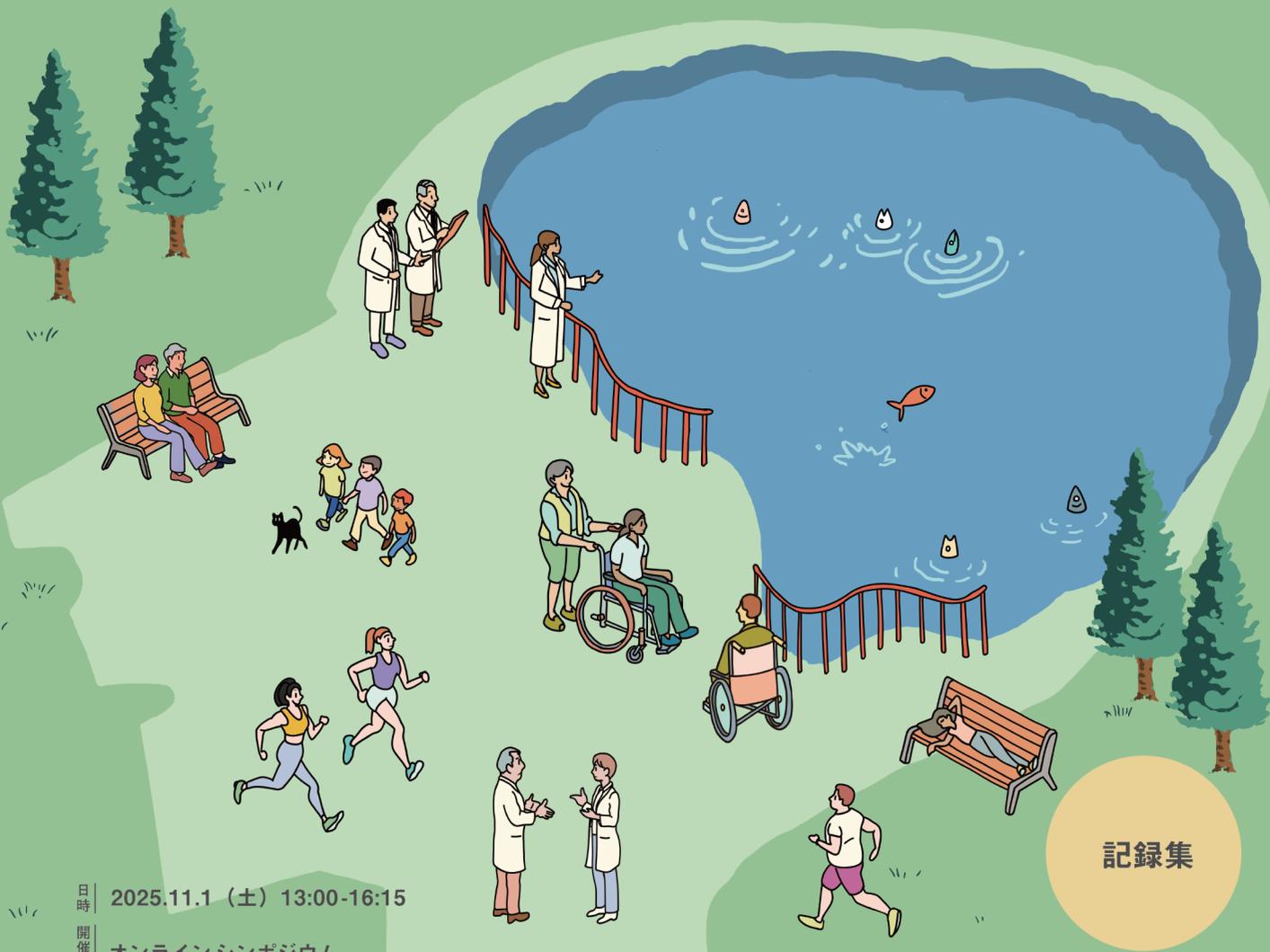


最新の

文部科学省 学術変革領域研究 2025年度市民公開シンポジウム

脳科学と現代社会

— 解明されていく脳のしくみ —



記録集

日時 2025.11.1 (土) 13:00-16:15

開催形式 オンラインシンポジウム

脳科学の研究は日進月歩です。研究者たちは脳の働きを解明しつつ、病気の治療法を探り、日々新たな知見を生み出しています。

一方で、脳に関する研究は人々のイメージをかき立てるものでもあり、さまざまな情報が行き交っています。研究者は最新の手法や設備を用いて科学的な根拠に基づき、脳のしくみを明らかにすることで、人類の幸福に寄与しようと地道に取り組んでいます。

このような専門的な取り組みや発見に関して、脳科学の研究者から市民の皆様が直接見聞する機会は多くないかもしれません。現在、研究の現場では、どのような取り組みがおこなわれていて、またそれを受けて私たちの社会はどう変化していくのでしょうか。本シンポジウムを通じて、最先端の研究の成果をもとに、科学と社会のあり方についてともに考えていきましょう。



最新の脳科学と現代社会
- 解明されていく脳のしくみ -

記録集

日時：2025.11.1（土）13:00-16:15

開催形式：オンラインシンポジウム

目次

02 **開会の挨拶**

武川 睦寛（東京大学 医科学研究所 生命科学連携推進協議会）

07 **講演 1 脳科学と社会を繋ぐ脳 MRI：MRI 普及率世界一を背景に**

青木 茂樹（順天堂大学 健康データサイエンス学部・研究科）

29 **講演 2 現代社会における様々な依存**

井手 聡一郎（東京都医学総合研究所）

47 **講演 3 ブレインバンクをご存知ですか？**

齊藤 祐子（東京都健康長寿医療センター）

59 **パネルディスカッション**

【司会】 加藤 和人（大阪大学大学院 医学系研究科）

【指定発言】 元村 有希子（同志社大学 生命医科学部）

【パネリスト】 青木 茂樹、井手 聡一郎、齊藤 祐子

77 **閉会の挨拶** 加藤 和人

79 **質問一覧**

開会の挨拶

武川 睦寛（東京大学 医科学研究所 生命科学連携推進協議会）

生命科学連携推進協議会の代表を務めております、東京大学医科学研究所の武川と申します。本日は休日にもかかわらず、たくさんの方にご参加いただき、ありがとうございます。まず開会の挨拶として私から「学術研究支援基盤形成」事業の概要について、簡単に紹介させていただきたいと思っております。

この事業は文部科学省のプログラムの一環として、日本全体の生命科学研究を支援することを目的として実施しているもので、本制度自体は平成22年度（2010年）から開始され、今日まで15年間にわたって活動を継続しています。

まず、この事業がなぜ必要なのか、その背景を簡単に紹介させていただきたいと思っております。私たちが携わっております生命科学研究の分野（コホート・生体試料支援プラットフォーム(CoBiA)・先端バイオイメージング支援プラットフォーム（ABiS）・先端モデル動物支援プラットフォーム（AdAMS）・先進ゲノム解析研究推進プラットフォーム（PAGS））においては近年、さまざまな最先端の解析技術が急速に発展しています。また、研究に必要な解析機器も高度化・大型化・高額化しており、研究者が個々人で、これら全てに対応することが困難な状況が生じています。

今日のシンポジウムのテーマは「脳科学」ですが、脳を対象とする研究には、他の臓器にはない難しさがございます。例えば、胃や腸の病気であれば、内視鏡などでその病変の一部を取り出して調べることができますが、ヒトの脳の場合、たとえその一部であっても患者さんから直接取り出すことはできません。そのためアルツハイマー病などの研究では、許可をいただいたうえで、亡くなった患者さんの脳の一部を採取させていただいて、それを用いて解析を行うことが必要不可欠です。

また、ヒトの脳の構造や活動状態を調べるには、CTやMRIなどの画像診断装置が必要ですが、これらは全て非常に高額な装置ですので、研究者が個々人で準備するこ

とはできません。したがって、多くの研究者が自由に利活用できるような共用機器を整備しなければ、脳科学を発展させることは困難です。

そこで私たちの学術研究支援基盤形成事業では、研究者が個々人で対応することが困難な生命科学研究に対して、最先端の技術や設備、そして患者さんの病理組織などの研究リソースを提供して、個々の研究者の研究活動を強力に支援することを最も重要な目的としています。同時に、研究者間の連携や、若手の人材育成を一体的に推進して、日本全体の学術研究の発展に貢献することを大きな目標として活動をおこなっております。

これ（スライド5）は、われわれの事業の全体の組織図です。この事業では日本全国の約80の研究機関が緊密に連携して、ここに示している4つのグループ（CoBiA・ABiS・AdAMS・PAGS）を構築し、支援活動をおこなっております。

また、これら全体を統括する組織として生命科学連携推進協議会を立ち上げ、その事務局を東京大学に置いております。特に協議会では、広報活動の一環として、本日のような市民公開シンポジウムなどを、加藤和人先生のご尽力で毎年開催しております。また協議会のYouTubeチャンネルなども立ち上げ、この支援活動によって得られた研究成果の一部を、一般の方にもわかりやすい形で公開していますので、ぜひお時間のあるときに一度アクセスしていただければと思います。

今日はせっかくの機会ですので、われわれの支援活動を紹介した1分間の短いビデオをご覧いただきたいと思います。

「生命科学分野の研究者にとって欠かせない最先端技術やリソースを、生命科学連携推進協議会が支援します。支援は4つのプラットフォームでおこなっています。

コホート・生体試料支援プラットフォーム（CoBiA）では、研究の基盤となるヒトの資料等情報を扱う先端的研究を支援します。先端バイオイメーキング支援プラットフォーム（ABiS）では、最先端の機器を用いたイメージングデータの取得とデータ解析を支援します。先端モデル動物支援プラットフォーム（AdAMS）では、先進的なモデル動物の作成と病理形態解析、生理機能解析、分子プロファイリングを支援します。先進ゲノム解析研究推進プラットフォーム（PAGS）では、スーパーコンピューターを使った最先端のゲノム解析技術を支援します。

科研費を使った研究は、支援に応募できます。生命科学連携推進協議会は応募を待

っています。」(以上、ビデオの内容)

今日は「最新の脳科学と現代社会」というテーマで、特に脳科学に焦点をあてて、日本を代表する成果を上げておられる先生方に、その研究内容の一端を、わかりやすく紹介していただきます。どうぞ本日は最後までお付き合いをいただけましたら幸いです。

文部科学省・学術変革領域研究「学術研究支援基盤形成」
2025年度市民公開シンポジウム

最新の
脳科学と現代社会
— 解明されていく脳のしくみ —

文部科学省 学術変革領域研究 学術研究支援基盤形成
生命科学連携推進協議会

コホート・生体試料
支援プラットフォーム
CoBIA

先端バイオイメージング
支援プラットフォーム
ABIS

先端モデル動物
支援プラットフォーム
AdAMS

先進ゲノム解析
研究推進プラットフォーム
PAGS

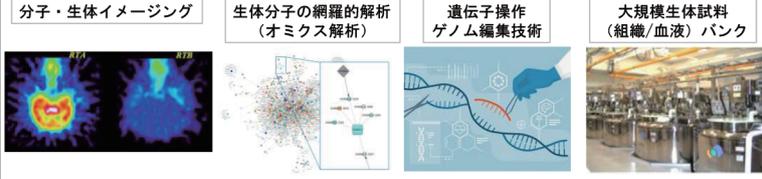
(令和4-9年度) 文科省 学術変革領域研究「学術研究支援基盤形成」事業

前身 日本全体の生命科学研究の支援
平成22~27年度 新学術領域研究『生命科学系3分野(がん、ゲノム、脳)支援活動』事業
平成28~令和3年度 新学術領域研究『学術研究支援基盤形成』事業

本制度の背景
近年、生命科学研究の分野においては、

- ・新たな**解析技術**、研究リソースが急速に発展
- ・研究に必要な**解析機器**も高度化・大型化・高額化

分子・生体イメージング 生体分子の網羅的解析 (オミクス解析) 遺伝子操作 ゲノム編集技術 大規模生体試料 (組織/血液) バンク



➡ 研究者が個々人で、これらの全てに対応することは困難

脳科学と現代社会

—学術研究支援基盤形成事業が支える脳研究—

生きたヒト脳を直接調べることはできない

➡ 脳研究には特別な「研究支援基盤」が必要

○ブレインバンク（死後脳バンク）の整備

胃腸の病気と異なり、生きたヒト脳の病変を取り出して調べることはできない

アルツハイマー病など脳疾患の原因研究には、「死後脳」の提供・解析体制が不可欠

○共用機器による研究支援（高度な画像解析機器の整備と共有）

脳の構造や活動状態を調べるには、CT・MRI・PETなどの画像診断装置が不可欠で、

多くの研究者が利用できる共用機器として整備・運用することが極めて重要

3

(令和4-9年度) 文科省 学術変革領域研究「学術研究支援基盤形成」事業

背景

近年、生命科学研究の分野においては、

- ・新たな解析技術・研究リソースが急速に発展
- ・研究に必要な解析機器も高度化・大型化・高額化

➡ 研究者が個々人で、対応することが困難

本制度の目的

- ・ 科研費による生命科学研究に対し、最先端の技術、設備、研究リソースなどを提供し、研究者の活動を強力にサポート
- ・ 研究者間の連携、異分野融合や若手研究者の人材育成を推進し、我が国の学術研究の発展に貢献する

「競争と共創」

4

組織

日本全国の約80研究機関（大学共同利用機関、共同利用・共同研究拠点など）が緊密に連携し、4つの支援グループ（プラットフォーム）を形成



生命科学連携推進協議会の活動

人材育成・アウトリーチ

Webによる情報発信

若手支援 技術講習会

市民公開シンポジウム

協議会YouTubeチャンネル

ホームページ(成果ビデオ等)



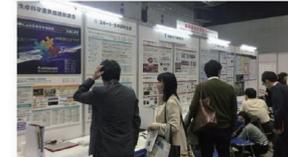



広報活動：支援説明会・成果シンポジウム

学会での広報・情報発信

支援内容・申請方法の周知
支援による最先端成果の発信

分子生物学会、生化学会、癌学会、生理学会ほか

文部科学省・学術変革領域研究「学術研究支援基盤形成」 2025年度市民公開シンポジウム

最新の

脳科学と現代社会

— 解明されていく脳のしくみ —

文部科学省 学術変革領域研究 2025年度市民公開シンポジウム

文部科学省 学術変革領域研究 学術研究支援基盤形成

生命科学連携推進協議会



コホート・生体試料
支援プラットフォーム



先端バイオイメーjing
支援プラットフォーム



先端モデル動物
支援プラットフォーム



先進ゲノム解析
研究推進プラットフォーム

講演 1

脳科学と社会を繋ぐ脳 MRI：MRI 普及率世界一を背景に

青木 茂樹

順天堂大学 健康データサイエンス学部・研究科

本日はMRIの脳科学に対する応用に関して話をさせていただく。特に日本はMRIが普及しているの、ハイエンドと、普及しているMRIとを、うまく繋げば脳科学の社会への貢献ができる、という話をしたい。

私は放射線科の医師で、MRIを使った脳研究などをしてきたが、最近データが非常に多くなり、AIをつくるデータをためてデータベースをつくって、解析方法を広げていくことが重要なので、「データサイエンス学部」を順天堂大学で立ち上げ、今はその学部長をしている。

このような順番（スライド3）で話をさせていただきたいと思う。

脳MRIは日本に2,000台以上あり、生きた脳の構造と機能を知ることができる唯一の機械で、脳MRIで得られたMRIの知見は「すぐに臨床応用できる」という特徴がある。バイオバンクのように詳細なゲノムデータは得られないが、脳が生きているうちに、どのような状態にあり、どのように変化していくかを知ることができる、臨床データと社会と基礎データを繋ぐ役割を脳MRIに関する研究は、果たしている。

CT台数とMRI台数の国際比較をしてみると、日本は圧倒的に100万人あたりのMRI台数が多い（スライド4）。アクティブに使われているのは2,000台だが、購入された台数、あまり使っていないのも入れると5,000台以上になっている状況にある。CTも非常に多い。なおかつ、MRIは輸入超過だが、それ以外の医療画像装置は輸出超過だから、最近少し元気のない日本の医療画像装置に関しては輸入が多いのに対し、MRIは輸出できる数少ない部門である。

では、簡単に脳MRIの、今までの進歩と広がりに関して話したい（スライド6）。

私が大学を卒業したのは1984年で、その時にちょうど超電導のMRIが日本に入った。それ以降、まずは脳外科で応用され、脱髄や小児に関して始まり、90年代中頃に脳梗塞についてよくわかるものが出てきた。

2000年代になって3テスラのMRIで細かいことまでよく見えるようになってくると、それを目で見てではなく、データとして解析していくと、認知症や統合失調症、それから今日話題になる気分障害やアディクション（依存症）などにも応用できるようになってきて、精神科やヘルスケアにも応用が進んできている。

このように技術が進むにしたがって、最初はこのくらい（T1, T2WI, sag）しか見えなかったのが、造影剤に加えて、MRアンギオ（MRA）という血管が見える方法が出てきて、拡散、強調像（DWI）、それから3D、3次元で撮像してボリュームデータとして使えるようになった。それからファンクショナルMRI（fMRI）といってファンクションが見えるようになり、脳の繋がりがわかるディフュージョン・テンソル（Diffusion Tensor Imaging, DTI）、ディフュージョンMRI（dMRI）などができた。そして最近では、AIに

よってどんどん応用範囲が広がっている（スライド8）。

簡単に順番に話すと、まず80年代、最初のころには、このような状況だった（スライド9）。これは1986年に報告したものだが、sagittal、CTと違って横切りのものができるので、分布がよくわかる。それから後頭蓋窩やトルコ鞍などで、両側聴神経腫などがよく見える、腫瘍がよく見えるようになった（スライド10）。そして、CTではすでに造影剤（Gd）が存在していたのだが、MRIでも造影剤（Gd）が開発されて、脳血流などにも使えるようになってきた。

さらに血管に関しては、MRアンギオ（MRA：MR Angiography）というのが出てきて、内側はわかるのだが、さらに壁まで見えるようになってきた。後頭蓋窩で骨があって、CTでは見えなかったし、血管造影では中しか見えなかったものが、外も見えるようになってきた。つまり中だけ見ているはダメなのだが、外もMRIで見えるようになってきたため、脳血管障害に関する知見が増えて、ワレンベルグ症候群という病気などもよく見えるようになってきた。

血管に関し、最もよく臨床応用されているのが脳梗塞に関するMRIである（スライド16）。EPI（エコー・プランナー・イメージング（高速撮影技術））を応用したDWI（拡散強調像）が、1995年あたりから出てきた。少し前からMRアンギオが出てきて、ここの血管には、中大脳動脈がない（スライド16）。この血管がないものによって、血管が詰まってから1時間以内に、「梗塞に陥りそうな部分」の虚血が非常によく見える。ほかの方法では全く見えなかったものが、わかるようになってきた。

それは脳卒中診療の革命である。今まではCTを撮って脳出血はわかるけど脳梗塞がわからない、どれくらいの大かさなのかわからない、時期もわからないため、非常に効果はあるけれども、副作用も多い血栓溶解術などは、全ての人に行うと出血のほうが多くなって結局利益がない。だが、特定の人に血栓溶解術を行うと、血栓ができたばかりでまだ脳梗塞になっていない虚血の状態でもMRIを撮れば、血栓溶解術などを行えば効果が出てくることが、拡散強調像とMRIの組み合わせでわかるようになって、脳卒中診療が革命的に進歩した。

さらに機能MRI（functional MRI、以下ではfMRIと省略）が発明されて、いつもノーベル賞候補に挙げられておられる小川誠二先生が、「活動部分の血流が変化して、そのために酸素の飽和度が変わり、それが見える」ことを見つけて報告されている（スライド19）。

これは2005年当時に、私が東大にいたころ、最初に3テスラのMRIが導入された時に撮ったもので、その当時からfinger tappingといって手を動かすような、指を細かく動かすような作業をすると血流が変化することが、とらえられている（スライド20、中央図

の緑の線)。そしてこれ(スライド20、中央図のピンクの線)は他の場所、このへん(スライド20、右図のピンク矢印)などの関係ないところをやっても変化がなく、関係ありそうなところをやると変化が見られる。その「よく変化したところ」をやると、中心前回という「今まで手を動かす」ことがわかっていた部位にきちんと集まっていることが、簡単な方法でわかる。これをもっと複雑にやると、いろいろな心理学的情報などもわかる。

さらにディフュージョン・テンソル、DTI (diffusion tensor image) という方法が出てきた。これはネズミの顕微鏡写真だが、3D蛍光イメージングとあわせて拡散テンソルの画像を、こうやって検証(スライド21)していく。生きているうちの変化と死んだときの変化を結ぶことが、できるようになってきている。

手の辺縁系、情動に関係した白質路が非常によく描出できるようになった。今までこのあたり(スライド22、左上図緑とピンクが交わっているあたり)がやられてできる認知症については、なかなかわからなかったのだが、これによって診断が進んできた。

今は正常な人も含め、このように脳を80ほどの部位に分けて、それぞれがどの程度の繋がり度合いを示しているかという検討も、拡散MRIを用いてできるようになった。fMRIによって、ある場所と、ある場所が、よく関係を持って働いているかが、わかるようになってきた。それがどのような繋がりによってできているかという回路の研究、生きているうちの回路の研究も、MRIでできるようになってきた。

さまざまな色がついている部位があり、部位と部位がどの程度繋がっているかが、このような図によってわかるようになってきている(スライド23)。

このように、技術の発展にしたがって応用範囲が広がってきており、今は脳科学やヘルスケアにも応用できるようになってきている(スライド24)。

一人ひとりの解析も非常に大事だが、たくさん集めて、さらにそれを時系列で並べると、新しいことがわかってくる。そのためにはビッグデータを揃えなければならないが、放射線学会にいた時に理事長をやっており、全国の大きな大学からCTとMRI(画像)を集めて、今6億枚程度が集まってきている。それがJ-MID(日本医用画像データベース)という、放射線学会が主体でやっているデータベースだ(スライド26)。

脳のデータベースとしては、AMEDのプロジェクトでやっている国際脳(国際脳ヒトの脳MRI研究プロジェクト(BMB - HBM))、それから岩坪先生が苦勞して始めたアドニ(J-ADNI)がある。それからわれわれのJ-MIDなどの、いろいろな日本のデータベースがある(スライド27)。

海外データベースについても、これからいくつか説明するが、ADNIやHCP、UK Biobankなど、たくさんのもがある。登録しないと使えないものもあるけれども、比較的使いやすい状態になっていて、多くのMRIデータがある。例えば「どれを使おうか?」

というときに、いろいろなMRIが全て揃っているもの、さらにパーフェクションまであるものも使える（スライド29）。データを見て「今回この検査をしたい」と思って、例えばUK Biobankなど、ゲノムのデータも場合によっては使うことができる状態だ。

これがJ-MIDで、先ほど説明したものである（スライド30）。

これが国際脳でやっている多施設の共同機関で、13施設のプロジェクトとしてやっている（スライド31）。場所や機械が違っているとデータも微妙に違ってくるわけだが、それをどうやって合わせていくか、ということの詳細に検討した。これに関しては、日本らしく一番詳細にきちんとやっているかと思う。それをHarmonization Protocol (HARP)で標準化して、その後の解析をしやすくなっている、というデータがある。

それより前にやっていたJ-MID、アルツハイマー病のデータもある（スライド32）。これは1.5テスラで、データとしては少し古いものが多いと思うが、アルツハイマー病の経時的変化も含む貴重なデータだ。

UK Biobankというのは、イギリスで行われている非常に多くの人を対象としたもので、10万人程度のMRI（画像）を使うことができる（スライド33）。いちばん使いやすいディフュージョンがあるもので6万人分あり、これについては、後ほど話す。

それから、Human connectome Project (HCP) というのがあり、これは多くの人を対象として、非常に高性能のMRIにしかできないような特殊な撮り方で撮影したデータだ（スライド34）。

アルツハイマー病のJ-ADNIというのがありますが、そのもとになったのは、アメリカで行われていた検査（ADNI）である（スライド35）。

パーキンソン病もアルツハイマー病の次にできて、比較的使いやすいデータがもう揃っている（スライド36）。

データベースがたくさんできた。そして、日本には脳ドックが昔からあり、脳動脈瘤とか脳梗塞とかを心配されている「正常の人」をとったデータ、世界でユニークなデータがある（スライド37）。それに、森進先生というDTIを最初につくった非常に有名な先生が注目され、いま会社をつくって積極的に日本の脳データを使って発信している。

いま話したように、世界の「正常」とか「疾患」のデータベースは非常にたくさん出てきている（スライド38）。ただ、それを集めるのに非常に大きな予算が掛かっている。一方、日本の脳ドックデータについて言えば、量は圧倒的で、質は少しバラバラで、年度も非常に長くなっている。

ちょうど健康データサイエンス学部でスパコンを使っている先生方がいた（スライド39）。脳の高精細のMRIデータがたくさんあるのだが、それを1例処理するのに5時間ほどかかる場合もあり、また数日かかるものもある。6万人分だと、1台でやっていたら何十

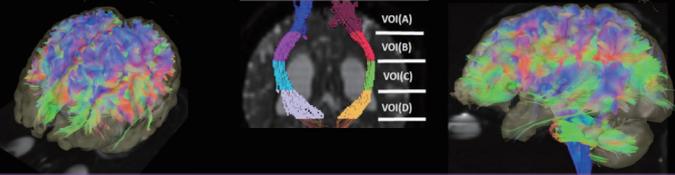
年もかかってしまう。富岳（スパコン）はそれを並行処理できるので、それで富岳を使っているいろいろなことができるのではないかと考えた。

そうすると、先ほど見せたいろいろな変化を正常な人で集めた報告は、1万人程度に関するものだったが、簡単に6万人について処理することができるようになって、さらにもっと細かいことまでわかる。「単一データベースなのでわかる」ということが期待される。

さらに、われわれがもう始めているのは、生成AIの拡散モデルというのを使って、脳の、ある条件での生成AIによるデータがつかれるようになってきた。腫瘍の大きくなり方などについて、検討していきたいと思っている（スライド42）。

短い時間だったが「脳科学と社会を繋ぐ脳MRI」ということで、お話をさせていただいた。脳のMRIというのは、生きたヒトの脳の構造と機能を知ることができる唯一の方法で、さらにそれは研究と臨床の両方にも使う。今までリアルワールドのデータは「ごった煮」の状態だったので、あまり注目されていなかった。だが、それをうまく使えば、高精細の装置を使うことで出てきた知見、さらに動物のMRIデータなども活用することで、背景にある膨大な研究データを臨床に繋いでいける「橋渡し」になると考えている。

順天堂大学は浦安日の出に新しいキャンパスをつくって、そこに有名な先生方に集まっただいて、このデータの解析を進めている（スライド43）。



脳科学と社会を繋ぐ脳MRI：
MRI普及率世界一を背景に

順天堂大学健康データサイエンス学部
青木茂樹

1



自己紹介 青木茂樹

- 順天堂大学医学部放射線診断学講座 2008年より
- 順天堂大学健康データサイエンス学部 学部長
 - 2023年4月開設 浦安市日の出地区 2025年4月 研究科開設研究科長
- 大学院医学研究科データサイエンスコース長 2021年より
- 日本医学放射線学会 前理事長 2020-2024 (副理事長2期 2016~19)
 - 画像ナショナルデータベース構築 (5.5億枚 2024.12)
- 日本医学会連合理事
- CT・MRIを用いた脳疾患や脳科学 英文原著 550編
 - 多量データの可視化
 - CT angiographyを世界で最初に報告
 - 拡散テンソルトラクトグラフィソフトの開発：当時世界最速
 - AIを用いた画像解析
 - スパコンと医用画像
- 医学部倫理委員会委員長、CATO CBT実施管理委員長
第31回医学会総会展示委員長、
第107回医師国家試験委員長、
厚労省SaMD委員会委員長



第31回日本医学会総会 博覧会

みんなの健康 みんなの医療 みんなが長寿

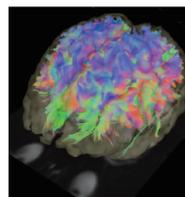
2

脳科学と社会を繋ぐ脳MRI

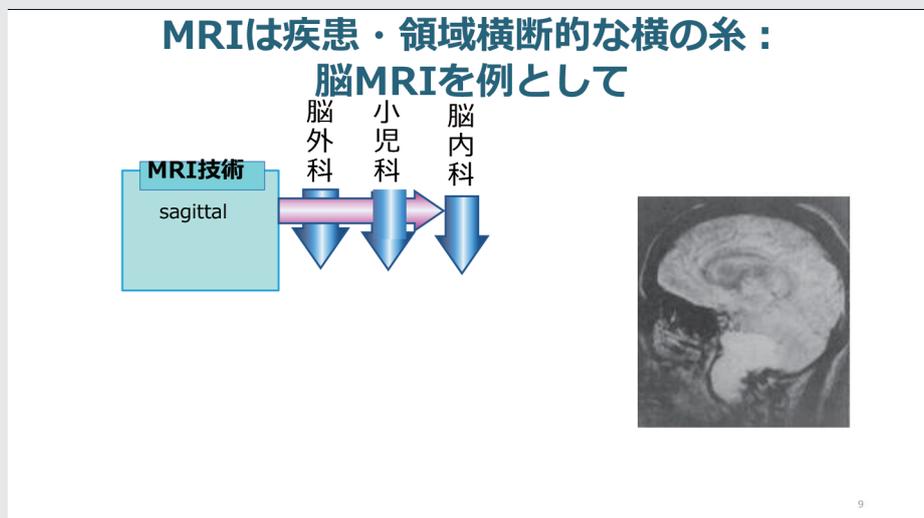
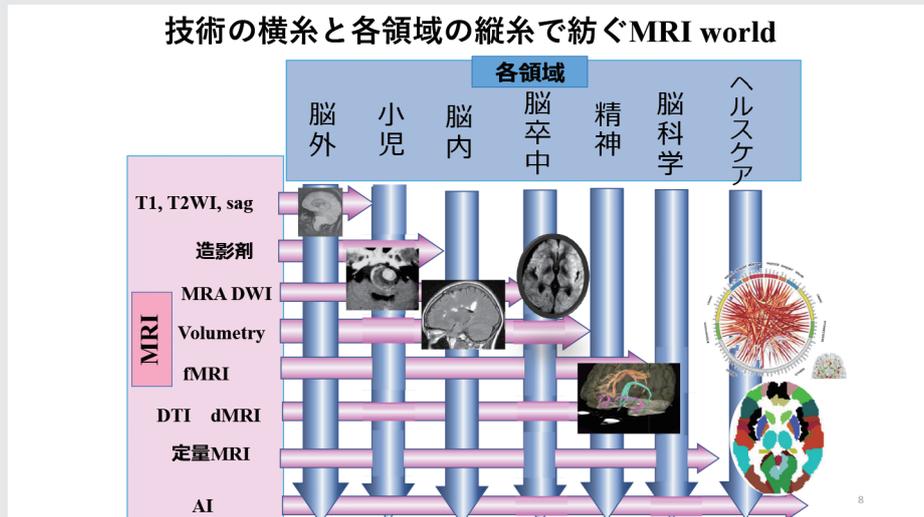
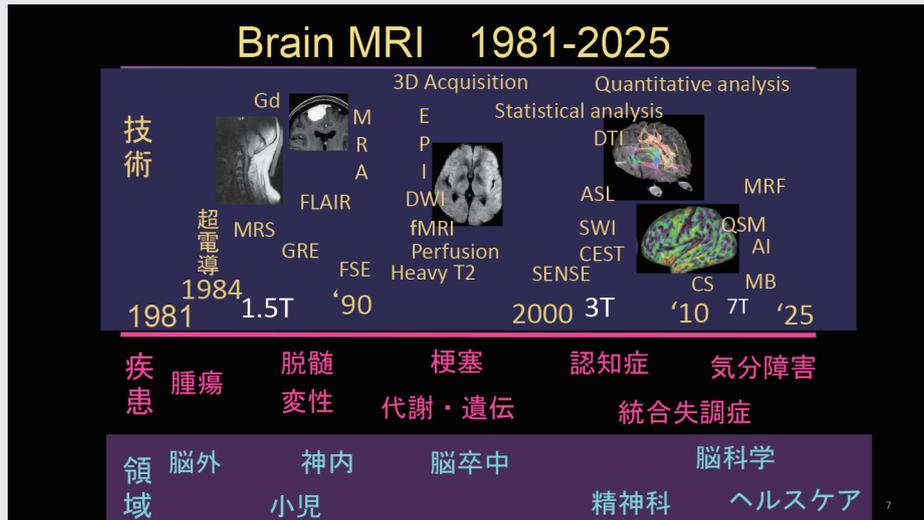


脳MRIは生きたヒト脳の構造と機能を知ることができる唯一の装置である。脳MRIで得られた脳MRIの知見はすぐに広く臨床MRIに応用可能である。

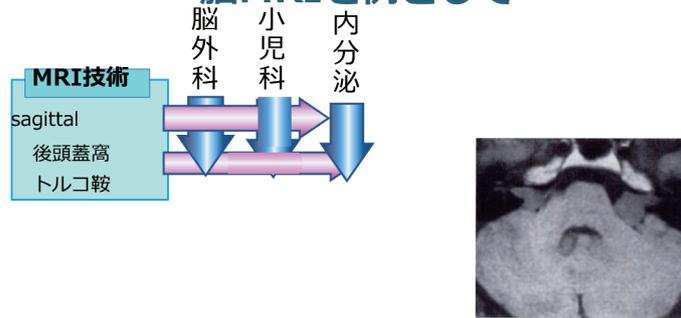
- 日本には豊富なMRIデータがある
- 脳MRIの進歩と広がり
- 脳MRIビッグデータ
- 脳ドックデータの活用
- スパコンと画像ビッグデータ



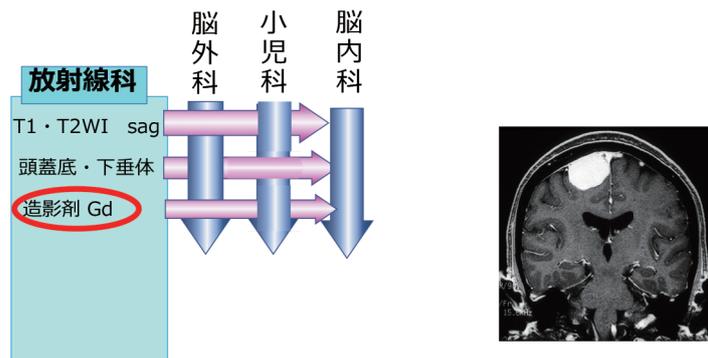
順天堂大学健康データサイエンス学部学部長
医学部放射線診断学特任教授
青木茂樹



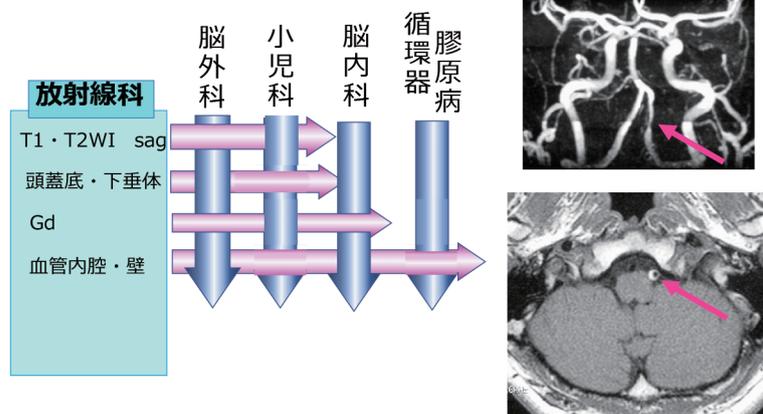
MRIは疾患・領域横断的な横の糸： 脳MRIを例として



MRIは横の糸 脳MRIを例として



MRIは横の糸 脳MRIを例として



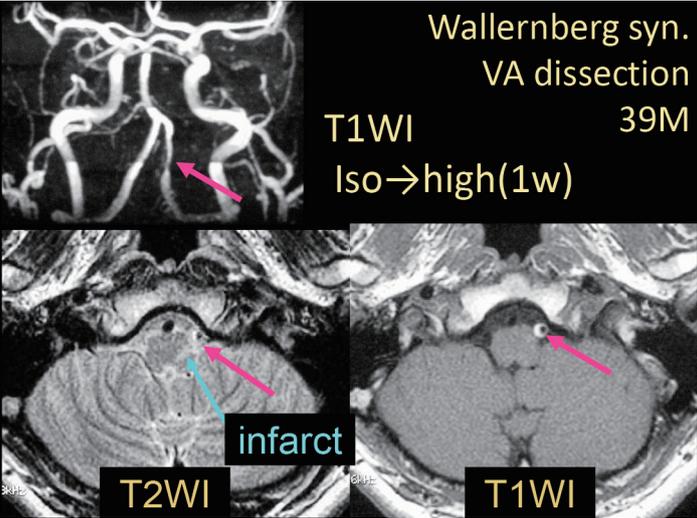
Studying atherosclerosis by angiography
Is like trying to see a doughnut
by looking at the hole!



Intracranial Vessel Wall MRI: Principles and Expert Consensus Recommendations of the American Society of Neuroradiology X D.M. Mandell, X M AJNR2017 13

Wallenberg syn.
VA dissection
39M

T1WI
Iso → high(1w)



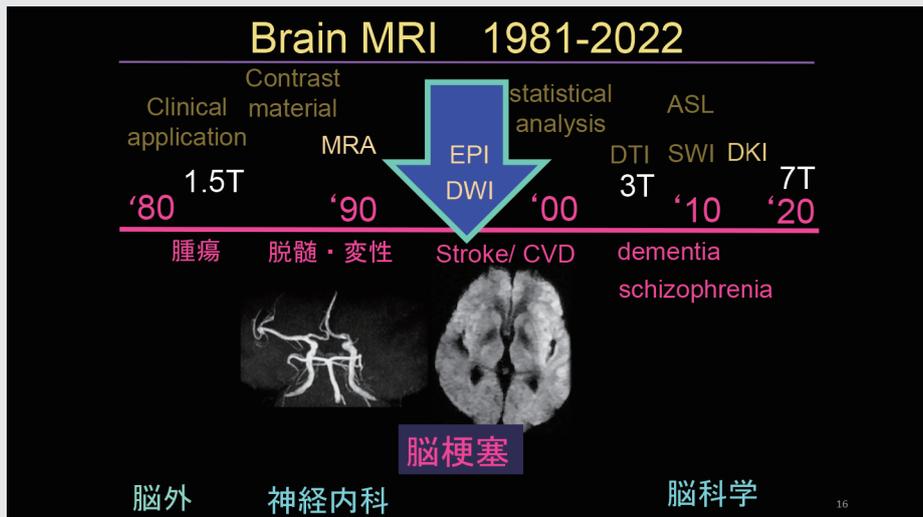
infarct

T2WI T1WI 14

MRIは横の糸 脳MRIを例として

放射線科	脳外科	小児科	脳内科	膠原病	脳卒中
T1・T2WI sag	→	→	→	→	→
頭蓋底・下垂体	→	→	→	→	→
Gd	→	→	→	→	→
血管壁	→	→	→	→	→
DWI MRA	→	→	→	→	→

15



DWI高信号

高粘稠度

- Abscess
- Epidermoid
- 脈絡叢嚢胞
- 出血
- 細胞性浮腫
- 急性期脳梗塞
- 中毒・代謝
- てんかん
- 脳炎
- 髄鞘・軸索の浮腫
- Waller変性
- DAI
- MS(?)
- 細胞割合大
- 髄膜腫
- 悪性リンパ腫
- 転移、髄芽腫
- 脊索腫
- T2 shine through

DWIで脳梗塞は初期から高信号

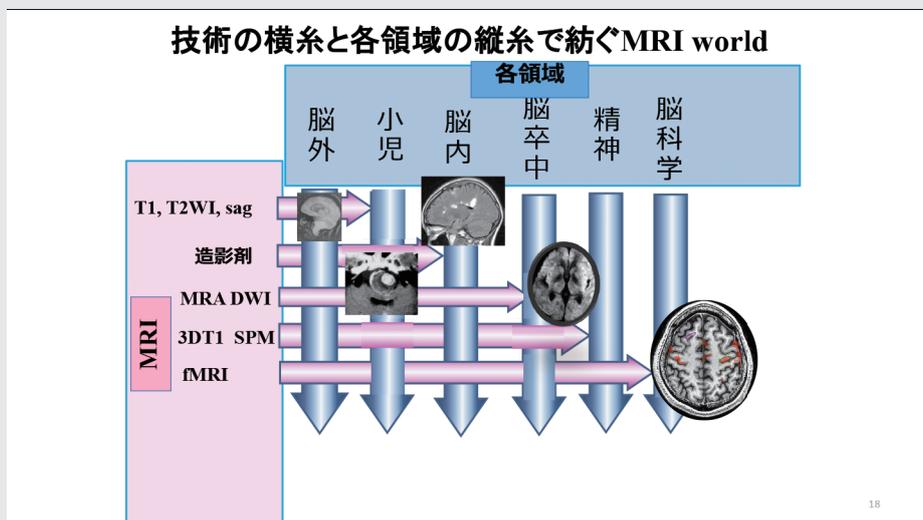
発症40分

脳卒中診療の革命

FLAIR
DWI

MRA

MRAで血管も見える 17



機能MRI: BOLDは小川誠二先生！

- 機能MRI functional MRI (fMRI)
 - 脳活動による変化をMRIで可視化
 - BOLD 効果
 - Oxyhemoglobin \leftrightarrow deoxyhamoglobin
 - 血流=機能

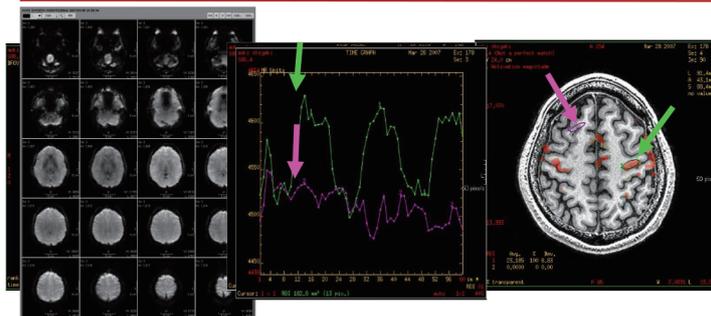
1990 Ogawa S., Lee T.M., Kay A.R., Tank D.W.
Brain magnetic resonance imaging with contrast dependent on blood oxygenation Proceedings of the National Academy of Sciences USA 87 cited 4415

1992 Ogawa S., Tank D.W., Menon R., et al.
Intrinsic signal changes accompanying sensory stimulation: Functional brain mapping with magnetic resonance imaging Proceedings of the National Academy of Sciences USA 89 cited 2784



19

functional MRIの実際 手の巧緻運動



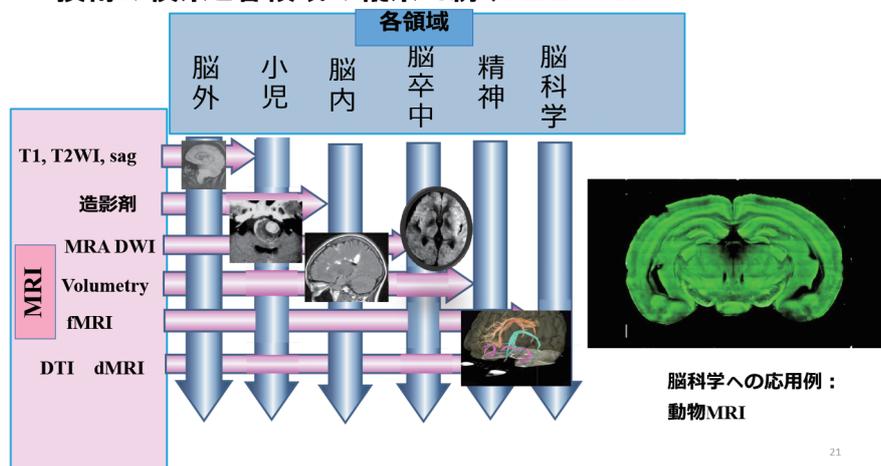
元画像EPI

信号強度の
時間的変化

賦活部位

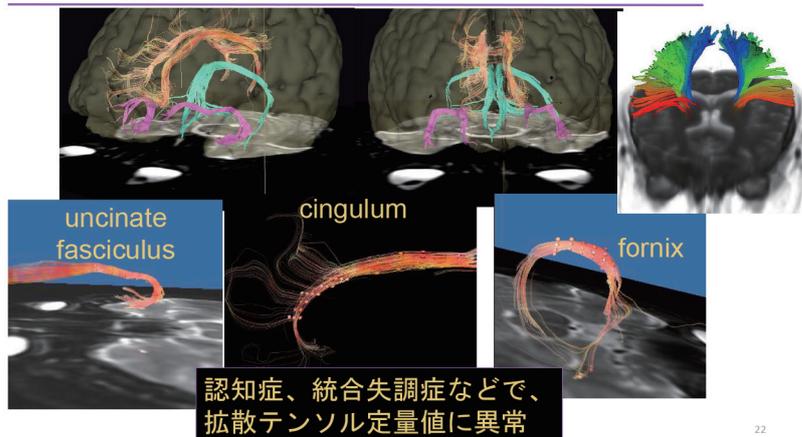
20

技術の横系と各領域の縦系で紡ぐMRI world

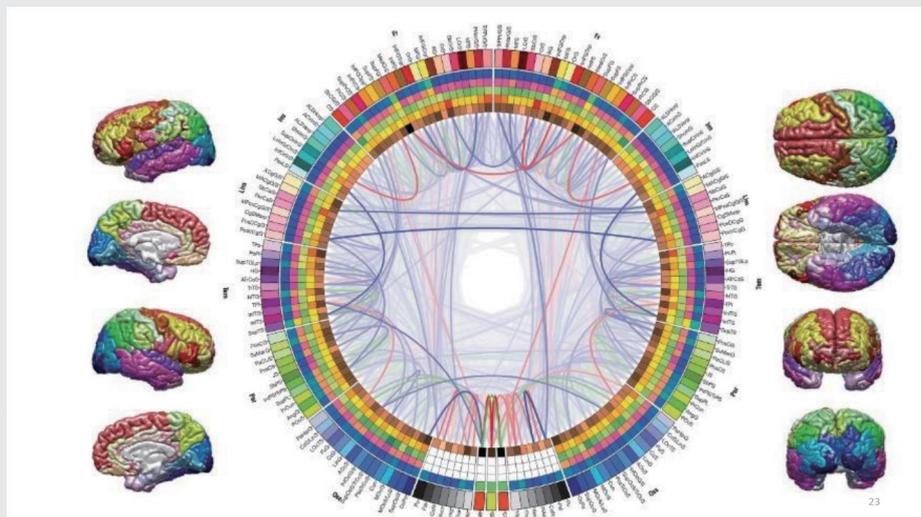


21

辺縁系に関連した白質路

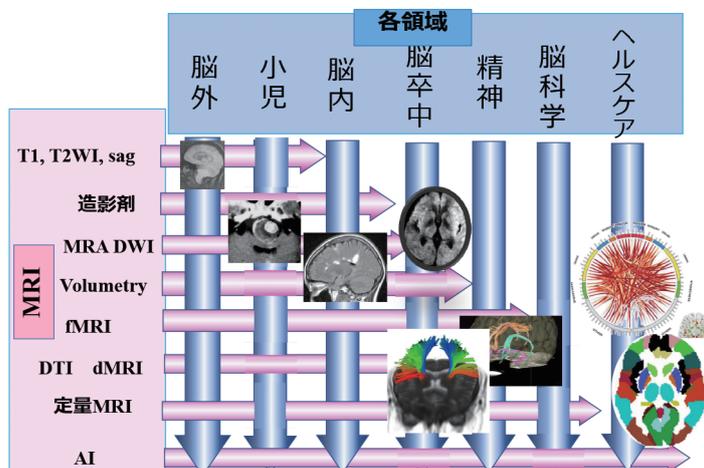


22



23

技術の横糸と各領域の縦糸で紡ぐMRI world

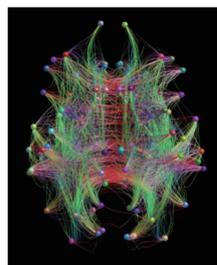


24

脳科学と社会を繋ぐ脳MRI

脳MRIは生きたヒト脳の構造と機能を知ることができる唯一の装置である。脳MRIで得られた脳MRIの知見はすぐに広く臨床MRIに応用可能である。

- 日本には豊富なMRIデータがある
- 脳MRIの進歩と広がり
- ➡ 脳MRIビッグデータ
- 脳ドックデータの活用
- スパコンと画像ビッグデータ



25

データ提供施設 (10大学病院)

画像 (DICOM) → J-MID G/W (匿名化) → F/W (レポート)

10大学病院のCT・MR画像、画像診断レポートを匿名化してクラウド基盤に収集

データ提供施設 (10大学病院): 北海道大学, 順天堂大学, 慶應義塾大学, 東京大学, 京都大学, 大阪大学, 徳島大学, 愛媛大学, 岡山大学, 九州大学

ポータル クリエイティブ スペース

ストレージ リスト・コピー

約5.6億枚 **J-MID クラウド基盤**

【J-MID関連の研究一覧】 総額 6億9645万円

- AMED (JP20k1010025, 2018-2020年) 266,989千円
- AMED (JP19k1010038, 2019年) 192,800千円
- NICT (222A0302, 2021-2022年) 13,329千円
- 厚生労働行政推進調査研究事業費補助金(23HA2011, 2022-2023年) 4,000千円
- 内閣府 (JPJ012425, 2024年-現在) 119,340千円

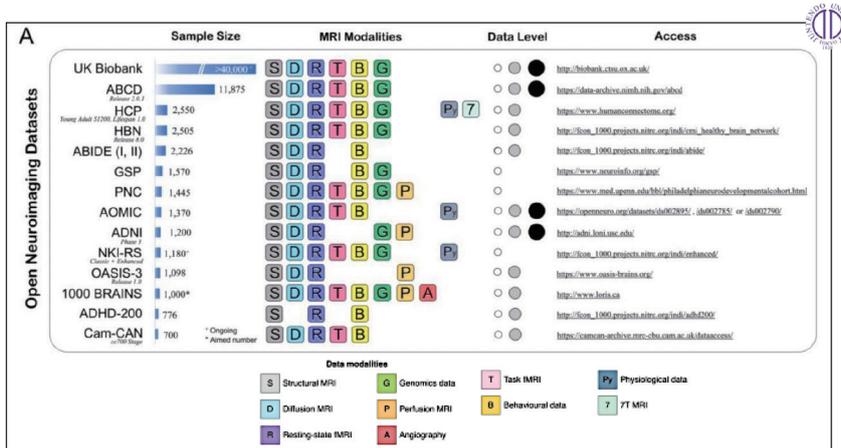
担当：明石敏昭

日本の脳MRIのデータベース

データベース名	対象	参加者数	MRIセッション数	MRIの種類	磁場強度	主要ベンダー	撮像条件 (例)	その他のデータ
国際脳ヒト脳MRI研究プロジェクト (BMB-HBM)	psychiatric disorders (SZ, ASD, MDD, and BP) neurological disorders (AD, PD, MSA, PSP, chronic pain disorder, and epilepsy) HC	2,000<(2021)	2,000<(2021)	T1WI, T2WI, DWI, rsfMRI, task 3.0T fMRI	3.0T	Siemens(Prisma, Skyra, Trio, Verio, Vida)	<ul style="list-style-type: none"> T1WI: voxel size 0.8 × 0.8 × 0.8 mm DWI: voxel size 1.7 × 1.7 × 1.7 mm b 0/700/2000 s/mm2 directions 113/264 (AP+PA) or 15/40/ 80 (AP+PA) rsfMRI: voxel size 2.4 × 2.4 × 2.4 mm number of volumes 375 (AP), 375 (PA) 	臨床・神経心理検査、ゲノムデータ (GWAS)、行動指標
J-ADNI	AD, MCI, HC	約550名	約1,650 (3回)	T1WI	1.5T	GE, Siemens, Philips	T1WI voxel size 1.25 × 1.25 / 0.94 × 0.94 × 1.2mm	FDG-PET、アミロイドPET、脳脊髄液バイオマーカー (Aβ, tau)、血液バイオマーカー、神経心理検査 (MMSE, ADAS-Cog, CDR等)
J-MID	放射線学会主導のCT, MRI収集	165万件 (5.3-億枚)	-	-	0-	-	CT, MRI全般	画像レポート、病理・臨床情報
SRPBS Multidiset MRI Dataset	ASD, MDD, SCZ, OCD, HC	1410名	2,409	T1WI, rsfMRI	3.0T	GE, Siemens, Philips	<ul style="list-style-type: none"> T1WI: voxel size 0.8 × 0.75 × 0.75 mm rsfMRI: voxel size 3.0 × 3.0 × 3.0 mm 244 volumes 	年齢・性別・臨床評価尺度

27

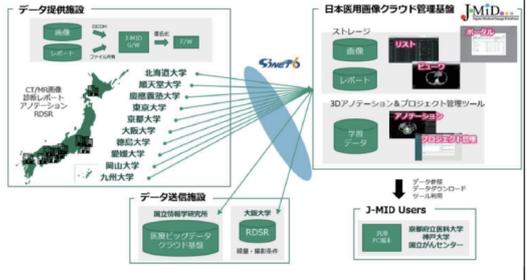
海外データベース名	対象	参加者数	MRIセッション数	MRIの種類	磁場強度	主要ベンダー	撮像条件 (例)	その他のデータ
ADNI (Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative)	AD, MCI, HC	2,500以上	約18,000	T1w, T2w, FLAIR, T2*, DWI, ASL, rsfMRI	1.5, 3T	Siemens (Trio, Prisma), Philips (Intera, Achieva), GE (Signa HDxt, Discovery MR750)	<ul style="list-style-type: none"> T1w 1.0 × 1.0 × 1.0 mm DWI voxel size 2.0 × 2.0 × 2.0 mm, b=Q/1000, directions=5/41, phase encoding:APのみ rsfMRI voxel size 3.0 × 3.0 × 3.0 mm, 200-300 volumes 	FDG-PET, アミロイドPET, 脳脊髄液・血液バイオマーカー、ゲノムデータ (GWAS)、神経心理検査、認知機能評価
HCP (Human Connectome Project)	HC	1,206名	約35,000	T1w, T2w, DWI, rsfMRI, task fMRI	3T	Siemens (Skyra, custom Connectome scanner)	<ul style="list-style-type: none"> T1w 0.7 × 0.7 × 0.7 mm DWI voxel size 1.25 × 1.25 × 1.25 mm, b=0/1000/2000/3000, directions=18/90/90/90, phase encoding:LR/RL (2方向) rsfMRI voxel size 2.0 × 2.0 × 2.0 mm, 1200 volumes 	MEG (95名)、行動・認知評価 (NIH toolbox)、ゲノムデータ (GWAS、全ゲノム)、家族・双子データ
UK Biobank	UK在住住民 (AD, Stroke, PD, MS, 生活習慣病, MDD, Anxiety disorder, SZ など)	100,000名	約60,000	T1w, T2w, DWI, rsfMRI, task fMRI, FLAIR, SWI	3T	Siemens (Skyra)	<ul style="list-style-type: none"> T1w 1.0 × 1.0 × 1.0 mm DWI voxel size 2.0 × 2.0 × 2.0 mm, b=0/1000/2000, directions=10/90/90, phase encoding:AP/PA (2方向) rsfMRI voxel size 2.4 × 2.4 × 2.4 mm, 450 volumes 	心臓・腹部MRI、DXA骨密度、運動計測コー、眼赤、ゲノムデータ、生活習慣・健康記録
ABIDE (Autism Brain Imaging Data Exchange)	ASD	約2,000	約2,200	T1w, DWI, rsfMRI	3T	Siemens (Trio, Prisma), Philips (Achieva), GE (Signa)	<ul style="list-style-type: none"> T1w 1.0 × 1.0 × 1.0 mm DWI voxel size 2.0 × 2.0 × 2.0 mm, b=0/1000, directions=1/30, phase encoding:APのみ rsfMRI voxel size 3.4 × 3.4 × 3.0 mm, 180 volumes 	行動・認知評価 (ADOS, AD-R)、IQ検査、年齢・性別・利き手等の表現型データ
OASIS (Open Access Series of Imaging Studies)	AD, MCI, HC	約1,000	約3,000	T1w, T2w, DWI, rsfMRI, task fMRI, FLAIR, SWI	3T	Siemens (Trio, Prisma), Philips (Achieva), GE (Signa HDxt)	<ul style="list-style-type: none"> T1w 1.0 × 1.0 × 1.0 mm DWI voxel size 2.0 × 2.0 × 2.0 mm, b=0/1000, directions=1/64, phase encoding:AP/PA (2方向) rsfMRI voxel size 3.0 × 3.0 × 3.0 mm, 200 volumes 	PET (PiB, AVAS, FDG/Tay)、神経心理検査、認知評価、脳脊髄液
PPMI (Parkinson's Progression Markers Initiative)	PD, Prodromal PD, HC	約1,700	約1,700	T1w, DWI, rsfMRI, task fMRI, FLAIR, SWI	3T	Siemens (Prisma, Skyra, Trio, Vento, Vido), Philips (Achieva), GE (Signa HDxt, Discovery MR750)	<ul style="list-style-type: none"> T1w 1.0 × 1.0 × 1.0 mm DWI voxel size 2.0 × 2.0 × 2.0 mm, b=0/700/1000/2000, directions=9/64/64/64, phase encoding:AP/PA (2方向) rsfMRI voxel size 3.0 × 3.0 × 3.0 mm, 600 volumes 	DAT-SPECT、脳脊髄液・血液・尿バイオマーカー (α-synuclein, tau等)、ゲノム解析、臨床評価 (MDS-UPDRS)、行動・認知検査
IXI Dataset	HC	約600	約600	T1w, T2w, DWI, PD, MRA	1.5T, 3T	Philips (Intera 3T/1.5T), GE (Signa 3.0T)	<ul style="list-style-type: none"> T1w 0.94 × 0.94 × 1.2 mm DWI voxel size 2.0 × 2.0 × 2.0 mm, b=0/1000, directions=1/15, phase encoding:single (定位置なし) 	-
CamCAN (Cambridge Centre for Ageing and Neuroscience)	HC	約700	約700	T1w, T2w, DWI, rsfMRI, task fMRI, MTI	3T	Siemens (Trio)	<ul style="list-style-type: none"> T1w 1.0 × 1.0 × 1.0 mm DWI voxel size 2.0 × 2.0 × 2.0 mm, b=0/1000/2000, directions=3/90/30, phase encoding:AP/PA (2方向) rsfMRI voxel size 3.0 × 3.0 × 3.0 mm, 261 volumes 	MEG、認知、行動
SchizConnect	SZ spectrum, HC	約1,000 (2016時点)	約1,000	T1w, DWI, rsfMRI, task fMRI	1.5T, 3T	Siemens (1.5T/3T), GE, Philips	<ul style="list-style-type: none"> T1w 1.0 × 1.0 × 1.0 mm DWI voxel size 2.0 × 2.0 × 2.0 mm, b=0/1500, directions=1/64, phase encoding:single rsfMRI voxel size 3.0 × 3.0 × 3.0 mm, 150-300 volumes 	認知、認知
AIBL (Australian Imaging, Biomarkers and Lifestyle Study)	AD, MCI, HC	約2,350	約1,000	T1w, DWI (一部のみ)	1.5T, 3T	Siemens, GE, Philips	<ul style="list-style-type: none"> T1w 1.0 × 1.0 × 1.0 mm DWI 不明 	アミロイド/Tau PET、CSF/血液BA、認知



*Images credit: Horien C et al. A Hitchhiker's Guide to Working with Large, Open-Source Neuroimaging Datasets. Nat Hum Behav 2021;5(2):185-193. https://www.nature.com/articles/s41562-021-0198-4. Hitchhiker's Guide to Working with Large, Open-Source Neuroimaging Datasets.

Japan-Medical Image Database

- J-MID (3) は、国内の医療機関で撮影された医用画像を集約し一元管理するデータベース。
- 国内の医療機関・研究施設10施設から提供されたおおよそ6億枚のCT・MRI画像が、レポート情報とともに登録されている。
- 「3D アノテーションツール」と「プロジェクト管理ツール」で画像診断支援AIの効率的な研究開発を支援



3. Akashi T, Kumamaru KK, Wada A, et al. Japan-Medical Image Database (J-MID): Medical Big Data Supporting Data Science. Juntendo Med J. 2025;71(3):166-172.

Human connectome project

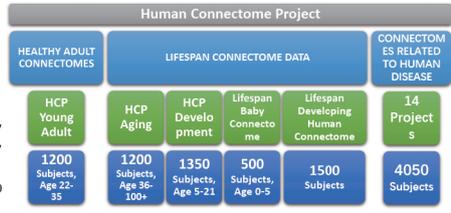


- HCPは、ヒト脳の構造的・機能的ネットワークを包括的に解明し、脳の働きと疾患メカニズムを理解するための基盤構築を目的とした大規模国際研究プロジェクト⁽⁶⁾。
- 健康成人約1,200名を対象とし、マルチモーダルMRI (T1/T2強調像、マルチシェル拡散MRI、機能MRI) のデータ収集。その他臨床尺度も公開。
- 独自の画像前処理パイプライン (HCP Pipelines) を開発
- HCPの成功を受けて、発展版として Lifespan HCP (発達期・高齢期)、HCP-Development/Agingなどのプロジェクトへ展開

1. T1 structural
2. T2-weighted
3. Task functional
4. Diffusion
5. Resting functional

【脳MRI撮像条件例】

- T1WI: voxel size 0.7 × 0.7 × 0.7 mm
- DWI: voxel size 1.25 × 1.25 × 1.25 mm, b=0/1000/2000/3000, directions=18/90/90/90, phase encoding=LR/RL (2方向)
- rsfMRI: voxel size 2.0 × 2.0 × 2.0 mm, 1200 volumes



6. Van Essen DC, Ugurbil K, Auerbach E, et al. The Human Connectome Project: a data acquisition perspective. *Neuroimage*. 2012;62(4):2222-2231.

Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative



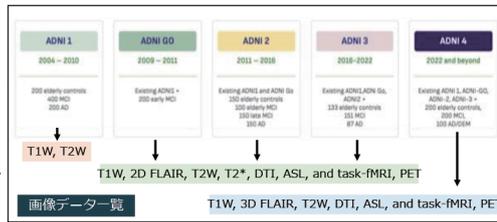
- ADNIは、世界で最も影響力のあるアルツハイマー病縦断研究であり、画像・バイオマーカー・遺伝・臨床評価を統合し、遺伝・環境・生活習慣が健康や疾患に及ぼす影響を長期的に追跡⁽⁷⁾。
- 対象者：健康者 (CN) /軽度認知障害 (MCI) /アルツハイマー病 (AD)

他の評価方法

- 生体サンプル：血液・尿・髄液 (CSF: アミロイドβ、タウ、リン酸化タウなど)
- 遺伝学的検査：APOE遺伝子型、全ゲノム解析
- 臨床・神経心理学的検査：MMSE、ADAS-Cogなどの認知評価テスト

【脳MRI撮像条件例】

- T1WI, T2W: voxel size 1.0 × 1.0 × 1.0 mm
- DWI: voxel size 2.0 × 2.0 × 2.0 mm, b=0/1000, directions=5/41, phase encoding=APのみ
- rsfMRI: voxel size 3.0 × 3.0 × 3.0 mm, 200-300 volumes



7. <https://adni.loni.usc.edu/about/governance/>

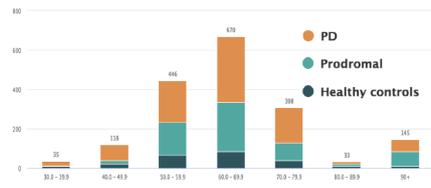
Parkinson's Progression Markers Initiative



- PPMIは、パーキンソン病 (PD) の進行を理解し、信頼できるバイオマーカーを発見・検証することを目的とした国際的前向きコホート研究⁽¹⁰⁾。
- データ種類：MRI、アミロイドPET / タウPET、FDG-PET、DaTSCAN (I-123 FP-CIT SPECT)、脳脊髄液・血液・尿バイオマーカー (α-synuclein、tau等)、ゲノム解析、臨床評価 (MDS-UPDRS)、行動・認知検査等

【脳MRI撮像条件例】

- T1WI: voxel size 1.0 × 1.0 × 1.0 mm
- DWI: voxel size 2.0 × 2.0 × 2.0 mm, b=0/700/1000/2000, directions=9/64/64/64, phase encoding=AP/PA (2方向)
- rsfMRI: voxel size 3.0 × 3.0 × 3.0 mm, 600 volumes

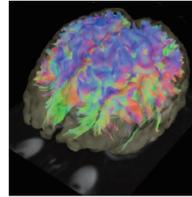


10. Marek, Kenneth et al. "The Parkinson's progression markers initiative (PPMI) - establishing a PD biomarker cohort." *Annals of clinical and translational neurology* vol. 5,12 1460-1477. 31 Oct. 2018

脳科学と社会を繋ぐ脳MRI

脳MRIは生きたヒト脳の構造と機能を知ることができる唯一の装置である。脳MRIで得られた脳MRIの知見はすぐに広く臨床MRIに応用可能である。

- 日本には豊富なMRIデータがある
- 脳MRIの進歩と広がり
- 脳MRIビッグデータ
- 脳ドックデータの活用
- スパコンと画像ビッグデータ



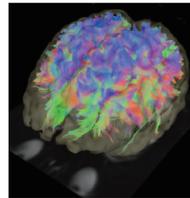
順天堂大学健康データサイエンス学部学部長
医学部放射線診断学特任教授
青木茂樹

37

脳科学と社会を繋ぐ脳MRI

脳MRIは生きたヒト脳の構造と機能を知ることができる唯一の装置である。脳MRIで得られた脳MRIの知見はすぐに広く臨床MRIに応用可能である。

- 日本には豊富なMRIデータがある
- 脳MRIの進歩と広がり
- 脳MRIビッグデータ
- 脳ドックデータの活用
- スパコンと画像ビッグデータ



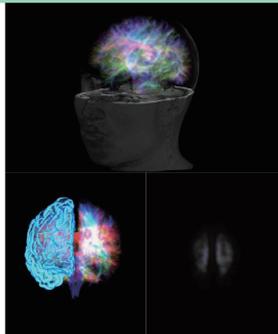
順天堂大学健康データサイエンス学部学部長
医学部放射線診断学特任教授
青木茂樹

38

順天堂健康データサイエンス学部での研究 スパコンで脳MRIのビッグデータ解析を加速

Super Computer

脳MRIは生きたヒトの脳の構造や機能を
非侵襲的に繰り返し取得できる唯一の手法



1 subject 5 hours

Big Data
60,000 subjects 35 years

biobank

計算資源の確保と
AIを活用した
効率的な解析手法
の開発が急務

MRI拡散テンソル画像 (DTI) 生きたヒト
脳の脳白質線維の方向と接続の可視化



39

スパコンで超大量の脳地図データを生成する

run_firat_atl: Subcortical gray matter segmentation

DTI: DTI fitting

Fugaku
conventional Node

Lyu, ..., Aoki.
arXiv:2407.11742v1
[physics.med-ph]

回路の接続性、樹状突起の状態、炎症の度合いなどの精度の高い時系列を含む脳地図の生成

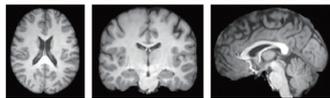
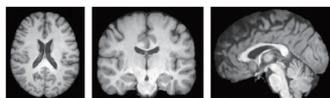
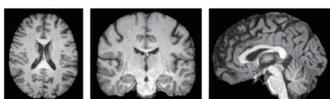
一生にわたる脳の微細構造の変化を詳細に示す
Lifespan Brain Charts of Diffusion Metrics

加齢変化のT1強調像 (想像図)

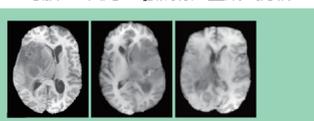
40

大規模DBと生成型拡散モデルによる脳画像生成

生成型拡散モデルで約6万例を使って
正常3次元T1強調像の生成に成功



少数の画像データセットで転移学習 (ファインチューニング) を行う
ことで、疾患のある脳の3次元T1強調像の生成に挑戦



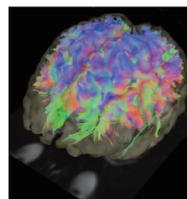
さらに各種脳地図の情報を加えて行けば、手術後の機能シミュレーション、治療効果のシミュレーションなど個別化医療や治療計画の最適化などへの応用が期待される

41

脳科学と社会を繋ぐ脳MRI:普及率世界一を背景に

脳MRIは生きたヒト脳の構造と機能を知ることができる唯一の装置である。脳MRIで得られた脳MRIの知見はすぐに広く臨床MRIに応用可能である。

- 日本には豊富なMRIデータがある
- 脳MRIの進歩と広がり
- 脳MRIビッグデータ
- 脳ドックデータの活用
- スパコンと画像ビッグデータ



順天堂大学健康データサイエンス学部学部長
医学部放射線診断学特任教授
青木茂樹

42

順天堂大学健康データサイエンス学部



Manabu Iwasaki,
Mitsuhsa Sato,
Shigeki Aoki,
Hiroshi Ohtsu,
Ryutaro Himeno,
Kazuyuki Koizumi,
Christina Andica,
Tomoshige
Nakamura,
Kentaro Sakamaki,
Zhe Sun, Keita
Tokuda, Shiro
Yamamoto, Shinya
Mizuno

43



講演 2

現代社会における様々な依存

井手 聡一郎

東京都医学総合研究所

「依存」と聞くと、けっこう皆さん他人事に感じるというか、「私には関係ない」とか「ネットやニュースで見かける」という程度の認識の人が多いのではと思う。実際に、依存（アディクション）の問題は、テレビのニュースとかネットの記事などでよく目にする。これは、去年から今年にかけての主な報道ベースでの依存関連の情報を取り上げてみたものである（スライド2）。

この年表を私は毎回更新しているのだが、いつか更新しなくて済む日が来ると良いと思っている。だが、毎年のように何か新しい報道がなされている。ただ報道の内容が、実は年々変わってきている。

コロナ前にこの年表をつくった時には、ほとんどが有名人、著名人、芸能人に関する報道ばかりで、内容も覚醒剤に関連するものが多かった。ここ近年は、大麻の使用に関する報道が非常に増えてきた。特に2024年の12月に法律が改正されてからは、大麻の所持だけではなく使用に関しても罰則が適用されるようになり、今年に入って「大麻の使用」に関する逮捕案件が、とても増えている。さらに、芸能人だけではなく、大学生や高校生までも、こういった薬物関連の事案で逮捕されるという報道がなされている。また、去年はメジャーリーグの大谷翔平さんの通訳の方の問題が非常にセンセーショナルに報道されたが、今年に入ってからは、オンラインカジノの問題も報道で耳にする機会が多い。このようにニュースでは、皆さんが「依存」の問題に触れる機会が少し増えていると思う。

でも単に報道されているだけでなく、実際にはどれぐらいの数が増えているのかについては、なかなか実感がないと思う。こちらは、各国のアルコールと薬物使用障害、その依存を続けることによって体調を壊して亡くなられた方の数である（スライド3）。死亡者数は年々減るどころか、日本においても年々増えている。アルコールに関する死亡者数は増えており、薬物に関する死亡者数も勢いよく増え続けている、というのが現状だ。

依存性物質や依存性の薬物というとなんなものがある（スライド4）。麻薬であるMDMA（エクスタシー）やコカイン、オピオイド（モルヒネなど）や覚醒剤、そして大麻などが挙げられる。その他にも幻覚剤、マジックマッシュルームや脱法ハーブなどもある。あと最近は大きく減ったが、シンナーなどの有機溶剤も、依存性物質の対象として挙げられる。

この中でも、先ほど「報道ベースで大麻が増えてきた」とお伝えしたが、実際に、厚労省の調査研究においても、生涯にわたって使用を経験した率について言えば、大麻が、ここ20～30年程度で3倍程度まで増えてきている。ほかの違法性物質の使用者の割合に関しては、減ったり変わらなかったりというところだが、「大麻が増えた」ことが顕著に表れている（スライド5）。

また逮捕者数も非常に増えている（スライド6）。令和3年（2021年）のデータでは、ほ

ほ5,800人の逮捕者が出ており、特にこの内の約7割が「30歳未満」の若者である。その原因としては、インターネット等において「海外では合法だから大麻は有害性がない」といった誤った情報が氾濫し、青少年の大麻乱用拡大に繋がっていることが推測されている。そして2023年に戦後初めて、大麻関連の逮捕者数が、覚醒剤関連の逮捕者数を上回り、現在もその状態が続いている。いま日本の薬物で、最も問題なのは大麻の使用だと言える。ただの葉っぱ状ではなくワックス（スライド6右上）や、大麻クッキー（スライド6右下）なども、巷で売られていることがあるようだ。

では実際、本当に海外で大麻は合法なのだろうか（スライド7）。たまに「世界中で合法」と聞くと、世界地図で見たときに大麻が合法化されている国は、青で示しているごく一部の国と地域だけである。まだ世界全体で見ると、ほとんどの国で違法だ。あるいは、違法だけど使用しても犯罪ではないといった国もいくつかあるが、この世界地図を見れば、「世界中で合法だ」とは、とても言えない。

大麻は乱用すると、脳の知的機能や機能形成を司る海馬とよばれる脳領域が縮むといった基礎研究成果がある。専門家会議においても、薬物依存の評価法を用いた基礎研究で、大麻の主成分（THC：テトラヒドロカンナビノール（tetrahydrocannabinol））がとても強い身体依存や精神依存を形成する、といった論文がいくつも報告されている。このように、大麻は非常に危険であることが基礎研究レベルで証明されている。

また実際に、法律で大麻を解禁したアメリカのコロラド州などでは、大麻を解禁したことによって、救急搬送事例が急増する、また犯罪組織が増加して社会環境の悪化が懸念されるといった、社会的によろしくない環境になっている。大麻が「安全・無害」という情報は誤ったものであり、決してそんなことはない。タバコや酒より大麻の方が安全といった、ネット中心の「間違った情報」を絶対に鵜呑みにしないようにしていただければと思う。

今でも少しネットで調べると、大麻の主成分が入ったものを買おうと思えば買えてしまう。一応合法と言っておかしいが、「ネット販売店の説明例」を挙げてみよう（スライド9）。一部、正しいことが書いてある。例えば、大麻の穂や葉、根っこには、先ほど言ったTHC（テトラヒドロカンナビノール）という依存性の強い物質が入っているから、日本で許可されていないと販売店のサイトに書かれている。これは正しい事実である。一方で、この販売店だと、日本で「許可されている」種・茎、ここから採れる違う物質CBD（カンナビジオール）には違法性がないから安全だとして、CBDを含んだクッキー・ハーブ・サプリ・電子タバコなどが、今でも販売されている。ただ、これが本当に正しいかというと、実際には「許可されている」のではなく「いまだ規制法がない」というのが現状だ。それに、必ずしも種や茎からはCBDしか採れないのかというと、主に採れ

るのがCBDであって、実際は種・茎にも若干THCが入っているし、穂・葉・根にも若干CBDが入っている。したがって、CBDを摂取しているつもりが、THCも取ってしまったというところが十分に起こりうる。

これについては、令和6年（2024年）12月に法律が改正された。「大麻取締法及び麻薬及び向精神薬取締法の一部を改正する法律」によって、大麻の不正な使用について罰則規定が適用されるようになった。これと同時にTHCが含まれる残留限度濃度が設定された。この値を超える量が入っていると「麻薬」として認定するというルールがつけられて、CBDなどを含有する製品の一部分が規制対象になっている。「自分が使っているものは規制外だから安全」と思って使っている、実はその中にTHCが入っているため、それは麻薬なので捕まってしまう、といったケースが十分に考えられる。

さて、日本の大麻問題を中心に話をさせていただいたが、「やめられなくなる現象」である依存と聞けば、どんなものや行動が頭に浮かぶだろうか（スライド10）。インターネット、ゲーム、テレビ、お菓子、ジャンクフード、コーヒーやエナジードリンクなども皆さんのけっこう身近にある。あるいはファン活動、推し活とか、仕事や買い物なども挙げられる。依存と聞いて、パッと皆さんのイメージに沸くようなギャンブルや酒・タバコ・ドラッグ以外にも「やめられないもの」は、実はたくさんある。

これら全部を依存と言っているのかどうかは、議論の対象だが、薬物と同じようなメカニズムで「やめられなくなる可能性のあるもの」として捉えられる。スライド11で、赤い字で示しているものが、体の中に物質が入ってきて、なんらかの薬理作用を示してやめられなくなる。同じくスライド11で、黒い字で示しているものは、体の中に物質が入るわけではないが、やめられなくなるもの、というように分けられる。

先ほど、依存はどちらかというと他人事なイメージを持っている方が多いと思う、と私はお伝えしたが、このリストで「私には、この中に1つもやめられないものはない、私が嗜んでいるものはない」という人は、なかなかいないのではないかと思う。それだけ、実は依存というのは身近な問題だと考えられる。かくいう私も今マルをつけた（インターネット、菓子・ジャンクフード、コーヒー・エナジードリンク、仕事、ギャンブル、酒、タバコ、マンガ・読書）ものは「やめられない」と思いながら、おこなっている。

さて、「体の中に物質が入って、それがやめられなくなる」物質依存とよばれるものに、薬物やアルコール、タバコ（ニコチン）などが含まれる。また、ギャンブルやインターネット、ゲームなどの非物質に対する依存、いわゆる行動嗜癖とよばれるものもある。これら2つを併せて、アディクションと表現する（スライド11）。

このアディクションとは非常に大きな問題になりつつある。特に、ここ（スライド11）に挙げた「やめられなくなる」ことは、物質使用障害という疾病であると国際的基準にお

いて定義づけられている。さらに、これらの物質依存や非物質依存の対象は精神疾患、抑うつや不安、ADHDなどの疾患と非常に相関性があるといった研究が多く報告されている。いずれにしても、これらが中枢神経系、脳の可塑的な変化によって引き起こされていると考えられている（スライド11）。

精神依存とは、自己抑制がきかなくて依存性物質を摂取したい、嗜癖行動をおこないたい、という強い欲求に駆られている状態である。身体依存とは、薬物の減量・断薬や、行動をやめることにより禁断症状、いわゆる痙攣とか呼吸抑制が誘発されるような状態を指す（スライド12）。依存には、この2つの状態がある。実際に依存性物質の摂取をおこなったり、嗜癖行動を体験したりすると、多幸感や陶酔感、快感、高揚感などが得られる。ただ、これを得るために再度その使用を繰り返したり、のめり込んだりすることによって、徐々に依存が形成され、摂取していない時間や摂取をやめた時に、非常に強い渴望・強迫性あるいは離脱症状などが出てしまう。そして、また「薬物を取らなきゃ」とか「あの行動をしなきゃ」というような探索行動・再使用・再体験を求めるといった状態になり、このことが負のループとして繰り返されることで精神依存を形成する。そして一部は、やめたときに禁断症状（退薬症状）が出て身体依存を形成する。こういった流れで依存は形成されている（スライド12）。このとき脳でいったい何が起きているのか。それが基礎研究の大きなテーマとなる。

では、「アディクションのメカニズムと研究」に進みたいと思う。これは脳の簡単な模式図だが、脳の中には多くの神経細胞があり、それぞれ神経細胞同士がネットワークを形成している（スライド14）。神経細胞が次の神経細胞に情報を伝達する場所であるシナプスとよばれる領域が、物質依存や行動嗜癖が起こったときに、特定のシナプスにおいて、このように（スライド14下）シナプスの構造が拡大する、あるいは神経伝達物質が遊離増加する、シグナルの受け手である受容体が増加する。あくまで一例だが、こういった可塑的な変化が脳内で引き起こされ、正常状態から依存状態にシフトすると考えられている。

先ほどMRIの話もあったが、依存患者さんにおいても、MRIの研究（スライド15）はなされている。物質の依存であるアルコール依存の患者さんで活性化している脳の領域と、ゲーム障害（ネット依存）の患者さんで活性化している脳の領域ではかなり共通点がある、と言われている。物質依存と行動嗜癖は、脳内で似たようなメカニズムで依存を形成していると考えられている。

脳の領域には、社会性や理性などを司る前頭前野とよばれる脳領域と、本能や感情を司る大脳辺縁系とよばれる脳領域がある。健常状態だと辺縁系の欲望よりも、前頭前野の理性の働きの方が優勢で、シーソーでいうとこちら（スライド16左下）に傾いている状態にあり、理性的な行動、社会的な行動ができる。だが、依存状態で辺縁系のシグナルが非

常に増強されるようになると、シーソーがこちら（スライド16右下）に傾いて、欲望・快感・不安などの感情に従った行動が、優先される状態になっていると考えられる。

少し細かく脳のメカニズムについて話をさせていただく（スライド17）。脳内報酬経路とよばれる脳内の腹側被蓋野（VTA）という脳領域から、側坐核（NAc：Nucleus accumbens）とよばれる脳領域に対してドパミン神経というのが投射している。このVTAから側坐核（NAc）へのドパミンの神経の伝達、この領域のことをよく脳内報酬経路とよぶのだが、多くの依存性物質はドパミン神経を活性化させることで、側坐核の活動を亢進して依存を形成していると考えられている（スライド17）。

例えばニコチンだとVTAのアセチルコリン受容体を刺激することで、これ（スライド17右中央部分「ドパミン神経」部分）を活性化させる。覚醒剤やコカインは、ドパミンを取り込むトランスポーターを阻害することで、ここ（スライド17、側坐核とドパミン神経終末の間のドット群）にドパミンが溢れてしまって刺激が強くなる。

あるいは、ドパミン神経を抑制するような体内のシステムであるGABA神経、抑制系を抑制することで、麻薬であるモルヒネやヘロインなどはドパミン神経を活性化する、と考えられており、あとは脳内麻薬とよばれる β エンドルフィンなども、こちらに含まれている。

これで説明がほとんどつくのかというと、実はそうではないというのが、今われわれがやっている基礎研究にもつながる。依存に関する基礎研究では、さまざまな実験動物をつかった依存性の評価試験をおこなっている（スライド18）。条件付け場所嗜好性試験とよばれる、黑白どちらかの部屋にマウスを閉じ込めて薬物投与すると、その部屋に好んで行くようになることを見る。自己投与試験といわれるレバーを押したら刺激あるいは薬物がもらえるからどんどんレバーを押し続ける、あるいは穴を覗き続けるといった試験もおこなったりする。脳内にどんな物質が遊離されているかを動いた状態で測る、といったマイクロダイアリシス法のような試験もある。

これは実際に脳内自己刺激反応（ICSS）の具体的例である（スライド19）。穴の中にマウスが鼻を突っ込むと電気刺激がもらえるといった訓練をすると、これが快樂となって、このマウスはいつまでたっても、ここに固執して、ひたすらここに鼻を突っ込むというような、依存様の行動を取るということが知られている。

このとき側坐核（NAc）とよばれる脳領域でドパミンが遊離することがわかっていて、先ほどの行動をいかに抑えるかによって、依存の治療に繋げようとする研究や、依存のメカニズムそのものに関する研究が進められている（スライド20）。

これは、われわれのグループの研究成果の1つである（スライド21）。覚醒剤・コカインなどは、ドパミントランスポーターを阻害して報酬効果を示すということで、実際にド

パミントランスポーターを遺伝子的に欠損させるとどうなるかという、やはり報酬活動がすごく上昇する。覚醒剤を摂取しているのと同じような状態になる、というデータが得られている。一方、モルヒネ・ヘロインなどはMOP (μ オピオイド受容体)を活性化して報酬効果をあらわすが、今度はこっちの受容体は欠損させても逆に報酬獲得行動が増強するといったかたちで、阻害あるいは活性化しているはずなのに、同じ欠損で刺激が増強される。このように、この2つの薬物に関しては、先ほどの従来仮説で説明がつかない。

簡単に言うと、ダウン系の薬物や睡眠薬などは完了行動、満足を促進する drive-reducing reward function に関与しており、逆にアップ系の薬物（覚醒剤など）やギャンブルなどは drive-inducing reward function に関わっている、とわれわれは考えている。この説明をするには、従来の仮説だけではうまく説明できないので、今後は従来の仮説に加えて、新たなメカニズムの提唱が必要になる（スライド22）。

さまざまな依存性物質がある（スライド23）。

それぞれの物質が実は脳内でそれぞれ別の場所に作用して、最終的に快情動を発現すると考えられている（スライド24）。したがって、快情動そのものを抑えてしまうと、もちろん依存は抑えられるかもしれないが、その他の感情、普段の喜びとか、いろいろなものが抑えられてしまうので、こういった薬物の治療、依存の治療というのは、それより少し前の段階で治療を行わなければならない。こうして、現在それぞれの依存症の治療に向けて治療薬開発の研究が進められているところである。

「青少年におけるアディクション」に少し触れたいと思う（スライド25～）。

こちらは、われわれのグループ・研究所においておこなった、東京都在住の中学生のオンラインゲームの利用状況に関する調査研究である（スライド26）。総数のうち66%の14歳の学生さんがオンラインゲームをやっている。このうち、さらにギャンブル障害様行動（これは後ほど簡単に説明する）、つまり問題があるゲームの仕方をしている人が、実にゲームをやっている中の16%いる。全体で見ても、中学生10人のうち1人が、問題のあるゲーム様行動をおこなっていることが示された。

先ほどの「問題のあるゲーム行動」について、例えば、苦痛の気分有的时候にオンラインゲームをすることが多いとか、オンラインゲームへののめり込みを隠すために友人や家族に嘘をつく、といったような質問紙に回答していただき、これの項目のうち4点以上あると「問題ある行動だろう」と評価している（スライド27）。

実際に病的なオンラインゲームのおこない方をしているのは、どういう人かという、**「オンラインゲームに課金をする人」**というのが、非常に危険性が高くなることが明らかになった（スライド28）。ゲームの時間よりも、課金が問題になる。全体で見ると、課金している人と、していない人で、危険率が3.7倍以上も異なる。例の数が少ないことも関

係していると思うが、女子の課金者の方が、非課金者よりも実は病的なゲームをおこなう率が7.5倍以上も増える、といったデータが得られた。こういった中学生の時点での病的なゲームをおこなっていたひとたちが今後、大人になったとき、ギャンブルあるいはアルコール・タバコ・薬物などの依存に繋がるのかどうか、といった研究も、われわれは進める予定である。

最後に、アディクションの問題をどう解決するか取り上げたい（スライド29）。

もちろん脳科学の基礎研究も大事だが、もっとわれわれが身近にできることがある。まずアディクションに関して、よくある誤解・偏見として「彼らは好きでやっている、快楽にふけている」と考えられている。一方でアディクションは、最初のうちは確かに快楽だが、病気の進行に伴って、何か嫌なことを忘れたいとか、ストレスから逃れたいという気持ちが主流になってくることが報告されている。さまざまなアディクションの水面下には、「人との関連性」が非常に重要といった報告もなされている。

実際の患者さんの声としても、アディクションは自分でも問題と思っている、でも問題を直視したくないとか、人に依存の問題を知られたくない、相談したくない、恥ずかしいと、依存者本人とその家族が、このように考えてしまう。

依存が起こっている人の中には、弊害を認識しつつも苦痛から逃れたくて依存行動している人がけっこういる。こういった人に対して罪や罰、お説教、正論を突き付けても、基本的には問題は解決しない。アディクションはあくまで「脳」と「こころ」の疾患であって、即効性のある解決策はないので、否認ではなく寄り添う行動選択が必要になるだろう（スライド29）。

まとめて言えば、アディクションは、気持ちよさを感じる脳の仕組みから発生している。脳内報酬系やドパミン系が主に関与しているが、今後さらに詳細なメカニズムが明らかになってくるかと思う。また多様な作用点があるので、特定の作用点を阻害すれば薬になるかということ、なかなかそうもいかないのが現状だ。さらにアディクションは、あくまで「脳の病気」であって、適切な治療・対策が必要で、誤解や偏見を無くすことも大事だと考えられる。「やめられなくなる」という行動は、脳そのものに仕組みがあるので、脳を知って心身ともにより健康になることが、最終的な目標になる（スライド30）。

こちらはわれわれ研究グループのメンバーである（スライド31）。



現代社会における様々な依存



井手 聡一郎

東京都医学総合研究所 依存性物質プロジェクト



公益財団法人
TMiMS 東京都医学総合研究所
Tokyo Metropolitan Institute of Medical Science

1

最近の依存(アディクション)に関わる主な出来事

2024年

- 1月(広島)福山大学の学生が**大麻**所持容疑で逮捕
- 2月元KAT-TUN 田中聖、**指定薬物THCH**所持で薬機法違反容疑により書類送検
- 4月愛知教育大学の学生、**大麻**取締法違反等で有罪判決
- 7月元ロックバンド「ハヌマーン」山田亮一、**大麻**所持容疑で逮捕
- 10月パンクバンドKUZIRAの末武竜之介、**大麻**所持容疑で逮捕

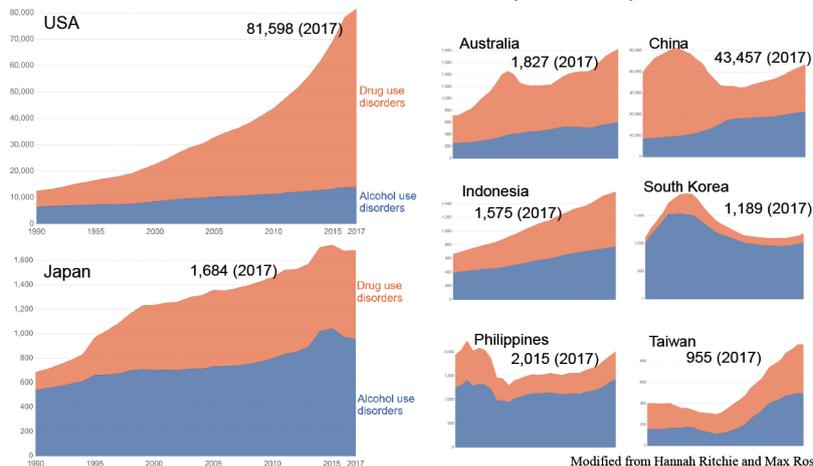
2025年

- 2月プロ野球オリックス・山岡泰輔、**オンラインカジノ**利用で活動自粛
- 4月吉本興業所属タレント6人、**オンラインカジノ**賭博容疑で書類送検
広島県で大学生2人が**大麻**使用の疑いで再逮捕
- 5月東京科学大学の女子学生が**覚醒剤**所持容疑で逮捕
- 6月フジテレビ・山本賢太アナ、**オンラインカジノ**賭博容疑で書類送検
長野市の18歳少年を**大麻**使用容疑で逮捕
- 7月専修大学の元柔道部学生が麻薬取締法違反(**大麻**営利目的所持、**使用**)容疑で逮捕
富山市の男子高校生(17)を**大麻**所持容疑で逮捕
- 8月男性アイドルグループJO1・鶴房汐恩、**オンラインカジノ**賭博罪で略式起訴
- 9月清水尋也(俳優)、遠藤健慎(俳優)が麻薬取締法違反の疑いで逮捕(**大麻**所持)

2

相次ぐ違法薬物関連の逮捕者、オンラインカジノ問題の報道

アルコールおよび薬物使用障害による死亡者数 (1990-2017) (自殺を含めず)



3

Modified from Hannah Ritchie and Max Roser (2019)

様々な依存性物質



MDMA
(エクスタシー)



メタンフェタミン

覚醒剤



コカイン



大麻

大麻(マリファナ)



幻覚剤



有機溶剤



オピオイド

薬物使用の生涯経験率の推移 (1995-2017年) 推計値

	有機溶剤	大麻	覚せい剤	ヘロイン	コカイン	MDMA	危険ドラッグ	いずれかの薬物
1995年	1.7%	0.5%	0.3%	誤差内	誤差内	—	—	2.2%
1997年	1.9%	0.6%	0.3%	誤差内	誤差内	—	—	2.5%
1999年	1.7%	1.0%	0.4%	誤差内	0.2%	—	—	2.6%
2001年	2.0%	1.1%	0.3%	誤差内	0.1%	—	—	2.7%
2003年	1.5%	0.5%	0.4%	誤差内	0.1%	誤差内	—	2.0%
2005年	1.3%	1.2%	0.3%	誤差内	誤差内	誤差内	—	2.2%
2007年	2.0%	0.8%	0.4%	誤差内	誤差内	0.2%	—	2.6%
2009年	1.9%	1.4%	0.3%	誤差内	誤差内	0.2%	—	2.9%
2011年	1.6%	1.2%	0.4%	誤差内	誤差内	0.1%	—	2.7%
2013年	1.9%	1.1%	0.5%	誤差内	誤差内	0.3%	0.4%	2.5%
2015年	1.5%	1.0%	0.5%	誤差内	0.1%	0.1%	0.3%	2.4%
2017年	1.1%	1.4%	0.5%	該当者なし	0.3%	0.2%	0.2%	2.3%

出典：平成29年度厚生労働科学研究 薬物使用に関する全国住民調査（2017年）より
 ※調査対象：15歳以上64歳以下

5



(大麻ワックス)



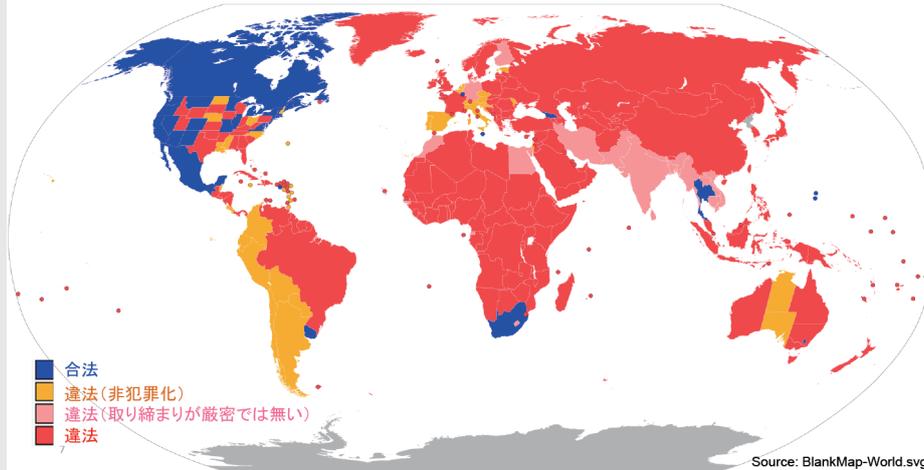
(大麻クッキー)

インターネット等において、「(海外では合法だし)有害性がない」などの誤った情報が氾濫しており、青少年の大麻乱用の拡大につながっていると推測

※2023年に初めて、大麻関連の逮捕者(6,482)が覚醒剤関連(5,914)を上回った。

6

大麻の娯楽目的の使用は海外で合法？



- ・大麻を乱用すると、脳の知的機能や記憶の形成を司る部位(海馬等)が縮む。
- ・2016年のWHO薬物依存専門委員会の大麻に関する会議において、THC(テトラヒドロカンナビノール:大麻の成分)は薬物依存の精神依存評価法を用いた基礎研究において陽性を示し、また身体依存を形成することを示す複数の論文も紹介された。

→大麻の花や葉に含まれるTHCには精神依存、身体依存がある！

海外の状況

2012年、21歳以上の成人に大麻を解禁したコロラド州では、解禁後、大麻摂取による救急搬送事例が著しく増加した。また、未成年の検挙数、重大な交通事故、大麻関連の犯罪組織も増加し、社会環境の悪化が懸念されている。

■大麻に関する誤った情報に注意してください!!

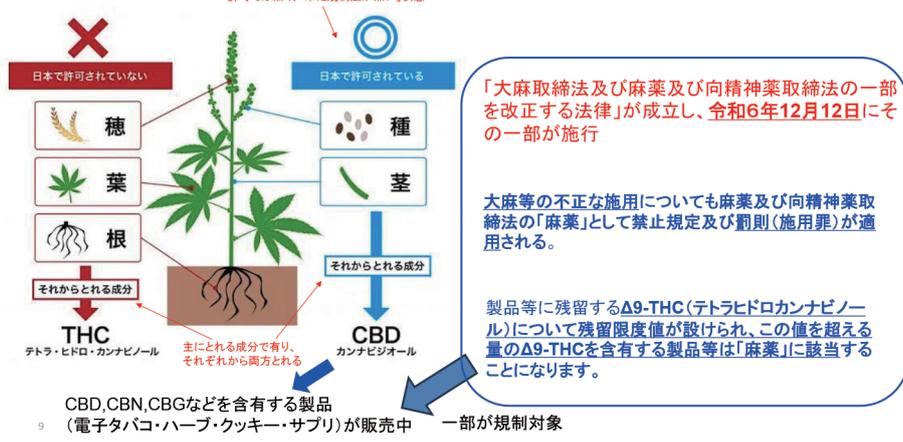
全て誤りです!

- ・大麻は安全、無害だ!
- ・タバコや酒より安全!
- ・世界で大麻は合法!
- ・大麻、マリファナ、ヘシブは違うもの!

※大麻、酒、タバコは単純に比較できませんが、安全ではありません。

大麻関連製品の現在

ネット販売店の説明例



やめられなくなる現象

どんなモノ、行動が浮かびますか？

10

依存(アディクション)の多様性



11

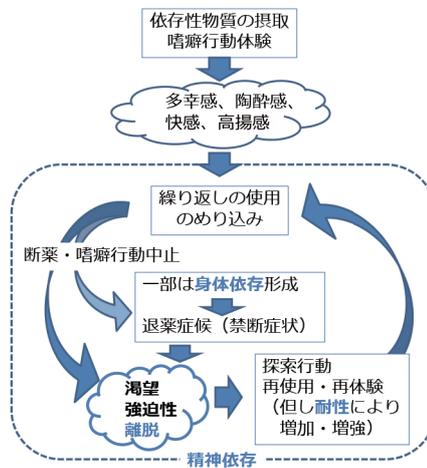
1. 精神依存

自己抑制がきかなくて依存性物質を摂取したい、嗜癖行動を行いたいと言う強い欲求にかられる状態



2. 身体依存

薬物の減量や断薬(投与中止)により禁断症状(離脱症状: 痙攣・呼吸抑制等)が誘発される状態

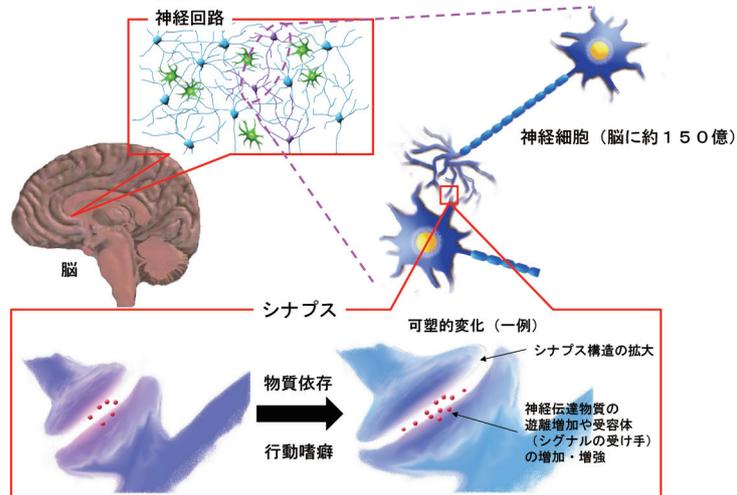


12

アディクションのメカニズムと研究

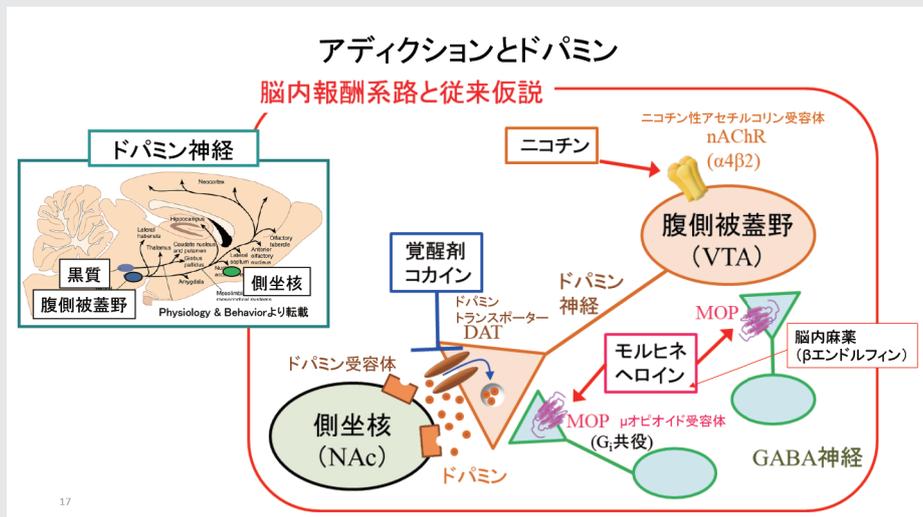
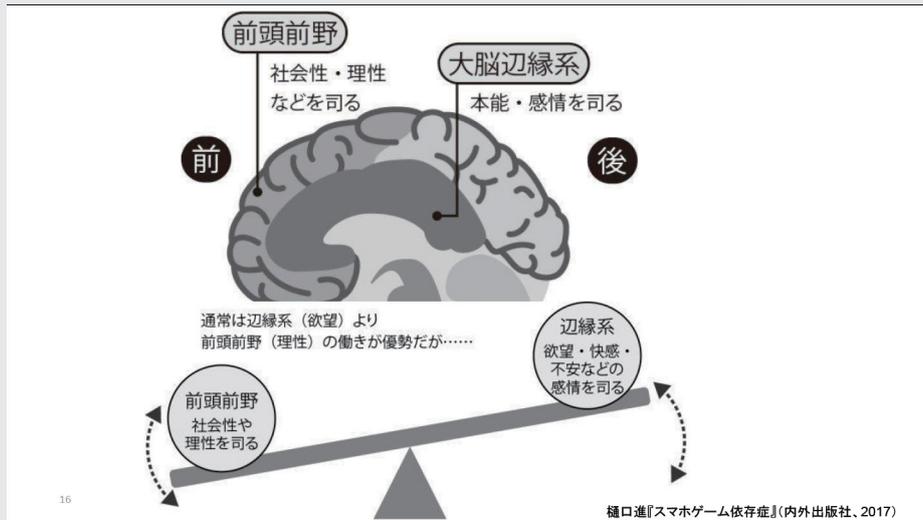


13



14

An infographic with a colorful background. On the left, there are two illustrations: the top one shows a bottle of alcohol and a glass, with the text 'アルコール依存' (alcohol dependence); the bottom one shows a person's face with a game controller and the text 'ゲーム障害 (ネット依存)' (game disorder (internet dependence)). On the right, there are two sets of brain scans. The top set shows three axial brain slices with red highlights, labeled '脳 (fMRI)' and 'Schacht J.P et al., Addict Biol. 2013'. The bottom set shows three axial brain slices with yellow highlights, labeled 'Ko C.H. et al., J. Psychiatr. Res. 2009'. At the bottom right, it says '出典)NHK' (Source)NHK).



快情動の行動薬理的解析法

薬物条件付け場所嗜好性試験

自己投与試験

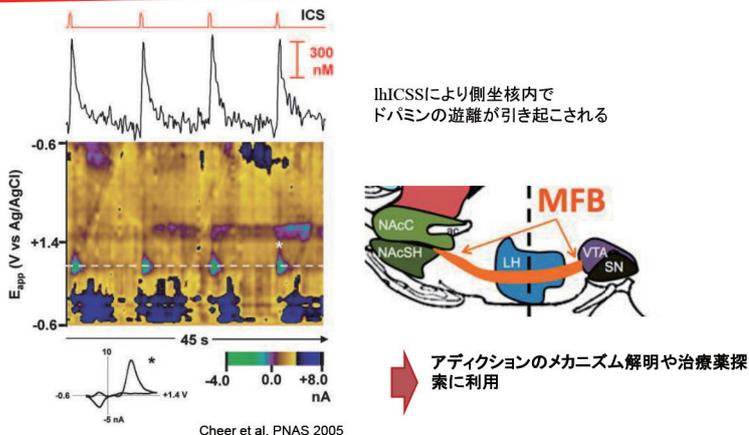
Newton別冊「脳のしくみ」(2018年)P129より転載

脳内自己刺激試験

マイクロダイアリシス法

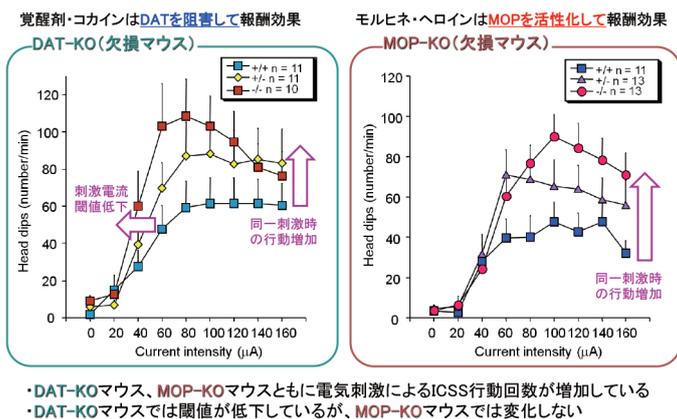
18

外側視床下部刺激によるICSS (IhICSS)



19

IhICSSによる遺伝子改変マウスの報酬機能解析



20

IhICSSによる遺伝子改変マウスの報酬機能解析

MOP-KO

- MOPが無くなると脳内自己刺激が亢進する。
- MOPが活性化されると脳内自己刺激が抑制される。
(完了行動(満足)を促進)
- MOP欠損マウスでは不快からの逃避意欲も亢進する。

MOP : drive-reducing reward function
→ ダウンナー系の薬物、睡眠薬など

DAT-KO

- DATが無くなると脳内自己刺激が低電流でも起こる。
- DATが無くなると労力を惜みず自己刺激を行う。
(薬物依存との類似)
- DATは快を求める能動的な行動を制御している。

DAT : drive-inducing reward function
→ アッパー系の薬物、ギャンブルなど

脳内報酬系路と従来仮説

Unknown ?

今後の検討が期待される

21

様々な依存性物質

MDMA (エクスタシー)

メタンフェタミン

覚醒剤

幻覚剤

有機溶剤

大麻

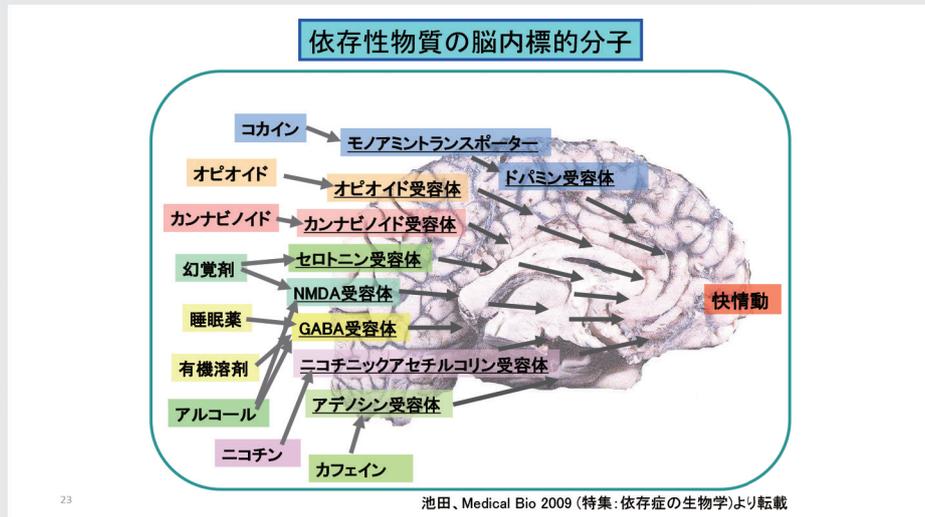
大麻(マリファナ)

コカイン

オピオイド

その他

22



青少年におけるアディクション



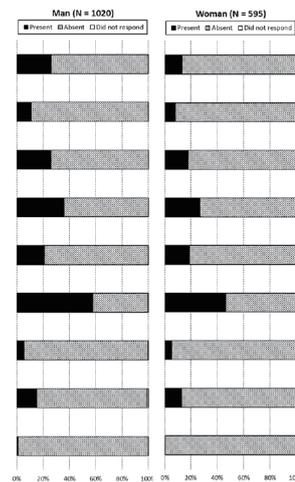
東京都在住の中学生(14歳) 2,440名のオンラインゲーム利用状況

	オンラインゲーム利用者		非利用者	
総数 [%]	1615	[66.2]	825	[33.8]
性別: 男子 / 女子 [%]	1020 / 595	[79.1 / 51.7]	269 / 556	[20.9 / 48.3]
		全体	男子	女子
ギャンブル障害様行動 [0-9]		1.82	1.99	1.52
>= 4 [% of オンラインゲーム利用者]		261 [16.1]	194 [19.0]	67 [11.3]
[% of 総数]		[10.7]	[15.1]	[5.8]
課金者 [% of オンラインゲーム利用者]		57 [3.5]	41 [4.0]	16 [2.7]
平均課金額 (月額)		2028	1391	3801
オンラインゲーム利用時間				
1日8時間以上		25	16	9
1日3-8時間		224	142	82
1日1-3時間		844	574	270
週1-7時間		358	207	151
週1時間未満		158	77	81
オンラインゲーム歴 (年)		3.86	4.18	3.31

25

ギャンブル障害様行動 (Gambling-like internet game addiction)

- これまでのオンラインゲームの遊び方では興奮(満足)出来なくなり、時間を増やす、課金する、難易度の高いゲームに切り替える等、ゲームのやり方を変えたことがある。
- オンラインゲームを中断したり、または中止したりすると落ち着かなくなる。またはいらいらする。
- オンラインゲームをする回数を制限する、時間を減らす、または止めるなどの努力を繰り返し成功しなかったことがある。
- しばしばオンラインゲームに心を奪われている(例:過去のゲーム内での体験を再体験すること、ネットなどでゲームの最新・攻略情報の収集を行うこと、または次のオンラインゲーム内での行動計画を立てること、オンラインゲームをするための時間を空ける・課金をするためにお金を得る方法を絶えず考えている)。
- 苦痛の気分(例:無気力、罪悪感、不安、抑うつ)のときに、オンラインゲームをすることが多い。
- オンラインゲーム内で思い通りにならなかったとき(例:欲しいアイテムが入手できなかった、イベントがクリアできなかった)、別の日に再挑戦することが多い。
- オンラインゲームへののめり込みを隠すために、友人や家族に嘘をつく。
- オンラインゲームのために、学校の成績や学業(仕事)、重要な人間関係に支障をきたす(能率や成績が低下する、人間関係の悪化など)ことがある。
- オンラインゲームによって引き起こされた絶望的な状態を免れるために、他人(友人、親など)に助けを求めること(例:お金を借りる、仕事を手伝ってもらう、作業を代わってもらう、など)がある。



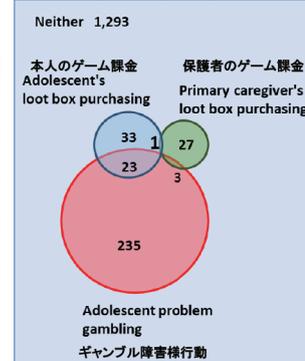
26

東京都在住の中学生(14歳) 2,440名のオンラインゲーム利用状況

	健常	病的*	オッズ比	95% CI	p-value
[Total]					
非課金	1305	33			
課金	232	22	3.750	(2.148-6.547)	< 0.001
[男子]					
非課金	790	25			
課金	173	15	2.740	(1.415-5.306)	0.003
[女子]					
非課金	515	8			
課金	59	7	7.638	(2.674-21.816)	< 0.001

*病的: 質問紙回答においてギャンブル障害様行動に9設問中4設問以上該当した人

Adolescent gamer aged 14 years (N = 1,615)



Tokyo Teen Cohort study [TTC] study
Ide et al., JMIR Serious Games. 2021

27

青少年へのアディクション問題解決に向けて

よくある誤解・偏見:「彼らは好きでやっている、快楽にふけている」

アディクションは早い時期にはたしかに快楽を感じるものの、病気が進行するにつれ「いやな気持ちを忘れたい」「ストレスから逃れたい」という気持ちが主になってくる

(Koob GF. Front Psychiatry. 2013)

様々なアディクションの水面下にあるのは共依存(対人関係障害)であり、それより下層にあるのが親密感やアイデンティティの問題、さらに下層にあるのが、見捨てられ不安や罪悪感、寂しさなどの負の感情

(Friel, JC. 1999)

「快楽にふけりたいから」ではなく「苦痛から逃れたいから」

アルコールに、薬物に、ギャンブルに、ネットやゲームにのめり込む

自分でも問題だと思っている、でも問題を直視したくない。人に依存の問題を知られたくない、相談したくない、恥ずかしい。

(依存者の考え方の例)



弊害を認識しつつも、苦痛から逃れたくて依存行動をする人に罰やお説教、正論を突きつけても、問題は解決しない

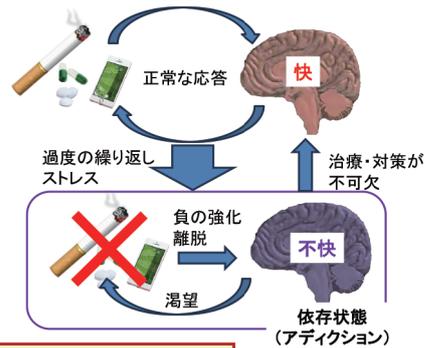
アディクションは脳・こころの疾患

即効性のある解決策は無い。否認では無く、寄り添いつつ行動選択肢を広げる。

28

まとめ: 現代社会における様々な依存 ～やめたくてもやめられない脳のメカニズム～

1. 気持ちよさを感じる脳の仕組み
脳内自己刺激反応、脳内報酬系、ドパミン系
2. 様々な依存性物質の脳への作用
多様な作用点
3. アディクションは脳の病気
適切な治療・対策が必要、誤解や偏見を無くすことも大事



やめられなくなるのは脳にその仕組みがある。
脳を知って、心身ともにより健康に！

29

講演 3

ブレインバンクをご存知ですか？

齊藤 祐子

東京都健康長寿医療センター

本日は、おそらく皆様には耳慣れないと思われるブレインバンクという活動について紹介させていただきたいと思う。

まずは、「ブレインバンク」の必要性について話したい（スライド2）。代表的な疾患として（神経）変性疾患はいろいろあるが、アルツハイマー病やパーキンソン病などの脳疾患は生前の確定診断が困難である。亡くなられた後の脳を詳しく調べて、初めて本当の病気がわかることが少なくない。また精神疾患、うつ病や発達障害といった心の病気も、ヒトの脳の仕組みに深く関係しており、動物の研究だけでは限界があるので、ヒトの脳を研究することがとても大切だ。ブレインバンクは、その研究を支える橋渡しの役割をしている。日本でも「希望の贈り物運動」としてドナー登録推進運動を草の根的に進めている。

ブレインバンクの活動として特徴的なのは、バイオバンク等と異なり「倫理面」について非常に厳しい縛りがあることだ。戦後に制定（1949年：昭和24年）された「死体解剖保存法」（当時は凍結脳の存在は無かった）や、それを補う形での「ブレインバンク倫理指針」というブレインバンク関連の学会のもとでの策定した指針があり、種々施設のソースを使用するにあたっては、施設の倫理委員会承認を得て研究を進めることにしている。やはり、これが運用上最も留意すべき事項で、この法律と患者様の尊厳を守るのがとても大切である。一方、他国では亡くなった方についての考え方はさまざまで、欧米の施設ではほとんどが、亡くなった方に関する倫理指針申請は必要ない、といった考えが主流だ（スライド3）。

われわれの高齢者ブレインバンクには大きく3つの柱がある（スライド4）。

まず、診断について。亡くなられた方の病理診断を実施する。主に神経の症状や変化の解析、そして画像所見、そのMRIの経時的変化や、それからPETの解析が非常に大事である。あとは、血液・尿・髄液データの保存があれば、その解析データを突き合わせる。そして最後に、病理診断との比較をおこなうことをメインに置いている。

そして、そのうえで研究者支援をおこなう。その研究者とは、認知症および基礎研究者を含み、それらの方々の支援をおこなっている。

また、教育が非常に需要である。それは大学生に限らず、病理や病院の学生や、医療スタッフの教育活用にも必要だ。先ほど申した死体解剖保存法、明治時代からの病理解剖の目的としても、「教育」は明記されている。これらをふまえて、ブレインバンクは診断・研究者支援・教育の三本柱で、病気の理解と医療の進歩に貢献している（スライド4）。

こちらは、われわれの運営している高齢者ブレインバンクのサイトの扉ページである（スライド5）。ここでは、いろいろな方々に向けた情報発信をおこなっており、最近では英語版も作成した。一度見ていただくと幸いである（スライド5）。

われわれブレインバンクのリソースの対象は、都市に在住している高齢者である。東京

都健康長寿医療センターは東京都の病院だが、地域に根ざした病院ということで、地域に在宅で暮らしておられる高齢者で、よく勘違いされるのだが、急性期の総合病院だ。

ここには、いろいろな疾患で患者さんが在院されるわけであり、死亡時も認知機能や脳については全く問題ない方もいる。癌で亡くなられる高齢者も多く、これはたまたま10年で比べたものを出しているが（スライド6上）、だいたい81歳前後がピークになり大人数になって、100歳を越える方も最近は多くなっている。代表的には、血管障害が減少して、動脈硬化性病変も減少傾向にあるというように、人生100年時代といわれているが、脳も非常に健康になっている（スライド6）。

こちら（スライド7）は、ブレインバンク登録に関するものである。事前のご本人のドナー登録による脳提供と、あとは実際に亡くなられてご遺族がサインされる脳提供と、2つに分けられる。オレンジのバー（ドナー登録）に関しては御本人がブレインバンクに登録し、亡くなられた後は脳を調べるために貢献したいという方を示している。緑のバーは、ドナー登録者で、実際にお亡くなりになって脳を提供された方を示している。

ドナー登録時の疾患に関しては、認知症・変性疾患が非常に多い（スライド8）。「著変ナシ」すなわちボランティアになるが、コントロール脳が多いのがポイントである。こちらは患者さんのキーパーソンや医療従事者が多い。欧米では、たとえばアルツハイマー病のブレインバンクというと、アルツハイマー病がほぼ100%であり、比較すべきコントロール脳を得がたいのが実情である。

2023年度には、亡くなられた方の脳を実際に9例病理解剖した（スライド9）。特徴としては、かかりつけが他院の方が増えたことである。この理由は、医師にブレインバンクの存在が広まったこと、ネット検索で家族が東京都健康長寿医療センターを探して下さることだ。

脳の確定診断はまだ困難である。他院の医師にもブレインバンクを認知されるようになった（スライド10）。

ブレインバンクと臨床研究について。これはCPC（臨床病理カンファレンス）の基本になるが、病理診断を振り返って臨床現場に活かす、ということだ。神経症状はどうだったか、MRIはどうだったか、血液はどうだったか調べて、データベース化をしている。あと、ゲノムについても調べている（スライド11）。

やはり生前のバイオマーカー（画像データ、血液、尿、ゲノム等）と神経病理の対応が非常に大事であり、それを臨床診断に活かしている（スライド12）。

2つの臨床とブレインバンクの共同研究の例をお見せする（スライド13）。アミロイドPETの治療が盛んにおこなわれている。ペットでどのくらいの値になると、病理で実際老人斑が出るのかがわかる。右側は、レビー小体型認知症やパーキンソン病の診断補助検

査として用いられている心筋シンチの結果と、レビー小体の病気の有無の相関を見たものであり、どのくらい心筋シンチで落ちているとどのくらいレビー小体の病理があるのか、というのが明らかとなった。この結果を受けて、現在の臨床で行われている検査のデータの信頼度が増すことになった。この施設でしか得られないデータである。

こちらは髄液検査データである（スライド14）。生前の髄液検査のデータと病理解剖において解析されたデータの相関をみた2つの論文だ。髄液検査だけ、病理検査だけ、ということが、世の中では一般的なので、大変重要な結果であり、こちらも非常に貴重な論文である。

やはりブレインバンクの研究だけでは限りがあるので、他の国内外の大規模臨床・基礎研究と提携を結ぶのが理想だ（スライド15）。

こちら（スライド16）は、今回のスポンサー（「コホート・生体試料支援プラットフォーム」（文科省））が作っておられるホームページの一部である。私たちはこういったネットワークを組んでおり、この下へいくと申請フォームもあるので、先ほどのホームページと併せて、些細なことでも結構なので質問や、あるいは申請をしていただければと思う。

私たちは、鳥羽理事長のもとで、2019年から東京都からの資金援助を受けて、「認知症未来社会創造センター」という組織を健康長寿医療センター内に立ち上げ、さまざまな認知症克服のためのプロジェクトをおこなっているが、その中にバイオマーカー、すなわちバイオバンクチームと私たちのブレインバンクのチームが入っている（スライド17）。将来的には、これらのデータを統合して臨床診断をより早期に、簡便に、確実に行えるようにすることを目指している（スライド17）。

基礎研究との関係に関して（スライド18）。このように、主要な神経変性疾患の患者脳に蓄積する特徴病変を構成するタンパク質線維を精製、生化学解析が進むと共に、線維を構成するタンパク質の折りたたみ構造（原子構造）が解明されている。2020年から2024年の5年間で8報すべての論文がNatureに掲載されている。これらの研究で使われた患者脳の多くは、高尾昌樹先生が代表を務めておられる日本ブレインバンクネット（JBBN）から提供されたもので、日本の神経病理学者の貢献は非常に大きい。また、私たちも、クライオ電顕解析で最も重要と言われる患者脳からの試料提供をおこない、これらの重要な研究に関わることができ、クオリティの良さの証明となったという意味でも意義深かった（スライド18）。

パーキンソン病については、その原因タンパクとされているリン酸化 α シヌクレインの沈着が、症例によって「脳が先」あるいは「体が先」に生じて伝搬してゆくという説が有力である。われわれは脳だけではなくて一般病理の先生と協力して全身解剖をおこなっているため、このような解析に大きく貢献出来ている（スライド19）。

こちらのスライドは、謝辞にかえて「ブレインバンクに寄せられたお言葉」の一部を記したものである（スライド20）。私は臨床医で、臨床の現場では普通に「お世話になりました」と言われるが、病理解剖をおこなって診断した結果、神経疾患だったことが分かり、完全に治すことができない病名がついたことで、意外にも、「診断がついてホッとしました。ありがとうございました」とよく言われる。そのような背中を押してくれる言葉をいただいている。我々の草の根運動を支えて下さり、こちらこそ感謝したい。

最後になるが「希望」という花言葉を持つ花を、ここに掲載した（スライド21）。



文部科学省 学術変革領域研究
2025年度市民公開シンポジウム
「最新の脳科学と現代社会」
ー解明されていく脳のしくみー



ブレインバンクをご存じですか？

東京都健康長寿医療センター
高齢者ブレインバンクチーム
齊藤祐子

★開示すべきCOIはありません★

2025年11月1日 (土) 13:00-16:15
開催形式：オンラインシンポジウム 1

「ブレインバンク」とその必要性

- アルツハイマー病やパーキンソン病などの脳疾患は、生前の確定診断が困難。
- 最終診断には患者さんの死後脳組織診断が不可欠。
- 精神疾患や発達障害もヒト独自の病気で、ヒト脳の解析が必要。
- 動物実験だけでは限界があり、ヒト死後脳の研究が不可欠。
- ブレインバンクは、同意を得た方の脳を蓄積し、研究の橋渡しを行う。
- 日本でも「希望の贈り物運動」としてドナー登録が進んでいる。

2

倫理面について

- 死体解剖保存法
- ブレインバンク倫理指針 (@HP)
- 種々施設倫理委員会承認

運用上最も留意すべき事項！
バイオバンク
他国との大きな違い

3

高齢者ブレインバンクの三本柱

診断

亡くなられた方の病理診断を実施

1. ① 症状や変化の解析
2. ② 画像所見（MRI, SPECT, PET）の解析
3. ③ 血液・尿・髄液データの解析
4. 病理診断との比較を行う

研究者支援

臨床・基礎研究者の病気メカニズム解明支援

教育

大学・病院の学生や医療スタッフの教育活用

（死体解剖保存法で明治期から病理解剖の目的に規定=本邦独自）

4

高齢者ブレインバンクホームページ <https://www.tmig.or.jp/brainbank/>

対象者：一般市民・医療関係者・ドナー登録者・研究者向け

5

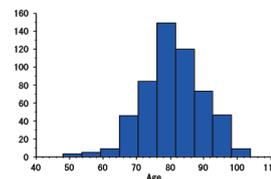
対象：都市在住高齢者

都市在住高齢者の連続開頭剖検例（急性期総合病院）

•2009～2019年：429例（男性262・女性168、平均81.0歳）

•1997～2006年：545例（男性324・女性221、平均80.7歳）

★大きな血管障害は減少、動脈硬化性病変も減少傾向



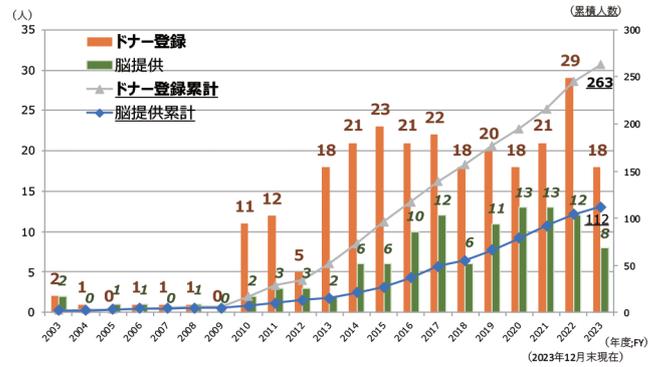
東京都老人医療センター



東京都健康長寿医療センター

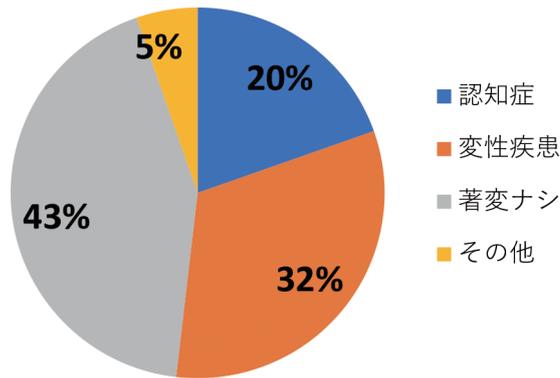
6

ブレインバンク登録者



7

ドナー登録時の疾患



疾患なしが多いのがポイント
(介護者など家族、医療従事者が多い)

8

2023年度 亡くなられて病理解剖の承諾を得られたドナー

番号	年齢	性	かかりつけ	臨床診断	神経病理診断	メモ
1	80歳代	男性	当センター	パーキンソン病	進行性核上性麻痺	
2	70歳代	男性	当センター	レビー小体型認知症	レビー小体型認知症 (非典型)	医療関係者 前向き研究に参加
3	70歳代	女性	他院	COVID-19関連髄膜炎、脳症疑い	急性白質脳症	家人がネット検索でブレインバンクを知った
4	90歳代	女性	他院	アルツハイマー型認知症	アルツハイマー型認知症 +TDP43蛋白蓄積症	新聞報道を見て
5	70歳代	男性	他院	レビー小体型認知症	認知症を伴うパーキンソン病	主治医にブレインバンクの存在を知らされて
6	90歳代	男性	他院	統合失調症	タウ蓄積症、レビー小体病初期	家人がネット検索でブレインバンクを知った
7	70歳代	女性	他院	プリオン病	辺縁系脳炎、痙攣後脳症	主治医にブレインバンクの存在を知らされて
8	80歳代	女性	他院	大脳皮質基底核変性症	大脳皮質基底核変性症	主治医にブレインバンクの存在を知らされて
9	70歳代	男性	他院	大脳皮質基底核変性症	多系統萎縮症 (非典型的)	主治医にブレインバンクの存在を知らされて

9

2023年度 亡くなられて病理解剖の承諾を得られたドナー

	年齢	性	かかりつけ	臨床診断	神経病理診断	メモ
1	80歳代	男性	当センター	パーキンソン病	進行性核上性麻痺	
2	70歳代	男性	当センター	レビー小体型認知症	レビー小体型認知症 (非典型)	医療関係者 前向き研究に参加
3	70歳代	女性	他院	AD/ABC 10関連脳腫瘍炎 (型不明)	急性脳炎	本人がネット検索でブレインバンクを知り
8	80歳代	女性	他院	大脳皮質基底核変性症	大脳皮質基底核変性症	主治医にブレインバンクの存在を知らされて
9	70歳代	男性	他院	大脳皮質基底核変性症	多系統萎縮症 (非典型的)	主治医にブレインバンクの存在を知らされて

- 脳の疾患の確定診断は未だに困難です！！
- 他院の医師にもブレインバンクを認知されるようになった。
- HPや報道からブレインバンクを知る方が増えた。

10

ブレインバンク ↔ 臨床

神経病理診断からの振り返り→臨床現場に活かすために

- ✓ 神経症状 (経過を含めて) はどうだったか？
- ✓ MRI、核医学検査 (SPECT, PET) はどうだったか？
- ✓ 血液のデータはどうであったか？
 - ✓ 現状はまだ保険収載されている一般の検査では診断は不可能
- ✓ 髄液検査のデータはどうであったか？
 - ✓ アルツハイマー病に関する一部の蛋白のデータは保険収載されているが、大半は研究段階
- ✓ ゲノム検索で遺伝性あるいは、危険因子を突き止められないか？

11

ブレインバンク ↔ 臨床

生前のバイオマーカー (画像データ、血液、尿、ゲノム等) と
神経病理の対応

↓

臨床診断に役立つ！

- ✓ 神経
- ✓ MRI
- ✓ 血液
- ✓ 現
- ✓ 髄液
- ✓ フ
- ✓ ゲノ
- か？

12

神経病理による確定診断のついた画像のデータ解析のまとめ

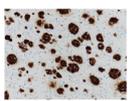
アミロイドPET定量解析と神経病理の相関

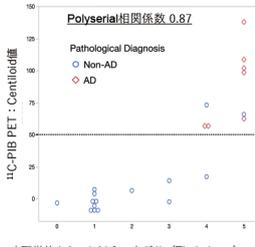
PiB PET

negative


positive


Amyloid β 免疫染色





Polyserial相関係数 0.87

Pathological Diagnosis

- Non-AD
- ◇ AD

病理学的なAmyloid β の広がり (Thal phase)

Amyloid PETの定量指標であるCentiloid値は、Amyloid β 蓄積の広がり強い相関を示す

¹²³I-MIBG心筋シンチの診断精度の検証と心臓交感神経密度との相関

Lewy小体病



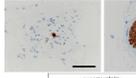
Lewy小体病

正常例

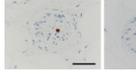


非Lewy小体病

Tyrosine hydroxylase



α-synuclein






心臓交感神経密度

¹²³I-MIBG心筋シンチグラフィの心臓隔比は心臓交感神経密度と強い相関を持つ

13

松原ら. 2021年認知症学会学会奨励賞

Matsubara et al. Neurology 2022

神経病理による確定診断のついた例の髄液検査データと髄液中の蛋白等との関連をみた論文の発信

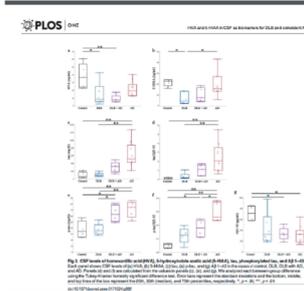
RESEARCH ARTICLE

Homovanillic acid and 5-hydroxyindole acetic acid as biomarkers for dementia with Lewy bodies and coincident Alzheimer's disease: An autopsy-confirmed study

Neuropathological Changes Associated with Aberrant Cerebrospinal Fluid p-tau181 and Aβ42 in Alzheimer's Disease and Other Neurodegenerative Diseases

↓

臨床での髄液検査の結果の解釈に役立つ！！



14

「他の国内外の大規模研究」と「ブレインバンクの研究」を結びつける



理想！



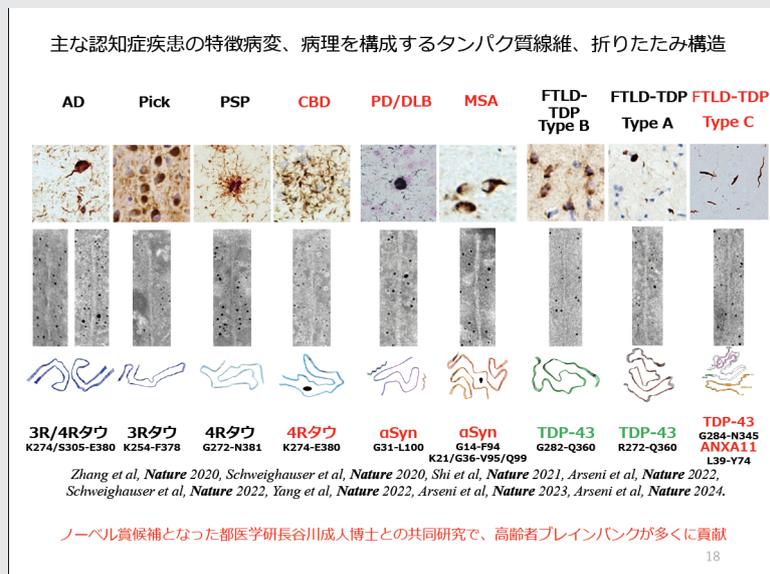
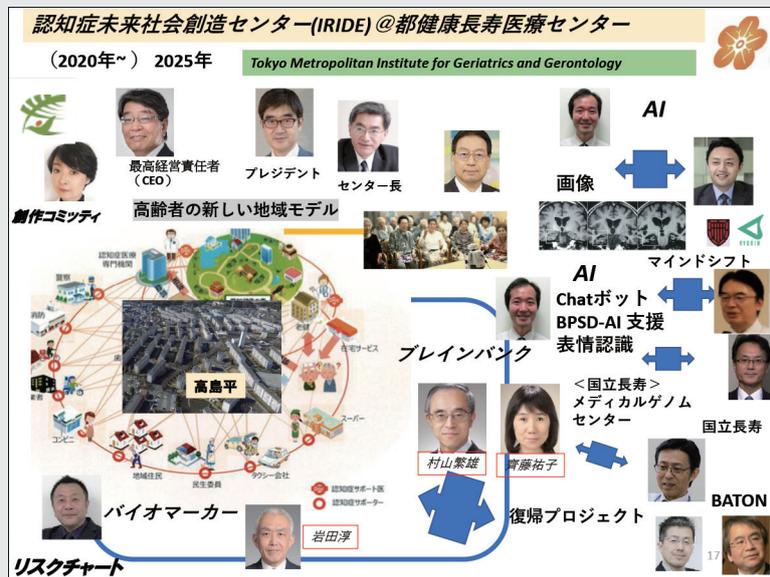
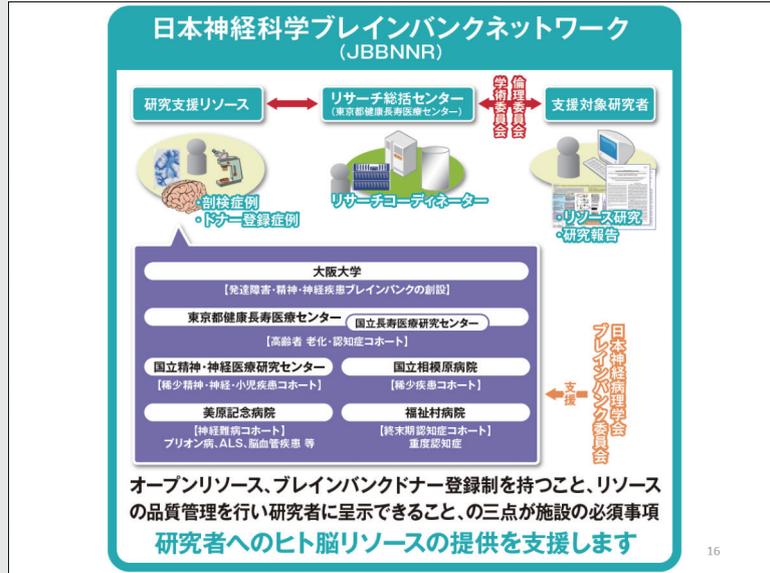
① 認知症未来社会創造センター

② 他の大規模臨床・基礎研究

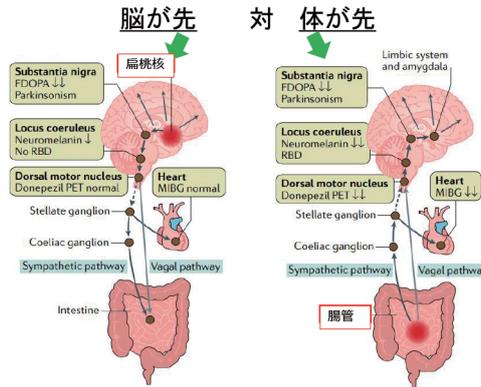


15

ブレインバンクをご存知ですか？



【パーキンソン病】脳が先か、体が先か？



- ①パーキンソン病は全身に拡がる。
- ②高齢者ブレインバンクは全身剖検を元に全例スクリーニングをし、**高齢者の1/3**にパーキンソン病病理（未発症が3/4）の存在を報告（Tanej et al Acta Neuropath）。
- ③**高齢者ブレインバンクデータベース**を元に、Borghammer博士が上記仮説を提出。

19

Neurobiol Dis 2021, NPJ Parkinsons Dis 2022, Nature Neuroscience 2025

ドナー登録者への謝辞に替えて。。。 (ブレインバンクに寄せられたお言葉)

- ・「自分のこの『病気の脳』が役に立つのですか？知りませんでした。是非登録させてください。またもっとこのような活動を普及させてください。」(MS 50歳代女性)
- ・「パーキンソン病をわずらっていた父の介護にほとんど関わることができませんでした。せめて献脳してパーキンソン病の克服に役に立ちたい」(40歳代女性。)
- ・「家系を苦しめたこの病気をなんとかしてほしいです。自分はたまたま免れました。献脳を希望します」(遺伝性疾患の家系。70歳代女性)
- ・「病理解剖してくださってありがとうございます。父(母)も喜んでいると思います。是非研究に使って下さい」(複数の遺族)
- ・夫の思っていたとおりの結果、これで夫の医師としての一生が完成された事と感謝致しております。霊前に供え、喜びを共にいたしました。ありがとうございました。墓地にお花を供え、祖父、叔父(共に外科医)に報告をして参りました。後に続く若い医師の成長を祈ります。(PSP 88歳男性医師の妻)
- ・今回初めて病名が判明し、安堵いたしました。闘病生活のあれこれを思い出しながら納得する事の数々、胸のつかえもずんと落ちました。…本人も人様に多少なりともお役に立つならと泉下で安堵していると思います。…私(妻)も登録いたします。(CBD 85歳男性の妻)

20

ご静聴ありがとうございました



ガーベラ



あやめ



スノードロップ

花言葉: 希望

21

パネルディスカッション

【司会】

加藤 和人

大阪大学大学院 医学系研究科

【パネリスト】

青木 茂樹

順天堂大学 健康データサイエンス学部・研究科

【指定発言】

元村 有希子

同志社大学 生命医科学部

井手 聡一郎

東京都医学総合研究所

齊藤 祐子

東京都健康長寿医療センター

【指定発言】

元村 有希子

同志社大学 生命医科学部

皆さん、こんにちは。御三方の講演を聴いて、素朴な疑問も含めていくつか疑問がわいてきたところでもあります。お聴きになっている皆さんもさまざまな質問があるかと思います。私は指定発言を承っていますので、むしろ専門家ではない市民の一人として、いろいろ考えました。

私が今日お話ししたいことは、「社会と科学に橋を架ける」という題で表現できると思いました。基礎研究を懸命になさっている御三方の、その成果の素晴らしさ・貢献は十分に理解したうえで、それを社会にどうやって架橋していくかに、ますます期待をする、という気持ちになっています。

私が同志社大学で携わっているのは「サイエンスコミュニケーション」という分野です。同志社大学には2016年度に、「サイエンスコミュニケーション養成副専攻」が設けられました（スライド2）。科学と社会、あるいは科学技術と社会を繋ぐ、コミュニケーションをとれるスキルを身につけてもらおう、というねらいがあります。

いま6学部が開かれていまして、文系・理系にかかわらず、学部生が机を並べて同じ授業を受けたり、グループワークや、年間を通じた社会課題解決のためのいろいろなアクティブラーニングに取り組んだりしています。履修生は9年間で468人となっています。

ここで身につくスキルは、科学との適切な向き合い方です。例えば「科学がたった一つの答えを用意してくれるわけではない」とか、「社会における科学とはどんなふうに見られているのか」といった考え方。それから、「難しい研究の話を、どうやったらわかりやすく理解してもらえるのか」、あるいは「伝わる表現とは何か」、そういう試行錯誤を通じて科学と社会の

関係について考えてもらいます。

ここで私は、時事問題などを題材にしながら学生に考えさせる授業をしています。というのも私は、毎日新聞社で科学技術・環境などの分野を長い間取材してきました。もともとは科学、理科とか数学が嫌いで、理系にいたのにわざわざ文系に転向して大学へ進学しました。ところが縁あって科学記者になることになり、そこから「科学と新しく出合い直す」という経験をしました（スライド3）。

理科や数学を教科書で勉強していた高校時代とは全く異なり、科学というのは「わからないこと」が圧倒的に多くて、研究者の人たちはそれを1つずつ誠実に、ひもといていることに気がついてからは、科学報道の魅力にはまりましたし、使命感も増しました。ただ一方で、その地道な研究成果が、社会にほとんど理解されていない現状も痛感することになります。

例えば、ノーベル賞で脚光を浴びれば、その時だけは時の人になるけれども、社会は常に科学の最先端の研究に関心を持っているわけでもないし、「役に立つ何か、答えだけ与えてくれればいい」と考えておられる方も大勢います。そんな人たちに、最先端の研究の限界や、研究にはお金が掛かること、それから倫理的な問題も含めて、きちんとした形で伝えるのは至難の技です。

新聞社でも、脳科学に関しては、大きな扱いになる記事が多いと思います。過去にも、ブレインバンクの話とか、ギャンブル依存やオンラインカジノの話、さらにはMRIでわかるいろいろな研究成果が、報じられました。こうした記事は話題を呼び、読者の関心を掴みますので、扱いも大きめで、派手になることが多いのです。ですが、それで喜んでいるだけではダメで、社会がどれぐらい本当にこれを理解しているかは、また別の話になります（スライド4）。

時には、動物実験の研究成果なのに、明日にも人の病気が治るように報じられたり、依存症の人たちは社会的な劣後者だと受け取られるような報道がされたりします。やはり、きちんと正しい形で研究結果を共有するのは難しいと、

筆者として実感してきた二十数年でありました。ですから、「関心が高いテーマだからこそ、大切に育てていくことが重要」です。

脳科学は、成果が良くも悪くも独り歩きしたり、センセーショナルになったりしないような配慮・歯止めなどが、いっそう求められる分野だと思います。一方、これは逆説的ですが、「メカニズムがわかった」ということだけでなく、それが私たちの未来をどう照らしてくれるのか、あるいは社会的な問題をどんな形で解決してくれるのか、という「先を照らすような示唆も与えてもらいたい」と思っています。

そうした社会の期待に応えるアウトリーチの仕方、方法とはどのようなものなのでしょう。3人の方には、現場ならではの苦労や困難さ、お感じになっていることがあると思います。そのことをパネルディスカッションのやり取りを通じて深掘りできればと思っています。

参考までに述べますが、サイエンスコミュニケーションにはさまざまな手法があります。学生に共有しているのは3つのモデルです（スライド5）。

1つ目は「一方向モデル」といって、発信者から受け手に、一方向に流れていくものです。研究論文が代表的ですが、それを報道したものや科学雑誌・書籍・研究広報なども、これに当たります。

2つ目は、もっと踏み込んだ「対話モデル」。例えば、市民公開講座は対話モデルに近いものになりますが、もう少しフェイス・トゥ・フェイスで向き合うサイエンスカフェやワークショップのようなもの。

そして3つ目は「参画モデル」。研究や政策に、より積極的に市民が参画するという手法です。脳科学でいえば、研究の方向性に関わる基本計画の策定に健康な市民が関わるようなケースです。専門家ではない人たちに、よりいっそう踏み込んだ関与を求めることも可能です。

こうした適時・適切な方法を使ったアウトリーチを通じて、脳科学を日本国内外に広く、正しく、適切に浸透させていくことが求められているのではないかと思います。

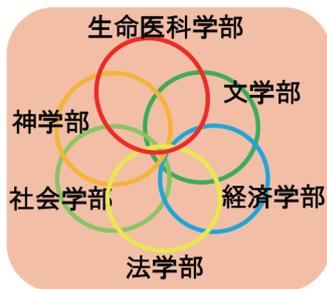
先ほどお聴きした中で疑問に感じたこと・知りたいことなどは、パネルディスカッションの中でお示ししていきます。

社会と科学に 橋を架ける

同志社大学特別客員教授
サイエンスコミュニケーター養成副専攻
元村 有希子

1

サイエンスコミュニケーター養成副専攻



・同志社大学で2016年度にスタート
・履修生は延べ合計468人
・学部生のうちに、幅広い視野とコミュニケーション力を身に付けてもらう



2

理科嫌いの科学記者

- ・高校卒業直前、理系→文系に転向
- ・大学では臨床心理学を専攻。カウンセラーを目指した
- ・毎日新聞で記者になった
- ・2001年、35歳で科学専門記者に
- ・2024年春に転職



3



脳科学が
関心の高い
テーマだから
こそ

センセーショナリズムを防ぐ配慮を

メカニズム解明だけでなく予防や課題解決に

社会の期待に応えるアウトリーチとは

4

参考)サイエンスコミュニケーションの3手法

- ①一方向モデル
 - 科学報道(ニュース、解説番組)、科学雑誌や書籍、研究広報
 - ②対話モデル
 - 科学館、実験教室、ワークショップ、討論会、学校の授業、サイエンスカフェ、科学フェスティバル
 - ③参画モデル
 - サイエンスショップ、コンセンサス会議、パブリックコメント
- 5

司会（加藤）：皆さんこんにちは、加藤です。

パネルディスカッションの時間になります。皆さん、よろしく申し上げます。休日にもかかわらず、たくさんの方にご参加いただき、ありがとうございます。長時間の休憩があったにもかかわらず、今も140人ぐらいの方がご視聴していただいている、本当にありがたいです。これから、いろいろな意見交換の場ですので、楽しんでいただければと思います。

まず、皆さんで議論をする前に、「どんな方がこのシンポジウムに興味を持っていたのか」を見ていきましょう。これ（スライド1「皆様の主な参加動機」右下円グラフ）は「申し込んでいただいた方」なのですが、10代・20代の方（16.1%）、30代（12.1%）、40代（12.6%）、そして50代（19.4%）、60代（24.2%）、もっと上の方もおられますが、若い方もたくさんおられるのが大変ありがたいと思います。

参加動機を見てみましょう（スライド1「皆様の主な参加動機」）。医学研究を志していて、この分野の理解を深めたい。それから、高齢の時代が長くなったので、そのことを考えたい。認知症の患者を診ている方もおられますし、倫理に対しても興味があるといったものもあります。

【アンケート1（ご年齢）】

司会：今日いま繋がっていただいている方に直接、どんな方がおられるかを聞いてみたいと思います。

10代の方、6人が答えていただいた。あと、いろいろな世代の方がおられますね、ありがとうございます。

【アンケート2（ご職業）】

司会：では、次の質問にいきましょう。

以前のシンポジウムでは小学生の方がおられたのですが、今日は小学生はおられないですね。高校生は4人。大学生は11人、これはかなりの数ですね。あと社会人、医学・ライフサイエンス系もおられますけど、それ以外の方もおられます。ありがとうございます。

【アンケート3（脳科学と社会を繋ぐ脳MRI）】

司会：人口100万人あたりのMRI台数について、日本が世界1位だと知っていましたか、という質問ですね。

「知らなかった」方のほうが、「知っていた」方の倍以上ですね。

【アンケート4（現代社会における様々な依存）】

司会：依存は「意志の弱さ」ではなく「治療・支援が必要な問題」として理解されていると思いますか。

だいたい「はい」と「いいえ」が同じぐらいと言ってもいいぐらいかな。「いいえ」が少し多いですね。なかなか理解が進んでいない、ということでしょうか。

【アンケート5（ブレインバンク）】

司会：ブレインバンクについて知っておられましたか。

これは先ほどよりも「いいえ」が多いですね。まだあまり知られていない。でも、知っている方も3分の1ぐらいおられる。

【パネルディスカッション】

司会：それでは3名のご講演者の方と元村さんと、これからいろいろな議論を、意見を交わしてみたいと思います。

元村さんのコメントをいただいていたのですが、アンケートをご紹介したことで間が開いてしまいました。一番大事な「アウトリーチの仕方」に関する質問を、いきなり3人の方に聞いてみようかなと思います。社会への研究の伝え方とか、研究ができたとき、論文が出たときの伝え方とか、やはりこの分野に独特の難しさがある。ブレインバンクの場合は、何かの発見がされたというよりは、ブレインバンクそのものを、どのように社会へ伝えていくか、といった

難しさがあるでしょう。

おもしろいと感じたのは、元村さんの「研究をがんばっておられるのはわかるけど、やはり社会との関わり方が非常に大事な分野なので、誤解も当然出てくるし、センセーショナルにもなる。こここのところを、やはり研究者側も考えないといけないのではないか」というご質問です。せっかく元村さんと、本当に研究のトップにおられる方が3人も参加されているので、このご質問について、あえていちばん最初に聞いてから、事前にされた質問にいきたいと思います。

青木さん、日頃どんなことをお考えですか。皆様、短いご返答で結構です。

青木: ディズニーランドとリアルワールドの写真を出して、「われわれがやっている研究はディズニーランドであって、でもそれをリアルワールドで研究したほうがいいよ」というスライドは、つい最近拡散テンソルを作った、それだけでも偉大なんですけど、その森先生が使ったスライドです（編集者注：著作権の都合で記録集では割愛）。

彼はもうリアルワールドにやっていかないとダメだということで、最近はテンソルをやっていないなと思ったら、そういう「理想的な研究状況ではないやつ」も、きちんとやっていかなければいけない、ということを強調されていたので、私も感動して、これからやらなければいけないと思っているところです。

ただアイデアとして、われわれがいるのは「理想の世界」的なことやっている、という認識が今まで足りなかったのを、あらためて、あのスライドがけっこうインパクトがあったと思って、お示ししました。

以上です。

司会: ありがとうございます。井手さん、いかがですか。

井手: 基本的にわれわれ科学者というのは、「学会で発表をする」、そして「論文を書く」こと

が、いちばんの使命というか仕事のつもりでやっただけはいるのです。ただし、それだけではパブリックな意見が全然われわれにも反映できないし、われわれの研究成果が伝わらないということで、比較的われわれのグループとして注力しているのが、こういった市民公開講座です。私も去年、高校生向けの授業に赴きまして、1時間の授業時間をいただいてアディクションの問題をお話しました。最近ですと、学校薬剤師会とか地域の薬剤師会の集まりなどにも赴いて、こういった問題提起をしました。

やはり若者の中でも、ゲームなどに関する依存は蔓延しています。特に最近はオーバードーズの問題が、若者の中で非常に蔓延しています。教育現場とか学校の先生とか、学校の保健師の先生などは、そういったところに関心があります。現場に行くと、非常にこちらにもよく伝わってきますし、質問もそういったところが多いので、じゃあわれわれも今後そういうところも研究しなければ、というような「気づき」も与えていただきます。また、われわれの成果を少なからずお伝えできているのかなと考えていました。

草の根活動ではないですけど、そういった「より近いところ」での講演を、なるべく、お願いされたら断らないようにして、積極的に参画するようにしております。

司会: ありがとうございます。齊藤さん、いかがですか。ブレインバンクの研究は、どんどん発見するほうというより、その「基盤」なのでしょうけど。

齊藤: そうですね。でも「ドナーの方を増やす」という意味では注力しないと行かないです。それから学会でシンポジウムをやってほしいと依頼を受けました。それは「研究者に対して」はアウトリーチになり、その活動も積極的に行っております。「社会に対して」となりますと、やはり市民公開講座がメインになってきます。

私たちも年1回は市民公開講座を開くようにしています。例えば今ですと「アルツハイマー

病の治療薬でこういうものが出ました、今こういう研究が、この分野では進んでいます」というようなトピックを持ってきて、現場の人にお話をさせていただいて、最後に「ブレインバンクというのがありますよ」といった形をとっております。

新聞で取り上げていただけることがあります。インパクトの大きな論文を出して、プレスリリースで新聞がそれを拾ってくださって新聞報道に出ると、「やはり新聞というメディアはすごいな」と思います。その後で、市民からの問い合わせがかなり増えます。

主治医の先生たちが「どうしたら治るか」ということで、血液を研究に使わせてください、といったこともできます。やはり患者さんに「一緒に病気と闘っていきましょう」と言っているドクターが、いざ患者さんが亡くなった時に「ブレインバンクがあります」というものなかなか言いにくいので、私たちは、ブレインバンクの活動について、さり気なく病院で掲示をしています。

あとは、最近びっくりしたのですが、在宅診療をメインにやっている先生が、いろいろな契約書の中にA4の「ブレインバンクがあります」というお知らせを混ぜてくださります。それを目にした方からの問い合わせが、かなり多いです。一般の方に知られると、思っていた以上に「何か最後に役に立ちたい」という方々がおられることがわかりました。そこを繋げられたらと思います。

司会: はい、ありがとうございます。元村さん、いかがですか。

元村: 例えば齊藤さんのブレインバンクのお話に関しまして、生きていた間に「死んだら脳をちょうだいね」とってなかなか言えないと。たしかにそうだろうなと思いました。

私はあまり知らないのですが、たぶん、論文を書かれた方が「この研究はブレインバンクからの組織の提供によって可能になりました」ということを、きちんと申し添えてくれるとか、

そういう決まり、ルールがあるのだったら、それが記者たちに伝わるのでしょうか。記者が「あっ、ブレインバンクをクローズアップした記事を書こう」という動機づけに繋がるのかなと思いました。

また、井手さんの取り上げられたオーバードーズの社会的問題。私が気にしているのは、ストーカーとか、覚醒剤などの薬物に関する事案で逮捕されて、服役して出てきた人が再犯する、ということがありますよね。そこに、ぜひ何か役立ててもらいたいです。つまり「新たな被害を生まない」ようにするのは、研究者の役割の1つだと思います。難しいとは思いますが、うまくいけばいいな、という気がしています。

司会: 元村さん、ありがとうございます。

では事前質問にいきましょう。そして、また今日繋がっている方々からの質問が5つぐらい来ています。それを今から見ていきましょう。

【事前質問】

- ①人工知能と脳科学の関連はどのようなものか
- ②最新の脳科学の知見が教育や学習、特に世代間学習や成人教育の実践にどのように応用できるか
- ③脳と腸の関係はどのようなものか
- ④ポジティブな依存というものはあるのか

司会: 事前に4つ質問をいただいております。ありがとうございます。

今日この質問されている方がおられるかどうか分かりませんが、まずこれを取り上げたいです。ただ、4番目の依存のことは、先ほど元村さんも話題にされましたし、社会的に非常に重要で、「1つの領域」というところがありますので、このパネルディスカッションの後ろのほうでしっかり時間を取りたいと思いますので、①・②・③について可能な範囲で、講演者の方々にコメントをいただければと思います。

——事前質問①。人工知能と脳科学の関連は

どのようなものか。

司会：これは青木さんにお答えいただけますか。

青木：人工知能は脳科学の知見を使って開発されてきた、と言われます。パーセプトロンとか、去年のノーベル賞をもらった研究も関係あるのですが、そういう背景があることはご存知だと思います。それを踏まえてコメントしますと、人工知能のアプローチには、脳の状態を非常に詳しく調べて、それぞれのシナプスの繋がりという回路をつくってやっていくという、非常に基礎的な研究方法、アプローチがあります。

デジタルの中に人間の脳に近いものをつくる、というようなアプローチで、それをデジタル脳というプロジェクトで、ヨーロッパでも、日本のAMED研究などでもやられています。そして、かなりのシナプス同士の繋がりによって「こういう反応をする」ということが、人間に近い状態、または動物に近い状態になるということが、ある限られたところではできるようになってきました。ただし、そのままやっていると、シナプスやニューロンの動きも非常に複雑ですので、まだなかなか難しい。

一方、画期的に全然違うアプローチとして、いま生成AIというのがチャットGPTで皆さんにわかったように、途中まではディープラーニングなどに近いことを使っているわけですが、それからは脳の仕組みをそのままつくるというわけではなく、反応を見て、たくさんデータを入れて「反応が人工的に脳に近い」ものをつくるものになってきました。

ですから人工知能のアプローチは2つあって、少なくとも1つには、脳科学は非常に関係しています。そして、その源流は脳科学を使ってつくっていますけど、今の生成AIは少しアプローチが異なっていると思います。

司会：ありがとうございます。本気で詳しく説明されるには、たぶん1時間の講義をしていただく必要があるのでしょうか、まず大事なところを押さえていただきまして、ありがとうございます。相互作用をしながら、また新しいチ

ャットGPTみたいなものも出てきて、いろいろなところから人間の脳について、うまく使ったり、さらに調べたりされているのだと思います。

——事前質問②。最新の脳科学の知見が教育や学習、特に世代間学習や成人教育の実践にどのように応用できるか。

司会：②にいきましょう。「教育」ということで元村さんに聞いてみましょうか。

元村：この質問は、「脳科学の知見を教育に活かす」という視点で聞かれているのですよね。

司会：ええ。

元村：私は脳科学の専門ではないので、「これは、これに活かせる」という明確な答えは出せないですけど、どうなのでしょうね。

司会：たぶん、AIはどうするかというのに、間接的には「その後ろに脳科学がある」と言えると思います。AIを使うというのは今、新しい動きですよ。

元村：大学でも、学生がチャットGPTを使ってレポートを書いてしまうという問題がありますよね。もう私は、チャットGPTを使うなどは言わず「どんな局面で、どのように使ったか」を併せて報告を求めるようにしています。これからは、たぶん「生成AIを使いこなす」という教育もまた必要です。

司会：そうですね。

元村：ええ。そこは、もうAIを毛嫌いするのではなくて、どうやって取り組んでいくか、取り込んでいくかということになりますし、それは学生だけではなく大人の方たちも一緒かなと思います。

司会：井手さんに話を振ってみようかな。まさ

に生成AIに、それにアディクションというか、なにかそういうこともありそうですね。

井手：そうですね。基本的にはアディクションって対人依存といいますか、やはり「コミュニケーションを取る」というのが依存を抑制することにも繋がるし、人というのは他の人との繋がりを求めます。今後「AIと繋がる」ことで「孤独ではない」というケアに繋がるといった使い方が、もしかしたら発展するのではないかと、とは言われています。

そういった「AIを治療に使う」という方向も、今後もしかしたら発展していけるのかなと思います。もちろん、今のチャットGPTなどのAIなんかも、比較的ポジティブな感じで受け答えをしてくれるので、それを好んで学生さんが使うといいます。なんか褒めてもらえるからAIとやり取りをする、チャット感覚でやり取りするのが楽しみ、といった方もいます。そういった側面を、教育や治療に活かしていけるのは、今後の脳科学のあり方としても、1つの方向性としてはあり得ると思います。

司会：でも、AI依存にはならないのですか。

井手：そこの切り分けというのが非常に難しいところですね。また、あとでもお話ししますが、ずっとそれに頼り切って、やめようと思ってもやめられないような状態になってしまうと、問題になります。

司会：ありがとうございます。ごめんなさい、私が「依存の話は後ろに回す」と言いながら、自分で依存のことを聞いてしまって（笑）。

井手：いえ、大丈夫です（笑）。

——事前質問③。脳と腸の関係はどのようなものか。

司会：では③に飛びます。先ほど齊藤さんのスライドに、この質問に関するところが出ていたような気もするのですが。全身の解剖もしてい

ますよね。

齊藤：そうですね。

司会：それでいろいろと全身の関係性の研究が進んでいるんですね。齊藤さんは、このことだけをご専門にしているわけではないと思うのですが。

齊藤：神経の世界では今、腸との関係が非常に注目されております。わかりやすく言いますと、ほんとに昔から「何か心配事があつたりするとお腹が痛くなる」といったことがあって、関係があるというのは皆さんご存知だと思います。

司会：なるほど。

齊藤：自律神経の経路や免疫もかなり関係している、といわれております。例えばパーキンソン病については、腸管への刺激等（解明中）その原因となるものが当疾患の原因とされている α シヌクレインが異常にリン酸化されて蓄積し、それが自律神経を伝搬し、脳の下の方の脳幹の迷走神経の核に、および、それがどんどん上に伝搬してゆくという仮説が有力です。つまり脳幹から大脳まで伝搬するというものです。

あとは健康な腸管の状態、細菌叢（さいきんそう）の方の便を実際に移植することまで行われている、という脳の免疫疾患とか変性疾患もあります。いま非常にいろいろな研究が進んでいるところです。私も全てに詳しいわけではないので、あまりご説明出来ませんが。

司会：はい、ありがとうございます。「腸を理解すれば、脳が理解できる」というレベルを超えていて、いろいろな臓器が影響し合いながら、よくなったり病気が起こったりしていることが、医学界ではかなり認識されています。それに、免疫系と様々な臓器の関係について、いろいろ言われているのではないかと思います。

最初の3つの事前質問への一応のお答えとしては、以上ですが、ご質問をされた方のご理解が、少しは進むとありがたいなと思っております。そして、登壇者の方々、コメントをありがとうございました。

【当日のご質問】

司会：それでは、今日ご参加されている方から質問をいただいております。依存に関する質問が1つあったので、それ以外のものを、もう少し取り上げてみたいと思います。

「サイエンスコミュニケーターの副専攻が同志社大学にあるということですけど、自分は農学のサイエンスコミュニケーションを専門にしているが、どんなアドバイスがありますか」という質問が、元村さんに来ています。

元村：農学のサイエンスコミュニケーションを具体的にどんなふうになさっているかは、ちょっとわからないのですが。やはりコミュニケーションとはキャッチボールなので、発信する側の向こうには「情報を欲しい人たち」がいますね。たぶん農学の、科学に裏付けられたいろいろな情報を、この方はTikTokとか、ソーシャルメディアをけっこうお使いになれる方だと思うので、ショート動画などでどんどん投げていく、そして、そこにダイレクトにコメントが来たりする人たちとコミュニケーションをしていくのが、今とても注目されているやり方だと思います。

講演会を開いても、そのテーマに「関心ある人」しか来ないんです。「関心ない人にも、どう刺さるように伝えるか」が大事ですので、ソーシャルメディアを使うのは、とても有効だと思います。

あと「社会人博士課程の制度などはありますか」という別のご質問もいただいております。

現時点では、同志社大学の副専攻は、学部の2年生から4年生までを対象にしているのですが、来年度以降に大学院にも対象を広げる準備をしているところです。例えば、企業さんからも強いニーズがあります。企業の中のサイエン

スコミュニケーションがうまくいなくて業務が滞るので、学ばせたい、といったご相談も複数持ち込まれていますので、「いま準備中です」とだけ、お伝えしておきます。

司会：お答えをありがとうございます。私から質問します。まさに今日コメントをいただいたように、脳科学等の「難しい分野」という、言い方は悪いかと思いますが、「社会にうまく受け取ってもらわないといけない分野」があります。広く科学技術に関するコミュニケーションの教育・お仕事をされているときに、「脳科学って、うまくやらないといけない」と認識されていますか。

元村：さっきたしか青木さんのご講演で、人工知能をうまく使うことでデータを集積していくことで、10年後の自分の脳のMRI画像をお示しする可能性についてお話しいただいたのですが、「見たい」という人と「ちょっと怖い」という人がいると思うんですね。だから、どんなふうに刺さるようなメッセージを出していくかが大事で、それに失敗するとややこしくなる。そういう脳科学ならではの難しさがあると思います。

司会：青木さん、では、やっぱり話題になりやすい分野だと思うのですが、「自分の脳の10年後はどうなるんですか」と、一般の人も含めたみんなに聞かれますか。

青木：いや、まだ「予想が正しいかどうかを検証している」ところで、昔のMRIデータが無い人のものは、まだ作りません。昔のデータがあって今のデータもある人の脳は、昔のデータに比べて今のデータが合っているかどうか検証できます。昔のデータがある人に関しても、細かくやると、まだフェイクなのがわかるので、もう少しやらなければいけないかなと思っています。

司会：「日本のバイオバンクは素晴らしいの

で、他のものを使うのではなく、やっぱり日本が頼りになる」、それを基に書かれた論文がNatureに掲載されました。日本は誇るべきものを持っていることが、あれで完璧に示されました。何が言いたいかというと、日本の医療現場やブレインバンクといった活動における丁寧さ・緻密さは、世界に誇れるのではないかと思います。その力で「10年後の予測」をうまくやっていけば、世界に貢献できるのではと思うのですが、それは正しいですか、青木さん。

青木：日本のブレインバンクは非常に緻密につくられてきました。それに対して、日本でMRIは急速に普及したので、事情が異なります。先ほどの「10年後を知るのが怖い」と同じように、「脳のMRIを撮ること自体も、実は怖い」と感じる人もいます。動脈瘤や白質病変や虚血層って、MRI撮影をやらなきゃわかりません。でも、けっこう皆さんMRI撮影を依頼されるので、「やりたい方」のほうが多いのではないかと思います。

予想といっても、萎縮の度合いを予想するぐらいですから、「このようにあなたの萎縮が進みそうです、ただ、萎縮が進んでも、必ずしも認知症になるわけではありません」と説明すれば良いですね。「動脈瘤が見つかったら必ず破裂するわけではありません、でも知っていたほうがいいですよ」と言ってやる方と、「怖いからやりません」と言う方がいます。それは個人の考え方によるものです。

10年後ぐらいに、「脳MRIぐらいならやってもいい方」もいっぱいいるのではと思いますし、いま現在の脳を撮ると同じぐらいの敷居でいけるかだと思います。

司会：なるほど、ありがとうございます。質問に戻ります。「倫理的な扱いを求めて、他国の人が日本のブレインバンクにドナー登録をすることはありますか」という質問が来ています。齊藤さん、いかがですか。他国の方は登録できるのでしょうか。

齊藤：ドナー登録については、外国の方の場合でも、日本に在住していれば大丈夫なのですが、搬送の問題がございますので、外国に住んでいる方に関しては難しいです。

司会：日本に住む外国人の方が、最近明らかに増えてきていますね。諸外国と比べると明らかに少ないのですが、それでもやっぱり増えています。そういう方と、どういうふうに医学研究を進めていくか、医学界全体で前向きに考えていくべきだと思います。

次の質問にいきましょう。脳科学の知見を薬事申請業務に活かすにはどうすればいいか、という質問です。一言で薬事って言っても、とても広いから、ちょっとわかりにくいかもしれませんが、青木さん、どうでしょう。

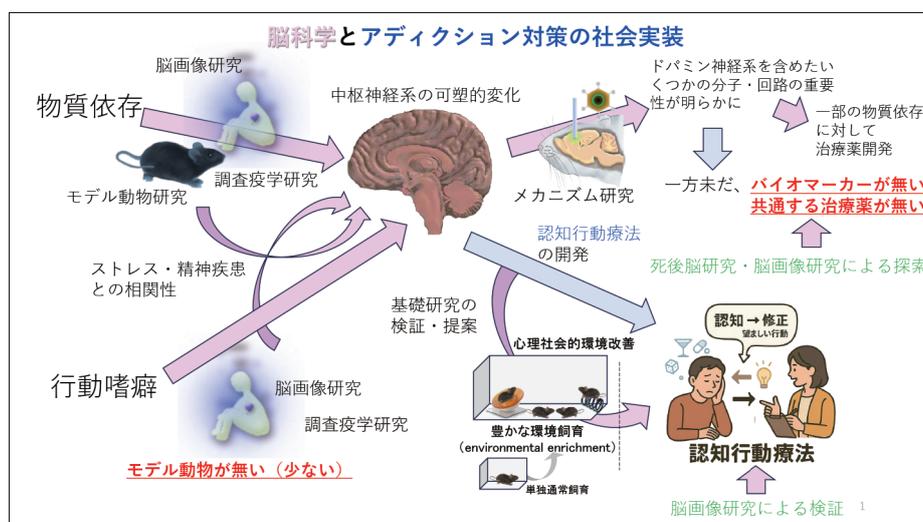
青木：機械や、今よくPMDA（独立行政法人医薬品医療機器総合機構）に関わりがあるのは、脳に限らずAIを使った動脈瘤の検出や白質虚血の度合いです。あと、認知症に関係する海馬の体積も、自動的に測れますよ、といったものが申請されてきています。やはり治験をして研究していくこととなります。薬事にどう活かすかについても、何か有用性を示してからのお話になるかと思います。

司会：ありがとうございます。そのご回答で質問に対するお答えに十分なっていると思います。

スライド「脳科学とアディクション対策の社会実装」（井手）

司会：「依存の問題を後ろに回す」と申し上げましたが、それについて井手さんにスライドを1枚ご用意いただいております。そのスライドを見てから、先ほどの事前質問を1つ取り上げつつ、皆でお話したいと思います。井手さん、お話しいただけますか。

井手：はい。「脳科学を社会実装する」と考えたときに、現在どういう流れでそれをわれわれ



が達成しようかと考えた際、特に依存研究者の分野としては、まず「物質依存」が挙げられます。ヒトの場合、アルコールやニコチンあるいは薬物を摂取します。そして動物の場合にも、実際の依存性の物質を投与することでモデル動物の研究が非常にやりやすいということで、研究がなされています。

またヒトにおいては、依存症の患者さんの脳画像研究、functional MRIも含めた様々な研究、調査疫学研究が行われています。こういった依存の患者さんはストレスや精神疾患と非常に相関性が高いことから、これらの疾患の研究も含めて、患者さんやモデル動物において、中枢神経系でこういった変化が起こっているのかを研究するといった、基礎の研究者が一番よくやっている部分がこのへんになります（図 左上部分のご説明）。

さらに最近ですと、科学の発展により、実際に依存性物質を含めることなく、脳の神経回路を、光遺伝学的な操作やウイルスの操作で、特定の回路を刺激・遮断するなど依存症が模倣できるのかとか、依存症だったマウスに依存症の行動をさせなくさせることができるのか、といった研究がメカニズム研究として行われてい

る。こうしたものが現在、依存症の基礎研究として進んでいます。

実際に出てきた成果の中で、代表的なものとして「ドパミン神経系を含めたいくつかの分子・回路の重要性が明らか」になっています。その結果、一部の物質依存、例えばニコチンとアルコールに関しては現在、依存症の治療薬が開発されてきました。

ただ、今後社会実装というか治療するにあたって、いまだに何が不足しているかということ、バイオマーカーです。ここからが依存症で、ここまでは大丈夫といったバイオマーカーがないのです。

司会：たぶん、専門外の方には、バイオマーカーというのがお分かりになりにくいのではないかと思います。体の中で、なんらかの変化があると、依存症状態になっている、ということですかね。

井手：そういう考え方でもいいのですが、例えば、ストレスがかかると血中のコルチコステロン濃度が上がります。ですから、血中のコルチコステロン濃度は、その人のストレスレベル

の指標になるといった生物的な指標がありますよね。

依存症にはそれがまだ全然まったくない。確実な物質でなくても、例えばfunctional MRIでもいいです。MRIで「この領域とこの領域のコネクトが非常に強くなったら依存症になっている」といったことをバイオマーカーにしてもいいと思うのです。そういった何か、「客観的な指標」として「ここから先が依存症」で「ここまではセーフ」というような、その境がないんですよ。それって結構大きな問題じゃないかなと思っています。

司会：でしよね。われわれ、この年齢になってくると血糖値や高血圧など、日本中の人知っているいろいろな数値を測って「あなたはちょっとね…」と言われるのだけど、それに当たるものが、依存症についてはない、ということですよ。

井手：そうですね、おっしゃるように、血糖値がいくつを超えたら高血圧だから注意しないといけないというような基準値が、依存症には全くないんです。この「バイオマーカーがない」というのが、まず一番大きな問題点です。さらに、共通する治療薬、あるいは覚醒剤とか麻薬の依存症治療薬というのが現時点では全くありません。当然、共通するメカニズムでの治療薬もないので、依存症の患者さんの再犯に繋がってしまっているのかと思います。

こういったものに対して今後どうしていくかということで、実際に依存症を抱えて亡くなった死後脳の研究とか、依存症の方の脳画像研究などを中心に、依存の分野に関する研究をやっていくことで、バイオマーカーや治療薬の作製に活かしていけるのではないかと考えています。しかし、現時点では、「依存症で病院に行く」という方が実はそんなにいないのです。癌とか循環器系の疾患と違って、生死にすぐ繋がらないというイメージがあるせいか、依存症の患者さんって病院にそもそも行かない。手遅れになって精神科に行く、という方ももちろんお

られます。最近少しずつ改善はしているのですが、なかなか病院に行きたがらない。少なくとも「病院へ行ってMRIを撮ろう!」という患者さんはおられないので、サンプルがなかなか集まらないのが現状です。今後こういったところも、やっていく必要があるかなと思います(図 右上部分の説明)。

さらに、もう1つ問題があります(図 左下部分の説明)。物質依存ではなくて、ギャンブル・ゲーム・インターネットといった行動嗜癖がありますよね。これについては、さらに研究を進めなければいけないのにまだ進められていない、というのが基礎研究の問題です。まず「モデル動物がない」、つまりマウスはインターネットを使えないし、ゲームができません。ギャンブルに関するモデルというのは、実は少しずつ出てきてはいますが、ハイリスク・ハイリターンを選ぶか選ばないかとか、そういったタスクをマウスにやらせようにも、ヒトでの行動嗜癖を完全に模倣するようなモデルがありません。今のところ行動嗜癖の研究というのは、やはりヒトの脳画像とか調査疫学研究をする段階にまだ留まっています。今後それが技術のプレイクスルーなどで、この行動嗜癖モデルができると、さらに研究は進むと思います。

こういった基礎研究の結果から、いま依存症の治療はどういう形が主体となっているかというと、治療薬がないので、認知行動療法という形で治療が行われています。その開発にあたって若干、基礎研究の検証や提案をさせていただいています。例えば、同じマウスでも単独で飼育するよりも、豊かな環境で飼育すると依存になりやすいとか、依存症にしたマウスが治るといった基礎的知見があります。たくさんマウスと広い環境で遊ぶという、エンリッチメントな環境で飼うと依存になりやすいという報告もあります。こういったものを活かして、心理社会的環境改善が、依存症の治療にも使えるのではないかと提案はできます。ですが、あくまでも薬ではなく、環境改善とか認知行動療法、お医者様と患者さんとのやり取り、あるいはグループ療法、依存症の自助グループなどで、

それぞれが集まって依存症に対策していこう、といった形での治療が、今のところ行われているものです。

それに関しても今後、例えば脳画像研究などで「こういった治療をすると、こういうふうに改善します」といったエビデンスがもっと出てくると、よりいい形で治療法が確立していくと思いますが、まだ基礎レベルでの研究も足りていないから、今後やらなければいけないというのが依存症研究の現状です。社会実装まで、けっこう道のりは長いのですが、本当にやらなければいけないことだと考えています。

事前質問で「④ポジティブな依存というものはあるのか？」といった質問があったかと思います。これが実は「バイオマーカーがない」ところにも繋がるのです。先ほども言ったように、どこからが依存でどこまでは許容範囲なのかという、その境・敷居がないのです。例えば質問の「ポジティブな依存はありますか」と言われたときに、答えとしてはたぶん「ある」とも言えるし「ない」とも言えます。例えば、ランニングや習い事、音楽鑑賞については、そこまで大きな問題とならないというか、好きでやっている一般的な趣味と受け取られるかと思います。それらを過度にやってしまう、例えば「毎日、嵐だろうが何だろうがとりあえず走らないと気がすまない」という強迫観念に駆られて走るような方が、どうしても出てきます。そうすると、生活とか生命を脅かすようなレベルまでいっているのです、ランニングの場合でも、それはもう依存だと言えます。

例えば音楽鑑賞とかでも、自分の全財産をばたいてでもライブの追っかけをやり続けてしまうと、生活ができなくなって借金してまで行くとになりますと、改善すべき依存の状態になってしまいます。「適度なところで止められるかどうか」は、けっこう重要なファクターですし、それが依存と依存ではないところの境目です。

法律的にダメといわれているもの以外でも、甘いものに対する嗜癖のように、「適度で済ませられるもの」であればオクケーなのですが、「生活が破綻する」ところまでいくとアウ

ト、というような考え方が依存には当てはまっています。それが「科学的にバイオマーカーはどうするか」という問題を困難にしている要因の一つでもあり、まだ解決策がないのが現状です。

司会：ありがとうございます。講演者やパネリストの方々から何でも結構ですので、今の井手さんのコメントに対する質問ないし補足はございますか。

元村：はい、ありがとうございます。よくわかりました。中枢神経系の可塑的变化が依存のメカニズムであれば、この可塑的变化はもとに戻せるんですか。

井手：正直なところ「まだ答えがない」のが現状です。戻せるかもしれないし、戻せないような変化が起こっている可能性もあります。もちろん、その依存の程度にもよるのかもしれませんが。

元村：行動嗜癖は、なかなか今は対処が難しいから、認知行動療法や社会的サポート・社会的ケアで向き合っていく、というお話でした。それで納得しましたが、もしここに今の脳科学の知見を入れていくとしたら、少なくともその依存になって困っている当事者に対して、「あなたは意志が弱いわけでも、変人でもない。なぜならあなたの脳はこうなっているからなんだ」と認識してもらうために、何かできることはあるのでしょうか。そういう「自分の弱さが原因じゃないんだ」と当事者がわかって取り組むだけでも、だいぶ違うのかなと思います。

井手：おっしゃる通りです。例えば、自分の脳画像の活性化の状態、例えば辺縁系の活動よりコルテックス（大脳皮質）、理性を司っているところのバランスが崩れていますよ、といった感じで提示できるようなデータが取れるようでしたら、そういったものを指標として認知行動療法に活かせると思います。ただ、先ほどからお伝えしているように「これがダメだから、も

う依存症だね」という「きれいな基準値」が今のところまだ、しっかりとしたエビデンスとして固まっていません。今後それも含めて、バイオマーカーが求められると考えております。

司会：青木さんにお話を振りたいと思います。「マーカーがない」ことについて、まさに今日勉強させていただいたのは、脳を対象とする画像技術の見事な発展ですけど、依存の話だけのものではないとわかったうえで、何か見えるようになることを期待できますか。

青木：不可逆になったところを病気と言っている場合が多いと思いますので、可逆になった場合の基準値をどこにするかは、たぶんマーカーになる候補がわかってからも、かなり難しいという気はします。

あと、PETの薬剤をつくる技術がだいぶ進んできましたので、対象の物質が決まった場合、どうい変化が起きているかを脳の中で知るには、fMRIも非常にいいと思うのですが、新しい製剤を使ったPETであるアミロイドPETやタウPETなどが、どんどんできていますので、それらによって、アディクションに関係したお薬をつくることも可能かもしれません。どういう薬物かわかっている場合は、比較的そのリガンドを使ったものとか、その代謝物質がどうなるかがわかる薬はつくりやすいかと思いません。

ですから、その代謝の速度が遅いといったことがわかれば、お薬もできると思いますので、まだ脳科学は発展の余地がありますが、すぐには難しいかと思えます。トルエン中毒のMRIとか、アディクションのときの覚醒剤中毒のMRIとか、それぞれもうだいぶ前から病気になった方の報告はあります。ですが、その前の段階だと、測ってもあまり変化がない場合もあって、なかなか体積や信号変化でもわからないし、やっぱり代謝物質やファンクションを入れて総合的にやらなければいけません、基準がないものに関する診断は、なかなか難しいです。

司会：ありがとうございます。井手さんに質問が来ています。今の話にも関係しますが、「本人の意思や判断による」という、その対策の話です。質問は「依存症への効果的な対策がなかなかないと思うのですが、一番の課題は何だと思われますか」という。

井手：基礎研究の立場としては、先ほどもお伝えしたように、一番の課題って結局、「どこからが依存で、どこからが依存ではないのか」という、その敷居が曖昧であることと、治療薬がないことです。それ以外だと、例えば覚醒剤依存で逮捕されて収監された後に社会に出た方は、非常に再犯率が高いことが挙げられます。そういった方が、なぜまた戻ってしまうのか。この課題に関しては、基本的には周囲のスティグマといいますか、依存症患者さんが復帰しようと思っても周りに馴染めない、そこには誤解と偏見が周囲にあるケースが、かなり多いです。受け入れてくれる家族や周囲の環境が整っていれば再犯率が下がるのですが、出所した時に孤独だと、やっぱりまた戻ってしまう。周囲の受け入れ態勢と周囲の考え方について、解決しなければいけない現状にあると思います。もう1つ質問が下に来ていますか。

司会：はい、「遺伝的要因と環境的要因はどちらが強いですか」という質問です。

井手：こちらに関しては「両方、同程度」です。ものによっても変わります。例えば、アルコール依存症には、かなり遺伝的要因があると言われています。そもそもお酒を飲むとすぐ気持ち悪くなるような遺伝子タイプの方や、飲んでも全然酔わないタイプの方など、遺伝子タイプによって分かれているのが最近わかってきています。それで、実際に飲んでも気持ち悪くなるだけの人って、アルコール依存には決してならないのです。いくらでも飲める人は、逆に依存になりやすくなります。「お酒に強い・弱い」という遺伝子が、アルコール依存のなりやすさに直結するケースがあります。

他のものに関して、遺伝的要因がないとは言わないのですが、環境要因が大きいのかなと思います。例えば、違法薬物に関して、周辺に違法薬物を入手できる環境がなければ、そもそもやりません。ただ、これに関しては今後、ネット環境というのがだいたいリアル環境の中に包括されてきています。以前だったら入手できない情報が入手できるようになってしまっている環境が、もしかしたら今後またアディクションの問題にも影響を与えそうだと考えています。結論としては、「環境要因が強いのですが、一部の依存に関しては遺伝的要因がけっこうある」とお答えをさせていただければと思います。

司会：ありがとうございます。元村さん、「ネットがリアル環境に包括されてきている」ことは、科学と社会の関係を考えると大きな問題ですし、科学の中でも医学・医療は、かなり人々の生活に直結するので社会への影響が大きいですね。

元村：そうですね。ネットって世界中の人と容易に繋がれる、つまり「繋がること」を利点として広がってきたと思いますが、むしろ分断を強めていますよね。孤立という問題がむしろクローズアップされてきています。ネットへの過度な依存という問題も、もちろん片方ではあるのですけれども。

ネットが、「人と人との絆」いわゆる昔ながらの絆を切り離してしまって、その人の孤立を深めさせている。でも、その孤立していることにその人が気付かないという副作用まで生んでいることは、やはりテクノロジーと人との付き合い方の、本当に大切な課題だと思います。「人間って、そんなに進化のスピードが早くないんだな」って、思いながら、いつも見えています。ただ逆に言うと、今度はネットを使った新たな繋がりや支え合う仕組みもつくろうと思えば不可能ではないと思うので、希望は捨てていません。

司会：ありがとうございます。だから、整理し

ていくことが大事で、今はAIも含めて過渡期と思いたいところもあります。

齊藤さん、依存の問題について、何かコメントはありますか。ブレインバンクは依存の研究に直結はしませんか。

齊藤：昔は精神科の中では脳の研究が非常に盛んでしたが、結局「普通の形態観察では何もわからない」ということで、かなり下火になってしまいました。ですが、今はいろいろなメソッドが出てきていて、精神科のブレインのデータを集めて、発達障害や依存について、いろいろと研究され始めています。そのため、「精神疾患の方の凍結脳のリソース構築を行ってほしい」という要望は強くあります。

司会：はい、ありがとうございます。依存の時間の最後に、井手さんにもう一度シンプルな問いかけをさせていただこうと思います。もう話題にしたのですが、個人が責められる問題ではなくて、やっぱり研究もしていけないといけないし、それこそ先ほどの依存が「再度起こってしまう」という問題は、社会が変わっていくことで良くできる可能性もあることを確認したいのです。もう一度そのことを、今日たくさんの方が今も聞いておられますし、それを確認するコメントをいただけないでしょうか。

井手：そうですね、われわれ基礎研究を行っている者の立場からも、治療薬やバイオマーカーなどの開発に向けて鋭意努力していくつもりですが、ほぼ同時に行うべきこととして、やはり社会全般、皆さんの周りでの依存というものの考え方を、もっと「依存は病気なんだよ、個人の性格とか意思が弱いとか、そういった問題ではなくて治療をすべき対象だ」ということを理解して、誤解と偏見をなくすというのが、やはり広く治療に向けた第一歩です。そのことを、今後ともお伝えしていきたいと思います。

司会：ありがとうございます。今日は「社会の中の見方のあるべき姿」も話題にしましたし、

いま最後にもう一度語っていただきました。そして同時に、この生命科学連携推進協議会としては、それを支える基礎医学があって、まだバイオマーカーには至っていないけれども、それを探そうとされている。特に物質依存についてはわかってきていると思いますし、次に行動嗜癖について基礎医学としてどう見ていくかも、たくさんの研究者がそれに取り組んでいることも、同時に話していただいたと思います。

残りの時間で、いま私が申し上げたことを、もう一度それぞれの立場でコメントをいただきたいと思うのです。脳が人間の行動に関係していて、それで人間が行動していて、そこに解くべき問題がある、理解しないといけない問題があります。けれども、脳というのは細胞でできていて、タンパク質などの物質でできている「1つの臓器」という面もあるので、いろいろなことを見ないといけません。そして、遺伝子の解析・タンパク質の解析をするんじゃなくて「画像でみる」という、非常に面白い重要な分野が発展してきています。さまざまなアプローチをしながら、基礎医学から人間の行動の問題まで見ていることすべてを今日知ることができたと思います。

最初に、青木さんに画像技術の開発ができた立場から、脳科学が社会の中でどのように発展していったらいいとか、こういうことを知っておいてほしいとか、メッセージがあったらいただきたいんですけど。

青木：今日この会で、依存症に対する知識が、だいぶ私自身も深まったと思います。それから、脳の画像に対して、やっぱりヒトに特化したとか、ヒトで最終的には検討すべき疾患に関して、ヒトが生きた状態でできる脳のMRI・脳PET・脳画像の研究が非常に期待されているし、重要ということもわかりました。

皆さんにぜひ知っていただきたいのは、背景にある膨大な基礎研究、動物を使った依存症の研究や、さらにその前の生理学的な研究を使ってやっていたものの先にやっとな成果が出ることです。ただ、脳に興味がある人が減ってはいな

いと思うんですけど、日本全体の研究者が減っています。さっきのあの研究も、皆たぶん今がノーベル賞のピークじゃないかと思っている。興味を持って、やってくれる方が増えればいいなと思っています。

司会：はい、ありがとうございます。齊藤さん、いかがでしたか。今日の振り返りでも結構です。

齊藤：私たちは、これまで病院で都民講座をやっていたものですから、そのお知らせをしても、講演内容も対象が高齢者ばかりでした。今後を担う研究者を増やすために、たとえば新潟大学のブレインバンクでは、高校生を招いているようです。大学生等の若い方も対象に、「こんな研究があります」とお示しできると、また裾野が広がると思います。

司会：ありがとうございます。今日は10代・20代の方も、そして30代の方といった若い方にも、たくさん聴いていただいております。ちょっと自画自賛になってしまいますが、よい機会になっていると期待しております。

元村さん、そしてそのあとに武川さん、短くて結構ですのでコメントをいただけないでしょうか。

元村：今日はとても具体的に学べたことが多かったです。「ここまで進んでいるのか」ということと、それから「ここはわかっていないんだ」という発見もありました。一時期は「脳の世紀」とか言われていましたね。脳が人体最後のフロンティアで、それが「近い将来わかる」と言われていた時代もあったんですけど、やっぱりそんなに容易ではないことを学びました。あと、他の臓器に比べて「脳は移植ができない」ので、代わりがきかない分、病気が致命的になりがちです。それで、脳について知りたいんだけど怖いから知りたくないというように、人それぞれの受け止め方が多様ですよ。うまく「わかったこと」と「わかっていないこと」、それから「チ

チャレンジしなければいけないこと」と「それを阻むもの」という情報を、逐次きちんと社会と共有できていくと、良い方向に進むと思えました。皆さんの地道な活動の積み重ねが、きっと「同じ方向で脳研究に向き合える社会」への一歩になるので、私自身も勉強しながら応援したいです。

武川：この事業の代表として、最後に一言お話しさせていただきたいと思えます。本日は、脳科学を題材として、「科学」と「一般社会」との関わりについて、非常に意義深い議論ができたと感じております。私達研究者は、ともすれば研究成果をインターネットやホームページを通じて一方的に発信するだけになりがちですが、本日は、元村先生のお話にもありました「対話モデル」というサイエンスコミュニケーションのあり方を実践できたのではないかと考えています。

それから、今日3名の先生方から「脳科学研究の実際」について、一般の方にも分かりやすくご説明していただきました。脳研究には、高度な研究機器やブレインバンクに代表されるような「1人の研究者では対応できない研究基盤」が不可欠です。こうした基盤は、やはり国全体のプロジェクトとして、しっかりと整備し運用していく必要があります。その上で初めて、国際的に成果を発信できる質の高い研究が可能になるという点をお伝えできたのではないかと考えています。

われわれ基礎研究者も、「社会の課題に応える研究」は非常に重要であると考えております。その一方で、現時点では「これが重要かどうか分からない」という研究課題についても、しっかりと継続していかなければいけません。実際に、そういうものの中にこそ、10年後、20年後に社会を変えるような大発見が含まれています。このような2つのタイプの研究の両方をぜひこれからも進めていきたいと考えております。

この事業は、文部科学省のプロジェクトとして実施しております。私が常に意識しているの

は、本事業が皆様の税金によって支えられている活動であるという点です。このような市民公開シンポジウムの中を通じ、私達が取り組んでいる活動の内容を、丁寧にご説明していきたいと考えております。本日ご参加者の皆様には、是非本事業の意義をご理解いただき、これからも支援していただければ幸いです。

また、今日は高校生を含めた若い世代の方も参加されております。本日のいろいろな先生方の話を通じて、少しでも研究に興味を持っていただけたら、ぜひ将来、研究者の道を目指して頂ければ嬉しく思います。最近、日本人研究者2名がノーベル賞を受賞するという明るいニュースがありましたが、若い皆さんには、是非将来、ノーベル賞を目指していただきたいと思えます。本日はどうもありがとうございます。

【閉会の挨拶】

加藤 和人

大阪大学大学院 医学系研究科

武川代表も含め、今日は本当にありがとうございました。

今ノーベル賞の話が出ました。私のすぐそばで、大阪大学の坂口志文（さかぐち しもん）先生がノーベル賞を取られて、私も同じ大学にいる者として本当に喜んでおります。自分の話で恐縮なのですが、実は私は、坂口先生が前の職場である京都大学におられた時に、私もあちらに居て、そこでしゃべったことがあります。2010年ぐらいの時点ですでに、坂口先生がやがてノーベル賞をとるかもしれない制御性T細胞（Treg）の発見者であることは、私もよく知っていました。でも、その後15年間も光は当たらなかったにもかかわらず、坂口先生は地道に研究をされていたと思います。報道で皆さんご存知と思いますが、その前の90年代も、

本当に不遇の時代を彼は生きてこられました。それらを全部考えると非常に感慨深いものがあります。

こうしたことは、今日の講演者の3人の皆様の分野にすべて当てはまる話です。次のノーベル賞がそこにある可能性がある、それぐらいの力を持ったのが日本の基礎科学、基礎医学そして医学全体であることは間違いありません。そういう研究に、若い人たちもシニアの方々も取り組んでいるという、その地道な世界を今日は参加者の方に垣間見ていただけました。社会に貢献することも伝えていくべきだという元村さんのコメントも受け止めたいと思います。

元村さんを今日お呼びできたのは、本当にありがたいことです。他の登壇者の方々は皆もともと科学・医学の中にいるだけに、本当にうれしく思っています。

20年ぐらい前に、私たちシニアの人間にとっては馴染みのある「理系白書」という連載がありました。「光が当たらない地味な理系」、これが日本の力だ、と思わせてくれる内容の連載でした。「理系白書」に携わったことで、元村さんは科学ジャーナリスト大賞（第1回）を受賞されました。そういう地道な活動に光を当てられたのが、元村さんでした。今日は本当にありがとうございました。おかげでいろいろなことについて対話ができました。

皆さん、ちょうど時間となっております。本日はたくさんの方々に来ていただき、いろいろな話を聴いていただき、そして質問もしていただき、おかげで理解が進み、かつ、考える時間になりました。来年もまた、こういったシンポジウムを開催いたしますし、また記録集をつくってWebサイトで公開する予定ですので、それもまた見ていただければと思います。ありがとうございました。

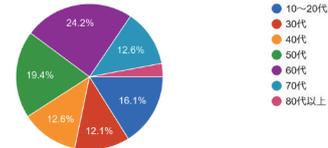
◆ 質問一覽 ◆

皆様の主な参加動機

- 医学研究を志すものとして脳についての知見を深めるため
- 高齢の時代が長くなり、より良い生活能力を保つため
- 認知症の患者を診ているから
- 医学研究や医療一般について、倫理に対する市民の考え方や社会的合意形成に興味があるため



申込者の年代



事前にお寄せいただいたご質問

- ①人工知能と脳科学の関連はどのようなものか
- ②最新の脳科学の知見が教育や学習、特に世代間学習や成人教育の実践にどのように応用できるか
- ③脳と腸の関係はどのようなものか
- ④ポジティブな依存というものはあるのか



最新の

文部科学省 学術変革領域研究 2025 年度市民公開シンポジウム

脳科学と現代社会

— 解明されていく脳のしくみ —



2025.11.1 (土) 13:00-16:15

開催形式 オンラインシンポジウム

(申込締切:10月29日(水)正午)参加登録 <https://www.med.osaka-u.ac.jp/pub/eth/seminar/20251101/>
お問合せ 大阪大学大学院 医学系研究科 医の倫理と公共政策学 email symposium@eth.med.osaka-u.ac.jp

主催 文部科学省学術変革領域研究 学術研究支援基盤形成 生命科学連携推進協議会
共催 文部科学省学術変革領域研究
学術研究支援基盤形成「コホート・生体試料支援プラットフォーム」、「先端バイオイメージング支援プラットフォーム」、「先端モデル動物支援プラットフォーム」
後援 大阪大学21世紀機構



告知チラシデザイン (A4)

発行日：2026年2月28日

発行：文部科学省 学術変革領域研究 学術研究支援基盤形成 生命科学連携推進協議会

社会との接点活動班 (大阪大学大学院医学系研究科 社会医学講座 医の倫理と公共政策学教室、加藤和人研究室)

編集：社会との接点活動班

デザイン：GACCOH

印刷：株式会社グラフィック

主催 文部科学省学術変革領域研究 学術研究支援基盤形成 生命科学連携推進協議会

共催 文部科学省学術変革領域研究 学術研究支援基盤形成「コホート・生体試料支援プラットフォーム」、「先端バイオイメーjing支援プラットフォーム」
「先端モデル動物支援プラットフォーム」

後援 大阪大学21世紀懐徳堂

