

<自然な形>に関する研究

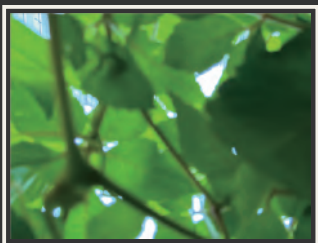
- 枯れ葉の丸まりに着目して -

山村 しほり

0. はじめに

源体験 (source experience)

幼い頃、植物の茂みに潜り込み、その中を歩き回るのが大好きだった。葉の隙間から差し込む柔らかな光や、重なり合う色彩、茂み独特の空気感。それらが織りなす小さな世界は、私にとって心地よい探求の場であり、特別な「居場所」だった。



この体験を重ねるうちに、私は「もっと体を小さくして、自然の内部に入り込みたい」という願望を抱くようになった。しかし、現実には自然物の形を自由に変えたり、身体を縮小することはできない。その一方で、建築やデザインを通じて、自然の中に没入する感覚を空間として生み出すことはできるのではないかと。

本研究では、こうした個人的な源体験を出発点とし、それを建築として具体化する方法を探る。そして、単なる個人的な感覚の再現にとどまらず、自然と建築の新たな関係を提案することを目指す。

1. 研究背景・目的

現代建築は「エコ」や「緑化」を掲げながらも、表層的な自然の模倣に留まり、本質的な共存には至っていない。竹村真一氏は、「エコ」や「自然保護」といった概念が未完成であり、新たな意識や言語が必要だと指摘する。その新たな意識の一つとして、Ferdinand Ludwig 氏の「パウボタニック」が挙げられるだろう。これは植物の成長を利用した建築手法だが、自然を人為的に操作する側面を持つ。

しかしこれから求められるのは、自然を操作するのではなく、むしろその内部に「潜り込む」ような体験を通じて、新たな関係性を築くことではないだろうか。筆者自身、幼少期に植物の茂みに潜り込む体験を通じて、光や空気、質感といった微細な要素と圧倒的なスケール感の共存を感じた。この感覚を建築に応用することで、人間のスケールや感覚を変化させ、自然とより深く関わる空間をつくることができるのではないかと。



本研究では、枯れ葉の丸まりのような自然の自発的な形状形成に着目し、自然の造形特性を尊重した建築のあり方を探る。そして、自然界に見られる造形特性やプロセスを抽象化し、それを建築デザインに応用するための基礎的な知見を得ることを目的とする。従来の建築における均質性や固定的なスケール感から脱却し、素材と外的要因の相互作用によって生まれる形状生成のプロセスを活かし、余白や揺らぎを持つ空間の可能性を追求する。

2. 研究方法・構成

【本研究の構成】

「自然な形」とは何か

概念と研究の出発点

↓

枯れ葉の形状に関する調査

フィールドワークの観察・分析

文献調査

↓

人工素材を用いた加熱実験

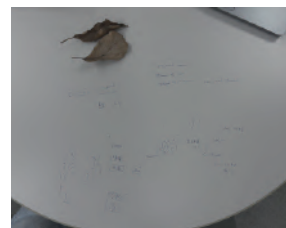
形状変化のプロセスと結果

↓

形の選定と建築への展開

成果物から最適な形を選び、敷地と機能を

決定



3. 本研究における「自然な形」の概念

1. 「自然な形」の語意

現代において自然との新たな関係を築くためには、自然を単なる外部の対象として扱うのではなく、その内部に潜り込み、自然のプロセスや特性を体験することが重要である。本論では、このような空間を「自然な形」とし、その概念を明らかにする。「自然」と「形」の定義に基づき、本研究では「自然な形」を、自然界の生成プロセスやその中で生じる偶然性、多様性を尊重し、人間の感覚を通じて空間として体験できる形状と定義する。これは単なる自然の模倣ではなく、自然の本質を学び、それを人工物の文脈に適応させた形である。

自然界における生成プロセスや、その中で生じる偶然性、多様性を尊重し、それを人間の視点や感覚を通して空間として体験できる形状とするものを指すこととする。

しぜん【自然】

おのずからそうなっているさま。天然のままで人為の加わらないさま。あるがままのさま。人工・人為によりなったものとしての文化に対し、人力によって変更・形成・規整されることなく、おのずからあるいは超越的なものによる生成・展開によって成りいたった状態。おのずからなる生成・展開を惹起させる力としての、ものの性（たち）。本性。本質。

かたち【形・容】

感覚、特に視覚・触覚でとらえ得る、ものの有様（ただし色は除外）。外に現れた姿。外見。輪郭。

2. 外的力によって歪められてできた形

本研究における「自然な形」とは、単なる自然の再現ではなく、物を持つ形が外的力（風、重力、熱、時間など）によって歪められた状態を指す。この過程で生じる形は、偶然性と必然性が交錯し、形状そのものが時間や環境との関係性を空間的に表現するものとなる。外的力が作用した痕跡として、歪みや残像的な感覚が生まれ、自然界の力が形を作り出す現象を感じさせる。

力の残像をもつ「自然な形」



内的なもので決定される「自然の形」

≠



外的な力が働いて現れた「自然な形」

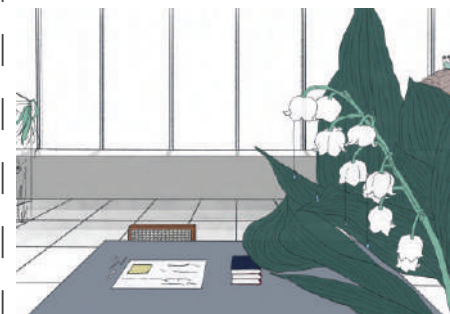
3. 相対的なスケールを持つ形

「自然な形」の特徴の一つは、その形が相対的なスケールによって多様な解釈を可能にする点である。自然物は、用途や視点に応じて柔軟に解釈が変化するため、従来の人工物に比べて新たな意味を持つ可能性を秘めている。この特性が、「自然な形」の本質的な価値を構成する。本研究では、「枯れ葉の丸まり」に着目する。枯れ葉が丸まる現象は、時間や外的力（乾燥、風、重力など）によって変化し、その痕跡が新たな空間性を生み出す。この現象は、自然界の力が形状に与える影響を如実に示し、建築的なインスピレーションをもたらす可能性がある。

枯れ葉の丸まりのプロセスを観察し、その形状が持つ本質的な特徴や自然界の力学をデザインに応用することを目指す。このアプローチを通じて、自然界のプロセスや特性を取り入れた「自然な形」の新たな表現を追求する。



枯れ葉の空間としての使い方



自然物をもつ相対的スケール（見立て）

4. フィールドワークと採集サンプル一覧

実際に落ちている枯れ葉を収集し、特徴を観察・分析するためのフィールドワークを実施した。採集は様々な樹種の枯れ葉を収集することを主眼に置き、2023年9月から2024年12月にかけて、葉が落ち始める時期ごとに複数回行き、枯れ葉の状態を観察した。採取地点は神奈川県横浜市中心に、公園や街路樹の下、住宅地など多様な環境に広がり、葉の種類や形状に注目して特徴的なサンプルを選別した。



サンプル一覧の一部



サンプルボードの一部

7. 実験概要

素材の選定

枯れ葉の形状とその生成過程を参考にし、熱可塑性樹脂（A）と金属箔（B）を組み合わせた人工物を試作する。熱可塑性樹脂の軟化・硬化特性と金属箔の熱膨張率の違いを活用し、自然な形状変化を人工物に展開することを試作する。



加熱プロセス

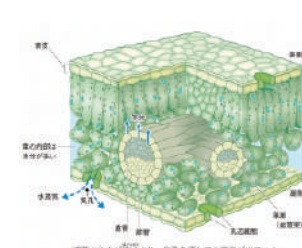
ガスコンロ加熱の方法

- ・試料の端部をトングで掴む
- ・炎から約 20cm の高さに試料を設置
- ・温度計を用いて 70〜80℃（樹脂系素材の熱変形温度）の範囲を維持
- ・加熱時間は約 15 秒〜20 秒で測定（素材によって異なる）

観察項目

- 各素材の組み合わせによる形状変化の違い
異なる樹脂と金属箔の組み合わせが、どのような形状変化を示すのかを観察する。特に、変形の方向性（内側に丸まる／ねじれる／波打つ など）や変形の度合いに着目し、組み合わせごとの傾向を分析する。
- 温度と時間の影響
加熱温度や時間が形状変化に与える影響を検証する。加熱条件によって変形がどのように異なるかを記録し、最適な条件を探る。
- 建築空間として応用可能な形状の発見
得られた形状の中から、建築やインテリアデザインに応用できる可能性があるものを選定し、構造的な安定性や空間的な特徴を考察する。

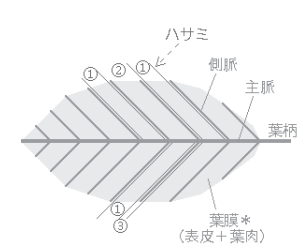
5. 枯れ葉の丸まりが引き起こされる 3 つの主な要因



出典: <https://t7-kagaku.gakuto-plus.jp/2-2/2-1/>

葉の表裏の細胞構造の違い

葉の表側は細胞が密に並び、乾燥に強いが、裏側は細胞層が柔らかく収縮しやすい。光を効率よく吸収する構造も異なり、この密度差が乾燥時の収縮の違いを生み、枯れ葉が丸まる原因となる。



出典: <http://mt-lab.eco.coocan.jp/nat/soronoha/soronoha.htm>

葉脈の構造的特性

葉脈は葉を支え、水分を通す道管と栄養を運ぶ篩管からなる。乾燥時には道管が強く収縮し、葉の丸まりに影響を与える。実験では葉脈のみが最も強く丸まり、葉脈の収縮が葉の丸まりの主因と考えられる。



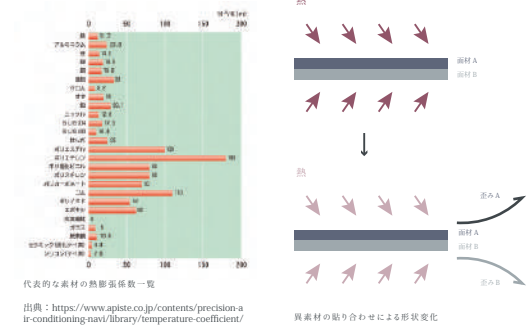
出典: <http://mt-lab.eco.coocan.jp/nat/soronoha/soronoha.htm>

葉の形状と厚さ

葉の形や厚さは乾燥時の丸まり方に影響する。掌状の葉は均一に収縮し内側に丸まりやすく、細長い葉はねじれや湾曲が生じやすい。厚い葉ほど収縮が遅く、特にクチクラ層が厚いと変形しにくい。

6. 丸まりを引き起こす現象の抽象化

調査から、枯れ葉の丸まりは、細胞構造の非対称性と葉脈の剛性、葉の形状・厚さなどが複合的に影響することがわかった。これらの知見は、人工材料を用いた形状変化の応用に活用される。本実験では、異素材を用いた人工的な形態生成を探る。異なる熱膨張率を持つ素材を貼り合わせ、加熱による形状変化を起こす手法を検証し、建築やプロダクトデザインへの展開を視野に入れる。



代表的な素材の熱膨張係数一覧

出典: <https://www.aplste.co.jp/contents/precision-air-conditioning/navi/library/temperature-coefficient/>

考察

- ・PS+全ての金属箔、および PET+全ての金属箔の組み合わせは、変形後に立体的な形状を形成し、内部に空間を含む特徴が見られた。
→ 今後の展開において、空間的な要素を持つ形態として応用できる可能性がある。
- ・PVC は加熱時に特有の臭気を発し、実験環境への影響が懸念された。
→ 素材選定の際に、安全性や作業環境への配慮が必要になる。
- ・金属箔の貼り方によって変形の方向性が変わり、デザインの幅を広げる可能性がある。
→ 実験では、金属箔の接合部を中心に折れるような変形が生じたため、貼り方を工夫することで形態の制御が可能になると考えられる。
- ・得られた成果物は、必ずしも枯れ葉の形状をそのまま再現するものではなかった。
→ しかし、これは単なる自然物の模倣ではなく、自然界の形態生成プロセスを抽象化し、新たな造形手法を見出すことを目的とする本研究の意図と一致している。
→ 人工素材ならではの特性を活かした、新しいデザイン手法の可能性が示されたといえる。

8. 実験結果・考察

PET + アルミ箔	PET + 銅箔	PET + ステンレス箔	PP + アルミ箔	PP + 銅箔	PP + ステンレス箔
PETG + アルミ箔	PETG + 銅箔	PETG + ステンレス箔	PS + アルミ箔	PS + 銅箔	PS + ステンレス箔
PVC + アルミ箔	PVC + 銅箔	PVC + ステンレス箔			

表1 各素材の組み合わせによる形状変化の結果						
A (樹脂) + B (金属箔)	PET + アルミ箔	PET + 銅箔	PET + ステンレス箔	PETG + アルミ箔	PETG + 銅箔	PETG + ステンレス箔
変形の方向性	縦やかに曲がる	大きく丸まる	縦やかに曲がる	縦やかに曲がる	縦やかに曲がる	縦やかに曲がる
変形の度合い (横・中・縦)	中	横	横	縦	縦	縦
特徴	アルミ箔の縦方向で折れるように縦やかに変形した。中央部分が一回ひく曲がった。	銅箔が丸まった。均一なカーブが形成される。	ステンレス箔の縦方向で折れるように縦やかに変形した。大部分がひく曲がった。	加熱時につまんでいた箇所が縦やかに変形した。その他の部分はほとんど変形なし。	加熱時につまんでいた箇所が縦やかに変形した。その他の部分はほとんど変形なし。	加熱時につまんでいた箇所が縦やかに変形した。その他の部分はほとんど変形なし。

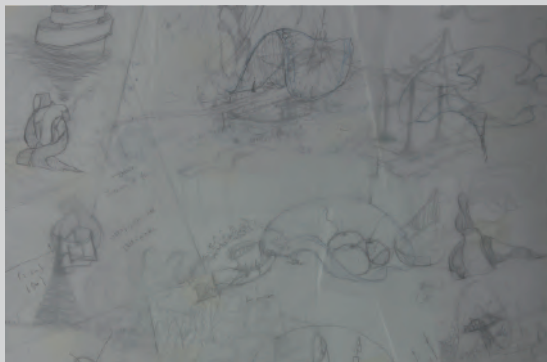
表2 各素材の組み合わせによる形状変化の結果						
A (樹脂) + B (金属箔)	PP + アルミ箔	PP + 銅箔	PP + ステンレス箔	PS + アルミ箔	PS + 銅箔	PS + ステンレス箔
変形の方向性	縦やかに反る	縦やかに反る	ほとんど変形なし	中心で折れ曲がる	内側に丸くなる	山状に反る。反る
変形の度合い (横・中・縦)	縦	縦	縦	縦	横	横
特徴	一部の角が折れるように縦やかに立ち上がった。	一部の角が折れるように縦やかに立ち上がった。	剛性が強く収縮しない。	アルミ箔の縦方向で山状に折れ曲がる。中央が縦やかに反る。	変形がずりずり。箇所的に収縮した。	ステンレス箔の剛性により山状に変形はしないが、大きくは左右非対称に変形した。

表3 各素材の組み合わせによる形状変化の結果

A (樹脂) + B (金属箔)	PVC + アルミ箔	PVC + 銅箔	PVC + ステンレス箔
変形の方向性	角が折れる	角が折れる	縦やかに反る
変形の度合い (横・中・縦)	縦	縦	縦
特徴	加熱時につまんでいた箇所が縦やかに変形した。その他の部分はほとんど変形なし。	加熱時につまんでいた箇所が縦やかに変形した。その他の部分はほとんど変形なし。	剛性が強く変形しにくい。

9. 「自然な形」による瞑想空間

Concept



人為的なものに溢れた都市から離れてみる。

この建築は、人が完全に形を決定したものではない。

枯れ葉が丸まる現象を実験的に抽象化し、素材そのものの特性と、外的な力の均衡によって生まれた形を器から建築へと展開した。

曲がり、捲れ、折れる。

それは、人がコントロールしたわけではなく、物質と力の関係性が導き出した「自然な形」である。

この形は、枯れ葉を模倣したものではなく、

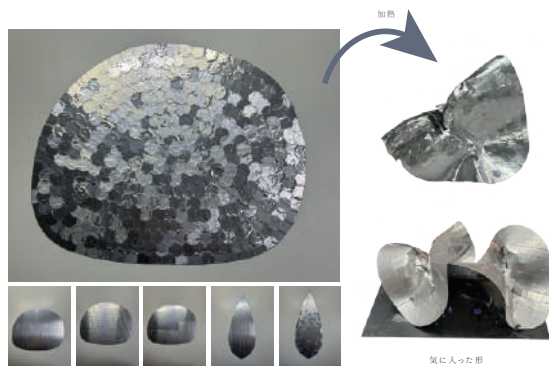
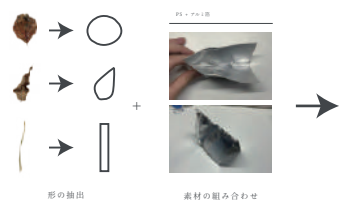
枯れ葉が生まれる「メカニズム」そのものを取り出し、建築へと展開したものである。

偶然に生まれた形を受け入れ、それを空間へと広げることで、

人工物でありながら「自然な形」として存在する建築が生まれた。

9-1. 実験からデザインへ

加熱実験で得られた結果をさらに発展させ、金属箔の貼り方や加熱前の板の形状にバリエーションを持たせるなどのデザインの要素を取り入れ、さらに試行を行った。成果物の中から気に入った形を選定し、形から器や建築空間としての可能性を見出していく。



9-2. 敷地の選定

野付半島（北海道）

北海道東部に位置する日本最大級の砂嘴（さし）であり、海流や風によって運ばれた砂が堆積して形成された。現在も浸食や堆積を繰り返しながら、少しずつ形を変え続けている。半島内には湿地や干潟が広がり、多様な生態系を育むとともに、立ち枯れたトドワラ（トドマツの立ち枯れ林）が特徴的な景観を生み出している。冬には流水が押し寄せ、氷に閉ざされた白銀の世界が広がる。この静寂と変化に満ちた環境は、「この世の果て」とも形容される特異な風景をつくり出している。



出典:<https://www.asahi.com/articles/ASN795S96N6SP7IL03W.html>



出典:<https://www.tabirai.net/sightseeing/tatsujin/0000565.aspx>

本計画では、建築のあり方と半島の形成プロセスとを重ね合わせ、敷地として選定した。野付半島は、人間の意図ではなく外的な力によって形づくられた地形であり、これは本研究における「外的要因と素材特性の均衡によって生まれる形」という考え方と通じる。さらに、環境の中に静かに存在し、自然と対話する建築を目指す本計画において、この場所の持つ広がりや静寂性、時間とともに変化する風景がふさわしいと考えた。

9-3. 形から見つける空間性

誘い込むように「覆い」被さってくる形は入り口の空間。

構造物の揺らぎに沿うような階段の中腹には外皮が「捲れ上がって」細い光が降ってくる。

その光を目指して進んでいくアプローチの空間。

階段の先には洞窟の入り口のように「絞られた」細長い終着点がある。

これは次の場所への切り替えの空間。

細長い場所を抜けると外に向かって大きく「広がる」山型の空間が現れる。

ここでは外を見ながら静かに過ごしたり、特別な日には、小さな演奏会が行われる。

最後に、野付の自然に最も近づける秘密の空間が小さな「波打ち」の中に隠れている。

