

# What does Fusion of Robot Technology and Human mean?

Takeshi Kimura

With an expectation that the next generation of robot technology is coming soon to the human world, robot engineers have discussed the ethical implications. As a humanities scholar, I have also examined roboethical issues related to the introduction of robot technology into the human world. In this paper, I chose two issues to examine. First is the case of robot technology applied to a situation of human care and human education. By referring to a recent publication on ethics and robot technology, I examine what sort of issues American scholars have found in the fusion of robot technology and humans in the area of human care. Second, I pay an attention to a case of Brain Machine Interface (BMI). BMI opens up a new horizon into the fusion of machines and human brains, asking us to rethink about what “human” is.

# ロボットと人間の融合は何を意味するのか？ 最近のロボエシックスの議論を手掛かりにして

木村 武史

## 初めに

ロボットスーツHALの開発者山海嘉之教授をリーダーとする筑波大学GCOE「サイバニクス：人・機械・情報系の融合複合」（2008～2012）に関わり、人文学（特に宗教学）の立場から次世代ロボット技術が社会に導入されることによって引き起こる倫理的な問題について取り組んだ。<sup>1</sup>この次世代ロボット技術導入がもたらすであろう倫理的課題をロボエシックス（Roboethics）と呼ぶヨーロッパの研究者たちに倣って、本論でもこの用語を用いることにする。GCOE以前から次世代ロボット技術と人間社会との融合がもたらす変化について考察を加えていたが、<sup>2</sup>ロボット工学者の研究グループと一緒に研究をできたというのは非常に貴重な経験であった。

ロボエシックスという言葉は2002年にイタリアのロボット研究者ジャンマルコ・ヴェルギオが考案した用語で、<sup>3</sup>ロボット工学者自身が次世代ロボット技術が人間社会に導入される際に起きるであろう倫理的・哲学的課題を予防論的に議論をする必要がある、ということでRobot+Ethicsから作られた造語である。特にロボット工学者、ロボット技術者がロボットをデザインし、作成するにあたって考慮すべき倫理的課題が主要な問題として論じている。この意味では、特に倫理的という言葉を使っていなくても、そこでなされている議論や考察はロボット工学者の間に見られる。例えば、ロドニー・A・ブルックスが『肉体と機械：いかにしてロボットは我々を変えるのか（*Flesh and Machine: How Robot Will Change Us*）』（2001）で行っている考察はロボエシックスという領域で考えられている考察に重なる。<sup>4</sup>他方、最近は、人工知能を備えたロボットに倫理的責任を負わせることができるのかという問題に焦点を当てて、Machine Ethicsという用語を用いようとする人々もいる。<sup>5</sup>自律的判断力を持った人工知能が人間に害を為すことがあった場合の責任論などそれ自身が非常に興味深いテーマであるが、本論ではこの問題を含めたより広範なテーマを含んだ用語としてロボエシックスを用いることとする。

産業用ロボットが隔離された工場内で自動制御され、製品を製造するのに対して、次世代ロボット技術は人間社会に導入することが目的である。<sup>6</sup>ロボットと人間の関係が非常に近くなる。現在はNEDOの研究プロジェクトとして幾つかのロボット技術の安全性の実証実験が進められており、お墨付きが出たらならば、広く社会に導入できるのではと期待されている。ロボット技術と人間の関係は、そのロボット技術がいかなる類のものによるかによって様々である。例えば、ロボットスーツHALは身体に装着して利用するので、身体機能とロボット技術がシンクロナイズすることによって、ロボット技術が人間の歩行等の身体機能を補助することができる。HALは主にリハビリや介護者支援等の福祉の現場において利用されることが目指されており、山海氏自身が設立したサイバーダイン社を通して既に各方面で利用されている。海外での展開も進めており、今後の動向が注目されるところである。

ロボット技術と人間との融合は、このような身体機能のレベルには留まっただけではない。それは心のレベルにまで達している。BMI (Brain Machine Interface) 技術を通じて脳波で機械を動かす技術が可能となっているし、大阪大学浅田研究室の赤ちゃんロボットの研究などから人間の意識の形成過程、認識能力の発達過程などについての研究も進められている。<sup>7</sup>ロボット研究者の間ではよく知られているアザラシ型パロは癒しロボットとして世界的にも評価されており、人間の感情面に良い影響を与えることが既に実証されている。教育用のロボットが販売され、子供の知的教育にもロボット技術が使われようとしている。また、人間との融合とは言えないかもしれないが、ロボット技術が軍事用に転用されており、近いうちに人工知能を搭載した自動操縦のできる偵察機が自らの判断で「敵」を殺害する可能性が起きると危惧されている。<sup>8</sup>

本論では、次世代ロボット技術の中でロボット技術と人間の融合が一体何を意味するのかについて、若干の考察を行ってみたい。ロボットと人間の融合といっても幾つかのレベルがある。紙面の都合上、それら全てをここで取り上げることはできないので、以下の二種類を取り上げることにしよう。最初は人間とロボットの相互関係 (Human Robot Interaction) という観点から見られる社会的な相互関係における融合的関係である。それらは直接的な接触、結合がなされるわけではないので、融合という面では言いすぎかもしれないが、関係性という面からいえば一方通行ではなく双方向的な相互関係であるという意味で関係性がより融合しているといえる。第二はBMIを取り上げることにする。BMIは脳の機能に特化して人間と機械との融合を図る形式であるといえる。今

日、BMIは身体に障害を負った患者を様々な面で支援も行っており、脳の機能を明らかにする基礎研究とは別に、社会的に貢献できる重要な研究が進められている。

## 第一節 なぜ、ロボット？

筆者は、そもそもロボット技術そのものに興味があるのではない。自らロボットを作れるわけでもないし、ロボットの機能について分かっているわけでもない。また、自宅にはルンパさえない。現在までに開発されたロボット技術全般について知っているわけでもないし、現在まさに開発されている最新のロボット技術に関して知見があるわけでもない。それゆえ、筆者が関心を抱いているロボット技術というのはかなり限定されたものであることは確かである。そもそもロボット工学の分野で何が起きているのか無知であった。だが、ロボット研究の分野で何が研究されているのかについて知るようになるにつれ、技術というものについて抱いていた考えが随分と違っているのではと思うようになってきた。世俗的な技術の下で、何か大きな意味の変換が起きているように感じるようになってきたのである。

そして、ロボット工学者と話をして興味深かったのは、彼らが人間の心とは何か、心の機能とは何か、人間の心と身体の関係はどうなっているのか、という疑問を抱きながら、一つ仮説を立て、その考えをロボットで再現し、ロボット技術を検証の道具として見ているということに気づいた点にある。構成論的手法である。そして、筆者に興味があるのは、そのようなロボット技術が切り拓いている何かしら新しい人間の姿、人間についての新しい知見が明らかにされていく点にある。当然、ロボット工学が示している人間像については慎重に検討する必要があるが、にもかかわらず、そこには「ロボット技術」というものがなければ示されることはなかったかもしれない人間像があると思われる。それは古代から連続続く宗教的人間観や近代的合理主義の人間観とも違うものがあると思われる。ロボット技術を過去から続く技術革新の一部にしか過ぎないと考え、過去においても新しい技術が発明される度に、新しい世界観や新しい人間観が形成されてきたことを考えれば、それほど目新しいことではないという見方も可能である。だが、人工知能を備え、自律制御能力を持って移動できるロボット技術、自己を認識する能力を持つロボット、身体と融合するロボット技術など今までとは異なる次元に人間の領域を広げているように思われる。

それを増幅と呼ぶことも可能であろう。だが、ここで筆者が関心を抱いているのは、ロボット技術に関連している極めて狭い問題であるといえる。

まず、ロボット技術とは一体何であろうか。また、それに関わる倫理が取り扱う範囲というのはどこにあるのだろうか。このような問いかけに、ついつい文系の研究者はロボットという言葉の起源は何か、と問いかけて、その始まりはチェコの劇作家カレル・チャペックがその舞台上で初めて使ったところにあり、チェコ語の労働を意味する語に由来する、という風に考えてしまう傾向があるが、そのような方向は取らないことにしよう。また、ロボエシックスというとSF作家アシモフのロボット三原則を思い出して、<sup>9</sup>ロボットに関する倫理規定というならば、そこから議論を始めるべきだと考える人もいるかもしれないが、本論においては、その方向の議論も行わない。また、2007年に千葉大学が公表したロボット憲章のように、<sup>10</sup>ロボット工学者が従うべき倫理規定という意味でも、ここでは使わないことにする。そして、倫理という言葉の意味もロボット工学者が新しい技術の実証実験等をする際に学内の倫理委員会で諮る事案という意味で用いるのではなく、ヴェルギオらのEURONグループが対話の相手としてカトリックの倫理学者を含めているように、かなり広い意味合いで用いることにする。

## 第二節 社会性における機械と人間の融合：ケアロボットに関わるロボエシカルな考察

さて、最初に最近のロボエシックスの議論の動向を少し見てみることにしよう。筆者の今までの短い研究から国によって得意とするロボット技術が異なっていることが分かっている。また、ロボットのデザインや製作の背景において文化的規範や文化的無意識、ロボット技術に対する文化的期待などが機能しており、社会によってそれらが異なっていることが分かってきている。それゆえヨーロッパ、アメリカ、日本におけるロボエシックスの議論の焦点が異なってくるのも当然である。アメリカやヨーロッパの議論の一部には、実際のロボット技術の現状からかけ離れて、ポピュラーカルチャの影響からか、かなり過度な想像的イメージのもとで展開されている議論も見かけられる。筆者は具体的なロボット技術に即してロボエシックスの問題を考えるという立場なので、そのような議論は興味深いのが、ロボット技術の現状に則して考えようとする際には、必ずしも有意義ではない面もある。これらの論点があることを踏まえた上

で、ここではまず最近アメリカで編集されたロボエシックスの論集からどのようなテーマが考えられているのかについて見てみることにしよう。

パトリック・リン、ジョージ・A・ベケイ、キース・アブニーらが編集した『ロボエシックス：ロボット工学の倫理的・社会的含意 (Robot Ethics: The Ethical and Social Implications of Robotics)』(2012)は、序章と終章を除いた七部から成る。<sup>11</sup>リンらは本書が現在議論されているロボエシックスの主なテーマを網羅していると考えている。どのような構成になっているか見てみよう。所収されている論文をすべて見る余裕はないので、幾つかを選ぶことにする。また、編者らはここで取り上げられている議論が最先端の議論であるかのように解説しているが、中には日本における議論の方が先行しているものもある。アメリカの研究者にしばしば見られるが、編者らが英語以外の論文を読めないがために生じる制限があることを十分認識しないことがある。このような問題点があることを認めながら、本論では、取り敢えずリンらの論文集を取り上げることにする。

第二部は「デザインとプログラミング」、第三部は「軍事」、第四部は「法」、第五部は「心理学とセックス」、第六部は「医療とケア」、第七部は「権利と倫理」である。これらの中で第三部「軍事」に関しては筆者も以前取り上げたことがある。日本の社会的文脈では、ロボット技術者がロボット・テクノロジーの軍事転用には強い忌避感があるので、必ずしも日本の文化的問題とはなっていないが、アメリカにおいてはDARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) の例からも分かるように、軍事テクノロジーとロボット技術は極めて密接な関係がある。そして、自律的判断能力を備えたロボットが人に危害を加えたらという倫理的問いかけは、アメリカの軍事的な文脈においては危急の課題ともなっている。第五部「心理学とセックス」では、ロボットに感情的な絆を感じてしまうことの心理学的な問題を取り上げている。この問題はアシモフが既に『私、ロボット』の中で描き出していたテーマでもある。

第六部「医療とケア」は、介護ロボットや教育ロボットがテーマである。少子高齢化社会を迎える日本においてロボット技術を介護や福祉の現場で利用しようとする動きがあるので、日本においても関係のある重要なテーマであるといえる。また、田中文英の教育ロボットの研究についても若干知見があるので、<sup>12</sup>少しこの章の中の論文を詳しく取り上げてみたい。特に、J・ボレンスタインとY・ペーアソンによる「ロボット世話人：人の一生に関係する倫理的問題」を取り上げることにする。この論文の構成は次のようになっている。序、デザ

イン戦略、ケアとケイパビリティーズ・アプローチ、成長の問題、いかに人間は変化するのか、人間心理学と自動化、社会問題を技術による解決に依拠することの問題点、結論からなっている。

まず、デザイン戦略の節では以下のような議論がなされている。初めに世話（介護）を受ける人と世話（介護）をする人との間でケア・ロボットがどのような役割を果たすべきかという重要な問題を提議する。必要とされる世話やケアの内容によって期待されるロボットの役割も異なってくる。ロボットを介護などに利用することに懸念を抱く人々もいるが、その主な理由はロボットだけに世話を任せられるようになるのではないか、という危惧である。また、介護者の仕事がロボットによって奪われるのではという懸念を抱く人もいるが、世話をするロボットは完全に世話をする介護者に取って代わることはないだろう。ロボットに付与する機能という点については、世話をする人と世話を受ける人の間に介在するロボットにどの程度の自律性を持たせるかが重要な問題である。教育ロボットと介護ロボットでは自律性の意味合いも異なってくるし、必要とされる自律性も異なってくる。また、幼児の世話をするロボットであれ、老人の世話をするロボットであれ、ロボットの外観を人に似せた方が親しみを感じるが、不気味の谷を越えられるかどうかという問題を考える必要がある。

次の節では、ロボット技術による支援をケアとケイパビリティーズ・アプローチの観点から論じている。ケイパビリティ・アプローチは、幾つかの理論と関係付けることができるので、人間の人生が豊かになるようにロボット技術をデザインするのに役立つ。ヌースバウムによると、人間の中心的なケイパビリティーズには身体的統合性、健康、周囲の環境を制御できるかどうかという問題があり、人間性が豊かになるかどうかという観点からも本質的な重要性を持っている。技術による介入は、人間の機能を支援し、周囲の環境と関係を構築し、人々との関係を構築するという人間の能力を改良する。それによって人間が利用できる機会を多くすることができる。技術の介入がなくても利用できる領域の行動に関与することができるので、人は更に人生を豊かにすることができる。もし、ロボット技術がこのように人間の人生を豊かにするのを支援するとするならば、いかなるケアが必要とされるのかについて考える必要がある。フーコノらはロボットが提供できるケアの領域が五つあると考えている。それら五つの領域とは「認知的人工器官」、「安全の監視」、「社会関係」、「認知症のある症状を支援」、「緊急事態における支援」である。ロボットがこれらの機能を果たせるかどうかは技術上の問題である。そして、ケアの種類には浅薄なケ

ア、深いケアと良いケアの三種類があるという。深いケアは世話を受ける人と世話をする人との間に相互の感情的結びつきが生まれるが、浅薄なケアは世話を受ける人との感情的で親密な関係を持つことができない。良いケアは人間の尊厳に敬意を払うことができている。現在のロボット技術では深いケアは期待できないかもしれないが、良いケアは可能かもしれない。

次の節では、人間の成長の段階に応じたケアの種類の違いを認識することが重要であるとし、必要なケアの種類について考察を行っている。子供に必要なケアと老人に必要なケアとでは種類が異なる。老人特有の性格を考慮したケアが求められるし、子供の成長に必要なケアをすることも求められている。例えば、子供にとっては遊ぶことが非常に大切であり、子供の遊びを支援することが必要である。もし子供のケアにロボット技術が用いられるならば、子供の遊びを支援するロボットが必要とされるだろう。しかし、同時に遊びだけをするロボットは果たして子供の成長にとっては良い影響をもたらすのであろうかという問いかけも必要である。

次の節では、ロボット技術の発展に伴って人間はどのように変化するのか、という問題を取り上げている。テレビやコンピューターなどの技術が人々の生活の重要な一部になることによって人間関係や人間の行動様式が変化したように、ロボットが人間の社会生活に介在するようになると人間関係や人々の行動様式が変化すると考えられる。そのような変化が人間の生活に肯定的な影響を及ぼすように、ロボットをデザインすることが重要である。

最後の節では、社会問題を解決するために技術に依存することの問題性を取り上げている。子供の面倒を見る代わりにテレビを見せたり、ゲームをさせておくよう、ケアロボットに世話の多くを任せると、ケアを必要とする人の細かい要求に気づかなくなる恐れがある。IT技術が人間の豊かさへのケイバビリティーズを阻害する要因となっていると反対することができるように、もし、ケアのロボット技術がケアを受ける人の助けにならないと判断されれば、技術があるとしてもそれを導入することに反対することもできる。他方、ケアロボットの技術の発展によって、様々な可能性が開かれることも期待される。ただし、ロボット技術だけでケアの課題を済ますことができると考えるのには問題が残る。

さて、以上で、J・ボレンスタインとY・ペアーソンの論文の概要をまとめてみたが、中にはロボット技術のケアの現場における応用の実情とはかけ離れた想定のもとで議論がなされているのが気になる。例えば、日本における介護

ロボット技術としては、食事支援ロボット、ロボット介護ベッドなど介護者の支援をする、あるいは介護を受ける人の自律性を支援するという方向での技術開発が進められている。ケアを受ける人たちの実情に即して技術開発をしている人たちは各々必要とされるケアの状況を補助するような形でロボット技術の応用を考えていることが分かる。また、カロリンスク病院で実験的に導入された一人暮らしの老人の世話をするロボットは、部屋に監視カメラがつけられ、モニターされた状態で導入されている。<sup>13</sup>このように具体的なロボット技術に関連した議論が中心になされず、主に著者たちの想像に任せて議論される傾向が強いという点に困難を感じる。また、保育園に教育用ロボットを導入して、幼児がロボットの世話をすることによっていかなる成長があるかを調査したタナカの研究は誤解されて、教育ロボットに幼児の面倒を見させている、誤ったロボット技術の利用だと批判されたことがあったが、それも論文を読んで内容を理解した上での批評というよりもテレビなどの報道からの断片的な情報に基づいた批評だった感がする。このように何の情報をもとにして考察をするのかということも重要な問題になっていると思われる。ただ、ロボット技術者でないものが最新の研究結果に直接触れることはそれほどできないので、この辺りはロボット技術者が最新の技術をどのように社会に情報発信をしていくのかという問題とも関わっている問題であろう。

また、技術の応用ということで、ポレンスタインらは子供の世話をする代わりに子供にテレビやゲームなどをさせておくという例を参照して、ロボットによるケアに全てを任せることが可能であるが、それは良くはないという議論をしている。だが、現状ではそのようなロボット技術はまだできていない。ロボット技術の批評家（筆者もその中に含まれるかもしれないが）の中には、自分の想像の中で自由に議論を展開する傾向があるが、それらは必ずしもロボット技術の現場とは異なっていることがある。筆者の立場からすれば、あまり有益な議論ではないと思われる。だが、同時に難しいのは、ロボット技術開発の現状に即した議論だけで十分でもない、ということである。というのも、ロボット工学者はロボット技術を推進しようとする立場から開発をするのであって、今は実現されていないかもしれないが、将来において実現されるロボット技術についても考える必要もあるからだ。

だが、筆者の関心は単にロボット技術の導入の否定的な面ばかりに焦点を当てることにはない。ロボット技術の導入によって、人が持つ何らかの能力を支援することができるようになるという例が知られている。例えば、世話をする

人に食べ物を食べさせてもらわなければ食事のできなかった人が食事支援ロボットで自分で食事ができるようになるならば、「面倒を見られている」という意識よりも、「自分で食事ができる」という肯定的な感情を持つことができる。自分の身体を自由に動かすことはできずに自分で食事を取ることができなくなっても、食事支援ロボットを使って自分で食事ができるならば、その人の自尊心を傷つけることはないであろう。当然、ケアをする立場からは食事中ずっと食べさせなくてもよい、ということで負担の軽減にもつながっていると言ってもよい。ロボット技術はかなり実用化が進められているのであり、ボレンスタインらの議論のように想像のレベルでの議論が中心になるのではなく、もっと実用化が進んでいる状況に即した議論が必要であろう。

### 第三節 認知能力における機械と人間の融合：BMIの可能性

ボレンスタインらの論集では扱われていないが、筆者に興味あるのは、更に人間の身体とロボット技術の融合が深い次元で進められているものである。ロボットスーツHALの場合は、身体機能とロボット技術の融合というレベルである。原克などは、生体と機械が相互の領域を超えて境界侵犯した例と考えるかもしれない。<sup>14</sup>HALの場合、様々な利用が試される中で、それ以前には知られていなかった例なども報告されており、ロボット技術が人間の隠された能力を顯示していると言っても良い例が報告されている。<sup>15</sup>このような身体レベルの融合については別の機会に改めて取り上げるが、ここでは脳と機械の融合という問題について特に取り上げることにしたい。というのも、機械と人間の融合が脳を媒介として行われており、第二節で取り上げたレベルとは異なる意味での融合がBMIあるいはBCI (Brain Computer Interface) と呼ばれている領域で見られる。それは脳と外部の機械あるいはコンピューターが双方向的な影響関係を持つ。外科的な手術によって機器が直接脳に接触する形で埋め込まれる侵襲性と頭部の電波信号を補足するヘルメット型の機器を被る非侵襲性の二種類に大きく分けられる。

櫻井らによれば、BMIの研究目的は大きく分けると相互に関係する三種類にある。<sup>16</sup>第一は、臨床医学的な応用を目指すものである。脊髄損傷を負ったために身体の制御に障害を持つ患者への臨床応用を目指しており、社会的にも注目を浴びる研究が多くなされている。第二は、情報工学的な研究で、神経活動を最大限に活用できる技術をハードウェアとソフトウェアの両面から行ってい

る。第三は、脳神経科学における基礎研究の実験方法として構築しようとする研究である。例えば、思考、感情などの情報を表現している神経活動を外部から検出したり、外部の機械と接続することで脳に生じる神経回路網の可視的な変化を検出しようとする研究がある。脳神経と外部機械との双方向的な関係を詳細に明らかにしようとするものである。そして、櫻井らによれば、BMIの種類は運動出力型・感覚入力型・直接操作型に大まかに分類できる。川人によれば、BMIは「出力型」と「入力型」の二分類に分けられる。前者は更に「治療型」と「機能代償型」に分かれる。機能代償型は、櫻井らの感覚入力型BMIに相当し、人工内耳、人工視覚、人工触圧覚などを指す。直接操作型はパーキンソン病などの大脳基底核の変性に原因があると思われる病気の治療のために直接脳内に侵襲型の刺激電極を埋め込んで刺激を与えたり、頭に外側から非侵襲型の刺激を与える手段によって、脳の機能に変化を生み出そうとするものである。

ここでは、出力型BMIに焦点を当てることにしたい。通常、人は心の中で思い描いた外界への働きかけは身体を通じて行うことができるが、もし病気等で身体機能が思うように働かない時、いかに心の中の思いを外部に表象することができるのかは重要な問題である。それゆえ、脳と機械の融合によって、身体機能に障害が起きてしまった場合でも、脳における思いを外界に発することができるという意味で、極めて興味深い事象であると考えられる。ここでは、主にコンピューターを操作することによって心の思いを表象化するBMIの働きと、外部のロボット機能を動かすことによって身体機能の代償をするロボット技術の二つについて見てみることにする。主に運動出力型といえる。

身体運動出力を表現する脳神経活動を機械によって検出し、それを利用することで、ロボットアームなどの外部装置を制御し、動かすBMIがある。心の中で身体を動かそうと思うようにロボットアームあるいはロボットハンドなどの外部装置を動かす。侵襲型と非侵襲型があるが、前者は動物実験や高度の障害を持った人の患者に応用されている。侵襲型は外科手術を伴うので、細菌感染等の危険が伴うとされ、健常者には非侵襲型の装置が主に用いられている。次の二つの例は、運動出力を表現する脳の活動を機械で捉えて、外部のロボットを操作した例である。

例えば、最近、公表されたアメリカのブラウン大学で行われている研究は、今までは介護の人に頼まなくてはコーヒーを飲むことができなかった半身麻痺の患者に埋め込み式（侵襲型）機械を脳につなぎ、外部にあるロボットアームに脳波で指示を与え、コーヒーを一人で飲むことができた、というものであっ

た。通常の健常者ならば当たり前に行っているカップを手に取り、コーヒーを飲むということが障害のためにできなかった人が、侵襲型のBMIのロボット技術を用いることによって、脳で指示を与えるだけでロボットアームを動かすことができたというのである。ロボット技術の精巧さに関心するだけではなく、脳で思うだけでロボットアームを動かすことができるという機能が示しているところは、人間の脳神経組織の電子信号を外部に送ることによって、それを受信するロボットが「思う」通りに動いたということである。それは人間の思考、こうしよう、こう動かそうという心の働きが単に内的心象として心に描き出されるだけではなく、電気信号としても発生しているということである。

ここで目を見張るのは、自分の身体を動かすことはできなくなった人が、経験的に記憶していた身体を動かすという脳内における思考を自分の身体ではない外部のロボットアームを自分の腕と手を動かすように動かして、コーヒーの入ったポットを取り、自分で飲むことができた、という実験的な事実に見られる人間観である。長年身体運動を行ってきた人の脳に蓄積された身体運動の記憶を再利用し、それでロボットアームを自分の期待するように動かした。

日本では、非侵襲型BMIで車椅子を頭で考えただけで動かすシステムが開発されている。<sup>17</sup>理化学研究所、トヨタ自動車、豊田中央研究所、理研BSI-トヨタ連携センターが共同で、脳波で電動車椅子を動かすリアルタイム制御のシステムを開発した。それが目指しているのは、高齢者や体が不自由な方が筋肉や体の動きに頼らずに、脳信号だけで外部世界と相互作用ができるように支援することにある。移動空間の中において車椅子での物理的移動を脳波だけで可能とすることにある。従来のBMIには脳波信号の解析度が非常に遅かったために、結果が得られるまでに時間がかかりすぎていた。そのためBMIを実用的に利用するには短時間で脳波信号を解析する能力が必要であった。今回の技術開発では、125ミリ秒という短時間で脳波を解析し、脳波から発せられる信号を瞬時に処理し、前・右・左の三種類の移動方向を可能とするリアルタイム制御というシステムが開発された。事前にある程度の期間、前・右・左へと脳波を訓練する必要があるが、それも一週間ほどで習得できる。この基本技術を実用化に向けて更に技術開発を進めたいということである。

これら二つの事例はBMIがいかに身体に障害を負った人の支援になるかを示している。どちらもまだ実用化にはより多くの技術開発が必要であろうが、基本は身体に障害を負った人も健常者が行い得る身体運動に近い運動能力を外ロボットとつながったBMIを通して行おう、障害によって欠けてしまった身体

能力に近い能力を補助的に作り出そうとしているといえる。興味深いのは、脳に特化した形で身体運動を補う運動が可能となるという点である。HALの場合は、身体に装着し、身体の動きとHALの動きとかシンクロナイズすることによって、身体機能を補助するという風に働くが、上記二つの例は、身体を媒介することなく、外部のロボット技術を脳波によって動かすという風に動く点に違いがあるといえる。おそらく近代医学によっては治癒することのできない病気によって身体に障害を負ってしまった人に工学的技術がその失った身体機能の擬似的機能を再現することができるというのは、人間の能力を考える上で非常に興味深いといえる。

また、ロボット技術による融合とは違うが、別の技術で心の中を読みとることが可能となっている。これはロボエシックスというよりは、神経倫理学 (Neuroethics) に関わる領域の事例である。ここでは事故で植物状態になってしまった患者の意識をfMRIで読みとれるという報告を見てみる。カナダ、ウェスタン・オンタリオ大学「脳と心の研究所」のアドリアン・オーウェンが行っている研究では、いわゆる植物状態になってしまっている患者とfMRIを通じて、コミュニケーションができたという。<sup>18</sup>今までは身体が機能しない状態では、意識があるのか、外部の状況を把握できているのかなど分からなかったが、この研究によれば、外部からの呼びかけ、質問に対して反応しているであろう思考の脳波を読み取ることによって、質問に対する肯否を判断することができるという。この研究を知ったとき筆者は若干なんとも言えない感情を抱いた。いわゆる植物状態で外部とコミュニケーションが取れない状態に陥った患者に意識があるのか、思考は行われているのか、といった重要な問題について従来の医学には解決方法がなかったわけであるが、新しい工学的技術によって、植物状態の患者にも意識があり、外部からの刺激に対して反応することを脳波の分析を通じて読み取ることができる。そのようにして読みとれた情報をどのように扱うべきなのか、という問題が生じることとなった。実際、ウェスタン大学では、植物状態にある患者の意識を読みとることができるということに含まれる倫理的含意について議論を行っている。<sup>19</sup>そこでは、植物状態の患者からfMRIを利用することによって得られた情報は家族に教えるべきか、植物状態の患者は自己決定能力があると言えるのか、治療に関する質問をすることは倫理的に許されるのか、といった新しい問いかけが生まれてきている。人間の意識とは一体どこにあり、それは何であるのか、という重大な問いかけを改めて考えさせるのに十分である。

さて、このようなBMIは最先端の技術でもあるので、それに関連する倫理的課題は従来にはない新しい課題も含まれるし、そのような技術開発をどのように誰の監視の下で進めるべきなのか、という難しい問題がある。新しい技術は単に技術開発だけではなく、経済的な貢献ももたらすと期待されており、ある意味では、国際的な競争の只中にあるといえる。福士らはBMI利用に関する倫理的課題とガバナンスに関する議論の日米における状況を短く報告しており、<sup>20</sup>この方面での研究も進んでいることが分かる。

さて、先に参照した川人はBMIを利用する際の倫理的原則について提案をし、次の四原則を上げている。最後に少しここで取り上げられている四点を見てみよう。それらを見ることによって、何に利用可能であるかが分かる。

1. 戦争や犯罪にBMIを利用してはならない。
2. 何人も本人の意志に反してBMI技術で心を読まれてはいけない。
3. 何人も本人の意志に反してBMI技術で心を制御されてはいけない。
4. BMI技術は、その効用が危険とコストを上回り、それを使用者が確認するときのみ利用されるべきである。<sup>21</sup>

この四原則から分かることは、使い方を誤れば、戦争にも使えるし、犯罪にも使えるということである。使い方によっては、社会の脅威ともなり得るということだ。そして、本人の意志に反して、BMI技術で心を読むことができるし、心を制御することも可能になる、ということである。そして、危険があるということ、その危険が何であるかは十分には明らかにされていないが、何らかのリスクがあるという点は重要である。

## 結び

宗教学の立場からロボット技術がもたらすであろう機械と人間の融合というテーマに焦点を当てて、若干の考察を行ってみた。人間の知が作り出してきた技術によって自然が大きく改変されてきたように、ロボット技術によって自然の一部でもある人間が大きく変えられようとしている。人間が生み出した知が人間そのものを大きく変えようとしている点を人間の機械化、人間のロボット化という安易な表現で特徴づけることは避けなくてはならないだろう。機械が人間化しているのか、人間が機械化しているのか、その両者の違いは徐々に曖

味になっていっているようである。

本論では、紙面の制約上、ケアロボットとBMIの二種類のロボット技術についてだけ取り上げた。両者に関する考察も十分なものではなく、表面的に過ぎないが、ロボット技術全般に関わる倫理的な考察をするにはより十全な調査が求められてくる。21世紀に入り、グローバル化やITなどの技術革新により、人間の生活の仕方や生き方が大きく変わりつつある。そのような中で、過去の偉大な技術革新が生み出した新しい世界観・人間観が我々自身の伝統の一部となっているように、ロボット技術がもたらした新しい世界観・人間観も我々人類の伝統の一部になっていくことであろう。それが必ずしも伝統的な宗教的人間観とは異なるものであったとしても、宗教学においては重要なテーマとなるのは確かであろう。

<sup>1</sup> GCOEに関わっている間に公表した研究成果は下記の通りである。Takeshi Kimura, “Robethical Arguments and Applied Ethics: Being a Good Citizen,” in Yoshiyuki Sankai, Yasuhisa Hasegawa, Kenji Suzuki, eds., *Lecture Notes on Cybernics: Fusion of Human, Machine and Information Systems*, Springer, 2012年, pp. 249-257. 木村武史, 「双子のロボット技術—福祉用ロボットスーツHAL Rと軍用エクソスケルトン」, 『ホモコントリビューエンス研究』第1号, 2011年7月, 173~190頁。木村武史, 「アメリカにおけるロボット技術の軍事利用に関するロボエシックス的一考察」, 『筑波大学地域研究』第32号, 2011年3月, 1~16頁。Fumihide Tanaka and Takeshi Kimura, “Care-receiving robot as a tool of teachers in child education” in *Interaction Studies*, vol.11, no.2 (June 2010), pp.263-268.

<sup>2</sup> 木村武史, 「ロボティックスの神話とロボエシックスの萌芽」, 松村一男・山中弘編, 『神話と現代』リトン, 2007年, 329-350頁。

<sup>3</sup> Gianmarco Vergguio, *The EURON Roboethics Roadmap*, (<http://www.roboethics.org/atelier2006/docs/ROBOETHICS%20ROADMAP%20Rel2.1.1.pdf>). (2013年1月20日アクセス).

<sup>4</sup> Rodney A. Brooks, *Flesh and Machines: How Robot Will Change Us* (New York: Vintage Books, 2002).

<sup>5</sup> Colin Allen, Wendell Wallach, and Iva Smit, “Why Machine Ethics?” in Michael Anderson and Susan Leigh Anderson, eds., *Machine Ethics* (Cambridge: Cambridge University Press, 2011) pp.51-61.

<sup>6</sup> 中山真, 『ロボットが日本を救う』, 東洋経済新報社, 2006年。

<sup>7</sup> 浅田稔、『ロボットという思想～脳と知能の謎に挑む』、日本放送出版協会、2010年。

<sup>8</sup> Peter W. Singer, *Wired for War: The Robotics Revolution and Conflict I the 21st Century* (New York: The Penguin Press HC, 2009). Armin Krishnan, *Killer Robots: Legality and Ethicality of Autonomous Weapons*, (Burlington, VT: Ashgate Publishing Company, 2009).

<sup>9</sup> アシモフのロボット工学三原則は以下の通りである。第一法則 ロボットは人間に危害を加えてはならない。またその危険を看過することによって、人間に危害を及ぼしてはならない。第二法則 ロボットは人間に与えられた命令に服従しなくてはならない。ただし、与えられた命令が第一法則に反する場合はこの限りではない。第三法則 ロボットは前掲の第一法則、第二法則に反するおそれのない限り、自己を守らなければならない。

<sup>10</sup> 千葉大学、「ロボット憲章（知能ロボット技術の教育と研究開発に関する千葉大学憲章）」、最近のロボットの研究開発における進歩は著しく、産業用ロボットにおいて世界をリードする我が国では、第3次産業のサービス分野までも含めた現実の日常生活のなかで、「知能ロボット」が人間の身近な存在になろうとしている。「知能ロボット」は、従来型の「ロボット」と異なり、自ら自己を律する自律制御系技術が組み込まれたロボットである。自律制御系の究極の姿の1つは我々人間を含む生物であるが、人類が創造したロボットの過去から現在、そして未来への進化は、この究極の生物の機能を模倣し獲得していく歴史でもあろう。遠くない未来社会においては、こうした生物の機能を部分的に有する、あるいは、一部生物の機能をはるかに超える「知能ロボット」が出現してくることは想像に難くない。一方、先端的な科学技術には常に光と影が存在し、人類を幸福にする反面、これらの科学技術が悪用されると人類存亡の危機に直面することは、これまでの歴史が証明している。現代社会において、先端的なロボットの研究開発に携わる者の責任は極めて重大である。千葉大学では、地球生態系の維持・保全を基底に据えて、人間の尊厳、人類の福祉、恒久平和と繁栄、そして、安全安心な社会に資するロボット研究開発と教育をこそ率先して推進する立場から、ここに「千葉大学ロボット憲章」（知能ロボット技術の教育と研究開発に関する千葉大学憲章）を制定する。第1条（倫理規定）本ロボット憲章は、千葉大学におけるロボットの教育と研究開発に携わるすべての者の倫理を規定する。第2条（民生目的）千葉大学におけるロボット教育・研究開発者は、平和目的の民生用ロボットに関する教育・研究開発のみを行う。第3条（非倫理的利用防止）千葉大学におけるロボット教育・研究開発者は、非倫理的・非合法的な利用を防止する技術をロボットに組み込むこととする。第4条（教育・研究開発者の貢献）千葉大学におけるロボット教育・研究開発者は、アシモフのロボット工学三原則ばかりでなく、本憲章のすべての条項を遵守しなければならない。第5条（永久的遵守）千葉大学におけるロ

ロボット教育・研究開発者は、大学を離れてもこの憲章の精神を守り尊重することを誓う。  
<http://www.chiba-u.ac.jp/others/topics/article2007/20071127.html> (2013年1月20日アクセス)

<sup>11</sup> Patrick Lin, Keith Abney, and George A. Bekey, eds., *Robot Ethics: The Ethical and Social Implications of Robotics*, (Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2012).

<sup>12</sup> Fumihide Tanaka and Takeshi Kimura, "Care-receiving robot as a tool of teachers in child education," *Interaction Studies*, vol.11, no.2 (June 2010), pp.263-268.

<sup>13</sup> Aniko Bartfai, "High-Tech Assistive Devices for the Disabled and Elderly: Ethical Issues and Clinical Experiences in Use and Assessment," *Cybernetics Technical Reports: Special Issue on Roboethics* (March 2011), pp. 31-38.

<sup>14</sup> 原克、『身体補完計画：すべてはサイボーグになる』、青土社、2010年。1965年にアメリカの雑誌『ポピュラー・サイエンス』の記者が「人間増幅器」の試作機を装着体験した報告が掲載されている。それは「体外骨格」とも呼ばれ、今日、Exoskeltonと呼ばれている。その体外骨格は冷戦下、軍事目的のために発案されたものであった。

<sup>15</sup> 例えば、幼少時にポリオで片足を動かせなかった人がHALを装着して、両足歩行できるようになったり、脳梗塞で倒れた人が、医者からはリハビリをしてもほとんど身体機能は回復できないでしょうと言われたが、HALを装着してリハビリすることにより、周囲が予想していた以上の速度で回復し、ほぼ通常の生活ができるようになった例などが報告されている。

<sup>16</sup> 櫻井芳雄、八木透、小池康晴、鈴木隆文著、『ブレイン・マシン・インターフェース最前線：脳と機械をむすぶ革新技術』、工業調査会、2007年、16-17頁。

<sup>17</sup> 「脳波で電動車いすをリアルタイム制御—Brain Machine Interface (BMI) の新しい脳信号処理技術を開発—」 (<http://www.riken.go.jp/r-world/info/release/press/2009/090629/detail.html>) (2013年1月20日アクセス)

<sup>18</sup> David Cyranoski, "Neuroscience: The mind reader," *Nature: International weekly journal of science* (13 June 2012). (<http://www.nature.com/news/neuroscience-the-mind-reader-1.10816>) (2013年1月20日アクセス)

<sup>19</sup> Andrew Peterson and Lorian Naci, "Confronting ethical implications of detecting awareness in the vegetative state," *Western News* (December 13, 2012). [http://communications.uwo.ca/western\\_news/opinions/2012/December/peterson\\_and\\_naci\\_confronting\\_ethical\\_implications\\_of\\_detecting\\_awareness\\_in\\_the\\_vegetative\\_state.html](http://communications.uwo.ca/western_news/opinions/2012/December/peterson_and_naci_confronting_ethical_implications_of_detecting_awareness_in_the_vegetative_state.html). (2013年1月20日アクセス)

<sup>20</sup> 福士珠美、佐倉統、「Brain Machine Interface (BMI) 研究開発のための倫理とガバナンス 一日米における取り組みの現状と将来展望—」、信学技法、社団法人 電子情報通信学会、2007 (10), 59-62頁。

<sup>21</sup> 川人光男、『脳の情報を読み解く：BMIが開く未来』、朝日出版社、2010年、182頁。