

# 日本における脳科学の政策動向とその意図

—「教育への応用」をめぐって—

## Policy Trend of Brain Science and the Intention : Focus on “Application to Education”

緩利 誠\*

### 1. 研究の目的と問題の所在

本研究の目的は、1990年代以降の脳科学研究の高度化・大規模化に伴い、国策として展開されてきた脳科学の政策動向を分析することによって、教育への応用にあたり、どのような立場でもって何を明らかにしようと試みているのか、その意図を明らかにすることである。

脳科学の主題は、心の働きを解明することであり、人間を理解することである。すなわち、人間の人間たる所以を明らかにすることこそが脳科学の究極的な目的である。未解明の部分が多いとはいえ、これまでも人間の脳構造及びその機能の働きが少しずつ明らかにされてきており、脳認知発達における教育の重要性も頻繁に指摘されるようになってきた。教育学にとっても、人間の理解は教育のあり方を規定するものとして共通の哲学的な関心を抱くことができる。他方で、具体的な教授法等の技術的な関心であっても、例えば従来、心理学が明らかにしてきた人間に固有な学習メカニズムや発達メカニズムから学んできた経緯があり、心理学が脳科学と密接に関連づきつつある昨今の研究状況を鑑みれば、脳科学から示唆を得ることは多い。

歴史をひも解けば、日本で脳科学を教育に応用する試みは1960年代にまで遡る。大脳生理学者による時実(1969)は「教育とは、私たちをして人間として行動させる脳に作りあげること」(4頁)であると明示するとともに、当時の脳科学の知見に基づきながら保育や教育のあり方を検討している。時実による成果は「脳を育む」研究領域の古典として位置づけられるが、現代の脳科学の見地からすれば、妥当性の検証が求められる。それは当時の脳科学、特に大脳生理学はラットやマウスなどの動物実験に負う部分が多く、人間を対象にする研究は脳損傷患者等の限られた事例や症例の検討が中心であったことに起因する。したがって、それらの成果を健全な生きた人間全体に広げて解釈するには当然のことながら制約があり、時には論理的飛躍等の問題を生じさせてしまう。

しかし、1980年代後半の脳科学を支える計測技術の革新的な進展により、脳イメージング技術などが開発され、健全な人間の脳活動を生きたまま観察することができるようにな

\* 浜松学院大学(教育学)

った。その結果、教育を含む様々な関連領域へのより直接的な脳科学の応用が射程に入った。その他にも、分子生物学やゲノム研究の発展に伴い、現在の脳科学は自然科学というよりはライフサイエンスの色彩を強く帯びるようになっていく。

本稿では脳科学における次の2つの大きな変化に注目し、1990年代以降の政策動向を分析する。特に教育への応用をめぐって脳科学がどのような意図をもって対応してきた／しようとしているのかを問う。第1の変化は実社会との関連性の強化である。20世紀の自然科学は物理学に代表されるように、主に自然を知ることを目指してきたのに対し、20世紀後半、特に1990年代以降は、各種生命現象の解明を通じて人間の理解を図ろうとするライフサイエンスの色彩が強くなった。その傾向が強まった結果、脳科学の研究成果は必然的により実社会と関連づくものとなり、実社会に与える影響力も強まりつつある。したがって、かつては実社会への応用を考える必要がなかった基礎科学としての脳科学は応用化学の側面を併せもつように変化した。

第2の変化は国策による研究推進の必要性の増加である。1990年代以降の脳科学は、その後、研究の高度化や大規模化の道を辿り、各大学や研究者の個人的な努力だけでは最先端の研究が実施できない状況にある。例えば、脳イメージング技術を導入して脳科学研究を実施しようとするれば、数百億という設備経費や維持費が発生してしまい、各大学や各研究者の自助努力だけでは賄いきれない。また、この時期は世界的に情報、生命、環境を研究課題とする理学、工学、医学などの伝統的な科学分野を横断する学際的な研究の重要性が認識され始めた頃でもある。脳科学も1970年ごろから融合分野として成長してきたが、特に90年代以降、その傾向に拍車がかかっており、脳イメージング技術を用いる研究領域も医学のみならず工学や心理学など多岐にわたってきている。このように、国が設備や予算等の研究環境を整備する必要性は以前よりも増し、国の科学技術政策が脳科学の発展度を左右するという事態さえ生じている。この傾向は日本のみならず、諸外国でも基本的には同様である。ただし、米国のように財団等による寄付や助成でもって研究環境を整備できる仕組みが整っている場合もある。その点では日本は状況が異なり、国策に頼る割合がより大きい。

したがって、日本における脳科学の全体的な動向とその意図を分析するには、まずもって政策文書を分析することが有効であると言える。なぜならば、国策である限り、脳科学の「社会的意義」を強調しなければならず、各政策文書で脳科学がどのように社会と接点を持つようとしているのかを読み取れば、将来的な展望も窺い知ることができるからである。現時点で脳科学を教育に応用することは早急であるとする慎重論は根強い。しかし一方で、政策文書には教育への応用がはっきりと明記されているのも事実である。将来的に脳科学の教育への応用をより現実的に推進する際に、これまで／これからの脳科学の方向性を押さえておく必要があり、本稿ではその問いを中心に考察する。

## 2. 分析方法

### (1) 分析対象

国策による脳科学研究推進の重要性は主に1980年代後半から認識されてきた（政策文書①）。1988（昭和63）年には、当時の中曽根康弘総理大臣の主導の下、国際的な研究助成組織「ヒューマン・フロンティア・サイエンス・プログラム」が開始され、その主要なテーマに脳機能の基礎的研究が上げられたという経緯がある。実質的な大型研究プロジェクトの実施に至る契機として、その後の脳科学のロードマップを提示したのは政策文書⑦（表1）である。したがって、本研究では政策文書⑦を中心に、前後の政策動向とその意図について考察を加える。主な政策文書は表1の通りである。

また、主な政策文書の範疇には国の審議会、検討会、研究会、および懇談会がまとめたものに加え、日本学術会議による文書も加えた。日本学術会議には日本の学術政策を学者の立場から審議し、直接政府に対して勧告や要望を行う権限が与えられているためである。なお、多くの場合、各政策文書はその後の政策文書において引用、あるいは経緯説明で提示されており、連続性を帯びている。したがって、本稿において当該文書が主要であるとす根拠は、第1にその後の政策文書で触れられているか、第2に教育への直接的・間接的な言及があるか否かで判断した。

表1：脳科学を巡る主要な政策文書

- |   |
|---|
| ①昭和62(1987)年8月：「脳・神経系科学技術の基本方針に関する意見」、科学技術会議  |
| ②平成6(1994)年6月：「脳・神経系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号答申）」、航空・電子等技術審議会                      |
| ③平成7(1995)年10月：「脳の科学とところの問題—脳科学の視点から—」、日本学術会議脳の科学とところの問題特別委員会（委員長：大熊輝雄）                           |
| ④平成8(1996)年4月：「脳科学研究の推進について（勧告）」、日本学術会議第123回総会（会長：伊藤正男）   |
| ⑤平成8(1996)年7月：「脳科学の時代」、科学技術庁研究開発局脳科学の推進に関する研究会  |
| ⑥平成9(1997)年3月：「大学等における脳研究の推進について（報告）」、学術審議会特定研究領域推進分科会バイオサイエンス部会                                  |
| ⑦平成9(1997)年5月：「脳に関する研究開発についての長期的な考え方」、科学技術会議ライフサイエンス部会脳科学委員会（委員長：伊藤正男）                            |
| ⑧平成11(1999)年6月：「大学等におけるバイオサイエンス研究の推進について（中間まとめ）」、学術審議会特定研究領域推進分科会 バイオサイエンス部会                      |
| ⑨平成14(2002)年6月：「ライフサイエンスに関する研究開発の推進方策について」、科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会（分科会長：澤岡昭）                         |
| ⑩平成15(2003)年7月：「『脳科学と教育』研究の推進方策について」、「脳科学と教育」研究に関する検討会（座長：伊藤正男）                                   |
| ⑪平成17(2005)年6月：「子どものころを考える—我が国の健全な発展のために—」、第19期日本学術会議「子どものころ特別委員会」                                |
| ⑫平成17(2005)年10月：「情動の科学的解明と教育等への応用に関する検討会報告書」、情動の科学的解明と教育等への応用に関する検討会（座長：有馬朗人）                     |
| ⑬平成19(2007)年5月：「脳科学研究ルネッサンス—新たな発展に向けた推進戦略の提言—」、脳科学研究の推進に関する懇談会（座長：金澤一郎日本学術会議会長）                   |
| ⑭平成21(2009)年1月：「長期的展望に立つ脳科学研究の基本的構想及び推進方策について～総合的人間科学の構築と社会への貢献を目指して～（第1次答申）」、科学技術・学術審議会（会長：野依良治） |

## (2) 分析の視点

政策文書の分析にあたり、以下の視点を設定する。第1は、いつ頃から教育への直接的・間接的な言及がなされるようになり、その際に重点項目として何をいつ頃までに達成すべきであると指定されてきたのかという、「政策・研究関心の変遷」である。次いで第2に「脳科学と教育」研究のアクターが、どのような考えに基づきながら、自然科学である脳科学と人文・社会科学がこれまで対象にしてきた教育を結び付けようとし、どのような仕組みでもって「脳科学と教育」研究を推進しようとしてきたのか、という「プラットフォームや研究戦略」である。そして、第3に脳科学が今後、どのように実社会との接点をもちながら進められようとしているのかという、「社会科学技術の将来予測」である。

1990年代以降における日本の脳科学のグランドデザインを構想したキーパーソンは伊藤正男である。伊藤は1994年から1997年の3年間、日本学術会議会長を務め、国策による戦略的脳研究の礎を築くとともに、理化学研究所脳科学総合研究センター創立所長、「脳科学と教育」研究に関する検討会で座長を務めるなど主要なポストを担ってきた。また、「脳科学と教育」研究の実質的な旗振り役には小泉英明がいる。小泉は「脳科学と教育」研究に関する検討会のワーキンググループの主査を務め、国際的にも先駆的であった「脳科学と教育」研究プロジェクト、すなわち、(独) 科学技術振興機構社会技術研究開発センター「脳科学と社会」研究開発領域の領域総括を担当してきた。また、小泉は2004年に設立された「International Mind, Brain, and Education Society」(IMBES) に創立理事として携わるなど、日本国内外の「脳科学と教育」研究の指導者的役割をこなしてきた。

以上のことから、日本における「脳科学と教育」研究の主要なアクターは伊藤と小泉の両名を挙げることができる。ただし、「脳科学と教育」研究の実質的内容に関しては、小泉に詳しい。したがって、本稿の第2の視点では小泉がどのような考えに基づきながら、「脳科学と研究」研究を推進してきたのかという点に注目して考察を行うことにする。また、第3の視点に関しては、「科学的技術俯瞰的予測調査」(科学技術振興機構)や「イノベーション創出シナリオの作成等のための調査研究」(文部科学省科学技術政策研究所)、および「脳科学の産業分野への展開に関する調査事業報告書」(新エネルギー・産業技術総合開発機構・NTTデータ経営研究所)などの成果に基づきながら検討する。

## 3. 政策・研究関心の変遷

### (1) 希望的観測にもとづく「教育への応用」

科学全般における基礎研究と応用研究をバランスよく推進していくために、双方の中間に「戦略研究」を位置づけこれを強化する必要性が1990年代半ばに認識され、日本学術会議で議論された<sup>1</sup>。とりわけ、戦略研究の典型例に脳科学をとりあげ検討を行う契機になったのは政策文書③である。

政策文書③では、こころに関する研究がこれまで人文・社会科学によって蓄積されたこ

とを指摘しつつ、「こころの生物学的基盤の解明を目指すおおきな学際的研究領域として、脚光を浴びるに至っている」（366頁）と、こころに関する研究の一環に脳科学を位置づけている。それゆえ、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なければならない」（367頁）とし、自然科学者のみならず、人文・社会科学の代表者も参加する国としての常設的な脳科学研究推進組織の設置を提唱した。

また、脳科学は「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」（366頁）として、実社会と関連づけることの意義に触れている。なお、各項目はより踏み込んで具体例が記載されている。例えば、精神・神経系の疾患の治療や老化の予防に関しては、脳神経系の発達障害の早期診断や対策が可能になりつつある現状を挙げた。また、老年期の脳機能衰退の仕組みとその防止・軽減化の研究が、「頭をよくする」ことができるのかという課題解決に示唆を与え得ると、期待を表明している。次いで、ストレスへの対処では「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。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」（372-373頁）と言及し、この種の問題に対して、人文・社会科学諸分野との共同研究が必要であると指摘する。また、育児や教育の方法を巡る問題には、いわゆるニューメディア（マルチメディア等）を挙げ、「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」と、情報伝達様式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総合的な研究を行う必要性を述べた。さらに、「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」（373頁）と指摘していた。

政策文書③の内容を基本的に政策文書④～⑦は踏襲している。政策文書③以降、提案されてきた脳科学委員会が科学技術会議ライフサイエンス部会に設置され、それまでの成果が結実したのが政策文書⑦である<sup>2</sup>。いずれの文書でも社会的意義の一つに「育児・教育への寄与、適切な助言」が触れられており、政策文書⑦では、脳科学の発展が「医療・福祉の向上」、「社会・経済の発展」、「社会生活の質の向上」をもたらすと謳われた。脳科学が応用科学の側面を強調した背景には、政策文書③がまとめられた同年、平成7（1995）年に科学技術基本法が公布され、科学技術の振興を強力に推進するための科学技術基本計画が策定されたことによる影響がある。すなわち、平成8（1996）年に閣議決定された計画で「社会的・経済的ニーズに対応した研究開発の強力な推進」が謳われ、その結果、脳科学も応用研究の色彩を強めたと言える。したがって、これらの貢献を実現し得る応用研

究を推進するために、基礎研究とのバランスを考慮に入れた戦略研究が実施され、具体的な施策が展開するようになった。

戦略研究では「自由発想型」の研究開発と「目標達成型」の研究開発が区別され、後者は「脳に関する研究開発の長期的な達成点が見通せる段階となったことを踏まえ」、「科学的にも、社会的、経済的にも有意義な多くの研究成果の生産を促進」するものと位置づけられる（政策文書⑦）。そして、具体的な研究領域に「脳を知る」「脳を守る」「脳を創る」の3領域が置かれ、向こう20年を期間とし、戦略目標及びそれら研究体制や施設等も整備されるようになった。この領域設定は政策文書⑤の提案をもとに政策文書⑦が踏襲したものであり、この時点では「脳科学と教育」研究を積極的に進めるための研究領域は設定されていない。むしろ、教育に関連する事項は「脳を知る」研究領域に含めて考えられており、「知情意の脳の構造と機能の解明」および「コミュニケーションの脳機能の解明」という戦略目標に取り組むために、以下のようなタイムスケジュールが組まれた。

表2：戦略目標タイムテーブル（政策文書⑦別紙から「脳を知る」領域のみ転載）

領域	戦略目標分野	5年後	10年後	15年後	20年後
脳を知る	知情意の脳の構造と機能の解明	○知情意の座の解明 ○記憶、学習の解明	○脳神経系の構築原理の解明 ○感覚、認知、運動の解明 ○情動、行動、生体リズムの解明	○脳神経系の機能統合・制御原理の解明 ○注意、思考の解明	○自己意識、社会意識の解明
	コミュニケーションの脳機能の解明	○言葉の座の解明 ・ヒトと動物のコミュニケーションの違い	○言葉の脳内情報処理の解明 ・非言語的コミュニケーションの理解(身振り、感情など)	・言語の獲得過程の理解	○言語と思考、知性との関係の理解
	脳を知る貢献例	育児・教育への助言	心身的・社会的ストレスへの対処	高次の脳の働きの理解	人の理解の進歩

表2から分かるように「育児・教育への助言」は最も早い5年後に設定されており、関心の高さが窺える。一方で、15年後に「高次の脳の働きの理解」を貢献例として挙げていることから、どの程度のレベルで育児・教育への助言を行おうとしていたのかは定かではない。むしろ、脳科学と教育を関連づけること自体、研究コミュニティの中で合意されていなかったと言える。

「脳科学と教育」研究の実質的なアクターである小泉は、研究業績③がまとめられた同年、1995年1月に日立中央研究所で公開シンポジウム「脳精神科学の基礎と応用」を開催し、そこで今後有望な四つの脳科学の応用領域を挙げた。それらは①医療・福祉、②情報技術、③ロボティクス、④教育である。この番号は実用化に近いと小泉が予想した順番である<sup>3</sup>。次いで1996年に科学技術振興事業団の主催で、環境計測に関する四日間の国際会議を開催し、その際に「脳と環境の相互作用」というセッションをつくった。さらに、2000年1月に第2回公開シンポジウム「脳精神科学の基礎と応用（Ⅱ）」を再び開催した。

その当時の状況を小泉は、「教育学への応用」に関心を抱く研究者は、脳科学者の中にも教育学者の中にも見出すことができなかつたと後述している<sup>4</sup>。そして、同年11月に科学技術振興事業団の主催で、異分野研究者交流フォーラム「脳を育むー学習の科学」という国際会議を開催するに至り、「脳を育む」概念は打ち出されたという経緯がある。

以上のことから、政策文書⑦がまとめられた時点では「育児・教育への助言」はあくまでも期待の表明のレベルに留まり、必ずしも実態は伴っていなかった。まさに「脳科学と教育」研究の萌芽期であり、「脳を知る」研究過程において知り得た知見が間接的に教育と関わるであろうという希望的観測に基づいていたと言える。すなわち、教育という事象を脳科学的に解明するという直接的な研究ではなく、脳科学で知り得た知見を解釈することによって教育に応用しようとする姿勢である。この時期の政策動向の特色は、①脳科学の社会的意義の強調（教育への言及）、②基礎科学の充実とともに応用科学を見通した戦略研究の推進、③自然科学のみならず、人文・社会科学をも巻き込んだ総合科学としての脳科学、という点にある。

## （2）異分野融合による「脳科学と教育」研究領域の創出

日本における「脳科学と教育」研究が全面的に実施され始めたのは2001年以降であり、その基盤は政策文書⑨⑩にある<sup>5</sup>。その端緒として（独）科学技術振興機構（理事長：沖村憲樹）は、2001年度から社会技術研究推進事業を発足させ、自然科学と人文・社会科学の融合的な取り組みにより社会の諸問題の解決を図る研究、すなわち、社会技術研究の推進を図ってきた。その一環として、世界で最初の国家プロジェクトとして、同年に研究領域「脳科学と教育」プロジェクトが開始される<sup>6</sup>。次いで2002年3月に文部科学省に「脳科学と教育」研究に関する検討会が設置され、2003年に中間報告『「脳科学と教育」研究の推進方策について』（政策文書⑩）が公刊された。さらに、「脳科学と教育」研究に関する検討会の設置と時を同じくして、2002年6月に政策文書⑨「ライフサイエンスに関する研究開発の推進方策について」で、従来から取り組まれてきた「脳を知る」、「脳を守る」、「脳を創る」領域に加え、新たに「脳を育む」領域が提案された。それを受け、2003年度より理化学研究所脳科学総合研究センターは、新たに「脳を育む」研究領域を発足させ、研究に着手した。これら国内での研究プロジェクトは、互いに方針を一致させながら取り組まれている。

政策文書⑨の特徴は、①ゲノム科学の進展に伴い、ゲノムという共通言語を通すことにより生物をひとつのシステムとして「統合的」に理解することの必要性が認識されたこと、②生物、あるいは生物現象を構成する、分子、細胞、組織、固体、生態系等といった各階層を縦断して貫く「統合的」な方法論による研究活動が重要であり、従来の学問領域や研究組織にとらわれない異分野の研究者が「融合」して創生する新たな研究活動が強く期待されたこと、③ライフサイエンス分野の研究成果が、直接、社会における利益と結びつく

ことから、ライフサイエンスにより、21世紀型の新産業を創るとともに生活の質（QOL）を向上させる必要があると指摘されたこと、④「脳を知る」「脳を守る」「脳を創る」に加え、新たに「脳を育む」領域が設定されたことの4点にある<sup>7</sup>。全体を通じて、基盤的技術開発、応用開発研究、臨床研究への言及数が増え、研究開発成果の産業化・実用化が強調されるようになった。

政策文書⑨で新たに設定された「脳を育む」領域では、今後10年程度を見通した当面5年程度の戦略目標が立てられており（表3）、当然のことながら、政策文書⑦の「脳を知る」領域で示された戦略目標よりも発達や学習のメカニズム解明を前面に押し出したものとなっている<sup>8</sup>。また、研究成果のヒトへの適用を視野に入れ実用化を図るため、その推進にあたっては実験用霊長類の供給体制の整備が必要であるとし、また、神経活動を細胞、分子レベルで計測できる非侵襲的バイオイメージング装置の開発が重要であるとされた。

表3：「脳を育む」領域の重要研究課題（政策文書⑨，23頁より抜粋）

<ul style="list-style-type: none"> <li>・非侵襲的脳機能イメージング法を活用して、             <ul style="list-style-type: none"> <li>①ヒトの感覚・運動機能、ヒトに特徴的な言語機能の発達などの臨界期の明確化</li> <li>②生後環境が高次脳機能発達に及ぼす影響の解明</li> <li>③発達脳可塑性の臨界期及びその終止メカニズムの解明が重要</li> </ul> </li> <li>・また、乳幼児の認知・行動発達を理解するため、ロボット工学、発達心理学及び理論神経科学を融合した行動発達の研究</li> <li>・成人や高齢者における学習・記憶メカニズムの理解をもとにした、脳科学と教育工学の融合的研究</li> <li>・神経科学分野の研究者のみならず、小児科医、教育学研究者、現場の教育者等による子供の精神機能発達障害に関する融合的研究</li> <li>・成人・高齢者脳の可塑性と学習能力の解明</li> </ul>
--

一方で、政策文書⑩は「脳科学と教育」研究の推進方策と銘打っていることから、より踏み込んだ当該研究領域の理念等を含めて提示し、その後の「脳科学と教育」研究の方向性を示した。すなわち、「人類の安寧とより良き生存」（Human Security & Well-Being）を目的とし、生涯にわたる学習の仕組みの解明を通して、人が本来有している能力の健やかな発達・成長や維持を目指すこと及びその障害を取り除こうとするものである。また、基本的な研究の取り組み方として、「教育の場からの課題の提示に対して、脳科学をはじめ関係する科学が如何なる貢献ができるのかという観点から対話・交流を進めつつ、これに基づき、架橋融合した研究活動を行うことを基本的な進め方とする」（3頁）と明記された。具体的には「教育の役割」、「教育を取り巻く環境の変化」に由来する教育の場の課題を踏まえた研究領域がされており、「脳科学と教育」研究の俯瞰と実施スケジュールは表4と表5の通りである。これら「脳科学と教育」研究は、政策文書⑨で示された異分野の架橋・融合による新分野の創出の一分野として位置づけられており、異分野が実際に融

合する研究組織の実現と具体的な架橋・融合に向けての枠組みの開発が目指されている。ただし、議事録にある通り、「OECDの場合でも、教育の側から課題を提起してもらい、脳科学がその課題に答えるという形とすることが適当ではないかとの議論があった。しかし、脳科学の側にもまだ分からないことが多いので、新しい知識の獲得が必要である<sup>9)</sup>」というのが現状であり、脳機能を解明しながら教育に関する課題に対応する必要が認識されている。

表4：「脳科学と教育」研究の俯瞰（政策文書⑩，29頁より転載）

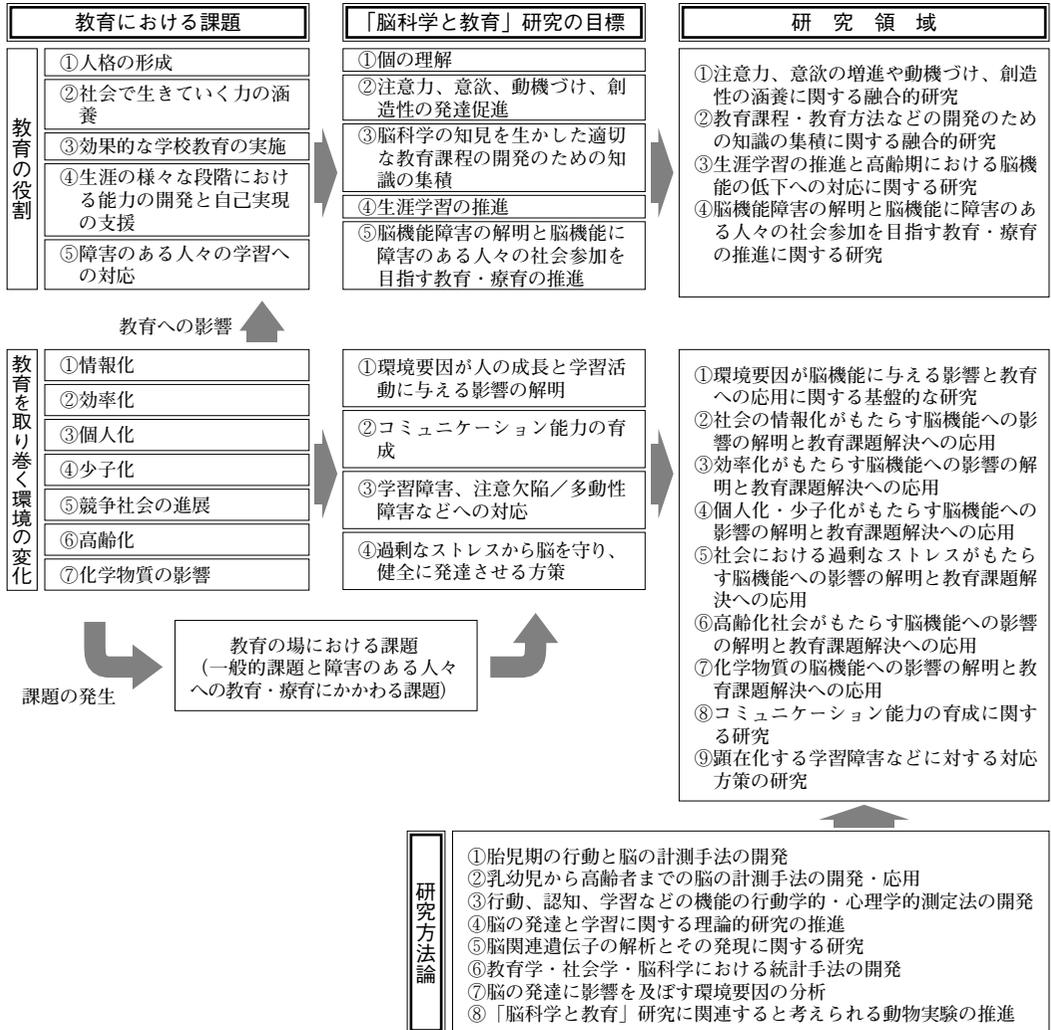


表5：実施スケジュール（政策文書⑩，30頁より転載）

「脳科学と教育」研究の研究領域		基礎的評価		集中して研究に取り組むべき時期	
		緊急性	重要性	当面から短期	中長期
(1) 教育の役割に 応えるための 研究	①注意力、意欲の増進や動機づけ、創造性の涵養に関する融合的研究	大	大	○	○
	②教育課程・教育方法などの開発のための知識の集積に関する融合的研究	中	大	○※	○
	③生涯学習の推進と高齢期における脳機能の低下への対応に関する研究	中	中	○※	○
	④脳機能障害の解明と脳機能に障害のある人々の社会参加を目指す教育・療育の推進に関する研究	大	大	○	○
(2) 教育を取り 巻く環境 の変化に 対応する ための 研究	①環境要因が脳機能に与える影響と教育への応用に関する基礎的な研究	大	大	○	○
	②社会の情報化がもたらす脳機能への影響の解明と教育課題解決への応用	大	大	○	○
	③効率化がもたらす脳機能への影響の解明と教育課題解決への応用	中	大		○
	④個人化・少子化がもたらす脳機能への影響の解明と教育課題解決への応用	中	大		○
	⑤社会における過剰なストレスがもたらす脳機能への影響の解明と教育課題解決への応用	大	大	○	○
	⑥高齢化社会がもたらす脳機能への影響の解明と教育課題解決への応用	中	大		○
	⑦化学物質の脳機能への影響の解明と教育課題解決への応用	中	中		○
	⑧コミュニケーション能力の育成に関する研究	大	大	○	○
	⑨顕在化する学習障害などに対する対応方策の研究	大	大	○	○
(3) 「脳科学 と教育」 研究を支 える研究 方法論に ついての 研究	①胎児期の行動と脳の計測手法の開発	*	*	○	
	②乳幼児から高齢者までの脳の計測手法の開発・応用	*	*	○	
	③行動、認知、学習などの機能の行動学的・心理学的測定法の開発	*	*	○	○
	④脳の発達と学習に関する理論的研究の推進	*	*		○
	⑤脳関連遺伝子の解析とその発現に関する研究	*	*	○	○
	⑥教育学・社会学・脳科学における統計手法の開発	*	*	○	
	⑦脳の発達に影響を及ぼす環境要因の分析	*	*	○	○
	⑧「脳科学と教育」研究に関連すると考えられる動物実験の推進	*	*	○	○

注：緊急性…社会的な意義、脳科学などの進歩状況などの観点から評価 重要性…教育の改善、福祉の向上、経済的な効果の視点から評価  
 当面から短期…5年以内での一応の達成を目標 中長期…10年程度での一応の達成を目標 なお、集中して取り組むべき時期については中間評価などにより、適宜見直すことが重要である。  
 「当面から短期」及び「中長期」の両方の欄に○が記入されている領域については、当面から中長期にわたって集中して取り組むべきであるという意味である。  
 (1)②、③については緊急性の評価は「中」であるが、当該領域中に項目数が非常に多く、そのうち一部については「当面から短期」に取り組むことが可能であるため○を付した。  
 ※…(3)については、(1)及び(2)の研究を支える基礎的な研究であり、いずれも早期に着手すべき課題であるため、基礎的な評価の対象に含めていない。

政策文書⑩を受けて、科学技術振興機構では2004年度より新規研究「心身や言葉の健全な発達と脳の成長」が開始され、長期にわたるコホート調査が計画・実施され始めた<sup>10</sup>。この研究は、単発の刺激と脳内における反応の計測だけでは解明できない、社会・生活環境が心身や言葉の発達に与える影響やそのメカニズムの解明と、その成果の活用方策の提示を目指す。その後、政策第19期日本学術会議「子どものこころ特別委員会」がまとめた政策文書⑪でも、「こころの座としての脳の発達」がとりあげられ、表6のような知見に基づきながら子どもの健全な成長に資する具体策が提言される。さらに2005年10月には、文部科学省で情動の科学的解明と教育等への応用に関する検討会が設置され、いわゆる「キレる子」対策に着手し（政策文書⑫）、具体的な調査として「子どものこころの成長に関する基盤整備事業」が行われた。つまり、一連の動向から看取される傾向として、表4で示した研究領域のうち、社会性の脳認知発達に焦点を当てた研究開発が特に重点的に行われてきたと言える。

表6：政策文書⑪で取り上げられた脳科学的知見（3-8頁より抜粋）

<p>(1) 脳の基本的な構造と機能は10歳前後にほぼ完成する。                  (2) ヒトの脳の発達の過程で、神経細胞には「間引き」が起こる。                  (3) 一旦完成した脳にも「可塑性」があり、これが学習の基礎となる。                  (4) しかし、脳の可塑性に基づく機能獲得には「臨界期」がある。                  (5) 「環境」の豊かさが健全な脳の発達には必要である。</p>
--

以上のように、矢継ぎ早に様々な施策が進められたわけであるが、教育学の分野で関心を真っ先に示したのは特別支援教育であった。「今後の特別支援教育の在り方について（最終報告）」（2003）には、「言語障害、LD、ADHD等のように脳の発達と密接な関連があるものもあり、障害のある児童、生徒についても脳科学の成果を踏まえて適切な教育的対応を図ることが一層効果的であると考えられるものがあるため、現在行われている検討の結果を踏まえ、教育サイドからの課題の提示を踏まえた『脳科学と教育』研究が進展されることが望まれる」とある。この指摘をもとに国立特殊総合研究所では、2004年度より3ヵ年計画で課題別研究「脳科学と障害のある子どもの教育に関する研究」を実施するための体制整備を始め、成果の一端を、『国立特殊総合研究所紀要第33巻』（2006）に掲載している。それと意向を同じくして、2004年2月には文部科学省と国立吉備少年自然の家により、「『脳科学と教育』と自然体験シンポジウム」が開催され、学習障害（LD）や注意欠陥・多動性障害（ADHD）などの障害児への教育支援が議論された。シンポジウムの提言をうけ、自然体験キャンプが実施され、脳科学的検証も試みられている（沖野，2006など）。

特別支援教育は脳神経系に起因する発達障害児の教育も担っており、「脳を知る」領域に基盤を置きつつ「脳を守る」領域と「脳を育む」領域の双方にまたがる分野に位置づけられる。障害理解とその対応という点で、もともと医学・医療とも親和的に展開されてきた経緯をもつことから、脳科学とも親和性が高かった。一方で、特別支援教育以外の学校教育の研究からは、そのような素地が形成されていなかったためか、積極的な脳科学の受容は見受けられない。したがって、現状では、学校教育、特に通常学級への脳科学の応用はあまり取り組まれていない。

しかし、先述したコホート調査などの実施や乳幼児や高齢者、及び特別なニーズのある子どもを対象にした研究成果、特に社会性の脳認知発達に関する知見の蓄積を図りながら、近い将来において学校教育に応用しようとする方向が目指されている。この点で、「脳科学と教育」研究は、漠然とした1990年代の希望的観測から、2000年代には具体的な研究関心が明確になり、一つの研究領域として創出されたと言える。

#### 4. 「脳科学と教育」研究推進のためのプラットフォームと研究戦略

2001年以降、急激な進展をみせた「脳科学と教育」研究であるが、その実質的なアクターであった小泉は自然科学と人文・社会科学を架橋・融合するためのプラットフォームを整備してきた。以下、その特徴を概観する。

##### （1）生物学的定義の提案とところの形態学の構想

自然科学と人文・社会科学が架橋・融合するためには、基本的な概念を同じ意味で共有する必要がある。小泉は、この点に留意し、雑誌『科学』で生物学的観点による「学習」

と「教育」を「脳を育む」ことと関連づけて表7の通り定義した（小泉 2000，878頁）。これら生涯を見通した価値中立的な定義づけにより、他分野の参入が可能となった。

表7：学習と教育の生物学的定義

<p>学習：環境に適応した情報処理回路とデータベースを構築するように、脳が刺激に反応し新たな神経回路網を生成する過程。</p> <p>教育：脳の情報処理機構の基本的なアーキテクチャが構築される際に、脳への入力刺激を準備したり制御することによって、新しい神経回路の構築を導き、かつ鼓舞する過程。</p>
--

次いで、小泉はこれまで人文・社会科学が扱ってきた精神（形而上）の世界と物質（形而下）の世界が結びつきうることを提示した。まとめたものが図1であり、将来的には一連の情報処理機構と形而上的認識の間を1対1で結びつけることができないうだろうかと構想を紹介している（小泉，2005a）。ただし、現状では「主観の問題を避けながら、客観的な対象と成し得る範囲で次第に心の中に科学の橋頭堡を築いていく研究」（大熊2005，310頁）が多い。

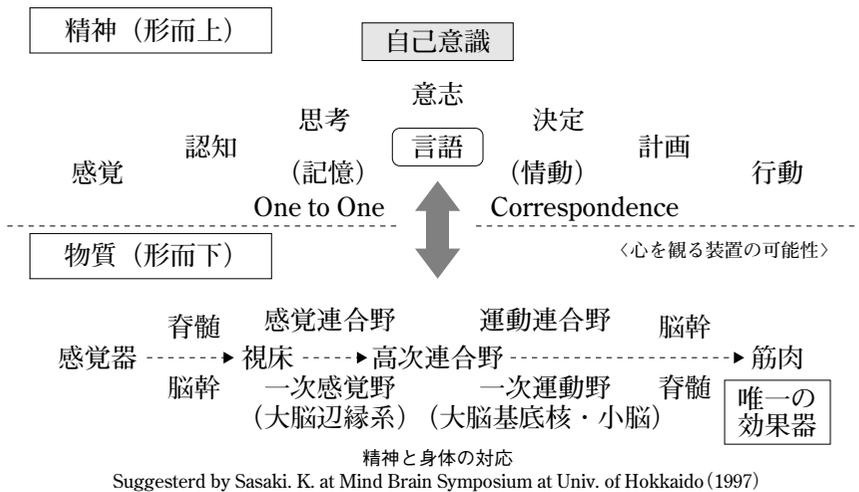


図1：精神と身体に対応

## （2）脳発達の基本的視座（脳と環境の相互作用）

小泉は脳と環境を対峙して捉える。人間の脳は、自身が置かれる環境の多くを造り出しており、逆に脳すなわち神経回路の一部も環境からつくられる（小泉1998，269-270頁）。つまり、脳こそが環境の刺激を受容する唯一の器官であり、脳と環境との相互作用によって人間の精神的機能を考える必要がある。要するに脳は環境からの入力に依存する。小泉

のいう環境には対物環境（自然環境、人口環境）と対人環境が含まれる（小泉，2006）。この考えをもとに小泉（2005b，31-32頁）は、アセスメントの問題に関心をもっており、「都市化や情報化で激変する環境因子によって子どもたちがどのような影響を受けているのか、議論を繰り返すよりも、脳科学の見地から実証するべきである」と主張する。すなわち、脳に対しての環境アセスメントである<sup>11</sup>。

また、脳と環境の相互作用による発達を捉えるためには、遺伝子で決定される先天的、すなわち、ジェネティックな部分と、環境で発現が調整されるエピジェネティックな部分とを区別して考える必要があると指摘し、遺伝や環境という二分法ではなく、両者の「動的交互作用」を見取る必要があるとする。なお、小泉は脳発達の知見を踏まえて、最終的には適切な教育時期の指針を与えることで教育カリキュラムを提案できると考えている。

### （3）「環学性」の提唱（要素還元論から「俯瞰統合論」への転換）

20世紀の近代科学技術は、物事を要素に還元して分析的に考える要素還元論によって、細分化・高度化しながら飛躍的に進展してきた。しかし、21世紀の社会では、科学技術の成熟により、ひとつの特定分野のなかだけでは新しい知見や成功を得ることが困難である。そのため、様々な要素を俯瞰し統合することが21世紀の科学には求められる<sup>12</sup>。この問題意識に基づきながら、小泉は従来の学際性や多分野性という概念が2次元に位置し静的であるがゆえに期待したほどの効果が得られないと批判する。すなわち、学際性や多分野性に基づいて行われた研究開発の多くが、例えば異分野の研究者を1つの建物に寄せ集めておけば、自然に分野は融合されるという楽観的な考えに基づいていたきらいがある。

それに対して小泉が提唱したのが、3次元的空間に位置し動的に異分野を架橋・融合する環学性の概念である。各分野の要素は異分野の要素と共鳴して結合し、新たな分野情報を生成する可能性があり、環学性の概念ではある「場」の存在が分野の一部を共鳴させ、その結果、異なる分野の一部が架橋・融合されると考える。この際の「場」とは、例えば「脳科学と教育」研究という意図的に設定された研究領域であり、新しい研究組織を指す。また、分野融合を起こすためには垂直方向に起き上がるような一つの力、インセンティブを用意する必要があるという<sup>13</sup>。「脳科学と教育」研究におけるインセンティブとは、領域で共有する目的「人類の安寧とより善き生存」である。この目的を実現させるために、社会技術開発による一層の直接的な社会貢献を脳科学が請け負うことを小泉は強く求めてきた。社会問題の具体的な解決には「統合俯瞰論」に基づいた環学性によるアプローチが不可欠であり、それゆえに「脳科学と教育」研究は、教育問題を脳科学によって具体的に解決しようとするイシュー志向の研究領域として発展してきたと言える。

#### (4) 研究アプローチの焦点化

教育を主題に据える限り、人間を対象に科学的な研究を行う必要がある。それを踏まえた上で「脳科学と教育」研究が採る研究アプローチには重要視すべき点が2つある(小泉, 2010)。第1に、脳科学の教育への具体的な応用は「特殊から一般へ」と進展させることが重要である。すなわち、病状や障害といった尖端的な特殊事例から新たな知見を生み出し、それらの知見から一般事項へ慎重に論を展開する方法である。第2に健常者を対象とした研究の場合、後方視的研究では脳認知発達の因果関係を追求することができないため、脳イメージング技術を用いた前方視的集団追跡研究(コホート研究)が最重要であるということである。

また、研究を行う際の留意点は次の通りである。まず、人間を対象にした研究が実施できない場合は、動物実験に頼らざるをえない。その場合は、ヒトに最も近い霊長類を対象にするのが好ましく、例えば「代表的なゲッパ類であるマウスやラットの実験から、人間に直接言及するのは距離が大きすぎることを常に留意する必要がある」(小泉2010, 28頁)。次いで、ライフサイエンスの分野ではゲノムを共通言語にして、分子、細胞、組織、個体、生態系等といった各階層を縦断して貫く「統合的」な方法論による研究活動が重要である。教育への応用を検討するのであれば、分子、細胞、組織のレベルにおける知見は個体レベルにまで統合される必要があることに注意しなければならない。

#### 5. 「脳科学と教育」研究における社会科学技術の将来予測

第2期科学技術基本計画に基づき、平成13(2001)年に総合科学技術会議がまとめた「分野別推進戦略」において、ポストゲノム研究の推進が強く打ち出されたこと等により、当時の脳科学は重点項目から外れ「危機」に瀕していた(甘利, 2006)。そのため、科学研究に関連した大規模なプログラムやプロジェクトが行われることはなかったものの、前節で述べた通り、「脳科学と教育」研究は新しい研究領域として著しい発展を遂げた。その他にも「脳科学&XYZ」という異分野の融合・架橋による新たな研究領域、例えば、神経経済学や神経倫理学、ニューロリハビリテーションなどが萌芽期を迎え展開されてきた。

この時期の特徴は従来の「科学技術」ではなく「社会技術」という概念が使われ始めたことにある。「社会技術」とは「人間や社会のための科学技術」という意味であり、課題解決型研究開発を中心に目的志向の研究開発を通して基礎研究の未開拓部分を明らかにし、両者を並行させて研究することを指す。平成13(2001)年3月に閣議決定された第2期科学技術基本計画では、第1期よりも社会とのつながりを強調しており、「社会のための、社会の中の科学技術」という認識の下、科学技術と社会とのコミュニケーションを確立することを要請した。先述した通り、(独)科学技術振興機構は、2001年度から社会技術研究推進事業を発足させた。近年では、研究開発の結果が社会で実際に使えることを具体的に確認する「社会実装」までが目標とされる。したがって、より一層の社会貢献を脳

科学が請け負うことを強く求められるようになってきた。平成18（2006）年3月に閣議決定された第3期科学技術基本計画でも「社会・国民に支持され、成果を還元する科学技術」を指向しているように、この動向はより強化されていくことが予想される。

第3期科学技術基本計画や学術界の動向等を踏まえ、総合科学技術会議がとりまとめた「分野別推進戦略」では、「脳や免疫系等の高次複雑制御機構の解明など生命の統合的理解」や「こころの発達と意思伝達機構並びにそれらの障害の解明」等が、ライフサイエンス分野の重要な研究開発課題（5年間に政府が取り組むべき重要な課題）に選定されることになった。また、文部科学省は平成18（2006）年12月に研究振興局長の下に「脳科学研究の推進に関する懇談会」を設置し、今後の脳科学研究の在り方について政策文書⑬をまとめ、脳科学は新たな展開を迎えるようになる<sup>14</sup>。

政策文書⑬では、人の心の理解を共通基盤とし、人文・社会科学分野の研究の多くが脳科学に向かいつつあることを踏まえ、それら「新しい人間の科学」（総合的人間科学）の創出が、科学の枠組みを変える可能性を秘めていることを前面に押し出している。そして、ゲノムから、細胞・脳・免疫系などより複雑で高次の機能を統合的に研究し、基礎研究成果の臨床への橋渡しを重視するという従来の動向を踏まえながら、特に社会的要請や緊急性が高いものについては戦略的に研究開発を行う旨が謳われた。これらはいずれも政策文書⑦以降の動向と合致する。

また、重点的に推進すべき研究領域では、「脳を知る」「脳を守る」「脳を育む」の3領域を引き続き設定するとともに新たに「脳に学ぶ」（脳内情報の解読と機器接続などに関する応用技術、計算論的神経科学、脳型情報システムの開発）を設定した。「脳に学ぶ」領域とは日本発の「脳を創れる程度に脳を知る」「脳を創ることによって脳を知る」という研究パラダイムを発展させたものである。各領域の根幹をなす「脳を知る」領域では「社会的問題を解決するための科学的基盤」を学際的かつ融合的視点に立ちながら提供すると明記され、ディシプリン志向ではなくイシュー志向の基礎科学が強調されている。また、同領域に「社会行動と心のメカニズムの脳科学的解明」が位置づけられており、社会性の脳認知発達に対する社会的要請が強いことを窺い知ることができる。

「脳科学と教育」研究と最も密接に関係する「脳を育む」領域では少子化時代を迎え、すべての子どもを健康に育みたいという点から、発生、発達やその障害に関する研究が重点項目に挙げられた。特に「発達障害の予防あるいは治療」に加え、種々の脳機能発達の感受性期（臨界期）の解明を通じて、適切な教育カリキュラム、教育時期などに関する指針を与え、「科学的データに基づいた新しい教育理論の構築」を長期的目標に位置づけ（表8）、その達成に向けて短期的目標、中期的目標を設定したことに注目できる。

表8：「脳を育む」領域の長期目標（政策文書⑬，17頁から転載）

- ・言語、コミュニケーション力等の社会能力発達の促進方法を明らかにし、教育カリキュラムの作成等に応用する。
- ・感受性期（臨界期）の終止を遅延あるいは阻止するメカニズムを解明し、成人における学習を促進する方策を開発する。
- ・種々の発達障害を予防する方法を開発し、発達障害のある子どもを大幅に減らす。
- ・脳の発生・機能発達のメカニズムの解明に基づく、「胎児期から老年期に至るまでの教育理論」を提唱する。

この背景には、当然のことながら、2000年以降の「脳科学と教育」研究の蓄積がある。1990年代の政策文書に見られた希望的観測による脳科学の教育への応用は、政策文書⑬において、むしろ、教育の脳科学（Educational neuroscience）として直接的に教育問題に貢献できるという具体的な見通しが立てられ、検討されるようになった。科学技術・学術審議会が平成21（2009）年にまとめた政策文書⑭でも政策文書⑬を踏襲し、「社会に貢献する脳科学」の実現を目指す重点的な研究領域に「脳と社会・教育」を挙げ、社会性の脳認知発達の研究をコホート研究によって長期的に推進していくことを挙げている<sup>15</sup>。

政策文書⑬⑭で挙げられた研究目標・戦略は先述した小泉の考えとほぼ軌を一にする。したがって、今後の研究では、教育現場と連携した調査・研究により、脳科学等における成果の一端を社会に還元しつつ、さらに研究の推進を図ることが重要になる。また、脳科学研究の成果は、社会への貢献に供されるまでに長い時間を要する傾向があることから、脳科学研究の推進のためには、長期的かつ多様な研究が多面的に行われる体制の構築が望ましいとされた<sup>16</sup>。

教育現場への応用の推進を謳う一方で政策文書⑭は、基礎研究と社会への貢献を見据えた研究の間に大きなギャップが存在することも問題に挙げている。特に、脳科学研究に関する不確かな知見が、検証されないまま広がることにより、あたかも真実のように扱われる危険性も孕んでいると警鐘を鳴らす。ゲーム脳などの俗説が社会に流布されていた現状に危機意識を感じた日本神経科学学会も「ヒト脳機能の非侵襲的研究」の倫理問題等に関する指針を2009年に改訂し、対応してきた。

しかし、産業界（新エネルギー・産業技術総合開発機構・NTTデータ経営研究所）が中心となり2008年にまとめた「脳科学の産業分野への展開に関する調査事業報告書」が指摘する通り、研究者と産業界との間に科学的知見に関する無視できない認識のギャップが存在し、研究成果の実用化が必ずしも円滑に進まない場合があることも事実である。すなわち、研究者が「科学的確からしさ」を高め、「背景となるメカニズム」を解明することを一義的に追求するのに対し、科学の成果を応用する側では「結果が良ければ細かなメカニズムは問わない」という姿勢である。基礎研究と応用研究が同時並行で進められていることから、教育現場においても同様の事態が窺えるわけであり、脳科学がもたらす長期的

なりリスク評価等にまで踏み込んだ基礎研究と応用研究の「橋渡しの研究」の重点的な推進方策が求められる。

「橋渡しの研究」への希求は、脳科学を始めその他の科学分野でも同様の傾向が見受けられる。もはや科学は社会と切り離されず、現代社会における社会問題の解決のみに留まるものではない。近年では、目指すべき社会の姿や社会のニーズを導き出し、そこで求められる科学技術はなにか、を導き出す調査研究が実施され始めている。その代表例に科学技術政策研究所の「イノベーション創出シナリオの作成等のための調査研究」がある。その調査研究では「科学技術の中長期的発展に係る俯瞰的予測調査」（2003年度～04年度に実施・報告）の結果をもとに、デルファイ調査とシナリオライティングの手法を組み合わせた専門家の議論により、2025年の社会の姿（というニーズ）を描き出している。

シナリオに描かれた一分野に「『脳科学』の進展による生活者の活動支援」があり、その中に「生活者の活動支援の姿—教育・学習・日常生活の高度化—」が位置づけられた。それによれば、2025年の社会像としては「寛容な社会」「人生での選択の可能性が多重になっている社会」「子供たちが心身ともに健全に育つ社会」「信頼できる衣食住を選択できて病気になりにくい社会」が到来するという。その社会では「教育・学習システムの充実」が図られており、「多様性を認めた教育により、世界的に高いレベルの学力水準を達成している」「子供が子供らしく育つことができる社会になっている」「外部脳活用によって洞察・創造や意思疎通が効率化していく」ことが予測されている。すなわち、健全な脳機能発達を促すメディアや外部脳機能システムという社会技術の開発により、子どもの適性を早期に発見して得意分野の能力を伸ばすテーラーメイド型の教育が実現される。このシナリオは現在の科学技術の「シーズ」をもとに描かれたものであり、空想ではない。実現可能性は差し置いたとしても、科学技術関連の専門家がこのような将来像を見据えていることは間違いない。したがって、教育学はこれをどのように捉え、脳科学との関係を築いていくのかを検討する必要がある。

## 6. 結論

考察の結果、明らかになった日本における脳科学の政策意図は次の通りである。まず第1は「ディシプリン志向」から「イシュー志向」への転換である。社会への応用をそれほど重視しない自然科学の一分野であった脳科学は「社会問題を解決するための科学的基盤」として位置づけられ、異分野との架橋・融合を図る総合的人間科学の色彩を強めてきた。第2のポイントは、それらの動向を受け、「脳科学と教育」研究が新しい研究領域として創出され、希望的観測による「脳科学の応用」から、教育問題に直接貢献するための「教育の脳科学」へと転換されたことにある。その際に「環学性」という概念に基づきながら、異分野が同じ場を共有できるプラットフォームを形成してきた小泉の貢献は大きい。そして、「イシュー志向」の高まりにつれて、現代社会における社会問題の解決をはじめとする

「近視眼的な科学技術の発展・予測」ではなく目指すべき社会の姿（というニーズ）からこれからの科学技術を考える「遠視眼的な科学技術の発展・予測」へ転換した点が第3の特徴である。

日本の脳科学の研究史を読み解くと、予算の総額では欧米には太刀打ちできないものの、「脳科学をどう構想するか、ヒトを理解するための科学としてゲノムからシステム、情報、さらに教育から心まで広がる大きな構想を示すこと」で理念的にアメリカをリードしてきた（甘利2006, 436頁）。だが、教育への応用を巡るこれまでの動向を鑑みれば、脳科学の側から教育学への歩み寄りがあったと言えるが、特別支援教育を除き教育学から脳科学に歩み寄る姿勢は決して強くない。

近年、行為の中の省察に基づく反省的实践家モデルが提唱され（Shön,1983＝訳2001）、教育学もそのモデルを積極的に受容してきた。このモデルは技術的合理性に基づく技術的熟達者モデルの批判から構築されたものである。脳科学は技術的合理性と親和的であり、基礎研究の成果を社会で応用できるところまで発展させようとする「社会実装」の概念はその典型例である。確かに反省的实践家モデルが主張するように、教育を議論する際に技術的合理性のみを強調することは望ましくない。しかし、脳科学等による新たな科学技術が開発されてきている昨今の現状を踏まえれば、それを排して教育学が議論を深めることも望ましくない。さらに、将来の目指すべき社会像を描きながら科学技術の開発が行われ始めており、それらが社会に与える影響は非常に大きいことが予想される。したがって、従来から社会と密接に関わりながら発展してきた教育学は新たな科学技術の受容のあり方に関して理論構築していく必要がある。特に、教育という制度の中で脳科学をどのように適用するのかという点について、将来、目指すべき社会像を見据えた規範的な実証研究を積み重ねることが重要になると考える。この点が今後の課題である。

## 注

<sup>1</sup> 日本学術会議では毎年、外国に派遣団を送り、国際交流を行っている。1994年から1997年の3年間、日本学術会議会長を務めた伊藤は1994年に自らが団長となりロンドンを訪れ、英国における科学技術行政の激しい流れに目を見張ったという。基礎研究に優れながらも応用研究に乏しい英国と、逆に応用研究に優れながらも基礎研究に乏しい日本で事情は異なったものの、両者をバランスよく推進していく、「戦略研究」の必要性をその国際交流で認識したという経緯がある（大熊編2005, 295頁）。

<sup>2</sup> 政府レベルでの進展と並行して、草の根的な活動をした「脳の世紀推進会議」の役割も大きい。米国は1990年7月に米上院で「脳の10年」(Decade of the Brain)の決議を行い、国を挙げて脳科学を推進させ始めていた。その国際動向にも関わらず、何も動かない日本の現状に危機感を覚えた当時の文部省の幾つかの特定研究班の代表者が中心となり呼びかけ、関心を持つ人が参加したのが「脳の世紀推進会議」である。当時はまったくの任意組織（2004年以降、特定非営利活動法人）で、一般に向けて脳科学の重要性を訴え、成果を伝え、社会の脳科学への理解を

求めるキャンペーンを行ってきた（大熊編，2005）。この意味では、欧米を中心とした莫大な予算をかけた国家的な脳科学施策の推進に対する外圧と危機感が日本の脳科学政策の原動力であったと言える。その後の政策文書でも脳科学への予算措置が欧米に対して日本は極めて乏しいことが指摘されており、研究が高度化・大規模化していた／している脳科学にとって予算の確保は死活問題であることが分かる。

- <sup>3</sup> この順番について小泉（2005a，94頁）は、実際にはその通りにはならなかったと述べている。国内外の動向により、とりわけ教育分野の応用の機運が早まった経緯がある。その点については本文で触れる。
- <sup>4</sup> 正木（2002，13頁）に掲載された第5回育児幸せ大学特別講座「あたたかい心を育てる運動」での小泉の講演内容から一部分を引用した。
- <sup>5</sup> 脳科学と教育を関連づけようとするプロジェクトは国内だけに留まらず、同時期に国際的にも実施され始めた。その代表的なプロジェクトとして、小泉も国際諮問委員として携わったOECD-CERIによる取り組みが挙げられる。OECD-CERIは、学習科学と脳研究（Learning sciences and brain research）に関するプロジェクトを企画し、1999年11月にCERI運営委員会においてプロジェクトの開始を決定した。次いで、2000年から2001年にかけて専門家による議論を中心に事前検討が行われ、2000年から2001年までを第1フェーズとして2000年6月に幼児期における学習科学と脳研究、2001年2月に青年期における学習科学と脳研究、2001年4月に成人期における学習科学と脳研究について3つのフォーラムが行われた。その検討をうけ、2002年から第2フェーズとして、本格的に国際的な研究ネットワークが構成されプロジェクトが執り行われている。このプロジェクトでは幅広い分野の専門家を集め、①脳の発達と生涯にわたる学習（The Lifelong Learning Network）、②脳の発達と計算能力（The Numeracy Network）、③脳の発達と読み書き能力（The Literacy Network）といった3つの研究ネットワークから構成される。その中でも①脳の発達と生涯にわたる学習に関する調査検討を進めるネットワークの調整役を日本が担っており、理化学研究所が中心となり取りまとめている。将来的には脳研究と特にカリキュラムの策定、指導方法、個人の学習スタイルなどの教育分野への応用などが予定されている。
- <sup>6</sup> 科学技術振興事業団（当時）の公的研究テーマであった「脳科学と教育」プログラムは、独立行政法人化に伴い科学技術振興機構に引き継がれ、「脳科学と社会」研究領域として拡充された。領域には公募による研究開発プログラムⅠ・Ⅱ（平成13年度～平成21年度、計12テーマ）と計画型研究開発「日本における子どもの認知・行動発達に影響を与える要因の解明」（平成16年度～平成20年度）がある。特に平成16（2004）年以降はコホート研究を重点的に推進してきた。その他にも、脳神経倫理グループを領域内につくるなど多様な研究を実施してきた。
- <sup>7</sup> 1997年以降、日本の脳科学研究を総合的かつ計画的に推進するための基本的な方針や推進方策を示す役割を担っていた科学技術会議ライフサイエンス部会脳科学委員会は総合科学技術会議の設置と共に2000年度で廃止された。したがって、政策文書⑨は廃止された後にまとめられたものである。また、平成13（2001）年3月に閣議決定された第2期科学技術基本計画の下でのライフサイエンス推進戦略において、ポストゲノム研究の推進が強く打ち出されたことにより、ライフサイエンス関連予算は2000年以降、急激に増加しているにも関わらず、脳科学の予算は激減した（2000～2001年度のピーク時140億円から2005年時点で79億円）。「脳科学と教育」研究にとっては政策文書⑨⑩が契機になり隆盛を迎える時期であったが、予算の面で脳科学は危機

を迎えていた（甘利，2006）。

- <sup>8</sup> 政策文書⑤の提言によって設立されたのが理化学研究所脳科学総合研究センターである。ここでは政策文書⑤や⑦で策定された「脳を知る」「脳を守る」「脳を創る」という3領域が主に推進されてきた。当初から脳科学が育児や教育に密接に関わる可能性は意識されていたにもかかわらず（本文参照）、「脳を育む」領域は、社会への影響の大きさと扱われる問題の難しさから創立時の脳科学総合研究センターでは枠外に置かれていた。しかし、その後の国内外での研究動向、情報化社会の急激な進展、および、教育の現場で種々の困難が起こる状況に対して脳科学からの助言を求める社会的要請が強くなり、「脳を育む」領域が設定されるに至ったという（大熊編2005，303頁）。
- <sup>9</sup> 「脳科学と教育」研究に関する検討会（第3回）議事概要（URL：[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/gijyutu/003/gijiroku/020701.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/gijyutu/003/gijiroku/020701.htm)）を参照した（2010年12月23日アクセス）。
- <sup>10</sup> その他にも2003年から科学技術振興機構により、戦略的創造研究推進事業（CREST）として「脳の機能発達と学習メカニズムの解明（研究統括：津本忠治）」というプロジェクトが開始された。この研究プロジェクトでは教育における課題を踏まえた、人の生涯に亘る学習メカニズムの脳科学等による解明が戦略目標とされた。
- <sup>11</sup> 小泉は『環境計測の最先端』（1998，三田出版会）を編者として出版していることから環境計測に関心を持っていたことが窺える。
- <sup>12</sup> 環学性の説明はKoizumi（1999）、小泉（2005a）を参照した。
- <sup>13</sup> その他にも、環学性に基づく異分野の融合・架橋の具体的な成功要因には、研究プロジェクトの期限を設定する、一人の研究者が多方面の分野を勉強して情報を習得する必要性などが挙げられている。
- <sup>14</sup> 第2期科学技術基本計画の下で脳科学関連の予算が激減するという「脳科学の危機」的状态を踏まえ、脳科学の成果をより強く社会と結びつけ、社会に還元しようとする産学官の壁を越えた新しい運動、すなわち、脳を活かす研究会が2006年に発足された。これは研究振興局長の下に「脳科学研究の推進に関する懇談会」が設置されたのと同じ年であり、この意味でも脳科学は新しい展開を迎えたと言える。脳を活かす研究会では、「脳を読む」「脳を繋ぐ」「脳と社会」の3領域を設定し、教育も「脳と社会」の中に位置づけられている。本研究会の目的は、①分野と所属機関の異なる研究者・技術者の相互理解と共同研究を促進し、研究の裾を広げ、若手研究者育成の場を作ること、②脳を活かす研究・技術開発の最近の進展を広報し、脳科学の理解と支援をアピールすること、③専門的な観点から省庁の科学推進施策に対して資料を提供し、また提言をしていくこと、および、④省庁横断的に、産学官の総力を結集して、脳を活かす研究を推進するために、省庁の施策の連携融合を助け、その企画調整を計ることにある。国による脳科学政策を支援・補完するだけでなく、脳科学に対する国民的同意を高めることにより、「官」のみに頼らない脳科学の展開が期待される点で注目できる。
- <sup>15</sup> 社会性脳科学について、理化学研究所脳科学総合研究センターで情動と社会性に関する研究推進の予算措置を2010年に行っている。また、文部科学省の脳科学研究推進プログラムでは「社会的行動を支える脳基盤の計測・支援技術の開発」が課題として取り上げられ、事業が開始されている。
- <sup>16</sup> 科学技術振興機構による「脳科学と社会」研究領域内の計画型研究開発「日本における子供の

認知・行動発達に影響を与える要因の解明」は当初、準備研究及び短期研究を実施しその成果をもとに研究規模を拡大した長期研究へ移行することを計画していた。しかし、さらなる準備が必要であるという平成18（2006）年度の評価を踏まえ、長期研究への移行はしないことが決定された。評価委員会の専門委員会（委員長：甘利俊一）は大規模コホート研究の重要性を強く指摘していた。それにもかかわらず計画変更された背景には科学技術振興機構社会技術研究開発センターの方針変更、すなわち、研究開発ではなく研究助成を中心とするという方針変更があるという。甘利（2006）は、利益重視の短期決戦型重点主義の主導の下でプロジェクトが進められることを危惧しており、重層的な基礎研究を重視しつつ応用研究を図る長期的な戦略研究の必要性を指摘している（甘利，2006）。

#### 参考文献・資料（アルファベット順）

- ・ 甘利俊一（2006）「日本における脳科学の危機」『科学』Vol.76 No.4, 岩波書店, 433-437頁
- ・ 小泉英明（1998）「環境と脳の相互作用—環境神経科学のための計測と解析」『環境計測の最先端』, 三田出版会, 269-280頁
- ・ Koizumi, H.（1999）, “A practical approach to trans-disciplinary studies for the 21 century - the Centennial of the Discovery of Radium by the Curies”, *Journal of seizon and life sciences*. Vol.9 No.B, pp.5-24
- ・ 小泉英明（2005a）『脳は出会いで育つ—「脳科学と教育」入門』, 青灯社
- ・ 小泉英明（2005b）「脳科学から見る教育課題の本質 研究は異分野の架橋・融合で」『BERD』第1巻, 27-35頁
- ・ 小泉英明（2006）「子どもたちの発達を見守る本格的追跡調査」『科学』Vol.76 No.4, 岩波書店, 419-425頁
- ・ 小泉英明（2010）「脳科学と学習・教育の未来」小泉英明編『脳科学と学習・教育』, 明石書店, 15-31頁
- ・ 正木健雄（2002）「『脳科学と教育』研究と日本体育大学体育研究所等における研究との架橋」『日本体育大学体育研究所雑誌』第28号第1号, 1-35頁
- ・ 文部科学省科学技術政策研究所（2004）『科学技術の中長期発展に係る俯瞰的予測調査 平成15年度調査報告書』（平成15年度～16年度科学技術振興調整費調査研究報告書）
- ・ 文部科学省科学技術政策研究所科学技術動向研究センター（2007）『2025年に目指すべき社会の姿—「科学技術の俯瞰的予測調査」に基づく検討—』（平成18年度科学技術振興調整費調査研究報告書）
- ・ 沖野千歳（2006）「自然体験活動がADHD, LD, ASの子どもたちに及ぼす影響に関する実践報告」『国立オリンピック記念青少年総合センター研究紀要』第6号, 239-249頁
- ・ 大熊健司編（2005）『理研精神八十八年』, 独立行政法人理化学研究所
- ・ 新エネルギー・産業技術総合開発機構・NTTデータ経営研究所（2008）「脳科学の産業分野への展開に関する調査事業報告書」
- ・ Shön, D.A.（1983）, *The Reflective Practitioner*, Basic Books. = 佐藤学・秋田喜代美 訳（2001）『専門家の知恵』, ゆみる出版
- ・ 時実利彦編（1969）『情操・意志・創造性の教育』教育学叢書第20巻, 第一法規出版

(付記)

本論文の執筆にあたり、平成22年度科学研究費補助金（若手研究（B）, 課題番号22730637）の一部を用いた。