

平成22年5月25日現在

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2008～2009

課題番号：20700500

研究課題名（和文） 腕の到達運動に伴う視覚的注意の変化

研究課題名（英文） Effects of target-reaching movements on visuo-spatial attention

研究代表者

渋谷 賢 (SHIBUYA SATOSHI)

杏林大学・医学部・助教

研究者番号：30406996

研究成果の概要（和文）：

標的（ターゲット）に向けて腕を伸ばす到達運動が空間的注意に及ぼす影響を調べた。到達運動中に標的が左右に不意に移動した場合、素早い修正運動が引き起こされたが、この潜時は腕と対側半空間に標的が移動した方が同側半空間よりも早く、最終的な到達位置も正確であった。この非対称性は、運動空間と視覚空間を乖離させたバーチャル環境下でも観察されたが、特に腕の動きが視覚空間に見えていることが重要であった。さらに、実際の到達運動のみならず、他者が到達運動を行っている映像を観察する際にも、空間的注意が実際の到達運動と同様に変化することを発見した。

研究成果の概要（英文）：

We tested effects of reaching movements on spatial attention. Subjects could make rapid mid-flight adjustments when reaching for a target that jumped to either a left or right side unexpectedly. However, corrections were quicker and more accurate when the target jumped toward the contralateral hemispace relative to used arm than the ipsilateral hemispace. This attentional asymmetry was also obtained under a virtual environment where motor and visual space were dissociated, but only when subjects could use information about their arm movements. Moreover, the asymmetry was obtained even when subjects observed reaching movements performed by other individuals.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,300,000	690,000	2,990,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：実験心理学・神経生理学

科研費の分科・細目：健康スポーツ科学・スポーツ科学

キーワード：到達運動・空間的注意・運動修正・バーチャルリアリティ・運動観察

## 1. 研究開始当初の背景

対象に向けて腕を伸ばし、把持する行為（到達運動）は、ヒトの日常生活で頻繁に行

われる動作の一つである。当然のことながら、この到達運動は対象を注視しながら遂行される。ヒトが対象に向ける視覚的注意は、果

たして腕の到達運動中に変化するのだろうか？従来の空間的注意に関する研究は、純粋に視覚的側面にのみ注目してきた。これに対し、運動行為の準備が対象周辺の空間に対する選択的注意を誘発することも示唆されている（”premotor theory of attention”, Rizzolatti et al., 1994）。実際、眼球運動（サッケード）と空間的注意の関連性を調べた研究は、この理論を支持している。他方、眼球運動以外の運動（腕の運動、歩行運動等）と空間的注意の関連性を調べた研究は少ない。それゆえ、腕の到達運動と視覚的注意の関連性を解明することは学術的意義が高く、またダイナミックに身体が動くスポーツ場面での空間的注意を考える上でも重要であろう。

## 2. 研究の目的

腕の到達運動が視空間的注意に及ぼす影響を行動学および生理学的に解明することを目的とした。

## 3. 研究の方法

本研究では、以下の実験を行った。

### (1) 到達運動に伴う空間的注意の変化（研究1）

ターゲットに対する腕の到達運動中の視覚的注意を検討するために、到達運動中にターゲットを不意に（50%の確率）左側もしくは右側にランダムにジャンプさせた（移動距離：10cm）。被験者の課題は、ターゲットがジャンプした場合、素早く遂行中の運動を修正し、新しいターゲットに到達することであった（スイッチング運動）。もし到達運動中に向けられるターゲット周辺の注意の配分がターゲットを挟んだ左右半空間で非対称ならば、修正動作の潜時や到達位置の正確性に影響を及ぼすであろう。

### (2) バーチャル環境下の到達運動に伴う空間的注意の変化（研究2）

ヒトの運動行為は、運動空間と視空間が一致した環境で行われる。一方、内視鏡手術やロボットアームによる遠隔操作などのバーチャル環境下では、2つの空間が乖離した環境で正確な運動が要求される。バーチャル環境下で行われる到達運動は、乖離した視空間の注意に影響を及ぼすのであろうか？CCDカメラで撮影された到達運動の映像を23インチモニター上に呈示するバーチャル環境を設定し、(1)と同様のスイッチング運動を行わせた。

### (3) 外乱刺激が到達運動の修正に与える影響（研究3）

到達運動の開始合図（go signal）200 ms前に、中央ターゲットの左右いずれかに視覚的な外乱刺激（60msのフラッシュ）を与え、その後遂行されるスイッチング運動に及

ぼす影響を検討した。

### (4) 到達運動の観察が空間的注意に与える影響（研究4）

他者の到達運動を観察している際の、観察者の視覚的注意を調べた。被験者の眼前に設置されたモニター上に他者が到達運動およびスイッチング運動を行っている映像が呈示された。被験者はターゲットを固視し、ターゲットがジャンプした場合、素早く新しいターゲットの方向にサッケードを行うことであった。眼電図（EOG）を用いて被験者のサッケード潜時を計測した。

## 4. 研究成果

### (1) 到達運動に伴う空間的注意の変化（研究1）

被験者は到達運動中にターゲットが左右いずれかにジャンプした場合、素早く運動を修正し、新しいターゲット付近に到達することができた。しかしながら、ターゲットのジャンプから修正運動が開始されるまでの修正時間および最終的な指の到達位置の正確性は、ターゲットの移動方向に依存していた。すなわち、ターゲットが腕と対側半空間（右腕の場合、左半空間）に移動した場合の方が同側半空間（右腕の場合、右半空間）に移動した場合より修正時間が短く、最終的な到達位置も正確であった。EOGにより同時計測された眼球運動（サッケード）の潜時も同様の傾向を示したことから、対側-同側の非対称性は、腕の単なるバイオメカニカルな制約によるものでなく、腕の運動に伴ってターゲット周辺の空間的注意がダイナミックに対側半空間へ移動したことによって生じたと考えられる。

### (2) バーチャル環境下の到達運動に伴う空間的注意の変化（研究2）

CCDカメラを介してモニター上にはスタート位置、ターゲット（LED）および被験者の腕がリアルタイムに呈示された。これらの視覚情報をもとにスイッチング課題を行ったとき、実空間（通常のスイッチング課題）に比べて最終的な到達位置の正確性や変動性は高くなったが、被験者は素早く運動を修正できた。実空間と同様に、ターゲットが腕と対側半空間に移動した場合の方が同側半空間よりも修正時間が早く、到達位置も正確であった。これに対し、モニター上にターゲットのみを呈示し、腕の視覚情報を遮断したとき、運動修正は失敗する確率が著しく増え、到達位置の左右差も認められなかった。上記の結果から、運動空間と視空間が乖離したバーチャル環境下でも、腕の到達運動に伴ってダイナミックに空間的注意は変化するが、この変化が生じるためには、モニター上の身体映像を通して身体図式の拡張することが重要であることが示唆された。

### (3) 外乱刺激が到達運動の修正に与える影響 (研究3)

到達運動の開始合図 (go signal) 200ms 前に呈示される左右の妨害刺激は、その後右腕のスイッチング運動に影響を及ぼした。興味深いことに、右半空間 (同側半空間) への修正運動は、左半空間 (対側半空間) への妨害刺激により修正時間が短縮し、到達位置も正確性も向上した。これに対し、左半空間 (同側半空間) への修正運動は、妨害刺激の影響を殆ど受けなかった。このような結果は、運動開始前は腕 (手) を中心とした空間的注意 (hand-centered attention) が同側半空間に存在するが、その後到達運動と伴に対側半空間に注意が移動する可能性を示唆している。

### (4) 到達運動の観察が空間的注意に与える影響 (研究4)

モニターを介して他者の到達運動を観察している際の被験者の空間的注意を、サッケード課題を用いて調べた。スタート位置で腕が全く動かず、ターゲットのみが左右に移動する条件では、サッケードの潜時に左右差は認められなかった。これに対し、ターゲットに向かって腕が動いている最中にターゲットが移動する映像を観察したとき、実際の運動中と同様にサッケード潜時の左右差が認められた。上記の結果は、他者の到達運動を観察している際にも、観察者の空間的注意が実際の到達運動中と同様に移動する可能性を示唆している。今後、この観察効果をさらに深く検討していく予定である。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 12 件)

- ①大木紫・渋谷賢 (2009) 感覚野からの制御. *Clinical Neuroscience* 27 巻 7 号 pp. 777-781
- ②S. Shibuya, K. Igarashi, H. Sano, M. Takahashi, T. Takahashi, K. Satomi & Y. Ohki (2009) Movement-induced attentional shift under virtual environments. *Soc. Neuroscience*. 355. 23, 査読無
- ③渋谷賢・五十嵐一峰・佐野秀仁・高橋雅人・高橋俊光・里見和彦・大木紫 (2009) 腕の到達運動に伴う空間的注意のダイナミックな変化. *基礎心理学研究* 27 巻 2 号. p. 167, 査読無
- ④ S. Shibuya (2009) Observation of reaching movements induces attentional shifts around target. *日本スポーツ心理学会第 36 回大会発表抄録集* pp. 146-147, 査読無
- ⑤ S. Shibuya, K. Igarashi, H. Sano, M. Takahashi, T. Takahashi, K. Satomi & Y. Ohki (2009) Premotor attentional shift

under virtual environments. *Neurosci. Res. Suppl.* S104, 査読無

- ⑥K. Igarashi, S. Shibuya, H. Sano, M. Takahashi, K. Satomi & Y. Ohki (2008) Functional assessments of proximal arm muscles by target-reaching movements in patients with cervical myelopathy. *Cervical Spine Research Society. abstract #4.* pp. 71-72, 査読無
  - ⑦S. Shibuya (2008) Effects of distractor stimuli on human switching movements by target shift. *日本スポーツ心理学会第 35 回大会発表抄録集* pp. 30-31, 査読無
  - ⑧渋谷賢・五十嵐一峰・佐野秀仁・高橋雅人・里見和彦・大木紫 (2008) 視覚ターゲットの移動がリーチング運動に及ぼす影響. *基礎心理学研究* 26 巻 2 号, p. 208, 査読無
  - ⑨五十嵐一峰・渋谷賢・佐野秀仁・高橋雅人・里見和彦・大木紫 (2008) 頰髄圧迫病変患者におけるリーチング運動を用いた上肢近位筋運動の評価法. *脊髄機能診断学* 30 巻 1 号 pp. 134-141, 査読有
  - ⑩Y. Ohki, S. Shibuya, H. Sekiguchi, H. Kadota, S. Takeuchi & Y. Nakajima (2008) Target-reaching and switching movements during suppression of the visual cortex in humans. *Neurosci. Res.* 61 Suppl. 1. S62, 査読無
  - ⑪S. Kitazawa, S. Moizumi, A. Okuzumi, F. Saito, S. Shibuya, T. Takahashi, M. Wada, S. Yamamoto (2008) Reversal of subjective temporal order due to sensory and motor integrations. In: P. Haggard, Y. Rossetti & M. Kawato (eds) *Sensorimotor foundation of higher cognition. Attention & Performance XXII*, Oxford University Press, New York. pp. 73-97, 査読有
  - ⑫Y. Ohki, S. Shibuya, H. Sekiguchi, H. Kadota, S. Takeuchi & Y. Nakajima (2008) Target-reaching and switching movements during suppression of the visual cortex in humans. *Soc. Neuroscience*. 262. 16, 査読無
- [学会発表] (計 19 件)
- ①渋谷賢・五十嵐一峰・佐野秀仁・高橋雅人・高橋俊光・里見和彦・大木紫 (2009) 到達運動の観察は空間的注意の移動を引き起こす. *日本基礎心理学会第 27 回大会*. 2009 年 12 月 6 日 (日本女子大学)
  - ②渋谷賢 (2008) Observation of reaching movements induces attentional shifts around target. *日本スポーツ心理学会第 36 回大会*. 2009 年 11 月 22 日 (首都大学)
  - ③T. Nakajima, T. Komiyama, T. Tazoe, S. Sasada, S. Shibuya, K. Nakazawa & Y. Ohki

- (2009) Corticospinal excitations to human thigh muscles, mediated by cervical propriospinal neurons. Society for Neuroscience 39<sup>th</sup> annual meeting (Chicago). 2009年10月19日
- ④ S. Shibuya, K. Igarashi, H. Sano, M. Takahashi, T. Takahashi, K. Satomi & Y. Ohki (2009) Movement-induced attentional shift under virtual environments. Society for Neuroscience 39<sup>th</sup> annual meeting
- ⑤ 渋谷賢・五十嵐一峰・佐野秀仁・高橋雅人・高橋俊光・里見和彦・大木紫 (2009) パーチャル環境下のリーチング運動に伴う空間的注意の変化. 日本神経科学学会第32回大会. 2009年9月16日 (名古屋国際会議場)
- ⑥ Y. Ohki, S. Shibuya, H. Sekiguchi, H. Kadota, S. Takeuchi & Y. Nakajima (2009) Target-reaching and switching movements during suppression of the visual cortex in humans. 36th International Congress of Physiological Sciences. (京都国際会館)
- ⑦ S. Shibuya, K. Igarashi, H. Sano, M. Takahashi, T. Takahashi, K. Satomi & Y. Ohki (2009) Dynamic changes of spatial attention during human reaching movements. 36th International Congress of Physiological Sciences. 2009年7月30日 (京都国際会館)
- ⑧ 五十嵐一峰・渋谷賢・佐野秀仁・高橋雅人・里見和彦・大木紫 (2009) リーチング運動を用いた頸髄症患者の運動機能回復の評価. 日本脊椎脊髄病学会第38回大会. 2009年4月24日 (神戸ポートピアホテル)
- ⑨ 岩野孝之・滝川順子・川越礼子・高橋俊光・渋谷賢・北澤茂 (2009) NIRSによる内的な発話の検出. 脳と心のメカニズム第9回冬のワークショップ. 2009年1月13日 (ルスツ)
- ⑩ 渋谷賢・五十嵐一峰・佐野秀仁・高橋雅人・高橋俊光・里見和彦・大木紫 (2008) 腕の到達運動に伴う空間的注意のダイナミックな変化. 日本基礎心理学会第27回大会. 2008年12月6日 (仙台国際センター)
- ⑪ K. Igarashi, S. Shibuya, H. Sano, M. Takahashi, K. Satomi & Y. Ohki (2008) Functional assessments of proximal arm muscles by target-reaching movements in patients with cervical myelopathy. Cervical Spine Research Society 36<sup>th</sup> annual meeting.
- ⑫ Y. Ohki, S. Shibuya, H. Sekiguchi, H. Kadota, S. Takeuchi & Y. Nakajima (2008) Target-reaching and switching movements during suppression of the visual cortex in humans. Society for Neuroscience 38<sup>th</sup> annual meeting.
- ⑬ 渋谷賢 (2008) Effects of distractor stimuli on human switching movements by target shift. 日本スポーツ心理学会第35回大会. 2008年11月16日 (中京大学)
- ⑭ 五十嵐一峰・渋谷賢・佐野秀仁・高橋雅人・里見和彦・大木紫 (2008) リーチング運動を用いた頸髄症の上肢近位筋の運動機能評価. 臨床神経生理学学会第38回大会. 2008年11月13日 (神戸国際会議場)
- ⑮ 五十嵐一峰・渋谷賢・佐野秀仁・高橋雅人・里見和彦・大木紫 (2008) 頸髄症患者におけるリーチング運動の経時的変化. 第23回日本整形外科学会基礎学術集会. 2008年10月24日 (京都国際会館)
- ⑯ 大木紫・渋谷賢・関口浩文・門田宏・竹内成生・中島八十一 (2008) ヒトの視覚誘導性 switching と一次視覚野. 第2回 Motor Control 研究会. 2008年5月31日 (岡崎生理学研究所)
- ⑰ 大木紫・渋谷賢・関口浩文・門田宏・竹内成生・中島八十一 (2008) ヒトの到達運動中の一次視覚野抑制効果. 日本生理学会第85回大会. 2008年3月27日 (京王プラザホテル)
- ⑱ 五十嵐一峰・渋谷賢・佐野秀仁・高橋雅人・里見和彦・大木紫 (2008) リーチング運動を用いた頸髄症の新しい検査法. 脊椎脊髄病学会第37回大会 2008年4月25日 (京王プラザホテル)
- ⑲ 五十嵐一峰・渋谷賢・佐野秀仁・高橋雅人・里見和彦・大木紫 (2008) 頸髄圧迫病変患者におけるリーチング運動を用いた上肢近位筋運動の評価法. 第31回脊髄機能診断研究会. 2008年2月2日 (東京)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

渋谷 賢 (SHIBUYA SATOSHI)

杏林大学・医学部・助教

研究者番号：30406996