

令和元年6月10日現在

機関番号：32689

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K12482

研究課題名（和文）共創表現インタフェースによる発達障害者の身体的コミュニケーション支援

研究課題名（英文）Co-creative Expression Interface: Aiming to Support Embodied Communication for Developmentally Disabled person

研究代表者

三輪 敬之（Miwa, Yoshiyuki）

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号：10103615

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,600,000円

研究成果の概要（和文）：手合わせ表現を手がかりとして、接触回避傾向や言語的コミュニケーションの困難さを有する発達障害児・者のコミュニケーション能力を拡げるためのインタフェース技術について研究した。その結果、手のひらで互いに把持しあいながら、表現する身体の力性に影響を与えたり、力性の変化を視覚や聴覚情報として呈示したりできる共創表現インタフェースを複数、開発した。これらは、発達障害児（自閉症）に自発的な気づきを促し、共創表現へと向かわせる可能性がある。なかでも力性を聴覚情報と一義的に対応させない音メディア・インタフェースは今後の発展が期待できる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人と人をつなぐ現行のインタフェース技術は、他者性や異質性を排除した設計がなされている。そのため、多様な人々のコミュニケーション能力（交流可能性）を拡げるには、新しい設計思想や原理について研究する必要となる。それを切り拓くのが共創表現インタフェースである。共創表現インタフェースが特別支援学校や家庭などで活用されることによって、障害児と家族、教師、社会をつなぐコミュニケーション支援の指針が得られ、多様性や異質性を包摂するインクルーシブ社会の実現に向けた貢献が期待できる。

研究成果の概要（英文）： Using hand-contact expressions as a clue, we have researched about interface technology that allows children and people with development disabilities with a tendency to avoid contact and verbal communication to expand their communicability. The multiple co-creative interfaces developed in the course of research is designed to be held in the hands between two persons. The interfaces can affect the force state of the body in expression and present changes in this force state as visual and auditory information. These interfaces may promote awareness in children with autism in a spontaneous manner and may lead them to co-creative expression. With various interfaces development underway, we can expect, above all, further progress of sound media interface that does not allow the state of force to correspond singularly to the presented auditory information.

研究分野：共創学、ヒューマンインタフェース、コミュニケーション支援

キーワード：共創表現 身体表現 手合わせ表現 ヒューマンインタフェース インタラクション 発達障害 自閉症 コミュニカビリティ

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

発達障害児・者のコミュニケーション支援は、彼らの障害特性に焦点をあて、限定的に開発されたものが殆どであり、互いの違いを尊重し、それらを相互に包み込む“共創表現”という視点からの研究はこれまでほとんど見当たらない。自閉症スペクトラムに関する近年の当事者研究は、自閉症の中核症状が他者との関係そのものの問題ではなく、それを成立させる感覚や知覚の過剰性など、認知の仕方の問題があることを明らかにしつつある。認知の異なりを超えて“共創表現”を実現するインタフェースを研究することは、このような問題の解決にも新しい視点を与えることになる。加えて、共創表現インタフェースが特別支援学校や家庭などで活用されることによって、発達障害児・者と家族、教師、社会をつなぐコミュニケーション支援の指針が得られ、インクルーシブ社会の実現に向けた貢献が期待できる。

### 2. 研究の目的

本研究は、申請者が東日本大震災の被災地である東松島市や石巻市において、手合わせ表現を主活動としたワークショップ(WS)を3年間に50回以上継続するなかで、異質な人々の多様性を包摂するためには共創表現が必要となるとの確信を得たことを起点に、その支援に向けた身体的インタフェースの開発を目指すものである。具体的には、WSに参加経験のある、言語的交流が困難な自閉症児らを中心に、彼らの身体から手合わせ表現を引き出し、周りと共に表現を創りあうことによって、関係性を創出していくことが可能な共創表現インタフェースを設計開発する。これは、表現そのものが持つ働きをインタフェースが担うことによって身体的気づきを促し、「表現で出会い、表現でつながる」ことを目指すものであり、新しい原理によるコミュニケーション支援技術創造への挑戦である。

### 3. 研究の方法

手合わせ表現は、“表現で出会い、表現でつながる”ことを目指して、連携研究者の西洋子（東洋英和女学院大学）が長年の身体表現の実践を通して開発した手法であり、互いの手と手を直接触れ合わせながら、身体全体を使って即興的に表現を創りあうことを基本にしている（図1）。その特徴は、年齢や性別、障害の有無を超えて、誰もが自由に表現を創りあう「多様性を包摂するインクルーシブ性」にあり、手合わせ表現を共創表現のミニマムモデルとして位置付けることが可能である<sup>(1)</sup>。しかしながら、身体表現WSで出会った重度の自閉症児らは、手が直接触れあうことを避けるか、手を合わせたとしてもタッチ程度か、反復的な動作に終始するのがほとんどであった。そこで本研究では、他者とのあいだにインタフェース（モノ）を介在させ、間接的に触れあうことによって、感性を触発し、多様な表現を引き出す手法について、以下の手順で研究を進めることにした。



図1 手合わせ表現

- (1) 手合わせ表現インタフェースの構造と機能について技術面と実践面から検討する。
- (2) 自閉症児から多様な表現を引き出す手法として、力性に着目した音メディア・インタフェースを開発する。
- (3) 開発したインタフェースの有用性を評価実験や現場での実践を通じて検討する。

### 4. 研究成果

#### (1) 手合わせ表現インタフェースの構造と機能

子どもが容易に持ち運べる重さであることや、表現者の動作を妨げない機構・形状であること、さらには、力のやり取りや運動に関係するデータを取得できること、などを要件として、プロトタイプとなる円筒形状のインタフェースの開発を行った。

本体は、組み合わせの変更が可能な、アクリル系樹脂製の球体の接触部、関節部、円筒部から構成される。関節部は円筒部をつなぐ

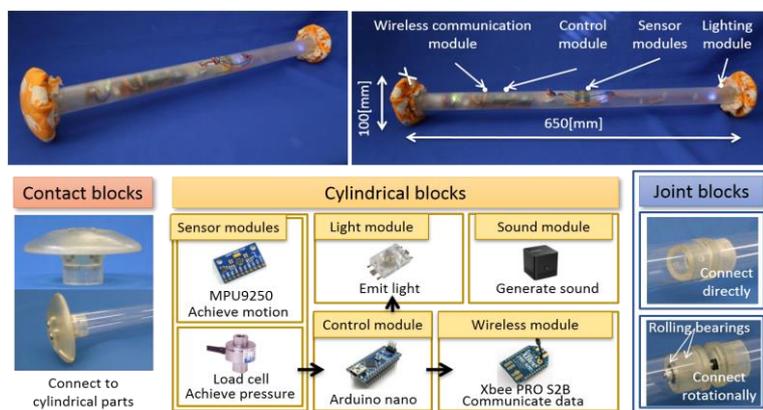


図2 手合わせ表現インタフェースとシステム構成

ものであり、4種類製作した。具体的には、①ツールの内力を計測する圧力センサ（フィルム

センサ)を搭載した関節、②ローリング方向に回転する関節、③バネを搭載した直動関節、④小型スピーカを搭載した関節である。円筒部は内力に応じて光量と色に変化する

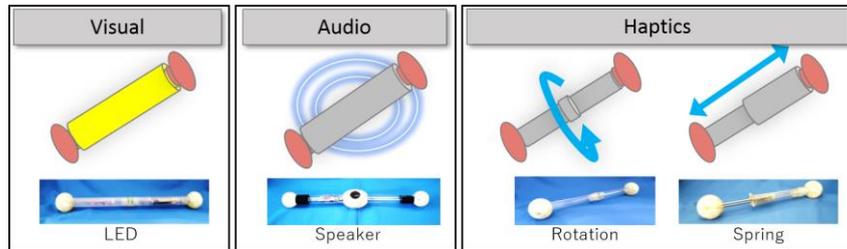


図3 手合わせ表現インタフェースの種類

LEDを搭載した中空アクリルパイプ(φ32[mm]×650[mm])からなる(図2、3)。

障害のない学生ペアが本インタフェースを用いて手合わせ表現を行ったところ、用いない場合に比べ、垂直方向への動きが引き出され、表現空間が広がることを確認した。次に、手合わせ表現WSの現場

(石巻、東松島)で用いたところ、保護者や施設職員からは“普段の手合わせではできない動きが創れた”、“手が直接触れてなくても相手とつながっている感覚がする”、“ツールの動きによって音の聞こえ方が変わって面白い”などのコメントが得られた。表現熟練者



(a) 手合わせ表現ワークショップ(東松島市、石巻市)での様子



(b) ファシリテータと広い範囲で動き続ける自閉症児の様子(音楽あり)

図4 手合わせ表現インタフェースの発達障害児への活用

(ファシリテータ)からは“相手と点や線ではなく、多様な面でつながりあうことができる”とのコメントが得られた。その時の様子を図4(a)に示す。なかでも、音源を内蔵したインタフェースから既存の曲を流すと、普段はタッチ程度しかしない重度の自閉症児が、長い時間においてファシリテータのまわりを広い範囲で楽しそうに動き続ける様子が印象的であった(図4(b))。これは創りあう表現によって、音源位置が互いの間で時々刻々と変化していくことと関係があると考えられる

以上は、本インタフェースが自閉症児から身体の動きを引き出す点において一定の効果があることを示唆するものである。しかしながら、共創表現では、する/されるといった関係ではなく、受けつつ引くといった受動と能動が共立するような関係が互いの間で創られることにその本質がある<sup>(2)</sup>。そこで、この点を考慮して次の開発を行った。

(2) 気づき促す音メディア・インタフェース

申請者らは、“受けつつ引く”といった力性を聴覚情報と関連づけることによって、表現する

身体から無意識のうちに新たな表現が引きだされ、それが契機となって共創表現が促されるのではないかと考えた。そこで、図5に示す音メディア・インタフェースを新たに設計、開発した。センサ部には、骨組部の両端にロードセル(Minebea社、CB17-3K-11)、骨組部の内部中央にロードセル変換器基板(オメガ電子、A-621L)と姿勢計測用のセンサ(Arduino 9軸モーションシールド)を搭載した。また、センサ部で取得した

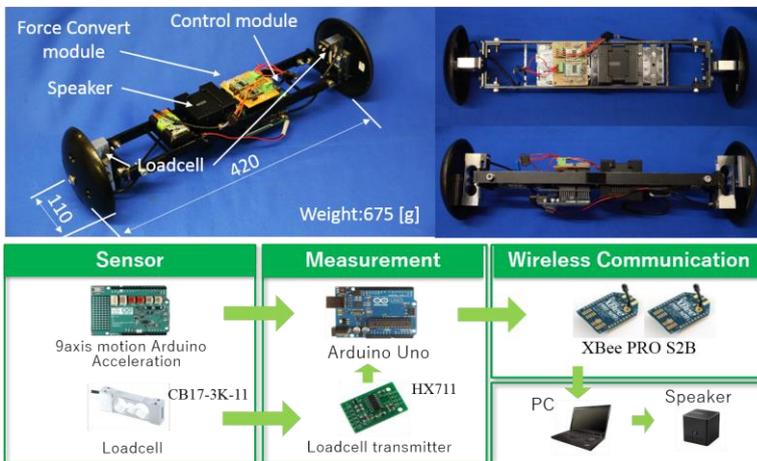


図5 音メディア・インタフェースの外観とシステム構成

情報は、マイコン(Arduino Uno R3)と無線通信モジュールによりPCにシリアル通信され、最大50[Hz]のサンプリング周波数で記録、保存される。また、可能な限りの軽量化を図った。

次に、多様な表現を引き出すために、計測した力学的情報を音生成と一対一に対応させることなく、手合わせ表現における力性（動きと力のやりとり）が音メディアの変化に現れるメディアシステムを考案、開発した。すなわち、ミニマル・ミュージックを参考にして、パターン化された旋律を複数用意し、各旋律の音再生時刻に時間差（位相差）を導入することで、多様な音楽を生成することにした。具体的には、位相差の操作に計測した力の平均値を、音メディアの音量に計測した加速度情報を活用することによって、旋律の設定、位相の操作、音の再生の三つのプロセスから生成されるシステムを開発した。ここで力の平均値を音生成に取り込んでいるのは、インタフェースを介して手と手を触れ合う感覚が意識することなく強められることを期待したからである。

以下に音メディア生成手順の詳細を述べる（図6）。

① 旋律の設定：こ

こでいう旋律は、生成される音の高低と再生タイミングを決定する情報であり、音の再生タイミングは0から $2\pi$ の間の数値の集合で表される。本メディアではシステムの単純化のため、音の高低は一定とし、生成タイミングは $2\pi$ を8

等分した値からランダムに選定した値の集合を用いている。

② 位相の操作：生成される音楽に変化を与えるために、図6に示した蔵本モデル（phase oscillator）を用いた位相操作を行っている。ここでは2つの位相を用いているため、 $N=2$ 、固有振動数 $\omega$ には $\pi$ 付近の値を設定している。また、係数 $K$ をインタフェースにより計測した圧力の平均値で増減させることによって、同期と非同期の二種類の状態の生成を実現している。

③ 音の再生：①で設定した旋律を音として呈示するため、②で操作される位相が、①で設定した音の生成タイミングの各数値を超えた瞬間に、任意の音を再生・呈示している。また、手合わせ表現の動きの影響を音メディアに与えるため、計測した加速度ベクトルの長さを用いて音メディアの音量を変更した。これらにより、手合わせ表現における動きと力のやりとりを音メディアに反映させつつ、それらを一対一に対応させないシステムを実現した。

(3) インタフェースの有用性について

音メディア・インタフェースの有用性を明らかにするため、音を発生させた場合と発生させない場合における手合わせ表現の違いを、学生ペアに対して調べた。結果の一例を図7に示す。その結果、音メディアがあることによって、力のかけ方や身体全体の動きが多様化する傾向が手合わせ表現の経験の有無に関係なく認められた。したがって、本インタフェースには多様な表現の創出を促し、共創表現へと向かわせる働きが存在すると考えられる。

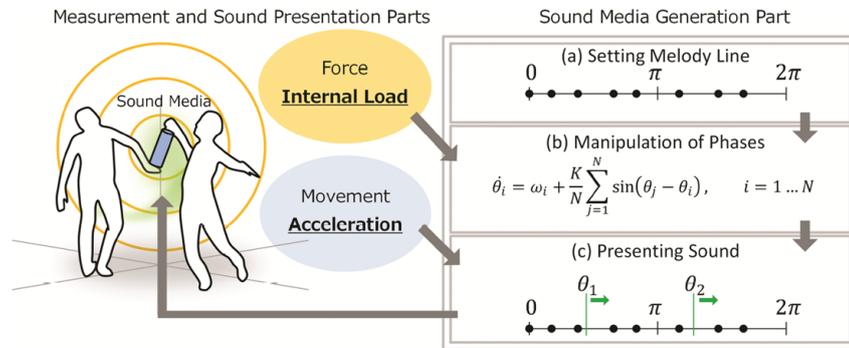


図6 音メディア生成手法

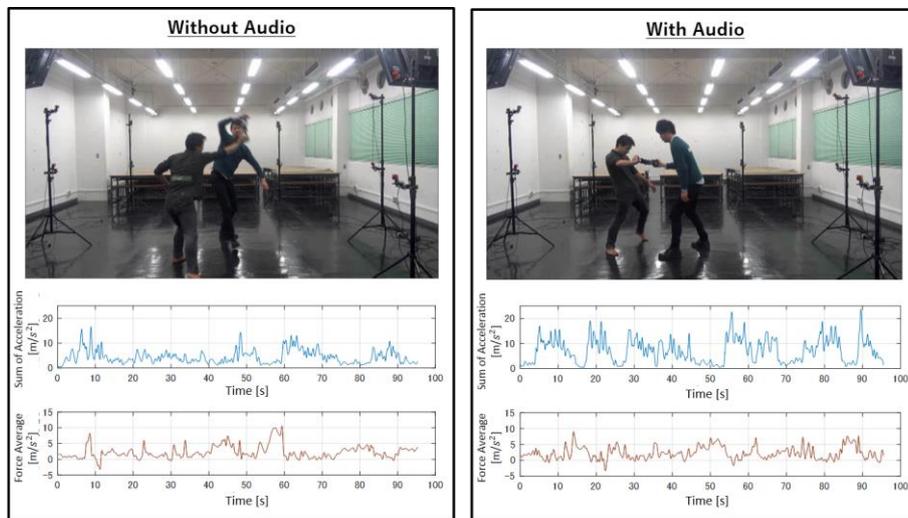


図7 音メディアの有無による手合わせ表現の違い

次に、本インタフェースを多くの重度自閉症児に試したところ、他のインタフェースではあまりなかった身体パフォーマンスをする子どもの存在が認められた。研究室の学生や施設職員、さらには他の自閉症児を自ら誘って手合わせ表現したり、両手で把持して気持ちよさそうに長い時間、繰り返し一人で表現したりする様子が観察されたのである。また、一人で左右に動かして音を楽しんでいる自閉症児に近寄り、一緒に表現をしようとする自閉症児もいた(図8)。



図8 音メディア・インタフェースを用いた時の様子  
(安全のため、木製カバーを使用)

したがって、力性を聴覚情報に一義的に対応させない本手法は、自閉症児に何かしらの気づきを起こさせ、感性の自己触発を促す働きがあると推察される。このことは、コミュニケーション(交流可能性)や共創表現の支援には、異なる二つの感覚のあいだにズレ(ギャップ)を生み出すような設計が有効であることを示唆するものである。このような視点から、例えば、反復的な運動を繰り返す自閉症児に対して、それが完全な反復(コピー)ではないことを自発的に気づかせるような他者(外部)との出会いを技術的に支援できるのではないかと、著者は考えている。いずれにせよ、今後は、本研究を発展させ、共創表現インタフェースが、障害児・者と家族、教師、社会をつなぐコミュニケーション・ツールとして広く活用されることを期待したい。

なお、本研究では、以上の他に、特定方向(例えば垂直方向)の動きを引き出すことに限定した音メディア・インタフェースや、一人一人が把持して、互いに表現を創りあうことが可能な音メディア・インタフェースの開発もあわせて行ったことを最後に、付記しておく。

本研究の実施に当たっては、対象者の人権及び尊厳を重視し、個人情報の保護に留意するため、収集される全ての情報に対して、早稲田大学倫理審査委員会による審査・承認を得ている。

#### <引用文献>

- (1) 西洋子、三輪敬之、被災地での共創表現と共振の深化、アートミーツケア、7、pp1-16、2016
- (2) 三輪敬之、共創表現のダイナミクス 一実践、理論、システム技術一、共創学、1巻、2019(印刷中)

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計2件)

- ①T. Takahashi, T. Soma, Y. Miwa, H. Nishi: Design of Hand Contact Improvisation Interface Supporting Co-creative Embodied Expression, HIMI2017, Part I, LNCS 10273, pp. 631-639, 2017 (査読あり)
- ②T. Takahashi, R. Hayashi, Y. Miwa, H. Nishi: Co-creative Expression Interface : Aiming to Support Embodied Communication for Developmentally Disabled Children, HIMI 2016, Part II, LNCS 9735, pp. 346-356, 2016 (査読あり)

[学会発表] (計6件)

- ①河村和俊、三輪敬之：音で出会う共創表現インタフェースの開発、共創学会第3回共創学研究会、慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス、2018. 3. 3
- ②三輪敬之、西洋子：共創に他者は必要か - 実践と理論のあいだ(1)、共創学会第1回年次大会、早稲田大学西早稲田キャンパス、2017. 12. 9 (基調講演)
- ③T. Takahashi, T. Soma, Y. Miwa, H. Nishi: Design of Hand Contact Improvisation Interface Supporting Co-creative Embodied Expression, HCII2017, Vancouver Convention Centre, 2017. 7. 13
- ④河村和俊、高橋卓人、三輪敬之、西洋子、モバイル音一触覚表現インタフェースの開発、第17回 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 SI2016、札幌コンベンションセンター、2016. 12. 15
- ⑤高橋卓人、鶴田眞教、三輪敬之、西洋子、手合わせインタフェースによる身体的共創表現の計測、第32回ライフサポート学会大会、東北大学青葉山キャンパス、2016. 9. 5
- ⑥T. Takahashi, R. Hayashi, Y. Miwa, H. Nishi: Co-creative Expression Interface : Aiming to Support Embodied Communication for Developmentally Disabled Children, HCII2016, Westin Harbour Castle, Toronto, 2016. 7. 22

〔その他〕（計 2 件）

- ① Y. Miwa, H. Nishi : Future of Co-creation Expression ~Guided by Hand-Contact Expression Interfaces (Invited lecture) "Espressione co-creativa e comunicazione intuitiva" Festival della Scienza 2017, Parallzo della Borsa, Genoa, Italy, 2017.11.1 (Invited lecture)
- ② 西洋子、三輪敬之、身体的共創から社会的共創へー宮城県石巻市での「てあわせ」ワークショップの 5 年間ー、第 27 回日本呼吸ケア・リハビリテーション学会学術集会、仙台国際センター、2017.11.17（特別講演）

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：板井志郎

ローマ字氏名：ITAI, Shiro

所属研究機関：早稲田大学・理工学術院（2018 年 4 月より筑波学院大学経済学部）

部局名：助教（2018 年 4 月より筑波学院大学准教授）

研究者番号（8 桁）：00398934

### (2) 研究協力者

研究協力者氏名：西 洋子

ローマ字氏名：NISHI, Hiroko

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。