

機関番号：12611

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008 ～ 2010

課題番号：20530660

研究課題名（和文） 視覚的認知の熟達化と効率分析

研究課題名（英文） Expertise of visual cognition and efficiency analysis

研究代表者 石口 彰（ISHIGUCHI AKIRA）

お茶の水女子大学・大学院人間文化創成科学研究科・教授

研究者番号：10184508

研究成果の概要（和文）：

本研究は、方位識別課題、計数判断課題、多次元カテゴリー判断課題といった視覚的認知課題の熟達化過程の検討を通して、熟達化の基準を設定し、熟達化の特性を解明することであった。課題遂行の結果、安定内部ノイズ量、弁別課題のウェーバー比、PSEの変動、刺激次元の縮小、カテゴリー知覚化などが、熟達化の基準として使用できることを提唱した。

研究成果の概要（英文）：

We carried the visual discrimination or judgment experiments for orientation, numerosity, and multi-dimensional categories in order to study the expertise process of human visual cognition and to make criteria of the expertise. Based on data of these experiments, we showed that following factors can be used as the index of the expertise: stabilized amplitude of internal noise in cognitive process, deviation of the Weber fraction and the PSE, reduction of stimulus dimensions, and the categorical percept.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
2010年度	1,500,000	450,000	1,950,000
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：認知システムの統計的特性

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：熟達化、視覚的認知、効率分析

## 1. 研究開始当初の背景

私の研究室では、これまで、視覚認知の低次過程から、中次過程、高次過程に関し、ベイズ推定を基本アルゴリズムとする理想観察者を設定し、人間の観察者の課題成績と理想観察者の課題成績とを比較する効率分析

という手法を用いて、各過程の特性を解明してきた。

効率分析は、確かに効果的な手法であるが、問題点が1つある。それは、どの観察者の成績と比較すれば、妥当な効率が計算できるのか、という問題である。訓練を重ねた被験者

を用いることは、大前提であるが、多くの研究では、訓練に関する基準が曖昧なせいから、得られる効率は、同一のプロセスであっても、研究ごとに、無視できない変動を含んでいる。

効率分析で対象とする人間の観察者は、上限の課題成績を達成することが望ましい。このような観察者はまさに、課題の熟達者である。熟達者を用いて効率を算出すれば、安定した値が求められるばかりでなく、何よりも、研究における「共通指標」を提唱することになる。さらに、熟達化への過程を詳細に検討することで、視覚の各プロセスで内部表現の特性が、推測できる。効率の個人内変動も、熟達化へのプロセスを示すものと捉えることができる。

熟達者あるいは熟達化を検討する上で、最も重要なことは、熟達化基準を設けることである。単に訓練試行を重ねたといった定性的な記述ではなく、量的な記述が可能な基準を設ける必要がある。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、視覚的認知課題の熟達化過程の検討を通して、熟達化の基準を設定し、熟達化の特性を解明することであり、さらに、熟達者と理想的課題遂行者（理想観察者）との比較による効率分析を活用し、視覚プロセスの階層性を解明することである。熟達化の特性を解明することは、究極的には、視覚認知システムの基準モデルを構築することが可能となる。

## 3. 研究の方法

効率分析では、視覚認知の低次過程から高次過程に至る、各プロセスの特性を検討した。従って、熟達化においても、各プロセスでの熟達化を検討する必要がある。本研究では、主として、方位識別課題、計数判断課題、顔知覚を含む多次元カテゴリー判断課題を用

いて、熟達化過程を検討し、各課題における熟達者を用いた効率分析を遂行する。

### ①方位識別課題

提示刺激はガボールパッチを用いる。方位の異なる標準刺激と比較刺激による一般的な識別実験だけではなく、ともにN個のガボールパッチから構成される標準刺激群と比較刺激群も用意する。以下は、後者による熟達化過程の説明である。

#### ○熟達化過程の検討

標準刺激群、比較刺激群ともに、個々のガボールパッチに方位に関するガウスノイズをかけ、弁別閾を測定する。測定法には、最尤法を用いる予定である。そして、ノイズ量を変数として、弁別閾をプロットし、内部ノイズの推定値を計測する。熟達化によって、内部ノイズが減少すると考え、内部ノイズ推定値がプラトーに達するまで、試行ブロックを繰り返す。安定内部ノイズ量をもって、熟達化基準とする。

### ②計数判断課題

要素刺激群を2群（標準刺激群と比較刺激群）用意し、それらを混在させる。そして、どちらの要素群が多いか、判断する課題である。刺激群には、色パッチやガボールパッチを考えているが、視覚探索で探索の非対称性を示す刺激対（例 O vs. Q）を用いることも検討している。これは、刺激の特徴から、計数判断にバイアスがかかることが示されている、特異的な刺激だからである（Qの数が過大視される Ishiguchi & Osu, 2003）。

#### ○熟達化過程の検討

この課題では、判断に、要素の大きさや密度、刺激分布など、知覚的なバイアスがかかりやすい。従って、弁別閾（ウェーバー比）だけでなく、PSEの変動も、熟達化の指標となる。ウェーバー比、PSEが安定するま

で、試行ブロックを続けるが、特にPSEのズレをどう扱うか等を含めて、熟達化基準の設定が問題となる。

### ③多次元カテゴリー判断課題

分散は等しいが平均値が異なる多次元正規分布を設定する。次元（属性）としては、ダンベル状の刺激を用いる場合、明暗、円形部分の半径、棒状部分の長さ、高さ等である。

刺激は、一方の正規分布からの事例をパターンA、他方をパターンBとして、A、Bの識別が課題となる。刺激は、パターンAの1事例とパターンBの1事例とが対提示される。

#### ○熟達化過程の検討

カテゴリーを1次元から、順次、n次元へと変化させる。それに伴い、判断次元（心的表現）に右図のような次元縮小（2次元から1次元）が生じるかが熟達化の目安となる。具体的には、次元数の変化に伴い、一時的な閾値の上昇とその後の低下といった反応パターン、及び最終的な閾値の安定化が熟達化と考えられる。正規の熟達化基準はさらに検討が必要である。

ダンベル状図形以外に、2次元の基本図形（円形、長方形、三角形、V字形等）を組み合わせた顔図形を刺激として用いた場合、コンフィグレーション効果による認知バイアスが生じる。バイアスの低減も熟達化の目安である。

## 4. 研究成果

平成20年度の研究成果：

方位識別課題、計数判断課題における熟達化の検討を行った。さらに、動作、表情等のノンバーバルコミュニケーションにおける熟達化の検討を追加した。

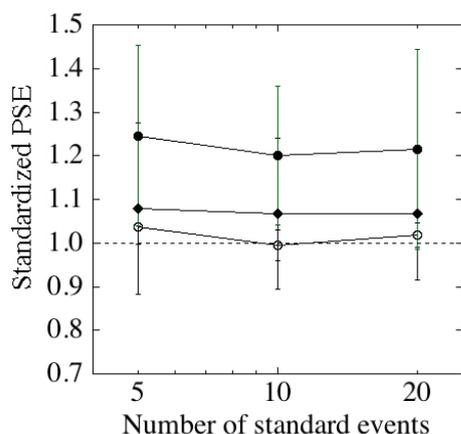
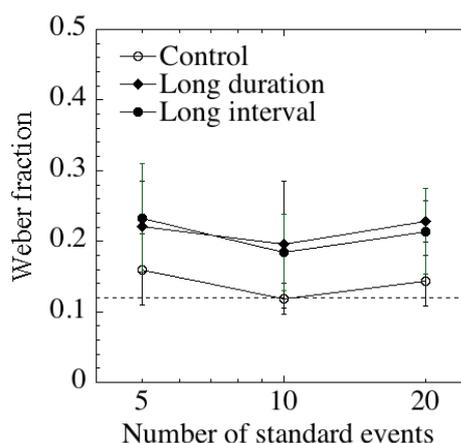
### ①方位識別課題

個々のガボールパッチに、方位に関するガウスノイズをかけ、弁別閾を測定した。測定

法には最尤法を用い、内部ノイズの推定値を計測した。熟達化による内部ノイズの変動を推定した。

### ②計数判断課題

計数判断課題に関して、空間同時課題、逐次提示課題を行い、熟達化の検討を行った。弁別閾（ウェーバー比）だけでなく、PSEの変動も、熟達化の指標とした(下図参照)。



また、「方位識別課題」と同様に、要素数にガウスノイズをかけ、逐次提示法を用いて、弁別閾を求め、計数判断に関する、安定内部ノイズ量の推定値を求めた。

平成21年度の研究成果：

多次元カテゴリー判断課題を行い、その熟達化過程を分析した。

### ①多次元カテゴリー判断課題

分散は等しいが平均値が異なる多次元正規

分布を設定した。ダンベル状の刺激やそれと同じ構成要素からなる顔刺激を用い、検討した次元（属性）は、明暗、円形部分の半径、棒状部分（顔の場合には鼻）の長さ、高さ等であった。

#### ○熟達化過程の検討

カテゴリーを1次元から、順次、n次元へと変化させ、それに伴い、判断次元（心的表現）に次元縮小（2次元から1次元）が生じるかを熟達化の目安とした。具体的には、次元数の変化に伴い、一時的な閾値の上昇とその後の低下といった反応パターン、及び最終的な閾値の安定化を熟達化と考えた。

実験的検討の結果、通常の次元縮小効果がみられたが、次元の組み合わせによっては、誤統合が生じた。

平成22年度の研究成果：

20年度、21年度の研究を、より精緻化した。

①計数判断課題：刺激群の計数判断に関し、逐次刺激と同時刺激のフォーマット効果、また、視聴覚刺激のモダリティ効果に関し、熟達化過程を明らかにした。

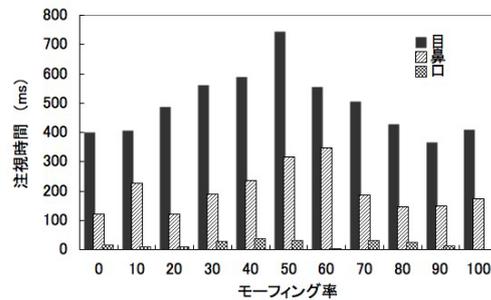
②多次元カテゴリー判断課題及びモルフィング課題

2次元の基本図形を組み合わせた顔刺激を用いて、多次元カテゴリー判断課題の熟達化過程を調べた。さらに、下図のようなモルフィング技術を用いて、顔判断の熟達化の典型としての自己顔判断の知覚特性を検討した。



その結果、熟達化の指標として、課題共通基準および課題独自基準を抽出した。さらに、

自己顔判断がカテゴリー知覚としての特性（カテゴリー内での識別性<カテゴリー間での識別性）を有していることがわかった。この特性も熟達化の指標として、用いることが提唱された（次図参照）。



#### ○モデリングとシミュレーション

方位識別課題、計数判断課題、多次元カテゴリー判断課題の熟達化基準を元に、新たな熟達者を形成し、効率分析を行った。理想観察者の成績は、MCMC法（モンテカルロ法）によるコンピュータシミュレーションで得られた。

また、3年間の研究を総括し、熟達化過程と理想観察者の新たなモデルを含めた、視覚認知システムの基準モデルを構築した。

#### 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）

〔雑誌論文〕（計 7件）

①Tokita, M. & Ishiguchi, A. (2011) Temporal information affects the performance of numerosity discrimination: Behavioral evidence for a shared system for numerosity and temporal processing, *Psychonomic Bulletin & Review*, 18, 550-556 (査読有り)

②Tokita, M. & Ishiguchi, A. (2010) How might the discrepancy in the effects of perceptual variables on numerosity judgment be reconciled? *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72(7), p1839-1853 (査読有り)

③Tokita, M. & Ishiguchi, A. (2010)

Effects of element features on discrimination of relative numerosity: comparison of search symmetry and asymmetry pairs. *Psychological Research*, 74, 99-109 (査読有り)

④Arimura, H., Yakushijin, R., & Ishiguchi, A (2009) Suppression of Visually Induced Vertigo: effects of attentional position and modality. *Aviation, Space and Environmental Medicine*. Vol. 8, Pp. 472-476 (査読有り)

⑤Tokita, M. & Ishiguchi, A. (2009) Effects of feature types on proportion discrimination. *Japanese Psychological Research*, Vol. 51, Pp. 57 - 68 (査読有り)

⑥白間 綾, 石口彰 (2009) アモーダル補完が視覚探索に及ぼす影響は偏心度に依存する *心理学研究*, 8 巻, Pp. 114-122 (査読有り)

⑦白間 綾, 石口彰 (2009) 視野の空間解像度勾配と視覚サンプリングの柔軟性 *心理学研究*, 8 巻, Pp. 223-231 (査読有り)

[学会発表] (計 2 2 件)

①リスク状況における曖昧信号と信号コンプライアンス (日本心理学会第 74 回大会, 2010 年 9 月, 具ヒョンミン・石口彰)

②顕在的戦略の使用による視覚運動順応への影響 (日本心理学会第 74 回大会, 2010 年 9 月, 藤村陽子・石口彰)

③視覚探索における先行提示効果と弁別難易度 (日本心理学会第 74 回大会, 2010 年 9 月, 正田真利恵・石口彰)

④視聴覚のプライミングと再認記憶のモダリティ効果 (日本心理学会第 74 回大会, 2010 年 9 月, 芦谷由衣・石口彰)

⑤「離散量識別における練習効果のフォーマット間転移の検討」(日本心理学会第 74 回大会, 2010 年 9 月, 時田みどり・石口彰)

⑥How people judge the relative frequency of sequential events. Midori Tokita, Akira Ishiguchi, 2010, Abstract of 51<sup>st</sup> annual meeting of the Psychonomic Society, St. Louis, Missouri

[その他]  
特になし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石口 彰 (ISHIGUCHI AKIRA)

お茶の水女子大学・大学院人間文化創成科学研究科・教授

研究者番号: 10184508

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし