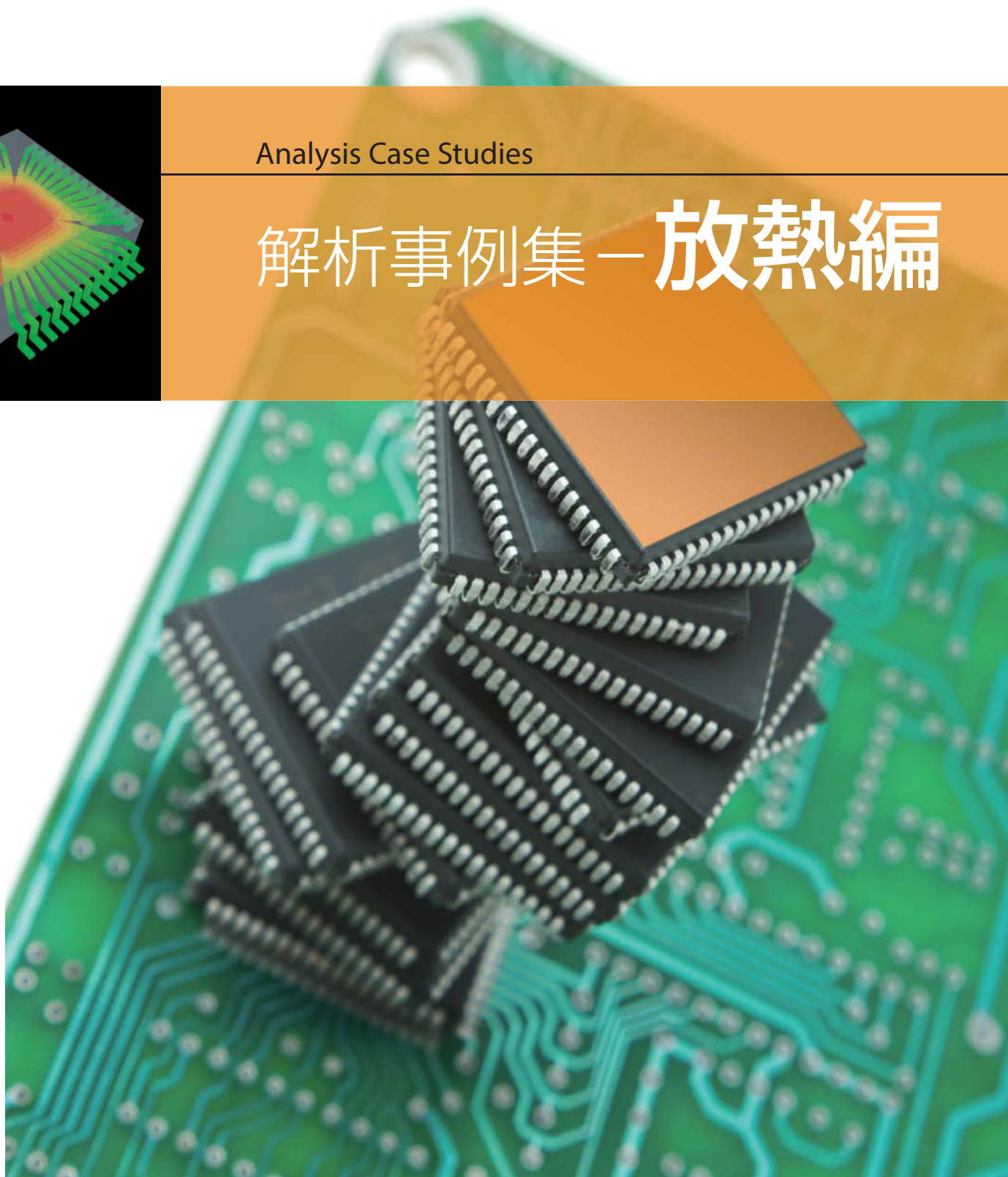
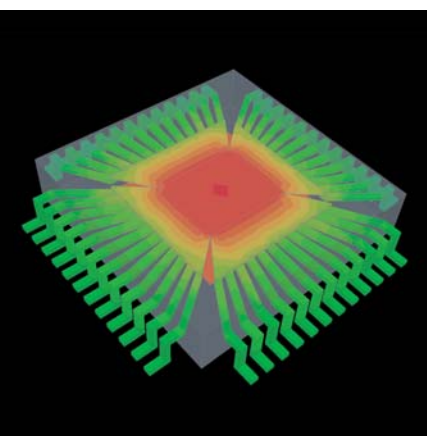


- 自転車用LEDヘッドライトの温度予測シミュレーション
- ハイブリッド／電気自動車 部品の冷却
- HEATLANE®ヒートレーン解析事例
- 水冷プレート
- LED素子の放熱経路
- LED電球の熱流体解析
- 照明器具の放熱設計と最適化アプローチ
- 照明機器向け放熱解析事例
- リフロー工程の基板温度予測とチップ立ちシミュレーション
- 基板のレイアウト変更による温度低減予測と実測比較

Analysis Case Studies

解析事例集－放熱編



自転車用LEDヘッドライトの温度予測シミュレーション

株式会社キャットアイ様 事例紹介

『熱設計PAC®』を用いて自転車用ヘッドライトの温度を予測

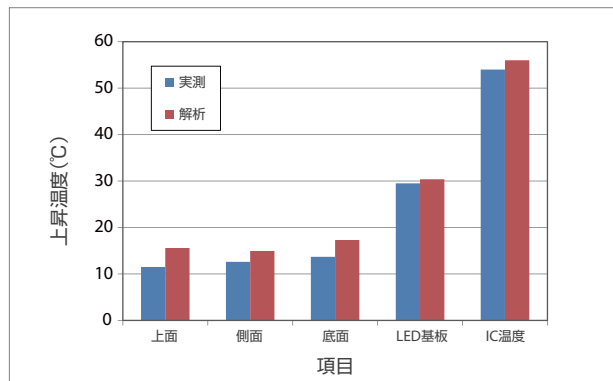
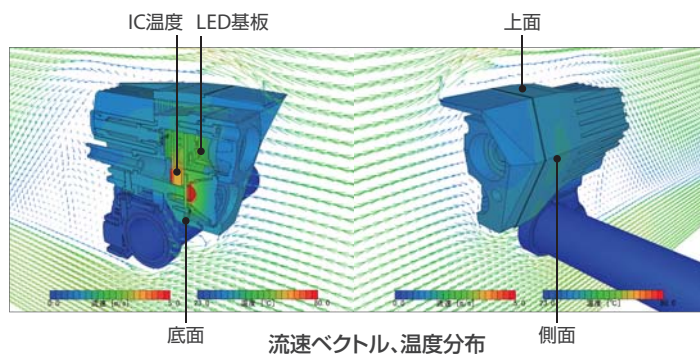
自転車用LEDヘッドライト

照射範囲の広いハイパワーライトには、その要求を満たす必要があります。複数のパワーLEDパッケージが用いられている。そのため、いかに放熱性能を高めるかが重要となる。CFDを行うことで上昇温度の予測や熱経路の特定といった設計にフィードバックする情報を得ることができる。



自転車LEDヘッドライト(HL-EL930RC)

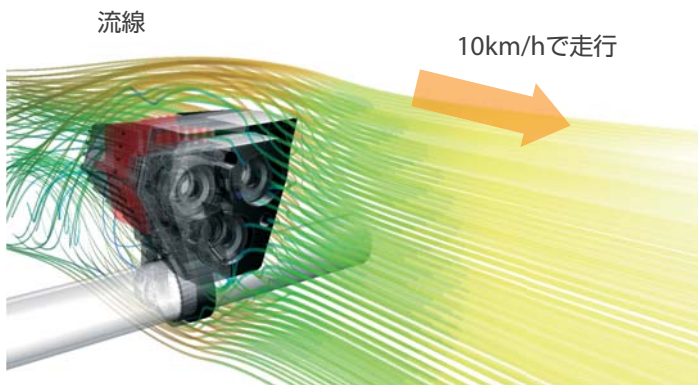
シミュレーションによる確認



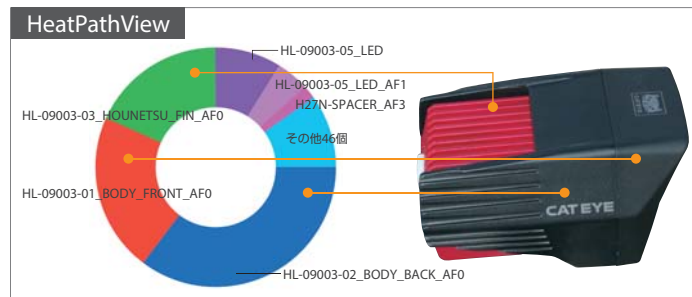
解析結果

実際の温度を精度よく予測!!

➡ 設計変更による違いを予測できる



風の流れを線で表現



大気への対流による放熱寄与

筐体のどの部分が放熱に寄与しているかがわかる!!

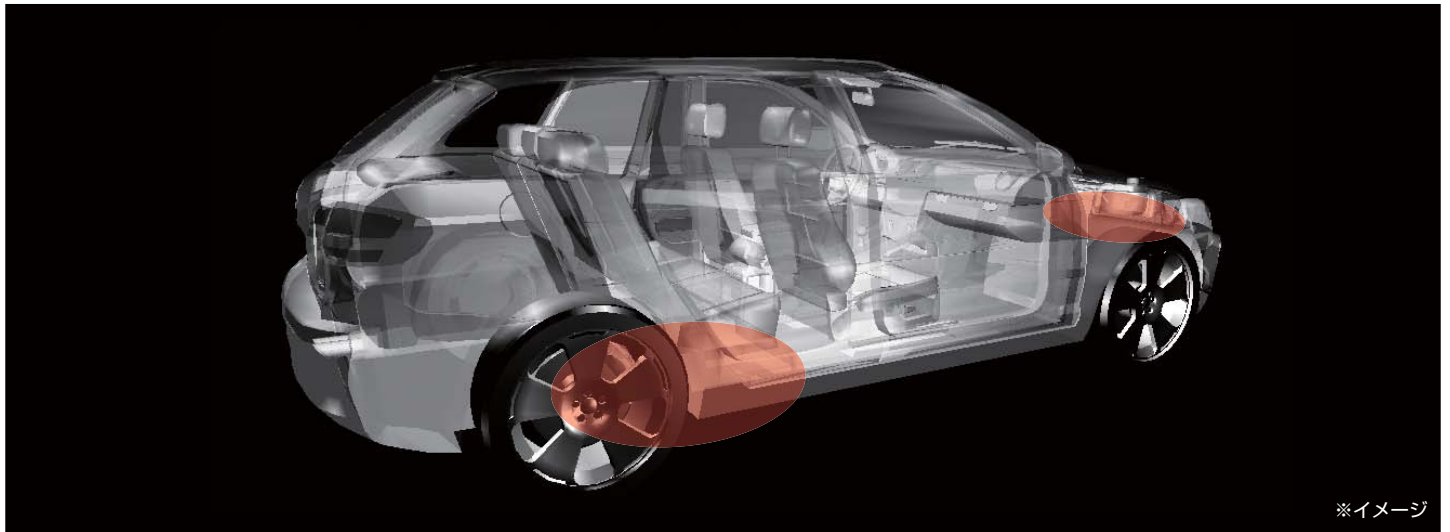
➡ 熱設計へのフィードバックが可能

comment

CFDを使用することで、実測を行う前にPC上で放熱確認、上昇温度を予測することが出来るようになった。また、実際に試作を行わなくても複数の形状と材料を使用した場合での温度予測を出来るため時間と試作コストを節約することが出来る。熱を考慮した設計を行う上では十分に活用できるツールである。

ハイブリッド／電気自動車 部品の冷却

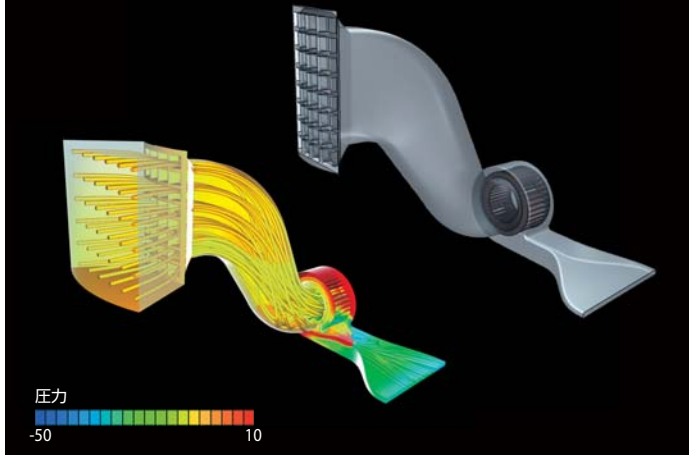
SCRYU/Tetra®機能紹介



※イメージ

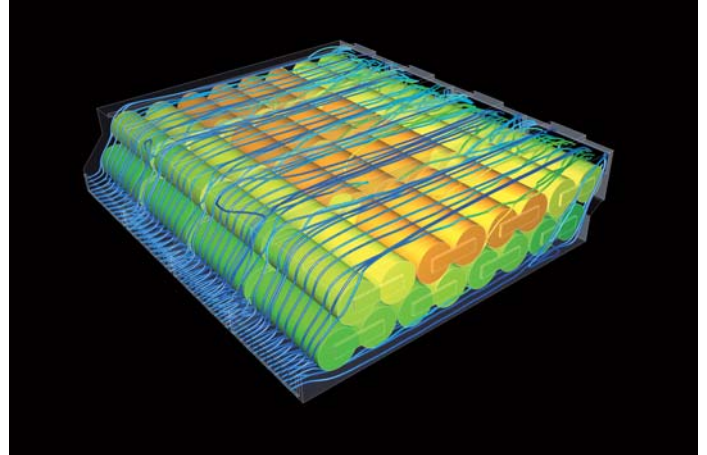
バッテリー冷却モジュール

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



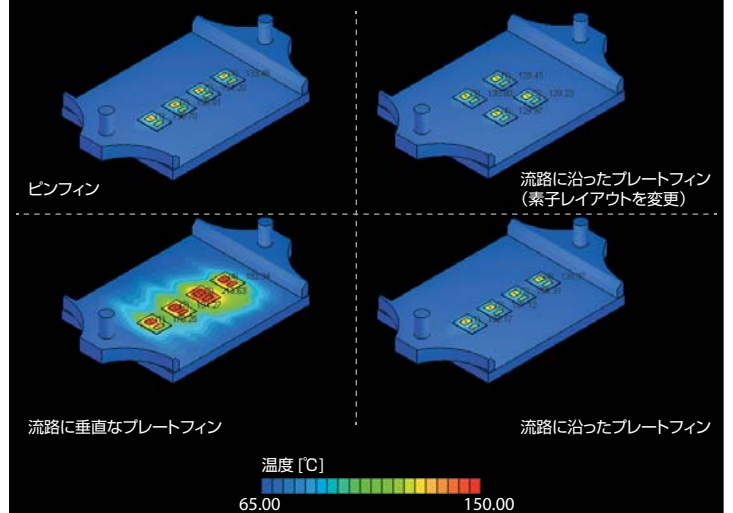
IGBT 水冷モジュール



HEV/EVの主な構成ユニットであるPCU、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える化し、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



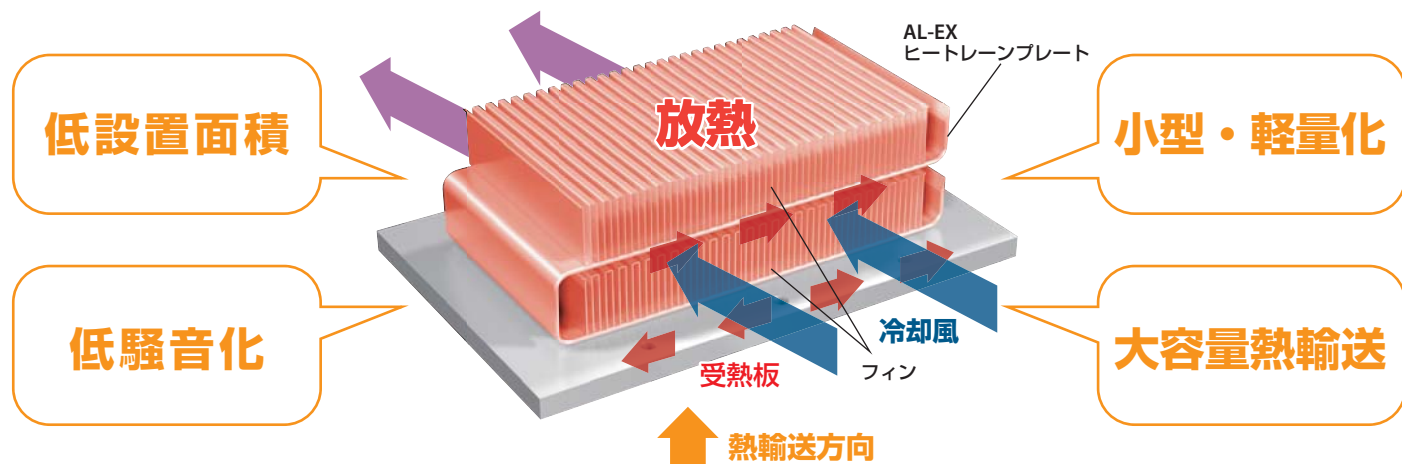
HEATLANE® 解析事例

水谷電機工業株式会社 様 事例紹介

限られた空間で最高のパフォーマンスを実現!



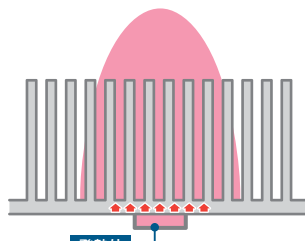
特許・商標登録済み



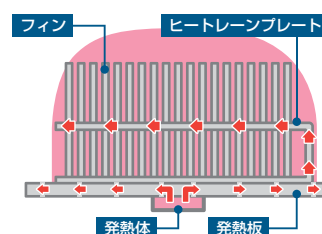
「広げて冷やす」

熱をすばやく拡散し、放熱面積を拡大。
発熱密度の高い素子の冷却に極めて有効です。

背の低いフィンが多段積みし、ヒートレーンプレートにて熱を輸送することで有効な放熱面積を確保し、高い熱特性が得られます。



従来のヒートシンク



ヒートレーン式ヒートシンク

検討例

共通形状：巾200×長さ130×全高70、ベース厚さ8.2

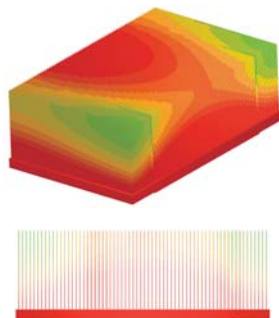
条件 熱源140×130、500[W]、前面風速2[m/s]

名称	フィン形状[mm]	熱抵抗[°C/W]	重量[g]
ヒートレーン式ヒートシンク	厚さ0.5×長さ110×高さ28 56枚×2段	0.064	1130
従来のヒートシンク	厚さ0.5×長さ130L×高さ61.8 66枚	0.088	1300

CFDによる解析事例

従来のヒートシンク

熱源付近に熱が集中。
フィン効率が小さく、有効放熱面積が小さい

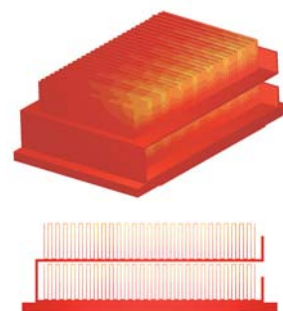


ヒートレーン式ヒートシンク

ヒートレーンプレートによってフィン全体へ熱輸送
高フィン効率、高ベース熱拡がりにより高性能化を実現!

	熱抵抗[°C/W]
実測値	0.065
解析値	0.064

実測値と解析値がほぼ一致!



comment

多種多様なユーザーニーズに精度よく対応するためには熱解析精度の向上が必須となります。熱設計PAC®、STREAM®は、設計者の思想を限りなく実測ベースに再現出来る数少ないソフトと認識しております。今後とも、クレイドルのソフトを活用して多くの熱解析シーンと向き合っていきたいと思っております。

ミズメの放熱器

水冷プレート

水谷電機工業株式会社 様 事例紹介

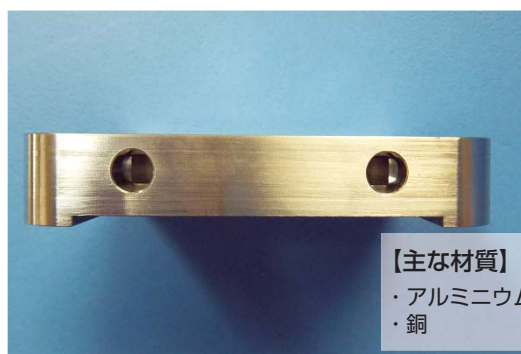
『STREAM®』を用いた水冷プレートの熱解析例

熱流体解析を用いた最適な流路設計

民生用、産業用問わず、さまざまな電子機器での放熱は製品品質上、重要な課題になっています。

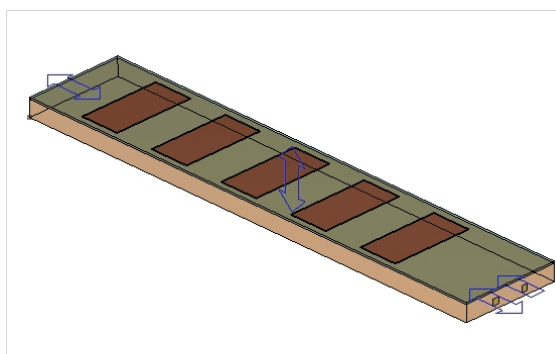
空冷では達成できない大容量の放熱が必要な場合には、水冷プレートがよく利用されています。

熱流体解析を用いることで、受注生産などの個別対応の案件でも水冷プレートの最適な水路設計をスピーディーに行うことができ、可視化した解析結果を用いて、性能などをよりわかりやすくしたうえでの提案も可能となります。



【主な材質】
・アルミニウム
・銅

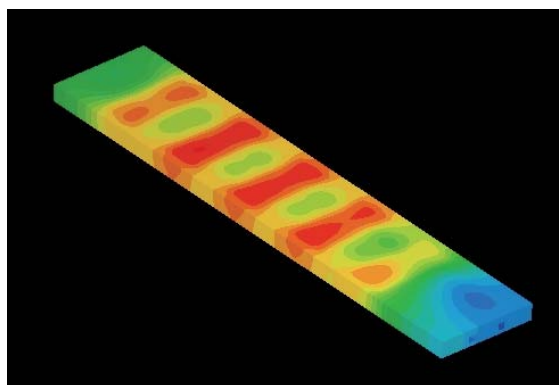
水冷プレート: 断面



水冷プレート: 解析モデル

熱解析例

プレートサイズ	巾100×長さ550×厚さ18
材質	C1020
熱源サイズ	45×90、5pcs
熱負荷	1 [kW]
流量	10 [L/min]
熱抵抗の実測値	0.0092 [°C/W]
熱抵抗の解析値	0.0095 [°C/W]



水冷プレート: 解析結果

comment

ユーザ側の思想を解析に反映させやすく、理論値と解析値、さらに実測値の整合もしやすいため、ものづくり後のブラッシュアップを最小回数でおこなうことができ、ヴァーチャルなものづくりツールとして製品開発に役立っております。

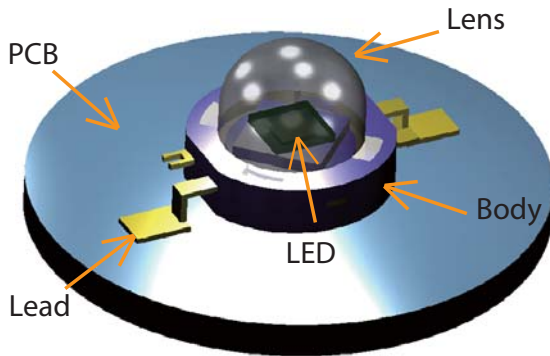


LED素子の放熱経路

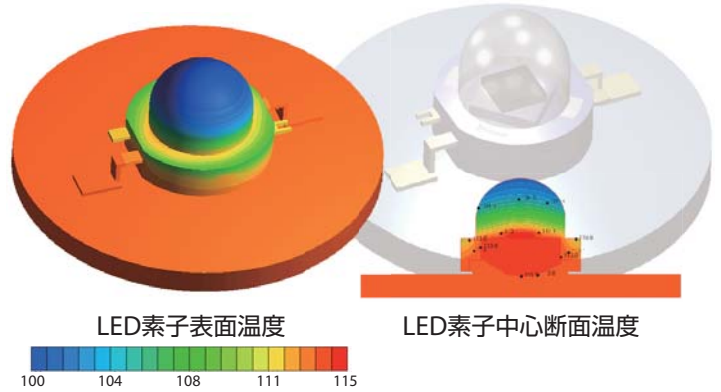
SCRYU/Tetra®機能紹介

『SCRYU/Tetra®』を用いたLED素子の温度試験測定値との結果比較

LED素子の放熱解析

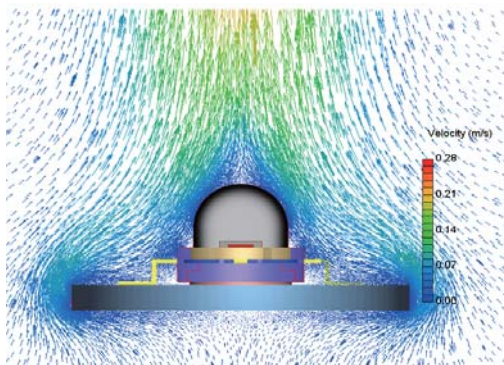


素子表面温度と中心断面温度

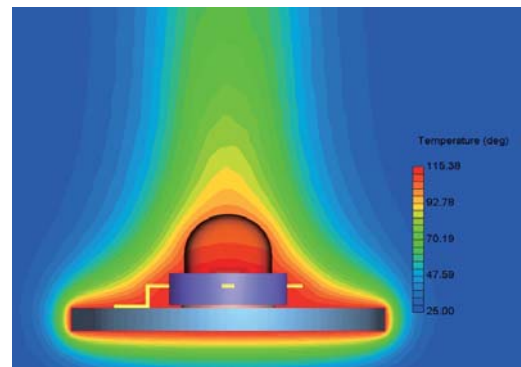


LED素子の放熱は主に素子の設置されるPCBやその背面に設置されるヒートシンクなどを利用して行われます。熱がPCB側から逃げていく様子が良く再現されています。

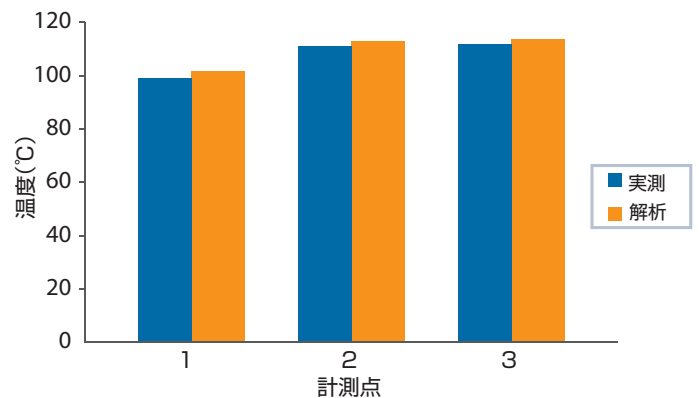
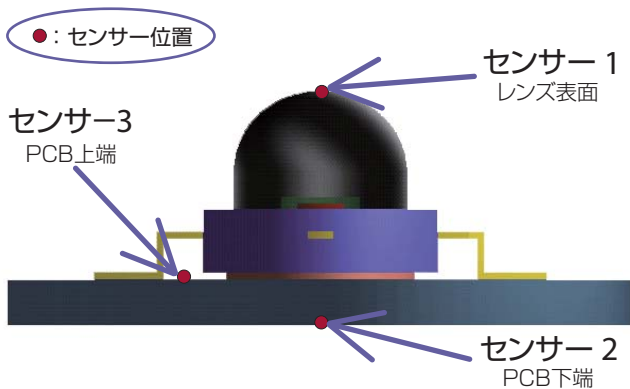
素子周辺の流れ分布(ベクトル図)



素子周辺の流体温度分布(コンター図)



実測値と解析値の比較(温度)



comment

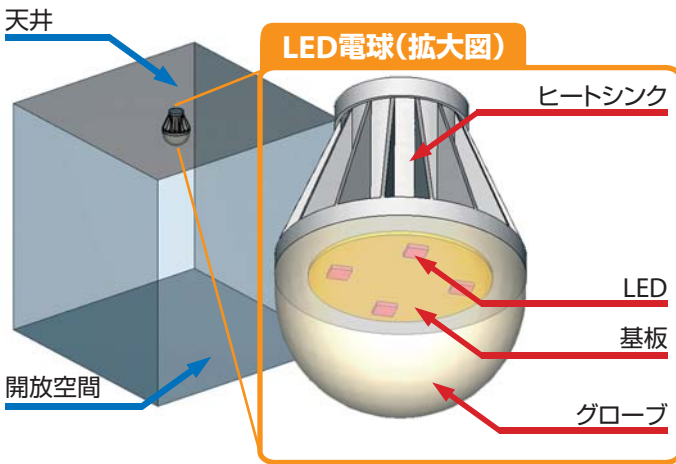
PCBを通しての放熱をはじめ、LED素子自身の発熱による周辺空気から引き起こされる放熱効果も考慮した解析を実施しました。実測値とほぼ同等(約2.2°C差)の結果を得ており、現象の傾向を捉えるには十分な結果となりました。シミュレーションを用いる事で、LED素子の寿命を左右する放熱設計での定量的な知見を得ることが可能になります。

LED電球の熱流体解析

SCRYU/Tetra®機能紹介

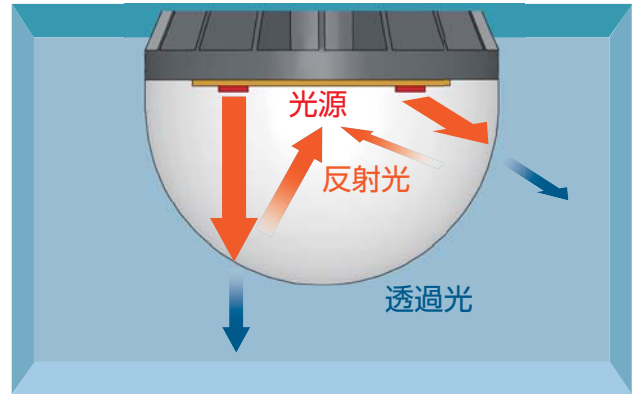
『SCRYU/Tetra®』を用いて電球カバーの透過率による熱的な影響を確認

解析モデル概要



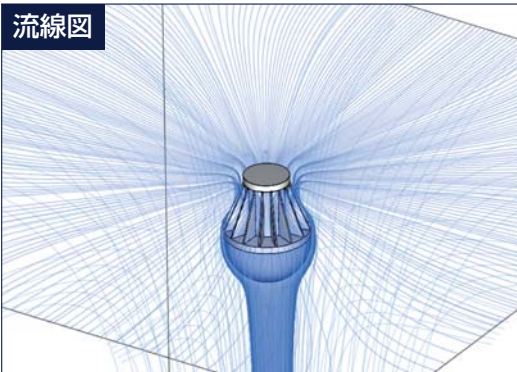
透過率の影響

光源から発生した光はグローブの透過率にしたがって透過光と反射光に分かれます。反射光の一部はグローブ内で熱として吸収される為、各部品温度に影響を与えます。

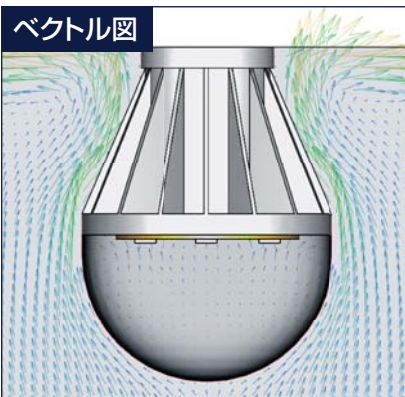


流れの可視化表現

流線図



ベクトル図



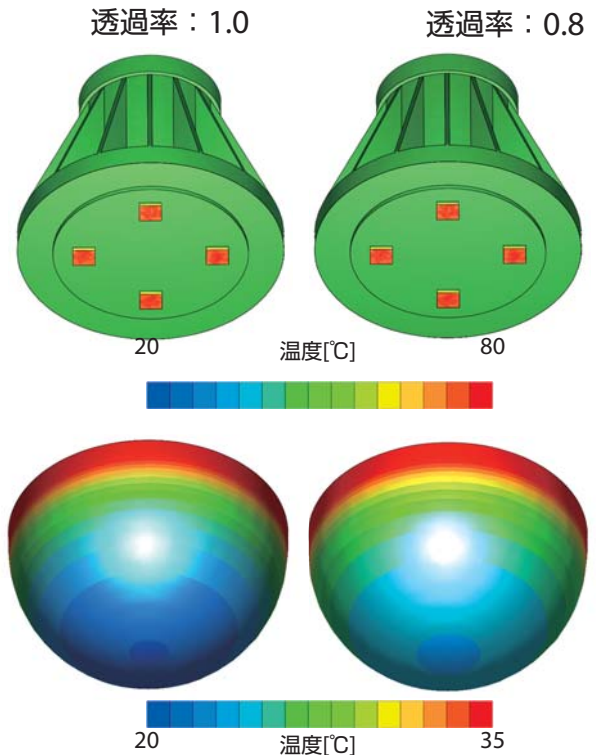
流線表示

流れの軌跡を3次元的に描画します。フィンの隙間に空気が通っているか等の確認に有効な表現になります。

ベクトル表示

流れの速さを青から赤の色分布や、矢印の大きさで表現し、流れの方向を矢印で表現します。検査面での断面描画で良く使用される表現になります。

透過率による表面温度分布の違い



グローブの表面温度に約3度の差が生じている

comment

LED電球は、省エネ、小型化を実現し、電球本来の明るさを維持することはもちろん、空間を演出する光の色温度や広がりなどの調光制御、電球そのもののデザイン性など、多様なニーズがあげられる様になっています。高い製品力を持つ高品質な製品設計を実現する為に、解析による現象把握を設計者が容易にできることは、シミュレーションの大きなメリットとなります。

照明器具の放熱設計と最適化アプローチ

オプション機能紹介

最適化オプションツールを用い、ヒートシンクの最適形状を確認

最適化の目的











ヒートシンク形状を変更して

- LED温度を規定まで下げる
LED上昇温度 [ΔT (°C)]: 最小化 (ΔT : 40°C以下)
- 軽量化する
ヒートシンク体積(重量): 最小化 (0.0005m³以下)

最適化の手法

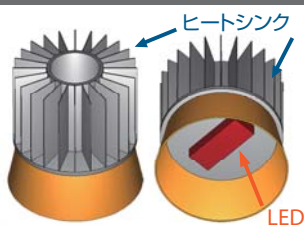
- 実験計画法(サンプリング手法)
中心複合計画法⇒43回
- 近似モデルを用いた多目的最適化
適用手法⇒RBF
多目的最適化手法⇒NSEA+
- 使用アプリケーション
STREAM
Optimus® for Cradle

設計変数

	← フィンの枚数 → 24 ~ 48枚	
	← 円筒部厚み → 2 ~ 5[mm]	
	← フィン高さ → 80 ~ 120[mm]	
	← 外半径 → 65 ~ 75[mm]	
	← 内半径 → 25 ~ 35[mm]	

設計変数を変更しサンプリングをする。

オリジナル形状



サンプリング結果の分析

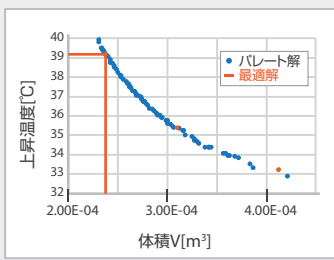
相関係数(温度)

円筒部厚み	0.2
外半径	0.8
内半径	0.2
フィン高さ	0.6
フィン枚数	0.5

相関係数(体積)

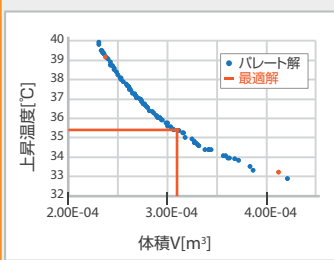
円筒部厚み	0.4
外半径	0.6
内半径	0.2
フィン高さ	0.6
フィン枚数	0.8

パレート解から導き出された最適解



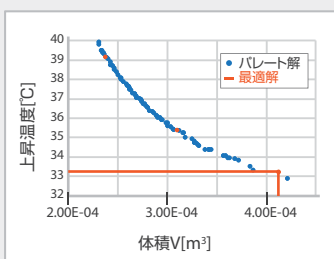
軽さ優先

体積	2.40×10 ⁻⁴ [m ³]
上昇温度	39.1 [°C]
フィン枚数	28 [枚]
ヒートシンク高さ	82.5 [mm]
円筒部厚み	2.4 [mm]
外半径	72.8 [mm]
内半径	25.0 [mm]



バランス

体積	3.11×10 ⁻⁴ [m ³]
上昇温度	35.4 [°C]
フィン枚数	30 [枚]
ヒートシンク高さ	104.9 [mm]
円筒部厚み	2.9 [mm]
外半径	74.4 [mm]
内半径	26 [mm]



放熱性能優先

体積	4.12×10 ⁻⁴ [m ³]
上昇温度	33.3 [°C]
フィン枚数	38 [枚]
ヒートシンク高さ	115.6 [mm]
円筒部厚み	3.5 [mm]
外半径	74.7 [mm]
内半径	25.1 [mm]

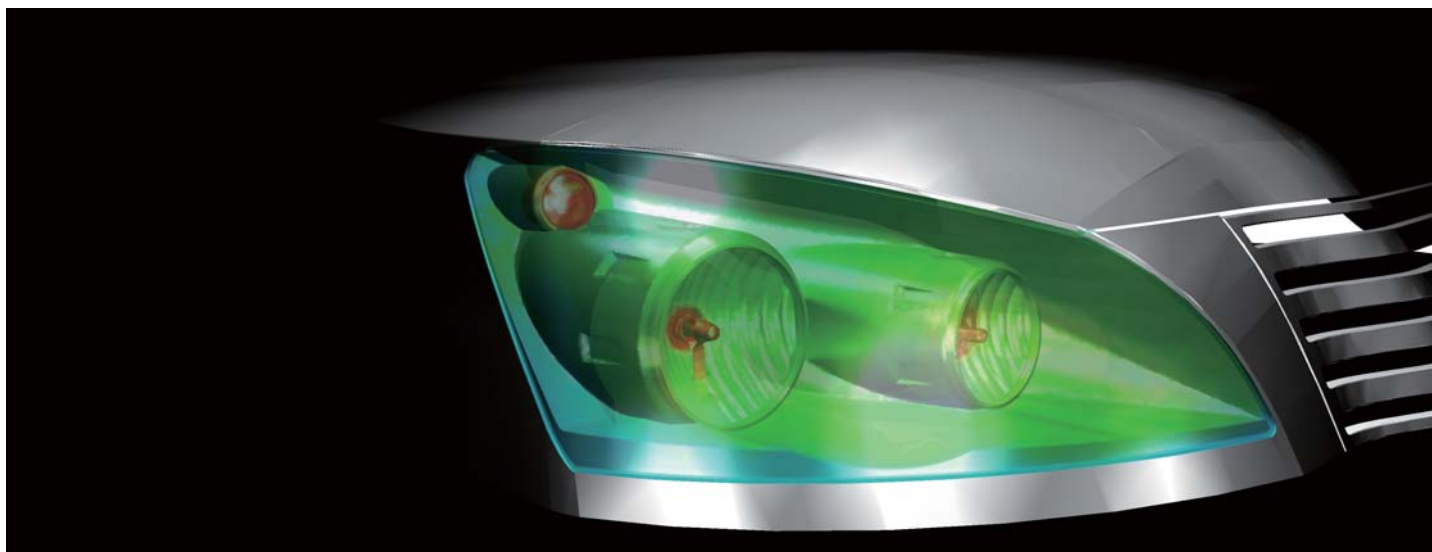
comment

最適化プロセスは多くの設計変数を目的の1点へ絞り込むために非常に有効である。
また、提示された設計変数では、物理的に目的を満足できないことがわかるなど、設計プロセス初期においても重要な役割を果たす場合も多い。一方で、最適化のためのサンプリングは、多くの解析ケースを実行する必要性があり、やみくもに設計変数を多くしないことと、高速に計算できる解析ソフトを選ぶことも重要である。

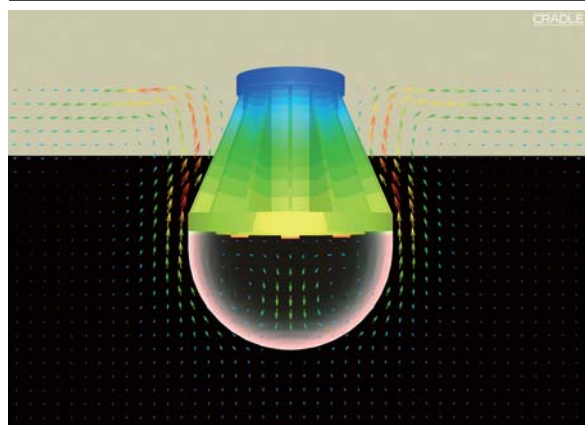
8 | ソフトウェアクレイドル事例集【放熱編】

照明機器向け放熱解析事例

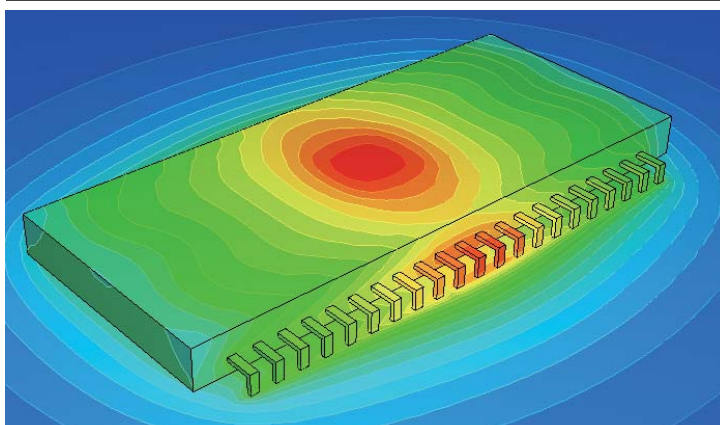
SCRYU/Tetra[®] 熱設計PAC[®] STREAM[®] 事例紹介



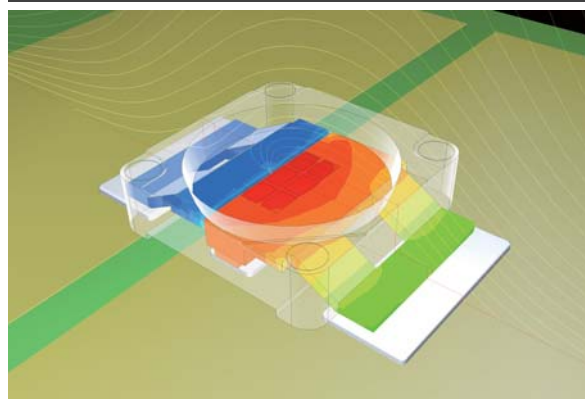
LED 電球 - LED Bulb



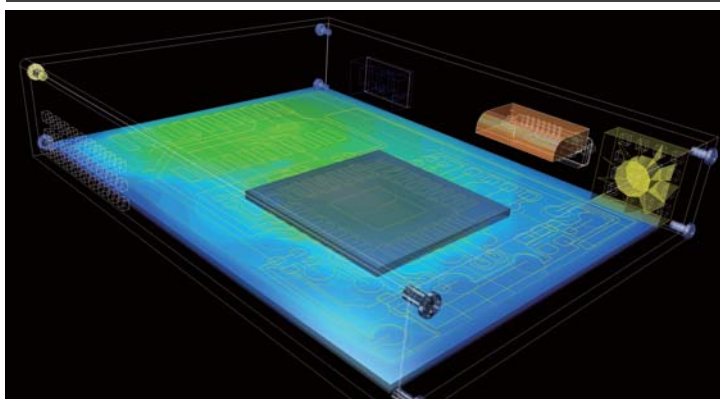
半導体 デバイス - Semiconductor Devices



LED デバイス - LED Devices



配線パターンの考慮 - Heat Dissipation Analysis considering Gerber Data



comment

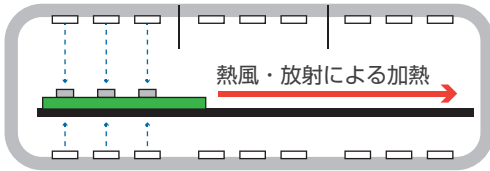
高集積のLSIやLEDなど、発熱量の大きく小型化が進む電子部品の熱をいかに効率よく放熱するかが、大きな課題となっています。省エネ、長寿命など高品質な製品開発において放熱設計は必要不可欠であり、シミュレーションで可視化することで、新たなアイデアを具体的に評価し、多くの検討を容易にします。

リフロー工程の基板温度予測とチップ立ちシミュレーション

『熱設計PAC®』と『SCRYU/Tetra®』を活用し、基板のリフロー工程を解析

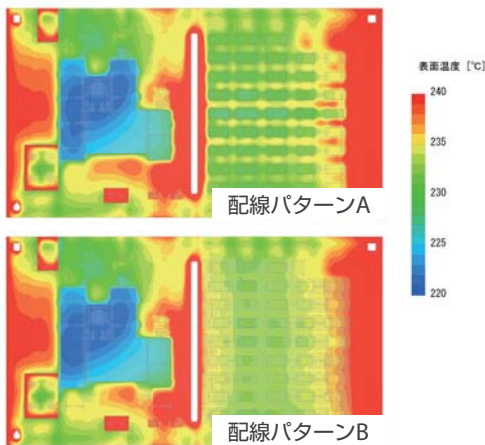
リフロー工程の基板温度解析(熱設計PAC®)

解析モデル

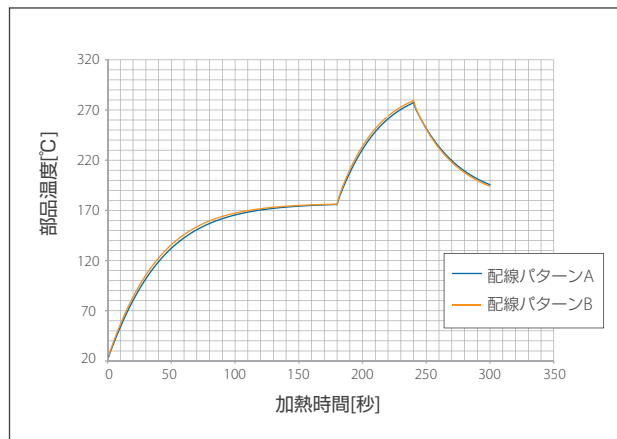


リフロー炉内の熱風、放射による加熱を再現した非定常熱流体解析を行う。配線パターンや部品の配置、材質を変更した解析が可能。

解析結果



200秒後の基板温度分布

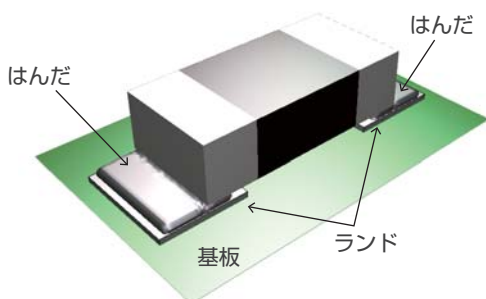


チップ抵抗器温度の時系列変化

▶▶ 配線パターンや部品配置による基板温度の変化が確認できる。

チップ立ちの解析(SCRYU/Tetra®)

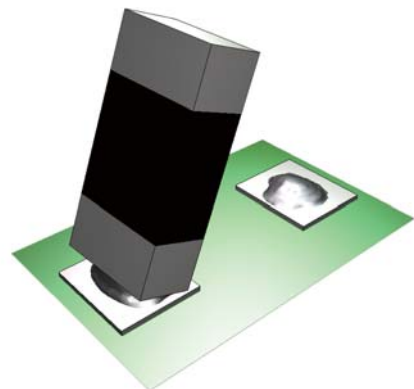
解析モデル



0402サイズ チップ抵抗器

溶融はんだの挙動をVOF法を利用して解析する。チップ抵抗器は、溶融はんだから受ける力によって並進及び回転する。溶融時間のズレやチップ抵抗器の位置ズレを条件として与える。

解析結果



comment

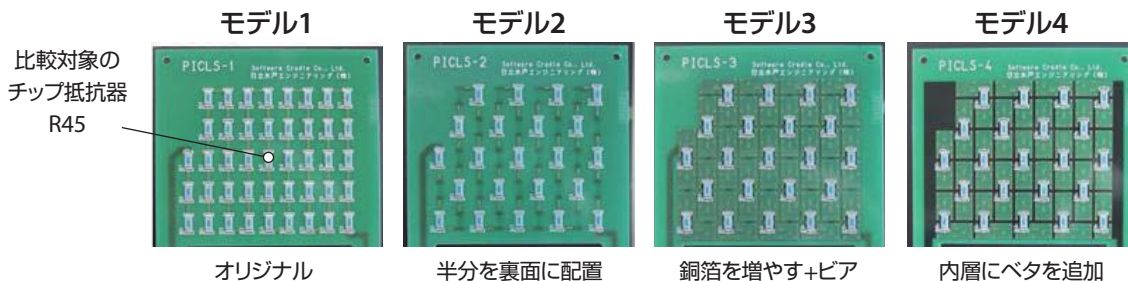
溶融はんだがチップ抵抗器に与える力からチップ抵抗器が立つ(マンハッタン現象)様子が確認できる。溶融時間やはんだ量、チップ抵抗器の位置を変更することが可能。

基板のレイアウト変更による温度低減予測と実測比較

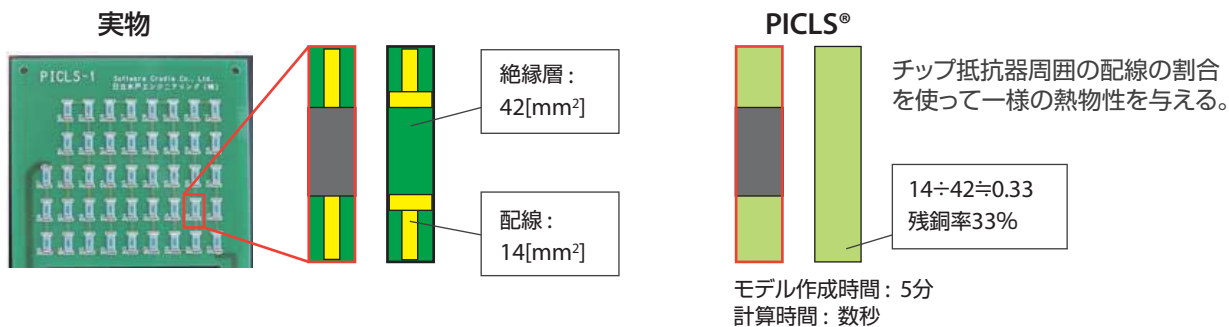
『PICLS®』を活用し、基板の熱解析を行いチップ抵抗器の温度を予測

プリント基板の熱解析

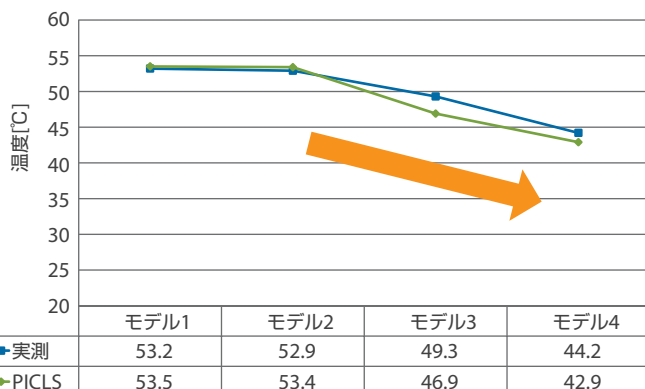
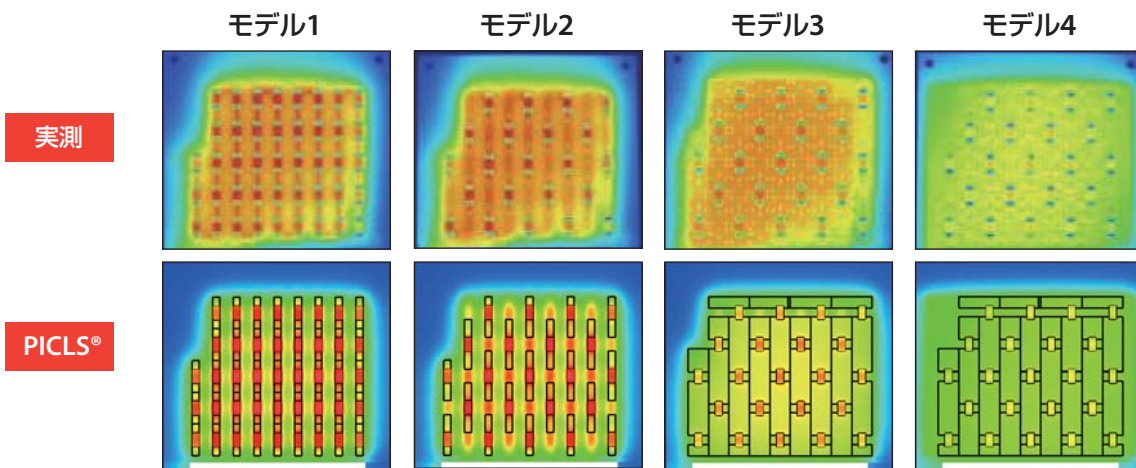
解析対象



モデル化



解析結果



comment

R45の温度グラフを見ると、実測もPICLSの結果もモデル1⇒2⇒3⇒4と温度が下がっており、モデル間の温度差の大まかな傾向を掴んでいる。

部品配置やサーマルビアなど基板レイアウトの比較検討を短時間で行うことが可能。