

バイオミメティクス建築を現実に導くための調査とその提案  
 中銀カプセルタワービルと他の事例傾向に基づく必要条件の特定

Research and Proposals for Realizing Biomimetic Architecture

Identification of Necessary Conditions Based on Trends from the Nakagin Capsule Tower and Other Cases

○金指遥<sup>1</sup>, 長谷川洋平<sup>2</sup>, 菅原遼<sup>2</sup>

\*Haruka Kanasashi<sup>1</sup>, Yohei hasegawa<sup>2</sup>, Ryo Sugahara<sup>2</sup>

Abstract: In response to the growing threat of climate change, sustainable architectural design has become increasingly essential. Nature, with its long history of creating self-sustaining systems, offers valuable insights that can inform innovative and sustainable building practices. This research explores the potential of incorporating natural principles into architecture, specifically through the lens of biomimetics. By analyzing existing case studies, such as the Nakagin Capsule Tower, and categorizing biomimetic architectural examples, this paper identifies the necessary conditions for successfully applying biological functions to buildings. The study concludes with proposals for new architectural designs inspired by natural processes, aiming to contribute to the realization of a more sustainable built environment.

1. はじめに

地球温暖化による気候変動が猛威を振るう現代において、持続可能なものづくりの在り方が求められている。そんな中、自然は遠い昔から持続可能な系を形成しており、そこには数多くのユニークな知見が見られる。その知見をヒントにもものづくりを行うことができ

れば、持続可能な社会の早期実現が期待できる。すでにバイオミメティクスと呼ばれる分野において、自然の知見を工学に応用するための技術が研究されている。定義によると、バイオミメティクスとは「生物の構造や機能、生産プロセスを観察、分析し、そこから着想を得て新しい技術の開発やものづくりに活かす科学技

Table 1. Case Summary

	事例	ヒントとなったもの	仕組み	得られた機能
a	Eastgate Center (複合商業施設)	シロアリのアリ塚	全体の形状と壁面に作られた穴によって朝と夜の内部と外部の温度差によって空気を入れ替える	内部の温度調節
b	汚れない外壁タイル	カタツムリの殻	表面を微細構造によって親水性にすることで雨で汚れが流れるようにする	防汚・自己洗浄
c	Kalundborg Symbiosis (工場群)	生態系	自分にとっては不必要になったものを必要とする存在と共生し、系を形成する	水・エネルギーの節約 リサイクル効率改善
d	ハニカム構造	ハチの巣	形状によってより少ない材料で空間の個室化と構造の成立を両立させる	強度向上 材料の削減
e	ジオデシック・ドーム	放散虫	形状によって最少の部材で最大の空間を確保する	空間の最大化 材料の削減
f	自律的に変形するサンシェード	松ぼっくり	鱗片の外側と内側で乾燥時の反り返り度合を変えることで、乾燥時にカサ全体を開かせる	サンシェードの自律開閉
g	超撥水外壁	ハスの葉	表面に微細な凹凸を作ることで疎水性を獲得し、付着した水分を集めて自重で落下させる	撥水・集水
h	解体可能な構造体	ウニの外殻	小骨板が互いに密着して規則正しく配列することにより外殻を形成する	構造体の容易な解体・再構築
i	自律的に変形するブラインド	植物の葉	吸湿性と方向によって特性の異なる構造によって水分量の変化に反応し、変形する	ブラインドの自律駆動
j	ロータサン (塗料)	ハスの葉	表面に微細な凹凸を作ることで疎水性を獲得し、付着した水分を集めて自重で落下させる	防汚・撥水
k	30セント・メリー・アクス (ビル)	カイロウドウケツ	形状により波に対する抵抗力を生み出す	ビル風に対する抵抗力
l	海水温室	キリアツメゴミダマン	疎水性の部分と親水性の部分の繰り返し配置することにより、霧を集め口に運ぶ	集水機能
m	Moist Brick (外壁材)	モロクトカゲ	毛細管現象によって体に当たった水を集め口に運ぶ	湿度調整
n	中銀カプセルタワービル等	新陳代謝	古いものが新しいものと入れ替わり、全体として状態が維持されること	新しい状態を保つ

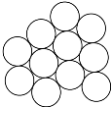
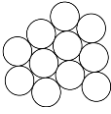

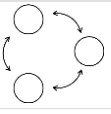
1: 日大理工・院 (前)・海建 2: 日大理工・教員・海建

術」<sup>14</sup>とされている。他の工学分野で積極的に導入され、効果を発揮しているバイオミメティクスだが、建築分野における事例は一部にとどまっている。自然に着想を得ており、先行事例とも言える中銀カプセルタワービルにおいては、新陳代謝という機能が実装されたにも関わらず、竣工から一度も機能せずに取り壊された<sup>15</sup>。このことから、建築の規模や経済性などの特性上、適用に課題があると考えられる。本研究では、自然の知見を建築に取り入れる方法とその際に実現された建築物が期待された機能を実行することができるよう、満足しなければならない条件を見つけ出すことを目的とする。

2. 調査・分析方法

文献上での資料収集を行い、生物に着想を得た建築の事例を収集する。収集した事例についてのカテゴリ分けを示し、それぞれのカテゴリのもととなった生物の仕組みと事例の用途との対応関係をカテゴリ内の事例の特長と問題点を通して考察し、すべての事例に共通してみられる傾向を見つける。

Table 2. Categorization

カテゴリー	イメージ	事例	用途	
マイクロレベルの パターン形態		ミクロ	b	外壁塗料
			g	型枠加工
			j	外装塗料
			l	壁面加工
パターン形態		肉眼 で 観察 可能	d	構造体
			f	サンシェード
			m	外壁材
			i	ブラインド 複合商業施設
単体形態			a	複合商業施設
			e	ドーム
			k	ビル
群としての システム			c	工場群
生命活動			n	集合住宅

3. 分析結果

Table1 に収集事例を示し、Table 2 にカテゴリ分けを示す。微細構造を伴う規則的な機構を採用する場合、塗料や加工技術等の建材表面に対する機能の付加への活用に有効性が見られる。より大きな規則的な形態を模倣する場合は、ファサード等の部分として建築に機能を付加することに有効性が見出せる。単体で動作する特徴を有する機構では、建築全体でその仕組みを

現することにより、大きな効果が得られる。群として機能を示すシステムを採用する場合、都市レベルの効率的な計画をする際に効果が期待できることが示された。しかし活用事例が少なく、建築への適用の難しさが読み取れる。生命現象に得た着想を建築に適用する場合、抽象的であるために実際に実行するための機構に落とし込むのが難しいことが読み取れた。今回の収集事例では、環境要因を契機として期待される機能が果たされる事例が複数存在することから、バイオミメティクスは、建築の施工時、運用時の省エネルギー化に効果があることが示された。収集事例の傾向を分析すると、ある問題を解決するために必要になる機能に対して、有効であると考えられる現象を自律的に起こす方法を有する生物の観察によってその仕組みを理解するという行為が行われていることが読み取れる。有効に機能した事例と機能しなかった事例について、自律的に現象を起こすことができる仕組みになっているかが成否を分ける大きな要因になっていると考えられる。

4. 結論

生物の着想を得た部分の性質と事例の対応関係から性質によって建築物及び製品に傾向があることが明らかになった。このことから、適応したい機能によって導入の検討方法に手がかりが示された。また、事例全体の傾向から、建築物に機能を付与する際の必要条件が推察された。この知見は建築設計を行う際の1つの指標になる。中銀カプセルタワービルにおいては、新陳代謝を起こすための機構は取り入れられたが、それを自律的に行うための方法については検討されなかった。それによって当該建築は新陳代謝が行われなかったと考えられる。

5. 提案

バイオミメティクスが有効に機能する建築の提案を行う。求める機能について、今回の分析の結果を参考に取り入れ方を検討する。

6. 参考文献

[1] 下村政嗣：「バイオミメティクス(Biomimetics)―人新世で求められるパラダイム―」，化学工学会誌，第85巻，第8号，化学工学会，pp.1，2021。  
 [2] 森田喜晴：「証明できなかったメタボリズム 中銀カプセルタワー いよいよピンチ」，REFORM，5月号，2021。