

## 自動車開発を効率化するモデル・データ共有サービスと分散・連成シミュレーションプラットフォーム

Model and Data Exchange Hub Service and Distributed Co-simulation Platform for Efficient Development of Automobiles

荒木 大 ARAKI Dai 萩原 裕志 HAGIWARA Hiroyuki

我が国では、自動車産業の国際競争力の強化を目指し、自動車産業のサプライチェーン全体での共同デジタル試作を可能とするモデルベース開発(MBD: Model Based Development)手法の構築を経済産業省が推進している。その一環として、2021年度からMBD推進センターが始動する。

東芝デジタルソリューションズ(株)は、(株)ネクスティ エレクトロニクスと共同で、MBD推進センターの会員企業向けに、自動車開発のためのモデル・データ共有サービスと分散・連成シミュレーションサービスを提供するためのプラットフォーム VenetDCPを開発した。その活用によって、企業間あるいは部門間において、自部門のモデルの秘匿性を保持したまま、相互にモデルの利用が可能となることを確認した。

With the intention of enhancing the global competitiveness of the Japanese automobile industry, the Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) is currently working on the establishment of a methodology for model-based development (MBD) throughout the entire automotive supply chain, which will make it possible to co-create digital prototypes by performing simulations using individual models. As part of these efforts, the Japan Automotive Model-Based Engineering Center organized by METI will be inaugurated in FY2021.

For participating members of the Japan Automotive Model-Based Engineering Center, Toshiba Digital Solutions Corporation, in cooperation with Nexty Electronics Corporation, has developed a model and data exchange hub service and VenetDCP, a co-simulation platform that makes it possible to perform coupled simulations by running multiple models distributed at different sites via the Internet while maintaining the confidentiality of the models.

### 1. まえがき

自動車産業は、電動化・自動運転などの技術革新に伴い、大きな産業構造転換の時代を迎えている。商品力の高い機種を短期間で開発するために、自動車メーカー(OEM: Original Equipment Manufacturer)とサプライヤーが共同で、それぞれの部品やシステムが車両全体に与える影響を、モデルを用いて確認する“共同デジタル試作”が始まり、モデル流通(Model Exchange)という新たな開発手法が提唱されている。モデル流通を普及・発展させるには、分散・連成シミュレーションと、モデル・データ共有サービスが不可欠である。

東芝デジタルソリューションズ(株)は、このモデル流通による共同デジタル試作を実現するために、分散・連成シミュレーションプラットフォーム(Distributed Co-simulation Platform) VenetDCPを開発した。

ここでは、モデル流通の課題と、当社が開発したVenetDCPの特長について述べる。

### 2. 自動車開発におけるMBDとモデル流通の課題

MBDは、車両企画やシステム設計などの各開発工程において、モデルを作ってシミュレーションしながら開発を進める手法である。MBDを用いれば、実際に試作車を使用した実験・計測で起こる把握が困難な現象でも、シミュレーションで把握できる。更に、設計者のスキルや経験に頼っていた作業が、シミュレーションの活用で、ほかの作業でも同等の結果が得られ、開発における属人的な部分を排除できる可能性がある。

近年、自動車産業では、CASE(Connected, Autonomous, Shared, Electric)と呼ばれる四つの大きな産業構造の転換が、同時並行で進んでいる。各国の燃費規制や排ガス規制をクリアしつつ、電動化や先進的な走行支援システムの開発が必要になっている。また、自動運転の高度化に向けた研究開発も急ピッチで進んでいる。より商品力の高い自動車を短期間で開発することが求められているが、従来の部品単位でのMBDによる個別最適設計では対応が困難である。

そこで、**図1**に示すように、自動車メーカーとサプライ

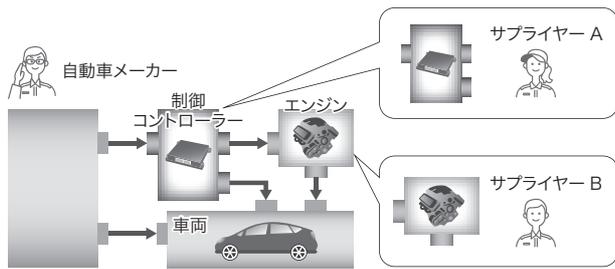


図1. 共同デジタル試作による自動車開発

自動車メーカーとサプライヤーが共同で、それぞれの部品やシステムが車両全体に与える影響を確認しながら、シミュレーションによって全体最適化を図る。

Automotive development using collaborative digital prototyping

ヤーが、それぞれの部品やシステムが車両全体に与える影響をモデルで確認する共同デジタル試作によって、全体としての最適化を図りながら個別部品の開発を行う必要がある。

この共同デジタル試作を可能にするために注目されているのが、モデル流通である。モデル流通とは、シミュレーション用のモデルを、組織を越えて使用できるようにすることである。例えば、自動車メーカーが車両モデルやエンジンモデルを開発して、サプライヤーがエンジンに組み付ける制御コントローラーのモデルを開発し、両者のモデルを接続したシミュレーションによって全体を最適化するための擦り合わせと並行して、それぞれの個別開発を進める。

経済産業省は、我が国の自動車産業の国際競争力を高めるため、「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」を設置し、サプライチェーン全体でMBDを用いた擦り合わせの高度化を実現するために必要な取り組みを進めてきた。その中で、SURIAWASE2.0<sup>(1)</sup>と呼ばれる活動では、組織を越えて共有できるモデルを作るためのガイドラインの整備と、ガイドラインに準拠した標準モデルが作られて、標準モデルを用いた自動車開発手法が提唱されている。

SURIAWASE2.0の活動は、ドイツの業界団体であるproststep ivip AssociationのSmartSEプロジェクトと提携しており、モデル流通の運営・管理やそのユースケース、及びモデルの受け渡しとシミュレーションにおけるルールやガイドラインを、両者が分担して共同で作成している<sup>(2)</sup>。

モデル流通を進めるには、モデルが相互にきちんとつながりシミュレーションが問題なく実行できること、及び利用者間でモデルの秘匿性が保たれることの二つが重要である。しかし、利用者が異なるシミュレーションツールを用いていることも多く、モデルを相互につなげることは容易ではない。更に、モデルの秘匿に関しては、モデルの内容を見えなくするブラックボックス化だけでは十分といえず、モデル流通を進

める上で課題となっている。これらの課題を解決するために期待されているのが、3章で説明するVenetDCPである。

### 3. VenetDCP

自動車の開発においては、複数の部品や、制御とプラントといった異種・異分野のモデルを同時に用いて計算を進めるシミュレーションが多く用いられており、これらは、連成シミュレーション (Co-Simulation)、あるいはマルチドメインシミュレーションと呼ばれている。

連成シミュレーションを実現する方法には、“スタンドアローン方式”と“分散方式”の2種類がある。

スタンドアローン方式は、モデルを1か所に集めて、一つのシミュレーターの中で同時に複数のモデルを動かす方式である。スタンドアローン方式の場合は、1台のパソコンやサーバーに搭載された複数のCPUコアを効率的に使用して計算を行うことで、シミュレーションの高速化を図ることができる。しかし、異なるツールの接続には、ツールごとのノウハウが必要なため、接続するにはツールの改造が必要になる場合も多い。

一方、分散方式は、分散コンピューティング技術を取り入れた手法であり、モデルを1か所に集めずに、ネットワーク接続された複数のシミュレーターを通信連係して動作させたり、一つのモデルを機能分解して複数のコンピューターに分散配置したりといった、柔軟なシミュレーション構成を可能にする方式である。

分散方式での連成シミュレーションを、スタンドアローン方式と比べた場合の利点を、以下に挙げる。

- (1) 地理的に離れた場所での並行開発が、可能となる。
- (2) 機密情報であるモデルを自部門外に出さずに秘匿化したまま、他部門のモデルと接続できる。
- (3) 異なるベンダーのシミュレーターや異なるバージョンのシミュレーターをつないで、シミュレーションができる。
- (4) 計算負荷を分散することで、シミュレーションを高速化できる。

当社のVenetDCPは、インターネットを介して接続した複数のシミュレーションモデルを、時刻同期させて並行的に動作させる通信ミドルウェア機能である。MathWorks社のSimulink<sup>®</sup>をはじめ、市販されている多くのシミュレーションツールを、インターネットを介して接続できる<sup>(3)</sup>。

図2に示すように、VenetDCPの分散・連成シミュレーションは、“バスコネクタ”と“分散・連成シミュレーションコントローラー”から構成される。バスコネクタは、FMI (Function Mock-up Interface) 規格と、MathWorks社のMATLAB<sup>®</sup>とSimulink<sup>®</sup>におけるS-Functionの2種類に

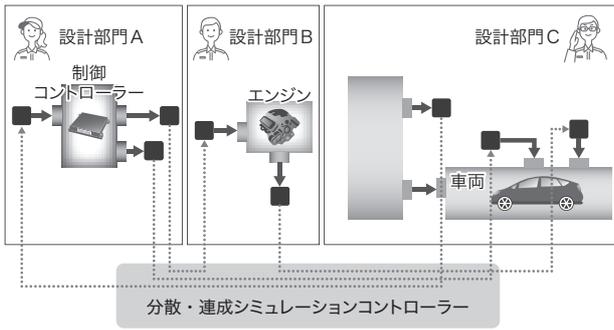


図2. VenetDCPを用いた分散・連成シミュレーションの概要

バスコネクタを介して分散・連成シミュレーションコントローラーが通信し、離れた場所にあるモデルとツールをつないだシミュレーションを実行する。

Overview of distributed co-simulation using VenetDCP



写真撮影協力：(株) 電通国際情報サービス、IPG Automotive (株)

図3. クラウドサービスを用いた分散・連成シミュレーションの例

クラウドサーバー上にアップロードしたモデルを分散・連成させて、複数会社の設計部門間で、走行シミュレーションを共同実施した。

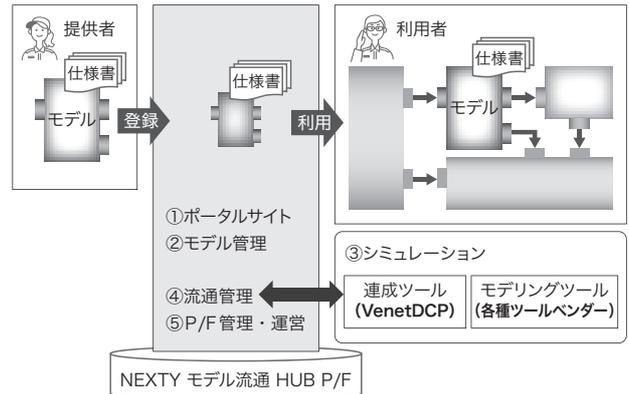
Example of distributed co-simulation using cloud service

対応している。モデルにバスコネクタを組み込むと他部門のモデルとインターネット越しにつながる。分散・連成シミュレーションコントローラーは、バスコネクタから送信された信号を他のモデルに配信する。また、接続されたシミュレーションツールを時刻同期させながら、同時並行的に動かす。FMIとS-Functionのどちらかに対応したシミュレーションツールであれば、VenetDCPを用いて相互接続できる。

VenetDCPの分散・連成シミュレーションの仕組みを用いることで、図3のように、実際に、地理的に離れた複数拠点のモデルとツールを接続して、共同デジタル試作による自動車開発が実現できることを確認した。

#### 4. モデル流通プラットフォームサービス

企業間あるいは設計部門間でのモデル流通の実施例が増えてきており、その運営と管理が課題になりつつある。



\*(株)ネクスティ エレクトロニクスの資料を基に作成

図4. モデル流通P/Fの構想

モデル流通HUB P/Fの構想により、シミュレーションツールやモデル棚など、各社との連携性を高めた環境を提供して、モデル流通システムの早期実現を図る。

Concept of model exchange platform

JAMA (一般社団法人 日本自動車工業会)の電子情報委員会であるデジタルエンジニアリング部会では、OEM-サプライヤー間の電子制御情報流通の在り方が検討されている<sup>(4)</sup>。ここで問題提起されているのは、①受け渡すべき情報の内容が定義されていない、②受け渡しの方法や場(共有サーバー)が統一されていない、及び③受け渡したモデルを連係させて動かすことができない、の3点である。

①の問題点に対して、prostep ivip Associationの「SmartSEモデル流通ガイドライン」<sup>(2)</sup>は、トレーサビリティ情報、モデルの内容とインターフェースなどの仕様、及びモデルの本体を束ねた共通パッケージである、SMMD (Simulation Model Meta Data)として受け渡すことを推奨している。また、このガイドラインでは、モデル本体を受け渡す際に、FMIを用いる場合、及びMATLAB®とSimulink®を用いる場合の二つのケースが想定されている。

②と③の問題点に対しては、企業間でモデル流通するための手段として共通インフラの整備が必要である。経済産業省のSURIWASE2.0の後継活動として、自動車メーカー、サプライヤー、及びベンダーで構成される会員制組織であるMBD推進センターが、2021年度に設立される。当社は、(株)ネクスティ エレクトロニクスなどとともにMBD推進センターに加盟し、複数ベンダーの共同運営による自動車開発用に、モデルとデータの共有サービスであるモデル流通プラットフォーム(P/F)を提供する。

予定するサービスの内容を、図4に示す。モデル流通P/Fは、五つのサービスから構成されるクラウドベースのアプリケーション群である。

- (1) ポータルサイト サーバーに蓄積されたモデル及びデータなどのコンテンツを検索して入手する、ポータル機能を提供する。有料のモデルやデータについては、提供者にライセンス費を支払うための課金代行機能も持つ。
- (2) モデル管理 提供者が登録したモデル及びデータとその仕様などをパッケージングしたSMMD情報を蓄積するデータベースである。登録の際に、公開先の指定、バージョン管理ができる。ガイドラインに準拠しているかを自動チェックすることで、CI/CD（継続的インテグレーション／継続的デリバリー）の向上を図る。
- (3) シミュレーション 利用者自身が持つモデルと共有サービスから入手したモデルを結合してシミュレーションを行うための、ツール環境を提供するサービスである。シミュレーションは、利用者のオンプレミス環境で利用者自身が所有するツールを用いて行うこともできる。これとは別に、クラウドサーバー上の仮想マシン環境を使用してシミュレーションを実行できるようにするサービスを提供する。利用可能なツールは、ツールベンダーと提携して提供する。
- (4) 流通管理 モデルあるいはツールの利用状況をオンラインでモニターして、利用実績を監理するサービスである。有料モデルや商用ツールを用いる場合に、モデルのランタイム利用時間や、ツールのライセンス利用時間及び利用量を算出して、課金できる仕組みを提供する。
- (5) P/F管理・運営 モデル流通P/Fを利用して複数の企業間でモデルを共有・交換しながら共同で設計を進める、モデル流通設計プロセスを管理・運営するサービスである。prostepの「SmartSEモデル流通ガイドライン」の推奨手順で、管理と運営を行う。

## 5. VenetDCPによるモデル流通の高度化

図5に示すように、モデル流通では、設計部門A（モデル提供者）と設計部門B（利用者）が異なるツールを用いている場合には、モデルを受け渡しても利用者側で動かすことができない場合がある。また、モデル提供者がモデルの内容を秘匿したい場合もある。更に、流通モデルは一般的に1モデル当たりの入出力信号点数が数十～数百点と多いため、利用者側で正確に配線してモデルを結合する作業に多くの手間が掛かり、作業ミスが起こるリスクがある。

VenetDCPを用いると、図6に示すように、モデル本体を受け渡さなくても、提供者と利用者のモデルとツールをインターネット越しに結合してシミュレーションできる。また、両

者が利用するツールが異なっても、支障はない。

モデル本体を受け渡す場合においても、図7のように、モデルを受け取る設計部門B側で、受け取ったモデルと利用

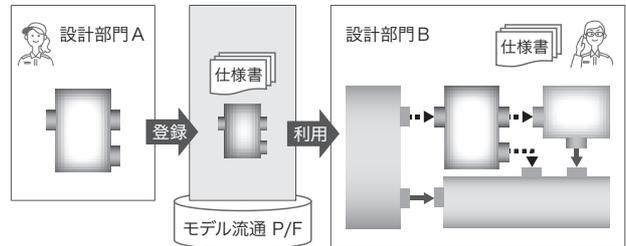


図5. モデル流通の課題

設計部門Aが登録したモデルと仕様書を設計部門Bが利用する際に、点線部分の信号の配線作業が必要である。また、設計部門Aがモデルの中身を公開したくない場合の秘匿化が難しい。

Issues involved in model exchange

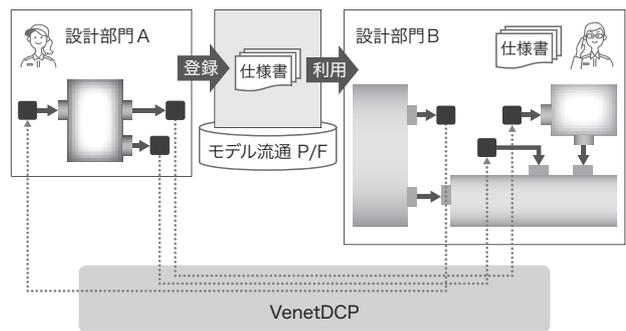


図6. VenetDCPを用いたモデル結合・連成サービス

モデル本体を受け渡さなくても、設計部門Bは、設計部門Aのモデルを結合してシミュレーションを実行できる。

Model connection and co-simulation service using VenetDCP

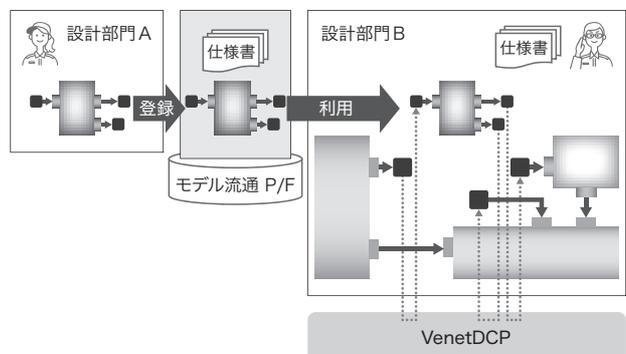


図7. VenetDCPによるモデル流通の高度化

モデル本体を受け渡す場合においても、VenetDCPを用いると、受け取ったモデルの信号配線を行わずにシミュレーションを実行できる。

Sophistication of model exchange using VenetDCP

者自身が持つモデル・ツールを結合するためにVenetDCPを用いると、信号線の配線に要する作業負荷を大幅に軽減でき、モデル結合における作業ミスを低減できる。

このように、VenetDCPの活用によって、モデル流通における企業間あるいは部門間でのモデルの受け渡し、モデルの結合、及びシミュレーションにおける様々な課題を解決できる。

## 6. あとがき

自動車開発におけるモデル流通を普及・発展させる、モデル・データ共有サービスと分散・連成シミュレーションについて述べた。欧州のprostep ivip Associationや我が国のSURIWASE2.0が推奨する、標準ガイドラインに基づいたサービスの提供を目指している。まず、国内の自動車メーカーとサプライヤーによる運用経験を積みながらサービスの改善を図り、将来は、海外企業との間でのモデル流通においても活用されるように展開していく。

## 文 献

- (1) 西野智博. MBDを深化させる「SURIWASE2.0」の取り組み. 自動車技術. 2021. 75, 4, p.4-10.
- (2) prostep IVIP, "SmartSE Recommendation V2". <[https://www.prostep.org/fileadmin/downloads/prostep-ivip-Recommendation\\_PSI11\\_SmartSE\\_V2-0.zip](https://www.prostep.org/fileadmin/downloads/prostep-ivip-Recommendation_PSI11_SmartSE_V2-0.zip)>, (accessed 2021-06-10).
- (3) 島田太郎, ほか. “モデル流通のための分散シミュレーションプラットフォームVenetDCP”. 2020年春季自動車技術会大会学術講演会講演予稿集. 横浜, 2020-05, 自動車技術会. 2020, No.233. (CD-ROM).
- (4) 佐藤 命, 畑 克依. “OEM-サプライヤー間の電子制御情報流通のコンセプトモデルの紹介”. JAMA電子情報フォーラム2020講演資料. 東京, 2020-02, JAMA 電子情報委員会. 2020, B\_05. <[https://www.jama.or.jp/it/event/jdf2020/report/pdf/jdf2020\\_pm\\_B\\_05.pdf](https://www.jama.or.jp/it/event/jdf2020/report/pdf/jdf2020_pm_B_05.pdf)>, (参照 2021-06-10).

・MATLAB, Simulinkは、The MathWorks, Inc.の商標又は登録商標。



荒木 大 ARAKI Dai, Ph.D.  
東芝デジタルソリューションズ(株) ICTソリューション事業部  
スマートマニュファクチャリングソリューション部  
博士(工学)  
Toshiba Digital Solutions Corp.



萩原 裕志 HAGIWARA Hiroyuki  
(株)ネクスティ エレクトロニクス  
組込みソリューション本部 XaaSビジネスユニット  
NEXTY Electronics Corp.