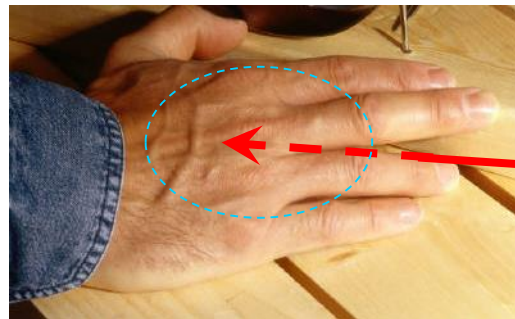




# 鳥取大学東京ビジネス交流会

平成26年10月24日(金), キャンパス・イノベーション・センター東京1F国際会議室

## 材料に人が触れた時の接触温冷感の評価に関する研究



接触前の温度(初期温度)

$$T_{cs} - T_{iniM} = \frac{T_{iniH} - T_{iniM}}{1 + \eta_M / \eta_H}$$

接触面温度

熱浸透率

木材は温かみのある材料 → 定量的に評価

キーワード, 接触温冷感, 木材, 伝熱工学, 熱浸透率, 人間工学, 省エネルギー

国立大学法人 鳥取大学

大学院工学研究科 機械宇宙工学専攻 機械工学講座

小畑 良洋



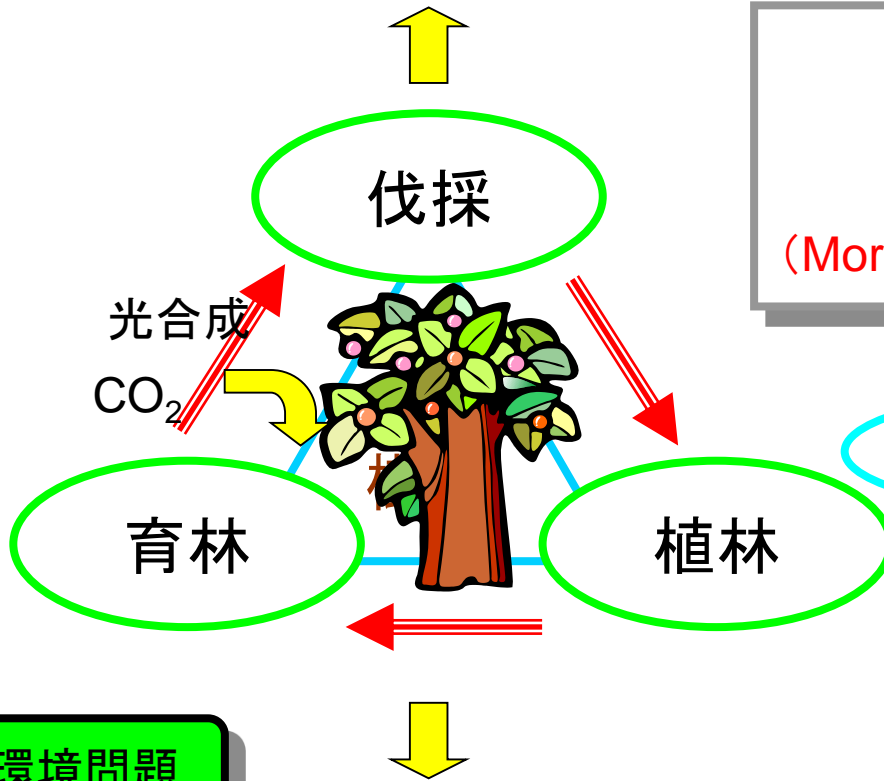
# 木材とは？ Sustainable Development の観点から 21世紀に再評価されるべき資源

資源の枯渇問題

持続・再生可能な資源

産総研的木材研究

有限資源の代替として  
工業資源用に木質材料を  
大量利用・有効利用・長期利用  
(More use, Better use and Longer use)



接触温冷感の研究

- ・長所の定量的評価
- ・短所の改善
- ・リサイクル化

地球環境問題

二酸化炭素を固定化する資源

鳥取はスギの産地



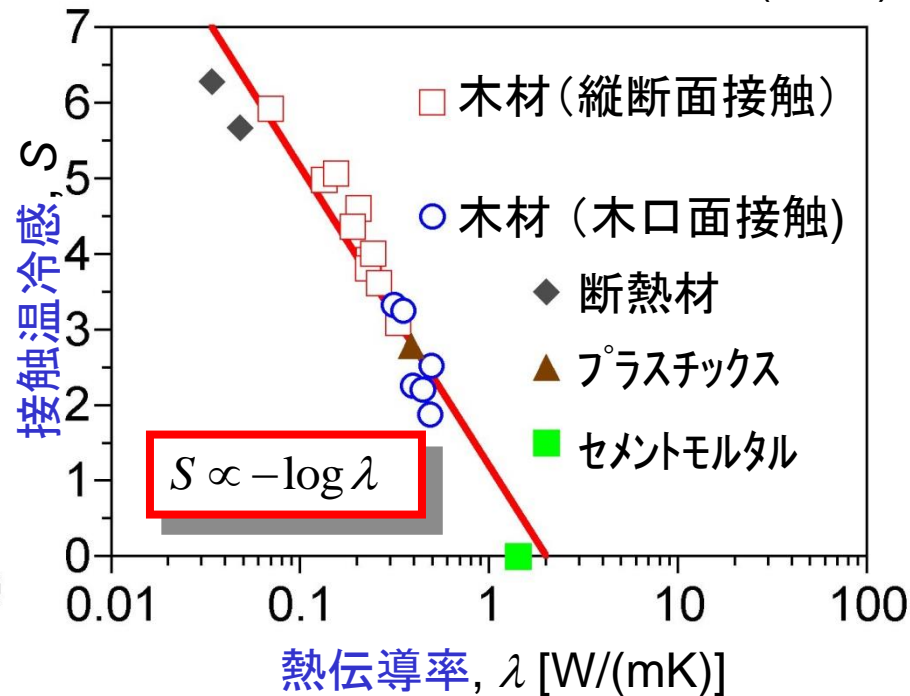
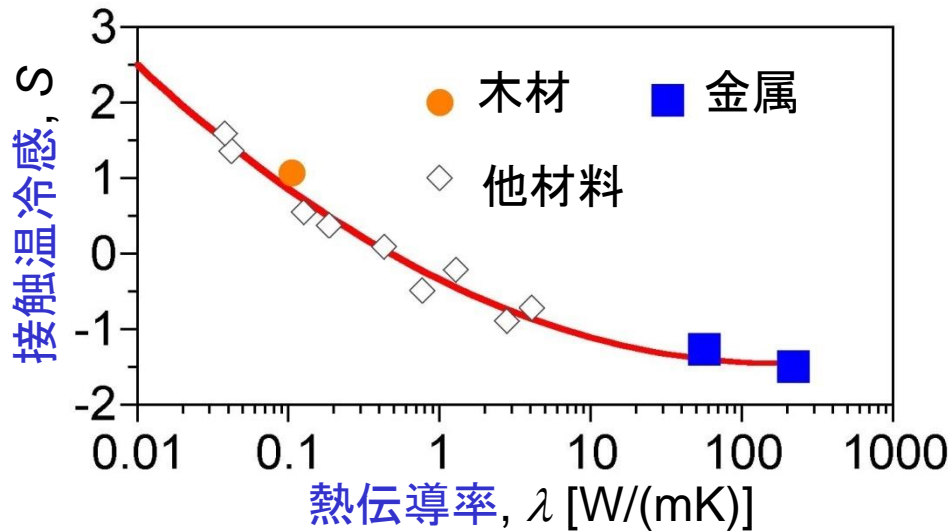
# 木材の接触温冷感はどの分野で取り扱われてきたか？

木材学会

建築学会

・木材中心の材料に対する原田らの結果 (1983)

・建築材料に対する岡島らの結果(1976)



人間の感性に関する『Fechnerの法則』

$$S = K \log R$$

$S$ : 感覚量,  $R$ : 刺激量



# 理論解析によるアプローチ 温冷感の違いを表す物理量 ⇒ 刺激量

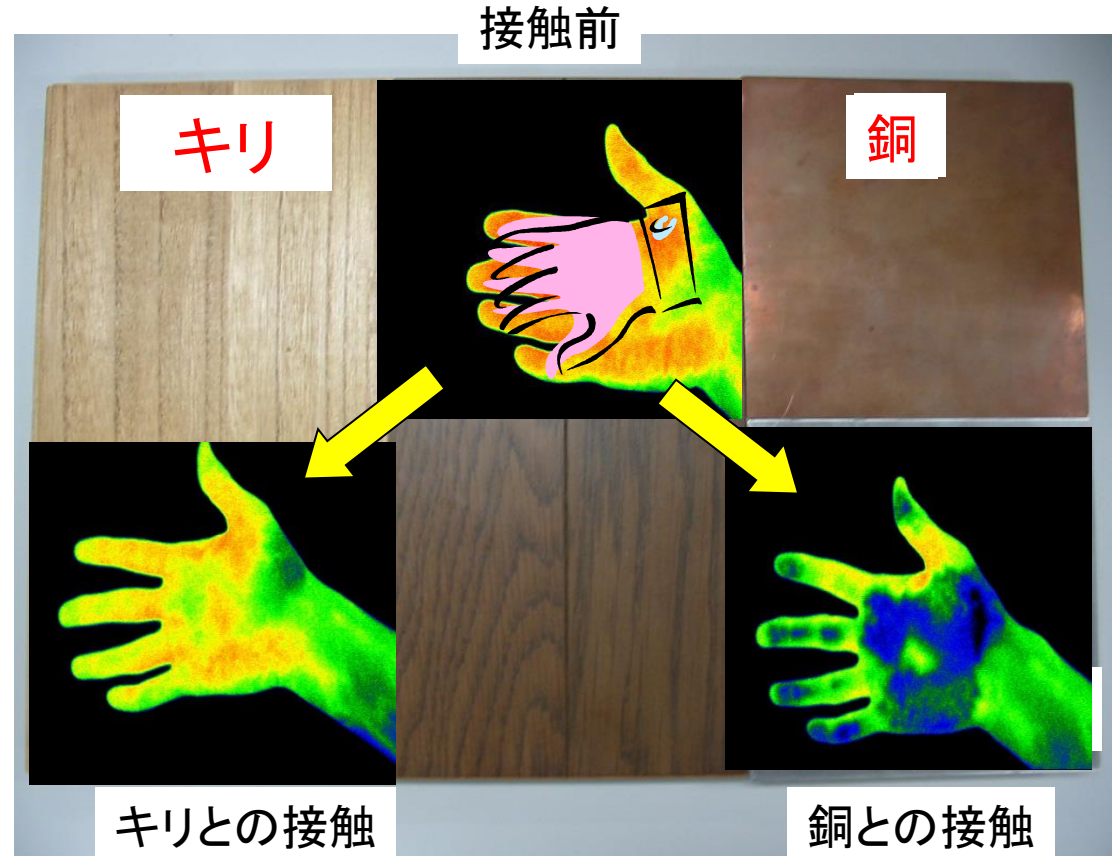
接触温冷感の違い

- 接触面温度
- 熱流束

木材・金属に共通の  
熱移動現象の理論解析

接触温冷感の指標

伝熱工学の適用



赤外線サーモグラフィ



# 接触温冷感に関する熱移動現象の解析

## 基礎式

$$\frac{\partial^2 T_H(t, x)}{\partial x^2} = \frac{C_H \rho_H}{\lambda_H} \frac{\partial T_H(t, x)}{\partial t}$$

$$\frac{\partial^2 T_M(t, x)}{\partial x^2} = \frac{C_M \rho_M}{\lambda_M} \frac{\partial T_M(t, x)}{\partial t}$$

## 初期条件 (at $t=0$ )

$$T_H(0, x) = T_{iniH}, \quad T_M(0, x) = T_{iniM}$$

## 境界条件 (at $x=0$ )

$$T_H(t, 0) = T_M(t, 0) = T_{cs}(t)$$

$$q_H(t, 0) = q_M(t, 0)$$

接触面温度:  $T_{cs}$

熱流束:  $q(t)$

$$T_{cs} - T_{iniM} = \frac{T_{iniH} - T_{iniM}}{1 + \eta_M / \eta_H}$$

ここで

$$\eta = \sqrt{\lambda C \rho} \quad ; \quad \text{熱浸透率}$$

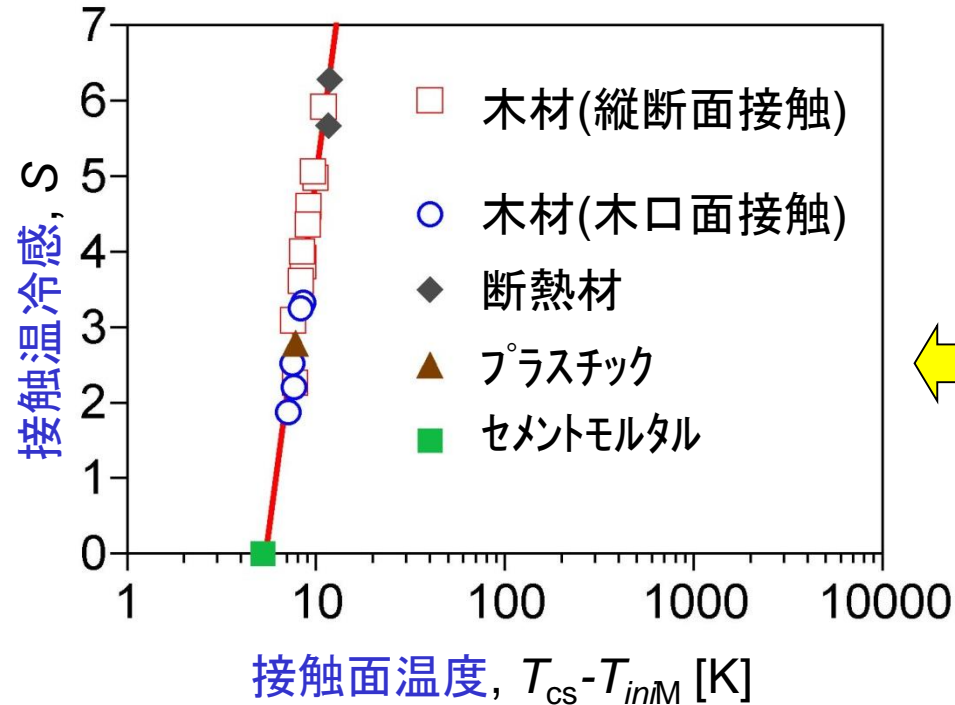
$$q(t) = \frac{\eta_M}{\sqrt{\pi t}} \frac{T_{iniH} - T_{iniM}}{1 + \eta_M / \eta_H}$$

$$= \frac{\eta_M}{\sqrt{\pi t}} (T_{cs} - T_{iniM})$$

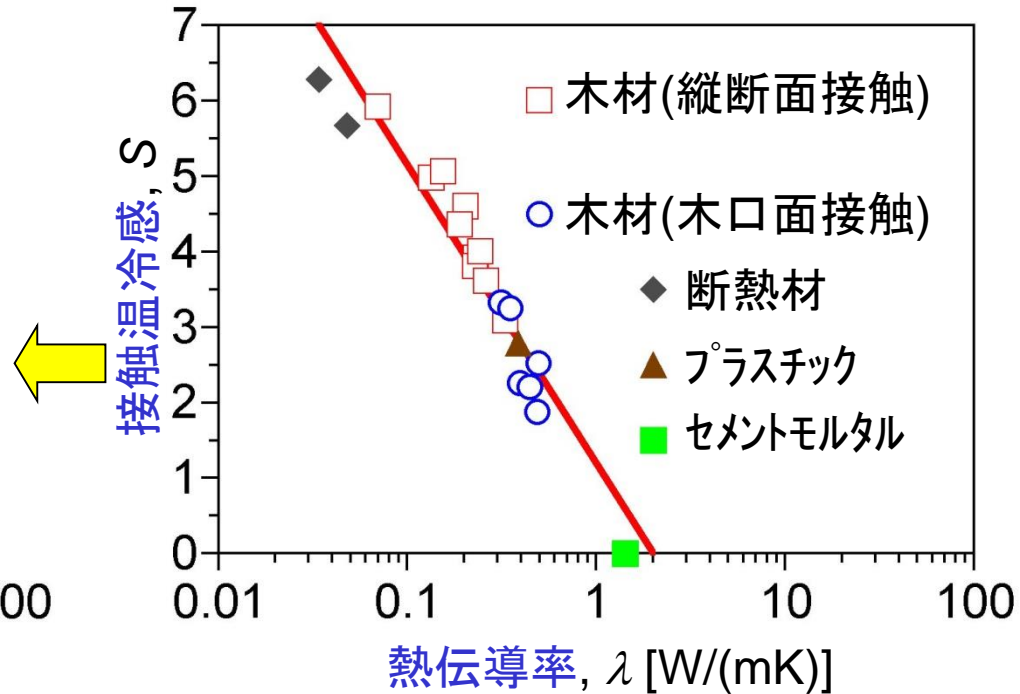


# 木材の心理尺度による接触温冷感と 接触面温度の対応

我々の結果



原田らの結果 (1983)



Fechnerの法則

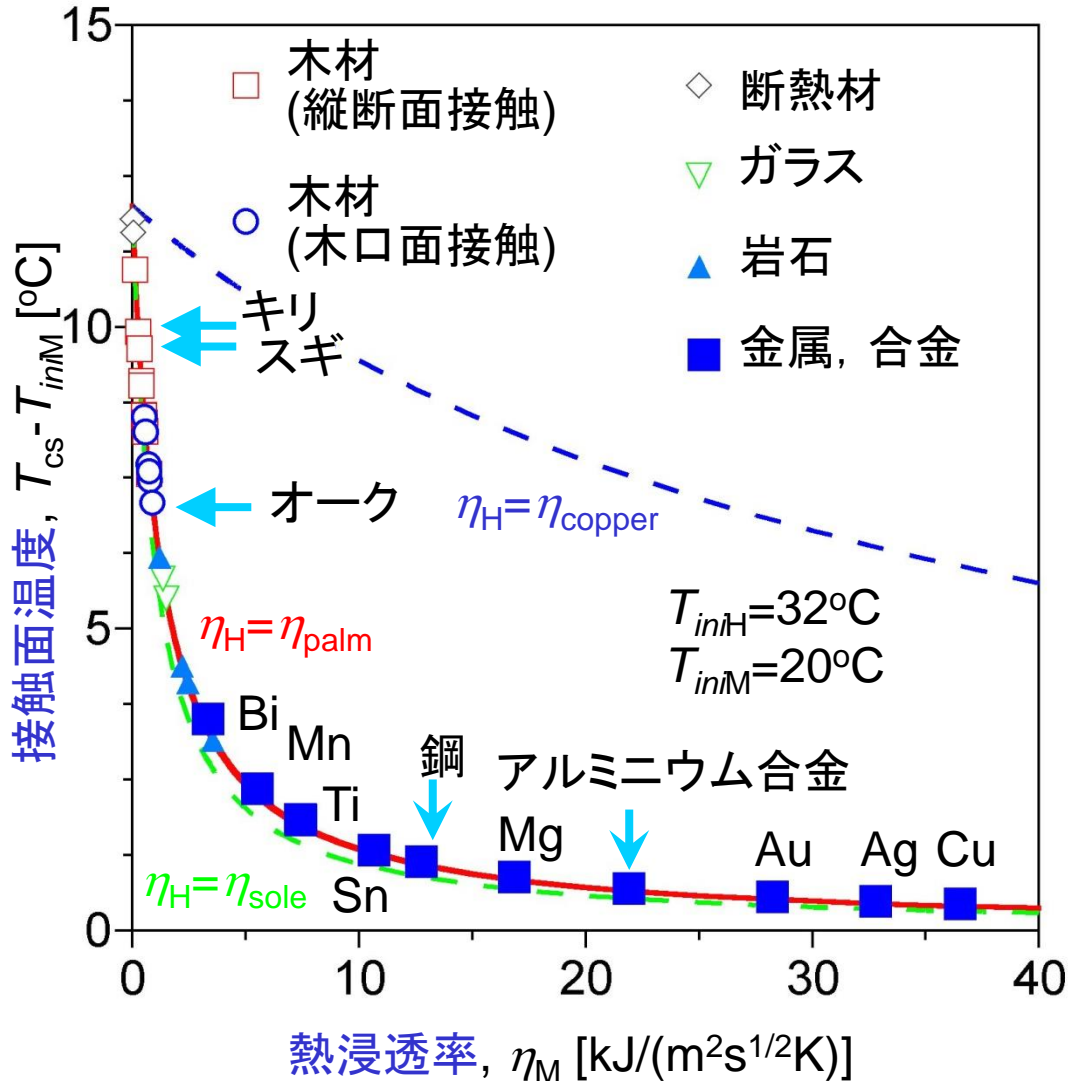
$$S \propto \log(T_{cs} - T_{iniM}) \quad \text{or} \quad S \propto -\log(1 + \eta_M / \eta_H)$$

$$S \propto -\log \lambda$$



# 木材は金属よりも温かい

## 木材は樹種によって大きく温冷感が異なる



### 接触温冷感の評価式

$$T_{cs} - T_{iniM} = \frac{T_{iniH} - T_{iniM}}{1 + \eta_M / \eta_H}$$

ここで

$T_{ini}$  ; 初期温度

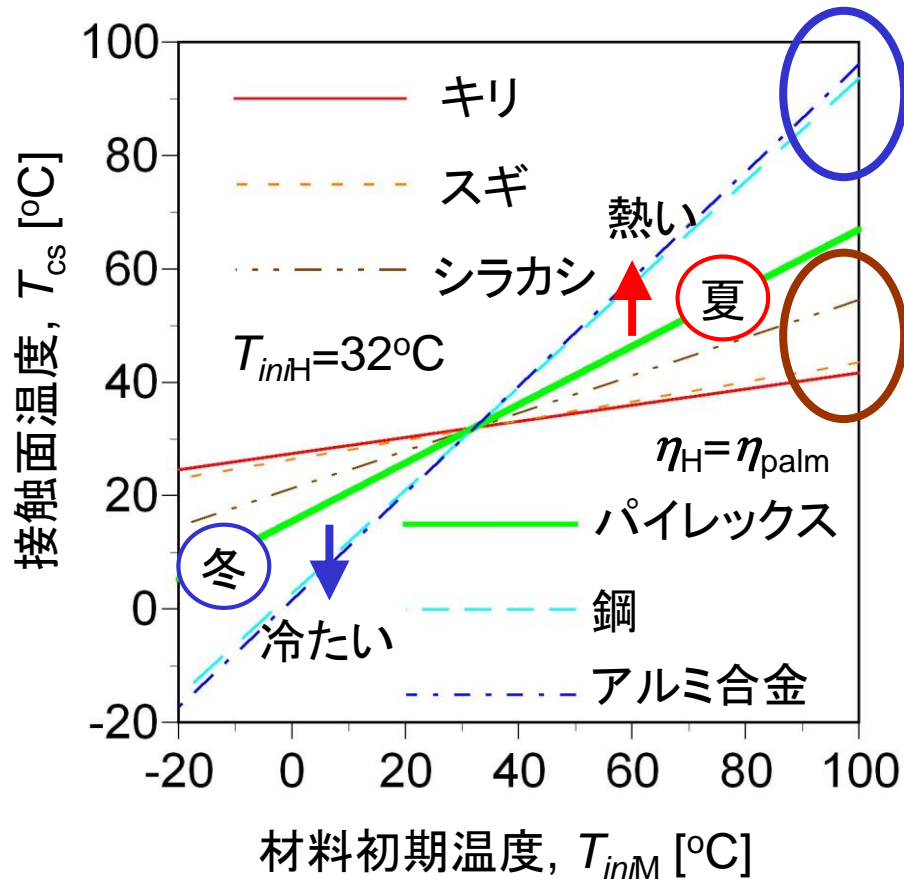
$\eta$  ; 熱浸透率 ( $\eta = \sqrt{\lambda C \rho}$ )

$M$  ; 材料の物理量

$H$  ; 人体の物理量



# 季節による温冷感の違い 低温／高温の材料への接触



金属 (熱浸透率  $\eta_M$ : 大)

$$T_{cs} - T_{iniM} = \frac{T_{iniH} - T_{iniM}}{1 + \eta_M / \eta_H} \cong 0 \Rightarrow T_{cs} \cong T_{iniM}$$

接触面温度は材料の初期温度にほぼ等しい

夏熱く, 冬冷たい

木材 ( $0 < \eta_M / \eta_H < 1$ )

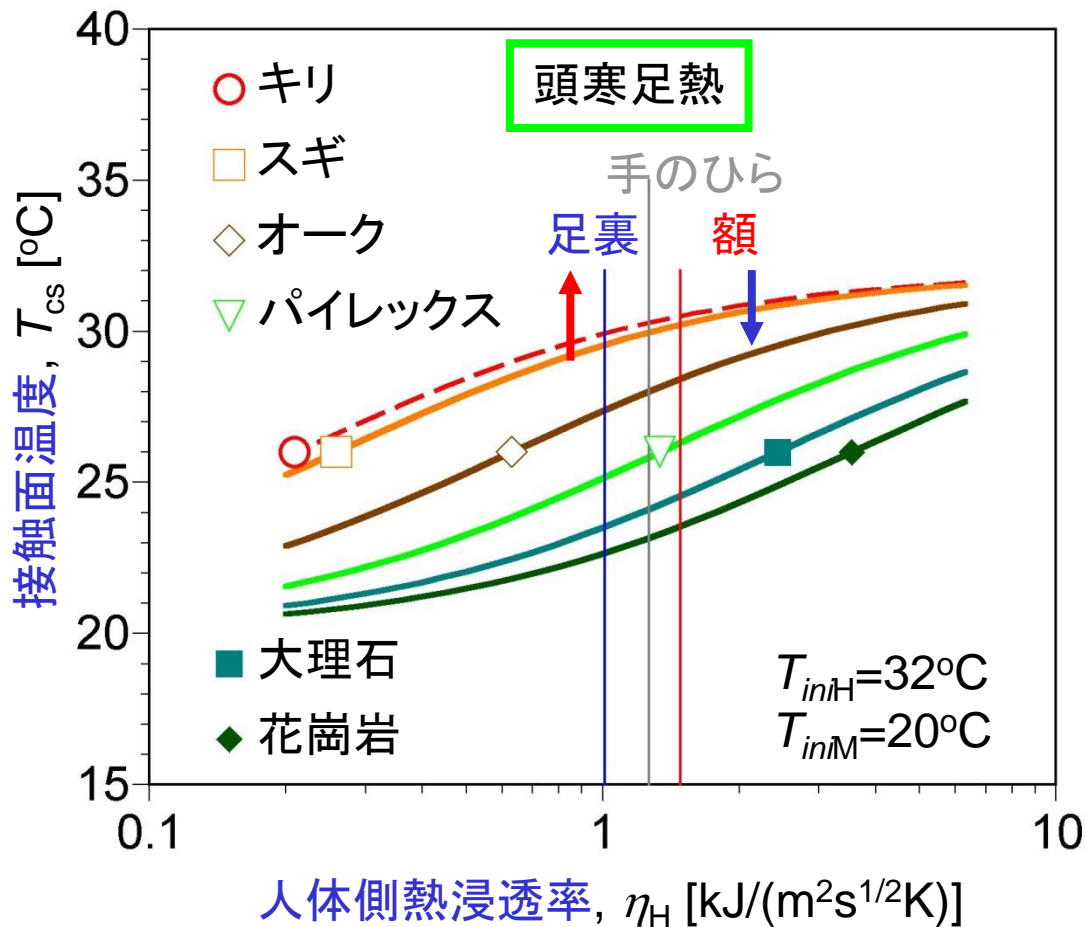
$$\frac{T_{iniH} + T_{iniM}}{2} < T_{cs} < T_{iniH}$$

金属に比べ, 夏冷たく, 冬温かい  
季節に関わらず適度な温冷感





# 人体側の熱浸透率 部位の差・個人差の影響



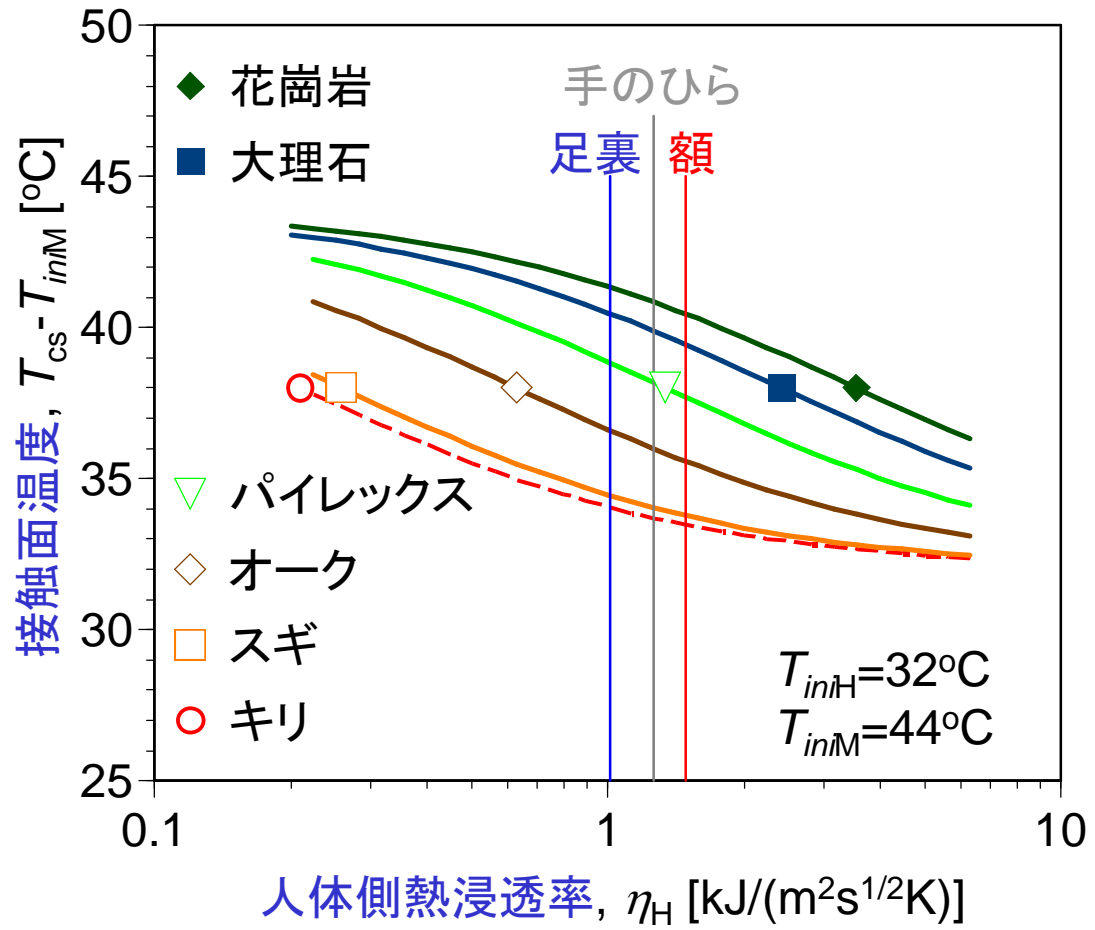
接触面温度の式

$$T_{cs} - T_{iniM} = \frac{T_{iniH} - T_{iniM}}{1 + \eta_M / \eta_H}$$



# 人体側の熱浸透率 部位の差・個人差の影響

人体より高温の材料に触れた場合



接触面温度の式

$$T_{cs} - T_{iniM} = \frac{T_{iniH} - T_{iniM}}{1 + \eta_M / \eta_H}$$

足元暖房

日本のこたつ  
韓国のオンドル

部屋全体を暖めるより  
省エネで有効