

制御チーム 東京大学大学院 金子成彦

リーダー
大学

「革新的燃焼技術を具現化するモデリングと制御」

課題と解決手法

目 標

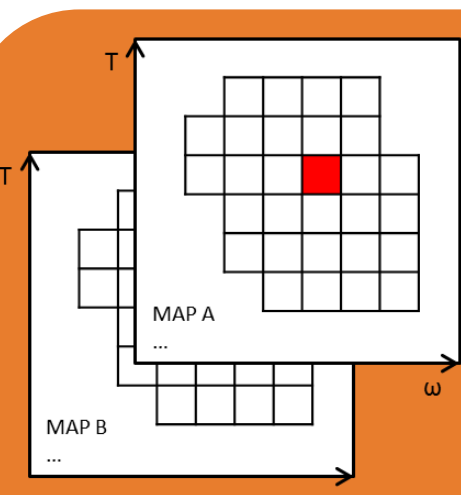
熱効率50%に貢献する
モデリングと制御技術

新燃焼の実装

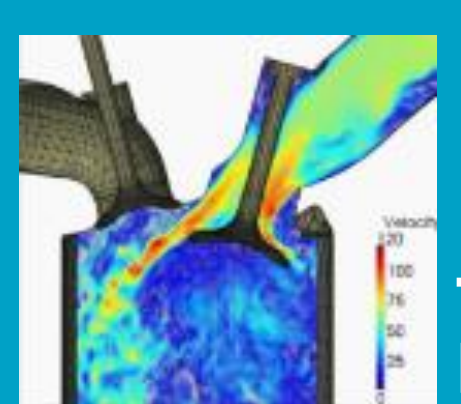
設計シナリオ
検証

設計ツール

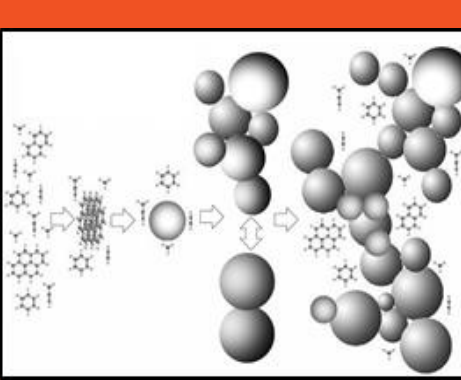
課 題



性能が
出し切れ
ない



多大な
計算時間



P M発生

産学の知を生かした
サイエンスからの
テクノロジー創出

制御
グループ

CAE
グループ

PM
グループ

解 決 手 法

モデルベース制御
インテリジェント制御
システム構築

RAICA (雷神)

高速計算技術
次世代 3D噴霧燃焼
解析ソフト

HINOCA (火神)

計測技術と
メカニズム解明
PMモデル開発

研 究 体 制

制御
グループ

高応答ベンチ過渡応答計測

東京大

筒内流動, 壁面熱流速計測

上智大

適応制御理論

ロバスト制御理論

慶應大, 宇都宮大, 熊本大

制御モデル

東京大

制御理論の実用化

慶應大, 宇都宮大, 熊本大

モデルベース
制御

インテリジェント
制御システム
構築

FB制御,
オンボード
キャリブ
レーション

CAE
グループ

圧縮性流体非定常解析

JAXA

噴霧・PMサブモデル

海技研

点火サブモデル

神戸大

火炎伝播サブモデル

早大

壁面熱損失サブモデル

広大

次世代3Dソフト

JAXA

超希薄燃焼対応
サブモデル群

海技研, 神戸大,
早大, 広大

リダクション
サブモデル群

早大

次世代3D
噴霧燃焼解析
ソフト構築

サイクル変動の
メカニズム
把握等に資する
ツール提供

システム解析
1Dソフト構築

熱効率50%
シナリオ検証
ツール提供

PM
グループ

噴霧粒径流速分布

岡山, 群馬大

噴霧壁面衝突挙動

岡山

液膜伝熱

千葉大

液膜燃焼PM前駆体

大分大

液膜燃焼PM生成・
酸化データベース

明治大, 群馬大

衝撃波管すす生成
データベース

横浜国立大

噴孔出口モデル

岡山

噴孔衝突モデル

岡山

液膜蒸発モデル

大分大

多成分モデル

北海道大

PM一次粒子モデル

日本大, 大分大

多成分液膜
形成・蒸発
モデル群提示

液膜燃焼
PM生成
モデル群
提示

PMモデル

革新的燃焼技術の導入

設計支援ツールの提供

CO₂ -30%

エンジン熱効率50%
(世界初)

設計支援環境の提供

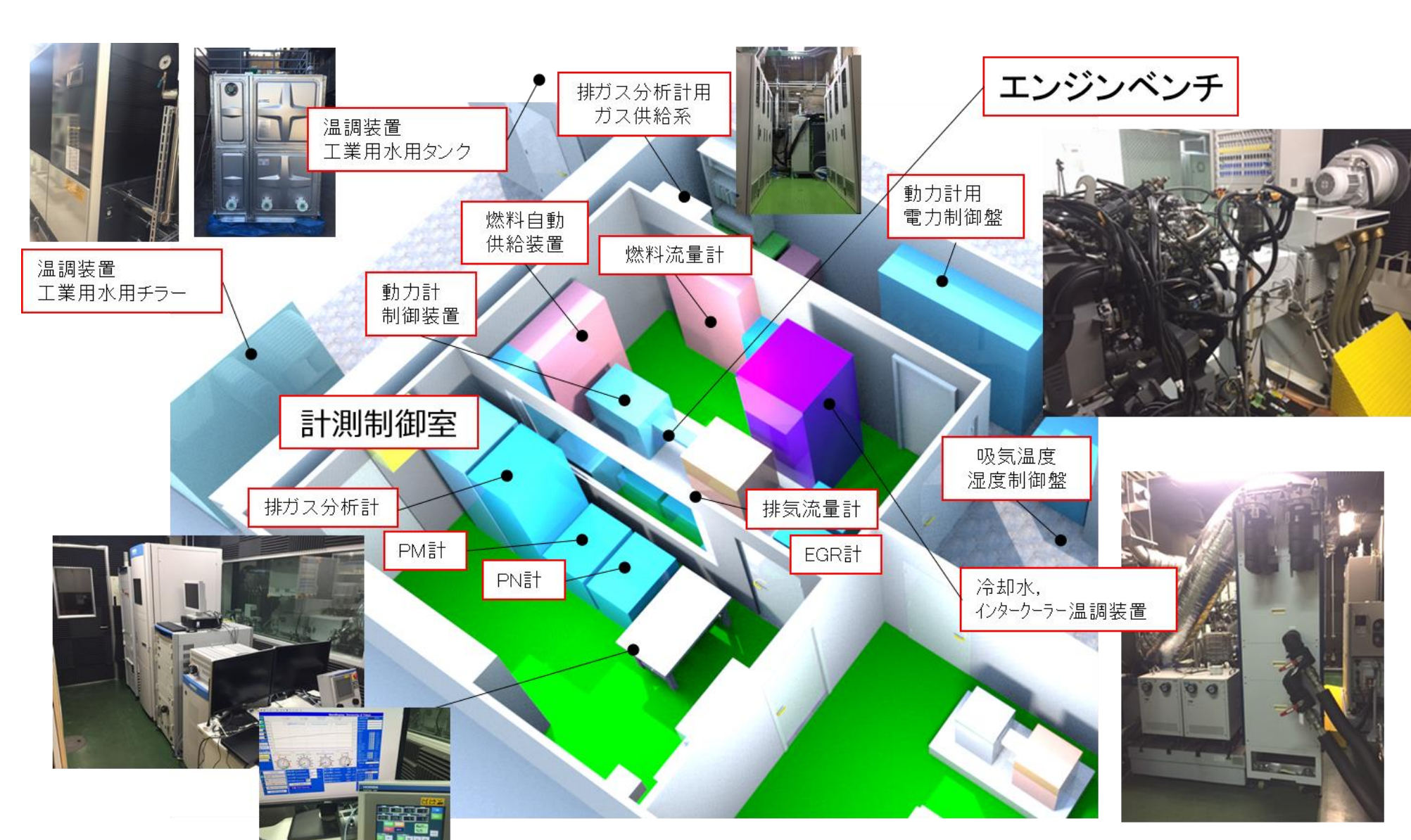
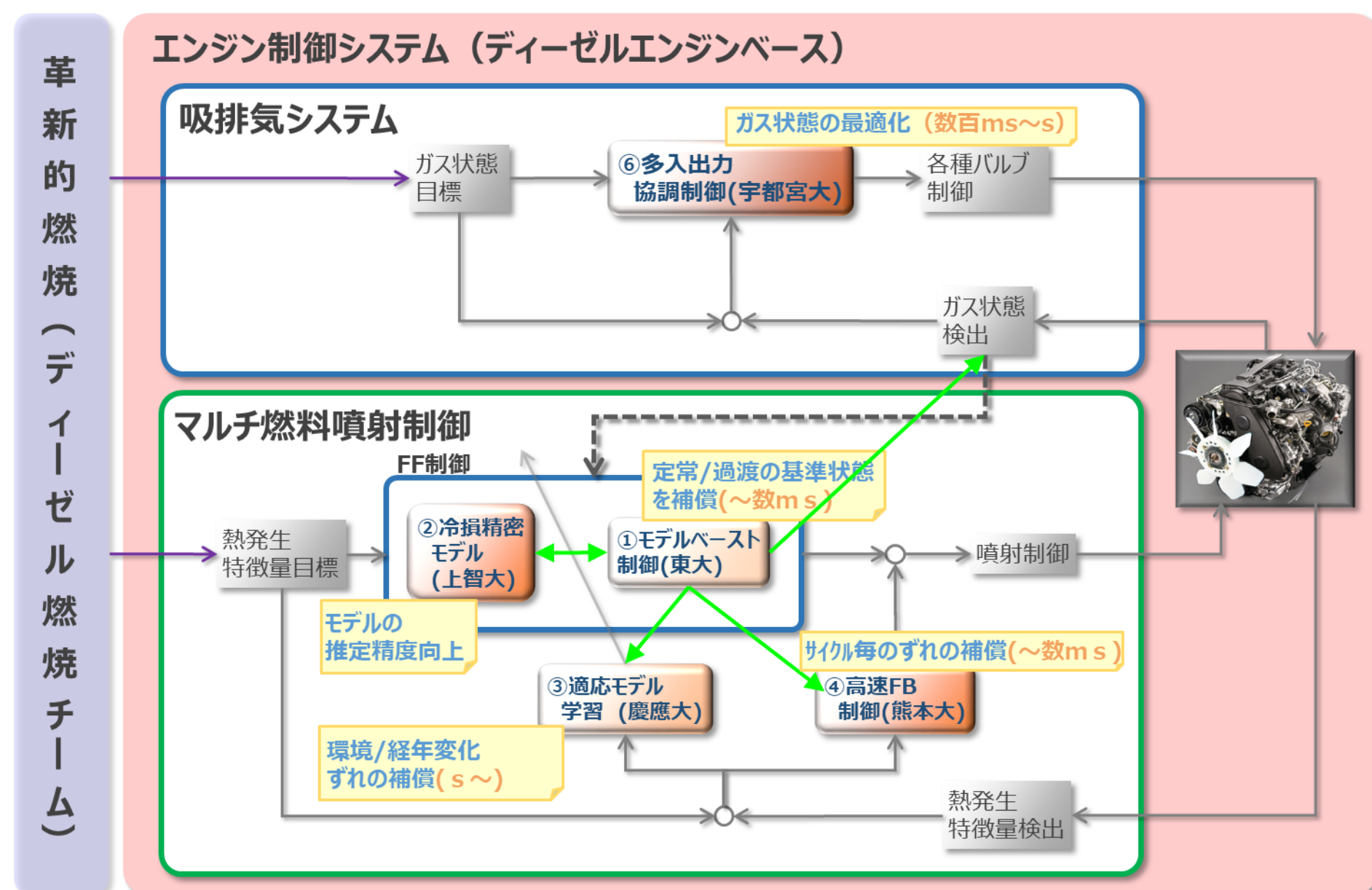
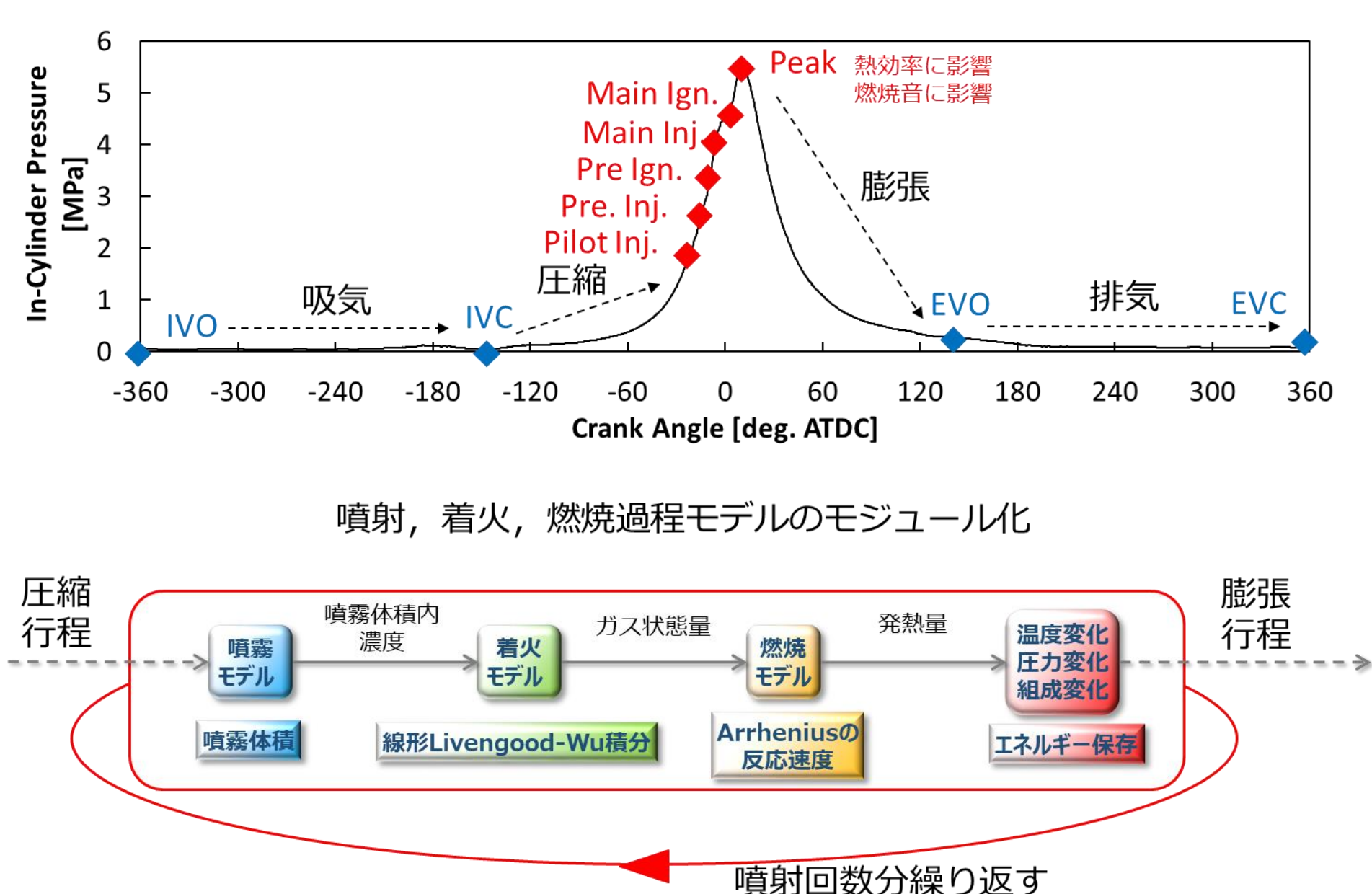
制御チーム 東京大学大学院 山崎由大

制御
グループ
リーダー

「ロバスト性確保および運転領域拡大，
適合試験を不要とするための革新的精密燃焼制御」

制御グループ 制御用モデルおよび制御システム構築

ECU実装可能な物理ベースのエンジン制御モデルを構築，これまでの制御マップに基づく制御からモデルベースト制御を活かした新たなエンジン制御システムの構築を目指す。



Control-oriented model

MBCを軸とした新制御システム

制御試験に用いる共有過渡ベンチ

東京大学大学院

ロバスト性確保および運転領域拡大，
適合試験を不要とするための革新的精密燃焼制御

研究概要 目的

従来の制御マップに基づく制御からModel Based Control (MBC) の概念へ移行するために，ECU上で実行可能な物理に基づく着火燃焼予測モデルを構築，それを応用した制御システムの性能評価を行う。

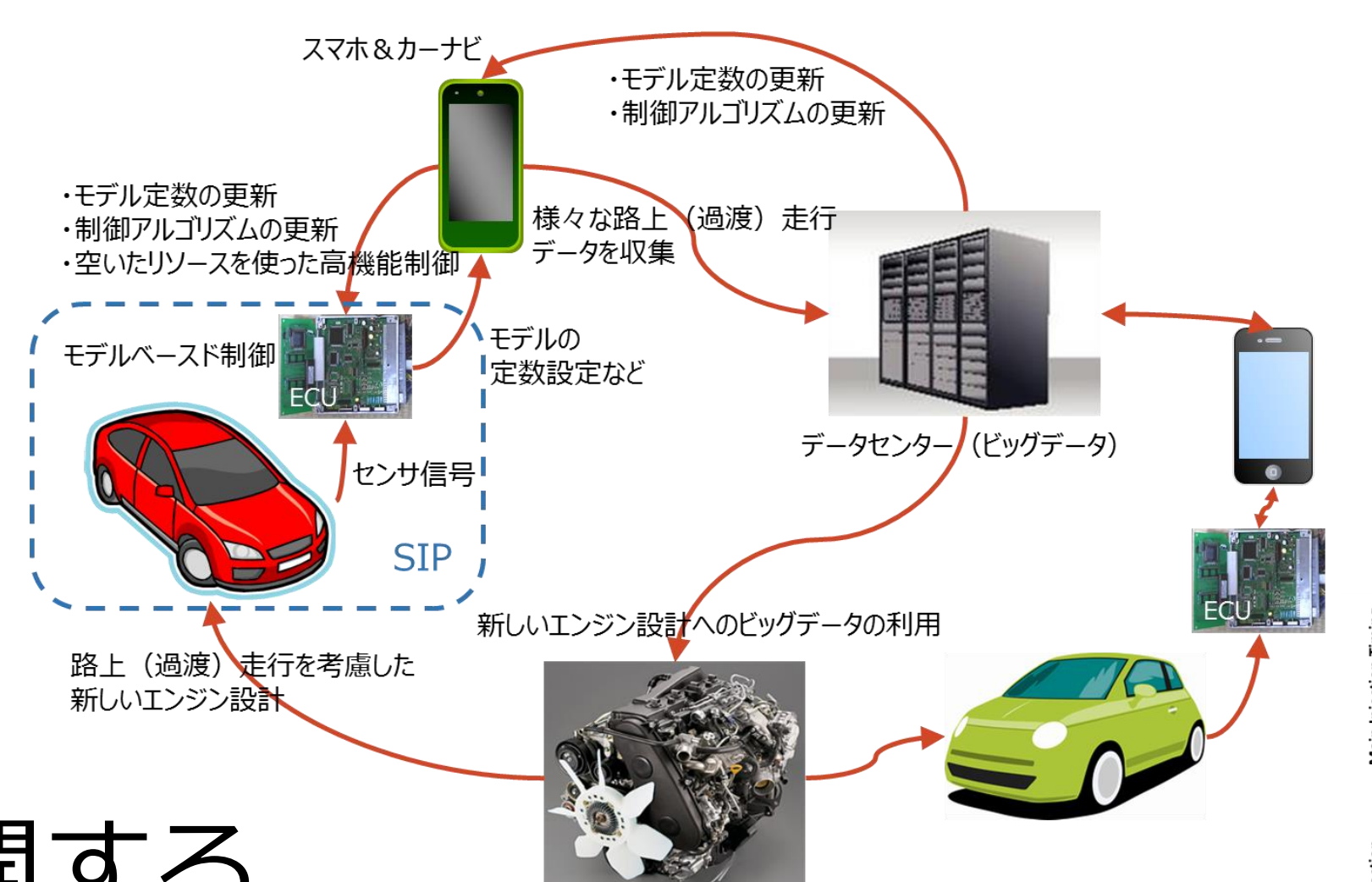
研究成果

- 構築した3段噴射モデルは，適合点以外でも予測精度が確保できることが確認された。
- 制御モデルを実装したMIMO-FF制御器を構築した。
- 構築した制御系で，制御量の目標値追従，回転数，トルクが変化する過渡状態での運転に成功した。

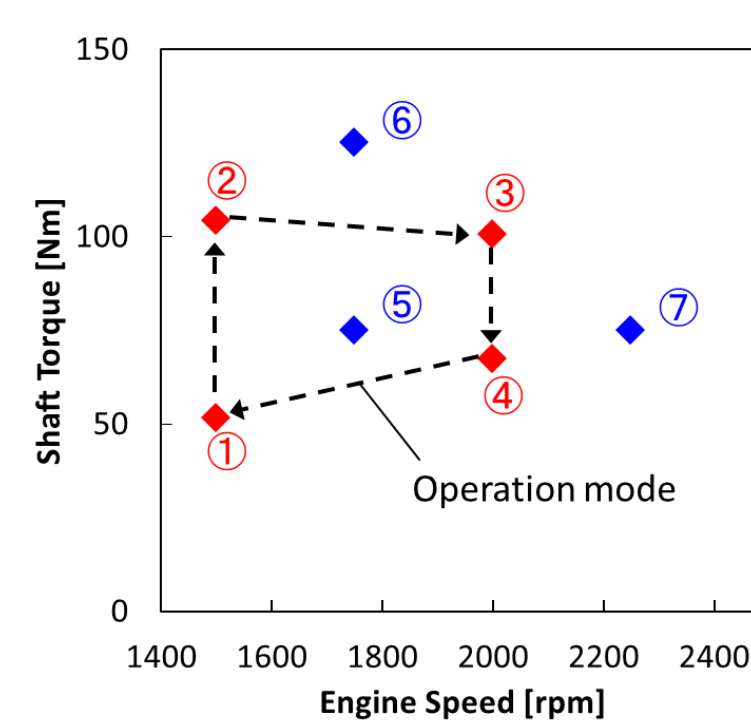
予定，将来展望

- 基盤となる制御システム構築は完了，今後はシミュレーションと実機による制御システムの性能評価，改善を行う。
- 路上走行等のビッグデータをIoTとAIにより有効活用し，人の特性や交通状況等もリアルタイムに考慮し最適化する制御システムへの応用を展開する。

研究キーワード：エンジン制御と車両（路上），IoT，ビッグデータ，Dynamic AI



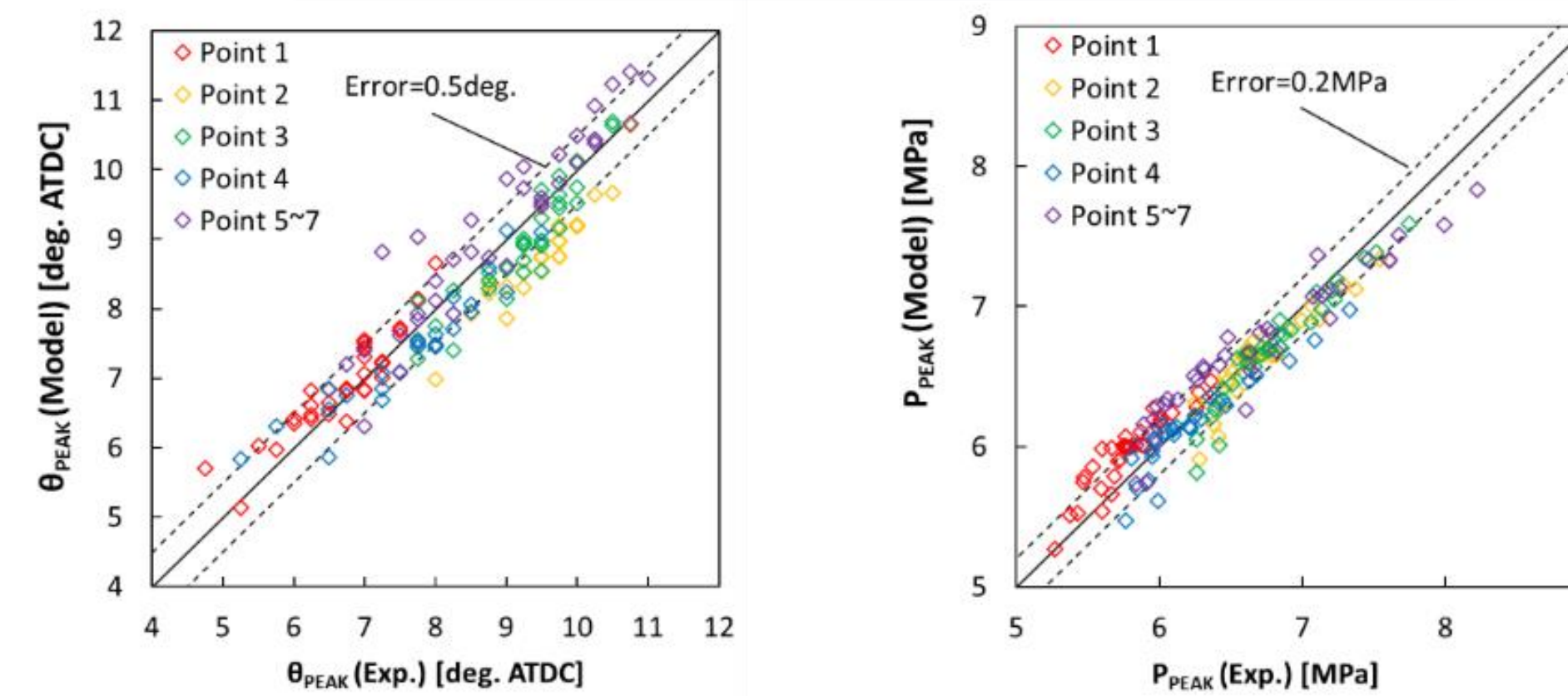
モデル適合条件と評価条件



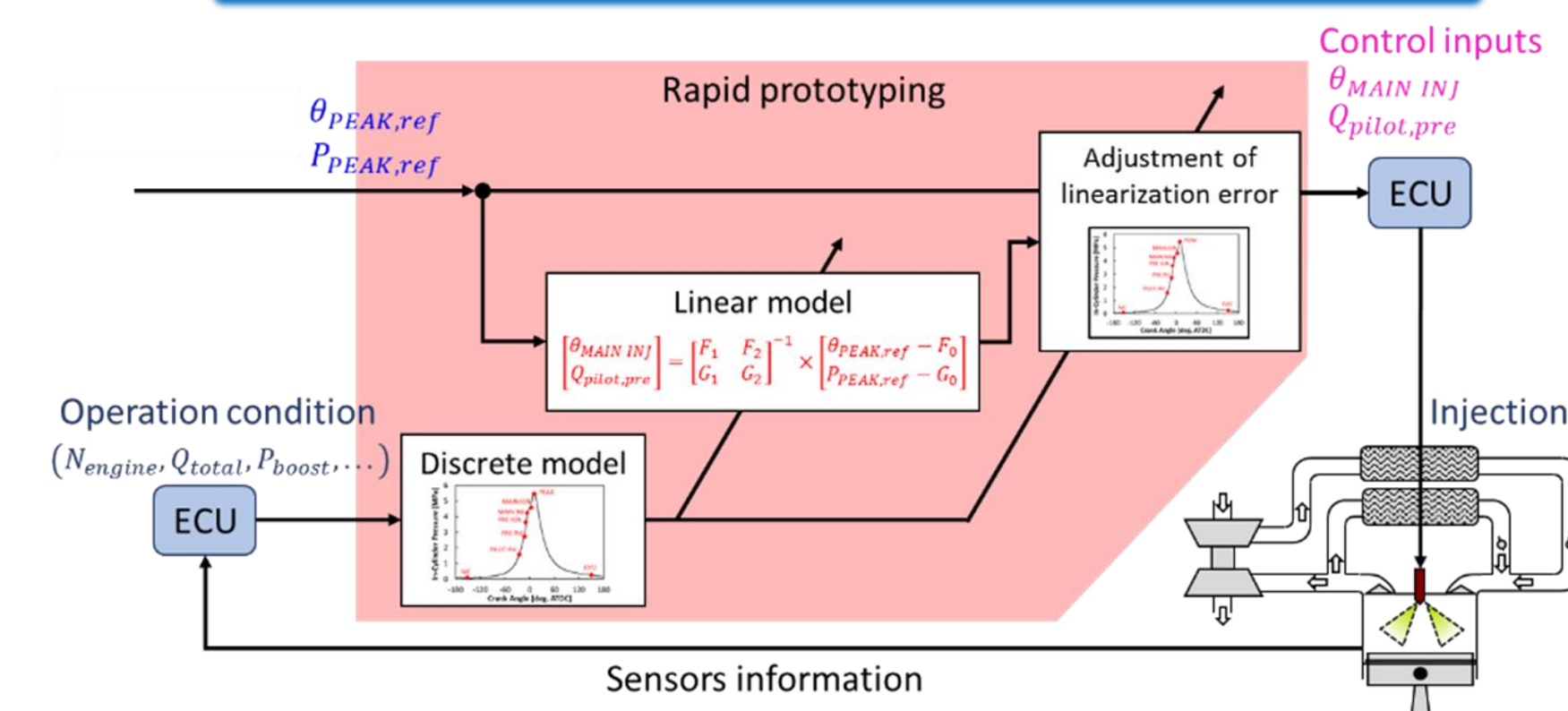
Operation point	Engine speed [rpm]	Torque [Nm]
①	1500	51.7
②		104.2
③	2000	100.5
④		67.3
⑤	1750	75.0
⑥		125.0
⑦	2250	75.0

*赤番号はモデル適合点，青番号は評価点

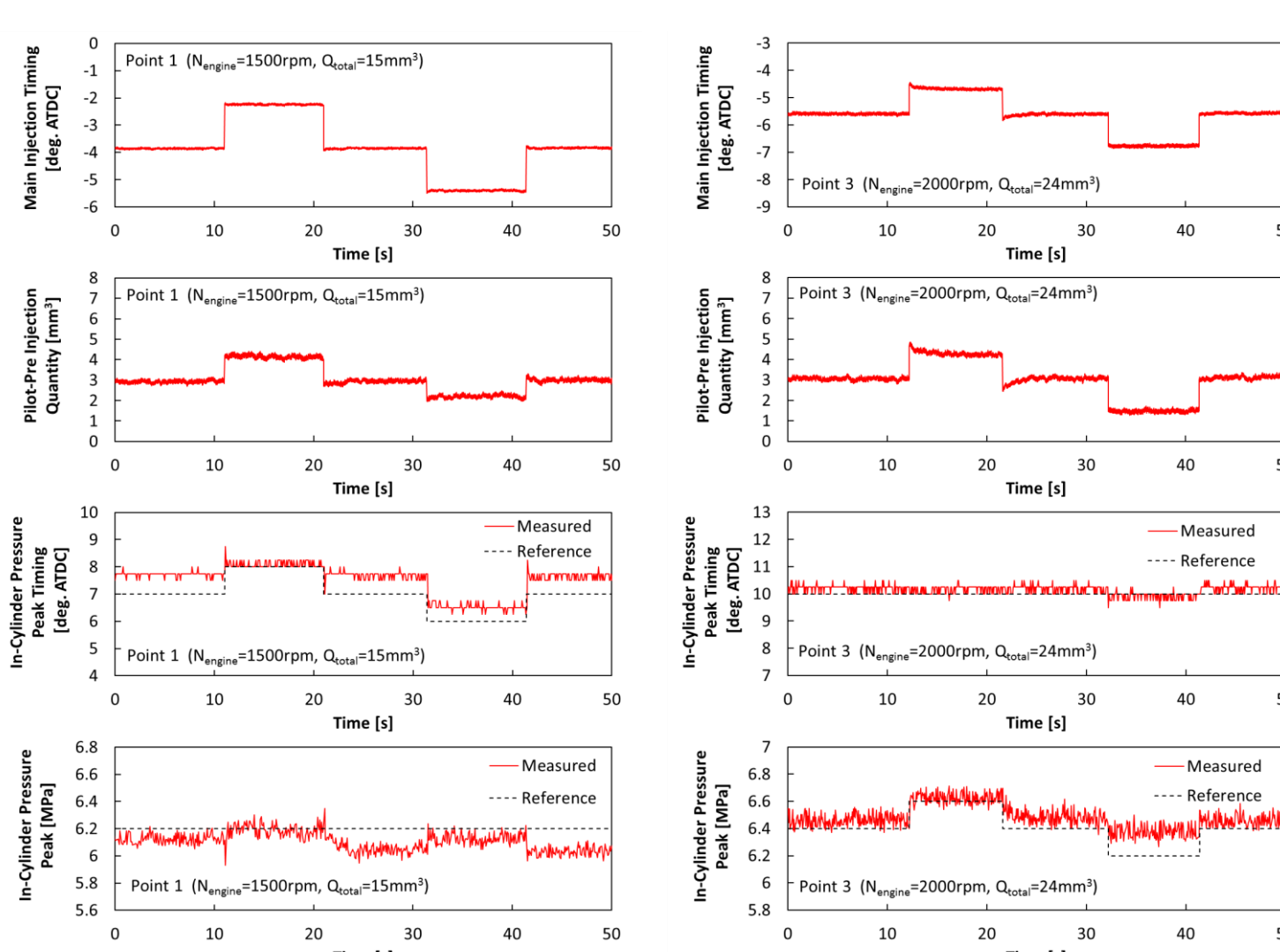
モデルの予測性能



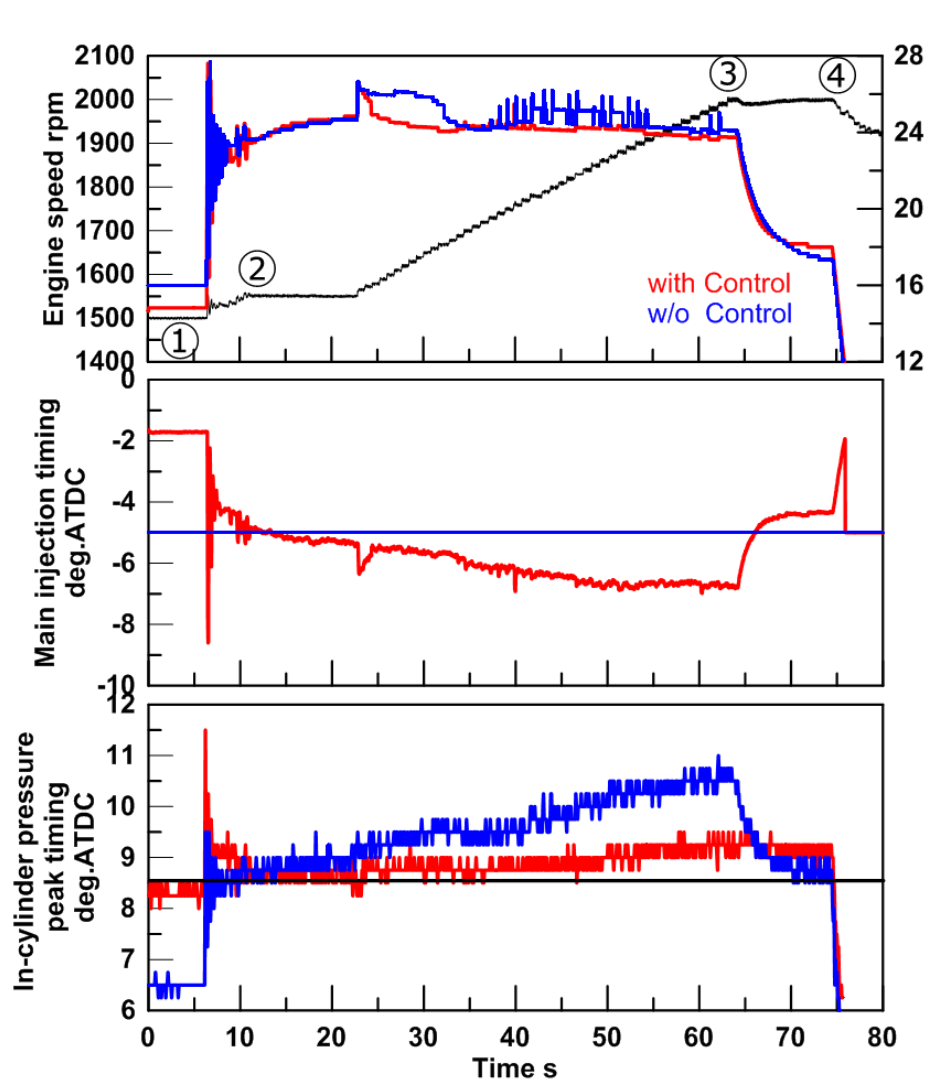
モデルを用いたFF制御システム



目標値追従試験(MIMO)



過渡試験 (SISO)



課題

- 吸排気制御系と連携した制御性能評価
- 新燃焼導入時のCO₂削減および燃焼騒音の評価