

注意への学際的アプローチ

—注意の認知心理学, 神経科学, 神経心理学, 人間工学—

熊田孝恒

産業技術総合研究所
人間福祉医工学研究部門

This article reviewed recent advance of cognitive psychological studies of attention, with inter-disciplinary perspective of neuroscience, neuropsychology, and ergonomics. Attention has been studied not only in psychology, but also in neuropsychology, neuroscience, and so on. Inter-disciplinary approach to attention offers that methods, ideas, and findings used in a wide range of discipline should be converged into a purpose for understanding of attention, on the basis of concepts proposed by psychological studies. Merits of inter-disciplinary approach to attention are discussed in terms of some recent instances of studies done by the approach.

Keywords: Attention, Cognitive approach, Neuropsychological approach, Neuroscientific approach, Ergonomic approach.

はじめに

人間の「心」の解明は、現代科学のフロンティアの1つであり、分子生物学から工学に至る広範な学問領域で盛んに研究が行われている。同時に、心理学関連の雑誌でもfMRIを用いた研究が発表されるなど、「心」を扱う学問領域の間の垣根も低くなりつつあるように思われる。

我々の研究グループでは、人間の心の機能のうち、「注意」の理解を主な目的にして、心理物理手法による実験的研究をベースに、さらにさまざまな学問領域の研究手法を積極的に導入することによって研究を進めてきた。そこで、この機会に心理学的な研究に多様な学問領域で用いられているアプローチ（ここでは「学際的」アプローチと呼ぶ）を導入することの有効性をまとめ、心理学的研究における学際的アプローチの意義を考えてみたい。

注意の研究

「注意」というテーマは心理学の中では、古くて新しいテーマである。とりわけ、特徴統合理論(Treisman & Gelade, 1980)や注意のスポットライト説(Posner, 1980)などが発表された1980年以降、認知心理学の分野の中心的な研究トピックスとして注目を浴びてきた(熊田, 2000a,b; 熊田・菊地, 1996; 熊田・横澤, 1994; 横澤・熊田, 1996; 熊田, 2004)。

一方、これまで「注意」の問題は認知心理学の中だけで扱われてきたわけではない。生理心理学の分野では、比較的早い時期から注意の研究が行われてきた(河西・熊田, 2004)。また、神経心理学の分野でも、半側空間無視、消去現象、同時失認などの症状に注意のメカニズムが関与していることが明らかとなり、1980年代後半から注意の解明を目的として、これらの症状を示す患者を対象とした研究が行われるようになった。さらに、1990年代に入り、神経科学の分野でも、脳機能画像による人間の脳活動計測手法が急速に発展し、それらの手法を用いた注意の研究が盛んに行われるようになった。一方、人間工学の分野では、注意は古典的なテーマの一つであった。特に、「不注意」の問題は、労働災害の研究では古くから研究されてきたトピックスであったし、最近では、原子力発電所や航空機などの巨大システムでのヒューマンエラーの研究の中の主要なトピックスとして注目されている。

このように「注意」の問題は、脳の発生や生理的メカニズムの解明から、実際の現場応用に至る、さまざまな学問領域で研究されてきている。その中で、心理学は機能に関する基礎的コンセプトとそれを実験に展開するためのアイデアを提案している。故に、認知心理学を核として他分野のアプローチを融合することは、「注意」の理解を進める1つの有効な手段である。このような、認識にたつて我々のグループでは、認知心理学的研究に基づいて研究コンセプトと実験パラダイムを構築し、それらを脳損傷患者や高齢者に適用し(Kumada & Hibi, in press; Kumada & Humphreys, 2001, 2002), また、様々な生理計測手法や脳機能計測手法を用い(Kasai, Morotomi, Katayama, & Kumada, 2003; 熊田・ロノ町・斎田, 1995; Yamaguchi, et al., 1999; Yokosawa & Kumada, 2003), あるいは工学や医学応用に展開し(中村他, 2001), それらの成果を心理学研究にフィードバックするという学際的な研究アプローチを採ってきた。ここでは、それらの事例をいくつか紹介する。特に、学際的アプローチのメリットを「機能的分解」、「機能的拡大」、「証拠に基づく応用」という3つのトピックスにまとめてみる。

研究例

次元情報に基づく注意の制御に関する研究

まず、「機能的分解」の例について紹介する。

視覚的注意の働きは、視覚入力から得られたボトムアップの情報に対して、トップダウンの処理を適用して、最終的に少数の対象を選択するプロセスに関与する。これまでの注意のモデルの多くは、選択される対象がどう決まるかを説明するものであり、また、特に、トップダウンの信号が選択対象の決定に対して、どのような種類のバイアスを与えるかが研究の中心的なトピックスであった。

我々のグループでも、これまでこの点を中心に研究を行ってきた(e.g., 林・熊田, 1999; Morita & Kumada, 2003; Morita, Morita, & Kumada, 2003)。特に、特定の特徴次元に対する事前の知識が前注意的な課題(特徴探索, テクスチャ分離, 少数目標の計数)の処理を促進することを明らかにした(Kumada, 2001)。この効果は、次元加重効果として知られている(Müller, Heller, & Ziegler, 1995)。また、視覚探索場面で被験者が潜在的に目標の事前知識を利用していると考えられる現象

として、プライミング効果がある。我々のグループでは、プライミング効果が次元加重効果とどのような相互作用をしているのかについて、若齢者と高齢者の結果を比較することによって検討した(Kumada & Hibi, in press). その結果、特に、高齢者では次元加重の効果は減少するが、プライミングの効果は維持されることがわかった。このように、年齢軸を考慮することによって、2つの効果の乖離が観察されたことから、両者が独立の処理過程であることが示唆された。

これらの例からわかるとおり、高齢者や脳損傷患者などの異なるポピュレーションを被験者とすることによって、健常大学生を被験者とした場合にはわからない複数の機能の乖離を見ることができる。

また、例えば、心理実験では、2種類の条件で同様の反応時間の促進が得られるといった状況でも、脳機能計測手法によって2条件間の脳活動を比較することによって、反応時間の促進が同じ脳内のメカニズムによるのか、あるいは異なるメカニズムによるのかを明らかにできる(横澤・武田・熊田, 2002)。このような情報は、心理学的なモデルを構築する上で重要である。ここでは、これらの特徴を「機能的分解」と呼ぶことにする。

高次過程との相互作用

もう一つの学際的研究のメリットとして、神経心理学の活用について述べたい。神経心理学は、主に脳損傷患者の症状の診断とリハビリテーションの成績評価などがその主たる目標である。現在でも、神経心理学者の多くは医学的な目的で患者と接している。しかし、近年、神経心理学が認知科学の重要な分野として確立しつつある。その理由の1つは、脳損傷患者を調べることによって、健常な被験者ではほとんど見えない効果を拡大することが可能となるからである。健常者を被験者とした心理実験では、例えば、ある効果が過程Aと過程Bの差として抽出されるような場合でも、理想的な神経心理学的な研究では、過程Aが全く機能しないような状況があり得る。したがって、過程Bの機能を極めて大きな効果として取り出すことができる。このような特徴を、ここでは「機能的拡大」と呼びたい。

機能的拡大の第1の例として、我々が行った注意のキャプチャの研究例を紹介する。特定の次元に対する注意の効果は、注意していない次元で顕著な妨害刺激からの干渉をどの程度受けるかによって調べることができる(Kumada, 1999; Kumada & Humphreys, 2002)。

次元間干渉課題を前頭前野を損傷した患者に実施したところ、極めて大きな干渉効果が認められた(Kumada & Hayashi, submitted)。さらに、これらの効果は、損傷の反対側視野で大きくなった。そこで、特定の次元に加重する機能には、刺激と反体側の前頭前野が関連していると考えられる。

また、上記の例以外にも、視覚的注意の範囲に単語に関する知識を、Balint症候群の患者を被験者にして確認した研究(Kumada & Humphreys, 2001)、知覚的負荷によって劇的に課題関連情報の選択が改善されることを示した前頭葉損傷患者の研究(Kumada & Humphreys, 2002)など、心理学的な研究成果を、脳損傷患者に適用することで、新たな知見が得られるケースが数多くある。「機能的拡大」によって、さまざま

な認知機能を解明する手がかりが得られることは、神経心理学の最大のメリットであろう。

注意研究の応用を考える

さらに、人間工学や医学の分野でも「注意」の問題は重要である。これまでの人間工学的研究では、必ずしも厳密な科学的根拠がない研究がさまざまな形で拡大解釈され、最終的に産業界の常識となることが少なくなかった。また、個々の製品や環境について行われた人間工学的研究の多くは、共通の理解のための基盤(例えば、基礎的心理学)から発想し、基盤に基づいて結果を解釈する視点を有していないため、個別の製品ごとに、その場限りの研究が膨大に行われてきている。

我々のグループでは、ユーザの注意機能の観点から民間企業と共同で製品のユーザビリティ評価などを行う研究に着手している。実際、加齢に伴う注意機能の低下は、日常生活における家電製品などの使いやすさ減少させることが明らかになってきているが(Kuchinomachi & Kumada, 1999)、その心理学的なメカニズムや神経科学的な機序は全く未解明である。したがって、今後、心理学を中心とした学際的な手法で、人間工学的問題にアプローチし、製品間に不偏な基盤的な科学的知見を蓄積することによって、新たな人間工学の構築が望まれている(熊田, 2003)。

また、医学の診断場面で用いられる神経心理学的な検査の中にも、科学的な根拠が明確でないものもかなりある。我々のグループでは、注意研究の基礎的な成果に基づき、臨床場面で適用可能な注意機能検査バッテリーの開発も行っている(中村他, 2001)。頭部外傷などによる高次脳機能障害者を対象として、注意機能検査をはじめ、さまざま神経心理検査を行い、その後の社会復帰までをフォローしたところ、社会復帰の成否と、発症初期の注意機能検査の成績の間に関わり高い相関が見られた。そこで、我々のグループでは、高次脳機能障害者の注意機能回復訓練などの初期介入方法を検討しているところである。

元来、基礎的心理学は社会との接点が希薄であるが、心理学を基盤として、「証拠に基づく応用」分野にアプローチすることによって、社会と切りむすぶことが可能となる。

学際的研究の意義

このように学際的研究では、心理学的な研究だけでは明らかにできないような、いくつかのメリットがある。さらに、単一の対象にさまざまな角度からアプローチすることは、研究を推進する上で、単一のアプローチを取った場合に比べて、研究を推進する上でも極めて有効である。以下に、その理由について考えてみたい。

複数の研究目標を持つことになる

研究分野には、それぞれ異なる目標がある。例えば、心理学的な研究であれば、心の機能の解明などが目標となるであろうし、神経科学的な研究であれば、脳機能解明が目標となるであろう。また、神経心理学では、病的な状態の理解が目標となり、人間工学では、実際の生活上での問題点の解消が目標となる。こらら、単一の研究対象に対して、多様な目標を設定することは、

異なった視点から同じ研究対象を眺めることができ、研究の背景となる考え方を広げる上で極めて有効である。

厳密に言えば、それぞれの学問領域の中で、目標を設定して行う研究と、心理学的な目標を目指して、他の学問領域で用いられるアプローチを取り入れることは異なる。その両者が両立することが理想であり、我々も、それを目指して研究を行っている。

手法や被験者の制約を考えることで、新たな見方ができる

研究手法や被験者群が異なることによって、通常の心理実験とは異なる様々な制約条件が生じる。例えば、fMRIを用いた研究では、刺激提示や被験者の反応方法などが極めて限られているほか、コントロール条件と実験条件の差が、目標となっているプロセスをクローズアップさせるような最適な実験刺激、実験方法の考案が、研究の良し悪しを決めることになる。

高齢者や脳損傷患者を被験者とした研究では、試行回数を減らすなどの工夫が必要となることがあるため、ピンポイントで本質を突くようなエレガントな実験デザインが求められる。また、普段、大学生を被験者として実験をしているには気づかないような問題に直面することが多いので、あらかじめ、かなり柔軟な実験設定を考慮しておかなくてはならない。さらに、自分の仮説に合うような、あるいは興味に合うような症例に出会う確率は極めて低い。そこで、絶えず幅広い研究についての興味の引き出しを用意しておくことが必要である。

しかしながら、このような様々な制約条件のもとで実験を考えることは、逆に、研究の本質を見極める上では大変有意義であるし、コンパクトな実験をいくつかつなげて、1つの結論に至る過程では、論旨がかなり整理されてくる。このようなトレーニングをすることは、一般の心理実験のデザインや研究のプランニングにも大変役に立つというのが実感である。

異文化コミュニケーションの効用

異なる分野の学会に行くと、全くのカルチャーの違いに驚くことがある。学際的な研究では、そのような体験の連続であるといえる。全く、別の視点から、同じテーマを眺めている研究者との議論は、時として、「目からうろこ」の体験をすることになる。このような体験は、自分の視野を広げる意味でも有用であるし、一人ではカバーできない広い範囲の情報（特に論文には載っていないような情報）を得ることができるという意味で、極めて有意義である。

おわりに

我々のグループでは、「注意」という軸を中心にして、学問領域間に横串を刺して研究することを試みてきた。それらの経験の中で得られたものは大変大きいと感じており、広い視野とツールを持って研究をすることの重要性を強調したいというのが本稿のモチベーションであった。心理学をとりまく周辺学問領域間の垣根が低くなってきている現状を鑑みると、学際的な研究がより広く行われるようになると思われる。今

後、より一層、学際的に人間の心の機能の解明が進むことを念じてやまない。

謝辞

本稿では、これまで私に関わってきた研究のうちのいくつかを振り返る形で、新たな展望を試みた。僭越ながら、私に関わった研究を総て「我々のグループ」の研究として総称させて頂いた。そのうちのいくつかは、私が連名発表者の方々に、いろいろとお教え頂いた、と言うにふさわしいものも含まれている。これらの研究の総ては、言うまでもなく私の周りに形成された有形無形のグループでのコラボレーションによってなされたもので、ご協力頂いた多くの共同研究者の皆さんに心から感謝をする次第である。また、日頃、叱咤激励をしてくれる産総研・視覚認知機構グループの皆さんに心から感謝する。

引用文献

- 林美恵子・熊田孝恒 1999 複数目標探索課題によるトップダウン、およびボトムアップ処理特性の検討 基礎心理学研究, 18, 73-81.
- 河西哲子・熊田孝恒 2004 視覚的選択の脳内機構—ERP データを中心に— 心理学評論, 46, 371-390.
- Kasai, T., Morotomi, T., Katayama, J., & Kumada, T. 2003 Attending to a location in three-dimensional space modulates early ERPs. *Cognitive Brain Research*, 17, 273-85.
- Kuchinomachi, Y., & Kumada T. 1999 The relationship between the cognitive function decrease of elderly people and the usability of domestic appliances and participation in outside activities. *Technology and Disability*, 5, 169-175.
- Kumada, T. 1999 Limitations in attending to a feature value for overriding stimulus-driven interference. *Perception & Psychophysics*, 61, 61-79.
- 熊田孝恒 2000a 視覚的注意の選択特性 視覚情報処理ハンドブック, 459-464. 朝倉書店.
- 熊田孝恒 2000b 空間的注意 脳科学大事典, 414-419. 朝倉書店.
- Kumada, T. 2001 Feature-based control of attention: Evidence for two forms of dimension weighting. *Perception & Psychophysics*, 63, 698-708.
- 熊田孝恒 2003 認知行動と感性の産業技術への応用 感性工学, 2(4), 21-24.
- 熊田孝恒 2004 視覚探索 心理学評論, 46, 426-443.
- Kumada, T., & Humphreys, G. W. 2001 Lexical recovery from extinction: Interactions between visual form and stored knowledge modulate visual selection. *Cognitive Neuropsychology*, 18, 465-478.
- Kumada, T., & Humphreys, G.W. 2002 Cross-dimensional interference and cross-trial inhibition. *Perception & Psychophysics*, 64, 493-503.

- Kumada, T., & Humphreys, G.W. 2002 Early selection induced by perceptual load in a patient with frontal lobe damage: External vs. internal modulation of processing control. *Cognitive Neuropsychology*, 19, 49-65.
- 熊田孝恒・菊地 正 1996 注意とは何か 宮下保司・下條信輔 (編) 「脳から心へ - - 高次機能の解明に挑む」 岩波書店
- 熊田孝恒・ロノ町康夫・斎田真也 1995 視覚探索における有効視野特性の眼球運動による検討 基礎心理学研究, 14, 75-85.
- 熊田孝恒・横澤一彦 1994 特徴統合と視覚的注意 心理学評論, 37, 19-43.
- 中村俊規・池上敬一・尾崎玲子・永井春美・熊田孝恒・好本裕平 2001 頭部外傷後の認知リハビリテーション- 長期予後に影響を与える情動因子の重要性- 神経外傷, 24, 88-94.
- Morita, H., & Kumada, T. 2003 Effects of pictorially-defined surfaces on visual search. *Vision Research*, 43, 1869-1877.
- Morita, H., Morita, M., & Kumada, T. 2003 Integration of contours defined by different attributes. *Cognitive Brain Research*, 15, 324-327.
- Müller, H. J., Heller, D., & Ziegler, J. (1995) Visual search for singleton feature targets within and across feature dimension. *Perception & Psychophysics*, 57, 1-17.
- Posner, M. I. 1980 Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25.
- Treisman, A. & Gelade, G. 1980 A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.
- Yamaguchi, Y., Endo, H., Kobayakawa, T., Kikuchi, Y., Saito, S., Takeda, T., & Kumada, T. 1999 Magnetic fields evoked by a visual pop-out stimuli. *Recent advances in Human Neurophysiology*, 466-470
- 横澤一彦・熊田孝恒 1996 視覚探索- 現象とプロセス 認知科学, 3, 119-138.
- Yokosawa, K., & Kumada, T. 2003 Voluntary aspects of attentional control setting for detecting a feature-defined target. *Japanese Psychological Research*, 45, 1-14.
- 横澤一彦・武田裕司・熊田孝恒 2002 位置, 特徴, オブジェクトへのトップダウン的注意とその脳活動 認知神経科学, 3 (3), 198-203.