

想定外に生じる例外の対処行動に関する実験的検討

Empirical Investigation of Unexpected Events Handling: Preliminary Discussion

松林翔太¹ 三輪和久¹ 寺井仁²

Shota Matsubayashi¹, Kazuhisa Miwa¹, Hitoshi Terai²

¹名古屋大学大学院情報科学研究科

¹Graduate School of Information Science, Nagoya University

²近畿大学産業理工学部

² Faculty of Human-Oriented Science and Engineering, KINDAI University

Abstract: In this research, we conducted an experiment to investigate the performance in handling various unexpected events. We manipulated three factors, the strategies, the experiences, and the difficulties in learning exceptional instances. The results showed that the instance-based strategy is useful for handling previously-observed exceptional instances; on the other hand, the rule-based strategy is effective for handling initially-observed exceptional instances only in lower difficult situations.

1. 導入

私たちは日常生活において、予想も考えもしなかった想定外の事象を目にすることがある。原稿を執筆中にパソコンがフリーズする、センサーが平常時には示さないような異常値を示す、過去に判例のない事件が発生するなど、その例は多岐に渡る。そしてそれらの想定外事象に対して、私たちは何かしらの対処行動を行っている。コンピュータのフリーズを例にすると、タスクマネージャーで各アプリケーションの動作を確認する原因探索行動、過去の経験に倣った方法による行動、とりあえず当てずっぽうに操作して、いち早くフリーズから復旧させようとする行動などがありうる。

以上のように想定外事象とその対処行動は非常に多様であり、その選択にはその人が持つ方略や、周辺環境の状況に大きく依存する。フリーズの要因を特定しようとする場合と、締め切りが間近に迫っている場合とでは、選択される方略や行動に大きな違いが生じることは明らかである。そしてそれら対処行動の違いは、再度フリーズに直面した際のパフォーマンス、つまりどれほどうまく復旧できたかにも影響すると考えられる。

1.1. 想定外事象の発生過程

物事を想定するという行為は様々な制約条件を考慮し、人為的・意図的に境界を設定することであり、想定外とはその境界を超えた部分を指す [1]。実際

に発生した事象が「想定外」と捉えられるためには、事象発生前に別の予想があらかじめ行なわれており、その予想に反する結果が観察される必要がある。

本研究ではこの過程について、原則と例外の概念を用いて整理する。まず初めに、過去事例の観察や過去に得た知識をもとに原則が獲得される。この原則を適用することにより、結果の予測が可能になる。そして予測の成功を繰り返し経験することで原則がより強固に獲得される。しかしある時点で、予測に反する例外事例に遭遇する。このとき、遭遇した想定外事象に対して何かしらの対処行動を取る。その後も頻度は少ないが原則に従わない例外が時々現れる。何度も繰り返す中で、方略によっては例外事例に対する対処行動が徐々に変化するだろう。

1.2. 想定外事象に関する先行研究

認知心理学の領域では、様々な呼称で想定外事象に対する対処行動が扱われている。

運動知覚・推定の領域では、物体の進行方向が想定外に変わる軌跡を刺激として用いている。バウンドしながら動く物体を追従する課題では、バウンド境界が見えない条件は、見える条件に比べて多くの注意を必要とすることが示されている [2]。また、物体が遠回りする軌跡を観察すると、その物体が「経由している」などの下位目標が自然に喚起させることも知られている [3]。

また科学的発見の領域においては、現在自身が持つ仮説や説明にそぐわない Anomalous data を対処す

ることの重要性が述べられている [4]。しかしながら科学発見を模した規則発見課題においては、自身の仮説にそぐわない想定外の事例や結果が提示されたとしても、当初の観点や説明に固着することが示されている [5][6]。

突発的な事象の対処パフォーマンスという観点で捉えると、スキル習得・熟達やカテゴリ化の領域とも関連が深い。従来からスキル習得の過程では、事例ベース学習とルールベース学習のふたつの方略が使い分けが示されている。事例ベース学習は具体的事例表象に基づき、学習にかかるコストが非常に小さい反面、過去事例と完全に一致した事例と対面するときにはしか知識が適用されない。一方、ルールベース学習は抽象的ルール表象に基づいており、その学習コストは大きいものの、条件節を満たす事例であれば新規な事例であっても知識を適用できる [7]。また、知識の獲得過程の違いが、転移課題のパフォーマンスに影響があることも示されている [8]。

以上の先行研究から、想定外事象に対する様々な対処方略が多く領域において確認されている。しかしその方略選択がその後のパフォーマンスに与える影響は、規則発見課題を除いて検討されていない。また、その規則発見課題では規則を発見できたか否かの観点でパフォーマンスが規範的に決定されることが多い。しかし現実には目を向ければ、想定外事象を対処する上で規則発見が規範的とは言えない状況もありうる。例外事例の発生が極めて稀な場合や規則が頻繁に変更される場合は、場当たりの対処のほうがパフォーマンスが高いことが期待される。このように規則発見に伴う非経済性については十分に検討されていない。

そこで本研究では、頻繁に発生するが積極的な対処を必要としない原則的な事例と、頻度は少ないが積極的な対処が必要となる例外的な事例が混在する状況を設定し、それらに対する対処行動について実験的に検証した。特に、学習時の方略、過去経験の有無、課題の難度が対処パフォーマンスにどう影響するかに着目する。

2. 実験

2.1. 方法

2.1.1. 参加者

名古屋大学の学部生 46 名が実験に参加した。

2.1.2. 要因計画

本実験では参加者間要因として、例外事例に対する対処方略を操作した。具体的には事例を観察させ

る際に、事例を正確に記憶することを求められる記憶条件と、事例から規則発見を求められる推論条件の 2 条件を設けた。参加者は記憶条件または推論条件のいずれかにランダムに割り振られた。

2.1.3. 刺激

実験課題として位置予測課題を用いた。この課題で参加者は俯瞰視点でボールの動きを繰り返し観察し、その後のテストでボールが最終的に到達する位置を正確に予測することが求められた。

画面上には遮蔽物と枠が配置され、ボールは枠上のいずれかの位置から動き始め、遮蔽物の下を通り、再び枠上のいずれかに到達した時点で停止する。ボールの最終的な到達位置は原則的に、ボールの初期位置と射出方向で決定される。つまり、大半は最初に射出された方向から一度も進行方向を変えることなく直進し、そのまま枠上で停止する。しかし中央に配置された灰色の遮蔽物の下にはある物体が隠されており、この物体と接触した際にボールは進行方向を変える。特定の初期位置と射出方向の組み合わせではボールが途中で屈折するため、正確な予測のためには原則の学習だけでは不十分である。

課題は学習フェーズとテストフェーズに分かれている。学習フェーズでは、ボールが枠上から動き始め、再び枠上のいずれかに到達するまでの動きが表示され、ボールが最終位置で停止してから 500ms 後に確認画面が表示される (図 1)。確認画面は直前に観察したボールの動きを静止画で観察することができる。記憶条件では初期位置と射出方向が青色の矢印で、最終位置とそのときの進行方向が赤色の矢印で表示される。一方、推論条件では初期位置から最終位置までの軌跡が点線で表示される。ただし、遮蔽物の下を通過する間の軌跡は表示されない。観察を終えてボタンをクリックすると、次の事例が表示され、その 500 ms 後にボールが移動し始める。

テストフェーズでは、学習フェーズと同様にボールが枠上から動き始めるが、遮蔽物の下に入った時点でボールが一時停止し、枠上に赤色のパドルが表示される。参加者はパドル内にボールの最終位置が入るように、左クリックで自由にパドルを動かすことが求められた。なお、パドルが表示されるデフォルトの位置は、初期位置・射出方向から仮に直進した場合の最終位置であった。したがって、参加者が「直進する」と予測したときはパドルを移動させる必要はない。パドルの位置は右クリックで確定することができる。このとき表示される確認ボタンをクリックすると、次の事例が表示され、その 500 ms 後にボールが移動し始める。テストフェーズではボールの最終位置までの動きは提示されないため、動

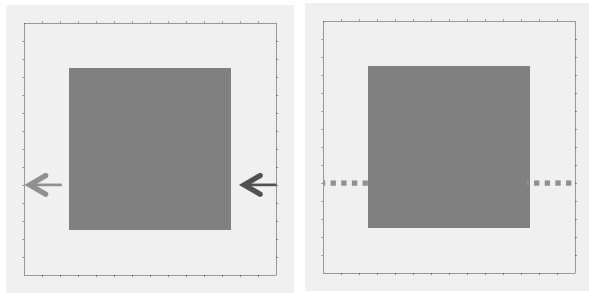


図 1: 学習フェーズの確認画面
(左: 記憶条件, 右: 推論条件)

きを学習することはできない。テストのフィードバックは与えなかった。

2.1.4. 手続き

実験ではまず、条件ごとの教示と課題の説明を行った。記憶条件では学習フェーズで提示されるふたつの矢印を記憶することが、推論条件では学習フェーズで提示される点線から隠れた物体を推論することがそれぞれ求められた。マウス操作の練習を十分に行なってから、本番を開始した。

本番では学習フェーズで 12 事例の観察、テストフェーズで 12 事例の回答を 1 ブロックとし、連続 5 ブロックを 1 セットとして実施した。学習フェーズの 12 事例はすべて新規で、同じ初期位置・射出方向の組み合わせは一度しか提示されなかった。学習フェーズ 12 事例の内訳は直進する原則が 9 事例、途中で進行方向が屈折する例外が 3 事例であった。テストフェーズの 12 事例の内訳は、直前の学習フェーズで提示された既観察 6 事例と提示されていない未観察 6 事例で、各 6 事例はさらに直進 3 事例と屈折 3 事例で構成されていた。ただし、実験の初期段階で原則を参加者全員共通に獲得させるため、ブロック 1 の学習フェーズはすべて直進事例、テストフェーズはすべて既観察の直進事例に設定した。

遮蔽物の下に隠された物体は、セット 1 では低難度として四角、セット 2 では高難度として円を設定した。円の屈折事例は四角と比べて、進行方向のパターンが膨大にあるため、学習や最終位置の予測がより困難になっている。

2.2. 結果

課題のエラー発生などにより、データ欠損のあった 3 名を分析から除外した。よって分析対象は記憶条件 24 名、記憶条件 19 名であった。

分析ではテストフェーズで提示された事例を、未観察-直進・未観察-屈折・既観察-直進・既観察-屈折の 4 つの種別に分けてパフォーマンスを計測した。

パドル内に最終位置が入っている場合を 1 点、入っていない場合を 0 点とし、ブロック 2 から 5 までの累積得点を算出した。

未観察-直進・未観察-屈折・既観察-直進・既観察-屈折それぞれにおける累積得点について、2 (条件: 記憶 / 推論) × 2 (課題の難易度: 低 / 高) の分散分析を実施した (図 2)。以下では有意差のあった項目のみを示す。

未観察-直進と既観察-直進はともに、条件の主効果が有意であり、記憶条件が推論条件よりも高い得点を示していた ($F(1, 41) = 10.8, p < .005$; $F(1, 41) = 10.7, p < .005$)。それぞれの交互作用は有意傾向と有意で ($F(1, 41) = 3.5, p < .10$; $F(1, 41) = 4.2, p < .05$)、低難度において記憶条件のほうが高得点で ($F(1, 82) = 14.0, p < .01$; $F(1, 82) = 14.7, p < .01$)、推論条件においては高難度のほうが高得点であった ($F(1, 82) = 11.2, p < .005$; $F(1, 82) = 4.3, p < .05$)。したがって直進事例は、難度が低い場合の記憶条件がパフォーマンスが高く、推論条件は意外にも難度が上がると得点が上昇した。

続いて未観察-屈折では、条件の主効果と難易度の主効果がともに有意であった ($F(1, 41) = 29.5, p < .001$; $F(1, 41) = 85.8, p < .001$)。交互作用が有意であり ($F(1, 82) = 18.8, p < .01$)、低難度において推論条件の得点が高く ($F(1, 82) = 48.2, p < .01$)、記憶条件・推論条件ともに高難度のほうが得点が低かった ($F(1, 82) = 18.8, p < .005$; $F(1, 82) = 92.6, p < .01$)。ゆえに、観察経験のない屈折事例は、難易度が低い場合が特に推論条件のパフォーマンスが高いことが示された。

最後に既観察-屈折においては、条件の主効果が有意傾向で ($F(1, 41) = 2.9, p < .10$)、難易度の主効果が有意であった ($F(1, 41) = 22.2, p < .01$)。加えて交互作用が有意で ($F(1, 82) = 8.5, p < .01$)、高難度では記憶条件が高い得点を示した ($F(1, 82) = 10.8, p < .001$)。また、推論条件では難度が上がることで得点が低下した。 ($F(1, 82) = 29.1, p < .001$)。学習フェーズで一度経験した屈折事例は、記憶条件のほうがパフォーマンスが高く、難易度が高い課題ではその差がより顕著になった。

3. 考察・結論

本実験では、原則的な事例と例外的な事例それぞれの対処について、方略・経験・難度がそれらの対処にどのような影響を及ぼすのかを検証した。

実験の結果、原則事例については、推論によるルールベースの対処方略より記憶による事例ベースの対処方略のほうが高いパフォーマンスを示した。一

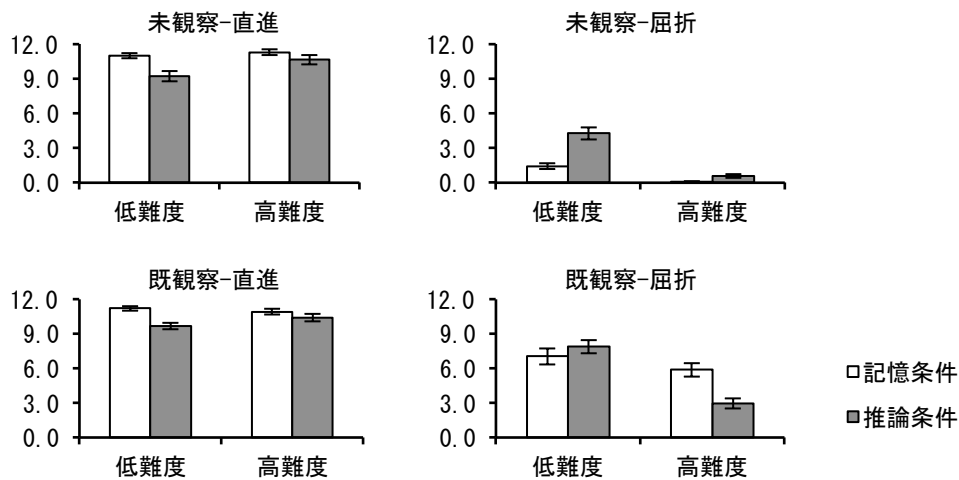


図 2: 各事例種別におけるブロック 2~5 の累積得点

方、例外事例に関しては過去経験の有無と課題の難易度による影響を受けていた。具体的には、低難度の場合、ルールベース方略は事例ベース方略に比べて、新規の例外事例に対する対処パフォーマンスが高かった。逆に高難度の場合は事例ベース方略のほうが、既知事例に対するパフォーマンスが高かった。

事例ベース方略は、記憶が容易な状況において、新規の例外事例の対処パフォーマンスが推論条件よりも低かった。ただし、その新規の例外事例を除き、課題が複雑化しても対処パフォーマンスの低下は見られなかった。このことは、学習時には例外事例のみを積極的に記憶し、原則事例にはほぼ注意を向けていなかったことを示している。また、課題の難易度によらず安定したパフォーマンスを維持できる事例ベース方略の特徴を表していると言える。

ルールベース方略は、推論が容易な状況であれば、新規の例外事例に対して事例ベース方略以上に柔軟に対処できる。複雑な状況になると例外事例のパフォーマンスは下がり事例ベース方略より有意に低くなる一方、原則事例のパフォーマンスはむしろ上昇していた。これは課題の複雑化でルール化が困難になり、パドルをデフォルトから変更しない消極的な対処が行われた可能性を示唆している。

今後は、時系列的なパフォーマンスの推移や、学習フェーズ・テストフェーズに要した時間から各方略のコストについても議論を行う予定である。

謝辞

本研究は名古屋大学 平成 28 年度博士課程後期課程 学生研究費の助成を受けて実施された。

参考文献

- [1] 畑村洋太郎: 「想定外」を想定せよ! 失敗学からの提言, NHK 出版, (2011)
- [2] Howard, C. J., Holcombe, A. O.: Unexpected changes in direction of motion attract attention, *Attention, Perception, & Psychophysics*, Vol. 72, No. 8, pp. 2087-2095, (2010)
- [3] Baker, C. L., Saxe, R., Tenenbaum, J. B.: Action understanding as inverse planning, *Cognition*, Vol. 113, No. 3, pp. 329-349, (2009)
- [4] Thagard, P.: *Conceptual revolutions*, Princeton University Press, (1992)
- [5] 松室美紀, 三輪和久: 正・負事例の混在場面における規則発見, *心理学研究*, Vol. 85, No. 1, pp. 40-49, (2014)
- [6] 寺井仁, 三輪和久, 松林翔太: 説明転換における事実参照に関する実験的検討, *認知科学*, Vol. 22, No. 2, pp. 223-234, (2015)
- [7] Taatgen, N. A., Wallach, D.: Whether Skill Acquisition is Rule or Instance Based is Determined by the Structure of the Task. *Cognitive Science Quarterly*, Vol. 2, pp. 1-42, (2002)
- [8] Lane, S. M., Mathews, R. C., Sallas, B., Prattini, R., Sun, R.: Facilitative interactions of model- and experience-based processes: Implications for type and flexibility of representation. *Memory & Cognition*, Vol. 36, No. 1, pp. 157-169, (2008)