

平成 22 年 6 月 1 日現在

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2007～2009

課題番号：19300203

研究課題名（和文） 視空間認知障害用バリアフリー機器開発のための視覚情報呈示方法に関する福祉工学研究

研究課題名（英文） An assistive engineering study of barrier-free device for patient with visuo-spatial cognitive deficits by new method of visual information.

研究代表者

田中 敏明（TOSHIAKI TANAKA）

東京大学・先端科学技術研究センター・特任教授

研究者番号：40248670

研究成果の概要（和文）：本研究の対象となる半側空間無視（USN）とは、脳損傷の反対側に提示された刺激に反応したり、麻痺側に十分な注意が払えなくなった状態となり、日常生活活動に多大な障害となる。本件では、このUSNの障害度（空間座標軸による）を客観的に評価するための福祉工学・神経工学に立脚した研究方法論を確立し、視空間認知障害を代償可能とする画像呈示方法を検討し、視覚情報バリアフリーデザイン機器開発のための基礎研究を行った。結果として、ヘッドマウンテッドディスプレイ（HMD）システムを用いた検査・訓練を実施することにより、空間無視に関する障害像をより正確に把握し、多様な視覚呈示（画像修整、注意喚起視覚刺激）方法による新しいUSNに対する検査・訓練の確立が期待された。

研究成果の概要（英文）：Unilateral spatial neglect (USN) is a common syndrome in which a stroke patient fails to report or respond to stimulation from the side of space opposite a brain lesion, where these symptoms are not due to primary sensory or motor deficits. Unilateral spatial neglect (USN) is most damaging to a stroke patient who also has a lower performance in their activities of daily living. The purpose of this study was to understand more accurately pathology of USN using a new HMD system in the object-centered co-ordinates and egocentric co-ordinates system by use of a research method of Assistive Engineering. In addition, the study was to analyze the effect of transformed visual real image and visual stimulation in order to reduce ignorant area. The results showed that the assessment of USN using the HMD system may clarify the left neglect area which cannot be easily observed in the clinical evaluation for USN. According to the result of the use of reduced image condition and the arrows condition by HMD system, these line cancellation scores more increased than the score of the common test. HMD can produce an artificially versatile environment and might be effect for improving ignorant by visual stimulation as compared to the common clinical evaluation and treatment.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	6,000,000	1,800,000	7,800,000
2008年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2009年度	2,400,000	720,000	3,120,000
年度			
年度			
総計	10,900,000	3,270,000	14,170,000

総合領域

科研費の分科・細目：人間工学・福祉工学

キーワード：視空間認知障害、バリアフリー機器、視覚情報呈示、福祉工学、神経工学

1. 研究開始当初の背景

脳卒中などによる脳障害では、空間の認知が困難となる半側空間無視 (USN) などの視空間認知障害が起る。半側空間無視をはじめとする視空間認知障害は、患者の日常生活活動 (ADL) を著しく後退せしめる原因でもあり、早急に解決すべき重要課題である。半側空間無視とは視空間の認知障害の一つで麻痺側十分な注意が払えなくなり、麻痺側の空間にある物体、刺激、さらには自身の身体を認識できない、いわゆる無視定状が主体である。損傷部位は大脳半球に存在し、特に右脳損傷による左空間無視が重症となる場合が多いと言われている。この原因 (機序) の一つは、半側空間無視を有する患者には、空間における自己と外界の2つの座標軸を統合する段階で障害があると、統合力障害説がある。例として、空間上にある物体を注視するとその物体を中心 (原点) とする座標系 (物体中心座標) で空間にあるものを認知するため、その物体の一部を無視するといったことが起こる場合や、患者本人を中心とする座標系 (身体中心座標) で空間を認識するために起こる無視などがある。その他の半側空間無視の原因として、注意障害説、運動もしくは感覚障害説などがある。この半側空間無視を改善する方法として、従来のリハビリテーションは患者の無視側へ注意を喚起する探索訓練、無視側への治療者の合図などの方法が行われていたが、その持続的効果は明らかとされていない。さらに症状が重度であれば、患者自身に無視しているという認識がない状況であるため根本的な解決には至らず、歩行可能な患者も監視が必要となり、車いす生活を余儀なくされていた。

2. 研究の目的

本研究ではUSNの障害度をより客観的に評価するための福祉工学・神経工学に立脚した研究方法論を確立し、視空間認知障害を代償可能とする画像呈示方法を検討し、視覚情報バリアフリーデザイン機器開発のための基礎研究を行う。具体的には本研究で開発するヘッドマウンテッドディスプレイ (HMD) システムを用いて、半側空間無視患者の無視の原因がどの座標軸の影響が主体であるのかを明らかにし、諸説ある原因の中で有力な空間での座標軸の統合力障害を解明することを目的とする。加えて、その評価結果からより適切な視覚認知トレーニングを見だし、かつ、福祉機器への応用を考察する。

3. 研究の方法

(1) USN 障害を分析するため、CCD 付き HMD システム開発を開発する。このため、以下の技術的課題2項目を解決する。

技術課題1: HMD およびコントロールユニットの小型化

技術課題2: 両眼立体視を行えるように2入出力

さらに、上記課題を解決して製作されたHMDシステムを用いて健康人を対象として、本システムによる半側空間無視検査に必要なデータを収集し、HMD自体の装着に関する快適性を考慮したHMDのデザインを行い、空間無視患者への負担を軽減したシステムを構築する。

(2) 製作したHMDシステムを使用して臨床研究を行



図1 カメラ付きヘッドマウンテッドディスプレイ (HMD) システム試作機

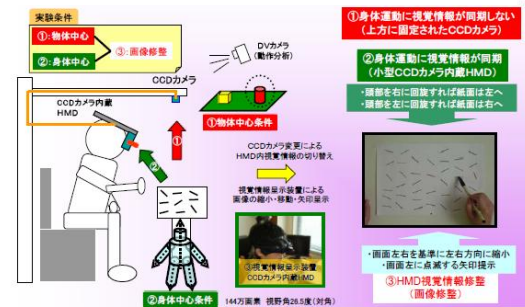


図2 実験環境: HMD 評価

い半側空間無視の病態を解明する。加えて、臨床での半側空間無視の評価としての本機器の有効性の検証を行う。検証方法として、USN 検査として、通常臨床で実施されているBIT 検査 (behavioral inattention test: 行動性無視検査) の結果と、HMDによる検査結果を比較・検討を行う。BIT 検査は、線分の二等分試験、花の絵等の模写試験、抹消試験などで見落としがちな場所、程度を半定するものである。しかし、このような紙面による机上の検査 (2次元空間) では症状が軽くても、3次元空間である日常生活場面では無視定状が顕著なされ、評価との矛盾がしばしば起こる。本件ではCCDカメラで物体のみ集中させる物体中心座標条件とCCDカメラをHMDに合体させUSN患者の動きに一致させた身体中心座標条件を本システムで3次元的に作りだし、視覚認知障害への座標系障害の影響を検討する (図1)。具体的には、被験者は本研究内容を理解し同意を得られた空間無視を認める脳卒中患者5名で、リハビリテーションの経過に合わせて数週間ごとに検査を行った。机上検査はBIT検査の中で線分抹消試験を用いた。被験者は椅子位を基本測定位とし、1) 通常の机上検査、2) 上方に固定した小型CCDカメラで机上の検査用紙のみを撮影しHMDの眼鏡状液晶ディスプレイに投影する物体中心条件、3) 小型CCDカメラ内蔵のHMDで机上の検査用紙を投影する身体中心条件の3条件で検査を実施した (図2)。更に2)・3)に関し、図4の通り(A)HMDに投影する映像を画面の両端を基準に左右方向に75%及び60%に縮小した条件、(B)映像の左側0点減する矢印を表示する条件の画像修正で検査を実施した。分析方法は線分抹消試験の中央列4本を除き紙面を左と右に2分割し、抹消した線分の抹消率を求め、各条件ごとで比較検討した (図4)。また、検査前には超小型CMOSカメラを搭載した重量85gのヘッドユニットで両眼球運動を撮影

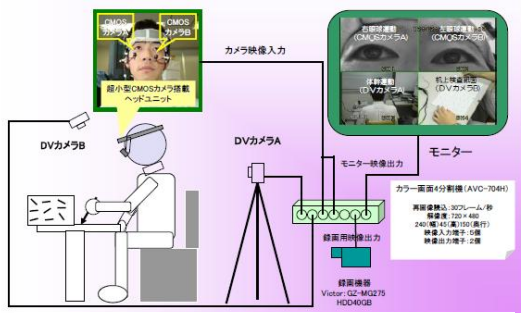
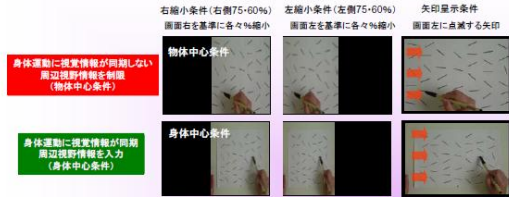


図3 実験環境：眼球・頭頸部・体幹運動評価

画像条件



分析方法

- BIT行動無視検査(図1)を用いた通常評価・物体中心条件・身体中心条件、更に画像修整を加えた3条件(左右方向縮小75%・60%、左側紙面矢印表示、)における左右紙面の抹消率(抹消数/標的数)を比較

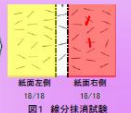


図4 画像修整および空間無視条件



図5 軽量化された3次元HMD

し、検査中はデジタルビデオカメラを用い、体幹・頭部の運動を同時記録した(図3)。

(3) USN患者の積極的訓練を実施するため、3次元での空間無視評価と行い、より動的条件下での視空間認知障害を代償可能とする画像提示方法を検討することとした。具体的には、机上での検査および、より動的な動きでの無視状況を明らかにするため、半側空間無視発現の頻度を日常生活活動検査で行う。対象は、USNを有する3名の脳卒中患者(case 1~3)を被験者として、空間無視通常検査BITに加え、日常生活活動(ADL)の空間無視症状の評価として信頼性・妥当性が報告されているCatherine Bergego Scale(以下CBS)を用い、3次元HMDの動的条件下での有効性が検証した。HMDを用いた特殊検査システムとして、物体中心座標条件および身体中心座標条件を実施した。さらに、画像修整として有効であった縮小条件(映像の画面両端を基準左右方向へ画像を75%縮小)や注意喚起条件(画面左右側の矢印点滅)による視覚情報提示も実施した。加えて、3次元HMDを装着した場合のヒトの三次元空間知覚特性(奥行き感)を測定し、健常人とUSN患者での相違点に関する実験を実施した。

症例呈示

- 研究内容を理解し同意を得られた62歳男性(発症~測定開始:397日)
- 病巣部位:右中大脳動脈領域
- 神経学的評価:Br-stage左上肢IV 手指IV 下肢V
左下肢経度感覚鈍麻 左回旋半直
- 日常生活動作:FIMの運動項目合計点数58点(院内歩行自立)
- 神経心理学的検査:HDS-R 25/30点
- 日常生活における半側空間無視症状評価:10項目中7項目で無視症状を認める



異なる座標系での抹消率

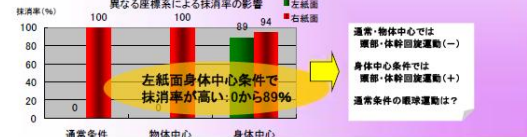


図6 症例呈示および異なる座標系での抹消率変化

4. 研究成果

(1)

① HMD本体を試作初期段階の600gから300gまで軽量化することに成功した。また、課題2の2入出力も可能となった(図5)。

② 臨床研究として、半側空間無視患者の無視領域を正確に評価するために、眼球運動と頭頸部運動を複合的に評価することが有効な方法のひとつと考えられるが、現状では実用的な方法がない。本研究は、市販機器を組み合わせ、眼球運動と頭頸部運動を同期して計測する基本的な動作解析システムを構築した。システム構成として、眼球運動と頭頸部運動を2台のビデオカメラで撮影し2つの動画を合成した。これにより、眼球運動、頭頸部体幹運動を同期して記録分析可能とし、無視領域をより正確に評価できるシステムを構築した。

③ 健常人10数名に新型HMDを装着させ、装着快適性および画像の理解度に問題なく、また、バーチャルリアリティ酔いも認められず、概ね良好な結果であった。

(2)

① CCDカメラで物体のみ集中させる物体中心座標条件とCCDカメラをHMDに合体させUSN患者の動きに一致させた身体中心座標条件を本システムで3次元的に作りだすことに成功した。

② 異なる座標条件(物体および身体中心座標)での分析では、CCDカメラ付きHMDの評価に加え、眼球運動および頭部・体幹運動の同期計測分析も実施した。

代表例として右脳梗塞後遺症により左USNを有する62歳男性について報告する。右側による日常生活動作・訓練場面におけるUSN評価では10項目中7全項目で無視症状を認めた。結果として、通常検査と物体中心の抹消率は共に左紙面は0%、右紙面は各々100%で、身体中心は左紙面抹消率89%、右紙面抹消率94%であった(図6)。

物体中心(A)の右縮小60%は同様の傾向を示し、更に(B)により左紙面の抹消率が上昇した(図7)。身体中心でも(A)に(B)を加えると左紙面の抹消率が上昇した(図7)。通常検査時の眼球運動では左側への眼球運動を認めず(図8)、物体中心条件の(A)では頭頸部縮小方向への回旋位で保持し、身体中心では縮小方向に係わらず左回旋位での保持を認めた。

結果より、通常の線分対消式検査で空間無視状況が判断できない場合でも、HMD使用による物体中心座標および身体中心座標条件において無視症状を呈した。このなかで、頭部・体幹運動の座標系の違いによるUSN特有

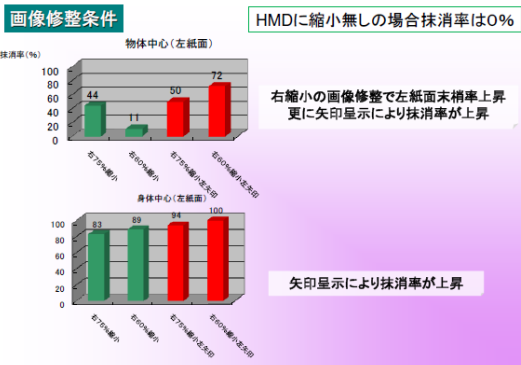


図7 画像縮小および注意喚起による抹消率の変化

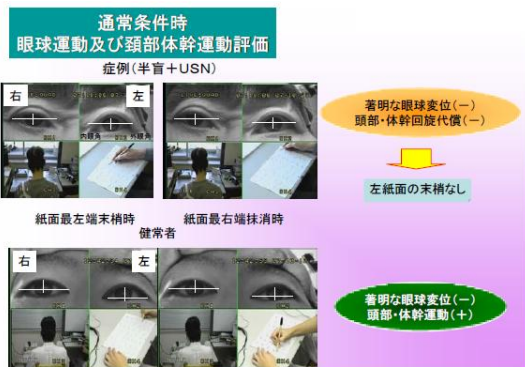


図8 通常条件下での眼球運動および頭頸部体幹運動評価

の動作が起る可能性が示唆された。また、HMDを用いて縮小および注意喚起矢印を用いることにより、無視環境を改善させ得る可能性が示唆された。特に空間無視が減少する提示方法としては、視覚情報を75%に縮小しかつ右視野へ投影する、または左側への矢印による注意喚起する方法であった。以上より、HMDによる特殊検査は通常検査に比べ、よりUSN障害度を統合的に評価できるシステムであり、特に画面縮小、注意喚起用矢印などを加工してHMDによる視覚情報提示を行うことにより無視環境を改善させ得る可能性を見いだした。

(3)

① CBSの結果より、左USN患者case1では身体中心無視、case2では物体中心無視、case3では身体・物体両者の無視傾向を示した(表1)。左紙面の特殊評価ではcase1とcase3において物体・身体中心条件で抹消率が低下した。更に物体中心条件の縮小でcase1は改善傾向を示した。case2については物体中心条件の縮小で改善、更に注意喚起でも改善を認めた(図9、10)。HMD有無でのCBS点数の変化はHMD有りでは無しの通常条件に比べ、身体中心で約1.5倍、物体中心で約1.9倍点数が増加した(表2、3)。なお、case1は身体および物体とも画像縮小かつ矢印注意喚起条件お断院のため実施できなかった。

以上より、3次元HMDによるUSN検査・訓練を被験者3名に実施した。結果として、HMD有無での日常生活活動におけるUSNの有無は、HMD有りでは無しの通常条件に比べ、USN症状は約半減した。

② 3次元HMDに関しては健康人10名、USN患者5名に関して3次元HMDの装着時用モニターを実施し以下の結果を得た。a) 装着感では支障なく、b) HMDの重さ(300g)

表1 日常生活動作における半側空間無視症状

Case	身体中心無視					小計
	整容動作	更衣動作	口を拭く	手身の無視	左側衝突	
case1	1	1	2	2	1	7
case2	1	2	0	1	2	6
case3	1	1	2	2	1	7

Case	物体中心無視					小計
	無視側を食べ忘れる	無視側を向く	無視側を注意する	無視側に曲がる	部屋を見つけない	
case1	1	2	1	1	1	6
case2	3	2	2	2	2	11
case3	1	2	1	1	2	7

Case	Neglect type	
	case1	身体>物体中心
case2	物体>身体中心	物体中心無視: 外環境に対する無視の症状
case3	身体=物体中心	Neglect分類: 身体中心と物体中心の小計の比較より分類

● CBSスコア---0-10点: 軽度USN、11-20点: 中等度USN、21-30点: 重度USN

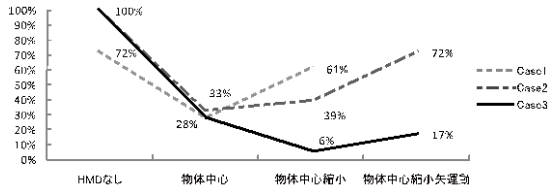


図9 左半側空間無視患者

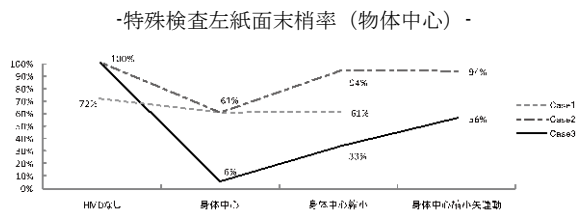


図10 左半側空間無視患者

-特殊検査左紙面末梢率 (物体中心) -

-特殊検査左紙面末梢率 (身体中心) -

表2 CBS 総合スコア (身体中心)

	Case1	Case2	Case3
HMD (-)	7	6	7
HMD (+)	10	7	14

表3 CBS 総合スコア (物体中心)

	Case1	Case2	Case3
HMD (-)	7	6	7
HMD (+)	9	18	12

は問題ない、c) 座位を中心とした検査・訓練ではバーチャリアリティ酔い(発汗、吐き気、頭痛、めまい等)を生じなかった。d) 全員が3次元画像を認知可能であった。

③ 3次元HMDを装着した場合のヒトの三次元空間知覚特性の一つである奥行き感実験では健康人に比べ、USN患者では立体視を行い仮想像が見える位置を測定したところ、USN患者では健康人に比べデータの提示する物体の位置、サイズ等により再現性が低く立体視する位置もほぼ同様の位置を示した。また、USN患者内においても座標(物体および身体中心)系障害の違いにより立体視可能な位置が異なる可能性が示唆された。

これによりHMDによる検査・訓練においては、机上や安定した座位姿勢等での検査、日常生活に必要な訓練には支障を来さないことが確認できた。以上より、HMDを用いた半側空間無視検査により空間無視に関する障害をより正確に把握し、多様な視覚提示(拡大縮小、矢印注意喚起)方法による新しいUSNに対する検査・訓練の確立が期待された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)
(※編者論文) (計10件)

1. Toshiaki Tanaka, Satoshi Shirogane, Yusuke Maeda, Shunichi Sugihara, Takashi Izumi, Satoshi Kido, and Tomoya Miyasaka. Effectiveness of a New Combined System, using a Force Plate and Vibratory Stimulation Device for Balance Training in the Elderly. Proceedings of 2009 IEEE/SICE International Symposium on System Integration, pp 89-94, 2009. 査読有
2. T Tanaka, H Arai, S. Sugihara, R Ito, T Izumi, E Bizzi, MK Holden. Rehabilitation for the upper arm using virtual reality technology in hemiparetic patients. 10th international Congress of the Asian Confederation for Physical Therapy, (Proceedings, No, 302). pp337, Aug 31, 2008. 査読有
3. Toshiaki Tanaka, S Shirogane, Y Maeda, Y Oyama, S Sugihara, T Izumi, S Ino, T Ifukube. Postural Control using a vibratory feedback system for balance training in the elderly. The 3rd International Symposium on Work Ability. Taylor & Francis (ISBN:978-0-415-48590-6), pp263-270, 2008. 査読有
4. Miura T, Muraoka T, Ino S, and Ifukube T: "Contribution of interaural difference to obstacle sense of the blind during walking", Proc. 124th Audio Engineering Society 2008, Amsterdam, Netherlands, 2008. 査読有
5. Shin Kikuchi, Naoki Kozuka, Ei ji Uchida, Takafumi Ninomiya, Haruyuki Tatsumi, Hidekatsu Takeda, Nobutada Tachi. The change of Grip Strength in a Patient with Congenital Myotonic Dystrophy Over a 4-year Period, J Jpn Phys Ther Assoc, 11, 23-27, 2008 査読有
6. 伊藤陽 敦賀健志, 早川康之, 関宏三, 野坂利也, アキレス腱断裂後下肢装具が歩行動作に及ぼす影響についての基礎的研究, 北海道工業大学研究紀要第36号, pp. 186 - 190, 2008. 査読有
7. Toshiaki Tanaka, Yusuke Maeda, Satoshi Shirogane, Yohei Oyama, Shuichi Sugihara, Akira Ishikawa, Takashi Izumi, Shuichi Ino, Tofru Ifukube, Yasuhiro Nakajima, Takeshi Tsuruga: A study of dynamic postural control by perturbation rotational stimulation with a movable platform. 15th International Congress of the World Confederation for Physical Therapy (Proceedings, RR-P0-1465). 2007. 査読有
8. Shirogane S, Tanaka T, Izumi T, Ino S, Ifukube T.: Control of center of pressure displacement using a vibratory feedback on foot soles: Comparison of the young adults and the elderly.

15th International Congress of the World Confederation for Physical Therapy (Proceedings, RR-P0-1171). 2007. 査読有

9. 伊藤陽達: "人工感覚", 人工臓器-最近の進歩, 人工臓器 36 巻3 号, pp.198-200 (2007)
10. Mitsuru Sato, Shuichi Ino, Naoki Yoshida, Takashi Izumi, and Tohru Ifukube. Portable Pneumatic Actuator System Using MH Alloys, Employed as Assistive Devices. Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.19, No.6, pp.612-618, 2007. 査読有

(学会発表) (計14件)

【学会発表】

1. 田中敏明: 「看護・介護 / 理学療法 / 福祉工学デザイン—福祉機器を導入する利点と課題—」 「教育講座: 福祉のテクノロジー—支援工学の基礎技術—」 財団法人神奈川科学技術アカデミー, 3月5日, 2009年, 東京
2. 前田 佐輔, 田中 敏明, 泉 隆, 橋本 伸也, 武田 秀勝, 宮坂 智哉, 杉原 俊一, 春名 弘一, 梅本 かほり, 飯間 祐子, 荒井 寿子, 加藤 士雄: 高齢者および若年者における静的・動的バランス能力の評価, 第44回日本理学療法学会大会抄録集2009 (DVD), Vol.36 No.2 pp.150 (論文番号P1-065), 2009
3. 工藤章, 金谷匡紘, 佐々木努, 杉原俊一, 中島康博, 田中敏明: 仮想環境下訓練時の視線の違い, 第39回北海道作業療法学会, 北海道作業療法 25:52, 2008.
4. 伊藤玲, 杉原俊一, 荒井寿子, 田中敏明, 泉隆: 脳卒中片麻痺患者における仮想環境を利用した麻痺側上肢訓練の臨床応用の検討, 第42回日本作業療法学会抄録集, (論文番号100584), 90pp, 2008
5. 荒井 寿子, 杉山 俊一, 田中 敏明, 杉原 俊一, 伊藤 玲, 前田 佐輔, 泉 隆, Maureen Holden, Emilio Bizzi: 脳卒中片麻痺患者に対するバーチャルリアリティ技術を用いた仮想環境での上肢トレーニング, 第43回日本理学療法学会大会 論文集, Vol.35 No.2 pp.53 (論文番号54), 2008
6. 杉原 俊一, 田中 敏明, 宮坂 智哉, 前田 佐輔, 泉 隆, 伊藤陽 達: 左半側視空間無視患者におけるヘッドマウントディスプレイを用いた視空間認知評価の応用, 第43回日本理学療法学会大会 論文集, Vol.35 No.2 pp.173 (論文番号293), 2008
7. 宮坂 智哉, 杉原 俊一, 田中 敏明: 半側空間無視の評価を目的とした眼球-頭頸部運動の同期解析システム, 第43回日本理学療法学会大会 論文集, Vol.35 No.2 pp.591 (論文番号1129), 2008
8. 塚田鉄平, 稲田亨, 田中敏明, 杉原俊一, 白銀 暁, 大山陽平, 前田佐輔, 泉隆, 武田秀勝: 脳血管障害患者に対する感覚刺激付きバランス機器による評価・トレーニング 方法の検討, 第42回日本理学療法学会大会論文集 Vol.34, No.2, pp.357 (論文番号713), 5月25日2007年, 新潟

9. 杉原俊一, 梅村栞弘, 田中敏明, 前田佑輔, 奈良博之, 伊福部達: 左半側視空間無視患者におけるヘッドマウントディスプレイを用いた視空間認知評価の検討(第2報) —複数の座標系による影響について—. 第42回日本理学療法学会論文集 Vol. 34, No. 2, pp. 81 (論文番号162), 5月24日 2007年, 新潟

10. 泉 隆, 田中敏明, 井野秀一, 伊福部達: 振動触覚情報による起立姿勢バランスの変化 —バランストレーニング装置について— 電子情報通信学会技術研究報告, WIT2006-122, pp. 99-102, 電子情報通信学会, 福知山情報工学研究会, 2007年3月23-24日, 名古屋

【国際発表 (proceedings)】

11. T. Tanaka, Rehabilitation Applications for Assistive Engineering, the 1st Taiwan-Japan Symposium on Innovative Health Technology-Medical and Assistive Devices (National Science Council, Taiwan, 2009/11)

12. Toshiaki Tanaka, Yusuke Maeda, Satoshi Shirogane, Yohei Oyama, Shuichi Sugihara, Akira Ishikawa, Takashi Izumi, Shuichi Ino, Tofru Ifukube, Yasuhiro Nakajima, Takeshi Tsuruga: A study of dynamic postural control by perturbation rotational stimulation with a movable platform. 15th International Congress of the World Confederation for Physical Therapy (Proceedings, RR-PO-1465). 6/6/2007. Vancouver (Canada) .

13. Toshiaki Tanaka, Shuichi Sugihara, Hiroyuki Nara, Akira Ishikawa, Shuichi Ino, Tohru Ifukube, Satoshi Shirogane, Yohei Oyama, Yusuke Maeda: Clinical assessment method of left unilateral spatial neglect using a head mounted display system. 15th International Congress of the World Confederation for Physical Therapy (Proceedings, RR-PO-1443). 6/4/ 2007. Vancouver (Canada) .

14. Shirogane S, Tanaka T, Izumi T, Ino S, Ifukube T.: Control of center of pressure displacement using a vibratory feedback on foot soles: Comparison of the young adults and the elderly. 15th International Congress of the World Confederation for Physical Therapy (Proceedings, RR-PO-1171). 6/6/2007. Vancouver (Canada) .

【図書】(計4件)

【雑誌・著書】

1. 田中敏明: 視空間認知障害の訓練にMRを応用する, 科学, 79(5), 548-551, 岩波書店, 2009

2. 伊福部達: "バリアフリー科学のすすめ—未知の脳機能研究から新しいロボット開発へ—", 「科学」, Vol.79, No.5, pp.522-526, 5月号, 2009

【総説・解説】

3. 伊福部達: "視覚障害者向けバリアフリー放送技術

とその広がり", NHK 技研R&D, No.114, 巻頭言 pp.2-3 (2009)

【招待講演】

4. 伊福部達 「Assistive Technologies for "Hearing", "Speaking" and "Seeing" on Barrier-Free Society in Japan」、(日本のバリアフリー社会における『聴く』、『話す』、『見る』を支援する技術)、グラスゴー大学 Japan Uk 150 参加企画 「Friendship beyond Boundaries」オープニング記念「バリアフリー社会を目指して」への参加・招待講演 英国グラスゴー (2009.6)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田中 敏明 (TOSHLAKI TANAKA)

東京大学・先端科学技術研究センター・特任教授

研究者番号: 40248670

(2) 研究分担者

伊福部 達 (TOHRU IFUKUBE)

東京大学・先端科学技術研究センター・特任教授

研究者番号: 70002102

(3) 研究分担者

泉 隆 (TAKASHI IZUMI)

東海大学・生物理工学部・教授

研究者番号: 80193374

(4) 研究分担者

武田 秀勝 (HIDEKATSU TAKEDA)

札幌医科大学・保健医療学部・教授

研究者番号: 10048134

(5) 研究分担者

敦賀 健志 (TAKESHI TSURUGA)

北海道工業大学・医療福祉工学科

研究者番号: 60337011