

モデルベース開発における ソフトウェア複雑化の抑制 ～プラントとコントローラの並行開発～

(株)デンソー 電子技術2部 第3設計室

○水野 雄輔

e-mail : mizunoyus@eeda.denso.co.jp

会社と組織の紹介

SQIP2013

社名：株式会社デンソー

設立：1949年 12月16日

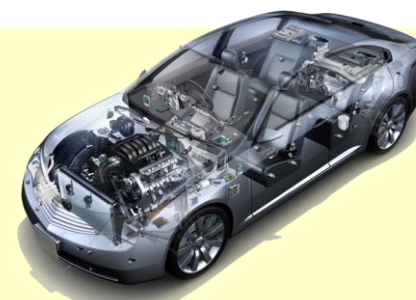
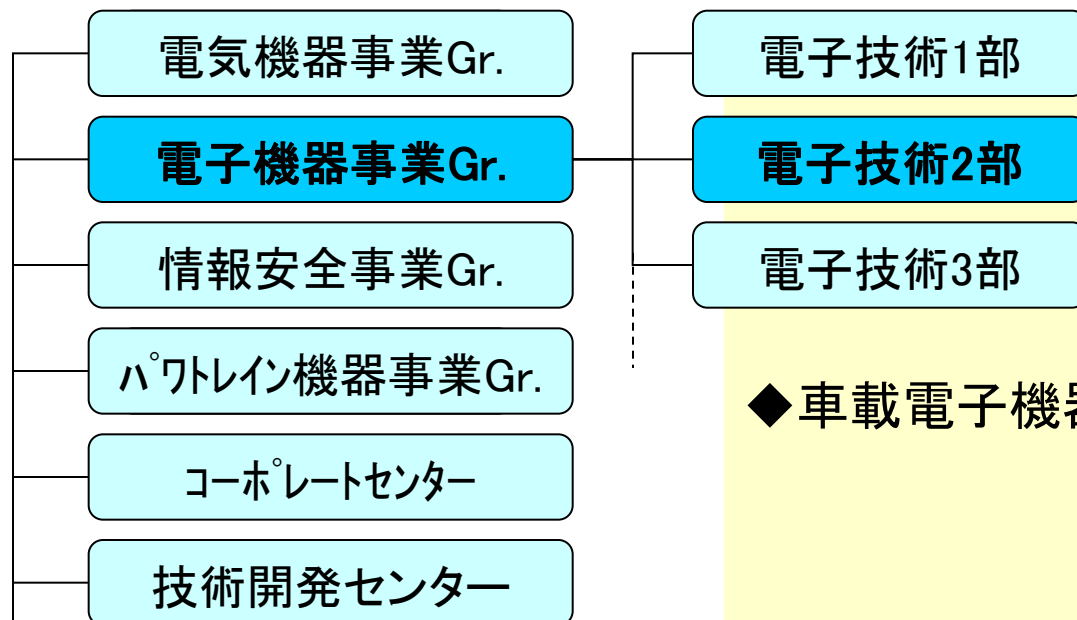
本社：愛知県刈谷市

資本金：1,874 億円

売上高(同)：2兆2,768億円〈単独〉3兆5,809億円〈連結〉

従業員数(同)：38,385人〈単独〉132,276人〈連結〉

主要得意先：トヨタ自動車(株)殿を始め国内外カーメーカー



◆ 車載電子機器の企画・開発



□ 目次

1. はじめに
2. 現状分析
3. 課題解決策
4. 効果予測
5. まとめ、今後の課題

□ 自動車用ソフトウェアの特徴

①高い品質要求

高信頼性・ハードリアルタイム性



人命に関わる製品、設計ミスが命取り
反応の良し悪しは、車両コントロールに影響

高信頼性の維持

②頻繁な仕様変更とバリエーションの多さ



モデル
チェンジ



車種、システム、仕向け
(国内、米、欧、印、中国等)

開発生産性の向上

①高信頼性の維持、②開発生産性の向上 の両立が課題

車両メーカー／サプライヤーとも、各社の状況は同じ

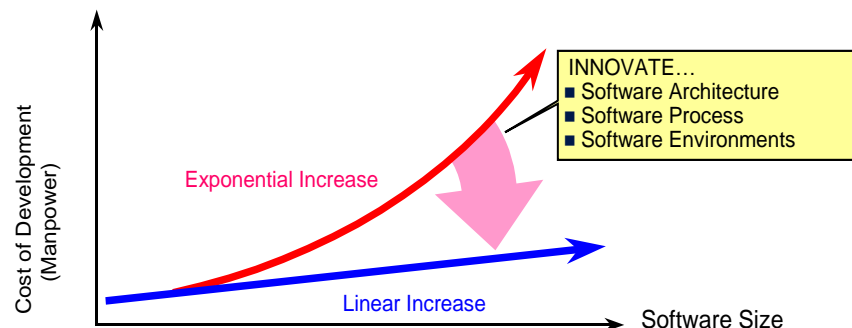
Software Improvement

The target of the project is:

- to double the software development productivity; +
- maintaining a high level of quality;

ソフト開発規模増大

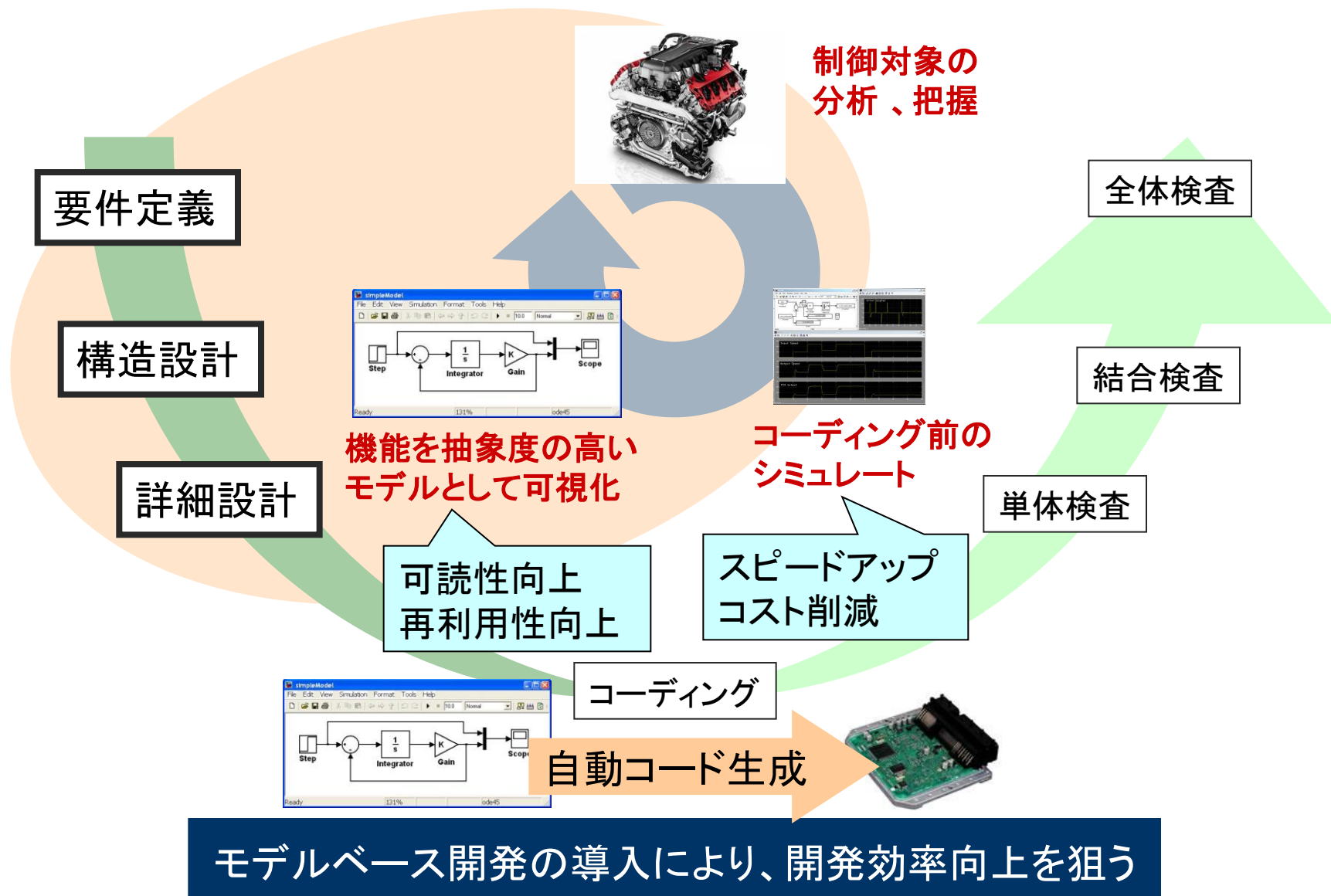
高品質の維持



This information is exclusive property of DENSO CORPORATION. Without their consent, it shall not be reprinted or given to third parties.
Copyright © 2004 DENSO Electronics Engineering Dept 1 All rights reserved.

DENSO

□ 制御仕様のモデル化とシミュレーションによるスパイラルアップ

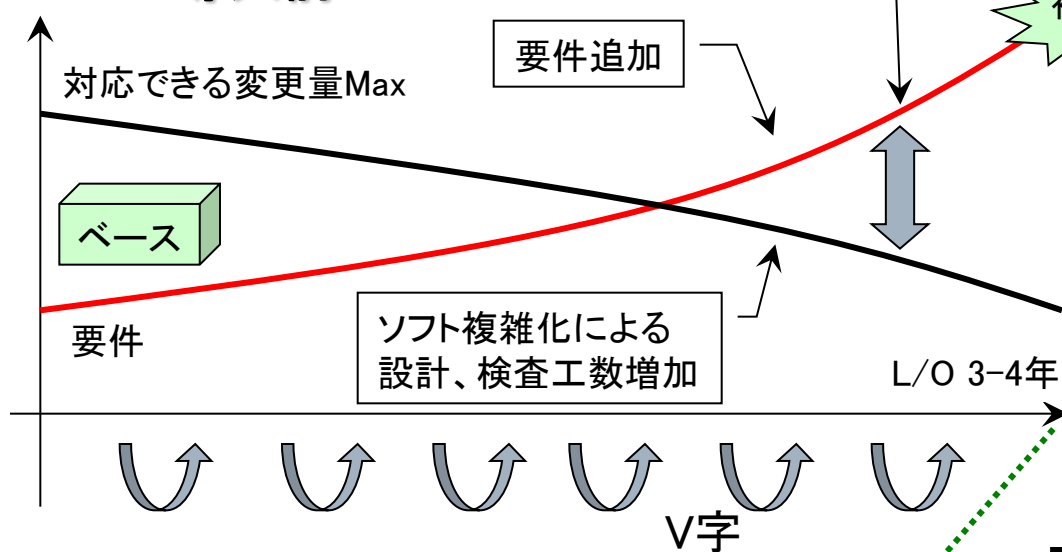


1-3. MBD導入結果

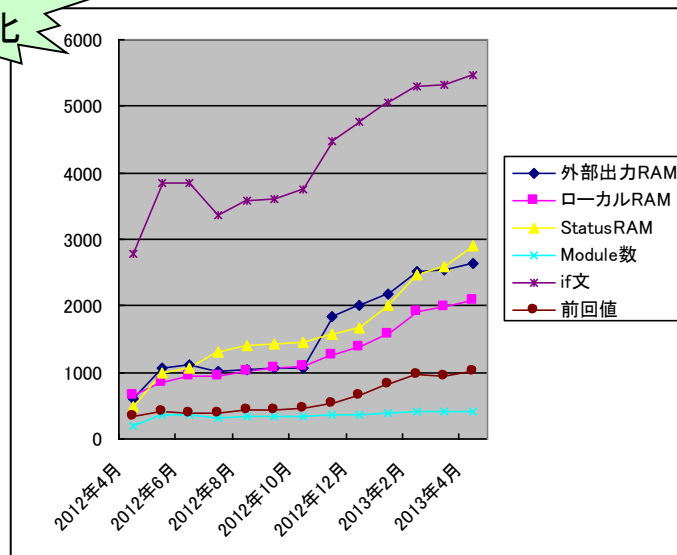
SQIP2013

MBD導入の効果は？

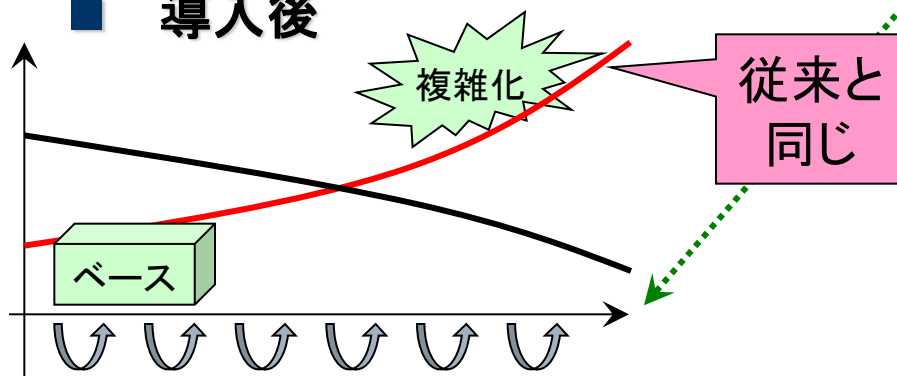
■ 導入前



機種展開困難



■ 導入後



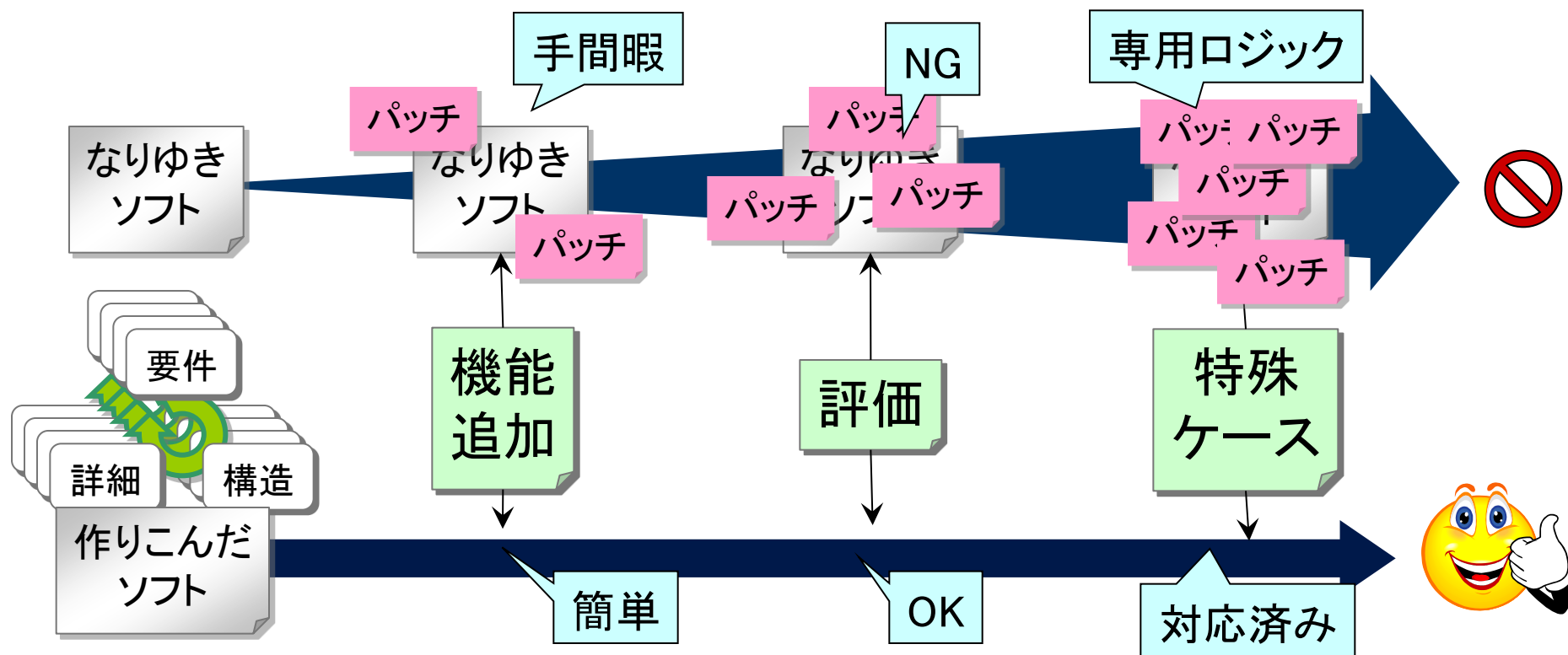
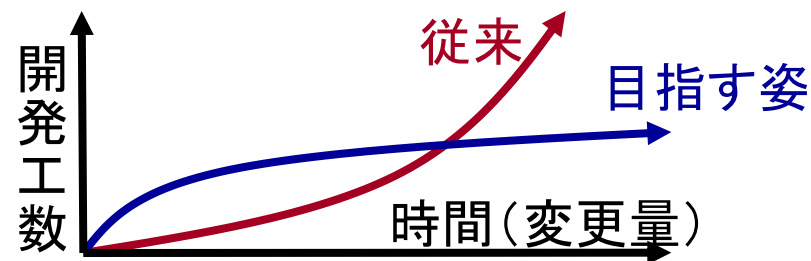
	導入前	導入後
リリース間隔	2～3ヶ月	2～4週間
SLP対応	最短1週間	最短2日

- モデル記述+ACGによる実装
- 机上シミュレーションによる検査が工数削減に主に寄与

MBDにより開発期間を短縮、しかし後半の開発効率低下は改善されなかった

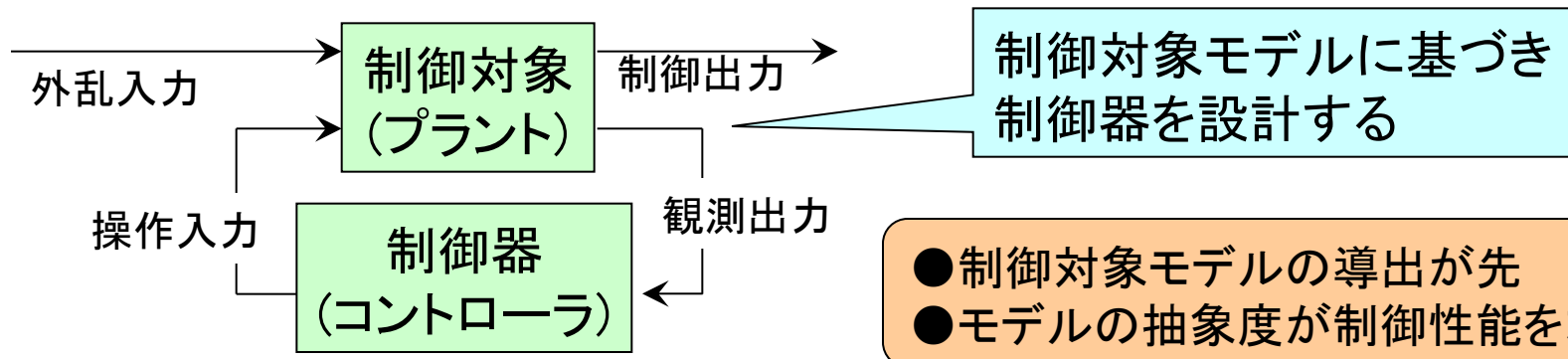
❑ 目指したい姿

- **かっこいいソフト**を作る
- **思い切り良く**変える
- **考えて設計**する

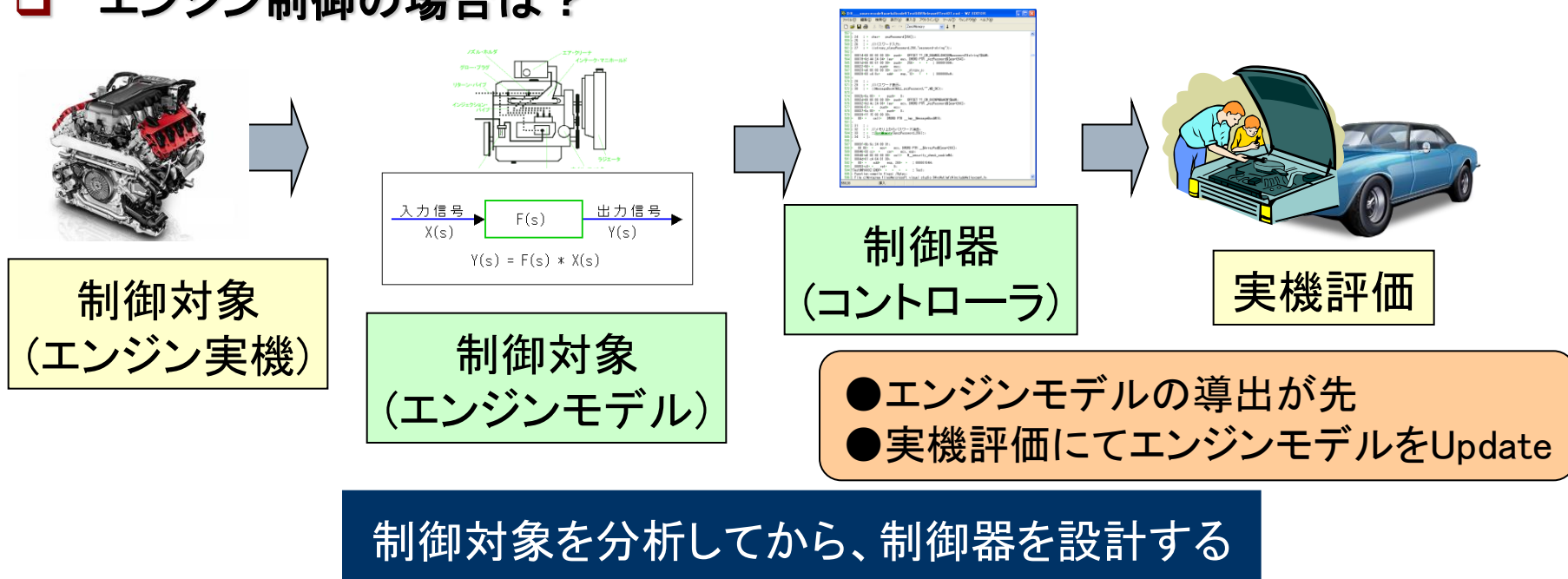


考えて設計を繰り返し、シンプル&拡張性の高いソフトを作りたい

□ 制御工学における制御器の設計とは？

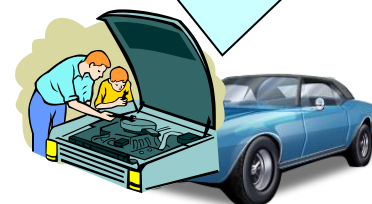
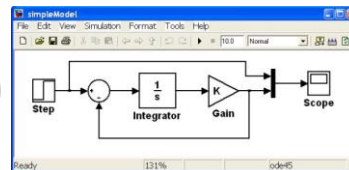
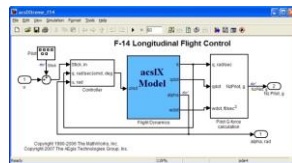


□ エンジン制御の場合は？



□ エンジン制御にMDBを適用した場合は？

制御対象、制御器共にモデル記述



評価結果を
制御対象モデルへFB

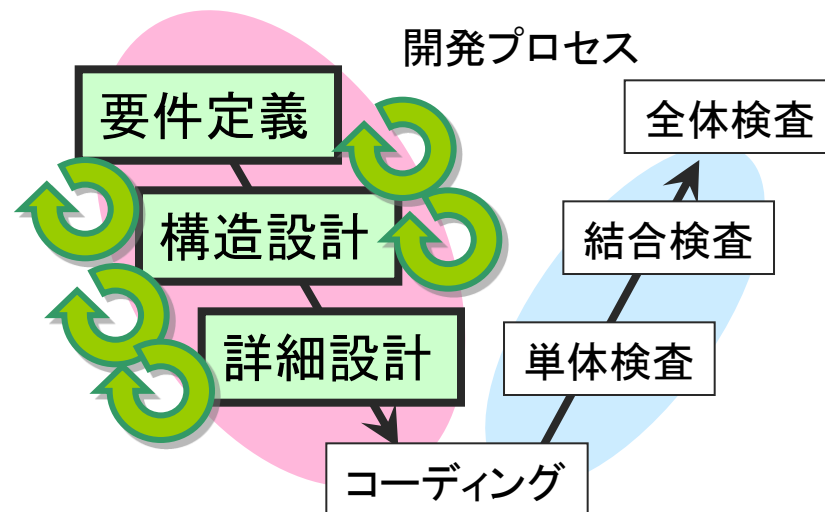
机上シミュレーション

- 対象の仕組み(FB系)を簡略モデルで理解
- 設計の妥当性確認が容易

□ 上流工程で作りこむためには？

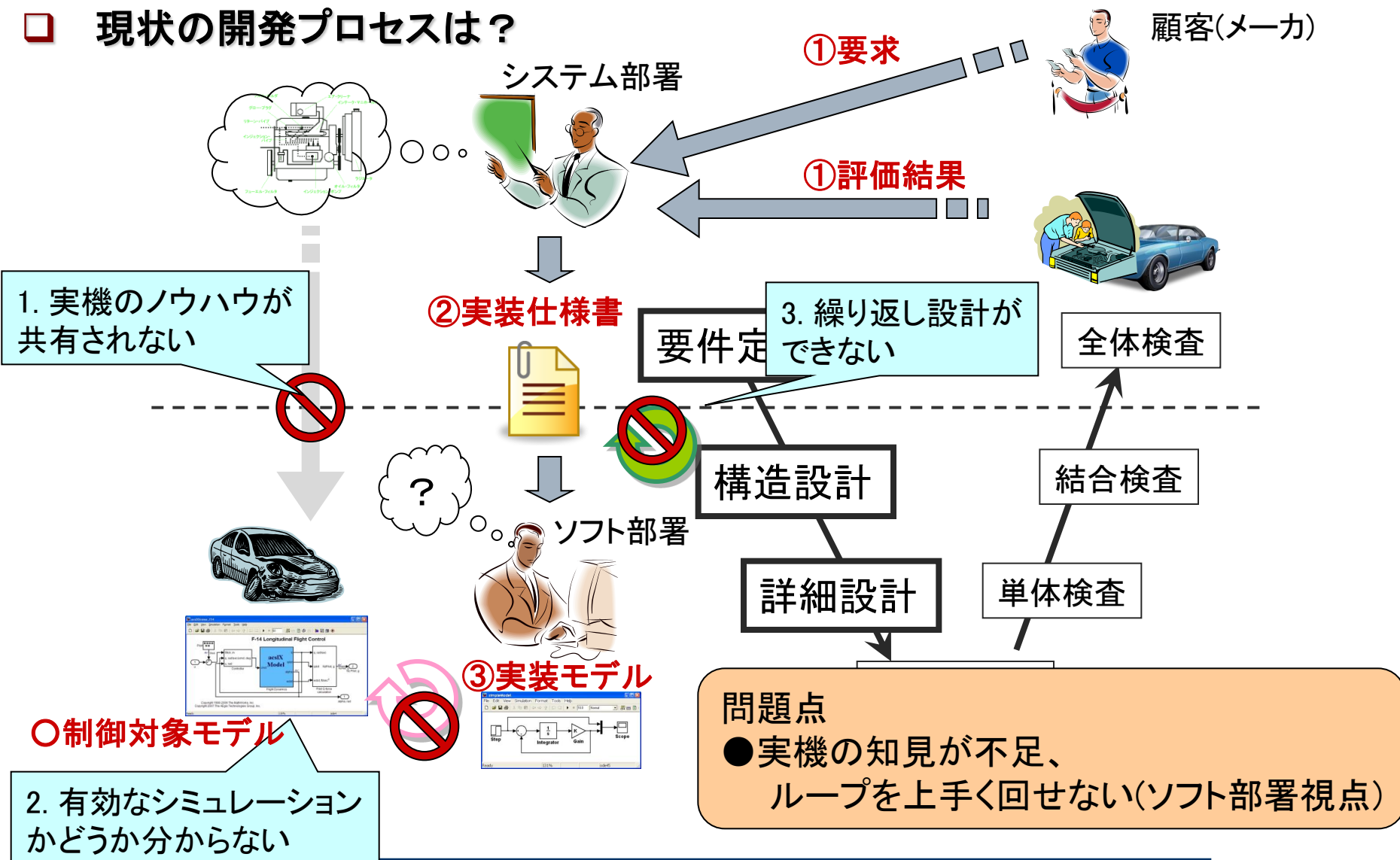
- 小さなループで設計する
 - シミュレーション
- 良い制御対象モデルを用いる
 - 制御対象の分析、簡略モデル化

- ループを小さく、品質良く回す



MBDにより、小ループの繰り返し設計が可能

□ 現状の開発プロセスは？



MBD導入するも、小ループの繰り返し設計ができていない

□ MBDの適用

- MBDによる制御対象、制御器のモデル記述 & 机上シミュレーション
FB制御系の小ループ設計が可能になった

□ 問題

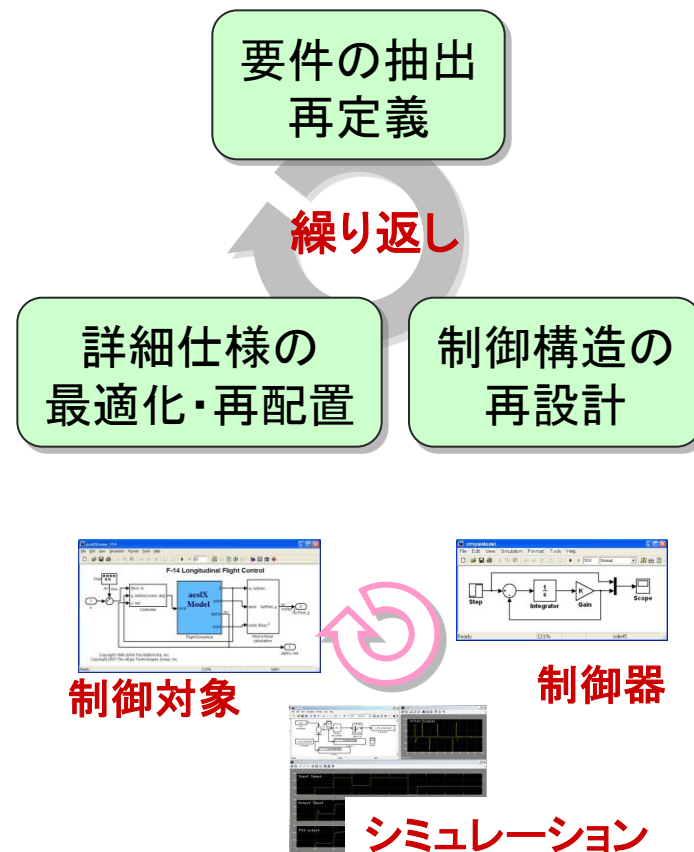
- 小ループを**繰り返し**実施できていない

□ 課題

- 制御対象モデルの分析 & 共有

□ 課題解決策の提案

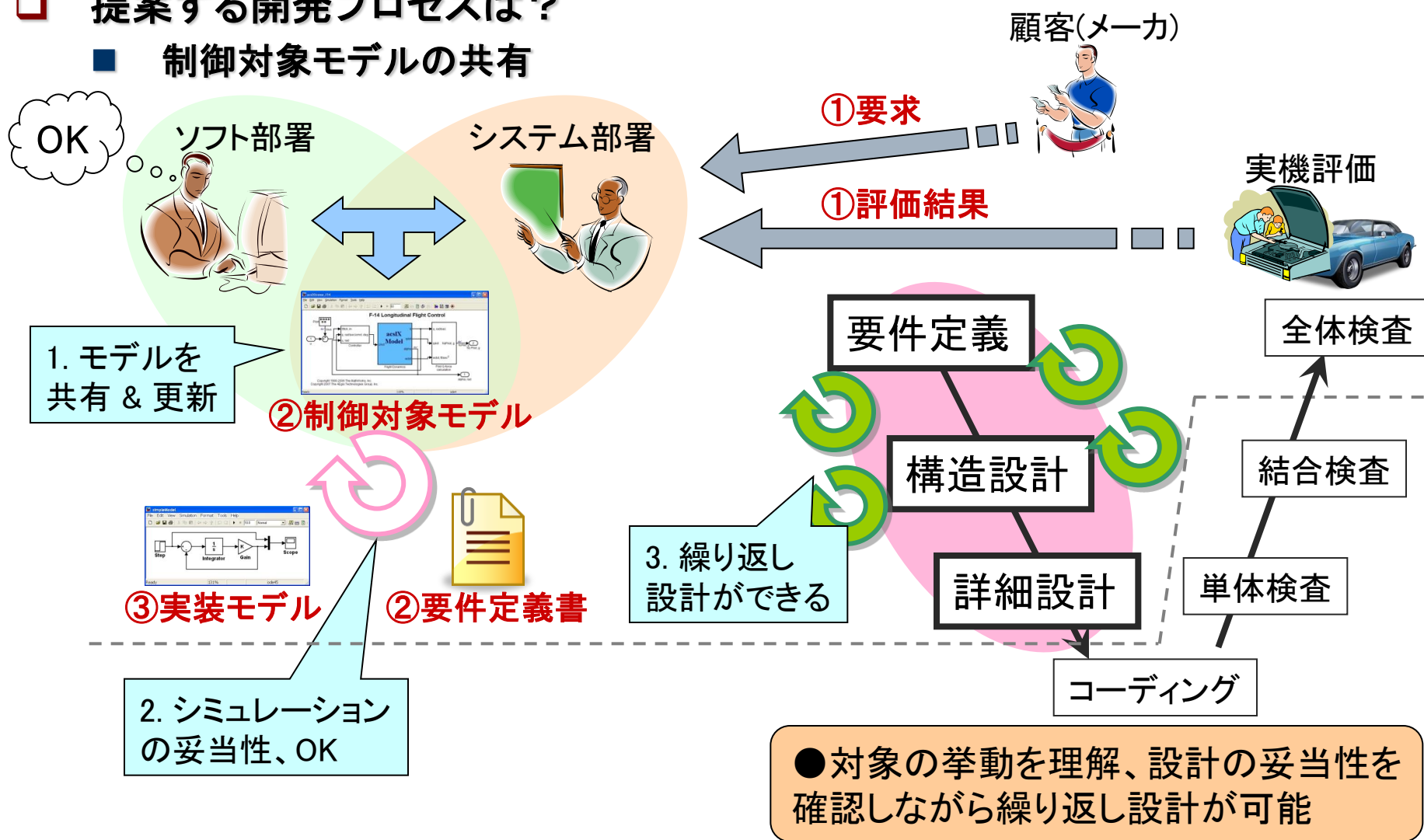
- 制御対象モデルを開発の軸とした
プロセスを提案



小ループの繰り返し設計ができる仕組みが必要

□ 提案する開発プロセスは？

■ 制御対象モデルの共有

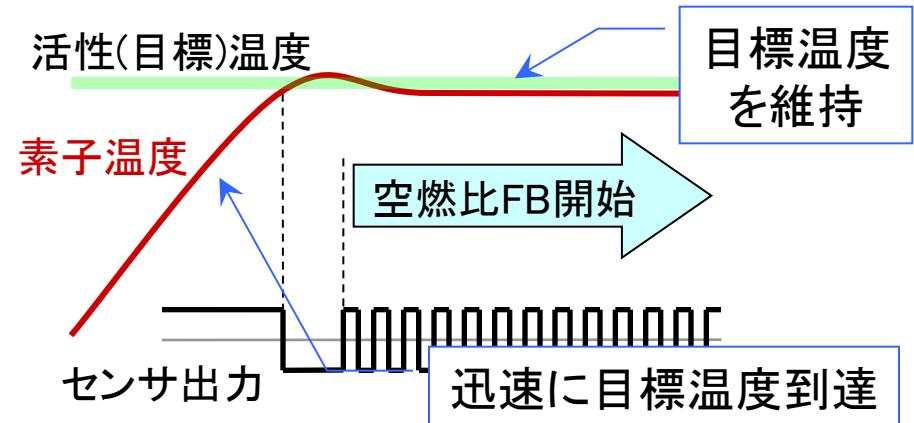
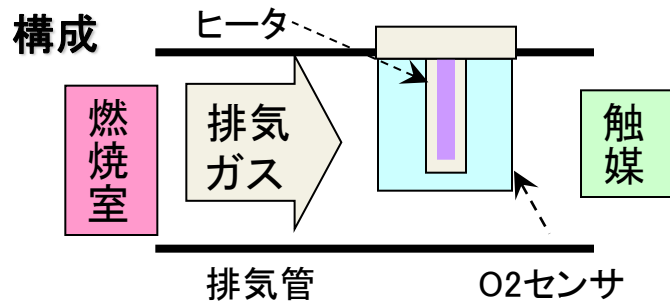


制御対象モデルを共有し、それを基に小ループ設計を繰り返す

3-2. 作りこみの例1

SQIP2013

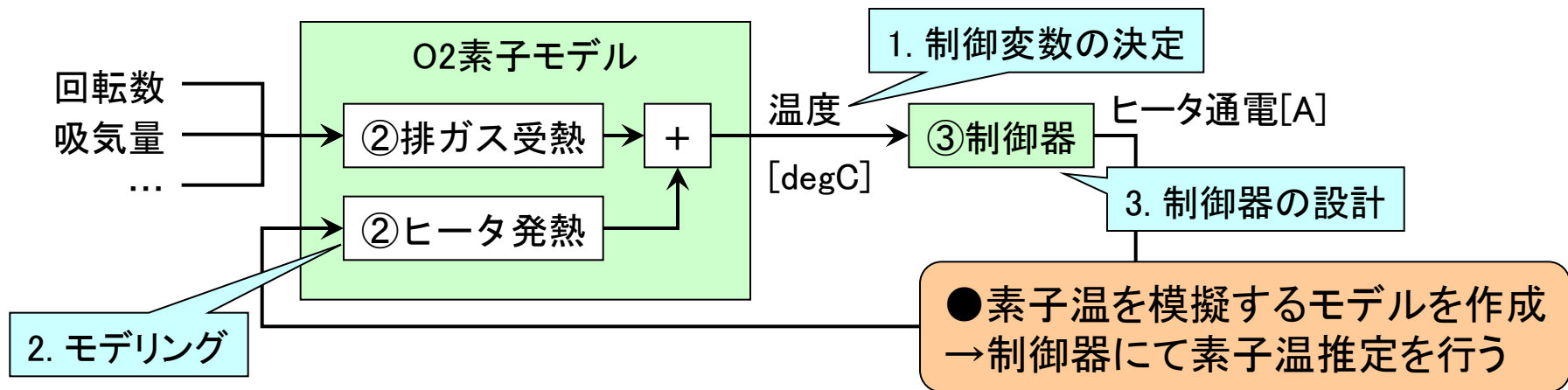
□ O₂センサヒータ制御



制御とは？〈国語辞典抜粋〉

機械・化学反応・電子回路等を目的の状態にする為に適切な操作・調整をすること。

➡ “素子温度”を制御したい

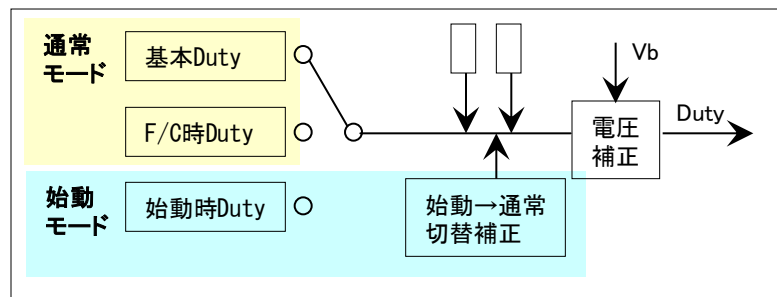


何を制御したいのかを明確にしてモデリングする

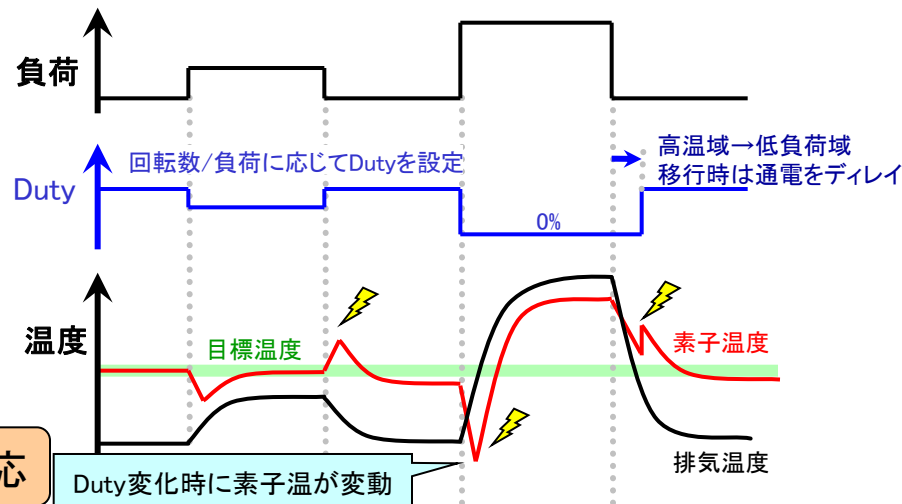
❑ 素子温の制御精度向上と、適合工数低減のため 素子温推定を導入し、ヒータDutyを自動調整化

定常の各条件でDutyを合わせ込み
過渡は最小限考慮(早期活性+OT防止)

従来仕様

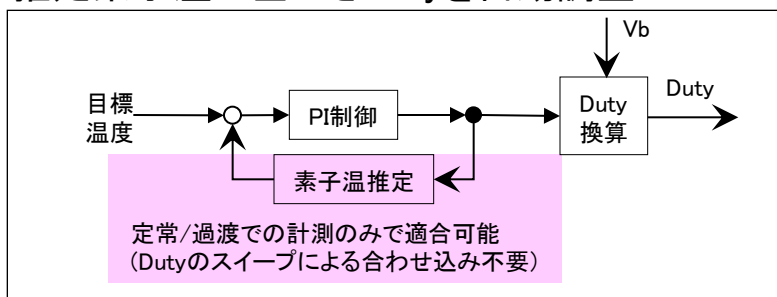


●精度向上=専用モード追加、合わせこみで対応

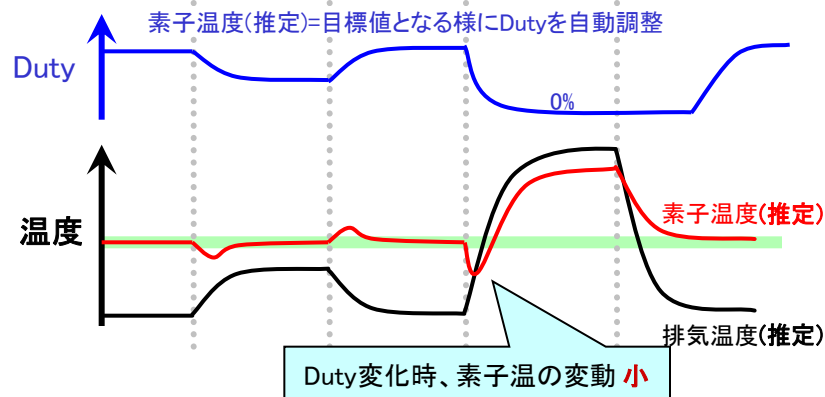


新仕様

推定素子温に基づきDutyを自動調整

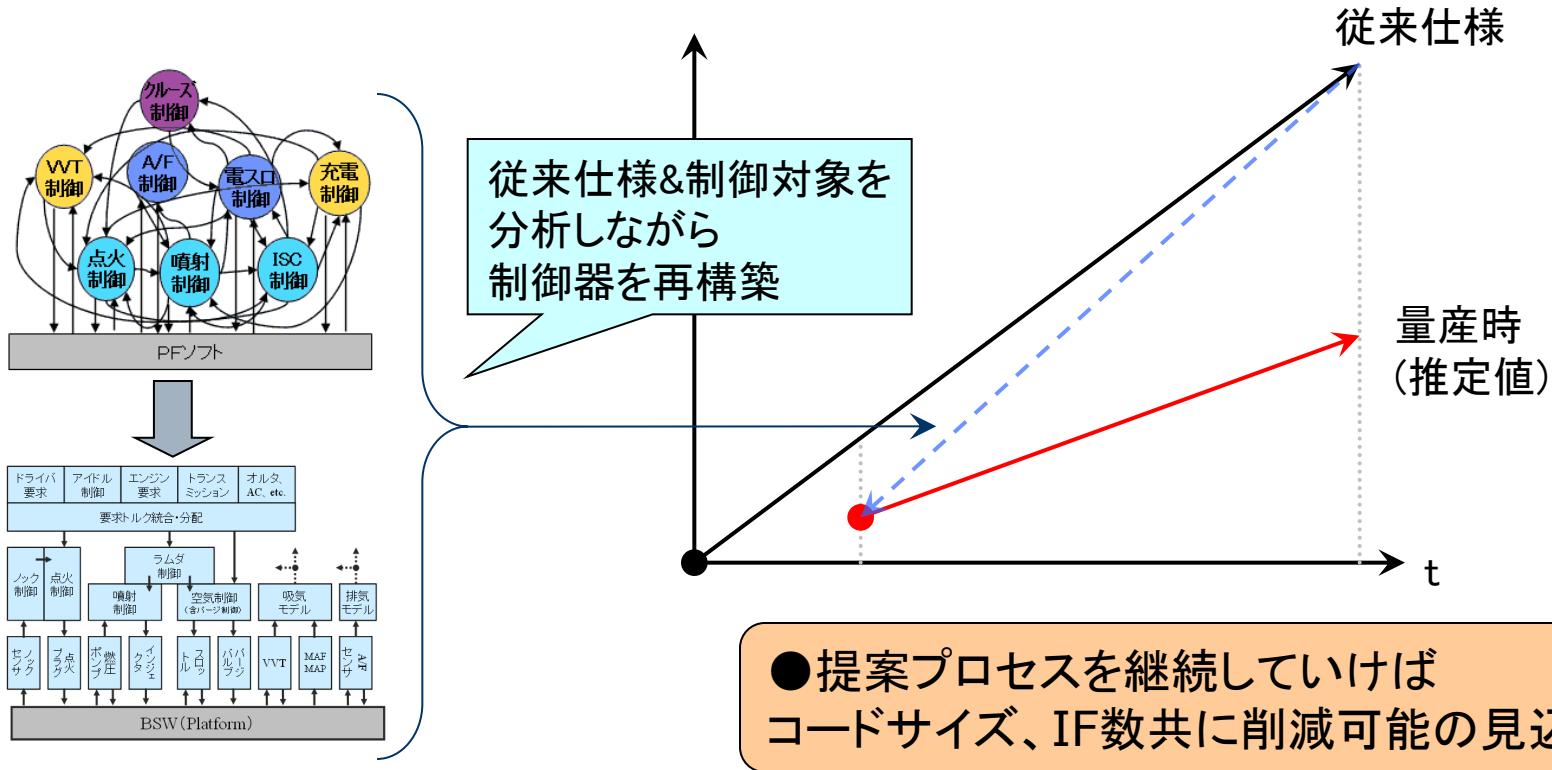


●精度向上=素子温推定部をレベルアップ



作りこみの結果、制御性能は同等以上、シンプルで分かりやすくなった

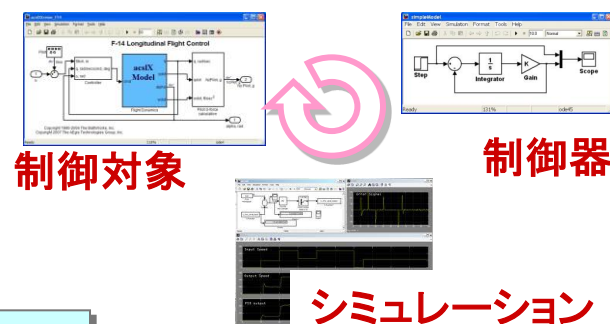
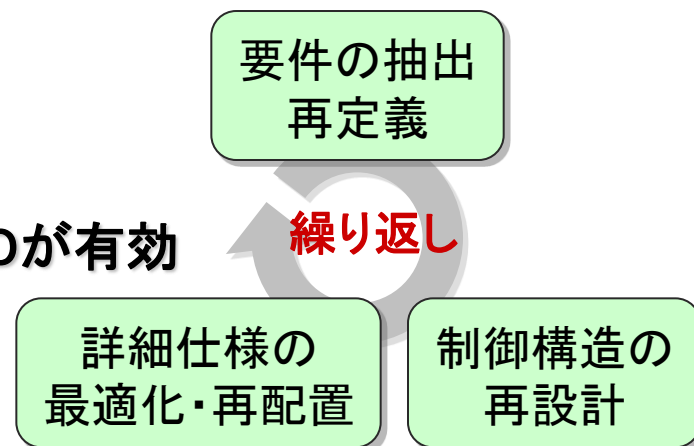
□ 新旧仕様でコードサイズ、IF数を比較



	従来仕様	再構築後	(量産時推定値)
コードサイズ	127KB	34KB	(60KB)
インターフェース数	280個	91個	(130個)

繰り返し設計により、シンプルで軽いソフトに再構築できる

- ❑ 小ループで繰り返し設計により開発後半の効率低下を抑える。
- ❑ FB制御系でうまく小ループを回すために、MBDが有効
 - ・分析された制御対象を用いたループ (制御対象&制御器をモデル記述)
 - ・ループを早く回す(机上シミュレーション)
- ❑ 制御対象モデルを開発の起点としたプロセスを提案
シンプルで軽いソフトへの作り込みが可能



考えて設計し、思い切りよく変え続けることで、
中～長期的なQCD向上を狙いたい