

宙漆—成層圏気球を用いたアートプロジェクトの検討と実践

川瀬 幹己¹, 久保 尚子², 大嶋 シュテファン³, 高岸 航平¹,
山本 大凱³, 松岡 夏輝⁴, 大島 美森², 磯部 洋明²

¹名古屋工業大学, ²京都市立芸術大学, ³名古屋大学, ⁴東京大学

SORA-URUSHI - Study and Practice of art project using the Stratospheric Balloon Experiment

Motoki Kawase¹, Naoko Kubo², Stefan Oshima³, Kohei Takagishi⁴, Taiga Yamamoto³,
Natsuki Matsuoka⁵, Mimori Oshima², Hiroaki Isobe²

¹Nagoya Institute of Technology, ²Kyoto City University of Arts, ³Nagoya University, ⁴The University of Tokyo

1. はじめに

2021年は宇宙旅行元年とも呼ばれ、年間に宇宙を訪れた民間人が職業宇宙飛行士の数を超えた。宇宙が人々の日常に近づきつつある今、文化におけるその可能性に注目が集まってきている。宙漆プロジェクトは、宇宙旅行が当たり前になった世界における文化的創造を体験したいと考えた工学系と美術系のメンバーが2022年5月に始めたものである。古くから人々が月光で何かを愛でてきたように、宇宙では地球の青い光でものを愛でるといった文化が生まれるのではないかとこのコンセプトを掲げ、気球でアクセス可能な成層圏で、「月下美人」をモチーフにした漆作品が地球が太陽光を反射する光に照らされる様子をカメラで撮影することをミッションとした。初期のコンセプトイメージを図1に示す。成層圏気球実験の実施に向けて、美術と工学を出自とするメンバーがそれぞれの役割、サクセスクライテリアを策定し、漆作品の制作や成層圏へ漆作品を運ぶ機器の開発を行った。

成層圏気球の放球は、愛媛県で開催されたえひめ南予共同気球実験に参加し、2022年9月24日に行った。また、実験終了後、成層圏を舞台にアートプロジェクトを実施するという挑戦の中で発生した課題についての議論を複数回にわたり行った。その結果、美術学部の学生と工学部の学生が共同で活動を行うことによって、各自の分野を学ぶだけでは得られない学びを得た。

本稿では、機体と漆作品の概要及び気球実験についての報告、成層圏気球を用いてアートプロジェクトを実施することについての検討を行う。



図1: 初期のコンセプトイメージ

2. 機体と漆作品の概要

2.1. 作品

宙漆の最も重要なコンセプトは「地球光で作品を愛でる」ということである。漆は日本の伝統工芸として長い歴史を持つだけでなく、反射光の美しさに特徴があり、自然（植物）由来の素材であることも、プロジェクトの目的に叶うと考えられた。モチーフとして選ばれたのは、年に一度満月の夜に花を咲かせるという逸話を持つ月下美人の花である。

作品の芯材として粘土型に和紙を貼り重ねることで成形し、その芯材の上に生漆を染み込ませて塗面を強固なものにした。さらに地の粉や砥の粉を混ぜた下地となる漆を塗り重ね、その後、中塗りと研ぎの作業を繰り返すことにより滑らかな表面にした後、上塗りをして磨き上げることによって表面を美しく仕上げた。上塗りは「絞漆」という呼ばれる、漆に卵白や豆腐などのタンパク質を加えて混ぜると粘りが出る性質を活かした技法を用いた。作品の表面に絞漆で凹凸をつけた後、色漆を塗り重ねて研ぎ出すことによって独特な模様を表現した。また、機体と作品を取り外し可能にするために、漆作品にはボルトを組み込んだ。制作の様子を図2、図3に示す。



図 2: 下地工程



図 3: 上塗り工程

漆作品の外側のパーツは、月下美人本来の色を連想させるような白色をベースに塗装し、内側のパーツは、青い地球光を美しく反射することを意図して、漆本来の色に近い鉛色をベースに塗装した。内側の形状は月下美人の花言葉「秘めた情熱」から熱い炎を連想したことに加え、手が合わさっているような形にすることで、自分達の手で宇宙を感じたいという想いを表現した。外側の形状は、そのような思いに寄り添いつつ、月下美人の花本来の形状も感じさせるよう制作した。作品の外観を図 4 に示す。



図 4: 漆作品の外観

美術系メンバーが活動基盤を置く京都と気球の放球場所である愛媛の伝統工芸のアピールにつなげることもプロジェクトの目的の一つに設定し、漆は京都市の堤浅吉漆店から提供頂いたもの、芯材に用いた和紙は

愛媛県内子町の五十崎社中のもを用いている。作品コンセプトは工学系を含むプロジェクトメンバー全員で議論し、最終的な漆作品の制作は漆工を専攻する久保が担当した。

2.2. 機体開発

機体のミッションは作品を成層圏まで運び、地球光に照らされる様子を撮影し、その映像を回収することである。設計時に重視したのは、放球・上昇・着水時にかかる力への耐久性、着水後の海上での安定性に加えて、芸術面からの要求である。具体的には、2台のカメラで漆作品に映る地球光と地球を背景にした漆作品の両方が撮影できるよう各コンポーネントの配置を行った。漆作品は機体本体から伸びるアルミフレームにより機体と接続され、カメラの画角に機体が入らないよう配置した。機体素材はアルミ板とスタイロフォームを中心に機体構造を作成した。機体デザインは、漆作品を引き立たせることを重視し、黒色をベースにシンプルな塗装を行った。機体の外観を図 5 に示す。

機体には漆作品とカメラの他に、電気系モジュール、機体回収用モジュール、シーマーカー、バッテリーを搭載した。カメラは、GoPro hero 7, GoPro hero 8 を使用し、市販品のマウントを用いて機体内部のアルミ板に接続した。電気系モジュールは市販のタッパーに入れて機体に収納し、その周りを囲うようにスタイロフォームにより製作したフロートが配置された。電気系モジュールは、Arduino Uno Rev3 をベースに製作されており、SAM-M8Q (GPS センサ)、BME280 (温度湿度気圧センサ)、BMX055 (9 軸センサ)、kioxia 32GB (micro SD カード) を搭載した。また、長距離通信システムの通信モジュールとして、920 MHz 帯の LoRa 規格である、株式会社 EASEL の ES920LR を採用し、GPS データ、温度データ及び気圧データのダウンリンクを行った。自作の電気系モジュールに加え、機体回収用モジュールとして、ガーミンジャパン株式会社及び株式会社 Globalstar Japan が販売している既製品の GPS メッセージャーである、inReach mini 及び SPOT TRACE を搭載した。SPOT TRACE の性質上、テレメトリを安定して取得するためには、受信面が衛星側を向いている必要がある。そのため、これら 2 つの機体回収用モジュールは、機体本体とは別に市販品のタッパーに格納し、下部に錘を取り付けることにより着水時の姿勢を制御した。また、回収時の目印となるよう、タッパーの外壁に海面着色剤を取り付け、パラシュートの基部にカラビナにより接続した。機体周辺の図を図 6 に示す。



図 5: 機体の外観

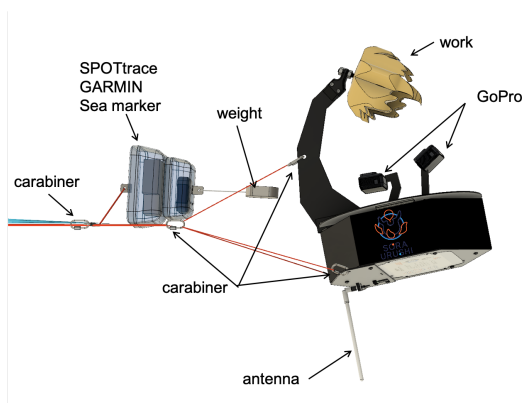


図 6: 機体周辺図

3. 放球実験

3.1. 飛行経路の決定

気球実験実施にあたり、ケンブリッジ大学が公開する Cambridge University Spaceflight Landing Predictor¹⁾ による飛行経路予測を事前に行った。このシミュレータを使用するには、放球緯度、経度、高度、放球日時、上昇速度、破裂高度、降下速度が必要である。機体を回収可能領域に落下させるために、上昇速度を 7.45 m/s、破裂高度を 30,000 m、降下速度を 8.00 m/s に設定した。気球に注入するヘリウム量は、上昇速度をもとに 13,000 L に設定し、フライトシミュレーション結果をもとに算出された落下予測地点が漁船での回収可能範囲にあることを確認した上で放球を行った。

3.2. 放球実験の結果

2022 年 9 月 24 日 10 時 4 分に高知県の土佐西南大規模公園において放球を行った。放球地点に設置した地上局にて着水時の機体の位置情報が取得できなかったことにより、回収を断念する結果となった。機体回収用モジュール及び、電気系モジュールの LoRa 通信により得られた機体位置情報の挙動を以下に記す。

自作の電気系モジュールによる機体と地上局間の LoRa 通信は放球後継続して行われた。しかし、機体降下中、高度 1,851 m 地点で機体と地上局の通信が断絶した。これは、地上局と着水地点の間に岬が存在したことから、それが遮蔽物となったためだと考えられる。また、inReach mini 及び SPOT TRACE によって

得られた位置情報は、放球後高度 20,151 m に到達するまでは上昇する挙動を示したが、その直後、62.7 m/s で落下していく挙動を示し、放球から 45 分後に両者とも通信が断絶した。LoRa 通信により得られたデータからは放球から 45 分後以降も継続して上昇する様子が確認されたことから、ロープと機体回収用モジュールとの固定部分が高度 20,151 m 付近で脱落し、落下したと考えられる。以上により、3 系統全てにおいて、着水時の機体位置情報をロストしたため、回収は叶わなかった。

また、電気系モジュールに搭載した GPS センサについては、上空約 12 km に達した段階で、座標と高度を示す値が更新されなくなった。これは、GPS センサに設定されている高度制限によるものである²⁾。そこで、LoRa 通信により取得された気温データ及び気圧データから、標準大気モデルを利用し、推定高度を算出した。その結果、本機体は高度 31,000 m に到達したと推定される(図 7)。このデータから推測すると、機体は最終的にシミュレーションと比較して北へ約 3 km の位置へ落下したと考えられる(図 8)。

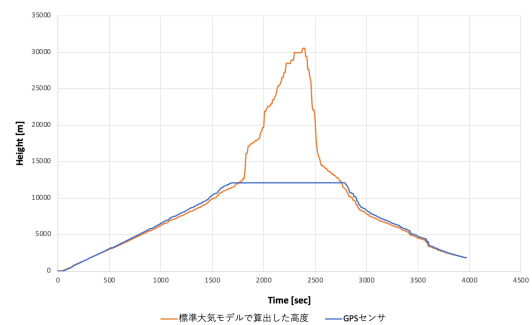


図 7: 標準大気モデルで算出した高度の推定値と GPS 実測値

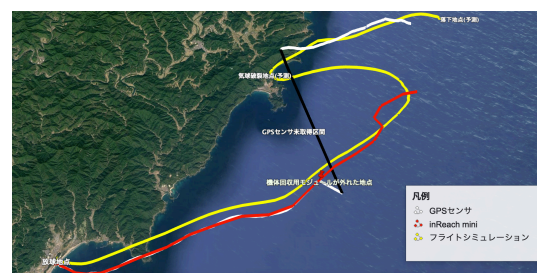


図 8: シミュレーションと実際の飛行の比較

4. 議論

ミッションは回収の断念により不達成となった。技術的課題も残るがその点については本稿では割愛し、以下では本プロジェクトの特徴であるアートプロジェクトとしての側面についての検討を行う。

4.1. アートプロジェクトとしての評価

本プロジェクトの特徴は、機器開発という工学としてのものづくりと、作品制作という美術としてのものづくりの 2 種類のものづくりが行われたことである。

しかし実際には、ミッションの目的やサクセスライテリアを設定し、それらを達成することに重点が置かれた工学的なプロジェクトマネジメントが行われ、漆作品と機体との一体感や作品を作り上げるプロセスの重視など、美術的なものづくりとのズレが生じていたことは否めない。吉澤弥生はアートプロジェクトの特徴として、「作家の単純作業から、多様な参加者による共同制作＝協働となる」「制作プロセスそのものやその固有性を重視する」³⁾としている。この二つの視点から、本プロジェクトがアートプロジェクトと呼べるものであったかを以下で検討する。

本プロジェクトにおいては、作品とミッションのコンセプトを美術と工学のメンバー両方で議論し、また工学出身メンバーが作品制作、美術出身メンバーが電装等の機体開発にも関わるなど、美術と工学が完全に分業するのではなく、お互いの領域を体験的に学びながら進めることを意識していた。だが、ものづくりに対する認識や価値観の差異には実際にものを作り出して初めて顕現したものも多く、少なくともメンバーが目指していたような「多様な参加者による共同制作」は達成されたとは言い難い。

一方で、互いがプロジェクト中に感じたずれや違和感を伝えあうことで、美術と工学の双方がお互いを少しずつ理解し受け入れることができたとも感じている。その差の一例を挙げると、美術側のメンバーは機体の開発・製作においても、それが総体としての作品の一部である以上、「誰が」「何を考えて」作ったかということに意味を見いだす。このため「最終的に機能するモノを完成させる」ことを最優先する工学的なプロジェクトマネジメントに違和感を表明することがあった。無論、本プロジェクトは成層圏気球実験という工学的な側面があり、工学的ロジックが優先されるべき場面は当然ある。美術と工学の境界を明確にして分業するのは一つのやり方であろう。だがその境界を越えようとすることで考え方の違いや共通点を実感したことは、作家/エンジニアによる「単純作業」から「多様な参加者による共同制作」へと発展するために必要なプロセスであったと考えている。

4.2. 成層圏気球を用いたアートプロジェクト

機体回収に失敗したことに成層圏気球というプラットフォームでアートプロジェクトを行うことの難しさが直接的に表れている。以下では、成層圏を舞台にしたアートプロジェクトの可能性について、本プロジェクトが示唆することを検討する。

川俣正と桂英史は、アートプロジェクトの特徴の一

つに、「コミュニティやローカルティあるいはマイノリティという社会的文脈に介入することによってのみ可能な表現プロセスの活動そのものを本質的な作品形態として提示する企て」を挙げた。その上で、これを「サイトスペシフィック・アート」と呼ばれるものとした⁴⁾。サイトスペシフィック・アートは、一般に、特定の場所を考慮して制作された美術作品および経過のことを指し、美術作品を設計し制作する間、制作者は特定の場所を考慮する。

本プロジェクトは、成層圏という特定の場所に行くことがアートの文脈でも本質的な要素であり、漆作品も成層圏において美しいと感じられることを意図して制作された。その点で、前提部分においてはアートプロジェクトの特徴に当てはまるものはあった。しかし、成層圏に人類が訪れて鑑賞することが困難な段階では、観測機器で取得したデータを通して間接的に鑑賞者に提示するほかなく、データが回収できずにプロジェクトとして完成されないというリスクが常に伴う。ただしそのリスクは、工学的なアプローチにより対処可能なものである。

工学的アプローチと芸術的なアプローチは必ずしも断絶しているわけではない。その間には「技巧として美しいものを制作する工芸的なアプローチ」があり、また「成果だけでなくプロセスや社会的文脈を意識したアプローチ」は工学ミッションとアートプロジェクトの双方に通じるものであろう。それらのアプローチをどのように組み合わせるべきかを考え、適切な分業と融合のあり方を探ることが、成層圏気球のみならず、工学と芸術の協働において重要である。

5. 謝辞

実験に参加させていただいたえひめ南予共同気球実験実行委員会、材料をご提供頂いた株式会社堤浅吉漆店、和紙の活用についてご助言頂いた株式会社五十崎社および愛媛県紙産業技術センター、資金援助を頂いたFEELJ株式会社、その他プロジェクトにご協力頂いた多くの皆様に感謝します。本プロジェクトは未来の芸術家支援「のれん百人衆」の支援を受けています。

参考文献

- 1) Landing predictor written by CUSF. <https://predict.habhub.org/>
- 2) RavTrack "COCOM GPS Tracking Limits" <http://ravtrack.com/GPStracking/cocom-gps-tracking-limits/>
- 3) 吉澤弥生 (2011). 『芸術は社会を変えるか——文化生産の社会学からの接近』. 青弓社. p. 97
- 4) 東京芸術大学先端芸術表現科 編 (2003). 『先端芸術宣言!』. 岩波書店. p. 56