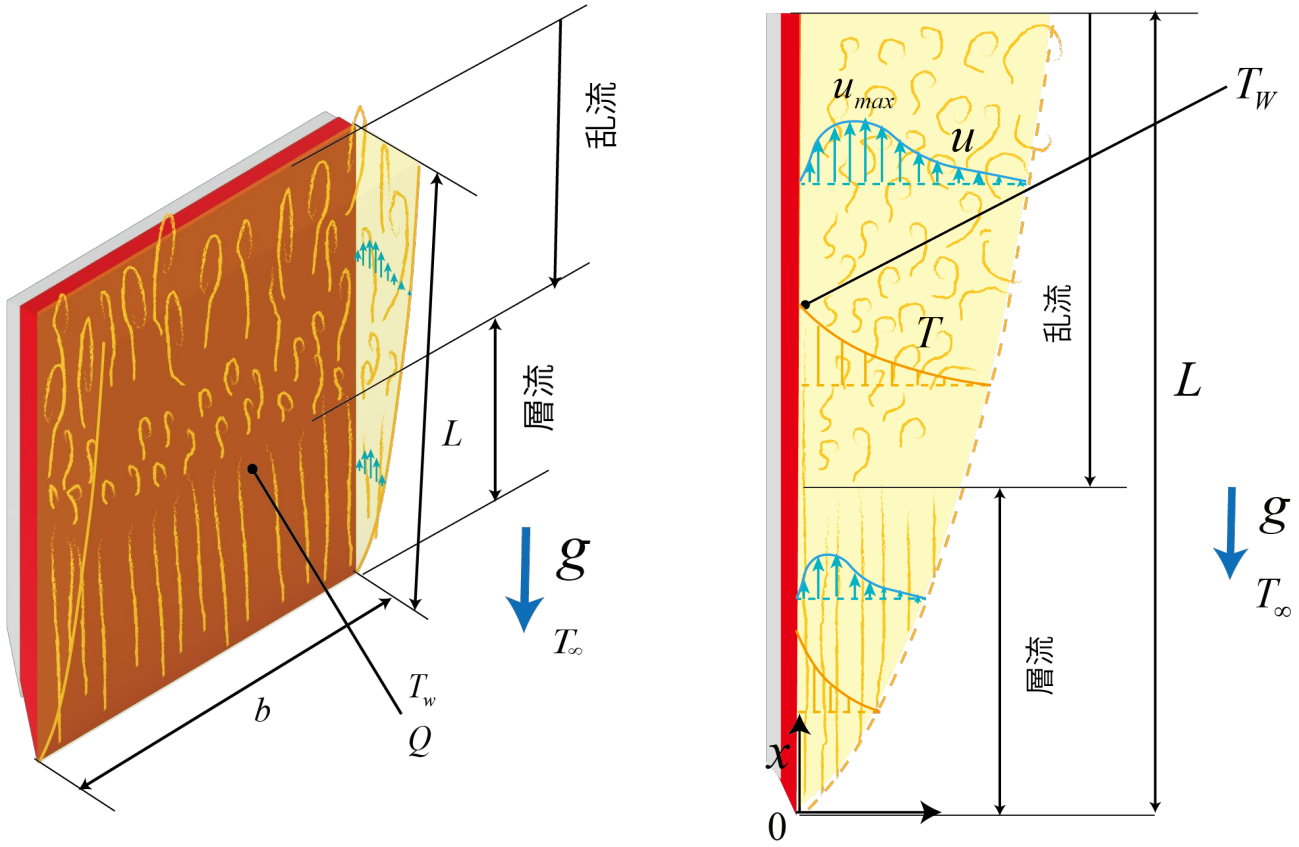
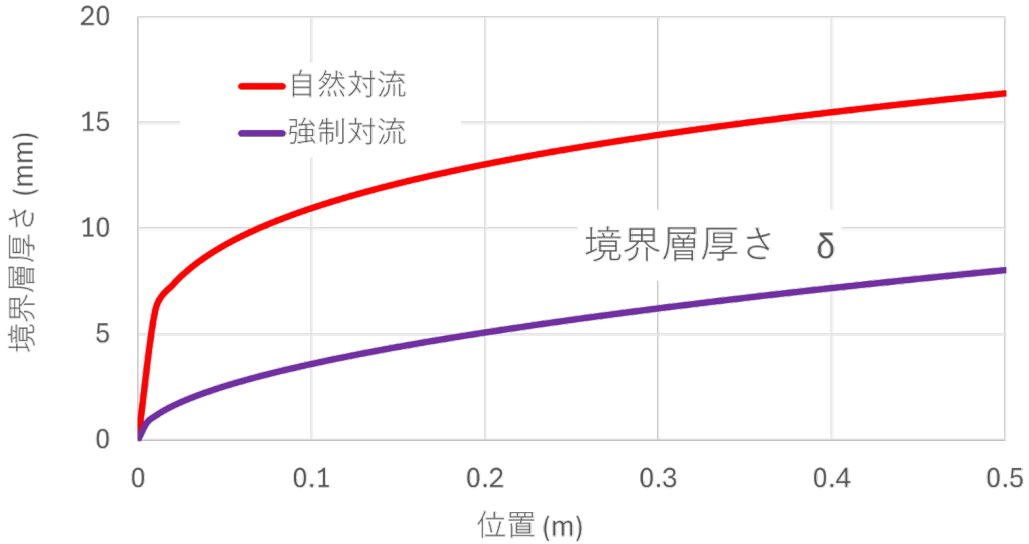
技術者と研究者に向けた伝熱工学の基礎と応用

第3章　対流熱伝達　③

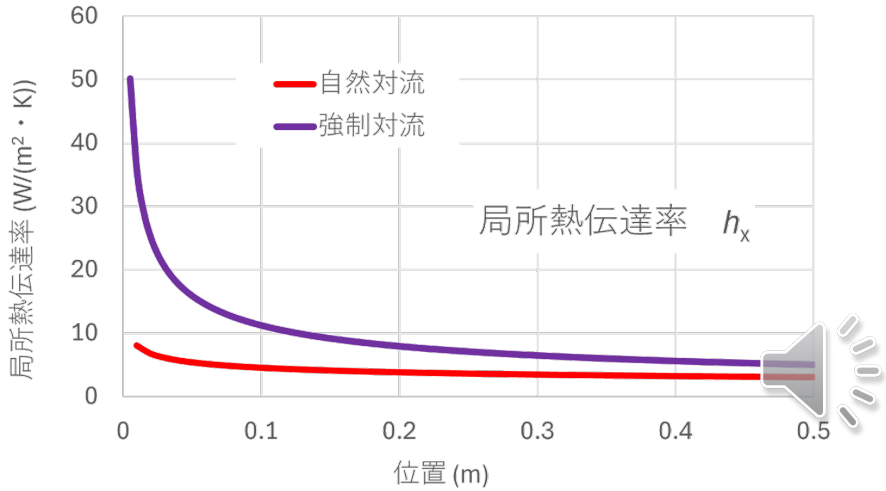
3-3.　自然対流熱伝達の様相



鉛直平板周りの自然対流熱伝達と流動



境界層厚さの比較

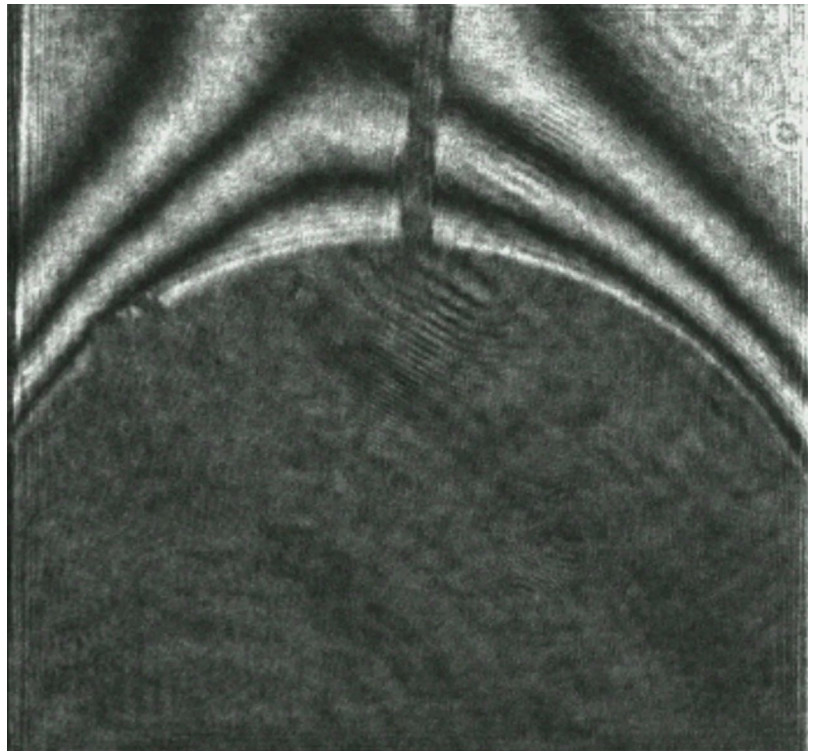


局所熱伝達率の比較

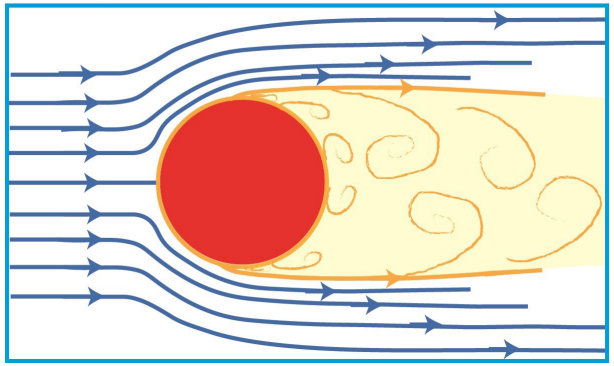
前回の内容

第3章　対流熱伝達　②

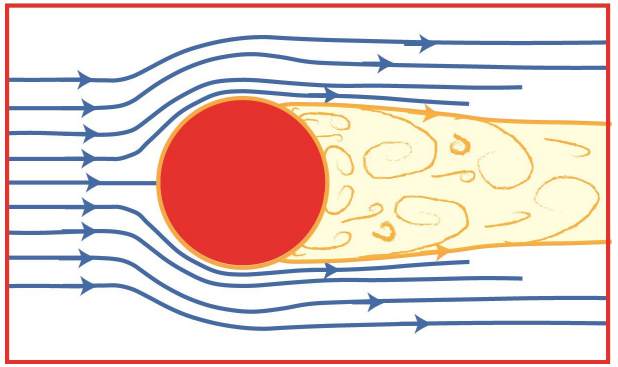
3-2.　強制対流熱伝達と流動



加熱された円柱流れの剥離点移動



層流剥離の流動状況



乱流剥離の流動状況

第3章　対流熱伝達

3-1.　対流熱伝達の概要
3-2.　強制対流熱伝達と流動の様相
3-3.　自然対流熱伝達の様相
3-4.　熱流動の無次元表記
3-5.　強制対流の流動と伝熱の定式化
3-6.　自然対流の熱伝達の定式化
3-7.　解析ソフトを使った伝熱計算



自然対流熱伝達の概要

静止流体中に高温の物体を置くと、物体に接する流体は加熱され、遠方の流体よりも密度が減少して浮力が生じる（アルキメデスの原理）。その結果、物体周りに上昇流が生じる。

このような現象を自然対流(natural convection)または自由対流(free convection)という。

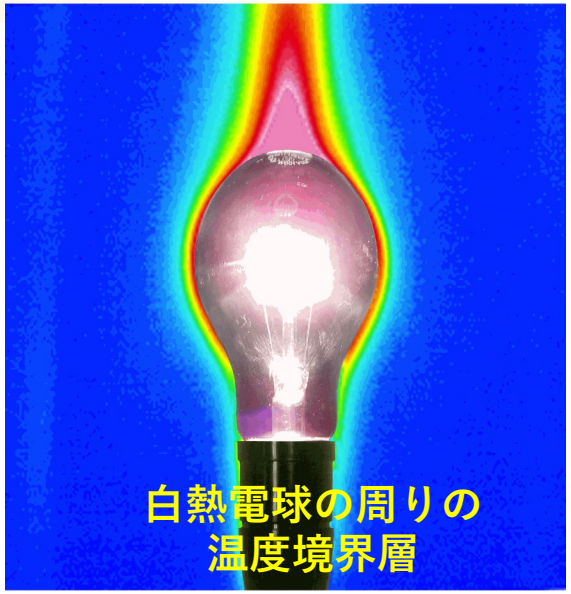
実際の自然対流を光干渉計で計測した動画を示す。実際の現象では浮力による境界層は揺らいでいる。

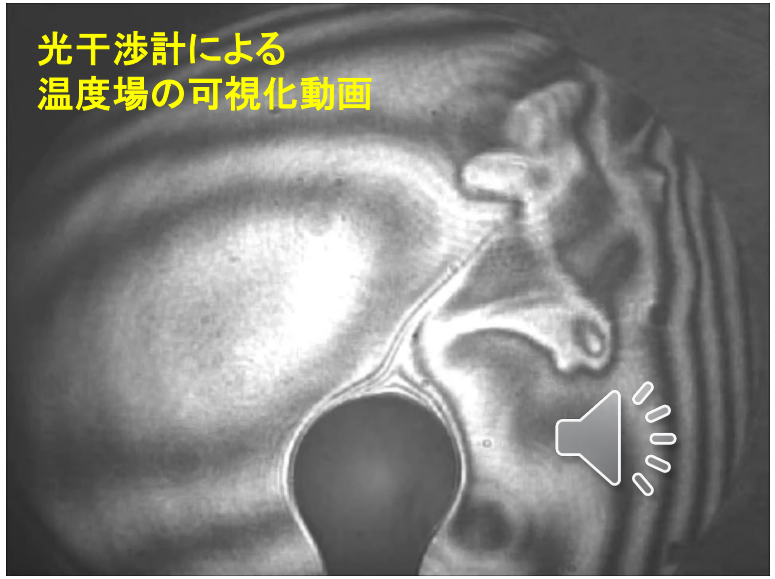
自然対流熱伝達においては温度差による浮力が流れの駆動力となるために、温度場と速度場は互いに影響を及ぼし合う。

物体の温度が流体温度より低い場合、自然対流は下向きになるが、現象は同じである。

自然対流には、上記の温度差による浮力の他に、濃度差による浮力で駆動される自然対流もある。

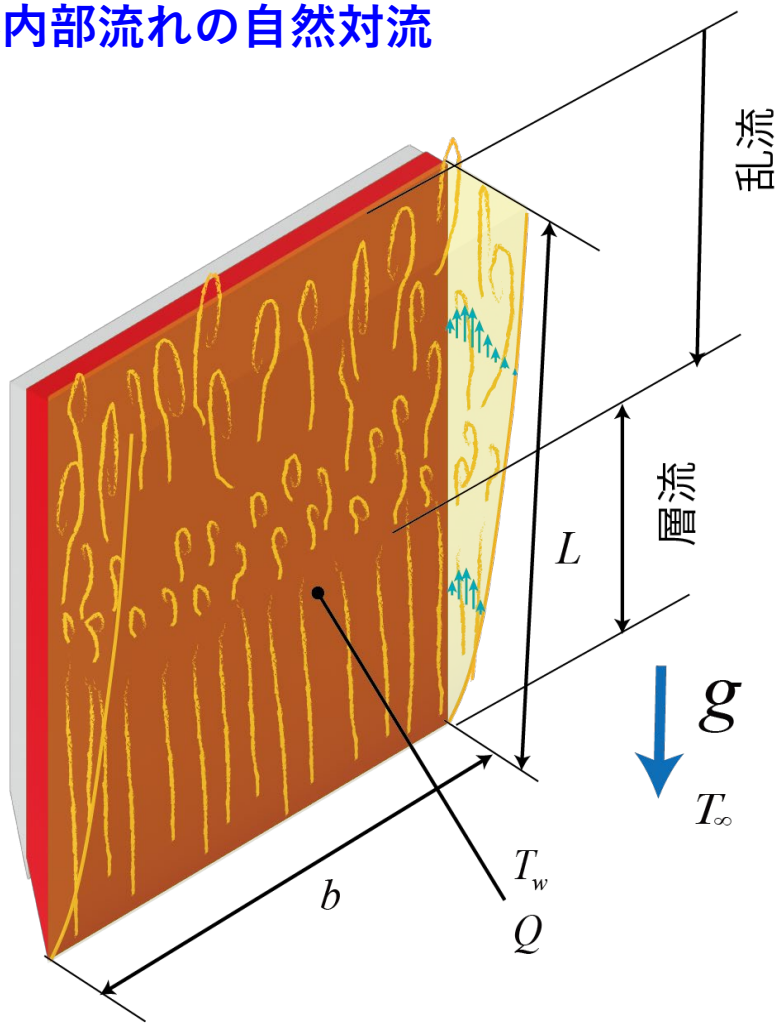
また、容器の中の液体のように自由界面がある場合、界面の表面張力によるマランゴニ対流がある。



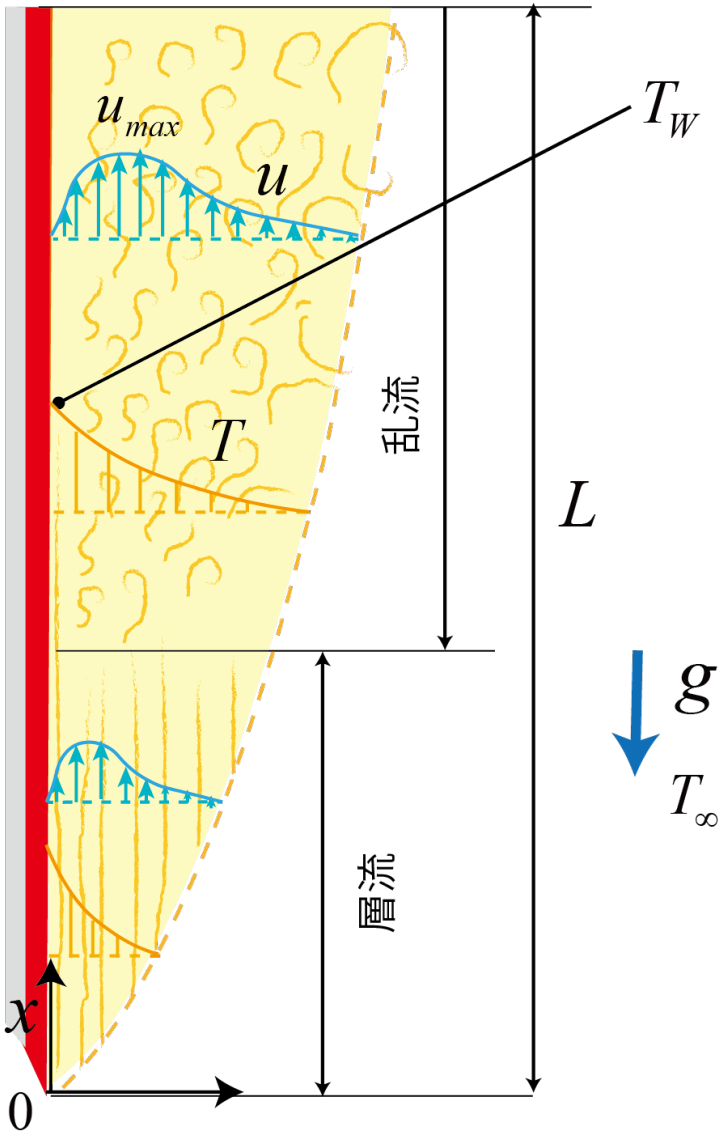


平板周りの自然対流

外内部流れの自然対流



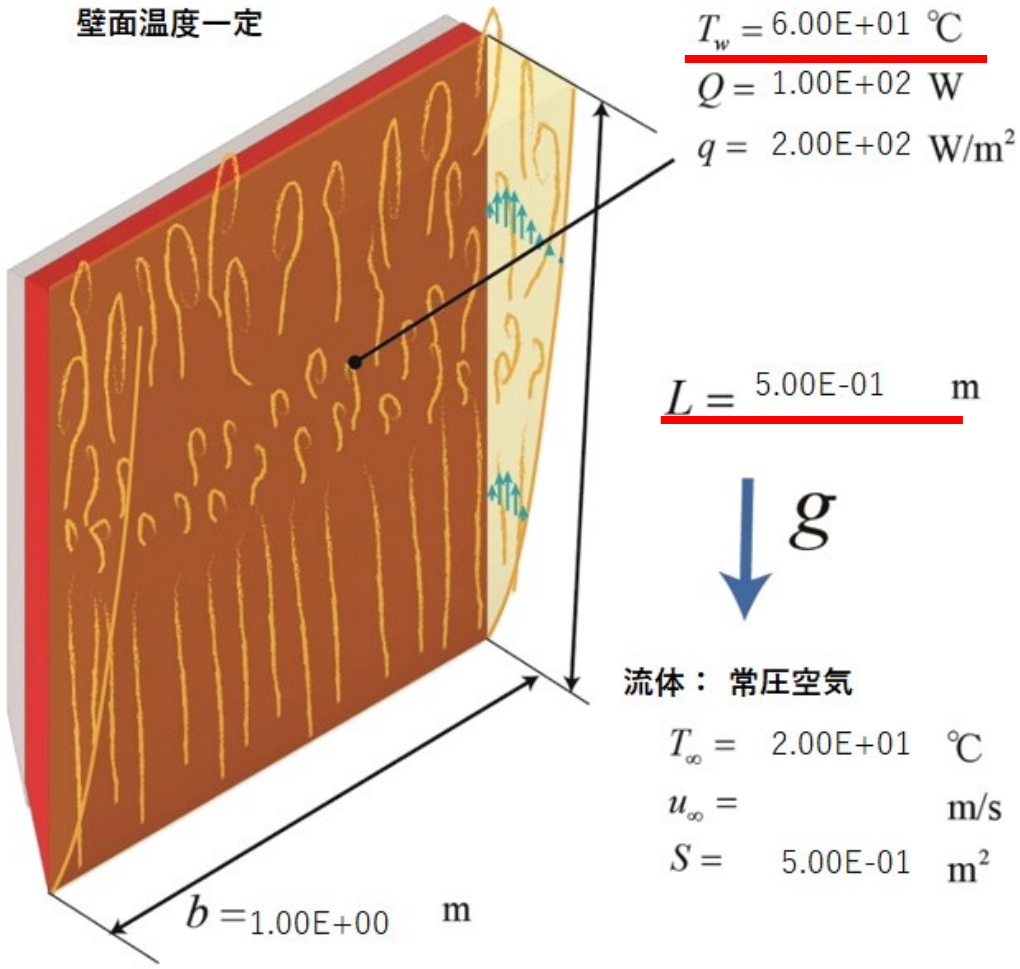
鉛直平板周りの自然対流熱伝達と流動



鉛直平板周りの自然対流境界層

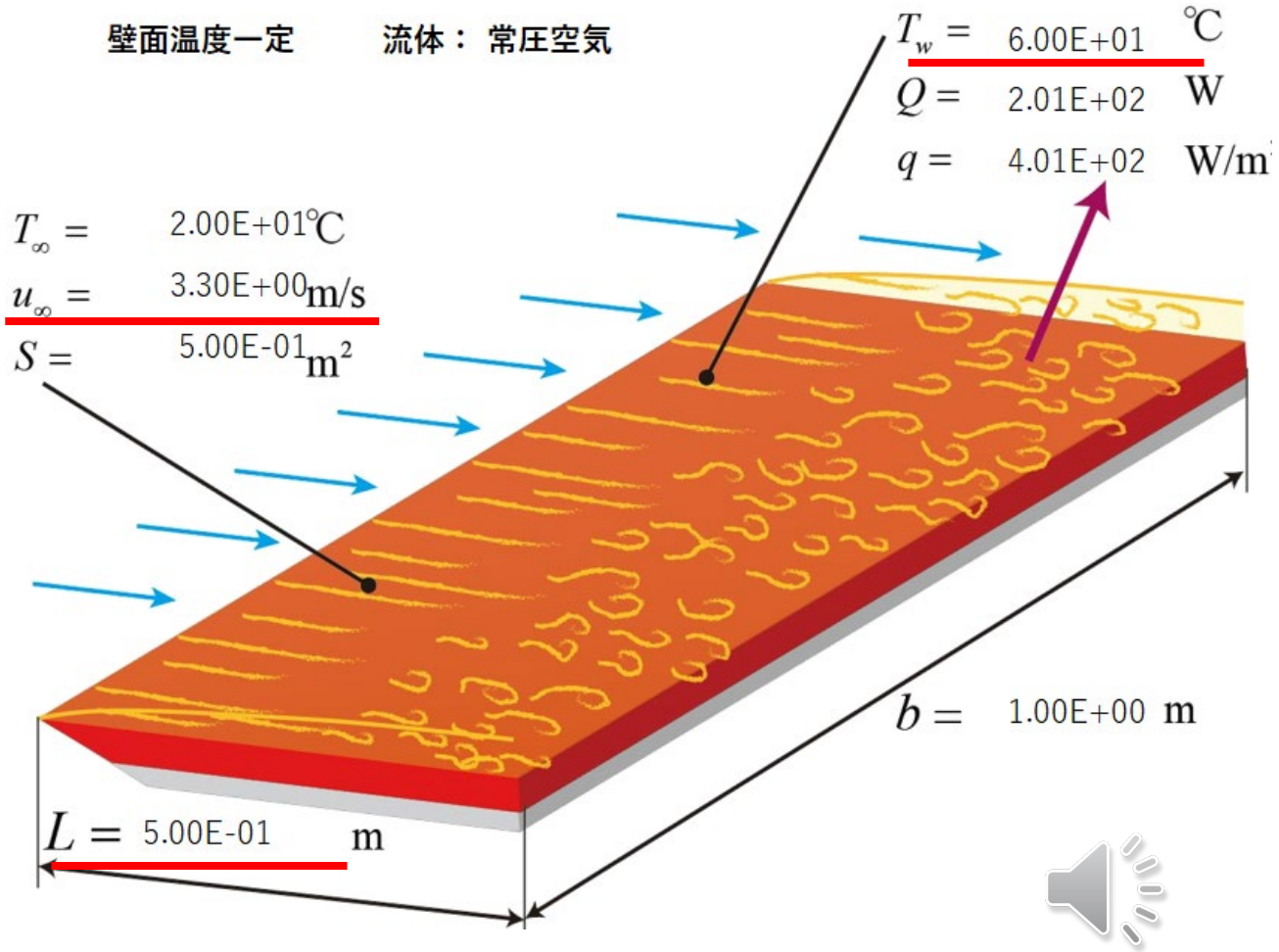
自然対流と強制対流の比較

自然対流



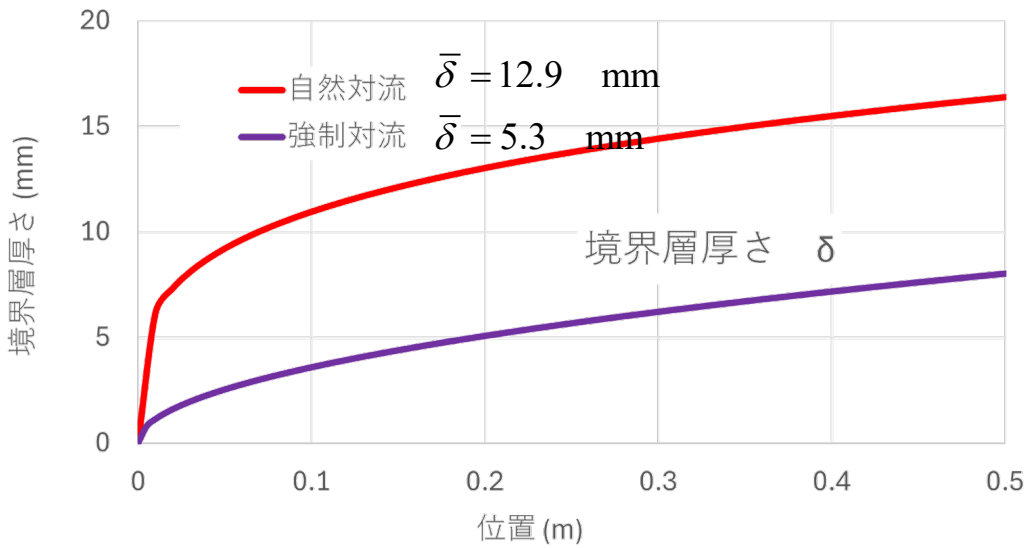
鉛直平板周りの自然対流解析条件

強制対流

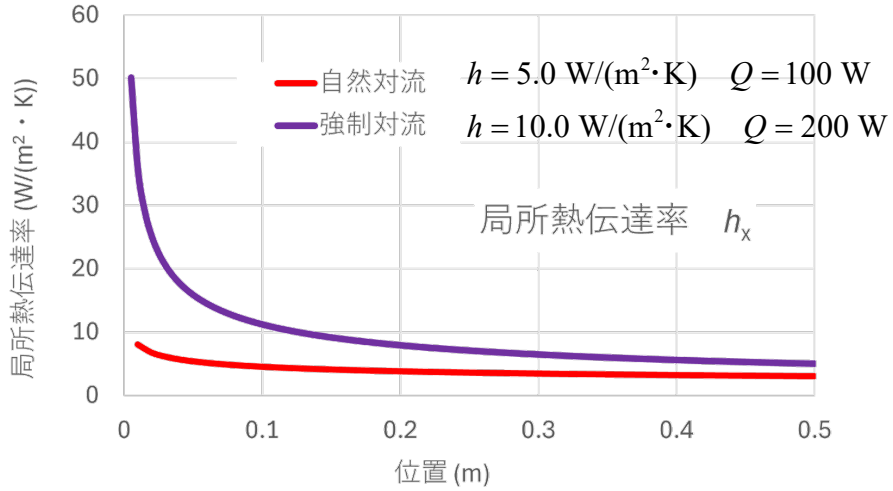


平板周りの強制対流解析条件

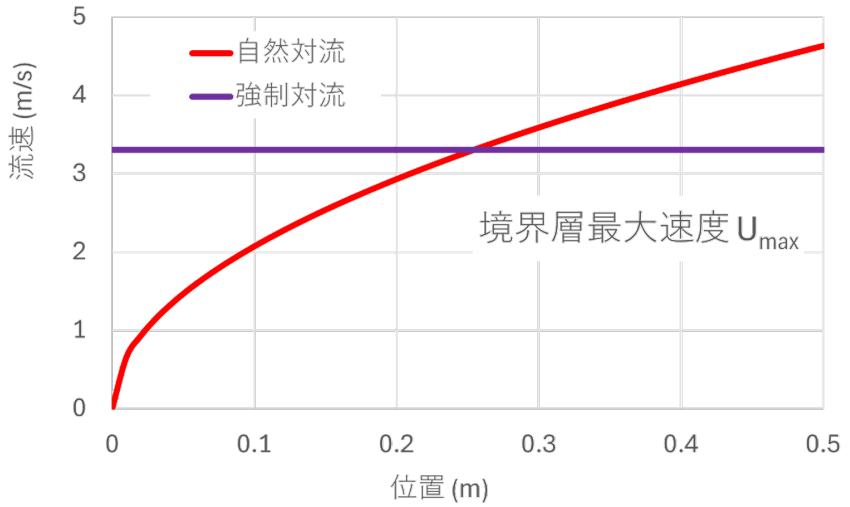
自然対流と強制対流の比較



境界層厚さの比較



局所熱伝達率の比較



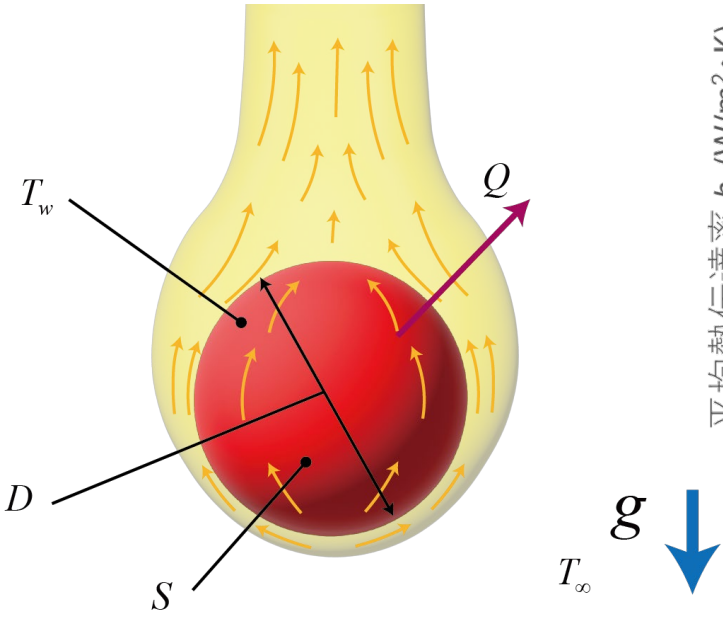
自然対流の境界層内最大速度の変化

自然対流の熱伝達率は強制対流に比較して小さい場合が多い。

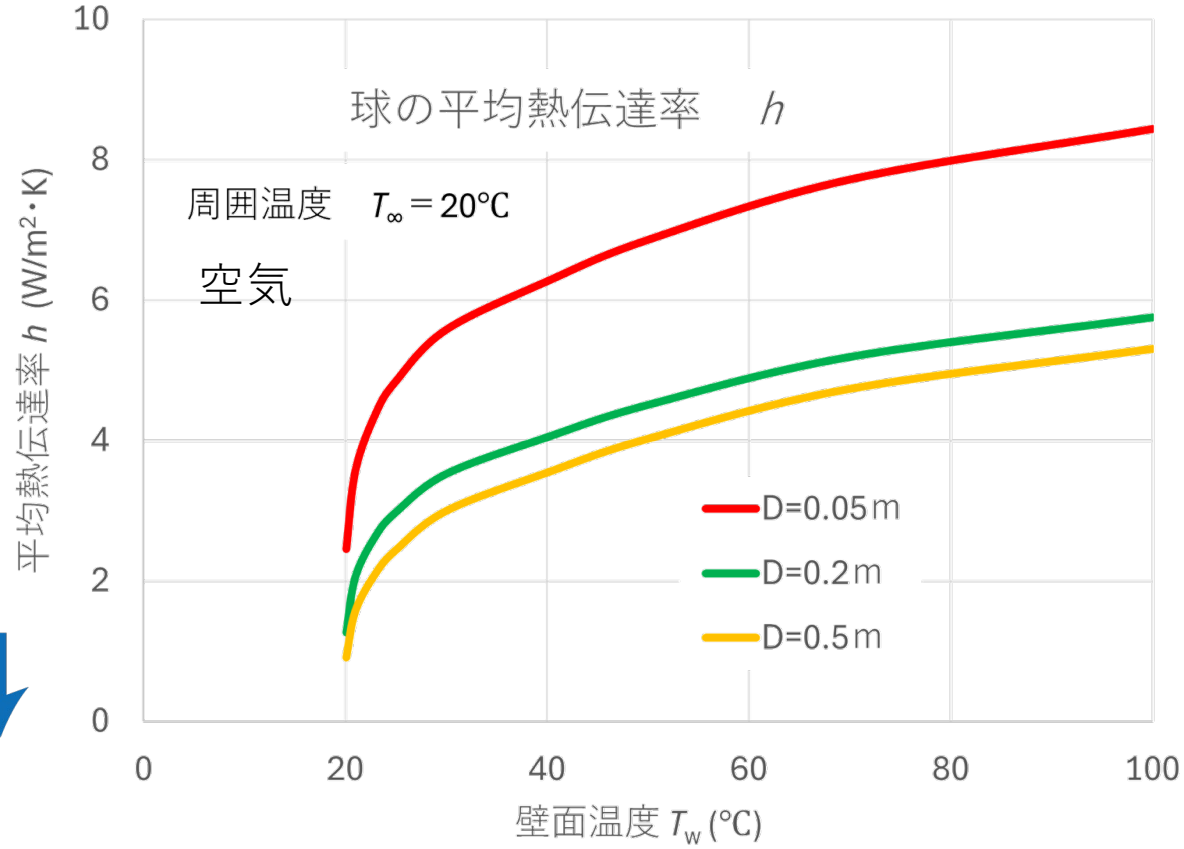
気体の自然対流熱伝達はふく射による伝熱と複合した、複合熱伝達率を考慮する必要がある。

球周りの自然対流熱伝達

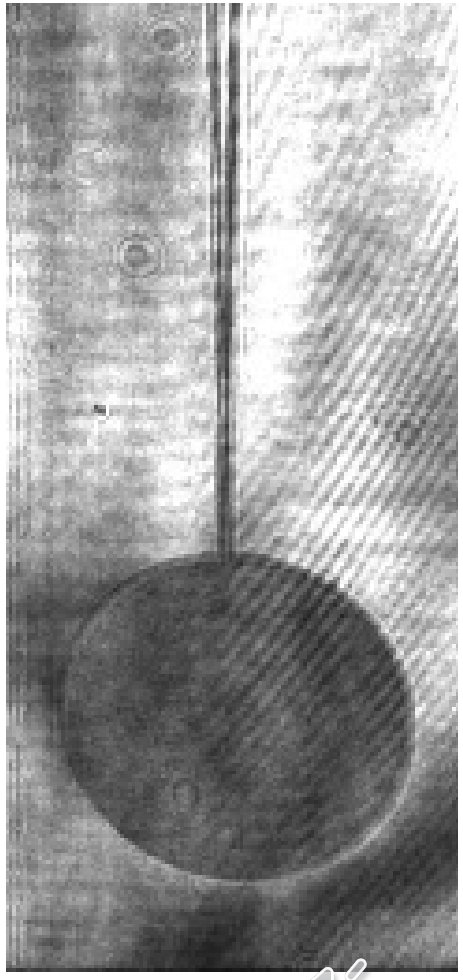
外内部流れの自然対流



球周りの自然対流熱伝達と流動



各種直径の球の平均熱伝達率の変化

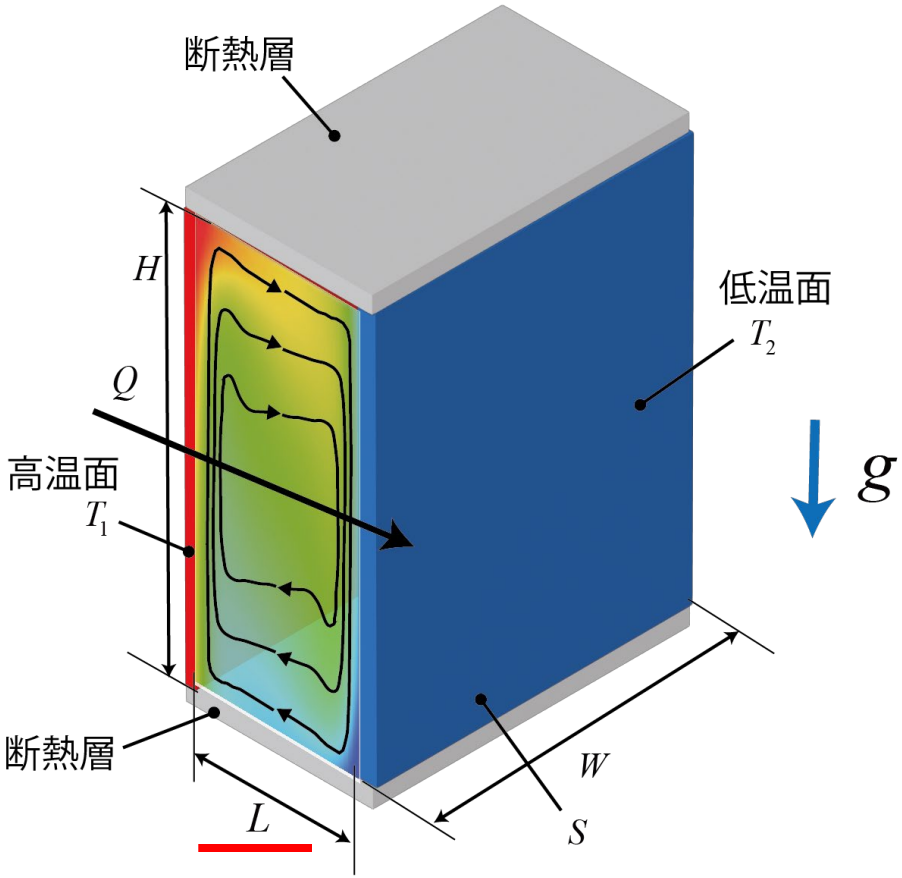


直径5cmの加熱球周りの自然対流（4.5倍速）

東北大学流体科学研究所の位相シフト大型光干渉装置により撮影した温度可視化画像

鉛直矩形空間内の自然対流の様相

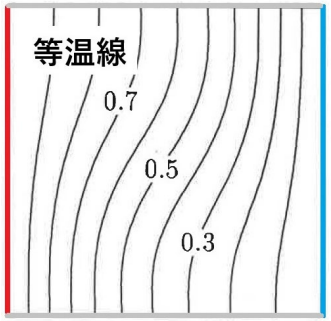
内部流れの自然対流



鉛直矩形空間内の自然対流熱伝達と流動

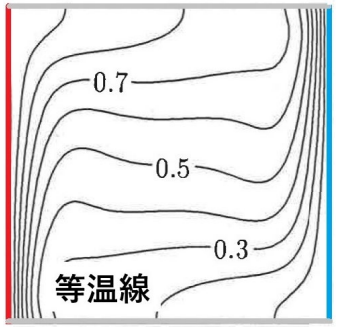
正方形空間内の温度分布

流れの様相と温度分布



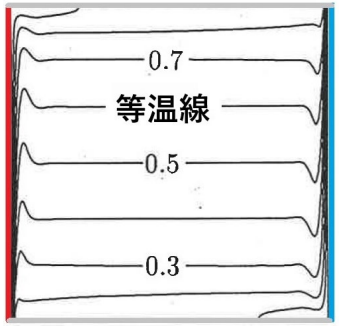
L 小

循環流れがほとんど生じず、温度分布はほぼ縦の直線となる。熱伝導主体で熱が移動する。



L 中

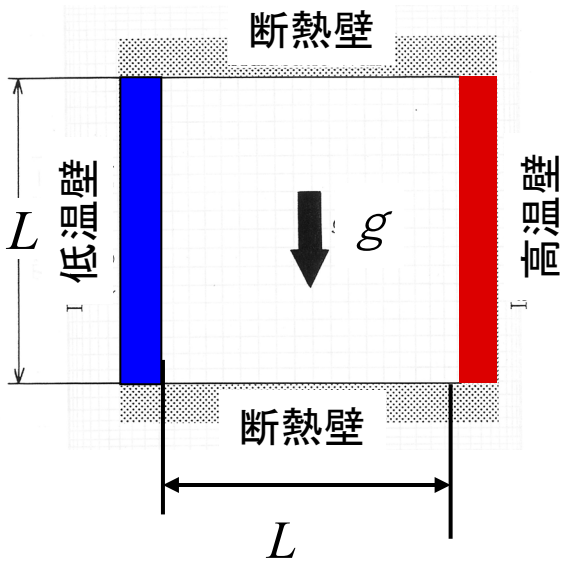
矩形空間の流体全体が回転運動する流動状態となる。温度分布はその流体運動により大きくゆがんだ形となる。



L 大

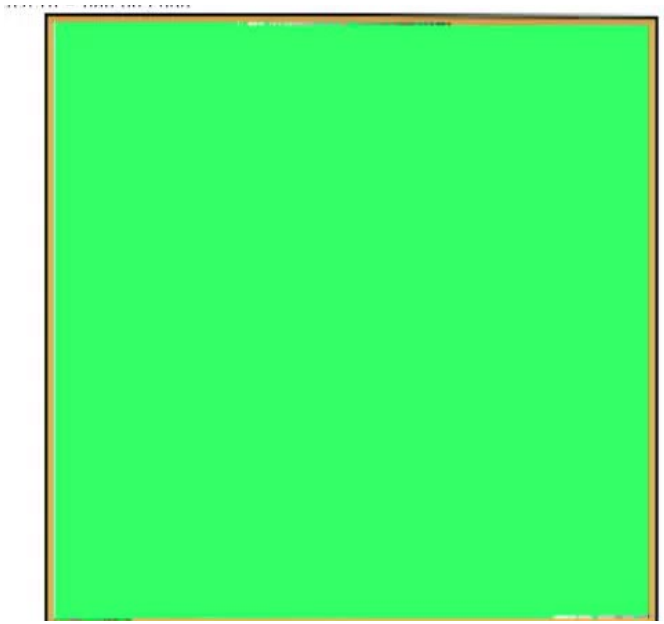
対流は加熱・冷却板近傍にのみ存在し、中間部は温度成層を形成する。
単独平板の自然対流伝熱と類似な伝熱様式になる。

正方形空間内の自然対流と流動

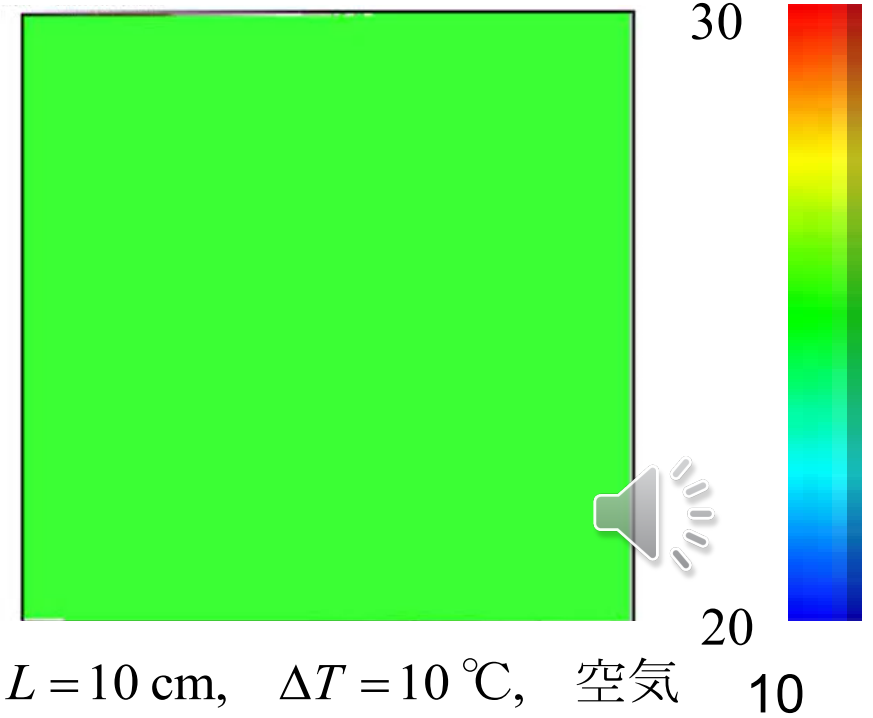


矩形容器の両側面を加熱･冷却した場合の非定常温度場

中央大学　櫻井篤教授　作成



$L = 4.7$ mm,　$\Delta T = 10$ ℃,　空気

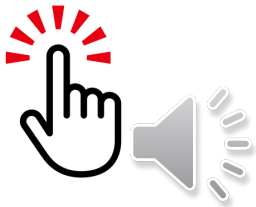


$L = 10$ cm,　$\Delta T = 10$ ℃,　空気

次回予告

第3章　対流熱伝達

3-1.　対流熱伝達の概要
3-2.　強制対流熱伝達と流動の様相
3-3.　自然対流熱伝達の様相
3-4.　熱流動の無次元表記
3-5.　強制対流の流動と伝熱の定式化
3-6.　自然対流の熱伝達の定式化
3-7.　解析ソフトを使った伝熱計算



技術者と研究者に向けた伝熱工学の基礎と応用

「もっと見る」欄に記載の今回の要約とホームページのpdf資料で理解を深めることができる。

技術者と研究者に向けた伝熱工学の基礎と応用

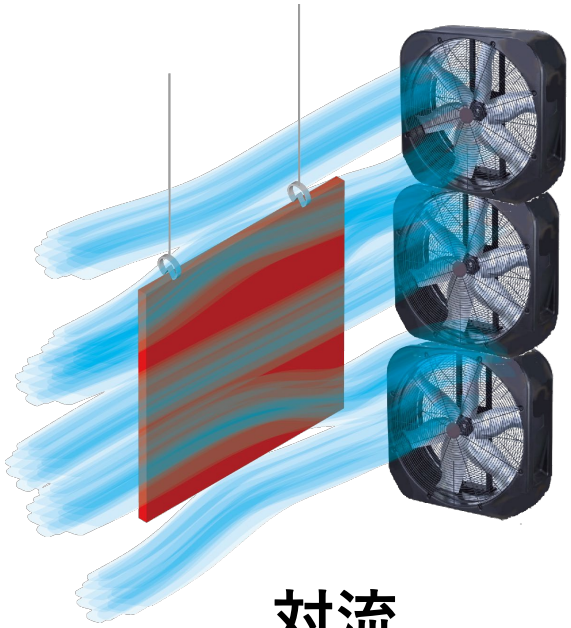
東北大学未来科学技術共同研究センター レクチャーシリーズ

— 熱プロセスを習得したい人のための入門と実践的応用 —

伝熱現象



熱伝導



対流



熱ふく射

講師　圓山重直

東北大学未来科学技術センター　シニアリサーチ・フェロー
東北大学名誉教授・八戸高専名誉教授