

# ECU 適合の自動化と最適化

## Hyundai Motor が成功させた適合の自動化と最適化の取り組み

### Hyundai Motor、マッピングの自動最適化により適合の効率を改善

エンジン性能と燃費の向上、さらには厳しさを増す排ガス規制への対応のため、エンジンに搭載されるアクチュエータの数は増え続け、種類も豊富になっています。それに伴いエンジンシステムの複雑さや自由度も高まり、さまざまなテスト環境において無数のパラメータを多くの動作点で適合するのに要する時間も膨大なものになっています。この記事では、ニーズに合った車両を迅速に開発する、という顧客の要請に応えるために Hyundai Motor が取り組んだ適合の自動化と最適化の成功例について考察します。

### 自動化された最適化プロセス

マッピング最適化を自動化するのに必要な EMS 制御ロジックには Simulink® モデルを採用し、燃料質量補正、スロットル空気流量、EGR ガス流量、温度モデリング、ターボパイロット制御といった機能ごとに EMS モデルを作成しました。また ETAS ASCMO-MOCA への入力データには、実車で計測したデータを使用しました。そして実際の最適化作業では、Simulink® モデルの仮想出力データを、あらゆる条件下で取得した物理測定値に合わせて調整しました (図 2 参照)。

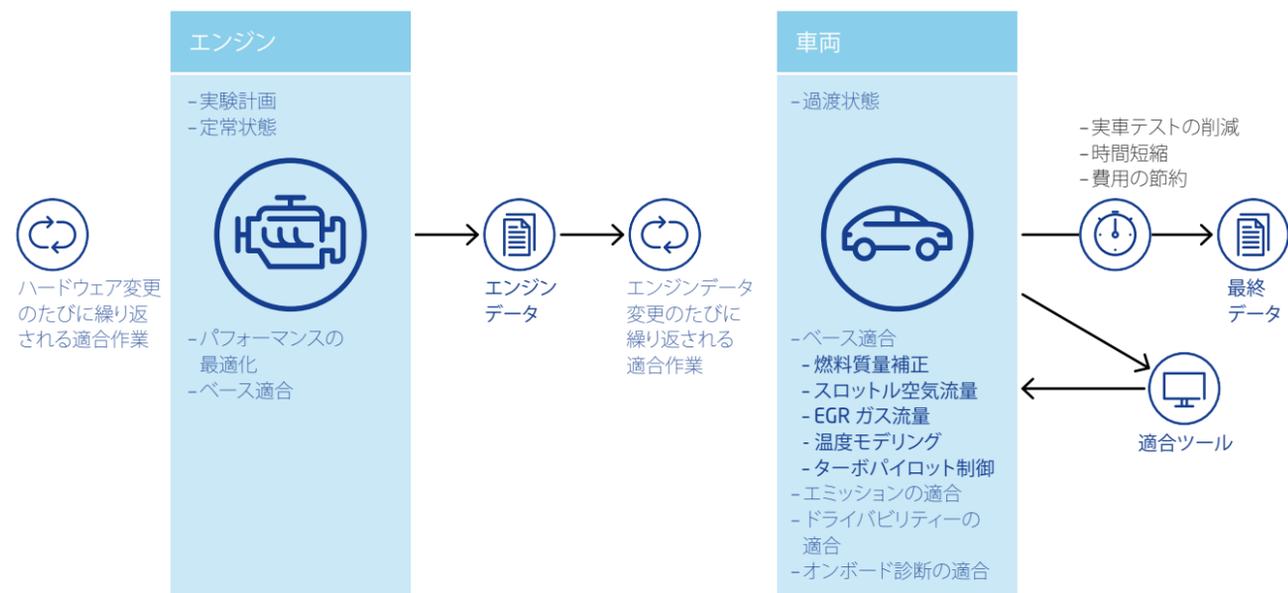


図 1: マッピング最適化を自動化

### 背景と目的

Hyundai Motor R&D Center の PT Performance Development Center は、車両開発作業の中でも莫大な時間を必要とする適合作業の効率改善を目的として、マップ最適化の自動化を導入しました。狙いは、開発プロセスでハードウェアの変更があるときに必要となる反復的な適合作業と実車テストの量を減らし、時間と費用を節約することにあります (図 1 参照)。このプロジェクトで主に扱ったのは第三世代のカッパノガンマエンジンで、その多くは 2020 年の新車プロジェクトの目玉となったものでした。

### 自動適合 (マップ最適化)

次に、ETAS ASCMO-MOCA で最適化作業の微調整を行い、各プロジェクトで最良の結果を得られるようにしました。ここでは、各パラメータの限界値と勾配、最適化の順序、関連するデータサブセットなどを容易に設定することができました。図 3 は、3 つのチャンネルに対して行った最適化の結果です。

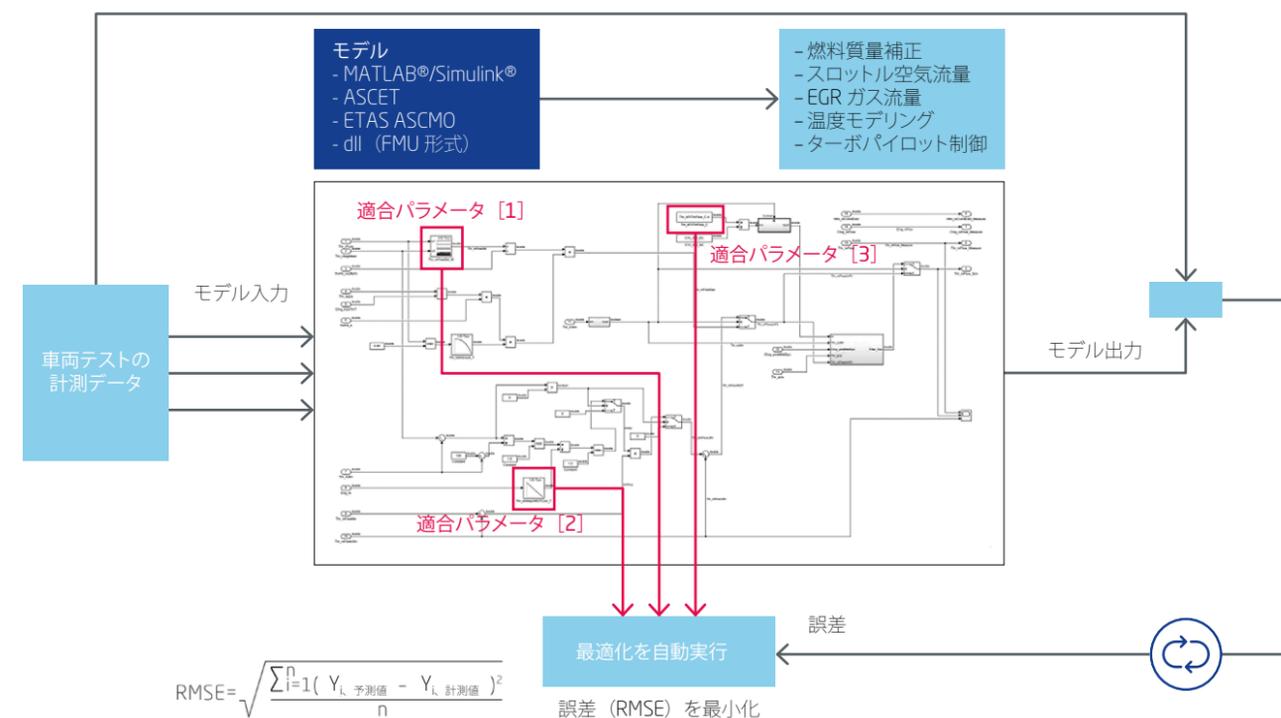


図 2: ETAS ASCMO-MOCA の仕組み

### 結論: 適合時間は 50% 未満に短縮

Hyundai Motor 社は ETAS ASCMO-MOCA を適合プロセスに組み入れ、オフライン適合を実施しました。その結果、各機能について、以前のオンライン適合に比べて 50% 超の時間を節約でき、精度も高めることができました。このツールのおかげで、人的変数 (個々のエンジニアの作業に起因する差異) を最小限に抑えて、より一貫性のある結果を得ることができ、プロセスの標準化に役立てることができました。

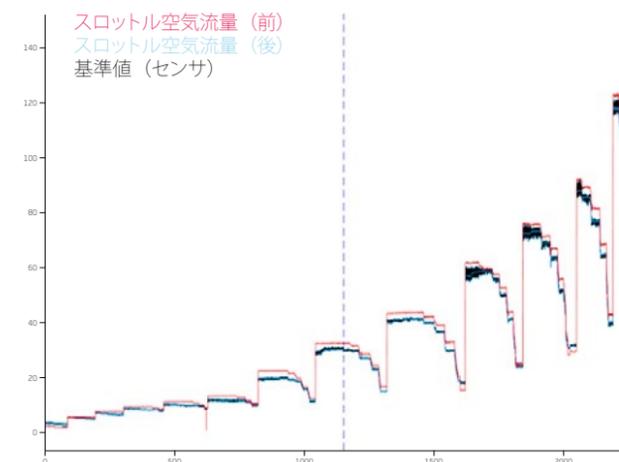
### 執筆者

Jung Seop Son 氏、Hyundai Motor Group  
PT Performance Technology Development Team シニア  
エンジニア

図 3: 最適化されたマッピングの結果

### スロットル空気流量関数

	RMSE	所要時間	備考
最適化前	2.51	6 ~ 8 時間	人手による計測・適合
最適化後	0.56	3 ~ 4 時間	ツールによる計測・適合



### 燃料質量補正 (ラムダ制御)

	RMSE	条件 1	条件 2	労力 (1 人)	備考
最適化前	0.0315			2 ~ 3 日	HOM1
最適化後	0.0098			1 日以内	HOM1

