

# インタラクティブ表現の支援のための プラットフォームの検討

加藤良将<sup>\*1</sup>・亀井美穂子<sup>\*1</sup>・宮下十有<sup>\*1</sup>・鳥居隆司<sup>\*1</sup>

Email: ykato@sugiyama-u.ac.jp

\*1: 梶山女学園大学 文化情報学部

◎Key Words Arduino, タッチセンサ, インタラクティブ・アート, ワークショップ

## 1. はじめに

最近、様々なテクノロジーが急速に発展、普及したことにより、人々の表現活動の幅も広がり、多くのインタラクティブ・アートが生み出されている。いわゆるメディア・アートやインタラクティブ・アートと呼ばれる表現では、我々の感覚や身体の機能を拡張させ、鑑賞者は、表現された作品との何らかの身体的な相互作用をセンサなどによってとらえる。そして、それらの情報を自動的に処理することによって、光や色彩、映像、音響、形態を変化させ、鑑賞者にフィードバックされる手法が多く用いられる。

メディア・アートは、初期のメディア論<sup>(1)</sup>では、人間の拡張の諸相についても言及されているが、どちらかと言えばテレビ放送での表現に偏って解釈され、大衆からは、現在でもその延長上からディスプレイ上に単に映像や音響で表現されるアートととらえられている場合も多い。しかし、映像もほぼデジタル化したものが活用される今日では、様々なデジタル技術<sup>(2)</sup>によって成立する幅広いアートと考えられるが、メディア・アートは、メディアという言葉が、幅広い意味で使われるようになってきたため、その定義がわかりにくくなっている傾向にある<sup>(3)</sup>。

そこで、文化庁は、メディア芸術を、文化芸術振興基本法の第9条（メディア芸術の振興）において、「国は、映画、漫画、アニメーション及びコンピュータその他の電子機器等を利用した芸術（以下「メディア芸術」という。）の振興を図るため、メディア芸術の製作、上映等への支援その他の必要な施策を講ずるものとする。」としており、映画、漫画、アニメーションだけでなく、コンピュータその他の電子機器等を利用した芸術をメディア芸術と定義している。

例年開催されている文化庁メディア芸術祭は、現在、アート部門、エンターテインメント部門、アニメーション部門、マンガ部門に分かれているが、当初は、デジタルアートの部門として、インタラクティブ部門とノンインタラクティブ部門に分けられていた。その部門が、2003年に開催された第7回文化庁メディア芸術祭から、単にアート部門と名称変更されている。したがって、ここでは、「コンピュータその他の電子機器等を利用した芸術」をメディア・アートとしておく。

そして、メディア・アートのなかでも、様々な情報をセンサなどの装置によってとらえ、動的にふるまう

双方向的表現をコンピュータによって行う手法の作品をインタラクティブ・アートとし、単にコンピュータその他の電子機器等によって表現されたアートとは区別しておく。

最近では、インタラクティブ・アートは、メディア・アートの表現手法の一つとして非常に身近で重要なものになってきており、情報技術の発展によって、前述のセンサなどの様々な装置から得られた情報と組み合わせるインタラクティブな表現手法の実現も、比較的容易になってきているが、電子工学や情報科学関連の分野にあまり詳しくない場合には、表現したい内容を絵画を描くように容易に実現できるまでには至っていない。

このことは、インタラクティブ・アートと呼ばれる作品を制作する場合において、単にインタラクティブであることが表現の本質になってしまい、表現すべき内容が表現できていないことに陥る可能性を大きくする。また、インタラクティブ・アート作品の制作における高機能化したコンピュータの活用は、逆に情報技術のブラックボックス化を促進する結果となり、作品の構造や動作の仕組みをわかりにくくする事につながってしまう。

そこで、本研究では、人々の双方向的表現を開放し、誰もが自由に発想できるようにすることで、インタラクティブ・アートをアートそのものとして表現できるように支援するだけでなく、その構造や動作の仕組みをできるだけ身近に目に見える形で活用できるプラットフォームを作成することを目標として検討を行った。

## 2. インタラクティブ・アートのためのプラットフォームの検討

メディア・アートやインスタレーションなどの作品は、ひとつの情報システムと考えることもできる。そして、そのシステムの構築や操作がある程度容易で、汎用的であれば、自由な発想をインタラクティブな表現として実現できる。インタラクティブ表現のためのプラットフォームとしては、様々なものがあるが、インタラクティブな表現を比較的容易に実現させるツールという視点で考えると、ハードウェアを制御できるI-CubeX<sup>(4)</sup>、Arduino<sup>(5)</sup>、GAINER<sup>(6)(7)</sup>、Ichigojam<sup>(8)</sup>などの他、ソフトウェアとして、Max/MSP jitter、Scratch、Processing<sup>(9)(10)</sup>などが、電子ブロック系のツールとし

て, Little Bits<sup>(11)</sup>, MESH<sup>(12)</sup>, SAM<sup>(13)</sup>など, また, 紙などに直接, 電子回路を導電性塗料を用いて形成することでインタラクティブな動作が可能になる Electric Paint Pen, AgIC 回路マーカー, テクノペンなども考えられる。

これらを動作させるために必要な開発環境である Scratch は, 子どもや初心者にも容易に扱える優れたものであり, また, Processing は, アーティストがビジュアルデザインを容易に行うことができるように配慮されているため, 非常に扱いやすいものである。しかし, インタラクティブな作品を制御するためには, 必ずハードウェアが必要であるが, Arduino や GAINER, Ichigojam をそのまま使用することは, 電子工学分野に詳しくない場合, いくつかの問題点がある。

Arduino のハードウェアには, Arduino Uno や Arduino Nano, LilyPad Arduino など, 様々なタイプが存在するが, 基本的には Atmel 社製のマイコン AVR を搭載し, 入出力ポートを備えた基板であり, 統合開発環境の Arduino IDE を用いて, プログラムを記述し, 基板へ転送することができる。いくつかのタイプには, 基板にピンヘッダが配置され, それらに LED やセンサ, アクチュエータを接続し, インタラクティブな動作が可能である。しかしながら, ピンヘッダでの接続は, 不安定であり, また, 小型のタイプには, 容易に接続できる端子もないため, ブレッドボードや別にユニバーサル基板などで追加の電子工作が必要となる。

GAINER は, PC に USB 接続して使う A/D, D/A コンバータを備えた入出力ボードで, 小林茂氏によって開発されたインタラクティブ表現のためのピンヘッダを備えた基板である。動作させるためのソフトウェアとしては, Flash や Processing, Max/MSP が利用できるが, 実際に LED やセンサ, アクチュエータなどを接続するためには, Arduino と同様にブレッドボードや別にユニバーサル基板などで追加の電子工作が必要である。

Ichigojam<sup>(8)</sup> は, 福野泰介氏によって開発されたワンボードマイコンで, Basic 言語によって制御するためのプログラムを記述でき, 「すべてのこどもにプログラミングのきっかけを提供するべく, 1500 円で買えるプログラミング専用こどもパソコン」として提供されている。USB 端子から 5V の電源供給を受け, 低解像度ではあるがピンジャックでビデオ入力端子がついたテレビ等のディスプレイと PS/2 接続のキーボードを接続するだけですぐにプログラムが記述できる状態になる。しかし, Arduino や GAINER と同様で, LED やセンサ, アクチュエータなどの接続には, ブレッドボードや別にユニバーサル基板などで追加の電子工作が必要である。

電子ブロック系のツールとして, Little Bits, MESH, SAM などの製品は, いずれも電子部品が入った小型のブロックを磁石や Bluetooth などで接続し, ブロックを接続する感覚で開発でき, 専用のソフトウェアを用いて制御する仕組みである。それぞれのブロックが比較的小型であるため, そのまま作品の中に組み込む方法でインタラクティブ表現が可能となるが, それぞれのブロックの機能やそれらの接続に依存するため, 自由な表現を制限することにつながる可能性がある。また, これらの製品は, 比較的容易にインタラクティブな表

現を行うために開発された製品であることが, 逆に, その構造や動作の仕組みをわかりにくくブラックボックス化してしまっている。

また, 紙などに電子回路を導電性塗料を用いて形成する Electric Paint Pen, AgIC 回路マーカー, テクノペンなどは, 表現の自由度は大きいようにも考えられるが, 導電性塗料の電気抵抗や接続する各電子部品との接触不良を起こしやすく使用範囲は限定されると考えられる。

このようにこれらのツールを使用する場合には, 基本的に, センサや LED, アクチュエータなどの駆動部品の他, 必要な抵抗やコンデンサ, レギュレータなどの電子部品をブレッドボードを用いるか, あるいは, ユニバーサル基板にハンダ付けする必要がある。しかし, ブレッドボードは, ジャンパーワイヤーの抜き差しで電子回路の変更も容易であるが, ジャンパーワイヤーは, 非常に外れやすく動作不良を起こしやすい。また, ユニバーサル基板の場合は, ある程度ハンダ付けの技術も必要であり, 電子回路のデザインに制限が出てしまうので, 最近では, 少量の試作であってもプリント基板を作成することが多くなってきている。そこで, 本研究では, 制御用のマイコンとしては, Arduino Pro Mini を用い, これらの点を解消できるような I/O を備えた基板をデザインした。

### 3. プラットフォームとしての基板の開発

プラットフォームとしての基板は, 前述のようにブレッドボードや別にユニバーサル基板などで追加の電子工作を必要せず, ピンヘッダよりも信頼性のある接続方法として, ターミナルブロックピンによる接続を選択した。これにより, 圧着端子を接続した LED やセンサ, アクチュエータを本基板に容易にネジ止めすることができる。なお, 本基板の回路図, ガーバーデー

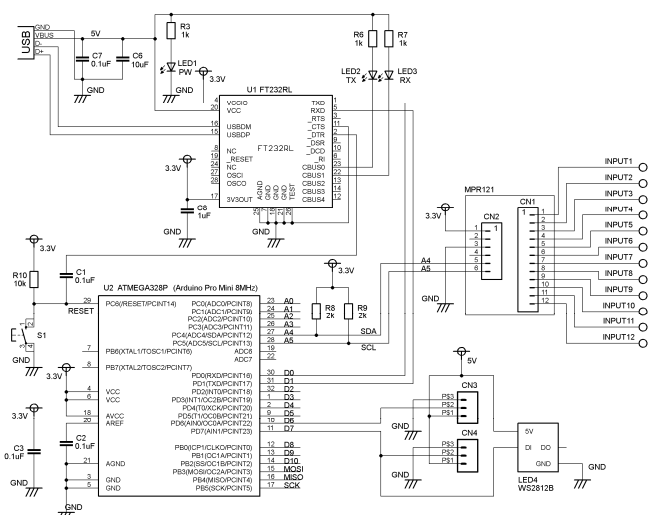


Fig. 1 回路図

タを Fig. 1 及び Fig. 2 に示す。このガーバーデータから基板を作成し, 各部品をハンダづけしたものをインタラクティブ表現の支援のためのプラットフォーム・ボードとした (Fig. 3)。本プラットフォーム・ボード

のソフトウェアによる開発環境としては、ビジュアルプログラミング環境やソースコードを直接記述する環境などいくつか考えられる。ビジュアルプログラミング環境は、コンピュータ言語の命令文や文法をコードとして直接記述することは難しく、低水準領域へのアクセスやオブジェクト指向プログラミングの重要な機能については、ブラックボックスとして隠されており、直接扱うことは困難である。しかし、本研究では、後述するように文科系の大学生だけでなく、子どもたちも対象者として加わることを考慮し、ビジュアルプログラミング環境として Scratch<sup>(14)(15)</sup> を選択した。この環境では、アルゴリズムをブロックなどの部品として組み合わせ、それをコンピュータに自動的に実行させる手順を表現する。予め用意されたダイアログの値などを変更することで、各パラメータを変えることも可能であり、コンピュータがプログラムに従って自動的に手順通り動く仕組みやある程度のアルゴリズムの理解は可能である。

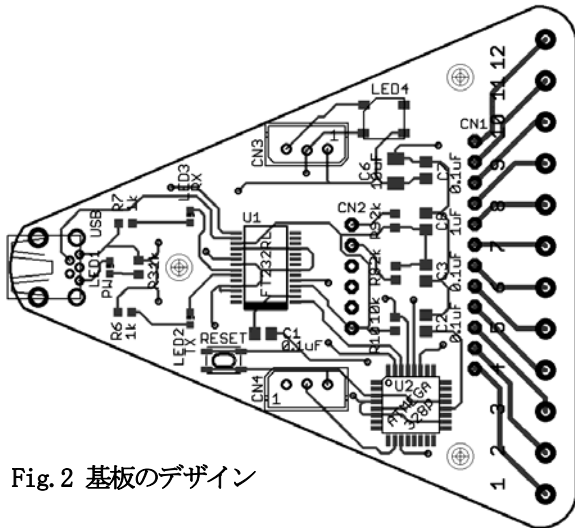


Fig. 2 基板のデザイン

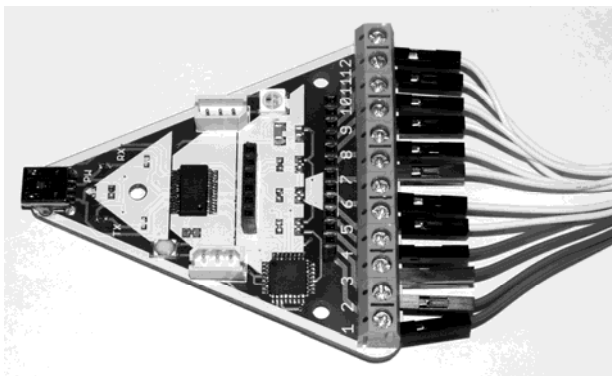


Fig. 3 完成したボードと圧着端子の取り付け (MPR121搭載 静電容量タッチセンサーコントローラは取り外している)

#### 4. インタラクティブ・アート作品の制作

本研究では、前述のようにテクノロジーについて、あまり詳しくない場合であっても、インタラクティブ技術が表現の本質にならずに、表現したい内容を絵画を描くように容易に実現できること、技術面をブラッ

クボックス化せず、制作者や鑑賞者が、比較的容易に作品の構造や動作の仕組みを把握できることを方針としたので、文系と認識している大学生が、本基板を用いて、インタラクティブ・アートの制作を行うこととした。

なお、制作する段階において、対象者を子どもとし、

- ・ 鑑賞者が複数で作品に触れることができること
- ・ インタラクティブ性を表現する上で、技術面はできるだけ感じさせないこと
- ・ 鑑賞者に楽しく新鮮な働きかけを行うこと
- ・ 鑑賞者が作品を鑑賞する段階においても、作品そのものの制作に参加でき、作品が変化することも作品の一部として考えること
- ・ 鑑賞者が作品に圧倒されることのない適切なサイズで、親しみを感じる作品とすること

を条件として考えた。

これらの条件を基に作品と鑑賞者のインタラクションが起こすために、本研究で制作した基板を用いて、タッチセンサとLEDを接続した。そして、あらかじめサンプリングした音声信号を Scratch を用いてプログラミングを行い、鑑賞者が作品に親しみを感じ、参加したくなるように LEGO<sup>®</sup>ブロックを用いて、タッチセンサ、LEDを配置し、音の壁画 (Fig. 4) を作成した。鑑賞者が、音の壁画に配置されたタッチセンサに触れると、様々な音声が入力され、その音声に合わせてLEDの色が変化するとともに点滅などの挙動を体験できる。



Fig. 4 音の壁画

#### 5. 考察

制作した作品は、愛知県の東邦ガスエネルギー館において、小学生以下の子どもに対し、本基板と LEGO<sup>®</sup>ブロックを用いて組み立てた音の壁画を展示し、随時参加できるワークショップを開催した。子どもたちに、タッチセンサに触れるとあらかじめサンプリングされた様々な音が鳴り、各LEDが点滅しながら変化することを説明した。また、同時に子どもたちが LEGO<sup>®</sup>ブロックの壁画を自ら組み立て、音の壁画を大きくしていくことができるように LEGO<sup>®</sup>ブロックを用意した。その結果、子どもたちは、自らタッチセンサに触れ、各LEDの変化や様々な音を鳴らしながら、楽しんでいる様子が観察された。本ワークショップは、非常に人気があったために入れ替え制としたが、10:00~16:00の間に

延べ約80名の子どもが参加した。鑑賞者であり、参加者でもある子どもたちは、別の鑑賞者の様子を見ることで作品での遊び方をすぐに理解し、タッチセンサに触れ、LEDの光を変化させ、音を出すなどして遊ぶ様子が見られた。さらに、音の壁画を制作した大学生のファシリテーションによって、子どもたちが自ら、新たなLEGO®ブロックで様々な模様を壁を作り、タッチセンサやLEDなどを追加させる様子やビジュアルプログラミング環境のブロックの部品を変更し、本作品の挙動を若干変更する様子も観察できた (Fig. 5)。また、同世代の互いに面識のない子どもたちも、協力しながら、音の壁画を追加する様子も見られた。これらの様子より、本インタラクティブ・アート作品では、対象が子どもということもあるが、別の参加者の行動を観察しながら、誰からも教わることなく作品の遊び方を習得した。さらに大学生のファシリテーションは必要であったが、センサやLEDなどを自ら追加し、設定の変更を行う様子も観察できたことから、本研究で作成したインタラクティブ表現支援のプラットフォーム・ボードは、比較的评价できるものであると考えられる。



Fig. 5 音の壁画と子どもたち

## 6. おわりに

インタラクティブ・アートのためのプラットフォームを検討し、制御用のマイコンとしては、Arduino Pro Mini を使い、インタラクティブな表現やインスタレーションの制作に容易に機能するプラットフォームの検討を行った。そして、インタラクティブ・アートやインスタレーションの制作は、児童・生徒、一般的に自らを文系と認識している学生などにとって、極めて困難な作業であるが、これらの困難な点を解消できるような I/O を備えた基板をデザインし制作した。しかしながら、音の壁画の素材としてLEGO®ブロックを用いたことや、インタラクティブ性を実現するためにタッチセンサとLED、プログラミングツールとしてScratchを用いたことは、完全に日常の概念を破壊<sup>(16)</sup>し、全くの自由な発想で、インタラクティブ表現<sup>(17)(18)</sup>ができたとは言えないものの、一定の範囲内であれば、電子工学や情報科学関連の分野にあまり詳しくない参加者であっても、表現したい内容を容易に実現できたと考えら

れる。

また、子どもたちが、鑑賞者としても参加者としても、すぐにインタラクティブ性に気づき、参加もできたことから、作品の構造や動作の仕組みは、比較的わかりやすいものであったと言える。さらに、本作品のようなインタラクティブ・アートは、より多くの人々の新しいコミュニケーションを形成することにも役立つ可能性や「学習を含めて、世の中の事物が社会的に構成されている」とする立場の環境も提供できることを示唆している。そして、絵を描くことや粘土などによる造形を行う過程で行われる習作やデッサン、音に対する感覚を磨き、リズムをつかみ楽器を演奏するための練習で育まれる光、色、音、形状、質感などに対する感覚を獲得することと同様に、テクノロジーによる表現に必要な感性を獲得するためのツールとなる可能性がある。

## 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 24501069, 25381242 15K00935, 16K04748 を受けたものである。

## 参考文献

- (1) マーシャル・マクルーハン, "メディア論 人間の拡張の諸相", 栗原裕・河本仲聖訳, みすず書房, 1987. (M. McLuhan: Understanding Media: The Extensions of Man. New York: McGraw-Hill; London: Routledge and Kegan Paul, 1964.)
- (2) 大泉和文, コンピュータ・アートの創生, NTT 出版, 2015.
- (3) 三井秀樹, メディアと芸術—デジタル化社会はアートをどう捉えるか, 集英社, 2002.
- (4) I-CubeX, <http://infusionsystems.com/catalog/index.php>, (参照 2016-6-9).
- (5) Arduino, <https://www.arduino.cc/>, (参照 2016-6-5).
- (6) Kobayashi S, Endo T, Harada K and Oishi S, A reconfigurable I/O module and software libraries for education, Proceedings of the 2006 International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME06), Paris, France.
- (7) Gainer, <http://www.gainer.cc/>, (参照 2016-6-8).
- (8) IchigoJam, <http://ichigojam.net/>, (参照 2016-6-5).
- (9) Hartmut Bohnacker, Benedikt Gross, Julia Laub 他, Generative Design - Processing で切り拓くデザインの新たな地平, ビー・エヌ・エヌ新社, 2016.
- (10) ベン・フライ, ケイシー・リース, Processing: ビジュアルデザイナーとアーティストのためのプログラミング入門, ビー・エヌ・エヌ新社, 2015.
- (11) Little Bits, <http://littlebits.cc/>, (参照 2016-6-8).
- (12) MESH, <https://first-flight.sony.com/pj/mesh>, (参照 2016-6-8).
- (13) SAM Labs, <https://www.samlabs.com/>, (参照 2016-6-8).
- (14) シーモア パンバート, マインドストーム—子供, コンピュータ, そして強力なアイデア, 未来社(1995).
- (15) Mitchel Resnick, John Maloney, Andrés Monroy-Hernández, Natalie Rusk, Evelyn Eastmond, Karen Brennan, Amon Millner, Eric Rosenbaum, Jay Silver, Brian Silverman, Yasmin Kafai, Scratch: programming for all, Communications of the ACM, Vol.52, No.11, pp.60-67(2009).
- (16) 土佐信道, 明和電機 ナンセンス=マシーンズ, NTT 出版, 2004.
- (17) minim++, <http://www.plaplax.com/>, (参照 2016-6-13).
- (18) mathrax, <http://mathrax.com/>, (参照 2016-6-13).