

デジタル造形を活用した昆虫の展示模型の制作

博物館と美術大学の連携を見据えたマルヨツコブツノゼミ制作プロジェクト

CREATING AN EXHIBIT MODEL OF INSECT USING DIGITAL SCULPTING

Project to Create Bocydium Globulare Model Aiming for Collaboration Between Museum and Art University

吉田 雅則 芸術工学部映像表現学科 准教授
丸山 宗利 九州大学総合研究博物館 准教授

Masanori YOSHIDA Department of Image Arts, School of Arts and Design, Associate Professor
Munetoshi MARUYAMA The Kyushu University Museum, Associate Professor and Curator of Zoology

要旨

自然はときに人間の想像をはるかに越えた、不思議な「カタチ」を作り出す。地球上に生息するあらゆる生き物はそれぞれ個性的な独自の形を持っているが、昆虫の形態の多様性は特に群を抜いているといえるだろう。

本稿はそうした昆虫のなかでも特に特異かつ美しい形態を特徴とするツノゼミ「マルヨツコブツノゼミ」について、展示で使用するための模型の受注から制作、展示を行うまでの一連の流れや技法、考え方について記録したものである。

「マルヨツコブツノゼミ」は全長が1センチ足らずの微細な昆虫であり、形の面白さで大変人気のある種類である。

その小ささのため肉眼での観察は困難であり、研究者から依頼を受けて拡大模型を制作することになった。

制作にあたっては、デジタル造形や3Dプリントを活用した。デジタル彫刻を博物館での展示模型制作に活用するという試みは芸術と科学技術が交差する学際分野である芸術工学にとってふさわしい題材であると考えている。

Summary

Nature sometimes creates a mysterious "shape" that goes far beyond human imagination. Every living thing that lives on the earth has its own unique form, but it can be said that the diversity of insect form is particularly outstanding.

In this article, I describe a series of work flow, techniques, and ideas from the receipt of orders for models to be used in exhibitions, production, and exhibition about treehoppers "Bocydium globulare" which is characterized by a particularly unique and beautiful form.

Treehoppers "Bocydium globulare" is a small insect whose total length is less than a centimeter and it's a very popular type due to the interestingness of the shape.

Because of its small size, it was difficult to observe with the naked eye, and it was decided to produce an enlarged model upon receiving a request from a researcher.

I used digital modeling and 3D print for model creation.

I believe that trying to using digital sculpting for exhibit model at museums is a suitable subject for design, which is a composite region where art and science and technology intersect.

1) はじめに

自然はときに人間の想像をはるかに超え、思いもよらぬ「カタチ」を作り出す。自然博物館に出向き、さまざまな生き物の標本に出会うたび、その奇抜ともいえる特異な形状や色彩、構造の持つ美しさや大胆さ、時には信じられないほどの繊細なディテールに圧倒されて言葉を失ってしまう。

なぜそのような人知を超えた多様な「カタチ」が私たちの生き物にもたらされたのだろうか。我々が目にしている、まるで工芸品のような「カタチ」はその種がたまたま持ちえた固有の条件や生活環境などが働いて現在に至った「結果」なのだろうが、ともすると人並みはずれて優れたデザイナーが意匠を綿密に計画しているのではないかという錯覚さえ抱いてしまいそうだ。

そのなかでも昆虫がもつ不思議な多様性は群を抜いている。今回の「マルヨツコブツノゼミ模型制作プロジェクト」は、そうした自然のもつ美しさを多くの人と共有したいという一心からスタートした(図1~3)。



図1 マルヨツコブツノゼミ模型 全体



図2 マルヨツコブツノゼミ模型 部分



図3 模型と実物標本の比較 (右下が実物標本)

本展示模型を制作するに至った直接のきっかけは2017年8月に九州大学総合研究博物館で開催された「新種発見! 昆虫冒険旅行」(図4)という公開展示である。九州大学において、これまで数多くの研究者が盛り立ててきた昆虫学の研究成果や世界中から集められた標本を一般の来場者に向けて展示する目的で企画されたものだ。



図4 「新種発見! 昆虫冒険旅行」配布用ちらし

この展示では当初から本報告の共同研究者であり九州大学総合研究博物館に所属する昆虫学の研究者、かつ展示担当者である丸山宗利が採集したツノゼミの実物標本の展示が計画されていた。しかし、体長が1センチ足らずの微小な昆虫であるツノゼミの展示は一般の来場者の注意を促すことが難しく、相応の工夫が必要となる。展示に気づいてもらえても、独特な「カタチ」を肉眼でじっくりと観察するには困難が伴うだろう。そこで、自然の形の面白さをより多くの人に知ってもらおう一助とするべく、拡大模型の制作が企画された。

制作にあたっては実標本の観察をベースとすることはもちろんであるが、その上で可能な限り正確かつ忠実な形の再現が求められる。そのため、比較的形状の編集・変更や確認のためのやりとりが容易であるデジタル造形がもっとも適切な手法と判断した。

昨今、デジタル造形の可能性は多様なデザイン分野において拡大・発展の一途をたどっている。そうしたためまぐるしく変化する状況において、昆虫のように複雑で有機的な形状にも関わらず科学的な正確さの求められる博物館の展示模型という難易度の高い分野にチャレンジし、制作手法から展示までの実績や新たなノウハウを獲得することを本制作の主要な課題と据えた⁽¹⁾。また現在(2017年)の3Dプリント技術では表面の満足な質感表現を行うことができないため、出力後に手作業での表面処理や塗装による仕上げが必須となる。昆虫の体表を覆う毛の表現も重要であり、植毛も行わなければならない。そうした総合的な立体造形技術の実践についても、大きな課題としている。

自然界の中で生き残るために昆虫が獲得した、人知を超えた驚くべき「カタチ」の成り立ちに思いを馳せることはもとより、デジタル造形という現代ならではの科学技術と芸術が融合する学際的な複合領域での活動の事例として、また、新たに台頭したデジタル技術と伝統的な手作業によるアナログな技術

の連続性を確認する意味においても、多くのデザイナー・芸術関係者に知って頂きたい、ここに報告としてまとめた。

2) マルヨツコブツノゼミについて

人間の想像を超えた「カタチ」をもつ昆虫たち。

なかでも、特に異彩を放つ代表的な存在がツノゼミである。さまざまな種類のツノゼミは、それぞれ特徴的な形態を持っているが、未だになぜその形になったのか研究者を悩ますものも多いという。

特に今回作成したマルヨツコブツノゼミはその謎めいた形から、大変人気のある種類である。

本報告の共同研究者である丸山宗利の著書『ツノゼミ ありえない虫』(幻冬舎)(図5・6)においても「珍奇な昆虫の代名詞としてつとに有名なツノゼミの代表格である。垂直に立ち上がった角、その上に枝分かれした4つのこぶと長いとげ。これがいったいどのような役目を果たすのか、説明できたものはいない^{註1)}と紹介されている⁽²⁾。



図5 丸山宗利著『ツノゼミありえない虫』(幻冬舎)表紙



図6 ヨツコブツノゼミ 撮影：丸山宗利

3) 制作の流れを俯瞰する

各項目については次の章で詳しく述べていくが、コンセプトとして一貫するのは 3D ソフト上での作業であるデジタル造形と手作業による従来の手作業による組み立てや塗装、植毛といった仕上げを高度に融合させ、かつ正確な形状と質感をどのように実現するかということに尽きる。そのため、デジタル造形の段階においても常に出力後の様子を予想しながら形状制作を行い、逆に仕上げ時にも 3D 出力ならではの素材や表面の特性を考慮できるよう、作業フローの組み立てを行った。

全体的な制作フローは以下の通りである。

1: リファレンスとする標本について

- 1-1. 参照する標本の準備
- 1-2. 撮影・資料をそろえる

2: デジタルデータの作成について

- 2-1. デジタル造形
- 2-2. 形状の分割 ダボ作成

3: 3D 出力について

- 3-1. テスト出力 (出力素材の選定)
- 3-2. 最終出力
- 3-3. 表面処理

4: 手作業による仕上げについて

- 4-1. 組み立て
- 4-2. 塗装・質感のコントロール
- 4-3. 植毛

4) 制作について

4-1: リファレンスとする標本について

4-1-1. 参照する標本の準備

標本は丸山宗利がフランス領ギアナで採取したものである。予備を含め三体の完全な標本を受け取り(図7)それぞれ形状を参考にするべき個体、展翅時のポーズを踏襲するべき個体、色のリファレンスとする個体の指示を受けた。また、構造的に形を把握す

るため、解剖による部位分けを丸山に依頼した。微小な昆虫を正確に解体する技術は相当なテクニックを必要とする職人芸といえる。そうした技術に精通した研究者の助けを受け、表面的な観察だけでは把握ができない形状も内部的な構造的理解を伴った上での造形が可能になった。



図7 マルヨツコブツノゼミ 解剖標本

4-1-2. 撮影・資料をそろえる

実体顕微鏡にマウントした一眼レフカメラで様々な角度から標本の撮影を行った(図8)。しかし単眼カメラで撮影した画像では立体感や構造感が著しく損なわれてしまう。そこで、双眼実体顕微鏡をワークステーションの横に据え、接眼レンズを覗きつつ、観察しながら 3D データの作成を行う必要があった。



図8 マルヨツコブツノゼミ 前胸部

4-2: デジタルデータの作成について

4-2-1. デジタル造形

デジタルデータの作成に用いたソフトは Pixologic ZBrush4R8 である。今日、ゲームや映画等のコンテンツを制作する CG プロダクションにおいてキャラクターなどの有機的な形状を作る際に一般的に用いられる”Digital Sculpting”⁽³⁾ という手法を確立したソフトであり、同業界でのシェアも高い。ZBrush では現実世界の粘土に似た可塑性をシミュレートし、ポリゴンオブジェクトをデジタルならではのさまざまなツールによって操作しつつ造形を行っていく。今回のデータ制作で使用したのは、そうしたコンテンツを制作するプロダクションにおいて日常的に行われている手法である。

まず、球体などのプリミティブを変形させ、ざっくりと量感を出しつつ全体感を把握する(図9)。

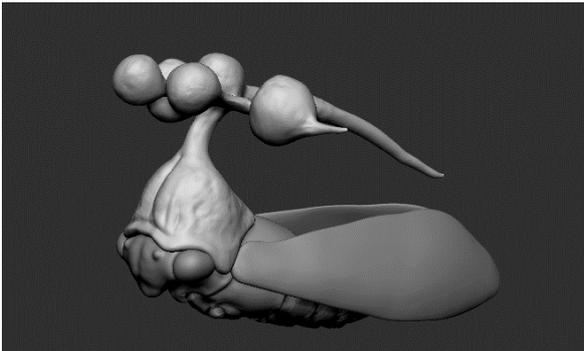


図9 制作開始直後の3Dデータ

頭部のディテール(図10)。複眼のような幾何学的な配列はデジタル造形が得意とする部分だ。

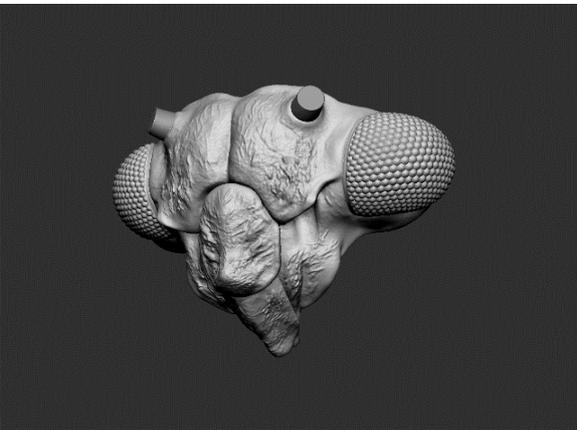


図10 頭部のディテール

さらに標本を観察しつつ、納得いくまでスカulptingを続けて形状を完成させる。

羽の翅脈などの有機的なディテールについてはデジタルとはいえ造形の考え方において実際の粘土と大きな違いはない。地道に手作業で彫っていく以外に方法はなく常に全体と細部のバランスやプロポーションの狂いに気を配り徐々にフォーカスを絞っていくように詰めの作業を進めていく(図11)。



図11 完成したデジタルモデル

4-2-2. 形状の分割 ダボ作成

今回使用した3Dプリンタの造形範囲は18センチ四方程度に限られるため、形状の分割を行う必要があった。後の仕上げにおいても分割したパーツごとに行う必要があり、現在の出力で高度な仕上げを行う際にはこうした作業が必須となる。分割の作業についてもZBrushで完結している(図12)。

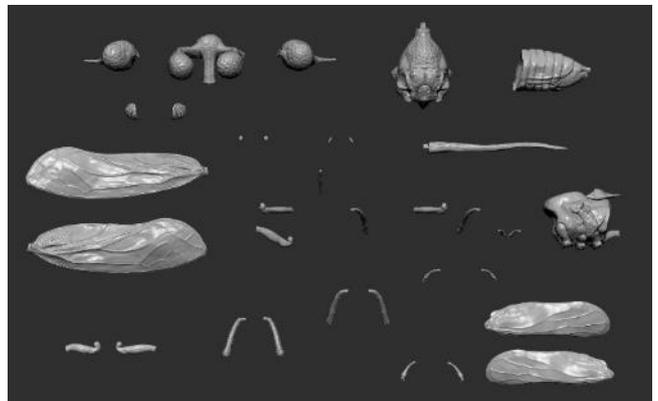


図12 分割が終わったデジタルモデル

全部品の点数については、後に手作業で作成した部品を含め、合計40パーツで構成されている。ツノゼミの最大の特徴であるツノの分割(図13)。強度を考慮しダボを四角とした。最終的には4つあるコブのうち左右のふたつも別に分割した。

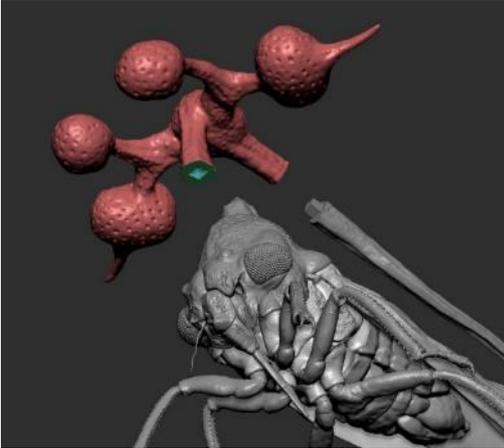


図13 ツノ部の分割

4-3: 3D出力について

3DプリントにはFormlabs社、Form2を使用した。光造形方式という紫外線硬化樹脂にレーザーをあて、層ごとに硬化させる方式のプリンタである。

4-3-1. テスト出力

データ作成が進んだ段階で、形状の検討のためテスト出力を行った(図14)。



図14 テスト出力したモデル

多くの3Dプリンタではカタログデータの出力範囲と実際に形がゆがまずに出力できる範囲に差があることがある。こうした点を鑑み、分割方法や出力サイズに変更を加えた。

最終出力で使用する素材についてもこの段階で検討する。テストショットは共同研究者の丸山に送付して形状の確認を進めた。

4-3-2. 最終出力

形状データをそのまま出力することはできないため、物理的な支えとして「サポート」の作成が必要となる。データの配置やサポートの生成にはPreFormというツールを用いた(図15)。

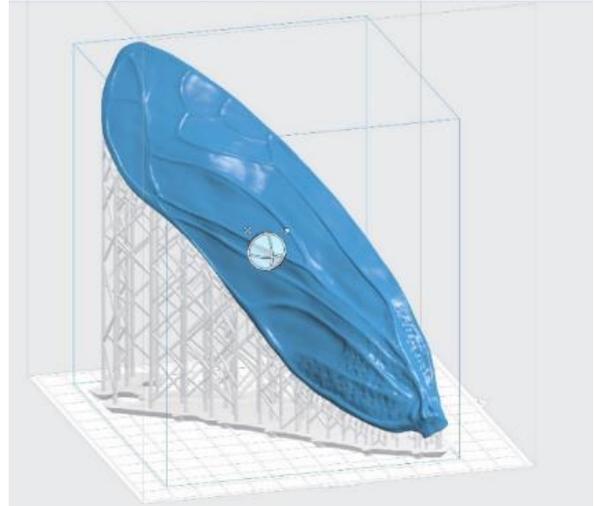


図15 出力用にレイアウトされた羽の部分

PreFormには最も適したサポートの配置を自動で計算し生成する基本機能があるが、場合により数や設置位置を任意に設定する必要も多く生じる。特に、後の表面処理の手間を軽減するためサポートの付着位置を調整することが重要である。

全出力には作業を含め一週間ほどを要した(図16~21)。

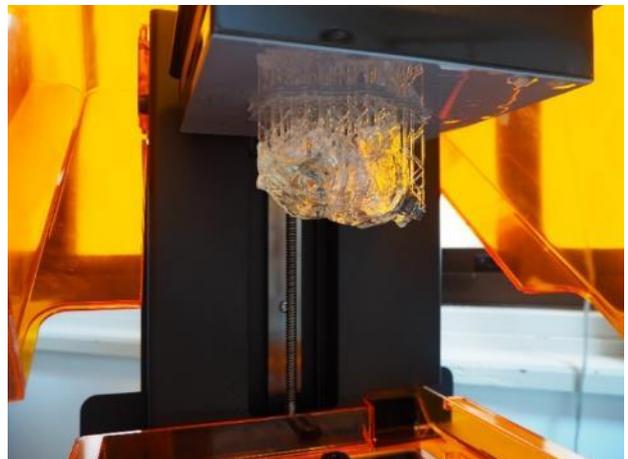


図16 3Dプリンタで出力した直後の頭部



図 17 出力された全部品 (4)



図 18 出力された足のパーツ

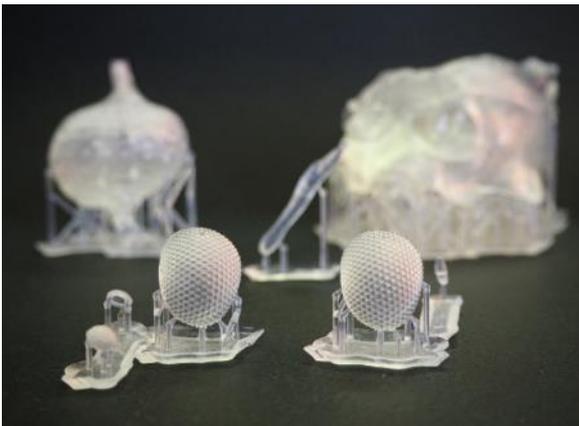


図 19 複眼と頭部のパーツ

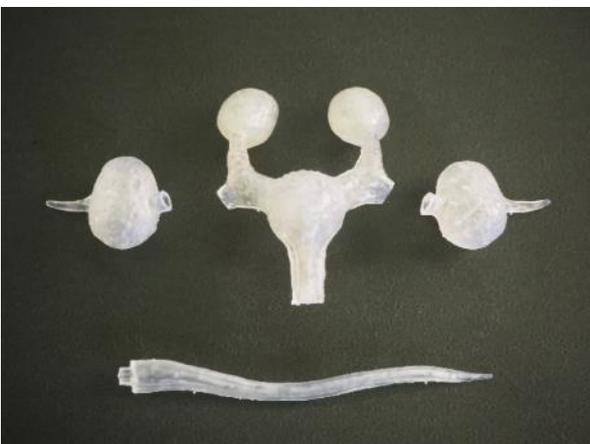


図 20 ツノの分割の様子



図 21 羽のサポート材

4-3-3. サポート除去、表面処理

光硬化樹脂で造形された出力物は、すぐに IPR (イソプロピルアルコール) で処理を行い (キュアリング) 紫外線による 2 次硬化の処理を行う必要がある。こうした過程を経てようやく手に取れるようになった造形物であるが、さらに次の工程である複雑に付着したサポートの除去は大変手間のかかる作業だ。サポートを無理に引っ張ると造形物を傷めてしまうため、ニッパで丁寧に除去しデザインナイフで削り取る。次に、残ったサポートの跡や積層痕を 400 番から 1200 番までの耐水ペーパーやスポンジやすりをを用いて念入りに磨きを行った。羽のような透過が重要な部品については、さらに二種類のコンパウンドを使い分け磨きこむ必要があった (図 22)。



図 22 磨きを加える前の羽

4-4: 手作業による組み立て・仕上げについて

4-4-1. 組み立て

組み立ての前には羽の薄さを表現するため裏側を数ミリ削りこんでおく。表面処理が8割ほど仕上がったところで、残り2割は組み立てながら行うのが効率的と考え、次の作業に移行した。

接着に使用したのは出力素材と同じUVレジンである。ネイルアート用の紫外線ライトを30秒ほど照射して軽く硬化させ、部品を仮固定したところで10分ほど太陽光に当てて本硬化させる⁽⁵⁾。作業を行ったのが7月だったため、強い日照によりUVレジンの硬化が良好に進み作業が捗った。

デジタルでの分割の際にパーツとパーツの合いは後の工程を考えてなるべく目立たない部分で行っているが、ツノの付け根や左右のコブの根元など、どうしても継ぎ目が目立つ部分で分割しなければならないケースもあった。そのような場合はUVレジンを盛ったり削ったりしながら手作業により造形を行い、周辺の形と馴染ませる作業を行った。

4-4-2. 塗装・質感のコントロール

全工程の中でもっとも難易度が高く、結果を左右するのが塗装作業だ。作業中は常にノートパソコンで標本の写真を参照しながら行っている(図23)。



図23 標本の写真を参照しながら塗装を行う

塗装では一般的な模型用の塗料に加え、油彩によって色調と明度のコントロールを行っている。まず、GSIクレオス社のMr. Color クリアGXで透明感を大切にしつつベースとなる色を乗せる。その上で油彩によって調整を行うのが基本的な流れである。



図24 塗装ブースでのエアブラシ作業



図25 塗装を終えた羽

こうした塗装作業においては絵画における色彩理論の活用が有効であり、現象的に目に感じる色だけを使っても良好な結果は得られない。エアブラシによるモットリングやレイヤー法、ウォッシング、ドライブラシによるハイライトの表現など、模型雑誌で紹介されているような有機的な濃淡のゆらぎを表現する塗装手法も参照し、明部と暗部で色調の変化をコントロールするなど、深みのある色を引き出すための工夫が必要とされる(図24~25)。

油彩が乾くのを待ち Mr. Color のクリアで固定を行ったところでタミヤ社のエナメル塗料を使用して細部の塗りわけを行った。

最終的な質感の調整では Mr. Color のクリアとフラットベースを調合したものをエアブラシで吹き、適度なツヤのコントロールを行っている⁽⁶⁾。

塗装の中で特に気を配ったのが複眼の仕上げだ。複眼の規則的な配列表現は、まず Photoshop で六角形をタイル状に配置した画像を作っておき、ZBrush の Displacement 機能で立体形状に反映させた上で 3D 出力する⁽⁷⁾。そうしてできた凹凸にエナメル塗料を流し込みウォッシング。さらに UV レジンで覆い磨きを加えている。黒目の部分はエポキシパテで造形し、内部に配置している。目の奥にあるムラはあらかじめエアブラシで表現しておき、接着してからさらに全体を UV レジンで覆う(図 26)。

複眼は透明すぎても印象が異なってしまうため幾度かのトライ&エラーを要した。



図 26 複眼の制作

4-4-3. 植毛

今回作成したツノゼミは、ヨツコブツノゼミのなかでも特にツノに生える毛が多く特徴的である。

毛の材料として太さ、色、縮れ具合などの形が最も適当なものを探すため、イノシシ、ヌートリア、エゾジカ、テン、刷毛、ハブラシ、メラミンスポンジを縫ったもの、などを検討した(図 27)。最終的に使用したのはエゾシカとメラミンスポンジである。



図 27 様々な毛の素材の検討

昆虫全体を覆っている毛の表現は最も地道で忍耐を要する作業だった。0.3 ミリのピンバイスで穴を開け、毛の根元に接着剤をつけて植毛、固定する作業を繰り返した。(図 28)⁽⁸⁾ 植毛後に組み立てや塗装をすると毛を痛めてしまうことになる。

そのため、手間としては大変になるが、植毛の作業は他の工程が全て終わった最後に行われた。



図 28 植毛作業

5) 展示と発表について

展示・発表の場所、開催期間及び掲載雑誌の情報を以下に記す。

■ 展示

5-1 「新種発見！昆虫冒険旅行」 (図 29・30)

2017年8月15日～8月31日

九州大学総合研究博物館



図 29 九州大学総合研究博物館での展示 1



図 30 九州大学総合研究博物館での展示 2

九州大学において、これまでの研究成果や世界中から集められた標本を一般の来場者に向けて展示する企画展において、実物標本と共に発表を行った。

多くの来場者の関心を集めたが、展示当初は微小な標本の存在に気づかず模型を実物と間違える人が続出し、あわてて「こちらが実物標本です」と大きく掲示しなおす顛末もあった。

5-2 「いきもにあ 2017」

2017年11月11日～11月12日

京都市勧業館

5-3 「大阪市自然史フェスティバル 2017」 (図 31・32)

2017年11月18日～11月19日

大阪市立自然史博物館



図 31 大阪市自然史フェスティバル 2017での展示 1

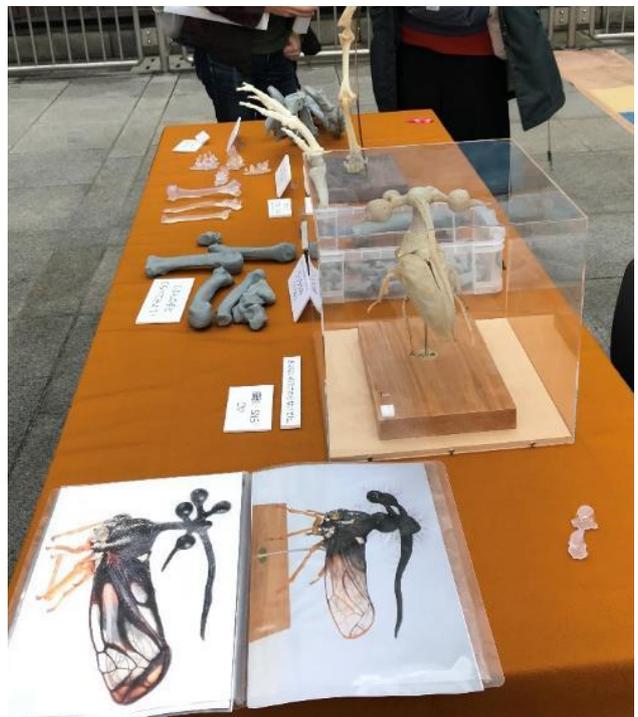


図 32 大阪市自然史フェスティバル 2017での展示 2

いきものに関する作品やグッズの展示販売を行う美術や工芸作家、研究者が集う「いきもにあ 2017」「大阪市自然史フェスティバル 2017」において展示と来場

者への説明を行った。SNS 等で事前に情報を得て遠路足を運ぶ人もあった一方、はじめてツノゼミを見て驚き模型と標本を見比べ本に見入る家族連れ姿も多く見受けられた。

5-4 「ウサギノネドカフェでの展示」 (図 33)
2018年1月5日から展示中(2018年7月現在)
ウサギノネドカフェ(京都)



図 33 ウサギノネドカフェでの展示

京都、ウサギノネドカフェにおいて自然美を追求するというコンセプトのもと、様々な標本や造形物と共に筆者がデジタル造形を手がけた Sola cube Micro(ソラキューブ マイクロ)(手前に配置されているガラスキューブ)⁽⁹⁾と並べて展示を行っている)。

5-5 「特別展 昆虫」
2018年7月13日～10月8日
国立科学博物館(図 34)

自然史博物館として日本で最大の展示規模を誇る国立科学博物館において展示を行った。本稿執筆中(2018年7月現在)も展示期間の最中であり、SNS 等でたくさんの個人的に撮影された画像が驚きの声と共にアップロードされている。これまでと違った規模での反響を得ることができた。

国立科学博物館での特別展の様子は 47NEWS(一般社団法人共同通信・株式会社全国新聞ネット)や



図 34 国立科学博物館「特別展 昆虫」での展示

ASCII.jp など主要な web メディアでも写真とともに紹介されている⁽¹⁰⁾。

■メディア等での取り上げ

5-6 月刊『CGWORLD』 2018年4月号掲載
「デジタル造形ノート」インタビュー記事(図 35)



図 35 月刊『CGWORLD』vol.236 表紙

コンピュータグラフィックスの専門誌である『CGWORLD』において、6 ページにわたるインタビュー記事として取り上げられた。

同誌ではこれまで「デジタル造形ノート」という連載インタビューで3D造形の活用事例としてアニメフィギュアなど、エンターテインメント業界での例を多く取り上げてきた。筆者はインタビューの中で、今後はそうした領域だけにとどまらず、より広い範囲を豊かにしていく手法として活用の幅を広げて行く必要性について意見を述べている^{註2}。

以上に紹介した複数の例から、これまでいきものや昆虫に興味を持つことのなかった多くの人たちに向けて自然の不思議な造形がもつ魅力を伝えるという当初の目的はひとまず成功したといえるだろう。

6) さいごに

さまざまな分野の研究者たちは人類のなかでその人しか知らない領域を開拓しつつづけている。それらの成果が多くの人目に触れる機会は限られているが、デザインや芸術などの表現手段や芸術工学の考え方を組み合わせることによって思わぬ分野とのつながりを生み出すこともできるのではないかという考えをもとに、今回のプロジェクトを完遂した。

現在、デジタル造形という新しい制作手法が台頭し、さまざまなデザイン・芸術分野に浸透しはじめている。低価格ながら商業模型での使用にも耐える3Dプリンタの普及が進み、プロ、セミプロ、アマチュアユーザーらによるノウハウの共有も進み始めている。CGやCADのユーザー、工作機械の扱いに長けた人たちだけではなく、もともと模型や造形を行っていた層や様々なデザイン分野に関わる人たち、全く異なる分野に携わってきた人たちでも教育と経験による特性の理解、少しのノウハウの蓄積によって十分使いこなすことができる道具となりつつある。博物館など様々な分野の研究者による活用事例も多く紹介されるようになり、多くの教育機関での導入も進んで学生の関心も高まる一方である。

そうした状況の中で、芸術と科学技術が交差する複合領域である芸術工学の事例として新しい試みで

ある制作から展示までの一貫したプロジェクトを行い、当初予定していた以上の成果を上げることができた。自然界の中でもひととき異彩を放ち、いまなお多くの謎を秘める「ツノゼミ」をテーマとした「かたちをめぐる冒険」は、多くの展示・発表の機会を通してたくさんの人の共感を得ることに成功したと言えるだろう。

今回のプロジェクトを通して得た知見や技術を今後もより発展させつつ、次回の制作・展示・教育への応用や新たなカリキュラム開発、へと繋げていきたいと考えている。

[脚註]

(1)遠藤秀紀は著書『動物解剖学』の中で「人間の好奇心として、記載は開始される。記載は、客観性が高かろうが低かろうが、再現度の高い共通理解につながろうがつながるまいが、人間が動物を第一義的に議論の共通の土俵にのせる行為であって、現実にはいかなる時代においてもいかなる対象であっても、人類の知の出発点である^{註4}」と述べている。本制作は「デジタル造形」という近年台頭した新たな手法によって動物の形態の「記載」の可能性を押し広げるべく、好奇心・人類の知の出発点として行う試みであると定義している。

(2)丸山宗利の著書『ツノゼミ ありえない虫』(幻冬舎)で紹介されている引用画像の“ヨツコブツノゼミ”は、厳密には本稿で制作した“マルヨツコブツノゼミ”とは少し異なる種類のツノゼミである。

(3)“Digital Sculpting”は3DCGモデリングにおいて従来行われてきた点、面、線の編集によるポリゴンモデリングとは異なり、主に「量」を概念として取り入れた形状編集技法の総称であり、近年3D制作プロダクションにおいて一般的に使用される用語、用法である。現在多く使われてい

るソフトとして、Pixologic・ZBrush、Autodesk・Mudbox Pilgway・3D Coat 等が挙げられる。

(4) これらの部品以外に、左右の黒目(エポキシパテ)、ヒゲ二種類(ポリカーボネード)を手作業で作成している。ヒゲについては先端が鋭角に尖っていないと不自然なことがわかったため、FDM方式の3Dプリンタ用フィラメントから透明かつ高耐久性素材であるポリカーボネードを選んでライターで加熱。細く伸ばし加工した上、実体顕微鏡で確認しながらさらに先端を砥石で研ぎ上げ、尖らせたものを計4本使用した。

(5) Formlabs社によるキュアリングプロセスの解説については以下に詳しく解説されている^{註5}

「Form 2 Basic Finishing Steps」

<https://support.formlabs.com/hc/en-us/articles/115000024524-Form-2-Basic-Finishing-Steps>

(6) 模型用の塗料は年々新しい製品が登場し、既存の製品も改良が進んでいる。今回の制作では3Dプリントのような近年台頭した新しい技術や材料のみならず、塗装においても現代ならではの材料やそれに合わせて編み出された多くの技法の恩恵を多分に受けている。

(7) ZBrushでの操作手順は以下の通り

あらかじめ、ディスプレイメントを受け取れるようにメッシュを細分化しておく

- 1) Tool -> Displacement Map からテクスチャを読み込んでおく
- 2) Intensity でかかり具合をプレビューしながら調整する
- 3) Adaptive を有効 DPSUBPix を適宜調整する

4) Apply Disp Map を実行してテクスチャをポリゴンオブジェクトに反映する

(8) 毛の植毛には UV レジンとセメダイン スーパーX2 クリアの二種類を使用している。セメダイン C は博物館で土器の接着などの使用で実績もあり、扱いやすさ、耐久性、経年劣化を考慮。

信頼性やさまざまな硬化時間の製品を購入し試行錯誤の末に選択するに至った。

(9) Sola cube Micro はウサギノネドコ京都店プロデュースによる自然界に存在する多種多様な美しい造形をガラスキューブの中に再現するプロダクトである^{註6}。筆者が3Dモデリングを担当している。

(10) 47NEWSの連載コラムひめくりでは「筆者にとって忘れられないのは、ツノゼミという虫たちだった。体長数ミリなので肉眼では見にくいだが、35倍に拡大した模型のマルヨツコブツノゼミというのが、絶句するほどヘンな形なのだ。^{註3}」とトップ画像と共に紹介された(図36)。



図36 47NEWS「連載 ひめくり」での取り上げ

[引用文献]

(註1) 丸山宗利、『ツノゼミ ありえない虫』、幻冬舎、2011、p.8

(註2) 「デジタル造形ノート」、月刊『CGWORLD』、vol.236、株式会社ボーンデジタル、2018年、pp.106-111

(註3) 「奇怪なツノゼミ、美しいゴキブリ 科博の『昆虫』展」、『47NEWS』

<https://www.47news.jp/47reporters/himekuri/2587654.html> (2018.7.23 アクセス)

(註4) 遠藤秀紀、『動物解剖学』、東京大学出版会、2013、p.5

(註5) 「Form 2 Basic Finishing Steps」
<https://support.formlabs.com/hc/en-us/articles/115000024524-Form-2-Basic-Finishing-Steps> (2018.7.30 アクセス)

(註6) 「Sola cube Micro / Concept」
http://usagionedoko.net/products/solacube_micro/concept/ (2018.7.30 アクセス)

[参考文献]

(1) 丸山宗利、『へんてこ昆虫 ツノゼミ』笠倉出版社、2016

[使用機材・ソフト・素材]

・使用機材

Formlabs Form2 / HP Z820 16GB / Wacom intuos5 touch PTH650 /

LEICA 双眼実体顕微鏡 S8AP0 / Nikon D610 / アネスト岩田カスタムマイクロシリーズ CM-CP2

・ソフト

Pixologic ZBrush 4R8 / Autodesk Maya2017 / Adobe Photoshop CS6 / PureRef

・素材

Form2 純正 UV レジン クリア V2・グレーV4 / エポキシパテ / エゾシカの毛/

メラミンスポンジ / GSI クレオス Mr.Color ・Mr. クリアカラーGX /

タミヤ エナメルカラー / 油彩 / IPR (イソプロピルアルコール) /

真鍮 / 木材 / ステンレススチール / FDM 用フィラメント・Z-GLASS / セメダイン スーパーX2 クリア