



認知コントロールの実験的検討

芦高, 勇気

(Degree)

博士 (学術)

(Date of Degree)

2014-03-25

(Date of Publication)

2015-03-01

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲第6134号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1006134>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



博士論文
認知コントロールの実験的検討

平成 26 年 1 月 提出

神戸大学大学院海事科学研究科

芦高勇気

認知コントロールの実験的検討

目次

第1章	緒言	1
(1)	研究の背景	1
(2)	論文の構成	4
第2章	認知コントロール	5
(1)	自動性とコントロール	5
(2)	認知コントロールとは	7
(3)	比率一致性効果研究	11
(4)	ワーキングメモリー	23
(5)	その他の認知コントロールの展開	26
(6)	本論文の研究相互の関連	34
第3章	心理学の概念	35
(1)	「心理学」のはじまりと現在	35
(2)	国際比較調査	38
(3)	日本での調査	41
(4)	心理学の導入教育における「心」と「マインド」の区別の重要性	43
第4章	キーボードタイピングにおける階層的コントロール	47
(1)	階層的コントロールとは	48
(2)	日本でのキーボードレイアウト表象の実験	53
(3)	アメリカの学生を参加者とするキーボードレイアウト表象の共同研究実験	55
(4)	タイプライティングにおける階層的コントロール —技能獲得実験—	57
第5章	顕在的なスピードアップの伴わない遅延環境での技能獲得	63
(1)	認知コントロールと遅延環境	63
(2)	顕在的なスピードアップを伴わない遅延環境での技能獲得実験	65
第6章	拡張クロスモーダルストループ効果を用いた抑制コントロールの検討	69
(1)	クロスモーダルストループ効果	69
(2)	音声色名单語とストループ標準刺激とのクロスモーダルストループ実験	73
第7章	安全工学への認知心理学の寄与	78
(1)	安全工学と認知心理学の関係	78
(2)	コンフリクト課題と応用展開	79
(3)	展望	82
第8章	結言	84
	参考文献	
	付録	

目次

図 1-1	論文の構成	4
図 2-1	ストループ課題	10
図 2-2	平均反応時間におけるグラットン効果の説明 (Gratton ら,1992 図 1 より改変)	16
図 2-3	本論文で扱う認知コントロールの関連領域	34
図 3-1	こころ	38
図 3-2	研究 1 における心理学と連想した感情の評定分布	41
図 3-3	研究 1 における日本のサンプルについての、大学のタイプ (国立大学 vs. 私立大学) の関数としての psychology との連想の感情の評定分布	41
図 4-1	タイピングの階層的コントロール	53
図 4-2	実験で使用したキーボードレイアウト図	54
図 4-3	アルファベットとローマ字の入力方法	58
図 4-4	手続き	59
図 4-5	入力装置の例	60
図 5-1	手続き	66
図 5-2	遅れ時間毎のパワー関数の当てはめ	67
図 6-1	WEAVER ++での処理レベル	71
図 6-2	Roelofs (2005) のクロスモーダルストループ効果	72
図 6-3	手続き	75
図 6-4	一致性と stimulus onset asynchrony (SOA) に関する平均反応時間	76
図 7-1	測定装置	81

表目次

表 4-1	セッションごとのキーの再生率	55
表 4-2	視覚刺激ごとのキータイプ、熟知度、漢字表記.....	59

第1章 緒言

(1) 研究の背景

アメリカの心理学会である Psychonomic Society の Annual Meeting に 2009 年から現在まで計 5 回参加し、うち 1 回は連名発表している。この学会は記憶、学習、問題解決、アクションプランニング、言語、知覚などの基礎領域の実験心理学をテーマとした学会である。この学会では、本論文で扱う認知コントロールに関わる研究発表が盛んに行われている。日本最大の心理学会である日本心理学会の年次大会にも 2008 年から現在に至るまで毎回参加しているが、日本では海外の学会に比べて認知コントロールの研究は注目されていないようである。この他にも、基礎心理学会、認知心理学会、教育心理学会などでこれまで延べ 31 件の学会発表を行っているが、同様の状況である。例えば、海外の学会では、認知コントロール研究での代表的な課題であるストループ課題を用いた研究が非常に多く発表されており、言語システム、ワーキングメモリー、脳神経科学などの領域で研究されている。他方、日本ではストループ課題を用いた研究は件数そのものが少なく、重要性が低いと認識されているようである。研究発表が行われたとしても応用臨床研究として実施されている場合が多い。例えば、2013 年の日本心理学会の参加総数約 1200 件のうち、認知コントロールに関係するテーマはわずか 3 件であるのに対して、2013 年の Psychonomic Society Annual Meeting では同じく参加総数約 1200 件のうち、約 50 件近くの発表がされている。このような国際会議には、嶋田博行教授の紹介を受け、Vanderbilt 大学の G. D. Logan 教授をはじめ、多くの若手研究者と知己を得、G. D. Logan 教授の研究室との私を含む研究の成果は、多くのメディアに取り上げられた。例えば、Vanderbilt 大学の広報が実施している 2013 年の注目された TOP10 の研究に選ばれ、さらにその中で No. 1 を獲得した。また Quarterly Journal of Experimental Psychology のレビューアーに選ばれ審査したことも驚いたと共に大変光栄だと感じている。

このように諸外国に比べて日本で認知コントロールの研究が少ないのは文化的な背景が関係しているのかもしれない。諸外国では、感情などを自分自身がコントロールするものとして心理学が捉えられているが、日本では、直接的にコントロールしない感情を扱うのが心理学であると考えられる嫌いがある。というのも、諸外国の多くは大陸に位置し、様々な人種や文化の違いを越えた人間の共通原理を探求しようとするが、日本は島国であり、気心知れた相手どうしの違いに興味を惹きつけられるからかもしれない。第 3 章ではこのような諸外国と日本の認識の違いが、日本での認知コントロールの研究の重要性の低さの原因ではないか、非アカデミックな心理学の概念について調査を行った。

また、日本では先に述べたように、認知コントロールに関する研究についてまとめられ

た書籍がなかったため、2012年には、最新の欧米の研究レビューの「認知コントロール—認知心理学の基礎研究から教育・臨床の応用をめざして—」を嶋田博行教授とともに共著書として出版した。この本は、認知コントロールに関わる2012年までの最新論文を含む400編以上の論文をまとめた解説書である。私は、1.51, 1.6, 1.16, 1.17, 2.1.4, 2.1.5, 2.5章を執筆した。本論文では、従来十分に紹介されていないこの認知コントロールについて紹介した。海外では、熟練し自動的にできるようになった遂行に対して、その場の環境に応じて遂行をコントロールする研究が盛んに行われている。これに対して日本では、タルヴィング (E. Tulving) の研究以来、「身体で覚える」と言われるような潜在的な記憶 (手続き記憶) と「知識による記憶」である顕在的な宣言的記憶 (エピソード記憶、意味記憶) が別々に対立するものとして考えられてきた。この立場を取る限り、これから本論文で述べる「認知コントロール」は理解できない。しかし、インスタンス理論を始めとした、宣言的記憶と手続き的記憶を総括的に理解する立場が海外ではむしろ優勢である。特に認知コントロールに関連した用語として「エクゼクティブ・コントロール」があるが、「実行コントロール」と訳されている。私は、学部時代に G. D. Logan にメールを書き、executive が、execution の形容詞なのか、上位の管理に関係する executive class を意味しているのか質問した。すると、「ネイティブでもこれらの二つの意味が混合していることに気づかなかった」と言って褒めてもらった (パーソナルコミュニケーション 2008年8月20日)。従って卒論では「管理コントロール」という言葉を使った。日本心理学会でも発表したのもので、その後、カタカナで「エクゼクティブ・コントロール」というカタカナ用語の発表が他の研究者から現れたのは、その先鞭だと自負している。

つまり、個別の知識や経験が顕在的なエピソード記憶として蓄積され、意味記憶に変化し、さらなる過剰学習によって潜在的な手続き記憶に変化すると説明される。つまり、潜在的な記憶と顕在的な記憶は分かれているのではなく、一連の記憶であると捉えている。

そのような考えは、心理学が始まって以来、身体的な反応に対して、知的な働きがどのようにそれらをコントロールしていくのかは、心理学の歴史で問題になり続けてきた。確かに行動主義 (意識なき心理学)¹ の時代には、マインドの働きは対象から外されたこともあった。しかし、その後の認知革命を経て、現代の心理学は、ようやく心理学のスタート地点に戻ったと言える。つまり、身体的な熟練した反応は、単に意識せずに勝手に体が反応するのではなく、熟練するとそれを自在にコントロールできるようになるのである。言語技能を例として取り上げると、くしゃみのようにコントロールできない身体的な反応ではなく、熟練した言語活動を適切なきに途中で止めることができるのである。練習や経験を積むことで、技能が熟練すると、容易に遂行できるようになることは知られている。しかし、習得した技能をどのようにコントロールするのかについて心理学で注目されてい

¹ 行動主義と認知革命については多くの文献がある (例えば、Lachman, Lachman, & Butterfield, 1979 参照)。

るとはいえ、我が国ではまだ十分にこの考えを紹介されていないため、本論文では技能習得のプロセスとそのコントロールについての説明を行った。そして、第 4 章から第 6 章ではオリジナルの研究について述べた。第 4 章のタイピングの階層的コントロールでは、熟達したタイピストを対象とした認知コントロールの実験を実施した。第 5 章では遅延時間のある課題を用いてスキル発達を得た。第 6 章の拡張クロスモーダルストループ効果の研究では熟達し、かつ自動的処理である言語処理に関わる認知コントロールの実験的な検討を行った。

さらに、本論文では、基本的には実験心理学の領域を扱うが、海事科学部と海事科学研究科の工学の領域で私が学んできたため、現実の場面に対する応用を考えるきっかけを得ることができた。このような認知コントロールは現実場面、特に産業場面で応用可能である。本論文では、第 5 章の操船技能の熟達や第 7 章の安全工学への寄与について述べた。

(2) 論文の構成

本論文の構成を図 1-1 に示した。

第 1 章では、研究の背景と、研究の概要について説明した。

第 2 章では、認知コントロールに関する先行研究についてレビューした。

第 3 章では、心理学について詳しい知識を持たない者を対象とした非アカデミックな心理学の概念について国際比較調査を行った。

第 4 章から 6 章は、心理学の研究対象となる認知コントロールの実験的検討を行った。

第 4 章では、タイピング技能に関する認知コントロールである階層的コントロールについて、潜在記憶と顕在記憶の関係を検討した。第 5 章では、遅延環境で技能がどのように獲得されるのかについて検討した。第 6 章では言語活動に関わる拡張クロスモーダルストループ効果に関する認知課題を用いて認知コントロールの検討を行った。

第 7 章では、本論文の研究を社会に役立つ形で応用できる一例として、安全工学への寄与について述べた。

第 8 章では、本論文のまとめを行い、今後の課題と展望について述べた。

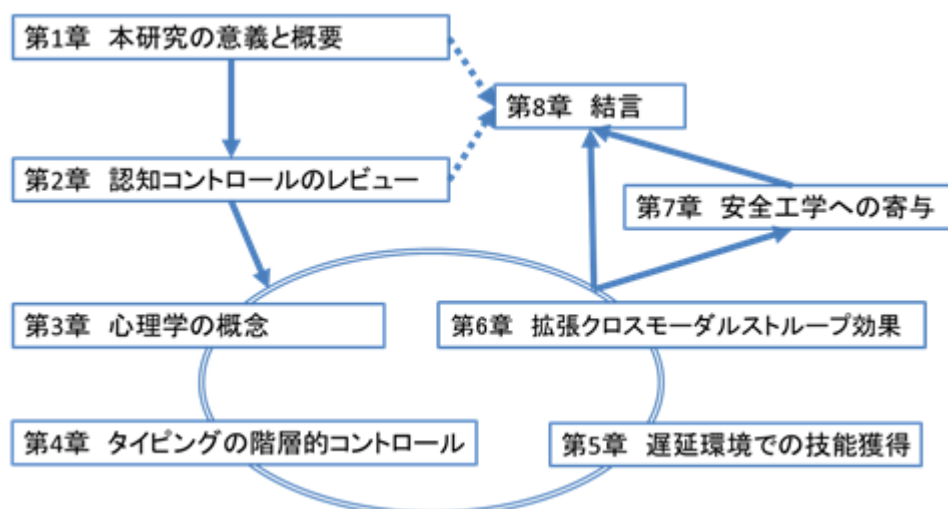


図 1-1 論文の構成

第2章 認知コントロール

本章の要旨

認知コントロールは認知心理学にとどまらず、臨床心理学、認知神経科学、認知神経心理学などの分野で広く研究されている。本章では、本論文で取り上げる認知コントロールに関する理論やモデルについて最新の欧米の研究をレビューした。認知コントロールの定義からはじまり、自動性との関係やインスタンス理論について述べた。本章の最後では、各章の研究の相互の関連と認知コントロールとの関連を示した。認知コントロールについて述べる前に、技能習得のプロセスを最初に述べた。

(1) 自動性とコントロール

自動性は技能習得が達成された状態のことである。このような状態に対してコントロールがどのように働くのかを述べる前に、どのようにしてこのような自動性が得られるのかを最初に述べる。というのも、自動性は、多くの注意を必要とせず、自律的に行われる認知的処理であるが、そのコントロールの可否について議論がなされてきたからである。ここで言う自動性は、くしゃみのような意識を伴わない反動的な行動のことではない。反動的な行動生得的な反応は、その場の刺激や環境で生じる低次な反応である。下等な動物であるほど反動的な行動に依存し、高等な動物ほど自らの意志に基づいて行動している。人間は最も高等な動物であるので、生活の多くの部分を自らの意思に基づいて行動し、またそれが人間らしさとなっている。つまり、人間は、周囲の環境に支配されるのではなく、自らの意思に基づいて行動している。言い換えれば、人間の高い適応能力があるからこそ、高度な思考や行動が可能となっている。例えば、人間の高い適応能力によって、始めは困難なことであっても、多くの練習や経験を経ることで難しいことを考えることなく「勝手に」できるようになる。このような状態のことを、自動性が獲得された状態と捉えることができる。しかし、「勝手に」できるようになるということは、自らの行動を中止したり変更したりコントロールできないのであろうか、それとも様々な状況に対応できるように自らの行動を「勝手に」コントロールしているのであろうか。つまり、自動性とコントロー

ルが対立するかどうかである。現在では、後者の考えが支持され、自動性とコントロールは対立しないとされている。このようなコントロールは、必ずしも自覚が伴わないために自らコントロールしていないと思われがちであるが、人間は環境に応じて自らを柔軟にコントロールしている証拠が多くある。認知的コントロールのことがらについて述べる前に、1970 年台に自動性はどのように考えられていたのかについて述べよう。

古典的なカーネマン (Kahneman, 1973) の注意のシングル容量モデルに従えば、自動的な処理は注意を必要としないために、注意の容量の制約を受けない。したがって、次のような自動性の特徴が挙げられる。ラバージとサムエルズ (LaBerge & Samuels, 1974) は自動性の特徴として以下のように考えている。

- ・処理速度が速い
- ・努力を要しない
- ・自律的
- ・強制的
- ・コントロールできない

ここで、「コントロールできない」と 1970 年台に自動性の特徴が捉えられていたことは、本論文にとって重要である。ここで重要になるのが、自動性のコントロールの可否である。シングル容量の自動性の説明では、注意の配分がないために、「コントロールすることができない」と捉えられていた。この 1970 年台の考え方は、マインドの認知コントロールと、技能習得による自動性が対立し、コントロールを離れていたと捉えられていたという点で、現在と大きく異なるが興味深い。

80 年台の後半に入って、この自動性の考え方は多く変化を見せた。つまり、インスタンス理論の登場である。この理論は Logan (1988) によって提出された。この理論は、顕在的な宣言的記憶と手続き的記憶が対立するのではなく、練習によって宣言的記憶が手続き的記憶に移行すると考えるところから出発する。この考え方は、その後の認知心理学、特に認知コントロールの研究にとって重要である。そして、この理論では、自動性とコントロールは対立するのではなく、自動性を得ることはコントロール可能であると考えられている。この理論は、それまで実験的な結果の多くを説明可能にした。インスタンスとは、具体例のことである。具体的な事象との出会い (エピソード) が記憶表象として蓄積されていく。そして、熟練していくにつれて、記憶表象が検索されていくと考える。この検索が自動的に行われるのが、手続き化であり、手続き記憶であると考えられる。

言語、特にワードの読みを例として考えると、幼児は、ワード単位ではなく、一つ一つの文字をゆっくりとしか読むことができない。しかし、繰り返し、ワードに出会うことによって、多くの記憶表象が蓄積されていく。記憶表象が多く蓄積されると、一部の材料を見ただけでワードが自動的に検索され、すらすら読むことができるようになる。同じこと

は外国語の習得にも当てはまる。繰り返し、単語を見たり、文を見たり聴いたりすることによって、少しの手がかりから、多くの単語や文が検索されるようになる。熟練すると少しのフレーズを見たり聞いたりするだけで、全体の文を理解することができるようになる。

つまり、自動性、技能習得は記憶検索であると捉える。それがインスタンス理論の最大の特徴である。さらに、インスタンス理論 (Logan, 1988) では、インスタンスのコード化された記憶情報の中に「過去に行ったコントロール情報も蓄積される」(Mayr & Awh, 2009) と考えた。この考えはまさに先導的な考え方であった。

このように考えることによって、自動性はそのままコントロール可能であるという研究に道を開いた。現在の認知コントロールの研究はまさにその方向に進んでいる。後で述べることになる先に出会った情報が後の反応を悪化させるという「ネガティブプライミング」現象はこの見方で説明できるはずである。また後のレビューで述べる「二重課題」や「比率一致性効果」、「課題切り替え」もおそらく説明することができる。

ローガン (Logan, G. D.) のインスタンス理論は、自動性を記憶検索に関連づけた。彼の理論では、他方で自動性はストラテジーによってもコントロールできると考える。しゃべることやタイピングのような技能活動は、ストップせよという合図ですぐに、抑制することができる。つまり、インスタンス理論では、自律的であることは、コントロールできないということではないとした。

この理論では、インスタンス (つまり具体的な事例: エピソード) が記憶に入っていく (コード化される) と考える。そして、エピソード記憶、意味記憶、手続き記憶の区別はあまり問題にならない。どのように手続き記憶に変わっていくのか (手続き化) が問題になる。その点では同様に手続き化を問題にしたアンダーソン (Anderson, J. R.) の理論と似ている。さらに本論文で問題になるトップダウンのストラテジーによるコントロールは、この理論でも重要な位置を占めている。

これまで示したように、自動性は反応の中止や変更ができないものでは決してない。続いて、自動性が獲得された反応をどのようにコントロールしているのかについて述べよう。認知コントロールはすでに熟達し、自動的になった反応に対するコントロールのことを言うようである。先行研究で示された認知コントロールの定義を含めて、以下において、以前で述べたレビューに基づき、最新の「認知コントロール」研究の文献レビューを行った (嶋田, 芦高, 2012)。最初に、もう一度、現在における認知コントロールの定義を述べておこう。

(2) 認知コントロールとは

認知コントロールの定義

「認知コントロール」は、その場ですぐに判断が求められたり、行動や処理を切り替え

たり、やめたりすることに関係している。自動的な処理は、弾道的であり、一旦始めるとやめることのできない処理であると考えられてきたが、現在では自動的な行動や処理をコントロールできるとされている。タルヴィング (E. Tulving) の研究以来、「身体で覚える」と言われるような潜在的な記憶と「知識による記憶」と言われるような顕在的な記憶が別々に考えられてきた。しかし、インスタンス理論によると、個別の知識や経験が顕在的なエピソード記憶として蓄積され、意味記憶に変化し、さらなる過剰学習によって潜在的な手続き記憶に変化すると説明している。つまり、潜在的な記憶と顕在的な宣言記憶は分かれているのではなく、一連の記憶であると捉えている。心理学が始まって以来、このような身体性に対して、知的な働きがどのようにそれらをコントロールしていくのかは、心理学の歴史で問題になり続けてきた。

このような身体性に対する知的な働きは、認知コントロールと呼ばれている。先行研究に基づいて、より厳密な認知コントロールの定義を次にいくつか示す。

「認知コントロールは、内的ゴールに沿って認知と行動を協調させることに関係しているが、進行している処理のデマンドに応じて課題遂行をオンラインで調整することを介在している。」 (Cho, Orr, Cohen & Carter, 2009)

「人々が、内因的に精神状態を選択し順序付け、反応をゴールとプランに関連付けるメカニズムである」 (Houghton & Tipper, 1996)

「適切な反応を優先し瞬間的な衝動を抑えこむ能力のこと」 (Verguts & Notebaert, 2009)

日常生活でこれらの定義に当てはまる場面を考えると、次のように説明できる。例えば、毎日行っている通勤・通学はありふれた活動であるが、認知コントロールを必要とする。しかし、そのことをほとんど自覚していない。徒歩による簡単な通勤・通学であっても、信号を守り、車に気を付け、正しい道順で目的地まで到達しているはずである。さらに、通勤・通学に電車やバスなどの交通機関の乗り継ぎが必要であるような複雑な場合であっても、簡単に目的地に到達しているはずである。つまり、正しいゴールに向かってプランを立て、適切に遂行している。極端な例では、通勤・通学時にたとえ眠気があったとしても、おそらく目的地に着くはずである。つまり、認知コントロールが働いていることを自覚する機会がほとんどない。しかし、入社や入学してから初めての通勤・通学であった場合には、多くの人が目的地に行くことが困難と感ずるのであろう。もし初入社・初登校の前日に緊張して眠れず、朝に眠気があった場合には電車を乗り間違えてしまうかもしれない。つまり、このような状況は、簡単なように思える通勤・通学が、実は複雑な活動であったことを思い出させる。これらのありふれた場面を比較すると、通勤・通学という同じ行動

であるにもかかわらず、人間は状況や環境によって簡単に感じたり難しく感じたりすることになる。このような困難さの感じ方の違いは、経験つまり学習や熟達の程度の違いから生じる。人間は、学習することで多くの注意を必要としないで複雑な認知コントロールが可能となる。

このような日常場面の例と先に述べた定義とは合致しているとはいえ、日常場面では様々な要因が混じり、様々な事柄に関する認知コントロールが働いているために、認知コントロールの機能について解明するには適した環境ではない。認知心理学の研究では、実験条件を統制し、認知コントロールのプロセスを詳細に検討し、理論化やモデル化がなされている。認知コントロールの詳細な検討がされている研究では、この分野で代表的な課題のひとつである**コンフリクト課題**が用いられる。課題とは、このような実験場面で行われる被験者(参加者)に少数の刺激に対する反応を繰り返し与える方法である。この課題は、たいていは速くエラーをせずに反応することが求められ、たいていは優先される反応を抑えながら、適切な反応が求められる。コンフリクト課題は、先に示した定義に則しているだけでなく、実験統制や実験操作がしやすく、繰り返しの測定にも適していることから、認知コントロールの研究にとって有用なツールとして認められている。

コンフリクト課題

コンフリクト課題は認知コントロールの研究で最も用いられる課題のひとつであり、認知コントロールの定義で示したオンラインでの調整、ゴールの維持、衝動を抑えて適切な反応を優先するといったコントロールが求められる実験課題である。その他の認知コントロールに関する研究でよく用いられる実験課題は、ストップ信号課題、GO / NO-GO 課題、課題切り替え課題などがある。ここで注目するコンフリクト課題は、ストループ課題 (Stroop, 1935) をはじめとし、サイモン課題 (Simon, 1990) やフランカー課題 (Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W., 1974) などがあり、これらの課題を用いた非常に多く蓄積され、現在も活発に研究されている。コンフリクト課題は、より慣れた、または実行しやすい反応を抑えながら、より慣れない、または実行しにくい反応を求められる課題である。ストループ課題を例に挙げると、着色された色名単語について、より慣れた「文字読み反応」を抑えて「色命名反応」を求められる課題である (レビュー、MacLeod, 1991; MacLeod & MacDonald, 2000; Melara & Algom, 2003; Roelofs, 2003)。例えば、あか色の青という刺激について「あか」と反応することが求められる² (図 2-1)。文字読み反応は小学生以前から習得し、幼少期から毎日行っているような反応であるので、努力を要しない強制力のあるプロセスであり、自動的処理と呼ばれる。他方、色命名反応は日常生活でほとんど行われず、自動的処理に比べると反応には努力が要するプロセスである。したがって、あか色の青について「あか」と反応する場合には、反応すべき色次元と文字次元とが異なる色を指しているため、自動

² 以後、色次元をひらがな、文字次元を漢字で表記する

的処理の強制力のある文字読み反応を抑える必要がありコンフリクトが生じる。実験では、平均反応時間の増加やエラー率の増加として観察される。他方、コンフリクトが生じない場合がある。色次元と文字次元が同じ色を指す場合 (みどり色の緑について「みどり」と反応) は、さきほど説明したようなコンフリクトが生じない。というのも、文字読み反応を抑える必要がないからである。一般的に、以上のような 2 つの条件は次のように呼ばれている。色次元と文字次元が異なる色を指す条件 (刺激) は不一致条件 (刺激) と呼ばれ、同じ色を指す条件 (刺激) は一致条件 (刺激) と呼ばれる。さらに、不一致条件と一致条件との平均反応時間やエラー率の差分は一致性効果 (ストループ効果) と呼ばれる。また、コンフリクト課題を一致性課題と呼ぶこともある (6 章参照)。

また、色命名反応を抑え、文字読み反応が求められる場合 (あか色の青について「青」と反応) では一般的にコンフリクトは生じない。というのも、色命名反応は努力を要し、強制力を持たないために文字読み反応と干渉しないからである。ただし、色命名反応を過剰に練習させた場合などの特定の条件では、逆ストループ効果として干渉が得られる。

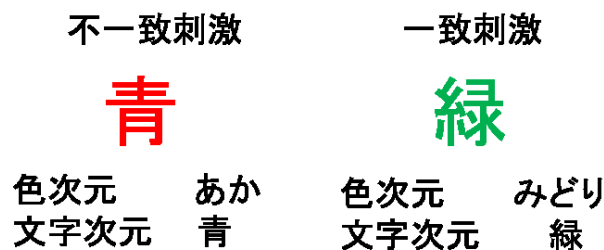


図 2-1 ストループ課題

オリジナルのストループの研究 (Stroop, 1935) では、100 項目の刺激が印刷されたカードをすべて反応し終えるまでの時間をストップウォッチで計測した。項目が印刷されたカードは 3 種類あり、くろ色の色名单語カード (ワード統制条件)、色パッチカード (カラー統制条件)、不一致条件の色のついた色名单語カード (実験条件) であり、一致条件は使用されなかった。干渉効果はそれぞれのカードの測定値を比較することで求められた。カードを用いた紙ベースのストループ課題は実施が簡便であるために、現在でも臨床検査法として使用されている (Golden & Freshwater, 1998; 箱田, 渡辺, 2005)。しかし、実験の精密さに欠けるため認知心理学の研究としてはあまり利用されていない。現在では、コンピュータを用いて項目をひとつずつ提示し、項目ごとの反応時間をミリ秒単位で測定し、反応の正誤を記録している。このような測定法を採用することにより、単に測定の正確さが向上するだけでなく、項目間の前後関係の効果や比率一致性の効果やエラー後の減速の効果などについても観察可能となり、認知コントロールの研究の進展に役立っている。さらに、fMRI や PET などの脳機能イメージングを用いた研究も盛んである (例えば Carter et.al., 2000)。

(3) 比率一致性効果研究

初期のストループ研究では、ストループ効果が自動性を示す現象だと捉えられた。つまり、ワードを読むという技能が進むと、ワードに書かれたカラーを命名するときに、ワードとカラーとが不一致であるとき (赤というワードがあお色で書かれていて、「あお」と命名するとき) 言いにくくなる。しかし、その場合でも、エラーはわずかであり、数%以下しかない。そして反応が遅くなるが、最終的には正しい反応ができる。つまり、正しい反応をコントロールできるのである。もしも、一致試行 (赤というワードがあか色で書かれていて、「あか」と命名する場合) が試行系列に含まれているとき、その試行では、反応が容易なワードを読んでしまっても正答になる。これに対して、不一致試行では、必ずワードを無視し、カラーを命名しなければならない。従って、一致試行ではワードを無視しなくてもいいが、不一致試行ではワードを無視する必要がある。もしも、不一致試行と一致試行の比率を変化させ、一致試行が系列の中に多く含まれていると、一致試行でワードを無視する必要がないため、不一致試行に出会ったときに、ワードを無視するのが困難になるだろう。このようなコントロールを調べる方法がこれから述べる比率一致性である。

ストループ効果研究は、オリジナルのストループ研究から発展し、ストループライク課題やクロスモーダルストループ課題などの派生課題が登場した。ここで取り上げる比率一致性効果もストループ効果からの派生効果のひとつであるが、この効果は特に自動性のコントロール機能と関連している。

コンフリクト効果と比率一致性効果

ここで、認知コントロールの中で、コンフリクトの解決を行う機能に焦点を当てる。本章の冒頭で述べたように、日常場面で矛盾した状況に出くわす場面がある。実験室の中では、このような場面をコンフリクト課題として、多くの実験的証拠が積み重ねられているため、実験課題 (experimental task) としてコンフリクト課題が考えられてきた。一般的に多く使用されるコンフリクト課題には、ストループ課題 (Stroop task: Stroop, 1935)、サイモン課題 (Simon task: Simon, 1990)、エリクソン (Eriksen) らのフランカー課題 (Franker task: Eriksen & Eriksen, 1974) がある。「認知コントロール」は狭義には、このようなコンフリクトの解決を指して使用する研究者がいる (狭義の定義: たとえば Botvinick たち)。しかし、他方、もっと広い文脈で使用する場合もある。本研究では、後者の立場に立つが、いずれにしても、コンフリクトの解決は、認知コントロールの中でも中心的な位置にあるのは間違いない。

この認知コントロールの研究が大きく進展したのは、研究者の名前でよばれるグラットン効果の研究に負う部分が大きい (Gratton, Coles, & Donchin, 1992)。グラットン効果は、継時的モジュレーション、あるいはコンフリクト適応効果、継時的コンパチビリティ効果とも呼ばれ、一致性効果、比率一致性効果、試行間の継時的効果、認知的適応効果といった

多くの関連で用いられている。どのように名称を使うかで研究者の立場がわかるので注意されたい。例えば「コンフリクト適応効果」ということばを使うときには、すでに先行試行のコンフリクトをコントロールが解決するということを前提にしている。しかし、単なる試行間効果あるいは試行間の継時効果ということばを使うときはその研究者はもっと中立的な立場に立っていることを示している。したがって、それらの言葉をつかうときには注意して使う必要がある。

また、これらのコンフリクト課題のうち、ストループ課題、サイモン課題、フランカー課題のうちどの課題を好んで使用するかも、研究者によって異なっている。これらの課題をすべて使用する研究者 (Botvinick ら) もいるが、どれかの課題を好んで使用する研究者がいる。おそらくその論文の特有の文脈において論点を明確にするために、課題を選択して使用されているのだろうが、研究者によって好みの課題を分類することもできる。たとえば、フランカー課題を好むのは、先に触れたグラットン (Gratton) らだけでなく、ヒューネラ (Funes, Lupiáñez, & Humphreys, 2010) である。しかし、これらの課題をすべて一貫性効果 (congruency effect) としてまとめて論じる研究者も多くいる (例えば、Botvinick, Braver, Barch, Carter, & Cohen, 2001; Botvinick, Cohen, & Carter, 2004; Botvinick, Nystrom, Fessel, Carter, & Cohen, 1999)。しかし、もっとも典型的な効果は、今まで本論文で繰り返し述べてきたストループ課題である。この課題のもっとも一般的な課題は、色名单語ストループ課題であり、一致刺激あるいは一致条件のとき、つまり、色と単語の意味が一致しているときの方が (赤色で「あか」と書かれているときに、赤と反応する) 不一致条件あるいは不一致刺激 (赤色で「みどり」と書かれている刺激に、赤と反応する) の方に比べて、反応時間が短く、エラーも低下する。同様に、この効果は、サイモン課題やフランカー課題では、コンパチブル刺激、コンパチブル条件の方が、非コンパチブル刺激や非コンパチブル条件に比べて、反応時間が短くエラーが低下する。この場合もまとめて一貫性効果とよばれることもあるが、別にコンパチビリティ効果とよばれる場合もある (Kornblum, Hasbroucq, & Osman, 1990)。ここではコンパチビリティと呼ぶがあえて日本語に直すと互換的ということになる。つまり一致に比べると、似ているということを強調する呼び方である。次元のオーバーラップでコンパチビリティを定義する仕方があるサイモン課題の場合は、空間的な左右に刺激が提示されるが、実験参加者に求められるのは位置とは無関係な色について判断が求められる。そして左右のどちらかのキーで反応が求められる。例えば、あか色の刺激が出現したときに、左のキーで反応し、みどり色の刺激が出現したときに、右のキーで反応するように求められたとき、あか色の刺激が左に提示されたときの方が (左キーで反応)、右に提示されたときに比べて (左キーで反応)、反応時間が短くなり、エラーが少なくなる。前者はコンパチブル試行、コンパチブル条件、あるいは対応あり条件 (corresponding condition) とよばれ、後者は、非コンパチブル試行、非コンパチブル条件、あるいは対応なし条件とよばれる。コンパチブルという用語が使用されるのは、左側という空間的位置に刺激とキーの配置とで互換性があるからである。同様に、対応試行 (corresponding trial)、非対応試行

(noncorresponding trials) とよばれることがある (Akçay & Hazeltine, 2008)。エリクソンのフランカー課題の場合も基本的に、コンパチビリティ効果とよばれることが多い。しかし、先に述べたように、理論的に見てストループ課題、サイモン課題、フランカー課題で得られる効果を同じ効果と見なす立場の研究者たちは、これらをまとめて一致性効果とよんでいる (例えば, Botvinick et al., 2001)。

試行間の関係を捉えるコンフリクト適応効果を述べる前に、もっと中立的な立場に立つことにする。この分野の研究は、ローガンとズブロドッフ (Logan & Zbrodoff, 1979) のストループ効果の比率一致性効果のストラテジーによる変動の実験によるところが大きいので、ローガンとズブロドッフの研究を最初に述べる。彼らは、トップダウンのストラテジーによるコントロールが、比率一致性効果に関係していることに着目した。その後、グラットン効果として有名なグラットンらの研究 (Gratton et al., 1992) を述べることにする。

ローガンとズブロドッフ (Logan & Zbrodoff) はストループライク (Stroop-like) パラダイムを使って、比率一致性効果を研究した。なお、比率一致性効果は最近になって命名されており、ローガンたち、あるいはグラットンの頃にはそのような名称がなかったことに注意されたい。比率一致性効果とは、もともとストループ課題で見いだされた。最初にこれを見いだしたのは、空間ストループ課題とカラーワードストループ課題を使った、ローガンとズブロドッフ (Logan & Zbrodoff, 1979) だった。

ローガンとズブロドッフ (1979) の研究を述べることから始める。彼らは、ストループライク課題として、上下の位置に提示される、「above」と「below」のワードが例えば、上の位置に出現したときは左に割り当てられたキーで反応するように実験参加者に求めた。同様に、下の位置に出現したときは、右に割り当てられたキーで反応するように求めた。なお、残り半数の実験参加者は逆の配置で反応するようにされた。ここで重要なことは、ブロック単位 (ブロックワイズ block-wise) で一致率を操作したことである。ある場合には、一致 (つまり「above」が上の位置に提示される; 「below」が下の位置に提示される) が 80%、不一致 (「above」が下; 「below」が上に提示される) が 20%の高一一致条件と、逆に一致が 20%、高不一致が 80%の不一致条件とを比較した。その結果、一致性の逆転効果を見いだした。つまり、一致刺激の出現率が高いときは、一致刺激に対する予想が働いたため、不意に不一致刺激が出現するとコンフリクトの効果が高くなる。逆に、一致率が低いときは、不一致刺激に対する予想が働いたため、不一致刺激が出現してもコンフリクト効果は低くなる。Logan と Zbrodoff の実験 2 では不一致刺激の出現比率が、20, 40, 60, 80%にされ、実験 3 では 10, 20, 80, 90%にされた。ストラテジーを明快に与えるため、ブロック前に比率を実験参加者に明示した。同様の結果を再現した。一致刺激の出現率 (不一致刺激の出現率) を変動させる操作によって、不一致試行の比率と一致試行の比率を変動させ、不一致試行の割合が 80%、一致試行の割合が 20%にすると、逆に不一致試行 20%と一致試行の割合が 80%だったときに比べると、ストループ効果が低下した。このように一致率の変動は、大部分が

不一致と大部分が一致との割合が、80%対 20%、70%対 30%というように変動される。彼らは、実験参加者が読みのストラテジーを採用したため生じたと考えた。ここで注目すべきは、ワードに対して左右のボタンで反応する課題では、大部分が不一致のとき (不一致の出現率 80%) では、通常の結果とは逆に、一致条件の方が、不一致条件に比べて反応時間が長くなることが明確に得られていることである (逆転一致性効果: *reversed congruency effect*)。このことは Logan と Zbrodoff の実験 2、実験 3 でも得られている。

同様の比率一致性効果は、グラットンらによっても見出された。グラットンら (1992) の研究は、今述べたローガンとズブドロフ (1979) のアイデアをさらに詳細に課題、理論、測定面で基礎づけた。彼らの研究の重要性は以下の 4 つにまとめることができる。第 1 に、課題である。ストループライク課題ではなく、エリクソンのフランカー課題 (Eriksen & Eriksen, 1974) を用いることによってスピードレースモデルを明確化した。第 2 に、ストラテジーとしてのトップダウンコントロールは、実験参加者に一致率を試行ブロックの前に明示的に伝えることによって、明確化した。第 3 に、反応時間だけでなく、生理的指標を多く用いることによって、反応の最終的な結果だけでなく、途中経過を含めて捉えることができた。第 4 は、いわゆるグラットン効果として知られる試行間の継時的な継時的効果を見出し、それらを彼らのスピードレースモデルとストラテジーによるトップダウンコントロールで統一的に説明したことにある。

課題のことから順に述べて行くことにする。彼らはフランカー課題を用い、刺激材料は、H と S の文字からなっていた。H の左右それぞれ 2 つずつ H が書かれている刺激配列 (つまり HHHH) をコンパチブル配列とよぶ (説明のためにここではアンダーラインがついている部分が、実験参加者が反応する部分であるが、実際にはアンダーラインはなかった)。同様に、S の場合、SSSS がコンパチブル配列とよばれた。これに対して、H の周りに S が現れたり、S の周りに H があったりする配列 (SSHSS、HHSHH) は非コンパチブル配列とよばれる。実験参加者は中央の文字に対して、あらかじめ割り当てられたキーで反応するように求められた。フランカー課題では、一致性ではなく、コンパチビリティと言われることが多い。したがって、彼ら自身はフランカーをノイズと捉え、ノイズコンパチビリティ効果とよび、一致性効果とはよばなかった。しかし、彼らは、ローガンとズブドロフたちの仮定、つまり試行内での選択の速い成分と遅い成分とのスピードレースを確かめるには、エリクソンのフランカー課題を使うことが最良であると判断した。つまり、フランカー課題の場合は、コンパチブル刺激の場合は、中央のターゲットだけでなく、周りのフランカーも同時に処理できる。つまり並列処理である。そして、非コンパチブル刺激の場合は、ターゲットだけに焦点を当てて処理を行われなければならない。したがって、時間的に見て、このようなターゲットだけを処理するには時間がかかり、試行間で、ターゲット刺激と非ターゲット刺激がランダムに出現する場合は、実験参加者は、最初はどちらも処理できる並列的なフェーズを取り、後で、非コンパチブルだとわかると、ターゲットだけに焦点を当てるフェーズをとるだろうと考えた。

実際に、反応時間分布が反応時間を横軸にとると左右均等ではなく、コンパチブル刺激の場合、反応時間が速い成分が左に偏った分布をなし、非コンパチブル刺激の場合、右に偏った反応時間分布を取るの、基本的に試行内での証拠の確率的な蓄積と選択ストラテジーで決まるという仮定をとった。ここで試行内の証拠の蓄積というのは、最終的な反応に至るまでの選択を証拠の蓄積として表現するのである。ストラテジーを明確に与えるために、彼らは試行ブロックの前に、一致率についての情報を実験参加者に与えた。彼らもまた、一致率を 20%と 80%でブロックごとに比率を変化させた。やはり彼らは基本的にローガンとズブロッツらの結果を再現した。

グラットン効果

しかし、グラットン効果として後に注目されるようになったのは、彼らが継時的な試行間の継時的効果を見いだしたからである。比率一致性効果が現れる原因が、時系列の 2 つの試行間の継時的効果によって現れることを確かめ、比率一致性効果と、コンフリクト効果を統一的に説明した。つまり、2 つの連続する試行を試行 $n - 1$ と試行 n と表現すると、試行 $n - 1$ が非コンパチブル (incompatible: IC と表記) のとき、その後試行 n が非コンパチブルである場合 (試行間の関係を IC -IC と表記する)、試行 $n - 1$ がコンパチブル (compatible: C と表記) であり、その後試行 n が非コンパチブルであるとき (C - IC) に比べると、反応時間が短くなることを見いだした (図 2-2)。

ここで、ローガンらやグラットンらのスピードレースの仮定は、以下のような基本的な仮定が前提となっている。つまり、反応に至るまでに、カテゴリー化と選択プロセスがあると考える。カテゴリー化とは、ストループ刺激のような場合には、融合された色情報とワード情報の内のどれを使用するのか、そして、選択は、実際に左右のキーボードの中から実際に必要な反応が選択されると考える。このような考えは、後に触れる「課題切り替えパラダイム」ではもっと明確に現れる。

グラットンらの場合、フランカー刺激を使っているので、ターゲットの周りのフランカー刺激はノイズとよばれる。コンパチブル条件のときは、コンパチブルノイズ、非コンパチブル条件のときは非コンパチブルノイズとよばれる。先行刺激が非コンパチブルのときは、ターゲットを抽出する方向へシフトし、その結果、コンパチブル刺激と非コンパチブル刺激との反応時間の違いが小さくなる方向へと変化する。ターゲットのみを抽出する処理は時間的に長くかかるため、処理には 2 つのフェーズがあると考えられた。1 つは並列的なフェーズであり、処理時間は速いため初期フェーズだと考えられる。それに対して、ターゲットのみを抽出する処理は時間的に長くかかるため、後期フェーズだと考えられた。グラットンらは、一致率によるストラテジーを使って、どちらのフェーズを使用するのか、重み付けを変化させることができると考えた。そして、ストラテジーを採用するのは、そのストラテジーを採用したことによる有効性で決まると考えた。つまり、反応時間が速く効率よく正解が得られたかどうかで決まる。したがって、比率が変動するとそれに応じて、

フェーズの選択の重み付けが変化する。

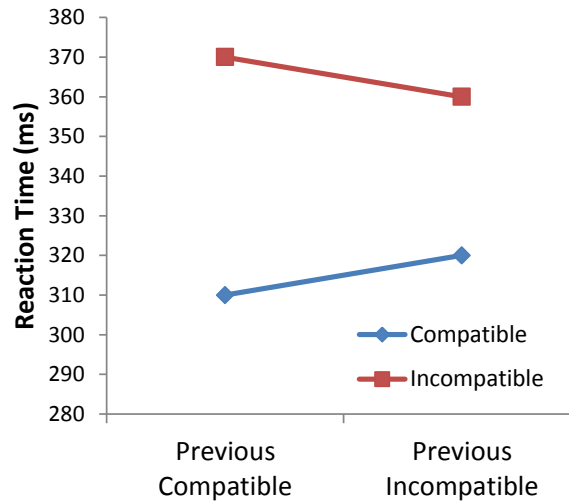


図 2-2 平均反応時間におけるグラットン効果の説明 (Gratton ら,1992 図 1 より改変)

グラットンらはブロック間で、一致率を明確に実験参加者に教示することによって、この効果を実験参加者のトップダウンストラテジーに位置づけた。そして 5 つの刺激を並列に処理するストラテジーと、フランカー刺激を除いて、中央の刺激に焦点を当てるストラテジーの試行内のスピードレースで説明した。彼らは脳電図 (electroencephalogram; EEGs) を Fz, Cz, Pz から記録することにより、偏側性準備電位 (lateralized readiness potential: LRP) (実験 1~3) や事象関連電位 (ERP) の P300 (実験 3) によって、それらを心理生理学的に確かめた。偏側性準備電位とは、運動の準備によって示される電位の測定である (Gratton et al., 1988)。P300 は、刺激提示後 300 ミリ秒がピークである陽性電位のことであり、課題状況ごとに使用される認知スキーマ (cognitive schemas) の更新に関係していると言われている。そして新規の刺激に対する応答だと考えられている。

グラットン効果のその後の展開

グラットン効果の適応的な側面に注目して、グラットン効果は別名、コンフリクト適応効果とよばれることがある。この場合、試行間の効果に着目し、先行試行でコンフリクトを検出したときに、その直後の試行でコントロールが働くと考えられる考え方を指している (Botvinick, Braver, Barch, Carter, & Cohen, 2001)。

コンフリクト適応効果とは、不一致刺激が不一致試行の直後に生じるとき (IC-IC)、干渉の低下が生じることを指している。つまり、試行 $n - 1$ で不一致試行の場合に次の試行 n で不一致試行が生じるとき (IC-IC) の反応時間と、試行 $n-1$ で不一致だったときに試行 n で一致試行が生じるとき (IC-C) の反応時間の差は、試行 $n-1$ で一致試行だったときに試行 n が不一致だったときの生じる反応時間 (C-IC) と試行 $n-1$ で一致試行だったときに試行 n

が一致だったときに (C-C) 生じる反応時間の差に比べると、小さくなるという効果のことである。このコンフリクト適応効果は、もっと中立的な用語として、継時的モジュレーション (sequential modulation) や継時的コンパチビリティ効果 (sequential compatibility effect) ともよばれる (前者は Akçay & Hazeltine, 2008; 後者は Cho, Orr, Cohen, & Carter, 2009) の用語である。

これらの継時的モジュレーション効果は、ストループ、サイモン、フランカー課題等の一致性課題で見られる全般的な一致性効果そのものの発生メカニズムと同一だという考え (コンフリクトモニタリング説) があるからである。これらの研究者にとっては、コンフリクト適応効果は、一致性効果の説明原理でもある (Botvinick, Braver, Barch, Carter, & Cohen, 2001; Kunde & Wühr, 2006; Notebaert, Gevers, Verbruggen, & Liefvooghe, 2006; Ridderinkhof, Ullsperger, Crone, & Nieuwenhuis, 2004; Stürmer, Leuthold, Soetens, Schröter, & Sommer, 2002)。その理由は、これらの継時的な効果は、継時的な認知コントロールだけでなく、比率一致性効果やストループ効果そのものが説明できると考えるからである。そして、試行 n でのコンフリクトの解決の努力は実験参加者に、後の試行の注意コントロールのモジュレーションをもたらすからである。試行ブロックの中で、不一致試行と一致試行が混在している場合、不一致試行は、課題デマンドセットを維持するのに役立つ合図として働くと考えられる (例えば、不一致試行が多く出現するとインクに焦点を当て、ワードを無視する方法をとるのに役立つだろう)。

その代表的な説は、コンフリクトモニタリング理論である。ここでは不一致試行における反応コンフリクトが重要である。このことをめぐって現在激しい論争が展開されている (Schmidt, 2013)。しかし、この理論は文献の中では優勢な説であり、直感的に理解しやすい。この説では、不一致試行を行うと、反応競合としての反応コンフリクトが、大脳の中前領域によって検出される (コンフリクトモニタリング段階)。その後、認知的コントロールとして働く背側前頭前野 (dorsolateral prefrontal area) に中継される。この部位は、システムに、不一致情報を、効果的にフィルターをかけて阻止するようにする (Botvinick et al., 2001)。このような仮定は、ストループ、サイモン、フランカー課題に共通の一般的なコンフリクト適応効果を捉えていると考える。これに対して、先に述べた、オリジナルのグラットンらに見られた試行内の証拠によるスピードレースの考え方は、受け継がれていないが、ボトヴィニック (Botvinick) らは並列分散処理モデルをベースに認知神経科学の証拠を踏まえて議論を行っている。

コンフリクト適応効果の代替説

メイヤーら (Mayr, Awh, & Laurey, 2003) は、フランカー課題の二つのバージョン間を切り替えたが、試行間の間隔を操作した。彼らは、刺激は、垂直方向と水平方向で交代した。一つは矢印が水平軸に沿って方向を示しており、左右反応が必要だった。もう一つは矢印が垂直方向を示しており上下反応が必要だった。モジュレーションは、試行 $n - 2$ と試行 n

でだけ見られた。これらは反復プライミングで十分説明できた (Verbruggen, Liefvooghe, Notebaert, & Vandierendonck, 2005)。彼らは、左右フランカー試行を行った後では、上下フランカー課題のコンパチビリティ効果がないことを報告した。彼らはこれをコントロールのダイナミックな関与が継時的効果に対応していない証拠だと解釈した。その代わりに、彼らはこれらの効果は、ディスプレイ内の特定の刺激特徴のプライミングから生じていると仮定した。フランカー課題を用いたとき、認知的コントロールを示す継時的なモジュレーションは、10 秒 (Botvinick et al., 1999)、5–6 秒 (Ullsperger, Bylsma, & Botvinick, 2005)、あるいは 3.5 から 5.5 秒 (Gratton et al., 1992) の試行間間隔 (intertribal interval) を用いて発見されたが、1 秒の反応刺激間隔 (Mayr et al., 2003) では発見されなかった。ワードストループの場合、3 秒の刺激–刺激間隔では観察された (Kerns et al., 2004) が、500 ミリ秒の反応刺激間隔では見いだされなかった (Fernandez-Duck & Knight, 2008, 実験 1)。

したがって、トップダウンコントロールとしてのモジュレーションの存在は、わかったとしても、それはおそらく予想による意志的なコントロールであり、時間が前もって与えられるものである。ボトヴィニックらはこれらのモジュレーションが、コンフリクト課題の解決も含めて説明していると考えたが、無理があるのかもしれない。もしそうなら、人間はその場その場で環境に合わせて迅速にコントロールすることができなくなるからである。

比率一致性効果のその後の展開

初期の比率一致性効果 (リストワイドな比率一致性効果) は、予期することが可能であった。つまり、予め準備しておくようなストラテジーによる緩慢なトップダウンのコントロールである。しかし、最近になって予期することができない条件であっても比率一致性効果 (項目特定比率一致性効果、文脈特定比率一致性効果) が得られ、トップダウンによるコントロールだけでは説明できない効果が示された。このような効果は、自動性のコントロールとしてボトムアップ的な迅速なコントロールとして、より柔軟なコントロールが示されている。

リストワイドな比率一致性効果

– ストラテジーによる緩慢なトップダウンコントロール –

グラットンらやローガンたちの研究は、ブロック内の遂行における一致率 (congruency ratio) を操作していた。これらの操作は、後に、リストワイドな比率一致性効果としてまとめられた。つまり、ある試行ブロックの実験リストが大部分不一致試行からなっているときに比べると、大部分が一致試行になっているときの方が、一致性効果が大きい (Gratton et al., 1992; Hommel, 1993, 2004; Logan & Zbrodoff, 1979)。このリストワイドな比率一致性効果は、多くの並列分散処理モデルでは、実験参加者が、正しい反応を予想することが多いときには (つまり、大部分が一致刺激からなっている刺激系列が与えられたときは)、無関

係なパスウェイからの情報に重みをかけると考えられた。

項目特定、文脈特定の比率一致性効果

－ ボトムアップ的な迅速なコントロール －

今まで述べてきた比率一致性効果は、刺激リスト全体の一致率を操作し、例えば一致率が 80%、不一致率が 20%の試行ブロックと、一致率が 20%、不一致率が 80%のブロックを比較するというものであった。このとき、その中に含まれる項目は、常に全体と相関して変動した。たとえば、ストループ課題で「あか、みどり、あお、きいろ」の 4 色のカラーと「赤、緑、青、黄」の 4 種類の色名单語を使う場合、どの色、どの色名单語もこれらリスト全体の一致率、不一致率に連動して変動した。

ジャコビーら (Jacoby, Lindsay, & Hessels, 2003) は、リストワイドな比率一致性効果ではなく、項目特定の比率一致性効果を捉えた。つまり、色名单語やカラーの項目ごとに、一致率を操作したのである。彼らは、高い一致率 80%を白、赤、黄のワードとカラーの組み合わせから作り、これに対して低頻度 20%の一致項目を、黒、青、緑のワードとカラーの組み合わせから作った (このような実験操作 (manipulation) は、混合試行の操作と言われ、ブロック全体を変動させる操作と対比される)。

大部分が一致項目と大部分が不一致項目は、ランダムに実験セッション間で混合された。実験参加者は、次の試行の刺激の提示が始まる前に、大部分一致項目刺激が来るか大部分不一致項目刺激が来るか、どちらが多いかは予想できなかった。その結果、実験参加者によって作られる何らかの実験全体に及ぶワード読みのストラテジーは、二つの項目タイプで同一であるとみなすことができた。それにも関わらず、高比率の一致項目は、低比率の一致項目よりも大きいストループ効果を作った。

この効果は、予めストラテジーによって予想できなかったため、コンフリクトモニタリング説が仮定しているような中枢の課題デマンドに応じるメカニズムによって実施される実験ワイドなストラテジー (Cohen, Dunbar, & McClelland, 1990) によっては説明できない。中枢のトップダウンのコントロールメカニズムに依存しているのではなく、項目レベルで生じる自動的なプロセスに依存していた可能性があるため、ジャコビーら (2003) は、高比率と低比率の一致セットのワード読みのプロセスの寄与は、「コントロールされた自動性 (controlled automaticity)」だったかもしれないと結論づけた。言い換えると、遂行に対するワードの読みの寄与は、ターゲットの項目セットに対して反応を行う刺激提示の直後に、モジュレート (調整) されたのかもしれない。

ジャコビーたちは、ストループ課題の遂行において、2つの異なる認知コントロールメカニズムが働いていると考えた。一つは、刺激の開始に先立って、リストワイドレベルでゆっくりとストラテジックに働くメカニズムであり、もうひとつは、刺激が提示された後で働き、項目特定のレベルで急速に働くメカニズムである。これら 2つのコントロールシステムは、ブレーヴァーら (Braver, Gray, & Burgess, 2007) によるコントロール二重メカニズ

ム説 (dual-mechanisms-of-control account) に似ている。つまり二つのコントロールシステムがあり、一つは事前に時間的に事前に働くコントロールシステムであり、もうひとつは、リスト全体の率が一定で事前に予想できないときに迅速に試行ごとに働くコントロールシステムである。

バッグら (Bugg, Jacoby, & Toth, 2008) は、項目特定の比率一致性効果を捉えただけでは満足しなかった。逆に、従来のリストワイドな一致性効果と項目特定の効果の背景には、実際には項目特定のコントロールが働いているのかもしれないという興味ある可能性を考えた。彼らが項目と呼ぶのはストループのワード次元であることに注意されたい。そして、リストワイド比率一致性と項目特定の比率一致性とを分離した。彼女らの研究の中では、第1ペア項目 (例えば、赤と青) は、一致率が 50%であり、第2ペア項目 (例えば、緑と白) は、一致率が 25%あるいは一致率が 75%のどちらかになっていた。第1ペア (すなわち、50%の項目特定の一致率) は、項目特定の一致率 75%のペアまたは、項目特定の一致率 25%のペアと共に混合リスト内で提示された。したがって、それぞれ、リスト全体のレベルでは 67%と 33%の一致率になっていた。しかし、バッグらは大部分が一致の第2ペア項目と大部分が不一致の第2ペア項目の間に有意な (82 ミリ秒) の項目特定一致性効果を見出したが、第1ペア項目には、有意でない (13 ミリ秒) の項目特定の一致性効果しか見いださなかった。このことは、いままで捉えられてきたリストワイド一致が、リスト内の無意図的な項目特定の効果によって引き起こされていた可能性を示している。つまり、トップダウンのストラテジーに基づくコントロールの背景に、ボトムアップの速いコントロールがあり、それがトップダウンコントロールを作り出していると考えた。

このようなストループ課題でのワードの読みの影響の迅速に行われるオンラインコントロールは、大きい意義をもっている。というのは、それは、コントロールプロセスがゆっくり働き、努力を要する形で実行されるという伝統的な見方に挑戦するからである (Posner & Snyder, 1975; Shiffrin & Schneider, 1977)。

さらに、クランプら (Crump, Gong, & Milliken, 2006) は、バッグたちの項目特定の一致性効果に対して、カラーワードが、特定のインクカラー反応だけでなく、一般的な比率一致性と両方の予想要因になっていた可能性を指摘した。

クランプら (2006) は、凝視点の位置に色名单語のプライムを提示した。そのあとで、カラーパッチのプローブを提示したが、その提示位置は凝視点の上下で変動した。一方の位置は、一致率が 75%、もう一つの位置では、25%だった。提示開始までは、どちらの位置に出現するか予想できないため、準備はできないはずである。しかし、一致率が高いときに、ストループ効果が上昇した。このような比率一致性効果を、文脈特定一致性効果とよぶ。ブロック単位ではなく、動的に行うコントロールが働く一致性効果のことである。彼らは、このコントロールプロセスを選択的注意プロセスに対してスピードの速い文脈駆動のモジュレーションだと考えた。つまり、位置情報を手がかりとして、一致率が高いときには、ワード情報を利用することが可能であると判断できた。ストループ干渉は、この手がかり

位置によって変化した。この結果を文脈特定の一致性効果 (context-specific proportion congruency effect) とよんだ。この効果は単純な随伴性学習 (刺激と反応の学習) 説では説明できない。というのは文脈手がかり (すなわち、位置) は反応と均等に連合していたからである。つまり、実験参加者は、ワード「赤」は常にインクカラー「あか」で提示されることを学習していた可能性 (特定のインクカラーの予想) があるが、同様に、大部分が一致項目の場合も学習していた可能性があった (一般的な一致項目の予想も行った)。もしそれが正しいのなら、ワードと反応との結びつきは、一致試行で遂行を速め、全般的なストループ効果も増加させていた可能性がある。

つまり、一般的な比率一致性効果と混合していた可能性がある。そこで、クランプら (2006) は、実験 1 において、プライムとプローブに分けたプライミング実験をデザインした。凝視点の提示の後、プライムでは、黒い画面の背景に白色で等頻度の色名单語が提示され、その後に色のついた形 (円または正方形) が続いた。円は凝視点の上に提示され、四角形は凝視点の下に提示された。(別の実験参加者では、この関係が逆転された)。形と位置の情報はどちらも常に一致していた。実験参加者は、形に付いている色をできるだけ速く口答で命名するように求められた。彼らの実験が、ジャコビーらと異なるのは、一致性の可能性が、特別な色名ワードと関連していなかったことである。重要なことに、文脈手がかりは、等頻度で、各カラーで出現した。ゆえに、特別な反応を予想できなかった。

問題は、このときに、予想できない迅速なコントロールが捉えられるかどうかであった。彼らの結果は、一致率と一致性との交互作用を示した。すなわち、一致刺激が高比率条件のストループ効果 (99 ミリ秒) は、一致刺激が低比率条件のストループ効果 (83 ミリ秒) に比べて大きかった。彼らは実験の後で実験参加者のストラテジーを見積もった。しかし、ストラテジーの自覚は、彼らの中に見られなかった。実験 2 では、実験 1 で見られた形と位置の情報をどちらかの情報だけについて変化された。つまり実験 2A では、位置のみ、実験 2B では形のみにされた。

比率一致性と一致性の交互作用が調べられた。実験 2A では、一致刺激の高比率の位置条件のストループ効果 (80 ミリ秒) は、一致刺激の低比率の位置条件のストループ効果 (64 ミリ秒) に比べて大きかった。しかし、実験 2B では、一致比率と一致性との交互作用は有意でなかった。形ベースの文脈特定の比率一致性効果の欠如が捉えられた。実験参加者は、カラーを周辺で捉えるとき位置に注意を向けたかもしれない。これに対して、中心に提示されたカラーを捉えるとき、形次元に注意をしなかったかもしれない。この可能性は、位置情報がコード化を受けるという考え (Logan, 1998; Mayr, 1996) とうまく当てはまる。

彼らは、コンフリクト適応効果 (グラットン効果) との関係についても調べている。その結果、試行 $n - 1$ の一致性と試行 n の一致性との交互作用は有意だった。現在の試行に及ぼす一致性効果は、先行試行が一致のとき (92 ミリ秒) の方が、先行試行が不一致のときに比べて (69 ミリ秒) 大きかった。この結果は、グラットンら (1992) によって報告されたタイプの継時的効果が、この手続きによって測定された一致性効果に影響していることを

示している。

さらに、もっと重要なことは、試行 n の比率一致性と試行 n の一致性との交互作用が有意だったことである。しかし、これらの要因は、試行 $n - 1$ の一致性とは交互作用しなかった。また試行 $n - 1$ の比率一致性とも交互作用しなかった。言い換えると、文脈特定の比率一致性効果は、先行試行タイプによっては影響を受けなかったのである。つまり、グラットンが捉えたような試行前後の継時的効果とは独立だった。つまり、試行の間で長い時間をかけてトップダウン的に変化するというのではなく、試行内で素早くボトムアップ的にコントロールが行われていることを示している。まとめると、系列分析は、先行試行の性質が、ストループ効果のサイズに影響を与える可能性があることを示しているが (Gratton et al., 1992)、文脈特定の比率一致性効果は、先行試行の性質に依存しないことを示している。このことは、先に述べたコンフリクトモニタリング説が、比率一致性効果とストループ効果を統一的に捉えたことと対照的である。

クランプは、さらにこのストラテジーが迅速なスピードをもつと考えた。そして、ストループ効果がワードの強い自動性に依存しているのではなく、コントロールによって修正可能な効果であることを示していると考えた。そしてあらかじめ予想的にコントロールするのではなく、高い一致率が与えられると、すぐに実験参加者は、読みが反応選択に影響することを可能にすると考えた。したがって、もしも、不一致試行が突然現れると、読みを抑えるのが困難になり、ストループ効果は、通常よりも大きくなる。逆に、低一致率が与えられると、不一致試行の割合が高くなり、読みを抑えるストラテジーを採用するため、ストループ効果が低下するだろう。このような一致率の操作は、それまでは、実験参加者間で行われていた。つまり高一致率が与えられる実験参加者グループと、低一致率が与えられる実験参加者グループである。

バグら (Bugg, Jacoby, & Chanani, 2011) は、コントロールについてさらに議論を進めた。彼らは過去においては (Jacoby, Lindsay, & Hessels, 2003)、一致率を項目で変動させていた。例えば「しろ」「あか」「きいろ」がカラーあるいはワードに出現するときには、一致率を高くした。これに対して、「くろ」「あお」「みどり」のカラーとワードの組み合わせは、一致率を低くした。彼らは、従来のデータが随伴性と混合していたという問題を再分析した。そこで絵画ワードストループパラダイムを使うことによって、絵画次元 (関連次元) とワード次元 (無関連次元) ごとに比率一致性を変動させた。そして関連次元が比率一致性の手がかりを与えるときは、コントロールで説明できるが、無関連次元が比率一致性の手がかりを与えるときは、随伴性で説明できることを見いだした。

次に、クランプとミリケン (Crump & Milliken, 2009) は、ストループ効果の項目特定の比率一致性効果 (item-specific proportion congruency effect: ISPC effect) と文脈による比率一致性効果 (context-specific proportion congruency effect: CSPC effect) の関連をさらに詳しく論じた。クランプら (Crump, Gong, & Millken, 2006) は、オンラインの素早いコントロールを調べた。ストループ干渉がオンラインでモジュレートされることを示してきた研究 (Crump,

Gong, & Milliken, 2006; Crump, Vaquero, & Milliken, 2008; Jacoby, Lindsay, & Hessels, 2003) をさらに発展させた。

そして、このコントロールプロセスは、ストループ効果そのものを表しているのではなく、追加的な効果を表していると考えた。他方で、項目特定の一致性効果が、イベント学習の随伴性学習に帰着できると考える論者がいる (Schmidt & Besner, 2008) 。最近になって、Bugg, Jacoby, & Chanani (2011) は、この単なる随伴性ではないことを詳細な実験で論じた。クランプとミリケン (2009) は、クランプ (2006) の方法をさらに発展させた。2006 年の実験と同様に、最初に 4 種類色名単語プライムを受けた (赤, 緑, 青, 黄)。それらは黒の背景に白色で提示された。その後、カラーパッチプローブがあり、色のついた長方形だった。それらは凝視点の上下のどちらかに提示された。一致性の比率が異なっていたが、転移プローブブロックが用意され、転移プローブは、一致率が完全に等頻度 50%になっていた。彼らの議論はこのことが単なる項目の学習ではなく、コントロールを表しているという議論を行っている。もしも単なる随伴性の学習であるのなら、転移プローブ条件では効果が現れないはずである。頻度にバイアスを受けない項目で比率一致性効果が観察された。その結果、彼らは、このときに得られる文脈による比率一致性効果が、選択的注意によって実行されたフィルタリングの働きに対する急速なオンラインの文脈駆動の調整を表しているという見方を直接支持していると捉えた。彼らは、文脈駆動のコントロールプロセスが、遂行に速く働くコントロールであり、エピソード検索プロセスによって支援を受けていると考えた。そして、ネガティブプライミングと同様の働きによるのだろうと考えた。

(4) ワーキングメモリー

ワーキングメモリーの概要

ここまで、熟達した技能に関わる自動性のコントロールに注目してきたが、ここでは、より一般的な多くの注意を必要とするようなコントロールを含めたワーキングメモリー (working memory: WM) について述べる。しかし、ワーキングメモリーの考え方は、適応範囲が広すぎるために懐疑的な見方もある。

複数の課題や複雑な課題を行う場合には、課題をうまく処理できるように管理するプロセスが求められる。このような管理する機能が求められる課題として、ウィスコンシンカードソーティングテスト、ハノイの塔、ランダム数生成、演算スパン、二重課題などが挙げられる。管理機能でよく取り上げられるモデルは、ワーキングメモリーの考えである (Baddeley & Hitch, 1974)。ワーキングメモリーは 3 つの構成要素からなり、上位の中央コントロール機能「中央エグゼクティブ (central executive)」と 2 つの隷属システム (slave system) の「音韻ループ (phonological loop)」と「視覚 - 空間スケッチパッド (visuo-spatial sketchpad)」である。中央エグゼクティブが認知的プロセスの管理コントロールの役割を果たしている

と考えられている。この管理コントロールは前頭葉の機能と非常に関連している。三宅ら (Miyake, Friedman, Emerson, Witzki & Howerter, 2000) は管理機能の個人差研究を行い、認知神経心理学の研究にも基づいて3つの管理機能に焦点を当てた。

- (a) 課題あるいはメンタルセット間のシフティング
- (b) ワーキングメモリー表象の更新とモニタリング
- (c) 優勢な反応の抑止

3つ全ては、文献のなかで重要な管理機能であると想定されたことが多い (e.g., Logan, 1985; Smith & Jonides, 1999)。三宅らの研究は管理機能について様々な側面から位置づけられているが、それでもそれぞれの機能の関連性など明らかにされていない部分が多い。ストループ課題とワーキングメモリーとの関連も活発に研究され、色命名反応のゴール維持の文脈で研究されている (Hutchison, 2011; Kane & Engle, 2003; Meier, & Kane, 2013; Morey, Elliott, Wiggers, Eaves, Shelton, Mall, 2012)。ワーキングメモリーの考えは直観的にわかりやすく、よく用いられる考えであるが、適用範囲が広すぎるために曖昧さが批判されることがある (Navon, 1984)

注意コントロールとワーキングメモリースパン

さきにワーキングメモリーについて述べた。そして三宅ら (Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, & Howerter, 2000) の認知機能の個人差研究を紹介した。そのとき、ワーキングメモリーの前頭葉患者のエクゼクティブ・コントロールに問題があることを指摘した。コントロールの個人差研究で、注意コントロール (attention control) という用語の使用は、シャリス (Shallice, 1988; Norman & Shallice, 1986) の「管理的注意システム (supervisory attention system)」の概念から得られている。後に、ケーネとエングル (Kane & Engle, 2003) は、ストループ課題で比率一致性を操作することによる5つの実験 (実験1、2、3A, 3B, 4) を行うことにより、ワーキングメモリー (WM) キャパシティ、アクティブなゴール維持と競合する刺激表象のブロッキングあるいは抑制とアクションプランとの交互作用を調べた。

ワーキングメモリーキャパシティは、ワーキングメモリースパンで測定される個人差研究として注目を受けている。ケーネとエングル (Kane and Engle) は演算スパン (operation span: OSPAN) 課題を使って、ワーキングメモリースパンを測定しストループ課題における比率一致性効果との関連を調べた。彼らによると、ワーキングメモリースパンは、単独では、複雑な認知機能には関係を持たない。アクションを支援するための表象や意図の維持のために、ワーキングメモリー (WM) キャパシティが重要になる。ワーキングメモリーはゴール表象と課題関連情報のアクセス状態の維持に関係していると考えている。彼らはアクティブなゴールの維持と競合する刺激表象の抑止に関係する注意機能を測定するのにストループ課題が関係していると捉えている。

演算スパン (Operation Span; OSPAN) 課題 (Turner & Engle, 1989) は、交互に、短い系列のワードの再生と単純な式の解決を行う課題である。実験参加者は、1回に1つの演算とワ

ードの綴りを見た。そして、演算とワードの綴りは、2 から 6 項目の長さの範囲だった。例えば、3 つの綴りのセットは、以下のようになっていた:

IS $(9 / 3) + 2 = 5$? drill

IS $(5 \times 1) - 4 = 2$? beach

IS $(2 \times 2) + 3 = 7$? Job

実験参加者は、数式が出現すると、できるだけすぐに声に出して読んだ。読みの前に間隔を空けることは許されなかった。数式を読んだ後、すぐに実験参加者は与えられた答えが正しいかどうか口頭で答えてから、すぐにワードを声に出して読まなければならなかった。OSPAN スコアは、正しい順序で完全に再生されたこれらのセットについて再生されたワードの合計だった。それぞれの長さのセット (2 つから 6 つの演算ワードペア) が提示された。スコアは 0 から 60 点の範囲になった。これらの方法によって WM キャパシティが測定され、5 つの実験が以下のように行われた。

キーネとエンゲル (Kane & Engle, 2003) の実験 1 は、ストループ刺激の比率一致性を 0% か 75% (被験者間要因) のどちらかにし、高ワーキングメモリー (WM) スパンの実験参加者と低 WM スパンの実験参加者に提示した。通常比率一致性効果を見出したが、メモリースパンは反応時間については、一致性効果にもコンフリクト効果には関係がなかった。エラー率については、スパンの違いがあった、特に 75%一致のときに著しかった。つまり低スパンの実験参加者は高スパンに比べて、全般的にエラーが多かった。実験 2 では、正確性のフィードバックを与えることによって、反応時間に WM 容量が関わるようにした。実験 1 と異なり比率一致性は被験者内条件にし、ブロックで操作し、どの実験参加者も 75%一致ブロックの次に 0%一致ブロックを受けた。しかし、結果は、実験 1 と同様であり、ワーキングメモリーは反応時間には影響を与えなかった。やはりエラー率では 75%のときだけ、低スパンの実験参加者が、高スパンに比べてエラーが高かった。実験 3A と 3B では、0%の一致率を先に提示し、その後 75%一致率を提示した。3A は被験者ペースで行われ、3B はコンピュータペースで行われた。この条件は、先に一致条件を伴わないブロックを受けるため、一致条件の練習が限定的だったため、結果は、ワーキングスパンの影響が結果に現れた。高スパンの実験参加者は、全般的に低スパンの実験参加者に比べて速く反応した。また低スパンは、高スパンに比べて潜時で大きい干渉を示した。エラー率は、先行実験と異なり、ワーキングメモリー容量に関係がなかった。75%一致率のときに、反応時間で、ワーキングメモリー容量の違いがストループ干渉の違いに現れた。

次の実験 4 になってようやく目的の結果を、キーネとエンゲルは得ている。実験 4 では、一致試行に出会うかどうかを重要だった可能性を調べるために、一致率は 80%と 20%にされた。そしてそれらの順序は被験者内でカウンターバランスされた。その結果、80%一致条件は 20%条件に比べて大きい干渉効果を作った。また低スパンは高スパンに比べてどの比

率条件でも大きい干渉を作った。つまり、比率一致性とスパンとに交互作用が見られたのである。80%一致条件のときの方が、スパンの影響は大きかった。エラー率についても、80%一致の方が、20%に比べて大きい干渉をもたらした。スパンの効果も得られた。そしてそれらの間に交互作用が見られた。

ケーネとエンゲルの結果は、ワーキングメモリー (WM) 容量の低い個人は、高い個人に比べて、高一一致率のときにエラー反応が多く引き起こした。しかし、このようなワーキングメモリー効果は、上に述べたように、実験 4 でのみ得られており、課題構成の作り方に大きく依存することがわかる。したがって、ワーキングメモリーを調べるには、かなり注意深く実験条件を操作する必要がある。

認知神経心理学と認知神経科学

注意コントロールが前頭前皮質 (prefrontal cortex; PFC) に依存しているのは一般に多くの研究で見られる。ケーネとエンゲル (Kane & Engle, 2002; 2003) によれば、PFC のうち特に背外側前頭前皮質 (dorsolateral PFC) の役割は、環境妨害あるいは習慣妨害に関わらず、アクセス可能な状態に維持することであるとされている。PFC の活動性について調べたケーネとエンゲル (Kane & Engle, 2002, 2003) の研究では、低 WM 容量の個人は、PFC 損傷患者と類似の認知遂行パターンを示すと結論づけた。この機能がワーキングメモリーに関係することは、多くの研究者によって指摘されている。

(5) その他の認知コントロールの展開

これまでに述べてきた認知コントロールの研究に加えて、エラー後の検出の遅れ、ストップ信号パラダイム、課題切り替えについて述べる。これらの課題も、これまで示した課題と同様に、認知コントロールの重要な機能について調べることができる。エラー後の遅れは、自身が起こしたエラーをどのようにモニタリングし、エラーを起こした試行に続く試行をどのようにコントロールしているのか調べることができる。ストップ信号課題は、強制的にエラーを生じさせ、遂行の中止や続行に関わるコントロールを調べることができる。課題切り替えは、複数の課題のひとつを教示にしたがって遂行するような、複雑な場面での柔軟なコントロールを調べることができる。

エラー検出後の遅れ

エラー反応が行われると、その後の試行で反応時間が遅くなるという現象が古くから知られている (Laming, 1968; Rabbitt, 1966)。通常、ラビット効果 (Rabbitt effect) として知られている。エラー後に反応時間が増加するとともに、エラー率が減少する。コンフリクトモニタリング説においても前帯状回 (anterior cingulate cortex: ACC) の活性化が、スピードを要

する課題のエラーが反応コンフリクトと関係しているということを述べている (Botvinick et al., 2004)。

しかし、ラビット (Rabbitt, 1966) がこの現象を最初に見出した。彼は単純なライトの選択反応課題を行い、4 選択課題と 10 選択課題について、正反応とエラー反応の潜時、及びエラー訂正反応の潜時とエラー後の反応の潜時を調べた。

ラビットの結果によると、条件 1 (10 選択) では、正反応の潜時 (latencies) に比べてエラー反応潜時は短く、エラー潜時とエラー訂正潜時は等しかった。またエラー訂正後の最初の反応時間は長くなり、他のどの反応時間よりも長くなった。エラー訂正後 2 試行後から 5 試行後は、正反応と変わりがなかった。条件 2 (4 選択) では、エラー反応とエラー訂正反応はやはり他のすべての正反応に比べて速かった。エラー訂正後の最初の反応は、正反応の平均値に比べて遅かったが、エラー訂正後の他の反応の潜時は、正反応時間の平均潜時と違いがなかった。エラー率は、10 選択では 3.7%であり、4 選択では 1.4%だった。

彼らは実験 2 では、エラーの種類ごとに、エラーを行ったときに正しいキーの隣で間違ったとき (隣接エラー) や、隣のキーを押したのではない場合 (非隣接エラー) をさらに 3 つに分類して調べた。タイプ 1 は同じキーを 2 回押してしまったとき、タイプ 2 は正しいキーを押してから隣のキーを押してしまったとき、タイプ 3 はその他のエラーである。これらのエラーの研究は、現代のタイプライティングの研究やストップ信号パラダイムに影響を与えている (例えば、Logan & Crump, 2011; Bissett & Logan, 2011)。

ボトヴィニックら (Botvinick & Cohen, 2004) はコンフリクトモニタリングとエラーモニタリングとの関係を論じている。それらは別の働きなのか、相互排他的なのか、それらの間を調整できるのか。ボトヴィニックとその仲間たちは、コントロールを必要とするときに、コンフリクトが情報源として有用である。環境からの無関係な情報が関連情報の処理と干渉しているときは、常にコンフリクトが生じる。そしてゆえに、コントロールされた処理が必要かどうかの良好な指標を提供すると考えた。

しかし、グラットン効果でラビット効果を調べるときに、コンフリクトの検出とエラー検出が混合してしまっていることと、エラー率がかなり少ない (5%以下) ため、エラー反応の潜時と、エラー訂正後の潜時を詳しく調べることに限界がある。

そこで大きく注目されるのはストップ信号パラダイムである。この場合、エラー率は基本的に 50%だからである。以下でそのことについて述べることにする。

ストップ信号パラダイム

突然の行動の抑制 を実際に直接調べる方法として、ストップ信号パラダイムがある。ストップ信号パラダイム (Lappin & Eriksen, 1966; Logan, 1994; Logan & Cowan, 1984) は、行動の抑制に関わる認知的コントロールの指標である。ここでは行動の抑制をコントロールとして捉える独特のパラダイムである。この課題では、実験参加者は、スピード化された選択反応時間 (CRT) 課題を実行しなければならない。刺激が提示されてから反応するまでに、

まれに (通常試行の 25%で) ストップ信号 (反応の中止の合図: 通常は信号音) が提示される。ストップ信号が提示されると、実験参加者は行おうとしている反応を中止 (ストップ) しなければならない。もしも、視覚的刺激が提示された直後にストップ信号 (音) が提示されると (短いストップ信号遅延 (Stop-signal delay: SSD; go 信号と stop 信号の提示間隔)), 実験参加者は行おうとしていた反応を抑制することができる。しかし、反対に、刺激が提示されてから、かなり経過してからストップ信号が提示され、出力しようとしていた反応の直前にストップ信号が提示されることになり (ストップディレイが十分長いとき)、実験参加者は反応をストップ (中止) させることができず、反応してしまうだろう。過去の研究によると、ストップ信号が出現したとき、反応のストップが成功したときも失敗したときもともに、その後の試行で反応の減速 (長い反応時間 RT) が生じることを見出してきた (Verbruggen & Logan, 2008a, b)。

このパラダイムは、ストップ信号の提示時間が実験参加者ごとに変動され、50%成功する時間が捉えられ、その時間でストップ信号が提示される (追跡手続き)。つまり、そのとき概念的には、エラー率は 50%であり、go プロセスと stop プロセスがスピードレースを行なっているとして捉えられる。つまり、stop プロセスが go プロセスの前に終わっていると、反応を抑制することができる (信号抑制試行 signal inhibit)。逆に、go プロセスが stop プロセスの前に終わっていると、反応してしまう (信号応答試行 signal response)。このとき、先に述べたラビット効果が現れるかどうか、またコンフリクト適応効果を調べることは、重要な意味を持っている。この課題では、実験参加者がストラテジックに go RT を加速させたり減速させたりすることによって、反応の中止 (stopping) と反応の続行 (going) のスピードレースにバイアスをかけることができると考えられている。実験参加者が go RT (続行反応時間) を加速させると、抑制確率が減少する (素早く反応すると、ストップ信号が出たときに反応を抑制できない確率が増加する)。逆に go RT (続行反応時間) を減速させると、抑制確率が増加する (慎重にゆっくり反応すると、ストップ信号が出たときに抑制できる確率が増加する)。また実際に、手がかりを与えることによって、数試行先に出現するストップ信号を予想できるようにすると、前もって出現することが予想できるときに、反応をストラテジックに変化できるかどうかをフェアブルッゲンとローガン (Verbruggen & Logan, 2009) によって調べられている。

課題間の関係を調べた研究に、フェアブルッゲン、リーフーゲ、ヴァンデーレンドンク (Verbruggen, Liefvooghe, & Vandierendonck, 2004) の研究がある。彼らはストップ信号パラダイムを、ストループ課題とフランカー課題に適用した。そして、ストップ信号課題で測定される行動抑制と、フランカー課題やストループ課題で測定される干渉コントロールがどのような関係にあるのかを探った。第 1 実験では、ストップ信号パラダイムがフランカー課題と組み合わせられた。第 2 実験ではストップ信号パラダイムがストループのマニュアルバージョンと組み合わせられた。その結果、実験 1 では通常のコフリクト効果が見られた。つまりディストラクターがターゲットと一致しているときは、反応が速く、不一致のとき

には反応の抑制が困難だった。しかし、不一致ディストラクターが反応セットを構成しているかどうかは、反応のストップには影響をもたらさなかった。第 2 実験では、比率一致性が変動させられた。ストップ信号課題とストループ課題に交互作用がみられた。ストループ課題が反応の抑制の操作として考えている論者がいるためである (例えば、Miyake et al., 2000)。彼らはこの交互作用を、干渉コントロールと行動抑制との交互作用として説明できると考えた。彼らの結果は、フランカー課題には、行動抑制成分 (ストップ信号パラダイムと独立であったのに対して、ストループ課題には、行動抑制成分に関係する要素が入っているらしい。ストループ課題、フランカー課題、ストループ課題はすべてニグ (Nigg) の用語では、すべて努力を要する抑制 (effortful inhibition) と名付けられるが、それぞれの課題間に異なったオーバーラップがあり、それらの間を調べなければならないと締めくくっている。

ビセットとローガン (Bissett & Logan, 2011) はこの課題を使って、ストップ信号が出た後の次の試行で反応時間が遅れる現象 (ストップ信号後の減速) の原因を探った。行動抑制コントロール後に続く反応を調べることによって、この現象がまさにコンフリクト適応効果であるというができるのかが問題になる。というのは、ストップ信号パラダイムでは、go 反応と stop 反応がコンフリクトを起こしているからである。そしてその結果を、コンフリクト適応効果や比率一致性効果に当てはめ、コンフリクトモニタリング説に対する反証を提供している。彼らは 2 つの実験を行った。実験参加者は、4 つの形に対して、2 つのキー押しの反応を行った。ストップ信号は、音で提示された。このパラダイムは、基本的に、追跡手続きにより、ストップ信号が提示されたときに 50%ストップできるように、ストップ信号の提示開始時間を動的に変動させて予め設定する。その後その時間を用いて、実験が行われる。そして実験参加者には、ストップ信号を待つてはいけないと教示が与えられる。

実験 1 では、ストップ信号の出現を試行の 40%で現れる試行ブロックと 20%で現れる出現ブロックを作り、ブロックの順序は実験参加者によってカウンターバランスされた。実験 2 では、抑制の成功の確率を操作した。

以下詳しく見ていこう。実験 1 では、4 つの形 (円、正方形、ダイヤモンド、三角形) にキー押し反応 (マニュアル反応) を行った。この方法を使うことによって、課題切り替えと同様、推移 (transition) を調べることができる。例えば、ある実験参加者には、円と正方形では左ボタン、ダイヤモンドと三角形には右ボタンで反応するように求めた。すると、推移は以下のような場合ができる。つまり、刺激反復 (stimulus repetition) 試行、反応反復 (response repetition) 試行、反応交代 (response alternation) 試行 である。彼らはストップ信号の出現後に生じる結果について 5 つの仮説を比較している。ここでは、本論文で述べた説のみを取り上げた。

第一の説は、エラー検出説であり、ラビット (Rabbitt, 1966) の説が含まれる。ストップの失敗 (ストップ信号が出たのに反応してしまった) の後に反応時間が増加すると考える

説である。

第二の説は、反応コンフリクト説であり、ボトヴィニックらのコンフリクトモニタリング説が該当する。ストップ信号によって反応抑制を行った後で、go 反応と stop 反応のコンフリクトが生じるため、その後の反応が遅れる（反応を抑制したときだけ、反応時間が増加する）。

第三の説は、記憶説であり、抑制が成功するほど、ストップ試行で生じた刺激がストップ反応と結びつき、次に記憶の中からその連合が検索されると考える (Verbruggen & Logan, 2008a, 2008b; Verbruggen et al., 2008)。刺激が反復されるとストップ反応と結びついた連合を検索する。そのときに、反応時間は遅くなる。刺激が反復されないときは、ストップ反応の記憶と結びついた連合を検索せず反応時間を遅らさない。ゆえに、記憶仮説は、刺激が反復するとき比べて、ストップ試行後に刺激が反復するときの方が、ストップ信号後の減速が大きくなるだろうと予想する。

彼らの実験結果は、ストップ試行後の続行反応時間 (go RT) を遅らせた (実験 1 と 2)。そして実験参加者の減速は、ストップ信号が頻繁に出現するときに大きくなった (実験 1)。そして抑制の失敗が頻繁に出現するときに大きくなった (実験 2)。ストップ信号が多く出現するほど (40%) 少ないときに (20%) に比べて反応時間が多く減速した (遅くなった)。

彼らはコンフリクトモニタリング説に反した結果を得ている。彼らの議論によると、ストッププロセスの活性化は、信号抑制試行 (ストップ信号にしたがって反応を抑制した試行) で強いはずである。したがって、ストップ信号ディレイ (SSD) が長いとき (ストップ信号が刺激提示後かなり経ってから出現したとき) にストップしたときの方 (長い時間かかった SSD による信号抑制試行) が、SSD が短く (前もってストップ信号がわかっている) ストップしたとき (短い SSD でかつ信号抑制試行) に比べて、コンフリクトが大きいはずである。コンフリクトモニタリング説では、そのときコンフリクトが生じるので、反応時間が遅れるはずである。しかし、彼らの実験では、SSD が長いときと SSD が短いときとで反応時間に違いはなかった。彼らはそれをコンフリクトモニタリング説に対する強い反証だと捉えた。記憶説では、ストップ信号にしたがってストップをした試行の後でストップ信号が提示されない場合が反復されると反応が遅れると考える。

そして、結果は、概ね、記憶説を支持していた。原則的に、反応を停止した試行で生じた反応は、反応の停止 (stopping) と結びつくようになる。そしてそのときに出現した刺激とストップ信号が記憶表象の中で結びつくことになる。したがって、刺激が反復した時のほうが、ストップ信号と結びつきやすくなるため、反応を停止しやすいはずである。この記憶説の予想は確かめられた。このように、ストップ信号パラダイムからは、反応を抑制することを反応の続行と反応の停止との競合をコンフリクトであると捉えた観点から、コンフリクトモニタリング説への疑問が提出されている。このように反応コンフリクトがどのように定義されるべきか、問題が投げかけられている。おそらく、コンフリクトモニタリング説では、刺激と反応との対応場面を含めて解決するのに困難な環境が与えられると

きがコンフリクトなのかもしれない。

課題切り替え

我々の日常生活において、なんらかの仕事を中断し、切り替えないと行けないことがある。このときの認知的コントロール場面が課題切り替えである。しかし、実験心理学でこの問題を行うときには、多数回、少数の単純な課題を切り替えるという方法が使われる。そして、課題切り替え場面では、刺激や反応が何らかの点で共通であり、課題のみがことなる試行を何回も反応することになる。

このような課題切り替えパラダイムは、1990年代後半から2005年ごろまで非常に盛んに研究された。最近では課題切り替えを単独のテーマとして研究することはむしろ珍しくなっている。おそらく、これらの課題が当初考えられてきたように統一的な説で説明しようという関心から、多くの複合的な機能によって働いていることを探ることに関心が移り、課題切り替え自体を説明することの関心から、パラダイムとしての課題切り替え場面を利用する方向の関心に移ってきたからであろう。このような課題切り替え場面では、課題が2つ、あるいはそれ以上になるため、従来のコントロールの議論がさらに複雑になることが予想される。状況はまさにそのとおりだった。しかし、最近、優れたレビューが幾つか現れた。それらは課題切り替えに関するさまざまな説をまとめようとしており統一的な理解が促進されている (Koch, Gade, Schuch, & Phillip, 2010; Schmitz, & Voss, 2012, このうち後者は Ratcliff, 1978 の拡散モデルを使った形式モデルである)。

課題切り替えパラダイムは、課題セットの維持と更新に関する認知コントロールメカニズムを探るユニークなツールを提供した。しかし、最初のうちは、課題切り替えは、研究の方向すらつかめない探索的研究であった。その状況は最初にこの研究を始めたオールポートら (Allport, 1994) が述べているとおりである (Allport, Styles, & Hsieh, 1994, p.421)。彼らはジャーシルド (Jersild, 1927) の課題切り替えをレビューし、刺激、反応が共通である課題を切り替えたときに、反応が遅れるが、完全に分離した課題を切り替えたときには反応が遅れないことを見出した。そこで刺激と反応が共通であるストループパラダイムのリーディング課題とネーミング課題を用いて復興させたのである。というのは、ストループ課題は、カラーとワードが融合しており、反応は共通に行われるためである。つまり、リーディング課題、ネーミング課題ともに、例えば「あか」「あお」「みどり」のように共通の反応が行われるからである。このときから課題切り替えは、このように刺激と反応のうちいずれかがオーバーラップしているときに反応が遅れる現象を指すようになった。つまり、カラー命名とワードの読みは共通の刺激に対して行われる。そして、反応は共通である。異なるのは課題だけである。

このような課題は、空間課題を使って左右共通のキーで反応する課題が作られたり (Meiran, 1996)、数字の分類課題が数字の大小と奇数偶数について左右共通のキーで反応する課題が作られたりした。また、それぞれの研究者が独自の理論的な観点からこの領域に

参入し、レビューを行った (例えば、Monsell, 2003)。

このパラダイムでもっとも注目すべき結果は、課題を切り替えたときに反応が遅れるスイッチコストだった。スイッチコストは、課題切り替えにおける基本的な現象であり、一般に観察される課題反復に比べた課題切り替えでの遂行の低下のことである (すなわち、反応時間 [RTs] の増大とエラー率の高まり)。このスイッチコストをめぐって多くの理論が提出され、論争されてきた。

しかし、初期の課題切り替えの研究はまさに探索的な段階であったので、スイッチコストが生じるメカニズムの説明を巡って、多くの論争が現れた。各研究者がそれぞれの立場から課題切り替えを捉えようとした。どの説もすべての課題切り替え現象を統一的には説明できないことがわかってきた。ようやく最近になってそれらを相補的にみながら総合的に考えようという動きが見られるようになってきた (Schmitz & Voss, 2012)。

以下でそれらの説と相互の説論争について簡単に触れる。時間的に見て最初に現れた説は、オールポートたちの繰り越し説と課題セット慣性説である。ごく初期の研究として、オールポート (Allport) たちはストループ課題を使って、スイッチコストを測定した (例えば、Allport, Styles, & Hsieh, 1994)。実験参加者、2つの課題間を切り替える。例えば、実験参加者は、カラー命名課題とワード読み課題を切り替える。それらは、ワード「赤」と「青」が赤色あるいは青色で出現し、左右のキーにマップされている。ワードの読みは優勢な課題である (例えば、MacLeod & MacDonald, 2000; Stroop, 1935)。実験参加者は、刺激カラーに反応するように求められたとき、強い課題セットに基づく必要がある。つまり、実験参加者は、カラー命名とワード読みを切り替えるとき、彼らは競合する課題間を切り替える必要がある。このとき、同じ課題を反復するときと比べて課題を切り替えたとき反応が遅れる (スイッチコスト)。オールポートたちの課題セット慣性や繰り越し説 (Allport et al., 1994; Allport & Wylie, 2000) は、現代的な意義から見ると「課題セットのプライミング」であると捉えることができる (Cho, et al., 2009, p. 1173)。というのは、彼らは課題切り替えパラダイムで見られるスイッチコストを以下のようにとらえたからである。そして、一連のローガンたちの研究は、プライミング説を唱えた (Schneider & Logan, 2005; Logan & Bundesen, 2003, 2004; ネガティブプライミングのエピソード検索説やその説に関する Mayr & Awh, 2009 の指摘参照)。この説では、手がかりを用いた課題切り替え場面では、課題手がかりをコード化するとともに、ターゲット刺激をコード化し、長期記憶から適切な反応を引き出すために合成検索手がかりとしてその両方を使用する。このときに用いられる戦略は、合成検索手がかり戦略 (compound retrieval cue strategy) である。

他方で、課題切り替えを試行ごとにプログラムを再構成していくという認知コントロールの準備的な指標であると考えた説がある (再構成説, Rogers & Monsel, 1995; Monsell, 2003; Monsell & Mizon, 2006; Koch, et al., 2010 らの最近のレビューも参照)。この説は、プライミング説から批判を受けるとともに、現代の特徴統合説であるホンメル (Hommel) らのバインディング説 (Hommel, 2004) からも批判を受けることになった。プライミング説から

の批判は以下のとおりである。「顕在的課題手がかり手続きは、正しい反応をユニークに特定するための十分な情報課題ごとに提供する。手続きは訓練されたサルでも学習可能な単純条件づけ弁別である。我々の見方では、課題切り替え場面で、人間が再構成を行う必要はなにもない。」(Logan, Schneider, & Bundesen, 2007, p. 992)。ローガンたちが行ってきたのは、この課題切替えは、手がかりのコード化によるカテゴリー化と選択との関係を探ることに使われてきた。この切替えがプライミング現象であるという認識を早い段階から持っていた。

しかし、課題切り替え研究が混乱を招いたのは、これらの理論のベースとなる実験手続きが、そもそも違っていたことにある(連交代手続きと顕在的手がかり切り替え手続きの違い)。このことはアルトマン(Altmann)の一連の研究によって批判と指摘を受けることになった。

しかし、最近ようやくこれらの多くの説を、課題切り替えおけるプロセスのフェーズとして初期フェーズと後期フェーズの時間軸を入れることによって統一的に理解する動きが現れてきた。例えばシュミッツとヴォス(Schmitz & Voss, 2012)の研究がある。彼らは、課題切り替えを処理の時間的なプロセスから見て二つのプロセスに分解できるとまとめた。そしてラットクリフ(Ratcliff)の拡散モデル(diffusion model)を使うことによって、これらの二つのプロセスを統一的に理解できることを示した。このように複数の成分に分けて考える考え方は、すでに現れていたが優勢ではなかった(Gopher, Aymony, & Greenspan, 2000; Mayr & Kliegl, 2003; Rubinstein, Meyer, & Evans, 2001)。しかし、長い論争を経てようやく統合的な理解に到達したことは注目に値する。つまり初期のフェーズでは課題セットの再構成(task set reconfiguration; Rogers & Monsell, 1995)が生じ、手がかりのコード化(task-cue encoding; Schneider & Logan, 2005)が生じる。そして後期のフェーズでは、反応選択が行われ、この段階で課題セット慣性(task-set inertia; Allport, Styles, & Hsieh, 1994; Allport & Wylie, 2000)の効果が生じる。

第2章では、2012年までの認知コントロールに関する最新の欧米の研究のレビューを行った(嶋田, 芦高, 2012)。第3章では、心理学を学んだことない学生が、心理学という名称から、これまで述べてきたような認知コントロールに代表されるような人間の知的な頭の働き(マインド)が連想されるかどうかを国際調査した。第4章から第6章では認知コントロールに関わるオリジナルの研究について述べた。

(6) 本論文の研究相互の関連

認知コントロールは様々な領域の研究と関連している。図 2-3 では、私と私が所属している嶋田研究室で研究している認知コントロールに関する研究領域とそれらの関連を示した図である。本論文で扱った章番号とともに示した。本論文で述べるができなかった領域も含まれている。本論文の各章の相互の関係の理解に役立つであろう。

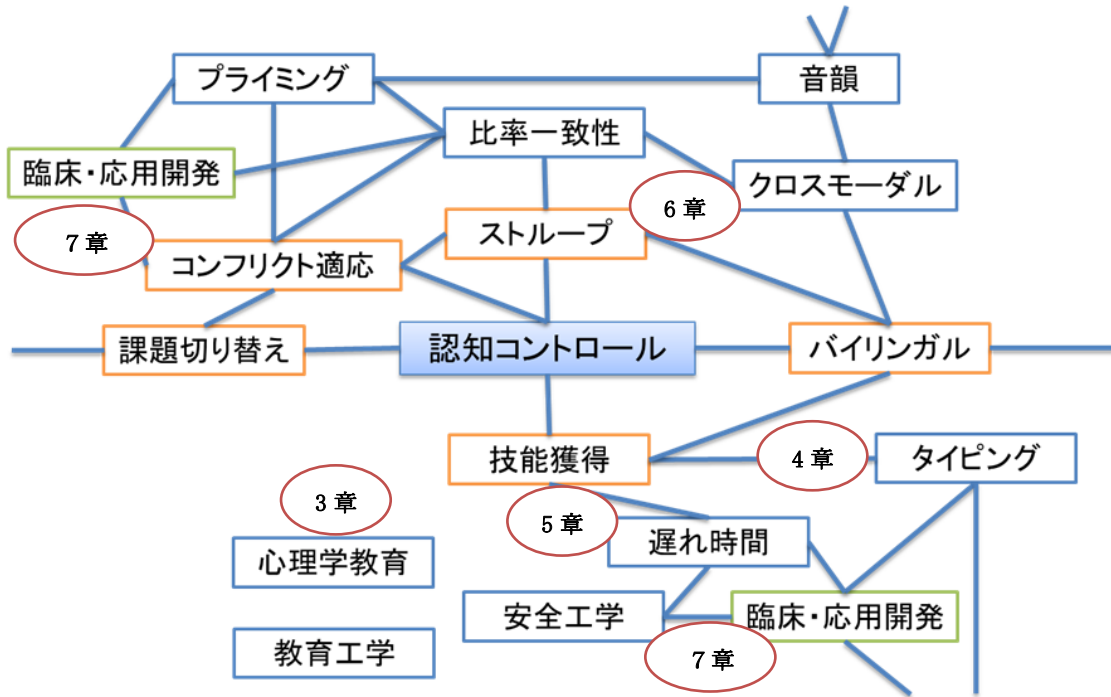


図 2-3 本論文で扱う認知コントロールの関連領域

第3章 心理学の概念

本章の要旨

第1章で述べたように諸外国に比べて日本で認知コントロールの研究が少ないのは文化的な背景が関係しているのかもしれない。諸外国では、感情などを自分自身がコントロールするものとして心理学が捉えられているが、日本では、直接的にコントロールしない感情を扱うのが心理学であると考えられる嫌いがある。本章ではこのような諸外国と日本の認識の違いが、日本での認知コントロールの研究の重要性の低さの原因ではないか、非アカデミックな心理学の概念について調査を行った。日本では、心理学は、ヴント (Wundt, W.) が1879年にライプツィヒ (Leipzig) 大学に心理学実験室を創設した年に成立したと一般に定義されている。我々はアカデミックな心理学には、文化的な違いがなく、文化的影響から離れて普遍的であると信じる。アカデミックな心理学は *mind* を扱う。しかし、アカデミックな心理学の初心者や未習得者がもつ非アカデミックな心理学の概念は、自己の文化によって影響を受けていると予想され、文化固有であると予想される。我々は、日本の学生の非アカデミックな民俗学的レベルの心理学の概念が、情緒を重視するという点で、他の国々の概念と大きな違いを表すかどうか調べた。この推論が期待される理由は、「心理学 (psychology)」が日本語の辞書的な定義で「heart」として代表的なコア概念を持っていたためである。我々は、心理学を学んでいない者を対象として日本、トルコ、スウェーデン、アフリカ諸国、中国で心理学の概念について国際調査を行った。調査の結果、日本はほかの国々に比べて「心理学」に対して非常に強い「感情」項目の連想を示した。さらに、日本での追加調査でも同様の結果を示した。非アカデミックな心理学の概念にこのような差異があるとしても、この問題は、このような国々の大学の初心者にとって心理学の導入教育の方法に問題を投げかける。

(1) 「心理学」のはじまりと現在

Psychology と心理学

認知コントロールは、人間にとって非常に重要な認知機能であるにもかかわらず、柔軟

かつ多くの努力なしに機能するために、ほとんど自覚されない。先に示した認知コントロールの比率一致性効果やグラットン効果も自覚がなくても生じる効果である。しかし、加齢や病気によって同時に複数のことをすることができなくなったり、うっかり間違ったりすることが多くなり、認知機能の低下が顕在的に現れて初めてその重要性に気づくことになる。このような自覚の伴わない機能について、自ら客観的に捉えることは非常に難しいであろう。同様に、心理学の対象は、自覚が伴いにくい感覚、知覚、記憶、学習、認知、思考、言語などの領域を多く含んでいる。したがって、心理学の教育を受けない限り、心理学が何について研究しているのか捉えることが難しいであろう。心理学を学んでいない者の非アカデミックな心理学の概念が文化によって影響を受けているかもしれない。諸外国では、感情などを自分自身がコントロールするものとして心理学が捉えられているが、日本ではこみ上げる感情を扱うのが心理学であると考えられている嫌いがある。というのも、諸外国の多くは大陸に位置し、様々な人種や文化の違いを越えた人間の共通原理を探求しようとするが、日本は島国であり気心知れた相手どうしの違いに興味を惹きつけられるからかもしれない。このような諸外国と日本の認識の違いを解決の一助として非アカデミックな心理学の概念について調査を行った。

クロス文化的な研究は、自己と知性の概念についてめざましい進歩が見られてきた (例えば、Chen, 1994; Markus & Kitayama, 1991)。非アカデミックレベルの心理学そのものの概念についてもクロス文化の違いが予想されるとしても、我々が知る限りでは、このような概念に注目した研究は、過去に一度も問題にされることはなかった。確かに我々はアカデミックな心理学には、文化的な違いがなく、文化的影響から離れて普遍的であると信じる。しかし、アカデミックな心理学の初心者や未習得者がもつ非アカデミックな心理学の概念は、自己の文化によって影響を受けていると予想され、文化固有であると予想される。というのは、アカデミックな心理学は、事実、19世紀に西洋の国で設立され、その後、さまざまな国に導入されたからである。従って、アカデミックな心理学の講義を受けたことのない人々が、何らかの形で心理学についての概念をもつとしても、それらの概念は、アカデミックな心理学とはかなり違っている可能性がある。特に、西洋以外の国々 (東洋の国々を含む) では。というのは、多くの研究は、西洋と東洋の間の概念の違いを捉えてきたからである。たとえば、人格や人間関係について (e.g., Berry, Poortinga, Segall, & Dasen, 2002; Guthrie & Bennett Jr, 1971; Markus & Kitayama, 1998)。ゆえに、アカデミックな心理学を学習していない人がもつ非アカデミックな心理学の概念は、おそらく文化的な差異を内包しているだろう。非アカデミックな心理学の概念にこのような差異があるとしても、この問題は、このような国々の大学の初心者にとって心理学の導入教育の方法に問題を投げかける。というのは、それらは、入門心理学の講義を受ける以前に、アカデミックな心理学とは異なった概念と、文化固有の概念をもつ可能性があるからである。もしそうなら、導入心理学を教える者は、導入教育における文化固有の違いを扱うことに注意すべきである。

「心理学」の素朴概念

日本では、心理学は、ヴント (Wundt, W.) が 1879 年にライプツィヒ (Leipzig) 大学に心理学実験室を創設した年に成立したと一般に定義されている。日本では、心理学は、3つの漢字「心理学」(Chinese characters: “shin-ri-gaku”) からなるワードで呼ばれる。各キャラクターは、中国語キャラクターが表意スクリプトを含むため、固有の意味を有する。さらに、中国語キャラクターの大部分は、主として、象形文字から派生している。「心理学」という文字は、「心」「理」「学」からなっている。しかし、「理」と「学」には問題はない。それらは、それぞれ、ロジックと学問を指している。しかし、「心」は、heart を指している(体の中の大きい赤い器官)。そしてそれは、その臓器を表す象形文字から派生している。

どのようにして「psychology」が「心理学」に翻訳されたのかの問題は、それ自身、日本の心理学にとって重要な問題をもっている (e.g., Nishikawa, 1995)。しかし、いつどのようにして Psychology が「心理学」という用語に翻訳されたのかの問題をここで扱おうとするのではない。(本研究のスコープを超えている)。「心理学」という用語は、日本から中国語キャラクターを共有する他の国々、中国や韓国に輸出されている。そこでは、psychology は、「心理学」と呼ばれている。だれも「心」が一般的に英語の辞書的に heart を指すことに異論はないだろう。さらに、同様に、だれもアカデミックな心理学が mind を扱い、heart を扱わないことに異論はないだろう。さらに、mind が heart と対立概念であることに異論はないだろう。しかし、辞書的には「心」もまた英和辞典および和英辞典では、mind を指している(例えば、國廣, 小西, 1993)。総じて、「心」という用語は、heart, soul, spirit, mind のすべての概念を含み、それらのなかで、heart(「心」)は、その総称を代表している(図 3-1)。しかし、この問題は単なる言葉の問題だけでなく、もっと深い文化的意味を持っているのかもしれない。最近、水野 (2011) は連想語調査を 600 名を超える日本人大学生を使って行った。この研究において、学生の調査対象者に、ターゲットワード(漢字とかな)が提示され、3つの連想語を各ワードについて書かなければならなかった。ターゲットワードは「心」と「心理」を含んでいた。上に述べたように、「心」という文字は、heart, soul, spirit, and heart のすべての概念を含んでいるはずであり、heart(心)が総括的な用語として代表している。しかし、実際は、もっとも高い連想価をもつ「心」に関する連想語は「心臓」(身体の中の赤い臓器としての heart)であり、mind のような知的な概念は、「心」に関する連想語として全く現れなかった。この問題は、根深い問題に光を当てる。というのは、もっとも高い連想語をもつ「心理(心理学)」は、「心」「心理学」「学科」(大学における department)および学問(wisdom)を含み、対象学生には、心理学の部門に所属している者が含まれていると推測されたからである。

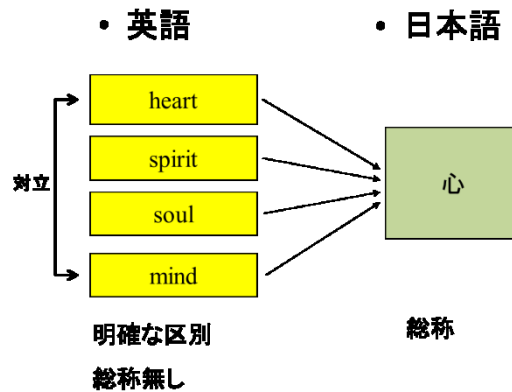


図 3-1 ころ

本論文で扱う問題は、日本の大学における入門心理学の教育に関与している。日本の心理学の導入コースの学生たちが授業を取るとき、もしも、彼らが、heart の概念を心理学として持ちつつ、心理学に出会うなら、彼らは、mind の誤解のため、心理学の核心の理解に困難を感じる可能性があるだろう。しかし、日本では、この問題は一般には、認められていない。というのは、「心の世界」というようなタイトル (the world of mind) が日本の多くの教科書に多く見られるからである。初心者の学生は、めったに英語で心理学の知識を得ることはない。そして彼らは、主に日本語で翻訳された形でのみ心理学の知識を得る。例えば、心のシミュレーション (The Computer and The Mind – An Introduction to Cognitive Science)、心の社会 (The Society of Mind) や脳と心 (Brain and Mind) などの本のタイトルがある。ゆえに、彼らは、彼ら自身が英語で書かれた心理学の本を読まない限り、めったにこの問題に気づくことはない。

(2) 国際比較調査

本研究は、導入コースの日本人学生と他の国々の学生とで心理学の概念のクロス文化比較を実施するために Likert タイプ尺度を用いた (例えば、Lee, Jones, Mineyama, & Zhang, 2002)。彼らのだれも心理学の講義を受けたことがなかった。この方法は、5 件あるいは 7 件法の使用と文化的な問題について批判されてきたとはいえ(例えば、Chun, Cambell, & Yoo, 1974; Heine, Lehman, Peng, & Greenholtz, 2002; Hui, & Triadis, 1989; Roster, Rogers, Albaum, 2003), 「心理学」という用語それ自身が、いくつかの言語に翻訳されているため、我々は、心理学概念について直接質問を行うことはできなかった。この方法が完全でないにせよ、これが少なくともこのトピックで最良の方法である。クロス比較は心理学から予め選択された連想を使ってのみ可能である。というのは、自由連想法は、膨大な連想ワードを作り出し、さらに問題を混乱させるからである。

リッカート尺度に伴う統計学的問題を扱うが、先行研究は母集団の正規性と分散の均一

性にに基づく統計検定には不十分なデータを算出すると論じてきた (Nanna & Sawilowsky, 1998, p. 56)。というのは、リッカート尺度は、順序尺度を利用し、連続値ではなく離散値を扱うためである (e.g., 1 から 5 段階または 1 から 7 段階; see Floyd & Widaman, 1995)。Nanna and Sawilowsky が指摘したのは、同様の議論で、順序尺度で測定されるデータはノンパラメトリック統計を用いて分析するべきということである。これらの著者たちは、リッカートデータが Wilcoxon ランクサム検定を用いるときの方が、パラメトリック統計としての t 検定に比べて、強い比較的な検定力を産出するという証拠を見出した。我々はこの指摘に従い、順位尺度としてリッカート尺度を使った。

この方法を用いて、我々は、日本の学生の非アカデミックな心理学の概念が、他の国々に比べて感情に有意な強調を表すかどうか調べた。本研究で我々は日本と他の国々の学生間のクロス文化の比較として心理学の非アカデミックな概念に関して質問紙を実施した。我々は、我々の心理学概念に関するリッカート尺度の反応データを順序尺度として扱ったとき、日本人の学生の評定が heart との連合を好むアンバランスの歪んだ分布を表すだろうと期待した。

目的

我々は、日本の学生の非アカデミックな民俗学的レベルの心理学の概念が、情緒を重視するという点で、他の国々の概念と大きな違いを表すかどうか調べた。この推論が期待される理由は、上に述べたように、「心理学 (psychology)」が日本語の辞書的な定義で「heart」として代表的なコア概念を持っていたためである。本研究は、日本の学生の心理学の非アカデミー概念と、他の国々の非アカデミー概念の国際比較に関する質問紙を実施した。我々は、順序尺度としてのリッカート尺度が、日本人学生の心理学の概念の評定の heart に関連した (感情を強調した) アンバランスな分布を表すだろうと期待した。

方法

参加者

このプロジェクトに参加したのは、何らかの形で過去に心理学の講義に参加しなかった者であった。彼らは、多くの国からの 456 名の学生であった (日本、259 名; トルコ、89 名; 中国、23 名、その他の国々、85 名)。他の国々は、インド、アフリカと中東を含んでいた。彼らは、日本と中国をのぞいて、船員学校に所属していた。日本については、彼らは、2 つの一般大学 (1 つは国立大学、1 つは私立大学、1 つは短期大学) の新生であった。中国の場合、回答者は日本の大学における PRC からの留学生であった。中国人のデータは、比較的少数のため、共通の表意文字を共有する特別な文脈でのみ使用された。

質問紙

質問紙は 5 件法の Likert 尺度上の 16 項目からなっていた。参加者は以下の質問を問われた。「あなたは psychology というワードを読むとき、すぐにどのワードが思い浮かびますか?

連想の程度に従って、適切なボックスをチェックしてください。」Likert 項目の項目名は、動物、情報、言語、勉強、宗教、感情、遊び、思考、超能力、対人関係、文学、子ども、大脳、工学、コンピュータ、感覚だった。項目の順序は、回答者によってカウンターバランスされた。Likert 項目の評価は、(1) 全く不同意; (2) 不同意; (3) どちらでもない; (4) 同意; (5) 全く同意を含んでいた。日本と中国では、質問紙は、それぞれ日本語と中国語で書かれていた。トルコと他の国々は英語で書かれていた。

結果と議論

我々は、3つの国の各項目について平均値 (標準誤差つき)、標準偏差 (SD) とモードだけでなく、上で述べた分類スキームを使って分布パターンを表す歪度と尖度も計算した (付録 1)。次に、我々は各項目について正規分布からサンプルの評定分布がどの程度偏っているのかを調べた。Likert 尺度が順序尺度なので、我々は、正規性仮説に基づいて、特殊な分布を決める5つの以下の基準を採用した: つまり (1) 平均値が5件法で4以上または2以下であること (そのことは最大値または最小値に近いことを意味している); (2) 最頻値が5または1であること (尺度の最大値または最小値を表している); (3) SD が.1以下であること (分散の極端な少なさを表している); (4) 歪度が+1以上または-1以下であること (マイナスサインは低いスコアが左の裾野に向かって平均値を引っ張っている分布を表している [ネガティブに歪んだ分布]; プラスのサインは右の裾野を表している [右に歪んだ分布])。 (5) 尖度の絶対値が1以上であること。

我々は、以下のようにこれらの規準に対応する項目を抽出した (付録 1 では、基準のそれぞれに対応している数値をボードで表現している)。すべての項目、すべての国を通して、日本における一つの項目 (感情) だけがこれらすべての規準を満たした。この項目 (感情) の場合、平均値は、4.54 だった; 最頻値は5 だった; SD は.660 だった; 歪度は-1.47 だった; 尖度は 2.21 だった。トルコと他の国の場合は、平均値は 3.99 と 4.04 だった; 最頻値は 4 と 4 だった; SD は.947 と.786 だった; 歪度は-.80 と-.64 だった; 尖度は.58 と.31 だった、それぞれ。これらの結果はトルコと他の国々の学生に比べて、日本人の学生の特異性を示している (図 3-2)。

Wilcoxon ランクサム検定は、日本人のサンプルのこの発見がトルコと他の国々と比べて極端に統計的に異なっていたことを表した ($p < .001$; $p < .001$; 日本対トルコおよび日本対他の国々、それぞれ)。同じノンパラメトリック検定を用いて我々は、トルコと他の国々とに有意な違いがないことを見出した ($p > .05$)。さらに、日本人の学生のサンプル間 (国立大学、私立大学) の違いを調べた (図 3-3)。図 3-3 が示すのは、両サンプルともに極端に負に歪んだ分布である。国立大学と私立大学では、それぞれ平均は 4.68, 4.44、最頻値 5 と 5、標準偏差は.588 と.694、歪度は-2.22 と -1.10、尖度は 6.26 と.90 である。Wilcoxon ランクサム検定は、二つのサンプル間に有意な差を示した ($p < .01$)。彼らの大学入試のための高いレベルの学力を求められる国立大学のほぼすべての参加者 (97.3%) は心理学の連想に関

して感情に関して、リッカート尺度で 4 または 5 として評定した。これに対して私立大学の学生は、より少ない 91.2% が評定した。これらの発見が示唆することは知的レベルの高い者が、辞書的な定義ができるため、歪みに表意的な辞書定義が影響したことである。さらに詳しくこのことを調べるために、同じ分析を絵画で勉強している中国人学生からのデータについて分析した ($n=22$)。というのは、二つの言語が表意スクリプト心理学のいくつかの特徴を共有しているためである。期待したとおり、感情についてのリッカート得点の分布は日本人の分布に似ていた。平均 4.04、最頻値 5、標準偏差 1.107、歪度 -1.19、尖度 1.17 だった (図 3-2)。

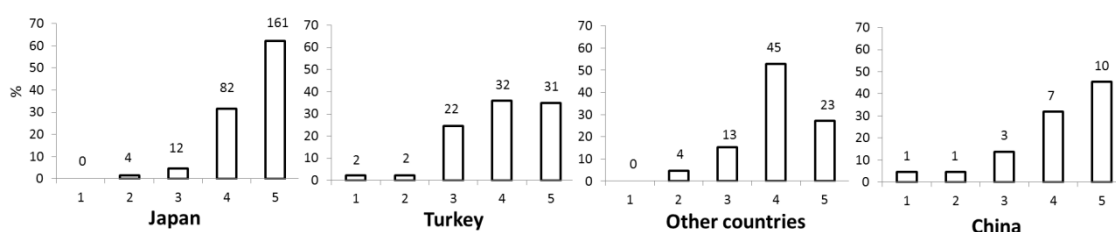


図 3-2 研究 1 における心理学と連想した感情の評定分布

横軸は 5 件法としてのリッカート得点を表している (本文参照)。縦軸とバーの上の数字は、それぞれ与えられたサンプル数に比した与えられた率を選択した者のパーセンテージと、そのカテゴリーを選んだ参加者の数を表す。

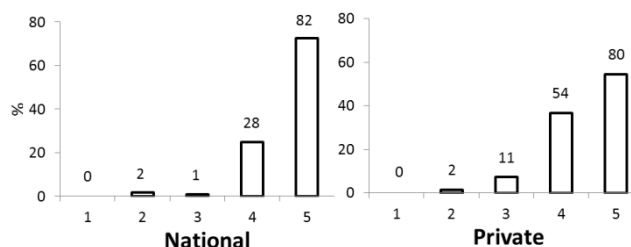


図 3-3 研究 1 における日本のサンプルについての、大学のタイプ (国立大学 vs. 私立大学) の関数としての psychology との連想の感情の評定分布

(3) 日本での調査

目的

研究 1 は日本人の参加者の心理学と連想した感情の極端な歪んだ分布が他の国々に比べて著しいことを表した。同様の傾向は、中国人の留学生にも同様に現れた。それに加えて、この傾向は、日本の学生の中でこれらの著しい結果は、高度な入学試験レベルをもつグループで低レベルのサンプルに比べてさらに著しかった。これらの結果が示唆しているのは、

この用語を *psychology* とどれだけ強く学生が連想するのかに *heart* としての心の辞書的定義が大きいほど影響が大きいということである。しかし、厳密に言うと、日本人と中国人は母国語で調査を受け、その他の国は英語で調査を受けたため、英語への翻訳の問題の可能性が残された。そこで研究 2 では、我々は日本の新入生の研究を実施し、そのなかで参加者は、英語の *heart* と *mind* の定義を日本語で説明を受けた後、*heart* か *mind* のどちらが *psychology* と密接に連想しているのかを示すように求められた (質問 B)。別の調査で我々は、*psychology* が *heart* と *mind* ともに広がっているのか、あるいはこれらの構成要素の一つだけに広がっているのかを直接問うた (質問 C)。

方法

参加者

599名の学生が研究 1 と同じ母集団から選択された。しかし、彼らのだれも研究 1 に参加しなかった (国立大学、私立大学それぞれ 195 名と 404 名の日本の学生)。参加者のだれも心理学専攻ではなかった。参加者は全員今までに公式心理学授業に参加したことはなかった。参加者は 3 つのグループに分けられた: (1) 質問 A は国立大学の学生 ($n = 195$)、(2) 質問 B は私立大学の学生 ($n = 270$)、(3) 質問 C は私立大学の学生 ($n = 134$)。

質問紙 A

この質問紙は日本語で以下の 2 つの質問からなっていた。「(1) あなたは心理学から知能または感情のどちらを連想しますか? (2) あなたはテレビ番組または本から心理学についてなんらかの知識を得たことがありますか?」

質問紙 B

この質問紙は、日本語で以下の質問からなっていた。「*heart* は我々が制御できない心の感情的な部分であるのに対して、*mind* は認知処理や言語習得と関連する心の知的な部分を構成します。心理学というワードと主に連想するのは *heart* と *mind* のどちらか評定してください。」この質問は、英語における僅かな違いを扱っている。ゆえに、質問は質問に先立って、日本語での英語ワードの *heart* と *mind* の背景的な説明を必要とする。というのは、日本人学生には英語でこれらのワードの明確な理解を持たない者がいるからである。

質問紙 C

この質問紙は、質問の最後を除いて質問 B と同一だった。変化は以下のとおりだった。「心理学は *heart* または *mind* のどちらかを扱うと考えますか? それとも、心理学は *heart* と *mind* の両方に関与していると考えますか? もしもあなたが前者に合意するなら、*heart* と *mind* のどちらに多く関係しますか?」

結果と議論

我々は質問 A に対する二つの答えを検討した。これらの参加者のうち、86 名は、TV プログラムまたは本から心理学について知識を得たと報告した。学生の大部分 (82.1%) は psychology と強く連想するのは、感情だと選択した、 $\chi^2(1) = 80.1, p < .001$ 。それは心理学の知識を主にテレビ番組や本から得ていたことと無関係だった、 $\chi^2(1) = .29, p > .05$ 。これらのデータはさらに、psychology と連想される heart の非アカデミックな概念がその表意的な辞書定義にもとづいて導入心理学学生の中で行き渡っているという我々の発見を強化する。

我々は、質問紙 B からデータを集めた。我々は回答なし及び妥当でない答えを除いた ($n = 30$)。統計的分析が実施され、残りの参加者 ($n = 240$) のデータを調べた。全般的に、144 名の参加者は mind を選択し (60%)、96 名の学生は heart (40%) を選択した。mind を選択した多くの学生は heart を選んだ学生に比べて多かったとはいえ、 $\chi^2(1) = 9.60, p < .01$ 、我々は 60% が mind を選んだという発見に焦点を当てる。そのことが示唆しているのは英語ワードの mind の背景の定義が mind と psychology との強い連想の学生の知覚に影響していたということである。

もっと重要なことに、質問紙 C は、日本人の参加者特有の結果を表した。我々は回答なしと妥当でない答えを除いた ($n = 14$)。その後で、我々は残り 120 名の学生の 114 名 (95%) が、心理学が mind と heart 両方に関係していると答えをしたことを見出した ($\chi^2(1) = 97.2, p < .001$)。最終的な 6 名のうち 3 名は心理学が heart に関係していると答え、3 名は mind に関係していると答えた。

我々は参加者に英語ワードの heart と mind を日本語で背景的な説明を提示した。そして psychology の定義に関係するものとして認知プロセスや言語習得を含めた。しかし、学生の 40% は heart を選択した。このことは psychology の heart との連想の頑強さを示唆している。もっと重要なことに、日本人の学生は大部分が、psychology が heart と mind 両方に実際にまたがることを表した。

(4) 心理学の導入教育における「心」と「マインド」の区別の重要性

本研究は、日本人の導入心理学の学生が、他の国々の学生との比較において以下の点で心理学の非アカデミックな概念の評点で有意に異なっていることを示した。日本人の学生の感情の評定は極端に負に偏った分布をもつことが見出された。日本人の学生の大部分 (75%以上) は、5 件リッカート尺度で強い同意を選んだ。このことが示すことは、感情が心理学ともっとも密接に連想すると知覚されていることである。さらに、日本人の学生の中で、感情の評定分布は、典型的な J-曲線を形成した。導入で述べたように、Psychology から

翻訳されたワードの心理学は、日本語のキャラクター、心を含んでいる。英語の heart は、体のコアおよび中央にある体の中の赤い器官を意味する。日本語（および中国語）の心はこれらの意味を同時にすべて意味する。さらに、mind もまた psychology が心理学を指すため、心としても知られている。しかし、この問題は、日本で顕在的に調べられたり論じられたりしたことがないため、たいていの日本人の心理学研究者は、そのことに自覚がない。オールポート (F. H. Allport) によって提出された J 曲線仮説は、ステレオタイプのような社会的な規範および態度を説明するために利用されることが多い (Allport, 1962; Allport & Solomon, 1939)。

この極端に偏った評定は、社会的態度だけではなく、「心理学」のようなワードの連想に基づく概念に関する認知的な意志決定に現れるのかもしれない。非アカデミックな心理学と連想される概念についての認知決定は、参加者の文化的な背景を反映しているのかもしれない。ゆえに、もしも、大部分の人々が共通の社会的背景に根ざす概念の共通の理解を共有している場合は、このグループのメンバーは、真にありふれた性質の共通性を共有するのかもしれない。参加者はそれらを自覚していないのかもしれないとしても、彼らの行動と決定は、それにも関わらず、社会的規範に同調し、その文化のメンバーに自明な文化的な影響を表すのかもしれない。このことは、導入心理学の日本人学生にとっても当てはまるのかもしれない。

J 曲線仮説は、通常、社会心理学において、社会規範に対する同調性や社会的規範の情報を説明するために社会心理学に適用されてきた。この仮説に沿うと、日本における導入学生のなかで観察される心理学の理解が、日本で今まで研究されていなかった理由が、この理解がグループメンバーの大部分の間で優勢な意見を反映しており、自明だと考えられているためなのかもしれない。

我々の研究が表したのは、日本人学生の間に見られる心理学の非アカデミックな概念が、感情の方向に向かってステレオタイプ的に定位していたことを表した。heart と mind は、対立する極だと概念的に理解することができる。この非アカデミックな概念の理解は認知的な働き、思考、記憶、言語を理解する学生の能力と干渉するかもしれない。研究 2 は、heart の日本人の概念の頑強さを表した。mind と heart の我々の説明の提示にもかかわらず、学生の 40% が心理学と連想しているものとして「heart」を選んだ。説明なしでは、ほとんど普遍的に日本の学生は、psychology と連想しているワードとして、知性ではなく感情を選んだ。さらに決定的なことに、学生の大部分は、心理学が「heart」と「mind」を両方扱おうと考えた。

この問題は今まで一度も日本において顕在的に問題とされたことがない。我々が推測するのは、この問題の自覚の無さは心理学の言葉の定義によるのかもしれないというものである。それは、漢字キャラクターの表意的な意味に基づいており、それは、日本の人々の大部分によってそれはおそらく大多数の人間によってほとんど全員一致で受容される。

我々の研究は、このトピックを詳細に研究した最初である。この研究は、先進国からの

導入学習者のサンプルが限られているとしても、他の国々の参加者の質問がおそらく母国語でない英語で行われたために翻訳の問題が潜在的に残るとしても (研究 1)、総合的に見ると、心理学の特殊な概念が日本の学生の中に観察された。水野の研究 (水野, 2011) が示唆するように、心理学部の学生が、この概念をもっているようである。それは、強く感情に向かって定位していた。心理学の潜在理論は、文化の中で根が深すぎるため、心理学授業のコースワークに対して単に出席するだけでは影響されないのかもしれない。これらの結果は同様に、知能のような概念が、プロフェッショナルの心理学者とアマチュアで同じように捉えられていたことを示した先行研究と合致していた (e.g, Sternberg, Conway, Ketrin, & Bernstein, 1981)。日本におけるこの問題に関する先行研究がかけていたことに基づいて、我々は、この傾向の自覚の欠如が、学生だけでなく、日本の研究者にもあるのかもしれないと考える。さらに、研究者それ自身がこの問題に無自覚なのかもしれない。一般的に言って、心理学の理解は、学生にとって困難であると言われている。さらに、多くの学生は心理学の授業に参加したときにアカデミックな心理学に失望する傾向がある。というのは、彼らの心理学の概念が彼らが始めて出会うアカデミックな学問と食い違っていることが多いからである (多田ら., 1980)。しかし、この問題は、今までに深く探求されたことがなかった。ゆえに、序論で述べたように、学生にわかりやすく心理学を導入するために、タイトルに「こころ」を含む心理学の本が多くある。我々は、善意から多くの著者たちが、日本語の用語を使って、心理学を学生に勉強を促そうと努力しているにせよ、このアプローチは、実際には、学生の理解を妨害しているのかもしれない。

代わりに我々が示唆するのは、日本の導入教育でこころを使用するのではなく、mind の外来語としての英語の発音のみを表す (それは意味を指していない) カタカナスクリプトのマインド /ma.i.N.do/ を使うことである。日本では、多くのカタカナスクリプトがある。特に、コンピュータ用語 (e.g., ウェブ /we.bu/ for web)。事実、経営学の研究者は、マインドを使用して、business manager (経営者) の mind が日本語の「こころ」ではなく、「マインド」として翻訳することを示している。もしもある会社の経営者が他の会社と合併を意図する場合、この決定は、日本の会社で心ではなく mind (マインド) の問題であると理解される。しかし、日本の心理学者は、心理学の潜在理論からバイアスを受けている。というのは、psychology が心理学を指すからである。日本の人々は、「心」が学校でいじめられた子どもたちに適用されるだけでなく、政府の政策を実行する大統領には適応できないことを自覚すべきである; その代わりに「マインド」は大統領に利用できる。「心」は弱い状態の人々にとって親和性がある。我々が示唆するのは、人々が「心」や「こころ」を使用するのではなく「マインド」を使用することである。というのはカタカナスクリプトのマインドは日本人の人々になじみがあるからである。このアプローチは、学生だけでなく、心やこころと mind の違いを研究者が理解するのに役に立つ可能性がある。そしてこの違いの自覚を促すのに役立つかもしれない。

将来の研究は、学生の母集団における心理学専攻を研究することによってこの概念の学

教唆の程度を調べるべきである。我々は導入心理学教育を論じるとき、心理学の非アカデミック概念に影響する文化的背景を無視することが多い、特に日本では。歴史的に見て、先進国になる途上で、日本は西洋文化を早くから採用してきた。ゆえに、日本の人々は一般にアジアの研究者からの土着心理学の概念の提案 (e.g., Ho, 1998) に反して、彼らの文化のユニークさの自覚がない。しかし、日本における心理学の潜在理論はまさに文化固有の特性をもっていた。本研究が示唆するのは、日本における導入学生によってもたれている非アカデミックな概念の理解に基づいて研究者が導入心理学を教育することが重要だということである。

第4章 キーボードタイピングにおける階層的コントロール

本章の要旨

心理学が始まって以来、身体的な反応に対して、知的な働きがどのようにそれらをコントロールしていくのかは、心理学の歴史で問題になり続けてきたが、第3章では心理学の概念が日本で「heart」に偏っていることを示した。第2章で行った研究レビューからわかったことであるが、認知コントロール研究が、指反応（マニュアル反応）をベースに研究されていたことであった。タイピング技能は身体性（指の運動）に対して、マインドがどのように介在しコントロールするのかを調べるのに有用である。タイピングは、一定の配置のキーボードに対して、特定の指の運動で反応することが特徴である。本章の冒頭でタイピング技能における階層的コントロールのレビューを行った。タイピングは単なる指の運動ではなく、言語活動に関わる高度な認知活動であることを示した。さらに、タイピングに関する研究を行う有用性について述べた。本章の後半は3つの実験（日本でのキー配置の自由再生課題、アメリカでのキー配置の自由再生課題、タイピング技能の獲得）を使って、階層的コントロールについて調べた。日本とアメリカでのキー配置の自由再生課題では、タイプすることに熟達しているにもかかわらず、キー配置の顕在的な記憶が脆弱であることを示した。この結果は、初心者の遂行の顕在的知識と熟達した遂行の潜在的知識とを結びつける自動化の理論と一貫している。さらに、タイピング技能の獲得の実験では、新規のキー配列のキーボードを用いることにより、未熟な状態から熟達した技能までの経過を調べた。新規のキーボードは少数の8つのキーのみを使用し、短期間でタイピング技能を熟達させた。日本語のローマ字入力におけるオーバーラップの効果が、技能習得の初期に現れ技能の熟達を阻害することを示したが、後期では効果が消失した。この結果は、繰り返し文字を入力することで階層的コントロールの内的ループを促進させた可能性を示した。

(1) 階層的コントロールとは

タイピング

タイピングは、PCの普及に伴って、どこにでも見られる技能になっている。そしてタイピングを一旦習熟すると、熟練に伴って、指の運動を自在に行うことができることを多くの人達が知っている。そのため、身体性(指の運動)に対して、マインドがどのように介入しコントロールするのかを調べるための有効な材料になっている。

第3章では日本の非アカデミックな心理学の概念が知的な脳の働きではなく、コントロールできない感情に偏っていたことを示した調査研究であった。これに対して、これ以降の第4章から第6章では、認知コントロールの各論に移り、日本の非アカデミックな心理学でほとんど注目されていない心理学が研究の対象とする知的な脳の働きを、日常にありふれた刺激材料を用いた実験を実施し検討した。人間は、多くの練習を経て技能が熟達すると、多くの注意を必要とせず様々な活動を容易に行えるようになる。しかし、練習を重ねることで容易にできるようになった技能は、自動的に遂行できるため、熟達した技能をどのように容易に遂行しているのかを自ら説明することができないことがほとんどである。むしろ、熟達した技能をどのように遂行しているのか自ら意識的にモニタリングすることで、遂行成績は悪化する研究が多くある。

本章では、キーボードタイピング技能について研究した。タイピング技能も先ほど述べたように、始めは苦勞して文字を入力していたとしても、多くの練習を積むことで1秒間に5,6回も正確に入力できるようになる。この技能は単なる指の運動が向上し、勝手に指が動くようになったのではない。人間の高度な認知機能である言語活動と関わり、途中で入力を止めたりするようなコントロールも可能である。熟練したタイピストが画面を見て文字をタイピング入力するとき、指の一つ一つのストロークは自覚していない。例えば、「タイピング」と入力するとき、タイピングというひとかたまりのワードを入力するのであって、「タ」「イ」「ピ」「ン」「グ」と一つ一つキーを探しながらタイプすることはない。つまり、タイピストは文字を入力しようとはしているが、どのように指を動かすのかを意識しておらず、それにもかかわらず1秒間に正確に何度もキーを入力することができる。第2章でも述べたように、習得した技能の自動性をどのようにコントロールしているのかが、現在の認知心理学で重要なテーマである。また、心理学が始まって以来、このような身体性に対して、マインドがどのようにそれらをコントロールしていくのかは、心理学の歴史で問題になり続けてきた。

タイピングとストループ効果

キーボードと聞いて一般的に思い浮かべることは、「人間とパソコンをつなぐインターフェイス装置である」ということである。他にも、会社や学校ではほぼ毎日使用している装置であるということや、不思議なキーの並びをしていることをイメージするかもしれない。

現在、最も一般的に使用されているキーボードの並びは、QWERTY 配列と呼ばれるキーの並びのものである。一般的には 1980 年代以降に急速に普及し、現在では、パソコン普及率が 80%程度となるほどであり、キーボードとタイピング技能はありふれたものになっている。

このような一般的な認識とは別に、キーボードタイピングは人間の高次の認知機能に関わっている。認知的側面からキーボードタイピングを考えると、言語活動に関わっていたり、高度な運動技能が要求されたりするなど、さまざまな高次精神活動と関わっている。タイピングを言語活動の側面から考えると、メールなど日常のコミュニケーションに限らず、報告書や論文などの正式な文書もタイピングによって作成されている。つまり、私たちの言語活動の多くの部分がタイピングによって行われている。

ローガンとズブロドッフ (Logan & Zbrodoff, 1988) は口頭反応ではなく、コンピュータキーボードで反応するストループ効果について研究した。キーボードを使用することで一文字ごとの入力時間を測定できる。彼らは刺激提示から第一文字の入力までの反応時間とワード全体を入力するのに必要な入力持続時間に関心があった。つまり、不一致条件 (あか色の BLUE) で「red」と入力する場合と、一致条件 (みどり色の RED) で「red」と入力する場合とで、反応時間と入力持続時間 (r から d を入力するまでの時間) に違いがあるかどうかに関心があった。もし、ストループ効果が反応選択時あるいはそれ以前の処理からだけ生じるのであれば、反応時間だけに効果が現れるはずである。もしストループ効果が実行プロセスからだけ生じるのであれば、入力時速時間に効果が現れるはずである。実験の結果、一致性の効果は反応時間のみに現れ、入力持続時間には現れなかった。この結果は、口頭反応での結果と類似していた。つまり、不一致条件の反応時間が一致試行の反応時間よりも遅く、音声持続時間には一致性の条件による違いが現れなかった。したがって、タイピング反応は口頭反応と類似した言語産出活動であり、選択と実行がモジュールに分離されていた。最近になって、タイピングのモジュール化はタイピングの階層的コントロールとして発展し、研究が進められている (Logan & Crump, 2011)。つまり、マインドでタイプする文字をコントロールするのと、一連の指の運動としてタイピングをコントロールする 2 つのコントロールがあると考えられている。入力すべき文字のコントロールは上位のコントロールであるのに対して、一連の指の運動は下位のコントロールである。彼らは前者を「外的ループ (outer loop)」後者を「内的ループ (inner loop)」と呼んで区別している。

この章で述べる研究は、これら二つのループがそれぞれ別個に働いており、内的ループに属する指の運動のコントロールがどちらかという潜在的な手続き的な記憶に関係し、外的ループに属する単語の認識は、顕在的な宣言的な記憶に関係しているようであるという証拠をつかむその先鞭になった研究となったものである。具体的に研究の概要を述べる前に、もう少し、階層的コントロールについて述べる。

認知コントロールと階層的コントロール

ローガンとクランプ (Logan & Crump, 2011) によると、階層的コントロールのアイデアは古く、1950年代の行動主義者に対する認知革命で重要な問題だったという (Lashley, 1951; Miller, Galanter, & Pribram, 1960)。そして、階層的コントロールは現在も認知科学及び認知神経科学のエクゼクティブ・コントロール理論によって引き継がれている (Badre, 2008; Cooper & Shallice, 2000; Logan & Gordon, 2001; Miller & Cohen, 2001; Norman & Shallice, 1986)。

ローガンとクランプとその仲間たちは、熟練したタイピストのコントロールを調べ、そのなかで、階層的なコントロールを見出している。タイプライティングの研究が認知コントロールとして行われた背景は、ストループ課題において、タイプライティングでボカール反応と同じ結果が得られたというローガンとズブロドッフ (Logan & Zbrodoff, 1998) の結果が引き金になっている (第2章参照)。欧米では、PCの普及によって、タイプライティングは、一部の職業人の特殊なスキルではなくなった。ローガンとクランプ (Logan & Crump, 2011) によると、「356名の大学生の年齢のタイピンとで我々は平均タイピングスピードが一分間に67個のワード (SD = 19; range = 21-113) だった。一昔前のプロフェッショナルのタイピストに似ている。調査した246名のタイピストでは、タイピングをスタートした平均年齢は10歳だった。彼らは、10.8年間タイプをし、現在、コンピュータで一日あたり4.4時間費やしていた。」

日本の大学生のタイピングスキルが低いのはそれ自身、研究テーマであり我々の研究テーマであるが、ここでその問題に触れずに先に進むことにする (4(4)章参照)。ローガンたちは、このタイプライティングのスキルに早い段階から注目した。もっとも初期の目覚しい成果は、タイプライティングによるストループ効果である。つまり、カラーを声に出して命名する代わりにタイプライティングを行った (Logan & Zbrodoff, 1998)。タイプライティングによる反応時間、つまり、色のついた色名单語のカラーが提示されてから、第一文字をタイプするまでの潜時は、不一致刺激のときの方が、一致刺激あるいはニュートラル刺激に比べて遅れるという通常のストループ効果が見られた。ここでもっとも重要なことは、不一致刺激に対する反応の潜時の増加は、その後の文字間のストローク時間の増加をもたらさなかったことである。つまり、タイプをおこなうときの一文字一文字のスピードには影響せず、タイプライティングがモジュール化されており、初動に対するコマンドによってモジュール化されたアクションが動くということを見出したことである。

タイプライティングは、直列的なストロークを取り出せる反応である。他のアナログ的な運動に比べて、反応のシーケンスを調べるメリットが多い。このようなモジュール化されたアクションは、後の研究に大きな影響を与えた。ローガンとズブロドッフ (Logan & Zbrodoff, 1998) はこの段階でカプセル化という言葉を使っている。クランプとローガン (Crump & Logan, 2010) は、タイプライティングにプライミング技法を適用した。タイピストに、プライムとして5文字あるいは7文字のワードが与えられた。幾つかの試行では、プライムの後にそれ自身が続いた。タイピストはそのワードをタイプした。別の試行では、

プライムの後に一つの文字が続いた。タイピストはその文字をタイプした。文字はプライムワードの中の第一文字、真ん中の文字または最後の文字だった。プライムの中に出現しなかった文字のこともあった。我々は、文字がプライムの中で出現した方が、出現しなかったときに比べて単一文字をタイピストが速くタイプすることを見出した。そのことは、プライムがその構成要素文字のすべてを活性化したことを示唆している。プライミングは、真ん中の文字や最後の文字に比べて最初の文字で大きかった。しかし、真ん中の文字や最後の文字のプライミングには違いがなかった。このことは、最初の文字に利益があることを示唆している。それはおそらくそれが最初にタイプされねばならないためである。しかし、途中の文字と最後の文字が同様に活性化された。

ローガン(Logan, 2003b) は、タイピストに、中央の凝視点の左右どちらかに提示される単一ワードをタイプさせた。3つのタイプのワードがあった: LEFT/right ワードは、すべてのワードが、完全に左右の手のどちらかでタイプされるように構成されていた (例えば、rest)。LEght/riFT ワードは、最初の二つの文字がひとつの手でタイプされ、残りの文字が別の手でタイプされるように構成されていた (例えば、swim)。サイモン効果は、ひとつの手で多くの文字がタイプされるほど強くなるはずである。また、手をまたがって文字を割り当てると、効果を弱めるはずである。この予想と一致して、サイモン効果は、LEFT/right と LEght/riFT ワードのほうが、Light/rEFT ワードに比べて強かった。

リュウ、クランプ、ローガン (Liu, Crump, & Logan, 2010) は、熟練したタイピストに、キーボード上のキーの相対的位置の顕在的判断を行わせた。タイピストに彼らがキーに向かっていると想像するように求めた。キー (例えば、F) がキーボードの特定の方向 (例えば、space bar) に向かっていることを想像するように求めた。キーボード上の文字の顕在的知識と潜在的知識の相対的正確性を比較することを可能にした。顕在的判断において、正しい位置と判断された位置との距離の標準偏差 (距離エラー) は 28 mm だった。クランプとローガン (Crump & Logan, 2010) は、フィードバックをキーボードから得ているというアイディアを調べるために、キーを押すことができないフラットなキーボードや、レーザーキーボードを熟練タイピストに使用させた。明らかにタイピングスピードが遅れた。反応時間は、144 ms (21%) 遅くなった。

ローガンとクランプ (Logan & Crump, 2010) は熟練したタイピストに手元を見えないようにして、画面だけに集中させ、タイプすべきテキストの下に、実験参加者がタイプした文字が表示されるようにすると、実際は、実験参加者がミスをしたのではなく、コンピュータのプログラムによって導入されたミスでありプログラムによって修正されたにもかかわらず、実験参加者は、自分がタイプして修正したと思い、そのことに気がつかなかった。修正されたエラーを正しい反応と報告し、挿入されたエラーを実際のエラーと報告した。一連の研究で熟練したタイピストが、指のコントロールを行う内的ループ (inner loop) と、画面を見てタイプする目標をコントロールする外的ループ (outer loop) の2つのループがあることがとらえられた。彼らはなぜこのような二重ループがタイプライティングで生じ

るのか、その原因をモジュールの接続に帰着させた。つまり、タイプライティングの前に、言語能力が先に十分発達し、それに後からタイプライティング能力が継ぎ足されるのである。

ローガンとクランプ (Logan & Crump, 2011) は、熟練したタイピングを、外的ループと内的ループの二つの層からなる階層的コントロールを提案した (図 4-1)。外的ループは文を理解し、文をワードに分解し、ワードを内的ループに送る高次のコントロールプロセスである。内的ループは、外的ループからのワードを受け取り、ワードを入力するための運動をプランニングする低次のコントロールプロセスである。階層内の各パートは情報の別個のソースをモニターするフィードバックループからなっている。外的ループは、コンピュータモニターでタイプされるワードをモニターする。そして内的ループは各キーストロークからもたらされる感覚触覚フィードバックをモニターする。先に述べたように、レーザーキーボードを用いると、指からのフィードバックが弱くなりタイピングスピードが低下する (Logan & Crump, 2010)。内的ループは情報的にカプセル化されている。したがって、外的ループは個々のキーストロークが内的ループによってどのように行われているか知らない。例えば、熟練したタイピストが、キーの相対的な位置を思い出せなかったり、キー入力のエラーを正しくモニターできなかったりという研究から支持されている (Logan & Crump, 2009; Liu, Crump, & Logan, 2010; Tapp & Logan, 2011)。このことが示唆するのは、二つのループが自律的に働き、ワードを使って、外的ループから内的ループへの方向に送られることである。

外的ループと内的ループは2つの測定値から区別が可能である。2つの測定値は、反応時間 (response time or reaction time: RT) とキーストローク間隔時間 (interkeystroke intervals: IKSIs) である。RT は文字列が提示されてから最初の文字を入力するまでの時間であり、初期の知覚プロセスの時間と、文字を入力するための準備の時間が含まれる。IKSIs は文字を入力するストロークとストロークの間の時間であり、文字列を入力する連続的なコントロールの時間を測定している。したがって、RT は外的ループと内的ループと関係し、IKSIs は内的ループに関係する。1分間に70ワード入力できるような熟達したタイピストであれば、RTは約600msであり、IKSIsは100ms~150ms程度である。(日本語の文字入力については4(4)章を参照)

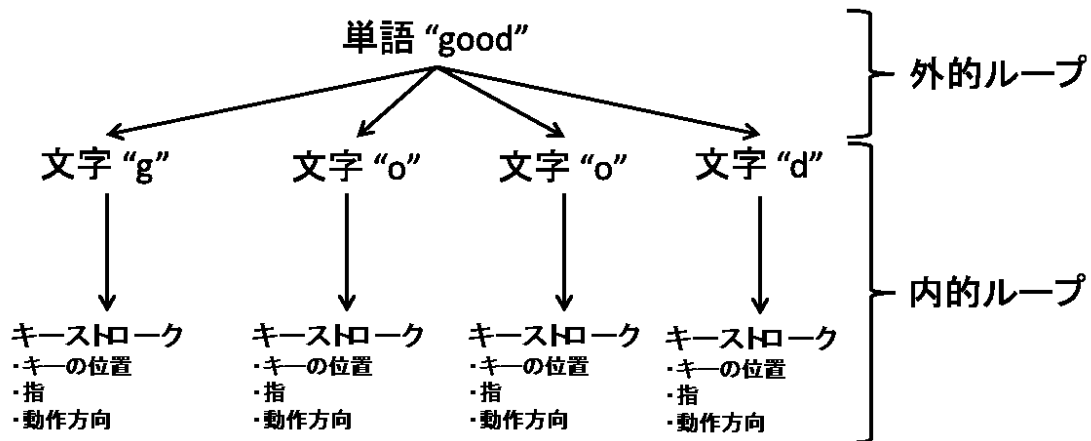


図 4-1 タイピングの階層的コントロール

(Yamaguchi and Logan, 2013 より改変)

(2) 日本でのキーボードレイアウト表象の実験

目的

熟練したタッチタイピストは、キーボードを見ずに素早くキー入力できるので、手続き的知識が優れ、キーボードレイアウト表象の潜在的記憶が優れていると考えられる。他方、熟達したタイピストが顕在的なキーボードレイアウト表象を持っているのかわかりはあまり知られていない。唯一、熟達したタイピストはキーの相対的な位置関係をイメージさせる課題で弱い顕在的記憶しか持たなかった (Liu, Crump, & Logan, 2010)。本研究の目的は、熟達したタイピストの顕在的なキーボードレイアウト表象を先行研究 (Liu et al., 2010) に比べて直接的に明らかにすることであった。もしも、顕在的なキーボードレイアウト表象が弱い結果が得られれば、熟達したタイピストにも関わらず、顕在的な知識が脆弱であるという矛盾した結果となるが、ローガンらの階層的コントロールの考えと整合するであろう。

方法

実験参加者

実験には 22 名の大学生と大学院生が参加した。彼らは、キーボード入力をするのが困難でなく、タッチタイピングをすることができると自己報告した。

手続き

課題はできるだけ速く、正確に QWERTY キーボードのキーの配置を自由再生することであった。使用した刺激材料は、アルファベットを入力するためのキーのキートップの表示

が印字されていない、キーの位置のみを示したキーボードレイアウトが印刷されたものであった (図 4-2)。キーボードレイアウトは A4 用紙に幅 15 cm × 縦 5 cm に印刷されていた。実験参加者は印刷されたキーボードレイアウトの空白のキーに適切なアルファベットを記入することが求められた。実験は 2 つのセッションから構成されていた。第 1 セッションはデッドライン手法が用いられ、30 秒の時間制限があった。第 2 セッションは、第 1 セッションに続けて、実験者の合図とともに開始し、実験参加者がやめたいと思うまで課題が続けられた。各セッションで記入した文字を判別するために、実験参加者は第 1 セッションでは赤色のペンを使用し、第 2 セッションの開始の合図と同時に青色のペンに持ち替えて再生した。再生課題の終了後、どのような再生ストラテジーを用いたかアンケートを行った。

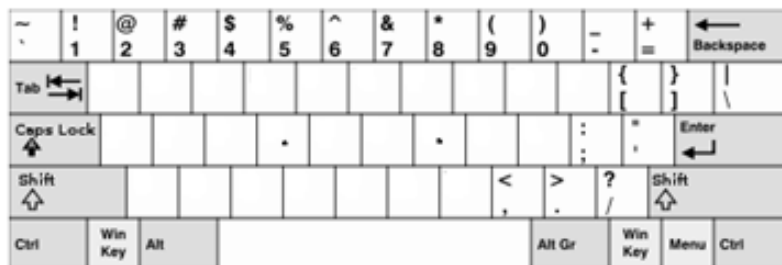


図 4-2 実験で使用したキーボードレイアウト図

結果と議論

キーボードのキーごとに各セッションの再生率を表 4-1 に示す。第 1 セッション (30 秒) の平均正答文字数は、6.0 個、標準偏差は 1.17 だった。第 2 セッションは、時間制限を行わなかった。結果、平均正答文字数は、12.7 個であり、標準偏差は 3.74 だった。アンケートの結果より、時間制限のない第 2 セッションでは、参加者は知っている単語を空で指のタイピングを行ったりするなどいろいろな再生ストラテジーを使ったと報告した。制限時間を設けた第 1 セッションまでに比べて、時間制限を設けなかった第 2 セッションまでのほうが、成績が増加し ($t = 8.10, p < .001$)、ばらつきが大きくなった ($F = 10.2, p < .001$)。第 2 セッションの再生時間は、1 分 40 秒から 8 分 50 秒までばらついた。

表 4-1 セッションごとのキーの再生率

上段	q	w	e	r	t	y	u	i	o	p
第1セッション	100	100	68	5	0	0	0	0	0	9
第2セッション	100	100	68	36	36	27	36	45	45	32
中段	a	s	d	f	g	h	j	k	l	
第1セッション	100	86	9	0	5	5	0	0	5	
第2セッション	100	86	50	32	36	41	32	32	32	
下段	z	x	c	v	b	n	m			
第1セッション	86	0	5	0	0	5	9			
第2セッション	91	41	32	27	32	36	45			

熟練したタイピストであっても、30 秒の制限時間で平均 6.0 文字の小さい文字数しか埋めることができなかつたことを見いだした。それどころか、時間制限がなくても、キーボードの中の 26 文字中約半数の 12.7 文字しか再生できなかつた。これらの結果は、ローガンらの熟練したタッチタイピストの顕在的知識の乏しさについての発見と彼らのタイプライティングの階層的コントロールの説に整合しており、その発見をさらに強化しているようである。

アンケートの結果より、参加者は第 2 セッションでは様々な再生ストラテジーを使用していた。例えば、知っている単語を空で指のタイピングをしたり、ショートカットキーを思い出したりした参加者がいた。空で指のタイピングをするストラテジーでは手続き的記憶の潜在的な知識からレイアウト表象を思い出そうとしていると考えられ、ショートカットキーを思い出すストラテジーではタイピングとは別の顕在的記憶からレイアウト表象を思い出そうとしていると考えられる。

(3) アメリカの学生を参加者とするキーボードレイアウト表象の共同研究実験

日本での実験では、タッチタイピストのキーボードレイアウト表象が弱いことが示された。より詳しく熟練したタイピストの潜在記憶と顕在記憶の関係について分析・検討するために、タイピング能力と再生成績の相関などを調べる必要があった。しかし、日本では、高度に熟達したタッチタイピストの多くの実験参加者を確保することが困難であった。というのも、日本で「キーボードを見ずに打つことができる」と回答したものが 15.4%であり(内閣府, 2002)、アメリカの 90%以上に比べて非常に低かつたためである。アメリカの実験では、タイピング技能を測定し、高度なタイピング技能を持った実験参加者 100 名が実験

に参加した。この研究は、我々の日本でのタイピングレイアウト表象の研究が基となりアメリカのヴァンダビルト (Vanderbilt) 大学のローガン (G. D. Logan) 教授の研究室と共同研究であった (Snyder, Ashitaka, Shimada, Ulrich, & Logan, 2014)。彼らの研究のうち、実験 1 は我々が日本で行った実験に基づいたアメリカの学生での実験結果をまとめたものである。日本での実験と同様に、アメリカの実験でも高度に熟達したタイピストのキーボードレイアウト表象が弱いことが期待される。アメリカでの実験では、タイピング技能の熟達度とキーボードレイアウト表象の記憶成績との相関やエラーパターンなど分析した。

実験参加者は Web の公募によって自発的に 100 名が参加した (平均 20.8 歳)。彼らは正規のタイピング授業を受けており、自己報告で 40 WPM (word per minute) 以上のタイピング技能を持っていた。彼らは、平均 11.4 年のタイピング経験と平均 72.2 WPM の入力できた (タイピングテストは Logan & Zbrodoff, 1998)。彼らは、30 分の実験に対して単位の部分的保証または、\$6 を受け取った。刺激と実験手続きは日本での研究と類似していた。ただし、時間制限が 80 秒であり、20 秒ずつに分けられた。いつ文字が記入されたのかを特定するために、実験参加者は実験者の合図とともに異なる色のペンに持ち替えた。最後に、タイピングテストを実施した。結果として、正しい位置に記入した (正答) 率、記入できなかった (無視) 率、誤った位置に記入した (誤答) 率を図に示した。全体的に、タイピストは 26 文字中 14.9 文字 (57.3%) を正しい位置に記入した。残りの文字は、誤った位置 (22.8%)、または記入できなかった (19.6%)。正答数は最初の時間ブロックから順に 7.9 文字、3.5 文字、2.3 文字、1.4 文字であった。この結果は、顕在的記憶を利用できなかったのではなく、不正確であることを示している。誤答は 1.3 文字、1.7 文字、1.4 文字、1.3 文字であった。自由再生での正確性が 57.3% であることは、タイピングテストの正確性よりもかなり低い。タイピングテストは潜在的記憶と顕在的記憶の両方を利用できる。これらの結果は、熟達したタイピストがタイピングテストの技能を支えるためにキーの位置の顕在的な記憶を十分に持っていないことを示している。タイピングテストの成績と自由再生の成績は相関がなかった。タイピングスピードは正答数と相関がなかった, $r(98) = .16, p = .11$ 。無視とも相関がなかった, $r(98) = -.07, p = .49$ 。誤答とも相関がなかった, $r(98) = .11, p = .28$ 。タイピングの正確性は正答数と相関がなかった, $r(98) = .06, p = .55$ 。無視とも相関がなかった, $r(98) = -.08, p = .43$ 。誤答とも相関がなかった, $r(98) = .01, p = .94$ 。これらの結果は、熟達したタイピング技能にキー位置の顕在的な記憶が必要でないことを示した。

(4) タイプライティングにおける階層的コントロール

—技能獲得実験—

目的

日本では、学校や家庭へのコンピュータの普及によって小中学生のころからキーボードに触れる機会があるが、タッチタイプできる者 (大学生では 18.3%) は多くない (内閣府, 2002)。他方、米国の多くの大学生では、10年以上のタイピングの経験を積むことにより、1分あたり約67単語入力できるとされている (Logan & Crump, 2011)。アルファベットを使用した言語をキーボードで入力する場合、入力する文字とキーが一対一に対応している (オーバーラップなし)。日本語をキーボードでローマ字入力 (アルファベット入力) する場合、文字とキーが一対一に対応していない (オーバーラップあり)。本研究は、日本語のタイピングにおけるローマ字入力がタイピング技能の習熟を阻害している可能性を示す。モーラ単位で発音される日本語をローマ字で入力する際には音素単位に分解し変換するプロセスが必要である (図 4-3)。実験では、文字とキーの対応関係を操作し、参加者に新規のキー配列のキーボードを用いたタイピング技能を習得させた。

西洋諸国の多くの若者のタイピング技能が熟達しているとしても、多くの研究が示してきたのは、熟練した遂行が熟練したタイピングを支持する連合を無効にすることによって悪化できるということであった。例えば、(a) ワードと文字との連合 (Crump & Logan, 2010b; Logan & Crump, 2011)、(b) 文字とキーとの連合 (Liu et al., 2010; Logan, 2003)、(c) キーと指の運動との連合 (Crump & Logan, 2010a) である。最近 Yamaguchi and Logan (2013) による注目すべき研究が現れた。それは、熟練したタイピストに対して知覚、短期記憶、運動プランニングにおけるチャンキングを阻止するという操作を行うことによって、熟練したタイピストを未熟なタイピストに戻すことを示した。しかし、初心者のタイピストを熟練したタイピストの方向に、先行研究とは逆方向に同じ個人のタイピング技能の習得を調べた研究はないようである。本研究において我々は、初心者のタイピストの技能習得プロセスを調べるために、タッチタイピストではなく非タッチタイピストを使った。

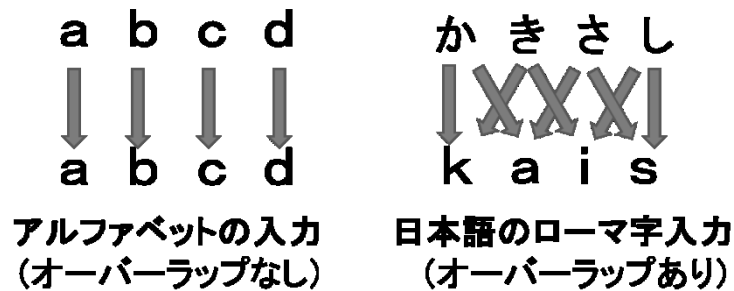


図 4-3 アルファベットとローマ字の入力方法

方法

実験参加者

12名の日本人の大学生がコース習得の一部としてこの実験に参加した。全員、母国語が日本語であり、全員視力または矯正視力が正常だと報告した。また彼らは日本語ワードをタイプするとき常にアルファベット入力法を用いる非タッチタイピストだと報告した。

刺激と装置

視覚刺激としての8種類の2文字のひらがな単語であった。単語の熟知度と使用頻度を統制した。入力装置はQWERTYキーボードに変更を加えたものであった。ホームポジションに手を置いたときに指が触れる8つのキートップとスペースキーのみを使用した。各キーには実験で使用する8つのアルファベットをランダムに割り当てた(図4-5)。半数のアルファベット(K, S, A, I)は特定のひらがな(か、し)の入力に用いられ、文字とキーに1対1の対応があった(オーバーラップなし条件)。残りの半数のアルファベット(M, T, E, U)は4種類のひらがな(む、め、て、つ)の入力に用いられ、1対1の対応がなかった(オーバーラップあり条件)(表4-2)。

手続き

参加者は2つのグループに分けられた。それぞれ2つのキーレイアウトの一つを使用した。テストの前、参加者は、ひらがなワードが複数の意味を持っていたかもしれないので、提示されるひらがなワードの意味を明確にするために、漢字のワードのリストのシートを受け取った(表4-2)。さらに、参加者は漢字ワードではなくひらがなワードがPCモニターに1つずつ提示されると告げられた。参加者は、ひらがなワード(二つのキャラクターからなっている)がPC画面に提示されたとき、アルファベット入力法を使ってキーを押すように求められた。入力を終わるとスペースキーを押すように求められた。そして彼らはできるだけ速く正確にタイプするように求められた。8つのキーラベルが口頭でタイピストに話され、彼らはそれらを記憶するように求められた。参加者は、通常の蛍光灯のもとで個別に64試行からなる八つのブロックを行った。各試行は500ms間の凝視クロスとともに始まり、それに続いて500ms間のブランクスクリーン、その後スクリーン中央

のひらがなワードの提示が続いた (図 4-4)。参加者はひらがなワード (2つのキャラクターからなる) がPCディスプレイに提示されるとアルファベット入力法を使ってキーを押すように求められた。参加者は、各キーを押すと、正キーストロークを表すアクタリスク (*), 誤ったキーストロークを表すアンダーライン () のフィードバックを受けた。4つのシボルのうちの2つは、2つの各ひらがなキャラクターの下約1センチに提示された。ひらがなワードと4つのシボルはスペースキーを押すまでスクリーンに残った。8つのアルファベット文字の提示頻度はオーバーラップありとなしのマッピングで均等だった。各ひらがなワード内の8つのアルファベット文字に対応するキーをタイピング頻度はオーバーラップありマッピングとなしマッピングで等しかった。各試行ブロックの後には短い休憩があった。参加者はスペースキーを押して次の試行ブロックを始めた。実験は約1時間続いた。テストの後、参加者はキーの配置を再生するように求められた。

実験計画

4要因の被験者内要因計画が用いた。8(学習ブロック) × 2(1文字目, 2文字目) × 2 × (子音, 母音) × 2(オーバーラップあり, なし) であった。

表 4-2 視覚刺激ごとのキータイプ、熟知度、漢字表記

視覚刺激	かて	かむ	しか	しめ	つか	てつ	むし	めし
キータイプ	kate	kamu	sika	sime	tuka	tetu	musi	mesi
熟知度	4.78	5.47	5.75	5.13	4.97	6.06	6.06	5.97
漢字表記	糧	噛む	鹿	締め	塚	鉄	無視	飯

注：熟知度の高い値は十分な知識を示している (天野, 近藤, 1999); ワードの意味を確定するために漢字キャラクターのリストが実験の前に提示されたがテスト中には再び提示されなかった。イタリック体のアルファベット文字はひらがなワードに含まれるひらがなキャラクターとアルファベット文字とのオーバーラップしたマッピングを指している。

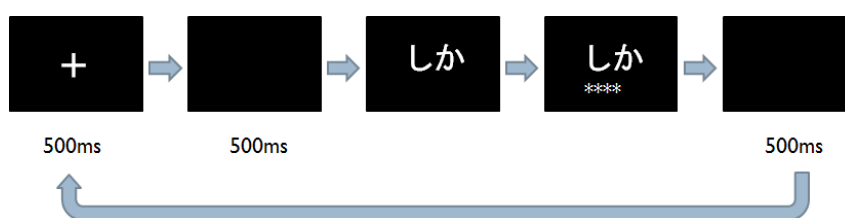


図 4-4 手続き

キー入力中の画面を省略して示している。キー入力ごとに正誤のフィードバックが提示された。

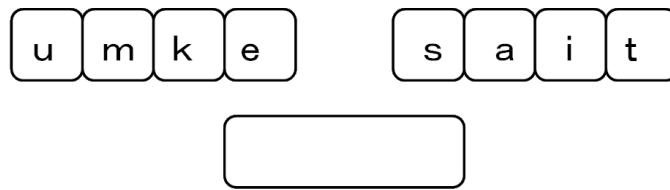


図 4-5 入力装置の例

結果と議論

先行研究に従って、エラーキーストロックワード内に出現したときは常にエラーがカウントした (Crump & Logan, 2010a)。中心傾向を構成するため、我々は参加者ごとにブロックごとに条件ごとに平均反応時間を計算した。

試行内のすべての入力为正反応であったキー入力の時間間隔について 4 要因分散分析を行った。技能習得の効果を示すブロックの有意な主効果があった, $F = 37.7, p < .001$ 。また、1 文字目のひらがなに比べて 2 文字目の入力時間のほうが短く, $F = 126, p < .001$ 、子音に比べて母音の入力時間が短かった, $F = 226, p < .001$ 。重要なことにオーバーラップの有意な主効果があり、オーバーラップあり条件に比べてなし条件の入力時間のほうが 75 ms 短かった, $F = 37.7, p < .001$ 。さらに、ブロックと子音母音とのオーバーラップの有意な交互作用があった, $F = 2.76, p < .05$ 。技能習得の初期過程の母音入力条件でオーバーラップの効果が大きくなる傾向があった。

一般議論

日本とアメリカでのキーボードレイアウト表象の実験の比較

日本とアメリカでのキーボードレイアウト表象の実験で、熟練したタッチタイピストが約半数のキーの配置しか思い出すことができなかった。この結果が一致しているのは、熟練したタイピストがどの手が各文字をタイプするのかの顕在的知識に乏しいことを示す先行結果 (Logan & Crump, 2009; Tapp & Logan, 2011; Snyder & Logan, 2013)、あるいはキーが互いに関係しているのかの顕在的知識に乏しいことを示す先行結果 (Liu et al., 2010) である。もっと広く言うと、結果が一致しているのは、熟知した対象について顕在的知識があまりないことを示す先行研究 (Castel, Vendetti, & Holyoak, 2012; James, 1890; Nickerson & Adams, 1979) である。明らかに、熟知性と過剰練習は詳細の自覚を保証しない。このことはコインのような対象 (Nickerson & Adams, 1979) に比べてキーボードの場合意外である。タイピストはタイプするためにキーがあることを知っている必要があるが、それらを使うためにコインの詳細を知っている必要がない。1 ペニーは茶色であるということを知るだけで十分である。

この結果は自動性の理論と一致している。それらは熟練した遂行と初心者の遂行がそれぞれ異なった種類の知識-顕在的と潜在的知識に応じていると考える (Anderson, 1987; Beilock & Carr, 2001; Beilock, Wierenga & Carr, 2002; Fitts & Posner, 1967; Logan, 1988)。結果は

また熟練した遂行の階層的理論とも一致している。それが示唆するのは、高次のレベルがプランやストラテジーの顕在的知識を持つのに対して、低次のレベルはスキルを実行するのに必要な潜在的知識をもつ (Logan & Crump, 2011; Shaffer, 1976; Sternberg, Knoll, & Turock, 1990)。

アメリカの大学生を対象とした空白のキーボードレイアウトを埋める我々の同様の研究でも類似した結果が得られた (Snyder, Ashitaka, Logan, & Shimada, 2014)。この研究の実験参加者は、タイピング経験が平均 11.4 年であり、1 分間に平均 72.2 ワード、平均 93.6 %の正確性で入力できる熟達したタッチタイピストであったにもかかわらず、再生制限時間が 20 秒の条件で平均 7.9 文字、再生制限時間が 80 秒の条件で平均 14.9 文字しか正確にキーの位置を再生することができなかった。さらに、再生成績とタイピングの成績に相関がみられなかった。指の運動抑制を行った別の実験では、指の運動抑制を行わなかった条件よりも成績が低下した。これらの結果は、流暢なタイピングがキー配置の顕在的な知識を必要としないことを示唆している。

日本で行われた本研究とアメリカで行われた研究を比較すると、アメリカでの研究の再生成績のほうがわずかに高かった。本研究ではタイピングの熟達性について参加者の自己報告に基づいているので、比較的熟達性が低かったのかもしれない。確かに、熟達したタッチタイピストがアメリカよりも日本で少ない (15.4%)。アメリカでは、大学生の 79%がタイピングの公式のトレーニングを受けているからかもしれない (Logan & Crump, 2011)。

本研究が示すのは、対象に日常的にさらされることが記憶の中に対象の完全な顕在的知識を作るには不十分だということである。先行研究と理論と一貫しているにも関わらず、我々は熟練したタイピストがキーボードについてあまり知識を持っていないことを意外に思う。タイピングは複雑な課題である。指を正しい順序で正しい位置に向けることは過剰な量のコントロールを必要とする。たとえそうであっても、我々が使うコインや毎日押すエレベータボタンと同様にキーボードでも忘れやすいようである。

タイピング技能の獲得とキーボードレイアウト表象

日本とアメリカでのキー配置の再生成績が約半数とキーボードレイアウト表象は脆弱であったが、タイピング技能の獲得の実験では 8 つのキーの配置を正しく思い出すことができた。技能獲得の理論が示唆するのは、顕在的知識が初心者 of 遂行を支援するのにに対して、潜在的知識は熟練した遂行を支援することである。課題が熟練していくと、なにが顕在的知識に生じるのか知ることができない。キー配置の再生実験が示唆するのは、もしもそれが学習されたなら、顕在的知識が忘れられるかアクセスされなくなるかだということである。タイピング技能の獲得の実験で参加者がキー配置を正しく思い出すことができた理由は、キーの数が少なく短期間の習得であったために、実験の教示で覚えたキー配置を覚えていたのかもしれない。Snyder et al. (2014) の実験 4 では、Dvorak キーボードを習得させた後、キー配置の自由再生課題を課した。Dvorak キーボード配置の再生成績は QWERTY キーボード配置の再生成績と同様に低かった。

もしも初心者のタイピストが記憶の中にキーの配置の顕在的知識を確保しないなら、どのようにして彼らの指を適切なキーに向けるのだろうか。初心者が準拠する顕在的な情報の大部分を支援するのは、知覚かもしれない。アメリカの実験参加者の大部分が報告したのは、彼らがラップトップコンピュータで通常タイプするという事だった。キーボードとスクリーンの近い距離はタイピストの目がスクリーンに焦点を当てるときキーボードの中心視 (中心窩付近で見ると) を可能にする。したがって、タイピストは記憶の中に蓄えた顕在的知識に比べて視覚的情報に多く頼るのかもしれない。確かに、熟練したタイピストが彼らのタイピングを支援するのに視覚に頼るという証拠がある (Long, 1976; Tapp & Logan, 2011; Rabbitt, 1978)。

卓越したタイピストの研究よりタイピング技能の階層的コントロールが支持された。次の章ではそもそもどのようにして技能が熟達し、卓越していくかについて研究を行った。

第5章 顕在的なスピードアップの伴わない遅延 環境での技能獲得

本章の要旨

第2章で行った認知コントロールの研究レビューがスキル発達から始まったことに注意してほしい。第4章まで熟達した技能のコントロールについて述べてきたが、技能がどのように熟達しコントロールできるようになるのか、特に本章では、コントロールの前提となる技能習得そのものの場面に焦点を当てた。特殊な環境での技能習得については、優勢な技能習得の理論との関係であり研究されていない。特殊な環境として遅延環境での顕在的なスピードアップの伴わない技能獲得のプロセスについて研究した。これまで、スピードアップの伴わない正確性における技能獲得についてほとんど研究されてこなかった。コンピュータ画面上で円運動する移動体を目標位置に停止させる課題を用いた。移動体を停止させる操作から実際に移動体が停止するまでの時間を遅れ時間として操作した(2秒、5秒、8秒)。遅れ時間の小さい条件では練習とともに正確性が向上したが、遅れ時間の大きい条件では正確性がわずかしか向上しなかった。この結果は、記憶ベースの技能獲得の理論と一貫している。

(1) 認知コントロールと遅延環境

遅延環境

我々は、何か物を見たり聞いたりしても、それらを認知するまでには数百ミリ秒の遅延が生じている。例えば、見るという行為であれば、物体の映像が眼の網膜に映ってから、光を電気信号に変換し脳へ伝達し、脳での様々な視覚的な情報処理を経てはじめて物体を認知することができる。しかし、これらの遅延を日常生活で自覚することはほとんどない。さらに、コンピュータのキーボードタイピングであっても、キーを入力してから画面に入力したキーが表示されるまでにも、ごくわずかな遅延が生じているが、この遅延を自覚することはほとんど無い。しかし、コンピュータの何らかの故障、または非常に性能が低い

コンピュータを使用する場合など、キー入力の表示に遅延が生じると、通常のようにタイピングすることが困難に感じるであろう。さらに、遅延時間が大きなコンピュータでは、タイピングに限らず、単純な操作をすることですら困難に感じるであろう。例えば、ソフトウェアのアイコンをクリックしても起動せず、誤ってもう一度クリックすると、後で 2 回起動するような場面がある。1 秒程度以下の遅延時間は日常生活の中でよく生じているが、より大きな時間の遅延時間は人間にとって大きな負荷を与える。この困難さは、操作に対するフィードバックまでの時間が長くなるほど、操作と結果を関係づけることが困難になるためである。操船場面や遠隔操作場面などの特殊環境では、数十秒以上の非常に大きな遅延時間が生じる場合があり、このような遅延時間の大きな環境は、人間にとって認知的な負荷がかかる。この章の研究は、基礎研究にとどまらず、産業場面での安全な運行や操作につながる研究でもある。このような遅延環境でのコントロールの問題は、通常の認知コントロールの文脈では捉えられていない。現在の認知コントロールの理論やモデルに載せることができるのか問題提起することが目的である。

遅延環境での技能獲得と応用・産業場面

一般的に、遅延時間のない技能獲得では、スピードアップと正確性の向上が得られる (第 2 章、第 4 章参照)。しかし、遅延時間のある顕在的なスピードアップを伴わない技能獲得も存在する。例えば、巨大な船の操船場面 (嶋田, 細井, 古荘, 磯貝, 小林, 2001) や、通信の遅れによる遠隔操作場面などが考えられる。巨大な船の操船場面の場合、船の質量が大きいほど慣性の法則に従って、操作性が悪くなる。大きな船であれば、舵を切ってから実際に船が旋回を始めるまでに数十秒以上かかり、特に巨大な船であれば 1 分程度かかることもある。このような顕在的なスピードアップの伴わず、正確性の向上が得られる技能獲得のプロセスについてほとんど研究されていない (Anzai, 1984; 堤, 嶋田, 芦高, 2008)。

技能獲得の研究において、アンダーソン (Anderson, 1983; 2007) は ACT や ACT-R のモデルを提案している。このモデルでは、アルゴリズムの最適化によって宣言的記憶から手続き的記憶に変化することでスピードアップや正確性の向上を説明している。他方、ローガン (Logan, 1988) のインスタンス理論では、過去に解が記憶に蓄積されることによりスピードアップや正確性の向上を説明している。初心者は問題を解決するために、アルゴリズム処理に基づくマルチステップが必要であるが、熟達者は蓄積された記憶の検索に基づきシングルステップで問題を解決する。アンダーソンは、ACT-R とインスタンス理論ではスピードアップの説明の方法で異なっていると述べている (Anderson, 2007)。つまり、アルゴリズム処理の最適化で説明するのか、記憶検索に基づいて説明するのかの違いである (第 2 章参照)。

(2) 顕在的なスピードアップを伴わない遅延環境での技能獲得実験

目的

技能は一般的に熟達するにつれ、効率よく正確に遂行できるようになる。認知心理学における理論は、技能獲得におけるスピードアップ現象を理論の中核においてきた。技能獲得の過程は、スピードアップとともに、ばらつきの減少として学習曲線で捉えられている。ACT 理論では、この過程をプロセスペースで説明している (Anderson, 2007)。一方、インスタンス理論 (Logan, 1988; 2002) の説明では、記憶検索が重要であると考えられる。我々は、スピードアップを伴わない技能の獲得について検討した。スピードアップを伴わない技能とは、ゆっくりとした運動や認知であり、例えば日本舞踊や質量の大きな動作対象の操作などが考えられる。我々は、実験参加者に正確性を要求する実験を実施し、遅延時間が大きく、条件で技能の遂行の獲得が小さいという結果を予想した。

方法

実験参加者

36 人の大学生であった。参加者は全員、視力または矯正視力が正常であると自己報告した。彼らは、500 円の図書カードを受け取った。

刺激と装置

実験は研究室で作成したプログラムを用いてコンピュータで実施された。参加者は暗室に入り、個別に実験を受けた。視覚刺激は黒色の背景に約 1.5cm の白い円と赤い円であった。白い円は半径約 10 cm の円周上を一周あたり約 25 s 秒の等速で移動した。赤い円は白い円と同じ円周上に提示され、静止していた。白い円と赤い円の各試行の最初に提示される位置はランダムであり、白い円は試行ごとに時計回りと反時計回りがランダムに提示された。さらに、提示画面の枠を円形に切り抜いた黒い紙で隠した。実験環境は、実験参加者が課題を解くための手がかりとして利用する可能性のある事物 (回転方向や位置や画面の枠など) を利用できないようにできる限り整えられた。実験参加者は提示画面から約 100 cm のところに座った。

手続き

実験参加者は、画面上に表示された等速で円運動する白い円を、同じ円周上に提示された目標位置である赤い円に停止させることが求められた (図 5-1)。スペースキーを押すと白い円が停止した。ただし、スペースキー反応から減速を始めるまでの時間を遅れ時間として操作した。すべての条件で移動体は減速を始めてから 3 秒後に停止した。実験参加者は遅れ時間が 2, 5, 8 秒のいずれかの条件にランダムに 12 人ずつ分けられた。観測値は移動体が停止した位置と目標位置の角度の差を正確性として記録した。1 人の参加者につき、135

試行受けた。

実験計画

独立変数は遅れ時間 (2 秒、5 秒、8 秒) と試行数 (135 試行) であった。従属変数は目標位置と停止位置との角度の差分の絶対値であった (Liu, Crump, & Logan, 2010)

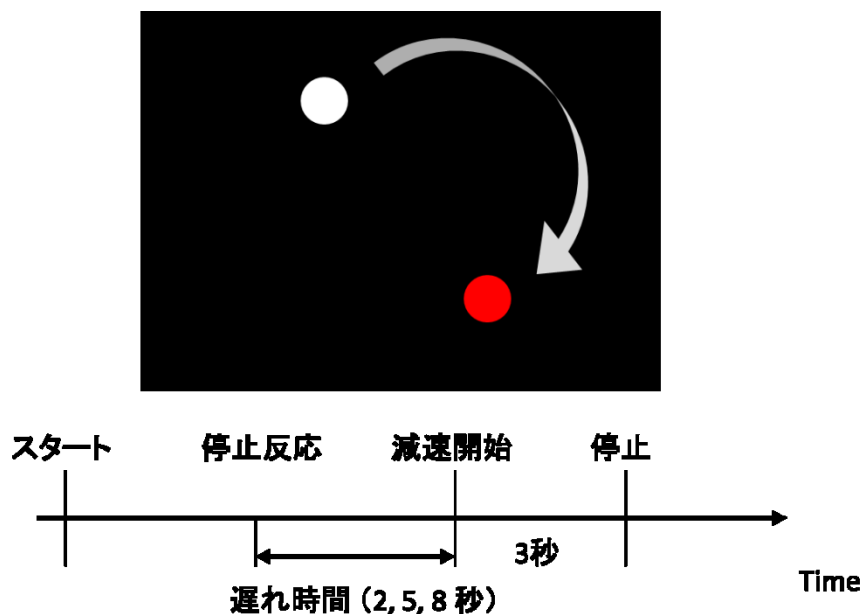


図 5-1 手続き

白い円は矢印が示すように等速円運動した。回転方向は時計回りと反時計回りがランダムに提示された。図中の矢印は提示されなかった。赤い円は停止目標であり、静止していた。

結果と議論

目標位置と停止位置との角度の差を計測した値を各参加者について 9 試行毎に平均化し、遅れ時間と試行数を要因として分散分析を行なった。遅れ時間の主効果があった, $F = 17.5, p < .001$ 。遅れ時間が大きいほど正確性が悪かった。試行数の主効果があった, $F = 7.5, p < .001$ 。試行数が多くなるほど正確性が高くなり、学習の効果が示された。遅れ時間と試行数の交互作用があった, $F = 5.8, p < .05$ 。遅れ時間の程度によって学習効果に違いが示された。各試行の平均値をパワー関数 ($D = a + bN^c$) に当てはめた結果、重相関係数は 0.38~0.73 だった。遅れ時間が小さいほど良く当てはまった (図 5-2)。

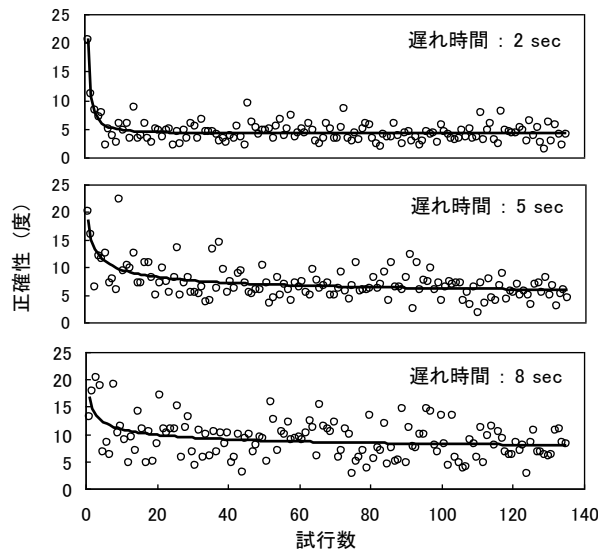


図 5-2 遅れ時間毎のパワー関数の当てはめ

(○ は実測値、— は当てはめた関数)

顕在的なスピードアップの伴わない正確性の技能獲得が得られた。遅れ時間が比較的小さな 2 秒の条件では、実験のごく初期の段階に正確性が向上した。実験の後半では正確性の向上は見られず安定し、漸近線に達するまで学習できたようだ。遅れ時間が中程度の 5 秒の条件では学習の初期から後期を通して正確性が向上したが、遅れ時間が 2 秒の条件で獲得された正確性の程度まで達しなかった。学習を継続すれば遅れ時間が 2 秒の条件と同程度の正確性に達したかもしれない。遅れ時間が比較的大きな 8 秒の条件では試行数を経ても正確性の向上が小さく、実験の後半であっても正確性が比較的低くばらつき大きい状態ではほぼ漸近線に達していたようだ。インスタンス理論に従うと、遅れ時間が小さな条件では正確な反応のインスタンスが多く蓄積され、その記憶検索によって短い学習期間で漸近線に達したと考えられる。他方、遅れ時間の大きな条件では正確性の低いエラーのインスタンスが多く蓄積されるので、エラーの記憶検索によって学習に多くの時間がかかったりしたと考えられる。

本実験で顕在的なスピードアップの伴わない技能獲得が得られたが、顕在的に表れない内的なスピードアップが伴っていたかもしれない。つまり、移動体を停止目標に停止させるために停止操作を実行する位置を決める早さである。停止操作を決める早さが向上すれば、正しく停止操作を実行する位置を決めることができ、正確性の向上につながるだろう。本実験では停止操作を実行する位置を決めた時間を測定しなかったのであるが、135 試行のトレーニングを受ければ、停止操作を実行する位置を決める時間が遅いままであるとは考えにくいであろう。つまり、内的なスピードアップが想定される環境であっても遅れ時間が大きな条件ではあまり正確性が向上しなかった。このことは、スピードアップと正確性の向上との関係において重要であり、今後研究が必要である。

遅れ時間が 2 秒の条件では学習のごく初期の段階で正確性が向上した。今後、より正確性が求められる条件の研究を進めることで、遠隔操作などの数秒程度の遅延環境の技能獲得トレーニングの開発につながるであろう。遅れ時間が 8 秒の条件であまり技能の獲得が進まなかったことから、遅延時間の大きな環境での技能獲得が難しいことが示された。操船場面ではより大きな遅延時間が想定されるので、より技能の獲得が困難であると考えられる。今後、操船場面で想定されるようなより大きな遅延時間での技能獲得の研究が必要であろう。

これまでタイピング技能や遅れ時間環境での技能とコントロールの研究について述べてきた。次の章では、認知コントロールの研究での代表的な課題を発展させた課題を用いて、言語活動と関わるコントロールの研究について述べた。

第6章 拡張クロスモーダルストループ効果を用いた抑制コントロールの検討

本章の要旨

第2章の研究レビューで多く取り上げたストループ課題をもう一度取り上げる。ここでは、オリジナルの実験として認知コントロールの研究で使用される代表的な課題のひとつであるストループ効果を発展させた拡張クロスモーダルストループ効果を初めて用いた。ストループ効果は注意と自動性のコントロールの研究において最も適したコンフリクト課題のひとつである (MacLeod, 1991)。というのも、最も自動化された認知処理のひとつである言語処理のコントロールについて調べることができるからである。本章の前半では、ストループ (Stroop, 1935) の研究以来活発に行われてきたストループ効果研究についてレビューした。特に、視覚と聴覚のクロスモーダルで生じるストループ効果について焦点を当てた。本章の後半では、クロスモーダルストループを拡張し、視覚の色次元と文字次元、さらに聴覚の音韻次元を操作した。3つの次元を同時に操作した研究はこれまで行われなかった (拡張クロスモーダルストループ効果)。というのも、欧米の言語は文字に音韻の情報が含まれるからである。本実験で我々は、文字に音韻情報をほとんど含まない漢字を用い、視覚 (色次元と文字次元) と聴覚 (音韻次元) で生じる一致性を操作した。色次元と文字次元の一致性効果 (通常のストループ効果) は頑健であった。音韻次元と色次元の一致性効果 (クロスモーダル効果) は認められたが、音韻次元と文字次元の一致性効果はほとんどなかった。Roelofs の WEVER++モデルと一貫しなかった。

(1) クロスモーダルストループ効果

コンフリクト課題として標準ストループ課題が非常に多く使用されていることはすでに述べた。ストループ (標準ストループ課題) は視覚次元の色と文字との関係について注目し、特別な操作がされない限り音韻の処理について注目されていない (Tzelgov, Henik, Sneg, &

Baruch, 1996)。クロスモーダルストループ課題は、ストループ課題が発展し、視覚と聴覚とのモダリティーを越えたコンフリクト課題であっても、一致性効果を示すことを見出した。しかし、クロスモーダルストループ課題は色と音韻について注目し、文字の処理について注目されていない。本章では、色と文字と音韻の関係を同時に注目し、拡張クロスモーダルストループ課題として実験を実施した。これまで同時に色と文字と音韻の3次元の関係を調べた研究はなく、初めての試みとして3次元間について問題提起することが目的であった。このような実験操作は、音表文字を用いる言語では難しく、表語文字である漢字を用いることで可能となった。

言語処理は、健常な成人であれば、最も習得の進んだ認知機能のひとつである。というのも、生まれてすぐに親たちから話しかけられ、2、3才で簡単な言葉を話せるようになり、小学生の頃にはほとんど成人程度まで言語を習得し、成人になってからも不自由なく毎日使用しているからである。しかし、第二言語を習得しようとする、言語処理が非常に困難な認知処理であることを自覚する。ストループ課題は言語処理を探求する上で非常に有用である(詳しくは第2章参照)。さらに、ストループ課題から発展したクロスモーダルストループ課題は、視覚と聴覚の異なったモダリティー間でも干渉が生じることを示した(Elliott, Cowan, & Valle-inclan, 1998; Roelofs, 2005; shimada, 1990)。クロスモーダルストループ効果は視覚次元に提示されたカラーパッチ刺激を色命名反応するとき、聴覚次元に提示された音声カラーワード刺激によって干渉が生じる効果である。つまり、優勢な反応である音声ワードを抑えることができず、干渉が生じる。逆に、聴覚次元の音声カラーワード刺激に対して反応するとき、視覚次元のカラーパッチ刺激から干渉が生じない。このようなカラーパッチと音声ワード刺激との干渉の非対称的な関係は、通常ストループ課題のカラーパッチと視覚ワード刺激でもみられ、音声ワードと視覚ワードの類似性が認められる。さらに、視覚ワード刺激と音声ワード刺激のいずれかの反応を求める課題では、互いに無視すべき次元が干渉を及ぼし、非対称的な関係にならない。これら結果は、技能習得や発達の側面からも整合する。というのも、まず聴覚を通して言語が習得されるからである。幼児は読み書きできないが、簡単な会話であれば可能である。その後、読み書きを学び、朗読などを通して文字を学ぶ。小学生の頃には日常生活で使用するほとんどの言葉を学び終える。つまり、健常な成人であれば、聴覚ワードと視覚ワードを十年以上も使用し続け、言語処理は自動化された状態になっている。他方、着色された色を命名することはほとんどない。

言語産出理論からのアプローチ

レーロフス (Roelofs, 2003) は言語産出の観点から、ストループ効果を説明した。ストループ課題は、ワードという言語材料を使っているため、言語産出の観点からも重要な知見を与える。ストループ課題において、ボーカール反応で出力するときは、話ワード (spoken word) の産出 (production) の課題と関係が深い。第2章で述べた多くの認知コントロール研

究では、マニュアル反応が使われることが多かった。しかし、レーロフスはボーカル反応に注目した。彼は、レヴェルトら (Levelt, Roelofs, & Meyer, 1999) で提示された理論 (頭文字をとってLRM理論という) にしたがって (認知神経科学研究についてはIndefrey & Levelt, 2004 も参照)、ワードの読みや産出のような自動化された課題において、話されたワードと書かれたワードの音韻的処理 (すなわち、聴覚的ワード知覚と書かれたワードの黙読) と構音的な話されたワードと書かれたワード (すなわち、スピーチプロダクションと音読) の中に、相互的な相関を強調した (Roelofs, 2003, 2005)。そしてワード産出の観点から、並列分散処理モデルとプロダクションルール (ACT-R に近い) によるハイブリッドモデル (WEVER++) を作り、検証している (図 6-1、図 6-2)。このモデルはSmith と Magee (1980) の行った、絵画は、発音より以前に意味にアクセスする優先をもっているのに対して、逆はワードについて当てはまる (Roelofs, 1992 参照) という考えに従う。同じ原理はカラーとワードについても当てはまると仮定される。特に、このモデルによると、カラー命名は名前の「見出し語 (lemma)」の選択とワード形式 (form) のコード化 (encoding) を含む、話されたカラー名 (音声色名) の概念的準備とプランニングを必要とする (Levelt, Roelofs, & Meyer, 1999)。

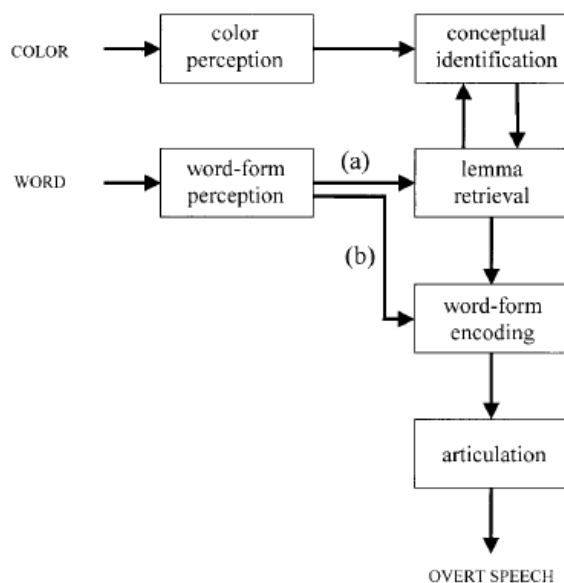


図 6-1 WEVER++での処理レベル

ワードの読みは辞書見出し語の選択 (ルート a) に関わっているかもしれないし、かかわっていないかもしれない(ルート b)。(Roelofs, 1992 より)

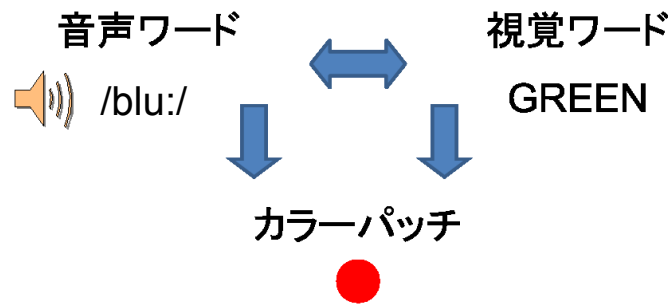


図 6-2 Roelofs (2005) のクロスモーダルストループ効果

矢印は効果を与える方向を示している。例えば、カラーパッチ反応は視覚ワードと干渉するが、視覚ワード反応にはカラーパッチは干渉しないことを示している。

マリアン (Marian, Blumenfeld, & Boukrina, 2008) によると、語彙選択における音韻の役割は、プライミング研究で、バイリンガル言語処理によって調べられてきた。これらの研究によると、同音的なプライミングは、言語間で見られた。そしてネイティブな言語ワードは、非ネイティブな語彙判定を抑制した (例えば、Dijkstra, Grainger, & Heuven, 1999)。音韻的な類似性が増加するとバイリンガル言語処理を抑制したり促進したり、どちらかが見られ、それは課題デマンドに依存していることを見出してきた (例えば、Doctor & Klein, 1992; Lam, Perfetti, & Bell, 1991; Nas, 1983)。クロス-言語抑制を産出した語彙決定課題は、語彙と下位-語彙表象の両方を活性化した可能性がある。

語彙ステージでは、音韻的類似性は、聴覚ワード認識中の項目間に競合 (と抑制) をもたらしることが示されてきた (例えば、Slowiacek, McQueen, Soltano, & Lynch, 2000)。

クロスモーダルストループ効果と中国語文字 (日本語の漢字) の特異性

この現象はレーロフス (Roelofs, 2003; 2005) において特別に重要な意味を持っている。またクロスモーダル特に視聴覚の効果に関心を持ってきたスペンスたちはこの効果に大きな関心を寄せてきた (Chen & Spence, 2011; Spence, 2007; Spence, Ranson, & Driver, 2000)。彼らの論文で常に引用されているのは嶋田 (Shimada, 1990) の論文である。おそらく、コンピュータ制御によるカラーパッチと音声単語提示を行った最初の研究だと思われる (Shimada, 1990 の論文を引用しているのは、Burt, 2002; Elliott et al., 1998; Hecht, D., Reiner, M., & Karni, A., 2009; Miles & Proctor, 2009; Roelofs, 2005; Yuval-Greenberg, S., & Deouell, L. Y., 2009 などである)。

レーロフス (Roelofs, 2005) のクロスモーダル実験によると、話ワード産出 (spoken word production) と音声ワード知覚 (auditory word production) との間に強い親和性を産出した (図 6-2)。つまり、視覚的なワードの音読と聴覚的ワードの音韻的知覚と話ワードの構音産出の間には親和性がある。アルファベット圏の英語等の言語では、ワードの読みが熟練す

るほど、音韻的な活性化が強くなると言われてきた。例えば、ハナウアーら (Hanauer & Brooks, 2003) の研究では、3つの異なる年齢グループでクロスモーダルストループ干渉を調べたところ、構音スキルの低い子どもたちでストループ干渉が大きいことを見いだした。インディフレイら (Indefrey & Levelt, 2004) の認知神経科学の証拠からも明らかである。また第2言語の習得が進むほど、言語間の干渉が高くなるという結果が現れている (例えば、Tzeng et al., 1996)。

他方、中国語 (日本語の漢字) は、表語文字 (logographic script) である。過去の研究から、カラーパッチの読みと中国語キャラクターの読みが類似していると言う研究がある (Biederman & Tsao, 1979; Morikawa, 1981; see also MacLeod, 1991, p. 187)。中国語では、発達が進むほど、音韻的な影響を受けないということが、認知神経科学の研究からわかっている (例えば、Bolger, Perfetti, & Schneider, 2005; Kuo, Yeh, Lee, Chen, Lee, Chen, Ho, Hung, Tzeng, & Hsieh, 2004; Liu, Zhang, Tang, Mai, Chen, Tardif, & Luo, 2008)。中国語のストループ効果の音韻的に似たキャラクターからの影響は、発達的に低い子どもの方が大きい影響を受けた。まとめると、アルファベットの音素スクリプトと対照的に、ロググラフィックスクリプトとしての中国語キャラクターや日本語漢字では、発達が進むほど、音韻からの影響を受けなくなる。おそらくこれらのキャラクターは音韻的な要因から比較的独立しているためだろう。日本語の漢字教育で強調されるのは漢字の書き方であるが、英語では、綴りよりも音韻的、構音的なスキルが発達とともに熟練していく。芦高と嶋田はクロスモーダルストループ効果の研究の一貫として、日本語の漢字、中国語のキャラクターを使い、それらの熟練性 (手続き化) を指標とした実験を行い英語の場合と対照的な結果を得ている。

(2) 音声色単語とストループ標準刺激とのクロスモーダルストループ実験

目的

ストループ効果 (Stroop, 1935; see MacLeod, 1991, for a review) が音韻によって影響を受けるという証拠が示されてきた (Roelofs, 2003, 2005)。Roelofs のモデルはストループ効果が読みの音韻処理ステージで生じると説明している。しかし、最近までクロスモーダルストループ効果の研究はほとんど行われてこなかった (Shimada, 1990; Elliott, Cowan, & Valle-Inclan, 1998; Roelofs, 2005)。音声刺激がストループ色文字刺激の色次元と文字次元の両方に与える影響について調べた研究は行われていない。というのも、欧米の言語は文字に音韻の情報が含まれるからである。本実験で我々は、文字に音韻情報をほとんど含まない漢字を用いることにより、視覚と聴覚の音韻の効果を分離した。視覚 (色次元と文字次元) と聴覚 (音韻次元) で生じる一致性を操作した。色次元、文字次元、音韻次元からなる一致

性は5つの種類 (TC, CW, CA, WA, IC; 方法参照) であった。これらの一致性効果について、視覚提示と聴覚提示の刺激提示のずれ (stimulus onset asynchrony: SOA) の効果とともに調べた。

方法

実験参加者

参加者は学部生 12 名であった。参加者の全員は、視力あるいは矯正視力が正常で、色覚と聴覚に問題がないと報告した。彼らは、単位の部分的保証あるいは 500 円の図書カードを受け取った。

刺激と装置

E-Prime 1.2 program (Psychology Software Tools, Inc.)を使用し、視聴覚刺激を提示し、反応時間を測定した。視覚刺激は3色 (赤、青、緑) 色のついた色文字であった。一致刺激は文字と着色された色が一致していた (例えば、あか色の赤という文字)。不一致刺激は文字と着色された色が一致していなかった (例えば、みどり色の赤という文字)。さらに、聴覚刺激として3色の合成音声を用いた。したがって、視覚刺激と聴覚刺激の組み合わせは5つの条件になった。(1) 文字次元と色次元と聴覚次元が一致した3次元一致 (TC) ; 例えば、あか色の赤という文字にアカという聴覚刺激が提示される。(2) 文字次元と色次元が一致し、聴覚次元が一致しない条件 (CW) ; 例えば、あか色の赤という文字にミドリという聴覚刺激が提示される。(3) 色次元と聴覚次元が一致し、文字次元が一致しない条件 (CA) ; 例えば、あか色の緑という文字にアカという聴覚刺激が提示される。(4) 文字次元と聴覚次元が一致し、色次元が一致しない条件 (WA) ; 例えば、みどり色の赤という文字にアカという聴覚刺激が提示される。(5) 色次元と文字次元と聴覚次元がそれぞれ一致しない条件 (IC) ; 例えば、あか色の緑という文字にアオという聴覚音声が提示される。

実験計画

被験者内二要因計画の5 (一致性: TC, CW, CA, WA, IC) × 5 (SOA: -200 ms, -100 ms, 0 ms, 100 ms, 200 ms) であった。従属変数は反応時間であった。

手続き

SOA の条件ごとに5つの実験ブロックがあり、それぞれブロックは96試行から成っていた。それぞれの実験ブロックの実施に先立って16試行の練習試行があった。実験ブロックの実施順序は被験者間でカウンターバランスした。ひとつの試行は、画面の中央に凝視点が500ms間提示され、それに続いて500msのブランク画面の後、視覚刺激を提示した。聴覚刺激はSOA条件に従って視覚刺激が提示される前あるいは後に提示した。SOAのマイナスの表示は視覚刺激の提示に先立って聴覚刺激が提示されたことを示し、+の表示は視覚刺激に提示の後に続いて聴覚刺激が提示されたことを示している (図 6-3)。教示は、文字次元と聴覚次元を無視して、できる限り早く正確に視覚刺激の色次元を口頭で反応することを求めた。

実験は防音室内で個別に実施した。無線マイクを用いて実験者はモニタールームで正答あるいは誤答であるかを記録した。

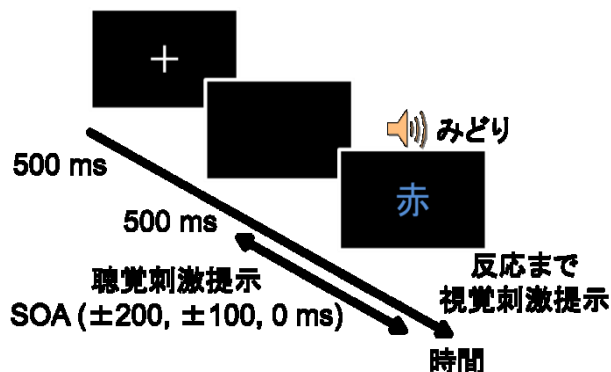


図 6-3 手続き

結果と議論

反応時間の分析を実施する前に、誤った反応の 107 試行 (2.4%) と正しく音声を取得できなかった 17 試行 (0.4%) を除いた。さらに、被験者、一致性、SOA 条件ごとに正反応の平均反応時間から 3 標準偏差以上離れた 34 試行 (0.8%) を除いた。したがって、試行の 3.5% が分析を分析から除いた。

二要因反復測定分散分析を実施した。一致性の主効果は有意であり, $F(4, 36) = 35.1$, $MSE = 2360$, $p < .001$ 、SOA の主効果は有意ではなかった, $F < 1$ 。重要なことに、一致性と SOA の交互作用は有意となった $F(16, 144) = 2.90$, $MSE = 910$, $p < .001$ (図 6-4)。この結果は、色次元、文字次元、音韻次元の 3 つの次元を同時に操作した拡張クロスモーダルストループ効果を得たことを示している。図 6-4 は視覚刺激の一致性 (TC and CW v.s. CA, WA, and IC) によって SOA 効果の傾向が異なることを示した。

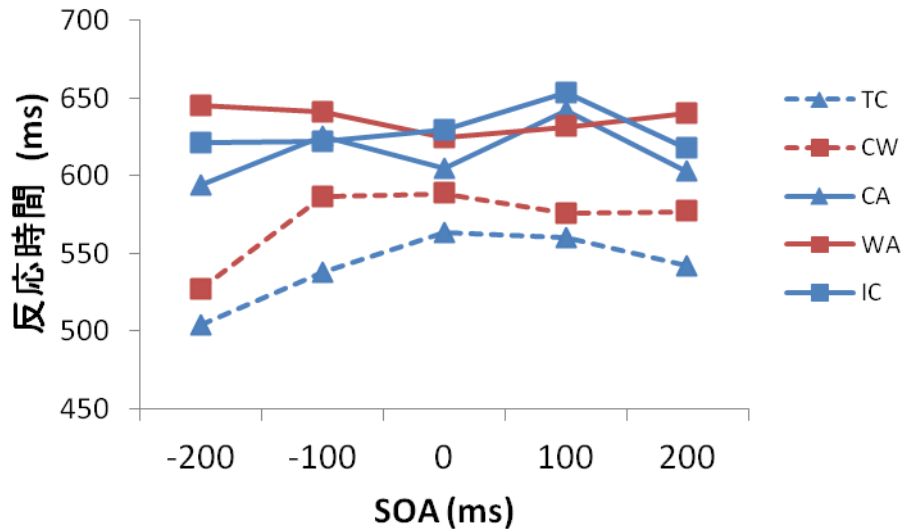


図 6-4 一貫性と stimulus onset asynchrony (SOA) に関する平均反応時間

(TC: triple dimensions are congruent, CW: color and word dimensions are congruent, CA: color dimensions and auditory word are congruent, WA: word dimension and auditory word are congruent, IC: all three dimensions are incongruent in the printed color word and spoken word). 色次元と音韻次元の一致した条件は三角のマーカで表し、不一致の条件は四角のマーカで表す。文字次元と音韻次元が一致した条件は赤色で表し、不一致の条件は青色で表す。色次元と文字次元が一致した条件は破線で表し、不一致の条件は連続線で表す。

さらに我々は、音韻の効果を詳しく分析するために、視覚刺激の一貫性 (通常のストループ効果) に基づいて個別の分散分析を行った (TC, CW と CA, WA, IC)。色次元と文字次元が一致した条件での音韻の効果は次の通りであった。TC と CW の一貫性の主効果があった, $F(1, 9) = 14.4, MSE = 1519, p < .01$ 。TC (541.4 ms) のほうが CW (571.0 ms) より反応時間が短かった。SOA の主効果が有意な傾向であった, $F(4, 36) = 2.4, MSE = 4697, p = .068$ 。交互作用は有意ではなかった, $F(4, 36) = 1.0, MSE = 788, p = .41$ 。したがって、色次元と文字次元が一致した条件では、音韻による干渉が認められたが、SOA の効果は認められなかった。つまり、色次元と文字次元が一致した条件での音韻の効果 (TC, CW) は SOA に関わらず TC のほうが CW よりも早かった。これらの条件では、色次元と文字次元のコンフリクトがないために、色次元と音韻次元とのコンフリクトが際立つ条件であったのかもしれない。しかし、音韻のコントロール条件がないために、促進による効果か干渉による効果か知ることができなかった。他方、色次元と文字次元が不一致の条件での音韻の効果は次の通りであった。CA と WA と IC の一貫性の主効果があった, $F(2, 18) = 3.77, MSE = 1774, p < .05$ 。平均反応時間は CA が 628.9 ms, WA が 636.6 ms, IC が 613.8 ms であり、下位検定の結果 WA と IC 間にのみ有意差が認められた, $p < .05$ 。SOA の主効果が有意でなかったが, $F < 1$ 、重要なことに、交互作用は有意であった, $F(8, 72) = 2.4, MSE = 762, p < .05$ 。色次元と文字次元が不

一致の条件 (CA, WA, IC) では、音韻の効果が SOA によって変動した。色次元と文字次元と音韻次元がすべて異なる IC をコントロール条件とすると、音韻次元を利用することが有効な CA では、IC に比べて早くなることが予想される。下位検定の結果、SOA が -200 ms 条件の CA (594.1 ms) の反応時間が IC (621.3 ms) に比べて早く、促進効果が得られた。同様に SOA が 0 ms 条件の CA (604.7 ms) の反応時間が IC (629.5 ms) に比べて早く、促進効果が得られた。他方、WA は無視すべき音韻次元と文字次元が一致しているために、IC に比べて遅くなると予想されるが、すべての SOA で有意差は認められなかった。

我々は、文字次元に漢字を使用することで視覚次元からの音韻の効果をできる限り排除し、視覚 (色次元、文字次元) と聴覚 (音韻次元) を同時に操作した拡張クロスモーダルストループ効果を調べた。音韻次元は反応すべき色次元との一致性が重要であったが、無視すべき文字次元と一致性には効果がなくあまり重要でなかった。さらに、聴覚刺激が視覚刺激よりも後に提示された条件では音韻の効果が比較的小さかった。したがって、WEVER ++モデルのワードと話された音声の意味のアクセスより発音のアクセスを優先するという説明と一貫しない。この説が正しければ、音韻次元と文字次元との一致性の効果が現れるはずである。WEVER ++は主に英語で行われた研究を基に作られたモデルであるので、我々の結果は英語の表音文字と日本語の表語文字 (漢字) との違いを示しているのかもしれない。

第7章 安全工学への認知心理学の寄与

本章の要旨

本章では、安心・安全なシステムを構築する際に、システムを運用・利用する人間に関わる不適切な操作などが致命的な事故や事件につながる確率を小さくするために、近年の認知心理学の研究が寄与できる可能性を示した。人間の特性を理解し、システムに組み込むことで安全性と信頼性が向上するはずである。人間の高次な認知機能のひとつである認知コントロールを簡便に測定できる装置を開発し、飲酒運転の撲滅や高齢者ドライバーの認知機能測定を試みた研究事例を紹介した。この装置はストループ課題の試行間の関係から測定されるグラットン効果を利用した、従来に比べて簡便で信頼性の高い認知コントロールの測定装置であり、様々な分野での寄与が期待される。

(1) 安全工学と認知心理学の関係

これまで、心理学の研究について、諸外国と国内の最新研究との位置づけについて基礎的な領域をまとめてきたが、これからはその応用展開について述べる。本章では、私が海事科学部、海事科学研究科に所属してきたため、産業的、社会的な意義と工学的な展開についてまとめた。認知心理学が貢献できる応用展開として、安全工学を取り上げた。

安全工学の考えでは、事故や故障をなくすことは不可能であると考えられている。確率論の考えから、事故の発生確率を低くし、たとえ事故が生じたとしても致命的な事象につながらないように対策が講じられてきた。故障モード・影響解析 (Failure Mode and Effects Analysis: FMEA) や故障の木解析 (Fault Tree Analysis: FTA) などの手法は ISO や JIS など規格化されている。このような手法は、工業製品、情報システム、医療、社会システムなど様々な分野で応用されている。致命的な事故につながらないようにシステム設計には、そのシステムを運用・利用する人間の特性についても組み込まなければならない。実際に、多くのシステムにはヒューマンファクターやフルプルーフのような人間の特性が反映された要素や機構が組み込まれている。

人間の特性が十分に反映されていないシステムは危険である。たとえば、あるシステム

異常に対する安全策が講じられている場合であっても、その手順が複雑であったり他の異常と同時に発生したりする場合には、システム運用者が適切に処置できない確率が高くなるであろう。さらに、システム運用者が想定外の不適切な操作をした際に、その操作に対する安全策が講じられていなければ致命的な事象につながるかもしれない。致命的な事象に至った事例では、複数の安全防止策が機能しなかったことが多いようである。その理由は、複数の異常が同時に生じる場合には、想定される異常の組み合わせが複雑なシステムになればなるほど爆発的に増加し、異常のすべての組み合わせに対応する適切な対策を講じることが不可能になるからである。そして、それらの複数の異常の中に人間が関わることが多い。たとえば、軽微な誤操作を発見できない場合 (2005 年の注文の確認手順を無視したジェイコム株の大量誤発注事件) や、通常とは異なる作業をする場合 (1986 年のストレステスト中のチェルノブイリ原子力発電所事故) など考えられる。

安心・安全なシステムを設計するためには、そのシステムを運用・利用する人間の特性をよく知る必要がある。認知心理学は、人間の知的な精神活動を研究対象とし、注意、記憶、言語、思考などに関係している。これらの知的な精神活動はシステムの運用・利用に深く関係するため、これまでも認知心理学が安全工学に寄与してきた。本論文では近年の認知心理学の研究動向を踏まえた安全工学への新たな寄与の可能性を論じる。

(2) コンフリクト課題と応用展開

近年の認知心理学の動向において、認知コントロール (cognitive control) はこの数年間で大きく変化した動向のひとつであろう。認知コントロールはその場ですぐに判断が求められたり、行動を切り替えたり、やめたりすることに関係している (嶋田・芦高、2012)。つまり、安心・安全なシステムに重要な人間の特性に関わる中心的な認知機能であると考えられる。

人間が複雑なシステムを運用・利用する場合に限らず、日常生活においても、人間は多くの情報や刺激の中から適切な選択と行動を常に繰り返している。特に、いつもやり慣れた選択と行動をやめなければならず、いつもと異なる選択と行動を求められる場合には、選択や行動するまでの時間が増加し、誤った反応が増加する。たとえば、通勤や通学途中にある郵便ポストにはがきを投函しようとしても、投函することをしばしば忘れてしまう。ときには、投函し忘れたことを思い出すと同時に、郵便ポストの前を通ったことを鮮明に思い出すことさえあるかもしれない。このような事象について認知心理学ではコンフリクト課題を用いて研究が進められている。

コンフリクト課題には代表的に、ストループ課題 (Stroop, 1935)、フランカー課題 (Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W., 1974)、サイモン課題 (Simon, 1990) がある。これらの課題は認知心理学の研究で現在でもよく用いられている。ストループ課題は、色のついた色文字に関し

て「色文字」を無視し、「着色された色」を答える課題である。「着色された色」と「色文字が示す色」とが一致していない条件 (不一致条件) では、それらが一致している条件 (一致条件) に比べて反応時間が増加し、誤った反応が増加する。この効果はストループ効果と呼ばれるが、一般的にコンフリクト課題では一致性効果やコンパチビリティ効果などと呼ばれる。健常な成人であれば注意を向けた文字は読むものであり、その文字を無視することはほとんどない。他方、着色された色について答えることはほとんどない。ストループ効果は、不慣れな色命名反応を求められる際に、慣れた文字読みから干渉を受けることから生じる (MacLeod, 1991)。

認知機能の測定

我々は、グラットン効果 (Gratton, Coles, & Donchin, 1992; Gratton, Coles, Sirevaag, Eriksen & Donchin, 1988; Botvinick, Braver, Barch, Carter & Cohen, 2001) を測定することで認知機能の働きを調べることができると考え、様々な認知機能の測定装置の開発を進めてきた (嶋田, 2011)。たとえば、飲酒運転の撲滅を目的とした装置や高齢者ドライバーの適性検査装置などである (図 7-1)。

認知機能の測定にはストループ課題を採用した。その理由は、ストループ課題が他のコンフリクト課題に比べ、言語や自動性に関わるより高次な認知機能が要求されるためである。現在でも、臨床検査法のひとつとして紙に印刷されたストループ課題が利用されている。しかし、従来の検査方法は、簡便に実施できるが、反応時間や誤った反応の測定が数十試行からなるシート単位の測定値しか得られないために、グラットン効果のような試行間の効果を測定することができない。試行間の効果を測定するためには、試行ごとの反応時間と反応正誤の記録が必要となり、新しい装置の開発が必要である。また、上述したように、ストループ課題を用いた臨床検査法は検査法ごとにプライミング条件の構成割合が異なっていた。試行間の効果が測定できる新しい装置は、異なったプライミング条件ごとにも反応時間や反応正誤を測定できるため、より信頼性の高い検査装置になるはずである。

課題の反応方法はボタン押し反応を採用した。たとえば、あお色の赤という文字の刺激に「あお」と反応する際に、右側のボタンを押すことが求められる。コンピュータを用いたボタン押し反応装置の場合、試行ごとの反応をデジタルで測定できるため、反応時間と反応正誤を自動的に記録し、試行間効果を測定することが可能になる。

他方、オリジナルのストループ課題 (Stroop, 1935) の方法に従えば、あお色の赤という文字の刺激に「あお」と口頭で反応することが求められる。口頭での反応は、無視すべき文字刺激と口頭反応の連合が強いため、ボタン押し反応よりもストループ効果量が大きく (MacLeod, 1991)、より高度な認知コントロールが必要な反応であると考えられる。しかし、認知機能の簡便な測定装置に口頭での反応を採用することは困難なようである。基礎研究で実施されているような実験室条件では、実験参加者は個別に防音室に入り、実験者が実験参加者の口頭反応をマイクロフォンで取得し、反応の正誤を確認して記録している。こ

のような厳密な測定は大掛かりな装置と人的な資源が必要となり、認知機能の測定を普及させるには適していない。我々は、ボタン押し反応の装置開発と同時に、音声認識装置を導入した口頭反応の測定の自動化を試みている。しかし、多少の騒音が想定されるようなフィールドでの測定にも耐えることができる高い音声認識率を達成する装置を開発することは困難である。

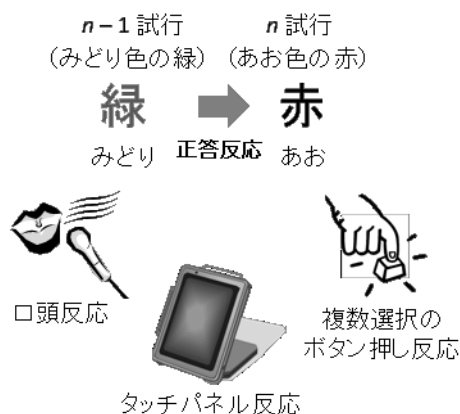


図 7-1 測定装置

飲酒運転の撲滅に向けて

飲酒運転の罰則が強化されたことで飲酒運転の取り締まり件数が減少しているとはいえ、重大な飲酒運転事故が撲滅されない。少量のアルコールを飲むと気分が高揚したり、いつもよりよく喋るようになったりして、「自分は今までに事故を起こしたことがない」とか「飲酒運転で検挙されたことがない」などという軽い気持ち（アルコール健康医学協会，2008）で運転してしまうからかもしれない。この事例は、自身の判断力が低下しているということを自覚していないことが問題である。もし、自身の判断力の低下を簡便に装置で示すことができれば、運転の危険性の自覚を促し、飲酒運転を減少させることができるはずである。

我々は、ストループ課題を用いてグラットン効果を測定し、少量の飲酒が認知機能を低下させるのかどうか実験室条件で研究を行った（嶋田，2009）。その結果、少量の飲酒によって認知機能の低下が認められた。この研究で用いた装置では、実験室条件下で測定に長い時間が必要なことから、今後はより簡便に認知機能を測定することができる装置を開発する必要がある。簡便な測定装置は、たとえば、居酒屋などでお酒を飲みながらゲーム感覚で、自身の認知機能の低下を自覚するのに役立つであろう。

高齢者ドライバーの認知機能測定

近年、日本では高齢者ドライバーが増加しており、運転免許更新時に高齢者講習が必要な70歳以上の運転免許保有者は全体の約10%を占める（警察庁交通局運転免許課，2011）。

最近になって運転免許の自主返納が進められているとはいえ、自動車が生活になくてはならない交通手段として免許を保有している高齢者ドライバーも少なくないであろう。高齢者ドライバーの事故率が比較的高いことを考えれば、安全に運転できる認知機能を備えているか調べることは重要なことである。また、自宅などで簡便に認知機能の測定ができれば、運転免許証の自主返納を考える契機となるかもしれない。

我々は、高齢者ドライバーを対象に安全に運転できる認知機能を備えているのかどうか評価する研究を進めてきた(嶋田, 2012)。研究では、高齢者と大学生の認知コントロールの指標としてのグラットン効果を比較した。高齢者の認知コントロールが低下していれば、大学生よりもグラットン効果の効果量が減少するはずである。実験参加者は、公募によって自主的に参加した、大学生と公立の高齢者向け学習センターに所属する健康な 60 歳以上の高齢者であった。実験参加者には、ストループ課題についてボタン押し反応を求めた。その結果、予想に反して高齢者のほうが大学生よりもグラットン効果の効果量が大きく、認知機能が優れているという結果になった。他方、すべての条件を平均化した総反応時間では高齢者のほうが大学生よりも遅かった。これらの結果は次のように説明できるであろう。実験に参加した高齢者が、学習センターに通う高齢者の中でも自主的に課題に参加した高齢者であったため、比較的高い認知機能を備えていた可能性がある。そのために、多少複雑な課題であっても認知コントロールを働かせて課題に取り組むことができ、大学生よりも総反応時間が遅いとはいえ、認知コントロールの指標となるグラットン効果が得られたのかもしれない。他方、大学生にとっては課題が簡単であり、認知コントロールを十分に働かせる必要がなかったために、総反応時間が速く、グラットン効果が得られなかったのかもしれない。今後、グラットン効果のみを認知機能の評定値とするのではなく、測定で得られる他の測定値と総合して評価する必要がある。また、高齢者のデータを増やし、自動車の運転に必要な認知コントロールの程度を測定しなければならない。

さらに、大学生でグラットン効果が得られなかったことから、タッチパネルを用いた装置を開発している。この装置はボタン押し反応よりも困難な課題になっているために、大学生のような認知機能の比較的高い実験参加者であっても、認知機能を測定できるであろう。ボタン押し反応の装置では反応する色とボタンが常に固定されていた。他方、タッチパネルで反応する装置では、試行ごとに反応する色とタッチするエリアの対応関係が変化するために、どのエリアをタッチするか試行ごとに確認しなければならない。

(3) 展望

安全工学への認知心理学の寄与について、認知心理学の近年の動向を踏まえて検討した。安心・安全なシステムを構築するためには、人間の特性についてよく知り、その特性をシステムに反映させる必要がある。我々は、認知コントロールの測定装置をより簡便でより

信頼ある装置にしようと試みている。確かに、認知心理学の研究で行われているような実験室環境での厳密な測定も重要である。他方、人間の特性がどのようなものであるのかが一般に認識され、さらに自身がどのような傾向の特性を持っているのか自覚できる機会を増やすことで、安全・安心なシステムの構築に寄与できるであろう。

本章では、高次の認知機能のひとつである認知コントロールの測定装置が安全工学に寄与できる可能性を、飲酒運転の撲滅や高齢者ドライバーなどの研究事例を挙げて示した。研究事例は交通場面に限定されていたが、容易に他の領域にも応用することができるだろう。さらに、試行間効果のような研究成果は認知コントロールの測定に限らず、様々な場面で安心・安全に寄与できるだろう。たとえば、ひとつひとつの作業手順が簡単であっても、それらの作業の時系列について詳しく検討すると、誤った作業を引き起こしやすい作業手順になっているかもしれない。本章では、認知コントロールに関する研究を中心に安全工学への寄与を検討したが、ネガティブプライミングなどの様々な認知心理学の研究成果が安全工学に寄与できるであろう。

第8章 結言

認知コントロールに関する研究は、海外では盛んに行われているが、日本ではそれほど盛んに行われていない。それは、緒言でも述べたように、学会発表の数からも明らかである。第2章では、海外で盛んに行われている「認知コントロール」に関するレビューを行った。認知コントロールの研究で代表的に使用されるストループ課題のみに注目したとしても、1935年のオリジナルのストループ課題から、多くの派生課題や効果が検討され、現在でも非常に利用されている。例えば、ストループ課題の派生課題や効果の例だけで、ストループライク課題、クロスモーダルストループ課題、ブロックワイズ比率一致性効果、項目特定比率一致性効果、文脈特定比率一致性効果、グラットン効果などの試行間効果などがある。第2章では、これらの課題や効果とその意義も含め、認知コントロールの最新の研究動向と文献レビューを述べた。第3章の心理学の概念の研究では、このような諸外国と日本の認識の違いが認知コントロールの研究の低さの原因ではないか、非アカデミックな心理学の概念について調査手法による研究を行った。日本の学生の非アカデミックな心理学の概念は、heart に偏っていた。アカデミックな心理学が対立概念である mind を対象として研究していることを考えると、この結果は、日本で認知コントロールの研究が盛んでない理由のひとつを示しているのかもしれない。第4章から第7章では認知心理学の方法による実験的研究を行った。日本では、タルヴィングの研究以来、「身体で覚える」と言われるような潜在的な記憶（手続き記憶）と「知識による記憶」と言われるような顕在的な宣言的記憶（エピソード記憶、意味記憶）が別々に対立するものとして考えられてきた。しかし、インスタンス理論をはじめとした、宣言的記憶と手続き的記憶を総括的に理解する立場が海外ではむしろ優勢である。海外では、熟練し自動的に遂行できるようになった反応に影響をおよぼす方向に、その場の環境に応じて遂行をコントロールする研究が盛んに行われている。我々はこの立場に立って、第4章と第6章で認知コントロールを認知心理学の実験を使って研究した。第4章のタイピングの階層的コントロールの実験では、熟達したタイピストが顕在的なキーボードレイアウト表象を持っていなくても、流暢にタイピングすることができるという一見するとパラドクシカルと思われる結果を得たため、トップダウン的な外的ループとボトムアップ的な内的ループのコントロールが別々に協調しながら働いていることを示した。つまり、外的ループではワードのような塊（チャンク）単位で顕在的にコントロールし、内的ループではどの指でキーを押すかなどはモジュール化されていた。第6章の拡張クロスモーダルの実験では、表語文字としての漢字の特徴を利用

し、色、文字、音韻の 3 次元間のコントロールを同時に比較することで、これまでの言語処理に関わるコントロールに対して問題提起をした。以上のように基本的には実験心理学の領域を扱ったが、さらに本論文では、私が海事科学部と海事科学研究科の工学の領域で学んできたため、現実の場面に対する応用を考えた。このような認知コントロールを現実場面、特に産業場面で応用できる可能性を第 5 章と第 7 章で述べた。第 5 章の顕在的なスピードアップを伴わない正確性の技能獲得では、主に操船技能の習熟を想定し、認知心理学の手法を用いて実験を行った。一般的に技能獲得はスピードアップを伴うことが想定されており、この研究では、その想定に対する問題提起も行った。第 7 章の安全工学への寄与では、自覚しにくい認知コントロールの機能を、簡便な認知機能評価装置を開発することにより、自覚させることで、安全工学や社会に寄与できる可能性を示した。例えば、工場プラントの責任者や運用者は、どのような環境や条件の時に、人間が間違いを犯しやすいのか知っておかなければならないが、そのような場面に出くわすことが少なく、間違いを犯すかもしれない自分自身や部下を想像することが難しいであろう。簡便な認知機能評価装置を利用することで、間違いを犯すかもしれない人間の認知機能について理解を深め、安全工学に寄与できるかもしれないことを示した。

第 3 章

日本の「心理学」の素朴概念は、漢字の「心」の意味に含まれるコントロールできない感情に引きずられ、西洋よりも極端に感情に偏っていることを示した。心理学の初頭教育において日本語としてよく用いられる「こころ (heart)」と心理学が扱う「マインド (mind)」の違いを示すことの必要性を示した。heart と mind は対立概念である。日常生活では難しいことを考えることなく会話をしたり人ごみの中を歩いたりすることができるため、心理学を学んだことのない人々には会話のような知的な機能、つまり「マインド」が心理学の主要な研究対象になると考えないのかもしれない。日本の心理学の初学者は「心理学」という名称の「心」という文字から、心理学では扱わない「心 (heart)」が代表するようなコントロールできない感情を多く扱うと考えることを論じた。

第4章

タイピング技能に関する実験的検討を行った。タイピング技能を研究対象とすることで、潜在記憶のタイピング技能をデジタルに測定することができる。熟達したタイピストは、潜在記憶によって速く正確に文字を入力でき、タイピングすることに多くの労力を必要としない。我々は卓越した潜在記憶があるときに顕在記憶がどのような役割を果たしているのかキー配置の自由再生課題を用いて調べた。その結果、日本の研究とアメリカの研究の両方で卓越したタイピング技能にキーボードレイアウトの顕在記憶は必ずしも必要としないことを示した。この結果は二重ループ理論と一貫していた。さらに別の実験で、欧米に比べて日本でのタッチタイプできる者の比率が非常に低いことに注目した。日米のキー入力方式の違いによる技能獲得のプロセスを調べるために、実験では文字とキーのオーバーラップを操作した。オーバーラップのある条件のほうがない条件よりも技能習得が遅く、日本語のローマ字入力の困難さを示した。

第5章

顕在的なスピードアップを伴わない正確性の技能獲得について実験的検討を行った。コンピュータ画面上で円運動する移動体を目標位置に停止させる課題を用いた。移動体を停止させる操作から実際に移動体が停止するまでの時間を遅れ時間として操作した(2秒、5秒、8秒)。遅れ時間の小さい条件では練習とともに正確性が向上したが、遅れ時間の大きい条件では正確性がわずかしか向上しなかった。この結果は、記憶ベースの技能獲得の理論と一貫している。今後、遠隔操作や操船場面のような遅延環境場面の技能獲得の向上に役立つかもしれない。

第6章

言語活動に関わる認知コントロールについて実験的検討を行った。言語活動は無自覚に遂行しているような自動的な認知機能である。本章では、視覚と聴覚のクロスモーダルストループ効果を展開し、視覚の色次元と文字次元、聴覚の音韻の3つの次元を操作することで拡張クロスモーダルストループ効果を調べた。文字次元に表意文字としての漢字を使用することで、視覚からの音韻の効果をなくした。色次元と文字次元で生じる通常のストループ効果が得られ、色次元と音韻次元で生じるクロスモーダルストループ効果は限定的に得られた。WEVER++モデルとともに論じた。

第7章

認知コントロールの研究の応用展開の場面として、安全工学への寄与について述べた。認知機能を測定できる装置の開発によって、自覚しにくい認知機能についてよく知り、自らの認知機能の水準の自覚を促すことができるであろう。自らの認知機能を知ること、飲酒運転の撲滅や高齢者自動車運転ドライバーの運転免許証の自主返納の契機などのとなることが期待される。さらに、様々なシステムを運用したり構築したりする者が人間の認知機能を知ること、操作ミスや事故の減少が期待される。認知機能の測定装置には、ストループ課題をはじめとするコンフリクト課題を用いることを提案した。反応時間や誤反応率や試行間効果を測定することで、総合的に認知機能を評価できる可能性を示した。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、終始熱心で厳しい御指導、御教示を賜りました関係者の皆様に、心より感謝の意を表します。

研究活動を学部と大学院での 6 年間の長きに渡って、熱心に指導していただいた嶋田博行教授に心から感謝の意を表します。研究室での研究指導にとどまらず、多くの学会参加や発表の機会を与えていただきありがとうございました。多くの著名な研究者と交流し、さらに学外の若い研究者とも切磋琢磨して研究に励むことができました。特に、海外での学会参加や発表は、海外の研究者と交流し、研究の動向や活発さに毎回刺激を受けることができました。共同研究を行った G. D. Logan 教授には、研究のご助言をいただくだけでなく、励ましなどの精神的な支援もしていただき心より感謝いたします。さらに、D. W. Schneider 先生、M. Yamaguchi 先生、K. M. Snyder 院生など海外の研究者に支援していただき感謝しています。喜多伸一先生、宇津木成介先生、松本絵理子先生、城仁士先生には神戸大学大学院での研究科を越えた心理学分野での指導を賜りましたことを心より感謝いたします。磯貝恭史先生、高橋倫也先生には、統計学のご指導していただき感謝しています。磯貝恭史先生には、日本科学技術連盟のベーシックコースに書記として推薦していただき、品質管理について学ぶ機会と製造業の方々との多くの交流の機会を与えていただきありがとうございました。心理学の産業場面での応用展開について多くの示唆を得ることができました。最後に、日頃の研究を通じて、様々なご支援を頂きました研究室の諸氏に感謝いたします。数多くの実験の実施は、研究室の皆様の協力なくしてできませんでした。

本論文の執筆に際して、多くの御助言を賜りました神戸大学大学院 喜多伸一教授、小林英一教授に厚く御礼申し上げます。お世話になった多くの先生方、皆様のご支援なくして研究を進めることができませんでした。ここに重ねて謝意を表し、謝辞といたします。

参考文献

第1章

- Lachman, R., Lachman, J.L.L., & Butterfield, E.C. (1979). *Cognitive Psychology and Information Processing: An Introduction*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
(箱田裕司・鈴木光太郎 (監訳) (1988). 認知心理学と人間の情報処理 (サイエンス社))

第2章

- Akçay, Ç & Hazeltine, E. (2008). Conflict adaptation depends on task structure. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34, 958–973.
- Allport, A., Styles, E. A., & Hsieh, S. (1994). Shifting intentional set: Exploring the dynamic control of tasks. In C. Umiltà & M. Moscovitch (Eds.), *Attention and Performance XV* (pp. 421–452). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Allport, A., & Wylie, G. (2000). Task-switching, stimulus-response bindings, and negative priming. In S. Monsell & J. Driver (Eds.), *Attention and performance XVIII: Control of cognitive processes* (pp. 35–70). Cambridge, MA: M.I.T. Press.
- 芦高勇氣 (2009). 管理コントロールの基礎研究, 卒業論文.
- 芦高勇氣 (2011). 管理コントロールの基礎研究, 修士論文
- Baddeley, A. D., Hitch, G. J. L (1974). Working Memory, In G.A. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: advances in research and theory* (Vol. 8, pp. 47–89), New York: Academic Press.
- Bissett, P. G., & Logan, G. D. (2011). Balancing cognitive demands: Control adjustments in the stop-signal paradigm. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 37, 392–404.
- Botvinick, M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review*, 108, 624–652.
- Botvinick, M. M., Cohen, J. D., & Carter, C. S. (2004). Conflict monitoring and anterior cingulate cortex: an update. *Trend in Cognitive Science*, 8, 539–546.
- Botvinick, M., Nystrom, L. E., Fissell, K., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (1999). Conflict monitoring versus selection-for-action in anterior cingulate cortex. *Nature*, 402, 179–181.
- Braver, T. S., Gray, J. R., and Burgess, G. C. (2007). Explaining the Many Varieties of Working Memory Variation: Dual Mechanisms of Cognitive Control. In *Variation in Working Memory*. Editors: Conway, A. R. A., Jarrold, C., Kane, M. J., Miyake, A., Towse, J. N. Oxford University Press
- Bugg, J. M. (2008). Opposing influences on conflict-driven adaptation in the Eriksen flanker task.

-
- Memory & Cognition*, 36, 1217–1227.
- Bugg, J. M., Jacoby, L. L., & Chanani, S. (2011). Why it is too early to lose control in accounts of item-specific proportion congruency effects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 37, 844–859.
- Carter, C.S., Macdonald, A. M., Botvinick, M., Ross, L. L., Stenger, V. A., Noil, D., & Cohen, J. D. (2000). Parsing executive processes: strategic vs. evaluative functions of the anterior cingulate cortex. *Proceedings of the Natural Academy of Sciences of the USA*, 97, 1944–1948
- Cho, R. Y., Orr, J. M., Cohen, J. D., & Carter, C. S. (2009). Generalized signaling for control: Evidence from postconflict and posterror performance adjustments. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35, 1161–1177.
- Cohen, J. D., Dunbar, K., & McClelland, J. L. (1990). On the control of automatic processes: A parallel distributed processing model of the Stroop effect. *Psychological Review*, 97, 332–361.
- Crump, M. J. C., Gong, Z., & Milliken, B. (2006). The context-specific proportion congruence effect: Location as a contextual cue. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13, 316–321.
- Crump, M. J., & Logan, G. D. (2010a). Episodic contributions to sequential control: Learning from a typist's touch. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 36, 662–672.
- Crump, M. J. C., & Logan, G. D. (2010b). Hierarchical control and skilled typing: Evidence for word-level control over the execution of individual keystrokes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 36, 1369–1380. doi:10.1037/a0020696
- Crump, M. J. C., & Logan, G. D. (2010c). Warning: This keyboard will deconstruct—The role of the keyboard in skilled typewriting. *Psychonomic Bulletin & Review*, 17, 394–399. doi:10.3758/PBR.17.3.394
- Crump, M. J. C., & Milliken, B. (2009). The flexibility of context-specific control: Evidence for context-driven generalization of item-specific control settings. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62, 1523–1532.
- Crump, M. J. C., Vaquero, J. M. M., & Milliken, B. (2008). Context-specific learning and control: The roles of awareness, task relevance, and relative salience. *Consciousness and Cognition*, 17, 22–36.
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, 16, 143–149.
- Fernandez-Duque, D., & Knight, M. B. (2008). Cognitive control: Dynamic, sustained, and voluntary influences. *Journal of experimental psychology. Human perception and performance*. 24, 340–355.

-
- Funes, M. J., Lupiáñez, J., & Humphreys, G. (2010). Analyzing the generality of conflict adaptation effects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *36*, 147–161.
- Golden, C. G. & Freshwater, S. M. (1998). Stroop color and word test: Adult version. Stoelting Co.
- Gopher, D., Aymon, L., & Greenspan, T. (2000). Switching tasks and attention policies. *Journal of Experimental Psychology: General*, *129*, 308–339.
- Gratton, G., Coles, M. G. H., & Donchin, E. (1992). Optimizing the use of information: Strategic control of activation of responses. *Journal of Experimental Psychology: General*, *121*, 480–506.
- Gratton, G., Coles, M. G. H., Sirevaag, E. J., Eriksen, C. W., & Donchin, E. (1988). Pre- and post-stimulus activation of response channels: A psychophysiological analysis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *14*, 331–344.
- 箱田祐司, 渡辺めぐみ (2005). 新ストロープ検査Ⅱ トーヨーフィジカル
- Hommel, B. (1993). The role of attention for the Simon effect. *Psychological Research*, *55*, 208–222.
- Hommel, B. (2004). Event files: feature binding in and across perception and action. *Trends in Cognitive Sciences*, *8*, 494–500
- Houghton, G., & Tipper, S. P. (1996). Inhibitory mechanisms of neural and cognitive control: Applications to selective attention and sequential action. *Brain and Cognition*, *30*, 20–43.
- Hutchison, K. A. (2011). The interactive effects of listwide control, item-based control, and working memory capacity on Stroop performance. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *37*, 851–860.
- Jacoby, L. L., Lindsay, D. S., & Hessels, S. (2003). Item-specific control of automatic processes: Stroop process dissociations. *Psychonomic Bulletin & Review*, *10*, 638–644.
- Jersild, A. T. (1927). *Mental set and shift*. Archives of Psychology, Whole No. 89.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Kane, M. J., & Engle, R. W. (2002). The role of prefrontal cortex in working memory capacity, executive attention, and general fluid intelligence: An individual-differences perspective. *Psychonomic Bulletin & Review*, *9*, 637–671.
- Kane, M. J. & Engle, R. W. (2003). Working-memory capacity and the control of attention: The contribution of goal neglect, response competition, and task set to Stroop interference. *Journal of Experimental Psychology: General*, *132*, 47–70.
- Kerns, J. G., Cohen, J. D., MacDonald, A. W., Cho, R. Y., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2004). Anterior cingulate conflict monitoring and adjustments in control. *Science*, *303*, 1023–1026.
- Koch, I., Gade, M., Schuch, S., & Phillip, A. M. (2010). The Role of inhibition in task switching: A

-
- review. *Psychonomic Bulletin & Review*, *17*, 1–14.
- Kornblum, S., Hasbroucq, T., & Osman, A. (1990). Dimensional overlap. Cognitive basis for stimulus–response compatibility—a model and taxonomy. Logan, G. D. (1985). Executive control of thought and action. *Acta Psychologica*, *60*, 193–210.
- Kunde, W., & Wühr, P. (2006). Sequential modulations of correspondence effects across spatial dimensions and tasks. *Memory & Cognition*, *34*, 356–367.
- LaBerge, D., & Samuels, S. J. (1974). Toward a theory of automatic information processing in reading. *Cognitive Psychology*, *6*, 293–323.
- Laming, D. R. J. (1968). *Information theory of choice reaction times*. London: Academic Press.
- Lappin, J. S., & Eriksen, C. W. (1966). Use of a delayed signal to stop a visual reaction-time response. *Journal of Experimental Psychology*, *72*, 805–811.
- Logan, G. D. (1988). Toward an instance theory of automatization. *Psychological Review*, *95*, 492–527.
- Logan, G. D. (1994). On the ability to inhibit thought and action: A user’s guide to the stop signal paradigm. In D. Dagenbach & T. H. Carr (Eds.), *Inhibitory processes in attention, memory, and language* (pp. 189–239). San Diego, CA: Academic Press.
- Logan, G. D., & Bundesen, C. (2004). Very clever homunculus: Compound stimulus strategies for the explicit task-cuing procedure. *Psychonomic Bulletin & Review*, *11*, 832–840.
- Logan, G. D., & Cowan, W. B. (1984). On the ability to inhibit thought and action—A theory of an act of control. *Psychological Review*, *91*, 295–327.
- Logan, G. D., & Crump, M. J. C. (2011). Hierarchical control of cognitive processes: The case for skilled typewriting. In Brian Ross (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*, Vol. 54. (pp.1–27). Burlington: Academic Press.
- Logan, G. D., Schneider, D. W., & Bundesen, C. (2007). Still clever after all these years: Searching for the homunculus in explicitly cued task switching. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *33*, 978–994.
- Logan, G. D., & Zbrodoff, N. J. (1979). When it helps to be misled: Facilitative effects of increasing the frequency of conflicting stimuli in a Stroop-like task. *Memory and Cognition*, *7*, 166–174.
- Logan, G. D., & Zbrodoff, N. J. (1998). Stroop type interference: Congruity effects in color naming with typewritten responses. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *24*, 978–992.
- MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*, *109*, 163–203.
- MacLeod, C. M. & MacDonald, P. A., (2000). Interdimensional interference in the Stroop effect: uncovering the cognitive and neural anatomy of attention. *Trends in Cognitive Sciences*, *4*,

-
- 383–391.
- Mayr, U. (1996). Spatial attention and implicit sequence learning: Evidence for independent learning of spatial and nonspatial sequences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *19*, 1297–1320.
- Mayr, U., Awh, E., & Laurey, P. (2003). Conflict adaptation effects in the absence of executive control. *Nature Neuroscience*, *6*, 450–452.
- Mayr, U., & Kliegl, R. (2003). Differential effects of cue changes and task changes on task-set selection costs. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *362*–372.
- Mayr, U., & Awh, E. (2009). The delusive link between conflict and conflict adaptation. *Psychological Research*, *73*, 794–802. doi:10.1007/s00426-008-0191-1.
- Meiran, N. (1996). Reconfiguration of processing mode prior to task performance. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, *22*, 1423–1442.
- Meier, M. E., & Kane, M. J. (2013). Working memory capacity and Stroop interference: Global versus local indices of executive control. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *39*, 748–759. doi:10.1037/a00292
- Melara, R. D., & Algom, D. (2003). Driven by information: A tectonic theory of Stroop effects. *Psychological Review*, *110*, 422–471.
- Monsell, S. (2003). Task switching. *Trends in Cognitive Sciences*, *7*, 134–140.
- Morey, C. C., Elliott, E. M., Wiggers, J., Eaves, S. D., Shelton, J. T., Mall, J. T. (2012). Goal-neglect links Stroop interference with working memory capacity. *Acta Psychologica*. *141*, 250–260. doi:10.1016/j.actpsy.2012.05.013
- Monsell, S., & Mizon, G. A. (2006). Can the task-cuing paradigm measure an endogenous task-set reconfiguration process? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *32*, 493–516.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., & Howerter, A., (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” task: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*, 49–100.
- Navon, D. (1984). Resources: A theoretical soup stone? *Psychological Review*. *91*. 216–234.
- Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. In R. J. Davidson, G. E. Schwartz, & D. Shapiro (Eds.). *Consciousness and self-regulation* (Vol. 4, pp. 1–18). New York: Plenum.
- Notebaert, W., & Soetens, E. (2006). Sustained suppression in congruency tasks. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *59*, 178–189.
- Roelofs, A. (2003). Goal-referenced selection of verbal action: Modeling attentional control in the Stroop task. *Psychological Review*, *110*, 88–125.
- Posner, M. I., & Snyder, C. R. R. (1975). Attention and cognitive control. In R. L. Solso (Ed.),

-
- Information processing and cognition: The Loyola symposium* (pp. 55–85). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Rabbitt, P. M. A. (1966). Errors and error correction in choice reaction time tasks. *Journal of Experimental Psychology*, *71*, 264–272.
- Ratcliff, R. (1978). A theory of memory retrieval. *Psychological Review*, *85*, 59–108.
doi:10.1037/0033-295X.85.2.59
- Ridderinkhof, K. R., Ullsperger, M., Crone, E. A., & Nieuwenhuis, S. (2004). The role of medial frontal cortex in cognitive control. *Science*, *306*, 443–447.
- Rogers, R. D., & Monsell, S. (1995). Costs of a predictable switch between simple cognitive tasks. *Journal of Experimental Psychology: General*, *124*, 207–231. doi:10.1037/0096-3445.124.2.207.
- Rubinstein, J. S., Meyer, D. E., & Evans, J. E. (2001). Executive control of cognitive processes in task switching. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *27*, 763–797.
- Schmidt, J. R. (2013). Questioning conflict adaptation: proportion congruent and Gratton effects reconsidered. *Psychonomic Bulletin & Review*, *20*, 615–630.
- Schmidt, J. R., & Besner, D. (2008). The Stroop effect: Why proportion congruence has nothing to do with congruency and everything to do with contingency. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *34*, 514–523.
- Schmitz, F., & Voss, A. (2012). Decomposing task-switching costs with the diffusion model. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *38*, 222–250. DOI: 10.1037/a0026003
- Schneider D. W. & Logan, G. D. (2005). Modeling task switching without switching tasks; A short-term priming account of explicitly cued performance. *Journal of Experimental Psychology: General*, *134*, 343–367.
- Shallice, T. (1988). *From Neuropsychology to Mental Structure*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Shiffrin, R. M., & Schneider, W. (1977). Controlled and automatic information processing: II. Perceptual learning, automatic attending, and a general theory. *Psychological Review*, *84*, 127–190.
- 嶋田博行 (1994). ストループ効果—認知心理学からのアプローチ, 培風館.
- 嶋田博行, 芦高勇氣 (2012). 認知コントロール—認知心理学の基礎研究から教育・臨床の応用をめざして, 培風館.
- Simon, J. R. (1990). The effects of an irrelevant directional cue on human information processing. In R. W. Proctor & T. G. Reeve (Eds.), *Stimulus–response compatibility: An integrated perspective* (pp. 31–86). Amsterdam: Elsevier, North-Holland.

-
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, *18*, 643–662.
- Stürmer, B., Leuthold, H., Soetens, E., Schröter, H., & Sommer, W. (2002). Control over location-based response activation in the Simon task: Behavioral and electrophysiological evidence. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *28*, 1345–1363.
- Turner, M. L., & Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language*, *28*, 127–154.
- Ullsperger, M., Bylsma, L. M., & Botvinick, M. M. (2005). The conflictadaptation effect: It's not just priming. *Cognitive, Affective, and Behavioral Neuroscience*, *5*, 467–472.
- Verbruggen, F., Liefoghe, B., & Vandierendonck, A. (2004). The interaction between stop signal inhibition and distractor interference in the flanker and Stroop task. *Acta Psychologica*, *116*, 21–37.
- Verbruggen, F., Liefoghe, B., Notebaert, W., & Vandierendonck, A. (2005). Effects of stimulus-stimulus compatibility and stimulus response compatibility on response inhibition. *Acta Psychologica*, *120*, 307–326.
- Verbruggen, F., & Logan, G. D. (2008a). Automatic and controlled response inhibition: Associative learning in the go/no-go and stop-signal paradigms. *Journal of Experimental Psychology: General*, *137*, 649–672. doi:10.1037/a0013170
- Verbruggen, F., & Logan, G. D. (2008b). Long-term aftereffects of response inhibition: Memory retrieval task goals and cognitive control. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *34*, 1229–1235. doi:10.1037/0096-1523.34.5.1229
- Verbruggen, F., & Logan, G. D. (2009). Automaticity of cognitive control: Goal priming in response-inhibition paradigms. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *35*, 1381–1388. doi:10.1037/a0016645
- Verbruggen, F., Logan, G. D., Liefoghe, B., & Vandierendonck, A. (2008). Short-term aftereffects of response inhibition: Repetition priming or between-trial control adjustment? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *34*, 413–426. doi:10.1037/0096-1523.34.2.413
- Verguts, T., & Notebaert, W. (2009). Adaptation by binding: a learning account of cognitive control. *Trends in Cognitive Sciences*, *13*, 252–257.

第 3 章

- Allport, F. H. (1962). A structuronomic conception of behavior: Individual and collective. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, *64*, 3–30. doi:10.1037/h0043563
- Allport, F. H., & Solomon, R. S. (1939). Lengths of conversations: A conformity situation analyzed

-
- by the telic continuum and J-curve hypothesis. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 34, 419–464. doi:10.1037/h0054465
- 芦高勇氣 (2011). 民俗学レベルでの心理学のイメージの国際比較. 日本教育心理学会第 53 回総会 (自主企画シンポジウム「日本人の心のイメージと心理学教育」話題提供)
- Berry, J., Poortinga, Y., Segall, M., & Dasen, P. (2002). *Cross-cultural psychology, Research and applications*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Chen, M. J. (1994). Chinese and Australian concepts of intelligence. *Psychology and Developing Societies*, 6, 103–117. doi:10.1177/097133369400600202
- Chun, K. T., Campbell, J. B., & Yoo, J. H. (1974). Extreme response style in cross-cultural research: Reminder. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 5, 465–480. doi:10.1177/002202217400500407
- Floyd, F. J., & Widaman, K. F. (1995). Factor analysis in the development and refinement of clinical assessment instruments. *Psychological Assessment*, 7, 286–299. doi:10.1037/1040-3590.7.3.286
- Guthrie, G. M., & Bennett Jr., A. B., (1971). Cultural differences in implicit personality theory. *International Journal of Psychology*, 6, 305–312. doi:10.1080/00207597108246697
- Heine, S. J., Lehman, D. R., Peng, K., & Greenholtz, J. (2002). What's wrong with cross-cultural comparisons of subjective Likert scales?: The reference-group effect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 82, 903–918. doi:10.1037//0022-3514.82.6.903
- Hino, Y., Kusunose, Y., Lupker, S. J., & Jared, D. (2013). The processing advantage and disadvantage for homophones in lexical decision tasks. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 39, 529–551. doi:10.1037/a0029122
- Ho, D. Y. F. (1998). Indigenous psychologies: Asian perspectives. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 29, 88–103. doi:10.1177/0022022198291005
- Hui, C. H., & Triandis, H. C. (1989). Effects of culture and response format on extreme response style. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 20, 296–309. doi:10.1177/0022022189203004.
- 國廣哲彌・小西友七 (1993). ランダムハウス英和大辞典, 小学館.
- Lee, J. W., Jones, P. S., Mineyama, Y., & Zhang, X. E. (2002). Cultural differences in responses to a Likert scale. *Research in Nursing & Health*, 25, 295–306. doi:10.1002/nur.10041
- Markus, H. R., & Kitayama, S. (1998). The cultural psychology of personality. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 29, 63–87. doi:10.1177/0022022198291004
- Markus, H. R. & Kitayama, S. (1991). Culture and the self: Implications for cognition, emotion, and motivation. *Psychological Review*, 98, 224–253. doi:10.1037/0033-295X.98.2.224
- 水野リカ (2011). 連想語頻度表—3 モーラの漢字・ひらがな・カタカナ表記語. ナカニシヤ出版.
- Nanna, M. J., & Sawilowsky, S. S. (1998). Analysis of Likert scale data in disability and medical

-
- rehabilitation research. *Psychological Methods*, 3, 55–67. doi:10.1037//1082-989x.3.1.55
- 西川 泰夫 (1995). 「心理学」,学名の由来と語源をめぐって : サイコロジーは心理学か, *基礎心理学研究*, 14 9-21.
- 嶋田博行, 芦高勇氣 (2011). 初心者の「心理学」概念の国際比較—心理学導入教育への意義—, *日本心理学会第75回大会大会論文集*.
- Sternberg, R. J., Conway, B. E., Ketrone, J. L., & Bernstein, M. (1981). People's conceptions of intelligence. *Journal of Personality and Social Psychology*, 41, 37–55.
doi:10.1037/0022-3514.41.1.37
- 多田敏行他 (1980). *心理学講義*, 学術図書出版社.
- Verdonschot, R. G., Kiyama, S., Tamaoka, K., Kinoshita, S., La Heij, W., & Schiller, N. O. (2011). The functional unit of Japanese word naming: Evidence from masked priming. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 37, 1458–1473.
doi:10.1037/a0024491

第4章

- 芦高勇氣, 嶋田博行 (2011). 記憶検索に基づく技能獲得の研究: インスタンスとしてのエラーの蓄積, *日本教育心理学会第53回総会*
- 嶋田博行, 芦高勇氣 (2012). 認知コントロール—認知心理学の基礎研究から教育・臨床の応用をめざして, 培風館.
- 天野成昭, 近藤公久 (1999). *NTT データベースシリーズ: 日本語の語彙特性*, 三省堂.
- Anderson, J.R. (1987). Acquisition of cognitive skill. *Psychological Review*, 89, 369-406.
- Badre, D. (2008). Cognitive control, hierarchy, and the rostro-caudal organization of prefrontal cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, 12, 193–200.
- Beilock, S.L., & Carr, T.H. (2001). On the fragility of skilled performance: What governs choking under pressure? *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 701-725.
- Beilock, S.L., Wierenga, S.A., & Carr, T.H. (2002). Expertise, attention, and memory in sensorimotor skill execution: Impact of novel task constraints on dual-task performance and episodic memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55, 1211-1240.
- Castel, A. D., Vendetti, M., & Holyoak, K. J. (2012). Fire drill: Inattention blindness and amnesia for the location of fire extinguishers. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 74, 1391-1396.
- Cooper, R., & Shallice, T. (2000). Contention scheduling and the control of routine activities. *Cognitive Neuropsychology*, 17, 297–338.
- Crump, M. J., & Logan, G. D. (2010). Episodic contributions to sequential control: Learning from a typist's touch. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 36, 662–672.

-
- Fitts, P.M., & Posner, M.I. (1967). *Human performance*. Monterey: Brooks/Cole.
- James, W. (1890). *Principles of psychology*. New York: Holt.
- Lashley, K. S. (1951). The problem of serial order in behavior. In L. A. Jeffress (Ed.), *Cerebral mechanisms in behavior* (pp. 112–136). New York: Wiley.
- Liu, X., Crump, M. J. C., & Logan, G. D. (2010). Do you know where your fingers have been? Explicit knowledge of the spatial layout of the keyboard in skilled typists. *Memory & Cognition*, *38*, 474–484.
- Logan, G. D. (1988). Toward an instance theory of automatization. *Psychological Review*, *95*, 492–527.
- Logan, G. D. (1998). What is learned during automatization? II. Obligatory encoding of location information. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *24*, 1720–1736.
- Logan, G. D. (2003). Simon-type effects: Chronometric evidence for keypress schemata in typewriting. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *29*, 741–757.
- Logan, G. D., & Crump, M. J. C. (2009). The left hand doesn't know what the right hand is doing: The disruptive effects of attention to the hands in skilled typewriting. *Psychological Science*, *20*, 1296–1300.
- Logan, G. D., & Crump, M. J. C. (2010). Cognitive Illusions of Authorship Reveal Hierarchical Error Detection in Skilled Typists. *Science*, *330*, 683–686.
- Logan, G. D., & Crump, M. J. C. (2011). Hierarchical control of cognitive processes: The case for skilled typewriting. In Brian Ross (Ed.). *The Psychology of Learning and Motivation*, Vol. 54. (pp.1–27). Burlington: Academic Press.
- Logan, G. D., & Gordon, R. D. (2001). Executive control of visual attention in dual-task situation. *Psychological Review*, *108*, 393–434.
- Logan, G. D., & Zbrodoff, N. J. (1998). Stroop type interference: Congruity effects in color naming with typewritten responses. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *24*, 978–992.
- Long, J. (1976). Visual feedback and skilled keying: Differential effects of masking the printed copy and the keyboard. *Ergonomics*, *19*, 93–110.
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, *24*, 167–202.
- Miller, G. A., Galanter, E., & Pribram, K. (1960). *Plans and the structure of behavior*. New York: Holt.
- 内閣府 (2002). 情報化社会と青少年－第4回情報化社会と青少年に関する調査報告書 [The fourth report on the research of youth trends in the current information-oriented society].

-
- Nickerson, R.S., & Adams, M.J. (1979). Long term memory for a common object. *Cognitive Psychology*, 11, 287-307.
- Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. In R. J. Davidson, G. E. Schwartz, & D. Shapiro (Eds.). *Consciousness and self-regulation* (Vol. 4, pp. 1–18). New York: Plenum.
- Rabbitt, P. M. A. (1978). Detection of errors by skilled typists. *Ergonomics*, 21, 945-958.
- Shaffer, L. H. (1976). Intention and performance. *Psychological Review*, 83, 375-393.
- Sternberg, S., Knoll, R. L., & Turock, D. L. (1990). Hierarchical control in the execution of action sequences: Tests of two invariance principles. In M. Jeannerod (Ed.), *Attention and Performance XIII* (pp. 3-55). Hillsdale NJ: Erlbaum.
- Snyder, K. M., Ashitaka, Y., Shimada, H., Ulrich, J. E., & Logan, G. D. (2014). What skilled typists don't know about the QWERTY keyboard. *Attention, Perception & Psychophysics*, 76, 162?171. doi:0.3758/s13414-013-0548-4
- Snyder, K. M., & Logan, G. D. (2013). Monitoring-induced disruption in skilled typewriting. *Journal of Experimental Psychology, Human Perception and Performance*, 39, 1409–1420. doi:10.1037/a0031007
- Tapp, K. M., & Logan, G. D. (2011). Attention to the hands disrupts skilled typewriting: The role of vision in producing the disruption. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 73, 2379-2383. doi:10.3758/s13414-011-0208-5
- Yamaguchi, M., & Logan, G. D. (2013). Pushing typists back on the learning curve: Revealing chunking in skilled typewriting. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. Advance online publication., doi:10.1037/a0033809

第 5 章

- Anderson, J. R. (1983) *The architecture of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Anderson, J. R. (2007) *How can the human mind occur in the physical universe?* New York: oxford University Press.
- Anzai, Y. (1984). Cognitive control of real-time event-driven systems. *Cognitive Science*, 8, 221–254.
- Liu, X., Crump, M. J. C., & Logan, G. D. (2010). Do you know where your fingers have been? Explicit knowledge of the spatial layout of the keyboard in skilled typists. *Memory & Cognition*, 38, 474–484.
- Logan, G. D. (1988) Toward an Instance Theory of Automatization. *Psychological Review*, 95, 492–527.
- Logan, G. D. (2002). An Instance Theory of Attention and Memory. *Psychological Review*, 109, 376-400.

嶋田博行, 細井直人, 古荘雅生, 磯貝恭史, 小林英一 (2007). 船舶運動特性(遅れ時間系)の学習過程, 日本航海学会論文集, 110, 93–99.

堤教彰, 嶋田博行, 芦高勇氣 (2008). 遅延応答環境における人間の追従性獲得に関する基礎研究 人間工学, 44, 202-207.

第 6 章

嶋田博行, 芦高勇氣 (2012). 認知コントロール—認知心理学の基礎研究から教育・臨床の応用をめざして, 培風館.

Biederman, I., & Tsao, Y.-C. (1979). On processing Chinese ideographs and English words: Some implications from Stroop-test results. *Cognitive Psychology*, 11, 125–132.

Bolger, D. J., Perfetti, C. A., & Schneider, W. (2005). Cross-cultural effect on the brain revisited: University structures plus writing system variation. *Human Brain Mapping*, 25, 92–104.

Burt, J. S. (2002). Why do non-color words interfere with color naming? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28, 1019–1038.

Chen, Y.-C., & Spence, C. (2011). Crossmodal semantic priming by naturalistic sounds and spoken words enhances visual sensitivity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 37, 1554–1568.

Doctor, E. A., & Klein, D. (1992). Phonological processing in bilingual word recognition. In Harris, R. J. (Ed.), *Cognitive processing in bilinguals* (pp. 237–252). Amsterdam: Elsevier.

Dijkstra, T., Grainger, J., & van Heuven, W. J. B. Elliott, E. M., Cowan, N., & Valle-Inclan, F. (1998). The nature of cross-modal color-word interference effects. *Perception & Psychophysics*, 60, 761–767.

Elliott, E. M., Cowan, N., & Valle-Inclan, F. (1998). The nature of cross-modal color-word interference effects. *Perception & Psychophysics*, 60, 761–767.

Hanauer, J. B., & Brooks, P. J. (2003). Developmental change in the cross-modal Stroop effect. *Perception & Psychophysics*, 65, 359-366.

Hecht, D., Reiner, M., & Karni, A. (2009). Repetition priming for multisensory stimuli: Task-irrelevant and task-relevant stimuli are associated if semantically related but with no advantage over uni-sensory stimuli. *Brain Research*, 1251, 236–244.

Indefrey, P., & Levelt, W. J. M. (2004). The spatial and temporal signatures of word production components. *Cognition*, 92, 101–144.

Kuo, W. J., Yeh, T. C., Lee, J. R., Chen, L. F., Lee, P. L., Chen, S. S., Ho, L. T., Hung, D. L., Tzeng, O. J. L., & Hsieh, J. C. (2004). Orthographic and phonological processing of Chinese characters: an fMRI study. *Neuroimaging*, 21, 1721–1731.

Lam, A. S. L., Perfetti, C. A., & Bell, L. (1991). Automatic phonetic transfer in bidialectal reading. *Applied Psycholinguistics*, 12, 299–311.

-
- Levelt, W. J. M., Roelofs, A., & Meyer, A. S. (1999). A theory of lexical access in speech production. *Behavioral and Brain Sciences*, *22*, 1–75.
- Liu, C., Zhang, W. H., Tang, Y. Y., Mai, X. Q., Chen, H. C., Tardif, T., & Luo, Y. J. (2008). The Visual Word Form Area: Evidence from an fMRI study of implicit processing of Chinese characters. *Neuroimaging*, *40*, 1350–1361.
- MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*, *109*, 163–203.
- Marian, V., Blumenfeld, H. K., & Boukrina, O. V. (2008). Sensitivity to phonological similarity within and across languages. *Journal of Psycholinguistic Research*, *37*, 141–170.
- Meiran, N., Kessler, Y., & Adi-Japha, E. (2008). Control by action representation and input selection (CARIS): A theoretical framework for task switching. *Psychological Research*, *72*, 473–500
- Miles, J. D., & Proctor, R. W. (2009). Non-intentional but not automatic: reduction of words- and arrow-based compatibility effects by sound distracters in the same categorical domain. *Experimental Brain Research*, *199*, 101–106.
- Morikawa, Y. (1981). Stroop phenomena in the Japanese language: The case of ideographic characters (kanji) and syllabic characters (kana). *Perceptual and Motor Skills*, *53*, 67–77.
- Nas, G. (1983). Visual word recognition in bilinguals: Evidence for a cooperation between visual and sound based codes during access to a common lexical store. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *22*, 526–534.
- Roelofs, A. (1992). A spreading-activation theory of lemma retrieval in speaking. *Cognition*, *42*, 107–142.
- Roelofs, A. (2003). Goal-referenced selection of verbal action: Modeling attentional control in the Stroop task. *Psychological Review*, *110*, 88–125.
- Roelofs, A. (2005). The visual-auditory color-word Stroop asymmetry and its time course. *Memory & Cognition*, *33*, 1325–1336.
- Shimada, H. (1990). Effect of auditory presentation of words on color naming: The intermodal Stroop effect. *Perceptual & Motor Skills*, *70*, 1155–1161.
- Slowiaczek, L. M., McQueen, J. M., Soltano, E. G., & Lynch, M. (2000). Phonological representations in prelexical speech processing: Evidence from form-based priming. *Journal of Memory and Language*, *43*, 530–560.
- Smith, M. C., & Magee, L. E. (1980). Tracing the time course of picture–word processing. *Journal of Experimental Psychology: General*, *109*, 373–92.
- Spence, C. (2007). Audiovisual multisensory integration. *Acoustical Science & Technology*, *28*, 61–70.
- Spence, C., Ranson, J., & Driver, J. (2000). Cross-modal selective attention: On the difficulty of ignoring sounds at the locus of visual attention. *Perception & Psychophysics*, *62*, 410–424.

-
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, *18*, 643–662.
- Tzelgov, J., Henik, A., Sneg, R., & Baruch, O. (1996). Unintentional word reading via the phonological route: The Stroop effect with cross-script homophones. *Journal Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *22*, 336–349.
- Yuval-Greenberg, S., & Deouell, L. Y. (2009). The dog's meow: asymmetrical interaction in cross-modal object recognition. *Experimental Brain Research*, *193*, 603–614.

第7章

- アルコール健康医学協会. (2008). アルコールが運転に与える影響—飲酒運転根絶を目指して. *NEWS & REPORTS*, *15*, 2-5.
- 芦高勇氣 (2011). ストループ検査法 試行の前後関係の調査と応用可能性, 日本心理学会第75回大会ワークショップ (ストループ効果研究の現在) 話題提供. 日本心理学第75回大会発表論文集, WS(31).
- 芦高 勇氣, 嶋田 博行 (2013). 安全工学への認知心理学の寄与, *神戸大学都市安全研究センター研究報告*, *17*, 279-284
- 芦高勇氣, 嶋田博行 (2011). ストループ検査法—プライミングに関する検討—, *日本心理学第75回大会発表論文集*, 720.
- Botvinick, M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review*, *108*, 624–652.
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, *16*, 143–149.
- Gratton, G., Coles, M. G. H., & Donchin, E. (1992). Optimizing the use of information: Strategic control of activation of responses. *Journal of Experimental Psychology: General*, *121*, 480–506.
- Gratton, G., Coles, M. G. H., Sirevaag, E. J., Eriksen, C. W., & Donchin, E. (1988). Pre- and post-stimulus activation of response channels: A psychophysiological analysis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *14*, 331–344.
- 警視庁交通局運転免許課 (2011). 運転免許統計, 平成23年度版.
- Kerns, J. G., Cohen, J. D., MacDonald, A. W., III, Cho, R. Y., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2004). Anterior cingulate conflict monitoring and adjustments in control. *Science*, *303*, 1023–1026.
- MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*, *109*, 163–203.
- 嶋田博行 (2009). 少量アルコール飲用による人間の抑制機能低下の検出. 科学技術振興機構, シーズ発掘試験研究.

嶋田博行 (2012). ネガティブプライミング (時系列効果) 把握のためのストロープ検査の改良と標準化. 平成 22 年度～平成 24 年度基盤研究 (C)

嶋田博行, 芦高勇氣 (2012). 認知コントロール, 培風館, 2012.

Simon, J. R. (1990). The effects of an irrelevant directional cue on human information processing. In R. W. Proctor & T. G. Reeve (Eds.), *Stimulus–response compatibility: An integrated perspective* (pp. 31–86). Amsterdam: Elsevier, North-Holland.

Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643–662.

付録

付録1 項目ごとの平均、標準誤差、最頻値、標準偏差、歪度、尖度

	Animal	Information	Language	Studying	Religion	Emotion	Playing	Thinking	Psychic power	Human relation	Literature	Children	Brain	Engineering	Computer	Sensation
Japan																
Mean	2.66	2.9	2.93	2.86	2.7	4.54	2.73	4.09	2.45	4.37	2.45	3.49	3.88	2.17	2.35	3.91
Standard error	0.068	0.074	0.067	0.066	0.076	0.041	0.067	0.06	0.074	0.049	0.065	0.066	0.064	0.06	0.068	0.059
Mode	3	2	3	3	2	5	3	5	1	5	3	4	4	2	2	4
Standard deviation	1.089	1.185	1.071	1.063	1.217	0.66	1.084	0.958	1.188	0.789	1.053	1.069	1.029	0.972	1.097	0.954
Skewness	0.05	0.03	0.04	-0.10	0.11	-1.47	-0.07	-0.87	0.26	-1.15	0.11	-0.69	-0.90	0.68	0.57	-0.87
Kurtosis	-0.80	-0.96	-0.67	-0.79	-1.11	2.21	-0.91	0.06	-0.99	0.75	-0.88	-0.01	0.45	0.09	-0.34	0.64
Turkey																
Mean	2.94	3.34	3.16	3.26	2.87	3.99	3.31	4.15	3.55	4.06	3.04	2.94	4.06	3.29	2.9	3.55
Standard error	0.141	0.116	0.123	0.117	0.122	0.1	0.132	0.094	0.137	0.096	0.126	0.138	0.111	0.136	0.14	0.127
Mode	4	3	3	3	3	4	3	5	5	4	3	3	4	3	2	4
Standard deviation	1.335	1.097	1.157	1.103	1.15	0.947	1.249	0.886	1.297	0.909	1.186	1.3	1.048	1.281	1.323	1.197
Skewness	-0.04	-0.23	-0.09	-0.22	0.22	-0.80	-0.30	-0.99	-0.51	-1.04	-0.09	0.01	-1.32	-0.20	0.1	-0.41
Kurtosis	-1.19	-0.53	-0.65	-0.54	-0.34	0.58	-0.85	0.94	-0.83	1.43	-0.72	-1.00	1.53	-0.99	-1.11	-0.76
Other countries																
Mean	1.81	2.88	2.56	2.99	2.66	4.02	2.31	3.84	3.25	3.82	2.58	2.98	4.26	1.91	1.88	3.62
Standard error	0.089	0.115	0.123	0.128	0.119	0.085	0.116	0.083	0.137	0.098	0.116	0.144	0.086	0.103	0.11	0.103
Mode	2	3	2	3	3	4	2	4	4	4	3	3	5	1	1	4
Standard deviation	0.824	1.062	1.139	1.18	1.097	0.786	1.069	0.769	1.262	0.902	1.073	1.327	0.789	0.946	1.017	0.951
Skewness	1.02	0.12	0.43	0.11	0.22	-0.64	0.25	-0.51	-0.48	-0.44	0.21	-0.11	-0.95	0.71	0.73	-0.53
Kurtosis	1.53	-0.49	-0.42	-0.75	-0.46	0.31	-1.17	1.1	-0.81	-0.49	-0.63	-1.08	0.58	-0.52	-0.78	0.1
China																
Mean	1.82	2.36	2.41	2.73	2.18	4.09	2.14	3.45	2.68	3.5	2.23	2.18	3.77	1.64	1.91	4.14
Standard error	0.19	0.29	0.28	0.26	0.27	0.24	0.23	0.28	0.34	0.17	0.21	0.25	0.19	0.21	0.25	0.21
Mode	2	1	1	2	1	5	1	4	1	4	2	2	3	1	1	5
Standard deviation	0.907	1.364	1.297	1.241	1.259	1.109	1.082	1.299	1.585	0.802	0.973	1.181	0.869	1.002	1.192	0.99
Skewness	1.23	0.5	0.58	0.24	0.57	-1.35	0.45	-0.82	0.26	-1.22	0.18	0.95	0.01	2.09	1.12	-0.94
Kurtosis	1.33	-1.30	-0.54	-0.78	-0.76	1.61	-1.06	-0.33	-1.55	3.48	-0.94	0.12	-0.80	5.14	0.47	-0.04

