

卓上型手合わせシステムによる共創表現活動の社会的支援

○林 龍太郎 (早稲田大学), 岩成 大河 (早稲田大学), 三輪 敬之 (早稲田大学),
西 洋子 (東洋英和女学院大学), 板井 志郎 (早稲田大学)

Social support of Co-creative expression activity by development of desktop hand contact improvisation system

○Ryutaro HAYASHI (Waseda University), Taiga IWANARI (Waseda University), Yoshiyuki MIWA (Waseda University)
Hiroko NISHI (Toyo Eiwa University) and Shiro ITAI (Waseda University)

Abstract: In this study, we focused on 1 axis hand contact improvisation which is effective for communication of inclusive people. This system shares features of both toy and measurement system. So we planed the desktop hand contact improvisation system. We designed the system smaller and easier to use than previous one. Further we have an experiment at a facility for developmental disability (D.D.) children. As a result, we observed D.D. children make improvisation repeatedly and developed many methods of using the system. This result shows the possibility that the system has ability to generate improvisation and efficiency for communication support.

1. 緒言

手と手を直接触れ合わせながら身体全体で即興的に表現を創りあう身体表現(以下,手合わせ表現)では,身体全体で相手の思いを受けとめ,思いを双方で共有することによって他者との関係性が深化し,“私”と“あなた”の表現が“私たちの表現”,すなわち共創表現へと深まっていくことを,西による現場での実践的研究をふまえ,先に報告した^{[1][2]}.

この手合わせ表現を基軸としたインクルーシブな身体表現活動として,西と三輪は,2012年4月より月に1回の割合で,石巻市や東松島市等の被災地域の幼児・児童とその家族,児童デイケアサービスに通う障害児等を対象とした「身体表現ワークショップ」を実施している(図1).



Fig.1 Bodily expression workshop.

この手合わせ表現を通して,障害児に主体性が発現し,周囲との円滑なコミュニケーションが形成され,問題行動が減少する等の成果が得られている.つまり,手合わせ表現を通じて身体表現を創りあうことは,幼児教育等における遊びのような側面がある.このため,言葉を用いない重度自閉症等の発達障害者や,動きが制限される重度の肢体不自由者をも含む誰もが,表現でつながることが可能であり,手合わせ表現によってコミュニケーションの幅を広げることが期待できる.

一方,著者らはこれまでに,手合わせ表現のダイナミ

クスを探るため,1自由度に簡略化したスライド板を介した手合わせ表現システムの開発を行ってきた.本システムを用いて,二人の表現熟練者が手合わせ表現を行った結果,「終始深いレベルで同調していた感覚がした」,「多様なイメージのもとで表現を創った」といったコメントが得られた.このことは,本システムを用いた表現にも,“私たち”の表現が創出されることを示すものである.さらに,本システムによる身体動作の計測結果から,表現の共創が起きている時とそうでない時には明らかな違いが見出されている^[3].

以上より,著者らは,上述の手合わせ表現システムによっても表現の創出や,関係の深化を捉えることが可能であることから,共創的なコミュニケーションを支援するシステムとして有用ではないかと考え,本システムを社会実装することを構想した.これを実現するため,本研究では,このシステムを小型簡易化することによって,いつでもどこでも誰とでも容易に手合わせ表現ができる装置の開発を行った.具体的には,高齢者から子どもといった多様な人々が,手合わせ表現を同じ場所と離れた場所の両方で行うことを可能とする卓上型の手合わせ表現システムの開発を目指した.さらに,本システムを自閉症等の発達障害児が利用する児童デイケアサービス施設に持ち込み,実験を行ったので報告をする.

2. 卓上型の手合わせ表現システムの開発

2.1 設計方針

誰もがいつでもどこでも使用できるような1自由度の手合わせ表現システムを実現するためには,以下の要件を満たす必要がある.

- ① 装置を使用するための身体的な制約を少なくすること
- ② 設置環境を選ばない大きさにすること
- ③ 装置が表現の妨げにならないこと
- ④ 手合わせ表現の計測が可能であること
- ⑤ 現場（同場所）での二人での手合わせ表現と遠隔地間での通信による手合わせ表現の両方が実現可能であること
- ⑥ 安全で安心な装置であること

以上の方針を基に、開発するシステムを、小型の卓上型の装置として設計した。本装置は、センサ部、力呈示部、計測制御部、通信部から構成されており（図 2, 3）、その要求諸元は、以下に示す通りである。

- a. 装置全体の大きさを幅 400 [mm] ，奥行き 500 [mm] 以内にすること
- b. スライド板の可能域を 300 [mm] 以上にすること

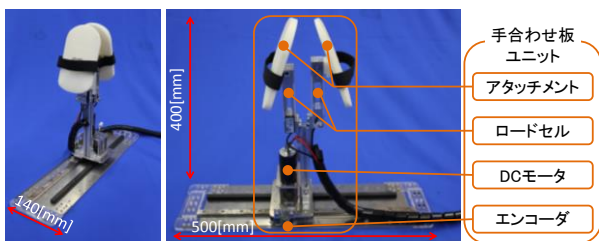


Fig.2 Appearance of the device.

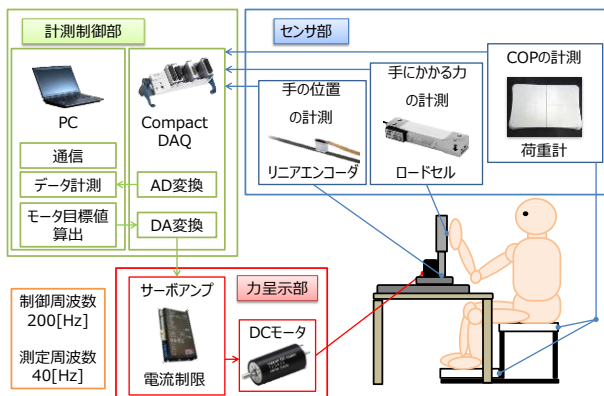


Fig.3 Measurement and control system.

2. 2 センサ部

本システムでの計測項目は、手の位置、手に掛かる力、COP の 3 つである。前二者は、手を装着するアタッチメントと Y 字型のスライド可動部で構成されるスライド板ユニット（図 4）を用いて計測している。具体的には、意識的な手の動きとして、手と一体となって動くスライド板ユニットの位置を計測する。スライド板ユニットはストローク 350[mm]のリニアガイドレールに取り付けられ、水平方向に前後移動する。このスライド板ユニットの側部にリニアエンコーダ（RENISHAW 社製、Rolin）を搭載し、分解能 10[μ m]での位置計測を可

能とした。表現中の両者の手に掛かる力は、Y 字型の可動部の先に取り付けた二つのシングルポイント型ロードセル(AandD 社製、LCB03-K010M)を用いて、独立に計測される。なお、ロードセル変換器(オメガ電子社製、A-830L)を用いることで、計測範囲 ± 100 [N]での測定を可能とした。無意識的な動きである COP はロードセルを 4 点内蔵した荷重計（任天堂社製、バランス Wii ボード）を 2 台、椅子部の座面と足面に配置し、計測を行った。

2. 3 力呈示部

通信による遠隔手合わせ表現を実現するためには、表現者に力を呈示することが必要になる。また、力の呈示を行わない二人手合わせ時においては、表現者の動作を妨げないような、高い逆可動性を実現することが重要である。さらに、2.1 で述べた要件を実現するためには、トルク制御可能であること、机の上に乗るようなコンパクトな大きさであることが求められる。そこで、本装置のアクチュエータとして、DC モータ（maxon 社製、RE 35 273752）をスライド板ユニットの下部に設置した（図 3）。さらに、これを平歯車によって 1:3 への低ギア比で減速することでイナーシャを減少させた。そして、1 軸での力の呈示を行うラック・アンド・ピニオン機構のラックとピニオン間にバックラッシを設け、噛み合い率を低下させることによって逆可動性を確保した。また、モータドライバ（maxon 社製、ADS 50/10）を用いて、モータへの電流を制限することによって、トルク制御を実現し、最大 39.5[N]の力を呈示することを可能にした。

2. 4 計測制御部

計測制御部では、センサ部で取得したデータ（電圧値）を CompactDAQ（NATIONAL INSTRUMENTS 社製、NI-cDAQ9172）に TTL DIO モジュール（同上、NI-9401）、16bitAI モジュール（同上、NI-9205）を配置することで、最大 200[Hz]で PC ベースの計測を行う。通信による手合わせ表現では、後述する通信システムのブロック線図に基づいて目標値を作り出し、この目標値を 16bitAO モジュール(同上、NI-9263)を介して、モータドライバに送信する。

2. 5 通信部

通信部では、センサ部で取得した計測データ、および、計測制御部で生成した制御データを、UDP 通信を活用した仮想的な P2P システム（“CIPC システム”^[4]）を用いて通信する。これにより、地理的に離れた場所に存在する装置間での双方向通信（遅延時間 10[msec]）を実現した。

そして、本研究で開発した 2 台の卓上型装置を用いて、

遠隔地間での手合わせ表現を実現した。具体的には、先に開発した、自身の無意識的な動きである COP と手に掛かる力の差を出力にフィードバックし、表現を創りあう一人手合わせ表現システムを通信することで実現している^[5]。そのため、開発した卓上型装置に、図4のブロック線図に示すような、遠隔地間の二人の COP の和、もしくは、差をシステムの入力とすることで、遠隔地間での手合わせを実現するシステムを実装した。

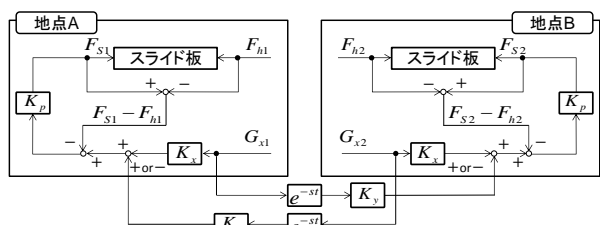


Fig.4 Block diagram of remote hand contact improvisation systems.

3. 実験結果

3.1 二人手合わせ表現実験

開発したシステムを用いて従来の手合わせ表現システムと同様に、共創表現を生み出すことが可能であるかどうか調べた。具体的には、表現熟練者 N と経験者 S に対して本システムによる 120 秒間の手合わせ表現を実施した (図 5)。

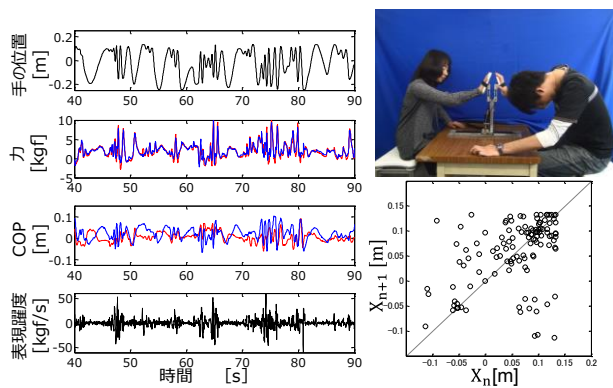


Fig.5 Result of hand contact improvisation at lab.

その結果、表現熟練者から、「自由に色々出てくる表現を力で受け止めるような感じがあった」、「相手から、はっきり力を感じつつ、自分の思いを力で伝えるような表現を感じることができた」といったコメントが得られ、本システムを使用することで表現の共創が起きていることが確認された。さらに、計測結果についても、従来の装置において表現の共創が起きている時に見られるデータと同様の傾向のデータが得られた。

3.2 通信での表現実験

次に、開発したシステムを用いて、遠隔地間での通信による 120 秒間の手合わせ表現を、初心者 K—初心者 T

に対して実施した (図 6)。なお、本実験では、図 4 に示す加算方式を採用している。その結果、被験者から、「相手の感情のようなものが反映されていたように感じる」、「押したときに受け止めてもらえた感じがした」などのコメントが得られた。計測したデータを図 7 に示す。以上より、本研究で開発した卓上型システムを用いて、遠隔地間での通信による手合わせ表現を実現できる見通しが得られた。

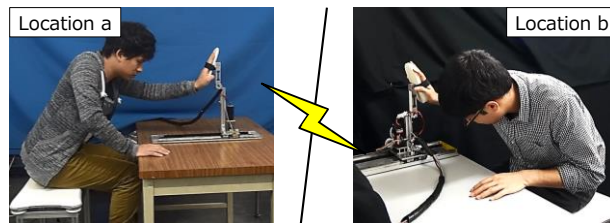


Fig.6 Scenes of remote hand contact improvisation.

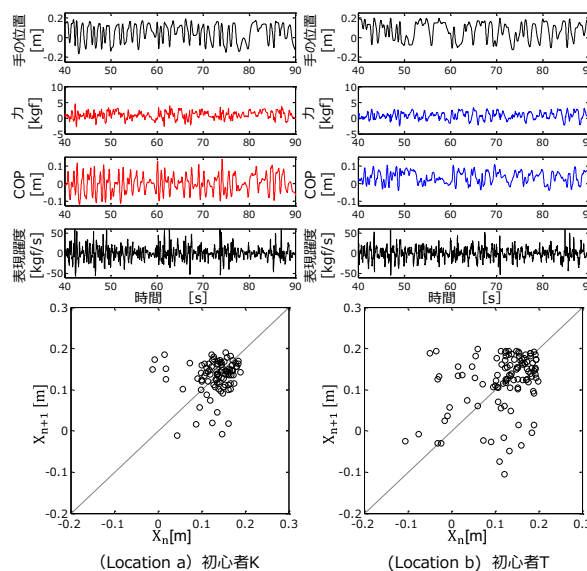


Fig.7 Results of remote hand contact improvisation at lab.

3.3 現場での活用

最後に、本システムを (株) 北上の郷・児童福祉サービス「みらい」(宮城県石巻市) に持ち込み、自閉症等の発達障害の子どもたち 10 名と、その保護者、職員に本装置を体験してもらった。その様子を図 8 に、また、その際に計測した二人手合わせ表現時の計測データの一例を図 9、男児 H と女児 A についての全試行についての計測データを図 10 に示す。今後、詳細に検討する必要があるが、その時々の子どもの心の状態や変化が手合わせ表現に反映されているようにも思われる。

5 時間足らずの体験時間において、子どもたちは並んで順番待ちになるほどに、強い関心を示した。そして、楽しそうに二人手合わせ表現を行う様子が印象的であった。男児 R と H に関しては、本装置を使用し表現を創っていく中で独自の新しいルールや使用方法を生み

出し、遊びを創り出すようにして表現を行っている様子が見られた。さらには、普段は人が触れるのを避け、コミュニケーションをとることが特に難しい男児 A が、自ら椅子に座り、表現を創る様子が見られた。そして、表現をしていない時も、他の児童が本装置を囲みながら表現を見守る様子も見られた。そして、男児 H からは「支援学校の先生に見てもらいたい」といった言葉が発せられた。また、保護者や職員の方からは「(児童が)装置に抵抗感なく触れるのに驚いた」、「装置を通して、相手の感情がよく伝わってきた」、「答えがないから楽しい」、「いろいろな表現が如実にあらわれてくる感じがした」、「みんなの思わぬ表情や気持ちの発見ができた」といったようなコメントが得られた。以上の結果は、本システムにより、生き生きとした身体表現を創り出すことが可能であることを示すものである。



Fig.8 Scenes of experiments.

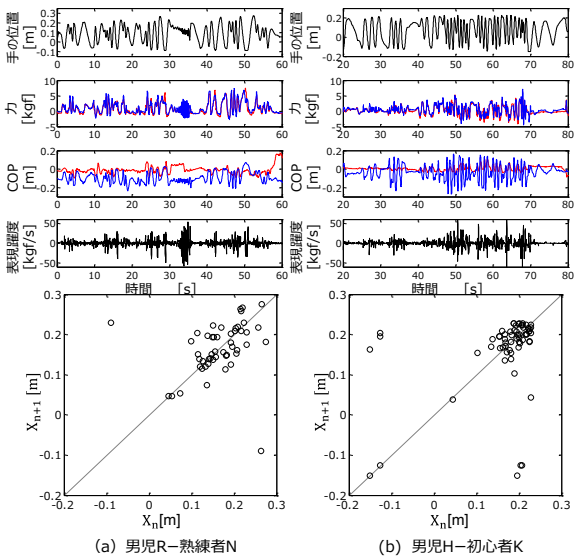


Fig.9 Examples of results of hand contact improvisation at the field.

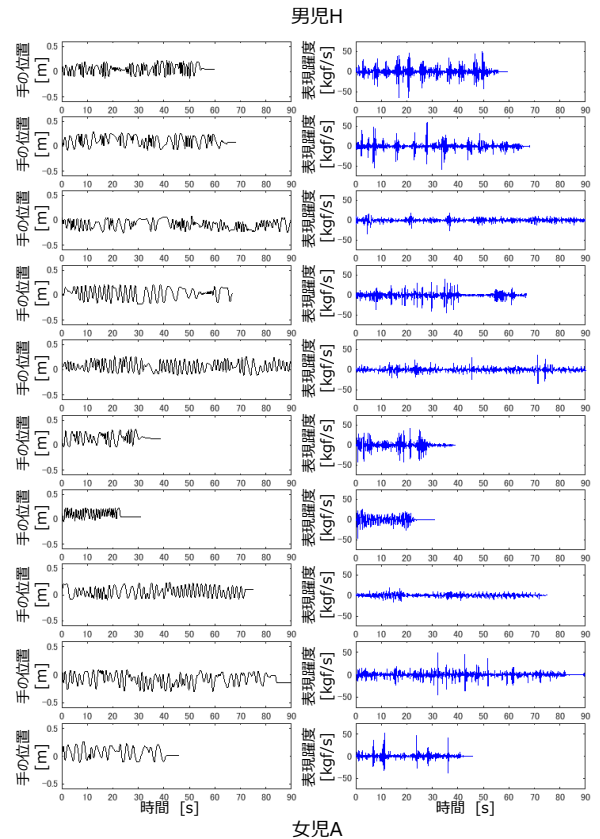
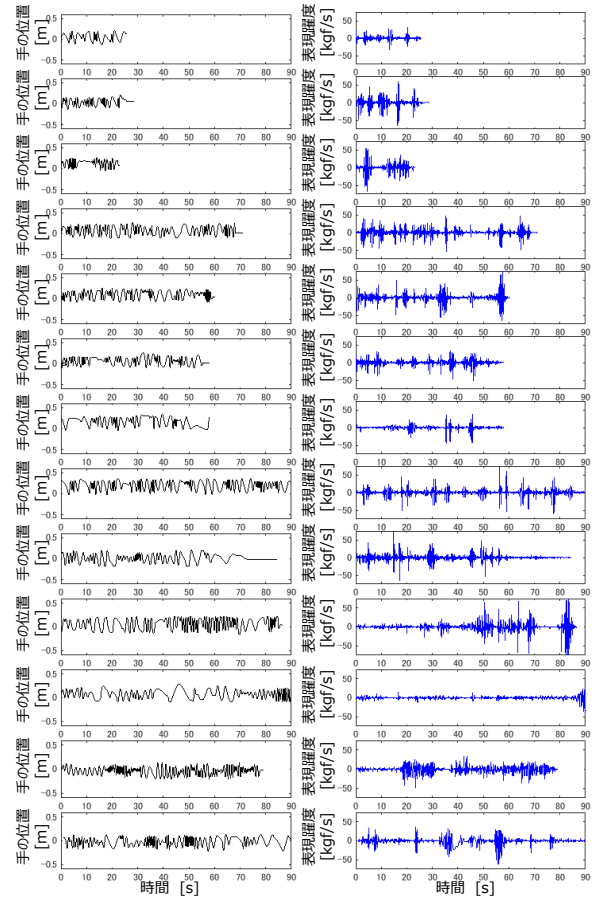


Fig.10 Results of hand contact improvisation at the field.

4. 結言

本研究では、誰もがいつでもどこでも使用できるような卓上型の手合わせ表現システムの開発を行った。具体的には、従来の装置と比較し、1/3程度の大きさで二人手合わせ、そして通信による遠隔手合わせが可能な装置を制作した。そして、本システムを用いて、従来の手合わせ表現システムと同じように共創表現を生み出すことが可能であることを確認した。さらに、本システムを自閉症等の発達障害児が利用する児童デイケアサービス施設に持ち込み、障害児をはじめ、子どもから高齢者などの様々な人々が、本システムを用いて手合わせ表現ができることを示した。この際、発達障害児が本装置に強い興味を示し、遊具のようにして本装置を繰り返し使用する様子が観察された。これは、身体表現のもつ一回性、すなわち、常に新たな表現が創出されることが、子どもの感性や創造性を刺激したからではないかと推察される。今後は、このような遊具的な側面に着目し、本システムを表現を深化させるようなシステムとして改良することや、地理的に離れた現場をつないで遠隔手合わせ表現を実施すること、及び、現場での継続的な使用などを通して、共創表現活動の社会的支援に寄与していきたいと考えている。

謝辞

研究の一部は、早大理工学研究所におけるプロジェクト研究「共感的な場の創出原理とそのコミュニケーション技術への応用」、JSPS 科研費（研究分担者；三輪敬之、課題番号；25282187）の支援を受けた。また、実験にご協力頂いた、(株)北上の郷・児童福祉サービス「みらい」の今野祐子先生をはじめとする皆様、そして、装置作成や実験運営に協力頂いた早稲田大学三輪研究室の小峰玄寛君に謝意を表す。

参考文献

- [1] 西, 柳澤, 辻, 渡辺, 三輪, 身体表現の共創-手合わせ表現における身体動作創出過程の検討-, 第13回計測自動制御学会 SI 部門講演会, 2012.12.20.
- [2] 三輪, 西, 板井, 郡司, 表現技法による共創システムのデザイン, 第15回計測自動制御学会 SI 部門講演会論文集, pp.872-874(2014).
- [3] 三輪: 共創表現とコミュニケーション支援, 計測と制御, 51 巻, pp.1016-1022 (2012).
- [4] Y. Kajita, T. Takahashi, Y. Miwa, S. Itai: Designing the Embodied Shadow Media Using Virtual Three-Dimensional Space, Human-Computer Interaction International 2015 (HCI2015), HIMI 2015,

Part II, LNCS 9173, pp.610-621, (2015)

- [5] 鈴木, 林, 三輪, 板井, 西, 手合わせ表現の共創支援-思いが伝わる場の通信システムのデザイン-, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2014 論文集 pp.849-852(2015)