

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 15 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26380992

研究課題名(和文) 量及び時間に関する内的表象と身体性空間情報処理の相互作用に関する実験心理学的研究

研究課題名(英文) Spatial representations of magnitude and time: Functional difference between the SNARC and STEARC effect

研究代表者

石原 正規 (Ishihara, Masami)

首都大学東京・人文科学研究科・准教授

研究者番号：60611522

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：日常生活において事物の特徴を記述、比較する際、例えば、数量(小さい・大きい)や時間(早い・遅い)に関する表現を用いることがある。近年、このような量や時間に関する内的表象が空間的な特徴を備えており、それが運動反応に現れることが実験的に示されている(SNARC効果やSTEARC効果)。本研究では、現象として互いに類似するこれら「量-空間結合」と「時間-空間結合」の背後に介在する情報処理メカニズムの機能的特徴を検討した。実験の結果、左から右に符号化された量/時間に関する表象の存在を確認することができたが、「量-空間結合」と「時間-空間結合」の相関は低く、両者は機能的に異なっていることが示された。

研究成果の概要(英文)：It has been shown that numeric stimuli (e.g., 1 & 9) have spatial characteristics, and that responses to such stimuli are biased by the mental representation of their magnitude (SNARC effect). Similarly, temporal information (e.g., early & late) also has spatial characteristics, with responses to stimuli being biased by the representation of their onset timing (STEARC effect). Both effects imply the existence of spatial representations of magnitude/time information. The present study investigated the correlation between the SNARC and STEARC to clarify the functional characteristics underlying these effects. The study also investigated whether the magnitude modulated time or vice versa in spatial responses. We measured RTs to a visual target that was experimentally manipulated in its magnitude or in its onset timing. The results replicated the previous findings ("left-to-right" representations of magnitude/time), but these effects appeared to be functionally different from each other.

研究分野：実験心理学、運動行動科学

キーワード：内的表象 運動反応 量 時間 空間 SNARC STEARC

1. 研究開始当初の背景

ヒトの知覚運動情報変換過程において、量(大小)に関する内的表象が、空間的な情報処理と結びつき、パフォーマンス(反応時間や動作の正確性など)に影響を及ぼすことが明らかにされている。例えば数字の1といった小さい数字への反応時間は(9といった大きい数字と比べて)左空間での反応において速く、一方、大きい数字への反応時間は(小さい数字と比べて)右空間での反応において速くなることが知られている [Spatial Numerical Association of Response Codes (SNARC) 効果] (e.g., Dehaene *et al.*, 1993; Fischer, 2003; Ishihara *et al.* 2006)。この現象は、量に関する表象において左から右に符号化された空間的特徴(メンタルナンバーライン)が介在していることを支持している。また近年、研究代表者らは時間に関する表象(遅早)が空間位置情報と相互作用するか否かについて検討したところ、時間情報にもまた空間的特徴があり、その様な時間情報をもつ刺激への反応が空間的に偏向される(時間的に早い事象は左空間に、時間的に遅い事象は右空間に定位されやすい)ことを示した [Spatial Temporal Association of Response Codes (STEARC) 効果] (Ishihara *et al.* 2008)。これにより、時間に関する表象においても左から右に符号化された空間的特徴(メンタルタイムライン)が介在していることを示唆した。このような知覚運動情報変換過程における脳内情報処理の特徴について、Walsh (2003)は「空間的にかつ運動反応に関連して符号化された量情報は、量-空間関係を作り出す」としている(図1参照)。



図1 Walsh (2003)によるマグニチュード理論[A Theory Of Magnitude (ATOM)]を表現する一般化されたマグニチュードシステム。知覚運動情報変換過程において空間、時間、量に関する情報が頭頂皮質(下頭頂小葉)で処理されるとしている。

SNARC効果にみられる「量-空間結合」やSTEARC効果にみられる「時間-空間結合」、何れの現象も知覚運動情報変換過程において経験・学習された内的表象が無意識的に運動行動に影響することを示唆するものであり、これらの現象は、環境におけるヒトの適応行動と空間情報処理の特徴を理解する上での有効な指標となっている。研究代表者らは当該研究領域におけるこれまでの知見に基づき、「量-空間結合」や「時間-空間結合」が横方向(左から右)に強くマッピングされており、縦方向(上下)へのマッピングは僅

か(量-空間結合)、あるいは殆ど見られない(時間-空間結合)こと、即ち、知覚運動情報変換における横(左右)方向優位性を明らかにした。さらに(現象として互いに類似する)「量-空間結合」と「時間-空間結合」の背後に介在する情報処理メカニズムが共通のものなのか、そうでないのかを検討したところ、量は左空間から右空間に連続的に表象されるが、時間についてはそのような連続性が見られず、カテゴリーカルに左右が表象されていることを明らかにし、「量-空間結合」と「時間-空間結合」とは異なる情報処理過程を経て発現する可能性を示唆した (Ishihara *et al.* 2013)。これらの成果は、Walsh (2003)の仮説(ATOM/空間的にかつ運動反応に関連して符号化された量情報は量-空間関係を作り出す)における「量」「空間」「時間」といった3つの独立した情報処理モジュールの存在を支持するが、一方で、その機能(結合の機能的な特徴)については再考する必要があることを提案している。

2. 研究の目的

日常生活において事物の特徴を比較する際、例えば「小さい・大きい」「短い・長い」「軽い・重い」「早い・遅い」といった量(マグニチュード)表現を用いることがある。近年このようなマグニチュードに関する内的表象が空間的な特徴を備えており、それが運動行動に現れることが実験的に示されている。例えば小さなマグニチュード(1や2)は左空間に、大きなマグニチュード(8や9)は右空間に定位されやすく、このような現象はメンタルナンバーラインと称される左から右に符号化された数量に関する内的表象の存在を示すものとして理解されている(量-空間結合、Dehaene *et al.*, 1993; Fischer, 2003; Ishihara *et al.* 2006)。同様に、時間的に早い、あるいは過去と関連する事象は左空間に、時間的に遅い、あるいは未来と関連する事象は右空間に定位されやすく、メンタルタイムラインと称される左から右に符号化された時間に関する内的表象の存在も明らかにされている(時間-空間結合、Ishihara *et al.* 2008; Ishihara *et al.* 2013)。何れの現象も知覚運動情報変換過程において経験・学習された内的表象が無意識的に運動行動に影響することを示唆するものであり、環境におけるヒトの適応行動と空間情報処理の特徴を理解する上での有効な指標となっている。

本研究ではこれまでの知見を踏まえ、量(大小)と時間(遅早)に関する情報を実験的に操作しながら呈示し、空間情報(左右)との結びつきを検討する。これにより量情報と時間情報とが互いに促進/抑制しながら空間情報と結合するのかが否かを解明する。このように本研究は知覚運動情報変換過程における「量」「時間」「空間」に関する情報処理の機能的な特徴を解明する意義がある。

3. 研究の方法

本研究は、「量-空間結合」と「時間-空間結合」がそれぞれ異なる情報処置メカニズムによって媒介されているという知見を踏まえ、これら二つの独立した情報処理ユニットが相互作用（促進あるいは抑制）しながら空間的な運動反応と結びつくのか否かを検討する。研究目的を達成するため、方法としては、研究代表者らがこれまで一連の研究において繰り返し用いてきた再現性の高い反応時間課題（視覚または聴覚刺激呈示による「量-空間課題」、「時間-空間課題」）を応用し、新たに考案した実験パラダイムを適用する。

被験者（大学生・大学院生）はコンピューターモニターの前に座り、モニター中央に呈示される刺激を観察する。コンピューターマウスのボタン（左または右）を反応ボタンとして用い、刺激に対する反応方法は、実験および条件に従って、実験者が被験者に教示した（図2）。

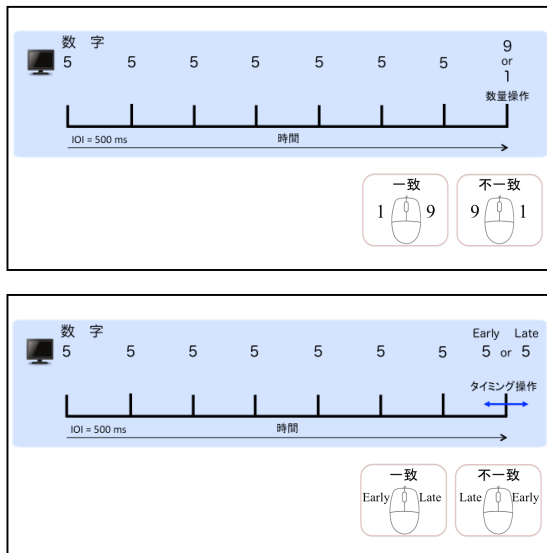


図2 刺激呈示の模式図。コンピューターモニター中央に500ms間隔で数字の5が連続的に7回呈示される(induction blink)。量-空間課題において、被験者は8回目の数字(ターゲット)が1か9かを素早く正確にボタン押しで判断する。一致条件では数字が1の場合に左ボタンを、数字が9の場合に右ボタンを押す。不一致条件では反応マッピングが一致条件とは逆になる(実験1、上パネル)。時間-空間課題において、被験者は8回目の数字(5)の呈示タイミングがEarly(215ms早い)かLate(215ms遅い)かを判断する。一致条件ではタイミングがEarlyの場合に左ボタンを、タイミングがLateの場合に右ボタンを押す。不一致条件では反応マッピングが一致条件とは逆になる(実験2、下パネル)。何れの課題においても予測の影響を排除するために刺激の量やタイミングに変化のないキャッチトライアルを全試行の10%程度挿入する(Ishihara et al. 2008)。実験3では、実験1および実験2で用いた刺激を組み合わせ、被験者には量または時間のどちらかに注意を向けさせながら、8回目に呈示される刺激の変化に関する判断を左または右ボタン押し反応で求めた。

4. 研究成果

何れの実験においても、ターゲット刺激の呈示から反応ボタンが押されるまでの時間を反応時間として計測した。間違っただけの試行の反応はエラーとして分析から除外した。反応時間の分析では、一致条件と不一致条件の差分値として表される反応バイアスを空間位置(左ボタン押し、右ボタン押し)との結びつきにおいて検討した。

(1) 実験1: 量-空間結合の検討

8名の被験者から得られた反応時間の平均を図3に示す。一致条件(Left反応=Small、Right反応=Large)の反応時間は、不一致条件(Left反応=Large、Right反応=Small)の反応時間よりも早かった(図3左)。また、反応バイアスを空間位置との結びつきにおいて検討するため、被験者毎にSmall条件、Large条件それぞれについて、Left反応時間からRight反応時間を引き、これらの差分時間を算出した(図3右)。図3右が示す通り、Small条件およびLarge条件の差分値を結ぶ直線の傾き(量に関する空間表象の方向および強さを表す)は正であった。従って、これらの結果は、量に関する表象が、左から右に符号化されている(左から右へのメンタルナンバーラインが存在している)ことを示しており、先行研究と同様の特徴を確認することができた。

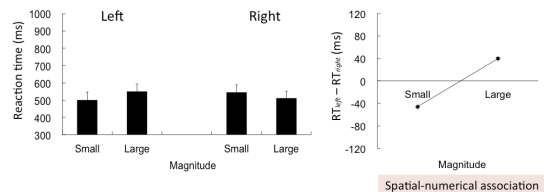


図3 量(Small=1, Large=9)に対する空間(Left, Right)判断を行ったときの反応時間(左)。Small条件、Large条件それぞれについて算出した反応時間の差分値(右)。

(2) 実験2: 時間-空間結合の検討

8名の被験者から得られた反応時間の平均を図4に示す。一致条件(Left反応=Early、Right反応=Late)の反応時間は、不一致条件(Left反応=Late、Right反応=Early)の反応時間よりも早かった(図4左)。また、反応バイアスを空間位置との結びつきにおいて検討するため、被験者毎にEarly条件、Late条件それぞれについて、Left反応時間からRight反応時間を引き、これらの差分時間を算出した(図4右)。図4右が示す通り、Early条件およびLate条件の差分値を結ぶ直線の傾き(時間に関する空間表象の方向および強さを表す)は正であった。従って、これらの結果は、時間に関する表象が、左から右に符号化されている(左から右へのメンタルタイムラインが存在している)ことを示しており、時間-空間結合についても、先行研究と同様の

特徴を確認することができた。

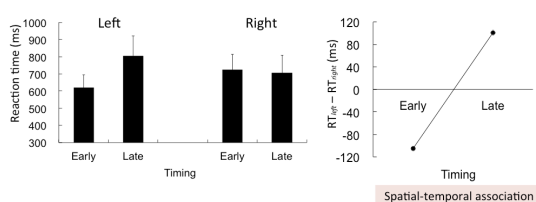


図4 時間 (Early, Late) に対する空間 (Left, Right) 判断を行ったときの反応時間 (左)。Early 条件、Late 条件それぞれについて算出した反応時間の差分値 (右)。

(3) 量-空間結合と時間-空間結合の比較検討

時間-空間結合の平均反応時間 (実験 2) は、量-空間結合の平均反応時間 (実験 1) よりも長かった ($F_{1,7} = 7.81, p < .05$)。これら実験 1 および実験 2 で得られた反応時間データについて、条件毎の差分値 [$RT_{left} - RT_{right}$ (ms)] を結ぶ直線の傾きを係数として表し、それらをもとに量-空間結合と時間-空間結合の特徴について比較を行った。被験者毎に得られた傾き係数 (*slope coefficient*) は、量に関する空間表象 (実験 1)、時間に関する空間表象 (実験 2) の方向および強さをそれぞれ表しており、図 3 右、図 4 右が示す通り、空間表象の方向についてはいずれも正 (ターゲット刺激に関する左から右への空間表象) であった。空間表象の強さについて、傾き係数をもとに分析を行ったところ、量-空間結合と時間-空間結合に有意差がみられ、時間-空間結合の方が、量-空間結合よりも強いことが示された (Paired *t*-test: $t = 2.40, p < .05$; Wilcoxon signed rank test: $S = 13, p < .05$)。また、相関分析を行ったところ、両者の相関は低く ($r = 0.34, p > .05$)、従って、量-空間結合と時間-空間結合とは質的にも量的にも異なっている可能性が示唆された。

(4) 実験 3: 量-空間結合と時間-空間結合に関する相互作用の検討

研究の最終段階として、量情報と時間情報とが互いに促進あるいは抑制しながら空間情報と結合するの可否かを解明するため、ここでは量 (大小) と時間 (遅早) に関する情報を同時呈示し、空間情報 (左右) との結びつきを検討した。例えば量 (大小) に注意を向けさせる課題において、時間 (遅早) に関する情報処理が影響するのであれば、メンタルナンバーラインおよびメンタルタイムラインの方向性に基づき、Match 条件 (小さくて早い、大きくて遅い) のパフォーマンスは高く、Mismatch 条件 (小さくて遅い、大きくて早い) のパフォーマンスは低くなるという結果が予想された。あるいは逆に、時間 (遅早) に注意を向けさせる課題において、量 (大小) に関する情報処理が影響するのであれば、Match 条件 (早くて小さく、遅くて大きい) のパフォーマンスは高く、Mismatch 条件 (遅くて小さい、早くて大きい) のパフォーマンス

は低くなるという結果が予想された。

8 回目の数字呈示の量 (1 または 9) とタイミング (Early または Late) を実験的に操作し、被験者にこの大小の違い (量に注意を向けさせる課題) または遅早の違い (時間に注意を向けさせる課題) に関する判断を左または右ボタン押し反応で求めた。13 名の被験者から得られた反応時間の平均を図 5、図 6 に示す。

量に注意を向ける課題において、一致条件 (Left 反応=Small、Right 反応=Large) の反応時間は、不一致条件 (Left 反応=Large、Right 反応=Small) の反応時間よりも早かった。またターゲット刺激に関する量情報と時間情報の組み合わせ (Match/Mismatch) の有意な主効果はみられなかった (図 5 左)。また、反応バイアスを空間位置との結びつきにおいて検討するため、被験者毎に Small 条件、Large 条件それぞれについて、Left 反応時間から Right 反応時間を引き、これらの差分時間を算出した (図 5 右)。実験 1 の結果と同様、Small 条件および Large 条件の差分値を結ぶ直線の傾き (量に関する空間表象の方向および強さを表す) は正であり、量に関する表象が、左から右に符号化されていることが示された。

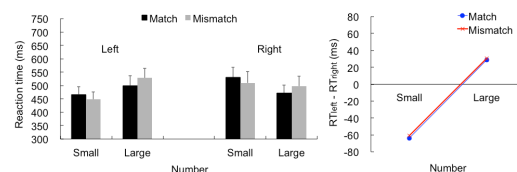


図5 量 (Small=1, Large=9) に注意を向け、それらに対する空間 (Left, Right) 判断を行ったときの反応時間 (左)。Small 条件、Large 条件それぞれについて算出した反応時間の差分値 (右)。Match 条件は、量情報と時間情報が空間表象において整合している (小さくて早い、大きくて遅い) 条件、Mismatch 条件は、整合していない (小さくて遅い、大きくて早い) 条件である。

時間に注意を向ける課題において、一致条件 (Left 反応=Early、Right 反応=Late) の反応時間は、不一致条件 (Left 反応=Late、Right 反応=Early) の反応時間よりも早かった。またターゲット刺激に関する量情報と時間情報の組み合わせ (Match/Mismatch) に有意な主効果 ($F_{1,12} = 6.89, p < .05$) がみられた (図 6 左)。Mismatch 条件の方が、Match 条件よりも反応時間が遅いという結果は、時間 (遅早) に関する判断を行っている際、注意を向けていない量 (大小) 情報からの抑制的な影響を受けている可能性を示唆している。また、反応バイアスを空間位置との結びつきにおいて検討するため、被験者毎に Early 条件、Late 条件それぞれについて、Left 反応時間から Right 反応時間を引き、これらの差分時間を算出した (図 6 右)。実験 2 の結果と同様、Early 条件および Late 条件の差分値を結ぶ直線の傾き (時間に関する空間表象の方向およ

び強さを表す)は正であり、時間に関する表象が、左から右に符号化されていることが示された。

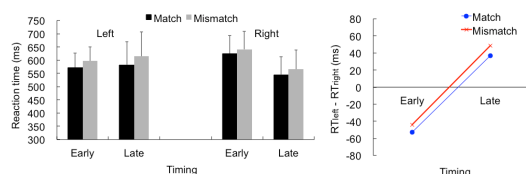


図 6 時間 (Early, Late) に注意を向け、それらに対する空間 (Left, Right) 判断を行ったときの反応時間 (左)。Early 条件、Late 条件それぞれについて算出した反応時間の差分値 (右)。Match 条件は、時間情報と量情報が空間表象において整合している (早くて小さく、遅くて大きい) 条件、Mismatch 条件は、整合していない (遅くて小さい、早くて大きい) 条件である。

反応時間の分析から得られた Mismatch 条件の方が、Match 条件よりも反応時間が遅いという結果は、図 6 右にもその傾向をみる事ができる。Match 条件における直線の傾きと Mismatch 条件における直線の傾きに違いはないものの、後者の方は全体的に、グラフ縦軸プラス方向にシフトしている。これは、時間と量の情報が整合していない場合 (整合している場合と比較して)、メンタルタイムラインにおいて [Early-Left] の結びつきが弱くなり、相対的に [Late-Right] の結びつきが強くなることを示している。タイミング判断課題における [Early] ターゲットに対する高い感受性は従来から示されており (Penel & Jones, 2005)、今回、本研究の結果からそれが Mismatch 条件において阻害される可能性が示唆された。

(5) まとめ

本研究は、「量-空間結合」と「時間-空間結合」がそれぞれ異なる情報処置メカニズムによって媒介されているという先行研究の知見を踏まえ、新しく考案した実験パラダイムを用い、量 (大小) と時間 (遅早) に関する情報を実験的に操作しながら提示し、それがどのように空間情報 (左右) と結びつくのかを検討した。特に、量情報と時間情報とが互いに促進しながら空間情報と結合するのか、あるいは抑制しながら空間情報と結合するのかについて、知覚運動情報変換に関わる情報処理の機能的特徴を明らかにしようとした。3 つの実験を行い、実験結果から以下のことを明らかにした。

- ① 先行研究が示してきた「量-空間結合」および「時間-空間結合」を再現し、量や時間に関する表象が、左から右に符号化されていることを明らかにした。
- ② 「時間-空間結合」の方が、「量-空間結合」よりも強く、両者は質的にも量的にも異なっている可能性を示した。

- ③ 量 (大小) に関する判断を行っている際には、注意を向けていない時間 (遅早) 情報からの影響はみられなかった。しかし一方で、時間 (遅早) に関する判断を行っている際、注意を向けていない量 (大小) 情報からの抑制的な影響を受ける可能性を示した。

上記②および③の発見について、知覚運動情報変換システムにおける「量-空間結合」と「時間-空間結合」とは相互に作用し合うのではなく、量情報から時間情報への抑制といった一方方向性の抑制機能を備えているものと考えられる。その神経生理学的な機序については不明であるが、「時間-空間結合」に関する運動準備情報処理において、「量」に関する情報が潜在的にモニターされている可能性が示唆された。

このように本研究は知覚運動情報変換過程における「量」「時間」「空間」に関する情報処理の機能的特徴を明らかにした。最後に、本研究から得られた知見を表現した修正版マグニチュードシステムの模式図を図 7 に示す。



図 7 Walsh (2003) によるマグニチュード理論に、本研究から得られた知見を組み込んで表現した修正版マグニチュードシステムの模式図。「時間-空間結合」の方が「量-空間結合」よりも強く、また時間情報処理は量情報からの抑制的な影響を受ける。

(6) 今後の課題と展望

本研究では、実験結果から得られた発見に加え、新たに考案した実験パラダイム [量 (「どのくらい」と時間 (「いつ」) に関する情報を同時提示し、空間 (「どこ」) との結びつきを反応時間から検討する] の有効性についても確認することができた。しかしながら相関分析の結果を精査すると個人差の影響が十分に排除されているとはいえ、引き続き研究を継続する必要がある。また実験 3 で採用した実験手続きに関して、実験者の教示通り、被験者が判断すべき刺激ターゲットに対して本当に注意を向けていたかについて保証するデータは、正答率を除き、収集していない。今後この点に関しては実験操作や実験手順にさらなる工夫が必要と思われる。

<引用文献>

Dehaene, S., Bossini, S., & Giraux, P. (1993). The mental representation of parity and number magnitude. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122, 371-396.

Fischer, M. H. (2003). Spatial representations in number processing - evidence from a pointing task. *Visual*

- Cognition*, 10, 493-508.
- Ishihara, M., Jacquin-Courtois, S., Flory, V., Salemm, R., Imanaka, K., & Rossetti, Y. (2006). Interaction between space and number representations during motor preparation in manual aiming. *Neuropsychologia*, 44, 1009-1016.
- Ishihara, M., Keller, P. E., Rossetti, Y., & Prinz, W. (2008). Horizontal spatial representations of time: Evidence for the STEARC effect. *Cortex*, 44, 454-461.
- Ishihara, M., Rossetti, Y., Keller, P. E., & Prinz, W. (2013). Horizontal spatial representations of number and time: Continuous number and categorical time lines. In Y. Coello & A. Bartolo (Eds.), *Language and Action in Cognitive Neurosciences* (pp. 243-269). New York: Psychology Press.
- Penel, A., & Jones, M. R. (2005). Speeded detection of a tone embedded in a quasi-isochronous sequence: Effects of a task-irrelevant temporal irregularity. *Music Perception*, 22, 371-388.
- Walsh, V. (2003). A theory of magnitude: Common cortical metrics of time, space and quantity. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 483-488.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 (計 10 件)

- ① Sakurai, R., Fujiwara, Y., Ishihara, M., Yasunaga, M., Ogawa, S., Suzuki, H., & Imanaka, K. (2016). Self-estimation of physical ability in stepping over an obstacle is not mediated by visual height perception: A comparison between young and older adults. *Psychological Research*, DOI 10.1007/s00426-016-0779-9 査読有
- ② 石原正規 2015 特集 3 人間工学のための計測手法 第3部: 心理計測と解析 (5) 心理実験による計測と解析 (2) 人間工学 51 315-323. <http://doi.org/10.5100/jje.51.315> 査読有
- ③ Seya, Y., Ishihara, M., & Imanaka, K. (2015). Up-down asymmetry in vertical induced motion and optokinetic nystagmus. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 77, 220-233. doi: 10.3758/s13414-014-0734-z 査読有
- ④ 佐藤壮平・石原正規 2016 Webカメラを用いた瞳孔径計測手法の提案 信学技報 Vol. 116 No. 229 37-40. <http://ci.nii.ac.jp/naid/40020961103> 査読無
- ⑤ Lestrel, P. E., Miyake, N., Ishihara, M., Wolfe, C. A., & Bodt, A. (2015). Quantitative analysis of whole body outlines: Fourier descriptors. In P. E. Lestrel (Ed.), *Biological Shape Analysis: Proceedings of the 3rd International Symposium (University of Tokyo, Japan, 14-17 June 2013)* (pp. 275-299). Singapore: World Scientific. ISBN: 978-981-4704-18-2 査読無

その他 5 件

〔学会発表〕 (計 34 件)

- ① Ishihara, M. & Keller, P. E. (2017.3.25). Spatial representations of number and time: Correlation between the SNARC and STEARC effects. (International Convention of Psychological Science, Vienna, Austria)
- ② Möhring, W., Ishihara, M., & Frick, A. (2016.9.22).

Spatial mental representations of numbers in 1st graders. (50th Conference of the German Society for Psychology, Leipzig, Germany)

- ③ Möhring, W., Ishihara, M., & Frick, A. (2016.8.5). Interaction between space and number representations in 1st-graders. (Spatial Cognition 2016, Philadelphia, U.S.A.)
- ④ Nakano, S. & Ishihara, M. (2016.6.17). Selective responses to an unconscious visual target manipulated in temporal and spatial locations. Book of Abstracts (The 20th annual meeting of the ASSC, Buenos Aires, Argentina)

その他 30 件

〔図 書〕 (計 1 件)

- ① 石原正規 2017 視覚実験研究ガイドブック (市原茂・阿久津 洋巳・石口 彰 編) 第3章「3.2.1 視覚実験制御用ソフトウェア Presentation」、第4章「4.1 反応時間測定法」、「4.2.2 脈波」執筆担当 朝倉書店 東京

〔その他〕

招待講演

- ① 29 March 2017: Talk, 量及び時間に関する空間的な表象が行為におよぼす影響について, 日本バーチャリアリティ学会 拡張認知インタフェース調査研究委員会主催講演会「空間知覚インタフェースと認知拡張の機序」 首都大学東京日野キャンパス (Tokyo, Japan).
- ② 15 December 2016: Talk, Spatial representations of number and time: The influences to the action., Winter Seminar organized by Department of Sport and Health Sciences, Technical University of Munich (Munich, Germany).

ホームページ等 (研究業績掲載)

<http://loop.frontiersin.org/people/24714/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石原 正規 (ISHIHARA, Masami)
 首都大学東京・人文科学研究科・准教授
 研究者番号: 60611522

(2) 研究協力者

- ① 今中 國泰 (IMANAKA, Kuniyasu)
 首都大学東京・人間健康科学研究科・名誉教授
- ② ケーラー ピーター (KELLER, Peter E.)
 Western Sydney University, The MARCS Institute for Brain, Behavior and Development, Professor
- ③ フリック アンドレア (FRICK, Andrea)
 University of Fribourg, Department of Psychology, Associate Professor
- ④ ミューリング ベンケ (MÖHRING, Wenke)
 University of Basel, Department of Psychology, Researcher
- ⑤ ロセッティ イヴ (ROSSETTI, Yves)
 Université Claude Bernard Lyon 1, Hospices civils de Lyon, Professor
- ⑥ レストレル ピート (Lestrel, Pete E.)
 UCLA School of Dentistry, Professor Emeritus