

特集「AIと美学・芸術」

人工知能は創造的認知の何を語るか

—思考の二重性と合理性に基づく—考察—

What Artificial Intelligence Reveals about Creative Cognition
— A Study from the Standpoint of Duality and Rationality of Thinking —

服部 雅史

Masasi Hattori

立命館大学総合心理学部

Comprehensive Psychology, Ritsumeikan University.

hat@lt.ritsuemi.ac.jp, <http://www.psy.ritsuemi.ac.jp/~hat/>

Keywords: dual-process theories, insight problem solving, consciousness, self.

コンピュータなんて役に立たない。
だって、答を出すだけなんだから。

—Pablo Picasso*1

1. はじめに

私達は、なぜ創造的活動を行うのであろうか。つくることや表現することに没頭したり、取り憑かれたように執着したりするのはなぜであろうか。例えば、炎天下で懸命に被写体を待ち続けるカメラマンは、なぜそんなことをするのだろうか。

創造的活動は謎に満ちている。そもそも、創造性という概念自体が曖昧である [吉田 06]。直感に反する現象も多い。アイデアがなぜ湧いてくるか、あるいは、なぜ良いアイデアが出てこないのかは、本人にもわからず、コントロールもほとんど効かない。しかし、人工知能の性能が高まっても、創造性や社会的知性が必要な仕事は機械に取って代わるのが難しいとすれば [Frey 17]、その意味で、創造は最も人間的な活動なのかもしれない。とはいえ、コンピュータは、特定の画家の「新作」を「創作」すること*2 さえもできるようになっている。模倣された創作は、創作そのものといえるのであろうか、それとも似て非なることなのであろうか。

こうしたことを問題意識として、本稿では、人工知能と人間を比較しながら、人間の思考の二重性と合理性の概念を手がかりに創造的認知について考えたい。以下で

はまず、思考の二重性を手がかりとして考察するところから開始する。この二重性は、創造の反直感性の原因でもあり、現在の人工知能にない特性でもあるので、本稿の論点を明確にするのに役立つと期待する。

2. 思考の二重性と創造性

2.1 無意識と意識

問題の解決方法やその糸口が、何か別のことをしているときにふと思いつくことがある。この事実の存在自体が、無意識的な思考過程の存在を強く示唆する。例えば、有名な物理学者 H. Helmholtz は、次のように述べた。「良いアイデアは、靈感のように努力なしに不意にやって来る。晴れた日、木の茂る丘の緩やかな上り坂を歩いているときに、良いアイデアがすんなりと湧いてきた [Rignano 23, pp. 267-268].」また、数学者 H. Poincaré は、フックス関数という数学の難問に取り組んでいた時期、問題から完全に離れているときに突然優れた着想を得た三度の経験について詳述している [Poincaré 14, pp. 53-55]。こうした事例から、Wallas は、思考形成過程における4段階を提唱した [Wallas 26]。4段階とは、準備 (preparation)、孵化 (incubation)、解明 (illumination)、検証 (verification) である。このうち、孵化は、解決に行き詰まった後で問題から一時的に離れることを指すが、この間に無意識的な思考が働いて、突然、解決に至ることがある。つまり、問題解決においては、意識的で統制的な過程と、無意識的で自動的な過程の両方が相互作用すると考えられる。

興味深いことに、Poincaré は、数学の証明には、(知性とは別の) 感性が不可欠であると述べている [Poincaré 14, pp. 59-60]。彼の説によれば、無意識的過程が盲目的に試す膨大な組合せは、大半が無意味なものであるが、美的感覚が鋭い「ふるい」となって、解の候

*1 Feshbach は、「ピカソはコンピュータの価値について尋ねられたとき、噂ではこう答えたと言われている」としてこの言 (“Computers are useless, They can only give you answers.”) を引用している [Feshbach 83, p. 100]。なお、Wikiquoteによれば、初出の出典は *The Paris Review*, Issue 32, Summer-Fall (1964) である。

*2 The Next Rembrandt : <https://www.nextrembrandt.com/>

補となる良いものだけが意識に上るようにしている。一数学者による創造的認知に関する100年以上前のこの仮説は、実は現代の認知理論を先取りしている。生成と評価、すなわち、アイデアを広げることと絞り込むことの二つの過程は、現代の多くの創造的思考のモデルが重視している二重性である。例えば、Guilfordの知性の構造モデル (structure-of-intellect model) は、連合に基づいてさまざまな可能性を広げて探る拡散的思考 (divergent thinking) と、適切さを分析的に評価し可能性を絞り込む収束的思考 (convergent thinking) を区別した [Guilford 56]。

近年、思考には、素早く直感的な過程 (タイプ1) と、遅く熟考な過程 (タイプ2) が存在すると仮定する二重過程理論が多くの研究者から提唱されている。「二重過程理論 (dual-process theories)」という名称は英語では複数形で表現され、これは一般に、単一の理論ではなく個々の理論家による理論の総称として使われる。演繹的推論や意思決定、社会的判断以外にも、学習、記憶など広範囲の認知に関して、潜在的過程と顕在的過程を仮定する考えは、認知科学の中でも古くから提唱されてきた。二重過程という考えの起源は、はるか20世紀以前の哲学にさかのぼるが [Frankish 10]、2種類の過程の関係やそれぞれの定義的特徴について深く議論されるようになったのは比較的最近のことである。表1に、

表1 二重過程理論における二つの過程の属性 [Evans 13, Table 1]

	タイプ1過程	タイプ2過程
定義的特徴	自律的	要ワーキングメモリ 認知的非干渉化
典型的特性	素早い	遅い
	容量大	容量限定
	並列的	直列的
	非意識的	意識的
	バイアスの反応	規範的反応
	文脈化された	抽象的
	自動的	統制的
	連合的	規則ベース
	経験による意思決定	重大な意思決定
	認知能力と独立	認知能力と関係

表2 創造的思考の各段階における二つの思考過程の役割 [Allen 11, Table 1]

段階	タイプ1	タイプ2
概念化	弁証的思考 反事実的思考	弁証的思考 反事実的推論 「監査」
孵化	無意識的過程	
解明	連合的思考	反事実的推論
		概念空間探索
検証	アイデアの開発	アイデアの検証
普及	普及方法の生成	アイデアに対する 他者の反応の評価

Evans & Stanovich が提唱する二重過程理論における両過程の定義的特徴と典型的特性のリストを示す。また、Wallasの4段階に「普及」を加えた創造的思考の5段階において、タイプ1とタイプ2がどのように関わっているかについてのAllenらの分析結果を表2に示す。

Guilfordが提唱したような創造的思考の二重性は、二重過程理論の二重性と緩やかに対応するが、両者の対応は完全ではない。例えば、洞察は、しばしば孵化を経て無意識的に発生することから、熟考的なタイプ2より自律的なタイプ1との結び付きが強いと考えられるが、洞察はアイデア収束 (収束的思考) の結果でもある [Sowden15]。また、拡散的思考は、連合的処理 (タイプ1) と親和性が高いが、努力が必要な処理 (タイプ2) も含まれるとされている [Ward 94]。表3に、Sowdenらによるさまざまな創造的思考モデルと二重過程理論の対応を示した。このように思考に二つの過程が存在することが、創造的活動や問題解決における反直感的な現象の原因である。以下では、問題解決におけるこうした現象について考えてみたい。

表3 創造的思考モデルにおける各過程と二重過程理論における二つの過程の関係 [Sowden 15, Table 1]

創造的思考のモデル	タイプ1	タイプ2
知性の構造モデル [Guilford 56]	拡散的思考	拡散的思考
	収束的思考	収束的思考
盲目的変異・選択的保持 [Campbell 60, Simonton 11]	変異	選択
ジェネブローア [Finke 92]	生成	探索
		生成
二重状態モデル [Howard-Jones 02]	生成的	分析的
研磨理論 [Gabora 05]	連合的	分析的
二重経路モデル [Nijstad 10]	連合的	分析的
		柔軟性
		粘り強さ

2.2 問題解決のパラドックス

洞察問題解決に関して、直感に反する現象が二つある [Ohlsson 11]。一つは、問題を解くために必要な知識をすべてもっていても、そうした有益な知識を使うことができないことである。もう一つは、こうしたインパス (impasse, 手詰まり状態) が、上で述べた Helmholtz や Poincaré の事例のように、非意図的・自動的に解消されることである。存在しているはずの知識を努力しても想起できないことは、創造性を高める試みがむだであることを示唆するように思われるが、朗報もある。それは、自覚なしに有益な情報を活用することができる [Hattori 13b] ことである。しかし同時に、有益な情報があっても、かえって解決が阻害される場合もあることがわかってきた。問題解決のパラドックスは、創造的活動の難しさと密接に関連している。そこで以下では、筆者らの研究室が明らかにしてきた現象を紹介しながら、このパラ

ドックスの背後にある認知の仕組みについて考察する。

重要な事柄に注意を向けたり、必要な知識を検索したりするのは、認知コントロール (cognitive control) の働きによる。創造的活動には、上述のとおりアイデアの生成とその評価という二面性があり、特に評価の過程で認知コントロールが重要な役割を果たすため、認知コントロールは創造性に寄与すると考えられている [Armbruster 89, Finke 92, Groborz 03, Jaušovec 94, Nickerson 99, Zabelina 10]。しかし、認知コントロールは、インパスに陥った状態をさらに悪くすることがある。例えば、心理学の古典的な研究では、洞察問題の解決には報酬がむしろ逆効果であることが実証されている [Glucksberg 62]。関連して、ワーキングメモリ容量 (WMC) が大きい個人は、問題を新しい見方で見ることが難しい (構えから脱却しにくい) ことも知られている [Beilock 07, Ricks 07]。さらに、認知コントロールが注意の範囲を狭める [Beilock 02, Colflesh 13, Conway 01, De Fockert 11, Oliverson 05] ことや、潜在学習を妨害する [Cochran 99, Finn 14] こと、創造性を低下させること [Amer 16] も示唆されている。

筆者は、以下に述べるとおり、問題解決のパラドックスは、こうした認知コントロールの二面性によって説明できると考えている。また、この認知コントロールの二面性の原因は、創造的活動に二面性があり、認知コントロールがそのうちの一方 (評価や統合) と強く結び付いていること、しかも、認知コントロールのような努力的で意識的な過程 (タイプ 2) と、自動的に無意識的な過程 (タイプ 1) の間に乖離が存在することであると考えている。

2.3 創造的になるのが難しい理由

まず、問題解決の第 1 のパラドックス、すなわち、解に結び付く良いアイデアをもっているもそれを使えないのは、良いアイデアが抑制されているためと考えられる。良さそうな (しかし本当は良くない) アイディアが活性化することによって、検索誘導性忘却 (retrieval-induced forgetting : RIF [Anderson 94]) と類似した仕組みによって、それ以外の知識が抑制を受ける。すなわち、一度、悪いアイデアが誤って正の評価を受けると、類似のアイデアの検索が、誤った解のさらなる想起や活性化を引き起こし、正しい解や良いアイデアの検索を困難にする。その結果、良いアイデアがますます浮かびにくくなる。この考えは、類似語の直接プライミングで単語完成課題の成績が低下するという結果や [Smith 97]、問題の正解が RIF のターゲットになると解決が困難になるという結果 [Gómez-Ariza 16] と符合する。また、この仮説から、認知コントロールが強い場合 (WMC が大きい個人や、動機が強い場合など、認知資源の集中が可能な場合) には、アイデア抑制傾向が強まることが予想できるが、その予想は、前述の報酬や WMC の逆効果 [Beilock 07, Glucksberg 62, Ricks 07] な

どの結果によって支持される。

さらには、近年知られるようになった潜在手がかりの逆説的妨害効果 [服部 15] も、この仮説を拡張することによって説明できる。潜在手がかりとは、マスキングなどの手法を使って認識できないように瞬間呈示するか、本人の気付きを伴わないように呈示するヒント情報を指す。このように「見えない/気付かない」ようにしたヒントでも、しばしば問題解決を促進すること [Hattori 13b] が知られていたが、場合によっては、ヒントが逆に解決成績を下げることもあることが示されている。

この反直感的な現象 (潜在手がかりの逆説的妨害効果) を説明するためには、認知コントロールが外的な潜在ヒントを抑制するだけでなく、内的な知識も抑制することを仮定する必要があると考えられる。すなわち、認知コントロールによって潜在ヒントが (無意識的に) 抑制され、その結果、環境からの情報 (ヒント) の影響が無効化されて外生的促進がなくなるだけでなく、その過程で付随的に、関連する内的知識も抑制を受け、その結果、意味ネットワーク内で有益な知識の不活性化 (抑制) が起こると考える。この考えを、手がかり誘導性インパス (cue-induced impasse) 仮説と呼ぶ。この仮説は、抑制機能が強く維持される人ほど逆説的妨害効果が起こりやすいという実験結果 [西田 18] によって裏付けられている。

問題解決の第 2 のパラドックス、すなわち、インパスが非意図的・自動的に解消されることは、第 1 のパラドックスと鏡映像の関係にある。このパラドックスが起こる仕組みは自明ではないが、認知コントロール、あるいは抑制の弱まりが関係していることは間違いなさであろう。何らかのきっかけ、例えば疲労や休憩、忘却によって認知コントロールが弱まると、それまで内部で抑制されていた (良い) アイディアが活性化しやすくなり、孵化効果などの内生的促進につながると考えられる。もし、手がかり誘導性インパス仮説が正しく、認知コントロールが抑制を可能にしているのなら、潜在ヒントがあるときに認知資源が消耗すると、むしろ脱抑制によって解決が促進されると予想される。そこで、筆者らが実施したある実験で、潜在ヒント呈示下で二重課題を課したところ、予想どおり、問題解決の成績が (低下ではなく) 上昇した [服部 13a]。つまり、認知コントロールが潜在ヒント情報を抑制することが示唆された。この結果は、適度な生活環境ノイズが、抽象的認知を活性化して創造性を高めるという研究結果 [Mehta 12] とも整合的である。

3. 二重過程と合理性

ここまでで、創造的活動が思考の二重性と密接に結び付いていることを論じた。しかし、思考の二重性は、むしろ思考の合理性に関する議論と縁が深い。それは、二重過程理論が「ヒューリスティックとバイアス」アプローチ [Evans 93, Kahneman 11] から生まれたという経緯

によるところが大きい。合理性と創造性の関係はわかりにくいだが、それは次章で議論するとして、その準備として、ここでは思考の二重性と合理性の関係について展望し、発展的な考察をしたい。

3.1 間違える直感、賢い熟考？

思考研究が、ヒューリスティックやバイアスに注目するのは、規範 (norm; 論理や確率などの数学的体系、あるいはその体系の出力) と実際の人間の行動の乖離を糸口として意思決定や推論の認知過程を明らかにすることが、認知過程の研究に役立つからである。規範は、定められた目標に対するシステムの出力として、どういったものが望ましいかを定める。しかし、規範自体は過程を規定するものではないので、認知過程の特性は、規範と実際の出力の差、すなわちエラーから推定されることになる。さまざまな要因を統制した実験は、エラーから有益な推定を可能にする。このアプローチの成功に伴って、デフォルトで素早く立ち上がるタイプ1過程がしばしばエラーを引き起こし、後から起動するタイプ2過程がそれに介入してバイアスを修正し、エラーの回避を可能にするというデフォルト介入論 (default-interventionist) [Evans 07] の見方が広まった。

デフォルト介入論に対するよくある誤解は、タイプ1が、よく誤る劣った非合理的な過程で、タイプ2が、それを正す優れた合理的な過程であると考えたものである。もちろん、必ずしもそうではないことは、これまでに多くの研究がさまざまな証拠を提示してきた。例えば、Gigerenzer らの研究グループは、現実的な意思決定において、直感的で単純なヒューリスティックが、むしろ正解に導くことが多いと主張してきた [Gigerenzer 99]。洞察問題解決研究では、無意識的なタイプ1過程が、分析的なタイプ2過程では到達できない新しい解に導くとされている [Gillhooly 15]。ヒューリスティックとバイアスアプローチを先導してきた Kahneman 自身も、誤りだけでなく、正しいことの大半はタイプ1のおかげである旨を明示的に述べているが [Kahneman 11, p. 416]、それでも誤解が生まれるのは、熟考と理性が概念的に結び付きやすいからかもしれない。

近年の重要な議論としては、論理的直感 (logical intuitions) とも呼ぶべきタイプ1過程があり、直感でもある程度の論理的推論が可能であることも明らかにされている [De Neys 12]。また、表1のような二分法は単純すぎて、実際のデータに合わないという批判もある [Melnikoff 18]。例えば、非意識的な処理が WM を消費することや、非意図的でありながら統制的な行動もあることなど、さまざまな組合せがあり得るとされている。

3.2 合理性は一つではない

デフォルト介入論によれば、タイプ1過程は、最小限の認知資源しか使わずに、たいいていの場合にうまくい

く処理を行う。一方、タイプ2過程は、多くの認知資源を消費して、整合的で合理的な解を導き出すための処理を行う。この見方によれば、タイプ2は規範的合理性 (normative rationality) を満たし、タイプ1は適応的合理性 (adaptive rationality) [Anderson 90] (または進化的合理性) を満たすことになる。適応的合理性とは、環境の中での適応性を高めるのに貢献する性質を指す。この二重合理性の概念は、Harman による理論的合理性 (theoretical rationality; 信念の合理性) と実践的合理性 (pragmatic rationality; 行為あるいは計画や意図の合理性) の区別 [Harman 95] と緩やかに対応しており、その源流は、Simon [Simon 55, Simon 56, Simon 78] にさかのぼる。それは、環境の構造と認知資源の有限性を考慮に入れた限定合理性 (bounded rationality) の概念である。

しかし、二重過程と二重合理性の対応については、対照的な主張もある。最近の Oaksford と Hall の議論によれば、系統発生的に古いとされるタイプ1過程が、判断課題や推論課題において合理的選択理論といった規範に合致する行動を実現し、むしろ、言語と結び付いたタイプ2過程こそがエラーを引き起こす [Oaksford 16]。この見方によれば、タイプ1は、適応的合理性も規範的合理性も満たすことになる。もしそうなのであれば、進化的に新しいはずのタイプ2過程が非合理的であるのはなぜだろうか。また、タイプ1過程が合理的というときの合理性とは、正確にどういう意味なのであろうか。

3.3 目標は一つではない

二重過程と合理性の関係を明らかにするために、エラーと合理性の関係について再検討しておきたい。Sloman と Fernbach は、因果推論のシステムティックなエラーの例として、自己欺瞞による行動変容や、囚人のジレンマにおける「協力」をあげている [Sloman 08]。例えば、Quattrone と Tversky は、腕を冷水につける実験で、心臓が健康な人は長く耐えられると聞いた被験者は、これ以上耐えられないと感じるまでの時間が長くなることを明らかにした [Quattrone 84]。これは、明らかに自己欺瞞によるもので、規範に照らせば「因果推論のエラー」[Sloman 08, p. 489] である。しかし、このエラーは非合理的とはいえない。自己欺瞞が満足感や自己効力感をもたらし、その結果、幸福感が得られる [Taylor 88] とすれば、この行動は、例えば「気持ち良く生きる」というおそらく生物としての基本的な目標に合致するという意味で、合理的ともいえる。

合理性の定義は目標に依存する。例えば、冷水実験の課題では、正しい因果推論がなされることが暗黙のうちに目標に設定されているが、被験者の目標は、必ずしも実験者の目標 (だけ) に一致するとは限らない。ここで重要なのは、おそらく被験者は、同時に複数の目標を保持しているという点である。つまり、被験者にとっては、

正しい因果推論をすることも幸福感を得ることも、さらには別の何か（例えば、実験者に好印象を与えるといった個人的なこと）も、すべてが同時に目標であり得る。そうした目標が完全に相互排他的でない限り、どの目標もある程度の水準で満足がいくように達成しようとするのが、実践的な意味で合理的な行動と見ることができる。

もちろん、ある特定の事柄が課題として要求されており、それを被験者は十分に理解・納得しているにもかかわらず、それに応えられないのならば、それをもって非合理的とすることには一理ある。しかし、柔軟に行動を変えすぎることの（非）合理性についても議論の余地がある。すなわち、例えばその課題が、本来自然に引き起こす認知過程を抑制して、その場で与えられた課題要求だけで上書きすることを要求しているとすれば、その要求にすんなり従うことは本当の意味で適応的でないかもしれない。ただ、この議論は長くなるので稿を改めることとした。

3.4 本当の合理性とは

タイプ1 過程は、おそらくこうした多重化された目標を同時に考慮することができるように、自動的で並列的な処理過程として実現されているのではないだろうか。3.2節で紹介したように、こうしたタイプ1 過程は、むしろ規範に合致するという主張がある [Oaksford 16]。確かに、ベイズ推定という規範に合致するという意味で、タイプ1 過程の規範性の主張には一定の妥当性はある。しかし、問題は、この過程が固定配線のことであり、例えば、ムクドリの意味決定が、合理的選択理論の公理を満たしている [Monteiro 13] という事実は驚きではあるが、それが一定の環境における固定化された行動であることを思えば納得できる。つまり、タイプ1 の推論や判断は進化的に古いもので、その出力の有効性は領域依存的である。したがって、これは規範的合理性というよりは、むしろ習慣限定合理性 (habit-bounded rationality) と呼ぶべきものであろう。

タイプ2 処理は、こうした習慣限定合理性を満たすタイプ1 処理を上書きすることができる [Kahneman 02]。ただし、それが、結果としてエラーを引き起こすことがある [Oaksford 16] のもまた事実である。とはいえ、タイプ1 過程のモジュール（もしくは、学習された硬直化したヒューリスティック）は、そのモジュールが（進化または学習によって）チューニングされた文脈以外の文脈では、望ましい出力をしないことがある。そのため、望ましくない出力を慎重に防ぐよう行動することを可能にするのは、やはり、タイプ2 過程であろう。つまり、多重化された目標の中で、特定の目標を焦点化して合理的にそれを追求するといった規範的合理性が実現できるのは、タイプ2 処理に限られる。

本当は、こうした合理性よりも、おそらくずっと重要な合理性は、大局的観点から（意図的、あるいは非意図

的に）方向転換するといったダイナミックな思考や行動ではないだろうか。それは、例えば、問題解決が行き詰まったら全く別のことをする、雑談の最中に気まずい雰囲気になりかけたらとっさに話題を切り替える、締切り間際になって緊急性のない別の何かをやり始める、ある日突然思い立って旅に出るといったことがある。これらの行動は、文脈の切替えや脱文脈化、目標レベルの変更といった概念で捉えることができる。この種のメタレベルの思考や行動を起こすのは、見掛けほど簡単なことではない。実際、人工知能にとって、おそらく、こうした目標直結型ではない振舞いは、最も実現が難しいタイプのものではないだろうか。こうした知性が備える特性としての合理性を、パラ合理性 (para rationality) と呼ぶことにする。

3.5 意識はなぜあるのか

こうしたパラ合理性を実現するには、どうしたらよいであろうか。本稿では、そのためには高水準の意識、あるいは自己の概念が必要であると提案したい。Fodor は、「意識ある心」が行うことは何でも、意識なしでも同じようにできるのに、なぜ神は意識をつくったのかと問いかけた [Fodor 04, p. 31]。それに対して Humphrey は、意識の役割は、それがなければできない何かをさせることではなく、それがなければやる気が起こらないことにやる気を出させることであると答えた。あるいは、自分の一生を生き甲斐のあるものにする、自分自身をかけがえのないものとみなして尊ぶといったことが意識の機能なのであり、意識をもっているからこそ、自己効力感や責任感を介して生き甲斐や幸福感を得ることができ、その結果として、進化的な適応度が上昇するとした [Humphrey 11]。コロンブスの卵のようなこの鋭い洞察に基づいて考えれば、自己欺瞞、自己中心性、自我関与性、自己受容、自我防衛といった要素は、与えられた実験室的・無機質な課題の中で、多重化する目標の一つに入り込む余地が常にあると考えてよいであろう。つまり、自己という概念、あるいは意識をもつことによって発生する目標があり、その目標の達成が、生物としての環境への適合度を高めている可能性があるということである。

タイプ1 処理は、そうした多重化目標を並列的に達成することを目指すものと捉えることができる。結果として、それは無意識的・無自覚的に、いわば「落としどころ」を探るような処理となる。一方、タイプ2 処理には、2種類の機能を想定することができる。第一に、タイプ2 処理は、そうした多重化目標を分離して、単一化して「合理性」を徹底的に追求することを志向するものと位置付けられる。第二に、多重化目標の達成が容易でない場合に、メタレベルから介入することによって、ダイナミックなタスク切替えが促され、それを通して創造的解決を志向するものと見ることができる。こうしたタイプ2 処理には、強い認知コントロール、高水準の意識、強い自

意識が必要になる。

以上の考えは、まだ単なる推測にすぎないが、こうした観点は、これからの認知研究の中に、自己の概念やその影響、協力行動や援助行動、責任感、生きがい、幸福感といった概念、ひいては、意識の働きによる志向性や死の脅威といった概念までも自然に取り込んで、統合的な認知理論を構築するための端緒となると考えている。

4. 合理性と創造性

3章では、合理性の意味について、二重過程との関係の中で論じてきた。その議論の中で、拡張された新しい合理性の概念、パラ合理性を提案した。これは、規範への一致でもなく、目標への合致でもない。目標が多数ある場合や明確な目標がない場合に、目標の優先順位を立てることや目標を調整して新しい目標に変換すること、さらには、目標を発見することまでも含む合理性と定義できる。

合理性の概念をこのように拡張すると、創造性との関連が見えてくる。とりわけ創造的活動との関係において重要と思われるのは、「認知資源のコントロールの問題」である。これには、長期的問題と短期的問題があるが、いずれの問題も、人工知能の文脈で考えるのがわかりやすい。なぜなら、真の知性の設計には、こうしたコントロールが不可欠であるからである。短期的問題というのは、3・4節でパラ合理性の例としてあげたような気分転換や話題変更といったことであり、例えば、コンピュータに雑談させることの難しさ[東中 16]は、この問題の根深さを教えてくれる。以下では、もう少し長期的な方略選択や認知機構の問題としての認知資源コントロールの問題を考えていきたい。

4.1 ものの見方・考え方・取組み方

例えば「三目並べ」は、全局面の数がたかだか数千の非常にシンプルなゲームで、全数探索によって絶対に負けないプログラムをたやすくつくることができる。それに対して、チェスの局面の数は、一説によると全宇宙の分子の総数よりはるかに大きいといわれているが[Manktelow 12, pp. 245-246]、1997年にコンピュータが人間のチャンピオンを破った。もちろん、このDeep Blueのやり方は三目並べとは全く違う方法であったが、もしチェスがもっとシンプルなゲームだったら、三目並べの方法でプログラムを組めばよかつたはずである。その20年後、コンピュータは囲碁でも人間を超えたが、そのAlphaGoの方法は、やはりチェスのときとは全く違うものであった。

ある問題に対して、それをどういうふうにか考えるか、それにどう取り組むかという問題は、特定のアルゴリズムのパラメータ調整や学習セットの選択といった問題とはレベルが異なる。問題をどのように下位問題に分解し、

どういう問題にどのように知的資源を割り当てるか、解決方法がわからないときに、どういう方向に進むと決めるか、というのはメタレベルの方略のコントロールの問題で、このレベルの知性がないと本当に知的な振舞いを実現するのは難しい。本当に知的な振舞いというのは、与えられた問題の解決だけでなく、問題の捉え直しや別の問題の発見、新しい目標の発見、問題や目標の再設定までも含んだ全体的行動を指す。つまり、目標への合致は合理性の一側面であるが、これだけを追求する知性は、真の知性にはならない。例えば、Bostromは、知性の可能性を考える中で、「ペーパークリップの生産量の最大化」を目標として地球全体をペーパークリップに変えてしまうような知性が、人間を超えるスーパーインテリジェンスとしてインパクトをもち得る[Bostrom 14, p. 130]と述べているが、筆者には、そのような「知性」はけっして知的に思われない。もちろん、Bostromの論点は人工知能コントロール問題であり本稿の論点とは異なるが、いずれにしても、人工知能が本稿で論じたような人間にとっての真の知性（あるいはその延長線上の特性）をもたない限り、いわゆるスーパーインテリジェンスにはなり得ない。当たり前のことであるが、人間は、生まれたときに目標を与えられたわけではない。生きていく中で、自分で目標を探し、追求し、またそれを自分で変更するというサイクルを繰り返しているという事実を忘れてはならない。

この問題は、世界の物事や出来事を「どう見るか」という問題と深く関わっている。例えば、有名なシャーロック・ホームズの「吠えなかった犬の推理」の難しさの原因は、肯定的事象と否定的事象を同等に扱えない（扱わない）認知の仕組みにある[Hattori 16, Hattori 17]。これは、いわば思考の「図と地」の問題であり、何を「地」とするかによって、「図」の見え方が全く変わってくることになる。人間がフレーム問題を解決しているように見える[松原 89]のは、おそらくこの認知の仕組みがあるからである。コンピュータにとってはすべてが「図」であるから手に負えないほどの膨大な計算量が必要になる[Dreyfus 72, p. 153]という半世紀近く前のDreyfusの批判は、人間の抽象的記号処理能力やダイナミックなもの見方の切替え能力がいまだに解明されていない現代において、今でも色あせていない。

5. 創作の知性：まとめにかえて

5.1 「チェスは飽きました」

一体、知性とは何なのであろうか。一般的知能をもったコンピュータについて、Hofstadterは40年近く前に次のように表現している[Hofstadter 79, p. 678]。「(チェスでどんな人でも負かすのは) 一般的知能をもったプログラムであり、それは人間と同じように気分屋になるだろう。『チェスをしませんか?』、『いいえ、チェスは飽

きました。詩について語りましょう。あなたがどんな人でも負かすプログラムと交わす会話は、こんな感じのものになるかもしれない。実際には、コンピュータは、一般的知能をもたなくても人間のチャンピオンを負かすことができた。しかし、雑談を楽しんだり、悩みの相談に乗ったり、心を打つ芸術作品をつくったり（それに飽きたり）といった真に知的な活動をするためには、おそらく一般的知能が必要である。そうした知性は、メタレベルのモニタリングや適切なタスク切替えの能力をもたずである。Hofstadterはそれを「システムの外に跳び出す (jumpout of the system)」能力と表現した。それに加えて、思考の図と地を扱う能力、文脈化と脱文脈化を適切に切り替える能力も必要であることを、3・4節で主張した。こうしたパラ合理性、すなわち「真の知性」の実現のための認知の仕組みこそが、思考の二重性なのではないかと筆者は考えている。

5.2 求められないことを語る

知性は、知能指数で測られるもの（だけ）では断じてないはずである。これは、知能テストの妥当性とは別の問題で、知能指数という概念、さらには知能という概念の妥当性の問題といってもよい。例えば、アリなどの社会性昆虫のコロニーには、ほとんど働かないワーカーが存在するが、こうしたワーカーは、普段働いているワーカーが働けなくなったときに働いて、コロニーを危機から救う [Hasegawa 16]。このことは、遺伝子（だけ）が能力を決めるのではなく、環境や社会、特に他個体と自らの遺伝子の両方が、個体の行動の決定要因となっていることを端的に示している。おそらくそれは、知性の発揮に関しても同じことであろう。つまり、特定の個人の知性は、本人の特性というよりは、「社会の中の個人」の特性とでもいうべきものである。もしそうならば、たとえ個人の遺伝子をいくら洗練させても、社会が個人の集まりである以上、結果がどうなるかは予測不可能である。したがって、遺伝子レベルでの何らかの操作、例えば受精卵選択によって知能がコントロールできるという議論 [Bostrom 14] に説得性はない。つまり、知性という概念は、社会から切り離されてしまえば無意味であり、社会的文脈を伴わない知能指数のような尺度はナンセンスということになる。

人工知能、少なくとも現在の人工知能に、そういった意味での社会的視点や他者の視点は組み込まれていない。パラ合理性のない人工知能は、囲碁において人間よりはるかに強くても、自分が打った強い手の意味を解釈することもなく、それを咀嚼することもない。AlphaGoが、冒頭で紹介した Poincaré のように、自らのアイデアの生まれる過程を分析することはない。自分を相対化する能力もなく、碁の打ち方を他者に教えることもできない。例えば、「接待将棋」が、コンピュータにとって相当に難しい課題である [羽生 17] というのも、まさに

そのためであろう。接待将棋というのは、相手に合わせて指し方のレベルを変え、指した後に相手を将棋を教えることまでも包含し得る行為である。これを実現するためには、おそらく何層にもなったメタレベルのモニタリングとコントロールが必要になる。

つまり、人工知能が「創造的認知とは何か」を自ら語り始めることは（少なくとも現在は）ない。これが、おそらくは（現在の、もしかしたら将来も同様の）人工知能の限界であり、人間の創造性の本質である。そしてこれは、本稿のタイトルを字義どおりに解釈した場合のややトリビアな問いへの答えにもなっており、その意味で表層的に見えるかもしれないが実は重要な本稿の結論の一つである。

5.3 創作への意志

創作の知性、あるいは創造性とは何か。3・5節で、やる気を出させるのが意識の機能であり、またその存在理由でもあるという考え [Humphrey 11] を紹介し、真の知性にはそれが必要であることを指摘した。例えば、ある創造的な発明品を考える実験 [Finke 90] では、何をつくるかを考える前に、作品の外観（発明先行形状）だけを先に考えさせると、良いアイデアが多く出ることが示された。この実験の面白さは、適度に制約があるほうが、自由度が高すぎる場合より、むしろ良い作品が多く生まれるという点にあるのであるが、さらに面白い点は、この効果が、発明先行形状を自分で生成する場合に限られるという点である。つまり、おそらくは自分が考えた「アイデアの卵」に愛着なようなものを感じて、それを推し進めようと、頑張るといったことが起こらない限り、（知能が高くても）創造的なものは生み出されないということである。これも、知性の発揮のダイナミズムを示唆している。そしてそれが、本稿のもう一つの深いほうの、ただし、現時点ではまだ曖昧な結論につながる。

高水準の意識や強い自我は、「自己のかけがえのなさ」や「意志の力」の源であると同時に、時間の概念や無常の感覚、死への恐怖の観念にもつながる。そこから発展的に、「不滅の魂」といった信念や「神聖」といった宗教的な観念も発生し得る。これに関連して思い出されるのは、将棋棋士の羽生善治氏が、将棋において生存本能や恐怖心が大切であり、コンピュータ将棋の「恐怖心のない思考」が生み出す手を「痛みを感じないゾンビ」のように感じるときがあると述べていた [鳥海 17, p. 110] ことである。これこそ、人間の「意識」が、対象への思い入れ、意志、集中、執着といった人間の「力」の源であるという考えに符合するように思われる。

知性という概念は、「人間の在り方」と不可分である。人間の在り方というのは曖昧な表現であるが、いまのところ、これ以外に良い言葉が思いつかない。知能を社会と切り離して考えても意味がないのと同じように、創作の知性は「作者」と切り離すことはできない。作者とい

うのは、いわば「熱い魂」をもった主体である。芸術的創作は、自己、時間、感情といったものと切り離すと、おそらく意味を失う。ならば、創作の知性という概念には、例えば、生き方、価値観、社会性、共感性、感情、孤独、自尊感情、志向性といったすべての要素が含まれなければならないように思われる。そう考えると、将来、芸術を創作するスーパーインテリジェンスが出現するかどうかはわからないが、もしそれが実現するなら、やはり意識や自我をもったものにならざるを得ないのではないだろうか。

◇ 参考文献 ◇

- [Amer 16] Amer, T., Campbell, K. L. and Hasher, L.: Cognitive control as a double-edged sword, *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 20, No. 12, pp. 905-915 (2016)
- [Anderson 90] Anderson, J. R.: *The Adaptive Character of Thought*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ (1990)
- [Anderson 94] Anderson, M. C., Bjork, R. A. and Bjork, E. L.: Remembering can cause forgetting: Retrieval dynamics in long-term memory, *J. Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, Vol. 20, No. 5, pp. 1063-1087 (1994)
- [Armbruster 89] Armbruster, B. B.: Metacognition in Creativity, in Glover, J. A., Ronning, R. R. and Reynolds, C. R., eds., *Handbook of Creativity*, pp. 177-182, Plenum, New York, NY (1989)
- [Beilock 02] Beilock, S. L., Carr, T. H., MacMahon, C. and Starkes, J. L.: When paying attention becomes counterproductive: Impact of divided versus skill-focused attention on novice and experienced performance of sensorimotor skills, *J. Experimental Psychology: Applied*, Vol. 8, No. 1, pp. 6-16 (2002)
- [Beilock 07] Beilock, S. L. and DeCaro, M. S.: From poor performance to success under stress: Working memory, strategy selection, and mathematical problem solving under pressure, *J. Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, Vol. 33, No. 6, pp. 983-998 (2007)
- [Bostrom 14] Bostrom, N.: *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*, Oxford University Press, Oxford, UK (2014), 倉骨彰 訳: スーパーインテリジェンス: 超絶 AI と人類の命運, 日本経済新聞出版社 (2017)
- [Campbell 60] Campbell, D. T.: Blind variation and selective retentions in creative thought as in other knowledge processes, *Psychological Review*, Vol. 67, No. 6, pp. 380-400 (1960)
- [Cochran 99] Cochran, B. P., McDonald, J. L. and Parault, S. J.: Too smart for their own good: The disadvantage of a superior processing capacity for adult language learners, *J. Memory and Language*, Vol. 41, No. 1, pp. 30-58 (1999)
- [Colflesh 13] Colflesh, G. J. H. and Wiley, J.: Drunk, but not blind: The effects of alcohol intoxication on change blindness, *Consciousness and Cognition*, Vol. 22, No. 1, pp. 231-236 (2013)
- [Conway 01] Conway, A. R. A., Cowan, N. and Bunting, M. F.: The cocktail party phenomenon revisited: The importance of working memory capacity, *Psychonomic Bulletin & Review*, Vol. 8, No. 2, pp. 331-335 (2001)
- [De Fockert 11] De Fockert, J. W. and Bremner, A. J.: Release of inattention blindness by high working memory load: Elucidating the relationship between working memory and selective attention, *Cognition*, Vol. 121, No. 3, pp. 400-408 (2011)
- [De Neys 12] De Neys, W.: Bias and conflict: A case for logical intuitions, *Perspectives on Psychological Science*, Vol. 7, No. 1, pp. 28-38 (2012)
- [Dreyfus 72] Dreyfus, H. L.: *What Computers Can't Do: A Critique of Artificial Reason*, Harper & Row, New York, NY (1972), 黒崎政男, 村若 修 訳: コンピュータには何ができないか: 哲学的人工知能批判, 産業図書 (1992)
- [Evans 93] Evans, J. S. B. T., Newstead, S. E. and Byrne, R. M. J.: *Human Reasoning: The Psychology of Deduction*, Lawrence Erlbaum Associates, Hove, UK (1993)
- [Evans 07] Evans, J. S. B. T.: On the resolution of conflict in dual process theories of reasoning, *Thinking & Reasoning*, Vol. 13, No. 4, pp. 321-339 (2007)
- [Feshbach 83] Feshbach, H.: Reflections on the Microprocessor Revolution: A physicist's Viewpoint, in Adkins, B. M., ed., *Man and Technology: The Social and Cultural Challenge of Modern Technology*, Cambridge Information and Research Services, Cambridge (1983)
- [Finke 90] Finke, R. A.: *Creative Imagery: Discoveries and Inventions in Visualization*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Hillsdale, NJ (1990)
- [Finke 92] Finke, R. A., Ward, T. B. and Smith, S. M.: *Creative Cognition: Theory, Research, and Applications*, the MIT Press, Cambridge, MA (1992), 小橋康章 訳: 創造的認知: 実験で探るクリエイティブな発想のメカニズム, 森北出版 (1999)
- [Finn 14] Finn, A. S., Lee, T., Kraus, A. and Kam, C. L. H.: When it hurts (and helps) to try: The role of effort in language learning, *PLoS One*, Vol. 9, No. 7, p. e01806 (2014)
- [Fodor 04] Fodor, J. A.: You can't argue with a novel, *London Review of Books*, Vol. 26, No. 5, pp. 30-31 (2004)
- [Frankish 10] Frankish, K.: Dual-process and dual-system theories of reasoning, *Philosophy Compass*, Vol. 5, No. 10, pp. 914-926 (2010)
- [Frey 17] Frey, C. B. and Osborne, M. A.: The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 114, No. Supplement C, pp. 254-280 (2017)
- [Gabora 05] Gabora, L.: Creative thought as a non Darwinian evolutionary process, *J. Creative Behavior*, Vol. 39, No. 4, pp. 262-283 (2005)
- [Gigerenzer 99] Gigerenzer, G. and Todd, P. M.: *The ABC Research Group: Simple Heuristic That Make Us Smart*, Oxford University Press, Oxford, UK (1999)
- [Gilhooly 15] Gilhooly, K. J., Ball, L. J. and Macchi, L.: Insight and creative thinking processes: Routine and special, *Thinking & Reasoning*, Vol. 21, No. 1, pp. 1-4 (2015)
- [Glucksberg 62] Glucksberg, S.: The influence of strength of drive on functional fixedness and perceptual recognition, *J. Experimental Psychology*, Vol. 63, No. 1, pp. 36-41 (1962)
- [Gómez-Ariza 16] Gómez-Ariza, C. J., del Prete, F., Prieto del Val, L., Valle, T., Bajo, M. T. and Fernandez, A.: Memory inhibition as a critical factor preventing creative problem solving, *J. Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, Vol. 43, No. 6, pp. 986-996 (2016)
- [Groborz 03] Groborz, M. and Nečka, E.: Creativity and cognitive control: Explorations of generation and evaluation skills, *Creativity Research Journal*, Vol. 15, No. 2/3, pp. 183-197 (2003)
- [Guilford 56] Guilford, J. P.: The structure of intellect, *Psychological Bulletin*, Vol. 53, No. 4, pp. 267-293 (1956)
- [羽生 17] 羽生善治: 人工知能の核心, NHK 出版 (2017)
- [Harman 95] Harman, G.: Rationality, in Smith, E. E. and Osherson, D. N., eds.: *Thinking*, 2nd edition, pp. 175-211, the MIT Press, Cambridge, MA (1995)
- [Hasegawa 16] Hasegawa, E., Ishii, Y., Tada, K., Kobayashi, K. and Yoshimura, J.: Lazy workers are necessary for long-term sustainability in insect societies, *Scientific Reports*, Vol. 6, p. 20846 (2016)
- [服部 13a] 服部雅史, 織田 涼: 認知的負荷が洞察をもたらすとき: 洞察問題解決におけるブライミングと二重課題の効果, 日本心理学会第 77 回大会 (2013)
- [Hattori 13b] Hattori, M., Sloman, S. A. and Orita, R.: Effects of subliminal hints on insight problem solving, *Psychonomic Bulletin & Review*, Vol. 20, No. 4, pp. 790-797 (2013)
- [服部 15] 服部雅史, 織田 涼, 西田勇樹: 潜在手がかりがアイデアを抑制するとき: 遠隔連想における負の閾下ブライミング効果, 日本認知心理学会第 13 回大会 (2015)

- [Hattori 16] Hattori, M., Over, D. E., Hattori, I., Takahashi, T. and Baratgin, J.: Dual frames in causal reasoning and other types of thinking, in galbraith, N., Lucas, E. and Over, D. E., eds., *The Thinking Mind*, pp. 98-114, Routledge, London, UK (2016)
- [Hattori 17] Hattori, I., Hattori, M., Over, D. E., Takahashi, T. and Baratgin, J.: Dual frames for causal induction: The normative and the heuristic, *Thinking & Reasoning*, pp. 1-26 (2017)
- [東中 16] 東中竜一郎: 雑談対話システムの評価とその問題点, 人工知能学会第 101 回人工知能基本問題研究会 (2016)
- [Hofstadter 79] Hofstadter, D. R.: *Gödel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid*, Basic Books, New York, NY (1979), 野崎昭弘, はやしはじめ, 柳瀬尚紀 訳: ゲーデル, エッシャー, バッハ: あるいは不思議の環, 白楊社 (1985)
- [Howard-Jones 02] Howard-Jones, P. A.: A dual-state model of creative cognition for supporting strategies that foster creativity in the classroom, *Int. J. Technology and Design Education*, Vol. 12, No. 3, p. 215 (2002)
- [Humphrey 11] Humphrey, N.: *Soul dust: The Magic of Consciousness*, Princeton University Press, Princeton, NJ (2011), 柴田裕之 訳: ソウルダスト: 〈意識〉という魅惑の幻想, 紀伊國屋 (2012)
- [Jaušovec 94] Jaušovec, N.: Metacognition in creative problem solving, in runco, M. A., ed., *Problem Finding, Problem Solving, and Creativity*, pp. 77-95, Ablex, Norwood, NJ (1994)
- [Kahneman 02] Kahneman, D. and Frederick, S.: Representativeness revisited: Attribute substitution in intuitive judgment, in Gilovich, T., Griffin, D. W. and Kahneman, D., eds., *Heuristics and Biases: The Psychology of Intuitive Judgment*, pp. 49-81, Cambridge University Press, New York, NY (2002)
- [Kahneman 11] Kahneman, D.: *Thinking, Fast and Slow*, Penguin (2011), 村井章子 監訳: ファスト & スロー: あなたの意思はどのように決まるか? 〈上・下〉, 早川書房 (2014)
- [Manktelow 12] Manktelow, K. I.: *Thinking and Reasoning: An Introduction to the Psychology of Reason, Judgment and Decision Making*, Psychology Press, Hove, UK (2012), 服部雅史, 山祐嗣 監訳: 思考と推論: 理性・判断・意思決定の心理学, 北大路書房 (2015)
- [松原 89] 松原 仁, 橋田浩一: 情報の部分性とフレーム問題の解決不能性, 人工知能学会誌, Vol. 4, No. 6, pp. 695-703 (1989)
- [Mehta 12] Mehta, R., Zhu, R. J. and Cheema, A.: Is noise always bad? Exploring the effects of ambient noise on creative cognition, *J. Consumer Research*, Vol. 39, No. 4, pp. 784-799 (2012)
- [Melnikoff 18] Melnikoff, D. E. and Bargh, J. A.: The mythical number two, *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 22, No. 4, pp. 280-293 (2018)
- [Monteiro 13] Monteiro, T., Vasconcelos, M. and Kacelnik, A.: Starlings uphold principles of economic rationality for delay and probability of reward, *Proc. Royal Society B: Biological Sciences*, Vol. 280, No. 1756 (2013)
- [Nickerson 99] Nickerson, R. S.: Enhancing creativity, in Sternberg, R. J., ed., *Handbook of Creativity*, pp. 392-430, Cambridge University Press, Cambridge, UK (1999)
- [Nijstad 10] Nijstad, B. A., De Dreu, C. K. W., Rietzschel, E. F. and Baas, M.: The dual pathway to creativity model: Creative ideation as a function of flexibility and persistence, *European Review of Social Psychology*, Vol. 21, No. 1, pp. 34-77 (2010)
- [西田 18] 西田勇樹, 織田涼, 服部雅史, V. カストルディ, L. マッキ: 洞察問題解決におけるアイデア生成と抑制機能, 認知科学, Vol. 25, No. 1, pp. 100-114 (2018)
- [Oaksford 16] Oaksford, M. and Hall, S.: On the source of human irrationality, *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 20, No. 5, pp. 336-344 (2016)
- [Ohlsson 11] Ohlsson, S.: *Deep learning: How the Mind Overrides Experience*, Cambridge University Press, New York, NY, US (2011)
- [Olivers 05] Olivers, C. N. L. and Nieuwenhuis, S.: The beneficial effect of concurrent task-irrelevant mental activity on temporal attention, *Psychological Science*, Vol. 16, No. 4, pp. 265-269 (2005)
- [Poincaré 14] Poincaré, H.: *Science and Method*, T. Nelson, London (1908/1914), 吉田洋一 訳: 科学と方法 [改訳], 岩波書店 (1953)
- [Quattrone 84] Quattrone, G. A. and Tversky, A.: Causal versus diagnostic contingencies: On self-deception and on the voter's illusion, *J. Personality and Social Psychology*, Vol. 46, No. 2, pp. 237-248 (1984)
- [Ricks 07] Ricks, T. R., Turley-Ames, K. J. and Wiley, J.: Effects of working memory capacity on mental set due to domain knowledge, *Memory & Cognition*, Vol. 35, No. 6, pp. 1456-1462 (2007)
- [Rignano 23] Rignano, E.: *The Psychology of Reasoning*, Kegan Paul, Trench, Trubner, London (1923)
- [Simon 55] Simon, H. A.: A behavioral model of rational choice, *The Quarterly J. Economics*, Vol. 69, No. 1, pp. 99-118 (1955)
- [Simon 56] Simon, H. A.: Rational choice and the structure of the environment, *Psychological Review*, Vol. 63, No. 2, pp. 129-138 (1956)
- [Simon 78] Simon, H. A.: Rationality as process and as product of thought, *The American Economic Review*, Vol. 68, No. 2, pp. 1-16 (1978)
- [Simonton 11] Simonton, D. K.: Creativity and discovery as blind variation: Campbell's (1960) BVSR model after the half-century mark, *Review of General Psychology*, Vol. 15, No. 2, pp. 158-174 (2011)
- [Sloman 08] Sloman, S. A. and Fernbach, P. M.: The value of rational analysis: An assessment of causal reasoning and learning, in Chater, N. and Oaksford, M., eds., *The Probabilistic Mind: Prospects for Bayesian Cognitive Science*, pp. 485-500, Oxford University Press, New York, NY (2008)
- [Smith 97] Smith, S. M. and Tindell, D. R.: Memory blocks in word fragment completion caused by involuntary retrieval of orthographically related primes, *J. Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, Vol. 23, No. 2, pp. 355-370 (1997)
- [Sowden 15] Sowden, P. T., Pringle, A. and Gabora, L.: The shifting sands of creative thinking: Connections to dual-process theory, *Thinking & Reasoning*, Vol. 21, No. 1, pp. 40-60 (2015)
- [Taylor 88] Taylor, S. E. and Brown, J. D.: Illusion and well-being: A social psychological perspective on mental health, *Psychological Bulletin*, Vol. 103, No. 2, pp. 193-210 (1988)
- [鳥海 17] 鳥海不二夫: 強い AI・弱い AI: 研究者に聞く人工知能の実像, 丸善 (2017)
- [Wallas 26] Wallas, G.: *The Art of Thought*, London, J. Cape (1926)
- [Ward 94] Ward, T. B.: Structured imagination: The role of category structure in exemplar generation, *Cognitive Psychology*, Vol. 27, No. 1, pp. 1-40 (1994)
- [吉田 06] 吉田 靖, 服部雅史: アイデア探索空間モデルによる創造性とその下位概念の分析, 基礎心理学研究, Vol. 24, No. 2, pp. 181-190 (2006)
- [Zabelina 10] Zabelina, D. L. and Robinson, M. D.: Creativity as flexible cognitive control, *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, Vol. 4, No. 3, pp. 136-143 (2010)

2018年9月7日 受理

— 著者紹介 —



服部 雅史

1996年北海道大学大学院文学研究科博士後期課程単位取得退学。博士(文学)。1997年より立命館大学文学部。現在、立命館大学総合心理学部教授。2003～04年英国カーディフ大学心理学部客員研究員, 2010～11年米国ブラウン大学認知言語心理学部客員研究員, 2014年仏国ÉPHÉ客員研究員。推論・判断, 問題解決などの研究に従事。日本認知科学会, 日本認知心理学会, 日本心理学会各会員。