

デジタル自動車産業論

ーデジタル開発ー

今 井 範 行

目次

1. デジタル開発とは
2. デジタル開発における CAD の役割
3. CAD の技術とソフトウェア
4. デジタル開発の事例
5. デジタル開発をめぐる課題

1. デジタル開発とは

「デジタル自動車産業論」では、日本の製造業の代表的業種である自動車産業について、同産業界全体を俯瞰しつつ、そこでの「技術研究→商品企画→製品開発→購買・調達→生産技術→製造・生産→物流・配送→営業・マーケティング→顧客サービス」といったビジネス・プロセスないしサプライチェーン全体を「デジタル技術」の視点からシリーズとして通観していく。すなわち、自動車産業のビジネス・プロセスの上流から下流に向けて、順次、「デジタル技術が自動車産業を変革する」という意味での主要な局面を捉えていく。その第2回として、本稿では主に「デジタル開発」について論じる。

前稿「デジタル自動車産業論ーデジタル・デザイナー」で述べたとおり、自動車の製品開発プロセス全体が、現実（リアル）空間から仮想（バーチャル）空間へと大きく移行している。本稿では、デジタル技術によって支えられ、主として仮想（バーチャル）空間において遂行される、自動車の設計を主体とした製品開発の業務を指して、「デジタル開発」と呼ぶこととする。

2. デジタル開発における CAD の役割

近年、地域や業種の如何にかかわらず、大手を中心とした製造業での製品開発において、CAD（Computer Aided Design）、なかでも 3D CAD により設計をおこなうことが常識となりつつある。この潮流を牽引しているのが、自動車産業における「デジタル開発」である。

自動車産業の「デジタル開発」において CAD が担う役割は、大きくは、「設計」「解析（シミュレーション）」「コミュニケーション」の三つである。

「設計」は、一般に CAD が活躍する機会が最も多い場面である。現在、自動車産業では、クルマの設計にハイエンド CAD と呼ばれる 3D CAD が使用されている。ハイエンド CAD を用いることにより、設計の担当者はクルマの設計の早期段階で部品の干渉（接触や不整合）などの問題を把握し、迅速に修正等の対応をとることが可能となる。

「解析（シミュレーション）」は、自動車産業において CAD が使用される主要な目的の一つである。クルマの開発現場では、つねに短期間のうちに多種多様な新製品（新型車）を高品質かつ低コストで市場に投入することが要求される。そこで、デジタル技術を活用し、実際に試作品の現物をつくるのではなく、CAD データを用いて仮想（バーチャル）空間上でデジタルモックアップ（Digital Mock-Up : DMU）をつくることにより、新製品の外観や内部構成などが比較検討される。ここで、DMU とは、設計の担当者が個々に設計した部品や図面の膨大なデータを同一のデータベースに入れることができるソフトウェアのことである。新たに開発する車両に対し設計した部品が適合するかどうかを即座に照合することが可能となるため、あるいは、DMU 製作ソフトウェアの機能により DMU 上の製品モデル・人体モデルの挙動を解析（シミュレート）して設計上の問題の有無や完成度を確認することが可能となるため、製品開発リードタイムの短縮、正確な製品開発業務の遂行ならびに製品コストの削減が実現可能となる。

「コミュニケーション」についても、自動車産業において CAD が使用される目的の一つとなっている。一般に CAD データはやりとりが容易であることから、開発チームの多数のメンバー間でコミュニケーションをはかりながら製品開発業務を進める際に大きな効果を発揮する。クルマの製品開発では、設計の担当者は開発チームの他部門のメンバーと連携することが不可欠であり、自社内にくわえ、他社の技術・設計・購買・生産技術・営業の担当者など、多数のメンバーと連携・協働しながら製品開発を進めていく。CAD データを通じたコミュニケーションは、このような関係する多数のメンバー間で連絡を取り合う際に、開発中の製品情報を簡単かつ正確に伝達・共有することを可能にする。

3. CAD の技術とソフトウェア

前述のとおり、自動車産業では、ハイエンド CAD と呼ばれる高機能・高価格な 3D CAD ソフトが使用されている。ハイエンド CAD ソフトは、多くのモジュールに対応しており、複雑な局面に強いという特徴がある。同ソフトは 100 万円以上の高価格と

なっているため、個人ではなく企業が購入する形態が一般的である。ハイエンド CAD の代表的なソフトには、CATIA、Creo Parametric、NX などがある。

CATIA は、フランスが本社のダッソー・システムズ社が開発するハイエンド CAD ソフトである。CATIA では、複雑な曲面形状の設定・変更が可能であり、かつ、部品点数が多い組立型製品を扱うことが可能であるため、航空機・自動車・船舶・産業機械など、さまざまな高機能ないし大型の製品の設計業務に活用されている（フランスには、エアバス社・ルノー社・シトロエン社など、大手の航空機・自動車メーカーがある）。CATIA V5 からは、Windows に準拠した操作画面となっており、直感的な高い操作性を実現している。

Creo Parametric は、米国が本社のパラメトリック・テクノロジー・コーポレーション（PTC）社が開発するハイエンド CAD ソフトである。Creo Parametric では、自由曲面形状を容易に曲げ伸ばしすることが可能であるため、直感的かつ簡単に設計データを作成・編集することができるという特徴がある。また、Creo Parametric は、CATIA V5 や NX など、他のハイエンド CAD ソフトのデータを中間フォーマットなしで直接オープンできるといった特徴も有している。

NX は、米国が本社のシーメンス PLM ソフトウェア社が開発するハイエンド CAD ソフトである。NX は、元々はシーメンス PLM ソフトウェア社が 2007 年に買収したユニグラフィックス・ソリューションズ（UGS）社で開発されたものであるため、以前は NX Unigraphics（ないし UG）と呼ばれていた（NX Unigraphics は、ハイエンド CAD ソフトとして特に高い人気を誇った Unigraphics と I-deas の両ソフトを統合したものである）。NX は、これらの優れた前身ソフトの強みを継承することにより、複雑な形状モデリングに用いる曲面の作成を得意としている。

日本の自動車産業におけるハイエンド CAD ソフトの活用事例として、トヨタ社では、ボデー系の設計では CATIA V5 が、エンジン・トランスミッション・シャシーなどのユニットないしモジュール系の設計では Creo Parametric が、各々採用されている。くわえて、生産技術や製造・生産などの設計の隣接分野では、個々の領域に適した設計業務に適合する別のツールやソフトも合わせて活用されている。トヨタ社では、日本企業のなかでも特に自前主義の強い会社であったことから、かつては統合 CAD と呼ばれた自社開発のハイエンド CAD ソフトが使用されていた。しかしながら、同社の自動車事業がグローバル化し、海外での製品開発や購買・調達機能が拡大するなか、2002 年にハイエンド CAD ソフトの自前主義を捨てる形で、グローバルスタンダードとなりつつあった CATIA と Creo Parametric が導入された経緯がある。

現在、世界の自動車産業では、場面に応じて複数のハイエンド CAD ソフトが採用されるとの傾向がある。よって、クルマの設計に携わる担当者には、複数の種類のハイエンド CAD ソフトを使いこなせるだけの知識の会得とスキルの涵養が強く求めら

れているといえる。

4. デジタル開発の事例

以上、自動車産業における「デジタル開発」の要諦について述べたが、ここでは、「デジタル開発」にかかる特筆すべき二つの事例について取りあげる。

第 1 の事例は、日本製鉄社による EV (Electric Vehicle : 電気自動車) 向けの鋼板開発である。米国の調査団体 CAR によれば、今後、中長期的に EV が普及するにつれ、クルマの車体に占める素材別の平均割合は、「2020 年 (推定) : 鉄 65%、アルミニウム 10%、プラスチック 5%、その他 20%」から「2040 年 (予測) : 鉄 45%、アルミニウム 25%、プラスチック 15%、その他 15%」へと大きな変化を遂げるものと予測されている。重たい電池を搭載し、かつ、一回の充電での航続距離を最大限に伸ばす必要がある EV では、車体の大幅な軽量化をはかることが必要不可欠であると考えられているためである。したがって、自動車メーカーを主要顧客とする鉄鋼産業としては、アルミニウムやプラスチックなどとの素材間競争に勝つために、薄くて強い鋼板 (高張力鋼板「ハイテン」) を早急に開発していかなければならない。そこで、日本製鉄社では、デジタル技術を活用することにより、仮想 (バーチャル) 空間上で車両の衝突実験を繰り返し、クルマ 1 台当たり 1000 万ヵ所で衝突によって生じるひずみや内部で発生する力を精緻に計算し、剛性や破断リスクを解析 (シミュレート) することによって、EV 向けの高張力鋼板「ハイテン」の開発を加速させている。具体的には、まず、自動車メーカーから、開発する EV の車体形状や部材情報など、ハイエンド CAD ソフトから出力される詳細な設計データの提供を受ける。日本製鉄社は、提供されたこの 3D データをもとに、自社開発した独自システムにより、仮想 (バーチャル) 空間上で車両の衝突実験を多頻度 to 実施し、独自のアルゴリズム (計算手法) により剛性や破断リスクなどの解析 (シミュレーション) をおこなう。この際、衝突の負荷計算は、車体をデジタル空間上で数ミリ平方メートル単位の細部の要素に分解して実施する。よって、計算要素の数は、クルマ 1 台当たり 1000 万ヵ所にも及ぶ。なお、この解析 (シミュレーション) には、日本製鉄社がこれまで長期にわたり蓄積してきた、鉄鋼に関するビッグデータ (数百テラバイト) が存分に活かされている。最終的な実験結果については、日本製鉄社から自動車メーカーに対し 3D データの形式でフィードバックされ、ハイエンド CAD ソフトによる自動車メーカーでの設計業務に活用される形となっている。これら一連の実験と解析 (シミュレーション) は、すべて仮想 (バーチャル) 空間において実施されるため、日本製鉄社としては、本来、1 台当たり数千万円から数億円かかる試作車の現物の製作が不要となる。

第 2 の事例は、日本の大手自動車メーカーによる製品開発業務への生成 AI

(Generative Artificial Intelligence：生成的人工知能)の活用である。米国のマサチューセッツ工科大学のダロン・アセモグル教授によれば、歴史的に「工場の景色」は、「18 世紀：蒸気機関＝生産と輸送の機械化（鉄道や船舶）に道」→「20 世紀初め：電気＝自動車などの大量生産に道」→「現在：AI（人工知能）＝デジタルツインを使った開発やサービスに道」という三段階で大きく変化するという（Acemoglu and Johnson, 2023）。AI は、データ解析や微細世界の検査工程など、人間の能力と認知機能が及ばない領域で力を発揮することから、現実（リアル）空間と仮想（バーチャル）空間の双方を融合しつつ、製品開発や工場の現場を一変させ、産業構造を抜本的に変革する可能性を有している。そこで、日本の大手自動車メーカーでは、製品開発業務へ生成 AI を導入することにより、製品開発リードタイムの画期的短縮と新型車の開発効率の大幅向上をはかる動きを加速させている。たとえば、マツダ社やホンダ社（ソニー社との共同出資会社）では、新型車に搭載する多数の部品群の最適な組み合わせを生成 AI に導き出させることにより、設計業務の生産性を倍増させる可能性に挑んでいるといわれる。EV や自動運転車といった次世代自動車では、複数の部品を連動させるための細かな制御が必要になる一方、ソースコードと呼ばれるコンピューターに指示を与える文字列はすでに 1 億行を超えており、従来のハード中心の製品開発手法だけでは立ち行かなくなっていることが、その背景の一つである。また、トヨタ社の米国の研究開発子会社、トヨタ・リサーチ・インスティテュート（TRI）社では、新型車のデザインイメージから画像生成 AI に空気抵抗を算出させ、好ましいデザインに調整させることによって、設計時間を大幅に短縮化する取り組みを進めている。競争が激しく収益性が厳しい EV の将来の本格的な量産化に向けて、抜本的に効率的な製品開発体制を早急に築く必要があることが、その背景の一つであるといえよう。

5. デジタル開発をめぐる課題

自動車産業の「デジタル開発」をめぐる課題としては、大きくは、下記の二つをあげることができる。

第 1 の課題は、質と量の両面での CAD オペレーターの確保である。クルマは高機能・高価格な製品であり、かつ、人の生死にかかわる移動手段を提供する製品であることから、とりわけ高い製品品質の確保が求められる。一般に、製品品質は設計品質と製造品質の二つから構成されるが、前者の設計品質を支えるのが CAD オペレーターのおこなう設計業務の質である。したがって、質と量の両面での CAD オペレーターの確保は自動車産業にとっての人的資源管理の最優先事項の一つであるが、現状は圧倒的に不足しているといわざるを得ない状況にある。日本では、CAD オペレーターの教育・育成は主に専門学校が担っているが、量的な側面だけを捉えても自動車産業

全体の需要を充足しているとはいえないのが現状である。

第2の課題は、デジタル技術を活用した製品開発プロセスの変革である。自動車の製品開発は、設計を中心に、企画・デザイン・購買・生産技術・製造・営業など、多数の部門のメンバーが連携・協働する形で進められる。しかも、グローバル競争が激化する昨今の事業環境下では、短期間のうちに多種多様な新製品（新型車）を市場に投入することが求められるため、つねに複数の車種の製品開発を同時並行で進めなければならない。よって、製品開発プロセス全体の業務フローを、いかに整流化・効率化・標準化するかが、製品開発リードタイム・新製品投入数・製品開発効率の実力値を通して企業競争力に直結する。この点については、3D CAD が登場する以前から、自動車産業内でも意識され、各社で一定の取り組みが進められてきた経緯があるが、改めて、ハイエンド CAD が高度化し活用が深化する新たな環境下において、仮想（バーチャル）空間での製品開発を前提とした製品開発プロセスの抜本的な変革が、自動車産業には強く求められているといえよう。

参考文献

Acemoglu, D. and Johnson, S. 2023. *Power and Progress: Our Thousand-Year Struggle Over Technology and Prosperity*. New York, NY: PublicAffairs.

本田技研工業株式会社 企業情報サイト. <https://global.honda.jp/>

マツダ株式会社 企業サイト. <https://www.mazda.com/ja/>

日本経済新聞サイト. <https://www.nikkei.com/>

トヨタ自動車株式会社 公式企業サイト. <https://global.toyota/>