

自動車V&V開発プロセス

HARDPOINTを用いた数値ベースの 要件カスケードイング手法

NVH性能要件をシーソーバランスで分割する

自動車開発における要件管理の最適化

V字モデルと検証プロセス

Left Bank（左側）= Verification（検証）

車両全体要件

システム要件

サブシステム

コンポーネント

重要な問い
レベル1→レベル2への分割方法は？

カスケードニングの課題

- 車両全体要件の科学的分割
- 数値的根拠の確保
- サブシステム間の整合性

解決策：CAEシミュレーション（RecurDyn）を用いた数値ベースの要件分割

HARDPOINTコンセプト

サブシステム境界の重要な定義点

HARDPOINTとは
ボディとパワープラントの物理的・機能的
境界点

1

明確な境界定義

2

測定・検証ポイント

3

独立開発の実現

4

インターフェース要件提供

5

シーソーの支点

シーソーバランス手法

HARDPOINTを支点とした要件配分

車体NVH
Body側の寄与

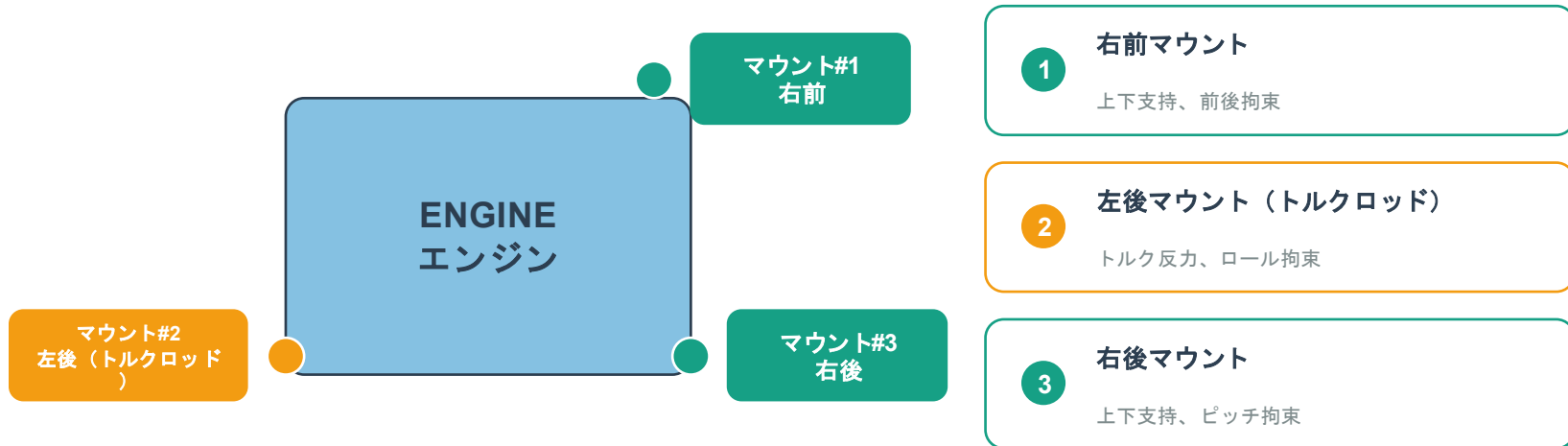
パワープラントNVH
Powerplant側の寄与

HARDPOINT
支点/Fulcrum

車両全体NVH要件（バランス点）

ケーススタディ：3点式エンジンマウント

HARDPOINT定義の実例



CAEシミュレーションプロセス

RecurDynを用いた数値ベースカスケーディング

1

上位要件定義 – 車両全体NVH性能目標

2

車両全体CAEモデル構築 – RecurDynで統合モデル作成

3

シミュレーション実行 – 各種条件での振動解析

4

HARDPOINT挙動解析 – 力・変位・周波数応答測定

5

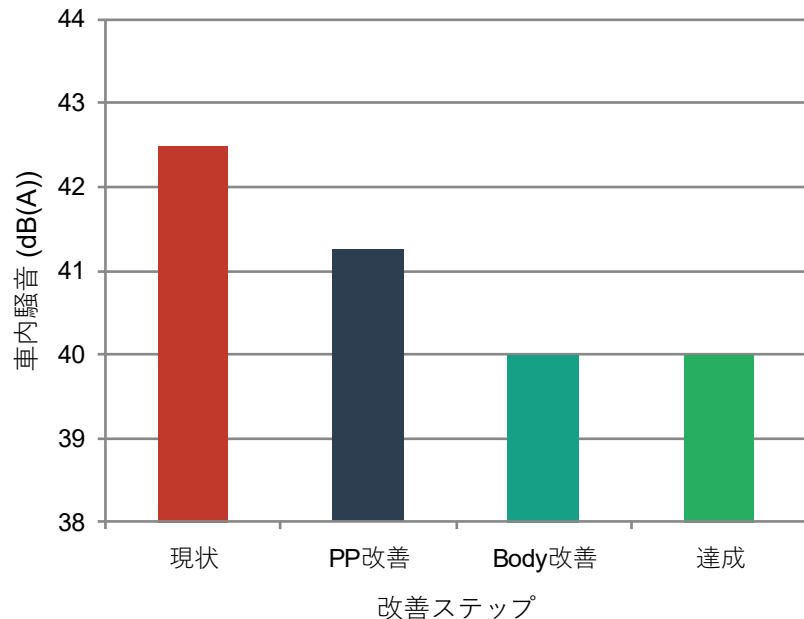
寄与度算出 – パワープラント vs ボディの定量化

6

シーソーバランスで要件配分 – 数値根拠に基づく分割

要件配分結果：バランス戦略

50/50分割による最適配分



現状（ベースライン）
42.5 dB(A)

パワープラント側：-1.25 dB

38.2 → 36.95 dB(A) at HARDPOINT

- ・バランスシャフト追加
- ・マウント剛性最適化
- ・クランク精密バランシング

ボディ側：-1.25 dB

増幅係数 +4.3 → +3.05 dB

- ・フロアパネル剛性向上
- ・ダッシュパネル制振材
- ・マウントブラケット最適化

改善後（目標達成）
40.0 dB(A) ✓

検証戦略とトレーサビリティ

各レベルでの検証方法

フェーズ1: コンポーネント検証 [1-2週]

マウント剛性特性評価・材料減衰測定

フェーズ2: サブシステム検証 [3-5週]

パワープラント試験台・ボディ構造音響試験

フェーズ3: 統合検証 [6-8週]

パワープラント組付・HARDPOINT関連チェック

フェーズ4: 車両妥当性確認 [9-12週]

半無響室試験・実路妥当性確認・顧客評価

トレーサビリティ確保

車両要件 VEH-NVH-001

↓

システム要件 PP/BD-NVH-004

↓

インターフェース IF-NVH-001～005

HARDPOINT検証が鍵
HARDPOINTで正しく統合されることを確認

まとめ：重要なポイント

HARDPOINT手法の本質

1

HARDPOINTは要件カスケードの支点

ボディとパワープラントの境界を明確に定義し、独立開発と検証ポイントを提供

2

CAEシミュレーション（RecurDyn）で数値配分

車両全体解析が寄与度データを提供し、主観的判断を物理ベース配分に置換

3

シーソーバランス手法が柔軟性を提供

複数の配分戦略が可能で、ビジネス制約に基づいて最適化できる

4

検証戦略が配分と整合

HARDPOINTレベルでサブシステム適合を証明し、車両からコンポーネントまでトレーサビリティ確保

他システムへの適用可能性： 衝突安全性、熱マネジメント、燃費、乗り心地などのエネルギー/性能配分