

2022年1月3日

第3451号

週刊（毎週月曜日発行）
発行＝株式会社医学書院
〒113-8719 東京都文京区本郷1-28-23
TEL (03) 3817-5694 FAX (03) 3815-7850
E-mail: shinbun@igaku-shoin.co.jp
COPY 出版者著作権管理機構 委託出版物

New Medical World Weekly

週刊医学界新聞



医学書院

www.igaku-shoin.co.jp

今週号の主な内容

- 特集 脳とAIをつなぐBCI……1—7面
 - ・[カラー解説]医療応用の実現に向け産学で加速するBCI研究(紺野大地, 柳澤琢史)
 - ・[座談会]BCI研究が描く2050年の医療(柳澤琢史, 池谷裕二, 金井良太, 川合謙介, 西村幸男)
- [座談会]ヒトは再び月をめざす(岩崎賢一, 金井宣茂, 三丸敦洋)……8—9面
- [座談会]マンガ×医療=∞!!(中垣恒太郎, 小比賀美香子, 福井謙)……10—11面
- 新春随想……12—15面

脳とAIをつなぐ

ブレイン・コンピュータ・インターフェース

BCI

臨床応用はどこまで近づいているのか

大阪大学高等共創研究院 教授
柳澤 琢史 ●監修

脳の情報を読み取り機械とつなぐ技術「Brain-Computer Interface (BCI)」の研究は近年、急速な進化を遂げている。人工知能 (AI) の登場で脳信号の解読技術が格段に進歩し、アカデミアだけでなく産業界も参入しての臨床試験が始まっている。BCIの実用化はどこまで迫っているのか。そして、人間の脳をコンピュータと接続することで人々や社会にどのような恩恵をもたらすのか。国内外の研究動向を踏まえ、実用化に向けたビジョンを描く。

医療応用の実現に向け 産学で加速するBCI研究

●執筆
東京大学医学部附属病院老年病科
紺野 大地
大阪大学高等共創研究院 教授
柳澤 琢史

米国の実業家イーロン・マスク氏が率いるNeuralinkは2021年4月に、同社が開発したデバイスを脳に埋め込まれたサルが脳活動だけでピンポンゲームをするデモを公開した(YouTube, <https://bit.ly/3GrZsLR>)。同社は2016年に創業後、数百億円の資金を調達し、驚異的な速さでBrain-Computer Interface (BCI) の開発を進め、数千チャンネルで脳活動を計測・刺激できるコイン程度の大きさのデバイスを実現した。

これらの技術は1990年代から着実に開発が進んできたBCI技術の延長ではあった。しかし、脳に自動で大量の電極を植え付ける手術ロボットや、省電力で高性能な埋め込み型装置、実用化への明確なプランなどが、TeslaやSpaceXなども経営する同氏に対して抱くブランドイメージや、「人がAIと一体化する」という未来予想とも合わせ、大きな話題となった。

2021年には、臨床応用をめざす侵襲型BCIの研究開発でも大きな進展が報告された。特に深層学習(Deep Learning)などのAI技術を用いて、人が頭の中で思い浮かべた言葉を脳から高精度かつ高速に読み出す技術の進展は、重度麻痺患者の意思伝達をBCIによって実用的なレベルで再建できるターニングポイントとも言え、BCIの臨床応用の現実性を高めている。

本稿では侵襲型BCIを中心に過去のマイルストーンとなる研究を振り返るとともに、近年進歩が目覚ましい侵襲型BCIの最新研究を解説する。そ

して、BCIに関する日本の現在のプロジェクトを紹介したい。

侵襲型/非侵襲型 BCI それぞれの特徴は

BCIとは、脳と機械を直接つなぎ、脳情報の読み取りや書き込みを通じて脳機能を補填・増進させる技術の総称である(図1)。例えば重度の運動麻痺がある患者でも、念じるだけでロボットアームや車椅子を動かしたり、コンピュータを制御して意思を伝えたりできる技術として臨床応用が期待されている。

BCIは脳情報を読み取る手段により、①侵襲型BCIと②非侵襲型BCIの大きく2つに分類される(図2)。侵襲型BCIとは、脳信号の記録に手術を必要とするタイプであり、微小な剣山状電極を脳に刺入するタイプと皿状電極を脳表や硬膜外に置く低侵襲のタイプ(皮質脳波, Electrocorticography: ECoG)が一般的である。侵襲型BCIは手術を必要とする代わりに記録できる脳信号の質が良く、また近年のAI技術や体内埋め込み型デバイスの発展により、高い精度の脳情報を得られるようになったことから、医療応用が現実的な段階となっている。

一方、手術を必要としない非侵襲型BCIは、頭皮脳波(Electroencephalography: EEG)や磁気共鳴機能画像法(functional Magnetic Resonance Imaging: fMRI)、脳磁図(Magnetoencephalography: MEG)などが用いら

れる。非侵襲型BCIは既にリハビリテーションなどに用いられ、本邦の「脳卒中治療ガイドライン」でも紹介されるようになった。

歴史に見るBCI研究 2つのブレイクスルー

侵襲型BCIの研究は、運動に関連する基礎的神経科学の研究から発展した研究と、医療応用を見据えてNeural Decodingを基盤として発展した研究の2つに大別できる。図3の通り、1986年にGeorgopoulosらは運動野の神経発火頻度と上肢の運動方向との関係を明らかにし、神経発火頻度に応じたベクトルの集合で上肢の運動方向を推定できると示した¹⁾。BCI研究の幕開けとなるブレイクスルーである。さらにChapinらは、ラットが運動野の神経活動を制御して、自らが体を動かさずに機械を動かす学習ができると示した²⁾。これらの基盤的研究を受けて、2000年にはサルが念じるだけでロボットアームを操作してジュースを飲むことに成功し³⁾、2006年には脊髄損傷患者がBCIを利用してコンピュータを操作できたと報告された⁴⁾。

いずれの研究も微小な剣山状電極を用いて神経細胞一つひとつの活動を計測することで高精度な運動情報を抽出し、高性能なBCIを実現している。しかし、剣山状電極の大きな課題は侵襲度の高さにある。微小な電極であるが、感染症や血管損傷のリスクがある他、時間の経過とともに電極自体の劣化や電極周囲の炎症反応のために、信号が劣化しやすい問題点もある。実際、これまでにヒトを対象に利用された場合の多くで、電極の劣化を受けて数年で抜去されており、臨床で安定して利用できないことが課題となっている。

そこで2010年代以降、侵襲型BCI研究のブレイクスルーを後押ししたのがAI技術の進化だ。侵襲度の高さによるデメリットを補うため、より侵襲度の低いシート型の皮質脳波に、AI

技術に基づくNeural Decodingを用いた手法が臨床応用を見据えて研究されてきた。皮質脳波は直径1~3mmほどの電極をシート状に配置し、脳表に留置することで、神経活動を記録する。剣山状電極に比べると脳への損傷が少なく信号の安定性が高い⁵⁾。それに加え、広い範囲の脳活動を一度に計測できるメリットがある。剣山状電極に比べて得られる脳情報の質は低下するが、Neural Decodingを使うことで、より多くの情報を抽出できる⁶⁾。信号としては頭皮脳波に近く、重症ALS患者に対する頭皮脳波BCIの知見を応用できるメリットもあった⁷⁾。

実際、2008年から日本で行われ、現在は日本医療研究開発機構(AMED)が事業を担う「脳科学研究戦略推進プログラム」では、皮質脳波にNeural Decodingを適用することで、麻痺患者がロボットを制御できると示された⁸⁾。これらの研究は、当初から臨床応用を強く意識した開発がなされた点が特徴である。2016年には、脳深部刺激療法(Deep Brain Stimulation: DBS)用の埋め込み型デバイスを用い、運動野から記録した皮質脳波を介して、ALS患者が念じるだけで文字入力ができたと報告されている⁹⁾。また、同装置は長期安定して利用できていると報告された⁹⁾。さらに2019年には、脊髄損傷患者の硬膜外に留置する長期埋め込み型の皮質脳波計が開発され、長期間の訓練により外骨格ロボットを制御して3次元の腕運動や歩行機能などを再建したとの研究が発表された¹⁰⁾。

産業界を巻き込み 研究と開発が進展か

このように侵襲型BCIの臨床応用に向けた研究は基礎と臨床の両面から着実に進んでいる。さらにこの1~2年で革新的な成果が立て続けに発表されている。2021年5月にWillettらは、神経活動から高速・高精度に文字を推

図1 脳と機械をつなぎ脳機能を補填・増進させるBCI

脳や脊髄などとBCIの接続には、①出力型、②入力型、③双方向型の3パターンがある。①の出力型では主に運動機能や言語機能の再建(例:ロボット制御、文章翻訳など)、②の入力型では感覚機能の再建(例:人工内耳や人工網膜)がめざされる。③の双方向型は、てんかんやパーキンソン病など精神神経疾患の治療に応用が期待される。

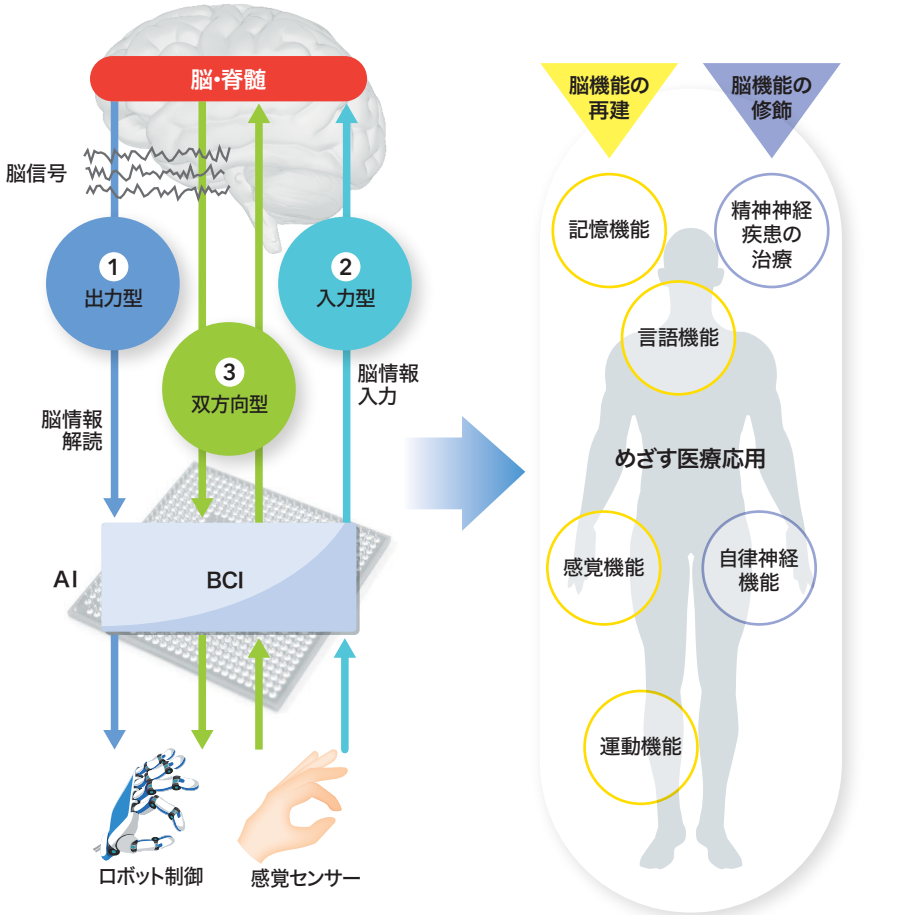


図2 BCIの主な分類

侵襲型と非侵襲型の2つに大別される。脳への書き込みでは、脳への適切な刺激によって狙った運動や感覚を生じさせる。一方、脳情報の読み取りは近年、AIの利用でより高精度に行えるようになってきている。読み取りと書き込みを同時に行う閉回路型双方向BCIの研究も進む。

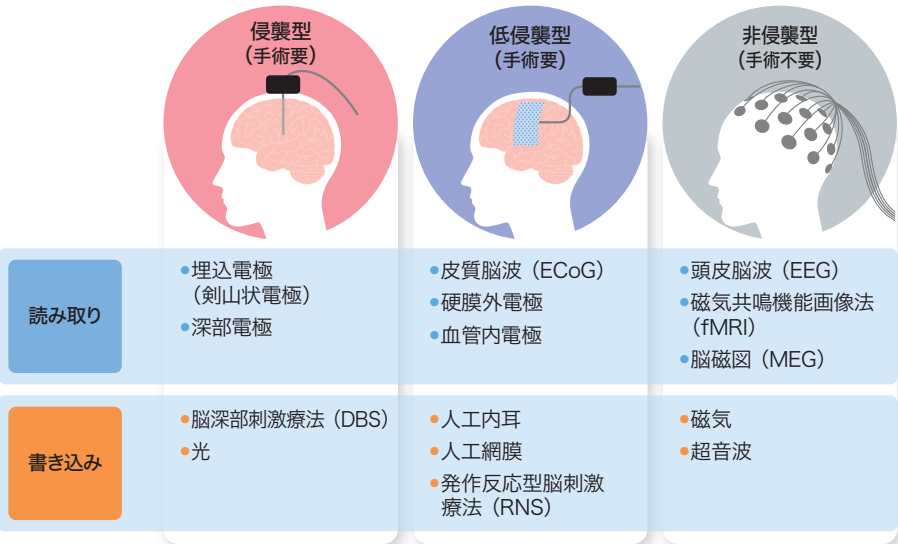


図3 侵襲型BCI研究の歴史

1980年代の神経発火原理の解明に始まったBCI研究は、AIが登場した2010年代以降、解読の精度が飛躍的に向上。深層学習（Deep Learning）の発展による高精度で高速な意思伝達や、感覚再建の臨床応用に向けた研究が加速している。

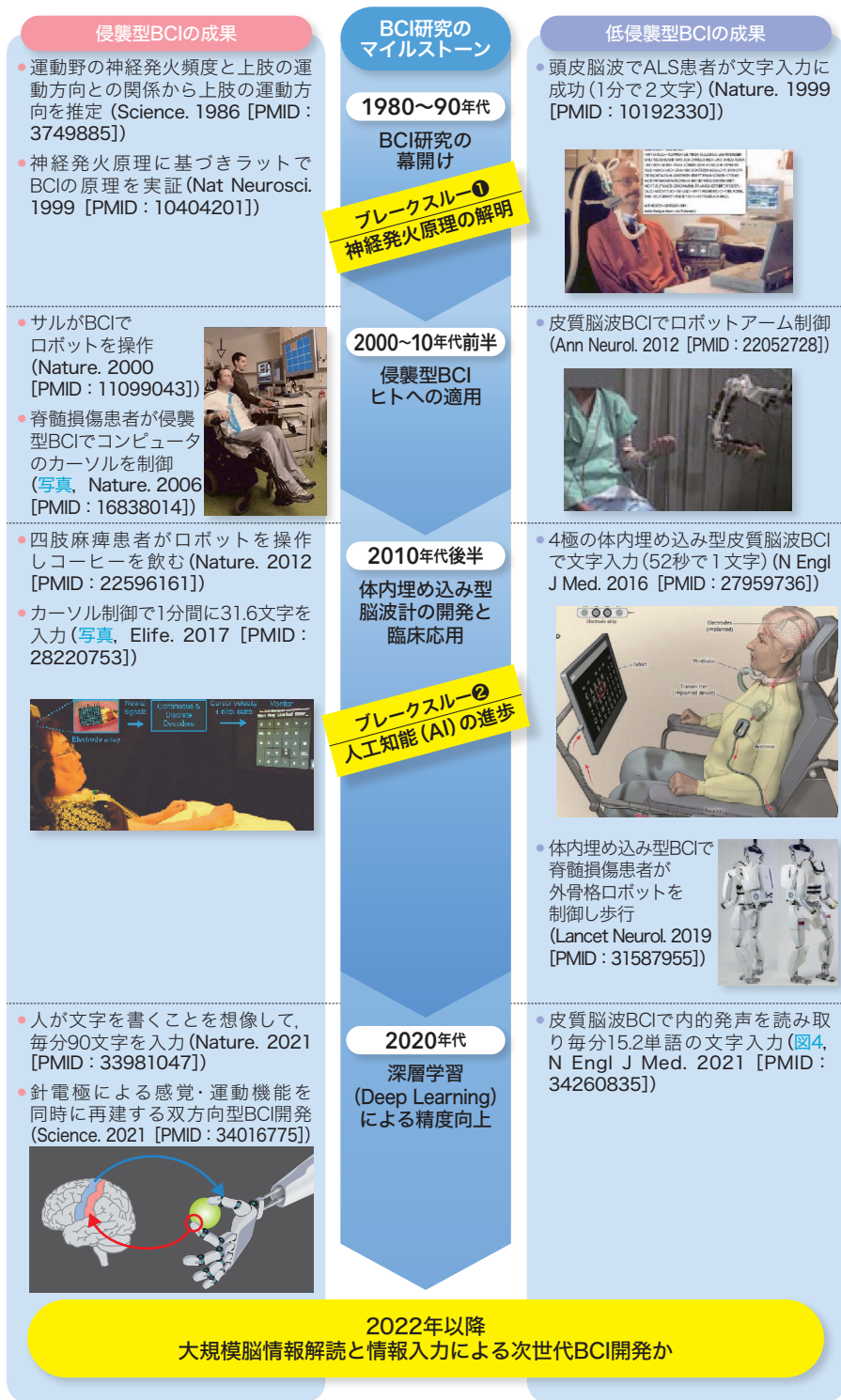
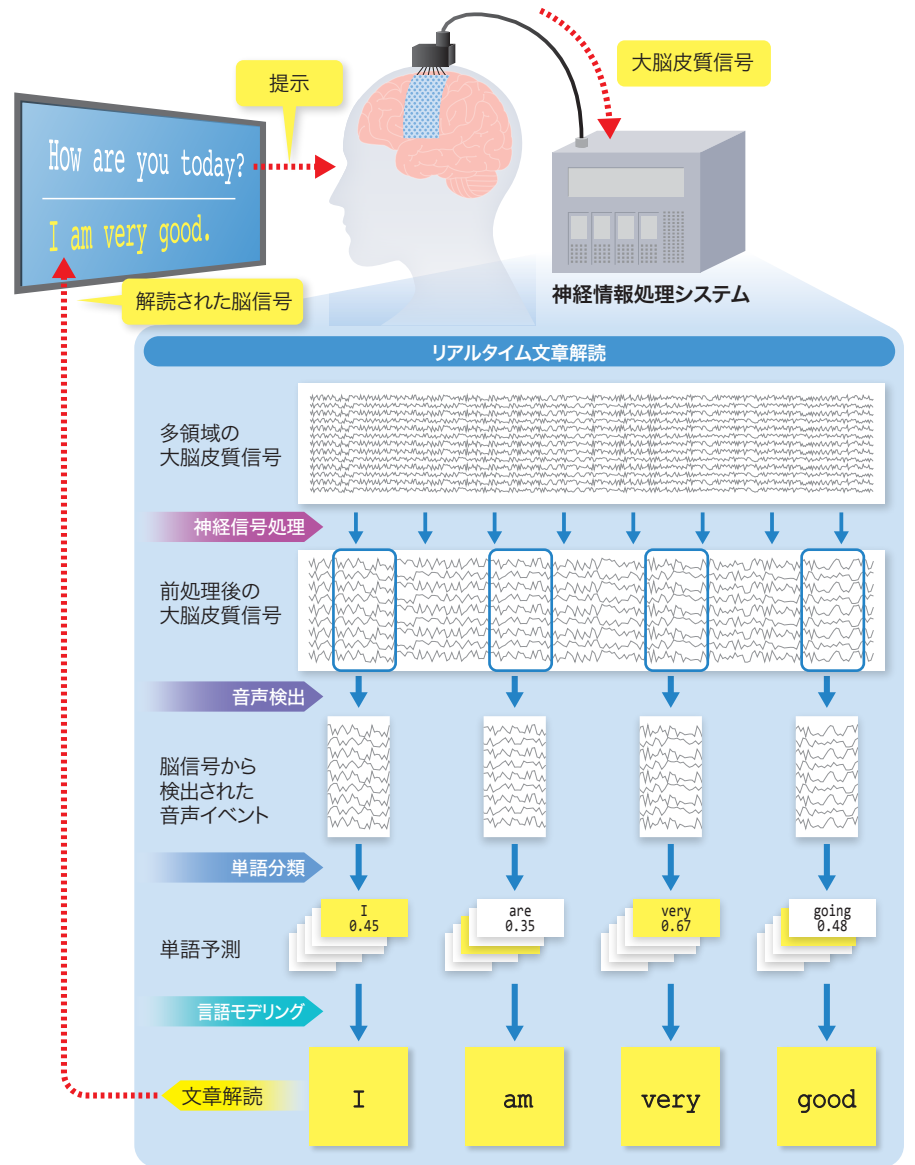


図4 脳幹梗塞患者の皮質脳波から言葉を翻訳する研究 (文献12より作成)

脳幹梗塞により重度の構音障害と四肢麻痺がある患者にシート状の脳表電極を埋め込み、患者が発声しようとする単語を神経活動から翻訳することに成功した。翻訳速度は毎分15.2単語と、皮質脳波を用いた研究では最高を記録した。



日本のBCI研究の展望と熟考すべき倫理的課題

世界的なBCI研究の状況をここまで紹介してきた。翻って日本におけるBCI研究の現在地はどうか。

まず注目すべきは、科学技術振興機構（JST）が推進し、2020年より始まったムーンショット型研究開発事業の一つ、「身体的能力と知覚能力の拡張による身体の制約からの解放」だろう。従来技術の延長ではない、より大胆な発想に基づく挑戦的な研究開発（ムーンショット）を日本から生み出そうとする内閣府主導のプロジェクトであり、BCI研究におけるイノベーションを目標としている。同プロジェクトには、サルやマウスなどを用いた実験に始まり、BCIの数理的側面に主眼を置いた基礎研究や、人間における臨床応用を目標とした研究などさまざまな領域の研究者が参画している。特に、体内埋め込み型デバイスを用いた侵襲型BCIを日本の臨床で実際に利用することを目標としている点は特筆に値し、同プロジェクトから果たしてどのような成果が生まれるのか、数年後を期待して待ちたい。

また、より基礎研究に近い領域では、JSTの戦略的創造研究推進事業（ERATO）「脳AI融合プロジェクト」も進行中である。人工知能を用いて脳の新たな能力を開拓し、脳の潜在能力を見極めることを目的としたプロジェクトであり、将来的にBCI研究につながる成果が生まれることが期待される。プロジェクトでは、マウスやラットが自らの神経活動のみならず、血糖値や体温をコントロールできるかという野

心的な課題にも挑戦する。もしこれらが実現されれば、幅広い臨床応用の可能性が生まれ得る。

BCI研究はこのような大きな可能性を秘める分野ではあるが、将来的な医療応用を考えた場合には倫理面の熟考が不可欠である。先ほど紹介したムーンショット型研究開発事業では、BCIの有効性や安全性について科学的なエビデンスを取りまとめたガイドラインの策定に向け活動を開始している。BCIのメリットだけでなくその危険性も含めて議論を行うことは、BCIの将来を考える上で待ったなしの課題と言えるだろう。

参考文献

- 1) Georgopoulos AP, et al. Science. 1986 [PMID : 3749885]
- 2) Chapin JK, et al. Nat Neurosci. 1999 [PMID : 10404201]
- 3) Wessberg J, et al. Nature. 2000 [PMID : 11099043]
- 4) Hochberg LR, et al. Nature. 2006 [PMID : 16838014]
- 5) Chao ZC, et al. Front Neuroeng. 2010 [PMID : 20407639]
- 6) Kamitani Y, et al. Nat Neurosci. 2005 [PMID : 15852014]
- 7) Vansteensel MJ, et al. N Engl J Med. 2016 [PMID : 27959736]
- 8) Yanagisawa T, et al. Ann Neurol. 2012 [PMID : 22052728]
- 9) Pels EGM, et al. Clin Neurophysiol. 2019 [PMID : 31401488]
- 10) Benabid AL, et al. Lancet Neurol. 2019 [PMID : 31587955]
- 11) Willett FR, et al. Nature. 2021 [PMID : 33981047]
- 12) Moses DA, et al. N Engl J Med. 2021 [PMID : 34260835]
- 13) Flesher SN, et al. Science. 2021 [PMID : 34016775]
- 14) Norman SL, et al. Neuron. 2021 [PMID : 33756104]

定し単語を出力できることを報告した¹¹⁾。その内容は、脊髄損傷による四肢麻痺患者の脳に192本の針型電極を埋め込み、被験者が頭の中で想像している文字を神経活動から推定するものである。リアルタイムの推定精度は94%に到達し、速度は毎分90文字を達成した。これは従来の針型電極における最高速度（毎分40文字）を大幅に上回っており、一般人におけるスマートフォンの入力速度が毎分115文字程度であることを考えても、大きなブレークスルーと言える。

皮質脳波においても、2021年7月に目をみはる成果が報告された（図4）¹²⁾。この研究では、脳幹梗塞により重度の構音障害と四肢麻痺がある患者の運動野にシート状脳表電極を埋め込み、患者が発声しようとしている単語を皮質脳波からAIで翻訳した。翻訳速度は毎分15.2単語（文字数ではなく単語数である点に注意）であり、皮質脳波を用いた研究では本稿執筆時点で最高の性能である。

この他にも、神経活動をもとに操作したロボットアームの動きを一次感覚野に電気刺激としてフィードバックする双方向型BCIにより、操作性能を向上させたとする報告¹³⁾や、電気活動ではなく超音波で記録した脳活動データを用いたBCI¹⁴⁾など、全く新

しいタイプのBCIも生まれつつある。

さらに近年は、アカデミアのみならず産業界の進歩も目覚ましい。産業界におけるBCI研究の中心にいる企業が、冒頭に紹介したイーロン・マスク氏設立のNeuralinkである。彼らは従来よりもはるかに質の高い針型電極を作り上げ、さらにはその電極を自動で埋め込む手術ロボットまでも開発している。これまでのBCI研究で用いられていた針型電極の数は100本前後であったが、Neuralinkは1つのチップに数千個の電極を含むデバイスを作り上げ、さらにそれを複数個埋め込むことで合計1万以上の電極から神経活動を記録することを技術的に可能にした。

脳に電極を埋め込んだサルが人工知能の力を借りて、念じるだけでピンポンゲームをプレイした結果自体は科学的に新しいものではない。しかし、将来の臨床応用を見越した上での各種デバイスの設計や、進捗のスピード感は産業界ならではのと言えるだろう。

Neuralinkに限らず、近年では米Kernelや米豪に拠点を置くSynchronのようにBCI研究に力を入れる企業が増えている。BCI研究はこの先アカデミアの中だけでなく産業界をも積極的に巻き込み、ますます進展すると期待される。

新年号特集 | 脳とAIをつなぐBCI——臨床応用はどこまで近づいているのか

BCI 研究が描く 2050 年の医療

脳とコンピュータをつなぐ BCI 研究が近年急速に進展した背景には、AI の登場がある。今、医療応用の可能性はどこまで現実性を持つのか。BCI の国内大規模プロジェクトに参画する研究者と、侵襲型デバイスを臨床で用いる脳神経外科医が出席した本座談会では、医療応用に向けた研究の現状と課題を議論。BCI が患者の希望に応え、そして社会に受容される 2050 年を展望する。



大阪大学高等共創研究院 教授
柳澤 琢史氏●司会

東京大学大学院薬学系研究科
薬品作用学教室 教授
池谷 裕二氏

株式会社アラヤ 代表取締役
金井 良太氏

自治医科大学医学部脳神経外科 教授
川合 謙介氏

東京都医学総合研究所
脳・神経科学研究分野 プロジェクトリーダー
西村 幸男氏

柳澤 BCI 開発への産業界の参入が、大きなインパクトを与えています。米国の Neuralink が 2019 年に発表した、ヒトを対象に BCI の臨床試験を行うとの方針は、日本の研究者にも驚きを与えました。中国でも同様に、商業化に向けてデバイスを作る動きがあります。背景には、AI を用いた「第 4 次産業革命」への注目から、ニューロサイエンスを産業に応用したいとの期待の高まりがあります。池谷 Deep Learning の登場で脳信号の Decoding (解読) 精度が飛躍的に向上したのは、BCI の臨床応用に向けた研究が加速するターニングポイントと言えます。発声や文字起こしなどは自然言語処理技術の進展によるところが大きいですね。脳科学研究の技術だけでなく、工学分野を含め科学の全体的な底上げが貢献しています。

金井 特にここ 5 年ほどの進歩は目覚ましいものがあります。2021 年には、Deep Learning を用いて大脳皮質の活動から、発話しようとする文章を解読したと報告されました¹⁾。今後は脳信号を読み取るだけでなく、生成にも AI 技術の活用が見込まれ、実用化のイメージもよりリアリティを持ちます。川合 脳神経外科領域においても、コンピュータのデータ処理能力や記録メディアの進歩に伴い、頭蓋内電極の空間的な高密度化や記録周波数の広域化が進められています。電極の高密度化によって、脳機能の局在や信号処理の新たな知見が 2010 年代以降相次ぎ、難治性てんかんやパーキンソン病に対する治療の考え方が変わりました。西村 以前の BCI は運動機能回復のためにロボットアームは動かせても、感覚まではうまく伝達できませんでした。ところが、Decoding 技術の向上の他、運動と感覚の双方向性機能再建に閉回路型双方向 BCI が登場するなど、BCI 研究の状況は大きく様変わりしています。柳澤 つい 10 年ほど前は、刺入型電極による BCI でなければ実用的な BCI に要する精度を得られないと考えられていました。それが AI の登場と Decoding 精度の向上を受け、多チャンネルの信号から取得できる情報の最大化だけでなく、出力する言語の文脈からの推定や、脳以外の情報との組み合わせも可能となったわけです。私たちの研究グループもこれまでに、計測される皮質脳波や、脳から出る微弱な磁気を計測する脳磁図を使った BCI を開発し、AI による解読で意図を読み取ろうとしています。金井 この先、読み取り技術だけでなく入力技術の向上も BCI 研究の動向を左右するでしょう。ヒトへの臨床応用は現状ではまだ難しいものの、神経細胞の活動を光で制御する光遺伝学 (optogenetics) のような革新的手法も注目を集めていますね。池谷 2021 年には、光受容タンパク

質の一種であるチャネルロドプシンを用いた視覚復元が、初めてヒトを対象に行われました。となれば、脳活動の制御への応用もそう遠くないでしょう。私たちの研究室でも、マウスではありますが、そうした脳への信号送信の技術開発を行っています。柳澤 侵襲型 BCI 開発の転換点として、研究開発に参入する医師が増えたことも見逃せません。10 年前は刺入電極を扱う研究機関は米国でもわずか 2 大学だけで、皮質脳波はてんかん患者での計測にとどまっていました。それが今では、米国の多数の大学やオランダ、フランスの参入もあり、皮質脳波でも埋め込み型デバイスを中心に医療応用をめざした医師主導の臨床研究が進んでいます。BCI 研究は今、ハード、ソフトの両面で実にエキサイティングな状況と言って良いでしょう。計測技術や AI による脳情報解読技術がさらに発展することで、治療ターゲットとなる疾患が増えると期待されます。

福度と生産効率の向上が共存できる未来を見据えています。柳澤 具体的にどのような研究を行っていますか。池谷 私たちの研究室では 4 つのアプローチで実験を進めています (図 1)。1 つはマウスに情報センサー内蔵チップを埋め込み、脳の活動を AI で解読する「脳チップ移植」、2 つ目は潜在的な神経情報を解読し、脳にフィードバックする「脳 AI 融合」、3 つ目は AI を介して脳をインターネットに接続する「インターネット脳」、そして 4 つ目が複数脳の AI 連結による脳機能創発「脳脳融合」です。柳澤 AI と脳の融合は、医学分野にとどまらず産業界でも関心の高いトピックですね。AI と脳の研究を行う金井さんは現在、内閣府が主導するムー



柳澤 琢史氏

やなぎさわ・たくふみ 2004 年阪大医学部卒。09 年同大学院医学系研究科修了。博士 (医学)。同大学院医学系研究科保健学専攻神経機能診断学助教、同国際医工情報センター臨床神経医学寄附研究部門講師などを経て、18 年 4 月より現職。BCI 技術を ALS 患者への適用や難治性疼痛である幻肢痛治療に応用する研究を行う。文部科学大臣表彰若手科学者賞 (2013 年)、てんかん財団研究褒賞 (2021 年) など受賞。内閣府ムーンショット型研究開発事業では侵襲型 BMI の臨床応用に向けた開発を担う。



川合 謙介氏

かわい・けんすけ 1987 年東大医学部卒業後、同大医学部脳神経外科学教室入局。米国立衛生研究所 (NIH) 訪問研究員、東大医学部脳神経外科准教授などを経て、2013 年 NTT 東日本関東病院脳神経外科部長 (脳卒中センター長、てんかんセンター長兼任)。16 年より現職。専門の脳神経外科ではてんかんの外科治療を中心に行う。「てんかん診療ガイドライン」作成委員会委員として『てんかん診療ガイドライン 2018』(医学書院) の策定に携わる。共著書に『臨床てんかん学』(医学書院) など。

January
2022

新刊のご案内

医学書院

●本紙で紹介の和書のご注文・お問い合わせは、お近くの医書専門店または医学書院販売・PR部へ ☎03-3817-5650
●医学書院ホームページ (https://www.igaku-shoin.co.jp) もご覧ください。

今日の治療指針 2022年版

私はこう治療している
総編集 福井次矢、高木 誠、小室一成
デスク判: B5 頁2224 定価: 20,900円[本体19,000+税10%]
[ISBN978-4-260-04776-0]
ポケット判: B6 頁2224 定価: 16,500円[本体15,000+税10%]
[ISBN978-4-260-04777-7]

治療薬マニュアル 2022

監修 高久史郎、矢崎義雄
編集 北原光夫、上野文昭、越前宏俊
B6 頁2882 定価: 5,500円[本体5,000+税10%]
[ISBN978-4-260-04783-8]

症例で学ぶ外科医の考えかた

外科診療の基本がわかる30症例
原書編集 de Virgilio C. Grigorian A
訳者代表 今村清隆
B5 頁248 定価: 6,600円[本体6,000+税10%]
[ISBN978-4-260-04784-5]

緊急ACP

VitalTalkに学ぶ悪い知らせの伝え方、大切なことの決め方
編集 バイタルトーク日本版
著 伊藤 香、大内 啓
A5 頁160 定価: 2,530円[本体2,300+税10%]
[ISBN978-4-260-04860-6]

誰も教えてくれなかった皮膚の 診かた・考えかた【Web動画付】

松田光弘
A5 頁264 定価: 4,400円[本体4,000+税10%]
[ISBN978-4-260-04679-4]

老人のリハビリテーション (第9版)

原著 福井啓彦
執筆 前田眞治、下堂蘭恵
B5 頁440 定価: 6,600円[本体6,000+税10%]
[ISBN978-4-260-04805-7]

PT臨床評価ガイド

編集 畠 昌史、藤野雄次、松田雅弘、田屋雅信
A5 頁656 定価: 6,820円[本体6,200+税10%]
[ISBN978-4-260-04295-6]

PT国家試験専門問題 できるもん・でたもん 一問一答!!

編集 「標準理学療法学・作業療法学」編集室
四六判 頁652 定価: 4,620円[本体4,200+税10%]
[ISBN978-4-260-04862-0]

いたみの教科書

「疼痛医学」ダイジェスト版
編集 一般財団法人 日本いたみ財団
A5 頁120 定価: 2,420円[本体2,200+税10%]
[ISBN978-4-260-04906-1]

看護コミュニケーション (第2版)

基礎から学ぶスキルとトレーニング
篠崎恵美子、藤井徹也
B5 頁152 定価: 1,980円[本体1,800+税10%]
[ISBN978-4-260-04793-7]

看護のための教育学 (第2版)

編著 中井俊樹
編集 小林忠資
B5 頁144 定価: 2,530円[本体2,300+税10%]
[ISBN978-4-260-04884-2]

看護学生のための物理学 (第6版)

佐藤和良
B5 頁216 定価: 2,530円[本体2,300+税10%]
[ISBN978-4-260-04685-5]

ンショット型研究開発事業（以下、ムーンショット研究）でプロジェクトマネジャーを務め、西村先生と私と共に侵襲型BCIの実用化をめざしています。同プロジェクトのうち特にBCI技術の発掘を担う「共通基盤技術開発」の目的をお話してください。

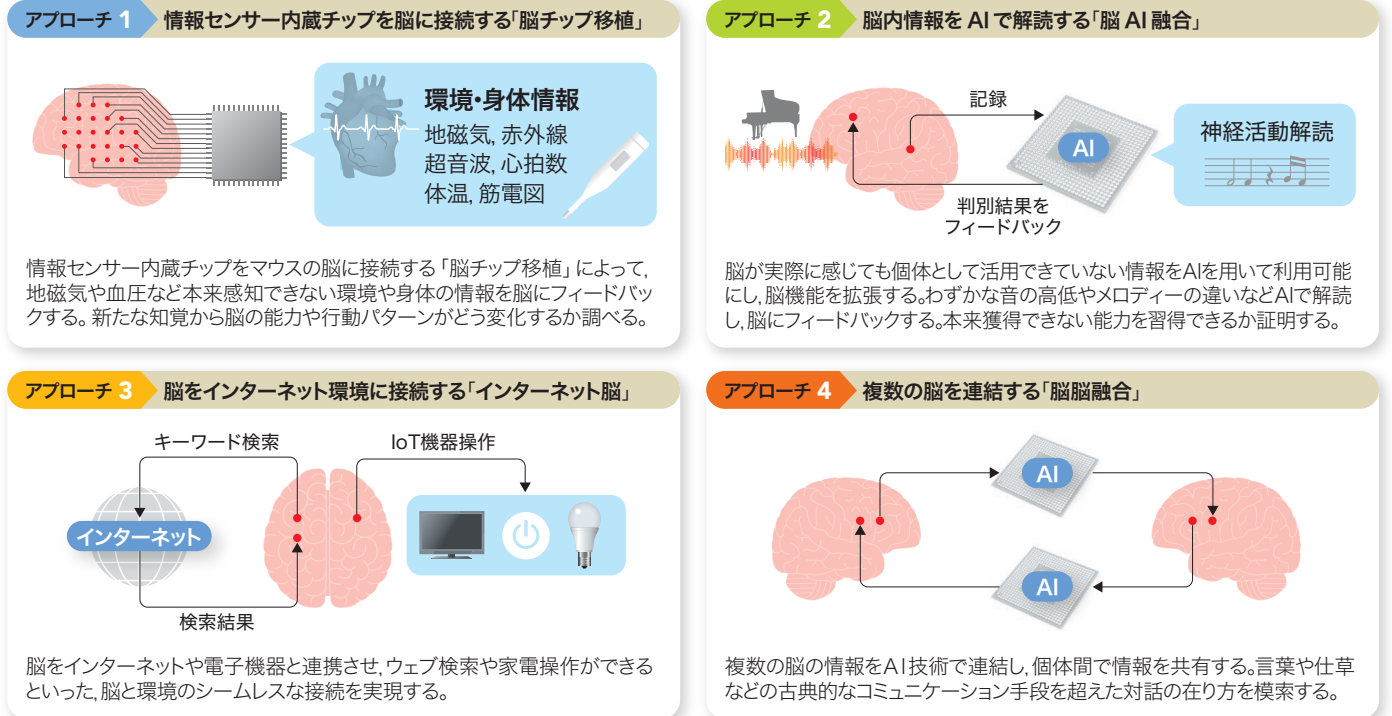
金井 脳へ詳細な情報を伝達するインターフェース技術の探索、より具体的には、BCIの情報入力として可能性のある技術を見いだすことで、実用的なBCI開発をめざしています。本プロジェクトを通じ、産業界とも連携しながら脳科学研究を推進し、社会全体が幸せになるエコシステムを創りたい。侵襲を伴うBCIの実用化にはリスクもあり開発に時間がかかりますが、情報の入出力を脳と直接できる研究をヒト対象に進めたいと考えています。

柳澤 ムーンショット研究に従事する傍ら、企業の立場からBCI研究にどうかかわっているのでしょうか。

金井 株式会社を2013年に立ち上げました。集めた脳情報を産業用途に使えるよう、標準的な手法で大規模データベース化すれば脳の研究自体が格段に進むのではないかと考えたからです。脳の機能について根源的にわかっていない面が多くあります。それらが解明されることで臨床応用の可能性が広がり、ビジネスサイドからの貢献も可能になるのではないかと。さらに一研究者・起業家としては、「意識のあるAI」の開発に関心を持っています。MRI画像の収集と有効活用からヒトの特性を明らかにし、将来、脳の変化を予測する技術開発までつなげたいと取り組んでいます。

柳澤 金井さんと共にムーンショット研究にも参画する私は、皮質脳波を使

図1 ERATO「脳AI融合プロジェクト」の4つのアプローチ（池谷氏提供）



った侵襲型BCIの臨床応用をめざして研究と開発を続けてきました。今から10年前の2012年、運動麻痺患者に硬膜下電極を留置したBCIが実現し²⁾、2013年にはALS患者に電極を留置する臨床研究を実施しました³⁾。運動を意図する脳波の計測によって、脳波だけでコンピュータを操作し文字入力ができるようになったのです。それは研究として大きな前進でした。ところが被験者の患者さんに退院時、「正直言えば、もっとすごいことができるといった」と失望されていたのです。試行錯誤した結果とはいえ、臨床応用はまだ遠いとの印象を持ったのを覚えています。

その後は、高次元で高精度の全く新しいBCIをめざして研究を進め、人が想像によって映像を制御する技術のProof of concept（概念実証）が最近になって得られました。例えば現在、JSTの戦略的創造研究推進事業（CREST）にて進めている研究では、京都大学の神谷之康先生が開発された技術で、想像した内容を画像化する技術を頭蓋内脳波に適用しようとしています⁴⁾。実現すれば、運動野の活動が弱くなったALS患者でも、映像の想像から、思いを伝えられると期待されます。また、ALS患者特有の不安定な脳波から、情報を安定して取り出す解読技術も開発を継続中です。かつて患者さんの期待した「もっとすごいこと」が10年越しに実現できそうな手応えを得ています。

「脳の可塑性」を引き出す人工神経接続とは

柳澤 西村先生とは2013年に、日本医療研究開発機構（AMED）の「脳科学研究戦略推進プログラム」で共同研究を行いました。専門の侵襲型人工神経接続の位置付けをご紹介ください。

西村 私たちのグループは、コンピ

ュータを介して2つの脳部位をつなぐ人工神経接続の研究を通じ、脳卒中や脊髄損傷者の運動機能回復を促す脳機能再建法の開発と実用化をめざしています（図2）。私がニューロサイエンスに取り組むようになったきっかけは、人の心や意識を脳はどう制御するかに関心を持ったことです。そこで脳の機能と運動機能の再建を、サルを用いた動物実験から始めました。

現在までに脊髄損傷モデルのサルで脊髄損傷部位を跨ぎ、コンピュータを介して脳と脊髄をつなぐ侵襲型人工神経接続による上肢の運動機能再建⁵⁾と、脳梗塞モデルのサルで脳と麻痺した筋肉をつないだ侵襲型人工神経接続システム⁶⁾、磁気刺激を用いて筋肉と脊髄歩行中枢をつないだ非侵襲型の人工神経接続システムを開発し⁷⁾、それを用いて下肢麻痺のある脊髄損傷者の歩行運動に成功しています。脳卒中患者でも同様の研究ができるよう準備を進めています。

柳澤 近年のBCIは、脳の神経活動をあらかじめ学習したDecoderによ

って脳波を解読する流れがあります。一方で西村先生の人工神経接続は、Decodingにより脳情報を解読するのではなく、脊髄の多極刺激で脊髄と大脳皮質の新たな神経接続を作り、脳の可能性を引き出す点が特徴ですね。

西村 生物の根本的な能力である脳の可塑性を引き出すことを重視しているからです。実際に私たちの研究では、脊髄損傷者の脊髄を1か所刺激しただけで歩行機能が再建しています⁷⁾。

池谷 脊髄にも、歩行を助けるペースメーカーのような機能が備わっているわけですか。

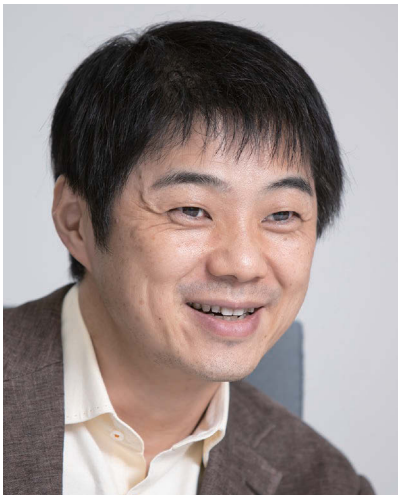
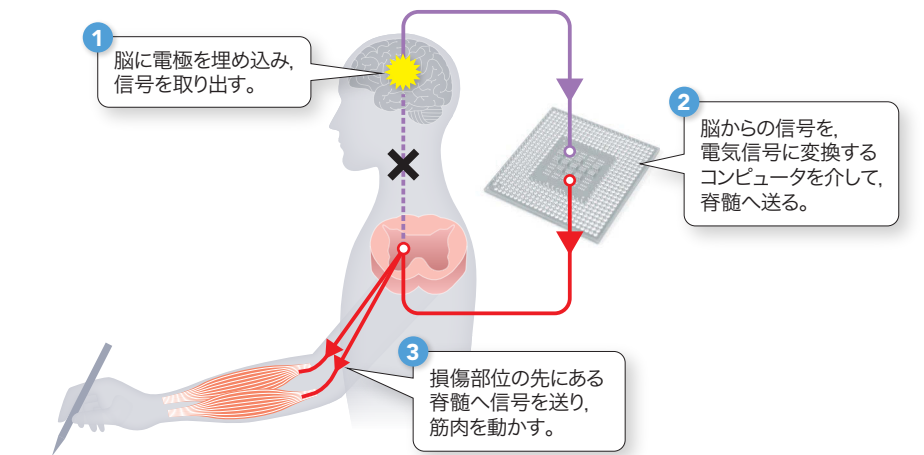
西村 そうですね。脳以外からも刺激を読み取ることで、ボランタリー（随意的）な制御が可能と考えています。

川合 自律神経系はどうでしょうか。中枢の自律神経系が制御可能になれば、さまざまな神経疾患の治療も展望が開けるのではないかと臨床家として希望が湧きます。

西村 現在、自律神経系をターゲットにした人工神経接続の研究も進めてい

図2 脳とコンピュータをつなぐ人工神経接続の概要（西村氏提供）

人工神経接続とは、脳から神経活動を直接読み取り、コンピュータを介して脊髄や筋に電気信号を伝達する技術。人工神経接続を通して随意制御可能な生体信号を記録し、脊髄損傷や脳卒中によって消失してしまった運動の経路を、コンピュータを介して損傷を免れた神経同士を接続する。神経構造へ電気信号を伝達することで経路選択的な神経可塑性を誘導し、再び運動を促す可能性を持つ。



池谷裕二氏

いけがや・ゆうじ 1998年東大大学院薬学系研究科にて博士（薬学）取得。2002～05年米コロンビア大生物科学講座客員研究員、東大薬学部講師、同准教授を経て14年より現職。神経科学および薬理学を専門とし、海馬や大脳皮質の可塑性を研究する。日本学術振興会賞（13年）、日本学士院学術奨励賞（13年）他、受賞多数。18年よりERATO脳AI融合プロジェクトの代表を務め、AIチップの脳移植によって新たな知能の開拓をめざす。『単純な脳、複雑な「私」』『進化しすぎた脳——中高生と語る「大脳生理学」の最前線』（いずれも講談社）など一般向けの著書も多数手掛ける。

無料 Webセミナー

『medicina』＆『総合診療』コラボ企画

医学書院

磨け！問診力 ～診断に迫る“+α”のテクニック～

リアルタイム配信 2022年1月8日（土）13:00-15:00

アーカイブ配信：2022年1月9日（日）～2月8日（火）23:59

※アーカイブ配信期間に視聴予定の方も、お申込みはリアルタイム配信日までに登録ください。
リアルタイム配信終了後の新規お申込みはできません。

詳しくはこちら



講師



志水 太郎 先生
獨協医科大学
総合診療医学講座



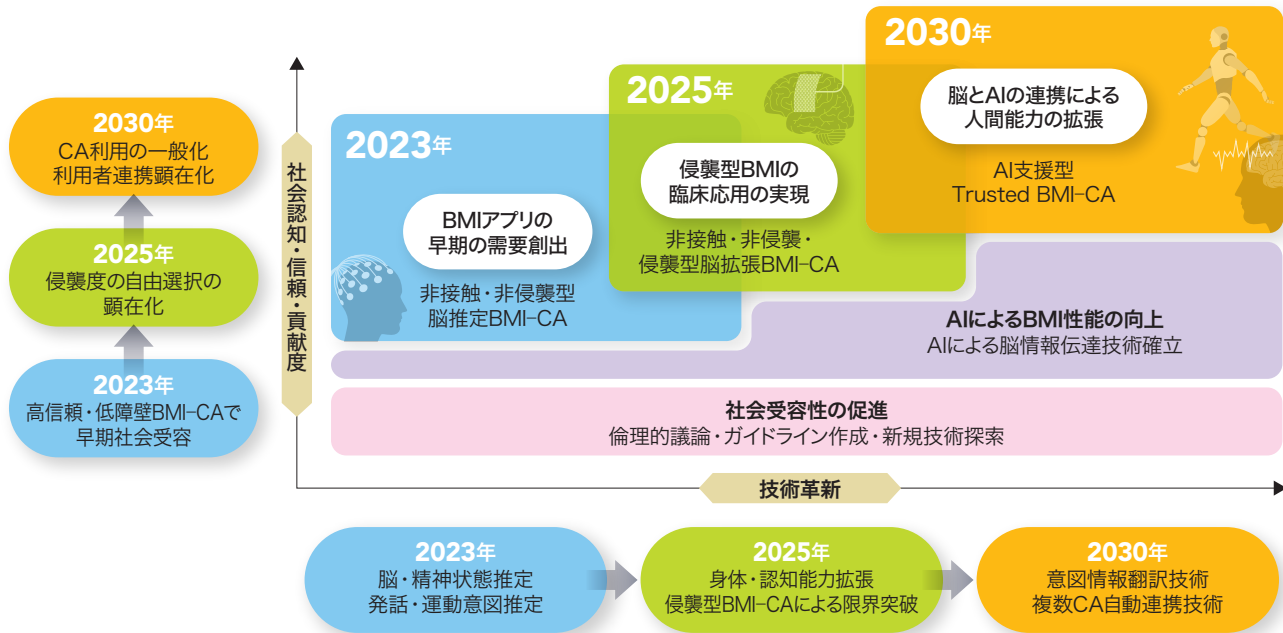
上田 剛士 先生
洛和会丸太町病院
救急・総合診療科

『medicina』2021年11月号
「外来で役立つ Aha！クエスチョン —この症状で、次は何を聞く？」
『総合診療』2021年6月号
「この診断で決まり！ High Yield な症候たち一見逃すな！ キラリと光るその病歴＆所見」
がコラボレーション！
両特集を企画した志水太郎先生と上田剛士先生が、問診のチカラとコツを熱く語ります。診断に迫る“+α”の問診技術を身につけてみませんか？



図4 ムーンショット型研究開発事業におけるInternet of Brains実現へのロードマップ（金井氏提供）

ムーンショット型研究開発事業ではBrain-Machine Interface (BMI) の技術革新と社会受容の両立による、①需要創出、②臨床応用の実現、③脳とAIの連携による人間能力の拡張（Cybernetic Avatar：CA）をめざしたロードマップを描いている。倫理的議論やガイドラインの作成は、社会受容を促進する基盤として位置付けられる。



への普及も見えてくるでしょう。

柳澤 少数でも成功事例が得られれば、後の研究も続くはずです。今後はどのようなアプリケーションが患者さんの生活の質を改善できるか。そして医療にどのような恩恵をもたらすのか。有効性や安全性確保の在り方まで議論を深化させる必要があります。日本も侵襲型BCIを使う体制を早期に整備し、医療応用のための研究が続けられる環境を作らなければなりません。

金井 研究者を志す若者が減り、優秀な人材を集めるのが難しい状況も課題です。日本をニューロサイエンティストが集まろうと思える魅力的な場所にしなければなりません。私が起業した理由の一つは、研究者が活躍できる場を作ったかったからなのです。

柳澤 BCIは医学側だけで完結することは難しい領域であり、医学・工学の連携と、アカデミアと産業の融合が発展のカギを握ります。分野の垣根なく人材が移動できる環境が重要です。人材が活発に行き来して、企業やアカデミアなど複数の機関に所属する人が増えれば、研究は一層進むでしょう。

信頼性を高め、利用者の希望をかなえるために

柳澤 ムーンショット研究では2050年に向け、「人が身体、脳、空間、時間の制約から解放された社会を実現」を目標に掲げています。2050年には少なくとも、脳の運動と感覚機能の代替や、言語機能の理解と再建ができるのではないかと。脳卒中や精神疾患、認知症など、脳機能の障害による疾患と共存しながら生活を維持できる社会の実現に、希望を抱いています。2050年までの臨床応用に向けたプランをどう描いているかお聞かせください。

西村 現在行っている動物実験を臨床応用につなげたいと考えています。さ

らに、四肢麻痺の人の脳活動を人工神経接続経路で読み取り、その結果を機能の残存している脳や脊髄に損傷領域を跨いで電気刺激によって伝え、麻痺した自身の身体を自分で動かし、触った物の感覚を得るまで進化させたいとの構想を持っています。

柳澤 侵襲型BCIによって、自分の身体を介する以上の外界との相互作用を私たち人間にもたらすとなると、今まで想像できなかった価値観や世界観が社会に登場するかもしれません。金井さんはムーンショット研究で、脳と脳をつなぎ他者とコミュニケーションし合えるBCI研究をめざしていますね。

金井 はい。私たちは今、得た情報を頭の中で抽象化して言語にし、それを相手を読み取る循環の中でコミュニケーションを成立させています。それがインターネットを介し、自分が頭の中で考えている情報を他者に伝達できれば、直接一緒に思考できるのではないかと。AIを介して他者が抽象化した概念と交流できる世界が、近い将来実現するのも夢ではないでしょう（図4）。

池谷 複数の脳の情報をAIで連結して個体間で情報共有する「脳脳連携」によって、言葉や仕草といった従来のコミュニケーション手段を超えた対話の在り方について、私たちのプロジェクトでは研究しています。古典的な会話ツール、例えば声帯を使った発声やキーボードによる文章タイプは、どうしても時間がかかりますよね。特に抽象的な概念を伝えたいときには、言語化に苦労します。そうした情報は言葉を介さずに脳から脳へと直接伝えられたら良いかと考えています。

川合 ユングが唱えた集合的無意識の概念も、ひょっとしたら電極をつないで実現するかもしれないわけですか。脳卒中や脳腫瘍で、脳のさまざまな機能領域の損傷を診る外科医としては、BCIで脳の可塑性を高め、失われた機

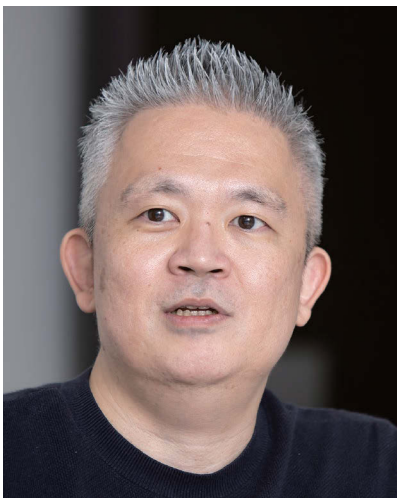
能を補えるようになる日を待ち望んでいます。それに加えて個人の可塑性だけでは対処できない機能についても、他者の脳の助けで補える可能性があれば、これほど夢のある話はありません。

柳澤 私も同じような構想を持っています。AI搭載のブレインチップを脳につなぎ、失った機能を再建できれば、脳も心臓や腎臓と同様に人工的に機能を置き換えられる組織になるだろうと。脳外科で治療できないことも多い脳卒中や精神疾患が、BCIによるコントロールの対象になる日も近いかもしれません。ただ、技術の濫用で人々に不幸をもたらさないためには、健康を守る方向付けが医療に求められます。

西村 おっしゃる通り、留意すべきは倫理面の課題です。新しい技術がめざすのは、今苦しむ人を救うこと。日本は安全性に対して慎重過ぎるかもしれません。クリエイティブな発想の足かせになる規制は緩和を求めたい。そのためには私たちサイエンティストも高い倫理観を持ち、患者をはじめ利用者の希望をかなえるために慎重かつ大胆に研究を進めなければなりません。

池谷 倫理面の問題は私も常に念頭に置いて研究を進めています。例えば、侵襲型と非侵襲型のどちらがBCIのヒト臨床応用に適しているか。実験用のマウスも非侵襲的であるほうが、倫理上もちろん好ましい。しかし、侵襲型によって時空間的に得られる情報の精度が高いことも確かです。侵襲性に伴う倫理と安全性の壁をどう乗り越えるか。ヒトへの応用となると当然、社会受容が課題になります。時間をかけて議論すべきテーマです。

金井 池谷先生のご指摘の通り、私たちの最終的な目標の一つに、BCIが社会に受け入れられることがあります。現在ムーンショット研究では、新しいBCI製品がどの程度信頼できるかサイエンティストが評価し、一般の人が適



金井良太氏

かない・りょうた 2000年京大理学部卒業後、05年蘭ユトレヒト大で人間の視覚情報処理メカニズムの研究により博士号取得（Cum Laude）。米カリフォルニア工科大、英ユニバーシティ・カレッジ・ロンドン研究員、英サセックス大准教授（認知神経科学）を経て、13年に株式会社アラヤ創業。産業界におけるAIと脳科学の実用化に取り組む。ET/IoT Technology Award(19年)、JEITAベンチャー賞（20年）など多数受賞。20年より内閣府ムーンショット型研究開発事業プロジェクトマネジャーとしてBCIの実用化に取り組む。

切か不適切かを判断できる基準作りを行っています。Neuralinkに象徴されるTech企業の参入でBCI領域への投資を呼び込み、非侵襲型BCIの普及が先行するでしょう。非侵襲型の手軽さから玉石混交のデバイスが登場し、正しく計測できるか不明瞭な製品が流通する懸念もある。脳に関する製品への不信感から、研究の発展が阻害されないよう努めなければなりません。

柳澤 サイエンスの進歩によって私たち人間の可能性が広がる一方、進化したからといって人々が必ずしも幸福になるかはわかりません。飛躍的な進歩が期待されるニューロサイエンスの分野において、どうすれば健康を維持・向上できるか道筋を示す責任が、医療界そして私たちサイエンティストに求められます。（了）

参考文献

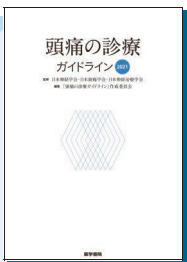
- 1) Moses D, et al. N Engl J Med. 2021 [PMID : 34260835]
- 2) Yanagisawa T, et al. Ann Neurol. 2012 [PMID : 22052728]
- 3) Yoshimine T, et al. Rinsho Shinkeigaku. 2013 [PMID : 24292005]
- 4) Shen G, et al. PLoS Comput Biol. 2019 [PMID : 30640910]
- 5) Nishimura Y, et al. Front Neural Circuits. 2013 [PMID : 23596396]
- 6) Kato K, et al. Nat Commun. 2019 [PMID : 31619680]
- 7) Sasada S, et al. J Neurosci. 2014 [PMID : 25122909]
- 8) Matsuo T, et al. Neurosurgery. 2013 [PMID : 23632765]
- 9) Fisher R, et al. Epilepsia. 2010 [PMID : 20331461]
- 10) Salanova V, et al. Neurology. 2015 [PMID : 25663221]
- 11) Starnes K, et al. Brain Sci. 2019 [PMID : 31635298]
- 12) Nair DR, et al. Neurology. 2020 [PMID : 32690786]
- 13) Yanagisawa T, et al. Neurology. 2020 [PMID : 32675074]

頭痛に携わる医療者必携の診療指針、最新のエビデンスをもとに大幅改訂！

頭痛の診療ガイドライン2021

頭痛診療のバイブル『慢性頭痛の診療ガイドライン2013』が8年ぶりの改訂。二次性頭痛についてのCQが加わり、頭痛に携わる医療者のニーズにさらに幅広く対応。

監修 日本神経学会
日本頭痛学会
日本神経治療学会
編集 頭痛の診療ガイドライン
作成委員会



救急蘇生の現場を支える基本のガイドラインが5年ぶりの改訂

JRC蘇生ガイドライン2020

日本蘇生協議会による救急蘇生のガイドラインが5年ぶりに改訂された。編集委員会、作業部会による徹底した議論によって検討され、まとめられたガイドラインは、蘇生現場のコンセンサスとしてまさに必携の書である。すべてGRADEによる評価を採用した国際基準のガイドラインである。新たに「妊産婦の蘇生」「海外での課題」の章を追加し、補遺にはCOVID19への対応をまとめた。救急蘇生の現場で奮闘するすべての人へ。

監修 日本蘇生協議会



座談会 ヒトは再び月をめざす

ヒトは再び月をめざす

ギリシャ神話に登場する太陽神アポロンを冠し、月面着陸をめざした「アポロ計画」から約半世紀。アポロンと双子の兄妹である月の女神アルテミスの名を掲げ、月面基地の建設、そしてその先の火星をめざす計画が現在進行中だ(MEMO欄)。他方、2021年には民間人乗組員のみによる宇宙旅行も実現し、宇宙の存在はより一層身近なものとなった。

しかし宇宙空間が人体に及ぼす影響にはいまだ解明できていない部分があり、人類のさらなる宇宙進出には医学分野の関与が必要不可欠と言える。医師として臨床に従事した後、2017年12月から約6か月間、国際宇宙ステーション(International Space Station:ISS)でのミッションを果たした宇宙飛行士の金井氏、宇宙飛行士専属の医師であるフライトサーजनを総括する三丸氏、そして宇宙医学の研究者である岩崎氏が、今後の人類の宇宙進出に医師がどう貢献できるかを議論した。

日本大学医学部社会医学系
衛生学分野 教授
岩崎 賢一氏●司会

JAXA 宇宙飛行士/医師
金井 宣茂氏

JAXA 有人宇宙技術部門総括医長
三丸 敦洋氏

宇宙へ行くとヒトの体に何が起こるのか

岩崎 これまで数多くの宇宙飛行士がミッションに成功し、宇宙に関する新たな知見を得てきました。金井飛行士がISSに滞在している際には、「長期宇宙滞在がヒトの脳循環調節機能に及ぼす影響」(Cerebral Autoregulation)と題したわれわれの実験の準備にも協力いただいています(写真)。その一方で、宇宙空間が人体に与える影響には謎に包まれた部分がいまだ数多く存在し、微小重力や宇宙放射線、閉鎖環境による影響などについての詳細な研究が進められています。ヒトが宇宙に行くとき何が起こるのか。実体験も交えつつ金井飛行士からご紹介いただけますか。

金井 まずは読者の皆さんが最もイメージしやすいであろう微小重力環境での体の変化からお話しします。あくまで個人的な体験談となりますが、微小重力環境への適応過程に大きな問題はありませんでした。ただし新しい環境に体が適応するまでには、期間に応じてさまざまな不調が現れます。1つは、微小重力環境に入った直後に現れる気分不良やめまいなどを指す宇宙酔いと呼ばれる症状で、一般的に数日間で症状は消退すると言われています。私の場合は、吐き気止めなどの内服を行っていたこともあり、嘔吐などの症状もなくスムーズに微小重力環境での生活を始められました。

続いて起こる体の変化は、下半身にプールされていた体液が、重力の影響がなくなったことにより体に均等に分布し、上半身の体液が地上よりも多くなるという体液シフトです。相対的に上半身に体液が多くなることでmoon faceと呼ばれる顔のむくみや、逆に

写真 「きぼう」船内実験室にて、実験(岩崎氏が研究代表者)で用いられる測定機器のチェックアウトを金井飛行士が行う様子



© JAXA/NASA

脚が細くなるbird legsといった体の変化があります。また頭部への血流増加に伴い頭痛・頭重感、鼻閉といった不快症状があります。これらの体の変化や症状は、微小重力環境で数週間過ごすうちに循環血液量が調節され自然に軽快していくことが一般的ですが、完全になくなることはありません。私の体験では、微小重力環境で生活を始めた当初でも、頭重感や鼻閉などの不快症状は軽微で、業務に影響を与えるほどのものではありませんでした。

岩崎 微小重力環境下では筋萎縮や骨量の減少も進むと言われていますよね。

金井 ええ。重力に抗って体を支える必要がないため、廃用性筋萎縮が進んだり、骨量の減少が進んだりします。こうした事実はこれまでの知見から明らかになっていたため、ISS内にはARED(Advanced Resistive Exercise Device)という大掛かりな筋トレマシンをはじめトレッドミルやエルゴメーターが設置され、週6日、1日2時間程度の運動に励んでいました。おかげで滞在前後での筋量・骨量の大きな変化は認められませんでした。

岩崎 宇宙放射線の影響はいかがでしょう。

金井 ISSが周回する地球低軌道では、磁場によって宇宙放射線から守られているとはいえ、ISS滞在中の被曝線量は1日当たり0.5~1 mSv程度(地上の場合は1年間で2.4 mSv)に上ります。そのため生涯の被曝線量制限値(寄与生涯がん死亡確率が約3%となる被曝線量)を設定するなどの健康管理が徹底されています¹⁾。けれども月・火星をめざすとなった場合は飛行期間の長期化によって被曝線量もおおずと増加しますので、対策は喫緊の課題と言えるでしょう。

岩崎 最近では、SANS(Spaceflight Associated Neuro-ocular Syndrome)と呼称される、宇宙飛行の長期化に伴って発生する眼球や視覚の形態学的・機能的変化も注目されています。約300人の宇宙飛行士へ帰還後にアンケートを行った結果、短期滞在者の

29%、長期滞在者の60%に遠見もしくは近見困難の訴え、さらには視神経乳頭浮腫や脈絡膜ひだ等の形態の異常変化の例も見つかり²⁾、宇宙飛行では眼に影響があまり起こらないと考えていた宇宙医学の研究者たちを驚かせました。いまだ広くコンセンサスを得るような発生機序のエビデンスは得られていない状況です³⁾。

金井 長期宇宙滞在に伴う眼球・視覚の変化は、今後の月・火星ミッションに向けても大きな医学的課題の1つです。ISS滞在の宇宙飛行士に対しては、単純な視力検査だけでなく、眼底検査、眼球の超音波検査、OCT(Optical Coherence Tomography)など、専門的な診断技術を用いて宇宙飛行に伴う経時的な眼科的变化のデータ取得が行われています。またSANSの原因の1つとして脳血流増加に伴う頭蓋内圧上昇の可能性が挙げられており、岩崎先生のチームによる研究から、宇宙飛行中の頭蓋内圧の変化に関するエビデンスが得られることを期待しています。



岩崎賢一氏

いわさき・けんいち 宇宙医学の研究が進められていた旧大医学部衛生学教室に医学生時代より足繁く通い、同教室で行われた宇宙医学関係のさまざまな活動に参加。1989年に同大を卒業し6年間麻酔科医として臨床経験を積んだ後、宇宙医学研究に専念するため同大医学部衛生学教室に籍を移す。同研究領域で著名な米テキサス大サウスウエスタンメディカルセンターにポスドク研究員として留学し、NASAのスペースシャトル医学研究ミッション(ニューロラボ、STS-90)に参加。2007年より現職。現在は宇宙飛行における脳循環や頭蓋内圧の変化に着目した研究を進める。日本宇宙航空環境医学会理事長。

地上から宇宙飛行士を支える立役者の存在

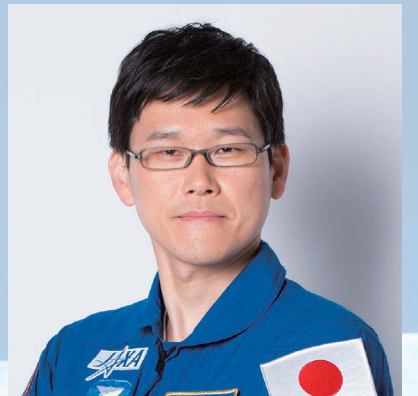
岩崎 では宇宙飛行士に起こる体調の変化に対し、JAXAはどのような介入をしているのでしょうか。有人宇宙技術部門で総括医長を務める三丸先生から教えていただけますか。

三丸 宇宙飛行士の健康管理は、多職種から構成される医学運用チームによってなされています。その中でも医師はフライトサーजन(以下、FS)と呼ばれ、航空宇宙医学の知識を有した人材が対応します。

岩崎 具体的にはどのようなサポートを行うのでしょうか。

三丸 宇宙飛行士の日々の健康管理です。FSの役割は宇宙空間での健康上のアクシデントに対応するだけとよく誤解されますが、定期的な医学検査、リスクの高い地上訓練・打上げ時・飛行中等の医学支援、飛行後のリハビリテーション、精神・心理面のサポートなど、その役割は多岐にわたります。端的に表現すれば、宇宙飛行士を専門とする産業医のような存在ですね。

また飛行ミッションにアサインされた宇宙飛行士には専任のFSが1人指名されます。専任FSは、米テキサス州ヒューストンにあるジョンソン宇宙センターで行われる訓練にも帯同し、搭乗期間中に予定される宇宙実験の訓練や宇宙医学研究のデータ収集などにも立ち会います。その後、宇宙飛行中はもとより、帰還後のフォローを含め、数年にわたって健康管理を担います。もちろん専任FSだけで全ての診療科の医療問題をカバーできるわけではありませんので、適宜専門家へコンサルトしながら、全人的な介入を行っているところです。



金井宣茂氏

かない・のりしげ 2002年防衛医大卒。同年海上自衛隊に入隊し、自衛隊大湊病院などで外科医および潜水医官として勤務する。05年には米海軍潜水医学課程に留学。09年JAXAの宇宙飛行士候補者選抜試験に参加し、大西卓哉氏、油井亀美也氏と共に宇宙飛行士候補者に選定されJAXAに入社。2年間の基礎訓練を経て、11年にISS搭乗宇宙飛行士として認定される。15年ISS第54次/第55次長期滞在クルーのフライトエンジニアに任命。17年12月にロシアのソユーズ宇宙船でISSに向かい約6か月間滞在中、翌年6月に帰還。滞在中は、ミッションテーマの「健康長寿のヒートは宇宙にある。」に基づく各種利用実験活動に取り組む。

MEMO

深宇宙に対する国際的な有人宇宙探査の潮流

有人による宇宙探査が計画される背景には、①無人では技術的にもコスト的にも実現できない質の高い計画が立案可能であること、②実験や探査活動等において臨機応変な対応が可能となること、③ヒトという生命体の宇宙適応に関する研究などの促進が見込めることなどが挙げられる。現在は米国が中心となり、有人火星探査を視野に入れた持続的な月面探査の実現をめざす「アルテミス計画」が進行中。同計画では2025年以降の有人月面着陸を目標とする。並行して、月面および火星に向けた中継基地となる月周回有人拠点(ゲートウェイ)を建設予定。2022年2月の初回ミッション(アルテミス1:無人試験飛行による月周回軌道投入・帰還)に向け、準備が進む。

金井 帰還後のフォローは特に重要だと思います。個人的には宇宙滞在中の体の変化よりも、帰還後の重力への再適応のほうが大変に感じましたから。いかに重力が人間の体にとって苛酷なものかを身に染みて味わいましたね。

岩崎 それはどういう意味ですか？

金井 まずは体液シフトの問題です。微小重力環境に順応した体は、地上時よりも体内の循環血液量が減少していることから、そのまま重力環境に戻ると起立性低血圧が起こりやすくなります。予防のため地上への帰還の際には病院で用いられる弾性包帯のようなものを下半身に装着し、上半身や脳の血流を保つ工夫がされています。併せてISS 離脱の直前にはタブレット状の塩を多量の水分と共に摂取し、体内に多めの水分を保つようにしています。

また宇宙滞在中は三半規管に対する刺激がない状態で生活しているため、帰還直後はちょっとした首の傾きや体位の変化によって激しい回転性のめまいが生じやすく、支えがなければ歩けない状態でした。平衡感覚の再適応は比較的早く、帰還後 48 時間ほどでめまいは軽快し、2 週間もすると車の運転も許可されるほどに回復します。

先ほど筋量や骨量については比較的維持されていたとお話ししましたが、歩いたり、かがんだり、しゃがんだりといった筋肉を複合的に用いるような動きは宇宙では行わないために、協調運動についてリハビリが必要でした。また足首や股関節、背骨など、使わなかった関節が固くなっていたのは自分にとって新しい驚きでしたね。

三丸 帰還後は筋力がどれだけ維持されていても、平衡感覚や体性感覚などのずれが一気に襲ってきますので、専任 FS が最初の 2 週間は重点的に対応します。特に気を付けなければならないのは転倒です。思わぬ瞬間に転倒するケースが多々あります。帰還後に行われる 45 日間に及ぶりハビリテーションでは、さまざまな運動療法を通じて平衡感覚のずれや抗重力筋等の筋力回復、柔軟性を徐々に取り戻すプログラムが組まれています。

ついに始まった宇宙旅行

岩崎 昨今は宇宙旅行も話題です。2020 年 5 月、イーロン・マスク氏率いる米スペース X 社が、民間企業初の ISS への有人宇宙飛行を実現させたことを皮切りに、翌年にはヴァージン・

ギャラクティック、ブルーオリジン、スペース X の 3 社が、民間人を乗せた宇宙船による宇宙飛行を相次いで成功させています。同年 12 月には日本人実業家の前澤友作氏らを乗せた宇宙船の ISS へ向けた打ち上げも予定されており、より一層宇宙の存在を身近に感じられるようになりました。

各社、宇宙での滞在時間は数分～数日と、近年の職業宇宙飛行士が経験する数か月に及ぶ滞在期間よりはかなり短いものの、先ほど話題に挙げたような健康管理はますます重要となるはずです。金井飛行士は宇宙旅行における医学的な問題をどのようにとらえていますか。

金井 従来と大きく異なるのは、持病を抱えていたり高齢だったり、さまざまな背景を持つ方が搭乗者となり得る点です。しかし、これまでのミッションで得られた経験値は十分に蓄積されていますので、知見を生かせる部分は多々あると考えます。また、宇宙へ向かうことばかりに焦点が当たりがちですが、帰還後に持病が悪化したり、障害等を発生したりしないよう、医学的なフォロー体制を綿密に練る必要もあるはずです。

岩崎 なるほど。宇宙旅行の場合であっても健康管理を務める FS の存在が重要となりそうですね。

三丸 ええ。ISS に向かう宇宙飛行士を担当する FS になるためには、国内外で航空宇宙医学の研修を受け、JAXA 内の FS 認定審査で承認を受けた後、ISS を共同運用する 5 機関（米、露、加、欧州、日本）の委員で構成される委員会の承認を得る必要があります。しかし民間による宇宙旅行が拡大していけば、その需要に応じるために宇宙航空身体検査医のような ISS プログラム以外の資格認定のフレームワークが構築されていく可能性は出てくるかもしれません。いずれにしても、FS のような宇宙航空医学の知識を持つ医師の需要は高まると考えます。

月・火星をめざす際の医学的な課題とは

岩崎 民間企業による宇宙旅行の台頭によって、選抜された一握りの人材だけが宇宙をめざしていた時代は過去となり、基本的には健康であれば誰しもが宇宙をめざせる時代となりました。金井飛行士のような職業宇宙飛行士には今後、より遠くへ、より長い期間、宇宙に滞在するミッションが求められるはずです。月や火星での活動は ISS とはまた違った状況になることは間違いありませんが、どのような懸念があるのでしょうか。

金井 現在の ISS は軌道上約 400 km 上空を飛行しています。遠いと感じるかもしれませんが、医学的に何か問題があったとしても最悪の場合は数時間程度で緊急帰還が可能で、地上での治療を行えます。また通信環境も良好です。地上とは基本的に 24 時間通信できる状況ですから、軽微な医学的問題であれば管制センターで待機する FS にコンサルトできますし、FS の指示の下、診断や治療行為を行うこともできます。ある意味恵まれた環境です。けれども月や火星をめざすこれからのミッションではそうはいきません。月へは片道数日、火星へは片道約 6 か月以上を要すると考えられています。

三丸 当然、画像や音声データを常時確認できる状態にはならず、宇宙飛行士たちは孤立した中での活動が求められるはずです。故に、そうした事情を

織り込んだ念入りの地上での訓練が必要となるでしょう。つまり、宇宙船内にある物でいかに対処できるか、またそれを地上からどう伝えるかをシミュレーションする必要があるのです。

岩崎 そうなると、搭乗者の中に医学的な素養を兼ね備えた宇宙飛行士が含まれていることが望ましいですね。

金井 まさにそこがポイントです。医師出身の宇宙飛行士は多いものの、ISS クルーの任命に当たり前職のバックグラウンドは考慮されておらず、必ずしも医師出身の宇宙飛行士が軌道上にいるわけではありません。そのため医学的な緊急事態に備え、専門性を有しない宇宙飛行士であっても簡単な外科処置や薬剤の使用法などに関する訓練は受けています。しかし、より長期のミッションを考慮すると、やはり医学的な素養を持つ宇宙飛行士の存在が求められるように感じています。

月面に医師が常駐する未来も……

岩崎 近年では遠隔手術も現実味を帯びてきましたが、通信環境が整備されなければ月・火星の距離ではまだまだ実現困難と考えます。

三丸 そうですね。通信環境が整わない状況で大掛かりな処置は難しいでしょう。けれども月に医療機器を持ち込んで治療できる環境が整いさえすれば、地球の 6 分の 1 とはいえ重力が存在するために、大半の治療が行えるようになるのではないのでしょうか。医師が月面の診療所や病院に常駐する未来もあり得ると考えます（図）。もちろんこれらの事柄は全て想像の域を出ませんし、施設ができるまでの過渡期は先ほど申し上げたような可能な範囲内での臨機応変な対応をしていくしかありません。しかしながら、今は手術機能や病床を備えた艦艇もありますので、医療設備を月面に運ぶ技術さえ確立すれば、課題はクリアできる気がしています。

岩崎 月や火星ミッションを考慮すると、飛行期間のさらなる長期化によって、宇宙飛行に対する FS の考え方も変化し得るのではないのでしょうか。

三丸 われわれ FS がまず考えなければならないのは、「リスクのある状態で飛行士を宇宙空間に飛び立たせないこと」です。宇宙飛行士は常に健康管理がなされているからといって、病気にならないわけではありません。宇宙空間でもしも脳梗塞などを発症した場合は手遅れになる可能性もありますので、発症リスクのなるべく低い飛行士を選抜しなければならなくなるでしょう。予防医学の観点もこれからさらに重要になると考えます。

岩崎 つまり、宇宙飛行士の健康管理がさらに厳格なものになっていくと。

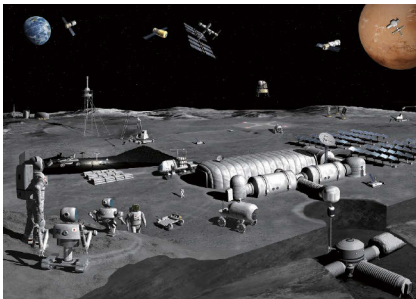
三丸 そうならざるを得ないと思います。アサインから ISS 搭乗までは通常 1～2 年を要します。日本人飛行士の場合、ヒューストンで生活し訓練を受ける機会も多いため、食生活の変化などの影響を受けます。その間の健康管理については NASA と連携しながら十分な注意を払っていますが、飛行士本人が健康管理に関する自覚を持つよう働き掛けることは、FS の役割としてより一層求められるでしょう。

宇宙医学のさらなる発展に向けて

岩崎 今後、宇宙開発に携わる医師の需要が増すとの意見はわれわれの中で

図 将来の月面・月周辺での活動風景（イメージ）

アルテミス計画では有人月面着陸を目標に、月に物資を順次運び月面拠点を建設予定。月での人類の持続的な活動を実現し、その先の火星をめざす。



© JAXA

一致していると思いますが、本領域のさらなる発展をめざすには宇宙医学に関心を抱く方をさらに増やしていく必要があります。三丸先生からお考えを伺えますか。

三丸 まずは「宇宙」という未開拓な領域に興味・関心を持ち続けてほしいということです。宇宙飛行士をはじめ、それを支える FS や研究者など、宇宙分野で活躍したいと考える医師は案外多いように感じます。私自身、キャリアパスについてよく相談されるのですが、その際「まず医師としての経験を積んでください」と伝えています。ベースラインとしての医学的な素養がなければ、宇宙関連の職業に就いたとしても、「医師」として周囲から期待されるような活躍はできないでしょう。

そして臨床経験を積んだ上で大事なものは、地上と宇宙空間との差をどこまで意識できるかです。本日話題に挙げった微小重力下での問題、放射線や閉鎖空間での問題など、宇宙空間特有の課題を理解した医師が増えれば、この分野は加速度的に発展すると考えます。**岩崎** 金井飛行士からはいかがでしょう。13 年ぶりに募集が開始（https://astro-mission.jaxa.jp/astro_selection/）された宇宙飛行士を、これからめざす医師もいるはずですよ。

金井 JAXA の日本人宇宙飛行士はこれまでに 11 人。その中で医師免許を有しているのは向井千秋飛行士、古川聡飛行士、私の 3 人です。割合としては十分高いと言えます。本日の座談会でも再確認しましたが、やはり宇宙でのミッションを果たすためには医学的な素養を持った人材は重要です。同じ境遇である医師の仲間が増えることは私自身とてもうれしいことですし、宇宙医学を発展させる上でも自身が宇宙環境を体験していることは大きな強みです。奇妙奇天烈な無重力環境を体験したい方はぜひお待ちしています。

岩崎 お二人ともありがとうございます。私が理事長を務める日本宇宙航空環境医学会では、学術大会の際に若手の医師や研究者が研究提案を行い、向井先生や古川先生から批評をいただくシンポジウムを行ったこともありますし、最近は「若手の会」が自ら企画したシンポジウムも毎年開催されています。こうした活動に刺激を受ける方は多いと思いますので、ぜひ宇宙分野に興味を抱く医師、医療者は気軽に参加いただければうれしい限りです。ぜひともこれからの宇宙医学研究を盛り上げていきましょう。

参考文献・URL

- 1) JAXA 有人サポート委員会 宇宙放射線被ばく管理分科会、国際放射線防護委員会 2007 年勧告 (ICRP Publication103) の「国際宇宙ステーション搭乗宇宙飛行士放射線被ばく管理規程」への取入れに係る検討結果報告書、2013。
https://iss.jaxa.jp/med/research/radiation/pdf/report_a.pdf
- 2) Ophthalmology. 2011 [PMID : 21849212]
- 3) NPJ Microgravity. 2020 [PMID : 32047839]

マンガ×医療=∞!!

今日から始めるグラフィック・メディスン

マンガコーナーは書店の一角、店舗によっては1フロアを丸ごと占めます。棚を眺めると医療を題材としたマンガもずらりと並びます。人気の医療マンガを余暇に楽しむ医療者も多いのではないのでしょうか。実はマンガには、患者さんや多職種とのコミュニケーションを円滑にするチカラが秘められているのです。

本紙では、ナラティブ・メディスンとマンガ芸術が交差した「グラフィック・メディスン」(MEMO 欄, 以下 GM) の国内普及を試みるアメリカ文学研究者の中垣氏を司会に、GMを実践する医師である福井氏と小比賀氏を交えた座談会を開催。マンガを読み、描くことで変わることは?

中垣 私は医療と人文学をつなぐ医療人文学の研究を行っています。日本で数多く刊行されてきた医療マンガを文化資源として医療分野に応用したいと考え、2018年に日本グラフィック・メディスン協会を設立しました。当協会の活動にかねてご協力いただいている福井先生と小比賀先生のお2人から、GMとの出会いをお聞かせください。

マンガが人を笑わせ、寄り添わせ、育てる

福井 私は絵で周りを笑わせるのが昔から好きでした。友人のノートに落書きばかりする子どもで(笑)。その後医師になって6年目に、岐阜県揖斐郡の久瀬診療所でへき地医療の研修プログラムを受けました。修了後に研修中の感謝の意も込め、その時の経験を

マンガにして患者さんにお渡ししたところ、「面白い!」と涙が出るほど笑ってくれたんです。笑いは相手の緊張感をほぐしたり共感を生んだりします。「これを臨床に使わない手はない」と思いましたね。現在も、一般外来や在宅診療の場で病状説明にマンガを用いており、患者さんに笑ってもらうことに喜びを感じています。

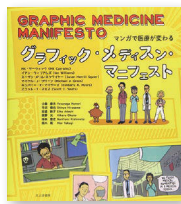
中垣 知らず知らずのうちにGMを実践されていたんですね。

福井 ええ。GMという概念を知ったのは、参加した学会の書籍展示会場で偶然『グラフィック・メディスン・マニフェスト』[MK Czerwiec, Ian Williams, 他(著). 小森康永, 他(翻訳). 北大路書房, 2019]を見つけた時です。自分以外にも医療現場でマンガを使っている仲間がいると知り、うれしくなりました。**中垣** 同書は、グラフィック・メディスン国際学会の中心メンバーがその実践例や学問的背景を詳細につづった書籍です。日々の診療への導入例のほか、医学教育への活用法なども記されています。

小比賀先生は、どのような経緯でGMに関心を抱いたのですか?

小比賀 現在の医学教育の在り方に疑問を抱いたことです。William Oslerは「医学はサイエンスに基礎づけられたアートである」との言葉を遺しています。しかし日本の医学教育はサイエンスに重きが置かれており、アートを学ぶ機会はほとんどありません。この状況を打開しようにも、医学生や若手医師の教育に携わる私もまたアートを習っていないため教え方がわからない。そんなときにGMの存在を知り、興味を持ちました。

中垣 サイエンスが個を集団として一般化する絶対的な学問であるのに対して、アートは個の違いを表現する相対的な視点を持ちます。同じ病気の患者さんでも、それまで歩んできた人生や



中垣 恒太郎氏 専修大学文学部英語英米文学科 教授◎司会

なかがき・こうたろう 1997年早大第一文学部卒, 2005年慶大大学院博士課程単位取得退学(文学修士)。大東文化大教授, フルブライト奨学金研究員などを経て, 18年より現職。専門はアメリカ文学・比較メディア文化研究。人文学研究の応用可能性の観点から18年に一般社団法人日本グラフィック・メディスン協会を立ち上げ, 協会代表を務める。



小比賀 美香子氏 岡山大学大学院医歯薬学総合研究科総合内科学分野 講師

おひか・みかこ 1998年長崎大医学部卒, 2011年岡山大大学院修了。博士(医学)。米ワシントン大総合診療内科客員研究員などを経て, 18年より現職。糖尿病を専門に内科医として勤務する傍ら, 医学生や若手医師の教育にも携わる。夫を脳腫瘍で亡くした経験から, 患者家族・遺族としてGMを実践している。



福井 謙氏 モミの木クリニック 院長

ふくい・けん 2004年順大医学部卒。救急, 総合内科, 地域医療の研修を経て15年より現職。自身の出身地である福島県郡山市で, 老若男女の幅広い患者さんに対し, 午前中は一般外来, 午後は訪問診療を行う。地域の医師会を通じて在宅医療を広める活動にも精力を注ぐ。診療時や地域の勉強会でマンガを活用している。

家族構成が異なるように、誰1人として同じ人間がいないことを教えてくれるのです。小比賀先生がマンガに着目した理由もお話してください。

小比賀 日本人にとって身近で、感情移入がしやすいからです。大学病院の総合内科で診療している私は、慢性疲労症候群や線維筋痛症の患者さんを診る機会があります。これらの疾患は診断が難しいために、前医で医学的診断がつかず悩みや苦勞を抱える患者さんも多くいらっしゃいます。診療に当たってはこうした気持ちを理解しているつもりでしたが、医療マンガ『ある日突然、慢性疲労症候群になりました。』[ゆらり(著). 倉恒弘彦(監修). 合同出版, 2019]を読んで、患者さんは自分の想像以上の生きづらさを抱えていると知ったのです。「マンガは、患者の気持ちを強く伝えるポテンシャルを秘めているのか!」と衝撃を受けました。

福井 私も『くも漫。』[中川学(著). リイド社, 2015]や『淋しいのはアンタだけじゃない』[吉本浩二(著). 小学館, 2016-17]という作品を通じてくも膜下出血患者や嚥嚥の方が見ている世界を知り、同じ病気や障害を抱える患者さんとの接し方が変わりました。

中垣 患者視点の闘病エッセイマンガは、医療マンガの中でも近年のトレンドです。原因不明の病に長い間苦しんでいた主人公が、病名を告知されたことによって、「ようやく自分の症例が特定された」と喜ぶ姿が印象深い作品もありました。診断名がつくことは時に患者さんにとって救いになります。マンガは病気そのものの苦しみのみならず、患者さん一人ひとりの細かな心情も表現し得るのです。

患者家族として、多職種の1人として描いてみた

中垣 GMの実践例には、医療者による回想録もあります。『グラフィック・メディスン・マニフェスト』の中心メンバーの1人であるMK Czerwiecは、1990年代にHIV/エイズの専門病棟の看護師として勤務していました。死に瀕した患者と接する日々のプレッシャーに対し、絵を描くことでリフレッシュしていたといいます。その様子はマンガによる回想録としての『テイキング・ターンズ』[MK Czerwiec(著). 中垣恒太郎 濱田真紀(訳). サウザンブックス社, 2022]に収められています。小比賀先生もマンガを描かれていると伺いました。どのような視点で創作されているのですか。

小比賀 私は患者家族・遺族として、回想録を描いています。私の夫は40歳で脳腫瘍を発症し、4年半の闘病の末亡くなりました。それから4年経った2020年頃から、いつも持ち歩いているメモ帳とペンで、当時の様子や感情を思い返す度に描き起こして気持ちを整理しています(図1)。

中垣 なぜ、文章ではなくマンガを選択したのでしょうか。

小比賀 文章だと重くなり過ぎる感情表現が、マンガだと抽象化できるからです。言語化しにくい部分も生々しく表せられる。描くことにより、抱えていた心の“モヤモヤ”が軽くなることがあります。

中垣 文学研究者としての観点から、マンガという視覚文化が人間の情動を表現するのに効果的である点に注目しています。例えば「〇〇されたような痛み」といった比喩的な表現とマンガはとても相性がいいんですね。

命は複雑で難解。そしてどこまでも尊く、美しい。

家でのこと 訪問看護で出会う13の珠玉の物語

雑誌『訪問看護と介護』で大好評の連載マンガが「家でのこと」が単行本に! 新たに新作3本を収載し、読み応え十分。訪問看護の現場で出会う13の感動の物語を、鮮やかな言葉と絵で描き綴る。綿密な取材と作者の経験から生まれたストーリーは、訪問看護の魅力を伝えるとともに、そこに映し出される社会問題を考えるきっかけになる。看護教育におけるグループワーク教材(地域・在宅看護論)としても最適な1冊!

高橋恵子



現時点で世界一わかりやすい「オープンダイアログ入門書」です(断言!)

まんが やってみたいくなるオープンダイアログ

オープンダイアログってどうやるの? 6編の物語と4章の解説で、オープンダイアログのエッセンスを2時間でつかめるよう構成しました。どうしたら対話を続けることができるのか、なぜ計画を立ててはいけないのか、調和を目指すとはどういうことか。これらが納得できれば、まずはやってみてください。見よう見まねでも構いません。「対話さえ続けば、あとはなんとかなる」——これが本書の最大のメッセージです。

解説 まんが 斎藤 環 水谷 緑



図1 小比賀氏が描いた4コママンガ

夫が病院へ救急搬送され、小比賀氏が1人で検査結果を聞いた時の様子。診断は「余命11か月の悪性脳腫瘍」。「11」という数字と共に、奈落の底に落ちていく自身を表現している。患者家族としてのゼロ地点に立ったこの日以降、自身も医師でありながら、「病気を治す」という医学の大前提に強烈な疑問を持つようになったという。



加えて小説やエッセイより敷居が低く、読書会等の形で共有しやすいのも特色です。福井先生は地域の多職種を対象とした勉強会でマンガを取り入れているそうですね。

福井 ええ。在宅医療関係の医師や看護師、介護職、ケアマネジャーなど多職種が集まる地元の勉強会で、自作のマンガを活用しています。例えば、近年増えつつある多疾患併存（マルチモビディティ）の患者さんに対して、医療職が気をつけるべき点は何か。文章だけでは専門用語を多用し長々となりがちな説明が、マンガだと感覚的に伝わりやすいメリットがあります（図2）。**小比賀** いいですね。多くの身体的問題を抱える患者さんの状況が、頭に入りやすいです。

福井 勉強会後のアンケートでも多職種から好意的な感想が多く寄せられます。医師からも「こんな面白いことやってズルい！」と言われるほど（笑）。**中垣** エッセイマンガは描き手自身を客観視する点に特色がありますし、ユーモアの役割も絶大です。マンガを通して職種や年代の壁を越えたコミュニケーションを円滑にできます。多職種のラポール形成が欠かせない在宅医療の場でマンガが果たす役割は大きいでしょう。

医療現場の「光と影」をどこまで表現するか

中垣 英語圏ではGMを医学部の教育課程に取り入れる動きが活発です。例えば、米ペンシルベニア大では医学部4年生向けのゼミ形式の講義「マンガと医学」が2009年に開設されています。**福井** どんなことを学ぶのですか？**中垣** 『グラフィック・メディスン・マニフェスト』によると、マンガの読み・描きの両方を実践するようです。具体的には、医療マンガの1シーンを共有し、医療者の言葉が患者に与える影響の大きさなどを皆で考えます。観察や共感、積極的傾聴などの行動的ス

図2 福井氏が勉強会で使用したスライド

多職種が参加するオンライン勉強会で使用したスライドの一部。マルチモビディティの患者が抱えるタスクをマンガ化している。多数のサービス・処方を受けるマルチモビディティの患者が時間的・経済的負担を多く抱えていることを、専門用語を知らなくても一目でわかるように視覚化している。



キルを育むためです。

また、医学部で経験した4年間での出来事に絡めてオリジナルのマンガを創作します。マンガを描くには、誰が・どのようにしてストーリーを語るのか、何を語り・何を語らないのかなどを考えつつ構成を練らなければなりません。視点や文脈をとらえる力が身につく、コミュニケーションスキルの向上に寄与すると期待されています。日本の教育現場で導入の機運はありますか？**小比賀** 積極的に取り組む先生方は着実に増えています。21年の日本医学教育学会大会では、マンガを使ったワークショップが開催されました。しかし現状ではマイノリティで、日本の医学教育にGMが広く浸透しているとは言えません。なぜ英語圏のように広まらないのでしょうか。

中垣 背景には、日本独自のマンガ文化があると私は見えています。日本のマンガ文化は世界水準で見ても洗練されていますよね。それ故に描くことへのハードルを高いと感じる人も多いでしょう。

感動的な演出が強い傾向も日本のマンガならではの特徴です。「教育に記入れるには物語性が過剰で、現実の医療現場にそぐわない」との声もよく耳にします。GMの観点から、海外のマンガの特徴をどのようにとらえていますか？

小比賀 海外のマンガは人間の良い面も汚い面も表現されていて、淡々としています。読者に考える余白があるのです。対して日本の作品は抑揚がありエンターテインメントとしての完成度が高いあまり、考察の余地が少なく感じます。また、その描写は人間の良い面に重さが置かれていることが多いです。現実には綺麗事ばかりでなく、善と悪、光と影が入り混じっているもの。目的にもよりますが、自分なら、医学教育には海外のマンガが使いやすいです。

福井 たしかにGMとして医学教育に活用する意味では、日本のマンガは使いづらくもありません。しかし誇張表現はマンガの特徴の1つです。例えば『ブ

ラックジャックによろしく』（佐藤秀峰（著）、講談社、2002-06）には、実際の臨床とは異なる描写もあります。一方で感動的で強烈に印象に残るのは、作品としての完成度が高い証拠とも言えるでしょう。

医療をテーマとした作品が数多くある中で、マンガを医学教育に活用する場合、どう吟味すべきですか。**中垣** ある種のロールプレイの題材として扱うことを想定して選ぶと良いでしょう。他職種から見たチーム医療、医療を提供する側と受ける側それぞれの心情などを推し量れる作品が活用しやすいと思います。一例として、医学教育を含む3つの場面で取り入れやすい医療マンガを紹介します（Column）。GMに興味を持ちマンガを活用したい方は、ぜひ参考にしてみてください。

*

中垣 日本グラフィック・メディスン協会は昨年、『日本の医療マンガ50年

史』（日本グラフィック・メディスン協会（編）. SCICUS, 2021）を発行し、国内外の110作品におよぶ医療マンガを紹介しました。同じマンガでもそのとらえ方は十人十色です。当協会では医療マンガを「一緒に読む」および「一緒に描く」ワークショップの開催を検討中であり、「一緒に読む」では、1つの作品に対する多義的な解釈を参加者同士で共有したいと考えています。**福井** とても楽しみです。今回の座談会で、マンガという共通項が人と人とのつながりを強くすることを改めて実感しました。「一緒に描く」ワークショップでは何をめざすのでしょうか。

中垣 英語圏での実践例を参考にしつつ、言葉でとらえにくいケアをめぐる領域について、「描くこと」を通して探る試みを行う予定です。

福井 私は、患者さん・ご家族の視点に立ったマンガを描く時、当事者にインタビューをしています。患者さんの言葉を基に、詳しい状況や表情などは自分で想像し、肉付けする。マンガを描く行為は、患者の気持ちに寄り添う究極の形であり、医療者にとって決して無駄にならない経験だと思えますね。**小比賀** 福井先生のように、自分のためだけでなく患者さんや多職種に向けて絵を描くのはとても楽しそうです。皆でGMを実践し、得られた知見を医学教育に還元していきたいです。

中垣 ありがとうございます。GMは専門性の壁により扱いにくくなってしまっている領域をもすくい取ることをめざして提唱されました。日本での実践はまだ手探りの段階です。さまざまな情報を交換できる場を一緒に作り上げていきたいと願っています。（了）

Column | 中垣氏による、GMの用途に沿ったオススメマンガ3冊



患者さんとのコミュニケーションにオススメ！

『元気になるシカ! 2——ひとり暮らし闘病中、仕事復帰しました』
藤河り（著）、KADOKAWA：2018。

シカの似顔絵による闘病エッセイマンガの続編。抗がん剤治療直後の体の変化とそれに伴う戸惑い、日常復帰から仕事復帰まで術後5年を経過からの振り返りと現状に焦点が当てられています。思うように回復に至らない不安や仕事に対する焦りなど、「さらに続いていく新しい日常」の在り方を探る患者の胸中が丁寧に描かれています。

多職種での勉強会にオススメ！

『リウーを待ちながら』
朱戸アオ（著）、講談社：2017-19。全3巻

新型ベストのパンデミックをめぐる物語であることから、コロナ禍であらためて注目されている作品です。未知の感染症に対し、いち早く異変を察知した内科医師・玉木涼穂は、疫学研究者や、海外を含むさまざまな医療従事者、陸上自衛隊とも連携しながら、事態の解明と収束をめざし奮闘します。医師としての職能を探究する物語でもあります。

医学教育にオススメ！

『「女医」カリン・ラコンブ——感染症専門医のコロナ奮闘記』
Karine Lacombe, 他（著）、大西愛子（訳）、花伝社：2021。

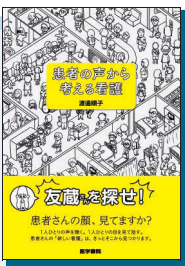
新型コロナウイルス感染症に対し、パリのサントントワヌ病院感染症科長として現場の最前線を指揮した医師の視点からの「グラフィック・レポート」。緊張が続く激務の中での医療従事者の心のケア、プライベートへの切り替えが側面も取り上げられています。作者はメディアでも積極的に発言し、女性医師としての啓発・教育にも尽力しています。

患者さんの声、聴こえていますか？

患者の声から考える看護

痛いのも、苦しいのも、怖いのも、ガマンしなければいけないの？自分で食べたい、トイレに行きたい…それはワガママですか？
患者さんの声に耳を傾けた時、ホントの看護が見えてきます。パソコンではなく目を見て話す、温かいタオルで身体を包む、そんな小さなケアこそが患者さんの欲しい看護かもしれません。
看護師が「したい看護」から、患者さんが「欲しい看護」へ——看護の本質を楽しく大まじめに考えます。

渡邊順子



まんがでみるわかりやすい医学の通史、堂々の刊行

まんが 医学の歴史

茨木 保

医学の歴史は、人類の誕生とともに始まり、いつの世もらせん状に続いてきた泣き笑いの人間ドラマがあった。世界初！臨床医であり漫画家である著者による、まんがでみるわかりやすい医学の通史、堂々の刊行。古代の神々からクローン羊のドリーまで、『看護学雑誌』2003-2005年の連載に大幅描き下ろしを加えた。





自治医大創立 50 年と 地域医療の歩み

吉新 通康

公益社団法人 地域医療振興協会 理事長

本年は自治医大が創立して 50 年。自治医大の卒業生が中心となって設立した地域医療振興協会も 36 周年を迎えた。

1979 年、1 期生が初期研修の 2 年目を終え、翌春にはいよいよ地域に出るころ、自治医大の 1,2 期生 100 人ほどの卒業生が集まる同窓会で、当時の全国自治体病院協議会会長の諸橋芳夫先生があいさつされた。「自治体の悲願でできた自治医大。これからの君たちの頑張りで本学の評価が決まる。頑張ってほしい」とへき地医療に新たに取り組む卒業生を激励された。

自治医大の仕組みとして、都道府県単位で選抜入試が行われ、入学後は全寮制で 6 年間、仲間と起居を共にする。そして卒業と同時に母校を離れて出身都道府県に戻り、義務年限 9 年間（その半分はへき地）を知事の指定する施設で勤務すれば、学費は返済免除になる。へき地に行くかどうか心配した者もいたが、93%が義務を果たしている。

入学してほぼ 50 年たった昨年、100 人の 1 期生全員に自治医大の仕組みについてアンケート調査を実施した。89 人と予想を上回る回答があり、うち 95%が「へき地を含む義務年限内の勤務」に満足していた。義務年限の勤務

で良かった点として「幅広い医療の経験ができた」「地域住民・団体の中に知己を得た」、そして「職場の同僚」を挙げていた。1 期生の 6 割は、「医学部に再び入学するなら、また自治医大に入学する」と答えた。全寮制にも、教員にも、同窓生にも皆満足で、高い評価を得ていた。緊密な人間関係が自治医大の基礎になっていることがわかる。

今、へき地勤務の義務年限を過ぎても 3 割がへき地に勤務している。へき地医療は、個人の頑張りに「へき地医療のシステム化へ」の流れができつつある。へき地と言っても、研修システム、インターネット環境、道路事情などの改善で、50 年前とは状況が全く異なる。流行や情報に遅れがあるようなへき地はもうない。

少子高齢化、過疎化が一段と進み、常勤医師の診療所は、出張診療所になったり、合併や統廃合が進んだりしている。これは、へき地・離島だけではない。その手前の地方都市でも、似たような現象が至る所で起こっている。かつての商店街は閉じ、患者さんを紹介した病院もない。

へき地から見ると「国全体が、確実に小さくなっている」。



沖縄の本土復帰 50 年 医療制度の激変を乗り越えて

玉城 和光

沖縄県立中部病院 病院長

今年は沖縄が本土に復帰して 50 年目に当たる。医療においては、1972 年 5 月 15 日を境に本土の現物給付制保険が導入された。激変緩和措置もない、いきなりの移行で沖縄の医療は大混乱に陥った。この復帰前後の激動を、患者側と医療者側両方の視点から私の知る限りで述べてみたい。

本土復帰後、患者側にとっては、診察後帰る時に窓口で診療費の 3 割分を支払うだけになり、相当楽になったと言える。大変だったこれまでを簡単に振り返ると、沖縄戦で医療は完全に崩壊し、その後は実質上の無保険状態が続く。1965 年に現金給付制保険が制定されるが、これは受診した患者が医療機関の窓口で診療料金全額を支払い、診療料金受取証書を受領する。証書に給付申請書を添えて保険事務所に提出。さらにそこで診療料金受取証書に記された個々の診療行為を算定基準に照らして算出し、その額の 7 割が給付額として患者に支払われるというものであった。当時はバスなどの公共交通機関も十分整備されておらず、多くの患者が保険事務所まで出向けずに還付を受けられなかったと聞いている。

医療者側にとっては、これまで診療料金全額が毎日入っていたのが、2 か月以上経ってからしか入らなくなり、

諸経費等の支払いが大変になった。その上、診療報酬の大部分は診療月の初日から末日までの 1 か月分を翌月の 10 日までに診療報酬請求書として社会保険診療報酬支払基金に提出、さらにそこで請求書の診療内容の適否を審査した上で診療報酬が支払われるなど事務作業も複雑化した。

疾病を長く抱えながらも医者へかかれずにいた患者（潜在的疾患を抱えた患者）が、気軽に受診可能になったことで多く掘り起こされ、ただでさえ少ない医療機関に殺到し、そこに慣れない事務作業が追い打ちをかけた。これらの負担増加で、これまで輪番制で行っていた夜間救急診療を断る医療機関が続出。ついには当院が本島で救急を受け入れる唯一の施設となってしまう。当院はまさに野戦病院と化し、夜間は 200 人以上の受診が当たり前、緊急手術の連続で予定手術が夜中から始まるというのも日常茶飯事、あまりに厳しい勤務で看護師の約 3 分の 1 が退職する等、本当に凄まじいものであった。

その困難を全職員が協力して乗り切った。このことで、“当院は救急医療の最後の砦であり、救急患者は決して断らない”という認識が全職員の心に刻み込まれ、その姿勢は現在に至るまで変わらぬ伝統となったのである。



循環器病克服への期待

大津 欣也

国立循環器病研究センター 理事長

国立循環器病研究センター（以下、国循）は、循環器疾患の究明と制圧をめざして設立された国立高度専門医療研究センターである。対象疾患は、脳・心臓循環器疾患に特化し、その予防や診断、治療法の開発、病態生理の解明を推し進めている。1 つの建物に病院、研究所およびオープンイノベーションセンターの 3 つの機関が入る、世界レベルの医療研究機関である。周辺には、吹田市民病院、大規模マンション、高齢者向け住宅、企業や国立健康・栄養研究所が建設予定のイノベーションパークなどがあり、一帯は、北大阪健康医療都市（健都）と呼ばれ、医療クラスターの形成をめざしている。

国循の対象疾患である脳卒中や心臓病などの循環器疾患は、不適正な生活習慣や生活習慣病による発症、脳梗塞、心筋梗塞などの突発的な発症や重症化、合併症の発症、徐々に進行する慢性期、繰り返す急性増悪が幅広い年代に存在し、かつ長い経過をたどる。循環器疾患は年齢によって増加するため、これからの高齢化社会においてはさらに増加することが予想される。主要な死亡原因であるとともに医療費に占める割合も最多である。また介護が必要となる主な原因であり平均寿命と

健康寿命との乖離の大きな要因である。

循環器疾患診療には、急性期患者搬送体制の不備や急性期から慢性期へのシームレスな医療体制の不備、チーム医療を行うための人材不足、全国規模の疾病登録事業の不備、国民への教育・周知不足などの問題がある。さらには循環器疾患に対する原因治療が欠如している。

これらの諸問題に対応するため、2018 年 12 月に「健康寿命の延伸等を図るための脳卒中、心臓病その他の循環器病に係る対策に関する基本法」が成立した。この法律により、義務教育における予防教育や市民への啓発や循環器疾患予防を目的とした健診システムの構築による発症抑制をめざす。そして救急受診を促す市民啓発、医療機関のネットワーク作成、遠隔医療の活用による再灌流療法や緊急手術が受けられる急性期医療の充実を促進する。さらにリハビリテーションや在宅医療、介護、社会支援の充実による慢性期医療の充実、また登録事業による医療の質を評価する体制を構築すること。それらによる高齢者医療費の削減、さらには人材育成や臨床・基礎研究の強化などにより循環器病の克服への道が加速することが期待される。



しなやかで、たくましい医療提供 体制実現に向けた一歩の年に

伊原 和人

厚生労働省医政局長

国内で 2020 年初めから始まった新型コロナウイルス感染症との闘いは、ついに 3 年目に入ろうとしています。この間、医療現場の最前線で保健・医療従事者の方々が懸命に奮闘されてきたこと、感謝の念に堪えません。「医療崩壊」などと言われる厳しい状況の中、患者さんのために全力を尽くされる姿に、多くの人々が心を動かされ、医療の大切さを改めて身近に感じたと思います。実際、欧米諸国と比べても格段に低い感染率や死亡率は、感染防止に向けた国民の理解と協力と共に、こうした保健・医療従事者の方々のご尽力によるものだと感じています。

幸いにも昨年後半に入り、短期間に効果の高いワクチンが普及し、中和抗体薬など新たな治療手段を手にできました。何より今は、昨年末に取りまとめた保健・医療提供体制確保計画の実行など、さらなる感染拡大への備えに万全を期したいと考えています。

他方、これまでのコロナ対応を振り

返ると、わが国の保健・医療提供体制をめぐるさまざまな課題が浮き彫りになりました。「日本の感染者数は欧米に比べはるかに少なく、人口当たりの病床数は多いのに、なぜ病床ひっ迫が起こるのか」など、政策担当者にとって耳の痛い指摘も数多くあります。

近い将来、次の新興感染症の襲来リスクが決して低いとは言えません。今回得られた教訓を基に、いざという時の人材確保、地域における医療機関の役割分担と連携強化など、保健・医療提供体制を見直し、次に備えることが必要だと感じています。同時にこうした備えは、2040 年頃を見据えた時に、担い手不足等のさまざまな問題に直面している日本の医療現場の課題解決にもつながるものと思います。

今回の経験を次につなげていくために、2022 年が、いざという時に頼りになる「しなやかで、たくましい」医療提供体制の実現に向けた一歩になればと願っています。

明けましておめでとうございます
本年もどうぞよろしくお願い申し上げます

2022 年新春

代表取締役会長
代表取締役社長
常務取締役
常務取締役
常務取締役
常務取締役
常務取締役
監査役

金原 優
金原 俊
早坂 和晃
堀口 一明
青戸 竜也
天野 徳久
上原 達史
鈴木美香子



医学書院

社員一同



「公」「私」・「官」「民」を意識した改革を

河北 博文

社会医療法人 河北医療財団 理事長/
公益財団法人日本医療機能評価機構 代表理事 理事長

「公」「私」と「官」「民」はよく混同して用いられる言葉ですが、整理して考えなければなりません。「公」「私」は気持ちの持ちよう、あるいはその立場での事柄・事態のことを指します。Public mind と personal mind, public matter と personal matter という使い方をします。一方、「官」「民」は運営主体を指したもので government sector と private sector のことです。

日本は明治維新以降、多くの「公」が「官」によって運営されてきました。しかし、日本国有鉄道がJRに民営化され、日本電信電話公社がNTTになったように、多くの社会インフラを含めて「公」は「民」でも運営できるのです。軍隊や警察は難しいかもしれませんが、「公」のほとんど全ては「民」によって運営できていると思っています。社会保障においても全てを「官」が担う必要はないと考えています。

わが国は「貧しい国日本」になりつつあり、多くの経済指標がそれを物語っています。それにもかかわらず、政

治は自らの立場を擁護することだけにこだわり、行政は前例を踏襲し、“お上”意識がいまだに全く抜けていません。一方、民間と私人は行政に対しての依存心が極めて高く、社会を牽引する気概が見られません。

今日、話題になっている渋沢栄一は、明治初期にこれらのことを見透かし、民間の立場で社会作りを進めました。戦後、鈴木善光内閣に始まり中曽根康弘内閣まで続いた土光臨調、そして小倉昌男氏の「クロネコヤマトの宅急便」が、まさにこの公私・官民の在り方を強く意識した変革を実現してきたわけです。

医療も例外ではありません。将来「官」の立場だけで政策を進めれば、財政は破綻するでしょう。ぜひ、これからの社会保障政策、社会保険制度に民間の立場を大いに反映させなければならないと考えています。

本稿をお読みの方にも、医療における「公」「私」「官」「民」の在り方を考えていただきたいと強く思います。



未来を見据えた病院 DX の推進に今こそチャレンジ

石川 賀代

社会医療法人石川記念会 HITO 病院 理事長/
石川ヘルスケアグループ 総院長

日本の置かれた急激な社会構造の変化の中で、地域に必要とされる医療機能を維持し、少子高齢化に伴う働き手不足をマイナスのイメージからプラスへと転換していくためには、テクノロジーの活用が必須である。人口構造においても高齢者の割合が増加し、高齢者特有の multimorbidity（マルチモビディティ）に対応するために、多職種協働のチーム医療が必要となる。2024年から医師の働き方改革が実装される中で、当院では医療の質を担保し、かつ業務の効率化の両立を図っていくために、5年前から ICT の利活用を推進してきた。

病院でデジタル化が進まない背景として、いくつかの要因が挙げられる。無線 LAN などの環境整備における課題、導入と維持のコスト、IT 人材の確保などである。また、デジタル化を開始する時点でのシステム構築への完璧主義も物事が進まなくなる要因であると考えている。

加えて、病院運営の中で、医師の指示の下という原理原則があり、今までは、ピラミッド型の組織体制が構築されていた。しかし緊急事態下での情報共有の在り方、迅速な決定、対応・対策について、新興感染症の流行が、自らの組織の体制があまりに脆弱であることを再認識する大きな機会となっ

た。2021年1月にグループ内の老健施設でクラスターが発生した際に、職員間の情報共有の中心は、業務用の SNS であった。1 対多のコミュニケーションを可能とし、相手の時間を奪わず場所も問わない。隔絶された状況下にあっても双方向でのコミュニケーションが可能となり、スタッフの心理的な安全性にも寄与していた。医療の日常は緊張と決断の連続である。自身の問い掛けに返事や反応があること、賛同してくれる仲間がいること、素直に感謝の言葉（絵文字）を伝えられることなど、多くの利点がある。

また新人教育においても ICT の利用は有効だ。Z 世代の IT リテラシーは高い。彼ら、彼女らがタブレット端末を使いこなし、自らの隙間時間を利用し、e-ラーニングを活用しながら当前のように知識を習得している。今までの当たり前が当たり前でなくなり、新しい学びの環境や医療の在り方においても、DX 推進に多くの可能性を感じている。

今、日本が、そして病院も大きな分岐点にいる。本来の日本人や医療人らしさ、その核にある精神（私は利他の心だと思う）や企業理念を中心に DX 推進を図れば、独自の「らしさ」を追求できるのではないだろうか。今こそチャレンジである。



看護教育機関に求められる「これからの能力」とは

水方 智子

パナソニック健康保険組合立松下看護専門学校 副学校長兼教務部長/
一般社団法人日本看護学校協議会 会長

2020 年から続く新型コロナウイルス感染症の影響で、看護教育機関も大変困難な状況を強いられてきた。対面が常識であった授業がオンラインになっただけでなく、医療体制の逼迫や感染予防対策のため、臨地実習も大きな制限を受けることになった。友人と議論し、共に教え合い、学校帰りに悩みや愚痴を聞いてもらう。それらの人と人とのかかわりの中で成長・成熟・発展することを大切にしてきた看護の「当たり前」の世界が、一気に「当たり前」でなくなっただけでなく、「制約される」ものへと変化してしまった。オセロの黒が白に変わるような、まさに一瞬の変化であった。

加えて、2021 年 4 月 1 日に保健師助産師看護師学校養成所指定規則と看護師等養成所の運営に関する指導ガイドラインが改正され、2022 年 4 月の入学生から新しいカリキュラムが運用開始となる（2 年課程においては 2023 年 4 月 1 日から）。この第 5 次カリキュラムは、総単位数が 97 単位から 102 単位へと増加するとともに、総時間数が削除されて完全な単位制となることにより、学生が主体的に学べるような柔軟なカリキュラム編成を可能にする。また、人生 100 年時代に必要な健康寿命の延伸をめざし、「在宅看護論（4 単位）」が「地域・在宅看護論（6 単位）」へと発展し、基礎看護学の次

に位置付けられることになった。

これらを基に、「看護教育機関に求められるこれからの能力」とはどのようなものかを考えてみたい。「マウスイヤー」という言葉がある。これは、ネズミが人間の 18 倍の速度で成長をするとされていることから、一般的な人間の時間間隔で臨んでいると認識や技術が瞬く間に進化し、従来の知識や技術は、すぐに陳腐で時代遅れのものとなり、成長から取り残されてしまうことを指す。まさに、現在はこの状況であろう。しかし、2020 年に生誕 200 年を迎えた F・ナイチンゲールは、全ての人が健康に暮らす世界を支援するために、「病院は文明の中間段階にす

ぎない」と看護師が地域で果たすべき役割を説き、自然治癒力を高めるための「換気と清潔による衛生の大切さ」も述べている。また弁証法では、「事物が螺旋的発展する時は、未来進化和原点回帰が同時に起こる」と言われている。

2022 年は事物が飛躍的に発展する年になるだろう。看護がこれからも人々の健康に寄与し続けていくには、変わるものに柔軟に対応する未来進化和、時代を越えても変わらない教育や看護の本質を見抜く原点回帰の両方の能力が今まで以上に求められる時代になった。看護教育がより発展できるよう、私自身もワクワク楽しみながら挑戦していきたい。

カラー 見やすい コンパクト

Pocket Drugs 2022

監修 福井 次矢
編集 小松 康宏、渡邊 裕司

●A6 頁1200 2021年12月発売
定価 4,620 円（本体 4,200 円＋税 10%）
[ISBN：978-4-260-04686-2]

内服薬の写真、
掲載点数
大幅アップ！

診療で使われる治療薬を網羅
色分けの見出しで
知りたい項目がすぐ見つかる

文庫本サイズ・厚さ約 2.5cm

Pocket
Drugs
ポケットドラッグズ
Drugs
2022
選び方・使い方
エビデンス 薬剤写真
知りたい項目がパッと見つかる
カラフル＆コンパクト
医学書院

医学書院



社会の要請に応える薬剤師を いかに育てるか

西島 正弘

一般社団法人薬学教育評価機構 理事長

昨年来、厚生労働省の「薬剤師の養成及び資質向上等に関する検討会」(筆者が座長)において、これからの薬剤師の養成や資質向上等にどのように取り組むべきかが検討されています。その背景には、わが国において一層の少子高齢化が進み人口の地域差が拡大していること、またかかりつけ薬剤師・薬局の推進、医療機関におけるチーム医療の促進、地域包括ケアシステムにおける薬剤師の対応など、薬剤師に求められる役割の大きな変化があります。

薬剤師の養成の根幹となる6年制薬学教育については、実務実習導入、コアカリキュラム作成、教育の第三者評価(後述)など、関係者の大きな尽力により、順調に進められてきました。しかし、6年制薬学教育が開始されてから約10年が経過した現在、国家試験合格率が低いこと、多くの大学で見られる国家試験対策に偏重した教育、留年や卒業延期する学生の多い大学の存在、研究力の低下など多くの問題が顕在化してきました。最大の原因は、6年制導入後の薬学部(学科)数の増加とそれに伴う入学定員の大幅な増加にあります。これらに対しては、将来的に薬剤師が過剰となることも予想されるため、入試の厳格化や適正な入学定員の検討を早急に行い、薬学の教育と研究の質の向上に取り組む必要があります。特に、私立の薬科大学は一致団結してこの問題解決に頭を絞ること

が喫緊の課題であると強く感じます。

6年制薬学教育では、臨床・在宅医療に関する実習や医師・看護師など他職種と連携した教育が一部の大学で行われつつあります。これらは、調剤中心の業務から、チーム医療や地域包括ケアシステムなどで幅広く活躍する薬剤師を育成するために極めて重要であり、今後一層力を入れる必要があります。また、AI業務の導入など薬剤師を取り巻くさまざまな環境変化に対応するために、あるいは新型コロナウイルス感染症に対するmRNAワクチンなど、進歩の著しい新薬の開発に対応するために、卒後研修や生涯研修の一層の充実が重要になります。10年、20年先に求められる薬剤師の養成と資質向上に向けて、薬学分野の多方面の関係者が、他の医療関係者とも強く連携しながら尽力することを期待しています。

最後に、この場をお借りして、私が理事長を務める薬学教育評価機構を紹介させていただきます。この機構は、6年制薬学教育において薬剤師養成のための質の高い教育が行われることを社会に対して保証するための第三者評価機関として2008年に設立され、2019年度までに74校の第1期の評価を滞りなく終了し、現在第2期の評価を開始したところです。今後も薬学教育・研究活動の充実と向上に取り組んでゆく所存です。



寛容性を醸成し、 医師のダイバーシティを推進する

塚田(哲翁)弥生

日本循環器学会ダイバーシティ推進委員会委員長/
日本医科大学武蔵小杉病院 副院長

2021年に開催された「2020東京オリンピック・パラリンピック」は「多様性と調和」のテーマ通り、ハーフの日本人、障がい者、性的マイノリティのアスリートの活躍によって、「ダイバーシティ」の概念が日本社会に浸透したことを象徴するものであった。翻って、医学界ではダイバーシティが進んでいるだろうか。

日本循環器学会ダイバーシティ推進委員会は、その前身である男女共同参画委員会の設置から2020年に10周年を迎えた。当初は、女性循環器医の勤務環境の改善と就労継続支援への取り組みが主たる活動であった。具体的には、学術集会での保育所の設置や地方会での産休・育休復帰研修、スキルアップセミナーなどを実施。2014年には、女性循環器医の勤務環境改善のための提言を行った。さらに目的達成のための意思決定の場へ女性が参画できるように、社員選挙で女性枠社員を従来の社員数の外枠で増設および女性枠の理事の任命、各委員会・賞選考委員会への女性の参画について要望書を提出した。女性医師のネットワーク(JCS-JJC)も構築した。

このような組織における意識改革や女性のリーダー層の育成に努めた結果、2021年の第85回日本循環器学会学術集会総会では会長(奈良医大・斎藤彦彦先生)のご理解を得られ、目標としていた「一般演題における女性座長比率30%」を超えることができた。

2018年、私立医大入試における差別が指摘され、文科省による指導が行われた結果、2020年は女性の医学部合格率が男性を凌駕し、女性入学者数は4割近くを占めた。一方で新専門医制度導入後、研修はより長く厳しいものになった。妊娠・出産期を迎える女性医師には負担が大きく、内科系でも特に救急診療の多い循環器領域では若手女性医師の割合が伸び悩んでいる。放置すれば絶対的なマンパワー不足に陥ることが予想され、今後も継続的な支援が求められる。

本委員会は2018年からダイバーシティ推進委員会に発展し、現在は性差にとどまらず「世代・職種・留学生・他学会などさらなる多様性の交流と相互理解・進歩を考える場」として活動を行っている。40歳未満の若手医師の部会である「U-40」を新規に設置し、若手の人材育成に注力している。「働き方改革」の問題にも着手した。さまざまな領域に属する委員も加え、循環器領域において横断的かつイノベティブな研究活動が発展するように、さらなる多様性の推進に向けて活動を始めた。

日本が多様性に向かう時代に、社会を支える医学・医療の現場も多様性を受容する組織への変革が望まれる。そのためには、構成する医師一人ひとりに「寛容性」を醸成していく機運を、医学界に高めていくことが必要であろう。

(以下、届けたい教育)を目標とし、その実現をめざす。目標がみんなの届けたい教育であるため、その生活をよく知る教員と保護者、本人が中心となり安心してチーム作りが可能となるのである。さらに作業療法士(以下、OT)は、本人がその環境で作業を遂行する時の質の分析(作業遂行分析)ができるため、情報を基に教員が主体的に取り組むことを可能にする。

沖縄での事例を通して説明したい。

小学3年生、男児。担任教員より授業中の離席について相談があった。OTは教員に「離席しなかったらどんな教育が届くことを期待しているのか」など問題行動の先にある届けたい教育について面接を実施。担任は「この子は離席などで毎日注意ばかりされている。授業で褒められる経験をさせたい」と語った。

このケースの場合、OTは離席をしないことではなく、授業で褒められる経験を積めることを目標に介入を進める。このケースが目標とする授業の遂行

上の問題点(動くことへの衝動性や机上作業に必要な巧緻性など)と利点(情報処理能力と理解力があり、発表が好きなど)をチームで共有。担任はグループワークを頻回に設け、机移動により動く機会を増やし、本児の得意な発言をワークの中で生かし、授業中ノートの書く量を少なく調整した。その結果、本児は授業中よく発言するようになり、家庭でもできたことを話すなど、学校でも家庭でも褒められる経験を積むことができ、離席もしなくなった。

届けたい教育の実現は、それが新たな変化につながるという特徴を持つ。昨日まで離席し注意されていた児童がグループワークで活躍し成長することを目の当たりにした教員の健康にも影響を与える。また他児童も、多様性を尊重したかわりを学べるのである。

学校の専門家としてのOTの介入はまだ前例が少ないため、今回は沖縄での実践を紹介した。このように子どもの多様性を尊重した学校と家庭のチームアプローチを可能にする作業療法が広がることを強く望んでいる。



「届けたい教育」を実現するため 学校に作業療法を

仲間 知穂

YUIMAWARU 株式会社 代表取締役

近年、生徒指導や特別支援教育等にかかわる課題が複雑化・多様化しているに伴い、学校では教員と多様な専門家が共にチームのメンバーとして、それぞれの専門性を生かして協働することが求められている。

作業療法は、対象とする人々が目的や価値のある作業を、その人の生活環境でできることを通して健康と幸福を促進する。学校においても問題行動の解決に焦点は当てず、本人・保護者・教員がしたいこと、期待していること

20年にわたりナラティブを研究してきた著者が、〈ケアする私〉〈ケアされる私〉、また「解釈」「調停」「介入」をキーワードに、ナラティブがケアになることを解き明かします。

日本医学哲学会
倫理学会
学会賞
受賞

人の物語に触れることが、
なぜケアになるのか。

ナラティブが生み出す世界

対話と承認のケア

著 宮坂道夫

詳細はこちら

●A5 2020年 頁282 定価：2,640円(本体2,400円+税10%)
[ISBN978-4-260-04161-4]

医学書院

忘れられない、いや、忘れるべきでない 患者さんへ、説明責任を果たすために。

新刊

誤診の解体

The Cognitive Autopsy: A Root Cause Analysis of Medical Decision Making

診断エラーに潜む
認知バイアス

誤診の解体
診断エラーに潜む認知バイアス

忘れられない、いや、忘れるべきでない 患者さんへ、説明責任を果たすために。

その診断エラーは、いかなる認知バイアスや感情バイアスによって引き起こされたか、実際の症例で紐解く。医師の背景や心情、他の患者の状況などが具体的に臨場感あふれる筆致で描写され、読者に追体験をさせた後、意思決定時の失敗はなぜ起きたか、どのような認知エラー誘発状況があったか一つ一つ丁寧に解き明かす。まさに「認知的剖検(Cognitive Autopsy)」。全ての診療科の医師、研修医を正しい診断と診療プロセスに導くガイドブック。

監訳：宮田靖志 愛知医科大学医学部 地域総合診療医学寄附講座
中川紘明 福島県立医科大学 総合内科・臨床研究イノベーションセンター

●定価4,950円(本体4,500円+税10%)
●B5変 ●頁344 ●図・写真74 ●表14
●2021年 ●ISBN978-4-8157-3038-3

MEDSi メディカル・サイエンス・インターナショナル
113-0033 東京都文京区本郷1-28-36

TEL.(03)5804-6051 http://www.medsi.co.jp
FAX.(03)5804-6055 Eメール info@medsi.co.jp



研究成果をひとめで伝える 科学イラストのススメ

大内田 美沙紀

京都大学 iPS 細胞研究所（CiRA）国際広報室
サイエンス・コミュニケーター/サイエンスイラストレーター

「SARS-CoV-2 が ACE2 発現 iPS 細胞に感染するためには、エンドサイトーシス経路ではエンドソームに存在するカテプシン B が、エンドサイトーシス経路を通らないケースでは細胞膜に存在する TMPRSS2 が重要な役割を担っていることがわかり、それらの阻害薬またはゲノム操作によって感染を防ぐことができる」という論文の概要文¹があったとします。専門用語の補足説明があったとして、すぐに研究成果のイメージがつかめるでしょうか。概要分に加えて内容を表すイラスト（図）があれば、概要を把握する時間が一気に縮まるように思います。このような論文の趣旨を一枚にまとめたイラストを「グラフィカルアブストラクト」と言います。

近年、SNS の普及などにより、学術誌の多くはグラフィカルアブストラクトの提出を論文投稿者に求めるようになってきました。私は現在、京都大学 iPS 細胞研究所（CiRA）国際広報室に所属し、科学専門のイラストレーター（サイエンスイラストレーター）として、学会の発表スライドなどで使用する細胞や臓器のイラストから、論文のスキーマ（図式）、学術誌のカバートまで、CiRA の研究者が必要とする科学や医療に関するさまざまなイラストを制作しています。最近では、上記で挙げたようなグラフィカルアブストラクト作成の依頼が増えている印象を受けます。学術誌の読者はほとん

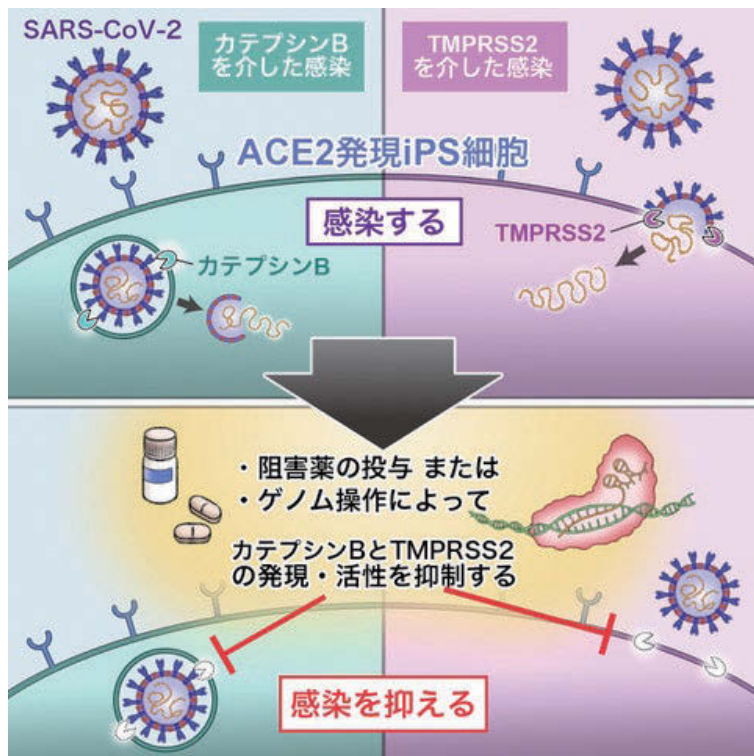
どが多忙極まる研究者や医師であり、彼らは限られた時間の中、大量の論文の中から素早く読むべきものを見極める必要があります。グラフィカルアブストラクトはそのような精選の手助けになっているようです。また、一枚にまとめられたこのようなビジュアルは、そのまま SNS に貼り付けて拡散したり、学会発表などでスライド一枚に簡潔に示して説明したりと、さまざまな場面で活用できます。

CiRA の国際広報室で、日々効果的な科学広報の方法について考えていますが、私はイラストや写真を含んだ、目を引くビジュアルの存在が重要な鍵であるように思います。最近、メディアの方向けのプレスリリースや、一般の方に向けた科学広報イベントの告知においても、冒頭にビジュアルを挿入して注意を引きつける工夫をしています。ぜひ、ビジュアルを活用した効果的な科学・医療コミュニケーションを意識してみたいのではないでしょうか。

京都大学では、2019 年に研究を一目で伝える科学イラストセミナーを開催し、『プロに依頼する科学イラストのススメ』という冊子を公開しましたので、参考にしていただければ幸いです（<https://ashbi.kyoto-u.ac.jp/ja/archive/visualize-your-science/>）。

●参考文献

1) Mol Ther Nucleic Acids. 2021 [PMID : 34692233]



●図 文献 1 に掲載のグラフィカルアブストラクトを日本語訳したもの



紛争地アフガニスタンの 農村での医療支援におもう

藤田 千代子

ペシャワール会 PMS 支援室長兼 PMS 総院長補佐

パキスタンのペシャワールでハンセン病の診療に当たっていた中村哲医師は、当時のソ連によるアフガニスタン侵攻（1978～89 年）から国境地ペシャワールへ逃れてくるアフガン難民の診療にも必然的に着手した。その後、基地となる病院をペシャワールに置き、両国のハンセン病多発地帯（その他感染症の巣窟でもあった）に次々と診療所を開き、医療過疎地の診療に力を入れた。そんな中、アフガニスタンが大干ばつに見舞われたため井戸を掘り、聴診器を外して最終的に白衣を脱ぎ、干上がった農地へ水を引き入れる用水路の建設に没頭した。「人を癒やすことから、枯れ果てた大地を癒やす医者となったのである」と言えば言葉は美しいが、実際にはさまざまな苦闘があった。しかしそれに報いる喜びも備えられていた。

中村医師は 2019 年 12 月 4 日に、かの地で銃撃を受け亡くなった。長年共に医療活動や灌漑事業を行ってきた現地の事業体 PMS（ピース・ジャパン・メディカルサービス）とペシャワール会は、中村医師の遺志を継いで、今なお干ばつが進行するアフガニスタンで事業を継続している。

2021 年 8 月 15 日、タリバンが首都カーブルを掌握した。国際社会は 2001 年と変わらずに「タリバン＝悪の権化」と認識しているようで、米国はアフガニスタンの資産を凍結し、貧困国に対する支援金を持つ世界銀行と国際通貨基金も拠出を停止して今に至る。資産凍結は、タリバンの女性の人権迫害が大きな理由の一つとされる。15 日以降、無政府状態となり、私たちは現地の事業を全て停止して様子をみた。数日後には治安が改善し（地元の人々曰く、以前より良くなった）、バザールや両替商も通常に戻り、PMS は 21 日に診療所を再開した。時期的にマラリアや腸チフス等の患者が多く、また数か月前から新型コロナウイルス感染疑いの来院者が増加していたのだ。しかし、資金凍結による物価高騰も拍車をかけ、薬品の購入が困難に



●写真 PMS 診療所の様子

なっている。そんな中でも何とか薬品をそろえているわが診療所には遠方からの受診者が増え、いつまで薬品が持つか心配の種となっている。

31 日、アフガニスタンから全ての外国軍や団体が撤退した。残されたのは、餓死線上 1400 万、飢餓線上 2000 万という圧倒的な食糧危機に直面しているアフガニスタンの人々である。中村医師が井戸や用水路建設に取り組まざるを得なかった 2000 年の大干ばつは、国民の半数が被災し飢餓線上 400 万人、餓死線上 100 万人との発表であった。私たちの診療所周辺も田畑が干上がった。わずかな汚染水を飲まずにはいられない栄養失調の子どもたちが、その後どうなるかは想像に難くない。「薬では渴きは癒やせない」「百の診療所より一本の用水路を」と、中村医師が干ばつを訴えながら用水路建設を続けて 20 年が過ぎた。2001 年のタリバン政権時に起こったニューヨーク同時多発テロ事件の後タリバン政権が陥落し、世界各国がこぞって「アフガニスタン復興支援」を開始してからの 20 年でもある。国際社会は膨大な支援金を投入した。しかし、実際にはこの 11 月の小麦の種まきもできないほど田畑は干割れ、このまま放置すると 1000 万以上の餓死者が出てくる。こんな状況の中、資産凍結が解除されず、現地では活動資金が銀行から十分に引き出せない状況が続いている。命は平等とよく言われるが、この状況では疑問を感じざるを得ない。

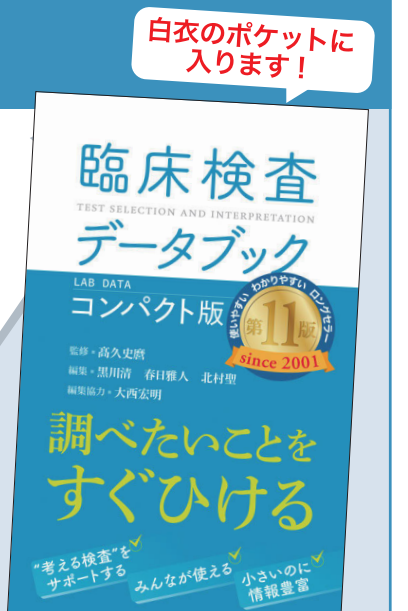
小さいのに詳しくて使える
お役立ちデータブック

臨床検査 データブック

【コンパクト版】 第11版

監修 高久 史磨
編集 黒川 清／春日 雅人／北村 聖
編集協力 大西 宏明

『臨床検査データブック 2021-2022』（2021 年 1 月刊行）から、いつでもどこでも必要になる検査約 220 項目を抽出し、ポケットに入るサイズに編集したものです。この検査値の意味は……？ 病棟に、外来に、実習に、持ち歩いてさっとひけるお役立ちデータブック。みんなの臨床をサポートします。



書籍の詳細は
こちらから



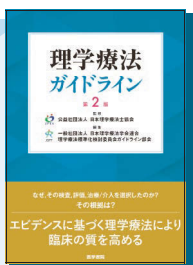
●三五変型判 2021 年 頁 418
定価：1,980 円（本体 1,800 円＋税 10%）
[ISBN978-4-260-04797-5]

なぜ、その検査を、評価を、治療/介入を選択したのか？ その根拠は？

理学療法ガイドライン 第2版

エビデンスに基づく理学療法によって臨床の質を高めるために、これからの臨床の指針となる一冊。21 領域、41 疾患・外傷における 195 の CQ が、理学療法の現在の立ち位置と進むべき方向を示す。

監修 公益社団法人 日本理学療法士協会
編集 一般社団法人 日本理学療法学会
連合理学療法標準化検討委員会
ガイドライン部会



寅年だ!“虎の巻”だ! Let's トライだ!

大変おすすめしタイガー

虎の巻
其の巻



- ▶ 日常診療で遭遇する疾患・症候を網羅
- ▶ 処方例・最新情報・専門家のTips・エビデンスが1冊に
- ▶ **New** 診断の決め手が一層わかりやすく!

今日の治療指針 2022年版

総編集 福井次矢・高木 誠・小室一成

- デスク判(B5) 頁2224 2022年
定価20,900円(本体19,000円+税10%) [ISBN978-4-260-04776-0]
- ポケット判(B6) 頁2224 2022年
定価16,500円(本体15,000円+税10%) [ISBN978-4-260-04777-7]

ト
ツゼンの
疑問も解決
治療指針

虎の巻
其の式



- ▶ ほぼ全ての医療用医薬品を網羅
- ▶ 警告・禁忌・副作用を含む全情報を収載
- ▶ 適応外使用の情報も随所に
- ▶ **New** 後発医薬品情報がさらに充実!

治療薬マニュアル 2022

監修 高久史磨・矢崎義雄
編集 北原光夫・上野文昭・越前宏俊

- B6 頁2880 2022年
定価5,500円(本体5,000円+税10%) [ISBN978-4-260-04783-8]

ラ
イバルが
他の薬本

ビビる詳しくさ
情報量

両書籍とも、高機能なWeb電子版付。2冊併用なら、電子版が融合しグレードアップ!

2冊併用なら… ●1166疾患・薬剤約18000品目の情報を一瞬で検索! ●薬剤情報ジャンプ機能が追加に!

スマホ・PCが“総合診療データベース”に大変身!

※利用期限: 2023年1月末まで

今すぐ書店で手にトラねば!



医学書院

〒113-8719 東京都文京区本郷1-28-23 [WEBサイト] <https://www.igaku-shoin.co.jp>
[販売・PR部] TEL: 03-3817-5650 FAX: 03-3815-7805 E-mail: sd@igaku-shoin.co.jp