



自動車産業におけるモデルベースデザインのこれから ～開発最上流での意思決定支援

MATLAB EXPO 2024 JAPAN

2024.5.30

近藤 秀一

マツダ株式会社 統合制御システム開発本部



目次

- はじめに
- 自動車産業を取り巻く課題とMBDの動向
- 企画設計におけるMBD
- MBDのこれから
- 最後に

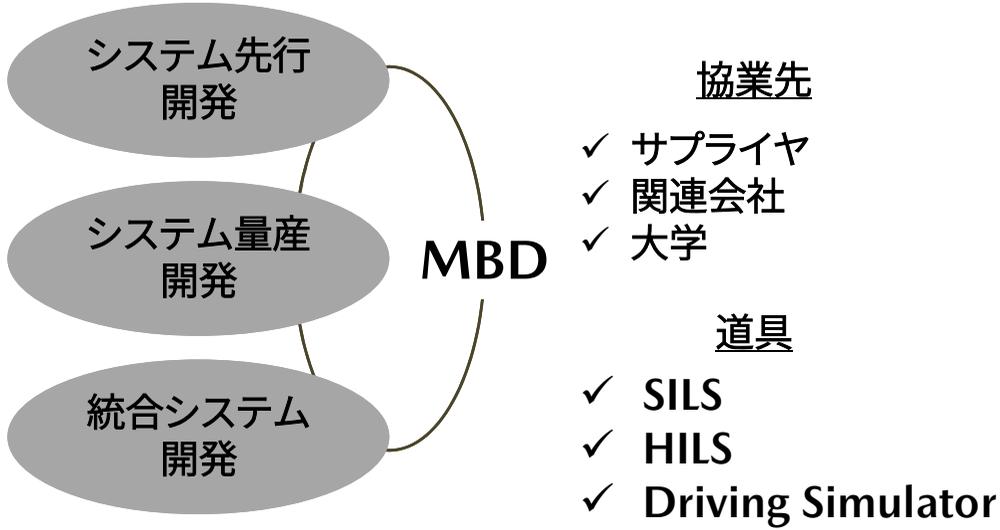
近藤 秀一 Kondo, Shuichi

マツダ株式会社 統合制御システム開発本部 主幹エンジニア
Technical Leader, Integrated Control System Development Div.



担当領域

- 自動車開発プロセス革新
 - 開発最上流における最適設計論の研究
 - クルマー台分モデルによる量産開発プロセスの進化
- 次世代車両運動制御システム先行開発



はじめに ~会社概要

社名	MAZDA株式会社	
本社	広島県安芸郡	
創立	1920年	
代表者	代表取締役社長兼CEO 毛籠 勝弘	
基本情報	資本金	2,840億円
	連結従業員数	48,481名
事業概況	グローバル販売	111万台
	売上高(連結)	3兆8,268億円
	販売国及び地域	130ヶ国以上



※2023年3月末時点

目次

- はじめに
- 自動車産業を取り巻く課題とMBDの動向
- 企画設計におけるMBD
- MBDのこれから
- 最後に

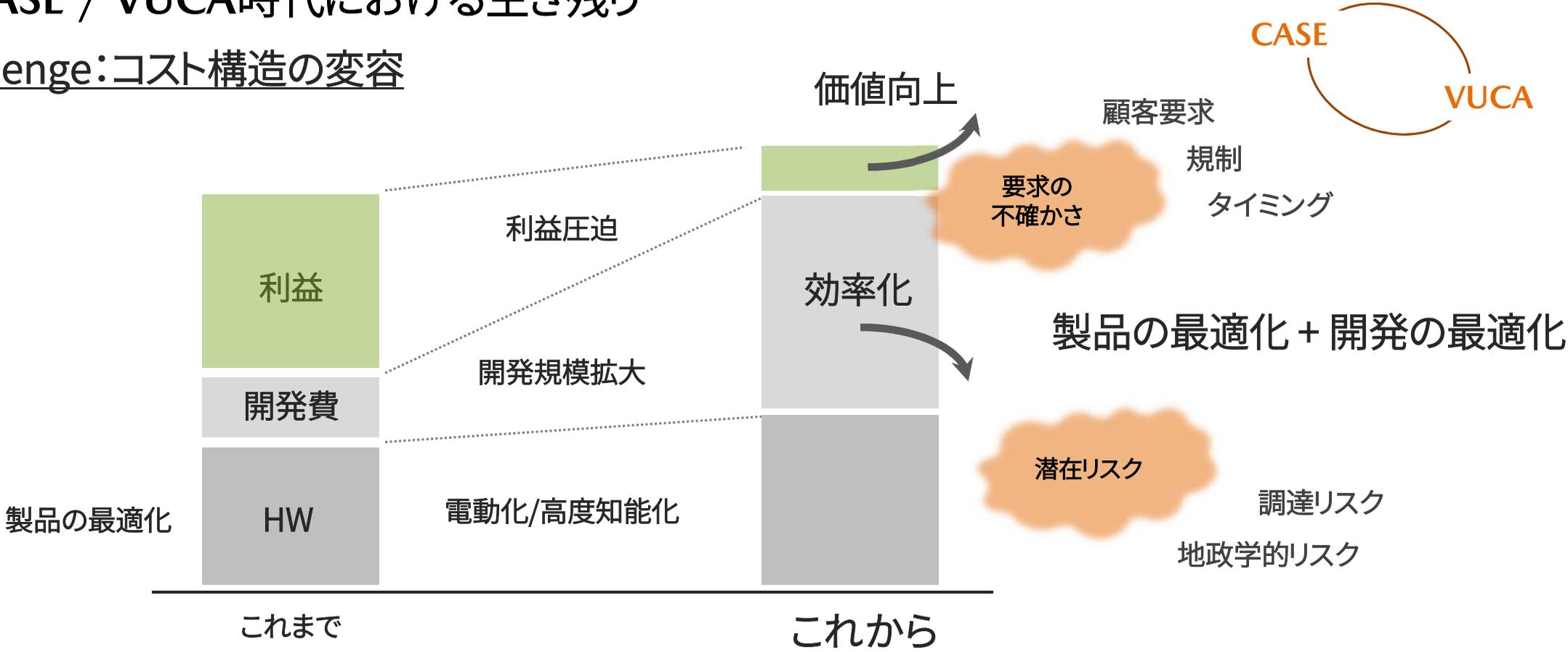
目次

- はじめに
- **自動車産業を取り巻く課題とMBDの動向**
- 企画設計におけるMBD
- MBDのこれから
- 最後に

自動車産業を取り巻く課題とMBDの動向

課題: CASE / VUCA時代における生き残り

Challenge: コスト構造の変容



Key. 最適解を如何に ロバストかつクイック に見極めるか?

投入資源最小化

達成性能向上

自動車産業を取り巻く課題とMBDの動向

これまでのMBD

製品開発の最適化

- ✓ 投入資源抑制
- ✓ 性能向上

試作削減
期間短縮

開発最上流へ

これからのMBD

経営の最適化

- ✓ 資源の最適配分

実現可能価値

VS

“経営資源”

モノ ヒト
時間 カネ

ex)

- ✓ 設備投資
- ✓ 調達戦略
- ✓ 技術開発戦略

企画設計段階から

要求分析

要件定義

機能配分

システム設計

Design

V&V

結合検証

単体検証

1D-CAE

MATLAB/Simulink

特性モデル

制御

CFD

3D-CAE

機構最適化

実装

市場



妥当性確認
適合

HILS

SILS

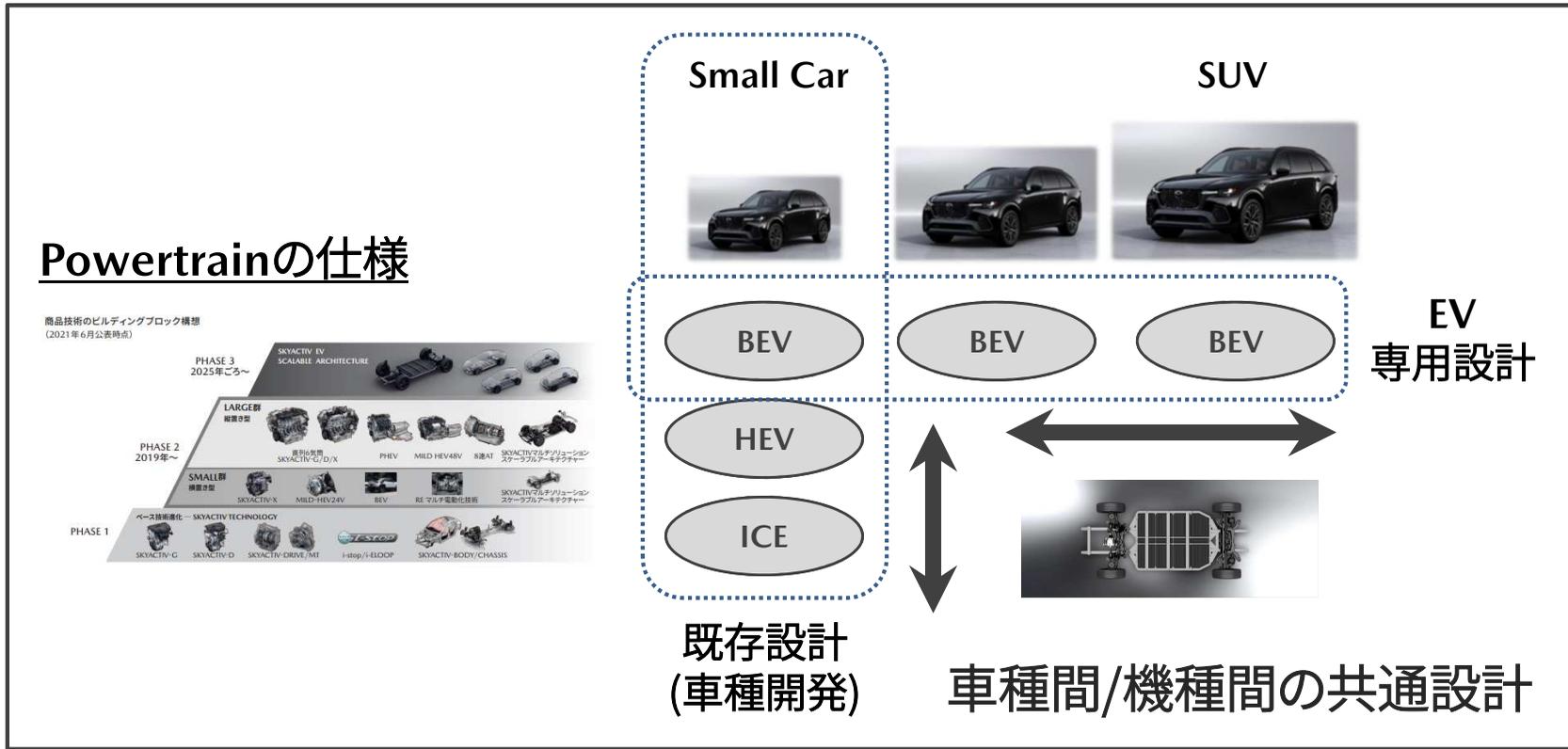
目次

- はじめに
- 自動車産業を取り巻く課題とMBDの動向
- **企画設計におけるMBD**
- MBDのこれから
- 最後に

企画設計におけるMBDの意義

Platformの基本設計(≒システムアーキテクチャ) を **Modelで最適化** したい

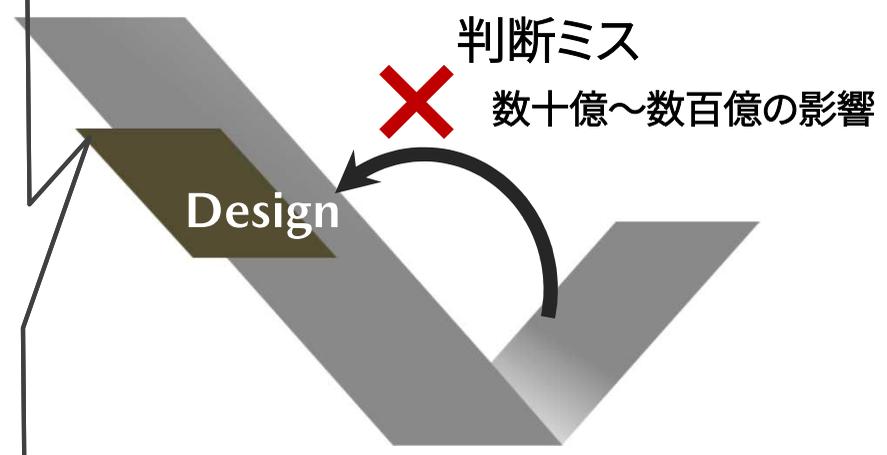
1 踏み込んだ共通化設計



2 前提変化にロバストな設計判断

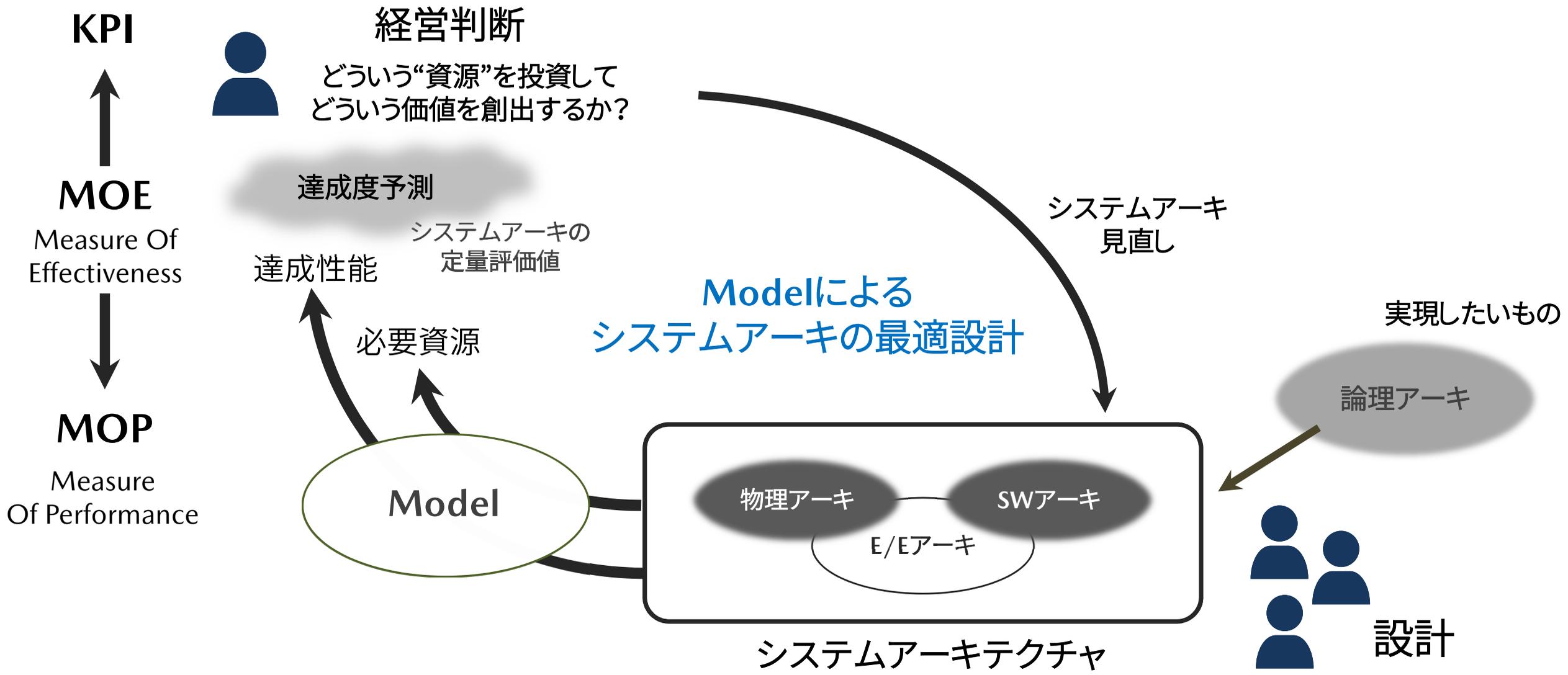
- ✓ 顧客ニーズや規制の変化
- ✓ 開発前提の変更

不確かさ



企画設計におけるMBDの意義

◆狙い システムアーキテクチャの定量評価値に基づく経営判断を実現する



システムアーキの最適設計における課題と解決アプローチ

技術課題

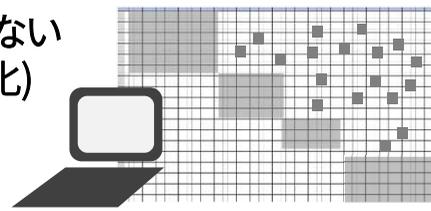
”超”多次元システムの
多目的最適

クルマシステムの設計規模

- Hardware: 部品点数 数万点
- Software: 1システム 数万行

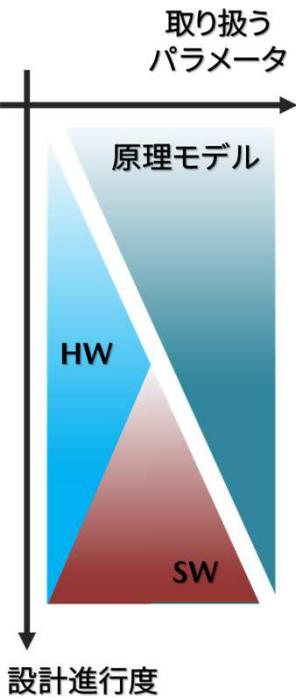
クルマ全体では1億行に

従来の設計手法では最適解にたどり着けない
(e.g. 最適化や対角化による問題の構造化)

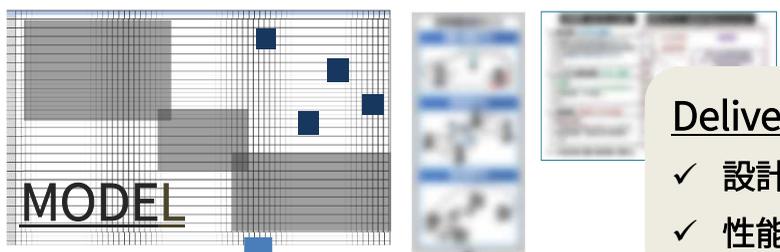


企画設計におけるMBDの考え方

設計できる粒度に問題を階層化して、段階的に設計値を確定する (≡システムアーキの段階設計)



扱う設計問題の定義
✓ 感度解析に基づきトレードオフ評価ができる複雑度/規模



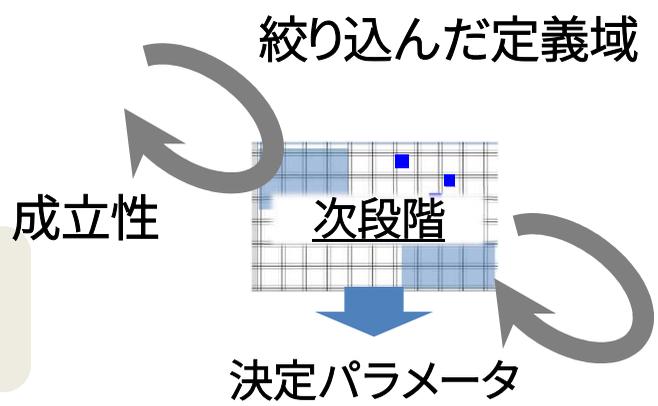
Deliverables
✓ 設計成立性見通し
✓ 性能成立性見通し

決定するパラメータ定義
✓ 設計変数/方式/形式

イネーブラ
✓ 定義した問題を評価できる原理モデル

セットベースアプローチ

ある前提から導出された設計前提から
解空間(成立領域)を段階的に絞り込んでいく



モデルによるシステムアーキテクチャの段階設計

◆ 抽象モデルによってシステムアーキテクチャを評価する

各システムアーキの詳細モデルを準備するのは困難

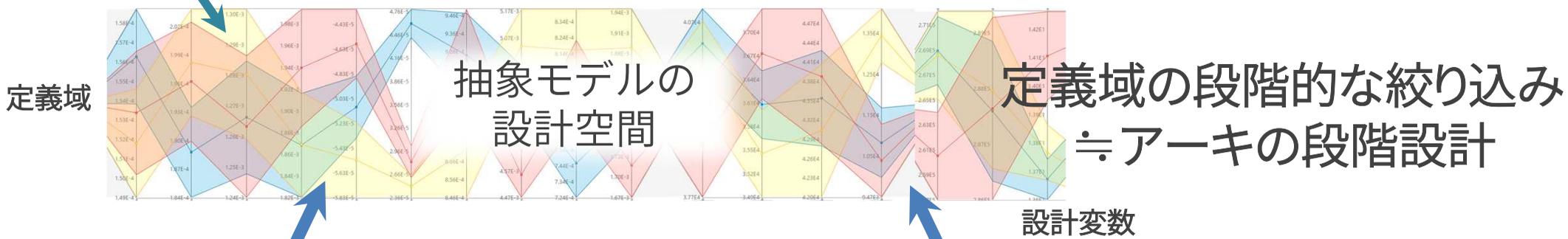
抽象モデル



性能計算

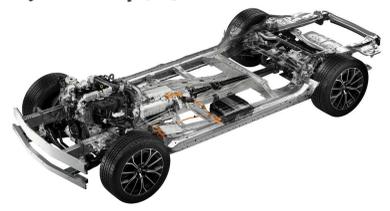
1 性能成立性評価

実現したい価値(性能)から
定義域を絞り込む



定義域の段階的な絞り込み
≡ アーキの段階設計

アーキA



アーキ
表現モデル

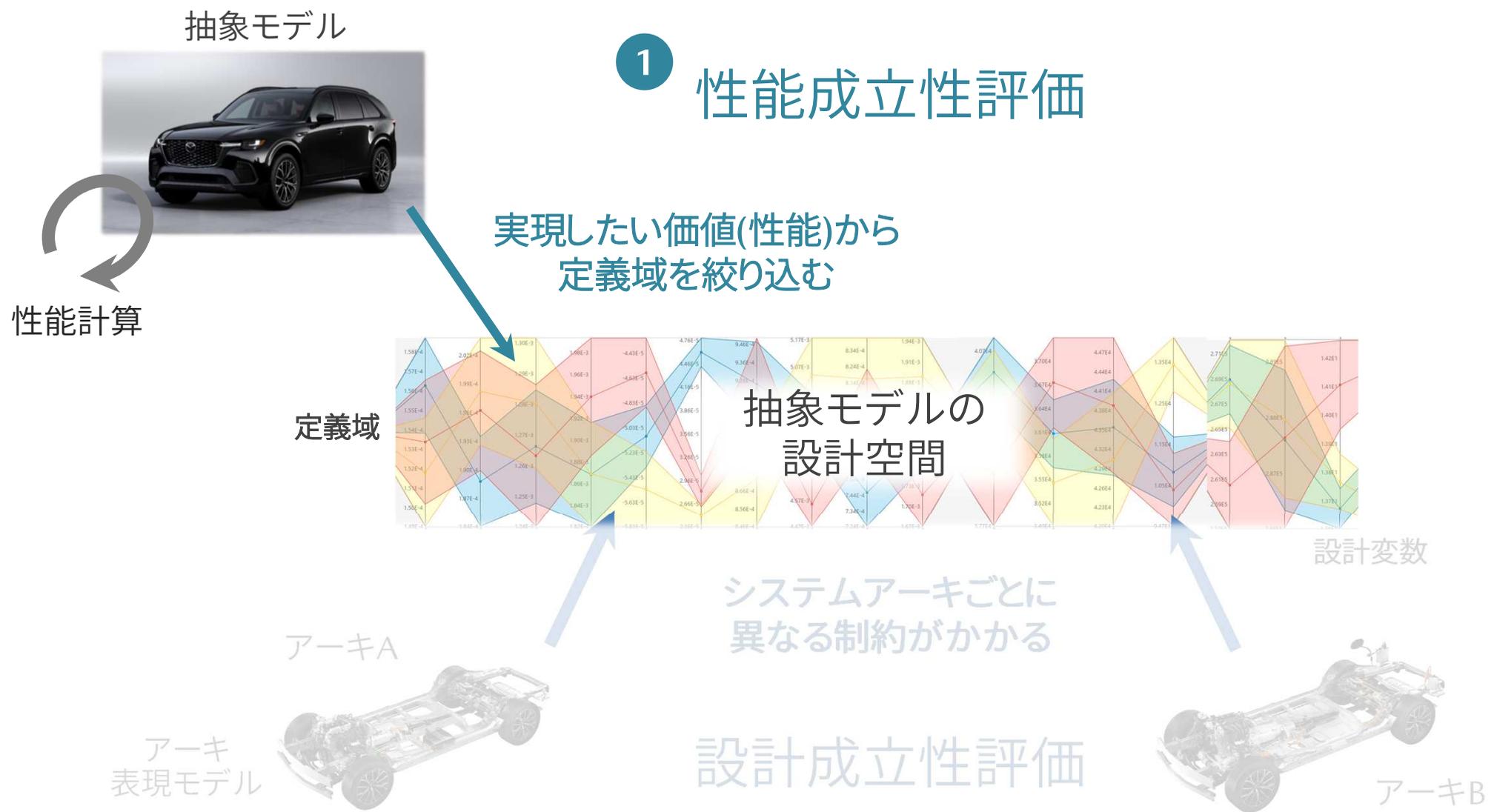
2 設計成立性評価

システムアーキごとに
異なる制約がかかる



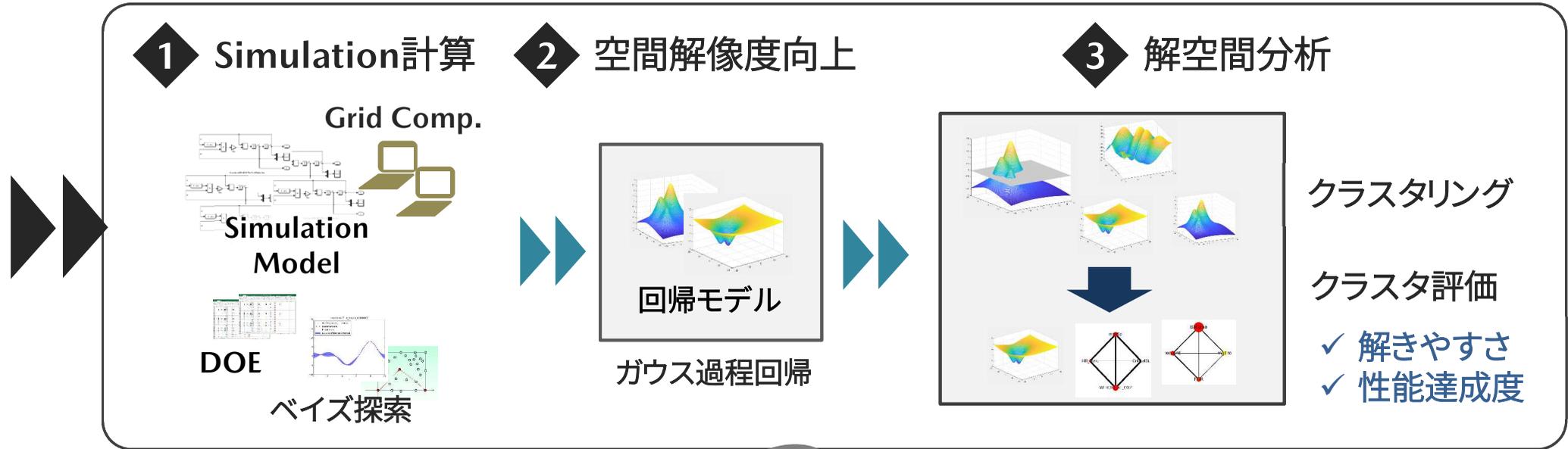
アーキB

モデルによるシステムアーキテクチャの段階設計



システムアーキテクチャの性能評価要素技術

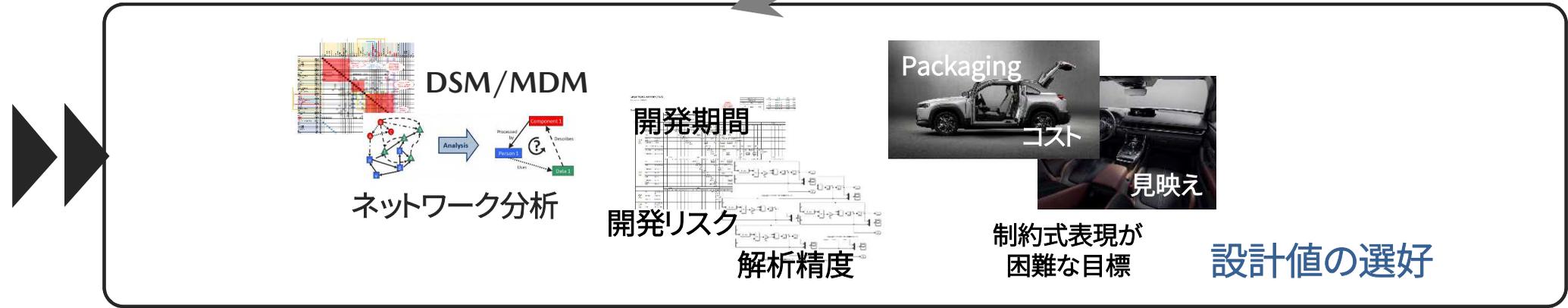
1 制約式表現できる性能の成立性から解を絞り込む



開発前提

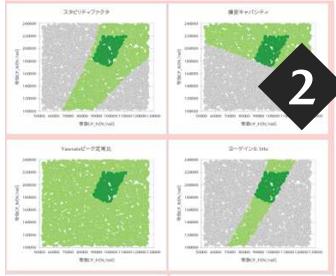
e.g. 商品計画 調達計画

2 制約式表現できないリスク評価

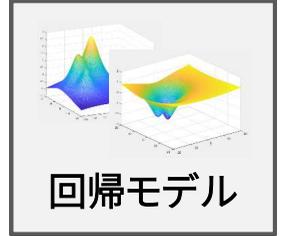


モデルによるシステムアーキテクチャの性能評価技術

1 Simulation計算

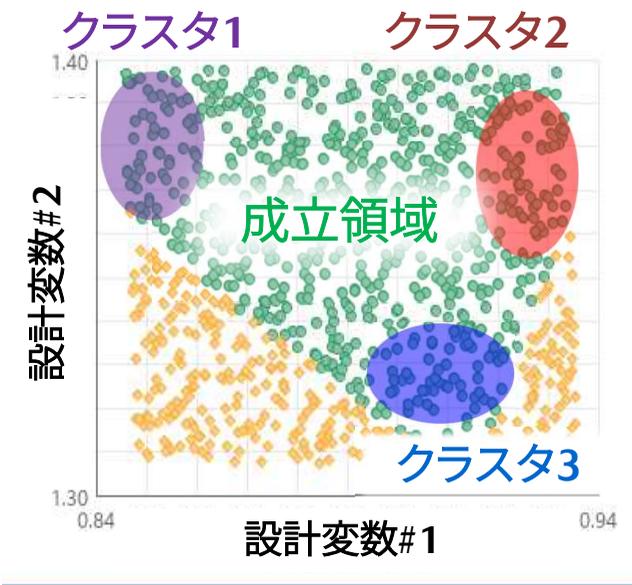
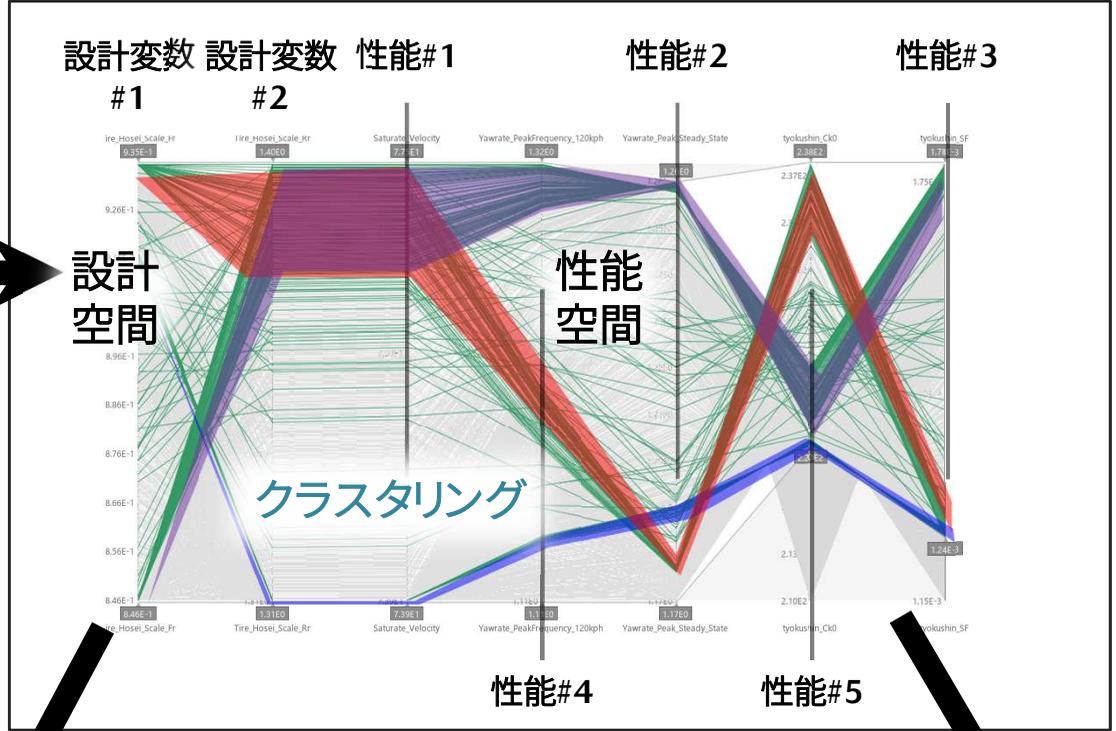


2 空間解像度向上

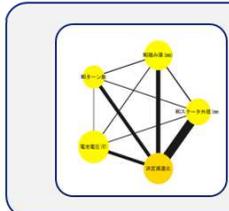


制約を満足する空間

3 解空間分析



設計空間上の評価



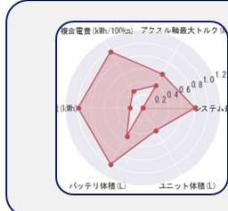
拘束ネットワーク

問題の解き易さ

- 設計上の特徴
- 設計変数間の関係などを可視化

絞り込んだ設計空間の評価値

性能空間上の評価



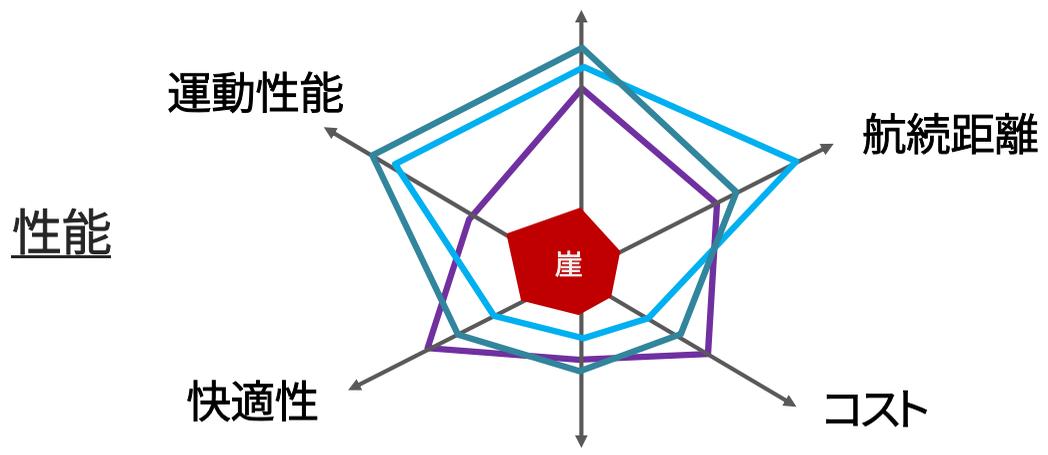
性能レーダーチャート

提供価値

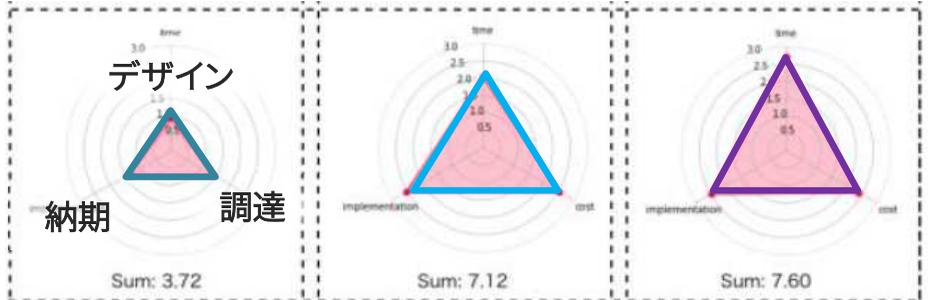
- 製品の性格付け
- 目標変数は範囲値を持つため、2重チャート

モデルによるシステムアーキテクチャの性能評価技術

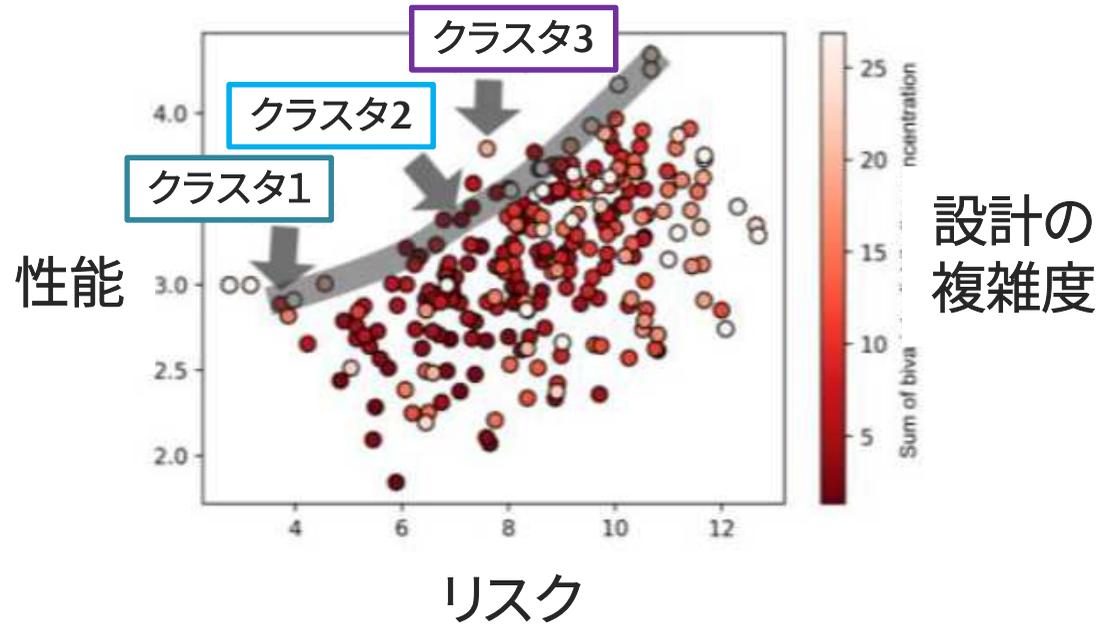
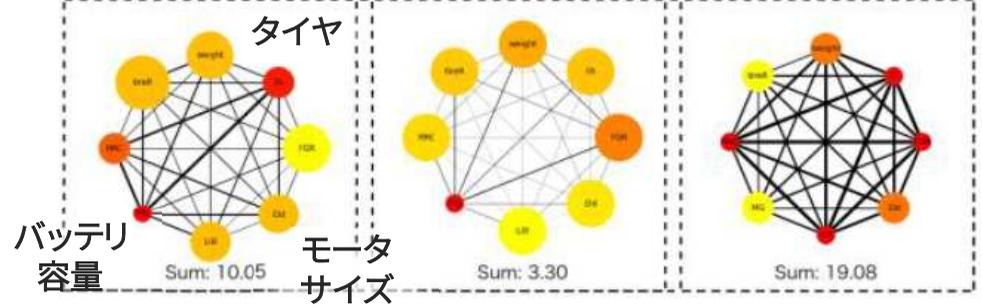
性能から絞り込んだ設計空間の評価 (例)



リスク



設計の複雑度



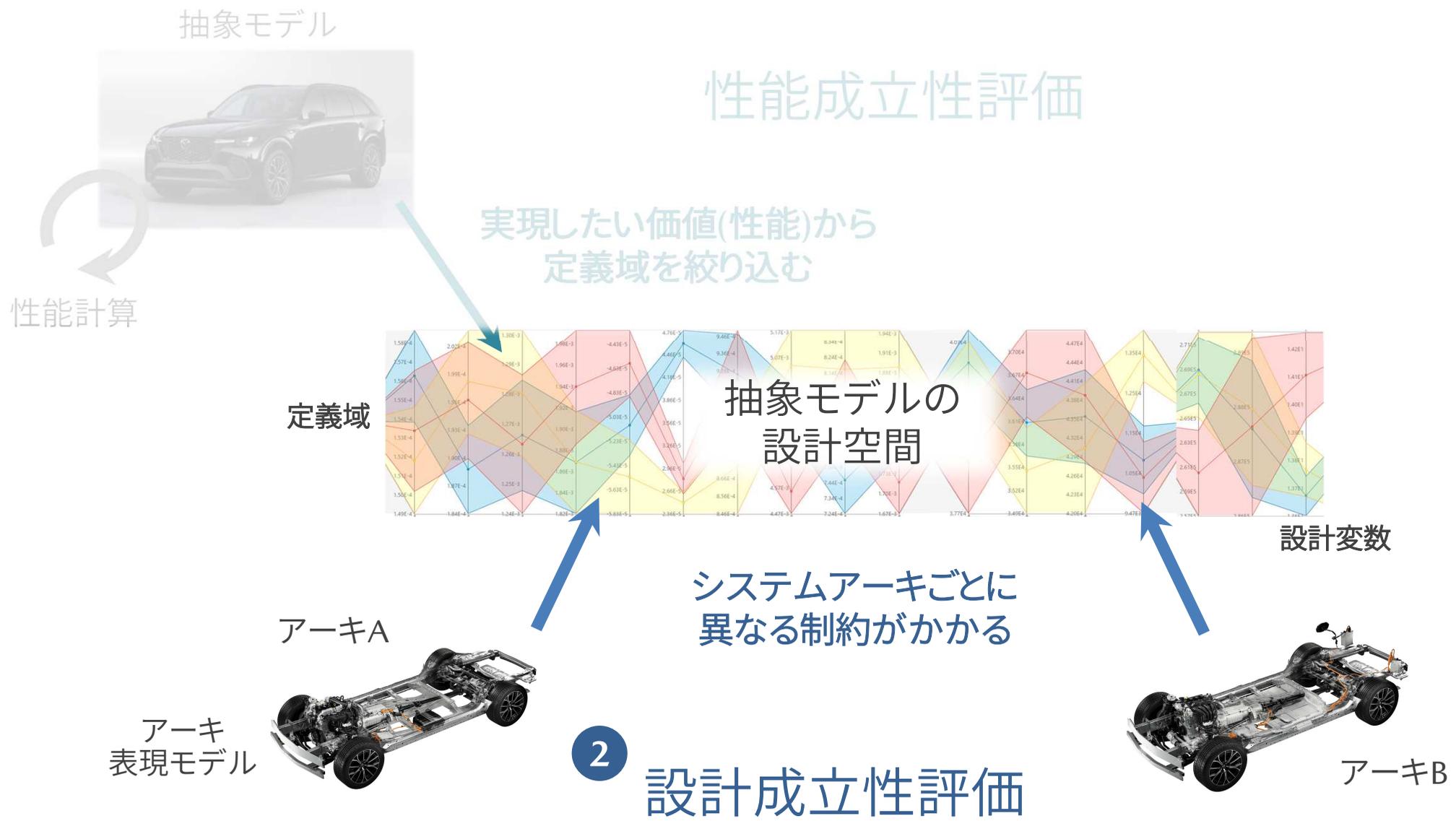
KPIに基づき



設計空間の評価～意思決定

必要資源 - 実現価値 - リスク

モデルによるシステムアーキテクチャの段階設計

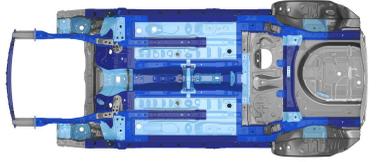


設計成立性評価技術

◆システムアーキの設計値の分布で制約成立を評価する

企画段階で閾値予測可能なもの

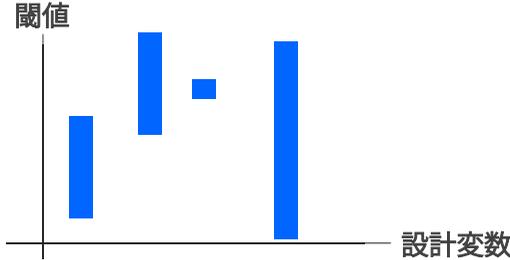
ex. 大物部品の配置



Mf



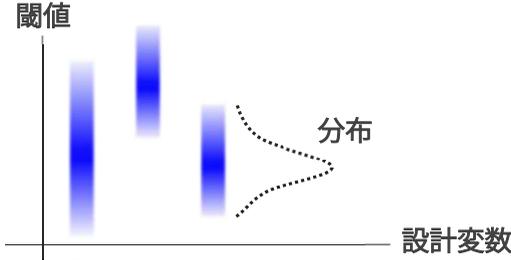
設計によって
設計値のレンジを決める



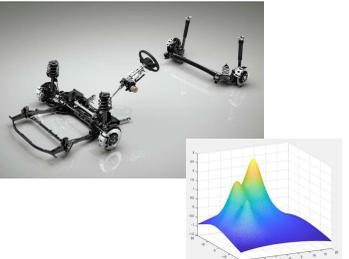
企画段階で閾値予測が難しいもの



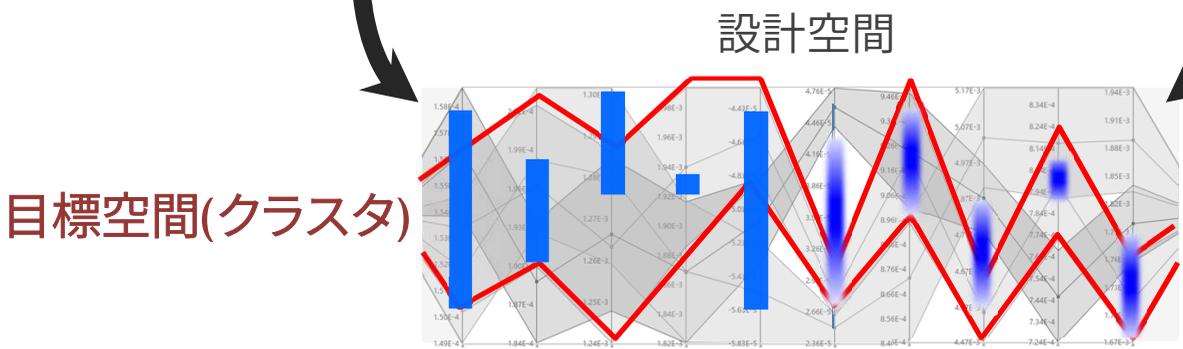
各アーキテクチャの
統計データから設計変数の分布を決める



ex. 個別システムの形式

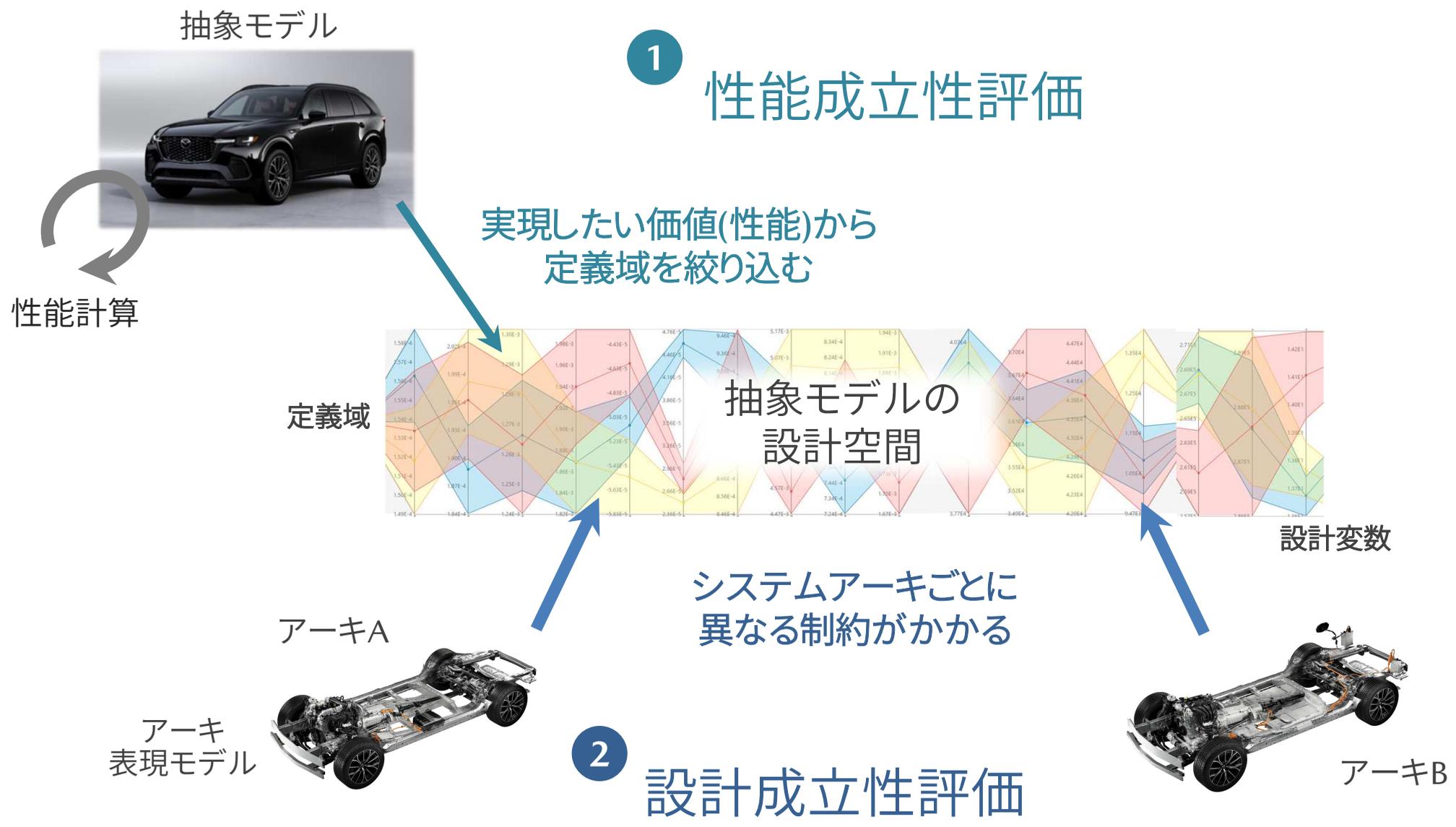


K&C特性



アーキテクチャごとに設計成立性を評価する

モデルによるシステムアーキテクチャの段階設計 (再掲)



目次

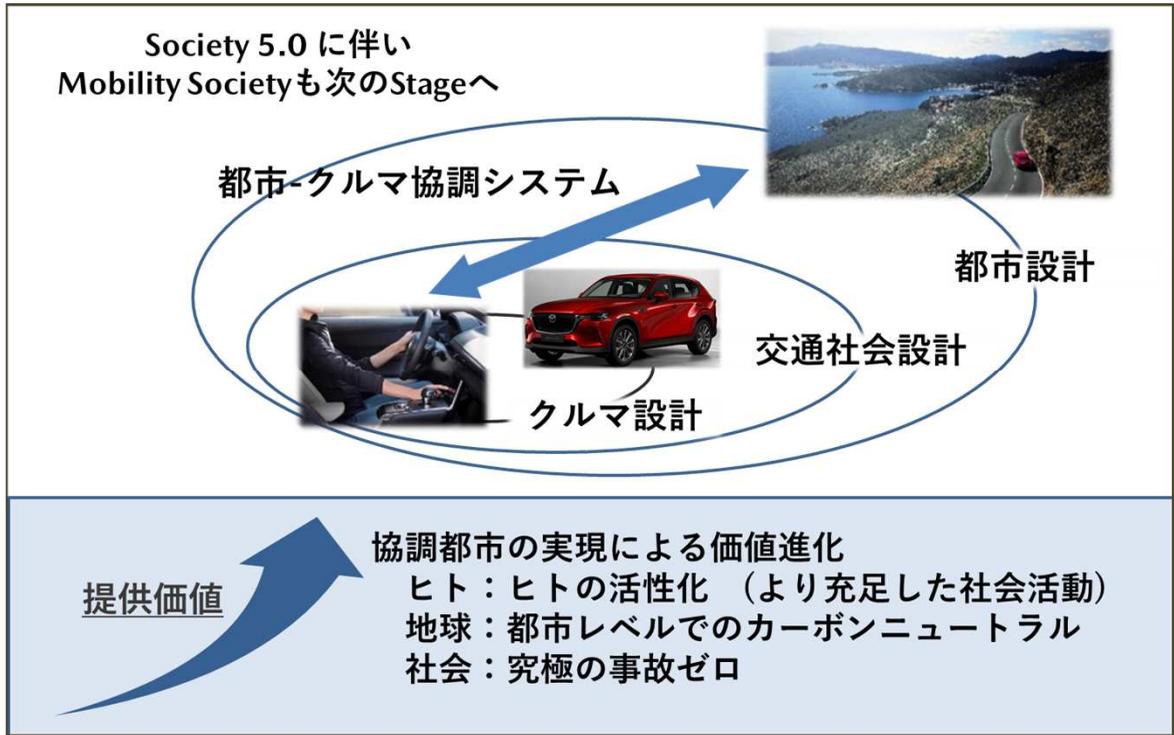
- はじめに
- 自動車産業を取り巻く課題とMBDの動向
- 企画設計段階のMBD
- **MBDのこれから**
- 最後に

MBDのこれから

挑戦課題 設計対象の拡大/多様化

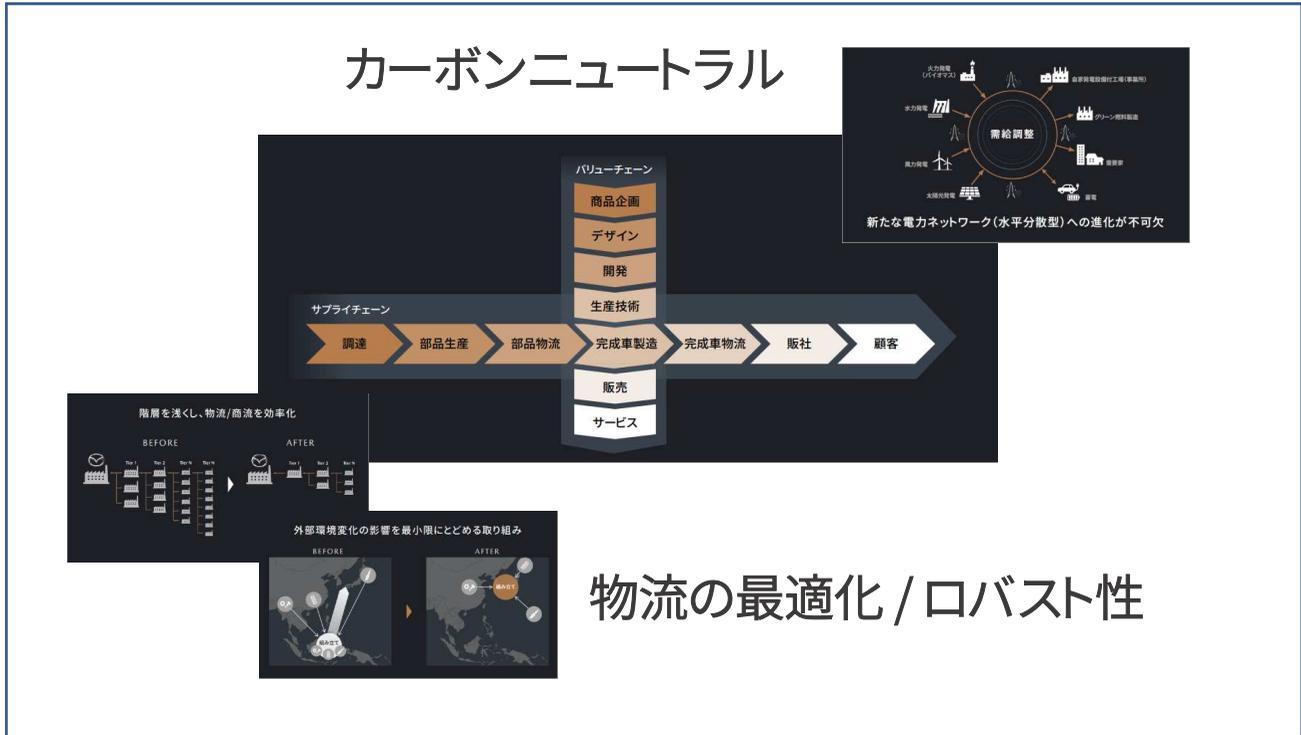
1 クルマシステムの拡がり

ヒト-クルマ-都市の全体最適設計



2 クルマ以外のシステム設計

ライフサイクルの各ステージで最適設計



MBDでさらなる社会貢献を

他産業とのコラボレーション

海事産業



モビリティ産業

目的

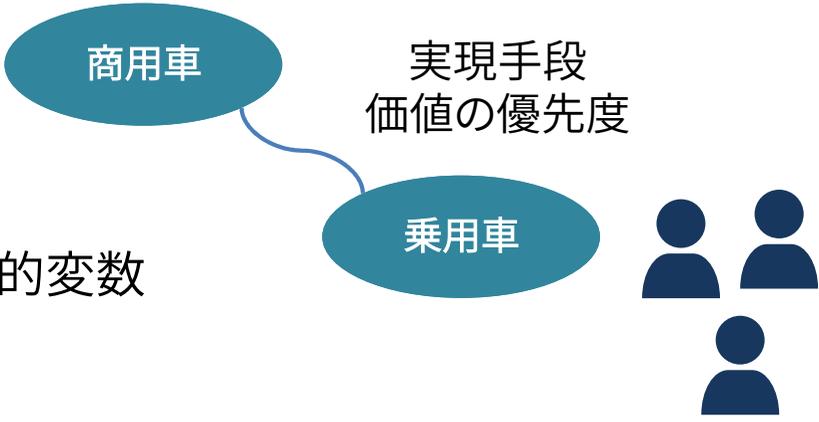
エネルギーを消費(変換)して
ヒトやモノを運ぶことで
価値を創出する



問題の構造はほぼ同じ

- ✓ (設計上流での) 設計変数と目的変数
- ✓ 技術課題とそのソリューション
- ✓ 進化(要求価値)のトレンド

自動車産業



※東京大学社会連携講座MODE HPより

道具(MBD)の使い方も近い

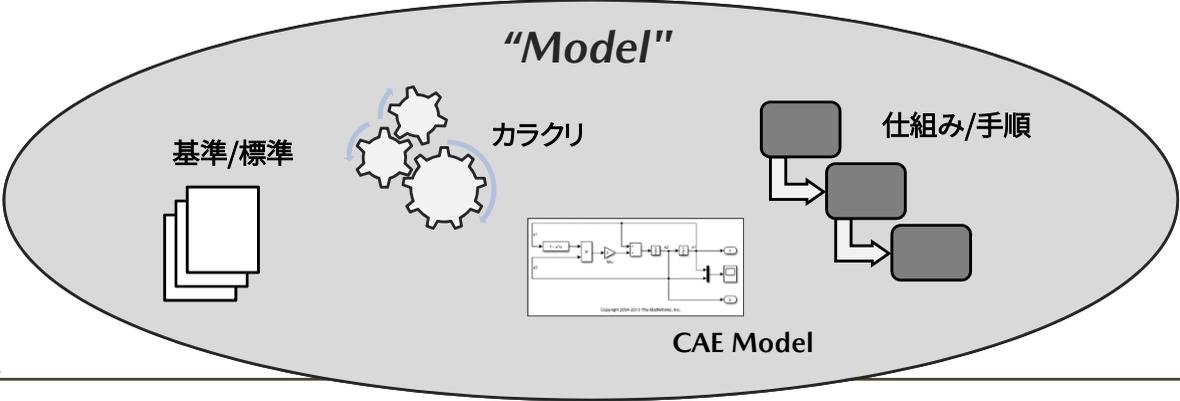
目次

- はじめに
- 自動車産業を取り巻く課題とMBDの動向
- 企画設計段階のMBD
- 今後の取り組み
- **最後に**

モノづくりにおけるMBD Model-based Developmentとは？

MBD

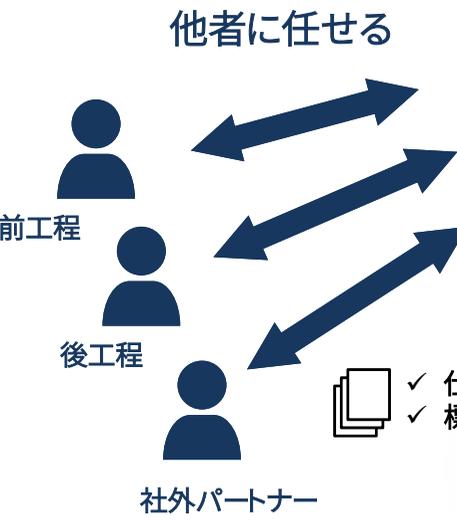
“Model”によって問題を構造化/形式化し
仕事を設計する技術



➤ 資源制約の元, 爆発する設計問題を分割し, 現実的な時間で最適な解にたどり着く

Systems Engineering

プロセスの形式化
要件の形式化

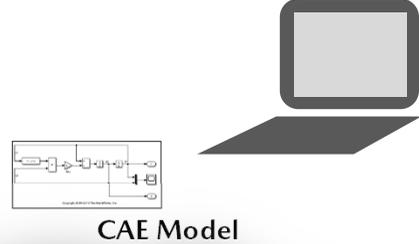


他者に任せる

“ヒト”の能力発揮



機械に任せる



Computer-Aided Engineering

課題の形式化

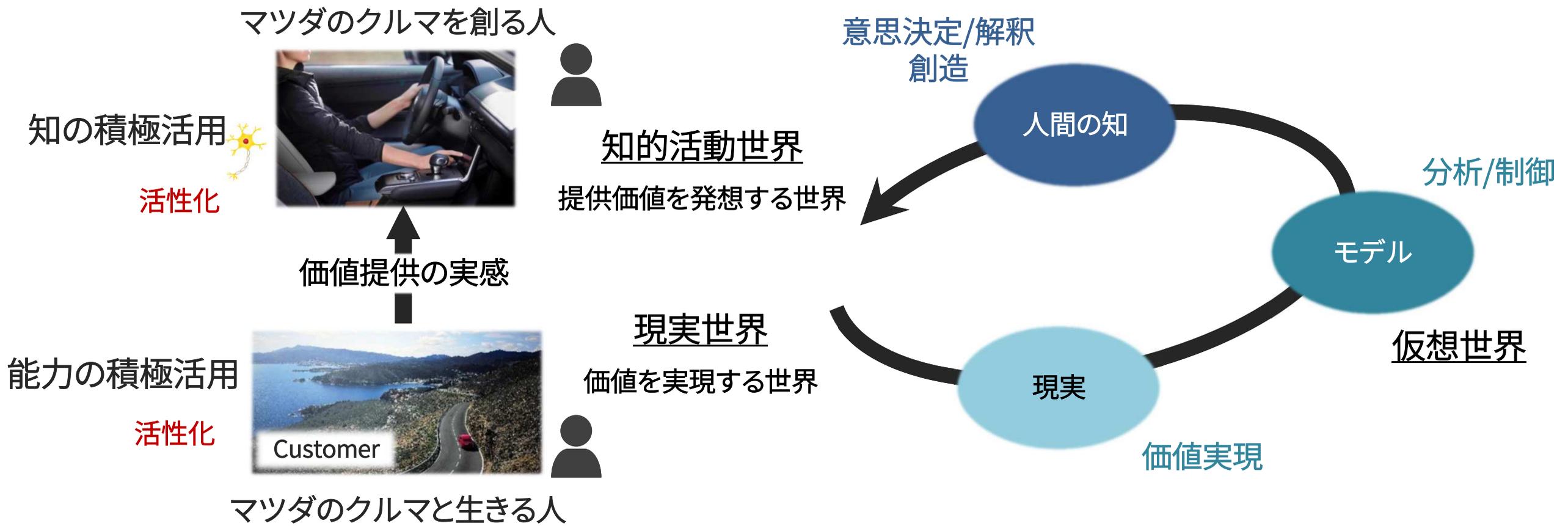
時間/空間制約を打破

機械が得意な仕事は機械に
ヒトはヒトでしかできない仕事に専念

“Model”は契約書
要求を正確に伝える道具

“ヒト”に能力を最大発揮させる手段

“ヒト”と機械が調和したモノ創り



計算知能を活用して価値創出と人間活性化のサークルを回す



mazda

THANK YOU!