と捉え、製造企業は先進的サービス（ソリューション）提供を通じて顧客ニーズを把握し、ソリューション開発・実行で顧客と協働する過程で得た知見・ノウハウを活用することで、ライバル企業が模倣できない差別化製品を創り出し、再び競争優位を回復できるとした。

I D E Cは、「人と機械の協働」環境における安全確保に関し、サービス化を通じて、顧客ニーズを把握し、新たな知見・ノウハウを獲得することで、差別化製品・技術を産み出し、新規事業分野開拓を目指す戦略的決定を行い、単品ビジネスから製品群ビジネスへの発想転換など新規事業分野の確立に向けた新機軸を打ち出す。

(2) 「単品」ビジネスから「製品群」ビジネスへの発想転換

差別化は、製品単品だけではなく、製品の組合せ（製品群）によっても実現され、顧客ニーズへのきめ細かい対応、ライバル企業の模倣防止の観点からは、後者による差別化の方が優れている。

I D E Cの3ポジション・イネーブル・スイッチは世界的なヒット商品となったものの、製造企業が製造現場の「人と機械の協働」化により直面する安全確保の問題に関して対応できる範囲は限られる。顧客が求めるのは「人と機械の協働」化に伴う安全確保に関するトータル・ソリューションである。I D E Cは産業機械・機械安全に係る制御機器・制御装置等の専門メーカーであり、元々、安全関連製品について他社の及ばない広範なラインアップを誇り（参考1）、「人と機械の協働」に起因する様々な安全問題に関し、自社製品を組み合わせで最適なソリューションを作る能力を有してきた。そこで、I D E Cは「人と機械の協働」に関連して、顧客が製造現場での安全確保に必要とする製品をワンストップ提供できる企業を目指した。

その前提として、I D E Cが、顧客の「人と機械の協働」環境における安全ニーズを把握し、自ら製造現場における安全確保のためのトータル・ソリューションを開発することが必要となる。改めてI D E Cは「人と機械の協働」に関連して安全確保ソリューションのビジネス化に取り組むこととし、

Matthyssens and Vandenbempt (2008) が示唆するように、先進的サービス（ソリューション）を通じて顧客ニーズを把握し、顧客と協働することで得た知見・ノウハウを製品開発に活用、「人と機械の協働」環境における安全確保にトータルに対応するための「製品群」を構築しようとした。

(3) 「製品」組合せから「モジュール」組合せへの進化

また、「人と機械の協働」環境における安全確保上、顧客の製造現場に対応して製品の組合せを一つ一つ考案してカスタマイズしなければならないとすると、安全関連ソリューションは高コストというだけでなく、あまりにも複雑かつ煩瑣であり、ビジネス化が困難となる。そこで、ソリューションをモジュール化し、顧客の製造現場に対応してモジュールを組み合わせれば安全確保できる工夫が求められることとなる。

「ロボット革命」では、自動化とロボット化の遅れていた中堅・中小メーカー、「三品（食品・化粧品・医薬品）産業」へのロボット導入が課題だったが、中堅・中小メーカーの製造現場は自動車・電機産業の大手グローバル企業と比べると極めて多様なものである。また、食品メーカーが、食品の製造工程、弁当・総菜等の盛付け等のバックヤード工程のうち、いずれの工程を選んでロボット導入するかは、作業代替可能性・費用対効果次第であって一律に決定できない。その結果、「人と機械の協働」環境における安全確保に関しては、製造現場の複雑で多様な状況への対応が求められ、安全関連ソリューションのモジュール化がますます要請された。

モジュール化は机上で考えるだけでは実効的な解は得られず、この点でも、IDECは自らソリューション・ビジネスに取り組み、それを通じて得た知見・ノウハウをモジュール開発に活用し、モジュールを組み合わせて、千差万別な製造現場の「人と機械の協働」関連安全ニーズに応える必要が生じた。

(4) ソリューション・ビジネスの独立専任組織

「セル生産システムのロボット化」に関するソリューション・ビジネスに

関して、I D E CはI D E Cオートメーションという独立専任組織を設立したものの、自社がF Aシステム、ロボット・システムのインテグレーションに関する経験・ノウハウに不足することを軽視して、ビジネス立上げに失敗している。

一方、「人と機械の協働」に係る安全ソリューションは、I D E Cがコア事業で蓄積してきた産業安全・機械安全に関する知見・ノウハウが活かせるビジネスであるが、I D E Cは「セル生産システムのロボット化」での失敗を反省し、インテグレーション・ビジネスに要する資源・能力の獲得のため、2014年5月、制御ソリューション・ビジネスを展開するコーネット（愛知県一宮市）及びコーネットシステム（同）を企業買収により完全子会社化、ソリューション・ビジネスを担わせることとした。

4. I D E Cによるシステム・インテグレータ子会社化

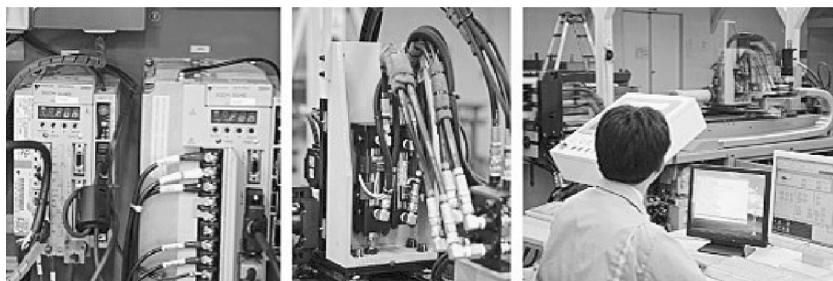
(1) コーネットの企業概要

コーネットは1972年に名古屋で設立されたコーセイ電機に起源を有し、顧客の集中制御・分散制御ニーズに対応して産業用機械等の制御盤・操作盤の一品設計・製作、ワイヤーハーネスを顧客（ダイフク、中立電機、古川製作所、サンワテクノス、NTN、日立ハイテクノロジーズ等）の求めに応じて一品生産してきた。

1980年代のF A化の動きに対して、コーネットはP L C（Programmable Logic Controller）ラダー設計技術を学習、制御盤・操作盤のカスタマイズ製作・機内配線・工場設置から、生産ライン自動化に対応したP L Cのカスタマイズ製造に事業拡大。同時に、P L Cのカスタマイズ能力を活かして、顧客の求めに応じて、三菱電機、オムロン等のP L Cの異なる（すなわちP L Cが連動して動くよう調整する必要がある）工作機械・搬送装置・周辺装置が、一つの生産ラインで協働するよう仕上げるシステム・インテグレーションも手掛けるようになる。

1990年代、国内メーカーが工場へのロボット導入に取り組むようになると、

図4 コーネットのカスタマイズPLCによる生産ライン自動化ビジネス



(出所) IDECファクトリーソリューションズ・ホームページ

コーネットも制御盤・操作盤、PLC等のカスタマイズ能力を活かし、自動車・半導体製造分野においてマテリアル・ハンドリング系を中心としたロボット・システム・インテグレーション事業に進出する。パナソニック、日立ハイテクノロジーズ等を顧客として、半導体工場の自動搬送装置の制御、稼働モニタリングなど各種制御ソフト開発にも携わり、ロボット・システムを含む生産ライン全体の制御ノウハウを蓄積した。

2000年代、同社は顧客メーカーのアジア生産展開に対応すべく2004年に台湾科奈徳股份有限公司を設立し、2008年には、顧客の工場遠隔操作ニーズに応じて、携帯電話通信網を利用してPLCを遠隔監視・リモート制御する遠隔監視機器（ModuCon Remote）を開発・製品化するなど、技術革新に取り組んだ。

(2) IDECのコーネット選択理由

IDECは1990年代末、2000年代央の2回に渡りソリューション・ビジネスに挑戦してきたが、1990年代初の挑戦では、ソリューション・ビジネスを担当する専門組織が設立されず、顧客対応が不十分だったことから、取組は頓挫。2000年代央のセル生産システムのロボット化ソリューションでは、IDECオートメーションを専任機関として設立したものの、同社にはソリューション・ビジネスに必要な資源・能力の蓄積がなかったため、事業化

を断念している。I D E Cは2回の失敗を踏まえ、「人と機械の協働」ソリューションに関しては、ライン・ビルダーを企業買収し、専任機関として事業を担わせることとした。

ただし、ライン・ビルダーであれば、誰でもよいわけではない。I D E Cは「人と機械の協働」の観点から、新たな産業安全・機械安全に係る制御機器等の事業を目指したが、顧客の生産ラインを構成する機械・システムに自社制御製品を実装し、個別工程で安全確保を実現すれば終わりというのではなく、生産ラインが制御製品の実装後も一体として効率的に作動するよう手当する必要がある。人手による工程とロボット化された工程を如何につなぐか、人とロボットの協働する工程において安全性確保と生産効率性を如何に両立させるか等を解決しなければならない。それには、制御分野でのインテグレーションの経験・ノウハウとソフトウェア開発能力が必要となる。

コーネットはP L C等制御技術に強みを持ち、顧客の生産ラインの自動化とロボット化に取り組んできたシステム・インテグレータである。インテグレータの多くは、工作機械・搬送装置・周辺装置を組み合わせて生産ラインを構築するに止まり、顧客ニーズへの対応に欠かせないソフトウェア開発能力を兼ね備えてはいないのに対し、コーネットは、P L C・制御盤・操作盤等の制御機器をソフトウェアともどもカスタマイズ製造し、顧客工場の生産ラインに実装して、顧客の制御ニーズにきめ細かく応えてきたが、I D E Cはこれを評価し、コーネットをパートナーに選択した。

5. I D E Cの差別化能力の回復と新規事業分野の創造

2010年代、ロボット・メーカー各社がセル生産関連ロボットを開発・製品化し、「工場スマート化」により生産システムの一層の自動化が進められる過程で「人と機械の協働」が進んだ。「人と機械の隔離」による安全確保については産業革命以来200年の知見・ノウハウの蓄積があるものの、そこで確立された一般原則を崩す「人と機械の共存」「人と機械の協働」における安全確保には、個別企業、個別現場により異なる、無数の例外状況への対応

が求められた。I D E Cは「人と機械の協働」環境における産業安全・機械安全ニーズを把握し、そのニーズに対応する製品群を開発するだけでなく、製品を組み合わせたモジュールを開発し、モジュールの組合せにより、顧客の製造現場の多様な安全ニーズに応えようとした。

(1) ソリューション・ビジネスの本格的展開

「人と機械の協働」環境における安全確保は、1990年代以降ロボット化に取り組んできたグローバル・メーカーというより、中堅・中小メーカー、食品・化粧品・医薬品等の機械化の遅れたメーカーが主たるビジネス対象だったが、中堅・中小メーカー等はそもそも「ものづくり現場」の自動化・ロボット化に関しても、高価なロボット及びロボット・システムの購入に二の足を踏む経営者が少なくなかった。

そこで、2016年8月、I D E Cはコーネットにおいて「協働安全ロボ・レンタル事業」を立ち上げる。これは、ロボット導入により削減できる人件費相当額まで、月次のレンタル額を抑えて、経営者のロボット導入を容易にする工夫を加えた事業であり、レンタル事業の立上げと同時に、I D E Cはコーネットの社名をI D E Cファクトリーソリューションズに変更、I D E Cグループとしてソリューション・ビジネスを展開していく意思を明確化する。

レンタル事業に引き続き、I D E Cは2016年9月に愛知県一宮市に「協働安全ロボットテクニカルセンター」を開設、主に中小企業を対象として、(a) 生産ラインのロボット導入に伴い、「人と機械の協働」環境における安全を如何に確保するか、(b) 安全確保と同時に生産性向上のために「協働ロボット」を生産ラインに導入するか等をコンサルテーションしつつ、個別の事情に応じてソリューションを設計し、顧客に提案。顧客と協働してプランを確定し、顧客の製造現場において「協調ロボット」及び安全関連製品を実装して、「人と機械の協働」環境における安全性の確保された生産ラインをインテグレーションするビジネスをスタートする。

I D E Cのセールス・ポイントは生産ラインのロボット化に伴う「人と機械の協働」環境における安全確保であるが、顧客は安全確保に以上に、企業業績に直結する生産性向上に関心を寄せている。I D E Cは、センターに、三菱電機、Fanuc等ロボット・メーカー各社のロボットを取り揃え、各機の性能・特性を比較しながら、顧客ニーズに最適化した「協働ロボット」システムをどのように構築するかを展示し、顧客メーカーが自社の商材を持ち込んで実証試験を行うことも可能として、中堅・中小メーカー、食品・化粧品・医薬品の誘引を図った。

「協調安全ロボットテクニカルセンター」における顧客企業との活動は、I D E Cと顧客が継続的に価値創造に協働して取り組む「プラットフォーム」であり、I D E Cファクトリーソリューションズにより恒常的に運営管理された「プラットフォーム」を通じてI D E Cは顧客との協働関係を深めた。

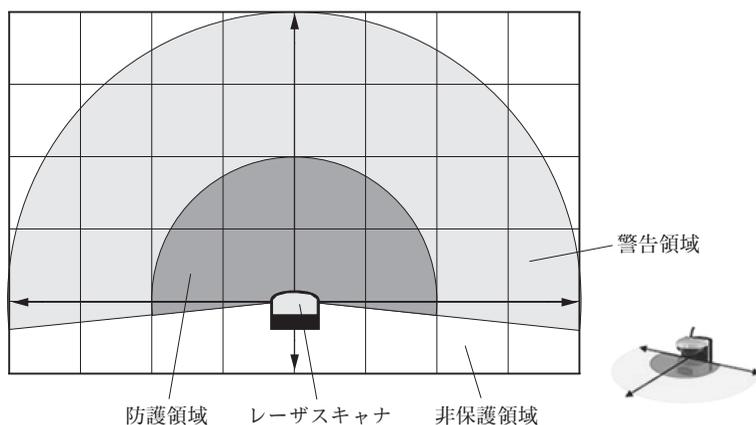
(2) 「人と機械の協働」関連製品群の構築

I D E Cは、I D E Cファクトリーソリューションズのソリューション・ビジネス能力とイニシアティブに期待し、センター運営を一任。I D E Cファクトリーソリューションズは、ロボット各社の協調ロボットだけでなく、I D E C製の制御機器・制御装置、防爆・防災機器等も組み合わせたソリューション提案を行い、顧客の製造現場でシステム・インテグレーションを実施。「人と機械の協働」に関する顧客ニーズを開拓するとともに、I D E C製品の用途・事業可能性を探索し、I D E Cにフィードバックした。

それを踏まえ、I D E Cは「人と機械の協働」に係る安全関連機器を「非常停止用押ボタンスイッチ」「安全スイッチ（ロック無し及びロック付きタイプ）」「非接触安全スイッチ」「3ポジション・イネーブル・スイッチ」「セーフティ・ライト・カーテン」「セーフティ・レーザ・スキャナ」「強制ガイド式リレー」「安全リレー・モジュール／セーフティ・コントローラ」に整理し、機器毎にアプリケーションの明確化と拡充を図る。

例えば、セーフティ・レーザ・スキャナとは、生産現場で人が危険な機械や設備に近づいたことを検出する安全機器であり、人がレーザ・スキャナの警告領域に進入すると、ブザー音や表示灯の点灯・点滅を通じて人に注意を促し、人がさらに警告領域内側の防護領域に進入すると、機械の起動許可信号をオフにして機械を停止させる機器である。

図5 レーザ・スキャナ



警告領域	：この領域で物を検出した場合、警告用の信号を出す
防護領域	：この領域で物を検出した場合、機械などを停止させるように動作する
非保護領域	：この領域では検出しない

(出所) IDEC資料

元々、安全柵内の人の存否については、ライト・カーテン（防護扉のない出入り口における人や物の通過を光線によって検出する安全装置）やマット・センサに頼っていたが、前者は人の侵入時や退出時の検出はできるが、存在検出ができず、後者は存在検知ができるが、重量物が乗ると破損しやすく、重なると誤検出する問題点があった。顧客ヒアリングと製造現場の確認により、IDECでは、柔軟に設置状況に合わせて危険領域を監視できるセーフティ・レーザ・スキャナ（長距離検出により人の存在検出でき、非接触なため故障の懼れなし）を開発し、安全柵内を含む危険エリアへの人の存

否を検出し、自動的に危険警告・機械停止できるシステムを開発した。

I D E CはI D E Cファクトリーソリューションズのソリューション提案を通じてレーザー・スキャナのアプリケーションを拡充。セメント工場では、セメント袋をベルトコンベアで運び、パレタイジング・ロボットでパレットに積み上げた後、フォークリフトで工場から搬出。通常、人との衝突事故を防ぐためパレタイジング・ロボットとベルトコンベア、パレットは防護柵で囲むが、フォークリフトの出入り場所は、パレットの搬出入のため柵を設置できず、扉を安全対策として設置してきたが、扉の開閉に手間と時間がかかり生産効率が低下していた。I D E Cはセーフティ・レーザ・スキャナを設置することで、扉を設置せずとも、防柵内への人の侵入を確認し、パレタイジング・ロボットを自動運転停止することを可能とした。また、自動倉庫も周囲は安全柵に囲まれているが、荷物の取出口は安全柵が低いと人が侵入でき、スタッカー・クレーンに接触するリスクがあった。セーフティ・レーザ・スキャナの活用により、腕・足がエリアに入っただけで検知し機械停止でき、自己の確実な防止が可能となった。

以上、I D E Cは「人と機械の協働」に係る安全関連機器をカテゴリに分類した上で、カテゴリ毎に、ソリューション・ビジネスを通じて把握した顧客ニーズに対応できる新製品を開発。開発製品を改めてソリューション提供において活用し、アプリケーションの開発と拡充に取り組んだ。I D E Cは伝統的な「単品」ビジネスではなく「製品群」による価値提供を目指し、I D E Cファクトリーソリューションズも、I D E Cの安全関連機器のラインアップの拡充とアプリケーションの豊富化を土台として、ソリューション・ビジネスでは、更なる安全関連機器の組合せと顧客課題解決の可能性を探求。I D E CはI D E Cファクトリーソリューションズの探求成果を踏まえ、製造現場別・製造工程別・業種別に、「人と機械の協働」に係る安全ソリューションを体系化し、顧客、製造現場等により千差万別な「人と機械の協働」環境における安全確保にトータルに対応できる力を涵養した。

(3) モジュール化に向けた取組

「人と機械の協働」環境における安全確保のため、顧客の製造現場毎にソリューションを「一品作り」していると、安全ソリューションは高コストというだけでなく、あまりにも複雑かつ煩瑣となるため、ソリューションのモジュール化が要請される。

前項(2)で概観した「人と機械の協働」に係る安全関連機器のカテゴリー化とアプリケーション整理、それを踏まえた安全ソリューションの製造現場別・製造工程別・業種別の体系化は、実はIDECのソリューションのモジュール化に向けた取組でもあり、IDECは自動車・工作機械・半導体メーカー等の伝統的な顧客、食品・化粧品・医薬品メーカー等の新規顧客に共通適用できる基本ソリューションを抽出。顧客の製造現場における安全確保には、基本ソリューションの組合せにより対応しつつ、業種の違い、製造現場に固有の事情等により個別対応が必要となる場合は基本ソリューションをカスタマイズして対処することとした。

また、IDECは、「人と機械の協働」に関する提言“Safety 2.0”をベースとして、製造現場等における安全性と生産性の最適度を示す指標CSL(Collaborative Safety Level)を自主開発。「人と機械の隔離」に基づく安全は、産業革命以来の知見・ノウハウの蓄積により体系化され、安全法規・安全規格も定められているのに対し、「人と機械の協働」環境における安全は、ロボット革命以降、急ぎ知見・ノウハウを蓄積している状況にあり、安全確保策も試行錯誤中である。“Safety 2.0”は現場レベルでの安全基準とするには概括的に過ぎるため、IDECはCSLにより製造現場の「人と機械の協働」に係る安全レベルをチェックし、安全確保に不足している要素はないか、安全確保改善のために取り組むべき事項はないか等を検証することとしているが、さらに、CSLを安全確保に必要なモジュールは何か、モジュールを如何に組み合わせるかを判断するのも利用している。

ソリューション開発、ソリューションのモジュール化は、顧客とのコンサルテーション等を通じて把握された安全ニーズ、顧客との協働を通して獲得

表2 I D E Cによる“Safety 2.0”の体系化

Safety 2.0 要求事項	C S L (Collaborative Safety Level) 要求事項			
	C S L 1 人の行動エリア内 で、危険事象回避 が可能となる手段 を確保する	C S L 2 人の情報を活用し、 危険事象を回避す るよう機械を制 御する	C S L 3 C S L 2に加えて、 機械からの高度な 情報により、人に 行動を促すことによ っても危険事象 を回避可能とする	C S L 4 人と機械の状態を 最適な安全状態と なるよう、リアル タイムに制御する
人・モノ・環境 等の各構成要素 を情報(ICT) でつないでいる	人の情報をモノに 伝達	人・モノ接続によ り、モノに人の情 報を伝達し、機械 を制御	人・モノ接続によ り、人にモノの状 態を伝達し、人の 回避行動を促す	人・モノ(および 環境)接続により、 相互状態の最適化 を制御する
リスク関連情報 (危険・安全情 報)をモニタリ ングし、発信し ている	危険情報のモニタ リングと情報発信	人の行動、状態の 発信により、人の リスクを確認(低 減)する	モノの動作情報、 蓄積情報を発信し、 機械のリスクを確 認(低減)する	人・モノ・環境を 含めた様々な要素 のリスクを共有・ 確認(低減)する
リスク関連情報 を受けて自律的 あるいは他律的 な制御により安 全側に導いてい る	人の行動・操作 (他律制御)によ り危険事象を回避 する	関係する人の行 動・操作(他律的 制御)、状態確認 (自律的制御)に より、モノが危険 事象を回避するよ う制御する	モノの動作情報、 蓄積情報を発信・ 解析し、人の操作 (他律的)、機械の 制御(自律的)に より人が危険事象 を回避するよう に導く	人・モノ・環境を 含めた様々な要素 を分析、学習し、 最適なリスク低減 を実施しつつ、自 律的に危険状態を 回避する
生産性への貢献 度	新規設備の場合：目標生産能力の実現、 既存設備の場合：生産能力の維持、もしくは能力の向上		もしくは能力の向上	
通信/制御技術	信号レベル	データ通信	インタラクティブ な通信双方向	A I 活用

(出所) I D E C資料に基づき筆者作成

された知見・ノウハウに依存する面が大きい一方、現場発の知見・ノウハウに依存し過ぎると安全確保に偏りや見落としが発生する危険もある。このため、I D E Cは、ソリューションのモジュール化において、I D E Cファクトリーソリューションズがソリューション・ビジネスを通じて把握したニーズや獲得した知見・ノウハウのみに依存せず、「人と機械の協働」環境での安全を体系整理したC S Lを参照しつつ、客観的視点から検討を進めている。

(4) 新規事業分野の確立

製造企業による差別化能力の回復と競争優位の再構築のプロセスに関して、I 4. で先行研究より導出した分析ポイント等に照らすと、I D E Cは「人と機械の協働」環境における安全関連ビジネスでは、先行する2回の取組と異なり、サービス化の戦略目的を「製造企業の脱成熟化」と明確化している。「人と機械の隔離」から「人と機械の共存」への製造現場における安全のパラダイム・シフトを新規事業分野の創造のチャンスと捉え、I D E Cは新たな安全確保の在り方を具体化し、その実現に必要な安全関連製品とアプリケーションをいち早く開発することで（製品イノベーション）、市場成熟化で浸食された競争優位を改めて回復しようとしている。

戦略目的の明確化を受けて、I D E Cは「人と機械の安全」関連ビジネスにおけるソリューションの位置づけを、先行する2回の取組とは異なり曖昧なままにせず、Matthyssens and Vandembemt (2008) が示唆するように、顧客ニーズを把握し、顧客との協働で得た知見・ノウハウを製品開発に活用するためのツールとして位置づけた。その上で、F A、ロボット・システムの専門インテグレータを企業買収し、「顧客と協働してサービス化に取り組む独立専任機関」として活用、「顧客との長期に渉るリレーショナルな協働関係の構築」「製造企業と顧客が継続的に価値創造に協働して取り組む『プラットフォーム』の制度的手当て」を専管させる。

I D E Cは、I D E Cファクトリーソリューションズのソリューション・ビジネスを通じ、「人と機械の安全」環境における安全ニーズを把握し、ヒット商品の成功で自足することなく、製造現場の安全確保のためのトータル・ソリューションの基盤となる製品群を開発、「顧客ニーズの類型化とそれに対応した製品ラインアップの最適化」を推し進めた。さらに、I D E Cは単一製品だけでなく複数製品の組合せによる安全確保のメニューの拡充に取り組み、C S Lのような独自の安全基準を制定してソリューションのモジュール化にも着手。「製品の組合せによる価値提供とモジュール化」は、I D E Cファクトリーソリューションズが顧客と協働してソリューション開発・実

行に取り組む過程で得た知見に基づき進められ、ライバル企業が簡単に模倣できない差別化製品に仕上げられてきた。

I D E Cのサービス化を通じた脱成熟化と差別化能力回復の成果は、同社の業績に表れている。I D E Cの伝統的なコア事業はスイッチ、インダストリアル・コンポーネント、オートメーション・センシング等の制御機器、制御機器組合せ制御装置等であり、表3の太線枠部分に見るようにI D E Cの売上高において7～8割のシェアを占めているが、シェアの推移を子細に見ると、I D E Cが「セル生産システムのロボット化」「人と機械の協働」関連事業に乗り出すや、伝統的部門の売上高に占める割合は2014年度83.6%、2015年度72.2%、2016年度68.0%と低下したのに対し、「人と機械の協働」関連安全事業など新規事業分野を含む部門（表3の点線囲み部分）の売上高シェアは2014年度16.0%、2015年度21.3%、2016年度24.4%と急増している。

表3 I D E Cの事業部門別売上高の推移

	スイッチ	インダストリアル コンポーネント	オートメーショ ン/センシング	安全 防爆	システム	その他	総計
2014	125	114	61	47	10	11	363
2015	129	114	62	48	21	42	422
2016	129	106	61	53	28	53	435
2017	282	113	82	64	29	58	598
2018	297	114	88	69	33	27	628
2019	273	103	90	67	29	22	584

（出所）I D E C「データブック2021」より筆者作成。

もっとも、I D E Cは2016年12月に仏スイッチ・メーカーA P E M社を買収したため、スイッチ事業など伝統的部門の売上高が2016年度296億円から2017年度477億円に一気に増え、新規事業部門の全売上高に占めるシェアが一気に低下している。しかしながら、金額ベースでは、安全・防爆事業の売上高は「人と機械の協働」関連安全事業の伸びを反映して、2016年度53億円から2017年度64億円、2018年度69億円と着実に成長した。2019年度には、安

全・防爆事業の売上高は▲2億円となったが、同年度は全売上高が対前年度比▲7.0%を記録しており、そうした中で対前年度比▲2.9%に減少幅が抑えられている点は評価すべきであろう¹⁵⁾。

VI 分析

1990年代末以降、IDECはコア事業のコモディティ化に直面して、サービス化を通じた脱成熟化を3回に亘り試みた。I. において、先行研究に基づき、製造企業のサービス化を通じ市場誘導型イノベーションについて、制度的要件として(i)顧客との長期に渉るリレーショナルな協働関係の構築、(ii)製造企業と顧客が継続的に価値創造に協働して取り組む「プラットフォーム」の制度的手当て、(iii)顧客と協働してサービス化に取り組む独立専任機関の設置が必要となり、更に、差別化製品をアイデアから試作品に、試作品から完成品へと成長させるには、(iv)顧客ニーズの類型化とそれに対応した製品ラインアップの最適化、(v)製品の組合せによる価値提供とモジュール化の組織的・制度的の追求が要件となるとのフレームワークを提示したが、IDECの1990年代、2000年代、2010年代の戦略目的、制度的要件への対応等の面で全く異なる取組は上記フレームワークの妥当性を検証する格好の対象となっている。

1. 製造企業のサービス化を通じた脱成熟化プロセスの分析枠組み

まずは、製造企業のサービス化を通じた脱成熟化(市場誘導型イノベーション)のプロセスに関する分析フレームワークを再確認する。

(1) 製造企業の脱成熟化戦略としてのサービス化

Vandermerwe and Rada (1988) 以来、「製造企業のサービス成長」研究は、

15) 表3「その他」には「人と機械の協働」ソリューションが含まれるが、2018年度以降の売上高の大幅減は環境関連事業の大幅減によるもので、「人と機械の協働」ソリューションは中堅・中小メーカーへの売上増により着実に増えている。

サービス化を製造企業の市場成熟化に対する成長戦略と位置付けてきた。Matthyssens and Vandenbempt (2008) は、製造事業の成熟化と脱成熟化の循環サイクルを前提として、製造企業の脱成熟化戦略を「製品イノベーションによる高付加価値製品の創造」「生産オペレーション効率化などプロセス・イノベーションによるコスト優位確立」「コスト競争に左右されない高付加価値品セグメントに注力するニッチ市場特化」「サービス・イノベーションによるソリューション・ビジネス創造」に分類し、製造企業のサービス化は「ソリューション・ビジネス創造」に該るとした。

この分類については、第一に、(i)～(iii)は、製造企業がイノベーションにより差別化能力を回復し(製造企業としての)競争優位を再確立する戦略であるのに対し、(iv)はサービス・プロバイダ化という「脱」製造企業戦略であり、製造事業の成熟化と脱成熟化の循環サイクルから外れる、第二に、サービス化は「製品イノベーションによる高付加価値品の創造」等において、製造企業が差別化能力を回復するツールでもあることを無視している、2つの問題点があることから、本稿では、Matthyssens and Vandenbempt (2008) の循環サイクル・モデルを念頭に置き、先行研究に基づき製造企業のサービス化の意義・効果を前掲表1のように整理した。

表1のとおり、現時点での先行研究は、製造企業のサービス化を通じた脱成熟化としては、市場誘導型イノベーションを想定している。製造企業がサービス化を通じて、顧客関係を緊密化し、顧客と協働することで、新たな市場ニーズを発見し、新たな知見・ノウハウを獲得。それらに基づき、製造企業はライバルの模倣できない差別化製品の開発と競争優位回復が可能となるとされてきたが、そのプロセスやメカニズムは、Salonen et al. (2017) の指摘するように研究が進んでいない。

(2) 「市場誘導型イノベーション」プロセスの分析枠組

本稿では、製造企業のサービス化を通じた市場誘導型イノベーションの分析フレームワークとして、まず、製造企業が市場誘導型イノベーションを成

功させる前提として、先進的サービスを通じたソリューション創造との類似性から、(i) 顧客との長期に渉るリレーショナルな協働関係の構築、(ii) 製造企業と顧客が継続的に価値創造に協働して取り組む「プラットフォーム」の制度的手当て、(iii) 顧客と協働してサービス化に取り組む独立専任機関の設置の制度的要件を設定。

また、製品開発プロセスに着目し、製造企業が新たに把握した顧客ニーズに基づき、顧客との協働により得た知見・ノウハウを活用して、差別化製品をアイデア段階から試作品に発展させ、試作品を完成品へと成長させるための要件として、Rajala et al. (2018) 等を踏まえ、(iv) 顧客ニーズの類型化とそれに対応した製品ラインアップの最適化、(v) 製品の組合せによる価値提供とモジュール化の組織的・制度的な追求を設定した。

その上で、本稿では、制御機器メーカー I D E C を対象として、上記 (i) ~ (v) に拠り、市場誘導型イノベーションのプロセスについて分析を行った。

2. I D E C の「市場誘導型イノベーション」

(1) 第1、2回の挑戦の失敗と第3回の取組の成功

1990年代後半以降、I D E C は、コア・ビジネスである、産業安全・製品安全に係る制御機器・制御装置等の製造事業の成熟化に直面し、3次に渉りサービス化による閉塞的状況の打破を試みたが、第1回、第2回の取組は、サービス化の戦略目的が曖昧であり、顧客との長期に渉るリレーショナルな協働関係の構築も儘ならないうちに、取組は失敗に終わった。

これに対し、2010年代のロボット革命の下で製造現場における「人と機械の協働」が急速に進行し、安全の在り方が「人と機械の隔離」から「人と機械の協働」にパラダイム・シフトする中、I D E C が改めてサービス化に挑むと「3度目の正直」は成功する。I D E C は、ソリューション・ビジネスを通じて、顧客との関係を緊密化し、顧客の製造現場で安全確保に協働して取り組むことで、新たな安全ニーズについて理解を深め、安全関連機器の開

発に資する知見・ノウハウを獲得。I D E Cはこれらを活かして、「人と機械の協働」に係る安全関連機器という新規事業を創り出し、ライバル企業の模倣できない差別化製品を開発し競争優位に立った。

このI D E Cのサービス化の取組の成敗を、(i) 顧客との長期に渉るリレーショナルな協働関係の構築、(ii) 製造企業と顧客が継続的に価値創造に協働して取り組む「プラットフォーム」の制度的手当て、(iii) 顧客と協働してサービス化に取り組む独立専任機関の設置、(iv) 顧客ニーズの類型化とそれに対応した製品ラインアップの最適化、(v) 製品の組合せによる価値提供とモジュール化の5要件等から考察する。

(2) I D E Cの取組の成否を分けた原因

まず、2010年代のサービス化の成功は、先立つ2回の試みと異なり、サービス化を製造企業の脱成熟化戦略として取り組み、顧客関係の緊密化と顧客の製造現場におけるインテグレーションの協働などリレーショナルな関係の構築に意を用いたこと(要件(i))、顧客とのリレーショナルな関係を維持発展させ、新規ニーズを把握し、次世代製品の開発に資する知見・ノウハウを獲得するための独立専任組織を設設立するだけでなく、システム・インテグレータを買収して専任組織とすることで、経営資源・能力の補完を徹底したこと(要件(iii))、ソリューション専門の恒常的な施設である「協調安全ロボットテクニカルセンター」を設立し、ソリューションの開発・試作に必要に機械・設備を設置して、独立専任組織と顧客が協働してソリューション開発を実施できる場(プラットフォーム)を整えたこと(要件(ii))が指摘できる。

また、差別化製品をアイデアから試作品、差作品から完成品への発展させる、「市場誘導型イノベーション」のコアともいえるべき開発プロセスに関しても、I D E Cはソリューション・ビジネスのプロセスで得た知見・ノウハウに基づき、「人と機械の協働」に係る安全関連機器のカテゴリー化とアプリケーション整理を行い、その上で、製造現場別・製造工程別・業種別に、

表4 I D E Cのサービス化を通じた脱成熟化の取組

	1990年代末の既存制御機器・装置事業への框子入れ	2000年代半のセル生産システムのロボット化関連	2010年代半以降の「人と機械の協働」環境における安全関連
市場成熟期における製造企業のサービス化の戦略的位置付け及び目的の明確化	市場成熟期の収益貢献なのか、脱成熟化に向けた戦略なのか曖昧	ソリューション・ビジネス創造によるサービス・プロバイダ化か、差別化製品の開発による製造企業の脱成熟化なのか、目的が曖昧。自社のコア事業領域とは無縁のFA、ロボット・システムで競合。	ロボット革命により製造現場の安全にパラダイム・シフト発生。「人と機械の協働」に基づく安全ソリューションに対応した差別化製品の開発により新規事業分野を開拓し、新たな競争優位を確立。
顧客との長期に渉るリレーショナルな協働関係の構築	営業担当の個別製品販売の繁忙の合間を縫った兼務であり、長期の協働関係は構築できず	産業安全・機械安全に係る制御関連機器製造というコア事業を離れ、FA、ロボット・システムの事業領域に進出した結果、事業上げさえ儘ならぬうち撤退	完全子会社のI D E Cファクトリーソリューションズによる安全ソリューション提供を通じて顧客と長期の協働関係を構築・維持
製造企業と顧客が継続的に価値創造に協働して取り組む「プラットフォーム」の制度的手当て	同上の理由により価値協創のプラットフォームは形成されず	同上の理由により価値協創のプラットフォームは形成できず	「協調ロボットテクニカルセンター」等、I D E Cファクトリーソリューションズの管理下に、安全確保に関して顧客と継続的協働を可能とする「場」を設立。
顧客と協働してサービス化に取り組む独立専任組織の設置	独立専任組織は設置されず営業担当の兼務による対応	独立専任機関設置するも、インテグレーションに関する知見・ノウハウ不足	FA、ロボットシステム・インテグレータで制御分野に専門性を有する企業を買収、完全子会社化して、サービス化の独立専任機関化
顧客ニーズの類型化とそれに対応した製品ラインアップの最適化	意図せず	事業上げさえ儘ならぬうちの撤退につき、未着手	ソリューション・ビジネスの過程で把握したニーズに基づき製品・アプリケーションを類型化しラインアップを拡充
製品の組合せによる価値提供とモジュール化	意図せず	事業上げさえ儘ならぬうちの撤退につき、未着手	製品組合せによるソリューションを進展させ、ソリューションをモジュール化。モジュールの組合せで顧客課題に対応すべく取り組み

(出所) 筆者作成

製品の組合せによる安全確保ソリューションを体系化。自社製品群で多様な顧客ニーズに対応できる体制を整えた(要件(iv))。さらに、まだまだ未完成ではあるが、ソリューションのモジュール化に向けて、伝統的な顧客、新規開拓顧客に共通適用できるソリューションを抽出し、基本ソリューションの組合せにより、顧客の製造現場における安全確保に対応できるよう、I D E Cは日々工夫を重ねている(要件(v))。

I D E C の 3 次 に 渉 る サ ー ビ ス 化 を 通 じ た 脱 成 熟 化 へ の 取 組 に つ い て 、 そ の 成 敗 を 左 右 す る と 考 え ら れ る 要 因 毎 に I D E C の 対 処 状 況 を 整 理 す る と 表 4 の と お り で あり、2010 年 代 央 以 降 の 「 人 と 機 械 の 協 働 」 環 境 に お け る 安 全 関 連 の 取 組 に お い て は、(i) ~ (v) の 要 件 に 加 え て、製 造 企 業 の サ ー ビ ス 化 の 戦 略 的 位 置 づ け 及 び 目 的 の 明 確 化 も、他 の 2 つ の 先 行 す る 取 組 と は 異 な り、お お む ね 充 足 さ れ て い る こ と が 分 か る。

3. I D E C の 市 場 誘 導 型 イ ノ ベ ー シ ョ ン 事 例 か ら の 帰 結

(1) 要 件 (i) ~ (v) の 分 析 上 の 有 効 性

I. に お い て は、第 一 に、Matthyssens and Vandembemt (2008) の 市 場 成 熟 化 と 脱 成 熟 化 の 循 環 サ イ ク ル ・ モ デ ル に 拠 り つ つ、製 造 企 業 が コ モ デ ィ テ ィ 化 を 脱 し て 差 別 化 製 品 開 発 に よ り 競 争 優 位 を 再 び 確 立 す る 戦 略 と し て サ ー ビ ス 化 を 捉 え、第 二 に、ソ リ ュ ー シ ョ ン 研 究 の 成 果 に 拠 る こ と に よ り、サ ー ビ ス 化 を 通 じ た 脱 成 熟 化 は、戦 略 的 な 位 置 づ け 及 び 目 的 の 明 確 化 に 加 え て、(i) ~ (v) の 要 件 が 成 功 を 左 右 す る 枠 組 を 提 示 し た。

こ の 5 要 件 は、「製 造 企 業 の サ ー ビ ス 成 長」研 究 に お い て、Mathieu (2001)、Oliva and Kallenberg (2003) 以 来、主 要 研 究 対 象 と さ れ て き た 工 作 機 械、産 業 機 械、制 御 機 器 等 資 本 財 メ ー カ ー 等 を 念 頭 に 置 い て 先 行 研 究 よ り 抽 出 し た も の で あ る が、お お む ね 安 全 関 連 「制 御 機 器」メ ー カ ー で あ る I D E C の サ ー ビ ス 化 に つ い て も 妥 当 し、サ ー ビ ス 化 の プ ロ セ ス (差 別 化 製 品 開 発 に 取 り 組 む 前 提 条 件 を 整 え る プ ロ セ ス、及 び、差 別 化 製 品 を アイ デ ア か ら 完 成 品 に 仕 上 げ て い く 開 発 プ ロ セ ス) に 即 し て、I D E C の 脱 成 熟 化 の 成 功 と 失 敗 を 説 明 す る 上 で 有 効 な 要 件 で あ る こ と が 分 か っ た。

(2) I D E C 事 例 分 析 の 示 唆

ま た、I D E C の サ ー ビ ス 化 の 取 組 を 概 観 し た 前 掲 表 4 は、今 後 の 製 造 企 業 の サ ー ビ ス 化 を 通 じ た 脱 成 熟 化 に 関 す る 研 究 に 対 し、以 下 の 示 唆 を 与 え て く れ る と 考 え る。

①戦略的意思決定の重要性

本研究では、I D E C 3次に渉る取組を事例として、主に(i)～(v)の要件について、製造企業のサービス化を通じた脱成熟化のプロセスを分析する上での有効性等を見てきた。同時に、サービス化の戦略的位置付け及び目的の明確化についても、その重要性を見たが、(i)～(v)の要件に沿いつつ、サービス化を一連の活動により市場誘導型イノベーションに繋げていくには、I D E Cでは戦略意図の明確化が成功の大前提であった。I D E Cの1990年代と2000年代の取組は、戦略目的が曖昧であり、顧客とのリレーショナルな関係の構築も方向性が定まらず、製品イノベーションに失敗しており、2010年代の取組と好対照をなしている。I D E Cの事例からは、サービス化には、市場誘導型イノベーションにより成熟化を打破し、差別化製品による競争優位を回復する力が秘められているが、その力の発揮も戦略的意思決定次第であることが分かる。

特に、市場成熟期の製造企業には、コモディティ化を前提としてサービス・プロバイダ化を図る、あるいは、脱コモディティ化を前提として市場誘導型イノベーションを図るという2つオプションがあるが(前掲表1参照)、両者は基本コンセプトを異にし、製造企業は双方を同時に追求できない。従来の研究及び実務では、両者のいずれを追求するかを曖昧としたままサービス化に取り組んできたきらいがあるが、I D E Cの第2回の試みは、サービス・プロバイダ化、市場誘導型イノベーションのいずれを目指しているのかが曖昧であり、I D E Cは一連の活動を目標達成に向けてコーディネートできなかった結果、サービス化は失敗に終わっている。

I D E Cの事例研究では、戦略的意思決定に関して、製造企業が市場誘導型イノベーションへのコミットメントを明確化できる場合に何が要件となるのか、市場誘導型イノベーションに向けて一連の活動をコーディネートできる場合に何が要件となるのかを検証できなかったが、今後、この点に関する研究が必要であると考えらる。

②資源・能力補完におけるM&Aの重要性

Tuli et al. (2007) がソリューション・ビジネスの前提条件とした、顧客との長期間に渉るリレーショナルな関係の構築に関しては、Oliva and Kallenberg (2003) はサービス化初期段階からの独立専任組織の必要性を主張したのに対し、Auguste, Harmon, and Pandit (2006) が、サービス化が未成熟であるか、あるいは、サービス化が既存の製品事業の市場シェア維持等の「防衛」を目的とする場合には、サービス部門の分離独立は必ずしも最適組織デザインではないとする異論を唱えてきた。この点、I D E Cの第1回及び第2回と第3回の取組を比較すると、市場誘導型イノベーションを目指す上で、独立専任組織はサービス化初期段階から重要であると考えられ、これはAuguste, Harmon, and Pandit (2006) とも整合する。ただし、独立専任組織の設置は、資源制約のある製造企業にとり、決して容易なことではない。

従来、製造企業のサービス成長は内生的なものと考えられ（Luoto, Brax and Kohtamäki 2017; Valtakoski 2017; Böhm, Eggert and Thiesbrummel 2017; Benedettini, Swink and Neely 2017）、研究上、M&Aは十分な取扱いを受けてこなかった。しかし、I D E Cの第3回のサービス化の成功は、制御技術とソフトウェア開発力の優れたシステム・インテグレータを企業買収して、ソリューション・サービスの独立専任組織として活用したことに拠る面が大きい。Raddats, Kowalkowski, Benedettini, Burton, and Gebauer (2019) が、資源・能力獲得の一つの選択肢としてM&Aを位置付けることを提言したが、「製造企業のサービス成長」研究においては、M&Aの意義及び在り方に関する更なる研究が必要であると考えられる。

特に、I D E Cが直面した「人と機械の隔離」から「人と機械の協働」へのパラダイム・シフトでは、従来の製品コンセプトが（価値転倒の発生により）新しいパラダイム下で通用しなくなり、製品ニーズは日進月歩で発展を続けた。現在、工作機械、ロボット、OT企業は、第4次産業革命というパラダイム・シフトに直面し、製品コンセプトを工場スマート化の観点からゼロ・ベースで見直しているが、かかる事業環境では、製造企業は製品ニーズ

と製品コンセプトの変化に遅れてはならず、自社の限られた資源・能力を製品イノベーションに集中すべきであり、その場合、ソリューション事業は専門企業を買収して一任する選択がますます魅力的となる。

今後、IDECの事例研究に引き続き、工作機械、ロボット、OT等資本財メーカーについても5要件の有効性等を検証していく場合、併せて独立専任組織の必要性と企業買収等による資源・能力の補完の有効性についても検証をする必要がある。

③製品の組合せ化とモジュール化の差別化効果

IDECは、ソリューションのモジュール化こそ未完成であるが、「人と機械の協働」環境における安全確保に関して、顧客の千差万別なニーズにきめ細かく対応できる安全関連製品群を開発し、自社製品の組合せによる安全ソリューションを製造現場別・製造工程別・業種別に体系化することに成功した。差別化は、個別製品のイノベーションだけでなく、製品の組合せ、さらにはモジュールの組合せによっても可能であり、模倣のハードルは製品単体から複数製品の組合せ、さらにモジュールの組合せとなるほど高くなり、イノベーション主体にすれば競争優位は盤石のものとなる。

市場成熟期にある製造企業は、製品イノベーションと言うと差別化製品単体の開発を考えがちで、新製品がヒットすると自満してしまうが（参考5参照）、工作機械システム、ロボット・システムのように複数の機械・設備・装置から構成される製品事業では、機械・設備・装置の「組合せ」にも、ライバル企業との差別化を可能とする付加価値が存在し、「組合せ」自体に独自の技術・ノウハウの蓄積を要するため、製品の組合せのイノベーションはライバル企業に対する防壁となり得る。さらに、ソリューションのモジュール化は、IDECの事例では、製造現場の安全全般に関する体系的な知と安全ソリューションに関する幅広い技術・知見・ノウハウを要求することから、モジュールの組合せによるイノベーションは、製品の組合せにも増して、ライバル企業の参入を阻む高い壁になると考えられる。

I D E Cは1990年代末以来、コア事業である安全関連制御機器ビジネスの成熟化の問題を抱えてきたが、他社に先駆けて「人と機械の協働」環境における安全に関して新規事業分野を開拓し、(a) 顧客の安全関連ニーズに“one shop”で対応できる、豊富な安全関連製品ラインアップとアプリケーションの開発、(b) 顧客ニーズにきめ細かく対応するための安全関連機器の組合せのパターン化と体系化により、競争優位を再確立した。このI D E C差別化能力の回復と競争優位の再確立は、工作機械システム、ロボット・システムなどのシステム製品分野でも有効な取組ではないか。

4. 本研究の限界及び今後の課題

本研究は一事例研究であり、製造企業のサービス化を通じた脱成熟化のプロセスに関して、成否、メカニズム等を解明するにあたり、広く製造業一般について、I 4で先行研究から導出した要因(i)～(v)に拠ることができるのか、他に考慮すべき要因があるにも関わらず見落としているのではないか、特に差別化製品をアイデアから完成品に仕上げていく開発プロセス後段では更なる要因が存在するのではないか等、さらに事例研究を重ねる必要がある。I D E Cは製造現場の安全関連制御を事業領域としてきたが、工作機械、ロボット、O T企業等も同じく製造現場を対象として、生産ライン制御に係る機器・システム事業を展開しており、事業領域・事業内容の近似性から、今後の研究展開の方向として適切ではないか。

現在、第4次産業革命の下で工場スマート化が新たな製造課題とされ、生産ラインの企業I Tシステムによる自動制御化が進行しており、工作機械、ロボット、O T企業等は新たな次世代製造システム・ビジネスの立上げに取り組んでいる。彼等は生産ラインの企業I Tシステム制御化に対応して、個別製品だけでなく、自社製品を組み合わせた工作機械システム等を新たに開発し、顧客ニーズに応えようとしている。さらに、その取組を円滑に進めるため、各社はソリューション・ビジネスを強化、顧客関係を緊密化し、顧客と協働して製造現場のスマート化に取り組むことで、新規ニーズを発見し、

製品・システム開発に資する知見・ノウハウを獲得して、差別化製品・システムの開発に役立てている。

したがって、事業領域・事業内容の近似性だけでなく、サービス化を梃子としてコア事業の脱成熟化を図ろうとする点でも、工作機械、ロボット、OT企業等は、IDECに続き研究を進める恰好な対象となると考える。そもそも「製造企業のサービス成長」研究の草創にあたり重要な役割を果たした Oliva and Kallenberg (2003), Mathieu (2001) 等は、工作機械、産業機械等の資本財メーカーを研究対象として、理論的フレームワークを打ち立てたが、その点でも、彼等を次の研究対象とすることは適切な選択であろう。前項3(2)①~③についても、工作機械、ロボット、OT企業はIDECと問題を共有しており、研究対象として適格的である。

今後、以上を踏まえて、Salonen et al. (2017) が呼び掛けたように、製造企業のサービス化を通じた脱成熟化について、更なる研究を積み重ねることとしたい。

(筆者は関西学院大学商学部准教授)

参考文献

- Aarikka-Stenroos, L. and E. Jaakkola (2012), "Value co-creation in knowledge intensive business services: a dyadic perspective on the joint problem solving process," *Industrial Marketing Management*, 41(1), pp. 15-26.
- Barney, J. B. (2002), *Gaining and sustaining competitive advantage*, Reading Ma : Addison Wesley.
- Benedettini, O., Neely, A. and M. Swink (2015), "Why do servitized firms fail? A risk-based explanation," *International Journal of Operation & Production Management*, 35(6), pp. 946-979.
- Böhm, E., Eggert, A. and C. Thiesbrummel (2017), "Service transition: A viable option for manufacturing companies with deteriorating financial performance?," *Industrial Marketing Management*, 60, pp. 101-111.
- Dachs, B., Borowiecki, M., Lay, G., Jäger, A. and D. Schartinger (2014), "Servitisation of European manufacturing: Evidence from a large scale database," *Service Industries Journal* Vol. 34(1), pp. 5-23.
- Eggert, A., Hogreve, J., Ulaga, W. and E. Muenkhoff (2014), "Revenue and profit implica-

- tions of industrial service strategies,” *Journal of Service Research*, 17(1), pp. 23–39.
- Gebauer, H., Edvardsson, B., Gustafsson, A. and L. Witell (2010), “Match or mismatch: Strategy-structure configurations in the service business of manufacturing companies,” *Journal of Service Research*, 13(2), pp. 198–215.
- Gebauer, H., Fischer, T. and E. Fleisch (2010), “Exploring the interrelationship among patterns of service strategy changes and organizational design elements,” *Journal of Service Management*, 21(1), pp. 103–129.
- Gebauer, H., Fleisch, E. and T. Friedli (2005), “Overcoming the service paradox in manufacturing companies,” *European Management Journal*, 23(1), pp. 14–26.
- Josephson, B. W., Johnson, J. L., Mariadoss, B.J. and J. Cullen (2016), “Service transition strategies in manufacturing implications for firm risk,” *Journal of Service Research*, 19(2), pp. 142–157.
- Kindström, D. and C. Kowalkowski (2014), “Service innovation in product-centric firms: a multidimensional business model perspective,” *Journal of Business & Industrial Marketing*, 29(2), pp. 96–111.
- Lay, G., Copani, G., Jäger, A. and S. Biege (2010), “The relevance of service in European manufacturing industries,” *Journal of Service Management* Vol. 21(5), pp. 715–726.
- Luoto, S., Brax, S. A. and M. Kohtamäki (2017), “Critical meta-analysis of servitization research: Constructing a model-narrative to reveal paradigmatic assumptions,” *Industrial Marketing Management* Vol. 60(1), pp. 89–100.
- Martinez, V., Bastl, M., Kingston, J. and S. Evans (2010), “Challenges in transforming manufacturing organisations into product-service providers,” *Journal of Manufacturing Technology Management*, 21(4), pp. 449–469.
- Mathieu, V. (2001), “Product services: From a service supporting the product to a service supporting the client,” *Journal of Business & Industrial Marketing*, 16(1), pp. 39–61.
- Matthyssens, P. and K. Vandenbempt (2008), “Moving from basic offerings to value-added solutions: Strategies, barriers and alignment,” *Industrial Marketing Management*, 37(3), pp. 316–328.
- Mintzberg, H. (1988), Generic strategies: Toward a comprehensive framework. *Advances in strategic management*, Vol. 5, pp. 1–67.
- Neely, A. (2009), “Exploring the financial consequences of the servitization of manufacturing,” *Operations Management Research*, 1(2), pp. 103–118.
- Oliva, R. and R. Kallenberg (2003), “Managing the transition from products to services,” *International Journal of Service Industry Management*, 14(2), pp. 160–172.
- Penttinen, E. and J. Palmer (2007), “Improving firm positioning through enhanced offerings and buyer–seller relationships,” *Industrial Marketing Management*, 36(5), pp. 552–564.
- Porter, M. E. (1980), *Competitive strategy. Techniques for analyzing industries and competitors*, New York: The Free Press.

- Porter, M. E. (1985), *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*, New York: The Free Press.
- Raddats, C., Baines, T., Burton, J., Story, V. M. and J. Zolkiewski (2016), “Motivations for servitization: the impact of product complexity,” *International Journal of Operations and Production Management* Vol. 36(5), pp. 572–591.
- Raddats, C. and C. Easingwood (2010), “Services growth options for B2B product-centric businesses,” *Industrial Marketing Management*, 39(8), pp. 1334–1345.
- Raddats, C. and C. Kowalkowski (2014), “A reconceptualization of manufacturers’ service strategies,” *Journal of Business-to-Business Marketing*, 21(1), pp. 19–34.
- Raddats, C., Kowalkowski, C., Benedettini, O., Burton, J. and H. Gebauer (2019), “Servitization: A temporary thematic review of four major research streams,” *Industrial Marketing Management*, 83, pp. 207–223.
- Rajala, R., Brax, S. A., Virtanen, A. and A. Salonen (2019), “The next phase in servitization: transforming integrated solutions into modular solutions,” *International Journal of Operations & Production Management*, 39(5), pp. 630–657.
- Salonen, A., Saglam, O. and F. Hacklin (2017), “Servitization as reinforcement, not transformation,” *Journal of Service Management*, 28(4), pp. 683–690.
- Storbacka, K., Brodie, R. J., Böhmman, T., Maglio, P. P. and S. Nenonen (2016), “Actor engagement as a microfoundation for value co-creation,” *Journal of Business Research*, 69(8), pp. 3008–3017.
- Suarez, F. F., Cusumano, M. A. and S. J. Kahl (2013), “Services and the Business Models of Product Firms: An Empirical Analysis of the Software Industry,” *Management Science* Vol. 59(2), pp. 420–435.
- Tukker, A. (2004), “Eight types of product–service system: Eight ways to sustainability? Experiences from SusProNet,” *Business Strategy and the Environment*, 13(4), pp. 246–260.
- Tuli, K. R., Kohli, A. K. and S.G. Bharadwaj (2007), “Rethinking customer solutions: From product bundles to relational processes,” *Journal of Marketing*, 71(July), pp. 1–17.
- Uлага, W., and W. Reinartz (2011), “Hybrid offerings: How manufacturing firms combine goods and services successfully,” *Journal of Marketing*, 75(November), pp. 5–23.
- Valtakoski, A. (2017), “Explaining servitization failure and deservitization: A knowledge-based perspective,” *Industrial Marketing Management* Vol. 60, pp. 138–150.
- Vandermerwe, S. and J. Rada (1988), “Servitization of business: Adding value by adding services,” *European Management Journal*, 6(4), pp. 314–324.
- Wise, R., and P. Baumgartner (1999), “Go downstream: The new profit imperative in manufacturing,” *Harvard Business Review*, 77(5), pp. 133–141.
- I D E C 『アニュアル・レポート』(2015～2020)
- I D E C 『決算短信』(2015年3月期～2021年3月期)
- 榎本俊一 (2019) 「D E N S O のものづくり～“Smart Factory”はT P Sに収斂するの

- か?〜』『中央大学商学論纂』第61巻1・2号, 537~598頁
- 経済産業省 (2019) 『ロボットを取り巻く環境変化と今後の施策の方向性』
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (2014) 『NEEDOロボット白書2014』
- 日刊工業新聞
- 2012年6月28日付 (I D E C、海外生産比率40%に)
- 2013年7月17日付 (戦略ライン・強みはここ/I D E C—ロボセル生産で多品種対応)
- 2014年6月3日付 (I D E C、制御機器関連2社を子会社化—ソリューション事業を強化)
- 2014年10月16日付 (I D E C、国際安全規格対応の安全スイッチ24機種を発売)
- 2014年10月22日付 (世界市場へのパスポート・国際標準化の重要性)
- 2014年10月24日付 (I D E C、FA向け薄型インターフェースリレーを国内投入)
- 2016年3月22日付 (設計・開発フロンティア/I D E C—制御関連機器)
- 2016年4月26日付 (I D E C、人とロボ協働作業エリア内で安全確保が可能なモデルパッケージ提案)
- 2016年6月21日付 (I D E C、産業用協働安全ロボットのレンタル事業開始)
- 2016年8月23日付 (I D E C、協調安全ロボテクニカルセンターを愛知・一宮市に開設)
- 2016年12月16日付 (I D E C、仏アペム完全子会社化—292億円で買収、スイッチ拠点活用)
- 2017年1月31日付 (I D E C、生産効率化へ産業用スイッチの機種削減—利益率目標達成を前倒し)
- 2017年10月25日付 (広がるロボット活用(4) I D E C—協働型ロボで生産体制柔軟に)
- 2018年5月24日付 (I D E C、東京センサを完全子会社化)
- 2018年12月5日付 (I D E C、スイッチ投入 安全関連製品を充実)
- 2019年1月23日付 (I D E C、産業用スイッチで欧州テコ入れ 仏子会社工場に自動化設備導入)
- 2019年3月13日付 (I D E C、スイッチガード 意図しない操作防ぐ)
- 2019年4月19日付 (I D E C、ロボ安全管理資格の取得支援 事前講習・受験料負担)
- 2019年6月17日付 (I D E C/産ロボ用ティーチング機器 タッチパネル搭載で簡単操作)
- 2019年8月27日付 (I D E C、プッシュイン式制御製品)
- 2019年9月2日付 (I D E C、防爆マットスイッチ発売)
- 2019年12月24日付 (I D E C、安全リレーモジュール 国際規格に対応)
- 2020年2月6日付 (I D E C、インドに子会社設立 制御機器販売)
- 2020年8月4日付 (I D E C、ワンタッチ接続制御ユニット発売)
- 2020年11月3日付 (I D E C、安全制御機器7機種 予知保全向け)
- 2020年11月23日付 (I D E C、国内営業を分社化 サービス向上)
- 2021年1月13日付 (I D E C、協働ロボの生産能力3倍に 新工場4月稼働)

2021年1月18日付（I D E C 子会社、米で制御盤規格認証）

2021年3月30日付（I D E C、協働ロボシステム増産 新工場を来月稼働）

日経企業活動情報2006年4月17日付

日本機械学会編（2005）『生産システム工学』丸善

日本機械学会編（2008）『メカトロニクス・ロボティクス』丸善

日本経済新聞

2016年12月15日付（I D E C、仏産業用スイッチ企業を292億円で買収）

2019年1月18日付（制御装置の生産能力6割増 I D E C が台湾に新工場）

2019年3月19日付（産業用スイッチの I D E C、独社と協業）

2021年4月2日付（I D E C、中国で産業スイッチ生産倍増 工場を拡張移転）

2021年4月30日付（I D E C、スキューズの工場システム事業を買収）

日本能率協会編（1983）『F A 生産システム設計法』日本能率協会

ロボット革命実現会議（2015）『ロボット新戦略』

Robot Digest

2019年2月18、19日付（人とロボットの協調目指して）

2019年6月7日付（使いやすくて軽いティーチングペンダントを発売／I D E C）

参考 1

I D E C の製品一覧



スイッチ



表示灯・ブザー

非常停止用
押ボタンスイッチ

LED 照明



安全機器



端子台

リレー・ソケット・
タイマ

サーキットプロテクタ



電源機器



PLC



プログラマブル表示器



ソフトウェア



自動認識



センサ



防爆機器

(出所) I D E C 資料に基づき筆者作成

参考 2

I D E C の産業安全・機械安全製品の用途

(石油・化学プラント)



爆発性ガスが存在する危険場所で、爆発の点火源にならないよう技術的対策を講じた防爆製品群が広く採用。



タッチスイッチ付
表示器
E X 4 R 形



防爆構造コントロール
ボックス
E C 2 B 形

(金属加工ライン)



プレス機・工作機械に関しては、安全スイッチや非常停止用押ボタンスイッチ等安全機器、デザイン性の高い操作スイッチが採用されている。



スライドハンドル形
アクチュエータ
H S 9 Z 形



小形コントロール
ユニット
L B シリーズ

(成形ライン)



樹脂成型を行う成型機においては操作スイッチや異常を知らせる積層表示灯等の製品が導入。



第3世代非常停止用
押ボタンスイッチ
Xシリーズ



積層表示灯
LD6A形

(組立ライン)



産業用ロボットのプログラミングには、イネーブル・スイッチなど安全装置を搭載したティーチング・ペンダントが採用されている。



LED照明ユニット
(広角高照度タイプ)
LF1D/2D形

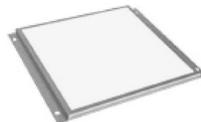


小形ティーチング
ペンダント
HG1U形

(検査ライン)



検査工程では内容物の有無や内容物を検知するセンサや、目視検査をサポートするLED照明ユニット等が導入。



フラットLED照明ユニット
LF1F形
均一な光で、より確実な目視
検査をサポート。



小形光電スイッチ
レーザータイプ
SA1E-L形
微小ワークや高速移動
ワークを安定検出

(出荷・搬送ライン)



出荷物にマーキングするレーザ・マーカ、仕分・管理のためのバーコードリーダなどトレスナビリティ関連製品に使用。



高天井用 LED
照明ユニット
LG1H形



超小形二次元
コードリーダ
matrix シリーズ

(駅・公共交通機関)



駅ホームの転落防止用可動柵の制御や、列車の位置検知システムにはプログラマブル・コントローラやセンサが使用。



コントローラ
FT1A形



超高輝度 LED 表示灯
AP22形

(店舗)



注文を入力するためのパネル式表示器や、鮮度管理を担う RFID ソリューションなどがオーダリングシステムをサポート。



プログラマブル表示器
HG3G形



冷蔵ケース用 LED 照明
LF1E形

(出所) IDEC ホームページ (<http://jp.idec.com/ja/aboutIDEC/corporate/business/>)

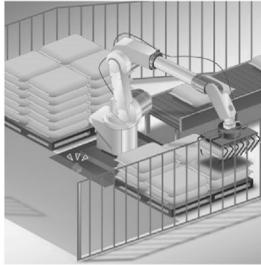
参考 3

I D E C の制御製品及びアプリケーション

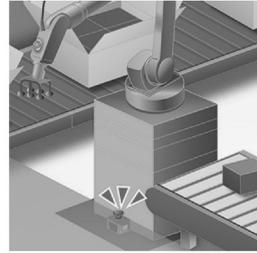
セーフティレーザスキャナ



存在探知で安全柵内の
人的被害削減



生産効率を保ちつつ
事故リスク排除

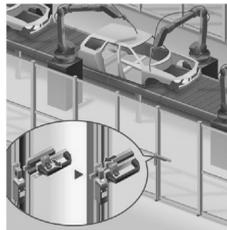


パレタイジングロボットの
弱点補完

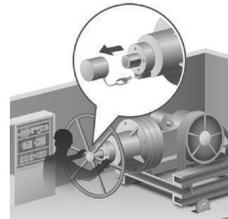
安全スイッチ



耐久性 2 倍の安全スイッチ



ドア安全スイッチの弱点強化で
保守不要化



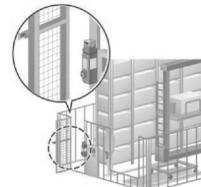
巻上機誤作動事故のゼロ化



リレー故障による「意図しない」
ダウンタイム発生軽減

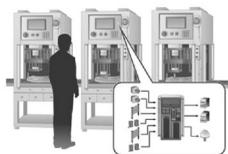


半導体製造装置の小型化に貢献
世界最薄のドア用安全スイッチ

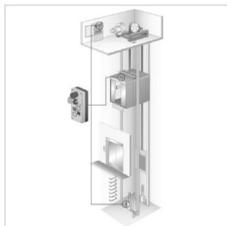


自動倉庫のメンテナンス中の事故
発生防止

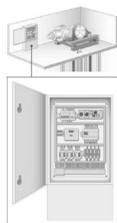
セーフティコントローラ



小型装置に最適な、安全コントローラによる工数削減と安全性の両立

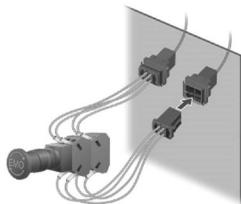


エレベータの安全性強化



エレベータの新安全規格に対応した制御システムをIDECコンポーネントで構築

非常停止用押ボタンスイッチ

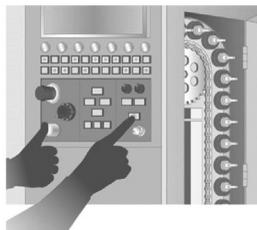


ダウンタイムを長引かせずスイッチ交換



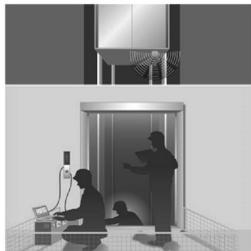
半導体装置の緊急停止装置破損による損害回避のための複数設置

3ポジション・イネーブル・スイッチ

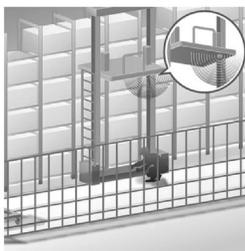


マシニングセンタの安全性確保

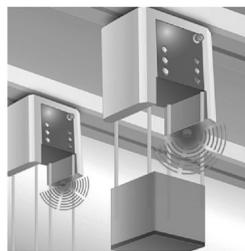
照光ブザー



籠の衝突防止



保守時の人身事故のリスク低減



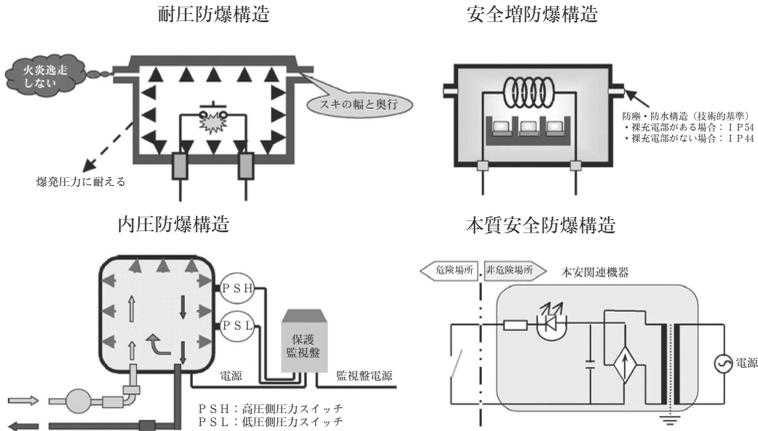
天井に潜む人身事故リスク対策

(出所) IDEC資料

参考 4

防爆装置

1. 爆発性ガス危険雰囲気を生成するおそれのある危険場所において、危険雰囲気が生成する確率と電気設備が点火源となる確率との積を実質的にゼロと見なせるようコントロールするため、下記のような防爆装置が開発されている（I D E C 資料）。



2. 各種の防爆措置については以下のとおり。

耐圧防爆	内部に侵入した爆発性雰囲気の内部爆発に対して、容器が損傷を受けることなく耐え、かつ、容器のすべの接合部又は構造上の開口部を通して外部のガス又は蒸気の爆発性雰囲気への引火を発生させない電気機器構造。
安全増防爆	正常使用時にはアーク又は火花が発生しない電気機器に適用。過度な温度、異常なアーク・火花の発生に備え、安全性を増加する手段を講じた電気機器構造。
内圧防爆	容器内の保護ガスの圧力を外部の爆発性雰囲気の圧力を超える値を保持する、又は容器内のガス或いは蒸気の濃度を爆発下限より低いレベルに希釈することにより防爆する構造。
本質安全防爆	正常状態だけでなく仮想される故障状態において、電気回路に発生する電気火花と高温部が規定試験条件で試験ガスに点火しないようにした防爆構造。他の防爆構造は正常使用を前提とした防爆であるのに対し、本質安全防爆は電気回路の規定故障状態でも防爆性能を確保。（例示図では、商用電源の高電圧を混触防止板付の変圧器で安全な電圧に降圧、抵抗器で安全な電流に制限し、ガス蒸気に点火するおそれをなくしている）

参考5

後日譚：マルチハンドの単発的成功に終わったセル生産ロボット化事業

I D E Cのロボット制御型セル生産システムはビジネス化に失敗したが、成果がゼロだったというわけではなく、2010年代にロボット・メーカー各社がロボット制御型セル生産システムを開発提供するようになると、I D E Cは「千手観音ロボ」開発の知見を活かしてロボットに装着するマルチハンド製品を世に送り出し、ヒット商品化する。ただし、その成功は単発に終わり、後継製品も関連製品も産み出せなかった。

1. 2010年代の環境変化

～「セル生産のロボット化」製品の相次ぐ登場～

I D E Cのロボット制御型セル生産システムはビジネス化こそ頓挫したものの、2000年代半という時期を考えると、いち早く事業化段階に到達していた点で先駆的だった(注1)。2000年以降、セル生産方式のロボット化に向けた研究開発は、Fanuc、三菱電機、I H I等のロボット・メーカーもスタートしていたが(注2)、いずれも実用化・ビジネス化の前段階にあった。

(注1) 2006～2011年度、N E D O(新エネルギー・産業技術総合開発機構)は、戦略的先端要素技術開発プロジェクト「人・ロボット協調型セル生産組立システム」において、セル生産のロボット化に関する共同研究を実施しているが、国の研究機関による国家プロジェクトであることから分かるように、I D E Cのロボット制御型セル生産システムとは異なり、実用化・ビジネス化の前段階の研究であった。

(注2) Fanucは2006年度日本ものづくり大賞・総理大臣賞を、人手に頼る機械加工素材の加工台への取付け、加工後洗浄、加工台からの取外作業をロボットに置き換えた「知能ロボットによる長時間連続機械加工システム」により受賞。三菱電機は2005年に京都大学と共同で「自律型セル生産ロボット・システム」開発をスタート、マテリアル・ハンドリングだけでなく製品組立にもロボットの活用範囲を拡大する可能性を模索。

ただし、2000年代のロボット・メーカー各社の研究開発の成果は、2010年代には次々に製品化され、三次元ビジョン・センサを活用したバラ積みピッキング・ロボット、力覚センサを活用した組立ロボット等が供給されるようになる(注3)。それに伴い、2010年代半以降、セル生産のロボット化に関しても、ロボットが入力されたC A Dデータから組立手順を判断し、作業中に失敗が発生しても3次元ビジョン・センサや力覚センサの情報を活用して自ら作業をやり直す「知能化」を中心として、多様な製品・ソリューションが開発・提供されるようになる。

国内メーカーも、製品・ソリューションの多様化に好感して、自社の多様なセル生産ニーズに基づき、セル生産システムのロボット化に取り組みようになり、I D E Cが改めて「セル生産システムのロボット化」ビジネスに参入する機運が高まった。

(注3) I H I「人の手感をロボットで実現!! - 目で距離を掴つかみ、手感覚で作業する、次世代産業ロボットの開発 (https://www.ihico.jp/var/ezwebin_site/storage/original/application/a25306f843f19822d035fcd89e3d3ed1.pdf)。三菱電機は「自律型セル生産ロボットシ

システム — “運ぶ” から “組み立て” へ、知能化ロボットが活躍する近未来の生産現場において、力覚センサを活用した力覚制御パッケージ（2011年）、三次元ビジョン・センサ（2013年）の製品化を成果として挙げる。また、東芝機械は2011年に「産業用ロボットによるモータ組立セル生産システム」（<http://www.toshiba-machine.co.jp/jp/product/robot/index.html>）を製品化し販売している。

2. 「千手観音ロボ」の知見を生かしたマルチハンド製品開発と限界

I D E Cは2009年にI D E Cオートメーションを解散し、ロボット制御型セル生産システム事業は休眠状態に陥っていたが、2010年代にロボット・メーカー各社が「セル生産のロボット化」関連製品を次々と開発・上市するようになると、I D E Cはロボット制御型セル生産システム「関連」製品の開発に取り組む。

I D E Cは、滝野事業所の「千手観音ロボ」開発・生産活用の経験・ノウハウを活かし、三菱電機の産業用ロボット（RV-2SQ/2SD、RV-3, 6シリーズ）を念頭に置きつつ、2011年6月、ロボットと直接接続可能な通信機能等を搭載した、ロボット用高機能マルチハンドを上市。I D E Cはロボット・メーカー向けに、小型垂直多関節ロボット用の第1世代の金属ハンド、第2世代の樹脂ハンドを開発供給してきたが、セル生産システム組込みロボット向けに、4～8個のハンドが装着可能なMH1A形マルチハンドを開発した（「組立能力最大6人力、投資費用効率約4倍」を標榜）。

図 MH1A形マルチハンド



（出所）I D E C資料

当時、ロボット・メーカー各社は「セル生産システムのロボット化」のためのロボット開発を実現したものの、顧客の製造現場は多様であり、セル生産ニーズは一つとして同じでなかったため、ハンドを一品一様のカスタマイズ製造をせざるを得なかった。I D E CのMH1A形マルチハンドはこの問題を解決するものであり、ロボット・メーカーがユーザーの加工ニーズに応じてハンドをカスタマイズ製造しなくとも、ユーザーは、MH1A形マルチハンドをロボットに実装すれば、その後は、各種加工に必要な市販ハンドを購入し、その爪の形状を調整してマルチハンドに装着し（ハンド4個まで搭載可能）、多様な加工ニーズに対応できるようになった。

かかる利点を持つMH1A形マルチハンドはヒット商品となり、三菱電機製ロボットを中心として多用されたが、IDECはロボット制御型セル生産システムの関連においてMH1A形マルチハンド以外にヒット商品を産み出すことができず、MH1A形マルチハンドは2021年に製造中止が決定され、人気製品の使命を終えた。

結局、IDECは、MH1A形マルチハンドに関しては、自社における「千手観音ロボ」開発・生産活用の経験・ノウハウを活かしたものの、セル生産システムのロボット化に関しては、ロボット・システムの開発からも、インテグレーション・ビジネスからも手を引いており、後継ヒット商品の開発の出発点となる顧客ニーズの把握ができなくなっており、MH1A形マルチハンドの成功は単発に終わることとなった。