SURE 静岡大学学術リポジトリ
Shizuoka University REpository

変貌する身体と生命：
サイボーグ化とデジタル化の未来

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2016-07-13 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 松田, 純 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/9767

第1回

変貌する身体と生命
――サイボーグ化とデジタル化の未来――

松田　純

はじめに

生命操作時代の到来により、私たちの生命観・身体観は大きく変容することになりました。これまで私たちは人間というものを丸ごとの身体や、丸ごとの命として受け止めてきましたが、生命操作によって、部分化、部品化が可能になってきました。殺人事件などがあると、よく「命の尊さ」や「かけがえのない命」が叫ばれますが、今や命は交換可能な「かけがえのある命」とも言える段階まで来ているのではないでしょうか。

幾つか例を挙げていきます。

生命操作時代における生命観・身体観の変容

†臓器移植、再生医療

まずは臓器移植です。これは古くなった、あるいは病気で傷んだ臓器を取り換えるというものです。生体移植もありますが、脳死者からの臓器移植もあります。温かい血が流れてピンク色の肌をしている脳死者の体を切り開いて、臓器を摘出して、他の人に移植します。それによって助かる人がいるというのは事実ですが、もう数十年もしたら、昔の人はすごい医療をやっていたと語られるようになるかもしれません。このように、臓器を交換すれば生き延びていけるという時代になっています。

これよりもっとスマートなのは再生医療です。これは患者の細胞や組織から新しい組織をつくり、それを患者の体

に戻して、傷んだ臓器を修復していくという技術です。山中伸弥先生のiPS細胞は有名です。iPS細胞はまだ臨床で使われていませんが、ちょうど一年前に臨床試験がスタートし、理化学研究所の高橋政代プロジェクトリーダーが加齢黄斑変性症の患者に、iPS細胞からつくった網膜組織を移植するという手術が成功したと報じられました。ただし、現段階では手術が成功し安全性が確認されたということであって、iPS細胞が有効であるという評価はまだ難しいようです。

心臓への細胞移植については、幹細胞から作成した薄いシートを、内視鏡を用いて傷んだ部位に切手のように貼っていけば、そこから新しい細胞が増殖して、傷んだ部位を修復して、心臓全体がよみがえっていくという方法が既に臨床応用されています。肋骨を切断する開胸手術は不要で、非常にスマートな医療が実現しています。同じように、慶應義塾大学の岡野栄之教授は、iPS細胞から神経細胞を増殖させて、脊髄損傷の患者に移植する臨床試験を二〇一八年頃には始めたいと言っています。バイクで交通事故に遭って、脊髄を傷めて車いす生活の方などが多数いますが、そういう方に神経細胞を移植して、神経をつなごうというものです。このような試みがどんどん行われていくと、傷んだ組織や臓器を、あたかも部品を交換するようにして、治していける医療が実現していきます。

†生殖補助医療

次の例は生殖補助医療です。一般に不妊治療という言い方もされます。例えば体外受精という技術があります。普通、受精卵は体内の奥深くにできて、見ることはできませんが、これを体外のラボで受精させることができます。一九七八年、イギリスで世界初の体外受精児が生まれました。そのときの体外受精児ルイーズ・ブラウンさんは現在三十七歳で、結婚して自然妊娠で男の子を二人産んでいます。初めて体外受精が行われたとき、世界中が大騒ぎになって、神を冒瀆する行為だとも言われました。その後、世界で四〇〇万人以上の「試験管ベビー」と呼ばれる体外受精児が生まれました。二〇一〇年になって、体外受精を開発したロバート・エドワーズ博士がノーベル医学・生理学賞に輝きました。

今、日本人の夫婦の一〇組に一組は不妊に悩んでいます。日本で生まれる子どもの四〇人に一人が体外受精児です。年間二万七〇〇〇人、これはすごい数です。大学で授業をするとき、一二〇人ぐらいの教室では、その中に三人ぐら

い試験管ベビーがいてもおかしくないという話をするのですが、そのように通常の医療として定着しました。

体外受精では、卵子の元々の持ち主である女性の子宮に戻して産むというのが一般的ですが、その女性が病気などの理由で、他人に代わって産んでもらう代理出産も可能になります。日本では向井亜紀さんが、米国の女性に双子を産んでもらったことが有名です。

六〇歳近い祖母が、娘に代わって代理出産をしたケースもあります。普通、人間を含めた生物は孫を産みません。子どもを産みます。その子がさらに、自分の子を産むと、祖母から見て、「孫」と言うのが、言葉の定義です。でも、「祖母が孫を産む」ということが実現しているのです。娘は病気で子宮を摘出していて、子どもを産むことができません。卵巣を残してあったので、卵子と精子を若夫婦から採取して体外受精し、受精卵を娘に戻すのではなくて、娘の母に移植して産んでもらいました。戸籍上は養子縁組をして、この夫婦の子どもになります。娘もこの母から生まれてきたので、母に産んでもらった新生児とはきょうだい関係にあります。でも、遺伝子的には娘の卵子から生まれているので、娘の子です。「子」にして「きょうだい」。これは通常ありえません。私たちは「あり得ないことがあり得る時代」に生きているのです。

また、体外受精をすると、受精卵が実験室でできるので、その受精卵からできる子の病気の有無などを妊娠前にチェックすることができます。この技術は着床前診断と言います。遺伝子検査をして、病気のない受精卵だけを子宮に移植して妊娠を待つということが可能になります。これは世界中に広まっており、日本でも行われています。

†全ゲノム解析、ゲノム編集

今、ゲノム技術が急速に進歩してきているので、着床前診断にも全ゲノム解析が利用される時代はもう目の前に来ています。三〇億の塩基対を全部読んで、どういう病気を持っているか、髪の毛は何色かなど、どういう子どもが生まれるかが事前に分かるようになってきました。それで病気や障害を排除できます。技術的には、健康なものだけを残していくことができるところまで来ています。「子どもは授かりもの」という言葉があるように、私たちは、子どもは夫婦の営みによって授かるものと受け止めてきました。それが今、授かるものから選ぶものへと変わってきています。

さらに、もう一段階あります。ゲノム編集です。非常に

新しい技術で、これまでの遺伝子組み換え技術とは違って、狙い通りに遺伝子を切り貼りできる技術です。これを使えば、デザイナーベビーの実現が可能なのではないかという話になってきます。そうすると、授かるものから選ぶものへ、それをさらに超えて、デザインするものへと変わっていきます。今は、選ぶといっても、こういう子どもが欲しいということはできません。こういう子どもは欲しくないということが、ある程度できるという段階なのですが、今度はデザインすることができるかもしれない。そういう時代へと向かおうとしているのです。

二〇一五年四月、中国の研究チームが、ヒト受精卵に対してゲノム編集を行ったと発表しました。動物や魚に対してはすでにゲノム編集が行われていますが、中国の研究チームはヒトに対して行ったということで、世界に衝撃が走りました。より望ましい子どもを得る手段になるのではないかということで、二〇一五年七月末、日本の遺伝子治療学会と米国の学会の科学者が、倫理的な問題などについて、社会的合意が得られて解決するまで、厳しく禁止するべきだという共同声明を発表しています（しかしその後、二〇一五年十二月三日、米英中三か国の科学者団体が、ワシントンで開催された国際会議で、妊娠させないことを条件に、ヒトの受精卵を使ったゲノム編集の基礎研究を容認する声明を発表しました。また、二〇一六年二月一日、英国の規制当局が正常なヒト受精卵に対してゲノム編集を行うことを認めました）。

生殖については、この市民講座の最終回に、「生むこと、生まれること～家族社会を問い直す～」と題して、白井千晶講師の講義があります。生殖補助医療に関係する話もあると思いますので、ぜひ聞いて下さい（本書第５回）。

†アンチエイジング

次は、遺伝子操作による老化遅延技術、アンチエイジングです。超高齢社会になり、多くの方が大変関心をもっていると思います。長寿研究が進んできて、今その最先端で、老化を阻止するＮＭＮという物質が発見され、これを飲むと年を取らないかもしれないと発表されています。そのうちこういう薬が売り出されるかもしれません。売り出されたら私はすぐに買いに走るかもしれません。

また、再生医療に使われる幹細胞は、美容とアンチエイジングにも用いることができます。若いうちに自分の幹細胞を摘出して冷凍保存しておき、それを年を取ってからラボで培養して広げます。十分な大きさに広がったら、自分

の皮膚を全部張り替えたりできるようになるかもしれません。くすんできた壁紙を張り替えるようにして、七〇〜八〇歳代の人が再びピチピチになる可能性もあります。

寿命、老いの意味については、次回の講座で「老いを科学する〜老化と寿命はどこからやってくるのか?〜」と題して、丑丸敬史講師が科学者の立場から、老化の生物学的なメカニズムとその意味を講義します（本書第2回）。さらに、老いの先に待っているものは死です。この死すべき生の意味については、第4回で竹之内裕文講師が「〈死〉とともに生きる〜死ぬとは?生きるとは?〜」と題して講義します（本書第4回）。いずれも聴講していただけると、幸いです。

†アトミズム（原子論）とその先に見えてきたもの

このような生命操作を歴史的に振り返ると、その直接的な始まりは、今から六〇年以上前の一九五三年、ワトソンとクリックがDNAの二重らせん構造を発見したというところにさかのぼります。そこから現在の生命科学は飛躍的な発展を遂げてきました。遺伝子・ゲノム科学は、生命現象の設計図の基本言語を読み解きました。私たちの生命現象はA、G、C、Tという四種類の塩基の組み合わせによってコントロールされているということが明らかになったのです。

これは科学論で言うと、アトミズムを極めたということです。アトミズムというのは、全体を見ても分からないので、分析を重ねていって、最小単位を見つけるというものです。アトムは原子ですから、アトミズムを直訳すれば原子論ですが、別の言い方をすれば要素主義です。全体は部分の集合からなるので、全体を要素に分割して、まず要素を解明し、そこから全体を説明するという方法論です。ですから、科学的分析は分析を繰り返していきます。丸ごとの人間を見ていても、人体の仕組みはさっぱり分からないので、まず人体をいろいろな臓器や器官に分けていき、それぞれの働きを解明します。さらに細胞レベルにまで分析を進め、二〇世紀の生命科学では、肉眼では見えない細胞の核、その中に折りたたまれているDNAについに人類の英知がたどり着きました。DNAは電子顕微鏡でしか見えませんが、そのアトミズムを極めて、たどり着いたミクロの構造の中に見えてきたもの、それは生命の壮大なつながりでした。科学の眼が生命現象を説明する最小単位である遺伝子、DNAの微小（ミクロ）構造に到達したことによって、反対に、生命の最大級（マクロ）のつながりが再び認識されるようになったの

です。

例えば、あらゆる生物の基本要素を成すアミノ酸、生命活動に不可欠な水は、太古に宇宙から地球に運ばれてきました。ですから、私たちが今ここに生きているという事実は、地球上の三六億年の生命誌、四六億年の地球の歴史、さらには一三七億年の宇宙の歴史と切り離せないもので、それによって支えられているのです。これは、現代の宇宙科学と生命科学の両方から明らかになったことです。細胞の絵を見たことがあるかもしれませんが、実に複雑な構造をしています。細胞の小宇宙（ミクロコスモス）の中に、三六億年の生命進化の歴史が凝集されているのです。

水の起源について考えてみましょう。微惑星の衝突で原始地球が誕生して、そこに水も含まれていたという話がありますが、現代の宇宙科学では、それは今の地球の海の半分で、あとの半分は、ある程度できた原始地球に太陽系の端から飛んできた彗星が運んできた、そして、四〇億年前に海が誕生した、という説が有力です。ですから、一滴の朝露の中にも地球のドラマ、宇宙の歴史が凝集しているということになります。私たちは、水を飲まないと生きていけませんので、私たちの命は宇宙の歴史全体によって支えられていることになります。

夏の雨上がり、田んぼ道を歩くと、図1のように、たくさんの水滴が付いています。この一滴の露は永遠にそこにとどまっているわけではありません。日が差して気温が上がれば蒸発してなくなります。ですから、そこに独立して存在しているわけではありません。地球全体の壮大な水循環のプロセスの一コマとして、今そこにあるのです。雨上がりに立ちのぼった水蒸気は、やがて雲になり、また再び雨となって地上に降り注ぎます。地面に吸い込まれた水は、地下水から川になり、滝になり、大河になり、大洋へとつながっていきます。自然は最も奥深いところですべてがつながっています。

こうしたつながりが科学的に解明されてきましたが、実はこういう知見は、人類は昔から直感的に持っていました。それは、私たちの先祖が持っていた宗教や自然観です。ですから、宗教と科学はそれほど離れていないのではないかと私は思っています。自然は最も奥深いところですべてがつながっているということを、現代の宇宙科学は解き明かしてきました。宇宙創成についての科

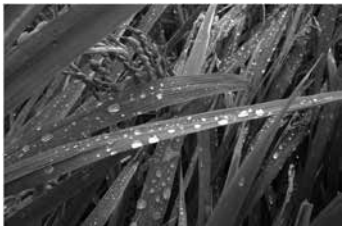


図1　朝露と水循環

学者、佐治晴夫さんは、「わたしたちのからだは星からできている。すべては、ひとつのものから始まった」と詩的に表現しています。こういうふうに私はいままで講義してきました。

ところが、二〇一五年八月十八日のニュースに驚きました。東北大学と広島大学の合同チームが、DNAの起源は隕石の衝突ではないか、という説を裏付ける結果を実験で証明したと発表したのです。東北大学の金属材料研究所にある一段式火薬銃を使って、太古の地球の海の状態を再現したところに隕石が秒速一キロで衝突したという条件で、超高速衝突実験をしました、その結果、DNAの基となる核酸塩基と九種類のアミノ酸ができたというのです。私は先ほど、佐治さんは詩的に表現したと言いましたが、間違っていました。詩的ではなく、文字通り私たちの体は星屑からできていると言うべきでした。

†ミクロコスモスとマクロコスモスの一体性

例えば、細胞がミクロコスモスで、大宇宙がマクロコスモスです。このミクロコスモスとマクロコスモスの一体性という考え方がヨーロッパにあります。十六世紀頃のスイス生れのパラケルススという医者がこの考え方に基いた医学を提唱しました。彼は、医学は、哲学、天文学、錬金術、倫理学の四本柱の上に立てられるべきだと言っています。

> あらゆる疾患を人間の外部のマクロコスモスの中に認識し、人間の本性をマクロコスモスのうちで把握するならば、そのときこそ真の医師である（パラケルスス『自然の光』人文書院、一九八四年、一〇一頁）。

つまり、本当の医師は天文学が分からなければ駄目だと言っているのです。身体と宇宙との一体性を直感していたということです。この段階では科学的に証明されていたわけではありませんが、現代は、身体と宇宙のつながりを科学的に証明することが可能な時代になってきたということです。

十四世紀のイングランドの「十二宮人体図」は、人体と星座のつながりを描いた人体図です。天体と人体がそれぞれ対応しています。この絵は、第3回の講座を担当する久木田直江講師が二〇一四年に刊行した『医療と身体の図像学』という本の表紙に載っています。第3回は「身体と魂のケア」というテーマで、「医療と身体を考える」と題した講義です。欧州で自ら集めてきた珍しい図像を身体医文化

論の方法で読み解きながら、ヨーロッパ中世における身体と魂の全体をケアするホリスティックな医療の話になると思いますので、お聴きいただけたらと思います（本書第3回）。

ここまでのまとめです（図2）。生命操作時代前の命が、丸ごとの命、かけがえのない命であったとすれば、生命操作時代はそれが部分化、部品化できるようになり、交換可能で、代替可能なものになってきました。生命や身体が部品のようなものから構成されているようにも受けとられます。私たちが病気になって病院に行くと、いろいろな検査をして、医師はその検査結果を見て、どこが病気かを見定めて治療します。しかし、生命科学や遺伝学が、生命の極小の究極の単位を明らかにしたことによって、逆に壮大な命のつながりが見えてきました。実際、人間の身体と心は一体であり、自然環境とも切り離せませんし、社会環境からも大きな影響を受けています。このようなことから、患者を検査データの塊ではなくて、丸ごとの人間として捉え直そうということで、現代の医療が「全人的ケア」というスローガンを掲げる時代になっています。ここまでが序章です。

生命操作時代	生命科学・遺伝学の進展
• まるごとの生命・いのち→部分化・部品化 • かけがえのないもの →交換可能・代替可能 • 病気を検査データから究明	• いのちの大きなつながり • 心身ー社会ー自然環境 • 患者をまるごとの人間として • 全人的ケア

図2　生命科学の発展により見えてきたもの

デジタル技術とサイボーグ技術は私たちをどこへ導くか？

デジタル化は、人工的に物質と生命を一元化して人間と機械を結合することを可能にします。デジタルは苦手だという方もいらっしゃると思うので、ちょっとおさらいをしてみます。

日本語のかなは五〇文字、アルファベットは二六文字あります。ところが、コンピューターはとても利口そうに見えますが、0と1という二つの文字しか知りません。1は電流が流れる、0は流れないということです。

この単純な区別だけで回路を組みます。「静岡大学・読売新聞の連続講座は、内容が面白いか、または受講料が安いかのいずれかならば参加する」という回路は「OR回路」といいます（orは「または」）。片方のスイッチがオンになれば電気が流れます。

「内容が面白く、そして受講料が安ければ参加する」とい

う回路は「AND回路」といいます。両方のスイッチがともにオンにならなければ電気は流れません。すべて、電気が流れるか流れないか、0と1の二文字で組み立てます。図3は二進法の計算の基本の回路です。1＋1は、二進法では10と出ます。十進法に変換すると2となります。電子計算機の基板は、こうした回路を無数に組み合わせて、複雑なプログラムが設計されています。つまり、0と1という単純な区別に還元することによって、複雑な計算が機械的にできるようになります。また、そのことによって、人と機械との融合も可能になっていきます。

近年、さまざまな技術が集合した収斂（しゅうれん）技術が、すさまじい勢いで展開しています。そのなかに、ナノテクノロジー（Nanotechnology）、生命科学（Biotechnology）、情報科学（Information technology）、認知科学（Cognitive science）が一つになったNBIC技術があります（図4）。NBICとは四つの頭文字を取ったもので、その集約化の核になっているのが情報科学です。コンピュータの速度は今もものすごい勢いで向上しています。情報通信技術（ICT：Information and Communication Technology）の長足の進歩が、技術発展を加速させています。

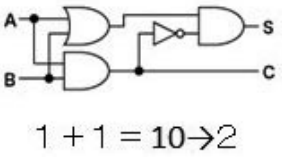


図3　二進法の基本回路



図4　収斂技術

†人間とコンピュータ（機械）との融合

ここで、人間とコンピュータ（機械）との融合の問題を見ていきたいと思います。脳と機械の融合体であるブレイン・マシン・インターフェース（Brain-machine Interface BMI）という技術があります。これを使いこなせば、例えば難病で四肢を動かせない人が、頭で考えただけで、ロボットの腕を動かすことができるようになります。現在は、そのような支援技術として実験されていますが、この先には、機械の中に永遠に生き続けるスーパーヒューマン、不死への挑戦という未来も見えてきます。現在、米軍は兵士の代理アバター（avatar）として行動できる二足歩行ロボットを開発中です。もしこれが成功すれば、米軍は再び地上軍を堂々と派遣できるようになるでしょう。今オバマ政権は、テロとの戦いで空爆はやっても、地上軍の派遣はため

らっています。過去の戦争で米国民も多数犠牲になり、その代償があまりにも大きかったからです。これを人間でなく機械が肩がわりしてくれたら、ためらわずに地上軍を派遣するということになるかもしれません。

また、ロシアのドミトリー・イツコフ（Dmitry Itskov）は、脳の情報を機械に移し換えるアバタープロジェクトに巨額の資金を投資しています。機械の中に永遠に生き続けるいのち、それをも「人間」と呼べるのか？こういう問いが出てくると思います。

それに対して、「哲学的に見て、人間の本質に反する」と私が言うのを皆さんは期待するかもしれません。しかし、私の答えは違います。「定義しきれないのが人間である」というのが私の立場です。ドイツの哲学的人間学者、ヘルムート・プレスナー（Helmuth Plessner,1892-1985）は、「人間の本質は決して固定されているのではなく、世界に開放されている。人間はあらゆる定義から身を引く。人間は隠されたる人間（homo absconditus）である」と言っています（プレスナー「隠れたる人間」新田義弘訳、ボルノウ／プレスナー『現代の哲学的人間学』藤田健治ほか訳、白水社、一九七六年、四三頁）。「隠されたる人間」というのが彼のテーゼです。人間をこうだと決めつけることは、なかなか難しいと思います。それは脳の可塑性（かそせい）からきています。可塑性とは、溶かしたプラスチックのようにいろいろな形にできるということです。私たちの脳は非常に柔軟にできています。先月（二〇一五年七月）、イギリスの認知学者アンディ・クラークが書いた本の翻訳が『生まれながらのサイボーグ』という書名で刊行されました（アンディ・クラーク『生まれながらのサイボーグ　心・テクノロジー・知能の未来』呉羽真・久木田水生・西尾香苗訳、春秋社）。クラークによれば、イヌやネコの脳にも可塑性はあるが、人間の脳はそれらと比べて、並外れた可塑性があるそうです。つまり非常に柔軟に対応できるということです。それが人間を生まれながらのサイボーグにしているというのが彼の主張です。人間とはこういうものだと、現在の時点で決めつけることは多分できないだろうと、私も思います。

ひとつ例をあげます。紙とペン、これも立派な文明の利器です。私たちはこれを使って小学校から文字を練習し、延々と使ってきました。それは私たち一人一人の脳の在り方、そして人類の在り方を相当変えてきたと思います。文字を書く道具は、棒、筆、ペン、ワープロ、パソコン、スマホなどと進化してきました。手になじんだペン、思いどおりに入力できるスマホなどを用いて作業に集中している

とき、私たちは使用している道具のことを忘れています。自身がペンと化している。スマホと化している。まるで自分の身体の一部となって神経と接続しているかのように感じています。そうした道具こそ、使いごこちがよく、すばらしい道具なのです。クラークは、そうした技術を、「疑似神経的」になった「透明なテクノロジー」と呼んでいます（前掲書四七―四八頁）。道具に突然、不具合が生じたときに、「どうした？」「なぜ動かない？」と思って、自分が道具を使っていることに改めて気づきます。人間と機械とのこうした深い共生が、すでに私たちの脳と身体の奥深くに形成されています。それは人間の脳が並外れた可塑性を持っているからです。人類は道具や技術とともに進化してきて、それによって脳のたえざる再編成が起こっているのです。私たちの頭の中では、この瞬間にもニューロンのシナプスの結合が絶えず組み換えられています。これが人間をつくってきたのです。その延長線上に何が出てくるかということを、決めつけることはできないのではないでしょうか。人間の本質を定義によって固定的に特定化できない。それはなお「隠されている」。これは哲学的人間学の結論です。

†デジタルヘルス社会

今度は社会面から見ていきます。近未来のデジタルヘルス社会を考えてみます。現在、リストバンド型の活動量計をつけて、ウォーキングやランニングの活動量や、カロリー消費量、睡眠量などを把握し、日常生活を記録する機器とサービスが商品化されています。ナノレベルの技術が発達すると、健康状態の継続的監視のために、診断チップを体内に埋め込むことが可能になってきます。体内埋め込み型の計測器が、バイタルなデータを二四時間体外に送信し続けます。ネットワークに接続してクラウドの人工知能によって健康管理を行う時代がやってきます。これは、人体内に主治医が常駐して、健康を遠隔監視し、問題があれば遠隔処置するという近未来図です。考えようによっては大変ありがたい話で、病気を発症する前から病気の可能性を予知し、発症や症状悪化を事前に警告してくれます。日常生活における「逆ナースコール」とも言えます。病気を発症する前から病気の可能性を予知するものを「予知医療」と言いますが、現在推進されつつある予知医療の先に、こうした世界がきます。私たちは日常的に自分の健康に気をつかっていかなければならなくなります。これは究極の健康管理社会と言えるかもしれません。

デジタルヘルスには、さまざまなメリットが指摘されています。主なものは以下のようにまとめられます。

①医療の適正化・効率化

先進各国は、医療の高度化や高齢化などにより増大する医療費の抑制に苦慮しています。検査や治療がどれだけ効果的に行われているのかを、費用対効果の面からも厳しくチェックし、個別の疾病ごとの実態や、保健政策全体を正確なデータに基づいて把握する必要があります。紙媒体のカルテ（診療記録）などでは、膨大な件数の医療行為の全貌を掌握することはできません。近年、これらが電子化されてきたことによって、集計・解析が容易になり、長期保存も可能な状況になりました。これらのデータを有効に活用し、多角的に集計・解析を行い、医療資源の不適切な、非効率的な使用などを可視化して、医療の適正化・効率化によって医療費の抑制も可能となると考えられています。

②実証的データに基づく科学的な医療の推進

臨床のなかで試行錯誤で行われ進化し続けている診断・治療などをデータとして集約し、これらのデータに基づいて診療を改善し、「根拠に基づく医療」（EBM：evidence-based medicine）を推進できると考えられています。

③予知医療・個別化医療の推進と、医療への患者の参加

病気になる前から病気になる可能性を予測して、予防対策を行い、発症を予防したり、軽症化するための予知医療がデジタルヘルスによって推進されます。患者は通常、発症してから医療機関を受診し、そこでさまざまな検査を受け、診断されます。医師は病院で得られた検査データに基づいて診療します。しかし、患者は日々の生活のほとんどを病院以外で過ごしています。来院時の問診表やデータだけで患者の状態を十分に把握できているとは言えません。日常生活における継続的なデータによって初めて見えてくるリスクもあるはずです。近年、すでに述べたような、装着者の生体データを測定・記録・送信するモバイル機器が普及して、来院時だけではわからなかったデータが蓄積可能となりました。こうした膨大なデータの解析研究をふまえて、ＡＩ（人工知能）がリアルタイムで、個人の健康状態を分析し、発症の事前警告をモバイル端末に送信することが可能になります。各人は健康を維持するため、あるいは症状を悪化させないために、日常的に自覚的に医療に参加することになります。

④多職種連携（multiprofessional cooperation）の推進

医療が病院内で完結する時代が終わり、在宅医療、介護

を含む「地域包括ケア」の時代となりました。この理念のもとに、医療と介護をつなぐ多職種連携が求められています。これまでの病院スタッフ内での患者情報の共有化とは異なる次元での対応が必要になってきます。患者のデジタル化されたデータを、介護職などを含めて、多職種が共有して、切れ目のない医療ケアを実現するために、デジタルヘルスが力を発揮することが期待されます。

⑤遠隔医療（telemedicine）

医師同士が患者の病理画像などを共有し、診療上の相談・検討を行うという遠隔診療は既に実施されており、医師法上の問題もありませんでした。これに対して、医師と患者の間の遠隔医療は、対面診療を原則とする医師法二十条により禁止されていました。近年、厚生労働省が法解釈を一部変更し、その適用範囲をより広く解釈してから、遠隔診療が盛んになりつつあります。医療機関のない人口希薄地や通院の困難な患者に対して、スカイプなどのテレビ会議装置があれば、簡易に行えます。さらには、病院に行かなくても、スマートフォンなどを介した遠隔での診察と医薬品の処方、受け取りが可能なサービスも始まっています。

以上の利点は患者にとってもありがたいものです。しかし、こうした利点を享受するには、よほどしっかりした制度と体制をつくらないと、うまく行きません。プライバシーとデータ保護が重要な課題になります。

エドワード・スノーデン氏やウィキリークスの告発によって、ＮＳＡ（アメリカ国家安全保障局）による盗聴が波紋を広げています。アメリカがドイツのメルケル首相の携帯電話まで盗聴していたということで、信用を奪う行為だと世界中が大騒ぎになりました。最近、アメリカの大手電話会社ＡＴ＆ＴがＮＳＡと密接に連携してきたというニュースもありました。私たちの電話通信は大丈夫でしょうか？

国内では、ベネッセの顧客情報の大量流出、日本年金機構の情報流出がありました。日本年金機構の流出については、個人情報一二五万件が三日間のうちに流出したという内部調査委員会の報告が一昨日（二〇一五年八月二〇日）発表されました。お粗末きわまりない話です。重要な情報を扱っている人のセキュリティーに対する感覚には、驚くばかりです。こういう事態を見ていると、「ビッグデータはきちんと匿名化した上で科学の進歩のために使わせていただきます」と言われても、なかなか信用できません。デジタルヘルスの先に、私的領域（プライバシー）の消滅と監視社会が生じることがないように、しっかりした仕組みづくりが

求められます。

†ビッグデータの利用

ビッグデータの利用は最新のテーマです。今、お店に行くといろいろなところがポイントカードを出していて、カードが山のようにたまって、管理に困ります。カードを出して買い物をする度に、自分の行動が全部記録されていきます。カーナビ情報も、向こうから道を教えてもらうだけではなく、自分がどこを通ったのか全部記録されています。今、こういう膨大なデータを、分野を超えて連結して解析し、新しい相関関係を発見するというビッグデータの利活用が叫ばれています。

あるスーパーが客の買ったものを分析したら、紙オムツを買う人はビールを買うことが多いという結果が出ました。紙オムツとビールを並べて配置したら、さらに売り上げが伸びるかもしれません。ビールを飲み過ぎておしっこをするからオムツを買うのでしょうか？　成人用のオムツではなくてベビー用だとすると、そうではありません。紙オムツを買うような子育て世代の夫婦はいろいろ大変で、ビールを飲まずにいられないというようなことなのでしょうか？　いずれにしても、因果関係は分からないけれども相関関係はあるというような情報は、科学論としてどうなのかという問題もあります。

†モノのインターネット（IoT：Internet of Things）

これは、今一番新しいテーマです。さまざまなモノにセンサーデバイスが組み込まれ、それらがクラウドに接続されて、自ら送受信して情報交換し、相互に制御する仕組みです。いわば、モノどうしが会話する、あるいは、端末どうしが双方向で情報交換して自律的に制御し、ＡＩ（人工知能）によって最適化し、社会全体を有機的なものにしていくような仕組みです。例えば、冷蔵庫のドアに、いまなかにどんな食材が入っていて、その賞味期限も表示され、必要なものがなくなりかけたら、冷蔵庫が自分で食品を発注してくれます。そんな時代がこようとしています。

ドイツはインダストリー４・０（Industrie 4.0）という第四の産業革命を国家プロジェクトに位置づけて、産官学の力を結集して取り組んでいます。先に述べたように、コンピュータは全てを０と１に還元するので、あらゆるものをそれで統一的に捉えていくことになります。産業では、生産現場を消費の場面と直結して、生産・消費一体管理を極限まで追求し、消費者の個別のニーズに即応して生産を調

整できます。既成品ではない注文品を大量生産することも可能になります。これは、人間によるコントロールの極限を追求する営みです。いわば、モノの連関が巨大な人工知能を持ち、それによって最適にコントロールされるという形になります。おそろしく便利な世界が出現します。このように、あらゆるモノがインターネットに結ばれ効率化された社会を、「スマート社会」と呼んでいます。スマートという言葉は、スリムでかっこいいという意味もありますが、まず「賢い」、「利口で頭がいい」ということです。スマート社会というのは賢い社会という意味なのですが、これで本当にみんなが賢くなれるのか、あるいは社会そのものが賢くなれるのか。巨大な人工知能による人の支配とか、モノが自律的に運動し、そこに人が従属することにならないように、この新しい科学技術をうまく使いこなさなければなりません。さもないと、反スマート社会になりかねません。

ビッグデータとＩｏＴ（モノのインターネット）が医療の中で使われた場合、どんな倫理的問題が発生するでしょうか。この検討はまだほとんどなされていません。そうしたなかで、ドイツ倫理評議会は二〇一五年五月にこの問題について、ベルリンで公開シンポジウムを開きました。五〇〇人以上も参加したそうです。専門家が十数人登壇して、

①医学研究と②診療におけるビッグデータの利用をめぐる倫理的・法的問題について議論しています（シンポジウムでの講演の詳細が、ドイツ倫理評議会のサイトに掲載されています）。

①医学研究におけるビッグデータの利用

研究面では、患者に関するデータを、まだ見えていない連関を探るために、研究目的を狭く限定せず、できるだけ多くのデータをさまざまな研究連関のなかで活用したいという要求が生じます。それゆえ、データの無制約な利用を認める「データ最大化の原則」が理想となって、プライバシー保護よりも認識の獲得、研究の倫理よりも研究の自由が優位に立つことになるという批判的考えが示されました（図5）。法学者からは、ビッグデータ・プロジェクトは現在のドイツやＥＵのデータ保護法と整合しないという警告が発せられました。つまり、

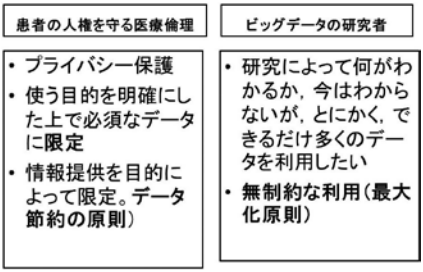


図5　医学研究におけるビッグデータ利用の倫理的課題

ビッグデータに基づく研究によって、インフォームドコンセントやプライバシーの保護は限界にぶつかるだろうという危惧です。

②診療におけるビッグデータの利用

診療面では、医療の倫理が導き出される伝統的な医師・患者関係をもとに、これとの比較のなかでビッグデータの活用を批判する講演がありました。医師・患者関係は次のような特徴をもつ特殊な空間です。

医師・患者関係という特殊な空間の特徴
①医療行為の必要性（医学的適応）と医師の責任
②患者の健康のために貢献する義務
③患者の同意・自律の尊重、インフォームド・コンセント
④患者の秘密を守る

この特殊な空間のなかで医師と患者の二人が出会います。医師・患者関係がこうした閉ざされた空間であることを保障することに、医師は責任がある。これに対して、ビッグデータの利用は、医師・患者関係の倫理、職業倫理に背反する、という指摘でした。なぜなら、医師・患者関係はプライバシーが保障された閉ざされた空間ではなくなり、現実空間とサイバー空間とが融合し、どこまで拡散しているか見通せない。どこにデータがあり、誰がシステムの管理者か、誰が全体を見通せるのか？これらが明確ではないからだ、という理由です。

このように、医師と患者の一対一の関係、プライバシーが守られた閉ざされた空間を医療倫理の原点にすえて、ビッグデータの利用がもつ上記の問題点が指摘されました。しかし、他の参加者からは、これがあまりにも古典的で、現状にも合っていない、新しい可能性への道を閉ざすものと受けとられ、講演後に白熱した討論が展開されました。演者も討論のなかで、自身が提示した医師・患者関係があくまで「理念（理想）型」であり、倫理的規範のモデルであることを認めざるをえませんでした。

この議論のなかから、何が見えてくるでしょうか？　医師・患者関係はたしかに医療倫理学の原点で、講演は医療におけるビッグデータという新しい事態をこの原点に照らすことで、新事態の特徴と問題点を浮き上がらせるという点では効果的です。しかし、医師と患者の一対一の閉ざされた関係というのは、まさに純粋な「理念（理想）型」です。今日の医療は医師だけで担われているのではなく、病院で

も多職種の連携、チーム医療が常識となっています。さらに、医療が病院だけで完結する時代が終わり、在宅医療の時代を迎えたいま、介護職も含めた多職種連携による「地域包括ケア」がめざされています。討論のなかでも、退院調整のなかで、在宅医療を担う在宅医や介護職とのカルテ情報の共有などが必要で有効だとの指摘もなされました。医師と患者の一対一の閉ざされた関係というのは、現状においてすでに終わっているのではないでしょうか。

おそらく私たちは従来の医師・患者関係を原点とする医療倫理学を超えて、医療の構造転換に立ち会っています。新たな技術的可能性とそれがもたらす構造転換とどう向き合うのかを問われています。それがデジタルヘルスとビッグデータの時代がわれわれにつきつけている課題だと思います。

†構造転換はすでに始まっている

伝統的な医師・患者関係から、プライバシー保護と患者の権利を主張するだけでは、新しい動向の意義をとらえそこねるでしょう。患者は医師からの説明だけではなく、自分の病気についていろいろ調べたりします。患者が図書館などで医学書を読みあさるということは以前からありました。インターネット時代になって、病気についての情報、しかも医学的にも信頼度の高い情報を簡単に入手できるようになりました。メールやSNS（ソーシャル・ネットワーキング・サービス）などを介して、患者どうしの情報交換の機会も増えています。こうした新しい患者の運動の意義にも注目する必要があります。ジェリミー・リフキンはそれを次のようにとらえています。

> 何百万もの人々が、自分の病歴や現在の病状についての詳細な個人情報をオープンソース化し、症状や診断、治療などの情報をシェアしたり、治療法を見つけるための研究で協働したり、互いに慰めや癒やし、励ましを与え合う支援団体に参加したり、権利擁護団体の先頭に立って、保健医療分野のあらゆる面で医療や保健の前提や慣習を見直すよう、政府や保険会社や医学界に働きかけたりもしている。……保健医療コモンズ〔共有財〕が市場経済に匹敵するほどの巨大な勢力となり、従来の医学理論や保健医療実践を揺るがしつつあり、そこで患者たちは自らの擁護に立ち上がっている。

伝統的に医師と患者の間の私的関係、すなわち、医

師が診断を下し、受け身の患者はその指示に従うという関係だった保健医療は突如として、分散型・水平展開型でピアトゥピア（peer to peer）の関係に姿を変えた。そこでは、医師や研究者などの保健医療提供者と患者が、オープンネットワーク化されたコモンズで、患者のケアや社会の保健衛生を推進するために協働している（ジェレミー・リフキン『限界費用ゼロ社会――〈モノのインターネット〉と共有型経済の台頭』柴田裕之訳、ＮＨＫ出版、二〇一五年、三七五頁）。

peer to peer とは、接続されたコンピュータ間に上下関係が存在しないネットワークの形態です。こうしたツールを患者自身が自在に扱うようになって、医療は患者参加型へと大きく変化しつつあります。日本の厚生労働省もこうした運動の意義を認め、二〇一二―二〇一三年度の難治性疾患等克服研究事業として、「患者および患者支援団体等による研究支援体制の構築に関わる研究」に厚生労働科学研究費補助金を出しました。これの研究代表者は特定非営利活動法人ＡＬＳ／ＭＮＤサポートセンターさくら会の橋本操理事長でした。ＡＬＳ（筋萎縮性側索硬化症）の患者会の代表が厚生労働科学研究費の研究代表者になるのは初めてのケースでした。

さらに、リフキンはこう続けます。

患者主導の保健医療は、自分の病状がどういった病気に該当するのかを突き止めようと、その症状についてインターネット上で検索する人が増えるにつれて、自然発生的に始まった。患者たちはウェブ上で同じような病状の人に出会い、情報をシェアするようになった。……さらに、医師に指示された治療に納得できず、別の治療法について知りたいと考えて、同じような不満を抱いている患者を探す人々も現れた。また、特定の薬の副作用についての情報を比較する人も出始めた。現在の治療法では不十分、あるいはそもそも治療法が存在しない慢性疾患や致命的な病気を患う人々は、治療の可能性を求めて結束しつつあった。とりわけ積極的な人々は、物心両面から互いに支え合う団体を結成したり、自分たちの病気に世間の注目を集め、治療法の研究により多くの公的資金を求める支援組織を発足させたりした。今日では、保健医療や公衆衛生の向上を求めて、数多くのソーシャルメディアのウェブサイトで何百万もの人が関与し合い、互いに支え、助け合っ

ている（前掲書、三七五頁）。

このように、病気についての情報を患者たちが自ら共有する新しいうねりが世界中で起こっています。患者ポータルサイトとして世界的に有名なのが、オンライン患者コミュニティー PatientsLikeMe（ペイシェンツライクミー）です。日本でも、患者支援団体などが主体的に難病研究を支援するための体制構築に向けた取り組みと研究を始めています。例えば、さまざまな患者会と医師や厚生労働省などが協力して、WE ARE HERE という患者ポータルサイトを立ち上げ、自分の病状や治療の効果や医療への要望など、さまざまな思いを書き込んで、情報交換と交流を深めています（https://nanbyo.net/）。これは上述の厚生労働科学研究費補助金難治性疾患等克服研究事業によって実現したものです。垂直・密室型の医師・患者関係から分散型・水平型・オープンリソースとしての医療情報へという大きな転換がすでに起こっています。これらを、従来の医療の枠を超えた患者の権利の拡大として受けとめるべきでしょう。伝統的な医師・患者関係の規範からのみの評価では、患者側からの主体的な研究参加や研究支援という新たな運動の意義をとらえそこなうことになります。

したがって、いま問われているのは、医療を閉鎖的な医師・患者関係に終わらせず、関係者が有益な情報を共有しつつ、医療・ケアの質を向上させ、患者のウエルビーングに資することです。そのためには、研究やデータのシステムの透明性と、患者の自己情報コントロール権を確保しつつ、自発的な提供に基づくヘルスケア情報をオープンリソースとしてどう構築するかがポイントになります。リフキンはそれを、「透明性とプライバシー権の間に適切な均衡が確保されなければならない」と表現しています（前掲書、一一九頁）。

サイボーグ技術とどう向き合うか

サイボーグという言葉はサイバネティック・オーガニズム（cybernetic organism）の略語で、人間と機械の融合体の意味です。ですから、人工臓器を体に埋め込んだ人、心臓のペースメーカーを付けている人、人工呼吸器を使っている人は一種のサイボーグとも言えます。

†ロボットスーツ「HAL（ハル）」

例えば、装着型のロボットスーツが世界各国で開発されています。なかでも、山海嘉之教授が開発したロボットスー

ツＨＡＬ®（以下、登録商標マーク®を省く）は、脳から足を上げよという指令が出ると、脳から発した筋電位を、筋肉に貼ってあるパッチで感知して、それを解読して装着者の意図を読み取って、動作を補助（アシスト）します。このように、脳から出ている信号を捉えて動くロボットスーツは、世界にＨＡＬしかありません。これは世界に誇る日本の技術で、ＨＡＬの基本原理は国際特許となっています。

現在、日本では、全国のリハビリテーション施設などに約四百体のＨＡＬ福祉用がリースされています。リース料は一体月約二〇万円なので、経営的に余裕のある施設にしか入っていませんが、静岡県でも何カ所かに導入されています。福祉用なので、今はリハビリテーション訓練に使われていますが、できれば医療に使いたいとして、効果と安全性を実証する臨床試験（治験）が始まりました。

日本に一歩先んじたのがドイツです。ドイツのボーフムにあるルール大学附属ベルクマンスハイル労災病院の外科医長であるトーマス・シルトハウアー教授は、脊髄損傷の患者など、対麻痺（ついまひ）の患者を対象にＨＡＬの臨床試験を行いました。この結果が評価されて、ＨＡＬは、二〇一三年八月にＥＵで医療機器として認められ、ＣＥマーク０１９７を取得しました（図6、7）。ＣＥマークは、皆さんのスマホや子どものおもちゃなどにも付いている、ヨーロッパの安全基準適合マークです。ＥＵは欧州医療機器指令という法律をつくって規格を統一しているので、ドイツで治験を行って認められれば、ＥＵ全域で医療機器として使うことができます。さらに、ドイツ国内で保険の適用が認められました。保険は各国の財政がありますから、ヨーロッパ全体ではありません。ドイツでは、ＨＡＬを利用した機能改善治療に対して、ドイツ法的損害保険（ＤＧＵＶ労災保険）の適用が認められました。ＨＡＬを用いた一回の機能改善治療の診療報酬は五〇〇ユーロ（約六万五〇〇〇円）ですが、この全額が損害保険によってカバーされます。週五回、三か月、計六〇回の機能改善治療には三万ユーロ（約三九〇万円）



図6　CE 0197



図7　CEマークを取得したロボットスーツHAL®医療用（ドイツのボーフムにあるニューロロボット・トレーニングセンター）

かかりますが、当該治療が損害保険の適用と認められれば、全額が保険でカバーされ、患者負担はありません。ドイツにおける治験とその後の臨床研究の結果によれば、脊髄を損傷し車イスの生活になった人が、HALを用いた機能訓練の結果、HALがなくても歩行器を支えに千メートル以上も歩けるようになるなど、大きな改善効果が示されています。

ドイツではここまできていますけれども、日本発の技術が日本ではまだ医療機器として承認されていません。そこで、遅れてはならないということで、日本でも二〇一三年から医師主導治験が始まりました。国立病院機構新潟病院の副院長の中島孝先生が責任者になって、山海先生や多くの神経内科医がプロジェクトを組みました。日本の治験は、脊髄性筋萎縮症（SMA）や、球脊髄性筋萎縮症（SBMA）、筋萎縮性側索硬化症（ALS）、シャルコー・マリー・トゥース病（CMT）、遠位型ミオパチー、封入体筋炎（IBM）、先天性ミオパチー、筋ジストロフィーなどの神経筋難病を対象にしました。これらは、現時点では治療法が確立されていない難治性疾患ですので、HALを付けたからといって、難病が治るわけではありません。治験の目標は、病気が徐々に進行していく患者がHALを短期間、定期的、間欠的に装着して歩行訓練を行うことによって歩行が改善し、疾患の進行が全体として抑制されるであろうという仮説の証明をめざしました。短期効果として、歩行改善効果を実証して、医療機器としての有効性を実証しようという計画で始まりました。この治験が成功し、二〇一五年三月に製造元であるサイバーダイン社が医療機器としての申請を行いました。現在審査中です（その後、二〇一五年十一月二十五日付で厚生労働省より医療機器としての製造販売が承認されました。これを受けて同社はHAL医療用への保険適用希望書を厚生労働省に提出し、二〇一六年一月に、同年四月からの保険適用も認められました）。

米国でも医療機器としての審査がされています。間もなく承認になるのではないかと期待しています。そうなると、欧州、日本、米国で医療機器として承認され、HALは一気に世界に広がっていきます。

†HALの成功例から何を学ぶか

健康とは何かというところに立ち戻って、このHALの成功例から何を学ぶかを考えてみたいと思います。健康とは、病気でないことです、なぜ今さらそんなことを問いかけるのかと思うかもしれません。でも、医療というのは健

康の回復を目指すということになっていますので、健康をどう捉えるかは、医療の目標設定に関わります。治療やケアの在り方、さらには医学研究の政策の在り方を決定する上で、健康をどう捉えるかは非常に重要です。

「健康とは何か」と問われれば、WHO（世界保健機関）の健康定義が模範解答になります。それは、「単に疾患がないとか虚弱でない状態ではなく、身体的・心理的・社会的に完全に良い状態（a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity）」という定義です。WHOは国連の専門機関で、健康を基本的人権の一つと捉えて、その達成を目的として設立された国際機関です。それの憲法にあたる憲章の最初に出てくるのが、この定義です。

しかし、「完全に良好な状態」などあるのでしょうか？多くの人は、ほどほどの健康状態で「ぼちぼちやっている」という状態だと思うのです。「完全に良好な状態」などと定義をすると、健康のインフレーションが起きます。「病気でないだけではないのだ」と言っているので、若返りもよい、人体改造もOKということで、より完全な状態を目指して、健康という名の欲望に際限がなくなります。

WHOのこの定義は、一九四八年のWHOの設立時に制定されました。その後、いろいろな批判があって、WHOも一九九六年にこれを改正しようとしましたが、総会に提出できませんでした。それ以降、改正の動きは聞きません。ですから、七〇年近くたった今もこのままです。この定義には、医療というのは病気を完治させるものという前提があります。医療はそういうものだと思う方は多いでしょうですが、その捉えかたでは、不十分な時代に来ています。

この健康定義は、近代医学が、感染症に対して圧倒的な勝利を収めた時代のものでした。それまでは死ななければならなかった感染症の患者が、抗生物質などの発見・開発で、一発で治るようになりました。しかし、現在はどうでしょう。新しいタイプの感染症の脅威はあるものの、医学の主要な対象が、治癒が困難な難病や慢性疾患や加齢に伴う機能低下などになってきています。今、医学が対象にしている多くの病気は、治らない病気です。疾病構造がこのように大きく変化する中で、七〇年前のWHOの健康定義は極めて不適切なものになってきています。病気になったら治療を受けて完治するというモデルで考えられているからです。治らない病気と付き合っていかなければならない時代になっているのですから、「治す医療から支える医療」という別のモデルがいるのではないでしょうか。そのためには

健康というものを捉え直す必要があります。

そこで、オランダの女性医師フーバー（Machteld Huber）らの国際的な研究グループは、「高齢化や疾患傾向が変化している現代において、WHOの定義は望ましくない結果を生む可能性すらある」として、新たな健康概念の研究に取り組んできました。その成果として、「健康とは、社会的、身体的、感情的な問題に直面した際に適応しなんとかやりくりする能力（the ability to adapt and self manage）」であるという新しい定式化を、二〇一一年に『英国医学雑誌』に発表しました。私は、これは医療の在り方全体を変える威力を持つ、新しい捉え方だと思っています。WHOの「完全に良好な状態」というのは、静止した理想状態です。それに対して、「適応しなんとかやりくりする能力」は動的です。

ここで、ロボットスーツの開発と健康概念を結び付けてみます。完全な状態を目指すというのは、スーパーヒューマンを目指すということになり、それは人間の頭脳を機械に移して、完全な兵士、死なない兵士をつくり、軍事に利用することに直結していきます。他方、問題に直面しながらも適応し何とかやりくりする力を支援する技術として、HALの技術は医療や福祉や難病ケアの現場で使われようとしています。つまり、人間の完全性を目指して挑戦する技術に対して、さまざまな問題に直面した際に適応し何とかやりくりする力を支援する技術という対比が浮かびあがります。

†軍事か人支援か?

戦争があるから経済も技術も発展するのだという見方があります。確かにそうです。暗号、レーダー、コンピュータ、インターネット、GPSは戦争の中で開発されてきました。われわれはその恩恵を受けています。これはデュアルユース（dual use）といって、技術が軍事と民生の間を相互に行き来することです。日本でも、米国の軍事予算などが密かに科学技術研究に使われているというわさがありましたが、二〇一五年度、防衛省は、軍事応用も視野に入れて大学等に研究費を配分する安全保障技術研究推進制度を始めました。国の安全保障に役立つ技術を開発する機関や研究者に、最大で年三〇〇〇万円の研究費を支給するというものです。安全保障が国論を二分するテーマになっているこの時期にです。

ノーベル賞を受賞した益川敏英さんは、『科学者は戦争で何をしたか』という新書を今週出しました（二〇一五年、

集英社）。その中で、「本来、科学は『中性』であり、使う人間によって平和利用も軍事利用も可能となる。そのことを科学者はもちろん市民も認識しなければならない」と書いています。益川さんは、「戦争する国」へと突き進む政治状況に危機感を抱き、人類の歴史を踏まえた長期的視点に立って、世界から戦争をなくすための方策を提言しています。

ロボットスーツは各国の軍事部門でも開発されています。米国防総省防衛高等研究計画局（DARPA）は、兵士の能力を極限まで向上させることをめざし、脳と機械とコンピュータが一体化した軍事用パワードスーツの開発を進めています。HALは軍事にも利用可能であり、軍需産業はHALの技術に強い関心を示しています。しかし、山海教授はHALの軍事利用を拒み、HALの技術を難病者などへの支援に役立てたいとの強い信念から、困っている人を支援する分野での幅広い活用をめざしています（図8）。神経・筋難病者が参加するHAL治験を行った中島孝医師は難病克服研究の意義についてこう述べています。



図8　ロボットスーツの開発と健康概念

我々は、真の技術革新は戦争によって促進されるという説をとらない。現代社会における技術革新の最前線は、治療法が確立されず、社会生活上も大変な疾患群の研究すなわち難病研究にあると考える。そこにあらゆる叡智を結集することで、科学は変革され進歩できる。……

治らない進行性の疾患に対する治療やリハビリテーション医療は無意味という考え方は現代のアカデミアでの主流な感情であり、それが同時に根治療法以外の難病分野の症状改善治療研究をはばんできた。機器の使用もまたしかりである。……

リハビリテーション医療のReとは再びという意味であり、本来、どんな疾患、どんな障がい、どんな老化であっても、自己を否定したくなるような絶望の中から、人が再び甦って生きることを支援することである。

新たな健康概念から見ても、患者がどんな疾患であっても、生物学的に新たな内的外的環境に主体的に適応して生きるために、医薬品や医療機器を使い、心と体を蘇らせ生きられることを支援することが医療だと考えており、その中でＨＡＬ〔治験〕開発を進めている。……

ロボットスーツＨＡＬ医療機器治験は、難病に対する治験として、日本からはじまったが、それは、医療的に重要であるだけでなく、科学技術革新の最前線を難病医療におくことが技術開発戦略としてもっとも優れていると考えたからだ（中島孝「難病の画期的治療法、ＨＡＬ―ＨＮ０１の開発における哲学的展開」『現代思想』2014.Vol.42.一三七、一四五頁）。

治療法の確立されていない神経・筋難病者を対象に行われた治験研究の意義を雄弁に語っています。治らない病気に対する治療やリハビリテーション医療は無意味だという考え方が、現代の医学アカデミア、大学の医学部で主流です。どうせ治らないならやっても仕方がないということです。この根底には、やはりＷＨＯの健康概念があります。でも、私たちの医療を振り返ってみると、治らなくても、現に医療はいろいろなことをしてくれています。症状を和らげる、状態を改善することをやっています。それは広い意味での緩和です。医療は病気を治すものだという狭い観念にとらわれているので、根治治療以外の症状改善研究や医療機器の開発を拒んできたと言えます。ですから、病気→治療→完治とは別のモデルで健康を捉え直せば、新しい可能性が開かれてくるということになります。

「社会的・身体的・感情的問題に直面した」難治性疾患者などから目をそらさず、たとえ「完治」は困難ではあっても、状況に少しでも適応・対処し、復元力（レジリアンス）の発揮を支援できるような新たな医療革新（イノベーション）が期待されます。中島医師は、科学技術革新の最前線を難病医療に置くことが技術開発戦略として最も優れている、これを国家戦略にすべきであると提言しています。

山海教授は、「日本がいてくれてよかったと、世界から言われるような国づくりを目指す」と言っています。困難に直面している人々を支援するための科学技術の研究開発を原点に、これからも研究の発展が期待されます。

本日はスマート社会をもたらすデジタル化とサイボーグ技術を見てきましたが、発明発見する科学者も、科学技術を応用する技術者も、それを社会に普及する立法者や政策

立案者や行政も、それからそれらを利用する私たちも、科学と技術に対してはそれぞれの立場で責任があります。「真にスマートな（賢い）社会とは何か」ということについて、真剣に検討し議論することが必要な時代になってきました。