

令和 5 年 6 月 12 日現在

機関番号：32612

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2022

課題番号：18K12377

研究課題名（和文）乳幼児期の語彙意味処理を可能にする神経基盤の発達研究

研究課題名（英文）Neural mechanism of lexical semantic processing in infants: A developmental study

研究代表者

秦 政寛 (HATA, Masahiro)

慶應義塾大学・グローバルリサーチインスティテュート（三田）・特任助教

研究者番号：50706439

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、乳幼児期における語レベルの意味処理に関わる認知神経メカニズムの解明を目的とした。前言語期から単語の獲得数が急速に増加するといわれる語彙の爆発期にあたる乳幼児を対象として、瞳孔径の変化を指標とした発達的变化を検討した。語彙数が少なく、カテゴリー化も十分に行われていないと考えられる初語表出期の単語の獲得過程においては、学習過程にあると考えられる語に注意や処理資源を向けることで、レキシコン内における意味表象の固定化を優先的にを行っている可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ことばの意味の獲得は、子どもの言語、認知、そして社会性の発達との関わりにおいて非常に重要な役割を担っている。しかし、言語発達初期における意味理解の認知神経メカニズムの解明は十分に行われていない。本研究では、初期のことばの意味獲得における注意や処理資源に関わる認知システムが、月齢を基本的なフェーズとした言語獲得レベルの違いによって異なる可能性が示唆された。本研究の成果は、言語発達遅延児、失語症や認知症を伴う言語障害者の意味処理に関わる認知神経メカニズムの解明へも応用が期待される。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to examine the mechanism of semantic processing in infancy. The pupil size responses were analyzed in picture-word match/mismatch pairs as it can serve as an index of the allocation of attention or processing resources. During the stage of first-word acquisition, infants showed larger pupil dilations to corresponding picture-word pairs, suggesting the progressive build-up of semantic representation in their lexicon.

研究分野：認知神経科学

キーワード：言語発達 語彙 瞳孔径

### 1. 研究開始当初の背景

子どもの言語、認知、そして社会性の発達との関わりにおいて、ことばの意味の獲得は非常に重要な役割を担っている。語レベルの言語獲得研究においては、選好注視法を用いて 6-9 か月児で既に一般名詞の意味理解が可能であるとする研究結果が報告された (Bergelson & Swingle, 2012)。また、前言語期とされる月齢を対象とした音と指示対象の即時マッピング能力を検討する研究が盛んに行われるようになり、6 か月児で即時マッピングが可能であるとする報告もある (Friedrich & Friederici, 2011)。これらの研究は語彙表出よりも以前に乳幼児が意味システムの萌芽ともいえる脳内基盤を持ち始めていることを示唆する。成人の意味処理研究では、疾患研究や脳機能イメージング研究などの結果を総合的に評価した意味処理の脳内基盤の解明が進んでいる (Binder & Desai, 2011; Ralph et al., 2017)。しかし、語彙表出以前から 18 か月以降に見受けられる急激な語彙獲得の爆発期といった言語発達初期における意味理解が、どれほど成人と同じ認知神経メカニズムをもとに行われているのか、異なるとするならば、いつどのようなプロセスを経て成人と同じ意味処理の認知神経メカニズムへと発達するのかという問題は十分には明らかにされていない。加えて、乳幼児期の語彙獲得過程を意味的側面から検討する手法のひとつに、言語発達質問紙や日誌法による母親の主観的評価が挙げられる。これらのデータは、子どもが、いつ、どのような種類の語を、何語程度獲得しているのかといった非常に重要なデータを提供する一方で、これらの結果はあくまでも母親をはじめとする回答者の主観的評価であることを考慮する必要がある、刺激に対する乳幼児の認知処理を反映する客観的な指標とともに、語レベルの意味処理に関わる神経機構を評価することが重要であると考え、本研究を構想した。

### 2. 研究の目的

本研究は、乳幼児期における初期の語レベルの意味処理を可能にする認知神経メカニズムの発達を、瞳孔径の計測と近赤外分光法 (NIRS) を用いた脳機能計測を同時に行うことで明らかにすることを最終目的とした。瞳孔径は、自動的な注意機能を反映し、認知的負荷が高い場合に散瞳することが示唆されていることから、意味処理時における乳幼児の状態を示す客観的な指標となりえると仮定した。研究開始当初、2~3 歳児を対象とした瞳孔径の変化が意味処理を評価する有用な生理指標となりえる可能性が示唆されていたが (Kuipers & Thierry, 2013)、より低月齢での乳幼児期において同様の指標となりえるかは検討の余地があった。そのため、はじめに乳幼児期における瞳孔径計測の妥当性の検討を行った上で、瞳孔径計測と NIRS を用いた脳機能計測の同時計測を実施することとした。

### 3. 研究の方法

#### (1) 乳幼児期における瞳孔径計測の妥当性の検討

本研究では、主に 9 か月から 18 か月時の乳幼児を対象とした。保護者の膝の上に座った乳幼児に対し、視覚刺激としてモニター上に動物の写真を提示した。その際、音声刺激として視覚刺激の名称と一致・不一致条件となる音声を提示し、刺激提示時の乳幼児のモニター注視点とその際の瞳孔径の計測を実施した。保護者には、計測時には乳幼児への声掛け等を控えるよう指示した。2~3 歳児を対象とした同様の研究では、成人と同様に視覚刺激と音声刺激の一致条件よりも不一致条件において瞳孔径の散瞳が報告されており、本研究でも視覚刺激と音声刺激の一致条件と不一致条件の瞳孔径の変化に着目し分析を行った。また、参加児の刺激語の獲得状況ならびにその他の獲得語彙を調べるため、日本語マッカーサー乳幼児言語発達質問紙「語と身振り」を使用した。

#### (2) 瞳孔径と NIRS の同時計測

瞳孔径計測の手順を実施する前に、対象児の頭部に NIRS プローブを装着し、刺激の提示を行った。実験当初より十分な参加者や有効データが確保できず、(1) の瞳孔径計測の妥当性の検討に予定以上の時間を要してしまった点、加えてコロナ禍の影響を受けたことにより、最終目的であった瞳孔径と NIRS の同時計測は予備実験に留まり、本実験を実施することができなかった。

### 4. 研究成果

#### (1) 乳幼児期における瞳孔径計測の妥当性の検討

9 か月児では視覚刺激と音声刺激の一致・不一致条件に関わらず瞳孔径の変化量に違いがみられなかった。一方で、12 か月児では視覚刺激と音声刺激の一致条件において、不一致条件よりも散瞳するという結果が得られた (図 1)。意味処理を反映する脳波成分として知られている N400 成分は、視覚刺激と音声刺激の不一致条件でより増大することが知られているが、その惹起は 14 か月以降から観察され、12 か月児では観察されない (Friedrich & Friederici, 2005)。

本研究における瞳孔径の変化が、刺激に対する注意と語レベルの意味処理を行う際の乳幼児の処理資源の割り当てを反映していると仮定すると、9か月児では刺激条件に関わらず、同等の注意ならびに認知機能が働いていたことになり、単語の意味処理には変化が生じていない状態であり、刺激語の獲得ができていないことを示唆している。一方で、12か月児の反応は興味深い。この結果は視覚刺激と音声刺激の不一致条件において瞳孔径がより散瞳するという成人や2~3歳児を対象とした先行研究の結果とは異なっている。しかし本研究の結果は、12か月児ではN400成分が惹起しないという先行結果を一部支持するものと考えられる。つまり、語彙爆発につながる初期

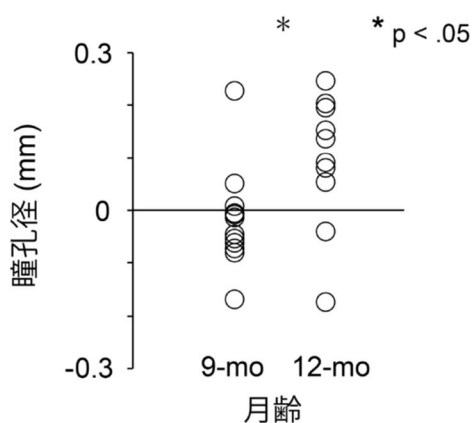


図1 瞳孔径の差分値（一致条件－不一致条件）

の語彙獲得において、乳幼児は学習過程にある語（一致条件）に対して積極的に注意や処理資源を割り当てることによって記憶への定着を図ることを試みていることが示唆された。その後、個々の語の意味表象が獲得され、他の語との意味カテゴリーの境界が明確になるにつれて、その反応が成人と同様の不一致条件への逸脱反応へと変化することが考えられる。つまり、N400成分をはじめとする逸脱反応の生起には、ある程度の意味ネットワークの構築が前提となることが考えられる。本研究における16か月～18か月児では、不一致条件においてより散瞳する可能性が見いだされた点からも指示される。しかし、18か月児においても、不一致条件よりも一致条件において瞳孔径が散瞳する対象児は見受けられた。初期の語彙の獲得数には、性差をはじめ、非常に大きな個人差があることが知られているが、18か月児においても、語の定着度合の違いにより、瞳孔径の変化が異なることは十分に考えられる。表出語彙数の多い乳児に限った場合、12か月児においてもN400成分が惹起することが報告されており（Friedrich & Friederici, 2010）、月齢はひとつの重要な要因ではあるものの、今後は各乳幼児の獲得語彙数や獲得している語の種類など、語彙の獲得状況との関係性を考慮した解析の必要性が明らかとなった。

以上の結果より、瞳孔径の変化が言語の獲得過程にある乳幼児の客観的な意味の理解度を測るひとつの有用な指標となりえることが示唆された。今後は24か月児まで対象月齢を広げるとともに、各対象月齢での計測も継続することで、個人差を考慮した検証を進めていく。また今回の瞳孔径の一連の変化は、幼児に限らず大人においても新規語獲得の初期過程において見られる一般的な認知機構であるのか、それとも、初語の獲得開始時期にあたる乳幼児期特有の機構であるのかを明らかにする必要がある。

## （2）瞳孔径とNIRSの同時計測

本研究では、瞳孔径の計測と近赤外分光法（NIRS）を用いた脳機能計測を同時に行うことで乳幼児期における初期の語レベルの意味処理を可能にする認知神経メカニズムの発達を明らかにすることを最終目的としていた。しかし、刺激が非常に単調であったこともあり十分な有効データの取得につながらなかった点、そしてNIRS計測室での計測に固執した点が反省点として挙げられる。瞳孔径の計測上、計測環境を一定に保つことが重要であることから、瞳孔径計測の妥当性の検討時からNIRS計測室での計測を実施していた。しかし、コロナ禍においては、狭い計測室スペースでの計測を中止したことにより、研究の進度を大きく遅らせてしまう要因となってしまった。近年では、ポータブル式のNIRS計測装置などもあることから、さまざまな状況下においても研究を止めることなく遂行するため、迅速に計測環境を見直す作業の必要性を含め、今後の研究遂行に今回の反省を十分に生かしたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 秦政寛、山本絵里子、皆川泰代
2. 発表標題 Word meaning acquisition in the first year of life: Infant pupil dilation in response to a picture-sound match/mismatch paradigm
3. 学会等名 第42回日本神経科学大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------