



# 醗酵を纏う

—ポーラスの日本的解釈による実験建築—

## 醗酵によるポーラス —— 「日本的なもの」

本研究は、ポーラスの環境性能と微生物による自然発生的な生成プロセス「醗酵」に可能性を見出し、ポーラスを用いた材料開発及びその材料を用いた設計研究である。

日本人の長い歴史の中で培われてきた「日本的なもの」への転用に向けた新たな方法論として位置付け、工業的な予定調和ではなく、日本古来の自然素材に通ずる、より自然的で不確定要素を伴う生成プロセスを用いて「日本的なもの」への利用可能性を模索する。

第1章 自然的ポーラス



第2章 日本建築における自然由来の材料



第3章 予備実験①【材料】



第4章 予備実験②【形態】

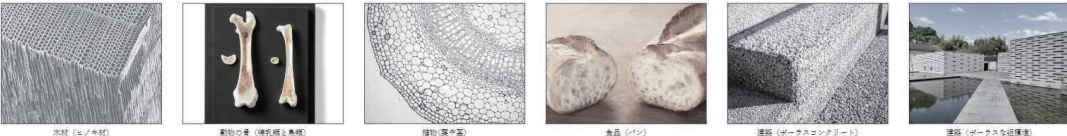


第5章 本実験



ポーラスとは

「ポーラス」とは、多孔質を意味し、自然界に広く存在する。強度と軽さ、透水性と透気性、吸音性、水質浄化、生物の棲み処などの環境機能を有している。ポーラス…多数の穴（孔）、多孔質。ポーラス材料…空室である多数の微細な孔を有する材料のこと。気孔とも呼ばれる。ポーラス構造…材料や物体内部に微細な孔や空室が存在し、これらの孔に気体、液体、他の物質が吸収、吸着、または拡散できる性質を持つ構造のこと。



ポーラスの特性

Diagram showing porous materials and their structures: honeycomb (ハニカム), foam (フォーム), and open-cell type (オープンセル型). Includes a microscopic view of a porous material and a diagram of a porous material's structure.

微生物によるポーラス

Diagram showing the formation of porous structures using biological processes. Includes a chemical equation: C6H12O6 -> 2C2H5OH + 2CO2 + 2ATP. Text: 「発酵」は、人間にとって有益な微生物反応であり、微生物にとってはエネルギーを獲得する手段である。酵母菌のブドウ糖において、発生する炭酸ガスにより生み出されるのがフォーム（発泡体）であり、セル構造である。この過程を辿ることで、微生物によってポーラス構造が生成される。本研究では、微生物による自然発生的なポーラスを「自然的ポーラス」と呼び、この身近なポーラスの生成方法を報告する。

分析：民家の材料的要素の分解

Grid of images showing the decomposition of traditional Japanese house materials into various components like wood, paper, and plaster.

Diagram showing the analysis of traditional Japanese house materials. Includes a list of materials and their properties, and a diagram of a house structure.

微生物と土に還る建築材料

Diagram showing the cycle of building materials from natural materials to traditional houses and back to nature. Includes a list of materials and their properties, and a diagram of a house structure.

Step1 パン発酵

目的：人と微生物が協働するパンの発酵プロセスを利用し、発酵及びパンの発酵プロセスを実際に確認、各素材の特徴を把握する。

Experiment summary for bread fermentation. Includes a table of ingredients and their weights for three trials (A, B, C).

Experiment process for bread fermentation. Includes a list of steps and a diagram of the bread-making process.

Experiment results for bread fermentation. Includes a table of results and a diagram of the bread structure.

Experiment observations for bread fermentation. Includes a list of observations and a diagram of the bread structure.

Step2 素材の検討

目的：パンの主材料である小麦粉（強力粉）を一般流通の自然素材へ置き換え、「日本のもの」への転用に向けた、発酵に適する建築素材を決定する。ここでは、土に還る素材として、土、石膏、石灰、一部自然素材を扱うセメントを候補に検討する。

Experiment summary for material selection. Includes a table of ingredients and their weights for three trials (A, B, C).

Experiment process for material selection. Includes a list of steps and a diagram of the material selection process.

Experiment results for material selection. Includes a table of results and a diagram of the material selection process.

Experiment observations for material selection. Includes a list of observations and a diagram of the material selection process.

### Step3 発酵実験

目的: 各材料の割合や発酵時間を変化させ、計13回の発酵実験を経て、断面よりポーラスの出来方を模索し、出来上がりから建築形態へ導くためのヒントを得る。

#### <実験概要>

材料名	分量
空室	1000g
キシランタンガム	10g
グルテン粉	80g
ドライイースト	20g
水	350g
合計	1400g

各材料の割合や発酵時間を変化させた計13回の実験からポーラスの出来方を模索する発酵実験である。小麦粉に代え、水分保持の優れた粘着性のキシランタンガム、ドライイースト、砂糖、水を用い、分量・発酵時間を変化させた工程で行っている。

#### <実験工程>

①材料を容器に入れ、よく混ぜる。  
②生地をこね上げる。  
③生地を成形する。  
④乾燥させる。

乾燥後の状態は、断面を撮影し、観察する。

#### <実験結果>



#### <考察>

乾燥率 (ポーラス/多孔質率)

試行	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
乾燥率 (%)	25.10	20.26	22.16	42.00	25.26	25.50	20.26	22.28	25.26	22.28	25.26	25.26	25.26

得られた結果より、一般的な指標の乾燥率を参考に比較を行い、ポーラスの断面を観る観点から、「日本的なもの」への利用可能性に向けた分量と発酵時間を決定した。分量を固定、自立すること。そして、ポーラス断面の形状が現れる乾燥率50%の数値を目標として行い、ポーラスの環境性能とオープンセル型の利点を生かし機能させる。

### Step4 形態スタディ

目的: デザインプロセスを発展させながらも、ポーラスを用いた建築材料としての適応可能性を考慮し、スケラビリティ (拡大縮小性) のあるものとして、4つの形態スタディによって得られる見解と考察から建築形態へと導く。

#### <実験概要>

①材料を容器に入れ、よく混ぜる。  
②生地をこね上げる。  
③生地を成形する。  
④乾燥させる。

#### <実験工程>

乾燥後の状態は、断面を撮影し、観察する。

#### <実験結果>



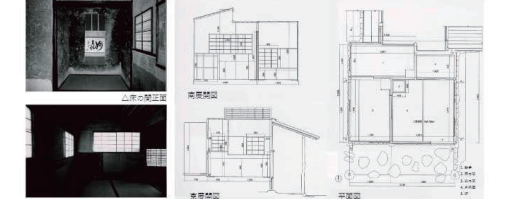
#### <考察>

人工と自然の曖昧なせめぎ合いを表現した空間。茶室を持ち、内部に対して構造的空間が現れること。クリップによる押さえ位置によって異なる断面を見せるなどの観点から建築材料としての適応可能性を考慮し、スケラビリティ (拡大縮小性) のある「逆さ吊りメンブレン・シェル」の手法を用いた「シェル型」に可能性を見出した。

## 第5章 本実験 一応用と設計一

### 構想

構想1: 千利休「待庵」  
これらの実験を経て導かれた利用可能性の条件を満たす実験的な設計提案として、人の最も小さな座、最小限の空間ユニットである「茶室」の設計を試みる。茶室は、自然を身近に感じるとして、千利休による「待庵」の自然を映し出す茶室の要素であり、自然を取り入れ、文化を取り空間として成立してきた。千利休による「待庵」の自然を映し出す茶室の要素は、現代に対し、建築として大いに京茶に重なる存在なのではないだろうか。建築に必要な快適さと生活条件を「自然的ポーラス」によるシェル型の空間に与えるため、利休による「待庵」の寸法を必要要素を引用し、最小限の空間ユニットである「茶室」の実験的な設計提案を行う。



### 構想2: 雨水に対する芽室き屋根の仕組みと工夫

適気性に優れたオープンセル型とされるポーラスの利点から、雨に対して導き出された芽室き屋根の工夫を手掛かりとし、角度や密度、厚みを変化させることで実現する。

芽室き屋根の構造

芽室き屋根の構造

### 本実験

目的: 「逆さ吊りメンブレン・シェル」の構造を用いたシェル型を基本形とし、千利休の「待庵」の寸法を引用した茶室を実験的に制作する。実際に建築することを想定したスケールアップとして、「自然的ポーラス」を用いた10分の1の模型制作を行い、実現可能な建築形態へ迫る。

#### <実験概要>

①材料を容器に入れ、よく混ぜる。  
②生地をこね上げる。  
③生地を成形する。  
④乾燥させる。

#### <実験工程>

乾燥後の状態は、断面を撮影し、観察する。

#### <実験結果>

材料	分量	分量(割合)
空室	800g	1000g
キシランタンガム	10g	20g
グルテン粉	80g	160g
ドライイースト	20g	40g
水	350g	700g
合計(発酵前)	960g	1920g
合計(乾燥後)	1585g	
差(前後)		332g

正面

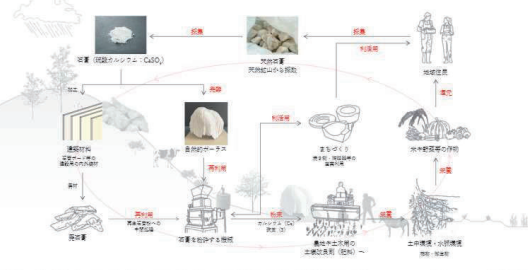
側面

背面

川崎市立日本技術大学の用材時の芽室き屋根の断片 / 図解書を使用し撮影

石膏による地域内循環

石膏は、硫酸カルシウム (CaSO<sub>4</sub>) を主成分とする天然の鉱物である。硫酸カルシウムは、カルシウム (Ca) と硫酸根 (S) の要素に分けることができます。土壌を豊かにする性質を持つ土壌改良剤である。カルシウム (Ca) は、人間の骨や歯を丈夫にする成分として重要であると同時に、作物にとっても根の伸長や葉の生長を促進し、病害を抑制する成分である。また、硫酸根 (S) は、作物によってアンモニア素、アミノ酸、ビタミンなどの重要な成分を合成する役割を果たす。石膏は、環境にやさしい成分であり、自然由来の石膏は、温室効果ガス削減に貢献する。石膏は、環境にやさしい成分であり、自然由来の石膏は、温室効果ガス削減に貢献する。石膏は、環境にやさしい成分であり、自然由来の石膏は、温室効果ガス削減に貢献する。



発酵による3つの時間軸 付随する体験と風景

「自然ポークス」の生成プロセスである「発酵」によって、発酵と茶の間の時間軸、発酵後の時間軸、揮発する自然素材の時間軸の3つの異なる時間軸が生まれる。発酵と茶の間の時間軸 (I) では、日本文化では発酵が茶の自然素材の時間軸の3つの異なる時間軸を生み出す。発酵と茶の間の時間軸 (II) では、発酵が茶の自然素材の時間軸の3つの異なる時間軸を生み出す。発酵と茶の間の時間軸 (III) では、発酵が茶の自然素材の時間軸の3つの異なる時間軸を生み出す。発酵と茶の間の時間軸 (III) では、発酵が茶の自然素材の時間軸の3つの異なる時間軸を生み出す。発酵と茶の間の時間軸 (III) では、発酵が茶の自然素材の時間軸の3つの異なる時間軸を生み出す。

