

# 乳幼児におけるカテゴリカル色知覚の脳内処理の発達と 異文化比較

(中間報告)

中央大学研究開発機構 楊 嘉 樂

## Neural processing of categorical color perception and cross-cultural comparisons in infants and toddlers

Research and Development Initiative, Chuo University, YANG, Jiale

### 要 約

生後の早い段階で乳児がカテゴリカル色知覚をもつことは既に示されているが、その神経基盤の発達過程は明らかにされていない。本研究では、NIRS（近赤外分光法）を用いて言語獲得前後の乳幼児と成人の脳機能の計測を行うことにより、カテゴリカル色知覚の脳内処理の発達過程を解明し、言語とカテゴリカル色知覚の関連性を明らかにする。また認知課題を用い、日本とアメリカの幼児を比較し、言語や文化規則などの獲得された認知機能がどのようにカテゴリカル色知覚に影響を及ぼすのかを検討する。本稿（中間報告）では、本研究の目的・方法・現在までの進捗状況について報告する。

**【キー・ワード】** カテゴリカル色知覚, 乳幼児, 脳内処理, 異文化比較

### Abstract

Previous researches have reported that infants tend to perceive color into several restricted categories similar as adults. However, it is unclear how the colors in the different categories are processed in the immature visual cortex. In the first study, changes in brain activity in relation to categorical color differences are measured in prelinguistic infants by near-infrared spectroscopy. In the second study, i will focus on how the language acquisition affects the development of categorical color perception by comparing the Japanese and American toddler.

**【Key words】** categorical color perception, infants and toddlers, neural processing, cross-cultural comparisons

### 問題と目的

ある文化において日常的に使われる言語が、ヒトの認知や思考に影響を与える可能性を提唱する Sapir-Whorf 仮説 (Whorf, 1956) は、18 世紀から、心理学、言語学、文化人類学などの領域で広く

受け入れられてきた。Whorf (1956) は、アメリカ・インディアンのホピ族の言語と英語を比較し、それぞれの言語が持つ意味と個人内の習慣的思考、そして文化のパターンが関連していることを示した。Whorf の発見以降、認知や思考における言語相対性の妥当性は盛んに検討され続けてきた。しかし現在に至るまで、言語相対性が存在するのかどうかについてははっきりした結論は見出されていない。

ヒトの感覚・知覚において、Sapir-Whorf 仮説が成立するかについて、カテゴリカル色知覚に焦点を絞り、盛んに議論されてきた (e.g. Berlin & Kay, 1969; Heider, 1972; Roberson, Davies, & Davidoff, 2000)。カテゴリカル色知覚が言語から受ける影響を検討する有効な方法として、言語獲得以前の乳児を調べることが挙げられる (Bornstein et al., 1976; Catherwood et al., 1987, 1990; Franklin & Davies, 2004; Franklin et al., 2005; Franklin et al., 2008a; Franklin et al., 2008b)。複数の研究において、4 - 5 ヶ月児はカテゴリカル色知覚を持つことが示されている。言語獲得以前のカテゴリカル色知覚を確認したこれらの結果から、カテゴリカル色知覚は言語によらない普遍的な知覚メカニズムによることが示唆された。しかしながら、その神経基盤の発達過程は明らかにされていない。本研究では 5-7 ヶ月児を対象に、カテゴリカル色知覚における脳活動を検討した。

## 方 法

### 1. 対象

実験には、5-7 ヶ月児 8 名 (平均日齢=179.4 日, SD=10.7) が参加した。そのほかに 6 名の乳児が実験に参加したが、実験の途中で泣いてしまった、刺激を注視しない、運動アーティファクトなどの理由によって十分な計測試行数が得られなかったため、分析から除外した。

### 2. 刺激

実験刺激は、baseline 試行・between category 試行・baseline 試行・within category 試行の順で、乳児が飽きて注視しなくなるまで、繰り返し提示した (図 1 を参照)。それぞれの試行では 9 つの幾何図形を 3×3 配列でグレー背景 (輝度: 25cd/m<sup>2</sup>) 上に配置した。between category 試行では幾何図形の色が緑・青カテゴリ間 (表 6-2 の青 1・緑 2) で切り替わり、within category 試行では幾何図形の色が緑カテゴリ内 (表 6-2 の緑 1・緑 2) で切り替わった。baseline 試行では、グレーの幾何図形の形が変化した。各フレームは 1Hz で切り替わった。各被験者の輝度感度由来する輝度アーティファクトを統制するため、幾何図形の輝度を 35cd/m<sup>2</sup> を中心に上下 5% の輝度バリエーションでフレームごとに混ぜた。乳児の注意を画面に保つため、各フレームが切り替わるときにピープ音を提示した。between/within category 試行と baseline 試行に対して、異なる 2 つのピープ音が用いられた。

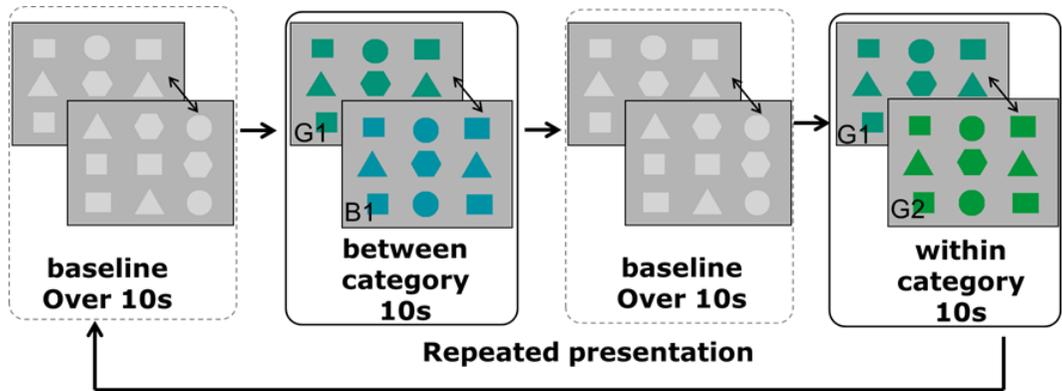


図1 刺激の概要

グレーの幾何図形の提示を **baseline 試行**として、色が緑・青カテゴリ間で変化する試行 (**between category 試行**)と色が緑カテゴリ内で変化する試行 (**within category 試行**)を交互に行った。各テスト試行の刺激持続時間は10秒、**baseline 試行**の刺激持続時間は10秒以上であった。

### 3. 手続き

乳児は実験者の膝の上に抱かれた状態で、CRT モニタ上に提示される刺激を観察した。実験中の乳児の様子は、CCD カメラで録画された。もう1人の実験者は、CCD カメラの映像と、乳児が見ているCRT モニタと同じ画像を映し出すモニタを観察しながら、実験を行った。**baseline 試行**が提示された10秒以上、かつ最後の2秒の中に乳児が **baseline 刺激**を注目していることを確認した後に、実験者はテスト試行 (**between category 試行**と **within category 試行**)を開始した。乳児は脳活動の測定中、受動的に刺激を観察し、乳児が画面を注視する限り実験は継続された。実験期間における乳児の注視行動はビデオテープに記録された。

### 4. 分析方法

ビデオの記録に基づいて、実験中の乳児の行動をコード化した。各被験者内・各チャンネル内の条件ごとの酸素化ヘモグロビン (oxy-Hb) の平均値を、試行開始前2秒から試行終了後10秒までの時系列データとして0.1秒の時間解像度で算出した。時系列の平均値に基づいて、酸素化ヘモグロビン (oxy-Hb) のZ値を被験者内・チャンネルごとに算出した。Z値は以下の式に示すように、**baseline 試行**とテスト試行 (**between category 試行**・**within category 試行**)の平均値の差を **baseline 試行**の標準偏差で除算することで計算した。

$$Z = (m1 - m2) / s$$

「m1」と「m2」はそれぞれ **baseline 試行**とテスト試行 (**between category 試行**・**within category 試行**)の平均値、「s」は **baseline 試行**の標準偏差を示す。SN比 (信号量SとノイズNの比)を高めるため、左右半球12チャンネルのZ値の平均値を算出した。

## 結 果

図 2 に between category, within category の両試行における酸素化ヘモグロビン (oxy-Hb) の時系列的変化を示す。半球間での全体的な傾向を表すため、グラフには 8 名の乳児全員における全チャンネルのデータを左右各半球で平均した Z 値を示している。上段は左半球 (1-12 チャンネル)、下段は右半球 (13-24 チャンネル) の結果を示す。横軸は試行開始からの経過時間 (単位: 秒) を表し、横軸の 0 は刺激提示の開始を示し、横軸の 10 は刺激提示の終了を示す。実線は between category 試行、点線は within category 試行の Oxy-Hb の経時変化を示している。between category 試行では、両半球の酸素化ヘモグロビン (oxy-Hb) の平均値は増加する傾向が示された。この増加は刺激提示開始後、約 4 秒付近でピークに到達した。一方で、within category 試行では酸素化ヘモグロビン (oxy-Hb) の増加は生じなかった。これらの結果から、5-7 ヶ月児の後側頭領域においてカテゴリカル色知覚に対応した情報処理が行われていると推測される。

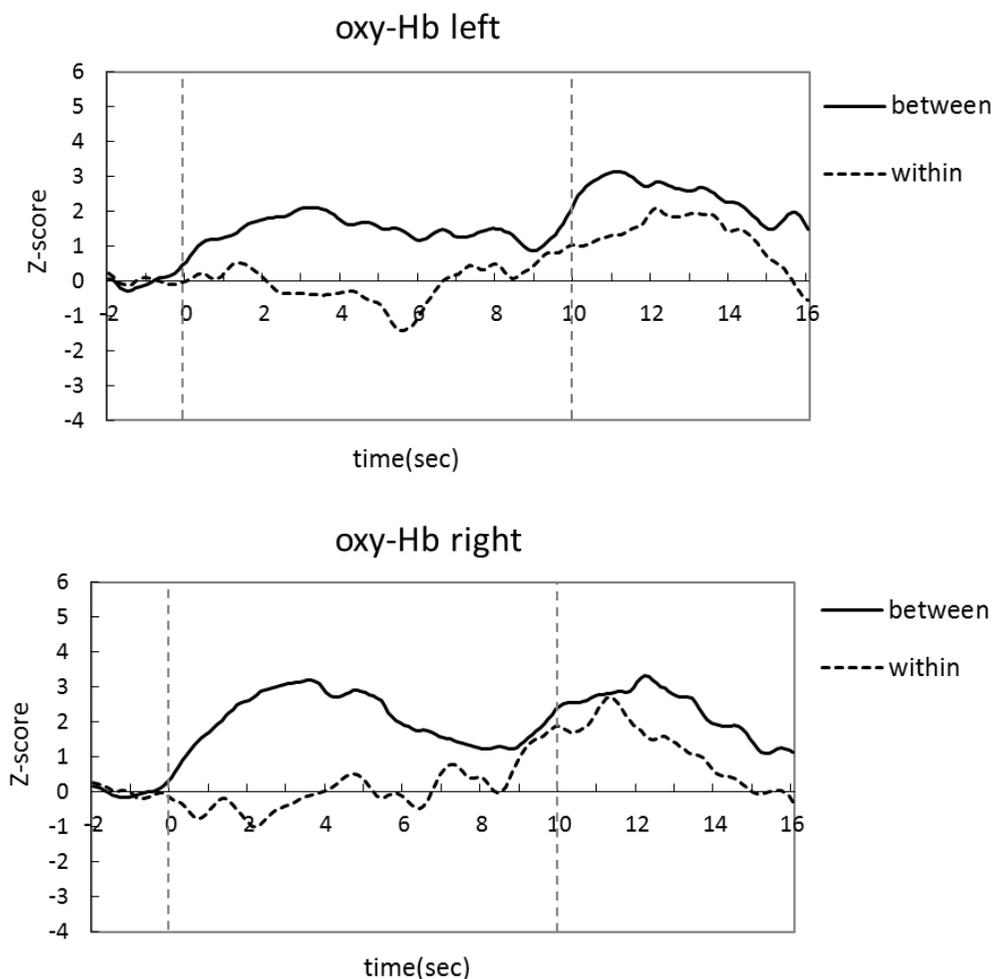


図 2 各試行における酸素化ヘモグロビン (oxy-Hb) の時系列的変化

上段は左半球（1-12 チャンネル）の平均 Z 値，下段は右半球（13-24 チャンネル）の平均 Z 値。横軸は試行開始からの経過時間（秒）を示す。実線は between category 試行，点線は within category 試行の 0xy-Hb の経時変化を示す。グラフ中の垂直の破線は刺激提示の開始と終了を示す。

## 今後の計画

認知課題を用い，日本とアメリカの幼児を比較し，言語や文化規則などの獲得された認知機能がどのようにカテゴリーカル色知覚に影響を及ぼすのかを検討する。

## 引用文献

- Berlin, B., & Kay, P. (1969). *Basic color terms: Their universality and evolution*. Berkeley: University of California Press.
- Bornstein, M., Kessen, W., & Weiskopf, S. (1976). Color vision and hue categorization in young human infants. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2, 115-129.
- Catherwood, D., Crassini, B., & Freiberg, K. (1987). The nature of infant memory for hue. *British Journal of Developmental Psychology*, 5, 385-394.
- Catherwood, D., Crassini, B., & Freiberg, K. (1990). The course of infant memory for hue. *Australian Journal of Psychology*, 42, 277-285.
- Franklin, A., & Davies, I. R. L. (2004). New evidence for infant colour categories. *British Journal of Developmental Psychology*, 22, 349-377.
- Franklin, A., Drivonikou, G. V., Bevis, L., Davies, I. R. L., Kay, P., & Regier, T. (2008a) Categorical Perception of color is lateralized to the right hemisphere in infants, but to the left hemisphere in adults. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 3221-3225.
- Franklin, A., Drivonikou, G. V., Clifford, A., Kay, P., Regier, T., & Davies, I. R. L. (2008b). Lateralization of categorical perception of color changes with color term acquisition. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 47, 18221-18225.
- Franklin, A., Pilling, M., & Davies, I. R. L. (2005). The nature of infant colour categorisation: Evidence from eye-movements on a target detection task. *Journal of Experimental Child Psychology*, 91, 227-248.
- Heider, K.G. (1972) *The Dugum Dani*. New York: Aldine.
- Roberson, D., Davies, I. R. L., & Davidoff, J. (2000). Color categories are not universal: Replications and new evidence from a Stone Age culture. *Journal of Experimental Psychology: General*, 129, 369-398.
- Whorf, B.L. (1956) *The relation of habitual thought and behavior to language*. In: *Language*,

Thought and Reality: Essays by B.L. Whorf. J.B.Carroll (ed.) Cambridge: M.I.T. Press.