

名大医学部学友時報 2025 1

目次	
1. 謹賀新年 (1)	5. 新春随想 (9)
2. 新年のご挨拶	宮地 正彦 (9)
松尾 清一 (2)	真野 俊樹
木村 宏 (3)	大石 強 (10)
丸山 彰一 (4)	6. お詫びと訂正
梶山 広明 (5)	7. クラス会だより
3. 人事トピックス	伊藤 隆安 (11)
三井 伸二 (6)	新美 薫
4. 学術欄	8. 謹賀新年 (12)
本田 直樹 (7)	9. 新春後記 (16)

謹賀新年



忍野八海から見える富士山 時報部員撮影

新年のご挨拶



新年のご挨拶



国立大学法人東海国立大学機構 機構長

まつお せいいち
松尾 清一

名古屋大学医学部学友会の皆さま、あけましておめでとうございます。新たな年を迎えるにあたり、ご挨拶を申し上げます。

昨年を振り返りますと、様々な出来事がありました。海外では、米国でトランプ氏が次期大統領に選出され、その予測不能な動向が注目されます。また韓国では、大統領の突然の「非常戒厳」発令をきっかけに国会で弾劾が決議されるなど政治的混乱が極度に達しています。EUではドイツ、フランスという中核国家が政治不安に陥り、長引くウクライナ戦争や深刻度を増す中東情勢も加わり、まさにVUCA = Volatility (変動性)、Uncertainty (不確実性)、Complexity (複雑性)、Ambiguity (曖昧性)、の時代といえます。わが国においても与党の圧倒的多数体制が崩れ、次年度予算の成立までには紆余曲折が予想されます。極端な円安と人件費を含む諸物価高騰の中で、国民生活はもとより、医療や教育など国の根幹を支える公共システムにも大きな影響が出ています。最近まで30年以上にわたり一見変化が無いように見えた日本社会も、いよいよ大胆な変革が必要であることを強く感じています。その際、成り行きではなく、戦略性が必要です。

特に少子化の急速な進展は予測を超えて急激に進んでおり、日本社会に深刻な影響を及ぼしています。人口学者の河合雅司氏の著書によれば、出生数から考えて今から約20年後の2043年の日本人20歳人口と、約10年後の2035年の日本人小学生人口はそれぞれ2023年比で3分の一以上減少します。わずかな間でこのような劇的な変化が起こることは確実にその影響は地方ほど甚だしく、また社会のあらゆる領域に波及しますが、抜本的な社会改革プランやグランドデザインは明確でないように思います。

医療の世界でも昨今では医師の地域偏在に加えて、診療科の偏在も問題になっています。特に腹部外科はじめ主要外科領域を志望する医師が激減し、このままでは数年後に緊急手術が受けられなくなるのではないかとさえ言われています。また、今後需要が一層高まる介護の世界ではすでに極端な人手不足が生じています。経済的にも今の社会保障システムや医療制度がいつまで維持でき

るのか不安視する人も少なくはないでしょう。医学研究においても、研究者の研究時間は年々短縮されて、国際競争力を失ってきています。勿論、DXや生成AI、ロボット技術などの発展により省人化は進むでしょうが、社会のシステム改革=社会イノベーションの実現なしには、課題の根本解決にはなりません。長寿命化が進む中で、如何に高齢者の健康寿命と社会参加寿命を延ばし、いつまでも社会と関わって生きていける社会をどう作るか、まさに正念場にあります。

このような時代に、医学・医療の世界に生きる我々はどうのような方向性を目指し、持続可能でレジリエントな仕組みを再構築するのか、その中で医学部や大学病院の果たす役割は何であるのか、真剣に考える必要があると思います。名大病院の理念に掲げられているように「診療、教育、研究を通して社会に貢献する」という基本的なコンセプトは変わりませんが、これからの時代に即応した具体的な医学・医療の形が求められています。医学・医療に携わる者、特に大学人は今こそ、多様で革新的な叡智を持つ人々と連携し、このような課題に勇敢にチャレンジして、未来を描く必要があります。日本が、「世界で最も住みたい、働きたい、学びたい、そしてウエルビーイングを享受できる国」になるために、医学・医療に携わる我々がどのように貢献できるのか、また国や社会に対してどのようなメッセージを発してゆくのか、強い危機感をもって考える必要があります。

2025年の干支(えと)は乙巳(きのと・み)です。「乙」は、困難があっても紆余曲折しながら進むこと、またはしなやかに伸びる草木を表している、とされます。今流の言葉でいえば、サステナビリティとレジリエンス、でしょうか。また、「巳」は蛇で、蛇は脱皮しながら成長することから、復活・再生の象徴とされています。これは、イノベーションとリジェネレーションでしょうか。この組み合わせのイメージから、今年は「変化にしなやかに対応し、自ら変革を遂げながら、成長してゆく年」と願掛けができます。神頼みではなく、「自らの道は、自ら切り拓く」という気概を持って、今年1年を充実した年にしたいと思います。

新年のご挨拶



新年のご挨拶

名古屋大学医学部長・医学系研究科長

きむら ひろし
木村 宏



新年あけましておめでとうございます。学友会の皆様も、良き初春をお迎えのこととお慶び申し上げます。

2022年4月に門松先生（現副総長）から医学部長職を引き継ぎ、任期最終の3年目が終わろうとしています。この間、新型コロナウイルス感染症をはじめ、東海国立大学機構の推進、医師の働き方改革、国際卓越研究大学への申請など、新たな問題や課題に対処することが求められました。また、名古屋大学医学部は「世界に開かれたシステムを構築する」という理念のもと、Global Alliance of Medical Excellence (GAME)、Joint Degree Program (JDP)、卓越大学院 CIBoG を核として国際化を推進してきました。しかし、全世界に蔓延したパンデミックの影響からはほぼ脱却し日常の一部となったものの、未だに海外渡航や留学はかつての水準には戻っていません。特に学部学生の海外臨床実習派遣は国際化における重要な施策の一つですが、新型コロナウイルス感染症の影響に加え、円安や物価高騰による渡航・滞在費の上昇が学生にとっての課題となっています。

そんな中、本年度、大きな後押しがありました。1990年に名古屋大学医学部を卒業された柴原慶一先生が、留学を目指す学部生への経済的支援を目的とした柴原基金を設立してくださいました。この基金により、毎年12名の学部生が最大150万円を得て、5-6年次の海外臨床実習に参加できるようになりました。なお、本基金は臨床実習だけでなく、学生時代に海外で基礎研究や起業を学びたいという学生も対象としています。この柴原基金がきっかけとなり、今後、海外に羽ばたく学生が増えることを期待しています。さらに、大学院生の海外渡航を支援する施策であるJDPについても、医学部独自の資金を投入し奨学金を増額することで、海外に進出する学生を増やしていきたいと考えています。

次にご報告申し上げたいのは、鶴舞地区のキャンパスアイデンティティ実現のための整備事業についてです。かねてより、鶴舞キャンパスはビルばかりで空も見えず、学生・職員、そして学友会の皆様が集い憩えるスペースが不足していることが問題視されていました。そこで、創基150周年記念事業の一環として、2024年4月に図書館/生協のピロティを改修し「サクラテラス」と名付けた開放的な空間を設けました。鶴舞のシンボルである桜を基調とした色合いとガラス張りの明るさを活かし、ソファやテーブルを配置して、学生や職員が心地よく過ごせるよう工夫しました。さらに、図書館周辺には学生広場、メタセコイア並木を活かしたメインストリート、医学部正門の整備を進めています。この事業に対する学友会の皆様のご支援に、心より感謝申し上げます。

このような教育・環境整備を実行するには多くの資金が必要です。しかしながら、2004年の国立大学独立行政法人化に伴い、国から支給される運営費交付金は減少の一途をたどっており、教育・研究への投資は自己財源で賄わなければなりません。私たちは、学部学生・大学院生の教育・研究を支援するために立ち上げた医学系未来人材育成支援事業を継続しています (<https://www.med.nagoya-u.ac.jp/kikin/med-kikin/>)。これまでも学友会の皆様から多大なるご協力をいただき、深く感謝申し上げますとともに、引き続き温かい支援をお願い申し上げます。

最後に、この原稿が皆様の目に触れるころには新しい医学部長・医学系研究科長が決まっていることと思います。新たな執行部のもと、2025年度もさらなるご指導とご鞭撻をよろしく申し上げます。

新年のご挨拶



新年のご挨拶



名古屋大学医学部附属病院長

まるやま しょういち
丸山 彰一

新年あけましておめでとうございます。学友会の皆様には、ご健勝にて新春をお迎えのことと存じます。また、日頃より名古屋大学医学部附属病院（名大病院）の活動に対し、多大なるご理解とご支援を賜り、心より感謝申し上げます。

私は昨年4月に病院長を拝命し、病院経営の厳しさに直面すると同時に当院スタッフの底力を改めて実感しております。

現在、国立大学病院の財務状況は大変厳しく、全体の約70%が赤字であり、20億円以上の赤字を見込む病院も少なくありません。更に、看護師不足により病棟閉鎖を余儀なくされる病院が増えております。当院では比較的順調に看護師を確保し、高い入院稼働率を維持しておりますが、一方で光熱費や原材料費の高騰、人件費の増加により、医業収支は依然として厳しい状況にあります。こうした医業収支の悪化は個々の病院の経営努力で解決できる範囲を超えています。この状況については、社会に向けて積極的に発信し、改善に向けた議論を広げたいと考えています。

昨年11月には国際医療機能評価「JCI認証」の審査では高評価で認定更新が認められ、国立大学病院の中で唯一の認証施設として継続することができました。今回特に、審査員から当院スタッフの対応を高く評価いただいたことは、病院長として大変誇らしく感じております。一方で、更なる医業収入の増加や働き方改革の推進、研究力の増強という相矛盾するタスクをスタッフに求めている現状には心苦しさもあります。そのような状況下でも患者のために安全で質の高い医療を提供し続けている当院のスタッフに心から感謝しております。

ここで、当院の医療安全文化について触れたいと思います。当院では「逃げない、隠さない、ごまかさない」という姿勢を一貫し、不利な情報も積極的に公開してきました。そのため、一部で当院の医療事故が多いとの誤解を受けることもありますが、実際には医療安全水準が着実に向上しており、日本の医療安全をリードする役割を果たしております。この文化を学友会の皆様と共有し、地域全体の医療安全の向上に繋げていきたいと考えてお

ります。

本年の抱負についても述べさせていただきます。

診療機能においては、従来から実施してきた腎臓移植、肝臓移植、心臓移植に加え、2023年には国内で11施設目となる肺移植実施施設に認定されたことで当院の責務のひとつである移植医療が更に充実しました。本年は肺移植第一例目の実施が期待されております。小児医療においては、2023年に起ち上げた“小児循環器センター”の診療体制をさらに強化することとしており、将来的には新生児の重症例にも対応できる全国屈指のトップセンターを目指します。また、救命救急医療体制の整備充実により、救急患者の受け入れ増加による地域貢献と初期研修医教育環境を充実させます。更に、麻酔科新教授のもとで外科手術体制を更に充実させ、手術待ち患者の減少に取り組みます。

臨床研究においては、予定される先端医療開発部の新教授選任による研究支援体制の充実により、新たな医療の創出に取り組んでまいります。また、地域全体で医療および医学研究のレベルを上げていくために、学友会の先生方とともに大学病院と関連病院が共同でコホートを作成するなど、臨床研究を進める体制づくりを目指したいと思っております。昨年10月には鶴舞公園南にSTATION Aiが開業しましたが、ヘルスケア系のベンチャー企業育成も当院の重要な役割の一つと考えています。

管理機能面においては、本年初頭の第8次病院情報システム更新により、業務効率化に取り組むことで、医師の働き方改革による労働環境の改善とあわせて、地域医療への影響を最大限に軽減したいと考えております。また、処遇改善による人材確保はもとより、個々のスタッフのモチベーションの維持、向上にも取り組んでまいります。

名大病院にとって、関連病院は最大の財産です。本年も学友会の先生方と協力し、地域医療と世界の医療・医学の発展に貢献すべく、未来に向かって共に歩んでいきたいと願っております。本年が皆様にとって実り多い一年となりますよう祈念し、新年の挨拶とさせていただきます。

新年のご挨拶



新年のご挨拶

名古屋大学大学院医学系研究科 産婦人科学

かじやま ひろあき
学友会時報部長 梶山 広明



新年あけましておめでとうございます、学友会時報部長を拝命しております名古屋大学大学院医学系研究科産婦人科学の梶山（平成7年卒）でございます。本紙面をお借りして学友会の皆様へ新年のご挨拶を申し上げるとともに少々、念頭雑感を述べさせていただきます。

さて昨年もこうして同じように新年のご挨拶文を書かせていただきました。なんだか1年があっという間に経ってしまった感がいたします。この1年間、自分は一体何をしていたのかなあと改めて感じる瞬間でもあります。皆様もなんとなく肌感覚で1年の長さを感じられていることと思います。これが10倍になると10年になります。10年という時間の長さもある意味この年令になると短くも感じられます。さらに1年を100倍すると100年になります。100年前に生きておられた方はもしかしたら皆様の中にはいるかもしれませんが、少なくとも100年前の時代に社会で活躍された方はまずいないでしょう。100年前はちょうど1925年(大正14年)となります。ちょうど大正時代が終わる直前で、その後に64年間続いた昭和の時代を今にも迎えようとしていた頃になります(1926年1月1日～12月24日が大正15年、12月24日～31日が昭和元年)。世界では第一次世界大戦が1918年に終わり、東の間の平和が訪れました。しかしながら次に到来する混沌の時代に不安を感じる頃でもありました。一方でこの時代はある程度、機械化と電化がされた社会でしたが、庶民はそれよりも昔の江戸時代とさほど変わらない生活をしていました。亡父に聞いたことがあります。囲炉裏で煮炊きして、井戸水を運んで風呂をたいたり、5キロ程度は普通に歩いて通学したりと。電気といっても情けない電灯くらいで今と比べると遥かにスローな社会でした。この100年で社会は大きく変わりました。電化製品やプラスチック製品に溢れかえっています。私が学生時代から生きた30年間をとってみてもインターネット社会が浸透し、高速通信と高速移動が当たり前となりました。子供の頃、SF漫画で見たテレビ電話や小型通信機器によるテレコミュニケーションは

特殊諜報員のものではなく、今では誰もが持つ当たり前の道具となりました。今、我々はさらなる激動の時代に入ろうとしています。未来をよくしようと誰もが思いますが、残念ながら完全には予測しきれません。薬にも薬効と副作用があるように長期的には「便利」と「不便(不利益)」は隣り合わせであることも事実です。今では環境に大きな影響を与えて問題となっているPFOSという有機フッ素化合物も疎水性と疎油性の両方の性質を併せ持ち、フライパンや衣類用の防水スプレーなど、身近な生活用品に「便利」に用いられた歴史を持ちます。今がよくて数十年後の未来になってその真の価値が問われます。機械学習と深層学習を特徴としたAIとどのように向き合いどう活用していくのかは喫緊の課題です。深層学習モデルは極めて高い精度を誇り、しばしば人間の認識精度を超えることがあります。今後、AIを活用することによって、長期的に我々の生活がどのように「便利(快適)」になって、どのように「不便(不快)」になっていくかは、今のところなかなか想像できません。

先人は「中庸」の徳を唱えていました。そして「過ぎたるは及ばざるが如し」とも言っていました。技術の進歩に対して適切な運用をもって、うまく「中庸」の調和がとれたらと願うばかりです。今、我々はちょうど新幹線で高速移動をしている中で、食事をしたり居眠りしたりしているようなものです。平穏に生活をしていても、周りは超高速に移り変わっています。ただ一つ言えることは、時間は一方通行で巻き戻すことはできないということです。我々一人一人が未来を形作っているという自覚と責任をもってさらなる1年間を送っていきたく思います。このような時代の転換期に、学友会の皆様へ少しでも心温まる様々な記事をお届けしたいと考えております。本年も時報部の活動が皆様方の心の架け橋となるよう、スタッフ一同まい進していく所存です。学友会の皆様におかれましては、引き続き温かいご支援を賜りますようお願い申し上げます。

人事トピックス

広島大学大学院医系科学研究科 分子病理学 教授

み い しん じ
三井 伸二

〈経歴〉

2005年3月 名古屋大学医学部 卒業
2005年4月 名古屋第一赤十字病院 初期臨床研修医
2007年4月 名古屋大学大学院医学系研究科 腫瘍病理学 入学
2012年7月 博士(医学)取得
2013年6月 名古屋大学大学院医学系研究科 附属医学教育研究
支援センター 助教
2017年6月 同上 特任助教
2019年5月 名古屋大学大学院医学系研究科 分子病理学 講師
2021年7月 名古屋大学大学院医学系研究科 腫瘍病理学 准教授
2024年11月 広島大学大学院医系科学研究科 分子病理学 教授

〈業績〉

- Mori N, Esaki N, Shimoyama Y, Shiraki Y, Asai N, Sakai T, Nishida Y, Takahashi M, Enomoto A, Mii S*. Significance of expression of CD109 in osteosarcoma and its involvement in tumor progression via BMP signaling. *Pathol Res Pract.* 245: 15443, 2023. (*correspondence)
- Taki T, Shiraki Y, Enomoto A, Weng L, Chen C, Asai N, Murakumo Y, Yokoi K, Takahashi M*, Mii S*. CD109 regulates in vivo tumor invasion in lung adenocarcinoma through TGF- β signaling. *Cancer Sci.* 111: 4616-4628, 2020. (*co-correspondence)
- Mii S, Enomoto A, Shiraki Y, Taki T, Murakumo Y, et al. CD109: a multifunctional GPI-anchored protein with key roles in tumor progression and physiological homeostasis. *Pathol Int.* 69: 249-259, 2019.

学友会の皆様におかれましては、益々ご清栄のこととお慶び申し上げます。この度、2024年11月1日付で広島大学大学院医系科学研究科分子病理学の教授を拝命いたしました。ここに謹んでご挨拶を申し上げます。

私は2005年に名古屋大学医学部を卒業し、名古屋第一赤十字病院(現・日本赤十字社愛知医療センター名古屋第一病院)で初期臨床研修を行いました。その後、2007年に名古屋大学大学院腫瘍病理学(高橋雅英名誉教授)へ入学し、実験病理学の道へと進みました。それ以来、17年以上にわたって分子病理学・腫瘍病理学にてお世話になりました。

大学院へ入学した時点では、これほど長い期間継続して一つの研究室で活動が続けられるとは想像もしていませんでした。これまでがん促進性タンパク質であるCD109という分子に着目したがん研究を一貫して行ってきましたが、このテーマが一区切りしたら留学も含めた新たな研究の展開やキャリアの方向性を模索したいと考えていました。しかしCD109という分子

が持つ可能性やその奥深さに引き込まれ(引きずり込まれ?)、高橋先生の後任である榎本篤教授のご指導のもと、何とか少しは区切りがついたかと思った時にはすでに、かなりの年月が経過していました。振り返るとCD109を中心とした研究成果が細い道筋ながらもしっかりとつながっており、結果として自身の研究の独自性が形作られたのだと思っています。そういった一連の研究成果に対して、日本病理学会学術研究賞を受賞できたことは大変有難いと感じております。

このように一つの研究室で、継続して一つのテーマに取り組むことができたのは、ひとえに高橋先生、榎本先生の安定した教室運営があったからこそと、改めて感謝申し上げます。また、村雲芳樹先生(現・北里大学病理学教授)、浅井直也先生(現・藤田医科大学病理学教授)、市原正智先生(現・中部大学教授)をはじめとする直接ご指導いただいた先生方だけではなく、一緒に研究を続けてくれた同僚の先生方、大学院生の先生方にも感謝の念に堪えません。

名古屋でこれほど長く過ごしたことも驚きでしたが、一方で、地元である広島にこのタイミングで戻ることになったことも自分にとっては大変な驚きでした。そればかりか、学友会の偉大な先輩である故・飯島宗一先生が教授をされていた教室に着任することとなり、重責を感じているところです。

広島大学医学部は医学部(医学科および保健学科)、歯学部、薬学部が揃った霞キャンパスに位置していることから、医学科の教員も他学科、他学部の教育に直接関わっています。他学部の先生が身近にいる環境と言うのが新鮮で日々刺激をうけていますが、医学科と大学病院だけの鶴舞キャンパスにも今思えば「身軽さ」という利点があったのかもしれないと感じています。

今後は、広島における教育および診療に貢献するとともに、病理組織学的な解析を活かしたがん研究をこれまで同様、細い道筋ながらもしっかりと推し進めたいと考えています。特に病理学的な研究の強みである、ヒト組織あるいはマウスを用いた個体レベルでの解析を行うことで、がんと間質の境界領域を対象とした研究をできればと考えております。学友会の先生方と引き続き連携・交流を深めさせて頂くとともに、今後とも一層のご指導、ご鞭撻を賜りますよう、何卒よろしくお願い申し上げます。

なお、広島市では、2025年3月に広島駅の新しい駅ビルが完成し、その後に路面電車の新しいルートが開業、2030年以降に広島駅の北側に1000床の県立病院が開院する予定です。お近くにお越しの際はぜひ広島にお立ち寄り、お声がけ頂ければ幸いです。



研究トピックス

機械学習で「心の揺れ・葛藤」を定量化する

先端応用医学講座 システム生物学分野 教授 **ほんだ なおき**
本田 直樹

要旨

様々な精神疾患は、非合理的な意思決定や心の揺らぎとして理解することができます。従来の意思決定理論である強化学習や自由エネルギー原理は、神経科学や精神医学で重要な役割を果たしてきましたが、最適性や合理性を前提としており、非合理性を十分に説明することは困難でした。本稿では、非合理性を取り入れた新たな意思決定理論を提案し、それに基づいた行動データから心の揺らぎを解読するデータ駆動的アプローチを紹介します。

意思決定の限定合理性

私たちはどのようにして外界を認識し、意思決定を行っているのでしょうか。私たちは感覚系を通じて外界を認識し、意思決定を行います。しかし、私たちを取り巻く環境はあいまいで不確実であり、脳の計算能力の限界や意思決定の時間的制約などの影響により、常に最適な意思決定が行えるわけではありません。この概念は「限定合理性」と呼ばれます¹。

この「限定合理性」によって非合理的な行動が生じることがあります。例えば、「報酬」と「知りたい欲求(好奇心)」のどちらを優先するかという葛藤が挙げられます。好奇心が低い人は、不確実性を避けて予測可能な行動を選ぶ傾向があり、好奇心が強い人は未知を探索する行動を取ります。このバランスの違いは、自閉症スペクトラム障害(ASD)や注意欠陥多動性障害(ADHD)と関連付けられる場合もあります。さらに、「楽観」と「悲観」の間の心の揺れも重要です。リスクを回避する人は安全な選択を好み、最低限の報酬を得ますが、リスクを取る人は不安定ながらも時折大きな報酬を得る可能性があります。極端な場合、不安障害やギャンブル依存症と関連付けられることがあります。こうした非合理的な心の揺れや葛藤を数値化することは、意思決定の全体像を解明し、精神疾患の評価や治療法の開発に役立つ可能性があります(図1)。

従来の意思決定理論

これまで、意思決定は主に「強化学習」を用いてモデル化されてきました²。強化学習は、エージェントがよ

り多くの報酬を得るための行動を説明する理論です。しかし、探索行動を受動的かつランダムな選択として扱うため、積極的な探索行動を十分に説明できません。一方で、実際のヒトや動物は、好奇心によって環境の不確実性を最小化するような積極的な探索行動を取ると考えられています。

近年、カール・フリストン博士が提唱した「自由エネルギー原理」は、脳がベイズ推定を用いて外界を認識する「ベイズ脳仮説」に基づいています³。この理論では、感覚器を通じて得た観測をもとに外界の状態を確率分布として推定し、観測データに応じて認識を更新します。また、自由エネルギー原理は、認識のあいまいさを最小化する行動(能動的推論)を説明します。さらに、この理論では「期待自由エネルギー」という行動スコアが提案されています⁴。期待自由エネルギーは次のように表されます：

$$U(a) = E[\text{Reward}] + E[\text{Information}]$$

ここで、 $E[\text{Reward}]$ は行動 a によって得られる報酬の期待値を表し、 $E[\text{Information}]$ はその行動が新たな観察を通じて認識をどれだけ更新できるか、すなわち情報量の期待値を表します。このスコアに基づいて、報酬と情報量の和が最大となる行動が選択されるとされています。この仕組みによって、単なる報酬追求だけでなく、不確実性を減らすための探索行動も説明可能となり

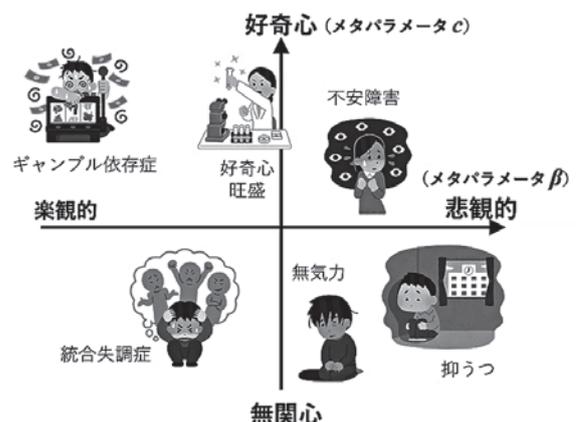


図1 意思決定の定量的評価による精神疾患の層別化(イメージ)

ます。

しかし、これらの理論は最適性や合理性を前提としており、非合理的な意思決定や心の揺らぎを十分に説明することはできませんでした。

報酬と好奇心との葛藤を導入した新自由エネルギー原理

従来の自由エネルギー原理では、期待自由エネルギーにおける報酬と情報量の重み付けが一定であると仮定され、好奇心の強さも固定されていると想定されていました。しかし、実際のヒトや動物は、状況に応じて報酬を重視する行動や好奇心に従う探索行動を切り替えることがあり、報酬と好奇心の間の葛藤や非合理性を十分に説明することは困難でした。

そこで、私たちは情報量項の重み付けを調整するメタパラメータ c を導入し、自由エネルギー原理を拡張しました：

$$U(a) = E[\text{Reward}] + c E[\text{Information}]$$

ここで、 c は好奇心の強さを表し、その値によって意思決定の非合理性が表現されます。例えば、 $c = 1$ は報酬と好奇心のバランスが取れた合理的な行動を示しますが、 $c > 1$ の場合、報酬を無視して好奇心に従った探索行動が優先され、極端になると非合理的になります。一方、 $c < 0$ の場合、好奇心を避けて保守的な行動に偏り、これも非合理的と見なされる場合があります。この拡張により、報酬と好奇心の葛藤を含む多様な非合理的行動や意思決定のプロセスをモデル化することが可能となりました。

心の揺れ・葛藤を解読する逆自由エネルギー原理法

次に、この新自由エネルギー原理を行動データへと応用することで、動物が持つ認識や葛藤を読み解きました⁵。行動として、神経科学で使用される二者択一課題（バンドレット課題）に注目しました（図2a）。二者択一課題では、動物は2つの選択肢のうちどちらかを選択し、確率的に報酬としてのエサが与えられ、その試行を繰り返すことで、よく多くの報酬を獲得できる選択肢を学習していきます。また報酬確率が時間的に変化すると、動物はどちらの選択肢が有利か分からなくなり、好奇心を発揮して再学習する必要に迫られます。

そこで我々は、二者択一課題における行動データ（図2b）から、動物が抱く認識と好奇心の解読する機械学習法「逆自由エネルギー原理法」を開発しました⁵。そして、実際のラットの行動データへと応用することで、ラットが抱く認識と好奇心の解読を行いました（図2c, d）。その結果、ラットは平均して負の好奇心を持ち、既知の選択肢に固執する傾向があることが判明しました。一方で、報酬確率が変動すると認識が不確実になり、それに伴って好奇心が上昇することも確認されました。これらの結果は、動物が環境の変化に応じて認識を再構築し、好奇心を反映した意思決定を調整する仕組みの理解に寄与すると考えられます。

まとめ

本研究では、データ駆動的アプローチを通じて好奇心を明らかにすることの重要性を示しました。好奇心は、意思決定における報酬と情報量の葛藤を引き起こす要因であり、その神経機構を解明する鍵となります。これま

での自由エネルギー原理に関する多くの研究は、動物の意思決定がベイズ最適であるという前提に基づいて構築されてきました。そのため、報酬と好奇心の葛藤が意思決定に与える影響や、非合理的な意思決定プロセスを扱う試みはほとんど行われていませんでした。また、行動データを用いて報酬と好奇心の時間的バランスを解析する手法も確立されていませんでした。本稿で紹介したアプローチにより、好奇心の時間変動とその神経相関を解析することが可能になります。この手法を応用することで、報酬と好奇心の葛藤が生じる神経基盤を解明する新たな視点を得られるかもしれません。今後、さらなる研究を通じてこのアプローチを拡張し、意思決定や精神疾患の理解に新たな知見を提供できることが期待されます。

文献

1. Ortega PA, Braun DA. Thermodynamics as a theory of decision-making with information-processing costs. *Proceedings of the Royal Society A*, 469, 2153 (2013)
2. Sutton RS, Barto AG. Reinforcement Learning: An Introduction, second edition. Bradford Books (2018)
3. Friston K. The free-energy principle: A unified brain theory? *Nature Review Neuroscience* 11, 127-138 (2010).
4. Friston K et al. Active inference and epistemic value. *Cognitive Neuroscience* 6, 187-214 (2015)
5. Konaka Y, Naoki H. Decoding reward-curiosity conflict in decision-making from irrational behaviors. *Nature Computational Science volume 3*, 418-432 (2023)

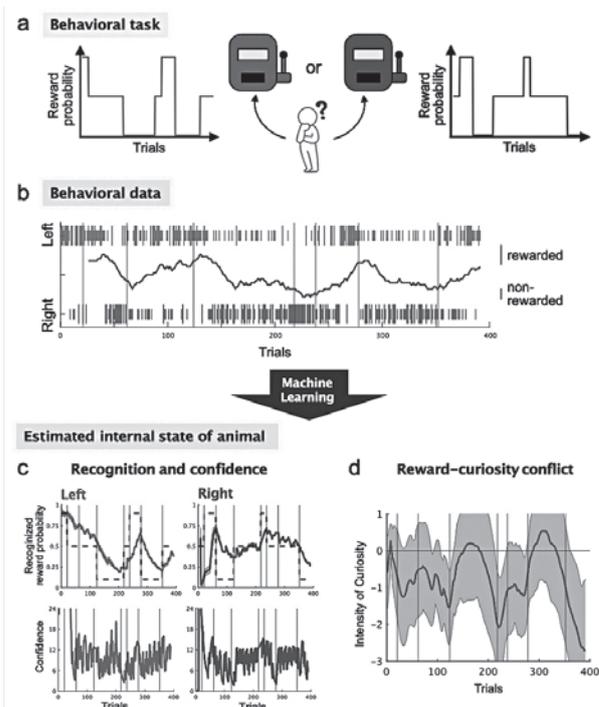


図2 行動データから解読された認識と報酬と好奇心との葛藤