

脳の科学とこころの問題特別委員会報告

「脳の科学とこころの問題」 — 脳科学の視点から —

平成7年10月26日

日本学術会議

脳の科学とこころの問題特別委員会

この報告は、第16期日本学術会議脳の科学とこころの問題特別委員会の審議結果を取りまとめ発表するものである。

委員長 大熊輝雄（第7部会員、国立精神・神経センター名誉総長）

幹事 大山正（第1部会員、日本大学文理学部教授）

内田安信（第7部会員、東京医科大学名誉教授）

委員 渡邊二郎（第1部会員、放送大学教養学部教授）

所一彦（第2部会員、立教大学法学部教授）

北原勇（第3部会員、慶應義塾大学経済学部教授）

高橋泰常（第4部会員、株医学生物学研究所研究所長）

西川禪一（第5部会員、京都大学工学研究科教授）

三輪谷俊夫（第6部会員、岡山県立大学保健福祉学部教授）

高倉公朋（第7部会員、東京女子医科大学教授）

脳の科学とこころの問題特別委員会報告

「脳の科学とこころの問題」

－脳科学の視点から－

[目 次]

I. はじめに——「脳の科学とこころの問題」の位置付け	1
II. 脳科学研究の現状と展望	3
1. 脳の基礎的研究	3
2. 脳科学と情報工学	4
3. 脳とこころの障害の病因解明と治療	5
(1)神経疾患	5
(2)狭義の精神疾患	6
(3)心因性の障害	7
(4)社会的要因と脳科学	7
4. 脳科学に関する研究課題の調査報告資料	9
III. 脳科学の研究体制	9
1. 研究施設	10
2. 研究費	11
3. 研究者数	12
4. 論文数	13
5. 我が国における研究体制の問題点	13
IV. 脳科学研究の推進に向けて	14
1. 脳科学研究推進組織の任務と役割	14
2. 研究推進のための具体的施策	14
(1)研究助成の拡充とプロジェクト研究の推進	14
(2)研究基盤の整備	15
①卓越した研究拠点 (Center of Excellence, COE) を 中心とした研究施設の整備	15
②脳科学に関連する研究組織全般の整備・拡充と、卓越した研究 拠点 (COE)を中心としたネットワークの構築	15
③共同利用研究施設設立の検討	15

I. はじめに——「脳の科学とこころの問題」の位置付け

こころは、私たちの人格性の基礎であり、知・情・意の宿るところである。このようなこころを通して、私たちは、積極的に文化と社会の歴史的形成作用を営んでいる。これまでに人間が生み出してきた様々な哲学思想や宗教、道徳規範、芸術や文学は、奥深い人間のこころの世界の表現である。人文科学の多くの分野では、こうして人間のこころが生み出した成果を研究対象とし、それによって人間性の豊かな内実を把握することが課題とされてきた。

一方、私たちのこころは、外界の諸条件と関連して一定の法則に従って活動するという側面を持っており、それを研究する領域として心理学が発達してきた。心理学はやがて、医学の分野で発達してきた精神医学とともに、こころの働きの障害が起こる諸条件の研究にも取り組むようになり、それらの成果は、育児や教育に、あるいはこころの障害の予防や治療にと、多方面で応用されるに至っている。心理学はまた、こころの働きを規定する社会・文化的な条件にも目を向け、人間のこころが学習を通して間接に文化によって規定される点が大きいことを明らかにしてきた。文化はいうまでもなく歴史的に規定され、社会構造的にも規定される。したがって、こころの働きの解明には、歴史学や、ときには社会科学も関わることになる。

このように、こころに関する研究には、心理学はもちろん、哲学・宗教・文学・芸術などのいわゆる人文科学や社会科学の諸分野に、古くからの膨大な蓄積がある。しかし、こころの働きは、脳の構造と機能によっても大きく規定されている。とりわけ、近年、脳の機能の自然科学的解明が進み、こころの働きの背後にある物質的過程が急速に明らかにされてきた。すなわち、脳を構成する多数の神経細胞の精緻な構造と機能が、分子生物学などの新しい技法を取り入れた研究によって分子レベルで解明されるようになるとともに、神経画像技術の発達によって、人間のこころの働きの背後にある脳の活動状態を直接に観察することが可能になりつつある。この種の技法は心理学にも取り入れられている。また情報工学の領域における人工知能の開発の過程で、脳の仕組みとこころの働きとの関係に関する理論モデルの研究が進んでいる。

このように今日の脳科学は、こころの生理学的基盤の解明を目指す大きな学際的研究領域として、脚光を浴びるに至っている。

また脳科学は、こころの働きの仕組みの自然科学的研究を通して、こころの働きに関係する様々な実践的な課題、例えば精神・神経系の疾患の治療や老化の予防、育児や教育の方法、ストレスへの対処、あるいは人工知能の開発などの工学的応用等に大きく貢献するものと期待される。とりわけ、現代社会は、高度技術社会、管理社会として人々に各種の新しいストレスをもたらし、それに対する適応の失敗から多くのこころの障害が生まれている。こころの問題は今や重大な社会問題となっており、これ

に対する対処法を見いだすことが関係諸科学に強く要請されており、こころに関する研究の一環としての脳科学に対する期待も大きい。こうして、脳科学は、現在では、国家的に推進すべき戦略的な利点を豊富に持つ重要な研究領域に成長しているといつてよい。

しかし、我が国の脳科学は、既に国際的にかなり高い水準にあるとはいえ、研究費は国力に比べて著しく少なく、その研究は各省庁や諸研究施設で個々別々に推進される傾向にあるため、研究施設・研究費・研究者等に関する問題の抜本的な解決が容易にできないでいる。欧米では脳科学の研究を国家的規模で強力に推進している国が既に幾つかあり、我が国も早急にこうした研究推進体制を整えないと、脳科学の発展に対して、我が国の文化水準や経済力にふさわしい貢献をすることができなくなる恐れがある。

そこで第16期日本学術会議は、「脳の科学とこころの問題」に関する特別委員会を設置し、今後の学術研究において重要な学際的課題になることが予想される脳の科学とこころの問題について、21世紀に向けての学術研究上の課題と展望とを明らかにするとともに、今後の研究体制の在り方について検討することになった。本委員会は慎重に検討を行った結果、現在我が国において、脳科学の国家的推進体制を早急に整える必要があると考え、国としての常設的な脳科学研究推進組織の設置を提唱することにした。

しかし、こころという広大な研究領域に関する問題であるために、多くの課題が残された。その最大のものは、脳科学だけの推進体制を整えるのではなく、こころに関する諸研究を脳科学とともに総合的に推進する体制を作る必要があるのではないかとの問題であった。こころの問題全般の研究推進体制を検討するためには、人文・社会科学をも含め、こころに関する様々な分野の研究を歴史的に展望し、現在の到達点を把握し、今後の可能性を見極める必要がある。しかし、関連する分野が極めて多岐にわたるため、この作業を短期間に行なうことは困難であると考えられた。そこで、本特別委員会では、これらの問題については、脳科学の視点からの研究について言及するにとどめ、残された論点については、今後の検討に委ねることにした。

このことは、脳科学の研究推進体制を構想するに当たって、人文・社会科学の関与を軽視することは意味しない。脳科学はこころの働きの背後にある物質過程の探究を課題にしているが、人間のこころの解明は、言語を通しての相互理解や歴史的所産の解釈などと相まって、始めて可能になるものと考えられる。脳科学の研究は、人文・社会科学におけるこころの研究を絶えず参照し、それと相補い、必要に応じて共同で進められねばならない。そのために、本委員会が提唱する研究推進組織には、自然科学者だけでなく、人文・社会科学の代表者も参加するものとした。また脳科学の発展は、人間のこころを操作する技術を発展させる可能性があるため、それに対する歯止

め、ないし既存の倫理的、社会的枠組みとの調和に配慮しなければならぬので、研究推進組織では倫理問題を検討するための施策を講じるものとした。

II. 脳科学研究の現状と展望

脳科学は、脳の構造と機能に関する一つの大きな学際的研究領域である。脳科学が今日脚光を浴びるに至っているのは、何よりも、その最近のめざましい発展により、人間の最も根源的な問題の一つであるこころの働きの物質的基礎の解明を可能にしてくれると期待されるからである。さらに、それは脳とこころの障害から人間を救う方法を教え、また近い将来、人間のこころに近い働きをするロボットの開発も可能にするであろう。このような脳科学の研究の現状と今後の期待される成果について概観すると、以下のとおりである。

1. 脳の基礎的研究

脳の研究を図式的、階層的にみると、まず脳の構成要素である神経細胞の「分子」レベルの研究、神経細胞が集まって形成される「神経回路」の研究、神経回路網の集合が生み出す脳の機能、すなわち運動、感覚、記憶、意識、情動などの「統御機能」の研究、その上位にある知（思考、言語）、情（気分、感情）、意（意欲）などの脳の高次機能、いわゆる「こころ」の働きとの関係についての研究がある。

「分子」レベルの研究としては、神経細胞間あるいは神経細胞内の信号伝達に関する多数の活性物質や受容体が同定され、さらに脳の発達と学習の基本命題である遺伝子と環境の相互作用がこれらの物質の働きとして解明されつつある。その研究の発展には、遺伝子クローニング法、遺伝子ノックアウト法などの寄与が大きい。「神経回路」のレベルの研究では、神経細胞の発生・分化・老化、神経回路網形成、シナプスにおける情報伝達、シナプスの可塑性などの研究が進展している。その中でも特に学習・記憶の基礎になるシナプスの可塑性の研究の進展が著しい。記憶、学習とは脳が外から入ってくる情報によって神経細胞の回路網や情報の伝わり方を変えていく過程である。脳の機能を情報処理システムとして解明するためには、脳が外界及び自己に関わる情報をどのように符号化し表現しているかを調べる神經生理学的アプローチと、この情報表現をもとに脳がどのような計算をどのようなアルゴリズムにより実行しているかを調べる計算論的アプローチが必要であり、これらについては、後述するように、情報工学との密接な相互作用がみられる。

こころの働きと脳の活動との関係については、視・聴覚などの感覚、運動、言語、思考などの活動を行っている最中の脳の各部位の代謝や血流などを、非侵襲的に、つまり外傷を与えることなしに画像として観察できる PET（ポジトロンCT）、MRI

(磁気共鳴画像法)、SPECT(单一光子放射撮影法)、MEG(脳磁図)などの画像診断技術の発達が、大きなインパクトをもたらした。これらによって、人間のこころの働きを支える脳・神経系の物質的基盤の解明が急速に進んできた。その一例として、大脳辺縁系の一部である海馬が記憶に主役を演じていることが明らかにされている。類似の研究は、生理心理学、神経心理学などとして、心理学系の研究者によっても進められている。

人文科学の諸分野における人間のこころへの接近は、古典的には高度に発達した人間のコミュニケーション能力を介して、相互に内省体験を照合し合う方法によって達成してきた。その中では、こころの働きを左右する諸条件の研究を発展させてきた点で心理学が最も脳科学に近いが、その心理学も、19世紀には意識を感覚・感情・記憶・思考などの構成要素に分析することを主眼にしていた。しかし20世紀になると、無意識を重視する精神分析学が登場する一方、意識が個人的体験で客觀性が無いことから、客觀的に観察できる行動だけを心理学の対象にすべきだとする行動心理学が発達し、欲求や学習も研究対象に加わった。その後、心理学は次第に分化し、その一角には、脳波測定などを導入して、生理過程と心理過程との対応を研究する生理心理学や、脳損傷に伴う言語や心理過程の変化を研究する神経心理学など、今日で言えば脳科学に属するものも生まれた。最近では、各種の非侵襲的な画像診断技術も使用されるようになっていることは上述のとおりである。近年行動主義の限界が指摘され、研究方法としては客觀性を保ちながらも、主觀的過程をも研究対象として取り入れていく認知心理学の立場が有力になるとともに、こころの働きを脳の情報処理過程として捉える研究も行われている。

2. 脳科学と情報工学

今世紀の半ば以降のコンピュータと情報工学の発展には、実に目ざましいものがある。それらの発展の経緯の中で、コンピュータは情報を処理する精妙な機械として、常に脳の仕組みと対比されてきたが、現在主流のノイマン型コンピュータの仕組みは、プログラムされた作業しか遂行できないという点で、脳のそれとは全く異なるものである。しかし1980年代から、ノイマン型コンピュータに、脳の働きに似た認識や推論の機能、すなわち人工知能の機能を持たせようという試みが盛んになり、我が国では第5世代コンピュータ・プロジェクトが実施されて、数多くの成果を挙げた。これと同時に、パターン認識や経験的直感の問題など、現在のコンピュータが苦手とする問題の存在も明らかになった。

これらの問題を解決する手段として、脳の神経細胞の情報処理や神経回路での情報伝達・学習・記憶などの仕組みを人工的に実現しようという、ニューロコンピュータの研究が近年盛んになりつつある。電子工学(エレクトロニクス)、さらには光工学

(フォトニクス)などの技術を用いた人工的神経細胞の研究や、シナプスの可塑的変化を模倣するための可変インピーダンス回路素子の研究も着実に進められており、脳の複雑な構造と機能に比べればまだはるかに未発達な段階にあるものの、既に各種の工学的応用も行われている。今後、より高度なニューロコンピュータの研究開発が急速に進み、工学的にも社会的にも画期的なインパクトをもたらすであろう。

他方、電子工学や情報工学などの近代工業技術は、ミクロレベルの神経活動の計測や大量の計測情報処理などの面で、脳科学に大きく貢献してきている。さらに、ニューロコンピューティングの研究は計算論的あるいは構成論的立場から、脳の仕組みと機能を解明する新しい研究方法を生み出しつつある。このような方法は、やがては人間のこころの仕組みについての理解を深める上で、有力な手段になり得るものと期待されている。

3. 脳とこころの障害の病因解明と治療

脳とこころの障害には、その原因になっている脳・神経系の病変が同定できる神経疾患、器質精神病と、それが同定できないが内的素因に関係が深いと考えられるいわゆる内因精神病、並びに精神的原因によって起こる心因性障害とに大別される。しかし内因性と呼ばれてきた狭義の精神病についても、画像診断や薬物の効果から、脳の障害の存在が想定されており、また、心因性障害といわれるものについても、その一部については、個体側の要因や生物学的仕組みの関与が知られてきている。

(1) 神経疾患

近年我が国でも急速に高齢社会が到来し、アルツハイマー病などの老年期の痴呆性疾患が増加し、また難治性の神経疾患、精神疾患の重要性も高まっている。精神疾患、神経疾患で現在入院中の患者数は人口10万人当たりそれぞれ256人、58人であり、がんの約3倍、心疾患・高血圧症の約5倍に達する。精神・神経疾患に要する医療費は全医療費約23.4兆円のうち18.7%を占める(平成4年度)。このような神経疾患、精神疾患の病因解明や治療法の開発は、先に述べた脳の基礎研究の進歩や脳機能画像化技術の発達により、めざましい進歩を遂げつつある。

老年性痴呆疾患は、我が国では65歳以上の人口の約4%を占め、その約3分の1はアルツハイマー型痴呆で、約2分の1は脳血管性痴呆、残りは両者の合併例である。アルツハイマー病については、病因として重要なベータ蛋白沈着の仕組みが解明されつつあり、コリン作動性ニューロンの機能低下が目立つところから、コリン作動薬を中心に治療薬の開発が進められている。脳卒中(脳梗塞、脳内出血、くも膜下出血)は年間約100万人の患者が発生しており、働き盛りの成年層から高齢者に半身麻痺、痴呆などを生じる最重要疾患の一つであり、原因解明のため血管の老化、収縮・拡張の仕組み、脳虚血による細胞死とそれを阻止する薬物の研究などが活発に行われてい

る。老年期の脳機能衰退の仕組みと、その防止・軽減化の研究は、脳科学が「頭を良くする」ことができるかという課題に対しても示唆を与えるものと期待される。

脳外傷は交通事故を始めとして年間約100万人の患者が発生し、脳死の原因疾患の18%を占める。生命をとりとめても精神・神経機能に重篤な後遺症を生じる。このような脳損傷による神経機能障害の回復の研究は、すべての神経再生の基本的課題であり、神経栄養因子、神経成長因子など新しい観点からの研究が行われている。脳腫瘍の発生率は年々増加しており、その発生、増殖に関する分子生物学的研究、遺伝子解析などが強力に進められている。パーキンソン病については、最近MPTPという物質がこれに酷似した状態を生じることが分かり、また、治療法として移植療法も検討されている。ハンチントン病では最近遺伝子異常が解明された。遺伝性神経筋疾患デュシェンヌ型筋ジストロフィーでは、ジストロフィンという蛋白をコードするX染色体上の遺伝子に欠損があることが分かり、遺伝子治療の実現が期待されている。HIV感染症（エイズ）による脳障害も世界的に研究されている。てんかんは、近年のキンドリング（燃え上がり現象）の研究を通して病態が解明されつつあり、遺伝子レベルの研究も進められており、臨床診断や外科治療の際に脳磁図などの新しい非侵襲的検査法が用いられている。脳神経系の発達障害については、先天代謝異常などの先天性疾患の大多数で遺伝子異常が明らかにされ、早期の診断や対策が可能になってきている。幼児期の自閉症は出生1,000人に約1人でかなり多く、脳の器質障害を中心とした研究が進められている。

これらの神経疾患には、いわゆる難病が多いので、その治療に当たっては、自然科学的な方法による治療や介助だけでなく、精神面、社会面からの治療、援助が不可欠である。特に療養生活における生活の質（QOL）を向上させるための人文・社会科学からの研究が必要である。

(2) 狹義の精神疾患

近年、精神疾患の研究にも大きな進歩がみられている。精神分裂病は、狭義の精神障害のうちでは最も頻度が高い疾患で、我が国での患者数は100万人を超える。病因については、形態学的にはCTやMRIなどの画像で側頭葉の萎縮が認められている。神経化学的にはドーパミン過剰仮説が提唱されており、ドーパミン、セロトニンなどの受容体に働く薬物を中心に治療薬の開発が精力的に行われている。覚醒剤メタアンフェタミン（ヒロポン）中毒が分裂病に酷似した精神症状を示すことから、ヒト、動物の覚醒剤中毒が分裂病のモデルとして、我が国を中心に研究されている。

うつ病、躁うつ病などの感情障害は、最近の社会のストレス増加に伴って出現頻度が増しており、生涯の有病率は5～10%に達する。遺伝生物学的には分裂病よりも遺伝要因が濃厚であり、遺伝子解析が活発に行われていて、成果が期待されている。うつ病治療薬も数多く開発されており、また躁病治療及び躁うつ病予防効果を持つ気

分安定薬として、炭酸リチウムの他、抗てんかん薬カルバマゼピンが有効であることが我が国で発見されている。

精神疾患の場合には、それが自然科学的な脳障害を背景に持つとしても、神経疾患の場合よりも一層、心理・社会面からの治療や対策が重要である。例えば、分裂病に対する治療としては、薬物療法と並んで、生活技能訓練療法、集団精神療法その他の社会復帰諸活動が車の両輪をなすものであって、その体系的研究が推進されている。うつ病については、その発病に心理・社会的誘因の関与が大きいことから、認知療法などの精神療法、ライフスタイルの変更などの研究が行われている。

(3)心因性の障害

精神的原因で起こる精神障害すなわち心因性障害の最も代表的なものは、パニック障害、強迫性障害、抑うつ性障害などの神経症（ノイローゼ）圏の障害であり、ストレスの多い現代社会における各種の適応障害が原因となるが、本人の性格要因の関与も大きいとされている。また従来は純粹に心因性とされてきたパニック障害などについても、最近、抗うつ薬の有効性が示され、身体的要因も関与することが分かってきた。心身症は、精神的原因が関与して身体障害が起こるもので、消化性潰瘍、喘息、摂食障害（神経性食欲不振症、大食症）などがある。心身症も、各種のストレスに対する不適切な対処が主因と考えられるが、心身症を起こしやすい性格傾向の存在も指摘されている。最近心身症の発現の仕組みが研究され、大脳皮質—辺縁系—視床下部—自律神経・内分泌・免疫系の反応の異常が解明されつつある。睡眠障害も現代的な病の一つで、我が国の人口の約20%は不眠を訴え、1~2%は睡眠薬を使用していることが分かっている。最近睡眠を促進する体内的物質が幾つか発見され、概日リズム（日内リズム）との関連で睡眠が発現することが分かり、治療への応用も期待されている。世界的問題になっているアルコール依存や薬物依存にも、心理・社会的要因のほかに、遺伝素因を含む生物学的要因も関与することが分かり、この方面からの治療法の開発も行われている。

(4)社会的要因と脳科学

脳科学は、上述のように、心因性の障害の病因解明や治療においても、大きな役割を果たしつつあるが、社会的要因の作用が大きい場合については、社会的側面の研究と共同して研究が推進される必要がある。現代社会では、職場での管理強化や人間関係の問題に伴うストレス、コンピュータに関連して起こるテクノストレス、価値観の多様化や核家族化などに伴う家庭環境の変化に由来するストレスなど、新しい種類のストレスが、多くの人に適応障害及びそれによる心身の障害として、神経症、心身症、うつ病、不眠、薬物依存などを生じている。青少年の登校拒否、学校でのいじめや自殺などの問題行動にも、教育における知識偏重の傾向や受験戦争のストレスの増加などが関係していると考えられている。一方、これらのストレスによる障害には、スト

レスに対する耐性が育っていない人格の未成熟も関係しているといわれ、しつけの重要性が指摘されている。また、これに関連して、少子化に伴う過保護・過干渉が適応障害を起こしやすい者を多くしているといわれている。

この種の問題に対して脳科学の立場から接近する場合には、人文・社会科学諸分野の研究をよく参考し、必要に応じて共同研究を組むことが必要である。この場合、特に社会的要因に関しては、不断に変転する社会が次々と新たな問題をもたらすことに留意する必要がある。これらの新たな形で起こるこころの問題に絶えず注意を払い、重要な問題を取り上げて迅速に調査・研究を行うことができるよう、柔軟な研究体制の確立が必要である。

高齢者のこころの問題にも、加齢による脳機能の生理的衰退という自然科学的要因のほかに、家庭的・社会的環境の変化に伴う適応障害という人文・社会科学的要因とが関係している。そこには、生死、生きがいなどの人間学的問題から、社会的な介助、援助などの問題に至るまで、様々な問題が含まれており、最近人文・社会科学の諸分野でも精力的に検討が行われている。災害などがもたらす極限状態におけるこころの問題や、いわゆる心的外傷後ストレス障害などについても、医学・心理学・社会学など諸分野の協力によって研究を進め、我が国の実態に即した対策を構想する必要がある。

そのほか、人間のこころに大きな影響を及ぼしているものに、最近の通信工学の発展に伴う情報伝達様式の急激な変化がある。すなわち、従来の新聞、雑誌、書物など文字による伝達に代わって、最近はテレビなど視覚画像、聴覚による伝達が主流になっており、人為的感覚の総合による仮想的現実世界（バーチャルリアリティ）の構成も行われるようになっており、近い将来には、視覚、聴覚、その他の感覚の複合によるいわゆるマルチメディアによる情報伝達が主流になるものと思われる。これらのいわゆるニューメディアは、米国では既に教育などにも応用されており、学習の能率化に大きな成果を挙げているようであるが、反面、好奇心の減退、読書等による能動的な知識獲得の減少などのネガティブな影響も指摘されている。したがって、このような情報伝達様式が人間のこころに与える影響についての研究が、脳の神経回路網やその機能的発達に与える影響についての研究とともに、人類の長い歴史における言語コミュニケーションの発展過程という視野の中で総合的に行われる必要がある。同様に、最近幼児期から塾などで学習させる超早期教育が一般化しつつあるが、それが脳の発達に及ぼす影響とともに、人格形成、特に情操面に及ぼす影響を研究する必要がある。

ここで注意を要することは、一般にこころの問題は、原因を求めるだけでは解決にならず、こころの問題に悩んでいる当の本人が、その問題の意味を理解することが必要な場合が多いことである。このような場合、こころの問題の治療とは、何よりもまず本人の理解を助けるケアであり、悩む人への共感的理解が基本になる。そのため

は、設備や機器よりも、豊かな人間性を備えた治療者の確保・養成が重視される必要がある。

さらに、現代社会におけるこころの歪みへの対処を考えるときには、そのような歪みをもたらす社会の側の要因を除去する方向での解決も模索されるべきであって、一方的に個々人のこころの側での適応的な解決のみが探究されるべきではない。例えば、青少年の問題行動にしても、既成の社会秩序との摩擦の表現として理解すべき側面もあるのであって、その既成の秩序の側に反省すべき点が無いかどうかも検討されるべきである。学校内の秩序の問題に関しても、同様な問題が少なくない。

4. 脳科学に関する研究課題の調査報告資料

先に述べた脳の科学に関する研究課題を包括的にまとめた資料としては、科学技術庁「脳・神経機能解明促進のための基盤形成に関する総合的な研究開発の推進方策について」（第19号諮問）に対する答申（航空・電子等技術審議会・平成6年6月30日）、国立精神・神経センター編「精神・神経疾患の克服をめざして－21世紀にむけた脳研究」（平成5年10月18日）、文部省科学研究費補助金総合研究B「脳・神経科学の総合的推進」報告書（平成7年2月）などがあり、これらは専ら脳科学の研究課題に関するものである。工学方面では、科学技術会議第19号答申「ソフト系科学技術に関する研究開発基本計画について」（平成4年12月）がある。

III. 脳科学の研究体制

英国の科学誌ネイチャーは、最近、脳の研究を21世紀における自然科学の最も重要な課題として位置付けた。国際脳研究機構、国際生理科学連合、国際薬理学連合、国際心理科学連合、国際生化学・分子生物学連合、国際純粹・応用生物物理学連合など、脳研究関係の国際学術組織を傘下にもつ国際学術連合（ICSU）では、「脳研究」をそのプライオリティ分野の一つとして推進策の策定を進めている。英米を始め多くの先進各国においても、脳科学を将来広く応用されることが見込まれるため国策として推進すべき「戦略研究」として位置付け、産・官・学の関係を再調整しつつ研究費を増額するとともに、その使用の効率化を図って、国際的主導権を握るべく、しのぎを削っている。米国では、1990年代を「脳の十年（The Decade of the Brain, D.O.B.）」と定め、国を挙げて脳科学を推進することを上・下院で決議し、幅広い啓発運動を展開するとともに、この方面的研究費を大幅に増額している。これに呼応して、欧州でも「EC脳の十年」その他の運動が展開されている。

我が国では、脳科学の研究は、多くの大学、研究所などで活発に行われ、国としても、科学技術庁、文部省、厚生省、通商産業省などが各種の研究費を通して脳科学の

研究推進を図っている。また国際的な研究助成として、我が国の先導で発足した「ヒューマン・フロンティア・サイエンス・プログラム」の主要なテーマに、脳機能の基礎研究が取り上げられている。しかし現時点では、我が国の脳科学研究は、大学、研究所、各省庁、民間の企業、個人などで、それぞれ個別に進められる傾向が強く、全国的な連絡・調整のための体制が十分ではない。脳科学への研究費も、我が国の経済力に比して少なく、研究基盤の整備、研究者の養成、国際的な研究協力体制の推進などについても、早急に対策を講ずるべき点が少なくない。

現在の我が国の脳科学研究体制を、研究施設、研究費、研究者数、論文数などの点から検討すると、以下のような問題点が指摘される。

1. 研究施設

我が国には、脳科学関係の研究を包括的に行う研究施設は存在せず、研究は基礎科学、臨床医学、心理学、理・工学などの研究領域ごとに、それぞれの研究施設で行われている。

歴史的にみると、我が国の脳科学の基盤は従来大学の医学部に置かれており、解剖学、病理学、生理学、生化学、薬理学などの基礎医学講座及び内科学、外科学、精神医学などの臨床医学講座で研究が行われてきた。その後、基礎、臨床部門を総合する形の脳研究所又は脳研究施設が、新潟大学脳研究所や東京大学医学部附属脳研究施設を始めとして幾つかの大学に作られ、脳科学の重要な拠点になってきた。また医学部以外でも、理学部の動物学・生物物理学・人類学、農学部の水産・畜産・獣医学、薬学部などでも脳科学の研究が行われ、心理学講座では生理心理学などの領域でこころの自然科学的側面が研究されている。

独立した脳科学研究施設としては、厚生省所管の国立精神・神経センターがあり、疾患研究を主とした脳科学と精神保健の研究が集中的に行われており、同じく厚生省所管の国立循環器病センター、幾つかの国立病院臨床研究部などでも疾病に関連する脳科学の研究がなされている。科学技術庁所管の理化研究所の国際フロンティア研究システム、文部省所管の岡崎国立共同研究機構でも脳科学の研究が行われている。そのほか東京都神経科学総合研究所、同精神医学総合研究所など公的な脳科学関連の研究所や、民間の研究所も幾つかある。脳科学に関連の深い心因性の障害の研究は、大学の心理学系の講座や、付設の臨床施設で行われているほか、労働に伴うこころの問題が一部労働省の労働科学研究所で行われ、また犯罪に関する問題が警察庁の科学警察研究所や法務省の法務総合研究所で研究されている。教育に関するこころの問題は、国立教育研究所や国立特殊教育総合研究所、障害者の社会復帰に関するこころの問題は、国立身体障害者リハビリテーションセンターなどでも研究されている。

脳科学の理・工学的方面については、大学の理学部、工学部などの関連講座や研究

施設のほか、国立の研究機関としては通商産業省の工業技術院電子技術総合研究所、同生命工学工業技術研究所、郵政省通信総合研究所などがあり、そのほか情報産業関係の各種企業がそれぞれかなり大規模な研究所を持って研究を進めている。

2. 研究費

我が国における脳科学関連研究予算のうち、科学技術庁、文部省、厚生省、通商産業省の4省庁が措置するものは、以下のとおりである。

科学技術庁の科学技術関係経費は、総額約6,461億円（平成7年度、うちライフサイエンス関連経費約290億円）で、そのうち、脳・神経科学研究関係費は約44億円である。内訳は、国際プロジェクトであるヒューマン・フロンティア・サイエンス・プログラム(HFSP)への拠出金が約21億円で、残りの国内向け約23億円のうち、約17億円が理化学研究所への出資金である。この出資金は、主に国際フロンティア研究システムに充当され、思考機能研究、情報処理研究などが実施されている。また、平成7年度からは同システムにニューロン機能研究が加わり、脳神経科学総合研究棟の建設も予定されている。このほか、新技術事業団、科学技術振興調整費による研究開発も実施されている。

文部省の科学研究費補助金は、人文科学、自然科学を合わせて総額約924億円（平成7年度）である。そのうち脳・神経科学研究費は総額約20.7億円であり、その中には重点領域研究の脳・神経科学関連の4領域209課題、総額約11.4億円が含まれている。なお、平成7年度からは、卓越した研究拠点(Center of Excellence, COE)の形成プログラムが新規事業として発足しているが、脳・神経科学に関連する分野では、中核的研究拠点形成プログラムとして「高次生体システムの機能制御の研究」及び「細胞の増殖・分化・死のシグナル伝達機構」が研究テーマとして選定されている。

厚生省の科学技術関係経費は、総額約708億円（平成7年度）で、そのうち脳・神経科学関連（精神・神経・筋関係）は総額約14.2億円（平成6年度）で、内訳は精神・神経疾患研究委託費6.2億、特定疾患研究費3.8億、心身障害研究費1.0億、長寿科学総合研究費精神神経関連分（厚生科学研究費）3.0億などである。このほか、精神保健研究費、ヒューマンサイエンス基礎研究費、薬務局の麻薬等対策総合研究費もある。比較のため、平成7年度のがん、エイズの研究費を掲げると、がん関係はがん研究助成金18.5億円とがん克服新10ヵ年戦略24.7億円とを合わせると43.2億円、エイズ対策研究費は20.0億円である。なお、厚生省では平成7年度から新規事業として、社会的要請の強い萌芽的な課題について研究する厚生科学特別研究事業約3億円を予算化し、その課題の中でも脳機能の解明を取り上げている。

通商産業省の科学技術関係経費は、総額約2,971億円（平成7年度）で、そのおよそ半額は工業技術院が占めている。脳科学への配分はHFSPへの拠出金14.3億円が大部分であって、国内向けに配分される脳科学の研究費としては、生体機能応用型産業技術研究開発（知覚・認知・運動機能の研究、記憶・学習機能の研究）及び産業技術基盤研究開発（脳機能情報処理）があり、総額で約1.2億円である。

以上をまとめると、4省庁の脳科学関係の研究費予算を合計するとおよそ59億円（HFSPへの拠出金を除く。）と推計されるが、これに対して、アメリカの脳科学研究費は国立保健研究所（NIH）関係だけで約1,000億円で、我が国のおよそ17倍に相当する。ただし、アメリカでは研究費には研究者の人件費も含まれているなど、研究費の構成が我が国と必ずしも一致しないので、この数値だけで単純には比較できないが、アメリカの脳科学領域の研究施設の実態を直接に観察すると、アメリカの研究費は、人件費を差し引いても、我が国より桁違いに多いものと思われる。

心理・社会的要因に起因する精神及び身体の障害に関する研究費は、一部は文部省の科学研究費で賄われ、他の一部は厚生省の精神神経疾患研究委託費、精神保健医療研究費などに含まれているが、全体は算出できていない。

3. 研究者数

我が国の脳科学に関連する研究の規模は、研究者、研究費などからみて米国のおよそ10分の1程度と概算される。研究者数を関連学会の会員数でみると、基礎領域を中心とする神経科学の研究者数の参考になる日本神経科学学会会員数は約3,000名で、同学会の年次総会には2,000名程度が参会する。これに対して米国では脳科学に関連する研究者の総数は10万人を超えると推定され、年次大会に約2万人の参加者を集めている。

そのほか、我が国の脳科学の領域の諸学会の会員数をみると、日本神経化学会約2,100名、日本脳波・筋電図学会約3,200名、日本神経精神薬理学会約1,100名、日本神経心理学会1,500名、日本神経学会約5,800名、日本脳神経外科学会約6,000名、日本精神神経学会約7,100名、日本生物学的精神医学会約1,200名、生理心理学会約500名その他となっている。これらの会員の中には重複が多く、それらを引くと、我が国の脳科学関係の研究者数はおよそ1万人前後と推定される。なお、我が国で工学の立場から脳科学に関する研究者数はおよそ1,000～1,500名程度と推定される。

脳科学に関連が深いと考えられる心理学関係の研究者数をみると、日本心理学会約4,800名、日本心理臨床学会約5,400名、日本教育心理学会約4,100名、日本犯罪心理学会約900名、日本カウンセリング学会約1,800名、日本行動療法学会約620名などである。これらにもかなりの重複がある。

4. 論文数

我が国の脳科学は、その制限された状況下にもかかわらず、研究者の努力によって世界的にも有数の成果を挙げている。脳科学関係の研究論文数は、世界で年間3,000～5,000であり、その内米国からのもの60%、ヨーロッパから30%で、日本から発表される論文の数はこれに次いで10%前後である。また、我が国でも脳科学関係の欧文雑誌がかなりの数発行されており、そのうち日本神経科学学会の機関誌であるNeuroscience Research（オランダのエルセビア社発行）は高い水準を保ち、その他、世界的な多くの神経科学や精神医学、神経学などの雑誌の編集委員に日本人が加わっている。しかし、全体的にみると、我が国において発行ないし編集されている脳科学関係の学術雑誌のインパクトファクターは、まだ一般に低く改善の余地が大きい。

5. 我が国における研究体制の問題点

我が国の脳科学の研究は、先人たちの努力に支えられて国際的にも評価される成果を挙げてきたが、将来この領域に予想される世界的な競争を考えると、以下に例示するように、改革すべき点が少なくない。

- (1)我が国の脳科学とこころの問題の研究は、従来各省庁の研究費や予算の下に、大学、研究所などでそれぞれ個別に行われてきた。したがって、それを学際的な観点から連絡・調整し、研究を全国的な規模で強力に推進する体制が望まれてきた。
- (2)現代的な脳科学の研究のためには、持続的で十分な額の投資が必要であるが、我が国この方面的研究費は、例えば米国よりも桁違いに少ないなど、我が国の経済力から考えると比較的少額で、十分とはいえない。
- (3)我が国では脳科学の主な研究単位が、大学の講座、研究所の一部門などであって、規模が小さい。脳科学のように学際的協力が必要な領域では、規模がある限度を超すと活動度が格段に増大するが、我が国では小さな研究組織が散在しており、優秀な研究者がいても活動の効率が低い。
- (4)脳科学は、こころの問題に関する研究の一環として位置付けられる限り、自然科学からの研究ばかりでなく、人文・社会科学からのこころの研究を参考する形で進められるべきであるが、我が国ではとかく学術諸分野間の交流が不十分であり、とりわけ自然科学と人文・社会科学との間でその弊が著しく、協力が行われにくい。

そのほか、若手研究者に研究の場と経済的保証を与える体制ができておらず、研究者の海外への流出を止めることができないなどの問題もあるが、これらは他の多くの研究領域にも共通して存在する問題なので、ここでは特に取り上げることはしない。

IV. 脳科学研究の推進に向けて

以上の検討から、本委員会は、脳科学とこれに関連する研究を総合的に推進するための、国としての常設的な「研究推進組織」を設けることが必要であるとの結論に達した。この組織は、脳科学の各専門分野の代表者、こころの問題に関する人文・社会科学領域の代表者及び脳科学研究の推進に関する各省庁の代表者等からなるものとし、関係諸機関の連絡・協議を促進しつつ、戦略的に重要な研究課題を時代に即応して選定し、その総合的な研究推進策を策定する。この組織の任務と役割、具体的な推進策の大綱は、およそ以下のとおりである。

1. 脳科学研究推進組織の任務と役割

この研究推進組織に期待される任務と役割は、およそ次のようなものである。

- (1) 脳科学とこれに関連する重要な研究課題を、時代に即応して、全国的、国際的規模で選定すること。
- (2) 選定された重点研究課題に関する研究の推進に必要な研究基盤の整備、プロジェクト研究の編成、研究評価システムの確立（次項参照）。
- (3) 各省庁及び関係諸機関相互の連絡及び協議を促進すること。とりわけ脳科学の研究において、こころの問題に関する人文・社会科学的な研究が不断に参照され、必要に応じてそれらの諸分野から協力を得て、総合的な研究を進めることができるような施策を講じること。
- (4) 脳科学発展のための国際交流を推進し、国際協力の窓口になること。
- (5) こころの研究としての脳科学の重要性について、各省庁を含め、社会一般の理解を深める努力をすること。
- (6) 研究の過程や成果の利用に際して起こり得る倫理的な問題に注意を喚起し、警告を発し、必要に応じてこれを防止するための施策を提案すること。

2. 研究推進のための具体的施策

上記組織が企画、立案と実施に当たる研究推進施策については、およそ以下のような内容が考えられる。

(1) 研究助成の拡充とプロジェクト研究の推進

上記の研究推進組織は、脳の科学とこころの問題に関する研究推進のために、各省庁や関係諸機関の間の横の連絡を密にし、研究費を効率的に配分する。

研究助成は重点課題に関するプロジェクト研究を中心にする。国全体の研究水準の

向上のためには、出来るだけ多くの研究施設に対する経常的な研究助成が必要であることは言うまでもないが、重点課題に関するプロジェクト研究は、多くの研究者の力を集約し、異なる分野間の学際的協力を可能にする利点を持つ。脳科学においては、欧米諸国では、関連する大学、研究所を横断的、学際的に組織し、研究戦略の意志決定と研究費の重点配分を行うソフト的な研究機構を作り、脳科学の推進に努めている。その例として米国のハーバードヒューズ研究所、フランスの国立科学研究中心(CNRS)、国立保健・医学研究センター(INSERM)などがあり、ドイツにはややハードの色彩が濃いマックスプランク研究所がある。このようなソフト的研究所制度は、人事の流動性と研究組織の機動性を高め、学際性を必要とする脳科学の研究を推進するのに適しており、これらの国の脳科学の進歩に大きく貢献している。我が国の重点的な課題に関するプロジェクト研究は、欧米のソフト型研究所に対応する効果を持つと考えられる。

プロジェクト研究の推進に当たっては、研究戦略を十分に討議して決定し、研究成果の評価システムも強化する必要がある。プロジェクト研究の実施により、我が国の研究体制の不備のかなりの部分を補うことが可能である。

(2) 研究基盤の整備

① 卓越した研究拠点を中心とした研究施設の整備

脳の科学とこころの問題に関する研究のための研究設備、人員、方法論などを備えた研究施設に対して、卓越した研究拠点 (Center of Excellence, COE) としての重点的な助成（期間 5～7 年間）を順次行い、基幹的な研究拠点を確立していく。これは、前章で指摘したような研究単位が小さく効率が低いという我が国の研究施設の現状を改善し、大規模な研究拠点を構築していくものである。COE 型の研究助成は、既に我が国の各領域の学術研究推進のための施策として、科学技術庁で始められており、脳科学領域では平成 7 年度から国立精神・神経センターが COE に指定されている。また、文部省でも前述のように平成 7 年度から、大学等を対象に COE 形成のための施策が開始されている。

② 脳科学に関連する研究組織全般の整備・拡充と、卓越した研究拠点を中心としたネットワークの構築

各分野、領域の既存の研究施設を点検し、必要な整備・拡充を促進するとともに、各領域ごとに COE を中心にして全国的なネットワークを構築し、緊密な連絡・協力のもとに研究を推進できるようにする。この際、特に脳科学研究者と心理学者などこころの問題に関連の深い人文・社会科学分野の研究者との連携に特に配慮する。

③ 共同利用研究施設設立の検討

先に述べたように、脳科学の研究には、神経細胞の分子生物学的、神経回路、脳の高次機能からこころの研究に至るまで、構造・物質・機能を通じた広範な学際的

な共同研究が必要であり、また研究を支援する基盤技術として、遺伝子工学などの分子神経生物学の実験技術や、PET, MRI, MEGなどの非侵襲的神経画像化技法などが不可欠であるが、これらの実験設備や研究機器はいずれも極めて高価で、かつ最新型機種への絶えざる更新を必要とする。したがって、最新鋭の機器や設備を一括して備え、学際的研究を支援するための共同利用の研究センターが、省庁を超えた形で設立されることが望まれる。とりわけ、国際協力の一環として、この種の機器が皆無に近いアジア諸国の人間者に開放することも考えられてよい。また純系動物や遺伝子操作動物などの維持、生産、供給のための大規模な共同利用実験動物施設も必要である。

また、脳とこころに関する情報を集中し、集約して伝播する情報センターを設立することが望ましい。このセンターに、同時に脳科学に関する教育・啓発運動・出版などの機能を持たせることも検討されてよいであろう。

以上本委員会では、「脳の科学とこころの問題」について、主として脳科学の視点から、現時点における学術研究上の課題を展望し、その研究体制のあり方について提案を行った。いうまでもなくこころの問題は、人間の本性にかかわる重要問題であって、人文科学、社会科学、自然科学にわたる広大な学際的研究領域であり、脳科学の視点からの研究は、その一環として位置付けられるべきものである。この領域には、多くの問題が残されており、これについては、今後更に十分な検討が必要である。