

---

---

## NHK スペシャル 立花隆最前線報告

### 「サイボーグ技術が人類を変える」

---

---

#### 全体

---

□現在、ロボットと人間をつなぐサイボーグ技術が急速に発展している。ロボット技術、脳科学、IT が融合した新しい科学、神経工学によって考えただけで動く機械の手や全盲の人の機械の目、聴覚障害者の人工的な耳など機械が人間の身体の機能の一部を担っている。サイボーグ技術は医療や産業などで大きな革命を起こしている。その反面、人間の体を改造することによって人間とは何か?、という疑問がわく。発展しつつある技術とそれによって人がどう変わるのか?を考える。

#### 神経工学

---

- I E E E (国際電気電子技術学会) の I B M E (医学・生物学・工学連携国際会議) での場面:脳とコンピューターをつなぐ技術がここ五年間で急速に発展していることを紹介。

#### ロボットアーム

---

- サリバンさん(男性)の例:腕失っている人で脳からの腕に伝達される電気信号を胸のあたりでひろってロボット・アームを動かす。肩に通じていた神経断片を胸につなげている。訓練を重ねることによって胸を触られると腕を触れられている感じがすると感想を述べている。胸が手の延長になっている。
- こちらではさらにロボットアームの仕組みを立花隆が解説しています。

[http://matsuda.c.u-tokyo.ac.jp/sci/project/nhksp/text\\_2.php](http://matsuda.c.u-tokyo.ac.jp/sci/project/nhksp/text_2.php)

- 東京大学・横井研究室とロボット・アーム装着者・笠井さん(女性):右腕の切断部分あたりの筋電位を読み取ってロボット・アームを動かす。さらに機械に取り付けられたセンサーによってモノを握ったとき脳に電気信号がおくられ本当にモノをつかんでいる感触を感じる。訓練を重ねることによって本当の腕のような感覚を持つようになった。MRI で脳の状態を調べると

[訓練前]ロボット・アームを動かそうとすると脳のいろいろな部位が反応し、脳が混乱している。

↓

[訓練後]手の動作を司る脳の部位だけが反応するようになり、脳が機械に適応したことが分かる。

という結果が得られた。

□なおサイには横井助教授と立花隆の対談が掲載されています。

<http://matsuda.c.u-tokyo.ac.jp/sci/project/lab-vokoi/>

## 機械眼

---

□ イェンス・ナウマンさん(男性)の例

二度の事故で両目を失明。

ドーベル研究所(現在存在しない)で人工眼の手術を受ける。

機械の眼で外界をみるための準備はでかい機械を背負い、そこからのびるコードを後頭部に露出しているプラグに接続する。さらに機械から別にのびたコードにつながっているカメラ付きのサングラスを装着する。

□ 画像情報を装置で電気信号に変換して脳へ情報が送られる。百個の光点の集合で映像を捉える。だが、現在は開発者が死亡したためメンテナンスができず、システムは老朽化。光点が六個に減ってしまった。

□ イェンス・ナウマンさんの話で印象的な部分

「少しでも眼がみえることは完全な暗闇ではありません。」

「始めてつけた時は暖炉の炎やクリスマスツリーが見られてとても幸せだった。」

(他にもこちらでナウマンさんへの立花隆のインタビューの内容が見られます。

[http://matsuda.c.u-tokyo.ac.jp/sci/project/nhksp/text\\_3.php](http://matsuda.c.u-tokyo.ac.jp/sci/project/nhksp/text_3.php))

## ロボットスーツ

---

□ 筑波大学・山海研究室で行われている研究。ロボットスーツを着用することによって人間の力を増幅。災害時に人命救助や復興支援に役立つ可能性がある。

□ 参考 URL <http://sanlab.kz.tsukuba.ac.jp/>

## 満洲研究室

---

□ 機械と触覚神経をつなぎ、脳へ人為的に信号を送ります。番組内でも立花隆が被験者となつてその実験を行い、機械を触るだけであたかも自分の指が触られる感覚を驚きながら体

験していました。

## 人工内耳

---

- 仕組みは耳の近くの内部に埋められた機械で音を電気信号に変換し、聴覚神経を通して直接脳へ送る。
- ある男の子ケース：3歳のころに手術。始めは耳にピリピリするような感覚を覚えたが、しだい慣れてきて音が聞こえるようになってきた、と感想を述べる。脳が不足する情報を補いながら変化してきたことがわかる。現在、男の子は9歳となり率先してピアノの練習を始めている。
- 問題点：人工内耳がうまく機能するにはコンピューターの調整と訓練が必要。

## DBS (脳深部刺激療法)

---

- アリ・リザイ医師(米・クリーブランドクリニック)：DBSの治療法を説明。模型を用いて脳内の奥深い部位(大脳基底核)を指し、ここを電極で刺激することによって薬物では治癒困難だったパーキンソン病・ジストニアを治療できることを説明。ジストニア患者の一例を映像で紹介する。手術前は足の動きをコントロールできない少年が手術後、自転車を自分でこげるぐらに治療される。
- ロナルド・リトルさん(男性)の例：先ほどのリザイ医師の患者の一人でパーキンソン病を患っていたがDBSの成功により普通の生活に戻る。立花隆が実際に取材した際、DBSの装置をOFFにし次第に手足の震えなどパーキンソン病の症状が出始める様子を見せる。またスイッチをONにすると普通の状態に戻っていく。その光景を見た立花隆は仰天した。

リトルさんの話

- ・ 普通の生活に戻れるのは奇跡。驚いている。
  - ・ リザイ医師の言葉「あなたの前の生活を取り戻せるかもしれない。」という言葉に強く心を動かされた。失敗もありうる手術だが、このままだと悪くなる一方だと感じ手術に踏み切った。
- 日本・西郡修子さん(女性)の例：日本大学医学部・片山容一教授(脳神経外科)の患者の一人。番組では電極を入れる手術の様態を伝え、電極があがるにつれ西郡さんの震えがおさまっていく様子が見られる。
- 西郡さんの様子
- ・ (術前)自分が思ったような行動が伴わないことにやるせない気持ちがいっぱい

- ・ (術後)先生に涙ぐみながら一緒に普通に歩く姿は印象的

なお、あわせて月刊「現代」に掲載された片山教授と立花隆との対談の資料を添付してありますので参考にしてください。(katayama.pdf)

- アンドレ・ロザーノ医師(カナダ・トロント大学)：悲しみの中樞が脳の Cg25 という部位にあることを解明。そこを刺激することでうつ病を治療できることを説明。患者の一人を紹介し、かなしみにくれる患者が手術後、驚くほど変化することを見せる。他の感覚中枢を発見し、そこを刺激することによって他の感情をコントロールできる可能性を示唆。

## 人工海馬

---

- バーガー教授(カリフォルニア大学)：ラットの海馬を取り出し、それを何枚にもスライスしてそれぞれ電気信号の流れ方を観察。その結果を人工的な電気回路に置き換えまた何枚も重ね直して最終的に一個の人工海馬を完成する。

## 脳コンピューター・インターフェース

---

- DARPA(米国防総省国防高等研究事業局)：国からも多大な研究費用がつき込まれサイボーグ技術開発に力を入れている。とくに「脳コンピューター・インターフェース」に注目している。これにより兵士にやる気を起こさせたり、遠隔地にある兵器を操作することが可能になるかもしれない。
- シェーピング教授(ニューヨーク州立大学)：実験の映像を紹介。ラットは前足でレバーを押すと水を飲むことができる。そこでラットの脳にさした電極から、ラットが前足を動かすときの神経伝達の信号を機械に伝えることによって、レバーを動かさずともその信号が機械に送られてきたときに水が出てくるようにする。すると次第にラットはレバーを押すのをさぼり始め、押さずに水を飲み始めるようになる。立花隆による詳しい解説→  
[http://matsuda.c.u-tokyo.ac.jp/sci/project/nhksp/text\\_1.php](http://matsuda.c.u-tokyo.ac.jp/sci/project/nhksp/text_1.php)
- サルの実験：ニコレリス教授(デューク大学)の実験。サルの脳に電極を指し、感覚の中樞や末梢神経の働きをコンピューターで処理し解析している。
- 人間への応用例：サイバーキネティック社のブレイン・コンピューター・インターフェースを装着した四肢麻痺の男性を紹介。脳の腕の動作を司る部位に電極を組み込み、コンピューターのブラウザ上でカーソルを操作。脳の変化によりカーソルを動かそうと考えるだけで操作が可能になる。全身不随の人が自立した生活への道が開ける。
- ロボット・ラット：シェーピン教授の実験。例えばラットを右に動かしたい場合、右の感覚を司る脳の部位を電極で刺激し、思い通りの行動を起こしたら快楽中枢を刺激し、いわば報酬をあげる。これを繰り返すラットを意のままに操れるようにする。番組ではラット

をコンピューターであやつりながら迷路を抜け出させる様子を流した。この技術は軍事に利用されるだけでなく、人間を他人が操作する恐ろしい可能性も秘められている。

## 生命倫理

---

- グリーリー教授（スタンフォード大学・神経倫理）：脳をどこまで利用していいのか？について法的、倫理的に研究。
- 立花隆による取材：「BMI は政府においても専門家においても規制が必要。技術が発展途上で良いか悪いか分からない段階なので慎重に検討すべき。」—— BMI の進歩によって人間の再定義が必要か？という質問に対し「他の身体部分の交換と違い、人間の中心である脳を変えた場合、私たちはそのままか、それとも別の違う種に変化するのかは分からない。」—— 「人類の進化の定義は変化することである。が、BMI によって変化が過剰にならないように気をつけなければいけない。」—— 「サイボーグ技術が社会にもたらす影響を考え、意見を出し合い、論じ合うべきである。議論に早すぎることはない。」
- グリーリー教授と立花隆の対談をサイに掲載しています。

<http://matsuda.c.u-tokyo.ac.jp/sci/project/itv-greely/>