

幼児期の反事実的推論における領域の発達

柳澤寿子 信州大学大学院教育学研究科学校教育専攻臨床心理学専修
水口 崇 信州大学教育学部教育科学グループ

概要

幼児期の反事実的推論の発達について検討した。先行研究は、反事実的推論の発達の領域固有を主張してきた。しかしながら、領域の区分や発達の順序性は十分検討されていなかった。年少児 43 名、年中児 38 名、年長児 49 名を対象に反事実的課題を行った。画像を提示しながら、初期状態、原因事象、結果状態に関して説明した。その後、反事実的質問、及びその理由について聴取した。課題は物理領域・心理領域・生物領域の 3 種類とした。結果、物理領域の理解が進んでから、心理領域が理解しやすくなること、生物領域は他領域と関連せず独自に成立することが示された。得られた結果について、前頭葉のブローカ領野の進化と発達に関する理論、及び幼児の素朴生物学的因果論から考察した。

キーワード：進化と発達、反事実的推論、領域固有、因果関係

問題と目的

私たちは日常生活の中で様々な問題解決を行う。問題解決をする時の重要な手段の 1 つとして推論 (reasoning) があげられる。推論は、新たな産物の創造、未知の状況に対する予測、類似の事態に対する対処方法など、様々な精神活動と深く関わっている。このため、推論に関する研究は長い歴史を持つと同時に、現在も思考の主要な研究テーマである。

推論とは、利用可能な情報 (前提・証拠) から、規則、過去事例やメンタルモデルに基づいて、結論や新しい情報を導く思考過程である (楠見, 2011)。分類には諸説あるが、推論は大きく演繹推論と帰納推論に分けることができる。演繹推論 (deductive reasoning) とは、複数の前提から結論を導く推論である。前提と結論との間で、前提の全てが真であるときには、どのような場合でも結論が必ず真になるときに成り立つものである (楠見, 2011)。前提が偏っていたり誤っていたりすると、結論が誤ってしまう可能性が懸念される。演繹推論の例を挙げると、“野菜には栄養がある”と“にんじんは野菜だ”という前提があり、そこから“にんじんは栄養がある”という結論を導くものがある。帰納推論 (inductive reasoning) とは、複数の特殊事実から一般的、普遍的法則性を導き出す推論である。前提の真理から必然的に結論の真理が導かれる演繹推論と対をなす (楠見,

1996)。事実に偏りがあると、必ずしも正しい結論にはならないことが懸念される。帰納推論の例を挙げると、“Aさんの飼っている犬は黒い”、“Bさんの飼っている犬は黒い”という事実から、“犬はみんな黒い”という結論を導くものがある。また、帰納推論には概念形成、類推、仮説の生成、受容等が含まれている。この二分法は推論に関する伝統的な区分とされている。

一方、演繹推論、帰納推論の両方と関連する推論もある。それは因果推論である。因果推論とは、ある一連の出来事の原因と結果を推定することである。ここでは前提知識が使用されたり、特殊事実が使用されたりする。さらに、因果推論の形態の一つに反事実的推論 (counterfactual reasoning) がある。反事実的推論とは、“現実的因果関係に基づいて、それとは異なる仮定の因果関係を推論する”ことである (Dias & Harris, 1988)。例えば、ある因果関係を目撃した後で「ある事象 (原因) が生じていなかったら、結果はどうか」を推論するようなことである。この推論は目の前の現実や事実を越えた、さまざまな仮定の状況についての思考である。

反事実的推論については、さまざまな研究が重ねられてきた。ただし、それは成人を対象とした研究が大多数であった。近年、実用論的推論スキーマの役割に、注意関心がもたれるようになり、幼児の発達の研究の中で、幼児期の反事実的推論が注目されてきている。また、反事実的推論は、幼児の様々な認知機能と関わっていることも知られている。例えば、German and Nichols (2003) は、他者との円滑なコミュニケーションに不可欠な心の理論と関連していることを示した。また、Drayton, Turley-Ames and Guajardo (2011) は、実行機能と密接な関連があることを報告している。実行機能とは、行為や思考のモニタリングやコントロールを行う重要な役割を果たしている。これらのことから、反事実的推論は、幼児期の高次精神機能の発達を明らかにする上で重要な課題である。

反事実的推論が可能になる年齢は研究結果に相違が見られ、未だ一致した見解が得られていない。例えば、Guajardo and Turley-Ames (2004) は、3・4歳児に物理的な因果関係に関する課題を行い、4歳児の反事実的推論課題の通過率は約57%と報告している。対して、German and Nichols (2003) は、3・4歳児に心理的な因果関係に関する課題を行い、4歳児の反事実的推論課題の通過率は約84%と報告している。他の研究を概観しても結果は様々である。この理由として、因果関係の領域の状況および、研究方法が異なっていたことの2つがあげられる。

まず、因果推論の領域について述べる。Guajardo and Turley-Ames (2004) は、事物の状態や位置の変化などを扱う、物理的な因果関係を用いて反事実的推論課題を実施している。課題は初期状態⇒原因⇒結果となる物語を読み聞かせ、その結果にならないためには何ができるかを尋ねるものだった。例えば、“泥だらけの庭で遊んでいる際に、のどが渇いてしまい家の中にジュースを取りに行った。その際に泥の靴をはいたままであったので、キッチンの床が泥だらけに汚れてしまった。”という物語を読み聞かせ、“キッチンの床を

汚さないようにするためには、何をすればよかったのか”を尋ねるものだ。また、German and Nichols (2003) は、人の心的状態に関する心理的な因果関係を用いて検討している。そこでは、絵を用いて初期状態⇒原因⇒結果となる物語を読み聞かせ、もし原因となる事象が起こらなかったら、どうなっているかを尋ねるものだった。例えば、“ロージーは庭でお花を植えてとても嬉しかった。そこに家の中から父に呼ばれた。父がドアを開けた際にキッチンから犬が飛び出し、庭に走ってきた。そしてロージーのお花の上で飛び跳ね、押しつぶしてしまった。”という物語を読み聞かせ、“もしお花を踏み潰していなかったら、ロージーは嬉しかったか、それとも悲しかったか”と尋ねるものだった。

このように従来、反事実的推論の研究対象とされてきたのは、物理的な領域、心理状態に関する領域であった。例外的に物理、心理、生物領域の全てを扱った研究中道 (2011) がある。そこでは、初期状態⇒原因⇒結果からなる物語を紙芝居で読み聞かせ、もし原因となる事象がおこらなかったら、どうなっているかを尋ねるものだった。物理領域の例を示すと、“赤いボールと青いボールがあった。赤いボールが転がって、青いボールにぶつかった。青いボールが転がった。”という物語を読み聞かせ、“もし赤いボールが転がっても、青いボールにぶつからなかったらボールはどうなっていたか”と尋ねるものであった。

進化の過程でヒトは、ヒト以外の霊長類と分岐する際、大脳の前頭葉機能を飛躍的に高めた。これに伴い、論理的な思考と他者の意図を読み取る能力を得た。前頭葉は実行機能、心の理論等の高次精神機能と関連することから、ヒトのみが高度な文化を累進させてきたことは、前頭葉機能の進化に由来するといった見解が考案されている (Tomasello, 1999 / 2006)。そこでは、原因と結果の関係を媒介する“力 (force)”を理解できるのはヒトのみであることが論じられている。これは因果関係の推察が、眼に見えない“力 (force)”の理解の発達が密接に関わっていることを示唆している。その発達には、心理領域と物理領域が相互に関連することも考えられている。

従来、因果関係の発達については、心理領域と物理領域を検討対象としてきた。そして生物領域は議論の対象とされてこなかった。これに対し、中道 (2011) は、素朴理論をもとに心理・生物・物理を並べて発達プロセスの検討をした。ただし、素朴理論に基づき、3領域を同種のものとして直接比較するのは、Tomasello (1999 / 2006) の理論と整合性が保たれていない。また、中道 (2011) の課題において生物領域の項目を精査すると、心理領域との区分が曖昧なものが多い。そのため、領域間の相違点を明確にすることに必ずしも成功していない。

次に、手続きおよび課題について触れる。手続きについて、多くの研究が幼児に、“初期状態⇒原因事象⇒結果状態”となる一連の事象からなる因果関係の物語を呈示し、“もし原因事象が異なっていたら、結果はどう変化するか”といった反事実的質問を尋ねるという課題を用いている (e.g., Harris et al, 1996)。一方で、因果関係の物語を PC や絵で提示するのではなく、実験者が実演した研究もある (Beck, Robinson, Carroll, & Apperly,

2006)。課題について、German and Nichols (2003) では、物語がより長い連鎖の因果関係よりなるものを用いている。こういった研究間の相違を整理し、幼児期の反事実的推論の発達に年齢がどのように影響しているのかを検討する必要がある。

従来の研究では、反事実的質問をする際に“もし原因となる事象がおこらなかつたら、どうなっているか”を尋ねるものが主流であり、その回答の正誤のみで評価するものである。正答している児の中には、本当は理解できていないのにもかかわらず、偶然正答してしまう児もいる可能性は否定できない。そのため、どうしてそのような回答が導きだされたかというプロセスを検討する必要がある。本研究では、結論まで至るまでのプロセス(論拠)も検討する。回答の正誤だけではわからない、その正答を導いた理由について質問して、本当に反事実的推論の能力に基づいた正答であるか解明する。

本研究では、因果推論の中の1つである反事実的推論に焦点を当て、以下の3つを検討する。(1) 課題を改良した上で物理・生物・心理の3つの領域の反事実的推論を直接比較して、領域間の発達と関連について検討する。(2) 反事実的推論をした際の理由づけに、年齢および領域に違いがみられるのかを検討する。(3) 反事実的推論の発達する年齢について検討する。仮説として以下のことが推測される。物理、心理および生物領域における反事実的推論課題を年長、年中および年少児それぞれに実施した際、心理、物理という順序で正答率が高くなるだろう。同様に、反事実的推論のプロセスを考慮しても、心理、物理という順序で正答率が高くなるだろう。さらに、年齢が上がるほど、反事実的推論課題の正答率が高くなるだろう。

方法

参加者

N市内の保育所に通う年少児43名(male 21名, female 22名, *mean age* = 4:1, *range* = 3:6-4:6), 年中児38名(male 18名, female 20名, *mean age* = 5:2, *range* = 4:6-5:6), 年長児49名(male 24名, female 25名, *mean age* = 6:1, *range* = 5:6-6:6)の合計130名に実験を実施した。

実施期間と記録

実験は2016年の10月に行った。保育所の一室を借り、個別実験を行った。実験中は2台のビデオカメラで録画した。1児あたりの平均所要時間は約5分であった。

材料

実験で用いた課題及び材料は以下の通りである。初期状態⇒原因事象⇒結果状態からなる因果関係(例: コップが机の上にある⇒コップが机から落ちる⇒コップが割れる)の物語を聞かせた後、その原因となる事象が異なっていた場合、結果状態がどのように変化するか(例: もしコップが机から落ちなかつたら、コップはどうなるかな?)を回答させることと、さらにそう考えた理由(例: どうしてそう思ったの?)を回答させることであった。

PC画面上での画像の呈示は、プレゼンテーションソフトを用いて行った。課題に用いた、初期状態⇒原因事象⇒結果状態からなる因果関係の物語は、全部で24個であった。物語は、中道(2011)を参考に、一部改編して作成した。因果関係の領域には、物理領域(例：赤いボールがある⇒赤いボールが転がり、青いボールにぶつかる⇒青いボールが転がる)、心理領域(例：はなちゃんは風船を貰って嬉しい気持ち⇒風船を持って出かけると、風船は割れてしまう⇒はなちゃんは悲しい気持ち)、生物領域(例：虫が飛んでいた⇒虫の羽は木にぶつからなかった⇒虫の羽はそのまま)の3領域であった。3つの領域では、それぞれ4つの初期状態から始まる物語があった。各物語で原因事象⇒結果状態の連鎖を2パターン作成した。1つ目のパターンは、初期状態から結果状態が変化する物語である。2つ目のパターンは、初期状態と結果状態が変化しない物語である。使用した質問項目は、物理領域については表1に、心理領域については表2に、そして生物領域については表3に示す。なお、使用した図版は末尾に添付した。

手続き

参加児はPCの前に座り、実験者は、参加児の左側にいた。最初に、名前・クラス・誕生日を聞き、ラポールを形成した。その後、「これから〇〇君(ちゃん)に色々なお話を聞いてもらいます。後でお話のことを教えてもらうから、よく聞いていてね。」と教示し、以下の順で実験を進めた。

まず、練習課題として、“ゆうと君は走っていた⇒ゆうと君は石を踏んで転んだ⇒ゆうと君はケガをして足から血がでた”という物語をPC上の画像を見せながら聞かせ、以下に示す反事実的課題の際に行う質問と同様の流れの課題を1問行った。なお、練習課題の際には誤答した児にのみ正しい答えを説明した。

次に、反事実的課題として、6問(物理領域2問、心理領域2問、生物領域2問)を行った。3つの領域の呈示および連鎖パターンの呈示は循環法に基づいて行った。反事実課題は以下の手順で行われた。

(a) 物語の説明として、初期状態を表す1枚目の画像を呈示しながら、「例：公園の机の上に紙がありました」というように話した。原因事象を示す2枚目の画像を呈示しながら、「例：とても強い風が吹きました」と話し、最後に結果状態を示す3枚目の画像を呈示しながら「例：紙は木の上に飛んでいきました」と話した。

(b) 物語の理解に関する確認のために、物語に含まれる因果関係の結果に関する記憶質問をした。例えば、「今のお話の中で、紙はどこに行ったかな?」というものだった。結果記憶質問に正答できなかった場合は、反事実質問と理由を問う質問は中止し、次の物語へ進んだ。

(c) 原因事象が異なっていた場合の結果状態に関する反事実質問をした。例えば、「もし風が吹いていなかったら、紙はどこにあるかな?」というものだった。

(d) 反事実質問への回答を考えた理由について尋ねる(e.g., どうしてそう思ったの?)。

表1 物理領域の質問項目および練習課題

初期状態	原因事象	結果状態	結果記憶質問	反事実的質問
練習. ゆうとくんは走っていました	ゆうとくんは石を踏んで転んでしまいました	ゆうとくんはケガをして足から血が出てしまいました	今のお話の中でゆうとくんはどうなったかな?	もしゆうとくんが石を踏んで転ばなかったら、ゆうとくんはどうなるかな?
1. 机の上にガラスのコップがありました	①コップが机から落ちました	コップは割れてしまいました	今のお話の中でコップはどうなったかな?	もしコップが机から落ちていなかったら、コップはどうなるかな?
	②コップはずっと机の上にあります	コップは割れませんでした	今のお話の中でコップはどうなったかな?	もしコップが机から落ちたら、コップはどうなるかな?
2. 庭からっぽのバケツがありました	①外で雨が降りました	バケツに水が溜まりました	今のお話の中でバケツはどうなったかな?	もし外で雨が降らなかったら、バケツはどうなるかな?
	②外はずっと晴れていました	バケツはずっと空のままです	今のお話の中でバケツはどうなったかな?	もし外で雨が降ったらバケツはどうなっていたかな?
3. 赤いボールと青いボールがありました	①赤いボールが転がって、青いボールにぶつかりました	青いボールが転がりました	今のお話の中で青いボールはどうなったかな?	もし赤いボールが転がっても青いボールにぶつからなかったら、青いボールはどうなっていたかな?
	②赤いボールが転がりましたが青いボールにぶつかりませんでした	青いボールは止まったままです	今のお話の中で青いボールはどうなったかな?	もし赤いボールが転がって、青いボールにぶつかったら、青いボールはどうなっていたかな?
4. 公園の机の上に紙がありました	①とても強い風が吹きました	紙は木の上に飛んでいきました	今のお話の中で紙はどこに行ったかな?	もしとても強い風が吹かなかったら紙はどうなっていたかな?
	②風も吹かないです	紙はずっと机の上にあります	今のお話の中で紙はどこに行ったかな?	もし風が吹いたら、紙はどうなっていたかな?

表2 心理領域の質問項目

初期状態	原因事象	結果状態	結果記憶質問	反事実的質問
5. 太郎君は花を見ていて嬉しい気持ちでした	①そこに犬が来て、花を踏んでしまいました	太郎君は悲しい気持ちになりました	今のお話の中で太郎くんはどんな気持ちだったかな？	もし犬が花を踏まなかったら、太郎くんはどんな気持ちになっていたかな？
	②そこに犬が来て、一緒に花を見ました	太郎君は嬉しい気持ちのままです	今のお話の中で太郎くんはどんな気持ちだったかな？	もし犬が花を踏んでいたら、太郎くんはどんな気持ちになっていたかな？
6. はなちゃんは風船を賞って嬉しい気持ちでした	①風船を持って出かけると風船は割れてしまいました	はなちゃんは悲しい気持ちになりました	今のお話の中ではなちゃんはどんな気持ちだったかな？	もし風船が割れてなかったら、はなちゃんはどんな気持ちになっていたかな？
	②風船を持って出かけると風船はふわふわ浮いていました	はなちゃんは嬉しい気持ちのままです	今のお話の中ではなちゃんはどんな気持ちだったかな？	もし風船が割れてしまっていたら、はなちゃんはどんな気持ちになっていたかな？
7. けい君はおもちゃが無くなり悲しい気持ちでした	①けい君は玩具を探して玩具を見つけました	けい君は嬉しい気持ちになりました	今のお話の中でけい君はどんな気持ちだったかな？	もしけい君が玩具を見つけられなかったら、けい君はどんな気持ちになっていたかな？
	②けい君は玩具を探しましたが、玩具は見つかりませんでした	けい君は悲しい気持ちのままです	今のお話の中でけい君はどんな気持ちだったかな？	もしけい君が玩具を見つけられたら、けい君はどんな気持ちになっていたかな？
8. あんちゃんは絵本が読めず困っています	①お母さんが来てあんちゃんに絵本を読んでもらいました	あんちゃんは嬉しい気持ちになりました	今のお話の中であんちゃんはどんな気持ちだったかな？	もしお母さんがあんちゃんに絵本を読んでくれなかったら、あんちゃんはどんな気持ちになっていたかな？
	②お母さんはごはんを作っていてあんちゃんに絵本を読んでもらえませんでした	あんちゃんは困ったままです	今のお話の中であんちゃんはどんな気持ちだったかな？	もしお母さんがあんちゃんに絵本を読んでくれたら、あんちゃんはどんな気持ちになっていたかな？

表3 生物領域の質問項目

初期状態	原因事象	結果状態	結果記憶質問	反事実的質問
9. 虫が飛んでいました	①虫の羽が木にぶつかりました	虫の羽が折れてしまいました	今のお話の中で虫の羽はどうなったかな？	もし虫の羽が木にぶつかっていなかったら、虫の羽はどうなっていたかな？
	②虫の羽が木にぶつかりませんでした	虫の羽はそのままでした	今のお話の中で虫の羽はどうなったかな？	もし虫の羽が木にぶつかっていたら、虫の羽はどうなっていたかな？
10. 魚が泳いでいました	①魚は岩にぶつかりました	魚から血が出ました	今のお話の中で魚はどうなったかな？	もし魚が岩にぶつかっていなかったら、魚はどうなっていたかな？
	②魚は岩にぶつかりませんでした	魚から血はでませんでした	今のお話の中で魚はどうなったかな？	もし魚が岩にぶつかっていたら、魚はどうなっていたかな？
11. 庭に花の種を植えました	①外で雨が降りました	花が咲きました	今のお話の中で花はどうなったかな？	もし雨が降らなかったら、花はどうなっていたかな？
	②外はずっと晴れていました	花は咲きませんでした	今のお話の中で花はどうなったかな？	もし雨が降っていたら、花はどうなっていたかな？
12. 鳥がタマゴを産みました	①鳥はタマゴをあたためました	鳥の赤ちゃんが生まれました	今のお話の中で鳥の赤ちゃんはどうなったかな？	もし鳥がタマゴを温めなかったら、鳥の赤ちゃんはどうなっていたかな？
	②鳥はタマゴをあたためませんでした	鳥の赤ちゃんは生まれませんでした	今のお話の中で鳥の赤ちゃんはどうなったかな？	もし鳥がタマゴを温めていたら、鳥の赤ちゃんはどうなっていたかな？

というものだった。

反事実質問が終わった後、「お姉さんのクイズはこれで終わりです、ありがとう」と言い、実験終了とした。そして、もとの遊びに自然に戻れるように配慮した。

結果

本研究では、130名の幼児を対象に実験を実施した。実験者の指示が理解できない、質問に十分に返答できないなど、実験の継続が困難であった3名を除外し、年少児43名、年中児37名、年長児48名の計127名を分析対象とした。はじめに、各年齢および領域に

よる反事実質問の得点への影響について、分析した結果を示す。最後に、回答の理由づけも得点に加え、年齢および領域による反事実的推論の得点への影響を分析した結果を示す。

表4 各年齢・領域における反事実質問得点の記述統計量

年齢	領域	<i>N</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>
年長児	物理	48	1.73	0.64
	心理	48	1.93	0.14
	生物	48	1.73	0.57
年中児	物理	37	1.54	0.73
	心理	37	1.89	0.39
	生物	37	1.49	0.65
年少児	物理	42	1.21	0.84
	心理	42	1.29	0.80
	生物	42	1.10	0.82

各年齢および領域による反事実質問の得点への影響

年齢および領域による反事実得点への影響を調べるため、年齢および因果関係の領域を独立変数、反事実質問の得点を従属変数とした2要因分散分析を行った。なお、反事実得点への得点化は、結果記憶質問に正答した上で、反事実的質問に正答した場合（原因事象が異なっていた場合の結果状態に言及）に1点を与え、それ以外の場合を0点とし、3つの領域それぞれでの合計点を算出する方法で行った。記述統計を表4に示す。

分散分析の結果、交互作用は有意でなく ($F_{2,248} = 0.89, p = .470$, 偏 $\eta^2 = 0.014$), 年齢の主効果が有意であり ($F_{2,248} = 17.72, p < .0001$, 偏 $\eta^2 = 0.222$, $power = 1.000$), また、領域の主効果も有意だった ($F_{2,248} = 10.32, p < .0001$, 偏 $\eta^2 = 0.077$, $power = 1.000$)。参加者間 *t* 検定を用いて多重比較を行い、Benjamini and Hochberg(1995)の方法によって *p* 値を調整し有意性を判定した ($\alpha = 0.05$, 両側検定)。その結果、年齢において年長および年中の反事実的推論得点の平均が、年少より有意に高く (each *adjusted p* < .0001), さらに年長は年中より有意に高かった (*adjusted p* = .039)。同様に、領域において心理領域の反事実的推論得点の平均が、物理 (*adjusted p* = .002) および生物領域 (*adjusted p* < .0001) より有意に高く、物理領域と生物領域における平均の差は有意でなかった (*adjusted p* = .402)。

なお、参加者内誤差について球面性検定の結果は有意でなく (*Mauchly's W* = 0.995, $p = .75$), また参加者間誤差についてバートレット検定の結果は、物理 ($p = .208$) および生物領域 ($p = .056$) では有意に至らなかったが、心理領域では有意だった ($p < .0001$)。

理由づけ得点を加えた各年齢および領域による反事実質問の得点

反事実的推論において、結論に至るまでのプロセスを示す理由づけ質問の得点を加えた場合の、年齢および領域による反事実得点への影響を調べるため、年齢および因果関係の領域を独立変数、反事実質問の得点を従属変数とした2要因分散分析を行った。ここでの理由づけ得点を加えた反事実得点は、結果記憶質問、反事実的質問の両方に正答した上で、理由づけ質問に正答した場合に2点、結果記憶質問に正答した上で、反事実的質問に正答した場合に1点、それ以外の場合を0点とし、3つの領域それぞれでの合計点を算出した。記述統計を表5に示す。

表5 理由づけを加えた反事実質問得点の記述統計量

年齢	領域	<i>N</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>
年長児	物理	48	2.88	1.30
	心理	48	3.56	0.74
	生物	48	3.00	1.22
年中児	物理	37	2.49	1.50
	心理	37	3.30	1.02
	生物	37	2.24	1.09
年少児	物理	42	1.81	1.45
	心理	42	2.02	1.46
	生物	42	1.69	1.41

分散分析の結果、年齢×領域の交互作用が有意傾向だった ($F_{2,248} = 2.191, p = .071$, 偏 $\eta^2 = 0.034$, $power = 0.996$)。

年齢×領域の交互作用が有意傾向だったので、有意水準 $\alpha = 0.15$ として単純主効果検定を行った。その際、参加者間効果の検定には水準別誤差項、また参加者内効果の検定にはプールされた誤差項を用いた。 p 値の調整はいずれも Benjamini and Hochberg(1995)の方法による。

その結果、年齢の単純主効果は、物理領域 ($F_{2,124} = 6.462$, $adjusted p = .003$, 偏 $\eta^2 = 0.094$)、心理領域 ($F_{2,124} = 24.060$, $adjusted p < .0001$, 偏 $\eta^2 = 0.280$)、生物領域 ($F_{2,124} = 12.468$, $adjusted p < .0001$, 偏 $\eta^2 = 0.167$) で有意だった。また、領域の単純主効果は、年少児において有意でなかったが ($F_{2,248} = 1.446$, $adjusted p = .238$)、年長 ($F_{2,248} = 6.796$, $adjusted p = .002$, 偏 $\eta^2 = 0.052$) および年中 ($F_{2,248} = 15.436$, $adjusted p < .0001$, 偏 $\eta^2 = 0.111$) においては有意だった。 t 検定 ($\alpha = 0.05$, 両側検定) を用いた多重比較に

よると、領域について、物理領域における年長児と年中児の反事実得点の平均の差は有意ではなかったが (*adjusted p* = .211), 年長児は年少児に比べ平均得点が有意に高く (*adjusted p* = .002), 年中児は年少児よりも平均得点が高いが、有意傾向だった (*adjusted p* = .053)。また、心理領域における年長児と年中の反事実得点の平均の差は有意ではなかったが (*adjusted p* = .273), 年長児と年中児は年少児に比べ、平均得点が有意に高かった (*each adjusted p* < .0001)。さらに、生物領域において、年中児は年少児に比べ反事実得点の平均は高いが有意傾向だった (*adjusted p* = .052) が、年長児は年中児 (*adjusted p* = .010) および年少児 (*adjusted p* < .0001) に比べ、平均得点が有意に高かった。

年齢について、年長児における物理領域と生物領域の反事実得点の平均の差は有意ではなかったが (*adjusted p* = .491), 心理領域は物理領域および生物領域に比べ、平均得点が有意に高かった (*each adjusted p* < .0001)。また、年中児における物理領域と生物領域の反事実得点の平均の差は有意ではなかったが (*adjusted p* = .299), 心理領域は物理領域 (*adjusted p* = .002) および生物領域 (*adjusted p* < .0001) に比べ、平均得点が有意に高かった。

考察

本研究では、現実的因果関係に基づいて、それとは異なる仮定の因果関係を推論する反事実的推論に焦点を当てて研究した。参加児には、PC を使って初期状態→原因事象→結果状態からなる因果関係の物語を視聴させた後、原因事象が異なっていたらどうなるかという反事実的推論をしてもらった。さらにその解答をどのように考えたのかを尋ね、結論に至るまでのプロセスについても検討したところ、以下のことが明らかになった。

反事実的推論への因果関係の領域の影響

現実的因果関係に基づいて、それとは異なる仮定の因果関係を推論する反事実的推論を、物理・心理・生物の3つの領域別に比較したところ、心理は物理および生物に比べて反事実得点が有意に高く、物理と生物の間に有意な得点の差はみられなかった。また、反事実的推論の結論へのプロセスも考慮し、検討したところ、年少から年中にかけて心理領域で得点が大きく伸びていた。また、年中から年長にかけての生物領域における得点の伸びも大きかった。

まず、生物領域の発達について考える。Goswami (1998/2003) によると、ヒトは生物と無生物の違いを生後早い段階から区別している。それは、われわれが生活していく中で自分以外の生物には特別な注意を払わなければ、生命の維持が困難になるからである。このように生物領域の発達は我々にとって極めて重大なものである。

生物領域の発達と関連するものとして、素朴生物学がある。これは、様々な知識や概念の説明的枠組みである素朴理論の中核領域をなすものである。稲垣・波多野 (2005) や、他の多数の研究は、5歳頃に素朴生物学が獲得されると報告している。素朴理論や素朴生

物学自体は国際的にも高く評価されており、発達研究に深く浸透している。生物概念の研究の初発において、稲垣（1995）は、4歳から6歳の幼児がすでに心理学の枠組みではなく、生物学の枠組みで生物に関する世界をとらえていることを主張している。言い換えれば、生物領域は領域固有性が強く、他の領域と関連せず独自に発達していくのである。

次に、心理領域と物理領域の発達について考える。Tomasello（1999 / 2006）は、心理領域の発達の後に物理領域が成立することを主張している。彼によれば、生後9か月に他者の意図を読み取る萌芽的な能力ができあがる。その後、心の理論の発達と関連しながら他者の意図の読み取りが洗練していく。他者の意図の読み取りは、霊長類の中でヒトにしかできない能力とされている。心理領域の例として、大きな熊が来る（先行事象）⇒マイケルが逃げる（後行事象）といった場面を見た時に、ヒト以外の霊長類は先行事象と後行事象を結びつけることしかできない。しかしながら我々ヒトは、目に見えない意図を読み取る能力を身に着けている。このため、先行事象と後行事象の間に介在するもの、ここでは“恐れ（力：force）”といった心理面の変化が後行事象に影響を及ぼすという理解が可能になる。このような心理領域の理解が可能になった後、それを基礎にして物理領域の理解に適用できるようになる。物理領域の例として、風が吹く（先行事象）⇒りんごが落ちる（後行事象）が挙げられる。ヒトの場合は意図を読み取る能力を基盤としているため、物理領域に対して先行事象と後行事象の間に介在する見えないメカニズムを想定することが可能となる。ここでは、風が枝に“力”を与えることが後行事象に影響を及ぼすことが理解できるようになる。この理論では、ヒト固有の能力が心理領域を成長させ、それを下地にして物理領域の理解が可能になる。このように、目に見えない意図を読み取る能力が、いずれ物理的な現象のメカニズムの理解を可能とするのである。このTomaselloの理論の中には、生物領域は含まれていない。

ここまでをまとめると、生物は生物として個別に領域を発達させていく。ただし心理は最初に発達を遂げ、それをベースにして物理を成立させる。つまり、心理と物理は発達に順序性があり、相互に関連していると考えられる。そのため、物理および生物領域において反事実的推論の得点に差がみられなかったと考えられる。

反事実的推論のプロセスの考慮を含めた場合のみ、年中児から年長児において生物領域の得点がのびたのは、独自に発達する生物領域も幼児期に発達するためだと考えられる。稲垣・波多野（2005）は、幼児の素朴生物学特有の因果的説明である生氣論的因果の存在を示している。生氣論的因果とは、人間のような自律的に活動するという特徴を臓器などに割り当てた因果的説明をすることである。この研究では、素朴生物学を獲得する前の子どもは“息をして空気を吸い込むのはどうしてか”という問いに対して、“自分がさっぱりした気持ちになりたいため”という意図的因果による説明を好むことが示されている。それに対して、素朴生物学を獲得する過程である5歳、6歳児は、同じ問いに対して、“胸のところが吸い込んだ空気から元気がでる力を取り入れるため”という生氣論的因果を好む

傾向があることを示した。年齢が高い子どもや大人は“肺で酸素を取り入れ、いらなくなった炭酸ガスと取り替えるため”という機械論的因果を好むこともわかっている。素朴心理学の獲得過程である年中児と年長児の間で、理由づけ質問を考慮した分析で見られたのは、年中児、年長児共に因果関係は理解できているが、その理由を生気論的因果のように、子どもなりに生物的な因果関係を理解しているか、意図的因果で理解しているかの違いが表れたためと考えられる。

反事実的推論における因果関係の年齢の影響

現実的因果関係に基づいて、それとは異なる仮定の因果関係を推論する反事実的推論を、年長・年中・年少の3つの年齢別に比較したところ、年長児は年中児および年少児に比べ、また年中児は年少児に比べ反事実的推論得点が有意に高かった。この結果は、多くの先行研究と同様であり、幼児期において、反事実的推論が発達しているといえるだろう。また、年少児でも反事実的推論がある程度は可能であることも示された。今回の実験では、3歳から6歳までの子どもを対象に課題を行ったが、3歳から5歳にかけては、心の理論が成立する時期でもある。幼児期における、反事実的推論と心の理論の関係を考えると、やはり反事実的推論を遂行する能力が発達するということがいえるだろう。

教育的な意義

まず、障がい児教育に対する意義である。他者の意図の読み取りは、自閉症スペクトラム障害 (Autism Spectrum Disorder) が困難とする点である。この点は、言語や論理的思考の発達の遅延と関連すると推測される。本研究の結果は、ASD の子どもに知的障害が伴いやすいことを領域固有の知能論から説明可能としている。これは、彼らに対する教育方法を考える際の理論的な根拠の一つとなりうる。

次に、初等・中等教育に対する意義である。反事実的推論は、伝統的な Piaget の知能の発達理論では、13歳以降の形式的操作段階に至る必要があるとされてきた。それは、目の前にない仮定の事項を論考する推論能力だからである。しかしながら、課題内容や教示を工夫すれば、[A]ならば[B]、[A]でなければ[?]といった仮定の推論が可能なことを支持する結果を呈している。この結果は、論理的思考の幼小接続、小学から中学に向けて課題内容や教示がどのように変化すると、仮定の推論が困難になるか解明する手掛かりとなりうる。

今後の課題

今回の実験では、反事実的推論の結論に至るまでのプロセス（論拠）も考慮した上で幼児期の反事実的推論能力について検討した。その方法として、反事実的質問をした後に、その回答を導きだした理由について質問をするというものを用いた。しかし、この方法であると、反事実的推論の能力以外の言語面の能力が関わってきてしまう可能性が考えられる。言語発達の過程である幼児期においては、言語報告以外の方法で、反事実的推論について正確に示すことのできるものが必要であろう。

また、今回の実験では、反事実的推論において物理・心理・生物の各領域の発達については明らかになったが、領域固有性の詳細については明らかになっていない。ピアジェ以後の認知発達の研究では、ほぼ全ての研究者が領域固有性を支持している。ただし、それは幾つかの見解にわかれる。Kamilof-Smith (1992/1997) は、少なくとも推論のモジュール性を仮定している。一方、Greenfield (1991) は、生後間もない乳児の精神は、むしろ領域普遍的で汎用的な学習が行われていることを主張している。この点についてはさらに検討していく必要があるだろう。

最後に、様々な認知発達と関わっている反事実的推論は、幼児期のみならず、成人期においても重要であると言える。人工知能などが発展している現代において、ヒト以外では理解することのできない、出来事と出来事の間を介在するものを扱うことは、これから先の新たなヒトの可能性を考えるものになるだろう。

引用文献

- Beck, S. R., Robinson, E. J., Carroll, D. J., & Apperly, I. A. (2006). Children's thinking about counterfactuals and future hypotheticals as possibilities. *Child Development*, 77, 413-426.
- Benjamini, Y. & Hochberg, Y. (1995). Controlling the Discovery Rate: A Practical and Powerful Approach to Multiple Testing. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 57, 289-300.
- Dias, M. G., Harris, P. L. (1988). The effect of make-believe play on deductive reasoning. *British Journal of Developmental Psychology*, 6, 207-221.
- Drayton, S., Turley-Ames, K. J., & Guajardo, N. R. (2011). Counterfactual thinking and false belief: The role of executive function. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108, 532-548.
- German, T. P., & Nichols, S. (2003). Children's counterfactual inferences about long and short causal chains. *Developmental Science*, 6, 514-523.
- Goswami, U. (2003). 子どもの認知発達 (岩男卓実・上淵 寿・古池若葉・富山尚子・中島伸子, 訳). 新曜社. (Goswami, U. (1998). *Cognition in children*, Psychology Press.).
- Greenfield, P. M. (1991). Language, tools and brain: The ontogeny and phylogeny of hierarchically organized sequential behavior. *Behavioral and Brain Science*, 14, 531-595.
- Guajardo, N. R., & Turley-Ames, K. J. (2004). Preschools' generation of different types of counterfactual statement and theory of mind understanding. *Cognitive Development*, 19, 53-80.
- Harris, P. L., German, T., & Mills, P. (1996). Children's use of counterfactual thinking in

causal reasoning. *Cognition*, 61, 233-259.

稲垣佳世子 (1995). 生物概念の獲得と変化: 幼児の「素朴生物学」をめぐって 風間書房

稲垣佳世子・波多野誼余夫 (2005). 子どもの概念発達と変化 共立出版

Kamiloff-Smith, A. (1997). 人間発達の認知科学 —精神のモジュール性を超えて (小島康次・小林好和, 監訳) ミネルヴァ書房 (Kamiloff-Smith, A. (1992). *Beyond modularity: A developmental perspective on cognitive science*. Cambridge, MA: MIT Press.)

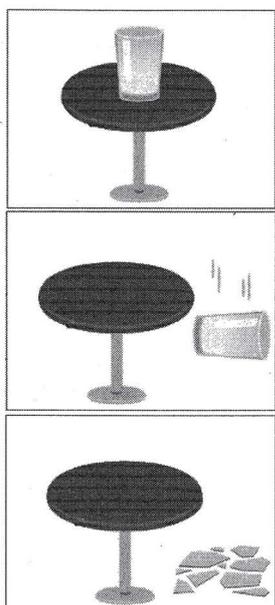
楠見 孝 (1996). 帰納的推論と批判的思考 市川伸一(編) 思考 (pp.37-60) 東京大学出版会

楠見 孝 (2011). 認知・言語 京都大学心理学連合(編) 心理学概論 (pp.127-154) ナカニシヤ出版

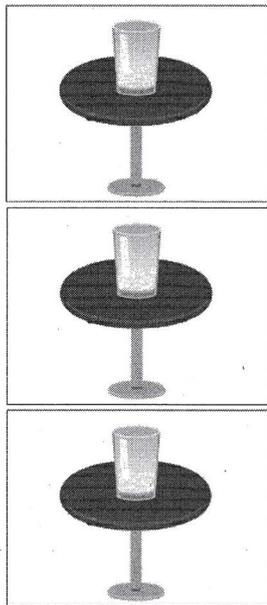
中道圭人 (2011). 幼児の反事実的因果関係の領域が及ぼす影響 発達心理学研究, 3, 228-239.

Tomasello, M. (2006). 心とことばの起源を探る: 文化と認知 (大堀壽夫・中澤恒子・西村義樹・本田 啓, 訳). 勁草書房. (Tomasello, M. (1999). *The cultural origins of human cognition*. London: Harvard University Press.)

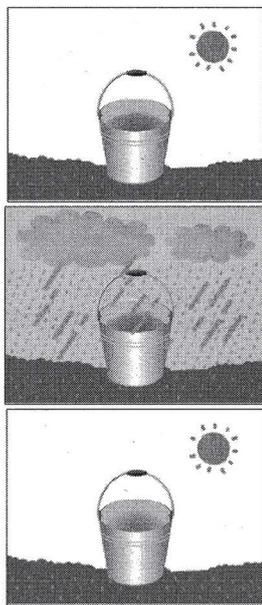
資料 物理領域で用いた図版



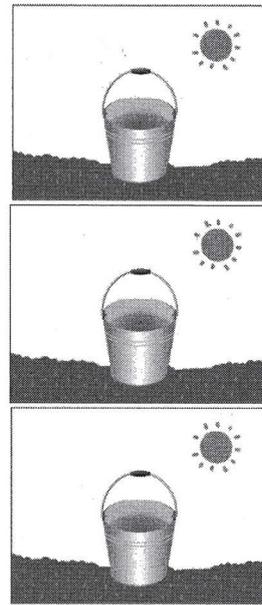
1 - ①



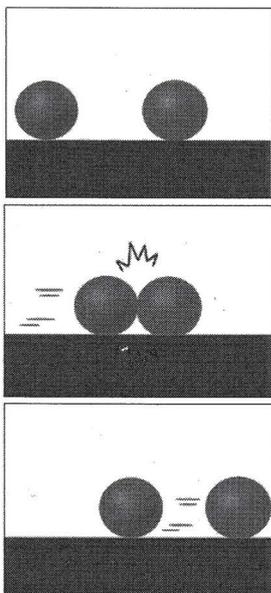
1 - ②



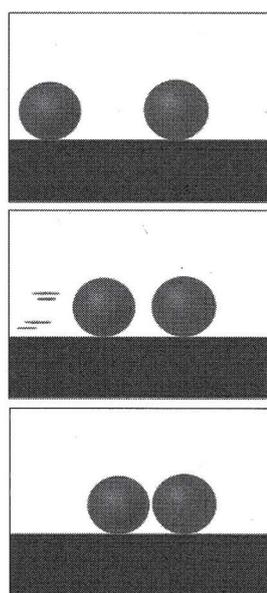
2 - ①



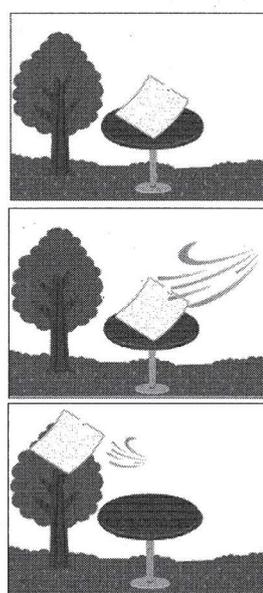
2 - ②



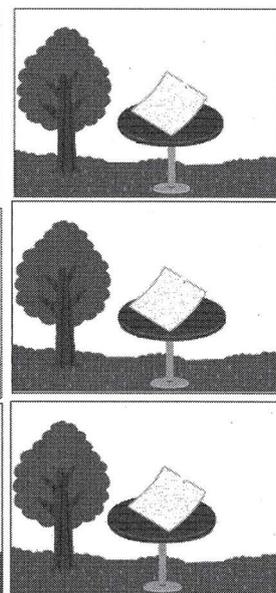
3 - ①



3 - ②

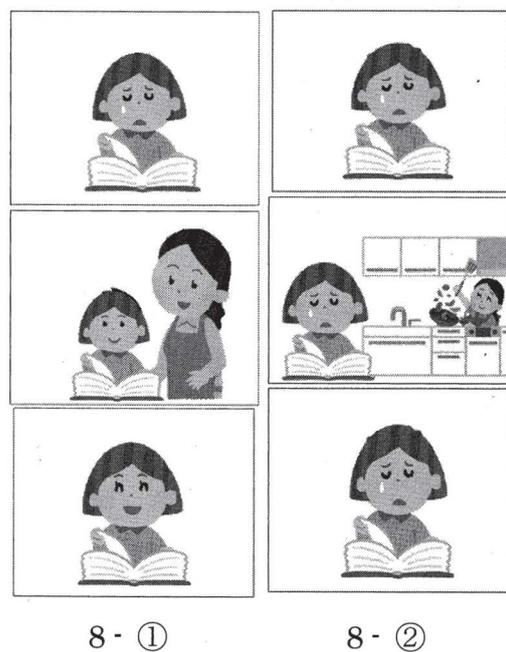
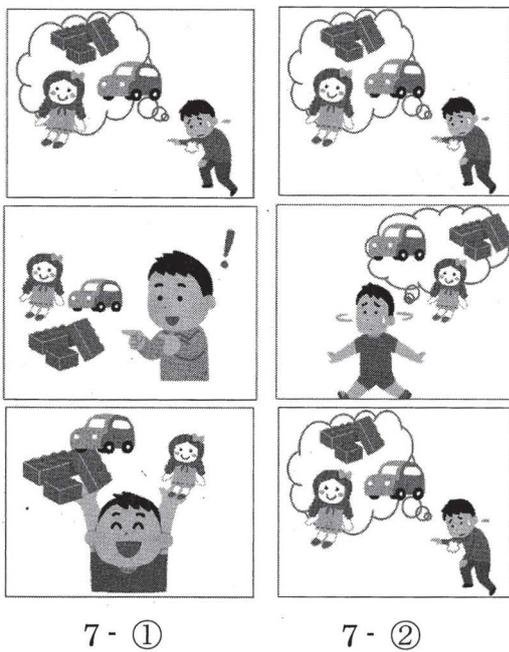
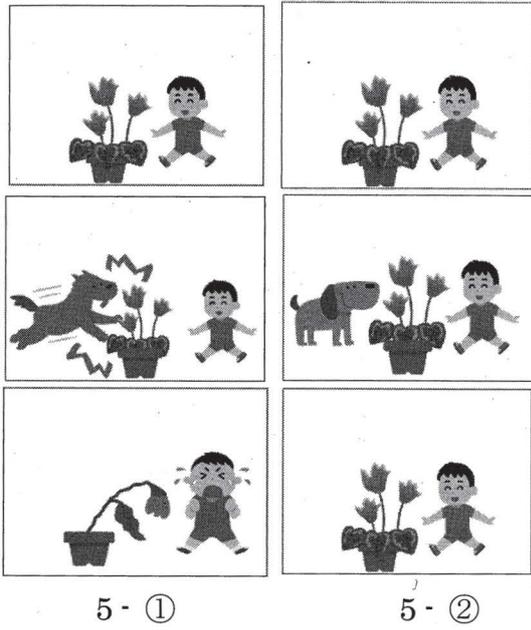


4 - ①

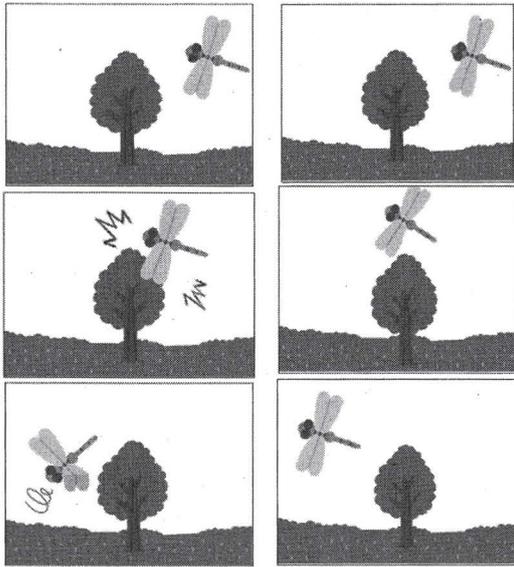


4 - ②

資料 心理領域で用いた図版

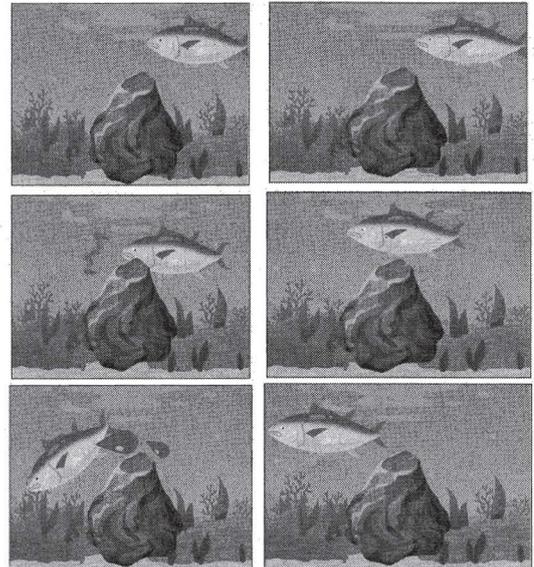


資料 生物領域で用いた図版



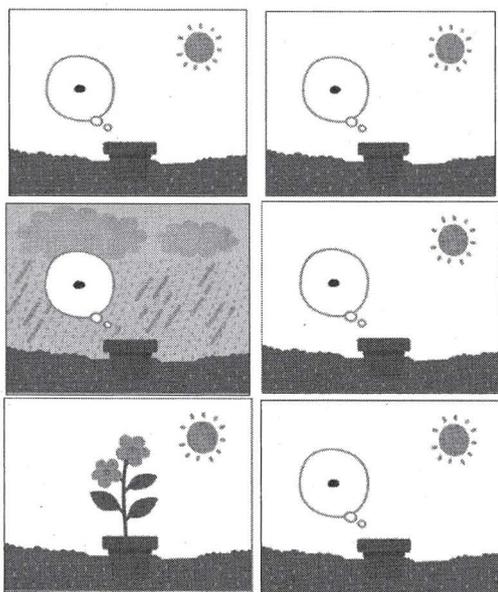
9 - ①

9 - ②



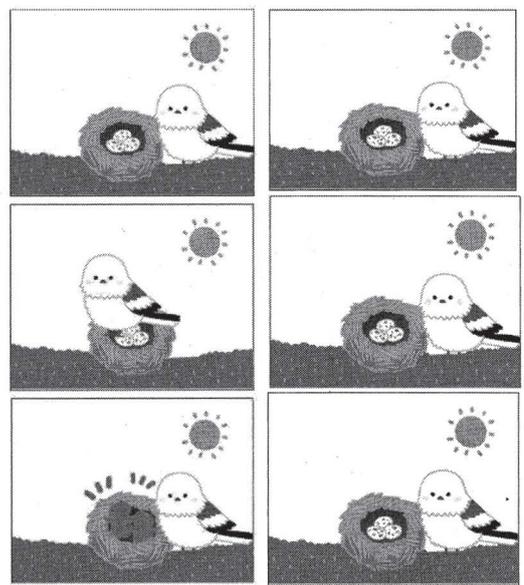
10 - ①

10 - ②



11 - ①

11 - ②



12 - ①

12 - ②