

F1. 脳神経科学と脳神経倫理の進歩

本章の目的

私たちの脳に関する知識が増えていくにつれてその機能を変化させることが可能になってきた。そして、脳神経科学と脳神経倫理を統合した学習の枠組みが重要になってきた。本章の目的は

1. 神経系の紹介
2. 脳神経倫理がもつ多様性の指摘
3. 現行の研究の革新的根源への注意喚起
4. パーキンソン病に関する討論と脳神経科学の倫理における主要な問題の呈示

である。

F1.1 ヒトの神経系

脳神経科学は神経系の研究である。神経系は中枢神経系と末梢神経系から成り立つ。中枢神経系は脳と脊髄核から構成される。末梢神経系は頸髄および脊髄神経が含まれ、そして、感覚運動神経の拡張的な経路—あるいは神経細胞—が身体のすべての部品を互いに結び付けている(図参照)。脳機能は神経活動を協調させる中枢であり、人体のすべての神経電位を制御し、指令を送り、そして統合している。脳機能は、運動、(姿勢の)均衡と呼吸のような身体機能、そして私たちの行為、情動、知性のような精神機能を司る。中枢神経系は、つまり、遺伝的に定義された行動の様式とこの行動を変化させる様式を私たちに提供する身体物質なのである。

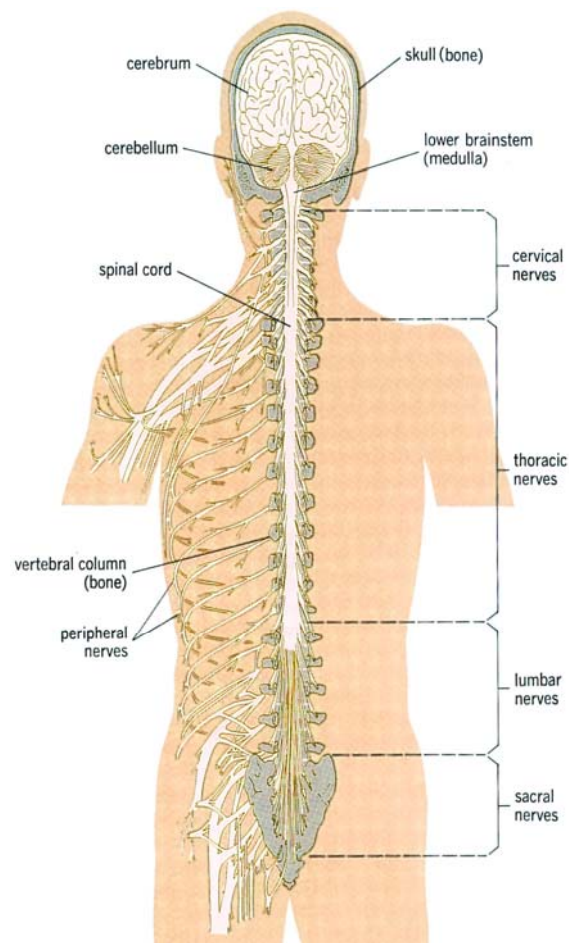
Chapter by Irina Pollard, Ph.D. 福士珠美・佐倉統 (訳)

A Cross-Cultural Introduction to Bioethics, Darryl R.J. Macer, Ph.D. (Editor), UNESCO Bangkok Bioethics Education Project 2006
<<http://www.unescobkk.org/index.php?id=3854>>

脳は脊椎動物の中樞神経系の拡大された最前部であり、頭蓋の中に収められている。脳は、互いに、また身体の隅々までの末梢神経に化学的あるいは電氣的な信号を用いて情報を伝達する何十億という互いに繋がりあった神経細胞によって構成されている(F2参照)。かいつまんで言うと、神経系は外界から、あるいは身体の中から情報を受け取り、伝達し、統合し、そして筋肉や臓器のような標的器官における最適な反応をつくり出すのである。応分に段階的された標的器官の応答は以下のようになる:例えば、腕の筋肉を収縮させる信号が含まれる神経細胞が増えればより大きな筋収縮が生じるだろう。もし腕が重石を持ち上げる作業に従事していたら、重石が重たければより多くの神経線維が賦活することで、筋肉は重い負荷を持ち上げられるようになる。もともと多くの神経細胞が興奮する間、つまり、神経細胞の標的(器官)の反応性が高まっている一方で、他方は抑制される。抑制性の神経細胞は、刺激信号の上昇を防ぐためにその標的において反応性を低下させる。例えば、ゆっくりと腕を方のほうに引くと抑制される筋がある一方で他方は興奮するので抑制性と興奮性両方の応答が必要となる。

脳は常に活動しているために体内の酸素供給の大きな割合を必要とし、酸素を運搬する血液は一分当たりの平均血流650-700mlで循環する。脳の特定期域において酸化血の供給が阻害されると虚血性脳梗塞がおこり、続いて阻害された脳組織の機能不全が生じる。

新しい技術により、健全な脳機能と臨床症状を示したときの機能不全についての理解が可能になってきた。神経科学は神経系の成長、発達、そして機能の数多くを特定化することを含んだ科学探究である。それに伴い、神経科学者は解剖学、生化学、分子生物学、薬理学、計算論的科学、そして脳神経倫理学を網羅する教科の知識を持たなくてはならない。



【図の説明】裏から見た神経系

神経系は中枢神経系、あるいは脳と脊髄、そして末梢神経系から成る。末梢神経系は中枢神経系と他の身体組織の間に電気信号を伝える一連の経路である (Woodburne, R. “Essentials of Human Anatomy” Oxford University Press, N.Y. 1965 より転載)。

F1.2. 身体か心か—違いはどこに？

私たちをとりまく環境(内的にも外的にも)は感覚器官によって連続的にモニターされている。感覚器官(眼、耳、鼻、味蕾など)は情報を集めて神経の刺激信号に変換する。刺激信号が中枢神経系に達したときだけそれらは光、音、におい、味、などとして「知覚」されるのだ。刺激信号によって異なった脳部位が情報を処理する。例えば頭を打って「星を見る」のは光を処理する脳部位が

Chapter by Irina Pollard, Ph.D. 福士珠美・佐倉統 (訳)

A Cross-Cultural Introduction to Bioethics, Darryl R.J. Macer, Ph.D. (Editor), UNESCO Bangkok Bioethics Education Project 2006
<<http://www.unescobkk.org/index.php?id=3854>>

刺激されたことを単に意味しているのである。

瞑想の訓練:しばしの間眼を閉じて頭の中の空間に集中してみよう。レモンを思い描いて、それを切り分け、ゆっくりと吸うところを思い浮かべてみよう—そう、一切れずつ・・・どんな感覚を体験するだろう？レモンの味に、流れ出る唾液に、レモンの色に、あるいは形に集中しながら—それを訓練の後にどうか書き出してほしい。あなたの心はあなたの身体に異変を起こしたのだろうか？あなたは身体が心から離脱してしまったと感じるだろうか？あなたは、自分が味わったり心臓が脈打ったり、呼吸をするのと同じように愛情や怒りを量ることを想像できるだろうか？より多くの医師や科学者が心の内的作用に関する理解を深めていけば、心身二元論などありえないことをより認識してください—心と身体を切り離すことはできないのである。思考と情動は、言い換えれば身体の他の部分との連携をはかる神経細胞間、あるいは細胞内の複雑な電気化学的相互作用の帰結なのである。たとえば、統合失調症の離脱的言動とうつ病の自己評価の低さは脳内の化学的状態の不具合によって生じる。身体の健やかさと心の状態とは緊密に繋がっているのだ。不健康な体は不健康な心につながり心の病は体内の病気を発症させたり悪化させたりする。研究者たちはこれらのゆがみが如何にして生じるのか、如何にして重篤さを和らげるのか、あるいは場合によっては如何に矯正するのかを学んでいるのである。

問1: 科学者たちは人間の倫理的に振舞う能力というのは何百年何千にわたって進化してきたものだと思っている。あなたはそれに賛成か、反対か？

F1.3. 脳神経倫理

脳神経倫理とは心を扱う、あるいは操作することへの社会的、法的、倫理的含蓄と同様に、脳への研究的行為の賛否を取り扱う新しい研究領域である。脳神経倫理学者たちは新しい技術が発

Chapter by Irina Pollard, Ph.D. 福士珠美・佐倉統 (訳)

A Cross-Cultural Introduction to Bioethics, Darryl R.J. Macer, Ph.D. (Editor), UNESCO Bangkok Bioethics Education Project 2006
<<http://www.unescobkk.org/index.php?id=3854>>

達して使われてしまうのを待つよりも今すぐに倫理を考えようとしている。情報へアクセスすることは重要な配慮ではあるが、個人の権利への大幅な解釈も存在する。

脳スキャンは脳疾患の初期徴候や精神衛生の危険因子を同定することができる。脳スキャンの新しい進歩は血流を用いることで、基礎的な脳内過程に注目する傾向にある。興味深いことに、科学者達は私たち一人ひとりを形づくるより微妙な機能を調べるために総合的な脳機能、機構、そして進化に関しての伝統的な実験を拡張しているのだ。例えば、脳画像技術は個々人の未来に関する予測をする私たちの能力を改善し得る。科学者達は変化し続ける環境に対応した脳画像の異なるパターンが如何にして異なる未来の行動や状態と強い相関を示すのかを解明していこう。脳画像の発展は記憶を想起したり、真偽を見極めたり、両者の間を違える神経内科学を支えることを含んだ心的過程へのアクセスを提供するだろう(第2章参照)。未来の脳画像は知性、認知能力、暴力的かつ攻撃的などの個人の特性、そして精神疾患などを示す内観を提供するだろう。特殊な脳画像は、アルツハイマーやパーキンソン病など特定の神経変性疾患の発症をも予測し得る。

特定の疾患の発症を予測することは、発症の予防や初期治療を劇的にもたらし得る。しかし、重要点が悪用される前に配慮しなくてはならない沢山の倫理的問題がある。

問2. 正確な予測は有用な介入につながり得る、しかしそれらの予測が間違っていたり、誤って解釈されたりしたら、どうなるのか？

問3. 自分が関与し得る犯罪に関して有罪と感ずるべきか？

問4. もし犯罪や疾病に関わる重大な問題に関する情報が個人の事業や保険会社に間違っ
て伝わったら何が起こるのだろうか？

Chapter by Irina Pollard, Ph.D. 福士珠美・佐倉統 (訳)

A Cross-Cultural Introduction to Bioethics, Darryl R.J. Macer, Ph.D. (Editor), UNESCO Bangkok Bioethics Education Project 2006
<<http://www.unescobkk.org/index.php?id=3854>>

我々には今や大脳皮質前頭葉が認知、感情制御、善行や道徳的理由付けの調節に重要な役割を持つことを知っている。前頭葉は、悪から善を学ぶにも関わらず彼、彼女の行動を本人が適切に制御することができなくなるような損傷を受けたり、アルコールやストレスなどの危険因子によってその機能を阻害したりされるべきなのだろうか？

問5. 前頭葉に損傷を受けている人の犯罪行為は犯罪なのだろうか？

問6. 彼らは罰や矯正を受けるべきか？

問7. 科学者があなたの思考を読めるとして、彼らはその思考自体を変えることもできると思うか？

脚注: 私たちのほとんどと“天才児”は全く異なるやり方で頭を使っている。彼らの脳はより活発で、平均的な能力の脳と比べてより沢山の結合が生じている。

F1.4. 指紋-機械は心を読めるか？

技術が発展を続けていくと、個人の思考や記憶を読み取ることができるような機械が作り出されるという可能性がある。現在は、ポリグラフが嘘発見器として使われている。(嘘の)検出は心拍、血圧、発汗などの付随な反応の記録によって為される。しかし脳活動を計測する機械は正確に嘘を検出できるのだろうか？より洗練された脳指紋技術は事件や犯罪の個人の知識を証明できるように開発されている(F2.1.参照)。

仮にデバイスが隠された知識もはかれるとして、それは如何に用いられるべきか？この技術の

Chapter by Irina Pollard, Ph.D. 福士珠美・佐倉統 (訳)

A Cross-Cultural Introduction to Bioethics, Darryl R.J. Macer, Ph.D. (Editor), UNESCO Bangkok Bioethics Education Project 2006
<<http://www.unescobkk.org/index.php?id=3854>>

利点—犯意、テロリスト、信用できない社員の検出—は起こりうる被害にも勝るのか？もしこの技術が強制されたり、あるいは同意なく行われた場合、精神の侵入に対する個人のプライバシー権利に対して何が起こるのだろうか？新しい神経科学は、脳が私たちそのもの—個性、意識、行為、発想、そして精神性—であるが故に、沢山のジレンマを抱えている。われわれが如何に何を考え、感じ、そして行動しているかは至極個人的なことで、しばし、われわれは自分自身の全ての面をさらけ出しはしないという選択をする。新しい神経科学はパンドラの箱を開けつつあるのだろうか？

問8. もし脳(を読み取る)機械が脳の中の大事な秘密の解読を司るとして、何の目的に何を入力し、何を制御するのか？

問9. 脳の情報に対する権利は誰のものか？法律家、医師、家族、雇用主、保険会社、販売代理店、政策立案機関か？

F1.5. ケーススタディ:パーキンソン病

パーキンソン病は(身体の)バランスを制御し筋活動を協調する脳部位のドーパミン細胞が損傷を受けたり死んでしまうことで引き起こされる神経変性疾患である。ドーパミンはスムーズで滑らかな運動を可能にする脳と筋の間を調整する信号を作り出す抑制性の神経伝達物質である。ドーパミン細胞が死に始めると脳と筋肉の間の情報伝達のラインが効果的に制御されなくなり、脳はもはや筋運動を制御できなくなるのである。症状は手、顔、そして脚の震え、四肢と体幹の硬直、運動や発話の遅延、バランスと協調の失効を含む。

パーキンソン病に帰結するドーパミンニューロンの欠損は環境と同様に遺伝的要因があることもよくわかっている。現在の技術を以っては、ある特定のパーキンソン遺伝子を見つけ出すことが

Chapter by Irina Pollard, Ph.D. 福士珠美・佐倉統 (訳)

可能だが、手続きは煩雑で費用もかかる。当面、(遺伝子の)検査は疾患の早期発症の兆候がある人に限って有効なものだ;つまり、症状は大体 30 代で発現してくるのだ。実験はすぐに同様のテストを、発症時期に関係なく発病する可能性のある人に効果的に行うように進められ、胎児期に病気の詳細な検出が可能にすらなるかもしれない。これは胚の選択的抽出によって疾病の罹患率を減らし、(パーキンソン)遺伝子を持つ人から持たない人の遺伝子ばかりを伝えるようになる。

研究者達は重篤な遺伝病のためにより安全で信頼性の高いスクリーニング方法を発展させるための努力を続けているが、確実な遺伝子、あるいは遺伝子の組み合わせの持つ多様な条件のため、その遺伝病の発達の高い危険性をキャリアが持っていることは稀である。このことは、心疾患や癌など発症の危険が環境的な文脈で評価されるべき生活習慣病の場合は特に真である。第 3 章 (F3) 第 4 項 (F3.4.) では健康で健やかな遺伝子と生活条件と行動習慣の間の相互作用について取り扱っている。

F1.6. パーキンソン病患者のための胎児由来幹細胞の皮質間移植

神経科学のもう一つの重要な挑戦は神経学的な損傷—特にパーキンソン病において重要な—を修復するための幹細胞の適用である。幹細胞は神経細胞のように特定の種類の細胞へと成長、発達する能力を持った細胞のことである。幹細胞には二つの大きな由来がある—胚性幹細胞と成人由来幹細胞という—。近年、科学者達はラットの胚から特定の種類の幹細胞を取り出すことに成功し、パーキンソン様の症状を持つラットをつくり出すことに成功した。神経組織に発達する神経幹細胞をラットに注入すると、処置の 80 日後には約 75%の運動機能の改善が見られた。この手の実験の潜在的な利益を我々は社会として無視できるだろうか？

顕著な倫理的課題は、要求される幹細胞を含む脳組織に中絶した胎児の胚を用いることであ

る。いくつかの国では医療および研究の実験のためにおける胚と胎児の利用における倫理指針を提出してきた。これらの指針では胎児を中絶する決定は胎児を実験において利用する者とは別人でなくてはならないと擁護している。この指針は臓器提供の目的のみのための中絶胎児の出現機会を減らすよう設置されている。これらの指針のもとでは中絶胎児からの臓器移植は疾患を持つ子どもや成人からの移植と何の違いもない。

問 10. 数多くあるパーキンソン病治療のための潜在的な治療は非常に意見の分かれるところである。例えば、幹細胞治療は大量の中絶胚を必要とする。そのような実験は条件が薬物を扱う条件では倫理的に許されるだろうか？

問 11. 仮に神経科学が安全で正確なパーキンソン病の着床前スクリーニング検査を提供できたとして、妊娠の維持と中絶の決定にこの情報を使うことは倫理的なのだろうか？