

## 8-2 認知・思考—機序と障害

**キーポイント**: 短期記憶, ワーキングメモリ, 長期記憶, 潜在記憶, 健忘症, 問題解決, 演繹推論, 帰納推論, 意思決定, ヒューリスティック

### ①記憶

#### (1) 短期記憶, ワーキングメモリ

記憶には, 覚える (**符号化**, encoding), 覚えている (**貯蔵**, storage), 思い出す (**検索**, retrieval) といった3段階がある。**多重貯蔵モデル** (Atkinson & Shiffrin, 1968) によれば, 記憶は, **感覚記憶** (sensory memory), **短期記憶** (short-term memory), **長期記憶** (long-term memory) に区分できる。感覚記憶は, 残像や残響のレベルに相当するが, 後の研究は特に短期記憶と長期記憶に焦点が当てられてきた。

例えば, 15項目の単語 (学習リスト) を順に実験参加者に視覚提示し, 直後に自由な順序で単語の再生を求める。単語を提示した順番に再生データを整理すると, 学習リスト (系列位置) の最後の数項目の再生成績と, 最初の数項目の再生成績が高くなる。前者を**新近性効果** (recency effect), 後者を**初頭効果** (primacy effect) と呼ぶ。新近性効果は短期記憶に保持された情報を反映し, 初頭効果は情報の反復 (rehearsal) などによって, 長期記憶に転送された内容を反映していると解釈できる。短期記憶と長期記憶の区分は, 記憶障害 (健忘症) 患者において, 短期記憶と長期記憶のいずれかが損なわれ, 他方が維持される事例からも支持されている。短期記憶の単位 (意味のあるまとまり) を**チャンク** (chunk) と呼ぶ。視覚的な短期記憶の容量は, 7±2 チャンク程度であることが知られている。

近年, 短期記憶は単なる一時的な貯蔵スペースではなく, 能動的な**ワーキングメモリ** (working memory) として機能し, さまざまな処理操作が実行される一種の心的な作業スペースであると把握されている (Baddely et al., 2020)。Baddeley のモデルでは, ワーキングメモリは, (a) 聴覚および音声ベースの情報を保持する**音韻ループ** (phonological loop), (b) 視覚情報を保持する**視空間スケッチパッド** (visuo-spatial sketchpad), (c) さまざまな感覚モダリティからの情報を統合し, 長期記憶とリンクする**エピソードバッファ** (episodic buffer), (d) ワーキングメモリ全体を制御する**中央実行系** (central executive) から構成されると仮定されている。中央実行系は, 注意の焦点化, 注意の分割, 注意の切り替えといった重要な機能を持つ。ワーキングメモリの4成分と対応した臨床的所見や, 脳科学的知見も報告されている。

ワーキングメモリの個人差（容量）を測定する様々な手法が開発されており、**ワーキングメモリスパン**（working memory span）課題と総称される。これらの課題の成績は、言語理解、流動性知能、学業成績などの認知能力と高い相関関係を示すことが知られている（Baddely et al., 2020）。

## (2) 長期記憶

多重貯蔵モデルにおける明確な記憶システムの区分に対し、柔軟で連続的な枠組みを目指したのが**処理水準**（levels of processing）説であり、符号化時の処理水準が深いほど、後の記憶痕跡が強いと主張された（ Craik & Lockhart, 1972）。また、情報を一時的に保持する**維持リハーサル**（maintenance rehearsal）と、長期記憶への情報転送に有効な既存知識との関連付け（意味づけ）を行う**精緻化リハーサル**（elaborative rehearsal）が明確に区別された。Craik & Tulving（1975）は、異なるレベルの方向付け課題を用い、後の記憶テストを予告しない偶発学習状況で実験を行った。その結果、形態レベル、音韻レベル、意味レベルの順に処理水準が深いと仮定できる方向付け課題ほど、後の再認記憶成績が高い事を見出し、意味的処理の重要性が示された。**再認**（recognition）法とは、テスト時に学習項目（target）と、学習リストには含まれていなかった項目（distracter）を提示し、両者を区別する記憶測定法をさす。

一方、Tulving & Thomson（1973）は、符号化時の手がかりと検索時の手がかりが類似しているほど、再生成績は高いとする**符号化特定性原理**（encoding specificity principle）を提案した。長期記憶からの想起における文脈効果（状況依存性）は数多くの実験によって確認されており、符号化時と検索時の状況（例えば、物理的環境や気分）が一致している条件の方が、不一致条件よりも記憶成績が高いことが示されている（Baddely et al., 2020）。

## (3) 顕在記憶と潜在記憶

想起時に意識に上る記憶を**顕在記憶**（explicit memory）、意識的な想起を伴わない記憶を**潜在記憶**（implicit memory）と呼ぶ。重度の健忘症患者でも、潜在記憶の能力が損なわれていない事例が報告されている。Tulving, Schacter, & Stark（1982）による**直接プライミング効果**（direct priming effect）の実験において、学習段階では刺激単語を提示し（例、こういしつ）、その後、**単語完成課題**（word-fragment completion task：例、こ□いし□）と再認課題を行った。単語完成課題は、意識的想起を伴わない記憶課題の一種である。単語の完成率は、学習時に提示した項目の方が提示されなかった項目よりも高く（直接プライミング効果）、この効果は、顕在記憶課題（再認）と比較して長期間（7日間）持続することが示された。直接プライミン

グ効果は、潜在記憶と顕在記憶には異なるメカニズムが働いているとする区分説を支持している。顕在記憶課題（再生，再認）では，高齢者の記憶成績は若者よりも低い，潜在記憶課題では両者にほとんど差が認められないことが見出されている。

長期記憶を複数のシステムに区分する可能性が検討されてきた（図 1 参照：Squire, 2004）。まず，言語で表現可能な**宣言的記憶**（declarative memory，顕在記憶）と，それ以外の**非宣言的記憶**（non-declarative memory，潜在記憶）に分類できる。宣言的記憶は，個人の経験に関わる**エピソード記憶**（episodic memory）と，一般的知識である**意味記憶**（semantic memory）に区分される。非宣言的記憶は，技能や習慣に相当する**手続き記憶**（procedural memory），プライミング，古典的条件付け（classical conditioning），非連合学習（反射）に分けることができる。各々の記憶区分にとって特に重要であると考えられる脳部位も，図 1 に示されている。

図 1

#### (4) 記憶の障害

記憶機能の病理学的障害を**健忘症**（amnesia）と呼び，器質性健忘症と心因性健忘症に大別できる。器質性健忘症は脳の物理的損傷（特に，海馬，側頭葉，視床前部）によって引き起こされ，ほとんどの場合，非可逆的である。器質性健忘症は，アルツハイマー病，コルサコフ症候群，単純ヘルペス脳炎，脳卒中，腫瘍など，さまざまな原因によって発生する（Groome et al., 2014）。器質性健忘症は，長期記憶の障害を特徴とするが，短期記憶は保持されていることが多い。例えば，領野 A の損傷で長期記憶のみに障害を受ける事例と，領野 B の損傷で短期記憶のみに障害を受ける事例が存在すれば，両者は**二重乖離**（double dissociation）すると判断される。一方，心因性健忘は脳病変なしに発生し，ストレスが原因であることが多く，比較的短期間で症状が改善される場合がある。

**前向性健忘**（anterograde amnesia）は発症後に新たに経験した出来事に関する記憶障害であり，**逆行性健忘**（retrograde amnesia）は発症前の出来事が想起できなくなった障害である。健忘症患者のほとんどは，新しい出来事の想起といった意識的で宣言的な顕在記憶に深刻な障害があるが，通常，運動技能学習，手続き記憶，直接プライミングといった，非宣言的潜在記憶に障害がない事が知られている。器質性健忘症，心因性健忘症に加え，記憶障害は，加齢，脳震盪，電気痙攣療法などによって引き起こされる可能性がある。

## ②思考

### (1) 問題解決

現状と目標との間に何らかの障害があるとき，目標に到達する方法を見出すことを問題解決という。ゲシュタルト心理学では，問題

の内的表象を変化させる過程を、**再構造化** (restructuring) と呼び、問題の解法が突然明らかになる**洞察** (insight) を重視した。ある対象の機能について、特定の考えを持っていると、対象の別の機能を用いることが抑制される (**機能的固着**, functional fixedness)。類似した概念として、人が過去の経験に基づいた特定のやり方で反応する傾向を、**心的構え** (mental set) と呼ぶ。Ohlsson (1992) は、洞察課題において、行き詰まりが生じた後、情報の精緻化、新しい情報の追加、妨害となっていた**制約の緩和** (constraint relaxation) などによって問題表象の転換がおき、解決に至ると説明している。

情報処理アプローチによれば、問題解決とは、初期状態から、複数のオペレータ (operator : 採用可能な手段) を順次適用し、中間状態を経由しながら、目標状態 (問題が解決された時点の条件) に至る道筋を探索することである (Newell & Simon, 1972)。必ず正解が得られるとは限らないが、近似解が期待できる方法を**ヒューリスティック** (heuristic) と呼ぶ。Newell & Simon (1972) は、**手段-目標分析** (means-end analysis) と呼ばれるヒューリスティックを提案した。手段-目標分析では、初期状態と目標状態の差異を小さくすることを目指し、目標状態に到達できるように複数の下位目標を設定する。下位目標に向かって進む前向き探索だけでなく、下位目標の前の状態を考える後ろ向き探索も有効であることが多い。

過去に経験した問題 (source) の解法が、今取り組んでいる問題 (target) の解法と類似しているとき、**類推** (analogy) を用いることができる。類推による問題解決過程には、(1) ターゲットを理解し、ソースを長期記憶から検索した上で、ターゲットとソースとの間の類似関係に気づく段階、(2) ソースとターゲットを対応づける写像の段階、(3) 対応関係を、ターゲットに対する解の生成に適用する段階の3つがある。その結果、例えば、「必要な力を分散した上で、それらを集中させて対象を破壊する」といった一般化が生じる。こうした複数の問題にまたがる概念を、問題スキーマ (problem schema) と呼び、スキーマを利用可能にするプロセスを、**スキーマ帰納** (schema induction) と呼ぶ。

## (2) 推論

推論とは、与えられた情報に基づいて、結論を導き出す認知過程をさす。認知心理学では、**演繹推論** (deductive reasoning) と**帰納推論** (inductive reasoning) に大別して研究が行われてきた。演繹推論とは、複数の前提から結論を導き出すことである。三段論法が典型例であり、前提が正しければ論理的に必ず正しい結論が導かれる。これに対して、帰納推論とは、観察された幾つかの具体的な事例から一般化を行うことをさす。帰納推論では、前提がすべて正しくても、結論が正しいことは論理的に保証されない。

三段論法は、2つの前提と1つの結論からなる。三段論法の前提や結論が、限量詞 (all, some, no) を用いて2つの名辞 (概念) の関係を記述しているとき、それを**定言三段論法** (categorical syllogisms) と呼ぶ。問題の内容の信憑性が、実験参加者の論理的な推論に大きな影響を及ぼす。このように、知識や文の意味内容が推論に影響を及ぼすことを**信念バイアス** (belief bias) と呼ぶ。

条件文を「 $p \rightarrow q$  (もし  $p$  ならば  $q$ )」と表現したとき、 $p$  を前件、 $q$  を後件、「 $\rightarrow$ 」の関係を実質含意と呼ぶ。「 $p \rightarrow q$ 」を前提1としたとき、前提2を前件の肯定、前件の否定、後件の肯定、後件の否定とすると、肯定式、否定式、後件肯定、前件否定という4種類の**条件推論** (conditional reasoning) が存在する。4種類のうち、論理的に妥当であるのは、肯定式と否定式だけである。

ウェイソン選択課題 (4枚カード問題: Wason, 1966) は、条件文 ( $p \rightarrow q$ ) を理解できるかを試しており、多くの実験と理論的検討が行われた (都築, 2010)。オリジナルの文字-数字問題で正答を選んだのは、4%の参加者にすぎなかった。Wason は、4枚カード問題の誤答を**確認バイアス** (confirmation bias) によって説明した。つまり、人は仮説をテストする際に、仮説に反する証拠を探そうとはせず、仮説を支持する証拠だけを探す傾向がある。

一方、参加者 (大学生) の経験と一致する「飲酒問題 (飲み物-年齢)」バージョンでは、4枚カード問題の正答率が7割を超えると報告されている。このように、材料を具体的で現実的なものに置き変えると、条件推論課題の正答率が大きく変化することを**主題内容効果** (thematic content effect) と呼ぶ。

一方、**帰納推論**は、個々の特殊事例から一般化を行い、それを新しい状況に適用する思考過程である。広義には、帰納とは不確実な状況において、知識を拡張する推論過程すべてを含む。帰納推論は確実ではなく、反例となる事例が存在しないかどうか、すべて調べ上げることは通常不可能である。帰納は、新しい知識を増加させるような推論を行っているが、確実に正しいとは言えない。

帰納推論は、事例の観察、事例に基づいた一般化と仮説の生成、観察事例に基づいた仮説の検証といった3段階に分けることができる。仮説を検証した後には、仮説を保持するか、修正するか、新しい仮説を生成するかを決定しなければならない。

### (3) 意思決定

**意思決定** (decision making) とは、複数存在する選択肢の中から1つを選び取ることである。そのためには、複数の選択肢の間で好ましさを**(主観的効用: subjective utility)**の順序を決める必要がある。2つの選択肢に対して、どちらが相対的に望ましいか決定できるとき、両者は**選好関係** (preference relation) にある (都築, 2020)。規

範的アプローチ（**期待効用理論**：expected utility theory）によれば、個々の選択肢の期待効用を調べ尽くし、期待効用が最大となる選択肢を選ぶ決定が合理的である。現実の人間の認知能力には限界があり、時間や環境からの制約があるため、完全な合理性ではなく**限定合理性**（bounded rationality）しか持ち得ない。記述的アプローチを前提とし、こうした限定合理性の特質をさぐる方向で、1970年代から Kahneman と Tversky を中心に、人間の判断におけるヒューリスティックやバイアスに関する実証的研究が行われた。

Kahneman & Tversky (1979) は、**プロスペクト理論** (prospect theory) と呼ばれる、意思決定に関する記述的枠組みを提案した。プロスペクト理論は、期待効用理論に当てはまらない数多くの非合理的な選択現象や、判断が文脈（状況）に依存する点を説明できる。同理論では、人間は決定問題を分析し、現在の状況にあたる**参照点**（reference point）に基づいて、意思決定の結果を、利得か損失かに分けて評価すると仮定する。利得よりも損失に対する心的ダメージが大きいことを、**損失回避**（loss aversion）と呼ぶ。

意思決定研究では、**ヒューリスティック**とは、人間が日常の判断において経験的に用いる簡便法をさす。コイン投げにおける「ギャンブラーの錯誤」のように、ある事例の起こりやすさ（確率）を、典型例と類似している程度によって判定する方略を、**代表性ヒューリスティック**（representative heuristic）と呼ぶ。つまり、代表性ヒューリスティックが適用されると、確率判断が「典型例との類似性判断」に置き換えられてしまう。

ある出来事が起こる可能性を、その出来事の実例をどれほど簡単に思いつくかで推測することを、**利用可能性ヒューリスティック**（availability heuristic）と呼ぶ。知識がない事象について予測するとき、初期値から推測を始めて、最終的な回答を求めるように推定を行うとき、**係留と調整ヒューリスティック**（anchoring and adjustment heuristic）が用いられる。

人間が対象のリスクやベネフィットを認知する際には、**感情ヒューリスティック**（affect heuristic）が重要である。感情ヒューリスティックとは、人間が自身の感情を手がかりとしてリスクやベネフィットについて判断をくだす心理傾向をさす。

1970-80年代ごろのヒューリスティック研究では、人間の直感的判断における錯誤が数多く実証された。これに対して、Gigerenzer et al. (1999) は、日常的な状況で生じる情報に基づいた、単純なヒューリスティックの有効性を主張した。彼らはこうした簡潔な方略を、**高速・儉約ヒューリスティック**（fast and frugal heuristic）と名付けた。高速・儉約ヒューリスティックは、心の適応的な道具箱にある単純なルールであり、その有効性は、自然環境で情報を活用する能力である**生態学的合理性**（ecological rationality）に依存する

と主張された。

約 30 年にわたり、人間の推論や意思決定に関する**二重過程理論** (dual process theory) が、様々な研究者によって提案されており、(1) 高速、自動的、無意識的、心的努力を要さない、直感的、並列的で、自発的な制御の感覚を持たないシステム 1 と、(2) 低速、制御的、意識的、心的努力を要し、熟慮的、継時的で、選択と意識集中といった主観的経験を伴うシステム 2 が区別されている。システム 2 は容量限界があり、低速だが、抽象的な思考が可能である。Kahneman (2011) は、人間の判断と意思決定における様々なヒューリスティックは、主に直感的なシステム 1 に依存すると主張した。さらに、人間の思考や行動の大半はシステム 1 から発しているが、事態が複雑で困難になると、システム 2 が問題解決の主導権をにぎると述べている。

## コラム

### 前頭葉損傷による実行機能の障害

実行機能 (executive function) は、神経心理学的概念であり、自分の行動の計画、制御、組織化、自制などのスキルと関連しており、他の諸機能を管理し、活動を検証して修正する重要な役割を有する (Andrewes, 2016)。さらに、実行機能は、人間の環境への柔軟な適応を助け、問題を解決して目標を達成するため、他者と協力することを可能にする。Miyake et al. (2000) は、実行機能をワーキングメモリの中央実行系と関連づけ、大学生の多様な課題遂行成績を分析し、中央実行系の機能として、情報更新 (updating)、心的構えの変更 (shifting)、不要情報の抑制 (inhibition) の 3 つを同定した。

前頭葉領域 (特に前頭前野) の損傷は、認知、感情、運動機能、社会性にまたがる多様な障害を引き起こす可能性があり、**実行機能障害症候群** (dysexecutive syndrome)、高次機能障害といった用語が用いられる (統合失調症による認知機能障害については、本節では言及しない)。Burgess et al. (1998) は、脳損傷患者のグループを、実行機能障害尺度 (20 項目: 下記リストの括弧内に示す) を用いて評定し、因子分析を行った結果、以下の 5 因子を抽出したと報告している。

- (1) 抑制 (反応抑制の欠如、衝動性、他者の感情への無関心、社会的ルールへの無関心、脱抑制、抽象的思考の障害、落ち着きのなさ)
- (2) 志向性 (計画立案の障害、低い意思決定能力、洞察力と社会的認識の欠如、注意散漫、知識-実行の解離)
- (3) 実行性記憶 (作話、時間的順序付けの障害、固執)
- (4) ポジティブ感情 (意欲の変動、攻撃性、陶酔感)
- (5) ネガティブ感情 (弱い感情反応、無気力)

## ケーススタディ

### ①記憶の障害 (Baddeley et al., 2020; Groome et al., 2014)

男性 Henry Molaison (以下 HM) は、重度の癲癇を治療するため、内側側頭葉の両方を除去する外科手術を受けた。当時、外科医には結果を予見できなかったが、手術後、HM は重度の前向性健忘を発症した。しかし、HM は無傷の短期記憶を持っており、自分の経験を数秒間保持することが可能であった。HM の知性は維持されており、かなり普通の会話を続けることができたが、会話の範囲は制限されていた。HM の前向性健忘は重篤であったが、逆行性健忘は比較的軽症であった。さらに、HM は新しく運動技能を学ぶ能力も保持しており、潜在記憶テストの学習が可能であった。こうした知見は、HM の健忘症が非常に選択的であったことを示唆しており、記憶システムのモジュール性を理解する上で重要な意味を持つ。

### ②前頭葉損傷による実行機能の障害 (Andrewes, 2016; Groome et al., 2014)

良心的で勤勉な鉄道技師であった Phineas Gage は 25 歳で事故の犠牲となり、前頭葉に損傷を受けた。勤務中の爆発事故により、充填鉄材(長さ 107cm, 重量 6kg) が顔の側面から入り、左前頭葉(前頭前野)を貫通し、前頭骨から突き抜けた。Gage は一命を取りとめたが、人格と感情面は全体的に変わってしまった。事故以前、彼は責任感があり、聡明で、同僚から好かれていた。怪我の回復後、彼は知的には有能であったが、もはや信頼できる性格ではなく、思いやりがなく、衝動的で、判断力と社会的スキルに問題があった。こうした人格と感情面の変化は、社会的に受容される行動の計画、制御、維持に関わる、実行機能が損傷した結果であると考えられる。

## 引用文献

- Andrewes, D. (2016). *Neuropsychology: From theory to practice. Second Edition*. Abingdon, UK: Routledge.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation (Vol. 2, pp. 89-195)*. London: Academic Press.
- Baddeley, A., Eysenck, M. W., & Anderson, M. C. (2020). *Memory. Third Edition*. Abingdon, UK: Routledge.
- Burgess, P. W. et al. (1998). The ecological validity of tests of executive function. *Journal of the International Neuropsychological Society, 4*, 547–558.



- Craik, F. I. M., & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *11*, 671–684.
- Craik, F. I. M., & Tulving, E. (1975). Depth of processing and the retention of words in episodic memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, *104*, 268–294.
- Gigerenzer, G., Todd, P.M., & the ABC Research Group (1999) *Simple heuristics that make us smart*. New York: Oxford University Press.
- Groome, D. et al. (2014). *An introduction to cognitive psychology: Processes and disorders. Third Edition*. Hove, UK: Psychology Press.
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. New York: Farrar, Straus and Giroux. 村井章子 (訳) (2012). *ファスト&スロー：あなたの意志はどのように決まるか？ (上・下)* 早川書房
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision making under risk. *Econometrica*, *47*, 263-291.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Miyake, A. et al. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*, 49–100.
- Ohlsson, S. (1992). Information-processing explanations of insight and related phenomena. In M. T. Keane & K. J. Gilhooly (Eds.), *Advances in the psychology of thinking* (pp.1-44). London: Harvester Wheatsheaf.
- Squire, L. R. (2004). Memory systems of the brain: A brief history and current perspective. *Neurobiology of Learning and Memory*, *82*, 171-177.
- 都築誉史 (2010). 問題解決と推論 箱田裕司ほか (著) 認知心理学 有斐閣 pp.247-280.
- 都築誉史 (2020). 判断と意思決定 日本児童研究所 (監修) 児童心理学の進歩 Vol.59 金子書房 pp.52-82.
- Tulving, E., Schacter, D. L., & Stark, H. A. (1982). Priming effects in word-fragment completion are independent of recognition memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *8*, 336-342.
- Tulving, E., & Thomson, D. M. (1973). Encoding specificity and retrieval processes in episodic memory. *Psychological Review*, *80*, 352–373.
- Wason, P. C. (1966). Reasoning. In B. Foss (Ed.), *New horizons in psychology* (pp. 135-151). Harmondsworth, UK: Penguin.

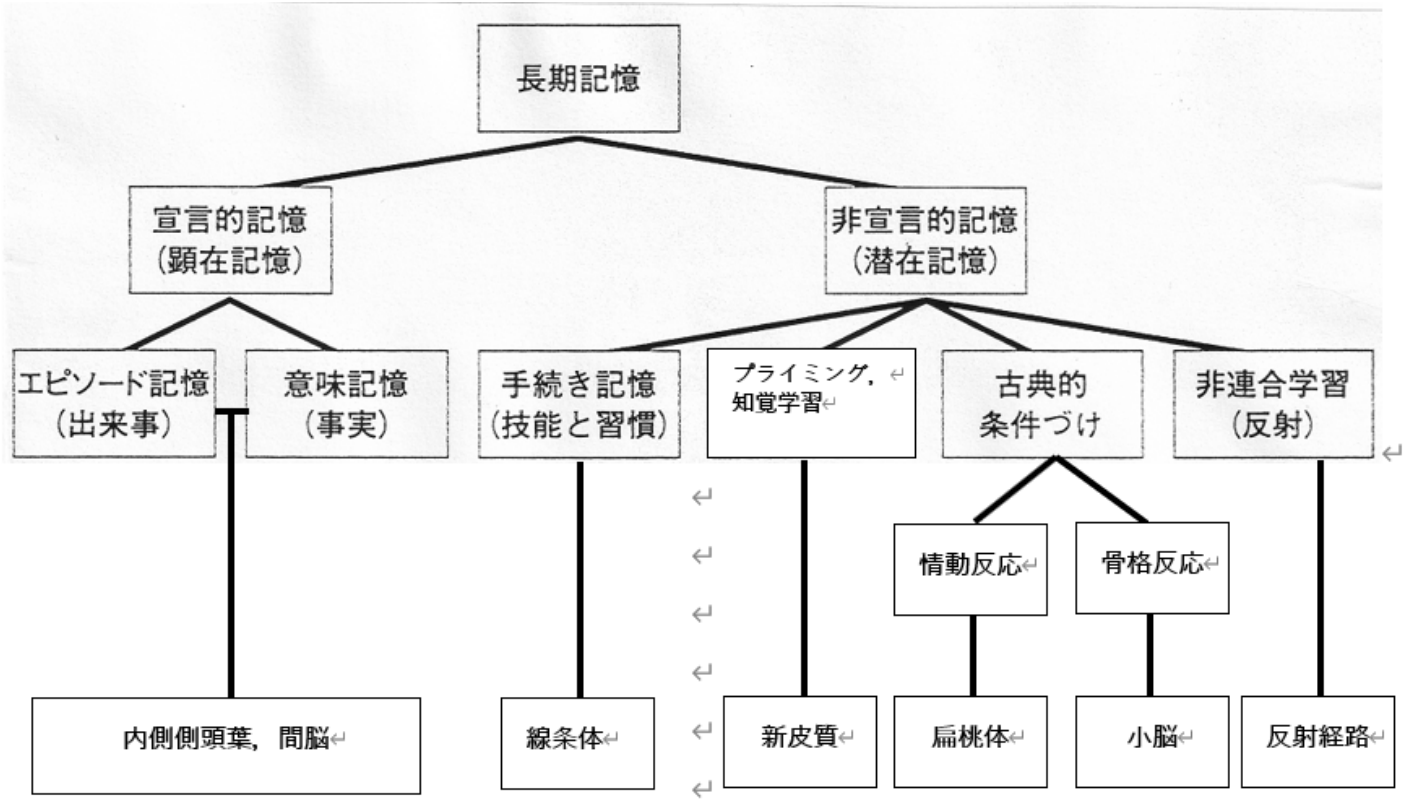


図 1. 長期記憶の区分と仮定される重要な脳部位との対応 (Squire, 2004; Figure 1 より作成)