

「金属加熱過程の理解を支援する教育用コースウェア」



『金属の温度分布解析コースウェア (入熱モデル編)』

Version 0.1 (2025 年 10 月版)

株式会社 激光技術研究所
数値シミュレーションとコースウェア作成委員会

発行日 (例: 2025 年 10 月 8 日 発行)
著作権表記 (例: © 2025 Gekitech Labs Inc. All rights reserved.)
使用環境 (例: Microsoft Excel 2021 以降対応)

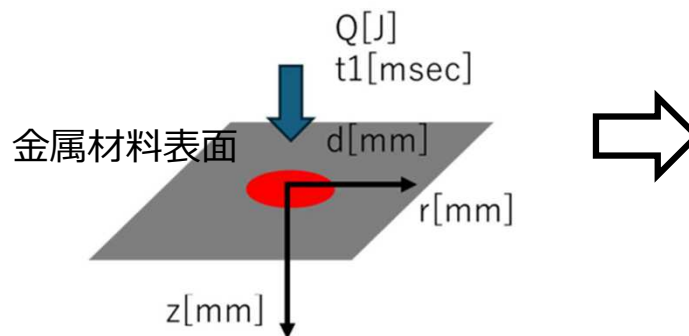
1

- 開発経緯
「入熱分布の違いが温度分布に与える影響を直感的に学ぶ」
- 主な特徴(Excel-VBAで動作 / 実行可能 / 視覚的表示)
 - ・自分で材料定数、形状パラメータを設定しシミュレーション
 - ・結果をもとに自分の目的のグラフを作って学ぶ

入熱条件入力画面と計算開始ボタン

計算	
半無限金属平板 (軸対称 r-z モデル) へ円形パルス熱源を与えたときの温度分布を有限差分法 (FTCS) で計算する	
熱伝導率 k	80 W m ⁻¹ K ⁻¹
比熱 c	450 J kg ⁻¹ K ⁻¹
密度 ρ	7860 kg m ⁻³
温度伝導率 $D (= k/\rho c)$ or 熱拡散率	2.26E-05 m ² s ⁻¹
融点 T_m	1811 K
沸点 T_b	3134 K
室温・ベース温度 T_0	298.15 K
熱スポット直径 d	2 mm
スーパガウシアン係数 m	1
付与エネルギー Q	100 J
照射継続時間 t_{cwise}	100 ms
平均パワー P_{avg}	1,000 W
中心面熱流束の目安	6.366E+08 W/m ²
半径方向解析域 R_{max}	3 mm
深さ方向解析域 Z_{max}	3 mm
格子間隔 Δr	0.1 mm
格子間隔 Δz	0.1 mm
タイムステップ Δt	100 μ s
出力時刻 t_{output}	200 ms

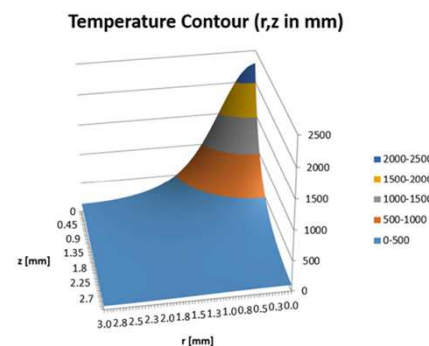
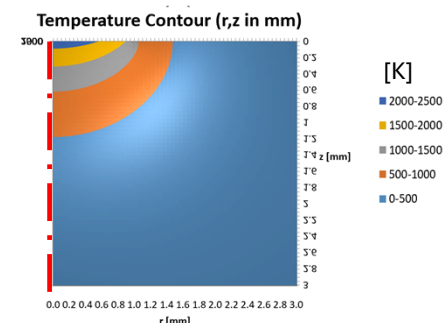
1=通常ガウシアン 20,50=トップハットライク分布



入熱条件の入力

シミュレーション

グラフによる可視化



操作画面と機能紹介

- 想定ユーザ： 技術者教育 工学系学生
- できること： 入熱条件設定・材質選択 ⇒ 結果グラフ生成・可視化 ⇒ Coordinate-systemで簡易表示 ⇒ ユーザーごとに必要なグラフをセルから作成

Excel中のデータだから自分で
目的のグラフを作れます！

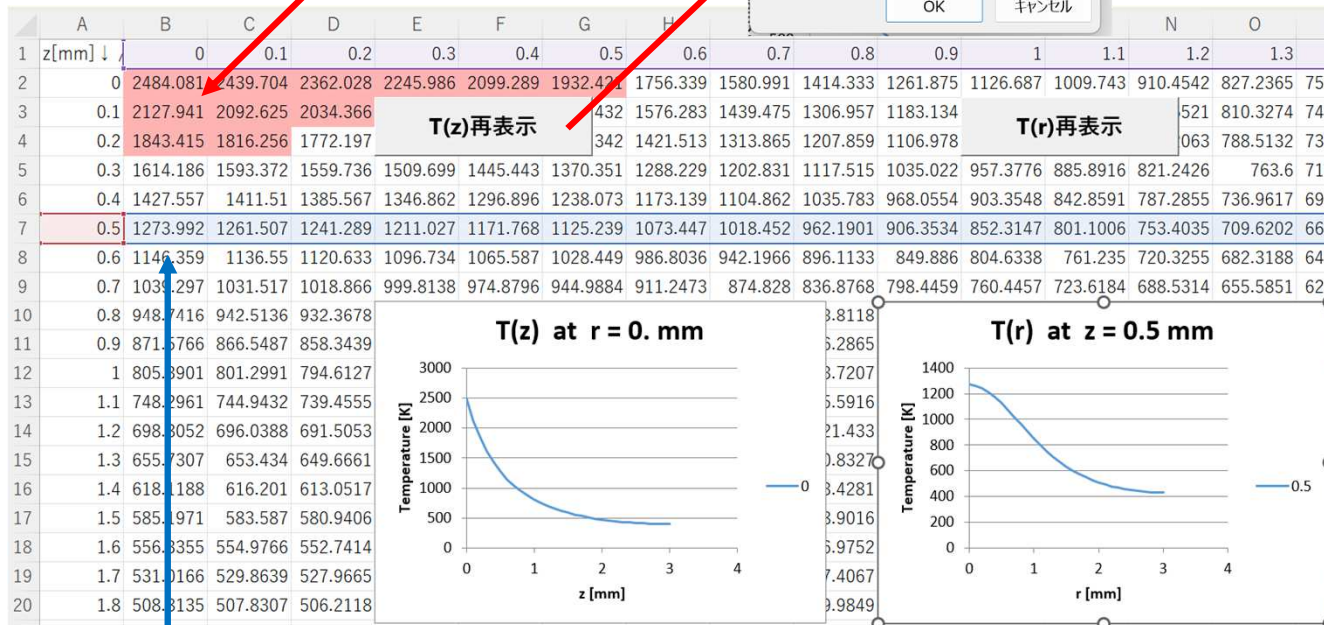
背景色赤は、融点に達した領域

ボタンのクリックで、ポップアップメニュー
座標パラメータを直接入力可能

T(z) のスライス位置 ? X

r [mm] を入力してください

OK キャンセル



行データ
列データ
を選択して
パラメータのr[mm]やz[mm]を変更して、
深さ方向の分布や軸ずれからの分布のグラフを更新することも可能

表面から深さ(z軸)方向の温度分布
中心からのずれは r [mm]

中心軸からずれ(r軸)方向の温度分布
深さの値z[mm]

熱伝導率 k	80 W m ⁻¹ K ⁻¹
比熱 c	450 J kg ⁻¹ K ⁻¹
密度 ρ	7860 kg m ⁻³
温度伝導率 D (= $k/\rho c$) or 熱拡散率	2.26E-05 m ² s ⁻¹
融点 T_m	1811 K
沸点 T_b	3134 K
室温・ベース温度 T_0	298.15 K
熱スポット直径 d	2 mm
スーパーガウシアン係数 m	1
付与エネルギー Q	100 J
照射継続時間 t_{pulse}	100 ms
平均パワー P_{avg}	1,000 W
中心面熱流束の目安	6.366E+08 W/m ²
半径方向解析域 $Rmax$	3 mm
深さ方向解析域 $Zmax$	3 mm
格子間隔 Δr	0.1 mm
格子間隔 Δz	0.1 mm
タイムステップ Δt	100 μ s
出力時刻 t_{output}	200 ms

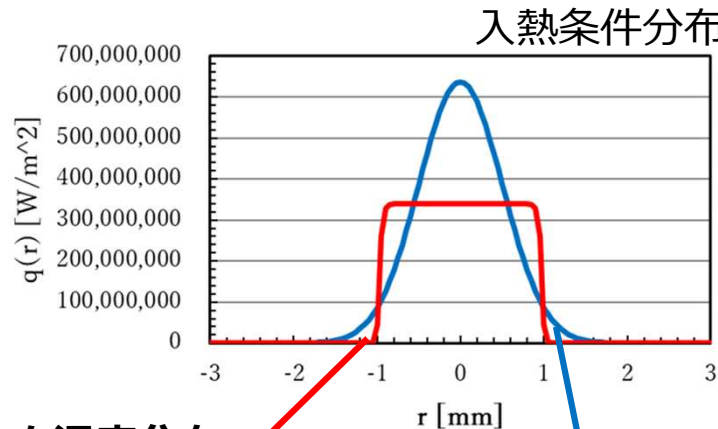
熱伝導率などの諸数値による
入熱
熱伝導
冷却
のバランスを可視化



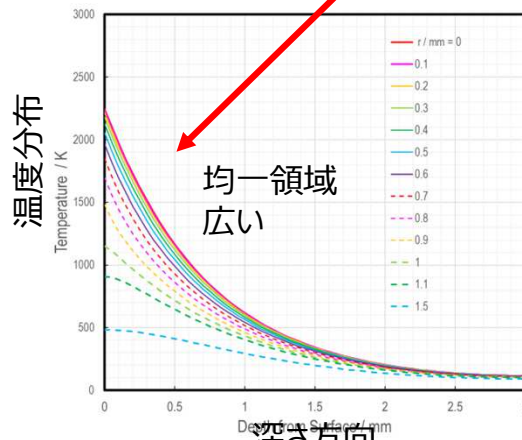
解析の可視化と学習効果

最新版では
リング形状ビームも
扱えるようになりました！

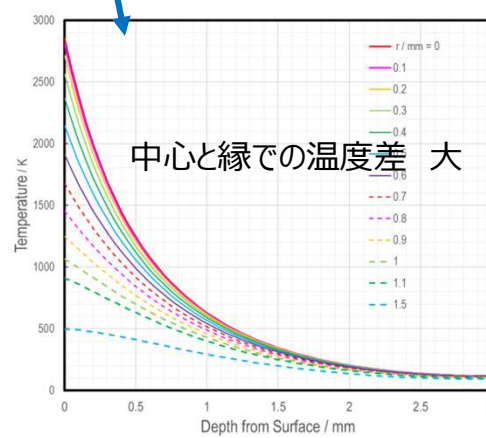
➤ ガウシアン vs トップハット分布 入熱



深さ方向温度分布

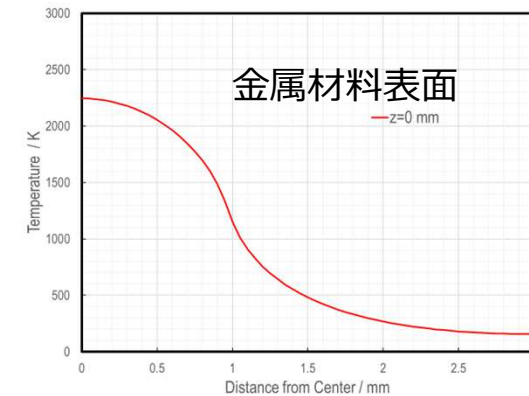


深さ方向
トップハットライク分布入熱
による温度分布

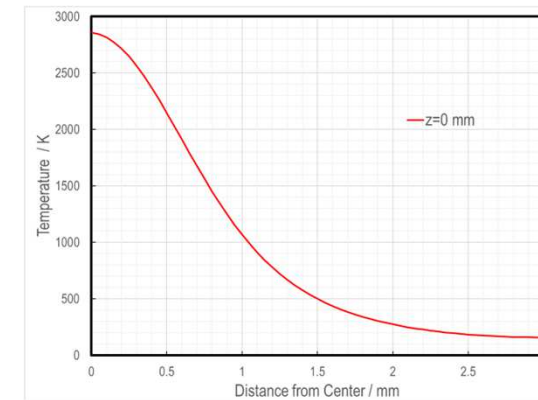


ガウシアン分布入熱
による温度分布

水平方向温度分布



トップハットライク分布入熱による
温度分布



ガウシアン分布に入熱による
温度分布

- パルス vs (擬似)CW (平均パワー同一条件)
- 熱の広がり方の直感的理解
- 各例題に対応したグラフ・温度分布マップ (カースケール付き)
- 材質(Fe, Al, Cu)の冷えやすさ比較

今後の発展と応用

➤ **まとめ**：「教育と研究の橋渡しとなる可視化ツール」

➤ **今後の展開**

- ・入熱モデルに続き、冷却過程もシミュレーション可能に！ (出来立てホヤホヤです！)。
- ・物性値の温度依存性を考慮した固相～液相モデル対応！ (検討中 Coming soon !)
- ・リング状入熱の記述に対応しました。 (Now available !)
- ・吸収率の温度依存を考慮したレーザー光による加熱シミュレーションに拡張予定
- ・技術者教育・工学系学生向けコースウェアとして公開予定