

『設計工学1』

第4回 設計プロセス

(日本とヨーロッパの設計プロセスの違い) さまざまな設計方法の紹介

機械情報工学科 設計システム研究室
D館別館05/06室
m_inoue@meiji.ac.jp
井上 全人 (Masato INOUE)

本日の授業内容

1. 日本と欧州の設計プロセスの違い
(自動車为例として)

2. さまざまな設計方法の紹介

2-1. 数理計画法(線形計画法)

2-2. ポイントベース設計

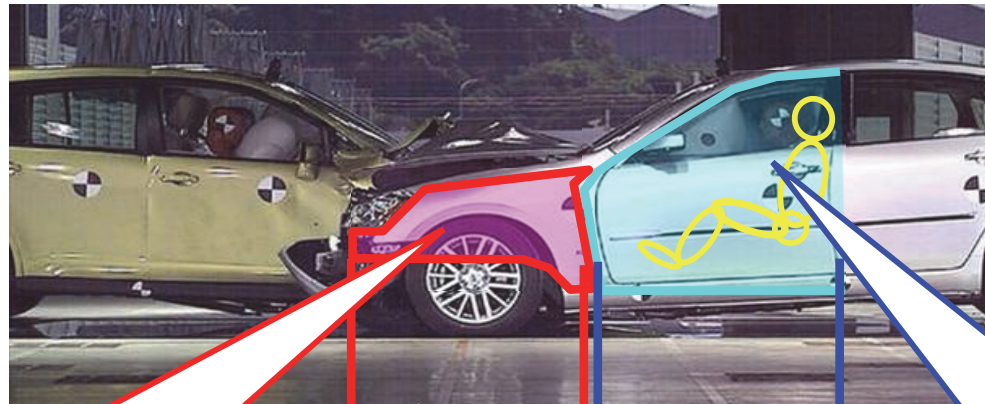
2-3. セットベース設計

----- 本日ココまで

日本企業の製品開発の特徴

- 戦後の人不足から**多能化した技術者(多能工)**が多く育成
 - 長期雇用・長期取引をベースとする**統合型ものづくり**
(vs 分業型ものづくり(欧米): 明確な組織分割, 専門化)
の組織能力の構築
 - **チームによる製品開発**の発達
 - 設計者間・チーム間の**試行錯誤による設計最適化の
スピードが速い**
- ➔ 設計者間・チーム間の緊密な連携調整と協調作業
により多目的性能を満足する製品を生み出す
異部門間「**すりあわせ型製品開発**」の定着
- ➔ **日本が得意とする製品開発手法**

すりあわせ例



http://response.jp/issue/2005/1114/article76443_1.images/100149.html
Response ニュース【日産 安全ミーティングリポート】その3 より

衝突安全性能

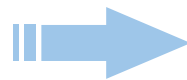
車両前部に衝突時のエネルギー吸収に必要な空間を確保したい

乗員空間

最大化して乗員にゆとりを与えたい

背反する要求

お互いに背反する要求を、
お互いが満足するように、
要求性能を各部品に割付ける必要がある

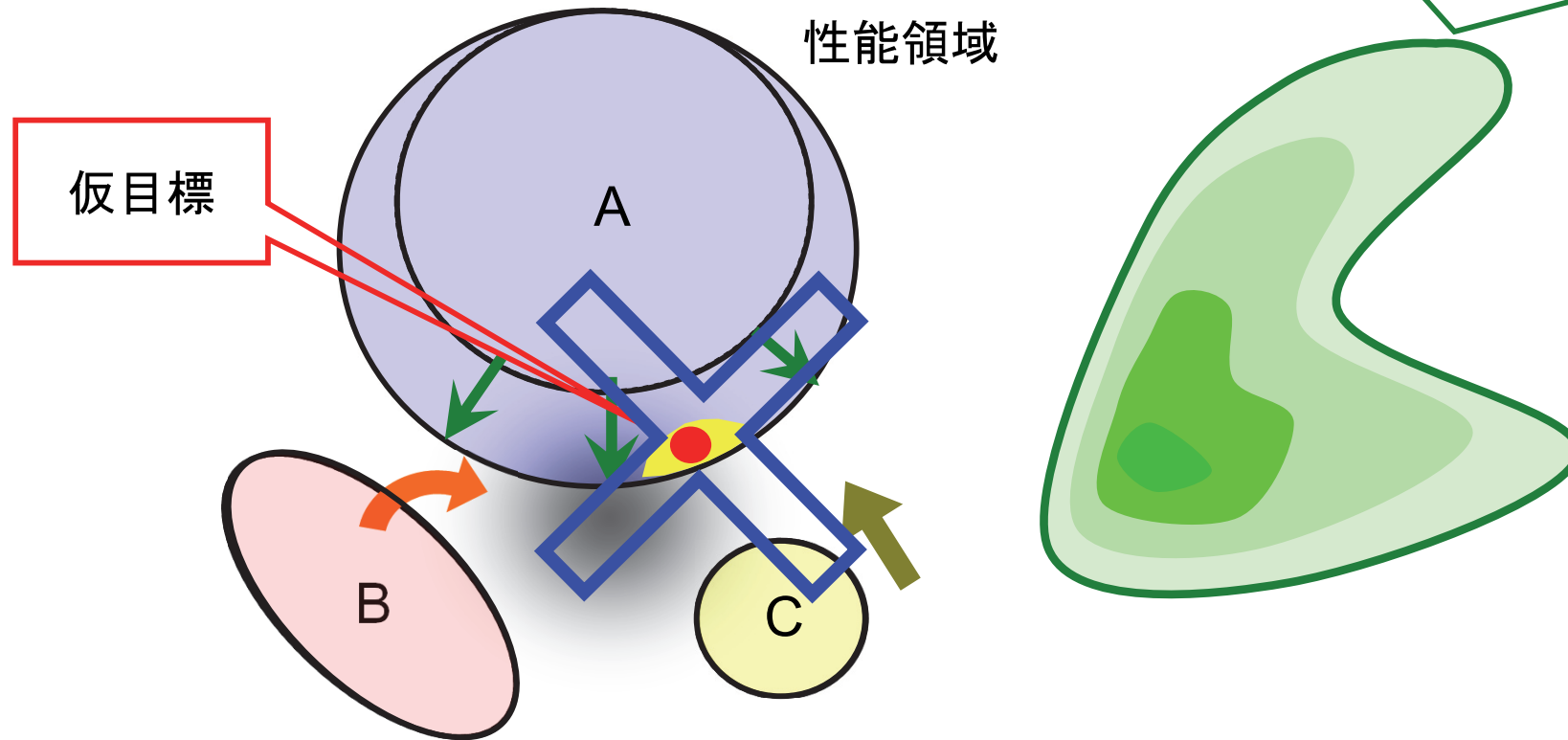


設計者は、自部品とのレイアウトや性能が背反する相手と対峙し、お互いの要求値がなぜ背反し、相容れない状況にあるのかを**理解し合い**、お互いの理解の上で**お互いが満足しそうな妥協点(仮目標)**を見つけ、仮目標を目指して部品設計を進めていき、最適化する

すりあわせ型製品開発の現状 (Phase 1: 仮目標・暫定解の設定)

すべての要求を満足する解が得られない場合、課題の当事者である設計者A・B・Cが集まる。

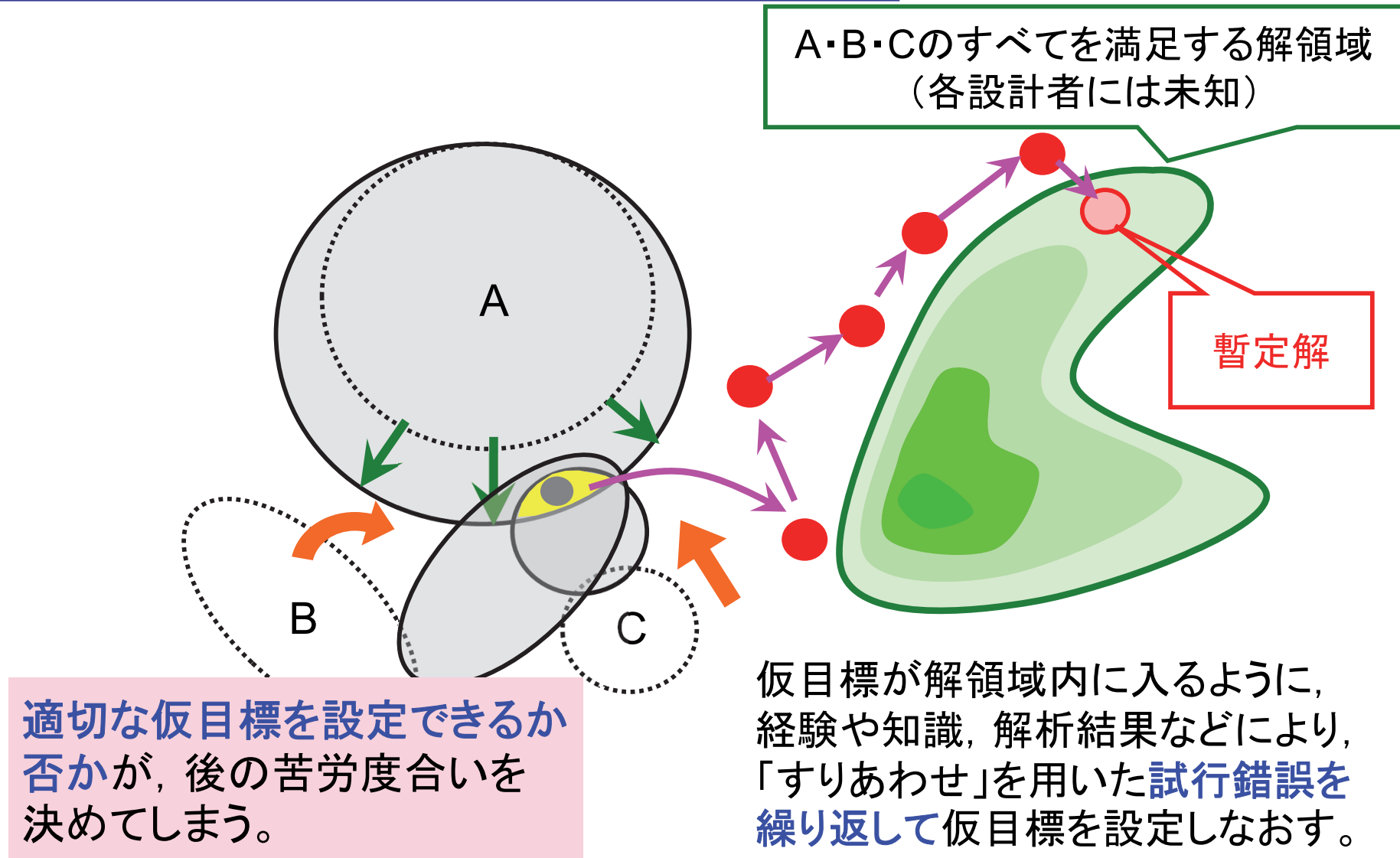
A・B・Cのすべてを満足する解領域
(各設計者には未知)



お互いを理解し合いながら、製品全体が最適な方向に向かうようにすりあわせることで、仮目標が設定される。

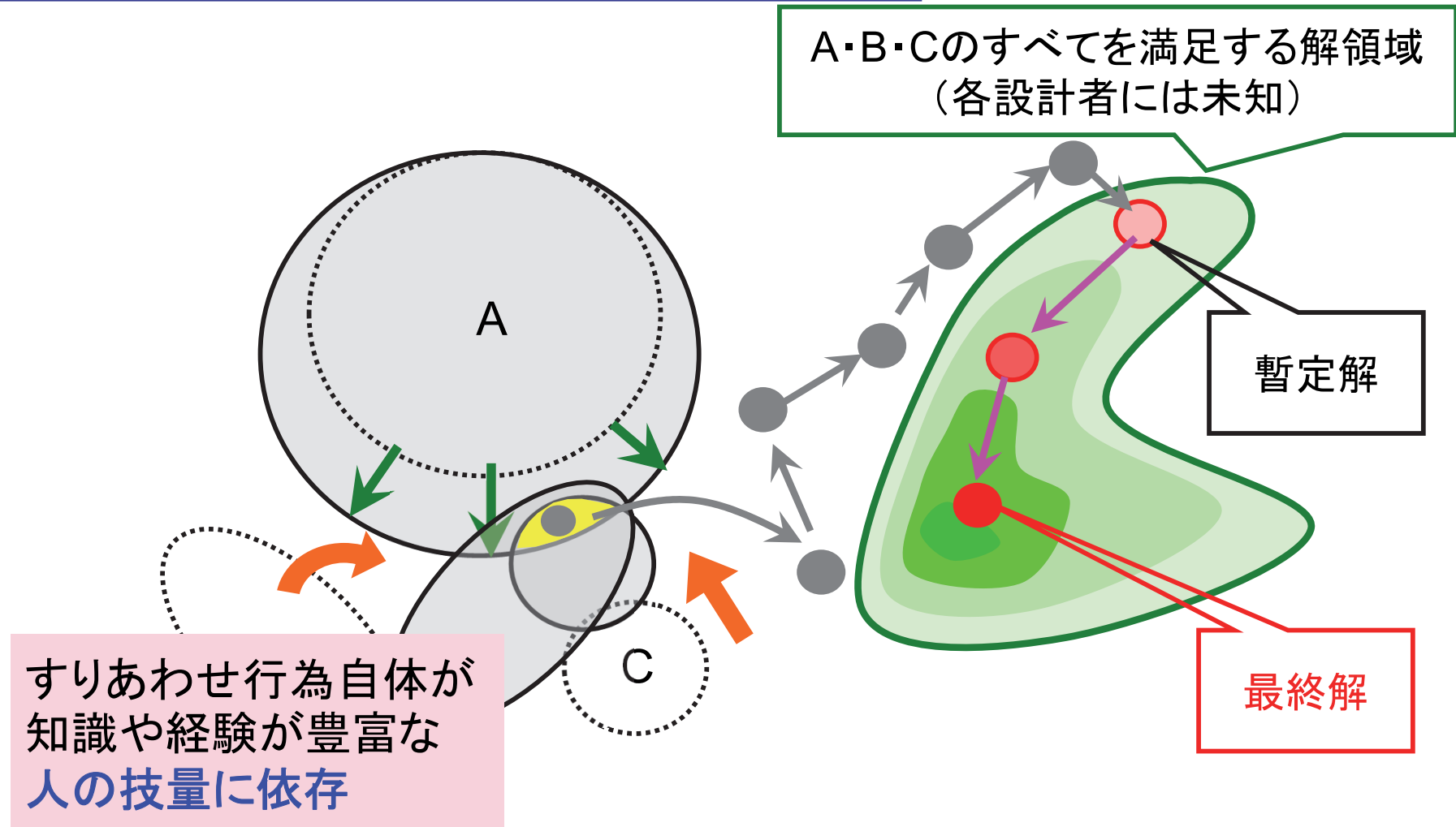
設定した**仮目標**はA・B・Cを同時に満足させられる**解領域**に、置くことができなかった。

すりあわせ型製品開発の現状 (Phase 1: 仮目標・暫定解の設定)



→ (Phase 1) お互いを理解し合いながら、お互いが
満足する仮目標・暫定解を設定する

すりあわせ型製品開発の現状 (Phase 2: 解領域内の探索)



→ (Phase 2) 暫定解をもとに、設計修正と評価を繰り返し、
設計知識に基づき最終解を導出する

すりあわせ製品開発の利点

- 個々の部品が製品の機能に対して複雑に絡み合う
インテグラル型製品 (vs モジューラー型製品) の開発に対する優位性
- 市場ニーズや意匠変更などの環境変化に対する柔軟性
- 開発生産性, 開発速度に対する競争優位性

インテグラル型製品

乗用車, オートバイ
軽薄短小家電 他

部品を相互調整して, 製品全体の機能を発揮するために, 各部品の最適設計を行う。

→すりあわせ製品開発が有効

製品の機能

操縦安定性

乗り心地

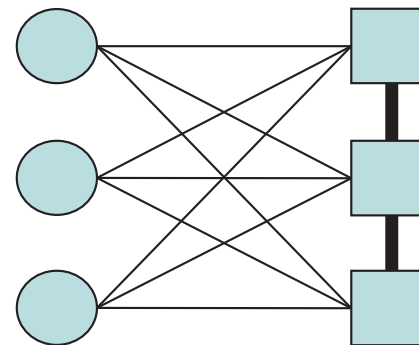
燃費

製品の構造(部品)

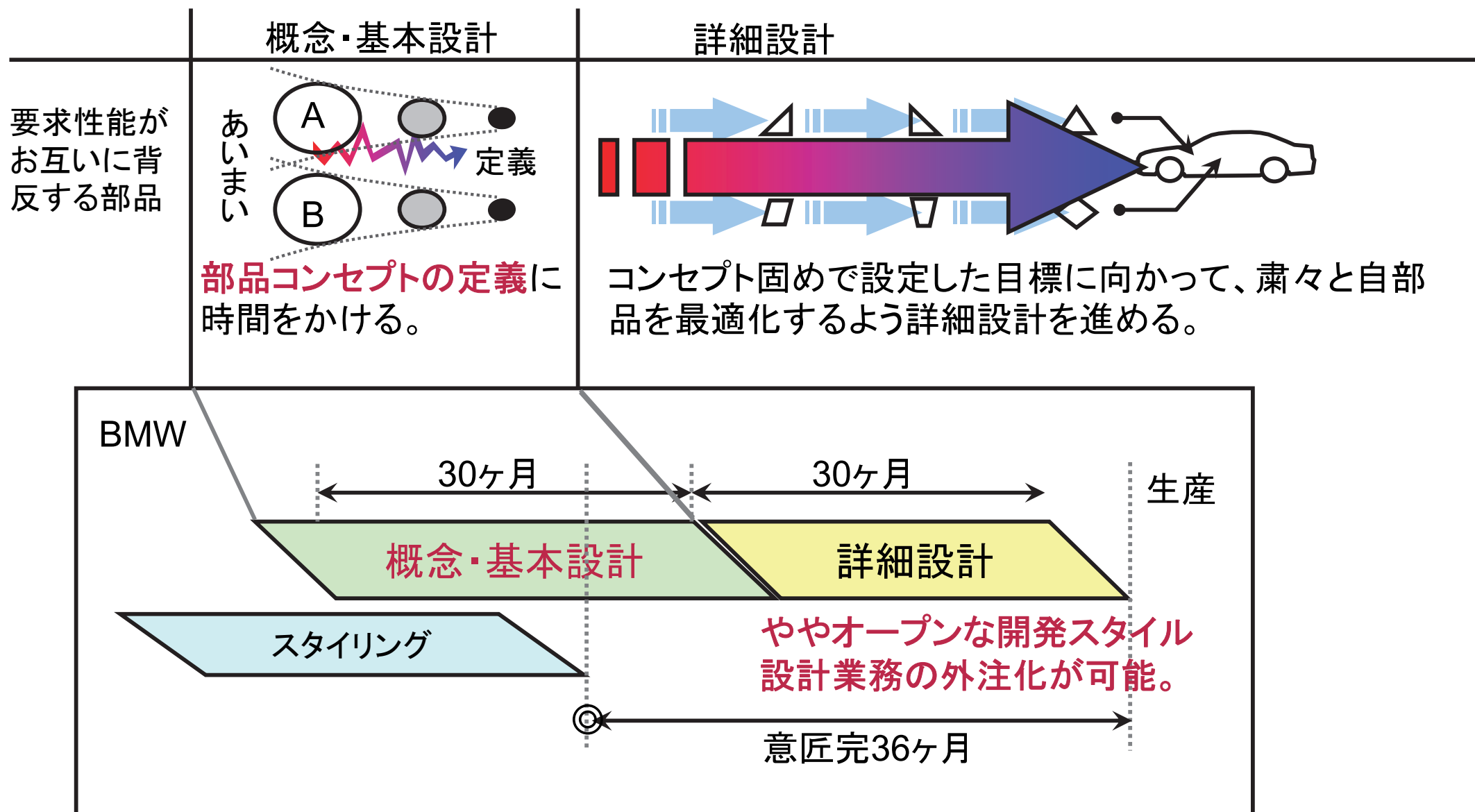
サスペンション

ボディ

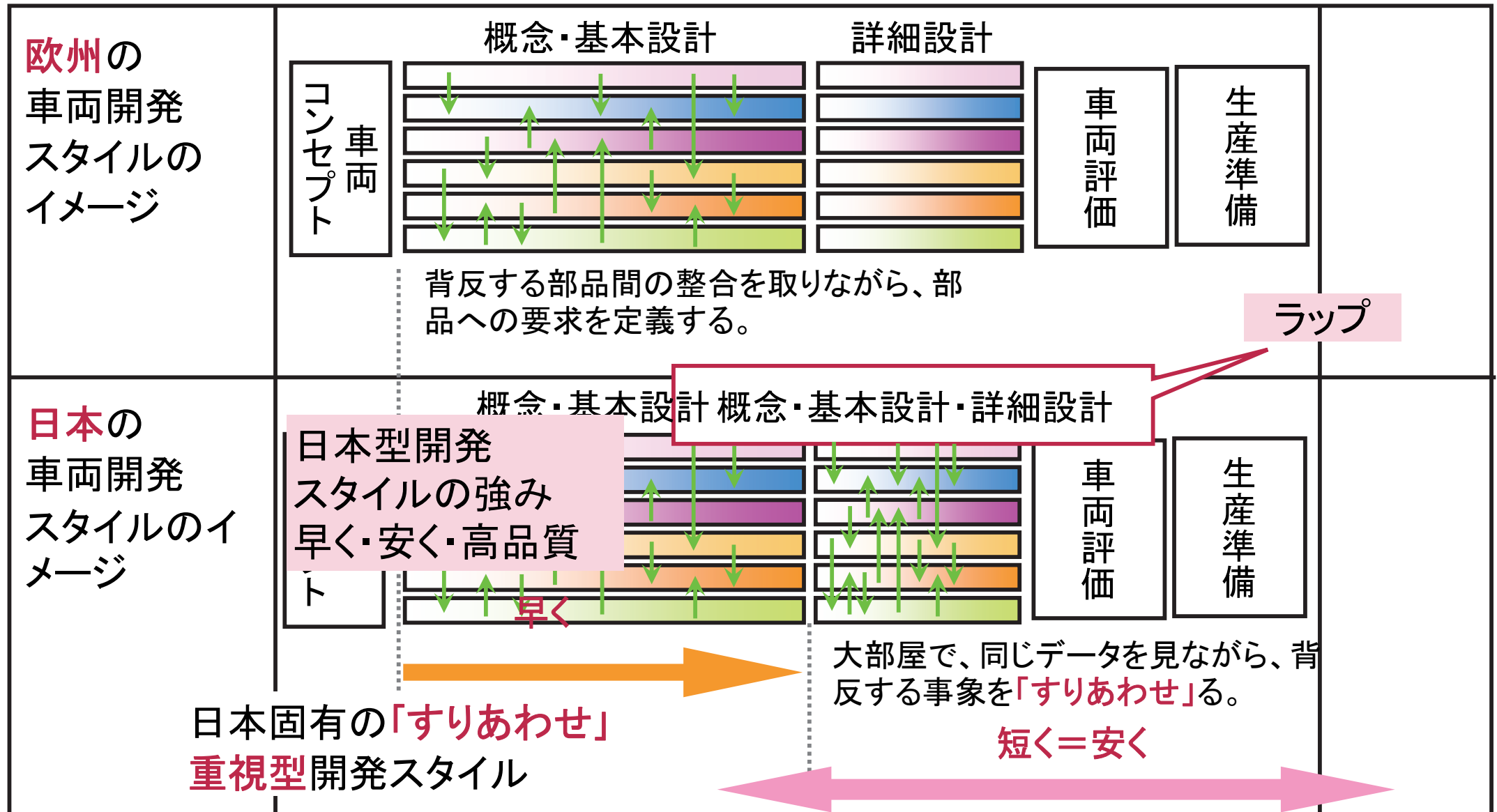
エンジン



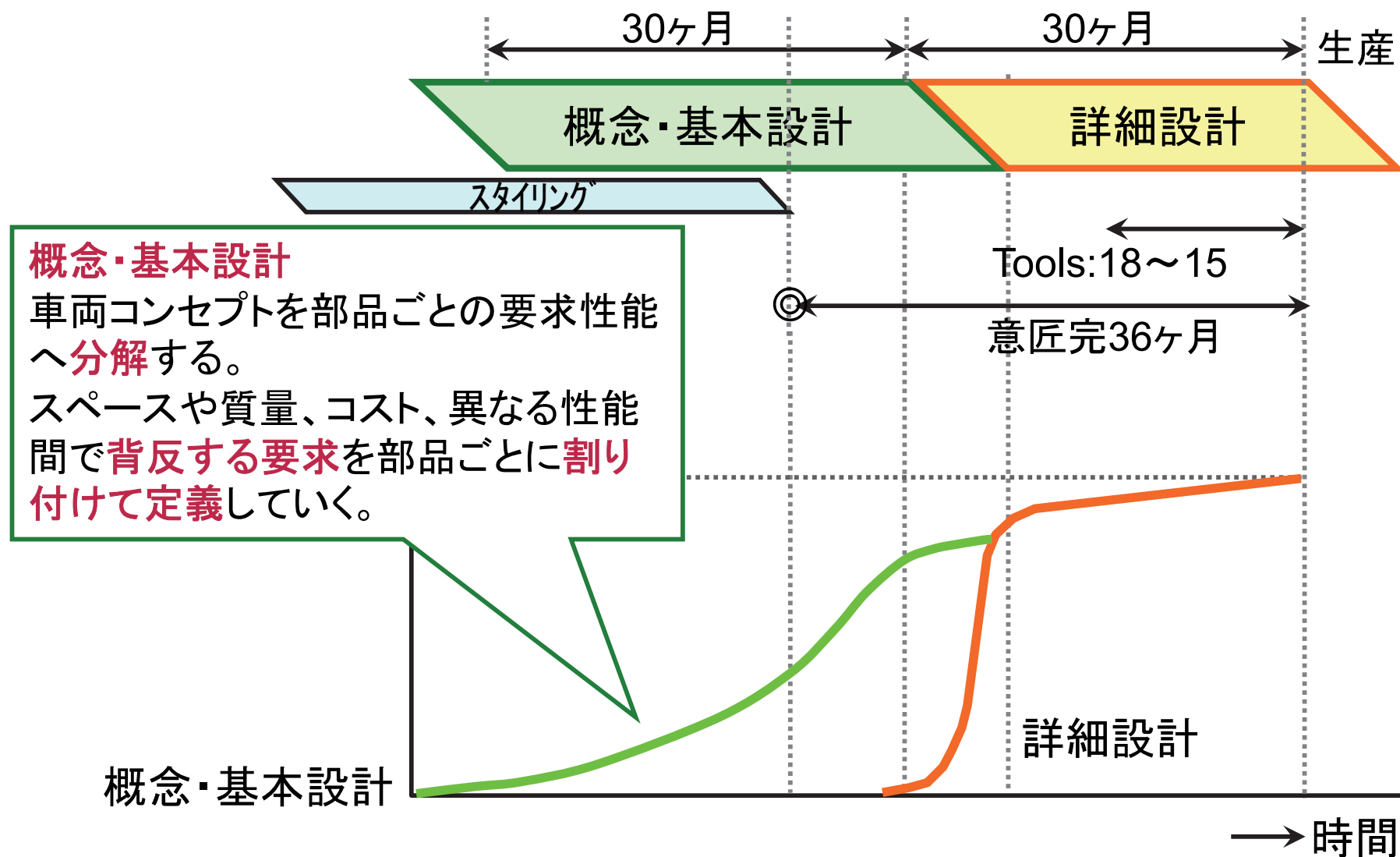
欧州の自動車開発プロセス



日本と欧州の自動車開発プロセスの比較

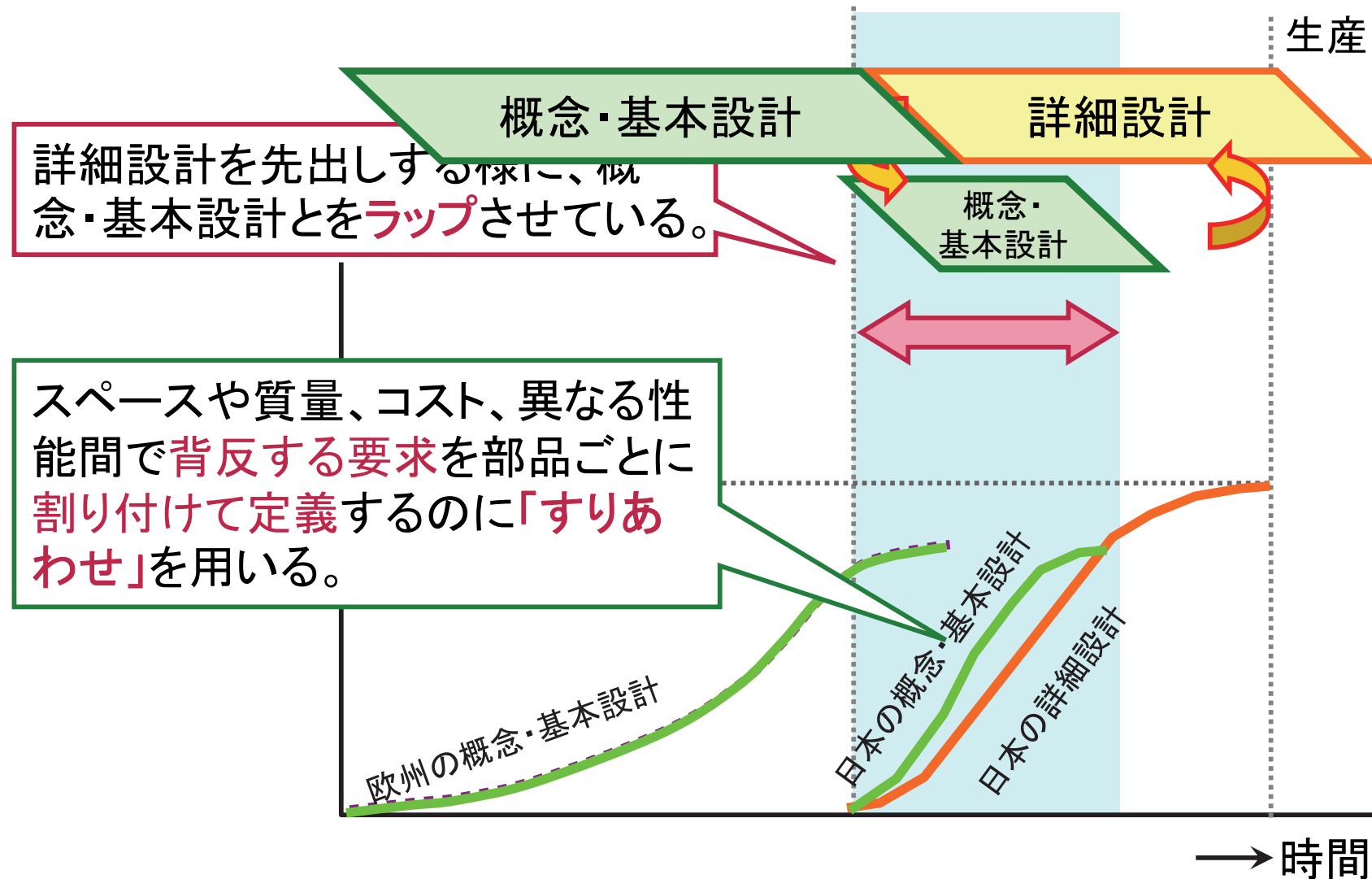


欧州の開発スタイル(計画重視スタイル)



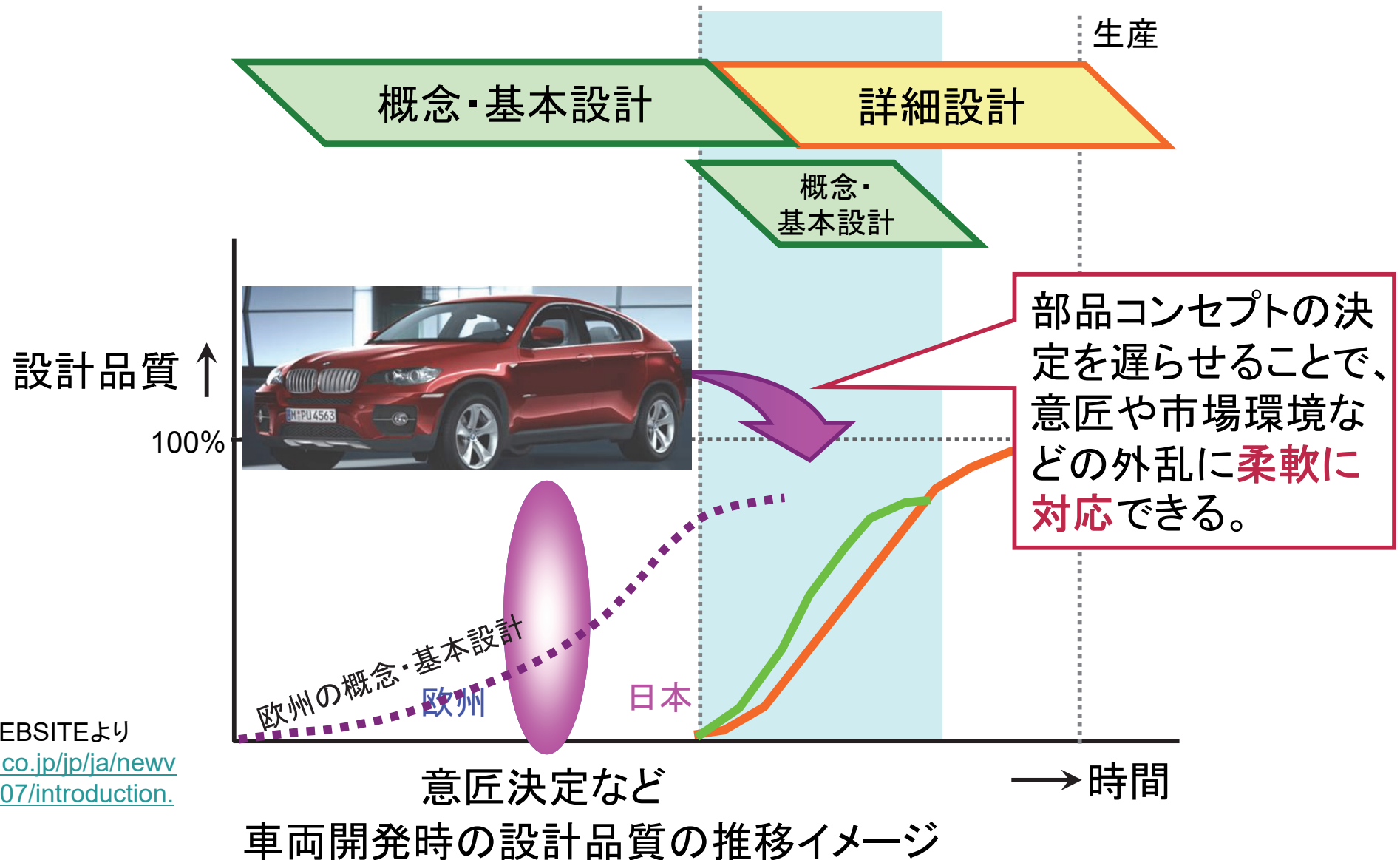
車両開発時の設計品質の推移イメージ

日本の開発スタイル(すりあわせ重視スタイル)



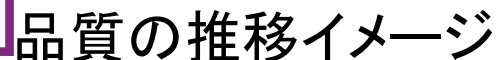
車両開発時の設計品質の推移イメージ

日本の開発スタイル(すりあわせ重視スタイル)

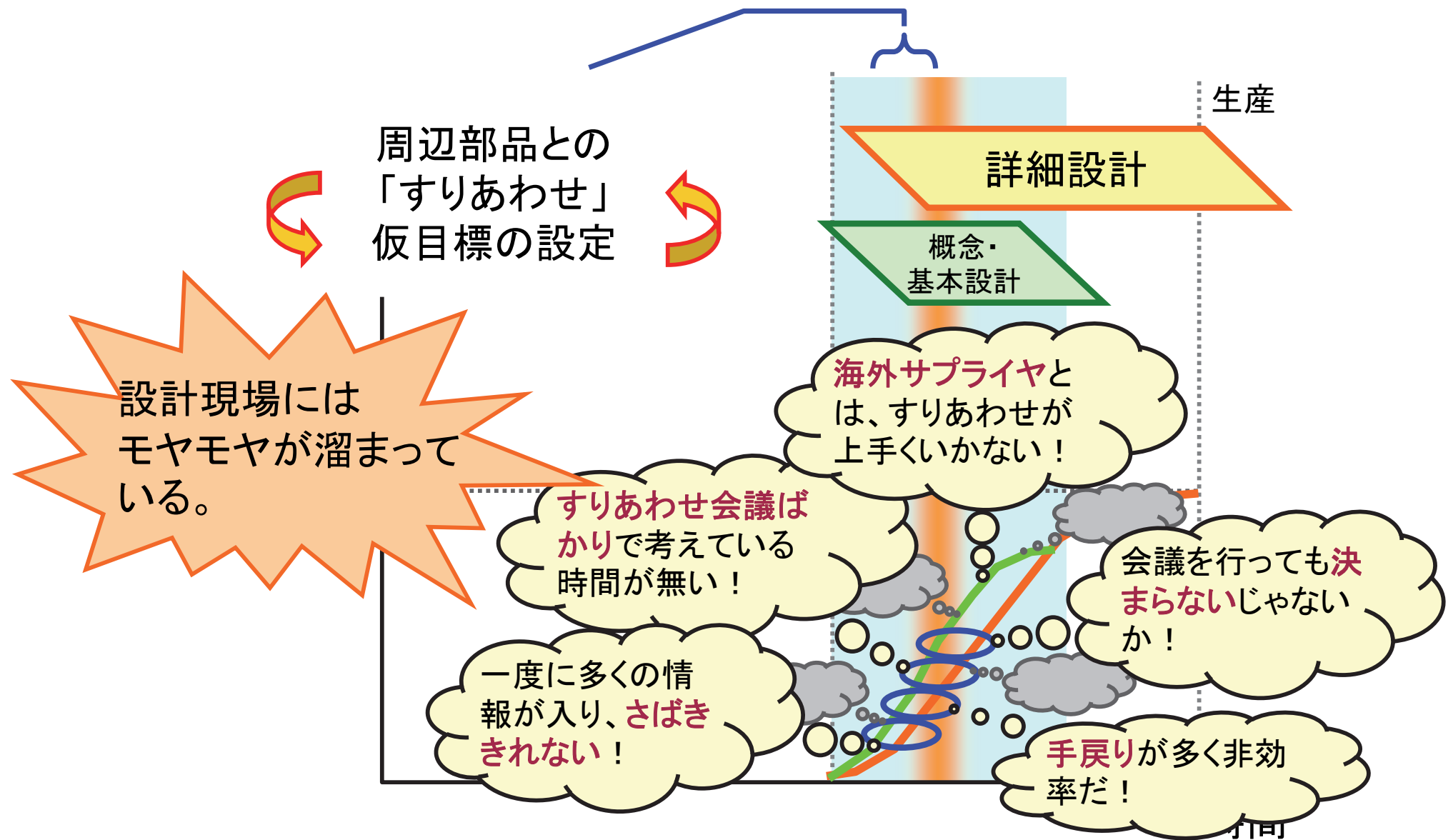


BMW JAPAN WEBSITEより
<http://www.bmw.co.jp/jp/ja/newvehicles/x6/x6/2007/introduction.html>

CADやCAE, ITインフラの整備と、すりあわせへの影響





すりあわせ重視スタイルの弊害



車両開発時の設計品質の推移イメージ

「すりあわせ」重視型開発スタイルの”強み”と”弱み”

	事象	強みを活かし、弱みを解消するには？
強み	開発期間を短縮し ・市場との時間的な距離を近づけた。 ・開発費用を圧縮できた。 ・性能・品質を向上できた。	日本の自動車開発が優位性を発揮する原動力にもなっている「すりあわせ」による効果はそのまま活かす。
弱み	・一度に多くの情報が入り、さばききれない！ ・「すりあわせ」会議ばかりで考えている時間が無い！ ・手戻りが多く非効率だ！ ・「すりあわせ」文化を持たない人達との「すりあわせ」が上手くいかない。	1日の業務の多くの時間を、「すりあわせ」のために費やしている。  「すりあわせ」作業そのものをもっとスマートにする必要がある。 「すりあわせ」そのものが通用しない。  ややオープンな開発スタイルにも対応できる「すりあわせ」ツールが必要になる。

本日の授業内容

1. 日本と欧州の設計プロセスの違い (自動車为例として)

2. さまざまな設計方法の紹介

2-1. 数理計画法(線形計画法)

2-2. ポイントベース設計

2-3. セットベース設計

----- 本日ココまで

(例)ピストンクランク機構(円盤)の設計

円盤による回転運動

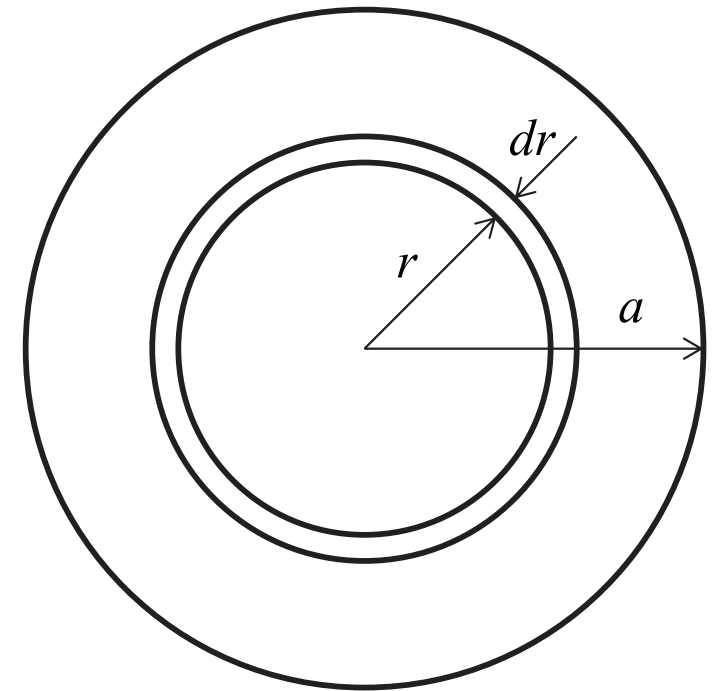
→慣性モーメントを大きく作用させられる

→いったん回転運動を始めるといつまでも回転運動を維持しようとする

慣性モーメント I

$$I = \int r^2 (\rho 2\pi r) dr$$

設計変数: 密度 ρ (材質), 半径 a



2-1. 数理計画法

性能 → 目的関数 $f(x_i)$

設計変数 → x_i (例えば, $x_1 = \rho$, $x_2 = a$)

制約条件 → $0 < \rho < \rho_{\max}$, $0 < a < a_{\max}$

➔ 制約条件下で, 目的関数 $f(x_i)$ が最大/最小
となる設計変数 x_{i0} を求める

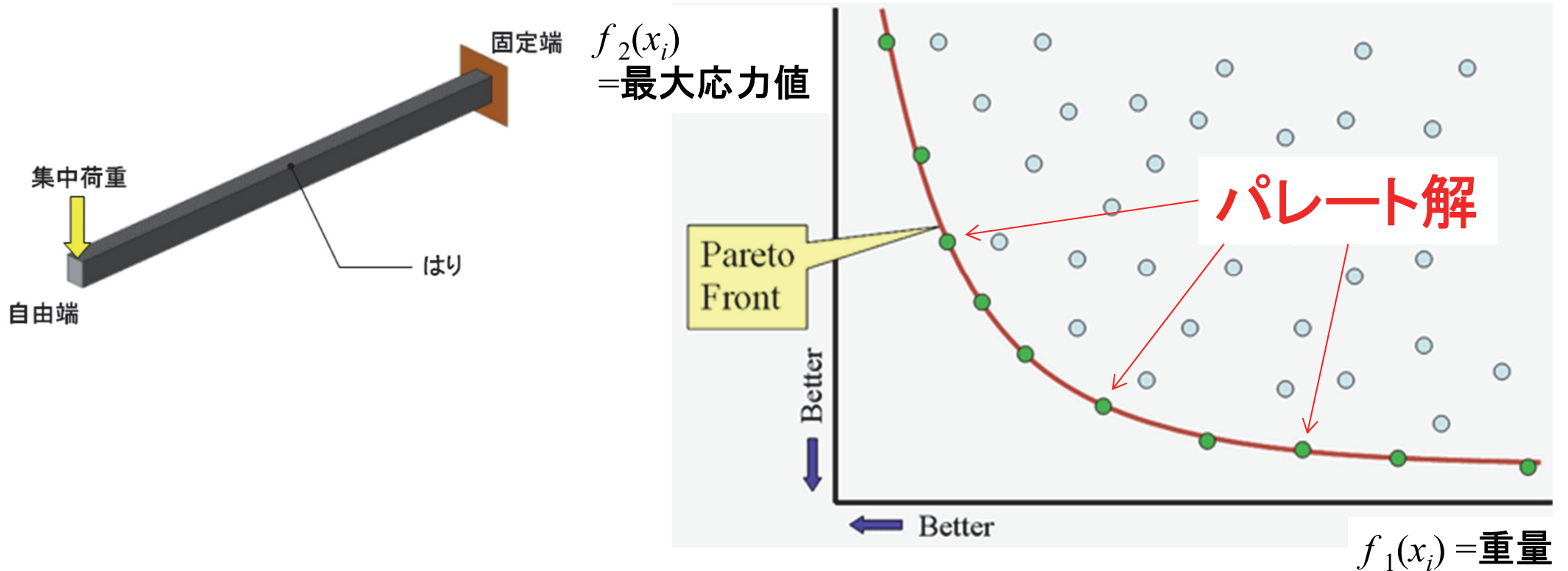
➔ 目的関数を1回微分して,

$$f'(x_i) = 0$$

となる設計変数 x_{i0} を求めればよい。

しかし, 目的関数が2つ以上になると, 問題は難しくなる!

2-1. 数理計画法(多目的設計の場合)



線形加重和

$$F = \omega_1 f_1(x) + \omega_2 f_2(x) + \dots + \omega_n f_n(x)$$

(ω_n : 性能の重み)

2-1. 数理計画法(線形計画法)[例題]

ある会社において、2種類の製品IとIIを製造している。製品IとIIの製品1kgを作るのに必要となる原料，得られる利益(万円/kg)および原料の1日あたりの最大使用量(kg)を下表に示す。これらの条件をもとに，1日の利益を最大にするためには製品IとIIをそれぞれ何kg生産すればよいか。また，そのときの利益を求めよ。

原料 \ 製品	製品		最大使用量(kg/日)
	製品 I	製品 II	
A	1	2	8
B	3	0	12
C	0	4	12
利益(万円/kg)	4	6	