

## 実践報告

### 自閉スペクトラム症児における状況に応じた感情語の選択指導

龔 麗媛\*・河南 佐和呼\*\*・真名瀬 陽平\*・野呂 文行\*\*\*

ASD児は他者や自己の感情を言語化することに困難さがあることが知られている。本研究の目的は、感情語の表出がみられないASDの男児1名に対し、刺激等価性の枠組みを用いて、4種類の状況に応じた自己感情語（嬉しい、悲しい、怒る、びっくり）を指導することの有効性を評価した。さらに、実際場面でも適切に感情語を表出できるかどうか検討した。刺激等価性は、参加児が主人公となる状況文とその動画、参加児の表情写真、そして感情語の文字の4刺激で構成された。等価関係のプレテストに基づき、状況文から感情語を選択する指導を実施した。指導後に再度テストをした結果、直接指導をしていない状況動画から感情語及び表情写真の等価関係が成立した。また実際場面での評価を行ったところ、それぞれの状況に応じた感情語を言語化することが可能だった。本研究の結果は、自己感情語の習得における刺激等価性の枠組みの有効性という観点から考察された。

キー・ワード：自閉スペクトラム症 自己感情 刺激等価性

#### I. 問題の所在と目的

自閉スペクトラム症児（以下、ASD児と略す）において、他者の表情からその感情を理解することの困難さが、定型発達児や他の障害のある児童との比較研究において指摘されてきた（Wallace, Coleman, & Bailey, 2008; Weeks & Hobson, 1987）。また、ASD児は“内的”な事象、すなわち「楽しかった」「びっくりした」といったような“自分の気持ち”を他者に報告することにも困難さがあると言われている（勿田・山本, 1991）。以上のように、ASD児においては、他者・自己の感情を弁別・表出することに難しさがある。しかし、自分の感情を理解し、適切に表出することができなければ、結果としてその感情への対処方略を学習できない状態に陥

り、周囲からすると突然の感情の爆発に見える問題行動につながる場合があると考えられ、ASD児の自己感情理解を促す実践が求められている（別府, 2009）。

ASD児が自己感情のような“内的”事象を表出することに困難を抱える理由として、状況に応じて適切な感情語をラベリングすることを学習できていない可能性が挙げられる。例えば、“内的”事象を他者に報告することを指導目標とした勿田・山本（1991）は、“気持ち”に関する語彙を全く表出しなかった児童に対して、「気持ち報告の集中訓練」として文字カードを見本刺激とした感情語の表現のトレーニングを行った。その結果、活動を行った後に自らの感情を表出する様子が見られるようになった。この研究から、自分の感情を全く表出することができない対象児・者には、表現の弁別指導が必要であると考えられる。そのため、どのような状況の時にどのような感情語がラベリングされ

\* 筑波大学大学院人間総合科学研究科

\*\* 筑波大学大学院人間総合科学研究科・日本学術振興会

\*\*\* 筑波大学人間系

るのか、標的行動を明確にした指導が必要だと考えられる。

感情語の指導としてこれまでに有効性が示されてきた方法に、刺激等価性の枠組み (Sidman, 1971) を用いたものがある (Noro, 2005; 島宗・細島, 2008)。例えば、Noro (2005) は ASD 児を対象に、表情の線画と感情語、その感情が生起し得る場面のイラストの 3 者間について、場面のイラストから表情の線画を選択する指導と表情の線画から感情語を選択する指導を行った。その結果、この 3 者間に刺激等価性が成立した。また、直接指導を行わなかった状況文から口頭での感情語の表出する課題や表情写真から感情語の選択する課題においても、指導効果が得られたことが報告された。また、島宗・細島 (2008) は、2 名の ASD の傾向のみられた発達障害児に対して、表情画、カードによる感情語選択、音声による感情語表出、カードによる状況文の提示と音声による状況文の提示の 5 者を選定し、このうちカードによる状況文の提示によって適切に音声で感情語を表出する指導を行った。その結果、直接指導を行わなかった他の関係性においても指導の効果が得られ、刺激等価性が成立したことを報告した。これらの研究から、刺激等価性の枠組みを用いて感情語を指導することで、等価関係が成立している刺激クラスが把握でき、既に獲得している等価関係を活用することでより少ないトレーニングで未成立の刺激クラス間への刺激性制御の転移が可能だと考えられる。

こうした刺激等価性の枠組みを用いた ASD 児への感情語指導では、他者感情を中心にどのような刺激間で刺激等価性が成立するのかを検討しているものが多く見られる (松田・山本, 2014; Noro, 2005; 島宗・細島, 2008; 高橋・高橋・野呂, 2006)。その一方で、対象児自らが体験・経験したことに対して感情を言語化して表出することを指導目標とした研究は見当たらない。自分自身の表情や感情を理解するためには、どのような場面でどのような感情なのかを理解できることが必要であると考えられる (別府,

2009; 菊池, 2004)。しかしながら、刺激に対象児の姿を反映させた実践は見当たらず、調査研究において刺激文の主語を参加児のものにする (例えば、廣瀬・岡村・井上, 2010; 菊池, 2002 など) に留まっている。

そこで、本研究では体験・経験したことについて、自己の感情を弁別し言語化して表出することが困難であった 1 名の ASD 児を対象に、松田・山本 (2014) で用いられた刺激等価性の枠組みを参考に対象児自身の動画や写真、主語を用いた文を使用し、場面に応じた自己感情を弁別する指導を行う。こうした指導を行う中で、松田・山本 (2014) で用いられた刺激等価性の枠組みが自己感情においても成立するのかを評価を行い、自己感情理解について刺激等価性の観点から考察することを目的とする。

## II. 方法

### 1. 対象児

研究開始時、公立小学校特別支援学級に在籍する 3 年生の男児 (以下、A 児) を対象とした。

A 児は指導開始前からコミュニケーションの遅れ、衝動性の高さといった保護者の主訴があり、B 大学の相談室を小学校 1 年生時から利用していた。医療機関において、広汎性発達障害と中度精神遅滞の診断を受けていた (以下、DSM-5 に則り、自閉スペクトラム症・知的発達症と表記する)。生活年齢 8 歳 10 ヶ月の際に実施した田中ビネー知能検査 V では、IQ63 (精神年齢 5 歳 7 ヶ月) を示した。A 児のコミュニケーションの特徴として、簡単な質問応答ができるものの、複雑な言語指示の理解の難しさや 3 語文以上の文を表出しないなどの遅れも見られた。一方で、指導者や保護者など他者と活動した直後に「どうだった?」「どんな気持ち?」「うれしい?」など A 児に自身の気持ちを尋ねると、エコーイックが見られた。また、何か嫌な体験 (弟におもちゃをとられる、ゲームで負けるなど) をした後に、他者に自分の気持ちについて感情語を用いて伝えることが難しく、走り回るなどの逸脱行動が見られていた。

## 2. 倫理的配慮

保護者に対して、研究の目的・内容を口頭と文書で説明し、同意を得てから教材を作成し、プレテストを実施した。また、研究成果を公表するにあたり、保護者から了承を得た。

## 3. 刺激等価性の枠組み

指導目標は、自分が体験したことに対して「どんな気持ち？」と尋ねられた際に、「うれしい」などの感情語を音声で答えることとした。指導目標を成立させるため、松田・山本（2014）を参考に必要な刺激クラス（表情写真、感情語、状況文、状況動画）を選定し、それらの関係性を刺激等価性の観点から整理した。状況文と感情語については、視覚刺激の文字カードを刺激クラスと捉えた。

## 4. 指導に用いた感情語と状況

本指導では、『うれしい』『かなしい』『おこる』『びっくり』を感情語として取り上げた。指導前に保護者にA児がそれぞれの感情を表出する場面について、聞き取り調査を行った。その際、『歩いている時、生き物が突然現れたらびっくりする』、『弟に物をとられたら怒る』といった具体的なエピソードが得られた。それらのエピソードに基づき、大学場面で再現可能な物品と人物に変更して、可能な限り類似した場面を設定した。その結果、以下の4つの状況文『A児が絵本を読んでいる。』『A児の絵本がなくなった。』『A児の絵本を友達にとられた。』『A児が絵本を読んでいるとき、突然虫が出てきた。』を作成し、課題に使用した。

## 5. 各刺激クラスの定義と教材

本指導で用いた①表情写真、②感情語、③状況文と④状況動画はそれぞれA児が実際に行ったもの、経験したことのあるものを教材として用いた。①表情写真は、A児が実際にそれらの感情を示した場面を撮り、L判写真用紙に印刷した。②感情語は、それぞれ5cm×10cmの白紙に黒字でひらがなを用いて表記した。③状況文は、7cm×25cmの白紙に黒字でひらがなを用いて表記した。④状況動画は、指導に用いた状況を実際にA児が経験した際の様子をビデオで

撮影し、各場面が8秒程度で提示されるように編集した。また、A児の表情は写らないように作成した。

## 6. 期間および場面

B大学内のプレイルームで、x年の9月～x+1年の3月の7か月間実施した。週に1回、15分から20分程度実施した。指導は机上でを行い、動画を提示する際にはパソコン（以下、PC）とモニターを用いた。文章、表情写真や感情語はそれぞれ印刷、ラミネート加工してカードにし、A4サイズのホワイトボードに貼って提示した。

## 7. プレテスト

Fig. 1に示した各刺激間の関係性について、A児の理解を測るためにプレテストを実施した。それぞれ8試行を2ブロック実施した。その結果、状況動画と状況文、表情写真と感情語はそれぞれ等価関係が成立していた。一方で、その他の刺激間の関係性が成立していなかった。状況動画から表情写真、感情語の関係性は正反応率がそれぞれ25%、44%と低い結果になった。以上のことから、状況を視覚的に提示された際には、言語化することができており、自分の表情写真を感情語でラベリングすることも可能であることが明らかになった。また、感情語に合った状況を文章で選択することは可能であった。一方、状況から感情語を選択することは、状況を表す形態が映像、もしくは文章であっても正しい感情語を選択することに困難さが見られた。そのため、本研究では、プレテストの結果から、苦手さが見られた関係性の中でより正反応率の高かった「状況文を読んで、状況にあった感情語を選択する」トレーニングを行った。

## 8. 標的行動

プレテストで明らかになった等価関係が未成立である関係性のうち、「状況文を提示し、状況にあった感情語の選択」（以下、状況文→感情語と表記する）を訓練課題とした。また、同じく等価関係が未成立であった「状況動画を提示し、状況にあった表情写真の選択」（以下、

状況動画→表情写真と表記する)と「状況動画を提示し、状況にあった感情語の選択」(以下、状況動画→感情語と表記する)は刺激等価性のテスト課題とした。上記の3つの関係を標的行動とした。各刺激間の等価性の枠組みをFig. 1に示した。

### 9. 指導手続き

1) ベースライン期 (以下、BLと表記する): 刺激クラス間の関係ごとに、各刺激クラスについて8試行ずつ2ブロック実施した。指導者が課題刺激を提示した後、4つの選択肢を提示し選択反応を求めた。正誤はフィードバックせず、取り組みに対して「頑張っているね」などと言語賞賛した。「状況文→感情語」では指導者が状況文カードを提示しA児に音読させた後、「この時はA君どんな気持ち?」と音声で質問し、4種類の感情語のカードを提示して選択を求めた。「状況動画→感情語」では1種類の状況動画をPCとモニターを用いて提示し、モニターを指さしながら、「この時はA君どんな気持ち?」と音声で質問し、4種類の感情語のカードの中から正しいものを選択するように求めた。「状況動画→表情写真」ではPCとモニターを用いて状況動画を提示し、「この時は

〇〇君どんな顔?」と音声で質問し、4種類の表情写真の中から正しいものの選択を求めた。

2) 「状況文→感情語」トレーニング (以下、TR1と表記する): 事前テストと同様の手続きで刺激を提示した。BLにおいて正反応率が100%であった「うれしい」「かなしい」は各1試行ずつ、正反応率が0%であった「おこる」「びっくり」は各3試行ずつ実施し、合計8試行を1ブロックとした。正反応であった場合は「正解!すごいね!」などと言語賞賛した。誤反応の場合は「違うよ。(状況文を読み上げ)この時は、びっくりだよ」と修正した。その後、再度刺激を提示し、正反応が自発的に生起するまで繰り返し実施した。

3) プロープ1 (以下、PR1と表記する): BLと同様の手続きで実施した。

4) 「状況文→感情語」トレーニング (以下、TR2と表記する): TR1と同様の手続きであったが、1ブロックを4種類の感情語をそれぞれ2つずつ、計8試行とした。

5) プロープ2 (以下、PR2と表記する): BLとPR1と同様の手続きで実施した。

6) 等価性テスト: トレーニング終わった後、訓練しなかった標的行動の刺激間関係を事前テ

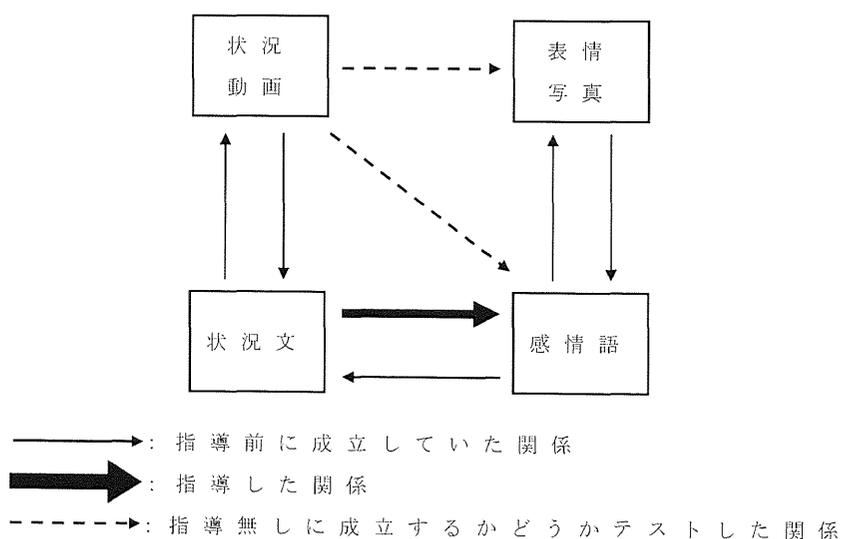


Fig. 1 各刺激間の等価性枠組みと指導・テストした関係性

ストと同様の手続きでテストを実施した。

7) 一般化テスト：トレーニングの効果が実際の場面においても一般化するのかを評価するために実施した。指導に用いた状況動画の場面が実際に起こった際に、その直後にA児に「どんな気持ち？」と質問し、音声で回答を求めた。音声で答えられない場合は、4つの感情語カードを提示し選択を求めた。

### 10. 従属変数

状況動画・状況文に応じて、正しく感情語を選択することのできたかどうかを正反応率で示した。正反応率は「A児が正しく答えることができた回数/課題を提示した回数」に100を乗じて算出した。従属変数はセッション中、記録者1名が対象児の選択行動を記録した。また、ビデオで全セッションを記録した。

### 11. 観察者間一致率

記録の信頼性は観察者間一致率によって評価した。本研究に関わっていない大学院生1名を第2観察者とし、正反応と誤反応の基準を説明した。そして、全セッションから30%のブロックをランダムに抽出し、評価した。その後、観察者と記録者の記録の一致試行数(A)と不一致試行数(B)を  $A \div (A+B) \times 100$  の算出式により算出した。その結果は92.5%であった。

## III. 結果

### 1. 「状況文→感情語」の指導結果

状況文→感情語の指導経過をFig. 2に示した。BL期では、「うれしい」と「かなしい」について全て正反応が見られた。また、「びっくり」と「おこる」の状況文に対しては、「かなしい」を選択する傾向が見られた。TR1の開始後4ブロック目に全ての感情語の正答率が100%になった。そのため、PR1に移行したが、感情語を全て「うれしい」と選択する様子が見られた。そのため、TR2を実施した。TR2では「かなしい」を選択することが求められる課題の際に、一度誤ったものを選択しようとするものの自己修正が見られたため、感情語を理解できていると判断した。そのため、PR2に移行し、正反応率100%という結果になった。

### 2. 等価性テスト

Fig. 3に未訓練刺激間の等価性テストの結果を示した。「状況動画→表情写真」の事前テストでは、「うれしい」しか正答できなかった。また、「かなしい」、「びっくり」や「おこる」は「うれしい」を選択する傾向が見られた。「状況動画→感情語」の事前テストにおいては、「うれしい」が100%、「おこる」が75%の正反応率を示した。「かなしい」と「びっくり」は「うれしい」を選択する傾向があった。「状況文→

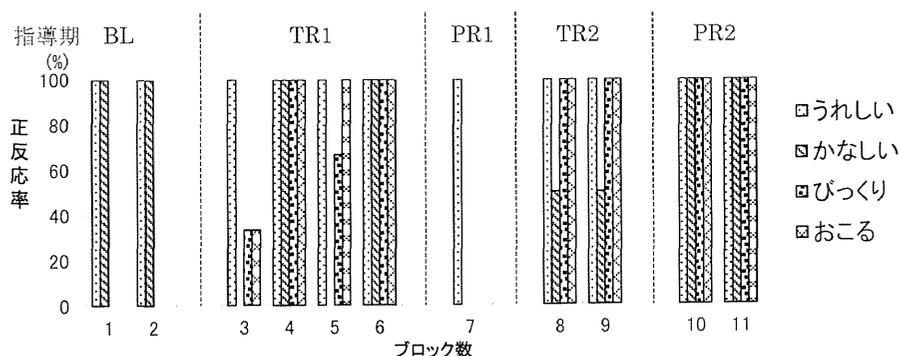


Fig. 2 「状況文→感情語」のトレーニングの正反応率

BL・TR2・PR1.2では、4種類の感情語がそれぞれ2つずつ含まれている。

TR1では、「うれしい」「かなしい」が1試行ずつ、「びっくり」「おこる」が2試行ずつ含まれている。

感情語」の訓練を実施した後、「状況動画→表情写真」と「状況動画→感情語」の正反応率は全て100%を達成した。

次に、トレーニング期の前後の各刺激間の関係性について、Fig. 4に示した。「状況動画→表

情写真」と「状況動画→感情語」の事前テストの成績が25%と44%であった。その後、「状況文→感情語」の指導を行い、正反応率100%を達成すると、「状況動画→表情写真・感情語」の事後テストはどちらも100%となった。

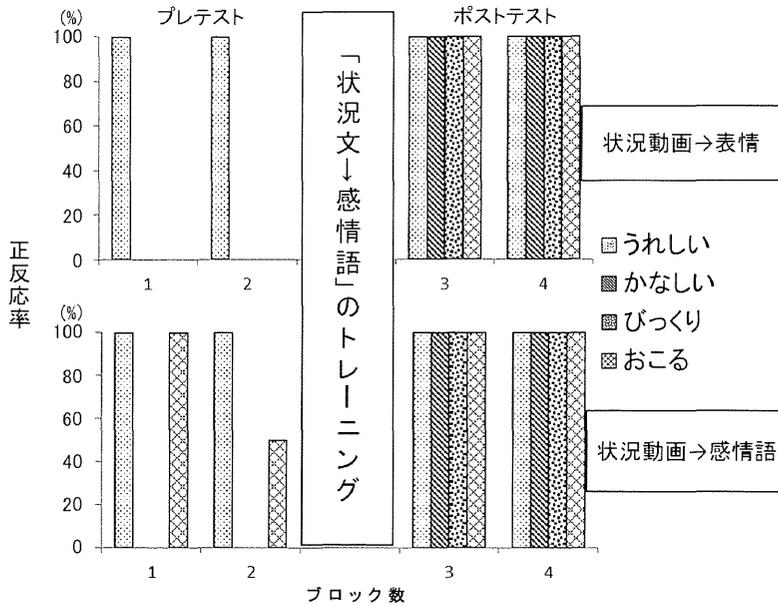


Fig. 3 「状況動画→表情」「状況動画→感情語」の等価性テストの正反応率

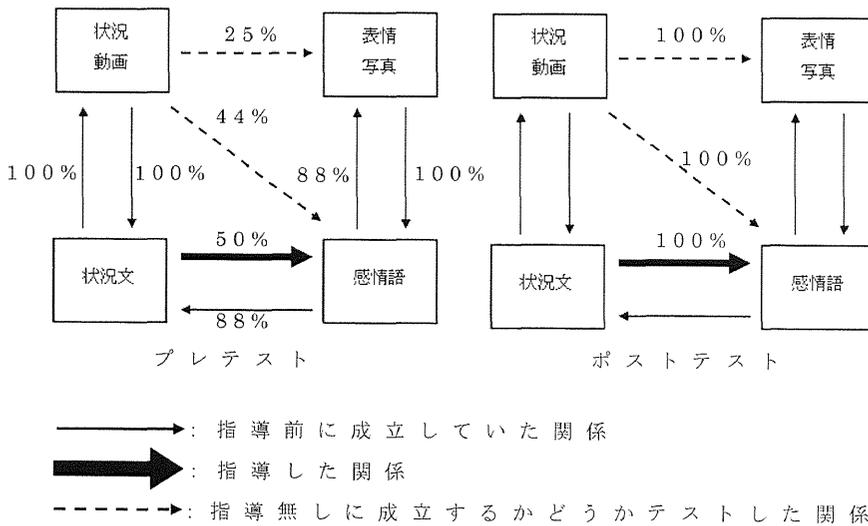


Fig. 4 各刺激間の指導前後の正反応率

### 3. 実際場面における評価

「状況文→感情語」の指導終了後、指導に用いた状況場面を実際にA児が体験した時に、「どんな気持ち？」と尋ねた。その結果、「うれしい」、「かなしい」と「びっくり」の場面ではすぐに音声で正しい感情語を用いて質問に答えることができた。一方で、「おこる」の場面では、実際に絵本をとられてしまった後に大きな声を出す、叩こうとするなどの行動が見られた。クールダウンさせた後、気持ちを尋ねると「あばれた気持ち」と答える様子が見られた。そのため、4種類の感情語の選択肢を呈示した。その結果、「おこる」を正しく選択することができた。

## IV. 考察

本研究では、自己の感情を弁別し言語化することが困難なASD児に対して、刺激等価性の枠組みを用いて感情語表出指導を行った。トレーニングでは、それぞれの感情が喚起される様子を文字で記述し、参加児を主人公とした状況文を見本刺激とし、文字で記された4つの感情語を比較刺激とした見本合わせ手続きを行った。その結果、状況文を読み、その状況に適した感情語を選択することが可能になった。また、他の刺激間関係においても直接指導を行わなくても等価関係が成立し、刺激等価性の成立が確認された。さらに、指導と類似な場面において、参加児にどのような気持ちか尋ねたところ、それぞれ適切な感情語で答えることができた。

始めに刺激等価性が成立した要因について、考察を行う。本指導後に実施した般化テストより、直接指導をしていない刺激クラス間で等価関係が成立することが示された。すなわち、動画から感情語、さらに動画から表情写真の選択が可能になった。これは推移律の関係が成立したと言える。実際の人物の動画と文字というモダリティの違いはあったものの、その2つの刺激クラスの間の高い類似性があったため、推移律の関係が直接指導を経ずに成立したと考えられた。つまり、状況文から動画へ刺激性制御が転移したと考えられた。島宗・細島（2008）で

は文字から音声への転移だったが、本研究の結果より、文字から動画への転移も可能であることが明らかとなった。

一方で本研究では、状況動画と感情語あるいは表情写真の関係について対称律の関係を検討することができなかった。実施しなかった理由は2つある。1つは、本研究の目的が状況から適切な感情を弁別可能になることであったため、反対の関係が成立することは重要な観点ではなかったと考えたためである。生活上、表情写真や感情語から状況を選択することが求められる場面はあまり想定できない。そのため、状況を見本刺激とした関係で十分だと判断した。2つ目は、実施上の理由で、動画を見本刺激として同時に呈示することが困難だったためである。文字や写真が比較刺激となる場合、呈示が同時に可能である。しかし、動画では各刺激を同時に呈示することが困難になる。これらの理由から、今回は状況動画と感情語あるいは表情写真の関係性における対称律の関係を検討することができなかった。しかし、刺激等価性の研究の観点からは、指導の結果、等価関係が成立したかを検討することが必要であると考えられる。今後、動画を比較刺激としたセッティングで評価を行うことが課題となる。

次に、場面に応じた自己感情の弁別・言語化について着目する。刺激等価性に着目した研究では他者感情が取り上げられていたが、本研究の結果より刺激性制御の転移は自己感情においてもみられることが明らかとなった。このことから、自分の感情を表出することに困難さがみられるASD児においても、刺激等価性の枠組みを用いた自己の感情語指導が有効であることが示唆された。

また、実際場面における感情語の表出については、指導に用いた刺激と類似した場面について検討を行い、適切にラベリングを行うことができることが確認された。指導以前には感情語の表出が困難であったことを踏まえると、実際の場面を弁別刺激としても適切な感情語を弁別することができるようになったと考えられる。

芻田・山本（1991）や大木・北福・渡部（2005）のように実際場面において感情語を用いた報告の獲得を目指す指導方法では、活動を何回も行う必要があるなど指導コストが高いと考えられる。そのため、本研究のように、取り組みやすい見本合わせ手続きを用いて感情語を指導し、その後、実際場面へ移行するという指導手続きを行うことで、より実際場面における感情についての報告の指導におけるコストが少ないと考えられる。

一方で、今回は、指導開始前には同様の場面設定でアセスメントをしていないため、指導以前に実際場面を見本刺激とした感情語選択ができていなかったということを証明できない。したがって、動画や文章を用いて行う見本合わせ手続きが、実際場面での感情語表出を促進するのか、因果関係を明確にすることが今後の課題である。

また、対象児が絵本をとられた際に正しく感情語を選択することができたものの逸脱行動が生起してしまったことは、自己感情の理解は見られても行動面での変化に至らないとする武蔵・久保田・山田・水内（2010）の指摘を支持する結果になったといえる。今後、武蔵ら（2010）のような自らの感情を理解しコントロールしていく指導を実施していく必要があると考えられる。

## 文献

American Psychiatric Association. (2013) Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.) American Psychiatric Association, Washington, DC.

別府哲（2009）特別支援教育に関する教育心理学的研究の動向と展望. 教育心理学年報, 48, 143-152.

芻田文記・山本淳一（1991）発達障害児における"内的"事象についての報告言語行動(タクト)の獲得と般化. 行動分析学研究, 6(1), 23-40.

廣瀬央恵・岡村寿代・井上雅彦（2010）幼児における自己感情と他者感情の理解: 性差および年齢差

についての検討. 発達心理臨床研究. 兵庫教育大学 発達心理臨床研究センター. 16, 71-80.

菊池哲平（2002）自閉症者における状況からの他者および自己感情推測. 九州大学心理学研究, 3, 107-112.

菊池哲平（2004）自閉症における自己と他者, そして心: 関係性, 自他の理解, および情動理解の関連性を探る. 九州大学心理学研究, 5, 39-52.

松田壮一郎・山本淳一（2014）自閉症児の他者感情理解における刺激機能の分析. 日本行動分析学会年次大会プログラム・発表論文集, (32), 85.

武蔵博文・久保田いず美・山田詩子・水内豊和（2010）広汎性発達障害児童を対象としたソーシャルスキル・トレーニングの効果: スキル学習とゲーム活動を中心とした構成の検討. 富山大学人間発達科学部紀要, 4(2), 81-95.

Noro, F. (2005) Using stimulus equivalence procedures to teach receptive emotional labeling to a child with autistic disorder. *Japanese Journal of Special Education*, 42(6), 483-496.

大木信吾・北福浩章・渡部匡隆（2005）自閉性障害のある生徒における感情報告行動の形成: 公的刺激併存を用いて. 日本行動療法学会大会発表論文集, (31), 132-133

島宗理・細島美弥子（2009）自閉症傾向のみられる発達障害児における刺激等価性の枠組みを用いた感情語の指導. 行動分析学研究, 23(2), 143-158.

Sidman, M. (1971) Reading and auditory-visual equivalences. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 14(1), 5-13.

高橋学・高橋甲介・野呂文行（2006）発達障害児における感情カテゴリーの理解: 刺激等価性の枠組みに基づく評価と指導. 日本行動分析学会年次大会プログラム・発表論文集, (24), 55.

Wallace, S., Coleman, M., & Bailey, A. (2008). An investigation of basic facial expression recognition in autism spectrum disorders. *Cognition and Emotion*, 22(7), 1353-1380.

Weeks, S. J., & Hobson, R. P. (1987) The salience of facial expression for autistic children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 28(1), 137-152.

— 2015.8.31 受稿, 2016.1.22 受理 —

## **A Case Study: Teaching the Emotional Labeling of the Four Situations in a Child with Autism Spectrum Disorder**

**Reien KYO<sup>\*</sup>, Sawako KAWAMINAMI<sup>\*\*</sup>, Youhei MANASE<sup>\*</sup> and Fumiyuki NORO<sup>\*\*\*</sup>**

It is known that children with ASD have difficulty in expressing their own emotion. The present study evaluated the availability of using stimulus equivalence procedures to train expressing emotional labels appropriately depending on the four situations happiness, sadness, anger, and surprise, for the boy with ASD. In addition, we examined whether he could label appropriately in real situations after the training. The four materials that included motion pictures and sentences of the situation, photographs of expressive faces, and printed emotion words were used. Based on the pre-test of the stimulus-equivalence relationships, the training in selecting the emotional word corresponding to the sentence of the situation were implemented. After the training, stimulus-equivalence relationships were evaluated again. As a result of the post-test, he could select the motion picture corresponding to the emotional word or face without direct training. Furthermore, it was possible to express his emotional label in real situations. The results were discussed in terms of the effectiveness about the stimulus equivalence procedures of learning own emotional word.

**Key words:** Autism spectrum disorder, Own emotion, Stimulus equivalence procedures

---

<sup>\*</sup> Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba

<sup>\*\*</sup> Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba, Japan Society for the Promotion of Science

<sup>\*\*\*</sup> Faculty of Human Sciences, University of Tsukuba