

“欧州流技術開発”

—— 効率的・合理的な開発アプローチ ——



株式会社デンソー エグゼクティブフェロー
広島大学 客員教授 (移転技術論)

中川 雅人

1. はじめに

日本の自動車産業は全就業人口の9%、製造業の約50%を占めており、裾野の広い産業でかつ日本経済の原動力にもなっている。私たちもこの自動車業界で働く企業として、元気な日本を成長させる一翼を担っている。一方、日本の車は、確かに日本市場、日本の環境では高品質、高性能のブランドイメージであるが、欧州市場ではトップランナーという、やはり欧州、特にドイツ勢に軍配があがる。では、なぜドイツの車と違うのか？ プレミアムカーの筆頭であるBMWは、その発祥はこの会社の名前からわかるようにB：バイエルン、M：モーター、W：Welke（工場）と、ドイツ南方に位置するバイエルン地方の小さなエンジン製造工場のひとつにすぎなかった。それが、今や世界のプレミアムカーの筆頭会社として、世界をリードしている。地方の小さなエンジン工場から成功した秘訣は、プレミアム車をつくることといった“高い志”を持った人たちが差別化技術でイノベーションを進めたからだと思う。リソースを一から全部投入したら小さい会社ではやっていけない。ではどうして差別化技術革

新ができたのか。その答えは“欧州流技術開発”にある。私は自動車に絡んだ技術開発は最終的には「ドイツ」対「日本」の戦いになると思う。彼らがどうやって先進技術開発をしてきたか？ そしてそれに対抗するわが「Team JAPAN」はどう対応すべきかについて欧州在住14年間の経験から以下に述べさせていだきたい。

2. 欧州流開発とは

2.1 競争領域と協調領域^{注1、2}

最初に日本人を語るに興味ある表現をマツダの人見常務執行役員・シニア技術開発フェローが記事^{注3}の中で記述されていたので紹介したい。彼は1549年のフランシスコ・ザビエルの書簡を引用して以下のようにいっている。「この国の人々は今まで発見された国民の中で最高であり、日本人より優れている人々は、異教徒の間では見つけられないでしょう。彼らは親しみやすく、一般に善良で、悪意がありません。驚くほど名誉心が強い人々で他の何よりも名誉を重んじます。

(中略) 彼らはいへん善良な人々で、社交性があり、また知識欲はきわめて旺盛です」。

このように善良、知識欲旺盛なわれわれがなぜ欧州、特にドイツの技術開発に遅れをとるのか？ その答えを探るには欧州、特にドイツと日本の文化、環境を比較する必要がある。それを比較表にまとめたのが図1である。技術開発の進め方で最も違う点は、彼らは「競争領域＝差別化する領域」と「協調領域＝差別化を必

図1 日本と欧州の開発流儀比較

	● 日本流	欧州流
事業展開モデル	JP最適→展開苦戦	EU発→グローバル展開
カルチャ・市場・環境	均質、均一	多国籍、多様性
ワークスタイル・人間性	やりきる力/チーム依存	合理的/個人主義 (自動化技術など伸展)
技術開発スタイル	<p>自前主義 (OEM毎の独自技術)</p>	<p>協業と競争 (業界をあげた標準化)</p>

出所：著者提供（以下同）

要としない領域」の区別を徹底的に議論してつくる。その線引きは分野によって異なるものの、大まかには「whatが協調領域、howが競争領域」といえる。たとえば、エンジンの排出ガスを適合する際、whatに相当する「どのようなデータを取得するか」については標準化しようとするが、howに相当する「そのデータをどうやって取得するか、またはどう活用するか」は各社がそれぞれ優れた方法を開発すればよいという考え方。ではなぜ、協調領域をつくるのか？ 答えは生活スタイル、価値観にある。一般の人は午後5時以降は仕事をしない。また、してはいけないように法律で厳しく管理されている。われわれ日本企業のように残業して業務を遂行しようとしな。言い方を変えると、日本企業のように、時間を犠牲にしてまで、なんでも自前主義でやらない。差別化しないところは「標準化・共通化」ということを考える。

たとえば、AUTOSAR（車両ソフトウェア標準化）、Functional Safety（機能安全）、Euro-NCAPのような標準化を欧州自動車業界、皆で決める。先行開発を、自社で人、金、設備を投資して遂行する日本企業に対し、彼らは専門のR&D会社に先行開発技術委託する。パワートレイン分野だけみてもそれを受ける世界トップランナーの会社が欧州には4つもある。AVL（オーストリア）、FEV（ドイツ）、IAV（ドイツ）、リカルド（英国）。彼らに先行開発をやってもらい量産のめどが立ってから自社で引き取る。または量産まで彼らの開発部隊に委託する場合もある。また、日常の仕事のやり方も根本的に異なる。たとえば開発工数に多大な時間を費やしてしまうエンジン適合業務は日本のように人海戦術でやらない。最新ディーゼル・エンジンの場合、1 燃焼あたり噴射を5回も分割して微小噴射量を筒内に噴射するが、この適合には噴射量、噴射圧力、噴射時期、噴射のインターバル、EGR（排気再循環）量などのパラメータを振って適合して、最適なエンジン性能を引き出す。彼らは自動適合のツールを開発して

無人で適合する。午後3時くらいにエンジニアとメカニックが相談を行い、このパラメータをインプットし、午後5時にエンジンダイナモのスイッチをONにして彼らは帰宅する。翌朝8時に出社し、夜間に無人運転で適合された試験結果をみてその日の試験パラメータを決める。このようにHuman Power（残業含めた）だけでやるのではなく、とことん合理的、効率的にして午後5時に帰れるようにする。このように仕事のやり方が根本的に違う。その仕事のやり方がよいか悪いかの議論ではなく、それが彼らの協調領域をつくって、自分たちの開発パワーを全部、競争領域に投入している事実に対し、われわれはその対応方法を考える必要がある。

2.2 協調領域が生まれる背景

日本ではあまり浸透せず、ドイツにはしっかり根づいている協調領域ができる理由のひとつに、彼らとの働き方の違いがある。ドイツの年平均労働時間は1371時間と、日本の1719時間に比べかなり短い。それにもかかわらず、労働生産性は日本を約46%も上回っている。労働生産性とは、1人が1時間に生み出すGDP（国内総生産）である^{注3}。

このように労働時間が違う理由にはドイツの法律が大きく寄与している。たとえば、週当たりの労働時間は産業別に多少の違いはあるが、40時間を上限に規制されている。また、1日10時間を超える労働が禁止されている。さらに、日曜と祝日の労働も禁止されている。これに加えて、年次有給休暇は、最低24日与えることが法律で義務付けられている。一般的には、どの企業も正式契約すれば新入社員から年間30日の有給休暇が与えられ、ほぼこの日数を使い切り、日本のように有給休暇を使わずに残す人はいない。よし悪しは別として、これを事実と認めたくえて、このような彼らの働き方の環境の中で、彼らのリソースはできるだ

図2 ディーゼル・エンジン発明と改良の歴史

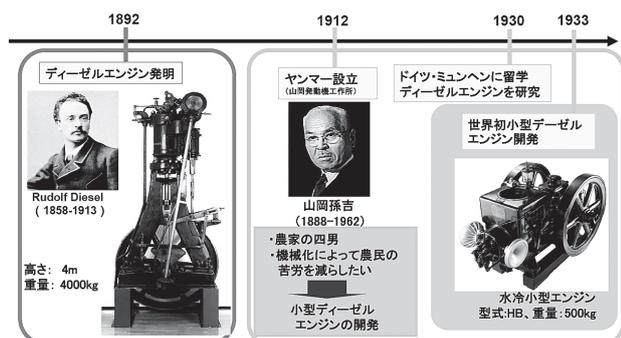


図3 ルドルフ・ディーゼル氏のプロフィール

- 1858 パリで生まれる（両親の仕事の理由）
- 1870 ドイツのアウグスブルグ市の親族のもとで育つ
- 1880 ミュンヘン工科大学を優秀な成績で卒業
- 1893 ディーゼルエンジンの特許取得（ドイツ帝国特許庁から）
- 1897 世界初の実用可能なディーゼルエンジン開発（アウグスブルグ市のMAN社で開発）
- 1913 ドーバー海峡での謎の死（55歳）



ディーゼルエンジン特許
ドイツ帝国特許庁から

け戦う領域と協調する領域に分けたくなるモチベーションが、やっと理解できる。前述の適合ツールの開発手法は、人海戦術に頼らなくする手法でもある。

2.3 人的ネットワーク

前述の“競争領域”と“協調領域”の仕事のやり方のほかに、日本の業界と大きく違う点がもうひとつある。それは人的ネットワークをベースにしたオープンな技術議論ができる風土・土壌である。例として、ドイツ西北部に位置するアーヘン工科大学は、その卒業生のネットワークは“Aachen Club”と呼ばれるほど団結力があり、大学卒業後もそのネットワークを活用して自動車業界に影響を与えている。もちろん、ドイツでもコンプライアンスの観点で行き過ぎる活動はできないが、メンタリティー面で、所属する企業よりもドイツ社会全体への貢献を重要視する根本的な考え方があるようである。前述の“協調領域”の分野をドイツ業界で構築しやすいところは、このオープンかつ強力なネットワークが大きく寄与している。つまり、同じ目的で各OEMが目指す方向に対し、早い段階で、ここまでは協調領域と決めて、共通仕様を決める、または仕様を標準化、さらには規格化する。また、ドイツ社会では日本以上に、転職を通じた個人のスキルアップやキャリアパスを考えている。この個社に固守せず業界を移動する働き方も、業界全体に共通したベースになる技術をつくることを受け入れやすくしているところがある。

3. われわれが目指すべき姿

3.1 日独の連携・コラボレーション

今まで述べてきたことをみるとすべてドイツの開発流儀の方が優れているように判断されるかもしれない

図4 山岡孫吉氏のプロフィール

- 1888 滋賀県高月町に農家の四男として生まれる
- 1912 ヤンマーの前身である山岡発動機工作所を創業
- 1930 ドイツ・ミュンヘンに留学しディーゼルエンジンの研究開始
- 1933 帰国後、世界初の小型ディーゼルエンジンの開発に成功
- 1955 ドイツ発明協会から“金賞牌”を受賞
- 1957 アウグスブルグ市に“ルドルフ・ディーゼル記念苑”を寄付
→「庭園が海を渡り、地球を半周してアウグスブルグにやって来た」と報道
- 1959 アウグスブルグ市と長浜/尼崎市の友好都市締結
・ MAN社から初代ディーゼルエンジンの贈呈
・ ドイツ政府から「ドイツ大功労十字章」授与
- 1962 他界(73歳)



アウグスブルグ市の日本庭園

が、日本にも優れた部分がある。ドイツはワークスタイル・人間性が日本人からみると極端に個人主義である。個人主義は学生時代まではよいかもしれないが会社に入って、チームワークであるプロジェクトを推進する場合に非常に苦勞する。私は、ドイツで11年間彼らと一緒に働いたが、ほかの人の仕事を補完すべく仕事を依頼する場合に、それは雇用契約時にjob descriptionに書いてないからできないと言われたことを覚えている。これに対し日本はチームワークによる連携仕事が得意で、野球にたとえるなら三遊間の難しいボールを三塁手が取れなくても遊撃手がバックアップする、お互いが補完しながら全体の完成度をあげていく仕事のやり方は優れている。ここで重要なことは、どちらの仕事の流儀がよい悪いということではなく、お互いがrespectし、よい部分は吸収し、自らが優れている部分はさらなる強化をすることである。前述の欧州流の仕事のよい部分（たとえば効率化のための自動適合など）はどんどん吸収し、また、外部機関のFEV、AVL、IAV、リカルドというプロ集団の知見、スキル、経験を活用していけばよい。

3.2 技術開発面における日独コラボレーションの例^{注4}

過去に日独で発明、開発で成功した例をみると、最初の例として、ファクシミリがある。ファクシミリはドイツ人のルドルフ・ヘル氏が発明し1929年に特許取得している。しかし、市場では普及せず、1990年初めまでTELEXが通信手段として使われていた。TELEXは、漢字、カタカナ、ひらがなに代表されるような日本の文章には適していなかった。そこで日本が、1980年代にファクシミリの小型化、軽量化、価格引き下げを実現させ一気に普及させた。もうひとつの例が、ロータリー・エンジンである。フェリック・ヴァンケル氏が発明したが、ドイツでは実用化できなかった。このロー

図5 ドイツ・アウグスブルグ市の地図



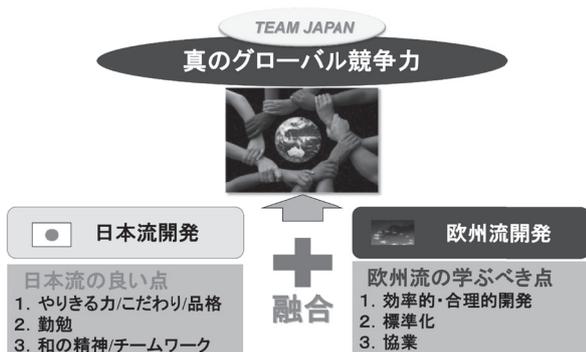
アウグスブルグ市に“尼崎通り”と“長浜通り”が命名(友好都市の証し)

タリー・エンジンの商品化に成功したのは日本のメーカーのマツダである。

次の例は、ドイツと日本が協力しながら開発に成功したディーゼル・エンジンを紹介する。ディーゼル・エンジンは、ルドルフ・ディーゼル氏によって1892年に開発された。彼のモチベーションはすでに実用化されていたガソリン・エンジンよりも燃料効率のよい内燃機関を発明することだった。現在、欧州市場では、乗用車のほぼ半分がディーゼル・エンジンを搭載している。それは、燃費のよさと低速トルクがガソリンに比べ優れているからである。また、バス、トラック、マリンなどのHeavy-dutyアプリケーションは、その燃費のよさからほとんどディーゼル・エンジンである。彼の最大の功績はこの新しい内燃機関を発明したことである。ただし、このときのディーゼル・エンジンは高さ4メートル、重量約4000kgという体格でとても車に搭載できる大きさではなかった。

一方、同世代に生きた山岡孫吉氏は滋賀県の農家の四男として生まれた。機械化によって、農民の苦勞を減らしたいと考え、従来のガソリン・エンジンよりも燃焼効率のよいディーゼル・エンジンにいち早く目をつけ「小型エンジン」をつくることを目指し、当時、エンジン開発のメッカであるドイツに留学した。ドイツでエンジンの基本知識を学び、帰国後の1933年に世界初の「小型ディーゼル・エンジン」を開発した。彼は、現在のヤンマーの創始者である。また、彼は、この小型ディーゼル・エンジンを量産化した功績により、1955年ドイツ発明協会から「金賞牌」というメダルが贈られた。これに対し彼は、この功績はルドルフ博士が新しい内燃機関を発明したことによるものとし、1957年にアウグスブルグ市のヴィッテルスバッハ公園の一角に、日本の自然石を使った庭園「ルドルフ・ディーゼル記念苑」を寄贈した。そして、山岡氏が私財を注ぎ込んで日本庭園を寄贈することによって、ルドルフ・ディーゼル氏の功績を後世に残そうとした。

図6 日独のコラボレーションのコンセプト



後に、アウグスブルグ市は、ヤンマーの工場がある尼崎市および長浜市と姉妹都市になった。また、アウグスブルグ市は、2つの道路に尼崎と長浜の名前を与え、これらの町の縁を取り持ったのは、日独の2人のエンジニアがお互いrespectし画期的な内燃機関の開発を行ったことを後に語り継がせるためであったとした。まさに、日独の発明、開発分野でのコラボレーション成功例である。

4. まとめ

日独は産業界では、2017年3月に同意されたハノーバー宣言にあるように、ドイツは“Industry4.0”というIoTを駆使した技術開発、日本は“Society5.0”という同じく、IoTやAI、さらにconnected技術分野で両国が先進技術分野をリードしデジタル化社会に向けて連携していく大きな道筋ができた。この大きな技術革新方向に対し日独の民間企業も各産業ドメインで連携し、“Team GERMANY & JAPAN” が世界をリードしていく時期にきている。日独がお互いの技術開発流儀の違いがあることは認めつつ、そのやり方をお互いにrespectし、よい部分はどんどん吸収し、お互いの技術力を発展させていく必要がある。気持ちのうえではわれわれは決して欧州の効率的、合理主義に脱帽する必要はなく、日本人技術者の品格と和の精神を持って、欧州流の仕事と調和していけば社会に貢献する技術イノベーションは果たせると確信している。

注1：「第一回日独デジタル化社会へ向けての対話」2017 November, 東京
 注2：「日経ものづくり」2018年2月号 特集：働き方改革はドイツ流で P46～55
 注3：自動車技術2014 vol. 68 特集：モータースポーツエンジン
 注4：「5時に帰るドイツ人、5時から頑張る日本人」熊谷 徹著 SB新書
 注5：「あっぱれ技術大国ドイツ」熊谷 徹著 新潮文庫

図7 欧州の学会で日独コラボレーションを語る著者

