

- 車高変化を考慮した空力解析の自動化
- 自動車設計とCFDシミュレーションの活用
- ソーラーカーの空力解析を実施
- ターボ過給機解析事例
- ウォータージャケットの水流調整
- 品質工学とCFDによるEGRクーラの伝熱管フィン形状の最適化
- ハイブリッド／電気自動車 部品の冷却
- HDDナビゲーション
- 重合格子～オーバーセット法～
- JOS ～温熱環境人体熱モデル～

Analysis Case Studies

解析事例集－自動車編



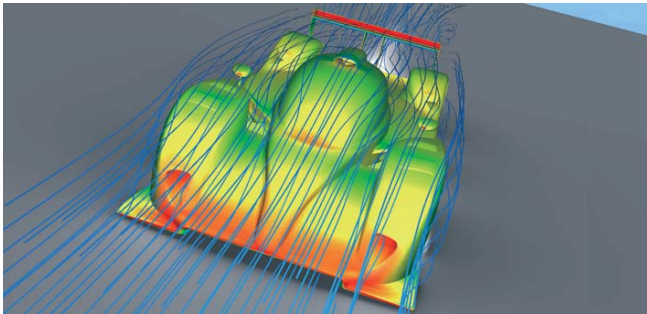
車高変化を考慮した空力解析の自動化

株式会社童夢 様 事例紹介

VBインターフェースを用いて風洞実験を模擬したシミュレーションの自動化を図る

解析中の車高変更を自動化

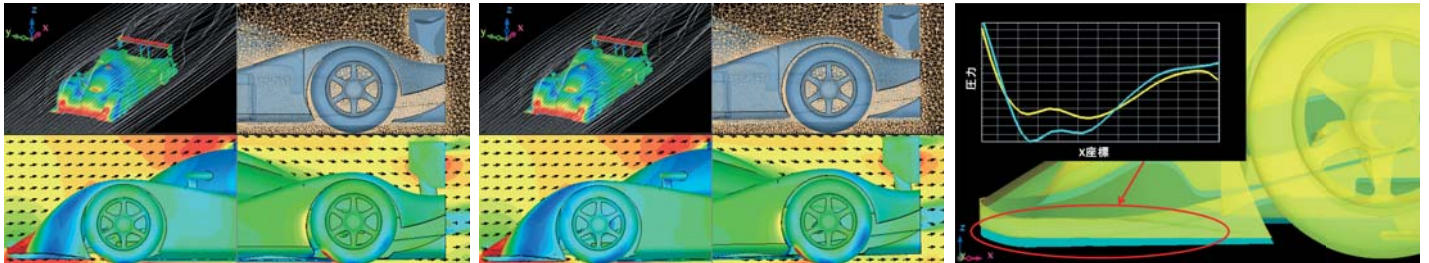
車体の風洞実験では、数パターンの車高で計測が行われる。そのため、シミュレーションで風洞実験を模擬した解析を行う場合は各車高のモデルを用意する必要がある。そこで、車高の変更を自動的に行うVBインターフェースを作成し、風洞実験を模擬したシミュレーションの自動化を図った。車高変更後のメッシュを用いた定常解析や、車高変更中の連続的な解析が可能である。車高の変更は要素移動機能を用いたメッシュ変形により行っている。



シミュレーションによる解析結果

車高変更を自動で行ったメッシュを用いて定常解析を行った。基準車高はフロント50[mm]、リア50[mm]としている。車高の変化により車体表面の圧力や、車体周辺の空気の流れが変化しているが、特にフロントアンダーパネルの表面圧力が大幅に変化した。

複数パターンの車高で空力解析を実行



フロント車高 ±0[mm]
リア車高 ±0[mm]

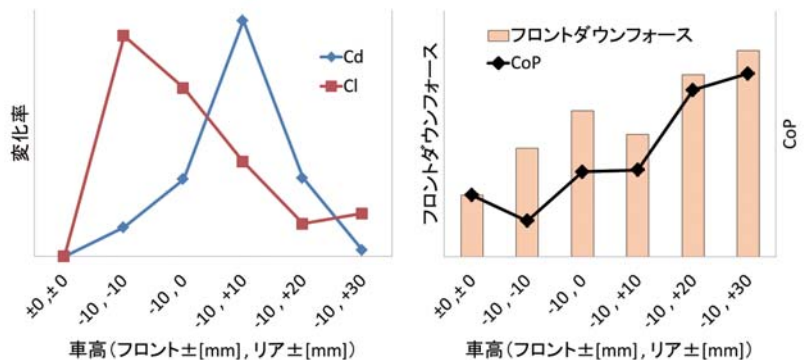
フロント車高 -10[mm]
リア車高 +30[mm]

フロントアンダーパネルの圧力

車高による空力特性への影響

ダウンフォースを比較

解析結果から空力性能値とそのバランスについて比較を行った。グラフは全て基準車高での値で規格化している。フロント車高が下がることでフロントダウンフォースが増加し、またダウンフォースのフロントにかかる割合(CoP)も増加した。



comment

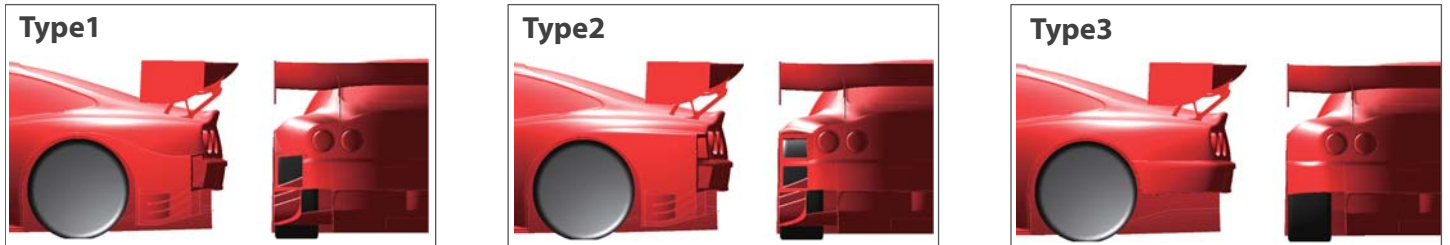
SCRYU/Tetra®とVBインターフェースを用いて、風洞実験を模擬した解析を行うために車高変更を自動化した。車高変更中の解析を連続的に行うことで、加速、減速時の空力解析を行うことも可能となる。

自動車設計とCFDシミュレーションの活用

SCRYU/Tetra® 事例紹介

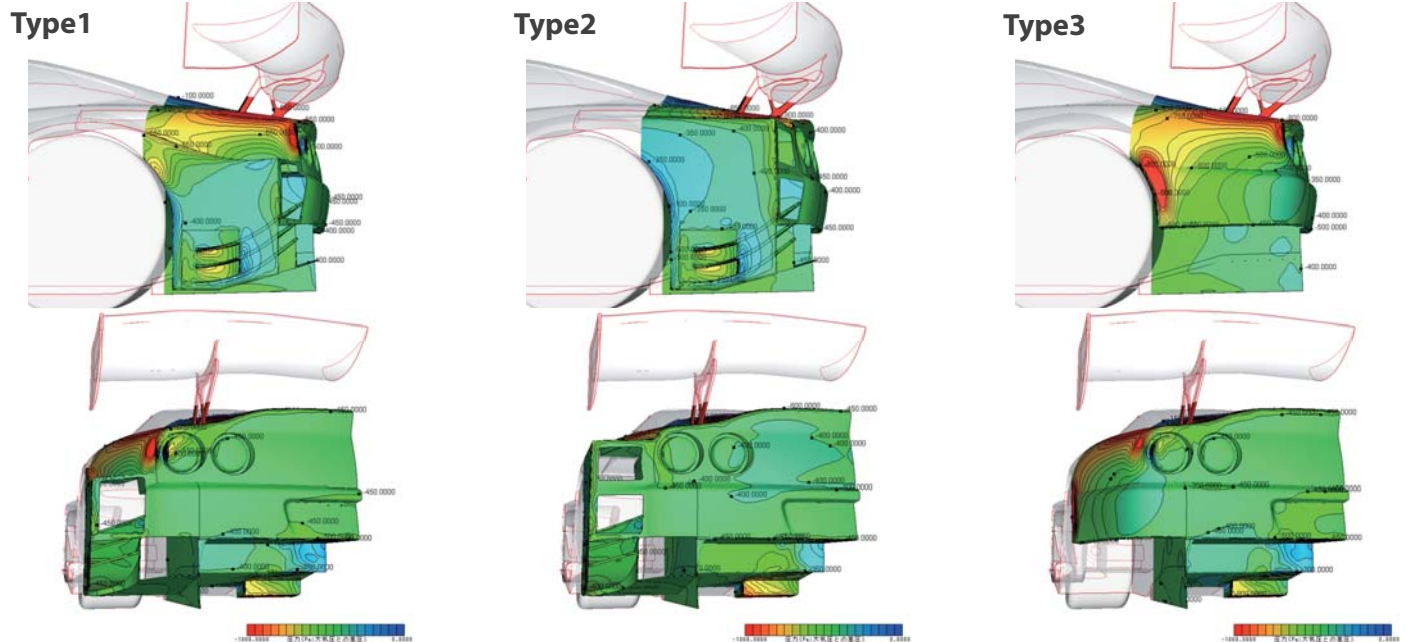
空力パーツ (リアフェンダー) の変更による、車両の空力特性への影響を検証

リアフェンダー形状 ～解析ケース～



ボディ表面にかかる圧力分布

赤色…負圧が大きい



Cd値の相対比較結果

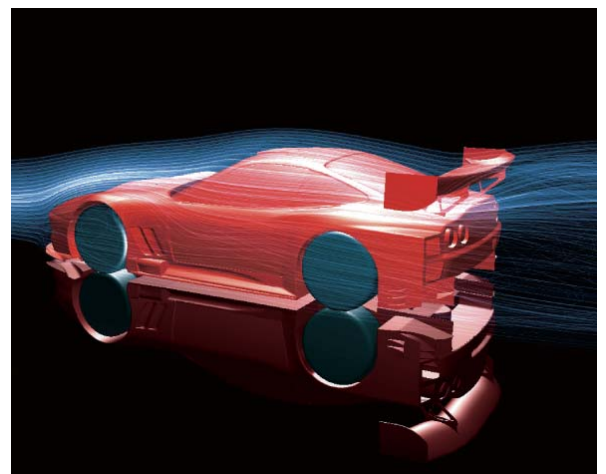
Type2 < Type3 < Type1 抵抗が少ない ➡ 燃費 - 良

Cd (Drag Coefficient) 値 :
走行中の車にかかる空気抵抗係数。
空気の流れを乱す要因が少ないほど値は小さくなる。

リア部ダウンフォース相対比較結果

Type1 > Type2 > Type3

3タイプを評価 ▶ “Type2” が良い



comment

自動車の空力において、実験では捉え難い流れの現象を数値解析シミュレーションで計算・可視化し評価。空力低減の現象解明にCFDが活用されています。

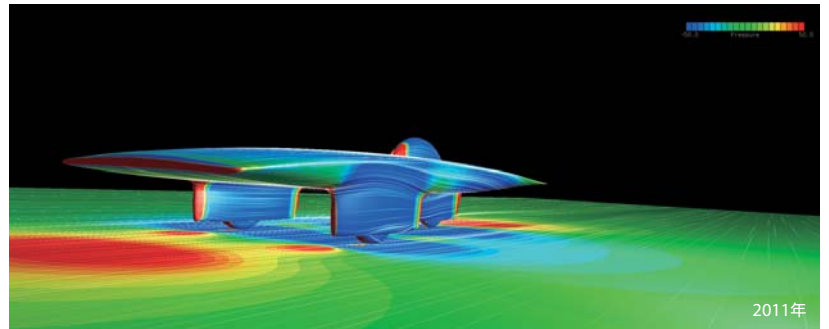
ソーラーカーの空力解析を実施

東海大学 ソーラーカーチーム 様 事例紹介

様々な形状を多数解析し、空力性能を改善

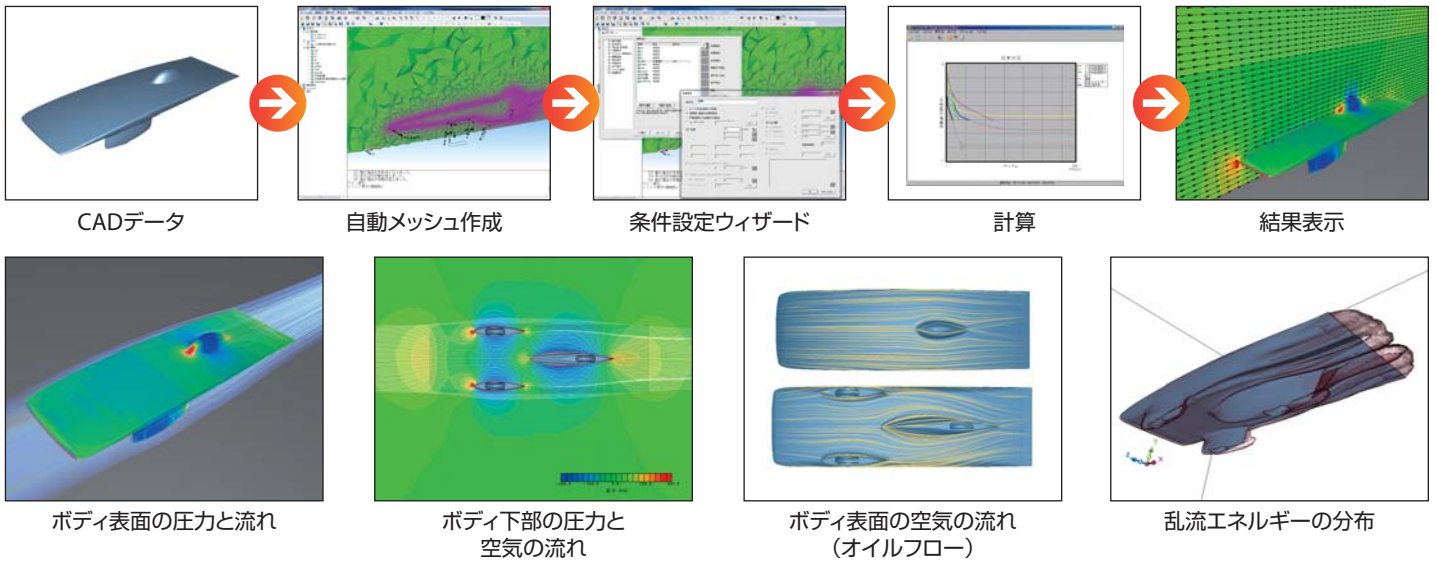
ソーラーカーの空力解析

ソーラーカーを設計する際にスピードを大きく左右する要因のひとつである空気抵抗の低減が重要となる。SCRYU/Tetra®を活用し、車体形状の決定するために様々な形状の解析を行った。

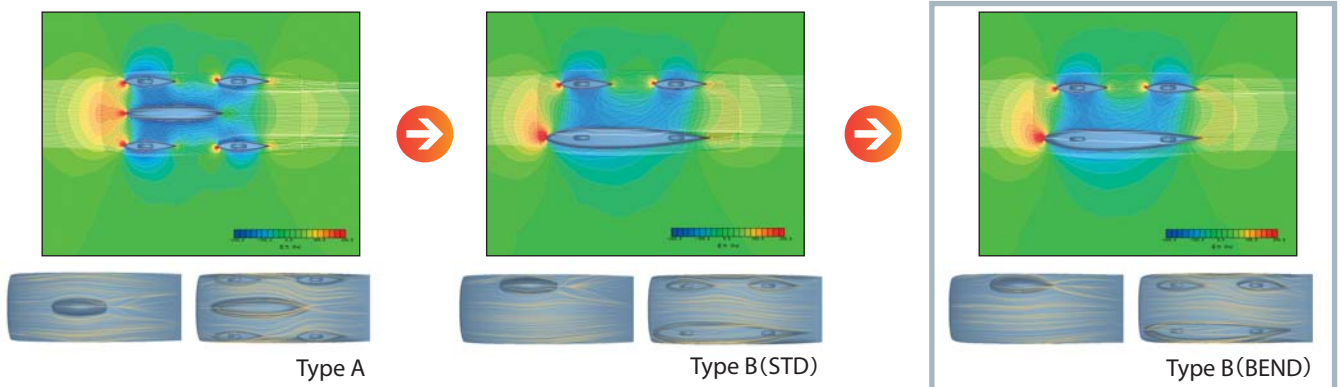


解析の流れ

※結果はすべて2011 Tokai Challenger



2013 Tokai Challengerの解析 (ボディ下部の圧力と空気の流れ)



comment

SCRYU/Tetra®は特に大変な格子を切るところを自動で精度よく行うため、多数の形状をスムーズに検討することができた。

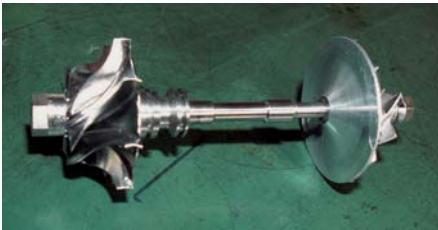
ターボ過給機解析事例

株式会社ACR様 事例紹介

『SCRYU/Tetra®』を活用しターボ過給機の翼形状を検討し、試作削減を実現

特長

軽自動車に使用されている世界最小のターボ過給機と比べガス流量を1/3に低減するとともに高効率化の実現を目指す。



タービンロータ

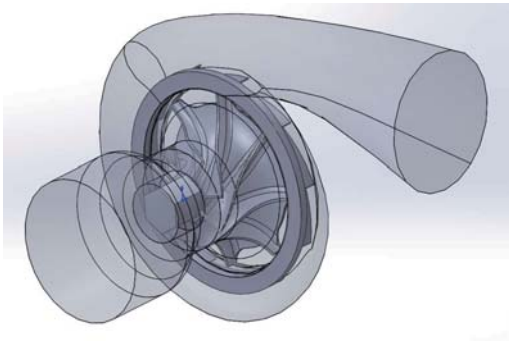
用途

レンジエクステンダEV(補助発電エンジンを備えた電気自動車)に搭載する単気筒小型ディーゼルエンジン用の超小型ターボ過給機



ターボ過給機外観

解析モデル

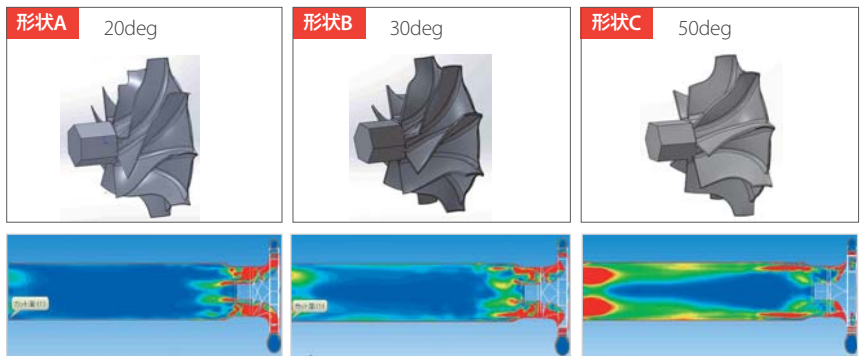


解析モデル概要(形状A)

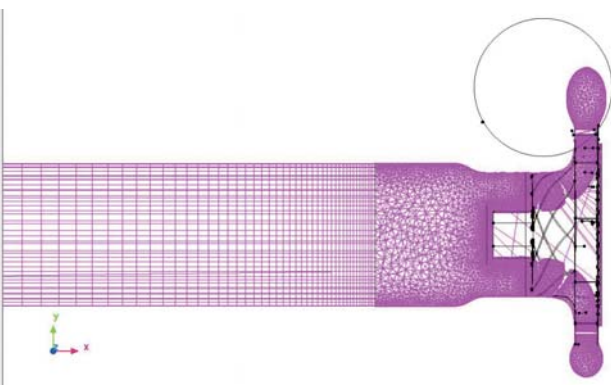
解析結果

回転速度：20万rpm

流体計算を用いて高効率な動翼流出角度となる翼形状を検討した。

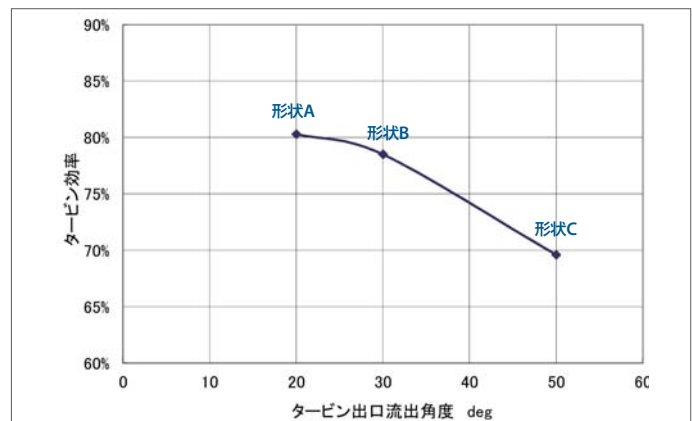


せん断発熱コンター図



解析メッシュ図

全要素数：6,143,065



動翼流出角度と効率

comment

新しい形状のターボ過給機の試作には長い時間と多額の試作費用が必要である。SCRYU/Tetra®による数値解析と実機試験の結果の対比により高効率の翼形状が得られた。この仕様を試作し効果を確認した上で更なる高効率化と流量特性のエンジンとのマッチングをはかり高効率なエンジン、新たなレンジエクステンダを早期に商品化したい。

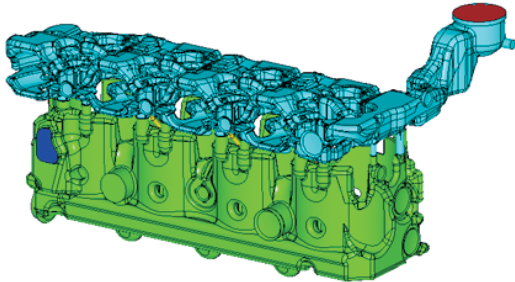
ウォータージャケットの水流調整

いすゞ自動車株式会社 様 事例紹介

VBインターフェースの活用でエンジン部品の設計解析を自動化

ウォータージャケット精度検証解析の概要

燃焼による熱を回収し、エンジン各部の温度を適切に保つための冷却水を流す水路であるウォータージャケットの設計で流体解析を適用する為に、精度検証を行う。



▲ウォータージャケット

精度検証 (結果比較 Block-Head間水路の流量)

実測

流量計
Block-Head間水路の各水穴からHeadW/川に流入する流量を計測

解析

Block-Head間水路 水穴番号

Block-Head間水路流量比較(実測vs解析)

十分に設計検討に使える解析精度を確認!

自動化への取り組み

課題 解析を活用して、より多くの設計者に利用してもらえるような環境を提供したい。



悩み・要望

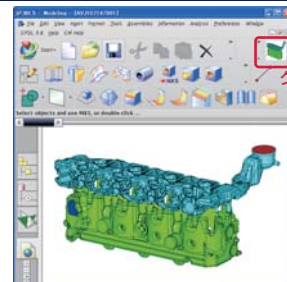
同じような解析準備作業を繰り返すルーチンワークがあり、利用する設計者にとっては、精神的な負担になるだけでなく、作業ミスにも繋がっている。

- より効率的にできないか?
- 誰が使っても安定的な解を得られないか?

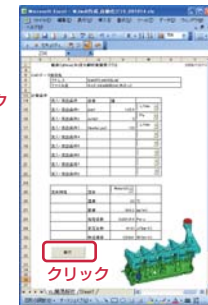
ルーチンワークを自動化する事で、余計な作業ミスの発生を未然に防げるのではないかな?

ウォータージャケットもCADのアイコンボタンから自動化ソフトを起動

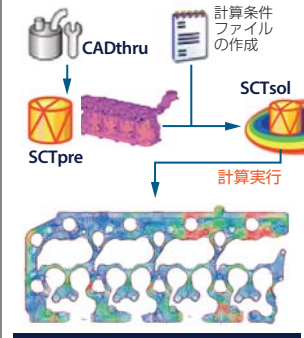
① CADの起動ボタンをクリック



② 自動化ソフトが起動



③ 解析作業の自動実行



自動化システムをつくり誰でも安定的に作業負担、時間短縮を実現!

最適化でさらなる業務効率化を実現

課題 一番温度的に厳しい排気ポート間の各気筒間の流量のばらつき低減、および各気筒間の流路を通過する流速向上を検討したい

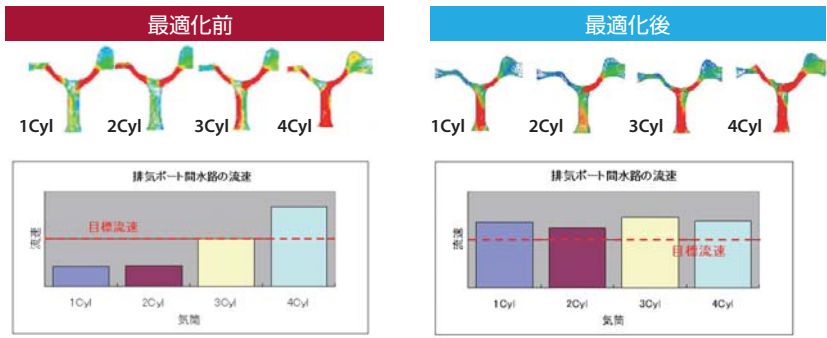


悩み・要望

水穴径のチューニングは作業者が実施していたが、非常に多くの労力と時間がかかる作業となってしまう。

コンピューターに水穴の調整を検討させれば、業務効率が大幅に向上させることが可能?

最適化の結果



目標流速を満足し、ばらつきを大幅に低減させることが出来た!

comment

- 流体解析は、モデル・境界条件が適切であれば、十分な精度の結果を得ることが可能。
- 解析作業の自動化により、効率向上、精度の安定化、ユーザーの拡大を実現することができた。
- 最適化ソフトとの連成により、従来よりも短時間でより良い品質の製品を検討・開発することが可能となった。

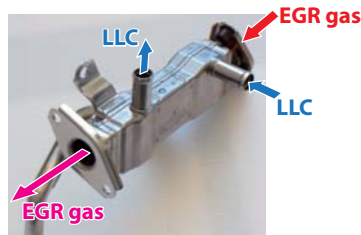
品質工学とCFDによるEGRクーラの伝熱管フィン形状の最適化

マルヤス工業株式会社 様 事例紹介

『SCRYU/Tetra®』で伝熱管の最適化検討を行い、壁面近傍の流速を上昇させることで、すす堆積を抑制⇒性能劣化を抑制

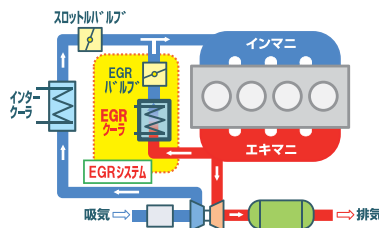
EGRクーラの役割と効果

EGRシステム内において、EGRガスとLLCを熱交換させ、EGRガスを冷却する役割を担う



EGRクーラ

※伝熱面へのすすの堆積による性能劣化(温度効率低下・圧力損失上昇)が問題となる



EGRシステム

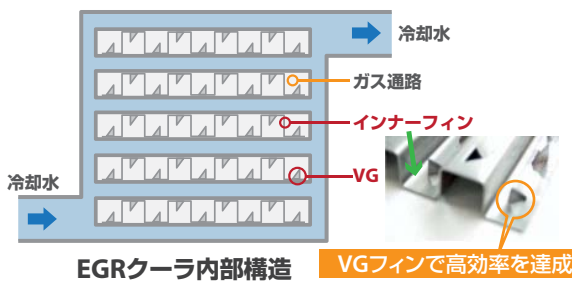
EGR(Exhaust Gas Recirculation)システムとは

排ガスの一部(EGRガス)を吸気側に再循環させるシステム。ディーゼル/ガソリンエンジンにおいて、主に以下を目的に用いられる。

- ・ディーゼル: NOx低減
- ・ガソリン: 燃費向上

EGRクーラによりガスを冷却し密度を上昇させることで、EGRガス質量流量の増量が可能となる

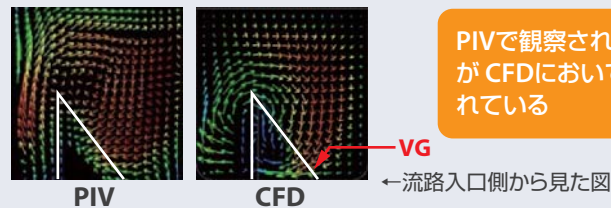
マルヤスのEGRクーラ



EGRクーラ内部構造

VGフィンで高効率を達成

VGによる二次流れの様子(PIVとCFDの比較)

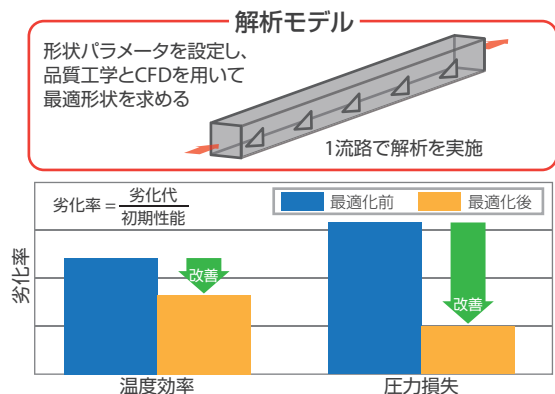


PIVで観察される二次流れがCFDにおいても再現されている

←流路入口側から見た図

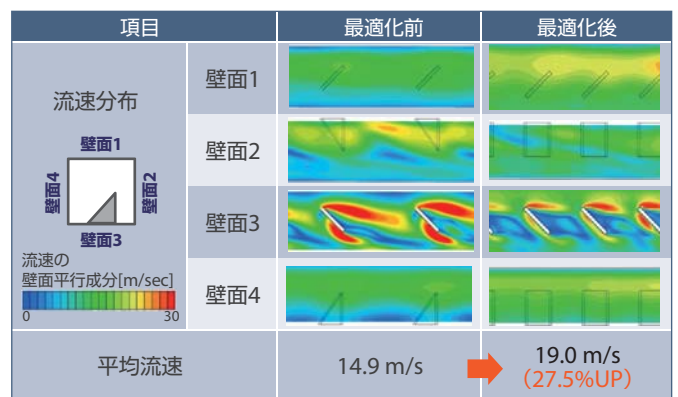
伝熱管形状の最適化検討

壁面近傍流速UP ⇒ すす堆積量抑制 ⇒ 性能劣化抑制をねらい、EGRガス流路形状・VG形状の最適化を図る。



▲実機による効果確認試験結果 性能劣化抑制に効果あり!

最適化前後でのフィン壁面近傍流速分布の比較



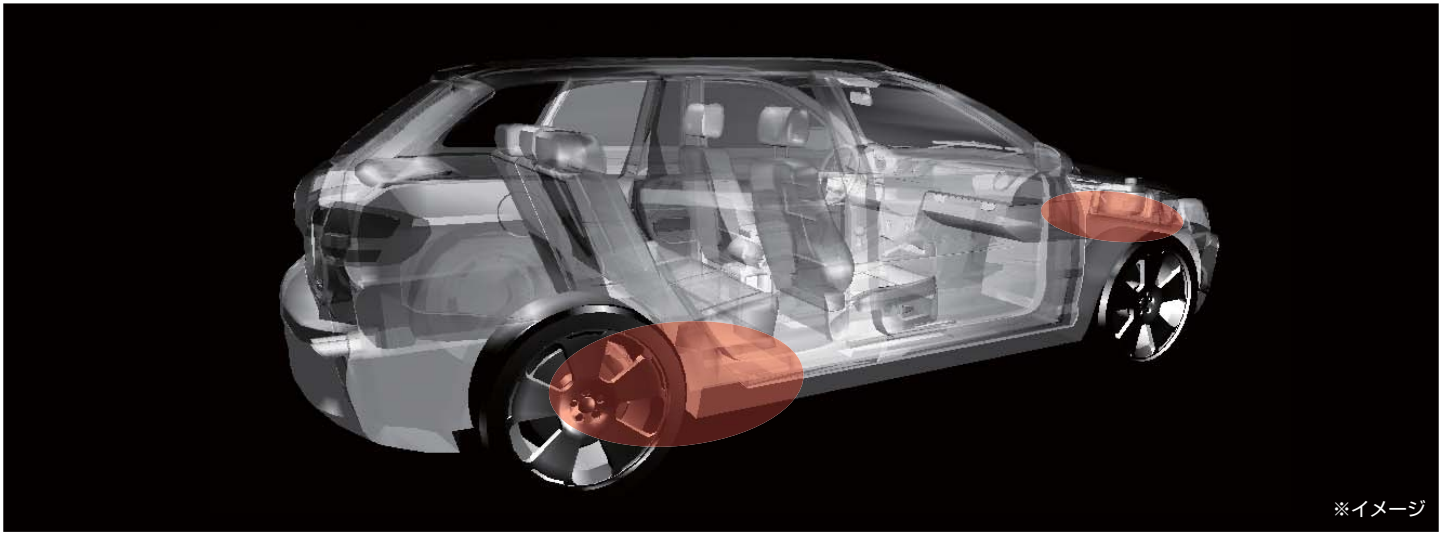
壁面付近での流速がUP
すす堆積抑制⇒性能劣化抑制効果が期待できる

comment

- VGフィンを適用したEGRクーラにおいて、「壁面近傍流速UP⇒すす詰まり抑制⇒性能劣化抑制」を目的として、伝熱管の最適化検討を実施
- 最適化検討には品質工学とCFDを用いた
- 得られた最適化品は従来比27.5%の伝熱管壁面近傍流速の向上を得た
- 実機試験の結果、性能劣化抑制効果が認められた

ハイブリッド／電気自動車 部品の冷却

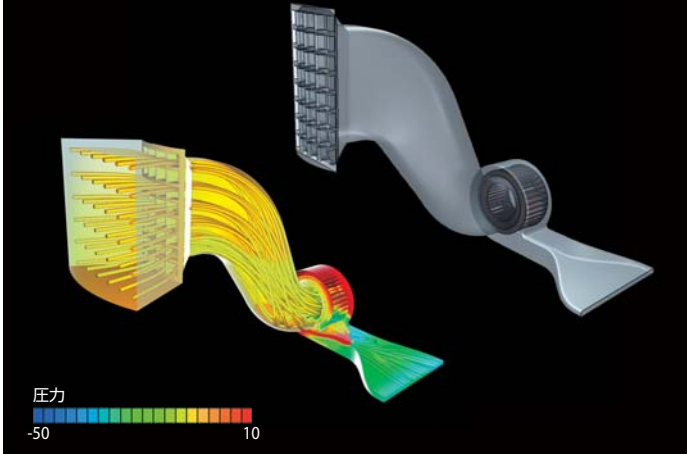
SCRYU/Tetra®機能紹介



※イメージ

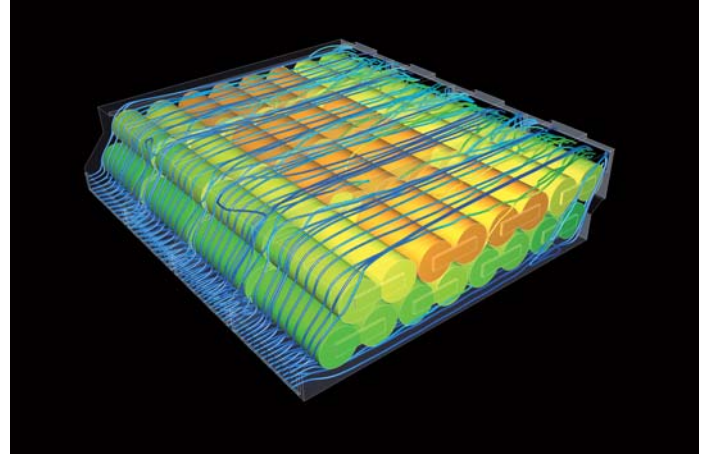
バッテリー冷却モジュール

バッテリー冷却モジュールのダクト内、圧力分布



バッテリーパック

バッテリーセルの表面温度と内部流れ



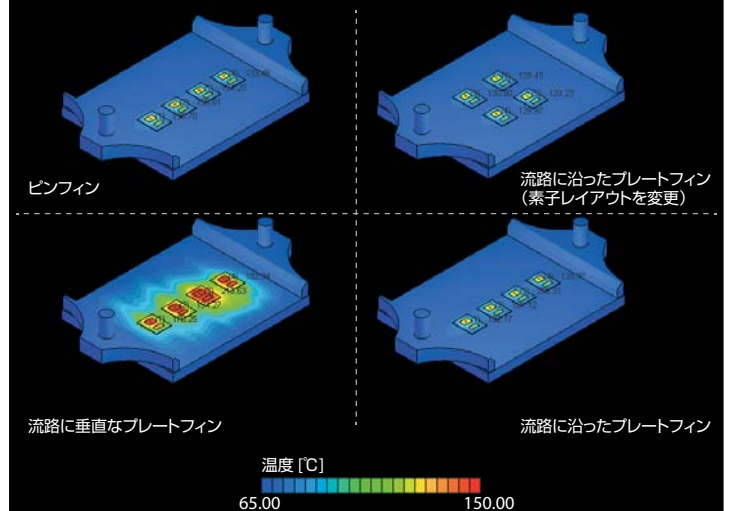
IGBT水冷モジュール



HEV/EVの主な構成ユニットであるPCU、その中でも三相交流電源を出力するインバータの主スイッチとして、主要な役割を担うIGBTは最も重要な部品の1つに挙げられます。

IGBTは車格により様々な電力に対応する必要があり、冷却性能の検討はIGBTモジュール設計において重要な検討項目の1つになります。シミュレーションを用いることで、放熱フィンの形状や素子のレイアウトによる放熱効果、温度分布の違いなど、複数のパターンを見る化し、比較する事で、直感的に寄与度やより最適な設計を把握することができます。

素子温度を小さくする放熱フィンと素子レイアウト設計の検討例



HDDナビゲーション

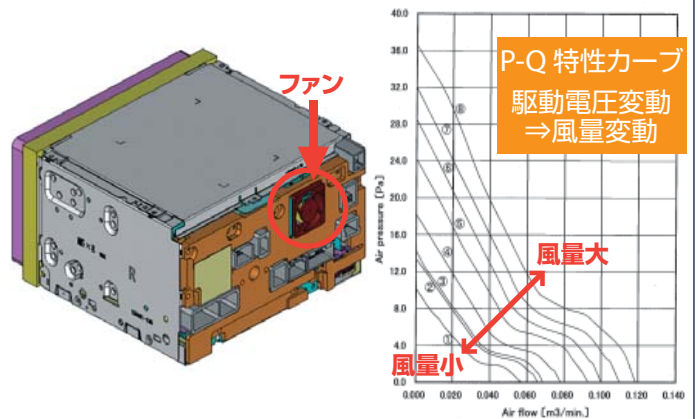
富士通テン株式会社 様 事例紹介

※2017年に株式会社デンソーテンに社名変更

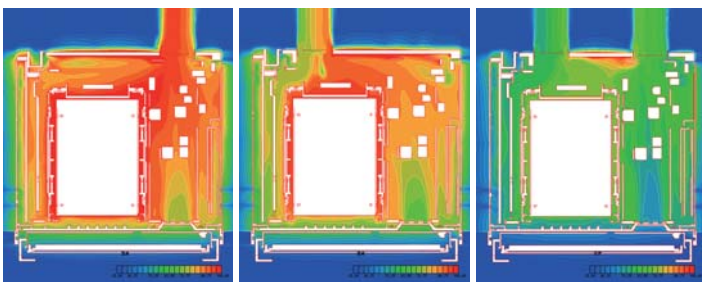
カーナビゲーション製品開発に『熱設計PAC®』を用いて様々な機構効果を検証
 ーファンの性能、個数、設置位置の設計構想をシミュレーションで可視化、多数の比較案を短い期間で検討



ファン風量変動による温度変化の検証

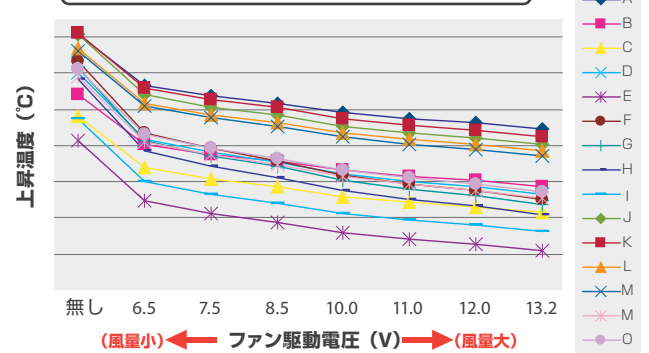


ファン設置位置・数の違いによる冷却効果比較



風の流りが変わる⇒温度分布が変わる ⇒ 最適構造 検証

ファン駆動電圧一上昇温度の比較【CFD】



風量を増加すると各部位の温度は一樣に低下する

相対比較解析による CFD 活用の効果

- 筐体に穴を開けたら温度は何°C下がるか?
- 筐体・ヒートシンク等にメッキ・塗装等を施し、放射率（輻射率）を変えたらどれだけ効果があるか?
- ファンや発熱部品をどう配置するのが Best (Better) か?
- ファンの駆動電圧（風量）を変えたらどうなるのか?
- ファンの数を増減したらどうなるのか?
- 冷却したい部位の空気は動いているのか? → **風の流りが見える!**

可視化!

設計構想段階からの最適な放熱構造の検証に活用可能!

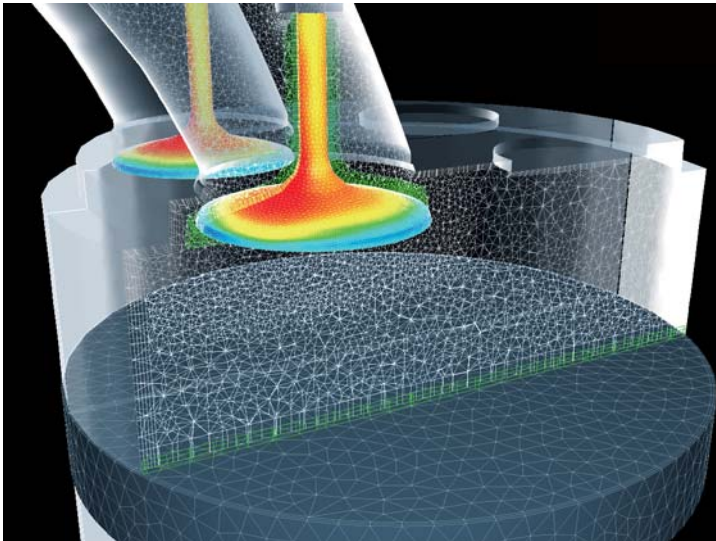
まず、『熱を考えた設計』を実施したうえで、『CFDで確認』する。
 これが効果的な活用法である!

重合格子 ~オーバーセット法~

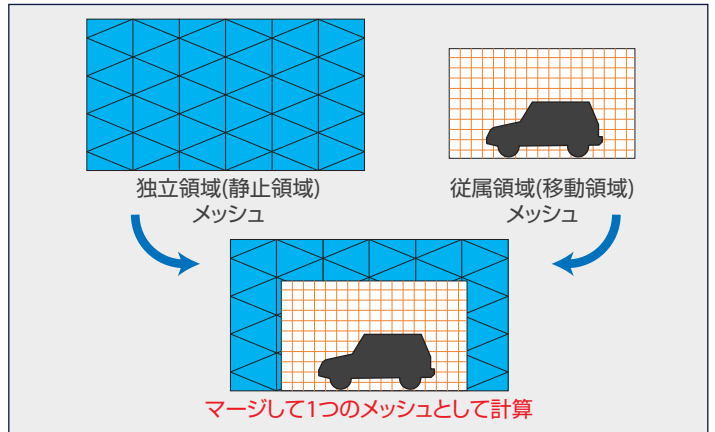
SCRYU/Tetra®機能紹介

解析空間に複数の計算格子域を重ね合わせて、回転や接触など複雑な動きの流体解析に対応

重合格子とは?

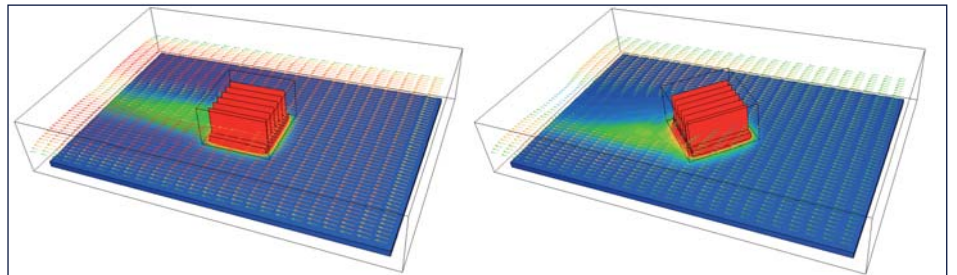
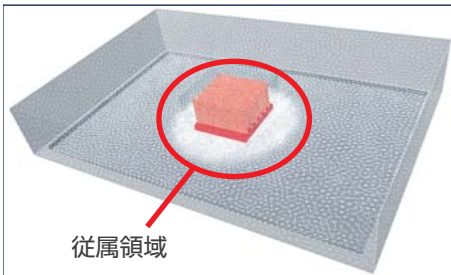


複数の計算格子(メッシュ)域を重ね合わせ、一つの解析空間を表現します。異なる動きをする領域単位で区分し、メッシュを作成。その領域ごとに移動条件が与えられます。



適用例 その1: 複数ケースの解析を行う際に、従属領域だけを入れ替え

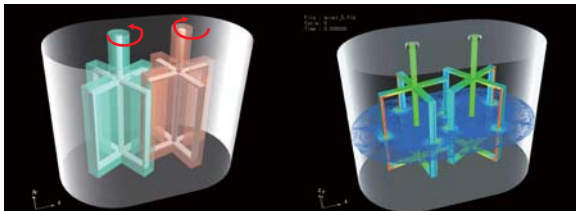
• ヒートシンク



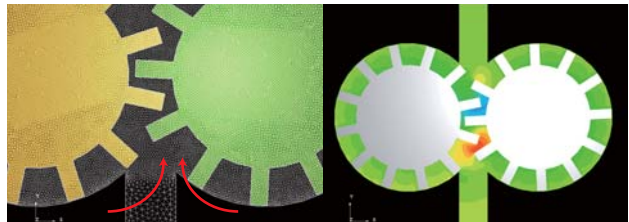
部品ごとにメッシュを作成 → 部品配置を回転/平行移動してマージするだけで変更可能

適用例 その2: 回転範囲が重なる、複数の回転物体

• ミキサー

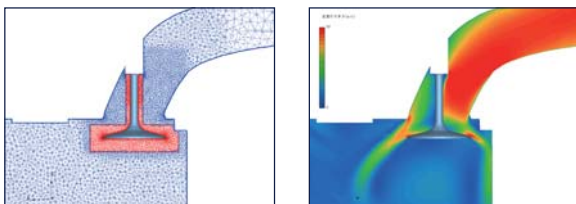


• ギヤポンプ



適用例 その3: 接触を伴う移動物体

• 開閉バルブ



重合格子機能により、単一の計算格子では困難な複雑な物体移動や物体同士の衝突を伴う流体解析が可能に。

その他 適用事例

- ボールバルブ
- スクロールポンプの回転
- ピストン運動
- 各種フラップの開閉運動 など

JOS (Joint System Thermoregulation-Model) ～温熱環境人体熱モデル～

SCRYU/Tetra 機能紹介

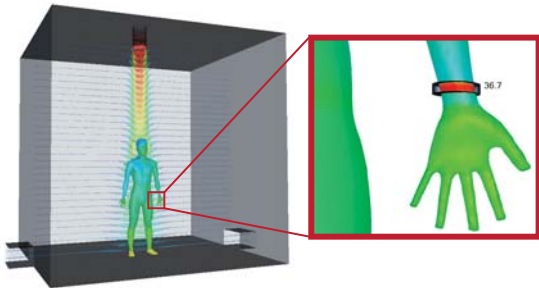
CFDと人体熱モデル(JOS)を組み合わせた温熱環境解析が可能に!!

JOSとは?

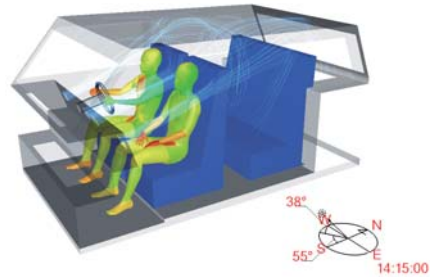
人体を複数の部位(17部位)に分割し、人体の形態的・生理的な特性と体温調節機能を含む各部位の熱平衡式を解くことで、人体の体温と発汗量を予測します。

人体を17部位に分割⇒各部位ごとにモデル化し、より詳細な体温分布予測を実現!
JOSと改良型のJOS-2も利用可能!

室内にいるウェアラブル機器を装着している人の体温を解析

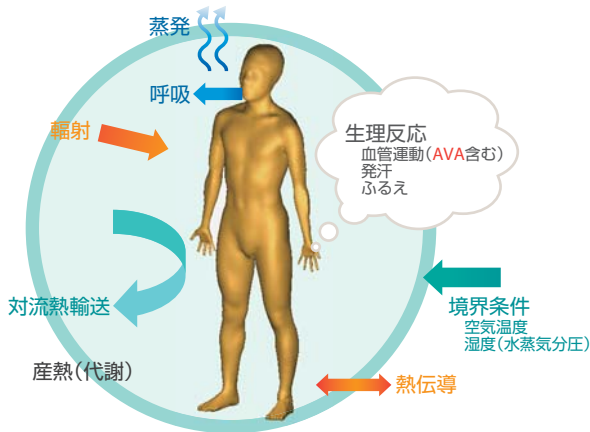


車室内の人の体温を解析

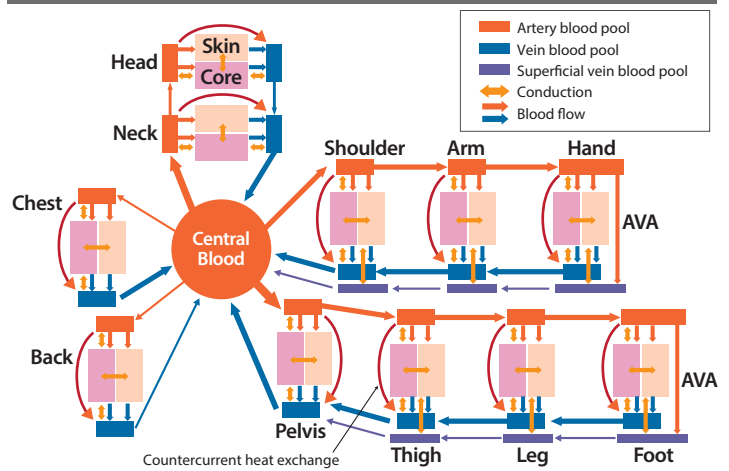


人体熱モデルJOSの概要

- JOS(Joint System Thermoregulation-Model)

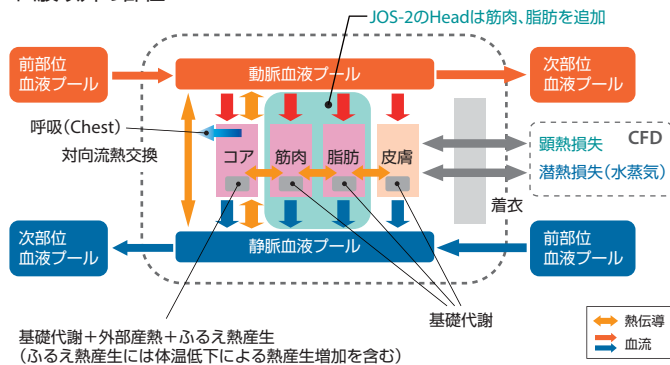


体内における熱交換

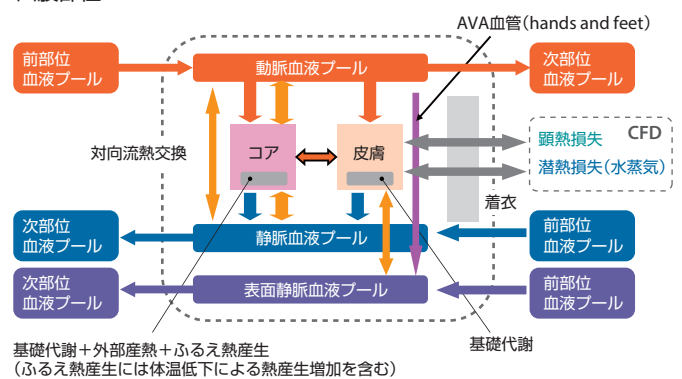


部位内における熱交換

- 四肢以外の部位



- 四肢部位



comment

JOS機能により、従来の温熱環境指標では評価が困難な車室内や半屋外などの不均一環境下での評価や、実験の困難な人体に機器を装着したときの事前評価が可能に! JOS-2では、熱容量の大きな頭部のみ4層とするモデル化を行い、従来の人体熱モデルに比べ精度の向上と計算負荷の低減を両立しています。