

モデル流通によるすり合わせ強化を目指す「MBD推進センター」

加藤 廣* 松澤 邦裕* 松原 聖**

"MBD Promotion Center" Aiming to Strengthen Alignment through Model Distribution

Hiroshi Katoh*, Kunihiro Matsuzawa* and Kiyoshi Matsubara**

1980年代から始まった「自動車開発のデジタル化」は、2000年代の「3D-CADプロセス」、2010年代の「CAEプロセス」実現で大きな変革と成果をもたらした。この定着した「デジタル開発」はさらに進化し「性能設計・制御設計のデジタル化」を実現しようとしている。

実現のキーファクターは「企業間のモデル流通」である。3D-CAD データ流通の標準化以上に課題の多い「MBDモデル流通の基盤作り」が重要である。

Keywords: MBD、モデルベース、モデル流通、インターフェイス、MODELICA、FMU/FMI

1. CAD と CAE の歴史的変遷

自動車産業で1970年代から始まったCAD利用は、1980年代には「自動車製品開発へのCAD適用」の定着のあと、1990年代にはサプライチェーンまで巻き込んだ「自動車業界全体でのCAD利用」に発展し、2000年代以降は実車に代わる「デジタル試作車」レベルに発展した。

シミュレーションの世界も3DCADの進展に合わせて衝突解析も空力解析も「デジタル実験車」のレベルに向上した。この「デジタル試作車」「デジタル実験車」の実現には企業をまたいだ範囲をカバーするCADによる「デジタルデータの流通」が不可欠となった。

さらにシミュレーションの世界では性能評価モデルに電子制御機能を織り込んだMBD(Model Base Development)の利用も当たり前のように設計業務に利用されるようになった。

表1 CAD と CAE の歴史的変遷[7]

CADとCAEの歴史的変遷		
	CAD	CAE/MBD
1970年代	紙図面プロセス	車体構造解析の始り
1980年代	CAD/CAM一元化 「Cray to Die」→モデルレス	車体構造解析定着 10,000要素車体モデル
1990年代	データ衝 「DMU Digital Mock Up」→図面レス	衝突解析定着 100,000要素車体モデル
2000年代	超短縮プロセス 「デジタル試作」→試作レスへ	デジタル実験車 1,000,000要素車体モデル
2010年代	製品のデジタルツイン 3Dモデルマスター	空力・流体・燃焼解析定着 マルチフィジックス・モデル
2020年代	製造全般のデジタルツイン 工場・工程全体の3Dモデル化	MBDプロセス 制御と物理モデルの統合

1.1. DMU からデジタル試作車へ

CADの世界での大きな変革は1990年代から2000年代に実現した「DMU(デジタル・モックアップ)設計」の実現である。

1980年代に実現した「設計情報のCAD化」ではCAEモデルやCAMモデルは3D化されたものの、図面情報は2D基準のまま残っていた。コンピュータ本体の進歩とCADソフトウェア技術の進歩により、全構成部品を3Dで定義し、モックアップ試作車をフル3Dで作り上げることができるようになった。

部品構成管理を担当する部品表システムと組み合わせて(PDM)すべての製品バリエーション

*アドバンスソフト株式会社 第5事業部

5th Computational Science and Engineering Group, AdvanceSoft Corporation**アドバンスソフト株式会社 代表取締役社長
President, AdvanceSoft Corporation

をモデル化し、「レイアウトの成立性」や「製造性・組立て性」を評価できるようになり、設計の質向上と生産準備の効率化を実現した。

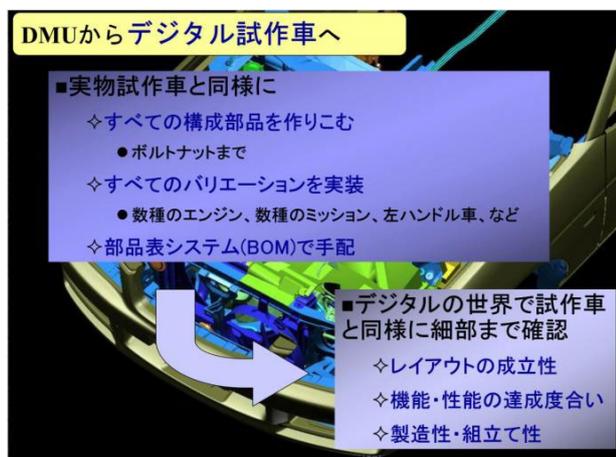


図1 自動車のデジタルモックアップ[7]

1.2. シミュレーションによる性能評価

製品形状の3Dモデル化の進展に伴い、部品や製品の「シミュレーションによる性能評価」が実現した。

衝突シミュレーションなどの構造解析、乗り心地、操縦性安定性解析などの動機構造解析、空力性能などの流体解析、いずれもスパコンとシミュレーションソフトの進歩により、高精度の性能予測が実現し、試作車による実車性能試験を代替できるまでになった。

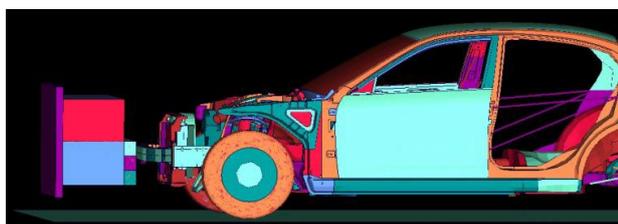


図2 自動車の衝突シミュレーション[7]

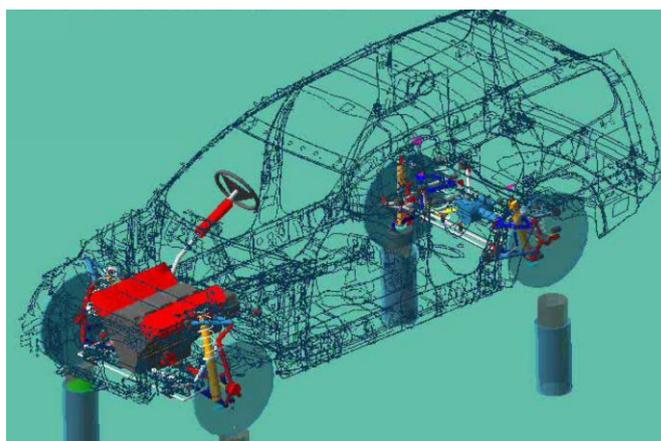


図3 自動車の乗り心地シミュレーション[7]

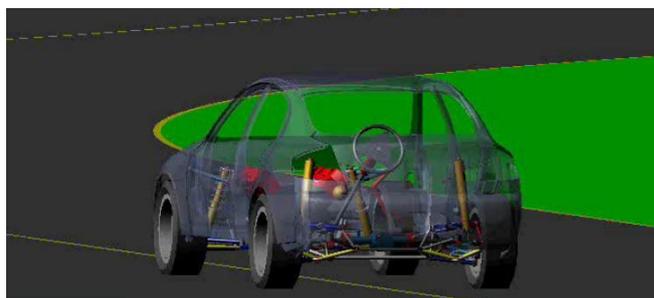


図4 自動車の操縦性安定性シミュレーション[7]

1.3. 制御機能を織り込んだシミュレーション

設定された形状・仕様で発揮される性能を評価する一般のシミュレーションに対して、目標性能を達成する形状・仕様を探し出す手法が最適化シミュレーションであり、形状・仕様を変数として性能を評価できるモデルを持つ設計手法がMBD(モデルベース開発)である。電子制御機能を実現するためには必然のモデル化手法である。

典型的な例としてはNISSAN-FDV(Functional Digital Vehicle)モデルがある[1][2]。これは、ADAMS-CAR 車両運動性能モデルにエンジン、トランスミッションやブレーキなどの電子制御モデルを加えて、運転者がハンドルを切って縁石に乗上げた時の車両挙動などを実車同様に評価するモデルである。

試作実験車を作って実験を重ねる車両性能チューニングに対して大きな時間的効率的なアドバンテージを持つ。

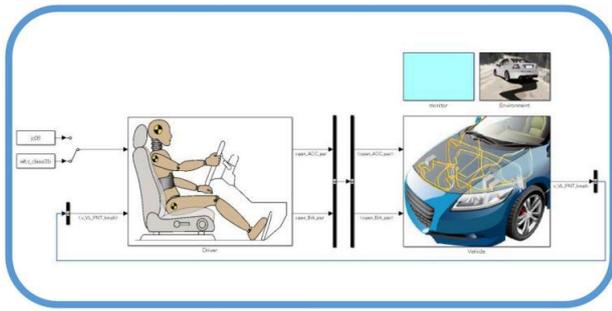


図5 METIのSURIAWASE2.0モデル[6]

2. モデル流通の必要性とその実現の動き

2.1. OEM とサプライヤの責任分担

自動車を製品として作り上げるのは自動車メーカー(OEM)であるが、多くのサプライヤに支えられている。一般的に構成部品の70%程度は購入部品であり、購入先は数百社以上になる。

70%の購入部品の大半はサプライヤ(部品メーカー)が設計開発した製品であり、OEM とサプライヤによる連携開発、いわゆる「すり合わせ」で部品と自動車の開発が成り立っている。さらにその連携開発はOEMと1次サプライヤ間に留まらず、1次2次サプライヤ間でも同様である。

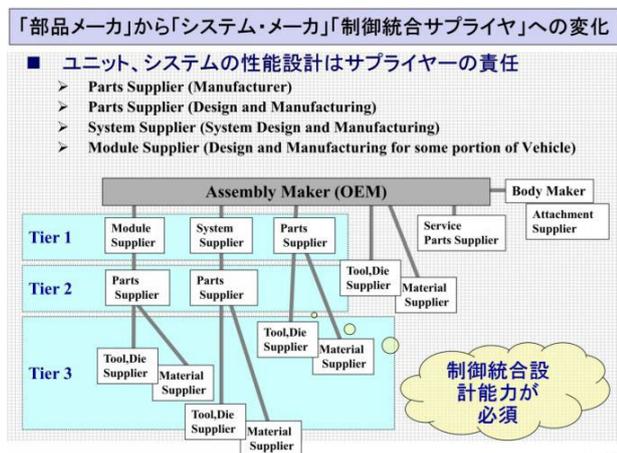


図6 自動車開発に於けるOEM-サプライの階層構造

2.2. 企業間3D CADデータ流通の確立

前述したように、1990-2010年の間に、企業間をまたいだ「デジタルデータの流通」が不可欠となり、下記の活動が生まれた。

① CADデータ国際標準化活動「STEP」

異なったCADシステム間で3D-CADデータや

図面データをやり取りできる「国際規格中間フォーマット」を設定するISOの標準化活動の一部(1980年代に始まり現在も続いている)

② 自動車CALSプロジェクト

経産省主導で上記の「設計CADデータのSTEP」活動の他に「部品メーカーへの受発注のEDI」「整備マニュアルのSGML」等の標準化のテーマに加えて、「企業間デジタルモックアップ」や「CAD用データベースPDMシステムの検証」なども実施した(この成果は自工会に引き継がれ、実務展開に至っている)[3]

3D CADデータ流通の問題は、現実にCADシステムがグローバルに3つに集約されたことで、「標準フォーマット」と「個別変換システム」で対応が可能になり、実務を成立させる業界としての「データ流通ルール作り」「データリンク基準」の標準化などで解決できた。

2.3. モデルデータ流通の課題

OEM-サプライヤ間、サプライヤ同士の連携開発業務にMBDが適用されてくると企業間のモデル流通が不可欠になってくるが、MBDモデルデータの企業間流通は下記のように課題が多い。流通対象となる車両モデルとコンポーネント(システム)モデルは、車両挙動操縦性安定性シミュレーションモデルにおける主要コンポーネントとしては、エンジン、トランスミッション、ブレーキ、ステアリング、駆動システム、タイヤなど多岐にわたり、車両モデルをOEMが担当するが、構成されるコンポーネントモデルはほとんどがサプライヤの責任となる。

課題としては、「モデルをつなぐインターフェースを決めないとモデルの相互利用ができない」「モデル記述言語が異なっても交換できない」などがある。

また、MBDモデル交換はCADモデルと異なり「モデルがプログラムそのものである」ので「異なる言語のソフトウェア同士をどう結びつけるか?」「モジュール(ソフトウェア)を組合せるための入出力変数の一致」や「積分刻みなどの共通変

数の一致も必要」となる。

さらに、3D モデルを「変数で記述した 0D/1D 関数モデル」に変換しないと MBD モデルにならないというリダクションの課題や、階層構造のモデル間のインターフェースを厳密に合わせて置かないと集合モデルとして機能しない、という難しさもある。

さらに企業間情報交換の面では、モデルに含まれるノウハウを流出させないための「モデルのブラックボックス化」も重要な課題である。

2.4. モデルデータ流通に関する国・業界の動き

企業間モデル流通の実現にはシステムを含めたやり取りの仕組みの共通化標準化が必要である。この課題を支える国・業界の動きも活発である。

(1) AICE（自動車用内燃機関技術研究組合）

次世代の ICE(内燃機関)の燃焼技術研究などの技術研究に加えエンジン MBD モデル構築を課題の一つに上げている。[4]

(2) TRAMI（自動車用動力伝達技術研究組合）

駆動・電動技術の産学連携の基礎研究による学のサイエンス進展・産学人材育成を通して日本の産業力の底上げと持続的な科学技術の発展に貢献することが狙いであるが、AICE と同様に MBD を課題として活動している。[5]

(3) SURIAWASE2.0（自動車産業におけるモデル利用のあり方に関する研究会）

業界標準 MBD ガイドラインを策定し、その実装モデル（車両挙動操縦性安定性シミュレーション Matlab/Simulink モデル）を 2017/3 月にフェーズ 1 の成果として公開した。

(4) 自走する姿実現検討委員会

AICE や TRAMI の動きも踏まえて、SURIAWASE 2.0 の後の活動体のグランド・デザインを検討し、2021 年の JAMBE 設立につなげた。

3. MBD 推進センター

3.1. MBD 推進センター設立の経緯とその役割

自動車業界では 2015 年より経産省支援の下、「自動車産業におけるモデル利用のあり方に関する研究会」においてモデル流通のためのプラントモデル I/F GL 準拠モデルの整備を行い、国際連携も進めてきた(SURIAWASE2.0)。2018 年度より、民間主体の自走する仕組みの検討を開始。2021 年度 MBD 推進センターの設立に至った。

SURIAWASE2.0 では、研究開發生産の業務プロセスを革新し「世界一の開発効率」と「新しい価値の創造」を達成することを目指す。[6]

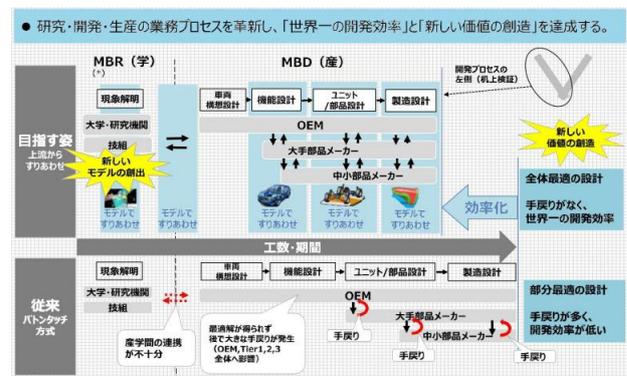


図7 目指す姿：SURIAWASE2.0 が実現した状態[8]

3.2. 2021 年度の活動成果

2021 年 9 月に発足した 3.MBD 推進センター(JAMBE)は、「自動車産業におけるモデル利用のあり方に関する研究会(SURIAWASE2.0)」と「自走する姿実現検討委員会」の成果を引き継ぎ、人材育成,MBD 実務適用,モデル流通実務適用、の領域を中心に活動を実施した。それらの活動を支える、ポータルサイト,メルマガ,年度末報告会・Web 展示会、など会員とのコミュニケーション環境の整備も行った。

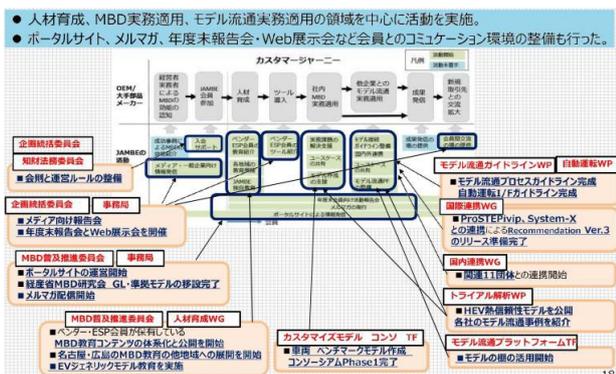


図 8 2021 年度活動成果[8]

3.3. 2022 年度の組織と活動

2022 年度は前年度の活動を継続して、MBD の 効能紹介,人材育成,MBD 実務適用,モデル流通実 務適用、を中心に活動を充実する。

組織の構成メンバーは、運営会社 10,正会員 15, パートナー会員 49,一般会員 15,準会員 16,アカデ ミア会員等 4 の企業団体に構成されている(2022 年 8 月時点)

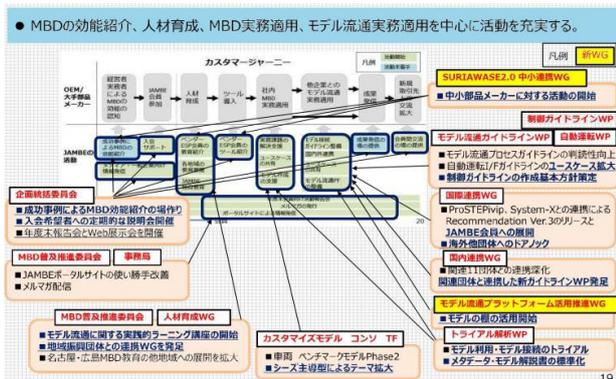


図 9 2022 年度活動計画[8]

MBD 推進実務は 3 つの委員会と委員会を構成 する WG(Working Group), WP(Working Package), TF (Task Force)に分かれてミッションを分担し取り 組んでいる。

[企画統括委員会]

- ・委員会活動の事務局機能を果たすと同時に「事 例紹介」や「成果報告会」を主催する
- ・カスタマイズモデルコンソーシアム TF: 車両ベン チマークモデル作り・活用、シーズ主導型に よるテーマ拡大

[MBD 普及推進委員会]

- ・ JAMBE ポータルサイト改善,メルマガ発信
- ・ 人材育成 WG: 実践的ラーニングの開設 (名古屋・広島 MBD 教育の他地域への展開)
- ・ SURIAWASE2.0 中小連携 WG: 中小部品メーカ への貢献

[モデル流通推進委員会]

- ・ SURIAWASE2.0 実現に向け、プレーヤー間のモ デル流通を推進する施策を立案し実行する
- ・ 自動運転 WP: 自動運転の安全論証領域を代表 事例として GL 構築の足掛かりを作り順次拡充 させていく
- ・ 制御モデルガイドライン WP: 制御モデルのニ ーズ拡大に対応するため制御モデルの書き方 (作法)を GL として定義する
- ・ モデル流通ガイドライン WP: 海外・国内の流 通 GL の融和と普及
- ・ トライアル解析 WP: 様々なトライアルを通し て GL,準拠モデル等の必要なものを拡充しモデ ル流通の推進を図る
- ・ プラントモデル I/F ガイドライン WP: 既存(プ ラントモデル I/F)ガイドラインをよりわかりや すく使いやすい形へ進化していく
- ・ 国際連携 WG: 欧州でモデル流通を推進する代 表的団体である EU ProSTEPivip/SystemX と Win-Win の関係で協力し JAMBE 活動成果を彼 らの公式文書で公開し将来のグローバル標準 への下地を造る
- ・ 国内連携 WG: 関連団体と連携した GL 策定 WP を発足し今後の連携活発化の足掛かりとしたい

4. 今後の展望

自動車の設計開発業務の高度化・短時間化の要 請と製品の電子制御化の動きを受け、製品開発に MBD を使うことが必須になった。また自動車開 発が OEM とサプライヤの複層構造からなる製品 開発スキームを持つことから、企業間での MBD 連携もまた必然となりつつ有る。

企業間 MBD 連携で必要となる「MBD モデル交 換」は「3D CAD モデル交換」に比し、複雑で難

しい成立要件が横たわる。この問題への対応策が「モデル I/F の標準化」や「モデル交換プロセスのルール化」である。この課題への取組組織が MBD 推進センター(JAMBE)であり、2021 年の発足以来積極的な活動を始めた。その結果ガイドライン策定、ユースケース作りなど実務面でも確実に成果を積み上げつつある。

しかし一方、実務面ではまだ MBD 適用が自社内に留まっているケースが多く、企業間連携による製品開発向上はまだまだ実現できていないと感じている。企業間連携の業務事例を積み重ね、そこから出てくる「モデル流通の問題・課題」を捉えて、JAMBE としてどう解決していくかの活動が重要になってくる。

今後の MBD モデル推進センター(JAMBE)の活動に期待する。ぜひ多くの方々に JAMBE 活動に参加いただき、実りある推進活動になるよう願っています。私共も会員の一人としてその活動に貢献していきたいと考えています。

参考文献

- [1] 塚田,平野,三竿 : Functional Digital Vehicle の開発, 日産技報 = Nissan technical review / 日産技報編集委員会 編 (58), 49-53, 2006
- [2] 古賀,金子,小松(日産自動車) : 車両モデル (Functional Digital Vehicle)と実機パワートレインベンチとの融合による多性能開発, 自動車技術会大会学術講演会講演予稿集 (Web), 2020 号 : 秋季 ページ : ROMBUNNO.207 (WEB ONLY) 発行年 : 2020 年 10 月 16 日
- [3] 自動車業界における CALS の取組み, <https://www.fujitsu.com/downloads/JP/archive/imgjp/jmag/vol49-4/paper03.pdf>
- [4] 自動車用内燃機関技術研究組合 (AICE) , <https://www.aice.or.jp/>
- [5] 自動車用動力伝達技術研究組合 (TRAMI) , <https://trami.or.jp/>
- [6] MBD 推進センター (JAMBE) , <https://www.jambe.jp/>
- [7] 加藤 : 自動車開発のデジタル化は CAE が主

役 第 23 回スーパーコンピューティングセミナー2012/9/20

- [8] 「MBD 推進センターのご紹介」2022 年 10 月版 <https://www.jambe.jp/news/20221013-569>

※ 技術情報誌アドバンスシミュレーションは、アドバンスソフト株式会社 ホームページのシミュレーション図書館から、PDF ファイル (カラー版) がダウンロードできます。(ダウンロードしていただくには、アドバンス/シミュレーションフォーラム会員登録が必要です。)