

神経法学の体系

——神経科学技術の憲法的統制に向けて——

小久保智淳

- 一 序
- 二 神経法学の「体系的」俯瞰
 - (一) 脳測定・脳操作の二分類
 - (二) 脳測定
 - (三) 脳操作
 - (四) 小 括
- 三 神経法学「体系」についての留意点と補正
 - (一) 「神経系」全体に照準する必要性
 - (二) 測定と操作の相対化
 - (三) 概念のゆらぎ
- 四 日本国憲法学説の可能性と限界
 - (一) 内心の自由
 - (二) 個人の尊重
- (三) 憲法学における情報論的転回
- (四) 身体に代えて
- 五 結びに代えて

一 序

本稿は、いわゆる「神経法学 (neurolaw)」と総称される新興の法分野が何であるかを解明するために、それに対する筆者の体系的理解を提示するものである。

「神経法学」なるものが一つの独立した法分野としての扱いを受けるようになったのは、比較的最近のことである⁽¹⁾。他方で、「神経科学 (neuroscience)」と法学との対話を志向した研究は、古いものでは一九〇〇年にまで遡る⁽²⁾。もっとも、それらは散発的・個別的な研究であり、一つの独立した法分野を形成するほどの潮流には至らなかった。また「神経科学」それ自体も、あくまでも医学の一分野として注目されたに過ぎなかった。

こうした事情は、「神経法学 (neurolaw)」という学問領域の総称が初めて用いられた一九九一年に一変した⁽³⁾。法実務家であり刑法学者であるテイラー・シェロッド (Taylor J. Sherrod) らの論稿において、この総称が明示的に用いられたことをきっかけに、神経科学と法学との融合領域的研究が独立した議論領域として意識されるに至ったのである。その意味では、「神経法学」がその産声をあげた瞬間であったと言えるかもしれない。特に神経科学がクローズアップされた背景には、まさにこの時期に見られた、神経科学の加速度的な発展とそれに対する社会の注目があつた。たとえば、ブッシュ元大統領が一九九〇年から一九九九年の一〇年間で「脳の10年 (the Decade of the Brain)」と宣言していたことは、それを示す象徴的な出来事と言えよう。特に当時は、「機能イメージング (functional imaging) 技術」⁽⁴⁾ (詳しくは後述) の発達を背景に、ヒト脳の研究が著しく進展した時代であつた。

その後、一九九二年に提起されたある刑事裁判において、弁護側が「心神喪失の抗弁 (insanity defense)」を主張する証拠として脳の構造を可視化する神経撮像 (neuroimaging) を使用したことが契機となり、神経法学は本格的な盛

り上がりを見せる。⁽⁴⁾ 後年、ジェフリー・ローゼン (Jeffrey Rosen) がその経緯を“the Brain on the Stand (法廷に立つ脳)”と題する論稿にまとめ、The New York Times Magazine に寄稿しているが、彼によれば、脳画像、すなわち脳の状態を証拠に刑事被告人の責任能力を否定するという戦略は、特に死刑裁判における量刑判断で一定の成功を収めたとされる。こうした法曹実務の動向を受け、神経科学の知見を援用しながら「刑事責任 (criminal responsibility)」概念を捉え直そうとする議論が、刑事法学を中心に活発に展開されたのである。⁽⁵⁾

そのような流れの中、二〇一四年には、米国ロースクールで使用されるケースブックとして評価の高い、“Aspen Casebook Series”に神経法学のケースブック、“Law and Neuroscience”が加えられることにより、神経法学は、固有の法学分野として広く認知されるに至った。⁽⁶⁾

このような沿革を持つ神経法学は、主に二種類に大別できる課題に取り組んできた。

第一に、神経法学は、神経科学の知見を受けて、自ら既存の法概念や法解釈を再点検・再構成してきた。既に述べたように、神経法学のそもそもの主戦場が刑事法分野であったこともあり、ここでは手続の公正や証拠の正確性が問題になると同時に、「責任」、「行為」、「意思」という法学の基本的概念の変容も関心の対象とされたのである。

この点、刑事法領域での問題提起を超える、さらなるインパクトが神経科学からもたらされた。いわゆるベンジャミン・リベットを中心に展開された、“自由意志論争”である。特に、二〇〇四年に刊行されたリベットの著書、“Mind Time” (邦訳『マインド・タイム』⁽⁷⁾) は、自由意志論／決定論といった哲学領域の一大争点に議論を巻き起こした。同書の中で彼は、運動 (典型的には上肢到達運動) を実行する際に、機能イメージング (具体的には脳波計測) を用いて神経活動を測定すると、運動の「意識的な意志 (conscious will)」に先立って、運動準備電位 (motor readiness potential) と呼ばれる無意識的なプロセスが脳内で生じることが指摘し、伝統的な自由意志概念に挑戦状をつきつけたのである。彼が展開した議論の正当性についての評価は分かれところであるが、こうした動向を経て、神経法学は

その関心の射程を「自由意思」という法学全体にとって基盤的な概念にまで延伸した。つまり、ローゼンが指摘したような神経法学の新しい潮流に並行して、神経科学の実験と理論が、法学・哲学・倫理学に跨る基本概念の動揺をより深いレベルで尤進させたのである。

また、神経科学の進展はこのような基本概念だけでなく、実定法解釈学説にも影響を与えてきた。米国で見られた例を挙げれば、二〇一二年には、機能イメージング技術（特に脳波計測）が証拠として使用される可能性に対応するべく、同技術による情報の取得も自己負罪拒否特権にいう「供述」概念に包含するよう、合衆国憲法修正第五条解釈の再構築を試みた学説が存在する。⁽⁸⁾

第二に、神経法学は、神経科学の研究開発やそれがもたらす技術実装に対してどのような法的統制を及ぼすのかという実践的課題も担ってきた。ここでは、先述した神経科学的証拠の扱い（証拠採用基準）だけでなく、神経科学技術の臨床応用・社会実装にいかに対処すべきか等が論じられてきた。⁽⁹⁾ 最近の例では、米国連邦政府主導の大規模神経科学研究プロジェクト、“BRAIN Initiative”においても、神経法学者が倫理委員会に参加し、最先端の神経科学研究の規範的統制のあり方について検討を行っている。⁽¹¹⁾

そして近年、消費者向けの神経科学技術、いわゆる“ブレインテック”や“ニューロテック”の実装が急展開しており、こうした神経科学技術に対する法的統制は急務となりつつある。特に実装例の目立つ非侵襲型B M I (Brain-Machine Interface)⁽¹²⁾に目を向ければ、“メンタルヘルス”ゲームの中で、脳波のリアルタイムな測定結果を本人にフィードバックするデバイスが一般消費者向けに販売されるようになった。脳波を含む生体情報を測定し、リラクセス度合いの“可視化”を謳う“muse2”は、amazonで販売されており、日本からも購入することができる。また、労務管理分野へ応用が進んでいることも注目値するだろう。⁽¹³⁾ さらに、侵襲型B M Iの実装提案も、ある種の抵抗感を伴いつつ加速している。目を引くのは、二〇一六年に設立されたイーロン・マスク率いるニューラリンク社であろう。

二〇二一年末に同社が、微小な侵襲型BMI「LINK」と、その頭部への埋め込みを行う外科手術ロボットをパッケージで発表したことは、ヒトに対する侵襲型BMIの社会実装を予見させる出来事として、大きな注目を集めた。⁽¹⁴⁾そして、二〇二三年五月には、FDA（米食品医薬品局）からヒトを対象とした臨床試験の承認があり、同年六月にはヒトに対する治験の開始が正式にアナウンスされたところである。

こうした神経科学技術の消費者市場への参入は、メンタルヘルスやQOLの向上などの恩恵をもたらし得る一方で、研究室にそうした技術が留まっていたこれまでとは異なるリスクも潜在している。一例を挙げれば、英国のICO（Information Commissioner's Office）は、二〇二三年六月にレポートを公開し、労働環境で実装の進む神経科学技術やそれにより取得された個人情報が増用される危険性を指摘し、警鐘を鳴らしている。⁽¹⁵⁾現在、OECDや欧州評議会（Council of Europe）、ユネスコといった国際機関が、神経科学技術（ニューロテックやブレインテック）にかかる規範形成を加速させている。つまり、神経科学は各国法を超えて、国際的なアジェンダとなりつつあるのである。

こうした技術の法的統制という実践的課題は、既存の法概念や法解釈を再点検・再構成するという理論的課題と相補的・循環的な関係にある。つまり、法概念の変動は純粹に理論的思考によつて起きることもあるが、その多くは対象技術に対して法的統制を実践するプロセスで「発見」されるからである。そして、技術統制の場面において法学が使用する道具立ては、法概念の変容に伴って改鑄され、技術の規範的統制のために実際に適用されることで、研ぎ澄まされていくことになる。神経法学に内在するこのような循環は、神経科学技術の展開を受け、一層加速していくことになるかもしれない。

二 神経法学の“体系的”俯瞰

(一) 脳測定・脳操作の二分類

1 体系的な把握の必要性

神経法学がその分析対象として照準する神経科学は、生物の「神経系 (nervous system)」を研究する学術領域である。そして、遺伝学、分子生物学、細胞生物学、生理学、生化学、薬理学、心理学、行動科学、情報工学、医学、精神医学……と、多様な学問分野が内包されている。たとえば、筆者の専門は計算論的神経科学であったが、それは、ヒトの「身体」という大きな空間スケールを舞台に、比較的長期間にわたって展開される情報処理のメカニズムを研究対象とするものである。その一方で、分子生物学では、「神経細胞」というミリメートルの世界を舞台に、ミリ秒単位で展開される物理的・化学的現象に照準する。このように、神経科学の名の下に展開される諸研究の関心や手法は多岐にわたる。そのため、神経法学が混乱することなく筋道の立った議論を展開するためには、個別の研究特性に留意しつつもそれらを超えて問題整理ができる視点設定が必要となる。

2 脳測定と脳操作という基本分類

神経科学の多様性・多層性に留意しつつも、個別の研究特性を超えて問題提起を可能にする視点とは何か。それは、神経系に影響を与える技術の態様による区分の視点であろう。以下に紹介する二類型から成る体系構築は、まさにかかる視点からの整理である。

管見に属する限り、そのような視点から有効な体系化を最初に行ったのは、ブレント・ガーランド (Brent

Garland⁽¹⁶⁾ であり、彼は、神経科学技術の特性に着目した、次のような「二分類 (two-prong classification)」を提案している⁽¹⁷⁾。

第一の類型として、「脳の測定及び画像化 (monitoring and imaging the brain)」にかかる技術が挙げられる。これらの技術が行うのは、脳という臓器の物理的な「構造」や「機能」の可視化と、それによって得られた情報の処理・解析である。これに対して第二の類型は、「脳の操作 (manipulation of the human brain)」を行う技術が挙げられる。これらは、脳という臓器に物理的に干渉し、その構造や機能を「変容 (modify)」する技術である⁽¹⁸⁾。「脳の測定及び可視化」と「脳の操作」とを隔てる大きな違いは、前者では、技術使用の前後で神経系の構造と機能に変化が生じない一方、後者ではそれらが変化する点にある。その意味で、この二分類は、技術のもつ神経系に対する「侵襲性の強さ」に依拠した区分と言うこともでき、後者の方がより強い侵襲性を伴う (詳しくは後述)。

なお、Aspen Casebook Series の“Neuroscience and Law”は、この二分類を継受するにあたって、「脳測定 (Brain Monitoring)」・「脳操作 (Brain Manipulation)」と「脳」より簡明な呼称に置き換えている。本稿もこれに倣うこととした。

(二) 脳測定

「脳測定」は、技術の使用によって得られる「情報の性質」とそれに付随する「リスク」による区分が可能である。具体的には、①脳の現在の状態を明らかにする「可視化 (visualization)」、②可視化によって得られた情報を処理・解析することで、神経活動の意味を明らかにする「解読 (decoding)」、③可視化によって得られた情報をもとに、被験者の将来を推測する「予測 (prediction)」と「脳」三つの小項目に区分できる。

1 可視化 (visualization)

第一の類型である「可視化」は、「構造」と「機能」双方の可視化にさらに区分できる。⁽²¹⁾ここで言う脳の「構造」とはその物理的な形状を、「機能」とは脳で展開される生理学的現象を指す。それぞれ、使用される技術の原理も含めて説明したい。

(1) 「構造」の可視化

最も古典的な手法は目視による観察、すなわち解剖である。しかし、解剖は死後の生物の脳を、目視や光学顕微鏡を用いて、スケッチなどで書き留めるものであった。そのため、生物が生きている状態で、その脳の構造を可視化することは不可能であるとともに、その空間分解能（どれほど細かな空間スケールで把握できるか）にも限界があった。

その後、放射線が発見されると、X線 (X-Ray) と、CT (Computational Topography: コンピュータ断層撮影) といった撮像技術が実用化され、生きた生物の脳の構造を可視化することが可能になった。しかし、分厚い頭蓋骨に覆われた軟組織である脳の詳細な分析には限界があるとともに、放射線被曝のリスクが存在するため使用回数に制約があった。

これに対して構造の可視化において大きなブレイクスルーとなったのは、MRI (Magnetic Resonance Imaging: 磁気共鳴画像⁽²²⁾) の登場である。MRIは生きた生物の体内にある脳の構造を、一〇〇μm単位のオーダーの空間分解能という詳細さで撮像する技術である。また撮像のために照射するのは電磁波であるため、放射線に被曝するというリスクもない。最近では、水分子の拡散が神経繊維と沿った方向では速くなり、直交する方向では遅くなる現象を利用し、MRIを用いてこの拡散効果の違いをパラメータとして画像化するDWI (拡散強調画像) をテンソル解析し、脳内の神経繊維の微細構造を描出するDTI (Diffusion Tensor Imaging: 拡張テンソル画像) も登場した。

こうした神経撮像技術を用いた構造の可視化は、外傷による脳の損傷や、病変を高い空間分解能で把握可能であるため、現状、主に医療分野において活用されている。

(2) 「機能」の可視化

神経系が担う諸機能は、ミクロの視点で見れば、「神経細胞 (nerve cell)」（ニューロン）の働き（の集合）によって実現される。複雑な脳の機能も、およそ一億個といわれる神経細胞が相互に接続して情報を伝達することで構築される「神経回路 (neural circuit)」によって実現されている。そして、このような神経細胞の情報伝達には、イオン電流や神経伝達物質（化学物質）、膜電位の変化によって生じる「活動電位」という電気信号が用いられる。さらに、神経細胞が活性化すれば、代謝活動に伴う有機物の動態変化も付随する。それゆえ、電気的活動や代謝動態を測定すれば、脳内の生理学的な活性化状況をマッピングし、定量的に把握できる。こうした機能の可視化を行う技術は機能イメージング (functional imaging) と総称されている。

① 電気現象の把握

神経細胞の内部で生じる電位変化は極めて微小な電氣的活動であり、測定時にノイズが混入しやすい。また、神経細胞の大きさは平均 $0 \cdot 0$ 二mmと非常に小さいため、その活動をどの程度の粒度で把握できるか（空間分解能）は、測定方法（典型的には身体的侵襲を伴う手法か否か等）によって左右される。

非侵襲的な手法としては、頭皮脳波とも呼ばれる EEG (Electroencephalography: 脳波計測) がある。これは、頭皮上に電極を配置し、数千〜数万個単位の神経細胞の電位変化を総量的に把握するものであるため、空間分解能は高くない。これと類似の手法に、電位変化によって生じた磁場の変動を頭皮の上から測定する MEG (Magnetoencephalography: 脳磁計測) がある。また、侵襲的な手法には、大脳皮質（脳の表面）にシート状の電極を設置する ECG (Electrocorticography: 皮質脳波) という測定対象とする脳領域の選択性に優れた手法がある。より空間分解能の高い手法として、脳の組織に電極を埋め込む手法がある。例えば、シリコンプローブやテトロード電極を埋め込み、複数（数個〜数十個）の神経細胞の活動を同時に記録する「マルチユニット記録」、微小な金属片を配置することで単一の

神経細胞に照準する「単一ユニット記録」がある。このように電気現象の把握による機能の可視化においては、空間分解能の高さと身体的侵襲性の高さとが比例関係にある。

② 代謝活動の把握

活発な(代謝)活動をしている脳の活動領域の近傍では、血流量や血液量が増加することが知られている(ニューロバスキュラーカップリングと呼ばれる)。こうした脳活動と代謝活動の関係性を前提とすれば、脳内の血流動態を把握することで、特に神経活動が活発化している領域をマッピングすることができる。

血流が増加した部位では、酸素化ヘモグロビン(反磁性体)が増加し、脱酸素化ヘモグロビン(常磁性体)が減少する。その結果、MRIによる測定を行った時、血流が増加している領域では信号強度が上昇するBOLD (Blood Oxygen Level Dependent) 効果が生じる。この信号強度の差異をMRI画像に反映させることで脳内の活性化部位のマッピングをしているのがfMRI (functional Magnetic Resonance Imaging: 機能的磁気共鳴画像)である。fMRIは、非侵襲かつ高い空間分解能を誇るため、ヒトを対象とする神経科学研究の発展に大きく貢献した。他方で、大掛かりな設備が必要になることに加え、計測時には大きな騒音が発生するため、日常とはかけ離れた環境での計測とならざるを得ない。このような特徴から、特に測定精度の高さが重要となる医療分野や研究分野においては積極的な活用が見られる一方で、一般消費者が日常的に使用することは現実的でない。また、撮影と画像の処理に時間を要するため、測定の時間分解能(どれほど小さな単位時間の現象を把握できるか)は電気現象を把握する手法に劣ることになる。

この他に、PET (Positron Emission Tomography: 陽電子放出断層撮影)・NIRS (Near-infrared Spectroscopy: 近赤外線分光法)²⁵⁾といった技術がある。特に後者は、非可視光を照射するのみであるため非侵襲的であり、かつ、MRIのような大規模な装置が不要である。そのため日常生活環境に近い状況で機能の可視化を行えるメリットがある。

(3) 「可視化」に伴うリスク

「可視化」は、測定技術の種類によって身体的侵襲性の程度が大きく異なる。そして、空間分解能と身体的侵襲性は比例関係にある。つまり、より侵襲性の高い手法を選択すれば、測定データの精度が上がることになる。また、一度埋め込んだ電極を、神経細胞の密集した脳から取り出すことには高いリスクが伴う。さらに、埋め込み手術から長期間が経過すると、周辺組織と電極が癒着しその除去はさらに難しくなる。そのため、電極を埋め込む手法は身体に対する侵襲性という観点からは、原状回復に大きな困難を有することになる。これらは、技術使用に伴う「身体的リスク」にかかる問題である。

また、脳の構造や機能（特定の事象に脳がどのように反応するのか）には個体差が存在するため、可視化によって得られた情報を照合すれば、一定の精度で本人を特定できる場合がある（さらに、MRI画像からは被験者の容貌の再現も可能であることが知られている）。加えて脳の構造や機能状態からは、当該個人の神経疾患や頭部傷害の経歴といったセンシティブ性の高い情報が明らかになることもある。「可視化」によって取得できる情報にこうしたセンシティブ性がある以上、その取り扱いには慎重さが要求される。これらは、身体的リスクとは別個に把握される、「情報のリスク」の問題である。

後述する「解説」や「予測」との関係では、「可視化」はその第一段階を構成するプロセスとなる。特に、「機能」の可視化は容易に「解説」や「予測」というよりリスクリーなステップに移行し得る技術であることには留意が必要であろう。そのため、より慎重にリスクを算定することが求められる。

2 解説 (decoding)

(1) ニューラル・デコーディング

可視化技術の発達によって、神経が受け取る情報、出力する情報、処理する情報（そこには、外部刺激に由来する五

感情報のみならず、本人の主観的な意図、本人が経験している認知状態等が含まれる」と、その時に生じている神経系の生理学的な活動との統計的な相関関係を探究することが可能となった。その結果、神経活動を暗号に見立てて、「暗号化」された情報の「復号」を試みる研究が登場した。

たとえば、五感情報であればいかなる刺激にさらされていたのかによって、認知機能であれば被験者の内観報告に基いて、運動指令であれば実験者の指示の内容から、測定された神経活動がどのような行動や認知機能に対応するものであるのかを把握することができる。こうした特定の行動や認知機能とそれに対応する機能イメージングデータとの組み合わせを大量に取得すれば、理論的にはそこに共通してみられる特徴を探し出すことができる。しかし、機能の可視化によって得られる情報は、多様なノイズが混じっている上に、非常に複雑であるため、ある行動や認知機能が生じた時のみ共通してみられる「特徴」を探し出すことは、ほぼ不可能であった。

こうした状況を一変させたのが機械学習に代表される情報解析技術の発達である。これにより、高い精度で神経機能の可視化データにみられる「特徴量」を探索できるようになった。その結果、神経系が受容し、処理し、出力している情報の意味内容と神経系の活動状態との対応関係を記述する（非常に複雑な）数理モデルの構築が実現したのである。これにより、神経活動のある種の暗号に見立て、構築された数理モデルを復号機として用いることで、対応する外部刺激や行動、認知状態を統計的な相関関係に基づいて明らかにする「ニューラル・デコーディング (neural decoding)」(暗号解読に準えて「神経復号」とも総称される)⁽²⁶⁾ が実現した。

この「ニューラル・デコーディング」は、今日実装が進むBMIの基盤的技術となっており、その精度向上がニューロテックブーム到来の一因となっている。比較的早くから臨床研究が進展している領域としては、運動意図のデコードがある。たとえば、大脳(特に運動野)の皮質脳波(EEG)から運動意図をニューラル・デコーディングし、ロボットアーム等の機械を制御することに成功している⁽²⁷⁾。さらに、最近では、頭皮脳波(EEG)を用いてロ

ボットやVR空間上のアバターや車椅子を制御した事例も登場してきた。⁽²⁸⁾

また、運動イメージに付随する感覚運動野 (sensorimotor cortex) の神経活動を利用して、被験者が想起した文字 (列) を読み出すことに成功にした事例もある。たとえば二〇二一年には、脊髄損傷を負った四肢麻痺患者を対象とした研究で、文字列を手書きするイメージに付随して生ずる運動前野の神経活動を測定し、想起された文字列の内容をニューラル・デコーディングし、コンピュータ上にテキストとして入力することに成功している。リアルタイムの推定精度は九四%、入力速度は毎分九〇文字に達したという。⁽²⁹⁾ この他にも、脳幹脳卒中により痙性四肢麻痺と構音障害を負った被験者の感覚運動野の神経活動から、被験者が発話を試みている文字列の内容をニューラル・デコーディングすることにも成功している。⁽³⁰⁾

こうしたニューラル・デコーディングの対象が拡大しかつ、精度が現在のペースで向上すれば、上述したようなBMIが広く社会実装される未来はそう遠くない。ここでは、(遠心性) 神経の情報伝達機能の射程が、身体を越えて外部環境にまでに延伸することになる。⁽³¹⁾ これは、脳が直接外界に情報を出力することはできない、という物理的な制約から人間が解放されることを意味する。そうなれば、身体を介さずとも外界に干渉し、他者とコミュニケーションを取ることができる社会も夢ではない。こうした身体的制約 (身体機能の限界) からの解放は、特に、ALS患者や四肢麻痺患者の福利向上や積極的な社会参画にもつながるだろう。

(2) 「解読」に伴うリスク

現在、高い精度で成功しているニューラル・デコーディングは、基本的に感覚運動野の神経活動から運動イメージを解読するものである。しかし、今後、様々な認知機能とその神経基盤 (大脳皮質がそれであるとされており、感覚運動野もその一部である) で生じる神経活動との相関関係の探究が進めば、感情や記憶、嗜好や虚偽・偏見等のニューラル・デコーディングが実現する可能性も十分にある。⁽³²⁾ その意味で、「解読」は、神経法学が警戒する「内心解読

(mind reading)」の実現につながる可能性が高い技術と言える。そして、もし内心解読が実現すれば、メンタル・プライバシーの保護に深刻な問題が生じる。⁽³³⁾

つまり、「解読」という領域は、憲法学が前提としてきた「内心の事実上の不可侵性」——《内心領域に属する精神作用を外部から可視化することは不可能》という意味でのそれ——を突破する可能性を秘めている。もともと、現段階では、認知機能のニューラル・デコーディングは研究段階にある。さらに、精度の高い「解読」を行うためには、高い身体的侵襲性を伴う「機能の可視化」が必要であるため、身体的侵襲性の高さが一つのブレーキとして機能するかもしれない。しかし、これらの課題は研究開発の進展によって乗り越えられ得る、技術的なハードルに過ぎないことには留意が必要であろう。つまり、一度技術のブレイクスルーが生じれば、その実装を妨げる事実上の要因は不在となるからである。

また、ニューラル・デコーディングが統計的相関関係を探究する解析技術に基づいていることには注意する必要がある。なぜならば、相関関係に基づく推論である以上は、ニューラル・デコーディングの結果「解読」された本人の意図や認知状況に誤差が生じる可能性を完全には除去できないためである。つまり、極端な場合には、主観的には全く誤りである意図や認知状況が、本人に帰属され得るリスクが存在することになる。

3 予測 (prediction)

(1) 「ブレイン・ビッグデータ」と将来予測

二〇〇〇年にヒトゲノムの全塩基配列が初めて解読されて以降、遺伝情報のビッグデータ化が進んだ。その結果現在では、遺伝配列や特異的な突然変異（典型的には一塩基多型）に基づいて、将来特定の疾病に罹患する確率を導き出せるようになった。これと同様の現象が、近い将来に脳情報でも生じる可能性がある。

これまで説明してきたような「可視化」や「解説」の結果得られる情報がビッグデータとして蓄積されると、現在の脳の「構造」や「機能」に関わる情報を、将来の学力や能力、健康状態、性格や行動の傾向と相関させることが可能になるだろう。例えば、脳の特定領域の構造（前頭極の灰白質体積と白質拡散異方性）を可視化することで、与えられた課題を長期間にわたって継続的に「やり抜く力」の有無を予測した研究がある。⁽³⁴⁾

(2) 「予測」に伴うリスク

もし近い将来に脳情報から将来の行動や性格、健康状態を予測することが可能になるとすれば、そうした情報に基づく不利益取り扱いや差別が行われるリスクが指摘できる。SF的な想像力に喩えを求めれば、こうした「予測」の活用を適切に統制できなければ、映画『ガタカ』や、アニメシリーズの『PSYCHO-PASS』が描いたようなディストピア的世界——測定された生体情報に基づいて、本人に選択の余地が与えられないまま人生が決定されてしまう社会——が到来するリスクもある。

(三) 脳操作

「脳操作」とは、神経系の構造と機能を変容させる行為を指す。そのため、「身体」に対する一定の「侵襲性」が必然的に伴う。また、神経系が認知機能の実現を担っている以上、脳操作のリスク算定においては「精神」に対する侵襲も問題となる。このように、身体と精神の両面において変容をもたらし得る行為である以上、本人の同意が強く求められることになるだろう。そうするとまず、本人の同意がある操作と、それが存在しない操作、つまり「介入（intervention）」と大きく区分することができる。「介入」は、本人の意思の如何を問わず、第三者が行う操作であるため、本人の意思を乗り越えるという意味で、「身体的インテグリティ」のみならず「精神的インテグリティ」が侵害されるリスクのある領域であり、それだけで特別な警戒が必要となる領域である。⁽³⁵⁾

他方、本人同意に基づく脳操作は、言うまでもなく伝統的に医療が担ってきた分野である。したがって、その代表的類型は「治療 (treatment)」ということになるが、この点、治療行為と関連を持ちつつも、それとは「目的」において区別される「増強 (enhancement)」という操作類型も広く認識されるに至っている。「治療」と「増強」の区分について、一般的な定説は存在しないが、ここでは、「治療」には、神経系の機能の維持や回復を目的とした神経系に対する操作を、「増強」(エンハンスメント)には、神経系の機能の維持と回復を超えて「構造や機能 (form or functioning) を改良するため」に実行される脳操作を分類しておくことにしたい。³⁶⁾ この三類型については二以降で個別に説明する。

これら三つの領域の内部でも、操作に付随する侵襲性の強さによって、潜在するリスクには差異が生じる。なお、ここで言う侵襲性の強度を考える上では、外科手術で見られるような神経系の「構造」に対する影響と、神経系の電氣的・化学的活動、すなわち「機能」に対する影響との双方を見て正確に判定する必要がある。

さらに、先に若干触れたように、神経系の構造と機能に対する操作は、神経系が認知機能の基盤である以上、「精神」に対する干渉を意味し得ることに留意が必要である。つまり、脳操作技術は、憲法学が前提としてきた「内心の事実上の不可侵性」——《内心領域に属する精神作用に外部から干渉することは不可能》という意味でのそれ——を突破する可能性を秘めている。その意味で脳操作は身体的リスクと精神的リスクの双方が潜在する技術領域であり、(二)で紹介した「脳測定」と比較したときに一層重大なリスクが存在することになる。以下、技術に付随する身体的侵襲性の差異に注目しながら、脳操作に用いられる各種の技術について簡単な説明を加えておくことにしたい。

1 脳操作の手法

(1) 外科手術

伝統的な脳操作の一つに、神経系の構造を変化させる外科手術がある。言うまでもなく、付随する身体的侵襲性は高く、その処置の多くは不可逆的である。しかし、外科手術が唯一の治療法である疾患も多く、医療分野では必要不可欠な手法となっている。

(2) 電気・磁氣的刺激

神経系が電氣的な回路としての性質をもつことを利用し、電気刺激及び磁氣刺激でその機能に干渉する方法がある⁽³⁷⁾。まず、電気刺激についてである。神経細胞に電気刺激を与えて膜電位を変化させると、その賦活（興奮性）レベルに影響を与えることができる。しかし、電気は細胞体（神経細胞の「本体」）だけでなく軸索も刺激するため、周辺に刺激が伝播し易く空間分解能には総じて優れない。

比較的低侵襲な手法に、頭皮上に配置した電極から数ミリアンペア程度の弱い直流電流を流す「tDCS (Transcranial Direct Current Stimulation: 経頭蓋直流電気刺激法)」があり、通電に伴う痛みが小さいというメリットがある。また、神経可塑性（神経系の構造・機能が後天的に変化する性質）を誘導することが指摘されており、刺激の効果が長期間持続する可能性がある⁽³⁸⁾。先行研究により、tDCSが統合失調症の陰性症状や気分障害を緩和し、ワーキングメモリ等にかかる認知機能を向上させ得ることが示されてきた⁽³⁹⁾。このことは、tDCSが認知機能や精神状況に影響を与え得ることを実証的に示していると言えよう。なお、比較的、空間分解能に優れるものに、脳内に埋め込んだ電極から電気刺激を行うDBS (Deep Brain Stimulation: 脳深部刺激)がある。しかし、脳定位手術が必要となるため身体的侵襲性が高く、継続的に刺激を行う場合、バッテリー交換のための手術に伴う感染リスク等も生じる。また、電極やバッテリーが脳内に埋め込まれるため、磁場を利用するMRIが受けられない。このように電気刺激は、高い空間分解能を得るには、身体的インテグリティを犠牲にせざるを得ないというトレードオフをはらむ。

次に磁氣刺激は、磁界の変化によって誘導される渦電流を利用し、強制的に活動電位を引き起こす手法である。代

表例として、頭皮上に金属コイルを配置し非侵襲的に大脳皮質の神経細胞を刺激する「TMS (Transcranial Magnetic Stimulation: 経頭蓋磁気刺激)」がある⁽⁴⁰⁾。TMSは、数百マイクロ秒間持続するパルス電流により神経細胞を刺激するため時間分解能に優れる。その一方で、電気的手法と同様に刺激が周辺領域に伝播しやすく、さほど空間分解能は高くない。しかも、装置は大掛かりであるため、tDCSと比較して携行性に優れないという短所がある。なお、磁気刺激も、精神疾患の治療法として期待されている。

(3) 化学刺激

神経伝達物質や神経調節物質は、対応する「受容体」に特異的に結びつき、特定の種類の神経細胞に選択的に作用する性質がある。そのため、受容体に対する抗体を投与することも、脳内の生化学現象に干渉できる。化学刺激の代表例には抗精神病薬や抗不安薬等の分類される「向精神薬 (psychoactive)」がある⁽⁴¹⁾。化学刺激は、侵襲的に脳内に直接注入する場合は別として、経口摂取等では代謝経路を通じた自然な拡散に任せるほかない。つまり、化学刺激も付随する身体的侵襲性と空間分解能は比例関係にある。加えて、その効果は複雑な代謝系の機能に依存するため、時間分解能も高くない。

(4) 光刺激

「オプトジェネティクス (optogenetics)」は、ウイルスベクターを用いて光活性タンパクを細胞膜に導入し、光刺激を用いて対象となる神経細胞 (群) の機能を操作する技術である。神経細胞の興奮と抑制を双方向的に操作できることが特徴の一つである⁽⁴²⁾。

光刺激を用いるためマイクロ秒〜ミリ秒単位という高い時間分解能を有し、光活性タンパクを発現させた神経細胞のみを特異的に刺激するため、非常に高い空間分解能を有する。こうした特性から、研究手法としてだけではなく、疾患の治療法としても期待が寄せられている。他方で、対象に光刺激を到達させるために発光ダイオードや光ファイ

バー等を外科手術で埋め込むことが必要となるため、身体的侵襲性は高い。

2 治療、増強、介入の領域特性

(1) 治療

脳操作が治療目的で使用される場合、当該技術の安全性と有効性、副作用のリスクについては、医療機器等の規制制度（日本では「医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律」等）に基づく臨床試験を通じて確認されるのが通例である。さらに、医師等の専門家によって施術されるため、比較的リスクがコントロールされた領域であると言えよう。もちろん、先述した脳操作一般に付随する潜在的なリスク（特に精神的侵襲に至る潜在的可能性）については慎重に判断される必要がある。

(2) 増強

「増強」に使用される技術のほとんどが医療分野で用いられてきたものであるため、目的の差異にかかわらず「増強」と「治療」とで問題になるリスクは重なることが多い。しかし、特に「認知エンハンスメント (cognitive enhancement)⁽⁴³⁾」と総称される操作については、いくつかの特異性を指摘することができるだろう。

現状の認知エンハンスメントは、そのほとんどが専門家の知見に基づかずに行われているため、重篤な副作用の発生や思わぬ事故を招きかねないというリスクが存在する。象徴的な事例に、*「スマートドラッグ (smart drug) があり、使用していた学生が依存症状を呈し薬物中毒へと転落した事例も知られている。⁽⁴⁴⁾ また、最近では薬剤だけでなく、tDCS デバイスを自作して使用する例もあり、その危険性が指摘されている。⁽⁴⁵⁾*

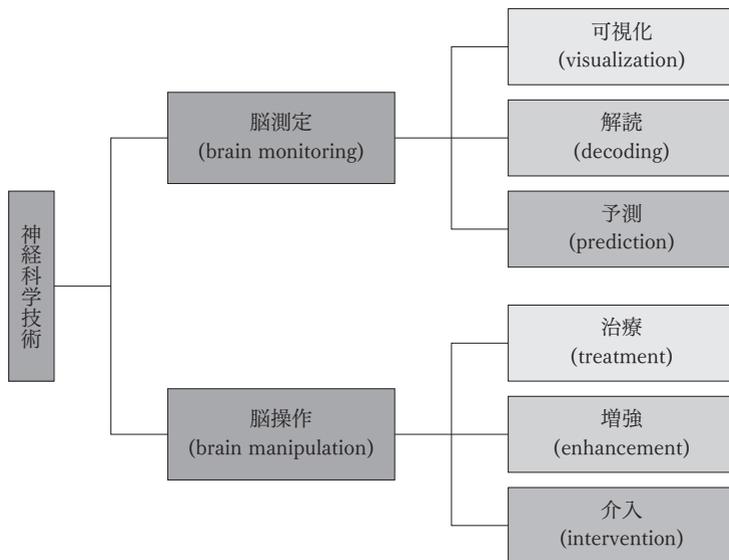
そもそも現時点では、確固たる効果量の示された認知エンハンスメントの方が少数派であることに注意が必要であろう。⁽⁴⁶⁾ しかし、tDCSの使用が記憶力の向上効果を発生させたことを報告する研究も散見される。⁽⁴⁷⁾ その意味では、

将来的に有効な認知エンハンスメントが成立する可能性は十分にある。この場合、入手コストや地域格差などによる恩恵の公平分配にかかる問題や、エンハンスメントを行うように社会的な圧力がかかり、本人による自律的な選択が不可能になるリスクが指摘されている。⁽⁴⁸⁾ また、学力試験など能力を測定する評価システムの存在意義を有名無実化し兼ねず、社会が採用する評価体系に大きな影響を与える可能性もある。その場合、既存の評価体系を守るために認知エンハンスメントを社会的に統制するのか、あるいは、その使用を許容し別個の評価体系を構築するのか（そもそも構築できるのか）が問われることになる。この点、神経法学者のニタ・ファラハニー (Nita A. Farahany) が「増強」だけでなく「減弱 (diminishing)」も問題になり得ることを指摘した上で、双方共に「自己決定権 (right to self-determination)」の下で保障すべき旨の主張をしていることは注目に値する。⁽⁴⁹⁾

(3) 介入

本人の同意を伴わない操作に分類される「介入」は、技術の侵襲性だけでなく、介入主体に由来するリスクの違いも考慮する必要がある。典型的に「介入」が問題となってきたのは、精神疾患を抱える患者に対する強制医療介入の分野であった。⁽⁵⁰⁾ 措置入院や投薬の強制のように、通常、強制医療介入は病院で医師によって行われる。しかし、対象が刑事被告人や受刑者である場合、強制医療介入の主体は国家権力になる。国家による脳操作は、内心の自由に対する直接的制約になり得る以上、憲法学としては高度の正当化事由を求めることになる。⁽⁵¹⁾ また、一見本人同意を伴う脳操作であったとしても、権力の非対称性や社会的圧力などの理由で選択の余地が本人に残されていない場合には、「介入」として取り扱うべき場合もあり得る。例えばガーランドは、その現実的な可能性として、薬物犯に対して刑罰の代わりに脳操作を用いた依存症の治療を受ける選択肢を与えることを例示する。⁽⁵²⁾

図1 脳測定・脳操作の二分類



(四) 小括

ここまでの体系的俯瞰を整理すると、図1のように表すことができる。

その特徴として、第一に、技術の使用が人間の在り方や社会にどのような可能性とリスクをもたらすのか、という点に関心の主軸とした体系として構築されていることが挙げられる。それゆえに、神経科学技術のもたらし得る問題状況を俯瞰的に整理する法実務的体系としての機能をもつ。

第二に、本体系は、リスクの度合いによって領域を区分する、リスクのスライディング・スケールとしての機能を果たしている。これまで見てきた通り、基本的に神経系の構造・機能の可視化（画像化）とそれによって得られた情報をもとに行われる推論や予測が分類されている「脳測定」よりも、神経系の構造・機能に干渉し、場合によっては不可逆的な変化を与え得る「脳操作」の方が、一般的にリスクは高くなる。さらに、「脳測定」と「脳操作」のそれぞれのカテゴリーの内部も、リスクの

スライディング・スケールに応じた分類となっている。つまり、図1のチャートは上から下という順序でリスクが大きいという見積りに基づいている。要するに、法学として警戒すべきリスクの強度に応じたチャート化として提示したつもりである。

三 神経法学「体系」についての留意点と補正

(一)「神経系」全体に照準する必要性

ガーランドによる体系は、「脳測定」と「脳操作」という「二分類」が既に示すように、「脳」を強調したものとなっている(そして、これまで本稿もその用語を使用してきた)。たしかに、「脳」は、認知機能(知覚、運動の制御・学習、記憶、情動等)を担当する情報処理の中枢たる重要な臓器であることに間違いはない。しかし、こうした脳の機能も、神経系というネットワークの中に位置付けられ、身体各部(末梢神経)と双方向的な情報のやり取りが行われることで、はじめて正常に機能し得るのである。⁽⁵³⁾ その意味では、中枢神経系の一部である「脳」のみを取り出し、あたかもそれを聖域であるかのように位置付けることは、神経系の機能から見て不適切と言わざるを得ない。例えば、測定について言えば、脳の運動指令は、身体各部の筋肉に電極を配置することで、筋電としても読み取ることが可能である。操作についても神経系の各部(末梢神経系や脊髄等)を通じて、いわばバイパス的に脳に干渉することも可能である。

したがって、神経法学体系であることを志向する以上、「脳」を「神経」に改めて、「神経測定(neural monitoring)」、「神経操作(neural manipulation)」と体系分類を補正しておく必要がある。

(二) 測定と操作の相対化

第二の課題は、測定と操作の二元的分類を相対化し得る技術の登場である。その代表例として「ニューロフィードバック (neurofeedback)」が挙げられる。これは、神経活動を可視化し、それと連動するモニター上の図形や音声といった視覚や聴覚情報を本人にフィードバックすることで、特定の神経活動を随意的に誘導する訓練のことを指す。⁽⁵⁴⁾

つまり、「ニューロフィードバック」では、機能イメージングによって明らかになった情報を本人に対して提示しているにすぎない。その際に使用されるのは、五感情報 (モニターに表示される視覚情報や、神経活動と連動する聴覚情報) であって、神経系の機能に直接干渉するものでも、ましてや神経系の構造を変化させるものでもない。つまり、ニューロフィードバックは、ガーランドの二分類に従えば、基本的に神経測定 (可視化) に分類される技術である。

しかし、特定の神経活動の有無についての情報を抽出して本人に提示し、それを随意的に誘導するよう訓練を重ねることで、狙った神経活動を本人の意図に基づいて誘導できるようになる。つまり、脳測定を用いた訓練の結果、神経系の機能が (さらに、神経可塑性が誘導されれば、構造も) 変容するのである。その意味で、ニューロフィードバックは、脳測定と脳操作の区分を相対化する技術と言える。

さらに、「デコードネット・ニューロフィードバック (decoded neurofeedback: DecNet)」と総称されるニューロフィードバックの一種は、被験者が訓練内容を自覚せずとも、任意の神経活動を誘導できるという特徴がある。⁽⁵⁵⁾ 例えば、本人に恐怖の対象を想起ないし意識させない状況下で、恐怖感情を緩和させる訓練を行えることが示されている。⁽⁵⁶⁾ 具体的には、本人の神経系の活性状況を可視化し、それが恐怖対象に暴露された時と似通ったパターンを示した場合に、何らかの報酬を本人に与えるという訓練を行う。これを繰り返すことで、実際に恐怖対象に暴露した場合に生じる恐怖感情を緩和できることが示されている。ここでのポイントは、被験者は恐怖対象と何ら関係のないフィードバック

情報、例えば画面上に表示される図形のサイズや、スピーカーから鳴らされる音に従って訓練することで、結果的に恐怖感情を緩和することに成功していることである。この DecNet の特性は、恐怖感情の減弱のためには、避けて通れなかった恐怖対象の想起や暴露に伴う苦痛を回避可能とするものであり、PTSD等の精神疾患に対する治療への応用を図る上では大きな利点となる。一方で、その他の領域で応用された場合には、DecNetを通じた認知機能（精神）に対する干渉を拒絶する契機を本人から剝奪することにつながり得る特性とも言えるため、DecNetは脳操作の中でも「介入」に該当する可能性がある。

(三) 概念のゆらぎ

ガーランドの所説に依拠しつつ整理した「体系」は、主に神経科学技術とその社会実装に照準し、リスクのグラデーションの布置関係を示したものであった。しかし、序で触れたように、神経法学が考察してきたのは技術の社会実装とそのリスクだけではなかった。神経科学がもたらす知見や技術が社会科学の基本的概念に与える影響についても、特に刑事責任の再検討を中心課題として取り組んできたのである。

したがって、神経法学の体系として神経科学全体を視野に含めるのであれば、神経科学が法概念に与える影響についても、問題領域として主題化しておく必要がある。ここでは、その問題領域を、以下の三つに区分して、神経法学の体系に組み込んでおくことを提案したい。

1 「身体」と「心」のゆらぎ

(1) 「身体」のゆらぎ

かつて、マーシャル・マクルーハンは、電気技術（情報技術）について、それを「中枢神経系が技術的に拡張す

る」もの、つまりは、「身体の拡張」をもたらす技術と説いた。⁽⁵⁷⁾これは、あくまでも人間のアクセス可能な情報が量的に拡大することを指した比喩であり、文字通り中枢神経系の射程が延伸することを意味していたわけではなかった。これに対して、本稿で縷々扱ってきた神経科学技術の現代的進展の中でも、B M Iは、まさに神経系の射程を情報的に延伸する技術であり、「身体」を拡張する技術として実装が進んでいる。⁽⁵⁸⁾その意味でマクルーハンの予言は的中したと言つてよい。神経系という情報回路(非人)にとつて身体とは、「世界(環境)を認識し、世界で行動し、世界に存在する」ためのメディアと評されることがある。⁽⁵⁹⁾ところがB M Iは、そのような身体というメディアを介さずに神経系と外部環境との情報授受を可能にする情報システムである。さらに、B M Iによつて神経系と情報的に接続された機械、ロボット、アバター、センサー等は、「もうひとつの身体」として、「世界(環境)を認識し、世界で行動し、世界に存在する」ためのメディアとして機能することになる。このように、B M Iは、生まれ持った生身の身体とは別個の、新たな「メディアとしての身体」の獲得を可能にする技術と言えよう。これは、「身体」が「皮膚」という従前の境界線を越え、外部環境にまで拡張する可能性が生じたことを意味しており、B M Iによる機械やアバターの制御が既に実装段階にあることに鑑みれば、今日において身体概念は既にゆらぎつつあると言えよう。

(2) 「心」のゆらぎ

ゆらぐのは身体概念だけではない。むしろ、「心の生物学」とも称される神経科学が、心の生理的基盤を探究してきた学問でもある以上、⁽⁶⁰⁾その進展は、必然的に、「心(mind)」のありかを改めて主題化した。いわゆる「心脳問題(mind-brain problem)」である。神経科学が脳という臓器の構造と機能を明らかにする中で、それらのどこに「心」が宿っているのか、そもそも脳と区別して「心」なるものを概念化できるのか、が問題となる。現在のところ、心と脳との関係については、脳の物質的動態と心的機能とを同視する「心脳同一説(mind-brain identity theory)」や、心を脳の情報処理機能とみなす「心の計算理論(computational theory of mind)」等、⁽⁶¹⁾さまざまな仮説が提出されている段階に

とどまっている。こうした論争に決着をつけるためには、神経科学だけでなく、哲学、心理学、認知科学の知見も援用して、我々の言う「心」なるものが一体何であるのかを、「科学の言語」で特定することが必要になるだろう。

本稿との関係で重要なのは、このような科学的言語への「翻訳」は、憲法学においても重要な問題となる点である。先述したように内心の事実上の不可侵性を突破し、内心領域に侵入してくる神経科学技術を前に、内心の聖域性を確保するために、内心の内奥（核心領域）への撤退と防衛線の引き直しが必要となる⁽⁶¹⁾。そのためには、神経科学がその専門的な言語体系で腑分けする神経系の機能と構造に、「内心の精神作用」を位置付け直し、内心領域の外延と核心という階層性に沿ってマッピングすることが必要になる。さらに、仮にこうしたマッピングに成功したとしても、区別された脳の構造や機能に対する保障強度にグラデーションを設けることが現実的に可能かという点も問題になるだろう。あるいは、内心の核心領域への撤退戦略とは真逆に、「拡張した心論（the Extended Mind Theory）」を梃子にして、神経科学技術の使用や神経系と接続された外部環境にまで精神的自由権による保障を拡張させる戦略も提案されているところである⁽⁶²⁾。このように、少なくとも法学分野においては「心」を内奥への撤退と外界への延伸という双方向の動きの中で捉え直すことが求められている。

さらに、意思主体（人格）の存立や自律性の所在、精神的自由と神経系との関係も問題になってくるだろう。

2 「自由」の自由

神経科学の目標の一つに、「意識」の謎、すなわち、人間の知覚、思考、感情、意思決定等の認知機能の科学的解明がある⁽⁶³⁾。もつとも、現在のところ研究は未だ発展途上にあり、その全貌が明らかになるのは遠い未来のことかもしれない。しかし、こうした意識研究が次々にもたらす様々な知見は、自由意思の実在性を問い、自由概念それ自体も既に動揺させている。

実際に、今日では、意識と無意識の時間的先後関係を問題にしたリベットの実験（「一序」参照）とは異なるベクトルで自由意思概念を動揺させ得る研究が登場している。運動学習にかかる著名な研究者であるジョン・クラカウアー（John W. Krakauer）らは、上肢到達運動を題材にした研究において、外部環境を一定の条件に基づいて構築した場合に、本人がその主観の中で立てた「意識的な戦略」を脳内で組み上げられた「無意識的な計画」がオーバーライドし、本人の意思に反する上肢到達運動が、無意識のうちに実現されてしまう現象を発見した⁶⁴。

これはあくまでも上肢到達運動という非常に初歩的な運動にかかわる学習についての研究であり、この知見をもつて直ちに私たちが日常的に実践している意思決定や判断等に代表される高次の認知機能についても同様の現象が生じ得ると結論づけることは早計である。しかし、トイモデル的な意思判断といえども、運動の実行過程においては、意識と脳内で進行する無意識的なプロセス（すなわち本人の意識的な統制の及ばないもの）とが相剋関係にあり（したがって、リベットの实验のように両者の時間的先後関係によるのではなく）、場合によっては後者が前者をオーバーライドする状況が現実として存在することは確かである。

つまり、リベットの实验が意識的意思に先立つ無意識のプロセス（運動準備電位）の存在を理由に「決定論」の見地から、自由な意思の存在を疑うものであったのに対して、クラカウアーらの实验は、意識的意思を無意識的なプロセスが上書きする現象の存在を指摘し、自由意思の実在そのものではなく、自由意思の常在性に挑戦するものである。このように、意識の謎に挑む心の生物学たる神経科学の研究が進展すればするほどに、自由意思に対する挑戦は増えていくかもしれない。そして、それが決定論的な自由意思の実在の否定であれ、自由意思の常在性の否定であれ、刑事責任や刑罰論、民法学における意思主義等、さまざまな法分野の基本的概念にもその影響が波及することになる。

3 「人間・世界」のゆらぎ

(1) 「人間」のゆらぎ

さらに将来的には、人間観さえ動揺する可能性も指摘できる。たとえば、人間の「個別性」の消失である。「身体の拡張」は、BMIによって接続された物のネットワークの中に、身体の境界線を「融解」させる可能性がある。また、使用者の神経系が「他者」たる別個の情報システムと情報的に接続する「心の接続」は、一つの認知過程が複数の情報システムに跨って実現される可能性をひらく。BMIの技術水準がこの段階にまで到達すれば、心の境界線さえ、情報システムのネットワークの中に「融解」することになる。そこでは、人間の個性を保つ物理的・精神的な境界線の双方が、BMIによって構築されるネットワーク、IOB (Internet of Brains) の中で「融解」していく可能性がある。⁶⁵⁾

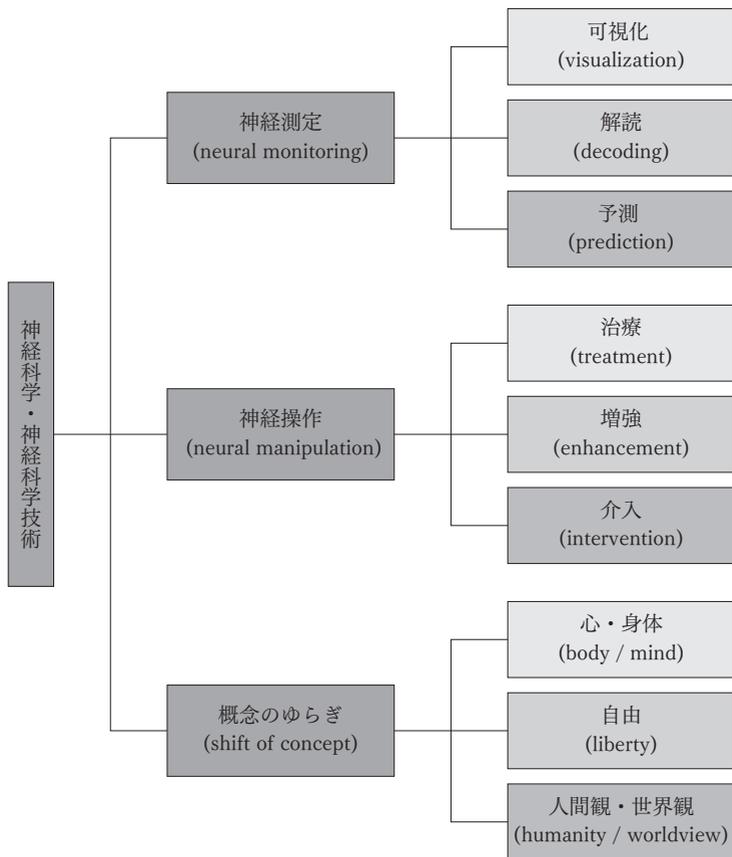
さらに、神経科学技術の発展により期待されるSF的な未来に、神経系の機能を丸ごとインターネット空間上にアップロードする、「マインド・アップローディング」がある。この技術の特徴の一つは、人間の本質を神経系の機能、より具体的には、その情報処理機構的性格に見出す点にある。もし仮に、マインド・アップローディングが実現すれば、アップロードされた存在は、有機的な身体を失った、「情報的生命体」になる。こうした事態が到来すれば、いわゆる「計算論的人間観」が現実のものになるのかもしれない。⁶⁶⁾

このように、神経科学技術が発展した未来においては、人間観（人間という存在）それ自体が動揺する可能性がある。

(2) 「世界」のゆらぎ

BMIがもたらし得る可能性の一つに、バーチャリアリティ（VR）世界（メタバース、VRMMOゲーム等）へのフルダイブがある。⁶⁷⁾ 具体的には、BMIによる神経系の延伸がバーチャル世界にまで及び、生身の身体と同じように

図2 神経法学の体系



アバターを制御し、かつ、
 体性感覚のフィードバック
 を得ることが可能になれば、
 本人の主観の上では現実世
 界とVR世界の境界は曖昧
 なものになる。「神経操作」
 の進展により、神経に人工
 的に入力可能な情報量が増
 えれば増えるほど、VR世
 界は現実世界に近づき、場
 合によっては現実を超える
 「リアリティ」を獲得する
 だろう。目下のところこう
 したフルダイブ技術が実現
 する見通しは立っていない
 が、もし神経科学技術のさ
 らなる進展によってそれが
 実現する日が来れば、私た
 ちの世界観さえも動揺させ

られる日が来るのかもしれない。

* * * * *

以上のような留意点と補正を踏まえて、改めて神経法学の体系を図示すると、図2のようになる。

四 日本国憲法学説の可能性と限界

ここまで見てきたような神経法学の「体系」が配置する問題群に対応する法の諸分野には、刑事法、民事法、行政法、医事法等の多様な領域が想定される。これら各法領域において展開される議論を、ある種メタ的に統制することが期待される憲法がどのような対応をなし得るのか、その可能性と限界につき、日本国憲法学によせて、暫定的に展望を示しておくことにしたい。

(一) 内心の自由

1 内心のブラックボックス化

(1) 内心領域の聖域化

日本国憲法一九条は思想・良心の自由を保障しているが、この権利は、「内心の自由」を保障するものと解するのが支配的学説である。⁽⁶⁸⁾ 日本国憲法学では、従前より「人格形成」のための精神活動が存在する場を内心領域に定め、そこに「人間としての本質に基づく最高の価値」を見出し、当該領域の規律は個人の自律に委ねるべきものであると理解してきた。⁽⁶⁹⁾ つまり、内心という領域の内部に、「人格」というある種の神聖不可侵なものが宿るために、内心と外界の境界線に絶対不可侵の壁を築いて、人格を密閉することでその防護を確かなものにしようとしてきたのである。

しかし、内心領域全体を一律に不可侵としたため、内心の内部構造、内心と外界の境界設定のあり方等についての検討がそれによって停止するという逆説的状况が生じてしまった。また、「人格形成のための内心の精神活動」や「人間の本質」が何であるか、それらに抵触する行為とは何か、についても具体的な探究がなされてこなかった。つまり、内心は絶対不可侵の聖域とされることでブラックボックス化し、精神の核心をそのまま封印することによって、憲法一九条についての議論そのものまでも封印してしまったのである。⁽¹⁰⁾

(2) 絶対的保障と事実上の不可侵性

こうした聖域化は、内心の精神世界に対する直接的な干渉がそもそも事実上不可能であるがゆえになされたことであつたとも言えよう。いかに権力がそこに干渉することを望んだとしても、内心領域にアクセスする手段が——外的行為を操作することくらいしか——存在しないため、絶対的保障を措定することができたのである。しかし、先に述べたように、「神経測定」(ニューラル・デコーディング)は《内心領域に属する精神作用を外部から可視化することは不可能である》という意味での不可侵性を、「神経操作」は《内心領域に属する精神作用に外部から干渉することは不可能である》という意味での不可侵性を突破する技術であつた。こうした技術の臨床応用が進んでいる今日、絶対的保障を支えていた外部世界と内心の防護壁は失われてしまったのである。

2 絶対的不可侵性がもたらす不都合

(1) 内心と外部行為との遮断

また「内心作用」に絶対的不可侵性が与えられたことで、「内心と連動する外部的行為にも絶対的保障論を及ぼせば、社会秩序が成立しなくなる、という懸念」が生じることとなった。⁽¹¹⁾ それゆえに、「内心作用は多かれ少なかれ外部的行為と連動するものである」こと自体は認識されていたにもかかわらず、内心と外部行為の連関様相の解明を正

面から論ずることは難しくなってしまった。その結果、本来であれば相互に関連する関係を認めてこそ理解が深まるはずの一九条解釈学説と二一条解釈学説との接続が阻まれてきたのである。

(2) 防衛権的構成の限界

さらに、内心の完全防護を死守するのではなく、むしろ神経科学技術が内心と外界との架橋を可能にしたことによって、福利や自由を確保・増進できる局面も多数登場してきた。たとえば、重度のALS患者や植物状態の患者のように、ニューラル・デコーディングによって、内心領域に存在する「発話の意図」を解読してもらうことによってこそ、その意思の伝達の自由を取り戻すことができる場合もあるだろう。あるいは、麻痺患者にとってみれば、神経操作による運動機能の回復や、出力型BMI（ニューラル・デコーディング）による外部環境の制御が可能になれば、QOLが大きく向上することもあるだろう。⁽²⁾

これらの技術はいずれも外界から内心領域に干渉する技術とも評価できる。しかし、絶対的不可侵性のもつ防衛権的構成ゆえに、内心領域に対する干渉や介入を本人自身が求めた場合についての議論は十分に展開されてこなかった。この点についても、絶対的保障論の一つの限界と言えるだろう。

(3) 高次認知機能への照準を超えて

また、憲法一九条は、精神作用一般から「思想」と「良心」とを選び出し、それらに特別な保障を与えてきた。そのため、神経科学の言葉を借りれば、一九条は基本的に「意識的な」認知プロセスに照準してきたと言える。しかし、三(三)1(2)で触れた意識と無意識の相克関係に関するクラカウアーらの研究のように、脳内で進行する「無意識的なプロセス」が、個人の意思や判断、学習といった高次の認知機能にとっても重要な役割を果たしている。これは、憲法学においてはあまり顧みられることのなかった「無意識的なプロセス」への技術的干渉が、思想や良心の変容をもたらし得ることを意味している。

そうであれば、「思想」や「良心」といった比較的高次な認知機能との遠近で保障の範囲と強度を決めることは、無意識的なプロセスが果たす重要な役割を見逃すことにつながり、むしろ無意識的プロセスというチャンネルを経由した高次認知機能の操作を放置しかねない危険がある。

(二) 個人の尊重

1 物語と化した人格

そもそも、内心領域が聖域化された積極的な理由が人格の守護にある以上、内心の自由における「人格説」が示すように、絶対不可侵領域を再画定する上では「人格」との距離が一つの指標となる。この点、日本国憲法全体を貫く「個人の尊重」(一三条)の基底にある原理を「人格的自律」として描き出そうとした佐藤幸治の所説が導きの糸になり得よう。

しかし、佐藤幸治は「人格的自律」という価値を指摘しながらも、人格の存立基盤あるいは自律を可能とする基盤が精神作用のどこに、またどのように、着床しているのかについて立ち入って探究することをしなかった。その代わりに佐藤は、「人格的自律」を「自己の生の作者」(社会にあっても「自己の幸福を追求して懸命に生きる姿」)が描き出す物語(narrative)に読み替えて説明したのである。つまり、「人格的自律」(あるいは人格)について、その存立基盤にかかる内在的な分析を行わないまま、むしろ物語化(抽象化)し、それを個人の物語から、主権者たる国民が共有すべき、憲法の物語、政治共同体の物語にまで外部拡張する方向に出たのである。⁽⁷³⁾

2 物語から科学へ

しかし、上述したように、科学技術によって内心領域の封印は解かれ、ブラックボックス性は既に失われつつある。

内心や人格を科学的に分解し操作の対象にする神経科学技術に対抗し、なお聖域とすべき内心領域を保全するために、内心や人格(的自律)を「物語」として抽象化するのではなく、その存立基盤も含めて科学的に解明することが必要であろう。そうしなければ、神経科学技術が自由や人格、自律に対して与えるインプリケーションを適切に理解することができず、内心に対する操作を事実上無制約に許容してしまう可能性が高いからである。さりとて、神経科学技術を丸ごと拒絶するのも不合理であろう。神経科学技術のもたらす可能性と危険性を前にして、内心領域を適切に再画定するためには、人格的自律を「物語」の力を借りて語るのではなく、「科学」の言語で語る必要がある。

(三) 憲法学における情報論的転回

1 情報論的転回

こうした、科学の言葉での語り直しをする上では、佐藤幸治の「情報」に対する着目が有効な出発点を提供してくれるかもしれない。佐藤は、表現の自由を「思想・信条・意見の表出活動」の自由ではなく、「思想・信条・意見・知識・事実・感情など人の精神活動にかかわる一切のもの(これを包含して「情報」と呼ぶことにする)の伝達に関する活動の自由」(強調筆者)として理解する⁽⁷⁴⁾。つまり、佐藤は、従来「言論」「表現」「思想・信条・意見・知識・事実・感情など」として語られてきたことを、「情報」で共約して、二一条の統合的解釈の下に置こうとしたのである。そして佐藤は、二一条の保障射程を「情報流通」全般と置き、それを「情報収集―情報提供(伝播)―情報受領の全過程を包摂する」動態的なサイクルとして捉える。また、プライバシーの権利についても、表現の自由と同様に、「個人情報収集、利用、集積、および提供の全過程について、情報主体による統制を認める」権利として論じることで「自己情報コントロール権」説、いわゆる情報プライバシーの考え方を日本国憲法学に導入した⁽⁷⁵⁾。

このように、佐藤は「情報」という視点からコミュニケーションの過程を再構成することで、精神的自由権学説に

「情報論的転回」を持ち込んだのである。このことは、一種の「情報システム」である神経系を研究する神経科学や、それに干渉する神経科学技術との相性が良い。つまり、「情報」という概念を媒介項として神経科学（特に計算論的なそれ）の知見や技術実装を憲法的統制のもとにおく可能性を開いたと言える。

2 一九条と二一条の架橋

他方で、課題が残されていることも事実である。従前であれば、一九条は内心作用に対する干渉、すなわち、神経系の可視化や操作に対応し、二一条は外部の情報環境の操作に対応するという整理でよかったのかもしれない。しかし、そのような整理は、内心領域と外部との断絶を保障してきた身体的境界を迂回し得るB M Iや、外部の情報環境の操作によって内心に干渉するニューロフィードバックが登場したことにより不可能となる公算が高い¹⁶⁾。こうした諸技術を持つ意味を理解し、それが人格的自律や自由に与える影響を正面から議論するためには、個人の外部の情報環境（二一条）と個人の内部の情報システム（一九条）とを架橋して理解する視点が重要である。つまり、神経科学に憲法学が向き合う上では、一九条と二一条の両者を「情報」という視点で共約し、インテグラルに展開することができる新しい「権利プラットフォーム」が求められる。

(四) 身体の自由

1 自己決定権の対象としての「身体」

神経科学技術が「神経系」という「身体」（脳も臓器である）に干渉する技術である以上、精神的自由だけでなく身体の自由からの視点も不可決である。身体の自由について、かつては「国家権力による恣意的な生命・身体の自由の剥奪からの保障」に重点が置かれていたが、近年はむしろ、「個人の自己決定（自己の運命の支配）の文脈での生命・

身体の自由」に焦点が当たったようになった。⁽⁷⁷⁾ 例えば、尊厳死・安楽死の問題やインフォームド・コンセントの問題がそれに当たると。佐藤幸治は、こうした身体の自由の側面を、「最狭義の『人格的自律権』」すなわち、「自己決定権」の一部として理解する。この意味での身体の自由の核心は、「国家権力による恣意的な生命・身体の自由の剝奪からの保障」ではなく、生命・身体を処分することの自己決定を含む、身体的な侵襲に対する「拒絶意思の自由」の保障にある。⁽⁷⁸⁾

2 脳操作の低・非侵襲化と拒絶の契機^の消失？

また、精神の基盤たる神経系は身体の一部であるため、身体は、精神的な侵襲を拒絶する基盤としても機能してきた。しかし、神経科学技術の低侵襲化・非侵襲化（頭皮脳波、電気・磁気刺激、超音波の利用等）の流れも見られる中で、神経科学技術に目に見える侵襲性が伴うことも少なくなりつつある。さらに、ニューロフィードバックは、身体的侵襲性を伴わないままに神経系を操作する技術であった。こうした技術の実装が進めば、「身体」がもっていた、「精神」に対する「侵襲」を拒絶する基盤としての機能が失われてしまう可能性がある。そうであれば、「侵襲」に対する拒否権たる身体の意味あるものとして論ずるためには、「身体的侵襲」の概念それ自体をアップデートする必要も出てくるだろう。また、そもそも神経科学技術を使用した自らの身体に対する干渉が何を意味しているのか（例えば電磁気刺激や液体の注射が精神への干渉をもたらしこと）を、意思主体が正確に理解できない可能性という問題も、インフォームド・コンセントにかかる議論との関係の中で対応していく必要がある。

3 「身体^の自由」の復権？

このように、神経科学の進展は、神経系という身体への干渉が、精神に対する干渉をもたらし得ることを理論的

に明らかにしただけでなく、それを実現する技術も実装した。このことを前提にすれば、「精神のインテグリティ」を守るためにこそ、「身体のインテグリティ」を保つことが不可欠になると言えよう。つまり、「身体的自由」を「精神的自由」と同視できる（あるいは両者の区別が相対化する）時代の到来が示唆されているのである。かつて、石川健治は、近代以降、身体が安定的に保障されてきたことで、人権論のなかにおいて身体的自由は後景に退き、精神的自由にかかる議論が前景に押し出されてきたことを指摘した。⁽⁹⁾しかし、神経科学技術の実装が進展する近未来においては、むしろ精神を守るためにこそ、身体を確保しておくことが重要になり得る。その意味では、近い将来に身体的自由の「復権」が起こるのかもしれない。

五 結びに代えて

以上、神経法学と総称される学問領域の俯瞰的展望と、筆者なりに整理した神経法学の体系を暫定的に提示してみた。それは、神経科学という複合的で多元的な学問群に属する個別の研究領域の特性に応じて法学の対応を区分する体系ではなく、神経科学技術がもたらす（もたらす可能性のある）リスクに応じた問題状況の分類に基づき、法実務的関心に軸を置く体系化であった。

また、かかる問題群の体系化に続いて、それに適用すべき規範的ツールを、憲法学の資源の中から探究する足がかりとして、日本国憲法の解釈学説を概観してみた。既存学説には一定の限界と可能性の両方が発見でき、これらをさらに神経科学の現状と近未来に照らして、より精緻なものとして具体的に構想していく必要がある。もちろん、これまでブラックボックスのまま取り置かれていた内心領域の構造を神経科学の知見を援用しながら説明することや、「情報」を共約項として科学技術と規範的分析を架橋し得る「権利プラットフォーム」を構築することは容易ではな

い。さらに言えば、既に我々の手元にある既存の法的道具立てでどこまで対応できるかの見極めも大事である。では、新旧の「権利プラットフォーム」を査定するための研究の素材をどこに求めるのか。筆者がゼロから創造するわけにもいかないだろう。こうした作業を行う上で準拠できる補助線として、近時、頻繁に言及されている「神経権 (neuroights)」や「認知過程の自由 (cognitive liberty)」が興味深い。これらの権利・自由のもつ具体的な可能性を明らかにすることは、今後の研究課題としたい。

- (1) Francis X. Shen, *Neurolegislation: How U. S. Legislators Are Using Brain Science*, 29 HARV. J. L. & TECH. 495, 496 (2016).
- (2) George A. Sanderson, *The Co-Operation of the Medical and Legal Professions*, 143 NEW ENG. J. MED. 499, 499 (1900).
- (3) Taylor J. Sherrod et al., *Neuropsychologists and Neurolawyers*, 5 (4) NEUROPSYCHOLOGY 293 (1991). 特以米國における神経法学の沿革を詳細に紹介したものであり、Francis X. Shen, *The Overlooked History of Neurolaw*, 85 (2) FORDHAM L. REV. 667 (2016). 同稿に基づいた日本語文献として、山口直世「神経法学の序論的考察」立命館法学 四〇三号 (二〇二二年) 六三二—六三四頁。
- (4) *People v. Weinstein*, 156 Misc. 2d 34, 591 N. Y. S. 2d 715 (N. Y. Misc. 1992).
- (5) Jeffrey Rosen, *The Brain on the Stand*, NEW YORK TIMES MAG. (Mar. 11, 2007), <https://www.nytimes.com/2007/03/11/magazine/11Neurolaw.html/>
- (6) OWEN D. JONES, JEFFEREY D. SCHALL, FRANCIS X. SHEN LAW AND NEUROSCIENCE (1st ed. 2014).
- (7) BENJAMIN LIBET, *MIND TIME: THE TEMPORAL FACTOR IN CONSCIOUSNESS* (2004).
- (8) Nita A. Farahany, *Incriminating Thoughts*, 64 STAN. L. J. 351 (2012).
- (9) Owen D. Jones & Anthony D. Wagner, *Law and Neuroscience: Progress, Promise, and Pitfalls in The COGNITIVE NEUROSCIENCES 1015, 1015-1021* (David Poeppel et al. eds. 6th ed. 2020).
- (10) 抗精神病薬の強制投与をめぐる議論について概観したものととして、小久保智淳「Washington v. Harper 事件判決再訪——抗精神病薬の強制投与の合憲性——」法学政治学論究一三三二号 (二〇二二年)。

- (11) Brain Initiative, *Neuroethics Working Group*, Brain Initiative website <<https://braininitiative.nih.gov/about/neuroethics-working-group>> (2023/8/11 last visited).
- (12) B M I ほか、脳の生理学的活動を測定したりそれを変化させるデバイスの総称である。Krishna V. Shenoy & Byron M. Yu, *Brain-Machine Interfaces*, in PRINCIPLES OF NEURAL SCIENCE 953, 953-957 (Eric R. Kandel et al., eds., 6th ed. 2021).
- (13) Emotive website <<https://www.emotive.com/workplace-wellness-safety-and-productivity-mm8/>> (2023/8/11 last visited).
- (14) Neuralink, *Implant*, neuralink website <<https://neuralink.com/#n1>> (2023/8/11 last visited).
- (15) ICO, *ICO tech futures: neurotechnology*, (June 1, 2023), <<https://ico.org.uk/about-the-ico/research-and-reports/ico-tech-futures-neurotechnology/>>
- (16) 理学修士 (Ms) と法務博士 (JD) を有するヴァージニア州弁護士。ガーランドは、『サイエンス』の発行元としても知られる米国科学振興協会 (AAS) の「科学における自由、責任、法律に関する行動計画」の次席責任者を務めた経験を有する。生体臨床医学、生命倫理学、生物工学など幅広い科学と法律との融合領域的課題を専門とする。
- (17) BRENT GARLAND, NEUROSCIENCE AND THE LAW: BRAIN, MIND, AND THE SCALES OF JUSTICE 6-31 (2004); OWEN D. JONES, JEFFREY D. SCHALL, FRANCIS X. SHEN, LAW AND NEUROSCIENCE 101-102 (2nd ed. 2020).
- (18) GARLAND *supra* note 17, at 6-7, 25.
- (19) JONES ET AL., *supra* note 17, at 101-102.
- (20) *Id.*
- (21) *Id.* at 102.
- (22) 体内に含まれる水素原子核の分布を、NMR (Nuclear Magnetic Resonance : 核磁気共鳴) 現象を利用して画像化する装置である。
- (23) Seiji Ogawa et al., *Brain Magnetic Resonance Imaging with Contrast Dependent on Blood Oxygenation*, 87 PROC. NATL. ACAD. SCI. 9868, 9868-9872 (1990).
- (24) 陽子を放出する放射性同位体を含む薬剤を投与した後、放射線を照射してその体内分布を画像化することで、代謝活動が盛んになっている領域をマッピングする手法である。活性化部位の代謝量も定量的に計測できるという利点が挙げられる一方で、放射性同位体を投与し、放射線照射するために、線量被曝に伴うリスクが存在する。

- (25) 近赤外光（波長七〇〇〜九〇〇nmの光）が生体透過性を有しながらも、ヘモグロビンには吸収される性質を利用し、頭部に受光センサーを設置することで血流増加部位を把握するものである。NIRSは、空間分解能があまり高くない（二〜三cm）に加え、近赤外線光は頭皮から三cmほどまでしか到達しないため、可視化範囲は大脳皮質の表面に留まる。
- (26) 宮脇陽一「神谷康之「リレー解説 脳機能計測と生体信号入出力《第八回》脳情報コーディング技術とその応用」計測と制御五〇巻一〇号（二〇二一年）八八八〜八九〇頁。
- (27) Krishna & Byron, *supra* note 12, at 962-968.
- (28) 池田知広「脳波で操作ALS患者がロボットによる接客に込めた思い」毎日新聞（二〇二二年二月一日）〈<https://mainichi.jp/articles/20221130/k00/00m/040/104000c>〉。
- (29) Francis R. Willett et al., *High-performance brain-to-text communication via handwriting*, 593 NATURE 249, 249-254 (2021).
- (30) David A. Moses, *Neuroprosthesis for Decoding Speech in a Paralyzed Person with Anarthria*, 385 (3) N. ENG. J. MED. 217, 217-227 (2021).
- (31) 小久保智淳「ニューロサイエンス プレイン・マシンのインターフェースの近未来と神経法学」駒村圭吾編『Liberty 2.0』(弘文堂、二〇二三年)一六三〜一六五頁。遠心性神経とは、脳から身体各部(抹消)に情報を伝達する神経回路のことを指す。
- (32) もっとも、内心の精神作用と神経活動の相関関係の探究において、精神作用の同定は被験者の内観報告に頼るしかないため、「報告バイアス」に伴う問題が避けられないことに由来する限界が存在する。
- (33) NITA A. FARAHAHY, *THE BATTLE FOR YOUR BRAIN* 35-39 (2023).
- (34) Hosoda, Chihiro et al., *Plastic frontal pole cortex structure related to individual persistence for goal achievement*, 3 COMMUN. BIOL., 194 (2020).
- (35) 小久保・前掲注(10)六三〜六九頁。それゆえ、意思無能力者に対する脳操作行為が治療・増強行為と介入との狭間に位置する限界事例として立ち現れてくることになる。池原毅和「精神科における強制医療介入」精神神経学雑誌一一五巻七号(二〇一三年)七五九〜七六四頁。
- (36) Eric T. Juengst, *What Does Enhancement Mean?* in ENHANCING HUMAN TRAITS: ETHICAL AND SOCIAL IMPLICATION 29, 29 (Erik Parens ed., 2000). なお、かかる「目的」による区分は「介入」におろとも可能である。

- (37) 以下の記述は、伊良皆啓司「脳神経刺激（EDCS, TMS, DBS）の現状と展望」計測と制御五四巻二号（二〇一五年）八三―八六頁を参考にした。
- (38) Hiromu Monai et al., *Calcium imaging reveals glial involvement in transcranial direct current stimulation-induced plasticity in mouse brain*, 7 NAT. COMMUN. 11100 (2016).
- (39) Valentina Ciullo et al., *Transcranial Direct Current Stimulation and Cognition in Neuropsychiatric Disorders: Systematic Review of the Evidence and Future Directions*, 27 (3) NEUROSCIENTIST, 285-309 (2021).
- (40) TMSは、刺激の頻度により「単発経頭蓋磁気刺激（single pulse TMS）」と「連反復経頭蓋磁気刺激（repetitive TMS: rTMS）」に分かれる。rTMSは効果が強く、また、神経可塑性を人為的に誘導できる場合があるため、疾患の治療やリハビリ等に用いられている。
- (41) WHOによれば向精神薬とは「体内に取り込まれたり投与されたりすることで、知覚、意識、認知、気分や感情などの精神プロセスに影響を与える物質」と定義される。WHO, *Drugs (psychoactive)*, WHO website <https://www.who.int/health-topics/drugs-psychoactive#tab=tab_1> (2023/05/31, last visited).
- (42) たとえば、緑藻類のクラシドモナスから発見された光活性化イオンチャネルである「チャンネルロドプシン-2（channel-rhodopsin-2：ChR2）」は青色光に反応してイオンを透過させ、脱分極（活動電位の原因となる）を引き起こす。一方で、古細菌高度好塩菌から発見されたイオンポンプである「ハロロドプシン（halorubrum pharaonic halorhodopsin：NpHR）」は、黄色光に反応してクロライドイオン（塩素イオン）を細胞膜の内部に流入させ、過分極を引き起こして神経細胞の活動を抑制させる。
- (43) JONES ET AL., supra note 17, at 787-789.
- (44) 福田シホ「スマートドラッグではくらの体と心に起きたこと——米大学生「5人に1人」の使用実態」Wired Japan（二〇一七年八月一七日）<<https://wired.jp/2017/08/17/smart-drugs-and-youth/>>.
- (45) Esther Landhuis, DO D. I. Y. *Brain-Booster Devices Work?*, Sci. Am. (Jan. 10, 2017). Scientific American website <<https://www.scientificamerican.com/article/do-diy-brain-booster-devices-work/>>. このような動きをうけ「ブレイン・テック（ニューロテクノロジー）に関する科学的根拠をまとめた『ブレイン・テック エビデンスブック ver1.0』」(<https://brains.link/wp-content/uploads/2023/07/BrainTech_evidencebook_ver1.0.pdf>) が刊行された。

- (46) 近年、かつてエンハンスメント効果があると喧伝されていたスマートドラッグについて、科学的なエビデンスが存在しないことを警告する研究が散見されるようになった。M. Alexandra Kredlow et al., *The Efficacy of Modafinil as a Cognitive Enhancer: A Systematic Review and Meta-Analysis*, 39 (5) J. CLIN. PSYCHOPHARMACOL. 455, 455-461 (2019); Karen L. Cropsey, *Mixed-amphetamine salts expectancies among college students: Is stimulant induced cognitive enhancement a placebo effect?*, 178 DRUG ALCOHOL DEPEND. 302, 302-309 (2017).
- (47) Dario Müller et al., *High-definition transcranial direct current stimulation (HD-tDCS) for the enhancement of working memory – A systematic review and meta-analysis of healthy adults*, 15 (6) BRAIN STIMULATION, 1475, 1475-1485 (2022).
- (48) Garland supra note 18, at 25-29; Michael J. Sandel, *THE CASE AGAINST PERFECTION: ETHICS IN THE AGE OF GENETIC ENGINEERING* 45-62 (2007).
- (49) FARAHANY, supra note 33, at 130-132, 144-145.
- (50) 池原・前掲注(35)七五九-七六四頁。
- (51) 小久保・前掲注(10)七七-八一頁。
- (52) Garland supra note 17, at 29-31.
- (53) Daniel M. Wolpert & Sny J. Bastian, *Principles of Sensorymotor Control*, in PRINCIPLE OF NEURAL SCIENCE 713, 713-723 (Kandel et al., ed. 6 th ed. 2021).
- (54) 三原雅史「治療型BMIとしてのNeurofeedbackの精神疾患治療への応用」臨床神経生理学四六巻一号(二〇一八年)三五頁。
- (55) ニューラル・デコーディングとニューロフィードバックを組み合わせた技術である。柴田和久「Decoded Neurofeedback (DecNeF) による神経科学の新しい試み」臨床神経学五二巻(二〇二二年)一一八五-一一八七頁。
- (56) Al Koizumi et al., *Fear reduction without fear: Reinforcement of neural activity bypasses conscious exposure*, 1 NAT. HUM. BEHAV. 0006 (2016); Vincent Taschereau-Dumouchel et al., *Towards an unconscious neural reinforcement intervention for common fears*, 115 (13) PROC. NATL. ACADEM. SCI. USA. 3470 (2018).
- (57) マーシャル・マクルーハン(栗原裕二河本仲聖訳)『メディア論(みすず書房、一九八七年)一一二頁。
- (58) 小久保・前掲注(31)一六三-一六五頁。

- (59) 長滝祥司『メギミアとしての身体』（東京大学出版会、二〇二二年）二頁。
- (60) Eric R. Kandel & Michael N. Shadlen, *Overall Perspective*, in *PRINCIPLE OF NEURAL SCIENCE* 3, 3-4 (Kandel et al., ed. 6th ed. 2021).
- (61) 小久保智淳「認知過程の自由」研究序説「法学政治学論究」二六号（二〇二〇年）三九八—四〇一頁。
- (62) Mark Jonathan Blitz, *Freedom of Thought for the Extended Mind: Cognitive Enhancement and the Constitution*, 2010 (4) *WIS. L. REV.* 1049, 1065-1091 (2010).
- (63) 神経科学における意識には二種類の意味があるとされており、第一に、医学における「覚醒 (arousal)」（意識レベルと表現されることもある）を示す「意識」がある。二つ目は、一定水準以上の覚醒状態において、生じる主観的経験を指す。ここでは後者の意味で用いている。Michael N. Shadlen & Eric R. Kandel, *Decision-Making and Consciousness*, in *PRINCIPLE OF NEURAL SCIENCE* 1392, 1412-1413 (Kandel et al., ed. 6th ed. 2021).
- (64) Pietro Mazzoni & John W. Krakauer, *An Implicit Plan Overrides an Explicit Strategy during Visuomotor Adaptation*, 26 (14) *J. NEUROSCI.* 3642 (2006).
- (65) 小久保・前掲注(31)一七〇—一七二頁。
- (66) 駒村圭吾「自由論のゆくえ」同編『Liberty2.0』（弘文堂、二〇二三年）三二五・三三六頁。
- (67) 小久保智淳「フルダイブのパラダイムと身体」法セシ八七号（二〇二三年）五三頁以下。
- (68) 長谷部恭男編『注釈日本国憲法(2)』（有斐閣、二〇一七年）二六六—二六八頁「駒村圭吾執筆」。
- (69) 伊藤正己『憲法（第3版）』（弘文堂、一九九五年）二六〇頁。
- (70) 長谷部恭男『憲法（第8版）』（新世社、二〇二二年）一九二頁。
- (71) 大石眞『憲法講義Ⅱ（第2版）』（有斐閣、二〇二二年）一三八頁、駒村・前掲注(69)二六八—二六九頁。
- (72) 小久保・前掲注(31)一五九—一六〇頁。
- (73) 佐藤幸治『日本国憲法論』（成文堂、二〇一七年）一二三頁。長谷部恭男他編『注釈日本国憲法(2)』（有斐閣、二〇一七年）六九—七四頁「土井真一執筆」。駒村圭吾「人格的自律権構想を振り返る」公法研究七八号（二〇一六年）一九—二〇頁も参照。
- (74) 佐藤・前掲注(73)二五〇頁。

(75) 長谷部他編・前掲注(73)一一七頁。

(76) もっとも、神経系に可塑性が備わっている以上は、情報入力进行操作することにより内的な情報処理の在り様に変化することそれ自体は所与の前提である。Decretの問題は、対象となる個人が自己の思想や良心などの内心作用が標的とされても、それに対する自覚が存在しない点に求められるかもしれない。

(77) 佐藤・前掲注(73)一八二頁。

(78) 同前。

(79) 石川健治「人格と権利——人權の觀念をめぐるエチュード」ジュリスト二二四号(二〇〇三年)二六—二七頁。

〔付記〕 本研究は、JST、ムーンショット型研究開発事業、JPMJMS2012及び、AMEDの課題番号JP23wm0425020の支援を受けた。

小久保 智淳(こくぼ まさとし)

所属・現職 慶應義塾大学大学院法学研究科 研究員(有期)

慶應義塾大学大学院法学研究科後期博士課程

慶應グローバル・リサーチ・インスティテュート(KGRI) 所員

慶應義塾大学大学院理工学研究科前期博士課程修了

全国憲法研究会、比較憲法学会、と日本神経科学学会、情報処理学会

憲法学、神経科学、神経法学(neurolaw)

主要著作 「認知過程の自由」研究所説——神経科学と憲法学——「法学政治学論究」第一二六号(二〇二〇年)

「Washington v. Harper 事件判決再訪——抗精神病薬投与の合憲性——」

「法学政治学論究」第一三二号(二〇二二年)

「フルダイブのバーチャルリアリティと身体」「法学セミナー」第八一七号(二〇二三年)