

平成20年度産学官連携推進ネットワーク形成事業

提案研究テーマ

栗石(炭酸カルシウム)石粉や赤土等を原料とした  
断熱性タイル(外壁材)の研究開発

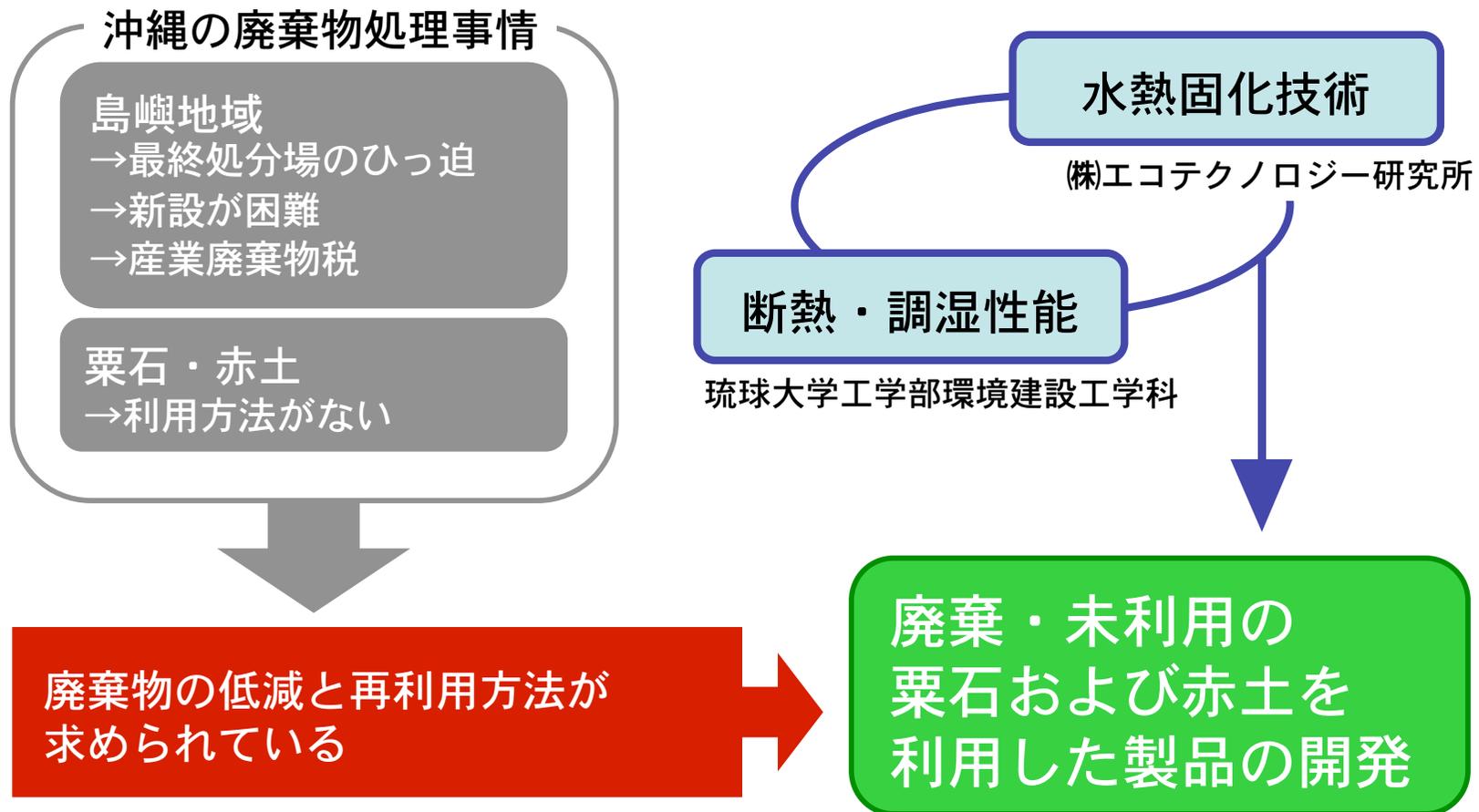
成果報告



(株)エコテクノロジー研究所

# 提案概要

廃棄・未利用の栗石および赤土を水熱固化技術により断熱性タイル（外壁材）として製品化



# 栗石



- ・石灰岩の中でも若い岩石
- ・「あわおこし」のような風合：サンゴや有孔虫
- ・多孔質、断熱性、透水性

採掘量の4割：石材(石垣、ヒンプン、建築石材)

採掘量の6割：脆く、石材に不適→**廃棄処分**

▶ **資源の有効活用・最終処分場の負荷低減**

# 赤土

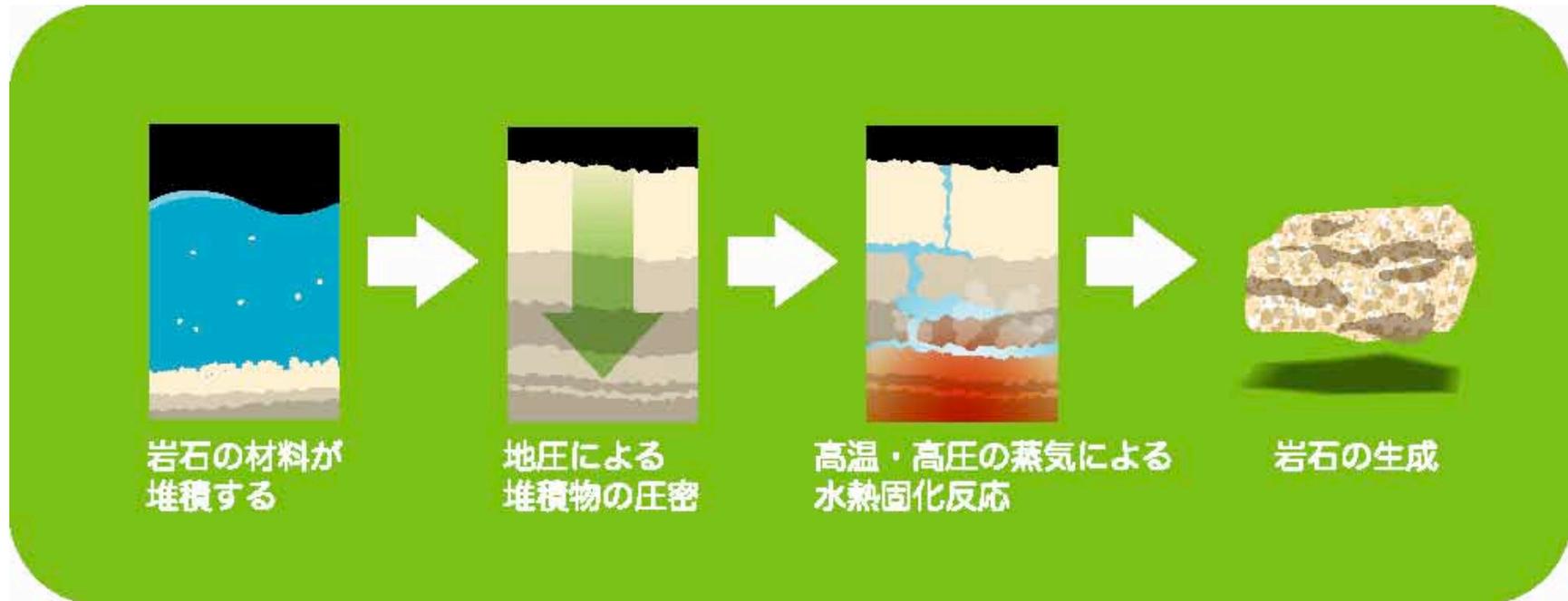


- ・ 赤土流出用の沈砂地に堆積した赤土
- ・ 骨材用砂礫の洗浄汚泥
- ・ 定期的な除去が必要＝大量排出
- ・ 盛土や畑土等に使用→需要は少ない

▶ 利用方法が求められている

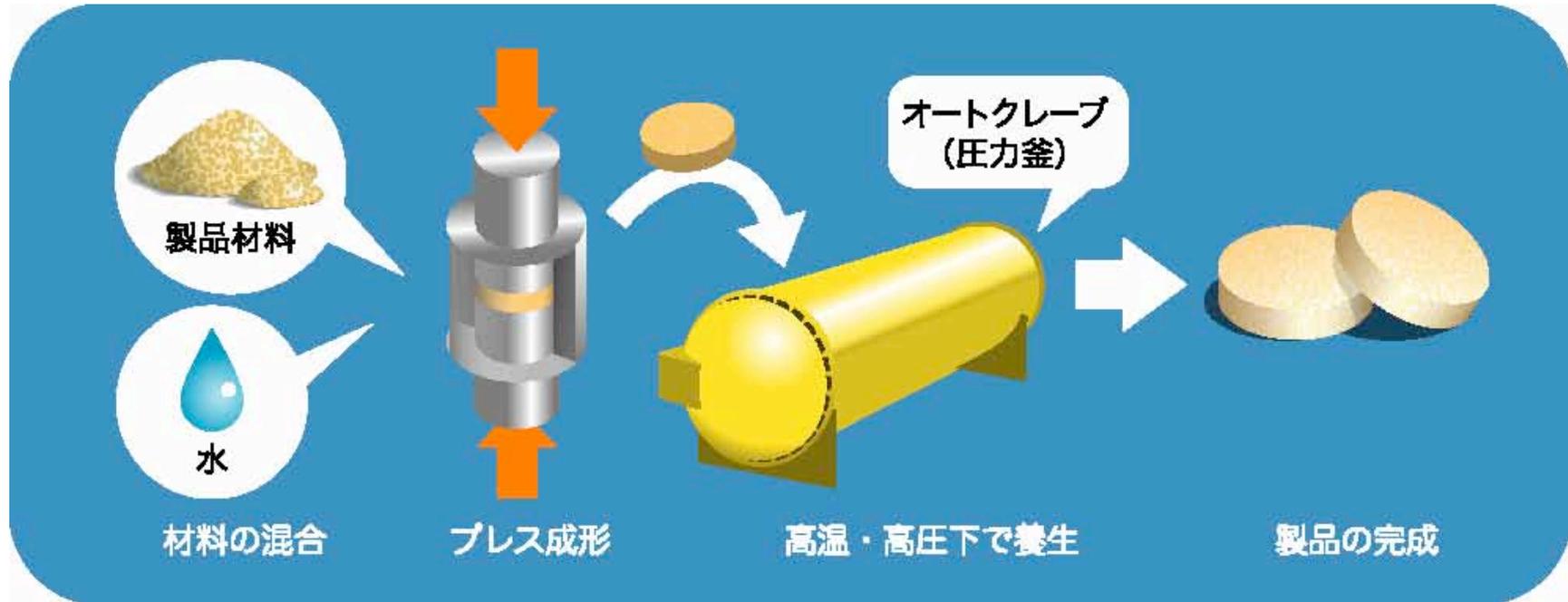
# 続成作用

自然界で堆積岩が作られる作用。長い時間をかけ礫、砂や泥が堆積・圧密され、温水が作用することで岩石が生成される。



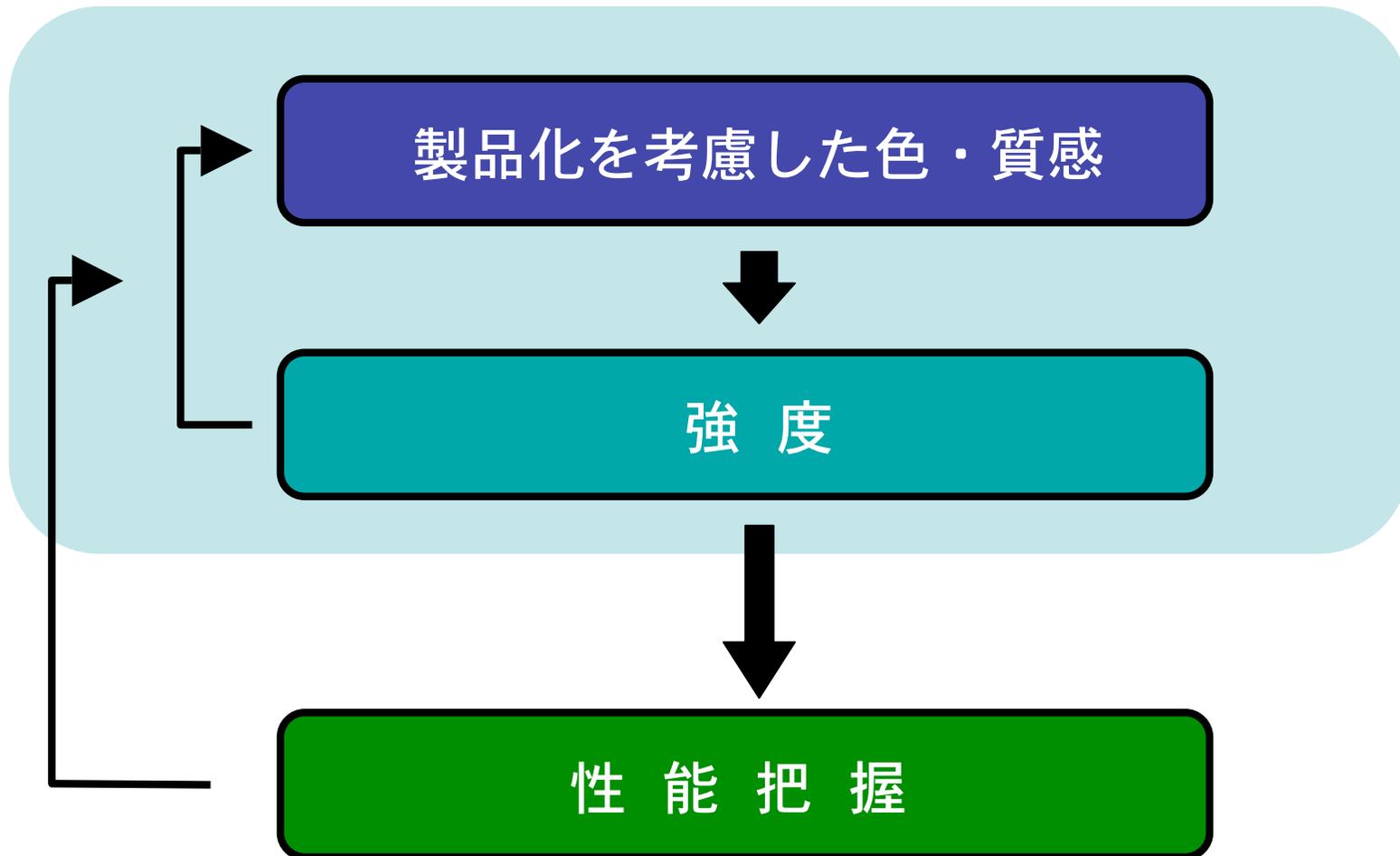
# 水熱固化技術

続成作用を工業的に短期間で行う技術。材料を混合・プレス後、高圧・高温の圧力釜内で養生して固化体を作成する。



# 研究概要

製品化を考慮し、色や質感の向上を重点に置き研究を進めた。色・質感・強度等の性能が良いものについて性能把握実験を行った。



# 研究の流れ



# 材料の用意

- ・ 洗浄・不純物の排除
- ・ 粒度の調整(ポットミル・ふるい)



栗石屑



ポットミル

# プレス成形用金型



# プレス成形



# オートクレーブ養生

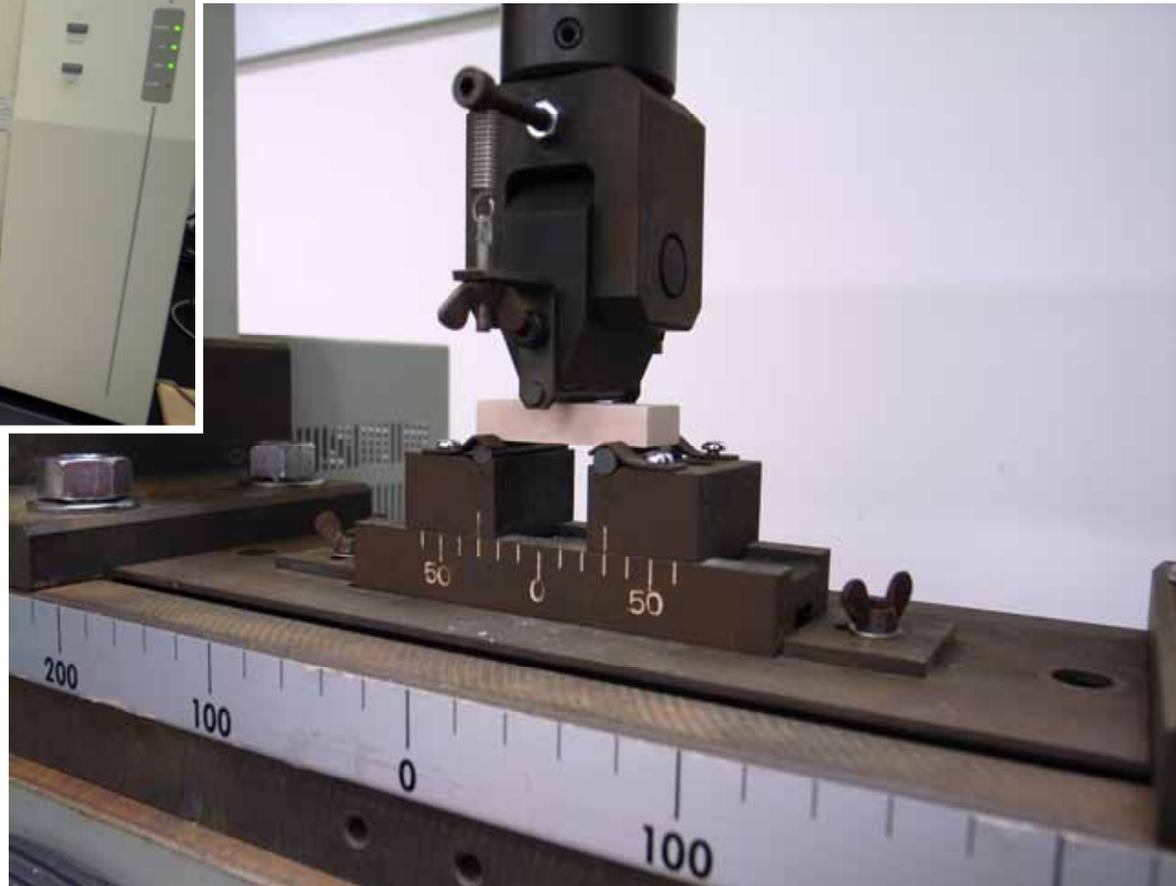
成形した試料をオートクレーブ内で養生  
(通常200℃で12時間)



オートクレーブ  
(圧力釜)

# 強度試験

オートグラフ(万能試験機)による 3点曲げ試験





# 成果概要

# 成果固化体

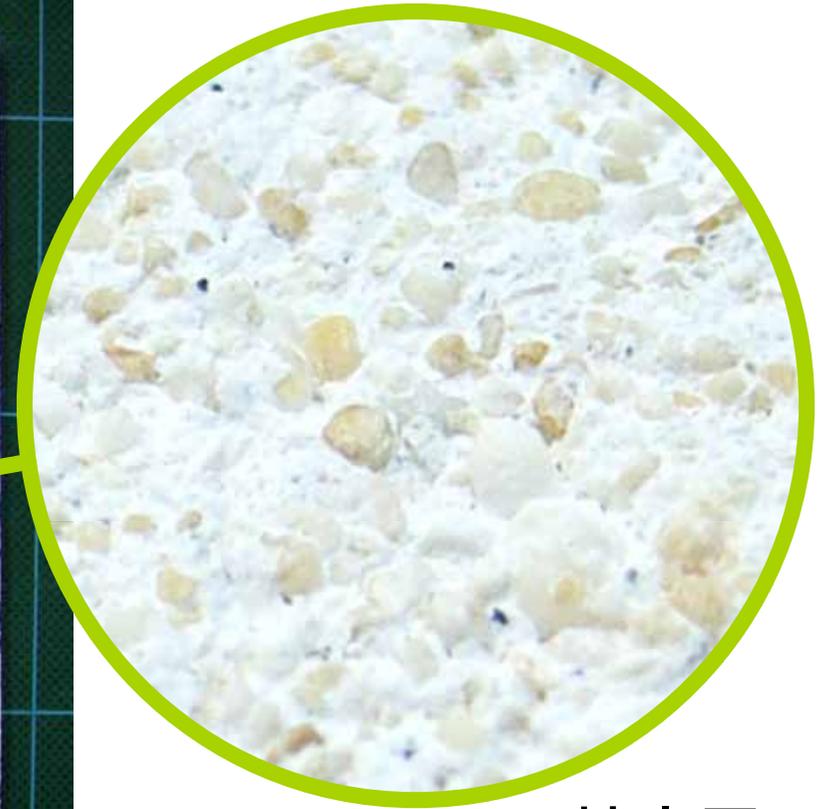
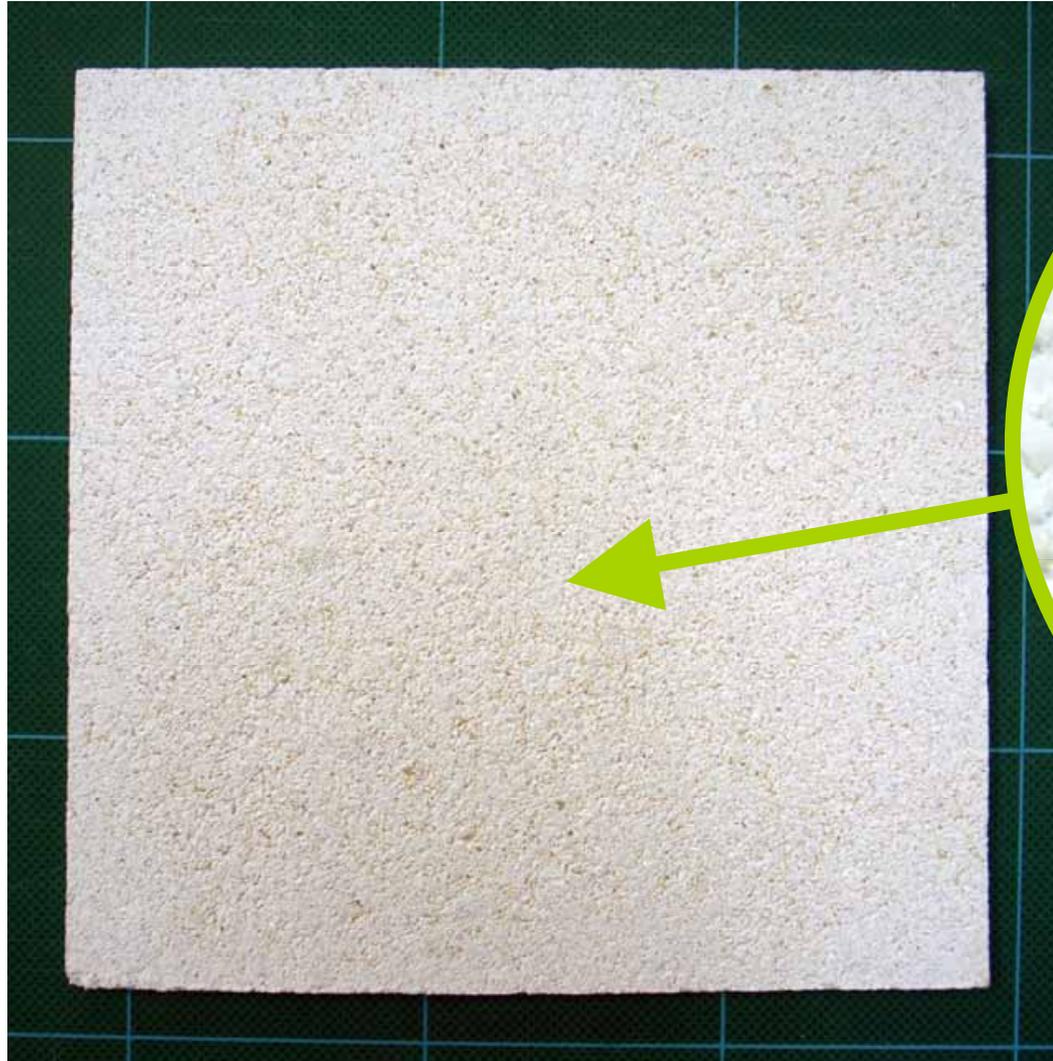


栗石固化体



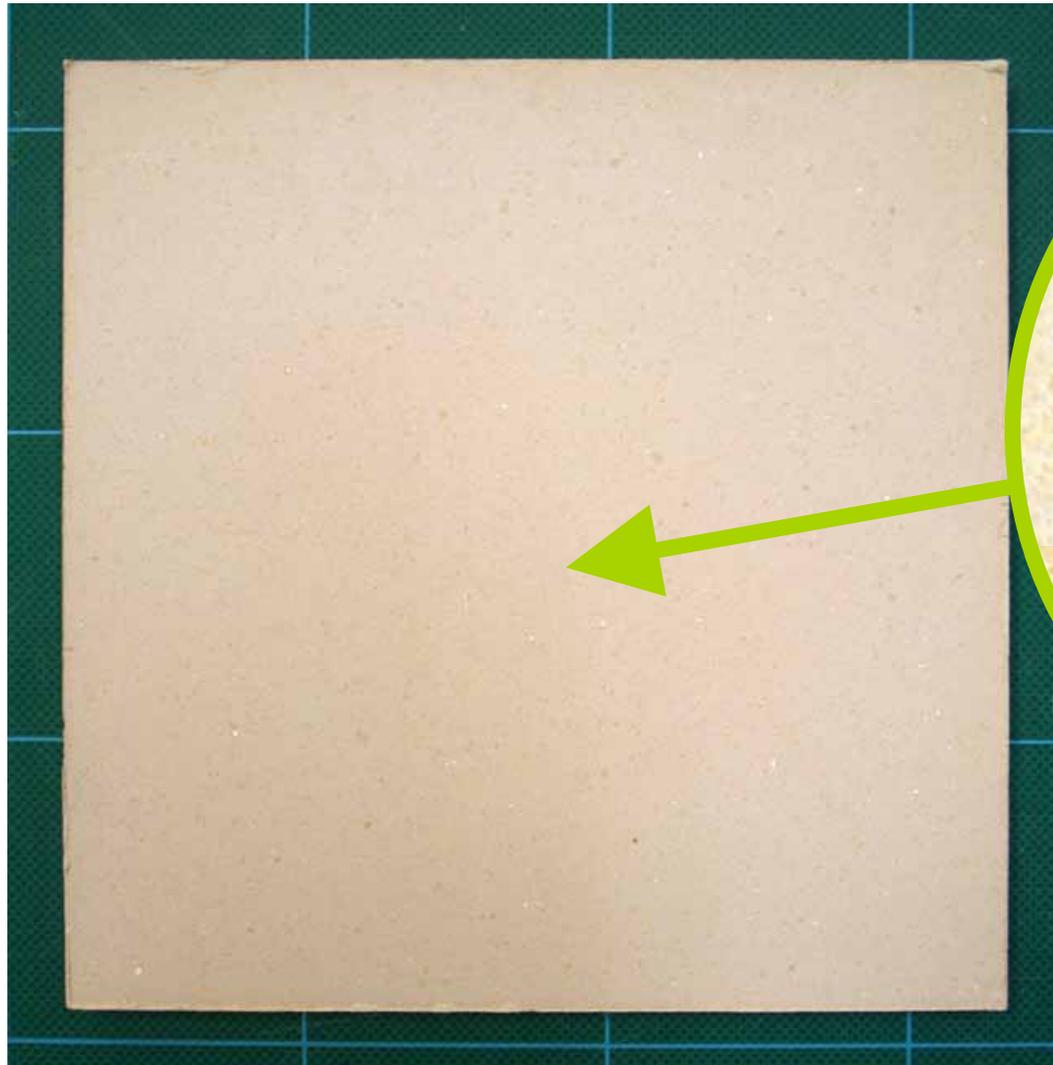
赤土固化体

# 栗石を主原料とした固化体



拡大図

# 赤土を主材料とした固化体



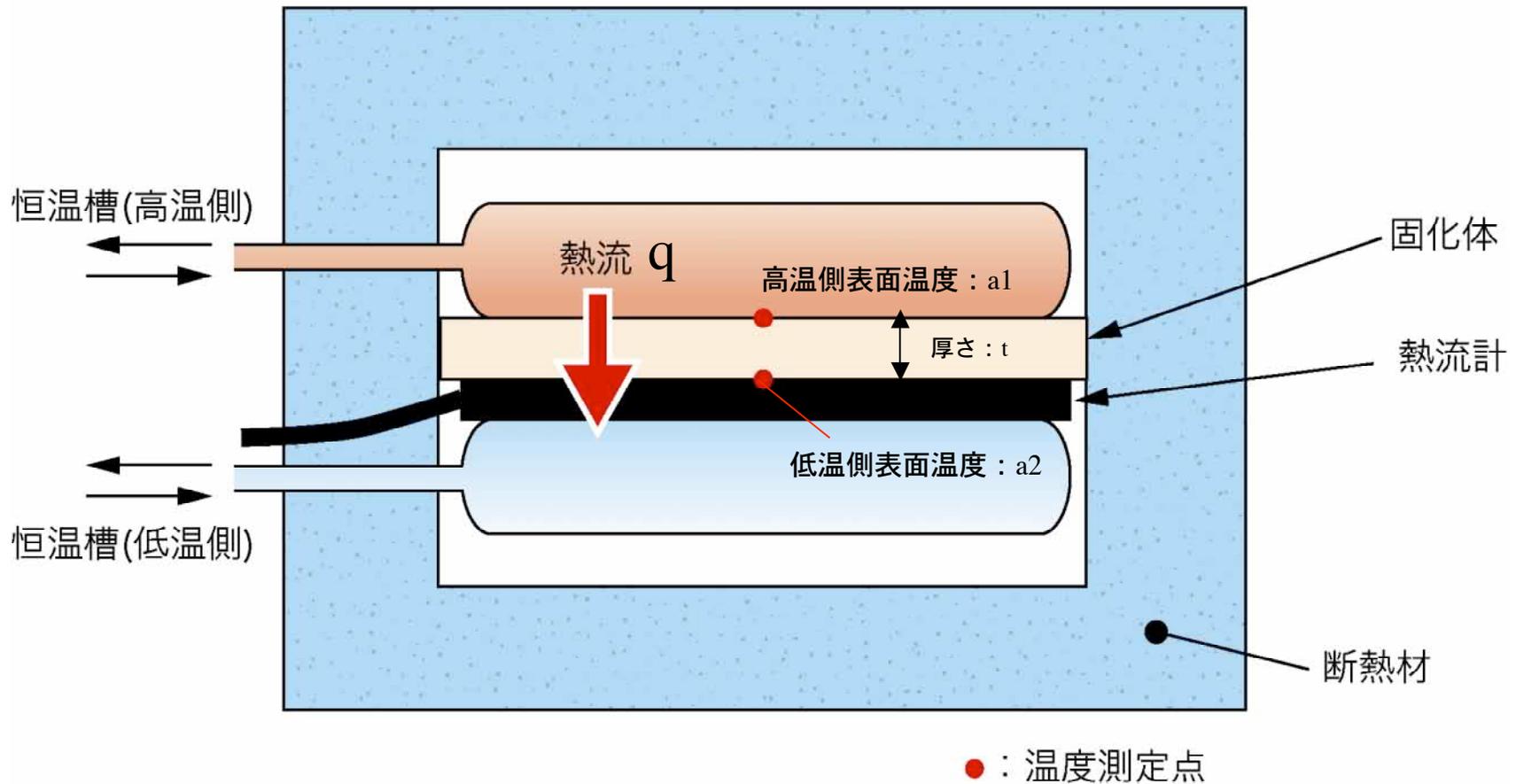
拡大図

# 性能把握実験

含水率・かさ密度



# 熱伝導率測定概要



固化体の熱伝導率 :  $\lambda$  (W/mK)

$$\lambda = q \times t / (a_1 - a_2)$$

熱流(W/m<sup>2</sup>) :  $q$

温度差(K) :  $(a_1 - a_2)$

固化体の厚さ(m) :  $t$

# 性能把握実験

熱伝導率測定



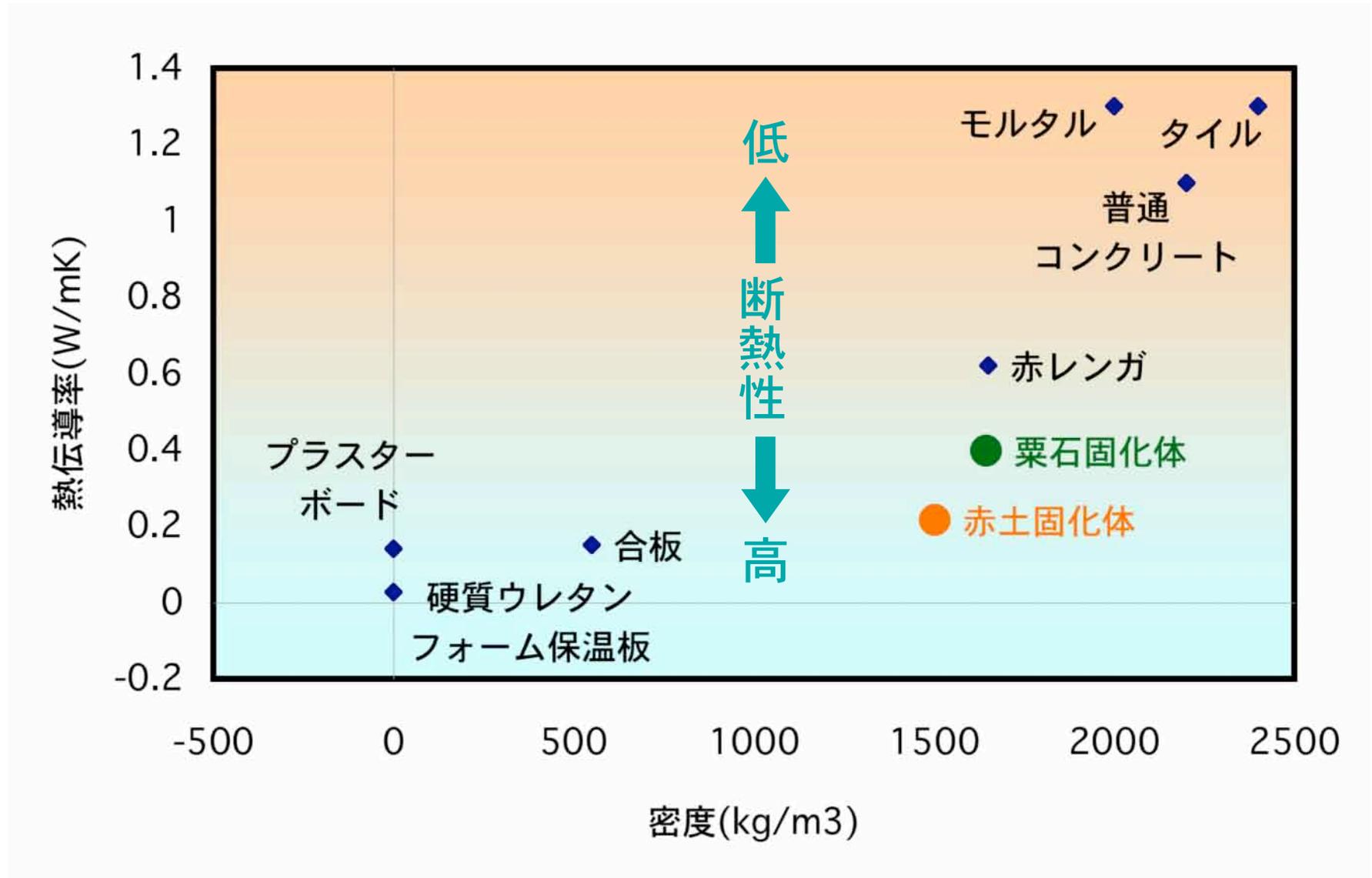
# 固化体の性能

	物性値				
	曲げ強度 (Mpa)	吸水率 (%)	見掛け気孔率 (%)	かさ密度 (kg/m <sup>3</sup> )	熱伝導率 (W/mK)
赤土固化体	23.6	20.7	31.1	1503	0.22
栗石固化体	8.0	12.6	20.8	1645	0.40

- 
- ・ 赤土固化体は十分な強度がある。  
栗石固化体は内壁材レベルの強度。
  - ・ 吸水率、見掛け気孔率ともに赤土固化体が高い
  - ・ どちらも熱伝導率が低く、断熱性が高い。
-

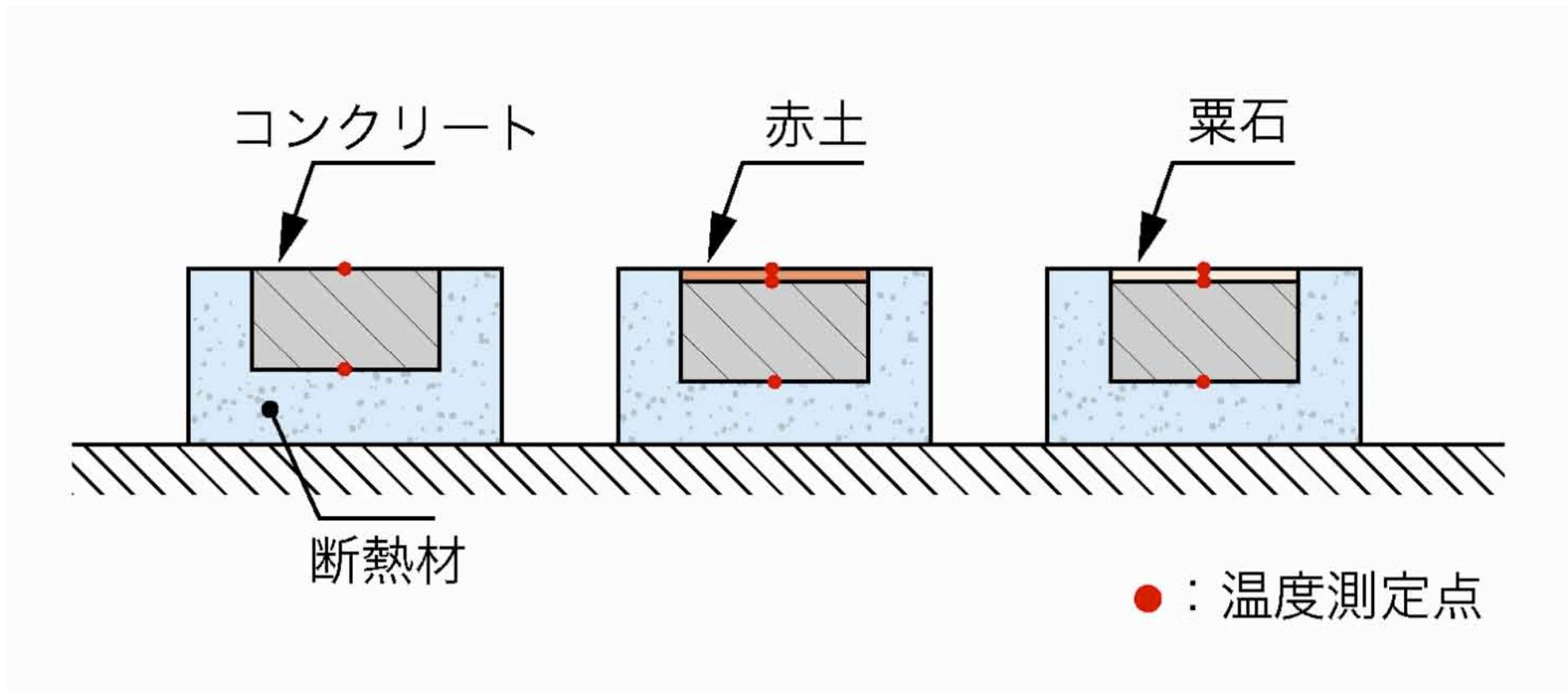
# 主な材料との熱伝導率比較

Y軸の値が低いほど断熱性大



# 屋上設置実験概要

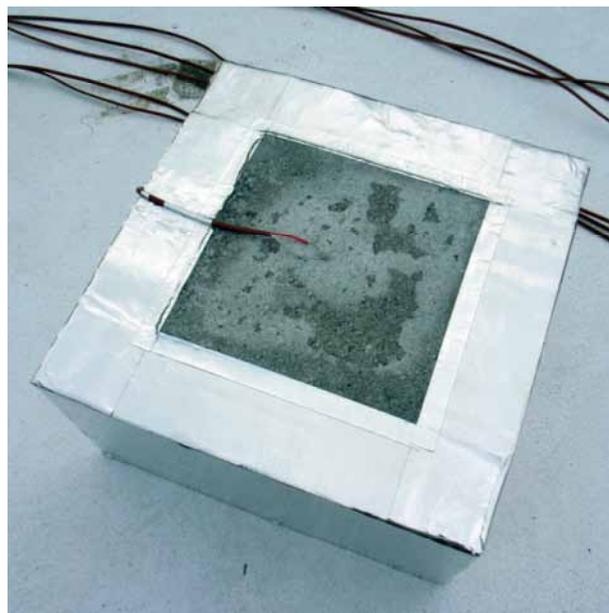
コンクリートブロックおよびコンクリートブロックに固化体を設置したものの側面・下面を断熱材で覆い、表面、底面および固化体とコンクリート間の温度を測定した。



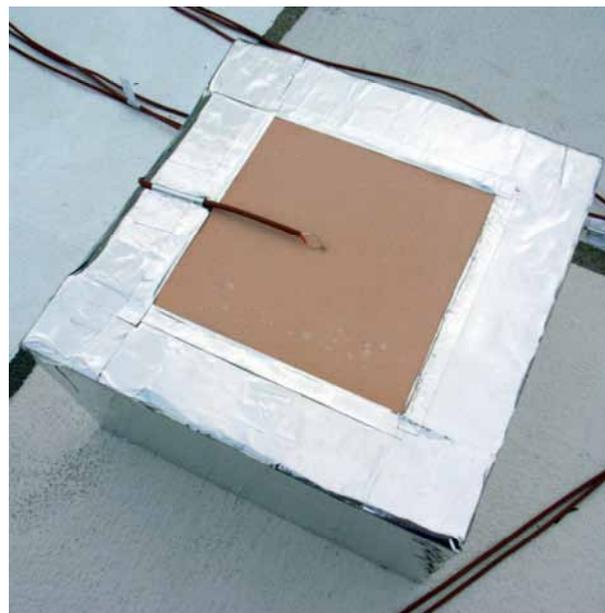
# 性能把握実験

## 屋外設置実験

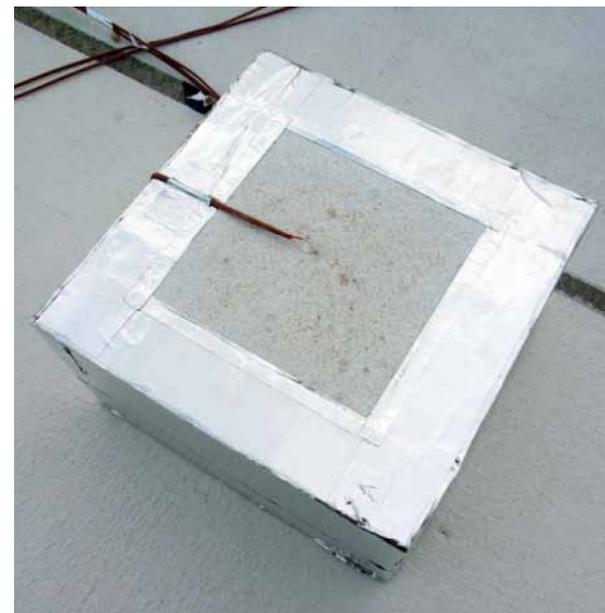
琉球大学工学部 2号棟屋上に固化体を設置して  
実際の断熱性能の把握実験を行った。



コンクリートのみ



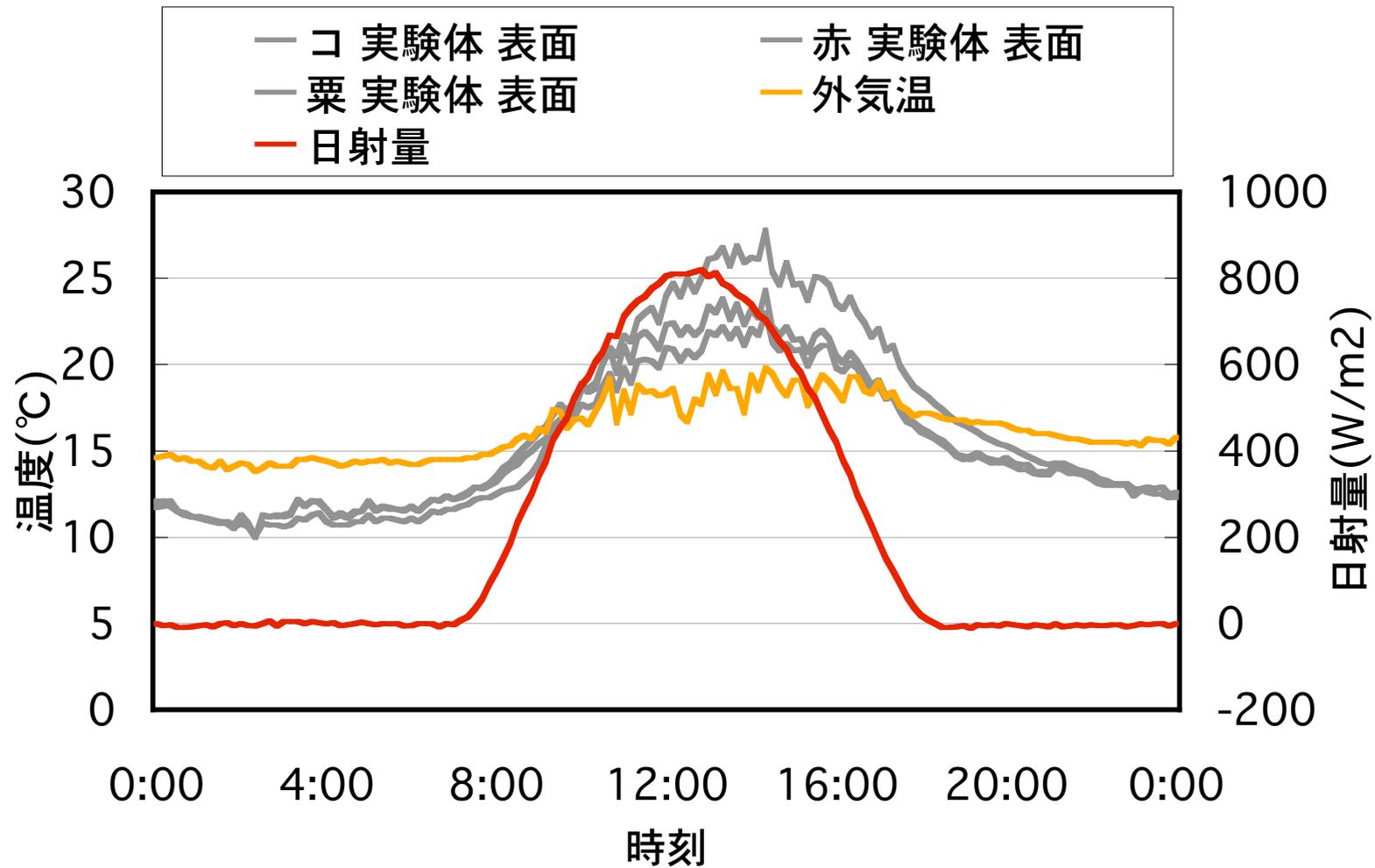
赤土固化体



栗石固化体

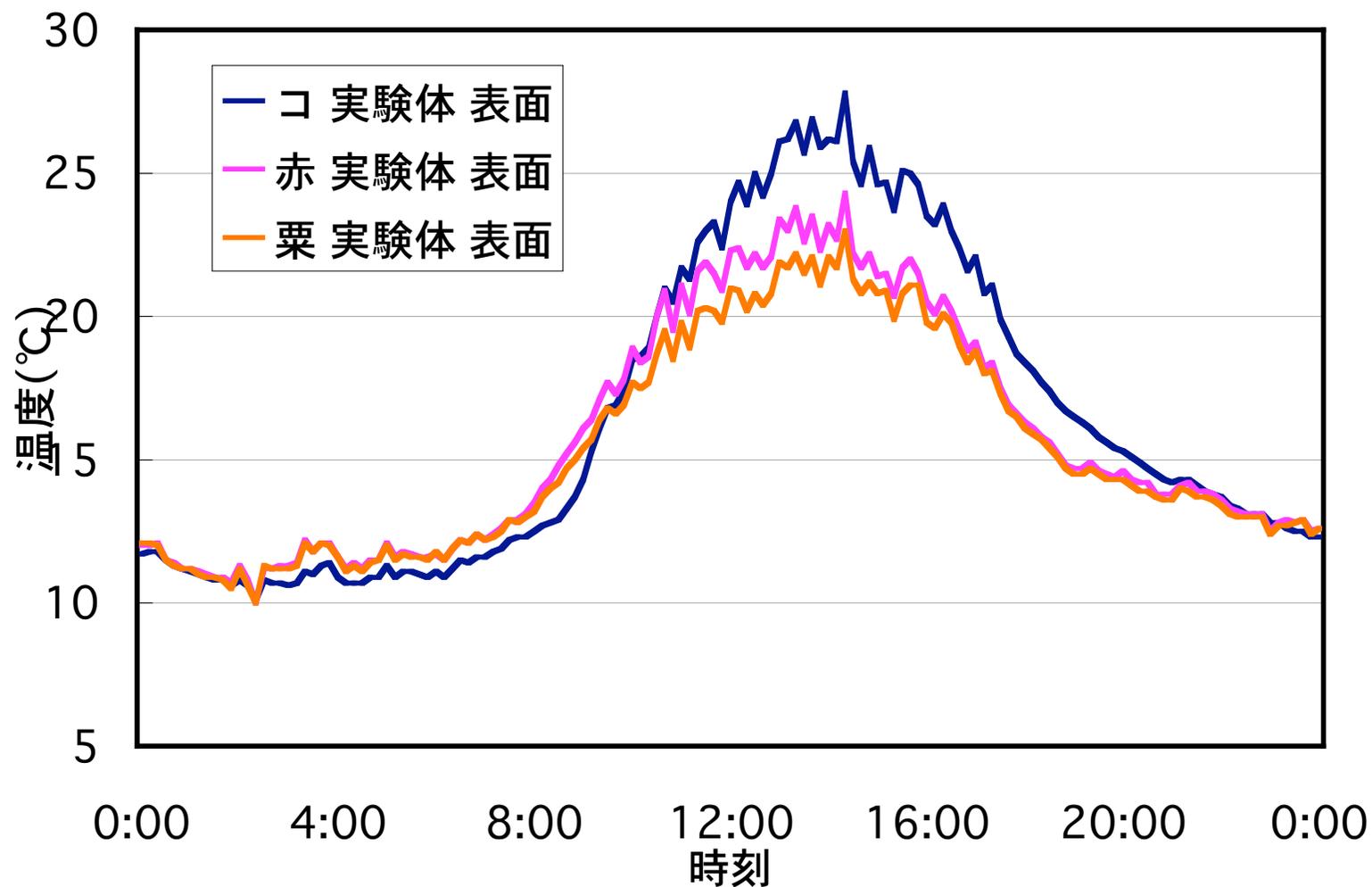
# 表面温度と気温および日射量の関係

日中は日射による影響が大きい。



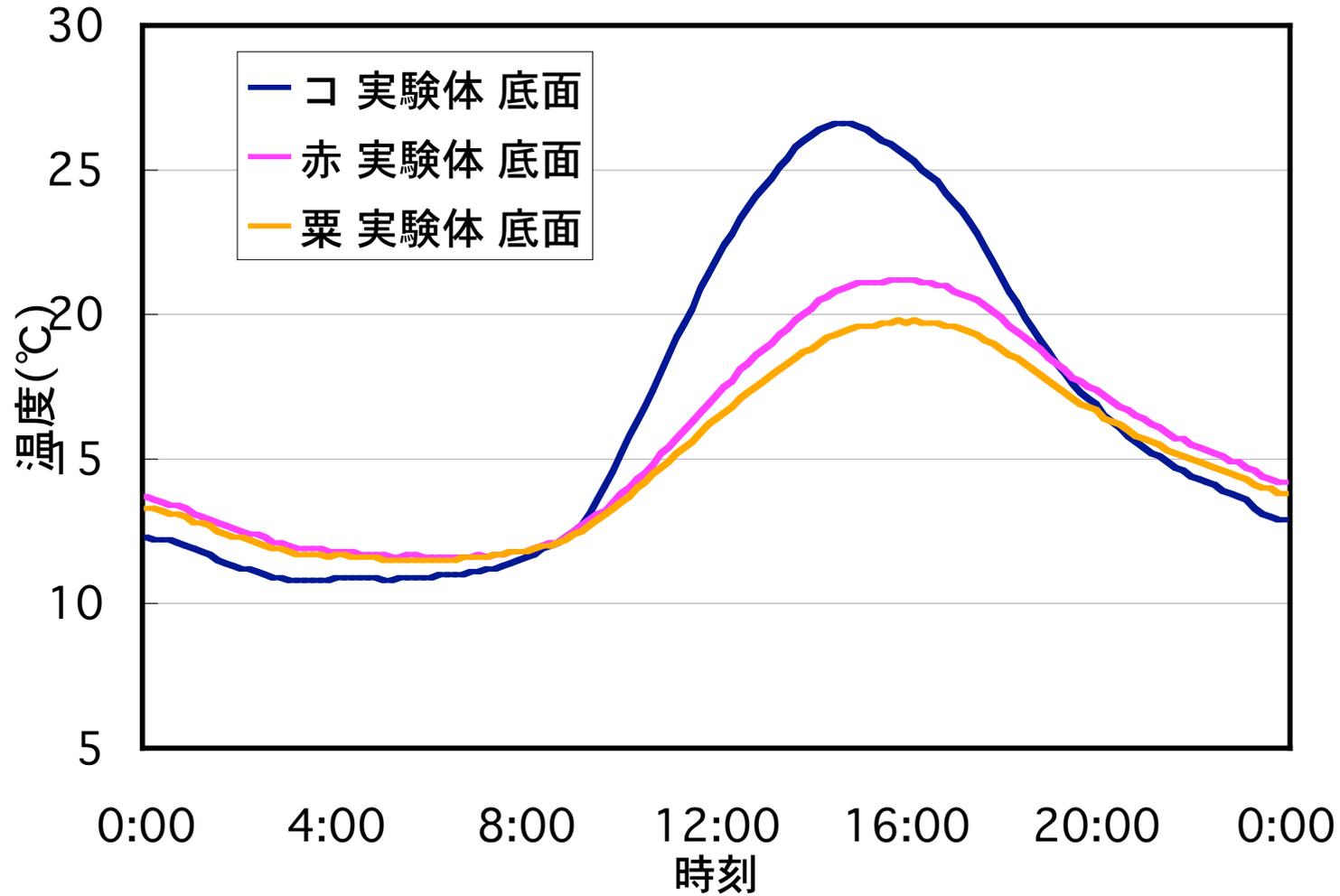
# 実験体表面温度の比較

コンクリートのみの場合と最高で  
5℃程度の温度差がある。



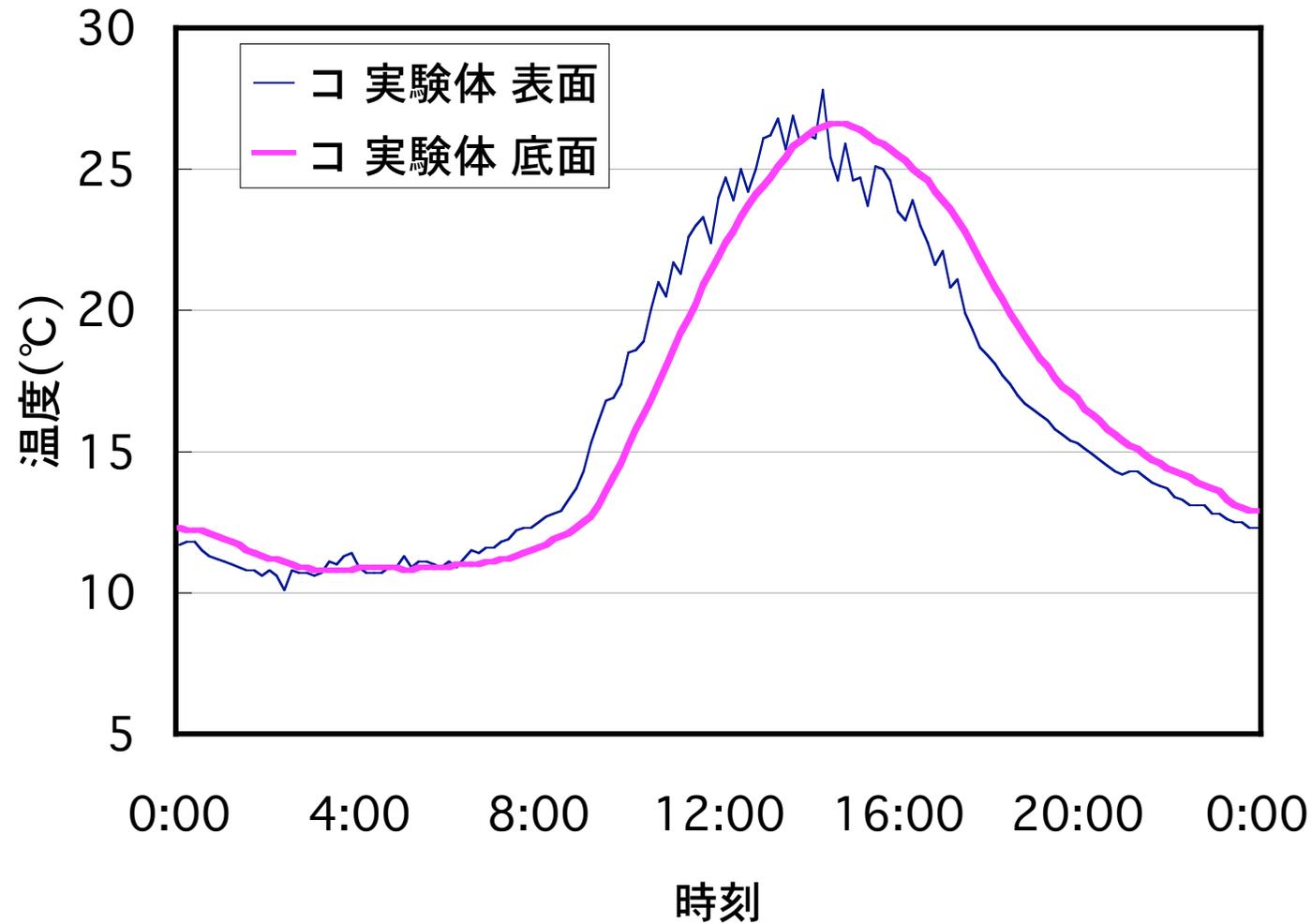
# 実験体底面温度の比較

コンクリートのみの場合と5℃以上の温度差がある。  
赤土よりも栗石固化体の方が温度が低い。



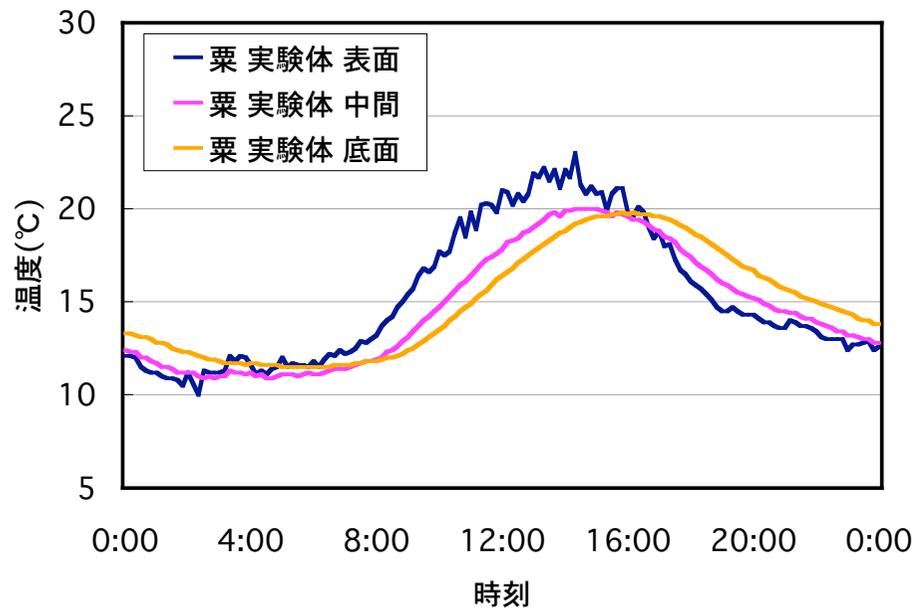
## コンクリート実験体の表面・底面の温度比較

昼間・夜間どちらも表面および底面にほとんど温度差がない。

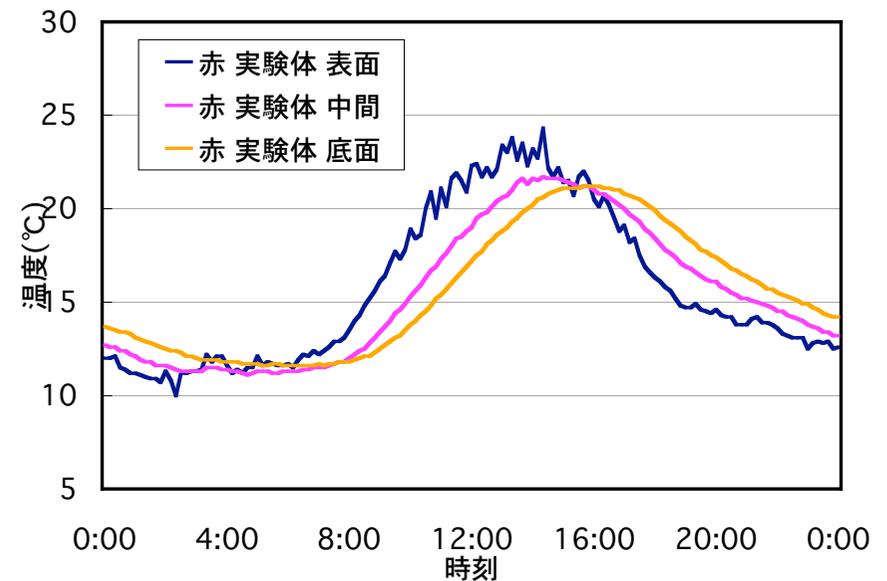


# 固化体実験体の表面・底面の温度比較

底面温度は、昼間には表面温度よりも低く、夜間から早朝まで表面温度よりも高い。温度の変動幅を小さくしている。



栗石固化体



赤土固化体

# まとめ

- ・ 水熱固化技術により栗石と赤土を使用した製品開発を試みた。
- ・ 見た目が良く、吸水性のある断熱性の高い固化体できた。
- ・ 赤土固化体は十分な強度があるが、栗石固化体は外壁材としては強度が弱い。
- ・ 合板よりも断熱性がやや低いがコンクリートや赤レンガ等よりも断熱性が高い。赤レンガよりも密度が低く軽量。
- ・ 栗石固化体は熱伝導率では赤石固化体に劣るが、色や表面形状などの効果のためか屋外実験では性能は高かった。

# 今後について

## ◆ 技術的課題の検討

---

- ・ 栗石固化体の強度
- ・ プレス成形方法の検討
- ・ 長期性能・調湿性能等の把握

## ◆ 今後の展開

---

- ・ 栗石固化体の内壁材としての利用
- ・ 県内企業との連携