

非線形領域の最適化手法

GRM Consulting株式会社

Mail : info@grm-consulting.co.jp

Tell : 050-8880-1500

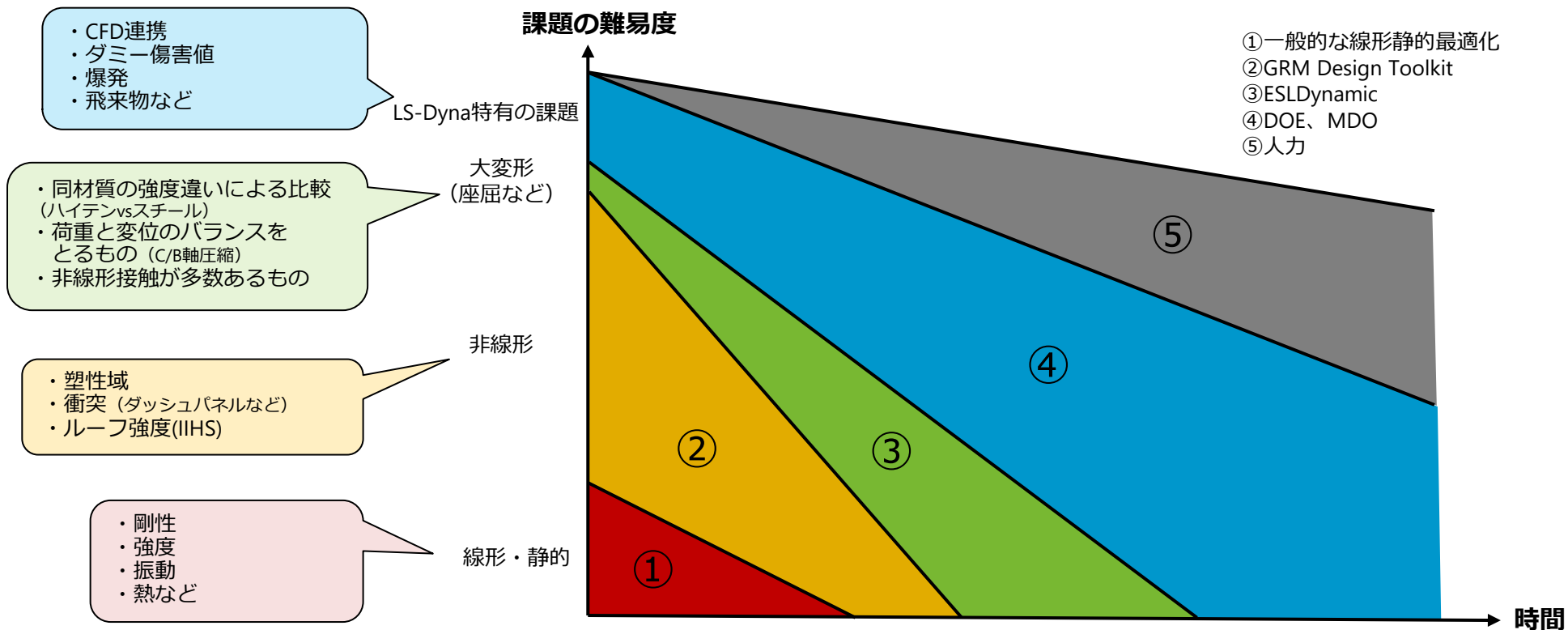


はじめに

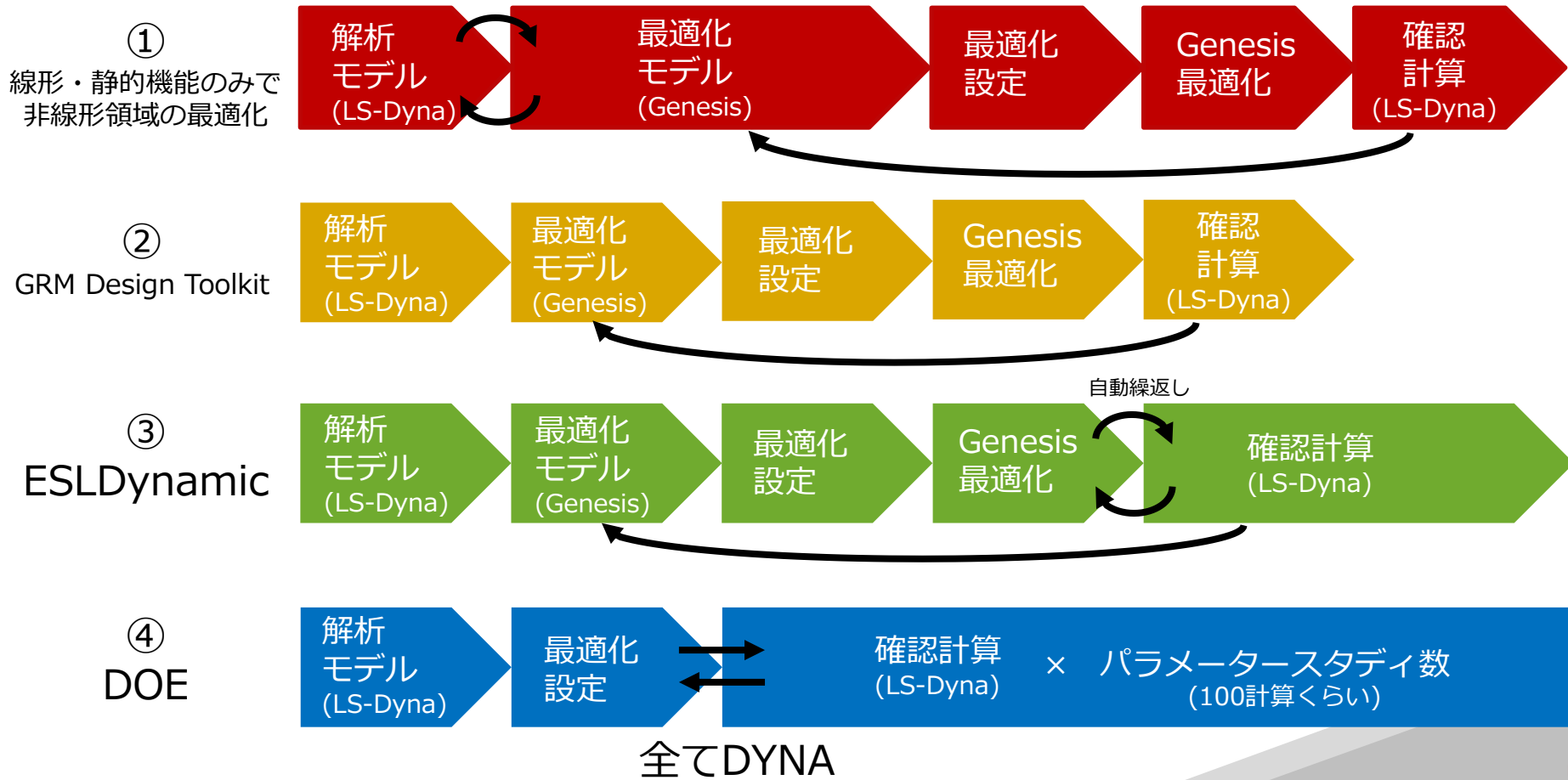
- GRM Consultingでは主に以下の3種類の方法で衝突などの非線形領域の最適化を実施している。
 - DOE最適化 (Design of Experiments)
 - ESLDynamicmic (LS-DynaとGenesisを組み合わせるプラグイン)
 - GRM Design Toolkit (LS-DynaとGenesisを組み合わせるGRM製プラグイン)

Benefit

- 非線形領域まで最適化を使用することにより、大きな工数削減効果が発生する。



各最適化手法のフロー比較



最適化フローの比較 ①vs②

①
線形・静的機能のみで
非線形領域の最適化



- 【作業者タスク】
- 線形モデルに作り替え
(拘束やコンタクト、不要部品の廃止など)
 - LS-Dynaから線形荷重へ置き換え
 - Dyna⇔Genでの整合性確認

- 【作業者タスク】
- 目的関数
 - 制約条件
 - 設計変数
 - その他設定

- 【作業者タスク】
- 数ケースパラスタ
 - 計算式作成
 - 最適解導出
 - 必要に応じて設定変更して再計算

やってやれないことはない。
ココを自動化しているのがGDTです。

②
GRM Design Toolkit



- 【作業者タスク】
- Dyna⇔Genでの整合性確認
- 【ソルバータスク】
- 線形モデルに作り替え
(拘束やコンタクト、不要部品の廃止など)
 - LS-Dynaから線形荷重へ置き換え

- 【作業者タスク】
- 目的関数
 - 制約条件
 - 設計変数
 - その他設定

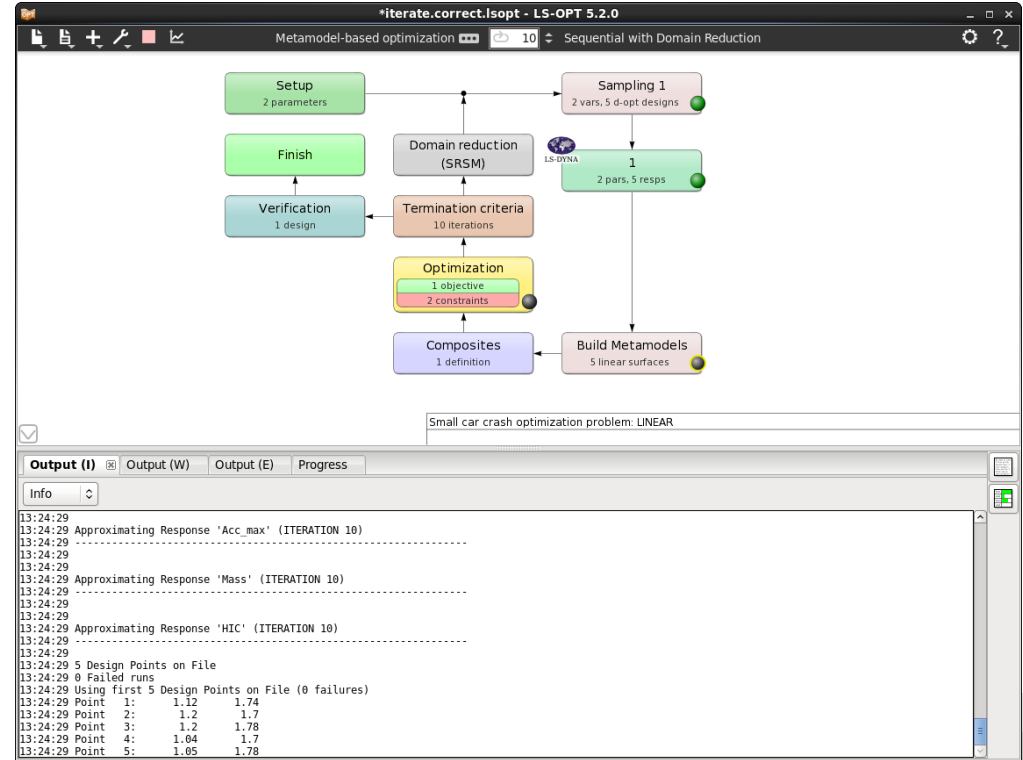
- 【作業者タスク】
- 必要に応じて設定変更して再計算

すごい回数やり直すことになります

1. DOE最適化

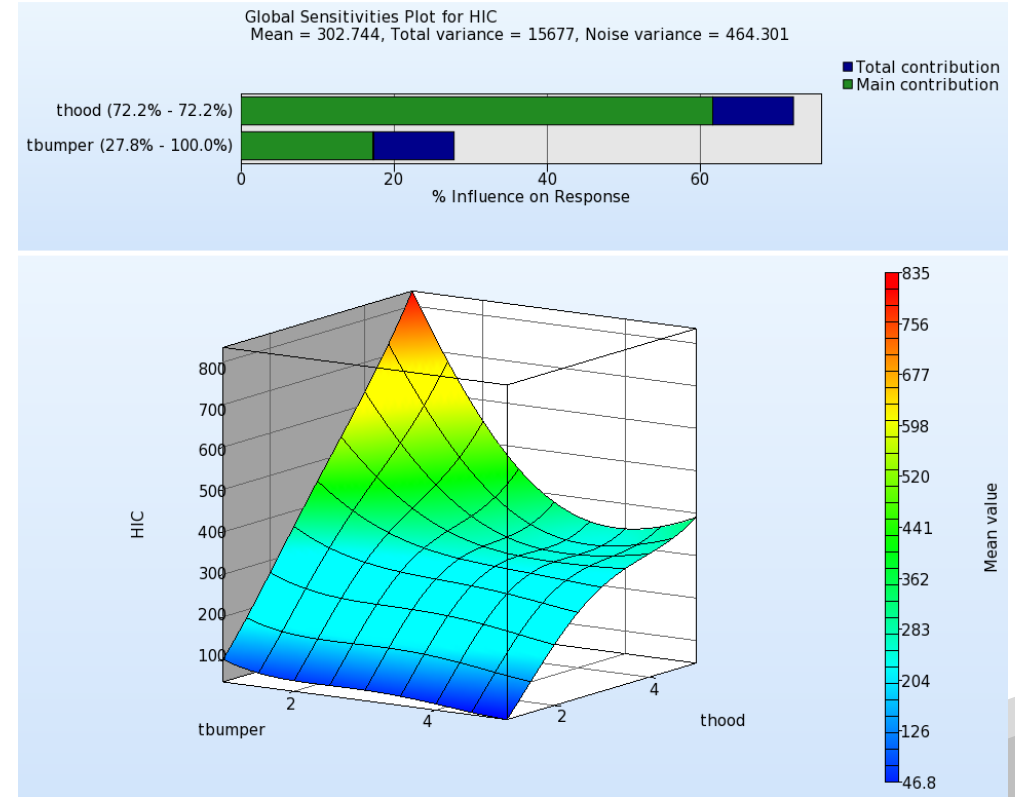
DOEについて

- 事前に設定したパラメーター（侵入量、断面荷重、ダミー障害値など）に対して設計変数を指定し、それぞれの変更に対する感度を確認することが可能。
- 右図のフローチャートのようにLS-OPTで設定する。



DOEについて

- 指定された設計変数をLS-OPT内で自動でモデルアップデートする。
- LS-OPTが右図のような応答曲線を作成するため、どのような変更をするとどのくらいの影響があるのかが理解しやすい。



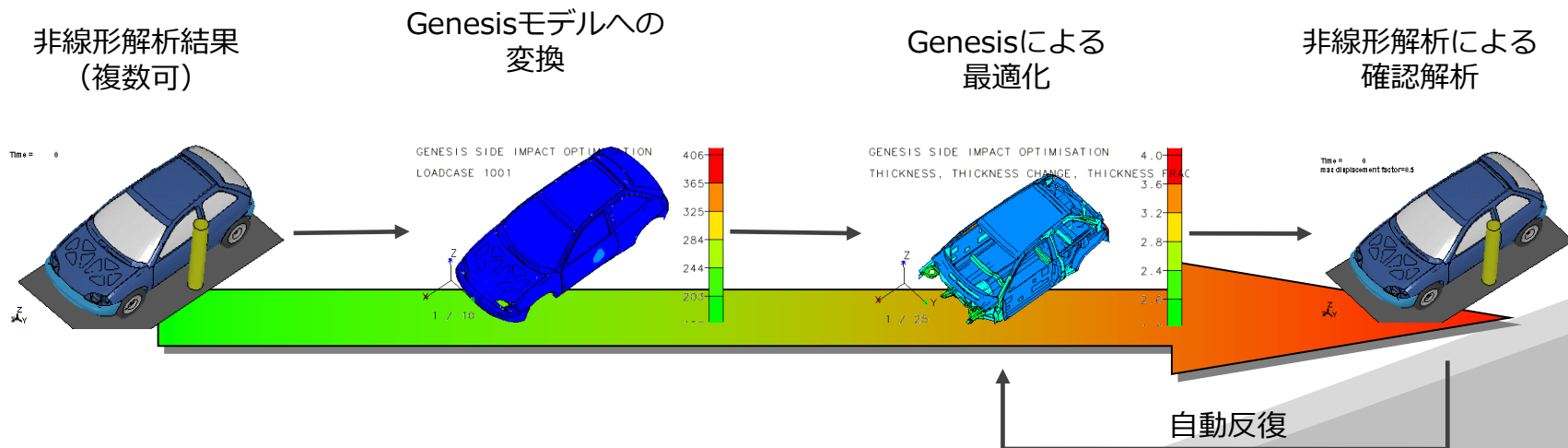
DOEについて

- 生成された応答曲線からLS-OPTが最適な組み合わせを判断し、性能目標に満足した設計にすることができる。
- LS-Dynaのモデルを使用して衝突の目標値を満たすことが可能。
- それぞれの変数に対する感度が把握できるため、ロバスト性の高い設計にすることも可能。

2. ESLDynamicによる最適化

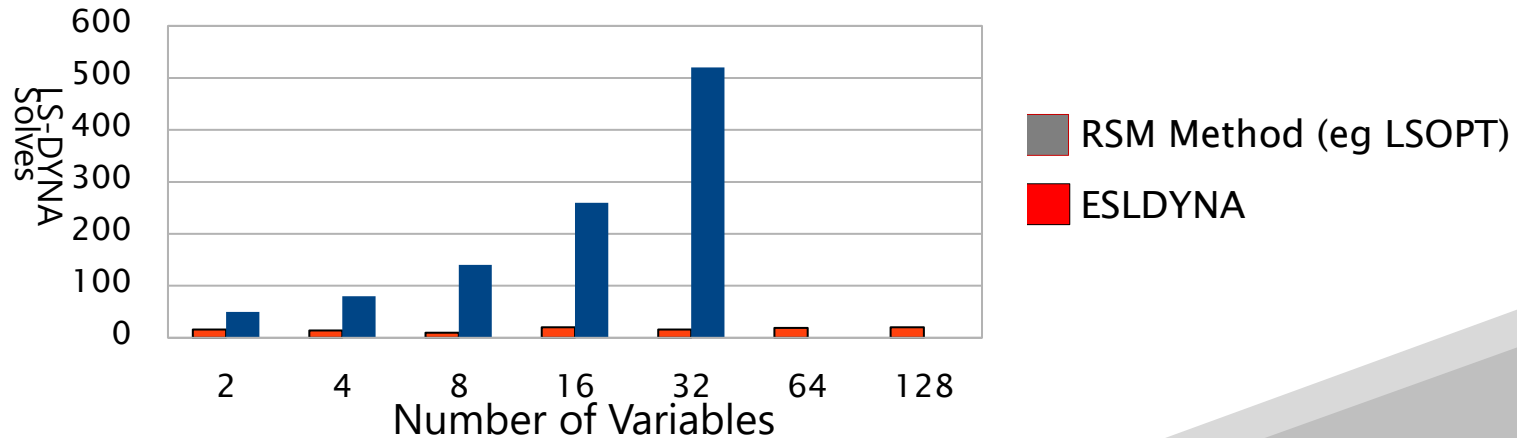
ESLDynamicについて

- Genesisソルバーを使用した非線形領域の最適化手法
- Genesisの最適化結果からLS-Dynaモデルを自動でアップデートしながら最適化を実行する。
- LS-Dyna→Genesis→LS-Dyna→Genesis→・・・の繰り返しを自動で実行。



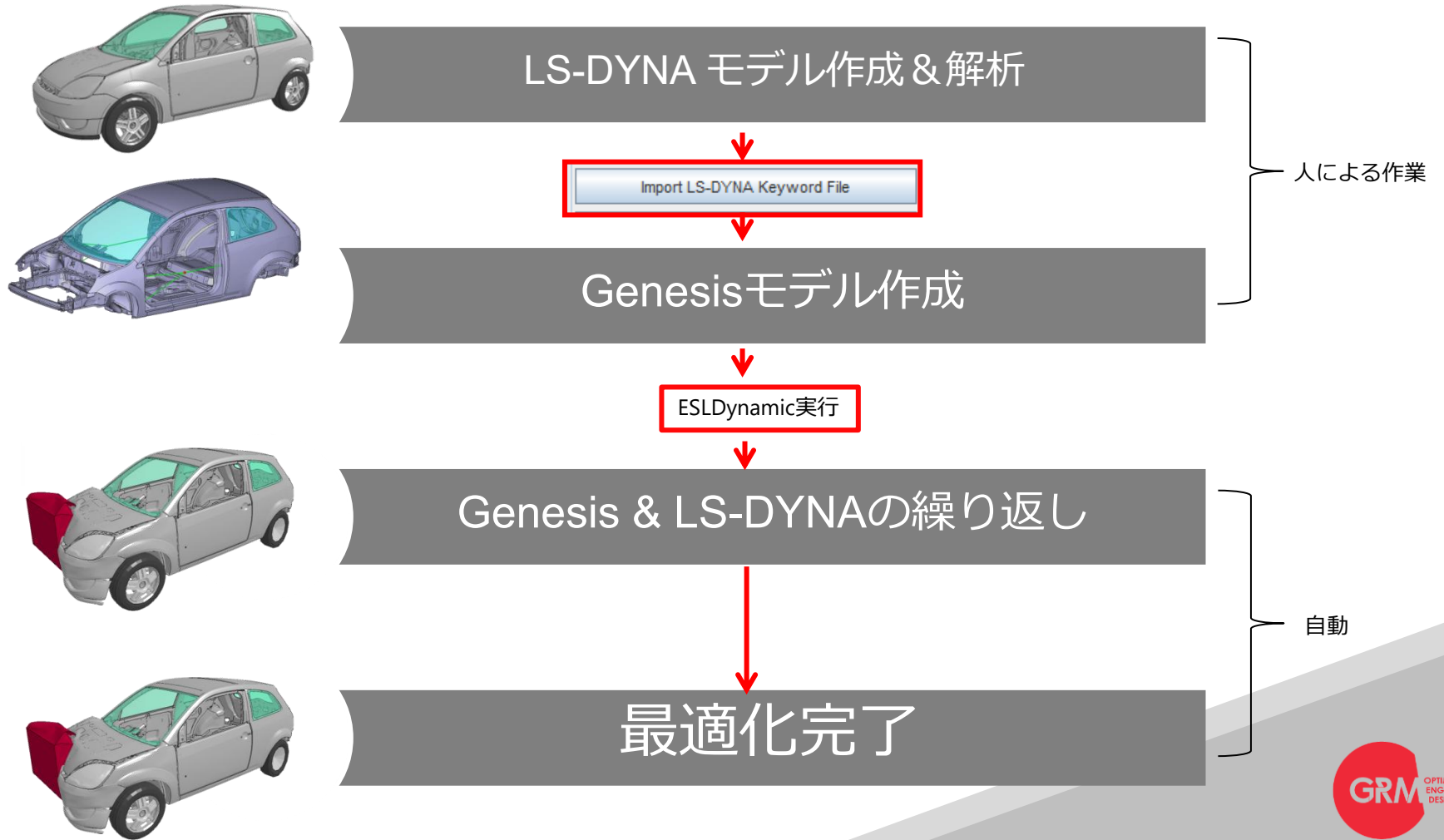
Benefits of ESL DYNA

- 複数の非線形/線形の荷重条件に対し、一つの解析モデルで最適化を実行可能。
- LS-Dynaによる確認回数が少ないため、DOE手法に比べて早く最適化ができる。
- LS-Dynaモデルと解析結果、Genesisモデルを作成するだけで実行可能。
- 数千の設計変数に対し、サイジング・トポメトリー・トポグラフィ・(トポロジー最適化)を使用できる。
- NVHや剛性評定を荷重条件に加えて同時に最適化が可能。
- 接触拘束も考慮可能。
- 最適化開始からは自動で計算されるため、バックグラウンドでの計算が可能。

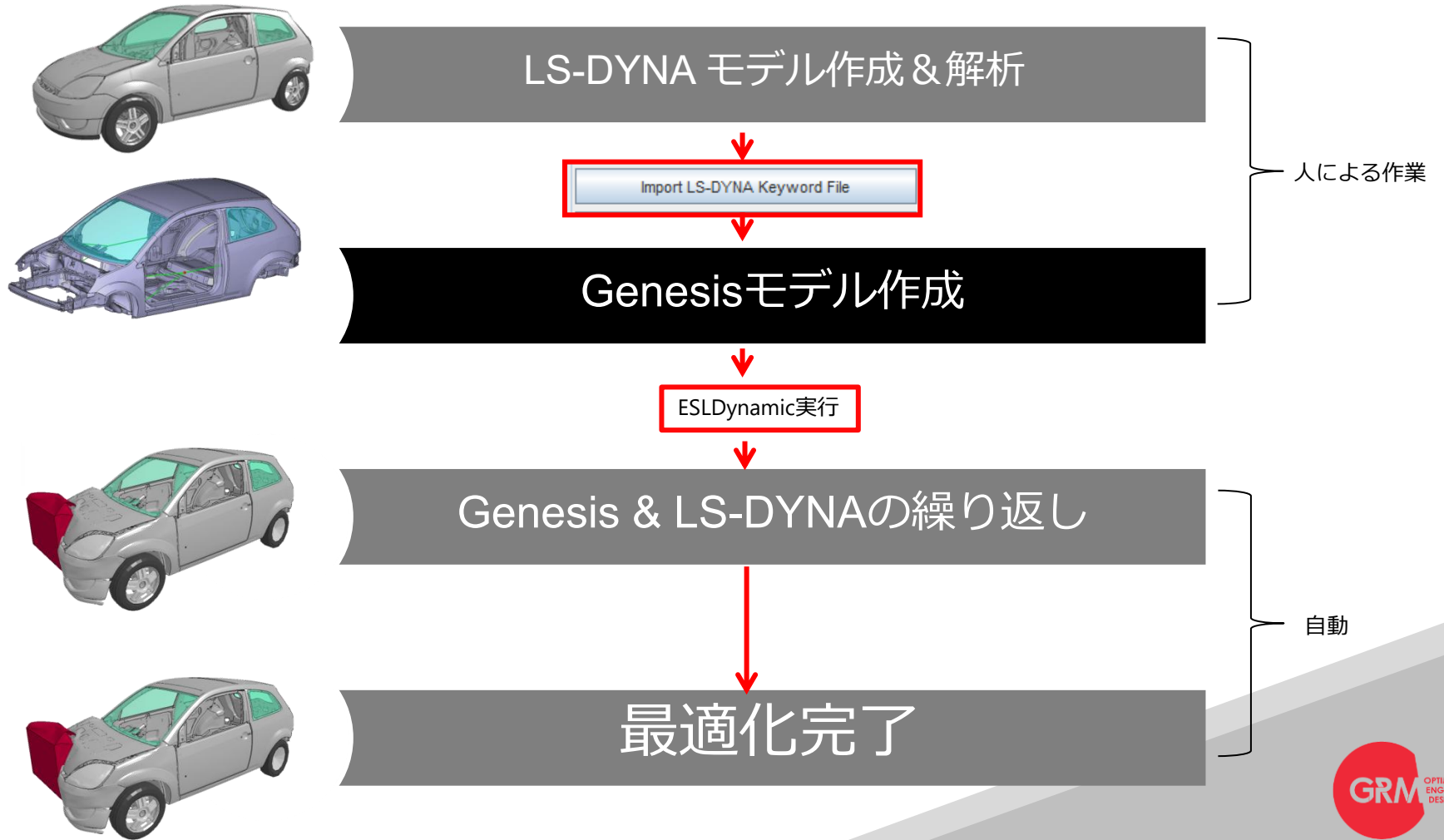


2. ESLDynamic - Example

FRONT CRASH EXAMPLE

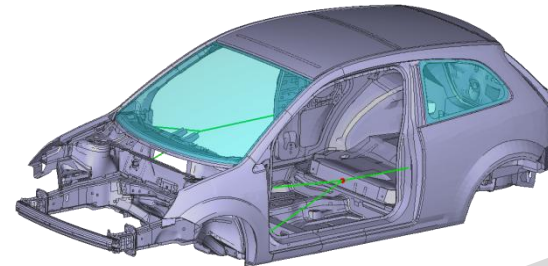
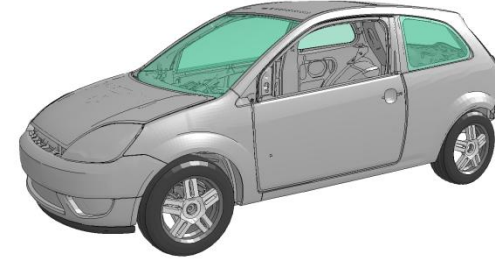


FRONT CRASH EXAMPLE



2-1 - モデルコンバーター

- LS-Dynaの大規模アセンブリから必要な部品だけ選択してGenesisモデルに変換が可能
 - keywordファイルやIncludeファイルを直接Genesisフォーマットに変換
 - 不要な構成部品はマス要素などに自動変換
 - 不要な構成要素は無視することも可能



LS-DYNA Keyword File Selection

Select

Define output path

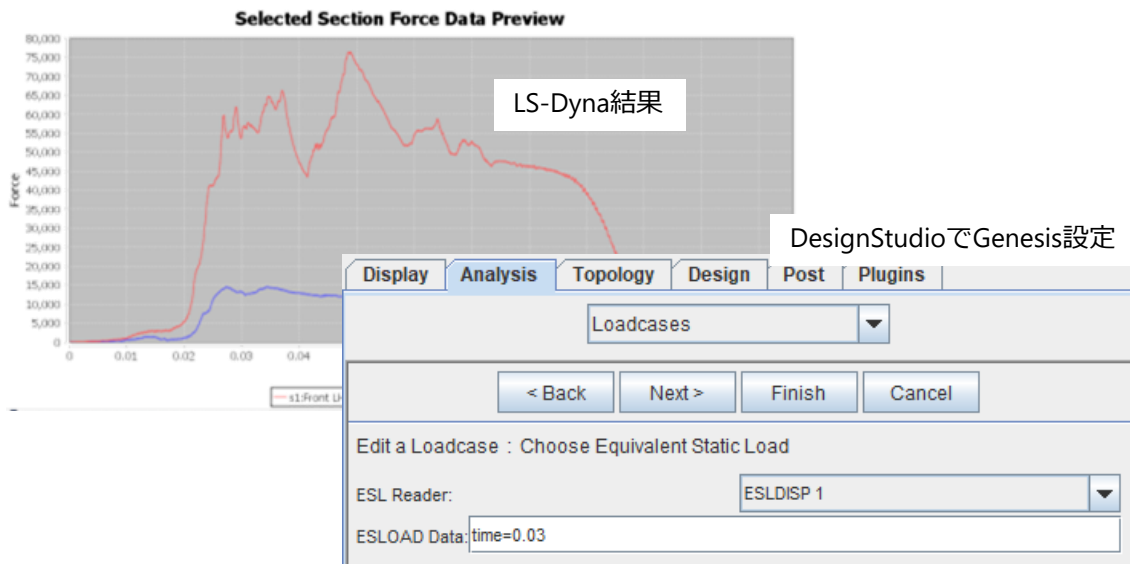
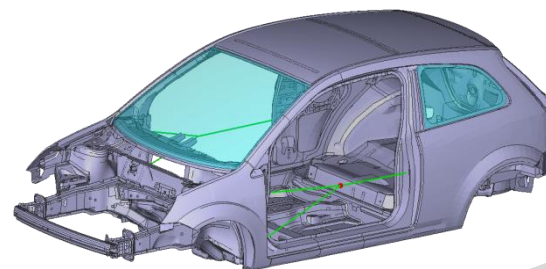
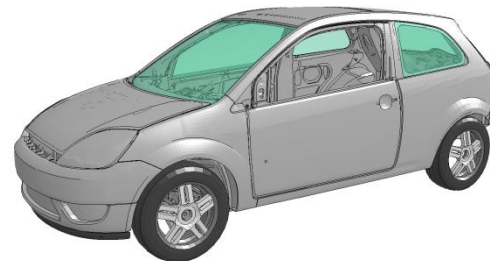
Select

Include File Options

Action			Include File Name	Include File Path
Conv	Rep	Ign		
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	GRM_FIESTA_CRASH_MAS...	C:\FIESTA_CRASH\02_CRASH
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	odb_barrier.key	C:\FIESTA_CRASH\02_CRASH\INCLUDES
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	fiesta_biw_and_ccb.key	C:\FIESTA_CRASH\02_CRASH\INCLUDES
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	fiesta_doors_LH.key	C:\FIESTA_CRASH\02_CRASH\INCLUDES
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	fiesta_doors_RH.key	C:\FIESTA_CRASH\02_CRASH\INCLUDES

2-1 – 荷重条件設定

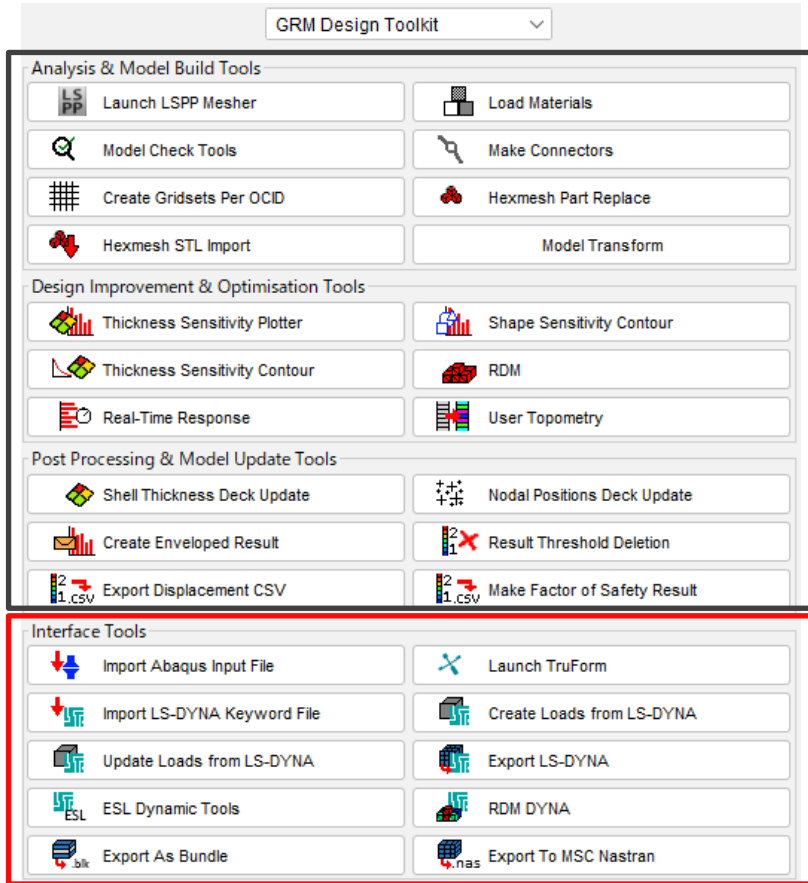
- LS-Dynaの結果から、最適化対象とするタイミングを指定する
 - 複数のタイミングを設定することが可能。
 - 複数のLS-Dynaモデルから荷重作成が可能。
(正突、ODB、側突など)
 - 静荷重の条件も追加可能。
(固有値、剛性など)



あとは計算を実行して結果レビューするだけ

3. GDT (GRM Design Toolkit)

GDTについて



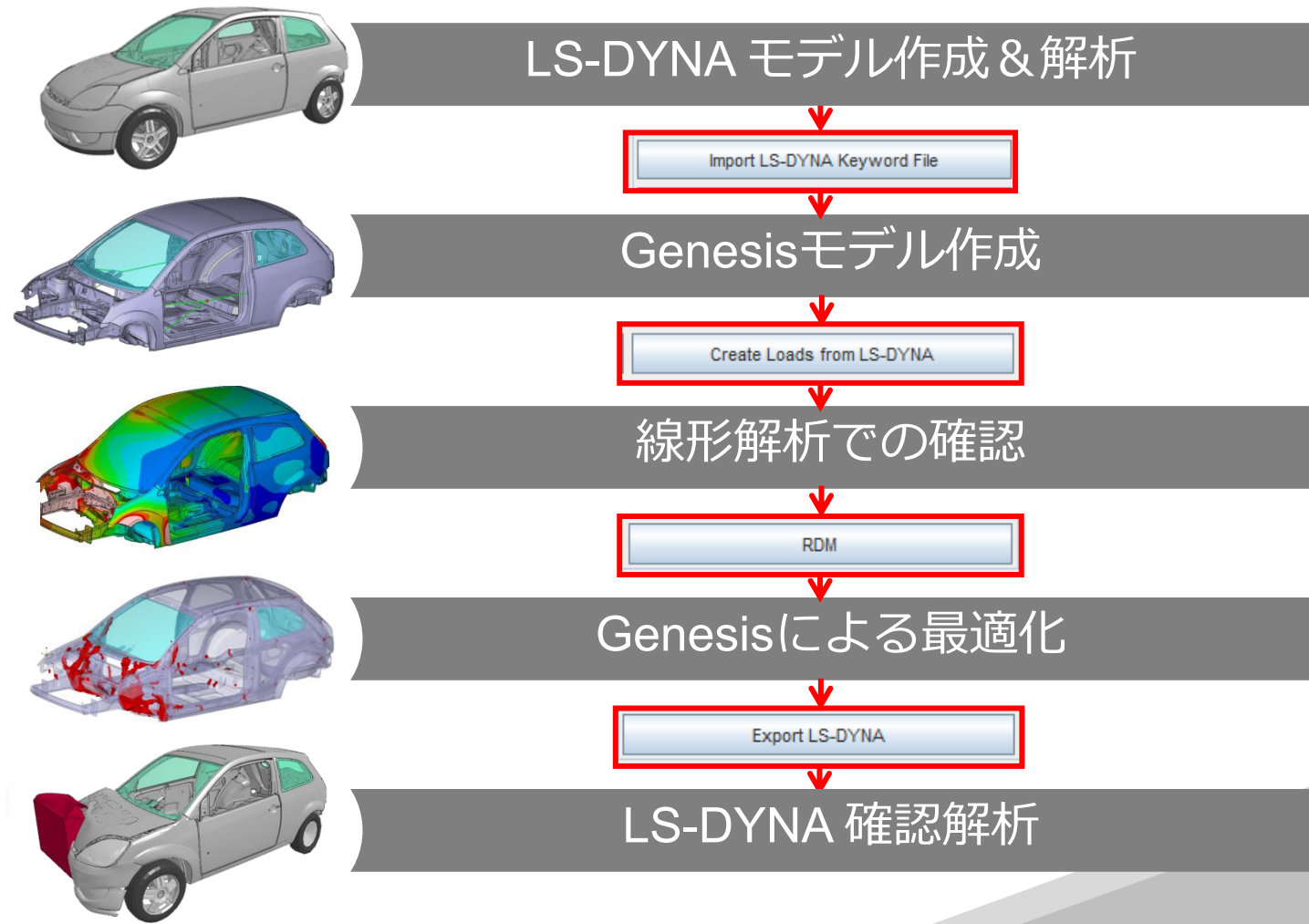
- 非線形モデルのコンバーター
- LS-DynaもしくはAbaqusの非線形モデルをGenesisの線形モデルに自動変換
 - 非線形荷重をGenesisの線形荷重条件に近似値として自動変換
- 普段の最適化業務での機能
- 非線形最適化でキーとなる機能:
 1. モデルコンバーター
 2. 荷重マッパー

Benefits of GDT

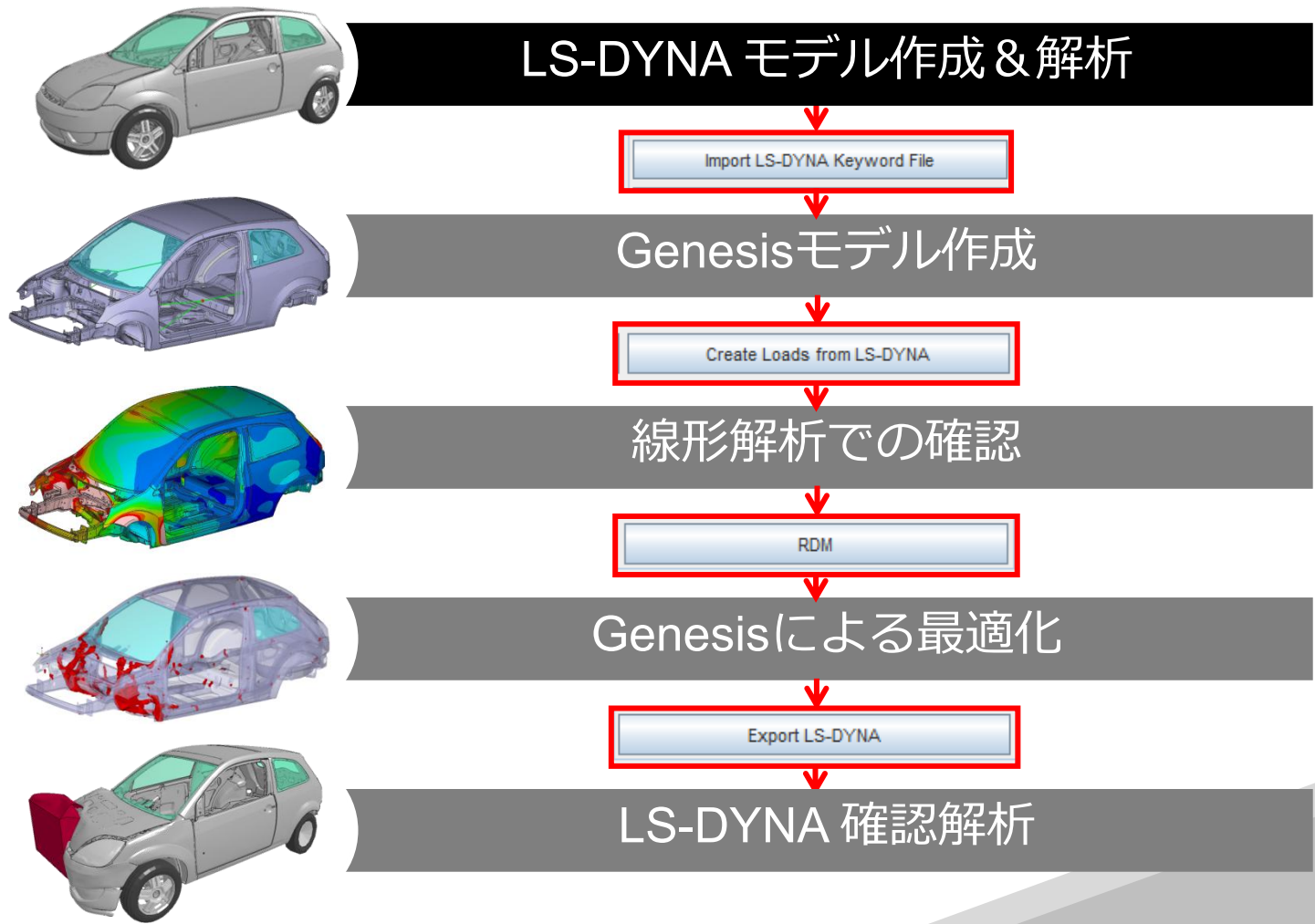
- 複数の非線形/線形の荷重条件に対し、一つの解析モデルで最適化を実行可能。
- LS-Dynaによる確認回数が1回で済むため、DOE・ESL手法に比べて早く最適化ができる。
- LS-Dynaモデルと解析結果、Genesisモデルを作成するだけで実行可能。
- Genesisのすべての最適化手法が使用可能。ESLではトポロジー最適化が難しいが、簡単に最適化が実行可能。
- NVHを荷重条件に加えて同時に最適化が可能。
- 接触拘束も考慮可能。
- 計算が早いいため、色々なアイデアを試しやすい。

3. GDT - Example

FRONT CRASH EXAMPLE

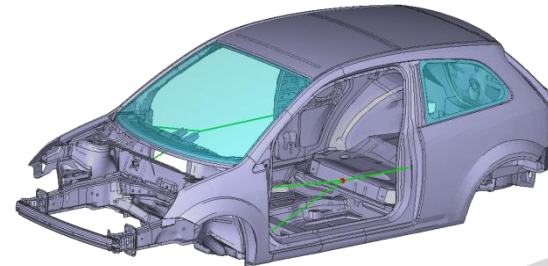
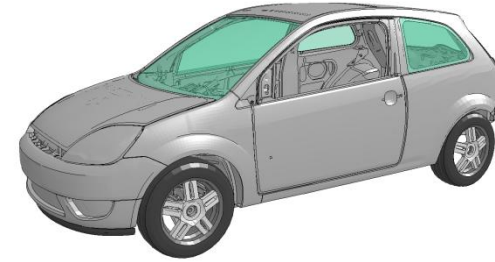


FRONT CRASH EXAMPLE



3-1 - モデルコンバーター

- LS-Dynaの大規模アセンブリから必要な部品だけ選択してGenesisモデルに変換が可能
 - keywordファイルやIncludeファイルを直接Genesisフォーマットに変換
 - 不要な構成部品はマス要素などに自動変換
 - 不要な構成要素は無視することも可能



LS-DYNA Keyword File Selection

Select

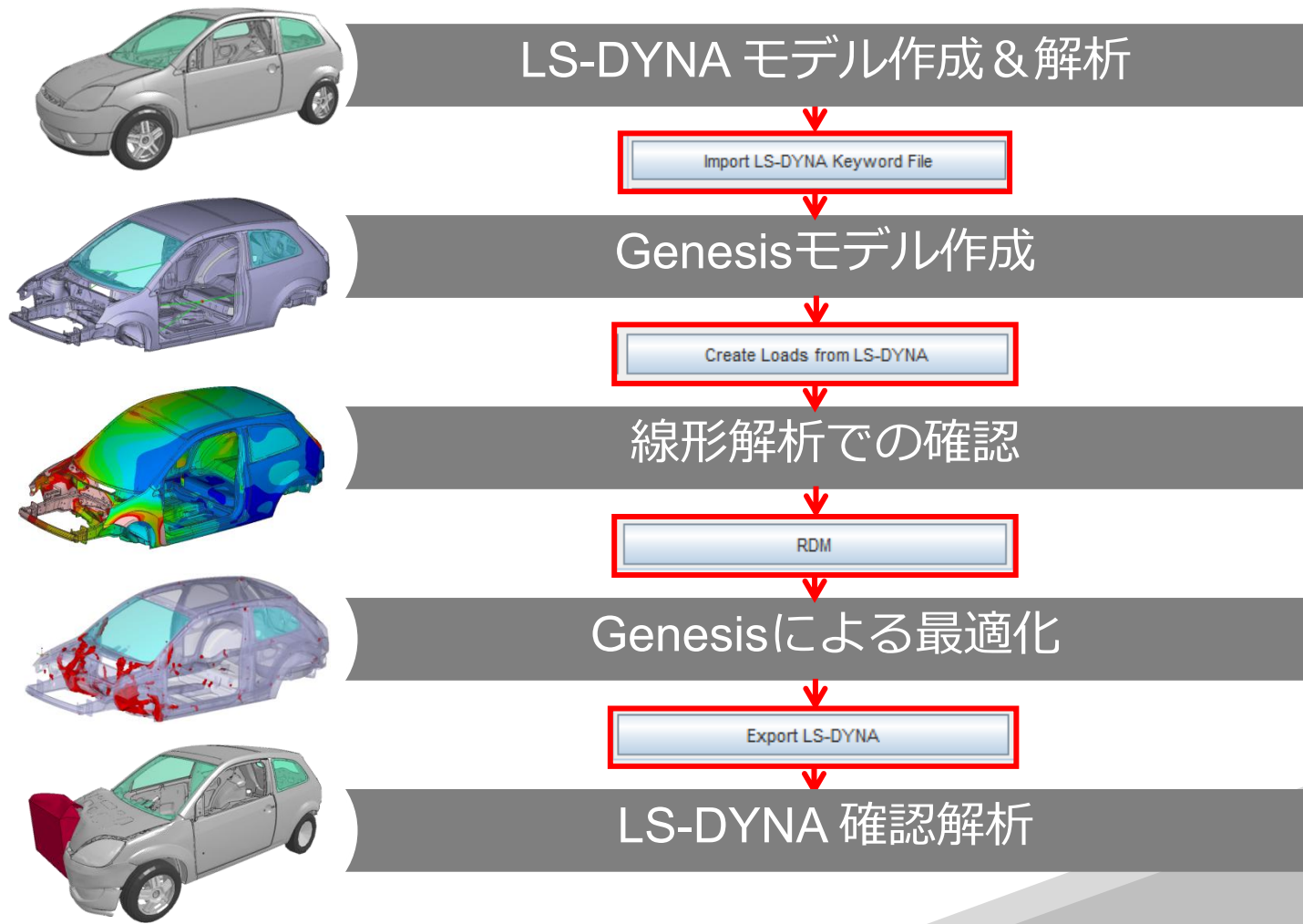
Define output path

Select

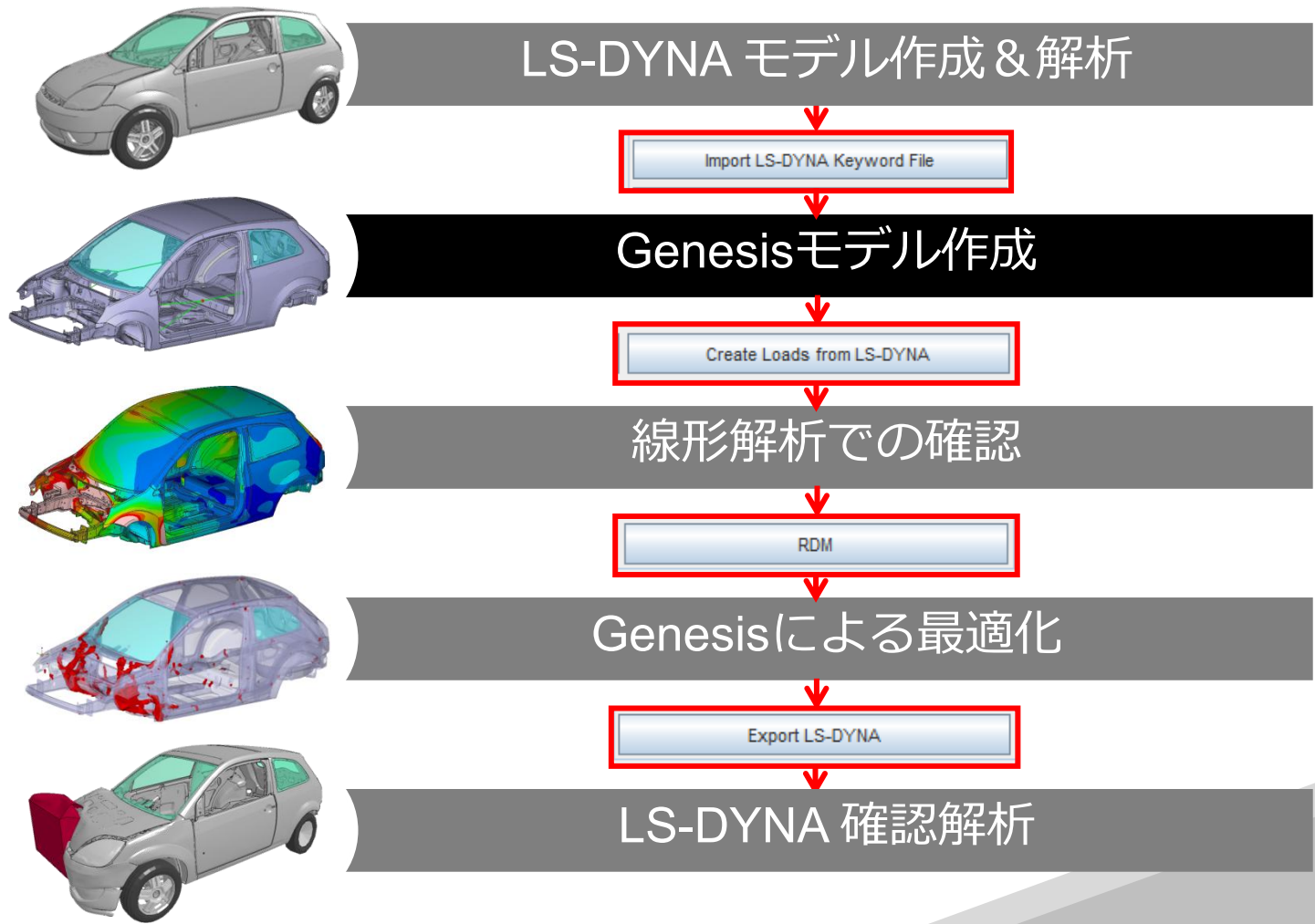
Include File Options

Action			Include File Name	Include File Path
Conv	Rep	Ign		
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	GRM_FIESTA_CRASH_MAS...	C:\FIESTA_CRASH\02_CRASH
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	odb_barrier.key	C:\FIESTA_CRASH\02_CRASH\INCLUDES
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	fiesta_biw_and_ccb.key	C:\FIESTA_CRASH\02_CRASH\INCLUDES
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	fiesta_doors_LH.key	C:\FIESTA_CRASH\02_CRASH\INCLUDES
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	fiesta_doors_RH.key	C:\FIESTA_CRASH\02_CRASH\INCLUDES

FRONT CRASH EXAMPLE

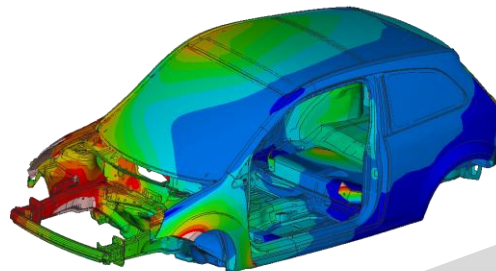
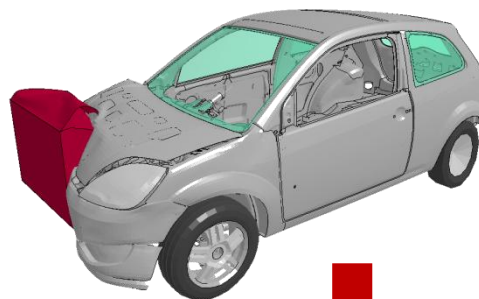
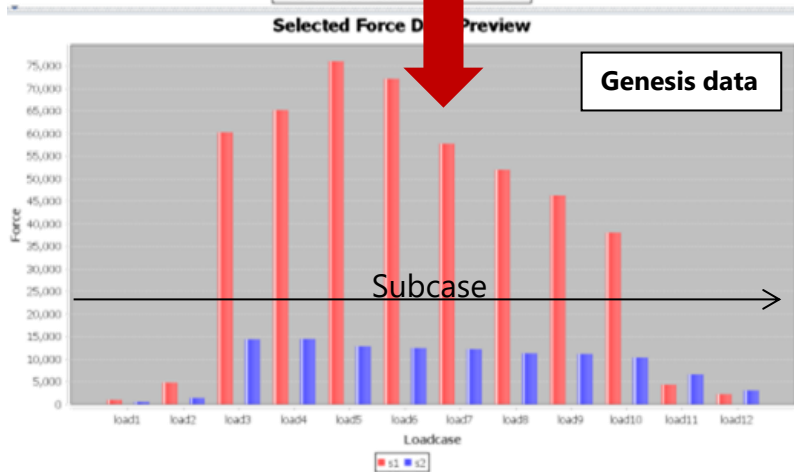
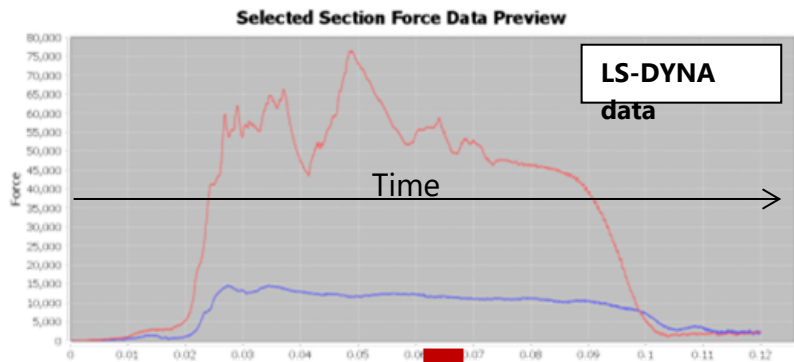


FRONT CRASH EXAMPLE

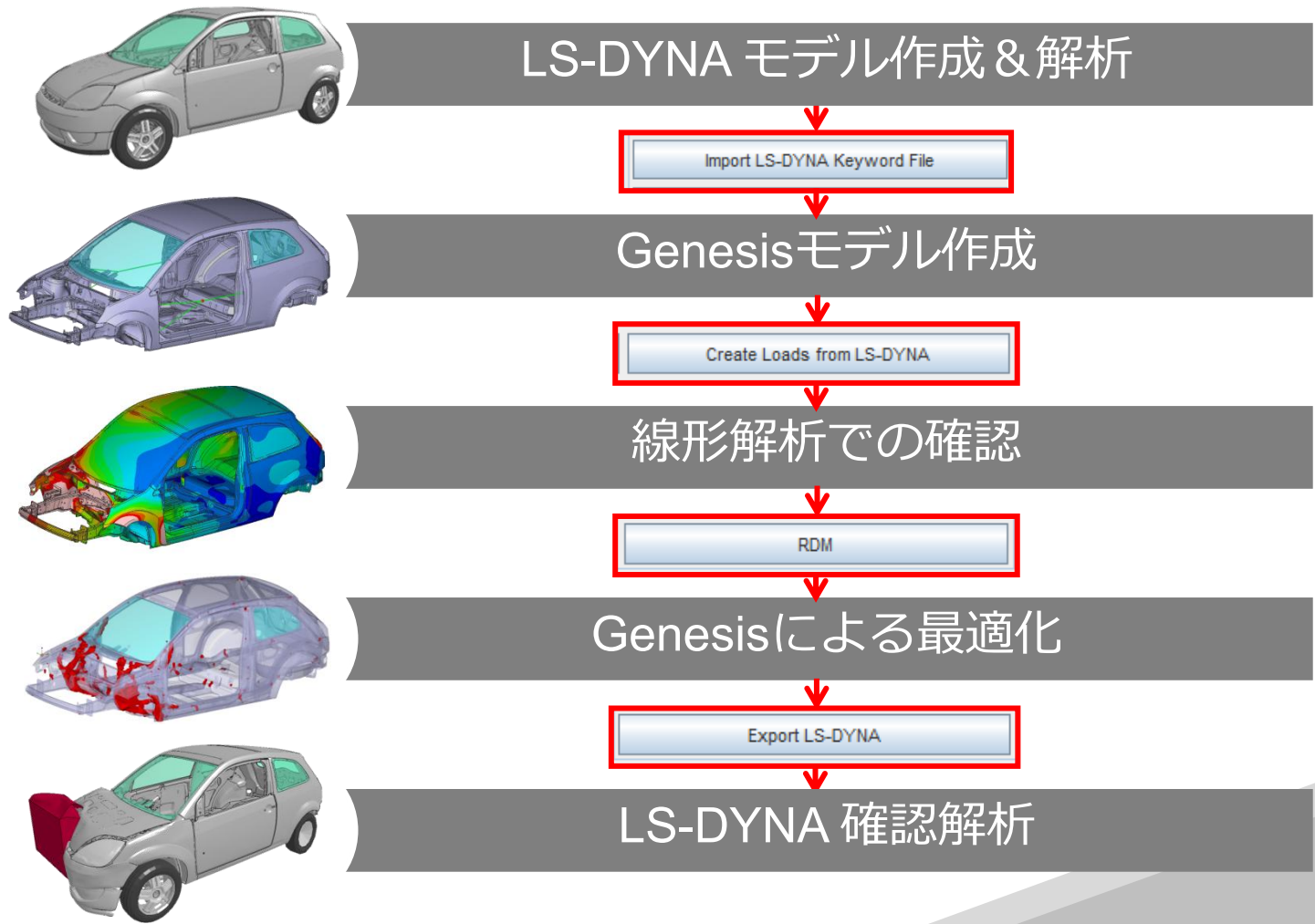


3-2 - 荷重マッパー

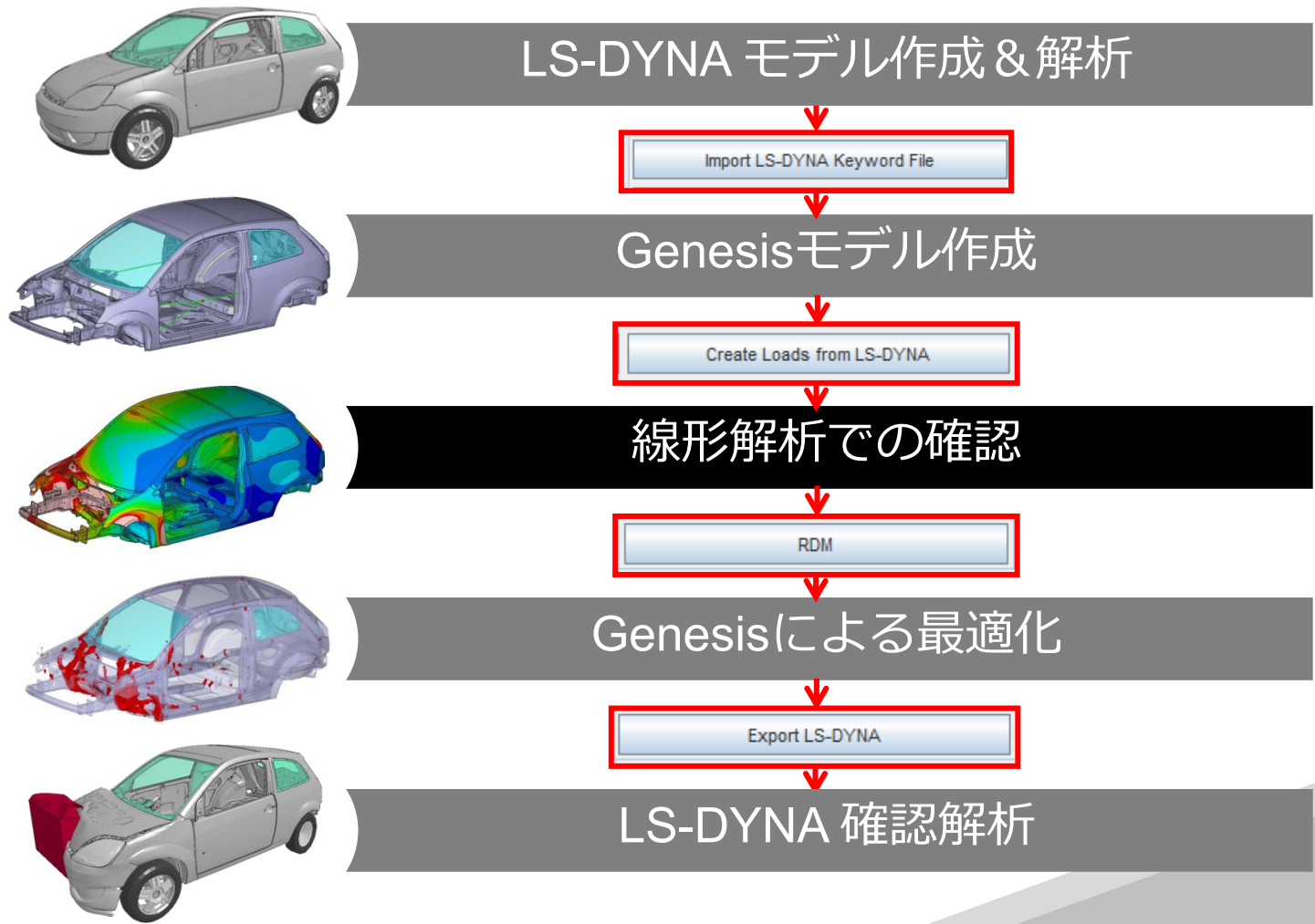
- 接触荷重や断面荷重を直接Genesisの荷重サブケースに変換



FRONT CRASH EXAMPLE

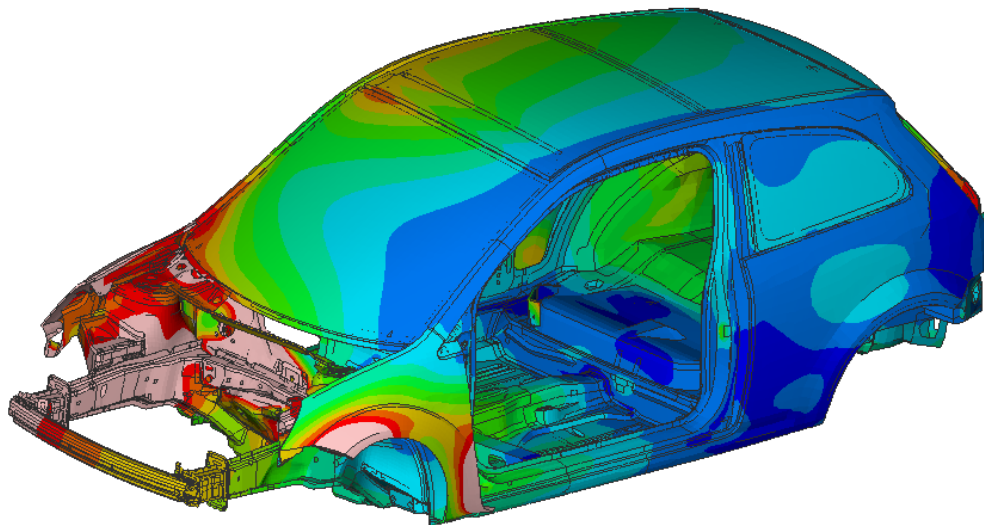


FRONT CRASH EXAMPLE

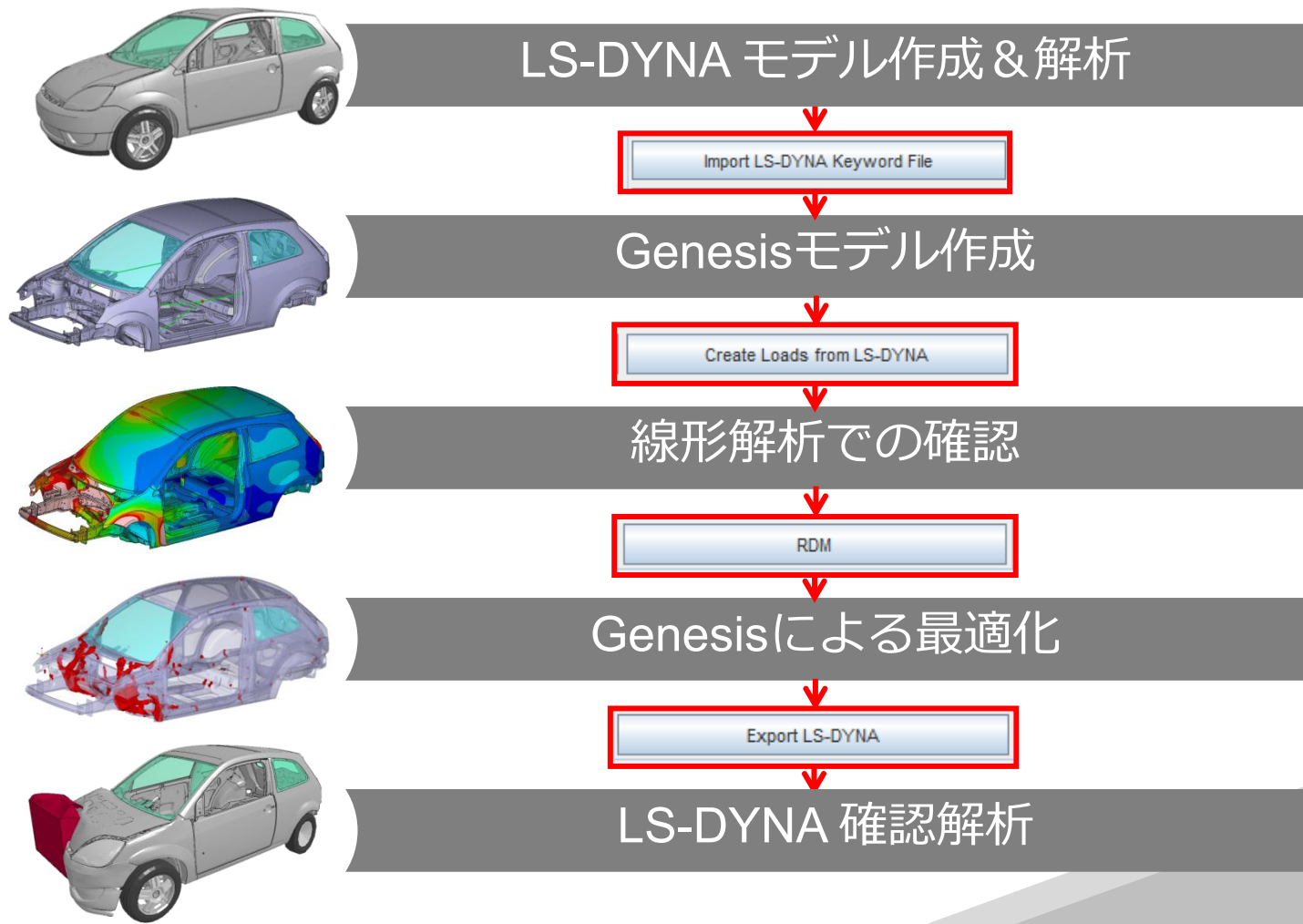


3-3 ー 線形解析での確認

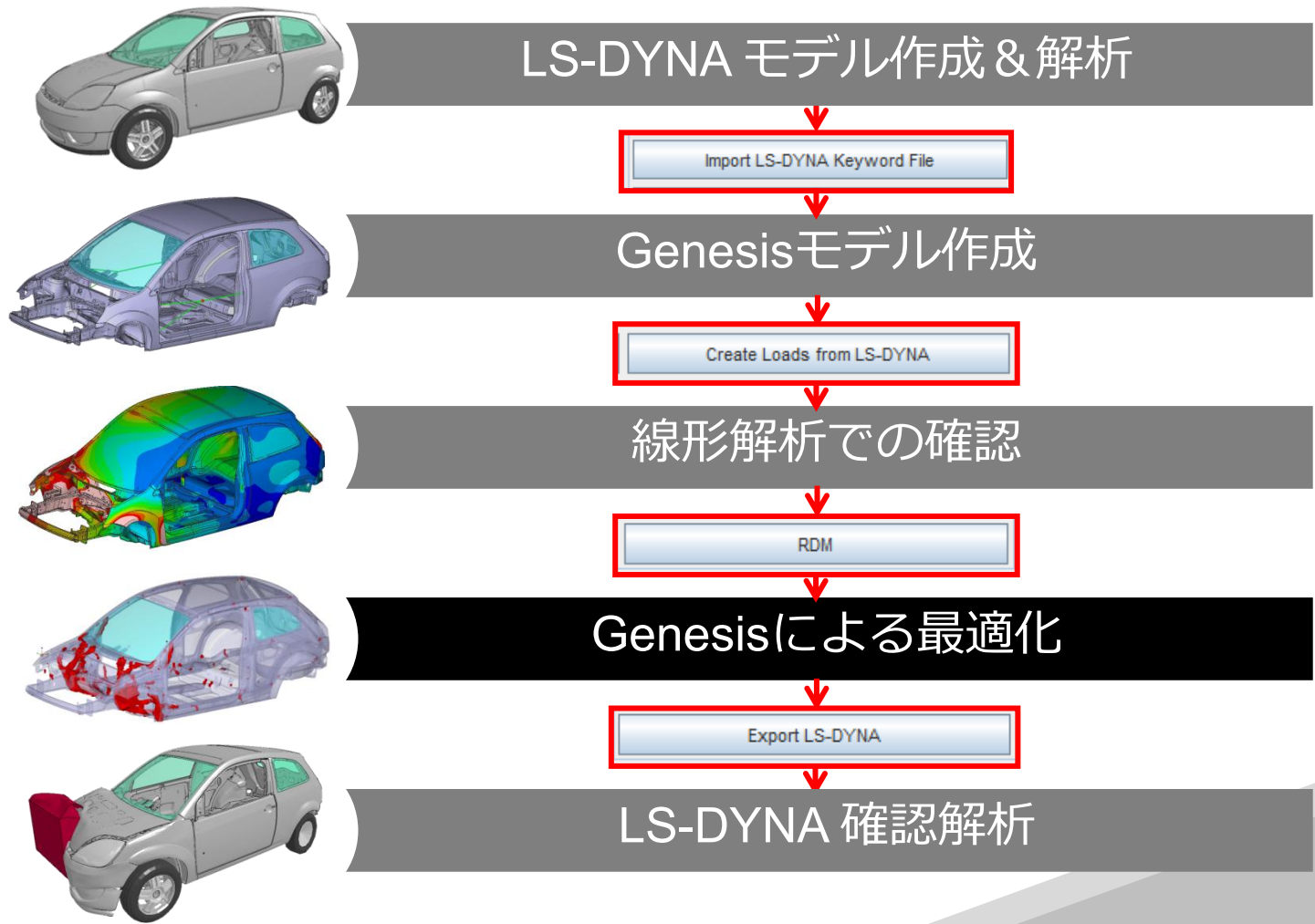
- 変換したモデルをGenesisで解析を実行し、モデルに問題がないかを確認する。
- LS-Dynaの結果と比較し、必要に応じて拘束などを追加することが可能。



FRONT CRASH EXAMPLE

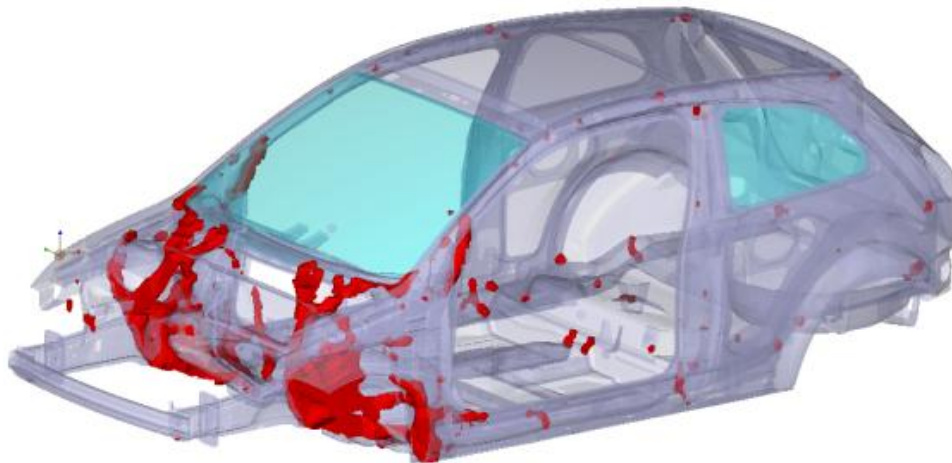


FRONT CRASH EXAMPLE

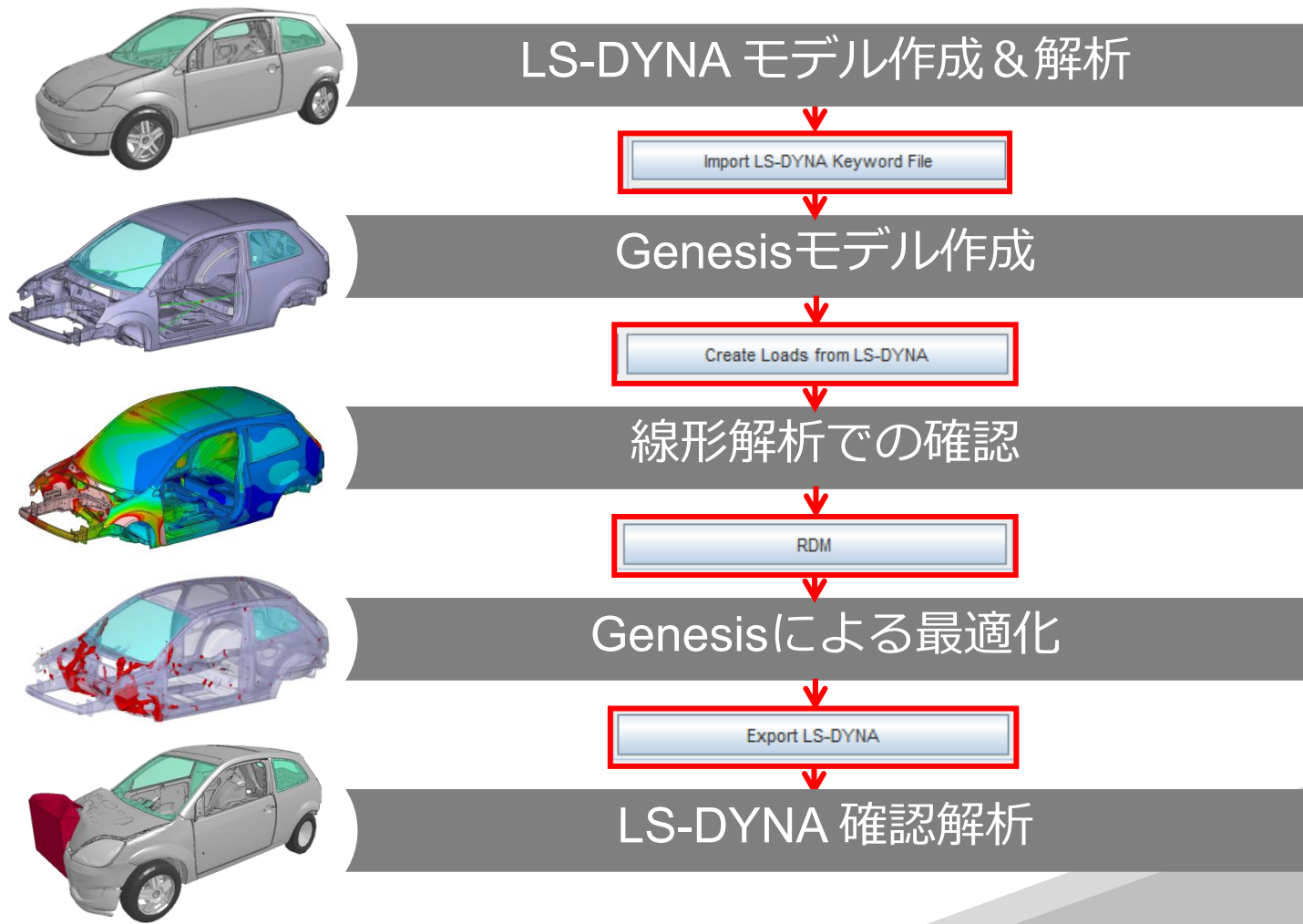


3-4 — GENESISによる最適化

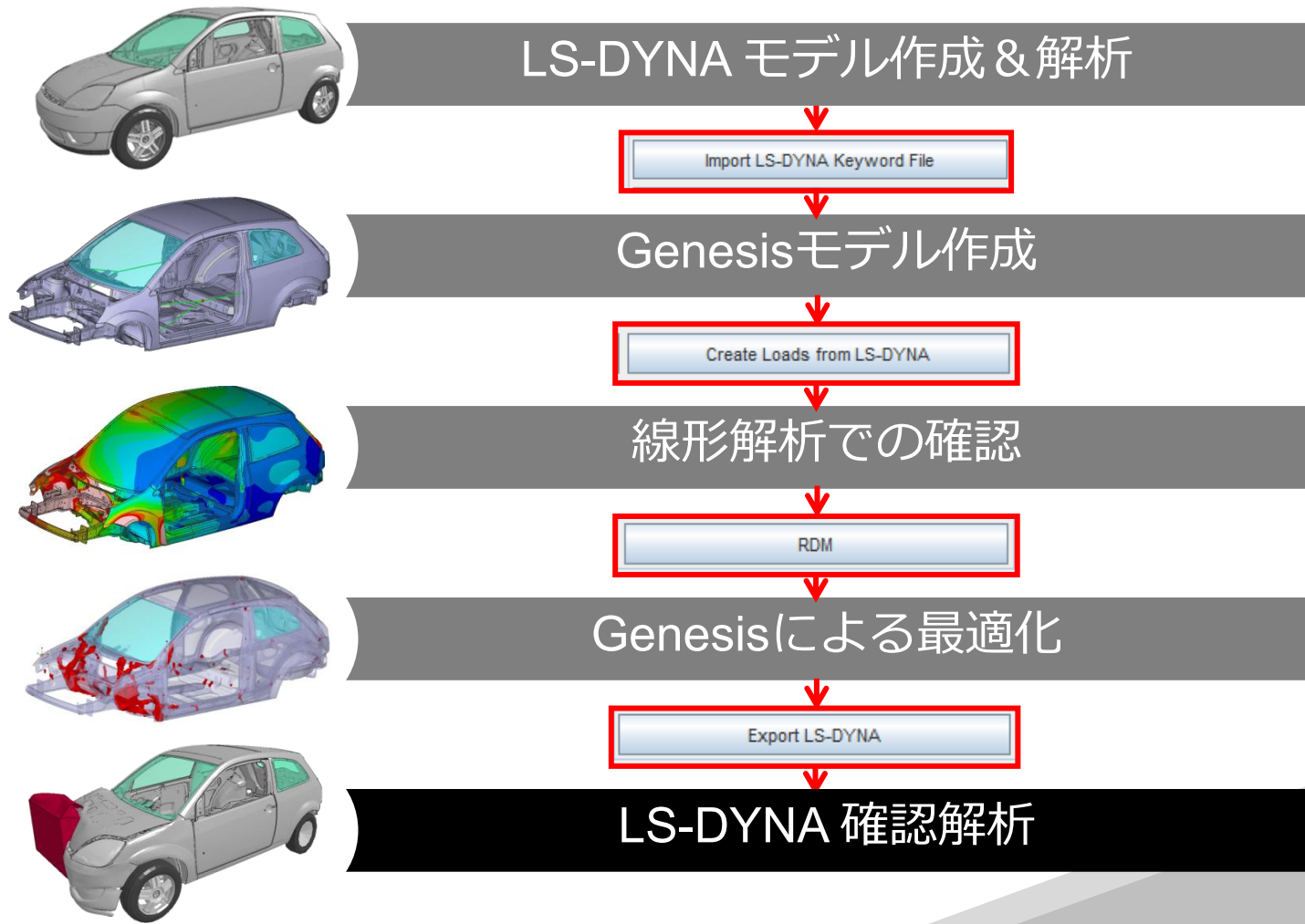
- 開発初期段階ではトポロジー最適化によるコンセプト形状検討など実行可能。
- 開発が進んできた際は、開発中BIWに対しサイジングやトポグラフィ、RDM最適化を使用して最適化が実行可能。



FRONT CRASH EXAMPLE

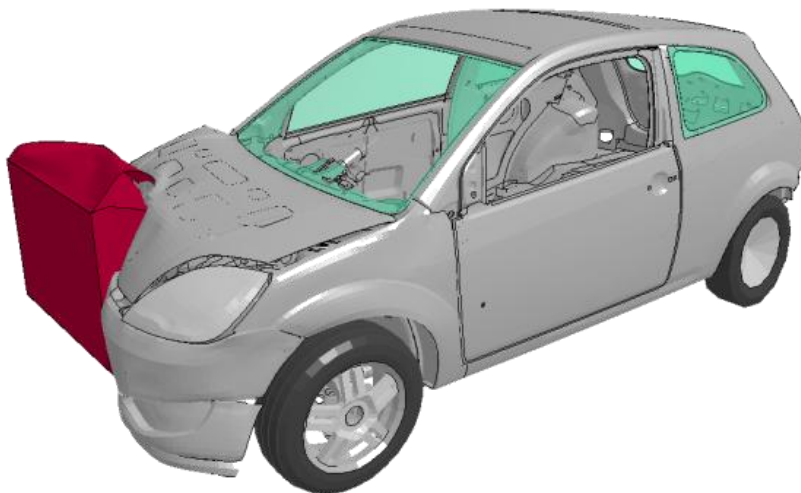


FRONT CRASH EXAMPLE

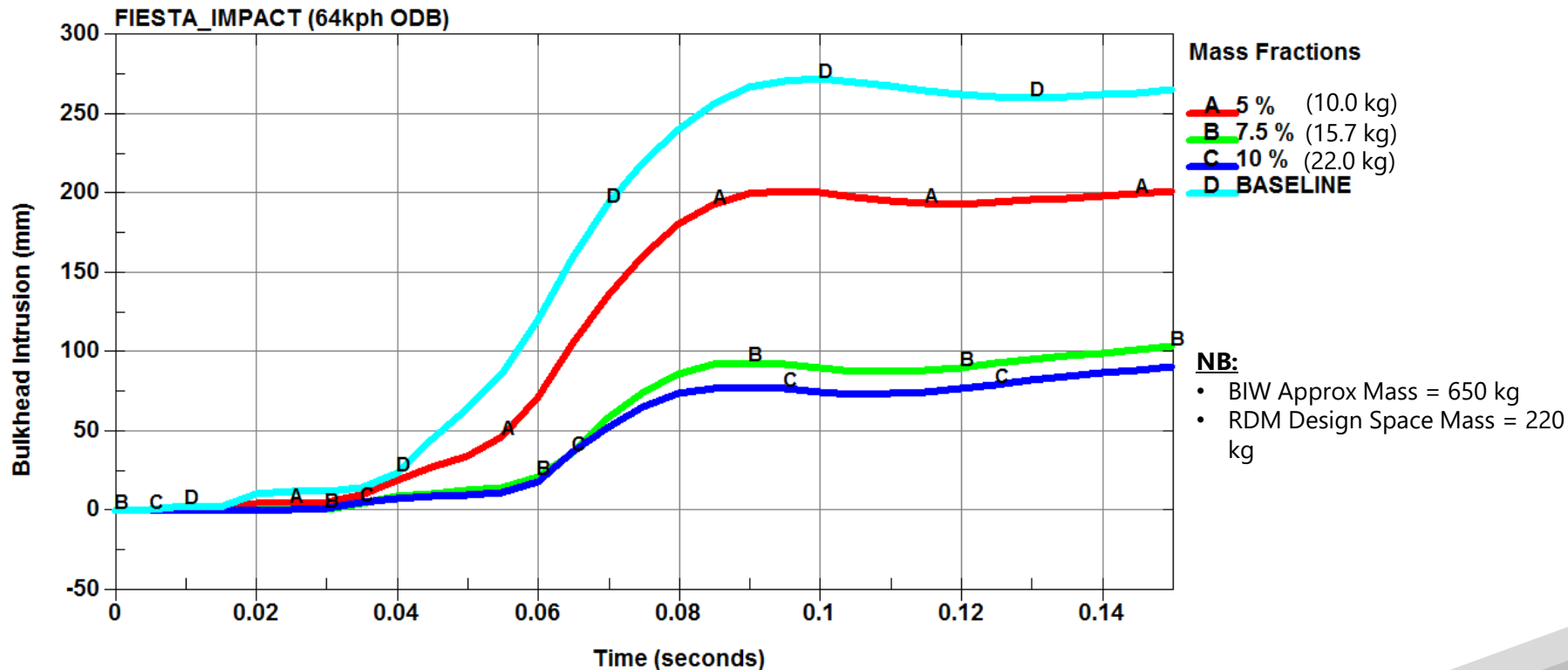


3-5 — LS-DYNA 確認解析

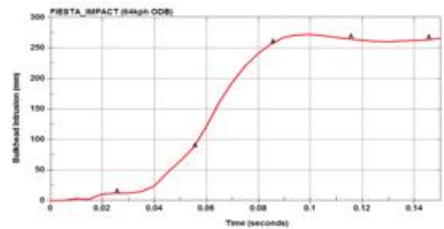
- 最適化実行後、性能確認のためにLS-Dynaでの計算を実行する。
- 最適化結果はGDTの機能でLS-Dynaモデルの更新が可能。



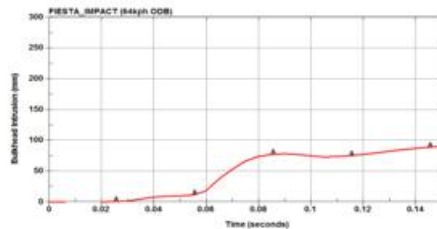
バルクヘッド侵入量比較



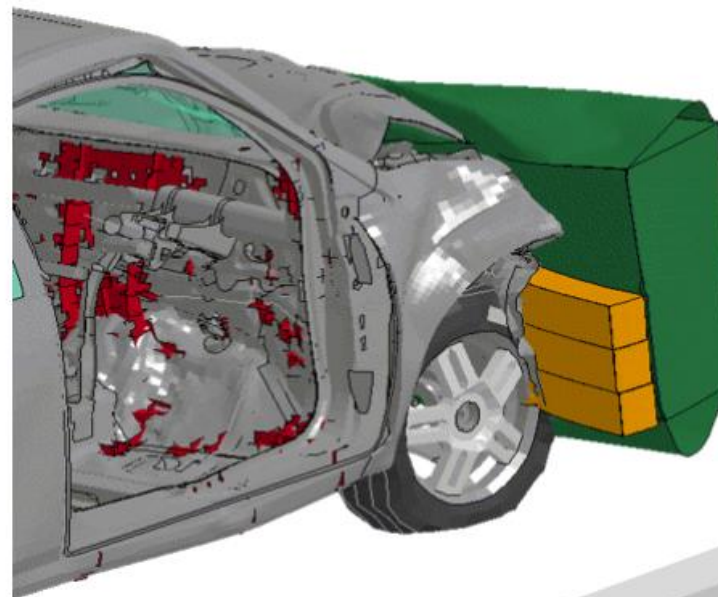
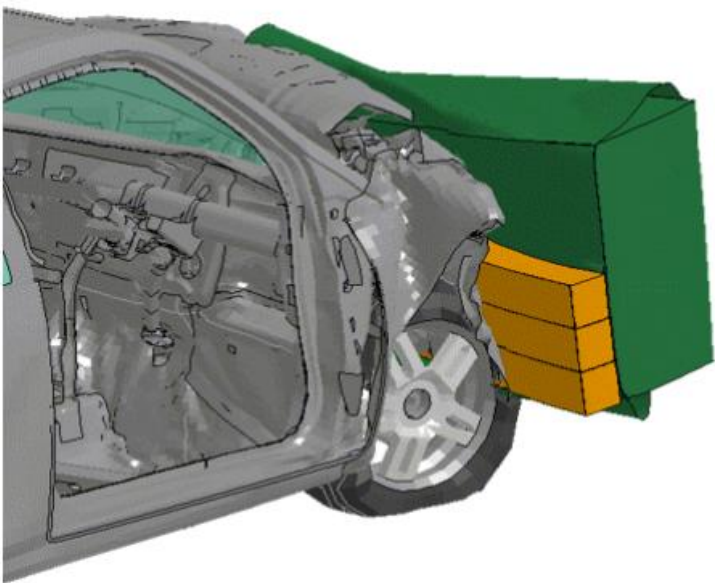
最適化結果比較



BEFORE OPT



AFTER OPT



Summary

各最適化手法の概念

1. DOE

- 指定したパラメーターの中でパラスタを繰り返すことで最適な設計を見つける。
- パラスタの回数だけLS-Dynaの計算回数が必要

2. ESLDynamic

- LS-Dynaで確認計算→Dyna結果をもとにGenesisで最適化→Dynaモデルを自動アップデート→LS-Dynaで確認計算→・・・繰り返し
- LS-Dynaの確認計算回数が多い

3. GRM Design Toolkit (GDT)

- LS-Dynaの計算結果を静荷重に置き換える（強制変位や断面荷重など）
- Genesisで最適化後、LS-Dynaで確認計算を実行する

非線形最適化手法まとめ

手法	適用事例	メリット	デメリット
DOE・MDO (VisualDoc/LS-Optなど)	<ul style="list-style-type: none">LS-Dynaでの計算可能な分野ほぼ全てダミー傷害値コントロール爆発	<ul style="list-style-type: none">様々なケース・ソルバーの組み合わせが可能 (CFD・NVH・衝突・強度・耐久・剛性) など	<ul style="list-style-type: none">設定が頻雑計算に非常に時間がかかる
ESLリンク (ESLDynamic)	<ul style="list-style-type: none">BIWクラッシュボックス多数の非線形接触座屈モードがある場合強度違い材質での比較 (ハイテンvsスチールなど)	<ul style="list-style-type: none">Genesisが自動で最適化結果をアップデートする座屈モードも考慮可能	<ul style="list-style-type: none">計算時間 (Dynaの繰り返し)トポロジー最適化に向かない (密度が現実的ではないため)Dynaが止まると、最適化も止まる
荷重マッピング (GRM Design Toolkit)	<ul style="list-style-type: none">BIWトポロジー最適化でのコンセプト提案座屈モードの無い場合	<ul style="list-style-type: none">解析時間が短いトポロジー最適化が使えるコストパフォーマンスが高い設定が簡単	<ul style="list-style-type: none">座屈モードに向いていない非線形材料特性は考慮できないためLS-Dynaでの確認解析が必要

Abaqus向け最適化プラグイン

- ・ TruForm Abaqus
- ・ OptiAssist for Abaqus

については別途お問合せください。

お問合せ

GRM Consulting株式会社

Mail : info@grm-consulting.co.jp

Tell : 050-8880-1500

Web : <https://www.grm-consulting.co.jp/>