

研究種目：基盤研究（C）一般  
 研究期間：2007～2008  
 課題番号：19530664  
 研究課題名（和文）注意機構と大脳半球機能に関する認知心理学的および認知神経科学的研究

研究課題名（英文）Cognitive Psychological and Cognitive Neuroscience investigation on the role of attention mechanism in the hemispheric visual processing.

研究代表者  
 道又 爾 (Michimata Chikashi)

研究者番号：00229733

研究成果の概要（和文）：人間は空間関係を二つのやり方で処理する。ひとつは「AはBの上にある」のような「カテゴリーカルな処理」、もうひとつは「AとBは5cm離れている」のような「コーディネイト処理」である。われわれは、前者の処理では注意の範囲を狭くした方が課題成績がよく、後者の処理では逆に注意の範囲を広くしたほうが成績がよいと理論的に予測した。いくつかの実験の結果、予測が正しいことが示された。この問題は大脳左右半球の機能差の理解や、物体や顔の認識に関して重要な意味を持つ。この他にも、これと関連する多くの新しいテーマの研究を大学院生とともにを行った。

研究成果の概要（英文）：Humans process spatial relations in two different ways. One is Categorical processing, such as “A is above B”. The other is Coordinate processing, such as “A and B are 5cm apart”. We theoretically predicted that narrow focus of attention would benefit the categorical processing whereas wide focus would benefit the coordinate processing. We conducted several experiments and concluded that the predictions are well supported. This issue has important implications for hemispheric functional asymmetries and object and face recognition research. We also conducted many other experiments with our graduate students.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2008年度	1,300,000	390,000	1,690,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：心理学

科研費の分科・細目：実験心理学

キーワード：注意機構 大脳半球機能 認知心理学 認知神経科学 機能的MRI

## 1. 研究開始当初の背景

われわれはこれまで、空間関係処理の脳内機構と低次視覚システムとの関係の解明（平成12年～13年度科研費）や、空間関係処理の視点に基づく物体認識メカニズムの解明（平成15～16年度および17～18年度科研費）を、大脳左右半球機能の観点から進めてきた。これらの研究成果をふまえると、注意メカニズムとこれらの問題の関わりを検討することは一つの必然的な研究のステップである。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、注意のメカニズムと空間関係処理における大脳左右半球機能の関係を実証的に解明することである。さらに、この問題意識から派生したいくつかのテーマに関しても実証的な研究を行った。以下で主要な2つの研究を具体的に述べる。

### (1) 空間関係処理と3次元物体の弁別

（以下で示す雑誌論文(1)の内容）

空間関係処理におけるカテゴリカル処理とコーディネイト処理の区別は、非常に応用範囲が広い。たとえば、3次元物体を構成する形態基本要素（球、円柱、円錐など。ジオンと呼ばれる）の空間的配置関係が、その物体のカテゴリを決定することがある。一般に、カテゴリ間の弁別（カップとポットの区別など）には、基本要素のあいだのカテゴリカルな空間関係の処理が必要である。たとえば、すべてのコーヒーカップは「主となる円柱の横に曲がった小さな円柱が接続している」という要素間の空間関係を共有している。これに対して、カテゴリ内の弁別（カップAとカップBの区別など）には、基本要素のあいだのより精密な接合関係の処理と、基本要素自体の長さや曲率などの違いの処理が必要である。たとえば、コーヒーカップAとBの区別には、主となる円柱の長さや、曲がった小さな円柱の大きさなど、精密なメトリック（数量的）な処理が必要である。われわれは以前の研究によって、カテゴリカル空間関係処理における左半球優位、コーディネイト空間関係処理の右半球優位を観察している。したがって以上の議論から、物体のカテゴリ間弁別における左半球優位、カテゴリ内弁別における右半球優位を予測できる。われわれはすでに日常的な物体の写真を弁別する課題における脳活性をfMRIを用いて計測し、上記の仮説を支持する結果を得た。

### (2) 空間関係処理と注意の広さ

Michimata, C., Saneyoshi, A., Okubo, M.

and Laeng, B.(under review)

Effects of the Global and Local Attention on the Processing of Categorical and Coordinate Spatial Relations. *Attention, Perception & Psychophysics*.

この審査中の論文の内容が本研究の一つに中核をなす。以上のように、空間関係処理の研究は非常に重要なものである。上記の議論においては、コーディネイト処理の方が精密で明細な空間関係処理を行っていることは明らかである。しかしわれわれは一方で、カテゴリカル処理における高空間周波数情報の重要性と、コーディネイト処理における低空間周波数情報の重要性という知見を得ている。この2つの知見は一件矛盾する。高空間周波数情報はより解像度の高い明細な視覚情報に関与するからである。また、ある計算機シミュレーション研究によれば、狭い「受容野」から入力を受けるネットワークはカテゴリカル空間関係処理を、広い「受容野」からの入力を受けるネットワークはコーディネイト空間関係処理を、それぞれ効率よく遂行できた。この結果は、上記のわれわれの空間周波数に関する実験と同様である。狭い受容野は高空間周波数処理に優れ、広い受容野は低空間周波数処理に優れているからである。ではなぜ、精密で明細な処理を必要とするコーディネイト処理が、より解像度の低い情報に依存しているのか。この矛盾を説明する一つの理論は、「粗い符号化」と呼ばれるものである。すなわち、狭い受容野を持つシステムは、AとBの空間関係に関して、AとBに対して別々の受容野を対応させることで効果的な処理を遂行できる。一方、広い受容野を持つシステムは、それぞれの受容野がお互いに広く重複することになり、複数の受容野からの情報が冗長に重ね合わせられ、その結果として位置関係をより詳細に符号化できる。これが「粗い符号化」の概念である。実際に、生理学的に知られている受容野のサイズは、心理物理実験で測定されるヒトの視覚解像度から考えて、広すぎるといわれている。すなわちヒトの視覚系では実際に「粗い符号化」による処理が行われている可能性が高い。

さて、最近の研究によると、受容野のサイズは固定的なものではなく、処理の必要性によって柔軟に変化する。たとえばサルが視野の狭い範囲に注意を焦点化させる課題を行うと、初期視覚皮質のニューロンの受容野が狭くなることが知られている。したがって、注意の範囲の広さは、カテゴリカル空間関係処理とコーディネイト空間関係処理に対して異なる影響があると予測される。すなわち、狭い範囲への注意の焦点化はカテゴリカル

処理に有利に働き、逆に広い範囲への注意の拡散はコーディネイト処理に有利となるだろう。

### 3. 研究の方法

研究(1)では、命名不能な人工的な3次元物体を弁別する課題を行わせ、その課題成績(反応時間と誤反応率)を測定した。

研究(2)では、小さな形態から大きな形態が構成されている「階層構造刺激」を用いてカテゴリカル処理課題とコーディネイト処理課題を行わせ、その課題成績を測定した。

### 4. 研究成果

研究(1)の実験の結果は仮説を支持した。命名不能な人工的物体を用いても日常物体と同様の結果が得られたことは、この現象が左半球による言語的処理などとは別の現象であることを示唆している。このように、カテゴリカルおよびコーディネイト空間関係処理に関する研究は、認知心理学・認知神経科学における高次視覚研究において基盤となる処理要素となっている可能性がある。

また研究(2)の実験の結果も仮説を支持した。すなわち空間関係処理の理解には、単純な高・低空間周波数処理の視点のみでは不十分であり、「粗い符号化」の概念を導入することが、不可欠であることが示唆された。なお雑誌論文(3)と審査中の論文Laeng, B., Okubo, M., Saneyoshi, A. and Michimata, C. (under review). Processing coordinate and categorical spatial relations with different apertures of attention. *Cognitive Science*.

は、同様の仮説を別の方法を用いて研究したものである。

以上のように、従来の研究を新たな視点で独自の方法を用いて発展させ、空間関係の認識に関するいくつかの重要な知見を得た。こうした成果は、基礎研究において重要であるのみならず、半側空間無視や失認症などの認知障害の理解や治療にも貢献するものである。

### 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] (受理済3件、審査中2件)

(1) Saneyoshi, A. and Michimata, C. (2009). Lateralized Effects of Categorical and Coordinate Spatial Processing of Component Parts on the Recognition of 3-D Non

-namable Objects. *Brain & Cognition*, 71, 181-186. 査読あり

(2) 末神翔、道又爾 (2008) Stroop干渉の強度が色のカテゴリカル知覚に及ぼす影響

*Technical Report on Attention and Cognition* (2008), No. 20, 1-2. 査読なし

(3) Okubo, M., Laeng, B., Saneyoshi, A. and Michimata, C. (in press). Exogenous attention differentially modulates the processing of categorical and coordinatespatial relations. *Acta Psychologica*. 査読あり

[学会発表] (計15件)

(1) 実吉綾子、道又爾 「空間関係情報処理における注意の大きさの役割について」日本基礎心理学会第26回大会 2007年12月8, 9日 (上智大学)

(2) 道又爾、石幡愛 「オンラインの文処理における行為・文適合性効果」日本基礎心理学会第26回大会 2007年12月8, 9日 (上智大学)

(3) 長田今日子、道又爾 「意識的知覚が記憶保持に及ぼす影響」日本基礎心理学会第26回大会 2007年12月8, 9日 (上智大学)

(4) 菊池健、道又爾 「小さな記憶容量のメリット-相関強調か単純方略か-」日本基礎心理学会第26回大会 2007年12月8, 9日 (上智大学)

(5) 小林梨沙、道又爾 「虚偽記憶における知覚的細部生成の検討」日本基礎心理学会第26回大会 2007年12月8, 9日 (上智大学)

(6) 大野真史、道又爾 「空間情報更新時に用いられる空間表象の検討」日本基礎心理学会第26回大会 2007年12月8, 9日 (上智大学)

(7) Suegami & Michimata "Does the incongruent verbal label produce the inverse d categorical perception of color?"

30th European Conference on Visual Perception. 2007年8月24-26日 Arezzo, Italy.

(8) Kikuchi, K. and Michimata, C. "The advantage of small memory capacity: Amplified correlation or simple strategy?"

29th International Congress of Psychology, 7月20-25日, 2008, Berlin, Germany.

(9)Yamaoka, K. and Michimata, C. “Attentional Control in Visual Search with Singletons: Effect of Spatial information.” 29<sup>th</sup> International Congress of Psychology, 7月20-25日, 2008, Berlin, Germany.

(10)Suegami & Michimata “Influences of rule-Based and Information-Integrated Category Learning on Similarity Space”. 16th Annual Conference of Object, Perception, Attention, & Memory. 2008年11月13日 Chicago, USA.

(11)Yamaoka, K. and Michimata, C. “Effect of Spatial Information in Visual Search with Salient Distracter” 16th Annual Conference of Object, Perception, Attention, & Memory. 2008年11月13日 Chicago, USA.

(11)菊池健、道又爾 「記憶容量が相関利用能力に及ぼす影響」日本基礎心理学会第27回大会 2008年12月6, 7日 (東北大学)

(12)長田今日子、道又爾 「意識的知覚と記憶—混雑効果を用いた検討—」日本基礎心理学会第27回大会 2008年12月6, 7日 (東北大学)

(13)山岡香央、道又爾 「空間情報がシングルトンを含む視覚探索課題に及ぼす効果」日本基礎心理学会第27回大会 2008年12月6, 7日 (東北大学)

(14)鈴木雅之、道又爾 「チャンス回数が意思決定に及ぼす影響と性差の検討」日本基礎心理学会第27回大会 2008年12月6, 7日 (東北大学)

(15)末神翔、道又爾 「カテゴリ定義規則の違いがカテゴリカル知覚生起に及ぼす影響」日本基礎心理学会第27回大会 2008年12月6, 7日 (東北大学)

[図書] (計2件)

道又爾 勁草書房  
「心理学入門一歩手前」2009年  
総ページ数 202 ページ

Hellige, J. Laeng, B. and Michimata, C.  
MIT Press

Processing Asymmetries in the Visual System in "The two halves of the brain: Information processing in the cerebral hemispheres" Hugdahl, K. (ed.)2010年刊行  
予定 総ページ数 未定

[産業財産権]

なし

[その他]

- (1) 日本基礎心理学会第26回大会 (2007年12月8, 9日、上智大学) の大会準備委員長として学会開催の責任を担った。
- (2) 同学会で「脳機能画像計測と基礎心理学」というシンポジウムを共同企画し、指定討論者を務めた。
- (3) 同学会の発行する学術雑誌「基礎心理学研究」の特集号「脳機能計測と基礎心理学」(第28巻1号、平成21年9月30日刊行) を企画し、編集の責任を担った。

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

道又爾 (Michimata Chikashi)

研究者番号: 00229733

### (2) 研究協力者

#### (a) 大学教員

**Bruno Laeng** オスロ大学、ノルウェイ  
大久保 街亜 (Okubo Matia) 専修大学  
実吉 綾子 (Saneyoshi Ayako) 帝京大学

#### (b) 大学院生

末神 翔 (Suekami Takashi) 上智大学  
山岡 香央 (Yamaoka Kao) 上智大学  
菊池 健 (Kikuchi Ken) 上智大学  
大野 真史 (Ono Masafumi) 上智大学  
長田 今日子 (Osada Kyoko) 上智大学  
小林 梨沙 (Kobayashi Risa) 上智大学  
鈴木 雅之 (Suzuki Masayuki) 東京大学  
石幡 愛 (Ishihata Ai) 東京大学