

## 共同研究報告

# 眼球運動の定量的計測による乳児の注意 および抑制機能の神経心理学的研究

共同研究者 中川敦子 鋤柄増根 古賀一男 (名古屋大学医学部環境医学研究所)

乳児の知覚・認知能力は、選好注視という定性的な眼球運動測定をおもな指標として、1960年代の後半から70年代にかけて盛んに研究された。近年神経科学的観点から乳児の認知発達に興味をもたれ、注意機能の検討も乳児を対象に進められているが、眼球運動を行動指標にとった研究は現在もどちらを見たかという定性的な分析に拠っている (Butcher et al., 1999; Johnson, 1995)。視覚的注意についてはこれまで眼球運動、とくにサッカードの研究から多くの知見が蓄積されてきた。長足に脳科学が進歩するなかで注意の発達研究を行っていくためには、乳児の眼球運動を定量的かつ精密に測定する方法が必要である。しかし乳児に関するさまざまな制約からその開発はほとんどなされておらず、古くからの定性的な方法に頼っているのが現状である。

そこで本研究では、視覚的注意課題における乳児のサッカードについて、頭部運動と眼球運動の双方を独立でかつ同時に計測する手法を導入し定量的に測定できるシステムを構築する試みを行ったので、結果とともに報告する。

## 方法

**眼球運動の測定法** 薄暗い空間において乳児はチャイルドシートにすわり、タキストスコープ (岩通アイセック IS-702) モニタと表面鏡による刺激呈示装置に対面した (観察距離65cm)。眼球運動は、角膜反射光 (角膜上に生成した光源の光像) によって記録した。そのための光源 (赤外発光ダイオード) を眼球の右斜め上に点灯させた。頭部運動は、乳児の額にはりつけた光学的に反射率の良いクローム球 (4.75mm) の反射光によって記録した。角膜反射光の撮影は顔によって反射光が隠れることがないように左下方から、赤外ビデオカメラ2台によって行った。1台のカメラ (C3077-78) は角膜反射光と頭部反射光の記録専用として使用した。後にこの画像から角膜と頭部の反射光をXY-tracker C3160 (浜松ホトニクス) によって同時に検出し、それぞれの2次元座標値を1フレーム (1/30秒) ごとのデジタル出力に変換した。また、もう1台のカメラで撮った眼球運動の映像は呈示刺激の映像とリアルタイムに合成・記録した (DSR-11)。

**視覚的注意課題** 注意機能を調べる課題として回帰の抑制課題 (Butcher et al., 1999) とアンチサッカード課題 (Johnson, 1995) を用いた。両課題の各試行は、視野中央の注視点 (動きと音をとまなう刺激) に乳児の目が固定した後、実験者の操作により始まった。注視点の後、回帰の抑制

## 共同研究報告

課題では、左右いずれかの視野（注視点からそれぞれ視角 $30^\circ$ ）にキューが100ms、視野中央に注視点 $900\text{ms}$ 呈示され、その後ターゲットが左右同時に提示された。アンチサッカード課題では、左右いずれかの視野にキューが100ms提示され、さらに400msにおいて、キューとは反対側にターゲット刺激（動きをとまなう）が提示された。各課題は32試行よりなり、それぞれ施行に5分ほど要した。

**データの変換** 注視点に眼球が向いているときを、眼球運動の原点とするために以下のデータ変換を行った。キューが提示される直前にサンプリングされた10個のデータを加算平均したものを原点の位置とした。この原点の値をすべてのデータから減算したものが以下の結果の分析に使われた。

**実験協力者** 低月齢（4-6ヶ月）児5名。高月齢（9-11ヶ月）児5名。

## 結果と考察

今回の研究では、左右方向すなわち水平方向の眼球運動が分析の対象となるので、眼球運動の水平成分についての結果である。図1に、Eye（眼球運動）とHead（頭部運動）それぞれの水平方向の運動成分（位置の変化）とGaze（眼球運動から頭部運動を差し引いた値）を時間経過にしたがって描いた。(a)に4ヶ月女児、(b)に11ヶ月男児の結果を示す。4ヶ月児(a)では頭と眼の動きがおおむね同時に同方向に移動しているが、11ヶ月児(b)では頭と眼が独立してはいるが協応して動いているのが認められる。つまり4ヶ月児では頭と眼球が独立して動くことは比較的少ないが、11ヶ月児では独立して動くといえる。健常成人は、周辺視野に呈示された刺激を中心窩でとらえるために眼球運動（サッカード）が頭部運動に先行して生じることが知られている。11ヶ月児では、健常成人とほぼ同様に、頭部運動と眼球運動の異なる運動系の両方を用いた網膜の中心窩に視認すべき対象を投影しようとする一連の協応運動が観察されたが、4ヶ月児ではまだ認められなかったと言えるだろう。

視対象を捉える眼球—頭部の協応行動は、眼球と頭部の運動系の発達が複雑に絡み合って、円滑な行動ユニットを構成すると考えられている。本研究結果は乳幼児期に（4ヶ月から11ヶ月の間のどこかで）この協応行動が獲得されていくことを示唆し、これまで行ってきた眼球運動の定性的な分析（Nakagawa et al., 2003）では確認できなかったものである。今後データを蓄積していくことで、注意機能の発達との関係も明らかにすることが可能になったといえるだろう。

## 引用文献

- Butcher, P. R., Kalverboer, A. F. & Geuze, R. H. 1999 Inhibition of return in very young infants: A longitudinal study. *Infant Behavior & Development*, **22**, 303-319.
- Johnson, M. H. 1995 The inhibition of automatic saccades in early infancy. *Developmental Psychobiology*, **28**, 281-

291.

Nakagawa, A., Sukigara, M. & Oana, B. 2003 The temporal relationship between reduction of early imitative responses and the development of attention mechanisms. *BMC Neuroscience*, 4:33.

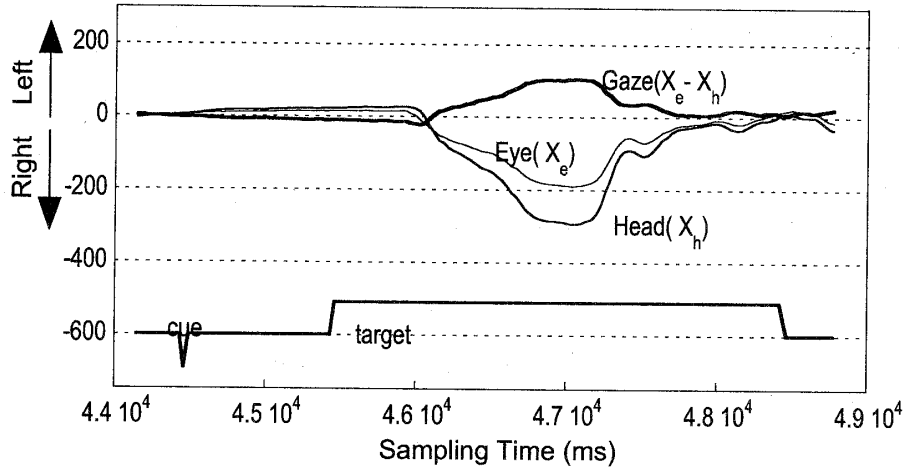


図1(a) 回帰の抑制課題における眼球・頭部運動とGaze  
(4ヶ月女児, キューの位置: 右)

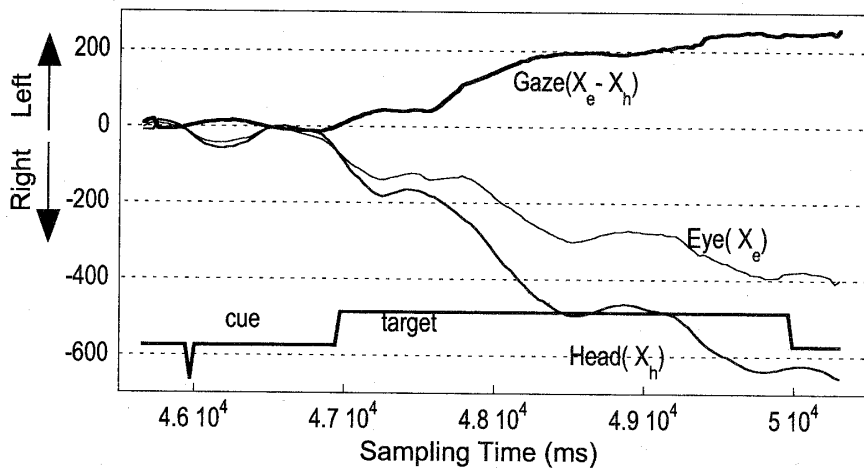


図1(b) 回帰の抑制課題における眼球・頭部運動とGaze  
(11ヶ月男児, キューの位置: 右)