

ワーキングメモリーと二つの思考の制御

Two-way control of the two types of thinking

服部 郁子, 服部 雅史
Ikuko Hattori, Masasi Hattori

立命館大学総合心理学部
College of Comprehensive Psychology, Ritsumeikan University
iht23083@pl.ritsumeai.ac.jp, hat@lt.ritsumeai.ac.jp

概要

認知資源は推論や他の認知機能にとって極めて重要であり、認知資源と推論との間の重要な関連性は古くから認識されてきた。さらに近年、論理的推論能力、因果推論における子供の発達、問題解決における創造的思考、因果推論に関する実証的研究でも注目を集めている。認知資源によって課される制約は、しばしばあまいまいな膨大な情報を扱うための重要なメカニズムであると考えられる。本研究では、二種類の思考の制御に関するワーキングメモリーの役割について、近年様々な領域の研究を概観し論じる。

キーワード：二重フレーム理論、二種類の思考、認知資源、ワーキングメモリー

1. はじめに

嘔吐や腹痛といった食中毒のような症状を示す人が出たとする。あなたならまず何をやるだろうか。まず、その人が何を食べたかを知り、その人が食べたものから食中毒の原因を推測しようとするのではないだろうか。最も重要なことは、関連性の高い原因候補をできる限りすばやく見つけることである。迅速な原因候補の発見は、それを食べないように周囲に警告を発し、同じ症状を発症しうる人をみつけ、食中毒による被害を最小限に抑えることにつながる。ここで、あなたが注目したのは、食中毒様の症状が起きたということ、何かを食べたということである。つまり、生起事象に注目していることになる。一方、もしあなたが、タバコが肺がんの原因かどうかを精査しようとするならば、タバコを吸う場合と吸わない場合で有病率が異なるかどうかの問題となる。この場合、喫煙者のうちの肺がん患者の割合と、非喫煙者のうちの肺がん患者の割合を比較することが必要になる。したがって、今度は、生起事象のみならず不生起事象も考慮することになる。このように、われわれは、目的や状況によって、処理の対象となる情報を変えている。

2. 二重フレーム理論

二重フレーム理論では、人は異なる二つのフレーム

(A フレームと B フレーム) を切り替えて思考や推論を行うと仮定する (Hattori, Over, Hattori, Takahashi, & Baratgin, 2016)。表 1 は、各々のフレームが持つ特性を表している。人の情報処理において速さと正確さはトレードオフの関係にあり、現実世界では通常両方を同時に満たすことは不可能なことが多い。そのため、人は二つのフレームを切り替えて情報処理を行う。フレームとは「ものの見方」のようなもので、フレームが変わることによって、何に焦点を当て、何を認知的計算処理の対象とするかが変わる。

二重フレーム理論によると、因果帰納推論では、二つのフレームはそれぞれ異なる推論モードに直結する。ヒューリスティックな A フレームでは関連性モードになり、原因候補事象 (C) と結果事象 (E) の共変関係の検知が行われる。このモードでは、事象間の関連性を迅速に検知することに重点が置かれ、因果と相関は特に区別されない。C と E の間にどの程度関連性があるかが問題となるため、デフォルトは無相関となる。Hattori and Oaksford (2007) の提案した DFH モデルは、この A フレームでの因果推論モデルに相当する (式 1)。下の式 (1) の a, b, c, d はそれぞれ、原因あり・結果あり、原因あり・結果なし、原因なし・結果あり、原因なし・結果なしの事象の生起頻度を表す。このモデルの特徴のひとつは、d セルの頻度情報を含まない点にある。ターゲットの事象 C と E が全事象の中で相対的に稀少であると考えると、C でも E でもないもの、すなわち d セルの頻度は膨大になる。そこで、d セルを無限大と仮定して処理に含めないことによって、情報処理の省力化と迅速化を可能にする。

$$DFH = \frac{\sqrt{P(E|C) P(C|E)}}{\sqrt{(a+b)(a+c)}} \quad (1)$$

分析的な B フレームでは、比較の観点を持つ差異化モードとなる。C が存在するときの E の生起と、C が存在しない ($\neg C$) ときの E の生起が比較される。

表1 二重フレーム理論の二つのフレームの特性

	<i>A frame</i>	<i>B frame</i>
	Positivity focus	Comparative view
	Non-symmetry in negation (Figure-ground framing)	Symmetry in negation
	Relevance mode	Differentiation mode
	D-cell disregard	D-cell respect
	Monopolar causality (null--effective)	Bipolar causality (preventive--neutral--generative)
<i>System</i>	Heuristic	Analytic
<i>Invasiveness</i>	Observation	Intervention
<i>Negation</i>	Explicit negation	Implicit negation
<i>Property</i>	Attribution	Action
<i>Dynamism</i>	Static	Kinetic
<i>Commitment</i>	Uncommitted (low commitment)	Committed (high commitment)
<i>Activeness</i>	Passive	Active
<i>Base rate</i>	Rare	Non-rare (moderate)

ΔP モデル (Jenkins & Ward, 1965) は、パラメータを含まない最もシンプルな形での B フレームの因果帰納モデルに相当する (式 2)。このフレームの目的は、C が E の生起を制御する度合い、つまり C の因果力を正確に測ることであり、ここでは因果と相関は区別される。差異には、C が E の生起を促進する正方向の効果だけでなく、C によって E の生起が抑制されるという負方向の効果もある。このフレームでは、正と負、双方向に因果関係を推論する。

$$\Delta P = P(E|C) - P(E|\neg C)$$

$$= \frac{a}{a+b} - \frac{c}{c+d} \quad (2)$$

3. 焦点化思考と脱焦点化思考

二重フレーム理論の重要な特徴の一つは注意と思考の焦点化である。A フレームは、肯定事象に焦点を当てたヒューリスティックな認知処理を行う。このフレームでは、肯定事象に焦点を当て、否定事象は背景に押しやり無視することで、処理資源をセーブし、膨大な情報の中から、関連性を迅速に検知することが可能になる。しかし、A フレームの思考では焦点化により部分的情報が処理の対象となるため、このフレームによる思考は、時に誤った判断を下しバイアス反応の原因となる場合もある。とは言っても、A フレームは日常生活では通常は概ね良好な判断をもたらす。なぜなら、この焦点化とは、でたらめで行き当たりばったり

なものではなく、日常生活における経験や学習を通じて獲得された方向性に基づくものだからである。

一方、B フレームは、比較の観点を持ち、分析的な認知処理を行うフレームである。このフレームでは、注意と思考の特定方向への焦点化が緩和される。それにより、肯定事象だけでなく、否定事象にも注意が向けられ、両者を対比的に捉える見方が生じる。差異を比較する見方によって、詳細で正確な分析が可能になり、規範的な判断や推論が引き出されやすくなる。しかし、B フレームでは、その時点で入手可能なすべての事象が処理の対象となるため、A フレームに比べて、情報処理に多くの認知的資源と時間が必要となる。そのため、ワーキングメモリーの実行機能には相対的に高い負荷がかかることになる。

4. フレームと二重過程理論

二重フレーム理論は、広い意味で二重過程理論のひとつといえる。二重過程理論とは、人の認知システムが二種類の質的に異なる思考を持つという考え方を核に持つ複数の理論の総称である。推理や意思決定、社会心理といった異なる領域の異なる研究者によって、独立に提案され、支持されてきた (e.g. Denev-Raj & Epstein, 1994; Epstein, 1994; Evans & Frankish, 2009; Evans & Over, 1996; Sloman, 1996; Stanovich, 1999; Stanovich & West, 2000)。二種類の思考とは、直感やヒューリスティックな思考を担う連想的で自動化された処理を行う思考と、論理的で分析的な思考を担う意識

的で熟考的处理を行う思考である。ここでは、これらをそれぞれ、タイプ1、タイプ2と呼ぶ¹。

各理論によってやや異なるが、二種類の思考が持つ特性として、タイプ1は無意識的（前意識的）で速く並列的に処理を行い作動記憶と独立、タイプ2は意識的で遅く逐次的に処理を行い作動記憶に強く依存する、といった点が典型的な特性としてあげられることが多い（Evans, 2009; Evans & Frankish, 2009; Manktelow, 2012）。表1にみられるとおり、AフレームとBフレームの特性には、それぞれタイプ1とタイプ2に共通する特性が存在する。

近年、実験データに対する二重過程理論による説明が増えるとともに、二種類の思考の性質と両者の関係性についての議論が活発化している。第1の論点は、二種類の思考の関係性と制御である。関係性に関する見方は大きく分けて二つある。一つは、同時活性化である。二種類の思考は、初期段階から思考と反応の制御のために同時に生じ、競合するという（e.g. Epstein, 1994; Sloman, 1996）。もう一つの見方は、逐次活性化である。まず、タイプ1が自動的に生じ、続いて必要があれば何らかのきっかけによりタイプ2が起動されるとする見方である（e.g. Evans, 2007; Evans & Over, 1996; Thompson, 2009）。この場合は、高い認知資源を必要とするタイプ2思考を、高い認知資源の関与なしにどう起動するのが問題となることから、タイプ1に論理的直観を組み込んだモデルが提案される（e.g. De Neys, 2012; Pennycook, 2018）など、近年、見方はさらに多様化しつつある。

5. 思考の切り替えの二方向性

われわれは、二つの思考の制御にワーキングメモリーの認知資源は二つの方向で関わると考えている。第1は、これまでに様々な先行研究が指摘してきたように、ワーキングメモリーの認知資源は、ヒューリスティックなタイプ1思考を抑制し、処理に高い認知リソースを必要とする分析的なタイプ2思考の成功を左右するというものである（Evans & Stanovich, 2013;

Stanovich, 1999; Stanovich & West, 2000)。すなわち、推論や意思決定課題にみられるバイアスや非合理的な選択の多くはヒューリスティック思考に起因し、ワーキングメモリーの処理資源の高さは分析的思考の成功の鍵となる（e.g. Stanovich, 1999; Stanovich & West, 2000）。De Neys (2006)は、三段論法課題を用いた推論実験で、実際にワーキングメモリーに高い負荷をかけることによって分析的思考が阻害されることを示した。

二重フレーム理論もまた、分析的なBフレームはワーキングメモリーの高い処理リソースを必要とするとして仮定する。しかし、実際にこれを検証した実験はない。そのため、Hattori & Hattori (2017)は、因果帰納推論の中に二重課題法を使ってワーキングメモリーに負荷をかけることによって、分析的なBフレームへの移行が影響されるかどうかを検証する実験を行った。副課題によって高い認知的負荷をかけられた条件では、DFHモデルのフィットが高く、Aフレームが用いられる傾向が高くみられた。すなわち、副課題によってワーキングメモリーに高い負荷がかけられ、処理資源が不足することによって、認知的負荷の高いBフレームへの切り替えが難しくなるという二重フレーム理論の見方を支持する。

二つの思考の制御に関するワーキングメモリーの第2の役割は、ワーキングメモリーの認知資源は、状況や目的によって、分析的なタイプ2の活性化を抑制し、ヒューリスティックなタイプ1が優勢になるのを助けることに関与すると考えられる。二重フレーム理論でいうと、ワーキングメモリーの高さは、状況や目的によって、Bフレームへの移行を抑制し、デフォルトのAフレームを維持するように働く場合があるということになる。これは、先ほどの第1の役割と矛盾して奇妙に聞こえるかもしれない。しかし、適応的合理性という観点からみると、この役割は奇妙ではない。このことを示唆する知見が、近年の発達研究にみられる。

6. 処理資源の増加と思考の焦点化

McCormack, Simms, McGourty, and Beckers (2013)の知見は、経験や学習、そして発達に伴うワーキングメモリー容量の増加によって、注意の焦点化が生じやすくなることを示唆する。彼女らは、子供のワーキングメモリー容量を測定し、因果帰納推論においてブロッキング効果が、年少の子どもよりも年長の子供に、同じ年齢でもワーキングメモリー容量の少ない子供より

¹ システム1/2という概念は、それぞれのプロセスを生み出すものが異なるシステムであることを意味するため、ここでは、主にヒューリスティックな思考が関わるプロセスをタイプ1、主に分析的思考が関わるプロセスをタイプ2と呼ぶ（Evans, 2009, 2010）。

多い子供に、より多くみられることを報告した。年長の子供、ワーキングメモリー容量の高い子供は、食べ物Aがロボットのお腹を光らせ音を鳴らす効果があることをすでに知っている、食べ物AとBを同時に与えてお腹が光り音が鳴るのを観察しても、食べ物Bも効果を持つかもしれないとは考えない。

ブロッキング効果は、人や動物の因果推論が焦点化によって効率的に働くことを示す一つの好例である。我々は通常、Xが存在するとYが生じるという関係をすでに知っていた場合、XとZがともに存在するときにYが生じて、わざわざZとYの間にあらためて関係性を見出そうとはしない。もちろん、XとYの間に因果関係があるからといって、ZとYの間に関係がないとは限らない。しかし、ZとYの間関係性を知る何らかの必要性が生じない限り、それは無駄な情報処理でしかない。経験と発達に伴うWM容量の増大は、子供に注意と思考の焦点化を可能にし、関連性（食べ物Aはお腹を光らせ音を鳴らす効果がある）を素早く検知し、無駄な余分の情報処理（他にも効果を持つものがあるかどうか）を抑制するように制御する。

Gopnikとそのグループが行った研究の知見もまた、経験や学習、そして発達に伴うワーキングメモリーの増加と焦点化した思考モードとの関連性を示唆する。ただし、こちらは思考の焦点化がバイアスをもたらす例となる。彼女らの一連の子供の研究では、従来の発達研究の知見と異なり、幼い子供の方が年上の子供よりも高い推論能力を示す場合があることが示された(Lucas, Bridgers, Griffiths, & Gopnik, 2014; Seiver, Gopnik, & Goodman, 2013; Walker & Gopnik, 2014)。子供たちは一連の事象を観察した後、仮説AとBのうち事象を説明すると思う仮説を選択した。事象ははじめのうち仮説Bの方を支持するようにみえ、Aはもっともらしくない。しかし、実際には仮説Aは子供たちが見た証拠（事象系列全体）に支持されている。年少の子供たちは証拠に基づいてAを推論する可能性が高いが、年長の子供たちははじめに支持されるように見えた仮説Bに固執する傾向が高かった。Gopnik, Griffiths, and Lucas (2015)は、これらの知見から、年少の子供たちの方が年長の子供たちよりも、通常と異なる抽象的な因果規則を証拠に基づいて学習するのに優れており、年少の子供の方がオープンマインドに証拠を見ると論じた。

彼女たちの研究は、ワーキングメモリー容量と推論の関係ダイレクトに扱っているわけではないが、発達に伴って思考の焦点化が生じやすくなることを示し

ている。年長の子供たちの方が、注意と思考を焦点化して情報を素早く処理し、仮説を形成することができる。たとえその仮説がまちがっているにしても。

一方、年少の子供たちは焦点化した思考がまだ十分に行えないために、逆にすべての証拠を均一に処理してしまう。それが結果的に証拠に基づいた因果規則の発見につながったと言える。ワーキングメモリー容量の増加や知能の発達は、馴染み深い（あるいはそう思っている）知識のある（あるいはそう思っている）状況において、人に焦点化した思考処理を取りやすくさせる。

大きなワーキングメモリー容量、あるいは焦点化した思考が悪い結果に導く例は、洞察問題解決のような拡散的思考や周辺情報の利用が必要な課題においてよく認められる。古くは、報酬による動機づけが機能的固着からの脱却を妨げることを示した研究がある(Glucksberg, 1962)。また、ワーキングメモリー容量が大きい方が構えから脱出しにくいという知見(Beilock & DeCaro, 2007; Ricks, Turley-Ames, & Wiley, 2007)や、逆に、老人（ワーキングメモリー容量が小さい）の方がヒントとなる周辺情報に気づきやすい(Kim, Hasher, & Zacks, 2007)という知見もある。関連して、生活ノイズ(Mehta, Zhu, & Cheema, 2013)や少量のアルコール摂取(Jarosz, Colflesh, & Wiley, 2012)が創造性を高めることも知られている。

方向性を持つ焦点化された情報処理は諸刃の剣でもある。焦点化された思考は、焦点から外れてしまった情報、自分が「知らないこと」や「信じていないこと」に注意を向けることを難しくする(Birch & Bloom, 2003, 2007)。そのために、かえって証拠に基づく推論を妨げることがある。もちろん、得られた仮説が本当に正しいのかどうかを検証するためには、注意と思考の焦点化をいったん緩和し、すべての情報を詳細に比較する分析的思考プロセスが必要となる。焦点化を緩和し、分析的思考に移行し、その処理が成功するためには、さらに多くのワーキングメモリー容量が必要とされる。

7. 分析的思考の自動性

二種類の思考に関する第2の論点は、各々の特性についてである。Hattori & Hattori (2017)の結果は、二重フレームと二重過程の対応関係を示したと見ることができ、同時に、別のことも示唆していることに注

意する必要がある。Hattori & Hattori (2017) および Hattori et al. (2017) の実験結果は、否定の対称表現がフレームの選択に対して強い影響を持つことを示した。つまり、X でないもの、すなわち not-X を、Y という名称で表現することによって、あいまいな背景であった not-X が、Y という X に対峙するものとなり、両者が心理的に対称な事象となることを示した。このような問題の表現が、半自動的に B フレームを起動して分析的な思考を惹起しうる、あるいは、少なくとも B フレームの起動を促進しうると思われる。これまで、二重過程理論では、ヒューリスティックなタイプ 1 思考が無意識的（前意識的）とされ、分析的なタイプ 2 思考は意識的とされてきたが、これらの知見は、B フレーム、つまり分析的な思考に、少なくとも一部は無意識的で自動的な部分があることを示唆する。

これまで、二つのタイプの思考の切り替えに関する研究では、三段論法課題のような古典的な演繹推理課題 (De Neys, Moyens, & Vansteenwegen, 2010) や、基準率無視問題などの初等数学問題 (De Neys & Glumicic, 2008) が用いられることが多かった。こういった問題は正解が存在し、問題によって cue されたヒューリスティック反応を検証し、正解に到達するためには、分析的思考が必要とされる。したがって、ヒューリスティックから分析的思考へという方向にばかり光が当たりやすい。しかし、現実世界で我々が直面する多くの問題は正解が存在することはむしろ稀である。むしろ状況に応じて最適な解が変わりうる。直感的規則による反応は、ときにバイアスや非合理的な判断の原因になることもあるが、現実世界における推論や意思決定では分析的なタイプ 2 による反応と同程度、場合によってはそれ以上に効率的で正確な判断を可能にする (Kruglanski & Gigerenzer, 2011)。人は、問題や状況に応じて、適度な速さと正確さで解を得るために、適切なフレーム、あるいは思考タイプを選択する必要がある。二つのタイプの思考について議論するうえで、ヒューリスティック思考から分析的思考という一方の切り替えのみを議論するだけでは不十分である。逆の方向、あるいは分析的思考の抑制という観点からも考える必要がある。二重過程理論を考えるうえでも、何が分析的思考への移行を抑制し、ヒューリスティックな思考を維持させるのかという観点からの研究が必要であると考えられる。

文献

- [1] Beilock, S. L., & DeCaro, M. S. (2007). From poor performance to success under stress: Working memory, strategy selection, and mathematical problem solving under pressure. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33, 983-998. doi:10.1037/0278-7393.33.6.983
- [2] De Neys, W. (2006). Dual processing in reasoning: Two systems but one reasoner. *Psychological Science*, 17, 428-433. doi:10.1111/j.1467-9280.2006.01723.x
- [3] De Neys, W. (2012). Bias and conflict: A case for logical intuitions. *Perspectives on Psychological Science*, 7, 28-38. doi:10.1177/1745691611429354
- [4] De Neys, W., & Glumicic, T. (2008). Conflict monitoring in dual process theories of thinking. *Cognition*, 106, 1248-1299. doi:10.1016/j.cognition.2007.06.002
- [5] De Neys, W., & Goel, V. (2011). Heuristics and biases in the brain: Dual neural pathways for decision making. In O. Vartanian & D. R. Mandel (Eds.), *Neuroscience of decision making* (pp. 125-141). Hove, UK: Psychology Press.
- [6] De Neys, W., Moyens, E., & Vansteenwegen, D. (2010). Feeling we're biased: Autonomic arousal and reasoning conflict. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 10, 208-216. doi:10.3758/CABN.10.2.208
- [7] Denes-Raj, V., & Epstein, S. (1994). Conflict between intuitive and rational processing: When people behave against their better judgment. *Journal of Personality and Social Psychology*, 66, 819-829. doi:10.1037/0022-3514.66.5.819
- [8] Epstein, S. (1994). Integration of the cognitive and the psychodynamic unconscious. *American Psychologist*, 49, 709-724. doi:10.1037/0003-066X.49.8.709
- [9] Evans, J. St. B. T. (2009). How many dual-process theories do we need? One, two, or many? In Evans, J. St. B. T. & K. Frankish (Eds.), *In two minds: Dual processes and beyond* (pp. 33-54). New York, NY: Oxford University Press.
- [10] Evans, J. St. B. T. (2010). *Thinking twice: Two minds in one brain*. New York, NY: Oxford University Press.
- [11] Evans, J. St. B. T., & Frankish, K. (Eds.). (2009). *In two minds: Dual processes and beyond*. New York, NY: Oxford University Press.
- [12] Evans, J. St. B. T., & Over, D. E. (1996). *Rationality and reasoning*. Hove, UK: Psychology Press.
- [13] Evans, J. St. B. T., & Stanovich, K. E. (2013). Dual-process theories of higher cognition: Advancing the debate. *Perspectives on Psychological Science*, 8, 223-241. doi:10.1177/1745691612460685
- [14] Glucksberg, S., & Weisberg, R. W. (1966). Verbal behavior and problem solving: Some effects of labeling in a functional fixedness problem. *Journal of Experimental Psychology*, 71, 659-664. doi:10.1037/h0023118
- [15] Gopnik, A., Griffiths, T. L., & Lucas, C. G. (2015). When younger learners can be better (or at least more open-minded) than older ones. *Current Directions in Psychological Science*, 24, 87-92. doi:10.1016/j.cognition.2013.12.010
- [16] Hattori, I., & Hattori, M. (2017). Dual Frames in Causal Induction. *Proceedings of the 34th Annual Meeting of the Japanese Cognitive Science Society*, 7-12.
- [17] Hattori, I., Hattori, M., Over, D. E., Takahashi, T., & Baratgin, J. (2017). Dual frames for causal induction: The normative and the heuristic. *Thinking & Reasoning*, 23, 292-317. doi:10.1080/13546783.2017.1316314
- [18] Hattori, M. (2014). Figure and ground in thinking: The affirmation-negation asymmetry as a consequence of framing. *The Ritsumeikan Bungaku*, 636, 131-147.
- [19] Hattori, M., & Oaksford, M. (2007). Adaptive non-interventional heuristics for covariation detection in causal

- induction: Model comparison and rational analysis. *Cognitive Science*, 31, 765-814. doi:10.1080/03640210701530755
- [20] Hattori, M., Over, D. E., Hattori, I., Takahashi, T., & Baratgin, J. (2016). Dual frames in causal reasoning and other types of thinking. In N. Galbraith, E. Lucas, & D. E. Over (Eds.), *The thinking mind: A festschrift for Ken Manktelow* (pp. 98-114). New York, NY: Routledge.
- [21] Jarosz, A. F., Colflesh, G. J. H., & Wiley, J. (2012). Uncorking the muse: Alcohol intoxication facilitates creative problem solving. *Consciousness and Cognition*, 21, 487-493. doi:10.1016/j.concog.2012.01.002
- [22] Jenkins, H. M., & Ward, W. C. (1965). Judgment of contingency between responses and outcomes. *Psychological Monographs: General and Applied*, 79, 1-17. doi:10.1037/h0093874
- [23] Kim, S., Hasher, L., & Zacks, R. T. (2007). Aging and a benefit of distractibility. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 301-305. doi:10.3758/BF03194068
- [24] Kruglanski, A. W., & Gigerenzer, G. (2011). Intuitive and deliberate judgments are based on common principles. *Psychological Review*, 118, 97-109. doi:10.1037/a0020762
- [25] Lucas, C. G., Bridgers, S., Griffiths, T. L., & Gopnik, A. (2014). When children are better (or at least more open-minded) learners than adults: Developmental differences in learning the forms of causal relationships. *Cognition*, 131, 284-299. doi:10.1016/j.cognition.2013.12.010
- [26] Manktelow, K. I. (2012). *Thinking and reasoning*. Hove, UK: Psychology Press.
- [27] McCormack, T., Simms, V., McGourty, J., & Beckers, T. (2013). Blocking in children's causal learning depends on working memory and reasoning abilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 115, 562-569. doi:10.1016/j.jecp.2012.11.016
- [28] Mehta, R., Zhu, R. J., & Cheema, A. (2012). Is noise always bad? Exploring the effects of ambient noise on creative cognition. *Journal of Consumer Research*, 39, 784-799. doi:10.1086/665048
- [29] Miyake, A., Friedman, N. P., Rettinger, D. A., Shah, P., & Hegarty, M. (2001). How are visuospatial working memory, executive functioning, and spatial abilities related? A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 621-640. doi:10.1037/0096-3445.130.4.621
- [30] Ricks, T. R., Turley-Ames, K. J., & Wiley, J. (2007). Effects of working memory capacity on mental set due to domain knowledge. *Memory & Cognition*, 35, 1456-1462. doi:10.3758/BF03193615
- [31] Rubin, E. (1915/1958). Figure and ground. In D. C. Beardslee & M. Wertheimer (Eds.), *Readings in perception* (pp. 194-203). Princeton, NJ: D. Van Nostrand.
- [32] Rubin, E. (1921). *Visuell wahrgenommene figuren: Studien in psychologischer analyse [Visually perceived figures: Studies in psychological analysis]*. Kobenhavn: Gyldendalske Boghandel.
- [33] Seiver, E., Gopnik, A., & Goodman, N. D. (2013). Did she jump because she was the big sister or because the trampoline was safe? Causal inference and the development of social attribution. *Child development*, 84, 443-454. doi:10.1111/j.1467-8624.2012.01865.x
- [34] Sloman, S. A. (1996). The empirical case for two systems of reasoning. *Psychological Bulletin*, 119, 3-22. doi:10.1037/0033-2909.119.1.3
- [35] Stanovich, K. E. (1999). *Who is rational? Studies of individual differences in reasoning*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- [36] Stanovich, K. E., & West, R. F. (2000). Individual differences in reasoning: Implications for the rationality debate? *Behavioral and Brain Sciences*, 23, 645-726.
- [37] Thompson, V. A., Turner, J. A. P., Pennycook, G., Ball, L. J., Brack, H., Ophir, Y., & Ackerman, R. (2013). The role of answer fluency and perceptual fluency as metacognitive cues for initiating analytic thinking. *Cognition*, 128, 237-251. doi:10.1016/j.cognition.2012.09.012
- [38] Walker, C. M., & Gopnik, A. (2014). Toddlers infer higher-order relational principles in causal learning. *Psychological Science*, 25, 161-169. doi:10.1177/0956797613502983