

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	「生物多様性に配慮した建築」の実践に関する研究
Title(English)	Study on Practice of "Biodiversity-Friendly Architecture"
著者(和文)	林咲良
Author(English)	Sara Hayashi
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11259号, 授与年月日:2019年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:塚本 由晴,安田 幸一,奥山 信一,山崎 鯛介,村田 涼
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11259号, Conferred date:2019/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	要約
Type(English)	Outline
Note	第2章 タイトル「生物多様性に配慮した建築」の設計手法, 著者 林 咲良 能作 文徳 塚本 由晴, 出典 日本建築学会計画系論文集 第82巻 第740号 pp.2723-2732 2017年10月 権利情報 日本建築学会, DOI <a href="https://doi.org/10.3130/aija.82.2723">https://doi.org/10.3130/aija.82.2723</a>  第5章 タイトル「生物多様性に配慮した建築」を通じた環境教育 - 東京工業大学大学院におけるワークショップ型授業を事例として -, 著者 林 咲良 塚本 由晴 能作 文徳 日高 海渡, 出典 日本建築学会技術報告集 第22巻 第52号 pp.1159-1164, 2016年10月 権利情報 日本建築学会, DOI <a href="https://doi.org/10.3130/aijt.22.1159">https://doi.org/10.3130/aijt.22.1159</a>

論文題目

「生物多様性に配慮した建築」の実践に関する研究  
Study on Practice of Biodiversity-Friendly Architecture

塚本研究室 林咲良

Tsukamoto Lab. Sara HAYASHI



## 目次

<b>第1章</b>	<b>序論</b>
1節	本研究の背景と目的
2節	本研究の対象と方法
3節	従来の研究との関係
4節	論文の構成および概要
<b>第2章</b>	<b>生物多様性に配慮した建築の設計手法</b>
1節	本章の目的と概要
2節	BFAの概要の整理
3節	欠乏パターンごとにみる生き物の生態への対応
4節	BFAにおける対応と調整の統合と、年代・地域の違い
5節	小結
<b>第3章</b>	<b>生物多様性に配慮した建築を支える事物のネットワーク</b>
1節	本章の目的と概要
2節	ネットワークの表現方法
3節	生息環境
4節	メンバーシップ
5節	BFAを支える事物のネットワーク
6節	小結
<b>第4章</b>	<b>生物多様性に配慮した建築の可能性</b>
<b>第5章</b>	<b>生物多様性に配慮した建築を通じた環境教育</b>
1節	本章の目的と概要
2節	ワークショップの計画
3節	ワークショップの実施
4節	成果物であるBFAにおいて達成されたこと
5節	ワークショップの成果と今後の展望
6節	小結
<b>第6章</b>	<b>結論</b>
付録	関連論文目録
	資料編

## 第1章 序

### 1節 本研究の背景と目的

人類の生存基盤に関わる地球環境の問題に対処することは人類にとって喫緊の課題である。1992年にリオデジャネイロで開催された「環境と開発に関する国連会議（地球サミット）」では、21世紀に向けての地球環境保全のための行動計画が話し合われた。ここで署名が開始された条約は、「気候変動枠組条約(United Nations Framework Convention on Climate Change)」と「生物の多様性に関する条約 (Convention on Biological Diversity)」の2つであり、気候変動と生物多様性は、並行して取り組まれるべき重要な課題として捉えられていることを示している。これまで、地球環境保全のための取り組みとして建築分野では、二酸化炭素排出量の削減、そのための省エネルギーや創エネルギー、高気密高断熱化、ヒートアイランド現象緩和のための緑化、リサイクルやマテリアルフローの見直しによる廃棄物の削減、などの気候変動に対する取り組みが軸となって展開されてきた。それらの取り組みが建設産業から社会に対して提供される技術やサービスとして定着してきている一方で、専門家以外の人々にとってはその意義を遡って理解することの難しいブラックボックス化した状態になりつつある。もう一方の生物多様性に対しては、建築まわりの植栽に多様性をもたせるなどの取り組みは行われはじめているが、気候変動に対する取り組みと比してあまり進められてきていない。むしろ、清潔さや人の快適さを優先するあまり、もともと建築に住み込んでいた生き物たちは建築から排除されてきたし、山や森にもともといた生き物たちは、開発によって生息環境を破壊されてきた。近代の旺盛な建築生産は生物多様性に配慮してこなかったどころか減らす方向に加担してきたといえる。

生き物が排除された環境に馴れた人々は生き物に接する機会がないため、その生態に対する理解も乏しく、恐れや嫌悪を抱き、必要以上に生き物を排除する不寛容な行動に出がちである。建築は物理的な環境をつくることを通して人間の環境認識の方法に強い影響を与え、またその環境認識をもとに新たな物理的環境がつくられるという循環のなかにある。建築が生物多様性に配慮していれば人々に気づきを与えることもできるが、反対に配慮がなければ無意識な人々を生み出すことにもなる。この悪循環を断ち切らなければ、生物

多様性を維持していくことはできない。そのためには、人だけでなく生き物の存在を包摂した建築を創造し維持していくことが、生態系そのものの改善と同時に、将来の人と生き物が共存する環境形成のためには不可欠である。

2019年5月には、世界132カ国の政府が参加する「生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学政策プラットフォーム」(IPBES)が、世界では100万種の生物が生存を脅かされており、その多くは今後数十年以内に絶滅する可能性があるとの報告書を示したが、人新世という地質時代が提唱されるほどに人間活動が地球環境に多大な影響を与えていることが明らかになった今、建築においても気候変動に対する取り組みだけでなく、生物多様性に対する配慮が求められるだろう。しかし、先に述べたように、近代以降の産業化した建築にとっては生物多様性は配慮の埒外であり概念化も方法化もされようもなかった。建築生産体制はその上に成立しているので、現在行われている建築の実践は生物多様性を損ねかねず、早急に「生物多様性に配慮した建築」という概念を確立する必要がある。

「生物の多様性に関する条約」の制定目的は、生物多様性の①保全、②持続可能な利用、③遺伝資源の利用から生じる利益の公正・衡平な配分、である。また、条約内でうたわれた『生物の多様性』とは、すべての生物（陸上生態系、海洋その他の水界生態系、これらが複合した生態系その他生息又は生育の場のいかなを問わない。）の間の変異性をいうものとし、種内の多様性、種間の多様性及び生態系の多様性を含む。」と定められている（図1-1）。

本論では、上記の生物多様性の定義に則して、これを建築学において展開することを試みる。建築によって提供できる環境は限られているため、何らかの建築物を介在した生物多様性に限定せざるを得ないが、逆に建築物を介することで生き物と人の暮らしの関係に焦点は絞られ、それを通して、上で定義された3つの生物の多様性に対して貢献することができるはずである。例えば建築がすみかを提供することで生存の危機に瀕しているひとつの生き物の集団を救うことができれば、その集団のもつ遺伝子を絶やすことなく守ることができ、種内での多様性を守ることになる。また、生きものがすみこむことのできる建

築がある都市は、そうではない都市よりも種間の多様性の多い都市であるといえる。さらに、地域や気候や人との関わり方に合わせて異なる、雑木林、里山、公園のある都市、水際に生き物のいる河川など、さまざまな種類の環境をつくっていくことが、生態系の多様性を増やすことになる。

本研究は、生き物と人の連関を積極的に創造するための建築物や構築物を「生物多様性に配慮した建築」と呼び、「生物多様性に配慮した建築」の実践例を収集すること、その設計手法と運用のあり方を明らかにすること、そのことにより人間から見た環境と生物の環境の重なりとしてその概念を確立すること、さらに環境教育への実践的応用を報告することを通して、その可能性の一端を明らかにすることを目的とする。

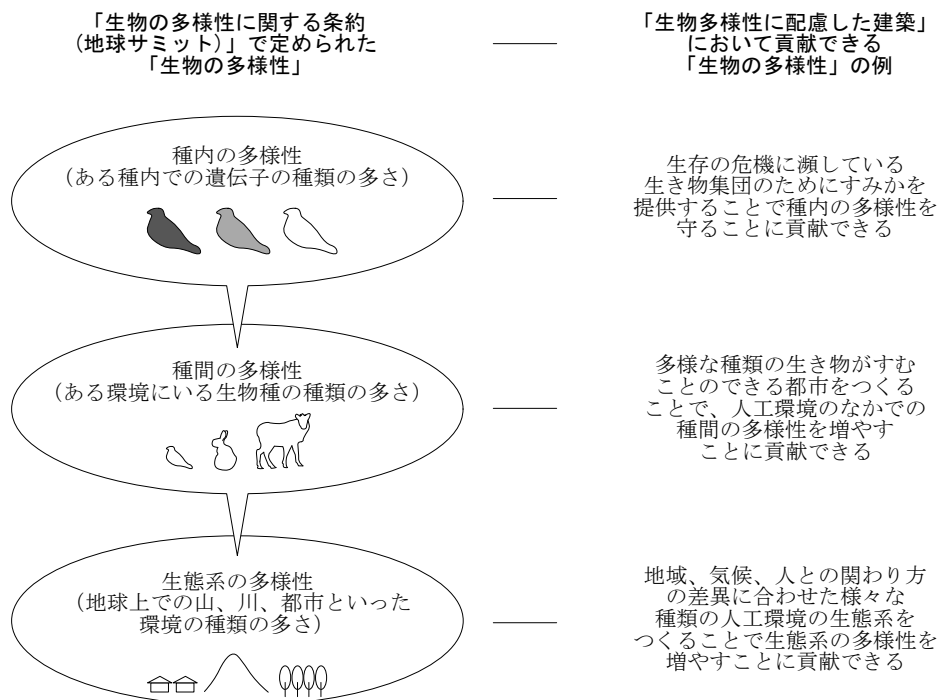


図 1-1 生物多様性に配慮した建築の全体像

## 2節 本研究の対象と方法

「生物多様性に配慮した建築」(以下BFA)は形をもって場所に固定されているため実体を伴った建築の構成をもっており、その実体そのものが人のための建築とは異なった特異な形態や構成をもち、好奇心をかきたてられる。そのため、まずは実体としてのBFAの設計手法を、形態的特徴や材料などから分析する。

さらに、生き物のまわりには生存に欠かせない環境があり、その環境のつながりが生き物の生存のための生息環境としてあらわれるが、これまで、建設行為の多くはそれを断ち切ってきた。しかし、近代以前はそうであったように、生き物の生息環境に人側の活動をうまく重ねて共存することもできるはずである。また、BFAが成立し持続しているときには、そこに生き物のためになにかをしたいという人々の集団、すなわちメンバーシップが形成されているということでもある。これらの生息環境とメンバーシップの全体集合が、BFAを支える事物のネットワークと考えることができ、商業や居住などすでに背景が整理されている人のための建築とは異なる、BFAを建てることもたらず事物のネットワークの重要性を示している。それは実体としてのBFAの設計とは異なる次元であり、事物のネットワークの組み立てには戦略や工夫の余地がある。さらにBFAは、それぞれの場所独自の環境にねざして暮らす生き物のための建築を、さまざまな主体の協働によって建設し、持続可能な方法を模索しながら利用・管理しているという点で、ある種のcommonsであるととらえられるため、commons論への接続をはかる。

以上から、本論では、実体としてのBFAの設計手法と、事物のネットワークについて各章で分けて検討し、そのあり方を導くことで、BFAの実践を位置づけていく。

対象としては、BFAのうち、人と生活領域が重複し関わりをもつことの多い野生の陸生動物のためにつくられた自立的構造をもつものとする。実体としてのBFAの設計手法については、文献から収集した99例、事物のネットワークについては筆者がフィールドサーベイに訪れることのできた40例を事例とする。家畜、ペットなどの愛玩動物、動物園の飼育動物といった、生き物の移動の自由を奪うものは対象外とする。

### 3節 従来の研究との関係

既往の研究には、生き物のための建築を集めて研究するものはみられないが、人と生き物がともに利用する建築や、建築をとりまく人以外の事物を問題にした研究については以下のものがある。これらを整理し本研究の独自性を述べる。

#### - 建築分野における生き物のための建築についての言及（2章、3章に対応）

従来の建築的議論のなかでの生物多様性に配慮した建築へのまなざしとしては、バーナード・ルドフスキーが「建築家なしの建築」のなかでイラン、エジプトの鳩小屋について肥料熟成装置として紹介したり、畑聡一がキクラデスのフィールドサーベいのなかでキクラデスの厳しい自然のなかからうまれた土着的な文化として紹介するなど、風土に根ざした土着建築として生き物のための建築を取り扱うものがある。また、ガウディ研究者の鳥居徳敏は、エジプトの鳩小屋群の造形がガウディによる建築の造形に影響を与えた可能性を指摘するなど、人のための建築にはみられない特異な形態に注目したものもある。

・バーナード・ルドフスキー著，渡辺武信，訳：建築家なしの建築，鹿島出版会，1975

・SD スペースデザイン No.101 1973年2月 特集：キクラデスの集落 畑聡一のフィールド・ノートより，鹿島研究所出版会，1073

・鳥居徳敏：ガウディ建築のルーツ，鹿島出版会，2001.7

#### - 生き物が利用する人工環境に関する近年の研究（2章、3章に対応）

日本建築学会で発表された、人以外の生き物と人の関係を論じた研究は、人が利用する建築において、害虫や害獣を防除する立場から論じたものがほとんどである。生き物と人の共生・共存を問題にしたものは、都市のなかでの緑地の配置や緑化などの自然環境を都市空間に取り込む方法について論じたものや、動物園での飼育展示施設について論じたものがある。都市のなかの植物や水辺は、餌場や移動経路といった生き物の棲息に必要な環境であり、BFAと同時にこのような環境の整備を行うことの重要性が主張されている。動物園における飼育展示施設について論じたものは、飼育動物の苦痛を減じ、生き物と人のよりよい関係を検討するものであり、本論で扱う野生の生き物を対象とした建築とは異

なるが、生き物の生態や行動を観察して設計に反映させるなど、BFAの設計においても参考になる報告がなされている。

また、建築分野以外で多く発表されている、魚道や、動物のための道路横断施設に関する既往の研究の多くは、個々の事例についての詳細や建設後のモニタリング結果を報告するものである。これらの報告にみられる個々の生き物への観察は驚嘆すべきものであるが、他の種の生き物のための建築物・構築物との違いを設計の問題として比較するものではない。生き物のための道路横断施設を扱うものについては網羅的に整理した研究があるが、建築的視点から、BFAをとりまく生き物と人との関係を比較し、その統合のあり方としての設計手法を明らかにすることに本論の、他の論文にはない独自性がある。

・青島正和：都市の雑木林の階層構造と鳥類多様性に関する一考察，日本建築学会大会学術講演梗概集，環境工学I，pp.905-906，2012.9

・片山めぐみ，木戸環希，足利真宏 ほか：ヒグマ飼育展示施設における環境エンリッチメントのデザイン，日本建築学会技術報告集，第22巻第52号，pp.289-292，2011.2

・原文宏，新森紀子，若菜千穂：野生生物の横断施設に関する一考察，「野生生物と交通」研究発表会講演論文集2，pp.85-91，2003.2

#### - 建築をとりまく事物のネットワークに関する研究（3章に対応）

また、建築をとりまく事物のネットワークについての既往研究は、近代以前の建築の建設をめぐるネットワークや手仕事の工房の窓をとりまく自然資源をみるものがあるが、BFAは現在において、都市、農村、自然の森林の中などあらゆる条件のなかで建ちうるという点でこれらとは異なるといえる。本研究によって、先に敷地がありそこに合わせて経済活動として建ち上がる建築とは異なる、特定の場に存在する事物のネットワークを補強したり、顕在化させるものとしての建築を論じるものであり、他の論文にはない意義があるといえる。

・岡野愛結美，塚本由晴，能作文徳ほか：「藤村記念堂におけるモノ・技術・人の連関 モノ・技術・人の連関からみた建築作品（1）（2）」，日本建築学会大会学術講演梗概集，歴史意匠，pp.313-316，2016.8

・信川侑輝，塚本晃子，塚本由晴ほか：「手仕事の工房における窓まわりの空間的特徴 人・モノ・自然要素の連関からみた手仕事の工房における窓（1）（2）」，日本建築学会大会学術講演梗概集，歴史意匠，pp.25-28，2016.8

#### 4 節 論文の構成および概要

本論文は、「生物多様性に配慮した建築の実践に関する研究」と題して以下の6章から構成されている。

第1章「序論」では、研究の背景と目的、研究の対象と方法、従来の研究との関係、および論文の構成と概要について述べる。生き物と人の存在を包摂し、両者の関係を積極的に創造する建築をBFAとよび、生き物の生態への対応と人との関係の調整による実体としてのBFAの設計手法と、生息環境とメンバーシップの重なりによるBFAを支える事物のネットワークの、2側面からその実践がとらえられることを示す。また関連する既往研究の整理から本論文の独自性について述べる。

第2章「生物多様性に配慮した建築の設計手法」では、現在までに世界各地でつくられてきたBFAを可能な限り文献調査によって収集し、BFAの形態的特徴をとらえる。まず世界各地のBFA 99事例について情報を集め、BFAの生き物が利用する部分の構成的特徴、BFAに反映された生き物の生態への対応、人との関係の調整、人から見たBFA建設の目的、建築材料、敷地の周辺環境を検討し、生き物の生態に基づいた欠乏している環境から分類することで、生き物の生態への対応がどのようにBFAの構成や形態に反映されているかを捉える。さらに、生き物の生態への対応に人との関係の調整、人から見たBFA建設の目的、建築材料がどのように統合されているかをみることで、BFAの設計手法を明らかにする。

第3章「生物多様性に配慮した建築を支える事物のネットワーク」では、BFAが社会的にどのようなものとしてあらわれるかをみる。BFAは地域に根ざしたものであると同時に、国や大陸を横断する生き物が対象となる場合もあり、地域社会で成立するローカル・コモンズとしての側面と、地球規模で成立するグローバル・コモンズとしての側面をともに持ち合わせており、様々な主体の協働によって「協治」された状態と考えることができ、そこには段階的な開放性をもったメンバーシップがあるととらえられる。フィールドサー

ベイによって情報を集めた世界各地のBFA、40事例についてBFAを支える事物のネットワークを、BFAの対象となる生き物、BFAの規模、対象となる生き物が利用する生息環境の組み合わせを検討する。さらに、BFAに関わるメンバーシップを継続的に関わるコアメンバー、一時的または断続的に関わる参加者、BFAに直接関わることはないが見学などに訪れるオブザーバーに分け、BFAや周辺環境が変化したタイミングごとに生息環境とメンバーシップの関わり方を検討することで、BFAを支える事物のネットワークのあり方を明らかにする。

第4章「生物多様性に配慮した建築の可能性」では、第2章、第3章で捉えた設計手法と事物のネットワークのあり方を総合し、BFAの概念の確立をはかる。さらに、BFAを概念化することで先鋭化する建築の議論を示すことで、BFAの可能性を明らかにする。

第5章「生物多様性に配慮した建築を通じた環境教育」では、BFAの可能性のひとつである建築教育への応用の実践について、東京工業大学大学院で行われたBFAを設計し自力建設するワークショップの成果について報告する。

第6章「結論」では、第2章から第5章までで得られた結果を総括し、本論文の結びとする。

## 第1章 序論

- 1 節 本研究の背景と目的
- 2 節 本研究の対象と方法
- 3 節 従来の研究との関係
- 4 節 論文の構成および概要

## 第2章 生物多様性に配慮した建築の設計手法

- 1 節 本節の目的と概要
- 2 節 B F Aの概要の整理
- 3 節 欠乏パターンごとにみる生き物の生態への対応
- 4 節 B F Aにおける対応と調整の統合と年代・地域の違い
- 5 節 小結

## 第3章 生物多様性に配慮した建築を支える事物のネットワーク

- 1 節 本節の目的と概要
- 2 節 ネットワークの表現方法
- 3 節 生息環境
- 4 節 メンバーシップ
- 5 節 B F Aを支える事物のネットワーク
- 6 節 小結

## 第4章 生物多様性に配慮した建築の可能性

## 第5章 生物多様性に配慮した建築を通じた環境教育

- 1 節 本節の目的と概要
- 2 節 ワークショップの計画
- 3 節 ワークショップの実施
- 4 節 成果物であるB F Aにおいて達成されたこと
- 5 節 ワークショップの成果と今後の展望
- 6 節 小結

## 第6章 結

## 「生物多様性に配慮した建築」の設計手法

## DESIGN METHOD FOR BIODIVERSITY-FRIENDLY ARCHITECTURE

林 咲良\*, 能作文徳\*\*, 塚本由晴\*\*\*

Sara HAYASHI, Fuminori NOUSAKU and Yoshiharu TSUKAMOTO

The aim of this study is to clarify the design method for "Biodiversity-Friendly Architecture" all over the world. Biodiversity-Friendly Architecture is defined as the architecture or the construction that cares for both animals and people, and could be understood by examining habit of animals and the behavior of people. First, the habits of the animals, the composition of the animal space, the corresponding habits of the animal, the adjustment to the relation between people and animal, the purpose of BFA construction, the surroundings, and construction material are extracted from the articles and drawings. Through these investigation, the design method for "Biodiversity-Friendly Architecture" were clarified as; Controlling the distance between animal and people, Linking the networks of things around people and animal by material, Making sustained mutual benefit for people and animal, Maintaining without people, Making animals obvious, Adapting animals to people's living environment.

**Keywords:** biodiversity, design method, form, animal life, habit, care

生物多様性, 設計手法, 形態, 生き物, 生態, 配慮

## 1. 序

## 1-1. 研究の背景と目的

生き物と人の関係は時代とともに変化してきた。欧米のキリスト教的世界観の中では生き物はただ主人に奉仕するために神に創造されたと考えられていたが、17～19世紀の科学の進歩により、人との生物学的な類縁性が認識されるに伴って、動物の苦痛に対する人の感受性が高まり動物自身の利益が保護される時代が到来した、と歴史学者のジェームズ・ターナーは指摘している<sup>注1)</sup>。19世紀になると、畜産動物や実験動物、ペットを残酷な扱いから保護する法制度が欧州各国で制定された。1970年代には開発による環境破壊とそれに伴う生物種の減少が認識されるようになり、ラムサール条約<sup>注2)</sup>、ワシントン条約<sup>注3)</sup>の採択など、貴重な生物種やその棲息地といった自然を保護する条約が制定された。しかし、生物資源を万民の共有物として扱う保護活動では、先進国の価値観の途上国への押しつけや、生物的海賊行為とよばれる、自然資源が搾取される状況がたびたび起こっていた。このような背景のもと、1985年、生物学的多様性フォーラムにおいて、「生物多様性=Biodiversity」という造語がつくられ、種や個体の保全だけではなく天然資源としての持続的な利用および資源保有国の権利を守ることが目指されるようになった。冷戦終結に伴う途上国の国際的な地位向上の中、

1992年にはリオデジャネイロで開かれた地球サミットで「生物の多様性に関する条約<sup>注4)</sup>」が採択された。2010年には生物多様性条約第10回締約国会議(COP10)が愛知県で開催された。

生物多様性という概念の誕生以降、世界各地で生物多様性に配慮した様々な取り組みが行われてきており、建築設計においても環境負荷を減らす、二酸化炭素排出量を減らす、廃棄物を減らす、といった建設システム上の試みや、壁面緑化、屋上緑化といった建築デザイン上の取り組みが行われてきた。その一方で、かつて建築の一部に組み込んでいた生き物の中には、建築の気密性や清潔さの向上により住む場所を奪われ姿を消しつつあるものもいるなど、建築物の性能を高めようとする努力がはからずも生き物の排除につながっている場合もある。このような、生き物が排除された環境に馴れた人々は生き物に接する機会がないため、その生態に対する理解も乏しく、恐れや嫌悪を抱き、必要以上に生き物を排除する不寛容な行動に出がちである。建築は物理的な環境をつくることを通して人の環境認識の方法に強い影響を与えていることを考えれば、人だけでなく生き物の存在を包摂した建築を創造し維持していくことが、生態系そのものの改善と同時に将来の環境形成のために不可欠である。

ここでいう生き物と人が関わることを前提とした建築とは、オーランウータンが横断するための人工の橋のように、破壊された生き物

\* 東京工業大学 博士課程・修士(工学)

\*\* 東京工業大学大学院理工学研究科建築学専攻 助教・博士(工学)

\*\*\* 東京工業大学大学院理工学研究科建築学専攻 教授・博士(工学)

Doctoral Student, Tokyo Institute of Technology, M. Eng.

Assist. Prof., Dept. of Architecture and Building Eng., Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

Prof., Dept. of Architecture and Building Eng., Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

とその生活環境を保護、再生する建築である。あるいは、肥料となる鳩糞をあつめるイランの鳩小屋のように、生き物の力を借りた伝統的な農業に結びついた建築である。イランの鳩小屋は地域における物質循環に生き物と人が組み込まれたよい例として、石油由来の肥料への依存から脱却し自立自存経済を目指す方策として近年見直されている<sup>注5)</sup>。このように特定の場所に生きる特定の生き物と人両方が関わることを前提とした建築は、自然環境、伝統文化、農業、経済といった幅広い事物と連関している。生き物の生態への対応の上に、個々の生き物との間で生じる人との関係の調整が重ね合わせられた建築物を「生物多様性に配慮した建築」(Biodiversity-Friendly Architecture、以下BFA)と呼び、そこにみられる生き物の生態への対応と人との関係の調整がどのように統合されているかを通して、その設計手法を明らかにすることを目的とする。事例としては、生活領域が重複するために人と関わりをもつことの多い野生<sup>注6)</sup>の陸生動物<sup>注7)</sup>のためにつくられた自立的構造<sup>注8)</sup>をもつBFAを対象とする。

1-2. 研究の方法

本論では、分析の対象とするBFAの事例を、ウェブ上の記事、既往論文、書籍に発表された文章において生き物と人両方との関係が確認でき、建築が複数の写真や図面で報告されているものから収集した。これまでに建築意匠分野で研究されてこなかった事例を多く扱っていることからBFAの事例が集められた雑誌や書籍がないため、事例の収集は以下の手順で行った。

①：インターネット上で複数の検索エンジン<sup>注9)</sup>を用いて「animal：動物・生き物・生物」、「biodiversity：生物多様性」、「wildlife：野生」「architecture：建築」、「house：家」、「nest：巣・埕・ねぐら」の

単語の組み合わせの検索を行い、BFAの定義にあてはまるものを抽出した。

②：①において抽出されたBFAの対象となっていた生き物の種類名とともに、上記単語で再度検索を行い、BFAの定義にあてはまるものを抽出した。

③：①において抽出されたBFAが掲載された書籍や雑誌を総覧し、より詳細な情報を得た。さらに、それらの書籍や雑誌に掲載・言及されているその他のBFAを抽出した。

④：手順①から③において抽出された事例について、事例名・企画者名・設計者名で再度検索を行い、より詳細な情報を得た。


⑤：①から④の手順を経て分析を行うのに十分な情報が得られた事例のうち、同じ種類の生き物を対象とし、同じ地域や設計者に関連があり、ほぼ同じ外観をもつ一連のBFAは、まとめて1事例として扱った結果、99事例を得た。

対象となる生き物の種類をまとめたところ、表1のとおりであり、動物分類学上、ほ乳類、鳥類、昆虫他であった。また、生き物のなかには、人の近くに住み、人がつくりだす環境に依存して生きるシナントロープと呼ばれるもの<sup>注10)</sup>がいるが、シナントロープ化した、自然環境も人工環境も利用する生き物が対象となりやすいといえる。それぞれ生き物の種類の内訳を見ると、ほ乳類ではコウモリといった空を飛ぶ生き物や、リスやサルといった樹上生活をする生き物がみられた。鳥類では、スズメなどの小鳥から猛禽類、コウノトリなどの大型の鳥まで幅広くみられた。昆虫他では、ハチや、地面を這い回る節足動物がみられた。このように生き物の種類としては、空中や樹上、地面の近くといった、人が生活する領域から少し離れた高さで生活する生き物が対象となっている。

表1 対象となる生き物の種類

	ほ乳類	鳥類	昆虫他
人工環境に依存	家屋棲 コウモリ類、 ヨーロッパ アブラコウモリ	エントツアマツハメ、 ツバメ、 カワバト、 スズメメフクロウ、 ジュバシヨウ、 ニホンコウノトリ	セイヨウミツバチ
自然環境も人工環境も利用	ウサギ・コウモリ、 ヒメコウモリ、 ドバントコウモリ、 トウヨウヒナコウモリ、 ヒメキクサシヨウモリ キシカンフリーテイル、 エゾモモンガ、 アメリカアカリス、 ヤマネ、 デン、 ヒメネズミ、 ナミハリネズミ	樹洞繁殖性 の小鳥、 ジャリアナツハメ、 ヨーロッパアマツハメ、 アマツハメ、 ミツエビカモメ、 コキンメフクロウ、 チョウゲンボウ、 セーカハヤブサ、 カワセミ、 ショウトウツバメ、 コガタヘンギン	アフリカミツバチ、 エジプトバチ、 トウヨウミツバチ、 ニホンミツバチ、 孤独性バチ、 マルハナバチ、 カゲロウ、 クワガタムシ、 蝶、 蛾、 テントウムシ、 ムカデ、 ワラジムシ、 クモ、 カエル類
自然環境に依存	ハイボホヒゲ コウモリ、 オプトクロモモンガ、 ニホンリス、 アングラコオプス、 オランウータン、	アカゲアシノリ、 シマフクロウ	クリスマスアカニ

no. 3 キャブ・タルハーネ (ISFAHAN, IRAN / 6世紀)



**抜き出した資料中の文章**

Pigeon-houseとは文字通り“鳩小屋”のことであるが、日本の鳩小屋とはだいぶ様子が異なる。Pigeon-houseは、イランの農業にとって欠かせないものである。以下、記事の内容をかいつまんで紹介する。Pigeon-houseは鳩糞を肥料として集めるために作られたイラン独特の建物である。昔は、通信用(伝書鳩)にも利用していた。

福留高明ほか「イランのpigeon-houseについて」エソロジー学会誌第2号

**BFA建設の目的**

- 副産物を得る
- はたらいてもらう

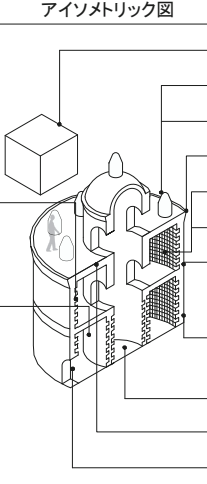
BFAに反映される対応と調整	構成的特徴	アイソメトリック図	具体的な工夫	対応と調整の種類
側面が開放されたコの字の空間	個の集合		隣接した建物にはガードマンが常駐(密猟対策)	生き物/侵入
			穴をガードマンが修理	生き物/出入
囲われた空間	共の単一		換気用空気穴兼鳩の出入口となる穴	生き物/気候
			猫が登れないようなオーバーハング	生き物/侵入
			煉瓦を互い違いに積んだ鳩のための巣穴	生き物/領域
			雨風の入らないよう守られた場所	生き物/雨風
			陶器製のU字溝が埋め込まれ、蛇を捕える	生き物/侵入
			水を得やすく、近くに森のある場所	生き物/環境
			単にブロックを積み上げただけの簡易な構造で大きいものでも一ヶ月ほどで出来上がる	人/量産
			1階は餌貯蔵庫、修理道具の倉庫	人/用途
			鳩を誘き寄せる餌をまくため屋上に上げる	人/管理
			たまる糞を回収するため開放期に入れる	

図1 分析例

人と生き物の関係を成立させるBFAの構成や形態は生き物の種類によって異なるが、人がつくるものである以上、そこには共通する部分がある。生き物の生態は人が変更できるものではなく、また生き物と人との関係も、生き物の生態を逸脱したものにはなりえないため、生き物の生態に対応するように建築をつくる必要がある。また、材料や構法は、人のために開発されたモノがたまたま生き物のために利用、転用されているため、建設を通して人との関係のなかでの調整が行われている。本論では、BFAの構成と形態に、BFAの前提となる生き物の生態や生き物と人との関係が反映されている点が各事例の共通点であると考え、BFAに反映される生き物の生態への対応と人との関係の調整の重ね合わせとして設計手法をとらえる<sup>注11)</sup>。

BFAに反映される対応と調整の重なりを検討するにあたり、まず、BFAの背景となる生き物の生態について整理する。次に、図面や写真からBFAのアイソメトリック図を作成し、生き物が利用する部分の構成的特徴を整理する。さらに、BFAに反映される生き物の生態への対応を、解説文中から抽出する。同様のBFAに関する文章で言及された特徴が図面や写真から確認できるものは、解説文中で直接言及されていなくとも生き物の生態への対応がBFAに反映されているものとする。次に、人から見たBFA建設の目的及びBFAに反映される人との関係の調整についても、同様に解説文から抽出する。最後に、解説文、建築写真、図面から、各事例の主な建築材料、人の生活圏との関係からみた敷地の周辺環境を抽出する。

分析例の、イランのイスファハンにあるキャプータルハーネ(図1)は、カワラバトの巣の集合としての建築である。このBFAはカワラバトの糞を肥料として集めることを目的とし、一部のカワラバトは伝書用に利用される。全体は25cm×25cm×7cmの日乾し煉瓦のブロックを積み上げた、外部に対して閉じられた円筒形で、外壁に沿って並ぶ個室が内部空間に対して開放され、1つがいが住み込む単位となる。外観はミナレットに似た塔状である。屋上には小さな風穴の開いた突出があり、これは換気口と明かり取りも兼ねたカワラバトの出入口となっている。天敵のネコへの対策として外壁上部にオーバークラフが張り出し、ヘビへの対策として2階床の高さに溝がある。カワラバトの出入口は猛禽類の侵入を防ぐために適正な大きさに維持されなければならない。そのための修理は、カワラバトが暖かい地域へ移動し居なくなる冬に行われる。春にはカワラバトをよびよせる給餌を行うために、人が屋上に登ることができるようになっている。1階部分は餌や修理道具の倉庫として利用されている。

このように、それぞれの事例について、対象となる生き物の生態を前提に、BFAの生き物が利用する部分の構成的特徴と、BFAに反映された生き物の生態への対応、人との関係の調整、人から見たBFA建設の目的、建築材料、人の生活圏との関係からみた敷地の周辺環境を検討する。はじめに生き物の生態にとって欠乏している環境から分類することで生き物の生態への対応がどのようにBFAの構成や形態に反映されているかを整理する。次に生き物の生態への対応に人との関係の調整、人から見たBFA建設の目的、建築材料がどのように統合されているかを通して、その設計手法を明らかにする。

### 1-3. 既往研究及び本論の意義

日本建築学会で発表された、人以外の生き物と人の関係を論じた研究は、人が利用する建築において、害虫や害獣を防除する立場から論じたものがほとんどである。生き物と人の共生・共存を問題にしたものは、都市のなかでの緑地の配置や緑化などの自然環境を都市空間に取り込む方法について論じたもの<sup>注12)</sup>や、動物園での飼育展示施設について論じたもの<sup>注13)</sup>がある。都市のなかの植物や水辺は、餌場や移動経路といった生き物の棲息に必要な環境であり、BFAと同時にこのような環境の整備を行うことの重要性が主張されている。動物園における飼育展示施設について論じたものは、飼育動物の苦痛を減じ、生き物と人のよりよい関係を検討するものであり、本論で扱う野生の生き物を対象とした建築とは異なるが、生き物の生態や行動を観察して設計に反映させるなど、BFAの設計においても参考になる報告がなされている。

また、建築分野以外で多く発表されている、魚道や、動物のための道路横断施設に関する既往の研究の多くは、個々の事例についての詳細や建設後のモニタリング結果を報告するものである。複数の事例を扱ったものは、一種類の生き物のための建築物・構築物のみを扱うもの<sup>注14)</sup>、生き物のための道路横断施設のみを扱うもの<sup>注15)</sup>がある。これらの報告にみられる個々の生き物への観察は驚嘆すべきものであるが、他の種の生き物のための建築物・構築物との違いを設計の問題として比較するものではない。BFAをとりまく、生き物と人との関係を比較し、その統合のあり方としての設計手法を明らかにすることに本論の、他の論文にはない独自性がある。

## 2. BFAの概要の整理

### 2-1. BFAの背景となる生き物の生態

生き物は自然環境や人工環境をそれぞれの生活に適した場所として読み替えて利用している。生き物が生きるためには、餌をとる、寝る、子育てをするといった一生のサイクルのなかで必要となる様々な環境があり、それらのひとつでも欠けてしまうと生きることが出来なくなってしまう。建築が生き物に対して提供できる環境は限られているが、そういった必要な環境がないことが欠乏動機となってしまうのがBFAである。

こうした観点から図2にBFA建設の背景となる生き物の生態を整理すると、欠乏している環境は9の欠乏パターンに分けられた。大別すると棲息地が分断されており安全な移動経路がない<獣道>と、子育てや休むのに適す居場所がないものであった。営巣に適する環境がないものは、対象となる生き物が利用する場所の違いが人間にとってどのようにとらえられるかという観点から、より詳細に分けることができた。営巣に適する環境がないものは、<高所><隙間><狭所><穴蔵><崖上><崖下><土手><複合>の8つに分けられた<sup>注16)</sup>。

### 2-2. BFAの生き物が利用する部分の構成的特徴

BFAは、生き物が利用する部分と、設備や人間のみが利用し生き物が入ることのできない部分によって構成される。作成したアイソメトリック図をもとに、生き物が利用する部分の単位、その単位の配列、単位を利用する個体数から、生き物が利用する部分の構成的特徴を整理する。生き物が利用する部分の単位は、水平にはられた変形するローブ類のみで構成される<紐>、垂直に立てられた面や棒で構成される<直>、水平に固定された面や棒で構成される<平>、上下

もしくは側面が開放された囲い（以下くコ>の字）、四方を囲まれたく囲>の5つに整理できた（表2）。また、生き物が利用する部分の個体数は、1個体で1つの空間を利用する個、つがいなどで占有して1つの空間を利用する対（対をpで示す）、群れで集まって1つの空間を利用する多（多をcで示す）に分けられ、また生き物が利用する部分の配列は、生き物の利用する部分がひとつだけの単一、複数の部分をもつ集合、複数の建築が分かれて配置される分散に整理できた。利用される部分の使われ方と配列の組み合わせから、<単><単p><単c><集><集p><集c><散><散p><散c>に分けられた（表3）。

2-3. BFAに反映される生き物の生態への対応

BFAに反映される生き物の生態への対応を表4に整理したところ、生き物の生態への対応は、生き物が使う部分のみではなく、生き物が利用しない部分との関係性や外観にもあらわれていた。生き物の生態への対応には、雨風への対応、生き物の利用しやすい高さ

への対応、ぶら下がるなど特殊な姿勢への対応、飛び込む・歩くといった生き物ごとの動きや内部の明るさなど出入口への対応、餌をとる場所や水場の確保といった棲息環境への対応、なわばりやプライバシーの確保への対応、生き物が好む温度や湿度の調整といった気候・内部環境への対応、反射板・境界・高床・堀・オーバーハングといった猫・蛇・蟻などの望まれない侵入者の防除への対応がみられた。これらの対応には、建設前に実証実験が行われ有用性が確認されるものや、建設後の試行錯誤のなかで反映されるものもあった。

2-4. BFAに反映される人との関係の調整

BFAに反映される人との関係の調整を表5に整理したところ、管理・維持、量産の容易さ、人の用途の付加、誘目性の高さ、再利用、景観がみられた。回転はしごや床が開閉式で取り外せる機構などの管理・維持に対する調整は、BFAにおいてよくみられる人のふるまいである掃除に必要なもので、BFAを人にとっても使いやすくなる

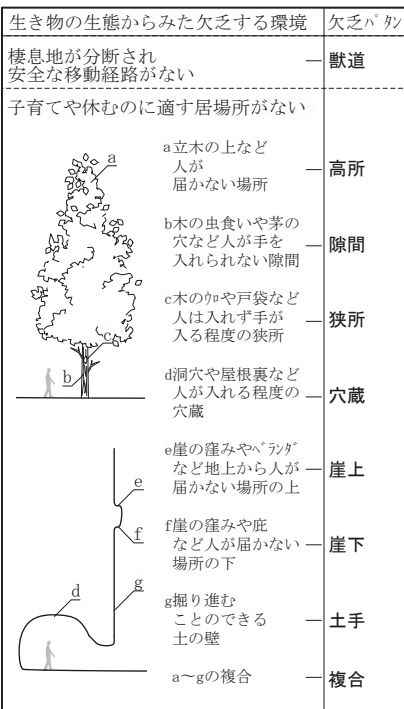


図2 BFAの背景となる生き物の生態

表2 生き物が利用する部分の単位

紐状	垂直の面や棒	水平の面や棒	開放された囲い(コ)の字	囲い

表3 生き物が利用する部分の配列と個体数

配列	個体数		
	単	対	多
単一			
集合			
分散			

表3註: つがい、つがいでの繁殖のための利用が想定される場合、対とする。横断施設の場合、生き物がすれ違うことができなければ個とする。

表4 BFAに反映される生き物の生態への対応

雨風の遮蔽	屋根と壁で囲む(65)/雨・雪除けの深い庇(3)/強風を遮る壁(2)/積雪しない三角形の屋根(1)/水抜き穴(1)/風で飛ばないフラット屋根(1)/風よけのため斜面地に建設(1)
高さ	生き物の飛び高さに設置(11)/先行事例をまねる(8)/前の巣に近い・同じ高さ(8)/地を這って入れる高さ(6)/好まれない地上近くを避ける(7)/周囲を見渡せる(3)/飛んでも車にぶつからない高さ(2)/実験して高さを決める(2)/のぼれる高さの限界に近いビルの屋上56m(1)/水面スル(1)/ノゾムラフグ(1)できる高さ(1)
姿勢の確保	止り木や台を設置(10)/とっかかりある粗い仕上げ(10)/とっかかりある粗い木材(5)/つかみやすい消防ホース(2)/つかみやすいロープ(2)/つかみやすい杉皮(2)/つかみやすい木材(2)/傾斜角(2)/自然の枝や蔓(1)/ゴムチューブ(1)/塩ビパイプ(1)/飛出足場(1)/金網(1)/歩きやすい砂利をつけた合板(1)/とっかかりあるグランド吹付(1)/とっかかりある粗いモルタル(1)
出入口	止り木・台(16)/周辺の木に接続(9)/目印の絵や印(7)/塔屋(6)/光の入らない北向(4)/光の入らない南向(3)/光の入らない西向(3)/出入口以外に柵(3)/飛び込めるよう大きく(2)/光の入らない南向(2)/光の入らない南向(2)/開けた場所に面す(2)/ドロー窓(2)/中庭/テラス(2)/好まれる木を支柱に(2)/朝日よけで東には向けない(1)/煙突状(1)/木の幹から直接入りやすい(1)/ぶら下がれるよう低く(1)/巣箱の床より少し高く(1)/中央分離帯に降りない返し(1)/開閉式(1)/日当りのよい方に向ける(1)/歩きやすくて人工芝を敷く(1)/とまりやすく砂を接着材でつける(1)
気候・内部環境	吸熱する濃色の塗装(4)/木陰(4)/常時換気・通気(4)/日除けの屋根(4)/蒸散で加湿する植栽(3)/日当りよい場所(3)/温度の安定した地中に埋める(3)/熱を反射する白・薄色塗装(2)/保温にムサビやラブリを巻く(2)/湿度の高い水辺に建設(2)/熱を逃がさないよう密に並べる(2)/風通しのため浮かす(1)/温度計による環境調査(1)/ルーバー設置(1)/内部環境を安定させる素材(1)/内部気温を保つため強く接着(1)/太陽熱利用のため南東-北西軸配置(1)/保湿・水捌けのため木屑を敷く(1)/加湿のため雨水を溜める(1)/冬に冬眠に適した涼しさを保てる(1)/湿気を保つため床は地面(1)
領域の確保	家族単位で区切る(29)/生き物種毎に区切る(5)/生き物の領域を明確に囲む(3)/人と生き物の入口を逆側に(2)/人が触れない高さに持上る(2)/カブリを避ける配置(2)/人が触れない囲い(1)/BFA同士をロープで繋ぎ人の領域を囲む(1)
棲息環境	前から使われていた場所・近く(14)/餌場の水辺に建設(12)/公園・境内整備(8)/生き物の餌となる植栽で緑化・植樹(7)/森の保護・整備(6)/餌の多い畑・果樹園に建設(4)/巣箱や足場設置(4)/水場の近くに建設(2)/BFA周辺で餌付け(2)/土を粘土質に改善(2)/生き物が通る場所を塞がない(2)/生き物の好む香りのハーブ植栽(1)/農地の再生(1)/餌場のヤブラテコノ近くに建設(1)/周辺の水環境改善(1)/ビートアップ設置など餌場確保(1)/水場となる水槽を設置(1)
侵入者の防除	天敵が入れない狭さの入口(20)/ねずみ返し・オーバーハング(14)/猛禽類が嫌う反射板(8)/人が入らないよう浮かす(8)/密猟者が入れない囲い(2)/空から襲われないよう金網で囲う(2)/内部に退避用ルーフ設置(2)/へびが登れない平滑な仕上げ(2)/天敵が入れない狭さの換気穴(1)/へび対策の2階床の堀(1)/人が入らない油の堀(1)/ガス除去ケラスを上設置(1)/入口を樹木側にして鳥が入れない(1)/密猟対策のガードマン(1)/密猟者が入れない危険な場所に建設(1)

表5 BFAに反映される人との関係の調整

管理・維持	内部に入る人の出入口(29)/巣箱が開閉式(11)/耐久性のある素材・構造(5)/人専用作業スペース(3)/手足をかけて登れる穴(3)/撤去しやすい素材(2)/回転はしご(2)/上下できる巣箱(2)/巣箱が選別しやすい絵(2)/糞を掃き出す穴(2)/糞をまとめる動物(2)/内部に清掃し入れる広さ(1)/蔓を巻付け自然化(1)/建設機材を入れる場所(1)/軽量化・組立容易化で運搬を容易に(1)/土の湿度で劣化しないウレタン処理(1)/人の出入口は北か東(1)/下から覗ける透明な底(1)/ビートアップ防止にムサビを巻く(1)/外周に沿ったスロープ(1)/糞を下から出す漏斗状の床(1)/糞を下に落とす竹網(1)/給餌用穴(1)
量産の容易さ	地域の住宅などと似た材料・工法(15)/マニュアル化(13)/簡易化(7)/安価(4)/プロトタイプとして製作(4)/PCなどでユニット化(4)/コンクリートブロック・2*4など既製品利用(3)/加工しやすい材料(2)/ウレタンカーや大規模モジュールが開発協力(2)/マニュアルを参照する(1)/塩ビパイプ使用で安価に(1)/既存屋根瓦の規格に合わせる(1)
人の用途の付加	1Fを住宅や倉庫に利用(8)/観察室を併設(5)/ビートアップ等の屋上に設置(4)/住宅等の屋根の上に設置(4)/集会所等の壁の一部(4)/壁・柵と兼用(3)/看板・掲示板と兼用(2)/街灯と兼用(1)/道具箱を併設(1)/野鳥観測施設を併設(1)
誘目性の高さ	ミレット・物見櫓等モダンな建築の模倣(5)/パタン・モチーフ・絵などの装飾(6)/曲線や斜線を多用し造形的(5)/特権や安定性主張のため巨大(3)/問題提起のため高く目立つ(3)/問題提起のため造形的に目立つ(2)/ビートアップの上に建て地上からも見えるようにする(2)/自然保護碑のため高く目立つ(1)/広告で目立たせる(1)
再利用	近隣で集めた廃材を詰める(8)/消防ホース利用(3)/近隣建築の解体時の廃材を利用(3)/前々からの板を再利用(2)/ブレースのドラム缶を利用(2)/空家を改造(2)/クラマー爆弾の殻を利用(1)/ウッドクリート(1)/リサイクルのプラッシュ利用(1)/電柱を再利用(1)
景観	レギュレーションに合わせた色(2)/隣接建物と屋根勾配や素材を合わせる(1)/自然洞窟に似せた外観(1)/歴史的建造物を改造(1)/隣家と同じ素材(1)/名建築に影響を与えない外観(1)

表6 人からみたBFA建設の目的

生き物に働いてもらう	ワリガが流行する地域にコケの巣を建て、蚊を食べさせ、病気の発生を抑える
生き物自体・副産物を得る	鳩の小屋を建てて住まわせ、肉や卵を食べる
生き物を増やし、観察などとする	庭に鳥の巣箱をかけて住まわせ、観察する
人と生き物の衝突を回避する	人間の建物にコケが棲み悪臭が問題だったため、コケ用の建物を建設し引っ越しさせる

表7 主な建築材料

石	石など
煉瓦	焼成煉瓦, 日乾煉瓦
木材	木材, 板材
金属	鋼材, アルミ, 鉄筋など
コンクリート	現場打コンクリート, PCなど
その他	塩ビパイプ, ヤの葉, 藁, 爆弾の殻, 消防ホース, マルロープなど

表8 人の生活圏との関係からみた敷地の周辺環境

ほぼ建物
建物植物混在
農地, 牧場
自然

ためである。DIYで制作可能や安価であるといった量産の容易さに対する調整は、複数のBFAを設置することで生き物の棲息環境を増やしている。倉庫や塀や看板などのBFAに付加される人のための用途に対する調整は、BFAを利用する生き物と人の距離を近づけたり、また、複数の用途をもたせることで建設者の金銭的負担を軽減したりする。モニュメント性のあるデザインとするなどの誘目性の高さに対する調整は、生き物の存在を顕在化することで、より多くの人に対して生き物という資源に対する気付きを促し、資源へのアプローチを可能にする。廃材やエコな新材料を用いるといった再利用に対する調整は、手に入りやすい材料を活用することでBFA建設の障壁を下げていく。周囲の景観を壊さないような色などの景観に対する調整は、生き物にBFAに対する恐怖心をもたせないためや、近隣の人の嫌悪感を緩和するためである。このように人との関係の調整には、建設者が人と生き物双方にとって使いやすい環境をつくり生き物と関わるための調整と、BFAの建設後に関わる人々と社会的な関係を築くための調整がみられた。

### 2-5. 人から見たBFA建設の目的

人から見たBFA建設の目的としては、生き物の生態を利用して人のために働いてもらう、肉や卵・巣・糞などの物質的な見返りを副産物として得る、環境を整えることで生き物を増やし生き物と人の距離を近づけて観察などを行う、人の利用する道路や建築物と生き物の距離が重なっていたり近すぎたりするために起こる衝突を回避する、といった目的がみられた(表6)。また複数の目的がある事例もみられた。

### 2-6. 建築材料と人の生活圏との関係からみた敷地の周辺環境

BFAの主な建築材料は、石、煉瓦、木材、金属、コンクリート、その他であった(表7)。また、人の生活圏との関係からみた敷地の周辺環境は、都市など周囲がほぼ建物に囲まれている場所、都市のなかの公園や庭の多い住宅地など建物と植物が混在している場所、平地が広がる農地や牧場、樹木や河川などの豊かな自然の4つに大別することができた(表8)。

## 3. 欠乏パターンごとにみる生き物の生態への対応

生き物の生態から欠乏する環境が見いだされ、その欠乏を補うために生まれるものがBFAであるため、本章では、生き物の生態から事例をみることによって、BFAに統合された生き物の生態への対応について検討する。前章の分析の結果を、生き物の種類と、欠乏パターンから整理し、表9にまとめた。はじめに、各欠乏パターンにおいて、7割以上の事例で共通してみられる生き物の生態への対応と生き物が利用する部分の構成的特徴の傾向について述べる。

〈獣道〉の、棲息地が分断されている、リスやサル、カニなどのためのBFAは、車道などをまたぐ生き物の移動経路がつけられ、そこに姿勢、出入への対応がみられる。具体的には、樹上生活をする生き物のため、登りやすい、つかみやすい、又はとりつきやすい仕上げといった姿勢や、入口手前への巣箱の設置、生き物が好む果樹を支柱とするなどブリッジの利用を促すような出入への対応がみられる。生き物の体重を支えられるだけの、簡素な構造物となることが多い。

〈高所〉の地を這う生き物が届かない場所を居場所として利用する生き物は、コウノトリやミサゴなどの大型の鳥がみられた。自らの

なわばりを見渡せる高さなど、高さへの対応がみられる。生き物の体重を支えられるだけの簡素な水平の床がつけられることが多い。

〈隙間〉の人の手が入らないほどの小さな隙間を利用する生き物は、孤独性ハチなど体の小さな生き物のみがみられた。生き物の巣や越冬場所の集合としての建築で、気候、環境への対応がみられる。具体的には、幼虫類が住む場所の湿気を保つために屋根を緑化する、孤独性ハチの好む温かい日当りのよい場所をつくるなど、気候に対応される。さまざまな種類の昆虫や節足動物に対して開かれた開放的な空間が多数集まって、対象となる生き物がよりつきやすくなっている。

人家の戸袋などの〈狭所〉に個別に営巣する生き物のうち、〈狭所-ほ〉の、コウモリなどのほ乳類のためのBFAでは、暗い洞を好む生態に合わせて、群れた複数の個体で共有する閉じた空間がつけられ、雨風、高さ、姿勢、出入、気候、環境、侵入への対応がみられる。具体的には、ルーバー状やダクト状など様々な形態の出入口で、内部に光が入らないようにしつつ、ねぐらを出入する際の生態への対応がみられる。繁殖期のコウモリは温かい空間を好むため、外装を黒くして日光の熱を利用して内部をあたためるなど、気候への対応もみられる。建物の建替に伴って生き物のための代替の棲家を建てるものも見られた。〈狭所-鳥〉の、樹洞や人家の戸袋などに枝などを運び利用する鳥のためのBFAでは、つがいなど限られた数の個体だけを囲む外敵から守られた箱がつけられ、雨風、高さ、出入、領域、環境、侵入への対応がみられる。具体的には、鳥の好む樹木を植えるなど、周辺環境への対応がみられる。生き物のサイズに対応した小さな囲まれた空間を持つ事例が多くみられ、またその囲まれた空間が複数集合して集合住宅のようになることもある。〈狭所-虫〉のミツバチのためのBFAでは、ハチの好む大集団で集まることのできる密閉空間とし、雨風、気候、領域、侵入への対応がみられる。具体的には、攻撃する生態に対しハチと人の出入口を箱の逆側にし互いを隔てるなど領域の確保への対応がみられる。養蜂箱を重ねたり風除けをし、暑さや寒さを緩和する気候への対応や、アリが登れないよう高床式にするなど侵入者の防除への対応もみられる。大勢で共有できる大きな囲まれた空間が複数分散してつけられ、塀で囲まれる事例もある。

洞窟などの〈穴蔵〉にあつまって営巣する生き物のうち、〈穴蔵-ほ〉の、コウモリのためのBFAでは、暗い洞を好むために閉じた空間とし、雨風、姿勢、出入、気候、環境への対応がみられる。具体的には、ルーバー状やダクト状など様々な形態の出入口で、ねぐらを出入する際の生態への対応がみられる。繁殖期のコウモリは温かい空間を好むため、外装を黒くして日光の熱を利用するなど、気候への対応がみられる。大勢で共有できる大きな囲まれた空間をもつ。〈穴蔵-鳥〉の、人家の煙突や洞窟に巣をつくる鳥のためのBFAには、雨風、高さ、姿勢、出入、気候への対応がみられる。具体的には、大勢で共有できる大きな囲まれた空間がつけられるが、特にエントツアマツバメは住宅の暖炉の煙突のような狭い空間に営巣するため、煙突を模した空間をつくるのがすなわち生き物の生態に対応することになる。出入口は直射日光が入らない北側や、長く伸びた塔屋としてつけられるが、これは暗い穴を好む、急降下して飛び込むなどの生態への対応である。

最も多くの事例を集めることができた崖の割れ目や人家のベラン

表9 欠乏パタンからみたBFA

no.	資料名	地域	年代	対象の生き物の種類	欠乏パタン	構成的特徴	生き物の生態への対応		人との関係の調整		BFA建設の目的	材料	敷地環境	代表例アイディア図	
							雨高委出気環環風さ勢入候域境入	管理再用誘景産利産用途目観	量	再					
24	Nutty Narrows Bridge	ロクビュー,US	1963	アメリカガリス	鳥類	平単	○	○	○	○	○	金	混		
42*	COLBRIDGE	タイアニ,KE	1996	アノコロロプ	鳥類	細単	○	○	○	○	○	金	混		
43*	ハストラビゆう桂台	山梨,JP	1997	ニホリス	鳥類	細単	○	○	○	○	○	金	混		
46	ヤマネブリッジ	山梨,JP	1998	ヤマネ	鳥類	単単c	○	○	○	○	○	金	混		
52	東富士五湖自動車道	山梨,JP	2000	ニホリス	鳥類	単単	○	○	○	○	○	金	混		
53*	モモンカ用エコブリッジ	北海道,JP	2003	エゾモモンカ	鳥類	単単	○	○	○	○	○	金	混		
64*	Fauna Bridges	ハワイ,AU	2007	オプトフロモモカ	鳥類	細単	○	○	○	○	○	金	混		
65*	アニマルスウェイ	山梨,JP	2007	ヤマネ,ニホリス,ヒメズミ	鳥類	単単	○	○	○	○	○	金	混		
66*	bat bridges	トブウォールズ,GB	2007	ウサキコウモリなど	鳥類	単単	○	○	○	○	○	金	混		
67*	命の吊り橋プロジェクト1.2号	ホルネオ,ID	2008	オランウータン	鳥類	単単	○	○	○	○	○	金	混		
68*	30号,35号カルハート及び足場	北海道,JP	2008	エゾモモンカ,コウモリ類	鳥類	単単	○	○	○	○	○	金	混		
71*	命の吊り橋プロジェクト3~6号	ホルネオ,ID	2008	オランウータン	鳥類	単単	○	○	○	○	○	金	混		
93*	Bridge	クリスマス島,AU	2013	アカガニ	鳥類	単c	○	○	○	○	○	金	混		
29	Raptor roost	ワイオミング,US	1988	アカアサシリスなど	鳥類	直単p	○	○	○	○	○	木	然		
49*	ミゴ人工巣台	高知,JP	1999	ミゴ	鳥類	直単p	○	○	○	○	○	木	然		
51*	人工巣塔	兵庫,JP	2002	ニホコウトリ	鳥類	直単p	○	○	○	○	○	木	然		
61	Malpartida stork park	カセス,ES	2007	シバシバコウ	鳥類	直単p	○	○	○	○	○	木	然		
85	鶴庵	ライディング,AT	2012	シバシバコウ	鳥類	直単p	○	○	○	○	○	木	然		
86	Osprey Nesting Platform	シリアル,US	2012	ミサコ	鳥類	直単p	○	○	○	○	○	木	然		
73	insect hotel	ロンドン,GB	2010	孤独性ハチ,クワガタシ	昆虫他	直単p	○	○	○	○	○	木	然		
74	Beevarian Antsel and Gretel	ロンドン,GB	2010	孤独性ハチ,ムカデ	昆虫他	直単p	○	○	○	○	○	木	然		
75	InnVertebrate	ロンドン,GB	2010	孤独性ハチ,クワガタシ	昆虫他	直単p	○	○	○	○	○	木	然		
76	The Bumblebee City Nester	ロンドン,GB	2010	孤独性ハチ,マルハナハチ	昆虫他	直単p	○	○	○	○	○	木	然		
77	Brookfield Bug Buddies	ロンドン,GB	2010	孤独性ハチ,蝶	昆虫他	直単p	○	○	○	○	○	木	然		
83	Bluewater Roof Garden	ロンドン,GB	2011	孤独性ハチなど	昆虫他	直単p	○	○	○	○	○	木	然		
41*	兼毅高原のハットハウス	長野,JP	1996	クビコウモリ他	ほ乳類	直単c	○	○	○	○	○	木	然		
56	Bat Tower at Ravensglass Rai	カンパリア,GB	2005	ヨーロッパコウモリ	ほ乳類	直単c	○	○	○	○	○	木	然		
57*	ヤマネ調査巣箱	山梨,JP	2006	ヤマネ	ほ乳類	直単	○	○	○	○	○	木	然		
62*	ハットボックス	フィンランド,IT	2007	家屋様コウモリ	ほ乳類	直単c	○	○	○	○	○	木	然		
63*	Berkeley Bat House	ロンドン,GB	2007	トヘントコウモリ他	ほ乳類	直単c	○	○	○	○	○	木	然		
72	BAT TOWER	ニューヨーク,US	2010	家屋様コウモリ	ほ乳類	直単c	○	○	○	○	○	木	然		
98	hedgehog homes	アロムスグループ,GB	2014	ナミハリネズミ	ほ乳類	直単	○	○	○	○	○	木	然		
20	ヘルプシュの巣箱	セーヴァン,DE	1900	樹洞繁殖性の小鳥	鳥類	直単p	○	○	○	○	○	石	混		
27*	メソクワ巣箱	ベトシアン,IL	1983	メソクワ	鳥類	直単p	○	○	○	○	○	石	混		
28*	シマクワ巣箱	北海道,JP	1984	シマクワ	鳥類	直単p	○	○	○	○	○	石	混		
35	Barn Owl Tower	デウォン,GB	1991	メソクワ,コキンメソクワ	鳥類	直単p	○	○	○	○	○	石	混		
38	BLUE PENGUIN COLONY	オスマル,NZ	1992	コカタペンギン	鳥類	直単p	○	○	○	○	○	石	混		
55	Tower for Swifts	ワルシャワ,PL	2005	ヨーロッパアマツバメ	鳥類	直単p	○	○	○	○	○	石	混		
59	雨燕塔	北京,CN	2006	アマツバメ	鳥類	直単p	○	○	○	○	○	石	混		
60*	Fulbourn Swifts	ケンブリッジ,GB	2007	ヨーロッパアマツバメ	鳥類	直単p	○	○	○	○	○	石	混		
69*	SUPER KINGDOM	ロンドン,GB	2008	樹洞繁殖性の小鳥	鳥類	直単p	○	○	○	○	○	石	混		
88	bird-apartment	長野,JP	2012	スズメなど	鳥類	直単p	○	○	○	○	○	石	混		
91	Bardhouse Rooftile	アルヘム,NL	2013	樹洞繁殖性の小鳥	鳥類	直単p	○	○	○	○	○	石	混		
1	Mud tube hives	アサルト,EG	B.C.	エンツアマツバメ	昆虫他	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
5	丸洞巣箱,角洞巣箱,重箱式	愛媛ほか,JP	12C	ニホミツバチ	昆虫他	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
10	Massive enclosures for hive	アルマリタイム,FR	16C	セイヨウミツバチ	昆虫他	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
15	カーニオン	サブレツカ,SI	1758	セイヨウミツバチ(カーニオン)	昆虫他	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
16	Hartpury bee shelter	グロースター,GB	1852	セイヨウミツバチ	昆虫他	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
19	伝統巣箱	サムイ島,TH	19C	トウヨウミツバチ	昆虫他	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
58*	銀座みつばちプロジェクト	銀座,JP	2006	セイヨウミツバチ	昆虫他	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
82*	ハッピーニャーチェレンジ	セルゲイ,ITZ	2011	アフリカミツバチ	昆虫他	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
90*	Sky Hive	マーストリヒト,NL	2012	セイヨウミツバチ	昆虫他	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
92	ElevatorB	ハッファロ,US	2013	セイヨウミツバチ	昆虫他	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
96	URBAN BEEHIVES	オスロ,NO	2014	セイヨウミツバチ	昆虫他	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
21*	Mitchel's Lake Bat Tower	フロリダ,US	1911	メキシカンフリースイ	ほ乳類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
26*	蝙蝠小舎	青森,JP	1977	トウヨウヒナコウモリ	ほ乳類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
34*	The University of Florida Bat	フロリダ,US	1991	メキシカンフリースイ	ほ乳類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
45	Bamberger's Folly	テキサス,US	1998	メキシカンフリースイ	ほ乳類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
81	BAT HOUSE	ウェストロンドン,GB	2011	ウサキコウモリ	ほ乳類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
87	Artificial Bat Cave	テネシー,US	2012	ハイイロホオヒゲコウモリ	ほ乳類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
95	Cavanna Homes bat house	トヘイ,GB	2014	ヒメキカガシコウモリ	ほ乳類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
22*	sherman swift tower	アイオワ,US	1915	エンツアマツバメ	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
31*	Chimney Swift Tower	テキサス,US	1989	エンツアマツバメ	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
32*	燕養殖小屋	サウラカ,MY	1990s	ジャワアサツバメ	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
33*	燕養殖小屋	マラッカ,MY	1990s	ジャワアサツバメ	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
40*	Chimney swift castle	テキサス,US	1996	エンツアマツバメ	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
48*	Kiosk Chimney Swift Tower	テキサス,US	1999	エンツアマツバメ	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
80	Gowanus Chimney Swift To	アラルカリア,US	2011	エンツアマツバメ	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
2	ブルシュハマー	ミッドガムル,EG	近前	カラハバト	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
3	キャーナルハネ	イスファハン,IR	16C	カラハバト	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
4	出雲大社鳩舎	島根,JP	10C	カラハバト	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
6	Colombier	クレティユ,FR	1380	カラハバト	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
7	Rocca Isolani Colombaia	ボローニャ,IT	1536	カラハバト	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
8	Willington dovecot	ベッドフォード,GB	1545	カラハバト	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
9	Villa Emo	ファンゾーロ,IT	1555	カラハバト	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
11	Dunster Dovecote	サマーセット,GB	16C	カラハバト	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
12	Palomar(パロマル)1	ウララフアイ,ES	17C	カラハバト	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
13	Palomar(パロマル)2	ウララフアイ,ES	17C	カラハバト	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
14	ヘリステナリス	キクラテス諸島,GR	1726	カラハバト	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
17	鳩小屋	カッドキフ,TR	19C	カラハバト	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
18	キョウシジノカ	カイゼル,TR	19C	カラハバト	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
23	POMBAL	ブラジリア,BR	1961	カラハバト	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
25	モン族の鳩小屋	ハンタンチョーク,LA	1973	カラハバト	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
30	Batman's Pigeon loft	メルボルン,AU	1990	カラハバト	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
44*	The Kittiwake Tower	タインアントウイア,GB	1998	ミズウバコメ	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
54	ロッテルダムの鳩小屋	ロッテルダム,NL	2003	カラハバト	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
78*	Artificial nest for saker falcon	ヘンティン(ほか),MN	2010	セーガーハヤブサ	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
89*	ボツダム広場の鳩小屋	ベルリン,DE	2012	カラハバト	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
94	Barn Swallows & social cues	ノーク,CA	2013	ツバメ	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
99	barn swallow condos	オタワ,CA	2015	ツバメ	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
36	カキテ営業アロク	北海道,JP	1991	カキテ	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
37	ショウドウツバメ営業アロク	北海道,JP	1991	ショウドウツバメ	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
39	sand martin barrels	アバティーン,GB	1995	ショウドウツバメ	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
50*	sand martin crif	トラント,GB	1999	ショウドウツバメ	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産	農		
97	sand martin hide	クティンガム,GB	2014	ショウドウツバメ	鳥類	直単c	○	○	○	○	○	産			

ダなどのく崖上>に営巣する鳥のためのBFAでは、雨風、出入、領域、侵入への対応がみられる。ほとんどの事例がシナントロープであるカワラバトの巣の集合としての建築である。具体的には、ねずみ返しや蛇よけの溝など、侵入に対しての対応がみられる。巣穴として好む大きさがわかっているため建設のしかたが確立されており、それぞれの生き物の大きさに合わせた小さな開放的な空間が集められると同時に、大勢で共有でき、飛び回れるような大きな囲まれた空間をもつものが多くみられる。これはカワラバトが巣をつくるための場所を個別に必要とするが、同時に群れでいることを好む生態への対応である。

<崖下>などの雨がよけられる場所に営巣するツバメのためのBFAでは、雨風、出入、環境、侵入への対応がみられる。つがいごとに仕切られた下向きに開放された空間がつくられ、歩くのが苦手なツバメが直接飛び込めるようになっている。人のための建築の屋根のみを取り出したようである。

<土手>に穴を掘るカワセミなどの鳥のためのBFAでは、環境、侵入への対応がみられる。囲まれた空間が用意されることもあるが、垂直な壁のみをもつものでは、壁の後ろに粘土質の土が充填され、鳥自身が巣穴となる空間を掘り進むことができる。

<複合>の、異なる複数の生き物のためのBFAでは、鳥とコウモリ、虫などの組み合わせを対象としたものが多く、雨風、領域、侵入への対応が統合されている。異なる生き物の空間を分けるための領域への対応がみられた。

このように、<獣道><高所>のように、生き物の生態への対応が少ないものは、水平の面や棒でつくられる床や雨風が吹き込む開放的な空間をもつ。<狭所><穴蔵><崖上><崖下><複合>のように複数の生態への対応が統合されるものは、囲まれた空間と出入口をもち、人のための建築に似ることがわかった。以上、生き物の生態の違いに合わせて異なる対応がBFAに反映されていることを明らかにした。

#### 4. BFAにおける対応と調整の統合と、年代・地域の違い

##### 4-1. 生き物の生態への対応と人との関係の調整の統合

ここでは生き物の生態への対応と、人との関係の調整の重なり方から、設計手法をまとめる(図3)。

<獣道>の棲息地が分断されている生き物を対象としたBFAは、量産に対する調整が多くみられる。これは、特に決まったルートで移動するのではなく広い範囲を動き回る生き物を対象とした場合に、分断された棲息地を複数のBFAでつなぐことで、なわばりの面的な広がりを補助する必要があるためである。ここには、生き物の生態への対応をかなえるための工夫が、安価に製作することができるなどの量産に対する調整としてあらわれており、これは、もともと人が関係していなかった生き物の生態に対して、生き物にとってよりよい状況が《人になるべく関わらなくても持続するよう工夫する》という設計手法が用いられている。また no. 67 オランウータンの橋では再利用材である消防用ホースが用いられており、オランウータンにとっても掴みやすいとともに、軽量、丈夫、高温高湿な環境や水に強い、加工しやすい、廃材として余っているというオランウータンの棲息する環境や施工方法に合う材料の特徴が、生き物への生態への対応に重ねられている。これは、メンテナンスには人になる

べく関わらなくてもよいように考えられているが、人とは異なる生き物の生態に人の生活のなかで生産された材料の特性が重ねられ、《材料となるモノを介して生き物と人の関係をつくる》設計手法が用いられている。

<高所>では、特に共通してみられる調整はなかったが、生き物の生態に対応した高さを出しつつ倒れないように建設方法に工夫をするなどがあった。

<隙間>を利用する昆虫などを対象としたBFAは、廃材の利用に対する調整が多くみられる。建築から小さな隙間が失われたことによって追いやられてしまう生き物のための空間の小さなスケールに、段ボールや木の端材などの廃材のスケールが重ねられ、《材料となるモノを介して生き物と人の関係をつくる》設計手法が用いられている。

<狭所-ほ>の、人家の戸袋などに営巣するコウモリなどのためのBFAには、隣接する人のための建築と同じ外装材を用いるなどの景観のための調整がみられるものがある。これは、一度に多くの生き物が利用する部分をもつBFAは必然的に大きな建築となるが、その大きさが周辺の景観を損ねないようにするためであり、BFAと人の建物を必要以上に区別せず、《社会のなかに生き物の存在をとけこませる》設計手法が用いられているといえる。<狭所-鳥>の人家の戸袋などを利用する鳥を対象としたBFAは、比較的多くの事例が人の用途と兼用されている。これは、人の建築を間借りしてくらししていた鳥に対し、もともと住んでいた環境に近い場所で営巣場所を再生する事例が多いためである。もともと生き物と人の両方が生存する環境に両方が利用するBFAを建設することで互いの距離を近づけているが、人のための空間とは別に生き物に専用の場所を与えることによって、人と不用意な衝突を避けている。人の生活する空間に生き物が入り込んできたり、生き物の生活する空間に人が入り込んでしまったりしたことによって《近づきすぎてしまった生き物と人の関係をコントロールする》設計手法が用いられている。<狭所-虫>の人家の戸袋などを利用する主にミツバチのためのBFAでは、管理のための調整がすべての事例でみられる。これは、持続的に蜜や蠟といったミツバチが貯蔵する副産物を得るためである。量産のための調整もみられるが、これは、複数のBFAを異なる場所に設置することで生き物が棲みつく機会を増やしたり、大量の副産物を得たりするためである。これらは、生き物と人がBFAを介して《互いに利益をもたらす持続的な関係をつくる》設計手法が用いられているとみることができる。また、誘目性の高さに対する調整が比較的多くみられるが、no. 90 の sky hiveでは、BFAを目立つ色で塗装し高く持ち上げることで生き物という存在を目立たせ、愛着や興味をもたせようとする。これは、人の刺激によって生き物の生活を脅かさないよう人の生活領域から離すという生き物の生態への対応のうえに、人の生活のなかで見えにくくなった《生き物の存在を顕在化させる》設計手法が用いられている。<崖上>を利用する主に鳩のためのBFAでは、管理に対する調整が多く、これは、鳩の糞や卵といった副産物を利用するためであり、生き物と人がBFAを介して《互いに利益をもたらす持続的な関係をつくる》設計手法が用いられているとみることができる。一部の事例でみられる誘目性に対する調整は、BFAを巨大化することで多くの副産物を得るためであるが、同時にその富の大きさを見せつけるためでもあ

る。人との関係をより強めることが優先されつつも、人の権力に重ねて《生き物の存在を顕在化させる》設計手法が用いられている。石や煉瓦を材料として用いるものが多く、ハトの巣穴のモジュールが人が持ち運ぶ材料のモジュールと一致しており、ハトのスケールに対して、人の加工技術のなかで成立してきた材料のスケールが重ねられている。ここでは、人の建築の材料のモジュールがたまたま生き物に应用され、《材料となるモノを介して生き物と人の関係をつくる》設計手法が用いられているといえる。

〈崖下〉では、量産に対する調整がみられるが、これは、生息数を減らしている生き物のために、糞害などを避けられるような場所に多くの住まいを供給するための工夫である。生き物の生態に対応しながら、《近づきすぎてしまった人と生き物の関係をコントロールする》設計手法が用いられている。

〈土手〉では、特に共通してみられる調整はなかったが、土手の面の広さが求められることから、ユニット化するなどの量産に対する調整がみられた。

〈複合〉の、複数の異なる生き物のためのBFAでは、人の用途とも兼用される場合が多い。これは、特定の生き物と人との間の関係をつくることによりむしろ、複数の生き物たちが含まれる生き物同士のつながりのなかにBFAが入り込むことを意図したものであると考えられる。

以上の設計手法をまとめると、

- I. 近づきすぎてしまった人と生き物の関係をコントロールする
- II. 材料となるモノを介して生き物と人の関係をつくる
- III. 互いに利益をもたらす持続的な関係をつくる
- IV. 人がなるべく関わらなくても持続するよう工夫する
- V. 生き物の存在を顕在化する
- VI. 人の生活のなかに生き物の存在をとけこませる

があり、さらに複数の設計手法を重ね合わせることによって、生き物と人の関係が調整されていることがわかった。

#### 4-2. 対応と調整の統合における年代・地域の違い

同じ生き物を対象としたBFAが、異なる年代、異なる地域にまたがって多数みられる事例について、生き物の生態への対応と人との関係の調整の重なり方の違いを論じる。世界的に同じような生態をもって分布する生き物を対象とし、年代、地域の異なる事例が多数集められたのはミツバチなどの〈狭所-虫〉、ハトなどの〈崖上〉のみであった。これらのBFAは、生き物による産物を利用するために古い時代から検討されてきた工夫が各地で見られるのが特徴であり、管理・維持のための調整が試行錯誤されてきたものである。また、時代が古いものは農地に建設されており、受粉や肥料の利用など、農業との関わりが強い。また、産物の収穫をしない事例では産物の盗難防止をする必要がないため、多数の個体で共有される空間をもっておらず、対の単位である個別の巣穴のみで構成されている事例が多い。一方で1990年以降の事例のうち、〈狭所-虫〉では、観察を目的とするBFAが増えるが、これは、ミツバチなどの生き物を身近に感じることによる環境教育的意義が求められ、〈崖上〉では、衝突の回避を目的とするBFAが増え、都市に適應して数を増やしすぎてしまったハトの数を管理して生き物と人の関係の調整をはかろうとする意図がある。人と生き物の関係が近代化のなかで変化してきたことがわかる。

地域による違いをみると、〈狭所-虫〉では、気候への対応がほとんどの事例でみられるが、この内訳は、スロベニアやイギリスの事例では寒い気候に対応するために巣箱を集合させて配列して屋根などをかけるのに対し、タイの事例では、熱をためないように巣箱が分散配置となり、夏の日差しを遮るためのヤシの葉の庇が用いられる。丘陵地やビルの上などの風が強い場所では、風を遮る囲いが用いられる。〈崖上〉では、特に古い時代の事例には地域の建築物と同じ材料・構法が用いられ、生き物が利用する部分の構成的特徴が同じであっても、イランでは日乾し煉瓦、イギリスでは焼成煉瓦、日本では木材といったように、地域によって異なる工夫がみられた。

## 5. 結

以上、「生物多様性に配慮した建築」を対象に、BFAの対象となる生き物の種類を整理した。次に、生き物が利用する環境の違いから整理された欠乏パターンごとに、生き物の生態への対応と、生き物が利用する部分の構成的特徴を検討することを通して、生き物がもともと利用している環境や生態の違いに合わせた対応がBFAに反映されていることを示した。さらに、人が生き物との関係を築くうえで必要となる人との関係の調整、人から見たBFA建設の目的、建築材料、敷地の周辺環境を重ね合わせることで、生き物がもともと利用している環境や生態の違いおよび目的の違いに合わせた調整が見いだされることを示した。このことから、生き物と人を結びつけるBFAにおいては、I. 近づきすぎてしまった人と生き物の関係をコントロールする、II. 材料となるモノを介して生き物と人の関係をつくる、III. 互いに利益をもたらす持続的な関係をつくる、IV. 人がなるべく関わらなくても持続するよう工夫する、V. 生き物の存在を顕在化する、VI. 人の生活のなかに生き物の存在をとけこませる、という設計手法があることを明らかにした。

## 注

注1) 参考文献1)より筆者がまとめた。

注2) 「特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約」。1971年、イランのラムサルで開催された「湿地及び水鳥の保全のための国際会議」で採択された。

注3) 「絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約」のこと。1973年にワシントンにおいて81か国が参加して「野生動植物の特定の種の国際取引に関する条約採択のための全権会議」が開催され、同年3月に「絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約」が採択された。

注4) 「生物の多様性に関する条約」の第二条で、生物多様性は「すべての生物の間の変異性をいうものとし、種内の多様性、種間の多様性及び生態系の多様性を含む。」と定義される。参考文献2)によれば、種内の多様性とはある一つの生物種内での遺伝的多様性であり、種間の多様性とは生物の種の数の多様性であり、生態系の多様性とは生態系のまとまりとしての環境の多様性を意味する。またこの条約は、生物多様性の保全、持続可能な利用、遺伝資源の利用から生じる利益の公正・衡平な配分を目的としている。

注5) 参考文献3)より筆者がまとめた。

注6) 本論では、家畜、ペット、動物園やサファリパークなどの飼育動物といった、畜舎や閉じた柵、拘束によって移動を制限される動物を除く。

注7) 標準学術用語辞典動物学編によれば、陸生動物とは「陸生の動物。ほ乳類、鳥類、こん虫類などがその代表である。一般に陸上生活に適應して空気呼吸、体内水分の蒸発防止、陸上で運動、卵や幼動物の保護などの機構が発達している。」

注8)ここでは、独立して建設されたものをさす。高速道路の土手を貫通するトンネルによるアンダーパスや、道路をトンネル化することで動物の横断を可能にするオーバーパスのような、土木構造物の一部として建設されたものは除いた。

注9) <https://www.yahoo.co.jp>, <https://www.google.co.jp/> を利用した。

注10) 参考文献4)には、「ドブネズミやカラス、ドバト、スズメ、ツバメ、ムクドリなどは、全く野生そのまま、ただ、生息環境が都市の中であり、食物を人間の捨てた残飯に依存し、埒や休息場所、繁殖の場などに、人間の構築物を利用しているに過ぎない。…(中略)…決して、家畜や家禽のように人間の管理下に庇護を受け、その代わり生殺与奪の権を握られているわけではない。また、寄生動物のように、宿主である人間に生活の一切を預け、人間が死んだら一蓮托生、といった関係にあるわけでもない。つまり、人間やその文明に、うまく順応しながらも、自身の野生は断乎としてこれを譲らない、といった野生動物である。生態学の方では、こういった野生動物をシナントロープという。…(中略)…シナントロープは必ずしも都市に住むものとは限らない。」と記されている。

注11) クリストファー・アレグザンダーは、参考文献5)において、問題となることと、その問題を解決するプロセスとの間の対応関係が形態にあらわれるのがデザインであると述べている。本論では、問題と形態との関係を個別の事例から取り出し、事例間で比較するという意味で、アレグザンダーの建築理論と共通している。

注12) 都市のなかの自然環境について論じたものには、参考文献6) などがある。

注13) 動物園の飼育展示施設について論じたものには、参考文献7) などがある。

注14) ハチの巣箱を地域を越え横断的に扱うものには参考文献8) 9) などがある。鳩小屋を地域を越え横断的に扱うものには参考文献10) 11) などがある。

注15) 国内外の生き物のための横断施設の事例と対象としている野生生物について現状をまとめたものとしては、参考文献12) などがある。

注16) 環境は言葉として人間の身体の寸法を基準にして名付けられているため、人間のスケールを基準にして欠乏パターンを定義した。

参考文献

- 1) ジェイムズ・ターナー, 斉藤九一 (訳): 動物への配慮, 東京大学出版会, 1994. 9
- 2) 及川敬貴: 生物多様性というロジック, 勁草書房, 2010. 9
- 3) 福留高明: 鳩と共生する循環型農業の再生, 現代農業2002年2月増刊号, pp. 142-150, 2001. 12
- 4) 柴田敏隆: カラスの早起き、スズメの寝坊 - 文化鳥類学のおもしろさ, 新潮社, 2002. 7
- 5) クリストファー・アレグザンダー: 形の合成に関するノート, 鹿島出版会, 1978. 5
- 6) 青島正和: 都市の雑木林の階層構造と鳥類多様性に関する一考察, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 環境工学 I, pp. 905-906, 2012. 9
- 7) 片山めぐみ, 木戸環希, 足利真宏 ほか: ヒグマ飼育展示施設における環境エンリッチメントのデザイン, 日本建築学会技術報告集, 第22巻第52号, pp. 289-292, 2011. 2
- 8) Eva Crane: The Archaeology of Beekeeping, Cornell Univ Pr, 1984
- 9) 吉田忠晴: ニホンミツバチの飼育法と生態, 玉川大学出版部, 2000. 1
- 10) 鳥居徳敏: ガウディ建築のルーツ, 鹿島出版会, 2001. 7
- 11) 荻生田憲昭: エジプトの鳩小屋, 比較民族学会報第33巻第4号, pp. 1-9, 2013. 10
- 12) 原文宏, 新森紀子, 若菜千穂: 野生生物の横断施設に関する一考察, 「野生生物と交通」研究発表会講演論文集2, pp. 85-91, 2003. 2

付表 資料リスト

事例no.	代表的な資料
1	Eva Crane : The Archaeology of Beekeeping
2	鳥居徳敏: ガウディ建築のルーツ
3	雑誌「現代農業」2002年2月増刊号
4	<a href="http://www.yamashina.or.jp/hp/kenkyu_chosa/dobato/menu.html">http://www.yamashina.or.jp/hp/kenkyu_chosa/dobato/menu.html</a>
5	雑誌「ミツバチ科学」18
6	雑誌「SD」332
7	MAURA SAVINI : LA FONDAZIONE ARCHITETTONICA DELLA CAMPAGNA
8	PETER AND JEAN HANSELL : DOVECOTES
9	雑誌「Assemblage」no.1
10	雑誌「Journal of Cultural Heritage」5
11	PETER AND JEAN HANSELL : DOVECOTES
12	Ruth Gibson : EARTH BUILDING IN 'TIERRA DE CAMPOS' CASTILLE, SPAIN
13	Ruth Gibson : EARTH BUILDING IN 'TIERRA DE CAMPOS' CASTILLE, SPAIN
14	雑誌「SD キクラデスの集落—畑聡一のフィールドノートより」
15	雑誌「ミツバチ科学」23
16	Eva Crane : The Archaeology of Beekeeping
17	ムラト・Eキ「ユルヤス', イルファン=オムズ' : カッパドキヤ
18	論文集「METU Journal of the Faculty of Architecture」2005/2
19	雑誌「ミツバチ科学」12
20	農林省畜産局編纂: 野鳥の巣箱の懸け方図解
21	雑誌「BATS Magazine」VOLUME 7
22	Paul&Gergean Kyle : Chimney Swift Towers
23	<a href="http://www.cultura.df.gov.br/o-pombal.html">http://www.cultura.df.gov.br/o-pombal.html</a>
24	<a href="http://www.dahp.wa.gov/blog/2014/11/">http://www.dahp.wa.gov/blog/2014/11/</a>
25	<a href="https://delayedconvergence.wordpress.com">https://delayedconvergence.wordpress.com</a>
26	向山満: 天間館神社のトウヨウヒナコウモリ
27	<a href="http://cgi2.nhk.or.jp/darwin/broadcasting/detail.cgi?p=440">http://cgi2.nhk.or.jp/darwin/broadcasting/detail.cgi?p=440</a>
28	林野庁: シマフクロの巣箱設置条件についての一考察
29	<a href="http://greenmuseum.org/c/aen/Bios/hull2.php">http://greenmuseum.org/c/aen/Bios/hull2.php</a>
30	<a href="http://pitchforkdesign.blogspot.jp/2010/12/01_archive.html">http://pitchforkdesign.blogspot.jp/2010/12/01_archive.html</a>
31	Paul&Gergean Kyle : Chimney Swift Towers
32	<a href="http://biomassociety.org/tag/ツバメハウス/">http://biomassociety.org/tag/ツバメハウス/</a>
33	<a href="http://hungthuancorp.com.vn/ja/news/article-corner-news/251">http://hungthuancorp.com.vn/ja/news/article-corner-news/251</a>
34	<a href="http://www.floridabats.org/CBH_Articles/UF-BatHouse.htm">http://www.floridabats.org/CBH_Articles/UF-BatHouse.htm</a>
35	<a href="https://lincsbarowls.wordpress.com">https://lincsbarowls.wordpress.com</a>
36	論文集「北海道開発局技術研究発表会」第36回
37	雑誌「土木技術」48巻12号
38	<a href="http://www.penguins.co.nz/new-zealand/">http://www.penguins.co.nz/new-zealand/</a>
39	ENVIRONMENT AGENCY : Best Practice Guidelines
40	Paul&Gergean Kyle : Chimney Swift Towers
41	国土技術政策総合研究所「国総研資料第354号コウモリ類の調査の手引き(案)」
42	<a href="http://www.colobusconservation.org/index.php/">http://www.colobusconservation.org/index.php/</a>
43	論文集「清水建設研究報告」第74号
44	雑誌「Seabird」Vol. 23
45	<a href="http://bamberranch.org/the-bats-of-selah/">http://bamberranch.org/the-bats-of-selah/</a>
46	論文集「『野生生物と交通』研究発表会」第8回
47	Kelly Gunnellほか: Designing for Biodiversity
48	Paul&Gergean Kyle : Chimney Swift Towers
49	雑誌「土木技術」No.286
50	ENVIRONMENT AGENCY : Best Practice Guidelines
51	兵庫県教育委員会、兵庫県立コトノの郷公園: コトノ野生復帰がランドデザイン
52	国総研緑化生態研究室: 道路環境影響評価の技術手法 事例集
53	論文集「『野生生物と交通』研究発表会」第3回
54	<a href="http://www.duivenoverlast.nl/pigeonloft.htm">http://www.duivenoverlast.nl/pigeonloft.htm</a>
55	<a href="http://www.menthol.pl/post_swift%20tower%20building.php">http://www.menthol.pl/post_swift%20tower%20building.php</a>
56	<a href="http://roost.bats.org.uk/case-studies">http://roost.bats.org.uk/case-studies</a>
57	論文集「筑波大学技術報告」31
58	田中敦夫: 銀座のハチ物語—美味しい環境づくりのススメ—
59	<a href="http://www.lafoundation.org">www.lafoundation.org</a>
60	Kelly Gunnellほか: Designing for Biodiversity
61	<a href="http://muradoelvira.wordpress.com/2012/12/23/malpartida-stork-park/">http://muradoelvira.wordpress.com/2012/12/23/malpartida-stork-park/</a>
62	<a href="http://www2.msn.unifi.it/CMpro-v-p-468.html">http://www2.msn.unifi.it/CMpro-v-p-468.html</a>
63	<a href="http://www.jorgentandberg.com/albums/bat-house/">http://www.jorgentandberg.com/albums/bat-house/</a>
64	<a href="http://www.faunatech.com.au/products/rope_bridge.html">http://www.faunatech.com.au/products/rope_bridge.html</a>
65	論文集「『野生生物と交通』研究発表会」第8回
66	Halcrow Group Ltd: A Review of Bat Mitigation in Relation to Highway Severance
67	<a href="http://www.bctj.jp/category/bridge/bridge_achievement">http://www.bctj.jp/category/bridge/bridge_achievement</a>
68	論文集「『野生生物と交通』研究発表会」第9回
69	<a href="http://www.londonfieldworks.com">http://www.londonfieldworks.com</a>
70	<a href="http://inhabitat.com/animal-wall-deluxe-apartments-for-birds-and-bats/">http://inhabitat.com/animal-wall-deluxe-apartments-for-birds-and-bats/</a>
71	<a href="http://www.bctj.jp/category/bridge/bridge_achievement">http://www.bctj.jp/category/bridge/bridge_achievement</a>
72	<a href="http://www.antsoftheprairie.com/?page_id=203">http://www.antsoftheprairie.com/?page_id=203</a>
73	雑誌「av proyectos」062
74	British Land : Insect Hotel Crawl' leaflet
75	British Land : Insect Hotel Crawl' leaflet
76	British Land : Insect Hotel Crawl' leaflet
77	British Land : Insect Hotel Crawl' leaflet
78	<a href="http://www.falcons.co.uk">http://www.falcons.co.uk</a>
79	<a href="http://greenroofshelters.co.uk/greenroofed-bin-stores/">http://greenroofshelters.co.uk/greenroofed-bin-stores/</a>
80	<a href="http://www.draftworksind.com">http://www.draftworksind.com</a>
81	<a href="http://roost.bats.org.uk/case-studies/bat-house">http://roost.bats.org.uk/case-studies/bat-house</a>
82	Dr Lucy E. King : Beehive Fence Construction Manual
83	<a href="http://www.nigeldunnett.info/chelseafloowershow/chelseall/">http://www.nigeldunnett.info/chelseafloowershow/chelseall/</a>
84	Kelly Gunnellほか: Designing for Biodiversity
85	雑誌「DOMUS」985
86	<a href="http://www.thewildbeat.com/2012/08/14/ospreys-fledging-at-ballard-lock/">http://www.thewildbeat.com/2012/08/14/ospreys-fledging-at-ballard-lock/</a>
87	<a href="https://www.nature.org/ourinitiatives/regions/northamerica/unitedstates">https://www.nature.org/ourinitiatives/regions/northamerica/unitedstates</a>
88	<a href="http://www.momofukucenter.jp/treehouse/index.html">http://www.momofukucenter.jp/treehouse/index.html</a>
89	<a href="http://www.nprberlin.de/post/pigeons-potsdamer-platz-get-home-holidays">http://www.nprberlin.de/post/pigeons-potsdamer-platz-get-home-holidays</a>
90	<a href="https://beecollective.wordpress.com/category/sky-hive/page/2/">https://beecollective.wordpress.com/category/sky-hive/page/2/</a>
91	<a href="http://www.klaaskuikenshop.nl/a-28358261/birdhouse-rooftile/">http://www.klaaskuikenshop.nl/a-28358261/birdhouse-rooftile/</a>
92	雑誌「av proyectos」062
93	<a href="http://www.amusingplanet.com/2011/11/">http://www.amusingplanet.com/2011/11/</a>
94	<a href="http://www.treehugger.com/natural-sciences/">http://www.treehugger.com/natural-sciences/</a>
95	<a href="http://www.eadecology.co.uk/new-homes-for-bats/">http://www.eadecology.co.uk/new-homes-for-bats/</a>
96	<a href="http://www.beco-birds.org/portfolio-item/barn-swallows-and-social-cues/">http://www.beco-birds.org/portfolio-item/barn-swallows-and-social-cues/</a>
97	雑誌「LIFECYCLE」spring2015
98	<a href="http://www.willowshedgehogrescue.co.uk/">http://www.willowshedgehogrescue.co.uk/</a>
99	<a href="http://www.claudejobin.com/barn-swallow-condos/">http://www.claudejobin.com/barn-swallow-condos/</a>

付表註: 書籍や報告書は著者名と著作名、雑誌掲載記事や論文は誌名と号、インターネットは2016年11月時点での掲載時のURLを示す。

DESIGN METHOD FOR BIODIVERSITY-FRIENDLY ARCHITECTURE

Sara HAYASHI\*, Fuminori NOUSAKU\*\* and Yoshiharu TSUKAMOTO\*\*\*

\* Doctoral Student, Tokyo Institute of Technology, M. Eng.

\*\* Assist. Prof., Dept. of Architecture and Building Eng., Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

\*\*\* Prof., Dept. of Architecture and Building Eng., Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

The aim of this study is to clarify the design method of “Biodiversity-Friendly Architecture” all over the world. Biodiversity-Friendly Architecture is defined as the architecture and the construction that cares for both animals and people. 99 samples of Biodiversity-Friendly Architecture were collected and this BFA includes animal life such as, mammals, birds, insects, and so on (Table 1).

First, the background viewed from habits of the animals, the composition of the animal space, the corresponding to habits of the animal, the adjustment to the relation between people and animal, the purpose of BFA construction, the surroundings, and construction material are extracted from the articles and drawings. The habits of animals can be classified <fragmentation of habitat>, <deficiency of nesting place: top, chink, narrow space, cave, on cliff, below cliff, precipice, combination> (Fig 2). The composition of BFA is defined by the features of space and life. The features of space can be classified <rope>, <vertical>, <horizontal>, <U-shaped>, and <enclosure> (Table 2). The features of animal life can be defined by space usage and layout. The space usage can be classified <individual> and <common>, and the layout can be classified <single>, <aggregation>, and <dispersion> (Table 3). The corresponding habits of the animals can be classified as <surroundings>, <internal environment>, <shelter from rain and wind>, <height>, <posture>, <territory>, <entrance>, and <shelter from natural enemy> (Table 4). The adjustment to the relation with people which are reflected in the BFA can be classified as <townscape/landscape>, <adding human use>, <recycle material>, <management>, <mass production> and <visual attraction> (Table 5). The purpose of BFA construction can be classified as <work>, <product>, <observation> and <collision avoidance> (Table 6). The surroundings around BFA can be classified as <buildings>, <buildings and nature>, <farm> and <nature> (Table 7). The main material can be arranged as <stone>, <brick>, <wood>, <metal>, <concrete>, and <excetera> (Table 8).

Second, all samples are investigated with integrating the corresponding to habit of animal with the composition, based on the background viewed from habits of animal life and the types of animals (Table 9).

Finally, the design method for “Biodiversity-Friendly Architecture” were clarified as the unification of considerations for animal life and people: I Controlling the distance between animal and people, II Linking the networks of things around people and animal by material, III Making sustained mutual benefit for people and animal, IV Maintaining without people, V Making animals obvious, VI Adapting animals to people’s living environment.

(2016年11月10日原稿受理, 2017年6月28日採用決定)

### 第3章 生物多様性に配慮した建築を支える事物のネットワーク

(査読中のため非公開)



## 第4章 生物多様性に配慮した建築の可能性

本章では、2章「生物多様性に配慮した建築の設計手法」、3章「生物多様性に配慮した建築を支えるネットワーク」で検討した内容を総合して、BFAという概念を確立するとともに、BFAの可能性について述べる。

2章では、一般社会通念としての建築とは異なるが確固たる建築性をその存在にみとめることができるBFAの、実体としてのBFAの設計手法について検討した。BFAのもつ、人のための建築には見られないようなさまざまな形態は、生き物の生態への対応と人との関係の調整の均衡として捉えられ、その設計手法には、

- ・ 生き物と人の距離を保つ
- ・ モノを介した関係をつくる
- ・ 生き物と人が互いに使いやすく利益を得る
- ・ 人がなるべく関わらなくても持続するよう工夫する
- ・ 生き物の存在を目立たせる
- ・ 人の生活の中に生き物の存在を溶け込ませる

といったあり方があることを明らかにした。

3章では、BFAを成立させる生態的、社会的環境を検討するために、2章における「生き物」の生態をその周囲に広がる生息環境、「人との関係」をさまざまな関わり方をする人々の集まりであるメンバーシップへと拡張させることにより、実体としてのBFAからのみではよみとれない社会のなかでの位置づけ、生息環境、実現のための障壁などの社会的な側面を事物のネットワークのあり方として見いだした。事物のネットワークには、

- ・ 生きる知恵として生息環境と単純なメンバーシップが重ねられる
- ・ 生き物の生態に合うようにメンバーシップが形成される
- ・ 生き物の存在を軸にメンバーシップが更新される
- ・ 対象となる生き物をキャラクター的に扱うことでより多くの人を巻き込む

といったあり方があることを明らかにした。

このように2章と3章で明らかにした、実体としてのBFAの設計手法と、BFAを支

える事物のネットワークの2つの側面を合わせることで、包括的にBFAを論じることができる(図4.1-1)。どちらも、生き物の生態に拘束される部分に対して人がコントロールできる部分が重ねられる過程で、人が理解できていない他者への想像力、背後に広がる環境への配慮、そこに人が関わることの責任、それを維持するメンバーシップが問題として先鋭化し、また、資源へのアクセシビリティを生き物を含めたメンバーシップの中でのコモンズ、生き物にまで拡大される民主主義など、より広範なテーマに発展しうる。

以上について、2章と3章でともに扱った実践事例を具体例としてあげながら、2章と3章で明らかにした設計手法、事物のネットワークのあり方をもとに、BFAによってもたらされる議論の広がりの可能性について以下に述べていく。

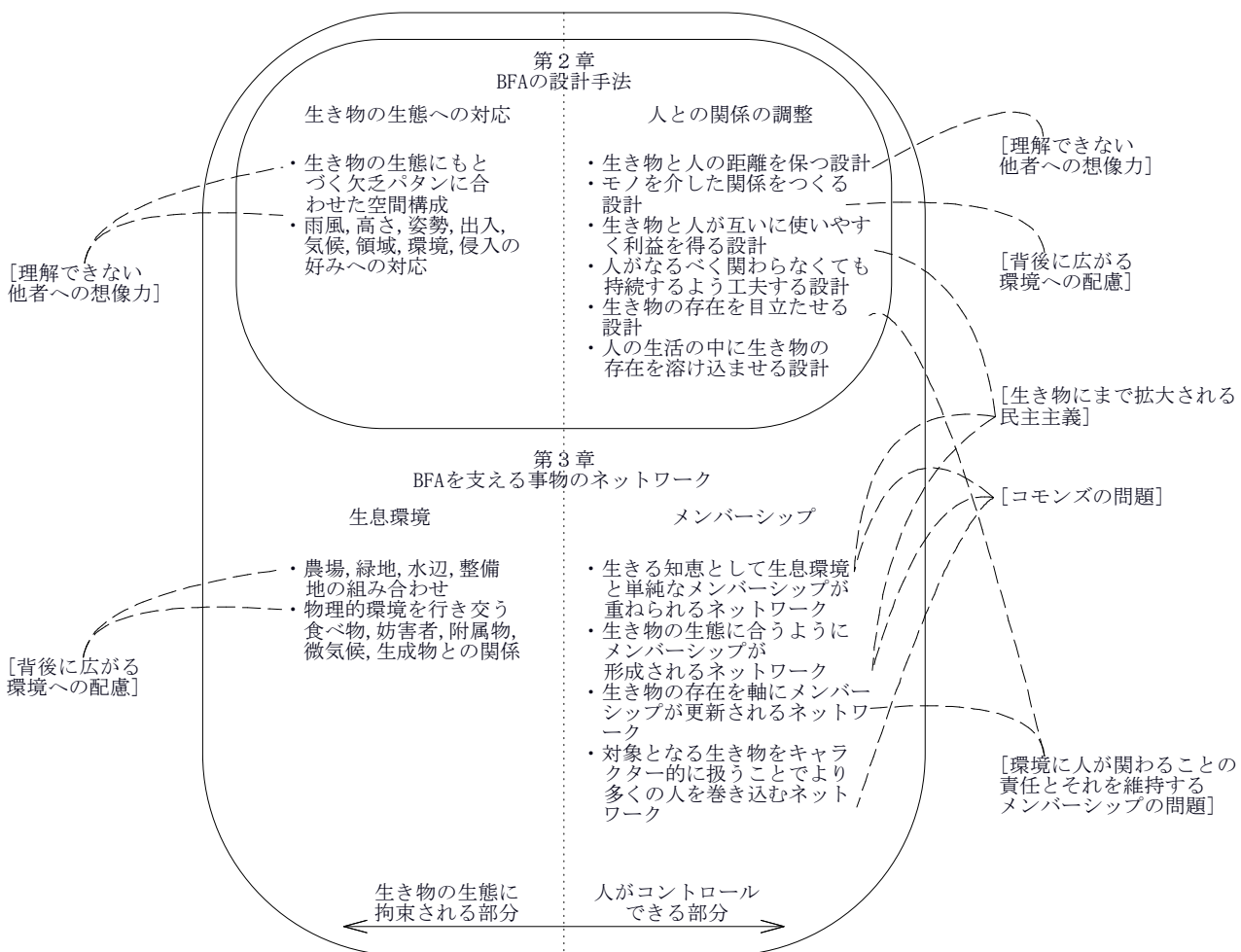


図 4.1-1 生物多様性に配慮した建築の全体像

#### [理解できない他者への想像力]

人にとっては予測しきれない生き物の生態への対応を建築に反映させるためには、生き物の立場に立った想像力をもつことが必要である。たとえば蝙蝠小舎の事例では、建てたBFAが生き物の好みに合わないとわかると曳家したり、改修したりと、生き物の立場にたって考えた対応を設計とネットワークにともに反映している。

#### [背後に広がる環境への配慮]

蝙蝠小舎では、コウモリのおいづいた神社の古い天井板をBFAに利用するなど、〈モノを介した関係をつくる設計のあり方〉をもつ。これは、身の回りのモノがどこからきたのか、どのようにつくられるのかという背後の環境を考えるきっかけになる。また、銀座みつばちプロジェクトでは、BFAのみでなく周囲の人々が蜜源になるようにと屋上に花の咲く植物を植えるなど、生き物の生息環境を知ることによって人々の身の回りの環境への視線を更新することができる。

#### [環境に人が関わることの責任とそれを維持するメンバーシップ]

人が関わることによって生き物の生息環境を維持するということは、今度は逆に、人が関わることをやめると生き物の生息環境が変わってしまうという責任のある状況に身を置くことになる。そのため、Nutty Narrows Bridge やアニマルパスウェイでは、〈人がなるべく関わらなくても持続するよう工夫する設計〉がなされ、また、hygieostatic bat tower では、〈生き物の存在を軸にメンバーシップが更新されるネットワーク〉のあり方がとられる。

#### [コモンズ]

銀座みつばちプロジェクトでは、生き物が、それまで資源としては考えられてこなかった街路樹や緑化された屋上、人は簡単にアクセスできない皇居の庭などから蜜や蜜蝋といった産物を集めてくる。この埋もれていた地域資源を、〈生き物の生態に合うようにメンバーシップが形成されるネットワーク〉によって生かしており、銀座の人々が銀座産のはちみつに価値を見だしブランド化するまでになっている。また、〈対象となる生き

物をキャラクター的に扱うことでより多くの人を巻き込むネットワークをとっている ElevatorB では、〈生き物の存在を目立たせる設計〉がなされており、メンバーシップをつくるために設計手法が利用されている。

#### [ 生き物にまで拡大される民主主義 ]

通常生き物は、人が行く環境についての意思決定には参加することができないと考えられている。しかし、BFAを通して生息環境とともにとらえられるようになった生き物の存在は、彼らをとりにく環境についての意思決定に大きな影響をもたらす。これは、人だけでなく生き物を含んだメンバーシップとみなすことができる。

生き物まで含んでメンバーシップを考えると、人の場合と同様に生き物にとっても関わり方、役割の度合いがあり、生き物が人や環境に対して貢献している場合はコアメンバーとしてみることもできるし、生き物がほんの一時期だけ参加する場合はオブザーバーとしてみることもできる。キャブータルハーネのように、人からみると、〈生き物と人が互いに使いやすく利益を得る設計〉×〈生きる知恵として生息環境と単純なメンバーシップが重ねられるネットワーク〉によって、生き物の生き物のおとす糞を資源として利用しており、生き物を機能的存在として扱っているようにもみえるが、生き物からみれば、BFAという資源を用意してくれる人のほうが機能的に利用されているようにもみれる。人と生き物がともにコアメンバーとして含まれている状態である。一方で、chimney swift tower のような事例では、人と生き物までふくめてメンバーシップを考えると、生き物はたまに橋を利用するだけのオブザーバーにすぎないが、彼らがオブザーバーとして参加することをコアメンバーである人々は楽しんでいる。

以上のように、BFAという概念の確立は、人が理解できていない他者への想像力、背後に広がる環境への配慮、そこに人が関わることの責任とそれを維持するメンバーシップなどを建築の議論において先鋭化し、さらにコモンズ、生き物にまで拡大される民主主義など社会のあり方の問題へと建築の議論を広げるのである。

# 「生物多様性に配慮した建築」を通じた環境教育

—東京工業大学大学院におけるワークショップ型授業を事例として—

# ENVIRONMENTAL EDUCATION THROUGH BIODIVERSITY-FRIENDLY ARCHITECTURE

— A case study on the workshop in Graduate School of Tokyo Institute of Technology —

林 咲良 — \* 1 塚本由晴 — \* 2  
能作文徳 — \* 3 日高海渡 — \* 1

Sara HAYASHI — \* 1 Yoshiharu TSUKAMOTO — \* 2  
Fuminori NOSAKU — \* 3 Kaito HIDAKA — \* 1

キーワード：

生物多様性, 設計教育, 環境教育, 生き物, 配慮

Keywords:

Biodiversity, Design education, Environmental education, Animal life, Caring

Environmental basis of human existence is in danger and getting worse. In order to address urgently to this issue for human being's survival and prosperity, the sensitivity toward the others produced by human activities, should be cultivated in design education. "Biodiversity-Friendly Architecture" is promising theme to be developed in the context of environmental education.

This paper reports 6 weeks-long graduate school workshop program which challenges by students to design and construct the architectural pieces for animals living in the campus of Tokyo Institute of Technology. It aims to archive the assignment and the achievement of "Biodiversity-Friendly Architecture" workshop, and to clarify its educational effects and prospects.

## 1. 背景と目的

地球温暖化、資源の枯渇、生物多様性の減少など、人類の生存基盤に関わる環境問題は悪化の一途をたどっており、これに対処することは人類の生存や繁栄において緊急の課題である<sup>註1)</sup>。建築設計の分野においても、エネルギー消費量や二酸化炭素排出量の削減、資源を過剰に動員するものの生産方法の見直しのように、これらの問題に対処するためのさまざまな提案が行われてきた。このような問題に取り組む建築的、技術的提案は、地球規模の環境問題をCO<sub>2</sub>削減といった数値目標などに置き換えているため、その成果は専門家以外の人々に見えにくくなっている。それに対して、ある限定された環境を設定して取り組まれる生物多様性の確保に向けた取り組みは、対象との距離が近いために専門家以外の人々にもその意義が理解されやすいと考えられるものの、これまで建築設計の分野においてはあまり議論されてこなかった。

1992年にリオデジャネイロで開かれた地球サミットで「生物の多様性に関する条約」が採択され、世界各地で様々な取り組みが行われてきた。この条約のなかで生物多様性は、「すべての生物の間の変異性をいうものとし、種内の多様性、種間の多様性及び生態系の多様性を含む。」<sup>註2)</sup>と定義される。またこの条約は、生物多様性の保全、持続可能な利用、遺伝資源の利用から生じる利益の公正かつ衡平な配分を目的としている。我が国では1993年に環境基本法が制定され、その中で生物多様性の確保が指針として定められた<sup>註3)</sup>。2008年には生物多様性基本法が制定され、生物の多様性に関する教育を推進することなどが定められて以降<sup>註4)</sup>、小中学生や

一般市民を対象とした観察・調査を主として行う自然学習の取り組みが数多く行われるようになってきた。2010年には生物多様性条約第10回締約国会議(COP10)が愛知県で開催され、国内でも生物多様性への関心が高まった。建築を通じた生物多様性に対する提案としては屋上緑化や壁面緑化など、美観確保や環境調整役として植物を利用する例がみられるが、生き物を扱う事例報告は少ない<sup>註5)</sup>。だが、環境保護分野での破壊された生き物の生活環境を再生する試みや、伝統農業の分野での生き物やその副産物を利用する仕掛けなど、極めて具体的な生き物と人の関係の中で生じる配慮が建築として定着され、地球環境への提案となりうる事例を見いだすことができる。筆者らは、これを「生物多様性に配慮した建築」、Biodiversity-Friendly Architecture (以下BFA)と名付けて、建物の種類や対象となる生き物、建設の背景や形態に反映される配慮などを通してそのあり方の検討を行ってきた<sup>註6)</sup>。BFAは、建築の産業としての生産性向上に寄与するものではないが、人間とは異なる主体を扱うこと、生き物の生存環境を改善することを通して他者や環境に対する感受性を育てる上で有用な建築種とみなすことができる。また、建築設計がもつ、物理的な環境を通して人の環境認識の方法に強い影響を与えるという役割を考えれば、BFAの建設は、生態系そのものの改善と同時に、建設に関わる人のみならずそれを認識する人への影響も期待できる。イギリスの環境教育の開拓者とされるパトリック・ゲデスが、自然学習が、自然と社会とを対象とする新たな科学の内容と結びつくことによって、人々の経験を規定する環境全体へと拡張され、さらに進んでその改造(=都市計

<sup>1)</sup> 東京工業大学博士課程 修士(工学)  
(〒152-8550 東京都目黒区大岡山 2-12-1)

<sup>2)</sup> 東京工業大学大学院理工学研究科建築学専攻 教授・博士(工学)

<sup>3)</sup> 東京工業大学大学院理工学研究科建築学専攻 助教・博士(工学)

<sup>1)</sup> Graduate School, Tokyo Institute of Technology, M. Eng.

<sup>2)</sup> Prof., Dept. of Architecture and Building Eng., Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

<sup>3)</sup> Assist. Prof., Dept. of Architecture and Building Eng., Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

画)へと結びつくことによって、都市社会を含む人間環境全体の調査・構想へと発展する<sup>註7)</sup>と述べているように、建築を通した環境教育は、環境に対する意識とともに、建築計画への意識の変革までもを包含した教育となりうる。

本稿は、筆者らが2015年度の東京工業大学大学院理工学研究科建築学専攻の授業、「建築意匠設計第一」<sup>註8)</sup>において行った、学内に棲息する生き物のための建築物を設計し、自力建設する6週間の短期集中ワークショップの課題とその成果を記録し、「生物多様性に配慮した建築」というテーマの教育的効果と展望を明らかにすることを目的とする。

## 2. ワークショップの計画

東京工業大学の修士課程で行われる設計科目では、毎年非常勤講師とともにテーマを設定しているために、年度によって特色のある短期集中ワークショップが行われる。留学生が過半を占める多国籍チームによるグループワークを行うことで、コミュニケーションスキルの向上や、異なる背景や思考をもつもの同士の協力を促している。2015年度はマサチューセッツ工科大学のナデール・テラーニ教授を招聘し<sup>註9)</sup>、本学からは塚本由晴教授、能作文徳助教、TAとして博士課程の林咲良、日高海渡が指導にあたった。また、構造に関する相談役として本学の竹内徹教授、安全管理に関する相談役として横山裕教授、設計施工のゲスト講師として外部から加藤溪一氏と坂田裕貴氏が指導にあたった。

ワークショップの内容は、与えられた敷地領域について、どのような場所にどのような生き物が棲息しているかを調査・分析したのち、各グループが敷地と生き物を選定し、その生き物が巣やねぐらとして利用するBFAを設計し自力建設するものである。予算は材料費として、全グループで合計50万円とする。建設後には、生き物にどのように利用されているか継続的に観察を続ける。つまり、①生き物②素材③敷地④リスクアセスメント⑤コストなどを包括的に考え、統合する6週間のプログラムを設定した(表1)。この期間で設計の根拠となる、生き物の生態に対する理解、素材の特性への理解、それを利用した設計、自力建設、のすべてを行う。BFA

表1 ワークショップのプログラム

期間	内容	達成目標
第一段階	5/11-5/13 材料の調査	素材の物性への配慮 ↓ 生き物の生態への配慮 ↓ 統合 ↓ 敷地への配慮
第二段階	5/14-5/17 生き物の調査	
第三段階	5/18-5/21 基本設計	
5/22 中間講評会		1/10以上の図面 模型の制作
第四段階	5/23-6/11 実施設計 仮設物設置許可申請	自力建設する上での配慮 ↓ 長期設置するための配慮 ↓ 統合
第五段階	6/12-6/18 建設	
6/19 最終講評会		学生の手による自主建設

表2 道具リスト

切る・削る	穴あけ・ネジ締め	塗り	その他
ジグソー、バッテリー丸ノコ、電気丸ノコカンナ、ヤスリ、スタイロフォームカッター、ノギリ、糸ノギリ、ミ、レーザーカッター、コンタミン、ホール盤、バンドソー、パネルソー、卓上木工糸鋸盤	電気ドリル、バッテリードライバンドリル、振動ドリル、キリ、タッカー、角のみ盤	ブロック鏝中、中塗り鏝、柳刃鏝、平目地鏝、プラスチック盛板、プラスチック製トロ舟	レーザー墨出し機、ショックハンマー、軍手、グルガン、50mメジャー、ベンチ、コップ、脚立、リヤカー

をつくるという目標を短期間で達成するために、素材の特性の調査、生き物の生態の調査、基本設計、実施設計、建設の五段階それぞれにおいて達成目標を設定した。

第一段階から第三段階の2週間は少人数のグループに分かれて取り組む。第一段階は素材の特性の利用についての知見を広げるために、テラーニ教授による素材の特性を最大限に利用する設計についての講義を受けて、その内容について議論するとともに、グループ毎に学内で利用できそうな素材を収集し案を検討する。

第二段階は生き物と物的環境の関係についての知見を広げるために、林によるBFAの事例を紹介する講義を受けて、各グループごとに対象とする生き物を選び、文献やインターネットによる調査、実際の生き物の生態観察を行い案を検討する。

第三段階はグループ毎に、選んだ生き物の生態、素材の特性とともに、生き物のための建築物を設計する。東京工業大学大岡山キャンパス内の、緑が丘地区、大岡山北地区を敷地領域とした。この領域には斜面、池、林といった多様な自然環境があるため、実際にさまざまな生き物が棲息している。目標とする生き物に適した場所を選定するとともに案を検討し、模型と1/10以上の縮尺の図面によるプレゼンテーションを行い(中間講評)、学生の投票と教員の評価を総合して建設に向けて案を絞り込む。

第四段階の3週間は、建設に向けて選抜された提案を中心にグループを再編成し、実施設計にあてる。この過程では、設計施工の経験が豊富な建築家をゲスト講師に招いて、施工方法や構造等の観点から設計案を検討したうえで、建設にまつわるリスクを工程ごとに予測しその対処方法を検討するリスクアセスメントを行う。この過程では、第三段階までと同様の素材や生き物の生態に加え、自力建設する上での配慮を検討することになる。さらに、学内に建築物を設置するための仮設物設置許可申請を行う。この過程は、BFAの原理と関わるものではないが、学内に現実に建設し、一定期間設置するために求められる対応を設計案に重ねるものであり、現実の建設における確認申請に対応するものと位置づけることができる。最後に、建設費の見積もりを行う。これらの過程を通して、生き物の生態の理解から、素材の特性の最大限の利用、作業工程の構想、建設コストの調整まで、包括的な検討が行われることになる。

第五段階の1週間で学生自身の手で建設し、最終講評会を行う。

これらの活動の支援のために、ワークショップ開始前に、自主建設に必要な道具類をリスト化して(表2)学生に配布し、利用できる体制を整えた。また、東京工業大学大岡山キャンパス内のものづくり研究教育支援センター、金工室のレーザー加工機やパネルソーなどの大型機器を利用するために、受講学生が機器利用ライセンスを取得する講習会を開いた。建設中の事故のリスクを考え、学生全員が大学生協の保険に加入した。また緑が丘キャンパスの製図室、広場、校舎のエントランスホールなどを作業場所として確保した。

## 3. ワークショップの実施

以上のプログラムのもと、5月11日から6月19日までワークショップが実施された。参加者は33人であった。

第一段階、第二段階、第三段階では、3人ずつ11グループに分かれての提案が行われた。学内で収集した素材をもとにして考えられた提案と、生き物の生態をもとにして考えられた提案とのギャッ

ブが大きく、ワークショップの意図を汲み取れず迷う学生もいた。人のための建築を設計する際と同じ手順を踏もうとして、無理に人の建築に近い形に当てはめようしたり、素材の特性から導かれた形態にとらわれすぎたりするグループもみられた。そのため、各グループの提案とは別に、生き物の生態のみについてより深く調査してプレゼンテーションすることを追加して学生に求めた。その結果、第三段階に向けて、それぞれの設定した生き物の生態を調べ観察することで得られた知見が、徐々に提案に反映されるようになっていった。

第三段階の最後に行われた中間講評会では、11案から5案に絞られた(表3)。以下に、絞り込まれた5案に対する評価を示す。(以下、各グループについて第一段階でのグループ番号を用いる。)グループ4の「Light Path」は、パラフィンワックスを用いた、明りに集まる虫やヤモリなどのための建築であり、パラフィンワックスを用いたモックアップ作成などの素材に対する取り組みや、光を使った計画の独自性が評価された。グループ7の「A House For Gecko」は、コンクリートを用いた、ヤモリのための建築であり、人とは異なる壁を登るといった生き物の生態に合わせることで作り出された洞窟のような内部空間と、建設に向けた具体的な方法が検討されてい

ることが評価された。グループ9の「House For Swallows」は、ビニール傘を用いたツバメのための建築であり、ツバメの生態をよく調査していることや、ビニール傘という簡単に手に入る日用品に素材として着目し検討していることが評価された。グループ10の「Bat Balance」は合板を用いたアブラコウモリのための建築であり、対象となる生き物の特殊性とそれをくみとった設計による造形的な面白さが評価された。グループ11の「Pigeon Tower」は、合板を用いたドバトのための建築であり、世界各地のドバトのためのBFAを調査したことや、模型を用いて建設に向けた具体的な方法を検討していることが評価された。このように、素材と生き物の生態に対する配慮のどちらか一方が突出して優れているグループや、両方がバランスよく計画されているグループが建設候補に選ばれた。

グループ3、6はプレゼンテーションの完成度の高さやシンプルでわかりやすい形態から学生からの支持が高く、グループ1、5は提案された形態の完成度の高さから教員からの評価は高かったが、建設候補には選ばれなかった。これらは、鳥の地面を歩き回り餌をついばむふるまいに対応した案や、落ち葉の堆肥化に着目した案などであったが、生き物の生態への配慮を建築に反映できる精度にまで引き上げることができなかったものや、人の居場所をつくること

表3 各グループが設定した敷地・生き物・素材

名称	敷地	生き物	材料
グループ1 Falling Leaves	斜面になった広場の縁	微生物、ダンゴムシ、甲虫の幼虫など	スチール、ネット
グループ2 Frog Lotus	池のほとり	アマガエル	合板、スチール
グループ3 Moving insects hotel	広場	蝶、クモ、アリ、ダンゴムシなど虫	曲げベニヤ
グループ4 Light Path	倉庫裏の林	明りに集まる虫、ヤモリなど	パラフィンワックス、たこ糸
グループ5 Bamboo Nest for Sparrows	広場	スズメ	竹
グループ6 Home of Sparrow	旧宿舎跡の空き地	スズメ	木材、枝
グループ7 A House for Gecko	広場→旧宿舎跡の空き地	ヤモリ、スズメなど	コンクリート
グループ8 Birds Shelter	広場	ドバト、スズメ、ムクドリ、ツグミなど	木材
グループ9 House For Swallows	池のほとり→広場	ツバメ	傘、スチールパイプ、ワイヤー、コンクリート、布
グループ10 Bat Balance	池のほとり→斜面に面した林	アブラコウモリ	合板、ワイヤー、ゴム
グループ11 Pigeon Tower	広場→斜面に面した林	ドバト	合板、全ネジ、棒、ワイヤー



表3註：実際に建設された案をグレーで示した。

Group7 建築計画

安全性の確認

House for Gecko はニホヤモリ等の生き物のための建築で、厚さ100mmのコンクリートブロックを20枚積み重ねることによって、本建築物は地面から浮くことができる。そこで、地面に対する安全性を確認する。なお、以下の図面においては、建築物の重心に位置の2面が水平方向に立った場合を想定する。また、建築物の重心が水平方向に位置する場合は、安全を確認し、高さ100mmの高さがあるものとして設計する。また、本建築物が設置する場合は、以下のパターンを参考にされる。

Case1 図解

Case2 図解

Case1  
図1において、A点まわりのモーメントを考えたとき、建築物の自重をFとする。  
地面によるモーメント - (自重によるモーメント)  
= F × (A点からB点の距離) × sinθ > 0  
となるから、Case1のような状態に対しては十分安全である。

Case2  
図2より、壁面が水平方向の傾斜力。  
傾斜より上部に位置する建築物の自重をF (図1) とすると、(図1)の傾斜角(θ) (モルタルの傾斜角)をαとする。  
→ 980(N) × 0.42 (m) × sinα  
一方、壁面にかかる傾斜力は  
627  
Nより  
980(N) × 0.42 (m) × 0.27  
Nより、Case2のような状態に対しては十分安全である。  
なお、Fの傾斜角がθとしたとき、F × sinθ × 0.9 (m) × 0.1 (m) × y > 0  
yは傾斜より上部に位置する壁の厚さのy (m)

作業手順書

2019年 6月12日

番号	作業内容	想定されるリスク	対策
1	スタイロをカッターなどを用いて成形する	指を切る	平面的な場所で行う。作業に集中して気をつける
2	スタイロ同士を接着剤やボンドで固定する	指を切る	平面的な場所で行う。作業に集中して気をつける
3	カッターでベニヤを切り、スタイロの間に挿入する	指を切る	平面的な場所で行う。作業に集中して気をつける
4	土を盛り、その土を型枠の中に押し入れる	土が飛び散る	作業はゆるい。作業に集中して気をつける
5	パイプでモルタルを流し込む	壁を崩れる	傾斜して持ち上げない。個人で協力する
6	段の数を減らすことで、地面に置く	壁を崩れる	傾斜して持ち上げない。個人で協力する
7	それぞれのモルタルブロックを積み重ねる	壁を崩れる	傾斜して持ち上げない。個人で協力する
8	内層を接着剤で固定し、外層を積み重ねる	壁が崩れる	傾斜して持ち上げない。個人で協力する
9	モルタルの作業が終わった後、壁面を塗り、モルタルを乾燥させる	モルタルを落とす	中層で中層を流してから下層に流す。傾斜して持ち上げない。個人で協力する。傾斜して持ち上げない。個人で協力する。
10	完成の事故が起こり、建築物が倒れる	怪我をする	傾斜して持ち上げない。個人で協力する。傾斜して持ち上げない。個人で協力する。
11	傾斜が完了したら、建築物を傾斜させる	建築物が倒れる	傾斜して持ち上げない。個人で協力する。傾斜して持ち上げない。個人で協力する。

\*作業の順番に沿って記載していません

図1 仮設物設置許可申請のために作成した図面 例：グループ7

に目的が置き換えられてしまったものであった。人が主、生き物が従という認識から抜け出せていない案は評価されなかった。この段階での評価は、人以外の生き物を主体としてイメージし、建築化できているかどうかにかかっていた。このような評価軸は、学生の提案をみるなかでより明確になっていったものである。

中間講評会後すべてのグループに以下のことが求められた。

- ・生き物が、建築の主体となること、すなわち建築の形態が生き物の生態に沿ったものになっていること
- ・建設の手順について詳細な検討を行うこと
- ・学生同士の協同をより行うこと

第四段階は、モックアップが作成され、素材の強度や作業工程にかかる時間の検討、実際の敷地に設置しての生き物のふるまいや風雨による劣化の観察が行われた。また、仮設物設置許可申請のための図面、安全性の照明、リスクアセスメントが作成された(図1)。風力・地震力に対する安全性を確認する際には建築構造を専門とする竹内徹教授に構造計算等の指導を、リスクアセスメントについては、キャンパス内の安全管理に詳しい横山裕教授に指導を仰いだ。また、学生自身が素材の選定、見積もりを行い、都内のホームセンターなどで購入した。素材のリサイクル、リユースも積極的に案に組み込んだ。

この段階でのプロジェクトの発展の鍵は、素材の特性を抜き出すような形態と、生き物の生態から導かれる形態の関係性の構築にあった。素材の生産、加工方法において無駄を少なくする寸法や、材の変形などの、物質的な特性を最大限に活用しながら、生き物の大きさに対応した空間をつくるような設計が求められた。これらが別物として扱われるのではなく、相乗効果をもたらすことが目指された。結果的に、この議論を経た案の修正に手間取り、第五段階の建設の時間が削られたが、本ワークショップの核心となる議論が行われた。

第五段階では、ここまでのすべての過程を経た案をもとに自力建設が行われた。学生は、施工中の設計変更による工程のやり直し、グループ間での連携不足、加工技術の未熟さを予想しておかなかったことによる見積もりの甘さによって素材が不足してしまい、資材の追加購入などに時間を浪費する場面が見られたものの、中間講評で選ばれた5案の建設を完了させることができた(表4)。

#### 4. 成果物であるBFAにおいて達成されたこと

成果として、①生き物②素材③敷地④リスクアセスメント⑤コストについて、包括的に検討し、統合するという目的が一定程度達成された。

①生き物については、具体的には、以下のような工夫が見られた。

- ・生き物の走光性の利用
- ・実際に生き物が棲息する場所の模倣
- ・生き物が好む温度やプライバシーの確保
- ・生き物に合わせた空間の大きさや設置高さ

これらを通して生き物の目線やスケールから環境を見るという想像力について学ぶことができた。

②材料については、風雨に晒される場所に設置するとともに、自力建設を行うことが前提とされていたため、材料の質量や性質に向き合い設計に反映させることができた。図面による検討よりもむしろ、

実験を行い、そのフィードバックの案への反映を繰り返すようなプロセスに移行していたグループもあった。具体的には、以下のような工夫が見られた。

- ・繰り返しモックアップを作り敷地に設置しての経過観察
- ・素材の厚みの調節による軽量化
- ・複数の素材の併用による強度の確保
- ・素材のしなりや揺れへの対応

③敷地の選定について、生き物にとって好ましい場所であることと、生き物が集まることを好まない人々との間に軋轢があると知ることができた。また、それらの調整について学んだ。

④リスクアセスメントについては、自力建設の工程の検討を通して、建設に関する専門知識を得て計画だてて作業する姿が見られた。具体的には、以下のような工夫が見られた。

- ・手で運べる大きさへの素材の分割
  - ・最高高さの調節
  - ・扱いが平易な素材の利用
  - ・複数の場所で同時に作業を行うためのプレハブ化やユニット化
- また、設置許可申請の手続きを踏むことで、建築を建設する際の社会的要請についての思索を深めることができた。

⑤コストについては、見積もりを行うなかで、購入する場所や量、素材のリユース・リサイクル、素材を無駄なく使うための形態の工夫によって建設コストを調整する方法を学ぶことができた。

建設された5案は、これらの様々な事象への対応がひとつの形態に統合されたものとなった。

最終講評会では、学外から講師を招き、またワークショップの指導にあたった者以外の教員も講評に参加し、建設されたBFAを一つずつ訪れ、それぞれの場所で、充実した講評を行うことができた。講評者から以下のような指摘を受けた。

- ・生き物のための建築が人間にとってもユニークな体験になりうるということがわかった
  - ・生き物の目線から考えたことで、床が無い建築、壁が無い建築を発想、建設することができた。
  - ・生き物が個別に利用する場所と、集まって利用ということの関係が建築の部分と全体の関係としてうまくできている
  - ・互いに矛盾をかかえる幾何学、素材の特性、生き物のふるまいの問題を統合するの必要があり、建設方法と素材、生き物の求める空間が対立したときに、それをどのように統合するが重要だった
  - ・モックアップと図面を往復して案を進化させる経験ができた
- また、以下のような改善点も指摘された。
- ・対象となる生き物が曖昧なままでは、形態が定まらない
  - ・生き物に着目しすぎ、生き物と人間との関係を見落としている
  - ・文献調査はできていても生き物の観察ができていなかったため、映像などでの記録を行うといい

#### 5. ワークショップの成果と今後の展望

今回のワークショップでは、人間ではないが、私たちと同じ大学のキャンパスの環境に生息している生き物という他者を認識した上で、その生息に利する建築を身近な素材の特性を活かして設計し、さらに学生自らの手でそれをキャンパス内に建設することによって、生き物の生態、素材の特性、建設の合理性、経済性、安全性と

表4 成果物であるBFAの概要

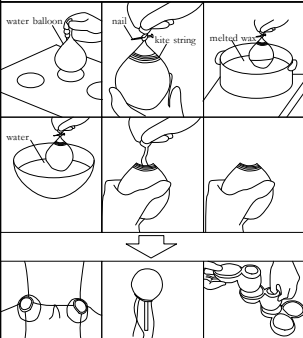

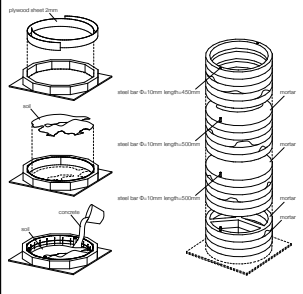

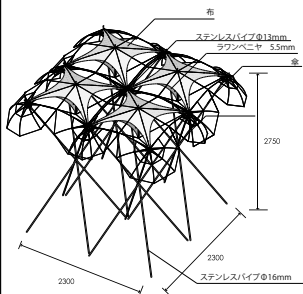

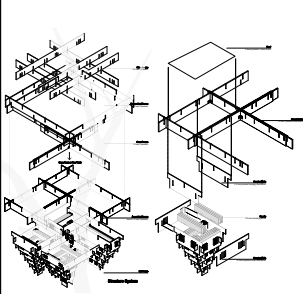

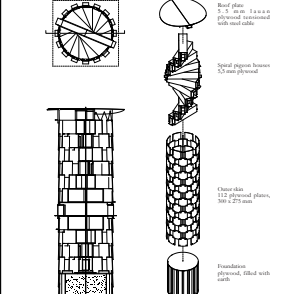

グループ	作品名	生き物	敷地	図面	竣工後写真	見いだされた配慮の統合過程
4	Light Path	ヤモリなど明りに集まる生き物	倉庫裏の林			<p>明りに集まる生き物の休息場所としての建築である。敷地領域内を夜間に歩くことによって、カナブンや蛾などの昆虫が多く見られ、周辺の建物や街灯の影響が少なく暗い、倉庫裏の林が敷地として選ばれた。主な材料はワックスで、膨らませた風船にたこ糸を巻き付けたものを液体のワックスに沈めることで成形された球体は半透明で、電球や昆虫が作る菌に似ている。球体は複数接続され、サイリウムが挿入されて光ることで、昆虫などを集めることができる。球体への蛍光塗料の塗布も検討されたが、明るさが十分でないことから断念された。球体のモックアップを敷地に設置して生き物が住むかどうか観察を行った際に、日向では太陽の熱でワックスが融けてしまう、固定が不十分で割れるなどの問題が起こったため、たこ糸、ワイヤー、和紙などによる球体の補強が検討された結果、補強材としてたこ糸が選ばれた。ワックスの球体約200個を歩行経路に沿って、枝と枝をつないだり、クモの巣状に張られたタコ糸に沿って設置することで、人工物でありながら自然の構造に依存し、環境に溶け込む作品となった。</p>
7	A House for Gecko	ヤモリ・孤独性ハチ・スズメ	旧寄宿舎跡地			<p>ヤモリの冬眠・休息場所、孤独性ハチ、スズメなどの営巣場所としての建築である。ヤモリが観察された校舎に隣接し、人通りが少なく倒壊時の危険が少ない旧寄宿舎の跡地が敷地として選ばれた。変温動物のヤモリが過ごしやすいように蓄熱作用のあるコンクリートが用いられた。ヤモリが日中や冬眠時に陽の当たらない狭い空間を利用することから、岩の隙間のような空間が目指された。外周には、曲げベニヤとスタイロフォームが型枠として用いられることで滑らかな円型がつくれ、内部には、土を用いてつくられた起伏にコンクリートが流し込まれ、洞窟のような空間がつけられた。出入口は外周の壁面に開けられた扁平な穴で、ヤモリやスズメが狭い場所から出入りするという生態に配慮された。上部はスズメなどのための巣としてえぐりとられた穴、下部はヤモリなどのための隙間といったように、高さによって異なる生き物を対象としている。内部の最も大きな空間は上部に向かって開けられ、電池式の照明で夜間にヤモリの食料となる昆虫を集め、ヤモリを引き寄せるといった想定である。人のための照明と兼用する案も検討されたが、電源を得ることが難しく、断念した。3人程度で持ち上げられる重さや、施工の手順がモックアップによって検討され、最終的に厚み10センチのプレキャストのコンクリート板を、18層積み上げる方式で建設された。</p>
9	House for Swallows	ツバメ	広場			<p>ツバメの営巣場所としての建築である。ツバメが天敵であるカラスなどから身を守るために人通りの多い場所に好んで営巣することから、人通りの多い広場が敷地として選ばれた。材料には、ほぼ無料で大量に手に入る事ができる、学内や駅などで放置されたビニール傘が選択された。ツバメが雨風を避けるために庇下の壁面などに営巣することから、庇と壁面の組み合わせが傘による覆いと仕切りとなる板状の治具に置き換えられ、床や外周の壁を持たない空間がつけられた。5つの傘の骨が組み合わされて1単位とされ、これが4つ反復された繊細な架構の上に帆布が貼られ覆いがつけられた。日本のツバメは他のツバメの巣と隣り合うのを嫌うため、仕切りは十字に配置され覆い下の空間が小さく分けられた。仕切りの壁面にはツバメが巣をかけやすいベニヤの粗面が用いられた。傘という軽く華奢な骨組みを安定させるために、覆いの素材や骨組みの配置について綿密な検討が行われた。また覆いの範囲は吹上に耐えられるよう、骨組みの中心に近いところに限られ、基礎をコンクリートとして重みが確保され、さらにワイヤーで地面にアンカーされた。</p>
10	Bat Balance	アブラコウモリ	斜面に面した林			<p>アブラコウモリの営巣・休息場所としての建築である。十分な高さの樹木を支柱として利用している。荷重をかけても揺るがない樹木があることから、校舎の間の斜面に面した林が敷地として選ばれた。アブラコウモリは、屋間は戸袋などの厚さ2~3cmほどの暗い隙間に身を寄せ合っており、面と面との間隔の狭い隙間が多数設けられるように材料には合板が用いられ、下向きのピラミッドのような四角錐状のものが4つ組合わさった形状となっている。二股に分かれている枝を支点として引掛けて固定されており、重心が支点の位置にくるように、四分割された平面のうち、垂れ下がらな部分は平面的に小さな部分はより長く、広い部分はより短く調整された。内部の暗さを保つため、出入口は合板と合板の間から入るようすべて下向きに設けられ、屋根と壁のみで床をもたない。アブラコウモリがしがみつきやすいよう、隙間をつくる面は彫刻刀などで削られ、荒い仕上げとされた。飛び立つ際の高さを確保するため、脚立を用いて作業ができる高い枝を選んで設置された。高さを確保する方法を模索し、全体の重量を減らし、四角錐の部分で地上で組み立て、持ち上げて固定する施工方法がとられた。支柱として樹木を利用するため、人間が登っても折れない枝を選び、人間1人の重さを超えないように木材の厚みや大きさの検討が繰り返された。</p>
11	Pigeon Tower	ドバト	斜面に面した林			<p>ドバトの営巣・休息場所としての建築である。通行人からドバトのいる場所が高く見えるようにという考えや、高所作業が可能かという考えから検討を重ねられ、校舎の間の斜面に面した林が敷地として選ばれた。ラン合板による中空の筒が、穴を外側に向けて積み重ねられている。出入口となる穴の大きさは、カラスなどの外敵に侵入されにくいよう、105×190mmとされた。合板を釘等を使わずに噛み合わせた箱がつくられたら敷地に運ばれ、螺旋状に積み上げられ、外装によって固定される。ドバトの巣としての大きさが建設の単位となっている。ドバトは群れて巣をつくるため、多数のドバトが集まることできるように、多数の箱がひとつの建築に組み込まれ、外観は塔に似ている。学生の手で建設できる規模で、かつ円型の平面にドバトの営巣に十分な広さの巣穴を確保するために、巣穴はそれぞれの高さに2つずつ、22個配置された。表面は小さなパーツに分割された板を結束バンドで固定することで滑らかな円がつくられている。下部には土が充填され、建物の重心が下げられた。</p>

表4註) 各グループの提案作成者は以下の通りである。グループ4: Eva-Lotta Holby, Liu Shifan, 平野陽, Ding Ziyue, 新居壮真, Wang Zimu / グループ7: Zeng Yahan, 山口紗季, He Jingwen, Luo Linjun, Sebastian Enevoldsen, 巻島雄途, 下田益央 / グループ9: Liu Hanyi, 根本昌汰, Yangzom Wujohktsang, Alexey Golitsyn, Wu Xueqi, 小谷内理華, Fu Yibo / グループ10: Sinan Kolip, 西慶三, Tomasini Claudio, 浦山咲也子, Liu Dayu, 正田智樹 / グループ11: Kotchanot Tiencinvara, 岩田翔太, Jelmer Buurma, 伊藤大生, Wu Chaoyen, 河合杏奈, Xie Wenjing

いった多岐にわたる内容を検討し、それらを統合するものとしてBFAをつくりあげることができた。素材の特性と、建設のプロセス、生き物の生態への対応を、相互に最大化する建築的解法がなかなか見つからず、学生達を悩ませる状況が何度も見られた。生き物の生態は設計のなかで変えられるものではないため、素材や建設のプロセスを変更し、合わせることで、相互にメリットをもつような組み合わせを開発する必要があり、設計としては、多くの事物に対する配慮を統合する高度なテーマとなった。ワークショップ中に、それぞれの事物への配慮についてはじめから統合させるのではなく、個別に指導を行ったことが、学生の考えを整理させる上で重要であった。結果的に、すべてのグループでこれらの配慮を統合したBFAが建設されたことにより、建築を通して環境を認識することができた。しかし、グループによっては、生き物の生態の調査が対象とした生き物のみに偏ってしまい、建設によってつくられる新たな環境が周辺の環境や生き物に及ぼす影響への配慮が不十分になることもあった。これは特定の生き物を建築の主体とすることが、対象となる生き物への人々のアクセシビリティを高め、理解を深めることになるものの、そのことは同時に潜在的な環境資源であるそれ以外の生き物を排除する環境を構成することになりうることを示している。このことに関しては、人以外の主体のふるまいを理解し、そのふるまいが成立する環境を持続的に維持しつつそこに介入するための環境倫理的アプローチについても指導者間で議論し理解を深めておく必要があった。生き物が属する生態系についても調査を行うことで、他の生き物や人まで含んだより広い視野をもった案を検討できる可能性があった。また、最終講評会における指摘から、人のための建築ではなく生き物を主体とした建築を考えることで、学生のみならず建築教育を行う教員にとっても、環境教育の効果が期待でき、また人のための建築の設計にも生かすことのできる知見が得られると考えられる。また、今回は6週間という期間の短さによって、設計どおりに建設が完遂できなかったグループもみられた。さらに、餌などを用いた生き物の誘導や、経過観察、その観察をもとにした設計へのフィードバックの反映が十分に行えなかった。ワークショップを段階ごとに分割して行う、生き物の営巣時期の直前に完成するような季節設定など、十分な時間をとれるようなプログラムを実施する機会を設けたいと考えている。

## 6. 結

本稿では、著者らが行った6週間に及ぶ、東京工業大学内の敷地に、学内に棲息する生き物が利用するための建築物(BFA)を、学生の自力建設により制作するワークショップについて報告した。2章でワークショップの計画、3章でワークショップの実施、4章成果物において達成されたことについて報告した。5章では演習の成果と今後の展望について考察した。

このワークショップを通して生き物のための空間を設計し、自力建設する事で、学生達は生き物の生態についての観察から導かれる空間の尺度と、素材の特性や、建設の合理性、安全性から導かれる空間の尺度をどのように重ね合わせるかについて試行錯誤を繰り返すことになった。その中で、異なる事物に対する配慮を見だし、それらを一つの実体へと統合するという建築設計の役割についての理解を深めることができた。また、それぞれの学生や教員にとって、

生き物のため建築を通して自らの周囲の環境を考えるきっかけをもたらすことができた。今後も建築を通した環境教育におけるBFAの活用のさらなる検討に取り組んでいきたい。

## 謝辞

本研究の対象としたワークショップの実施において、マサチューセッツ工科大学のナデル・テラーニ教授には、学生に対する熱心な指導をいただきました。当大学工学系事務の皆様、工学系安全管理室の皆様、施設運営部の皆様、総務部の皆様には授業を進めるにあたり手続きにご協力していただきました。加藤溪一氏と坂田裕貴氏には実施設計に関して指導をいただきました。当研究科、竹内徹教授と横山裕教授にはリスクアセスメントに関して多大な助言をいただきました。ここに謝意を表します。

## 註

- 註1) 環境・循環型社会・生物多様性白書<sup>1)</sup>の冒頭には、「環境問題は、人類の生存や繁栄において緊急の課題です。地球温暖化、資源の枯渇、生物多様性の減少など、人類の生存基盤に関わる環境問題は悪化の一途をたどっています。こうした環境問題は、人間の生活や経済社会活動等により意識的又は無意識的に生じていることから、こうした人間の活動を規定する経済社会システムに環境配慮を織り込むことが重要です。」という記述がある。
- 註2) 参考文献<sup>2)</sup>より引用した。ここでいう種内の多様性とはある一つの生物種における遺伝的多様性であり、種間の多様性とは生物の種の数の多様性であり、生態系の多様性とは一定の地理的空間で全体として何らかの機能的特徴をもつようになった生態系の多様性を意味する。
- 註3) 環境基本法<sup>3)</sup>に「生態系の多様性の確保、野生生物の種の保存その他の生物の多様性の確保が図られるとともに、森林、農地、水辺地等における多様な自然環境が地域の自然的社会的条件に応じて体系的に保全されること。」と定められる。
- 註4) 生物多様性基本法<sup>4)</sup>に「国は、学校教育及び社会教育における生物の多様性に関する教育の推進、専門的な知識又は経験を有する人材の育成、広報活動の充実、自然との触れ合いの場及び機会の提供等により国民の生物の多様性についての理解を深めるよう必要な措置を講ずるものとする。」と定められる。
- 註5) 動物園における環境エンリッチメントを取り扱った論文<sup>5)</sup>や、ビオトープを利用する生き物の調査の報告<sup>6)</sup>などがみられる。
- 註6) 筆者らが2015年度日本建築学会大会にて発表を行った<sup>7)</sup>。拙稿で取り上げたBFAの例として、山梨県にあるヤマネヤリスなどの車道を跨ぐ移動経路となるブリッジである「アニマルパスウェイ<sup>8)</sup>」や、イランで見られる糞を集めて肥料として使う鳩小屋である「キャプタルハーネ<sup>9)</sup>」などがある。
- 註7) 参考文献<sup>10)</sup>より筆者がまとめた。
- 註8) 都市的、社会的テーマを盛り込んだ高度な設計課題を課し、それに対する解法をリサーチを通した分析的プレゼンテーションと、図面及び模型を用いた提案型プレゼンテーションによって示させる。授業の進め方は、5人前後で構成されるグループを複数作成し、各グループごとにリサーチから最終プレゼンテーションまでを共同作業によって行う。授業の各段階(リサーチ、構想設計作業、基本設計作業、最終発表会準備作業)において教員によるエスキースチェックを受けるデザインスタジオ形式の授業である。
- 註9) 東京工業大学「世界トップレベルの海外大学からの教員招聘プログラム」による招聘

## 参考文献

- 1) 環境省：平成27年度版環境・循環型社会・生物多様性白書第一章，pp. 4, 2015. 6
- 2) 生物の多様性に関する条約，第二条，1992. 5
- 3) 環境基本法，第十四条，1993. 11
- 4) 生物多様性基本法，第二十四条，2008. 6
- 5) 片山めぐみほか：屋内展示を主とした積雪寒冷地の動物園デザイン - 札幌市円山動物園アジアゾーンの新築計画 -，日本建築学会技術報告集，pp. 225-230，2014. 2
- 6) 橋大介ほか：大都市域に創出したビオトープが出現動物に与える影響と課題，日本建築学会技術報告集，pp. 391-396，2012. 2
- 7) 林咲良ほか：「生物多様性に配慮した建築」の設計手法，日本建築学会学術講演梗概集，pp. 651-654，2015. 7
- 8) 湊秋作：アニマルパスウェイの研究と普及，第11回「野生生物と交通」研究発表会，pp. 35-43，2012. 2
- 9) 福留高明ほか：イランのpigeon-houseについて，エントロピー学会誌第22号，pp. 45-48，1991. 8
- 10) 安藤 聡彦：イギリス環境教育論の原型 - パトリック・ゲデス再考 -，一橋論叢 105(2)，pp. 156-175，1991. 02

[2016年2月3日原稿受理 2016年4月18日採用決定]

## 第6章 結論

本論では、各論を総括し、本論文の結論とする。

第1章「序論」では、研究の背景と目的、研究の対象と方法、従来の研究との関係、および論文の構成と概要について述べ、その設計手法と事物のネットワークについて検討することで生物多様性に配慮した建築の実践をとらえることができることを示した。また関連する既往研究の整理から本論文の独自性について述べた。

第2章「生物多様性に配慮した建築の設計手法」では、文献調査によって情報を集めることができた世界各地のBFA、99事例について形態的特徴をとらえた。BFAの生き物が利用する部分の構成的特徴、BFAに反映された生き物の生態への対応、人との関係の調整、人から見たBFA建設の目的、建築材料、人の生活圏との関係からみた敷地の周辺環境を検討し、生き物の生態に基づいた欠乏している環境から分類することで、生き物の生態への対応が、どのようにBFAの構成や形態に反映されているかを捉えた。さらに、生き物の生態への対応に人との関係の調整、人から見たBFA建設の目的、建築材料がどのように統合されているかをみることで、以下の設計手法を明らかにした。すなわち、

- ・ 生き物と人の距離を保つ
- ・ モノを介した関係をつくる
- ・ 生き物と人が互いに使いやすく利益を得る
- ・ 人がなるべく関わらなくても持続するよう工夫する
- ・ 生き物の存在を目立たせる
- ・ 人の生活のなかに生き物の存在をとけこませる

という設計手法があることを明らかにした。

第3章「生物多様性に配慮した建築を支える事物のネットワーク」では、フィールドサーベイによって情報を集めた世界各地のBFA、40事例についてBFAを支える事物のネットワークを、BFAの対象となる生き物、BFA規模、対象となる生き物が利用する環境

の組み合わせから検討した。さらに、BFAに関わるメンバーシップを、コアメンバー、参加者、オブザーバーに分け、BFAや周辺環境が変化したタイミングごとに生息環境とメンバーシップの関わり方を検討することで、BFAを支える事物のネットワークのあり方には以下があることを明らかにした。すなわち、

- ・生きる知恵として生息環境と単純なメンバーシップが重ねられる
  - ・生き物の生態に合うようにメンバーシップが形成される
  - ・生き物の存在を軸にメンバーシップが更新される
  - ・対象となる生き物をキャラクター的に扱うことでより多くの人を巻き込む
- があることを明らかにした。

第4章「生物多様性に配慮した建築の可能性」では、第2章、第3章で捉えた、BFAの設計手法と事物のネットワークのあり方を総合し、BFAの概念の確立をはかった。さらに、BFAを概念化することで先鋭化する建築の議論を示すことでBFAの可能性を明らかにした。すなわち、

- ・理解できない他者への想像力
  - ・背後に広がる環境への配慮
  - ・環境に人が関わることの責任とそれを維持するメンバーシップ
  - ・コモンズ
  - ・生き物にまで拡大される民主主義
- に接続できることを明らかにした。

第5章「生物多様性に配慮した建築を通じた環境教育」では、BFAの可能性のひとつである建築教育への応用の実践について、東京工業大学大学院で行われたBFAを設計し自力建設するワークショップの成果について報告した。

以上より、生物多様性に配慮した建築を建築学的に確立し、その可能性を明らかにした。

## 関連論文目録

### <本論に関する審査論文>

- \* 「生物多様性に配慮した建築」の設計手法（第2章に対応）

林咲良・能作文徳・塚本由晴

日本建築学会計画系論文集，第82巻第740号，pp.2723-2732，2017.10

- \* 「生物多様性に配慮した建築」を通じた環境教育 - 東京工業大学大学院におけるワークショップ型授業を事例として -  
（第5章に対応）

林咲良・塚本由晴・能作文徳・日高海渡

日本建築学会技術報告集，第22巻第52号，pp.1159-1164，2016.10

- \* 「生物多様性に配慮した建築」を支える事物のネットワーク（第3章に対応）

林咲良・佐々木啓・塚本由晴

日本建築学会計画系論文集，審査中

### <本論に関する口頭発表論文>

- \* 「生物多様性に配慮した建築」における建設の背景と形態に反映される配慮 - 「生物多様性に配慮した建築」の設計手法 (1)

日本建築学会学術講演集，p651-652，2015年（共著）

- \* 「生物多様性に配慮した建築」における複数の配慮の統合 - 「生物多様性に配慮した建築」の設計手法 (2)

日本建築学会学術講演集，p653-654，2015年（共著）