

水滴噴霧による松かさ鱗片の乾湿運動を用いた 松かさ転倒駆動手法の基礎検討

栗原 渉^{1,a)} 三上 浩司¹

概要: 植物には多種多様な生体機能が存在し、それらの中には植物自身が駆動するものが存在する。ヒューマン・コンピュータ・インタラクション分野において、そのような生体機能を利用して植物を駆動させる手法についての研究がされてきた。植物自身が駆動する生体機能の1つに松かさの乾湿運動がある。松かさは複数の鱗片などから構成され、鱗片は水分の吸収または乾燥により膨張や収縮をすることで運動を行う。松かさ鱗片を分解して用いる既存手法は存在するものの、松かさ本来の姿を用いた手法は存在していない。そこで、本研究では水滴を噴霧し、鱗片を駆動させることで松かさを転倒させる駆動手法の基礎検討を行なった。

1. はじめに

ヒューマン・コンピュータ・インタラクション分野において、生きた植物を駆動することで情報提示装置として利用する研究が多くされてきた。それらは糸やモータなど外部の駆動装置を取り付けることにより直接植物を駆動する研究や茎が光の方向に曲がる光屈性のような植物が本来より持つ生体機能を利用して駆動する研究に分けられる。前者は外部の駆動装置により植物を駆動させることが可能であるため、駆動速度や駆動方向などの自由度が高い。一方、後者は植物自身の生体機能により駆動するため、駆動速度や駆動方向の自由度は前者に劣る。しかし、外部の駆動装置を用いるものと比較し、植物の持つ生体機能を利用するものには植物らしさや植物への親しみが想起されると考えられる。

本稿では植物の持つ生体機能を駆動する手法のうち、限られた植物種の持つ生体機能を駆動する手法に着目し、湿度により細胞が膨張または収縮する乾湿運動を行う松かさ鱗片に水滴を噴霧することで直立した松かさを転倒させる駆動手法についての基礎検討を行なった。

2. 関連研究

これまで、限られた植物種の持つ生体機能を直接駆動する研究がされてきた。

MOSS-xels[2] はスナゴケを用いたディスプレイである。スナゴケに水を含ませることで膨圧させ、その動きによ

て生じる色の変化を情報として表現する。

Plantxel[1] や Cyborg botany[4]、pudica[5] はオジギソウの葉や枝を駆動させる研究である。駆動手法は風または電気刺激であるが、どちらも刺激に反応して葉を閉じ、枝を下降させるオジギソウの接触傾性という生体機能を利用している。

筆頭著者はこれらのオジギソウについての研究に先立ちオジギソウの電気刺激による制御手法 [3] を確立した。また、時間経過により花色の色彩が変化するソライロアサガオの色彩を変化させる手法を確立した。

松かさの乾湿運動を用いた研究はすでにされている [6] が、既存研究では鱗片の屈曲運動に着目し、松かさを分解していた。そのため、松かさ本来の姿は失われてしまっている。

そこで、本研究では松かさ本来の姿を保ったまま松かさを駆動する手法として松かさを転倒させて駆動する手法を提案し、基礎検討を行った。

3. 提案手法

本研究では既存研究と同様に松かさが持つ生体機能である乾湿運動を用いて松かさの鱗片を駆動する。既存研究では松かさを分解し、鱗片を分離させて屈曲させていたが、本研究では松かさを分解せずに自立させ、床面に接地している鱗片を屈曲させることでバランスを崩させ、松かさ全体を転倒させる。松かさが転倒駆動するイメージ図を図1に示す。

初期状態では①に示すように松かさ最下部に何点かの接地面が存在するものの、水滴の噴霧により②に示すように

¹ 東京工科大学

^{a)} kuriharawtr@stf.teu.ac.jp

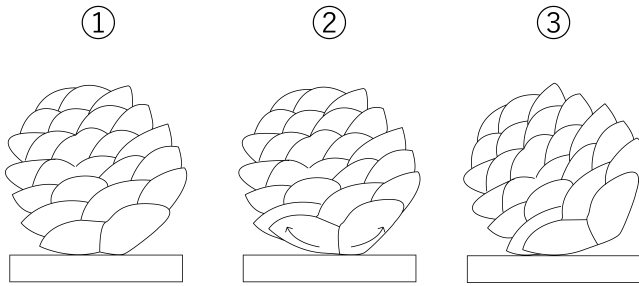


図 1 鱗片の乾湿運動による松かさ転倒のイメージ

最下部の鱗片が屈曲することで①の状態の接地面がなくなり、③に示すように転倒することを本研究では想定した。

4. 実装

松かさの鱗片を用いた既存研究では水の与え方について述べられておらず、手で与えたと推測されるため、松かさの鱗片を駆動するシステムを制作する必要がある。そこで、本研究では松かさの乾湿運動を利用し鱗片を屈曲させるため、システムを試作した。なお、乾湿運動は湿度による細胞の膨圧や収縮による屈曲運動であるが、本研究では転倒させることを要件とするため収縮については考慮していない。

4.1 システム構成

試作したシステムは松かさの鱗片に水を与えるための噴霧モジュール (Seeed 社)、制御用の Arduino Uno で構成される。

噴霧モジュールは超音波振動子により水滴を噴霧する。駆動基板の電源電圧は 5V で、超音波振動子の駆動周波数は 105kHz (± 5kHz) である。本稿における試作では PWM 制御は行わない。プラスチック製のコップ (高さ 120mm、開口部直径 80mm、420ml) に水を張り、超音波加湿器用の綿棒 (直径 8mm、高さをコップの高さに揃えたもの) を入れ、その上端に噴霧モジュールを固定し水滴を噴霧する。なお、水を与える手法としてポンプやチューブを用いて直接水流を当てる手法についても検討を行なったが、流水により転倒する可能性を考慮し噴霧モジュールを用いた手法を選択した。

駆動システムを覆い、松かさを設置する筐体は天板とそれを支える脚で構成される。天板には幅 180mm × 奥行き 150mm × 厚さ 15mm の木材を用い、噴霧モジュールから水滴を通す穴 (直径 10mm) を開けた。穴自体を目立たなくするために直径 6mm の穴も検討したものの、噴霧した水滴が表面張力により膜を張り、水滴噴霧に影響があったためこの大きさにした。穴の直径の下限については調査していない。脚の最下部から天板の上面の高さは 140mm である。

試作時点での松かさ転倒駆動システムと筐体の外観を図

2 に示す。

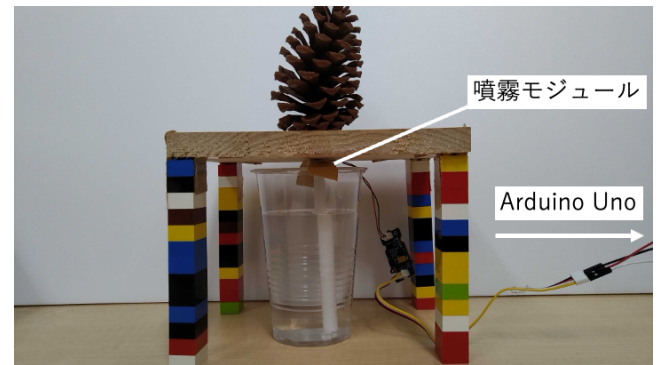


図 2 試作した松かさ転倒駆動システムの外観

4.2 動作確認

本システムを用いて松かさを転倒させ駆動することが可能であるか、動作確認を行なった。動作確認に使用した松かさは 2 個であるが、品種は不明であり統一されていない。また、室内の湿度については考慮していない。

動作確認の結果、1 個目は 31 分 21 秒 (小数点以下切り捨て) で転倒したものの、2 個目は 1 時間を経過しても転倒しなかった。その結果、本手法で松かさを転倒させることが可能であることが示された反面、個体差による接地面積や設置方法などを考慮する必要があると考えられる。

5. おわりに

本研究では松かさの乾湿運動を利用し自立した松かさを転倒させ駆動する手法についての基礎検討を行なった。試作の結果、転倒させることが可能であることが示されたものの利用可能な個体に制約があり、設置方法などを考慮する必要があることが分かった。今後、情報提示装置への応用やインタラクティブ作品の制作を計画している。

参考文献

- [1] Gentile, V., Sorce, S., Elhart, I. and Milazzo, F.: Plantxel: Towards a Plant-Based Controllable Display, *Proceedings of the 7th ACM International Symposium on Pervasive Displays, PerDis '18*, New York, NY, USA, ACM, (online), DOI: 10.1145/3205873.3205888 (2018).
- [2] Kimura, T. and Kakehi, Y.: MOSS-Xels: Slow Changing Pixels Using the Shape of *Racomitrium Canescens*, *ACM SIGGRAPH 2014 Posters, SIGGRAPH '14*, New York, NY, USA, ACM, (online), DOI: 10.1145/2614217.2630572 (2014).
- [3] Kurihara, W., Nakano, A. and Hada, H.: Botanical puppet: Computer controlled shameplant, *Proceedings - 2017 NICOGRAPH International, NICOInt 2017*, pp. 68–71 (online), DOI: 10.1109/NICOInt.2017.16 (2017).
- [4] Sareen, H. and Maes, P.: Cyborg Botany: Exploring In-Planta Cybernetic Systems for Interaction, *Extended Abstracts of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI EA '19*, New York,

NY, USA, ACM, pp. LBW0237:1–LBW0237:6 (online), DOI: 10.1145/3290607.3313091 (2019).

- [5] Seow, O., Honnet, C., Perrault, S. and Ishii, H.: Pudica: A Framework For Designing Augmented Human-Flora Interaction, *Proceedings of the Augmented Humans International Conference 2022*, AHs '22, New York, NY, USA, ACM, p. 40–45 (online), DOI: 10.1145/3519391.3519394 (2022).
- [6] 田丸純太朗, 油井俊哉, 橋田朋子: ハイグロモーフを用いた松かさアクチュエータ, *インタラクシオン 2018 論文集*, pp. 557–560 (2018).