

アクセシブルなデジタル楽器のデザイン
Designing Accessible Digital Musical Instruments

中西 宣人

Yoshihito Nakanishi

紀 要

フェリス女学院大学音楽学部

No.24 2024

アクセシブルなデジタル楽器のデザイン

Designing Accessible Digital Musical Instruments

中西 宣人

Yoshihito Nakanishi

はじめに

本稿では、近年注目が集まるアクセシブルなデジタル楽器（ADMI: Accessible Digital Musical Instruments、以降 ADMI と記述する）のデザインについて述べる。20 世紀後半ごろより、MIDI（Musical Instrument Digital Interface、以降 MIDI と記述する）¹やマイクロコントローラ²の技術向上により、様々なデジタル技術を用いた楽器が開発されてきた。このような新しい楽器群の目的は多様であり、分類は非常に難しい。しかしここでは大きく 2 種類の方向性があると捉えることにする。

まず、①これまで音楽演奏に用いられてこなかった身体動作や新たな表現手法を開拓する楽器、そして②障害の有無に関わらず、多様な人々が音楽や演奏にアクセスすることができる楽器である。①については CCRMA（CCRMA 2024）、IRCAM（IRCAM 2024）、STEIM（STEIM 2024）などの音楽音響、音楽インタフェースに関する研究機関やスタジオにおいて、20 世紀後半頃より研究者、アーティスト、音響技術者らにより開発が行われてきており、現在も NIME（NIME 2024）など国内外の会議で継続的に議論が行われている。一方、②については近年のインクルーシブ・デザイン³の発展と連動し、「アクセシブルなデジタル楽器（ADMI）」として重要な研究領域の一つとなっている。

本稿では、主に②の ADMI 楽器群に焦点をあて、様々な先行事例、筆者らによる事例を紹介し、現状把握および課題の指摘を行い、今後考えられる楽器デザインの展開について述べる。

¹ 電子楽器やコンピュータ等のメーカーや機種に関わらず音楽の演奏情報を効率良く伝達するための統一規格（一般社団法人音楽電子事業協会 2024）。

² コンピュータを制御するために必要な多くの機能（CPU やメモリ等）を搭載した集積回路。

³ 『これまで除外されてきたユーザを包含し、かつビジネスとして成り立つデザインを目指す考え方』である。（平井 2014: 40）

1. 音楽及び楽器に関するアクセシビリティ

1-1. ADMI の成り立ち

ADMI の成立時期は具体的ではなく、20 世紀初頭～後半にわたる電気楽器・電子楽器の成立以降、テクノロジーで音楽へのアクセスを改善するための音楽技術の利用は頻繁に行われてきた。例えば、第二次大戦中、病院のベッドトレイで患者が使用するために設計されたハロルド・ローズ・エレクトリック・ピアノの開発など、多くの楽器が開発されてきた (Frid 2019: 1)。

こうした楽器に関するアクセシビリティを改善する試みは 1980 年頃まではアコースティック楽器や電気・電子楽器の改良によって行われることが一般的だったが、以降は MIDI、マイクロコンピュータ等の進歩に伴い、デジタル楽器 (DMI: Digital Musical Instruments、以下 DMI と記述する) の開発が本格化し、2000 年以降の DMI 研究の発展とともに ADMI の実践が活発化することとなる。

DMI の分野では、「Input (Sensing) > Mapping > Output (Sound Synthesis) = Musical Expression」 (Franinović 2013: 41) というデザイン手法により、音楽表現を構築している。つまり、①Input: 演奏操作を入力するインタフェース (センシング)、②Mapping: 演奏操作を音源に関連付けるマッピング、③Output: 音源と音源の出力を行うアウトプットの 3 つを構成要素とし、これらの組み合わせの結果により音楽表現を創り出す。DMI では、これらをどのように巧みに関連付けるかが楽器デザイナーの関心事の一つとなるが、従来音響的な構造の制約があったアコースティック楽器に対し、比較的自由にデザイン可能な特徴を持つため、2000 年以降既存の楽器像や形状にとらわれない自由な発想から楽器が創り出され、これらの知見・技術が ADMI の開発を支えることとなった。

DMI に関する研究者であるエマ・フリッド (Emma Frid) の研究によれば、ADMI に焦点を当てた論文等は 113 件出版されており、83 の楽器が発表されていると述べられている (Frid 2019: 1)。

1-2. 音楽に関するアクセシビリティの考え方の変化

このような障害の有無に関わらず、多様な人々に音楽や演奏へのアクセスを改善することを目的とした活動は ADMI の開発にとどまらない。インクルーシブ・デザインの発展とともに、音楽に関わる様々な分野で施策が行われ始めている。

例えば、コンサートホール等で、聴覚に障害のある方のために、音を振動で感じること

ができるシステムを導入する「身体で聞こう音楽会」(パイオニア 1992)、「SOUND HUG」(博報堂 2018)などの事例や、東京パラリンピックのオープニングセレモニーにて、障害の有無に関わらず演奏できる楽器が導入され、多様な身体的特性をもつ人々がともに演奏する場面が観られるなど(神戸芸術工科大学 2021)、音楽をより多様な視点から捉えようとする取り組みが行われるようになった。

フリッドは「誰もが、そうしたいと思えば、音楽を通じて自己表現する権利を持つべきだということだ。にもかかわらず、『音楽をつくること』はまだ誰にとっても簡単にアクセスできるものではない。」(Frid 2019: 1)と述べている。こうした指摘が行われる背景として、「障害」を捉えるためのモデルが近年変化していることが要因として挙げられる。

1-3. 障害の個人モデルと社会モデル

近年の障害を捉えるためのモデルについては、「個人モデル(または医療モデル、医学モデル)」から「社会モデル」への転換について言及されることが多い。

「個人モデル」では、「障害に伴う問題の原因を『個人の障害(impairment)』に求め、障害のある人が社会に適応するためには、この個人の障害を治療したり、改善したり、目立たなくすることが必要だと考える」(杉野 2014: 4)。それに対し、「障害の原因は社会にあるという見方が『社会モデル』と呼ばれる」(杉野 2014: 2)。例えば、足に何らかの不自由があり移動が困難という状況がある場合、移動が困難な要因を「個人の身体的機能の問題」ととらえ、個人の治療を考えるのが従来の「個人モデル」、それに対し移動の困難を「社会の不備の結果」ととらえ、社会環境の改善を図るのが近年の「社会モデル」である。我々は例外なく誰もが老いていくため、誰でも移動に困難が生じる可能性がある。社会モデルの視点にたてば、障害は誰もが考えるべき問題になる。

このような「社会モデル」の視点に立脚して音楽を捉えた場合、「音楽はまだ誰にとっても簡単にアクセスできるものではない」のであれば、その原因は社会側の不備にあり、多様な人々が(そうしたいと思えば)音楽にアクセスできる楽器を開発することは当然のことと捉えられる。もちろん音楽の学習や鍛錬等の結果として高度な表現が作り上げられるという価値観や捉え方を否定するものではない。しかし、誰もが固有の特徴を持っており、多様な価値観を持っているにも関わらず、ある範囲の人々を対象としてデザインされた「楽器」でしか音楽に参加できない現状があるのであれば、より多様な人々が音楽に参加できる「楽器」の必要性は疑いようもない。このような社会モデルの視点が、ADMIをデザイ

ンする上で重要となる。

2. 近年の ADMI 開発の動向

次に、ADMI 分野では、具体的にどのような実践や楽器開発が行われているのか、近年の国内外の動向を参照することで現状を把握していきたい。本稿では①研究領域、②産業および社会活動の領域の2つの視点から参照する。

2-1. 研究領域

前述したように、MIDI 規格やマイクロコンピュータ、またパーソナルコンピュータの普及を背景として、音楽のテクノロジーは 1990 年代から 2000 年以降、民主化・一般化が進められてきた。この中で、こうした音楽テクノロジーを利用した新たな楽器に関する研究が盛んになり、一般に人間とコンピュータの相互作用の分野における国際会議 ACM CHI カンファレンス (SIGCHI 2024) 内のワークショップとして開始した新規楽器に関する国際会議 NIME では、毎年多くの楽器が発表されている。

NIME ではアクセシブルな視点から楽器を開発している事例も多く発表されており、新規楽器に関する研究者であるアンドリュー・マクファーソン (Andrew McPherson) らによるレビューでは 2010 年から 2014 年に発表された NIME 論文の 70 人の執筆者のうち、29 人 (41%) が、自らが発表した楽器について「音楽家を含むより広範な人々のために楽器を開発した」と述べていることを報告している。加えて、2012 年から 2017 年までの NIME 論文において、音楽初心者や (音楽家でない) 一般の対象者が用いることを想定した新しいインタフェースを導入した論文が 31 件報告されている (McPherson 2019: 9)。このように、国際的な研究発表の場では音楽や演奏へのアクセスを改善するインタフェースや ADMI は重要な研究領域となっていることがわかる。

一方、国内においても国際的な動向と大きな相違はなく、ADMI の開発は継続的に行われてきている。例えば、赤澤らのバリアフリー楽器「Cymis」(Akazawa ほか 2017)、音楽インタフェース研究者の金箱が提唱している障害にかかわらずともに楽しむことのできる共遊玩具⁴の楽器への展開である「共遊楽器」(金箱ほか 2014)、畠山らがインクルーシブな開発手法を報告している「MusArm (義手楽器)」(Hatakeyama ほか 2019) などの研究が

⁴「目または耳の不自由な友達とも楽しく遊べる」と認定されたおもちゃで、一般市場向けに作られ販売されているものを共遊玩具という (高橋 2014: 30)。

報告されている。

2-2. 産業および社会活動の領域

楽器産業領域では、「Skoog」(Skoog Music 2024)、「Blocks」(Roli 2024)、「ORBA」(Artiphon 2024)など、幅広い層の人々が音楽に参加できるハードウェアの販売を行っている。また、身の回りの様々なものを楽器に変化させることが可能なスマートフォンアプリとハードウェアを開発した「Mogees」(Zamborlin 2015)など、研究領域で培われた知見がクラウドファンディングなどで製品化される事例も見られる。加えて、YAMAHA等の楽器製造会社でも、「Venova」(YAMAHA 2017)など、「誰でも気軽に始められる」ことをコンセプトにした楽器が販売され、一般の企業でもより多くの人々が音楽に参加できる初学者向けの楽器への意識が高まっていると考えられる。

一方、社会活動領域において、英国のアート団体であるDrake Musicは、前述した社会モデルに立脚し、音楽へのアクセスを拓くための楽器開発、教育プログラムの策定など、多岐にわたる活動を20年以上に渡って行っている。例えば、障害のあるミュージシャン、John Kelly氏と共同で開発した「The KellyCaster」など、多くの成果を挙げている(Drake Music 2016)。また、音楽を通じたイノベーションを奨励するラボ、フェスティバル等のイベントを開催しているMTFLabsなどでも、音楽のアクセスに関するワークショップやハッカソンなど、イベントの実施など多くの実践が見られる(MTFLabs 2024)。

国内においては、一般社団法人世界ゆるスポーツ協会が運営する「世界ゆるミュージック協会」が「人が楽器をやらない理由をなくす新しい楽器」として「ゆる楽器」を提唱し、ADMIの開発やハッカソン等のイベント開催など広く活動を行っている(世界ゆるミュージック協会 2019)。

近年は地方自治体もこのような分野の活動をサポートしており、2017年以降、川崎市およびブリティッシュ・カウンシルが「かわさき♪ドレイク・ミュージックプロジェクト」を開催し、前述したDrake Musicを招聘して各種ワークショップを実施している(ブリティッシュ・カウンシル 2017)。東京都および東京都歴史文化財団も、2022年に「だれもが文化でつながる国際会議」を実施し、筆者が共同プログラムディレクターとして参加した短期集中キャンプ「共鳴する身体」では、障害の有無に関わらず集まった参加者が5日間のうちに楽器開発ワークショップを行うなど、注目が集まっている(公益財団法人東京都歴史文化財団 2023)。

3. 筆者らによる実践

一方、筆者らも 2014 年頃より音楽のアクセシビリティに焦点を当てた楽器開発を行ってきた。本稿では特別支援学校教員との協働により開発した「Open Mesh Pad」および、自閉スペクトラム症児童を対象として開発した「電車ベース」について紹介し、ADMI 開発の実際について述べる。

3-1. 「Open Mesh Pad」

本プロジェクトは、特別支援学校での音楽科教員による授業をサポートすることを目的としたデジタル楽器「Open Mesh Pad」の開発と授業実践である。本実践では、筆者だけでなく2名の教員もデザイン、開発に参加することにより、授業に寄り添った楽器の開発を目指した（中西 2014）。

図1： Open Mesh Pad 実践の様子



3-1-1. 実践の背景

特別支援学校には、同じ学級内でも障害の状況が異なる児童・生徒がおり、各々の教育目標を達成するためのプロセスも異なる。個々の児童・生徒に対応するためには、一般の音楽教育で用いられる教材・教具だけでは対応が難しい場合もある。例えば、打楽器などのアコースティック楽器を音楽の授業で用いる場合、楽器に興味を示さず、活動を進めることができない生徒には、まずは楽器に対して興味・関心をもつことができるように教具

の開発を行う。また、リズムと関係なく、延々と打楽器を叩き続けてしまう生徒には、叩いてもいい状態/叩いてはいけない状態を認識させ、その上でリズムへの理解を育む指導法を考案するなど、個別の場面への対応法を独自に考える必要がある。

大学などの研究機関でも、電子技術を用いた教具・楽器を用いて障害がある児童・生徒の授業や指導をサポートする研究が行われている。前述したように、デジタル楽器は音を出す音源の部分と、入力の操作をするインタフェースの部分を自由にデザインできるため、児童・生徒の障害に応じ、入力方法を「叩く」、「押す」など様々に変えて、障害がある生徒にとって扱いやすい教具・楽器を開発することができる。

しかし、①現場教員だけで運用が可能なシステムは少ないことや、②教員のニーズに合わせて作られているものがすくないため、実践当初は特別支援学校では、研究機関などで開発されたシステムや、市販の電子楽器の利用実践はこれまで少なかった。このことから本実践では、開発者が一方的に楽器をデザインし、提供するのではなく、現場教員と開発者の両者が電子楽器のデザイン、開発、実践に関わる点を重視し、実践を行うことにした。

3-1-2. 実践の詳細

本実践は、神奈川県立相模原中央支援学校において、同校教員と、開発者の筆者が協働で進める実践であり、2014年4月から7月にかけて行われた。本実践では中学部知的障害教育部門3年生、全15名の生徒に向けた音楽科の授業を対象としている。また、「打楽器を用いた複数人でのアンサンブルを行う」という授業目標をサポートできるデジタル楽器を開発することに加え、開発したデジタル楽器を用いてリズムに関する指導を行い、提示される音楽に合わせて演奏できるようにすることが本実践の最終目標である。

本実践は下記の段階を経て行われた。

- ・ 第一段階: 授業における問題点の抽出とデザインの決定 (4月～5月)
- ・ 第二段階: プロトタイプング (6月)
- ・ 第三段階: 授業/授業外実践 (6月～7月)

教員は楽器のデザインについて開発者と議論し、開発者は授業の問題点を解決するためのアプローチについて教員と議論を進めることで、双方が互いの分野へ参加するプロセスをとった。

図 2 : デザインチーム編成 (Open Mesh Pad)

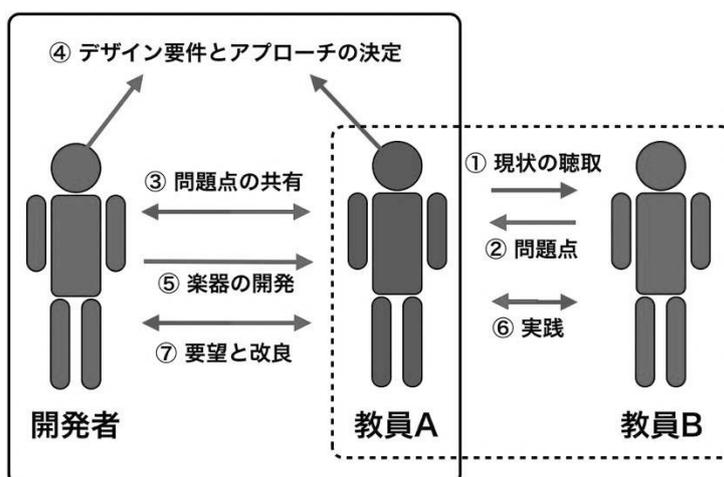


図 2 のとおり、まず教員 A および B が現状や問題点の議論を行う。次段階では教員 A と開発者が現状の問題点をもとに、デザイン要件とアプローチを決定し、楽器を開発する。さらに教員 AB が実践を行って改善点等の要望をまとめ、改良を教員 A と開発者が改良を行う流れである。

3-1-3. 開発された ADMI

(1) 外装のデザイン

形状はスネアドラム型を採用した。これまでの授業では、スネアドラムなどのアコースティック打楽器を多用し、アンサンブル教育を進めてきた。生徒が普段触れ合っている楽器と同じ形状にすることによって、生徒にとっては楽器として親しみやすいと考えた。

外装には打楽器練習用メッシュパッドを採用している。現場では、楽器を転倒させたり、生徒が必要以上の力で叩いたりしても簡単には壊れないという点が重要である。メッシュパッドは市販品であるため、高い水準で耐久性、安全性も担保されており、さらに筐体は隙間が多くデバイスの装着もし易い構造となっていたため今回の実践に最適であった。

図 3 : Open Mesh Pad



(2) 基本機能

本楽器では、打楽器の「鳴る」「鳴らない」状態を、教員が制御できる機能を実装した。メッシュパッドは叩いた時の感触が打楽器に近いが、出る音は非常に小さい。このメッシュパッド内部に電子回路を内蔵し、打面を叩くと内蔵されたスピーカから、あらかじめ記録されているサンプル音源が再生されるようにした。さらに、この状態を教員がリモコンで制御できるようにし、演奏可/不可の情報を打面から LED の光で生徒に呈示するシステムを構築した。

楽器から出る光を通して叩くタイミングを教示することにより、生徒は楽器のみに集中することができるようになると思った。また、リモコンにより音が「鳴る」「鳴らない」状態を作ること、楽器を叩き続けてしまう生徒にも、音が鳴らない状態を体験させ、叩くべきタイミングを認識させることができる。

加えて本楽器は、スタンドアロン型（電池駆動で PC 等の外部機器を必要としない）システムとなっており、授業の直前は準備のための時間が少ないため、他の機器への接続や、特別な設定、操作がなく、電源を入れるだけですぐに動作するように設計することとした。このことにより、これまで電子楽器を使ったことがない教員も無理なく授業に導入できるようになっている。

本実践では、手軽にハードウェアの試作、プログラミングができる「Arduino」(Arduino Foundation 2024) を利用した。今回は、打面に搭載された圧電センサから演奏者の叩く行為を検出し、音に変える処理が必要であり、この処理に Arduino を用いている Arduino は約 1,000 円程度で販売されており、今回の開発にかかった経費は数千円程度である。

3-1-4. 実践の結果

本実践を通し、従来の授業に対し、音楽のリズム（拍）に合わせて叩ける生徒が7名増加した。また、1名の生徒が2台の電子打楽器を使った際には、光っている方の電子打楽器を追って叩く状況が観察された。今回開発した電子打楽器を用いることで、①生徒が光と音の関係を理解していること、②肩を叩くなどの補助的な呈示を行わなくとも、光によって生徒に演奏のタイミングを教示できることが確認でき、目標達成に向けた足がかりを作ることができた。実施後のインタビューから、開発された電子打楽器には現場教員の要望を概ね反映できていること、従来行われてきた指導に沿った形で、電子楽器が授業をサポートできていることが確認された。

本実践では、特別支援学校の授業における問題点の聴取や楽器デザインの決定など、プロジェクトの初期段階から現場教員、開発者のアイデアを融合させ、問題点の解決に向けて作業を進めた。開発の段階に入り、改良と実践を複数回行い、そのサイクルを早めることによって、通常、特別支援学校の教員だけで新たに教材を作成・改善するのと同程度の期間（約2週間程度）で、授業の進行をサポートできる電子楽器を開発することができた。

3-2. 「電車ベース」

「電車ベース」プロジェクトは、自閉スペクトラム症とADHD（注意欠如・多動症）の傾向がある特定の小学生男児（以下、Aと記述する）を対象とした、本児の音楽演奏への取り組み意欲を引き出し、玩具を用いた遊びから演奏へと促すことを目的とした電子楽器の開発と、それを用いた音楽レッスンの実践である（中西他 2023）。

3-2-1. 実践の背景

本児Aは、見通しがもちづらい初めての活動や、失敗することへの不安を感じやすく、音楽レッスンにおいても離席が増える傾向があった。このような状況に対し本プロジェクトでは、人への関心が薄くなる傾向が見られる本児が「楽器演奏を楽しみ、他者を意識し、人と一緒に演奏することの楽しさを感じられること」を目的とし、この目的を達成するためのデジタル楽器「電車ベース」を開発した。

「電車ベース」プロジェクトは前述した世界ゆるミュージック協会が提唱する「ゆる楽器」の1プロジェクトとして実施され、プロジェクトを統括する株式会社ソニー・ミュー

ジックエンタテインメント（以降 SME と記述する）、楽器の企画及びレッスン実践を担当する株式会社人と音色、楽器開発を担当する筆者が共同で行っている。

図 4： 電車ベース



3-2-2. 実践の詳細

フリッドは、ADMI のデザインにおいて重要な要素は「機器の適応性とカスタマイズ性、ユーザの参加、反復的なプロトタイピング、学際的な開発チーム」であるとしている。

本指摘を参考に、本プロジェクトでは、図 6 のように企画制作者、教育実践者、楽器開発者の三分野による学際的なチームで共同開発を行い、①参与観察、②プロトタイピング、③実践と改善という三段階を経て、上記の各要素を網羅できるよう実践を行った。

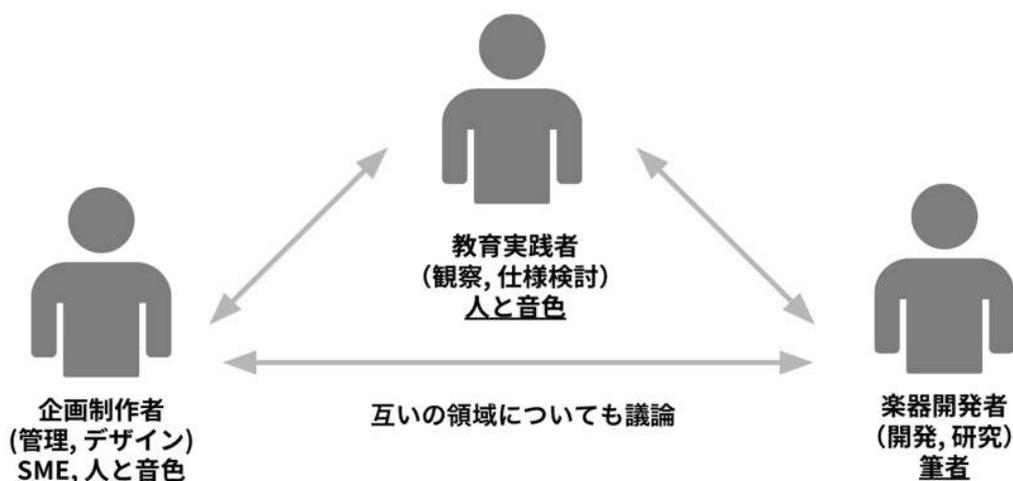
本実践は下記の段階を経て現在も実施中である。

- ・ 第一段階: 参与観察 (2022 年～10 月)
- ・ 第二段階: プロトタイピング (11 月～2023 年 3 月)
- ・ 第三段階: 実践と改善 (4 月～現在進行中)

図 5： 参与観察の様子



図6：デザインチーム編成（電車ベース）



加えて、本プロジェクトでは教育実践者が専門とする特別支援教育および応用行動分析（Applied Behavior Analysis、以下 ABA）に着目した観察や、レッスン指導の仕組みを組み込んでいる。ABA は行動変容法（behavior modification）とも呼ばれ、その人の行動の理由を理解するため、その行動と環境との機能的関係を分析し、行動に影響を及ぼしている環境事象を変えることで、その人の生活に何らかの改善をもたらすことを目的としている（ミルテンバーガー 2006: 4）。

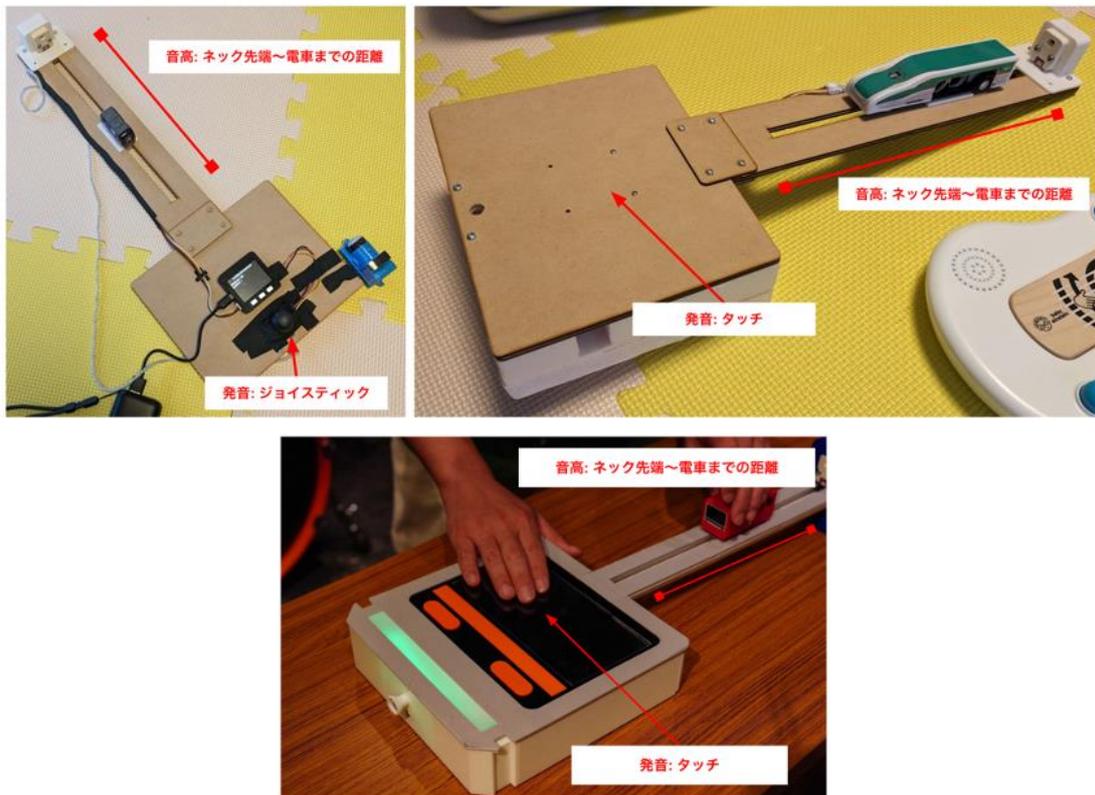
本プロジェクトでは、リズム演奏、メロディ演奏におけるスキル、講師の指示を聞くといった社会性やコミュニケーションスキルなどにおいて、ABA の視点から本人が今できることや課題を踏まえた上で活動を組み立てていくことで、無理なく、楽器演奏に自信をもって取り組めるようにサポートを行うことを重視して実践を行った。

3-2-3. 開発された ADMI

参与観察の段階で、A がベースのネック部にて電車の玩具を滑らせる遊びを行っていた。本実践ではこの行為に着目し、電車遊びから音楽の演奏へ円滑に移行できる楽器デザインを行うことにした。ABA の観察では、その行為が好ましいか否かを扱わず、本人がなぜその行為を行うのかを分析する。このため、この行為を遊びから楽器演奏へと移行させる起点とすることができるのではないかと検討し、楽器のデザインに展開させた。

初期および修正プロトタイプ開発の際は、実際に A にシステムを使ってもらいながら課題を明らかにしていき、最終的に①ネック部の電車玩具をスライドさせることで音高を操作すること、②本体をタッチすることで発音するシステムを構築することにした。

図7： 初期プロトタイプ（左） 修正プロトタイプ（右） 実践用プロトタイプ（下）



(1) 外装のデザイン

本体はアクリルによるケースおよび 3D プリント素材で構成されている。A にとって馴染みのある電車のフロント面をモチーフにして構成している。また、スライド部分には小型の電車玩具を設置し、この電車玩具をスライドさせることで音の高さをコントロールする。

(2) 基本機能（2つの演奏モード）

実践プロトタイプでは、ステップアップでレッスンを進めることができるよう、下記の2つの演奏モードを用意しており、本体側面の操作パネルで変更することが可能である。

ノーマルモード: 本モードでは、楽器ネック部に設置してある電車を片手でスライドさせて音程をコントロールし、もう一方の手で本体中央のフロントガラス部をタッチしたり、ホールドしたりすることでリズムをコントロールすることができる。

イージーモード: 本モードでは、電車部を動かさなくても、フロントガラス部をタッチすることで内蔵している楽曲を演奏できる。本モードでは、両手での演奏が難しい場合

に、片方の行為に集中できる楽器システムを目指した。

これらの操作を検出するセンサはプロトタイプ時に一定の効果が確認できているレーザー式 ToF (Time of Flight) 測距センサおよび静電容量式タッチセンサを利用している。

図 8 : 本体側面の操作パネル



(3) その他の機能

本体下部には LED 照明 (インジケータ) を設置しており、前述下通り A がこれまでのレッスンで用いてきたデスクベル⁵と社会モデルにたてば同様の配色パターン (音高に合わせた色設定) で光るよう設定されている。

また、パネルのボタン等にはロック機能を実装し、不用意にモードや設定が切り替わらないよう配慮した。

3-2-4. 実践の結果

本プロジェクトでは A にとって他の楽器等よりも強い注目を得られ、遊びから演奏へと促す楽器「電車ベース」を開発することができた。レッスン実践では、A は「電車ベース」を用いることで、比較的集中してレッスンに取り組むことができることが明らかになった。また、一つ一つの音楽的課題にあわせて、システムの設計をステップアップで追加することにより、A は複数回のレッスンで音楽のリズムに合わせて電車を動かせるようになった。

これらの段階を経て、本楽器のデザインプロセスや、楽器の一定の有効性が示唆された。本プロジェクトは現在も進行中であるため、今後もレッスンと楽器アップデートを反復させ、最終的な目標である A による他者との共同演奏を目指して実践を継続する予定である。

⁵ 鈴木楽器販売の製品「ベルハーモニー」(鈴木楽器販売 2024) などの教育用楽器。

4. ADMI のデザインに向けて

前述したフリッドによる ADMI のデザインの重要点の指摘に着目し、それぞれの要素について、筆者の視点から知見を以下にまとめる。

(1) 機器の適応性とカスタマイズ性

機器の適応性やカスタマイズ性は、現場での状況を想定し、柔軟な仕様変更が可能となるようシステムや構造を構築できれば満たすことが可能である。具体的には、現場ですぐにプログラムを変更できる仕様を採用することや、センサ等の付け替えなどが挙げられる。また、現場や対象ユーザを想定し、あらかじめ可能な限り必要となる部品やプログラムを検討しておくことも重要である。

「Open Mesh Pad」の実践では、現場でのテストの際にすぐにプログラムを書き換えて仕様変更ができるよう実践を行った。また、「電車ベース」の際は、プログラムの現場での変更に加え、初期および修正プロトタイプの際はスタイロフォーム等で形状を現場で切断して対応し、センサを複数用意して対応した。レッスン時に電車部分を取り外しする、演奏モードを複数用意するなど、状況に合わせてカスタマイズ仕組みをあらかじめ用意した。

(2) ユーザの参加

ユーザの参加を検討する前に、まず「ユーザ」は誰なのかを明確化する。ADMI の場合インクルーシブ・デザインの手法に近く、対象となるユーザにもデザイン活動に参加してもらうことが特に重要である。注意点としては、多くのプロジェクトの場合、ユーザは教員あるいはレッスン実施者と、対象の児童生徒などのように 2 層存在することが多く、それぞれの段階でユーザをデザインに参加してもらう手法を検討する必要がある。

「Open Mesh Pad」では教員にデザインや開発に参加してもらい、生徒には授業内でのテスト実施を繰り返して反応を観察し、デザインの変更に反映させた。「電車ベース」の際は、レッスン実施者は楽器のデザインに初期から参加し、対象児童 A の遊ぶ行為をそのまま楽器デザインに展開させることでユーザの参加を満たせるよう実践を進めた。

(3) 反復的なプロトタイピング

ADMIに限らず、開発やデザイン、実践には失敗がつきものであり、プロジェクトの早い段階でテストを繰り返し、改善を進めることが重要である。このため、テストと改善を繰り返す反復的なプロトタイピングは ADM I のプロジェクトに適している。

「Open Mesh Pad」「電車ベース」では、実践を目的別にフェーズに分け、それぞれの実践の終了時に、チーム内でのレビューを設けることで、それぞれが考える成功点、失敗点を共有し、プロセスの改善を繰り返していくことで、反復的なプロトタイピングが行われやすいよう配慮した。

(4) 学際的な開発チーム

学際的なチーム編成により、多角的な視点から議論を進め、単独の専門では解決できない課題を解決することができる点は明らかな利点である。また、互いの領域を尊重し、横断できるような専門性の余白（いわば T 型の知識）をプロジェクト進行にともなって各々が知識つけていく（学んでいく）と議論や改善が進みやすい。また、業務用グループウェアや SNS 等（Slack や LINE 等）のコミュニケーションツールを適切に利用し、互いに気軽に相談できるような体制を構築することも重要である。

フリッドの指摘は ADM I デザインの重要点を適切にピックアップしている。ADM I の開発は「楽器を用いるユーザにとっての課題の発見」が重要であり、開発者やデザイナーからの一方的な課題解決は推奨されない。異なる専門を持つチームが、対象に寄り添い、共感し、ユーザとともに開発やデザインをすすめる、テストと改善を繰り返すことで、初めて一定の成果を上げることが可能となる。

5. ADM I に関する現状の課題

一方、このような ADM I 開発については未だ課題も多い。①一点ものからの脱却、②開発資金面の問題、③事例共有や情報交換という視点から、現状の課題を記述する。

5-1. 一点ものからの脱却

多くの ADM I は製品化されておらず、市販されることは非常に少ない。このため資金面での問題が起こりやすく、多くの楽器開発が研究やワークショップといった単発あるいは

比較的短期間での実践で終了してしまう。また、本分野では個別の状況や対象者に視点を絞った解決策を検討することが一般的であり、量産化や製造といった視点が入りにくいことも原因となるだろう。

しかし、本来インクルーシブ・デザインが最終的に目的とするところは、「これまでデザインから排除されてきた人々を包摂し、デザインの改善につなげる」ことではないだろうか。この視点に基づけば、インクルーシブな視点から作られた楽器が、「多くの人々にとって使いやすい楽器」となるなど、プロジェクトがある程度進んだ段階で一般社会に効果をもたらす視点も加えていくべきである。また、ADMIの量産化や製造も加味した仕組みづくりを検討していく必要もあるだろう。そのためには、次節で述べる資金面での問題を改善する必要がある。

5-2. 開発資金面の問題

楽器開発には当然のことながら材料費等の調達が不可欠となる。近年プロトタイプ向けのマイコンボード等、開発に役立つ物品が揃ってきているものの、それらを調達する予算がなければ当然実践は行うことができない。

国際的には多くの団体が助成金を受けて活動を行っているのに対し、国内は大学における個人研究費や科学研究費、また企業のプロモーション活動などの一環で実施されるプロジェクトとして開発する例が多い。こうした状況では当然のことながら、研究費や資金を持つ大学、企業や法人といった比較的大きな組織の活動のみが実施され、ボトムアップな活動が浮き彫りになりにくく、多様な価値観が反映されにくい問題もあるだろう。

近年、前述した川崎市や東京都のようにこのような活動やワークショップを支援する事例が増えていることは良い兆候である。また、東京都と東京都歴史文化財団は、アートとデジタルテクノロジーを通じて、人々の創造性を社会に発揮する（シビック・クリエイティブ）ための活動拠点「シビック・クリエイティブ・ベース東京 [CCBT]」（公益財団法人東京都歴史文化財団 2022）を 2022 年に渋谷区に設立している。CCBT では展示会や公募形式でのアート・インキュベーション、ワークショップ（キャンプ）などを行っており、このような拠点によって継続的な支援体制の構築を進めていく必要がある。

5-3. 事例共有や情報交換

国際的には前述した NIME 等の国際会議、MTFLabs 等が開催されるイベントにてやり取

りが行われるものの、特に国内では様々な研究や活動が別個かつ散逸的に行われているのが現状であり、研究領域や産業および社会活動の領域を横断した事例の共有や情報交換が難しい状況にある。

また、このような分野は工学や情報系などのテクノロジーに関する知見だけでなく、音楽療法や音楽心理学、音響心理学、音楽教育、発達心理学などの知見も重要となってくる。フリッドが述べるように、学際的なチームの構築は必要不可欠であり、本分野は音楽の中でも学際的な研究領域であるはずだが、こうした分野横断型の学会や研究発表の場、イベント等が国内では限られている。今後は上記のような研究、産業、社会活動を横断した学際的な議論の場が構築されるよう検討を進める必要がある。

まとめ

本稿では近年注目が集まる ADMI に関して、国内外の動向を参照しつつ、現状把握を行った。また、この中で筆者らが行ってきた活動を紹介し、楽器開発の実際を記述した。さらに、現状の課題を整理し、①一点ものからの脱却、②開発資金面の問題、③事例共有や情報交換、に関する議論や検討の必要性を指摘した。

本稿は現状を網羅したものではなく、あくまで筆者の調査可能な範囲での事例を紹介するにとどまっており、今後より大規模な調査や視点の追加が必要となる。また、国内ではこのような分野の研究は実践例が依然として少なく、研究者も限られている。今後、国内での研究をより活性化することを目指し、筆者も研究・開発活動を継続して行っていきたい。

これまで音楽は「聴ける」人「弾ける」人が基準になってきた。しかし、今後は音楽を「聴く」こと「弾く」ことに関する社会的バリアをなくし、音楽について考える人を増やすことも、音楽家にとって大切な仕事になるのではないだろうか。前述した事例のように多様な視点から音楽を見つめることで、多くの人々が音楽に参加できるだけでなく、新たな音楽の道を切り拓くことができるのではないだろうか。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP22K18142 の助成を受けたものです。

参照文献

- 一般社団法人音楽電子事業協会 2024 「MIDI とは」 2024 年 1 月 5 日閲覧。 <https://www.amei.or.jp/midi2020.html>
- 小川喜道, 杉野昭博 2014 『よく分かる障害学』 ミネルヴァ書房 2, 4。
- カセムジュリア 他 2014 『インクルーシブデザイン 社会の課題を解決する参加型デザイン』 学芸出版社 40。
- 金箱淳一 他 2016 「KIKIVIBE (キキビブ) : 音を振動で感じる共遊楽器」 『デザイン学研究作品集 21 巻 1 号』 1_14-1_17。
- 公益財団法人東京都歴史文化財団 2023 「芸術文化による共生社会の実現を目指す 「だれもが文化でつながる国際会議」 をレポート 【②ショーケース他 編】」 2024 年 1 月 5 日閲覧。 <https://www.rekibun.or.jp/art/reports/20230306-40569/>
- 公益財団法人東京都歴史文化財団 2022 「東京都初の試みとなるデジタルクリエイティブの新たな創造拠点シビック・クリエイティブ・ベース東京 [CCBT] 渋谷にオープン」 2024 年 1 月 5 日閲覧。 <https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000407.000038211.html>
- 神戸芸術工科大学 2021 「東京 2020 パラリンピック閉会式の演出協力」 2024 年 1 月 5 日閲覧。 <https://www.kobe-du.ac.jp/2021/09/75429/>
- 鈴木楽器販売 2024 「ベルハーモニー」 2024 年 1 月 5 日閲覧。 <https://www.suzuki-music.co.jp/products/36392/>
- 世界ゆるミュージック協会 2019 「世界ゆるミュージック協会」 2024 年 1 月 5 日閲覧。 <https://yurumusic.com/about/>
- 中西宣人, 田代遊太, 菅井陽子 2015 「特別支援学校教員と楽器開発者の協働によるアンサンブル指導改善の試み—電子打楽器の協働開発と授業実践の報告」 『日本音楽教育学会音楽教育実践ジャーナル vol. 12 no. 2』 100-107。
- 中西宣人 他 2023 「自閉スペクトラム症児童を対象とした遊びから演奏へと促す楽器デザイン」 『Design シンポジウム 2023 講演論文集』 299-303。
- 中西宣人 2014 「Open Mesh Pad」 2024 年 1 月 5 日閲覧。 <https://yoshihito-nakanishi.com>

/projects/openmeshpad/

パイオニア 1992 「身体で聴こう音楽会」 2024 年 1 月 5 日閲覧。 <https://jpn.pioneer/ja/corp/sustainability/karadadekikou/about/>

博報堂 2018 「テクノロジーで挑む “音楽のバリアフリー” 音を振動に変えて身体で楽しむ「耳で聴かない音楽会」」 2024 年 1 月 5 日閲覧。 <https://www.hakuhodo.co.jp/magazine/46211/>

人と音色 2023 「電車ベースプロジェクト」 2024 年 1 月 5 日閲覧。 <https://hitoto-neiro.jp/services/train-bass/>

ブリティッシュ・カウンシル 2017 「障害のある人の音楽アクセス向上—『かわさき♪ドレイク・ミュージック プロジェクト』」 2024 年 1 月 5 日閲覧。 <https://www.britishcouncil.jp/programmes/arts/drake-music>

ミルテンバーガー、レイモンド・G 2006 『行動変容法入門』 二瓶社 4。

ヤマハ 2017 「Venova」 2024 年 1 月 5 日閲覧。 https://jp.yamaha.com/products/musical_instruments/winds/casual_wind_instruments/venova/index.html

Akazawa, Kenzo et al. 2017. “Novel Electronic Musical Instrument with Pre-Programmed Score for the Disabled.” *Advanced Biomedical Engineering* 6: 1-7.

Arduino Foundation. 2024. “Arduino.” Accessed January 5, 2024. <https://www.arduino.cc/>

Artiphon. 2024. “ORBA.” Accessed January 5, 2024. <https://artiphon.com/pages/orba>

CCRMA. 2024. “Stanford University Center for Computer Research in Music and Acoustics.” Accessed January 5, 2024. <https://ccrma.stanford.edu/>

Drake Music. 2016. “The KellyCaster.” Accessed January 5, 2024. <https://www.drakemusic.org/blog/becky-morris-knight/the-kellycaster-accessible-guitar/>

Franinović, Karmen, and Stefania Serafin. 2013. “2: The Experience of Sonic Interaction.” In *Sonic Interaction Design*, 41. Cambridge: The MIT Press.

Frid, Emma. 2019. “Accessible Digital Musical Instruments—A Review of Musical Interfaces in Inclusive Music Practice.” *Multimodal Technologies and Interaction* 3 (3): 57.

- Hatakeyama, Kaito, Yamen MHD Saraiji, and Kouta Minamizawa. 2019. "MusiArm: Extending Prosthesis to Musical Expression." In *Proceedings of the 10th Augmented Human International Conference 2019*: 1-8.
- IRCAM. 2024. "Institute for Research and Coordination in Acoustics/Music.," Accessed January 5, 2024. <https://www.ircam.fr/lircam>
- McPherson, Andrew, Fabio Morreale, Jacob Harrison. 2019. "Musical Instruments for Novices: Comparing NIME, HCI and Crowdfunding Approaches." In *New Directions in Music and Human-Computer Interaction*, eds., Simon Holand et al 179-212. Springer.
- MTFLabs. 2024. "MTFLabs." Accessed January 5, 2024. <https://mtflabs.net/>
- NIME. 2024. "New Interfaces for Musical Expression." Accessed January 5, 2024. <https://www.nime.org/>
- Roli. 2024. "Blocks." Accessed January 5, 2024. <https://roli.com/products/blocks/lightpad-block-studio-edition>
- SIGCHI. 2024. "Our Twenty-Six Conferences." Accessed January 5, 2024. <https://sigchi.org/conferences/>
- Skoog Music. 2024. "Skoog." Accessed January 5, 2024. <https://skoogmusic.com/>
- STEIM. 2024. "STudio for Electro Instrumental Music." Accessed January 5, 2024. <https://steim.org/>
- Zamborlin, Bruno. 2015. "Mogees - Play the World." Accessed January 5, 2024. <https://www.kickstarter.com/projects/mogees/mogees-play-the-world>