

喜怒哀楽表現のための 植物に特化したアクチュエーション手法

佐脇 風里[†] 安 謙太郎[†] 稲見 昌彦^{†‡}

本研究では、人間と植物のコミュニケーションを活性化させ、植物が人に与える心理的作用を拡張すべく植物に感情表現をさせる機構を提案した。この手法により従来短期的にはリアクションを行えなかった植物が育成者の働きかけに対し反応を示すことが可能となり、植物従来持つ心理的・生理的な癒しや安らぎの効果を増進させることを目的とする。

感情表現をさせるための手法として、植物に複数個のアクチュエータを取り付け、複数人にアクチュエータを操作してもらうことで感情表現動作方法を提案してもらい、そのデータを統合し喜怒哀楽の4種の表現動作パターンを生成した。さらに生成された表現動作パターンで作動する植物に感情を感じることができるかを被験者に回答してもらう実験を行った。その結果、喜・哀・楽の感情において有効なデータが得られ、複数人による動作データの統合から植物に対して感情を感じさせる動作を生成することが可能であることが分かった。本稿では主に植物の動作手法について言及したが、今後植物周辺に環境センサを実装することによって、人間-植物間のインタラクティブなコミュニケーションへと応用していく。

A Specialized Actuation Method for Expression of Emotion by Plants

FURI SAWAKI[†] KENTARO YASU[†] MASAHIKO INAMI^{†‡}

In this research, in order to augment the physiological effects that plants have on humans, and to rejuvenate the communication between them, an actuation method for expressing emotion of plants was proposed.

Conventionally, plants were not able to perform instant reactions, but with this method plants can show their reaction to their owner's actions. This research aims at promoting the effect of mental and physiological healing and peacefulness that plants have upon humans.

As a method for expressing emotion, an experiment was conducted where subjects were asked to operate on actuators that were attached to the plant. We then unified the movement data of the plant, and the expressive movement patterns of pleasure, anger, sadness and happiness were generated. Furthermore, we conducted experiments where the subjects were tested to see if they could understand the emotions of the plant that were in their expressive movement patterns. As a result, effective data was obtained for pleasure, sadness, and happiness. From this, we understand that it is possible to generate the method for actuating expression for plant emotions from the integration of multiple movement data of plants proposed by humans.

In this paper, reference was mainly made to the method of actuation for expression of plants' emotions. In the future, we will enable interactive communications between humans and plants by implementing environmental sensors around the plants.

1. 背景

現代において園芸や家庭菜園、部屋の中で育てる観葉植物など個人が植物を栽培するという行為は一般的である。居住空間に植物を配置して人間の快適性を向上させることはグリーンアメニティと呼ばれており、人間は観葉植物を配置することで心理的な安らぎや潤いなどの効果を得ていることが明らかにされている

[1].

しかし、ほとんどの植物は動物とは異なり短期的なインタラクションを行う機構を備えていない。約235,500種を超えるとされる植物種の中には、オジギソウのように周辺環境に反応して閉葉運動や就眠運動を行う植物も存在する。しかし私たちが家庭内で栽培する多くの植物の成長速度・周辺環境に対する反応速度は人間が短時間で視認できるものではなく、人間が植物に対する働きかけを行なっても、植物から即座に反応が返ってくるわけではない。

これは植物と愛玩動物の大きな違いである。植物と愛玩動物とは世話をする必要があるという面は共通しているが、植物にはできない人間との即時的なコミュ

[†] 慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科

Graduate School of Media Design, Keio University

[‡] 独立行政法人科学技術振興機構 創造科学技術推進事業
Japan Science and Technology Agency Exploratory Research for
Advanced Technology

ニケーションを行うことが愛玩動物には可能である。Mugford&M'Comiskyの研究によると、小鳥の飼育と鉢植え植物の生育経験では、小鳥を飼育した群の方が将来の生活に対する不安を感じることが少ないという結果が示されている[2]。愛玩動物は飼い主の単なる所有物・従属物としてだけではなく人間の仲間として生活を共にし、そこでの相互作用を担う当事者としての伴侶動物として認識されはじめている[3]。つまり人間と愛玩動物はインタラクティブなコミュニケーションを行うことによって密接な関係を築き、心理的・生理的・社会的な効果をもたらしている。

そこで我々は植物に対しても短期的なインタラクティブ性を付与することで、「愛玩植物」を実現することができないかと考えた。

2. 目的

本研究は、植物の世話をする人間がその植物の動作から「植物にも感情がある」という印象を感じ取りやすい動作の生成、及び植物を動作させる手法を確立することを目的とする。

人間が植物に対して行った世話がその植物の生命維持に有益であるとき、また植物の生育環境が悪いときに、それらの情報を植物自身の動作を通し、喜ぶ、怒る、悲しむ、楽しむといった「植物の感情」という形式で表現することで、人間に対しより自然で包括的な情報の提示となると考える。

感情の表出方法には発話、音、表情や身体動作などが考えられるが、今回は植物に適した手法として身体動作による表現を選択した。これは本研究が、植物が愛玩動物のように振る舞うことでゆるやかな相互関係を築くことを目的としており、表情をつけたり言葉を話させたりすることによって植物らしさを失う、また植物の反応の意味を固定させてしまう手法は適切でないと考えたためである。

本研究の達成によってより直感的に植物とコミュニケーションを図ることが実現されれば、植物を育てる楽しさ、植物との交流を通して得る心理的・生理的な癒し効果を拡張することにも繋がると考える。

3. 関連研究

心理的効果、感情表現を目的としたアクチュエーション手法について、ロボティクス分野では、従来の工場などで作業を行うタスク志向型のロボットだけでなく、今後は医療や介護の補助、家事手伝いといった人間の生活空間の中で人間と協調して動作するインタラクション志向のロボットが必要とされると考えられて

おり、その動作および人間との協調という分野での研究が進んでいる[4]。吉田らは子供たちと一緒にゴミを拾い集めるゴミ箱や、人間の語りかけや接触に対して生き物のように動作するパソコンなど、動作によって愛嬌を演出し人間の行動を喚起する動作提示手法を示した[5][6]。

また佐藤、中田らはロボットが人間に心理効果を及ぼすためには、哺乳類の愛玩動物のような柔軟な質感や可愛らしい外見を用いる、顔の表情で喜怒哀楽を表現する、言葉を話す、身体を使った動作で表現する等といった手法が存在することを示した[7]。

一方増田らは、人間の構造を単純化し、顔が無く肢体のあるヒューマンフォームロボット（HFR）を用い、その身体動作に、人間による感情評価に基づいて任意強度の感情を付加する動作加工を行う実験を行い、60%以上の感情付加成功率を得ることができたと述べている[8]。他方で中田らは、人型ではないが顔と腕のあるロボットの腕運動と移動による感情表現の理論を提示し、人間に対する親和感の演出を行ない、これが有効であったと述べている[9]。これらの先行研究から、ロボットには言葉や表情が無くても身体動作で人間に対する感情表現、心理作用を及ぼすことが可能であることが示される。

さらにピクサー・アニメーション・スタジオ制作のショートアニメーションである Luxo Jr.[10]のように人間の形状を模していない無機物でも、動作を与えることで生命感や感情表現を提示するといった試みもなされており、Cynthia Breazeal らの Public anemone[11]はイソギンチャクのような柔軟性をもつ外装のロボットに動作を提示することで生き物らしさを付与した。また Christa SOMMERER らの Life Species[12]は、実世界には存在しないような形状をした物体でさえ、仮想世界における人工生命として動きを与えることで生命感を提示できることを示した。

人工物が人間に対し生命感や心理的な効果を及ぼすことに成功したことと同様に、植物にもアクチュエータやディスプレイをとりつけ人間の世話や振る舞いに対する植物のフィードバック、植物からの情報発信に即時性を持たせる研究として、鉢に設けたディスプレイに表情や光を提示することで植物の生体情報を提示するもの[13]や、鉢に車輪を設け移動できるようにした PotPet[14]などが挙げられる。しかし、これらに対し植物自体が動作し感情表現を行うという情報提示手法はこれまで提案されていない。

一方で生きた植物ではなくイミテーションプランツやドライフラワーに対して動作提示を行うインタラク

ションシステムとして Nakayasu らによる SMA motion display: plant[15]や David Bowen による tele-present wind[16]が挙げられる。また肢体が無く表情もない非生物でありながら動作のみで人間にコミュニケーションしている感覚を提示する装置として、「ペコッぱ」という玩具がセガトイズから発売されている。この玩具は「話しかけたときに誰かにうなずいて欲しい」という人間の欲求を満たすためのものであり、長井らによる、人間が対話中に行ううなずき反応を発話音声に基づき予測する技術[17]を用いて、植物を模したイミテーションプランツが人間の話しかけに対して頷くというシステムが構築されている。

しかしイミテーションプランツと本物の植物が人間にもたらす影響の違いとして、中本らは居住空間内に観葉植物とイミテーションプランツを配置した場合で、本物の観葉植物の方が心身ともに落ち着いた状態になることを脳波測定により示した。さらに SD 法による評価では、被験者の「快適心理」が本物の観葉植物の存在に起因することが明らかにされている[18]。

そこで本研究では、人間と植物とのコミュニケーションを促進することを目的とした情報発信媒体として、植物周辺のデバイスではなく、生きた植物自体を作動させる手法を提案する。本研究はこれまで短期的には静物として扱われてきた植物に動きという可能性を付与するものであり、新たな人-植物間のインタフェースとしての利用を視野に入れている。

4. 実験

4.1 実験装置

本実験で使用した鉢形デバイスを[図1]に示す。[図2]のように植木鉢を二層式にしたものの内側の側面と底面にアクチュエータとしてサーボモータを1つずつ取り付けただけの実装、を使用した。側面のサーボモータAには糸を取り付け、植物の茎上部に接続することにより、茎・葉の上下運動を可能にした。底面のサーボモータBは鉢の回転により植物の茎と葉を左右に揺らすことにより身体動作を表現する。



図1 鉢形デバイス外観

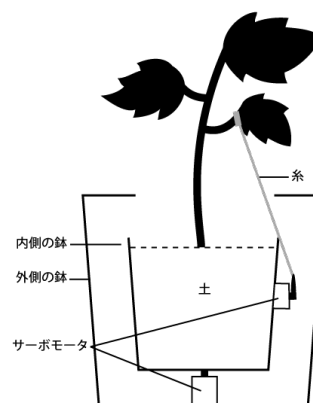


図2 鉢形デバイス

4.2 実験概要

本論文では、人間に対し動作する植物を提示することで、その動作パターンの変化によって異なる感情を認識させることが可能であるかを検証するため2つの実験を行った。

実験1では、サーボモータA、Bの回転を可変抵抗ボリュームにより制御可能にし、被験者に自由にボリュームを動かしてもらうことによって植物を動作させ、喜・怒・哀・楽の4種類の感情を植物で表現してもらい、同時にアクチュエータに対する入力値を取得した。20代男女4人（男2人、女2人）の被験者から得た入力値から、周期的に入力された信号の振幅、動作周波数、角速度の最大値。またグラフの波形を考慮し、被験者による植物の喜・怒・哀・楽それぞれの表現動作を統合し、動作パターンとして生成した。

実験2では、実験1で生成した喜・怒・哀・楽それぞれの動作パターンを実験1とは異なる被験者10人に見せ、印象評価実験を行った。各動作に対してどのような感情を感じるか回答してもらい、結果を集計した。

4.3 実験1手順

被験者に以下の実験手順を説明し、実験を行った。

- (1) 被験者は植木鉢に設置されたアクチュエータを操作することにより動作体の喜（pleasure）・怒（anger）・哀（sadness）・楽（happiness）を表現した。被験者にアクチュエータの操作方法を把握してもらうため、被験者は操作方法に対して納得するまで自由に装置を操作した。
- (2) 喜・怒・哀・楽それぞれの感情に対して順番に、植物による感情を表現できていると思われる動作を被験者は表現した。各感情の表現を被験者が納得できるまで装置を操作して検討した。被験者が感情表現方法を決定したら合図をし、実験者は動作値の記

録を開始した。安定した動作値を取得するため被験者は5周期以上継続して操作を行い、実験者の合図と共に終了した。

4.4 実験1結果

本実験から得られたアクチュエータに対する入力値の変化量を[図 3]のようにグラフ化し、波形から動作周波数と振幅を算出した。またグラフの波形を[図 4]に示すようなサインカーブ、台形、山形に分類し、周期的に変化しないものは不定形に分類した。その後各感情表現グラフの動作周波数・振幅・最大傾きの値から平均値をとり、また波形の形状を考慮した上で4人のデータを喜・怒・哀・楽の感情ごとに統合、動作パターンを生成した[表 1]。周波数については回転と茎上部の周波数が異なると動作を繰り返すうちに動作が変化してしまうことを避けるため回転の周波数に統合した。

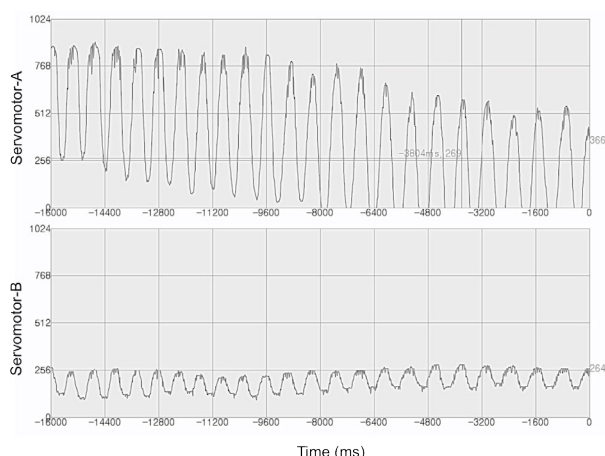


図3 被験者による動作入力例（喜の表現）

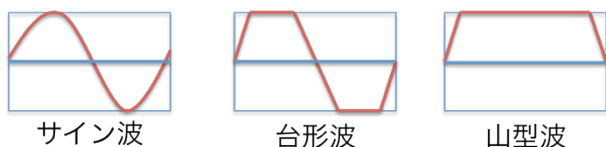


図4 分類波形パターン

表1 生成された動作パターンパラメータ

回転/茎上部	周波数 (Hz)	振幅 (deg)	最大角速度 (deg/ms)	波形パターン
喜 (pleasure)	1.75	23.1/65.3	0.20/0.31	Sin 波
怒 (anger)	0.77	35.4/29.0	0.12/0.32	Sin 波
哀 (sadness)	0.12	45.4/70.2	0.01/0.10	山型波
楽 (happiness)	0.75	21.3/45.4	0.11/0	台形波

4.5 実験2手順

次に実験1のデータを統合して生成された動作パターンを実験1とは異なる被験者に見せ、印象評価実験を行った。今回実験1を通して生成された喜・怒・哀・楽それぞれ1パターンずつ、計4パターンの動作を10人の被験者に評価してもらった。

(1) 被験者は、実験1から生成された喜・怒・哀・楽4パターンの動作を[図 5]に示す回答用紙の線分上に印をつけることで評価した。その感情を強く感じるほど1に近い位置に、その感情を感じないほど0に近い位置に印をつける。全く感じない場合は0側の端に印をつけた。

(2) 本実験は植物の動作評価を行なってもらうことを目的として行うのでサーボモータの駆動音を排除するため被験者はホワイトノイズの流れるヘッドフォンを装着した。

3. 実験1によって生成された4パターンの動作を順不同に5動作周波数ずつ被験者に見せ、被験者は回答用紙に記入した。

図5 実験2回答用紙

4.6 実験2結果

解答用紙に記入された線分の幅を計測し、各パターンの動作に対して喜・怒・哀・楽を感じた割合を100分率で数値化し、各パターンの平均値と標準偏差を算出した。[図 6]に各パターンの平均値と標準偏差をグラフ化したものを示す。実験1により喜・哀・楽の感情を表現するために生成された動作パターンの評価結果はそれぞれの想定通りの感情の値が突出した。怒の感情に関しては期待されるデータは取れず、怒の感情を表現したはずであったが被験者からは喜・楽の動作として認識される割合が高かった。

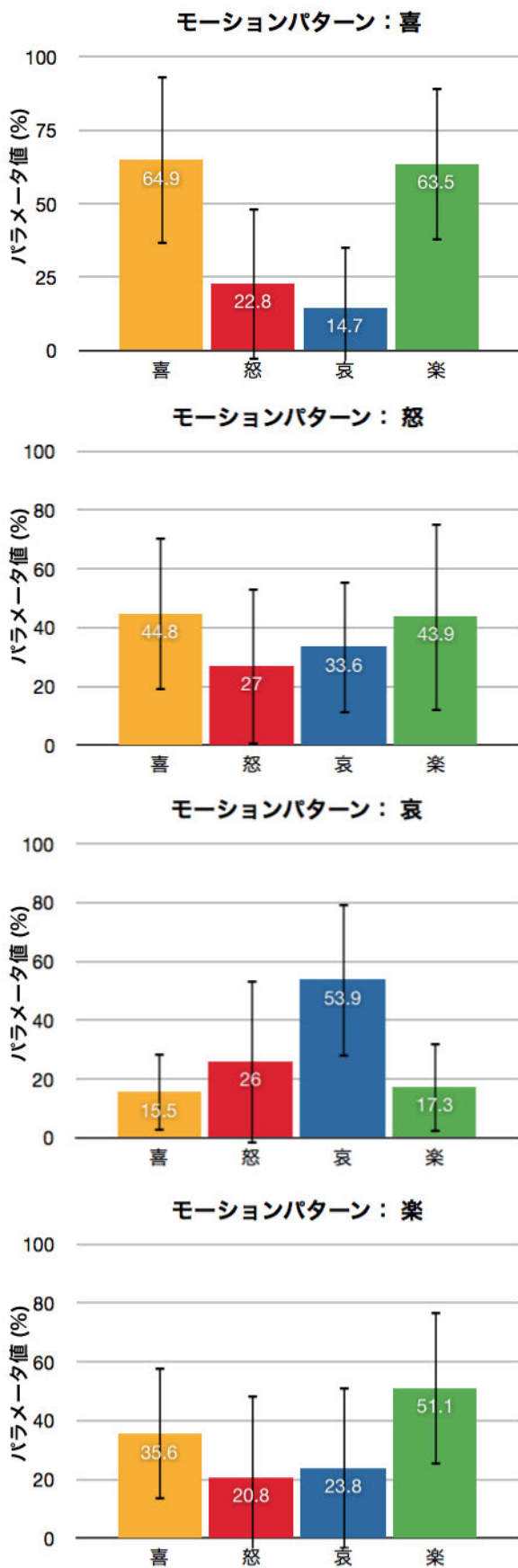


図6 実験 6 評価結果

5. 考察

実験1の考察として、被験者による喜・怒・哀・楽を表現する動作の仕方をグラフ化したところ、喜の表現は動作周波数が高くかつサーボモータBの振幅が狭い、哀の表現はサーボモータAの動作周波数が他感情に比べて低くかつ山形の波形が現れる、楽の表現はサーボモータBのみで表現される、かつ台形の波形が現れるといった、特徴的な波形が検出された。被験者同士は他の被験者がどのような動作方法を行ったか認知していないが、このように各感情に似た波形、動作周波数、振幅の存在が見受けられた。このことから植物に感情を感じる動作方法にはある程度傾向があるのではないかと考えられる。

実験2の考察として、実験1で生成した喜・哀・楽の感情を表現する動作に関しては実験2の喜怒哀楽パラメータ値もそれぞれ喜・哀・楽のパラメータが突出したことから実験1で生成された感情表現が実験2の被験者に正確に理解された割合が高いことが言える。

一方で怒の表現に関しては、実験2の結果喜と楽のパラメータ値が高く、全体のパラメータを見ても差異が少なくあまり感情を感じないという結果になった。実験1の動作生成時のデータを鑑みるに、被験者の動作に最もばらつきが見られたのも怒の表現であった。怒以外の喜・哀・楽には先述したように類似した波形が見られたが、怒に関しては4名の被験者とも振幅・動作周波数共に異なった表現を行った。このことが実験2で有効なデータが得られなかった要因の1つではないかと推測される。今回実験1は4人という少人数のデータだったこともあり集合知化するデータとしては不十分であった。この事実に関しては今後さらに被験者の人数を増やし、共通項が現れるか実験を行っていく。本実験により、ロボットのように肢体や顔の無い植物でも感情を表現できること、さらに喜・楽のような正の感情と哀のような負の感情の表現をし分けることを示せた。

6. 結論

複数人が考える植物の感情表現動作方法の集約により生成される集合知的な植物の感情表現動作から有意性が見出せたことから、この植物の感情表現動作生成技法が有効であることを示せた。今後の展開としては、より汎用性を高めるために集約する動作データ採取数を増やした場合、感情表現動作の精度は上がるかについても検証していきたい。また今回は[図2]に示す1種類の植物を実験体として用いたが、植物の種類の違い

によって動作は変更する必要があるのか、ある場合は同様の実験を繰り返し感情表現が可能な動作を探索する。

そして本研究を通して得られる植物の感情表現動作を用いて植物と人間のコミュニケーションを促進するために、世話をする・撫でる・話しかけるといった人間による植物への入力に対して効果的に感情表現動作を行う必要がある。そのため植物に温度センサ・光センサ・マイクなど各種センサを実装し植物周辺の環境データも収集することで感情表現動作発生の適切なタイミングに関しても研究していく予定である。

参 考 文 献

- 1) 仁科弘重: グリーンアメニティの心理的效果に関する最近の研究, 植物環境工学 (J.SHITA) 20(4):236-241.(2008).
- 2) Mugford, R.A., & M'Comisky, J.G.: Some recent work on the psychotherapeutic value of caged birds with old people. In R.S. Anderson(Ed), Pet animals and Society. London: Bailliere-Tindall.(1975).
- 3) 浅川潔司, 佐野智子, 古川雅文, 東由佳, 森田恵子: ペット動物の癒しの効果に関する健康心理学的研究, 兵庫教育大学研究紀要 20.(2000).
- 4) 神田崇行, 石黒浩, 小野哲雄, 今井倫太, 中津良平: 人間と相互作用する自律型ロボット Robovie の評価, 日本ロボット学会誌 Vol.20 No.3,pp1~9.(2002).
- 5) 吉田善紀, 吉池佑太, 岡田美智男: SociableTrashBox: 子どもたちと一緒にゴミを拾い集めるロボット, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.11, No.1, pp.27-36.(2009).
- 6) Yuta Yoshiike, P. Ravindra De Silva, Michio Okada: Cues for Sociable PC: Coordinate and Synchronize Its Cues based on User Attention and Activities on Display, Proc. of 5th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction(HRI2010), pp.135-136.(2010).
- 7) 佐藤知正, 中田亨: 人と調和するペットロボットのための対人心理作用技術, 人工知能学会誌 16(3), 406-411.(2001).
- 8) 増田恵, 加藤昇平, 伊藤英則: ラバン特徴に基づいたロボット全身動作への感情付加手法, 人工知能学会 3E1-2.(2010).
- 9) 中田亨, 森武俊, 佐藤知正: ロボットの身体動作表現と生成される印象とのラバン特徴量を介した定量的相関分析, 日本ロボット学会誌 Vol.19 No.2,pp1~8.(2001).
- 10) Luxo Jr.: <http://www.pixar.com/shorts/ljr/>
- 11) Cynthia Breazeal, Andrew Brooks, Matt Hancher, Josh Strickon, Cory Kidd, John McBean, Dan Stiehl: Public anemone: an organic robot creature, SIGGRAPH '02 ACM SIGGRAPH 2002 conference abstracts and applications.(2002).
- 12) Christa SOMMERER, Laurent MIGNONNEAU: Life Species, ICC- NTT Museum, Tokyo Japan, <http://www.interface.ufig.ac.at/christa-laurent/WORKS/CONCEPTS/LifeConcept.html> (1997).
- 13) 栗林賢, 田中浩也: 植物とのコミュニケーションを支援するインタフェースの構築, 信学技報.(2008-5).
- 14) 川上 あゆみ, 塚田 浩二, 神原 啓介, 椎尾 一郎: PotPet: ペットのようなコミュニケーションをはかる植木鉢型ロボット, 情報処理学会第 73 回全国大会, 1W-6.(2011).
- 15) Akira Nakayasu, Kiyoshi Tomimatsu: SMA motion display: plant, SIGGRAPH '10 ACM SIGGRAPH Posters.(2010).
- 16) David Bowen: tele-present wind, MIT Press Journals Vol. 44, No. 4, Pages 358-359.(2011).
- 17) 長井弘志, 渡辺富夫, 山本倫也: 聞き手のうなずき反応を視触覚提示する音声駆動型身体的引き込みシステム, 日本機械学会論文集(C 編)75 巻 755 号.(2009-7).
- 18) 中本有美, 仁科弘重, 橋本康: 観葉植物, イミテーションプランツ, 写真の違いが人間の心理に及ぼすアメニティ効果の解析, 生物環境調節 39(3),167-173.(2001).