

次世代ニューロ・リハビリテーション技術に関する研究開発

研究代表者 岩田 浩康
(創造理工学部 総合機械工学科 教授)

1. 研究課題

脳卒中後のリハビリテーション（以下、リハビリ）として、神経科学の可塑性理論に基づくニューロ・リハビリが注目を集めている。この手法はいわゆる伝統的運動療法とは異なり、脳の可塑性および学習原理を動物実験やイメージング技術による臨床試験から理論的に解明をすることで、その機能回復を科学的手法にて促進させようとするものである。現在、欧米・日本を中心としてロボット技術でリハビリを推進する潮流があり、本邦では HAL を代表例とする外骨格運動支援装置が普及しつつある。こうした貢献はありながらも、このタイプの技術は、脳の学習原理や可塑性そのものの議論不足が課題となっている。

これまで代表者らは、可塑性/運動学習理論等のコアとなるニューロ・リハビリの原理に加えて、ステージ理論（病期ごとの神経修復メカニズムを考慮したリハビリ）に基づいた支援技術を開発してきた。特に急性期には、健側をマスタースレーブとした両足随意性拡張デバイス、さらに回復期には、感覚麻痺を人工的に補完することで運動学習を促進する知覚支援装置/好適な運動補助を実現する人工筋肉型運動補助装置を開発してきた。一連の取り組みでは、単に外部アクチュエータで運動補助することではなく、脳神経ネットワークの再建を企図としたニューロ・ロボティクス技術の案出に努めてきた。案出した技術群は広くヘルスケアや運動器疾患への応用も射程としており、本プロジェクトでは、ニューロ・ロボティクス研究を総合的かつ計画的に推進することで、我が国の当該研究分野をリードし、シーズ技術の更なるエビデンス構築と実用化を目指す

2. 主な研究成果（1）

2.1 研究背景

半側空間無視（以下 USN）は、脳卒中の後遺症であり、空間や物体の半側を無視する認知障害である。これまでに我々は、空間的に発生する視覚的な無視症状を没入型 Virtual-Reality (VR) 空間内で評価をする無視領域同定システムを開発した。これにより視覚的な無視症状を客観的に把握することが可能となった。一方で、USN は聴覚性、体性感覚が存在するといった報告がある。臨床現場において、USN 患者の約 5 割で麻痺側からの呼びかけと逆方向を向くという現象がみられる。そのため、聴覚における USN 患者の空間把握能力の評価が必要であるが、USN 患者の聴覚に関する研究は少ない。一般的に、聴覚による空間認識能力を把握するための方法として音源定位試験が行われる（図 1）。先行研究では、加齢によって聴覚の時間情報処理能力や注意能力が低下すること

で、音源定位能力の低下に繋がることが明らかになっている。そこで、USN が音源定位能力の低下に繋がると考え、本研究は、USN 患者における音源定位能力の多角的分析を目的とした。

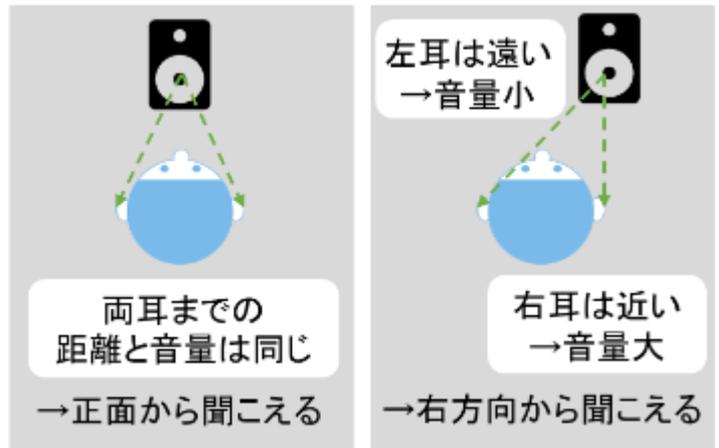


図 1. 音源定位能力測定イメージ

2.2 評価システムの構成

VR 空間内の任意の座標に音源をランダムに提示し、音源の提示一被験者の音源に対する回答位置を PC に記録することで、被験者の音源定位能力を評価する。回答の記録方法は、被験者が音源定位したときに音源方向を口頭で回答し、記録者が PC にキーボードで回答を入力する (図 2)。本システムでは、音源定位位置の角度を 3 種類(15 度、30 度、45 度)の分解能で変更可能であり、1 種類の高さ(1m)、1 種類の距離 (3m) に音源提示が可能である (図 3)。なお、各提示位置への反応時間と視線角度、頸部角度が取得可能である。使用した音源は正弦波 1000Hz であり、音源の長さは 3 秒とした。

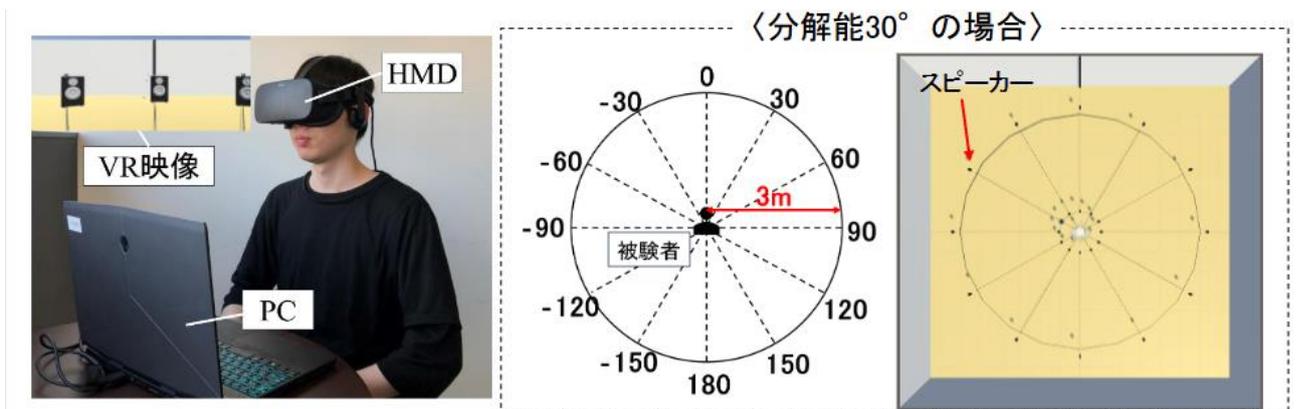


図 2. システム構成図

2.3 臨床試験

2.4.1 試験デザイン

若年健常者 6 名，高齢健常者 12 名，USN 患者 6 名を対象に音源定位試験を行い、USN 患者の音源定位能力の解明のため三群間で正答率と反応時間の差を比較した。試験条件は，頸部フリー，開眼/閉眼状態，分解能 3 種類で実施した。試験指標としては正答率、反応時間、視線・頸部角度を用いた。

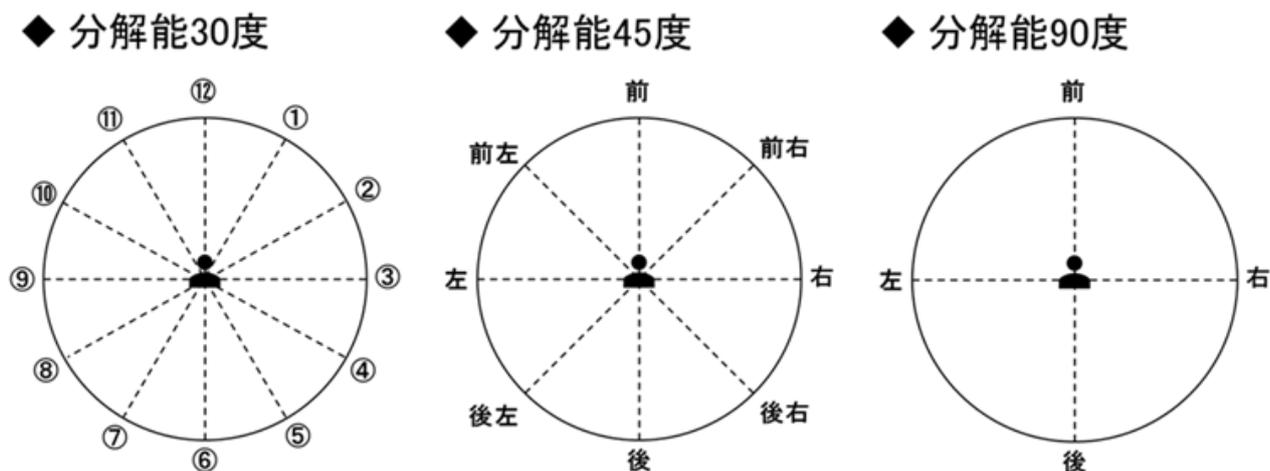


図 3. 各分解能の音源提示位置

2.3 結果・考察

2.3.1 音源定位能力の 3 群間比較

被験者 3 群に関して，正答率と反応時間の比較を行った(図 4)。正答率は，若年健常者，高齢健常者，USN 患者の順で有意に低下した。正答率の差に関して，それぞれの反応時間をもとに考察した。若年健常者と比較して高齢健常者の反応時間は有意に増大している。これは，加齢による聴覚の時間情報処理能力の低下により音源の探索時間が増大したと考える。一方で，高齢健常者と比較して USN 患者の反応時間は有意に減少したが，若年健常者と比較すると同等レベルまたは減少傾向である。これは，USN 患者は音源の探索動作が出来ず，音の方向を識別する能力が低下し，大まかな回答しかできないため反応時間が減少したと考える。また，USN 患者の音源回答位置の選択肢数について分析したところ，患者は高齢健常者と比較して回答の選択肢が少なく，限定的な認知空間を形成していると考えた。

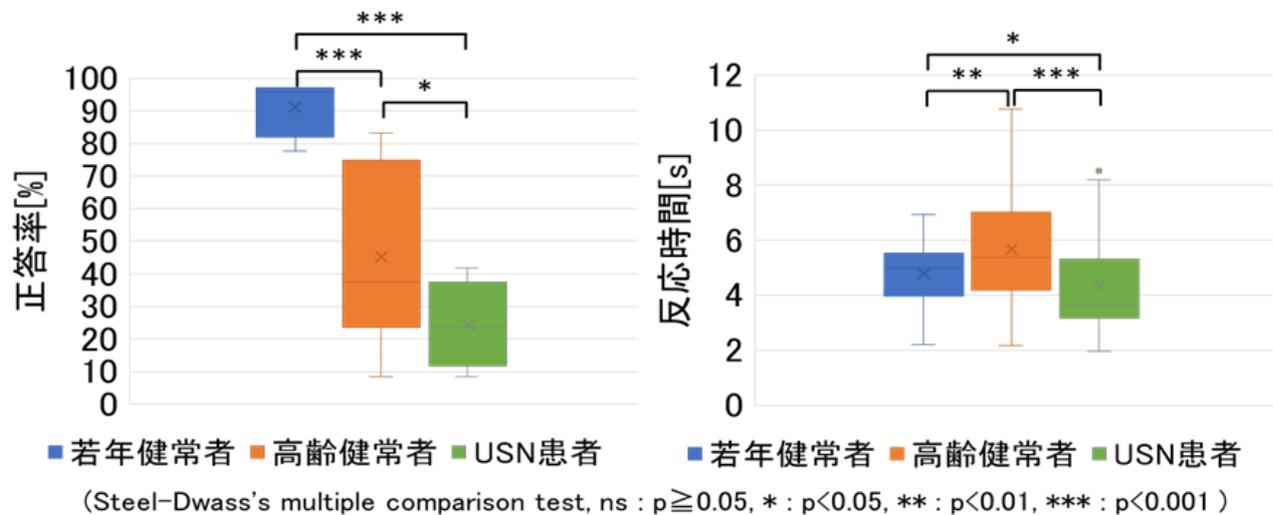


図 4. 若年健常者・高齢健常者・USN 患者の比較
(左) 正答率 (右) 反応時間

表 1 高齢健常者と USN 患者の回答選択肢数の比較

		回答種類数	
		開眼	閉眼
高齢健常者 (平均)		10/12 種類	11/12 種類
USN 患者	A	9	7
	B	8	7
	C	6	5
	D	3	8

被験者の音源回答位置の可視化を行い、高齢健常者と USN 患者の比較をした。高齢健常者は全 12 方向で回答しているのに対して、USN 患者は 5 方向の回答のみである。また、USN 患者は右側に偏って回答していることが確認された。よって、USN 患者は限定的な認知空間を形成していることが示唆された。

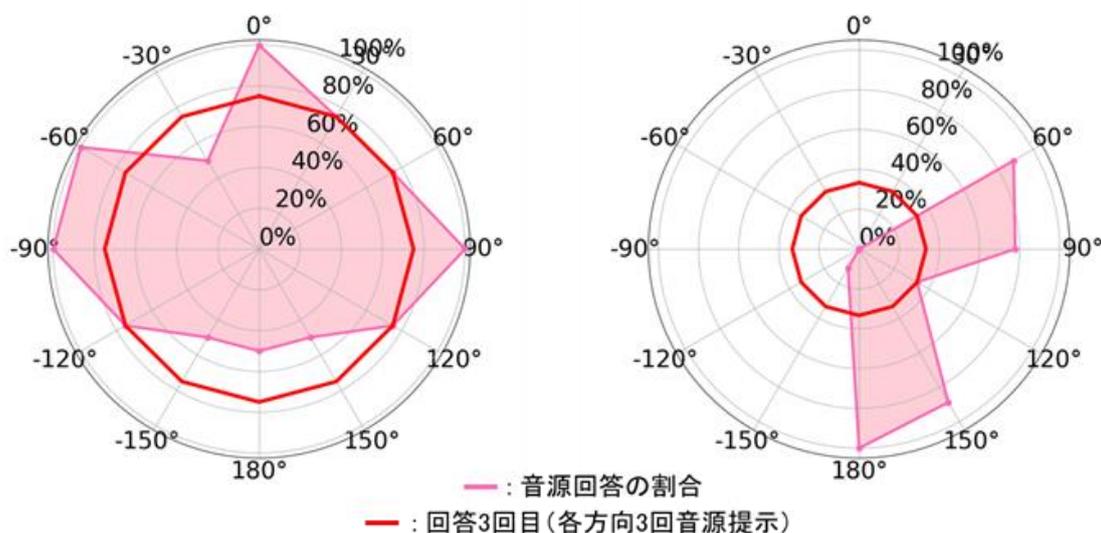


図 5. 若年健常者・高齢健常者・USN 患者の比較
(左) 正答率 (右) 反応時間

図 5 は、被験者の音源提示位置を可視化したものである。ピンクが音源回答の割合を表している。そのため、赤線で被験者が 3 回目の回答をした位置を示した。音源提示は 1 方向あたり 3 回なので、3 回を超える方向は、その位置で音を認識しやすいことが分かる。一方で、3 回未満の方向は、その位置で音の認識をしにくいことが考えられる。

2.3.2 聴覚認知空間の分析

音源提示位置に対する被験者の回答位置に関して分析した。本研究では、正面方向を 0 度とし、左方向を負の値 (-)、右方向を正の値 (+) で表す。健常者や聴覚的 USN がない患者は音源提示位置と回答位置が一致して対角線上の正答ラインに回答が集中する (図 6 (左))。一方で、聴覚的 USN がある患者 3 名は、無視側の音源を非無視側で回答していることを確認した (図 6 (右))。USN は右空間に注意が引き付けられやすく、左側を無視することが分かっている。よって、USN 患者は右空間に偏って反応したことが考えられる。

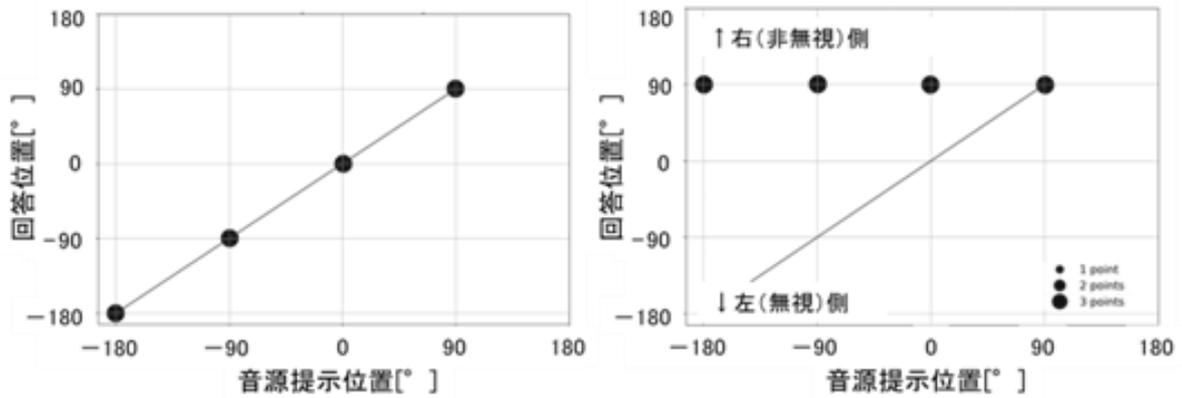


図 6. 音源提示位置に対する回答位置

2.3.3 視覚情報の役割

開眼/閉眼状態の正答率の比較を行った (図 7). 若年健常者は開眼状態が閉眼状態よりも正答率が高く, 知見と一致した. 一方で, 高齢健常者と USN 患者は, 閉眼状態が開眼状態より正答率が高い傾向がある. これは, 高齢者は, 感覚機能の低下により視覚と聴覚のクロスモーダル効果が減衰し, 閉眼状態の方が聴覚に集中できるため, 正答率が向上したと考えた.

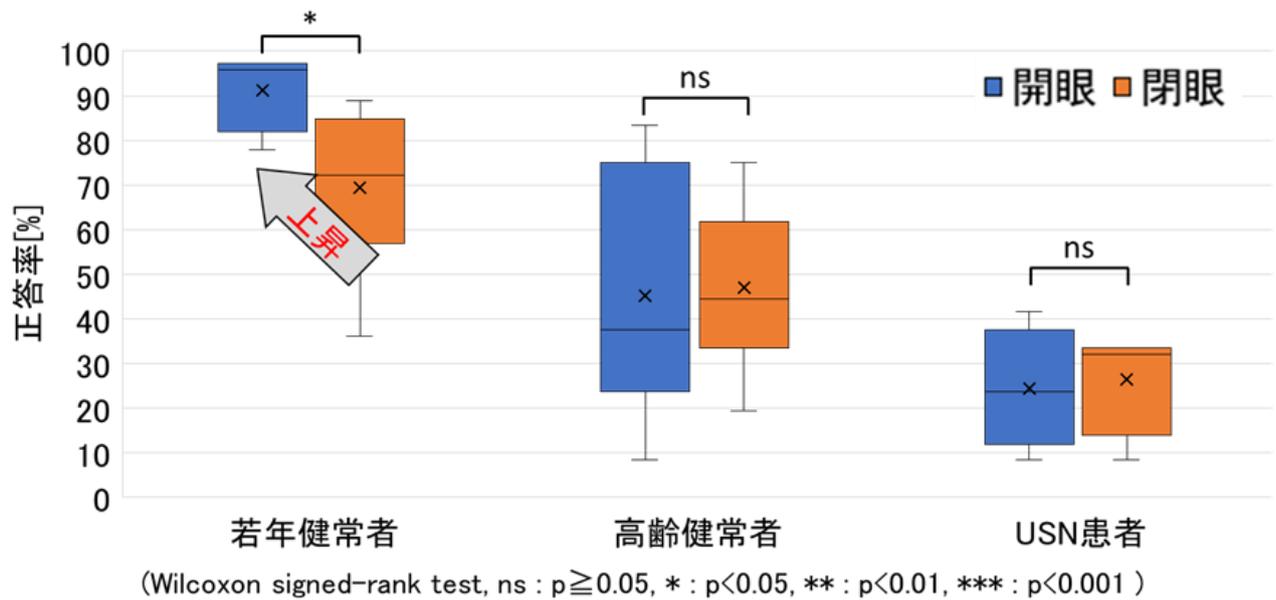


図 7. 音源提示位置に対する回答位置

2.3.4 USN 患者の音源定位能力

本研究により、USN 患者の音源定位能力が低下する要因が 2 つ明らかになった (図 8)。1 つ目は、探索能力の低下により限定的な認知空間を形成すること、2 つ目は、聴覚の空間認識が右に偏っていることである。今後、USN 患者において聴覚の評価を取り入れる必要性が示唆された。



図 8. USN 患者の音源定位能力

本研究では、健常者との比較に基づく USN 患者の水平方向の音源定位能力の評価・分析を行った。今回は、水平方向のみの試験であったが、システムは垂直方向も音源定位試験が可能であるため、今後は垂直方向の音源定位能力についても評価・分析を行い、空間的に音源定位能力が変化するか検証を行う必要がある。また、視覚情報が無いことによって聴覚的な能力が顕在化し、さらに空間が歪むといった事例が偶然なのかどうかを検証していく必要があるため、被験者数を追加し、仮説検証をしていく必要がある。

3. 主な研究成果 (2)

3.1 研究背景

2 章でも述べたように弊研究室では VR を用いて USN 患者の無視領域の定量化と日常生活復帰に向けたリハビリ介入手法の構築に取り組んできた。VR を用いた手法は主に Head Mount Display (以下 HMD) を用いて行われている。VR 技術を活用した HMD による半側空間無視の介入システムにおいて、いくつかの障壁が存在する。患者にとっては、HMD のコントローラーの操作が難しく、機器が重いため装着時に首や顔に疲労感を感じることもある。また、約 30% の患者は VR 酔いを経験することが報告されている。一方、療法士にとっては、患者に適した機器の調整に時間と労力がかかり、必要な機器が多いため実施可能な場所が制限されるという課題もある。これらの問題から、HMD を用いたリハビリには患者および療法士双方にとって負担が伴うことが明らかで

あり，AR グラスを活用した半側空間無視の簡易治療システムの開発に取り組んだ。

3.2 システム開発

3.2.1 AR グラスの適用

まず初めに弊研究室の従来の介入システムである可動スリットシステムと Cueing システムの AR グラス適用を実現した。これにより身体中心無視症状を抱えた USN 患者への介入と物体中心無視症状を抱えた USN 患者への介入のどちらも負担軽減を実現することができた(図 9)。

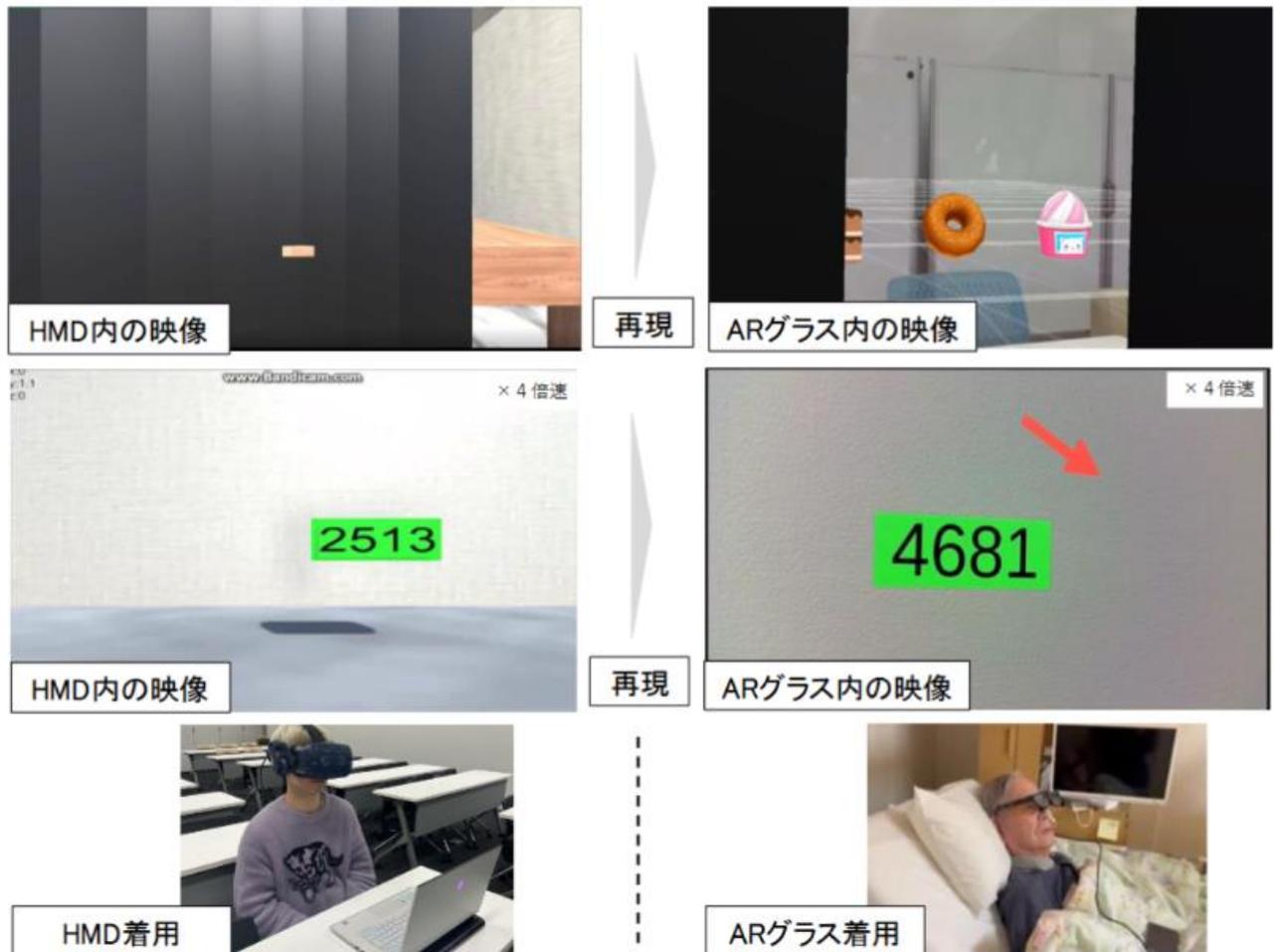


図 9 可動スリットシステムと Cueing システムの AR 適用前後の比較

3.2.2 ハンドトラッキング機能の実装

続いて従来のトレーニングシステムにおいて複雑なコントローラーの操作を要求したトレーニングシステムについて，AR グラスへの適用だけでなくハンドトラッキング機能を応用した機能の改善を行った(図 10)。

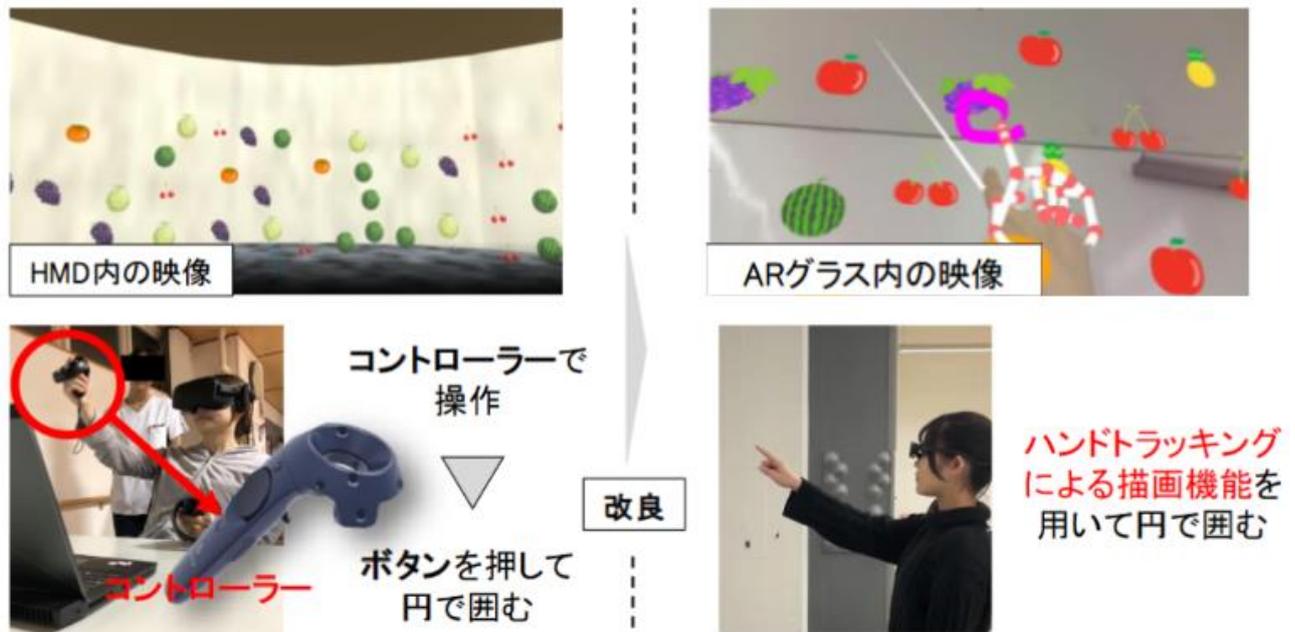


図 10 ハンドトラッキングを用いたトレーニングシステム改良

3.2.3 受動的・能動的要素を取り入れたリハビリシステムの開発

最後に、AR グラスによる負担軽減とハンドトラッキング機能を組み合わせることで従来では成しえなかった、受動的要素に加え能動的要素を取り入れた新リハビリシステムの開発に取り組んだ。受動的要素として視運動性刺激を用いた（図 11）。視運動性刺激は、右から左へ移動する複数の視覚刺激を提示し、患者に対して視線でこれらの刺激を頂皮質、基底核、脳幹、小脳といった複数の脳領域を活性化させることにより、視覚、聴覚、触覚に対する空間探索能力を向上させる効果が認められている。

刺激物体は常に青色で、視認性を高めるために、壁や天井、机にあまり見られない色を採用している。しかし USN 患者は脳損傷を受けた影響により、視運動性刺激のような小さい刺激物体を AR グラス上に提示しても、認識できない可能性があると考え、介入開始後の最初の 30 秒間で刺激物体の大きさと速度を段階的に調整し患者が刺激物体を確実に認識できるようにした。

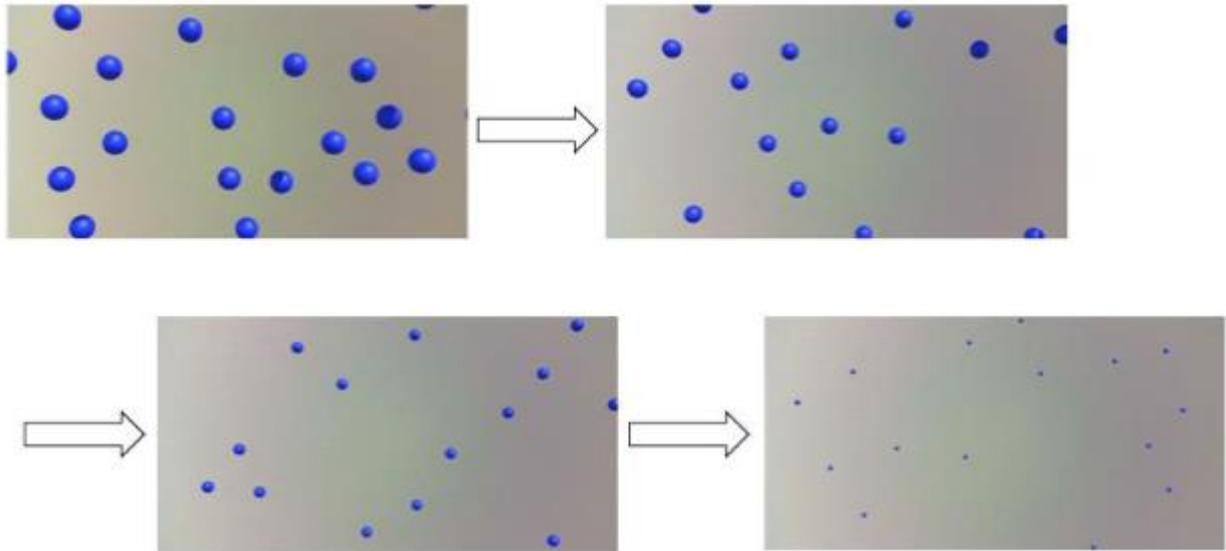


図 11 視運動性刺激の大きさの変化

能動的要素には、ハンドジェスチャ機能によるハンドトラッキングを用いた仮想オブジェクトの追跡を採用する。システム開始から 1 分後、2 分 30 秒後、4 分後の計 3 回、患者は右手の人差し指を用いてハンドトラッキング機能を活用し、目の前に現れる特定の刺激物体を追跡するタスクを実施した。患者が描画した線の軌跡の長さに基づき、左側の認識範囲を評価することを可能にしている(図 12)。

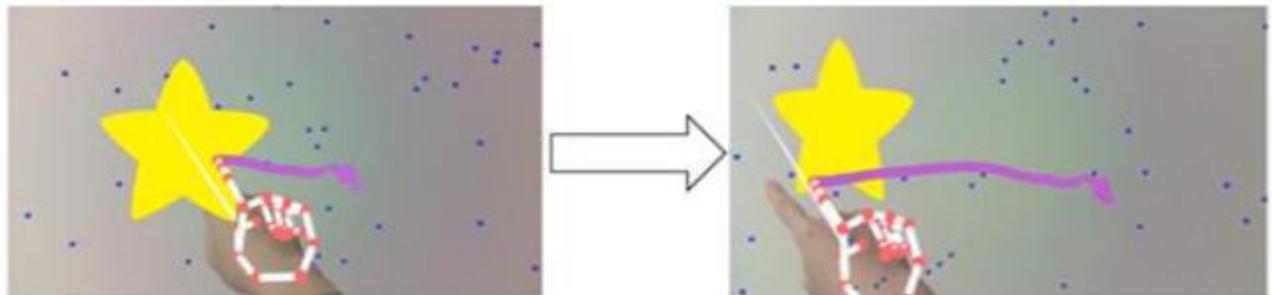


図 12 描画した線の軌跡の長さの変化

3.3 妥当性検証

従来の HMD のシステムは検証の準備に手間がかかることから生じた療法士が感じる負担が課題となっていた。本研究では AR グラスを採用することによりセットアップの軽減につながると考え、F 図 13 のような手順を構築して療法士の負担軽減を目指した。

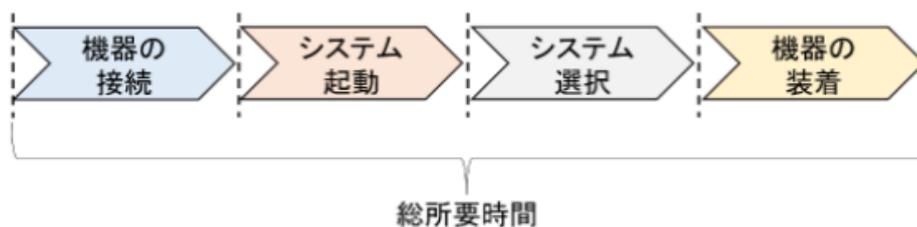


図 13 リハビリ開始までにかかる機器のセットアップの流れ

3.3.1 所要時間の計測

HMD および AR グラスにおけるリハビリ開始までの機器セットアップに要する所要時間を比較するため、苑田会リハビリテーション病院の療法士 1 名および健常者 6 名を対象に所要時間の計測を行った。評価項目は、リハビリ開始までの「機器の接続」、「システム起動」、「システム選択」、「機器の装着」の 4 つのステップにかかる各所要時間および、これら 4 ステップの総所要時間とした。

・療法士

療法士 1 名を対象に図 13 に示す手順に基づいて機器のセットアップを実施していただき、「機器の接続」、「システム起動」、「システム選択」、「機器の装着」の 4 つのステップの各所要時間を計測した。計測結果を表 2 と図 14 に示す。

表 2 HMD と AR グラスにおける各所要時間(療法士)

	機器の 接続 (秒)	システム 起動 (秒)	システム 選択 (秒)	機器の 装着 (秒)	合計 (秒)
HMD	33	24	24	50	131
AR グラス	6	44	7	7	64

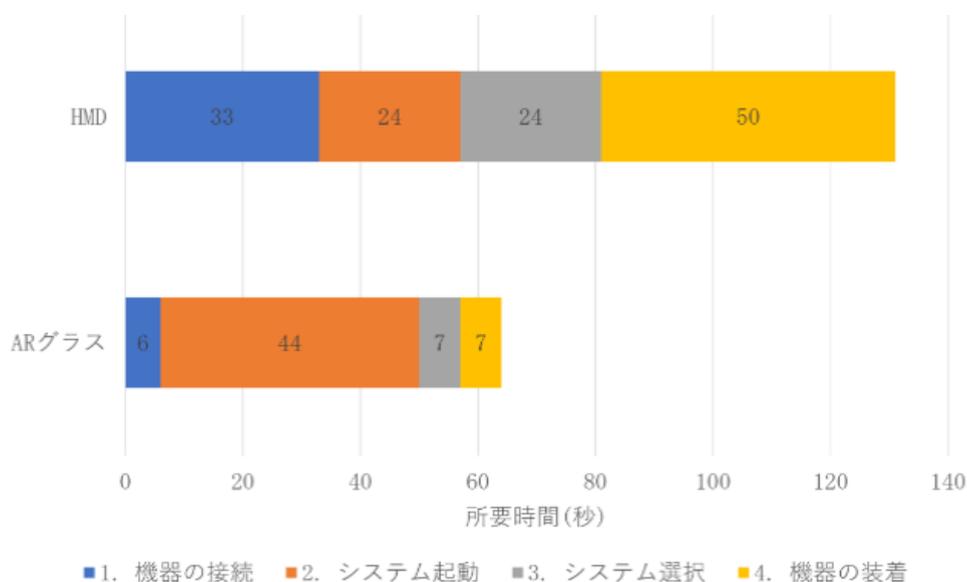


図 14 HMD と AR グラスにおける各所要時間(療法士)

総所要時間に関して、HMD は 2 分 11 秒、AR グラスは 1 分 4 秒であり、AR グラスの方が短時間でリハビリ開始までの機器のセットアップを完了した。特に、従来のプラットフォームである HMD において課題とされてきた「機器の接続」および「機器の装着」に要する時間が短縮されている点から、AR グラスは装着が容易であることが示唆される。また、「システム選択」の所要

時間が短縮されたことは、療法士にとって操作性が高いことを示す。

・健常者

健常者 6 名を対象に、Fig. 5 に示す手順に基づいて機器のセットアップを実施していただき、「機器の接続」、「システム起動」、「システム選択」、「機器の装着」の 4 つのステップの各所要時間を計測した。健常者の年齢の平均は 23 ± 1 歳である。計測結果を表 3 に、総所要時間を表 4 に示す。

表 3 HMD と AR グラスにおける各所要時間(健常者)

		機器の 接続 (秒)	システム 起動 (秒)	システム 選択 (秒)	機器の 装着 (秒)
A	HMD	49	23	15	17
	AR グラス	6	37	10	17
B	HMD	129	26	13	7
	AR グラス	8	34	11	18
C	HMD	52	26	15	8
	AR グラス	12	34	18	18
D	HMD	50	33	14	6
	AR グラス	13	23	10	17
E	HMD	51	21	43	7
	AR グラス	8	25	10	17
F	HMD	52	24	14	6
	AR グラス	8	31	11	17

表 4 HMD と AR グラスにおける総所要時間(健常者)

	A	B	C	D	E	F
HMD (秒)	104	186	111	114	132	107
AR グラス (秒)	60	61	70	53	49	57

総所要時間について、ウィルコクソンの符号付順位和検定により分析した結果を図 15 に示す。また、各所要時間についてもウィルコクソンの符号付順位和検定により分析したところ、「機器の接続」と「機器の装着」には有意差がみられたため、「機器の接続」の結果を図 16 に、「機器の装着」の結果を図 17 に示す。

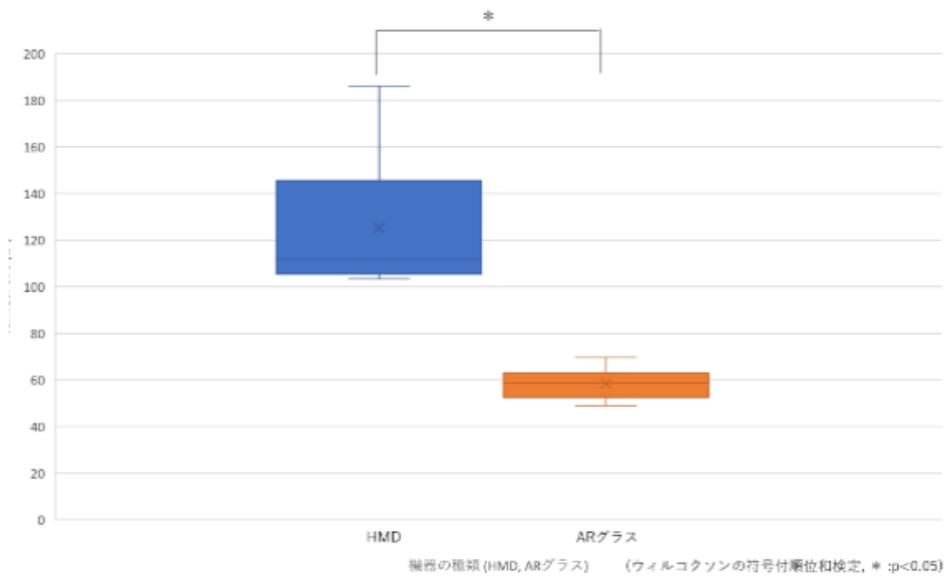


図 15 HMD と AR グラスにおける総所要時間の比較

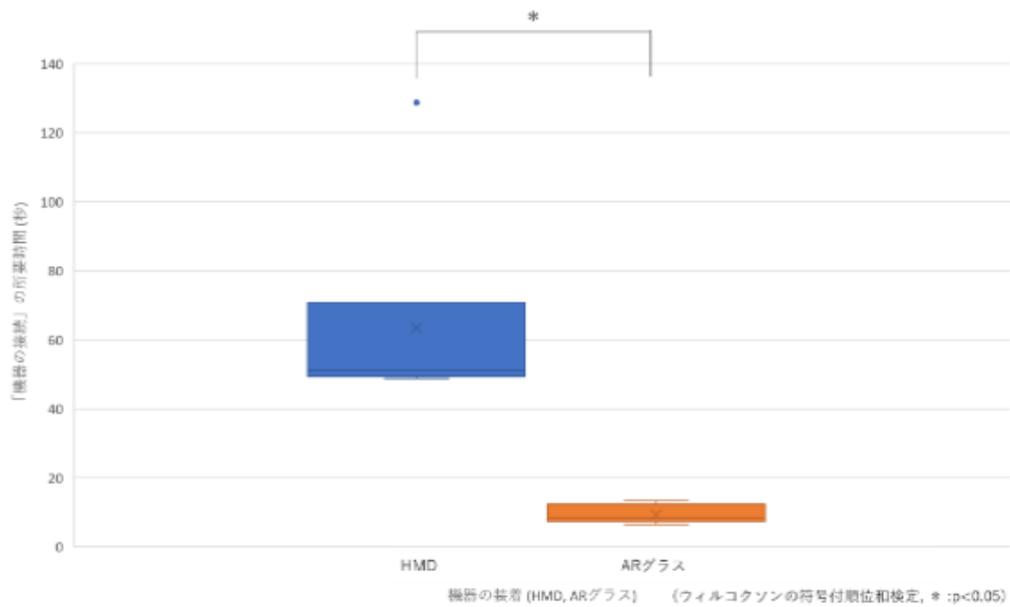


図 16 HMD と AR グラスにおける「機器の接続」の所要時間の比較

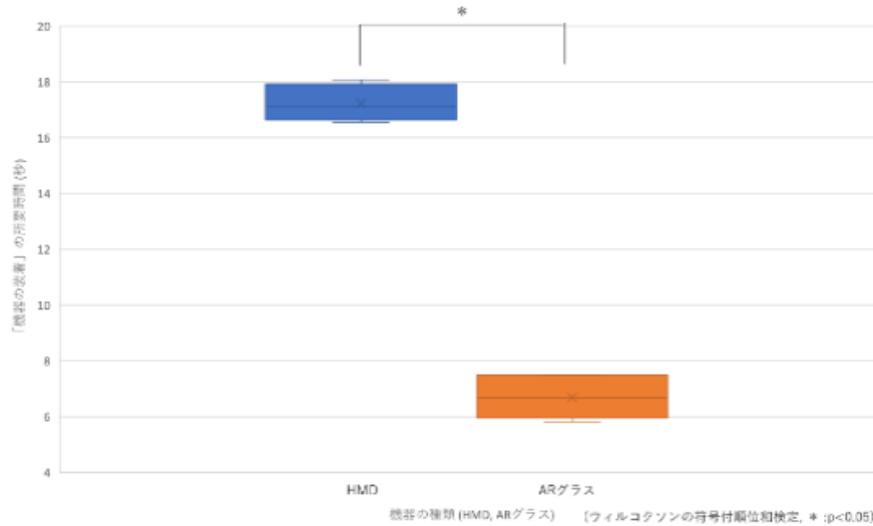


図 17 HMD と AR グラスにおける「機器の装着」の所要時間の比較

「機器の接続」に有意差が認められた結果から、AR グラスは HMD に比べて接続が容易であることが示唆される。この接続の簡便さにより、セットアップ時間が短縮され、リハビリの迅速な開始が可能となる。また、「機器の装着」に有意差が認められた結果から、AR グラスは装着に要する時間が短縮されることが明らかとなった。この点は、患者および療法士の負担軽減につながると考えられる。以上のことから、AR グラスはセットアップ時間の短縮に優れているため、治療の率化および患者の負担軽減に寄与する可能性が示唆される。

3.3.2 アンケート評価

本研究では、HMD と AR グラスを用いたリハビリテーションの違いを明らかにするため、療法士および USN 患者を対象にアンケート調査とヒアリングを実施した。まず、HMD と AR グラスの操作性および現場での適応性について、苑田会リハビリテーション病院および花はたりリハビリテーション病院の療法士 9 名に対してアンケートを行った。評価項目は、実用性、操作性、効率性とし、評価方法としては 5 段階評価とヒアリングを用いた。また、USN 患者の視点から HMD と AR グラスにおける疲労度や表示の理解度の違いを検討するため、苑田会リハビリテーション病院の USN 患者 4 名を対象にアンケートを実施した。評価項目としては、疲労度および表示の理度を採用し、評価方法には 5 段階評価とヒアリングを用いた。

表 5 療法士向けアンケート内容

評価項目	アンケート内容	5段階評価
実用性	HMD (VR) によるリハビリと AR グラスによるリハビリ, それぞれにおいて現場での使いやすさについて教えてください.	1 (使いづらい) - 5 (使いやすい)
操作性	HMD (VR) のコントローラーを使用したリハビリと, AR グラスのハンドジェスチャによる描画を利用したリハビリのそれぞれについて, 使いやすさを教えてください.	1 (使いづらい) - 5 (使いやすい)
効率性	HMD (VR) と AR グラス, それぞれにおいて患者様に適した機器の調節にかかる手間と時間について教えてください.	1 (かかる) - 5 (かからない)

表 6 各評価を選択した人数 (実用性に関するアンケート)

	1 使いづらい	2	3	4	5 使いやすい
HMD	0	1	3	5	0
AR グラス	0	0	3	5	1

表 7 各評価を選択した人数 (操作性に関するアンケート)

	1 使いづらい	2	3	4	5 使いやすい
HMD	1	1	3	1	0
AR グラス	0	1	2	3	0

表 8 各評価を選択した人数 (効率性に関するアンケート)

	1 かかる	2	3	4	5 かからない
HMD	0	2	5	2	0
AR グラス	0	0	5	4	0

実用性に関して各評価を選択した人数を表 6 に示す. HMD に対する 4 以上の評価をした療法士の割合は約 55.6%であるのに対し, AR グラスに対する 4 以上の評価をした療法士の割合は約 6.7%であった. この結果は AR グラスの方が HMD よりも臨床現場での適応性に優れていることを示している.

操作性に関して, 各評価を選択した人数を表 7 に示す. HMD のコントローラーに対して 4 以上の評価をした療法士の割合は約 16.7%であるのに対し, AR グラスのハンドジェスチャに対して 4 以上の評価をした療法士の割合は 50%であった. HMD のコントローラーは, 持ち方やボタン操作に慣

れる必要があるため、操作において手間や困難さを感じる可能性があると考えられる。また AR グラスのハンドジェスチャに対する高評価は、手の動きに基づいて反応する直感的なインターフェースを提供することができるということを示唆する。

効率性に関して、各評価を選択した人数を表 8 に示す。HMD に対する 4 以上の評価をした療法士の割合は約 22.2%であるのに対し、AR グラスに対する 4 以上の評価をした療法士の割合は約 44.4%であった。HMD は患者の瞳孔間距離に応じた機器の調整やキャリブレーションが必要であるが、AR グラスは患者に適したノーズパッドを選択するだけという特性が、AR グラスの高評価に寄与したと考えられる。よって AR グラスの方 HMD よりも機器調整の時間と手間が少なく、臨床現場においてより効率的である可能性を示唆する。

表 9 USN 患者向けアンケート内容

評価項目	アンケート内容
疲労度	HMD (VR) を用いたリハビリと AR グラスを用いたリハビリについて、それぞれのどのくらい疲れるか教えてください。
表示の理解度	HMD (VR) を用いたリハビリと AR グラスを用いたリハビリについて、それぞれリハビリ中に見える映像や表示は、わかりやすかったですか？

表 10 疲労度に関する患者ごとの回答

	患者 A	患者 B	患者 C	患者 D
HMD	4	5	3	1
AR グラス	3	5	5	2

表 11 表示の理解度に関する患者ごとの回答

	患者 A	患者 B	患者 C	患者 D
HMD	5	5	4	4
AR グラス	3	5	2	2

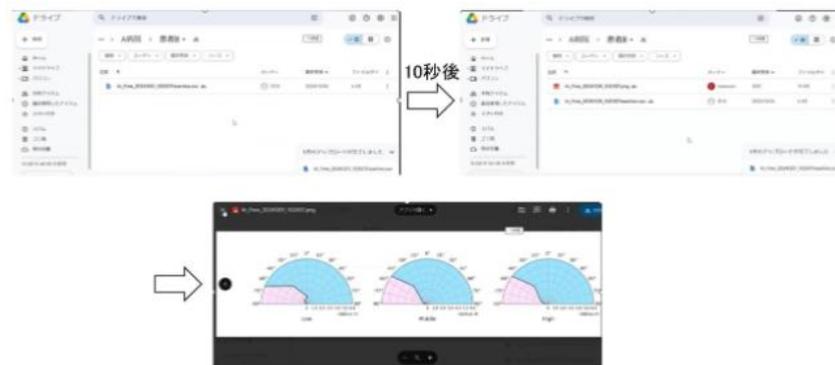
疲労度に関して、患者ごとの回答を表 10 に示す。患者 A は HMD の方が疲れにくい、患者 B は HMD と AR グラスで疲労度に差がない、患者 C と患者 D は AR グラスの方が疲れにくいという結果であった。この結果から AR グラスは HMD に比べて疲労度が低い可能性が示唆された。その要因として、AR グラスは HMD と比較して軽量であるため身体的負担が小さいことや、現実空間を保持できることで視覚的・認知的負担が軽減されることが考えられる。

表示の理解度に関して、患者ごとの回答を表 11 に示す。患者 A と患者 C と患者 D は HMD の方がわかりやすい、患者 B は HMD と AR グラスで理解度に差がないという結果であった。HMD の方が AR グラスよりも表示の理解度が高い傾向が示唆された。要因として、HMD は視野全体を覆うため集中

力を高めやすい点や、AR グラスでは現実空間の情報がノイズとなり、表示が視覚的に目立ちにくくなる可能性があることが考えられる。

3.4 クラウド即時連携

最後に無視マップ自動生成の実現に重点を置き、その作業の効率化を目指してシステムを構築した。本システムの構成は、環境として Linux を使用し、プログラム言語には Python を採用している。Google Drive API を活用することで Google Drive との連携を実現し、CSV ファイルの処理および無視マップの自動生成を行う。このシステムにより、Google Drive にアップロードされた CSV ファイルを、病院内のローカル PC で Python を用いて処理し、生成された無視マップを Google Drive に自動でアップロードする一連の作業が完全に自動化された(図 18)。



- ① Google Drive から CSV ファイルをチェックし、新しい CSV ファイルがあればダウンロード
- ② Python で処理を実行し、無視マップを自動で生成
- ③ 生成した無視マップを Google Drive に保存
- ④ 10 秒間隔で更新を繰り返す

図 18 無視マップの自動作成システムの流れ

本システムの導入により、無視マップ作成の自動化は以下の利点をもたらすと考えられる。まず、従来の手動作業に比べて 10 秒間という短時間で無視マップを生成できるため、療法士が即座に症状を把握できる。さらに、無視マップや過去データの一元的管理や、患者情報との容易な紐づけが可能になることから、迅速な治療計画の考案や個別化された治療計画の立案が可能となることが示唆される。研究グループにおいては、効率的なデータ収集と解析が可能となる。さらに、手動作業に伴うヒューマンエラーの削減も示唆される。このように、本システムは病院および研究グループ双方に対して、効率化と利便性向上をもたらし、リハビリや関連研究の質的向上に貢献することが期待される。

今後の展望として、Google Cloud Platform (GCP) などを活用した改良により、インターネットを介したデータ処理が可能となり、パソコンの稼働状況に依存することなく、無停止で動作するシステムの構築が実現可能となる。また、患者情報の匿名化機能の追加や、AI および機械学習の統合を通じたアプリ化により、リハビリの効率化がさらに促進されるとともに、簡単にシステムを活用できる環境が整備されることが示唆される。

4. 主な研究成果 (3)

4.1 研究背景

変形性膝関節症とは、膝関節の軟骨組織が摩耗することにより、痛みと腫れを引き起こす疾患であり、治療法として骨切り術が近年普及している。しかし、骨切り術の問題点として、歩行中に下肢への荷重負荷が適切に行われずに再変形が生じることが指摘されている。変形性膝関節症の再変形に関連する指標の一つとして、踵接地時の膝側方加速度が大きいこと挙げられる。膝側方加速度の低減手法として、靴内部にインソールを挿入することで踵部側方の高さを上げる方法が存在する。本手法では側方加速度の低減は可能であるものの、常に踵が外側を向く回内足に繋がる。回内足は、扁平足や外反母趾の原因となるため、防ぐことが必要である。そこで本研究では、歩行フェーズに合わせて踵部の高さが変化するインソールの開発を研究目的と定めた。具体的には、踵接地時には膝側方加速度の低減のために踵部側方に高さがあり、全面接地時には回内足予防のために高さが無い状態を目指す。

4.2 デバイス開発

インソールの高さ決定

インソールの開発にあたり、膝側方加速度の低減必要な高さの検討を行った。健常者 12 名でゴム製の高さ不変式インソール (0, 4, 8, 12 mm) を用いて高さごとの膝側方加速度の変化を調べた。(図 19)

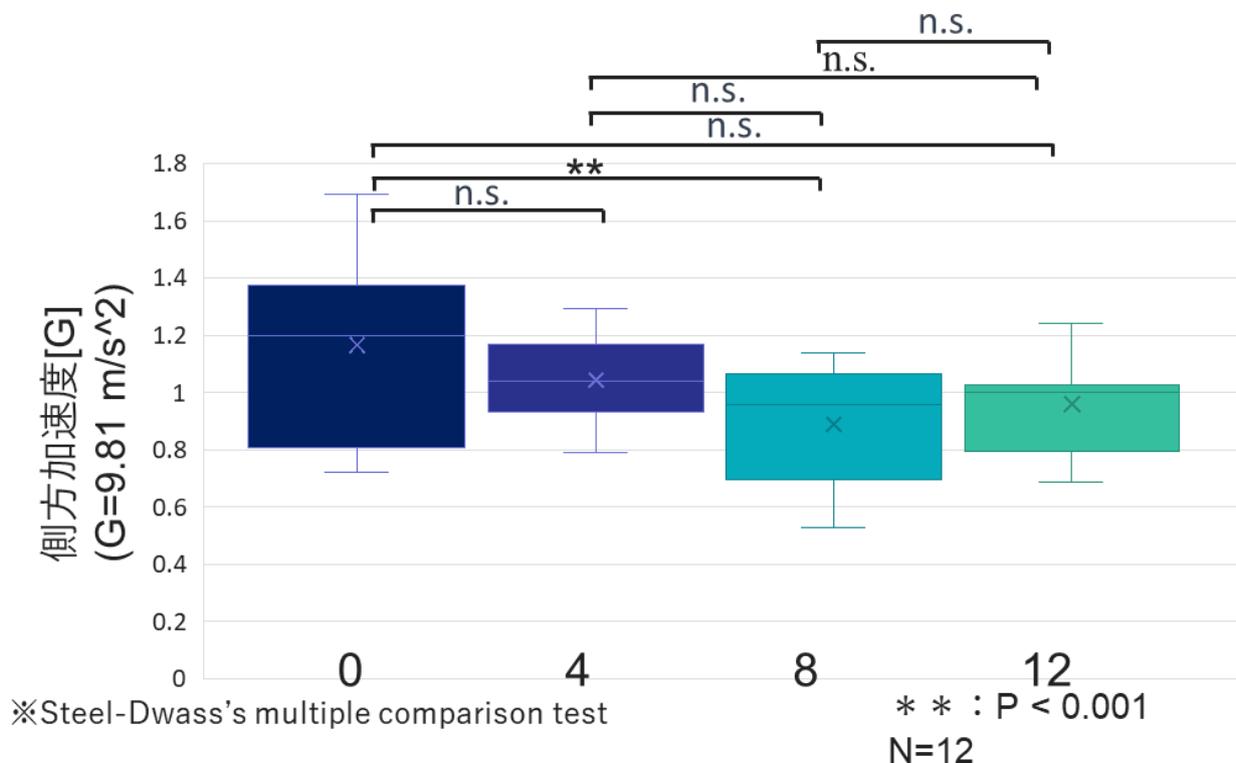


図 19 インソールの高さ と膝側方加速度

その結果、高さ 4, 12 mm では側方加速度の低下がみられなかったものの、8 mm の条件で膝側方加速度が有意に低下していたことから、踵接地時に 5~11 mm の高さを設ける必要が示唆された。また、全面接地時に高さ 8, 12 mm の条件において Leg Heel Alignment (LHA) の増大が見られ、4 mm の条件のみ有意差がなかったことから、全面接地時に高さを 4 mm 以下にすることが必要とされた。

デバイスの要求機能

デバイスの要求機能を以下に示す。

- ・踵接地時に踵部側方に高さがある状態 (5~11 mm)
- ・全面接地以降には高さが無い状態 (4 mm 以下)
- ・患者が歩行時に使用可能な重さ (30 g 以内)
- ・装着しやすさ
- ・安全性
- ・膝が外に流れないようにする

これらの要求機能を満たす板バネ式を用いた高さ可変式のインソールを開発し、以降、Heel Mechanical Compliance (HMC) と呼ぶ。

インソール概要

HMC の外観を図 20 に示す。HMC は板バネと金属板からなっており、着用時の違和感を解消するため、ポリエチレンフォーム製の中敷きを挿入している。板バネの配置は歩行時の荷重負荷率のグラフの頂点と Center Of Pressure (COP) の偏移グラフに対応する点を抽出し、板バネの配置位置とした。また、各板バネの負荷荷重より、板バネに求められる剛性を決定し、解析を行ったうえで板バネを選定した。



図 20 HMC 外観

4.3 性能評価試験

開発インソールを用いて、健常者 12 名でインソールの性能評価試験を実施した。高さなし、高さ不変（ゴム製）、開発した高さ可変（HMC）の 3 条件での比較を行った。その結果、高さ不変、高さ可変において図 21 に示すように、膝側方加速度の有意な低減が見られ、デバイスの効果が示唆された。また、回内角度に関しても図 22 に示すように、高さ不変において高さなし条件と比較して優位に角度増加がみられたものの、高さ可変においては見られなかった。つまり、HMC の回内予防効果がみられることがと示唆された。

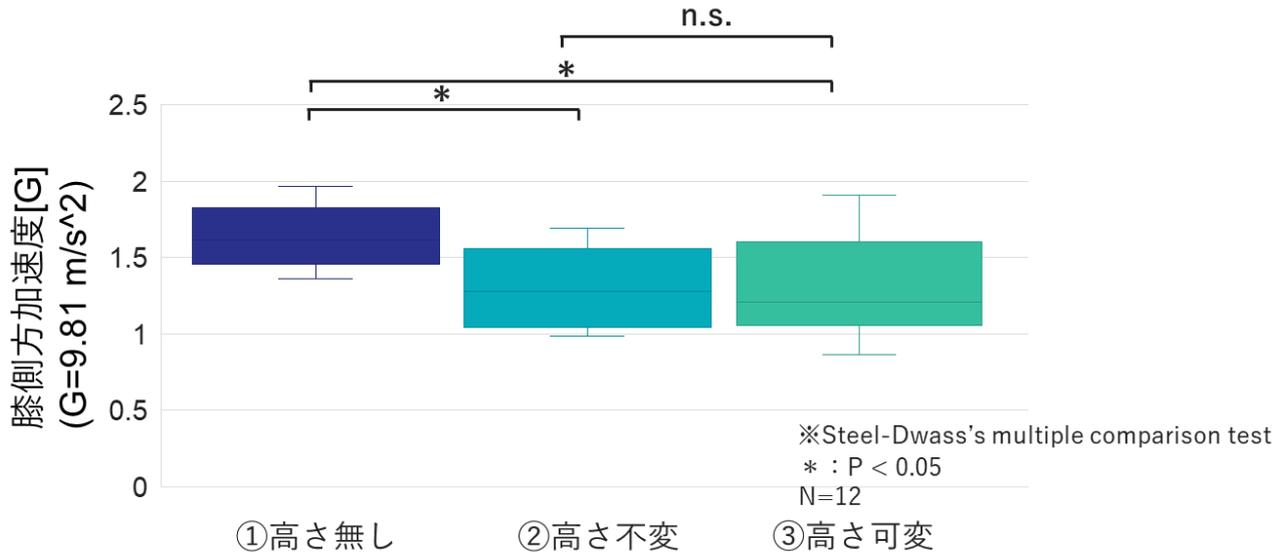


図 21 膝側方加速度の 3 条件比較

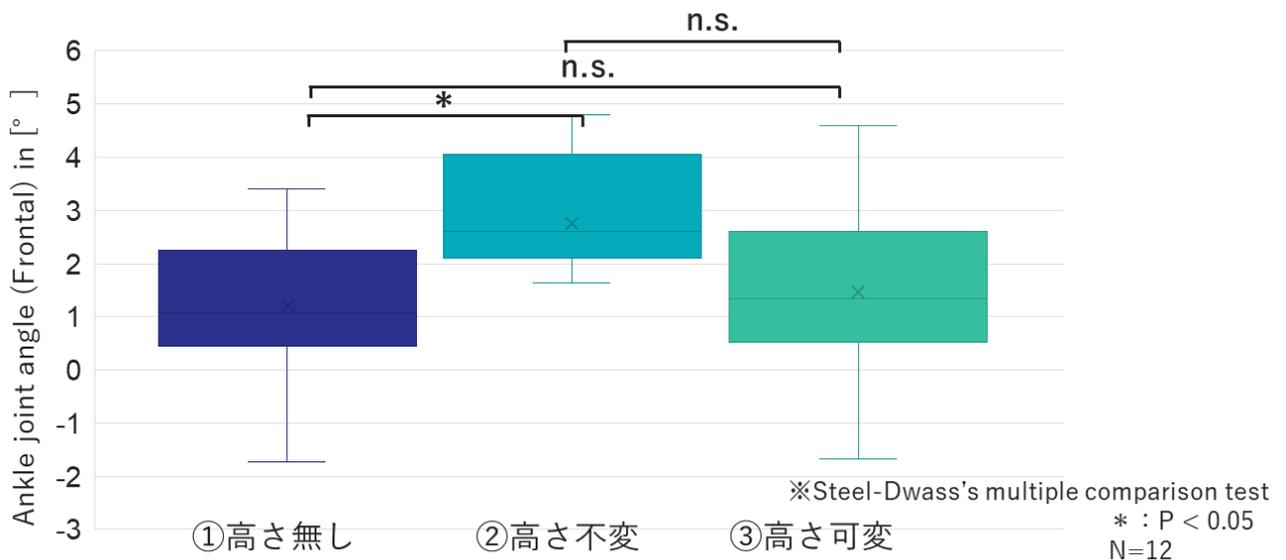


図 22 全面設置時の回内角度の 3 条件比較

4.4 患者試験

HMCを用いて、骨切り術後の患者14名16膝で膝側方加速度の低減効果、歩行時のLHAを計測する試験を実施した。試験条件は高さなし、高さ不変（ゴム製）、開発した高さ可変（板バネ式）の3条件をランダムに実施した。評価指標は腓骨頭に設置した加速度のセンサによる膝側方加速度、LHAを計測する二軸ゴニオメータである。試験の結果、高さ不変、高さ可変において膝側方加速度の有意な低減が見られ、デバイスの効果が示唆された（図23）。一方で回内角度に関しては有意差が見られなかった。（図24）

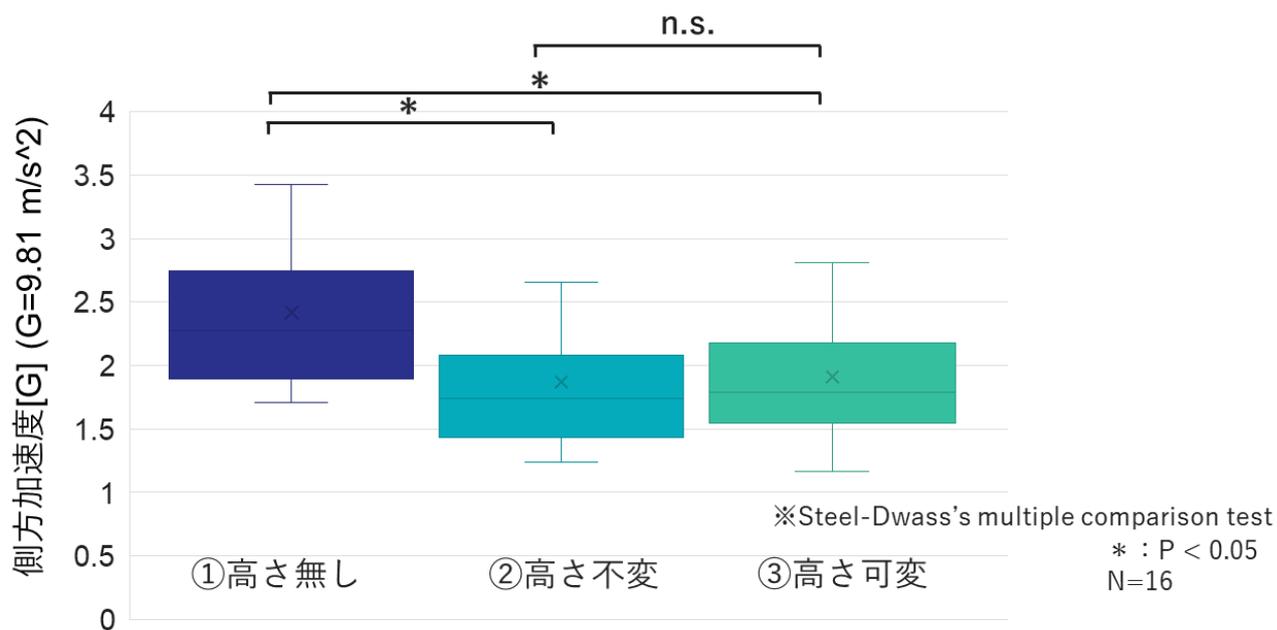


図23 患者における膝側方加速度の3条件比較

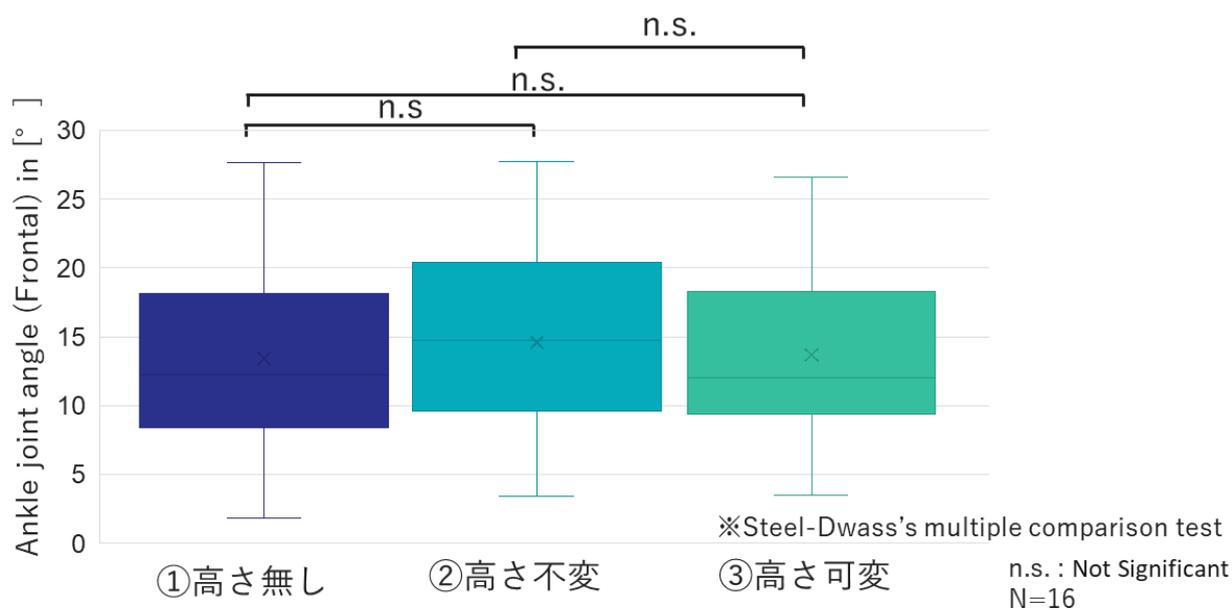


図24 患者における全面設置時の回内角度の3条件比較

その原因として、術後患者の過度な回内が挙げられる。健常者の全面接地時の回内角度である、約 3.9° を8.8割の患者が高さなしの条件において超えていた。回内足になると立脚中期にかけてCOPが内側（親指側）を通ることが先行研究より示されていることから、術後患者においては側方部に足底部が触れていないことが原因で3条件において差が見られなかったと考えられる。そこで、全面接地時に回内を予防するための土踏まずのアーチサポートを入れた状態で、デバイスの効果検証を骨切り術後の患者1名で実施した。その結果、高さ不変条件と比較して高さ可変条件において回内角度の低下がみられ、デバイスの回内予防効果が見られた。また、回内していない被験者のデータをピックアップすると効果がみられることが確認されたことから、すでに回内足が進行している患者においては、土踏まずのアーチをサポートするパッドをいれ、回内が進行していない被験者にはアーチのサポート無しで行うことで重症度に応じたデバイスの使用ができる。

2. 共同研究者

岩田 浩康（創造理工学部・総合機械工学科・教授）

安田 和弘（東京保健医療専門職大学・教授、理工学術院総合研究所・客員主任研究員）

洪 境晨（創造理工学部・総合機械工学科・助教）

鶴田 千紘（創造理工学研究科・総合機械工学専攻・修士2年）

越野 晶（創造理工学研究科・総合機械工学専攻・修士2年）

東川 昂生（創造理工学研究科・総合機械工学専攻・修士1年）

甲 彩希（総合機械工学科 4年）

川口 俊太郎（苑田会リハビリテーション病院・リハビリテーション科・理学療法士）

江見 翔太（苑田会リハビリテーション病院・リハビリテーション科・理学療法士）

3. 研究業績

論文発表リスト

- [1] Yuuki SHIDA, Souto KUMAGAI, Ryosuke TSUMURA, Hiroyasu IWATA, "Automated Image Acquisition of Parasternal Long-Axis View with Robotic Echocardiography", 2024 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2024), Paper TuAT19-NT.9, 2024年5月
- [2] Genichiro TANAKA, Yoshinobu TAKAHASHI, Hiroyasu IAWATA, "High Precision Paint Deposition Modeling Considering Variable Posture of Spray Painting Robot", 2024 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2024), Pages 2542 – 2548, 2024年5月
- [3] Guillaume Gourmelen, Shutaro Toriya, Eiko Miya, Naohisa Shioura, Hiroyasu Iwata, "Miruoto : Sports event atmosphere visual rendering through real-time image and sound processing system", SIGGRAPH '24: ACM SIGGRAPH 2024 Emerging Technologies, Article No.: 14, Pages 1 - 2, 2024年7月
- [4] Tsuji Ayumu, Aihara Shimpei, Hong Jing-Chen, Tanaka Shotaro, Iwata Hiroyasu, "Development of a Platform for the Identification and Analysis of Simultaneous Localization of Static, Dynamic, and Instructional Sound Sources in Blind Soccer" 2024 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM 2024), pp. 1500-1505, 2024年7月

- [5] Guinot Lena, Matsumoto Ryutaro, Takahashi Shota, Iwata Hiroyasu, "Leveraging Memory and Attention in a Kinetically Aware Robot: An Ideomotor-Inspired Approach to Implicit Command Understanding from IMU Sensor Data"
2024 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM 2024), pp. 936-941, 2024年7月
- [6] Tanaka Genichiro, Takahashi Yoshinobu, Fukumoto Zenepei, Iwata Hiroyasu, "Boss -Specific Paint Deposition Modeling and Evaluation of Paint Blocking in Spray Painting Robot"
2024 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM 2024), pp. 1028-1031, 2024年7月
- [7] Obokata Jun, Isozaki Yoshiyuki, Shida Yuuki, Iwata Hiroyasu, "Water-Sensitive Urination Detection System Robust to Body Fluid and Posture"
2024 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM 2024), pp. 1322-1327, 2024年7月
- [8] Yamauchi Yuki, Shida Yuuki, Kumagai Souto, Iwata Hiroyasu, "Identification and Avoidance of Multiple Reflections and Posterior Echo Enhancement Using Robotic Echocardiography"
2024 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM 2024), pp. 404-409, 2024年7月
- [9] Kouta Suzuki, Yukiko Iwasaki, Nonoka Nishida, Ayumu Tsuji, Hiroyasu Iwata, "Attention Overload Virtual Reality Training System -Extension of Effective Attention Resources-"
The 46th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC 2024), Paper 7461, 2024年7月
- [10] Chihiro Tsuruta, Jing-Chen Hong, Kazuhiro Yasuda, Qiutung Xu, Hiroyasu Iwata, "Reducing Visual Dependence of Postural Control in Older Adults with a Vibration Belt Indicating Shifts in Center of Gravity"
The 46th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC 2024), Paper 6465, 2024年7月
- [11] Akira Koshino, Tomoki Akatsuka, Kazuhiro Yasuda, Saki Takazawa, Shuntaro Kawaguchi, Hiroyasu Iwata, "Spatiotemporal Response Analysis to Simple and Complex Stimuli in Patients with Unilateral Spatial Neglect: 3D Verification Using Immersive Virtual Reality"
The 46th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC 2024), Paper 7278, 2024年7月
- [12] Kouta Suzuki, Shi Miaohui, Vimolmongkolporn Vitsain, Yukiko Iwasaki, Hiroyasu Iwata, "The Role of Automation and User Experience in Multi Robot Systems"
2024 IEEE 20th International Conference on Automation Science and Engineering (CASE2024) pp.3818-3825, paper no. 2161-8089, 2024年8月
- [13] Hayato Takeda, Fumihiro Kato, Kaito Kamishima, Hiroyasu Iwata, "Development of a Two-Fingered Robotic Hand Capable of Reproducing Five Types of Palpation Movements"
IMEKO 2024 XXIV World Congress (IMEKO 2024) #399, 2024年8月
- [14] Fumihiro Kato, Kaito Kamishima, Hiroyasu Iwata, "Study on Haptic Sensors for Robotic Palpation - Verification of Force and Acceleration Acquisition Frequency-Bands for Identifying Softness in Dermatological Examination-" IMEKO 2024 XXIV World Congress (IMEKO 2024), #404,

2024年8月

- [15] Keisuke Oi, Takuma Ogawa, Hiroyasu Iwata, "Extra-Fine Needle Deflection Modeling Considering Needle Stiffness and Tissue Resistance for Needle Tip Direction Control in Reinsertion"
IMEKO 2024 XXIV World Congress (IMEKO 2024), #705, 2024年8月
- [16] Genichiro Tanaka, Yoshinobu Takahashi, Zenpei Fukumoto, Hiroyasu Iwata, "Painting Robot Trajectory Planning for L-shaped Surfaces using High-Precision Paint Deposition Modeling"
IMEKO 2024 XXIV World Congress (IMEKO 2024), 2024年8月
- [17] Ayumu Tsuji, Shimpei Aihara, Shotaro Tanaka, Hiroyasu Iwata, "Identifiacation of Localization Ability and Head Motion Strategy for Static and Dynamic Sound Sources in Blind Soccer Players using a Virtual Spatial Aclustic System"
IMEKO 2024 XXIV World Congress (IMEKO 2024), 2024年8月
- [18] Kouki Higashikawa, Jing-Chen Hong, Chihiro Tsuruta, Ryo Nagashima, Ryohei Takeuchi, Tsubasa Gunbe, Hiroyasu Iwata, "Development of a Foot Center of Pressure Biofeedback System for the Prevention of Bowleg Redeformation: A Feasibility Study in Patients after Tibial Osteotomy"
IEEE RAS EMBS 10th International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics (BioRob 2024), pp. 722–727, 2024年9月
- [19] Juncheng Liu, Xiaoran Yang, Jing-Chen Hong, Hiroyasu Iwata, "Analysis of Lifting Posture by Two Inertial Measurement Units and a Classification Model Based on a Convolutional Neural Network"
IEEE RAS EMBS 10th International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics (BioRob 2024), pp. 383-388, 2024年9月
- [20] Chihiro Tsuruta, Syutarō Toriya, Kiichi Nishimura, Hiroyasu Iwata, "Construction of a Sensory Feedback-Agnostic Transitional Tuning Method to Maintain Volitionality during Continuous Supine Walking"
IEEE RAS EMBS 10th International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics (BioRob 2024), pp. 852-857, 2024年9月
- [21] Ayumu Tsuji, Shimpei Aihara, Shotaro Tanaka, Lena Guinot, Hiroyasu Iwata, "Enhancing Sound Source Localization in Blind Soccer: Analyzing Head Movement Strategies and Localization Abilities for Static and Dynamic Auditory Cues Via a Virtual Spatial Acoustic System"
2024 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC2024), pp.3763-3768, 2024年10月
- [22] Hsu Thiri Soe, Hiroyasu Iwata, "Enhancing Myocardial Infarction Diagnosis: LSTM-based Deep Learning Approach Integrating Echocardiographic Wall Motion Analysis"
Journal of Medical and Biological Engineering(2024), vol. 44(no.11), Issue 5, Pages 704 - 710
DOI:10.1007/s40846-024-00897-1, Oct., 2024
- [23] Ahmed Alsereidi, Vitvasin, Yukiko Iwasaki, Hiroyasu Iwata, "Multi-presence System with Local Augmented Body - Investigation of human cognitive limitation and spatial awareness in teleoperation"
IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots, pp.106-112, 2024年11月
- [24] Genichiro Tanaka, Yoshinobu Takahashi, Zenpei Fukumoto, Hiroyasu Iwata, "Evaluation and Improvement of Prediction System for Film Thickness and Sag in Painting Robot"
2024 The 12th International Conference on Control, Mechatronics and Automation (ICCMA 2024), pp.160-165, 2024年11月
- [25] Vitvasin Vimolmongkolporn, Yukiko Iwasaki, Fumihiro Kato, and Hiroyasu Iwata, "The Impact of

- Transferring Embodiment and Work Efficiency Between Natural Body and Modular Body Systems", *Augmented Human Research*, Springer Nature, Volume 10, article number 5, 2024 年 11 月, DOI : 10.1007/s41133-024-00078-4.
- [26] Y. Shida, M. Morita, T. Shiotani and H. Iwata, "Development of a seat support mechanism for guiding users to an appropriate posture in a seated-style echocardiography robot", *Robotica*, DOI : 10.1017/S0263574724001917, 2024 年 11 月
- [27] Keisuke Oi, Ryohei Saito, Takuma Ogawa, Hiroyasu Iwata, "Continuous Puncture Method for Abdominal Puncture with Respiratory Variation by Deriving Puncture Initiation Timing that Minimizes IntraCycle Error", *The 2024 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO2024)* , pp. 1641–1646 , 2024 年 12 月
- [28] Fumihiro Kato, Takeya Adachi, Kaito Kamishima, Takumi Handa, Hiroyasu Iwata, "Robotic Palpation System - Reproduction Method of Dermatologists' Skin Palpation Judgment using a Deep Neural Network", *Proc. of ACTA-IMEKO*, Volume13, Ussue4, Dec.2024
- [29] Shotaro Tamura, Keisuke Oi, Ryusuke Hamano, Hiroyasu Iwata, "Robotic Cytology Using Extra-Fine Needles -Derivation of Suction Conditions for Collecting the Necessary Amount While Reducing Specimen Contamination with Blood-", *2025 IEEE/SICE International Symposium on System Integrations (SII 2025)*, p. 298–302, 2025 年 1 月
- [30] Hiroyasu Iwata, Ryusuke Hamano, Kechao Yu, Ryohei Saito, "Derivation of Optimal Insertion Speed for Organs to Satisfy Efficiency and Accuracy", *2025 IEEE/SICE International Symposium on System Integrations (SII 2025)*, pp. 292–297 , 2025 年 1 月
- [31] Hiroyasu Iwata, Jing-Chen Hong Chihiro Tsuruta, Chang Pan, "Design of a device with non-interacting cam mechanism that independently assists dorsiflexion and plantarflexion based on hip motion", *2025 IEEE/SICE International Symposium on System Integrations (SII 2025)*, pp. 228–233 , 2025 年 1 月
- [32] Akira Koshino, Rikushi Sabu, Kazuhiro Yasuda, Shuntaro Kawaguchi, Hiroyasu Iwata, "Identification of Shape Characteristics of the Field of View in Patients with Unilateral Spatial Neglect Using Virtual Reality Environments", *2025 IEEE/SICE International Symposium on System Integrations (SII 2025)*, pp. 1304–1309, 2025 年 1 月
- [33] Ahmed Alsereidi, Vitvasin, Yukiko Iwasaki, Joi Oh, T.Handa, K.Kameshima, N.Nishida, F.Kato, Hiroyasu Iwata, "Surrogate Shopping System : Experience of Semi-onsite Shopping under the Dual-task Situation", *2025 IEEE/SICE International Symposium on System Integrations (SII 2025)*, pp. 153–154, 2025 年 1 月
- [34] Y. Shida, S. Kumagai and H. Iwata, "Robotic Navigation with Deep Reinforcement Learning in Transthoracic Echocardiography", *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, Volume 20, Issue 1, Pages 191 - 202 , DOI : 10.1007/s11548-024-03275-z, Jan., 2025

学会発表リスト

- [1] 東川昂生, 岩田浩康, "骨切り術後の再内反予防に関する研究-COP 遷移方向提示デバイスの開発と臨床評価-", 第3回日本 Knee Osteotomy and Joint Preservation 研究会, O-11-5, 2024 年 4 月 19 日～20 日, 香川
- [2] 山下侑輝, 本橋周太郎, 遠藤大輔, 山内元貴, 橋本毅, 岩田浩康, "無人化施工における作業状態に応じた自由視点映像提示システムー熟練オペレータを対象とした好適な視点操作 IF の実

- 験的導出”，日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会（ROBOMECH2024），2A1-C01，2024年5月29日～6月1日，栃木
- [3] 山内勇輝，志田優樹，熊谷颯杜，岩田浩康，“着座式心エコー検査ロボットのビジュアルサーボ戦略—探索を妨げる多重反射/後方エコー増強を識別・回避するアルゴリズム構築—”，日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会（ROBOMECH2024），2A2-G02，2024年5月
- [4] 劉峻成，洪境晨，岩田浩康，“Assessing Deadlift Posture: A Study Using Dual IMU Sensors and CNN” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会（ROBOMECH2024），1P2-H03，2024年5月29日～6月1日，栃木
- [5] 志田優樹，井上空，岩田浩康，“着座式心エコーロボットの開発—体表凹凸検知機能/ジェル塗布機能を兼備したばね内蔵型三層式リングデバイスの設計—”，日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会（ROBOMECH2024），2A1-I07，2024年5月29日～6月1日，栃木
- [6] 小保方淳，張一帆，周智威，志田優樹，岩田浩康，“尿パッドを併用した水感応型排尿検知システム—水分による電波反射に伴うRSSI強度変化を考慮した排尿検知手法の検討—”，日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会（ROBOMECH2024），1A1-B08，2024年5月29日～6月1日，栃木
- [7] 田村翔太郎，大井啓奨，濱野竜輔，岩田浩康，“極細針を用いたロボット細胞診—血液混入の低減を図りつつ必要採取量を確保可能な陰圧条件の導出—”，日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会（ROBOMECH2024），2A2-G03，2024年5月29日～6月1日，栃木
- [8] 辻歩，相原伸平，洪境晨，劉超涵，岩田浩康，“VR音響システムの構築とブラインドサッカー競技者特有の静止音源定位能力の同定”，スポーツ情報学シンポジウム（第1回SI研究発表会），2024年6月21日，東京
- [9] 辻歩，相原伸平，田中翔太郎，岩田浩康，“ブラインドサッカー選手特有の音源定位能力と頭部動作の可視化と解明”，第52回可視化情報シンポジウム，2024年7月19日～21日，沖縄
- [10] 田中元一郎，高橋慶伸，福本善平，岩田浩康，“塗膜のレオロジー特性に基づく流れ現象の可視化と予測”，第52回可視化情報シンポジウム，2024年7月19日～21日，沖縄
- [11] Fumihito Kato, Yoshikatsu Akiyama, Kaito Kamishima, Shigehito Osawa, Ken Masumune, Hiroyasu Iwata, and Yoshihiro Muragaki, "A Safety Evaluation Method Suggestion For The Artificial Polymeric Skin For A Robotic Hand"
The 9th issue of the International Conference Series on Robot Ethics and Standards, pp.167-170, 2024年7月29日～31日，神奈川
- [12] 志田 優樹，山内 勇輝，熊谷 颯杜，岩田 浩康，“着座式心エコー検査ロボットのビジュアルサーボ戦略—心尖部四腔断面探索手法のロボット実装・検証—”，第42回日本ロボット学会学術講演会（RSJ2024），2024年9月3日～6日，大阪
- [13] 周寧致，志田優樹，山内勇輝，岩田浩康，“着座式心エコー検査ロボットのビジュアルサーボ戦略—傍胸骨左縁左室短軸断面の探索手法—”，第42回日本ロボット学会学術講演会（RSJ2024），2024年9月3日～6日，大阪
- [14] 塚本壯馬，志田優樹，熊谷颯杜，山内勇輝，小保方淳，岩田浩康，“着座式心エコー検査ロボットのビジュアルサーボ戦略—深層強化学習を用いた効率的かつ正確な検査断面探索手法—”，第42回日本ロボット学会学術講演会（RSJ2024），2024年9月3日～6日，大阪
- [15] 小川拓真，馬場隆太，葭仲潔，津村遼介，岩田浩康，“体型差に対応可能な自動聴診ロボットの開発—スライドカム連動型多層ギア連成に基づくアクチュエータレス抱擁機構の提案—”，第

- 42 回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2024), 2024 年 9 月 3 日～6 日, 大阪
- [16] 梅野玲奈, 葭仲 潔, 津村 遼介, 岩田 浩康, "体型差に対応可能な自動聴診ロボットの開発—背面同時聴取可能なエア押圧式受動接触型マルチ集音センサレイの開発—", 第 42 回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2024), 2024 年 9 月 3 日～6 日, 大阪
- [17] 洪境晨, 鶴田千紘, 安田和弘, 岩田浩康, "脳卒中患者の随意性を促進ための非明示的背屈支援タイミングの調整手法 —健全者の模擬歩容に与える影響の検証—", 第 39 回ライフサポート学会大会, 2024 年 9 月 12 日～14 日, 東京
- [18] 辻歩, 相原伸平, 田中翔太郎, 岩田浩康, "VR 音響システムを用いたブラインドサッカー選手の複数種類音源の同時定位能力の解明", 第 39 回ライフサポート学会大会, 2024 年 9 月 12 日～14 日, 東京
- [19] 越野晶, 高澤彩希, 安田和弘, 川口俊太郎, 岩田浩康, "USN 患者における頸部方向に応じた注意可能領域同定手法の構築", 第 39 回ライフサポート学会大会, 2024 年 9 月 12 日～14 日, 東京
- [20] 周智威, 加藤史洋, 竹田隼, 岩田浩康, "ロボット皮膚のためのゲル痛覚センサ ドメイン適応技術に基づく傷検出 AI システムの開発", 第 29 回日本バーチャルリアリティ学会大会, 2024 年 9 月 11 日～13 日, 愛知
- [21] 今美咲, 加藤史洋, 竹田隼, 岩田浩康, "皮膚科における視診・触診の再現のための 3 自由度ロボットハンドの提案", 第 29 回日本バーチャルリアリティ学会大会, 2024 年 9 月 11 日～13 日, 愛知
- [22] 竹田隼, 加藤史洋, 岩田浩康, "触診 AI のためのつまみ触察 —振動方向/周波数の解析による硬さ識別—", 第 29 回日本バーチャルリアリティ学会大会, 2024 年 9 月 11 日～13 日, 愛知
- [23] 山下侑輝, 本橋周太郎, 橋本毅, 遠藤大輔, 山内元貴, 岩田浩康, "無人化施工における複数映像への注意分配に関する研究 —自由視点映像の導入が認知可能領域に与える影響の分析—", 第 22 回建設ロボットシンポジウム, 2024 年 10 月 8 日～10 日, 茨城
- [24] Jing-Chen Hong, Kazuhiro Yasuda, and Hiroyasu Iwata, "An Implicit Method to Adjust Dorsiflexion Assistance Timing to Facilitate Voluntariness in Stroke Survivors: Verification on Healthy Participants Simulating Circumduction Gait", 2024 International Automatic Control Conference (CACAS 2024), 2024 年 10 月 31 日～11 月 3 日, 台湾
- [25] 岩田 浩康, 浜野 竜輔, 喻可超, 齋藤 遼平, "効率性/正確性を両立可能な臓器ごとの好適穿刺速度の実験的検討", 第 33 回日本コンピュータ外科学会大会(JSCAS2024), 24(5)–3, 2024 年 11 月 8 日～10 日, 東京
- [26] Fumihito Kato, Miaohui Shi, Kaito Kamishima, and Hiroyasu Iwata, "High-Speed Vision-Based Haptic Sensor for Robotic Dermatological Palpation: Force Sensing Method Using Asymmetric Stiffness Coefficient Matrix", International Conference on Artificial Reality and Telexistence & Eurographics Symposium on Virtual Environments (ICAT-EGVE2024), 2024 年 12 月 1 日～3 日, 茨城
- [27] 岩田浩康, 洪境晨, 鶴田千紘, 潘暢, "脳卒中患者のリハビリ支援のための動力歩行補助デバイスの設計と開発 —股関節運動に基づき背屈・底屈を独立に補助可能な非干渉カム機構のデザイン—", 第 45 回バイオメカニズム学術講演会 (SOBIM2024), 2A1-3, 2024 年 12 月 7 日～8 日, 東京
- [28] 岩田浩康, 浜野竜輔, 喻可超, 齋藤遼平, "効率的かつ正確な穿刺プランニングのための臓器に応じた好適速度の導出", 第 25 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

(SI2024) , 2C4-01, 2024 年 12 月 18 日～20 日, 岩手

出展

- [1] Japan Robot Week 2024, ”第三の腕の動態展示”, 3rd 班, 2024 年 9 月 18 日～9 月 2 日 東京ビッグサイト, <https://biz.nikkan.co.jp/eve/s-robot/>
- [2] 理工展ロボットフェスティバル, “超聴診ロボット”, 2024 年 11 月 3 日, 早稲田大学西早稲田キャンパス,
- [3] 第 10 回 ヘルスケア IT 2025, “Orizuru-2 の動態展示“, エコー班, 2025 年 2 月 26 日～2 月 28 日 東京ビッグサイト, [Care Show Japan \(care-show.com\)](http://care-show.com)

メディア・その他

- [1] デフリンピックに活用期待, 可視化システム「ミルオト」の紹介記事, インタビュー記事が掲載, 朝日新聞, 2025 年 1 月 1 日

受賞

- [1] 『分野融合研究優秀表彰』日本機械学会, [Multi-presence における Attention Management に関する研究 —主観・俯瞰視点に応じた拡張身体群への残存注意による パフォーマンス向上効果の検証—](#) (ROBOMECH2023), 辻 歩, 岩崎 悠希子, 西田 野々香, 加藤 史洋, 岩田 浩康
- [2] 『学生優秀発表賞』情報処理学会 スポーツ情報学, 辻 歩 (岩田研 M2)
- [3] 『畠山賞』今 美咲 (岩田研 B4) , 日本機械学会
- [4] 『三浦賞』田中 元一郎 (岩田研 M2) , 日本機械学会
- [5] 『三浦賞』辻 歩 (岩田研 M2) , 日本機械学会
- [6] 『優秀学生賞』越野 晶 (岩田研 M2) , 計測自動制御学会

4. 研究活動の課題と展望

VR による USN の音源定位能力については引き続き症例数を増加し, 患者のパターン分類等に展開する. さらに音源定位能力に注意障害を認める例に関して VR を用いた介入手法を案出した. AR グラス研究については, デバイスを用いた日常生活環境での介入効果を明らかにするとともに, Google Cloud Platform (GCP) 等を用いたクラウド解析を視野に入れる. インソールを用いた膝関節術後に対する変形予防については, X 脚や O 脚等のさまざまな変形への対応およびインソールによる歩行評価とインソールによる介入の統合的予防システム開発の可能性を探る.