

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 15 日現在

機関番号：25406

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21320077

研究課題名（和文） 意図伝達機構の音声学的・脳科学的研究

研究課題名（英文）Phonetic and Neurocognitive Study on Intention Communication

研究代表者

今泉 敏（IMAIZUMI SATOSHI）

県立広島大学・保健福祉学部・教授

研究者番号：80122018

研究成果の概要（和文）：

定型発達児やコミュニケーション障害を持つ小学生を対象に発話意図を理解する能力と関連する脳機能を調べた。定型発達児では単文課題の一致表現，矛盾表現，物語課題の比喻表現，皮肉表現の順に正答率は有意に低下した。コミュニケーション障害児では障害に応じて成績が有意に異なった。近赤外分光法による脳機能の解析から、伝達意図理解の発達が「心の理論」など脳の4種類の情報処理系の発達に関連すると考えられた。

研究成果の概要（英文）：

The ability to understand speakers' intentions from affective speech was investigated for typically(normally)-developing elementary school children and those with communication disorders. The percent correct of intention judgment for the normally-developing children was the highest for the congruent single-phrases and the lowest for the incongruent narrative phrases with intermediate scores for the incongruent single-phrases and the narrative metaphor phrases. The children showed significantly different scores depending on their disorders. The results of neuro-cognitive analyses suggest that understanding speakers' intentions depends on four major information processing systems in the brain including the mirror neuron system, the mentalizing system and linguistic inference system.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	7,800,000	2,340,000	10,140,000
2010年度	3,100,000	930,000	4,030,000
2011年度	2,500,000	750,000	3,250,000
年度			
年度			
総計	13,400,000	4,020,000	17,420,000

研究分野：人文学

科研費の分科・細目：言語学・音声学

キーワード：伝達意図、コミュニケーション障害、言語発達、音声学、脳科学、fNIRS

## 1. 研究開始当初の背景

話し言葉で伝達される発話意図は、表現さ

れるフレーズの論理的意味ばかりでなく言い方や発話が行われる状況にも依存して変

化する。たとえば「結構です」という音声表現は言い方に応じて「満足です」から全く反対の「不満足です」に至まで様々な伝達意図を表現し得る。語が本来持っている辞書的意味、論理的意味と、コミュニケーション上やり取りされる意味とは必ずしも一致しない。

従来、文を構成する語の辞書的意味や文構造（文法）と文の論理的意味との関係に関しては多くの研究が行われてきたものの、発話とその背後にある発話意図との関連や、意図の適切な音声表現や理解機構に関しては必ずしも十分な研究が行われていなかった。そのため、音声の特に声質も含めたプロソディが意図伝達に果たす機能も十分には明らかになっていなかった。また、情報工学分野で活発に行われている音声認識の研究などでも、発話の背後にある意図の理解が最も困難な課題として残されていた。さらに、自閉症や学習障害などのコミュニケーション障害と発話意図理解機能との関係も解明されていないため、発達障害児への支援や教育の上で支障となっていた。

## 2. 研究の目的

上記のような問題を解決するため、語ないし文の論理的意味と話者の感情に関わる発話意図との整合性を種々に調整した比較的短いフレーズを用いた短文課題や、文脈のある物語課題を作成し、健常児やさまざまなコミュニケーション障害を持つ小学生を対象に発話意図理解能力の発達過程を明らかにすること、近赤外分光法（fNIRS）を用いて発話意図理解に関わる脳機能の発達過程を明らかにすることを目的とした。

## 3. 研究の方法

小学生を対象に単文音声課題と物語課題を施行した。コミュニケーションに障害を持たない定型発達児は単文音声課題と物語課題を、障害を持つ児は単文音声課題だけを行った。

### 3.1. 単文課題：定型発達過程

単語親密度評定値が6以上の語で幼児になじみの深い音声表現の中から、言語的意味が肯定的で相手を称賛する語（褒め言葉）と、言語的意味が否定的で相手を非難する語（責め言葉）を各13語選定した。女性話者1名が発話した称賛、皮肉、非難、冗談の4種類の発話音声デジタル録音した。すなわち、褒め言葉を賞賛していることを伝える意図で発話した「称賛音声」、褒め言葉を本当は称賛していないことを伝える意図で発話した「皮肉音声」、責め言葉を非難していることを伝える意図で発話した「非難音声」、責め言葉を本当は非難していないことを伝える意図で親しみを込めて発話した「冗談音声」

の4種類である。成人と小学生に対して予備実験を繰り返し、成人による発話意図判断の正答率が100%で小学生にとって馴染みが深い音声サンプルを、称賛、皮肉、非難、冗談のそれぞれに対して各5発話を試験音声として選択した。

言語的意味と音声表現（発話意図）が一致する称賛と非難を「一致表現」、言語的意味と音声表現（発話意図）が矛盾する皮肉と冗談を「矛盾表現」と分類した。

褒め言葉課題と責め言葉課題の2課題に分けて検査した。褒め言葉課題では、パーソナルコンピュータの画面に「ほめている、ほめていない」という文字とその下にそれぞれ「笑っている表情、怒っている表情」の顔の画を提示した。褒め言葉（称賛音声と皮肉音声）を1サンプルごとに提示し、「話者はほめているか、ほめていないか」を判断させた。責め言葉課題では、パーソナルコンピュータの画面に「おこっている、おこっていない」という文字とその下にそれぞれ「怒っている表情、笑っている表情」の顔の画を提示した。責め言葉（非難音声、冗談音声）を1サンプルごとに提示し、話者が「おこっているか、おこっていないか」を判断させた。

定型発達児の発話意図理解能力がどのように発達するかを調べた。被験者は小学校1年～6年の児童446名（男児225名、女児221名、平均年齢8.8歳）である。定型発達児に対する検査においては、刺激音声をCDで再生し、回答は押しボタンの代わりに、回答用紙に記載された選択肢のどちらかに○をつける方法で、クラスごと（約40名）に一斉に行った。得られた結果から正答率（逆正弦変換値）を求め、年齢（6～12歳）×性別（男、女）×表現（一致、矛盾）の3要因分散分析を行った。

### 3.2. 単文課題：コミュニケーション障害

自閉症や学習障害、注意欠陥/多動性障害などの障害によって、発話意図理解能力がどのような制約を受けるかを調べた。専門医によって確定診断を受けた障害児を対象とした。

検査は上記の検査方法に従いパーソナルコンピュータを用いて1名ずつ行った。正答した場合は音でフィードバックし、誤答した場合はフィードバック無しとした。課題の施行順序は群間でカウンターバランスをとり、被験者の半数は褒め言葉課題を先に、もう半数は責め言葉課題を先に行った。練習課題を十分に行い、課題を理解させてから本課題を実施した。課題を最後まで実施できなかった児のデータは解析から除外した。

さらに、誤信念課題による「心の理論検査」の結果に基づき、自閉症群を「通過群」、「未通過群」、「評価不能群」の3グループに分類した。「通過群」は全ての誤信念課題に正答

した群、「未通過群」はストーリーの理解はできたが誤信念課題に誤答した群、「評価不能群」はストーリー自体の理解が困難で、評価できなかった群とした。誤信念課題による「心の理論検査」を行った自閉症児の正答率について、自閉下位群（3水準：通過群、未通過群、評価不能群）×表現（一致、矛盾）の2要因の分散分析を行った。

### 3.3. 物語課題：定型発達過程

小枝らが提案した皮肉課題5問、比喩課題5問からなる短い物語課題を使用した。物語文と物語の情景を端的に示す絵をPC画面に表示し、同時の女性に合わせて文字の色を反転表示した。選択肢を5個示した後、研究協力児にマウスで正解と思われる選択肢を選んで貰った。記憶負荷を低減するために、選択肢を選び終わるまで、物語全体をPC画面上に表示した。

研究協力児は小学1～6年生63名である。課題は1名ずつ個別に行った。

皮肉課題と比喩課題の正答数を集計し、年齢（6～12歳）と表現（皮肉、比喩）を独立変数として分散分析を行った。また、単文課題成績との比較も分散分析を活用して行った。

## 4. 研究成果

研究成果を纏めると以下のとおりである。

定型発達児では単文課題の一致表現、矛盾表現、物語課題の比喩表現、皮肉表現の順に正答率が有意に低下した（図1、2）。文脈情報の統合が必要な物語課題の方が短文課題より成績が低下した。言語的意味と発話意図とが矛盾する単文音声表現に対する自閉症児の正答率は定型発達対象群に比べて有意に低かった。注意欠陥/多動性障害群は対象群と有意差が無かった。重度聴覚障害群は自閉症群と類似の傾向を示した。近赤外分光法による脳機能測定の結果、小学1年生では一致表現に比べて矛盾表現で、右背内側前頭前野の活動が有意に増大し、小学4年生では左下前頭回で有意な増大が観測された。これらの結果から、4種類の神経機能系のうち心の理論や言語推論機能は幼児期から小学生前期にかけて発達し話者の意図理解機能を豊かにしていくことが示唆された。

以下では、短文課題と物語課題によって発話意図（伝達意図）理解機能を検査する方法を簡潔に示し、伝達意図理解機能とコミュニケーション障害との関係に関わる研究成果を説明する。

### 4.1. 両課題の比較

両課題の正答率を従属変数として、年齢（6～12歳）と表現（一致、矛盾、比喩、皮肉）を独立変数として分散分析を行うと、

年齢、表現、表現と課題の交互作用が有意であった。

単文課題の正答率の方が有意に高かった。単文課題での一致表現、矛盾表現、物語課題の比喩表現、皮肉表現の順に正答率は有意に低下した。また、6歳児は7歳以上の児のより、7歳児は8歳以上の児のより、有意に低い正答率を示した。

単文課題での定型発達児の平均正答率は90.9%（SD=19.4）であった。正答率（逆正弦変換値）に対して、年齢×性別×表現の3要因の分散分析を行った結果、年齢の主効果が有意で、6歳児は7歳以上より、7歳児は8歳以上より有意に正答率が低かった。表現の主効果が有意で、正答率の高い順に、称賛>非難>皮肉>冗談であった。性別の主効果も有意で、女兒の正答率が男児より高かった。学年と表現の交互作用が有意だった。6、7歳児では言語的意味が発話意図と一致しない矛盾表現（皮肉、冗談）の正答率が、一致表現（称賛、非難）に比べて有意に低いのにに対し、8歳以上では両音声表現間に有意差はなかった。

物語課題では、9歳以下の低学年と10歳以上の高学年間で有意な差異があり、談話音声に対する皮肉表現、比喩表現とも、正答率は有意に高学年の方が高かった。9歳以下の低学年児にとって、皮肉表現の正答率はチャンスレベルであった。

### 4.2. 単文課題：コミュニケーション障害の影響

正答率（逆正弦変換値）に対して障害群×表現の2要因の分散分析を行った結果、グループの主効果が有意で、定型発達群やLD・ADHD群に比べて、自閉症群の正答率が低かった。また、音声表現の主効果が有意で、矛盾表現の正答率が一致表現より低かった。

また、障害群と音声表現の交互作用が有意で、自閉症群においては矛盾表現の正答率が一致表現より低かったものの、定型発達群やLD・ADHD群では音声表現間に有意差はなかった。誤信念課題による「心の理論検査」を行った自閉症児を「通過群」、「未通過群」、「評価不能群」の下位群に分類し、正答率に対して自閉下位群×表現の2要因の分散分析を行った結果、自閉下位群の主効果が有意であった。未通過群、評価不能群の正答率は通過群より低かった。また、表現の主効果が有意で、矛盾表現の正答率が一致表現より低かった。さらに、自閉下位群と表現の交互作用が有意であった。一致表現に対しては自閉下位群間に有意差はないのにに対し、矛盾表現に対しては未通過群、評価不能群の正答率が通過群に比べて有意に低下した。

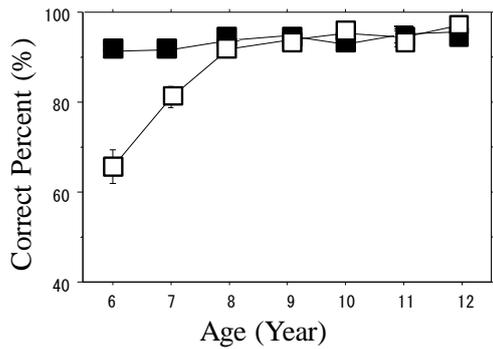


図 1. 単文音声課題の結果. ■ : 一致表現, □ : 矛盾表現, エラーバーは標準誤差

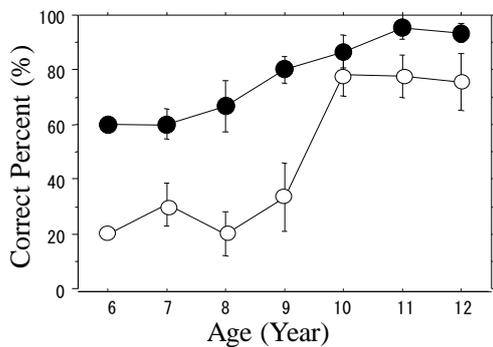


図 2. 物語課題の結果  
● : 比喩表現, ○ : 皮肉表現, エラーバーは標準誤差

#### 4.3. 定型発達過程に関する考察

単文課題, および物語課題からの発話意図を推測する能力について発達的な変化が見られた。

単文課題では言語的意味が発話意図と一致する一致表現(称賛, 非難)については低学年生でも正答率が高かった。しかし, 言語的意味が発話意図と矛盾する矛盾表現(皮肉, 冗談)の正答率は小学1年生(6, 7歳)では一致表現より有意に低くかった。一致表現に対しては小学1年生(6歳児)でも発話意図を成人と共通の判断ができるので, 6歳以前にすでに成熟していると考えられる。矛盾表現から字義通りではない発話意図を認知する能力は6歳児ではまだ発達途上にあるものの, 8歳児では一致表現に対する認知レベルに達していることが示された。

物語課題では, 9歳以下の低学年と10歳以上の高学年間で有意な差異があり, 皮肉表現, 比喩表現とも, 正答率は有意に高学年の方が高かった。9歳以下の低学年児にとって, 皮肉表現の正答率はチャンスレベルであった。

単文課題と物語課題の正答率を比較すると, 単文課題での一致表現, 矛盾表現, 物語課題の比喩表現, 皮肉表現の順に正答率は有意に低下した。文脈のある状況とない状況, つまり文脈が明示されている物語音声と, 文脈から切り離された単独で発話された音声とを比較すると, 単文課題での発話意図理解の方がより困難であるという仮説は否定された。

物語課題では文脈がもたらす手掛かりが増えるものの, 9歳以下の年代では必ずしも発話意図理解を容易にする要因にならないと考えられる。

#### 4.4. コミュニケーション障害に関する考察

言語的意味と発話意図とが矛盾する音声について, 自閉症群の正答率が他の2群より有意に低かったことから, 単文課題は自閉症に特有の病態を反映できる課題であり, 自閉症の検出に有用である可能性が示唆された。発話意図が字義通りではない矛盾表現について, 誤信念課題による「心の理論検査」の未通過群は, 通過群に比べて正答率が有意に低いことが示された。このことから, 従来の誤信念課題で検査される「心の理論」を獲得しているか否かが本課題の達成に影響すると考えられる。本課題は, 文脈のない短い音声を用いているため状況やストーリーの理解が不要な点, 語調から話者の発話意図を推測させる点など, 誤信念課題による「心の理論検査」とは異なるにもかかわらず, 共通の障害を検出できることが示唆された。

また, 従来の誤信念課題による「心の理論検査」は, 課題ストーリーが示す状況を理解できてはじめて検査が可能になる。そのため, 課題ストーリーが理解できない自閉症児では検査ができない。誤信念課題評価不能群の本課題の正答率は通過群に比べ低いことが本研究で示された。また, 未通過群の平均正答率は約30%で発話意図を字義通りの意味に解釈する傾向が強いことも示唆された。

本研究において, LD・ADHD群と健常群では正答率に有意差はみられなかった。学習障害児や注意欠陥/多動性障害児も, 対人トラブルなどの社会適応性の問題を抱えることがあるものの, 今回の課題では定型発達児と有意差のない同等な判断が可能であった。

学習障害児において「心の理論」やその獲得に問題があるという報告や, 注意欠陥/多動性障害児の感情理解について「心の理論」が欠如しているという報告がある一方, 学習障害児が誤信念課題に失敗するのは, 「心の理論」の問題ではなく言語能力が制限されているためであるという報告もある。

本研究では, 学習障害児や, 注意欠陥/多動性障害児, 軽度知的障害児からなる「LD・ADHD群」の正答率は健常群と有意差がないこ

と、また自閉症群より有意に高いことが示された。このことは音声を介した発話意図理解の障害が自閉症児にはあるものの、LD・ADHD児では必ずしも障害を持たないことが示唆された。

#### 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 15 件)

- ① Sato Y., Kato M., & Mazuka R., Development of single/geminate obstruent discrimination by Japanese infants: Early integration of durational and non-durational cues, *Developmental Psychology*, 査読有, 48, 2012, 18-34.
- ② Sato Y., Mori K., Koizumi T., Minagawa-Kawai Y., Tanaka A., Ozawa E., Wakaba Y., & Mazuka R., Functional lateralization of speech processing in adults and children who stutter., *Frontiers in Psychology, Language Sciences*, 査読有, 2, 2011, 1-10.
- ③ 中村文, 今泉 敏, 予告の適否が飲料の嚥下運動に及ぼす影響—嚥下音および表面筋電図を介した検討—, *日摂食嚥下リハ会誌*, 査読有, 15, 2011, 264-273.
- ④ Kariya A., Tatsumi Y., Imaizumi S., Activation of the Prefrontal Area Observed by fNIRS: Effect of Shaking Hands, *Journal of welfare for the aged*, 査読有, 25, 2011, 167-178.
- ⑤ 本間孝信, 青木(佐々木)昌子, 山田 純, 今泉 敏, 聴衆者の有無が主観的不安, 母音空間, 吃音率に及ぼす影響, *音声言語医学*, 査読有, 52, 2011, 19-25.
- ⑥ Minagawa-Kawai Y., van der Lely H., Ramus F., Sato Y., Mazuka R., & Dupoux, E., Optical brain imaging reveals general auditory and language-specific processing in early infant development., *Cerebral Cortex*, 査読有, 21, 2010, 254-261.
- ⑦ Takeda K., Shimoda N., Sato Y., Ogano M., & Kato H, Reaction time differences between left- and right-handers during mental rotation of hand pictures., *Laterality*, 査読有, 15, 2010, 415-425.
- ⑧ Yamauchi EJ, Imaizumi S., Maruyama H. & Haji T., Perceptual evaluation of pathological voice quality: A comparative analysis between the RASATI and GRBASI scales, *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 査読有, 35, 2010,

125-128.

- ⑨ 今泉 敏, 声の検査—音響的・聴覚心理的評価を巡って, *音声言語医学*, 査読有, 51, 2010, 261-262.
- ⑩ 今泉 敏, 発声のメカニズム, *日本医師会雑誌*, 査読有, 193, 2010, 809-819.
- ⑪ Sato Y., Sogabe Y., Mazuka R., Development of Hemispheric Specialization for Lexical Pitch-Accent in Japanese Infants, *Journal of Cognitive Neuroscience*, 査読有, 2010, 22(11), 2503-2513.
- ⑫ Sato Y., Sogabe Y., Mazuka R., Discrimination of Phonemic Vowel Length by Japanese Infants., *Developmental Psychology*, 査読有, 46, 2010, 106-119.
- ⑬ Imaizumi S., Furuya I. & Yamasaki K. Voice as a tool communicating intentions, *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 査読有, 34, 2009, 196-199.
- ⑭ 今泉 敏, 話者の意図を理解する脳機構の発達, *心理学ワールド*, 査読無, 47, 2009, 17-20.
- ⑮ 今泉 敏, 音響分析による音声検査, *日本耳鼻咽喉科学会専門医通信*, 査読無, 100, 2009, 12-13.

[学会発表] (計 14 件)

- ① 三宅佑果, 今泉敏, 佐藤裕, 山根直人, 菊池英明, 熊野宏昭, 馬塚れい子, 定型発達児における脳活動から見た発話意図推定能力, 第 23 回日本発達心理学会大会, 2012/3.
- ② Sato Y., Kato M., & Mazuka R., Development of single/geminate obstruent discrimination by Japanese infants, *NINJAL international conference on phonetics and phonology (ICPP 2011)*, 2011/12.
- ③ 佐藤裕, 加藤真帆子, 馬塚れい子, 日本人乳児における促音知覚の発達の变化, *国立国語研究所共同研究発表会・シンポジウム*, 2011/10.
- ④ 佐藤裕, 馬塚れい子, 音声言語処理における脳反応の発達の变化, *日本音響学会 聴覚研究会 招待講演*, 2011/7.
- ⑤ 三宅佑果, 今泉敏, 佐藤裕, 山根直人, 菊池英明, 熊野宏昭, 馬塚れい子, 定型発達児における皮肉・冗談音声意図推定の脳機能発達, *日本音響学会 聴覚研究会*, 2011/7.
- ⑥ 佐藤裕, 今泉敏, 山根直人, 三宅佑果, 菊池英明, 馬塚れい子, 乳幼児の長短母音弁別能力と脳反応, *日本音響学会 2010 年秋季研究発表会*, 2010/9/14.
- ⑦ 今泉敏, 山崎和子, 林安紀子, 為川雄二,

発話意図理解機能の発達, 日本音響学会聴覚研究会資料, 2010/7/18.

- ⑧ Yamauchi E.J., Imaizumi S., Maruyama H., Haji T., Trans. Tech. Comm. Psychol. Physiol. Acoust. The Acoustical Society of Japan, 2010/7/18.
- ⑨ 佐藤裕, 今泉敏, 山根直人, 三宅佑果, 菊池英明, 馬塚れい子, 小学生における発話意図理解の脳反応, 日本音響学会聴覚研究会, 2010/7/18.
- ⑩ Yamauchi E. J., Imaizumi S., Maruyama H. & Haji T., An international comparative analysis on perceptual evaluation of pathological voice quality, 日本音響学会聴覚研究会, 2010/2/7.
- ⑪ Sato Y., Jincho N., Omori R., Kondo T., & Mazuka, R, Brain activation for written word processing in deaf readers, The 34th Annual Boston University Conference on Language Development, 2009/11/7.
- ⑫ 江原 寛尚, 今泉 敏, 音読と語彙判断に及ぼす仮名・漢字表記の効果, 第 23 回日本音声学会全国大会, 2009/9/27
- ⑬ Yamauchi E. J., Imaizumi S., Maruyama H. & Haji T., Intercultural Differences in Evaluation of Pathological Voice Quality: Perceptual and Acoustical Comparisons between RASATI and GRBASI Scales, Interspeech 2009: 10th Annual Conference of the International Speech Communication Association, 2009/9/8.
- ⑭ 佐藤 裕, 乳幼児の言語発達と脳反応, 日立 光トポグラフィユーザ会, 2009/7/4.

[図書] (計 1 件)

- ① 今泉 敏, 医歯薬出版, 聴覚心理的評価, 新編 声の検査法 第 2 版, 2009.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

今泉 敏 (IMAIZUMI SATOSHI)

県立広島大学・保健福祉学部・教授

研究者番号: 80122018

### (2) 研究分担者

佐藤 裕 (SATO YUTAKA)

独立行政法人理化学研究所・研究員

研究者番号: 80415174