

タイトル	記憶の精神生理学：新たな応用可能性に着目して
著者	田村，卓哉
引用	北海学園大学学園論集，130：1-20
発行日	2006-12-25

記憶の精神生理学

—— 新たな応用可能性に着目して[†] ——

田 村 卓 哉

本稿は、生理学的な研究を含めた脳・神経科学の知見を取り入れながら、記憶や学習に関する心理学的な研究と応用を進めていくためのいくつかの可能性に関するスケッチである。かつて、私は小さな研究会に招かれ、主として知的障害児・者を念頭において、これらの方々に対する治療教育的な援助を考える上で、頭皮上から記録可能な脳波や誘発電位を指標として用いる心理学的研究はどのような役割を果たし得るか、という問題について報告をした。その際、特に Cognitive Psychophysiology と呼ばれる領域における諸研究について、以下のような意見を述べた。舌足らずな文章だが、本稿の出発点でもあるので、敢えて引用する。

「現在の認知心理学的な記憶モデルには、いくつか不都合な面がある。ひとつは、これらのモデルがコンピュータを基礎にしていることにも関係があるのであろうが、情報の流れの形式的な叙述には適していても、その制御機能（プログラム）がうまく出来すぎていて、発達といった生物学的には重要なモーメントをうまく射程にいれることが出来ないという点である。また、情報の処理という視点からは、処理をすればするほど、ある意味でその後の記憶の検索に有利な条件が生まれてくることになるのであろうが、実際には、記憶直後より時間を経過したほうが再生成績が上昇したり (e.g. Erdelyi & Kleinbard, 1978), 同じ練習量でも空白期をおいたほうが練習効果が現れる (e.g. Madigan, 1969) といった現象は、記憶・学習に関して数多く存在する。このような一種の空白期・抑制期が持つ生体の適応への積極的な役割は、情報処理モデルからは欠落してしまい、むしろこのような問題は情報処理モデルがある意味で捨て去った連合論的な考え方が優勢であった時代に注目されたものであった。」(田村, 1998)

これは、批判というよりは不満というべきものである。また、認知心理学的な記憶モデルといっても、それらのうち古典的な情報処理モデルの一部だけを対象にしているという面も認めざるを得ない。しかし、記憶や学習に関する脳・神経科学、神経心理学、情報科学、そして様々な認知心理学的研究のそれぞれが数多くの知見を集積しつつある中で、それらの間に必ずしも有機的な

[†] 本稿の準備にあたり、平成 16 年度北海学園研究助成の援助を受けた。

結びつきが生まれているとはいいい難い状況は、依然として存在するのではないか。例えば、山鳥・河村(2000)は、人間のあらゆる行動が広義の記憶を土台にして成り立っていることを認めつつ、心理学的な記憶のタクソノミーを受け入れるとしても、現在論議されている特定の脳部位または複数の部位からなるシステムと心理学的な記憶理論との対応については、未だに一般的な合意がないことを指摘している。脳機能障害者や発達障害児・者へのリハビリテーション・治療教育等に限らず、様々な現実場面への応用可能性をも考慮しつつ、研究領域間に単なる対応づけを超えた意味のある関係を構築していくにはどのようなことが可能か、その手がかりの一端を考えることが本稿の目的である。なお、本稿では数ある生理指標の全てを扱うことはできない。特に、心臓血管系をはじめとする自律神経系、免疫系、そしてよりミクロな分子レベルでの反応動態等には全く触れることができず、脳波・事象関連電位を中心とする電気生理学的な計測の一部と脳機能イメージング法のごく一部に論及するだけである。そのため、広義の記憶・学習に関係し、なおかつ労働衛生や精神身体医学といった臨床的局面においても重要なバイオフィードバックやリラクセーション等の条件づけの局面、そしてストレスと情動等の問題についても論及できないことをあらかじめお断りしておく。

1. 精神生理学的研究の図式と記憶研究

伝統的な図式をおおまかにまとめれば、精神生理学または生理学的心理学においては、独立変数(例えば刺激)として、心理学的な変数と生理学的な変数の両方を操作し、従属変数(例えば反応や行動)としても、心理学的なパフォーマンスと同時に生理学的な変化に着目する。そして、その両者の間に存在する媒介変数として脳とこころの関係を考察することになる。例えば、芋阪(1970)のように、独立変数と従属変数の組み合わせに応じて、学問領域や呼称を峻別する試みは現在も可能かもしれないが、ここではむしろそれらを超えて何が可能かを問うため、あえて触れない。近年、脳と記憶の関係については、脳障害と記憶障害の関係に関する神経心理学的な研究、記憶を担う脳内メカニズムに関する神経科学的な研究(特に、PETやfMRI等のイメージング法を用いた可視化)、さらに遺伝子操作も含めて、動物の脳の一部あるいは特定の作動系を破壊して記憶機能への影響を見る試み等、脳自体の理解は飛躍的に進んでいる。他方、心理学の枠内においても、記憶に関する研究は大きく進展し、対象の拡大と生態学的妥当性への配慮が顕著である。例えば、小松・太田(1999)は、その代表的なトピックとして、作業記憶、潜在記憶、展望記憶、記憶の歪み、自伝的記憶を取り上げている。それらのうちのあるものは脳内メカニズムの解明が進みつつあったり、加齢や記憶障害との関係で注目されたり、司法等の現実的な局面において問題を提起する等、従来の実験室的な研究の深化・拡大が進んでいることは間違いない。

しかし、それらが本来の意味において、脳・神経科学と有機的な連関を持ち得ているか、ということは別問題である。脳の活動を計測する技法は大きく進歩している。記憶に関する心理学的な知見も着実に増えつつある。それらの関係はどのようになっているのか。ここでは、両者の関

係を考える上で参考になるいくつかの研究を取り上げる。いずれも優れた研究であることを大前提に、「不満の種」にさせていただくことをお許し願いたい。

2. いくつかの研究を手がかりに

2-1. 記憶障害・心理学的実験・機能的 MRI

加藤（2006）は、記憶障害に関わる日常生活上の問題として、展望記憶の障害と作話を取り上げている。前者は、未来に行うべき行為や予定が保持できず、タイミングよく想起できないために生活上支障を来すこと等につながり、後者は、過去の記憶が曖昧になり、出来事自体は想起出来てもその出典の想起に誤りが生じたり、そもそも実際には体験していないことを体験したと思ひこんでしまうこと等に対応する。特に、後者の作話の問題と近年の認知心理学的研究でも注目を集めている虚記憶の問題を関連づけて、実験的に特定のタイプの記憶障害者の病理に迫った上、健常者を対象として、機能的 MRI を用いた分析も行っている点が特筆に値する。

加藤が報告しているのは、前頭葉眼窩部に損傷がある記憶障害者である。彼らは、一般的な前頭葉症候群とは異なって、Wisconsin カード分類検査や作動記憶に関する検査では特別な障害を示さないにもかかわらず、借金、問題飲酒、放浪等、社会生活の上で多くの困難を抱える（cf. Damasio, 1994）。そのような症状のもとにある記憶障害を検討するために、加藤のグループは、「DRM パラダイム」を用いて、彼らの虚記憶を検討した。これは、古くは Deese（1959）を発端に、Roediger et al.（1995）が再発見して以来、多くの追試や発展的研究を産んでいる虚記憶研究法の 1 つである。具体的には、数多くの相互に関連する単語を記憶させた後（例えば、バター、トースト、サンドウィッチ等）、その中には含まれていなかった中心的なテーマを表す単語（例えば、パン）を呈示すると、健常者でもその未呈示単語がリストの中にあったと判断する確率が非常に高くなるという現象で、信号検出理論の用語を用いれば、False Alarm に相当するが、一般には虚再認等と呼ばれる。加藤らは、より典型的な側頭葉・間脳系の健忘症者と同様、彼らも虚再認率が健常者より高いことを示し、前頭葉が担う記憶機能に関する諸説に関連づけて、眼窩部近傍が果たす記憶機能ならびにそれらの障害が社会的問題行動に発展するメカニズムについて推論を展開している¹⁾。この推論部分は、非常に大胆であり、評価を保留せざるを得ないが、彼らはさらに DRM パラダイムを遂行する際の、脳内活動の計測に進む。

この機能的 MRI を用いた再認課題遂行時の脳賦活部位の測定は、対象被験者が健常成人に限られてはいるが、非常に興味深いものである。即ち、前頭前野の後方外側部では、正しい再認時

1) 本論からは逸れるが、加藤らは、健常者、前頭葉眼窩部損傷者に加えて、高機能自閉症者・アスペルガー障害者をも被験者とし、同じ実験を行って成績を比較している。その結果、これらの軽度発達障害者群が、3つのグループの中で最も記憶成績がよかった。即ち、Hit 率、Correct Rejection 率は最も高く、虚再認率は最も低いのである。このことは、彼らの「生きにくさ」のもととなる認知的特性に関して、重要な示唆を含んでいると思われる。

にも虚再認時にも類似した賦活が見られ、なおかつ左右差がない。これに対して、同じ前頭前野でもより前方の部位では、正再認時と虚再認時において、賦活パターンが異なった。右前頭前野腹側前部(BA 10)では、虚再認時に高い賦活が見られたのに対して、左側の対応する部位では正再認時と正非再認時、つまり学習時に呈示された単語を正しく「見た」と判断した場合と呈示されなかった単語を正しく「見なかった」と判断した時に強い活動が起こり、虚再認時には賦活が弱かったのである。加藤らは、これらの各部位間の機能的結合度の分析も行い、その他の先行研究等も勘案した上で、前頭前野の左右後方外側部は長期記憶を検索する際にワーキングスペースとして働くのに対して、左前頭前野腹側前部は情報源の意識的想起に関係し、右前頭前野腹側前部は親近感に基づく処理に関連の深い領域であると推論している。

2-2. 実験結果が意味するもの

このような賦活度の高低を解釈する際に、どのような状態との比較を問題にするかということ、精神生理学においてはいわば永遠の課題というべきもので、脳波や事象関連電位の解釈においても常に問題とされてきた(例えば、北島(1982), Rugg & Coles (1995))。たとえ、安静にして、なおかつ環境刺激に対して極めて受動的な態度を取ったとしても、生体は常に活動し、しかも一定の範囲内で変動を繰り返すからである。しかし、ここではそのベースラインの問題には触れない。また、実験条件間で生体反応に差が生じた場合に、その差分だけを取り上げて、Sternberg (1966) が指摘するような要因加算法における差分と同一視してもよいのか、という重大な問題についても問わず、伝統的な実験手法に基づいて、可能な限り他の要因を一定に保って、被験者に呈示される刺激が、かつての記憶リストにあった場合となかった場合の比較、そして、それらに対して被験者が「あった」と判断した場合と「なかった」と判断した場合の比較だけが可能だと仮定する。その上で、これらの結果と解釈を考えてみる。

まず、虚再認というエラーが生じた場合に特異的な脳活動が、正再認と正非再認(正棄却)時とは区別して見いだされたことは非常に重要なことであると思われる。例えば、下條(1999)は、W. T. Newsome らの一連の研究をもとに、サルの MT 野にある運動方向特異性を持つニューロン群の発射確率と行動上の運動方向知覚判断が非常に高い相関を示し、たとえそれが刺激自体の客観的な運動方向から見れば「誤判断」であっても、サルの脳内反応と行動上の判断には矛盾がないこと、言い換えれば、「錯誤は脳内で『蒸発』する(p.72)」ことを指摘している。しかし、加藤らの研究は、虚再認時にはエラー特有の脳内活動が生じていることを示しているのであるから、下條の断定に対する反証とみなすことは可能である(もっとも、下條の主たる論旨からは逸れるが)。問題は、それらの脳内反応上の差異や特異性が、心理学的な記憶理論に対して何を指し示しているのか、ということである。

先述の精神生理学的研究の図式に関する極めて荒いスケッチに照らすと、記銘材料の呈示時に意味的な連関に基づいた構造化が行われ、再認検査時にその構造化に基づいて、様々な新旧の単語

が呈示される（心理学的独立変数）。すると、正しい再認や正しい棄却に加えて、意味的に関連の深い未呈示語に対しては高い確率で虚再認が生ずる。おそらく記銘材料が大量になれば、呈示された単語を再認できない miss も起こるのであろう（心理学的従属変数）。そして、それらに対応する脳内反応上の差異が検出される（生理学的従属変数）。そこまではよい。しかし、そこから先に進もうとすると、途端に多くの疑問にぶつかることになる。例えば、左前頭前野腹側前部が正再認時と正非再認時に強い反応を示すのは、記憶検索の過程自体を表しているのか、その結果を表しているのか、それともその結果自体に対する我々の主観的な確信度の元になるような、情動的な要素をも含む反応を表しているのであろうか。また、加藤が右前頭前野腹側前部と関連づけた親近感に基づく処理とは、いったい何であろうか。正再認時には親近感は生じないのであろうか。これは、左前頭前野腹側前部が情報源について満足のいく処理結果が得られない場合に初めて作動し始めるのであろうか。それとも、両者が同時並行的に活動し、それぞれの結果や左右差が我々の再認判断を導いているのであろうか。1語1語を入力する度に、「カテゴリー間違い」、「デカルトの劇場」、「ホムンクルス」……という呪詛が聞こえて来る。

しかし、哲学者の教えに頼らなくても、これらの疑問にある程度答える道はあり得る。まず、この単一の研究から結論を導き出すことには無理があるということである。加藤らも述べているとおり、心理学的な独立変数をさらに操作して、親近感や情報源、確信の程度等を変化させ、それに応じた脳内変化が検出できれば、推論の出発点を補強したり修正したりすることは可能であり、それが心理学的な常套手段の1つであろう。話は前後するが、下條の議論の中では、Newsomeらがサル（*Macaca mulatta*）の MT 野を直接電気刺激することによって、行動上の運動方向判断を操作出来たことが紹介されている。Bruce et al. (2003) は、MT 野におけるニューロンの発火パターンとサルの判断の間に相関関係が認められるからといって、それはただちに因果関係を意味しないと断りつつも、さすがにこの電気刺激を用いた実験を踏まえると、MT 野の活動が運動視や奥行き視を引き起こす原因である可能性は非常に高いと述べている。それになぞらえれば、倫理的問題や安全性の問題並びに実現可能性を度外視するという条件付きながら、例えば、経皮的磁気刺激等を用いて、極めて局所的に前頭前野の一部を刺激することによって、被験者の判断傾向が変化するかもしれない（生理学的独立変数→心理学的従属変数²⁾）。より現実的には、脳損傷者ではなく、局所的な過剰放電等を抱えるてんかんの方々等に協力してもらうことも有力な証拠を提供してくれる可能性がある（同）。

しかし、問題はそれだけではない。加藤自身も指摘し、Schacter (2001) もその啓蒙書の中で簡単に触れているが、別の研究によれば、虚再認に伴って特別な反応を示すのは、実は右前頭前野腹側前部だけではない。また、Schacter（同）によると、虚再認率が高い人ほど、正再認時と

2) 事実、下條のグループは、経皮的磁気刺激によって、一時的に視覚皮質に抑制をかけて、視野内に暗点を作り出す興味深い実験を行っている（Kamitani, & Shimojo, 1999）。

虚再認時の脳内活動に差が見られなくなる傾向が認められるという。脳機能の計測が細密化することは、例えば特異的な賦活部位の特定に際して時空間的解像度を高めることにつながるが、その結果得られた賦活パターンは当然複合的になることが多いのであって、先述のベースラインからの差分も多様化する上、いわゆる false positive つまり脳内各所に現れてくる細かな違いのうち、何を重要視し、何を artifact として無視するかという問題も出てくる。直列的な情報処理モデルが想定する情報の流れからすれば、脳はあまりに複雑で多元的である一方で、もはや古典的ともいえる初期の並列分散処理モデルから見れば、脳は脳なりの局在性あるいはモジュール性を持っていると言わざるを得ない。生理的な指標の取り方にもよるが、「カテゴリー間違い」という賢者の指摘に背を向けるとしても、それらを統一的に理解するためには心理学的な概念の洗練が求められているのである（狩野, 1957 および 1992）。

2-3. 発展と応用に向けて

最後に、応用的発展性に関わる問題を考える。加藤も、その講演論文の最後で、虚記憶を減らすことが治療的には重要であることに触れる。臨床的に重要な作話の問題に端を発した虚記憶の研究である以上、当然であろう。そして、上述の Schacter らの研究に触れて、例えば単語だけを呈示するのではなく、単語と絵を対にして呈示すると虚再認が激減することを紹介している (distinctiveness heuristics)。残念ながら、紹介してきた論文にはそれらの試みが前頭前野眼窩部損傷者に有効かどうか、また、そのような記銘材料の提示方法が機能的 MRI 上でどのような効果を及ぼすのかについては触れられていない。おそらく、今後実験的検討が行われるのであろう。しかし、このような試みが行われるとしても、起こり得る結果にはいずれも問題がつきまとう。まず、行動上の結果と脳賦活のパターンが同様の傾向を示したとする。その場合は、これまでの推論が補強され、脳の理解は進むかもしれないが、行動上で測定できることに対応する脳内変化が検出されるだけであるから、心理学にとっての情報としてはある意味で冗長だということになる。他方、行動上の変化と脳内の変化が対応しない場合も考えられる。行動上の変化のみが認められた場合は、当然、先の脳賦活に関する推論が何らかの形で修正されることになる。逆に、脳内の活動性だけが変化し、行動上の虚再認が減らなかった場合はある意味で興味深い。この点については、後の節で言及する。ただ、多くの場合、実際の実験結果は上述のような単純な構図にはならず、行動上の結果も脳の賦活パターンも変化するが、その変化の質や量が相互に異なるということになりがちである。その相違にどのような意味を見てとることが可能か、ということが精神生理学の存在意義に大きく関係する。

そして何よりも、このような虚再認に関する基礎的な研究が、例えば上述の前頭前野眼窩部損傷者の記憶障害、ひいては社会的な問題行動の改善にどう資するのかという大きな問いが残る。無論、これらの研究が一種の診断的価値をもつことは理解できる。また、そこから敷衍して、さまざまな記憶リハビリテーション等の働きかけが行われた際に、その効果を検討する1つのツ

ルとしても機能することは十分に期待できる。直前の議論そして次節の問題とも関連するが、行動上には変化が現れなくても対象者のうちに潜在的な変化が生じているかどうかは、サポートする側にとっては重要な情報となり得るからである。しかし、これらの試みが対象者に何をしてさしあげられるのかを直接的には指示しない、というもどかしさはやはり残る。例えば、軽度発達障害に関係するある書籍では、“Rethinking ADHD: Integrated approaches …” という原題に「医学モデルへの挑戦」という邦訳が付された（Neven et al., 2002）。医学においても、病因論的診断は必ずしも治療法を指示しないのであるから、いわば「無いものねだり」なのかもしれない。これと関連して、Damasio のグループの最近の鮮やかな成果を思い出す（Adorphps et al., 2005）。対象者は、両側の扁桃核に損傷を持つ SM と呼ばれる女性で、顔の表情の認知に困難を示すのであるが、中でも恐怖を示した表情の理解が難しい。誰もが恐ろしいと思うような場面を見たり、恐怖心に満ちた人の声を聞くと理解することは可能なので、自らが感情を失ったり、恐怖という概念を失ってしまったわけではない。これも精神生理学的な視点からの優れた達成の好例であろうが、彼女が人の顔を見ている際の視線の動きを、眼球運動の計測を通して調べたところ、なぜか顔刺激のうち、目の部分に着目しないことが判明した。そこで、目の部分に対して意識的に注目するよう教示したところ、恐怖表情の理解が飛躍的に改善されたという報告である。対象者の認知特性と共に、恐怖表情の場合は目の部分に重要な情報があるという対象の構造も同時に明らかにした素晴らしい研究である。同じ対象者に関する以前の報告から 8 年を経過している。おそらくさまざまな取り組みが行われたことであろう。しかし、また、「不満」を述べる。大変失礼ながら、SM さんはある意味で幸運である。なぜなら、目の部分に注目するよう教示されて、それが出来るからである。無論、彼女がその後も他者からのサポートなしに、そのような見方を維持できているかどうかは分からない。しかし、彼女が抱えていた困難は万人にとって共通の事情と言えるのであり、障害の有無、健康不健康を問わず、自ら望んでもなすべきことはなし得ず、逆に望まざることをせざるを得ないことに、人は多かれ少なかれ苦しんでいるのではないか。自らの資源と制約を条件に、他者を含む環境とのやりとりの中で自らを変えつつ生きる場を整えていく。意図の有無にかかわらず、これは一種の生命の Management とも言える。そのプロセスに対して、精神生理学は何が言えるか。そのささやかな回答は、記憶の形成・保持・検索、いずれの局面においても、行動上のパフォーマンスのみからは窺い知れないものを見いだせるかにかかっている。その可能性の萌芽を以下に述べる。

3. 記憶・学習の成立に先行して生ずる脳波上の変化

田村 他 (1984 a) 並びに古塚 他 (1984) は、アルファベット 3 文字（子音—母音—子音）で構成される無意味綴りを対にして、8 対作成し、それらを繰り返し視覚的に呈示して記憶させる対連合学習を行った。各無意味綴りは 1 文字ずつ 0.5 秒間隔で呈示されたが、第 1 刺激列（刺激項）と第 2 刺激列（反応項）の間には 3.8 秒間の空白があり、その期間中に被験者は刺激項を手が

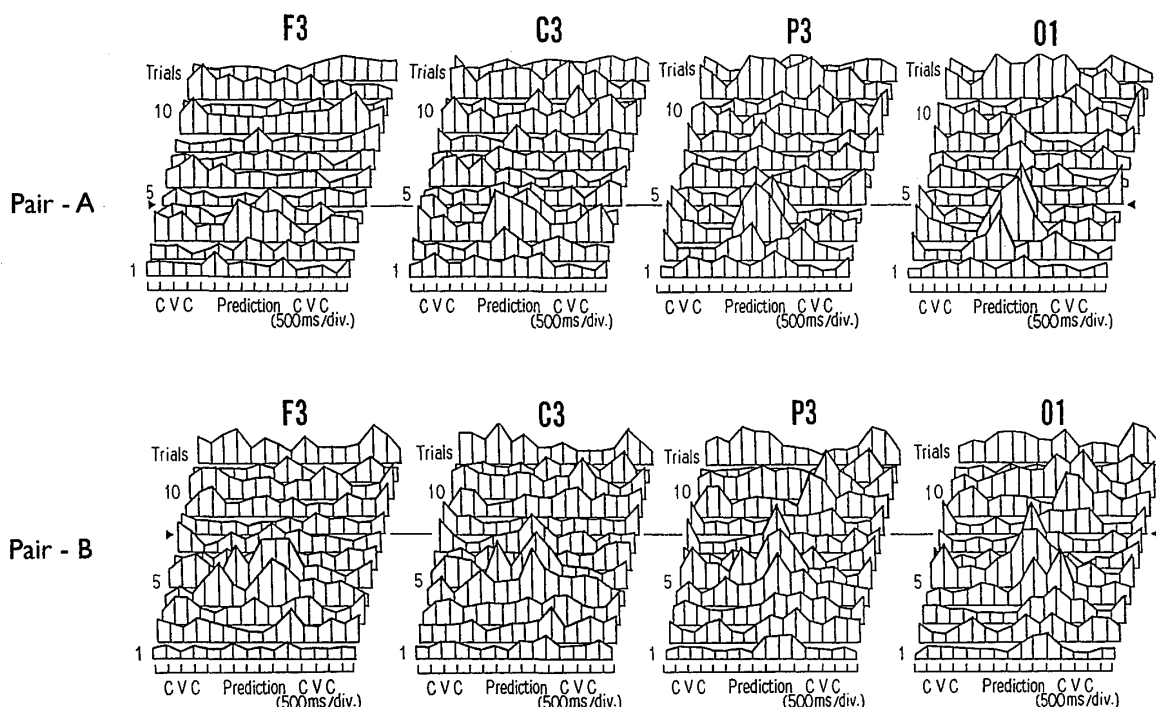


図1 対連合学習の成立過程とアルファ波の推移（個人例）

8対の無意味綴りをランダムに記憶した際のアルファ波。上段と下段は、それぞれ一連の系列中から抜き出してきた特定の対に対する反応を表す。頭皮上4部位からの計測記録。横軸は1つの試行における時間の推移を表し、最初の“CVC”と表記された時点で刺激項が、後半の“CVC”と表記された時点で反応項が、それぞれ呈示された。被験者は、両者の間の“Prediction”と表記された期間中に、直前で呈示された刺激項に対応する反応項を予想・報告することを求められた。縦軸は、脳波中のアルファ波成分(0.5秒単位)。上段の対においては5回目で、また、下段の対に関しては8回目初めて正しい予想ができた(図中の▶--◀)。(田村(1984a)を改変)

りとして反応項を予想・報告するよう求められた。当然のことながら、呈示開始直後の1巡目では、刺激項にも反応項にも初めて接するので、ただ見て記憶するしかないが、刺激呈示を繰り返すと、やがて刺激項を見た時点で反応項が言えるようになる。無論、多数の対が次々と、疑似的なランダム系列で呈示されるので、学習には時間と回数を要し、その過程において、反応項の一部しか再生できない、別の対の反応項を再生してしまう等、さまざまなエラーも起こる。その学習過程における脳波(アルファ波)の推移例を示したのが、図1である。

これは、単一被験者(健常大学生)の結果の一部である。被験者が8つの対を繰り返し呈示された中で、その系列中に含まれていた特定の2つの対だけを抜き出して、課題遂行時のアルファ波量の変化を、下から順にプロットしたものである。したがって、上段・下段にそれぞれ特定の対に対する反応を並べて表示しているが、それぞれの対を連続的に呈示したわけではなく、各試行間には、平均して7対の別な刺激対が呈示されている。F3, C3, P3, O1は、脳波の測定部位を表し、それぞれ頭部左側の前頭、中心、頭頂、後頭部からの測定データである。各データは、横軸が時間経過を示し、刺激項呈示直前から被験者の予想報告期間を挟んで反応項の提示後まで、約8秒間の記録である。縦軸は、原脳波からデジタル・フィルタ(F.I.R. Filter)を用

いて抽出したアルファ波を、0.5 秒単位で積分したものに相当する。

この被験者の場合、上段に示した対は、初めて呈示されてから 5 試行目に初めて正しい反応項が予想できたのに対して、下段で示した対については 8 試行目まで正しい予想ができなかった。ちなみに、この例では両方の対において、一度正答に達した後、残りの全て試行においても正答が続いた。事前に設定された刺激呈示順序にしたがって実験が進行するため、比較的初期に記憶された対については、学習成立後も数多くの呈示を受けることになる。各系列を見ると、非常に興味深い特徴が認められる。すなわち、いずれの対においても、実験開始当初は全体的な覚醒水準が高く、アルファ波は抑制されているが、やがて両刺激列間の予想報告時間帯にアルファ波が多発するようになり、正反応が可能になると、またしばらくの間アルファ波は抑制され、やがてアルファ波は徐々に増加する。この中で特に注目されるのは、正反応が生ずる直前の試行におけるアルファ波の増大である。

一般にアルファ波は、覚醒した状態で閉眼安静時に、特に頭頂部から後頭部にかけて優勢に出現する。開眼すると急速に減衰し、ベータ波が出現する。また、開眼した状態でも、呈示される刺激が、新奇性の高いものであったり、要求されている課題にとって重要な意味を持つ場合には減衰が強く長く持続するのに対して、定型化した既知の刺激が反復呈示される場合等はアルファ波の復帰は早い。つまり、視知覚に関していえば、アルファ波の阻止に関わるのは、「刺激対象とのかかわりあいの強さ」（狩野, 1967）あるいは「心的メカニズムの複雑さと刺激の切実さの、有機的対応で定まる緊張のあり方」（同）である。

このようなあり方が記憶に関わる局面については、依然として多様な可能性があり得るが、少なくとも上記の実験においては、アルファ波の一時的な増大が、正反応が生じる前に起こっているのであるから、刺激項呈示から反応項呈示までの間に、刺激項を覚えようとする心的努力や曖昧な記憶の検索等を行われて続けているはずである。にもかかわらず、アルファ波が一定の賦活を示すということは、刺激項の記憶が形成されてその処理に一定の habituation が生じたこと and/or 反応項に対する待ち受け状態において相対的な覚醒水準の低下が生じたことを示唆する。ちなみに、もしこのようなアルファ波の変動が、被験者の全般的な覚醒水準の変動（例えば眠気等）によって起こっているならば、正反応の生起時期に関係なく、図中の両対で同じような時期に同じような増減傾向を示すはずである。したがって少なくとも上記の例では、刺激対ごとにその学習の進行状況に応じて特異的に生じた反応である可能性が高い。因果関係の推定には慎重であるべきだが、アルファ波の増大が、完全に学習が成立し、課題遂行に対して心的努力を要しなくなってから生じるのは従来の知見に合致するが、学習の成立直前にも起こるとすれば、古典的な連合学習事態ではあるが、直接・間接的に何らかの学習の準備態（readiness）を表している可能性は存在する。つまり、学習が最適に行われるための、タイミングや状態の指標となるかもしれないのである。

4. 記憶における固定・干渉と覚醒水準

記憶と呼ぶ機能を、いくつの次元で何種類に分類するのが適当なのか、模範解答は未だに存在しないと思われる。認知心理学における古典的な箱モデルに従えば、いくつかの実験から示唆される一時的な貯蔵庫と永続的な貯蔵庫に、ごく短時間だけ感覚入力を保持する感覚貯蔵庫を加えると一通りの図式が出来上がったが、現在ではそう単純では済まされない。保持される情報の形式、寿命、検索可能性、形成と保持に関与する脳内部位とよりミクロな機能的・構造的メカニズム、さらには脳の損傷部位や重篤さとの対応性等、視点がいろいろ存在する上にそれぞれの視点の中でさまざまな意見が存在する以上、混乱は避けられない。その中で、比較的承認を得られやすい穏当な考えの1つとして、例えばPTSD等の特殊な場合を除いて、出来事に関する記憶というものが形成され、長い時間にわたって保持・検索が可能な状態になるためには一定の時間経過が必要である、という見解が挙げられると思う。臨床的には、てんかん発作、電気ショック、頭部外傷等で意識消失が起こると、アクシデント直前の記憶であるほど忘却が強く、また回復の過程においてもより古い記憶から想起可能になってくること。そして、よく引き合いに出される海馬損傷例においても、損傷以後の記憶形成には強い障害が残るのに対して、古い出来事はよく覚えていること等が挙げられる。ただし、海馬および海馬傍回が記憶の長期化において果たす役割についても諸家の意見は一致を見ていない(例えば、山鳥, 2002)。

他方、私たちは日常生活上の実感として、時間が経過するほど、出来事が思い出し難くなることを知っている。特に、多忙を極めるとその傾向は強くなる印象がある。ごく素朴に考えると、私たちの記憶システムには、入来する情報を固定化し長期的に保存しようとする作用と逆にそれらを弱化させようとする作用が同時に働いていると考えざるを得ない。その中で、記憶システムの初期の段階にある情報の寿命を測定しようとした試みの1つが、周知のBrown-Petersonパラダイムである(例えば、Peterson & Peterson, 1959)。その典型的な実験結果によれば、アルファベット3文字からなる無意味綴りを呈示された直後に、リハーサルを妨害するための暗算作業等を課すと、18秒ほどで無意味綴りが全く再生できなくなる。しかし、これまたよく知られているとおり、そのような寿命はきわめて限られた条件下での測定に過ぎないことが明らかにされている。例えば、Murdock (1961) や Keppel & Underwood (1962) 等の結果を考えると、事前に記憶されている類似の情報が少なく、当該の記銘材料が容易で、妨害作業も簡単になると、同様の実験事態においても、その寿命ははるかに長くなる。つまり、記憶というものの寿命を、「不使用による自然な減衰」として測定することは原理的に不可能であり、記憶システムは常に内部・外部からの干渉刺激に曝されていると考えなければならないということである。

上述の諸研究は、いずれも干渉事態をいわば情報論的に操作したものだが、本節の冒頭にも触れたとおり、その干渉事態を脳の活動性に即して検討することも可能である。より事態を一般化して考えれば、私たちが何かを学び、身につけようとする際、その当該の努力に際しては関心を

払うのに比して、慢性的な干渉状態に置かれる学習や訓練後の状態に考慮を払わないのは極めて不自然だと考えられる。ちなみに、私の不勉強に過ぎないのかもしれないが、例えば応用行動分析の解説等においても、強化の種類やタイミング、そしてスケジュールに関する配慮は豊富だが、限られた訓練時間の前後の過ごし方や訓練自体の時間間隔等に関する記述はあまり見つけられない（Albelto & Troutman, 1999）。古塚（1974）が、教育心理学等の分野においても教育的な働きかけの後の過程に対する検討が少ないことを指摘しているのは、今でも有効だと思われる。さまざまな労働場面においても、休息は疲労とエラーに関連して考慮されることが圧倒的に多いが、労働を通じてさまざまなスキルが獲得されていると考えるならば、休息時間を干渉と固定のための時間と捉えることも可能である。本稿冒頭の引用にもあるとおり、記憶や学習に関する心理学的研究では、以前から例えば Spacing 効果等と称して、同じ刺激を複数回呈示するとしても、その時間間隔や介在する他の刺激の数が影響を及ぼすことを示しているし、様々な訓練における集中的な学習と時間をおいた分散学習を比較して分散学習の優位を示す報告は多い（Underwood et al., 1976）。これらは、さまざまな要因の影響を考えるべきであろうが、基本的には先に述べた記憶の固定と干渉の問題として捉えるべきであろう。ここでは、やや古典的であるが、先述の Brown-Peterson パラダイムを用いて、妨害作業期間中の脳波条件を操作した例を紹介する。

田村（1984 b）は、記銘材料として 9 桁の数字列を用いて、8 秒間記憶させ、その直後に干渉作業として英文字列の読み取りを行わせた。干渉作業用のアルファベットは、3 文字ずつ 3 つの刺激が 3 秒おきに呈示され、被験者はそれらを読み上げ、直前の数字列とは別に記憶するように求められた。3 文字のアルファベットは有意味単語であったが、一方の条件では毎回 1 単語ずつ呈示されたのに対して、他方の条件では、干渉第 1 刺激として 3 つの有意味単語の第 1 文字が呈示され、続いて、第 2 文字、第 3 文字が呈示された。それゆえ、後者の条件では、前者と同様に 3 文字ずつを記憶すればよいが、9 文字全てを見て記憶しないと、有意味な 3 単語が分からないように構成されていた。なお、干渉作業用アルファベットは、 3×3 のマトリクスのいずれかに呈示され、直前に呈示された数字列マトリクスのマスク刺激としての役割も果たした。8 名の大学生が被験者となり、全員が両方の干渉条件に参加した。また、1 つの干渉条件において、15 種類の数字列を 2 回繰り返して呈示した。その条件別・呈示回数別の系列位置曲線を図 2 に示した。

図からも明らかなおとおり、同じ 3 文字ずつのアルファベットを記憶する干渉作業であっても、チャンキングが困難な Cond.-2 の方が再生成績が低い。なお、本来は直前に呈示されている 9 個の数字列を記憶することが主課題であるため、Cond.-1 においても 3 つの単語を全て記憶できるわけではなく、干渉作業中に数字列へのリハーサルが行われたとは考えにくい。図には表示していないが、干渉作業中、特に最初の 3 文字のアルファベットが呈示されている時間帯で、両条件間のアルファ波量が大きく違い、Cond.-1 においてアルファ波が優勢に出現した。なお、このアルファ波量の条件間差異は、同じ刺激列で繰り返し行った第 2 セッションでは著しく小さくなった。実験全体への慣れと干渉作業自体への習熟が関係しているものと思われる。系列位置曲線は、非

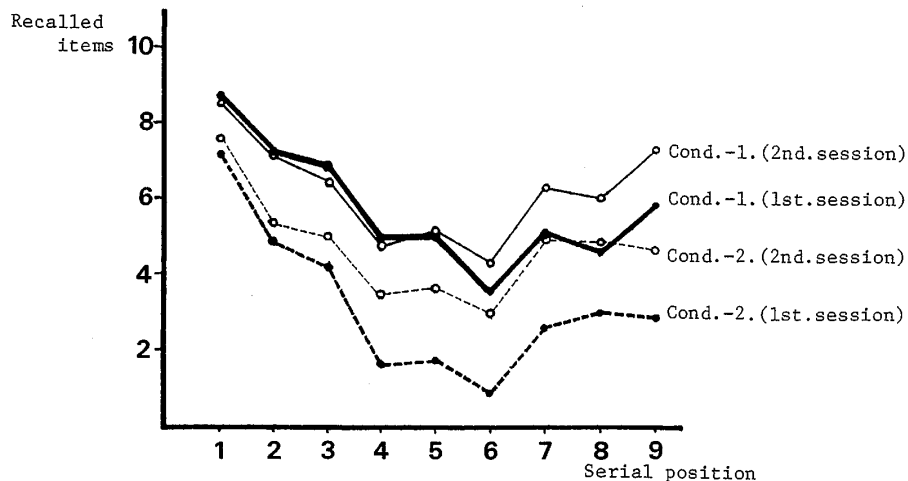


図2 干渉作業中の脳賦活状態を操作した記憶実験における再生成績 (系列位置曲線)

8名の大学生の平均再生数。横軸は記銘材料である9個の数字列の呈示順序を表し、縦軸は各条件・呈示回数別に再生できた数を表す(max.=15)。図中のCond.-1(実線)は干渉作業中のアルファ波が多くなるように、Cond.-2(破線)はアルファ波が少なくなるように、干渉刺激の呈示方法が異なる。各条件とも同じ刺激列(15セット)を2回呈示したので、それらを分けて表示したもの。両条件とも太線が1回目、細線が2回目の呈示時の成績を示す。総体として、Cond.-2の方が干渉効果が強く、再生成績は低い、初回の呈示と2回目の呈示を比較すると、Cond.-2の方が反復呈示による成績向上が強く表れ、なおかつその効果が刺激系列位置と交互作用を示していることが分かる。(田村(1984b)より再掲)

常に興味深い条件間・セッション間での違いを示す。すなわち、干渉条件の主効果、セッションの主効果に加えて、両要因間の交互作用が生じ、アルファ波が当初から比較的豊富なCond.-1においては、2回目の呈示において系列末端部の新近効果のみが強くなるのに対して、Cond.-2では、初回の再生成績は低い、2回目の成績上昇が著しく、特に系列中央部においてその傾向が強かった。繰り返すが、数字列自体が呈示され、それを記憶すること自体は両条件間で共通であり、その直後の干渉作業開始当初のアルファ波量に違いがあるだけである。ただ、同じ刺激が繰り返し呈示されたことによる成績の向上であれば、両条件で同じように再生成績が上昇してもよいはずである(比較的成績がよいCond.-1でも、全体の再生率は50%程度である)。にもかかわらず、その繰り返しの効果は、Cond.-2の、しかも系列全体の一部にしか顕著に生じない。数字列呈示中に行われた記銘作業とその直後の干渉作業開始当初の脳の賦活状態の関係が複雑な再生パターンを生み出したと考えるのがよさそうである。ちなみに、詳しく触れる余裕はないが、自律神経系を指標とした他の研究では、記憶時点の活動性の高低が、保持時間によって全く逆の効果を及ぼし、当初の覚醒水準が高いと記憶直後の再生成績は低い、時間をおくとむしろ再生に有利であるという報告もある。ここで紹介した自験例は、ごく短い保持時間のみを扱っているが、再生までに時間が経過した場合、ならびに検索・再生時の生体の活動性は別の影響を持つのかかもしれない。このように古典的なエピソード記憶の実験事態に限定しても、まだ残された課題は多数ある。近年、非常に多くの研究が行われている直接プライミング等、いわゆる潜在記憶に関わる研究が、これら生体の活動性や脳内記憶システムをどう捉えるのか、あまり検討が行われていないように

思われる。直接プライミングは単純接触効果と同根の事態を対象にしていると考えられることも可能である。それを敷衍すれば、さまざまな手続き記憶から、消費行動における選好判断に至るまで、幅広い日常行動に影響を及ぼしていると考えられる。

なお、広い意味での経験の保持と生体の活動性の関係を考える場合、当然、睡眠が持つ効果を検討する必要がある。繰り返し述べている通り、起きて活動しているということは、常に干渉を被ることでもあるからである。周知のとおり、かつては学習直後に覚醒している場合と睡眠をとった場合では睡眠をとった方が忘却率が低いという古典的なデータがよく引用され、干渉説を支持するものとされたが、その後の議論は錯綜している。その理由の1つは、睡眠自体の理解が進展したことによると思われる。特に、レム睡眠と学習や記憶との関係について、多くの議論がなされたが、一般的な合意には至っていない。安部 他（2005）によれば、レム睡眠・ノンレム睡眠を問わず、主に手続き記憶の保持と固定については、睡眠の積極的な効用を示唆するデータが集積されつつある。

5. 行動上の指標と生理指標との乖離：事象関連電位（ERP）に関して

紙幅の関係で、特に事象関連電位と記憶・学習との関係についての詳細な検討は、別稿に譲らざるを得なくなった。しかし、繰り返し触れたとおり、行動上からは窺い知れないプロセスを捉え、なおかつ、それを心理学的な議論の俎上に乗せることが出来て、初めて精神生理学は意味を持つ。例えば、Rugg（1995）によれば、事象関連電位を指標として記憶等を検討することには、4つの利点があるという。① 事象関連電位は高い時間分解能を持つため、例えば刺激の再認等における新旧項目の判断に際し、脳内処理がどの時点で分化するかを時間軸上で特定できる。② 特別な行動反応を要求しなくても、被験者が当該刺激について記憶や知識を持っているか、熟知性等を含めて推測できる。③ 頭皮上から広く計測可能な事象関連電位は、その計測部位によって形状や振幅が異なるため、刺激の処理が行われている脳内の部位について、大まかな推測ができる。④ 将来的には、ある特定の認知活動の「オンライン」モニターとして利用できる可能性がある。以上の記述から10年を経て、その他の脳機能計測も大きく進展している。それぞれ長所と短所があるが、少なくとも、反応を時系列で追跡する際の時間分解能においては、事象関連電位を含む電気生理学的計測が、脳磁図と共に依然として有利である。特に、事象関連電位に関連する研究トピックとしては、種々の課題におけるエラーについてのフィードバックが特有の波形を示すこと、また、これまで刺激強度・視野内位置・図形の形状等きわめて基礎的な物理的属性についてしか明瞭な対応関係が認められて来なかった視覚性の事象関連電位中期成分が、顔刺激に刺激に対しては極めて特殊な反応を示すことが見つかったこと等が挙げられる。前者は、学習の問題と共に自我関与等の社会心理学的な関心とも関わるし、顔関連電位については、例えば広汎性発達障害における社会性の障害の基礎理解、相貌失認等への寄与が期待される。

ここでは、特に記憶に関係の深い研究として、上述の Rugg の研究に関連する自験例を紹介す

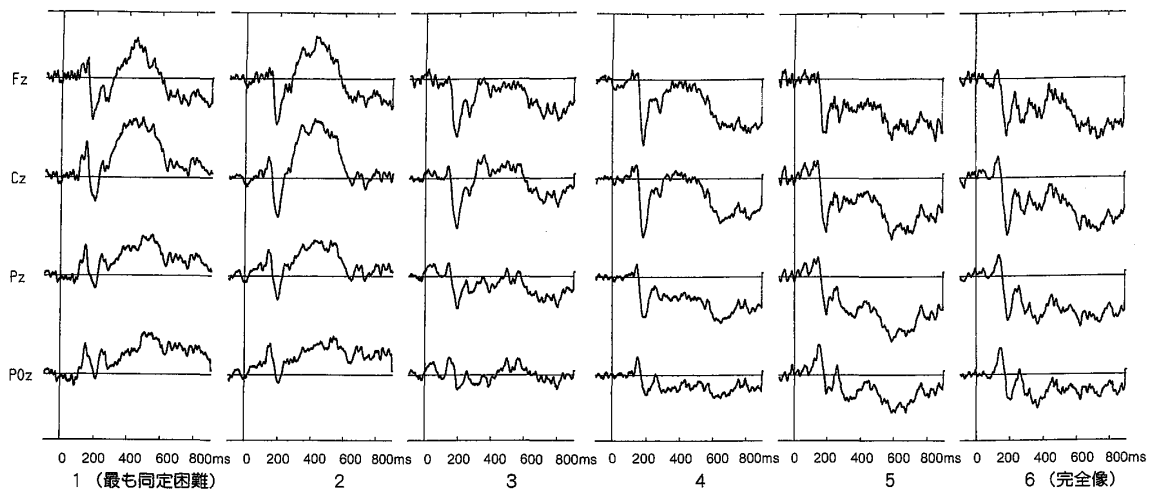
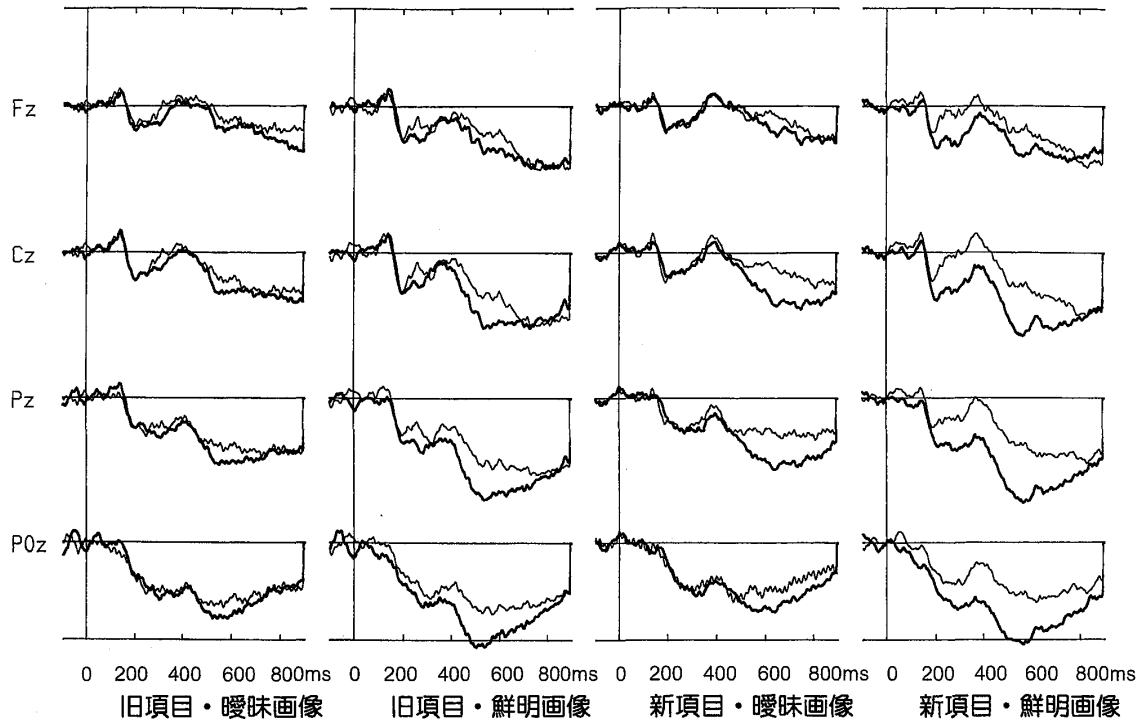


図3 徐々に鮮明化する曖昧画像を同定する際の事象関連電位 (個人例)

左から最も不明瞭な図形が徐々に鮮明化していく過程で、何に見えるかを報告させた場合。平均して段階3～4において確実な同定が生じる。より曖昧な段階では前頭部より潜時約400msの陰性成分が生じ、同定が可能になった後は、頭頂部中心により遅い陽性成分が発達する。上方陰性。基線間は10 μ V。

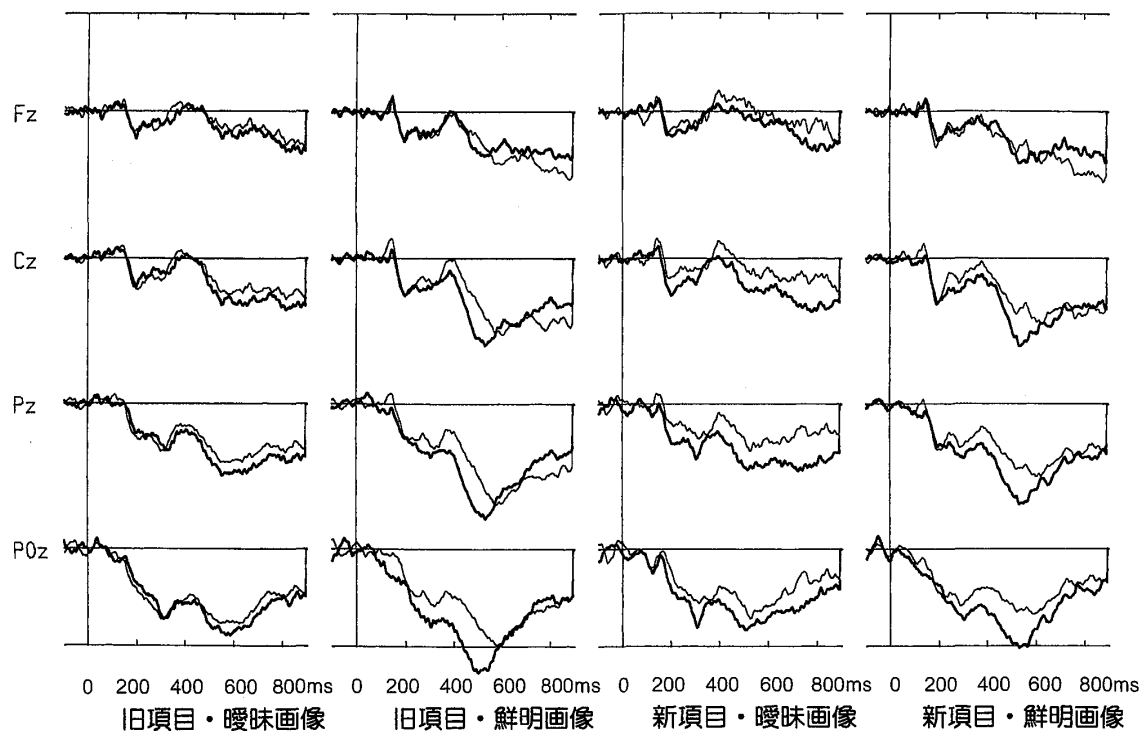
る。Rugg & Doyle (1994) は、事象関連電位上に現れる反復プライミング効果を検討し、刺激の熟知度と反復までの介在項目数が影響を及ぼすことを示している。特に、画像刺激を用いて刺激反復を行った場合、鮮明な写真の反復呈示においては後期陽性成分が増大するのに対して、画像処理を施した曖昧画像に対しては、たとえ再認可能でも同成分が変化しないことを示した。田村 (1997) は、この点について、さらに検討したものである。図3に示すとおり、曖昧な線画像を徐々に鮮明化していくと、当初は潜時約400msにピークを持つ陰性成分が中心-前頭領域で大きく発達するが、画像が鮮明になり何を描いた絵であるか同定できるようになると、陰性成分は消失し、より潜時の遅い陽性成分が発達してくる。田村 (1990) でも指摘したとおり、この後期陽性成分は、たとえ被験者がより不鮮明な状態で確信を持った同定を行える状態になっても、より鮮明な画像に対して増大を続ける。つまり、被験者の意識としては「もう分かり切った」画像が多少鮮明さを増すだけであるにもかかわらず、脳は反応を強めていき、しかもそれが意味処理に関連すると考えられる潜時約400msにピークを持つ陰性成分より遅い時間帯で生じることが興味深い。事実、図3に示した被験者例においても、平均すると段階3から段階4の間で多くの場合、同定可能となる。潜時と出現部位は異なるが、文字刺激等を用いた北島 (1982, 1984) の研究における後頭部陽性成分の発達を連想させる。乱暴な表現を使えば、意識上の確信と脳の納得は異なるようである。

図4と図5は、反復プライミング効果を利用して、Rugg & Doyle が報告した現象を検討した例である。同じ不鮮明画像でも、より鮮明化された画像を一度見ると、同定が可能もしくはより容易になる (田村, 1996)。この効果は頑健で、知的障害者においても少なくとも1年間は過去の同定経験が影響を持ち続ける (田村, 2002b)。そうすると、かつては同定不可能だった曖昧画像



再認課題時の各刺激に対する総加算平均事象関連電位

細線：1回目 太線：2回目 上方陰性 基線間は10 μ V



分類課題時の各刺激に対する総加算平均事象関連電位

細線：1回目 太線：2回目 上方陰性 基線間は10 μ V

図4・5 曖昧な状態から徐々に鮮明化する画像を同定した経験の有無が事象関連電位に及ぼす影響
詳細は本文参照のこと。

が、馴染みのある画像に変化するわけだが、先述の画像反復に対する後期陽性成分の増大は起こるようになるのであろうか。図4と図5のいずれも、直前に同定課題で用いた曖昧画像と鮮明画像、そしてそれまでに見たことがない曖昧画像と鮮明画像を、それぞれ2回呈示した際の事象関連電位である。図4はそれらの画像を直前の同定課題で見たかどうかを尋ねた場合、図5は事前に見たかどうかは問わずに、生き物の絵だと思うかどうかを尋ねた場合である。その結果は、やや意外なものであった。両課題において、鮮明な画像に対しては反復呈示によって、後期陽性成分の陽性方向へのシフトが生じた。これは、Rugg & Doyleの報告どおりである。問題は、曖昧な画像の反復効果である。実験の計画にあたって、最も関心を持っていた同定経験のある曖昧画像に対する反復効果はほとんど認められなかったのに対して、新項目に対しては陽性方向へのシフトが生じた。その理由の1つとして、N400成分が画像命名と記憶再認の両課題条件において出現しているものの、その機能的な意味が異なることが考えられる。しかし、より大きな原因は、初回呈示の時点から、旧項目曖昧画像に対する後期陽性成分がある程度出現していたことである。すると、曖昧な画像に対しても、新旧の区別は当初から可能であったが、鮮明な画像のような反復効果はやはり起こらず、事象関連電位後期成分の発達には一定の限界があるということになる。被験者に要求されている課題自体は比較的容易であるため、分類や再認等の行動レベルでの成績によってはこれらの区別がつかない。まるで、見かけに騙されるな、と脳に「諭された」ようである。

Donchin et al. (1986)でも言及されているが、記憶に関わる事象関連電位の変化は往々にして多様となり、明瞭な結果が得られないことも多い。その理由はいくつか考えられるが、よく生じるのは、同じ記憶課題を課しても、被験者によって記銘等の方略が異なり、それが事象関連電位上に影響する場合としない場合があることである。そもそも、各被験者の背景脳波の振幅や基本周波数、さらには光や音に対する基本的な反応性には個人差が存在し、それが標準的な事象関連電位検査においても現れるのであるから、まして記憶等のように被験者側の自由度が高く、長い時間経過を伴う現象を扱う際には、個人差の影響はさらに大きくなることが考えられる。事実、3節で紹介した対連合実験においても、学習の進行に伴うアルファ波の推移と事象関連電位上の変化は被験者によって異なり、全ての被験者で明瞭な傾向が認められるわけではない。これらは、実験計画によっては群内誤差を作る攪乱要因と考えられるが、見方を変えれば、精神生理学的な視点で個人差にアプローチする1つの方法とも言える。それは、Eysenck等に代表されるように、性格も含めた個人差を生理的な反応特性によって基礎づける試みに呼応する面もあり、例えば、MPIと事象関連電位の間に相関を見いだした研究等も存在する(室橋, 1984)。本稿では詳しく触れることができなかったが、事象関連電位が種々の課題におけるmental workloadに対して検出力が高いことを考えると、広く職業的な習熟等の過程における個人差に迫る武器になり得る可能性は十分に存在する。記憶との関係に戻れば、各人の認知特性に応じて、様々な課題に得手不得手はあり、極端な例を挙げれば、記憶障害者に対しては、健常者にとって有効な記銘ストラテジーが有害に作用する場合もある(例えば、小松, 1999)。

本節冒頭の Rugg の整理に戻れば、その利点の一部は、近年発達してきた新しい計測手法に任せることが適当なのかもしれない。しかし、Rugg の考察は、想定している実験事態が狭すぎるように思われる。生理指標上の変化と行動指標との乖離を、心理学的独立変数と生理学的従属変数の一方向的な関係だけに留めず、例えばその後の記憶の持続性や転移の問題等、一段先の心理学的従属変数に対して持つ意味の検討へと拡大することができれば、上述の個人差の問題を含めて、より広い応用場面への適用が可能となる新しい知見を生み出すことができるのではないか。それらは、教育心理学の領域における伝統的な用語になぞらえて言えば、適性処遇交互作用の精神生理学的基礎づけと展開とでも呼び得るものになるであろう。

6. 残された課題

近年、特に心理学領域での応用が盛んになりはじめた近赤外光分光法を用いた脳機能計測 (NIRS) についても触れる予定であったが、次稿へ回さざるを得ない。基本的な原理が考案されてからほぼ 30 年を経過し (Jöbsis, 1977)、医工学の領域で日本人研究者によるまとまった書籍が発行されて 5 年を経過するが (田村, 2001)、心理学領域における研究は学会における発表が中心であり、雑誌論文も少ない。現在は、計測技術上の諸問題に加えて、心理学的な関心に関連づけることが可能な実験事態について、いわばパラダイム的な共通認識が醸成されつつある過程上にあると思われる。同様な事態は、脳波では 1960 年代、事象関連電位では 1970 年代に存在したが、その時と同様、いくつかの研究グループで安定したデータが得られつつあり、他機関における追試を経て、適用領域が拡大していくであろう。現状としては、主に医学者との共同研究から始まった各種の障害に関わる脳機能計測は無論のこと、運動の習熟、注意の持続、言語理解、問題解決といったテーマに加えて、虚偽検出や問主観性に直接関連するような、いわば情動と他者の問題を媒介する局面においても、興味深いデータが期待できる状況になりつつある。無論、原理的な限界として、脳の表面に近い部分の血流のみを計測することにはなるが、プローブの配置の工夫による空間分解能の改善と共に、解析アルゴリズムの改変によって、事象関連電位後期成分とオーバーラップする時間帯まで時間応答性が向上しつつあることが、本年度の日本生理心理学会でも報告された (例えば、吉野・加藤, 2006)。

そのような改善をも勘案すると、NIRS は、精神生理学本来の守備範囲の 1 つである自律神経系の反応と認知的な反応とを総合し、なおかつある程度まで脳内の局在性についても議論ができる計測法として、新たな方向への発展を期待してよいものと考えられる。生理学的な計測の中では、身体拘束が非常に少なく済む上、環境からの物理的ノイズからの影響を受けにくい利点等を考えると、日常的な行動や労働に関わる知覚運動過程の分析等への適用も可能で、実験事態の工夫によってさらなる展開が可能である。具体的な研究法等と心理学への寄与についての検討は、別稿に譲る。

(続く)

付 記

今回は、期せずして、学生時代からお世話になった北島象司先生の論究を振り返ることになった。北島先生は、かつて日本心理学会のシンポジウムにおいて、視覚誘発電位の後頭領後期成分について講演され、生理的な指標を用いる以上、認知に関する covert な過程を明らかにしないと冗長な計測をしているだけだ、という趣旨のことを述べられたように記憶している(北島, 1984)。たしかに、その講演の2年前の「覚え書」(前掲書)には、注意を巡る脳反応の解釈と理論化に際して非常な苦心をなされたことが窺える。さらに10年を経て、北海道大学教育学部の退官に際しても同様の指摘をされ、通俗心理学の陥穽に警告を発しながらも、最後には、認知生理心理学それ自体で十分面白いのではないかと寛容な態度を示され(北島, 1995)、そして逝かれた。先生の優しい笑顔を思い出す。

しかし、誘発電位について貴重な仕事をなされた北島先生には鷹揚な態度を示される資格がありでも、私たちは当初の要求を問われる側である。入来する刺激にタイムロックされてごく短時間の間に誘発される事象関連電位上の注意効果1つをとってもその概念化には困難が伴うのであるから、対象が記憶となれば、その機能に介在する時間と過程は膨大なものとなる。加えて、心理学的な概念の純化と機能性について、より厳しい要求をなさる狩野陽先生は、幸いなことにお元気でいて下さる(教心, 1992)。無謀にも、お二人の要求にささやかながら応えようとするとなんが可能か、を考えた一端が本稿である。

要求が厳しい以上、それに対する応答が、劣等生のレポート遅延の言い訳のようになるのは仕方がない。さっそうと再提出の準備に取りかかるしかないのである。

References

- 安部又一郎・栗山健一・内山真 (2005). 睡眠と記憶・学習. *こころの科学*, 119, 48-52.
- Adolphs, R., Gosselin, F., Buchanan, T. W., Tranel, D., Schyns, P., & Damasio, A. R. (2005). A mechanism for impaired fear recognition after amygdala damage. *Nature*, 433, 68-72.
- Alberto, P. A., & Troutman, A. C. (1999). *Applied Behavior Analysis for Teachers: 5th Edition*. New Jersey: Prentice Hall. (佐久間徹・谷晋二・大野裕史 訳. 「はじめての応用行動分析 日本語版第2版」. 二瓶社)
- Bruce, V., Green, P. R., & Georgeson, M. A. (2003). *Visual Perception : Physiology, Psychology and Ecology* (4th edition). Hove & New York: Psychology Press.
- Damasio, A. R. (1994). *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. New York: Grosset/Putnam. (田中三彦 訳. 「生存する脳」. 講談社)
- Deese, J. (1959). On the prediction of occurrence of particular verbal instructions in Immediate recall. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 17-22.
- Donchin, E., Karis, D., Bashore, T. R., Coles, M. G., & Gratton, G. (1986). Cognitive Psychophysiology and Human Information Processing. In M.G. H. Coles, E. Donchin, & S. W. Porges (Eds.), *Psychophysiology: Systems, Processes, and Applications* (pp.244-267). Amsterdam: Elsevier.

- Erdelyi, M. H., & Kleinbard, J. (1978). Has Ebbinghaus decayed with time? The growth of recall (hypermnnesia) over days. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 4, 275-289.
- Eysenck, H. J., & Rackman, S. R. (1965). *The Causes and Cures of Neurosis*. London: Routledge & Kegan Paul. (黒田実郎 訳編, 「神経症 — その原因と治療」, 岩崎学術出版社)
- 古塚正恵 (1974). 記憶過程にかかわる生体活動性の推移 — Alpha 活動を示標として —. 北海道大学教育学部紀要, 23, 87-108.
- 古塚孝・田村卓哉・狩野陽 (1984). 課題解決過程における脳波・誘発電位の推移とその相互関係 — 1. 対連合と誘発電位 —. 日本心理学会第 48 回大会発表論文集, 99.
- Jöbsis, F. F. (1977). Noninvasive, infrared monitoring of cerebral and myocardial oxygen sufficiency and circulatory parameters. *Science*, 198, 1264-1267.
- Kamitani, Y., & Shimojo, S. (1999). Manifestation of scotomas created by transcranial Magnetic stimulation of human visual cortex. *Nature Neuroscience*, 2(8), 767-771.
- 狩野陽 (1957). 心理学の世界について. 思想, 391, 109-121. 岩波書店.
- 狩野陽 (1967). 学習の基礎機構 — 視知覚における試論 —. 北海道大学教育学部紀要, 13, 43-73.
- 狩野陽 (1992). 心理学の構成概念と日常概念 — 心理学的認識の社会的・論理的基底 —. 日本教育心理学会第 34 回総会発表論文集, 9.
- 加藤元一郎 (2006). 展望記憶と虚記憶に関する臨床神経心理学的検討. 基礎心理学研究, 25 (1), 67-74.
- Keppel, G., & Underwood, B. J. (1962). Proactive inhibition in short-term retention of single items. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 1, 153-161.
- 北島象司 (1982). 注意についての覚え書. 北海道大学教育学部紀要, 41, 13-28.
- 北島象司 (1984). 視覚誘発電位の後頭領後期成分の機能. 日本心理学会第 48 回大会発表論文集, S 21.
- 北島象司 (1995). 認知心理学理論への生理心理学の寄与. 北海道大学教育学部紀要, 67, 1-6.
- 小松伸一 (1999). 健忘症患者において残存する潜在記憶を活用した記憶リハビリテーション. 心理学評論, 42, 202-218.
- 小松伸一・太田信夫 (1999). 記憶研究の現状と今後. 教育心理学年報, 38, 155-168.
- Madigan, S. A. (1969). Intraserial repetition and coding processes in free recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8, 828-835.
- Murdock, B. B. Jr. (1961). The retention of individual items. *Journal of Experimental Psychology*, 62, 618-625.
- 室橋春光・狩野陽・北島象司 (1984). 課題解決過程における視覚誘発電位の後頭領後期陽性波と MPI・外向 — 内向性尺度得点. 日本心理学会第 48 回大会発表論文集, 72.
- Neven, R. S., Anderson, V., & Godler, T. (2002). *Rethinking ADHD: Integrated Approaches to Helping Children at Home and at School*. Australia: Allen & Unwin. (田中康雄 監修, 森田由美 訳. 「ADHD 医学モデルへの挑戦 — しなやかな子どもの成長のために」, 明石書店)
- 苅阪良二 (1970). 第 1 章第 2 節: 生理学的心理学の分類. 今村護郎 編「講座 心理学: 14 生理学的心理学 (pp.4-8)」, 東京大学出版会.
- Peterson, L. R., & Peterson, M. J. (1959). Short-term retention of individual items. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 193-198.
- Roediger, H. L. III, & McDermott, K. B. (1995). Creating false memories: Remembering words not presented in lists. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, 803-814.
- Rugg, M. D., & Doyle, M. C. (1994). Event-related potentials and stimulus repetition in direct and indirect test of memory. In H-J Heinze, T. F. Münte, & G. R. Mangun (Eds.), *Cognitive Electrophysiology* (pp.124-148). Boston: Birkhäuser.

- Rugg, M. D., & Coles, M. G. H. (1995). The ERP and cognitive psychology: conceptual issues. In M. D. Rugg, & M. G. H. Coles (Eds.), *Electrophysiology of Mind* (pp.27-39). Oxford: Oxford University Press.
- Rugg, M. D. (1995). ERP studies of memory. In M. D. Rugg, & M. G. H. Coles (Eds.), *Electrophysiology of Mind* (pp.132-170). Oxford: Oxford University Press.
- Schacter, D. L. (2001). The Seven Sins of Memory: How the Mind Forgets and Remembers. New York: Houghton Mifflin. (春日井晶子 訳. 「なぜ, 「あれ」が思い出せなくなるのか: 記憶と脳の7つの謎」. 日本経済新聞社).
- 下條信輔 (1999). <意識> とは何だろうか 脳の来歴, 知覚の錯誤. 講談社現代新書.
- Sternberg, S. (1966). High speed scanning in human memory. *Science*, 153, 652-654.
- 田村守 (2001) 光による医学診断. 共立出版.
- 田村卓哉・古塚孝・狩野陽 (1984 a). 課題解決過程における脳波・誘発電位の推移とその相互関係 — 2. 対連合学習成立に伴う Alpha 波変動のトポグラフィ的分析 —. 日本心理学会第 48 回大会発表論文集, 100.
- 田村卓哉 (1984 b). 視覚刺激の継時処理に伴う脳波・誘発電位の変動の分析. 北海道大学教育学部紀要, 43, 43-63.
- 田村卓哉 (1990). 曖昧画像同定課題遂行時の誘発電位後期成分. 北見工業大学研究報告, 22, 153-180.
- 田村卓哉 (1996). 精神遅滞児・者における曖昧画像同定と偶発記憶再生に対する反復プライミング効果. 北見工業大学研究報告, 27, 65-83.
- 田村卓哉 (1997). 画像刺激の偶発記憶再生に対する事後的符号化の影響 — 事象関連電位 (ERP) を手がかりとして —. 基礎心理学研究, 16, 120-121.
- 田村卓哉 (1998). 記憶研究における脳波・誘発電位の役割. 室蘭認知科学研究会報告集, 1997 年度, 28-32.
- 田村卓哉 (2002 a). 環境内に埋め込まれた構造に対する情報処理心理学的アプローチの可能性 — 事象関連電位を用いた標的出現の予測可能性に関する研究 —. 北見工業大学研究報告, 34, 247-257.
- 田村卓哉 (2002 b). 曖昧画像の同定における長期反復プライミング効果の組織的分析 — 情報処理心理学的接近 —. 北見工業大学研究報告, 34, 233-246.
- Underwood, B. J., Kapelak, S. M., & Malmi, R. A. (1976). The spacing effect: Additions to the theoretical and empirical puzzles. *Memory & Cognition*, 4, 391-400.
- 山鳥重・河村満 (2000). 神経心理学の挑戦. 医学書院.
- 山鳥重 (2002). 記憶の神経心理学. 医学書院.
- 吉野加容子・加藤俊徳 (2006). 脳酸素交換機能マッピング (COE) の認知計測への応用 — CBF の限界と COE の有効性 —. 日本生理心理学会第 24 回大会発表.