

社会技術研究開発事業  
研究開発領域「科学技術と人間」  
研究開発プログラム「21世紀の科学技術リテラシー」  
研究開発プロジェクト「文理横断的教科書を活用した  
神経科学リテラシーの向上」

研究開発実施終了報告書

研究開発期間 平成18年12月～平成21年11月

研究代表者 信原 幸弘  
(東京大学大学院総合文化研究科、教授)

## 1. 研究開発プロジェクト

- (1) 研究開発領域： 科学技術と人間
- (2) 領域総括： 村上 陽一郎
- (3) 研究代表者： 信原 幸弘
- (4) 研究開発プロジェクト名： 文理横断的教科書を活用した神経科学リテラシーの向上
- (5) 研究開発期間： 平成18年12月～平成21年11月

## 2. 研究実施の概要

### ①研究開発目標

神経科学の発展とともに、近年、神経科学の産業化が進展する兆しが顕著になっており、それとともに神経科学が一般市民の生活や社会に及ぼす影響も大きくなりつつある。また、なかには神経科学の成果を不当な仕方でも利用しようとする動きも垣間見られる。ここで、将来的に一般市民が神経科学の恩恵を広く受けられるようにするためには、神経科学者との相互理解を進めていくことが一般市民にとってきわめて重要である。そしてそのような相互理解を有効に進めるためには、その基盤として一般市民が自分たちの生活と社会にとって重要な神経科学の基礎的な事項を理解しておくことが肝要となる。

そのため、われわれは、一般市民の生活と社会にとって重要な関わりのある神経科学の基礎事項をまとめた文理横断的な神経科学リテラシーの教科書を作成することを第一の目標とした。しかし、その教科書を用いて一般市民に神経科学の基礎事項を伝えることは、その作業量の膨大さゆえにわれわれの手には余るため、まずは将来、社会の根幹を担う人材となるべき大学生たちにその教科書を用いた神経科学の教養教育を行うことを第二の目標とした。そして、その教育効果を検証するための授業評価法を開発し、それによる授業評価アンケートの実施、その結果の分析、およびそれにもとづく教科書の改善を第三の目標とした。

### ②研究開発項目（サブテーマ）

本プロジェクトは東京大学、玉川大学、南山大学の三つの拠点からなり、各拠点がそれぞれひとつの研究グループを構成した。そして研究開発目標を達成するために、三つのサブテーマを設け、各拠点がそれぞれひとつを担当することにした。

まず、第一のサブテーマは「社会的影響の観点から見た神経科学」であり、東京大学のグループが担当することにした。これまで神経科学にかんする倫理的諸問題の研究を行ってきた東京大学駒場のグループは、神経科学のどんな研究・成果がわれわれの生活や社会に大きな影響をもつかを調査・考察し、神経科学リテラシーの教科書に神経科学のどんな基礎事項を取りあげるかを選定することにした。

第二のサブテーマは「脳の高次機能」であり、玉川大学のグループが担当することにした。神経科学の専門家を含む玉川大学のグループは、脳の高次機能にかんする研究を調査するとともに、神経科学リテラシーの教科書の記述が一般向けの平明さを追求するあまり、専門的な正確さを損なうことがないようにチェックする役割を受け持つことにした。

第三のサブテーマは「科学論的観点から見た神経科学」であり、南山大学のグループが担当することにした。これまで科学哲学的アプローチによる自然科学の方法論や科学的知識の特質にかんする研究で大きな成果を挙げてきた南山大学のグループは、神経科学について、その方法論と知識特質を解明し、その問題点を明らかにすることにした。また、それにより、神経科学の成果が拡大解釈され、疑似科学的な脳言説が社会的に受容される危険性が生じやすい理由を明らかにすることとした。

以上の三つのサブテーマにかんする研究にもとづいて、三つのグループの共同で、神経科学リテラシーの教科書の作成、それにもとづく授業用スライドの作成、各拠点での神経科学リテラシーの授業の実施、授業評価法の開発、それによる授業評価アンケートの実施、その結果の分析、それにもとづく教科書の改訂作業を行うことにした。

### ③実施内容

研究開発のおもな実施内容はつぎの通りである。

1. 神経科学の基礎的な事項のうち一般市民の生活と社会にとって重要な意味のある事項は何かを調査・考察し、そのような事項を精選した。
2. 一般市民の生活と社会にとって重要な神経科学の基礎的事項を盛り込んだ神経科学リテラシーの教科書を作成した。
3. 神経科学リテラシーの教科書にもとづいて授業用スライドを作成した。
4. 授業用スライドを用いて平成20年度から平成21年度にかけて、東京大学、玉川大学、南山大学において、神経科学リテラシーの授業を一般教育の科目として行った。
5. 授業評価法を開発し、授業評価アンケートを作成した。
6. 神経科学リテラシーの授業の受講者にたいして、一学期間の授業の開始前と終了後の2回、授業評価アンケートを用いてアンケート調査を行った。なお、リテラシーとは無関係な授業の受講者を統制群として、同じアンケート調査を2回、行った。
7. 授業評価アンケートの結果を分析し、神経科学リテラシーの習得度を測定するとともに、神経科学リテラシーの能力を構成する主要な要素を抽出した。また、この分析結果にもとづいて、教科書の内容および授業用スライドの改訂を行った。
8. 神経科学リテラシーとはそもそも何かということを理論的に考察し、その解明を行った。
9. 研究開発成果の発表として、科学基礎論学会、日本科学哲学会、日本生命倫理学会、

日本医学哲学・倫理学会において、神経科学と社会をテーマとするワークショップを実施した。また、一般社会への発信として、平成21年5月に神経科学リテラシーをテーマとするシンポジウムを行った。

#### ④主な結果・成果

研究開発のおもな結果は以下の通りである。なお、最近では、「神経科学」より「脳神経科学」という表現のほうが、脳の高次認知機能を含むことを明示する点でふさわしいという理由で、次第に多く用いられるようになってきた。そのため、われわれの研究の成果においても「脳神経科学」および「脳神経科学リテラシー」という表現を用いることにした。

1. 一般市民の生活と社会にとって重要な脳神経科学の基礎事項とそれらがどんな意味で重要かを示した脳神経科学リテラシーの教科書を作成した。その章立ておよび各章の狙いは以下の通りである。

#### 第1章 はじめに

脳神経科学リテラシーの必要性を訴えるとともに、教科書の全体像を示す

#### 第一部：認知機能の脳神経科学

##### 第2章 知覚：環境変化の見落としについて

知覚の脳メカニズムから知覚がどんな環境変化を見落としやすいかを示す

##### 第3章 記憶：偽記憶研究の現状と展望

偽記憶が生じる脳内メカニズムを示して記憶の信頼性に注意を促す

##### 第4章 自由意志

自由意志の存在に疑問を投げかける脳科学の研究とその人間観への影響を示す

##### 第5章 意思決定：薬物依存と意思決定の歪み

薬物による健全な意思決定の歪みにより薬物依存からの脱却の困難さを示す

##### 第6章 道徳

道徳に感情が不可欠であることを示す脳科学の成果とその人間観への影響を示す

##### 第7章 社会の基盤としての信頼：社会性の神経経済学

社会にとって互いの信頼の重要性を示すとともに、その脳基盤を示す

#### 第二部：脳神経科学と社会

##### 第8章 マインド・リーディング

うその発見など、脳から心を読み取る技術とその社会的影響を示す

##### 第9章 脳と機械を結びつける：BMI

考えるだけで機械を操れるBMIの技術とその人間観への大きな影響を示す

##### 第10章 精神疾患

精神疾患が脳の障害であることをうつ病の脳内メカニズムの説明を通じて示す

#### 第11章 スマート・ドラッグ

薬物による認知能力の増強の可能性とそれがもたらす社会的な問題を示す

#### 第12章 教育

脳科学の成果の教育への利用可能性と安易な利用の危険性を示す

#### 第13章 加齢：認知機能の変容

高齢者における認知能力の低下を脳の変化から説明し、それへの可能な対策を示す

#### 第14章 広告利用される脳神経科学：脳トレ広告を例として

脳神経科学情報が広告利用される場合の危険性にかんする脳神経科学の成果を示す

#### 第15章 脳神経科学によるイノベーションの創出

まとめとともに、脳科学によるイノベーションの必要性とその可能性を示す

2. 脳神経科学リテラシーの授業を実施した結果、受講した学生の脳神経科学リテラシーをかなりの程度、向上させることができた。とくに脳神経科学の基礎的な知識を習得するだけではなく、それがわれわれの生活や社会にどんな影響を及ぼすかを考察することの重要性を十分、認識させることができた。

3. 授業評価アンケートを実施してその結果を解析した結果、脳神経科学リテラシーの構成要素の候補として「脳神経科学の基礎的な知識」、「脳神経科学的手法の理解」、「脳科学観」、「脳神経科学研究の許容」、「脳神経科学の実用的応用の許容」が浮上した。しかし、この研究成果はまだ萌芽的であり、堅固な成果を得るには、アンケート調査とその結果の分析にもとづく授業内容および質問項目の改善を繰り返し行う必要があることが確認された。

4. 脳神経科学リテラシーとは何かを理論的に考察した結果、それは市民リテラシーのひとつであること、一般市民と専門家の双方向的なコミュニケーションを成立させるのに必要な知識と技能であること、知識を批判的に吟味してその信頼性や有用性を知る「知識についての知識」であること、社会政策や人間観の構築にとって重要な知であること、脳神経科学の専門家を養成して社会に普及させる必要のある知であることを明らかにした。

### 3. 研究開発構想

#### ①研究目標

神経科学の発展とともに、近年、神経科学の産業化が進展する兆しが顕著になっている。しかし、それと同時に、神経科学理論を不当な仕方で実践利用しようとする人たちの活動も活発化している。ここで、将来的に一般市民が神経科学研究の成果の恩恵を広く受けられるようになるためには、一方では、神経科学の不当な利用活動に対処しつつ、

他方で、神経科学に関わる様々なグループ間の利害関心を合理的な仕方で調整可能にする社会環境を作っていかなければならない。そのなかでもとくに、産業化の初期段階にある現時点から、神経科学者と一般市民との間の相互理解を進めていくことがきわめて重要である。

そのような相互理解を有効に進めるためには、その基盤として一般市民の生活と社会にとって重要な神経科学の基礎的な事項を理解しておくことが肝要となる。そのため、われわれは、そのような神経科学の基礎事項をまとめた教科書を作成することを目標とする。しかし、その教科書を用いて一般市民に神経科学の基礎事項を伝えることは、その作業の膨大さゆえに直ちには困難なため、まずは将来、社会の根幹を担う人材となるべき学生たちにその教科書を用いた神経科学の基礎教育を教養教育段階で提供することを目指す。より具体的には、高次認知機能の神経科学理論、神経科学の方法論的・知識論的特徴、および神経科学の社会的影響を内容とする教科書と、Web上に掲載する授業用教材・スライドを作成して、それにもとづく教養教育を実践し、その教育効果を検証することがわれわれの目標である。

教科書作成にあたっては、国内外の神経科学の研究動向やその様々な実践的応用事例の調査、分析を行う。調査項目は、人々の日常的な社会生活の理解に不可欠な神経科学理論やその理論的・概念的基礎、ならびに神経科学理論がもつ社会的インパクトと倫理的含意などである。調査結果を入門的教科書としてまとめた上で、大学での教養教育に使用する。

このような神経科学の教養教育によって習得される神経科学リテラシーは、文科系の学生にとってたいへん有意義である。神経科学的知見は将来的に社会統制のあらゆる局面に応用されていく可能性がある。したがって、政策決定者、司法関係者、企業家、マスコミ関係者は認知神経科学一般とその社会的応用可能性について十分な知識を備えていることが望ましい。そこで、将来、社会の根幹を担う人材となるべき学生たちに、われわれが作成する教科書による神経科学教育を提供することにより、あらかじめ必要な知識を身につけておくことは大きな意義がある。また、彼らが次々と社会人になっていくことにより、徐々に一般市民の神経科学リテラシーが向上していくことが期待できる。

また、神経科学リテラシーは、これから神経科学者として育っていく理科系の学生にとっても必要である。それは、かれらにたいして、自身が将来的に従事する神経科学研究がもつ社会的影響力の広がりや、科学的営為の社会全体における役割や位置づけについての深い理解、すなわち神経科学の社会リテラシーをもたらす。このことにより、専門家としての社会的責任に高い自覚をもった神経科学研究者が育っていくことが期待できる。

以上のように、われわれの研究プロジェクトは、文理横断的な神経科学リテラシーの教科書を作成し、それを活用した大学での教養教育を通じて、一般市民の神経科学リテ

ラシーと神経科学者の社会リテラシーを長期的な視点で同時並行的に向上させることを目標とする。

## ②研究計画

神経科学リテラシーのプロジェクトは、神経科学研究の実態調査、教科書の作成、神経科学リテラシー科目の教養課程向け授業の実施という三つの事業項目を、緊密に相互関連させながら実施する研究・教育プログラムである。

まず、神経科学研究の実態調査においては、現在、さまざまな隣接諸科学と連携しつつ展開されている神経科学のなかでとくに大きな社会的影響力をもつ諸分野を特定し、それらの分野の研究内容をまとめるとともに、その研究内容の社会的影響について科学的、哲学・倫理的観点から分析・解明する。また、神経科学の理論的基礎と社会における神経科学の役割についても調査する。具体的には、次のような項目を調査、分析する。

### 1) 神経科学の理論的基礎に関わる事項

1 歴史的な形成過程 2 研究対象 3 技術的な手段 4 代表的な実験デザインと解釈パラダイム 5 実験結果から穏当に導き出される結論と過剰な解釈の区別法

### 2) 社会的影響が大きい神経科学の理論や技術

6 さまざまな脳イメージング技術 7 BMI技術 8 遺伝神経科学 9 中枢神経形成過程と退化過程についての神経科学理論 10 社会的認知についての神経科学理論 11 精神病理についての神経科学理論

### 3) 脳の高次認知機能にかんする神経科学理論と心理現象

12 意思決定に関わる神経システムと依存症 13 潜在的学習の神経科学理論 14 洗脳についての神経科学

### 4) 社会における神経科学

15 アメリカにおける神経科学と製薬業界 16 日本における通俗脳科学言説の広がり 17 市民による神経科学研究動向への働きかけの可能性

プロジェクト開始と同時に、以上の調査を行い、教科書の章立てを作成する。章立て作成後、教科書執筆に取り掛かり、平成20年度までに授業で使用できるレベルまで完成させる。

神経科学リテラシーの授業は、東京大学、玉川大学、南山大学の教養課程向け授業として平成20年度、平成21年度に実施する。講義内容や実施法を改善していくために、講義実施時に数人の授業モニターを教室に送って講義内容を学習してもらい、そのモニターから詳細な意見を聴取するとともに、彼らの理解度を詳細に調査する。この調査結果

にもとづいて、授業で取り扱うべき項目や事項を再度リストアップして、調査する。それらにもとづいて、教科書の内容を改善する。

また、平成21年度後半にシンポジウムもしくは会議を開催し、その時点までの研究成果を公開し、専門家の方々との討論により研究内容を検討する機会を設ける。

### ③各サブグループの役割

#### A 社会的影響の観点から見た神経科学研究グループ（東京大学）

これまで神経倫理学を研究してきた東京大学駒場のグループは、神経科学のどのような研究がわれわれの生活や社会に大きなインパクトをもつかを調査・考察し、神経科学リテラシーの教科書にどのような研究を取りあげるかを選定して、教科書の執筆を行う。また、教科書を活用して、東京大学教養学部の一般教育の授業で、神経科学リテラシーにかんする授業を実施する。さらに学生の理解度を調査した上で、教科書の改訂作業を行う。

#### B 脳の高次機能研究グループ（玉川大学）

神経科学者を含む本グループは、脳の高次認知機能の神経科学研究を調査し、関連する資料を収集するとともに、他グループが神経科学論文の解釈を行うさいに、専門的な立場から助言する役割を果たす。また、神経科学リテラシーの教科書に取りあげた神経科学研究が正確に記述され、適切に解釈されているかどうかをチェックする役割も果たす。さらに、教科書を活用して、教養課程向けの授業を行い、学生の理解度を調査する。

#### C 科学論的観点から見た神経科学研究グループ（南山大学）

これまで科学哲学的アプローチによる自然科学の方法論や科学的知識の特質にかんする研究で大きな成果を挙げてきた本グループは、神経科学について、その方法論と知識としての特質を解明し、その問題点を明らかにするという役割を担う。それにより、神経科学の成果が拡大解釈され、疑似科学的な脳理論が社会的に受容される危険性がなぜ生じるかを明らかにする。そしてその成果を教科書項目に盛り込む。また、神経科学リテラシーに関する教養課程の授業を実施し、学生の理解度を調査した上で、教科書の改訂作業を行なう。

### ④新たな目標

研究を進めるなかで、新たな目標も浮上してきた。おもなものはつぎの二つである。

1) 神経科学リテラシーとして知っておくべき神経科学研究を選別していくなかで、あらためて神経科学リテラシーとはそもそもどのような知かということを知るといふ課題が浮かび上ってきた。神経科学リテラシーは神経科学の入門的知識とはどう違うのか。神経科学の基礎的な成果を学んだうえで、さらにそのような成果がわれわれの生活や社会にどのような意味をもつかを知ることが神経科学リテラシーなのか。それとも、

神経科学の基礎的な事項をそれほど体系的に知る必要はなく、われわれの生活や社会に重要な関わりのあるものだけを知ればよいのか。また、神経科学リテラシーは神経科学の知識をわれわれの生活や社会に活かすことができるような知でなければならない。それは知識のための知識ではなく、実践的に活用できる知でなければならない。そうだとすれば、それはたんに言葉によって伝達できるような知ではなく、演習ないし模擬的な実践を通じて、あるいは本格的には実生活における実際の活用を通じて、試行錯誤的に習得されるものではないのか。このように、神経科学リテラシーがどのような知であるかを明らかにするという新たな目標が浮上した。

2) 神経科学リテラシーの授業を行って、学生の理解度を調査し、それにもとづいて教科書の内容を改訂していくことは当初の目標に含まれていたが、たんに学期末テストの成績を調査するだけでは不十分ではないかという認識が次第に芽生えてきた。その結果、神経科学リテラシーの授業にふさわしい授業評価法を開発し、それにもとづく授業評価アンケートを行い、その結果をリテラシー一般の専門家に分析してもらい、それを教科書の内容改訂の参考にすることにした。授業評価アンケートを行うためには、質問項目を作成しなければならないが、その過程であらためて神経科学リテラシーとして身につけるべき知識とは何かを明らかにするという課題に直面することになった。また、アンケート結果を分析する過程で、神経科学リテラシーという知を構成する主要な要素は何かという課題も浮上した。

## 4. 研究開発成果

本プロジェクトでは、三つの研究グループを構成して、それぞれひとつのサブテーマを研究したが、主要な作業としては、各グループの成果を持ち寄って、グループ横断的にプロジェクト全体の目標を達成していった。したがって、以下では、各研究グループの研究を簡単に記したあと、本プロジェクト全体としてのグループ横断的な研究を詳細に記すこととする。

### 4. 1 “社会的影響の観点から見た神経科学研究”

#### (1)研究開発目標

脳神経科学のどのような研究がわれわれの生活や社会に大きなインパクトをもつかを調査・考察し、脳神経科学リテラシーの教科書にどのような研究を取りあげるかを選定して、教科書の執筆を行う。また、教科書を活用して、東京大学教養学部の一般教育の授業で、脳神経科学リテラシーにかんする授業を実施する。さらに学生の理解度を調査したうえで、教科書の改訂作業を行う。

#### (2)研究開発実施内容及び成果

脳神経科学のどのような研究がわれわれの生活や社会に大きな影響があるかを調査・考察するために、具体的につぎの事項にかんして調査・考察を行った。

#### I 脳神経科学の理論的基礎

1. 脳神経科学で用いられる技術的な手段（脳イメージング、遺伝子操作など）
2. 代表的な実験デザインと解釈パラダイム
3. 実験結果から穏当に導き出される結論と過剰な解釈との区別の仕方

#### II 脳の高次機能に関する脳神経科学理論

4. 知覚のメカニズムと見落としの神経メカニズム
5. 偽記憶の神経メカニズム
6. 意思決定に関わる神経システムと依存症
7. 道徳と感情の関わり
8. 社会性と信頼

#### III 脳神経科学技術

9. BMIやBCIの技術
10. 精神病の脳科学的治療
11. 薬物による認知的増強
12. 教育に関係する脳神経科学技術

#### IV 社会における脳神経科学

13. 日本における通俗脳科学言説の広がり
14. 宣伝における脳科学情報の効果

## 15. 脳神経科学によるイノベーションの可能性

以上の調査・考察にもとづき、脳神経科学リテラシーの教科書に盛り込む素材を選定し、教科書の各章のテーマを定めた。また、それにもとづいて、他のグループと共同で、脳神経科学リテラシーの教科書を作成した。そしてその教科書を活用して、東京大学教養学部の一般教育の授業で、脳神経科学リテラシーの授業を実施し、さらに学生の理解度を調査したうえで、他のグループと共同で教科書の改訂作業を行った。

### (3) 研究開発成果の社会的含意、特記事項など

脳神経科学の基礎的成果や技術的応用がわれわれの生活や社会にとってどのような意義があるかということの研究は、一般市民が脳神経科学の恩恵に浴することができるように脳神経科学を社会のなかで健全に発展させるうえで、重要な視点と知識を提供するという貴重な意義がある。また、脳神経科学者にとっても、脳神経科学の社会的影響を知ることは、脳神経科学をどのような方向に発展させていくべきかを考察するうえで、貴重な情報となる。

### (4) 研究開発成果の今後期待される効果

脳神経科学リテラシーの教科書の作成は、科学技術の他の分野においても、その分野のリテラシーの教科書の作成を促す効果が期待できる。脳神経科学は広範な科学技術のごく一部であり、科学技術を社会のなかで健全に発展させていくためには、科学の他の分野でも、同様のリテラシーの教科書およびそれを活用したリテラシーの普及が必要である。脳神経科学リテラシーの教科書の作成およびそれを活用した脳神経科学リテラシーの授業は、他の科学分野でも同様の活動を促す効果があるものと期待できる。それは個別科学技術リテラシーのひとつのモデルを提供するという意味をもつといえる。

また、科学技術は日進月歩であり、脳神経科学もその例外ではない。それどころか、現在では、もっとも発展の著しい分野だといってよい。したがって、脳神経科学リテラシーの教科書も、一度、作成すれば、いつまでも使えるというものではなく、脳神経科学と社会の発展に応じてつねに更新していくべきものである。今後は、作成した教科書の更新を持続的に行っていく必要がある。

## 4. 2 “脳の高次機能研究”

### (1) 研究開発目標

脳の高次認知機能の脳神経科学研究を調査し、関連する資料を収集するとともに、他グループが脳神経科学論文の解釈を行うさいに、専門的な立場から助言する役割を果たす。また、脳神経科学リテラシーの教科書に取りあげた脳神経科学研究が正確に記述され、適切に解釈されているかどうかをチェックする役割も果たす。さらに、教科書を活用して、教養課程向けの授業を行い、学生の理解度を調査する。

### (2) 研究開発実施内容及び成果

脳の高次認知機能のうち、「社会的影響の観点から見た神経科学研究」グループが一般市民の生活と社会に重要な意義をもつものとして選定した高次認知機能にかんして、その脳神経科学の研究成果を調査し、関連する文献を収集した。具体的には、知覚、記憶、学習、自由意志、意思決定、情動、道徳的判断、信頼、精神障害にかんする脳神経科学研究を調査し、関連する文献を収集した。この調査にもとづき、脳神経科学リテラシーの教科書を点検し、教科書が専門的な観点から正しく記述され、実験結果などについて適切な解釈が施されているといえるようにした。また、教科書を活用して、玉川大学で脳神経科学リテラシーの授業を実施し、さらに学生の理解度を調査したうえで、他のグループと共同で教科書の改訂作業を行った。

### **(3) 研究開発成果の社会的含意、特記事項など**

脳神経科学の成果を専門的な観点から正確に記述するには、多くの留保条件や断定的な表現の回避がしばしば必要であり、そのため専門家以外の人たちにとって非常に理解が困難になる。専門的な正確さと非専門家にとっての分かりやすさは、一般にトレードオフの関係にある。したがって、非専門家である一般市民にとってまずまず容易に理解できる範囲で、専門的な正確さをどう保つかということが、脳神経科学リテラシーの教科書を作成するうえで大きな課題となる。この課題を本研究においてかなり達成できたということは、一般市民と脳科学者のあいだで有効なコミュニケーションが成立するために必要な脳神経科学の成果が一般市民にとって知りうるものとなったという点で、重要な社会的な意義を有する。

### **(4) 研究開発成果の今後期待される効果**

脳神経科学だけではなく、科学技術のどの分野においても、専門的な正確さをあまり犠牲にせず一般市民にその分野の成果を分かりやすく伝えることは、その分野の科学技術を社会のなかで健全に発展させていくために不可欠である。脳神経科学において専門的な正確さと一般市民にとっての分かりやすさの両立を達成したことは、科学技術の他の分野において同様の試みを行うときに、ひとつのモデルを提供することになる。

## **4. 3 “科学論的観点から見た神経科学研究”**

### **(1) 研究開発目標**

脳神経科学について、その方法論および知識としての特質を解明し、その問題点を明らかにする。それにより、脳神経科学の成果が拡大解釈され、疑似科学的な脳神経理論が社会的に受容される危険性がなぜ生じやすいかを解明する。そしてその成果を教科書項目に盛り込む。また、脳神経科学リテラシーにかんする教養課程の授業を実施し、学生の理解度を調査したうえで、他グループと共同で教科書の改訂作業を行なう。

### **(2) 研究開発実施内容及び成果**

脳神経科学の方法論と知識特質を研究した結果、脳神経科学では、多くの被験者に同

じ実験を行ってその結果を統計的に処理することにより、ひとつの結論を導き出すという方法をとるため、個人差が捨象されること、結論が断定的ではなく、ひとつの傾向を述べるにとどまることが明らかになった。たとえば、うそをつくときに、脳のどの部位が賦活するかを突きとめる実験の結果として得られるのは、多くの人において通常、脳のある部位が賦活するということであって、その部位がどの人においてもつねに賦活するというのではない。また、それは、たんに現時点では脳活動の計測技術の精度がまだあまり高くないということに起因するだけではなく、本質的には同じ認知活動を行っていても、どの脳部位が賦活するかにかんして個人差があり、また同じ個人でもそのときどきで異なりうるということに起因することも明らかになった。

また、脳神経科学において拡大解釈や疑似科学的な言説が生まれるのは、主として脳神経科学の成果が確率的・非断定的なものにとどまるにもかかわらず、その点を考慮せずに過度な単純化を行って断定的な結論を引きだしてしまうからだということも明らかにできた。

さらに、教科書を活用して、南山大学で脳神経科学リテラシーの授業を実施し、学生の理解度を調査したうえで、他のグループと共同で教科書の改訂作業を行った。

### **(3) 研究開発成果の社会的含意、特記事項など**

われわれはふつう単純明快な話を好む。込み入った話は、理解が難しいし、理解できなければ、面白くも印象深くもない。また、たとえ理解できても、実生活や社会にどう役立てればよいのかよく分からない。単純明快な話は印象深いし、実用的な応用も分かりやすい。しかし、脳神経科学の成果は、少なくとも現状では、そう単純明快なものではない。無理に単純化して語れば、誤解を招き、有害とすらなるおそれがある。この点を具体的に明らかにできたことは、脳神経科学の成果の過度の単純化に警鐘を鳴らし、安易な実用的応用の危険性に注意を喚起するうえで重要な意義をもつ。

### **(4) 研究開発成果の今後期待される効果**

科学の成果で、少なくとも現状において確率的・非断定的な成果しか得られないのは、脳神経科学に限ったことではない。生物学、気象学など、複雑な現象を扱う多くの分野において、現象の複雑さゆえに確率的・非断定的な成果しか得られない。それは原理的な限界ではないかもしれないが、少なくとも現状では、そのような限界がある。このような分野にたいして無理に単純明快な結論を求めようとする、誤解と弊害が生じることになる。この点を脳神経科学において具体的に示したことは、他の同様の分野においても、単純化による誤解と弊害の可能性を具体的に解明することを促進する効果をもつものと期待される。

## **4. 4 “全体の成果”**

三つの研究グループの成果を持ち寄って、プロジェクト全体の目標を達成するために、グループ横断的に研究を行った。そのおもな成果は、脳神経科学リテラシーの教科書と

それにもとづく授業用スライドの作成、脳神経科学リテラシーの多角的解明、脳神経科学リテラシーの授業実践の総括、授業評価アンケート結果の分析である。以下では、これらの点について、順に述べていく。

#### 4.4.1 脳神経科学リテラシーの教科書と授業用スライド

一般市民の生活と社会にとって重要な脳神経科学の基礎事項をまとめ、またそれらが実生活と社会にどんな影響をもたらすか、あるいはもたらす可能性があるかということ整理して、脳神経科学リテラシーの教科書を作成した。また、脳神経科学リテラシーの授業を実施するために、その教科書にもとづいて授業用スライドを作成した。授業用スライドでは、視覚的な分かりやすさと印象深さを追求するために、できるだけ図式的に明快にまとめることと、図、グラフ、脳画像などの視覚的資料を多く用いることを心がけた。

脳神経科学リテラシーの教科書と授業用スライドの作成にあたっては、1章、2章、7章、14章、15章は原塑、3章は中澤栄輔、4章、8章、10章、12章は鈴木貴之、5章は山本愛実、6章は立花幸司、9章、11章は植原亮、13章は原塑と永岑光恵が草稿を作成した。これらの草稿は、信原幸弘、村田純一、廣野喜幸、坂上雅道、横山輝雄、服部裕幸、楠見孝、稲葉一人が点検してコメントを行い、それにもとづいて草稿作成者が書き直すという過程を何度か繰り返して、完成稿へと仕上げていった。

脳神経科学リテラシーの教科書と授業用スライドは、資料として本報告書に添付した。それらはグラフや脳画像などの引用を含み、公開には著作権者の承諾が必要であるが、その処置がまだ済んでいないため、非公開の資料とした。教科書とスライドの全容は、添付の資料を参照していただくこととして、以下では、教科書の各章の概要を記すことにする。

#### 教科書の各章の概要

##### 第1章 はじめに：脳神経科学リテラシーに向けて

###### (1) 狙い

教科書のイントロダクションとして、プロジェクト型研究で生み出される科学的知識の性質を確認した後、脳神経科学研究の現状やその社会的影響を概観する。

###### (2) 理系と文系の違いについて

大学教育制度では、文系・理系の区別が重要視されている。文理がどのような観点から区別されるのかについては、多様な考え方がありうるが、さしあたり方法論の観点から区別してみたい。すると、理系の学問では、実験や論理的推論が重視され、客観的で、価値中立的であり、文脈依存性をもたない科学的知識が志向されるのに対して、文系の学問では、そうではなく、意味理解や解釈が重視される。しかし、現在主流となってい

る、社会問題の解決を目的とするプロジェクト型の科学研究では、客観性や価値中立性は限定的であり、文脈依存性もかなり強い。したがって、プロジェクト型科学研究を理解するためには、文理横断的な手法を用いる必要がある。この教科書では、社会的影響力が大きい大型科学研究の一例として、脳神経科学を取り上げ、現代の脳神経科学がもつ社会的影響や人間観への影響を論じる。

### (3) プロジェクト型脳神経科学研究と脳神経科学的知識の有用性

脳神経科学研究は、ガン研究、ゲノム研究と並んで、ライフサイエンス分野の中で政府からの重点的な財政的支援を受けていたが、最近になって、脳神経科学研究を戦略的に振興していこうとする動きが現れている。脳神経科学を振興する理由として、たとえば、少子高齢化の進行への対策や人間理解の深化への貢献を脳神経科学に期待できるということが挙げられている。少子高齢化対策としての脳神経科学技術としては、たとえば、BMI (brain-machine interface) があり、これにより高機能の生活支援器具の開発が可能である。また、脳神経科学による人間理解の深化の例として、人間における潜在的な認知処理機能の重要性が明らかにされてきたことが挙げられる。

### (4) 脳神経科学的知識の応用に伴うリスク

科学的知識の技術的応用から、人間は利益を得ることができるが、同時に不利益も引き受けなければならない。そのコスト（不利益）とベネフィット（利益）の両方を勘案しなければ、新しい技術を実際に使用すべきかどうか、合理的に決断することはできない。脳神経科学技術の場合では、BMIや脳機能画像技術を応用した嘘発見器、新しい向精神薬は、脳神経科学技術によって生み出された人工物であり、高い利便性をもつことが期待されるが、他方でこれらの技術が人間にとって有害な作用をもつ（例えば、BMIによる義肢が誤作動をおこし、使用者を傷つける、など）可能性は十分に考えられる。したがって、これらの新技術を使用する際には、リスク評価を、事前に、あるいは使用と同時並行的に行うことは欠かせない。

このような物理的な因果的影響に加えて、脳神経科学的知識は日常的な人間観を変容させる可能性があり、それが脳神経科学に固有のリスク要因となる。たとえば、脳神経科学上の知見に基づき、自由意志の存在を否定する議論がなされることがある。自由意志が存在しないという思想は、人間の道徳的自己統制を損なわせる可能性があり、また、現行の司法刑罰制度を改変させる圧力ともなりうる。

### (5) 脳神経科学リテラシー

社会生活と深く関連している脳神経科学上の知見の理解やそれに基づく判断能力を脳神経科学リテラシーと呼ぶ。それは、脳神経科学にもとづいて技術開発を行い、社会問題を解決していくうえで、脳神経科学者の他、さまざまな学問分野の研究者・技術者や一般市民の間で、綿密なすり合わせ作業を円滑に行うことを可能にする。また、それは脳神経科学の社会的影響を民主的な手続きにより、合理的に制御していくために不可欠

である。

## 第2章 知覚：環境変化の見落としについて

### (1) 狙い

人間の知覚の特性から生じる社会的問題を考える上で重要なのは、目にしているはずだと私たちが思いこんでいることと、実際に知覚し、把握していることとは大きな乖離があることである。私たちは、身の周りでどんなことが起こっているのか、目を向けさえすればしっかりと見てとれるはずだと考えがちであるが、目の前に繰り広げられている事象を、たとえそちらの方向に視線を向けている場合であっても、簡単に見落とししてしまう。この章では、このような見落とし現象（変化盲）に関する知覚心理学と脳神経科学研究を紹介した後で、変化盲がもたらす社会生活上の問題を取り上げ、その解決法があるとすればどのようなものかを考察する。

### (2) 変化盲について

通常の知覚において、眼球が静止している固視の状態は短時間しか続かず、眼球は頻繁に急速な運動（サッカード）を行っている。人間が文字列や点描された図形を眺めている最中にもサッカードが生じるが、サッカードが生じた瞬間に、それまで眺めていた写真や文字列を別なものに入れ替えると、人間は変化が生じたことをかなりの割合で見落とししてしまう。最近の研究の結果、これに類似した状況変化の見落としが様々な条件下で起こることが明らかになってきた。たとえば、画面全体が閃光によって遮蔽されているとき、変化がきわめてゆっくり生じるとき、何か別な物の動きに気をとられているときに、画面に大きな変化が生じると、人間はその変化を見落とししてしまう。この現象は、変化盲とよばれる。

### (3) 変化盲にたいする脳神経学研究

視覚システムは、視覚に基づく身体運動制御を担当する背側路と、知覚している対象の詳細な表象の構成を担当する腹側路とに機能分化している。背側路は視野の周辺部分に生じる動きにたいして高い感受性を示し、腹側路は視野の中心部分に現れる物の形体や色、カテゴリーの情報処理を行う。視野の周辺部で何か動く物や変化する物が見えたときに、そこに向かって直ちに視線を動かすことで、人間は、何がどのように動いたのか、変化したのかを詳細に把握することができるのである。このプロセスのどこかの段階が阻害されることにより、変化盲は生じると考えられる。

### (4) 変化盲がもたらすさまざまな問題

とくに変化盲による事故が懸念されるのは、さまざまな種類の情報を統合しながら業務遂行を行わなければならない作業現場、たとえば飛行機のコックピット、空港の管制塔、病院内の集中治療室、原発制御室、災害時などに設置される緊急災害時の指令室などである。ここでは、モニター上に時々刻々と提示される多様な情報に気を配りながら、

人間は、必要な意思決定を迅速に下していかなければならない。しかも、大きな判断ミスは人命にかかわることも多い。このような場合には、対応すべき状況の変化が生じていることを見落とすことは極力避けなければならない。変化盲は人間の脳内で行われている視覚情報処理の基本的なメカニズムのために特定の条件下では不可避に生じてしまうことから、何らかのトレーニングによって見落としのない視覚能力を学習することは容易ではないと考えられる。そのため、重要なのはまず、変化盲を引き起こしやすい条件が成立することをできる限り避けるような仕方で、モニターをデザインすることである。モニター上に提示する情報量を減らし、無用なポップアップを使用するデザインは避け、重要度に応じて色分けしたうえで情報を提示するなどの工夫が求められる。変化盲の可能性を考慮に入れた安全なユーザーインターフェイスの研究はまだ始まったばかりであり、今後の研究の進展が望まれる。

### 第3章 記憶：偽記憶研究の現状と展望

#### (1) 狙い

2009年5月に「裁判員の参加する刑事裁判に関する法律」が施行され、裁判員制度が始まった。裁判員制度の導入に際して、裁判員の候補になる国民それぞれが裁判における証言や証拠の取り扱い、およびそうした証言や証拠をもとに正しく推論し判断すること、そういった裁判に必要な諸々の技術・知識を身に付ける必要がある。

誤判の原因の多くは「目撃証言の誤り」である。「目撃証言の誤り」は「わたしたちの記憶にたいする過度の信頼」に起因しており、その背景には「過去の経験は正確に脳内に保存される」という根深い記憶観がある。したがって「目撃証言の誤り」を問題にしたときには「記憶とはそもそもどういったものか」という基本的な問題に立ち入る必要がある。「目撃証言の誤り」を引き起こす偽記憶がどのようにして生じるか、そのメカニズムを理解して、偽記憶への対処の仕方を考察する。

#### (2) 人間の記憶システムと偽記憶

記憶にはいろいろな種類がある。エピソード記憶、意味記憶、手続き記憶といった長期間にわたって保持される記憶を長期記憶という。長期記憶にたいして、一連の作業を遂行するために比較的短い時間、保持されたのち、消去されてしまうような記憶はワーキングメモリとよばれている。長期記憶とワーキングメモリは互いに独立した記憶システムである。

人間の脳は複雑なニューラルネットワークを構成している。学習などによって実現される記憶の変化はこのニューラルネットワークの状態の変化である。シナプスには可塑性があり、シナプスにおける刺激伝達効率の変化によってニューラルネットワークの状態が変化する。たとえば、近接するニューロンが同時に発火することを繰り返すことで、その二つのニューロンを繋ぐシナプスの結びつきが長期的に強化され、このような長期

増強が長期記憶の物質的基盤とみなされている。

人間の長期記憶は、それがどのような状況で想起されるかによって想起される内容にしばしば歪みが生じる。偽記憶は人間の記憶システムのこのような特徴に由来する。

### (3) 脳神経科学の挑戦

ディーズ、レーディガー、マクダモットは、単語リストを使用し、偽記憶を実際に発生させる実験を行った。この方法はDRMパラダイムとよばれる。DRMパラダイムによる偽記憶の発生は意味ネットワークが重要な働きをしている。意味ネットワークによってある単語は別の似た意味を持つ単語を惹起させ、それによって聞いていない単語でも「聞いた」という感覚的経験が生じ、そのため偽記憶が発生すると考えられる。

これまでの偽記憶研究の多くは心理学者による考察・実験であったが、最近では脳神経科学においても、偽記憶研究が行われている。脳神経科学では、fMRIなどの脳画像法の技術を用いて、偽記憶と真なる記憶を判別することが模索され、記憶における意味情報と感覚情報の差異が注目されている。たとえば、**シャクター**らのグループによる偽記憶検出実験によると、後海馬傍回（より広く、後側頭葉内側部）は感覚的な情報に反応していると考えられる。また、阿部らは、日本語のDRMパラダイムを使用しつつ、嘘検出と偽記憶検出を合体させた実験デザインを用いて、右前海馬が偽記憶に関係していることを明らかにしている。

### (4) 偽記憶の脳神経科学の問題と展望

脳神経科学的な偽記憶検出はある一定の成果を上げているが、まだまだ発展途上にある。一般的に言って、脳神経科学の実験の手法はあるタスクにかんするある脳状態とその対照タスクにかんする脳状態を比較してその差分をとり、さらに多くの被験者に同様のタスクを課してその結果の平均をとる。現在の脳神経科学の偽記憶検出はこうしたかなり限定的な条件の下で可能になっているにすぎない。さらに、脳神経科学の偽記憶研究にはもうひとつ方法的な問題点がある。それは脳神経科学の実験は実験室、fMRIといった非日常的環境で行わなければならないということである。裁判における目撃証言のような日常的な記憶のあり方を、実験室の操作的環境によってゆがめてしまう可能性がある。

また、脳神経科学の発展によって引き起こされる倫理的問題がある。それは偽記憶検出実験によってもたらされるかもしれない人格の危機という問題である。脳神経科学による偽記憶検出が可能になった場合、記憶の変更を通して人格が変更されるおそれがある。偽記憶の脳神経科学が到達しようとしている地点をあらかじめ見定め、それによってもたらされる社会的影響や人間観への影響に関心を払うことが重要である。

## 第4章 自由意志

### (1) 狙い

自由意志にかんする脳神経科学研究の発展は、新たな知識や技術をもたらすだけでなく、われわれの既存の人間観にも大きな影響を与える可能性がある。とくに自由意志の存在を否定しかねない結果を導いたリベットの実験は、われわれの人間観と社会制度に深刻な影響を及ぼすおそれがある。この実験の検討を通じて、脳神経科学の実験から何が言え、何が言えないのかを批判的に検討する力が身につくようにする。また、脳神経科学研究が持つ意味の考察を通じて、そもそもわれわれの既存の常識的な世界観がいかなるものかを反省的に理解することを試みる。

## (2) 心理学における研究

われわれは、意識的な熟慮に基づいて、自らの行為を自由に選択していると考えている。この考えは、責任や賞罰にかんする社会制度の前提となっている。しかし、心理学や脳神経科学には、この常識的な見方を否定するように見える研究が存在する。まず、実験心理学研究の代表例として、単純呈示効果にかんする実験と位置効果にかんする実験を紹介する。これらの実験では、意思決定は必ずしもその意識的な理由によって導かれてはおらず、じっさいにそれを導いているのは往々にして意識的な理由とは異なる無意識的な過程であることが示される。

## (3) リベットの实验

自由意志にかんするもっとも有名な脳神経科学研究は準備電位にかんするベンジャミン・リベットの实验である。リベットは、ある行為をしようという意識的な意志が出現するまえに、すでに脳内ではその行為を行うための準備電位が発生していることを示した。リベットはこの实验から意識的な意志は行為の原因ではないという結論を下したが、これには多くの反論がなされた。じっさい、リベットの实验手法やその解釈には、さまざまな問題点がある。

## (4) 既存の世界観への影響

ダニエル・ウェグナーは、リベットらの研究をもとに、われわれの行為はすべて無意識的な脳の活動によって決定されており、自由意志は錯覚であると主張する。この主張が正しいとすれば、責任や刑罰、さらには人生観に至るまで、われわれの世界観には根本的な修正が必要になる。しかし、意思決定において無意識的な心的過程が大きな役割を果たしていることや、行為が脳内の因果的過程によって決定論的に引き起こされているということが、ただちに自由の否定につながるのかどうかは、それほど明らかではない。これは、古くから議論が続けられている哲学的な問題であり、リベットらの实验結果だけから、この問題に答えを出すことはできないだろう。脳神経科学研究から社会制度や人間観にかんする結論を引き出すためには、もう少し慎重な態度が必要である。

## 第5章 意思決定：薬物依存と意思決定の歪み

### (1) 狙い

薬物依存者は年々増加傾向にあり、薬物が次第にわれわれの身近に迫ってきている。人間は薬物を摂取するという意思決定をなぜ行ってしまうのかを理解するためには、健常者の意思決定の脳メカニズムについて理解することが重要である。それにもとづいて、薬物依存者がなぜ繰り返し薬物に手を染め、薬物を絶つことが容易でないのかを、薬物依存者の意思決定が薬物の影響によって歪められていることから説明し、薬物による意思決定の歪みに焦点を当てる。

## (2) 薬物依存の現状

薬物嗜癖は世界中で深刻な問題になっているだけでなく、近年日本国内においても、大学生の大麻汚染が報道され問題になっている。薬物依存について考えるさい、われわれの脳の生理や人間の行動について知らなければならない。薬物は危険で怖いものであるという認識のみでなく、われわれ自身の脳の仕組みを知ることによって、薬物に手をだすという誤った意思決定をしてしまうことは誰にでも起こるおそれがあり、また一度摂取してしまうと、薬物の影響によって、正常な意思決定機構が十分に働かず、正しい意思決定を行うことが難しくなってしまう。薬物使用の実態を見ると、すでにかなり身近な人がそれを使用しており、われわれに薬物使用の誘惑が現に迫ってきている。

## (3) 健常者の意思決定メカニズム

通常、意思決定を行うとき、自分で意識し自分でコントロールして意思決定を行っていると考えられてきたが、近年では、心理学や脳神経科学の成果から、意思決定のさいに、意識にのぼるものだけではなく、無意識のプロセスも関与していることが示唆されている。すなわち、意思決定においては、潜在的な脳メカニズムによる無意識的な判断と、顕在的な脳メカニズムによる意識的な判断が存在し、それらの相互作用によって意思決定が行われる。

## (4) 時間割引

報酬はわれわれにとってつねに同じ価値を持つとはかぎらず、むしろ実際には、すぐに得られる報酬は価値が高く、得られるのが先になるほど、価値が低くなる。報酬の価値と時間の関係は、脳のしかるべき部位でコードされており、それを用いて意思決定が行われる。薬物依存者は薬物の影響で、価値の時間割引の率が健常者とかなり異なっており、目先の報酬の価値をとくに大きく見積もる傾向がある。このことが薬物依存者が薬物を目の前にすると、その誘惑に抵抗しがたい理由のひとつと考えられる。

# 第6章 道徳

## (1) 狙い

道徳については、これまで哲学・倫理学と発達心理学において重要な研究がなされてきた。それらの研究では、道徳において理性の働きが重要であり、感情はむしろ道徳の妨げとなると考えられてきた。それにたいして道徳の脳神経科学の研究では、道徳的判

断において感情が重要な役割を果たすことが明らかにされつつある。道徳における感情の重要な役割についての理解をはかる。また、感情の重要性を強調する道徳の脳神経科学研究がどんな社会的影響をもたらすかを多角的に考察する。

#### (2) 道徳にかんする哲学と発達心理学

道徳は、一見すると分かっているようだが、じつのところ曖昧な点が多い。道徳は解明を要する問題でありつづけてきた。哲学では、道徳にかんして義務論、功利主義、徳倫理学という三つの主要な説が唱えられた。また、発達心理学では、ピアジェとコールバーグの理論が古典的なものとなっている。とくに道徳の発達段階にかんするコールバーグの3段階6レベル説は、道徳的ジレンマを提示して、それへの答えとその理由を問い、とくに理由の分析にもとづいて道徳の発達段階を整理したものである。道徳へのアプローチ方法としては、哲学では内省を、発達心理学では質問と観察を用いている。また、いずれの立場も道徳を理性的なものであると考えている（道徳の理性主義）。

#### (3) 道徳の脳神経科学研究

哲学・倫理学や発達心理学における道徳の研究と比べて、道徳の脳神経科学研究には独自の特徴がある。まず、その研究の前史となるのは、前頭前野のある部位を損傷した患者が道徳的な振る舞いができなくなるという症例観察である。現在の脳神経科学研究では、トロッコ問題のような道徳的ジレンマを用いた実験がいろいろ行われている。その結果、健常者においては、道徳的判断において感情が重要な役割を果たしており、脳の前頭前野の一部を損傷した人たちは感情の低下のゆえに、健常者とは異なる道徳的判断を行うと考えられる（道徳の感情主義）。ただし、こうした研究はまだ確定的ではなく、目下論争中であり、さまざまな研究が進められている。

#### (4) 社会的影響

道徳の本性が明確になるにつれ、道徳は人間の「聖域」とは感じられなくなるおそれがある（道徳観の変容の問題）。また、治安維持や再犯防止、そして教育の場面で、脳の活動にもとづく道徳の検査が行われる可能性があり（社会制度の変容）、その是非については慎重な考察が必要である。

## 第7章 社会の基盤としての信頼：社会性の神経経済学

### (1) 狙い

新古典派経済学では、人間は自身にとっての効用の極大化を目指して意思決定を行う合理的存在であると仮定されており、市場での人間の意思決定を予測する場合、この仮定はおおむね妥当であるとみなされている。しかし人間は、相互扶助や、他者を搾取する者に対する加罰といった利他的な行為を行うことで、社会生活を成立させている。しかし、もし人間が合理的だとすれば、なぜわざわざ利他的な行為を行って社会を作るのだろうか。社会秩序形成の認知的基盤となっているのは人々のあいだの信頼であるとす

る社会心理学や神経経済学上の研究を概観し、それに基づいて、信頼に基づく資本形態である社会資本について考察する。

## (2) 信頼の社会心理学研究

社会心理学や社会学では、社会秩序の認知基盤について、「合理的な人間の間で社会的交換が可能なのはなぜか」という観点から議論されることがあり、このようなアプローチをとる社会理論は社会的交換理論と呼ばれる。社会交換論では、見知らぬ者同士である二者もしくは三者以上が囚人のジレンマの状態にあるとき、自発的に所有物の交換に応じるかどうかをコンピュータ・シミュレーションや心理実験の手法を使って調べる。囚人のジレンマ研究では、特定の二者が繰り返しゲームを行うという条件では、応報戦略（初回は協力し、二回目以降は前回相手がとった行動を模倣するという意思決定法）をとった場合、両者は相互協力関係を築き、交換関係が安定化することが知られている。しかし、実際の社会でのように、多数の人間が多方面に交換関係を成立させようとする場面では、人々が応報戦略にしたがって意思決定を行なってしまうと協力関係は安定せず、むしろ非協力的傾向が強まってしまう。では、三者以上の間で安定した社会的関係が成立するのはなぜか。山岸らが実験的に調査したところでは、人間は一回限りの囚人のジレンマ・ゲームにおいてのみ接触の可能性がある場合であっても、ゲームを行う相手と密接な利害関係に置かれていると誤って認識する傾向を示す。このような交換状況に関する誤認識が、ゲームを行う者同士の間での信頼の成立条件の一つとなっている。

## (3) 信頼に関する脳神経科学

信頼の脳神経的基盤の研究によれば、神経伝達物質のオキシトシンが他者に対する信頼において重要な役割を果たしていることが確かめられている。コスフェルトらは、被験者にオキシトシンを鼻孔から吸引させたあとで、投資者として信頼ゲームに参加してもらった (Kosfeld *et al.* 2005)。その結果、オキシトシンを吸引した人々は、オキシトシンを吸引しなかった人々と比べて、未知の他者に対して提供した投資額が優位に多かった。このことは、オキシトシンが他者一般に対する信頼を向上させることを示している。

## (4) 社会資本の増強可能性

近年、先進諸国、とくにアメリカでは、地域コミュニティの劣化が進み、それとともに地方の企業の生産性と行政の効率が低下したと認識されるようになり、その結果、社会的ネットワークも生産活動を支える資本として認められるべきではないかという議論が起こった。この新たな資本は、社会資本と呼ばれる。ある社会に属する人々がもつ一般的信頼の程度が社会資本の指標となるが、オキシトシンは一般的信頼を強める働きをもつ。したがって、人々の脳内でのオキシトシンの量を増やしたり、その機能を高めたりすることで、社会資本を増加させることができる。エストロゲンはオキシトシンの脳内での活性を高める作用があるが、大豆や米、ライ麦などに含まれるさまざまな植物

性エストロゲンの国民一人当たりの摂取量を調べてみると、その摂取量と一般的信頼をもつ国民の比率には弱い正の相関があることがわかった。このことは、植物性エストロゲンの摂取を国民に奨励することで、国の社会資本を増強できる可能性を示唆する。

## 第8章 マインド・リーディング

### (1) 狙い

脳画像技術には、脳波、PET、fMRIなどがあり、それぞれの基本的な原理を理解するとともに、時間解像度および空間解像度の特徴について理解をはかる。これらの脳画像技術は、脳から心の働きを読み取るのに利用できるが、そのようなマインド・リーディングの具体例として、虚偽検出にかんする脳神経科学的研究を詳細に示し、マインド・リーディングの理解を深める。また、マインド・リーディングには、たとえば心という究極のプライバシーを侵害する恐れがあるといったさまざまな倫理的問題があることについて考察する。

### (2) 脳の計測技術

今日の脳神経科学の発展を支えているのは、脳の構造や活動を計測し、視覚化する、さまざまな計測技術である。脳波やfMRI、PETといった計測技術は、それぞれ異なった原理にもとづき、それゆえ異なった長所・短所を持つ。たとえば、脳波は時間解像度が高いが、空間解像度は低く、fMRIは時間解像度が低い、空間解像度は高い。

### (3) 虚偽検出の脳神経科学実験

脳の計測技術の応用可能性を示す代表的な事例として、脳波およびfMRIを用いた虚偽検出の試みがある。従来のポリグラフを用いた虚偽検出技術は、その精度があまり高くないため、実用には問題があった。そこで、ポリグラフに代わって、ファーウェルらはP300という脳波を用いて、またラングレーベンらはfMRIによる脳画像を用いて、虚偽検出を試みた。ポリグラフによる虚偽検出が末梢の情動的变化を探知するものであるのに対して、脳の計測による虚偽検出は、中枢における変化を捉えるものであるため、精度が高いことや、虚偽検出をうまくすり抜ける対抗戦略が困難であることが期待される。脳波計やfMRIを用いた虚偽検出の試みは一定の成果を挙げているが、実用化するためには、脳活動の個人差に対処する方法を開発することや、より簡便な装置を開発することなどの課題が残されている。

### (4) 倫理的問題

脳神経科学的な方法を用いたマインド・リーディングには、さまざまな倫理的な問題がある。たとえば、マインド・リーディングを犯罪捜査などの場面で利用することは、プライバシーや思想・良心の自由など、基本的人権の侵害につながる可能性がある。また、小児性愛者の発見、出入国審査、マーケティング調査などにマインド・リーディングを利用することも、人間の自由を脅かすおそれがあり、そのような利用が許される場

合がありうるとしても、それがいかなる場合かを慎重に考慮する必要がある。

## 第9章 脳と機械を結びつける：BMI

### (1) 狙い

社会に大きな影響をもたらす可能性のある脳神経科学上の成果の一例としてBMI（ブレイン・マシン・インターフェイス：脳と機械やコンピュータを接続して相互に作用させる技術）を扱う。将来、社会がどのような形でBMIを受容すべきかという問題の考察を促すために、第一に、BMIの現状と課題を説明する。第二に、それにもとづいてBMIが今後とりうる技術的な発展の道筋を考える。それと同時に、第三に、BMIが社会のどのような場面において使用されうるのかを考察する。

### (2) BMIの現状と課題

BMIと呼ばれる技術はきわめて多岐にわたるため、出力型BMIを重点的に扱った。出力型BMIは侵襲型と非侵襲型に大別される。侵襲型BMIとしては、チェーピンらによるラットの事例およびドナヒューらによる四肢まひ患者の事例がある。侵襲型については、操作の安定性をはかることや侵襲性をもたらす細菌汚染などの危険性を克服することが課題である。また、非侵襲型BMIとしては、たとえば神谷之康によるデコーディング技術を適用した事例がある。脳活動をデコーディング技術によって読み取って、ロボットハンドを意のままに動かす技術である。ここでは、装置の巨大さや、ロボットハンドを動かそうと思ってからじっさいに動くまでに数秒かかるという時間的なずれが、非侵襲型BMIの一般的普及にとって大きな障害となる。

### (3) BMIの将来

今後BMIがとりうる技術的な発展については、出力型BMIと入力型BMIを合わせた統合型BMIの構想や、精密な遠隔制御が可能なBMIの開発などがある。このような技術開発によって、たとえば、精密に作動する義肢や、脳で操作可能な車いすなど、新しい医療技術の開発が進むだろう。また、BMIによって知的活動を支援することができるようになるだろう。さらに、BMIがビデオ・ゲームなどのエンターテインメントなどへ応用されることも考えられるだろう。

### (4) BMIの社会的影響

BMIの発展は大きな社会的影響をもたらすと考えられる。たとえば、非常に発達したBMIの登場は、人間のあり方を根本的に変えるため、行為、責任、主体・人格といった概念を揺さぶり、結果として社会制度の根幹を揺るがす可能性がある。また、BMIが軍事利用され、BMIで兵器を意のままに操ったり、兵士をサイボーグ化してその戦闘能力を格段に高めたりする可能性が想定される。BMIの望ましい社会的受容のあり方については、慎重な考察が必要である。

## 第10章 精神疾患

### (1) 狙い

精神疾患は深刻な社会問題である。それはたんに個人の心をむしばむだけではなく、社会から働き手を奪い、社会の存立を危うくするおそれもある。精神疾患の問題にどう取り組むかは、現代社会にとって重要な課題である。この課題に向けて、まず、精神疾患が脳の働きの異常にはかならないことへの理解をはかる。また、うつ病を例として、精神疾患の脳神経科学的なメカニズムや脳神経薬理的な治療法の研究が進んでいることを説明する。しかし、精神疾患の脳神経科学的なメカニズムにはまだ不明な点も多く、それゆえ脳神経科学的な治療法には、現状ではさまざまなリスクがあるということへの理解をはかる。

### (2) 精神疾患にまつわる社会問題

精神疾患は、がんや心臓病などとならんで、現代社会の重大な健康問題である。しかし、精神疾患にかんしては、これまで、精神と身体の二分法にもとづくさまざまな誤解があった。たとえば、精神疾患は患者本人のやる気や親の育て方の問題であるといった誤解である。しかし、脳神経科学の発展によって、精神疾患は脳という身体器官の異常であることが明らかになりつつある。

### (3) うつ病の脳神経科学

もっとも一般的な精神疾患の一つはうつ病である。現在、うつ病は、神経伝達物質の一種であるモノアミン類の働きの異常によって生じることが解明されつつあり、この知見にもとづいて、さまざまな抗うつ薬が開発されている。このような脳神経科学的なメカニズムの解明が進むことによって、精神疾患がもたらす自殺などの社会的損失を小さくし、また、精神疾患患者にたいする偏見や誤解をなくすことができると考えられる。しかし、うつ病の脳神経科学的メカニズムにはまだ不明な部分も多くあり、そのことは、抗うつ薬の使用において大きな問題となる。

### (3) 脳神経科学的研究の問題点

うつ病の新しい治療法として脳深部刺激が注目されている。しかし、この治療法には未知の部分が多い。一般に、精神疾患には、まだまだ未知の部分が多く残されており、薬理的・外科的治療においては、治療のメリットと未知のリスクをどう比較考量するかが重要な問題となる。また、精神疾患の背景にある脳神経科学的な異常だけを重視しすぎると、その異常を引き起こしている環境要因が軽視されることになるという問題や、内向性のように従来個性であったものが治療の対象となってしまうという問題が生じるおそれがある。

## 第11章 スマート・ドラッグ

### (1) 狙い

社会に大きな影響をもたらす可能性のある脳神経科学上の成果の一例として、スマート・ドラッグ（集中力や記憶力といった知的能力を増強する薬物）を扱う。まず、スマート・ドラッグの社会的普及の現状と背景を説明する。つぎに、スマート・ドラッグの効果に関わる脳神経科学的な知見およびスマート・ドラッグの現段階での限界の理解をはかる。最後に、スマート・ドラッグが将来的に社会にもたらしうる影響を考察する。

## (2) 現状と背景

スマート・ドラッグの具体例として、リタリンを取りあげ、それを重点的に扱った。リタリンはADHD（注意欠陥多動障害）の治療薬として服用されるものであるが、それがスマート・ドラッグとして転用され、集中力を増強して成績の向上や研究の促進をはかるといふ目的で、米国では、学生や科学者によってかなり使用されている。

## (3) リタリンの作用メカニズム

リタリンは、シナプス間隙に放出された神経伝達物質ドーパミンがもとの細胞に再取り込みされるのを阻害することによって、つぎの細胞に伝達されるドーパミンの量を増加させ、ドーパミンの働きを強化する。それによって集中力が増すと考えられる。ヴォルコウらはリタリンがもつとされる集中力の増強効果を実験的に調べた。この実験では、リタリンを服用して計算問題を解いているときの脳活動がPETを用いて計測された。その結果、脳の集中力に関わる部位が活性化していることが確認された。この実験はたしかにリタリンに集中力の増強効果があることを示唆するが、それだけではまだ、リタリンがスマート・ドラッグとして本当に有効だとはいえない。また、リタリンには副作用があり、その使用には慎重を期すべきである。

## (4) スマート・ドラッグの将来と社会的影響

リタリンのほかにも、緊張や不安をコントロールするためにプロプラノロールが使用されたり、また米国の製薬企業によって記憶力増強薬が開発されつつあるが、将来、安全で強力なスマート・ドラッグが将来的に登場する可能性がある。そうしたスマート・ドラッグは、貧富の差の拡大や、薬理的資源の不適切な分配、暗黙的な服用の強制をもたらすおそれがある。さらに、努力や自己達成の価値を損なうおそれもある。

# 第12章 教育

## (1) 狙い

脳神経科学はわれわれの認知能力がどう発達するかを次第に明らかにすると考えられる。したがって、脳神経科学の知見はどんな教育を行うべきかということに重要な示唆を与えうる。しかし、現在の脳神経科学の知見はまだ萌芽的であり、そこから特定の教育方法や教育制度を導き出すことはむずかしい。しかし、往々にして、現在の知見から教育にかんする性急な教訓が引きだされることが多い。そのような教訓を引きだすときの議論の形式を明らかにし、その妥当性を批判的に検討する力が身につくようにし、ま

た一般に脳神経科学的な知見の適切な応用と不適切な応用を区別する力が身につくようにする。

#### (2) 脳神経科学と教育にかんする議論の現状

脳神経科学は、人間の心や知性についてさまざまな新しい知見をもたらしている。その成果を社会制度の改良に取り入れようという動きも存在する。脳神経科学にもとづく教育の試みは、その一例である。しかし、このような動きのなかには、不適切な主張も少なくない。その典型として、たとえば、人間の知性の優劣は三歳までの環境や教育によって決定されるため、早期教育が決定的に重要であるという、いわゆる三歳児神話などがある。

#### (3) 三歳児神話の妥当性

三歳児神話には、おもに三つの源泉がある。ハッテンロッカーによるニューロンやシナプスの発達にかんする研究、ブレイクモアとクーパーによる臨界期にかんする研究、グリーンノーらによる複雑な環境の役割にかんする研究である。これらの研究を詳しく見ていくと、それらから三歳児神話がただちに帰結するわけではないことがわかる。三歳児神話は、過度の一般化や不適切な類推の産物なのである。三歳児神話のような教育にかんする言説は、社会政策の決定に大きな影響力を持つために、われわれは、その信頼性を正確に評価できるようになる必要がある。

#### (4) 将来の可能性

脳神経科学から教育にかんする教訓を得るためには、脳神経科学のさらなる発展を待たなければならないが、すでにいくつかの有望な可能性が見えつつある。長期的にはかなりの成果が期待される分野として、たとえば学習障害の脳神経科学研究がある。そのひとつは、シェイウィッツらがfMRIを用いて読字障害児を対象として行った脳画像研究である。このような研究により、読字障害児を早期発見したり、読字障害の治療プログラムの有効性を評価したりすることができるようになる可能性がある。

### 第13章 加齢：認知機能の変容

#### (1) 狙い

日本における少子高齢化に特徴的なのは、労働人口の減少、認知症やうつ病など精神の病に苦しむ人口の増加など高齢化社会一般で生じる問題に加えて、所得の世代間格差や社会保障の世代間格差が拡大していることである。現状でも高齢者を狙った悪質商法や振り込め詐欺が大きな社会問題となっているが、将来的には、社会から排除された貧困若年層の一部による高齢者層を狙った経済的詐欺が激化していくことも懸念される。そこで、高齢者が悪質商法や振り込め詐欺にあったときに被害がなぜ甚大になりやすいのかに焦点を当てながら、高齢者の認知に見られる特徴を概観する。というのも、高齢者の記憶や意思決定の特徴が明らかにならなければ、悪質商法への有効な防御策が考え

にくいと思われるからである。最後に、高齢者を悪質な経済的詐欺から守るための対策について考察する。

#### (2) 振り込め詐欺の現状

振り込め詐欺の四類型（オレオレ詐欺、架空請求詐欺、融資保証金詐欺、還付金詐欺）のなかで、認知件数、被害額ともに最も大きいのはオレオレ詐欺である。オレオレ詐欺や還付金詐欺に特徴的なのは、被害者が高齢者、特に女性に集中していることである。

だまされる被害者の場合、10分程度以上会話を続けるうちに、被害者はすっかり詐欺師の言うことを信じ込んでしまう。また、一度思い込みにとらわれてしまうと、事態を冷静かつ柔軟に検討することも、周りの人間の忠告に耳を傾けることもできなくなってしまう。さらに、事前に振り込め詐欺について知識をもっているにもかかわらず、その知識をうまく活かすことができない。結局、被害にあってしまった人々は、状況把握能力が自身の身を守るのに十分ではなく、オレオレ詐欺犯や悪質業者はこの弱点を突いて、被害者をだましている。

#### (3) 加齢による再認や意思決定能力の低下

加齢に伴う脳の顕著な萎縮が生じるのは海馬周辺や線条体、前頭前野であるが、これらは、記憶や意思決定において重要な役割を果たしている部位である。加齢に伴う認知能力の低下には大きな個人差が見られるが、記憶や意思決定能力の著しい低下が認められる高齢者は、悪質商法や振り込め詐欺の被害に遭いやすいと予想される。

スクルニックらは、再認能力の低下と商業詐欺への脆弱性の関係を調べる心理実験を行った。その結果、高齢者の場合には、偽りの情報を正しい情報として誤って思い出す傾向（真実の幻想効果）が比較的強いことが明らかとなった。高齢者は詐欺師から嘘の情報を繰り返し提示されていると、一定時間経過した後では、詐欺師の申し立てを正しい情報として再認しやすくなってしまうのである。

また、デンプルクらは、高齢者にアイオワ・ギャンブル課題を行わせて、その意思決定能力を調べている。その結果、精神病歴などが無い高齢者の40%程度が、前頭前野損傷者と同様に、長期的には不利となる意思決定を行う傾向を示すことが明らかとなった。また、前頭前野の機能不全が疑われる高齢者の購買行動を調べるために、不当表示がなされている商品広告を見せ、その広告文の理解と商品の購買意欲を調べたところ、広告文の内容理解の程度が低く、また購買意欲が高いことが分かった。

#### (4) 対策

デンプルクらの実験は、アイオワ・ギャンブル課題などを用いて商業的詐欺に引っかかりやすい人々を特定し、制度的に保護することができる可能性を示唆する。しかし、だまされやすさなどの個人情報には個々人の生活に重大な意味をもつため、そのような情報を採取することが法的・倫理的に許容可能かどうか、もし採取した場合にどのような管理、使用を行うべきかについて、慎重な検討が必要である。

## 第14章 広告利用される脳神経科学：脳トレ広告を例として

### (1) 狙い

fMRIやNIRSなどの脳機能イメージング技術が医療機関や研究機関ではなく、企業や政府機関によって使用され、商品の宣伝、消費者の意識調査、（また外国では）被疑者のスクリーニングなどに活用され始めている。ここで、商品コマーシャルで示されるfMRIやNIRSによる脳画像の多くが科学的見地からすると無意味であるにもかかわらず、商品が優れている証拠として引き合いに出されることがしばしばある。そこで、まず、脳神経科学情報や脳機能画像が広告などでもつ心理的效果を調査した二つの心理学実験を紹介する。続いて、fMRI画像を効果的に使用した広告の例として、Web上に掲載されている「脳を鍛える大人のDSトレーニング」の広告を取り上げ、その広告で示されている議論の構造を分析したうえで、そのなかでfMRI画像や脳神経科学情報が果たしている役割が妥当であるかどうかを検討し、批判的な吟味能力の向上をはかる。

### (2) 脳神経科学情報や脳機能画像がもつ心理的效果

ワイズベルクらは、人々が心理現象を説明した文章を理解しようとしているときに、横から余計な脳神経科学情報を付け加えてやると、その付加情報の効果で説得力が高まったと感じるかどうかを調べる実験を行った。その結果、脳神経科学の知識を持たない人々や初歩的な知識しか持たない人々は、脳神経科学情報が付け加わると、説明文の説得力がより高く判断する傾向を示した。それにたいして、脳神経科学の専門家は、蛇足的な脳神経科学情報が付加されると、かえって説得力を低く判断した。また、マッケイブとカステルは、脳神経科学のデータを棒グラフで提示するよりも、fMRIによる脳画像で提示したほうが、説得力が増すことを実験的に確かめた。これらの実験は、脳神経科学情報や脳画像を広告とうまく組み合わせれば、その広告の説得力を高め、販売を促進できる可能性があることを示している。

### (3) 脳トレ広告の分析

「脳を鍛える大人のDSトレーニング」の広告文は科学的論証の形式で構成されており、その推論形式を分析すると、推論そのものは妥当であることが明らかとなる。さらに、この広告文の推論においてその前提となっていることがらが科学的に十分確立された知見にもとづいているかどうかを調べてみると、やや不確かなところがあることが確認された。加えて、科学論文で妥当性が確かめられている実験データは認知症の高齢者と健全な高齢者についてのものであり、これらの群以外の成人や子供についての実験データはないことが確認できた。このような点から、広告で展開されている脳神経科学上の議論や提示されているfMRI画像は、科学的妥当性よりもむしろ心理的效果のほうが大きいといえる。

## 第15章 脳神経科学によるイノベーションの創出：脳のモジュール化について

### (1) 狙い

この20年間、停滞を続ける日本経済をふたたび成長路線に乗せることが、最も重要な政策的課題である。高い経済成長を達成するためには、国内の科学研究を積極的に振興し、それをイノベーションの創出に結びつけることが不可欠であろう。この一環として、近年、脳神経科学研究を戦略的に振興していこうとする動きが現れている。脳神経科学研究にもとづく革新的技術の開発を行っていくためには、どのような研究開発体制を作っていけばよいかを、脳機能の特性を手掛かりとして、脳研究に適合的な革新的技術の開発体制のあり方を考察する。

### (2) 垂直的産業構造と水平的産業構造

技術経営論では、ある機器とその生産工程のアーキテクチャ（構造上の特性や設計思想）と、その機器を生産する産業構造との相性によって、その産業の競争力が決まるとされる。そのさいのモデルケースとなっているのが、自動車産業とIT産業である。自動車のように、部品の相互依存性が高く、部品それぞれの性質を決めるときに他の多数の部品の性質を考慮しなければならない統合的な製品（インテグラル型製品）を開発するためには、垂直的に統合された企業組織が適しており、コンピュータとその周辺機器のように標準化されたインターフェイスがあらかじめ定められている製品（モジュール型製品）を開発するためには、市場に存在する中小の企業に個々のパートの商品開発を分担させるような水平的な組織が適している。

研究開発する複雑な機器を、機能的に独立性の高い部品から組み立てられるように設計することは、モジュール化とよばれるが、モジュール化の程度が高い機器では、構成要素となる個々の部品の技術開発は、他の部品の技術開発とは独立に行うことができる。そこで、多数の中小企業が、特定の部品に特化した技術開発を世界中に広がった市場の中で競争的に行うために、大きなイノベーションが起こりやすい。また、モジュール化の進んだ製品の技術開発に携わる人々は、それぞれが手掛けている装置に特化した知識を持てばよく、組み立てられる製品全体に対しては深い知識をもつ必要はない。これとは対照的に、モジュール化の程度が低い機器では、個々の部品の研究開発を行うときに、他の部品の研究開発を行っているグループとのすり合わせが欠かせず、大規模なイノベーションは起こりにくい。また、個々の部品の研究開発に当たる人々は、他の部品の研究開発に必要な知識も持っていなければならないため、多分野にわたる幅広い知識を保持している必要がある。

### (3) 脳はモジュール型のシステムか

人間の認知機能は、知覚、記憶、意思決定、感情、言語などと区別されるが、そういった認知機能が別々のモジュールによって情報処理されていれば、脳をモジュール型のシステムと見なすことができる。脳がモジュール型なら、各認知機能に関する技術研究

開発は容易だが、そうでなくインテグラル型なら、そのような技術研究開発は困難になる。

脳がモジュール型なのか、インテグラル型なのかは、現状では、どちらとも結論づけられない。脳のモジュール性を示唆する現象（例えば、ある脳部位を破壊することで特定の機能だけを消失させることができる）とそうでない現象（例えば、水頭症のために大脳皮質の大半を失っても高い知性がある）の両方が存在するからである。しかし、脳の機能区分をどれほど明確化したとしても、コンピュータと同程度まで脳がモジュール型だとは考えにくい。どちらかといえば、少なくとも乗用車程度にはインテグラル型であろう。そうだとすると、脳神経科学にもとづくイノベーションは容易ではなく、それを創出していくには、脳機能全般に対して深い知識をもつことが必要となるだろう。脳研究の専門家は、人間の認知にかんする人文・社会科学の知見に加えて、情報科学、コンピュータ科学などについても一通りの理解を持つておく必要がある。

脳神経科学リテラシーは、さまざまな観点から脳や認知にアプローチする人々の相互理解を助け、脳神経科学にもとづくイノベーションの創出に不可欠な多くの異なる分野のあいだでのすり合わせ作業を円滑に行うことを可能にする知識上のプラットフォームとなるべきものである。

#### 4.4.2 脳神経科学リテラシーとは何か

脳神経科学リテラシーの教科書の作成と並行して、そもそも脳神経科学リテラシーとはどのような知識・技能であるのかについて多角的な考察を行った。すなわち、哲学的観点、心理学的観点、社会的観点、専門家の必要性の観点から考察し、さらに哲学的観点は知識論的観点と科学哲学的観点に分け、また社会的観点は政策的観点と人間観の変容の観点に分けた。それぞれの観点ごとにひとりの考察者をおき、分担して考察を行った。その結果は以下の通りである。

##### 4.4.2.1 哲学的観点

###### (1) 知識論的観点（担当：植原亮）

はじめに

脳神経科学リテラシーをその下位分類として含む科学リテラシーなるものの内実がいかなるものであるにせよ、それが知識や知的能力の一種ないしは集合体であることに間違いはない。したがって以下のように問うことができる。脳神経科学リテラシーを身につけているとは、どのような知識・知的能力を身につけている状態のことなのか。それはどういう人間になることなのか。ここでは、知識論（認識論）なる学問的伝統のもとに知識の本性をめぐる考察を蓄積してきた哲学の観点から、こうした問題を考察してみたい。

本プロジェクトにおいては、「脳神経科学にもとづく人間観・人間理解の深化・変容

の理解」と「脳神経科学がもつ社会的意義の理解」のふたつが脳神経科学リテラシーの焦点的な主題をなすものとして捉えられており、受講学生が学習・理解すべき内容として意図されている。以下では、まずこのそれぞれを適切な概念連関のうちに位置づけ、いかなる含意を有しているかを明らかにする。そのうえで総合的な特徴づけを行い、そこからさらに認識論的含意を引き出すことにしたい。そうすることで、脳神経科学リテラシーという知識あるいは知的能力の本性に概念的な明確化を施すことができるだろう。整理すれば以下の問題に答えるのがこの報告での目的であり、論述もそれに沿って進めていくことにしたい。

**問題 1** 脳神経科学にもとづく人間観・人間理解の深化・変容は何をもたらすのか？

**問題 2** 脳神経科学がもつ社会的意義を理解するということは何を身につけることなのか？

**問題 3** これらふたつから分かることを総合すると、脳神経科学リテラシーにどのような特徴づけが可能か？ その結果さらにそこに見出しうる含意は何か？

1) 脳神経科学にもとづく人間観・人間理解の深化・変容は何をもたらすのか？

1.1) 人間理解に関わる脳神経科学上の知見

脳神経科学にもとづく人間理解の深化・変容は、いうまでもなく、人間理解に関わる脳神経科学の知見によってもたらされる。そうした知見をいくつか具体的に挙げてみよう。

まずは知覚や記憶の不確実性が挙げられる。われわれは知覚が世界のありようを正確に写し取っているとか、記憶がビデオ・テープのように過去を記録していると考えがちだ。しかしいずれも正しくないということを種々の実験が示している。次に精神疾患の理解である。従来、鬱病のような精神疾患は、心において生じるものであるだけに、他の身体的疾患とは異なる独自性を有していると考えられてきたとあってよい。ところが脳神経科学によって、そうした精神疾患も脳や神経伝達物質という物的・化学的基盤のうえに成り立っているということが明らかにされつつある。また投薬による治療の可能性もある。この点で、人間の心も、少なくともその一部が物的世界像の中に収められるとの見込みは大きい。あるいは、道徳と感情との間に密接な連関があるという知見も人間理解の変容をもたらすだろう。道徳とは、私情をはさまぬ公正無私なものではありえないという理解がもたらされることになるのである。最後に、B・リベットの实验によって行われた実験も大きな影響を与えるかもしれない。それは、自由意志なるものが一種の錯覚だということを示している可能性があるからだ。

1.2) 新たな人間観へ

これらの知見に触れることにより、「自律的で合理的な主体」「自由で意識的な主体」

という既存の人間観が根底から揺さぶられることになる。既存の人間観によれば、人間は自らの行動を決定するさいに、とりうる選択肢のうちでもっとも自らの利益にかなうものを意識的な考慮を通じて選び出し、それを遂行するべく自分自身の力で自分の行動をコントロールする。この間、感情や外的な環境要因などによって影響を受けることもままあるが、それでもわれわれは、おおむね自律的で合理的な主体に近いものとして、自分を含む人間なるものを理解しているのである。しかし、脳神経科学の知見からすればこのような人間観は修正を受けねばならないようだ。

では、既存の人間観に代えて、人間は自分をどういうものだと見るべきなのか。自己というものの捉え方に関して、上で述べたような脳神経科学上の事例・知見によってもたらされる修正点として重要なものは、次のように、とりわけ意思決定の場面に関わっている。

まず、意思決定に際してわれわれに利用可能な情報は、かなりのていど不完全であろう。というのも、そうした情報を提供する知覚や記憶といったプロセスは、完全な真実を告げるという意味で100%の信頼性をもっているものだとは到底いえないからである。むしろこれらは、限られた条件下においてそれなりの信頼性を発揮するにとどまるプロセスとして控えめに捉えられるべきであろう。そうだとすれば、意思決定において考慮される行動の選択肢について、個々の帰結をあまり正確に知ることはできないし、そもそもとりうる選択肢を網羅的に手にしているとも考えにくいことになる。

次に、そうした情報にもとづいて行動の選択肢を比較考量し、その結果をもとに自分を制御して目標達成を図ろうとする場面はどうだろうか。脳神経科学を含む科学上の知見が明らかにしていることとして、人間は必ずしも自身の思考やふるまいの正確な理由を意識的に認知することが得意ではないという事実がある。典型的には選択盲がそうした事実の例だ。そうだとすると、ある選択肢を好ましく思うのがなぜなのかという理由を自分で正しく意識的に認知するのは難しく、むしろ異なる理由が自動的であとづけのにでっちあげられてしまいかねない、というのが意思決定の実相といえるだろう。自分の利益に最もかなうというはっきりした理由で行動選択を行うことの方がまれかもしれないのだ。そして、こうした行動選択の過程においても、またそれを実行に移す場面においても、感情なるものが大きな役割を演じるという見方が強まりつつある。いずれにせよ、自律的で合理的な主体という人間観は、人間の実態のある部分のみを取り出したうえで相当な理念化を施して成立するものにすぎず、実態に即した主体の全体像を描き直す必要があるのだ。

こうして描き直される人間観は、ひとまず、「限定的エージェント」としての自己観・人間観と呼んでおくのがふさわしいものだろう<sup>1</sup>。つまり自身を、脱状況的に無限の将来

---

<sup>1</sup> なお、ここでは立ち入らないが、ここからさらに進んで「機械論的な人間観」への転換を迫り、その方が優れた自己理解をもたらすと主張することも可能であるのはいうまでもない (cf.

まで見渡してふるまうラプラスの魔のごとき主体ではなく、感情に駆動されつつ、状況や環境からの制約を受けざるをえない限定された能力を行使しながら、それなりになんとかにやっけていく存在だとみなすわけだ。付言すれば、これは単に表面的に自己観・人間観の変化が生じるというわけではない。限定的エージェントであることの内実が、脳神経的メカニズムのレベルで深く理解されるという点で、高度な理論的体系性をも伴っているのである。

### 1.3) 新たな自己理解をもたらすもの

いうまでもなく、人間観の変容は自己そのものの理解のあり方を変化させることになる。自分自身が上で述べた限定的エージェントであるということの自覚は、以下をもたらすように思われる。

**①自己懐疑の精神** これは、自分の信念や行動選択・意思決定に対して懐疑的・批判的でありうるということである。というのも、自分の見解が必ずしも常に正しいわけではなく、また私情をはさまぬ理知的で中立的な見方を維持できるわけでもないということの把握がなされているからだ。そのような状態は、別の側面から、「知的な慎み深さ」と見なすこともできるだろう。そして、こうした自己懐疑の精神は、次の②に結びつくことになるはずだ。

**②開かれた精神** これは他者の異なる見解に対して寛容でありうるということにほかならない。他者から提供される見解は、誤りや偏見を含むものであるように見えることがあるだろう。だが、自己懐疑の精神を発揮することができれば、妥当性を欠いているのは自身の見解の方かもしれないという可能性に気づきうる。自分と異なる他者の見解は一方的な裁断を許すものではなく、むしろそうした可能性に目を開かせることで、誤りや偏見を避け、よりよい認識に至るための貴重な契機をもたらすものとして捉えられるようになるのである。このことはさらに、他者の見解を取り入れながら、他者との積極的な協調行動の図る能力をも意味するだろう。ここから③が出てくる。

**③社会的動物としての自覚** まず、個人がその限定性を乗り越えるには、社会という足場に支えられねばならないということが認識される。限定的エージェントとしての人間が大きな混乱や致命的な錯誤に陥ることなく生活を送るには、さまざまな他者との協調が不可欠なのだ。ここにおいて、社会という環境に生きることの意義を明確に見て取ることができるであろう。自分が他者に支えられているというだけでなく、同時に自分もまた他者にとっての環境の一部だということが了解される。こうして、限定的エージェントが相互に支え合う場として社会を理解することができるようになる。いいかえれば、自分をそうした場に生きる存在として、つまり社会的動物として自覚するに至るのであ

---

Churchland 1995)。だが、機械論的人間観をどの程度まで受容するのが望ましいかは、脳神経倫理学上の重要な問題となっている（信原・原編 2008 所収の諸論文を参照）。

る。

なおこの点は、科学がなぜ強力な知的営為であるかの理解をも促す。個々の科学者は人間である以上は限定的エージェントであるほかない。だがそうだとすると、事実として科学は輝かしい知識の前進をもたらさう。それは、チームによる分業的な研究体制や、学会組織および科学論文の査読制度、得られた新知見を蓄積可能にするデータベース、さらには民主的意思決定による研究予算の配分などより広い背景的条件まで含め、科学が多くの足場に支えられて共同的に行われる社会的事業として成立しているからこそ可能なのだ、と理解されるわけである。T・バーンズら (Burns et al. 2003) は、科学技術リテラシーの内容として、科学のもつ「社会の中の一事業」としての性格を挙げているが、限定的エージェントとしての人間観は、科学がそうした性格を必然的にもつことの理解にまで結びつくのだ。

以上をまとめよう。脳神経科学にもとづく人間理解の深化・変容により、限定的エージェントの自覚が生じる。そこからさらにもたらされるのは、①自己懐疑の精神およびそれに付随する知的慎み深さ、②開かれた精神すなわち他者への寛容、③社会的動物としての自覚である。これらを一括して特徴づければ、「知性的な態度」に加えて「社会的な性格特性」がもたらされるということがいえるだろう。

## 2) 脳神経科学の社会的意義の理解とは何を身につけることなのか？

### 2.1) 構成要素

脳神経科学の社会的意義を理解するには、何よりもまず脳神経科学の諸知見を社会的観点から評価する能力が求められる。この社会的観点からの評価能力はさらに、(a) 科学方法論を含む基本的な脳神経科学知識、(b) 適切な評価枠組みの選択能力、のふたつに分けておくことができる。

脳神経科学上の知見の理解に (a) が不可欠であることは明らかであろう。(b) についていわんとしていることに関しては、以下のような個別の事例を見ればはっきりしてくる。スマート・ドラッグのような神経薬理学上の応用成果が社会に及ぼす影響は、公平性の観点や薬理的資源配分の適切性といった観点から評価されねばならない。道徳心が脳神経科学的に解明され、ある種の犯罪傾向が特定の脳機能の不全・欠損から説明されるようになったとき、法制度・法実践の根幹について再考が迫られるかもしれない。あるいは、認知能力の発達についての脳神経科学的知見が、従来の教育法に根底からの改訂をもたらすかもしれない。BMI技術が医療・福祉分野における革新技術となりうるという明るい可能性をもつ一方で、それは軍事利用されるおそれもあるかもしれない。いずれの事例も、適切な評価枠組みが選択されることをまっぴらに始めて、ある脳神経科学上の知見の社会的意義が理解されるということを示している。

## 2.2) 評価枠組み選択能力の本性

このような評価枠組みの選択能力の本性は何だろうか。それは、命題の形で表現することができるようなひとそろいの知識の集合ではありえない。また、算術を行ったり方程式を解いたりする場合のように、一般原則を機械的に適用することでも、つまりアルゴリズムでもありえない。

そう思われるわけは、物理学のような理論的認識を支える能力と対置してみればわかるだろう。物理学で身につけるべきだとされる一般原則（法則）が状況に左右されないのに対して、上で述べた評価枠組み自体の適切さは、新しい知見の出現や社会的脈絡といった状況に応じて変化してしまうと想定される。さらに、ひとつの脳神経科学上の成果には無数の側面があるため、複数の評価枠組みを組み合わせる必要が出てくると考えられるが、その組み合わせ方の適切さもまた状況に左右されると考えるのが自然だろう。場合によっては、既存の評価枠組みだけでなく、新しい枠組みが必要となる場面も生じることになるはずだ。したがって、特定の一般原則とそれを機械的に適用する能力を身につければ済むとは到底考えられないのである。

そうだとすると、評価枠組みの選択能力は、文脈依存的で体系化不可能なものとして特徴づけることができるだろう。脳神経科学上の成果がいかなる社会的意義をもつかを判断するための評価枠組み（およびその組み合わせ方）は、さまざまな状況に応じてその適切さが変化するため、その変化に柔軟に対応することが求められる。それゆえ、そうした文脈の変化から独立にあらかじめ成立しているような一般的原則の体系なるものを手にしておくことはできないのである。

脳神経科学の社会的意義の理解を支える評価枠組みの選択能力が文脈依存的であるということは、結局、その能力が個々の具体的文脈に即して柔軟に適切な枠組みを選択して組み合わせ、バランスのとれた多元的評価を下す能力であることを意味している。そのような能力は、実践的能力ないし実践的知恵と呼ばれるものにほかならない。したがって、脳神経科学の社会的意義の理解は、理論を学ぶことよりも、多くの事例に触れたり実際の経験を通じたりして、徐々に獲得・洗練されていく性格のものだということになるのである<sup>2</sup>。

## 3) 総合するとどうなるか？さらにそこから何がいえるか？

### 3.1) 総合的な特徴づけ

これまでのところをまとめよう。脳神経科学リテラシーを身につけているとは、どの

---

<sup>2</sup> おそらくは、得られた評価を実際の行動に結びつけていく能力（あるいは気概？）をも慣用していくことも求められるだろう。なお、ここで論じた能力と大きく重なると思われる能力が、道徳的判断に関わる能力である。そうした能力が文脈依存的な性格をもつ実践的能力であるとの見解をしめしたものとして、金杉 2004 を参照。本節の論述もこの金杉の論文から示唆を得た部分が多い。

ような知識・状態のことなのか。まず、脳神経科学にもとづく人間理解の深化・変容は自己懐疑の精神や開かれた精神のような知的態度と社会的な性格特性をもたらす。次に、脳神経科学の社会的意義を理解するとは脳神経科学の基本的知識のみならず、実践的能力・実践的知恵と呼ぶべきものを身につけることである。これらは非理論的知識を含んでおり、それゆえ理論から学ぶというよりは、総じて経験や事例を通じて徐々に身につけ洗練させてゆくほかない。こうした点は、やや乱暴にいつてしまえば、主知主義的な枠組みに大きく束縛されたデカルト以来の認識論・知識論的伝統においては、考察の域外にあるか、少なくとも周辺的な主題であったものだ。

では、以上を総合的に理解するにはどのような概念が必要だろうか。そのための概念こそ、「徳・卓越性 virtue」にほかならない。近世以来の認識論的概念ではなく、アリストテレスの述べるこの古代の概念が、上で述べた知識・状態の特徴によく合致するからだ。というわけで、脳神経科学リテラシーを身につけるとは、徳のある人、つまり有徳な人間になることだったのである<sup>3</sup>。

### 3.2) 認識論的含意(1) : 知識についての知識(メタ知識)

ここからさらに引き出しうる含意はこうだ。まず、脳神経科学リテラシーを身につけた有徳な人はある種の「知識の知識」をもつといえる。というのも、そうした人は、以下に見るように知識の構成要素に関わる理解を有しているように思われるからである。

この点については、知識なるものに関して、認識論がどのような見方を提供するかを補足的に説明しておく必要がある。古代ギリシアから20世紀前半の論理実証主義にいたる認識論の伝統において、知識は「正当化された真なる信念 justified true belief」として定義されてきた。この「正当化された」というのは、信念の主体がその信念を信ずべき理由を把握しているとか、それを合理的に受容しているといったことを表している。これによって、単なる偶然によって真なる信念を抱いている場合と、まさしく知識の名に値する認知状態にある場合とを区別することができることとされ、そのため知識の要件となっていたのである。次の「真なる信念」というのは、おおよそ、その信念の内容が文字どおり誤りなく世界のありようを写し取っているということを意味している。自分が正しいと思う理由を挙げられるにしても、その信念が実際に真でなければ知識とは呼びえない、というわけだ。こうした古典的な知識の定義は、二千年の長きにわたって生き延びることになる。

だが、現代ではこうした古典的知識観解体の動きは著しく、ここでもそれに即した修正を施すことが必要であろう。まず、「正当化された」という知識の要件に関して、現

---

<sup>3</sup> 興味深いことに、クリティカルシンキング教育をめぐる議論においても、習得が目指されるべき知的能力を特徴づけるためには、デカルト的な知性観の枠組みから脱却して、徳ないし卓越性の概念に着目すべきだとの見解が提出されている(Hyslop-Margison 2003)。

在とりわけ影響力があるのは、認識主体が正当化を与えられなくても、一定以上の割合で真なる信念を生み出すプロセスによって、つまり信頼のおけるプロセスによって形成されていけばよしとする「信頼性主義 reliabilism」である。そこで、「正当化された」を信頼性主義に沿ったものに置き換えるのがよいだろう。次に、「真なる」という要件に関しても、真理と知識との結びつきそのものを問い直そうという動きが活発である。そこから現れつつあるのは、総じてプラグマティズムの伝統に掉さず真理観に立脚した知識観だともいえるし、あるいはより過激に、真理なき知識観だともいえるかもしれない。いずれにせよこうした流れを受ける形で、ここでは古典的定義の中で「真なる」が占めていた箇所を「諸目的のために有用な」に変更することが、現代認識論の観点から知識の特徴を捉えるためには必要だと思われる<sup>4</sup>。

というわけで、知識の現代的特徴づけは次のようなものになる。すなわち知識は、

- ①信頼のおけるプロセスによって形成された
- ②諸目的のために有用な
- ③信念

としてひとまず特徴づけられるもののことである<sup>5</sup>。

知識がこのようなものであるとすれば、上でいう有徳な者は、それについて重要な点での認識を備えているとあってよいだろう。まず第一に、彼らは何が①に関わるかを知っている。というのも、限定的エージェントであることの自覚を通じて、誤りや偏見を避け、個人では達しえない認識の進展をもたらさうほどに高い信頼性を備えたプロセスを構築するためには何が重要であるかを了解しているからだ。すなわち、自己懐疑の精神や開かれた精神をもつことや、社会という足場に生きることが、信念形成プロセスの信頼性に多大な貢献をなすという認識を備えているのである。第二に、②についても、すでに生み出された／新たに生み出される科学知識について、その社会的意義を理解する（あるいはそれを社会的観点から評価する）ことができるという意味で知識を有しているといつてよい。

このように、ここでいう有徳な人間は、①と②について理解しているのであり、いいかえれば何が知識であるか、あるいはそれがいかなる特質をもった知識であるのかを知っている状態、つまり知識の知識（メタ知識）を有している状態にあるわけである。（なお③の信念についても、探究が進んでその脳神経科学的基礎についての知見が豊かになったうえで、それが脳神経科学リテラシーに組み入れられるようになっていけば、それ

---

<sup>4</sup> ここまでの現代認識論に関する全体的な（ただし自然主義側からの）概観については戸田山 2002 を参照。なおここで扱う余裕はないが、信頼性主義のいう「信頼のおけるプロセス」については、プラグマティックな真理観に応じた解釈を施す必要がある。

<sup>5</sup> ここでの特徴づけのうち、とりわけ「信念」に関しては、心の哲学における消去主義の主張が正しければ、大きな改訂を被ることになる。消去主義が信頼性主義に与える影響について論じたものとして Churchland 2007 がある。

についての知識を有する状態が成立するようになるかもしれない。ただしそのことの含意は明らかではない。)

### 3.3) 認識論的含意 (2) : 現代の知性改善論

この「知識についての知識」の重要性は、それがとりわけ脳神経科学のようなまさしく「作動中の科学」をめぐる状況に市民として能動的に関与することを可能にする、というところに存する。以下のような点がそれである。まず、上述した知識の現代的特徴づけの①に関わる知識のプロセス面への関与についていえば、科学者コミュニティ内での信頼におけるプロセスの構築を社会の側から支援したり、社会における科学知識の伝達プロセスの信頼性を高めたりするという具合である。また、②に関わる知識の目的面については、「どのような目的に資する知識の生産が望ましいのか」を社会の側から表明することができるようになる。M・ギボンズのいうように〈モード2〉における知識生産が、専門母型の内部でのみ設定された問題を解決するためではなく、社会的応用の文脈に沿って設定された問題を解決するためになされるのだとすれば (Gibbons *et al.* 1994)、そうした意志表明は社会的応用の文脈そのものを定める役割を演じるものとして位置づけることができよう。いずれにしても、脳神経科学リテラシーを身につけることで、個人や社会にとって有益な知識をより信頼における仕方で産出することに能動的に貢献できるようになるのである。

そうした能力を有する個人の育成とそれを支える社会とを構想することは、歴史上、認識論・知識論が取り組んできた重要な課題のひとつである。個人の認識実践をよりよいものにしようとの思想は、アリストテレスやデカルトはいうまでもなく、現代のA・ゴールドマン (Goldman 1978) やS・スティッチ (Stich 1990) の議論に至るまで存続してきた。認識的側面に関わる社会構造の改良という思想もまた、古くはプラトンの『国家』やベーコンの『ニュー・アトランティス』に見出しうるものであり、現代でも規範的社会認識論や科学哲学などにおける中心的な課題であり続けている (cf. Goldman 1999, Kitcher 2001)。

脳神経科学リテラシーを身につけることが上述のようなことだとするならば、その教育理論と実践は、認識論におけるこうした伝統を引き継ぐものだとみることができるだろう。というわけで、ウィトゲンシュタイン風にいえば、脳神経科学リテラシー教育とは、「かつて知性改善論と呼ばれた課題の相続人」なのである。

#### 参照文献

- Burns, T. W. et al. 2003. Science Communication: A Contemporary Definition, PUS, 12, 183-202.
- Churchland, P. M. 1995. *The Engine of Reason, the Seat of the Soul: A Philosophical*

*Journey into the Brain*. The MIT Press. 信原幸弘・宮島昭二訳『認知哲学——脳科学から心の哲学へ』産業図書、1997年

Churchland, P. M. 2007. What Happens to Reliabilism When it is Liberated from the Propositional Attitudes? In his *Neurophilosophy at Work*, Cambridge University Press, 88-112.

Gibbons, M. et al. 1994. *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. Sage.

Goldman, A. I. 1978. Epistemics: the Regulative Theory of Cognition. *Journal of Philosophy*, 75, 509-523.

Goldman, A. I. 1999. *Knowledge in a Social World*, Oxford University Press.

Hyslop-Margison, E. J. 2003. The Failure of Critical Thinking: Consider Virtue Epistemology as a Pedagogical Alternative. *Philosophy of Education Yearbook 2003*, 319-326.

金杉武司「技術倫理教育の方法論に関する考察」『哲学・科学史論叢』第六号、東京大学教養学部哲学・科学史部会、2004年、23-44頁。

Kitcher, P. 2001. *Science, Truth and Democracy*, Oxford University Press.

信原幸弘・原塑編『脳神経倫理学の展望』勁草書房、2008年。

Stich, S. P. 1990. *The Fragmentation of Reason*, The MIT Press. 薄井直樹訳『断片化する理性』勁草書房、2006年。

戸田山和久『知識の哲学』産業図書、2002年。

## (2) 科学哲学的観点 (担当：横山輝雄)

「リテラシー」は、もともとは「識字」あるいは「読み書き能力」のことであったが、それは先進国においてはすでに達成され、現在問題になっている「リテラシー」は、そこから転じて「現代社会において一般人に必要なとされる知識や能力」といった意味で使われている。たとえば「情報リテラシー」の場合でいえば、現在では情報機械が単に専門家だけが使うものではなく、通常の世界生活においても必要になったため、その使用法あるいは被害を受けないための「リテラシー」が必要だというわけである。「メディア・リテラシー」なども同様である。

「科学リテラシー」は、一般人における科学的知識の「欠如」にたいする危惧から問題が提起され、科学と社会の関係について各国で検討がなされるようになってきた。日本でも学術会議が2004年の総会で「社会との対話に向けて」という声明を採択し、「社会の科学・技術への意識と理解を喚起し、社会からの信頼と支持を得るための行動」にとりくむとした。2005年度からは「科学技術の智」というプロジェクトが発足し、科学技術リテラシー構築のための研究調査が行われた。そのプロジェクトが目指す科学

リテラシー像については、学術会議刊行の『学術の動向』2009年4月号での特集「全ての国民のための科学リテラシー」に収録された12編の論文で明らかにされている。科学リテラシーがいわれるようになったことには、いろいろな要因がある。科学技術が社会において大きな役割を演ずるようになり、また日常生活にも浸透するようになってきているので、それに関して一通りの知識をもっていることは、直接日常生活や職業で必要ではないとしても「常識」として求められるということがある。しかし、実際に「科学リテラシー」がいわれるようになった背景には、学校での「理科離れ」などの問題もある。高校における物理履修者の減少、大学理系学部の人気低下などである。さらにまた科学技術と社会の関係が変化し、科学技術をめぐるさまざまな社会的・倫理的問題が出てきたため、科学技術をどうするかを専門家だけには任せられないという意識が出てきたこともある。そのため「科学コミュニケーション」が科学リテラシーとともに問題になってきた。

科学コミュニケーションをめぐる議論は科学リテラシーと密接な関連をもっている。科学コミュニケーションの議論では、科学教育や科学ジャーナリズムについて以前から想定されていた「欠如モデル」が批判され、新たなものが求められている。「欠如モデル」とは、一般人あるいは市民は科学知識を欠いており、その空白を埋めることが科学リテラシーだとする考え方である。確かに市民が科学の最先端の知識を自然発生的にもつことはないだろう。それどころか、誤ったことが常識となっている場合さえある。地動説や進化論は、それが提唱された当初は社会の常識と衝突するものであった。欠如モデルでは、さまざまな回路を通して「科学を正しく伝える」ことが目標とされ、学校での科学教育や、科学ジャーナリズム、科学関連出版などが問題とされてきた。これは「科学啓蒙主義」と呼ばれる立場である。しかしそうした欠如モデルの限界がその後指摘されるようになった。社会における科学をめぐる論争や問題において、当初欠如モデルにもとづいて、専門知識を分かりやすく説明し、それを市民に理解してもらえば、疑問や不安が解消すると思われていたが、実際にはそうならなかった。科学者と市民それぞれの問題設定、あるいは「フレーミング」が異なっているために、コミュニケーションがうまくいかなかったからである。そこで欠如モデルに代えて「文脈モデル」などの新しい考え方が導入されることになった。科学コミュニケーションについてのこうした議論を、科学リテラシーにも導入する必要があるだろう。

欠如モデルではなく文脈モデルをとるとすると、脳神経科学研究の専門家、あるいはその基礎教育においてもリテラシー教育が必要だということが帰結する。これは欠如モデルからは全く出てこないことである。なぜなら、欠如モデルからすれば、脳神経科学の専門家は十全な知識の保持者であり、いわば「完全なリテラシー」の持ち主だからである。それゆえリテラシーがそれとして必要なのは、非専門家つまり一般人・市民の場合である。市民も理想的には専門家と同じ知識に到達すべきなのであるが、それは能力

的あるいは時間的などの理由によって現実には不可能なので、やむをえない「簡便法」として、「一般人向け脳神経科学の知識」を学べばよい、ということになる。それが欠如モデルからする脳神経科学リテラシーであり、市民のみが必要とするものである。

しかし、文脈モデルからすると脳神経科学の専門家養成においても、リテラシー教育が必要である。脳神経科学者がさしあたり研究を進めるためには従来のやり方でよいかもしれないが、近年強調されるのは、社会の側からの疑問などに答えるさいに適切に説明できるコミュニケーション能力が科学者にも求められていることであり、これは従来の専門知識の教育では達成できない。脳神経科学が社会のなかでどう受け止められているかについて、単に「市民はここまでしか分かっていない」とするのではなく、市民が脳神経科学に期待しているものは何か、何に疑問をもっているのかなどを的確に把握する能力が求められている。こうした能力はこれまでは科学者に要求されていなかったが、科学と社会の関係が以前とは変わった現在では、自身のキャリア形成の問題などをも含めて、こうした能力が必要とされるようになり、大学院教育などにも変化がおこってきている。それは、日本人で日本語を母語とする人が、そのことだけで外国人に対する日本語教師になれないことと同様である。日本人であれば、ことさらに文法や日本語音韻学の知識がなくも日本語を修得しているが、それだけでは外国人の日本学習者の疑問に適切に答えることはできない。同様に脳神経科学の専門家は、脳神経科学の研究はやっているが、それだけでは外国人ならぬ一般人にうまく説明ができない。これは、単なる「教育技術」の問題ではない。「科学者は科学内部の文脈に囚われ、文脈の多義性をとらえそこねることが多いようだ。…とりわけ一部の科学者は自らの学問伝統の文脈を唯一正しいものとみなし、文脈の複数性・多義性を頭から否定することもままみられる。ある学問伝統内でこのタイプの研究者が主流を占めると、いわゆる「専門家支配」による「圧政」が生じがちである。かくして、社会問題や倫理問題をはらむ科学の知については、科学者よりも、科学コミュニケーターや市民のほうが社会問題や倫理問題の文脈を的確にとらえることができる可能性がおおいに存在するのである」（廣野喜幸「伝えることのモデル」藤垣裕子・廣野喜幸編『科学コミュニケーション論』東京大学出版会、2008年、133頁）

欠如モデルから文脈モデルに転換することによって、市民のリテラシーの内容も変わってくる。これは、高校などにおいて、理科系進学者向けの基礎科目としての物理、化学などと、文系向けの「基礎理科」など、あるいは大学の教養科目において、同じ「物理学」や「化学」などの名称の科目が、文系と理系でその内容が異なっていたことなども共通の問題である。「科学リテラシー」は、高校や大学の教養課程においても、その理念がはっきりしていない。そこでは、やはり「簡便版」が基本になっている。初等理科教育においては以前から、「理科」教育をめぐって、「科学の体系」を重視する立場と、「生活の中での科学を」重視する立場との対立があったが、中等教育以降ではこ

れまで「生活派」的な科学教育の試みは日本ではほとんどなかった（「環境教育」などで多少それにあたるものがでてきている）。この点は、すでにそうした試みがなされている海外との違いである。欠如モデルではない、新しい科学リテラシーは、そうした方向をとり入れたものである。

しかし、欠如モデルについては、さらに立ち入って検討する必要がある。それは、「科学あるいは知」は、そもそもその本性上欠如モデルを要請するものなのではないか、という問題があるからである。現在でも科学リテラシーや科学コミュニケーションの議論の多くは、「科学」や「知識」について、それが何であるかを立ち入って理論的に検討せず常識的な見方に依拠している。「現在の科学ではまだ分からないことがある」ことが指摘される場合、それは逆に「科学で分かっていること」があることを前提にしている。ただ「現実に科学技術をめぐって社会的に論争のある問題では、まだ不確定である」といっているだけである。「科学で分かっていること」が、どういう性格の知であるかは明確にされていない。科学哲学的には、漠然とした実在論、対応説、あるいは反証主義、などいろいろなものがあるが、それを哲学的に厳密に規定しているわけではなく、何らかの意味で「進歩」「発展」が認められ、「現在の科学が（最終的ではないが）最も信頼できる知識」であり、それは「ピア・レビュー」に基づいて「ジャーナル共同体」によって認定される、というものである。したがって、現実の問題に科学的に解答を与えるのに現段階ではまだ不十分、あるいは当面解答がえられない場面で「だから意思決定に関しては、…」という方向に議論が進んでいく。これが「科学技術社会論（STS）」などでの議論である。こうしたことが間違っているわけではないが、ここには科学哲学的な考察によって、さらに検討すべき問題がある。

ラトゥールは、現代社会におけるさまざまな問題のあり方が以前と変質してきていることを「ハイブリッド化」の概念で特徴づける。科学者の実際の活動においては、研究予算の申請書を書いたり、その獲得のための様々な努力をしたりすることと、ある仮説を実験でテストすることは一連の研究活動であり、前者は科学にとって「外在的」なこと、後者が科学に「内在的」なこと、と解釈することは、研究活動が終わった後で回顧的に再構成したものであり、「作動中の科学」では一体となっている。あるいは現実の科学活動は、さまざまな文脈の中にあり、科学に「内在的」なもの「外在的」ものの区別は、さまざまな視点から考察する必要がある。このことが、科学リテラシーにおいても、文脈主義が必要な所以である。

したがって「作動中の科学」という場合、それはただ単に現在の段階での知識にはまだ分かっていないことがある、というだけではない。社会や文化全体のさまざまな文脈の中で、個々の具体的な科学研究がどのような意味をもっているのかを多面的に明らかにすることが必要である。こうしたことが重視されるようになったのは、20世紀の前半から後半にかけて科学研究の性格が社会との関係で大きく変化したことによる。

それは「ヨーロッパ型科学」から「アメリカ型科学」へ、「アカデミズム科学」から「プロジェクト型科学」へ、「モード1」から「モード2」へ、などと特徴づけられているものである。古いタイプの科学活動の場合、社会からの相対的独立性が強かったので、あまり「文脈」を考慮する必要がなかったのに対して現在ではそうでなくなっているという、科学についての知見を科学リテラシーにも反映させていく必要がある。

脳神経科学に関する市民のリテラシーは、単にこれまでの脳神経科学の教科書を簡便な形にしたものではない。そこには、市民と専門家の間のコミュニケーションの場面が想定されていなければならない。しかし、それは欠如モデルが考えるような「あやしげな脳文化人にだまされないために、正しい脳科学の知識を」ということではない。「文脈モデル」にもとづいた、新たな形のリテラシーを形成することが必要であり、それが本プロジェクトの目指すものである。

以上は、一般的な考察であり、実際にはさまざまな場面で、誰が何のためにどういう条件で、ということによってさまざまなリテラシーが必要なことは当然であり、場合によっては、欠如モデルによる知識獲得が有効なこともあるであろう。また、大学教育において、「脳神経科学リテラシー」は、「科学リテラシー」一般、「クリティカル・シンキング」「心理学（伝統的なそれ）リテラシー」などと関連させて、具体的なカリキュラムや教材などを作成していく必要がある。

#### 4.4.2.2 心理学的観点（担当：楠見孝）

##### 1) リテラシーとは

脳神経科学リテラシーとは、高次リテラシーの一つである。高次リテラシーとは、高次の思考スキルと経済、健康、政治などの内容的知識に基づく読解能力・コミュニケーション能力である。リテラシーは、もとは母語の読み書き（識字）能力、文字メディアによるコミュニケーション能力を指していた。これは、生活、学習、職業などの文化的行為を支える基礎技能であるその能力を基盤として、計算などの職業訓練に必要な能力を含む概念が機能的リテラシーであり、これらを基盤にした市民生活に必要な能力を後述の市民リテラシーと呼ぶ（楠見，印刷中）。

リテラシーは、近年、汎用的な認知的能力を指す概念として使われるようになってきている。たとえば、最近注目を集めているOECD生徒の学習到達度調査のPISA（Programme for International Student Assessment）は、社会の進歩に直面する市民の準備の度合いの評価の際の多面的な能力の認知的な側面、すなわち、知識とスキルを学力と呼ばず、リテラシーと呼んでいる。特に、人が、自律的に対処して、実生活に生かすことを重視し、教育は、分析、批判、創造などのスキルを育てる必要性を強調している。対象となる人は、学習者だけでなく、市民、職業人、家庭人などで、多面的な役割を持つ人を想定している。

ここでは、リテラシーを情報にアクセスし、管理・統合・評価する能力として位置づけている。これは、実生活での知識の応用のためのコミュニケーション能力である。それを読解リテラシー（書かれたものの理解、利用、熟考）、数学リテラシー（生活における数学的な根拠に基づく判断、数学の活用）、科学リテラシー（科学的知識を活用した、自然界を理解し、意思決定、証拠に基づいて結論を導く能力）に分けている。ここでのリテラシーは、批判的思考の構成要素である情報の評価や証拠に基づく推論などが基盤となっている。また、社会的、行動的な態度の側面では、自律的行動、協調関係を重視している。

こうした個別の高次リテラシーについて最も研究が進んでいるのが、科学リテラシーとメディアリテラシーである。この2つは、図1に示すように脳神経科学リテラシーを支えるリテラシーとして位置づけることができる。

科学リテラシーは、大きく3つに分かれる(Miller 1998)。(a)基本的な科学技術用語、概念の理解、(b)科学的な手法、過程の理解(例:実験、疫学)、(c)科学政策に関する問題の理解である。科学リテラシーは、急速に進歩する科学技術を理解するために必要であり、脳神経科学分野の理解のための基盤となるリテラシーである。

一方、メディアリテラシーは大きく2つに分かれる。(a)メディアの表現技法、制作過程、企業の目的の理解と、(b)メディアが伝える情報の吟味と批判的理解である。メディアリテラシーは、市民が脳神経科学などの新しい知識を獲得する際に重要な役割を果たしている。その理由は、第一に、市民の知識獲得の多くの部分は、テレビや新聞、雑誌などのマスメディアによることが多いためである。とくに、脳神経科学に関して学校時代に学んだ知識は古くなるため、科学の進歩や社会の変化に対応した知識を得るためには、マスメディアは利用しやすいリソースである。第二に、マスメディアからの知識獲得は、動機づけが高くなくても容易である。したがって、人が、メディアから伝えられる脳神経科学に関する情報を正しく理解し、適切な行動をするためには、メディアリテラシーと後述の脳神経科学リテラシー、批判的思考のスキルと態度を身につける必要がある。

## 2) 脳神経科学リテラシーとは

脳神経科学リテラシーは、前述の科学リテラシーをより特化した高次リテラシーとして位置づけることができる。科学リテラシーに対応させて大きく3つに分けることができる。

(a)脳神経科学に関わる情報を獲得し、理解する能力。これは脳神経科学の概念、体系的性、科学的方法論の理解（科学リテラシーを含む）。

(b)人間の脳と心、行動に関わる医療、福祉、教育、メディアなどに関する問題の理解。これは、認知症、薬物中毒、抗うつ剤、自閉症、脳トレなどについての知識を含む。

(c)脳神経科学を日常生活に適用し、決定や行動をする。これは脳神経科学に関する本

やTV番組理解、脳トレなどの利用、受診など、さらに、向精神薬の是非などの倫理的な考察も含む。

なお、脳神経科学リテラシーよりも古くから制度化され、大学の授業等で教えられている心理学リテラシーは、科学リテラシーや脳神経科学リテラシーと対応させて、次のように定義できる。(a)心理学に関わる情報を獲得し、理解する能力(心理学の概念、体系性、科学的方法論の理解(科学リテラシーを含む)、(b)人間の心と行動に関わるサービス、教育、福祉、メディアなどに関する問題の理解、(c)心理学を日常生活に適用し、決定や行動をする(例:記憶、教育、メンタルヘルス)である。さらに、これらの個別の学問領域において研究を行い、学術論文を読んだり書いたりする研究者として活動するためには、これらの一連のスキルからなる研究リテラシーを獲得する必要がある。

### 3) 脳神経科学リテラシーと心理学リテラシーの相違

両リテラシーの共通性は、第一に、内容(知覚、記憶、意思決定、感情、発達など)は重なる部分が多い。たとえば、知覚は現実世界の忠実な再現ではない、人の合理性には限界があり、限定された合理性をもっている等である。

第二は、目的が、人の心、行動を記述、説明、予測、制御する科学で共通する。第三に、自己理解、人間理解に結びつき、このことで多くの人々が、関心を持つことから、書籍、TVなどでの一般向き紹介、教育、ビジネスなどへの応用される点がある。たとえば、「子育てに生かす」、「ビジネスに生かす」という形で一般向きに紹介されることがある。大学の心理学の授業においておこなうことは、通俗心理学からの脱却と心理学リテラシーの育成であり、心理学用語でうわべをかざった擬似科学や心理ゲーム、通俗心理学に対する批判的な検討をすることになる。これは脳神経科学リテラシーにおいても同様と考える。

両者の相違点の第一は、説明の水準の違いである。脳神経科学は、脳神経レベルでの還元主義的説明を行うのに対して、心理学は、多くは行動レベルの説明が中心である。それに飽き足らない心理学者の一部は、理論やモデルの脳神経科学的基盤を解明して、心理学的・脳神経科学的実在性を示すことを目指している、第二は、脳神経科学は、心理学に比べて、より難解、科学的である。これは、脳神経科学の方法論(脳画像の活用)が、市民にはアクセスが不可能であり、そのことによって市民が情報を無批判に受け入れてしまうことになる。たとえば、脳科学の成果を紹介する記事に脳画像を説明につけることによって、説明の信頼度が高まることが報告されている(e.g., McCabe & Castel 2008)。



図1 脳神経科学リテラシーの構造

#### 4) 批判的思考態度

脳神経科学リテラシーは、図1に示すように、主に科学リテラシーとメディアリテラシーに支えられており、これらを学習し、生活の中で行動に移すときには、その土台として、批判的思考態度が重要な意味を持つ。批判的思考態度には、(a)論理的思考過程の自覚（自分の論理的な思考のステップに注意を向け実行しようとする）、(b)探求心（さまざまな情報や知識を求め、多様な考え方に興味をもつ）、(c)客観性（主観にとらわれず偏りのない判断をしようとする）や(d)証拠の重視（信頼できる事実や証拠に基づいて判断しようとする）（以上は、平山・楠見 2004）、そして、(d)熟慮(省察)的態度(reflective attitude) などがある。熟慮的態度とは衝動的決定をせずに、満遍なく情報収集し、時間をかけて慎重に考える態度である。

#### 5) 市民リテラシーとしての脳神経科学リテラシー

人は、良き市民として生活を送るためには必要な情報を読みとり、適切な行動を行うための能力、すなわち市民リテラシーを獲得する必要がある。

市民リテラシーとは、市民生活に必要なリテラシーである。これは、高次の思考スキルと経済、健康、政治などの内容的知識に基づく読解能力・コミュニケーション能力である。市民リテラシーは、機能的リテラシーに加えて、市民生活に関わる多くの分野の知識に支えられたマルチリテラシーである。その内容は、メディア、健康、科学、リスク、経済、リーガルの各リテラシーなどを含んでいる。特に、政治の理解や参加は、市民教育(citizenship education)のなかで重視されている。その中で、脳神経科学リテラシーは、関連する健康リテラシーなどに比べると、その学問の専門性の高さから、市民リテラシーの1つとしては、十分認知されていない。市民リテラシーとして、病気にならずに元気に暮らすためには健康リテラシー(楠見・上市 2009)、そしてマスメディアからの情報を適切に読み解くにはメディアリテラシー、急速に進歩する科学技術を理解する

ためには科学リテラシー、リスクに対処するにはリスクリテラシーの重要性が指摘されている。脳神経科学リテラシーを、市民リテラシーに位置づけることは今後の課題である。

脳神経科学は専門家のものでなく、市民リテラシーの一部として、市民の脳神経科学リテラシーを高めるためには、科学的な方法論や思考法（探求のプロセスの理解）や基礎知識としての科学リテラシー、メディアを読み解くリテラシー、人の心に関する体系的な心理学リテラシーなどのマルチリテラシーと批判的思考を育成することが重要と考える。

#### 引用文献

平山るみ・楠見孝「批判的思考態度が結論導出プロセスに及ぼす影響：証拠評価と結論導出課題を用いての検討」『教育心理学研究』52(2)、2004年、186-198頁。

楠見孝「大人の学び：熟達化と市民リテラシー」渡部信一（編）・佐伯胖（監修）『「学び」の認知科学事典』大修館書店、印刷中。

楠見孝、上市秀雄「人は健康リスクをどのようにみているか」吉川肇子（編）『健康リスクコミュニケーションの手引き』ナカニシヤ出版、2009年、96-115頁。

McCabe, D.P. & Castel, A.D. (2008). Seeing is believing: The effect of brain images on judgments of scientific reasoning, *Cognition*, 107, 343-352.

Miller, J.D. (1983). Scientific Literacy: A conceptual and empirical review, *Daedalus*, 112, 29-48.

#### 4.4.2.3 社会的観点

##### （1）政策的観点（担当：原塑）

##### 1) 脳神経科学の産業化の背景

この20年間、日本経済は停滞し続け、日本の経済力を示す様々な指数が急激に低下しており、日本経済を成長路線に乗せることが、最も重要な政策的課題となっている<sup>6</sup>。

経済成長率は、資本寄与、労働力寄与、それらの残余である全要素生産性という三つの要素に分けて分析される。この中で、全要素生産性は、成長率の中で労働と資本の投入の増加によって説明できない部分であり、これがイノベーションによる生産性の向上、つまり革新的技術開発による経済力の強化の部分におおむね相当すると理解されている（文部科学省 2008年：22頁）。日本では、経済成長率において全要素生産性が

<sup>6</sup> たとえば、GDPの国際ランキングでは、日本は、2000年に世界第3位だったのが、2006年には第18位にまで順位を下げている。また国際競争力ランキングは1993年には第1位だったのが、2007年には世界第24位である。それと並行して、世界経済全体における日本経済が占める比率も1994年における17.9%から2006年における9.1%とこの10年余りの間で半減している。

占める割合が、アメリカやイギリスと比較してかなり小さい。つまり、日本はイノベーションの創出によって経済成長をもたらすことに失敗している。他方、日本では、少子高齢化が進み、労働者人口が減少しているため、経済成長率における労働力寄与分が現状ではマイナスであるが、今後も労働人口の大幅な増加は期待できない。また、成長率における資本寄与分の増加を目指して、投入する資本の量を増やしていったとしても、そこから帰結する生産の増分は頭打ちになることが知られている。このような少子高齢化による経済力の低下や資本増加による経済成長の限界を超えて高い経済成長を達成するためには、国内の科学研究を積極的に振興し、それをイノベーションの創出に結びつけることが不可欠だと考えられている<sup>7</sup>。このため、科学研究に莫大な財政的支援が継続的に行われており（2006年日本政府や日本企業が支出した研究費は18.5兆円で、GDPの3.61%にあたる）、また産学連携を強化するための制度的枠組みが作られている。こうした政策的誘導により、大学が、教育機関としての役割に加えて、イノベーションの基礎となる革新的科学研究や技術開発を行う機関としての役割を担うようになることが期待されている。

## 2) 脳神経科学に対する戦略的支援

脳神経科学研究、ガン研究、ゲノム研究は、ライフサイエンスの中で政府からの重点的な財政的支援を受ける研究分野であるが、最近になって、脳神経科学研究を戦略的に振興していこうとする動きが現れている<sup>8</sup>。これには、大きく二つの理由がある。第一の理由は、脳はあらゆる認知活動の生物学的基盤であるために、これまで人文科学や社会科学で蓄積されてきた人間についての科学的知見を、脳機能を調べていくことによって生物学的観点から統合的に再解釈していくことができるかもしれないと考えられていることである。このことを通じて、脳神経科学は、人間や社会に対する理解の深化に貢献できる。第二の理由として、脳神経科学研究は、社会の高齢化から生じる社会的コストを軽減するための技術として活用可能だと考えられていることがある。人口減少と高齢化が進めば、労働人口が減少し、経済成長率が鈍化するが、それだけではなく、高齢化社会では認知症やうつ病など精神の病にかかる人口も増加し、その治療や介護のために

---

<sup>7</sup> 平成20年版『科学技術白書：国際的大競争の嵐を超える科学技術の在り方』は、以下の文言から始まっている。「今後、我が国が向かう先には、これまでとは全く異なる激しい国際的な競争が、恐るべき嵐となって立ち塞がっている。この嵐を越えなければ、我が国は世界の主要なプレイヤーからの脱落を余儀なくされ、近日の豊かで安定した国民生活を失うことになるおそれもある。人口減少が進み、未曾有の少子高齢化により、国力の源泉である労働人口の急速な回復が見込めない今、イノベーションを創出し、生産性を向上させることが、我が国にとって不可欠である。」（文部科学省 2008年：2頁）

<sup>8</sup> 2007年10月18日に文部科学大臣から「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」検討するようとの諮問が、科学技術・学術審議会がだされ、それに基づき脳科学委員会が作られ、脳科学研究の推進戦略が検討されている。

多大な社会的コストを要するため、生産性が低下する懸念がある。このため、老化の制御や精神神経疾患の原因の解明、予防法や治療法の確立は社会の存続のために極めて重要である。

脳神経科学研究の中で産業化が特に期待されているのが、脳情報双方向活用技術 (interactive brain information technology: IBIT) であるが、これは入力型BMI (brain machine interface) と出力型BMIを組み合わせることで、身体を媒介とせずに脳と外界とで情報をやりとりする技術のことである(科学技術振興機構 研究開発戦略センター 2007年)。この技術により、高機能の義肢や人工感覚器、効果的な脳リハビリテーション法の開発が期待されている。また、ニューロマーケティングにも応用可能である。このように、IBITは、ITに続く新たな通信技術として、大きな社会的、経済的インパクトをもつ可能性がある。

### 3) イノベーションを生み出す研究開発体制

脳神経科学研究に基づく革新的技術開発を行っていくためには、どのような研究開発体制を作っていけばよいのだろうか。また脳神経科学研究やその技術開発に携わる人々がどのような知識(つまり、脳神経科学リテラシー)をもてばよいのだろうか。比較対象として、IT産業と自動車産業を見てみよう。

1980年代までアメリカのコンピュータ産業はIBMに独占される状態だったが、その後水平化が進み、現在では中小規模の多数の企業(1000社から1500社)からなるクラスター状の構造になっている。この構造転換により、1990年代の5~6年間に、コンピュータ産業全体の市場価値は3倍近く増加している(ボールドウィン 2002)。

垂直的統合の分解は、研究組織にも大きな影響を与える。商品開発を市場に任せる水平的産業構造では、それぞれの企業の規模を小さくし、必要な科学的知見や技術を持っている外部の研究機関と柔軟にネットワークを結んで商品開発を進めるという方式が採用される。このために水平的生産組織を作るためには、同時並行的に産学連携を効率的に進める制度的体制作りが必要となる(西村 2003)。ここで、大学や公的な研究機関に期待されていることは、先端的な科学研究を行い、革新的な科学的知見を競争力のある商品の開発につなげていく基礎を作ることである。

しかし、垂直的産業構造の解体や産学連携の推進が、すべての産業にとって有用であるとは言えない。典型例は、自動車産業である。乗用車の構成部品は2万から3万個と数多く、安全で効率的な走行を可能とするためには、走行時における各部品の機能の複雑な影響関係を突き止め、微妙な調整を行っておく必要がある。したがって、乗用車の開発過程では、開発に関与する技術者の間で綿密なすり合わせ作業が欠かせず、市場でばらばらに調達してきた部品を組み立てるといった仕方では乗用車の生産を行うことはできない。このため、自動車の生産には、水平的な産業構造ではなく、垂直型の産業構造

が望ましい（藤本 2006、藤本他 2007）。というのも、単一の企業の中で、頻繁な配置転換を経験することにより、技術者は、商品開発に必要な情報を共有し、共通した暗黙知を形成することができ、すり合わせ作業を効率的に行うことができるからである（後藤 2006, pp. 7-8）。

ある機器とその生産工程のアーキテクチャ（構造上の特性や設計思想）と、その機器を生産する産業構造との相性によって、その産業の競争力が決まる。自動車のように、部品の相互依存性が高く、部品それぞれの性質を決める際に他の多数の部品の性質を考慮しなければならない統合的な製品（インテグラル型製品）を開発するためには、垂直的に統合された企業組織が適しており、コンピュータとその周辺機器のように標準化されたインターフェイスがあらかじめ定められている製品（モジュール型製品）を開発するためには、市場に存在する中小の企業に個々のパートの商品開発を分担させるような水平的な組織を作ればよい（藤本他 2007）。

研究開発する複雑な機器を、機能的に独立性の高い部品から組み立てられるように設計することをモジュール化という（青木 2002）<sup>9</sup>。モジュール化の程度が高い機器では、構成要素となる個々の部品の技術開発は、他の部品の技術開発とは独立に行うことができる。そこで、多数の中小企業が、特定の部品に特化した技術開発を、世界中に広がった市場の中で競争的に行うために、大きなイノベーションが起こりやすい。また、モジュール化の進んだ製品の技術開発に携わる人々は、それぞれが手掛けている装置に特化した知識を持てばよく、組み立てられる製品全体に対しては深い知識をもつ必要はない。これとは対照的に、モジュール化の程度が低い機器では、個々の部品の研究開発を行う際に、他の部品に研究開発を行っているグループとのすり合わせ作業が欠かせない。個々の部品における技術的改良は、他の部品とのバランスを考慮しながら行われ、個々の部品の研究開発のために世界規模の市場から競合関係にある多数の研究グループを呼び寄せることもできないため、大規模なイノベーションは起こりにくい。また、個々の部品の研究開発に当たる人々は、他の部品の研究開発に必要な知識も持っていない。つまり、技術者は、多分野にわたる幅広い知識を保持している必要がある。

---

<sup>9</sup> コンピュータ科学では、情報処理システムにおいて、情報処理を「見える」情報（つまり明示的規則によって処理される情報）と「隠された」情報とに分離した上で、「隠された」情報は、独立したユニットにおいて必ずしも明示的規則には従わない仕方で情報処理されるものとして設計した場合、その「隠された」情報処理を行うユニットが、モジュールと呼ばれる（ボールドウィン&クラーク 1997）。各モジュールは特定の情報処理課題を担当する（つまり、領域特定のである）。モジュール化は、カプセル化されたサブシステム（モジュール）を汎用性の高いインターフェイスで結合するような仕方でシステム全体を構成することである。認知科学では、ある認知サブシステムをモジュールと見なすことができるかどうかを判断する基準として、そこでの情報処理がカプセル化されているかどうか、領域特定のであるかどうかという視点に加えて、それが生得的であるかどうかという視点も重視される（Coltheart 1999）。認知システムの生得性は、神経科学の産業化可能性とは関係しないので、ここでは考慮しない。

#### 4) 脳はモジュール型のシステムか

人間の認知機能は、知覚、記憶、意思決定、感情、言語などと区別されるが、そういった認知機能が別々のモジュールによって情報処理されていれば、脳をモジュール型のシステムと見なすことができる。脳が物理的組成と機能の両面でモジュール型である、つまり脳機能が局在的であり、それぞれの認知処理が相互に独立して行われている場合、脳がインテグラル型のシステムである場合と比較して、IBITの研究開発はかなり容易になる。というのも、もしも脳がモジュール型なら、ある特定の認知機能に関する情報を脳から入出力する技術開発を行う場合、脳機能全体を考慮する必要はなく、その認知機能が局在している脳部位の機能とその部位の操作方法だけを検討すれば済むからである。その結果、それぞれの認知機能に関するIBITの研究開発は、研究プロジェクトとして独立に行うことができ、プロジェクト間でのすり合わせ作業はさほど必要なくなるのである。

これとは対照的に、もしも脳がインテグラル型であるのならば、つまり認知機能の局在性が低く、文脈に応じて認知機能を担う部位が柔軟に変化し、またそれぞれの認知機能が相互に強く影響しあう場合には、それぞれの認知機能に関するIBITの研究開発は、困難になる。というのも、個々の認知機能に関するIBITの研究開発を行う際に、脳機能全体を考慮しなければならなくなるため、それぞれの研究プロジェクトの間で密接なすり合わせ作業が必要となるからである。

では、脳はモジュール型なのか、インテグラル型なのか。現状では、どちらとも結論づけられない。脳の機能局在性を示唆する現象（例えば、ある脳部位を破壊することで特定の機能だけを消失させることができる）と脳の高い可塑性を示唆する現象（例えば、水頭症のために大脳皮質の大半を失っているのに高い知性をもった人間がいる）の両方が存在するからである。

しかし、脳の機能区分をどれほど明確化したとしても、コンピュータと同程度まで脳をモジュール化できるとは考えにくい<sup>10</sup>。どちらかといえば、少なくとも乗用車程度にはインテグラル型であると考えられるだろう<sup>11</sup>。もしもそうだとすると、脳神経科学に基づくイノベーションを創出していくためには、その技術開発に当たる技術者が脳機能全般に対して深い知識をもっておく必要があるだろう。また、脳研究を専門に行っている研究者たちも、人間の認知を研究している人文・社会科学分野—心理学や認知科学、政治学、経済学、社会学、言語学、宗教学、文化人類学、哲学、倫理学など—に加えて、情報科学、コンピュータ科学などについて一通りの理解を持つておく必要がある。脳神経

<sup>10</sup> 脳全体をモジュールの組み合わせによって構成されたものとして記述することを、「脳をモジュール化する」と呼ぶことにする。

<sup>11</sup> フォーダーは脳の認知機能をモジュール化できるかどうか詳細に検討しているが、彼の主張は知覚や運動など情報の入出力に関わるサブシステムはモジュールと見なすことができるが、情報処理を行う中央システムはモジュール化できないということである (Fodor 1985)。

科学リテラシーは、このような多様なアプローチによって脳や認知にアプローチする人々の相互理解を助け、脳神経科学に基づくイノベーションの創出に不可欠な他分野の研究者や技術者とのすり合わせ作業を円滑に進めるための知識上のプラットフォームとなるべきものである。

### 5) 広告における脳神経科学知識の短絡的使用

脳神経科学の産業化を効果的に進めていくためには、産業界と科学者集団、行政府が協力して、脳のアーキテクチャに適合的な研究開発体制を作っていく必要がある。現時点ではその取り組みは始まったばかりであり、実際に脳神経科学上の知識に基づく技術が実用化されるまでにはかなりの時間がかかるだろう。しかしながら脳神経科学の産業化の動きは今後とも加速していくと考えられ、産業界の中に、まだ十分には確立していない脳神経科学上の知見を—やや安易な仕方—活用していこうとする動きが現れる可能性がある。

脳神経科学上の知見を添加することで広告文をより説得的に印象付けることができることを示唆する実験がある。ワイズベルクは、人々が心理学現象を説明した文章を理解しようとしているときに、横から脳神経科学関連情報を付け加えてやると、その付加的情報の効果で説得力が高まったと感じるのではないかと予想し、その予想の妥当性を調べている (Weisberg et al. 2008)。

#### A 実験課題

問い: 次の文章は人間の心理的特性について述べています。この心理現象が起こる仕組みを説明した文章が続きますので、それらを読み、その説明がどれくらい説得的だと思うか評価下さい。

半数の人々が知っていることがわかっている様々な事実を集めたリストがあります。被験者の方々に、そのリストを見せ、どの事実を知っているのか質問しました。続けて、それぞれの項目について、大体どれくらいの割合の人々が知っているようなか推測してもらいました。

その結果、ある事実について被験者本人が知っている場合には、それによって他人がその事実を知っているかどうかについての判断が影響されてしまうことがわかりました。本人が知っている事実については他人も知っているだろうと思込んでしまう傾向が高かったのです。

たとえば、コネチカット州の州都はハートフィールドですが、このことを知っている人々は、「80%くらいの人々がこの事実を知っているだろう」と予測しましたが、実際には約半数しか知りません。

研究者は以上の現象を「知識の呪縛」と呼びました。

B		妥当な説明	妥当でない説明
脳科学なし	1.	他人が知っているかどうか考える時、自分の視点を切り替えることができず、自分自身の知識を誤って他人に投影してしまうため。	2. 人間は自身が知っていることを判断する方が得意なので、他人が持っている知識を判断しなければならないときに間違えやすいから。
	3.	脳スキャンの結果から、自己知に対する前頭葉神経回路の関与が指摘されているが、他人が知っているかどうか考える時、自分の視点を切り替えることができず、自分自身の知識を誤って他人に投影してしまうため。	4. 脳スキャンの結果から、自己知に対する前頭葉神経回路の関与が指摘されているが、人間は自身が知っていることを判断する方が得意なので、他人が持っている知識を判断しなければならない時に間違えやすいから。
脳科学あり			

この実験の被験者は、脳神経科学についての知識のない一般人、脳神経科学入門の授

業を受講中の学生、脳神経科学の学位取得者の三グループであり、上記の表のAのような実験課題文を読むことを求められる。Aはある心理学上の現象を説明する文章である。続いて、その心理学現象が生じる理由を説明した複数の文章の内の一つを読まされる。理由説明文には、Bにあるように、科学的に妥当なものと妥当でないもの、脳神経科学上の蛇足な情報が付加されているものとそのような付加がないものがある。被験者は、これらの理由説明文の説得力を7段階のスケールで評価する。

この実験から興味深い結果が得られている。脳神経科学上の知識を持たない人々や脳神経科学について初歩的な知識しか持たない人々は、脳科学情報の付加がある場合に、理由説明文の説得力がより高いと判断する傾向を示す。それに対して、脳神経科学の専門的訓練を受けた人々は、たとえ妥当な理由説明文であっても、蛇足的な脳神経科学上の情報が付加されると、説得力が低いと判断する。この実験に示されているように、一般の人々（脳神経科学に関する教育を受けていない人々や初歩的教育しかを受けていない人々）は、脳神経科学上の知見を与えられると、たとえそれが蛇足的であっても、心理現象の理由説明文をより妥当だと誤って判断する可能性があるのである。

また、別な実験では、脳神経科学上のデータを棒グラフでなく、fMRI（機能的磁気共鳴画像法）による脳画像を使って提示することで、脳神経科学情報を付加することによる説得力の向上効果がより強められることが確かめられている (McCabe & Castel 2008)。これらの実験は、脳神経科学情報や脳画像を広告とうまく組み合わせれば、その広告の説得力を高め、販売を促進できる可能性があることを示している。

広告に登場する脳科学情報に対して批判的態度をとり、その妥当性を冷静に評価する能力は、詐欺的な広告に惑わされないために一般市民が身につけるべき脳神経科学リテラシーの一部であると考えられる。このような脳神経科学に対する批判的思考力を身につけた人々が増えれば、単なる宣伝効果を期待して企業が短絡的に脳神経科学上の知見を使用しようとすることは少なくなることが期待できる。そのような状況が成立して初めて、脳神経科学によるイノベーションの創出を目指して産学官が生産的な協力関係を結ぶための環境が整うことになる。

## 文献

青木昌彦「産業アーキテクチャのモジュール化：理論的イントロダクション」青木昌彦、安藤晴彦編著『モジュール化：新しい産業アーキテクチャの本質』東京経済新報社、2002年、3-33頁。

ボールドウィン、カーリス・Y「モジュール化のコストと価値」青木昌彦、安藤晴彦編著『モジュール化：新しい産業アーキテクチャの本質』東京経済新報社、2002年、67-98頁。

Baldwin, C.Y., & Clark, K.B. 1997. Managing in an age of modularity. *Harvard*

*Business Review*, September-October 75, 84-93. カーリス・Y・ボールドウィン、キム・B・クラーク「モジュール化時代の経営」（安藤晴彦訳）青木昌彦、安藤晴彦編著『モジュール化：新しい産業アーキテクチャの本質』東京経済新報社、2002年、35-64頁。

Coltheart, M. 1999. Modularity and cognition. *Trends in Cognitive Sciences* 3, 115-120.

Fodor, J. 1983. *The Modularity of Mind: An Essay on Faculty Psychology*. The MIT Press. ジェリー・フォード『精神のモジュール形式：人口知能と心の哲学』伊藤笏康、信原幸弘訳、産業図書、1985年。

藤本隆宏「アーキテクチャの比較優位に関する一考察」後藤晃、児玉俊洋編『日本のイノベーション・システム：日本経済復活の基盤構築にむけて』東京大学出版会、2006年、199-228頁。

藤本隆宏、東京大学21世紀COEものづくり経営研究センター『ものづくり経営学：生産業を超える生産思想』光文社新書、2007年。

後藤晃「日本のイノベーション・システム：強みと弱み」後藤晃、児玉俊洋編著『日本のイノベーション・システム：日本経済復活の基盤構築にむけて』東京大学出版会、2006年、1-17頁。

科学技術振興機構 研究開発戦略センター編「戦略プログラム：脳情報双方向活用技術」2007年。

McCabe, D.P., & Castel, A.D. 2008. Seeing is believing: The effect of brain images on judgments of scientific reasoning. *Cognition* 107, 343-52.

文部科学省編『平成20年版 科学技術白書』2008年。

文部科学省研究振興局編「脳科学研究ルネッサンスー新たな発展に向けた推進戦略の提言ー」2007年。

西村吉雄『産学連携：「中央研究所の時代」を超えて』日経BP社、2003年。

Weisberg, D.S., Keil, F.C., Goodstein, J., Rawson, E., & Gray, J.R. 2008. The seductive allure of neuroscience explanations. *Journal of Cognitive Science* 20, 470-7.

## （2）人間観の変容の観点（担当：鈴木貴之）

脳神経科学の発展は、脳にかんする知識をもたらすだけでなく、われわれの社会にさまざまな変化を引き起こす。たとえば、脳神経科学の知識は、生活のさまざまな場面で応用可能である。精神疾患の薬理的治療はすでに行われているし、将来は、犯罪捜査に脳画像技術を用いたマインド・リーディングを利用することなども、可能になるかもしれない。このような脳神経科学の応用は、社会にさまざまな倫理的問題を引き起こすと考えられる。しかし、脳神経科学が社会にもたらす影響は、それだけにとどまらない。

脳神経科学の知見は、われわれの人間観に根本的な変化をもたらすかもしれないのである。

ここでは、自由意志を例に考えてみよう。われわれは、自らの行為を自ら選択し、選択した行為を意志し、その意志に従って実際に行為すると考えられている。つまり、常識的な人間観によれば、われわれは自由意志を有しているのである。

現在のさまざまな社会制度も、われわれは自由意志を持つことを前提としている。われわれは、自らの行為の帰結にたいして責任を有する。われわれは、自らの行為が望ましい帰結をもたらせば賞賛され、望ましくない帰結をもたらせば非難される。さらに、ある種の望ましくない帰結に堪しては、たんに非難されるだけでなく、刑罰を科されることもある。このように、われわれが行為の結果にたいして賞罰を科されるのは、われわれが自らの行為に責任を有しているからであり、われわれが自らの行為に責任を有するのは、われわれが自らの行為を自ら自由に選択できるからである。このように、われわれは自由意志を有するという常識的な見方は、責任や賞罰をめぐる社会实践の前提となっている。われわれは自由意志を持つという考えは、常識的な人間観の中核をなしているのである。

ところが、近年の脳神経科学研究は、われわれが自由意志を持たないことを示している、と言われることがある。そのような議論には、おもに二つの種類がある。第一の議論は、脳神経科学の知見によれば、われわれの行為は脳の活動によって引き起こされるが、脳の活動は脳神経科学等の法則によって決定されており、そこには自由な選択や自由意志の余地は存在しないのではないかと、いうものである。脳神経科学によれば因果的決定論が正しいことになり、自由意志は否定されるというのである。第二の議論は、脳神経科学の知見によれば、われわれの行為はわれわれの意識的な熟慮や決定とは別の要因によって生み出されており、それゆえ、自由意志は否定されるというものである。たとえば、ベンジャミン・リベットは、実験によって、われわれが手を動かそうと意志するとき、その数百ミリ秒前に手を動かすための脳の活動がすでに始まっているということを明らかにした。この実験結果が正しいとすれば、私の手の運動を引き起こしているのは、手を動かそうという私の意識的な決定ではなく、私自身が意識していない脳の活動であるということになる。そして、このことは、自由意志の成立を脅かすように思われるのである。

これらの知見や議論によって自由意志が否定されるとすれば、その影響は深刻なものとなるだろう。上で見たように、われわれが自由意志を持つということは、責任と賞罰をめぐる社会实践の前提となっている。したがって、われわれが自由意志を持たないとすれば、これらの実践には根本的な修正が必要になるかもしれない。刑事司法制度を例に考えてみよう。ある人が罪を犯したとき、現在の司法制度では、その人は逮捕され、起訴され、裁判の判決に応じて一定の刑罰を科される。この制度は、犯罪者が自らの意

志で犯罪行為を選択し、それゆえ、犯罪行為の結果にたいして責任を有しているということ的前提としている。しかし、われわれの行為がすべて脳の過程の産物であるとすれば、犯罪行為を罰するのは不適切であるように思われる。自ら自由に選択した行為でなければ、責任を負うことはできないように思われるからである。

自由意志が否定されることの影響は、これにとどまらない。自由意志が否定されれば、われわれは、行為の帰結に責任を有することができなくなるため、互いの行為を賞賛したり非難したりすること自体が不適切であるということになるかもしれない。また、われわれの意識的な熟慮がわれわれ自身の行為に影響を持たないとすれば、自らの行為について熟慮すること自体が無意味になってしまうかもしれない。

では、脳神経科学は、常識的な人間観に、本当にこのような重大な変化をもたらすのだろうか。まず、第一の議論について見てみよう。第一の議論は、脳神経科学によれば決定論は正しく、それゆえ自由意志は成立しない、というものである。この議論には、二つの前提がある。

前提①：決定論が正しいならば自由意志は成立しない。

前提②：脳神経科学によれば、決定論は正しい。

結論：自由意志は成立しない。

ここで問題となるのは、前提①は決して自明ではないということである。われわれの行為が自然法則によって決定された因果的過程の産物であるとしたら、そのことは、自由意志の成立の妨げとなるのだろうか。これは、因果的決定論と自由意志は両立しうるかという問題であり、哲学的な自由意志論において、古くから論じられてきた問題である。そして、この問題にたいしては、今日でも、両立論者と非両立論者が激しい論争を続けている。第一の議論は、前提①が正しいということを経験的に受け入れなければ成り立たない。しかし、前提①が正しいかどうかについては、依然として結論は出ていないのである<sup>12</sup>。

第二の議論についても同様である。第二の議論は、脳神経科学によれば、われわれの行為は常識的な人間観とは異なる仕方で生み出されているということから、自由意志の成立を否定するものである。リベットの実験に依拠するタイプの議論を例にとれば、ここにも二つの前提があることがわかる。

前提①：われわれの行為が無意識的な脳の活動によって引き起こされているとすれば、自由意志は成立しない。

---

<sup>12</sup> また、前提②において、神経科学が重要な役割を果たしているかどうかにも疑問がある。この議論においては、ミクロレベルの物理学において決定論が成り立つことが示されれば十分である。

前提②：脳神経科学によれば、われわれの行為は無意識的な脳の活動によって引き起こされている。

結論：自由意志は成立しない。

ここでもやはり、問題となるのは前提①の妥当性である。われわれの行為が無意識的な脳の過程によって引き起こされていることは、自由意志の成立を妨げるだろうか。一方で、われわれの行為が催眠中に植え付けられた無意識的な心的状態によって生み出されたというような場合には、われわれは、それは自由な行為ではないと考えるかもしれない。他方で、ある行為が自分でも気付いていない好意によるものだというような場合には、われわれは、それが自由意志を否定するとは考えないだろう。どのような心的過程や脳内の過程が自由意志成立の妨げとなるのかについて、われわれは、明確な直観を持っていないのである。

このような検討によって、次のようなことがわかる。一方で、脳神経科学は常識的な人間観やそれを前提とした社会制度などに、重大な変化を引き起こす可能性がある。しかし他方で、脳神経科学研究から人間観の変化を導くものとして現在なされている議論は、決定的なものではない。

このような状況をふまえるならば、脳神経科学研究が人間観に与える影響にかんして、いくつかの注意点を指摘することができる。第一に、脳神経科学者は、脳神経科学研究が社会に大きな影響力を持つということを理解する必要がある。脳神経科学は、たんに科学的知識を増やし、さまざまな場面で応用可能であるというだけでなく、われわれの社会制度や人間観・世界観に影響を与える。この点で、脳神経科学は、物理学や化学とは異なっている。物理学は、世界の成り立ちにかんする重要な知識をもたらし、原子力発電や核兵器などへの応用をめぐって、社会に深刻な問題を引き起こす。しかし、物理学の知識そのものが、われわれの常識的な人間観を変えることはない。これにたいして、脳神経科学は、常識的な人間観そのものを変化させるかもしれないのである。

第二に、社会的影響の大きさをふまえれば、脳神経科学者は、脳神経科学研究が持つ意味を、慎重に、そして正確に評価し、社会にたいして伝えていく必要がある。たとえば、上で言及したリベットの実験から、ただちに「脳神経科学によってわれわれは自由意志を持たないことが示された」と結論づけることは、きわめて不適切である。専門家である脳神経科学者は、このような不正確な推論や、研究結果の拡大解釈を慎まなければならない。また、専門家である脳神経科学者は、一般市民による脳神経科学の知識の受容にも注意を払う必要がある。一般市民は、脳神経科学の知見が何を意味するかということについて、さまざまな誤解をするかもしれない。たとえば、動物の脳の発達にかんする脳神経科学研究から、早期教育にかんする結論を導き出すような議論は、不適切な受容の一例と言えよう。このような場面では、専門家は、正確な情報発信を心がける

だけでなく、一般市民による科学的知識の不適切な理解に注意し、場合によっては、それをあらためることも必要だろう。

第三に、脳神経科学研究が人間観や社会制度にどのような含意を持つかを考えるうえでは、哲学、倫理学、心理学、科学論といった関連諸分野の研究者から、重要な貢献が期待できるだろう。たとえば、われわれの常識的な人間観がどのようなものかということや、ある科学的事実にはどのような含意があるかということを考えるうえでは、哲学者の研究の蓄積や分析能力が役立つだろう。また、一般市民が犯しがちな誤解を分析するうえでは、認知心理学者の研究などが重要な手がかりとなるだろう。さらに、科学と人間観の関係という問題を考えるうえでは、進化学や遺伝学にかんする科学論的な研究が参考になるだろう。これらの研究領域は、脳神経科学と同様に、人間を研究対象としており、それゆえ、その研究成果は、常識的な人間観にさまざまな影響をもたらしてきた。これらの研究領域と社会の関係についての歴史を学ぶことによって、脳神経科学研究と社会の関係について、さまざまな教訓を得ることができるだろう。

脳神経科学が常識的な人間観にどれだけ大きな変化をもたらすかは、まだ明らかではない。しかし、最終的な結果がどうなるにせよ、脳神経科学研究が人間観にどのような含意を持つかということをめぐることは、今後、活発な議論が展開されることが予想される。この議論を正しい方向に進めていくためには、脳神経科学者だけでなく、関連諸分野の研究者が、連携してこの問題に取り組むことが不可欠である。

#### 4.4.2.4 専門家の必要性の観点（担当：立花幸司）

本報告書ですでに分析されているように（4.4.2.2 心理学的観点（楠見）を参照）、脳神経科学リテラシー（以下、NL）は、一方で、科学リテラシーとメディアリテラシーの二つを基礎とした高次リテラシーの一つであり、他方で、現代社会における市民として良い生活を送るために必要な市民リテラシーの一つである。前者は、NLがもつ「内容」に関する特徴であり、後者は、NLが置かれた社会的「文脈」に関する特徴であるといえる。本節では、NLの専門家を育成する必要性の有無を、その「内容」と「文脈」の観点から検討する。

##### 1) 「内容」からみる専門家の必要性

本プロジェクトでは、NLの受講対象者として大学教養課程の学生および社会人に焦点を当てている。なぜなら、脳神経科学が「自然科学から人文・社会科学までを包括する総合科学」と位置づけられていることに呼応して（脳科学研究の推進に関する懇談会2007: 10）、そのリテラシーもまた総合的な内容を含むからである。NLのもつ総合的内容を、次の三段階に分けることができる（4.4.2.2 心理学的観点（楠見））。

(i) 脳神経科学について、必要な範囲での基本的な理解の促進。

- (ii) 脳神経科学が社会に関わった場合に孕む様々な問題についての理解の促進。
- (iii) 日常生活における選択や行動の助力となること。

それゆえまた、NLを伝達する側には、以上の三特徴にそれぞれ対応する形で、次のようなスキルが求められると考えられる。

- (I) 脳神経科学に関する専門的な知識。
- (II) 脳神経科学の知見や状況が学問的にどのような位置づけをもつのかについての俯瞰的理解。
- (III) 脳神経科学の知見や状況が社会や市民生活にどのような影響を及ぼすのかについての広範な理解と問題意識。

Iに関しては、脳神経科学を扱う学問で博士号を取得していること、少なくとも脳神経科学を副専攻として大学院教育を修めていることが望ましい。というのも、実際に実験を行うわけではないリテラシーの受講者を対象として脳神経科学についての基礎知識を伝達するためには、実際に実験などに従事した経験などといった基礎知識以上の知識をもった人材が教育にあたることが望ましいからである。

反対にIIに関しては、脳神経科学の専門家であるというだけでは満たされない条件であるといえる。というのも、NLの受講対象者のほとんどは脳神経科学者になることを目指しているわけではなく、むしろ、（学生であれば）政治学、経済学、哲学、心理学、社会学、工学といった他専攻に今後進み、（社会人であれば）それぞれの業種に就いている人たちだからである。脳神経科学研究に従事しない形で脳神経科学研究の成果に市民として触れていくこうした受講者たちに、複眼的視点をもって脳神経科学や自専攻の学問や業種を捉えさせるようにすることが、教育に当たる側には求められている。この点で、NLの授業は脳神経科学概論といった授業とは性格を異にしている。

さらにIIIに関しては、IIを基盤としつつもより広範な問題意識を持っていることが求められるといえる。というのも、こうした受講者たちが社会に出て、脳神経科学の知見が関わってくる社会的諸問題に直面した際に、大学で学んだリテラシー能力を発揮して、熟考の上で判断を下せる市民となることが求められているからである。

以上、NLの「内容」の観点からいえば、NLを伝達する側には、かなりの程度の知的能力が求められているといえる。理想的には、脳神経科学で博士号を取得し、人文社会科学についての幅広い知識、さらに社会的諸問題についての広範な情報と問題関心を兼ね備えた人材がその任に当たるのが望ましい。したがって、伝達する内容からして、NLの教育に関しては、専門的な人材が必要とされるといえる。ただし、とりわけ社会的諸問題の理解と問題関心（III）については、NLが位置づけられている文脈と相俟ってさらに考察を加える必要がある。

## 2) 「文脈」からみる専門家の必要性

先に述べたように、NLは市民リテラシーの一つとして社会という「文脈」に位置づけられている。そして、この社会的文脈には、日常生活というレベルから科学技術政策への参加というレベルまで、広範な市民の活動が含まれており、こうした市民のより良い活動にとって必要であるということがNLの存在理由といえる。

たとえば、日常生活においてNLが必要とされる理由としては、効率的な学習と脳の関係などのように多くの市民の関心の対象となる事柄について広く流布している「神経神話 (neuromyth)」への対応を挙げることができる(脳科学委員会2009: 63-64; OECD教育研究革新センター (CERI) (編著) 2005: 87ff.)。この点でリテラシーが必要とされていることは、脳科学委員会によって極めて明瞭に語られている。

こうした神経神話や似非脳科学が、意図的かつ大規模に、ゲーム、教育、製造物の販売などに利用されることのないよう、研究者側が正確かつ分かりやすい情報発信を行う必要がある。そのため、脳科学に携わる研究者又はコミュニティー等の研究者グループは、研究機関、学会、NPO(脳の世紀推進会議など)などを通じて、正確で分かりやすい情報を、適切に発信することが求められる。また、こうした情報発信にあたっては、研究者のみならず、科学コミュニケーションを専門とする人材の活用も望まれる。さらに、研究者などの専門家が、知識を持たない非専門家である国民を一方向的に「啓発」するのではなく、多角的なコミュニケーションの場(サイエンスカフェ等)の創出を通じて、同じ目線で語り合う機会を増やすことが求められる。これを通じて、社会の側も科学的に情報を見分ける力(サイエンスリテラシー)等を身に付け、神経神話や似非脳科学を安易に受け入れることのないようにしなければならない。脳科学研究は、社会からの期待が高い。その脳科学研究が長期的な展望のもとで持続的な発展を遂げ、その成果が信頼される形で社会に還元されるためには、脳科学研究と社会との調和に向けて、研究者、報道メディア、産業界、行政、消費者等が、継続的にコミュニケーションを進めていくことが肝要である。(脳科学委員会2009: 63)

このようにNLは、市民が日常生活で触れる脳神経科学にまつわる情報を正しく弁別し、誤解に基づいた行動を起こさずにすむようにするための助力という役割を担う。したがって、NLを伝達する側には、現在流通している脳神経科学的知見およびそれによって生じている問題をフォローし、そうした具体例の検討を通じて受講者にリテラシーの実践を促すことのできる人材が望ましいといえる。

他方、科学技術政策への参加促進という観点からもまたNLが必要とされる理由としては、科学技術と社会を巡る関係の在り方を挙げることができる。たとえば、政府は「第3期 科学技術基本計画」の第4章「国民に支持される科学技術」の冒頭において、「科学技術活動、科学技術システムは、社会・国民から独立して存在せず、広く社会・国民

に支持されて初めて科学技術の発展が可能になるといっても過言ではな」と述べ、科学技術と国民の関係について積極的な立場を表明している（文部科学省2006：41）。日本学術会議もまた、「科学と科学研究は社会と共に、そして社会のためにある。したがって、科学の自由と科学者の主体的な判断に基づく研究活動は、社会からの信頼と付託を前提として、初めて社会的認知を得る」と述べ、同様の見解を示している（日本学術会議2006：3）。科学・技術、社会、国民の間のこうした関係の在り方を背景に、脳神経科学もまた「一般社会と研究者コミュニティの双方向の対話の中から、共により良い未来を構築していく取組みこそが、脳科学研究の目指すべき姿」と述べ（脳科学研究の推進に関する懇談会2007：27）、「社会に貢献する脳科学」という認識を示している（脳科学委員会2009：16, 33）。

このようにして、NLには、脳神経科学研究者コミュニティと国民の間の対話を円滑にし、社会および国民の支持と負託に基づいた研究体制を構築する—「脳科学ガバナンス (neurogovernance)」—ためのファシリテーターとしての役割が期待されているのである（立花 2009）。この観点からは、NLを伝達する側には、次のような作業に従事できる人材が望ましいといえる。すなわち、脳神経科学と社会・国民の間にどのような対話が生じ、脳神経科学が社会・国民にどのような貢献ができるのかについて過去の事例や現在の脳神経科学的知見を踏まえ、将来のために広範な問題を検討し、こうした作業を通じて市民を対話へと促し、さらには脳神経科学を含んだ科学技術政策への関心を醸成するという作業である。

以上、NLの「文脈」の観点からも、NLを伝達する側には、かなりの程度の知的能力が求められているといえる。その役割を「第3期 科学技術基本計画」に倣って分類すれば、**(1)** 脳神経科学が及ぼす倫理的法的社会的課題 (ELSI; Ethical, Legal, and Social Issues/Implications) に取り組み、**(2)** 脳神経科学に関して責任ある説明と情報を発信し、**(3)** 脳神経科学に関する国民意識と問題関心を醸成し、そして**(4)** 国民の脳神経科学への主体的な参加を促進する役割、としてまとめることができる (cf. 文部科学省2006：42-43)。

### 3) 脳神経科学リテラシー専門家の育成に向けて

以上見てきたことから、NLを伝達するにはその活動に主に従事する専門的な人材を必要とするといえる。こうした人材の存在がより良い市民生活にとって必要にして有益であることは既に見たとおりである。また、学問としての脳神経科学にとっても必要にして有益であることもまた既に見た通りである。しかし、そうした人材の存在はまた別の観点からも必要にして有益であるといえる。

一つは、大学院教育を修めながらも研究活動の場がない優秀なポスドクなどの人的資源の有効活用という観点である。この点に関して脳科学委員会は「キャリアパスの多様

化」として「初等中等教育における理科教員」の可能性に言及し、また「大学院修了者やポストドクターの経験者に対して、脳科学に関するコミュニケーションのスキルやマインドを身につけさせる機会を提供し、脳科学の素養を持つ科学コミュニケーターが育成されること」も視野に入れている（脳科学委員会2009: 59、 cf. 55）。こうした人的資源の有効活用という点でもまた、専門家を当てる理由があると考えられる。

いま一つは、研究者自身の政策決定への参与のためである。先日（2009年11月）実施された「事業仕分け」は、多くの科学者による様々な（そしてその多くは否定的な）反応を生み出している。しかし、科学技術と社会を巡る関係が密接となっている以上、市民・社会の支持および負託を得る努力を続けると同時に、科学者自身が一真理の探究の基盤を守るために一政策決定の場で説得的に訴えかけることも必要となる可能性がある。NLの専門家の一部は、こうした役割を担うことも期待できる。

このように、NLはそれを専門とする人材によって伝達されることが望ましく、またそうした人材を育成することは市民と脳神経科学の双方の将来にとって必要にして有益であるといえる。こうした人材を育成するためにどのような教育制度の構築が可能であるのかを検討することが今後の課題である。

#### 引用文献

OECD教育研究革新センター（CERI）（編著）『脳を育む：学習と教育の科学』、小泉英明（監修）、小山麻紀（訳）、明石書店、2005年。

立花幸司「モラル・エンハンスメント（道德能力の増強）は脳神経倫理学の議題となるか？—ニューロエシックスと脳科学ガバナンス—」、『哲学・科学史論叢』、第十一号、2009年、1-35頁。

日本学術会議「声明 科学者の行動規範について」（平成18年10月3日）、2006年。

脳科学委員会「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（平成21年6月23日）、2009年。

脳科学研究の推進に関する懇談会「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—」（平成19年5月）、2007年。

文部科学省「第3期 科学技術基本計画（平成18年～平成22年）」2006年。

#### 4.4.3 授業の報告と考察

脳神経科学リテラシーの教科書にもとづき、授業用スライドを用いて、東京大学、玉川大学、南山大学で、一般教育の授業として、脳神経科学リテラシーの授業を行い、各授業担当者がその概要と問題点等の考察をまとめた。それは以下の通りである。

（1）東京大学での脳神経科学リテラシー授業の報告と考察（担当：信原幸弘）

## 1) 授業報告

東京大学では、2008年度冬学期と2009年度夏学期に、信原幸弘が脳神経科学リテラシーの授業を行った。受講者は2008年度冬学期が81名、2009年度夏学期が355名であった。いずれも授業回数が13回しかなかったため、全部で15章ある授業内容のうちふたつの章（第5章と第7章）を省略せざるをえなかった。

第1回の授業は、脳神経科学リテラシーとは何か、なぜいまそれが必要かという内容で、概論的な授業を行った。また、授業評価アンケートについて説明を行った。第2回は、知覚について授業を行い、本格的な授業を開始するとともに、授業評価の事前アンケートを行った。引き続き、第3回から第12回までは、毎回、ひとつの具体的なテーマのもとに授業を行った。最終回の第13回は、一学期間の授業全体の総括を行うとともに、あらためて脳神経科学リテラシーの必要性を強調した。また、最後に授業評価の事後アンケートを行った。

授業はパワーポイントで作成した授業用スライドを用いて行った。教科書が未完成であったため、教科書の配布を行うことはできなかったが、それに代えて、授業用スライドをプリントアウトしたものを配付した。各回のスライドは20枚～30枚程度であったが、受講者が授業中に詳細にノートをとることは不可能であった。そのため、プリントアウトしたものの配布が必要であった。

毎回の授業時間は90分であったが、スライドを用いて授業内容を説明するのにほぼ費やされ、授業途中、あるいは授業の終わりに質問時間を設けたり、説明に基づいて自ら考えてもらう時間をとったりすることはできなかった。授業内容はおおむね理解されていた。

## 2) 考察

2度にわたって授業を行った結果、いくつかの成果と課題が浮かび上がってきた。それは以下の通りである。

### 2.1) 知識の体系性

脳神経科学リテラシーは、脳神経科学の専門家ではない一般市民にとって重要な脳神経科学の知識を提供することを目的としており、脳神経科学の専門家やそれを目指す「脳神経科学者の卵」にとって必要な脳神経科学の知識を提供することを目的とはしていない。したがって、それは脳神経科学の学問的体系性を重視するよりもむしろ、脳神経科学のなかから一般市民にとって重要な側面を切り取って提示するという体裁をとっている。

たとえば、記憶を扱った第3章では、目撃証言の誤りなど実社会において重要な意味をもつ問題と関連づけるために、偽記憶の問題に焦点を合わせて内容を組み立てている。そのため、記憶には、記銘、保持、想起の3つの局面があるとか、短期記憶、長期記憶、

意味記憶、手続き記憶、エピソード記憶、ワーキングメモリーといった記憶の基本分類を行うなど、記憶をめぐる基礎事項を体系的に展開するという体裁をとっていない。

脳神経科学の一側面を切り出して提示しても、十分その内容を伝えることができるのであれば、脳神経科学リテラシーにとってとくに問題はない。しかし、そのような知識の体系性を無視した切り取りは、やはり脳神経科学リテラシーにとっても満足のできない知識の提示となってしまうことがある。たとえば、たんに偽記憶だけを問題にすると、記憶の虚偽性が記銘、保持、想起のどの局面で生じたのか、そのことが記憶の虚偽性に重要な相違をもたらすかといった脳神経科学リテラシー的にも重要な問題が表に出て来なくなる。

したがって、脳神経科学の一側面を切り取って提示するさい、たとえ切り取っても、脳神経科学リテラシーにとって十分な程度にその内容を伝えることができているかどうかをしっかりと見極める必要がある。もしできていなければ、ある程度、知識の体系性にも配慮して、内容が十分伝えられるように工夫する必要がある。

## 2.2) 基礎への関心の喚起

嘘発見、BMI、スマートドラッグ、うつ病治療など、脳神経科学の技術的応用にかんしては、授業中に自然に受講者の関心が高まったが、視覚の二重経路、偽記憶の脳科学実験、自由意志に関するリベットの実験など、脳神経科学の理論的基礎にかんしては、なかなか受講者の関心は高まらなかった。これは、技術的応用が実生活の諸問題に近く、理論的基礎が遠いことを考えれば、当然の結果といえようが、理論的基礎にも脳神経科学リテラシーにとって重要な部分が無論あるので、理論的基礎に対する関心を喚起する工夫が必要である。

脳神経科学の理論的基礎が一般の人々にとって重要な意味をもつのは、主として、それが既存の人間観を覆す内容を孕んでいるからである。たとえば、視覚の二重経路は、色や形や対象の種類などを示す私たちにとってなじみ深い意識的な視覚とは別に、対象に運動的に働きかけるのに必要な情報（対象の位置や傾きなど）を示すもう一つの無意識的な視覚があることを告げる。また、リベットの実験は、私たちの人間関係や社会制度の根幹にある自由意志の想定に疑問を投げかける。

このような脳神経科学の基礎的知識が必ずしも受講者の関心を引かないのは、受講者が既存の人間観を十分、自覚的に捉えていないからだと思われる。受講者自身、おそらくそのような既存の人間観のもとで生きているはずだが、それが十分、自覚されていないために、自分が生きている人間観に脅威を与えるような脳神経科学的な知識を提示されても、その脅威を深く実感することができないのではなかろうか。そうだとすれば、脳神経科学の基礎に対する関心を喚起するためには、既存の人間観を明示して、それを自覚的に捉えてもらうようにすることが必要となる。

## 2.3) 双方向性

授業は、どの回もほぼ、スライドにまとめた内容を説明するのに終始し、受講者の意見を聞くとか、小問を提起して答えてもらうとか、簡単な心理学実験に参加してもらうといった双方向的なやりとりを行う時間がほとんど取れなかった。また、そのための題材の準備もあまりできていなかった。

しかし、少数ながら、双方向的なやりとりもいくつか行った。たとえば、偽記憶を生じさせるDRMパラダイムを使った簡単な偽記憶の心理学実験を受講生に対して行い、偽記憶がどのようにして生じるのかを体験してもらった。ただし、大学の1、2年生というもっとも記憶力のすぐれた年齢のせい、偽記憶がじっさいに生じた人は通常よりもはるかに少なかった。とはいえ、実験は大きな関心を引き起こした。

また、道徳性の発達度をはかるための心理学実験にも、受講生はたいへん興味をもって参加した。道徳性の発達段階に関しては、有名なコールバーグの3レベル6段階説があるが、コールバーグはそれぞれの人がどの段階にあるかを決定するために、道徳的ジレンマを提示して、そのような状況ではどうすべきか、またなぜそうすべきかを被験者に尋ね、得られた理由を分析することによって発達段階を決定した。授業では、そのような道徳的ジレンマの一つである「ハインツのジレンマ」を提示して、どうすべきか、その理由は何かを受講生に考えてもらった。これは、自分がどの発達段階に位置することになるのかという関心もあって、なかなか興味深かったようである。

授業におけるこのような双方向的なやりとりが受講生の関心を高めるうえで有効であることは明らかである。したがって、現在の授業内容を全体的にもう少し整理して、双方向的なやりとりができるような題材を増やす工夫をすることが重要である。

#### 2.4) 動画教材

脳の働きを理解するためには、脳の主な部位が脳のどの位置にあるのかを知ることが重要である。しかし、脳は3次元の立体であるため、2次元の平面で脳の各部位の位置を分かりやすく示すことは困難である。また、脳の立体模型もある程度、役に立つが、中心部の込み入った部位、たとえば扁桃体や海馬、線条体などは、外側からは見えないし、解体していけば、見えるようになるが、そうすると、元の全体のなかでの位置が分からなくなる。したがって、脳の立体模型も、中心部の各部位の位置を知るには、あまり適切ではない。

もっとも分かりやすいのは、コンピュータの画面上で脳の見取り図を任意の方向に自由に回転させることができ、しかも外側の任意の部位を半透明にして内側の見たい部位を自由に見られるようにしたものであろう。このような装置があれば、脳の各部位の位置や相互の関係を容易に知ることができるようになるだろう。授業では、脳の2次元の静止画で脳の部位を示すにとどまったが、今後は、このような動的な装置を用いて脳の部位を示すことが望まれる。

また、BMIの技術や脳損傷患者の症状を示すのに、授業では、やはり静止画を用いるに

とどまった。しかし、動画があれば、はるかに印象的に、興味深く示すことができたであろう。たとえば、脳とコンピュータを繋いで、考えるだけでカーソルを好きな位置に移動することができる様子を撮影した動画を示したり、ADHD（注意欠陥多動障害）の子供が授業中に教室のなかを動き回る様子を撮影した動画を（人権に配慮しつつ）示したりすれば、一枚の静止面を見せるのに比べれば、印象度が大きく違うであろう。このような動画教材をもっと取りそろえる必要がある。

## 2.5) 実践的スキル

脳神経科学リテラシーの授業は、脳神経科学の専門家ではない一般市民にとって重要な脳神経科学の知識を提供するものであるが、学期末テストの成績を見るかぎり、そのような知識はかなり習得されたといえる。しかし、テストはもっぱら筆記だけであり、実技を含んでいない。したがって、頭で習得した知識を現実の場面でじっさいに運用する能力が身についたかどうかは定かではない。

そのような実践的スキルが身についていないのではないかと懸念されるのは、授業では、ほとんど脳神経科学とその社会的影響にかんする言語的な説明に終始し、そのような説明によって得られる知識を仮想的な現実の場面で運用させてみるという訓練がなされなかったからである。つまり、講義に終始して、演習の時間がほとんどなかったのである。知識を現実の場面で運用する実践的スキルが身につかなければ、どれほど多くの知識を蓄えても、絵に描いた餅である。脳神経科学リテラシーの授業を有効なものにするためには、もっと演習の時間を多くとる必要がある。そして演習のための教材を開発することがきわめて重要となる。

## 3) まとめ

以上、脳神経科学リテラシーの授業の概要と考察を述べてきたが、一言で総括すれば、非専門家にとって重要な脳神経科学の知識をかなり習得させることに成功したが、まだまだ課題も多い。それらの課題はいずれも一朝一夕では解決できないものだが、今後も、脳神経科学リテラシーの授業を続けていくなかで、徐々に解決していくことができるだろうと思われる。

### (2) 玉川大学での脳神経科学リテラシー授業の報告と考察（担当：坂上雅道）

#### 1) 授業の概要

玉川大学においては、2008年度秋学期と2009年度春学期の半期ずつ2度の脳神経科学リテラシー授業（1回90分、全15回）を行った。2008年度は全学年・全学部対象の一般教養の枠で、2009年度はリベラルアーツ学部の専門科目の枠で授業を行った。授業アンケートについては、2009年度は実施したが、2008年度は手続きの問題から実施できなかった。授業は、東京大学・南山大学で使用しているものと共通のスライドを毎回使用し、講義

形式で行った。基礎知識を補充するため、適宜他のスライドも使用したが、基本的には共通スライドで授業を行った。一部の講義では、デモンストレーションの印象を聞いた（第2回知覚）、記憶課題を実施したり（第3回記憶）と学生が参加する機会を設けたが、スライドでその準備がないものについては、そのような機会を設けることは難しかった。

授業内容を日常の問題と結び付けて理解する訓練として、提出自由のレポート課題を課した。授業の平常点として成績評価の一部としたために、数多くの提出があり、学生の理解度を知る上で役立った。

報告者は、ここ数年同じ枠の授業を担当しており、その理解度等について今回の教材とは別の教材を用いた場合と比較しうる立場にあるが、若干ではあるが、学生の興味、理解度、ともに今回の教材を用いた場合のほうが勝っていた。

## 2) 問題点

- ・今回の授業では数多くの実験例が紹介されているが、その解釈をするにあたって、学生側に十分な基礎知識があるか疑問を持った（システム脳神経科学実験の解釈には一定の技術とそれを使う訓練が必要である）。今回はリテラシー教育が目的であるが、具体例がその目的とどう関係するかの理解は、学生自身による実験例の解釈能力に依存するところが大きかった。実際、リテラシーとしての問題設定には多くの学生が興味を持ったが、実験例によるその理解には困難を感じた学生が多かったようである。実験例の説明については、科学的理解を目的とする場合とは、異なる工夫が必要かもしれない。

- ・脳神経科学の基礎知識をどのように盛り込むかについても工夫の余地がある。今回は各回の執筆者が異なったため、共通に必要な基礎知識に関する事前のうち合わせが足りなかった印象がある。そのため、報告者自身が基礎知識を補充するためのスライドを用意しなければならないことがあった。リテラシーの授業としても、最低限必要な脳神経科学の基礎知識はあるはずであり、それは何であり、授業中どのように提供するかにについては、スライド作成者全員による事前の合意が必要であろう。

- ・脳神経科学教育特有の問題として、脳部位の解剖学的名称の理解がある。完全な習得までには時間がかかり、名称理解の混乱が機能の理解を妨げることは、専門教育においてもしばしばみられる。脳地図や脳解剖標本などがコンピュータ上などですぐに使える環境があることが望ましい。

- ・今回の授業では、脳神経科学のトピックを中心に授業を組み立てていた。しかし、リテラシーを重視した授業にするなら、日常での問題を中心に授業の組み立てを行うということも考えられる。脳神経科学を専門としない学生に十分な基礎知識を提供する時間をとることが難しい今回の授業では、日常問題を脳神経科学でどのように解釈できるかといった説明の仕方のほうが、学生の興味とリテラシー的理解という意味では望ましい

かもしれない。

・リテラシーの授業においては、科学的知識を日常の体験にビビッドに結びつけることが重要である。その意味では、授業の中に学生が参加できる機会をより増やし、問題と現象を体験的に理解できることが望ましい。提供する情報の量をしばって、より体験型の理解に重点を置く授業構成について検討してみる余地があるように感じた。

### 3) 今後の課題

科学者はその研究にたいする説明責任をより求められる時代になってきた。逆に、非科学者は、科学の有効性を的確に理解し、より良い社会のために科学を育てていく努力が求められている。そのような時代の中で、このような授業を行う意義は極めて高く、実際授業を通して、多くの学生の意識に訴えることができたと確信している。しかし、その目的を達成するために、リテラシー教育をどのように行っていくかについての工夫の余地は大きい。リテラシー教育の究極の目的は、我々が生活していく上での身の回りの問題を科学的に理解・解決することにある。その意味で、日常生活での問題と科学研究上の事実を結び付けて考える訓練を行うことが、この授業のもっとも重要な使命である。そのために、①必要な科学的知識を自ら探し出していく技術獲得のための教育、②実感として問題を理解するための体験型教育、③同じ日常的問題にたいする脳神経科学的アプローチ以外の科学的方法の理解と比較のための教育、などを盛り込んで脳神経科学リテラシー教育をより効果的なものにしていく必要がある。

### (3) 南山大学での脳神経科学リテラシー授業の報告と考察 (担当：鈴木貴之)

授業の実施時期：2007年4月から2010年3月

対象となる授業：全学共通テーマ科目「モダンの系譜（科学の諸相）」

受講者数：およそ100名から300名

#### 1) 授業の概要

南山大学では、鈴木貴之が全学共通のテーマ科目を利用して、2007年度春学期より脳神経科学リテラシーの授業を実施してきた。この授業は週1コマ（90分）全14回で、名古屋キャンパスに所属する文系学部の学生（1年生から4年生まで）が対象である。受講者は100名前後で始まったが、年々増加し、2009年度春学期は300名弱となっている。

この授業では、初回をイントロダクション、最終回をまとめとし、第2回から第13回までの12回に、脳神経科学リテラシー教科書の項目を1回に1つずつ取り上げて講義を行った。ただし、受講者の知識や関心を考慮し、教科書にない項目（ゲーム脳の問題や脳科学と性の問題など）を扱う回や、紹介する研究事例などを変更している回もある。

授業は基本的に講義形式で、各回25枚程度のスライドを用いて講義を進めた。成績評

価は、各回に提出させる小レポートの内容評価を基本として、さらに、学期末に最終レポートなどを課した。小レポートの課題としては、毎回の授業の終わりにイエス／ノーで回答できる質問を提示し、回答とその理由を記して提出させた。また、翌週の授業の冒頭で、そのなかから10人前後の内容を紹介した。

上で述べたように、受講者は年々増加しており、大学が実施している授業評価がこの科目で行われた際の評価を見ても、授業内容はおおむね好意的な評価を受けていると考えられる。しかし、下記のような問題もあった。

## 2) 問題点

- ・全学共通科目という性格上、受講者に心理学や生物学などの前提知識を要求することができない。しかし、脳の生理的なメカニズムの基本からくわしく説明するだけの時間がないため、脳科学の基本を十分に説明することなく、技術的な応用などの個別的な問題に向かわざるをえない。

- ・同様に、全学共通科目であり、専門科目ではないため、受講者は理論的な問題にたいする関心が希薄であり、具体的で理解しやすい問題を中心に講義を構成せざるをえない。このような事情から、教科書前半分に含まれる、知覚や記憶といったテーマは、授業で十分に取り上げることができなかった。

- ・やはり同様の理由から、すべての受講者が同程度の熱心さで授業を聞いているわけではない。それゆえ、熱心でない受講者が、授業内容を誤解することが問題となる。たとえば、ゲーム脳理論を批判的に取り上げているときに、授業をきちんと聴いていない学生は、授業で取り上げられていたということから、これが正しい理論であると誤解することがあった。これは、脳神経科学リテラシーという観点からは、きわめて深刻な問題である。（ただし、この問題の原因としては、学生が素朴に考えている信頼できる情報とそうでない情報の線引きと、科学者が考える線引きが異なっているということがある。この線引きを修正するのは、容易なことではないかもしれない。）

- ・脳神経科学が引き起こす問題の多くは将来的な可能性にとどまっており、妊娠中絶や安楽死といった生命倫理学の問題などと比べて、学生が問題の重要性を実感することが難しい。このことは、同様の小レポートを課している生命倫理学の授業と、小レポートの内容を比べたときに、内容の充実度の差として見てとることができる。

- ・成績評価が難しい。科学リテラシーという観点から見たときには、脳部位の名称や役割などを記憶させることが主な目標ではないため、単純な筆記試験は授業の性格に合致しない。しかし、100人を超えるような大人数の講義で、脳神経科学リテラシー能力を筆記試験などで評価することは困難である。

## 3) 課題

これらの問題点をふまえて、今後は以下のような点について授業のさらなる改善を目指したい。

- ・脳神経科学リテラシーを身につける、すなわち、適切な情報と不適切な情報を区別する力を身につけるということが授業の主な目的であるということをより明確化し、その力を評価するような成績評価方法を確立する。具体的には、筆記試験において、脳神経科学実験からの不適切な推論の具体例を提示し、その誤りを指摘させるといった形が考えられるだろう。

- ・不適切な情報や議論の例として取り上げるものについては、それが不適切であることを明確に示し、学生の誤解や混乱がないようにする。

- ・脳神経科学に関する前提知識のない学生に、最初の1回または2回で必要最低限の知識を提供できるように、教材の内容を改良する。

- ・教科書には取り上げられていないが、学生の関心が高く、社会的影響も大きいと考えられる話題（性など）にかんしても、オプションとして講義で利用可能な教材を作成する。

#### 4.4.4 脳神経学リテラシー授業の評価アンケートの実施と分析（担当：永岑光恵）

授業評価は、学習者の理解度を評価することおよび教授者の教授方法の適切性を判断するための重要な材料となる。本プロジェクトでは、一般市民の脳神経科学リテラシーを向上させることを目的として、脳神経科学の理論的基礎や社会的影響を扱った教科書を作成し、教養課程の学生の教育に使用した。この作成した教科書および授業用スライドを用いた教育が、どのような教育効果を生んだのかを測定し、評価することは、上述の授業評価の2つの観点から大変重要である。また、脳神経科学リテラシーとはそもそも何か、を考察するうえで、脳神経科学リテラシーの構成要素を検討することは必要不可欠である。そこで、ここでは、授業評価のための評価法を開発することと、脳神経科学リテラシーの要素を明らかにすることの2つの目的を達成するため、質問紙調査を行った（図1参照）。

ここでは、図1に示した調査2での結果をまとめる。

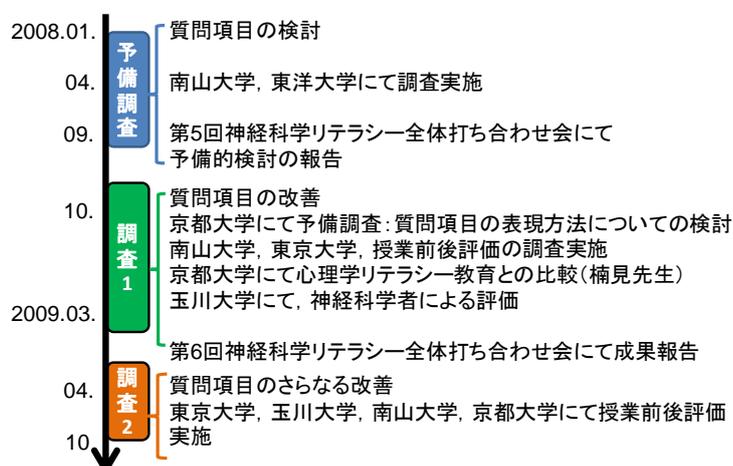


図1 研究の流れ

1) 方法

**対象者** 脳神経科学リテラシー教育を実施した東京大学(1、2年生)、南山大学(1～4年生、主に2年生)、玉川大学(1～4年生、主に2年生)の3つの大学において、それぞれ対照群(脳神経科学リテラシー以外の講義)を設定し、講義群(3つ)と対照群(3つ)の計6つの講義の受講生を対象とした(詳細は、表1を参照)。

**質問紙の構成** 次の①と②の尺度によって構成される質問紙を作成し、それを用いた。

①脳神経科学リテラシー尺度

脳神経科学リテラシーの構造を明らかにするため、予備調査と調査1にて脳神経科学リテラシーの項目を検討した。それを踏まえ、調査2(2009年春学期)においては、正解がある知識項目(20項目:脳神経科学の基礎的な知識・理解、脳神経科学的手法および過程の理解)と正解がない態度項目(11項目:日常生活場面における脳神経科学の実用的応用の現状および問題の理解・意思決定)の計31項目によって脳神経科学リテラシー項目を作成した。なお前者の知識項目に関しては、3段階(1.正しい、2.正しくない、3.わからない)で評定させ、後者の態度項目に関しては、5段階(1.そうは思わない、2.どちらかというそうは思わない、3.どちらともいえない、4.どちらかといえばそう思う、5.そう思う)で評定させた。

②その他の尺度

脳神経科学リテラシー以外の高次リテラシーを評価するため、メディア・リテラシー尺度、8項目(後藤 2005)および科学リテラシー尺度、6項目(楠見・上市 2009)を用いた。さらに、これら高次リテラシーの土台に位置づけられる批判的思考態度に関しては、平山・楠見(2004)の尺度、12項目を用いた。

表1 対象者数の内訳

	講義群			対照群		
	講義前	講義後	両方*	講義前	講義後	両方*
東京大学	123	72	57	13	13	9
南山大学	187	82	40	78	27	18
玉川大学	23	21	16	83	85	70

\*両方:講義前後の2回とも調査に参加した者

**手続き** 講義中に質問紙を配布し、集団で実施した。なお、作成した教材の教育効果を測定するため、講義前後の2回にわたり質問紙調査を実施し、前後の変化を検討した。

2) 結果と考察

## 脳神経科学リテラシー尺度

①知識 講義前後の知識得点の結果は、表2に示す通りである。3要因の繰り返しのある分散分析（講義前後（前・後）×講義有無（講義群・対照群）×大学（3つの大学））の結果、講義前後、講義有無、大学に有意な主効果（ $F(1, 196)=30.23, p<.001$ ;  $F(1, 196)=19.62, p<.001$ ;  $F(2, 196)=9.78, p<.001$ ）、講義前後と講義有無、講義前後と大学とにそれぞれ有意な交互作用（ $F(1, 196)=64.93, p<.001$ ;  $F(2, 196)=33.67, p<.001$ ）が示された。講義前後で有意に知識得点が増加し、さらにその増加は、講義を行った群において有意であることが下位検定の結果からわかった。

表2 知識得点(平均値、標準偏差)の変化

	講義群			対照群		
	講義前	講義後	<i>p</i>	講義前	講義後	<i>p</i>
東京大学	14.65 (1.7)	15.72 (2.0)	.002	14.13 (2.0)	12.88 (3.8)	<i>ns</i>
南山大学	11.84 (3.3)	14.63 (2.0)	<.001	11.25 (2.2)	11.31 (2.3)	<i>ns</i>
玉川大学	12.57 (3.5)	15.93 (2.9)	<.001	11.81 (2.4)	13.80 (2.4)	<.001

②態度 講義前後の態度得点の結果は、表3に示す通りである。予備調査および調査1から明らかになった態度の3つの要素として、「脳科学観」「脳科学研究の許容」「脳科学研究の実用的応用の許容」に項目を分類した。各項目の講義前後の変化を、対応のある *t* 検定により解析した結果、講義群において一貫した変化がみられた項目はなかった。

次に、講義前の調査に参加した対象者全員のデータを用いて、事前に想定した項目の3つの要素への分類について、その内的一貫性を  $\alpha$  係数によって検討したところ、「脳科学観」は項目3、5、11を逆転項目として分析したところ、全4項目で.47であった。なお、項目を削除することによって、 $\alpha$  係数にほとんど差がみられなかった。さらに、「脳科学研究の許容（2項目、逆転項目）」は.59で、「脳科学研究の実用的応用の許容」は項目4を逆転項目とし、全4項目では.51、項目8を除く3項目で.62、項目2、10の2項目では.82であった。そこで、表3の項目で色づけされたものを各要素の得点として合計し、3要因の繰り返しのある分散分析（講義前後（前・後）×講義有無（講義群・対照群）×大学（3つの大学））を行った。その結果、「脳科学観」と「脳科学研究の実用的応用の許容」に講義前後の有意な主効果（ $F(1, 199)=3.99, p<.05$ ;  $F(1, 204)=5.7, p<.05$ ）と、「脳科学研究の許容」に大学の有意な主効果がみられた（ $F(2, 202)=3.64, p<.05$ ）。有意な

交互作用は全く示されず、脳神経科学リテラシーの講義の有無に関わらず、「脳科学観」に関しては得点が上がリ、つまり、脳科学が道徳心の向上や教育に役立てられると捉える方向に変化し、「脳科学研究の実用的応用の許容」に関しては、許容しない方向へ変化することが明らかになった。

### その他の尺度

脳神経科学リテラシー以外の高次リテラシーおよび批判的思考態度についての結果(対応のある  $t$  検定)は、表4に示す通りである。また、表5には、講義あり群における脳神経科学リテラシー得点とその他の尺度得点(講義前の得点)との相関関係について示した。メディア・リテラシーにおける批判的思考(ML\_批判的思考)得点と、講義前の知識、脳科学観に有意な正の相関がみられ、メディアの情報を鵜呑みにしない者ほど、脳神経科学リテラシーの知識得点が高く、脳科学が教育等に役立てられると捉える方向にあることがわかった。一方、「脳科学研究の実用的応用の許容(応用許容)」に関しては、批判的思考態度と有意な負の相関がみられ、批判的思考態度得点が高い者は脳科学研究の応用を許容しない傾向にあり、また科学リテラシーの高い者も講義後の「脳科学研究の実用的応用の許容(応用許容)」得点が低く、許容しない傾向にあることが示された。

### まとめ

以上から、本研究で作成した、脳神経科学の理論的基礎や社会的影響を扱った教科書を使用した授業により、脳神経科学の基礎的な知識・理解、脳神経科学的手法および過程の理解は深まることを示すことができた。一方、日常生活場面における脳神経科学の実用的応用の現状および問題の理解・意思決定に関しては、顕著な変化はみられなかったが、能力増強剤を使用して知的能力や身体能力を増強させるという、脳科学研究の実用的応用の許容について、講義内容の相違にかかわらず、半年間の大学教育の後、許容しない方向に変化することが示された。また、脳神経科学リテラシーとその他のリテラシー(メディア、科学リテラシー)との関係から、他のリテラシーを有することや、批判的思考態度をもっていることが、脳神経科学リテラシーの知識や態度に影響を及ぼすことも明らかになった。今後の大学教育において、より効果的な高次リテラシー教育の方法論を検討することが重要となるだろう。

表3 態度得点(平均値、標準偏差)の変化

質問番号		東京大学												南山大学						玉川大学											
		対照群				講義群				対照群				講義群		対照群				講義群											
		講義前 平均値	講義前 SD	講義後 平均値	講義後 SD	$p$	講義前 平均値	講義前 SD	講義後 平均値	講義後 SD	$p$	講義前 平均値	講義前 SD	講義後 平均値	講義後 SD	$p$	講義前 平均値	講義前 SD	講義後 平均値	講義後 SD	$p$	講義前 平均値	講義前 SD	講義後 平均値	講義後 SD	$p$					
脳科学観	1	2.67	0.87	2.89	1.17		3.02	1.20	3.54	1.12	*	3.17	1.15	3.22	1.00		3.75	1.03	3.88	0.88		3.66	0.92	3.59	1.08		3.75	1.00	4.06	0.77	
	3	2.44	1.59	2.33	1.00		2.00	1.07	1.77	1.18		3.17	1.25	2.89	0.96		2.43	1.08	2.70	1.11		2.64	1.17	2.60	1.27		2.94	1.18	2.56	0.96	
	5	1.56	0.53	1.67	0.71		1.58	0.75	1.49	0.71		2.12	1.17	2.00	1.17		1.55	0.81	1.53	0.82		1.49	0.82	1.56	0.83		1.19	0.40	1.63	0.81	*
	11	1.67	0.71	1.78	0.97		1.74	0.94	1.61	0.70		2.50	1.10	2.17	0.79		1.90	0.96	1.79	0.86		2.03	1.12	1.94	0.92		2.44	1.03	1.69	0.79	*
研究の科学内容	7	2.11	0.78	3.11	1.05	*	2.50	1.29	2.68	1.18		2.89	0.96	3.06	1.21		3.05	1.13	3.03	1.19		2.57	1.27	2.61	1.22		2.50	1.03	3.13	0.96	
	9	2.44	1.33	2.00	1.12		2.51	1.24	2.39	1.18		3.00	1.14	3.06	1.21		2.78	1.07	2.80	1.14		2.36	0.98	2.70	1.08	**	2.50	0.97	2.69	0.79	
脳科学研究の許容的応用	2	2.67	1.50	2.44	1.13		2.33	1.23	2.39	0.98		2.17	0.79	1.94	0.87		1.80	0.82	1.78	0.92		2.04	1.15	1.86	1.01		2.25	1.18	1.88	0.89	
	4	4.67	0.71	3.89	1.27		3.51	1.28	3.35	1.27		4.00	1.08	4.17	0.92		3.60	1.30	3.78	1.05		3.43	1.34	3.43	1.22		3.25	1.06	3.88	0.89	*
	8	2.56	1.24	3.00	1.12		3.39	1.03	3.32	1.09		3.56	0.98	3.61	0.85		3.93	0.86	3.80	1.04		3.73	0.85	3.90	0.92		3.88	0.81	3.69	1.20	
	10	2.56	1.33	2.00	0.87		2.35	1.32	2.18	1.07		2.33	0.91	1.89	0.96	*	1.88	0.88	1.75	1.01		2.13	1.15	2.11	1.04		2.06	1.00	1.88	0.89	
6	3.00	1.00	2.67	0.87		2.39	1.08	1.74	0.84	***	2.89	1.02	2.61	0.92		3.13	0.88	2.45	1.08	** *	3.07	1.00	2.97	0.95		2.50	0.89	1.75	0.86		

\*\*\* $p < .001$ , \*\*  $p < .01$ , \*  $p < .05$

表4 批判的思考態度およびメディア・科学リテラシー得点(平均値、標準偏差)の変化

	東京大学									南山大学									玉川大学											
	対照群			講義群			対照群			講義群			対照群			講義群			対照群			講義群								
	講義前 平均値	SD	講義後 平均値	SD	$\rho$	講義前 平均値	SD	講義後 平均値	SD	$\rho$	講義前 平均値	SD	講義後 平均値	SD	$\rho$	講義前 平均値	SD	講義後 平均値	SD	$\rho$	講義前 平均値	SD	講義後 平均値	SD	$\rho$					
論理的思考への自覚	11.11	1.27	10.89	2.20		10.95	2.15	11.38	2.25		10.33	2.50	10.11	2.49		10.16	2.21	10.97	2.02	*	10.09	1.84	10.26	2.03		10.88	1.67	12.13	1.45	*
探究心	12.78	1.48	12.44	1.33		12.26	2.36	12.53	2.35		11.72	2.42	11.67	2.91		12.85	1.80	12.90	1.74		12.40	1.97	12.70	2.07		12.56	2.53	12.81	2.01	
客観性	11.56	2.74	11.67	2.29		11.39	2.39	11.68	2.62		11.61	2.23	10.50	2.71	*	11.23	2.28	11.46	1.70		11.19	1.99	11.41	2.07		11.50	1.93	12.19	1.05	
証拠の重視	10.11	2.42	9.89	2.67		10.30	2.28	10.77	2.39		11.00	2.06	10.28	2.85		10.97	2.21	11.54	2.00		10.29	2.06	10.58	2.10		10.81	1.97	11.31	2.12	
批判的思考態度	45.56	4.93	44.89	5.71		44.86	6.17	46.30	6.87	*	44.67	7.62	42.56	9.79		45.34	5.98	47.05	5.03	*	43.97	5.36	45.09	5.63	*	45.75	6.27	48.44	3.65	
ML_批判的思考	23.33	2.06	23.11	1.83		22.91	1.74	22.95	2.30		21.72	2.52	20.78	3.28		22.60	2.22	22.78	2.09		22.54	2.27	21.81	2.48	*	22.50	2.39	21.94	3.04	
ML_主体的態度	11.89	1.45	12.00	1.73		11.98	1.75	12.04	2.20		10.83	1.89	10.67	1.71		11.23	1.54	11.98	1.97	*	11.30	1.99	11.26	2.06		10.50	2.25	11.75	1.65	
科学リテラシー	23.33	1.32	23.00	2.29		23.53	2.74	23.39	2.42		21.72	2.56	21.22	2.76		23.56	2.60	23.31	2.73		22.96	2.24	22.84	3.18		22.81	2.71	22.56	3.10	

\*\*\*  $p < .001$ , \*\*  $p < .01$ , \*  $p < .05$ ; ML:メディア・リテラシー

表5 講義あり群における脳神経科学リテラシー得点とその他の尺度得点との相関関係

	講義前				講義後知識							
	知識	脳科学観	研究許容	応用許容	知識	脳科学観	研究許容	応用許容				
論理的思考への自覚	0.19	*	0.16	0.14	-0.13	0.11	-0.04	0.06	0.06			
探究心	-0.03		0.09	-0.21	*	-0.09	0.02	0.04	-0.24	*	-0.21	*
客観性	0.13		0.29	**	-0.01	-0.14	0.00	0.24	*	-0.08	-0.09	
証拠の重視	0.01		0.27	**	0.11	-0.20	*	0.09	0.17	0.01	0.00	
批判的思考態度	0.11		0.29	**	0.01	-0.20	*	0.08	0.16	-0.09	-0.08	
ML_批判的思考	0.28	**	0.27	**	0.08	0.00	0.29	**	0.11	-0.03	-0.06	
ML_主体的態度	0.28	**	0.21	*	0.00	-0.04	0.16	0.08	0.08	0.08	0.11	
科学リテラシー	0.23	*	0.08		-0.05	-0.14	0.14	0.16	-0.13	-0.24	**	

\*\*\*  $p < .001$ , \*\*  $p < .01$ , \*  $p < .05$ ; ML:メディア・リテラシー

## 引用文献

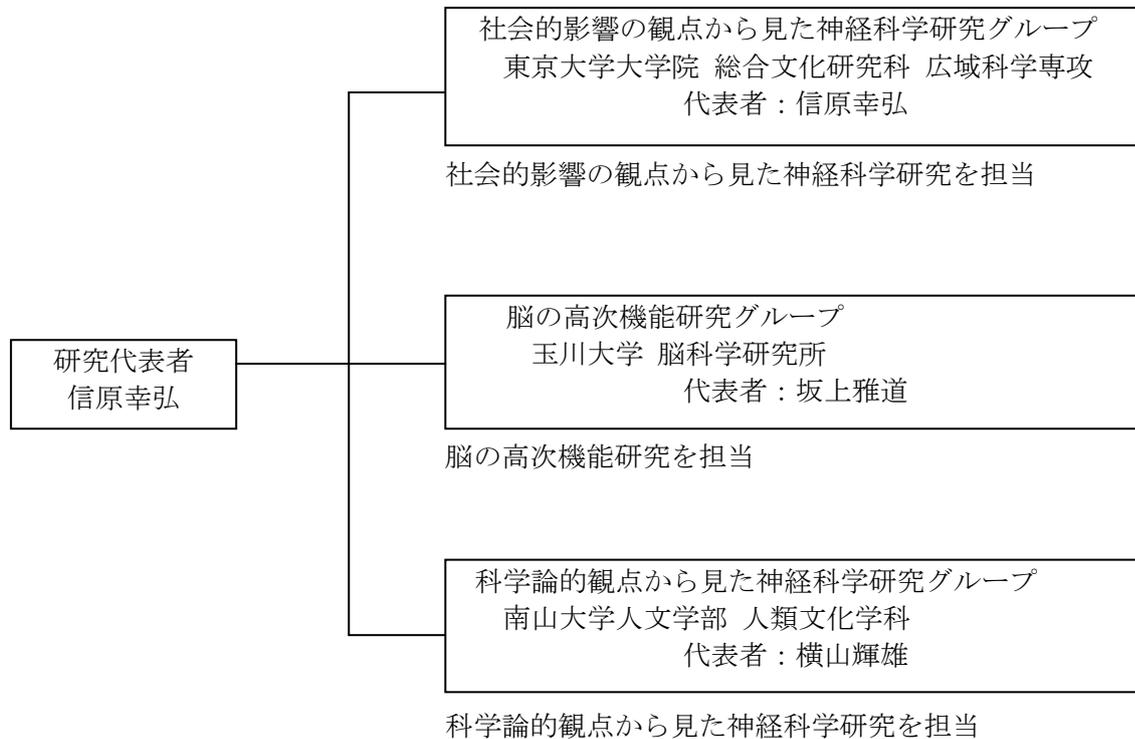
平山るみ、楠見孝「批判的思考態度が結論導出プロセスに及ぼす影響：証拠評価と結論導出課題を用いての検討」『教育心理学研究』52(2)、2004年、186-198頁。

後藤康志「メディア・リテラシー尺度の作成に関する研究」『日本教育工学会論文誌』29(Suppl)、2005年、77-80頁。

楠見孝、上市秀雄「人は健康リスクをどのようにみているか」吉川肇子（編）『健康リスクコミュニケーションの手引き』ナカニシヤ出版、2009年、96-115頁。

## 5. 研究実施体制

### (1)体制



### (2)メンバー表

#### ①社会的影響の観点から見た神経科学研究グループ

氏名	所属	役職	研究項目	参加時期
信原幸弘	東京大学大学院 総合文化研究科	教授	BMI, BCIに関する調査	平成18年12月～ 平成21年11月

村田純一	東京大学大学院 総合文化研究科	教授	脳イメージングに関する調査	平成18年12月～ 平成21年11月
廣野喜幸	東京大学大学院 総合文化研究科	准教授	神経科学が医療、法制度に与える影響の調査	平成18年12月～ 平成21年11月
永岑光恵	東京大学大学院 総合文化研究科	特任研究員	授業評価	平成20年4月～ 平成20年9月
永岑光恵	防衛大学校人間文化学科	准教授 (研究協力者)	授業評価、神経科学動向調査	平成20年10月～ 平成21年11月
原 塑	東京大学大学院 総合文化研究科	特任研究員	神経科学動向調査、Web教材作成	平成18年12月～ 平成20年9月
植原 亮	東京大学大学院 総合文化研究科	産学官連携アシスタント	神経科学動向調査、Web教材作成	平成18年12月～ 平成20年3月
植原 亮	東京大学大学院 総合文化研究科	特任研究員	神経科学動向調査、Web教材作成	平成20年10月～ 平成21年3月
中澤 栄輔	東京大学大学院 総合文化研究科	産学官連携アシスタント	文献調査、データ入力、Web教材作成	平成18年12月～ 平成20年3月
立花 幸司	東京大学大学院 総合文化研究科	産学官連携アシスタント	神経科学動向調査、Web教材作成	平成19年11月～ 平成21年3月
西堤 優	東京大学大学院 総合文化研究科	RA	神経科学動向調査、データ入力	平成20年4月～ 平成22年3月
楠見 孝	京都大学大学院 教育学研究科	教授(研究協力者)	授業評価	平成20年4月～ 平成21年11月
山本 愛実	東京大学大学院 総合文化研究科	特任研究員	神経科学動向調査、Web教材作成	平成21年4月～ 平成21年11月
山口 まり	東京大学大学院 総合文化研究科	RA	データ入力	平成21年4月～ 平成21年11月

②脳の高次機能研究グループ

氏名	所属	役職	研究項目	参加時期
坂上 雅道	玉川大学脳科学研究所	教授 准教授	脳の高次機能研究項目	平成18年12月～ 平成21年11月
山本 愛実	玉川大学脳科学研究所	嘱託研究員	脳の高次機能研究項目	平成20年4月～ 平成21年3月
原 塑	玉川大学脳科学研究所	グローバルCOE 准教授	脳の高次機能研究項目	平成20年10月～ 平成21年3月
原 塑	東北大学大学院文学研究科	准教授	神経科学動向調査、Web教材作成	平成21年4月～ 平成21年11月
中山 剛史	玉川大学脳科学研究所	准教授	脳の高次機能研究項目	平成18年12月～ 平成21年11月

③科学論的観点から見た神経科学研究グループ

氏名	所属	役職	研究項目	参加時期
横山 輝雄	南山大学人文学部	教授	神経科学の歴史的発展研究項目	平成18年12月～ 平成21年11月
服部 裕幸	南山大学人文学部	教授	神経科学の科学論的基礎研究項目	平成18年12月～ 平成21年11月
鈴木 貴之	南山大学人文学部	講師	神経科学の歴史的発展研究項目	平成18年12月～ 平成21年11月

(3) 招聘した研究者等

氏名（所属、役職）	招聘の目的	滞在先	滞在期間
なし			

## 6. 成果の発信やアウトリーチ活動など

### (1) ワークショップ等

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2007年 10月13日	ワークショップ「神経倫理学の課題と展望」	科学基礎論学会秋の例会 (慶応大学)		神経倫理学の歴史的意義、嘘検出の倫理的問題、エンハンスメントについて議論した。
2007年 11月10日	ワークショップ「脳神経科学の倫理—ニューロエシックスの展開」	日本生命倫理学会第19回大会 (大正大学)		神経科学と社会の境界領域で生じる問題について議論した。
2007年 11月11日	ワークショップ「認知の神経科学的基礎に関する哲学的研究」	日本科学哲学会第40回大会 (中央大学)		人間の認知機能、特に、思考、記憶、意図的行為を神経科学的手法により説明していく場合に、どのような概念上の問題が生じるのかを論じた。
2008年 10月19日	シンポジウム「脳科学と社会」	日本科学哲学会大会 (福岡大学)		脳神経科学の成果と社会制度設計の関係、脳神経科学に対するガバナンス、脳神経科学による人間観の変化などを議論した。
2008年 10月25日	ワークショップ「ニューロエンハンスメントの倫理的問題」	日本医学哲学・倫理学会大会(北海道大学)		脳神経科学の応用技術としてのエンハンスメント技術にまつわる倫理的問題を議論した。
2008年 11月30日	シンポジウム「ヨーロッパにおける脳神経倫理」	日本生命倫理学会 (九州大学)		ヨーロッパにおける脳神経倫理の現状を報告した。

### (2) 論文発表 (国内誌 9 件、国際誌 5 件)

#### 〈国内誌〉

1. 原 塑「神経倫理学とは何か: メディア暴力の規制に関する議論を例として」UTCP 論集、第8号、2007年、3-15.
2. 植原亮「スマートドラッグがもたらす倫理的問題—社会と人間性」UTCP 論集、第8号、2007年、37-54.
3. 鈴木貴之「神経科学と刑罰」UTCP 研究論集、第8号、2007年、85-98.
4. 植原亮「脳神経科学を用いた知的能力の増強は自己を破壊するか」、『科学基礎論研究』、2008年3月、77-86.
5. Murata, Junichi, "Creativity of the Historical World-Nishida and the Philosophy of Technology", 『哲学・科学史論叢』第10号(2008年) 1-12.
6. 永岑光恵、原塑、信原幸弘、「振り込め詐欺への神経科学からのアプローチ」社会技術研究論文集Vol.6.(2009年)177-186
7. 信原幸弘、「脳科学と心の機械化」日本哲学会編『哲学』第59号、2008年、97-114.
8. 立花幸司、「モラル・エンハンスメント(道徳能力の増強)は脳神経倫理学の議題となるか?—ニューロエシックスと脳科学ガバナンス—」東京大学教養学部哲学・科学史部会『哲

学・科学史論叢』第11号（2009年）1-35.

9. 横山輝雄「脳科学と科学研究の目標設定」 『科学哲学』第42巻第2号 2009年 印刷中

〈国際誌〉

1. Watanabe, M., Hikosaka, K., Sakagami, M., and Shirakawa, S., "Reward expectancy-related prefrontal neuronal activities: are they neural substrates of "affective" working memory?", *Cortex*. 2007 Jan;43(1): 53-64.
2. Sakagami, M., and Watanabe, M. "Integration of cognitive and motivational information in the primate lateral prefrontal cortex. " *Ann. N Y Acad. Sci.* 2007 May;1104:89-107.
3. Sakagami, M., and Xiaochuan, P., "Functional role of the ventrolateral prefrontal cortex in decision making." *Curr. Opin. Neurobiol.* 2007 Apr;17(2):228-33.
4. Xiaochuan, P., Sawa, K., Tsuda, I., Tsukada, M. and Sakagami, M., "Reward prediction based on stimulus categorization in primate lateral prefrontal cortex", *Nat. Neurosci.*, 11, 703 - 712 (2008)
5. Kawasaki, M., Watanabe, M., Okuda, J., Sakagami, M. and Aihara, K., "Human posterior parietal cortex maintains color, shape and motion in visual short-term memory", *Brain. Res.* 5;1213, 91-7(2008)

(3)口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）

①招待講演（国内会議  0  件、国際会議  0  件）

②口頭講演（国内会議  27  件、国際会議  18  件）

〈国内会議〉

1. 信原幸弘、「脳科学は我々の倫理を破壊するだろうか」、シンポジウム「脳科学から倫理への挑戦ーニューロエシックスの課題ー」熊本大学、2006年12月6日。
2. 原 塑、「ゲーム脳理論について倫理学はどう応えるのか」、シンポジウム「脳科学から倫理への挑戦ーニューロエシックスの課題ー」熊本大学、2006年12月6日。
3. Noritake, A., Koizumi, M. and Sakagami, M., "Prefrontal activities under a go/no-go conditional discrimination task. ", 10th Tamagawa-Riken Dynamic Brain Forum Nagano Prefecture, Japan, 2007年3月7-9日
4. Nomoto, K., Schultz, W. and Sakagami, M., "Reward predictive activity of dopamine neurons in random dot motion discrimination task.", 10th Tamagawa-Riken Dynamic Brain Forum Nagano Prefecture, Japan, 2007年3月7-9日
5. 植原亮、「神経科学を用いた知的能力の増強」科学基礎論学会秋の例会、2007年10月
6. 原 塑、「神経科学的行為理論と意図的行為」、日本科学哲学会第40回大会、2007年11月
7. 中澤栄輔、「記憶の神経哲学」、日本科学哲学会第40回大会、2007年11月
8. 立花幸司、「道徳性の脳神経科学とその哲学的検討」、日本科学哲学会第40回大会、2007年11月
9. 坂上雅道、「<いのち>の危機と生命倫理」、第19回日本生命倫理学会年次大会、東京、大正大学、2007年11月
10. 鈴木貴之、「脳神経科学と司法制度」、第19回日本生命倫理学会年次大会、東京、

大正大学、2007年11月

11. 坂上雅道、「意思決定課題におけるドーパミン細胞による報酬予測の遷移」、第31回日本神経科学大会2008、東京、2008年7月9日
12. Xiaochuan, P., and Sakagami, M., “Dissociable roles of lateral prefrontal cortex and striatum for reward prediction.”, 第31回日本神経科学大会2008、東京、2008年7月10日
13. 坂上雅道、「ヒトにおける報酬関連脳活動と知覚的曖昧性」、日本動物心理学会第68回大会、水戸、2008年9月13-15日
14. 坂上雅道、「意思決定の脳メカニズム」、日本科学哲学会第41回大会、福岡、2008年10月19日
15. 鈴木貴之、「脳神経科学と常識的世界観」、日本科学哲学会第41回大会、福岡、2008年10月19日
16. 立花幸司、「道徳の脳科学研究と科学哲学」、日本科学哲学会 第41回大会 シンポジウム「脳科学と社会」福岡、2008年10月19日
17. 植原亮、「人間を超える思想の概念地図と倫理的含意」、日本医学哲学・倫理学会、札幌、2008年10月25日
18. 西堤優、「ソマティック・マーカー仮説の妥当性の検討」、日本科学哲学会 第41回大会、福岡、2008年10月19日
19. 原 塑、「ドイツにおける脳神経倫理」、第20回日本生命倫理学会、福岡、2008年11月30日
20. 坂上雅道、「意志決定と前頭前野」、前頭前野の基礎と臨床、千里バイオサイエンスセンター、大阪、2008年12月13日
21. 信原幸弘、「道徳的判断と動機」招待講演、熊本大学、2009年5月9日
22. 信原幸弘、「意志の弱さと情動」ワークショップ「意思決定と情動」、2009年度 科学基礎論学会、大阪市立大学、2009年6月13日
23. 山本愛実、「意思決定における報酬情報処理」、ワークショップ「意思決定と情動」、2009年度 科学基礎論学会、大阪市立大学、2009年6月13日
24. 西堤優（東京大学）、「意志決定における身体状態の役割」、ワークショップ「意思決定と情動」、2009年度 科学基礎論学会、大阪市立大学、2009年6月13日
25. 信原幸弘、「言語機能は局在的か」、玉川大学脳科学研究所脳科学リテラシー部門ワークショップ：言語と脳、2009年10月30日、玉川大学
26. 服部裕幸、「エンハンスメントの社会的意義」、2009年度科学基礎論学会 秋の研究例会、2009年11月7日、慶應義塾大学
27. 横山輝雄、「科学リテラシーと科学研究のありかた」、2009年度科学基礎論学会 秋の研究例会、2009年11月7日、慶應義塾大学

#### 〈国際会議〉

1. Hara, S., “The Phenomenal theory of representational content: a similarity-based approach. The 1st BESETO Conference of Philosophy, Seoul National University, Korea, February 3-4, 2007,
2. Hara, S., “Media Violence and Beauchamp & Childress's Principle of Non-Maleficence”, Neuroethics: 8th Meeting of the Nachwuchsgruppe Philosophie des Geistes, May 2007
3. Hara, S., “Media Violence within the Framework of Biomedical Ethics”, The Second International Conference in Sapporo”, November 2007.

4. Nakazawa, E., "Neurophilosophy of Memory", The Second BESETO Conference of Philosophy, Philosophy and East-Asian Thoughts, Department of Philosophy Institute of Foreign Philosophy, Peking University, December 2007
5. Uehara, R., "The Ethics of Cognitive Enhancement and Self-transformation". The Second BESETO Conference of Philosophy, Philosophy and East-Asian Thoughts, Department of Philosophy Institute of Foreign Philosophy, Peking University, December 2007
6. Nobuhara, Y., "Brain Science and Possibilities of Reading the Mind", The Second BESETO Conference of Philosophy, Philosophy and East-Asian Thoughts, Department of Philosophy Institute of Foreign Philosophy, Peking University, December 2007
7. Sakagami, M., "Reward Interface by Monkey and Caudate Neurons", 国際ワークショップ: 京都大学こころの未来研究センター 第6回 こころの未来フォーラム サテライト ワークショップ, "Gambling, Reward, Decision Making, and The Prefrontal Cortex", Kyoto, Japan, April 1, 2008
8. Sakagami, M., "Corticostriatal Systems & Affective Learning", International Symposium on Attention and Performance XXII Vermont, U.S.A, July 14-17, 2008
9. Murata, J., "Technology, Society, and Philosophy ---- What is especially Japanese about the contemporary philosophical situation in Japan?", 22nd World Congress of Philosophy, Seoul, Korea, July3-August5, 2008
10. Sakagami, M., "Multiple neural circuits for reward prediction" 高麗大学学際的国際シンポジウム"Brain and Society", Seoul, Korea, July 29- August 1, 2008
11. Hara, S., "Phenomenal Theory of Representational Content", The XXII World Congress of Philosophy, Round Table ", Frontiers of Cognitive Neurophilosophy of Consciousness", Seoul, Korea, August 2, 2008
12. Nobuhara, Y., "Controlling the Mind and Autonomy of Action", The workshop at The XXII World Congress of Philosophy, Seoul, August 2, 2008
13. Sakagami, M., "Influences of stimulus discriminability and choice bias on dopamine activity", Workshop on Open Problems in the Neuroscience of Decision Making in Okinawa 沖縄科学技術研究基盤整備機構 (OIST) Okinawa, Japan, October 16-18, 2008
14. Xiaochuan, P., and Sakagami, M., "Visual responsiveness of primate prefrontal neurons can be modulated by the biofeedback technique", Society For Neuroscience 2008, Washington DC. U.S.A., November 1, 2008
15. Murata, J., "Phenomenology of Illumination, The Ontology of Vision in Merleau Ponty's Eye and Mind", OPO3Meeting(International conference of phenomenology), Chinese University of Hong Kong, Hong Kong, December 15-20, 2008
16. Nishitsutsumi, Y., "How can we conceptualize responsibility in the framework of the somatic marker hypothesis?", Moral Responsibility, Delft, Netherlands, August, 2009
17. Murata, J., "The limit of applied phenomenology: Phenomenology and brain sciences", The third international conference of PEACE (Phenomenology for East Asian Circle) Seoul National University in Seoul, September 18-21, 2009.
18. Xiaochuan, P., and Sakagami, M., "Category inference and prefrontal cortex", The 2<sup>nd</sup> International Conference on Cognitive Neurodynamics-2009, China, November 16-19, 2009

③ポスター発表（国内会議 16 件、国際会議 8 件）

〈国内会議〉

1. Takemura, H., Okuda, J., and Sakagami, M., “Perceptual ambiguity by luminance contrast and reward predictive activity in the brain.”, 10th Tamagawa-Riken Dynamic Brain Forum, Nagano Prefecture, Japan. March 7-9, 2007
2. Yamamoto, M., Okuda, J., Samejima, K., Shultz, W. and Sakagami, M., “Brain mechanism for reward prediction on perceptually ambiguous random dot motion stimulus.” 10th Tamagawa-Riken Dynamic Brain Forum, Nagano Prefecture, Japan. March 7-9, 2007
3. Watanabe, M., Kawasaki, M., Sato, T., Okuda, J., and Sakagami, M., “Neural substrate of initial selection and verification of strategies in an arithmetic search task: an fMRI study.” 10th Tamagawa-Riken Dynamic Brain Forum, Nagano Prefecture, Japan. March 7-9, 2007
4. Xiaochuan, P., Sawa, K. and Sakagami, M., “Predicting reward by primate prefrontal neurons in unexperienced setting” 10th Tamagawa-Riken Dynamic Brain Forum, Nagano Prefecture, Japan. March 7-9, 2007
5. 潘曉川、坂上雅道、「推移的推論の神経メカニズム」、特定領域研究「統合脳」夏のワークショップ、北海道、2009年8月10日
6. 山本愛実、松田哲也、渡辺言也、坂上雅道、「利得損失予測の脳内情報処理に及ぼす知覚的曖昧性の影響」、特定領域研究「統合脳」夏のワークショップ、北海道、2009年8月12日
7. 山本愛実、松元まどか、松田哲也、奥田次郎、坂上雅道、「金銭的損失予測脳活動に対する知覚的曖昧性の影響」、第32回日本神経科学大会、名古屋、2009年9月16日
8. 松元まどか、松本健二、速水則之、坂上雅道、「閾下および閾上の刺激の価値はヒト脳内において別々に行動選択する」、第32回日本神経科学大会、名古屋、2009年9月16-18日
9. Xiaochuan, P., and Sakagami, M., “Model-based and model-free learning by striatal neurons” 第32回日本神経科学大会、名古屋、2009年9月16-18日
10. Nomoto, K., Schultz, W., Watanabe, T., and Sakagami, M., “Prolonged dopamine responses to perceptually demanding reward-indicative stimuli” Tamagawa University-Hokkaido University Global COE Joint Symposium. Tamagawa University. Tokyo, October 24, 2009.
11. Ito, T., Marutani, T., Yamamoto, M., Shimojo, S., Suzuki, H., and Matsuda, T., “Examination of the mechanism underlying face preference decisions” Tamagawa University-Hokkaido University Global COE Joint Symposium. Tamagawa University. Tokyo, October 24, 2009
12. Yamamoto, M., Mastuda, T., and Sakagami, M., “Brain activity for monetary gain and loss prediction on salient and ambiguous perception as revealed by random dot motion stimuli and fMRI” Tamagawa University-Hokkaido University Global COE Joint Symposium. Tamagawa University. Tokyo, October 24, 2009
13. Yokoyama, O., Noritake, A., K. Nomoto, K. and Sakagami, M., “Dynamic changes in reward preference represented by monkey lateral prefrontal neurons during a free choice task.”, Tamagawa University-Hokkaido University Global COE Joint Symposium. Tamagawa University. Tokyo, October 24, 2009
14. Xiaochuan, P., and Sakagami, M., “Model-based and model-free learning by striatal neurons”, Tamagawa University-Hokkaido University Global COE Joint Symposium. Tamagawa University. Tokyo, October 24, 2009
15. 丸谷俊之、八幡憲明、池田裕美子、山本愛実、伊藤岳人、松浦雅人、松島英介、鈴

木秀典、松田哲也、「SSRI、プラセボが報酬予測に与える影響」第39回日本臨床神経生理学会、2009年11月18-20日

16. 伊藤岳人、丸谷俊之、山本愛実、下條信輔、鈴木秀典、松田哲也、「顔の選好意思決定へ及ぼす影響の検討」、第39回日本臨床神経生理学会、2009年11月18-20日

#### 〈国際会議〉

1. Hara, S., and Yamamoto, M., “The Varieties of Self” Joint Tamagawa University/Caltech Lecture-course on EMOTION, California, U.S.A., February 18, 2009
2. Yamamoto, M., Matsumoto, M., Matsuda, T., and Sakagami, M., “Brain activity for monetary loss prediction based on ambiguous perception.” Joint Tamagawa University/Caltech Lecture-course on EMOTION, California, U.S.A., February 18, 2009
3. Nobuhara, Y., “Autonomy of Action”, Neuroethics Society, Washington DC. U.S.A., November 13, 2008
4. Uehara, R., “Transhumanism and the theory of value”, Neuroethics Society, Washington DC. U.S.A., November 13, 2008
5. Nishitsutsumi, Y., “An Extension of the Somatic Marker Hypothesis to Moral Decision-Making”, Neuroethics Society, Washington DC. U.S.A., November 13, 2008.
6. Nishitsutsumi, Y., “Does the Iowa Gambling Task Really Verify the Somatic Marker Hypothesis?”, Brain Matters, Halifax, Nova Scotia, September 2009
7. Yamamoto, M., Mastuda, T., Okuda, J., and Sakagami, M., “Brain activity monetary gain and loss prediction based on salient and uncertain perception.”, Neuroscience 2009. Chicago.2009.10.16-21
8. Matsumoto, M. Hayamizu, N., and M. Sakagami, M., “Two separate decision systems affected by the value of subliminal and supraliminal stimulus in human brain.”, Neuroscience 2009.Chicago.2009.10.16-21

#### (4)新聞報道・投稿、受賞等

##### ①新聞報道・投稿 7件

1. 坂上雅道、科学新聞 第3134号(6)特集「玉川大学 COE」『脳は何をしているのか「推論」実験から探る』平成18年
2. 鈴木貴之、「脳研究 倫理揺るがず」、朝日新聞、平成19年12月14日朝刊 21面
3. 坂上雅道、「心をのぞく5 せめぎ合う倫理と論理」朝日新聞(夕刊) 平成20年4月11日
4. 坂上雅道、「編著者インタビュー『脳科学と哲学の出会い』」教育医事新聞、平成20年4月25日
5. 坂上雅道、「『推論』担う脳細胞、前頭部に」東京新聞(夕刊) 平成20年5月26日
6. 坂上雅道、「推論する神経回路を解明」朝日新聞(朝刊)平成20年6月6日
7. 坂上雅道、「ロングランシリーズ<377>消費者問題はいまー提言二〇〇八」ニッポン消費者新聞 平成20年9月1日

##### ②受賞

植原亮、南山大学第一回社会倫理研究奨励賞受賞

③その他

坂上雅道、テレビ取材 岩波映像 サイエンスチャンネル 2007/01/24 取材： 標題：「心はどこにある」 放送日未定特許出願（当面公開は考えていない）

神経科学リテラシーのホームページ (<http://neurolit.lit.nanzan-u.ac.jp/>) を、2007年4月5日から公開。

【書籍など】 2 件

1. 信原幸弘、原 塑編著、『脳神経倫理学の展望』、勁草書房、2008年8月25日
2. 村田純一、『技術の哲学』（単著）、岩波書店、2009年7月

【査読論文以外の論文など】 30件

1. 植原亮、「認知能力の増強と本来性という理念」、『創文』2008年2月、18-21.
2. 原 塑、「脳神経倫理学の成立とその将来的課題」、『創文』2008年2月、10-13.
3. 村田純一、「『わたし』を探検する」岩波書店、2007年10月.
4. 村田純一、「知覚と行為——現象学と脳科学」、『脳科学と哲学の出会い：脳・生命・心』中山剛史・坂上雅道編著、玉川大学出版会、2008年2月、84-100.
5. 信原幸弘、「第6章 クオリアと世界の非概念的把握」『脳科学と哲学の出会い：脳・生命・心』中山剛史・坂上雅道編著、玉川大学出版会、2008年2月、101-115.
6. 中山剛史、「『意志の自由』は幻想か？——自由意志をめぐる脳科学と哲学の論争——」、『創文』2008年2月、14-17.
7. 中山剛史、「現代の「脳神話」への哲学的批判——「意志の自由」は幻想か」、『脳科学と哲学の出会い：脳・生命・心』中山剛史・坂上雅道編著、玉川大学出版会、2008年2月、139-154.
8. 中山剛史、「脳科学と哲学の出会い：脳・生命・心」中山剛史・坂上雅道編著、玉川大学出版会、2008年2月.
9. 横山輝雄、「脳科学と社会——脳科学の現状と未来」、『脳科学と哲学の出会い：脳・生命・心』中山剛史・坂上雅道編著、玉川大学出版会、2008年2月、128-138.
10. 鈴木貴之、「神経薬理学的方法を用いた知的能力の増強—その倫理的諸問題—」、『アカデミア』人文・社会科学編 第85号 125-151頁.
11. 原 塑、「脳神経倫理学の成立とその将来的課題」、『創文』2008年第505号.創文社 pp.10-13
12. 原 塑、「食品による<社会>の増強—オキシトシンと神経経済学」、『科学』2008年第78巻第8号 pp.860-864.
13. 坂上雅道、「意思決定に関わる2つの神経回路」、『計測と制御』Vol. 48, No. 1 特集「高次機能の学習と創発—脳・ロボット・人間研究における新たな展開」
14. 信原幸弘、「自己決定権と自律的行為の多様性」、『自己決定論のゆくえ—哲学・法学・医学の現場から—』高橋隆雄,八幡英幸編、九州大学出版会 2008年5月1日、pp.63-84
15. 村田純一、「心身問題の現在」、『岩波講座哲学 05 心／脳の哲学』村田純一編、岩波書店、2008年5月9日、pp.1-18.
16. 信原幸弘、「言語による思考の臨界」、『岩波講座哲学 05 心／脳の哲学』村田純一編、岩波書店、2008年5月9日、pp.131-152
17. 原 塑、「テキストからの展望、ジェームズ『心理学原論』」、『岩波講座哲学 05 心／脳の

- 哲学』村田純一編、岩波書店、2008年5月9日、pp.265-268
18. 原 塑、「テキストからの展望、大森荘蔵『物と心』」、『岩波講座哲学 05 心／脳の哲学』村田純一編、岩波書店、2008年5月9日、pp.270-273
  19. 村田純一、「技術への問い——技術の創造性と日本の近代化」、『岩波講座、哲学』01、岩波書店、2008年6月 pp.73-103
  20. 村田純一、『『身心問題』の現代的意義：第3版へのあとがきに代えて』、廣松渉『身心問題』青土社 2008年6月21日、pp.347-357
  21. 信原幸弘、「脳神経科学と倫理」、『脳神経倫理学の展望』信原幸弘、原 塑編、勁草書房、2008年8月25日、pp.1-12
  22. 原 塑、「メディア暴力と人間の自律性」、『脳神経倫理学の展望』信原幸弘、原 塑編、勁草書房、2008年8月25日、pp.149-172
  23. 鈴木貴之、「脳神経科学からみた刑罰」、『脳神経倫理学の展望』信原幸弘、原 塑編、勁草書房、2008年8月25日 pp.255-281
  24. Hara, S., “Media Violence within the Framework of Biomedical Ethics: Why Hurley’s Argument Fails” *Applied Ethics: Perspectives from Asia and Beyond*. Hara, S., Ishihara, K., & Majima, S. (eds.). Center for Applied Ethics and Philosophy, Graduate School of Letters, Hokkaido University, (2008) pp.130-137.
  25. 植原亮、「エンハンスメント・社会・人間生——概念的見取り図の試案」、UTCPブックレット『エンハンスメント・社会・人間性』2009年3月18日、pp.7-23
  26. 立花幸司、「モラル・エンハンスメントはなぜ不穩に響くのか」、UTCPブックレット『エンハンスメント・社会・人間性』2009年3月19日、pp.83-102
  27. 信原幸弘、「認知的エンハンスメントと人間観への影響」UTCPブックレット『エンハンスメント・社会・人間性』東京大学グローバルCOE「共生のための国際哲学教育研究センター」、2009年3月19日、pp.103-118.
  28. 原 塑、廣野喜幸、「脳科学と社会—脳リテラシーの観点から—」、『東京大学社会人科学講座—生命科学編— 脳と心は科学でわかるか』南山堂 2009年3月
  29. 信原幸弘、『生命という価値』高橋隆雄・桑和彦編、九州大学出版会、共著、信原幸弘担当「心・意識・人命の価値」2009年 83-99頁、
  30. 松田哲也、山本愛実、伊藤岳人；「精神疾患と認知機能」第3章認知機能をどうとらえ、評価するのか. 第3節 注意の評価, pp.138-142. 新興医学出版社. 2009. 11.7.第一版.

**【研究開発成果を発信するためのシンポジウム等の開催】**

日本科学哲学会第41回大会（2008年10月19日）において、横山輝雄をオーガナイザーとするシンポジウム「脳科学と社会」を開催し、坂上雅道、鈴木貴之、立花幸司が発表

**【学会以外のシンポジウム等への招へいによる講演実施】18件**

1. 原 塑、「ゲーム脳に関する倫理的問題」 “Neuroethics-8<sup>th</sup> Meeting of the Nachwuchsgruppe Philosophie des Geistes”、フランクフルト、2007年5月2-5日
2. 信原幸弘、「合理性と自己」〔招待講演〕、シンポジウム「徹底討論・自己決定1：哲学と法の視点から」熊本大学生命倫理研究会主催、熊本、2007年9月29日
3. 信原幸弘、指定討論 国際シンポジウム「人間改造のエシックス ブレインマシンインターフェイスの未来」、京都 2008年1月14日

4. 坂上雅道、「消費者行動の分析における脳科学的手法の可能性」国際消費者政策シンポジウム、東京、2008年9月9日
5. 植原亮、「脳と機械をつなぐ新技術～ブレイン・マシン・インターフェイスを巡って」、静岡理工科大学公開シンポジウム袋井、2008年1月24日
6. 信原幸弘、「道徳的判断と動機」〔招待講演〕、熊本大学、2009年5月9日
7. 信原幸弘、「意志の弱さと情動」科学基礎論学会年会、ワークショップ：意思決定と情動、大阪市立大学2009年6月13日
8. 信原幸弘、「言語機能は局在的か」、玉川大学脳科学研究所脳科学リテラシー部門ワークショップ：言語と脳、玉川大学2009年10月30日
9. 坂上雅道、「神経科学と生命観・社会観」シンポジウム：神経科学リテラシー、東京大学駒場キャンパス、2009年5月23日
10. 坂上雅道、「玉川大学GCOEについて」第73回日本心理学会、シンポジウム：心に関する全日本ネットワークの構築、京都立命館大学、2009年8月28日
11. 坂上雅道、「意思決定の神経メカニズム」実験社会科学サマースクール2009、大阪大阪大学、2009年8月29日
12. 坂上雅道、「ギャンブルする脳・しない脳」玉川大学グローバルCOEシンポジウム：ギャンブル、経済、脳科学、人間はなぜリスクを伴う行動を選ぶのか？日本科学未来館東京、2009年9月12日
13. 坂上雅道、「脳科学教育研究に向けて-玉川大学の取り組み」第32回日本神経科学大会（サテライトシンポジウム）、名古屋、2009年9月16-18日
14. 坂上雅道、P. Xiaochuan “Reward inference by prefrontal neurons”, 第32回日本神経科学大会 名古屋 2009年9月16-18日
15. 坂上雅道、「意思決定と人間の自発性」シンポジウム：自発性の発現・物質プロセス研究会主催 東京大学山上会館 東京、2009年10月12日
16. Sakagami, M., “Neural Basis for Decision-making.” Tamagawa University-Hokkaido University Global COE Joint Symposium. Tamagawa University. October 24, 2009
17. Sakagami, M., ”Multiple brain circuits for decision-making”, Function of Life : Elements and Integration, IUPS 32th 京都・国立京都国際会館 2009年7月26日-8月1日
18. 坂上雅道、「脳科学で消費者の行動を考える～あなたは自分をどこまで知っていますか～」東京都消費生活センター 2009年11月10日

#### (5) 特許出願

①国内出願（  0  件）

1. “発明の名称、発明者、出願人、出願日、出願番号”
- 2.
- ...

②海外出願（  0  件）

1. “発明の名称、発明者、出願人、出願日、出願番号”
- 2.
- ...

#### (6) その他の発表・発信状況、アウトリーチ活動など

特になし。

## 7. 結び

3年間のプロジェクトであったが、脳神経科学リテラシーをめぐって、さまざまな活動を行った。研究の目標に照らして活動を振り返ってみれば、脳神経科学リテラシーの教科書とそれにもとづく授業用スライドの作成、脳神経科学リテラシーの授業の実施、授業評価アンケートの実施と分析、という3つの主要な目標をほぼ満足のゆくレベルで達成することができた。

脳神経科学リテラシーの教科書については、まだまだ改善すべき点は多いが、一応、授業を行うことができるレベルで教科書を作成することができた。授業も、東京大学、玉川大学、南山大学で実施したが、学生の反応もまずまずであった。授業用スライドも、数回の改良によってかなり分かりやすいものになった。授業評価アンケートについては、質問項目をもっと洗練して、脳神経科学リテラシーを構成する要素をもっと明確に浮かび上がるようにする必要がある、現状では、まだまだ授業評価が十分にできているとは言い難いが、とりあえず授業評価の一步を踏み出すことができた。授業評価をどう行うかはたいへん難しい問題であり、適切な授業評価法の確立に向けて、今後も試行錯誤を続けていく必要があるが、その手がかりを作れたことは、重要な成果であった。

当初は、教科書の理解をより深めるために、教科書で扱ったことがらにかんする参考資料集と用語集を作成する予定であったが、これはなかなか時間と労力を必要とする作業であり、結局、教科書の作成に追われて、そこまでは手がまわらなかった。参考資料集と用語集は、学生だけではなく、脳神経科学リテラシーの授業を行おうとする教員にとっても貴重な資料となるはずである。もう少し時間と労力の配分を考えて、資料の作成に取り組むべきであった。

脳神経科学リテラシーの授業は、大学生に脳神経科学リテラシーを身につけてもらい、そのかれらがやがて社会人になっていくことで、脳神経科学リテラシーが次第に社会に浸透するようにしようという試みであり、非常に重要な社会的意義がある。脳神経科学はこれからますます発展し、われわれの人間観や社会のあり方に根本的な影響を及ぼす可能性がある。脳神経科学リテラシーを一般市民が身につけておくことは、脳神経科学を健全に発展させ、人々がその恩恵に浴することができるようにするために、きわめて重要である。

本プロジェクトによって当初の目標をかなり達成することができたが、その過程で浮かび上がってきた課題も多い。今後は、教科書をさらに洗練し、演習の教材を開発していきたい。授業を興味深いものにし、また脳神経科学リテラシーを実生活で活用できる実践的なスキルにするためにするために、授業において演習が不可欠である。現状では、そのための教材が大いに不足しており、その開発を急ぎたい。

また、脳神経科学リテラシーの授業を本プロジェクトの関係者だけではなく、多くの

大学教員がそれを行うように、次第に輪を広げていきたい。すでに興味を示している大学教員もあり、まずはその人たちにわれわれの教科書と授業用スライドを用いて授業を行ってもらいようにしたい。また、できれば、大学の授業だけではなく、一般市民にたいして直接、脳神経科学リテラシーの講演を行っていきたい。現時点では、まだその見通しは立たないが、いずれ何らかの仕方で実現していきたい。

さらに、脳神経科学リテラシーの授業評価法がまだ萌芽的な段階にとどまっているので、その改良も行っていきたい。すでに一応の授業評価アンケートがあるので、それを用いてアンケートを行いながら、質問項目の改良と分析方法の見直しを行っていく予定である。

プロジェクトの運営にかんしては、全体としてさほど大きな問題はなかった。東京大学、玉川大学、南山大学の3つの拠点からなるプロジェクトであったが、年に数回、打合せ会を開き、日常的にはメールで頻繁に連絡を取り合うことで、十分、意思疎通をはかることができた。研究費についても、資料費、物品費、旅費、謝金など、必要なところに過不足なく適切に執行できた。また、本プロジェクトに参加した若手研究者の育成の点では、たいへん大きな成果があった。2名が大学教員となり、2名が日本学術振興会の特別研究員(PD)となった。残りの人たちも、国内外で研究発表を行うなど、活発な研究活動を行っており、プロジェクトでの活動がその大きな刺激となった。

本プロジェクトでの3年間の研究活動は、参加者にとってたいへん貴重な体験であった。本プロジェクトの多くは文系の研究者であり、単独で研究活動を行うことには慣れているが、共同での研究活動は不慣れであった。しかし、共通の目標に向かって、意見が異なる場合でも、何とかそれを収束させて、目標の達成をはかったことは、共同研究の厄介さとともに、その重要性和面白さを知るうえで貴重であった。今後もさらに、この貴重な体験を活かして、何らかの重要な社会問題の解決に向けて共同で研究活動を行っていければと思う。

