遠隔地間での共創表現を目指した卓上型手合わせシステムの開発

○小峰 玄寛（早稲田大学），　林 龍太郎（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）

Development of desktop hand contact improvisation system aiming for remote Co-creative expression

○Harunobu KOMINE (Waseda University), Ryutaro HAYASHI (Waseda University),
Yoshiyuki MIWA (Waseda University) and Hiroko NISHI (Toyo Eiwa University)

Abstract: In this study, we aimed to create hand contact improvisation (HCI) between remote places using the desktop HCI system. At first, we focused on unconscious left hand force concentrating on the desk while doing HCI. We developed the apparatus to measure the force and found that the force precedes body movement while using the desktop system. From this result, we developed self-referential HCI system using the left hand force, and found that we could create HCI using this system. Considering this, we developed remote HCI system by combining two systems. Then, we achieved HCI between remote places by using this system.

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止め，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”や“あなた”といった個々の表現から，“私たちの表現”すなわち共創表現へ深まっていくことを，西による現場での実践的研究も踏まえ，先に報告した[1][2].

著者らは，この共創表現のダイナミクスを探るため，スライド板を介した 1 自由度の表現の計測を行う，1 軸手合わせ表現計測システムを開発してきた．その結果，表現の共創が起きている場合には，意識に上らない身体全体の動きである床反力中心(COP)の動きが意識に上る右手の動きに対して先行し，かつ先行時間が双方の間で頻繁に同期すること，双方の力の差の微分値(以下，表現躍度)に性質の異なる 2 つの相，すなわち安定相(以下，ラミナー相)と不安定相(以下，バースト相)が現れることを見出した．これらの実験的事実は，共創表現の創出に，無意識的な働きが重要な役割を果していることを示している[3][4].

一方，このシステムをどこへでも持ち運べる，卓上手合わせ装置を開発し，重度自閉症等の発達障碍児の通う，児童デイケアサービス施設に持ち込んだ．その結果，発達障碍児が強い興味を示し，遊具のように繰り返し表現を行う様子が見られた．そして，毎回多様な表現が創出され，回を重ねるごとに表現が多様化していくような結果が得られた(図 1) [5].

そこで，本研究では手合わせ表現をより広めることを構想し，離れた場所で手合わせ表現をいつでもどこでもできるようなシステム開発を目標とする(図 2).

その方法として，遠隔地間の手合わせ表現を行うには，無意識的な働きの交流が必要であると著者らはこれまで考えてきた．そして，自身の COP を相手と見立て，モータによって力の呈示を行う一人手合わせシステムを開発し，無意識的な情報を互いに共有することで，遠隔地間の手合わせ表現の実現を試みてきた．

しかしながら，COP の計測には椅子状の計測器が必要となるため，システム全体が大掛かりとなってしまうという問題があった．これを解決するためには，COP とは異なる無意識的な情報を簡易に取得する必要がある．そこで，発達障碍児らの実験を行った際に，左手を机につきながらタメを作って表現している様子に着目した．すなわち，左手が机面を押す力を一人手合わせ表現における相手とみなすことができれば，COP に替わって，簡易な手合わせ通信が行えるのではないかと考えた．以上を踏まえ，通信システムの開発を行うとともに，左手を使用することの妥当性について二三の実験を行ったので，以下に報告する．

Fig.1 The desktop HCI system.

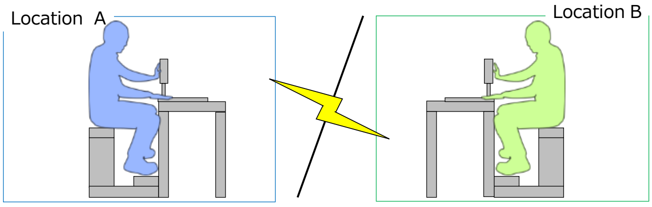

Fig.2 The image of remote HCI system.

２．システムの設計と開発

2.1 装置開発

左手にかかる力の計測装置の設計要件を示す．

・卓上に収まるコンパクトで簡易な装置であること

・左手の荷重や，荷重中心位置の計測が可能なこと

・誰でも使用でき，表現の妨げにならないこと

開発した装置を図 3 に示す．簡易に使用できるよう，設置型として設計を行った．要件の 2 項を満たすため，ロードセル(AandD 社，LCB03-K010M)を被験者手前側に 2 点，奥側に 1 点配置し設置することで計測範囲±300[N]の測定を実現した．また，ロードセル変換器(オメガ電子社，A-830L)を装置に内蔵することで，S/N 比の低減を図り，荷重にて±2.0[%]，前後の荷重点にて±5.5[%]の精度での計測を実現した．これを，卓上システムに組み込み，これまでの COP に替えて，左手を使用したシステムを構築した．

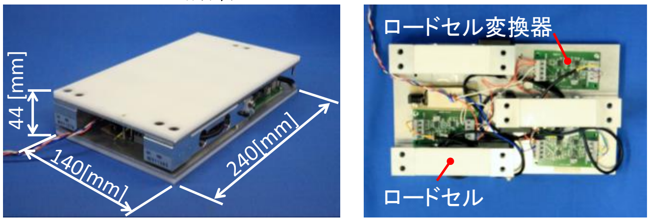

Fig.3 The apparatus for measuring unconscious movement.

2.2 手合わせ表現への適用

はじめに，開発した本装置を用いて，表現初心者ペア 3 組と経験者ペア 1 組を対象に，90 秒間の手合わせの自由表現を実施した(図 4)．

Fig.4 The scenes of experiments.

主観調査の結果，経験者から「相手がしっかり受け止めてくれ，自分も相手を受け止めながらそれぞれ相手に返した表現だった」「相手の意図を汲み取った表現だった」とのコメントを得た．初心者からは，「自分の思い通りに動かせない」「相手とぶつかり合っていた」といったコメントが得られた．結果の 1 例を示す(図 5)．結果として，初心者ペアにおいては，COP や左手の先行する領域が少なく，表現躍度にもラミナー相とみられる相は見られなかった．対して，経験者ペアではスライド板に対する COP の先行時間の同期や表現躍度においてラミナーとバーストの二相がみられた．そして，左手の力の先行時間帯が同期している部分が多く見られた．これらの結果は，左手の力を使うことでも，COP を使用した場合と同様に，関係性の深化が期待できることを現象的に示しているといえよう．

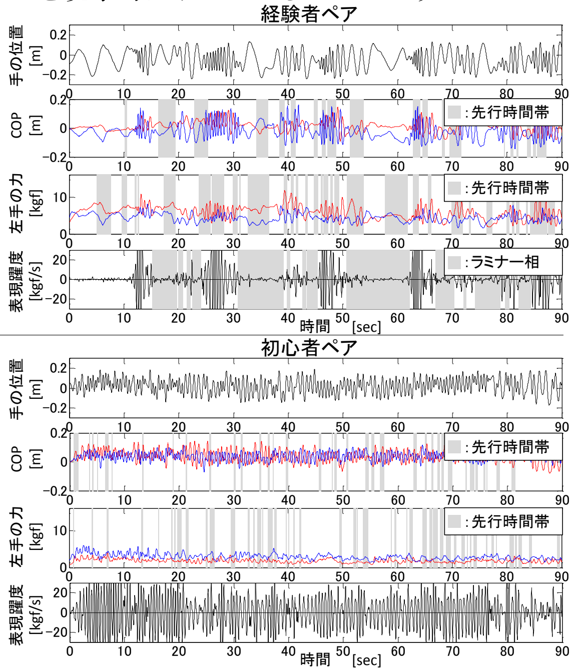

Fig.5 The results of hand contact improvisation.

３．システムの設計と開発

3.1 一人手合わせシステムの開発

上述の結果を踏まえ，左手の力を意識に先立つ無意識的な情報として組み込んだ一人手合わせシステムを開発した(図 6)．今回，2 方式のシステムの開発を行った．一方は左手の力を直接 F_l に入力する「代入方式」，もう一方は左手の力の移動平均値との差を取る「移動平均方式」を開発した．

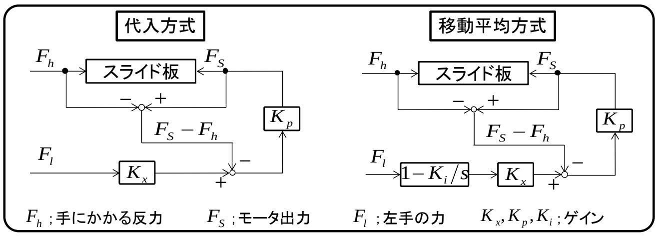

Fig.6 The block diagrams of self-referential HCI systems.

この，後者のシステムの入出力特性を図 7 に示す．入力をパルス波(パルス幅 5[sec])とサイン波(周期 3[sec])，ゲインを Ki=0.5，Kx=0.5，Kp=1 とした．入力波形と位相差がなく，出力した力の符号が変化し，モータによる押しと引きを実現した．

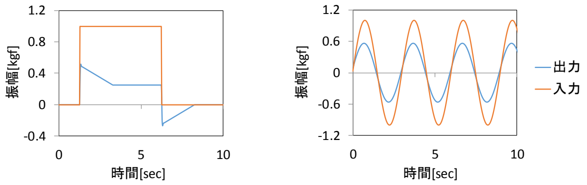

Fig.7 The relationship between input F_l and output Fs

3.2 実験結果

開発したシステムを用いて，表現初心者 6 人，経験者 2 人を対象に，90 秒間の一人手合わせの自由表現を実施した．主観調査の結果，代入方式では，「力をこめ続けていて，途中からワンパターンになった」「相手の力が常にかかり続けて，自分の動きがよくわからなかった」「一方的に単調に押されているだけで疲れた」といったコメントを得た．一方で移動平均方式では「自分の意図をしっかり汲んでくれる相手と良い表現が創れた」「力を入れたときにふっと抜かれるタイミングがあって面白かった」「相手が自分に合わせてくれるような感じがして，気持ちの良い表現だった」といったコメントを得た．移動平均方式による経験者の結果の 1 例を示す(図 8)．二人手合わせ表現と同様に， COP，左手の力がスライド板に先行して動くことや，表現躍度にラミナー相とバースト相が出現しているのがわかる．

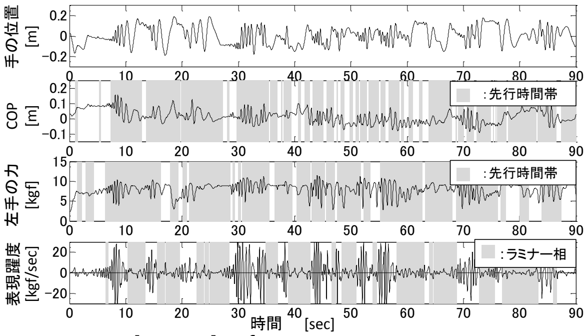

Fig.8 The result of self-referential HCI system.

4．遠隔手合わせシステム

4.1 遠隔システムの開発

左手の力の移動平均方式を採用した一人手合わせシステムを遠隔地間でつないだ通信システムを図 9 に示す．本システムの特徴は，バイラテラル制御のようにスライド板の運動を合わせるのではなく，手合わせ表現の特徴でもある，意識に先行する無意識的な情報のみを共有することによって，思いを伝え合い，表現をつくりあうことを実現することにある．なお，実験環境での通信遅延は 20[ms]であった．

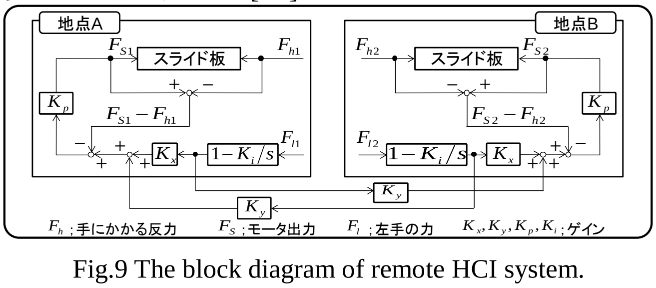

Fig.9 The block diagram of remote HCI system.

4.2 実験結果

開発したシステムを用い，初心者ペア 3 組，経験者ペア 1 組を対象に 90 秒間の自由表現を実施した(図 10)．主観調査の結果，経験者ペアから，「相手と表現をつくっている感じがした」「強弱・緩急のついた良い表現ができた」「2 人で表現をつくろうとしてくれていて，自分もそれに応えたため，力のやり取りがうまくできたと感じた」「相手に寄りかかりながら相手を支えるなど，2 人で表現がつくれた」といったコメントを得た．経験者ペアの結果のうち 2 試行を図 11 に示す．二人手合わせ表現と同様，2 試行共に COP，左手の力がスライド板の動きに先行して動くことや，表現躍度にラミナー相とバースト相の二相が出現していることがわかる．これらの結果は，意識に上らない左手の力を送りあうことによって，遠隔地間で手合わせ表現の共創が可能であることを示している．

加えて，2 試行目の実験では，表現躍度のラミナー相とバースト相の出現するタイミングが遠隔地間の双方で同期しているようにもみえる．これまで，二人手合わせにおける表現躍度は，ラミナー相では思いを込めあう際に，バースト相では互いに表現を引き出しあう際に出現し，この二つの状態を繰り返しながら共創の表現が創出されていくことが示唆されている．したがって，このような表現躍度における二相の同期的な出現は，離れた 2 人のそれぞれの表現が，同じ場所で行われる手合わせ表現におけるのと同様の，“私たち”の表現となっていることを示しているものと思われる．

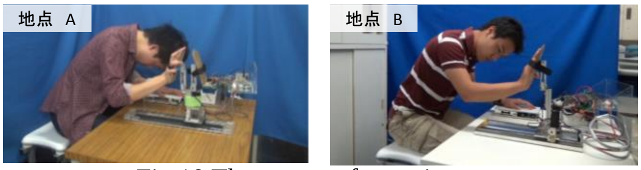

Fig.10 The scenes of experiment.

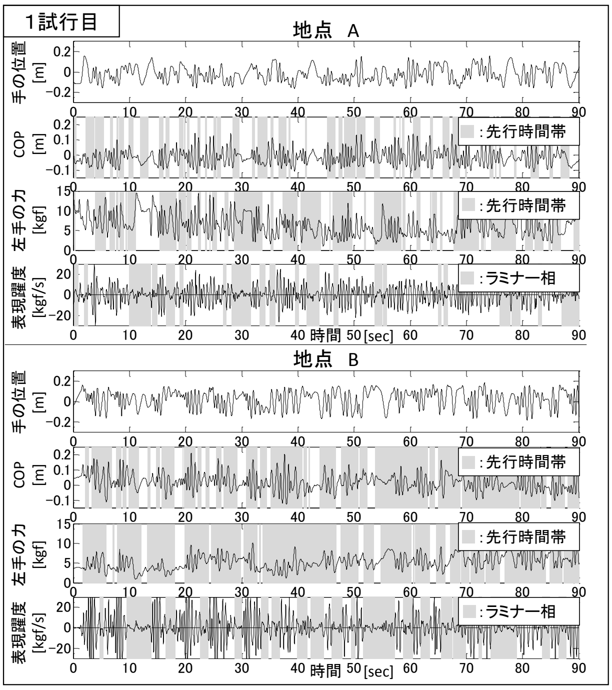

Fig.11 (A) The results of remote HCI system.

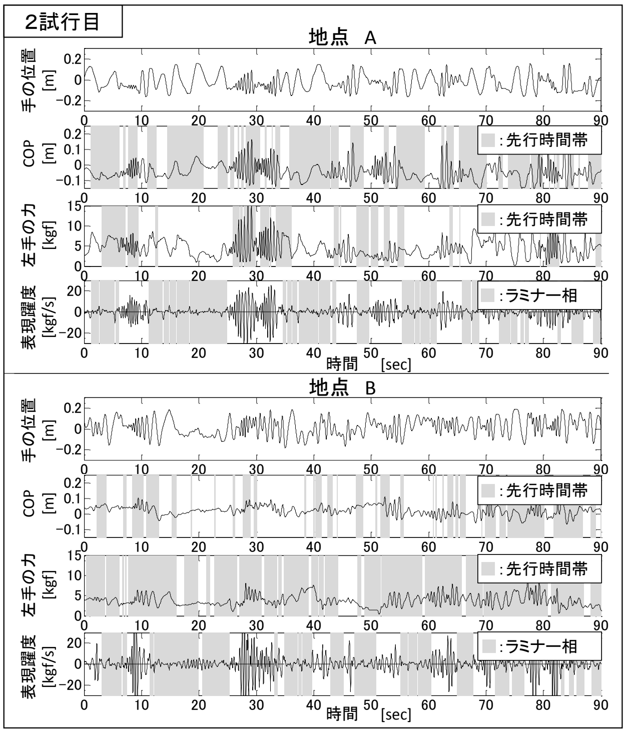

Fig.11 (B) The results of remote HCI system.

５．結言

本研究では，離れた場所での手合わせ表現を地理的に離れた場所にいる人々のあいだで実現することを目指した．その際，意識的な動きに先行する無意識情報を取り込む必要がある．そこで，これまでの意識に上らない身体全体の動き(COP)に替わる方法として，机面を押す左手の力に着目することで，先に開発した一人手合わせシステムの大幅な小型，簡易化を図った．それを双方で用いて，左手からの力の情報を離れた場所間で共有して表現をつくりあう通信システムを新たに開発した．実験の結果，表現躍度にラミナー相とバースト相が繰り返し出現し，表現が創られていく様子が認められた．したがって，左手の力を無意識情報として活用する本手法は，遠隔地間での共創表現の支援に有効であると考えられる．また，このことと表現躍度の変化において異なる二相が双方で同期する現象は密接な関係があることが予想される．

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．

参考文献

[1] 西洋子 : 出会いと共振－「共振する身体」から「共振する生命」へ，死生学年報，東洋英和女学院大学死生学研究所編，リトン，pp.87-108, (2012)

[2] 三輪敬之，西洋子，板井志郎，郡司ペギオ幸夫：表現耕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] 三輪敬之：共創表現とコミュニカビリティ支援，計測と制御，51 巻，pp.1016-1022 (2012).

[4] 三輪敬之，高橋卓人，林龍太郎，西洋子：インクルーシブセンス　手合わせ表現における力性を手がかりに, LIFE2016 講演会論文集,pp.217-218(2016)

[5] 林龍太郎，岩成大河，三輪敬之，西洋子，板井志郎：卓上手合わせシステムによる共創表現活動の社会的支援，第 16 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, pp.1883-1887. (2015)