

IoT時代におけるドイツ完成車メーカーの戦略 — Industry4.0 と VW のMQB 戦略 —

The German Automotive manufacturers' strategy in the IoT era
:The German Industrie4.0 and VW MQB Strategy

太田 志乃*
Shino Ota

*****目 次*****

1. はじめに
2. IoT の取り組み展開
3. VW のモノづくり戦略にみる Industry 4.0 への布石—問題提起の整理
4. ドイツ完成車メーカーの戦略と Industry4.0 の関連性における今後の研究課題

1. はじめに

IoT という単語をほぼ毎日といっても過言ではないほど、目にするようになって久しい。IoT は言葉通り、Internet of Things、すなわちモノとモノ、もしくはモノとヒトがネット環境の下につながることを意味している。例えばスマートメーターやスマート工場などへの応用例は、機器と機器がつながることによってより効率性を上げるための取り組みであり、ウェアラブル製品などは機器とヒトが通信回線を介することによってヒトの利便性を高める商品化例である。

これらの取り組みに共通していることは、グローバルで通信可能な環境下で行われていることに加え、ある一定のクローズドなエリアでの利用ではなくオープンにつながることを可能としている点にある。「日本は IoT に類似した取り組みを以前から行ってきた」との指摘を頻繁に耳にするが、従来、取り組まれてきた FA 化などの取り組みは、ある特定の工場内における IT 導入の取り組みであったり、センサ機器を使用した工程改善の取り組みであったりする事例が多い。IoT の世界では、特定工場内のような限定的なエリアではなく、グローバルに、企業の枠を越えたネットワークを形成することが特徴として挙げられる。その点は従前の IT 化の取り組みとは大きく異なると指摘できよう。

* 一般財団法人 機械振興協会 経済研究所 調査研究部 研究副主幹

2. IoTの取り組み展開

2.1 ドイツ Industry 4.0の展開現状

広く知られるように、IoT技術をベースにした発展戦略がドイツや米国、そして中国から発信され、自国の大手企業を中心としたコンソーシアムを形成する取り組みも進められている。例えば他国の先陣を切り Industrie4.0（以下、I4.0）を発表したドイツは、2011年の Hannover Messe でそのコンセプトを発表、第4次産業革命と銘打った産業構造の改革をアピールした。以降、ドイツは毎年開催される同メッセにおいてそのコンセプト概念をより多角化している。

また、2014年に公表された米国の Industrial Internet CONSORTIUMは、GEやAT&T、Cisco、IBM、Intel の5社を核に設立、I4.0が第4次産業革命を謳うのとは異なり、IoTに関するリファレンスアーキテクチャーの策定や標準化活動に焦点を当てている。

そして中国は政府が自ら指揮を執り、製造強国となるための政策「中国製造 2025」を2015年に提唱、IoT時代においてより世界で最たる製造大国となるべく、国が重点を置く産業の構造改革に急いでいる。

では実際に、これらの取り組みはどのように展開しているのか。本稿では主にドイツが展開する I4.0 に注目する。先ず筆者が視察調査に訪れたハノーファーメッセ 2016（以下、メッセ 2016）から、出展企業の現状の取り組みを整理する。

2016年4月25～29日にかけてハノーファー国際見本市会場で開催されたメッセでは、I4.0に関する実物展示だけで約400例（公式発表）にのぼった他、同年から Predictive Maintenance 4.0（予知保全）のブースも設けられた。Predictive Maintenance も I4.0 の概念から展開される技術として位置付けられる概念であり、この新たな展示分野からも、上述したように同メッセでは I4.0 の概念をより高度化していることを垣間見ることが出来る（図表1参照）。

図表1 企業展示の一例

取組例	企業	取組概要
「Active Cockpit」	Bosch Rexroth(独)	・生産工程など工場内の情報をリアルタイムに収集し、データを分析することによって生産効率を高める取り組み
「Logistics4.0」 「Connected Manufacturing」	Bosch(独)	・Process Quality Manager ←自動車産業で多用されるネジ結合の品質管理(ネジを結合させる際のトルクを記録し、そのデータをプロセス品質管理ソフトで管理) ・Active Assist ←RFIDをベースに、部品を識別し、工程作業をモニターでガイド ・TraQ(track quality) ←センサーを活用し、輸送中の振動などの品質を一括管理
ロボットとヒトの協調ライン	Bosch(独)	・APAS ←コネクテッドプロダクション向けの可動式オートメーションソリューション
	Volkswagen(独)	・多関節ロボットや自社開発のAGVを用いた生産システム(本社工場にて稼働予定)
「Digital Manufacturing」	コニカミノルタ(日) Audi(独) Volkswagen(独)	・ウェアラブル装置を用いた作業支援 ・バーチャル技術を用いた作業支援など
「Lean Smart Factory」	SEW Euro Drive(独)	・機械がヒトに協調する生産ラインの構築
「Matrix Production」	KUKA(独)	・SmartFactory ←大量生産の効率を保ちながらマスカスタマイゼーションを実現する試み ←「KUKA Connect」で個々の生産指示を管理、独自にクラウドサービスを提供することを視野に

出所：筆者作成。

メッセ 2016 では「Integrated Industry」をメインテーマに、① Industrial Automation、② Industrial Supply、③ Digital Factory、④ Energy、そして⑤ Research & Technology の 5 分野での展示が展開された。

特に① Industrial Automation の展示会場は多くの企業展示で賑わっていた。主にドイツ大手企業を中心とするデモンストレーションには多くの人々が群がり、主催者や展示企業が開催するセミナーやトークセッションでは、メッセ 2016 を評して「今年は、従来の I4.0 の抽象的なイメージを越え、より具体化した実例が多くみられる」とのコメントが相次いでいた。パネル展示だけではなく、実際にロボットとヒトが協調作業するデモンストレーションなどもあり、企業が IoT 時代に向けたライン構築に急いでいることが印象的であった。

2.2 Hannover Messe 2016 視察から考える I4.0、IoT の本質

これらの展示視察を踏まえ、筆者はキープレイヤーなる企業群を主として 3 つのグループに大別した。第 1 グループは、IoT において必須となる産業用ロボットなどの生産システムやコントローラ、センサ、セキュリティシステムなどのハードウェアを生産、販売する企業 (ABB、KUKA、SIEMENS や BOSCH など)、第 2 グループが、それらを制御するソフトウェアや通信環境の下、収集したデータを分析するソフトウェアなどを展開する企業 (SAP、NX、SolidEdge など)。そして第 3 グループはこれらを自社の生産工程に導入し、製品の生産、販売のグローバル化対応へと急ぐ企業である。

ここで指摘したいのは、これらのグループのうち、特に IoT や I4.0 で取り上げられる事例の多くが第 1、2 グループであることにある。これらは I4.0 「関連市場」の拡大などのテーマで良く目にするが、実際に IoT 環境下での取り組み事例をみるには第 3 グループへの着目が不可欠である。これらの企業の展開例を調査、分析することにより、どのような戦略をもって企業が IoT 環境の構築に取り組んでいるのかを知ることが出来るのではないだろうか。そこから企業の IoT 取り組みの本質を抽出し、例えば産業別、もしくは企業規模別のそれを概観することが出来るのではないだろうか。この視点によって、企業の生産管理や技術経営などの側面を整理することも出来るだろう。

もちろん、第 3 グループ企業の IoT 取り組みについても、日本のみならず世界中の企業が自社事例を相次いで発表し、新聞等でも連日のようにその事例を扱っている。これらを概観することによってどの程度の取り組みが進められているのかを把握出来る。

一例を本稿に挙げる自動車産業の事例に見ると、メッセ 2016 に展示ブースを設けていたドイツの完成車メーカーVolkswagen (以下、VW)、Audi の 2 社はそれぞれ、近未来的な工場ラインとも言えるようなデモンストレーション、パネル展示を披露、掲示していた(図表 2)。ここでも挙げる両社の生産ライン取り組み例は、生産工程の平準化、そして作業者支援というテーマで展開されるものである。Audi の VR (Virtual Reality) を活用した生産支援は、ヘッドセットを介して、写真にあるように組み立て時にどの箇所にネジ

留めが必要となるか、その個数などが把握できる取り組みである。メッセ 2016 では実物デモではなく写真パネルでの展示だったが、同社展示対応者にラインへの投入予定を問うたところ、「未定だが、遠くない将来には投入されるだろう」とのことであった。

図表2 Audi（上）、VW（下）の生産支援システム展開例

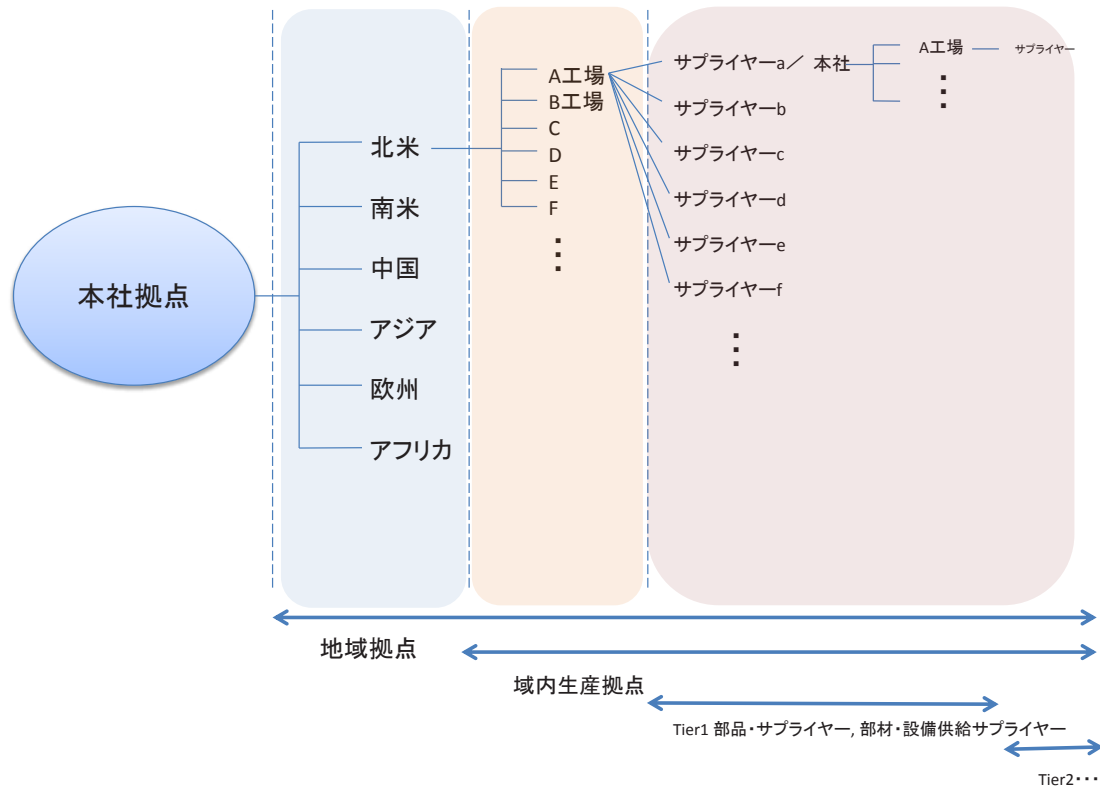


注：Audi（上）は、写真パネルの展示。

出所：筆者撮影。

ただし、これらは完成車メーカーが生産工程の中で展開しようとする一部の取り組みであり、例えば Audi をグループ企業に持つ VW が意図する IoT の取り組みはこの展示例よりも多角的に展開されているものと考えられる。図表3に挙げるように企業の生産の場が国境を越えて展開していることを踏まえると、本社工場のみで完結、もしくはある特定地域内の工場群で完結しているだけでは、I4.0の本質には近づいていないからである。

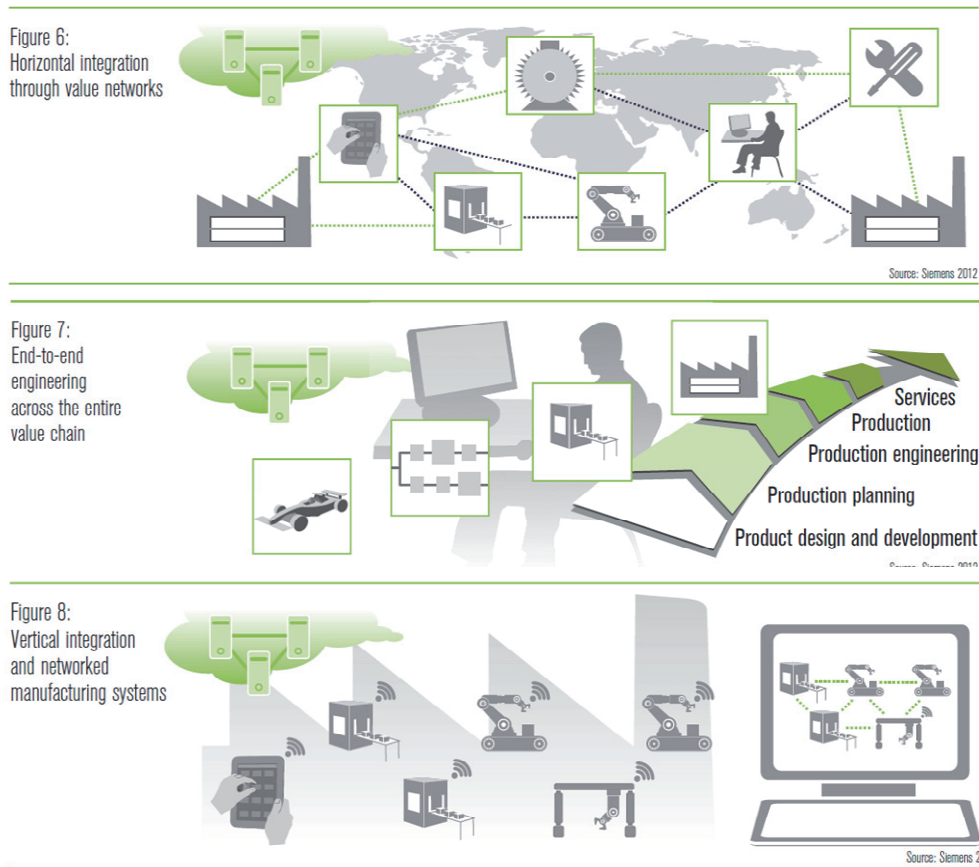
図表3 企業の生産拠点展開例



出所：筆者作成。

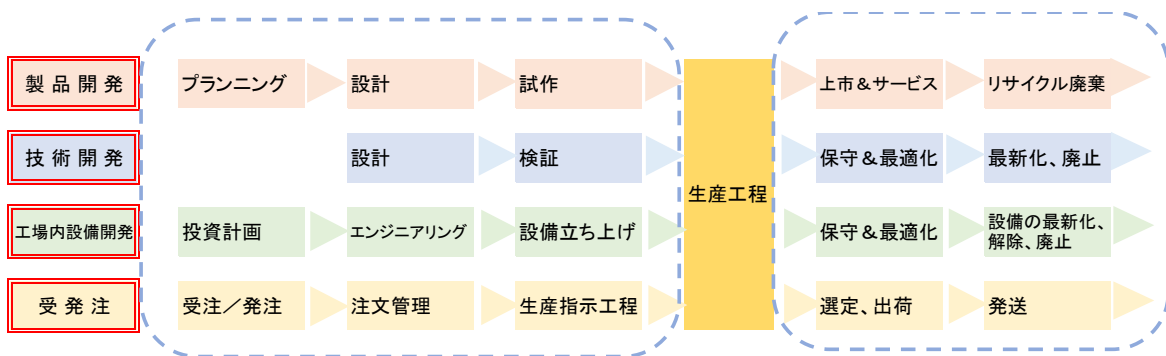
では、I4.0の本質とは何か。それはドイツがそのコンセプトに明らかにしているように、バリューチェーンネットワークの水平統合、そして生産システムの垂直統合を主軸とするものである(図表4)。加えて図表5のように生産工程(工場)を中心とした4方向のモデル確立をドイツは提示しており、そこでは製品開発や技術開発、工場内設備開発、そして受発注の各バリューチェーンが生産現場で交わる形で効率よく進められることが求められている。

図表4 Industry 4.0 に求められる生産体系



出所：acatech National Academy of Science and Engineering, *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0 Final report of the industrie 4.0 working Group*, April 2013, p.31 より抜粋。

図表5 Industry4.0 の4方向モデル



出所：Deutsche Bank, *Current Issues*, April 23, 2014, p.11 を参照の上、筆者作成(原典は Fraunhofer IPA)。

一方で国内外企業を取り巻く環境を鑑みると、2000年代初頭から企業による生産拠点の国外移転が相次いでいる。

これは海外での生産能力向上（ラインの生産能力に加え、部材・部品の現地調達への拡充、モノづくり人材の育成など）に加え、輸送費を削減し、製品価格を抑えることを企図した拠点設立や、進出国・地域の貿易協定を活用し第3国への輸出を主とする拠点設立など様々な企業事情を反映している。もちろん、為替の影響も大きく受けるため、一定の財政環境の下、モノづくりを展開するための海外進出ケースもある。

しかし、これらの動向が多く確認される中でも、海外進出先でのトラブルや課題は未だに取り上げられるところでもある。例えば課題として延々と取り上げられているのは、「海外拠点における人材の不足」や「現地人材の活用の難しさ」、「本国拠点とは異なる生産設備のコントロール」、「現地サプライヤーの育成」などだろう。本国と同水準の部品を生産、供給することの難しさは企業にとって重要課題であるが、これらは従前から繰り返し論じられてきた問題点でもある。

しかし、ここで強調できるのは、その問題点を緩和していくためのツールとして用いられるべきがIoTであり、それを活用した生産現場の水平統合、垂直統合を進めていく重要性である。それを活用し、グローバルに生産効率を向上していくことが、本来、これらの課題対応に向けた取り組みに求められる姿ではないだろうか。

3. VWのモノづくり戦略にみる Industry 4.0への布石—問題提起の整理

3.1 VW MQB戦略

以上の姿を企業の取り組みはどこまで反映しているのか。そしてどのように形成してきたのか。

その解を求めるには、メッセの視察やメディア媒体を活用した情報収集のみでは不十分である。前掲のVWやAudiの生産支援のシステム構築はあくまでもその枝葉の一部であり、全体を貫き通す軸ではない。しかし、他の視点からVWやAudiに関する調査を蓄積していくと、彼らの企業戦略、経営戦略、モノづくり戦略からその解の一部が見え隠れするように思える。

その一例が、VWが2012年に取り組み着手を明らかにした新たなプラットフォーム戦略「MQB (Modularen Quebauptkasten/英訳: Modular Transverse Matrix)」である。

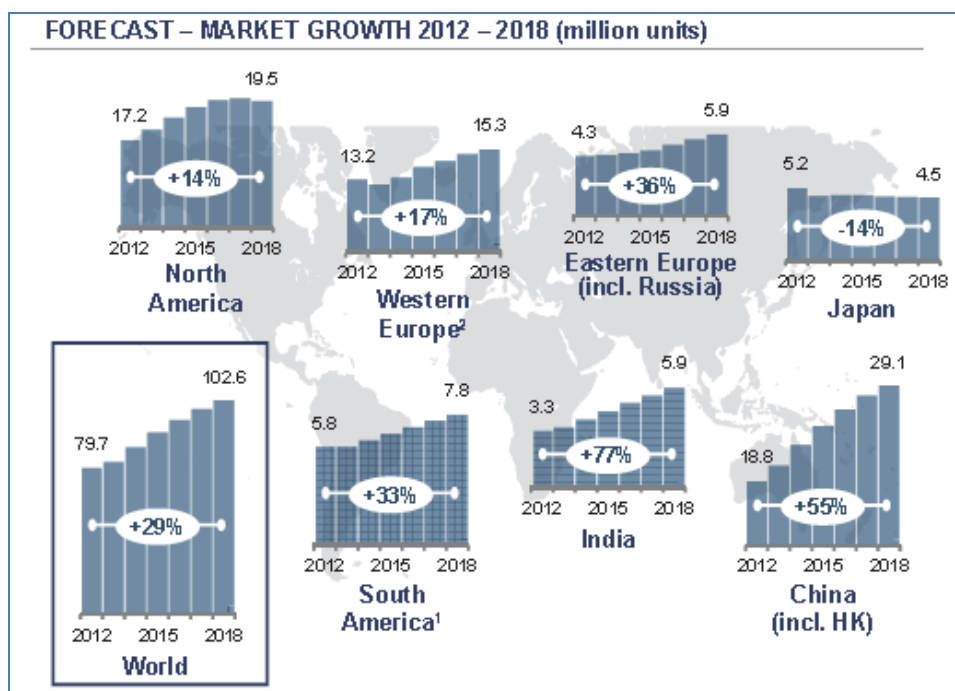
VWが日本のトヨタ自動車と並びグローバルトップの完成車メーカーであることは自明である。VWグループはここ数年、世界販売台数増に急いでおり、特に中国など販売台数増が見込める地域での生産、販売を積極的に進めている(図表6)。この事業展開は、より地域に好まれるクルマをタイムリーに投入する戦略を不可欠とし、結果、グローバルに多くのラインナップを揃えなければならなくなる。

また、各国、地域で展開される環境規制への対応もそれをより複雑化する一要因となっている。規制の内容によっては、従来の内燃機関車の燃費、CO₂排出量への対応のみならず、よりその効率を向上させるため、ハイブリッド車やプラグインハイブリッド車、電気自動車、燃料電池自動車などを、その地域の嗜好に見合った車格、コストで提供しなければ

ばならない。そこに駐車アシスト機能やレーンアシスト機能、そして自動運転などの技術高度を加味すると、研究開発に要するマンパワーやコストは増大する一方である。

このような完成車メーカーの製品戦略がより複雑化する中で、クルマの設計思想そのものからの見直しへの対応として展開されるのが MQB である。

図表6 VWグループによる地域／国別販売台数予測値（2013年時）



出所：VW, *Fact Book 2013* より抜粋。

MQB については上述のように既に先行調査研究¹も多く進められていることから、本稿では概要説明は省くが、その戦略の要はクルマの設計方法に「新たな革新」²をもたらした点は強調しておきたい。

MQB は既存のプラットフォームをいくつかの細かいモジュールに分割し、そのモジュールの組み合わせによって車両寸法などを調整、複数車種に対応させる試みであり、幅広いモジュール部品を設計段階から共通化し、各国の仕様や動力源に応じた柔軟な生産体制の構築を目的とする。VW によれば、この設計段階から進める標準化と主要コンポーネントのモジュール化を進めることによって、「部品コスト 20%低減、投資支出 20%低減、製造時間 30%短縮」³を狙うとしている。

ここでキーになるのがモジュールの分割展開であり、このモジュールをレゴブロックのように組み合わせる概念で MQB は構成されている。これは従来、欧州完成車メーカーが

¹ 例えば一般財団法人機械振興協会経済研究所（2013）や目代・岩城（2013）など。

² 同上目代・岩城（2013）。

³ VW, *Fact Book 2013* 参照。

得意としてきたプラットフォーム（車体）の共通化ではなく、車台をエンジンや駆動系などの5つに分割し、そこに搭載する部品ユニット（システム部品）をモジュール部品で構成することがベースとされている。VWの発表によれば、車体の前輪からアクセルペダル間の距離を固定（Uniform）とし、ここに自動車の機能の6割が集中すると説明されている。そこにエンジンやトランスミッションなどの基幹部品が搭載されるが、ガソリンエンジンや電気自動車向けなどの駆動システムが多様化することにも対応すべく、これらのシステムも固定位置に合わせる形で搭載位置や角度などが共通化されている。そしてモジュールは約500のブロックで構成されており、モジュールを部品毎に選択、組み合わせることによってクルマのモデル多様化を可能とすることが意図されている。

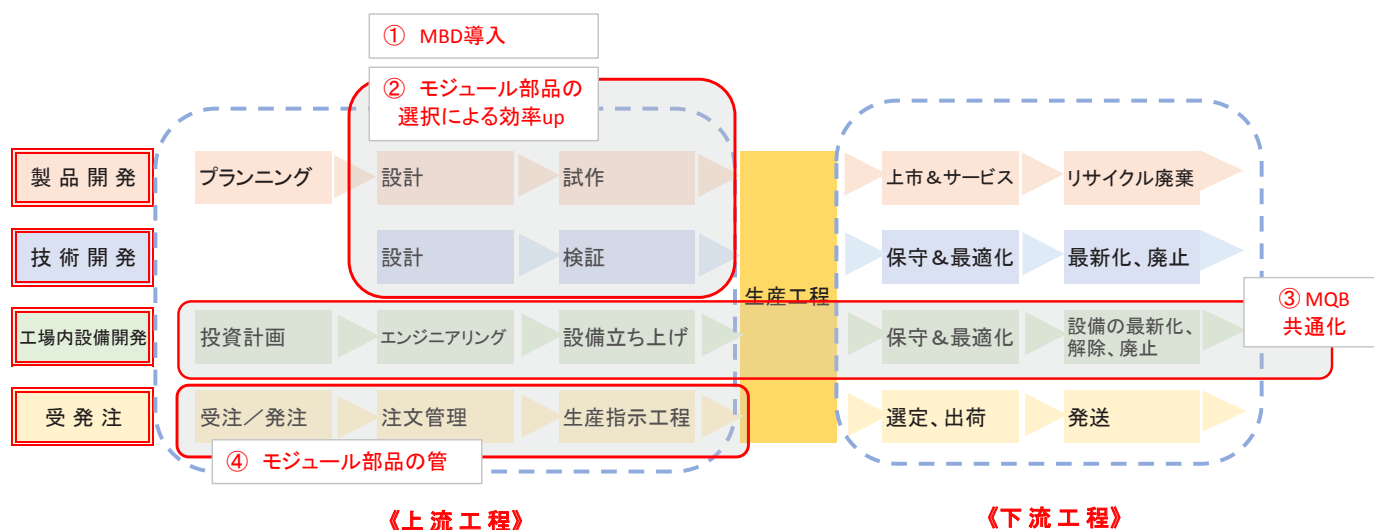
3.2 MQBにみるI4.0への布石

MQBの先行研究の多くは、その経済合理性や経営戦略そのものに焦点を置いたものが多い。一方でMQBにみる部品標準化の考え方や、生産性向上を目指す戦略を考えると、筆者はこれらの取り組みとI4.0のコンセプトは非常に近いと考える。ここで「MQBはモノづくりの上流工程からI4.0コンセプトの確立に向けた布石を敷く戦略」と仮説を立てたい。

翻って同戦略とI4.0の関係性を考えると、先ず指摘出来ることは、MQB戦略展開の背景は、IoTやI4.0の展開背景と同じくしていることである。むしろ、I4.0の提言ではVWも主要プレイヤーとして名を連ねていることから、同社も含めた今後のドイツ製造業に求められる姿を反映しているとも言える。I4.0は、生産拠点を中心に生産性の向上を意図している点が特徴であり、その背景にはドイツが製造現場をドイツ国内に維持していくこと、そしてI4.0の中で展開される産業用ロボットや生産設備などの産業機械類における競争力をドイツが保持していくことが挙げられる。これらの点を強化していくことにより、ドイツは製造大国としての位置づけを強調したいのである。

そのコンセプトをVWのMQBに重ねてみると、そのベースが同様であることが指摘出来る（図表7）。ここでみるように、I4.0のモデル像にMQBの戦略をプロットすると、特にモノづくりの上流工程で重なる点が多い。

図表7 Industry4.0の4方向モデルとMQB戦略



注：網がけ部がMQBのモノづくり概念が反映されると考えられる工程。

出所：基は図表5に同じ。

まず①MBDの導入である。MBD (Model Based Development : モデルベース開発) とは、CAEなどのシミュレーションモデルを用いた部品製品などの事前評価を取り入れる開発を指す。実機をつくる前に製品機能をデジタル空間でシミュレーションし、機能評価を行うことを可能とする。MQB車両を開発する際には、車両全体に求められる諸要件を各モジュールに割り当てるため、MBDを導入することにより各モジュールが過不足無い状態で設計可能となる。また、開発後半時における手戻りを減らすことにもつながり、実機を使った開発プロセスを減らすことが出来るほか、開発工程全体での効率も向上する。

次いで②のモジュール部品の選択による効率性の向上という面では、MBDの活用やIT技術、ソフトウェアなどを活用することによって、理想的なモジュールの選択を可能とすることが出来る。これらの事前に設定されたモジュールを組み合わせることにより、車両投入のスピードを短縮化するメリットも生じる。

③工場内設備のMQB共通化という指摘は、MQB車種の生産工場は生産工程や設備も全て世界的に共通化していることを指す。そのため、新たな工場設立に動く際には、その規格にあった生産ライン、設備を投入すれば事が運ぶため、その準備に要する時間を短縮できる。そして生産工程では、ある程度のまとまったモジュールの組み立てで標準化が進められるため、作業者はどの国でも平準化された作業工程に沿って作業をすればよいことになる。

④モジュール部品の管理のうち、サプライチェーン下流の動向については、機械振興協会経済研究所による調査からもその概要を把握できる⁴。モジュール部品はすなわち複数車

⁴ 前掲 機械振興協会経済研究所 (2013)。

種への搭載も含むため、部品生産量も増加する。このボリューム増に対応できるサプライヤーを VW は基本的には 3 社認定し、発注する仕組みを採っている。その際、車種をまたがって部品が共通化されることは VW で管理する部品の種類は減ることを意味し、同社にとっては部品管理がコントロールがしやすくなるメリットが生じる。

以上は MQB の一部を I4.0 に準えたに過ぎず、例えばモノづくりの下流工程における MQB の影響などの調査視点も求められよう。

4. ドイツ完成車メーカーの戦略と Industry 4.0 の関連性における今後の研究課題

以上の姿を追求する上で、VW、ひいてはドイツは自国製造業の特徴を巧く取り込もうとしていると筆者は考える。すなわち、標準化の動きである。ドイツでは例えば自動車部品ひとつを例にとってもある程度の標準化が進められており、あるスペックに即して異なる完成車メーカーが同じ部品を使用している。日本の完成車メーカーは変化の兆しを見せつつあるとは言え、やはり自社の系列に依拠したサプライチェーンを構築しており、サプライヤーは完成車メーカー事に最適化を図らなければならない。その結果として研究開発投資額も増大するという構造に陥りがちである。

他方でドイツでは部品や設備の企業を越えた標準化が進められており、より水平、垂直統合の姿を求めやすくしている。これはある限られた工場内ではなく、例えば海外に工場を設ける場合、組立部品が標準化されていたり、生産設備、ラインが標準化されているといったメリットはとても大きい。それは上述した MQB における工場内設備の共通化と意味を同じくしている。

加えて I4.0 では、各生産拠点をマネジメントするのは本国本社、本社工場であり、生産などの工程は海外進出先であるケースが想定されている。例えば製品開発のバリューチェーン上ではプランニング、設計、試作、そして生産、上市、リサイクル廃棄の工程に至るまでを IoT 技術をもって展開すれば、よりスムーズなマネジメントが可能となるのである。

以上を背景に、先に VW の MQB 戦略から考えたが、ドイツの完成車メーカー、Daimler や BMW も同様に I4.0 を意識した展開が採られている可能性も否めない。それは VW のように I4.0 のコンセプト全体に跨がるものなのか、それともその一部での取り組み展開なのか、現段階では指摘できないが、こちらも今後の調査視点に含めたい考えである。

加えて、Daimler が展開する Car2Go や Mercedes Benz Intelligent Drive などの取り組みは、I4.0 が重点を置く製造現場の IoT 化ではなく、IoT における Mobility as a Service の取り組みとも言える。クルマ、そして自動車産業が変化している過渡期を迎える今、各社の戦略がどのように IoT 環境を活用し、さらなる製品性能の向上に、または生産性効率の上昇につなげていくのか、さらなる調査が必要と考える。

参考文献

- 岩城 富士大・目代 武史（2007）「自動車産業におけるモジュール戦略の成果と課題－欧州を中心とした比較研究－」『赤門マネジメント・レビュー』6巻12号
- 機械振興協会経済研究所（2013）『自動車産業における競争力モデルの変容』
- 目代 武史・岩城 富士大（2013）「新たな車両開発アプローチの模索－VW MQB、日産 CMF、マツダ CA、トヨタ TNGA」『赤門マネジメント・レビュー』12巻9号