

メンタルヘルスの見地から見たネットリテラシーの在り方及びその啓発に係る ELSI の研究

代表研究者 藤原 広臨 京都大学大学院医学研究科脳病態生理学（精神医学）准教授
共同研究者 三部 裕幸 早稲田大学法学部 招へい教授

1 はじめに：背景・目的

□本研究では、問題あるインターネット使用（Problematic Use of the Internet：PUI）について、認知・心理学的背景を調べるとともに、超高解像度7テスラMRI（7T-MRI）により、従来の機器では従来描出不能であった微細脳領域（報酬系に関わる手綱核 Habenula Nucleus：Hb、他）の体積や、脳内ネットワークのダイナミクスを定量化し、ネット嗜癖に併存しやすい精神症候（うつ・衝動性等）や認知機能異常について調べた。さらに、これらの成果に立脚し、メンタルヘルスの見地から見たネットリテラシーのあり方に関し、その啓発に係る倫理的・法的・社会的課題（ELSI）をも踏まえつつ、文理融合的に議論・解釈を加えることを試みた。近年、PUI（ヘビーユーザー）の認知科学等の研究はみられるが、本研究では、低～中程度のネット使用者に主な関心を置き、健康害・疾患としての「嗜癖」の観点に基づき、その病理的側面を調べるとともに、メンタルヘルスの見地から見た情報通信の利活用推進のための適切な使用の在り方（ネットリテラシー）に関しても医学、認知科学及び心理学の観点から、研究する。さらに、その啓発に係る ELSI に関する法学、倫理学等の観点からの研究にも取り組み、これらの成果を統合するという文理融合型研究として推進することを企図した。これにより、PUI の予防・改善に加え、適正なネットリテラシーに関する知見を得て広く市民に啓発し、生活習慣の一部としてのインターネット使用を総合的に見据えていくことも見込むこととした。ネットリテラシーの啓発は、ネット嗜癖に由来する健康害の予防、生活習慣の改善等に資するものとすべき一方で、デジタル社会において不可欠な営為であるインターネット使用を過度に萎縮させるものとならないよう留意しなければならない。このため、その啓発内容、方法等に係る ELSI を抽出し、その対応の在り方をも検討することが求められる。本研究では、医学、認知科学等の観点からの研究により得られた成果をもとに、ELSI の専門家との知識の共有・コラボレーションにより、成果の発信やネットリテラシーに関する各種声明、情報発信等啓発のあり方も併せ考慮した。

2 方法・論文成果・総合的考察

2-1 方法

(1) 概要

本研究では、PUI に関し、7T-MRI を用いた脳画像に基づき、予防・診断に関する脳バイオマーカーについて調べ、メンタルヘルスの観点から、ネットリテラシーに関する啓発に係る倫理的・法的・社会的課題（ELSI）をも踏まえ検討することとした。脳画像検査については、非常に微細な脳構造であり、脳内の快楽・報酬の神経伝達に関わる「報酬系」の手綱核（Hb）の体積を定量化し、また、一方で、グラフ理論を応用したトポロジカルな解析にて、脳内のネットワーク解析を行った。その上で、PUI および、その前提となる過度な携帯電話使用（いわゆる、ケータイ依存）、併存しうる精神症候である「うつ」やこの背景の心理的レジリエンス（精神的回復力）について、脳画像所見との関連を調べた。

(2) 各検査の手法等について

広告等により研究対象者を募り（18-60歳、臨床的な診断閾値以下のネット使用者、他の精神疾患や脳の器質的問題はないことは、経験十分な複数の精神科医が確認）、インターネット使用の程度に関する質問紙である、Generalized Problematic Internet Use2（GPIUS2）、Internet Addiction Test（IAT）等にて、その程度を定量化した。その他、過度な携帯電話使用の傾向ほか、用いた認知・心理・精神症状評価の指標は下記のものであった。脳画像所見の解析・評価法と併せ示す。

【ネット嗜癖、関連する心理・行動指標】

(A) ネット嗜癖の評価：GPIUS2、IAT、携帯電話依存尺度（MPPUS-10）

(B) PUIと関連する心理指標：

(i) 不安・抑うつ・発達症

自閉スペクトラム、注意欠如・多動特性、うつ症スケールBeck Depression Inventory-II等。

(ii) 心理的レジリエンス (Connor-Davidson Resilience Scale: CD-RISC)

(iii) 性格傾向 (NEO-PI-Rによる神経質傾向, 外向性, 経験への開放性, 調和性, 誠実性)

【MRI・統計】

- (A) 手綱核 Hb 体積については、T1 強調画像上にて、深層学習を応用した手法にて、7T-MRI による Hb の体積の用手的測定を教師あり学習の基盤とし、3 テスラ MRI において手綱核体積を定量化することとした。これにより、IAT、レジリエンス等の各心理指標と、手綱核体積の相関を調べた。
- (B) 機能的 MRI (fMRI) については、前処理から解析の過程にて、脳画像解析ソフト Matlab-CONN ツールボックスを用いた。算出した機能的結合 (FC) を、GRETNA ツールボックスを用いマッピング、グラフ理論解析を用いた手法にて、脳内ネットワークとの機能的結合との関連を調べた。
- (C) 脳白質線維束を描出する、拡散テンソル画像 (Diffusion Tensor Imaging: DTI) については、PANDA ツールボックスにて前処理し、画像処理ソフト FSL により Fractional Anisotropy (FA) を算出し、脳白質線維束の統合性と、MPPUS-10 得点との関連を調べた。
- (D) その他、画像処理ソフトによる統計解析以外については、統計ソフト SPSS および R による解析： 相関解析にはピアソンの相関係数・スピアマン順位相関係数等を、データの正規性に基き使用、その他重回帰分析など各種検定を行った。特に、媒介分析には、SPSS のパッケージにて、Bootstrap 法 (5000 回) にて行った。

2-2 結果

(1) 概要

本研究では、上記、方法の概要で記述した内容に則り探索的に実施したが、有意な結果を得て論文成果として報告が可能となったものについては、(1) インターネット使用と Hb 体積および、性格傾向、特に神経症傾向の影響 (2) 携帯電話使用の程度と脳機能・構造 (脳白質線維) に関する脳内ネットワークの関連 (3) 心理的レジリエンスと Hb 体積及び、これに対する睡眠障害の影響、の三つに大別されるため、これらの論文成果に準拠して示すこととする。

(A) ネット使用と手綱核体積および、性格傾向の影響

そもそも、本来はオンライン環境・IoT は利便性の向上のための生活行動の中でのツールであるべきであるが、常習的なインターネット利用から問題あるインターネット利用 (Problematic Use of the Internet: PUI) へと移行することが話題となって久しい。PUI は、かねてより、日本を含む韓国・中国など東アジア諸国に多いとされていたが、もはや、この問題は全世界共通の問題として取り扱われるようになり、例えば、ヨーロッパにおいては、研究代表者も関わった COST ACTION という PUI の対策に関する活動グループ (CA16207: <https://www.cost.eu/actions/CA16207/>) が構成されるなど、組織的な取り組みがなされるようになってきている。いまや生活習慣の一部ともいえるべきインターネット使用については、学童・青年の勉学、職務における使用、その他ショッピングなど、各種生活行動には不可欠になっており、その使用を完全に立つことは現実的にはほぼ不可能であろう。さらには、いわゆる汎用型 AI、生成 AI の飛躍的な技術革新により、能動的思考に基づく意思決定を要する場面が減少し、いわば受容的に生活していける場面が増えることによる倫理的側面も問われるようになっていく可能性は否定できず、したがって、いわゆるネットリテラシーの「最適化」が望まれるところであり、そのための教育・啓発活動の維方略の発展・確率による維持増進が望まれる。

PUI を依存症・嗜癖の切り口から調べるという脳科学的試みのひとつとして、脳内報酬系や各種認知機能の変化という観点からのアプローチがある。従来の MRI で描出困難な微細な脳構造として、視床と第 3 脳室の間に位置する手綱核 (Hb) は、脳内報酬系を構成する主要な脳領域のひとつであり、うつ症など、様々な精神疾患に関与している。また、PUI については、うつ症、強迫症、発達症、各種不安症

など、様々な精神疾患との関連・併存が指摘されており、心理指標・認知機能等との関連も様々な報告があるが、その中でも、パーソナリティの特徴が PUI の病態生理に関与していることが示唆されている。ただし、インターネット使用の程度と Hb の体積との関連に、性格特性も考慮して解析した報告はなかったため、診断閾値以下の PUI における Hb 容積測定と、この関係に対する性格特性の媒介効果を検討することとした。110 名の健常成人に構造的 MRI 検査を行い、Hb セグメンテーションは深層学習技術を用いて行った。インターネット使用の程度には質問紙であるインターネット嗜癖テスト (IAT)、性格傾向の評価には、NEO-PI-R が用いられた。

結果、相対的 Hb 量(全脳体積での補正を行った Hb 体積)は IAT スコアと負の相関を示した ($\rho=-0.142$, $p=0.009$)。IAT スコアは神経症傾向 ($\rho=0.430$, $p<0.001$) と正の相関を示し、外向性、同意性、誠実性 ($\rho=-0.213$, $p<0.001$; $\rho=-0.279$, $p<0.001$; $\rho=-0.327$, $p<0.001$) と負の相関を示した。媒介分析における有意なこのモデルに対する Hb 量の間接効果は神経症傾向において有意であった ($\beta=-0.061$, $p=0.048$, ブート 95%信頼区間: -0.149 から -0.001)。以上より、Hb 量の減少と PUI の亢進との間に重要な関連があることが明らかになった。さらに、神経症傾向は Hb 量と PUI 傾向を媒介することを示し、神経症傾向が PUI の重要な危険因子であることを浮き彫りにした (Zakia et al, 2025, 研究代表者最終責任著者)。上述のとおり、PUI について、併存する精神疾患が多く、その背景にある性格傾向として神経症傾向があることも多いが、PUI 傾向—Hb 体積の関係にも神経症傾向の媒介効果があることから、一般に、PUI に関する相談等においては、神経症傾向を念頭に置いた診察場面での関わり等は、PUI のリスクを低減する可能性があることが示唆された。

(B) 携帯電話使用と脳内ネットワークの関連

携帯電話の問題ある使用および、近年ではこれに立脚するところの PUI は、個々の社会生活における他者との相互作用や幸福感を低減させたり、認知過程に影響を及ぼしたりする可能性がある。この研究では、携帯電話使用の問題の程度が、脳内ネットワークの位相幾何学的構成の変化と関連するかどうかを検討した。健常者 81 名の安静時機能的 MRI (Rs-fMRI) および拡散テンソル画像 (DTI) を撮像しデータ収集した。携帯電話使用の問題の重症度を評価するため、携帯電話問題使用尺度 (MPPUS-10) を用いた。本研究では、携帯電話使用による、いわゆるデジタル・マルチタスクキング状態により、脳内の情報処理のありかたとして、局所および、全脳にわたるネットワークを包括的に調べることにした。このため、グラフ理論を応用したトポロジー解析を行い、各グラフ指標と MPPUS-10 の得点との相関分析を行った。

結果、MPPUS-10 の得点は、fMRI のグローバル指標と相関しており、得点が高いほど、最短経路長が長く(統合性が低下)、グローバル効率が低い(情報伝達が低下)ことが明らかとなった。逆に、MPPUS-10 得点が高いほど、クラスタリング係数が大きく、局所効率が低いという相関がみられた。一方、DTI の所見との相関については、MPPUS-10 得点が高いほど DTI によるシグマ値が高くなり、ネットワークの構造的特性が変化していることが示され、一部、脳局所的にも MPPUS-10 のスコアと相関を示した。以上より、携帯電話使用問題の程度が高いほど、機能的ネットワークの統合が低下し脳機能の分離・分節化の傾向が強まっている可能性が示唆されるということ、および、構造的ネットワークにおけるスモールワールド性が亢進することとが関連していることが示唆されたといえる。統合性の低下は、デジタル・ガジェットの使用による脳機能への過剰な負荷がネットワーク機能不全を悪化させ、脳の結合性を混乱させることを示唆する解釈に符合する。さらに、携帯電話使用の程度が高いほど、前中心回、補足運動野、後中心回など複数の領域における結合性の変化と相関していたが、これらの領域は、運動制御、感覚運動処理、記憶機能に関連している脳領域と考えられており、これらの所見が、脳の情報処理モジュールの統合性と完全性の変化を反映しているかどうかを調べるためには、さらなる研究が必要であると考えられた。

(C) レジリエンスと手綱核体積及び睡眠の影響

心理的レジリエンスとは、端的には精神的な回復力であり、個人が困難な人生経験に対してうまく適応していく過程と結果と定義され、ストレスコーピングの源泉ともいうべき心的指標である。このタームは、ベトナム戦争後の米国退役軍人における検討等から、外傷後ストレス症 (PTSD) との関連で論じられ、同様の戦争体験等を有する者のなかでも、フラッシュバックや悪夢ほか、各種の精神的不調を呈す

る者、呈さないものが存在することから、この差異についてということも含め検討され始めた概念である。近年では、PTSD 以外でも、各種精神疾患、とりわけ、うつ症との関連に関する研究がみられる。一方、手綱核 Hb はうつ、依存症の神経基盤として、さらには、ストレス反応に関与していることが知られている。しかし、Hb と心理的レジリエンスとの関係は不明であり、Hb との関連が示されている、うつ傾向との三者関係を調べた研究もなかった。さらに、生活習慣の中で、ストレス・疲労・各種精神的な不調の指標とも言うべき睡眠の、レジリエンスと Hb の関連に対する影響・関与は不明であった。健康な被験者 110 名を対象に、上述の Zakia らの方法と同様に、深層学習の技術を用いて Hb の体積を評価した。心理的レジリエンスと抑うつは、それぞれ CD-RISC と Beck Depression Inventory-II を用いて評価した。これにあたり、まず、Hb 量とレジリエンスとの関係を調べ、Hb 量と抑うつ傾向との関係に対するレジリエンスの媒介効果を評価した。

結果、相関分析により、CD-RISC の得点と Hb 体積の間に正の相関が認められ ($\rho = 0.176$, $p = 0.001$)、これは女性でより顕著であるという性差を認めた ($\rho = 0.353$, $p = 0.003$)。左右の Hb 量は有意な側方化を示した (Laterality Index: $LI = 0.031$, 95 % CI = [0.016, 0.046])。ただし、Hb の非対称性にもかかわらず、側方化指標 LI は CD-RISC の得点とは関連していなかった。媒介分析では、Hb の体積と抑うつ傾向の関係に対するレジリエンスの有意な間接効果が示された ($\beta = -0.093$, 95%CI = [-0.189, -0.019])。以上より、心理的レジリエンスが低い場合は Hb 体積が少ないことが示唆され、過去の研究で、うつ症の患者のうつ症状の重症度が高いほど Hb 体積が小さいということが示されていたことに符合するといえよう。さらに、この研究では、臨床的にうつ病と診断されていない診断閾値以下においても、同様の解釈が可能であるといえる。さらに、心理的レジリエンスは Hb の体積から予測でき、健常者であっても間接的に抑うつ傾向に影響を与える媒介因子として機能する可能性が考えられた (Dai et al, 2024、研究代表者最終責任著者)。

このように、Hb 体積が、うつ症に対する重要な防御因子である心理的レジリエンスと関連していることが示されたが、この関係を支える生物学的メカニズムは依然として不明であった。そのような中、動物実験にて、Hb の神経細胞活動が急速眼球運動 (REM) 睡眠を調節し、覚醒時の抑うつ行動に影響を及ぼすとの報告があり、これに立脚するかたちで、睡眠の質がヒトにおける Hb 体積と心理的レジリエンスの関係を媒介するという仮説を立てた。相関分析を行い、Hb 体積と質問票による睡眠の質の評価との関係を検討した上で、次に、Hb 体積を独立変数、心理的レジリエンスを従属変数、ピッツバーグ睡眠評価表により定量化した睡眠の質を媒介変数として媒介分析を行った。

結果、Hb 体積は睡眠障害と負の相関を示し、Hb 体積が大きい人ほど睡眠の質が良いことが示された。側方化効果も観察され、左方非対称性が大きい (右方と比較して左方の Hb 体積が大きい) ほど、より重度の睡眠の問題と関連していた。さらに、睡眠の質は、Hb 量と精神心理的回復力の関係における媒介因子として同定された。以上より、睡眠の質は、Hb 体積の減少と心理的レジリエンスの低下を関連付ける生物学的プロセスにおける重要な媒介因子である可能性が示唆された。換言すると、睡眠の質を高めることは、心理的レジリエンスを強化し、うつ病のリスクを低下させる有望なアプローチである可能性がある。いわゆる「夜ふかし」による過度なネット使用はしばしば聞かれるが、因果関係の如何は明らかになっていないにせよ、リテラシーとして睡眠を十分確保するという発想は、ひいては、過度なネット使用の併存症としてのうつ症を、レジリエンスの強化ということにより防止する一助になるかもしれない (Dai et al, 2025、研究代表者最終責任著者)。

(D) ELSI との関連する活動について：

研究協力者、University of Hertfordshire(英)、University of Trent(伊)心理学科、Ornella Corazza 教授、共同研究者・三部をはじめとして、国内外の研究者との議論、情報共有を行い、いわゆるネットリテラシー、PUI も含む行動嗜癖 (物質によらない依存症) および物質依存との併存、すなわち、交差嗜癖 (Cross-Addiction) の可能性のリスクの高さ等について確認していった (第 2 回 2024 年 4 月 13 日 (土) 第 2 回身心相関研究会：「百鍊自得についての脳科学からのアプローチ：発達症特性とアスリートの関係を踏まえて」についての意見交換等)。この研究会においては、精神・心の問題と身体性の関連について検討することが主たるテーマであったが、精神状態を健やかに維持増進していく要因としての生活行動としてのインターネット使用は、すなわち「わざの修練」のコンセプトのもと、身体性を意識したリテラシーのあり方があろうことがステークホルダー間で共有され、共同研究者三部のコメ

ント等を踏まえ、研究代表者が、自身のバックグラウンドである精神医療・認知科学の切り口から、本テーマを病的なリスクという観点からだけではなく、情報通信の手段としてのインターネット使用等について、現実的には利活用推進の立場から、法整備・倫理観の涵養、リテラシーの教育を考えていくことが急務であることを再認識させられたという点で非常に意義深いものであった。2024年12月には、Corazza 教授とともに、依存症・嗜癖に関する国際学会である Lisbon Addiction 2024（ポルトガル、リスボン、発表タイトル： Emerging Drug trends in Japan: rethinking prevention strategies）にて、PUI、過度な運動習慣（運動依存）、過剰な物質使用、とりわけ、Image and Performance Enhancing Drugs (IPEDs)等との Cross-Addiction（交差嗜癖：複数の嗜癖行動・物質依存が重積すること）についてのシンポジウムを開催した。より具体的には、合法・非合法の如何にかかわらず、IPEDs の使用と過度の運動および、ボディイメージへの不安の関連についてのスポーツ競技別比較では、両者は正の相関を示し、全体および多くの競技では薬物依存と運動依存が併存しうる可能性を追視するとともに、IPEDs の購入は、多くはオンライン購入、すなわち、潜在的には Cross-addiction として PUI と関連するリスクの可能性について報告した研究代表者らの先行研究に立脚した議論となった（Shibata et al, 2022, 研究代表者最終責任著者）。とりわけ、高負荷・耐久型の競技（Endurance Discipline）と比較して、武道やサイクリングなどの競技では、統計的には優位ではなかったものの、Self-Compassion (SC: 自身に対する精神的な慰め・憐憫)が高い傾向にあった。SC は、近年、薬物によらない精神療法として脚光を浴びているマインドフルネス瞑想療法・同認知行動療法にて重視されている概念である。また、マインドフルネス瞑想、座禅に基づく調心・調身・調息、道元による「身心一如」といった概念は、いずれも禅を背景とするという点で大きく共通部分を重ね持つ。適度な運動、インターネット・携帯電話使用、これに係る ELSI の在り方についてのマインドセットを涵養していくにあたり、SC が鍵となる可能性について議論した次第である。一般に、依存症全般として、現段階では、いわゆる特効薬としての薬物療法のストラテジーを見出すに困難な状況があることも踏まえ、本テーマ PUI に関する薬物療法の適応可能性を否定するものではないにせよ、非薬物療法として本邦から発信するかたちでの、禅思想を背景とした各種のアプローチの可能性を示唆するものであろうと考えられた。

2-3

（1）総合的考察

本研究においては、インターネット使用および、近年ではこの前提の主要なものである携帯電話使用の依存傾向に関し、依存症に深く関与するとされる脳内報酬系を構成する主要な脳領域である手綱核 Hb 体積および、グラフ理論解析を応用したトポロジー解析により、脳内ネットワークとの関連を調べ国際ジャーナルへの成果報告ができたことが主要なアウトカムであった。いずれの研究も、過度なインターネット使用、すなわち PUI、過度な携帯電話使用について、そのリスクマネジメントの観点から、病的な観点からの考察・解釈を加えた論文成果として出版されることとなった。

しかし、元来のオンライン環境、およびこれらのガジェットとしての携帯電話の使用については、その利便性・迅速性の観点からは利活用推進を前提とする現代社会であるという前提を念頭に置いた社会生活、研究推進が望まれるところであろう。この観点からは、本研究の対象者は、いわゆる健康被験者であり、IAT、MPPUS-10 の得点としては低～中程度、少なくとも極めて重篤な有害事象を自覚しているなどのヘビーユーザーのレベル（すなわち、精神疾患としての依存症）ではない、医療上の疾患診断基準閾値以下のネット使用・携帯電話使用の個人であるという点が重要な着眼点のひとつである。本稿で報告する成果として、PUI 傾向と Hb 体積の相関や、携帯電話使用と脳内の機能的結合 FC の相関については、これらが依存症のゲートウェイとしての病的リスクと捉えるコンセプトがひとつの考え方であることに特段の齟齬はないであろう。しかし、異なる可能性として、低～中程度の使用である限りにおいては、脳機能促進的（俗に言われる脳トレーニング的に）、ひいては、メンタルヘルス全般の健康増進作用を示すということがありえよう。日常的に、有害事象を来さない程度のオンライン・ゲーミングのもと、児童思春期の子らの認知機能向上の様子が垣間見られ、認知機能向上に寄与している可能性は感じさせられるところであるし、老年期の認知機能の維持増進も含め、オンラインシステムに立脚するかたちで、認知機能リハビリテーション、バーチャルリアリティ（VR）空間を利用した精神・心理面でのリハビリテーション等に応用されているという報告も見られている。研究代表者も、PUI 傾向も、中程度以下のインターネット使用である場合には、脳内のモチベーションに関するネットワークの FC がインタ

ーネット使用の程度と正の相関を示し、モチベーションの涵養という点で、インターネット使用は認知機能的側面に対しポジティブ・ベネフィットを有する可能性を示している (Fujiwara et al, 2018)。さらに、主としてオンライン環境を全体とした、メディア・マルチタスキングについても、中程度以下のマルチタスキングである限りにおいては、注意機能に関する脳内ネットワークのFCとしては、安静時よりも注意課題中の方がFCが低いことが示され、注意に関する情報処理という観点からは、オンライン環境を通じたマルチタスキングは脳機能の効率化に寄与しており、すなわち、注意機能向上・脳健康促進的という解釈が可能であろうことを示している (Kobayashi et al, 2020、研究代表者最終責任著者)。本研究の対象者は、中程度～過去の調査におけるインターネット・携帯電話使用のレベルと同等～やや高いレベルであったことから病理的解釈を加えることとなったが、脳局所体積の持つ意味や、FC高低が持つ意味も解釈次第ということも踏まえ、「最適化」という観点からは、中庸レベル・ほどほどの程度の使用、すなわち、ネットリテラシーの最適化という意味での生活行動としてのインターネット・携帯電話使用というコンセプトも併せ考慮しつつ、本研究の結果を捉えていくのが現実的とも考えられる。

さらに、一般にインターネット依存・嗜癖といった言葉は広く聞かれ、ソーシャルメディア (SNS) 等による Cyberbullying (ネットいじめ)、Cyberstalking、Sexting (SNS 等を通じた性的な内容の不快感の内容の送信等によるハラスメント)、生成 AI 等による Deepfake といった造語を生むに至った現在、オンライン環境に基づく種々の社会問題の背景にあるものとして PUI 等を考えていく意義は大きいものと考えられる。しかし、本研究では、「依存症」としては表記せず、現在の精神医学・心理学等の専門領域でも概ね統一したタームとして「問題ある使用」PUI という表記に統一している通り、いまだ、医療的な疾患単位として確立した概念ではなく、一部、世界保健機構 WHO における診断基準である ICD-11 において「ゲーム障害」が組み込まれたのみである。この理由の一つとしては、上述の通り、その使用の程度に依存するということがあるが、別の側面として、インターネット使用全般、携帯電話使用の全般として、その使用用途は、ネットサーフィン、ゲーミング、ギャンブリング、オンラインポルノグラフィ、コミュニケーションツールとしての SNS および、これに基づく「セルフイー」の過剰投稿、各々の学業や職務上の要請による使用、ショッピング、情報収集や公共料金の支払いなど、生活行動の中で多岐にわたるといことが挙げられる。今後、これらの異なる使用用途別に、本研究のごとき神経基盤の探索や、心理指標との関連を調べていくことを推進することで、各々の使用による病理的な、あるいはヘルス・ベネフィットに資するポジティブな機能のメカニズムが明らかになり、結果、精神医療等の疾患単位として捉える、あるいは認知機能リハビリテーションに応用し、予防・介入していくということが可能となるであろう。また、本研究の Limitation のひとつとして、いわゆる横断的研究であるということが挙げられる。したがって、行動-脳の相関が見られたにせよ、因果関係の如何にまでは言及できない。依存症全般として、快楽・報酬に関わる神経伝達物質であるドーパミンに関する受容体の遺伝子変異の報告があるなど、生得的なリスクファクターがある可能性を考えると、PUI も含め、薬物によらない嗜癖 (行動嗜癖) については、生得的リスクと、個々の習慣的生活行動による脳・メンタルヘルスに対する影響の双方を念頭に置き、いわゆる縦断研究、すなわち、経時的に複数回、同様の検査をフォローアップしていくことによる関連のあり方の変化を検証するなどにより、インターネット使用や携帯電話使用そのものの有害事象・ベネフィットについて明らかにしていく必要がある。

以上のような生物学的な情報通信に係る生活行動の功罪のメカニズムを調べていくにあたり、これに関する法整備、リテラシーについての倫理的側面を合わせて意図して考えていくことは、依存症関連の問題 (行動嗜癖) としてこれらの生活行動を捉えていく中で、どの程度だとクリニカルに疾患レベルかを判断し、あるいは、そもそも疾患概念として構築していくべきか否か、仮に疾患単位として確立したとして、そこで生じる諸問題、例えば Cyberbullying や Sexting が司法の観点からはどのように判断されるべきか等、引き続き、ELSI のコンセプトから、多方面の専門家とのコラボレーションのもと研究等を推進していくことが肝要であろう。その文脈において、本研究の PUI 関連の諸問題および最適レベルにおける認知・メンタルヘルス面でのベネフィットに関するバイオマーカーの知見が活用されることで、より客観的な判断等が可能となろう。加えて、種々のオンライン環境における SNS によるコミュニケーションを通じた問題の予防・対策等については、オンラインにおける直接的な対策、例えば、SNS による個人情報の管理、例えば Cyberbullying については傍観者からの有益な投稿が個人のためらいを減じて心理的にも物理的にも安全が確保された環境でなされる方略が確立されることが望ましい。したがって、コンピュータ・サイエンスなど、関連するテクノロジーの専門家・有識者の存在が欠かせない。また、ユー

ザーとしての一般市民の側としても、引き続き、リテラシーの向上のための学びの重要性を意識することが望ましく、そのための教育が推進されるべきであろう。

【参考文献】

Yao L, Hikida K, Lu Y, Wang L, Dai Q, Aki M, Shibata M, Zakia H, Yang J, Oishi N, Tei S, Murai T, Zhang Z, Fujiwara H. Brain network alterations in mobile phone use problem severity: A multimodal neuroimaging analysis. *J Behav Addict.* 2025 Mar 21;14(1):416-429. doi: 10.1556/2006.2025.00021.

Zakia H, Kyuragi Y, Dai Q, Oishi N, Ishikawa Y, Yao L, Aki M, Murai T, Fujiwara H. Association between the subclinical level of problematic internet use and habenula volume: a look at mediation effect of neuroticism. *Gen Psychiatr.* 2025 Feb 10;38(1):e101694. doi: 10.1136/gpsych-2024-101694. eCollection 2025.

Dai Q, Kyuragi Y, Zakia H, Oishi N, Yao L, Aki M, Shibata M, Zhang Z, Wang L, Yang J, Murai T, Fujiwara H. The role of sleep quality in mediating the relationship between habenula volume and resilience. *Psychiatry Res.* 2025 Feb;344:116358. doi: 10.1016/j.psychres.2025.116358.

Dai Q, Kyuragi Y, Zakia H, Oishi N, Yao L, Zhang Z, Wang L, Yang J, Murai T, Fujiwara H. Psychological resilience is positively correlated with Habenula volume. *J Affect Disord.* 2024 Nov 15;365:178-184. doi: 10.1016/j.jad.2024.08.012.

Shibata M, Burkauskas J, Dores AR, Kobayashi K, Yoshimura S, Simonato P, De Luca I, Cicconcelli D, Giorgetti V, Carvalho IP, Barbosa F, Monteiro C, Murai T, Gómez-Martínez MA, Demetrovics Z, Ábel KE, Szabo A, Ventola ARM, Arroyo-Anlló EM, Santos-Labrador RM, Griskova-Bulanova I, Pranckeviciene A, Bersani G, Fujiwara H, Corazza O. Exploring the Relationship Between Mental Well-Being, Exercise Routines, and the Intake of Image and Performance Enhancing Drugs During the Coronavirus Disease 2019 Pandemic: A Comparison Across Sport Disciplines. *Front Psychol.* 2021 Jul 6;12:689058. doi: 10.3389/fpsyg.2021.689058. eCollection 2021.

Fujiwara H, Yoshimura S, Kobayashi K, Ueno T, Oishi N, Murai T. Neural Correlates of Non-clinical Internet Use in the Motivation Network and Its Modulation by Subclinical Autistic Traits. *Front Hum Neurosci.* 2018 Dec 10;12:493. doi: 10.3389/fnhum.2018.00493. eCollection 2018.

Kobayashi K, Oishi N, Yoshimura S, Ueno T, Miyagi T, Murai T, Fujiwara H. Relationship between media multitasking and functional connectivity in the dorsal attention network. *Sci Rep.* 2020 Oct 22;10(1):17992. doi: 10.1038/s41598-020-75091-9.

〈発表資料〉

題名	掲載誌・学会名等	発表年月
百錬自得についての脳科学からのアプローチ：発達症特性とアスリートの関係を踏まえて	第二回 身心相関研究会 (オンライン)	2024年4月13日
Emerging Drug trends in Japan: rethinking prevention strategies	Lisbon Addiction 2024 (ポルトガル・リスボン)	2024年10月22日

