

令和 5 年 5 月 29 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H04049

研究課題名(和文) 半側空間無視者の空間動作支援のための注意喚起機能付き視覚バリアフリー機器開発研究

研究課題名(英文) Developmental research of a visual barrier-free device with an alert function to support spatial movement for persons with unilateral spatial neglect

研究代表者

田中 敏明 (Tanaka, Toshiaki)

東京大学・先端科学技術研究センター・特任研究員

研究者番号：40248670

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,700,000円

研究成果の概要(和文)：脳卒中の後遺症に視覚に障害が発生する視空間認知障害として半側空間無視(USN)は歩行困難や車椅子生活を余儀なくし、患者の日常生活活動(ADL)や生活の質(QOL)を後退せしめるリハビリテーション治療の重大な阻害因子となる。本件では、3次元視覚情報呈示装置を用い、空間動作支援のための感覚フィードバックを利用した注意喚起機能付き視覚バリアフリー機器開発研究を実施した。成果として、3次元での視覚認知障害者の無視状況を明らかとし、感覚フィードバックとして、特に視覚刺激による注意喚起の有効性を示し、動的歩行・ADL支援のための本システムをリハビリテーションおよび支援機器として用いる可能性を見いだした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

成果として、動的な3次元空間での視覚認知障害の病態を明らかとし、その障害の検査および訓練・支援のための工学手法およびリハビリテーションを新しく構築が考えられる。臨床において医療機器として視覚認知障害者が自立を目指す上で大きな障害となる移動バリアーを解消する可能性が示唆された。学問的には障害学、リハビリテーション医学、福祉工学、人間工学、生体工学、情報工学、社会福祉学において高次機能障害に対する新しい検査・治療手法とその手法に用いる機器開発手法を開発研究するための融合研究分野の構築が期待できる。

研究成果の概要(英文)：Unilateral Spatial Neglect (USN), one of the sequelae of stroke, is a visuospatial cognitive impairment that causes difficulty in walking and wheelchair use, and is a serious impediment to rehabilitation that regresses patients' activities of daily living (ADL) and quality of life (QOL). This is a serious inhibitory factor for rehabilitation therapy. In this case, we conducted research on the development of a visual barrier-free device with an attention-getting function using sensory feedback for spatial motion support, using an HMD (head-mounted display) as a 3D visual information presentation device. As a result, we clarified the situation of visual cognitive impairment in 3-D and showed the effectiveness of sensory feedback, especially attention by visual stimulation, and found the possibility of using this system as a rehabilitation and assistive device for walking and other ADLs support.

研究分野：福祉工学

キーワード：半側空間無視 空間情報支援 バーチャルリアリティ技術 注意喚起システム バリアフリー機器

1. 研究開始当初の背景

脳卒中の後遺症の一つに視覚に障害が発生する視空間認知障害として半側空間無視(Unilateral Spatial Neglect: USN)があり、リハビリテーション治療の重大な阻害因子となる。特に、USN はしばしば患者の日常生活で行動異常を来す。すなわち、早期には食事の際に無視側を食べ残す、無視側の介助者に気づかない、歩行時に壁や扉に身体をぶつける等の他、注意障害を伴い入院中に転倒し骨折を来すことも少なくない。半側空間無視は歩行困難や車椅子生活を余儀なくし、患者の日常生活活動(ADL)や生活の質(QOL)を後退せしめる原因の1つでもあり、早急に解決すべき重要課題である。しかし、このような中枢神経疾患による合併症としての視覚認知障害に対するリハビリテーション治療およびその機能代償・改善のためのリハビリテーション機器の開発研究は極めて少ない状況にある。

2. 研究の目的

研究代表者はバーチャルリアリティ技術(Virtual Reality: VR)を用いた視覚情報提示システム(Head Mounted Display: HMD)を開発し、視空間認知障害の検査・トレーニングのための静的・動的条件下における視覚画像呈示手法を確立した。しかしながら、主に静的条件下での3次元検査であり、また、動的条件として平地における数メートルでの歩行という限られた条件での動的歩行での検査であった。加えて、無視状況を理解するうえで重要な頭部眼球運動および体幹四肢の関節運動は、定性的な運動分析のみであった。特に動作中の無視状況の経時的変化はADLを支援するうえで重要な課題であり、明らかにされていなかった。本研究では、研究代表者が開発した3次元視覚情報呈示装置として、HMDに動的な歩行・ADL動作時支援のための動作のセンシングを無線同期し、かつ、経時的に無視領域へ注意喚起を促すため視覚・聴覚・体性振動感覚による複合感覚フィードバック装置と眼球計測を搭載し、空間動作支援のための感覚フィードバックを利用した注意喚起機能付き視覚バリアフリー機器開発研究を目的とした。

3. 研究の方法

3-1. 3次元HMDおよび歩行・ADL動作センシング装置を同期するシステムを構築

3-1-1 3次元HMD上の奥行きの違いによるUSNの検査手法によるUSNの病態評価

3-1-1-1 開発したHMDシステムの特徴

本件では、VR技術を用いることで、HMD画面上で両眼視差を用い疑似的に奥行を伴った立体様の物体を配置し、コントローラーで触ることで物体が消去される3次元評価を定量的に行うことが可能なツールを作成した。さらに本件では、VR空間上に身体中心(物体を認識するうえで自己身体を中心とする)および物体中心(常に意識が特定の物体に集中する)座標系を再現した映像を提示することで、二つの座標条件での評価を実施することが可能とした。また、本評価ツールでは眼球・頭部運動の計測も可能であり、物体を抹消する際の眼球と頭部の動作分析も可能とした。加えて、頭部運動と眼球運動の時間変化を計測することが可能である。頭部運動はHMD内蔵のジャイロスコープを用いて頭部の回転運動を取得し、眼球運動はHMD内蔵の赤外線センサを用いて視線を計測した。

3-1-1-2 被験者および実験手順

被験者は、実験協力が可能であったUSN患者1名(83歳)を代表例とした。患者情報では、本件を実施するための視野領域に問題はなかった。ブルームストロームステージBrunnstrom stageでは上下肢ともにVであった。FIM(Functional Independence Measure)は運動項目で52、認知項目で32であった。MMSE(Mini-Mental State Examination)は26であった。また、国際仕様である行動性無視検査(Behavioural Inattention Test:BIT)検査における線分抹消試験では36点満点で24点であった。日常生活活動における無視状況検査(Catherine Bergego Scale:以下CBSスコア)では左側にいる人や物にぶつかるなど、左側の軽度の無視状況が6項目あり、合計6点となった。

実験手順は、まず、HMDを用いた物体抹消試験の手順として、USNの評価として、BIT項目の線分末梢試験と異なり、本件ではHMDを用いた3次元様物体を末梢する試験を課題として行い、USNの評価を試みることにした。VRによる実験環境は、図1に示す。実験は周囲から隔離された個室で行った。被験者は椅坐位とした。実験中は、被験者は頭部にHMDを装着し、利き手にコントローラー(麻痺がある場合は非麻痺側)を把持してもらった。実験中の映像を記録するために、被験者の正面(約2m離れた距離)にWebカメラを配置した。なお、HMDやコントローラーの空間座標などを計測するための赤外線センサを配置した。物体抹消試験時の物体配置は、左右の眼球を結ぶ直線の2等分点を原点(以下、原点)とした時の、水平方向の距離とした。物体を図2に示すように奥行35cm、45cm、55cmに配置した。仮想3次元空間に呈示する物体は、視野範囲内に横6列、縦6列、奥3列の各列36個で合計108個を均等に配置した(図2)。各物体間距離は均等に配置されるよう座標を入力した。なお、各列36個の物体をランダムに配置した。物体は同じ形状とし赤い立方体(立体物)とした。

3-1-1-3 分析手法

物体抹消分析として、配置された立方体は3つの領域に分け分析を行った。図2に示すように3段

階の奥行距離 (35, 45, 55cm) で配置した立方体を各々の距離において右領域, 中央領域, 左領域に分けた. 各領域に配置した立方体の数から, 消した立方体の数を割ることで算出させる割合を抹消率と定義する. また, 頭部・眼球運動に関する分析としては, 頭部運動と眼球運動を合計した動きを視線運動 (単位角度) と定義し, 分析することとした.

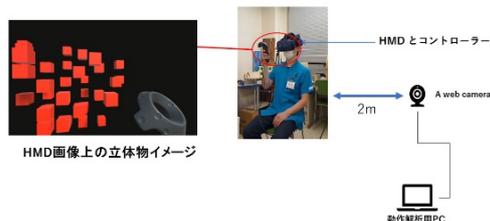


図1. 実験風景

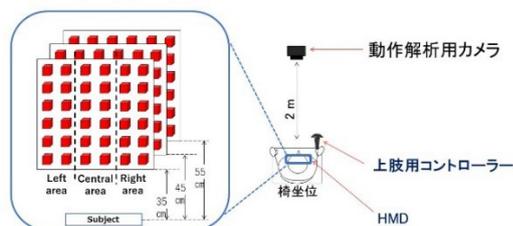


図2. VR実験環境と立方体配置状況

3-1-2 動作計測分析のための無線式慣性計測装置(IMU: Inertial Measurement Unit)センサによる体幹・四肢の関節運動計測の歩行・ADL 動作解析装置の開発

無線式 IMU センサを体幹・下肢に設置し, 歩行分析データ (立脚期時間, 歩幅, 歩行速度, 等) および体幹・下肢関節運動 (体幹屈曲伸展, 股関節屈曲伸展, 膝関節屈曲伸展, 足関節底背屈) を計測分析する. これにより歩行を含む, 日常生活活動動作を計測分析可能とする. なお, 歩行・ADL 動作解析装置は本 HMD システムに同期する.

3-2. 本システム HMD における視覚情報提示手法および感覚フィードバック機能の構築

3-2-1 HMD 視覚情報提示手法 (縮小, 画像移動) および感覚フィードバックとして, 視覚・音声・振動 感覚刺激装置の開発

HMD による視覚情報提示手法として, HMD 内臓のカメラで撮像した画像を予め設定した画像縮小を可能とし, 視覚認知障害者が認知できる視野へ可能な視野領域データを HMD の画面上に提示する. このため, 画像の縮小率 (縮小無し条件を 100%とした場合) と左右への移動を中心に, 上下へも画像移動を可能とする.

空間無視患者へ注意を促すシステムとして, HMD 上に提示された画像内に注意喚起可能なシンボル (矢印) を3次元的に提示し, かつ, そのシンボルを静的, 動的に移動させることを可能とする. さらに音声による注意喚起を同時に行えるようにする. 振動刺激は IMU に設置する.

3-2-2 注意喚起として視覚刺激の有効性の検証

HMD による注意喚起システムによる空間無視領域への注意喚起として重要な視覚刺激の影響を検討した. 脳血管障害後の空間無視を呈する患者に対し, HMD 装着による 3 次元空間の VR 下で抹消課題を実施した. 抹消課題は, 画面を均等に 9 分割し, 各領域に立方体を配置し, ハンドコントローラーを操作し抹消する (図 1). 抹消課題は, 近位空間と遠位空間に分けて実施した. なお, 立方体は, 一度に 9 個表示され, 各領域での奥行きはランダムに表示される (図 3). また, 抹消課題は, 注意喚起システムを用いない通常条件と注意喚起を用いた条件 (矢印での注意喚起) の 2 条件で実施した (図 4). なお, 抹消課題を 3 試行おこない, 総数 27 個の立方体を抹消することとした. 分析は, 抹消数, 注視方向, 頭部と眼球の各角度データを用いて, 近位空間および遠位空間別に, 注意喚起システムの有無による影響を比較することとした. なお, 被験者は, 実験協力が可能であった脳血管障害に伴う USN 患者群 8 名 (平均 72 歳) を対象とした. 患者情報では, 本件を実施するための視野領域に問題はなかった.

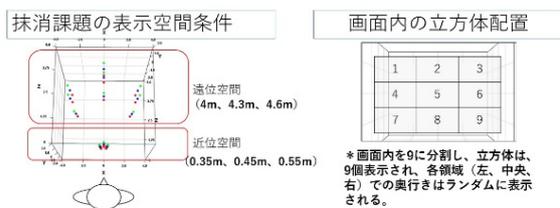


図3 未消する立方体の配置状況 (近位と遠位)

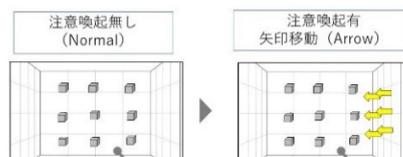


図4 視覚刺激による注意喚起有無の2条件

3-3. HMD 使用時の脳機能活動分析

3-3-1 被験者および実験機器

近赤外分光法 (NIRS: nearinfrared spectroscopy) を用いて HMD の使用の有無で脳の賦活領域を計測分析し機能局在を明らかにする. NIRS は, 非侵襲的検査法であり, 大脳の機能局在を広範囲にマ

ッピングして評価することが可能である。被験者はUSN患者1名(67歳)とし、本件を実施するための視野領域に問題はなかった。ブルームストロームステージでは上下肢ともにVであった。FIMスコアは116であった。MMSEは30であった。BIT検査における線分抹消試験では36点満点であった。CBSスコアでは左側にいる人や物にぶつかるなど、左側の軽度の無視状況が7項目あり、合計7点となった。

3-3-2 実験手順および分析方法

手順として、物体抹消を実施し、その課題動作時の脳活動をNIRS装置により計測分析した。課題は4回繰り返し、1回の課題時間は約5分であり、課題と課題の間に休憩を1分とった。被験者は安静椅坐位をとり、安静時を5分実施し、その後、課題を開始した。NIRSによる計測部位は左右の下前頭回から中前頭回付近とした(図5)。なお、NIRSによるデータ収集時のサンプリングレートは50Hzであった。

分析方法に関して、末梢課題遂行時の脳活動計測分析として、NIRSでは脳の神経活動に依存した脳血流変化に伴うヘモグロビン濃度の変化が捉えられ、酸素化ヘモグロビン(oxygenated hemoglobin: oxy-Hb)が血流変化の最も良い指標であるとされていることから、本研究においてもoxy-Hbを課題における脳活動の指標とした。本課題において、計測部位として探索行動時に賦活するとされる下前頭回から中前頭回を計測部位とした。分析収集は平均酸素化ヘモグロビン値とした。課題中の10秒間に相当する間のoxy-Hb値の積算平均法により算出した。算出した数値は、小数点第4位まで示す。課題遂行時の2条件におけるoxy-Hb値の平均値の比較を全8chでWilcoxonの符号付順位和検定を用いて統計処理した。

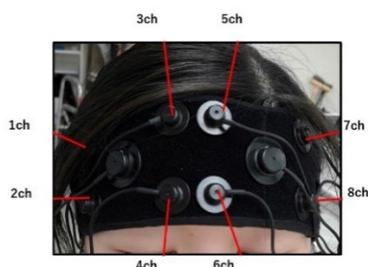


図5. NIRSによる前頭葉計測のためのチャンネル配置状況

4. 研究成果

4-1-1 3次元HMD上の奥行きの違いによるUSNの検査手法によるUSNの病態評価結果

物体の抹消率に関して、健常人(5名、20~60歳代)は身体および物体中心座標において全て満点であった。本件USN患者は、身体中心座標では、全て満点であった。物体中心座標では、35cmの比較的被験者に近い場所では、左領域で60%、中央と右領域は100%であった。45cmでは左領域は0%、中央領域は約80%、右領域は90%であり、55cmでは左領域は0%、中央領域は約20%、右領域は60%であった(図6)。

奥行きに関して、被験者から35cm、45cm、55cmの計3カ所の距離において、抹消率は、左領域<中央領域<右領域という同じ傾向を示した(図6)。また、3カ所の距離では最奥の55cmにおいて抹消率が最も低かった。成果として、本HMDはBIT検査では明らかに出来ない奥行きでの無視状況を明らかにし、またCBS検査に出現した無視状況と一致した傾向を示した。また、視線運動においても個々の特有の運動が生じており、今後は眼球と頭部を詳細に動作分析することで個々の無視状況の特性を見だし、BIT検査やCBS検査との整合性に関して検討する必要がある。

4-1-2 動作計測分析のための無線式IMUセンサによる体幹・四肢の関節運動計測の歩行・ADL動作解析装置の開発

無線式IMUセンサの通信形式はWi-Fiで計測範囲は20m以内、サンプリング周波数は5-20Hzとした。IMUは体幹・下肢に設置し、歩行分析データ(立脚期時間、歩幅、歩行速度、等)および体幹・下肢関節運動を計測分析する(図7)。これにより歩行を含む、日常生活活動動作を計測分析可能とした。本装置により空間無視患者の歩行時の体幹・下肢のふらつき、左右差等の異常歩行や異常動作を計測可能とした。本装置で異常を検知し注意喚起を可能とした。なお、本IMUに振動子を設置することにより異常歩行を検知した際に振動刺激による注意喚起を可能とした。本装置での歩行時の歩行データの計測値の精度は、変動係数は5%~10%の範囲でありデータの精度も概ね確保できた。なお、視覚情報提示状況、頭部視線角度軌跡、体幹四肢関節運動、歩行パラメータは、クラウドにおいてセキュリティを確保しつつデータを保管可能とした。

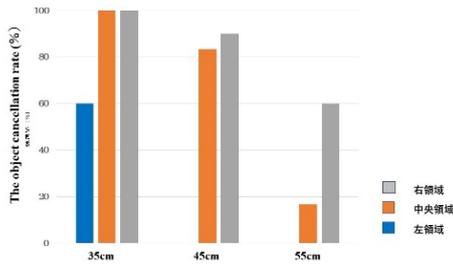


図6. HMDを用いた物体中心座標における立体物水平配置と奥行き配置での違い (35,45,55 cm) による末梢試験結果

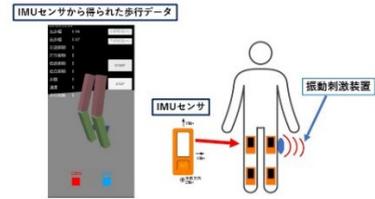


図7 IMUを用いた歩行・ADL動作解析装置

4-2. 本システム HMD における視覚情報提示手法および感覚フィードバック機能の構築

4-2-1 HMD 視覚情報提示手法 (縮小、画像移動) および感覚フィードバックとして、視覚・音声・振動 感覚刺激装置の開発

HMD による視覚情報提示手法として、HMD 内臓のカメラで撮像した画像を予め設定した画像縮小を可能とし、画像の縮小率と左右上下への画像移動を可能とした (図 8)。加えて、奥行きのある3次元で遠位と近位では無視の状況が変化するため、遠位と近位で異なる画像提示を可能とした。具体的には、HMD を装着した状況で頭頸部を伸展 5 度以上 3 秒間保持すると遠位方向において画像縮小と画像移動をされた状態となる。その逆方向に頭頸部を屈曲 5 度以上 3 秒間保持すると近位方向での画像縮小と画像移動となるように遠位と近位で異なる画像提示を可能とした (図 8)。なお、視覚情報提示手法に関しては研究者・検査者が遠隔で制御可能であり、検査トレーニングプログラムを変更することが可能とした。感覚フィードバック機能に関しては、空間無視患者へ注意を促すシステムとして、HMD 上に提示された画像内に注意喚起可能なシンボルを3次的に提示し、かつ、そのシンボルを静的、動的に移動させることを可能とする。さらに音声による注意喚起を同時に行えるようにする (図 8)。振動刺激は IMU に設置した (図 7)。

4-2-2 注意喚起として視覚刺激の有効性の検証

抹消数は、注意喚起を用いた場合に、遠位空間の左側領域で有意に抹消数が増加した (図 9)。注視方向は、注意喚起を用いた場合に、近位空間および遠位空間の左側領域で有意に注視割合が増加した。頭部と眼球の各角度データでは、近位空間および遠位空間で、注意喚起システムを用いた場合に中等度の正の相関を認めた。今回の結果では、注意喚起システムを用いることで、左側方向への視覚探索を促通し、無視症状を軽減できる可能性が示唆された。また、注意喚起システムを用いることで、頭部と眼球運動の協調的な運動による探索を認め、視覚探索の戦略を変化させる可能性が示唆された。以上から、感覚フィードバックとして、特に視覚刺激による注意喚起の有効性を示し、動的歩行・ADL 支援のための本システムをリハビリテーションおよび支援機器として用いる可能性を見いだした。



図8 HMDの注意喚起システム
① 視覚刺激 (動的矢印)
② 音声ガイド (聴覚刺激)
③ 上下肢体幹への振動刺激 (IMU)

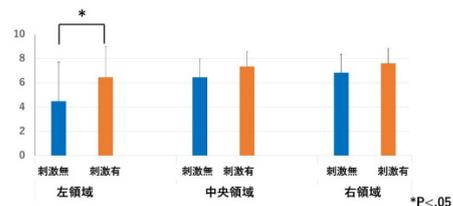


図9 視覚刺激有無における3領域空間の平均抹消数 : 遠位条件

4-3. NIRS による課題動作時の脳活動

末梢課題試行時の脳機能計測結果について、本実験の物体抹消試験の課題遂行時間における下前頭回付近における酸素化ヘモグロビン値の平均値を計測した。USN 患者の身体および物体中心座標条件における課題遂行時の左右の下前頭回付近の値である。右の下前頭回付近以外は全て物体中心座標での値が上回った。また、物体中心座標の値が身体中心座標値より有意に大となった。これは、HMD 内で物体のみに集中させるディスプレイ表示のため、自然な環境では環境条件で本人の集中力が高まり脳がより賦活したのかもしれない。また、健常人とは異なり、患者の物体中心において麻痺側の脳活動が低値となり、健側側との相違が認められた。本患者の原疾患は右前頭葉付近の出血であるため、麻痺領域に近い部分で脳活動が低い結果となった。今後、患者のリハビリテーション前後での脳の麻痺側の賦活状況を経時的に計測分析することにより、視覚認知障害に対するリハビリテーションの効果を評価し今後の患者の回復を推測する一つの手段になるかもしれない。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Toshiaki Tanaka , Norio Kato, Mizuki Yagi , Nobuya Hashimoto, Akira Kudo, Syunichi Sugihara.	4. 巻 7
2. 論文標題 Preliminary Study on the Assessment of Patients with Impaired Visuospatial Ability in Three-Dimensional Space Using a New Head Mounted Display System with Virtual Reality Technology.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of New Technology and Research	6. 最初と最後の頁 63-68
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.31871/IJNTR.7.8.13	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 白銀暁, 井上剛伸	4. 巻 36
2. 論文標題 支援機器の臨床試験におけるアウトカムとその選定方法に関する調査研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 リハビリテーション・エンジニアリング	6. 最初と最後の頁 164-170
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Ken-Wei Chang, Chih-Ming Lin, Chen-Wen Yen, Chia-Chi Yang, Toshiaki Tanaka and Lan-Yuen Guo	4. 巻 18
2. 論文標題 The Effect of Walking Backward on a Treadmill on Balance, Speed of Walking and Cardiopulmonary Fitness for Patients with Chronic Stroke: A Pilot Study.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Int. J. Environ. Res. Public Health	6. 最初と最後の頁 1 - 10
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/ijerph18052376	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Toshiaki Tanaka, Norio Kato, Tomoya Miyasaka, Yusuke Maeda, Takashi Izumi	4. 巻 7
2. 論文標題 The Effects Of Trunk Sensory Stimulation Training On Standing Balance Performance In The Elderly	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of New Technology and Research	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.31871/IJNTR.7.1.4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Ken-Wei Chang, Chih-Ming Lin, Chen-Wen Yen, Chia-Chi Yang, Toshiaki Tanaka and Lan-Yuen Guo	4. 巻 18
2. 論文標題 The Effect of Walking Backward on a Treadmill on Balance, Speed of Walking and Cardiopulmonary Fitness for Patients with Chronic Stroke: A Pilot Study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Int. J. Environ. Res. Public Health 2021	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijerph18052376	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計7件(うち招待講演 0件/うち国際学会 1件)

1. 発表者名 工藤章, 田中敏明, 神田亮, 杉原俊一, 加藤士雄, 八木泉, 藤原雄介
2. 発表標題 半側空間無視患者のバーチャルリアリティ技術を用いた抹消課題中の前頭皮質活動の検討
3. 学会等名 日本リハビリテーション医学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 白銀暁, 我澤賢之.
2. 発表標題 補装具費支給制度における2010-2019年度車椅子・座位保持装置支給割合の都道府県比較
3. 学会等名 第5回日本リハビリテーション医学会秋季学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Rika Miura, Maho Kawabe, Aiko Kojima, Naomi Esasi, Yasuhiro Nakajima, Norio Kato, Toshiaki Tanaka.
2. 発表標題 A kinematic analysis of dynamic sitting balance ability during horse assisted therapy in elderly people.
3. 学会等名 World Physiotherapy Congress 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 記田くるみ, 加藤士雄, 中島康博, 田中敏明.
2. 発表標題 VRを用いた体幹機能アセスメント・トレーニングコンテンツの開発
3. 学会等名 日本バーチャルリアリティ学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 八木泉樹, 加藤士雄, 中島康博, 工藤章, 杉原俊一, 田中敏明
2. 発表標題 VRを用いた視空間認知障害向けの評価ツールの開発
3. 学会等名 日本バーチャルリアリティ学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 記田くるみ, 加藤士雄, 田中敏明, 中島康博.
2. 発表標題 仮想現実を用いた体幹機能評価・トレーニングコンテンツの提案
3. 学会等名 令和2年度日本人間工学会北海道支部大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松村亮, 加藤士雄, 田中敏明.
2. 発表標題 ロボットスーツによる支援負荷の違いが歩行に与える影響
3. 学会等名 令和2年度日本人間工学会北海道支部大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 廣瀬通孝、伊福部達、田中敏明、他	4. 発行年 2021年
2. 出版社 東京大学出版	5. 総ページ数 236
3. 書名 ジェロテクノロジー	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	飯島 勝矢 (Iijima Katsuya) (00334384)	東京大学・未来ビジョン研究センター・教授 (12601)	
研究分担者	加藤 士雄 (Kato Norio) (40760260)	北海道科学大学・保健医療学部・准教授 (30108)	
研究分担者	泉 隆 (Izumi Takashi) (80193374)	東海大学・基盤工学部・教授 (32644)	
研究分担者	巖淵 守 (Iwabuchi Mamoru) (80335710)	早稲田大学・人間科学学術院・教授 (32689)	
研究分担者	三浦 貴大 (Miura Takahiro) (80637075)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・情報・人間工学領域・主任研究員 (82626)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	渡邊 高志 (Watanabe Takashi) (90250696)	東北大学・医工学研究科・教授 (11301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関