

サウンドメディアを活用可能な インタラクティブ表現支援のためのプラットフォーム

加藤良将^{*1}・亀井美穂子^{*1}・宮下十有^{*1}・鳥居隆司^{*1}

Email: ykato@sugiyama-u.ac.jp

*1: 相山女学園大学 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, サウンドメディア

1. はじめに

インタラクティブなメディア・アート⁽¹⁾は、センサ、表示装置、アクチュエータ等のデバイスやコンピュータを活用した情報システムであり、様々なデバイスを組み合わせ、ソフトウェアを工夫することで、あらゆる表現が可能である。このようなアートは、技術の発展とともに進化する分野のものと考えてもよいかもしれない。最近の急激な情報技術の進化と社会への普及や浸透を考慮すると、従来の芸術的な創作や創造の枠組みで語れるものではない。このようにメディア・アートは、その分野自体も、非常に幅広く、現段階では、情報技術を取り入れたアート全体を指す場合が多いが、これらの表現者や発信者は、アーティストだけでなく、様々な分野の研究者や技術者にも広がり、今後、バイオテクノロジー⁽²⁾や宇宙技術⁽³⁾、量子力学⁽⁴⁾等も取り込みながらさらに幅を広げて発展すると考えられる。

2. メディア・アートとインタラクティブ表現

我が国でのメディア・アートは、情報技術を活用したコンピュータ・アートから始まったと考えられる。平成13年に施行されたメディア芸術振興基本法の第9条に、メディア芸術の振興として、「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「メディア芸術」を定義し、その後、文化庁メディア芸術祭にアート部門が設定され、定着したと思われる。メディア・アートは、単なる映像表現の枠を超え、コンピュータその他の電子機器等を利用した芸術という側面からも、インタラクティブな表現を伴う作品が多い。

学校教育では、新しい学習指導要領⁽⁵⁾⁽⁶⁾が公表されたものの、中学校の美術の各学年に対する共通事項では、表現の指導にあたって、「美術の表現の可能性を広げるために、写真・ビデオ・コンピュータ等の映像メディアの積極的な活用を図るようにすること」の従来の学習指導要領と同様の記述にとどまっている。高等学校においても、まだ公表されていない¹⁾ものの、次期学習

指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ⁽⁷⁾において、特にメディア・アート等に関する記述がされていないことから、「映像メディア表現」に関する内容については、従来の学習指導要領を踏襲したものとなるのではないかとと思われる。

ただ、「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力等」、「学びに向かう力・人間性等」の三つの柱は相互に関連し合い、一体となって働くことが重要であること、「知識・技能」を習得してから「思考力・判断力・表現力等」を身に付けるといった順序性を持って別々に育成したりするものではないことその他、主体的・対話的で深い学びの実現として、「アクティブ・ラーニング」の視点に立ち、活動と学びの関係性や、活動を通して何が身に付いたのかという観点から、学習・指導の改善・充実を進めることが求められる⁽⁸⁾等の記述がみられる。これまで以上に主体的で創造的な学びが求められており、主体的な学びの実現のために、形や色彩等の造形の要素の働き等に意識を向けて考えさせ、創造的に考えて表現し、鑑賞する学習の充実を図り、自ら振り返り次の学びにつなげていくことが重要であるとしている。また、対話的な学びの実現のために、創造活動を通して、互いの作品について批評し合い討論する機会を設け、自他の見方や感じ方の相違等を理解し、自分の見方や感じ方を広げるとしている。

また、大学・大学院においては、1990年に設置された武蔵野美術大学造形学部の映像学科や慶応義塾大学環境情報学部をはじめ、名古屋大学情報文化学部（1993年）、岐阜県立国際情報科学芸術アカデミー（1996年）、横浜国立大学教育人間科学部マルチメディア文化課程（1997年）、東京藝術大学美術学部先端芸術表現科（1999年）、中京大学情報科学部メディア科学科（2000年）、はこだて未来大学システム情報科学部情報アーキテクチャ学科（2000年）、札幌市立大学デザイン学部（2006年）、東京工芸大学芸術学部インタラクティブメディア学科（2010年）等、芸術系の大学を中心に情報技術とアートを融合させたいわゆるメディア・アートに関連する学部学科が新設され、今後のメディア・アートを担う世代が育成されている。

メディア・アートは、従来のアート作品としての絵画や彫刻の状態でないものも多く、インタラクティブな表現を伴う作品であるため、通常的美術館での対応

¹ 現行の高等学校の学習指導要領において、「芸術」の「美術I」の「A表現」において、「映像メディア表現」を指導するものとし、「感じ取ったことや考えたこと、目的や機能等を基に、映像メディアの特性を生かして主題を生成すること」「色、光、視点、動き等の映像表現の視覚的要素を工夫して表現の構想を練ること」「意図に応じて映像メディア

ア機器等の用具の特性を生かすこと」「表現方法や編集を工夫して表現すること」と記述されている。

が困難な場合も多い。そして、それらの作品は、社会への働きかけだけでなく、文化的な意味や技術的な興味そのものを表現・提供する活動や方法論までもその領域へと広げており、それは、それらの作品の対象も発表の場やマーケットも定まらないことを意味するが、情報技術を取り入れた表現は、確実に広がっている。

しかしながら、このような表現方法には、電気回路や電子工学、情報技術等の技術的要素が組み込まれているため、それらの知識や技能を応用することが必要である。そこで、本研究では、次第に広がってきている情報技術を取り入れた表現方法を、子どもであっても、比較的容易に扱えるためのプラットフォームとして、インタラクティブな表現が可能となるツールを検討し試作したので報告する。

3. インタラクティブ表現のためのプラットフォーム

本研究では、インタラクティブな表現の支援できるプラットフォームとして、サウンドメディアも活用することが容易である点を考慮した。このようなプラットフォームとしては、コンピュータが、表現のための動作をプログラムされたアルゴリズムに従って忠実に再現するだけでなく、本システムに入力される様々なセンサからの情報をリアルタイムに処理し、他者や外界に対し、光や音、動き等で、働きかける仕組みが必要である。そして、我々は、これまでに、メディア・アートやインスタレーション作品を、ひとつの情報システムと考え、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プラットフォーム⁹⁾を検討しているが、ここでは、さらに、様々なサウンドメディアを容易に活用できる視点から検討を行った。このようなプラットフォームを考えると、デスクトップパソコンやノートパソコン等の PC が活用されることが多いが、インタラクティブな表現の支援という面を考慮すると、PC ほどの大きさはなく、インタラクティブな表現の作品に組み込んで使用できるマイコンシステム程度の形状が適切であると考えられる。

さらに、我々は、プラットフォームの選択として、ブラックボックス化しすぎていることを条件として加えている。これは、現代社会があらゆる意味で情報化し、高機能化、効率化したため、今、そこにあるモノやコトがどのような仕組みでできており、どうしてそのサービスが受けられるのかさえ、見えなくなっていることに対する危険に少しでも気づくことができると考えているからである。したがって、ブラックボックス化によって覆い隠すのではなく、作品の制作者が中身を知り、少しでも自ら部品を選択を行い、それらを組立てている実感があり、実物を触れ作って動かすことでさらに実感を得ることができることを重視したい。そのためには、プラットフォームの構造が単純で汎用的であり、遊びのツールにも活用できるだけでなく、様々なものに組み込む等の応用が容易である必要がある。また、センサや LED、スピーカ、アクチュエータを配線することで、ぬいぐるみや衣類、家具等に

組み込むことが容易であること。就学前の子ども、初等中等教育、高等教育、一般の方まで、幅広く対応でき、安全で安心して扱うことができること。電子工学や情報工学について詳しくない場合であっても、扱うことができ、その開発環境は、フリーウェア等で提供しているものが使用できること、発達段階や知識等の幅広いレベルに対応できることも必要である。また、安価で小型に作ることができ、予算や場所の確保ができることは、授業や演習、ワークショップの形式も自由に考えられることから考慮したい要素である。

4. サウンドメディアを活用可能なプラットフォームの検討

このような視点からプラットフォームの選択肢としては、Ichigojam, PICAXE, Arduino, Raspberry Pi, micro:bit 等のワンボードマイコン等が、本研究のためのプラットフォームとして活用可能であると考えられる。

Ichigojam⁹⁾は、ARM を搭載したワンボードマイコンであり、NTSC や PS/2 インタフェースを標準で搭載しているため、ディスプレイとキーボードを接続することで、容易に、IchigoJamBASIC でプログラミングすることが可能である。

PICAXE¹⁰⁾は、その PIC には、いくつかの種類があるが、たとえば、8 ピンのものは、Microchip Technology 社の 12F1840 が、14 ピンのものでは、16F1825 チップが使われている。イギリスの学校教育のために開発されたもので、非常に低価格で、ワンボードマイコンとして十分使用可能である。

Arduino¹¹⁾は、ATMEL 社の AVR マイコンを搭載し、オープンソースで、容易に扱えるソフトウェアやハードウェアを基本としたワンボードマイコンである。Ichigojam や PICAXE 同様にセンサからの情報に基づいて、様々な制御を行うことができる。Arduino は、非常に多く利用されており、そのコミュニティも大きく情報も豊富である。また、多くの種類のソフトウェアツールとの連携が可能で、ライブラリーが充実しているだけでなく、Arduino に接続できる Shield と呼ばれる拡張ボードも非常に多くの種類が作られている。

micro:bit¹²⁾は、イギリスの BBC が学校教育で活用できるように開発した ARM を搭載した超小型のワンボードマイコンである。日本では、スイッチサイエンスがこの互換機として、chibi:bit¹³⁾を開発している。

これらのワンボードマイコンでサウンドを扱うためには、スピーカを接続して、音を鳴らすことが可能で、

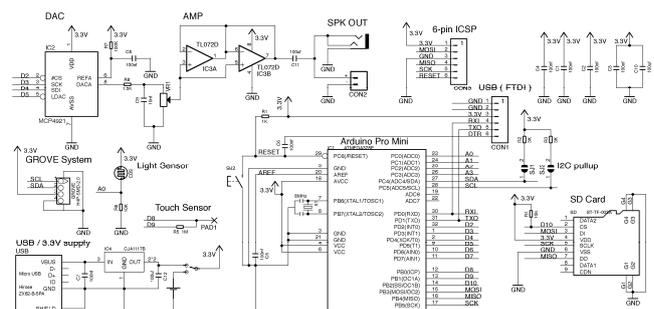


Fig. 1 回路図

音楽のプログラミング方法は、たとえば、PLAY 文に Music Macro Language と呼ばれる書式で記述することで容易に実現できる。ただ、一度に 1 音のみで、和音を鳴らすことは不可能であり、音源を搭載していないので、基本的には、BEEP 音で音楽を奏でることになる。さらに高品質なサウンドを扱うためには、音源を別に用意するか、記録メディアに格納した wav ファイルからデータを読み出し、PIC マイコンに組み込まれた D/A コンバータで変換し、再生する必要がある。

これらのワンボードマイコンは、それぞれに搭載されているマイクロコントローラを用いて、制御を行う目的で活用されるが、Raspberry Pi⁽¹⁴⁾は、さらに高機能であり、一般的なコンピュータで、ディスプレイやネットワークのインタフェースや USB 等を備えている。したがって、Linux ディストリビューションである Raspbian OS をインストールして利用することになる。

また、それら以外の選択肢として、LEGO⁽¹⁵⁾、Little Bits⁽¹⁶⁾、MESH⁽¹⁷⁾、toio⁽¹⁸⁾等の製品となっているツールも考えられる。しかし、これらの製品は、完成度が高く、そのまま表現したい作品の中に組み込むことも可能であるが、製品であるため、活用の仕方もいくつか紹介され、非常に便利であるが、逆にブラックボックスとしての側面が強くなり、自由な表現が制限される可能性がある。

このような検討を経て、本研究では、ハードウェア及びソフトウェアがオープンソースであるため、自由に改変、拡張、解析が可能で、統合開発環境も配布されているだけでなく、Scratch のようなビジュアルプログラミングから、Java、Python、C 言語、MAX/MSP、PureData、Processing 等、幅広いプログラミング言語と連携が可能な Arduino を制御用のマイコンとして選択し、サウンドメディアを活用可能なプラットフォームとしてオリジナル基板をデザインした。

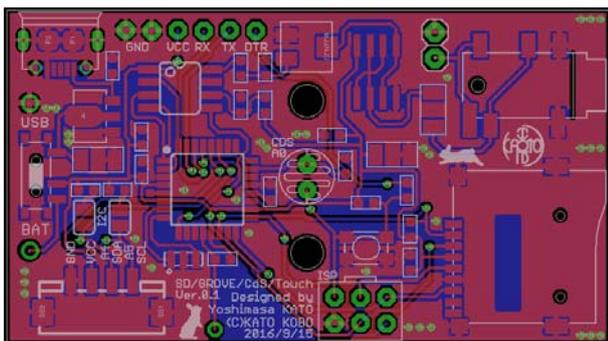


Fig. 2 回路図

5. プラットフォームとしての基板の開発

本研究で開発した基板は、拡張する場合にも、基本的にブレッドボードや別にユニバーサル基板で追加の電子工作を必要とせず、センサや LED を基板に接続する場合には、ユニバーサル 4 ピンコネクタ Grove システムによる接続とした。マイコンとしては、ATMEGA328P-AU (Arduino Pro Mini) を用い、基板上にタッチセンサのための端子や、明るさセンサを配置し、さらにサウンドメディアとして microSD カードが

使用できるように基板上に表面実装タイプの microSD カードスロット、音声出力用に 3.5mm ステレオミニジャックの他、電源供給のための USB 等をデザインした。Fig.1 に本基板の回路図、Fig.2 にガーバーデータを示す。

開発した基板は、前述のように作品等に組み込みやすいよう 67mm×53mm の大きさにデザイン (Fig.3) し、単 3 (UM-3) 電池 2 本の電池ケースと同じ大きさとした。なお、電源部には、リニアレギュレータ (CJA1117B) を搭載し、単 3 電池 2 本による 3V 電源、あるいは、5V の USB 電源を 3.3V に変換できる仕様としており、スライドスイッチによって、これらの電源は選択できる。

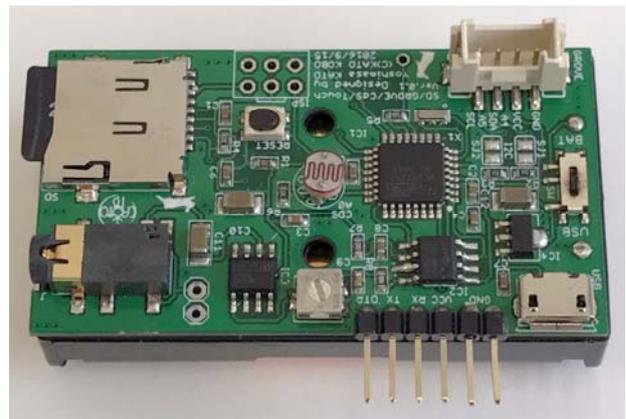


Fig. 3 マイコン等のパーツを表面実装した基板

4. インタラクティブな動作への適用事例

本システムを試験的に使用し、本学部学生が作成した「触れると教えてくれる器 (Fig.4)」を示す。この作品は、特に新しいものでなく、musicBottles⁽¹⁹⁾や Heineken Ignite⁽²⁰⁾、あるいは、入っている薬の内容を教えてくれる容器等と同様の作品であるが、適切なセンサの選択と、サウンドの採取、本システムを取り付けるオブジェクトが用意できれば、誰でも実現することができる。本システムは、空間に存在する音を採取し、microSD カードに wav ファイルとして保存し、その microSD カードを本システムのカードスロットに挿入すると、そこに記録されている wav ファイルを本システムのマイコンが読み込み、出力する単純な仕組みであり、電源も必要なく、使い方も直感的に把握できる。

たとえば、このような作品を作成するためには、絵やポスター、彫刻、部屋のドアや窓、容器等の様々なオブジェクトから自由な発想で、インタラクティブに表現したいコンセプトを考え、そして、そのコンセプトに適切な音を採取し、本システムに標準で実装されている光センサやタッチセンサ、あるいは、Grove システムに取り付けたセンサを使うことで実現する。

5. 考察

インタラクティブなメディア・アート表現は、前述したように、電気回路や電子工学等のハードウェアに関する技術的要素が必要であるが、本学部の学生にインタラクティブな作品を制作してもらった結果、様々な情報に反応する作品を非常に容易に制作することができた。本学部学生は、高等学校では、いわゆる文系

であり、大学でも、プログラミングやメディア表現等のアプリケーションを使用した授業は設定されているが、電子工学や電気回路等のハードウェアに関する授業科目は設定されていない。したがって、本システムは、子どもであっても、インタラクティブ表現方法が、比較的容易に扱えるためのプラットフォームとして十分に使える可能性があると考えられる。



Fig. 4 触れると教えてくれる器（フタの部分に触ると、飴が入っていることを音声で返し、さらに本システムを飴入れの下に設置することで、標準で実装されている光センサの情報から、飴の量を答えるツールとして作成した事例)

最近、アクティブ・ラーニングの視点に立つことや、具体的に何かを得る等の学びが重要であるとされてきているが、学校教育では、一斉授業のスタイルが多く、教授する側と教授される側が分離されている。このことは、文化的な活動でも同様で、美術館では、静かに展示されているものを鑑賞し、ほとんどの映画や演劇では、静かに見る事や聞くことが求められる。アート作品は、美術館に存在するが故にアート作品ではない。コンサートで、多くの聴衆が応援する姿勢を見せることはあるが、基本的に演奏する側と観客の境界が崩れることは少ない。我々の活動が、アクティブ・ラーニングの視点に立った活動になるためには、文化や知識、価値を単に受け入れるだけでなく、共に創造し、人々の相互作用によって社会的な広がりを持って接続していくことが必要である。

本研究で開発したプラットフォームは、協働によって一つの作品を生み出すこともできる。自らの考えだけでなく、他者の考えも認め合うことで、他者からも何かを得るためのツールとして活用可能である。我々は、一人だけでは、できなかった創造が協働によって形成されたことから学びとして広がり、一回のワークショップだけで終わるのではなく、もう一度体験したいという欲求が生まれ、完結することなく、次々と開花し、新しい活動が生成され、文化的で社会的な実践として振り返ることで経験が生まれると考えている。

6. おわりに

本研究では、インタラクティブな表現を幅広く開放

する目的で、サウンドメディアを活用可能なプラットフォームを開発した。インタラクティブな表現を実現するために必要な知識やノウハウを持たない表現者であっても、様々なサウンドと Grove システムに接続できる豊富なセンサからの情報に対し、インタラクティブに反応する表現が可能であった。センサ等に反応する挙動は、ビジュアルプログラミングで記述でき、本プラットフォームは作品等に組み込むためにも十分小型であるので、発達段階に応じて、インタラクティブな表現を様々な授業や演習、ワークショップ等での創作支援のために用いることや、プログラミング教育の教材としての可能性についても検討している。そして、今後、さらに発展していくメディア・アートのためのプラットフォームの可能性や在り方について探っていきたいと考えている。

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) 大泉和文, コンピュータ・アートの創生, NTT 出版, 2015.
- (2) 宇宙と芸術, 森美術館編, 平凡社, 2016.
- (3) ウィリアム・マイヤー, バイオアート — バイオテクノロジーは未来を救うのか, ビー・エヌ・エヌ新社, 2016.
- (4) 松澤宥, 量子芸術宣言, 岡崎球子画廊, 1992.
- (5) 小学校学習指導要領, 文部科学省, 2017.
- (6) 中学校学習指導要領, 文部科学省, 2017.
- (7) 芸術ワーキンググループにおける審議の取りまとめについて (報告), 中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会 芸術ワーキンググループ, 2017.
- (8) 加藤良将, 亀井美穂子, 宮下十有, 鳥居隆司, PC カンファレンス論文集, 2016, pp.65-69.
- (9) IchigoJam, <http://ichigojam.net/>, (参照 2017-6-10).
- (10) PICAXE, <http://www.picaxe.com/>, (参照 2017-6-10).
- (11) Arduino, <https://www.arduino.cc/>, (参照 2017-6-10).
- (12) micro:bit, <http://microbit.org/>, (参照 2017-6-10).
- (13) chibi:bit, <http://chibibit.io/ide/>, (参照 2017-6-10).
- (14) Raspberry Pi, <https://www.raspberrypi.org/>, (参照 2017-6-10).
- (15) LEGO, <https://www.lego.com/ja-jp>, (参照 2017-6-10).
- (16) Little Bits, <http://littlebits.cc/>, (参照 2017-6-10).
- (17) MESH, <https://first-flight.sony.com/pj/mesh>, (参照 2017-6-10).
- (18) toio, <https://first-flight.sony.com/pj/toio>, (参照 2017-6-10).
- (19) Ishii, Hiroshi, Fletcher, R., Lee, J., Choo, S., Berzowska, J., Wisneski, C., Cano, C., Hernandez, A., and Bulthaupt, C., musicBottles, in Conference Abstracts and Applications of SIGGRAPH '99, Emerging Technologies, (Los Angeles, California USA, August 8-13, 1999), ACM Press, pp. 174.
- (20) Heineken Ignite, <http://heinekenignite.tumblr.com/>, (参照 2017-6-10).