

新たな熱エネルギーマネジメントを 実現する高感度熱流センサ 「Energy flow」のご紹介

トヨタ自動車株式会社

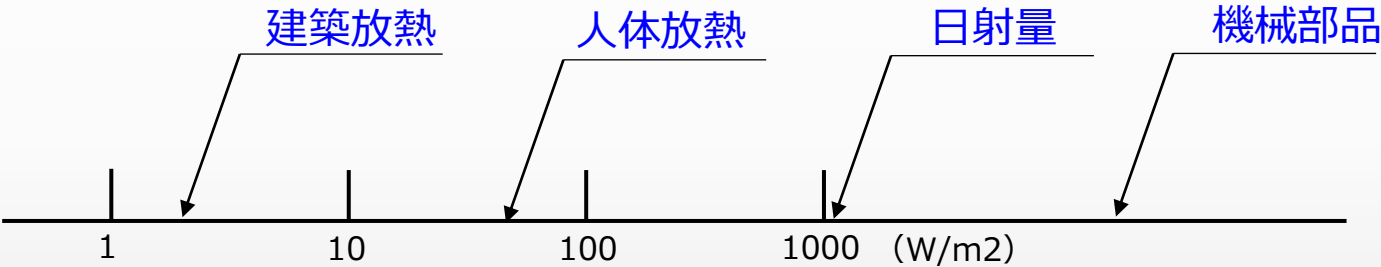
目次

- 熱流とは、熱流のイメージ
- 熱流センサEnergyflowの構造・原理・設計製造
- 熱流センサEnergyflowの仕様・性能
- 計測事例
- まとめ

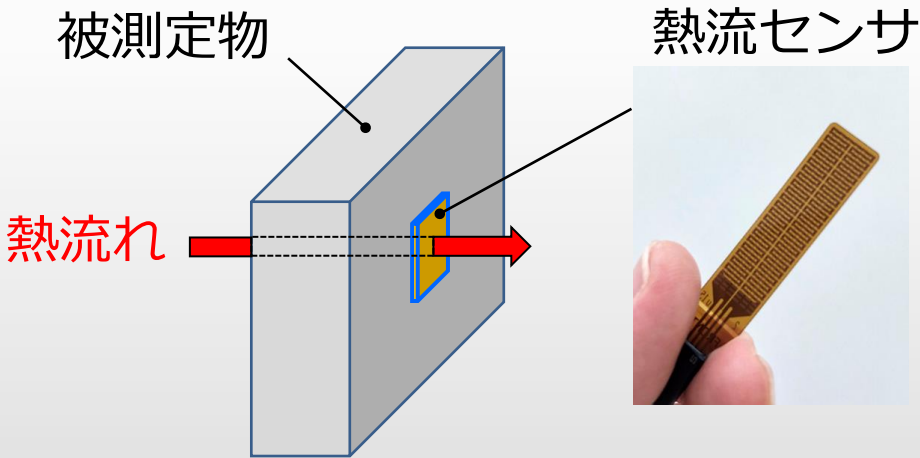
熱流とは

熱流は熱の移動量&方向を示すもので、単位時間・単位面積当たりを通過するエネルギー (W/m²)

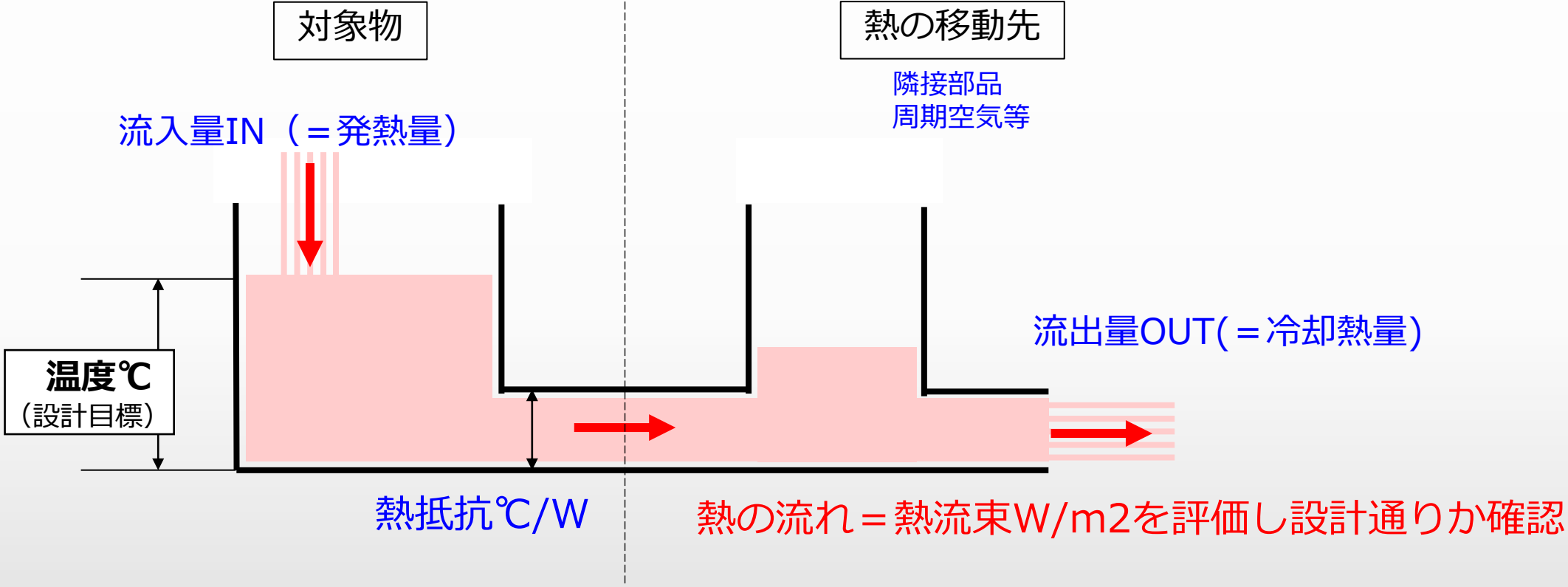
(参考) 【世の中の熱流量】



- ・建物壁からの放熱 : 10 W/m²
- ・人体からの放熱 : 40 W/m²
- ・窓ガラスからの放熱 : 50 W/m²
- ・窓ガラス (車両) からの放熱 : 100 W/m²
- ・日射量 : ~1000 W/m²
- ・機械部品 : 数千~数万以上 W/m²

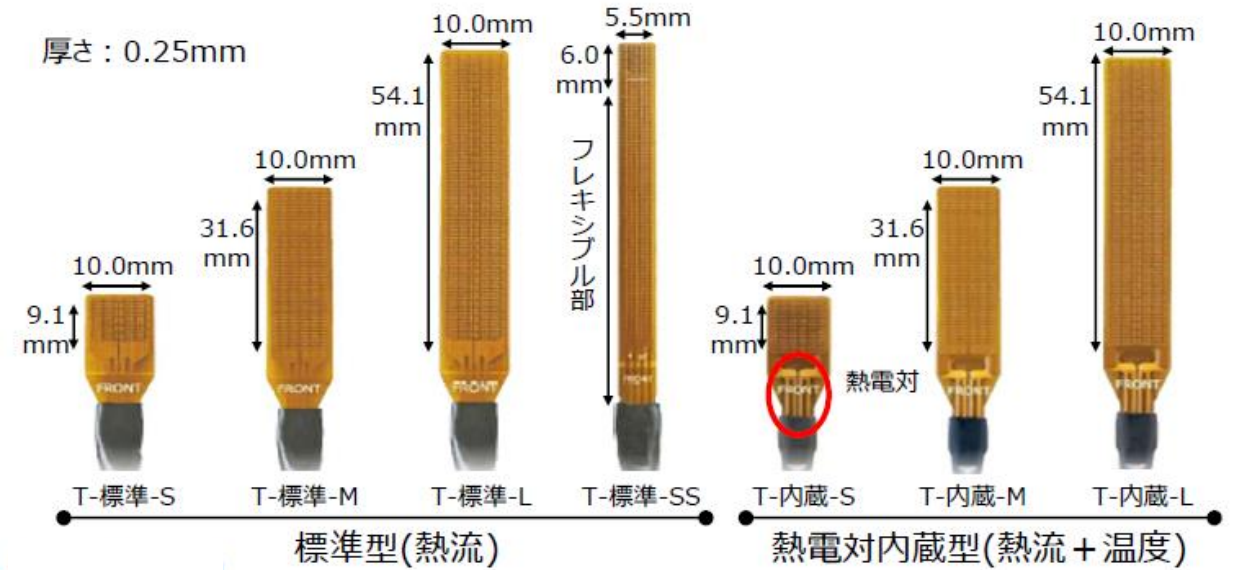


熱流のイメージ (水の流れを基に)

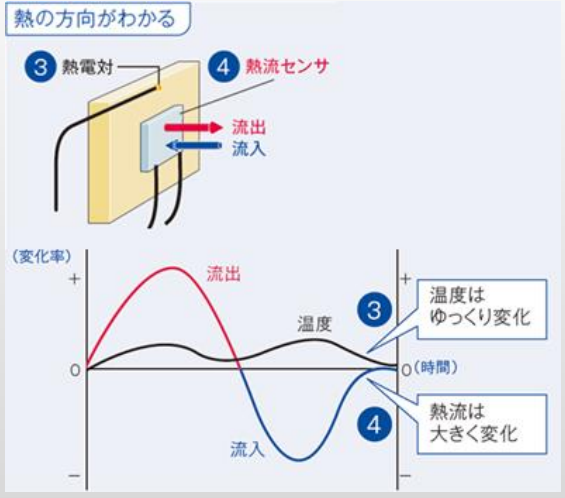
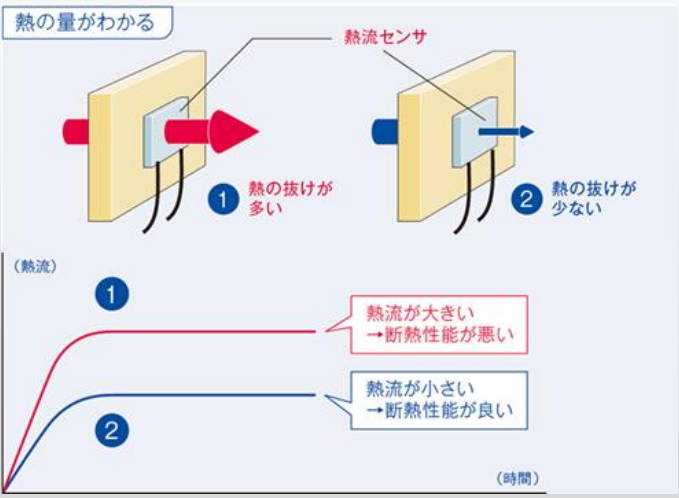


部品の温度上限を超えないよう、発熱量を基に熱抵抗を設計する

熱流センサ Energyflow



熱流のみの「標準型」と
熱電対内蔵の「内蔵型」の2種



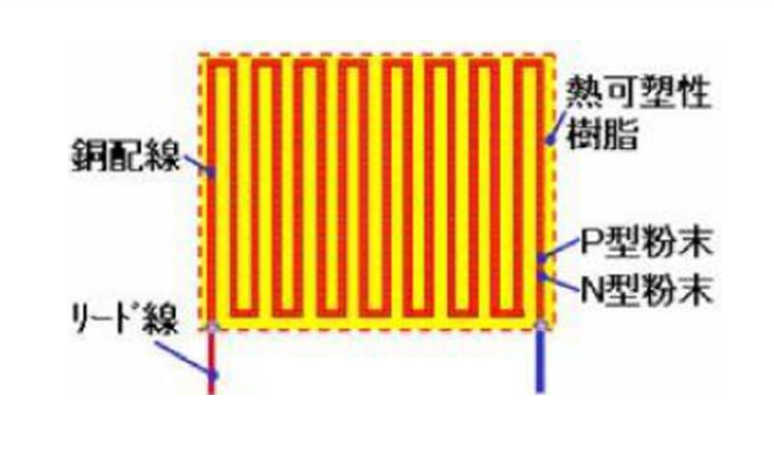
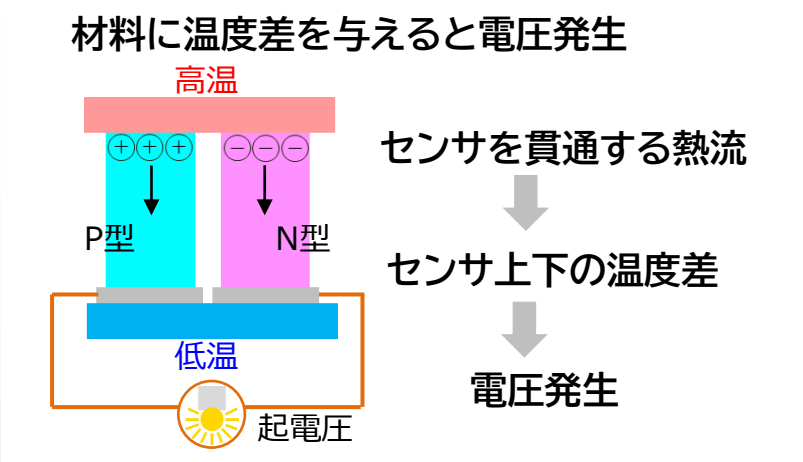
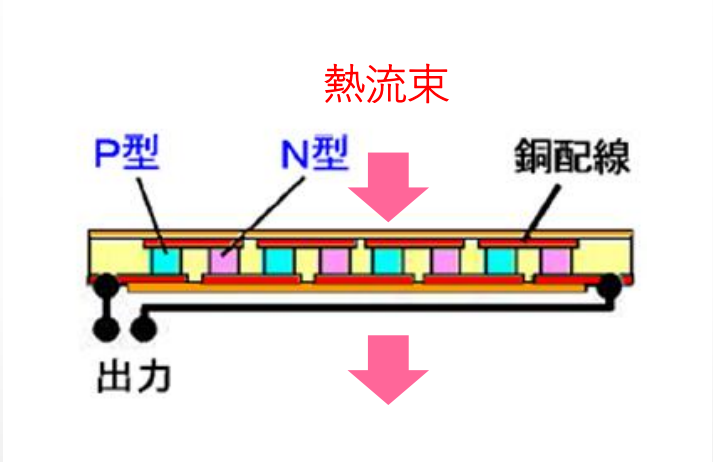
熱流束の絶対量と方向が分かる

熱流センサ Energy flowの計測原理

断面イメージ

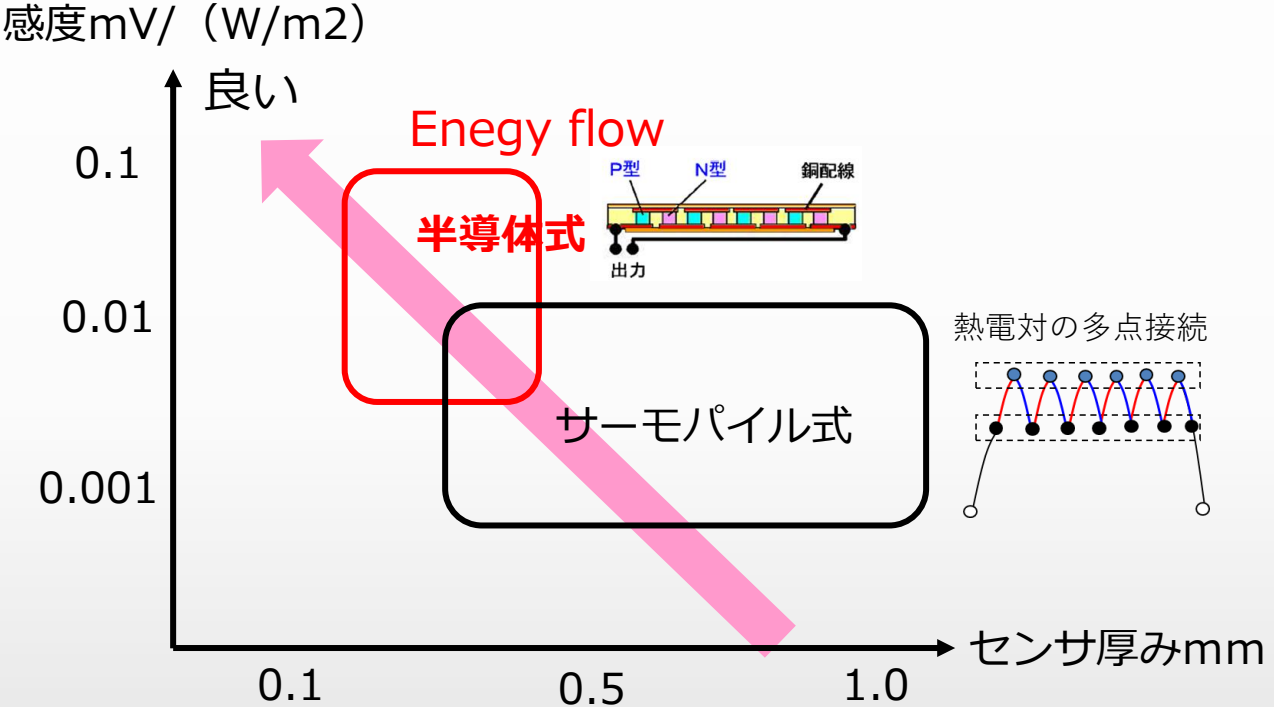
ゼーベック効果

センサ回路パターン例



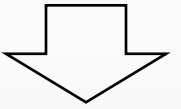
熱流 \propto 上下面温度差 \propto 起電圧 (P、N型半導体直列配置で感度増幅)

補足. 熱流束センサの方式



計測に必要な要件

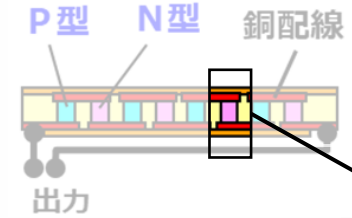
高感度 (熱流値: 小)
薄さ (厚みが外乱)



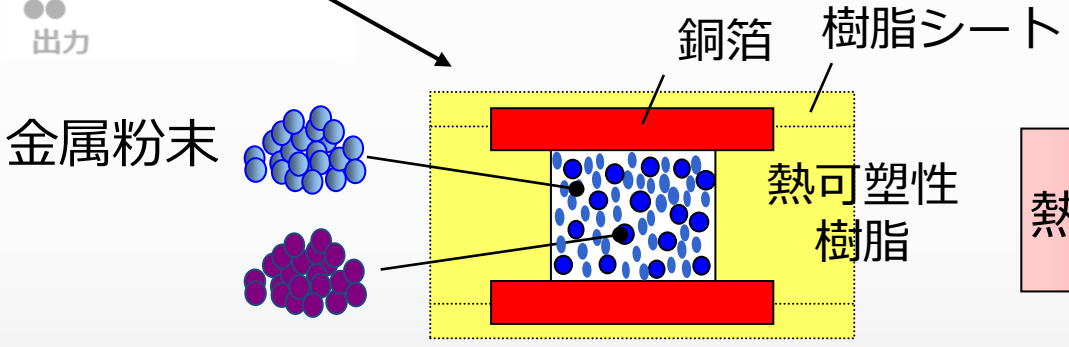
薄さと感度の両立

半導体式のセンサで薄さと感度を両立

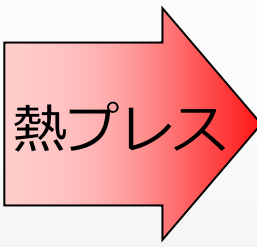
熱流センサ Energy flowの製造技術



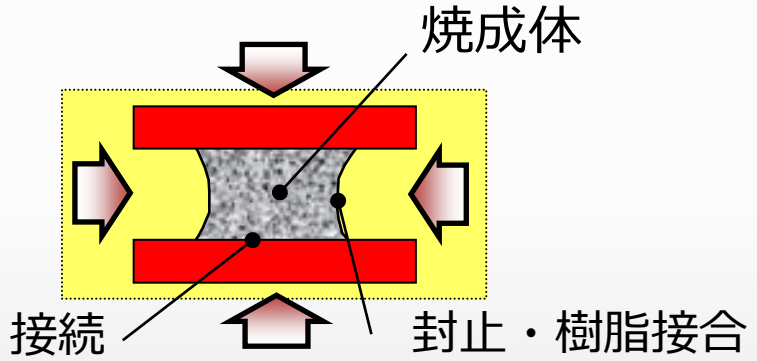
①粉末技術



専用設備で微粉末合金化
⇒低温低圧焼結を実現



②プレスによる接合技術

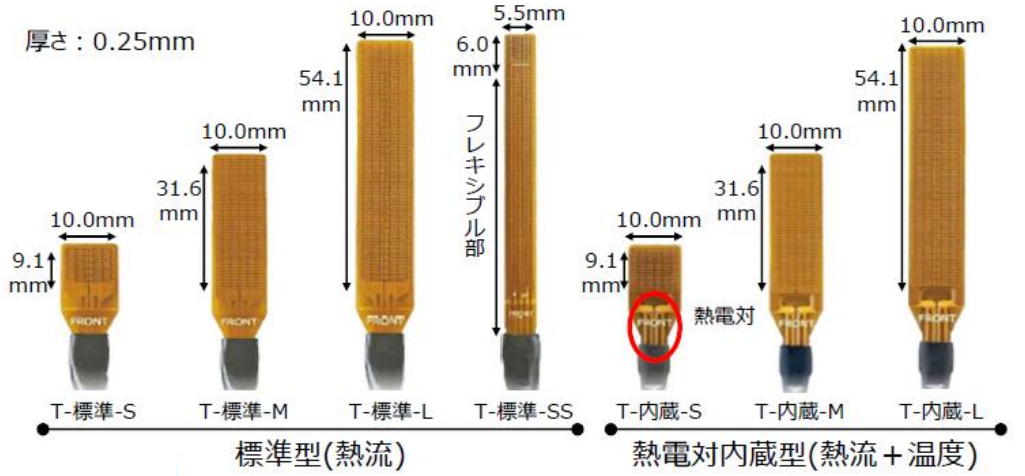


熱電材料を熱可塑性樹脂
による等方圧縮にて焼結化
⇒3つの役割を同時に実施

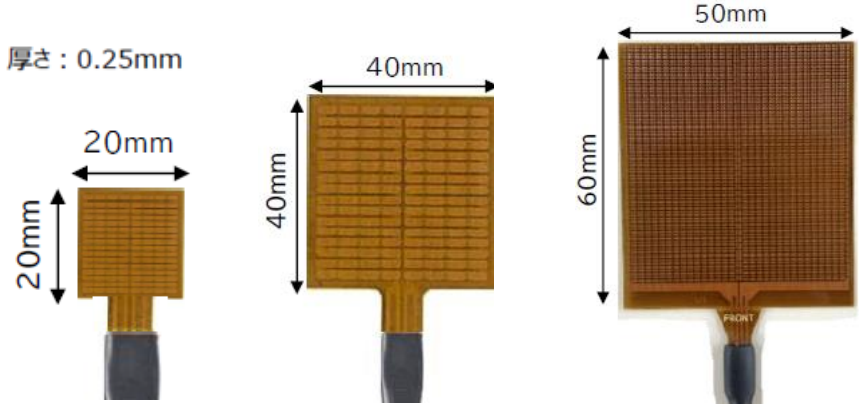
熱可塑性樹脂を圧力媒体とする粉末冶金技術で熱電素子性能確保

熱流束センサ Energy flowの仕様

量産タイプ



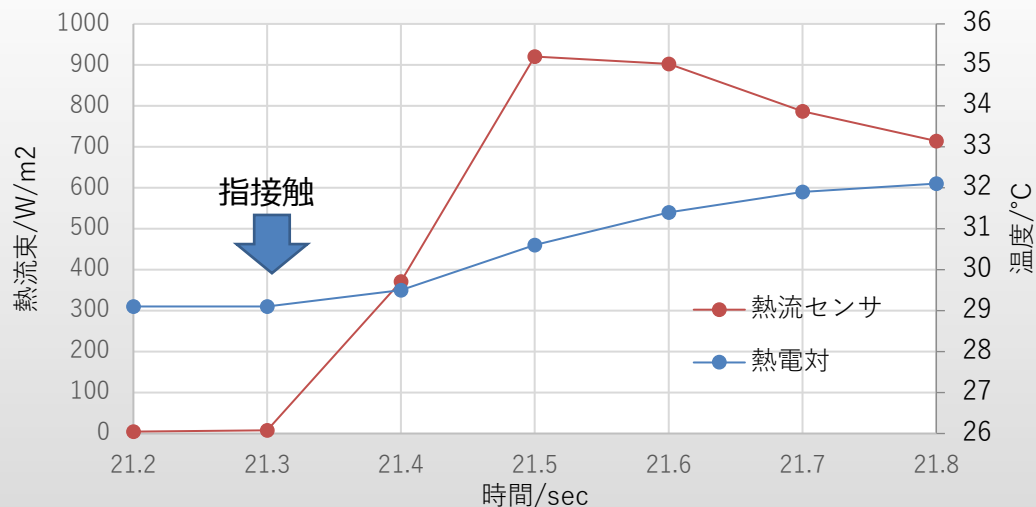
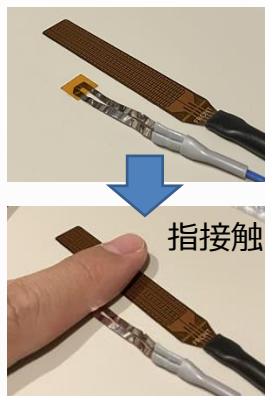
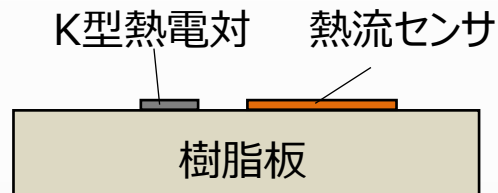
特注タイプ



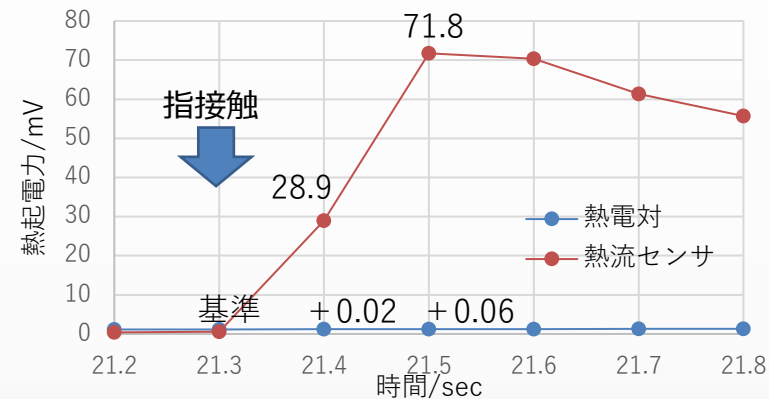
		代表値
感度	Sサイズ	0.01mV/(W/m ²)
	Mサイズ	0.04mV/(W/m ²)
	Lサイズ	0.08mV/(W/m ²)
	SSサイズ	0.003mV/(W/m ²)
感度繰り返し性		±2% (感度測定固定の繰り返し)
使用温度範囲		-40℃ ~ +150℃
最小曲率半径		30mm
耐圧縮応力		4MPa
防水性		IPX6、IPX7
熱抵抗		0.0013m ² K/W

熱流センサと熱電対の比較

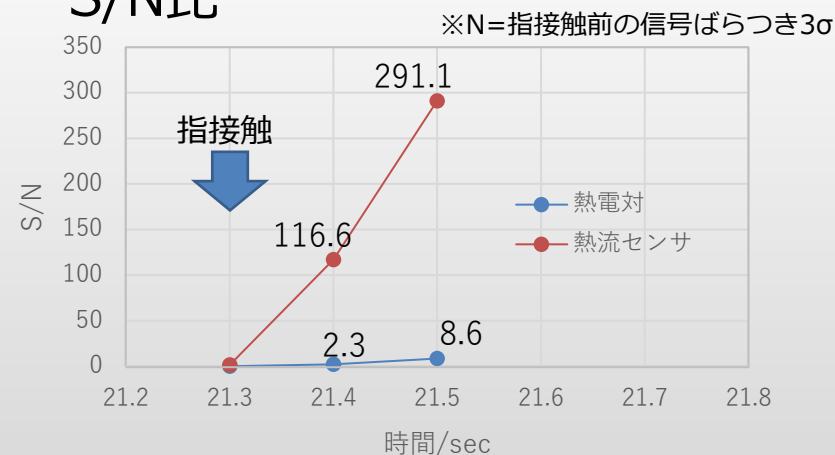
指でセンサに触れ、
熱流を発生させて信号を評価



熱起電力



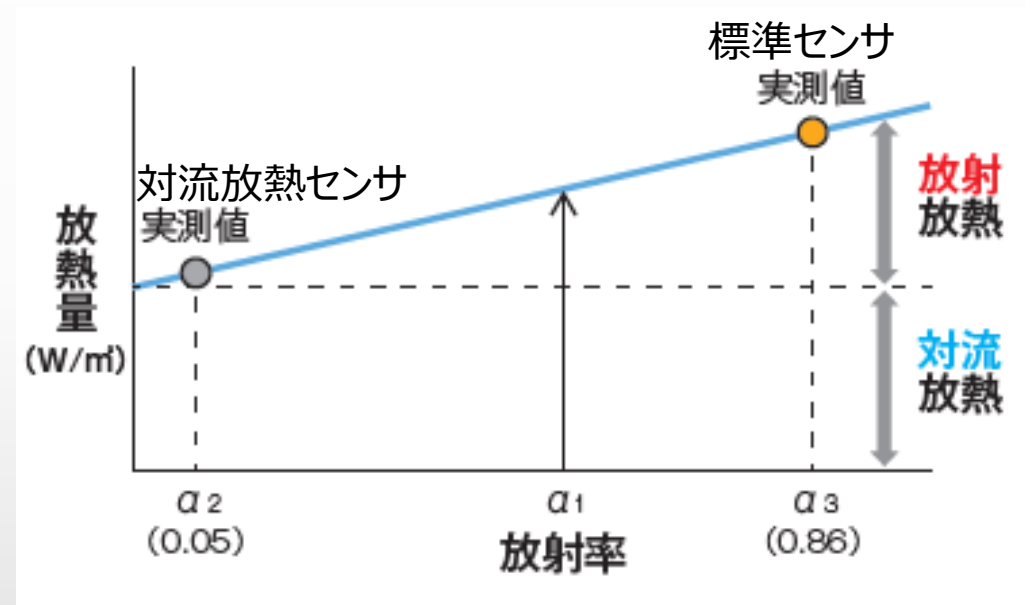
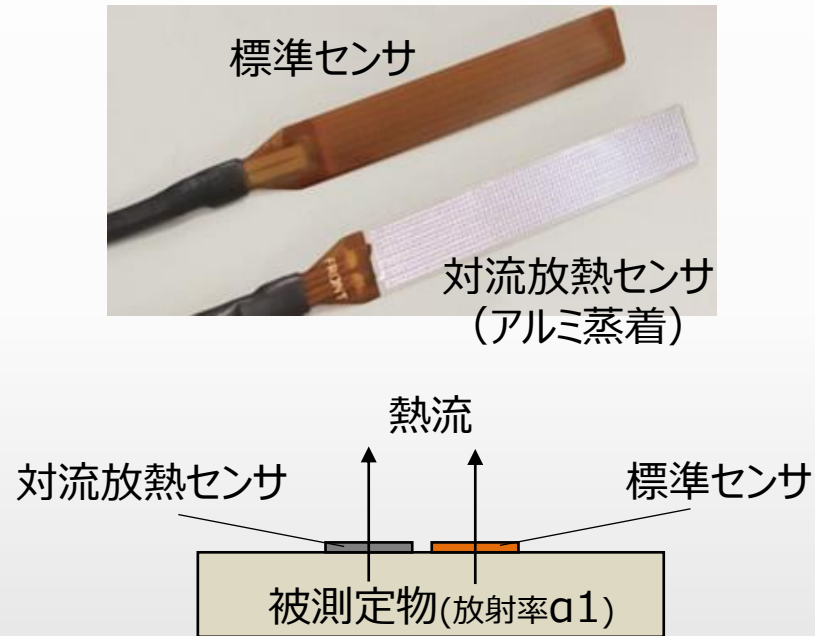
S/N比



熱流センサの方が感度が良く、早期に熱変化の信号検出可⇒異常検知に可能性有り

対流放熱と放射放熱の切り分け

放射率の異なる2種のセンサを用いて対流・放射を分離

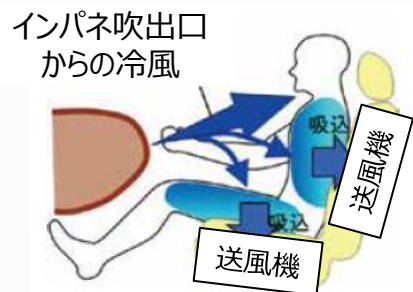


放射率ゼロ = 対流放熱を算出し、総熱流束から放射放熱を導出

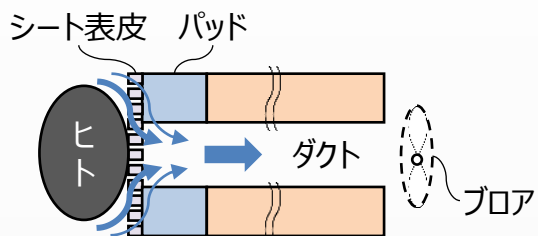
事例1. シートベンチレーション稼働時の熱流評価

【目的・対象】

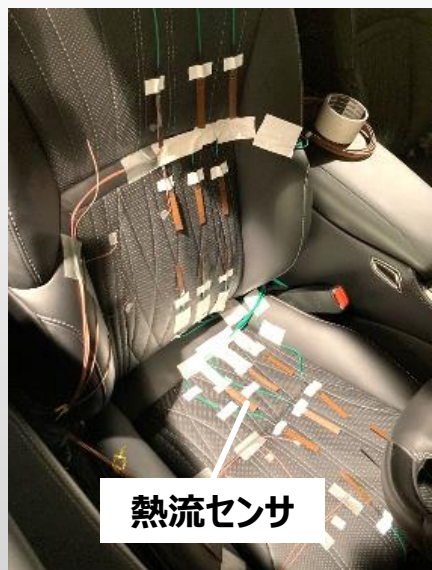
SVSの実力把握、官能と紐づく良否判断指標の検討



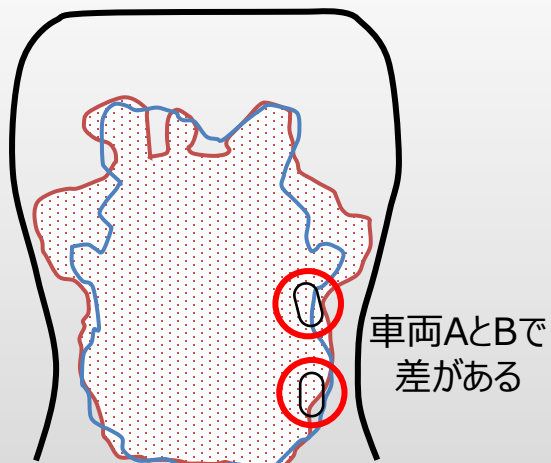
シートベンチレーションシステム(SVS)



風流れイメージ



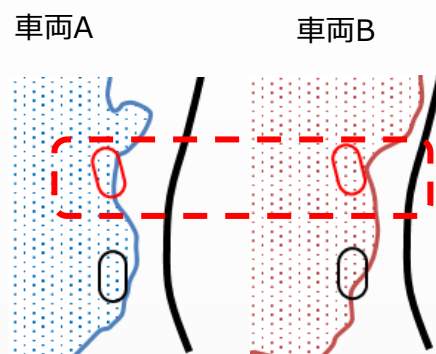
熱流センサ



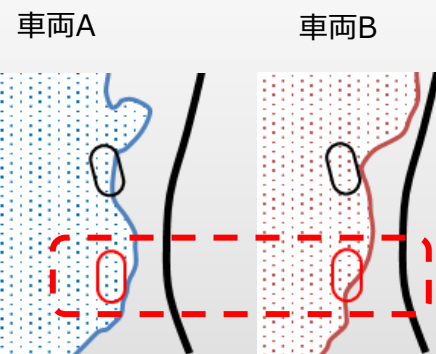
車両AとBで
差がある

ダクト孔位置(一部のみ記載)
と接触範囲

【評価結果】

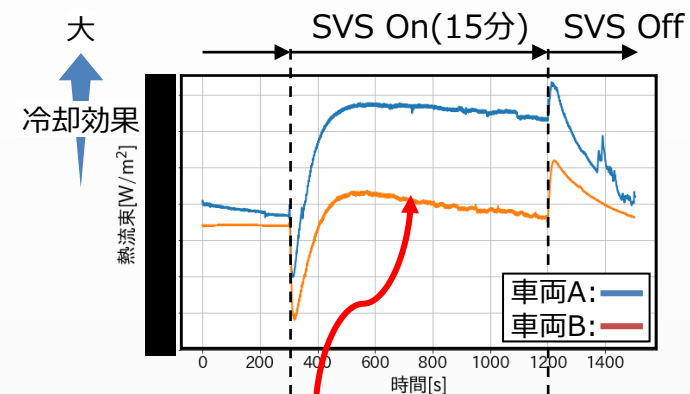


ダクト孔閉塞

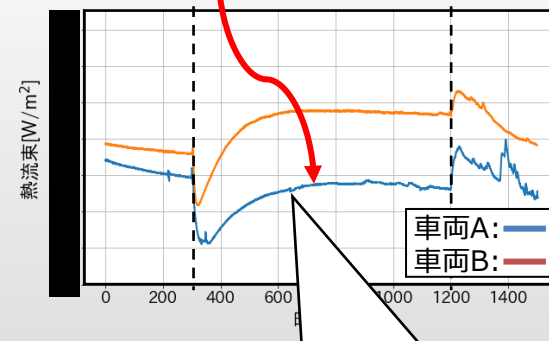


ダクト孔閉塞

- ダクト孔 : ○
- 接触範囲(車両A) : ○
- 接触範囲(車両B) : ●



ダクト孔が完全に閉塞状態
→風流れが抑制され冷却効果低下

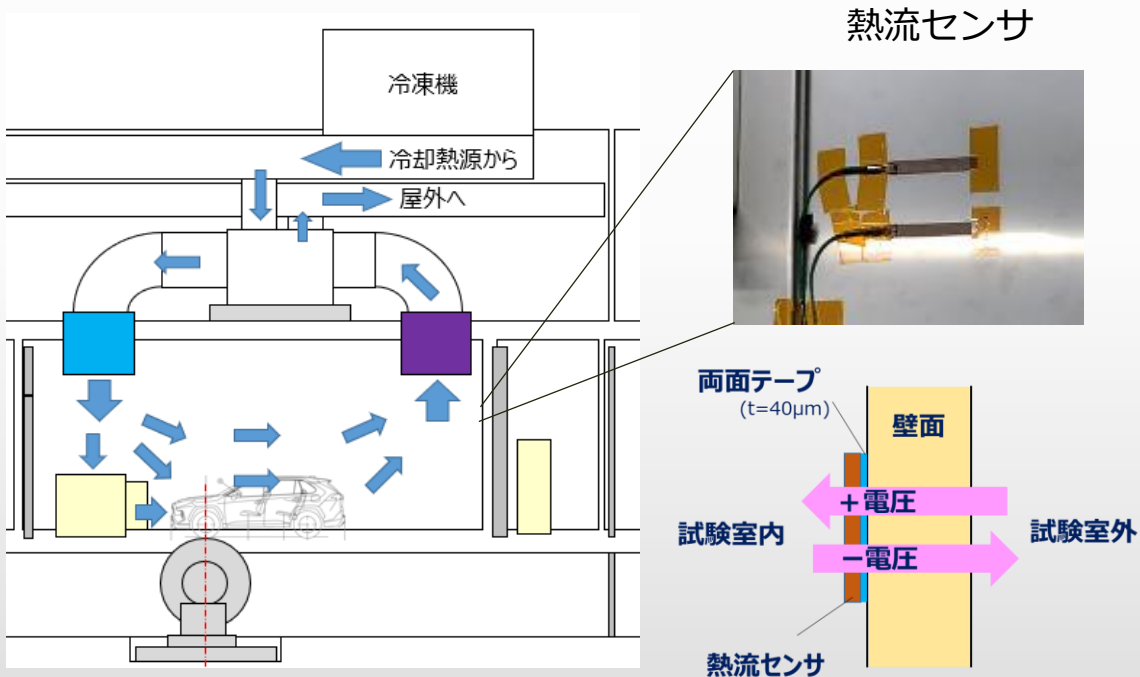


官能コメント：
車両Aの方が骨盤付近に熱がこもる

事例2. 低温環境試験室の壁面貫通熱評価

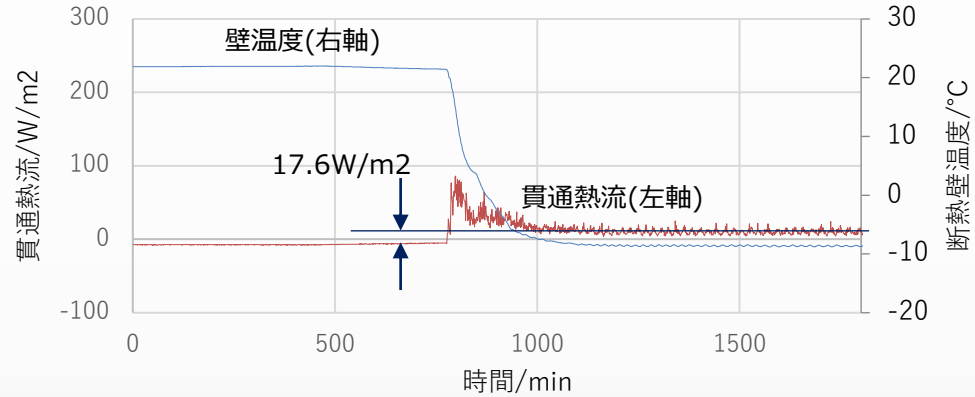
【目的・対象】

寒冷地を模擬した低温環境試験室での
断熱壁の貫通熱流計測(雰囲気RT⇒低温)

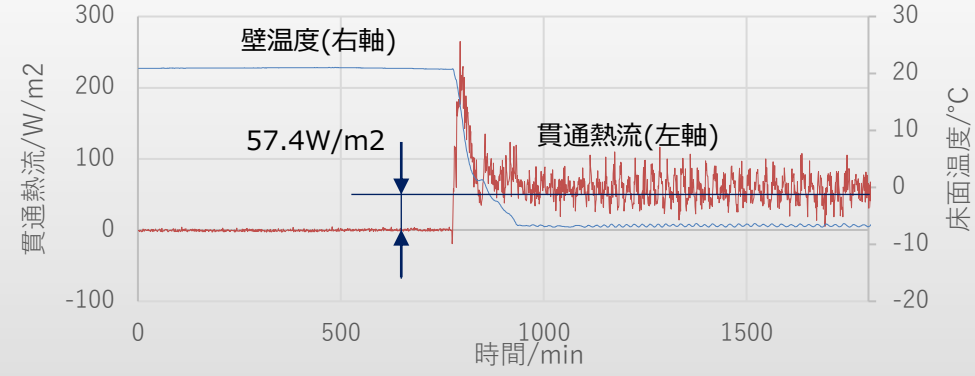


【評価結果】

【壁面:断熱パネル135mm部】



【床面:断熱材無し部】

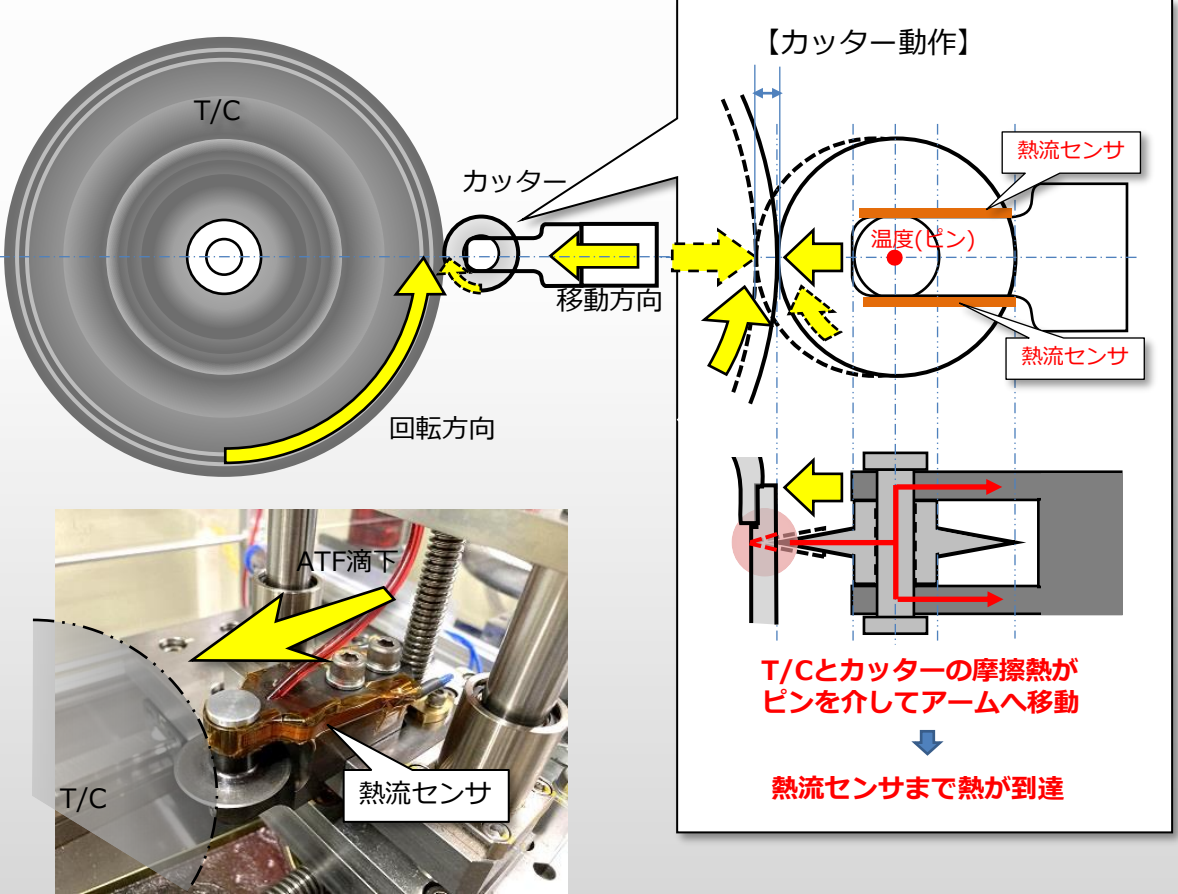


建物の断熱材有無による貫通熱流の差を定量化

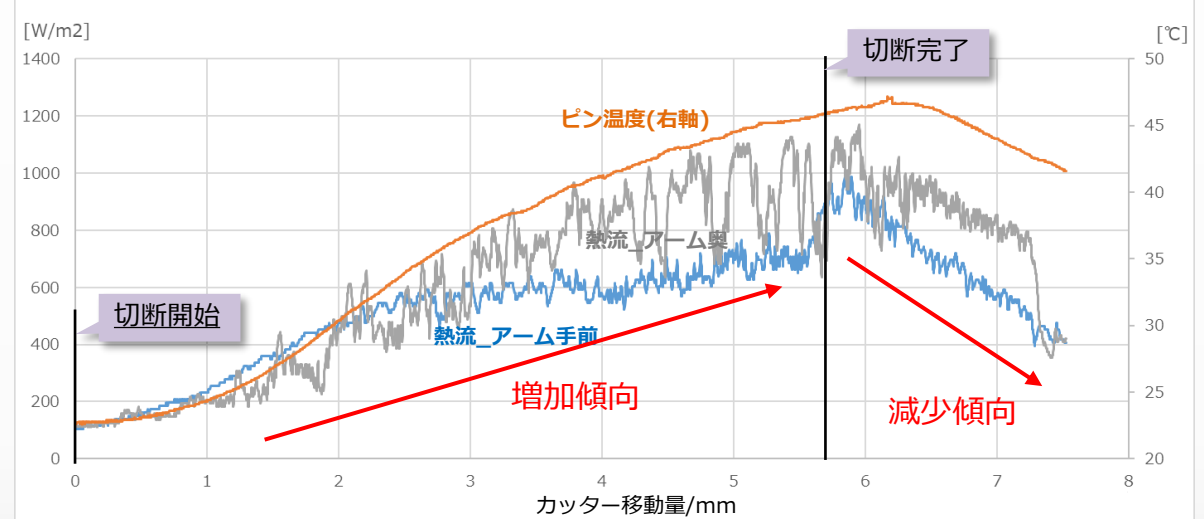
事例3. 機械部品の切断状態の見える化

【目的・対象】

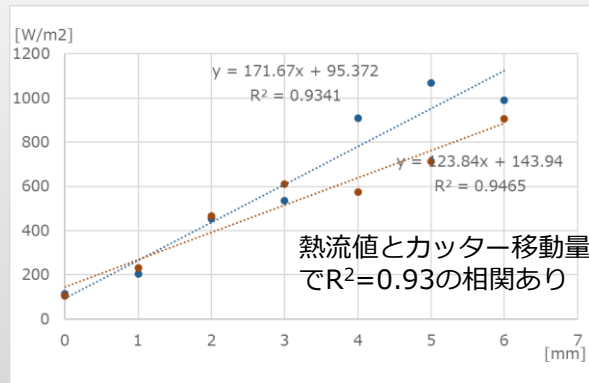
トルクコンバータ (以下T/C) 筐体外周を切断する
切断時の刃具の押付け状態をモニタし異常検知する



【評価結果】



カッター移動量-熱流値の相関

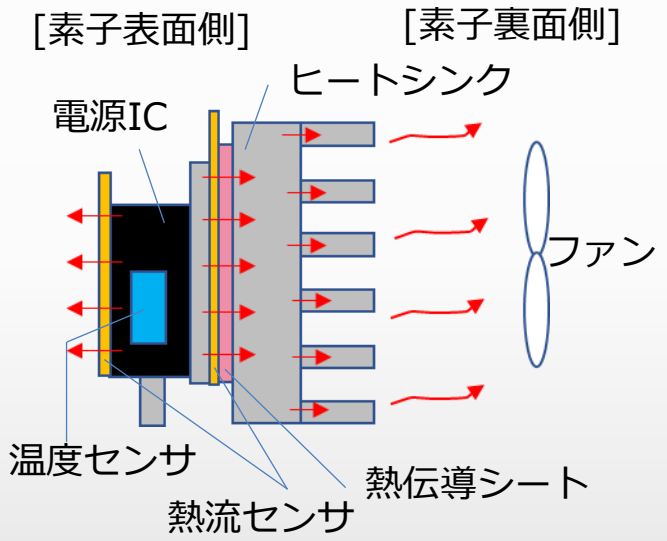
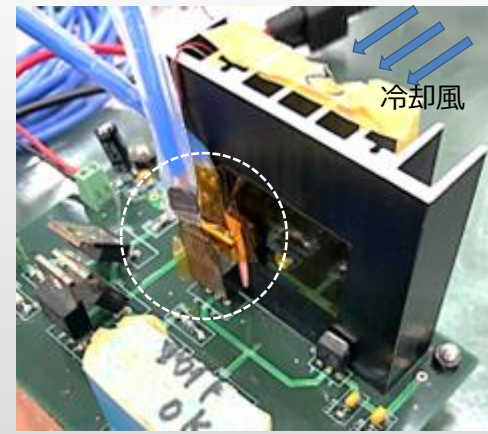
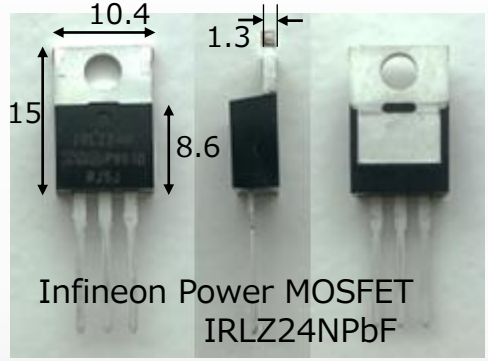


熱流値をモニタすることで異常を検知できる可能性有り

事例4. 電源ICの放熱性能評価

【目的・対象】

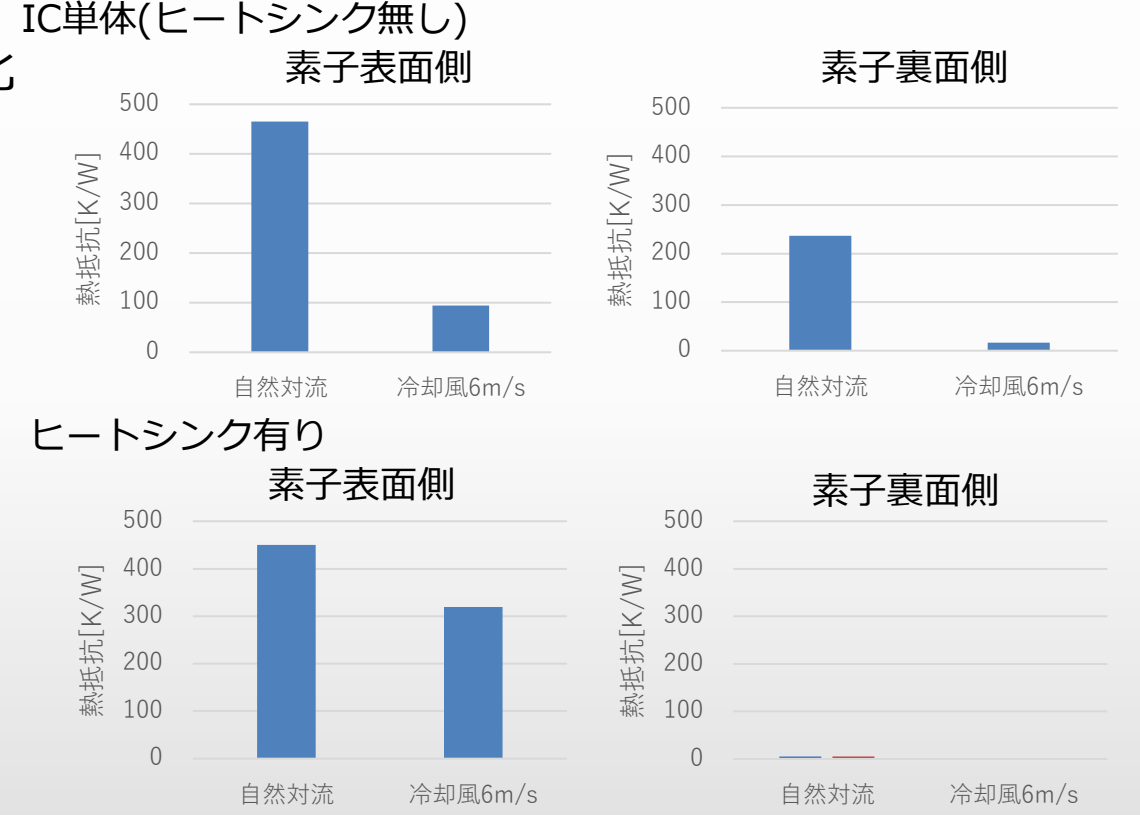
電源IC放熱性能の評価
ヒートシンク、強制対流の場合の冷却性能差を見える化



- ・通電0.8A×12V
- ・ファン 6m/s
- ・雰囲気24℃
- ・条件 ファン、ヒートシンク有/無

【評価結果】

※素子温度と空気温度、熱流束から熱抵抗算出
※センサおよび接着層(熱伝導シート含む)の熱抵抗は減算済



- ・素子から空気までの熱抵抗を定量化
- ・IC単体×冷却風有りが最も冷却性能が高い
(今回の条件ではヒートシンク有り×冷却風有りは素子表面側の熱抵抗が高い)