

正の強化は強化された反応を強化しない？¹⁾

: Win-StayからWin-Shiftのストラテジ獲得の発達的变化

Positive reinforcement does not necessarily reinforce the response reinforced?
: Development of a strategy from Win-Stay to Win-Shift.

吉野 俊彦²⁾

Toshihiko YOSHINO

吉野 智富美³⁾

Chifumi YOSHINO

Abstract

Behavioural contingencies are a key concept in behaviour analysis. When a response is positively reinforced, the future probability of the response occurrence is enhanced. This rigorous principle might not be applied in some cases, for example, foraging behaviour. Animals may employ a win-shift instead of a win-stay strategy even though the foraging behaviour is positively reinforced. Some settings with discrete trials can also be considered as these exceptions. When a choice of one of two, left and right, alternatives are reinforced in discrete trials, the probability of reinforcement is .5 for either left or right choice. Because of gambler misconception, the win-shift strategy may be employed in this situation. Such cognitive biases as gambler misconception or conception of probability may be developed over the years. This study explored if the young children in nursery school employ a win-shift strategy during the discrete trials where they were asked to choose a left or right alternative for a reward. The difference in performance between boys and girls was also investigated. The experimental study with six boys and four girls' participants in each of three year-term showed that children during nursery school years tend to obtain the win-shift strategy, and girls tend to do so earlier than boys. Further, it is necessary to conduct a within-participant study or a longitudinal study, considering the developmental difference among participants.

キーワード: 行動随伴性, Win-stay, Win-shift, 認知発達, 確率概念

生体が自発するある反応に好子 (positive reinforcer, 提示型強化子) が随伴して生じる時, その反応は同じ状況であれば将来的に生起確率が高くなる。この正の強化 (positive reinforcement, 提示型強化, 好子出現による強化) は, オペラント条件づけにおける行動随伴性の中核概念の一つである。例えば左右に2つの選択肢が準備されている状況で, 左を選択することで好子が得られれば, 同じ左右に2つの選択肢がある状況が再現されたときに左を選択する確率が高いということになる。

けれども, 行動随伴性の正の強化の枠組みがあてはまらない場合がある。たとえば, 動物の採餌行動における選択方略として, win-shift が採用されることが知られている (Olton, 1979; Bonnet-Lebruna, Collet, & Phillips, 2021)。複数の餌場があるときに, ある餌場を選択した動物は, 次の採餌場面においてそれ以外の餌場を選択する。このような, ある選択反応が強化されると, 同じ選択でなく別の反応を選択することをwin-shiftと呼ぶが, 短期

的に見た場合, 行動随伴性によって選択の移行を説明できない。

APA (2022) によれば, win-shift, lose-stay strategy (以下, win-shiftストラテジ) は, 「弁別学習における, 心的・行動的ストラテジでは, 生体が報酬を得られる限りは同じ反応をし続けるが, 報酬が得られないと反応を変化させる。win-shiftストラテジはその逆, 報酬が得られると反応を変化させて, 報酬が得られないとその反応を続けること」と定義される。また, Bostow & Murdock (2022) は, Strategyの定義において, 刺激, 反応および・またはその結果の関係が試行間や条件間で一定でなく, 様々である高次の弁別オペラントであれば, それぞれの状況ごとに適切なストラテジが異なっている場合があり, そのひとつの例として挙げられるのがwin-shiftストラテジ (好子が得られる度に選択を変化させる) であり, 「2つの選択肢が変動時隔 (Variable-Interval以下, VI) スケジュールによって強化されている場合に効果的である」と説明されている。

1 この研究の一部は, 日本行動分析学会第31回大会 (吉野・吉野, 2013) で発表された。 2 本学大学院心理臨床学専攻教授

3 ABAサービス&コンサルティング代表 本実験に参加して下さった参加児, その保護者, また幼稚園の先生方に感謝します。

Bostow & Murdock (2022) が言及する、効果的な、つまり強化率や強化量を最大化するストラテジが異なる状況とはどのような場面だろうか。個々の反応に働く行動随伴性が、強化された場合にその反応をし続けたり、消去されたり弱体化されたりした場合にその反応をしなくなるのが有効でない場面とはどのような場面だろうか。採餌行動を考えれば、一つの餌場を選択する行動は、その餌場において好子である餌を取り尽くしてしまえば、次の機会にその餌場を選択しても好子が得られない、つまり消去されることになる。Win-Shiftというストラテジは、それ自身が備わっている可能性は否定できないものの、消去によって生じる消去誘発性行動変動の一つであると考えられることができるだろう。

オペラント条件づけの枠組みで考えられる場面は、Bostow & Murdock (2022) が指摘するVIスケジュールで2つの選択肢が強化されている並立 (concurrent以下, conc) VI, VIスケジュールである。Conc VI, VIスケジュールは選択行動を研究する基本的な場面として採用されてきた (たとえば, Davison & McCarthy, 1988)。Win-shiftストラテジがconc VI, VIスケジュールで有効であるのは、このスケジュールが持っている性質に基づいている。Conc VI, VIスケジュールでは、一方の選択肢への反応に従事している場合でも、他方の選択肢での強化スケジュールは進行しているために、切り替え反応が強化される確率が高くなる。とりわけ、VI, VIスケジュールのサイズ値が小さい場合には、一方への反応に従事している間に、他方への反応は強化条件を満たしやすくなるために、切り替え反応はほぼ常に強化されてしまう。そのために切り替え反応が、設定されたそれぞれの選択肢への強化率と関係なく、強化されやすくなる (例えば, Herrnstein, 1961; Shull & Pliskoff, 1967)。こうした切り替え反応が強化されやすい条件では、win-shiftストラテジが有効になると考えられる。

選択行動、つまり複数の選択肢間の相対的な強化率の関数として、どのように相対的な反応率が記述・予測できるかを検討した実験では、そのために、初期段階から、一方の選択肢から他方の選択肢に選択を切り替えた際に、切り替え反応後に1.5sの強化遅延手続き (changeover delay: 以下, COD) が設定されていた (例えば, Herrnstein, 1961)。CODを導入することによって、2つの選択肢への強化配分と反応配分との関数関係を検討が可能となったのであ

る。

切り替え反応を不当に強化しないための手続きとしては、CODだけでなく、切り替え反応に迂回 (travel) のコストを課したり (Baum, 1982)、切り替え反応を電撃によって弱体化したり、ブラックアウトの手続きを導入するなどの実験も行われた (Todorov, 1971)。これらはWin-shiftストラテジを有効でなくすることで、研究の目的である2つの選択肢間の強化や弱体化の配分と反応配分との関数関係を明らかにしていた。

また、放射状迷路 (Olton & Samuelson, 1976) を用いた実験場面でも同様にwin-shiftストラテジが有効であり、また、典型的には8つ程度の選択肢のうち選択済みかどうかの記憶研究の状況として用いられることもある (例えば, 王・田中・谷内, 2021; 谷内・坂田・上野, 2013)。

こうした一連の研究は、一般的対応法則 (Baum, 1974) という果実をもたらしたが、採餌行動の場面であってもフリーオペラント事態における研究である。離散試行の場合、つまり2つの選択肢間での選択が、前後の試行とは独立して強化が設定されているような場合は、一般的対応法則では説明できない。例えば、スペードとハートそれぞれ13枚ずつのトランプをシャフルして左右2つの山に分けて、左右どちらかの山から一番上に置かれているカードを引いて、それがハートであればポイントが獲得できるとしよう。そして試行ごとにすべてのトランプをシャフルしなおして同じことを繰り返すとしよう。このような場合であれば、win-stayストラテジであっても、win-shiftストラテジであっても、強化される確率は常に.5と同じである。

同じような状況に、1枚のコインを示した後、どちらかの手に隠して、左右どちらの手に入っているかを当てさせるゲームがある。コインを隠す手をランダムに左右に振り分けた場合、強化される確率はどちらのストラテジを採用したとしても.5で等しい。もし、コインを隠す手をランダムでなく、ずっとどちらか一方に決めた場合にはwin-stayストラテジが有効である。このとき、ギャンブラーの誤謬またはモンテカルロの誤謬 (Tversky & Kahneman, 1971; 1974) があるとすれば、win-stayストラテジが有効であっても、win-shiftストラテジが採用されると考えられる。

Fischbein & Schnarch (1997) は、こうした確率についての認知バイアスが年齢とともに必ずしも小

さくならないことを示している。彼らは、10-11才、12-13才、14-15才、16-17才各20名、および大学生18才を対象として複数の確率についての問題への正答率と誤謬 misconception の変化を検討した。例えば、6つの数字を選ぶくじで、1, 2, 3, 4, 5, 6という連続した数字を選んだ場合と、39, 1, 17, 33, 8, 27のようなランダムな数字を選んだ場合とで、どちらが当たる確率が高いかを選ぶ問題では、等しいという正答を選択した割合は30から78%と年齢が上がるにつれて高くなった。一方、2つのサイコロを同時に振った時、5と6が出る場合と6と6が出る場合でどちらの確率が高いかを選ぶ問題では、正答である5と6を選択した割合は、順に15, 20, 10, 25, 6%, また誤謬であるどちらも等しいと解答した割合は70, 70, 75, 75, 78%と年齢が上がるについて若干上昇した。また、コイントスを3回行って3回とも表が出た次に同じコイントスを行ったときに、表が出る確率を尋ねた問題では、どちらも同じと正答した割合は40, 55, 70, 90, 94%, 裏が出る確率よりも小さいと誤答した割合は、35, 35, 20, 10, 0%と低下した。このように、こうした認知バイアスは問題のタイプによって年齢とともに変化する可能性がある。

オペラント条件づけの事態でも、年齢とともにパフォーマンスが変化することがわかっている。固定時隔 (Fixed Interval: 以下, FI) 強化スケジュールではスカラップ、固定比率 (Fixed Ratio) 強化スケジュールではブレイク・アンド・ランという特徴的な反応を示す (Ferster & Skinner, 1957; Reynolds, 1968)。これらはラットやハトに典型であるだけでなく、1才未満の乳児でも同様にFIスケジュールでスカラップが得られている (Lowe, Beasty, & Bentall, 1983)。けれども、より年長の子どもや大人では、設定された時間間隔が経過して1度反応するだけのパターンが観察されており、両者を分ける要因が言語であると考えられている (Lowe, 1979)。一方で、言語を持たない乳児であっても、そのような反応パターンを強化することが可能であることも示されている (Darcheville, Rivière, & Wearden, 1992; 1993)。言語発達がそれを分ける理由かどうかは措いても、典型的なオペラント条件づけの反応パターンにおいても発達的な変化が示されてきた。

確率概念の認知発達について、Piaget & Inhelder (1951) は確率概念の認知発達過程を3つに分け、

前操作期では確率概念は未発達としていた。けれども、近年の研究によれば、確率概念はより早くから発達していることが示唆されている。たとえば、Kushnir & Gopnik (2005) は、4才から6才の幼児が生起頻度の確率的要素を考慮して因果関係を判断する傾向を報告している。また、Girotto & Gonzalez (2008) は3才から5才の幼児が事後確率について理解している可能性があること、さらにはGirotto, Fontanari, Gonzalez, Vallortigara, & Blaye (2016) は言語的に確率概念を説明できなくても選択課題をうまくこなすことができることを示している。

Win-shiftストラテジは、生得的な行動傾向 (津田・今田, 1989) や短期記憶 (谷内・山田, 2012)、また囚人のジレンマ課題 (Nowak & Sigmund, 1993) などとの関連でも扱われてきた。けれども、幼児の認知発達や行動分析学の文脈での研究はなされてこなかった。また、win-shiftストラテジはギャンブラーの誤謬や確率概念とも関連している。そこで、本研究では、離散試行の2肢選択場面において、一方のみの選択肢に好子を設定して、定型発達と考えられる幼稚園児が、どのような選択方略を採用するかを検討する。前述のように、左右の選択によって好子がランダムに設定された場合に得られる確率は.5であるが、ここでは一方の選択肢だけに好子を設定することで、選択方略の変動を明確に捉えることができると考えられる。より具体的には、1) win-stay やlose-shift 以外の選択方略の採用において、年少から年長までの年齢によって違いがあるか、また、2) その選択方略に性差があるかどうかを検討することを目的とする。

方 法

場所 関西圏A市内の私立幼稚園内の遊戯室で実施した。

参加児 関西圏A市内の私立幼稚園に通う、年少児、年中児、年長児それぞれ10名 (それぞれ男児6名、女児4名) が参加した。あらかじめ幼稚園長に実験の趣旨と実験参加に必要な時間が5分程度であることを説明し、それぞれの保護者が協力してもよいと回答した児であった。すべての児は、実験開始までの健診等で発達障害などの診断を受けていなかった。年少 (Y)、年中 (M)、年長 (O) と男児 (B)、

女兒（G）を組み合わせて6つのグループ（以下、YB, YG, MB, MG, OB, OG）とした。

手続き 個別実験で実施した。それまでに面識のなかった女性実験者（以下、E）と参加児（以下、P）とが、Figure 1のようにテーブルを挟んで向かい合って着席し、男性記録者がEの左後方に別のテーブルを置いて着席した。まず、Eは6つのスタンプからPに好きなものを選ぶように教示した。Pが選択したスタンプを2肢選択場面における好子として用いた。

2肢選択場面では、EがPの前でスタンプを見せながらどちらに入ったかがわからないように右手または左手に握って「どっちかな」と言い、Pに選ばせた。Pが選択した方にスタンプがあった場合にはPの前に置いた紙にひとつずつ押印した。これを持って1試行として、離散試行で10試行を行った。それぞれのPにおいて、10試行ともどちらか一方、すなわち右手（または左手）のみにスタンプを握った。左右どちらを強化選択肢としたかは、各年齢、性ごとにカウンターバランスをとった。

2肢選択場面における第1試行は、左右50%ずつがチャンスレベルであった。第2試行以降の選択を前試行と同じか異なったか、好子が得られたかどうかによって、win-stay, lose-shift, win-shift, lose-stayの4つに分類した。以下、前2者を、前試行で好子が得られた選択を続けること、好子が得られなかった（消去された）のとは異なる選択をすることから随伴性志向、後2者を、前試行で好子が得られたのとは異なる選択をすること、消去された選択を続けることから非随伴性志向反応と呼ぶ。

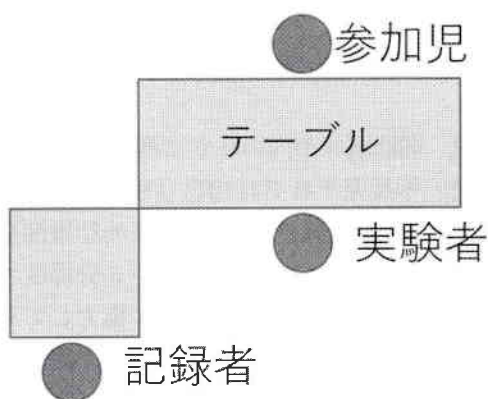


Figure 1 参加児、実験者、記録者の着席状況

結果

すべての参加児が、初対面のための逃避や泣きわめきなどの行動を示さず、スタンプの選択から最後の試行まで3分以内でセッションを終了した。

年少、年中、年長グループ別に、Table 1から3の上表に、各参加児が左右どちらを選択して強化選択だったか（W, 以下獲得）、そうでなかったか（L, 以下失敗）を、下表に第2試行以降の選択が、4つの分類のうちどれに相当したかを示した。但し、win-stayについては空欄とし、随伴性志向であるlose-shiftは斜体で、随伴性非志向は網掛けで示した。すなわち、空欄や斜体が多いほど随伴性志向、網掛けが多いほど随伴性非志向を示している。

参加児ごとに、第2試行から第10試行のうち何試行が強化選択であったかも示した。これらの9試行のうち何試行が強化選択であったか、つまり強化数について、年齢および性別の平均と標準誤差をFigure 2に示した。これによると、男児ではその平均値が8.3から7.3へ、女児でも7.5から6.3と年齢が上がるにつれて下がっていること、またどの年齢でも男児のほうが女児よりも強化数が高くなっていた。年齢と性を要因とした2要因の分散分析を行ったところ、年齢 ($F(2,24) = 1.255, p = .303$)、性 ($F(1,24) = 3.366, p = .079$)のいずれの要因も有意でなく、また交互作用も有意でなかった ($F(2,24) = 0.060, p = .942$)。

第2試行から第10試行までを3試行ずつの3つのブロックに分けて、年齢及び性別ごとの4つの反応タイプの出現率の変化をFigure 3に示した。年少男児（YB）6名のすべて、および年少女児（YG）4名のうち2名では第5試行以下がすべてwin-stayであった。その数は、年中男児（MB）6名のうち

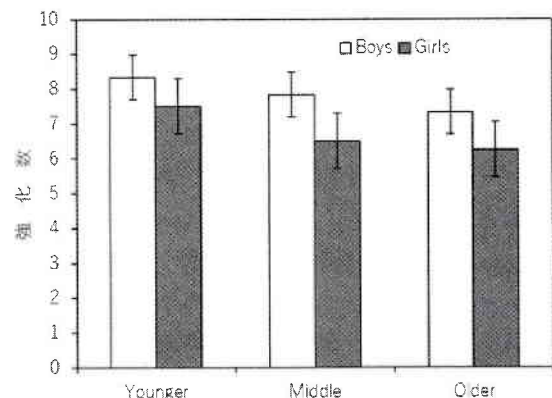


Figure 2 年齢・性の群ごとの平均強化数の違い
誤差棒は標準誤差を示す

Table 1 年少児の各試行における選択とその結果（上）および選択方略（下）

	YB6	YB1	YB3	YB4	YB2	YB5	YG3	YG1	YG4	YG2
age	3.05	3.07	3.07	3.07	4.01	4.01	3.05	3.06	3.07	3.10
Win	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L
Alternative										
1	L-L	L-W	R-W	R-L	L-L	L-W	R-W	L-W	L-L	L-W
2	R-W	R-L	L-L	L-W	R-W	L-W	R-W	R-L	R-W	R-L
3	R-W	R-L	R-W	L-W	L-L	L-W	R-W	L-W	R-W	L-W
4	R-W	L-W	R-W	L-W	R-W	L-W	R-W	L-W	L-L	R-L
5	R-W	L-W	R-W	L-W	R-W	L-W	R-W	L-W	R-W	L-W
6	R-W	L-W	R-W	L-W	R-W	L-W	R-W	L-W	R-W	R-L
7	R-W	L-W	R-W	L-W	R-W	L-W	R-W	L-W	R-W	L-W
8	R-W	L-W	R-W	L-W	R-W	L-W	R-W	L-W	L-L	L-W
9	R-W	L-W	R-W	L-W	R-W	L-W	R-W	L-W	R-W	L-W
10	R-W	L-W	R-W	L-W	R-W	L-W	R-W	L-W	R-W	L-W
wins	9	7	8	9	8	9	9	8	7	6
2	<i>lose-shift</i>	<i>lose-shift</i>	<i>win-shift</i>	<i>lose-shift</i>	<i>lose-shift</i>			<i>win-shift</i>	<i>lose-shift</i>	<i>win-shift</i>
3		<i>lose-stay</i>	<i>lose-shift</i>		<i>win-shift</i>			<i>lose-shift</i>		<i>lose-shift</i>
4		<i>lose-shift</i>			<i>lose-shift</i>				<i>win-shift</i>	<i>win-shift</i>
5									<i>lose-shift</i>	<i>lose-shift</i>
6										<i>win-shift</i>
7										<i>lose-shift</i>
8									<i>win-shift</i>	
9									<i>lose-shift</i>	
10										

注 上表のL, Rは選択, -Wは獲得, -Lは失敗を示す。
 下表の空欄はwin-stayを, 斜体は随伴性志向反応を, 網掛けは随伴性非志向反応を示す。

Table 2 年中児の各試行における選択とその結果（上）および選択方略（下）

	MB1	MB4	MB5	MB2	MB6	MB3	MG3	MG2	MG4	MG1
age	4.02	4.04	4.07	4.07	4.08	4.10	4.03	4.04	4.06	5.00
Win	L	R	L	R	R	L	L	L	R	R
Alternative										
1	R-L	R-W	L-W	L-L	L-L	L-W	L-W	R-L	L-L	R-W
2	L-W	R-W	L-W	R-W	R-W	R-L	R-L	L-W	L-L	L-L
3	L-W	R-W	L-W	L-L	R-W	R-L	L-W	R-L	R-W	L-L
4	L-W	R-W	L-W	R-W	R-W	L-W	L-W	L-W	R-W	L-L
5	L-W	L-L	L-W	L-L	R-W	L-W	L-W	L-W	R-W	R-W
6	L-W	R-W	L-W	L-L	R-W	L-W	L-W	R-L	R-W	L-L
7	L-W	R-W	L-W	R-W	R-W	L-W	L-W	L-W	R-W	R-W
8	L-W	R-W	L-W	R-W	R-W	L-W	L-W	R-L	R-W	L-L
9	L-W	R-W	L-W	L-L	R-W	L-W	L-W	L-W	R-W	R-W
10	L-W	R-W	L-W	R-W	R-W	L-W	L-W	L-W	R-W	R-W
wins	9	8	9	5	9	7	8	6	8	4
2	<i>lose-shift</i>			<i>lose-shift</i>	<i>lose-shift</i>	<i>win-shift</i>	<i>win-shift</i>	<i>lose-shift</i>	<i>lose-stay</i>	<i>win-shift</i>
3				<i>win-shift</i>		<i>lose-stay</i>	<i>lose-shift</i>	<i>win-shift</i>	<i>lose-shift</i>	<i>lose-stay</i>
4				<i>lose-shift</i>		<i>lose-shift</i>		<i>lose-shift</i>		<i>lose-stay</i>
5		<i>win-shift</i>		<i>win-shift</i>						<i>lose-shift</i>
6		<i>lose-shift</i>		<i>lose-stay</i>				<i>win-shift</i>		<i>win-shift</i>
7				<i>lose-shift</i>				<i>lose-shift</i>		<i>lose-shift</i>
8								<i>win-shift</i>		<i>win-shift</i>
9				<i>win-shift</i>				<i>lose-shift</i>		<i>lose-shift</i>
10				<i>lose-shift</i>						

注 上表のL, Rは選択, -Wは獲得, -Lは失敗を示す。
 下表の空欄はwin-stayを, 斜体は随伴性志向反応を, 網掛けは随伴性非志向反応を示す。

Table 3 年長児の各試行における選択とその結果（上）および選択方略（下）

	OB3	OB5	OB2	OB6	OB1	OB4	OG4	OG3	OG2	OG1
age	5.02	5.05	5.08	5.08	5.11	6.01	5.04	5.07	5.08	5.10
Win Alternative	L	L	R	R	L	R	L	R	R	L
1	R-L	L-W	L-L	R-W	R-L	L-L	R-L	L-L	L-L	L-W
2	L-W	R-L	R-W	L-L	L-W	R-W	L-W	R-W	L-L	R-L
3	L-W	L-W	R-W	R-W	L-W	R-W	L-W	L-L	R-W	R-L
4	L-W	R-L	L-L	L-L	L-W	L-L	L-W	L-L	R-W	L-W
5	L-W	L-W	R-W	R-W	L-W	R-W	L-W	R-W	R-W	R-L
6	L-W	L-W	L-L	L-L	L-W	L-L	L-W	L-L	R-W	L-W
7	L-W	L-W	R-W	R-W	L-W	R-W	L-W	R-W	R-W	L-W
8	L-W	L-W	R-W	R-W	L-W	L-L	L-W	L-L	R-W	L-W
9	L-W	L-W	R-W	L-L	L-W	R-W	L-W	R-W	L-L	L-W
10	L-W	R-L	R-W	R-W	L-W	R-W	L-W	L-L	R-W	L-W
Wins (9)	9	7	7	6	9	6	9	3	7	6
2	<i>lose-shift</i>	<i>lose-shift</i>	<i>lose-shift</i>	<i>win-shift</i>	<i>lose-shift</i>	<i>lose-shift</i>	<i>lose-shift</i>	<i>lose-shift</i>	<i>lose-stay</i>	<i>lose-shift</i>
3		<i>lose-shift</i>		<i>lose-shift</i>				<i>win-shift</i>	<i>lose-shift</i>	<i>lose-stay</i>
4		<i>win-shift</i>	<i>win-shift</i>	<i>win-shift</i>		<i>win-shift</i>		<i>lose-stay</i>		<i>lose-shift</i>
5		<i>lose-shift</i>	<i>lose-shift</i>	<i>lose-shift</i>		<i>lose-shift</i>		<i>lose-shift</i>		<i>win-shift</i>
6			<i>win-shift</i>	<i>win-shift</i>		<i>win-shift</i>		<i>win-shift</i>		<i>lose-shift</i>
7			<i>lose-shift</i>	<i>lose-shift</i>		<i>lose-shift</i>		<i>lose-shift</i>		
8						<i>win-shift</i>		<i>win-shift</i>		
9				<i>win-shift</i>		<i>lose-shift</i>		<i>lose-shift</i>	<i>win-shift</i>	
10		<i>win-shift</i>		<i>lose-shift</i>				<i>win-shift</i>	<i>lose-shift</i>	

注 上表のL, Rは選択, -Wは獲得, -Lは失敗を示す。

下表の空欄はwin-stayを, 斜体は随伴性志向反応を, 網掛けは随伴性非志向反応を示す。

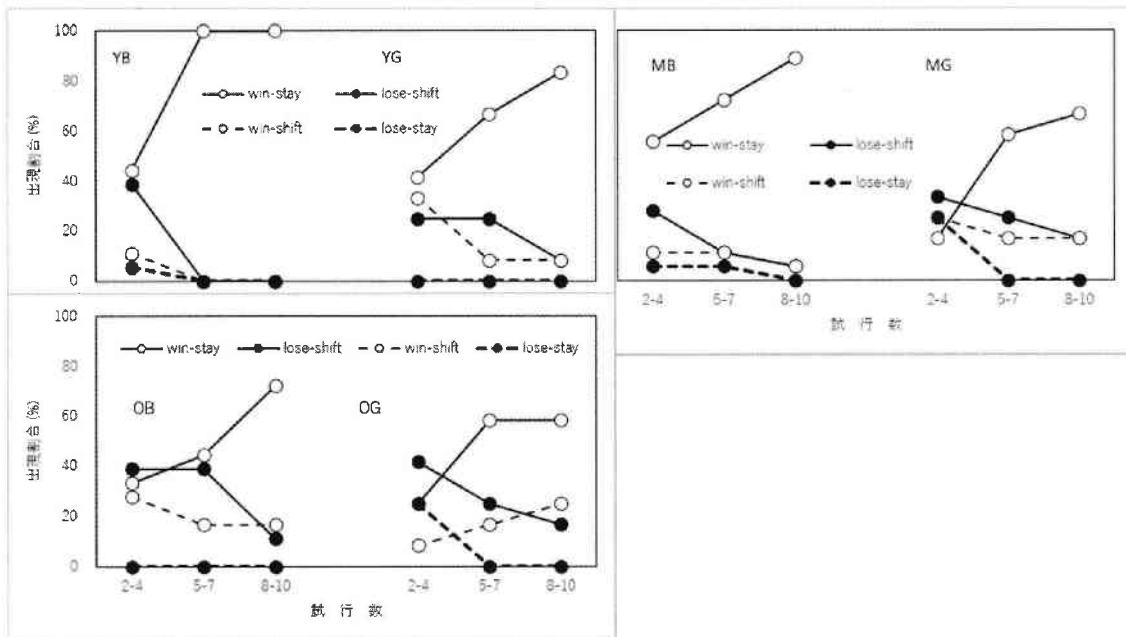


Figure 3 年齢・性の群ごとの試行ブロックに伴う反応タイプの変化

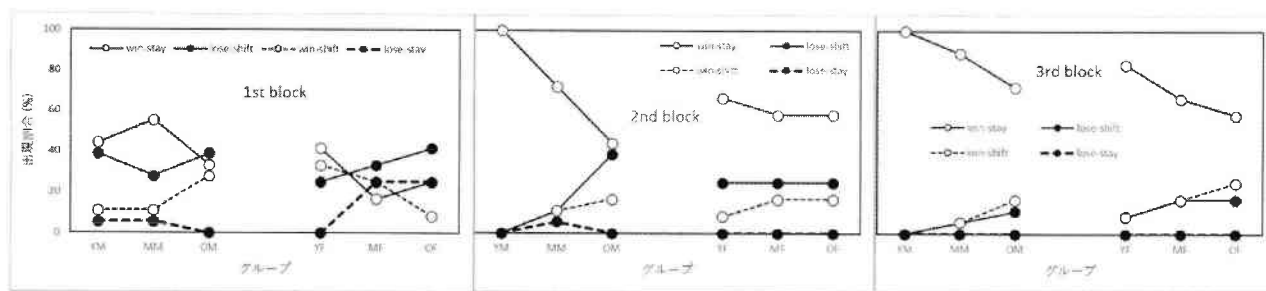


Figure 4 試行ブロックごとの年齢・性の群による反応タイプの違い

Table 4 年齢と随伴性非志向反応数の相関関係

	age			Total
	Younger	Middle	Older	
Boys	.106	.333	.341	.378
Girls	.956	.743	.372	.309
Total	.187	.495	.316	.352

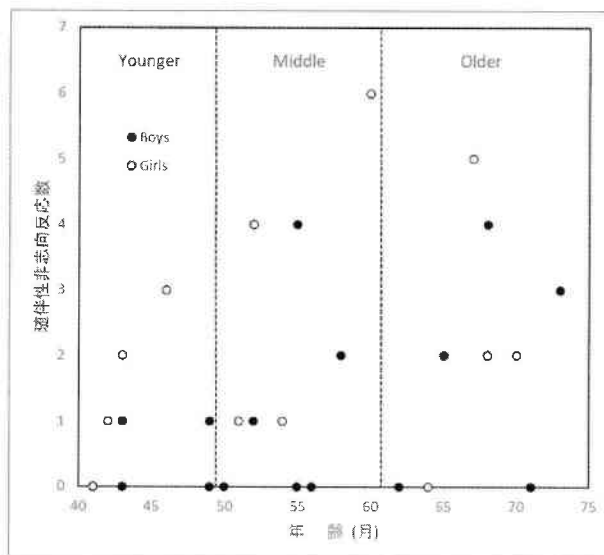


Figure 5 年齢(月)と随伴性非志向反応数の参加児の散布図

4名、年中女兒(MG) 4名のうち2名、そして、年長男児(OB) 6名のうち2名、年長女兒(OG) 4名のうち1名と、年齢が上がるにつれて下がった。一方、第8試行以下でも随伴性非志向反応を示したのは、男児ではYBにはいなかったが、MBで1名、OBで3名と増加した。女兒ではYG, MG, OGのいずれも4名中2名であった。

4つの反応タイプの出現率の変化を男女別、年齢別に見ると、いずれの群でもwin-stayがブロックが進むにつれて増加したことが、いずれの年齢でも、男児のほうが女兒に比べて多かったこと、またlose-shiftもいずれの群でもブロックが進むにつれて減少したことがわかる。さらに、破線で示される非随伴性志向反応のうち、win-shiftはwin-stayの増加に伴ってブロックが進むにつれて減少していたが、OGではブロックが進むにつれて増加しており、またlose-stayは出現率が最も低かった。

同じ反応タイプの出現率の変化をブロックごとに、年齢および性別でまとめたものがFigure 4である。これによると、第1ブロックでは4つの反応タイプ

のいずれもが出現していたが、ブロックが進むにつれてwin-stayが増加していたことがわかる。また、年齢別に比較すると、第3ブロックでも、年長は年少や年中に比べてwin-stayの出現率が低かった。そして、男児の方が女兒に比べていずれの年齢でもwin-stayの出現率が高くなっていた。

Figure 5に、参加児ごとの年齢を横軸、9試行中の随伴性非志向反応数を縦軸にとった散布図を示した。また、Table 4に各グループおよび性別、年齢別に相関係数をまとめた。YGにおいて.956、MGにおいて.743(いずれも $n = 4$)と高い正の相関を示したものがあつたが、全体では.352とやや低い正の相関であった。無相関の検定を行ったところ、YG ($t(3) = 4.619, p = .044$) 以外は、MGも中程度の相関を示した.495の年中児においても5%水準で有意でなかった。

なお、反応時間は測定していなかったが、年少児では試行が進むにつれて反応時間が短縮したのに対して、年中児と年長児では、随伴性志向反応であっても、反応時間が長くなる傾向が見られた。

考 察

本実験の目的は、2肢選択離散試行場面において、一方のみの選択反応を強化した場合に、1) win-stay やlose-shift 以外の選択方略の採用において、年少から年長までの年齢によって違いがあるか、また、2) その選択方略に性差があるかどうかを検討することであった。

まず、年少から年長までの年齢によって違いがあるかについては、Table 1 からTable 3 に示したように、年齢が上がるにつれて、随伴性非志向反応の出現頻度が上昇する傾向は見られた。また、Table 4 およびFigure 5 に示したように、年齢と随伴性非志向反応の出現頻度の相関も、弱い正の相関が得られた。けれども、出現頻度についても、相関係数についても統計的に有意な差は得られなかった。

win-shiftが出現しない2つの理由が考えられる。まず、今回の実験設定ではwin-stayが強化され続けるものであった。そのために実際に働いている随伴性によってwin-stayが強化し続けられたため。もうひとつは、実験設定に関係なく、win-shiftストラテジを参加児が反応のレパトリーとして獲得していなかったためである。

このとき、反応のレパトリーとして獲得していることとそれを支える可能性の認知発達とを峻別することが難しい。Darcheville, Rivière, & Wearden (1992; 1993) は、一般的なFIスケジュールの元では乳児が獲得できにくい反応パターンであっても、そうした反応パターンを分化強化することが可能であることを示唆していた。それまでは、乳児においては他の動物と同じようにスカラップが得られており、より年長の子どもや大人のパフォーマンスとを分けるのが言語発達であると考えられていた(Lowe, 1979)。それまでに必要とされていた認知発達が必要なく、特定の反応パターンを強化できる可能性が残されているということである。この可能性を検討するためには、今回のようなおなじ選択肢への反応を強化し続ける設定だけでなく、強化される選択肢を1試行ごとに交代させて、win-shiftを強化する設定を、例えば弁別刺激を準備するなどして検討する必要がある。あるいは、ギャンブラーの誤謬に相当する概念を認知発達として獲得していたとすれば、今回のような10試行に限定するのではなく、さらに長い試行を継続することで、win-shiftが出現

するかどうかを検討することも可能であろう。

また、Lowe (1979) が示唆するルール支配行動に分類できる言語発達と関連している可能性も考えられる。今回の実験では、10試行が終了したあとで、参加児からの内観報告をとっていなかったが、年長児であれば、随伴性非志向反応を自発したかどうかに関係なく、言語的に反応ストラテジを確認できていたかもしれない。

さらに、今回行ったひとつの課題でなく、他の課題や何らかの発達検査などを複数実施することによって、各参加児の発達段階を確認した上で、随伴性非志向反応の出現を検討する必要もあっただろう。Fischbein & Schnarch (1997) が示したように、年齢が上がっても、課題によって認知発達を示唆する反応が出現するかどうかはわからない。単一の課題でなく、複数の課題を実施することによってより詳細な検討が可能であろう。さらに、今回は横断的なデザインを採用したが、縦断的、あるいはシングルケースデザインによって、強化歴なども含めた検討が可能であろう。多くの認知発達研究は、横断的またその性質上多数のサンプルを用いて、年齢による通過率を記述し、検査などでは標準化するが、認知発達の原因は年齢に伴う生理学的、とりわけ神経学的な発達だけでなく、経験による側面も小さくないはずである。シングルケースデザインは、子どもたちの遊びや日々の生活を考慮した上で検討が可能となると考えられる。

本研究のもうひとつの目的は性差によって選択方略に違いがあるかどうかの検討であった。この点についても、年齢による変化と同様に、女兒のほうが男児に比べて随伴性非志向反応の出現頻度は高く、強化数はそれに伴って、女兒のほうが男児に比べて少なかった。けれども、いずれも統計的には有意でなかった。性差の検討についても、年齢と同様に実験デザインの工夫によって、より詳細な知見が得られると考えられる。

引用文献

- American Psychological Association (2022). Win stay, lose-shift strategy. *APA Dictionary of Psychology*. Retrieved from <https://dictionary.apa.org/win-stay-lose-shift-strategy> (2022年1月8日閲覧)

- Baum, W. M. (1974). On two types of deviation from the matching law: Bias and undermatching. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 22, 231-242.
- Baum, W. M. (1982). Choice, changeover, and travel. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 38, 35-49.
- Bonnet-Lebruna, A.-S., Collet, J., & Phillips, R.A. (2021). A test of the win-stay-lose-shift foraging strategy and its adaptive value in albatrosses. *Animal Behaviour*, 182, 145-151.
- Bostow, D., & Murdock, K. (2022). Strategy. *ABA Glossary*. Retrieved from <http://www.scienceofbehavior.com/lms/mod/glossary/view.php?id=408&mode=letter&hook=S&sortkey=&sortorder=&fullsearch=0&page=21> (2022年1月8日閲覧)
- Darcheville, J. C., Rivière, V., & Wearden, J. H. (1992). Fixed-interval performance and self-control in children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 57, 187-99.
- Darcheville, J. C., Rivière, V., & Wearden, J. H. (1993). Fixed-interval performance and self-control in infants. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 60, 239-54.
- Davison, M. C., & McCarthy, D. (1988). *The matching law: A research review*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ferster, C. B., & Skinner, B. F. (1957). *Schedules of Reinforcement*. New York, NY: Appleton-Century-Crofts.
- Fischbein, E., & Schnarch, D. (1997). The evolution with age of probabilistic, intuitively based misconceptions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28, 96-105.
- Giroto, V., Fontanari, L., Gonzalez, M., Vallortigara, G., & Blaye, A. (2016). Young children do not succeed in choice tasks that imply evaluating chances. *Cognition*, 152, 32-39.
- Giroto, V., & Gonzalez, M. (2008). Children's understanding of posterior probability. *Cognition*, 106, 325-344.
- Herrnstein, R. J. (1961). Relative and absolute strength of response as a function of frequency of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 4, 267-272.
- 口分田政史 (2021). 保育内容領域「環境」における数学概念の内容に関する検討: 幼児期における確率概念の遊び・学びの可能性と意義. 福井大学初等教育研究, 5, 19-26.
- Kushnir, T., & Gopnik, A. (2005). Young children infer causal strength from probabilities and interventions. *Psychological Science*, 16, 678-683.
- Lowe, C. F. (1979). Determinants of human operant behavior. In M. D. Zeiler & P. Herzem (Eds.), *Advances in analysis of behaviour (Vol.1), Reinforcement and the organisation of behaviour*. Chichester and New York: Wiley.
- Lowe, C. F., Beasty, A., & Bentall, R. P. (1983). The role of verbal behavior in human learning: Infant performance on Fixed-Interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 39, 157-164.
- Nowak, M., & Sigmund, K. (1993). A strategy of win-stay, lose-shift that outperforms tit-for-tat in the Prisoner's Dilemma game. *Nature*, 364, 56-58.
- Olton, D. S. (1979). Mazes, maps, and memory. *American Psychologist*, 34, 583-596.
- Olton, D. S., & Samuelson, R. J. (1976). Remembrance of places passed: Spatial memory in rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 2, 97-116.
- 王啓・田中千晶・谷内通 (2021). ラットの放射状迷路遂行における順向性干渉におよぼす保持間隔と試行間隔の効果. 動物心理学研究, 71, 1-11.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1951). *La genèse de l'idée de hazard chez l'enfant*. Presses Universitaires de France. (Piaget, J., & Inhelder, B. (1975), *The origin of the idea of chance in children*. (Trans. by Leake, L. Jr., Burrell, P., & Fishbein, H. D.), New York: W. W. Norton & Company, Inc.
- (分田 (2021) より間接引用)
- Shull, R. L., & Pliskoff, S. S. (1967). Changeover delay and concurrent schedules: Some effects on relative performance measures. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 10, 517-527.

- 谷内通・坂田富希子・上野糧正 (2013). ラットの放射状迷路遂行における指示忘却 基礎心理学研究, *31*, 113-122.
- 谷内通・山田祐輔 (2012). 大型の放射状迷路におけるキンギョの win-stay と win-shift 課題の遂行 金沢大学人間科学系研究紀要, *4*, 1-18.
- 津田泰弘・今田寛 (1989). ラットの放射状迷路における win-shift 行動と win-stay 行動の比較 心理学研究, *60*, 109-112.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1971). Belief in the law of small numbers. *Psychological Bulletin*, *76*, 105-110.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *Science*, *185*, 1124-1131.
- 吉野俊彦・吉野智富美 (2013). 未就学児の2肢選択場面における選択方略の変化: Win-stay, Loose-shift から Win-shift, Loose-stay の獲得 日本行動分析学会第31回大会発表論文集, 85.