



## 高機能広汎性発達障害者における視覚的順序判断への聴覚刺激の影響について

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2010-02-27 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 齊藤, 真善, 杉村, 佳菜 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.32150/00005849">https://doi.org/10.32150/00005849</a>

## 高機能広汎性発達障害者における視覚的順序判断への 聴覚刺激の影響について

齊藤 真善・杉村 佳菜\*

北海道教育大学札幌校特別支援教育専攻

\*札幌市立白楊小学校教諭

## Auditory Capture of Visual Temporal Order Judgment in Adults with High-Functioning Pervasive Developmental Disorders

SAITO Masayoshi and SUGIMURA Kana\*

Department of Special Education, Sapporo Campus, Hokkaido University of Education, Sapporo, 002-0850

\*Hakuyo Elementary School, Sapporo

### 概 要

我々は、Shimojoら（2001）のパラダイムを参考にして、高機能広汎性発達障害者（13名）と定型発達者（20名）を対象に、画面上下に継次的に提示される視覚刺激の順序判断課題を行い、順序判断の弁別閾を推定し、比較した。また聴覚刺激が視覚刺激の前後に提示される条件と視覚刺激のみの条件を設け、聴覚刺激が視覚的順序判断に及ぼす影響についても検討した。結果は、高機能広汎性発達障害者は定型発達者に比べて、すべての条件を通じて弁別閾が高かった。しかし聴覚刺激による影響は、両群に差はなかった。これらの結果から、視覚処理の特性、特に速度の速い視覚情報の変化への処理に違いがあることが示唆された。さらに弁別閾の高さと自閉症スペクトラム指数（AQ）は相関することがわかった。

### I はじめに

我々は普段、外的に存在する物体や事態を知覚する際、複数の感覚情報を利用し、かつ統合している。たとえば、会話などの対人交流場面では、言葉の交換だけでなく、表情やジェスチャー（うなずきも含む）、韻律などの情報もあわせて判断しながら、相手の意図を読み取るということを行っている。表情やジェスチャー、ならびに韻律といったものは、静的・固定的なものではなく、時間的な変化を常に伴うものであり、かつそれぞれの情報は、時間的なずれを含んでいると考えられる。このように、一つ感覚だけでは状況の把握が困難な場合は、複数の感覚情報の統合が、刺激の同定を向上させたり、スムーズな反応を促進する効果をもたらすのだろうと考えられる。

では、時間的なずれを含んだ複数の感覚情報間の統合とは、実際どのような現象を含むのだろうか。Shi-

mojoら（1999, 2001）は、聴覚刺激が視覚の時間分解能に与える影響について報告している。彼らは、凝視点の上下に二つの発光ダイオードを提示し、どちらの視覚刺激が先に現れたかを被験者に判断させた（図1, V；視覚刺激, A；聴覚刺激）。条件ごとに典型的な心理測定関数と丁度可知差異弁別閾（Just Noticeable Difference; JND）を得て比較した結果, VV条件（視覚の時間分解能のベースライン）に比べ, AVVA条件（視覚刺激が連続提示される前後に聴覚刺激が一つずつ加えられたもの）の時間分解能が有意に高くなった。一方, VAAV条件（二つの視覚刺激の間に, 二つの聴覚刺激が加えられたもの）は, ベースラインのVV条件よりも有意に低くなった。つまり, この結果は, ある特定の刺激布置により, 視覚の時間分解能が向上したことを示している。時間分解能に優れた聴覚が, ある種の文脈を形成し, この文脈が視覚刺激の認知を向上させたと考えられる。Morein-Zamirら（2003）も同じパラダイムで実験を行い, 同様の結果を報告している。また別の実験でShimojoらは, A-V（V-A）の遅延時間の効果を調べ, 視覚の時間分解能の聴覚刺激による変容が最大となる最適遅延時間は, 40msから60msの範囲内であるとも述べている。Morein-Zamirらは, A-V（V-A）の時間差を, 75ms, 150ms, 225msの3条件を設定しているが, 促進効果が高かったのは, 時間差75ms条件であった。本郷ら（2004）も, A-V（V-A）遅延時間について検討しているが（0ms, 80ms, 320ms, 640msの4水準）, 結果は80msおよび320msで促進されたと報告している。

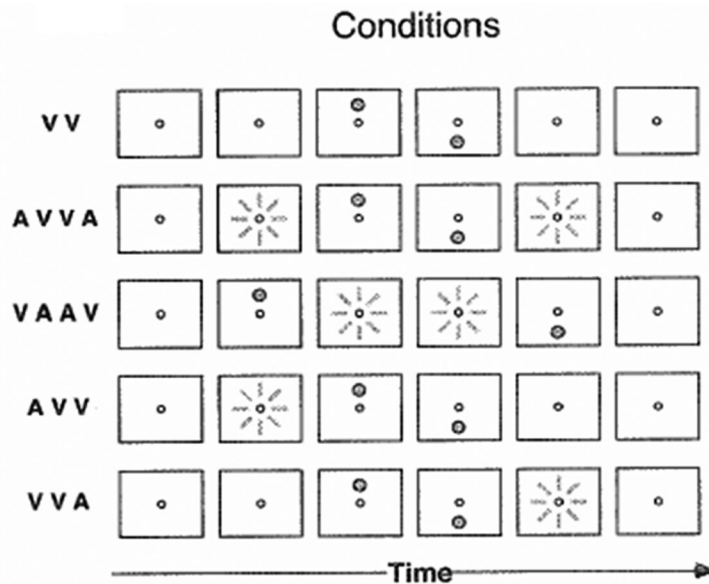


図1 Shimojoら（2001）による視覚の時間分解能の聴覚による変容実験で用いられた刺激の模式図。五つの条件を示す。

Adachiら（2008）は、高機能広汎性発達障害者を対象として、動的な対人交流場面の認知についての実験を行った。彼らは、高機能広汎性発達障害者は定型発達者に比べ、うなずきや表情などの動的な手がかりを利用して、会話をしているペアとしていないペアを区別することが困難であると、報告している。明確な有意差は得られなかったものの、他に興味深いのは、コントロール刺激として用いられた動画刺激に対する結果である（図2）。画面左の画像は、大太鼓の下面及び叩いている撥と腕が映っている。上下に配置された右側の二つの動画は、大太鼓の上面が映っており、皮の表面に紙の小片がちりばめられている。左側の画面の打撃音は聞こえるが、右側の二画面の音声は聞こえないように編集している。被験者は、右側のどちらの画面が、左側の画面で打撃されたものと一致しているのかを判断することが求められた。散らばった紙の小片の動きは、時間的な遅れをもって浮き上がったものがあり、打撃音ならびに撥の動きと完全に同

期しているわけではなく、この点で視覚情報と聴覚情報の統合が必要になる事態を含んでいる。反応時間の結果は、高機能広汎性発達障害者が約10秒、定型発達者は約6秒であった。4秒の差が生じた（有意傾向、 $p = .83$ ）。会話をしているペアの抽出という高次な対人認知課題で、両群に差が見られたことは、予測の範囲内であったが、差が生じないと想定されたコントロール課題で差が生じる可能性が示されたことは、高機能広汎性発達障害者の認知的特性が、社会的場面の認知といった高次な段階のみならず、知覚といった低次の段階においても定型発達者と違いがあることを示唆しているといえる。

本研究では Shimojo ら（2001）の実験を、高機能広汎性発達障害者を対象に実施し、複数の感覚情報の統合、特に視覚的な時間順序判断に対する聴覚刺激の影響について、定型発達者と比較検討することを目的とする。Adachi ら（2008）が示すように太鼓の打撃音（聴覚刺激）と紙の小片の非同期的な動き（視覚刺激）をマッチングするプロセスにおいて、高機能広汎性発達障害者が定型発達群者に比べ、反応時間が長かったという結果を考慮すると、高機能広汎性発達障害者は複数の感覚の統合において定型発達群とは異なった特性を持っていると予測される。つまり Shimojo ら（2001）のパラダイムにおける VV 群条件、AVVA 条件のどちらか、もしくは両方で、定型発達群者の結果と違いが見られることが予測される。

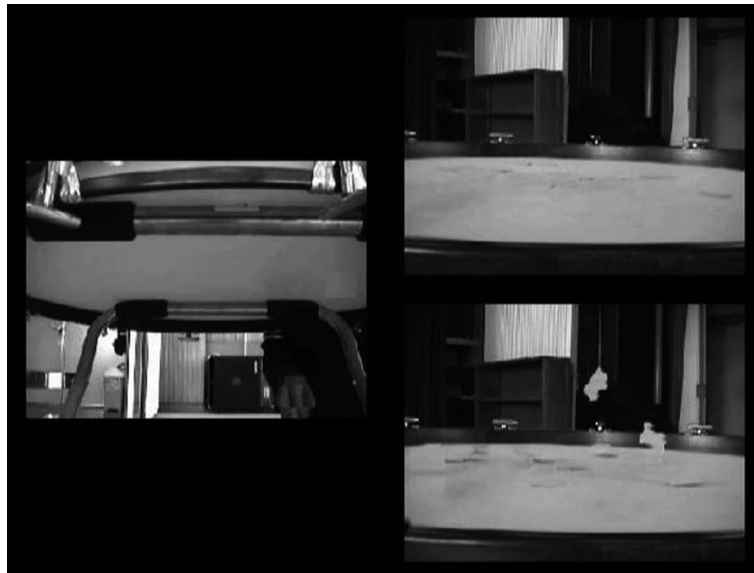


図2 Adachiら（2008）で用いられたコントロール課題の動画刺激。左画面には、太鼓下面を打撃する撥と腕が見える。右画面には、紙の小片がちりばめられた太鼓上面が映し出されている。音と撥の動きと紙の小片の動きを見比べながら、上下（右側）どちらの画面が左側の画面とマッチしているかを判断する。

## II 方 法

### 1. 被験者

定型発達者群は合計20名（男：11名、女：9名）。平均年齢は26.65歳（SD：4.59）、平均AQ<sup>1</sup>は14.9（SD：6.43）、平均IQは115.05（SD：8.99）であった。高機能広汎性発達障害者群は合計13名（男：5名、

1 自閉症スペクトラム指数（Autism-Spectrum Quotient）。本研究では、日本語版を用いて評価した。50項目からなる正常知能成人を対象とした、自己記入式の質問紙である。回答は、強制選択法（4肢選択）となっている。日本における障害レベルと考えられる自閉症傾向の目安は、33点以上とされている（若林ら、2004）。

女：8名)。平均年齢は28.62歳 (SD:5.01), 平均AQは34.54 (SD=4.65), 平均IQ<sup>2</sup>は103.27 (SD:8.46)であった。両群とも正常な視力と聴力を有する成人であった。平均年齢に統計的有意差はなかった ( $t(31) = 1.160$ , n.s.)。平均AQ及び平均IQには有意差があった (それぞれ $t(31) = 9.494$ ,  $p < .00$ ,  $t(28) = -3.727$ , n.s.)。

表1 被験者の年齢, IQ, AQ (上段は平均, 下段は標準偏差)

	高機能広汎性発達障害者群	定型発達者群
年齢	28.62 (5.01)	26.65 (4.59)
IQ	102.3 (8.46)	115.04 (8.99)
AQ	34.54 (4.65)	14.9 (6.43)

## 2. 刺激および装置

注視点画面は黒い背景に赤色の注視点 (十字,  $0.73^\circ \times 0.73^\circ$ ) を中央に配置した。二つの視覚刺激は注視点から上下に $5^\circ$ 離れた位置に白い正方形 ( $0.73^\circ \times 0.73^\circ$ ) を配置した。視覚刺激は, 液晶モニターにより提示した。聴覚刺激は, 持続時間 5 ms, 1000Hzの純音をSound Engine (フリーソフト) を用いて作成し, ヘッドフォン (Panasonic RP-HC150) により提示した。刺激提示の制御ならびに反応の記録は, E-Prime1.2 (Psychology Software Tools社製) を用いた。被験者の反応は, キーボード通じて入力した。注視点の高さと水平になるように, 被験者の頭部を顔面固定器で固定した。モニターからの視距離は57cmだった。

音量の設定は, 高機能広汎性発達障害者で聴覚過敏を持つ者がいたため, 実験開始前に「音を無視できない程度の音量に調整してください」と教示した上で, 最適な音量に調節してもらった。すべての被験者にも同様の手続きを施した。本試行中は, 音量は一定であった。

## 3. 実験計画

VV条件 (視覚刺激 (V) のみの条件) およびAVVA条件 (二つの視覚刺激 (V) の前後に, 聴覚刺激 (A) が提示される条件) の二つの条件を採用した (Shimojoら, 2001, Morein-Zamirら, 2003によって明らかな促進効果が見られているため)。VV-SOA (視覚刺激間のSOA) は, 0 ms・15ms・30ms・45ms・75ms・135msの6水準, AV-SOA (聴覚-視覚刺激間のSOA) は, 0 ms・60ms・180msの3水準を設けた (以下, Lag 0・Lag60・Lag180と記す)。VV-SOAの0 msを新たに設けた理由は, 現実の外部環境においては, 視覚刺激は, 常に継次的に提示されるとは限らず, 同時に提示される状況も含まれているため, 刺激の文脈をより現実の環境に近づけるために設定することとした。

## 4. 手続き

被験者は, 注視点 (+) の上下にさまざまなSOAで提示される二つの視覚刺激 (正方形) のうち, どちらが先に提示されたか, もしくは同時であったかを判断した。試行の流れを図3に示す。

各条件の試行数は, 24試行 (上先行提示12, 下先行提示12)  $\times$  VV-SOAの6水準の計144試行であった。

2 高機能広汎性発達障害者のうち3名は, 事情によりIQを計測できなかったため, 10名分のデータを用いて比較した。

全試行数は、144試行×4条件（VV条件，AVVA（Lag 0）条件，AVVA（Lag60）条件AVVA（Lag180）条件）で、576試行であった。まずVV条件を、72試行ずつ2セッションで実施した。その後AVVA条件を72試行ずつ、6セッションで実施した（1セッション内では3つLagはランダムに提示された）。セッションの間には数分の休憩時間を設けた。各試行は、スペースキーを押すことで開始され、被験者のペースで進められた注意の持続が難しい被験者は、随時休憩を設けた。

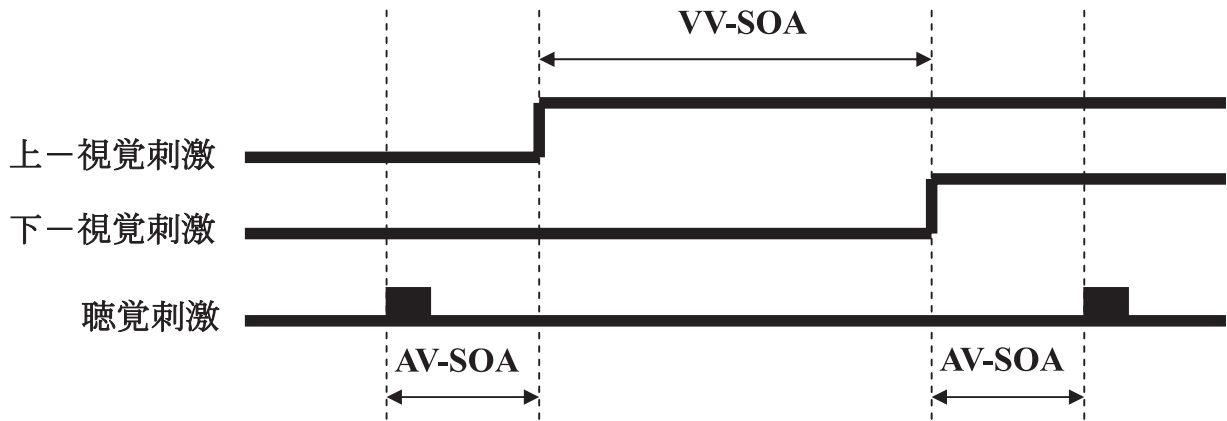


図3 AVVA条件における試行の流れ（上の視覚刺激が先行提示される場合）。VV条件は、前後の聴覚刺激は提示されないが、注視点は常に提示されている。

練習試行はVV条件では12試行，AVVA条件は18試行を実施した。練習の試行数は、すべての被験者において同数で、成績が低い者も教示の理解を確認できた場合は、本試行を実施した。練習試行中の音量の調整は可能とした。

被験者は強制的に3択（上，下，同時）で回答するように要求された。反応するキーは、上-「Y」ボタン・下-「B」ボタン・同時-「H」ボタンを割り当て、画面上の刺激の配列に沿うように、たてに並ぶ3つのキーを選んだ。

## 5. 分析方法

各条件（VV条件，Lag 0条件，Lag60条件，Lag180）および各被験者ごとに、上下の判断が75%の確率で正答できるVV-SOAを求めた（以下，弁別閾と記す）。弁別閾は，各VV-SOA（15・30・45・75・135ms）での正答率に，正規累積分布関数<sup>3</sup>を当てはめ推定した。

各被験者ごとに求められた弁別閾（75%）について，被験者タイプ（高機能広汎性発達障害者群，定型発達者群）×条件（VV条件，Lag 0条件，Lag60条件，Lag180）の2要因の分散分析を行った。

3 正規累積分布関数とは，以下の式のことである。xはVV-SOAの値を（ms），yは正答率（%）を示す。 $\mu$ は主観的等価点（正答率50%となるVV-SOA）， $\sigma$ は弁別閾の大きさに比例する。

$$y \approx n(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^x \exp\left\{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right\} dt$$

### Ⅲ 結 果

#### 1. 弁別閾

結果を表2と図4に示す。2要因分散分析の結果、被験者タイプの主効果 ( $F(1, 31) = 15.294, p < .00$ ) 及び条件の主効果 ( $F(3, 93) = 14.895, p < .00$ ) がみられた。交互作用は有意ではなかった ( $F(3, 93) = 1.003, n.s.$ )。条件の主効果における多重比較(ライアン法)の結果、VV条件とLag0条件 ( $p < .00$ )、VV条件とLag60条件 ( $p < .00$ )、Lag0条件とLag180条件 ( $p < .00$ )、Lag60条件とLag180条件 ( $p < .00$ ) の間にそれぞれ有意差がみられた。VV条件ならびにAVVA条件どちらにおいても、高機能広汎性発達障害者が定型発達者に比べ、弁別閾が高くなっていた。また両群ともに、ベースラインとなるVV条件に比べ、Lag0条件とLag60条件の弁別閾が有意に低くなった。

表2 条件ごとの弁別閾 (単位はms)

		VV条件	Lag0条件	Lag60条件	Lag180条件
高機能広汎性 発達障害者群	弁別閾 (75%)	64.35	58.08	51.29	63.45
	標準偏差	14.07	11.89	12.22	17.51
定型発達者群	弁別閾 (75%)	50.01	43.24	41.52	54.41
	標準偏差	9.79	10.14	8.44	7.82

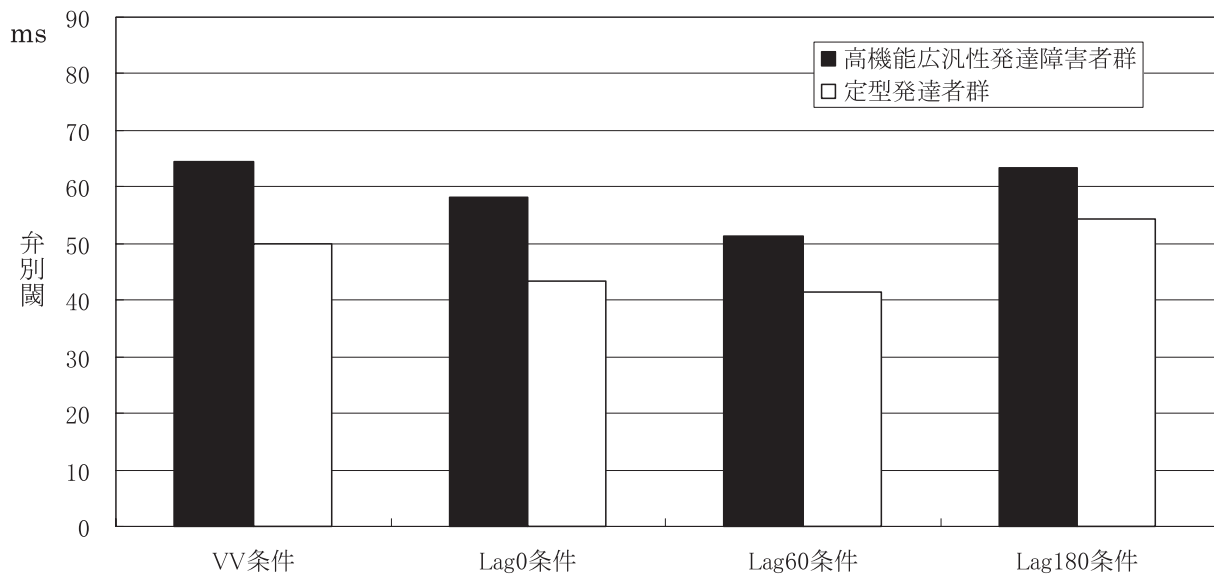


図4 条件ごとの弁別閾 (75%) の比較。  
縦軸は、弁別閾に相当するVV-SOAの推定値 (ms)。横軸のLag条件はすべてAVVA条件。

#### 2. AQ及びIQと弁別閾 (75%) の相関

AQ及びIQと各条件ごとの弁別閾について、Pearsonの積率相関係数を算出した(表3)。また、無相関検定を行い、相関の有意確率を求めた。AQと正の相関がみられた条件は、VV条件 ( $r = .532, p < .01$ )、Lag0条件 ( $r = .505, p < .01$ )、Lag60条件 ( $r = .460, p < .01$ )であった。Lag180条件 ( $r = .242$ )との相関はみられなかった。IQと弁別閾の相関は、どの条件においても有意ではなかった。すべての条件ペアに、正の相関が見られた。

表3 AQ, IQ, 各条件ごとの弁別閾との相関

	<i>IQ</i>	<i>AQ</i>	<i>VV</i>	<i>Lag0</i>	<i>Lag60</i>	<i>Lag180</i>
<i>IQ</i>	—	-.628**	-.267	-.347	-.323	.082
<i>AQ</i>		—	.532**	.505**	.460**	.242
<i>VV</i>			—	.644**	.557**	.371*
<i>Lag0</i>				—	.657**	.547**
<i>Lag60</i>					—	.614**
<i>Lag180</i>						—

\*は5%水準, \*\*は1%水準で有意であることを示す(両側検定)。

## IV 考 察

本研究の結果は以下の二つにまとめられる。(1) VV条件(ベースライン)およびAVVA条件の両方で、高機能広汎性発達障害者群の弁別閾が、定型発達者群に比べ有意に高かった。さらに弁別閾の高さは自閉症スペクトラム指数(AQ)のスコアと正の相関を示した。(2) Lag0条件及びLag60条件で、弁別閾が有意に低下したことから、順序判断に対する聴覚刺激の影響は、両群で共に類似しており、聴覚刺激による文脈によって順序判断の成績が向上した(ただし、Lag180条件では、両群共にベースラインと同程度の弁別閾に戻った)。

まず(2)の順序判断における聴覚刺激の影響について考察する。菅野(2004)は、時間的なずれを含み一定の間隔で繰り返し提示される視聴覚刺激に対し、どちらか一方のモダリティに同期してタッピングを行わせる実験を行った。その結果、視聴覚刺激がほぼ同期している条件、つまり視覚刺激と聴覚刺激のSOAが100ms以内の条件で、視覚刺激に対する聴覚刺激の大きな誘引効果が見られた。この誘引効果とは、ターゲットとなるモダリティ刺激(たとえば視覚刺激)に対する同期タッピングのタイミングが、妨害の役目を果たすモダリティ刺激(たとえば聴覚刺激)のタイミングに引き寄せられるというクロスモーダルな現象をさす。またこの効果の大きさは、聴覚から視覚への影響の方が、視覚から聴覚への影響よりも大きかったと報告しており、時間的処理に関して、視覚に対する聴覚の優位性があることが示唆されている。本研究で採用したAVVA条件も、視覚刺激に対する聴覚刺激の影響をみるものであった。菅野(2004)とはパラダイムは違うが、本研究でもAV-SOAが0ms及び60msの条件で弁別閾の低下が見られたことから、ごく短いSOAでは高機能広汎性発達障害者においても視聴覚間で相互の引き込みが生じ、影響し合っている可能性があることが示唆された。

次に、(1)の弁別閾の高さについてであるが、視覚的順序判断における弁別閾の高さは、連続的かつ高速に変化する視覚事態に対する時間分解能の幅が広いこと意味すると考えられる。今回の結果で得られた弁別閾はあくまでも推定値であるので、その絶対値に過度な意味づけをするものではないが、たとえばVV条件における弁別閾はそれぞれ、高機能広汎性発達障害者群では約64ms、定型発達者群では約50msで、両群の差は、14~15msであった。1秒間における時間分解能として換算すると、高機能広汎性発達障害者群では約15コマ分、定型発達者群では約20コマ分に相当し、5コマ分の差が生じることになる。コマ数の違いは分析の精度に影響を及ぼすと考えられる。

近年、自閉症における視覚的運動知覚の困難、特に速度の速い視覚情報の統合に関しての困難性が報告されている(Gepnerら, 2002, Bertoneら, 2003, Milneら, 2002)。Gepnerら(2001)は、自閉症幼児・児童を対象に、顔刺激を静止画、動画、コマ送りの三つの条件で提示し、演技者の表情および発音している

母音を判断させる課題を行った。感情の表出や母音等の発音をする事態では、顔の各部位の動きが速く変化する。結果のうち注目すべきは、先行研究で自閉症群の成績が低いとされていた動画刺激での表情判断の成績が、この論文では比較群と有意な差が見られなかったことであった。考察の中で Gepner ら (2001) は、自閉症群の成績が先行研究に比べ高かった理由を、刺激の提示速度の違いに言及して考察している。この論文では、動画刺激の提示時間は、2秒間と設定されており、日常で観察される表情の変化よりもゆっくりとしている。つまり被験者が観察する時間に余裕があったわけである。時間的には小さな違いではあるが、この速度の違いが自閉症者の成績向上に影響したのではないかと Gepner らは推測している。

視覚的運動知覚と自閉症スペクトラム指数 (AQ) のスコアとの相関については、片桐ら (2007) が、定型発達者を対象として、自閉症スペクトラム指数、社会スキル得点 (成人用 Kikuchi's Social Skill Scale 18 項目版)、および運動コヒーレンス閾値を検討し、自閉症スペクトラム指数、社会スキル得点が運動コヒーレンス閾値と相関することを見出している。高機能広汎性発達障害者を対象にした本研究の結果も、片桐らと同様の結果を得ており、このことは自閉症者に特異な視覚処理の特性があることが示唆される。

## V おわりに

上記の結果は、以下の二つの教育的な意味を含んでいると考えられる。一つ目は、視覚情報と聴覚情報をほぼ同期させて提示することにより、高機能広汎性発達障害者の時間分解能が定型発達者のベースライン (VV 条件) での時間分解能と同程度になることから、クロスモーダルな刺激提示の工夫により、動的な視覚認知の促進が望めるかもしれないということである。つまり、高速変化を伴う視覚刺激に対しては、聴覚刺激の近接提示が弁別力の向上に効果を持つ可能性が高いということである。今後、視覚刺激と聴覚刺激の刺激間隔と促進効果の様相について、高機能広汎性発達障害者を対象とした、より詳細な基礎的研究を行う必要がある。二つ目は、視覚刺激の提示速度そのものの問題で、自閉症者の視覚認知 (たとえば表情) に適した処理速度というものがあるならば、まずはその速度を個別にアセスメントする必要がある。表情認知研究において、変化速度に注目した研究報告はまだ少なく、さらに指導プログラムとして提示速度をテーマに構成しているものとなると、ほとんどみあたらない。今後は、評価方法や発達的な変化などに関連させながら、視覚認知における「速度」をテーマとした研究を進展させる必要があるだろう。

## 引用文献

- Adachi, J., Saito, M., Hagiwara, T., Nakano, I., Tsukishima, T., Kamio, Y. (2008) Performance of identifying a conversation partner by facial gestures in individuals with high-functioning pervasive developmental disorders: An experiment using two-person dialogue scenes *International Meeting for Autism Research 2008 Web Program (abstract)*
- Bertone, A., Mottron, L., Jelenic, P., Faubert, J. (2003) Motion Perception in Autism: A "Complex" Issue *Journal of Cognitive Neuroscience* 15(2) 218-225
- Gepner, B., Deruelle, C., Grynfeltt, S. (2001) Motion and Emotion: A Novel Approach to the Study of Face Processing by Young Autistic Children *Journal of Autism and Developmental Disorders* 31 37-45
- Gepner, B., Mestre, D. (2002) Postural reactivity to fast visual motion differentiates autistic from children with Asperger syndrome *Journal of Autism and Developmental Disorders* 32 231-238
- 本郷由希 喜多伸一 (2004) 視覚的時間順序判断への聴覚情報の影響 電子情報通信学会技術研究報告 HIP ヒューマン情報処理 104 (168) 45-50
- 片桐正敏 河西哲子 室橋春光 (2007) 健常成人における自閉症尺度得点による視覚処理特性の違い 電子情報通信学会技術研究報告 HIP ヒューマン情報処理 107 (117) 39-43

- 菅野禎盛 (2004) 視覚刺激に対する聴覚的捕獲：同期タッピング課題でのクロスモーダルな誘引効果 音楽知覚認知研究 10 (1, 2) 1-12
- Miline, E., Swettenham, J., Hansen, P., Campbell, R., Jeffries, H., Plaisted, K. (2002) High motion coherence thresholds in children with autism *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 43(2) 255-263
- Morein-Zamir, S., Soto-Faraco, S., Kingstone, A. (2003) Auditory capture of vision: examining temporal ventriloquism *Cognitive Brain Research* 17 154-163
- Scheier, C. R., Nijhawan, R., Shimojo, S. (1999) Sound Alters Visual Temporal Resolution *Invest. Ophthalmol. Visual Sci.* 40 (4) S792
- Shimojo, S., Scheier, C., Nijhawan, R., Shams, L., Kamitani, Y., Watanabe, K. (2001) Beyond perceptual modality: Auditory effects on visual perception *Acoust. Sci. & Tech.* 22(2) 61-67
- 若林明雄 東條吉邦 Baron-Cohen, S 他 (2004) 自閉症スペクトラム指数 (AQ) 日本語版の標準化－高機能臨床群と健常成人による検討－ 心理学研究 75 78-84

(齊藤 真善 札幌校准教授)

(杉村 佳菜 札幌市立白楊小学校教諭)