自動車用内燃機関技術研究組合

2018年10月26日

自動車用内燃機関技術研究組合（AICE）　公開フォーラム
－2019年度からの次期AICEの共同研究企業募集に関する説明会－

MBDツールの活用

AICEモデル戦略委員会　委員長

野口　泰
(トヨタ自動車株式会社)

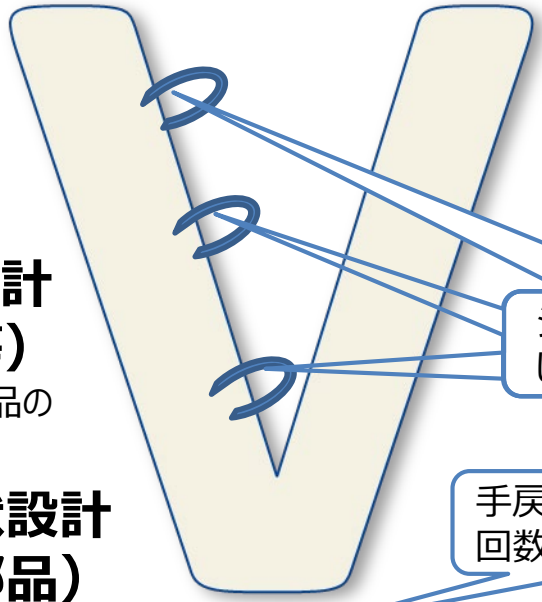
2019年度からのAICEの研究・事業概要

■ 2019年から新たな産学官連携により、4事業を推進していく

産業力向上	人材育成	将来への布石
*研究事業		
*モデル活用事業＆ベンチマーク事業		
	* 経産省補助事業 2018年度～2020年 （単年度事業）	
	将来のシーズ探索	
	人材育成事業	

MBD（モデルベース開発）とは？

**「それぞれの開発プロセスにおいて
シミュレーション技術を取り入れたシステム開発手法」**



システム構想（車両）

車両からのユニットへの目標割り付け．
ユニット要求(目標)をサブシステムの機
能に割り付ける

**サブシステム機能設計
（エンジン等）**

サブシステムと要素部品の
機能を設計する

**形状設計
（部品）**

MBDのメリット

シミュレーションによる仮想実験ができる

- 試作・実験の削減
- 実験・計測が困難な状況でも
  シミュレーションで検討可能

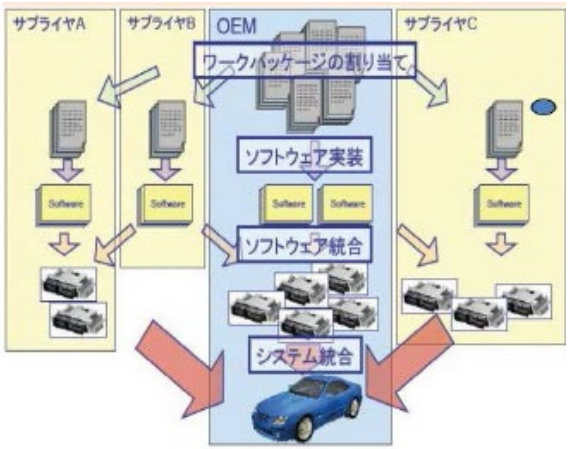
試行錯誤ではない体系的な設計ができる

- 手戻り作業の削減
- 設計における属人的な部分の削減

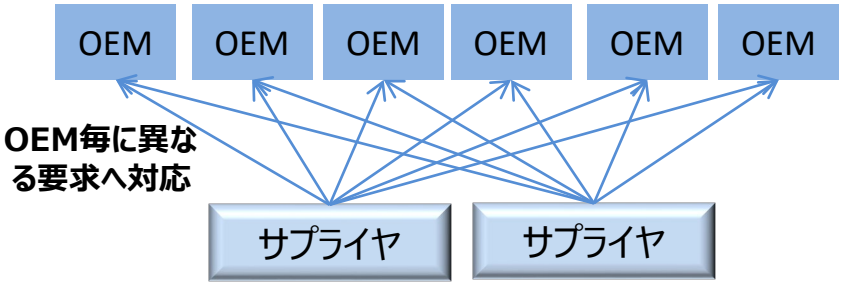
AICEの目指す姿

＜現状＞

一つの自動車に対して多くのサプライヤが関わるため．OEMの仕様が正確に伝わらないと，不具合や手戻りのコストが膨大に

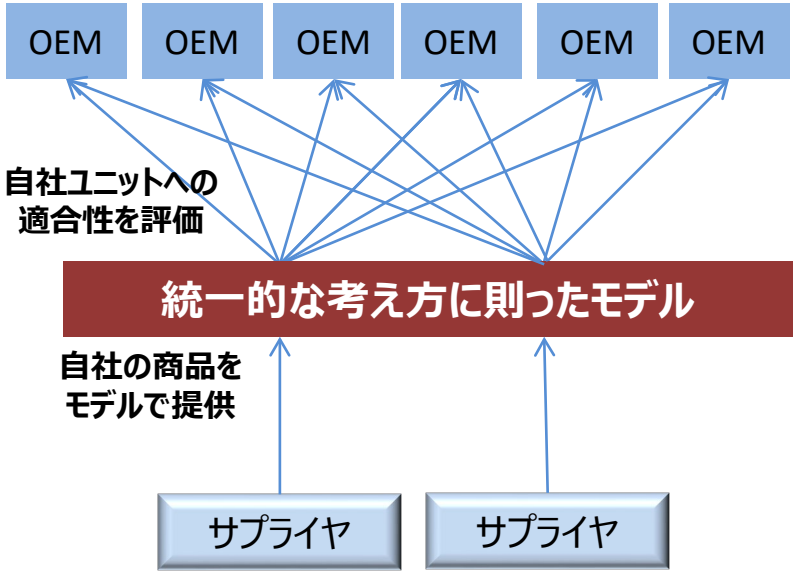


モデル授受の際にOEMの数だけ要求内容が異なり，都度カスタマイズするためのコストが発生



＜理想＞

モデル流通の統一的な考え方に則り，OEM・サプライヤーがシミュレーションを活用した開発を行なうことで，サプライチェーン全体での開発効率化



MBDとモデル流通の推進による日本の自動車産業の競争力強化

SURIAWASE2.0構想

- 産学・企業内・企業間の擦り合わせを，「シミュレーションの徹底活用」「サイエンスとエンジニアリングとの融合」により，高速かつ正確無比にversion upさせ，我が国全体の開発力を強化.
- サプライヤの生産性向上や，産学連携の進化による人材育成も同時達成し，世界最先端の開発拠点に.

これまでの主な取組み

1. ガイドライン整備
   - 「自動車開発におけるプラントモデルI/Fガイドラインver1.0」 と「ガイドライン解説書ver1.0」を公表ガイドライン準拠モデルVer1.0公表
2. ガイドライン準拠モデルVer1.0公表
   - 燃費の性能評価ができる車両性能シミュレーションモデル
   - 1.5ｌCVT車両をベース
3. モデル解説書作成
   - モデルの使い方の説明
   - ガイドライン準拠モデルにおける解説書の作成
   - モデルの記述方法の説明を記述

経産省 HP http://www.meti.go.jp/press/2016/03/20170331010/20170331010.html

経産省SURIAWASE2.0の取組み

- 本『誰でも使える車両モデル』、『高精度モデル』、『人材育成』について、研究会およびWGで推進（AICEは、オブザーバーとして参加）
- 政府は未来投資戦略2017を閣議決定し、その中に『すり合わせのデジタル化に向けたモデル構築』を記載．経産省は平成30年度シミュレーション基盤構築事業として8.0億円の予算を確保

次世代自動車等の開発加速化に係るシミュレーション基盤構築事業

製造産業局 自動車課
03-3501-1690

平成30年度予算額 **8.0億円（新規）**

事業の内容

事業目的・概要

- 環境・エネルギー制約への対応の観点から、我が国CO２排出量の約２割を占める運輸部門において、次世代自動車や自動走行の普及による省エネへの期待が高まっています。
- これらの実現のために、自動車の開発コストが爆発的に増加しているため、開発の上流工程の徹底的な効率化(開発・性能評価のプロセスを実機を用いずにシミュレーションするモデルベース開発(MBD))を行う重要性が拡大していますが、MBDには一部大手の自動車メーカーやサプライヤーが対応している程度で、サプライチェーン一体となったシミュレーション開発の浸透が課題となっています。
- このため、本事業では、実機を使用せずに車両全体をシミュレーションで評価できるよう、車両評価性能モデルを構築し、我が国の開発プロセス（すりあわせ）の高度化を促します。
- また、大学や高専等といった学の知見を活用し、産学における最先端のモデル開発の体制を構築・人材育成を行います。

成果目標

- 平成30年度から平成32年度までの3年間の事業であり、「未来投資戦略2017」における、2030年（平成42年）までに新車販売に占める次世代自動車の割合を5～7割とする目標の実現に向け、次世代自動車の開発を加速化する基盤を構築します。

条件（対象者、対象行為、補助率等）

国 →（補助）→ 民間企業等 →（補助）→ 民間団体等

（１）すりあ

学（scie

産と学のニーズが一
共通のコミュニケーシ
を構築＝技術シーズ
→学の研究リソース
→優秀な教授・学生
まる
→産は国内への開
→好循環へ

（２）モデル

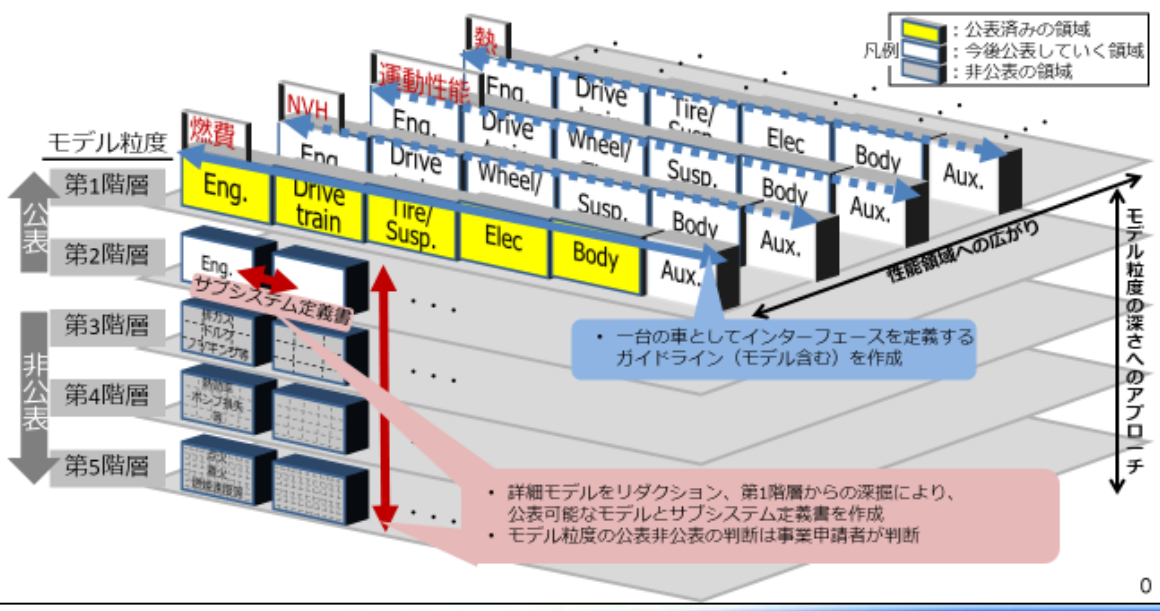
大学・高専

エンジン・トランス
テム毎に協調領
構築

次期戦略（体制）の構築：3ヶ年事業イメージ

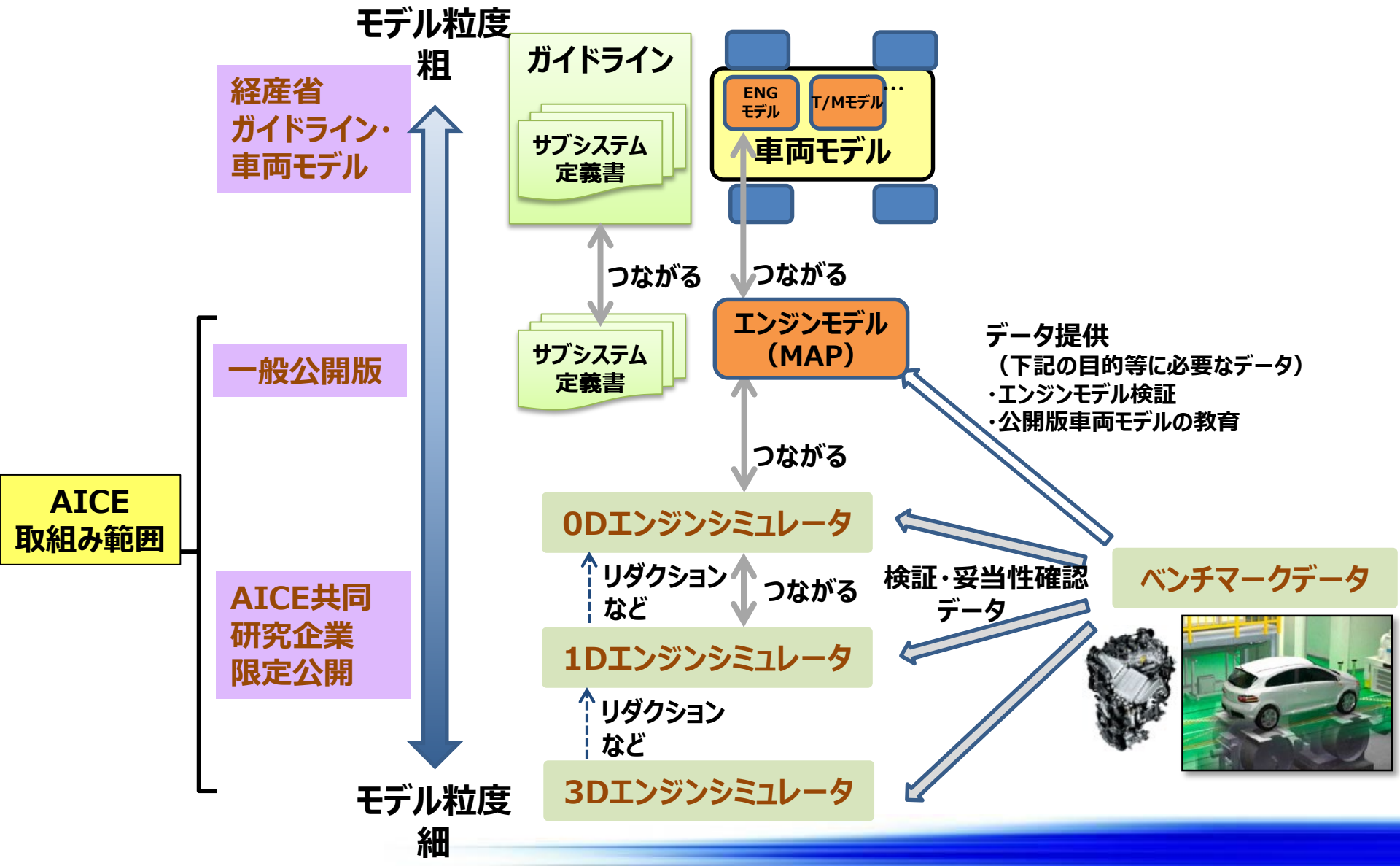
- 現在のガイドラインと車両モデルの粒度を前提とした性能領域への**広がり**と、産学連携によるモデル構築（**深さへのアプローチ**）を、3ヶ年事業の枠組みを利用して実施

➔モデル・ガイドラインの軽量さとサプライヤの秘匿性を担保しつつ、粒度を詳細化できる仕組み



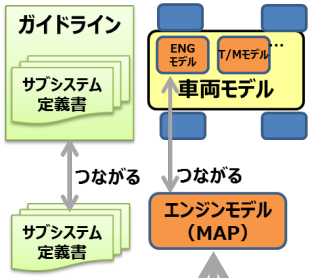
経産省補助事業と連携しつつモデル基盤構築を加速

補助事業におけるAICEの取り組み



研究事業との関わり

モデル粒度
粗



つながる

0Dエンジンシミュレータ

実装

リダクション
など

つながる

1Dエンジンシミュレータ

実装

リダクション
など

3Dエンジンシミュレータ

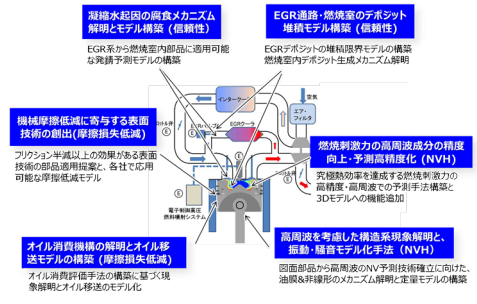
実装

モデル粒度
細

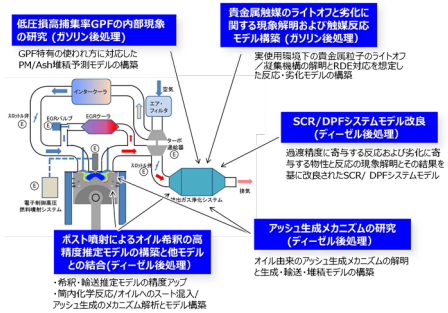
研究事業

現象解明⇒物理モデル構築

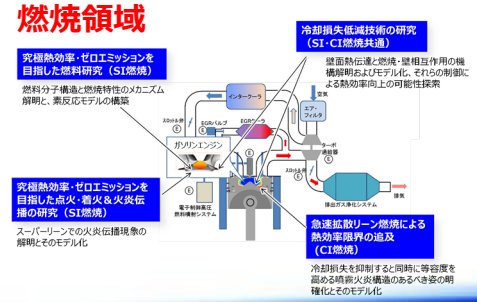
フリクション・信頼性・NVH領域



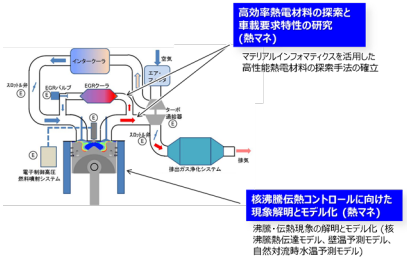
排気領域



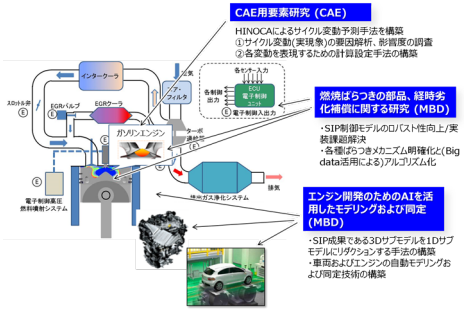
燃焼領域



熱マネジメント領域



システム・制御領域



物理モデルを構築しプラットフォームへ実装

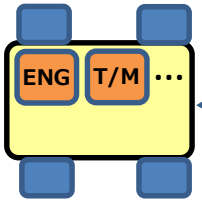
将来の個社における成果活用イメージ

低摩擦アイテム(部品)の効果を車両のモード燃費で評価できる

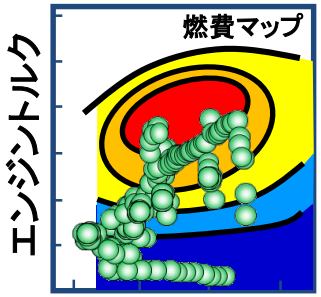
⇒ベースエンジンデータ、車両データはベンチマークデータを活用

車両データは
ベンチマークデータを活用

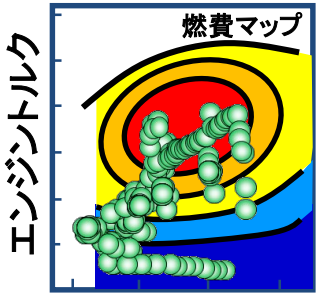
経産省車両モデル
⇒モード燃費を計算



MAPを
更新

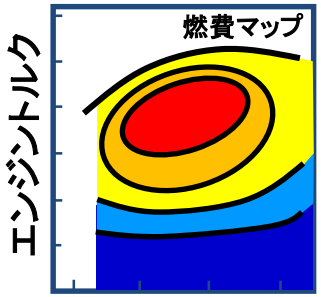


燃費効果
+○%

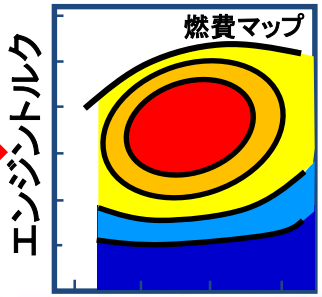


0D/1Dエンジンシミュレータ
⇒燃費マップを作成

つなげる



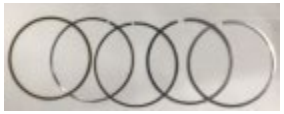
摩擦低減
効果



サプライヤ

ピストン

リング



サブモデル
(AICE研究成果)

- 点火モデル
- 燃焼モデル
- LOCモデル
- 摩擦モデル
- 触媒モデル
- ⋮

モデル
変更

- ・摩擦係数
- ・リング張力
- ⋮

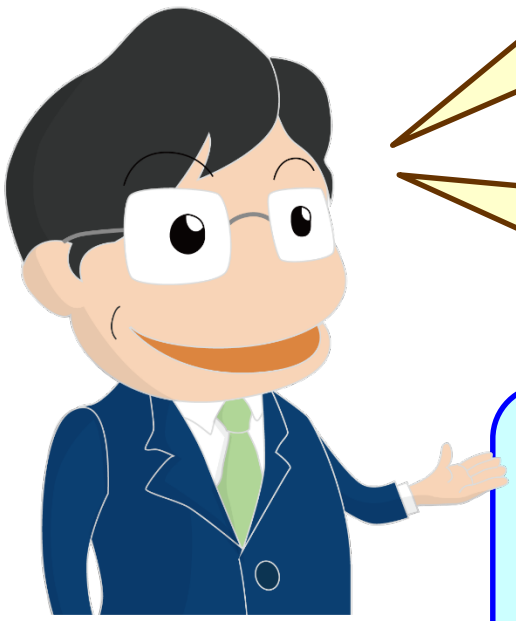
低摩擦アイテム適用

ベースデータはベンチマークデータを活用

モデル流通のメリット

サプライヤ
A社

OEM
B社



このピストンを使うことで、
JC08燃費が約1%良くなります。

どのように検証されましたか？

経産省車両モデルにつながるツールで、
この部品のモデルとベンチマーク車両の
データを使った計算結果です。

それでは、今度は弊社の車両モデルでも
計算してみましょう。
うちのモデルにもすぐつながりますから
その部品のモデルいただけないでしょうか？
（ブラックボックスで構いませんので）

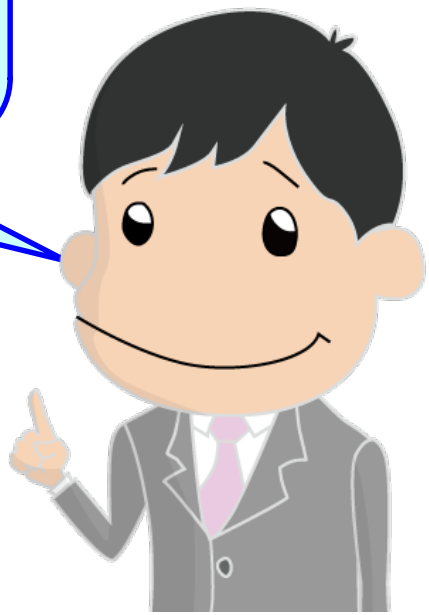
モデル流通のメリット

1週間後

サプライヤ
A社

OEM
B社

検証してみましたが、燃費は0.5%しか良くならなかったです。
ベンチマーク車両と異なり、うちの車両では低回転域を多用しているのですが、提案してもらった技術は高回転側の効果が大きいですよね。
低回転側をもっと改善できないでしょうか？



わかりました。低回転側の改善を早急に検討します。
共通ツールを使っていると、効果が再現しない理由もすぐにわかりますね！

MBDツール構築のロードマップ

目標（FY20）：経産省車両モデルにつながるエンジンのMBD環境の基礎を作る

- FY18　オープンな言語で記述されたエンジンモデルの骨格作成　[モデルを作成する]
- FY19　モデルの精緻化/モデル講習会，サブモデルの自社利用　[モデルに触れる]
- FY20　MBDトライアル事例の構築　[モデルを活用する]

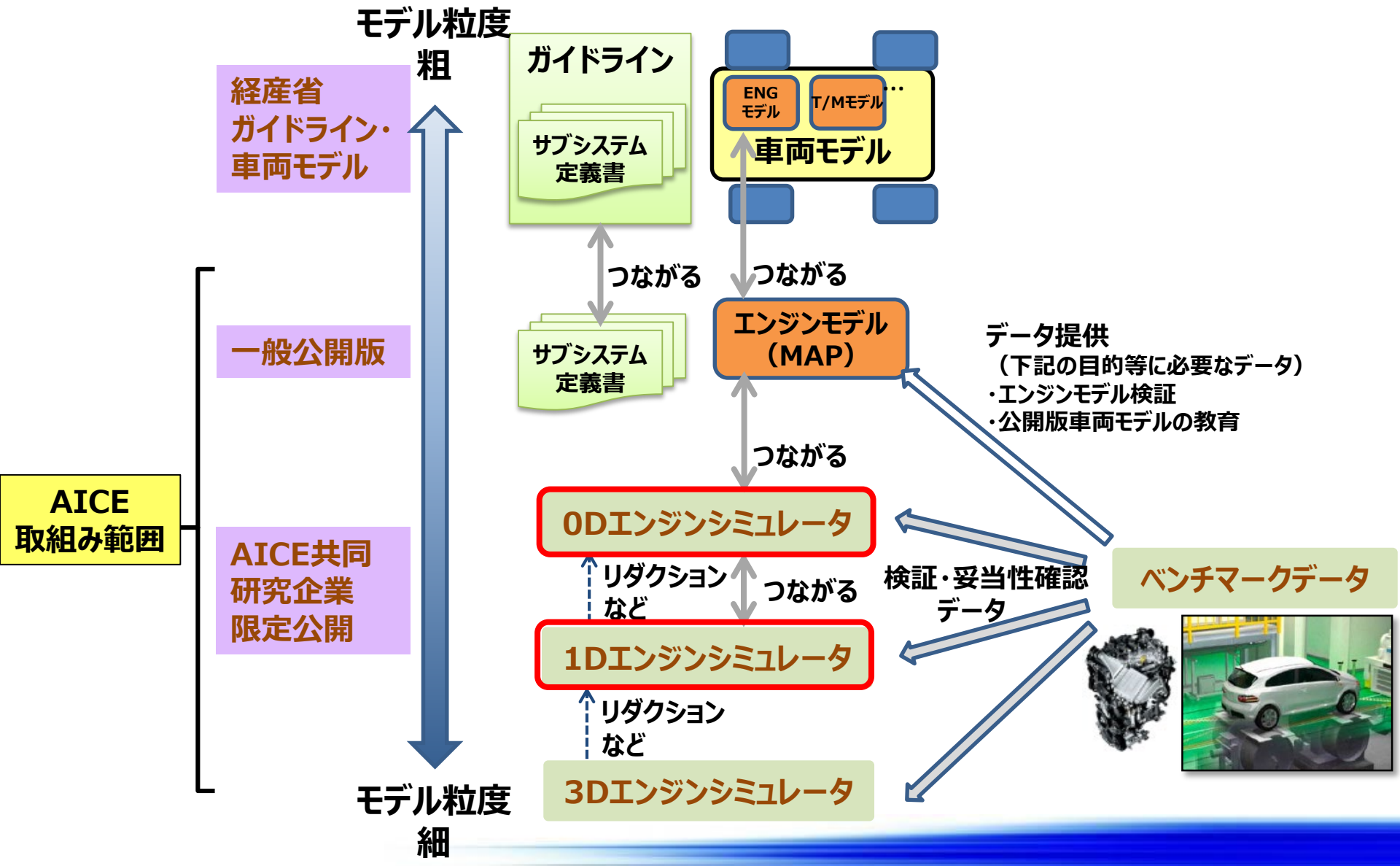
経産省　補助事業

16-17	18	19	20	21	22	23
•経産省ガイドライン構築	•PF構築	•SIPモデル組込 •検証	•MBDトライアル	•MBD活用範囲拡張 •モデルを核とした研究推進		
	•MBD推進体制構築					

AICEへの参画メリット

- モデル利用講習会　[MBD技術者育成]
- SIPサブモデルの自社CAEでの活用 [早期活用]
- 事例候補調査 → MBD事例の構築 [Win-Win実現へ]

補助事業におけるAICEの取り組み

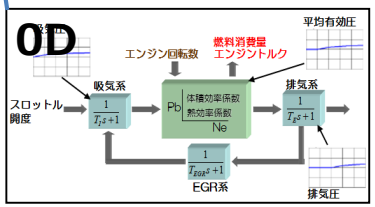


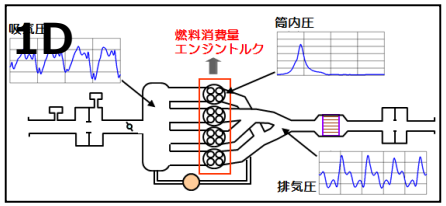
0D/1Dエンジンシミュレータの進化

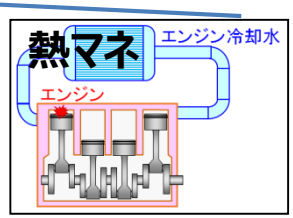
経産省 補助事業

16-17	18	19	20	21	22	23
•経産省ガイドライン構築	•PF構築	•SIPモデル組込 •検証	•MBDトライアル	•MBD活用範囲拡張 •モデルを核とした研究推進		

プラットフォーム研究







サブモデル研究

SIP

<SIP成果>
- 点火モデル（横風、空燃比考慮）
- 過渡熱伝達モデル
- 摩擦損失モデル
- ノッキング予測モデル（空燃比考慮）
- ターボチャージャモデル（脈動、伝熱・摩擦考慮）
- 熱電発電（熱交換器、熱電素子）モデル

SIPモデルの拡大検証（課題出しと改良）

- モデル修正/完成
- MBDトライアル

変速機 TRAMI

電動デバイス（回生，蓄電など）

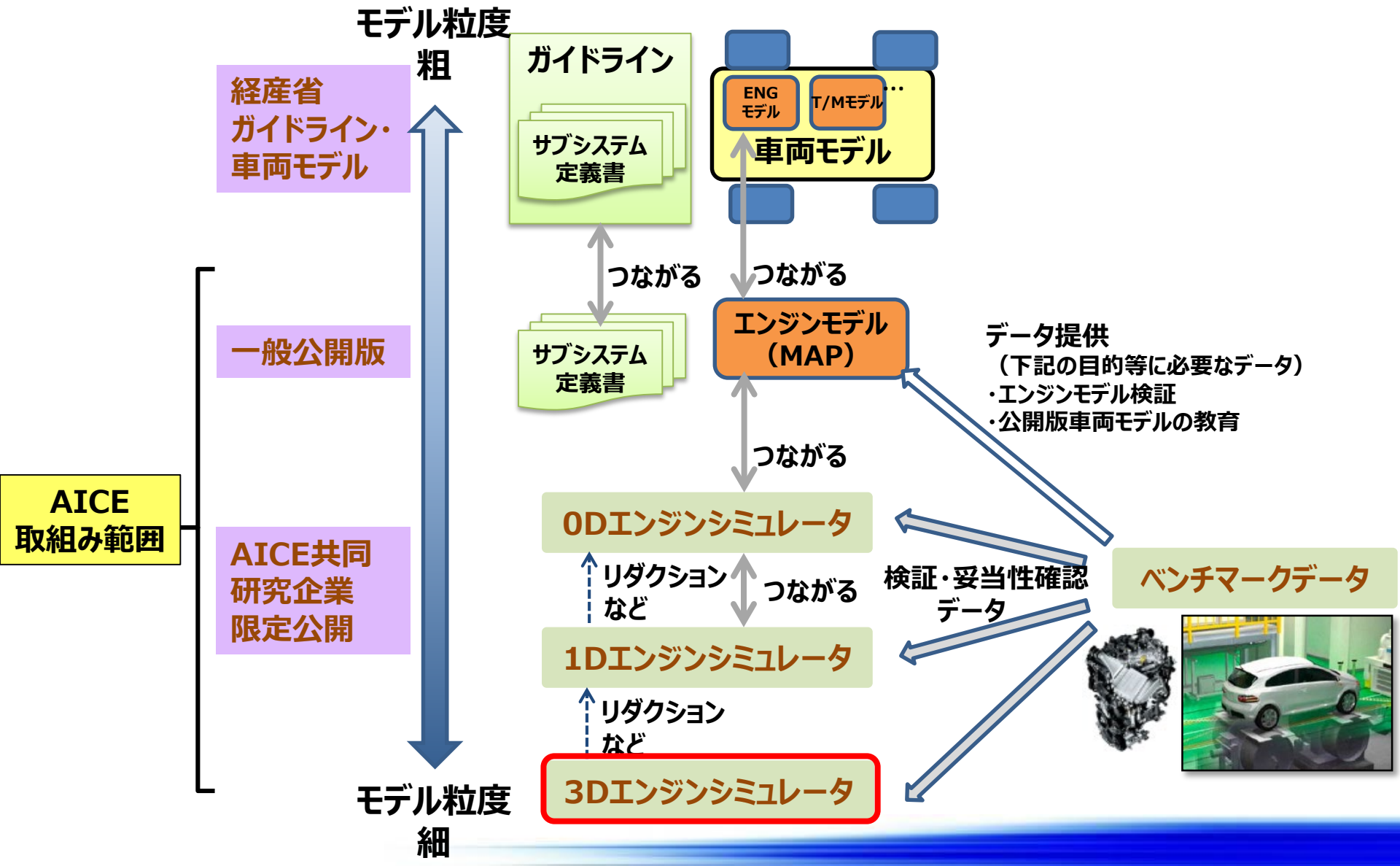
個社活用目標

燃費（Hot）

燃費（Cold）

排ガス（RDE）

補助事業におけるAICEの取り組み



3Dエンジンシミュレータ HINOCAの概要

火神 HINOCA　SIP革新的燃焼技術にて研究中の3D CFDコード

乱流モデル	壁モデル	壁面冷損モデル	噴霧モデル	点火モデル	火炎伝播モデル

サブモデル　大学

ブロックAMR（Adaptive Mesh Refinement）
- 領域分割されたブロックごとに局所細分化

プラットフォーム　JAXA

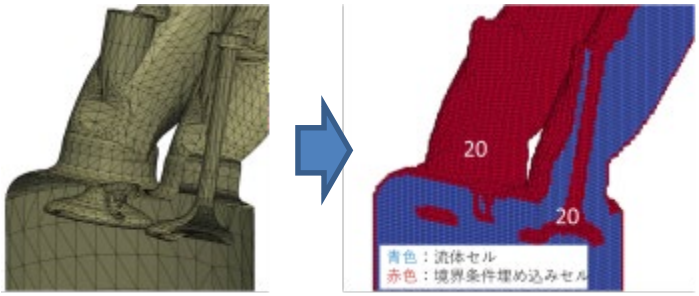
等間隔直交格子法＋IB（Immersed Boundary）法
- 格子生成作業なしで計算実行
- 自動並列計算（MPI+OpenMP）

大学・JAXAの英知を集結した世界最先端のソフト

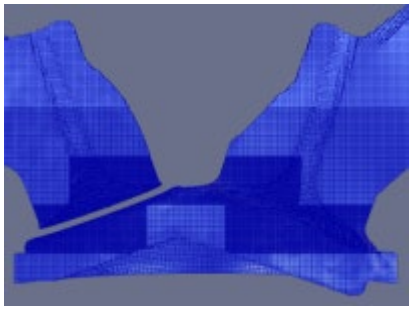
3Dエンジンシミュレータ HINOCAの特徴

■最先端のプラットフォーム

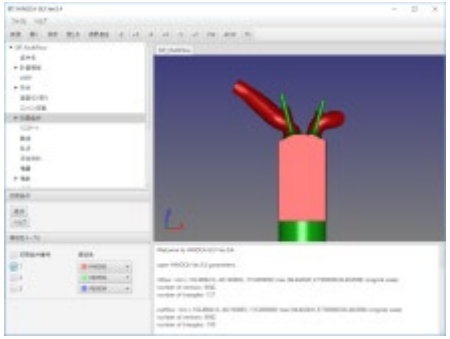
I.B法



局所細分化

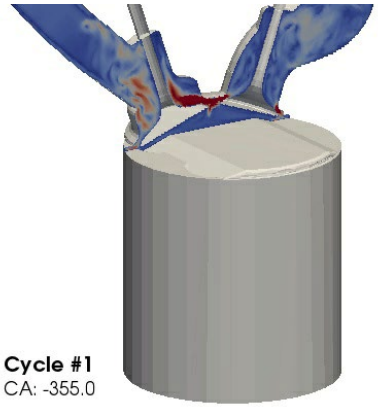


GUI

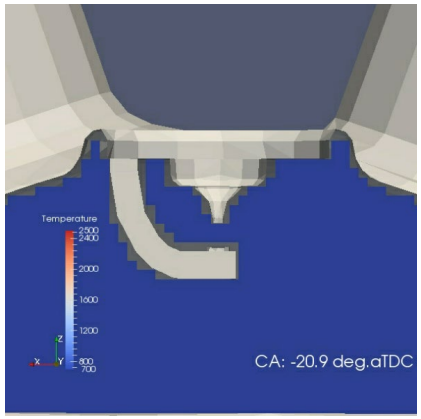


■最先端のサブモデル群

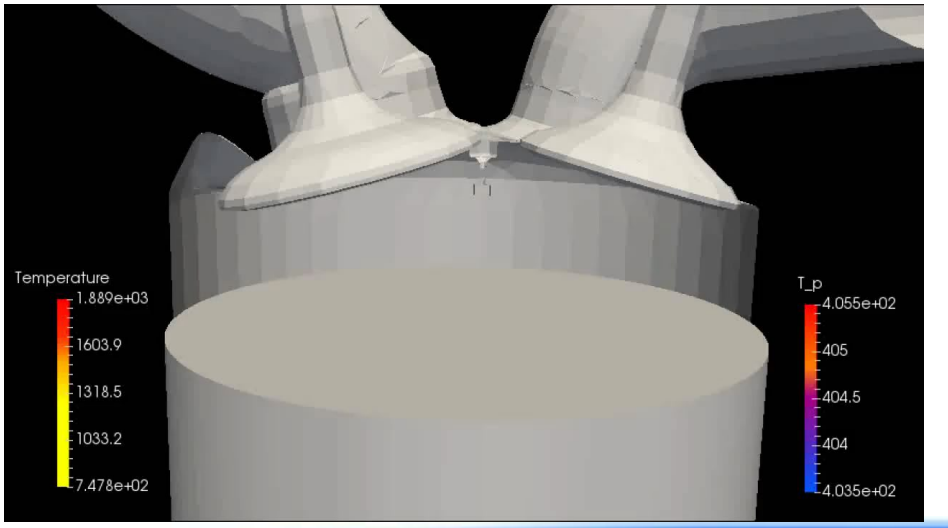
火炎伝播



点火



プール燃焼



SIP後はAICE・学コンソで継続的な進化を図る

目指す姿のためのロードマップ

目標（FY20）：経産省車両モデルにつながるエンジンのMBD環境の基礎を作る

- FY18　オープンな言語で記述されたエンジンモデルの骨格作成　[モデルを作成する]
- FY19　モデルの精緻化/モデル講習会，サブモデルの自社利用　[モデルに触れる]
- FY20　MBDトライアル事例の構築　[モデルを活用する]

経産省　補助事業

16-17	18	19	20	21	22	23
•経産省ガイドライン構築	•PF構築	•SIPモデル組込 •検証	•MBDトライアル	•MBD活用範囲拡張 •モデルを核とした研究推進		
	•MBD推進体制構築					

AICEへの参画メリット

- モデル利用講習会　[MBD技術者育成]
- SIPサブモデルの自社CAEでの活用 [早期活用]
- 事例候補調査 → MBD事例の構築 [Win-Win実現へ]

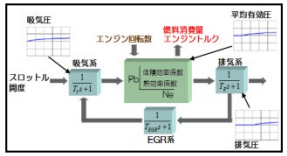
2019年度の検証活動（案）

重点的な検証期間と位置付けツール構築後，検証会・講習会を随時実施

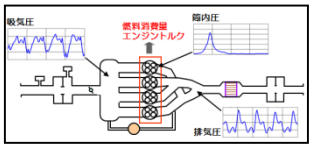
検証会：AICEベンチマークデータや個社持ち寄りのデータを対象に AICE研究費で検証を実施し，改良につなげる

0Dエンジンシミュレータ

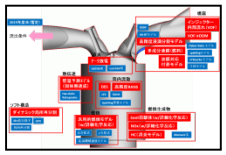
Mean Value Model



1Dエンジンシミュレータ

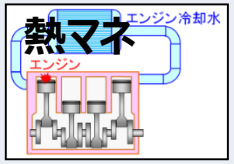


3Dエンジンシミュレータ



1Q	2Q	3Q	4Q

検証会（1Q～4Q）
- 講習会（3Q）
- 講習会（4Q）
- 講習会（4Q末）



検証会（3Q～4Q）
- 講習会（4Q）
- 講習会（4Q末）

検証会（2Q～4Q）
- 講習会（3Q）
- 講習会（4Q）
- 講習会（4Q末）

検証会（1Q～4Q）
- 講習会（3Q）
- 講習会（4Q）
- 講習会（4Q末）

目指す姿のためのロードマップ

目標（FY20）：経産省車両モデルにつながるエンジンのMBD環境の基礎を作る

- FY18　オープンな言語で記述されたエンジンモデルの骨格作成　[モデルを作成する]
- FY19　モデルの精緻化/モデル講習会，サブモデルの自社利用　[モデルに触れる]
- FY20　MBDトライアル事例の構築　[モデルを活用する]

経産省　補助事業

16-17	18	19	20	21	22	23
•経産省ガイドライン構築	•PF構築	•SIPモデル組込 •検証	•MBDトライアル	•MBD活用範囲拡張 •モデルを核とした研究推進		

•MBD推進体制構築

AICEへの参画メリット

- モデル利用講習会　[MBD技術者育成]
- SIPサブモデルの自社CAEでの活用 [早期活用]
- 事例候補調査 → MBD事例の構築 [Win-Win実現へ]

MBD推進体制

メンテナンス・サポートはMBDツール管理法人に依頼

OEM・サプライヤー・ベンダー

研究成果
（物理式）

研究委託

物理式

ﾍﾞﾝﾁﾏｰｸﾃﾞｰﾀ

人材

ツール教育

サポート

検証結果

MBDツール
最新のモデル

**AICE産学
コンソーシアム**

最先端の研究を実施

ツール教育
サポート

人材

MBDツール管理法人

モデル

モデルの棚

AICE関連限定の棚

一般公開の棚

車両・エンジン
データ

ベンチマークデータ

1．モデルの棚の管理
- ・コンソーシアムから出てきた最新の物理式の組み込み・検証
- ・世の中の最新のサブモデルの組み込み

2．人材育成
- ・博士課程の学生，若手エンジニア

3．会員へのサービス(有償)
- ・ソフトウェアサポート
- ・受託解析

ま と め

1. AICEは将来の日本の自動車産業の競争力強化に向けてモデルベース開発環境の構築とモデル流通を推進

2. FY18-FY20をMBDを中心とした研究基盤構築と位置付け，経産省の『次世代自動車等の開発加速化に係るシミュレーション基盤構築事業』と連携しつつ研究を推進

3. モデルを最新状態に保つため，現象解明・モデル化の研究を産学で継続的に進めるとともに，新たにAICE外の法人にMBDツール管理を依頼し，モデル管理・流通の促進，MBD人材の育成を図る

MBD推進のために，皆様のご参加をお待ちしております．

□ □ □ □ □□ □□ □□ □ □□ □□