CATIA,Abaqus,Isight を使った樹脂製燃料タンクの最適設計技術の構築と設計者展開

八千代工業株式会社

2019年6月21日　Dassault Systèmes User Conference 2019

発表内容

1．会社紹介
2．シミュレーションの本質を考える
3．シミュレーションの本質に基づいた技術構築
4．ブロー成型CAEの実装
5．暗黙知の形式知化とIsightへの実装
6．設計者展開（CAEデモクラタイズ）
7．最後に

会社紹介

YACHIYO

八千代工業株式会社

http://www.yachiyo-ind.co.jp/

会社紹介

社　　名	八千代工業株式会社
設　　立	1953年８月27日
資 本 金	36億8,560万円
事業内容	自動車部品の研究開発・製造・販売
業　　績	売上収益　　1,656億円 （2018年３月期 IFRS連結実績）
拠　　点	生産拠点　　国内６拠点　海外14拠点 研究開発拠点　国内２拠点　海外2拠点
従業員数	単独：868名　連結：6,818名 （2018年3月末現在）

機能部品の開発製造

燃料タンク

サンルーフ

福祉製品

樹脂製品

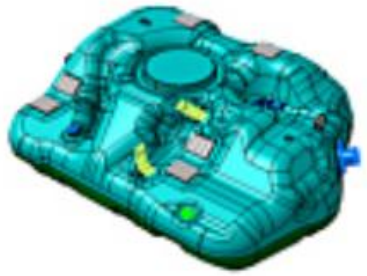
四輪補修部品の製造

ドア、フード、ルーフなど

二輪部品の製造（連結子会社）

メタルキャタライザー　マフラー　フレーム など

樹脂製燃料タンク　ラインアップ



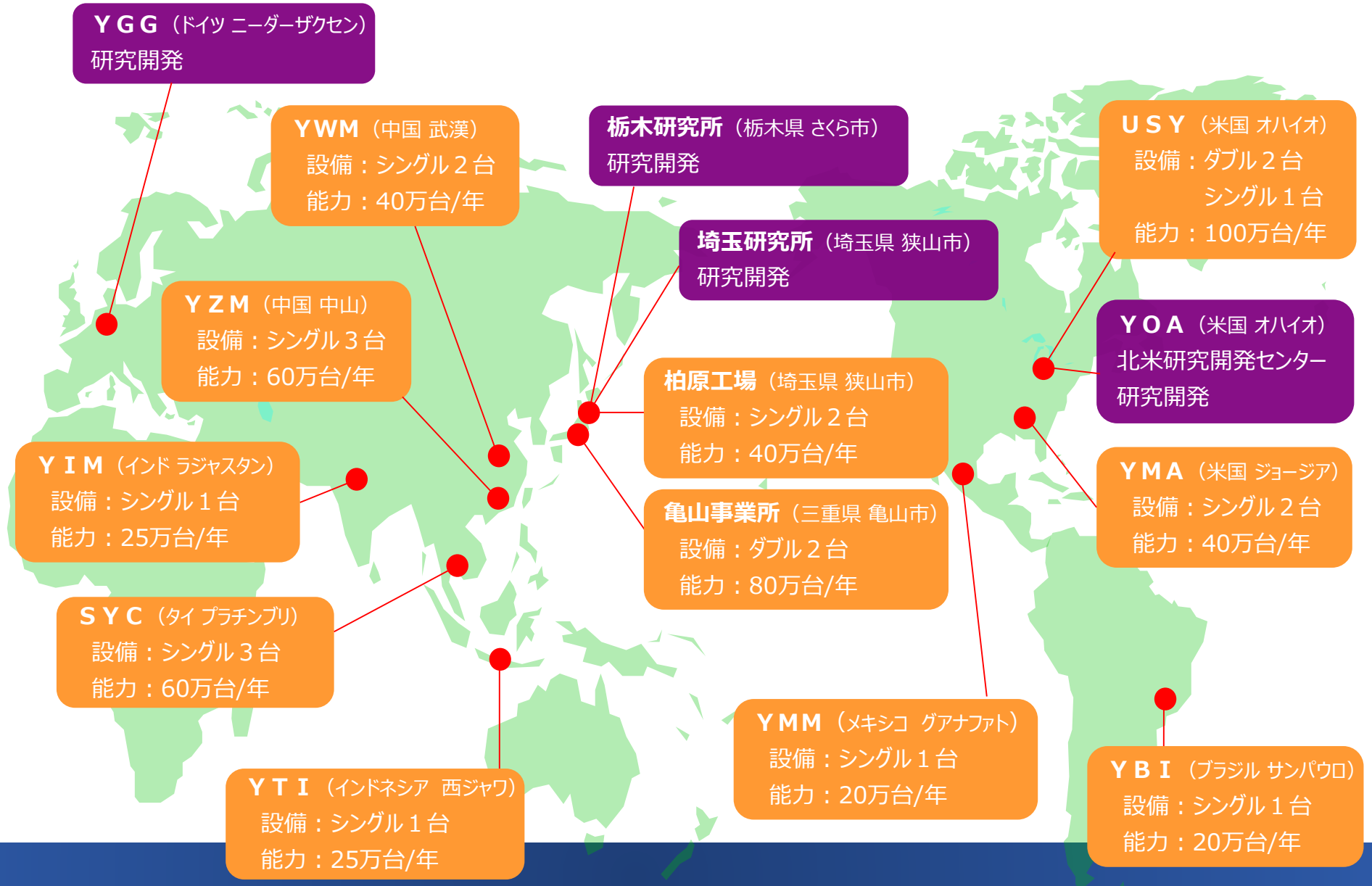
タイプ	タイプ	タイプ	タイプ
コンパクトカー Compact	中型車 Mid-Size	高級車 Luxury	CUV※ Saddle
対応規制	対応規制	対応規制	対応規制
LEVII / PZEV	LEVII / PZEV	LEVII	LEVII

タイプ	タイプ	タイプ	タイプ
センタータンク・レイアウト Center tank layout Twin vent	ミニバン Mini-Van	センタータンク・レイアウト Center tank layout	ピックアップトラック/CUV※ Light Truck/CUV
対応規制	対応規制	対応規制	対応規制
LEVII	LEVII	LEVII	LEVII

https://www.yachiyo-ind.co.jp/products/fueltank/

形状の自由度を生かして、広いキャビンへ貢献

生産拠点　樹脂製燃料タンク

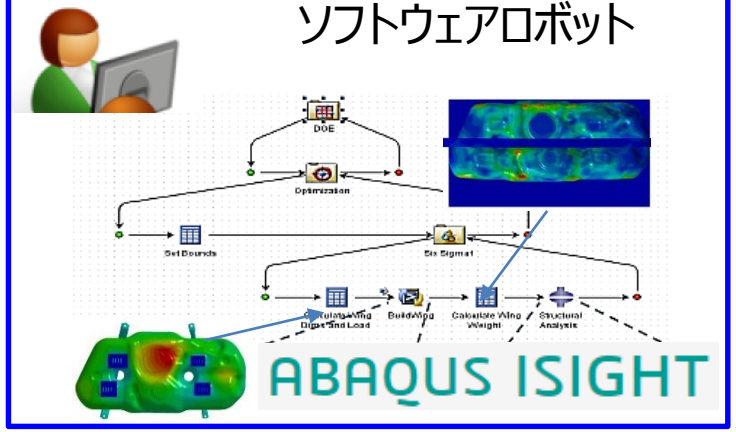


世界レベルのCAE技術構築と設計適用に向けたプロジェクト

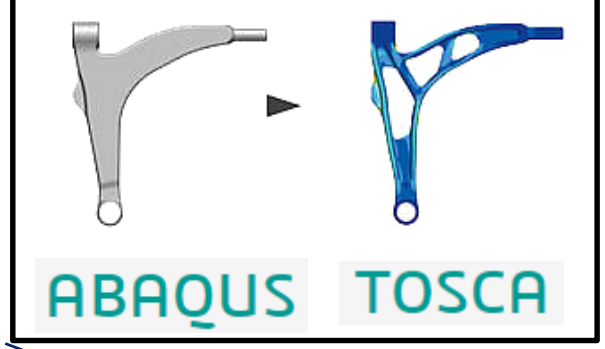
YACHIYO

テクノロジー

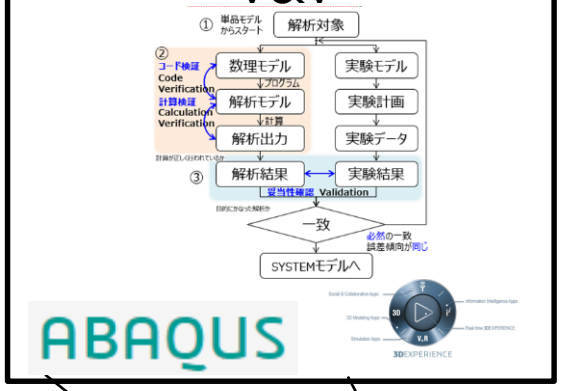
ソフトウェアロボット



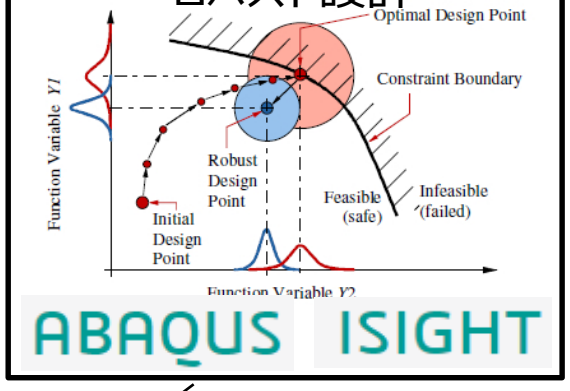
トポロジー最適化



V&V



ロバスト設計



プロジェクトチーム

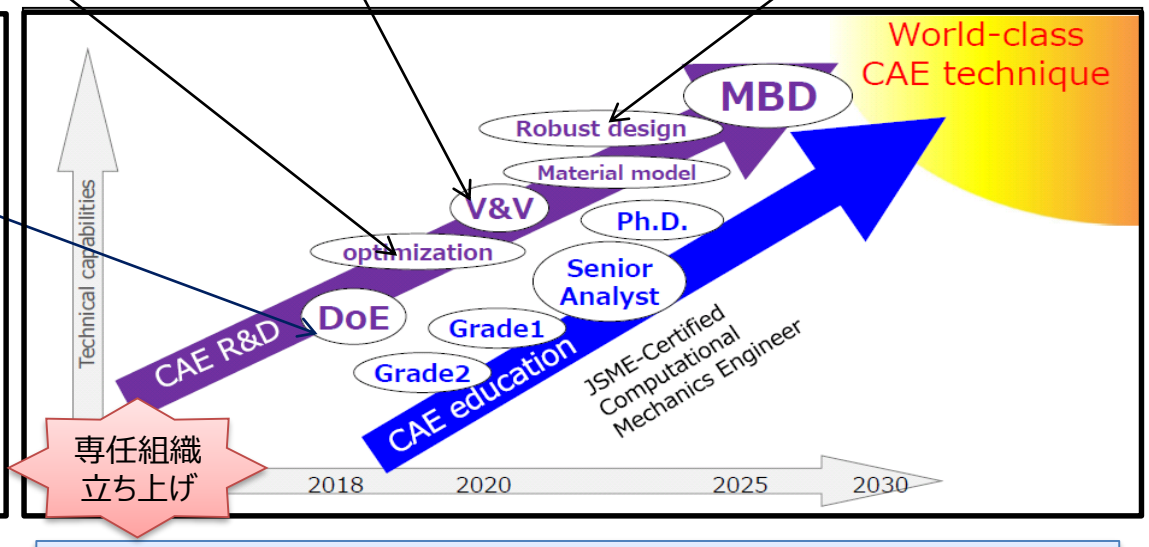
YACHIYO 八千代工業株式会社
技術開発
設計適用
新テーマ

SIMULIA
製品活用支援
設計手法コンサル
改革アドバイザリ

PROGRESS TECHNOLOGIES
技術コンサル
実装支援
設計適用支援

NAGOYA UNIVERSITY
CAE教育
理論アドバイス
トポロジー最適化

ロードマップと目標



日本トップレベルのプロジェクトチームで、世界レベルのCAE技術を構築していく。

シミュレーションの本質を考える

シミュレーションの本質①Abaqus創始者編

David Hibbitt、工学博士
ABAQUS, Inc. 会長

略　歴

1965年　英国ケンブリッジ大学機械科学卒
1972年　米国ブラウン大学大学院工学博士
1972年　MARC社入社
1978年　Hibbitt, Karlsson & Sorensen, Inc.（HKS、現在のABAQUS, Inc.）設立
　　2000年7月から、会長職に専念。
1993年　米国機械学会応用力学部門賞受賞。
1997年　ブラウン大学工学部卒業生メダル受賞。

「実験をシミュレーションで置き換えようと考えるのは間違いである。・・・しかしながらよくできたシミュレーションは、必要となる試験を最小限にし、それによって短期間、低コストでより良い設計が行えることを約束してくれる」

「シミュレーションは、設計サイクルの時間スケール内で情報を提供しなければならない。」
「何度も繰り返される設計問題に対して注目されるひとつの方法は、特定の問題に限定した解析プロセスの自動化である。」

「工学解析（すなわち、シミュレーションの目的）は設計過程に統合されなければならない」

計算工学 2005 vol10 No2,No3

実験をCAEで置き換える努力よりも、CAEを使ってより良い設計技術を構築する努力をするのが重要

若い技術者や工学者への助言

Hibbitt博士

魅惑的な応用を発見できることを期待して、数学や計算手法を勉強するように助言したい。

私は、FEMを開発し実問題に適用するという挑戦が、非常に興味深いことではあるが、決して簡単ではないことを知っている。

成功は、多大な努力の後に徐々にゆっくりした形でくる

我々が報われるのは、短距離ランナーとしてよりも、成功した長距離ランナーとしてのものに類似している。

劇的な技術的、あるいは、商用的な飛躍を求める人は、他の分野を探したほうがよいと私は思う。

計算工学 2005 vol10 No2,No3

計算工学会誌の記事を読まれることをお勧めします。

シミュレーションのメリット

① 再現・再利用が容易
一度モデルを作りさえすれば、同じ条件を入れれば、確実に同じ答えが出てくる。

② どんな部位でも可視化
複雑な製品構造の中でも、部材の中身でも、空間のどこでも、任意に切って見ることができる。

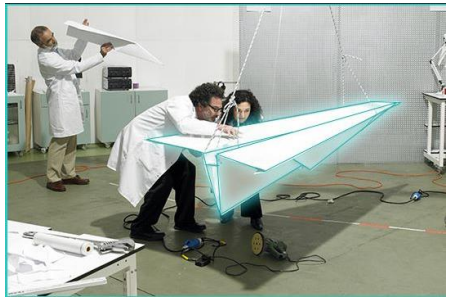
③ 実験では測定できない物理量
原理的にはどんな物理量でも計算可能。

④ 意図的に誤差を扱える
変数や条件に、意図的に誤差分布を与えて、応答値の分布を得られる。

⑤ パラメトリック・モデルを自動生成
一つの雛形モデルから、形状や条件を変更したモデルを自在に作成できる。

⑥ 失敗から、学べる
求める計算結果でない場合でも、学習して別な計算を何度でもできる。コストは計算時間のみ。

【デザインとシミュレーションを語る】



https://blogs.3ds.com/japan/design-simulation03/

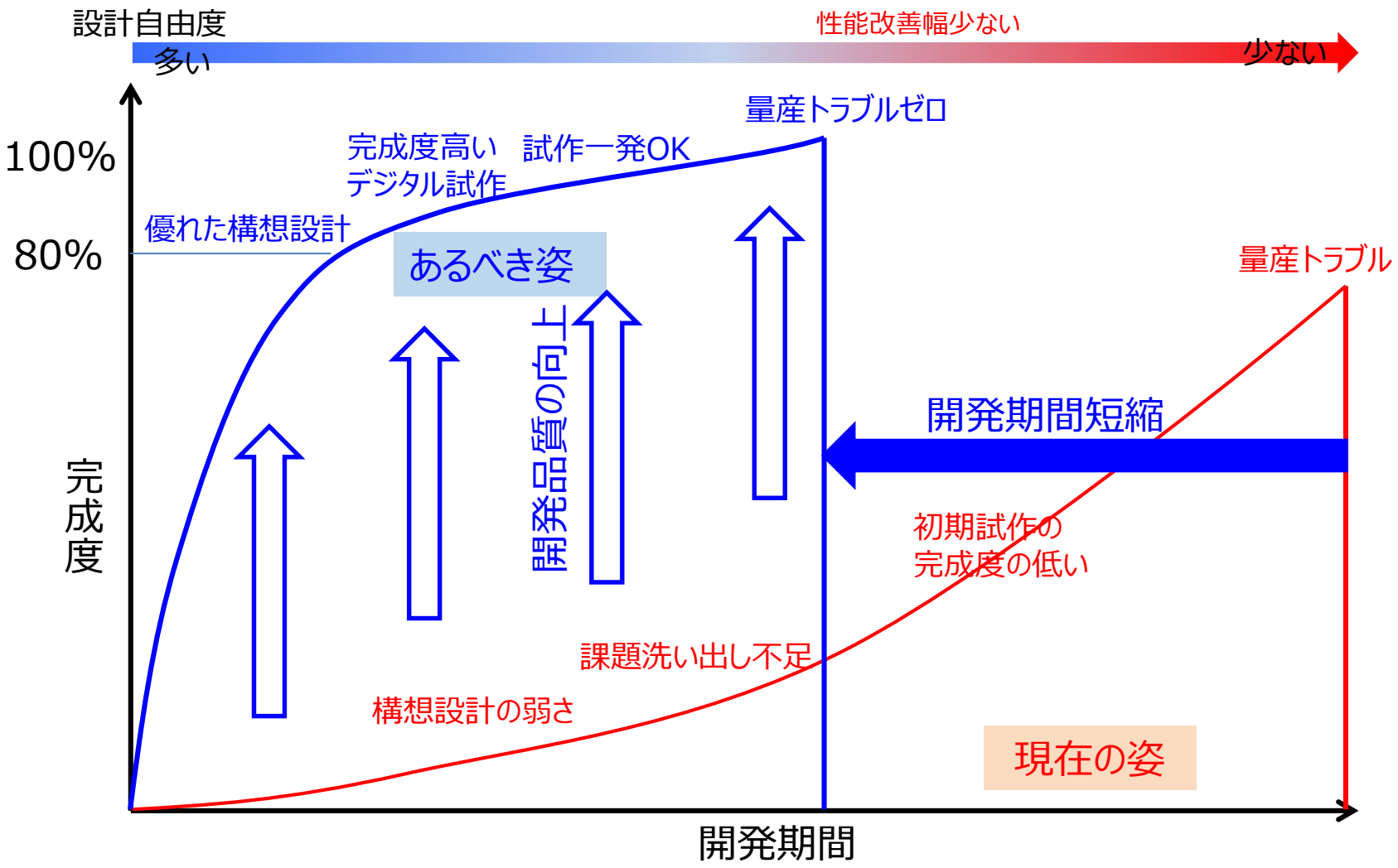
特に⑤、⑥がシミュレーションの大きなメリットであり、このメリットを最大限に活用することが重要である

シミュレーションの本質を踏まえた技術の構築（考え方）

技術構築の狙い

目標

開発期間短縮
（50%削減）
完成度向上

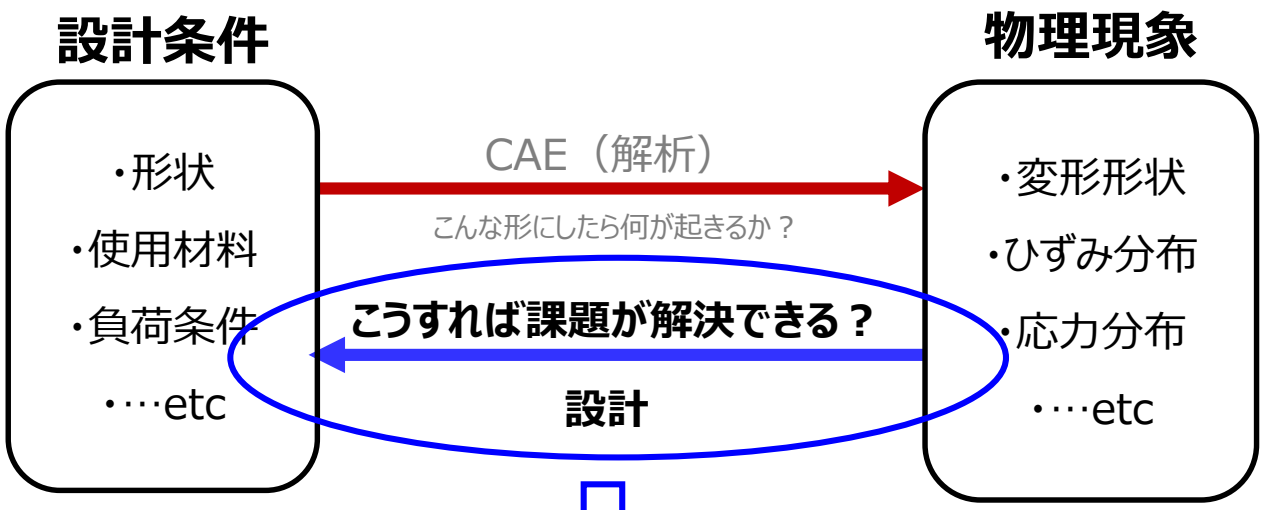


効率化によるさらなる効果
定型業務負荷の低減
⇒クリエイティブ業務にシフト

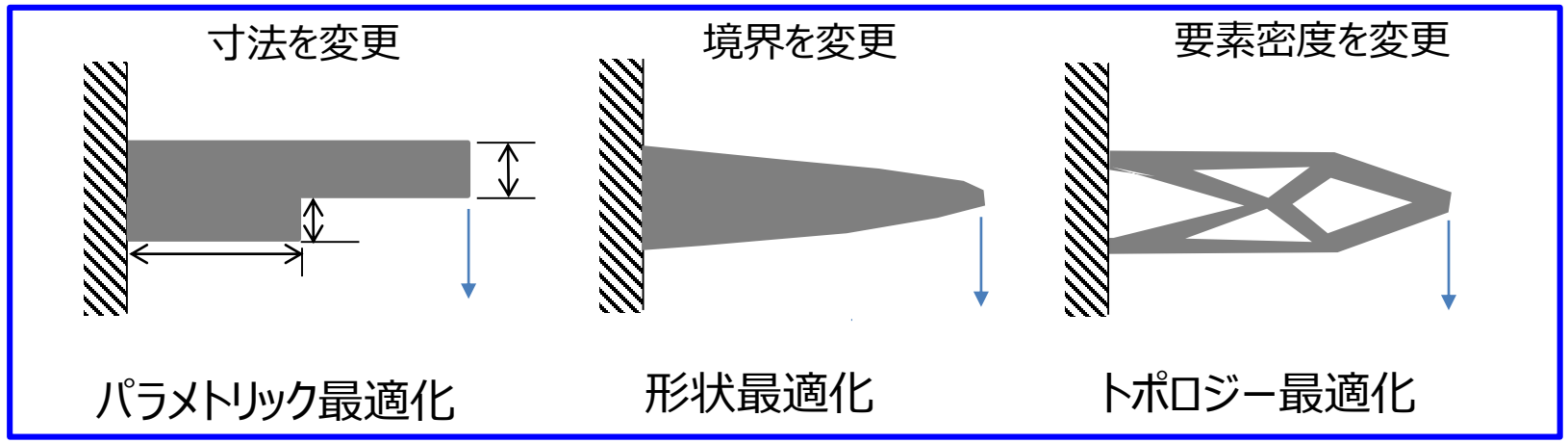
Courtesy of Dassault systemes

シミュレーションを開発初期に適用することで、開発期間短縮・完成度向上につなげる。

コンピュータによる効果的な設計技術を構築



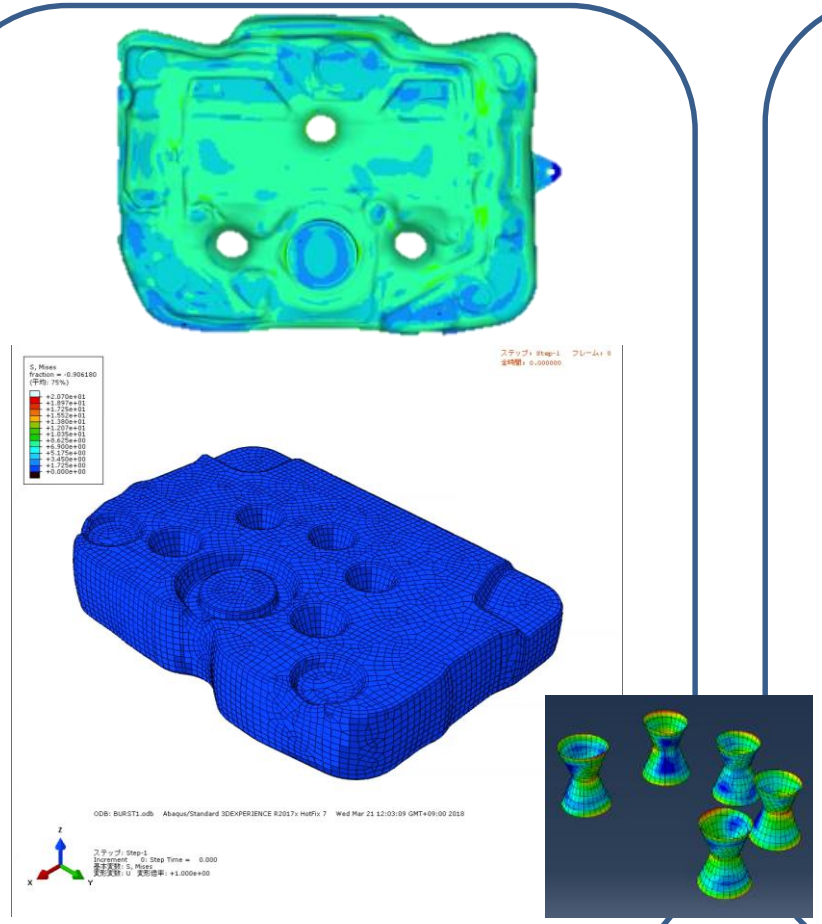
最適化を駆使した強力な設計技術を構築



ISIGHT　TOSCA　TOSCA

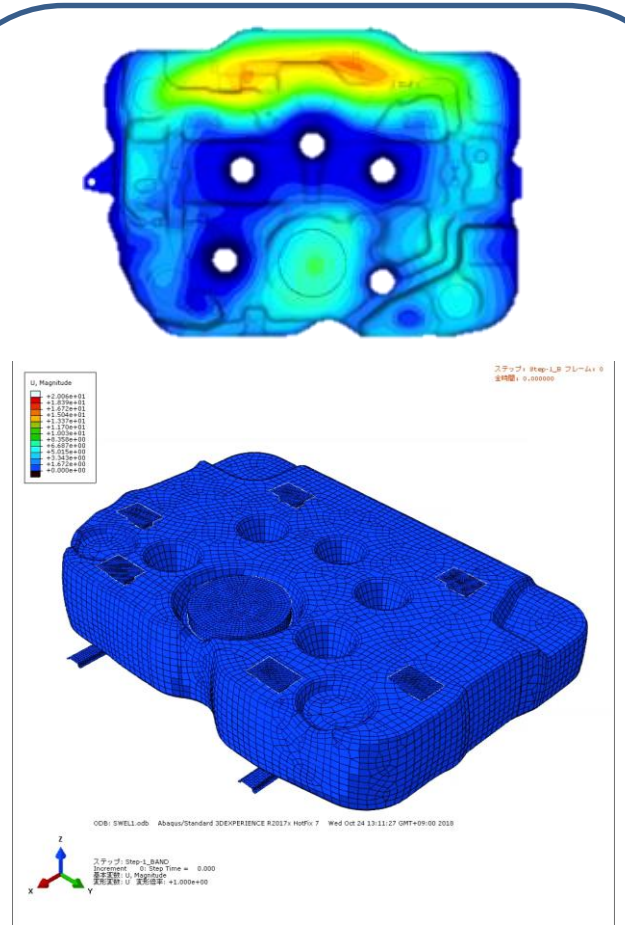
CAE&最適化を駆使し、設計精度を抜本的に改善する技術を構築

各シミュレーションの説明



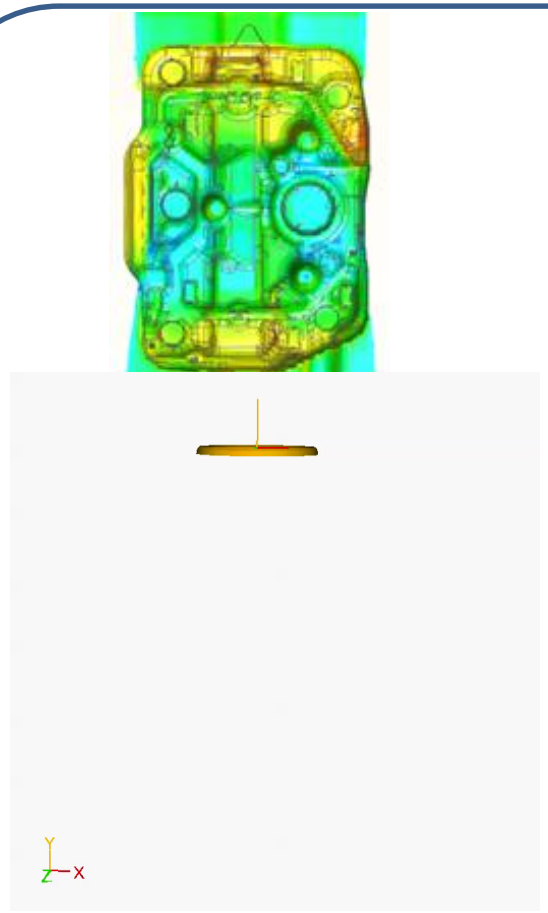
バーストCAE（Abaqus）

タンクに高圧をかけ、製品の強度が十分あるかを確認するためのCAE



膨潤変位CAE（Abaqus）

タンクを高温下に置き、膨潤・膨張して内圧をかけたときに、最低地上高を守れるか、フロア側との干渉がないかを確認するためのCAE



ブロー成型CAE

成形性を検証するためのCAE

上記3種類のシミュレーションは、このあとよく出てくるので覚えておいてください。

設計プロセスの改善

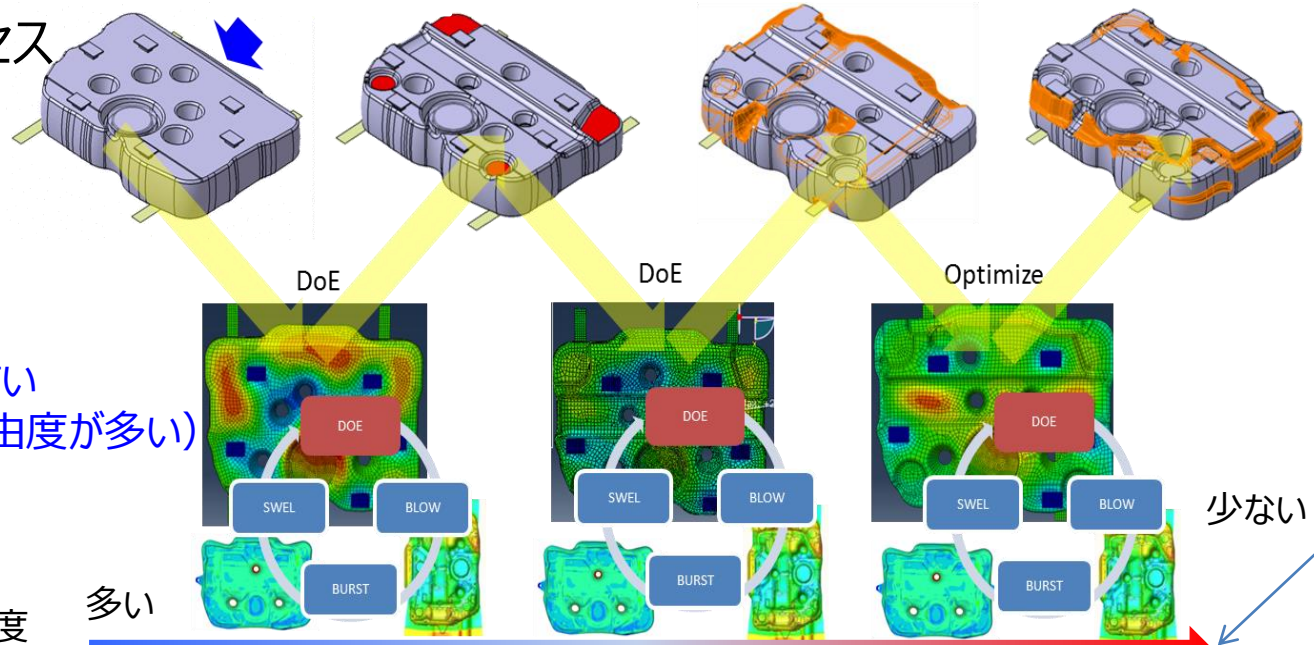
現在の設計プロセス

設計自由度　多い　→　少ない

改善しにくい
（設計自由度が少ない）

・3~5案ぐらいしか考慮できない
・１度に考えられる要件は１つのみ

開発中の設計プロセス



改善しやすい
（設計自由度が多い）

設計自由度　多い　→　少ない

・100案以上からベストなものを抽出
・１度にすべての要件を考慮可能

実験計画法・最適化技術を使って、CAEを設計初期に適用。確認のためのCAEから、設計のためのCAEへ

シミュレーションの本質を踏まえた技術の構築（実装）

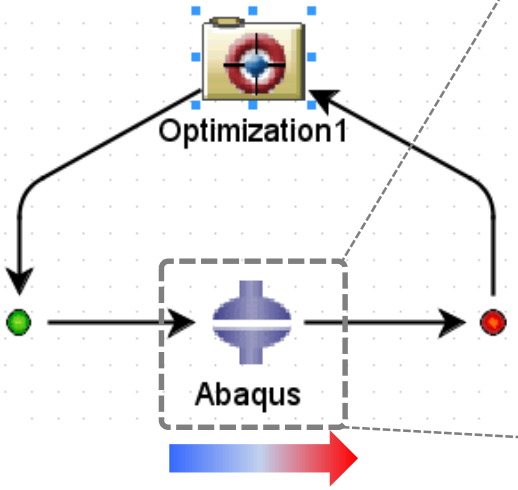
システム構成

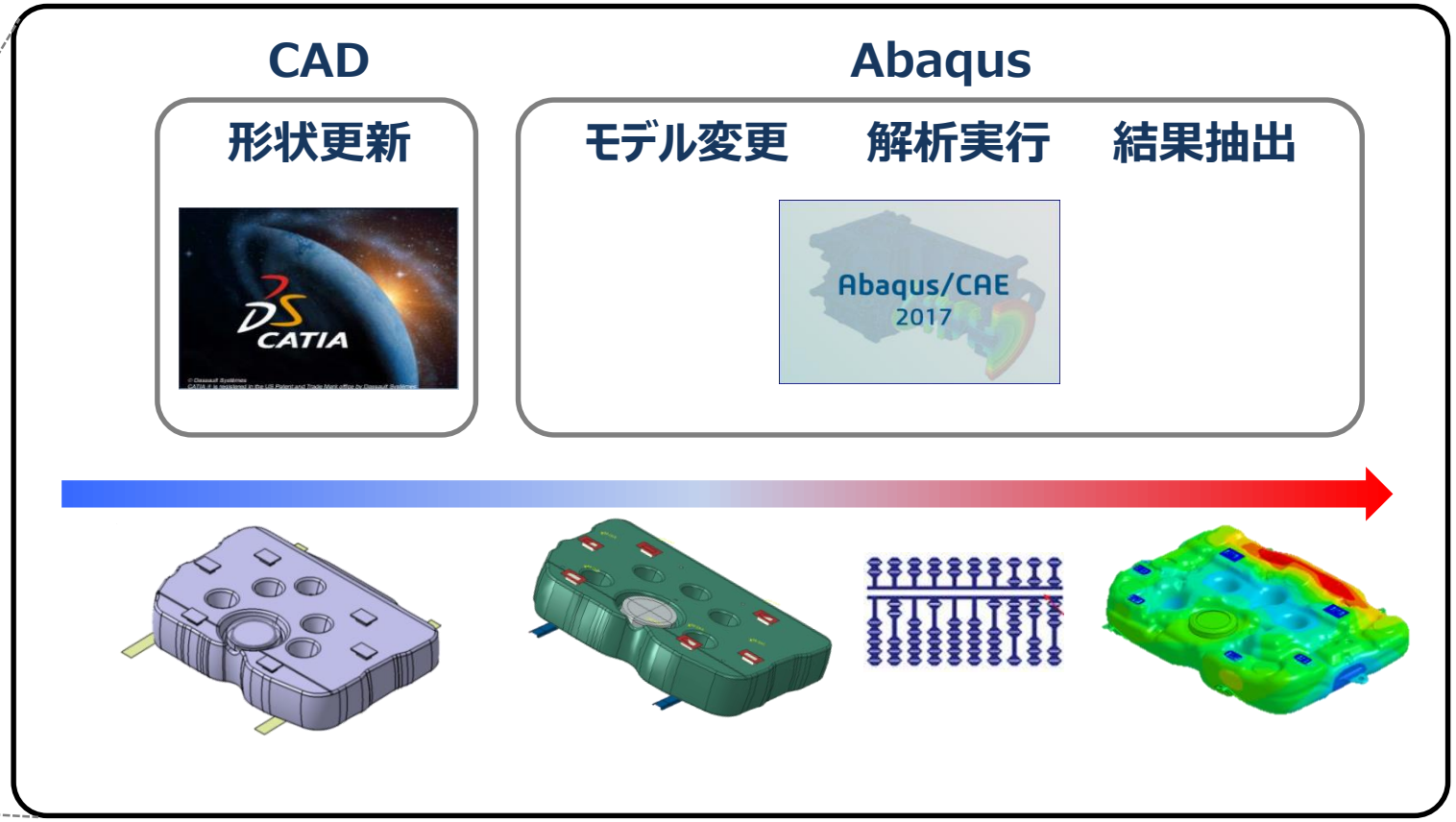
使用アプリケーション：

Isight（自動化･最適化）

CATIA V5（形状更新）

Abaqus（モデル更新）



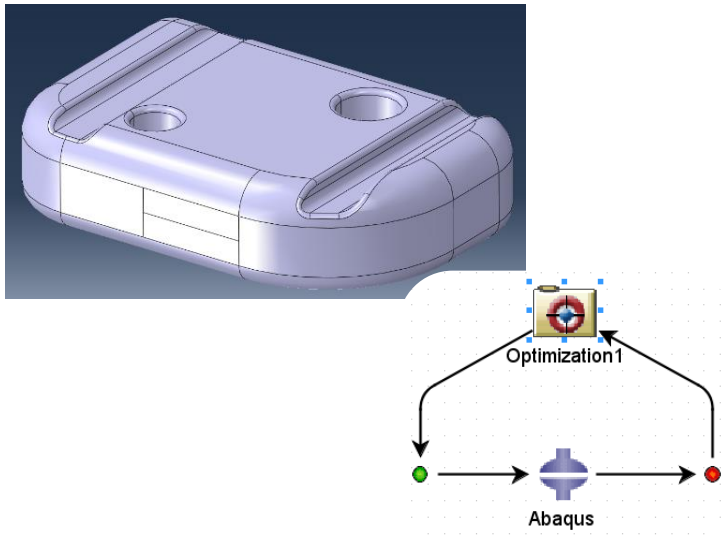
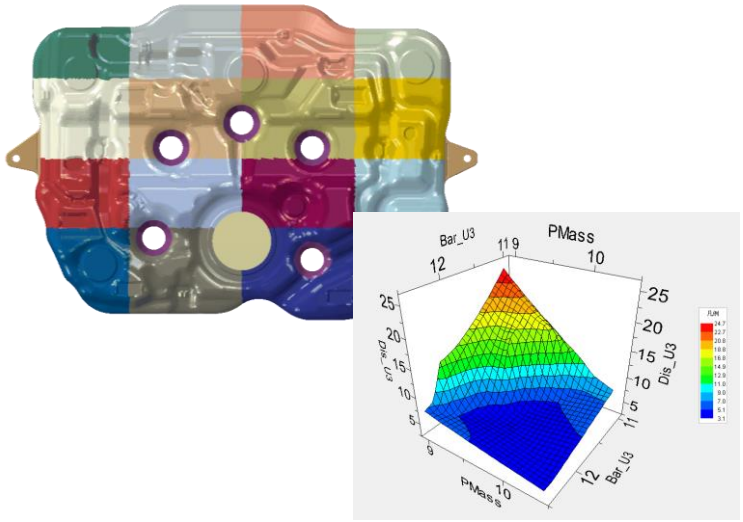
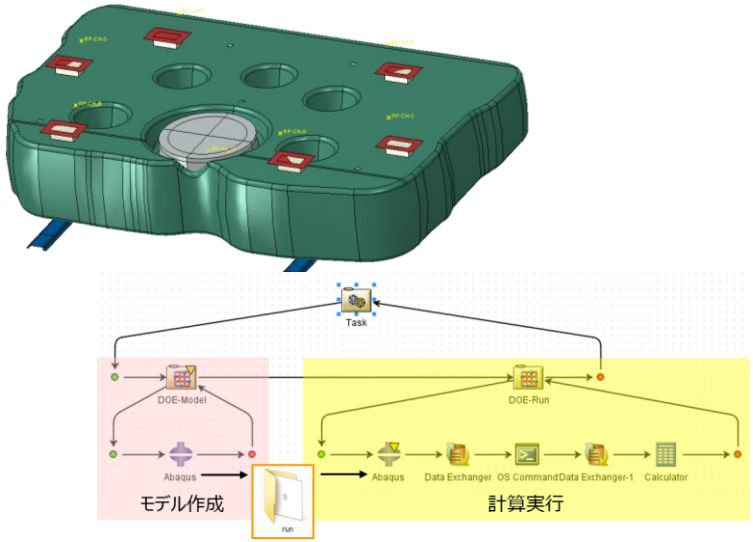


Abaqusコンポーネントによる自動化（裏で実行される作業）

Isight･CATIA･Abaqus を使用。CATIAとAbaqusは、CAI（CATIA Associative Interface)で繋げた。

プロジェクトの推進経緯（SIMULIA＆プログレス･テクノロジーズと実施）

YACHIYO

CAEの自動化	板厚をパラメータとした最適化の理解を深めるための取り組み	実際の設計に近い技術の構築
【目的】 非常に簡単なタンクモデルを用いて、 **Isight + CATIA + Abaqus Sim-Flow** でどのような計算ができるか理解した	【目的】 製品形状の複雑な形状のタンクモデルを使って、最適化・近似モデルなどについての理解を深めた。まずは、簡単のため、板厚をパラメータとして実施した。	【目的】 製品形状で、形状寸法をパラメータ化して、実際の製品設計に近い形の技術を構築した。
		

非常に簡単なモデルでの検証から始め、一歩ずつ、理解を深めながら技術構築を行ってきた。

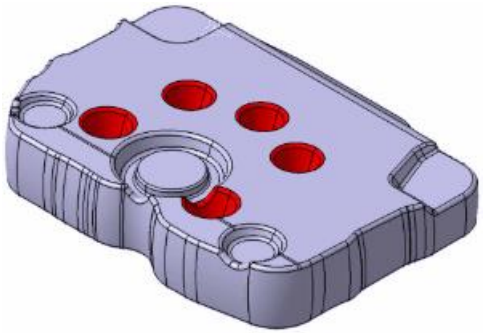
DoEの使ったパラメトリックスタディ

- アルゴリズム
  - 最適ラテン超方格実験
  - サンプリング数：１００

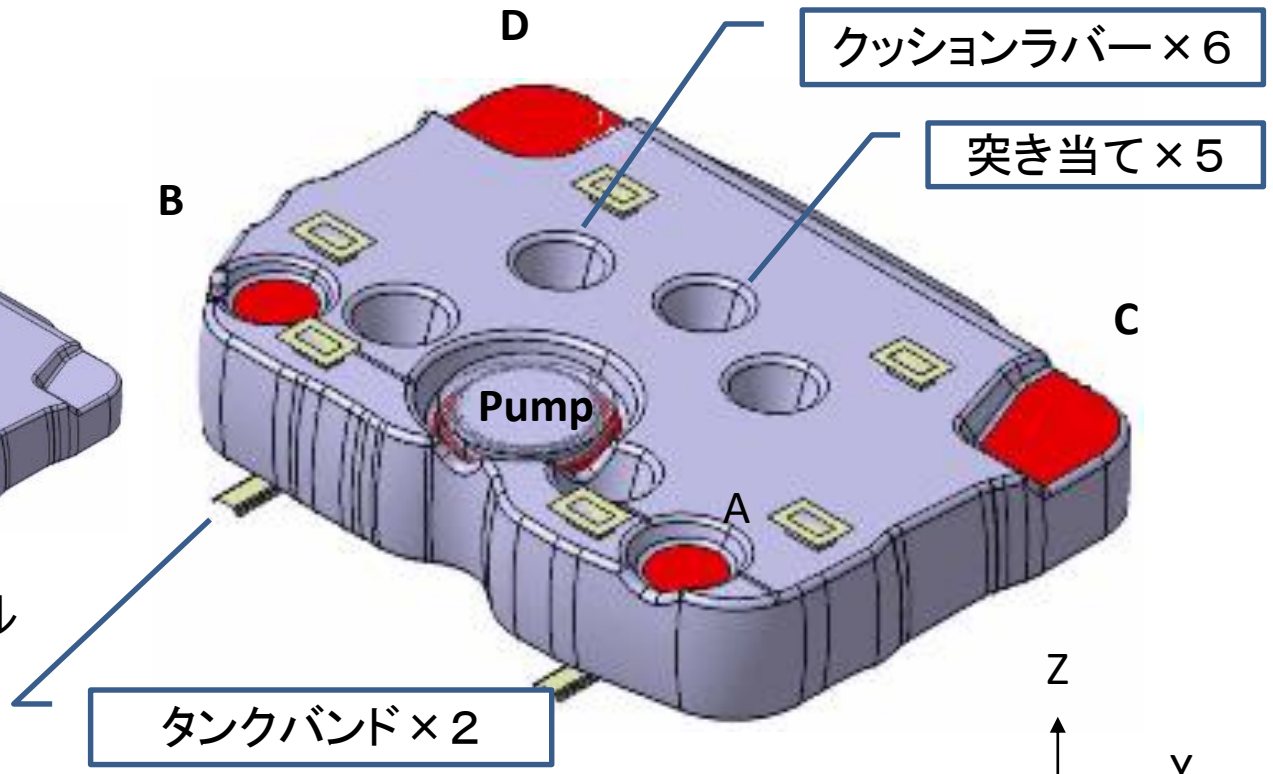
- 設計変数
  - 突き当てのXY座標
  - クッションラバーXY座標
  - タンクバンドのX座標

  設計変数の数：24

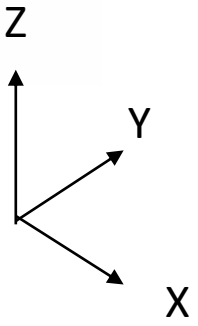
- 測定点
  - 座面A～DのZ方向変位(膨潤CAEでの変位確認)
  - 突き当てA～Dの相当応力(バーストCAEでの強度確認)



バーストCAEモデル

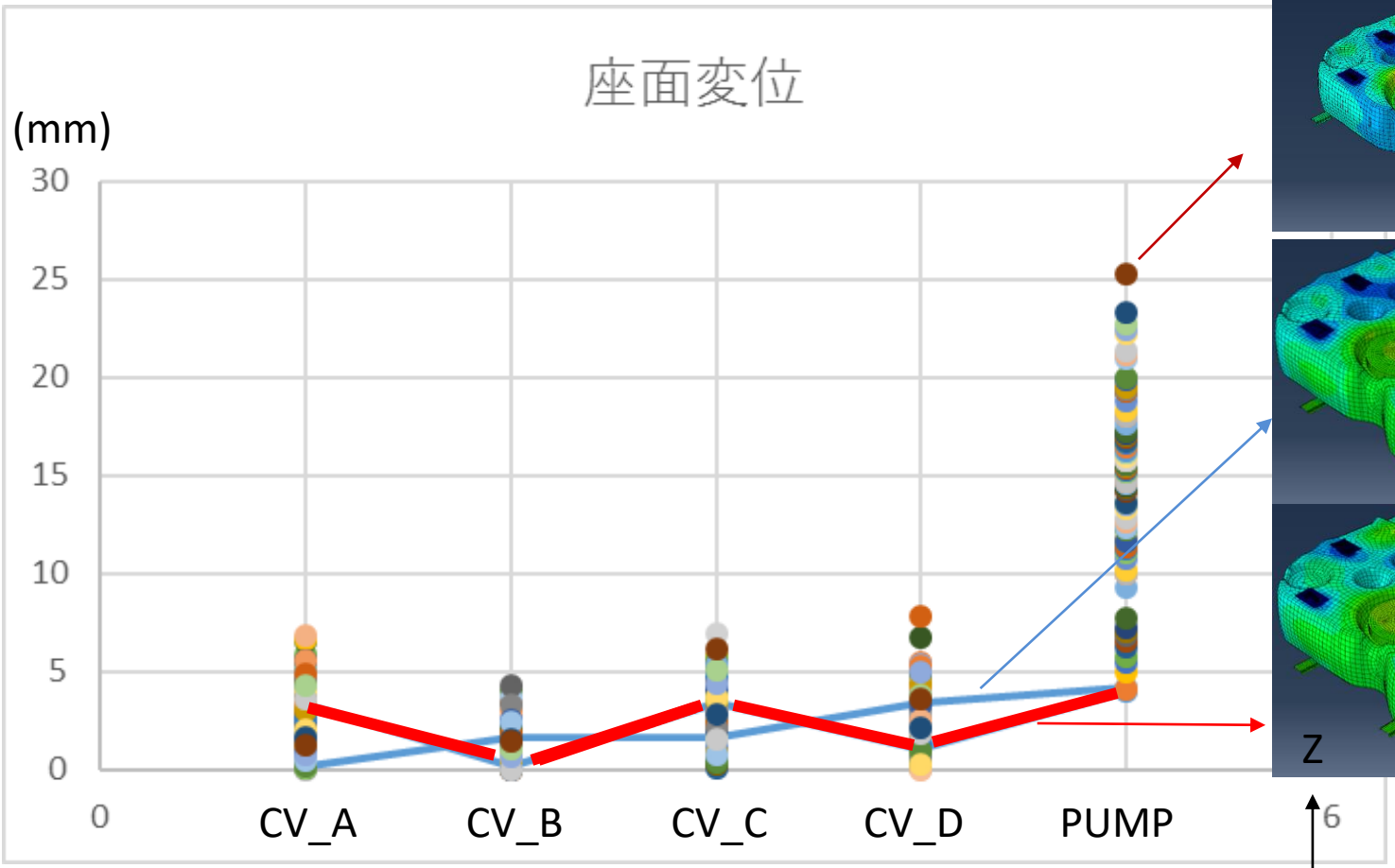


膨潤CAEモデル

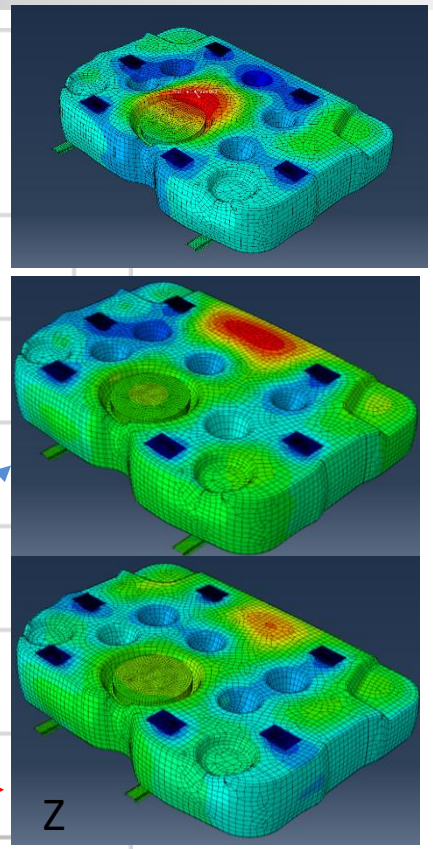


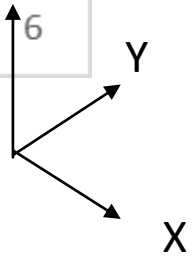
実験計画法を使ってパラメトリックスタディを実施。

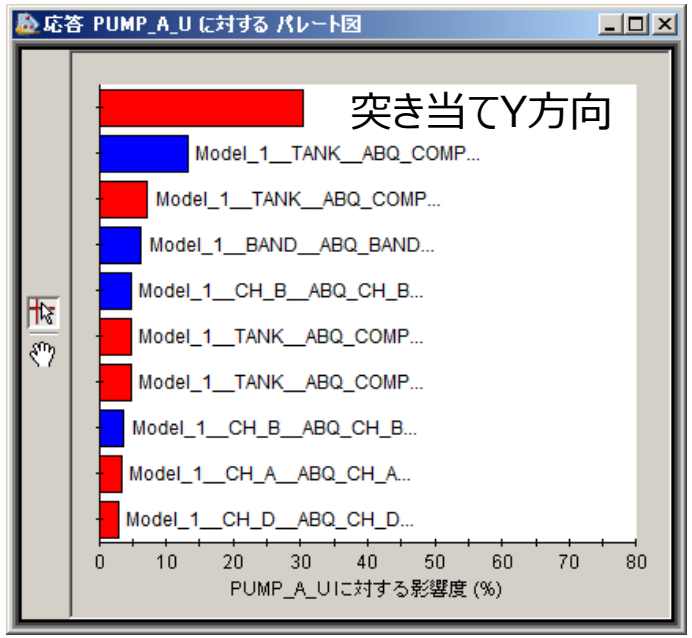
パラメトリックスタディでわかること（膨潤CAE）



各測定点の変位が取りうる範囲





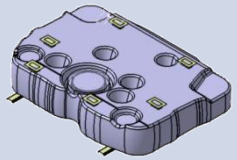
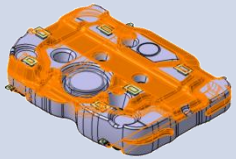
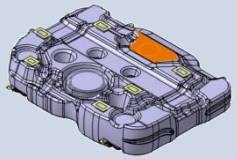
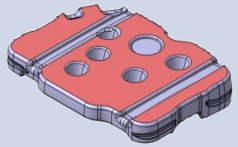
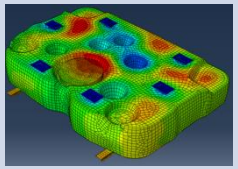
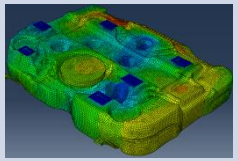
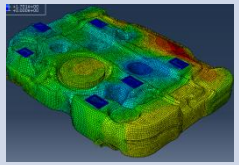
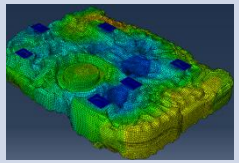


ポンプ変位量に対する
設計変数の寄与度

設計初期では、設計空間の特性把握が最も重要

新開発の設計フロー

概形設計 → 形状作成 → 設変 → 形状作成 → 出図 → 形状作成 → 本出図

	LEVEL1	LEVEL2	LEVEL3	LEVEL4	LEVEL5	LEVEL6	LEVEL7
評価項目	**限界性能**	**基本要件**	**基本要件** 設変	**剛性最大化**	軽量化	ロバスト設計	要求信頼性
設計 CATIA	概要設計 ﾊﾟﾗﾒｰﾀ設定 管理箇所	詳細形状 設計要件	設変形状 設計要件	ビード領域	最小板厚 変化領域	バラツキ 因子抽出	PCC指標
							
解析 Abaqus Isight	変位分布 感度分析	性能変化 最適形状	性能変化 最適形状	ビード形状 最適化	肉厚最適化	SN比 感度分析	物性の 経年変化
							

計算 1day → 計算 1day → 計算 1day

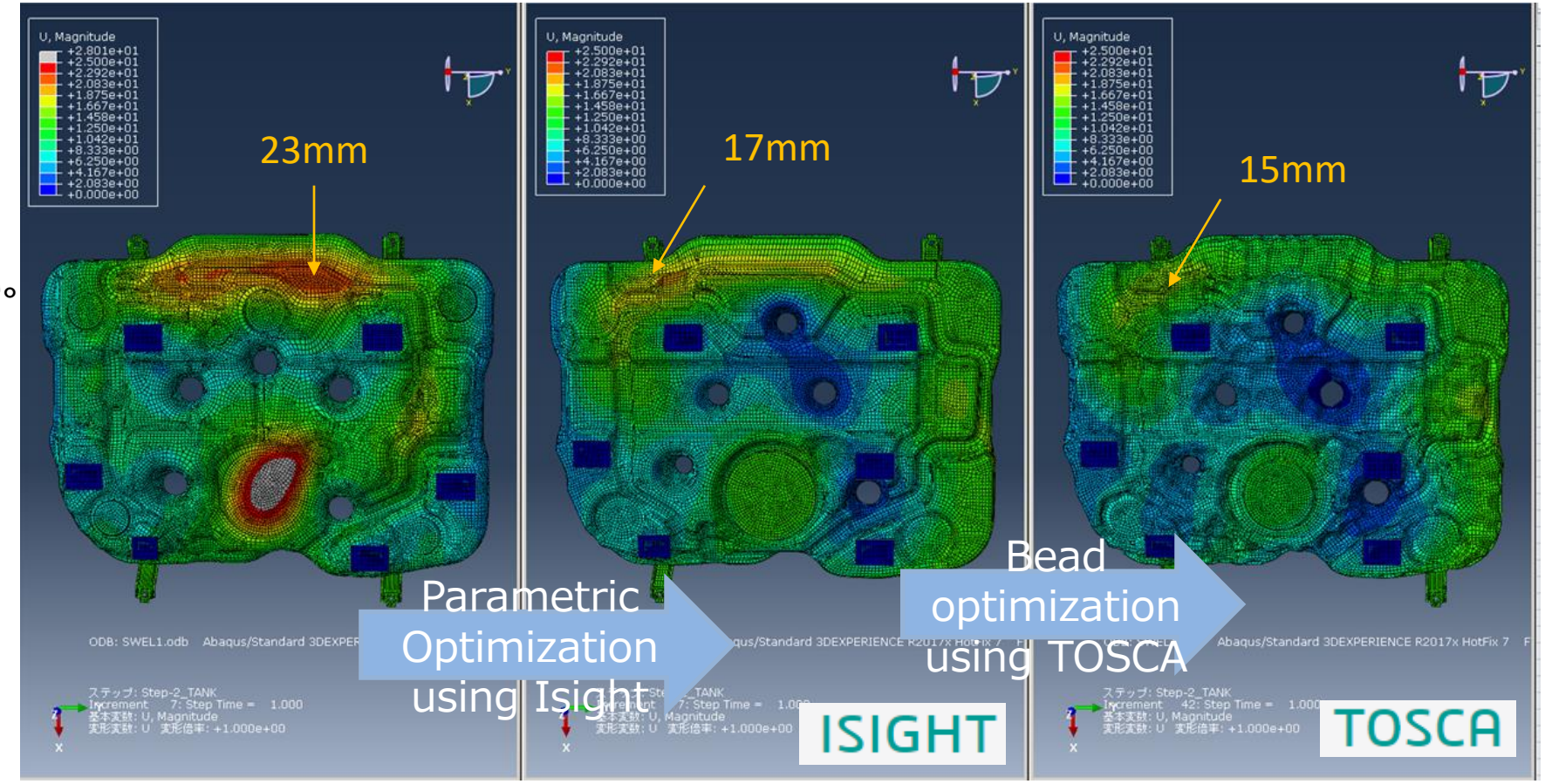
このフローによる設計を実施した

新設計プロセスの適用例（膨潤CAE）

使用条件下の
変位確認コンター図

レンジは統一。

変位は小さいほうが良い。



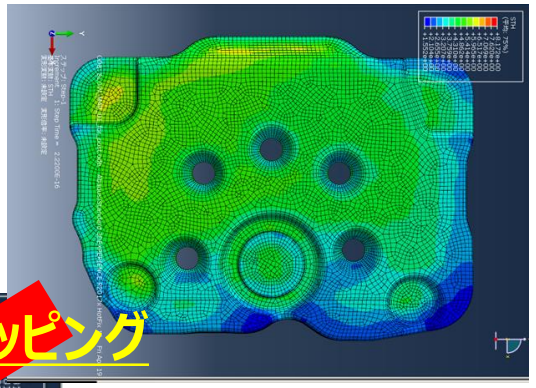
現在の設計手法を適用　　今回の技術を適用　　TOSCAのビード最適化を適用

新規開発技術により、大幅な性能改善が実現できそうな見込みである

ブロー成型CAEの実装

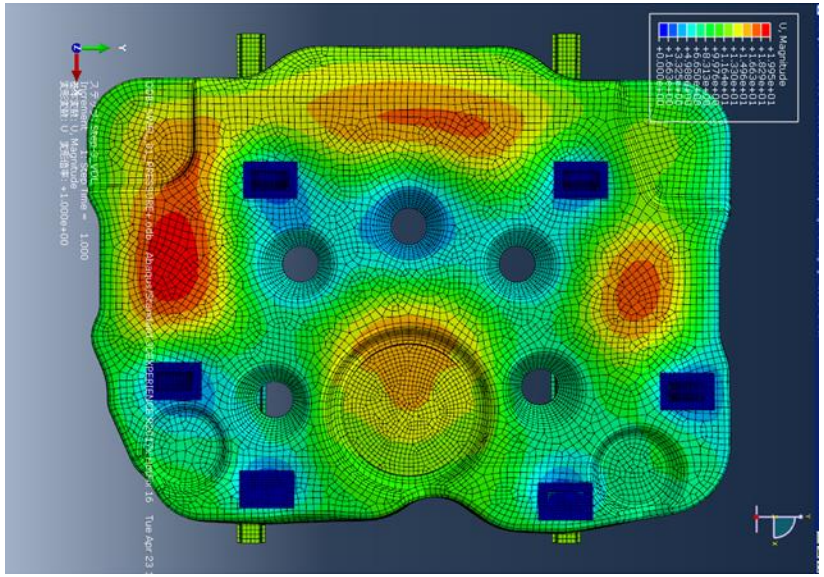
ブローCAEが必要な理由

・成形性の確認
・板厚による性能変化

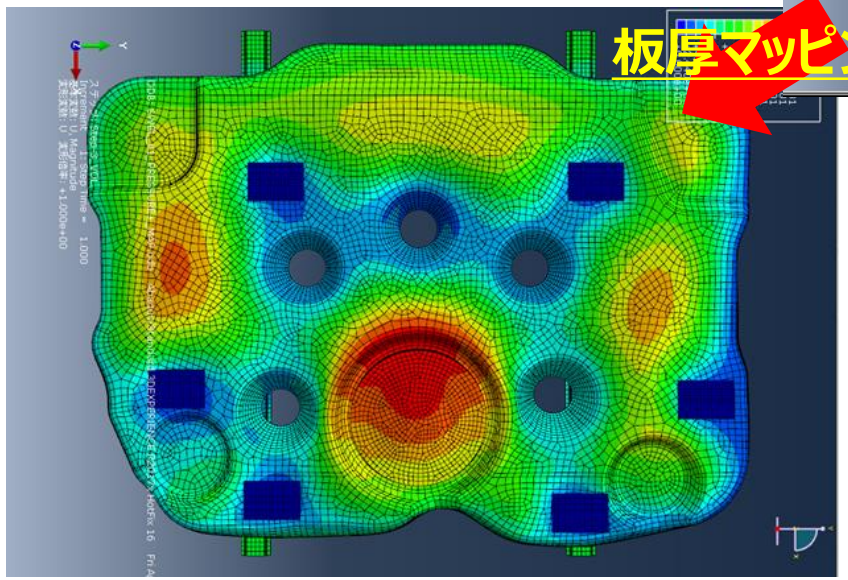


板厚マッピング

ブローCAE板厚分布



板厚一定による膨潤CAE結果

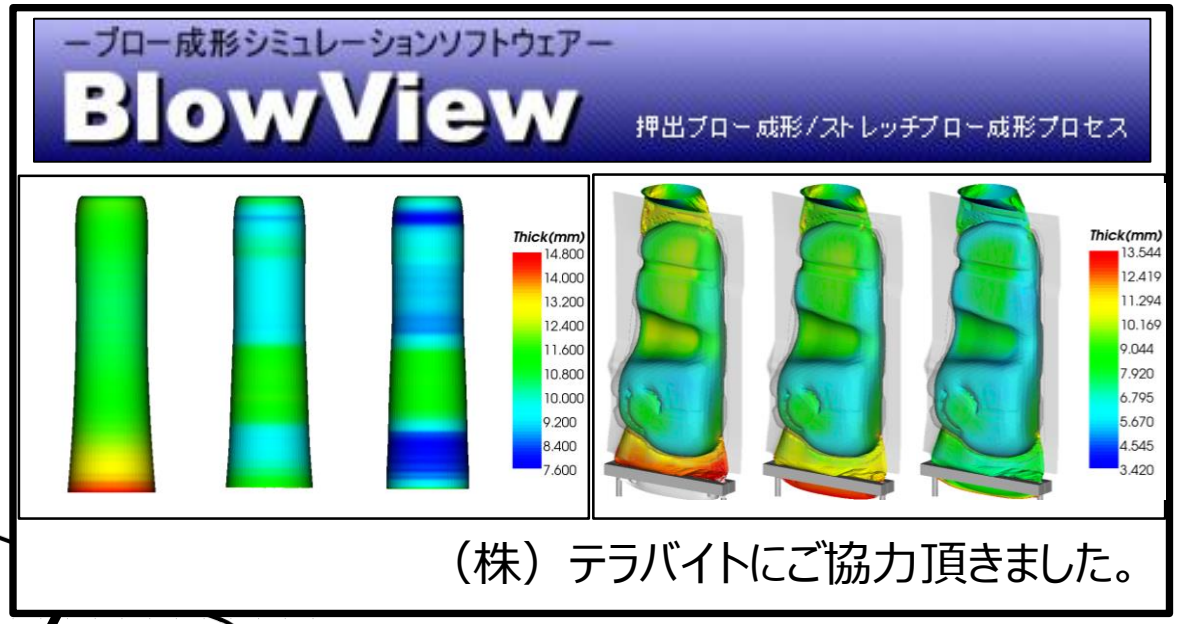


ブローCAEの板厚を反映した膨潤CAE結果

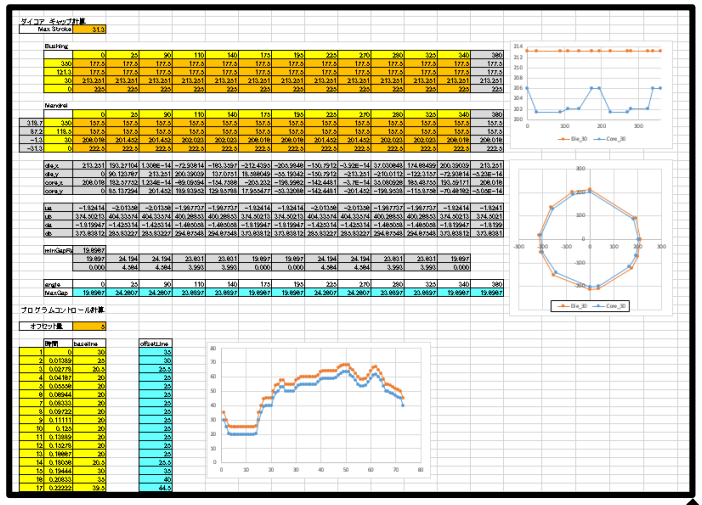
成形性だけでなく、板厚による性能変化も考慮する必要がある

Isightによるブロー解析の自動化（プログレス･テクノロジーズ＆SIMULIAと実施）

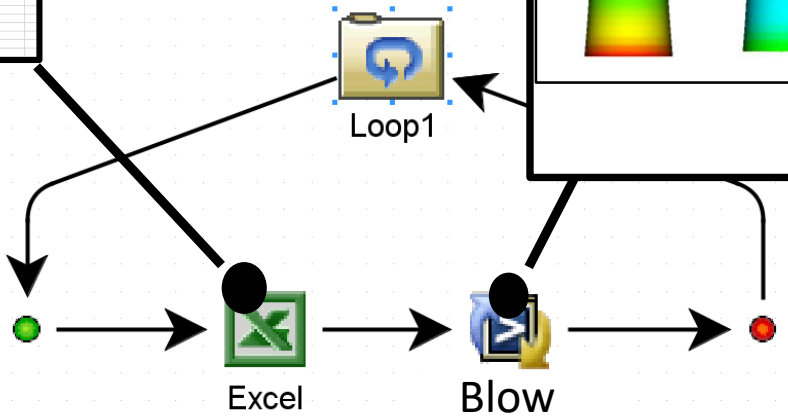
ブロー成型シミュレーションソフトウェア



（株）テラバイトにご協力頂きました。



ブロー成型ソフト専用の
パラスタ用Excelツールを作成

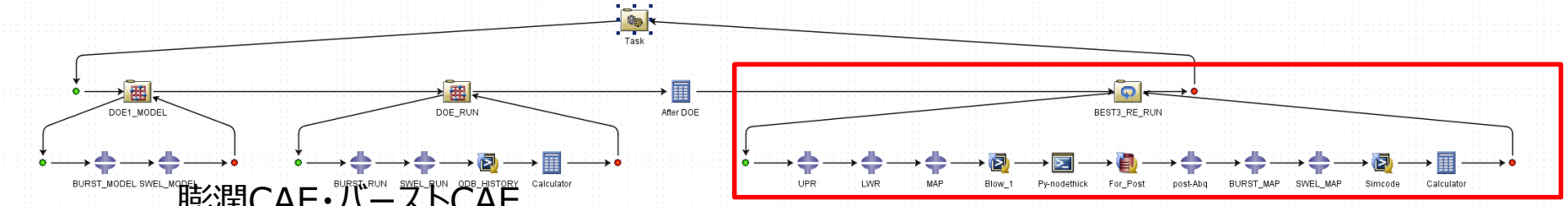


BlowViewをIsightの
Simcodeを活用して自動化

BlowViewをIsightに組み込み、設計要件から製造要件の複合領域最適化技術を構築

Isightによるブロー解析の自動化（プログレス･テクノロジーズ＆SIMULIAと実施）

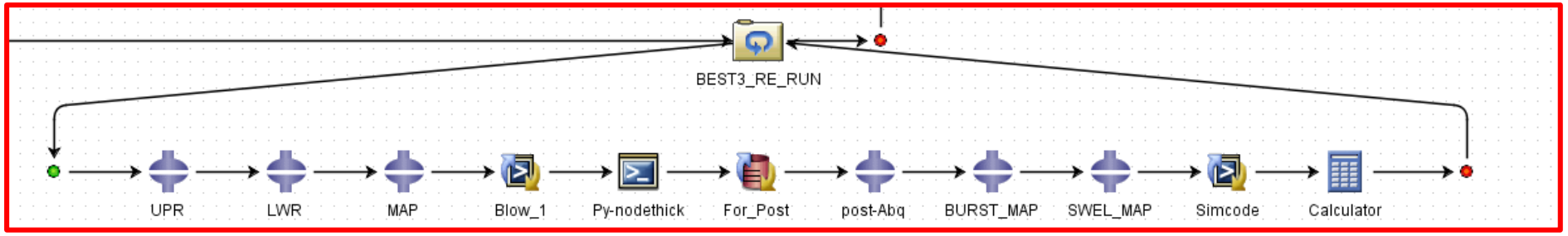
フロー



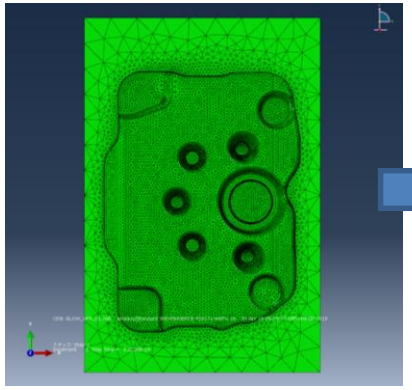
膨潤CAE･バーストCAE
（Ex.100パターン）

板厚を反映した性能確認（膨潤･バースト）

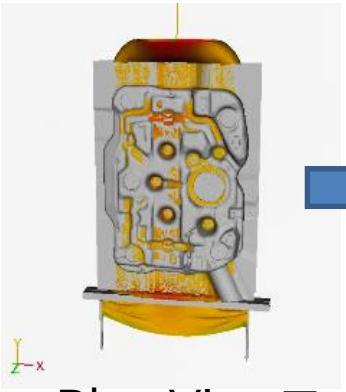
全体のワークフロー



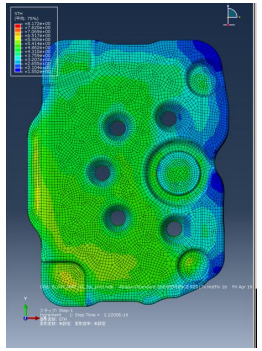
詳細内容



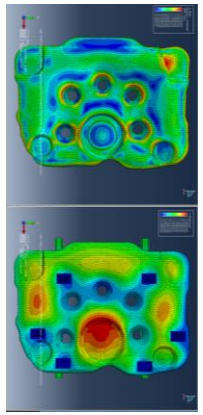
AbaqusCAEで
金型メッシュ作成



BlowViewで
計算



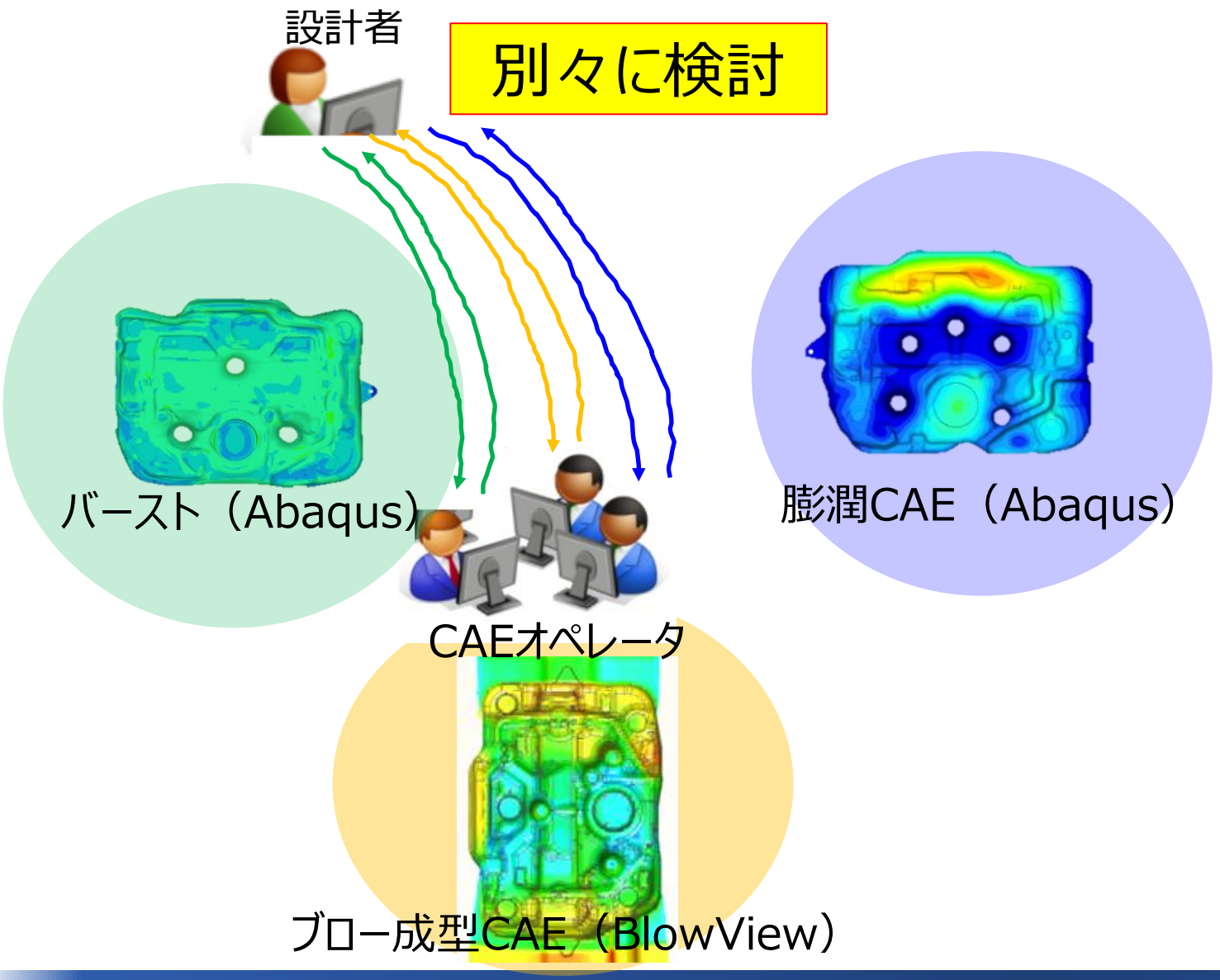
膨潤･バーストモデルに
板厚マッピング

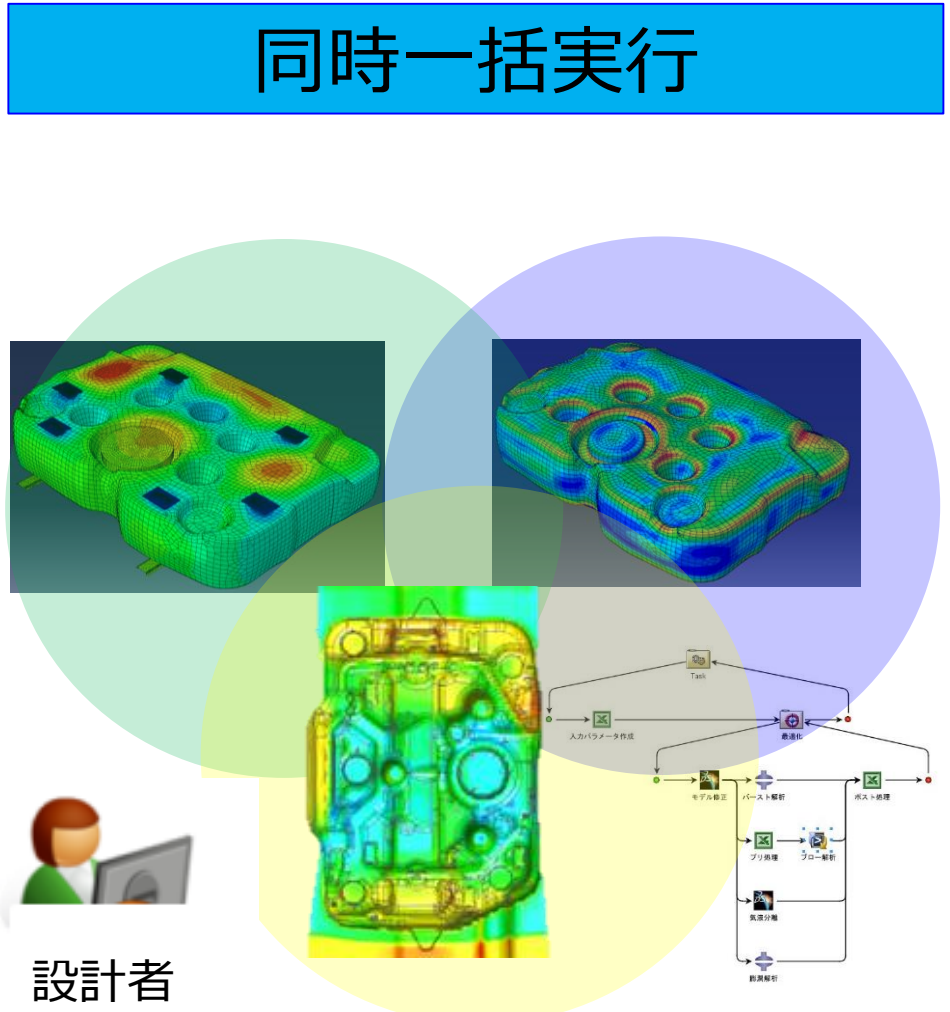


Abaqusで
膨潤･バースト計算

サードパーティのCAEソフト（BlowView）も、自動化･最適化フローに組み込むことができた！

複合領域最適化



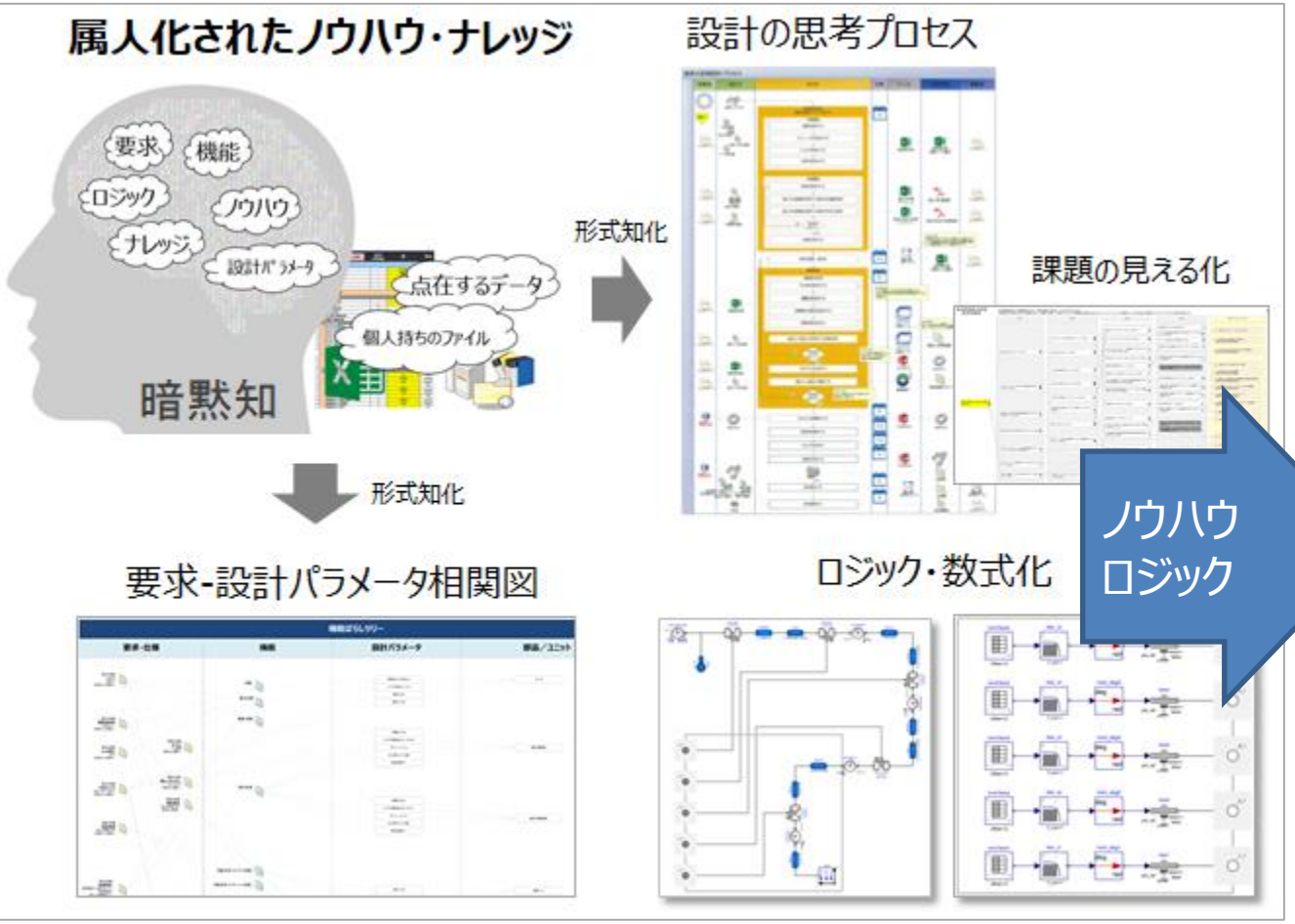


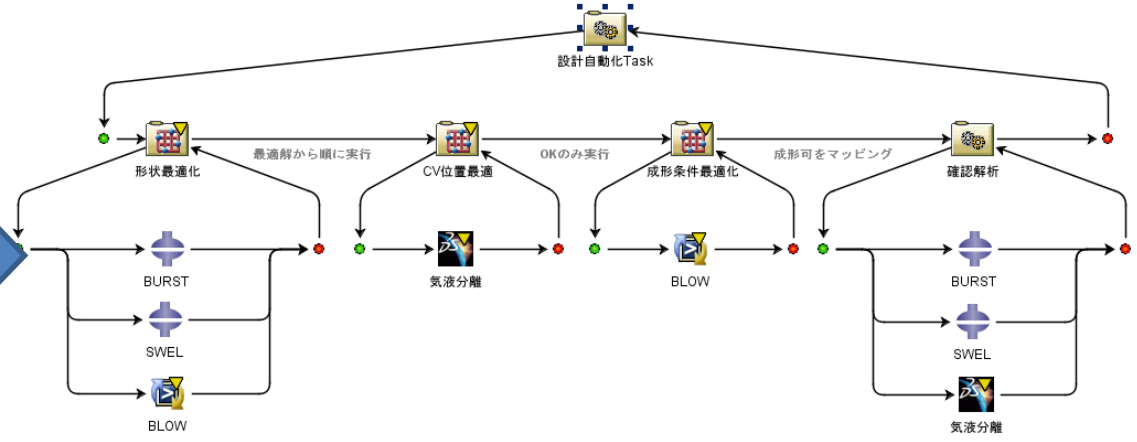
Courtesy of Dassault systemes

同時一括実行により、トレードオフ問題を効率的に解決可能

暗黙知の形式知化とIsightへの実装

暗黙知の形式知化⇒自動設計への落とし込み（プログレス･テクノロジーズと実施）





自動設計フロー

暗黙知の形式知化（設計関係者インタビュー）
プログレス･テクノロジーズ社のPTDBSを利用

設計者の暗黙知を形式知化したうえでIsightに組み込み、自動設計フローを作成

CAEの民主化（デモクラタイズ）

燃料タンクCAEデモクラタイゼーションの段階的推進

• 技術開発～ツール化～デモクラタイゼーション（設計展開）のロードマップ

技術開発– 2017年度下期～

Blow成型への適用⇒膨潤・バースト・Blow成型の統合⇒ロバスト設計への応用

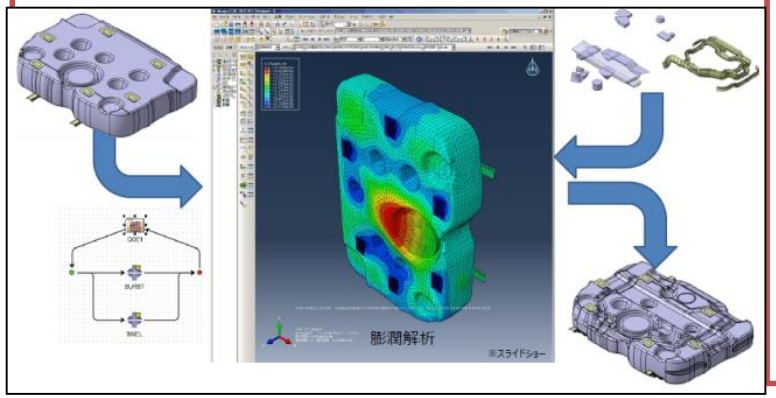
道具：**Isight + Abaqus**

内容

•自動化とパラメトリックスタディの技術検証

•適用範囲の拡充と技術開発

対象：膨潤、バーストの最適設計



設計向けツール化 – 2018年度下期～

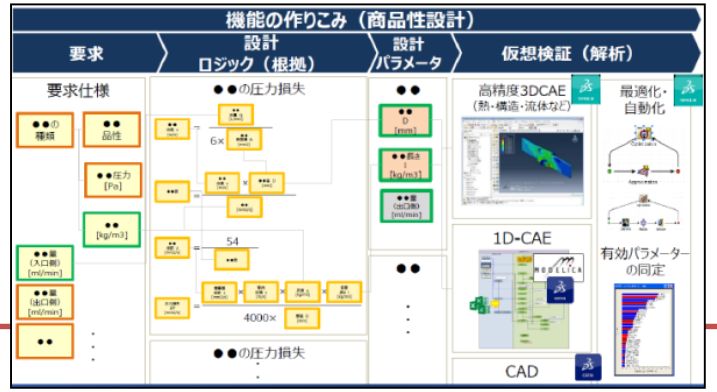
設計要件ノウハウの実装継続

道具：**(Isight + Abaqus) & PTDBS**

内容

•設計プロセスと要件ノウハウの組込み

•パイロット試用と実運用に向けたフィードバック



デモクラタイゼーション（設計展開） – 2019年度～

道具：**3DEXPERIENCE PLATFORM**

内容

•PTDBS機能のPlatformへの実装

•既存ENOVIA機能との連携

段階的に設計者へ展開

3D EXPERIENCE PLATFORM 上に構築されるあるべき像

OEM

ベストな仕様を迅速に提示できる設計開発プロセス

コンカレント・エンジニアリング On 3D EXPERIENCE PLATFORM

要求要件

初期形状

過去知見収集と検討

設計要件満足させるための形状変更/追加

変更のたびごとに

デジタルDRによる提案力

要求データ

過去設計データ

CAEデータ

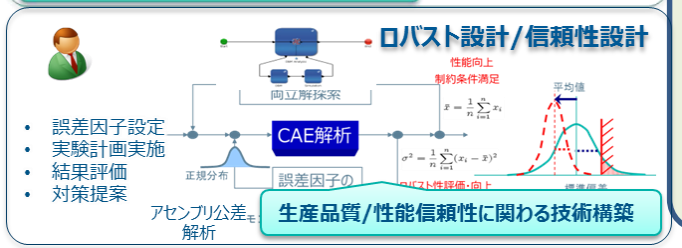
試験データ

量産

試作一発OKを可能にする設計開発プロセス

試作/試験

スペック試験



設計満足解の探索

形状・肉厚検討

バーストCAE

ブローCAE

膨潤・スレッドCAE

バーチャル設計力

試作前検証

ブローCAE

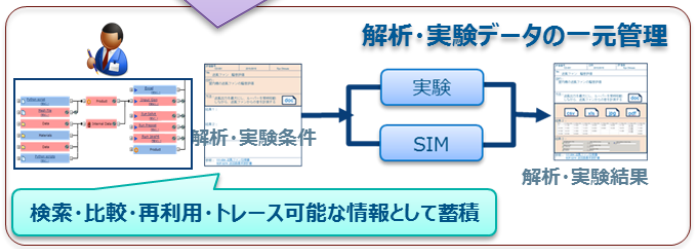
バーストCAE

膨潤・スレッドCAE

自動化

3D出図

次期製品、様々な製品開発に適用できる汎用的なデジタル情報管理



Courtesy of Dassault systemes

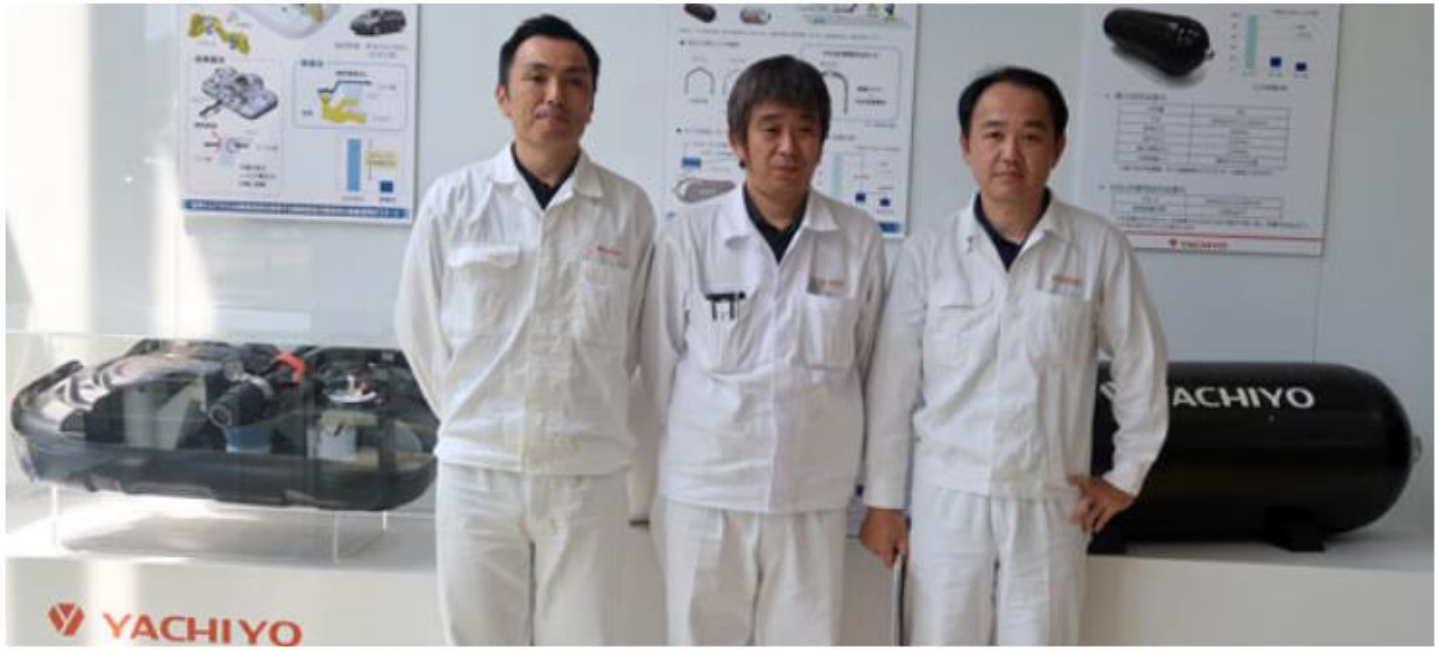
3 D EXPERIENCEに実装し、シミュレーション主導設計を実現していく

最後に

Monoist と TechFactoryに記事が出ました

「八千代工業　CAE」で検索

ベテラン設計者が持つ暗黙知の形式知化に貢献



（左から）八千代工業 開発本部 生産技術部 デジタル開発推進ブロック 宇井英司氏、同樋高徹氏、同 日本機械学会認定 計算力学技術者国際上級アナリストの海老原寛氏。

MONOist
http://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/1809/28/news009.html
TechFactory
http://techfactory.itmedia.co.jp/tf/articles/1809/28/news005.html

ぜひ、読んでみてください。

Thank you!

If you have any questions or suggestions, please don’t hesitate to contact me!

海老原寛
hiroshi_ebihara@yachiyo-ind.co.jp