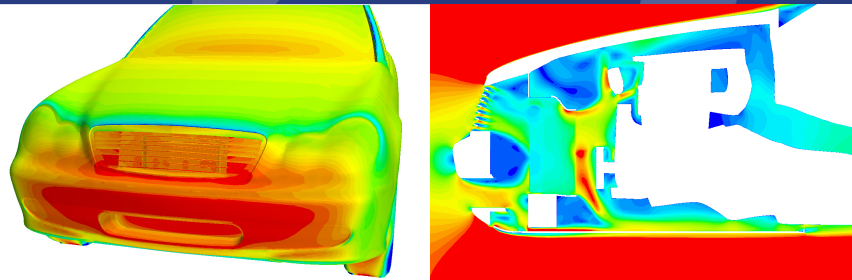




www.cd-adapco.com



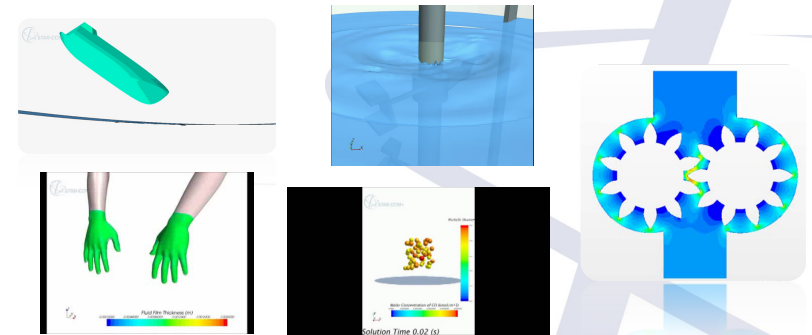
自動車熱流体問題の大規模最適化について -熱流体解析ツール STAR-CCM+と設計探索ツール HEEDS-

(株) CD-adapco
シニア・アプリケーション・エンジニア 松村 泰起

株式会社CD-adapco



- CD-adapcoはCFDを中心とした世界最大の独立系CAEプロバイダーです
- 30年間に渡り、流れ解析・熱解析・応力解析のソリューションを提供し続けています
- CD-adapcoは独立性を重視しています
- 世界約30のオフィスに約800人以上の人材を擁しています。



2

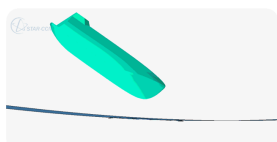
熱流体解析ツール STAR-CCM+



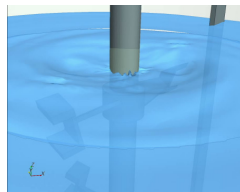
- 複合領域問題向けの統合CAEソフトウェア
- 幅広い産業分野にて活用され、世界シェアはトップクラス
- 年3回のメジャーバージョンアップ



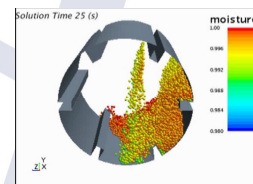
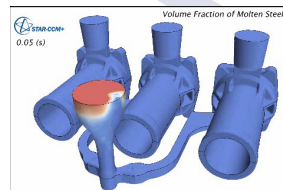
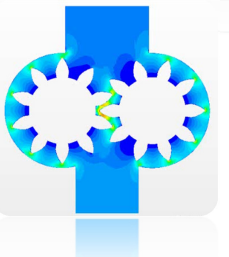
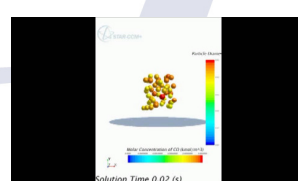
オーバーセットメッシュ



混相流モデル

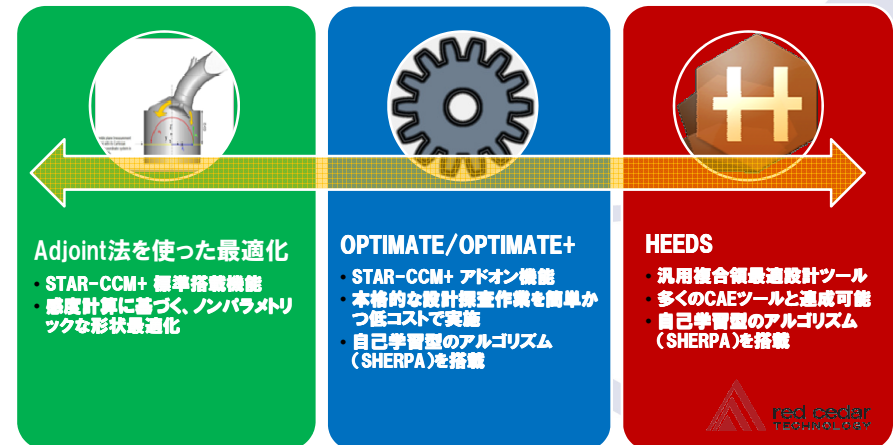


DEM(離散粒子法)



3

設計探索の製品ラインアップ

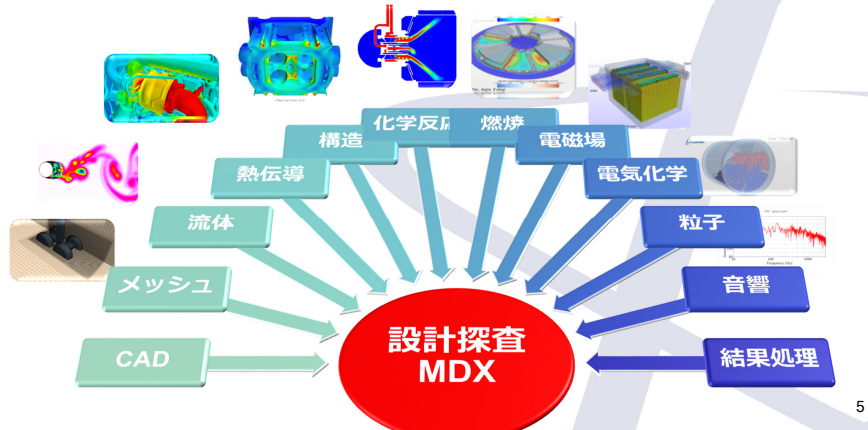


4

Multi-Disciplinary Design Exploration (MDX)

CD-adapcoが切り開く世界

- これまで ⇒ Multi-disciplinary - 多様な物理現象の理解(製品:STAR-CCM+)
- これから ⇒ Design Exploration - 設計探索(製品:HEEDS、Optimate+)

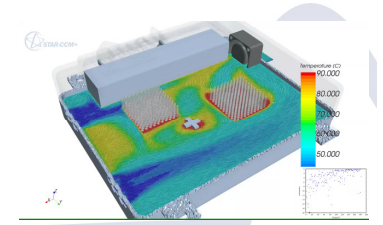


5

設計探索ツールができること

設計の試行錯誤に必要な作業を全て自動化

- モデルのパラメータ変更
- シミュレーション間のデータのやりとり
(例:CAD⇒流体解析)
- 試行錯誤
- 結果の処理(グラフ作成等)

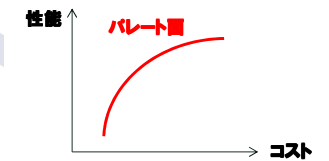


「試行錯誤」の効率化

- アルゴリズムが自動で良い設計を探索

より良い設計判断を行うために有益な情報を出力

- 例: パレート面(例: 性能とコストのトレードオフ関係)



6

CD-adapcoが提供する設計探索ツールの特徴

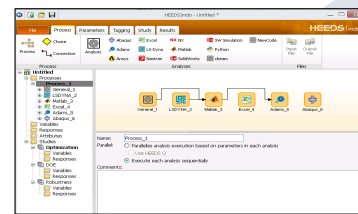
Easy to Use & Streamlined Process

自動化の設定プロセスを徹底的に簡素化

Adaptive Search

自己学習型の探索アルゴリズムSHERPAが

- これまでにない高性能な探索
- 究極に簡単な設定を実現



SHERPAは、複数のアルゴリズムの良いところだけを組み合わせて探索します。

必要な設定は「計算回数」のみ！

Number of Evaluations

150

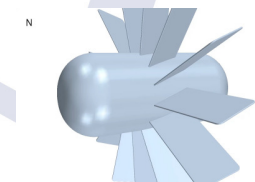
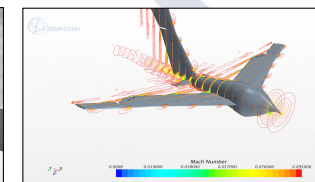
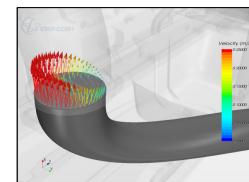
7

自己学習型探索アルゴリズムSHERPA

以下のようなエンジニアリング問題を得意としています

- 設計変数が多い問題
- 非線形性が強い問題
- 制約条件が多い問題
- 計算時間がかかる問題(流体解析等)

必要な計算回数は、「設計変数の数×10」だけです！

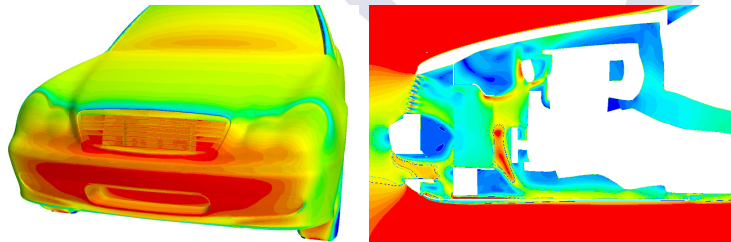


8

自動車の空力特性と熱問題の同時最適化



- ・ 自動車の「空力特性」と「エンジンの冷却特性」は密接な関係があるため、設計として両方の特性を同時に考慮したい
- ・ 熱流体問題は数値計算としても時間がかかる（1計算約1時間:32CPUコア使用）
- ・ 人の手でより良い設計解を見つけ出すのは極めて困難（多くの試行錯誤とそれに伴う数値計算の設定作業が必要）



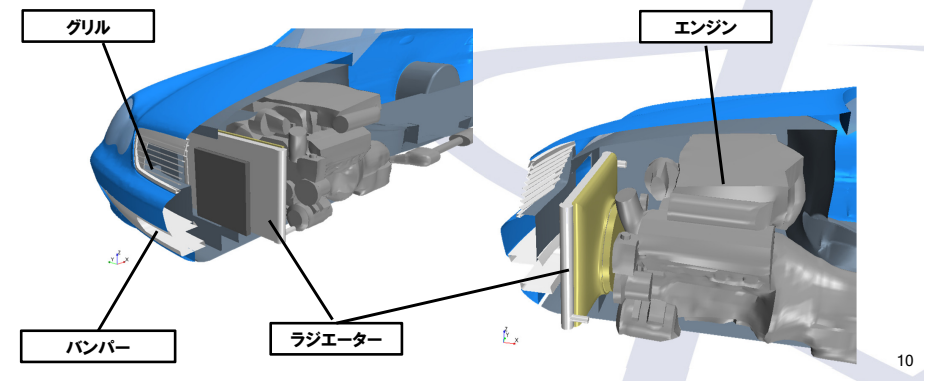
9

自動車の空力特性と熱問題の同時最適化



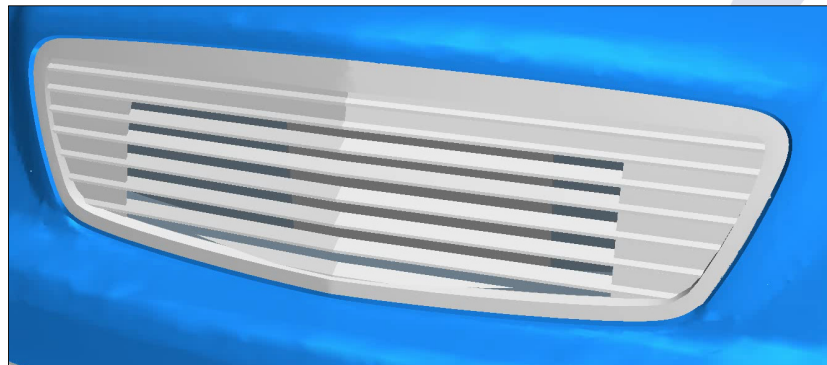
目的:

- ①空力抵抗 最小化
- ②ラジエータサイズ 最小化（冷却水温度を110℃以下に維持）



10

設計変数:グリルの形状(3変数)



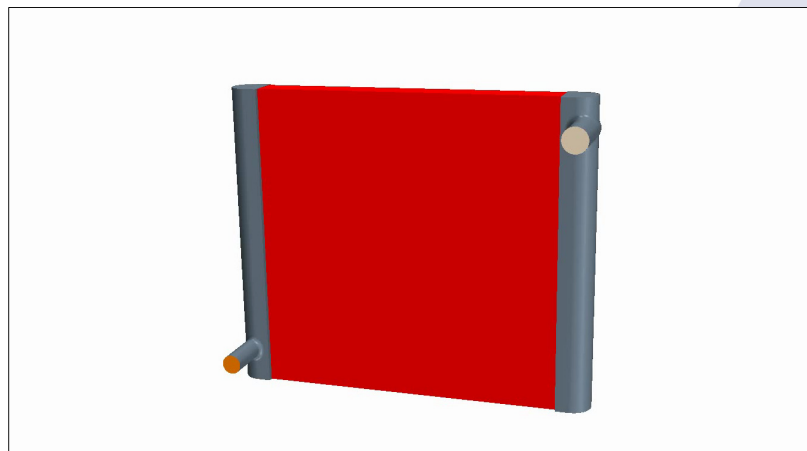
11

設計変数:バンパーの形状(2変数)



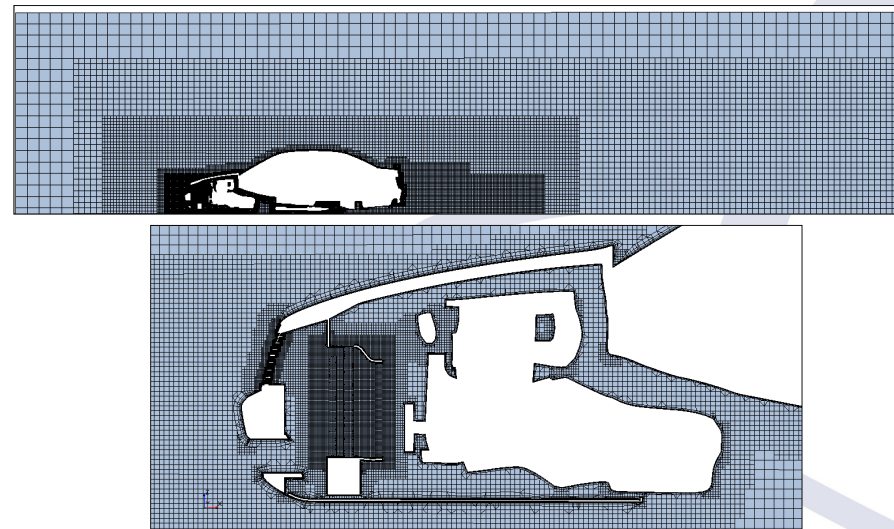
12

設計変数:ラジエータの形状(2変数)



13

メッシュ:約8百万メッシュ



14

最適化計算



目的関数 :2目的(パレート最適化)
①空力抵抗最小化
②ラジエータサイズ最小化

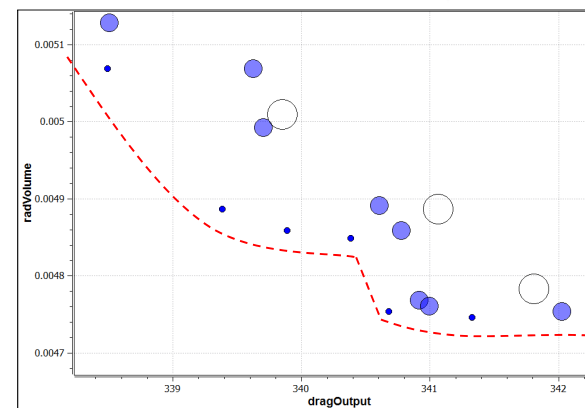
トータル計算回数 :400回

アルゴリズム :自己学習型SHERPA

並列ジョブ数 :4

15

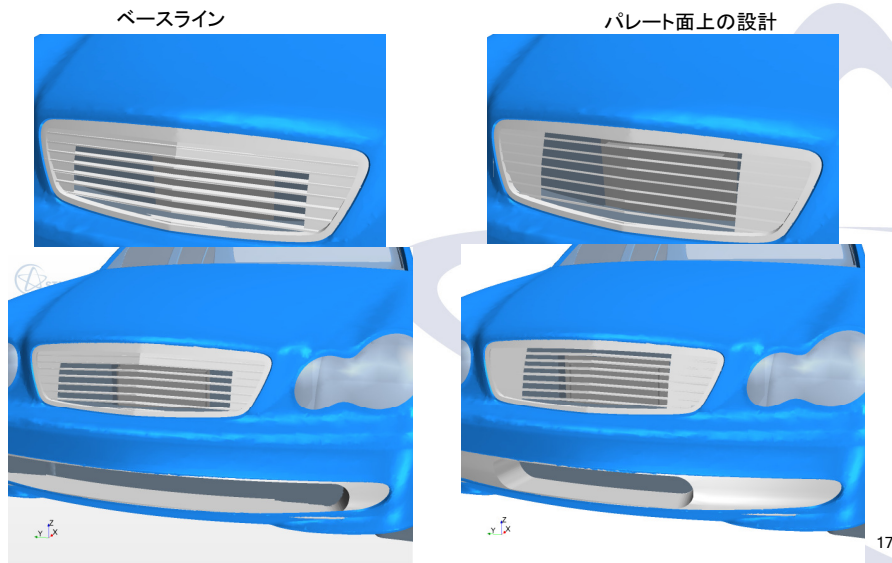
最適化計算結果



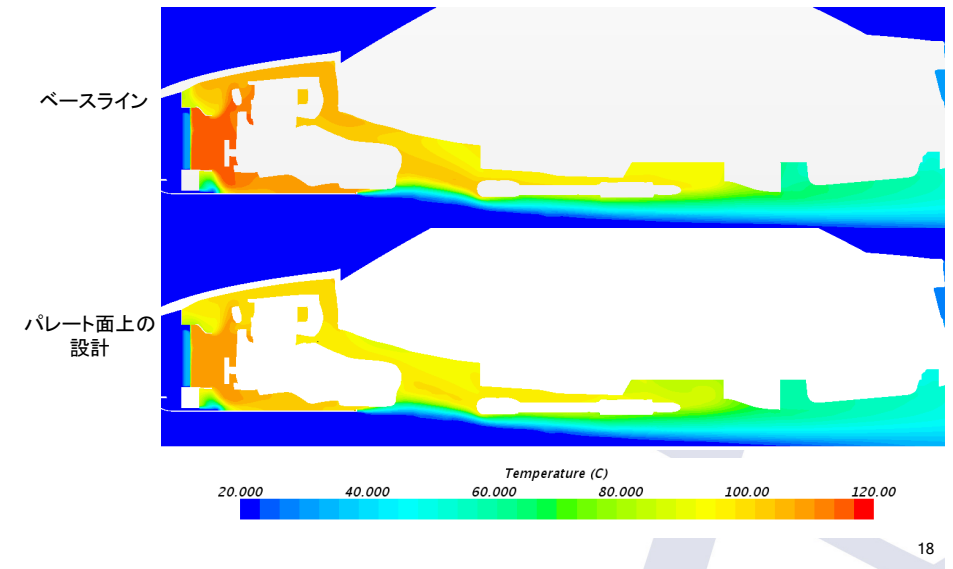
ケース	空力抵抗 [N]	ラジエータ体積 [m³]
ベースライン(制約条件逸脱)	339.7	0.00422
6番目のデザイン	347.0	0.00649
344番目のデザイン	340.7	0.00475
改善	1.8%低減	26.8%低減

16

最適化計算結果



最適化計算結果



まとめ



- 自動車の空力特性とエンジン冷却特性の同時最適化を地球シミュレータを使って行った事例を紹介させていただきました
 - 流体解析:STAR-CCM+
 - 設計探索:HEEDS
- 大規模な最適化計算を、CPUコアとジョブの並列化を併用することで高速に実施することが可能です

人力による作業



ハイパフォーマンスコンピュータとHEEDSの活用による時間短縮



まとめ:最適化と地球シミュレータの親和性



初期投資、運用経費の負担がない
オンデマンド

- 「現状のコンピュータ環境」が最適化の導入・活用の制約とならない
- 将来的に必要なコンピュータ環境の正確な見積もりにも効果的

柔軟な環境構築は、最適化を導入する際の過渡期に便利!!!