

# 18カ月のその先へ。

車両開発をGenerative Engineeringで革新する。

 48カ月

従来型グローバルOEM

 24カ月

中国国内 OEM

18カ月

独系中国合併  
自動車メーカー

1xカ月

Generative Engineering  
により、その先へ。

## Generative Engineeringとは

どの構造をベースに進めるかを

企画～基本設計段階で見極めるための開発手法であり、

要求から設計案生成、シミュレーション、結果解釈、次案生成までを

ひとつの学習ループとして高速探索を可能とする技術である

### Generative Geometry

大量の候補形状を生成



### Generative Simulation

シミュレーションモデルを自動生成



### Generative Awareness

解析結果からセマンティクスを抽出し  
自動レポート作成・改善案提案を実施



## Generative Engineeringがもたらす革新的な競争力

100x

設計解探索速度を高め、  
開発初期の学習密度の向上。  
10日に1案だった検討を  
1日10案に。

~50%

初期段階で筋の良いコンセプトを  
徹底検証し、軽量化・部品点数削減・  
コスト削減を実現。  
部品点数削減により  
行程削減効果の余地あり。

大量の設計候補を高速に比較し、  
「素性の良い」コンセプトを抽出



## 次の開発を、どこからGenerative Engineeringに変えるか

Nature ArchitectsはGenerative Engineeringを活用したエンジニアリングサービスで開発に貢献します



# Generative Engineering が変える車両開発

企画・コンセプト開発・要求分解・基本設計で、何を、どのように、誰と行うのか



## 後工程で問題を見つけて直す開発から、 初期に設計空間を探索し、素性の良い車両骨格を選ぶ開発へ

### 車両開発のどこに効くか



特に初期4工程で、重量・原価・性能・開発期間を左右する構造判断を高度化

### なぜ初期で使うのか

- 1. 重量・性能・コスト・期間を大きく支配する**  
初期の構造判断が
- 2. BEV/PHEV/HEVでは、車体・電池・冷却・パッケージが強く結合する**
- 3. 詳細設計前に複数案を比較できるほど、手戻りと開発リスクを減らせる**

### 4つの開発フェーズでのGenerative Engineering

1. 企画	2. コンセプト開発	3. 要求分解	4. 基本設計
<b>何を</b> 経営・商品要求を、構造探索可能な技術課題へ変換する	<b>何を</b> 複数の車両骨格・構造アーキテクチャ案を生成し、比較する	<b>何を</b> 車両要求を、コンポーネント要求・目的・制約へ落とし込む	<b>何を</b> 断面・板厚・材料・接合・製造性まで具体化し、推奨案を収束する
<b>どのように</b> ・市場・競合・ベンチマークを整理 ・車両アーキテクチャ仮説を構築 ・GEを適用すべきテーマを設定 ・PoC スコープを定義	<b>どのように</b> ・設計空間を定義 ・様々な構造案を構築 ・モデル構築 / コンボ解析 / 必要に応じフルカー確認 ・結果を次案へフィードバック	<b>どのように</b> ・機能分解と機能配分 ・荷重経路と役割分担を定義 ・要求配分案を複数比較 ・トレードオフを可視化	<b>どのように</b> ・パラメトリック基本設計モデルを構築 ・多数案を生成・解析 ・重量 / 性能 / コスト / 成形性を評価 ・詳細設計へつながら推奨案を抽出
<b>誰と</b> 商品企画 / 技術企画 / 経営企画 / 車体責任者	<b>誰と</b> 車体設計 / 電池パック設計 / パッケージ設計 / 生産技術	<b>誰と</b> 性能統括 / 衝突 / 強度 / NV / 熱 / バッテリー / 生産技術	<b>誰と</b> 部品設計 / 性能評価 / 生産技術 / 金型 / 調達 / 品質
<b>主な成果物</b> 探索テーマ、構造仮説、検討範囲、期待効果仮説	<b>主な成果物</b> コンセプトの構造と性能概観、パッケージ案、比較結果	<b>主な成果物</b> コンボ要求、目的開数、制約条件、設計案とトレードオフマップ	<b>主な成果物</b> 推奨基本形状、主要諸元、材料・板厚方針、製造性リスク、次工程論点

### Generative Engineering を支える3つの要素

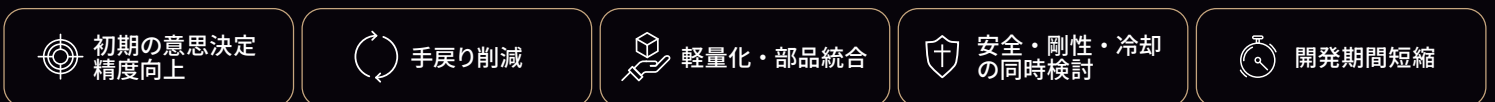


### Generative Engineering を活用した協業の基本的な進め方

- 1. Theme Definition**  
開発課題・要求・制約を整理  
・課題・背景整理  
・要求・制約の明確化  
・成功指標の設定
- 2. Design Space Building**  
設計変数を定義し、構造案を生成  
・設計変数・範囲を定義  
・Generative Geometry で案生成
- 3. Simulation & Trade-off**  
性能・重量・原価・製造性を比較  
・詳細解析・検証  
・マルチ指標の比較  
・トレードオフ可視化
- 4. Recommendation**  
推奨案・リスク・次フェーズ方針を提示  
・推奨案の提示  
・リスク・不確かさの整理  
・次フェーズ計画の提案

Nature Architects は Generative Engineering を活用したエンジニアリングサービスとして伴走

### 期待される価値



Generative Engineering は、決めた案を検証するための CAE ではなく、  
どの構造をベースに進めるかを、企画～基本設計段階で見極めるための開発手法である

# Generative Engineeringで切り拓く 次世代 Cell to Body (CTB) 構造

パッケージ・安全性・電池パック性能を同時に成立させ、BEVのコスト・品質・スピードに競争優位をもたらす

CTBが  
経営にもたらす価値




**商品価値向上**  
フルフラット化により  
室内空間の自由度を向上

**安全性向上**  
どの位置へのポール側突でも  
バッテリーを守る構造

**低コスト化**  
冷却・弾性・クロス機能の  
一体化で部品点数を削減

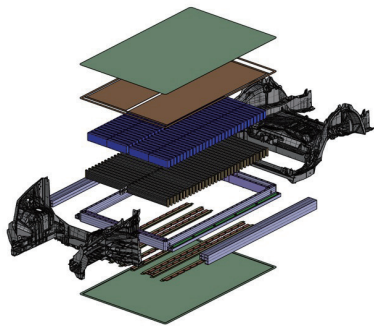
**開発高速化**  
Generative Engineeringにより  
複数案を早期に比較・検証

## Generative Engineering × CTB

- Generative Geometry**  CTB 構造案を広く生成
- Generative Simulation**  衝突・冷却・構造成立性を検証
- Generative Awareness**  結果を読み取り、次の設計案へ迅速に接続

複数機能が一体化する CTB は、設計自由度と設計難易度が同時に高まる。Generative Engineering はその探索と判断を支える。

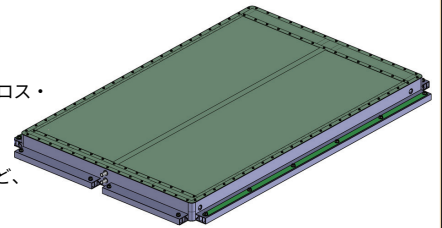
## Cell to bodyコンセプト



- フルフラット**  
クロスをなくし、車内空間の自由度を向上
- 側突 Any Position**  
どのポジションへのポール側突からも  
バッテリーを守る
- 一体化**  
冷却・セル間弾性・荷重支持機能を  
一体化し、部品点数を削減

## フルフラットフロアでパッケージ最大化

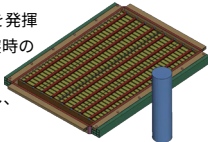
- セル間部材に側突荷重支持機能を一体化
- アッパーカバー上のシートクロス・センタークロスがなくても衝突安全性能を成立可能
- 商用車や完全自動運転車など、シート設置自由度が重要な用途にも対応可能



車内空間価値を高めるクロスレス構造

## ポール側突 Any Position 対応

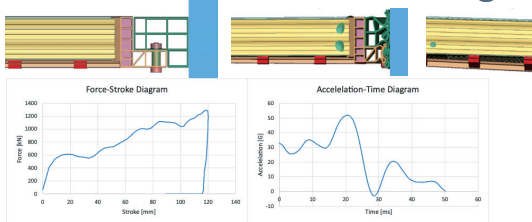
- ポール側突時、セル間部材が軸力を発揮
- 中央に冷却管を配置することで側突時の冷却水漏れを防止
- 車両全体の運動エネルギーを吸収し、バッテリーと乗員を保護



どの場所にもポールが来ても  
1300kNを超える超高耐力でセルを守る構造を実現

ベンチマークとした BYD Seal や Tesla Model Y はクロス部で 800kN の耐力クロス間では未達

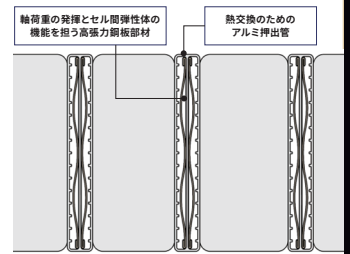
省ストロークでバッテリー侵入が止まり、セルの積載効率を高めることが可能



Strength (BYD Seal & Tesla Model Y)

## 一体化構造

- 冷却・弾性体・側突荷重支持機能をセル間部材に統合
- アルミ押出材の管内に超高張力鋼板を配置
- セルを側面から冷却し、高速充電に対応
- セル間弾性体として大ストローク・高反力特性により高エネルギー密度セルを搭載可能
- 軸部材がセルで挟まれることでオILER座屈を防止し、側突に対し超高耐力を実現



部品統合により低コスト化、大パッケージ化を実現

## ベンチマークとの性能比較

高エネルギー密度のセルを搭載可能な構造によって、ベンチマークと比較してパックエネルギー密度を実現

	NA コンセプト	SU7 max(2024)	Jaguar I-Pace(2018)
セルサプライヤ	PPES 製高エネルギー密度セルを想定	CATL	LG Chem
重量 [kg]	637(607+BCU30)	645.8	610
バッテリー容量 [kWh]	101	101	90
パックエネルギー密度 [Wh/kg]	159	156	148
航続距離 [km]	SU7 と同等	800 (CLTC)	448 (WLTP)
バッテリーサイズ (l w h) [mm]	2260 x 1508 x 138	N/A	2250 x 1450 x 150
高速充電	SU7 と同等	4C	-

## Why Nature Architects

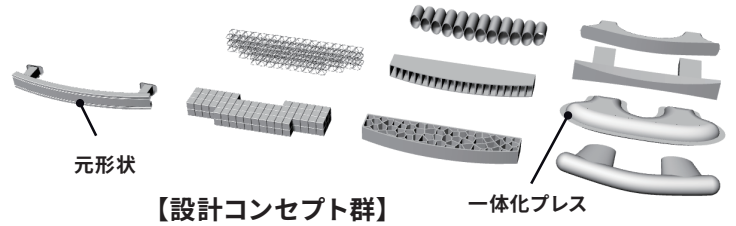
Nature Architectsは、Generative Geometry・Generative Simulation・Generative Awarenessを通じて、複雑な統合設計テーマに対し、構造案生成・性能検証・設計判断を一気通貫で支援します。

設計空間を探索し、BEVの勝ち筋を早期に見つける

# バンパーとクラッシュボックス機能を持つ 一体化プレス構造の設計

## ◆ コンセプトのアイデア検討

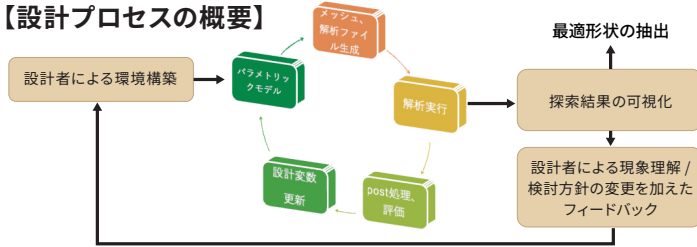
既存車のフルカーモデルを対象とし、リア MDB 衝突試験の数値解析を実施した。既存車のリアバンパーとクラッシュボックスの機能、性能を維持したまま、質量削減の見込みのある設計コンセプトを模索した。列挙したコンセプト群の中から、部品点数の削減、および軽量化の可能性が高い『一体化プレス構造』を選択し、設計検討を行うこととした。



## ◆ Generative Engineering

エンジニアがコンセプトに基づく具体的な形状をパラメトリックに表現する CAD モデルを作成。弊社の設計環境 (Generative Engineering) において、設計パラメータに基づく形状生成～解析結果の数値評価までを自動化し、大量の数値解析の結果から最適形状を抽出する。大量の形状評価を高速に実行するための適切な解析セットアップ (コンポ衝突モデル) を使用している。

### 【設計プロセスの概要】



### 【コンポ衝突モデル】

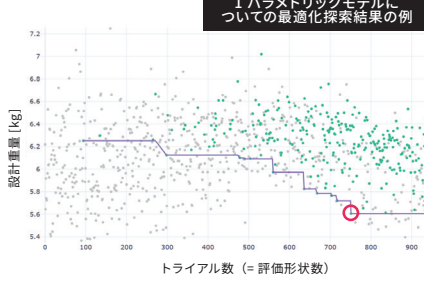
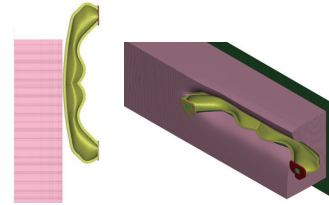
- MDB のアルミハニカムをソリッド要素でモデル化
- 壁反力 FS, EA, internal energy の3要素でベンチマーク同等の性能を実現

### 【形状探索】

最適化アルゴリズムを使用し、以下のような目的関数と設計制約下で探索

- 目的関数：質量最小化  
設計制約：設計空間  
EA 量, IE 量  
最大反力

制約を満たす質量最小形状を抽出した。



## ◆ Generative Engineering による高速検討

上記の最適化探索と、設計者によるパラメトリックモデルや探索条件へのフィードバック、さらに適宜フルカー解析とコンポ解析のコリレーションを取りながら、狙いの性能 / 変形モード / 重量を満たす設計モデルを探索し、最適化形状を導いた。

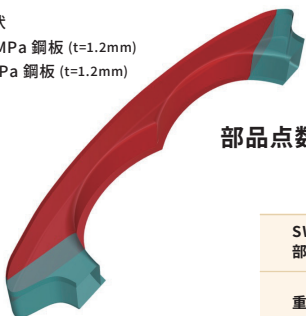
Modelers	Benchmark	Ga-Series 上下対象形状のプレス部品を中央で溶接するモデル 剛壁に対しては有効だが、ハニカムを対象とした際の面圧分散能力が低い			Gb-Series 非対象プレス部品を角で溶接するモデル 同じく剛壁に対しては有効だが、ハニカムを対象とした際にEA量とパンパ/Bを再立させるのが困難				Gc-Series Gbをベースにアーワードブランクを採用し、材料強度差を設けた最終モデル Solidハニカム
		剛壁	Solidハニカム	質量, 設計領域	EA量, 設計領域	質量, パンパ/B, 設計領域	EA量, 設計領域	質量, EA量, 設計領域	
コンポ解析バリエーション 目的関数 制約条件 最適化形状個体No.	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
形状									
板厚 [mm]	-	7.2	1.3	1.3	1.4	1.3	-	1.3	1.5
重量 [kg]	-	5.6	5.5	7.0	7.0	6.0	-	7.0	6.4
コンポモデル解析									
フルカーモデル解析 (対象部品周辺のみ可視化)									
軽量化	基準	◎	◎	△	△	◎	×	○	△
コンポ評価	基準	○	○	△	△	○	×	○	○
フルカー評価	基準	×	△	△	△	△	×	△	△

全く新しい構造のコンセプトを、約2か月の開発スパンで達成

## ◆ 最適化形状の評価結果

コンポ解析で最適化した形状について、フルカー解析を行い既存車同等の性能を有することを確認した。

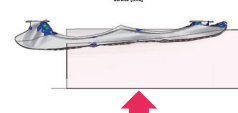
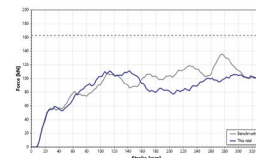
最適化形状  
赤：1470MPa 鋼板 (t=1.2mm)  
青：590MPa 鋼板 (t=1.2mm)



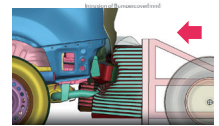
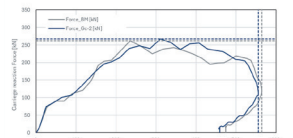
部品点数の削減と共に軽量化も達成

	Benchmark 既成車	新設計
SW 溶接前 部品点数	9 点	2 点
重量 [kg]	7.4	6.4

### コンポ解析での比較 (同等 FS 波形を達成)



### フルカー解析での比較 (同等の最大反力および侵入量を達成)



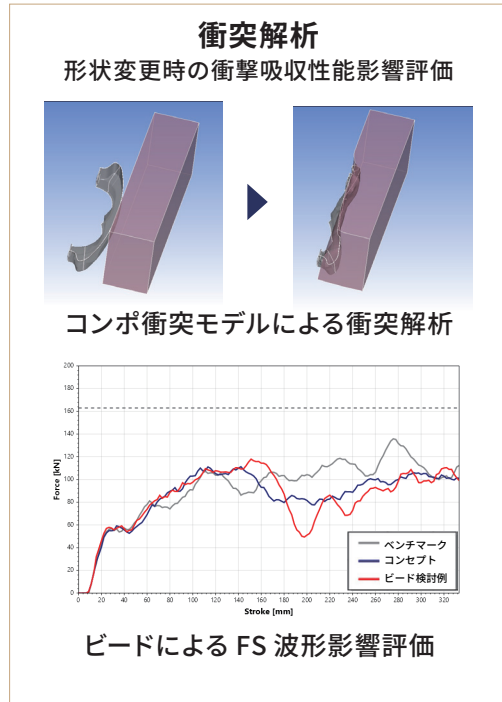
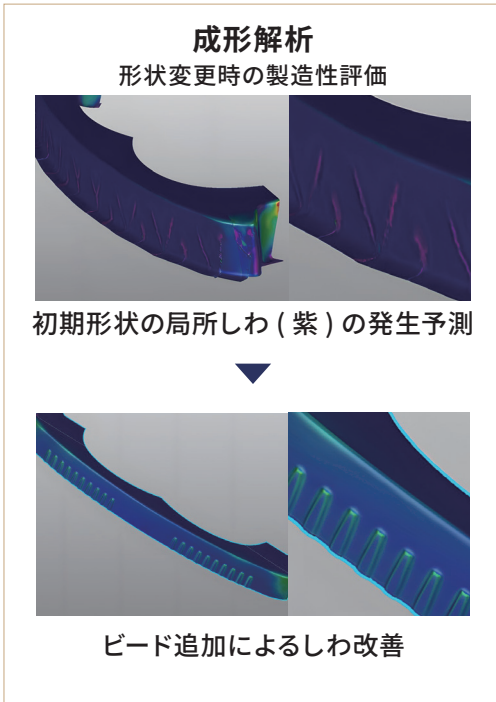
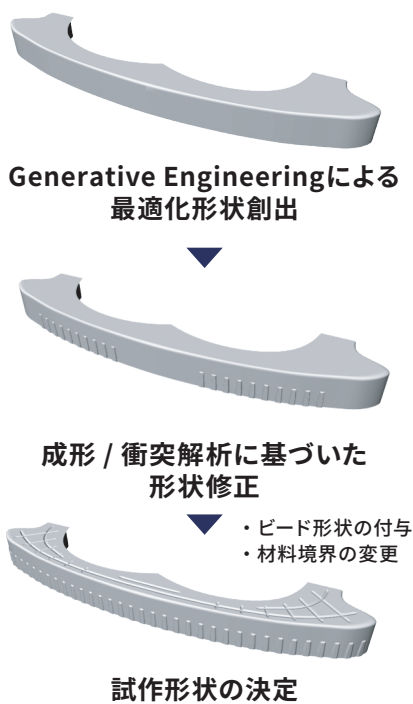
# バンパーとクラッシュボックス機能を持つ 一体化プレス構造の製作



NATURE ARCHITECTS

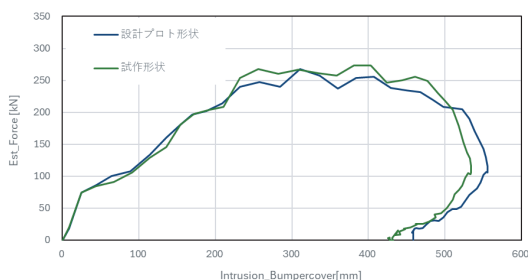
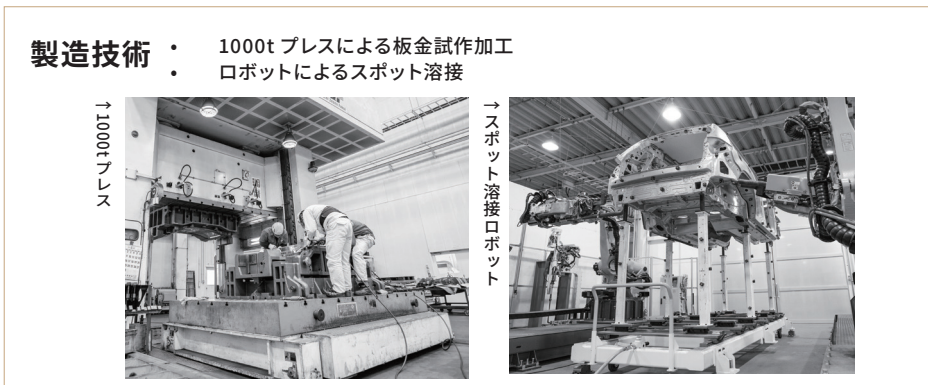
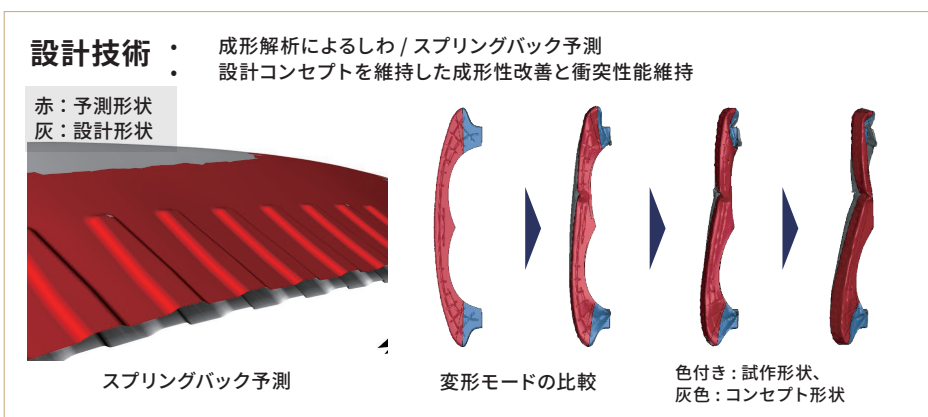
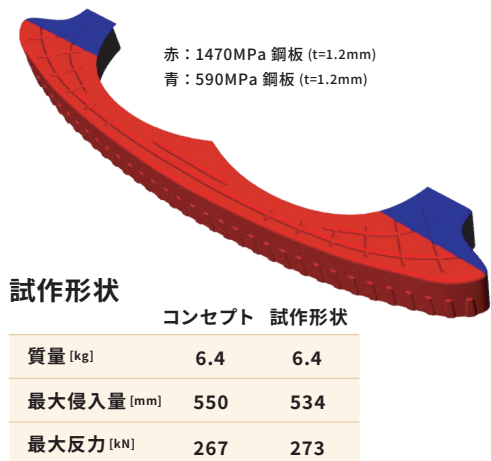
## ◆ コンセプトと製造性の両立に向けた設計プロセス

最適化形状を初期形状として、成形性および衝突性能の両面から評価を行った。Nature Architects での衝突解析、株式会社浅野での成形解析のフィードバックを形状に反映することによって、設計コンセプトを維持しながら、製造可能な形状を実現した。



## ◆ コンセプトと製造性の両立を実現した形状の試作

上記プロセスを通じて得られた再設計形状について、浅野にて試作を実施した。  
解析評価により、試作形状は最適化形状と同等の衝撃吸収性能および変形モードを示すことを確認した。



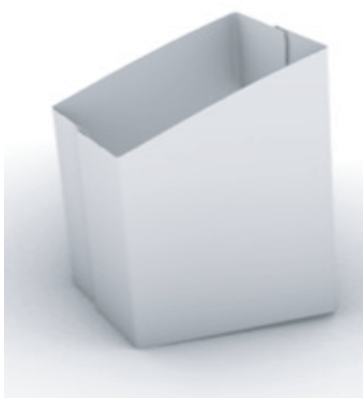
# 革新的な衝撃吸収部材への取り組み

Generative Engineering × 高い生産技術で革新的構造を実現



NATURE ARCHITECTS

## ◆ Generative Engineering による革新クラッシュボックス構造の開発



矩形(ベンチマーク)



ダイヤモンドパターン①



ダイヤモンドパターン②

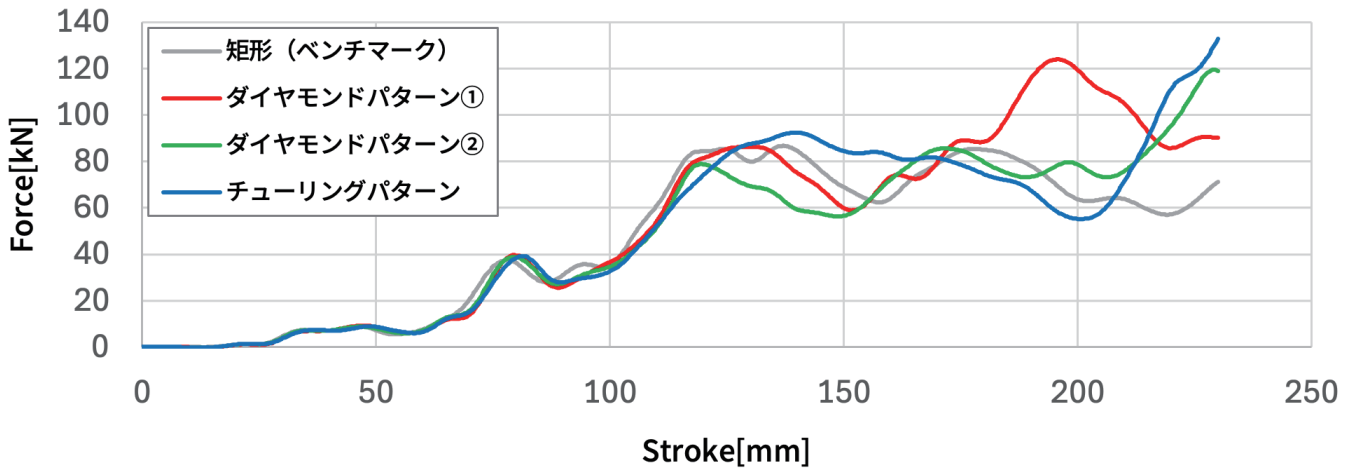


チューリングパターン

ダイヤモンドパターン(折紙工学)やチューリングパターン(生体模倣構造)を元に  
衝撃吸収効率の高いクラッシュボックスを検討。

## ◆ 各形状で単純な矩形断面を上回るEA量(CAE解析)

荷重 - 変位 (FS) 特性, フルラップ前突時

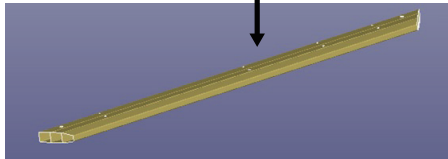
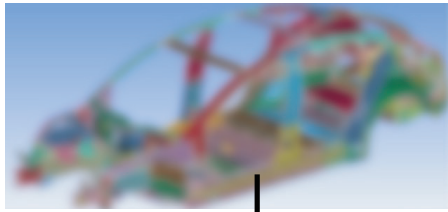


性能	矩形 (ベンチマーク)	ダイヤモンド パターン①	ダイヤモンド パターン②	チューリング パターン
EA量 [kJ]	10.6	12.2	10.9	11.4
質量 [kg]	0.78	0.86	0.77	0.71
EA量 / 質量 [kJ/kg]	13.8	14.1	14.2	16.0
最適化計算	—	200ケース / 1.1日	500ケース / 1.8日	

# 超高速開発・超軽量化 (ポール側突)

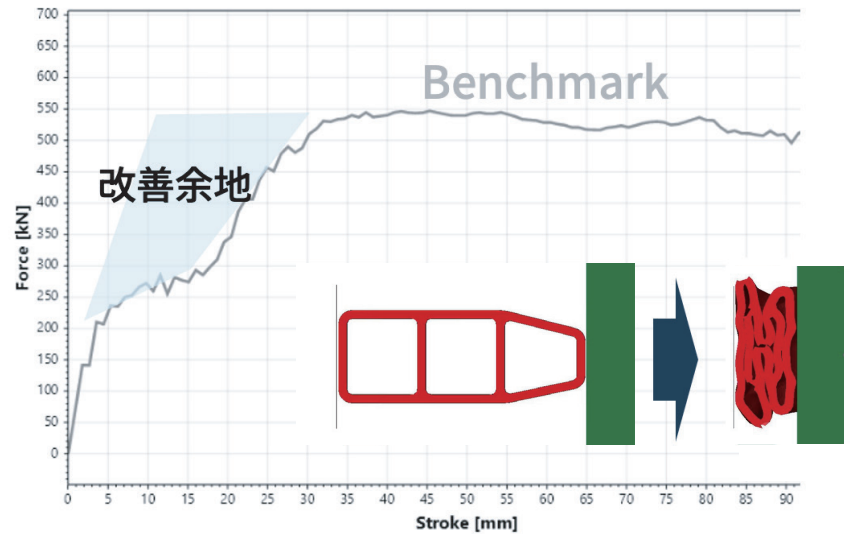
市販車をベンチマークとしてサイドシルレインフォースの軽量化を実現

## ◆ ベンチマーク車両



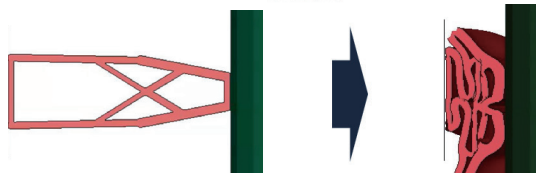
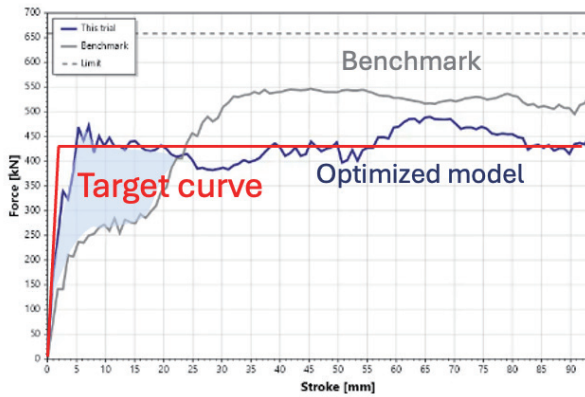
サイドシルレインフォース

## ◆ Force-Stroke カーブ



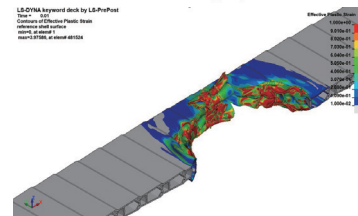
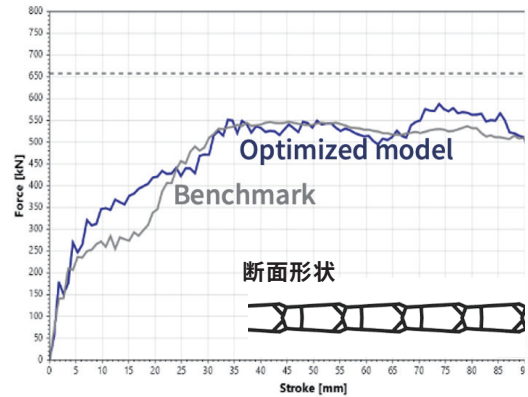
# Generative Engineering を活用して超高速最適化

## ◆ 検討 A : EA同等かつ最大反力最小化 (車両前後方向押し出し)



ベンチマーク

## ◆ 検討 B : EA同等かつ質量最小化 (車両横方向押し出し)



検討 A

検討 B

重量 [kg]	35.8kg	-4% (-1.4kg)	<b>-51% (-18.2kg)</b>
最大反力 [kN]	547.1kN	<b>-7% (-40kN)</b>	+7% (+41kN)
EA量 [kJ]	40.9kJ	+5%	+5%
最適化計算	—	2,800回/0.6日	740回/8.5日

# N NATURE ARCHITECTS

コーポレートサイトはこちら  
<https://nature-architects.com/>

