

A light blue world map is centered in the background of the slide. The map shows the outlines of continents and oceans in a slightly darker shade of blue.

# 大熱容量構造物の非定常伝熱問題

66841 太刀岡勇気

# はじめに

- 砂漠地帯のような寒暖の差の激しい地域において熱容量の大きな建物が有利であることはよく知られている
- Q値が大きくて熱容量が大きい建物と、Q値が小さくて熱容量が小さい建物ではどちらが有利なのだろうか
- 窓をつけると不利になるといわれるがどの程度影響があるのだろうか
- ついでにピラミッドの熱環境についても簡単に考察を加えてみよう

# 非定常伝熱の基礎

- 新建築学体系10「環境物理」、2章「熱」による

基本

1次元熱伝導方程式をラプラス変換によって解き、  
伝達関数を求める

$$\begin{bmatrix} \square_1 \\ \square_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cosh \square \overline{RCS} & \frac{R}{RCS} * \sinh \square \overline{RCS} \\ \frac{RCS}{R} * \sinh \square \overline{RCS} & \cosh \square \overline{RCS} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \square_2 \\ \square_2 \end{bmatrix}$$

→貫流伝達関数、吸熱伝達関数が求まる

# 非定常伝熱の基礎

- 吸熱伝達関数GA
  - $GA = D(s)/B(s)$
- 貫流応答GT
  - $GT = 1/B(s)$
- ラプラス逆変換
  - $D(s)/s \cdot B(s) = A_0/s + A_1/s + \alpha_1 + \dots$
  - $\varphi(t) = A_0 + A_1 \cdot \exp(-\alpha_1 \cdot t) + \dots$
- このようにして単位応答が求まる

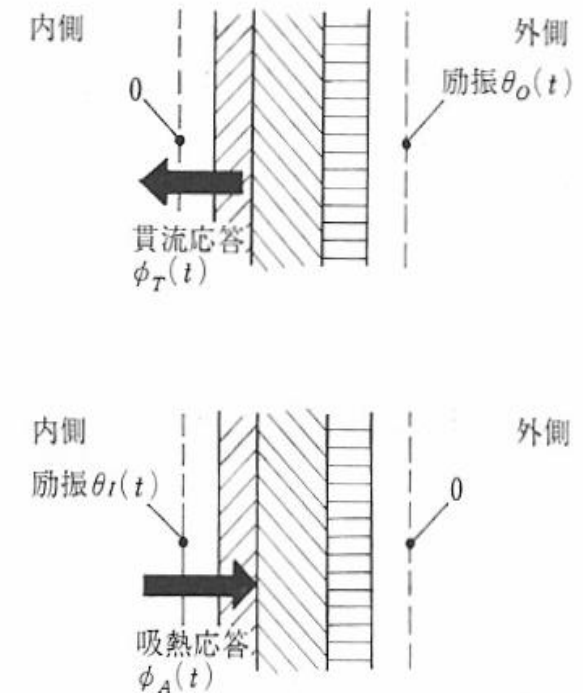


図 2.30 貫流応答と吸熱応答

# 外乱を単位応答に分解する

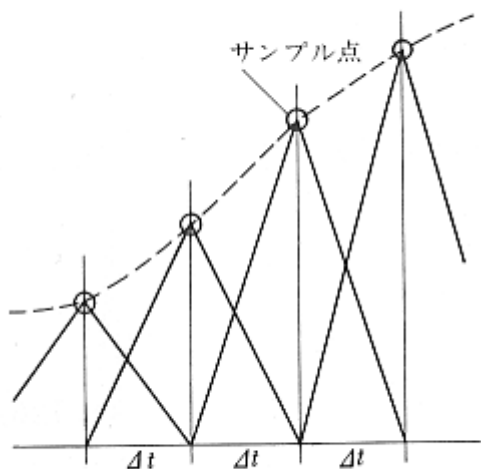


図 2.41 外乱変動の三角波列への分解

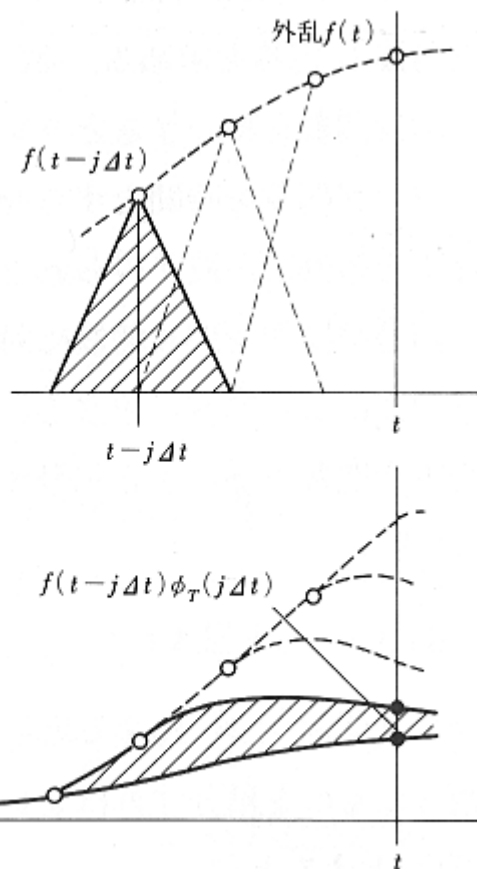


図 2.43 三角波応答による合成積演算

畳み込み積分の離散版

$$q(t) = \sum_{j=0}^{\infty} f(t-j\Delta t) \phi_T(j\Delta t)$$

実際は応答も  
離散で十分

$$q_n = \sum_{j=0}^{\infty} f_{n-j} \phi_j$$

応答係数法の  
基本公式

# 熱負荷計算の流れ

応答係数を求める

外気温に日射、夜間放射を考慮に入れた  
相当外気温度を求める

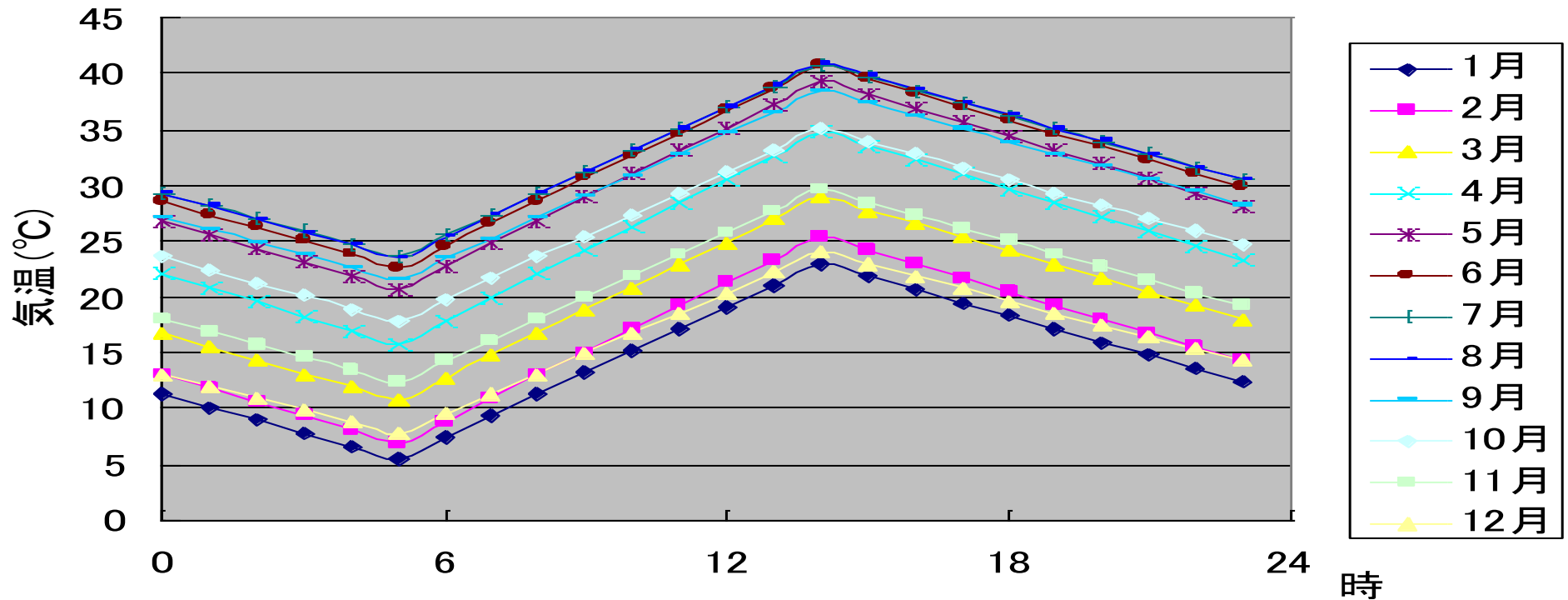
室温一定の条件下での  
外壁貫流熱を求める

ガラス窓があればそこからの熱損失と  
熱取得を加える

求まった熱負荷から自然室温を  
計算する

# 外気温

ルクソールの気温

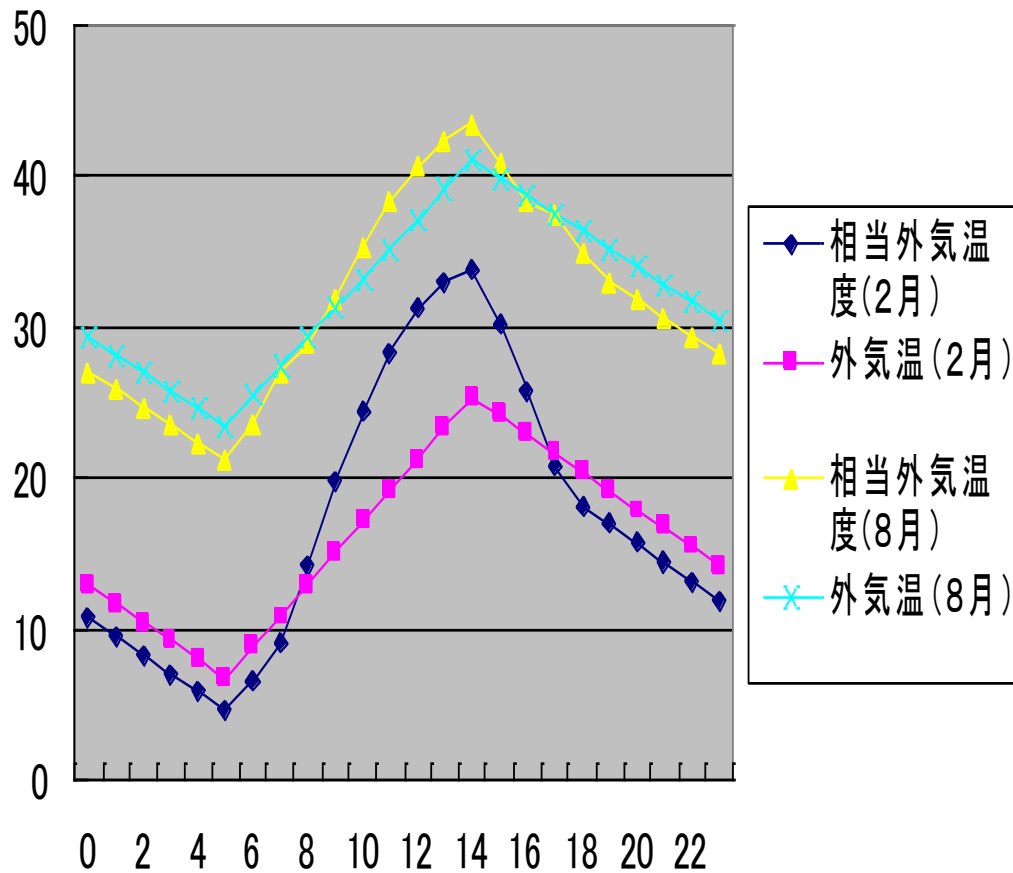


- エジプトのルクソールの気温を使う
- 月間平均最低気温と最高気温を5時と14時  
に取る仮想的な外気温が1月続くものとする
- 間は線形補完する

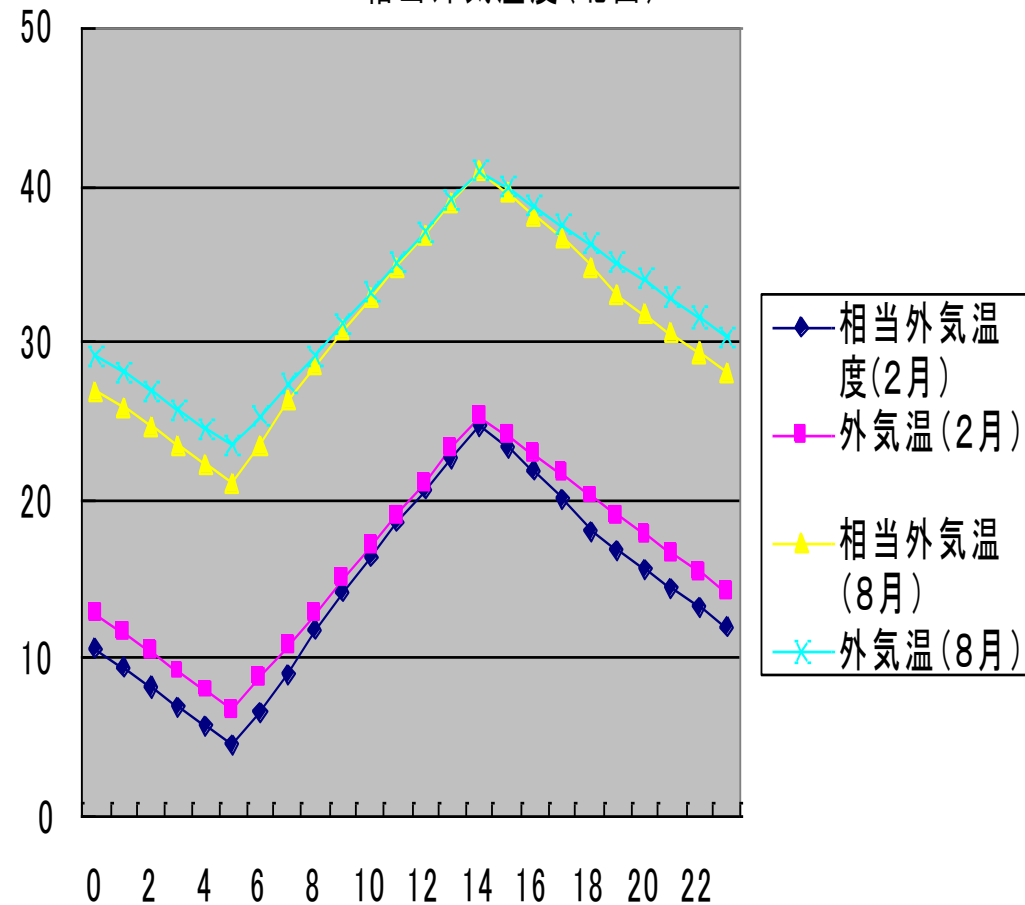
# 相当外気温度

- 外気温に日射と夜間放射の影響を付け加える

相当外気温度(南面)



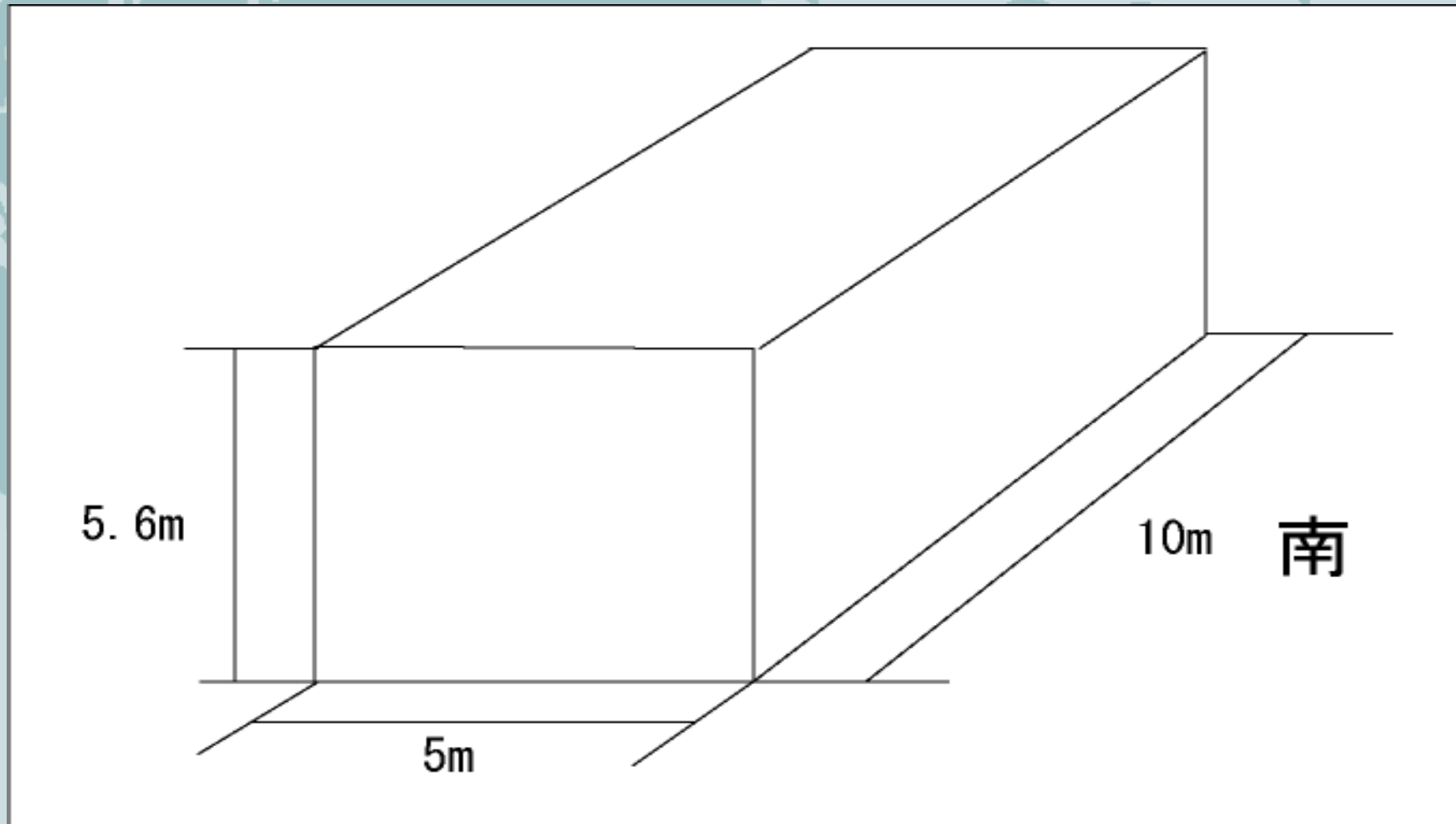
相当外気温度(北面)





# 解析対象

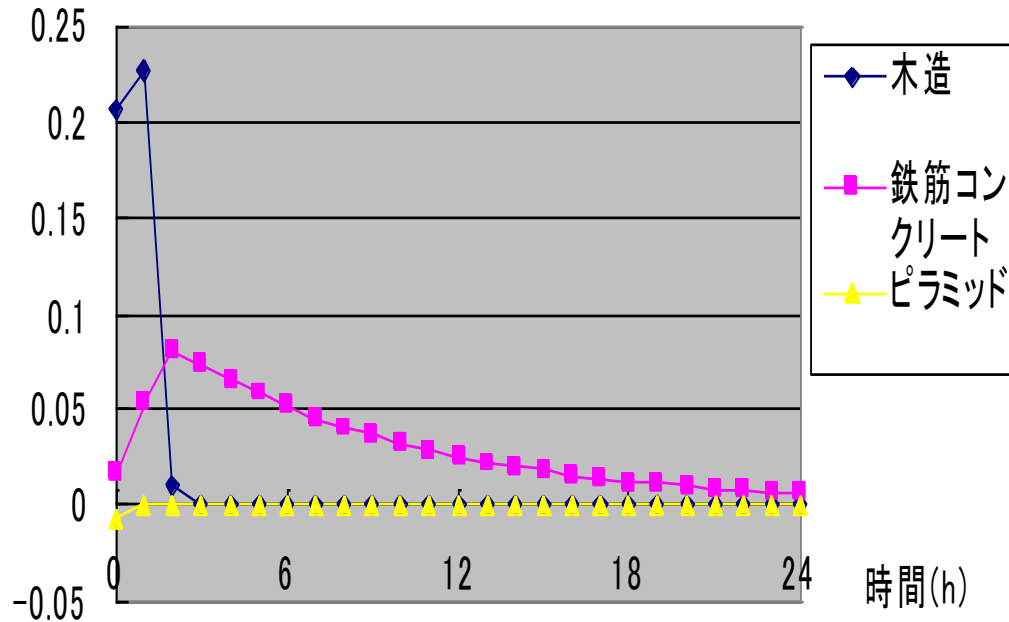
- クフ王のピラミッドの王の間を対象とする



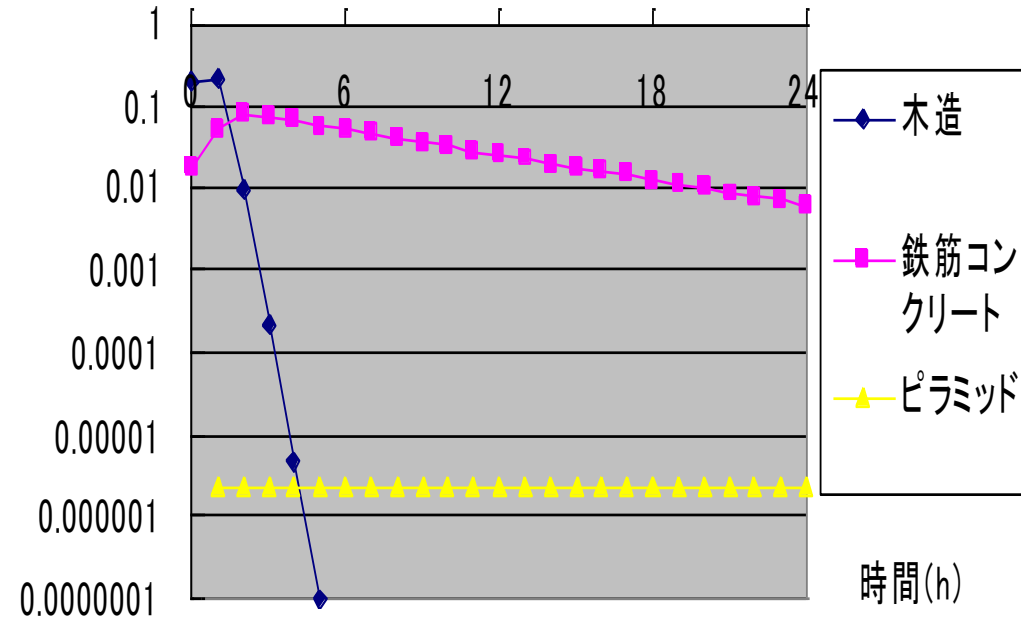


# 構法による貫流応答係数の違い

貫流応答係数



貫流応答係数

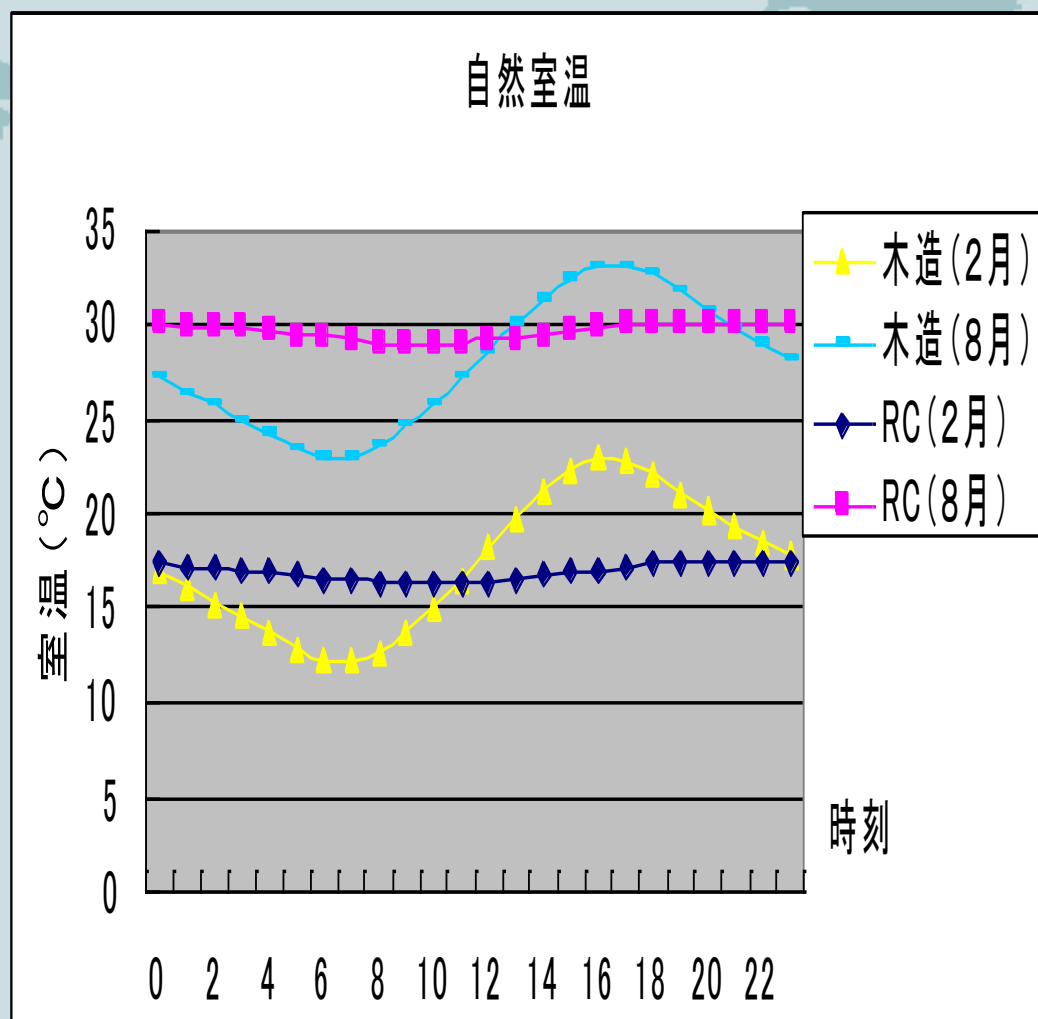
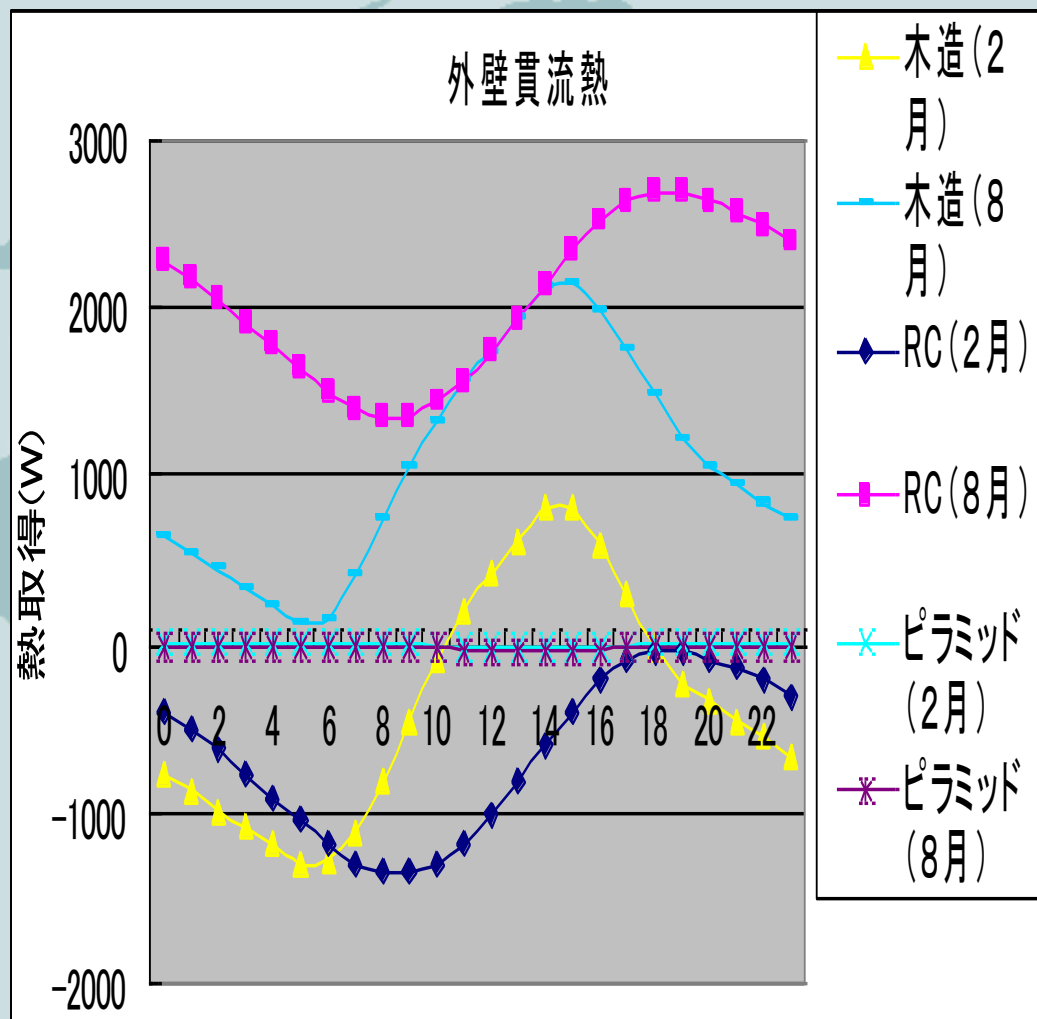


- 貫流・吸熱応答係数は蓄熱の影響をどの程度過去にさかのぼって考えるかと大いに関係がある。

- 木造→1日間
- RC造→5日間
- ピラミッド→年単位

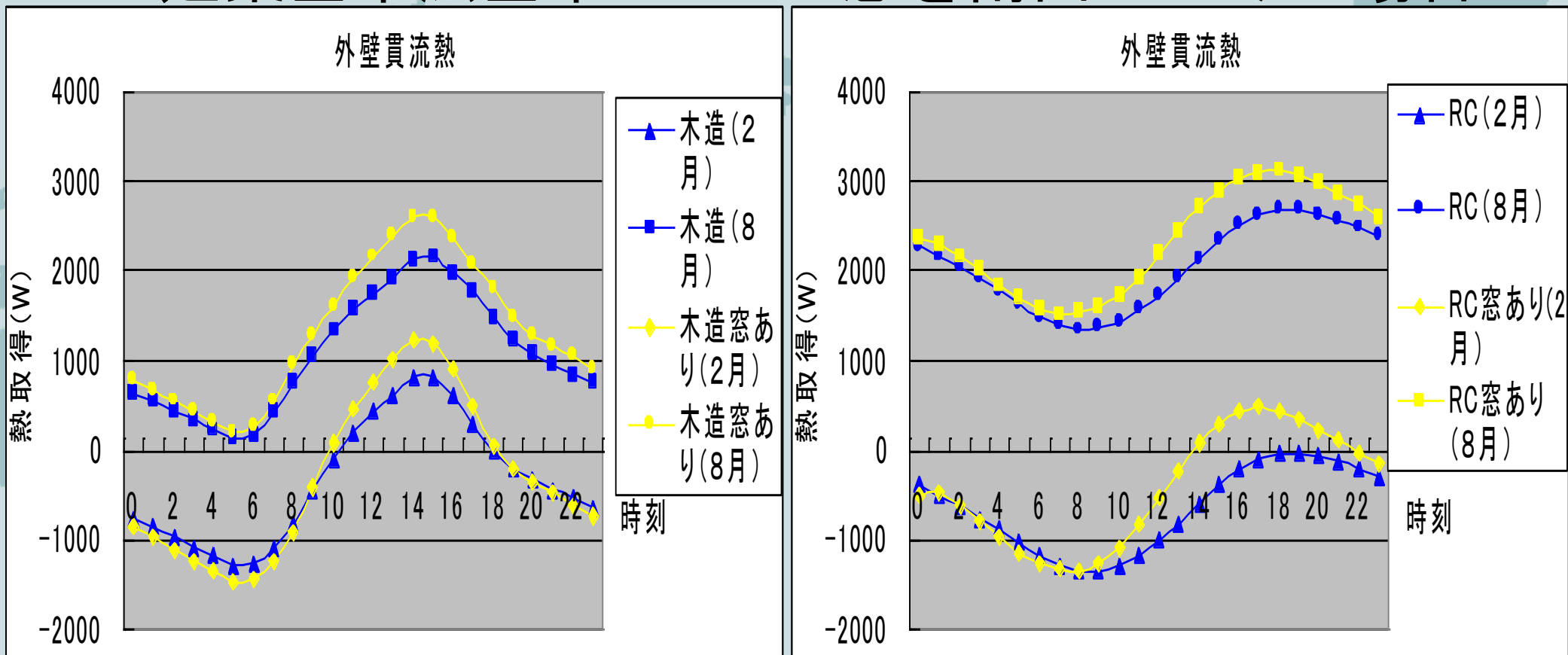
# 外壁貫流熱と自然室温

- Q値:木造=2.7,RC=4.4とした



# 窓の影響

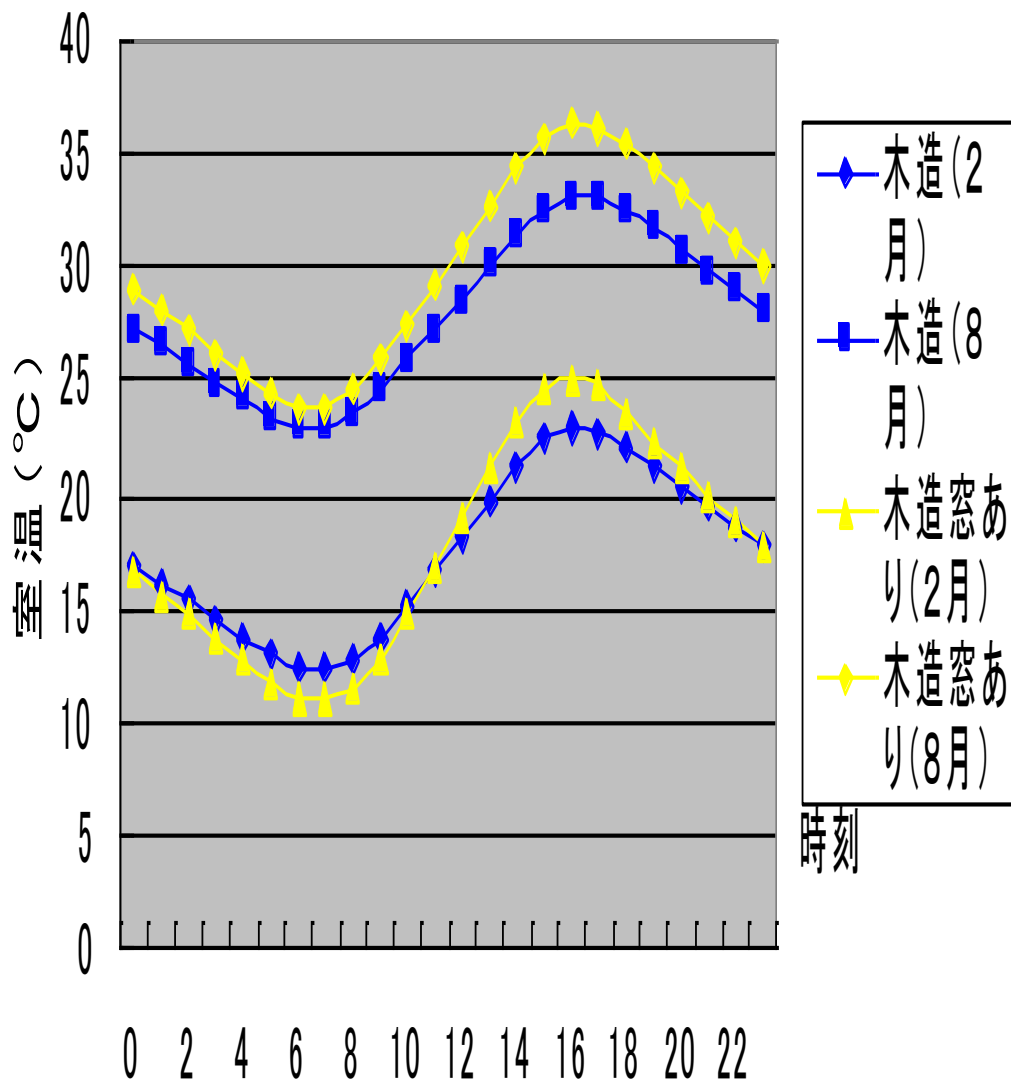
- 建築基準法基準の $8\text{m}^2$ の窓を南面につけた場合



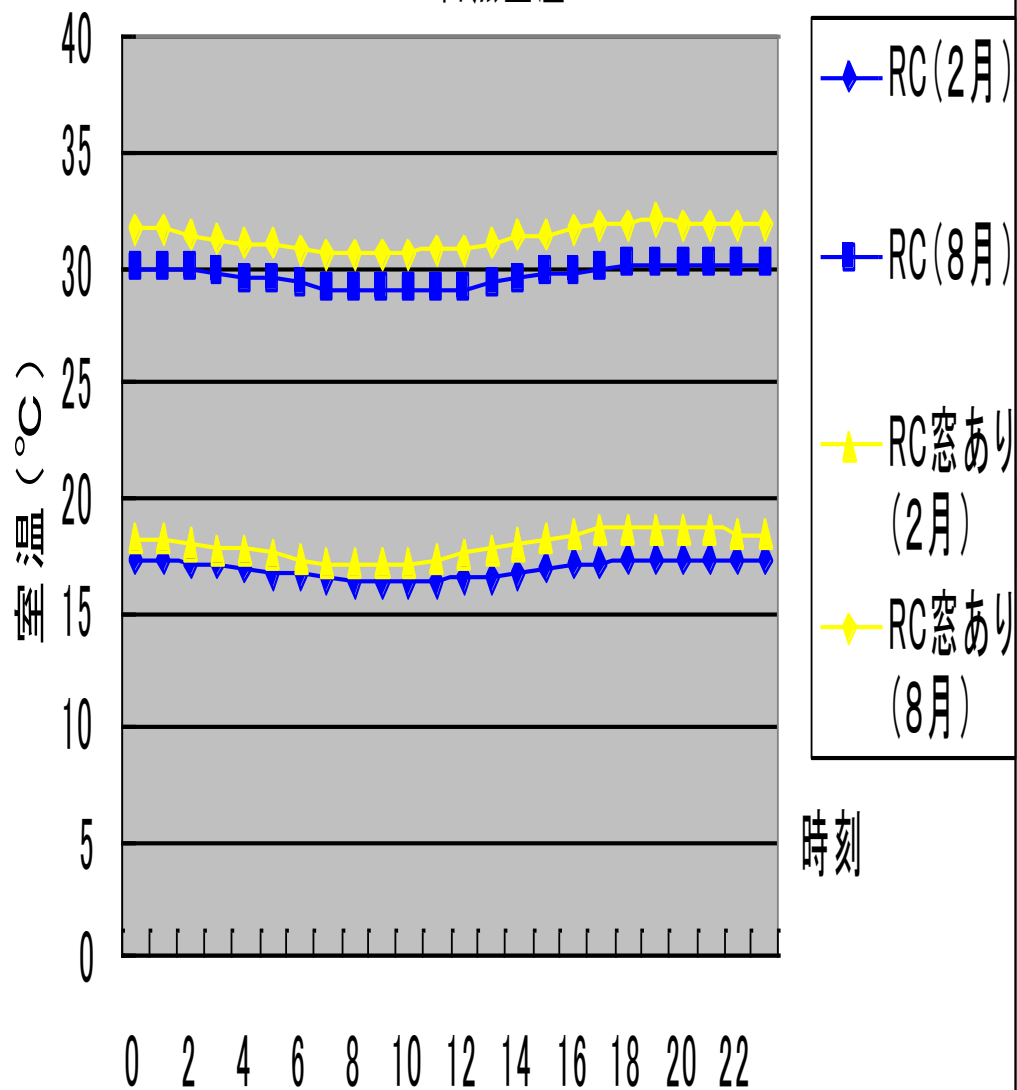
- ガラスの熱貫流率(低放射複層A12+木製サッシ)  
)=2.33
- 日射侵入率 = 0.55(レースカーテン)

# 窓の影響

自然室温



自然室温



# 冷暖房費の比較

- ・ 設定温度 20 度に保った時の暖冷房費の比較
  - 顕熱負荷のみを考える
  - COP=3のエアコンで空調(2.2円/MJ)

	木造窓なし	木造窓あり	RC窓なし	RC窓あり
暖房	40619	52181	68458	83255
冷房	13290	14585	15814	12369
合計	53909	66766	84272	95625

- ・ 王の間を空調したとすれば、年間10万円×（約4600年前に建造） = 4億6000万円かかる
- ・ しかし建造費は推定1200億円だから、ピラミッドは熱環境的に見ると元が取れない

# まとめ

- 熱容量が大きいと熱の大入力があっても、熱は少しずつ遅れながら伝わる
- 熱容量が大きくてもQ値が大きいと、熱負荷は大きくなる
- 外壁貫流熱を小さくするためには、Q値を小さくすることが必要である
- 寒暖の差が激しい地域でも、性能の高いサッシをつければ熱負荷はそれほど大きくなりません