



STREAM[®] 紹介

2016年4月改訂

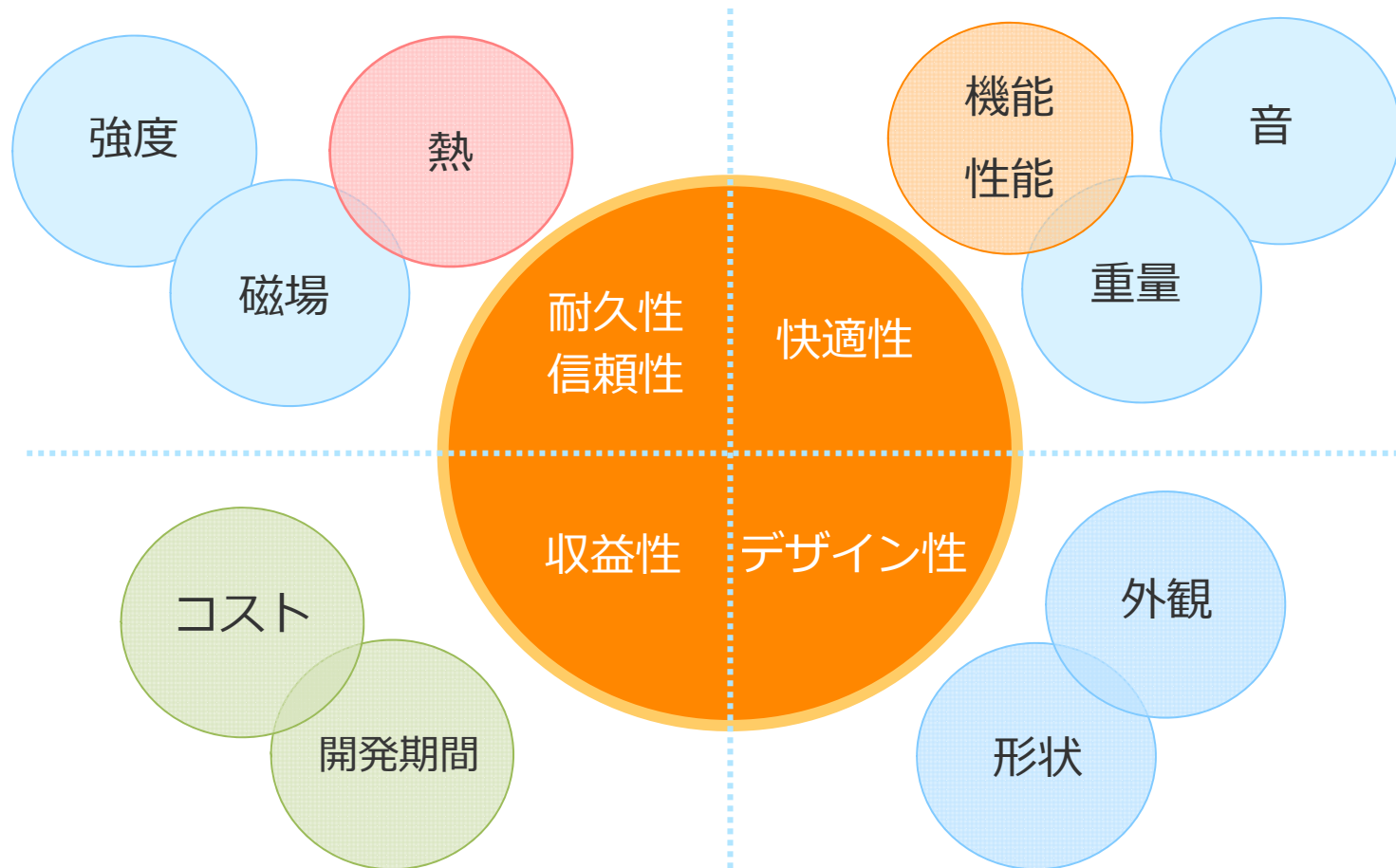
株式会社 ソフトウェアクレイドル

熱設計とシミュレーション



- **熱設計の必要性**

製品の設計開発においては様々な制約がある

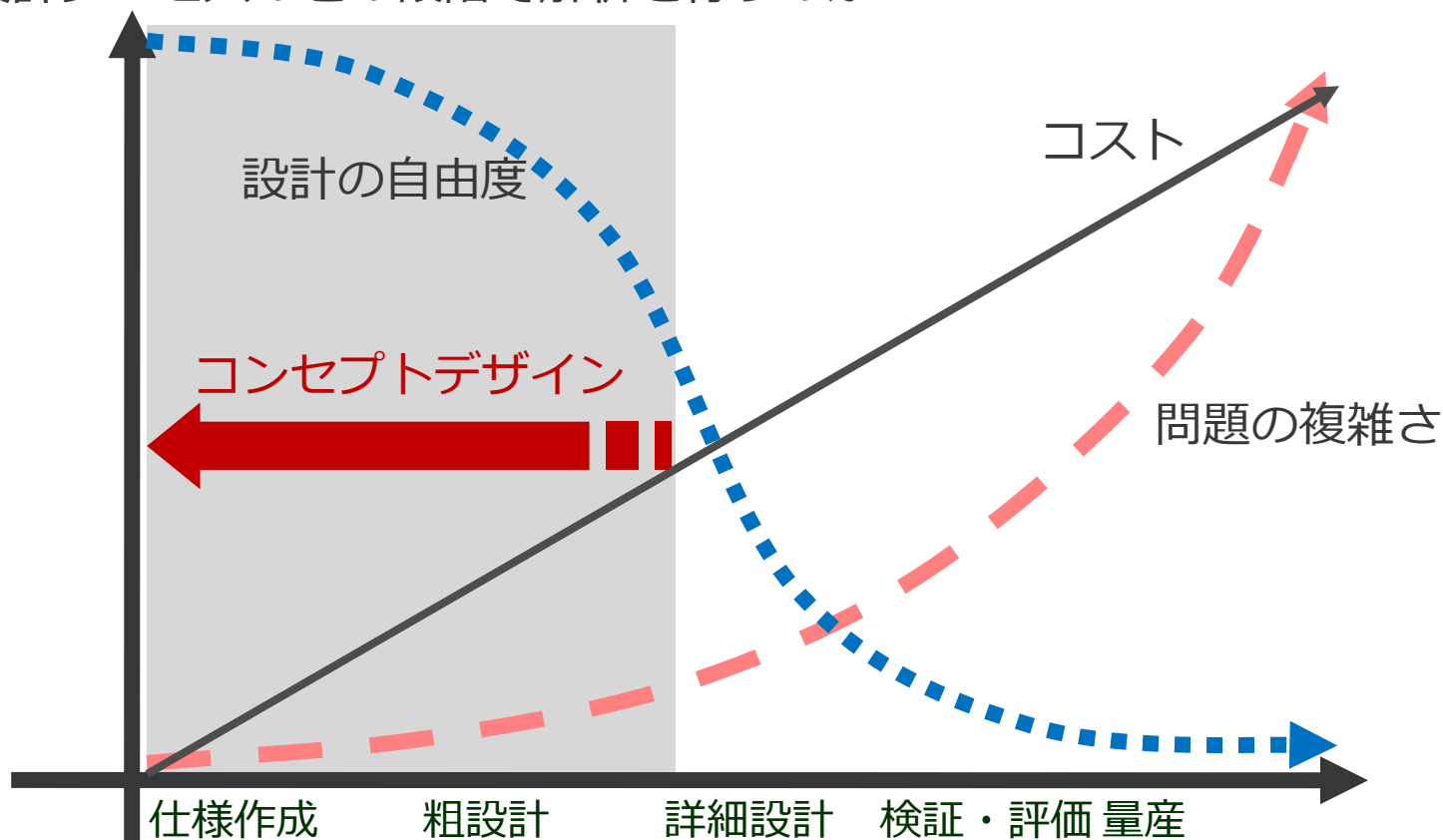


熱設計とシミュレーション



- **解析の必要性**

設計プロセスのどの段階で解析を行うのか



コンセプトデザインにおける熱流体解析の有効性は広く認知されている

熱設計とシミュレーション

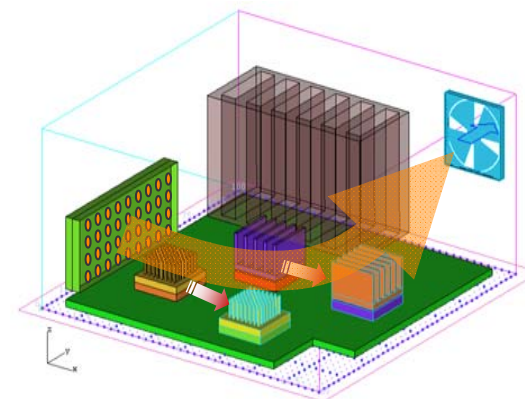


● シミュレーションに求められる効果

複数の設計案・条件を試すことができる
結果を分かりやすく可視化できる
局所だけでなく全体への影響が分かる

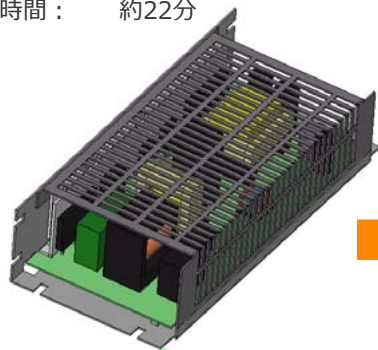
- ✓ 配置、レイアウト変更による熱、流れの影響
- ✓ 形状の変更による熱、流れの影響
- ✓ 放熱性能、ファン性能による熱、流れの影響

部品の配置変更

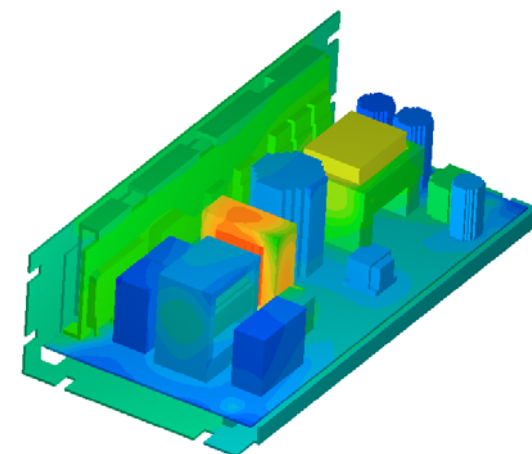
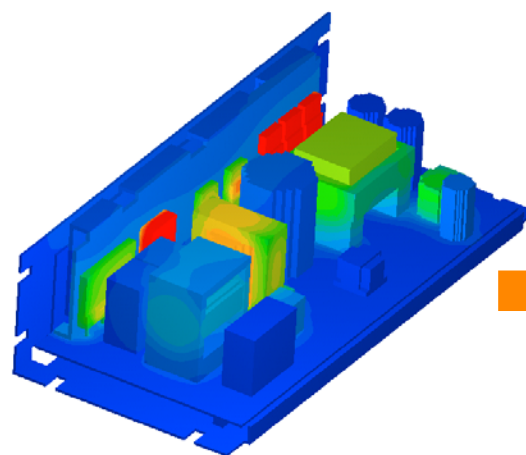


電源ユニットの熱対策

CPU : Pentium4 3.06GHz 換算
メッシュ数 : $191 \times 120 \times 62 = 1,421,040$
計算時間 : 約22分



一部部品の熱伝導率変更



STREAM®の開発コンセプト

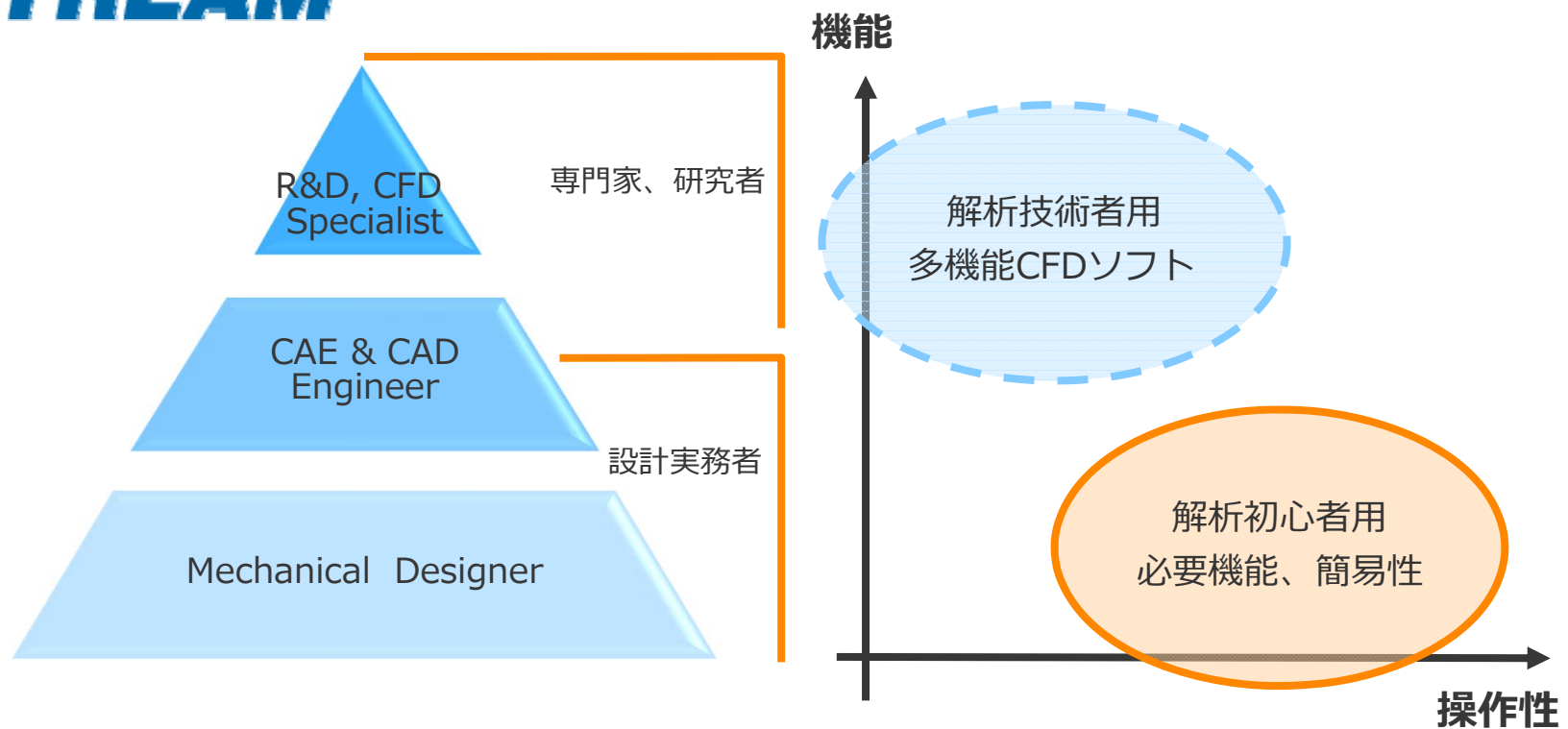


使いやすさと安定性に優れ、大規模なデータでも高速計算が可能

解析工数を短縮できるツールであること：簡便な操作性・自動化

バランスの良いツールであること：“省メモリ・高速性” ⇔ “高機能・高精度”

STREAM®



STREAM®の特長

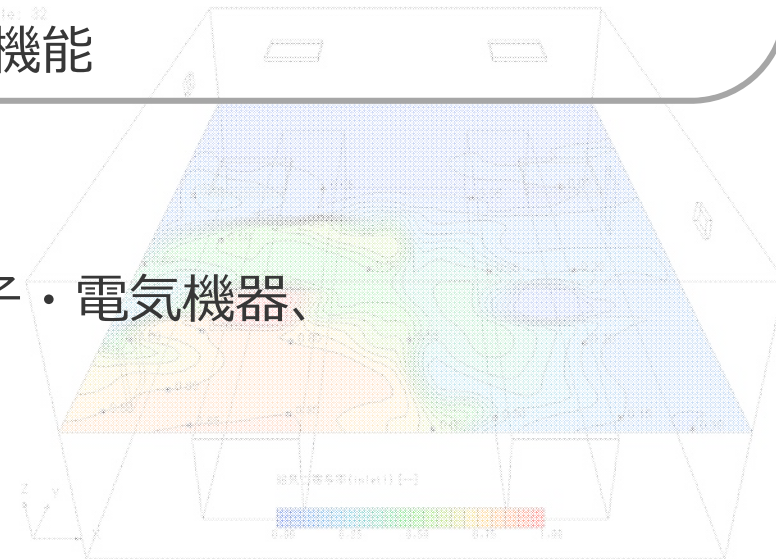


● STREAMの特長

- STREAMの特長
- 構造格子の採用で、計算用格子の作成が簡便
- 安定した高速演算で、大規模解析にも対応可
- 優れた操作性、GUI構成により条件設定を簡便化
- 省メモリ（例：100万要素解析/300MBメモリ）
- 優れたユーザーカスタマイズ機能（VBインターフェイス 他）
- 多彩なビジュアライゼーション機能

● 適応分野

建築・空調、環境・土木、電子・電気機器、
自動車・機械・重工





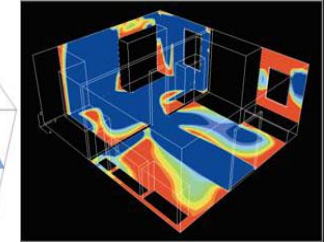
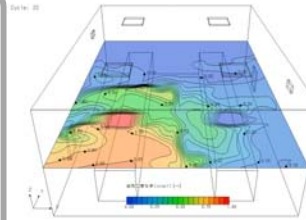
事例紹介

STREAM[®]で解析できる事例



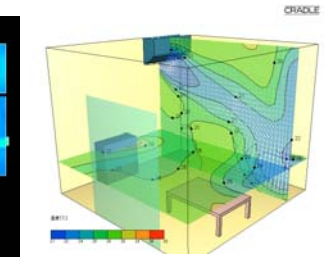
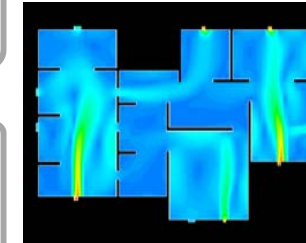
● 建築・空調

- 屋外風環境評価（ビル風）
- 居室の温熱環境・換気解析
- データセンターの排熱解析
- クリーンルームの気流・清浄度解析
- 蓄熱槽の効率評価
- 表面結露の評価



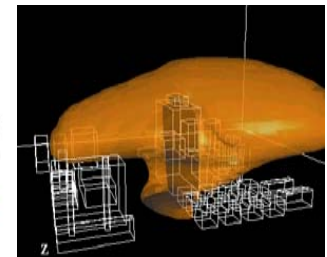
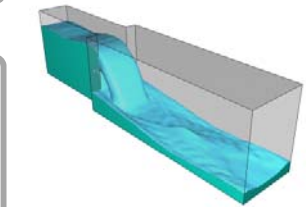
● 環境・土木

- 高潮による浸水検討
- 防波堤の消波解析
- 工場等からのガス拡散解析



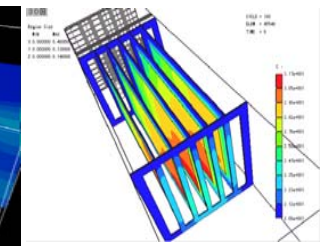
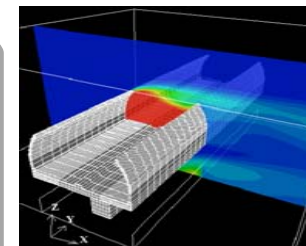
● 電気・精密機器

- AV・映像機器の熱設計
- 電子デバイスの放熱設計
- ダイコーティングにおける塗膜形状解析



● 自動車・機械・重工

- ラジエータ通風解析
- エンジンルーム内熱気流解析
- ボディ床下の流れ解析
- 塗装ブースの気流制御検討

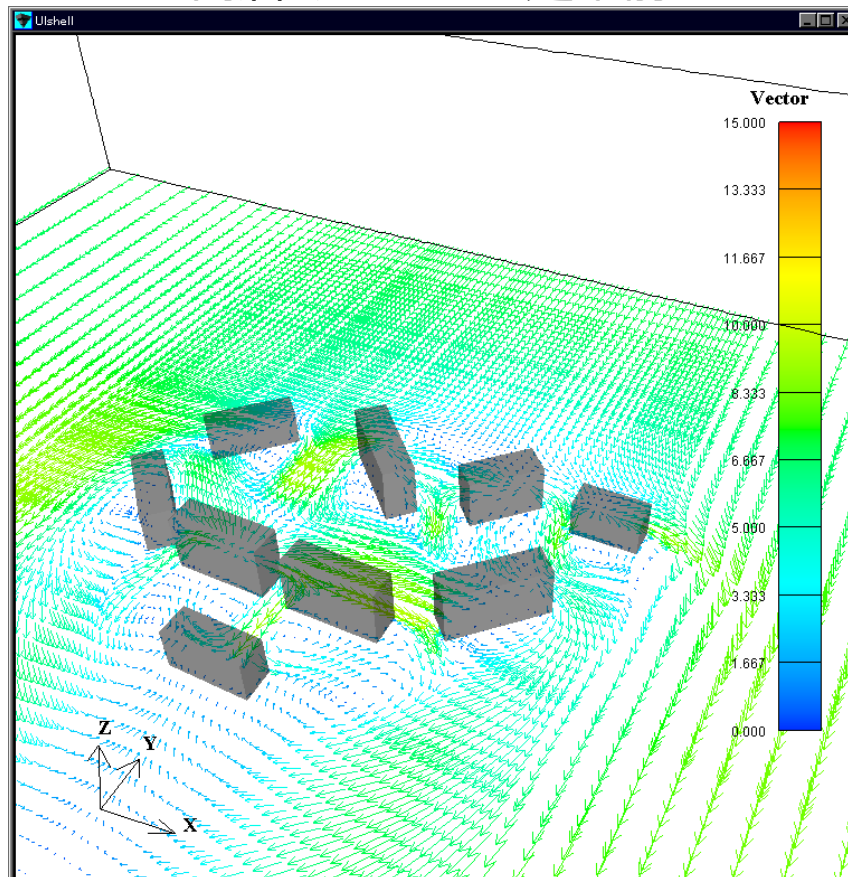


事例紹介：高層建物周りのビル風対策

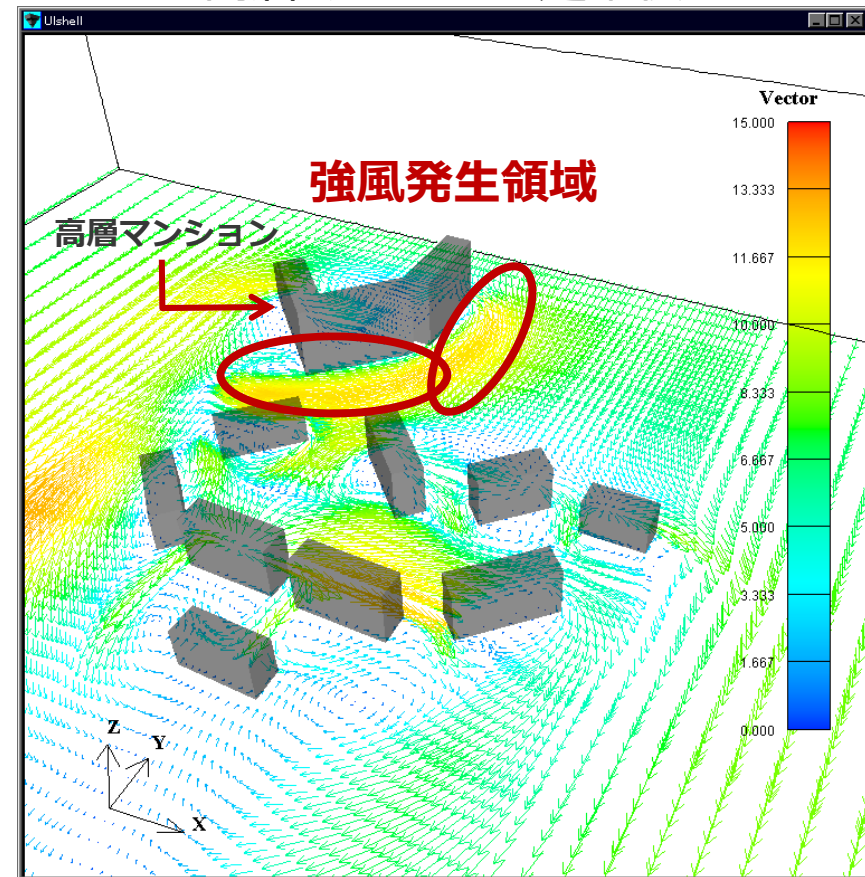


- 高層建物が周囲の風環境に与える影響を評価し、対策をたてる

高層マンション建築前



高層マンション建築後

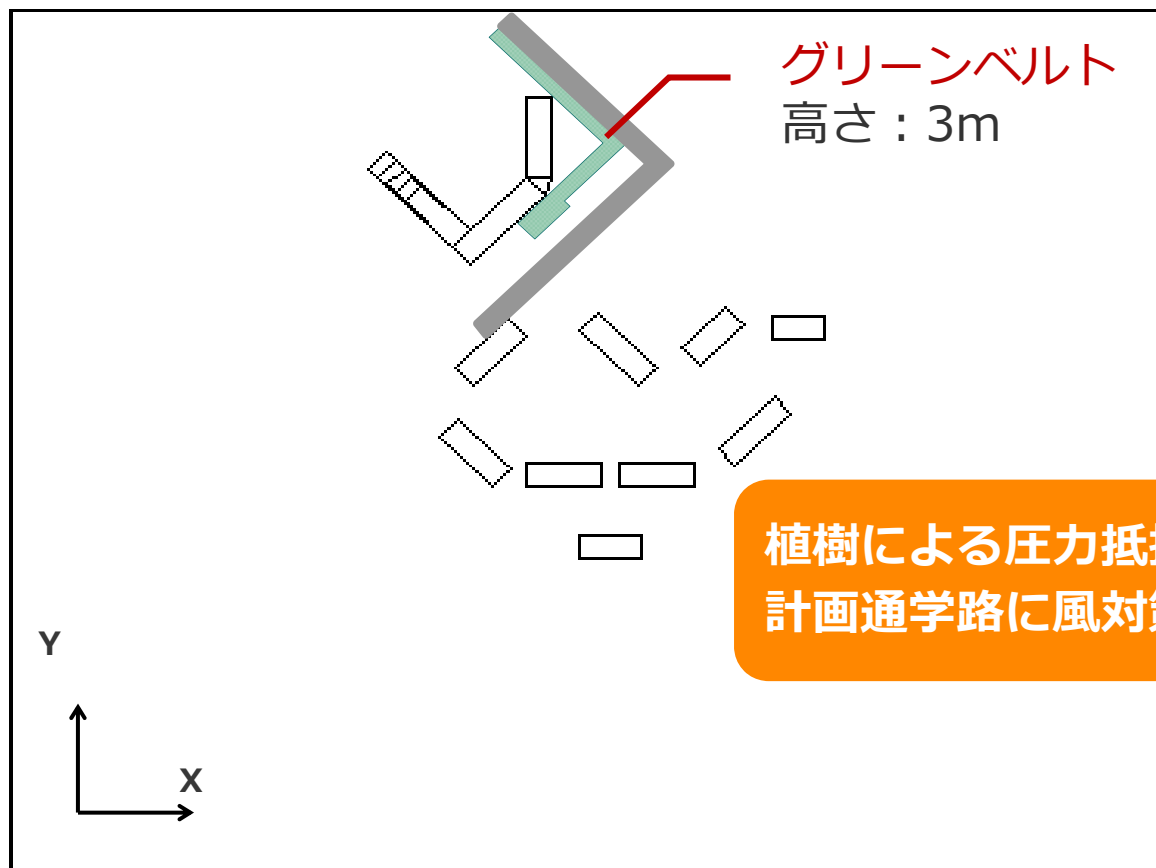




事例紹介：高層建物周りのビル風対策

- 解析の中で対策案を検討

対策：グリーンベルトを設置

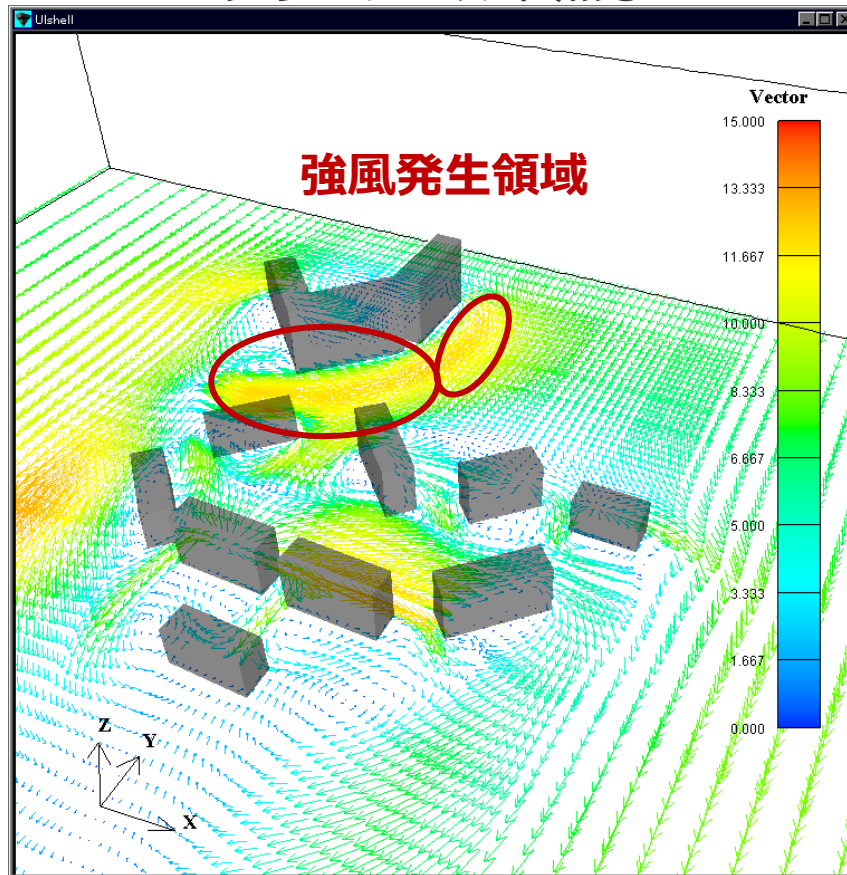


事例紹介：高層建物周りのビル風対策

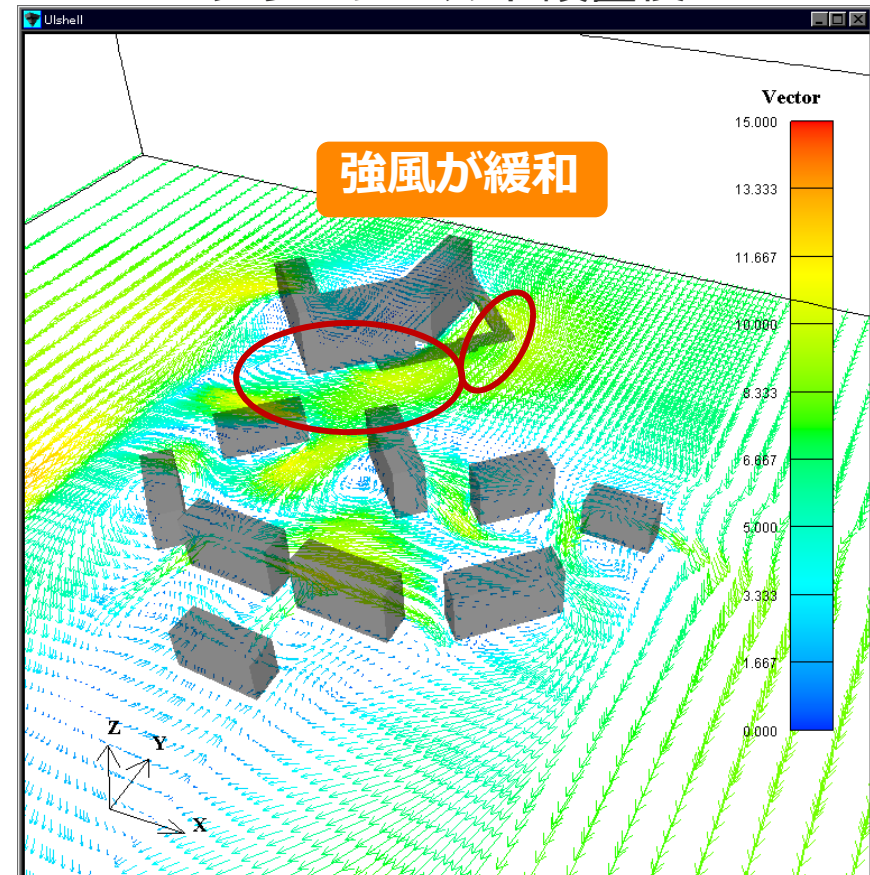


● 対策案の効果を検証

グリーンベルト無し



グリーンベルト設置後



多大な時間と費用が必要、もしくは実験が困難なケースであってもシミュレーションにより信頼性の高い対策を検討可能



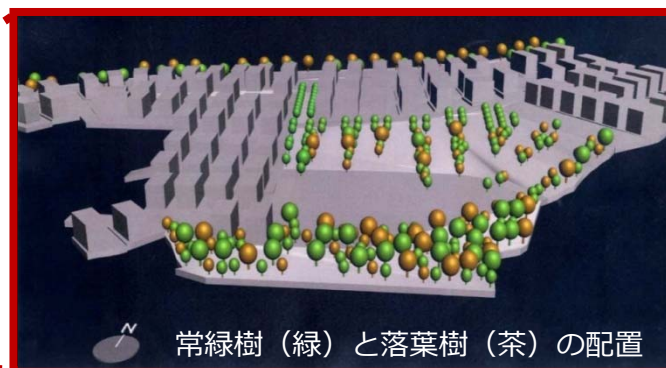
事例紹介： 公園の樹木配置による通風・防風対策

- 住宅地開発の公園計画において、常緑樹と落葉樹の配置や密度を検討し、住宅への夏のクーリング効果や冬の防風効果の予測をたてる

樹木を放射状に整列配置



計画地：住宅開発地内の公園

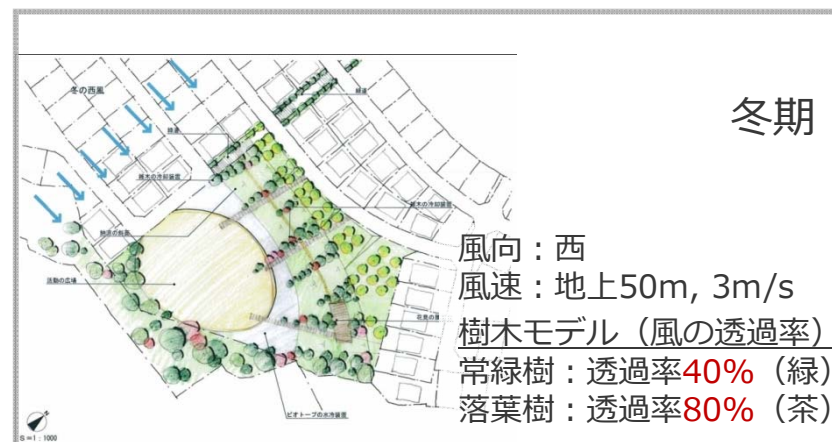
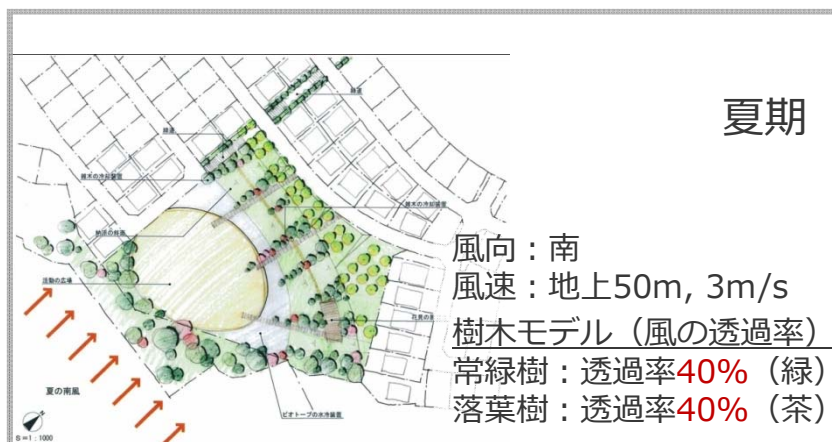


常緑樹（緑）と落葉樹（茶）の配置

期待出来る効果

夏期：
南風を増幅させ周辺に流す

冬期：放射状に並ぶ常緑樹のひだにより西風を和らげる

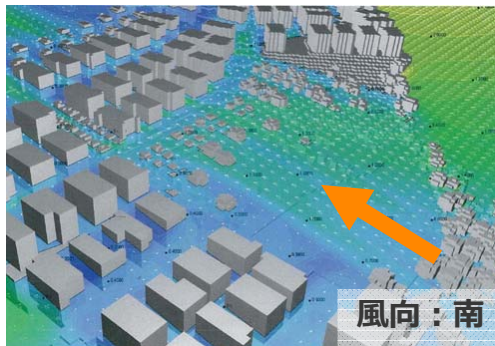
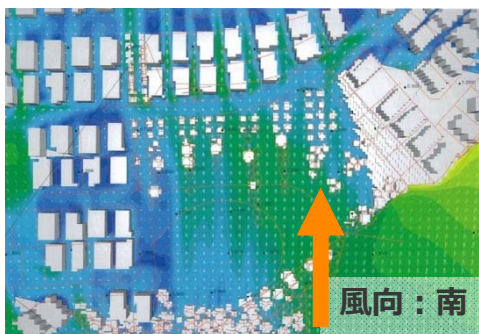




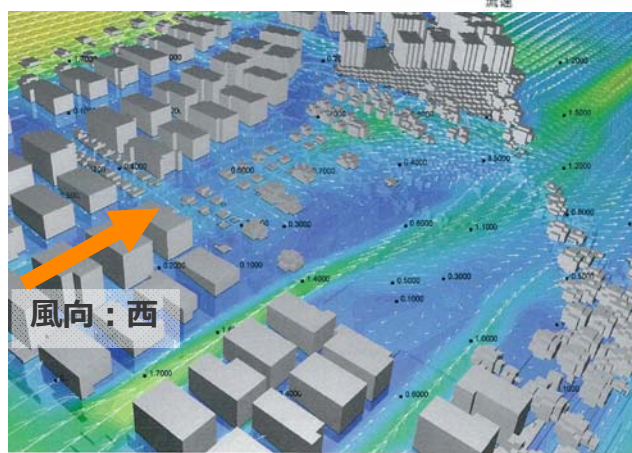
事例紹介： 公園の樹木配置による通風・防風対策

● シミュレーション結果

- 夏期：樹木の上に小さな風の通り道があり、住宅地に風を運んでいる



- 冬期：整列した常緑樹が西風を防いでいるが、密度を増した方がより効果的と考えられる

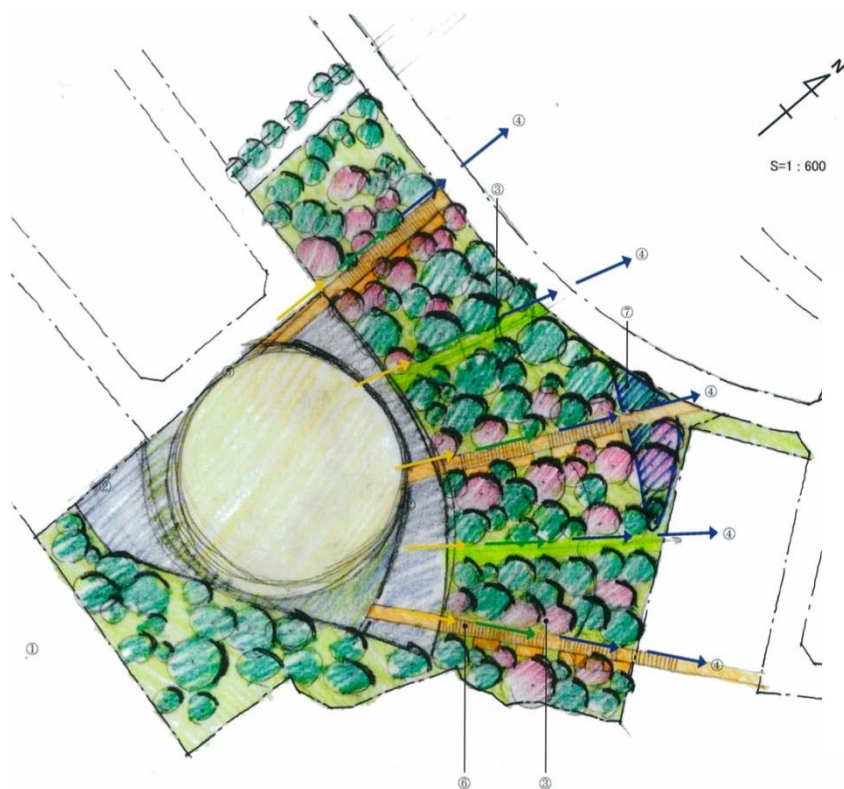




事例紹介： 公園の樹木配置による通風・防風対策

● シミュレーション結果を踏まえた改善案

- 風の道を放射状に設定する
- 常緑樹の密度を増す



夏期

初期案：風の通り道をつくるよう樹木を整列。
改善案：森のような樹木のまとまりの間に遊歩道をつくり、冷却された風が放射状に周辺に広がるようにする。

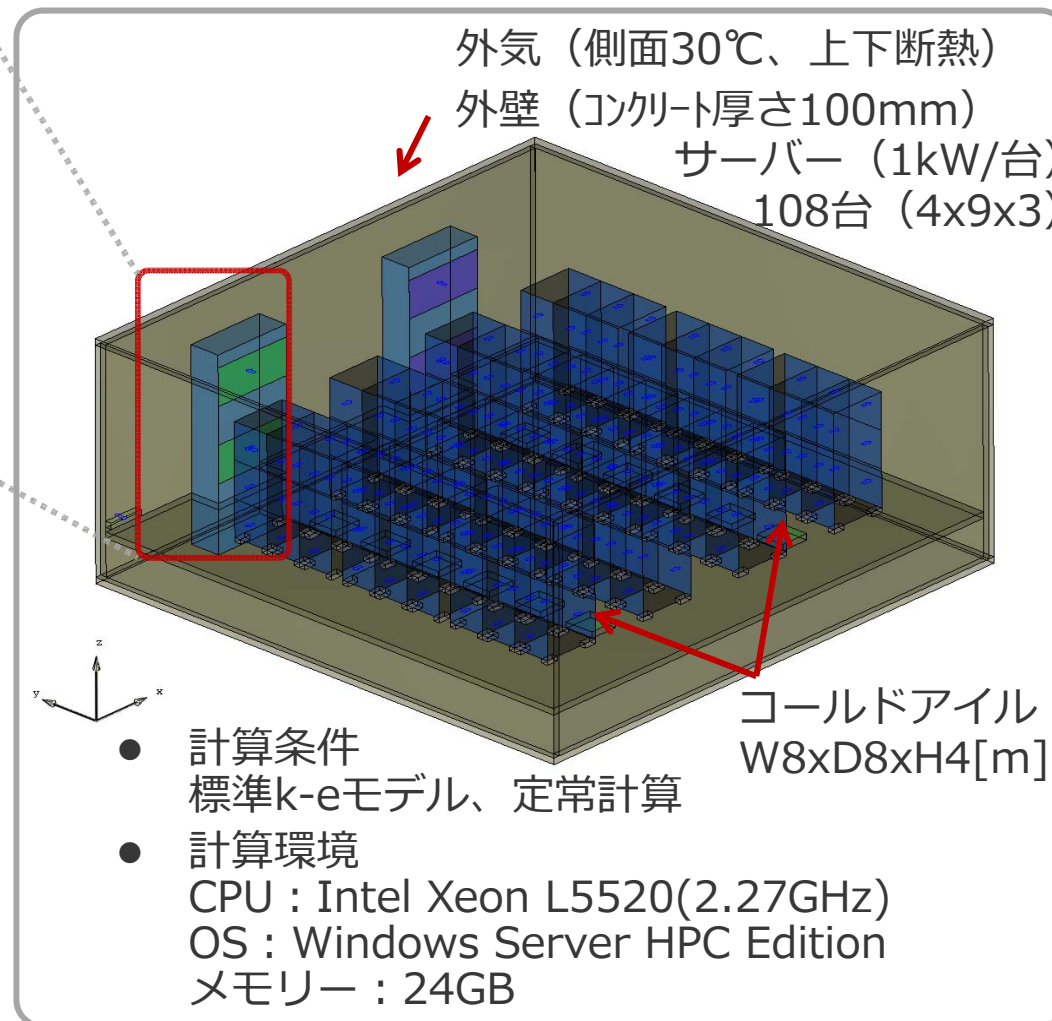
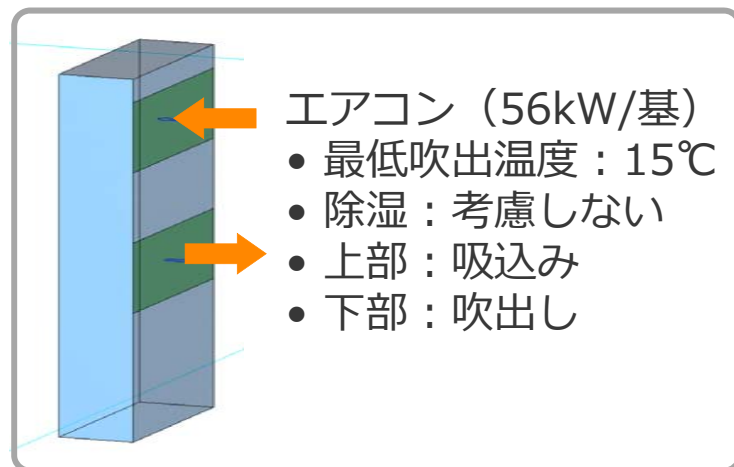
冬期

常緑樹の密度を増すことで、冬期における防風効果も期待できる。



事例紹介： データセンターの温熱気流シミュレーション

● 解析概要と解析ケース条件



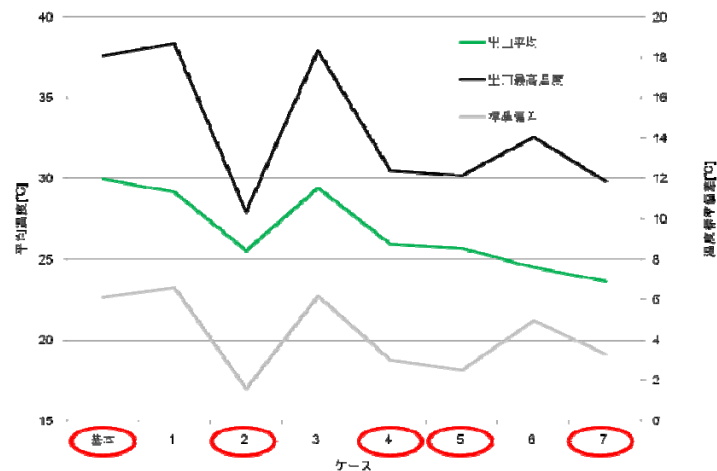
基本ケース	上部：吸込み、下部：吹出し
ケース1	上部：吹出し、下部：吸込み
ケース2	床下から吹出し、上から吸込み
ケース3	壁面に鉄板を取付
ケース4	アイルキャップ
ケース5	エアコンを対角に設置
ケース6	天井から排気 (12ヶ所)
ケース7	天井から排気 (後方6ヶ所)



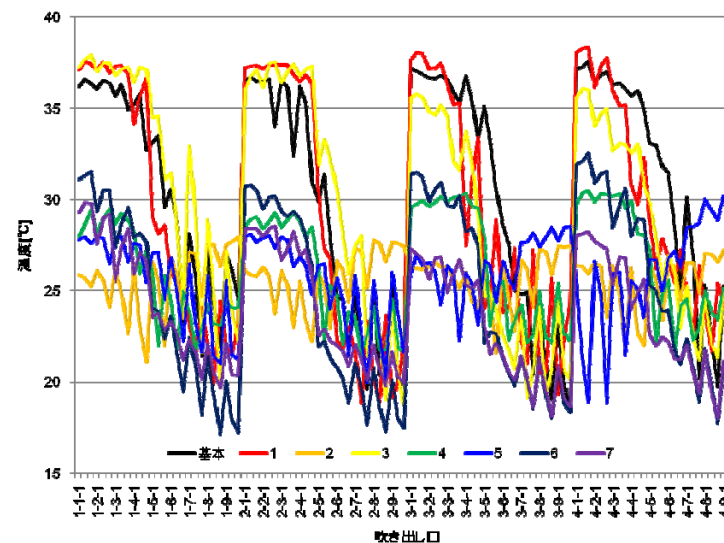
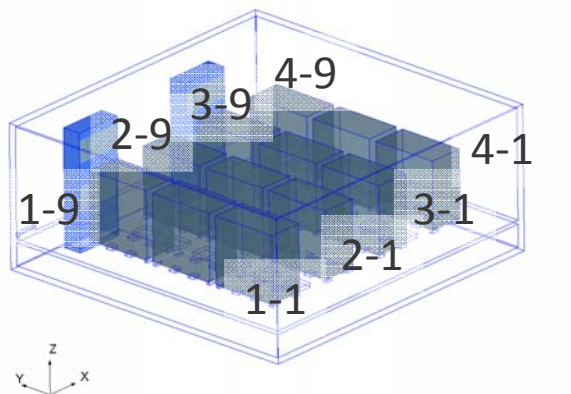
事例紹介： データセンターの温熱気流シミュレーション

- 排気温度の比較

- ケース別



- サーバー設置場所別



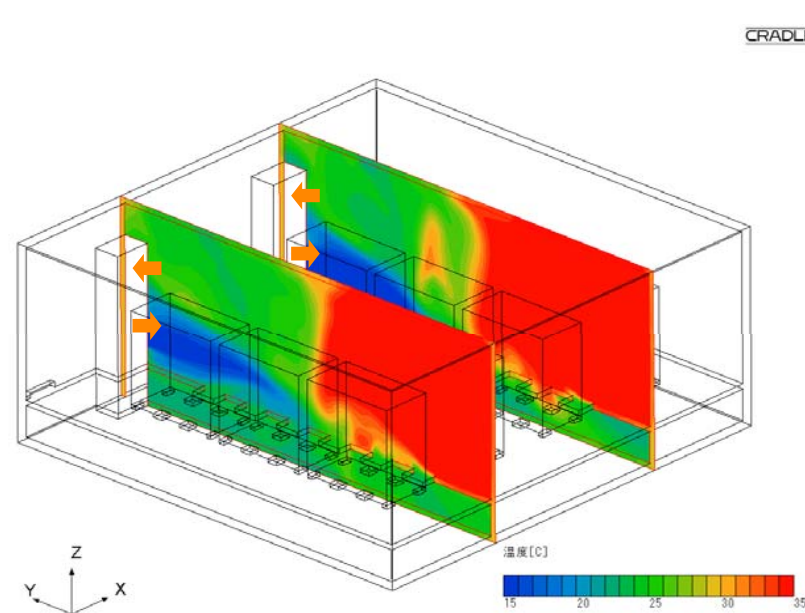
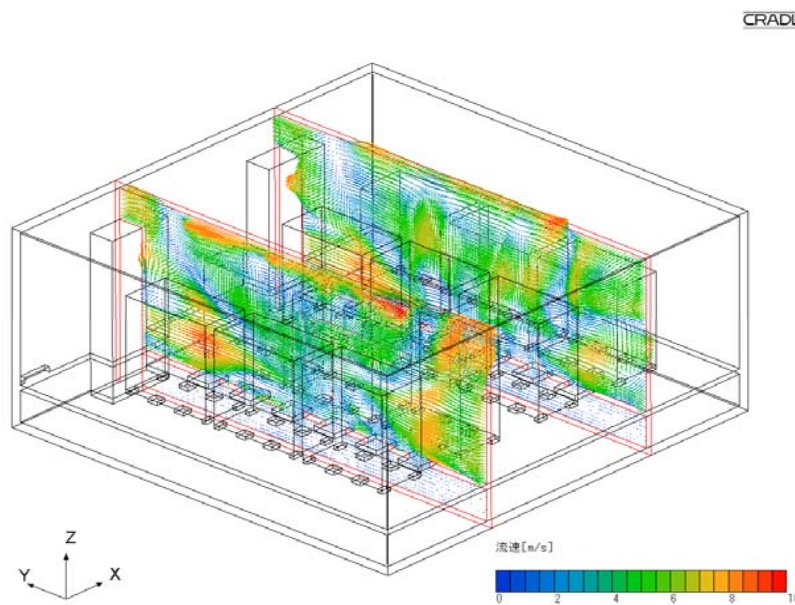


事例紹介： データセンターの温熱気流シミュレーション

● 解析結果：基本ケース

エアコン下部から吹出し、上部から吸込み

冷却効果に大きなムラがあり、**後方に熱だまりが発生している**



改善の目的：
ムラの少ない冷却効果

- ✓ 冷気の均一な循環
- ✓ 熱だまりの排除



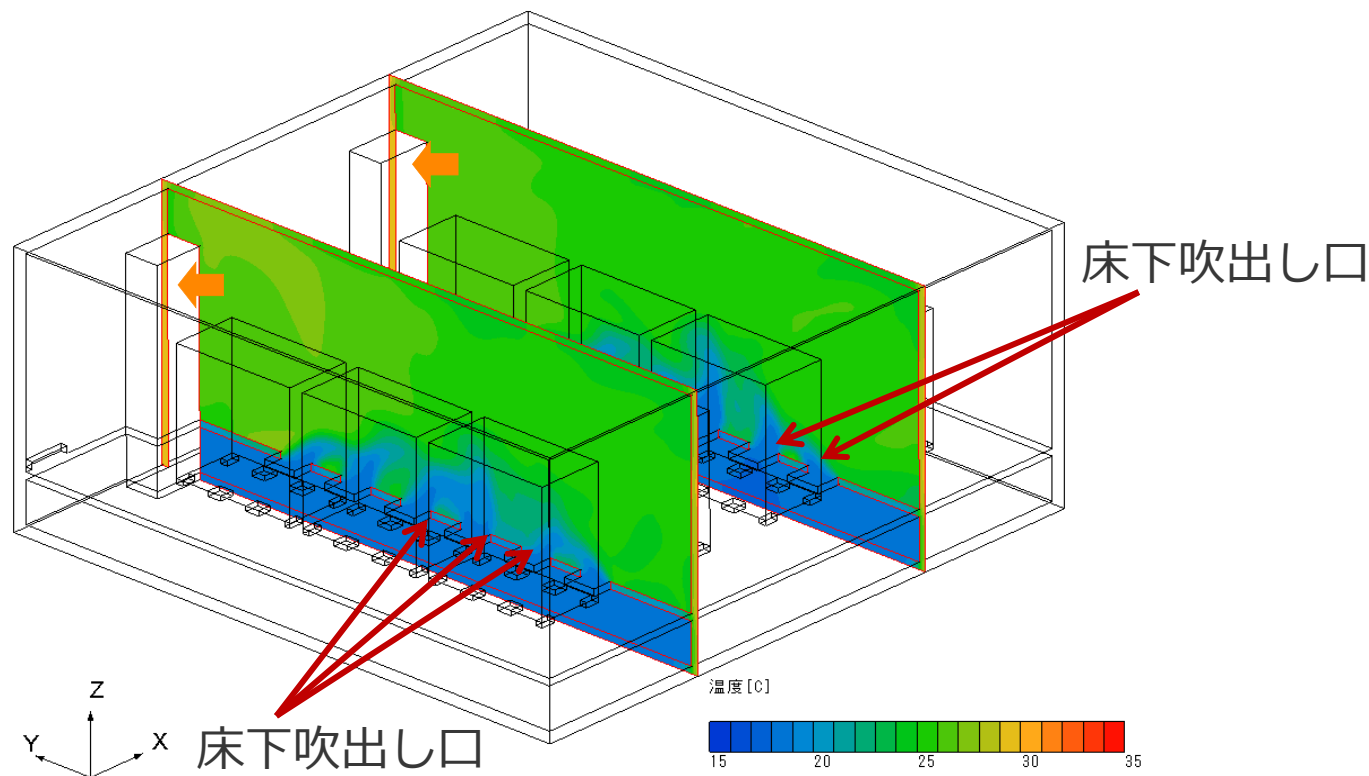
事例紹介： データセンターの温熱気流シミュレーション

● 解析結果：床下換気（ケース2）

床下換気口から吹出し、エアコン上部から吸込み
床下を通して比較的均一に冷気が入ることにより、**ムラの少ない冷却効果が**
実現された

CRADLE

改善案1





事例紹介： データセンターの温熱気流シミュレーション

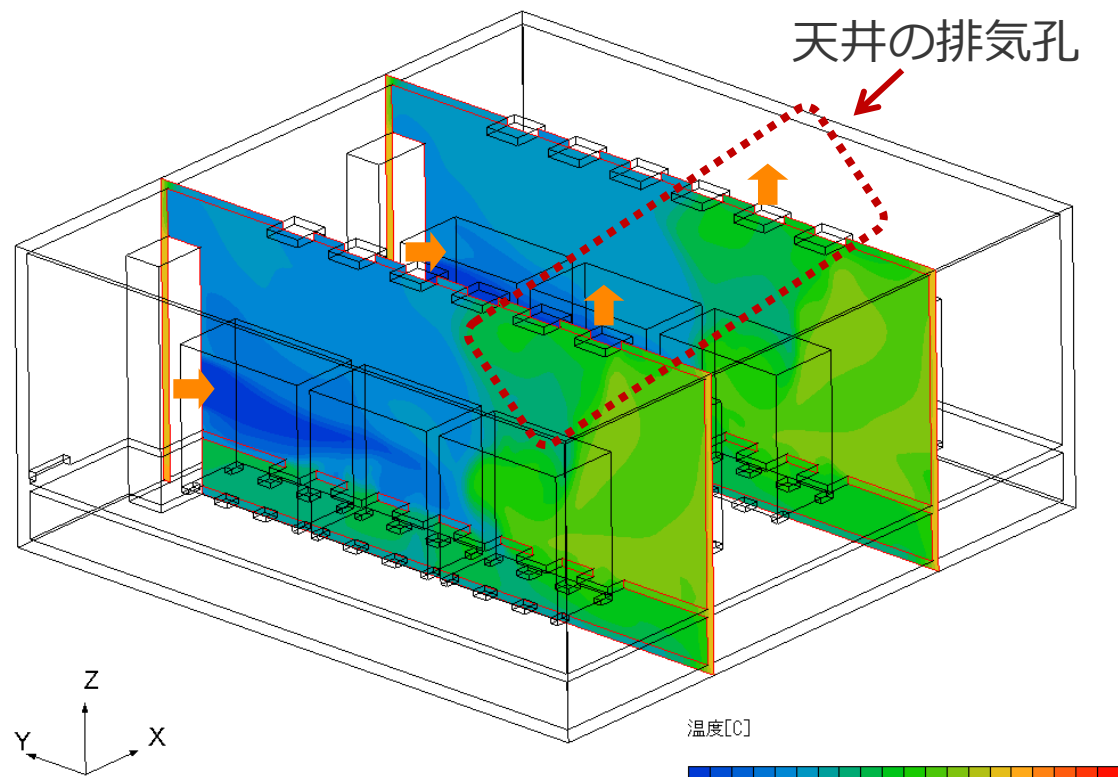
● 解析結果：天井から排気（ケース7）

天井換気口から排気（後方6箇所）

基本ケースでは後方に溜まっていた熱気が排出されることにより、**高温部分が無くなった**

CRADLE

改善案2





事例紹介： データセンターの温熱気流シミュレーション

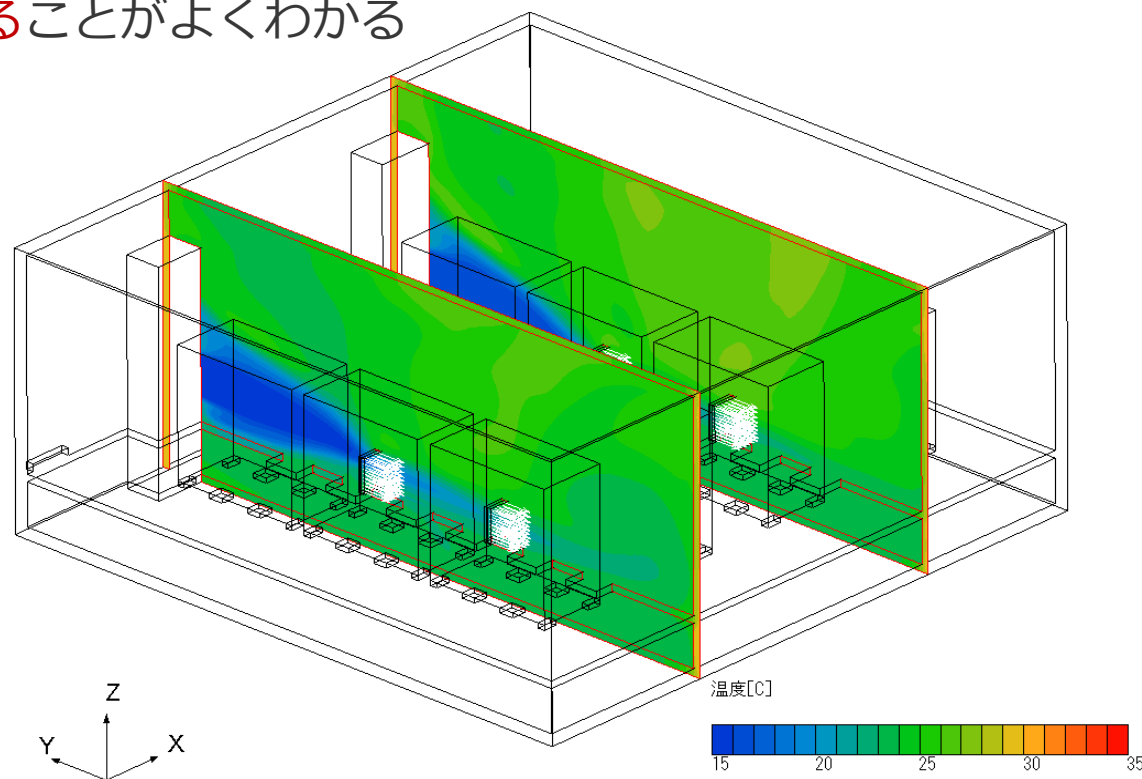
● 解析結果（参考）

コールドアイル上に扇風機4台を設置

現場でよく用いられる対策法

実効性があることがよくわかる

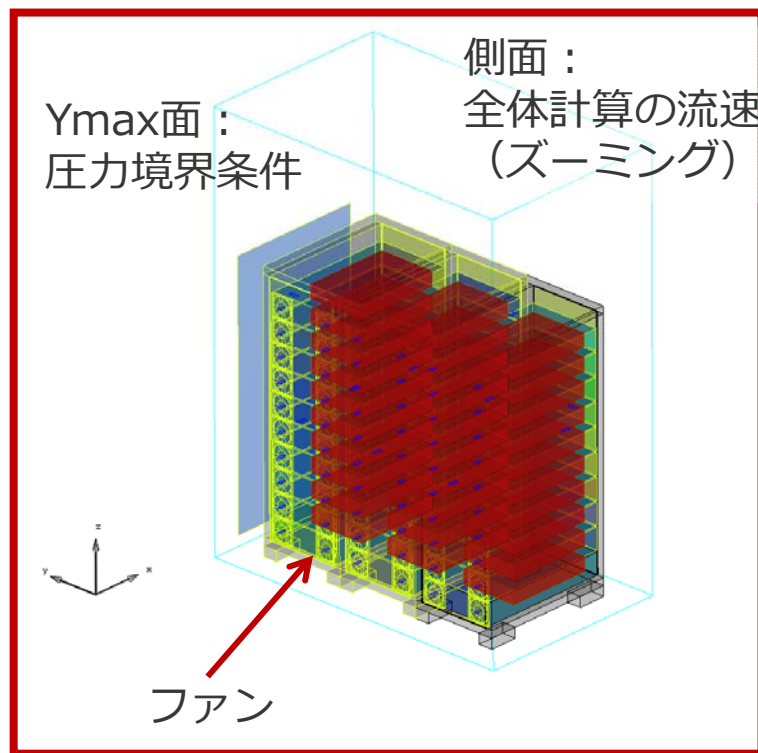
CRADLE





事例紹介： データセンターの温熱気流シミュレーション

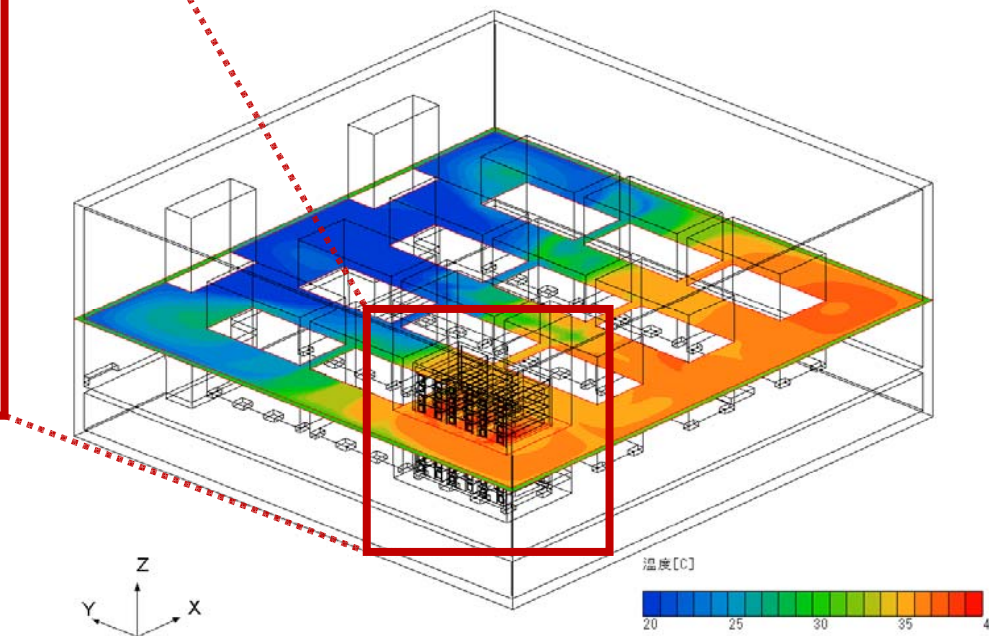
● 解析結果：ズーム機能を使用



既存の計算結果を新しい解析の境界条件に適用

- 計算時間の節約
- スケールの違いを補間で補う

CRADLE



発熱源(300W/node)
(全体計算と合わせた)



事例紹介：ユーザー事例

- 別資料（事例リーフレット）をご覧ください

会社名	事例
沖プリントドサーキット株式会社様	プリント基板 温度低減効果の予測
ユーザー様	パーキングエリア施設内の空調環境の変化予測
サッシメーカー様	サッシの結露シミュレーション
神戸芸術工科大学様	自然と対話する木造パッシブソーラー住宅



導入効果

● 熱流体解析のメリット

早期検討による手戻りの軽減

試作にコストがかからず、設計初期段階からアイデア比較や性能予測を行なうことができる

→ 手戻りを軽減しコスト・工数の削減に

多くの知見と可視化

実験：測定した点のみ

解析：領域内全てのデータ取得

可視化：理解を深めやすく、また第三者に情報を伝えやすい（PRなど）

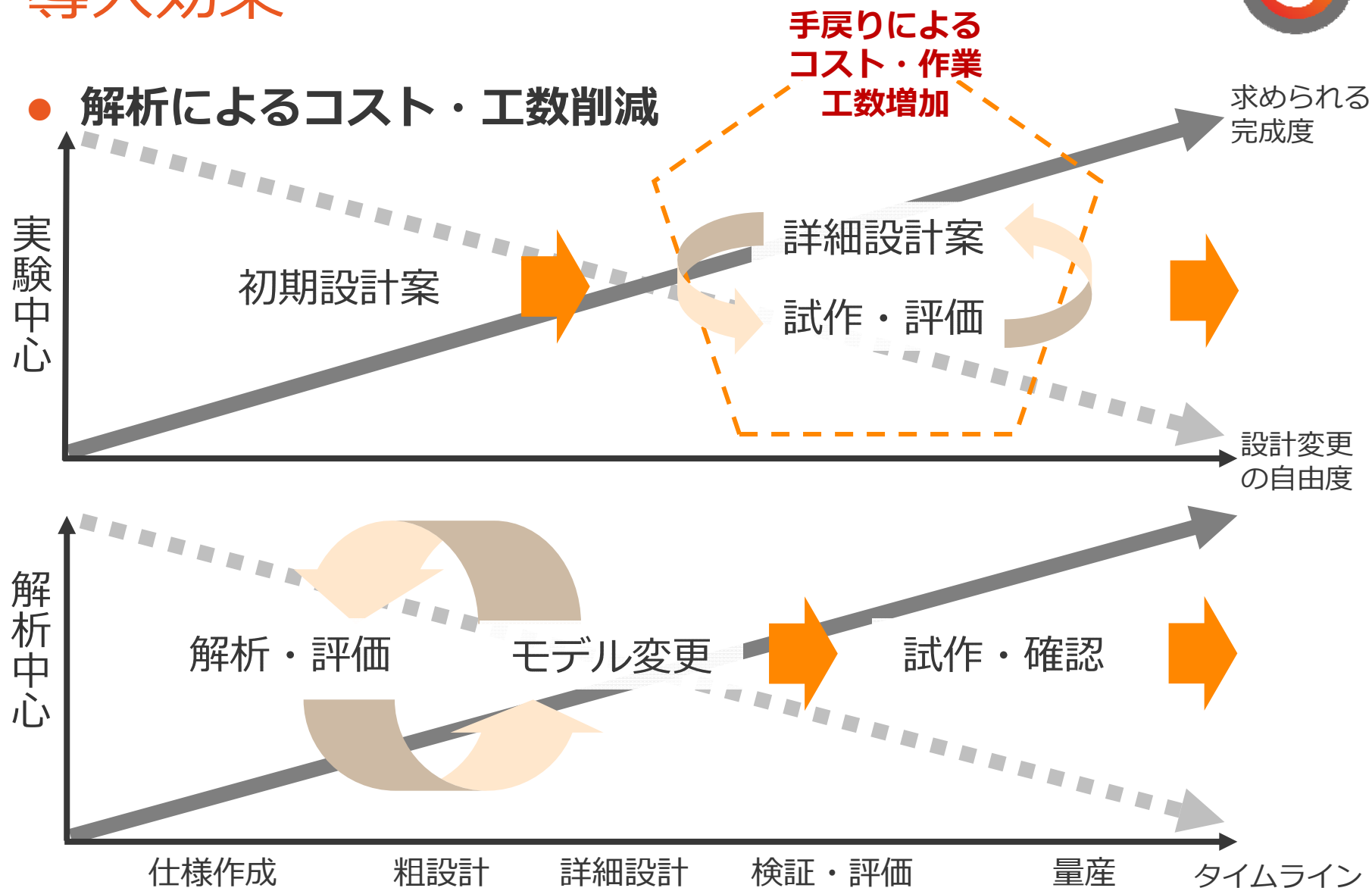
解析だからこそ・・・

実験コスト高、長時間かかるケース、実験が困難なケースでも検証可能



導入効果

● 解析によるコスト・工数削減

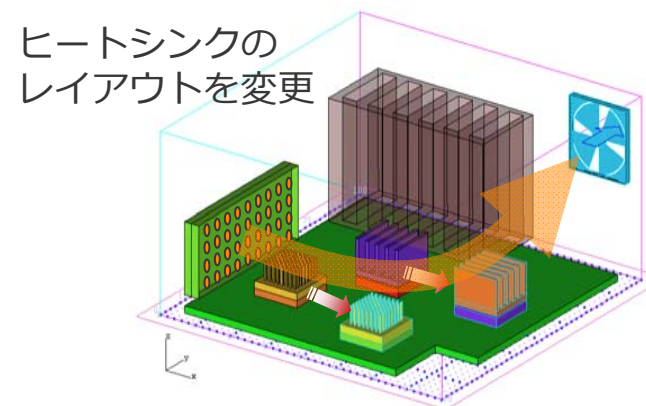
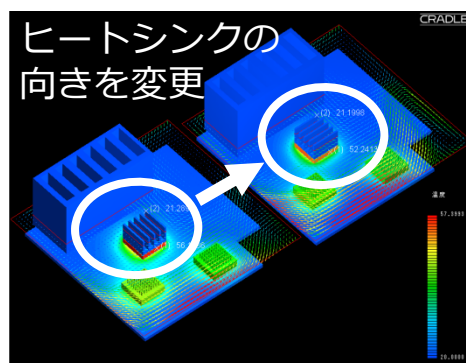




導入効果

- 知見と可視化

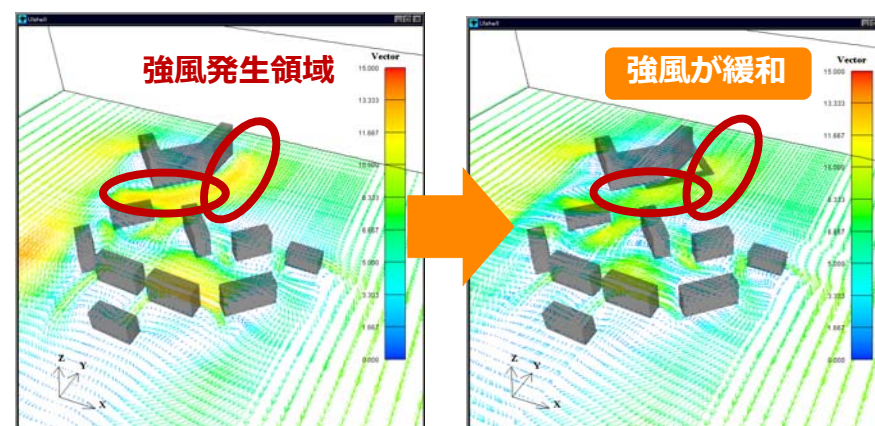
条件を変え何度でもシミュレーション可能
可視化により結果が見えやすく比較しやすい



- 解析だからこそ・・・

実験が困難なケースでも検証可能

- 屋外の風環境
- ダムや水路
- 大気中のガス拡散





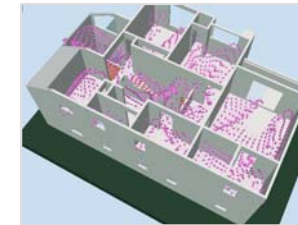
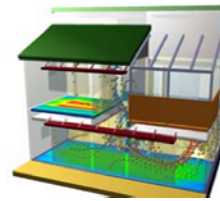
機能紹介

機能一覧（概要）

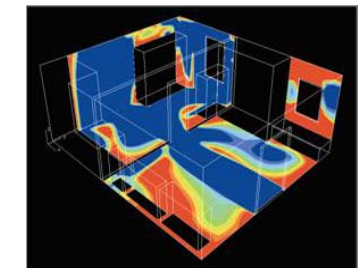
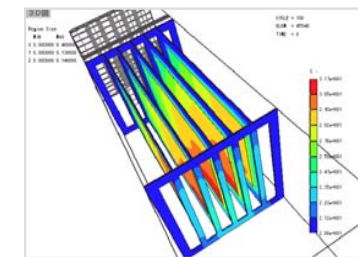
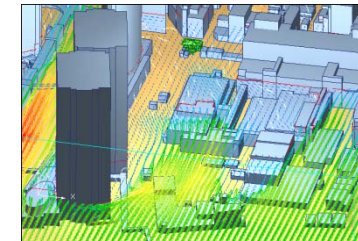


構造格子系

STREAM®



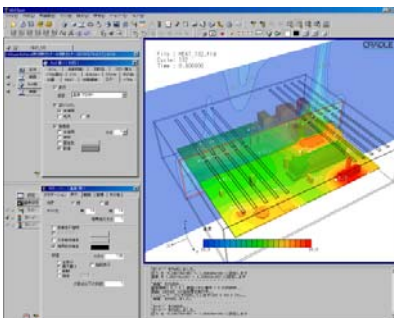
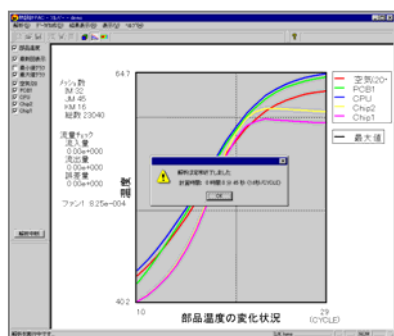
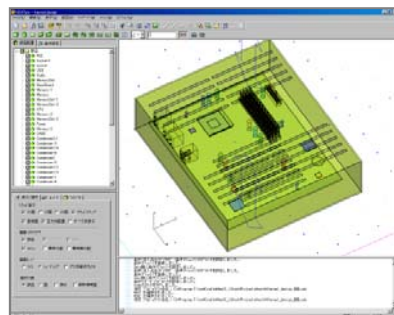
- 各種乱流モデル
 - 各種流れ解析（発泡樹脂流動、混合ガス含む。浮力考慮）
 - 混相流/自由表面（VOF法、1流体MARS法）
 - 各種熱解析（日射、ジュール熱含む）、熱回路網モデル（2抵抗）
 - 湿度・結露（蒸発・潜熱の考慮）
 - 反応解析（化学反応、燃焼、凝固・融解）
 - 拡散（揮発性物質の拡散）
 - ファンモデル（軸流・斜流）
 - 空調機モデル、換気効率、快適性指標など空調に特化した機能
- ✓ 対話型ウィザードによる分かりやすい条件設定
 - ✓ ライブラリ登録による部品一元管理（部品、物性、解析条件）
 - ✓ マルチブロックによる特定箇所のメッシュ重点配置
 - ✓ 多彩な結果アニメーション作成機能
 - ✓ 外部データ（SHAPEファイル、Gerberデータ）の利用





解析の流れ

● 各アプリケーションの役割



Pre

解析モデルの作成

CADデータ読み込み

- ・ 部品配置
- ・ 微小モデルの取り込みサイズコントロール各形状への特徴づけ：物性値設定
- ・ 材質、発熱量など

境界条件、解析条件の設定（ウィザード）

解析領域分割メッシュ作成、要素分割決定

Solver

解析実行

ソルバーによる数値解析実行

解析進捗のモニタリング

Post

結果の可視化

ポストによる数値解析結果の確認

温度、流れの確認



解析作業の流れ： Preprocessor

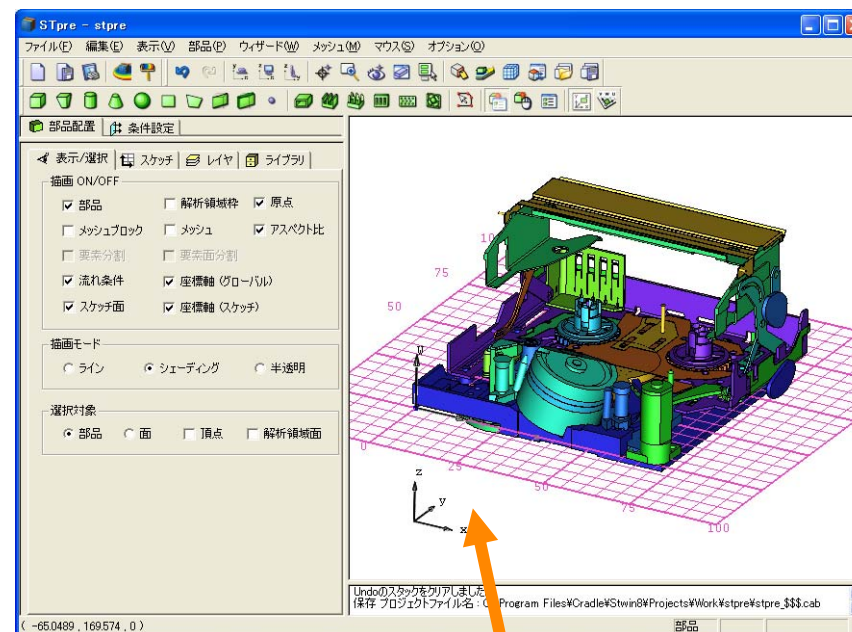
● CADモデル読み込み

● モデルファイル形式

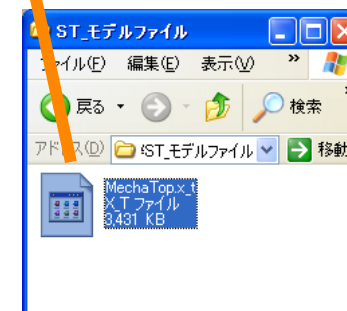
Parasolid XT	*.x_t
STEP	*.stp, .step
STL	*.stl
DXF(2D, 3D)	*.dxf
XGL	*.xgl
NASTRAN	*.nas
IDF (電子基板フォーマット)	*.idf
SHAPEファイル	
ガーバーデータ	

● 形状テンプレート

直方体、六面体、円柱、円錐台、球、傾斜厚板、点、パネル、スケッチ面による2.5次元モデル、ファン、アネモモデル、配管部品、電子部品（筐体、放熱フィン等）



プリ画面内に対象ファイルをドラッグ&ドロップ





解析作業の流れ：Preprocessor

● 解析条件、境界条件等の設定

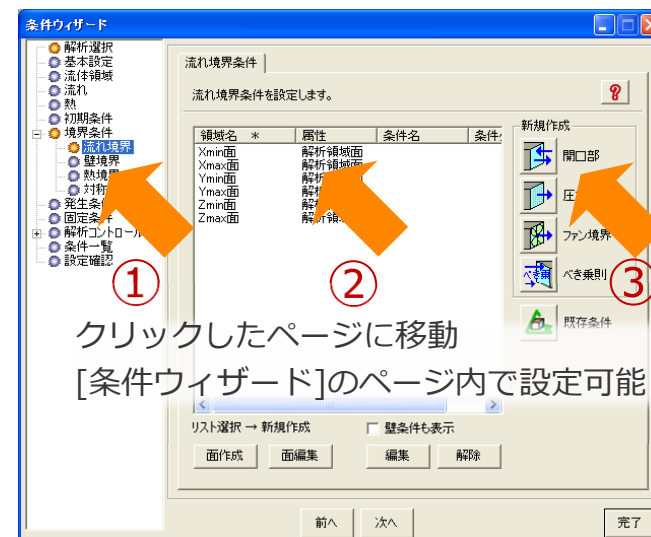
一連の作業がツリーで表示され、対話型ウィザードによるナビゲートで上から順に必要な条件を設定していく

解析タイプの設定



- ・流れ解析
- ・流れの種類
- ・乱流モデル
- ・温度解析
- ・浮力考慮
- ・輻射解析
- ・日射解析

境界条件の設定



クリックしたページに移動
[条件ウィザード]のページ内で設定可能

解析対象に応じて、設定が必要な項目がツリーリストに追加・表示される
設定中、設定済みの項目にはチェック がつく



解析作業の流れ： Solver

- Solverによる計算

「ジョブ編集・状況」画面から計算実行

The screenshot shows the STsolver software interface. On the left, a file explorer window displays a folder named 'Exercise'. It contains a 'メッシュファイル' (Mesh File) 'Exercise.pre' (9,315 KB) and three '解析条件ファイル' (Analysis Condition Files) 'Exercise_1.s', 'Exercise_2.s', and 'Exercise_3.s', each 1 KB. A red box highlights these three files, with a red arrow pointing to the '実行' (Execute) button in the 'ジョブ編集・状況' (Job Edit/Status) window. The 'ジョブ編集・状況' window shows a table of jobs:

ジョブ名	状況	開始サイクル/時刻	終了サイクル/時刻	Lファイル名	メッセージ	Sファイルパス
Exercise1.s	待機中	1/--	100/--	Exercise1.l		C:\Program F...
Exercise2.s	待機中	1/--	100/--	Exercise2.l		C:\Program F...
Exercise3.s	待機中	1/--	100/--	Exercise3.l		C:\Program F...

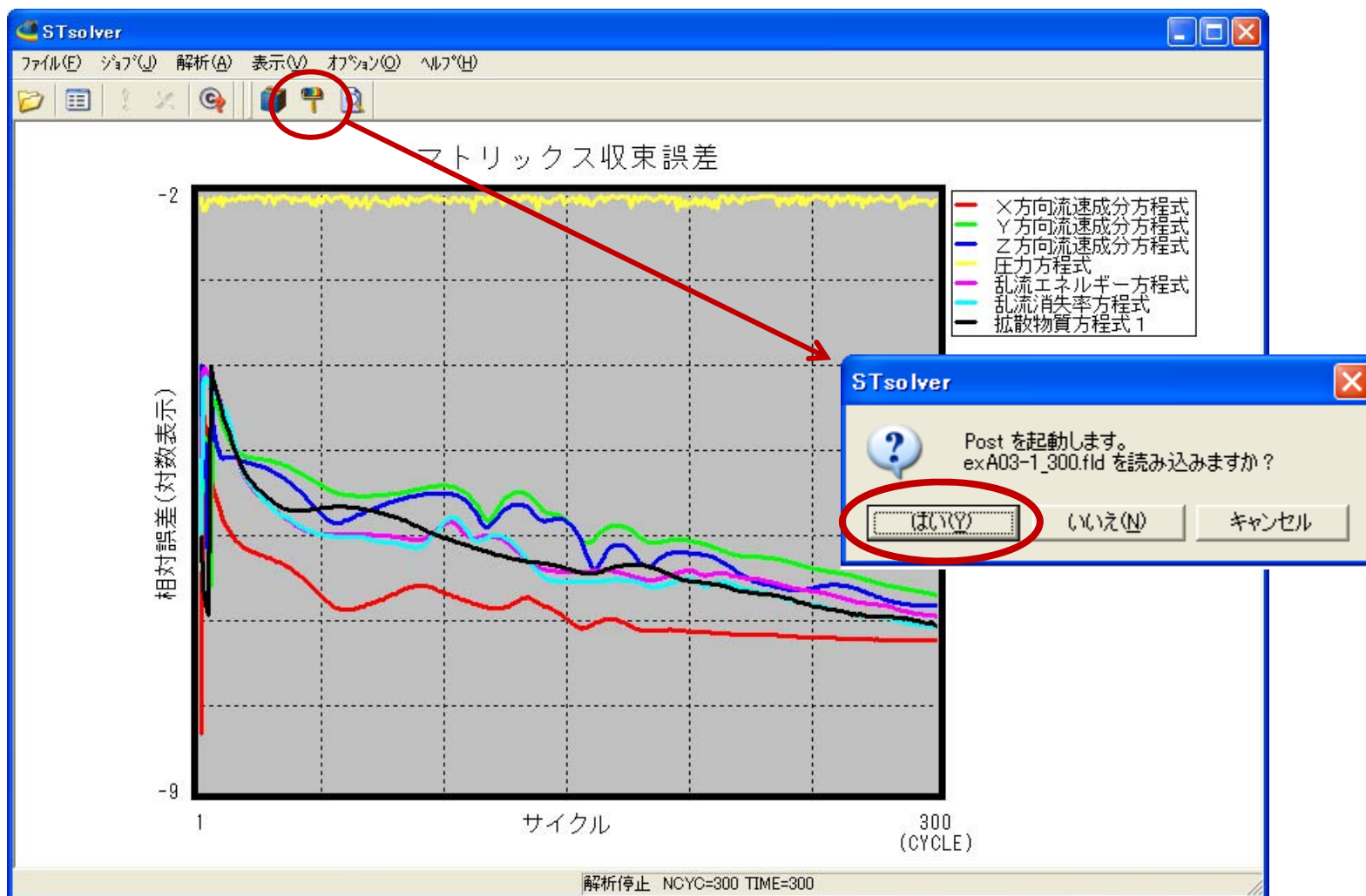
Below the table, the '実行' (Execute) button is circled in red. A red arrow points from the circled files in the file explorer to this button. Below the 'ジョブ編集・状況' window, a large grey box contains the text 'マウスでドラッグ&ドロップ' (Drag & Drop with mouse). The main STsolver window shows a graph with '0.00' on the y-axis and '0 サイクル (CYCLE)' on the x-axis.

分割保存
→メモリ負荷を抑える
解析条件はテキストエディタで編集可



解析作業の流れ： Solver

- 計算結果データをPostで読み込み

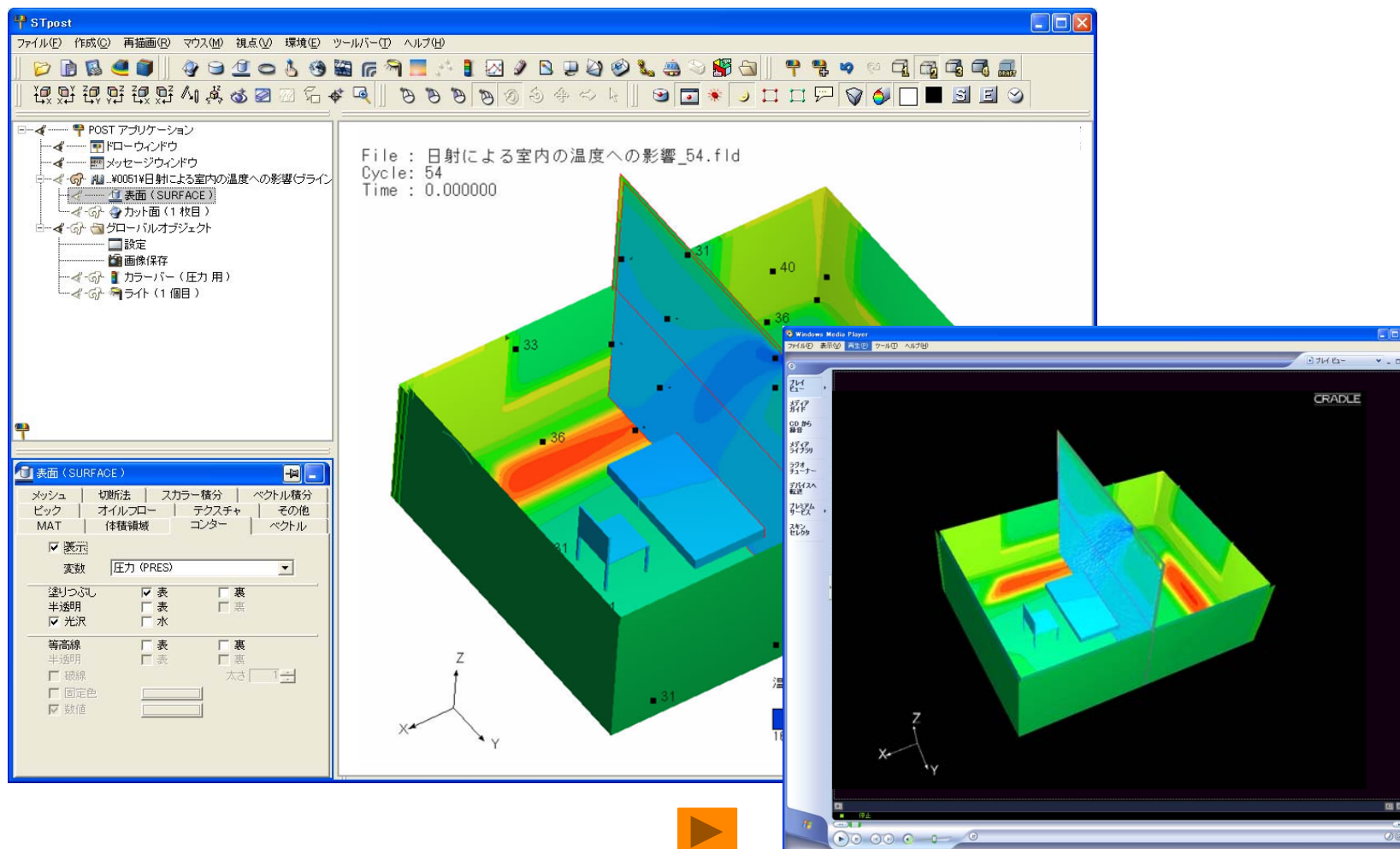




解析作業の流れ： Postprocessor

- 結果出力

画像、アニメーション (*.avi) による可視化



Click on figure

機能一覧 (詳細)

*対応CADをご確認ください。



Preprocessor		
モデル作成環境	CADデータインターフェイス	Parasolid XT, STEP, STL, DXF(2D,3DFACE), XGL, NASTRAN, IDF, SHAPE, ガーバーデータ (RS-274D/X)*
	形状作成	直方体、六面体、円柱、円錐台、球、傾斜厚板、点、パネル (直交、四辺形、傾斜)、 スケッチ面による2.5次元モデル、ファン (平面、回転、変向)、空調部品 (アネモ、配管) 電子部品 (筐体、基板、放熱フィン、ピンフィン、カードガイド、スリットパンチング、切り抜き)
	形状編集・修正	マウス操作による3Dレイアウト、グリッドスナップ機能
		ダイアログによる詳細設定、部品相対座標による作成・移動
		ブール演算 (和、差、積、面による切断)、単純化機能 (デフォルメ、穴埋め、突起物削除、R面除去) 部品整列。微細形状削除、辺接続自動修正、コピー・鏡面コピー
パーツ管理機能	部品ライブラリ登録	
格子作成機能	格子形状	直方体 (マルチブロック対応)・六面体 (円筒座標)
	自動格子分割機能	目標要素数指定による自動分割、自動形状認識
	メッシュ幅制御	最小メッシュ幅指定、部品近傍メッシュ幅指定
	格子間分割	等分割、等比分割、分割数指定、分割数指定、部品別分割数指定
解析条件設定機能	ウィザード設定	初期設定、条件設定 *CSVファイルによる一括条件設定も可能
操作・制御環境	VBインターフェイス。マウス操作汎用化機能	
Postprocessor		
描画位置指定	任意カット面、形状表面への描画、解析全領域への描画	円筒面展開表示、流線、等値面
	スケーリング機能	ピック指定 (描画上位置) / 数値指定 (通過点・方向ベクトル)
描画機能	メッシュ図、ベクトル図、コンター図、等値面、流線図	鏡面コピー、周期コピー
	グラフ表示 (位置グラフ、時刻グラフ、平均出力、最小最大出力)	形状表現 (ニュートラルファイル、STLファイル)
特殊表現	オイルフロー (物体表面上、任意カット面上)	テクスチャマッピング
	回転投影 (子午面表示)	リアリティーの演出 (グラデーション、光沢、ライティング、半透明、光沢、水表現)
動画機能	アニメベクトル (疑似アニメーション表示)	断面スイープ
	マーカーパーティクル (乱流拡散考慮可)	視点自動移動 (カメラ位置、視点、注視点指定、ウォークスルー表示)
	キーフレームアニメーション (開始画像、終了画像指定)	サイクル間補完アニメーション
結果分析機能	関数機能、変数登録機能	スカラー積分 (流量算出等)、ベクトル積分 (力の算出等)、体積積分 (空間平均の算出)
	計算結果比較表示 (メッシュ非依存)	射影面積の算出 (軸方向指定)
	極大極小位置自動探索機能	CSVによる実験データ取り込み及び合成
画像出力	BMP、JPEG、VRML、AVI、ビューワファイル (Cradle Viewer : 定常・非定常対応、Officeアプリケーションに埋込み)	
操作・制御環境	大規模データ用結果ファイル (i-FLD) 読み込み、指定領域限定読み込み	OpenGLコントロール

機能一覧 (詳細)



Solver		
格子	構造格子 (直角座標、円筒座標)、非構造格子 (移動物体)	
数値スキーム	解析手法	有限体積法、有限要素法 (移動物体内部)、圧力補正解法 (SIMPLEC)
	移流項精度	1次/3次 (QUICK)、精度風上差分
	マトリックスソルバー	JACOBI法、SOR法、MICCG法、ILUCR法、ILUCGS法、FMGCG法
格子関連機能	移動物体、マルチブロック、ズームング	
計算機能	計算コントロール	定常計算、非定常計算
	流れ解析	非圧縮性流体、圧縮性流体、非ニュートン流体、発泡樹脂流動、多種流体、混合ガス、浮力考慮 (ブジネスク近似)、マランゴニ対流
	各種乱流モデル	標準k-εモデル、RNG k-εモデル、MP k-εモデル 線形低レイノルズ数型k-εモデル (AKN)、非線形低レイノルズ数型k-εモデル (AKN) 温度場二方程式モデル (NK)、温度場二方程式モデル (AKN)
	熱解析	熱伝導 (流体内/固体内)、熱伝達 (対流熱伝達/乱流熱伝達)、熱放射 (形態係数/フラックス法) 日射発熱、ジュール発熱、平均放射温度 (MRT)算出、伝熱パネル (熱伝導/熱伝達/熱放射)
	拡散解析	拡散係数指定、沈降速度指定、SORET効果
	換気効率指標	空気齢、空気余命、換気口寄与率 (SVE3~6)
	快適性指標	PMV/SET* (空間分布算出可)
	湿度・結露解析	相対湿度/絶対湿度計算、結露・蒸発量算出
	反応解析	化学反応、燃焼 (渦消散モデル)、凝固・融解
	粒子解析	マーカ粒子、質量粒子、反応粒子、噴霧モデル
	混相流解析	自由表面 (MARS法、VOF法)
	電流解析	静磁場制動効果
	熱回路網モデル	2抵抗モデル
	流れ条件	流速、体積流量、圧力 空調機モデル (冷房・暖房)、ファンモデル (P-Q特性の設定)
	熱条件	温度固定、発熱量、熱伝達係数、接触熱抵抗
	壁条件	ノースリップ (静止壁)、フリースリップ (対称壁)、対数則、ベキ乗則、壁面粗度
	圧力条件	圧力固定、圧力損失、多孔質体
その他制御条件	変数テーブル、ユーザー関数 (要再コンパイル)	
計算制御環境	計算状況確認のためのオンラインモニタリングシステム、終了時メール通知機能 ジョブ管理機能 (開始、中断、中止、割り込み、バッチ処理など)	
出力関連機能	クレイドル図化ファイル (FLD、iFLD)	

VBインターフェース：VBA、VBSにより、上記プログラム (プリプロセッサ、ソルバー、ポストプロセッサ) のコントロールが可能



機能紹介：Preprocessor

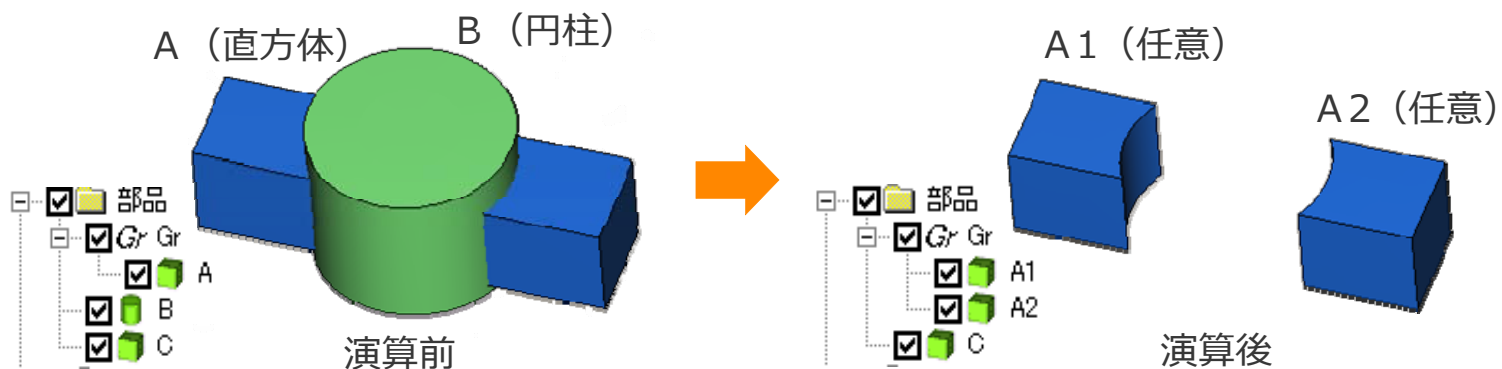
● 形状データの修正

- 切断、穴埋め（ブール演算）
- 単純化（デフォルメ、直方体化、円柱化）
- 微細形状削除、辺接続自動修正
- 部品整列
- スケッチ座標におけるマウスによる部品配置（傾斜面可）・編集
- 2次元DXFのインポート

● ブール演算

接触熱抵抗条件といったペアの条件も継承される

例 A-B（差）





機能紹介： Preprocessor

- 形状データの修正

曲面および斜面形状を含むモデルをそのまま構造格子で自動分割すると…

要素分割後の形状がメッシュの位置に依存する

計算用モデルの形状が原形状から大きく変化する場合があります

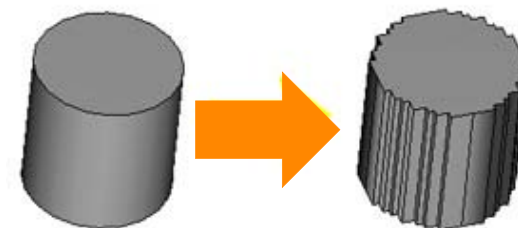


単純化した形状に置き換え

元形状の表面積または体積を保持できる

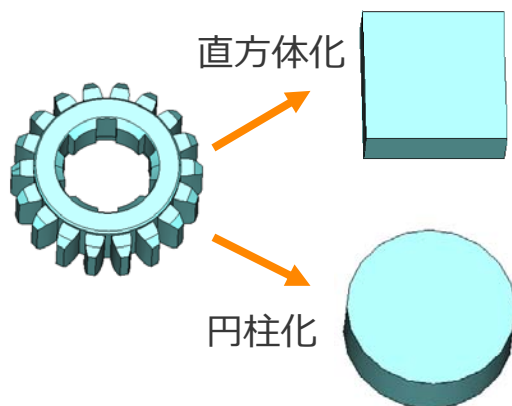


メッシュ分割後の形状変化をコントロールできる

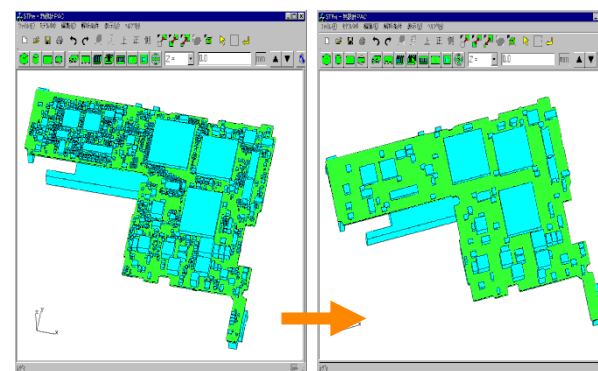


形状単純化の例：

部品形状を簡易化



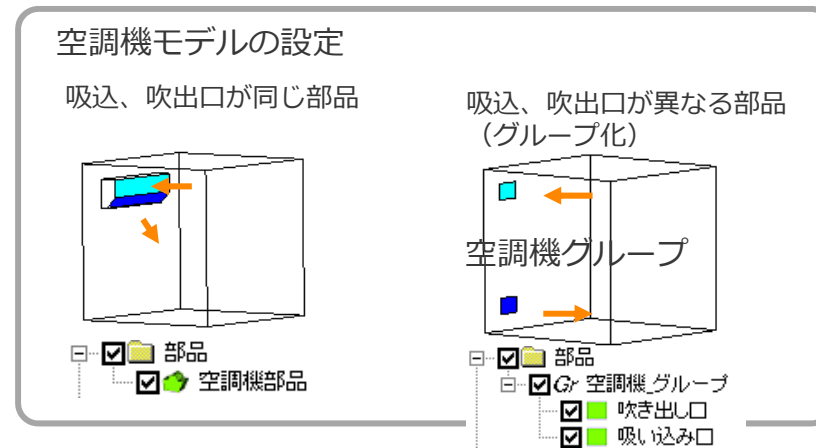
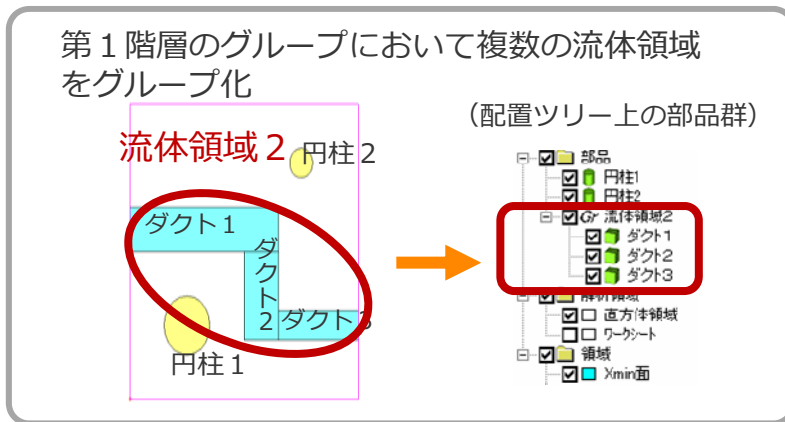
CADデータをデフォルメ（間引き）



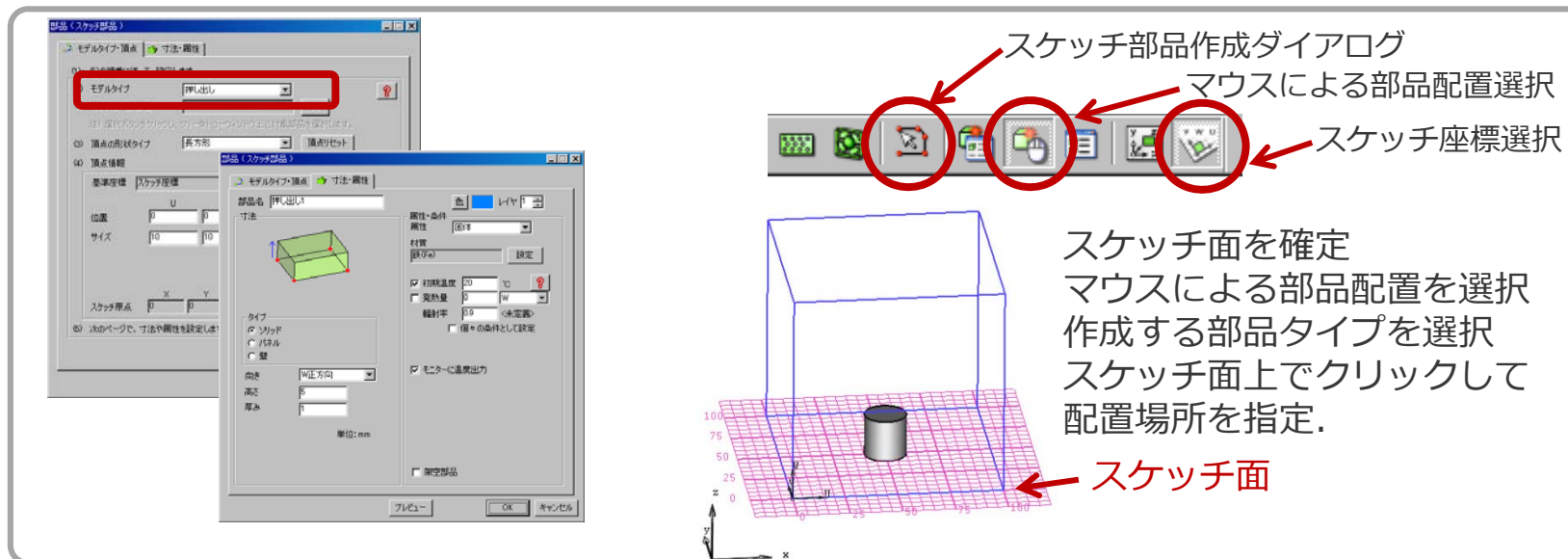


機能紹介： Preprocessor

- グループの取り扱い



- スケッチ座標系(U,V,W)におけるマウスによる部品配置、編集

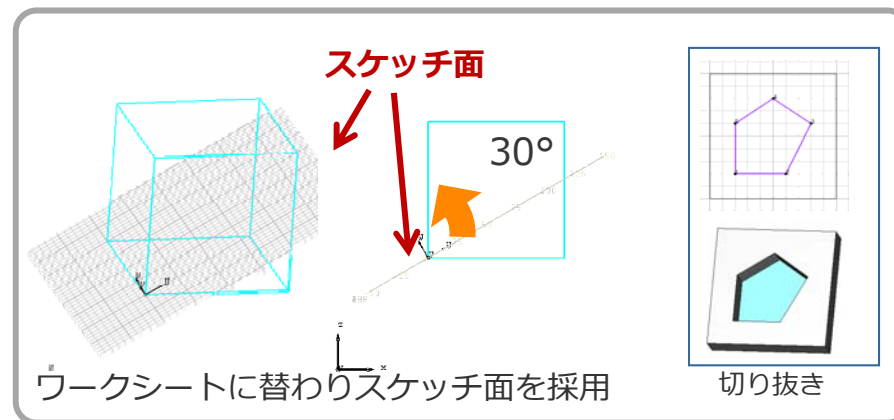
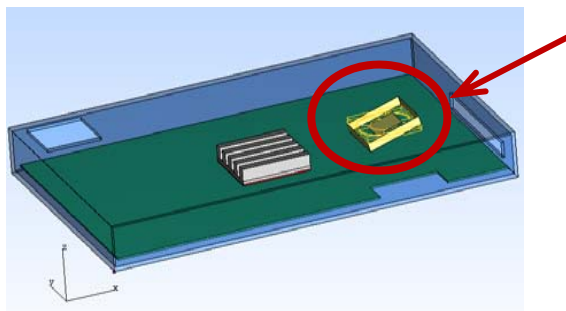




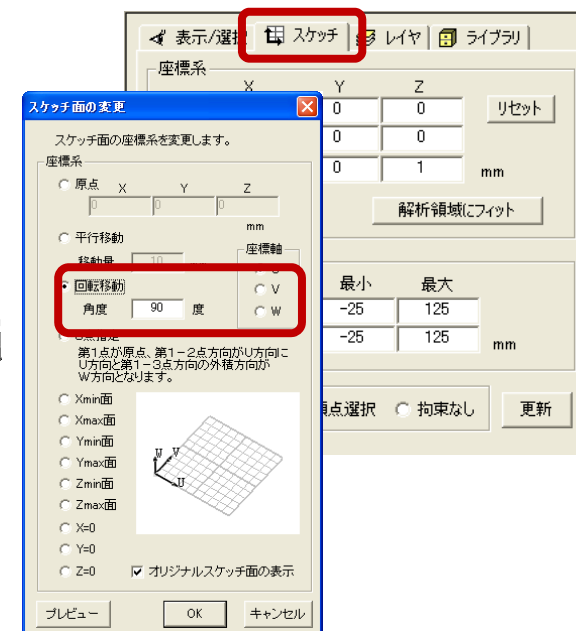
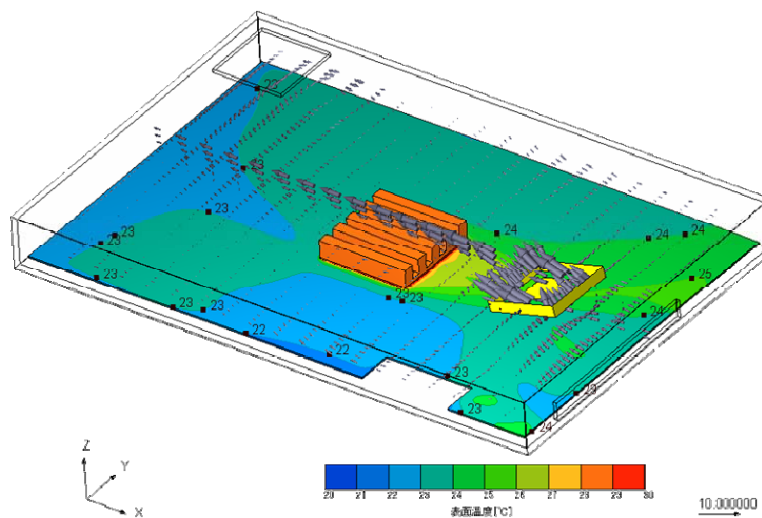
機能紹介： Preprocessor

● 斜め部品の配置（スケッチ面）

ファンを斜めに配置したい



スケッチ面を用いて部品の斜め配置が可能に



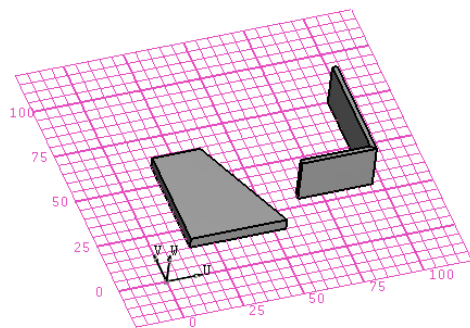


機能紹介： Preprocessor

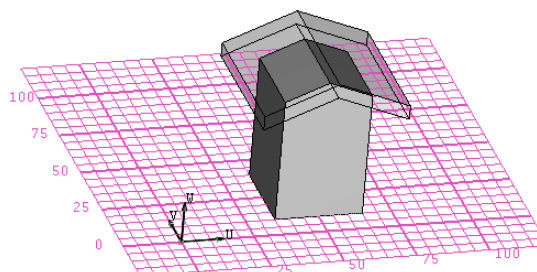
● スケッチ部品のモデルタイプ

スケッチ面を用いて定義できる部品を**スケッチ部品**と呼ぶ

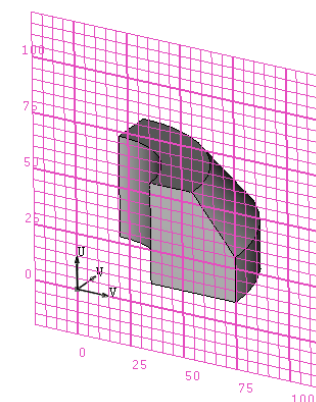
押し出し壁
パネル（厚み無）



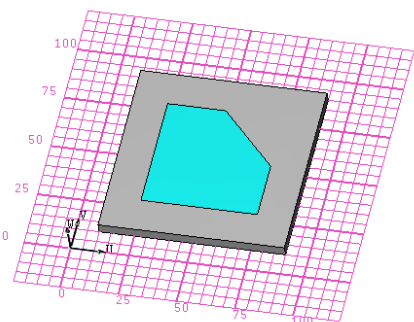
選択部品まで押し出し



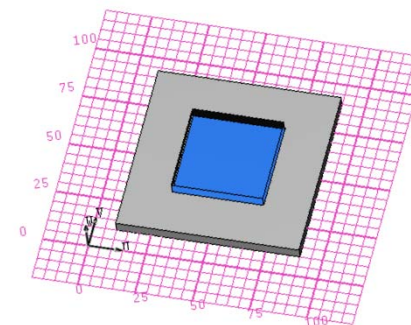
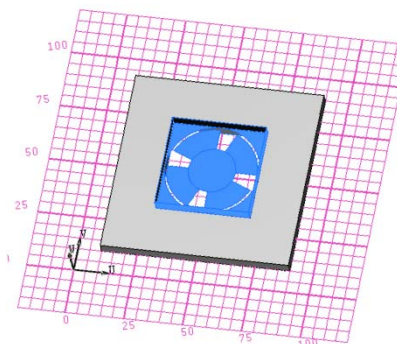
回転体



切り抜き



ファンモデル・スリットパンチングモデル
（単独配置、切り抜きも可）



※切り抜き対象部品は一様な薄板を前提

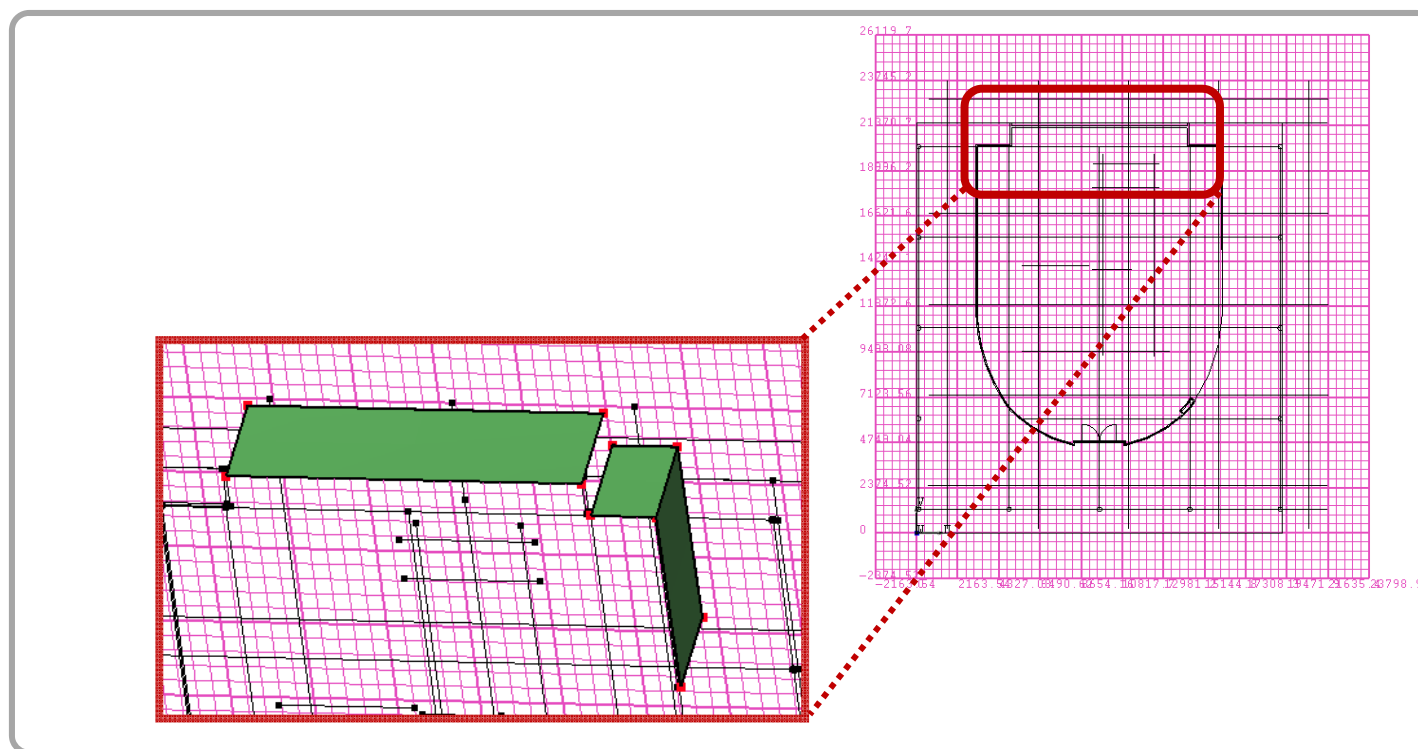


機能紹介： Preprocessor

● 2次元DXFのインポート

DXFのレイヤ単位で管理（LINE、ARC、POLYLINE等）

- スケッチ面の下絵（図面）として利用が可能
- 頂点・曲線上点をスケッチ面でのポリゴンの頂点として参照
- 2直線の交点を点として登録も可能

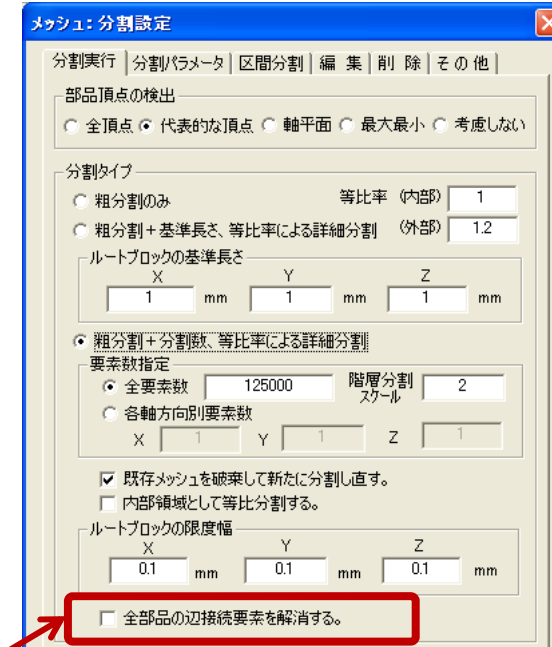
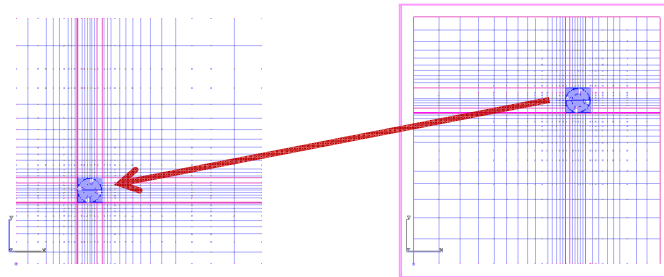


機能紹介： Preprocessor



● メッシュ生成

- 構造格子（直角・円筒座標）の特長：
 - ✓ 格子構造が単純で計算用格子の作成が容易
 - ✓ 安定性に優れ高速計算が可能
 - ✓ 部品単位のメッシュコントロールで部品の移動によるメッシュ再作成が容易



[メッシュ]/[分割実行] タブでは、辺接続解消の一括修正が可能

● 辺接続の自動修正

[メッシュ]/[分割設定]/[その他] タブ

辺接続している部品を選択後、辺数調査し、自動処理。→「辺接続の解消」チェック
(注) 選択部品の再要素分割も可



機能紹介：乱流モデル

- **高レイノルズ型 k- ϵ モデル**
 - 標準k- ϵ モデル
 - RNG k- ϵ モデル
 - MP k- ϵ モデル
- **線形低レイノルズ型k- ϵ モデル**
 - AKN k- ϵ モデル
- **非線形低レイノルズ型k- ϵ モデル**
 - AKN k- ϵ モデル
- **温度場 2 方程式モデル**
 - 壁関数型NKモデル
 - 温度場 2 方程式型AKNモデル
- **代数応力モデル**



機能紹介：乱流モデル

- **高レイノルズ型 k-εモデル**

- 標準k-εモデル：壁近傍は対数則を用いる。実験値から得た定数を用い、安定性、汎用性があり最も実績が多い。
- RNG k-εモデル：フーリエ解析から理論的に求められた定数を用いる。
- MP k-εモデル (Kato-Launder補正)：Kato-Launder補正により、よどみ点近傍での乱流エネルギー生成の過大評価を防ぐ。



機能紹介：乱流モデル

- **線形低レイノルズ型k-εモデル**

- AKN k-εモデル：
剥離・再付着流れや層流・乱流間の遷移現象の解析に有効。低レイノルズ型であるため、部品数が多い、流路が複雑など、壁面による影響が大きな解析に対し精度の向上を期待できる。

- **非線形低レイノルズ型k-εモデル**

- AKN k-εモデル：
乱流の非等方性を考慮。ダクト内や曲円管内部など、2次渦の生じる流れ場解析が可能。

- **温度場2方程式モデル**

- 壁関数型NKモデル：
速度場の乱流モデルに標準k-εを採用している為、標準k-εの計算結果をそのまま解析に利用できる。温度が異なる流体の混合現象に有効。
自然対流問題（共存対流含む）には不向き。
- 温度場2方程式AKNモデル：
剥離・再付着点における乱流熱伝達の予測に有効。
自然対流問題（共存対流含む）には不向き。

機能紹介：乱流モデル



- **代数応力モデル**

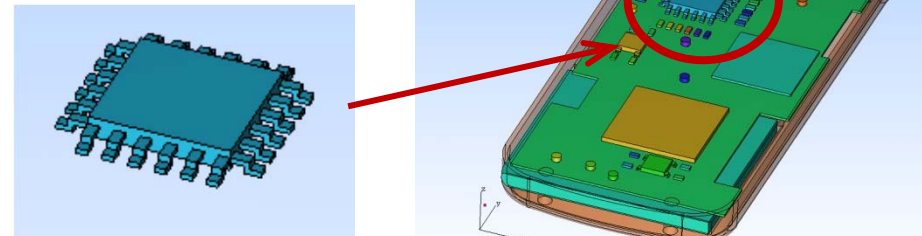
k- ϵ モデルを元にして、同等の計算時間で非等方性流れの計算ができるよう考案されたモデル。渦粘性モデルを用いず、直接レイノルズ応力の輸送を代数式で解く。乱流の非等方性が大きく、渦粘性でモデル化が困難な場合に有効。

機能紹介：マルチブロック

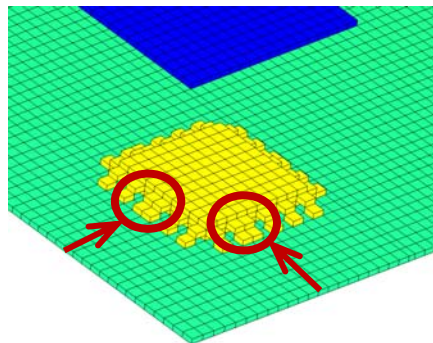


● マルチブロック機能

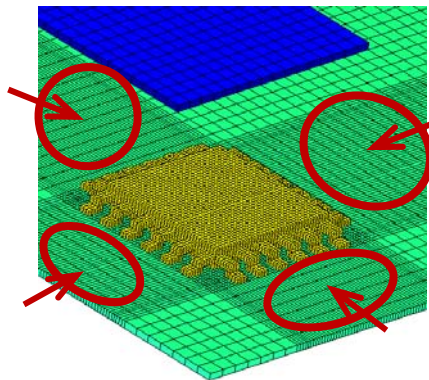
パッケージのリードの影響を考慮したい



必要箇所へのみ細かな格子を追加でき、メモリ削減・計算時間短縮につながる

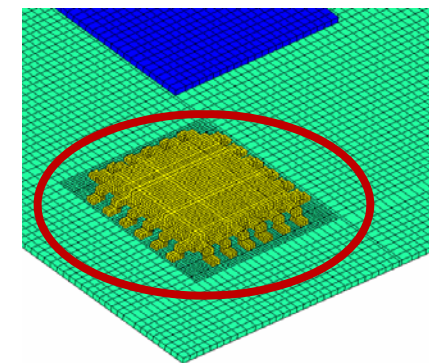


部品形状を正確に表現できない



当該箇所の格子を細かくすると・・・

不要な箇所にも格子が密集



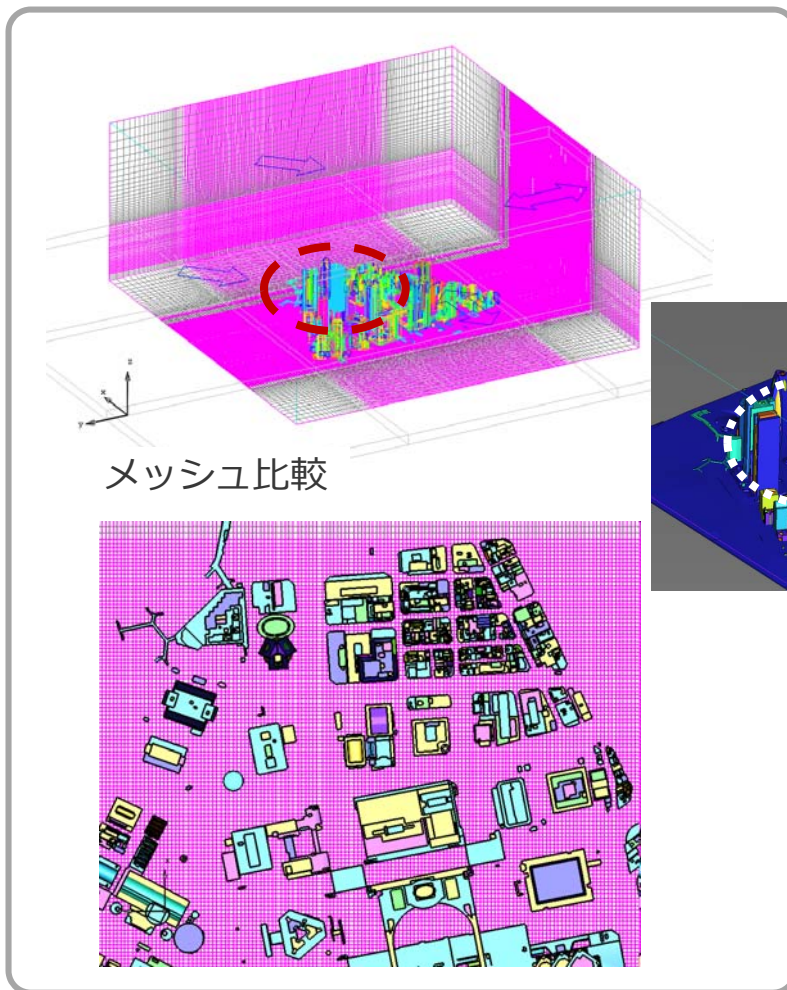
パッケージ周辺のみ格子を細かく設定

機能紹介：マルチブロック

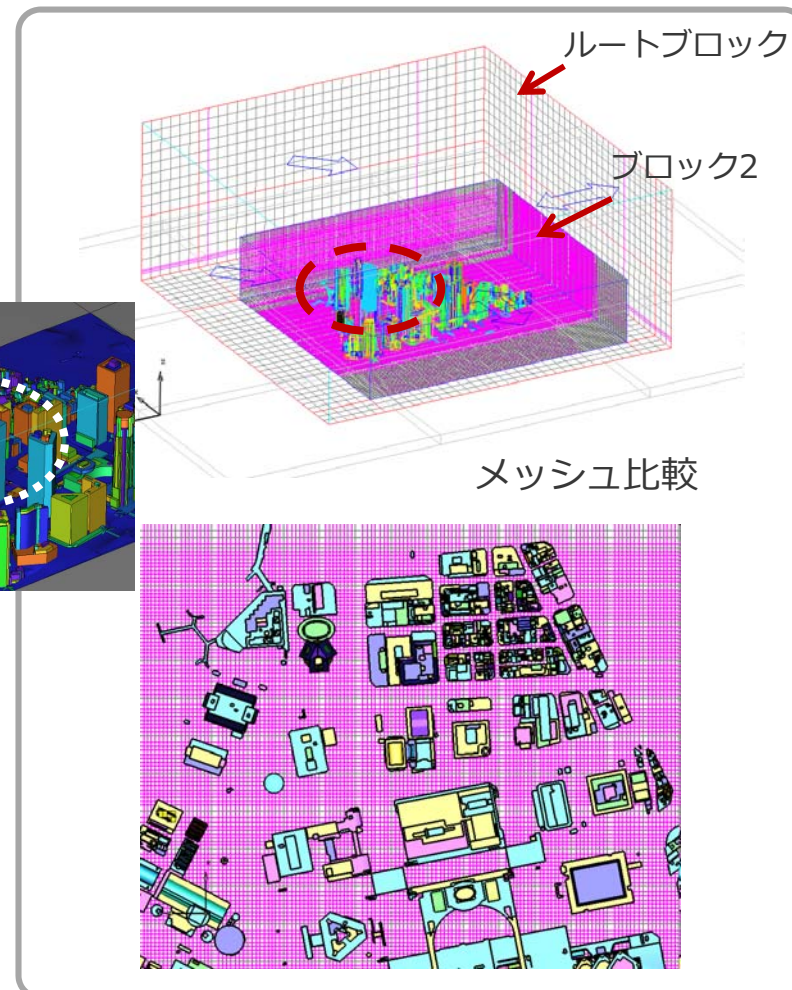


- ビル風解析例

シングルブロック



マルチブロック (2ブロック)



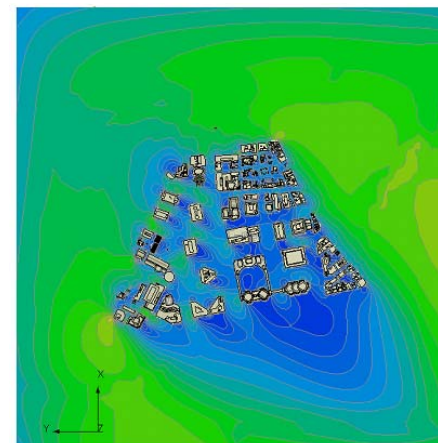
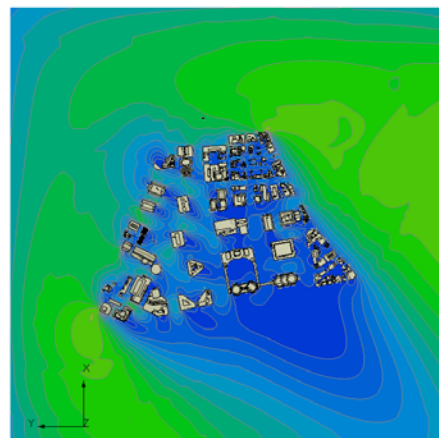
機能紹介：マルチブロック



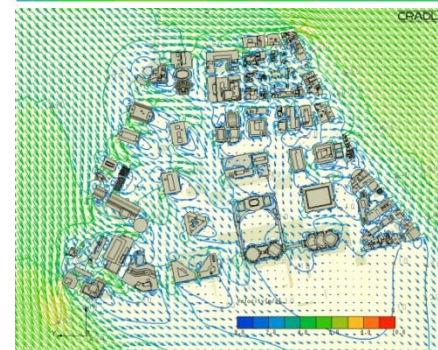
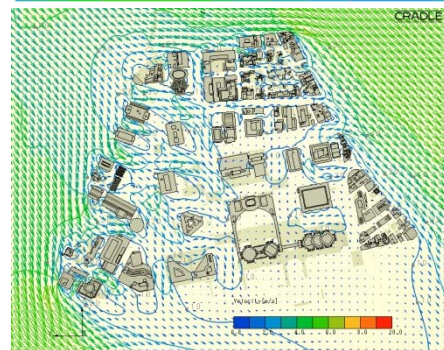
● ビル風解析例 シングルブロック

マルチブロック (2ブロック)

流速分布
(地上10m断面)



速度ベクトル



計算使用マシン (1コア)
Windows XP Professional
CPU : 2.66GHz
メモリ : 4.00GB

324	要素数 (万)	200
1456	収束サイクル	737
750	計算時間 (分)	166
1.0	使用メモリ (GB)	0.7

機能紹介：移動物体機能



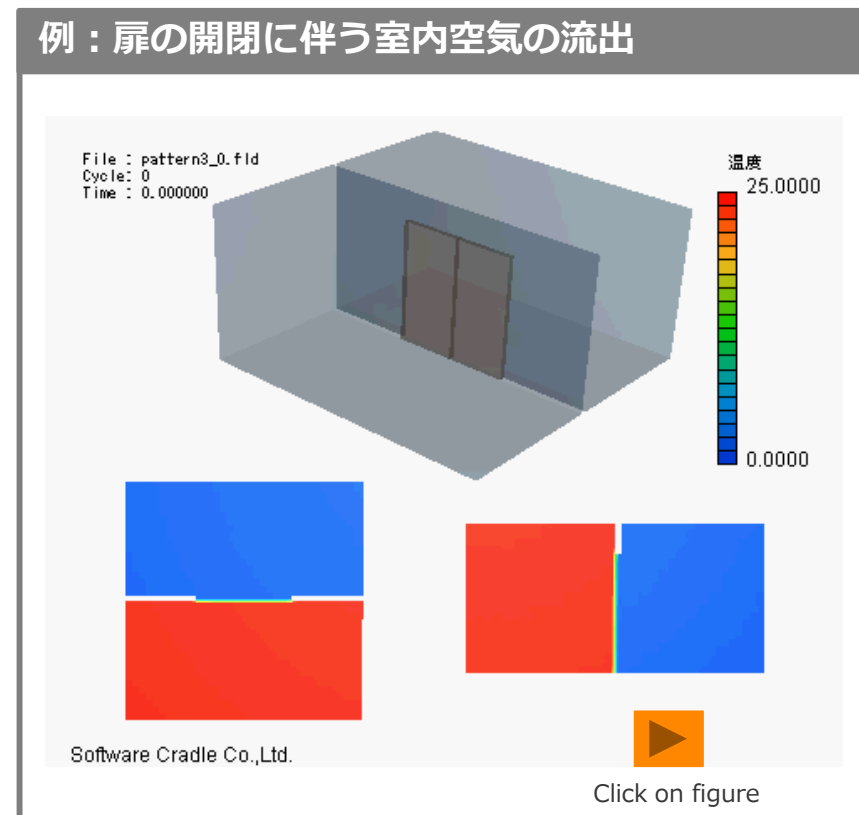
● 移動物体の影響を反映した流れ解析

流体領域に位置する物体の移動（直線上または円周上の動き）を考慮する
回転物体、高温物体の移動を反映した流れ解析が可能

- 移動物体の構成要素：
 - 六面体及び円錐台部品
- 移動物体内部の熱移動：
 - 有限要素法で解析
 - 物性値、初期温度、発熱条件、熱伝達条件、壁面応力条件を設定

注意事項

- ✓ 六面体要素は必ず流体要素の節点を1つ以上含む。
- ✓ 移動物体同士の接触や熱移動は考慮しない。
- ✓ 1サイクルで隣接する要素を飛び越えて移動すると解析精度が低下する。





機能紹介：Zooming機能

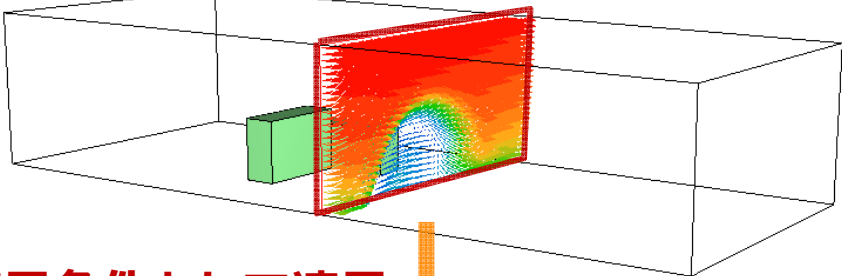
- 計算結果の領域値を新たな解析に利用

計算結果（FLDファイル）の任意領域の値を新しい解析の境界条件に適用する

例：既存のビル下流に新たなビルを建設した場合の流れの変化

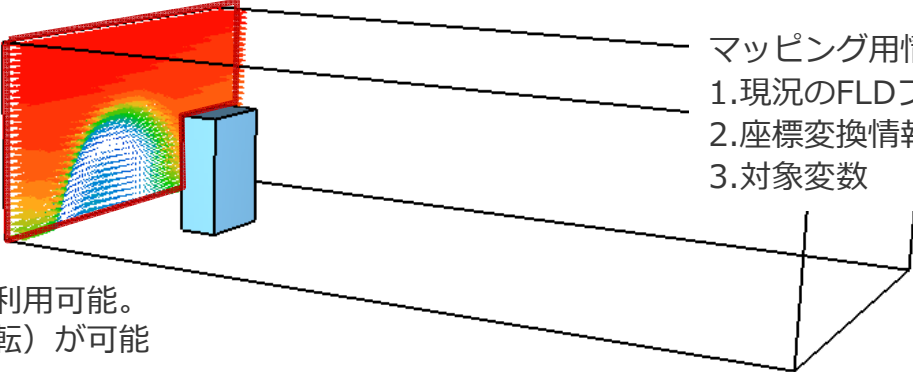
既存の計算結果（流速分布）を、解析モデルBのInlet面に条件として与える

A：現況のビルによる流れの計算結果



境界条件として適用

B：将来ビル領域の流れ計算の入力条件に利用



- 計算時間の節約
- スケールの違いを補間で補う

マッピング用情報

1. 現況のFLDファイル
2. 座標変換情報
3. 対象変数

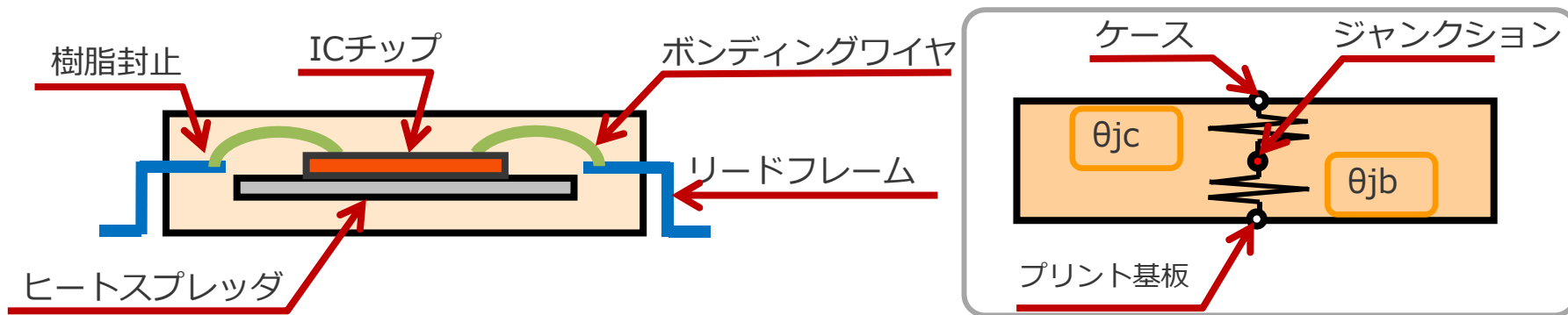
- ✓ 流れ境界、熱境界、初期条件で利用可能。
- ✓ 座標位置の補正（平行移動+回転）が可能



機能紹介：熱回路網モデル

- 熱回路網モデル（2抵抗モデル） ※ θ_{jc} と θ_{jb} はパッケージ製品のスペックとして半導体メーカーより提供

半導体パッケージ



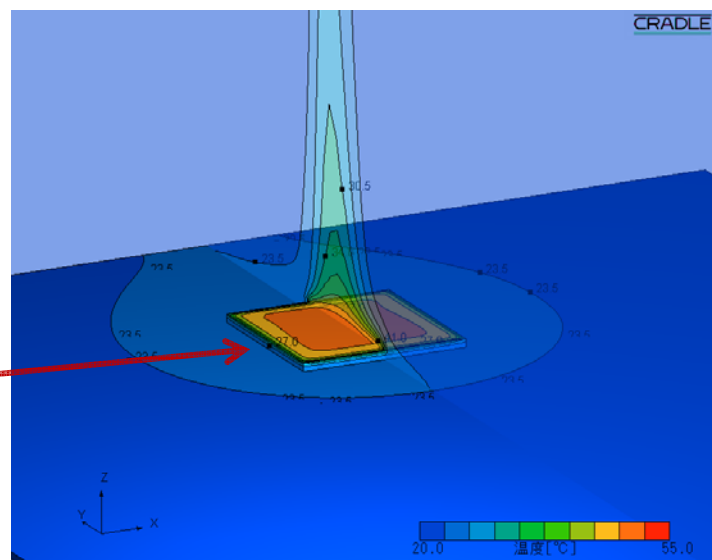
例：2抵抗モデルを用いた自然対流熱解析

2抵抗モデル

$$\theta_{jc} = 10 [\text{K/W}]$$
$$\theta_{jb} = 20 [\text{K/W}]$$



半導体モジュール
発熱量 2W



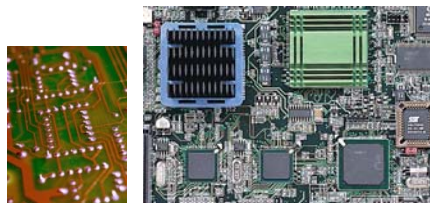


機能紹介：薄い部品の熱伝導

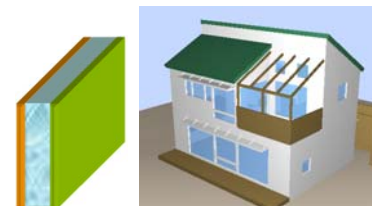
● 伝熱パネル

薄い部品の熱移動を扱いたい

プリント配線の熱伝導



多層建材による熱伝導

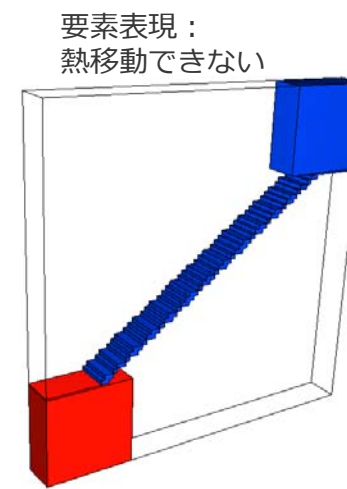
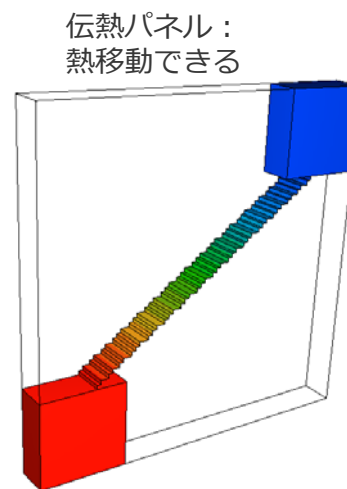
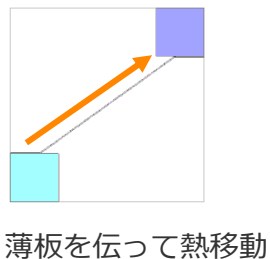
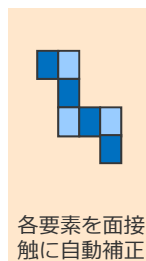
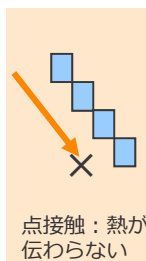


解析空間の大きさに比べて非常に薄い部品の熱移動に対し、薄いメッシュを設定せずに扱うことが可能

例：斜め配置の薄板の熱伝導

特長

- ゼロでない開口率の設定が可能
流体が伝熱パネルを通過するとき加熱・冷却される
- 斜め配置の薄板の熱伝導を扱える
要素の頂点のみが接触している粗い格子の場合、要素表現では熱伝導が起きない（下図）
- 熱伝導率の異方性を考慮可能
- 面積発熱・輻射を考慮可能

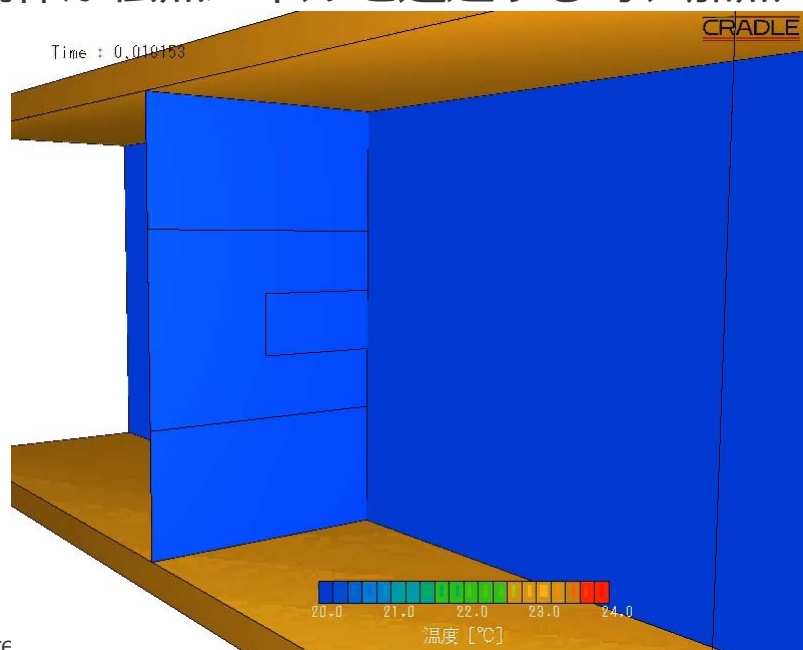




機能紹介： 薄い部品の熱伝導：伝熱パネル

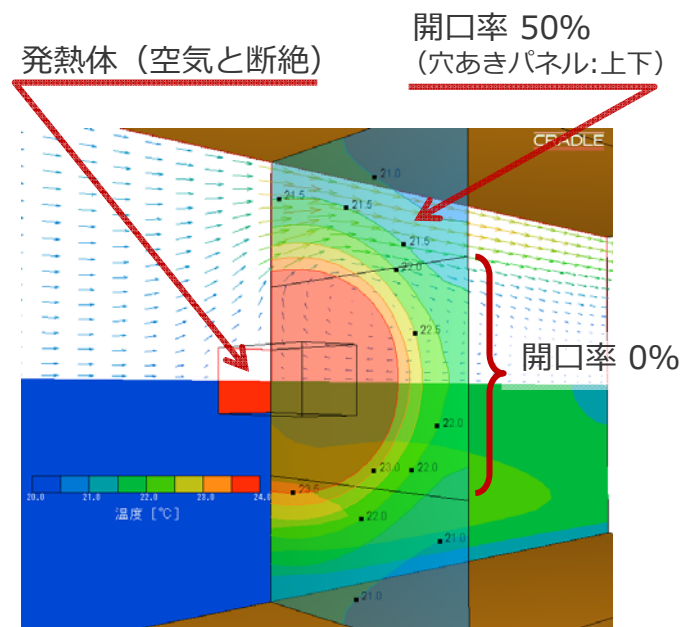
● 伝熱パネル

伝熱パネル：ゼロでない開口率の設定の例
流体が伝熱パネルを通過する時、加熱・冷却される



Click on figure

※ 速度場： あらかじめ定常で計算
温度： リスタートで非定常計算



注意事項

- ✓ 線状に接する部品間の熱伝達条件は指定できない。
(隣接する部品の物性番号が同じ→断熱、物性番号が異なる→熱伝導)
- ✓ 伝熱パネルの重複設定は後設定が優先される。
- ✓ 輻射解析機能、移動物体機能、温度解析機能との併用は不可。



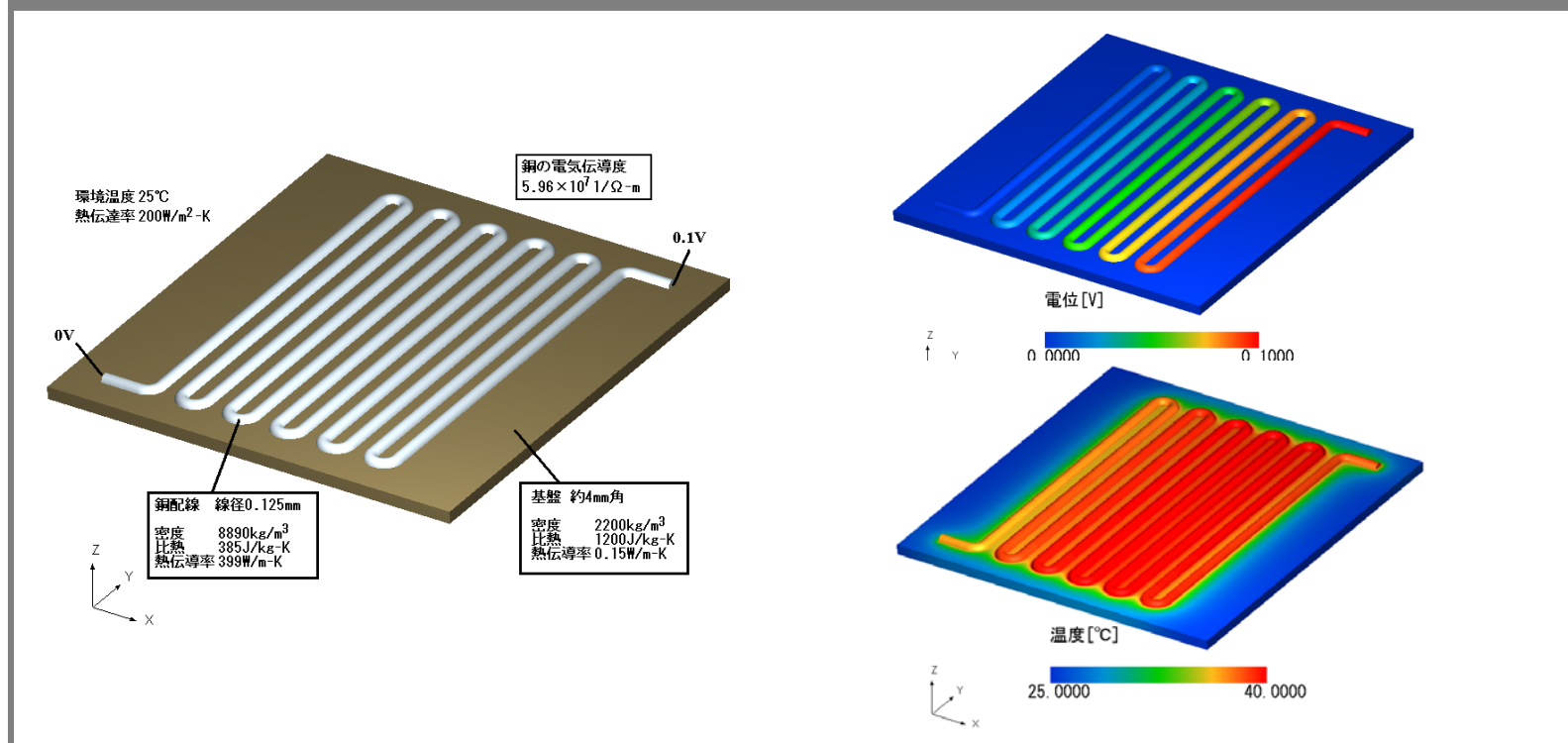
機能紹介：電流解析

● 電流（ジュール熱）解析

導電体の電位差によるジュール発熱量を解析したい

与えられた電位、または電流密度の条件から、物質内の電位分布・電流密度分布を求め、電気抵抗による発熱（ジュール熱）を計算する

例：基板上の配線





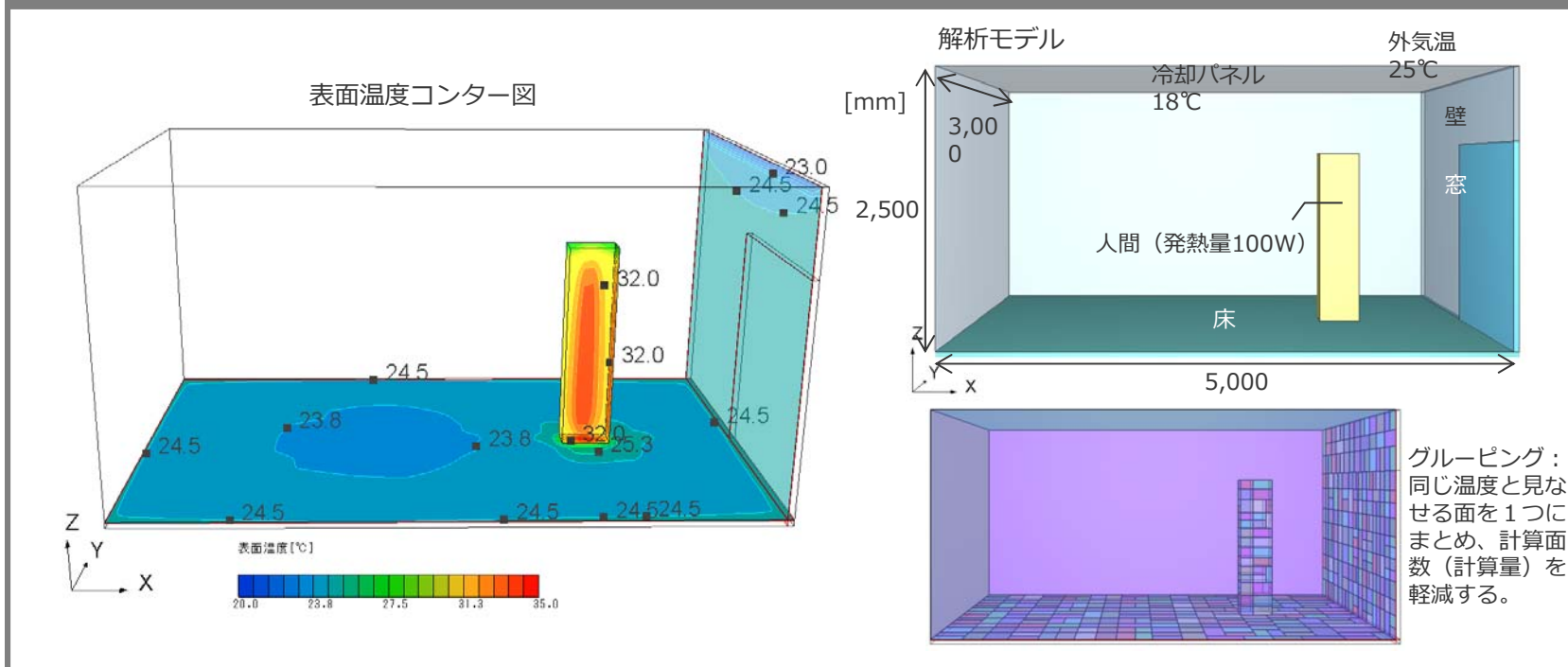
機能紹介：輻射

● 熱輻射

電磁場が空間を無数の方向に飛び交いエネルギーを運ぶ現象

- フラックス法：輻射線の方向数を限定し（8,24,48方向）、特定方向への熱輸送のみ解く解法。温度差の大きい（70～80℃）ケースで高い精度を期待できる。
【使用例】 燃焼など高温のガス輻射解析。
- V F法：輻射形態係数を用いる解法。形態係数 f はモンテカルロ法（面数：多、反射：少）とラジオシティ法（面数：少、反射：多）で求める。温度差の小さな解析でも精度がよい。
【使用例】 室内空調解析、筐体内解析、高温の炉内解析。

例：天井面冷却パネルの輻射解析（VF法）





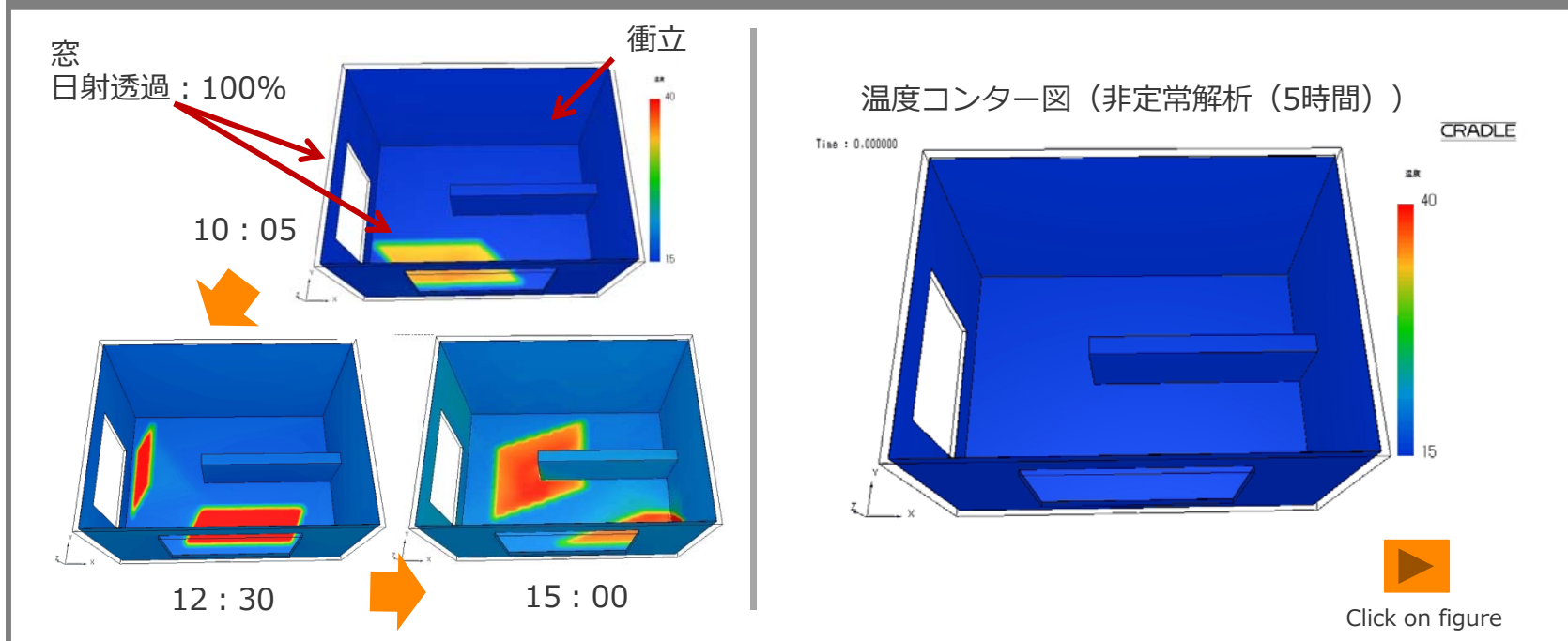
機能紹介：日射

● 日射機能

日射の影響を考慮した温度分布を求める

太陽位置と日射を受ける物体との相互関係から日射の影響を受ける部分を特定し、日射による影響をエネルギー方程式に対する発熱項として考慮する

例：日射による室内の温度推移（10時～15時）



注意事項

- ✓ 流体は全て透過体とみなされる。その他の対象物体は透過率、吸収率を設定可能。
- ✓ 対象物体に当たって反射した光が別の対象物体に与える影響は無視される。

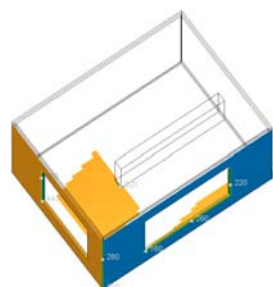


機能紹介：天空日射

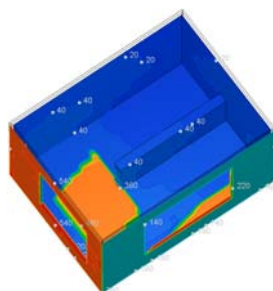
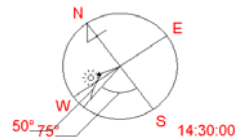
● 天空日射機能

直達日射に加え、天空日射の影響を考慮した温度分布を求める
天空日射 = 大気中の塵埃や水蒸気で乱反射してから地表に達する日射
日射解析を行い、天空日射の考慮あり/なしでの流れ, 熱, 日射の解析を実施、比較する

例：日射照射量 (14時30分)

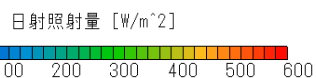


表面温度コンター図
(非定常解析[30分間])

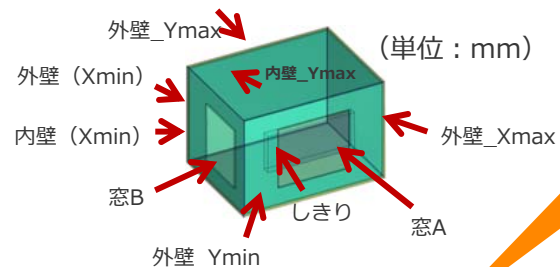


直達日射

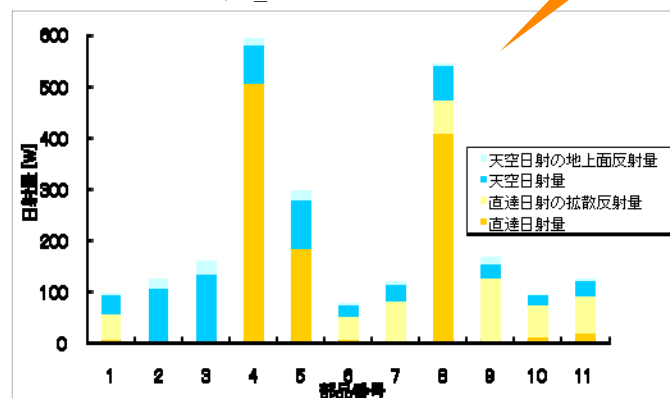
直達日射 (拡散反射を考慮)
+ 天空日射



部品毎の各日射量



天空日射の考慮により厳密な反射を取り扱えることがわかる



部品番号と部品名の対応表

部品番号	部品名
1	しきり
2	外壁_Xmax
3	外壁_Ymax
4	外壁_Xmin
5	外壁_Ymin
6	内壁_Xmax
7	内壁_Ymax
8	床
9	内天井
10	内壁_Xmin
11	内壁_Ymin



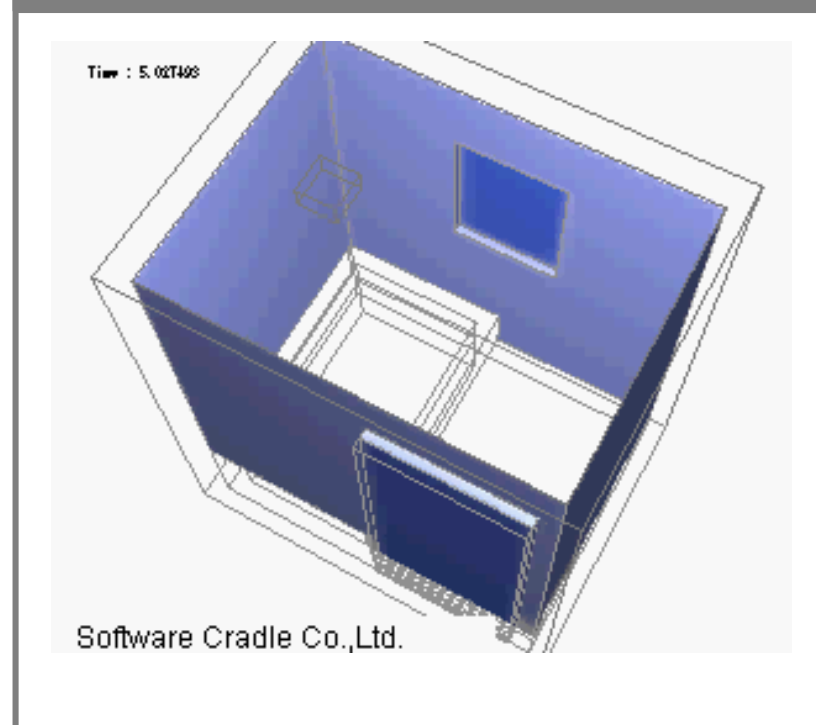
機能紹介：湿度、結露・蒸発

● 湿度解析

固体面上の水分と空気中の水蒸気の様子を計算できる
表面の水分量その他、ある瞬間の水分移動量なども求めることが可能

- 湿度解析における単位系：絶対湿度¹、相対湿度²、飽和度、質量分布（STプリでは1,2の設定のみ）
- 結露と蒸発：
 - 断熱を除く熱伝達が行われる壁境界全てが対象
 - 水蒸気の結露および壁面への付着量の算出（ただし結露が溜まって水は流れない）
 - 結露・蒸発面に隣接する固体に対して潜熱の影響を考慮
- 空気の流れを伴わない一定水分の流入流出を扱える（除湿剤など）

例：浴室内の結露蒸発の時間変化



Click on figure

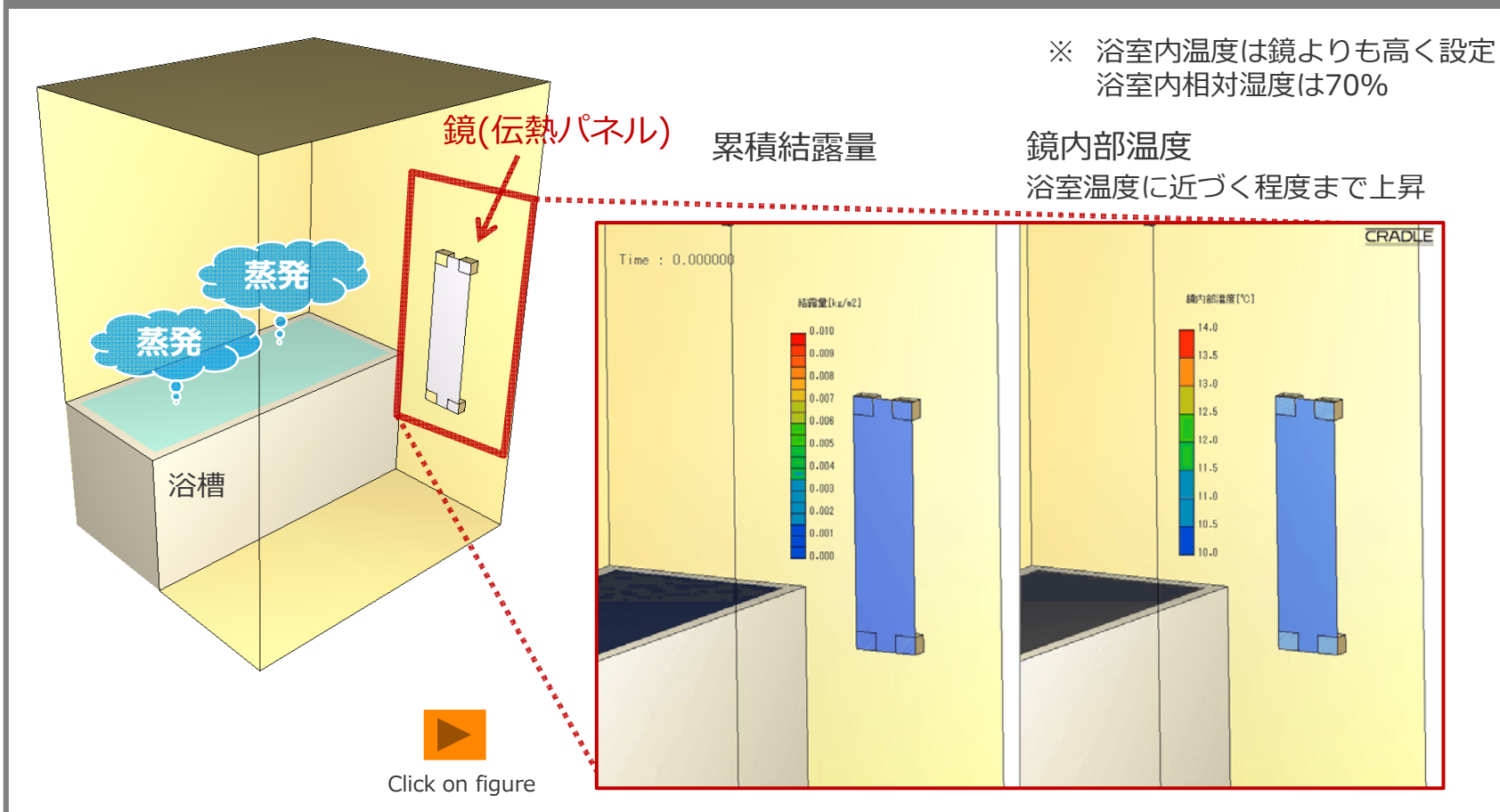


機能紹介：湿度、結露・蒸発

● 累積結露量の計算

浴室の鏡（伝熱パネルで作成）に付着する結露量と鏡内部の温度を計算する

例：浴室の鏡に結露が発生する例





機能紹介：反応モデル（燃焼）

● 燃焼：渦消散モデル（気相反応）

詳細反応式を用いずに、ある程度の精度で燃焼シミュレーションを行いたい
乱流特性量から、乱流燃焼時の総括反応速度を求める

例：水素の燃焼

渦消散モデルにおける反応速度 d [mol/m³s]

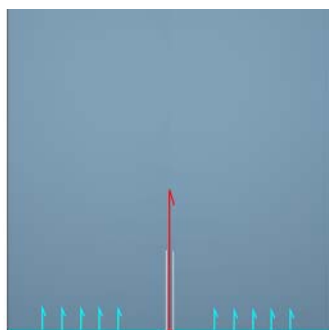
- 拡散火炎の場合

$$d = \frac{\varepsilon}{k} \text{MIN}(4C_f, 4C_o/r) \frac{\rho n}{a_f M_f}$$

- 予混合火炎の場合

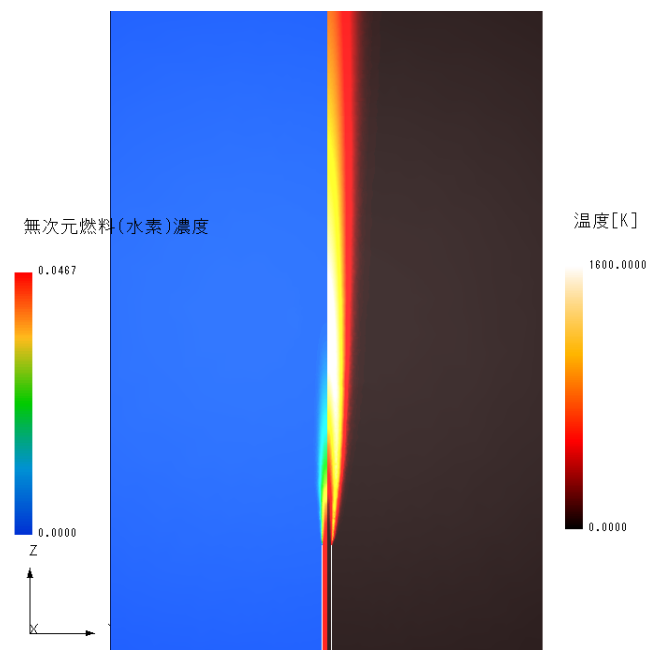
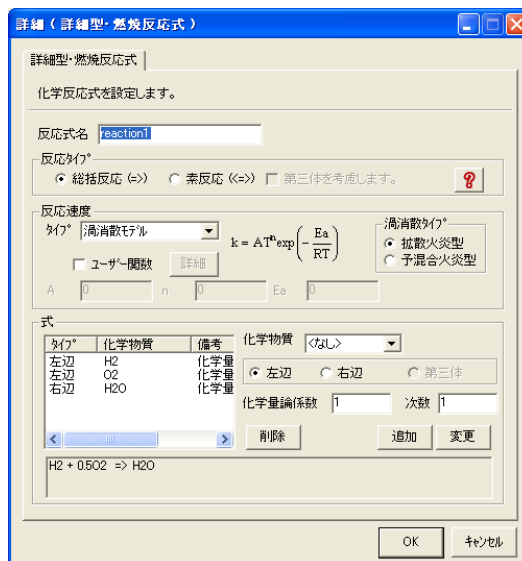
$$d = \frac{\varepsilon}{k} \text{MIN}(4C_f, 4C_o/r, 2C_p/(1+r)) \frac{\rho n}{a_f M_f}$$

$$r \equiv \frac{a_o M_o}{a_f M_f}$$



燃料ガス
20.4m/s, 300K
水素質量分率4.665%
窒素質量分率95.335%

空気(酸化剤)
5.1m/s, 300K
窒素質量分率76.816%
酸素質量分率23.184%



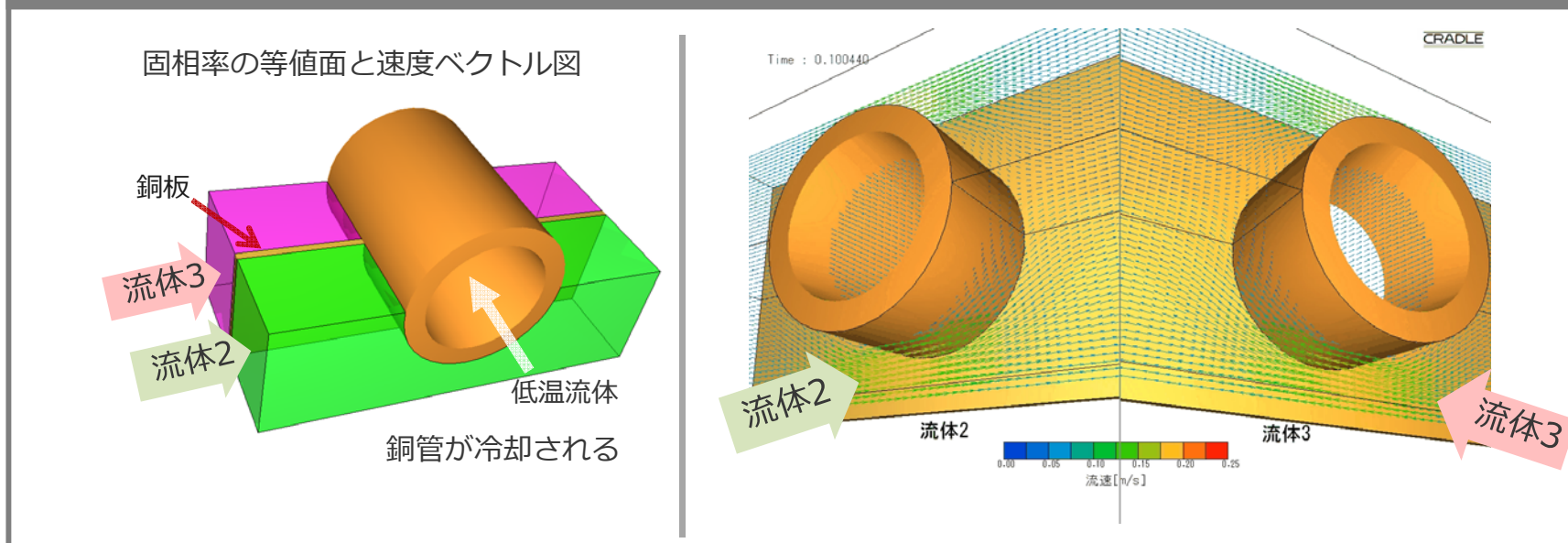


機能紹介：凝固・融解

● 多種流体に対応する凝固・融解機能

- 液相・固相線温度、潜熱、流動限界固相率を流体毎に設定可能
- 限界固相割合を流体毎に設定可能。ある流体で限界固相割合以上に凝固しても他の流体において流れ解析を続行

例：多種流体による凝固解析



注意事項

- ✓ 固相の流動は考慮されない。
- ✓ 固相は流体要素として取り扱われ、物性値など流体のものが計算上使用される。
- ✓ 初期条件に固相線温度以下の温度を与えることで、その要素は初期状態で流動しない固相領域となる。



Click on figure



機能紹介：拡散

● 拡散

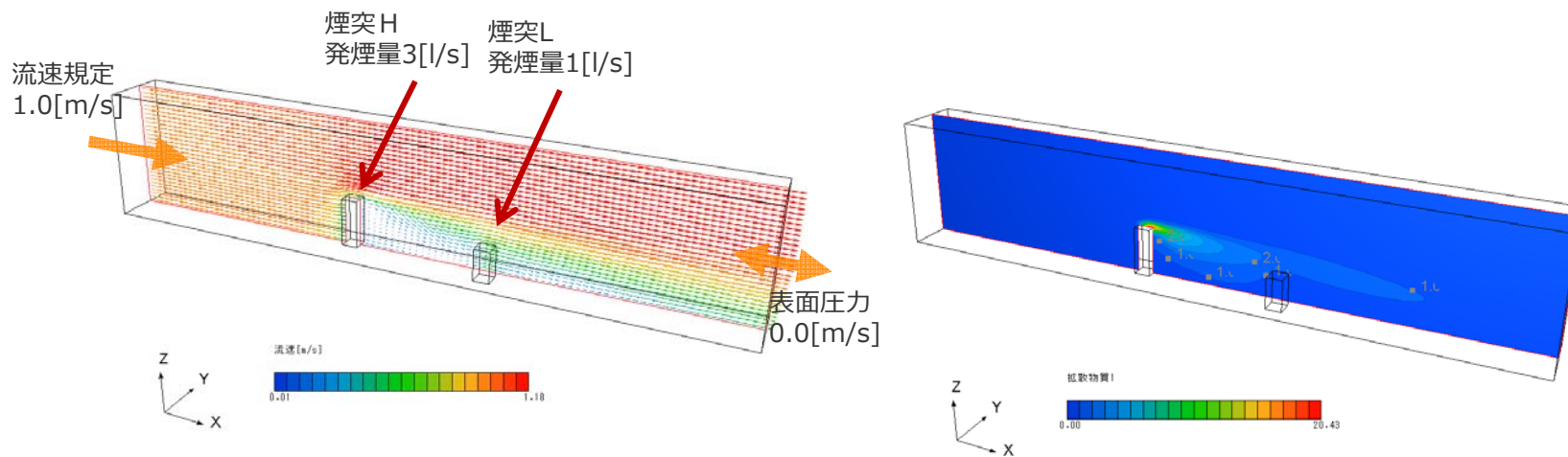
物質が濃度（質量分布）の高い方から低い方へと移動し、最終的に均一に混ざり合う現象を計算。乱流解析では乱流渦によって拡散がより促進される。乱流渦の拡散はSTREAMソルバーの内部計算で自動的に求められる。拡散物質の濃度分布を計算

例：煙突の発煙解析

大気空間中に設置された高さや位置の異なる煙突2本に各々発煙量を設定し、空間の濃度分布を解析する。

Cycle: 300
Time: 300.000000

CRADLE



注意事項

- ✓ 非圧縮性解析では、拡散物質の計算は [流体領域] のうち流体番号 1 の領域内のみ考慮される。
- ✓ 非圧縮性解析では、Z方向の沈降速度を考慮することが出来る。
- ✓ 圧縮性解析では発生条件が質量の保存を満足していないため、発生量が微量の場合を除き精度は保証されない。



機能紹介：粒子追跡

- **マーカー粒子**

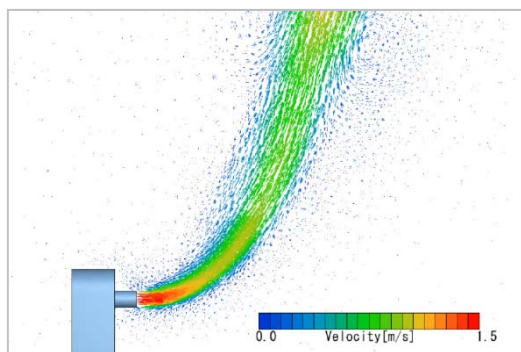
- 密度や粒径を持たない、流体の動きを表現するだけの粒子

- **質量粒子**

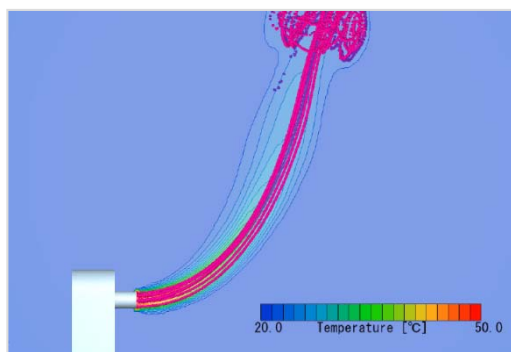
- 密度や粒径などが定義された粒子
- 浮力の影響を受ける
- 流体との作用・反作用を考慮する

- **乱流拡散**

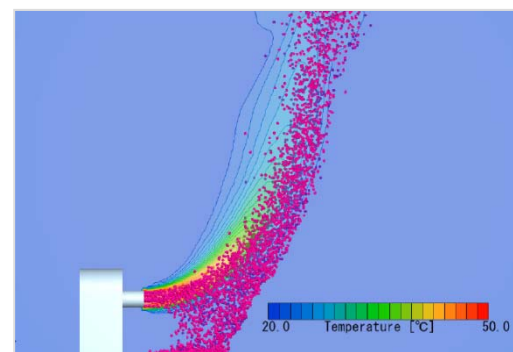
- k-ε方程式から求めた、流れの局所的な乱れ速度（揺らぎ）を、ランダムな粒子の移動として表現する
- これを考慮しないと、RANSなどの乱流モデルでは細かい乱れが平均化されるため、粒子が散らばりにくい



高温の空気が噴出す流れ場



噴出口からマーカー粒子を飛ばした場合



噴出口から質量粒子を飛ばした場合（乱流拡散あり）



機能紹介：粒子解析

- **反応を伴う粒子の計算**

質量を持った一般的な粒子の他、反応を伴う粒子の計算も可能

例：噴霧冷却の様子

液滴を粒子で模擬し、液滴の蒸発により冷却（噴霧冷却）



Click on figure





機能紹介：自由表面

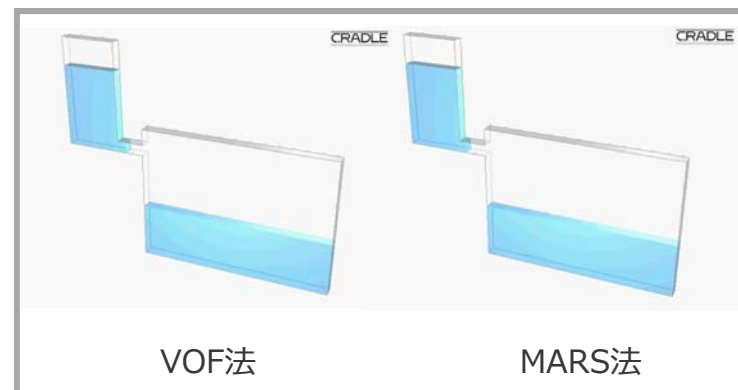
● 自由表面

重力や表面張力の影響で変化する流体の表面形状を計算

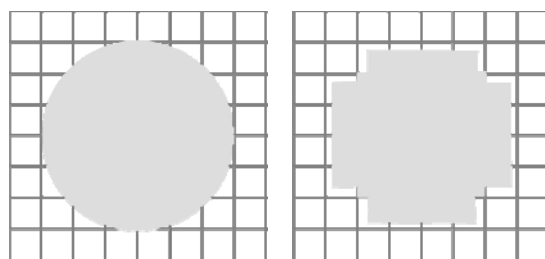
- VOF法：二相流解析の代表的な界面追跡モデル（STREAMにおいては1流体（液体）のみ計算）
- MARS法：流体体積率（VOF）に基づいて界面形状を決定する。二相流（二種類の流体）を同時に計算並列計算に対応可

● VOF法

- 計算格子内に含まれる流体体積率を正確に求めることができる
- 界面形状に関する情報を持たないため、流体間の境界面を正しく捉えることが困難



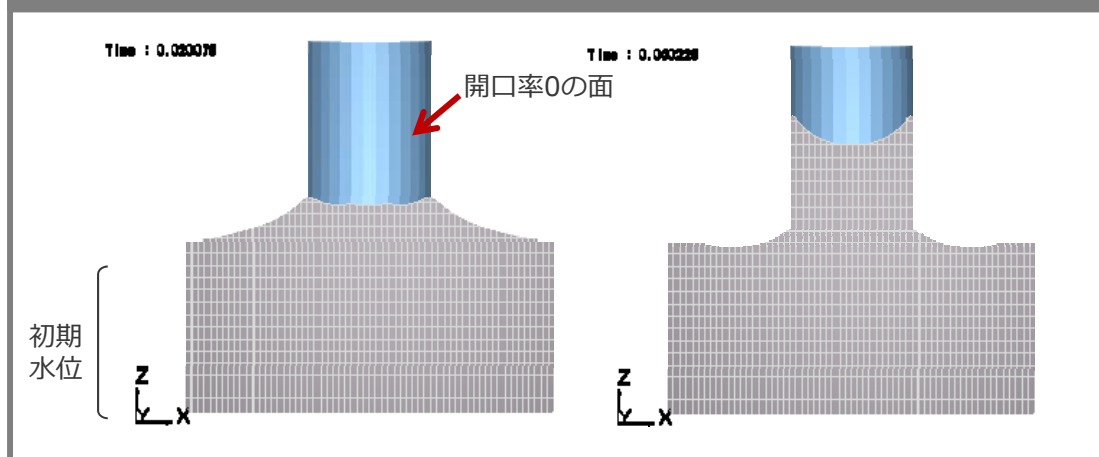
Click on figure



初期形状 → VOF法

VOF法による形状認識

例：水面の時間変化（毛管現象）



機能紹介：自由表面（MARS法）



● MARS法

- 流体体積率の正確な輸送（体積保存）
- 界面形状の高精度な捕獲と輸送（形状保存）
- 格子界面での流体体積率の連続性（界面再構築）
- 解析格子より細かな気泡・液滴の運動を扱える（粒子追跡法との併用による分散混相流解析）
- 任意形状物体との連成解析が可能（静止VOSモデル利用）
- 1流体（液相）のみ計算も可能



注意事項

- ✓ 非定常解析で行う
- ✓ 流入条件は流入流体のVOF値を設定する
- ✓ 圧力方程式を解く際、マトリックスの反復計算回数（デフォルト：1000回）を小さく設定すると正しい圧力が得られない恐れがある

二相のうち、一方の流体を解く必要がない場合…

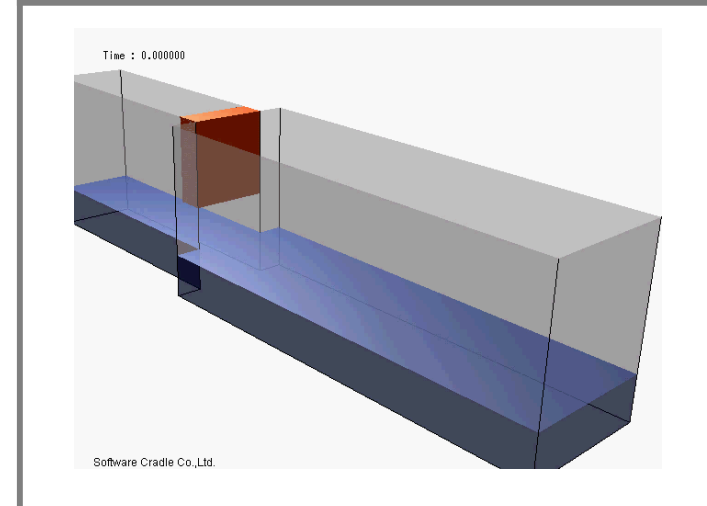


- ✓ 解析領域を本来不要な範囲まで広げたくない
- ✓ 時間刻みを一定以上大きくしたい

1流体MARS法（液相）

- 1相のみ計算→計算コストが少ない（計算時間が短い）
- MARS法の持つ高精度な界面捕獲性能、体積率保存性を受け継ぐ

例：堰を設置した水



Click on figure

機能紹介：自由表面（1流体MARS法）

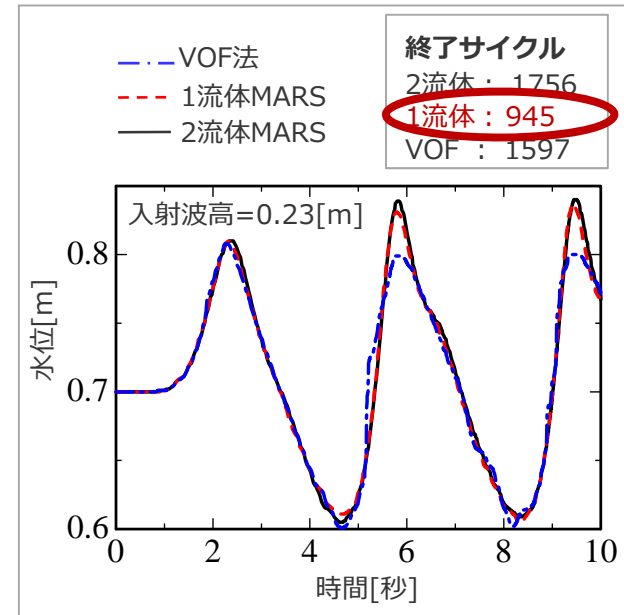
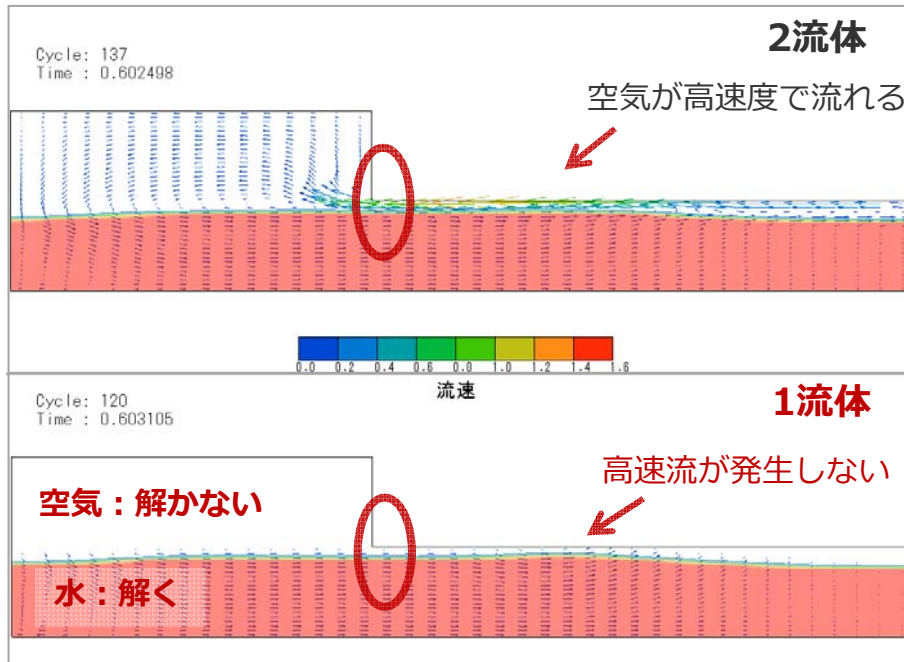


● 防波堤に打ち寄せる波の解析例



2流体で解くと、狭い領域の空気が高速で流れたり逆流するケースがある。

その影響で時間刻みが小さくなる、逆流現象を回避するため解析領域を広げなければならないなど計算コストが増大する。



※ 検証例題15より抜粋

注意事項

- ✓ 自由表面上の境界条件はフリースリップ、断熱、拡散なし。
- ✓ 1流体MARS法では、流体2（VOF2）のみを扱う（VOF1は常に静止状態かつ圧力=0）。
- ✓ パネル上の接触角は設定できない（VOF法は可能）。
- ✓ 円筒座標系の解析は未サポート（VOF法は可能）。



機能紹介：静磁場による制動効果

● ローレンツ力により制動される流れを解析

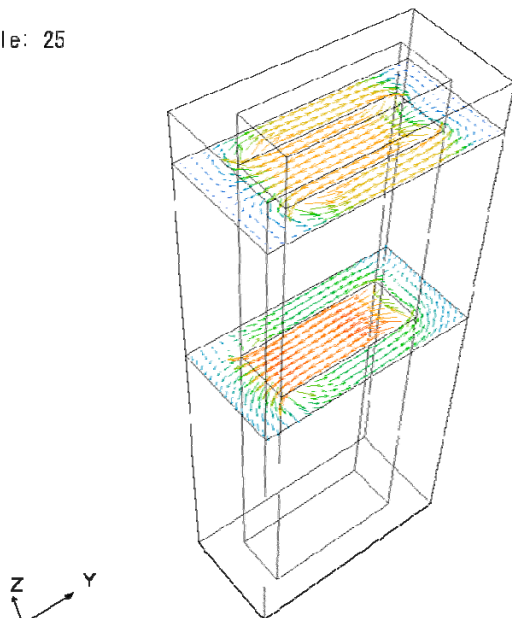
誘導電流と印加磁場の相互作用により生じるローレンツ力は流れと逆向きに作用し、圧力損失を磁場のない流れより大きくする

静磁場制動効果（静磁場を与えて流れを制御）を考慮した計算が可能

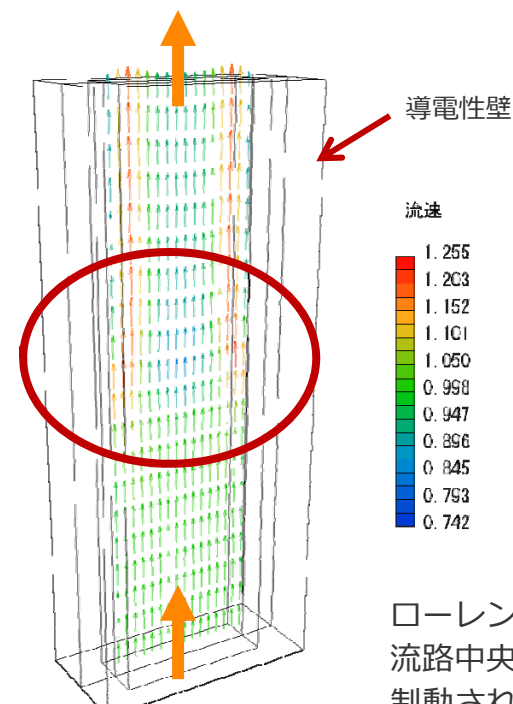
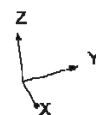
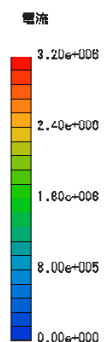
例：導電性流体の制動

導電性壁に囲まれた流路を流れる導電性流体に流れと直交するように静磁場を与え、ローレンツ力により制動される流れを解析

Cycle: 25

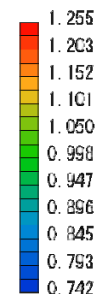


Cycle: 25



CRADLE

流速



ローレンツ力の作用で
流路中央付近の流れが
制動されている

機能紹介：マランゴニ対流、多種流体



● マランゴニ対流（粘性流動）

液体の表面張力や、種類の異なる液体間に存在する界面張力により誘起される流動現象

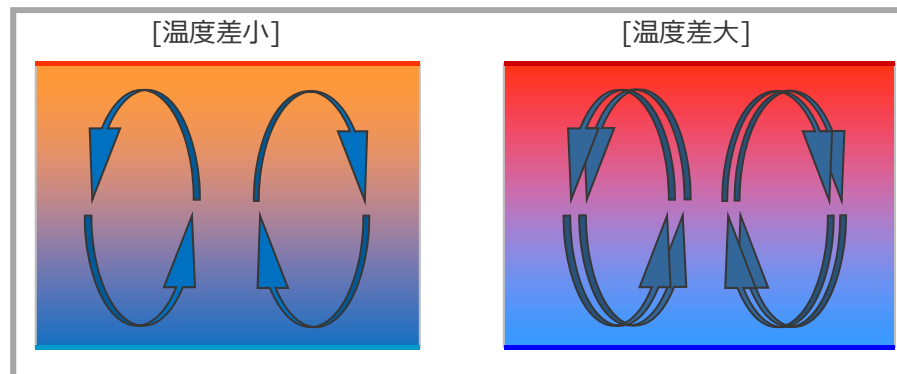
－ 液柱のマランゴニ対流実験（右図）

表面張力：高温部<低温部

表面が高温側から低温側へと引っ張られ、その動きが液体内部に伝わり対流が発生する。温度差が大きいほど対流は強くなる。

注意事項

- ✓ 溶液の濃度の不均一性によるマランゴニ効果は扱わない。
- ✓ 自由表面解析機能との併用は不可。

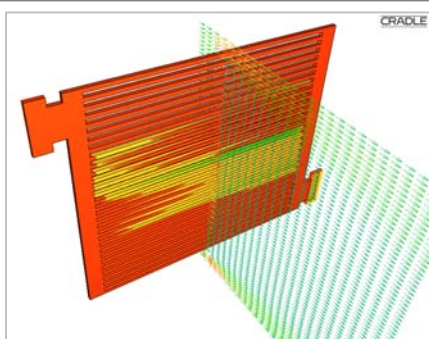


温度差が大きいほどマランゴニ効果が助長される

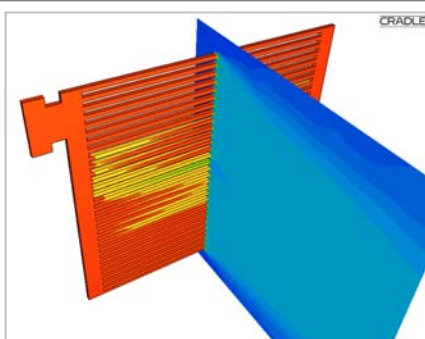
● 多種流体

物性の異なる複数の流体を同時に計算可能(ただし流体同士の混合は不可)

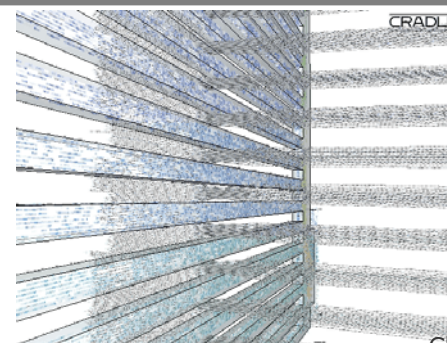
例：熱交換機



赤～黄の部分は高温の水



熱交換器を通過する空気の温度が上昇している（青→水色）



熱交換チューブ近傍の流れ
チューブの中：水 / チューブを垂直に通過：空気



Click on figure

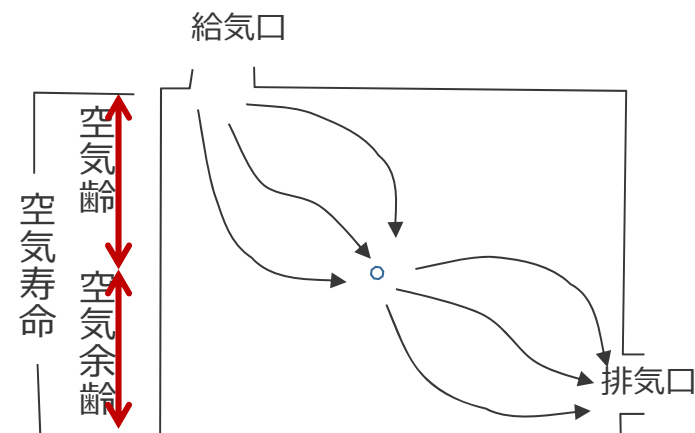


機能紹介：換気効率

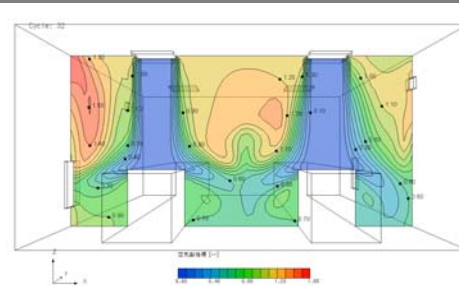
● 室内空気清浄度の評価

換気効率指標を算出し効率的な換気条件(給排気口の位置、風量等)を比較検討

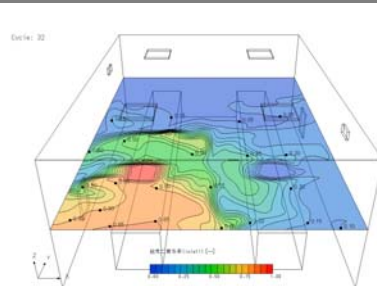
- 換気効率指標 (拡散計算)
- 規準化居住域濃度：
指定領域の汚染物質の平均濃度を発生
汚染量で無次元化した値。小さいほど換気がよい
- 空気齢指標：
給気口から流入した空気がある地点に達するまで
の時間指標。数値が小さい方が清浄度が高い
- 空気余命指標：
空気がある地点から排気口に達するまでの時間指標
- 給気口の寄与率・排気口の寄与率：
給／排気口が複数あるとき、ある場所
にはどの給／排気口が寄与しているか
を測る指標
寄与の大きい方を重点的に調節すれば
換気効率が良い



例：室内の空気齢指標



給気口寄与率





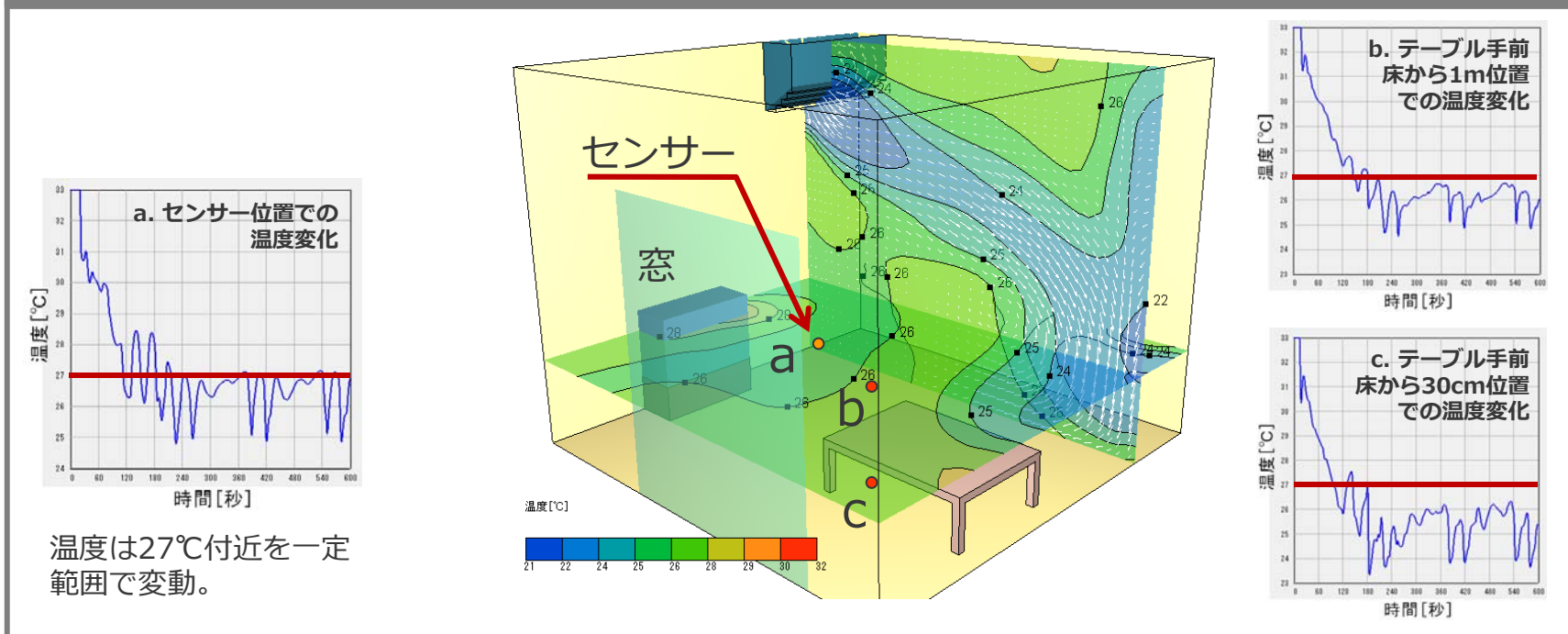
機能紹介：空調機モデル

● 空調機的能力と風量のユーザー関数制御

流入流出境界条件を設定することで空調機（冷・暖房）をモデル化して扱う

- 関数・テーブル機能による吹出し温度・湿度・能力・風向の制御
- 任意の吹出し温度・湿度の設定（上限、下限設定含む）が可能
- 吹出し風量を吹出方向ベクトル値で評価 → 吹出面積：狭、風量：多が可能

例：冷房運転：センサー温度 $\leq 27^{\circ}\text{C}$ の時、送風のみと制御した場合

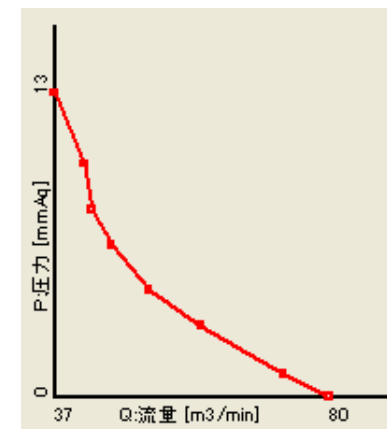


機能紹介：ファンモデル



● 回転ファンモデル

ファン設置領域にP-Q特性を設定することで、ファンによる流れを簡易的に再現する。
ファン回転による流れパターンを考慮可能
(軸流型、斜流型、遠心型)。

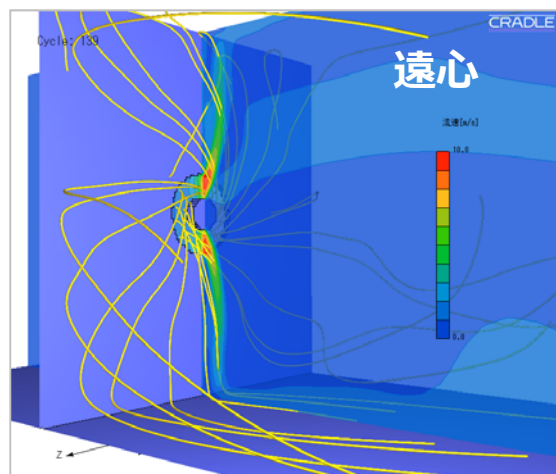


※定常計算
※格子数：83×72×72=430,272
※使用マシン：Pentium4 2GHz

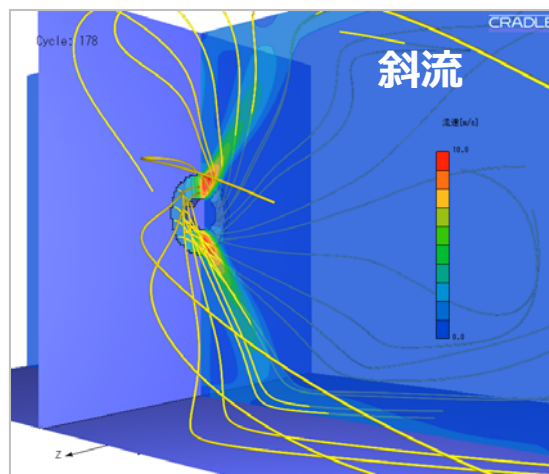
回転ファンを設置する領域に、P-Q曲線に従った流れ場（回転ファン条件）を定義する。

流量小

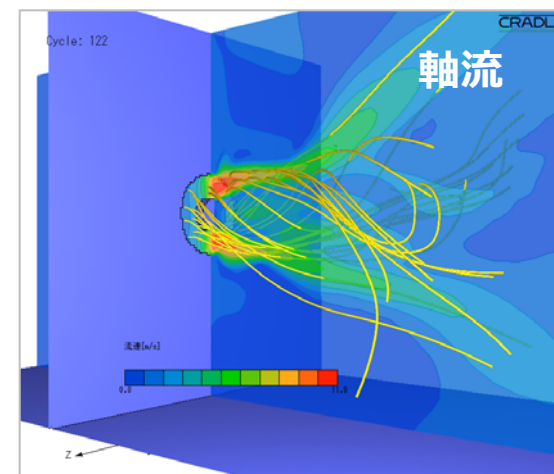
流量大



計算時間：23分



計算時間：30分



計算時間：22分

機能紹介：風環境評価



● 風環境評価指標算出ツール WindTool

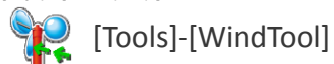
STREAM各モジュールの機能をVBインターフェースから操作し、風環境評価指標を村上指標に基づき算出する。



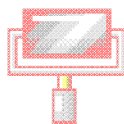
1. 建物情報など、風向の流入出条件以外のデータを設定したCABファイルを準備



2. 解析領域の設定
16方向の風条件設定
計算の実行



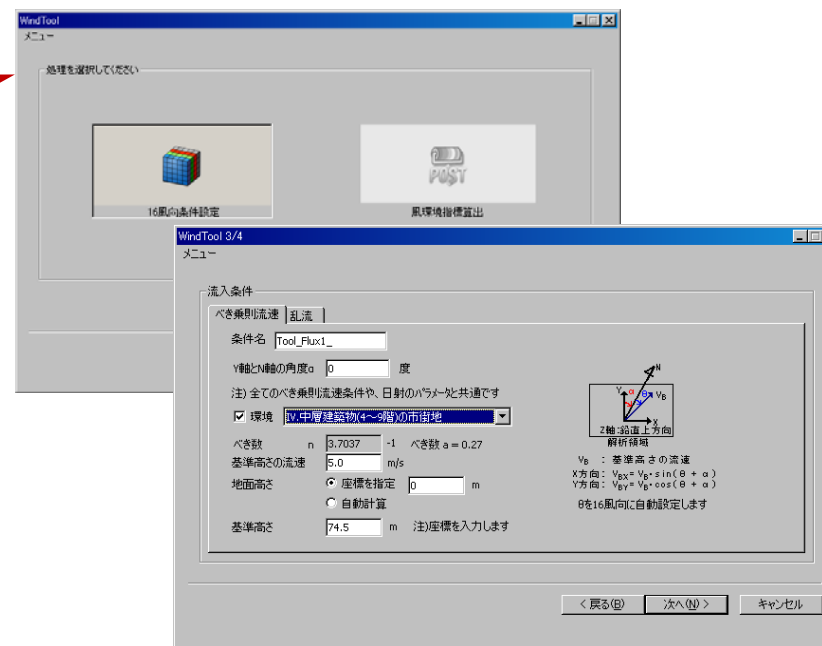
[Tools]-[WindTool]



3. 評価指標の算出



4. 評価指標の確認



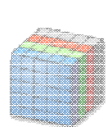
注意事項

- ✓ VBScriptはソース公開。
- ✓ オリジナルツールから変更/編集されたものは、サポートの対象外。

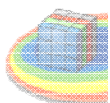
機能紹介：風環境評価



● 風環境評価指標算出ツール WindTool



1. 建物情報など、風向の流入出条件以外のデータを設定したCABファイルを準備



2. 解析領域の設定
16方向の風条件設定
計算の実行



3. 評価指標の算出

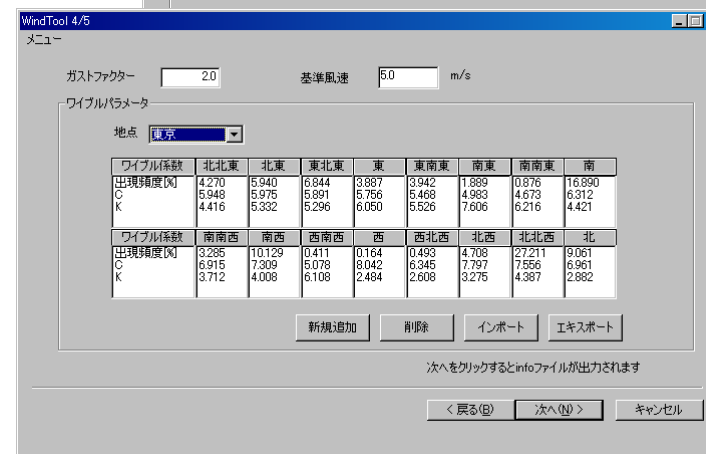
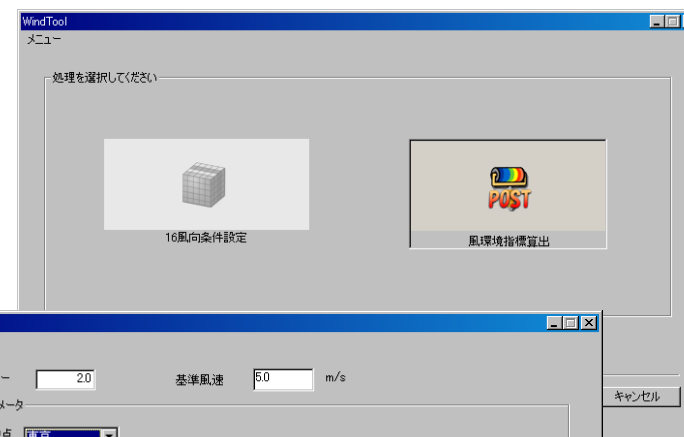


4. 評価指標の確認

村上指標：

強風の出現頻度に基づく風環境評価尺度。

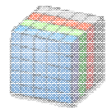
日最大瞬間風速（日最大平均風速×ガストファクター（突風率）でも可）の発生頻度を3風速段階において計算その結果（日最大瞬間風速の超過確率）から風環境を3つのランクに分ける方法



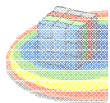
機能紹介：風環境評価



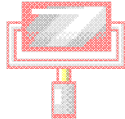
● 風環境評価指標算出ツール WindTool



1. 建物情報など、風向の流入出条件以外のデータを設定したCABファイルを準備



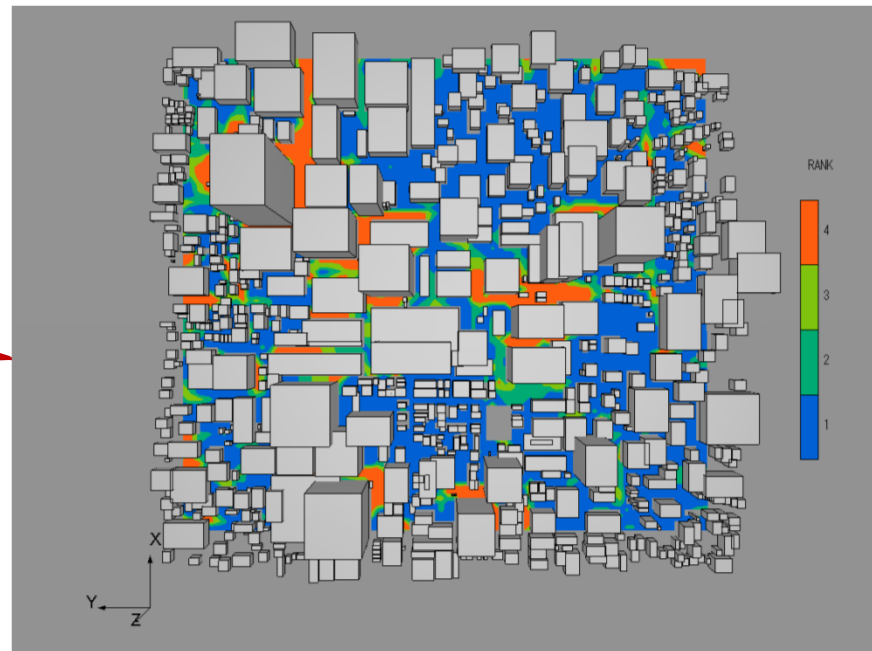
2. 解析領域の設定
16方向の風条件設定
計算の実行



3. 評価指標の算出



4. 評価指標の確認





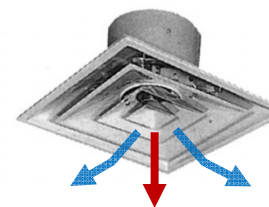
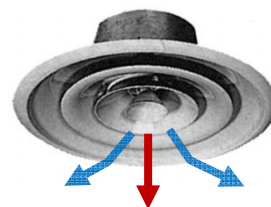
機能紹介：アネモモデル

● アネモモデル

第15回ユーザー事例発表会 (2005年10月)
新菱冷熱工業様 ご講演内容より抜粋

大空間の中での吹き出しとしてアネモが配置されているケースにおいて、その吹き出しを簡易的にモデル化する

アネモ吹出の方向・分布は
モデルと運転状況により異なる



*空気調和・衛生工学便覧 第13版 2 p.578

冷房時：水平吹出
暖房時：垂直吹出

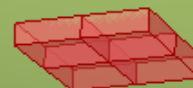
詳細な解析には膨大なメッシュが必要

*新菱冷熱工業様のアネモモデル化

➡ 簡易モデル化*によりメッシュ数を抑え計算負荷を軽減

- ✓ 入力が簡単
- ✓ 高精度を求めない
(物理現象を無視)

丸形：4セルで構成



角形：9セルで構成



吹出口長さ = f (呼び寸法)

吹出口高さ = f (呼び寸法)

吹出風速 = f (呼び寸法、風量)

注意事項

- ✓ アネモ近傍の詳細流れの評価は不可。
- ✓ モデル分割が推奨のものより密あるいは粗である場合、想定した吹出し形状が得られない可能性がある。

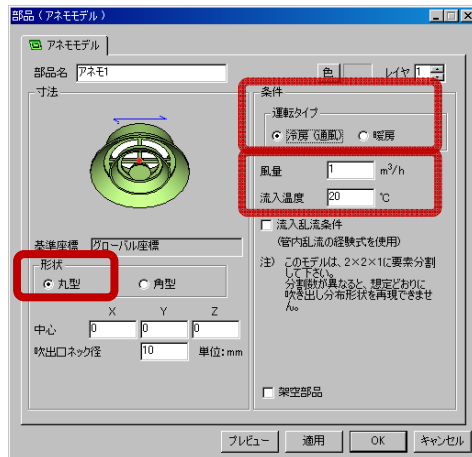
機能紹介：アネモモデル



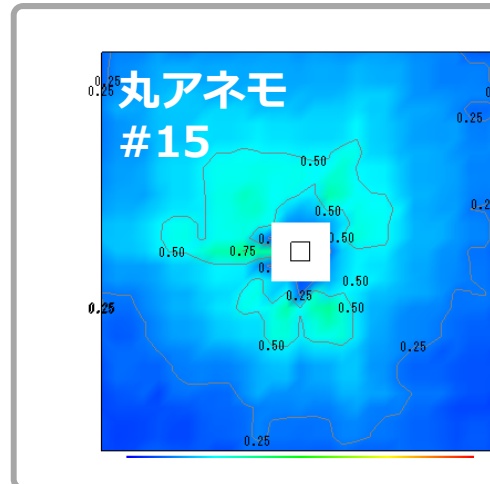
第15回ユーザー事例発表会 (2005年10月)
新菱冷熱工業様 ご講演内容より抜粋

● 実験との比較1 (風速分布)

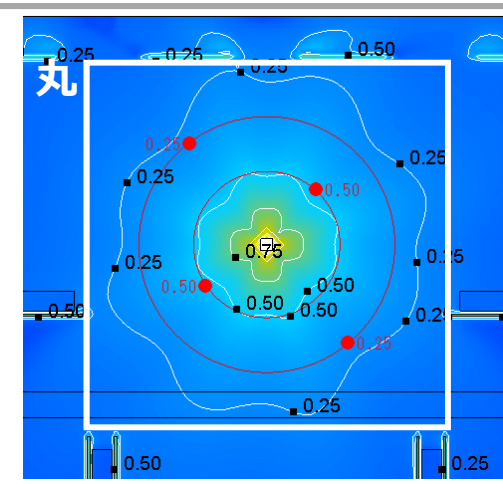
丸アネモ



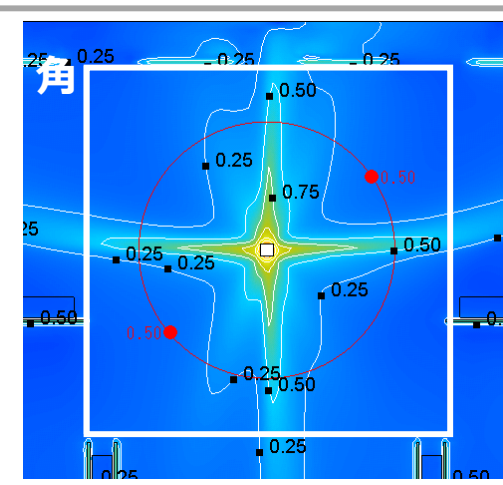
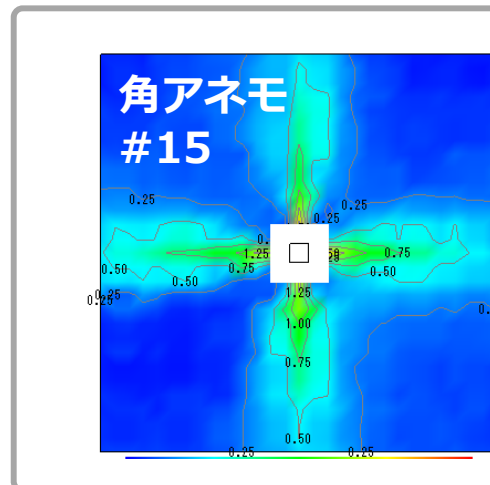
実験値



解析結果



角アネモ



*CFDの赤線はメーカーカタログ値



機能紹介：アネモモデル

● 実験との比較2（流速ベクトル）

丸アネモ
ネック径
12.5mm

吸込み
表面圧力0pa

アネモ: 2×2×1
[全体: 12×14×30 = 5040]

領域サイズ: 1.3×1.7×1.7[m]

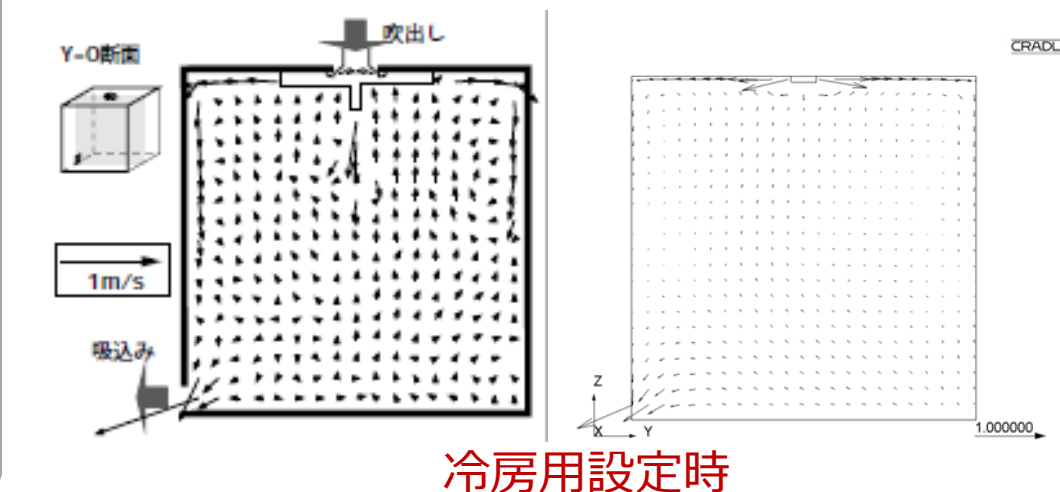
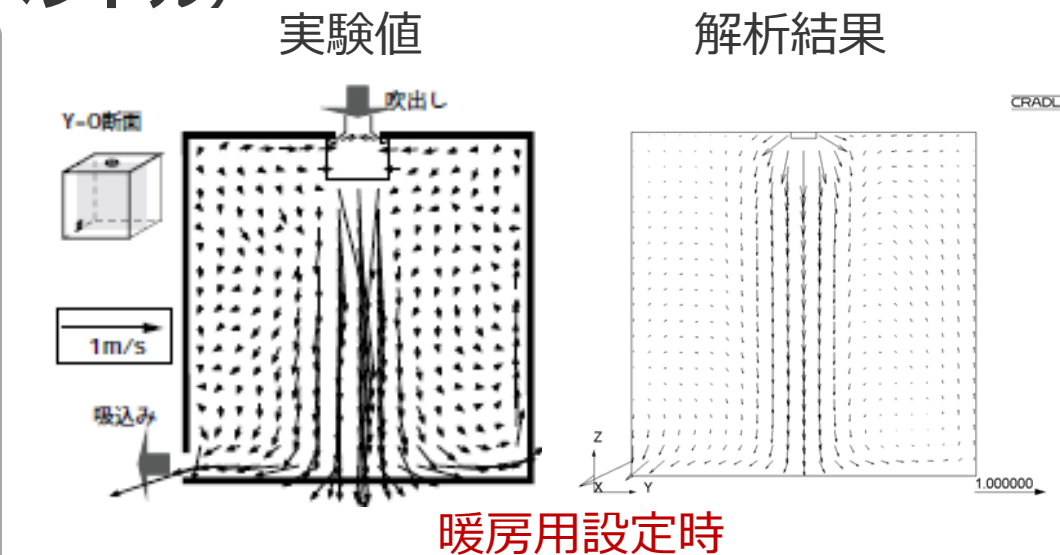
解析内容: 流れ、乱れ

定常解析: 定常判定値: 10^{-4}

物性値[空気]:

- ・密度 $\rho = 1.206$ [kg/m³]
- ・粘性係数 $\mu = 1.83 \times 10^{-5}$ [Pa·s]

乱流解析: 標準k-εモデル



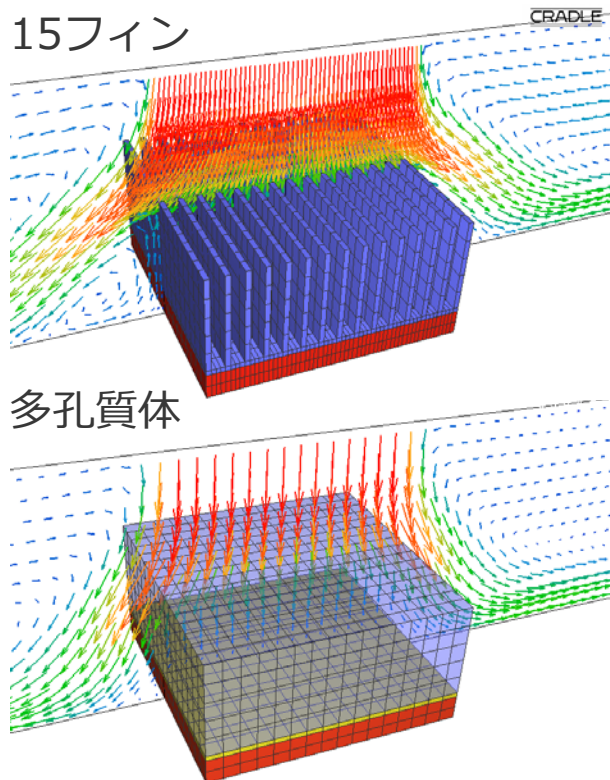


機能紹介：多孔質体

● 多孔質体モデル

フィンの多い筐体内、ハニカム、充填層、生垣など部品や粒子が細かく存在するモデルを、要素を節約して計算したい

ひとつの要素の中に異なる2種類の物質*1が混在する状態を扱うモデル
圧力損失（等方性、異方性）と熱移動*2を考慮可能



*1：流体と固体、もしくは物性の異なる固体の混在可。これらの物質を第1物質（主要な物質）、第2物質と呼ぶ。流体は常に第1物質とみなされる。

*2：第1物質が固体（固体固体型）の場合の熱伝導の異方性を除く。

多孔質体の特徴

- 多孔質体内の物質はそれぞれ別の温度、物質性を持ち互いに熱移動する。
- 流体は固体の抵抗を受ける。
- 孔質体内の第1物質流体が占める体積割合を空隙率と呼ぶ。

注意事項

- ✓ 乱流の場合、多孔質体内での生成消滅に必要な考慮がされていないためその影響が重要な計算には使用できない。
- ✓ 自由表面解析機能との併用は不可。

➡ 個々のフィンを解像したメッシュを用いると要素数が多く計算負荷が高い。

➡ 多孔質体を用いて要素数を削減、圧損情報と熱伝達係数情報を与えモデル化。



機能紹介：関数機能

● 関数機能

標準設定では対応しきれない設定条件に対し、プログラムの知識が少なくてもある程度自由にユーザー独自の設定ができるよう関数機能を用意

例：発熱体の発熱量が温度依存する

体積発熱（発熱体）：温度に依存した発熱量

log (絶対温度)	発熱量 (w/m ³)
2.4362	1.0X10 ⁵
2.5092	2.0X10 ⁵
2.6749	2.5X10 ⁵
3.1048	2.7X10 ⁵

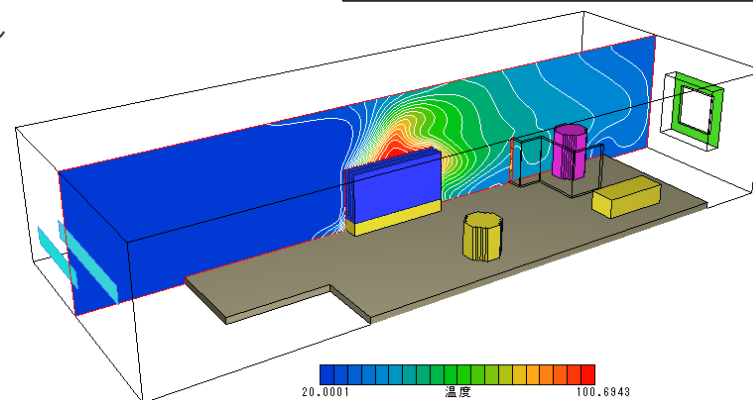
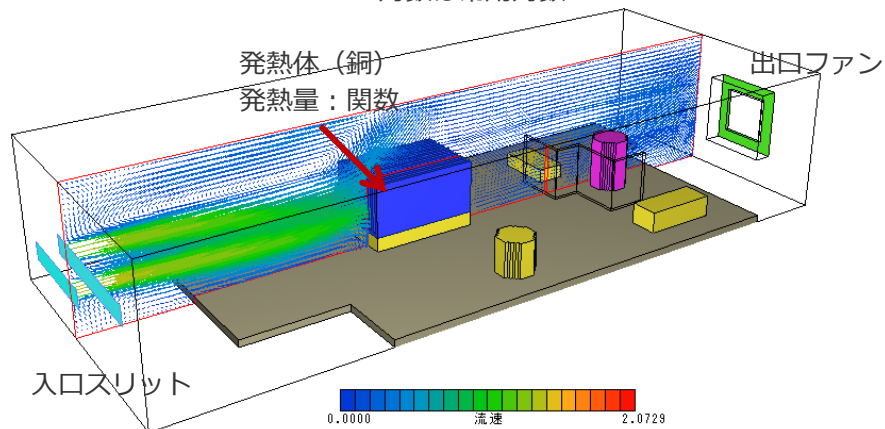
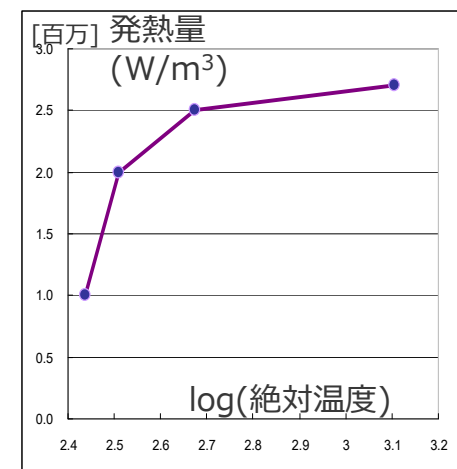
*対数は常用対数

[発生条件]-[関数設定]ダイアログ-[関数名]を登録し式の記載領域に次式を入力

$$a = \text{TEMP} + [273.0]$$

$$b = \log(a)$$

$$\text{Result} = \text{tbl}(@T: \text{左記テーブル名}, b)$$



機能紹介：CADからのPre起動



● CADaddinTool

*SolidWorks2008SP0以降のバージョンに対応。
**各アプリケーション用のdllファイルの読み込みが必要。

SolidWorks Add-in*用のdllファイル。SolidWorks上で各部品に解析条件を設定し、SolidWorksからSTREAMまたは熱設計PACのPreを直接起動できる**。設定した条件及び部品情報はPre起動時に直接読み込まれる



X_Tデータ (形状データ)
✓ 部品形状

XMLデータ (解析条件)
✓ 物性値名
✓ 発熱量
✓ 輻射率
✓ 厚み (シートのみ)
✓ 開口率 (シートのみ)

部品 (直方体) ダイアログの項目:
- 部品名: 直方体1
- 寸法: 3Dモデル表示
- 基準座標: グローバル座標
- 位置: X=0, Y=0, Z=0
- サイズ: X=10, Y=10, Z=10 (単位: mm)
- 属性・条件: 属性=固体, 材質=鉄(Fe), 初期温度=20℃, 発熱量=0W, 輻射率=0.9
- 個別条件: 初期温度 (注: 対象外)

※ 初期温度は対象外

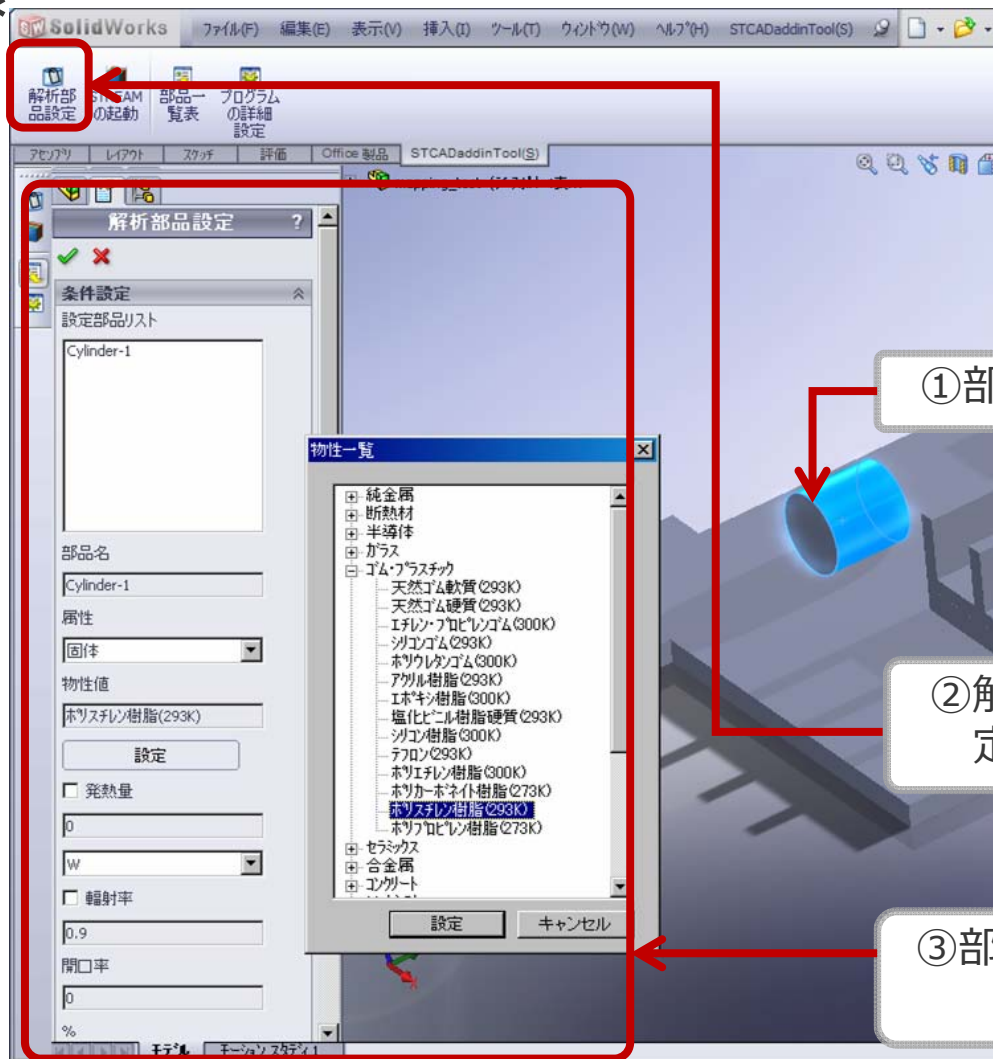


機能紹介：CADからのPre起動

- CADaddinTool*

部品条件設定（個別設定）
一括設定も可

**STREAM/熱設計PACの
物性値ファイルを共有**



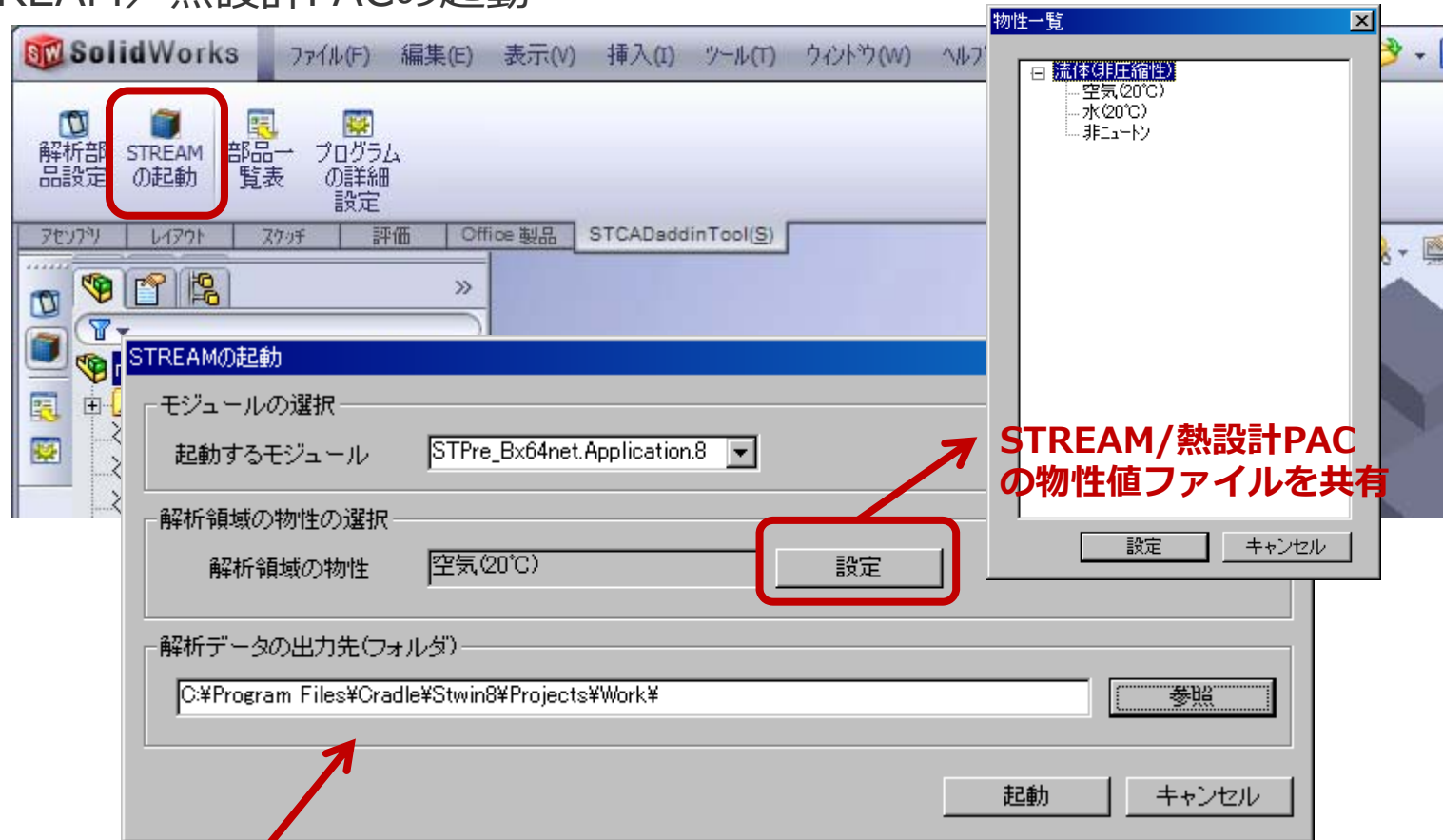
*SolidWorks2008SP0以降のバージョンに対応

機能紹介：CADからのPre起動



- CADaddinTool*

STREAM／熱設計PACの起動



形状データ (X_T)、解析条件 (XML) がここへ出力される

*SolidWorks2008SP0以降のバージョンに対応

機能紹介：外部データのインポート 1



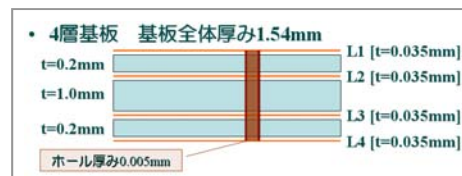
● ガーバーデータ*の読み込み

*ガーバーデータ：プリント配線基板用CADデータ

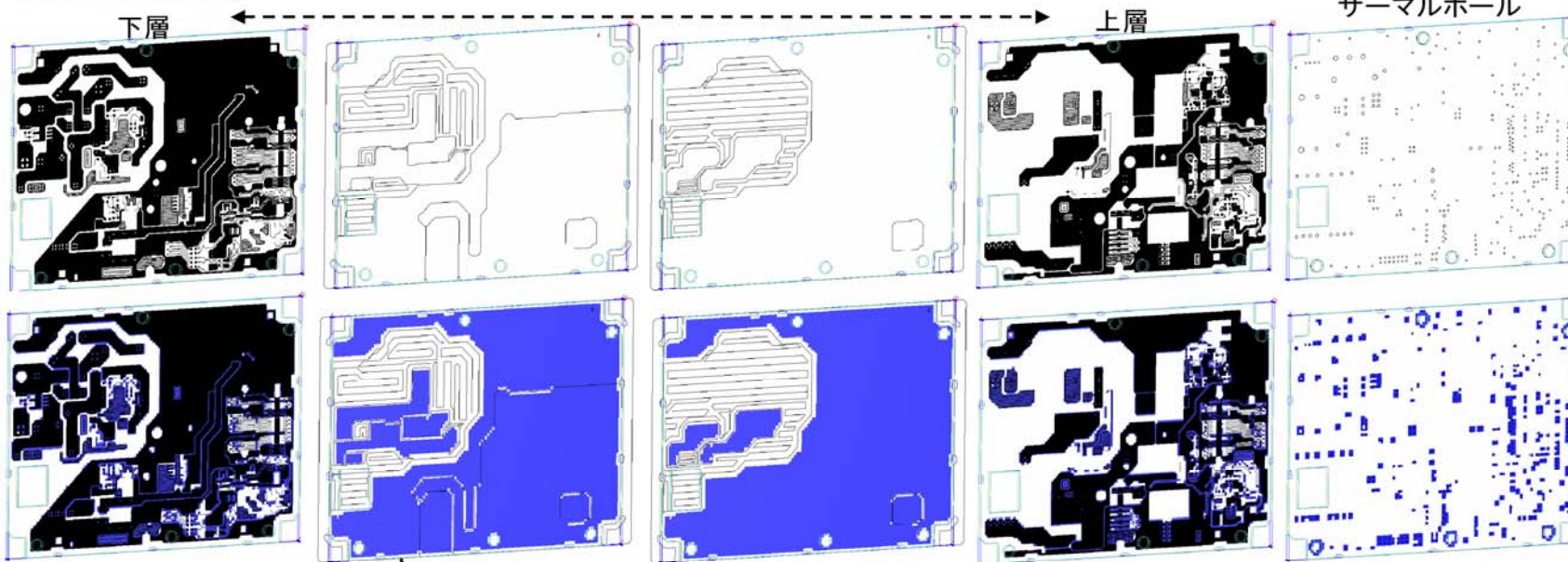
基板配線フォーマットであるガーバーデータ（標準RS-274D、拡張RS-274X）を読み込み、配線・サーマルホールを反映した**基板の放熱を考慮**

*1：対応CAD

図研 CR5000/Board Designer
Cadence ALLEGRO(RS274Xのみ)



ガーバーデータ
インポート状態



要素分割後
※青色要素に銅の熱伝導率設定

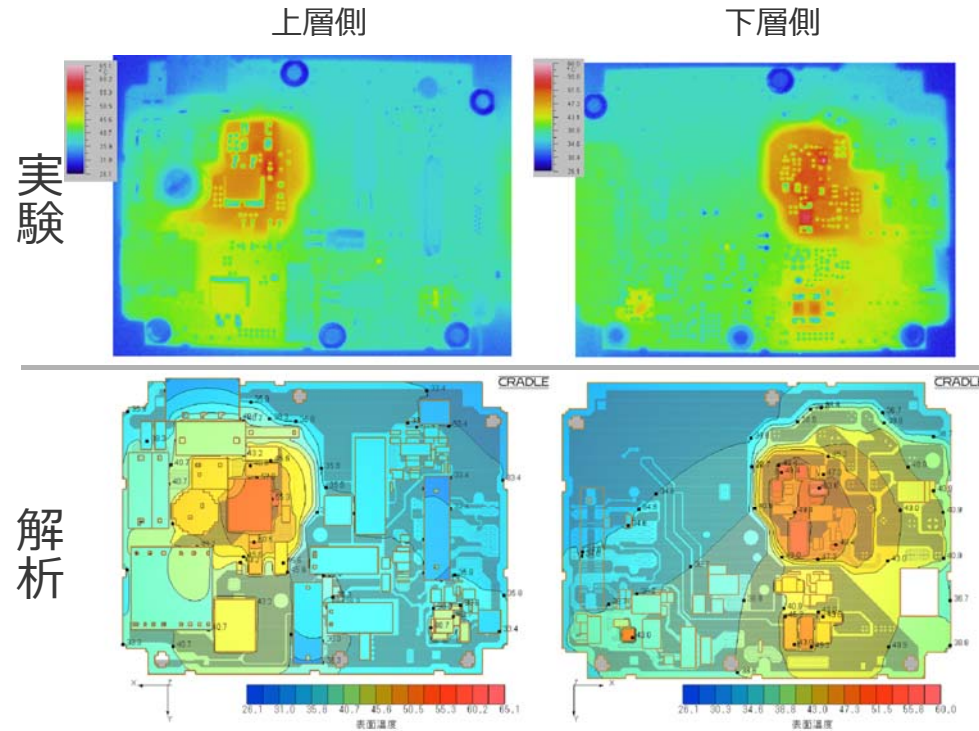
内層は、反転を指示

機能紹介：外部データのインポート 1



● ガーバーデータ*の読み込み

*ガーバーデータ：プリント配線基板用CADデータ



比較：標準作業とガーバーケース		
	標準作業	ガーバーケース
メッシュ	1420万	760万
計算時間 (収束サイクル) 〔4並列〕	18.0 h (780)	13.5 h (290)
メモリ	7.6GB	4.8GB
モデル作成	パターン配置からデ フォルメして配線箇 所に部品作成	標準ガーバー フォーマット インポート機能

- ✓ 配線パターンの放熱分布
- ✓ サーマルホールを通じての熱移動



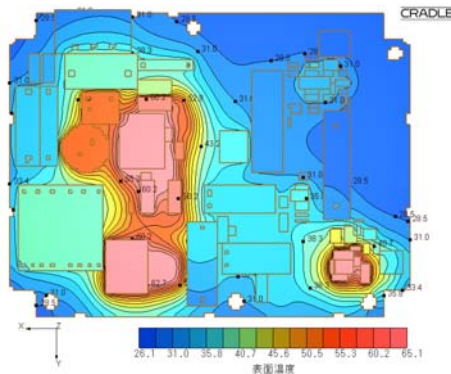
より正確な基板温度分布
を捉えることが可能に

機能紹介：外部データのインポート

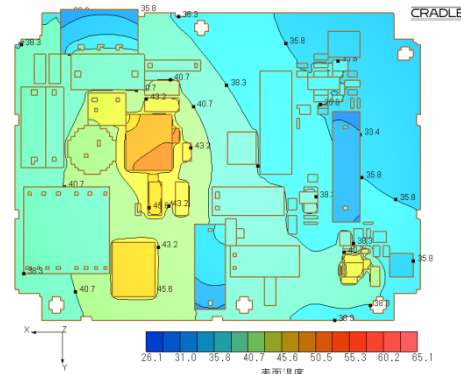


● ガーバーデータ*の読み込み

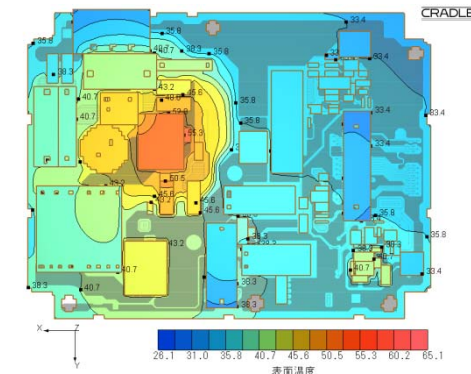
上層側表面温度分布



①基板：ガラエポ単体

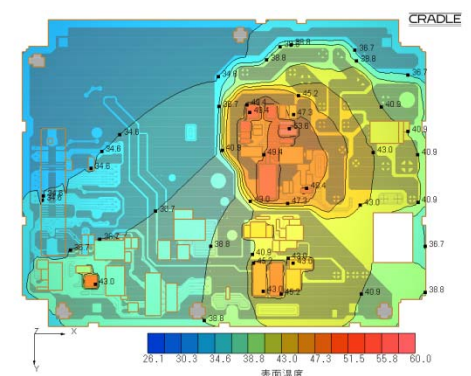
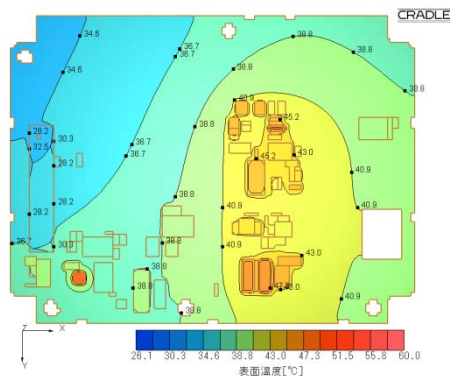
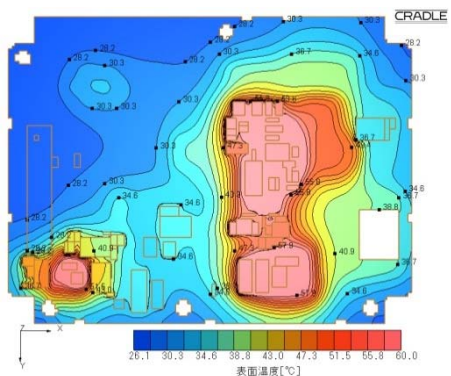


②基板：積層材
ガラエポ+4層分銅残存率



③基板：配線パターン考慮

下層側表面温度分布



機能紹介：外部データのインポート 2

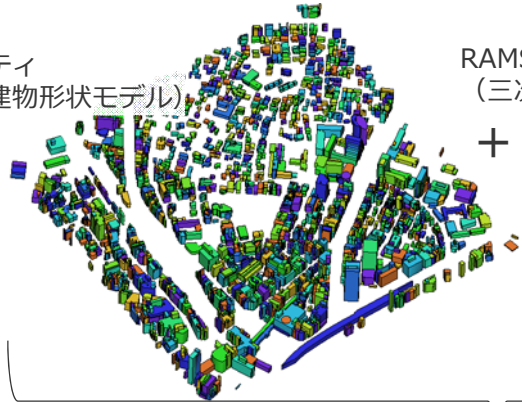


- 「RAMS-e」「ラムゼシティ」*を利用した都市環境解析の効率化

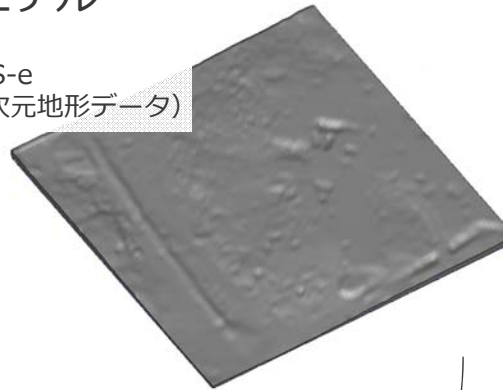
*国際航業（株）社からSTREAM専用データとして提供される三次元地形データ

東京都心部の風環境解析 解析モデル

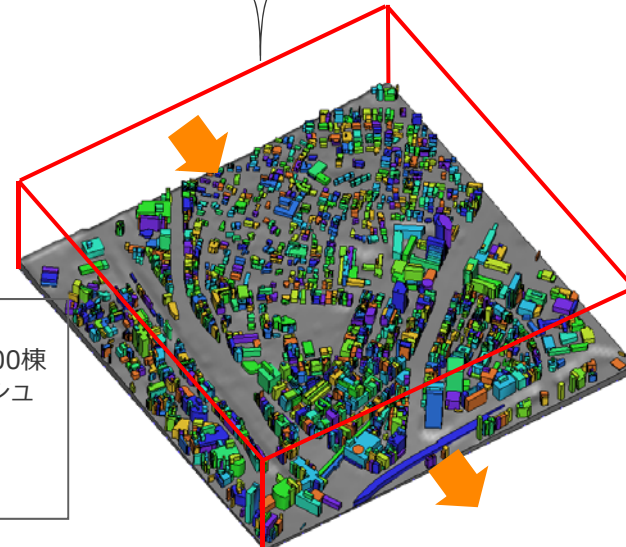
ラムゼシティ
(三次元建物形状モデル)



RAMS-e
(三次元地形データ)



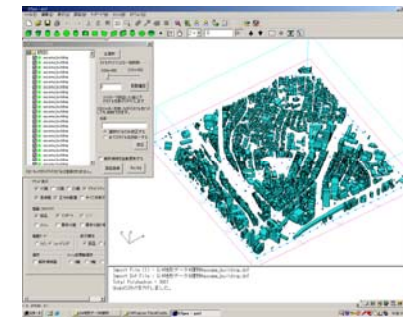
+



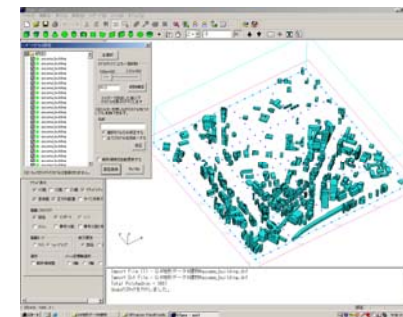
解析範囲：1km四方
建物：ラムゼシティ 約3000棟
地形：RAMS-e 10mメッシュ
計算格子数：2,800,000
計算時間：55分
Pentium 4 2.8GHz

STREAMプリ上で、
建物の編集・間引き・
追加が容易

データ読み込み後



データ間引き後



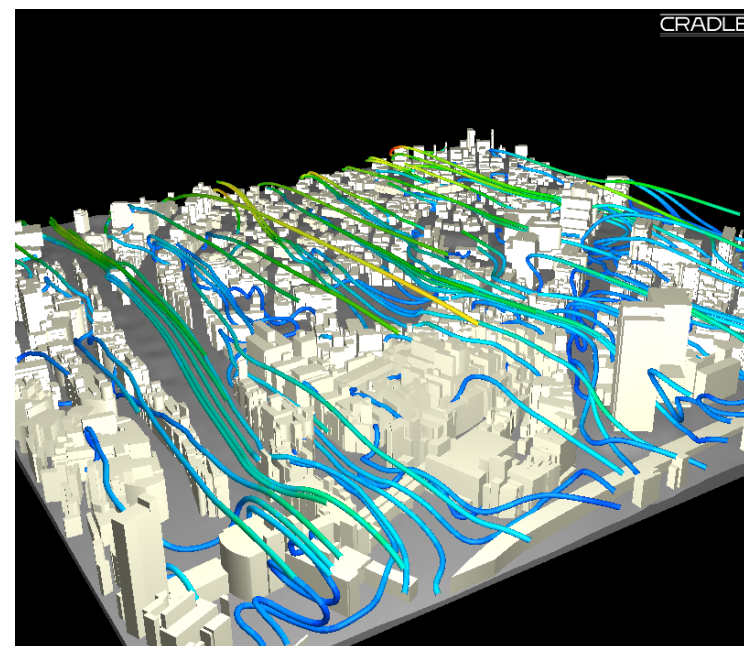
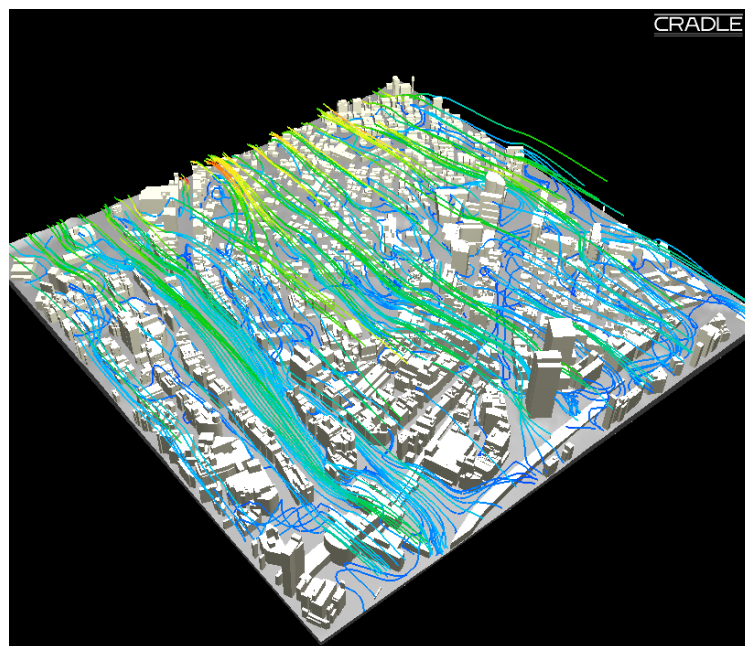
機能紹介：外部データのインポート 2



- 「RAMS-e」「ラムゼシティ」*を利用した都市環境解析の効率化

*国際航業（株）社からSTREAM専用データとして提供

東京都心部の風環境解析 解析結果



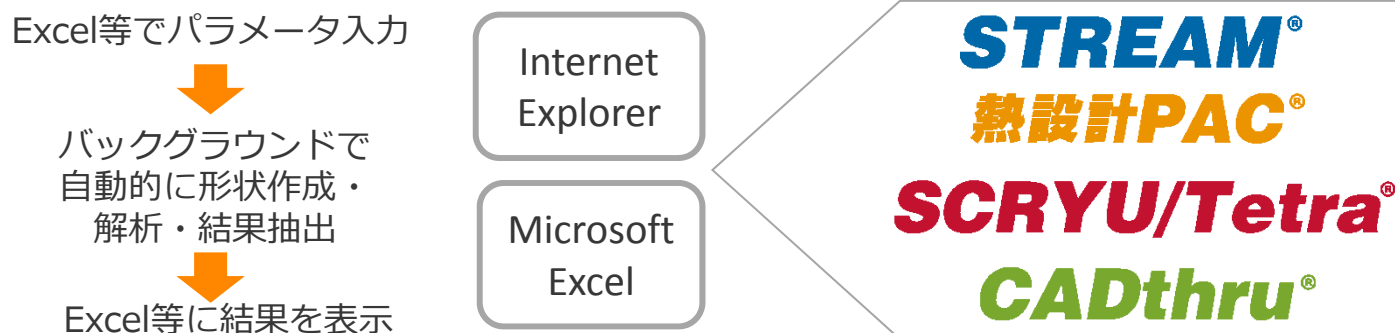


機能紹介： 外部アプリケーションとのリンク

● VBA、VBSによるカスタマイズ（自動化、簡易化）

- VBAとは：ExcelなどのMicrosoft社のOffice製品に機能拡張を施すためのマクロ（プログラミング）言語
- VBSとは：Windows Scripting HostやInternet Explorer等のスクリプト機能で使用されている言語

Office製品のバックグラウンドで解析を行うようプログラムできる

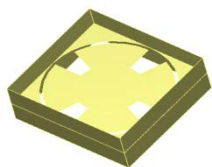
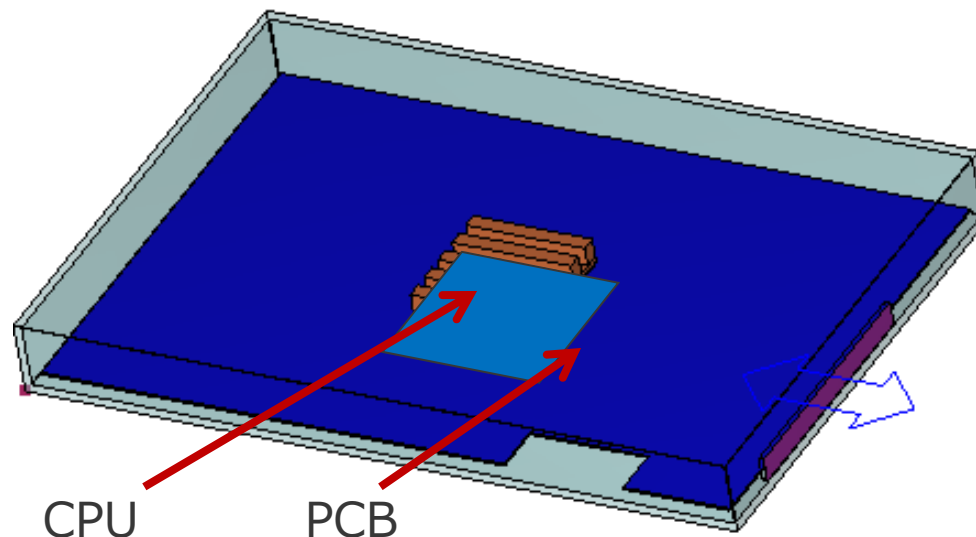


- Office製品上でのカスタマイズ：
ユーザーが使い慣れた環境（Excel等）で必要な設定のみコントロール
- 作業の自動化：
子細な形状変更、条件のみ異なる大量のケースを自動実行
定型の解析レポート作成
- ユーザーの手による独自設計：
解析対象や状況に合わせ柔軟なシステム構築・メンテナンスが可能

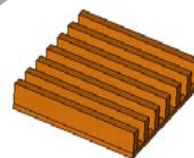


機能紹介： 外部アプリケーションとのリンク(最適化)

- VBインターフェイスを活用した排気ファン位置とフィン
最適化例



排気ファンを上面に設置し
CPUを最大限に冷やしたい。



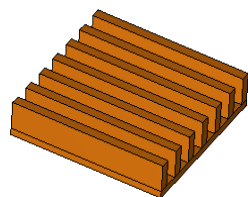
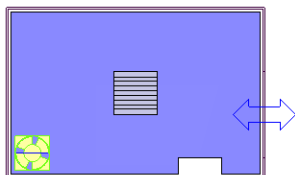
放熱フィン（CPU上部に設置）のベ
ース厚み、フィンの厚み、フィンの
高さ、フィンの枚数を調節して最適
化したい。

機能紹介： 外部アプリケーションとのリンク(最適化)



最適化パターン

ファンの位置を25mmピッチ、ベースとフィンの厚みを0.5mmピッチ、フィンの高さを2mmピッチ、フィン数を5枚単位で変更すると・・・

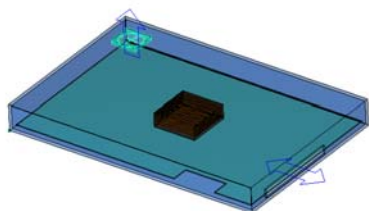


ファンの位置	変更範囲
	25mm ≤ X ≤ 275mm 25mm ≤ Y ≤ 175mm
フィン	変更範囲
	ベース厚み：2.0~4.0mm フィン厚み：1.0~2.0mm フィン高さ：10~20mm フィン数：15~30 <small>*但しフィン厚みにより枚数制限あり</small>

77通り
×
360通り
→ 27720パターン

計算時間の比較

30分/ケースと仮定すると・・・



*メッシュ数 約25万要素
PentiumD 3.2GHz

非現実的

27720ケース×30分÷60分 = 13860時間 (約577.5日間)

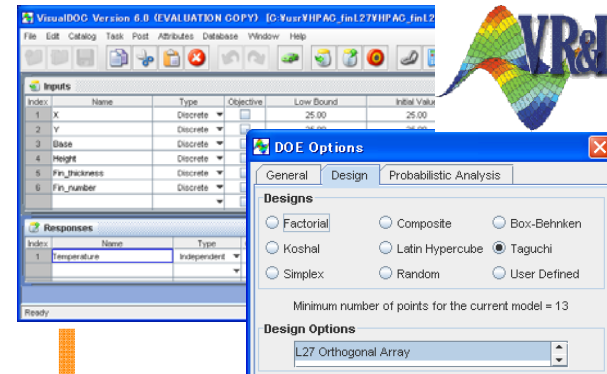
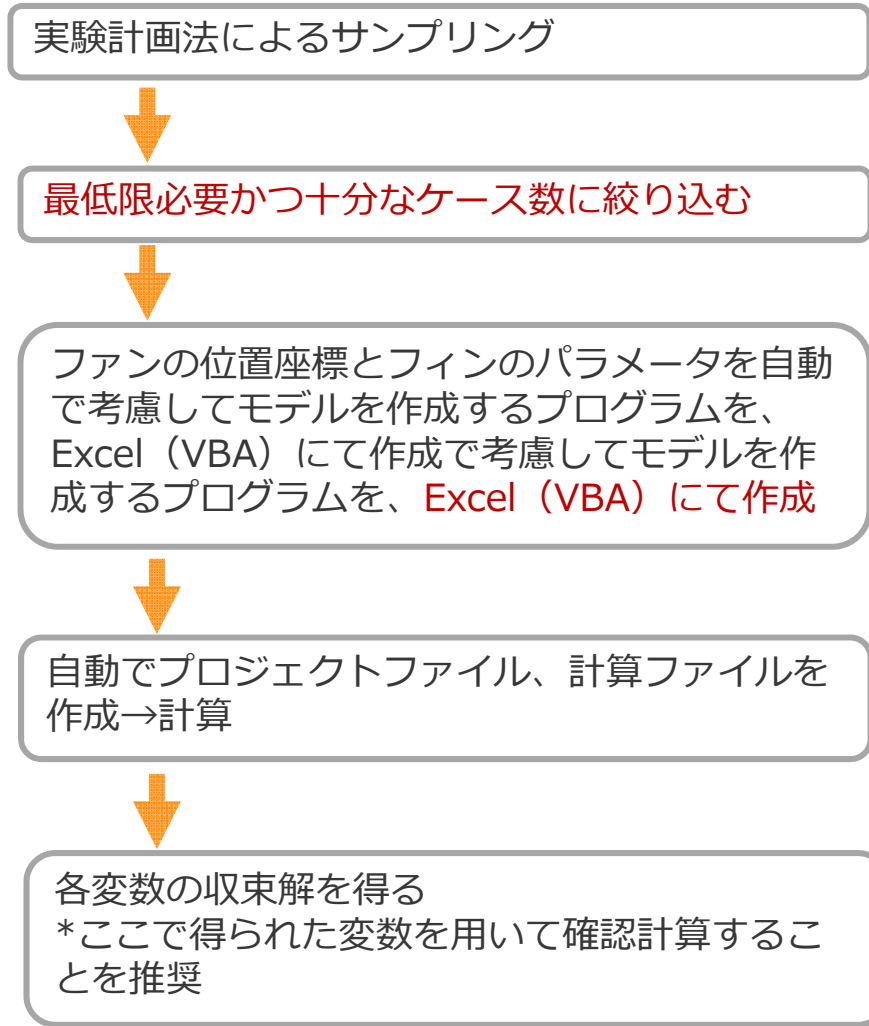
最適化ソフトとの連成

計算パターンを絞ってサンプリングし、その結果から最適解を求めて設計案に対するあたりをつける

現実的

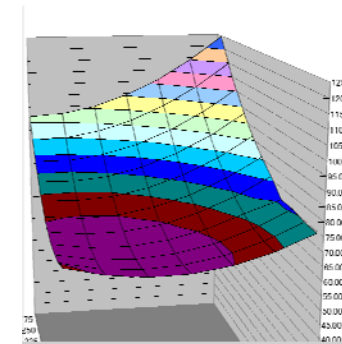
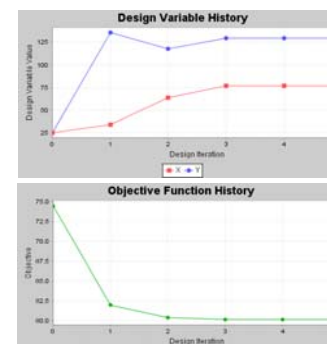
例) 80ケース×30分÷60分 = 40時間 (2日以内)

機能紹介： 外部アプリケーションとのリンク(最適化)



設計変数を割り振ったパターンリスト

X	Y	Base	Height	Fin_thickness	Fin_number
25.00	25.00	2.00	10.00	1.00	15.00
25.00	25.00	2.00	10.00	1.50	25.00
25.00	25.00	2.00	10.00	2.00	30.00
25.00	100.00	3.00	15.00	1.00	15.00
25.00	100.00	3.00	15.00	1.50	25.00
25.00	100.00	3.00	15.00	2.00	30.00
25.00	175.00	4.00	20.00	1.00	15.00
25.00	175.00	4.00	20.00	1.50	25.00



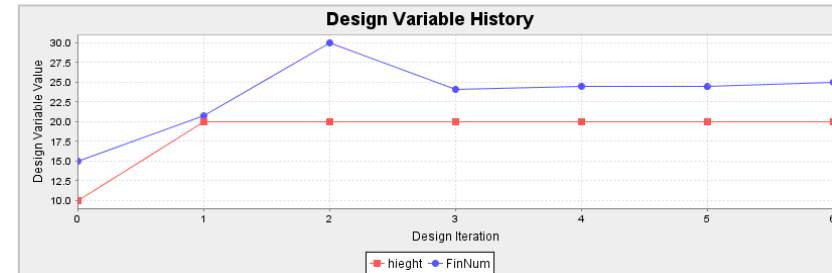
機能紹介： 外部アプリケーションとのリンク(最適化)



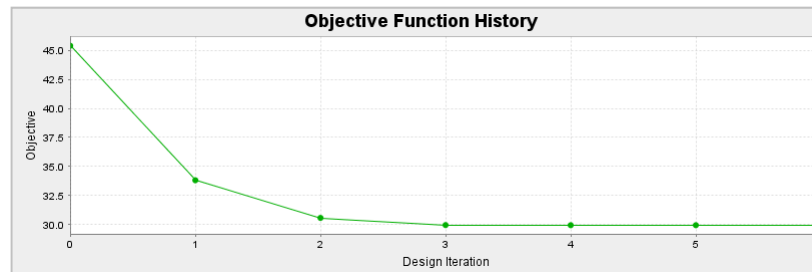
● 結果比較

ΔT として14.79℃
(約30%) の改善
*初期温度は20℃

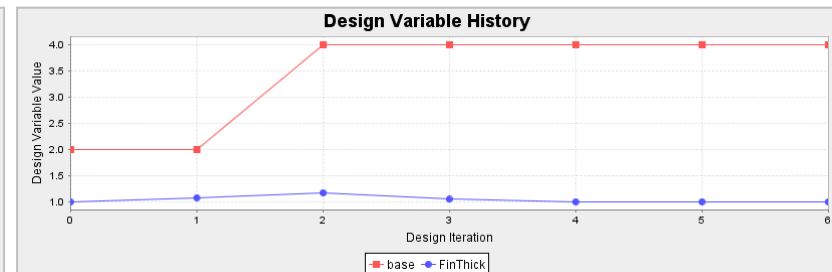
フィン数と高さ



温度



ベース厚みとフィン幅

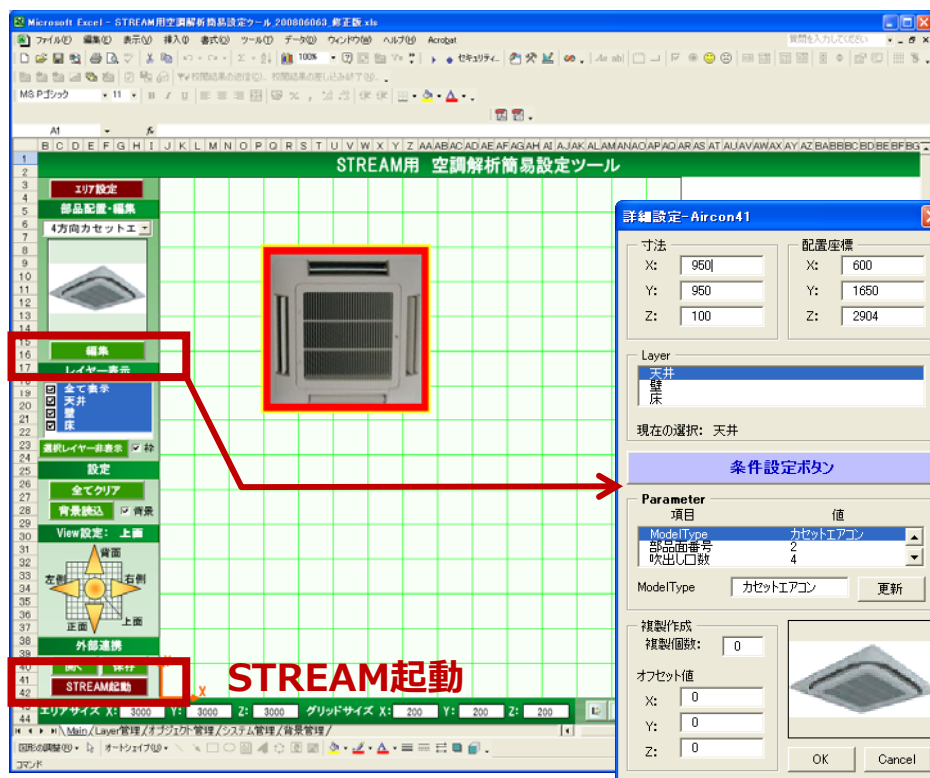


case	X	Y	ベース	高さ	フィン幅	フィン数	温度
原形状	25.0	175.0	2.0	10.0	1.0	15	48.32
最適化	150.0	100.0	4.0	20.0	1.0	25	29.95
確認計算	150.0	100.0	4.0	20.0	1.0	25	33.53



機能紹介： 外部アプリケーションとのリンク(カスタマイズ)

● VBAによるカスタマイズ例- Excel上での簡易空調解析



1. 解析領域の設定
2. 部品の配置、条件、パラメータ設定
3. 部品配置データの読込、出力
4. STREAM プリを起動し作成データを出力

STREAM プリを起動することなく、カスタマイズされたExcelで設定が可能。作成データはExcel上のSTREAM起動ボタンからSTREAM プリに取り込むことが出来る。

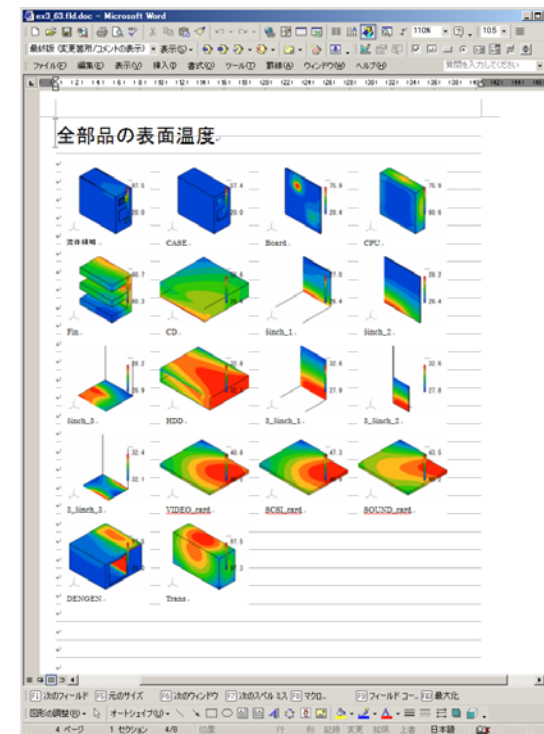
機能紹介： 外部アプリケーションとのリンク(自動化)



● VBAによる自動化例- レポートの自動作成

部品の表面温度コンター図をレポート（Word）に貼り付ける

1. 報告対象のFLDファイルを用意
2. VBSの実行-テンプレート（Wordファイル）とFLDファイルを選択
3. ポストがFLDファイルを読み込み、登録表面でループしながら選択部品ごとにコンター図を作成
4. テンプレートファイル内の位置情報に基づき、コンター図を配置した新たなWordファイルを作成



定型の報告書作成、同じ条件で多くの部品の解析結果を図化するなど、同一作業の繰り返しを自動化することで作業負荷を軽減



推獎環境



推奨環境

● OSとCPU

対応OS :

- Windows Vista
- Windows 7
- Windows 8.1
- Windows 10
- Windows Server 2008
- Windows Server 2008 R2
- Windows Server 2012
- Windows Server 2012 R2
- RedHat Enterprise Linux 5, 6 (64 bit) *1
- SUSE Linux Enterprise Server 11 (64 bit) *1

*1 ソルバーのみ対応。Itanium用64 bit版はサポートできません。

※V12以降は全てのOSにおいて64bitのみの対応となります。

CPU :

Intel® Xeon®

Intel® Core™i3,i5,i7

AMD Athlon™, Opteron™

Dual Core プロセッサの扱い :

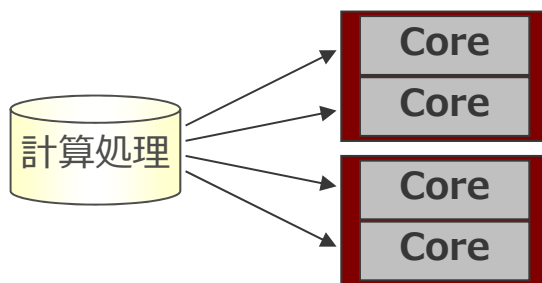
1Core=従来の1CPU

並列計算では1Core毎に計算処理を分散

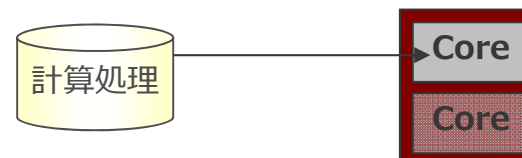
(並列数 = Core数)

4並列計算の場合

Dual Core CPU x2



※注意 シングルソルバーはDual Coreで計算しても倍のスピードにはならない





推奨環境

- **必要なグラフィック性能**
 - 3D CAD がスムーズに稼動する環境
NVIDIA Quadroシリーズなど、ミッドレンジクラス以上のグラフィックスボード搭載
- **メモリとハードディスク**
 - 2GB以上のメモリ推奨
 - 10GB以上のディスク空き領域推奨
- **実効メモリと要素数**
 - STREAM/熱設計PAC : 5.5GBで約1000万要素

推奨環境



- 並列計算稼働環境 - STREAM V12

CPU	OS	Fortranコンパイラー	MPIライブラリ
Intel x86 互換CPU (64bit,x64)	RedHat Enterprise Linux 6	GFortran (GNU Fortran compiler) (Linux標準)	Intel MPI 5.0
	SUSE Linux Enterprise server 11	GFortran (GNU Fortran compiler) (Linux標準)	Intel MPI 5.0
	Windows 7 Windows 8.1,10	Intel Visual Fortran Composer XE 2015	Intel MPI 5.0
	Windows Server 2008 R2 Windows Server 2012 Windows Server 2012 R2	Intel Visual Fortran Composer XE 2015	MS-MPI



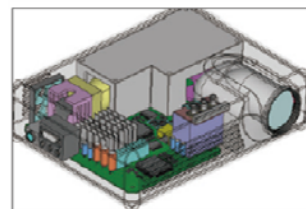
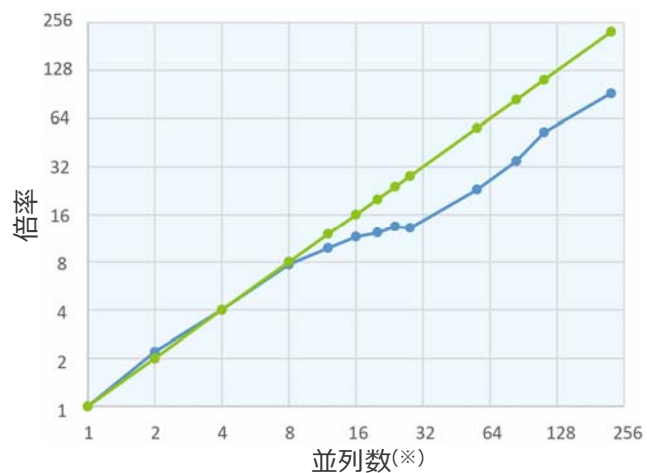
並列性能ベンチマークテスト (要素数と倍率)

- 使用ソフトウェア：STREAM V12
- 計算環境：
CPU：Intel Xeon E5-2697v3，2.60GHz，14cores * 2CPU
OS：Red Hat Enterprise Linux Server release 6.5



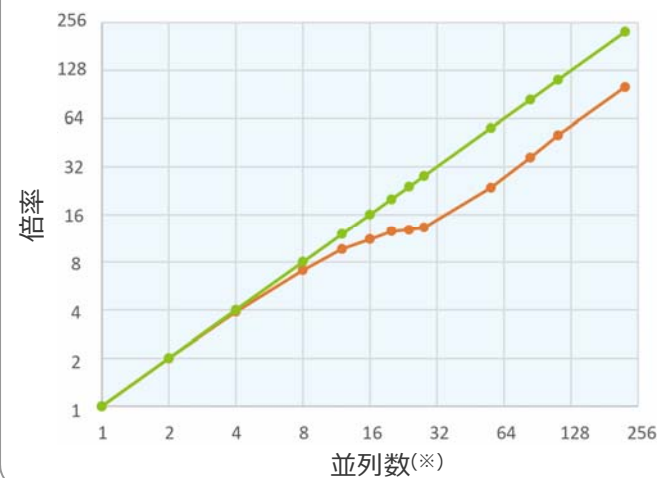
円筒競技場
計算：流れのみ

7000万要素



プロジェクター
計算：流れのみ

2500万要素



(*)分割数 = 1 の場合の並列数



正規販売代理店
株式会社電通国際情報サービス
MSC製品担当
g-mscevent@group.isid.co.jp

-
- 本社 〒108-0075 東京都港区港南2-17-1
 - 関西支社 〒530-0004 大阪市北区堂島浜2-2-28 堂島アクシスビル
 - 中部支社 〒460-0008 名古屋市中区栄4-2-29 名古屋広小路プレイス
 - 豊田支社 〒471-0833 愛知県豊田市山之手5-121 GA豊田ビル
 - 広島支社 〒732-0814 広島市南区段原南1-3-53 広島イーストビル

<http://www.isid-industry.jp>