

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 24 日現在

機関番号：34431

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24730633

研究課題名(和文)注意配分の効率性における空間表象形成の役割：二次元特性と三次元特性の比較

研究課題名(英文)The role of spatial representation in allocation of attention: comparison between 2-D and 3-D space

研究代表者

木村 貴彦(Kimura, Takahiko)

関西福祉科学大学・健康福祉学部・准教授

研究者番号：80379221

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：三次元空間での注意配分時に用いられる空間表象がどのような特性を有しており、我々の認知処理にどのような寄与があるのかを以下の二側面から明らかにすることが本研究の目的である。(1)注意配分特性を観察者動態と静態と比較した。結果、同一視線にある異なる奥行き位置の課題に無関連な対象については無視可能であることが示された。(2)実際空間での注意配分における空間表象の形成とその利用について、水平方向の刺激配置と奥行き方向の刺激配置で検討した。結果、あらかじめ刺激が空間内に存在していることが注意配分における空間表象の利用に影響しないことが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Attention in real 3D space is an important issue to understand human behavior in daily life. (1) The Eriksen flanker task was used to clarify how well attention distribution can be controlled in real 3D space. There was no interference effect for any of the flanker stimuli even though they were presented along the observer's central line of sight, indicating that the internal representation used by attention system could be flexibly controlled in real 3D space when observer was in both static and moving situations. (2) allocations of attention were compared between horizontal and depth configurations under bright and dark environments. Results indicated that there might be no effect of the preview of stimuli configuration on the use of internal representation when attention operates in 3-D space.

研究分野：実験心理学

キーワード：注意 三次元空間 空間表象

1. 研究開始当初の背景

三次元空間内における注意の働きについては、これまでに注意移動や配分、制御などの観点から検討が行われてきた。その際に注意を制御するための代表的な手法として Posner, Nissen & Ogden(1978)によって二次元平面上で先行手がかり (pre-cue) を用いたものを三次元空間に適用した研究がある (Downing & Pinker, 1985 など)。その結果、注意は網膜に投影された二次元情報だけでなく、奥行きを知覚するための手がかり (depth cue) を利用して機能していることが示されてきた (Atchley et al., 1997; Couyoumdjian et al., 2003 など)。

ところが、三次元空間での注意研究の多くはディスプレイを利用した両眼視差による立体視環境での検討に留まり、我々の行動空間である実際空間での注意の振る舞いを検討したものは極めて少ない。この最大の理由は、実際空間での実験環境が複雑な情報を有していることであり、例えば空間内に視覚刺激が常に存在することが注意配分の手がかりとなる可能性が指摘されている。すなわち、実際空間では環境内に常に刺激が存在するため、注意を制御するための先行手がかりに加え、刺激の存在そのものが空間表象の形成と注意配分に何らかの意図しない影響を及ぼしている可能性がある。したがって、実際空間における注意機構の解明のためには、これらの問題を整理して検討しなければならないことを意味している。

これまでに、上述された先行手がかり法やその他の手法を用いて実際空間内における注意配分に関する問題について、注意が観察者を中心とした表象に基づいて配分されることを明らかにしてきた (木村・三浦・土居, 2007; Kimura, Miura, Doi, & Yamamoto, 2009)。これらは三次元空間内において観察者を中心とした空間表象を利用して注意が機能していることを明らかにしたものである。ところが、三次元空間内での注意メカニズムの解明のために欠かすことのできないさらなる検討点として、注意を含む認知処理において空間表象がいかなる役割を持ち、形成された空間表象を注意機構がどのように利用しているのかという点があげられる。すなわち、注意配分の際に利用される空間表象が具体的にどのような特性を有しており、我々の行動にどのような影響を及ぼしているのかについて解明する必要がある。この点を明らかにすることで、従来までは空間表象とされてきた認知過程の一端を明確に捉えることが可能となり、注意に関する総合的なモデルの構築に寄与することとなる。

また、産業・日常場面への応用を考える際にも、情報提示の安全性や注意資源配分の効率性の向上のための具体的な指針を提供し、これまでに蓄積されてきた注意特性に関する知見とあわせることで、より効果的な提言

が可能になると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、比較的大規模な空間における注意配分特性を観察者動態と静態で比較するとともに、比較的小規模な空間における注意配分時の空間表象の形成とその利用について、水平方向の刺激配置と奥行き方向の刺激配置を用いて比較する。

これらの検討によって、三次元空間での注意配分時に用いられる空間表象がどのような特性を有しており、我々の認知処理にどのような寄与があるのかを明らかにすることが本研究の目的である。それによって、基礎的には空間表象の具体的な特性を踏まえた注意メカニズムを明らかにする。さらに、実際的には産業場面における機器設計や日常生活における利便性と安全性に貢献できる新たな提言のための知見を提供していくこととする。

(1) 大規模実際空間における研究

大規模空間における注意配分の型を実験的に検討することを目的として実施した。フランカーパラダイム (Eriksen & Eriksen, 1974) は、視野の中心領域で行われる課題がそれと同時に周辺領域に出現するフランカー刺激によって干渉を受ける程度を指標として空間内に向けられた注意の範囲を調べるための代表的な方法のひとつである。従来、二次元平面上での検討が行われてきたが、本手法を三次元空間で用いた研究として Andersen (1990)、Andersen & Kramer (1993) がある。これらは両眼視差による立体視空間で行われたものであるが、固視点の奥行位置で行われる課題に対して手前か奥に出現するフランカー刺激の干渉の程度でもって注意の配分型が明らかにされてきた。本研究では立体視空間ではなく、人間の行動空間である大規模な三次元空間において、主課題を行っている際に、視線が同一方向であるが奥行位置が異なる空間位置にフランカー刺激が提示される場合に、主課題に干渉する程度を調べ、実際空間での注意の配分型と注意の制御様式を検討することを目的とした。

(2) 小規模実際空間における研究

注意配分時の空間表象形成の問題を検討するために、比較的小規模な空間を用いて実験を行った。実際空間で実験を行う際、配置されている刺激は標的などにならない場合であっても実験中は常に空間内に存在している。そのため、それらの刺激配置に基づいた空間表象があらかじめ形成されることによって注意が配分されている可能性が指摘されてきた。そこで、本実験ではできる限り事前の刺激配置の観察を制限した暗環境下と、刺激をあらかじめ観察可能な明環境下と

それぞれで同一の実験を行うこととした。もしも刺激配置に基づいてあらかじめ空間表象を形成しているのであれば、明環境下で標的刺激への反応が容易になると考えられる。さらに、刺激配置として水平方向と奥行き方向を設けることで、それぞれの刺激配置によって注意配分に違いが見られるのかどうかを検討した。

なお、本研究は所属機関における倫理委員会承認を得た上で実施された。

3. 研究の方法

(1)大規模実際空間における研究

男子大学生 5 名（平均年齢 22.5 歳）が実験に関するインフォームドコンセントを受けて実験に参加した。刺激は全て 7 セグメントの LED を用いた。標的刺激と妨害刺激はまたが用いられ、形状による整合・非整合の条件を設けた。また、キャッチ試行として標的刺激として H が提示される条件があり、その場合には妨害刺激は提示されなかった。全長約 8m のトンネル状になった枠組みと、その中を移動する台車を構築した。台車上の観察者から 120cm の位置に固視点が提示され、同じ刺激により標的刺激を提示した。フランカー刺激は 30, 81, 120, 158, 230cm の位置に提示された。また、フランカー刺激はトンネルの天井部分に取り付けられ、提示される瞬間にソレノイドによって下方向にポップダウンすることで各刺激が重ならないよう設置された。なお、ポップダウン時の音の注意配分に対する影響を小さくするためにノイズキャンセリングイヤフォン（SONY XBA-NC85D）を用いた。台車には反応のために左右にボタンがついたハンドルが固定されて設置された。

ターゲット形状（2）×フランカー刺激形状（2）×妨害刺激提示位置（5）×繰り返し 4 の 80 試行にキャッチ試行 5 試行を加えた 85 試行を 1 ブロックとして 4 ブロック、合計 340 試行を行った。静態事態と動態事態で実験は行われた。動態事態では、0.44m/sec の速さで観察者は設置された台に着座して前進移動しながら刺激を観察した。

実験は接眼レンズを通じて両眼視で行われた。試行開始 1000ms 後に固視点位置の 7 セグメント LED に「0」が提示された。提示時間は 1000ms から 1500ms の間でランダムとされた。固視点が消灯すると同時に標的刺激とフランカー刺激が 200ms 提示された。標的刺激は常に固視点の位置に提示されたが、フランカー刺激は図 1 の 5 箇所の中のいずれかに提示された。実験参加者の課題は、標的刺激の形状（または）を弁別し、できるだけ早く正確に割り当てられたボタンを押すことであった。加えて、同時に提示されるフランカー刺激は無視するよう教示された。試行間隔は 1000ms であった。

(2)小規模実際空間における研究

明環境下で 7 名（男性 4 名、女性 3 名、平均 23.9 歳）と暗環境下で 7 名（男性 7 名、平均 23.0 歳）がインフォームドコンセントを受けて実験に参加した。環境条件間での実験参加者に重複はなかった。

平面状の発光ダイオードを白色フィルムが貼られたプラスチック製の立方体（1.8 × 1.8cm）に接着させて刺激とした。固視点と、その前後 2 箇所（奥行き配置条件）、または左右 2 箇所（水平配置条件）に標的刺激を設置した。固視点のみ、赤、緑、黄のいずれかの色が提示され、標的刺激は全て赤色とした。

暗環境条件では、実験室を消灯した上で簡易暗室を用いて実験装置全体を覆って全体像が把握できないようにし、実験中以外には刺激を観察できないようにした。明環境条件では、簡易暗室が取り除かれ、床に置かれたデスクスタンドによる間接的な照明によって刺激の配置が視認できるようにした。実験参加者は顎のせいで頭部を固定し、固視点までの距離は 58.5cm であった。

空間手がかりパラダイム（Posner et al., 1978）を用いて空間的注意を制御した。実験参加者がテンキーの 5 を押すことで試行が開始され、固視点（黄）が 1000ms 提示された。その後、固視点は手がかりとして赤か緑に 300ms 変化した。この時、先行手がかりとして、赤色であれば固視点よりも奥/左、緑色であれば固視点よりも手前/右に標的刺激が提示される確率が高いことを教示した。課題は、標的刺激を検出したらできるだけ速く正確にテンキーの 5 を押すことであった。本試行の前に実験参加者自身が十分に慣れたと判断するまで練習試行を行った。

視環境条件（明暗）を参加者間要因、標的刺激位置（4 箇所）、刺激配置条件（奥行き・水平）、validity（valid・invalid）を参加者内要因とした 4 要因計画であった。また、明暗それぞれの視環境条件で 160 試行とされ、そのうちの 80%は手がかり通りに標的刺激が提示される valid 試行、残りの 20%は手がかりとは逆の方向に標的刺激が提示される invalid 試行であった。実験は刺激配置条件ごとに 2 回に分けて実施された。

4. 研究成果

(1)大規模実際空間における研究

キャッチ試行は分析から除外した。正答データのうち、100ms 以下、1000ms 以上を尚早、遅延反応として除き、平均反応時間 ± 2SD の範囲を分析の対象とした。

フランカー刺激提示位置ごとの Compatible 試行と Incompatible 試行の反応時間を表 1 に示す。Incompatible 試行と Compatible 試行の差である Flanker Compatible Effect (FCE) について、提示位置（5）を要因とした分散分析を行ったとこ

る、動態でも静態でも有意差は見られなかった。すなわち、固視点位置での主課題を行う際にフランカー刺激を無視できることを示しており、注意制御が3次元空間で効率的に行われていることが明らかにされた。また、本実験では、奥行き方向において、全ての刺激が観察者の視線上に提示されていたにも関わらず、フランカー刺激による干渉が見られなかったことから、二次元平面上と三次元空間内での注意配分様式の違いが示唆された。

表 1 大規模空間における実験の結果（表左が観察者静態条件，表右が観察者動態条件）

	static condition					moving-forward condition				
	Flanker position									
	30 cm	81 cm	120 cm	158 cm	230 cm	30 cm	81 cm	120 cm	158 cm	230 cm
Compatible	422	433	425	433	427	396	406	409	414	412
Incompatible	430	425	434	444	438	400	406	409	418	407
FCE	8.8	-8.5	9.7	11.3	11.3	4.2	-0.1	0.9	3.8	-5.0

(2)小規模実際空間における研究

空間内で注意が制御されているかどうかを明らかにするために3要因の分散分析（視環境×validity×刺激配置）を実施したところ、validityの主効果のみが有意であり $[F(1,12)=7.15, p<.05]$ 、いずれの条件でもinvalid試行において、注意の再配分による反応時間の遅延があったことから注意が制御されていることが示された。したがって、先行手がかりを用いた注意制御は事前に刺激配置を把握できるかどうかという視環境の違いの影響を受けることなく機能すると考えられた。

また、明暗の視環境下における標的刺激の位置ごとの反応時間を示す（図1,2）。刺激配置条件ごとに2要因の分散分析を実施したところ、いずれの条件でも有意な差はみられず、事前の刺激配置の観察はどの位置の標的刺激に対する反応時間にも影響しないことが示された。ただし、水平配置条件における注意の再配分の場合に、有意ではないものの明環境下で固視点付近では遅延の程度が小さいことから、水平方向と奥行き方向における注意配分に違いがある可能性が考えられる。

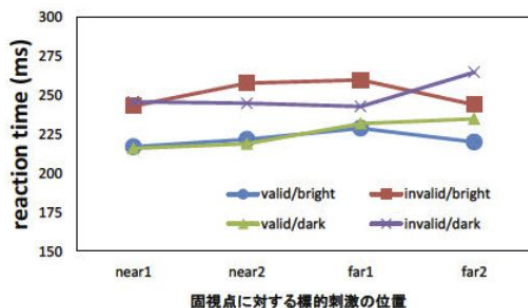


図 1 奥行き方向での刺激配置における結果

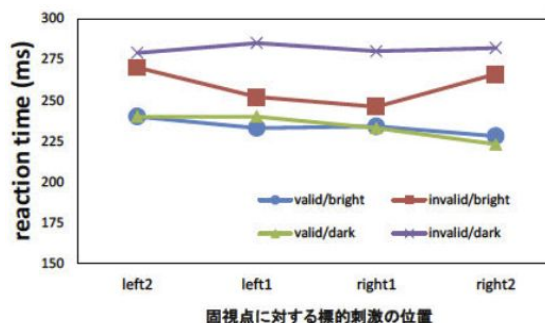


図 2 水平方向での刺激配置における結果

(3)まとめ

本研究を実施したことによって得られた成果として、注意配分における三次元特性の一端が明らかにされたことがある。すなわち、注意が三次元空間で機能する際の効率性が示され、同一視線にある異なる奥行き位置の課題に無関連な対象については無視することが可能であることが明らかにされた。従来までの二次元平面での研究では固視点の位置に近い課題に無関連な対象が干渉することが示されていることは異なる結果である。また、刺激配置を把握できるかどうかを検討するために実施された明暗環境下の研究において得られた結果から、あらかじめ刺激配置を把握して空間表象を形成可能かどうか、すなわち、実際空間で刺激があらかじめ存在していることは注意配分には影響しないことが示唆された。

<引用文献>

- Andersen, G. J. (1990). Focused attention in three-dimensional space. *Perception & Psychophysics*, 47, 112-120.
- Andersen, G. J. & Kramer, A. F. (1993). Limits of focused attention in three-dimensional space. *Perception & Psychophysics*, 53, 658-667.
- Atchley, P., Kramer, A. F., Andersen, G. J., & Theeuwes, J. (1997). Spatial cuing in a stereoscopic display: Evidence for a "depth-aware" attention focus. *Psychonomic Bulletin & Review*, 4, 524-529.
- Couyoumdjian, A., F. Di Nocera e F. Ferlazzo. (2003) Functional Representations of 3D space in endogenous attention shifts. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 56A (1), 155-183.
- Downing, C., & Pinker, S. (1985). The spatial structure of visual attention. In M. I. Posner, & O. Martin (Eds.), *Attention and Performance: XI*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. pp.171-187.
- Eriksen, B. A. & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsense task. *Perception & Psychophysics*, 16, 143-149.

木村貴彦・三浦利章・土居俊一 (2007). 3次元空間における注意資源配分 - 判断難易度からの検討 - 心理学研究, 78, 133-139.

Kimura,T., Miura,T., Doi,S., and Yamamoto,Y. (2009). Effects of self-motion on attention in real 3-D space. *Acta Psychologica*, 131, 194-201.

Posner, M. I., Nissen, M. J., & Ogden, W. C. (1978). Attended and unattended processing modes: The role of set for spatial location. In H. L. Pick & E. J. Saltzman (Eds.), *Modes of perceiving and processing information*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. pp.137-157.

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)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 3 件)

Kimura,T., Fukunaga,T., and Doi,S. (2014) Flexibility of attention in real 3D space. International Neuropsychological Society 2014 Mid-year meeting Jerusalem, Israel.

Kimura, T., Fukunaga, T. and Doi, S. (2013). Control of attention distribution in 3D space with flanker stimulus. 18th Meeting of the European Society for Cognitive Psychology, Budapest, Hungary

木村貴彦・土居俊一 (2013) フランカー刺激提示事態における 3 次元空間の注意配分 日本認知心理学会第 11 回大会 筑波大学

〔図書〕(計 5 件)

木村貴彦 (印刷中) ドライバ特性の評価における実験心理学的手法の活用 運転支援システムにおける車載ディスプレイの開発と HMI 技術と視認性向上 技術情報協会

木村貴彦 (2013) ヒューマンファクターズと知覚・認知特性 篠原一光・中村隆宏(編) 心理学から考えるヒューマンファクターズ - 安全で快適な新時代へ - 有斐閣 23-40.

Kimura,T., Miura,T., Doi, S., and Yamamoto, Y. (2012). Effects of self-motion on attention in real 3-D space: The advanced study. In T. Miura (Ed.), *Visual attention and behavior: Bridging the gap between basic and practical research*. 281-306. Kazama publishing (This chapter was first published under the title of "Effects of self-motion on attention in real 3D space"

in *Acta Psychologica*, 131, 2009, 194-201. doi:10.1016/j.actpsy.2009.05.004).

Kimura,T., Miura, T., Shinohara,K., and Doi, S. (2012). Visual attention in 3-D space while moving forward. In J. Wu (Ed.), *Biomedical Engineering and Cognitive Neuroscience for Healthcare: Interdisciplinary Applications*. 81-88. IGI Global.

木村貴彦 (2012). 人間の認知と行動からみた安全・健康 関西福祉科学大学健康科学科 (編) 健康科学入門 文理閣, 109-116.

〔産業財産権〕
出願状況(計 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者
木村 貴彦(KIMURA Takahiko)
関西福祉科学大学・健康福祉学部・准教授
研究者番号: 8 0 3 7 9 2 2 1

(2)研究分担者 ()
研究者番号:

(3)連携研究者 ()
研究者番号:

(4)研究協力者
内藤 宏(NAITO Hiroshi)
紀ノ定 保礼(KINOSADA Yasunori)