



第1章 伝熱工学の概要 ④

1-4. 伝熱工学の質問C サウナでやけどをしないわけ





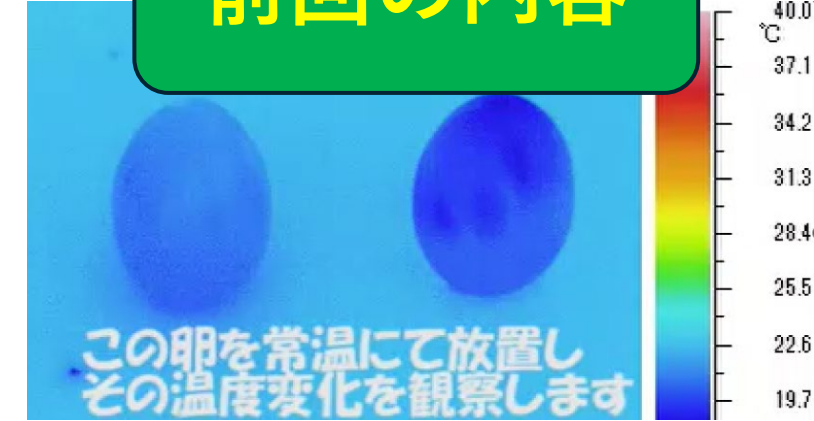
前回の内容



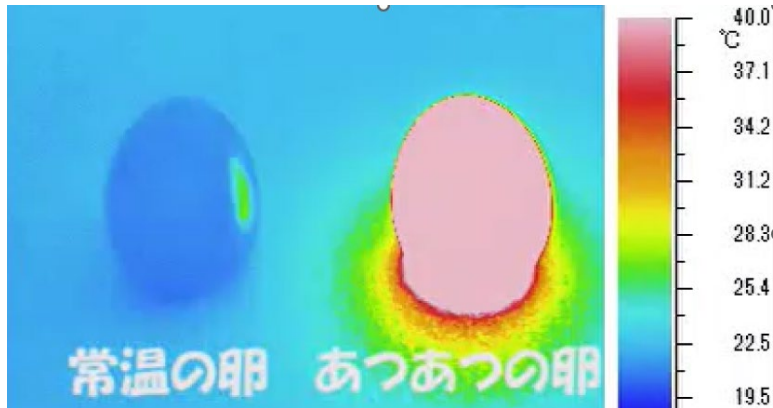
① 常温の2つの卵の片方を熱湯で20分間ゆでる



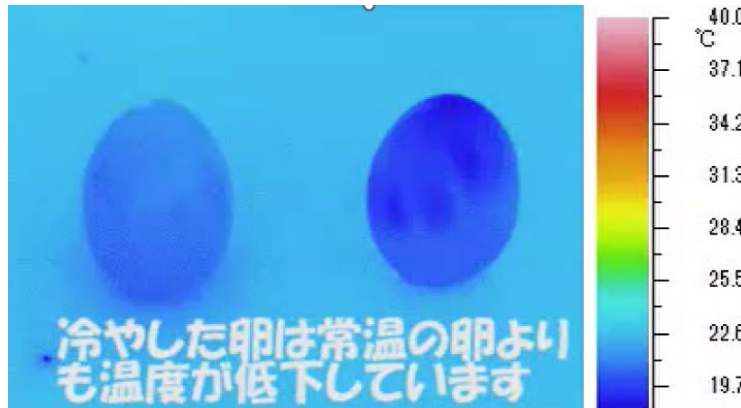
③ 高温の卵を冷水で急冷する



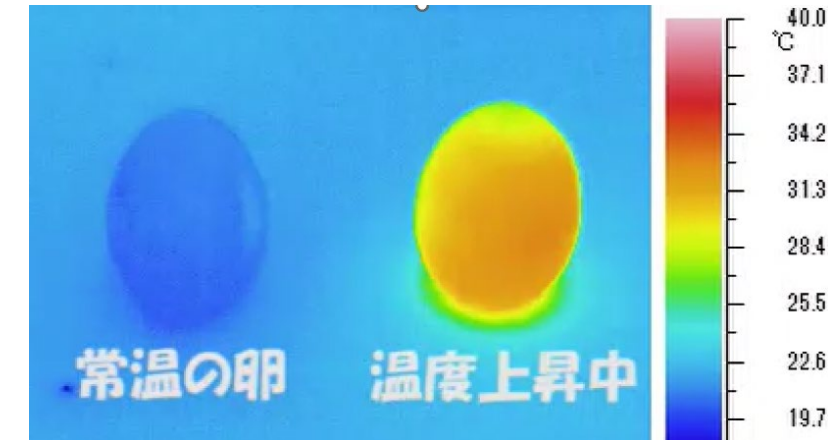
④ 2つの卵を空気中に放置して温度変化を観察する



② 卵は中心まで加熱され高温になる



④ 冷やした卵は室温の卵より低温となる



⑥ 一度冷えた卵が再び暖かくなる

卵を熱湯でゆでてから、冷水で表面が冷たくなるまで冷却する。空気中に置いてしばらくすると、ゆで卵が再び暖かくなるのはなぜだろうか



第1章 伝熱工学の概要

- 1-1. そもそも伝熱工学とは何だろう？
- 1-2. 伝熱工学の質問A 半熟卵と温泉卵
- 1-3. 伝熱工学の質問B 冷たくなった卵が温かくなる？
- 1-4. 伝熱工学の質問C サウナでやけどをしないわけ**
- 1-5. 伝熱工学の質問D 「ハー」と「フー」はどこが違うか
- 1-6. 伝熱工学の質問E 牛乳の加熱
- 1-7. 熱輸送の様式



伝熱工学の質問C サウナに入っても火傷をしないわけ

100°Cのお湯に手を入れると大やけどを負うが、100°Cのサウナに入ってもやけどをしないのはなぜだろうか



高温のサウナに入っても火傷しない

資料提供 芝浦工業大学 古川琢磨准教授

Nishidate, et al., Development of non-Fourier thermoregulation model for extreme transient thermal environments such as repeated sauna bathing, International Communications in Heat and Mass Transfer, (2025)

理由を考えてみよう



沸騰している鍋のお湯に手を入れたら一瞬で火傷する



サウナに入っても火傷をしないわけ 答え



高温のサウナに入っても火傷しない



沸騰している鍋のお湯に手を入れたら一瞬で火傷する

解答

空気と人体では**熱伝導率**と**密度・比熱**が違うため、サウナでは二つが接したときの接触面の温度は**人体温度に近い**値になる。

一方、水の**熱伝導率**と**密度・比熱**は人体と類似なため、熱湯中では接触面の温度が人体と熱湯の**平均温度程度**になり、やけどを負う。

圓山翠陵, みんなの熱科学 (2016), 2頁参照



2つの物体が接触した直後の温度分布

皮膚、空気、水の物性値

物性値	熱伝導率 k (W/(m·K))	比熱 c (J/(kg·K))	密度 ρ (kg/m ³)
空気	0.031	1010	0.955
水	0.676	4210	960
ひとの皮膚	0.45	3600	1050

温度スケールが空気と異なることに注意

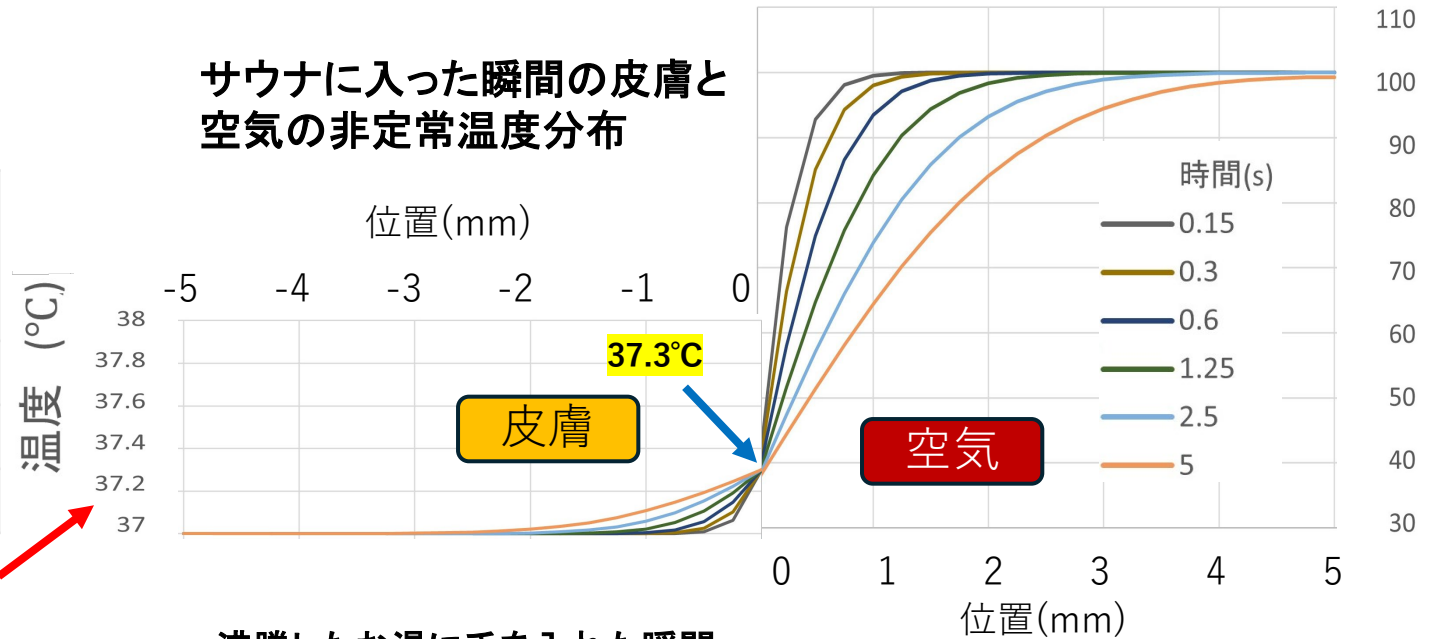
皮膚表面温度の推定式

$$T_s = \frac{\sqrt{\rho_1 c_1 k_1} T_{1,i} + \sqrt{\rho_2 c_2 k_2} T_{2,i}}{\sqrt{\rho_1 c_1 k_1} + \sqrt{\rho_2 c_2 k_2}}$$

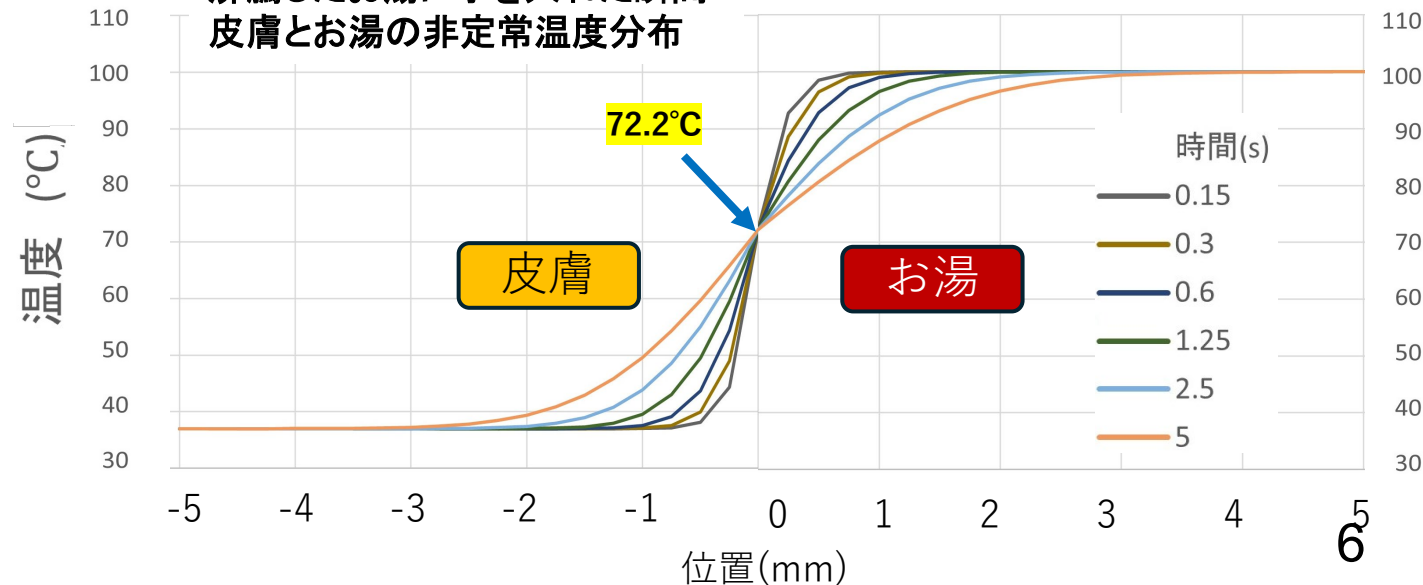
表の値で計算すると
初期温度37°Cの皮膚表面の温度は

サウナで, 37.3°C
熱湯で 72.2°C

サウナに入った瞬間の皮膚と
空気の非定常温度分布



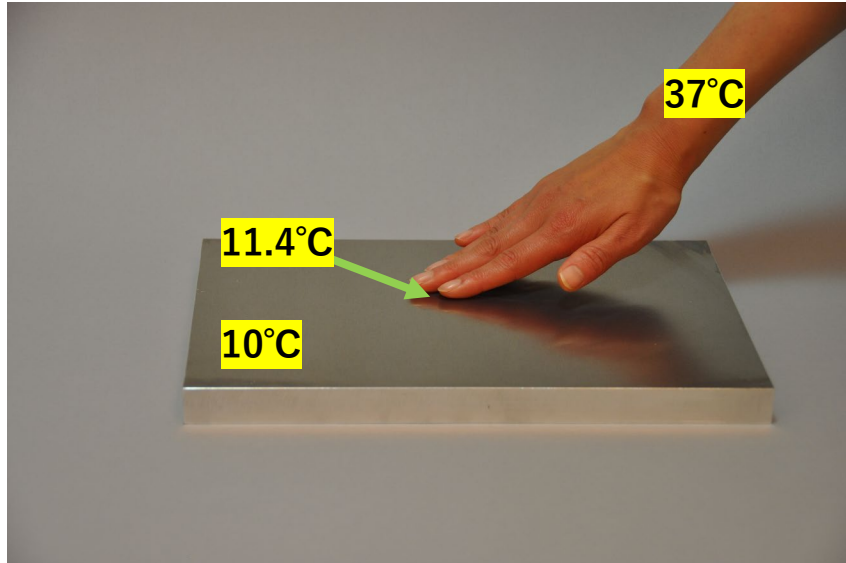
沸騰したお湯に手を入れた瞬間
皮膚とお湯の非定常温度分布



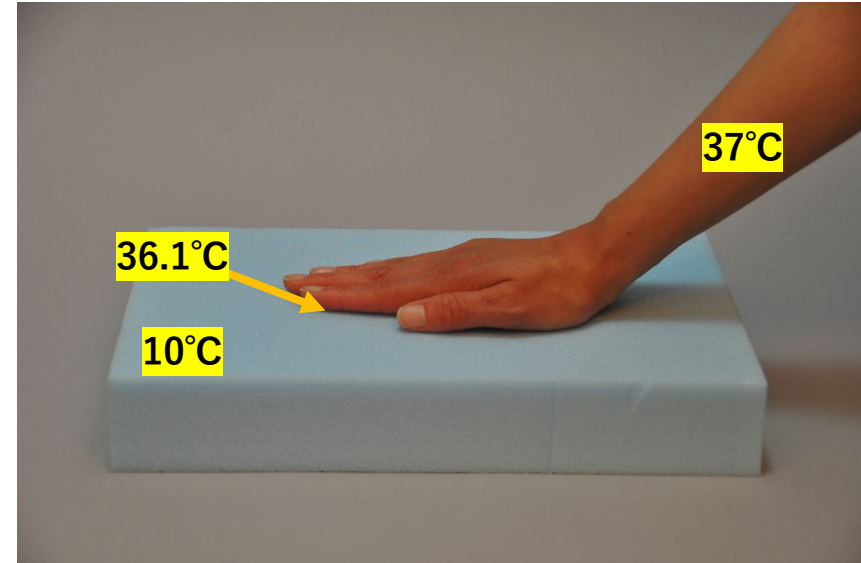


ヒトが物体に触った時に感じる温度

寒い部屋でコンクリートの上を歩くとき冷たく感じるが、絨毯の上を歩く時は温かく感じる
冷たい金属に触った時冷たく感じるが断熱材に触れた時に温かく感じるのも同じ原理



ヒトが冷たいアルミニウム板に触れたときの接触面温度はアルミニウム温度に近い温度になり冷たく感じる



ヒトが冷たいスタイロフォーム断熱材に触れたときの接触面温度は体温に近い温度になり暖かく感じる



次回予告

第1章 伝熱工学の概要

- 1-1. そもそも伝熱工学とは何だろう？
- 1-2. 伝熱工学の質問A 温泉卵と半熟卵
- 1-3. 伝熱工学の質問B 冷たくなった卵が温くなる？
- 1-4. 伝熱工学の質問C サウナでやけどをしないわけ
- 1-5. 伝熱工学の質問D 「ハー」と「フー」はどこが違うか**
- 1-6. 伝熱工学の質問E 牛乳の加熱
- 1-7. 熱輸送の様式

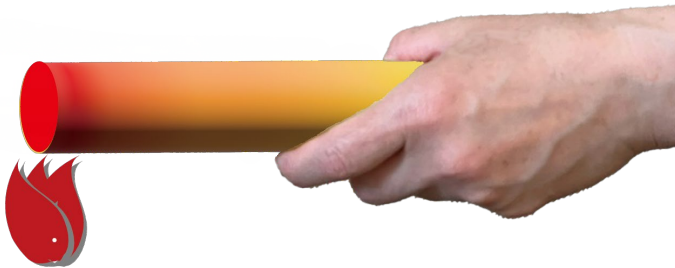




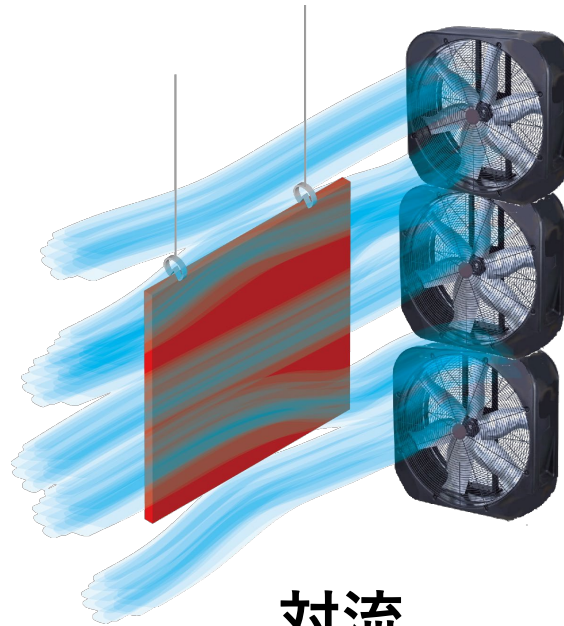
東北大学未来科学技術共同研究センター レクチャーシリーズ

— 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