



人と情報のエコシステム

情報技術が浸透する超スマート社会の倫理や制度を考える

2016/2/17 WED 13時～17時30分(開場 12時30分)
会場：丸ビルホール(東京都千代田区 丸の内2丁目4-1 丸ビル7階)

プログラム

- 13:00～13:05 開会挨拶
- 13:05～13:20 新規研究開発領域についての構想説明
矢島 章夫 (JST-RISTEX シニアフェロー)
- 13:20～13:45 講 演:「人工知能 vs 人間」
山形 浩生 (翻訳家・評論家)
- 13:45～14:10 講 演:「情報技術の可能性と社会適応時に考慮すべきこと
～ロボット工学者の視点から」
高西 淳夫 (早稲田大学理工学術院創造理工学部 総合機械工学科 教授)
- 14:10～14:20 休 憩
- 14:20～14:45 講 演:「人工知能・著作権・プラットフォーム寡占」
福井 健策 (弁護士 (日本・ニューヨーク州) / 日本大学芸術学部 客員教授)
- 14:45～15:10 講 演:「ロボットスーツ HAL の医療応用における健康概念の変更と
主観評価アウトカムに関する研究
～サイバニックニューロリハビリテーションの治験実施」
中島 孝 (独立行政法人国立病院機構新潟病院 副院長)
- 15:10～15:35 講 演:「人と科学技術の複雑な関係 ～過去から未来へ～」
久木田 水生 (名古屋大学大学院情報科学研究科 准教授)
- 15:35～15:50 休 憩
- 15:50～17:25 パネルディスカッション
・モデレーター
國領 二郎 (慶應義塾大学総合政策学部 教授)
・パネリスト (五十音順)
江間 有沙 (東京大学教養学部附属 教養教育高度化機構 特任講師)
久木田 水生 (名古屋大学大学院情報科学研究科 准教授)
城山 英明 (東京大学公共政策大学院・法学政治学研究科 教授)
高西 淳夫 (早稲田大学理工学術院創造理工学部 総合機械工学科 教授)
中島 孝 (独立行政法人国立病院機構新潟病院 副院長)
鳴海 拓志 (東京大学大学院情報理工学系研究科 助教)
- 17:25～17:30 閉会挨拶

1990年東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻修士課程修了後、大手調査会社入社。その傍ら、広い分野で翻訳と執筆を手がける。主な訳書はピケティ『21世紀の資本』（みすず書房）など。専門分野は、都市計画、開発途上国援助、経済学、未来技術など。

人工知能vs人間

2016.2

山形浩生(HIYORI13@ALUM.MIT.EDU)



(c) H. Yamaguchi, Some Rights Reserved 2016/2



経済学系／科学／SFの翻訳

▶ 経済学

- ▶ 『クルーグマン教授の経済入門』
- ▶ ピケティ『21世紀の資本』
- ▶ ジェイコブズ『アメリカ大都市の死と生』
- ▶ グレイザー『都市は人類最高の発明である』

▶ 科学&技術

- ▶ ダマシオ『自己が心にやってくる』
- ▶ デネット『自由は進化する』
- ▶ 『Linux日本語環境』『コンピュータのきもち』

▶ SF

- ▶ ディック『ヴァリス』『ティモシー・アーチャーの転生』



人類が他の生物を滅ぼすのは、リソースを巡る競争

- ▶ 食料資源
- ▶ 水
- ▶ 居住地
- ▶ 人間同士の戦争も大なり小なりこの範疇
- ▶ (ただし一部宗教的な紛争などは必ずしもそうではないかもしれない。イデオロギー、理念？ 自由?)

「機械」は人間を滅ぼすか？

- ▶ 機械と人間の戦いはSFのお気に入りのテーマではあるが.....

- ▶ なぜ戦わにやいかんのですか？

- ▶ そもそも人類破壊をプログラミングされている？(スカイネット?)
- ▶ 矛盾する指示を出すので混乱して滅ぼす？(HAL@『2001年宇宙の旅』)
- ▶ 同じリソースをめぐる競争？



"Fortune Telling robot"
By Paul Keller, under CC BY 2.0
<https://www.flickr.com/photos/18259771@N00/65536959/>

機械と人間が取り合うリソースとは？

- ▶ エネルギー？
 - ▶ (レムは、高度な人工知能は自分の生み出す情報によるエネルギーで自給自足し、やがてはそれ以上の情報エネルギーを生んで星になるというすごい話をするが.....)
- ▶ 鉄・シリコンなどの天然資源？
- ▶ 空間？
- ▶ お金ではないはず (たぶん)

機械の「自己保存」とは

- ▶ 考え方その1：そうプログラミングすればそうなる
 - ▶ 人工知能は自由にプログラムできるはずなので、アシモフ的なロボット三原則を入れたりすればすべて解決
 - ▶ 自己保存を考えないようにその人工知能をプログラミングすることもできる
- ▶ 考え方その2：知能/知性の性質からして必ず自己保存が生じる

なぜ必然的に生まれるか？

- ▶ 知性・知能は、恒常性を改善するための生命のツールである
 - ▶ デネット「自由は進化する」
 - ▶ 物が飛んできたらよける、リソースが不足すれば探す、といった恒常性が複雑化すると知能が生まれ、意識になる
 - ▶ ダマシオ『自己が心にやってくる』
 - ▶ 意識は、ある恒常的な状態と実際の状態の差に基づいて生じる！
- ▶ したがって、ある程度以上の知能が生じれば、それは必然的に恒常性を前提としたものとなり、したがって何らかの自己保存が生まれるしかない！

知能・意識を生むか？

「意識のあるコンピュータを買ったら、責任が生じるでしょう。それは道德問題だ。

知性のあるコンピュータ制御の装置を作って宇宙に送れば、人を送らずにすむという。でもそれが本当に知的ならばそれは必然的に意識がある——意識があるなら、ねえ、連れ戻さなきゃいけないでしょう。かれらに対する道德的な責任が生じる。」

- ▶ —ロジャー・ペンローズ談、ブラックモア『「意識」を語る』（NTT出版）より
- ▶ その機械が自己保存を必要としないなら、そんな道德的な責任は生まれないのでは.....

「価値」 and/or 「意味」

- ▶ 形式化、機械化、自動化の流れとなる。なかでも本書の手柄はその過程で生じた、「意味」の喪失を指摘したことにある。媒体、情報、意味は不可分だったのに、やがて情報は媒体（本や文字）を離れ、意味は情報量で置き換えられる。それはもう人間を必要としない。いまや情報は自律的に増殖し、人間はそのお守り役でしかない。「情報史」はそこで人類とは決別するのだ。
- ▶ —グリック『インフォメーション』の山形書評より



経済における「価値」とは、「意味」とほぼ同義

- ▶ 意味なき情報に奉仕する（かもしれない）、人工知能と機械
- ▶ 人間にとって意味ある経済に奉仕できるのか？

コブ=ダグラス型
生産経済

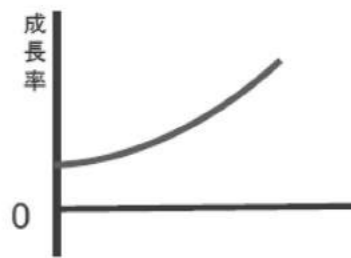
AK型
生産経済

•生産要素:資本、労働

•生産要素:資本

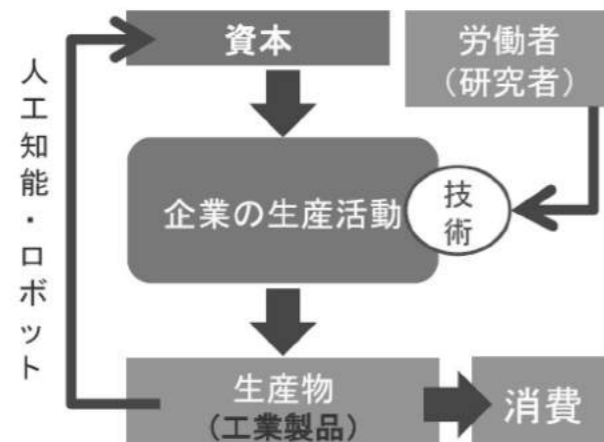
•GDPが指数関数的に成長
(成長率はほぼ一定)

•GDP成長率が
指数関数的に上昇



AK型経済(© 井上智洋)

$$Y = AK$$



しかしこのためには.....

- ▶ 機械・人工知能は、人間の経済にとって意味のある「知識」を作り出さねばならない
- ▶ 消費は「価値」に基づくが、人工知能はどこまで人間の「価値」を理解できるのか—
 - ▶ (下手な鉄砲も.....的なやり方もあるが、S/N比があまりに悪くなると全体の生産性向上にはつながらないかも)
 - ▶ ただし中国のシャンガイ電話やアートを見ると、不可能ではないかもしれない

ノイズからの意味生成

- ▶ ジャック・アタリ的に言うと、人間はそれまで意味のなかったところに意味があることにしてしまう能力を持つ。それが人類の文化的発展
- ▶ かつては雑音でしかなかったものがジャズになり、ロックになる
- ▶ ウィリアム・バロウズ的なカットアップによる意味の自動生成？



機械／人工知能と人間の未来の（人間側の）課題

- ▶ 人間にとっての「意味／価値」と機械＆人工知能にとっての（意味／価値）との差・整合性はどう考えるべきか？
- ▶ 技術を純粋に自動化・無人化に向けて発展させるべきなのか？ そこで最大化されている価値とは？



その一方で.....

- ▶ 人間にとっての価値作りは結構簡単。人は何時間でもゲームを続ける。価値とは、ある種のパターンに対する反応でしかないかも
- ▶ 完全に人間の脳神経系がシミュレーションできたら、それがどんなパターンに反応するかが条件付けできて.....
- ▶ 完全なペットとしての人間／あるいは人間と機械の美しい共生.....

1988年早稲田大学理工学部博士号取得。その後、同大学理工学部助教授などを経て、1997年より教授。専門分野はロボティクスの開発。現在、日本ロボット学会会長も務める。



情報技術の可能性と社会適応時に考慮すべきこと —ロボット工学者の視点から

WASEDA UNIV.
HRI

JST RISTEX第13回社会技術フォーラム
～新領域に関する社会との対話～

人と情報のエコシステム
情報技術が浸透する超スマート社会の倫理や制度を考える

2016年2月17日

高西淳夫

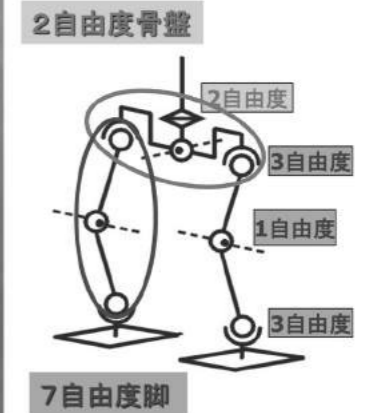
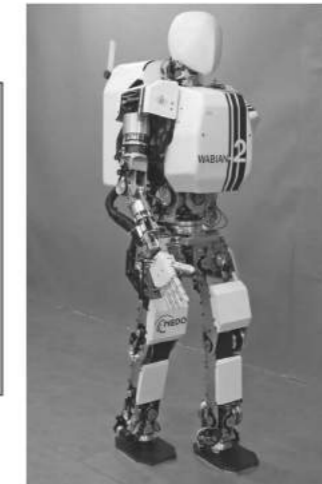
早稲田大学 創造理工学部 総合機械工学科教授/ヒューマノイド研究所所長



人体運動シミュレーション用ヒューマノイド: WABIAN-2 (NEDO, テムザック, 特殊電装, 大電, 日立他)

WASEDA UNIV.
HRI

全高: 1.5 [m]
重量: 55 [kg]
自由度 : 41
脚 : 7×2
腰 : 2
体幹 : 2
腕 : 7×2
首 : 3

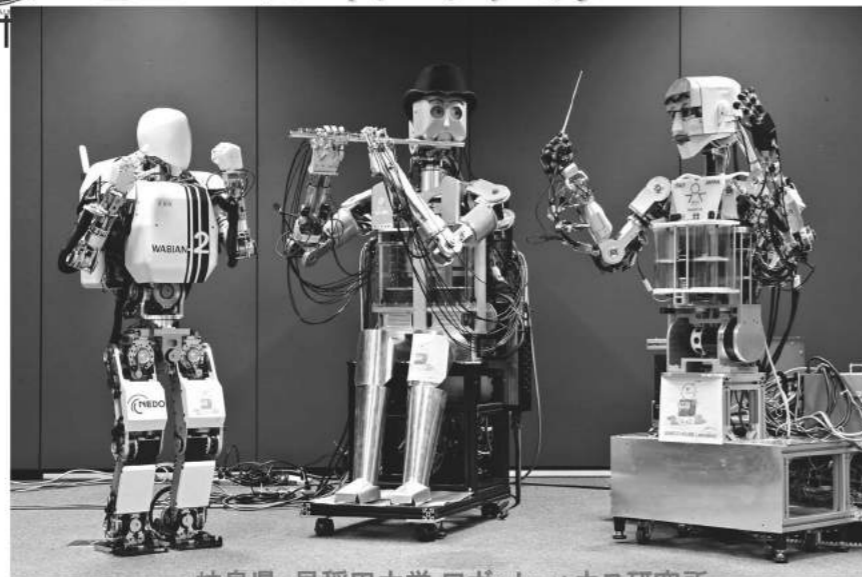


岐阜県・早稲田 WABOT-HOUSE プロジェクト



WABOT-HOUSE ヒューマノイド・ファミリー

WASEDA UNIV.
HRI

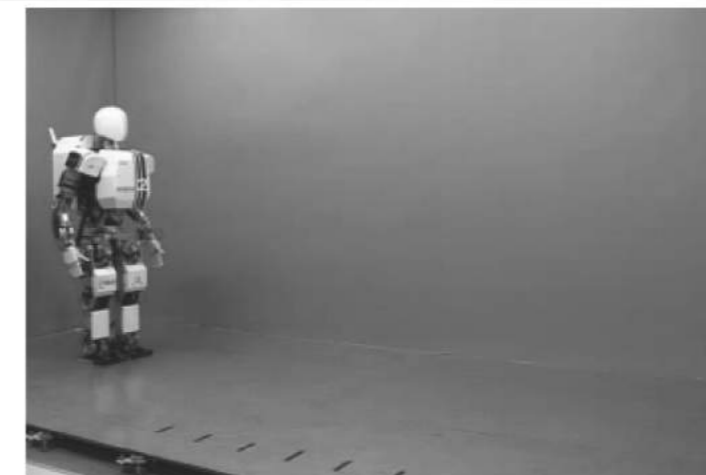


岐阜県・早稲田大学 ワボット・ハウス研究所



より人間に近い歩行

WASEDA UNIV.
HRI



歩幅0.50[m/step], 歩行周期0.96[s/step]



屋外歩行もできます

WASEDA UNIV.
HRI



歩幅0.40[m/step], 歩行周期0.96[s/step]

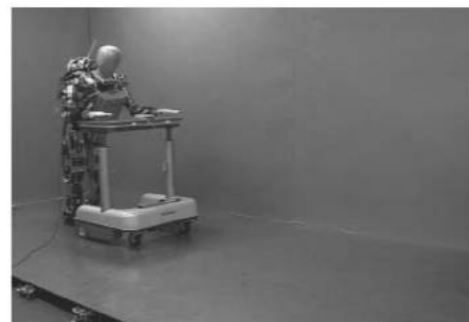


日立の歩行支援機評価用の人体運動シミュレータとして利用中のWABIAN-2

WASEDA UNIV.
HRI



膝曲げ歩行 歩幅 0.2[m]



膝伸展歩行 歩幅 0.2[m]

健常者だけでなく、歩行障害者のシミュレートも

WASEDA UNIV.
HRI

Subject

9th, FEB, 2007 2006年度 修論発表

PIPER LOCOMOTION

Takanishi Laboratory, Waseda University

人間の骨盤運動と脚弾性に着目した2足走行ヒューマノイドロボット

□ 研究背景

- 人間の様々な機能をロボットにより再現し解明したい

□ 目的

- 人間の走行の模倣が可能な2足ロボットの開発

□ 方法

- 走行運動計測により、特徴を抽出
- 骨盤と脚弾性を持つ走行ロボット開発

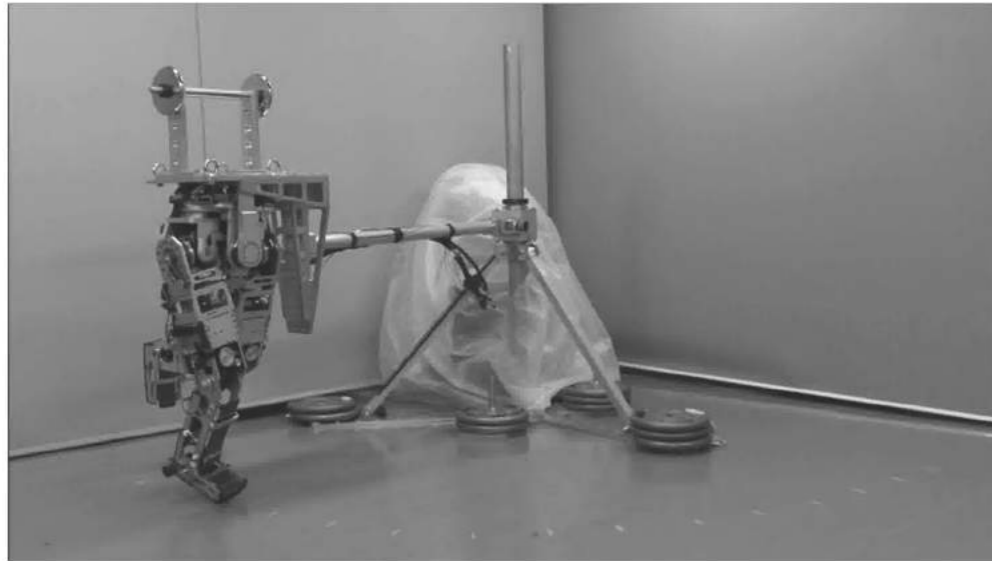
×0.25

Enlarged View

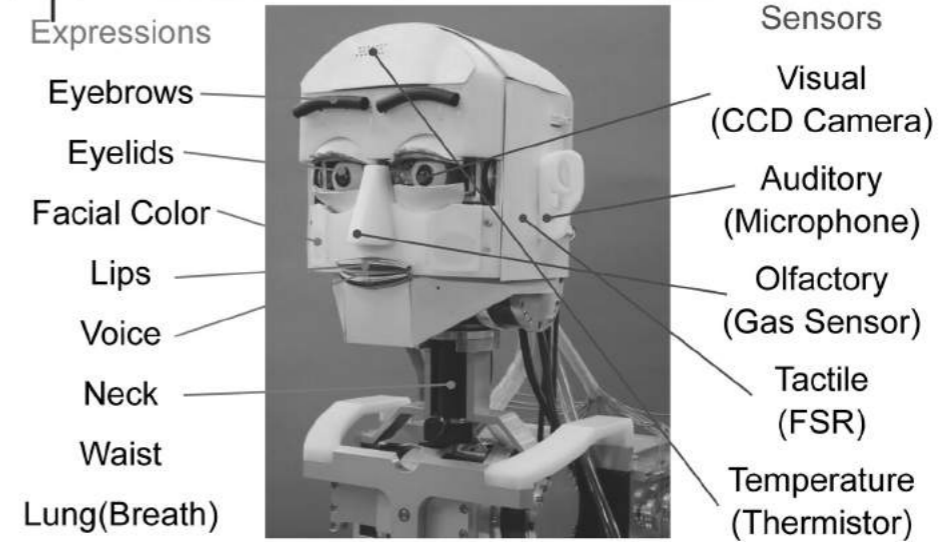
早稲田大学スポーツ科学部川上研究室との共同研究

Takanishi Laboratory, Waseda University

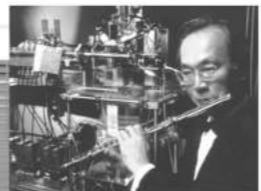
人間のような骨盤運動によって跳躍力を獲得



生活支援には心のコミュニケーションが最重要!
情動表出ロボット:アイちゃん(WE-4)



音楽するヒトをモデル化:
フルート演奏ロボット



テクニカル・アドバイザー:
若松久仁光氏



岐阜県・早稲田 WABOT-HOUSE プロジェクト



情動のモデル化:
運動方程式から情動方程式へ



Equation of Motion (運動方程式) $m\ddot{x} + \gamma\dot{x} + kx = F(t)$



Equations of Emotion (情動方程式)

$$M\ddot{E} + \Gamma\dot{E} + KE = F_{EA}$$

E: Emotion Vector, F_{EA} : Emotional Appraisal

Emotional Coefficient Matrix (情動係数行列)

M: Emotional Inertia Matrix (情動慣性)

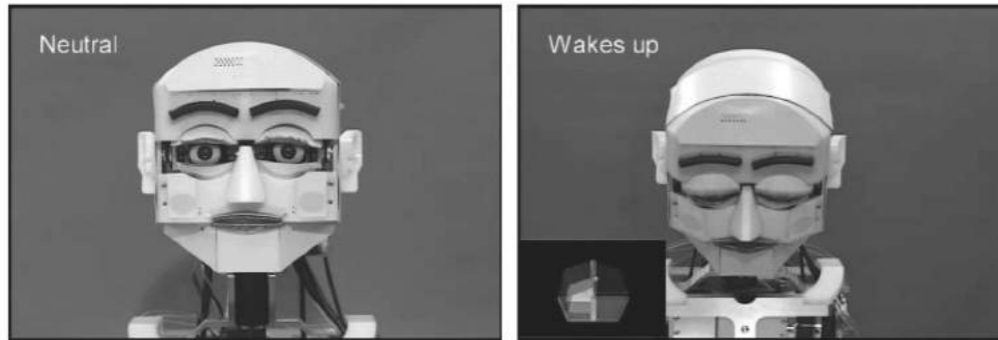
Γ : Emotional Viscosity Matrix (情動粘性)

K: Emotional Elasticity Matrix (情動弾性)



アイちゃんのデモ(1)

WASEDA UNIV.
HRI



21世紀はバラ色の未来の
ハズだった……………

しかし、現実には逆にカオス化
しているかのよう……………

WASEDA UNIV.
HRI



アイちゃんのデモ(2)

WASEDA UNIV.
HRI



様々なパフォーマンス

意識導入統合実験



ロボット工学者には通信・情報
処理手段の高度化・爆発的普
及が原因に思えてならない…
……

WASEDA UNIV.
HRI



ロボット工学的視点から

WASEDA UNIV.
HRI

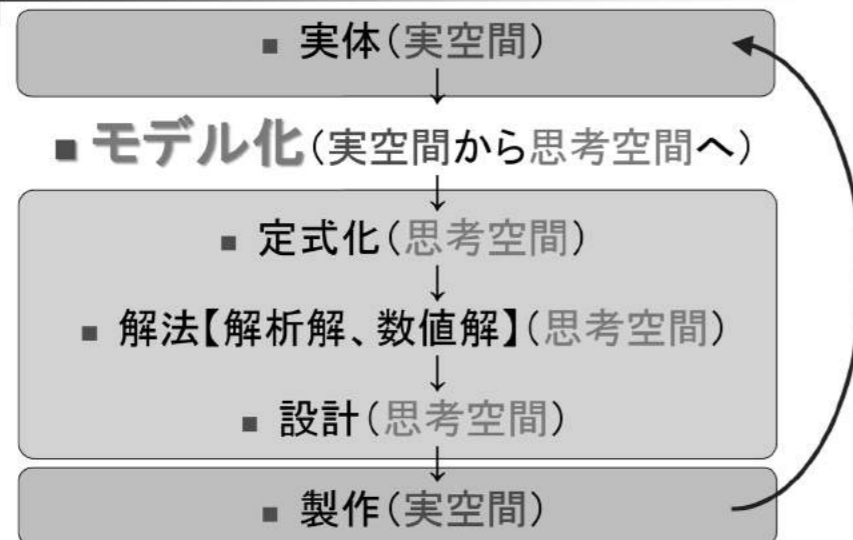
- 工学的プロセスとモデル化
 - 1自由度制御系
 - フィードバック(帰還)型
 - 2自由度制御系とヒトの運動制御
 - フィードバック+フィードフォワード型
 - 非線形問題とカオス(予測不能性)
 - 2重振り子とカオス
 - デジタル制御系とカオス



工学的プロセス

モデル化が結果を大きく左右

WASEDA UNIV.
HRI



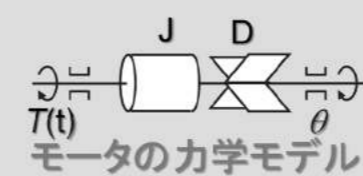
モデル化(モデリング)とは？

- 実空間から思考空間への写像法
(疑似写像関数)

→証明できない(写像後は証明の対象)

- 通常はモデルを介して数理空間に写像

例: モータのモデル化と定式化



$$T - D_M \dot{\theta} = J_M \ddot{\theta} \quad \dots (1)$$

$$\therefore T = J_M \ddot{\theta} + D_M \dot{\theta} \quad \dots (2)$$

J_M : モータの慣性モーメント, θ : モータの角度
 D_M : モータ自身の粘性係数, T : モータトルク

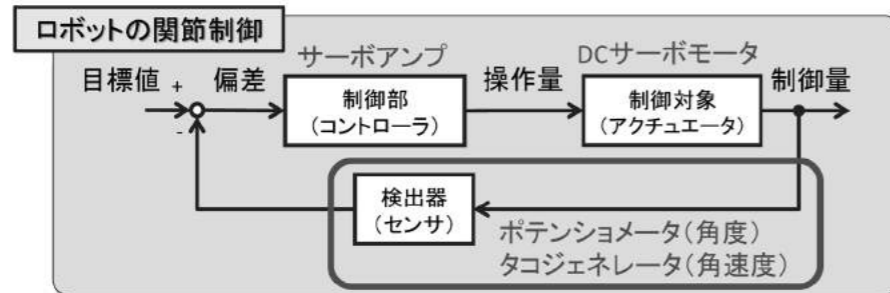
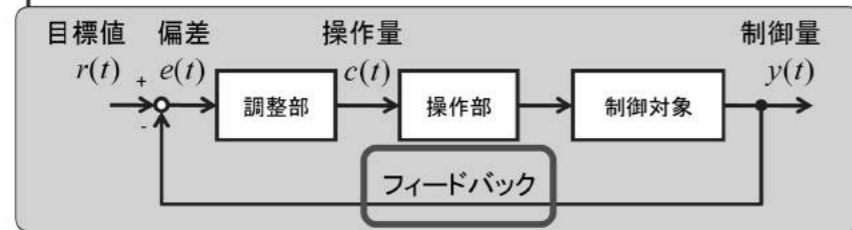
式(2)をラプラス変換すると,

$$T(s) = (J_M s^2 + D_M s) \theta(s) \quad \dots (3)$$



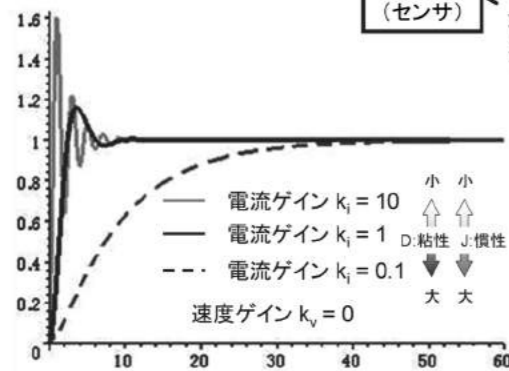
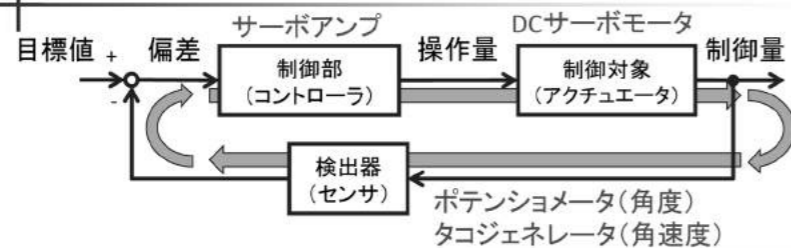
1自由度(帰還型)制御系

WASEDA UNIV. HRI



帰還型制御では不安定性と応答性の問題との戦い:

WASEDA UNIV. HRI



不安定になる要因:
 ・フィードバック量が多過ぎる
 ・フィードバック応答が遅過ぎる
 ・制御対象のモデル化エラー
 ・検出器の性能が不十分
 ・検出器がノイズも検出
 ・etc.

応答が悪くなる要因:
 ・フィードバック量が少な過ぎる



超スマート社会の不安定要因

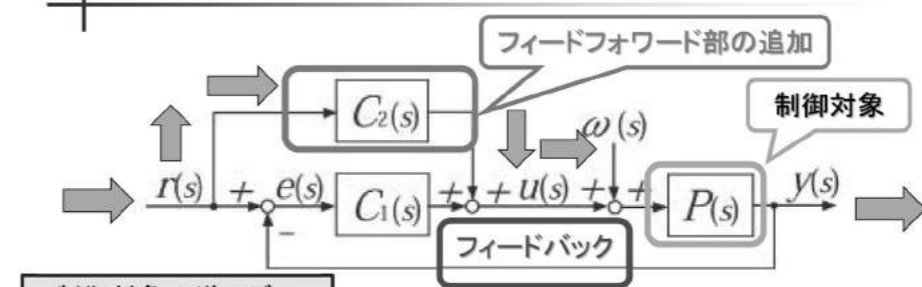
WASEDA UNIV. HRI

- フィードバック量が多過ぎる
 - 多数同士が相互に短時間に爆発的に反応
- フィードバック応答が遅過ぎる
 - 抑制する技術開発や制度実施が遅い
- 制御対象のモデル化エラー
 - ヒト・技術と制度が連成した社会モデルのエラー
- 検出器の性能が不十分
 - 精度、応答性、誤動作、etc.
- 検出器がノイズも検出
 - 誤検出、誤認識、虚偽・悪意情報も検出
- 応答が悪くなる要因
 - 過度な技術・社会規制→問題解決の遅延・世界的競争に敗北



フィードバック量がゼロになれば解決: 2自由度制御系(フィードフォワードの追加)

WASEDA UNIV. HRI



制御対象の逆モデル

もし $C_2(s) = \frac{1}{P(s)}$ なら $e(s) = 0$

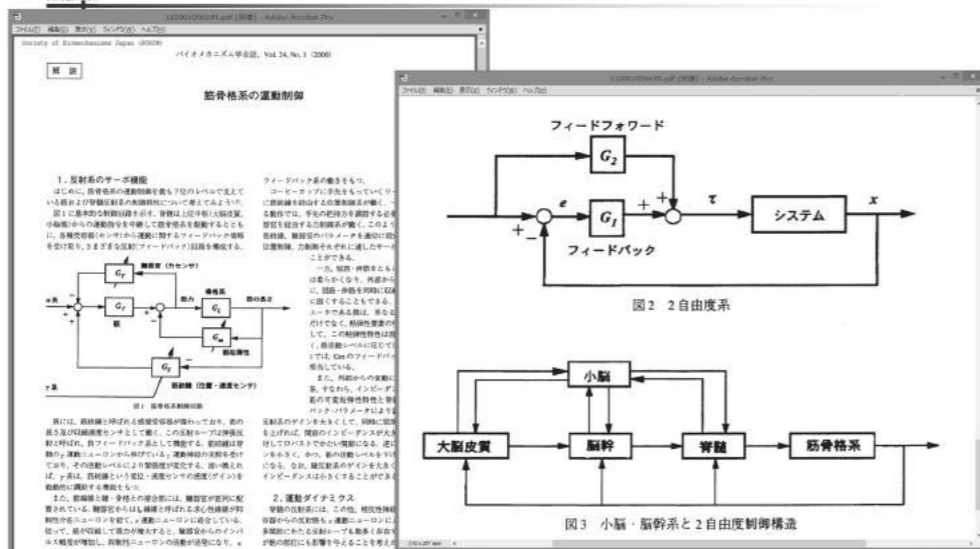
フィードバックは不要→安定 & 完全応答!

ブロック線図: <http://www.ritsumei.ac.jp/~nokata/RoboEx1figures/control.htm>



ヒトの筋骨格系の運動制御は 2自由度制御系

WASEDA UNIV. HRI



伊藤宏司, 筋骨格系の運動制御, バイオメカニクス学会誌, Vol. 24, No.1: pp.12-13 (2000)



線形系と非線形系: 単振動系と単振り子

WASEDA UNIV. HRI

線形系: 単振動(ばね質点系)

運動方程式 (線形)

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = F \cos(\omega t)$$

固有角振動数 $\omega_0 = \sqrt{k/m}$

共振角振動数 $\omega = \omega_0$

共振時の振幅 $A = F/c$

非線形系: 単振り子

運動方程式 (非線形)

$$mL\ddot{\theta} + mg \sin \theta = 0$$

小角度近似 $\sin \theta \approx \theta$

周期 $T = 2\pi\sqrt{L/g}$

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E8%87%AA%E7%94%B1%E6%8C%AF%E5%88%95>

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%8C%AF%E3%82%8A%E5%AD%A9>



小脳のフィードバック誤差学習: 制御対象の逆モデルを自動獲得

WASEDA UNIV. HRI

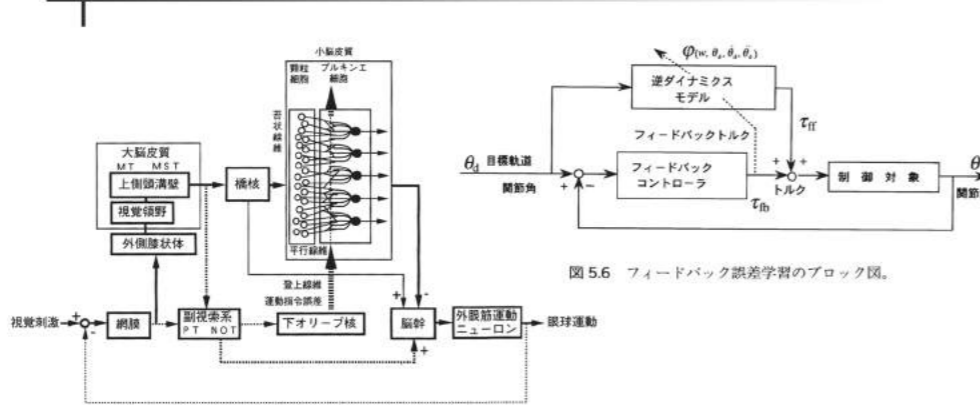


図 6.10 追従性眼球運動の制御にかかわる脳の神経回路を描いた模式図。フィードバック誤差学習のブロック図となるべく対応するように、関連する脳部位を描いている。PTは視索前核 (Pre-tectum)、NOTは視索核 (Nucleus of the Optic Tract) である。

川人光男, 脳の計算理論, 産業図書, 1996年



カオスの発生は簡単: 二重振り子

WASEDA UNIV. HRI

二重振り子

運動方程式 (非線形)

$$(m_1 + m_2)\ddot{\theta}_1 + m_2 l_2 \ddot{\theta}_2 \cos(\theta_1 - \theta_2) + (m_1 + m_2)g \sin \theta_1 = 0$$

$$l_2 \ddot{\theta}_2 \cos(\theta_1 - \theta_2) + \dot{\theta}_1^2 l_2 \sin(\theta_1 - \theta_2) + g l_2 \sin \theta_2 = 0$$

ここで、 θ_1 : 振り子角, m_1, m_2 : 各質量, l_1, l_2 : 各振り子の長さ, g : 重力加速度, $\dot{\theta}$: 角速度, $\ddot{\theta}$: 角加速度

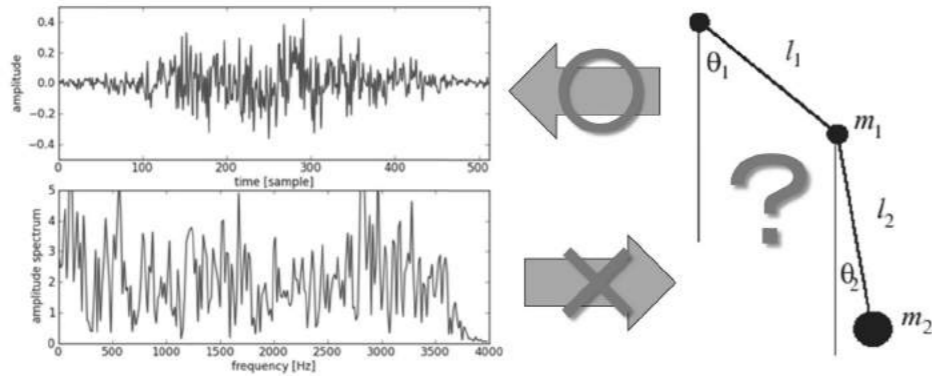
<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E4%BA%8C%E9%87%8D%E6%8C%AF%E3%82%8A%E5%AD%A9>



モデル化の落とし穴： 現象から構造が推定できない

WASEDA UNIV.
HRI

・・・AI, IoTで本当に大丈夫か？



<http://aidiary.hatenablog.com/entry/20111028/1319815300>

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f1/Pendule_double.gif



安定な超スマート社会構築 のために

WASEDA UNIV.
HRI

- ヒト・技術・社会制度が連成したモデル構築努力
- カオス化(予測不能性)を回避
 - 制度改革、不安定化抑制技術の開発、etc.
- ヒト・技術・社会制度連成モデルの発展・自動獲得
- 悪意の為政者が出たらお終い？



カオスはデジタル制御系の宿命

WASEDA UNIV.
HRI

J. Nonlinear Sci., Vol. 6: pp. 415-448 (1996)

Micro-Chaos in Digital Control

G. Haller¹ and G. Stépán²

¹ Division of Applied Mathematics, Box F, Brown Univ
² Department of Applied Mechanics, Technical Univ. Hungary

Received August 6, 1995; manuscript accepted for publication
 Communicated by Philip Holmes

Summary. In this paper we analyze a model for the n -dimensional, linearly unstable dynamical systems. Our goal is to capture the behavior of small, irregular oscillations that are frequently observed. We derive a one-dimensional map that captures exactly the

Fig. 8. Partition of A in the case of $\alpha = 5/2, \beta = 25/16, \gamma = 11, \delta = 14, \epsilon = 2$.

$\lim_{j \rightarrow \infty} F_j^{\alpha}(j) = z_{j+1} > F_{j+1}(j) + 1, \quad \text{for all } j \geq j_1 - 1.$
 In the above definitions, the "inverse" of F_j in (2.2) is defined as
 $F_j^{-1}(j) = \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha}(j-1), \quad y = (F_{j+1}(j)-1), F_j(j), \quad j = j_1 - 1, \dots, j_1 + 1.$
 Note it is understood that $F_j^{-1} = F_j^{-1} \circ F_j^{-1}$ always projects into $(j-1, j)$ and $F_j^{-1} = F_j^{-1}$. The latter formula means that the integers k_j^{-1} can also be zero if either $j < F_{j+1}(j) - 1$ or $j > F_j(j) + 1$.
 Let us fix the nonnegative integer
 $k_j = \min \{k_{j_1}^{-1}, \dots, k_{j_1}^{-1}, k_{j_1}^{-1}\}, \quad (3.16)$
 and
 $\mathcal{I}_{k_j} = \{j \in \mathbb{Z} : j \geq j_1 + k_j, j \leq j_1 + k_j + 1, \dots, j_1 + k_j + 2k_j + 1\}.$
 (iv) Similarly, if $(j, p) = (2k_j - 2), (p, p) = (2k_j - 1), \dots, (p, p)$ for $p = 2(j - j_1) + 10k_j + 11 + k_j + 2, j \in \mathbb{Z}, \dots$
 (v) The ranges of $\mathcal{I}_{k_j}^{-1} \circ \mathcal{I}_{k_j}^{-1}$ are subsets of the following indices.

G. Haller and G. Stépán, Micro-Chaos in Digital Control, J. Nonlinear Sci., Vol. 6: pp. 415-448 (1996)

1991年東京大学法学部卒。1993年弁護士登録（第二東京弁護士会）。米国コロンビア大学法学修士課程修了（セゾン文化財団スカラーシップ）、シンガポール国立大学リサーチスカラーなどを経て、現在、骨董通り法律事務所代表パートナー。

人工知能 著作権 プラットフォーム寡占 福井健策*

2016/2/17
JST/RISTEX

*弁護士（日本、NY州）
日本大学芸術学部 客員教授
@fukuikensaku

● 1

「機械創作」の現状－音楽

- 働き続けるバッハ・ボット「エミー」
⇒ランチの間に5000曲作曲（駄作もあり）
⇒オペラ「落ちる揺り籠」で絶賛レビュー
- 自動作曲システム「オルフェウス」 ⇒作曲20秒



左：自動作曲システム「オルフェウス」

右：自動生成BGM「Computoser」 <http://computoser.com/track/7219>

● 3

「消える」職業リスト

今後10～20年以内にコンピュータやロボットに
「仕事を奪われそうな職種」 vs 「奪われそうにない職種」

職 種	奪われる確率	職 種	奪われる確率
データ入力	99%	医者	0.4%
銀行など融資担当者	98%	小・中学校の教師	0.4～0.8%
モデル	98%	カウンセラー	0.5%
スポーツ審判	98%	学芸員	0.7%
簿記・会計事務	98%	作曲家	1.5%
電話オペレーター	97%	ファッション・デザイナー	2.1%
小売店などのレジ係	97%	エレクトロニクス技術者	2.5%
不動産仲介業者	97%	弁護士	3.5%
料理人	96%	ライター・作家	3.8%
(参考) タクシー運転手	89%	ソフトウェア開発者	4.2%
(参考) 理髪業者	80%	画家・イラストレーター	4.2%

カール・フレイほか「雇用の未来」、小林雅一「AIの衝撃」より福井作成

オックスフォード大教授ら「20年以内に47%の雇用が奪われる」

⇒「最後の砦は創作・発明」・・・そうだろうか？

⇔ジョブズ「創造性は物事の“結びつけ”に過ぎない」

● 2

「機械創作」の現状－文章

- 「気まぐれ人工知能プロジェクト 作家ですよ」
：星新一ショートショート1000本を解析
⇒2015年9月、日経「星新一賞」に作品応募
- 米国通信社ではスポーツ短報記事は作成ソフト化

「・・・アルゴは本塁打2本を含む4打数3安打、5打点を記録した。イリノイの先発投手ウィル・ストラックは制球に苦しみ、6回で5点をとられたが、救援投手はその後1点も許さなかった。そして打線が17安打を打って援護し、イリノイの勝利を確実なものにした」(「機械との競争」村井章子訳より)

● 4

写真、映像、アイドル



左上: ストリート・ビュー「骨董通り法律事務所」※右下に「©Google」
 左下: 自動追尾・撮影機能付き空撮カメラ「Lily」による動画 ※最長距離30m、時速40km、フルHD可
 右: 初音ミク(クリプトン・フューチャーメディア) <https://www.youtube.com/watch?v=s7h9tkfc7Eg>

●5

そのコンテンツは誰が握るのか

【前提】機械は疲れない: 無限に著作物を量産可能
 ※少数コンテンツの「コピーを売る」ビジネスと、それを支える「コピーライト」制度の限界?

【有力候補】AI研究で先行する巨大プラットフォーム勢

※プラットフォームが寡占する/し得るもの:

- ①ユーザーのアクセス及び滞留時間
- ②ビッグデータとアルゴリズム
 ⇒ ランキング・リコメンド依存と、「知」の序列化
- ③AIの生成する膨大なコンテンツ
 ⇒ 「知」の創造・流通・受容までを一元管理?
- ④情報のルールメイク(超国家)

●7

コンピュータ創作は著作物か

- 著作物: 「思想・感情の創作的な表現」
- 1993年文化審議会第9小委:
 ⇒ 「人がコンピュータを道具として使えば著作物たり得る」(著作者は基本的にユーザー)
 「創作過程において、人の創作的寄与が必要」
 (米国78年CONTU、ユネスコ等82年勧告と同じ)
- ⇔ 英国: 1988年法でcomputer generated works (CGW)に著作物性を認める(178条)
 ※「人格権与えず」「保護期間は創作から50年」
- 「著作者はnecessary arrangementをした者」

●6

EUのプラットフォーム対抗戦略



独自プラットフォームとしての欧州巨大電子図書館「ユーロピアーナ」

- 欧州議会のグーグル分割決議
- 個人データ保護法制等の域外適用
- 「グーグル税」「リンク税」……

●8

対応策の選択肢

①独自プラットフォーム育成

※まずは文化・マンガなど目的限定型か



②「ヒト・カネ・著作権」の壁 ⇒ 知財リフォーム論 ※内閣知財本部「次世代知財システム検討委員会」

③オープン化・情報開示の推進

※ビッグデータ、アルゴリズム・・・

④競争政策の積極活用

●9

1983年 新潟大学医学部卒業。1991年医学博士。NIHフェローを経て、2004年より現職。専門分野は神経内科学、神経リハビリテーション医学など。厚生省及び日本医療研究開発機構の難治性疾患実用化研究事業研究代表者を務める。

JST社会技術研究開発センター (RISTEX)
 第13回社会技術フォーラム～新領域に関する社会との対話～
 平成28年2月17日(水) 13時30分～17時00分
 丸ビルホール (丸の内ビルディング7階)

人と情報のエコシステム：
 情報技術がもたらすメリット/リスクを特定し、技術/施策に反映させるサイクルの確立

ロボットスーツHALの医療応用における健康概念の 変更と主観評価アウトカムに関する研究 —サイバニックニューロリハビリテーションの治験実施

中島孝 (Takashi Nakajima) 国立病院機構新潟病院 副院長 Neurologist (脳神経内科)

- ・ H14年度～H19年度、厚生労働省難治性疾患克服研究事業「特定疾患患者の生活の質 (Quality of life, QOL) の向上に関する研究」班 (研究代表者)
- ・ H24～H26年度厚生労働省科学研究費補助金 難治性疾患実用化研究事業、「希少性難治性疾患—神経・筋難病疾患の進行抑制治療効果を得るための新たな医療機器、生体電位等で随意コントロールされた下肢装型補助ロボット (HAL-HN01) に関する医師主導治験の実施研究」 研究代表者
- ・ H27年度～ 日本医療研究開発機構研究費 難治性疾患実用化研究事業「希少難治性脳・脊髄疾患の歩行障害に対する生体電位駆動型下肢装型補助ロボット (HAL-HN01) を用いた新たな治療実用化のための多施設共同医師主導治験の実施研究」 研究開発代表者
- ・ H27年度～ 日本医療研究開発機構研究費 障害者対策総合研究開発事業「進行したALS患者等を含む障害者のコミュニケーション支援機器開発」 研究開発代表者

1

Fig. 15 A future application of the supplementary brain HOJO-brain

1991年～Cyberneticsが生まれ 2004年～倫理的研究の開始

3

Hybrid Assistive Limb: HAL

臨床効果効能・臨床的性能は?
 Clinical efficacy and performance?

- ・ 筑波大学サイバニクス研究センター、山海嘉之教授がサイバニクス、メカトロニクス、インフォマティクスを融合したサイバニクス (Cybernetics) 技術により人の身体/脳とリアルタイムに情報を交換して人を支援する生体電位駆動型の装着型ロボット。
- ・ 装着者の意図した運動に必要なとされるモータトルクを使って筋をアシストし、随意運動を増強する装着型ロボットとして発明 (1991年～)。国の特許
- ・ 開発・製造・販売のため、サイバーダイン株式会社を設立。
- ・ 臨床評価、臨床試験の問題。

山海嘉之教授、サイバーダインCEO 研究分担者(～H27年)

2

臨床評価の考え方、HALを使った治療概念とは?
 超治療 (増強技術) なのか?

- ・ **超治療：生命技術と幸福の追求：アメリカ大統領生命倫理審議会報告 2003**
- ・ **Beyond therapy: Biotechnology and the Pursuit of Happiness American President's Council Report on Bioethics in 2003**
<http://bioethics.georgetown.edu/pcbe/reports/beyondtherapy/index.html>
 - ・ Therapy (治療) = restoration to normal (正常に戻す)
 - ・ Beyond therapy (超治療) = therapy beyond normal (正常以上にする) = enhancement (増強、エンハンスメント) = desire driven therapy (願望実現医療)
- ・ 神経筋難病患者や障害者は決して、この意味の正常に戻らないので、正常概念や治療概念を再検討する必要が生じた。
 - ・ HALはEuphenics (人体改造学)・Transhumanism (トランスヒューマニズム、超人類学)

4

人間とは？機器・道具の利用

➤ 道具(機械)を使う人間

- 遊び、楽しみ、発達、有用性

➤ 意味を紡ぎ出し、物語を作っていく人間

- 期待、不安、達成感、挫折、振り返り、物語の書き換え、再生

Intuitive surgical社のda Vinci®

医療と機械・道具・人工臓器



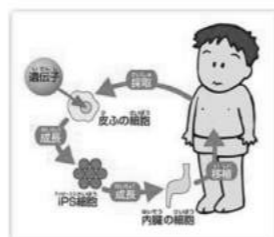
医薬品,医療機器等の品質,有効性及び安全性の確保等に関する法律(平成26年11月25日の薬事法等の一部を改正する法律,平成25年法律第84号)(医薬品医療機器等法、薬機法)



おふろでアンパンマン



LEGO



stem cell, iPS

5

人間とは？機器・道具の利用

➤ 道具(機械)を使う人間

- 遊び、楽しみ、発達、有用性

➤ 意味を紡ぎ出し、物語を作っていく人間

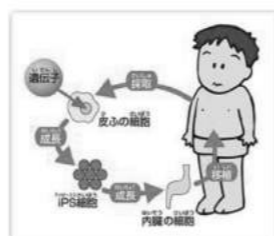
- 期待、不安、達成感、挫折、振り返り、物語の書き換え、再生

Intuitive surgical社のda Vinci®

医療と機械・道具・人工臓器



医薬品,医療機器等の品質,有効性及び安全性の確保等に関する法律(平成26年11月25日の薬事法等の一部を改正する法律,平成25年法律第84号)(医薬品医療機器等法、薬機法)



stem cell, iPS

6

人の道具としての 医薬品・医療機器・再生医療等製品 はどう評価され 社会化され、どう規制されるべきか

人が作り出した物、道具は、目的にそって価値が評価されるが、現代では自由な競争において、価値付けられる(価格)。医療においては完全な自由競争にしていないかという理由は、NAZIの人体実験など、人体実験をどう許すかからはじまる。ニュルンベルグ医師裁判→ニュルンベルグ綱領→ヘルシンキ宣言・・・→ICH



ニュルンベルグ医師裁判

7

臨床試験(治験)の制度

● 治験に関する法令

- 医薬品 GCP: 「医薬品の臨床試験の実施の基準に関する省令」(厚生省令第28号)(1997年)その後の改正により構成。ICH E6 Good Clinical Practiceの邦訳。ICH(日米EU医薬品規制調和国際会議)
- 医療機器 GCP: 「医療機器の臨床試験の実施の基準に関する省令」(厚生省令第36号)(2005年) → ISO14155:2011を取り込んだ2013年、2014年の改正
- 医師主導治験: 改正薬事法(2003年)、企業は希少難病分野で消極的。企業から未承認の薬物・機械器具の提供を受けて医師が治験を行う。患者さんが真に望む形での有効性を検証する。
- 希少疾病用医薬品・希少疾病用医療機器の指定制度: 優先審査、優遇など
- 重要指針
 - ◆ 「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」2015年
 - ◆ 「国際医学雑誌編集者会議: ICMJEのリコメンデーション」
 - Protocol 登録サイトでの公表、COI etc
 - ◆ CONSORT声明: CONSORTの構造化抄録

- 最高レベルのエビデンスが得られ、標準的使用法、適応疾患、適応症、確率論的な臨床結果、起こりうる副作用など新たな医薬品・医療機器、承認申請にむけたデータとなる。: 科学性および倫理性が担保される。

8

GCPの由来、E6のタイトル

9

E6(R1) Good Clinical Practice

GUIDELINE FOR GOOD CLINICAL PRACTICE
ICH Harmonised Tripartite Guideline

Having reached Step 4 of the ICH Process at the ICH Steering Committee meeting on 1 May 1996, this guideline is recommended for adoption to the three regulatory parties to ICH
(This document includes the Post Step 4 corrections agreed by the Steering Committee on 10 June 1996)

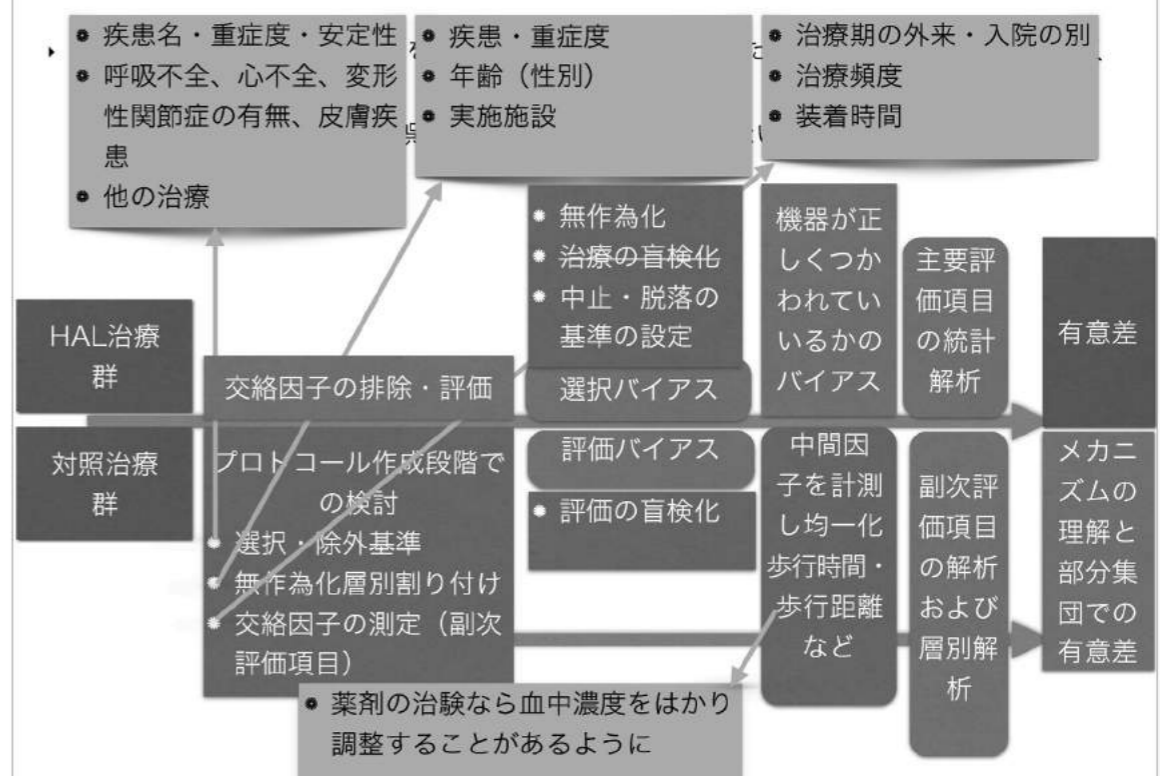
TABLE OF CONTENTS

- INTRODUCTION.....1
- 1. GLOSSARY.....2
- 2. THE PRINCIPLES OF ICH GCP.....6
- 3. INSTITUTIONAL REVIEW BOARD/INDEPENDENT ETHICS COMMITTEE (IRB/IEC).....9
 - 3.1 Responsibilities.....9
 - 3.2 Composition, Functions and Operations.....11
 - 3.3 Procedures.....11
 - 3.4 Records.....12
- 4. INVESTIGATOR.....12
 - 4.1 Investigator's Qualifications and Agreements.....12
 - 4.2 Adequate Resources.....12
 - 4.3 Medical Care of Trial Subjects.....13
 - 4.4 Communication with IRB/IEC.....13
 - 4.5 Compliance with Protocol.....13
 - 4.6 Investigational Products.....14
 - 4.7 Randomization Procedures and Unblinding.....15

NOY-2001試験 多施設共同治験、実施施設打ち合わせ会 品川 2014年8月10日

9

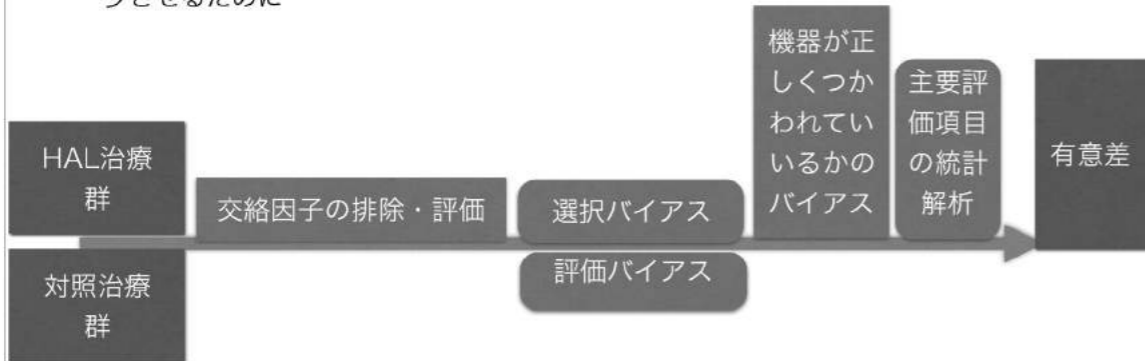
ICH-E9統計学的原則に基づくデザイン



11

ICH-E9統計学的原則に基づくデザイン

- 特定の対象群に対する、治療（要因）による治療効果を統計的に有意だと検証するために必要な事項で統計解析以前に行うべきことは何か。
 - 偶然誤差以外のあらゆる誤差を減少させなくてはならない=系統誤差(バイアス)を減少させるために

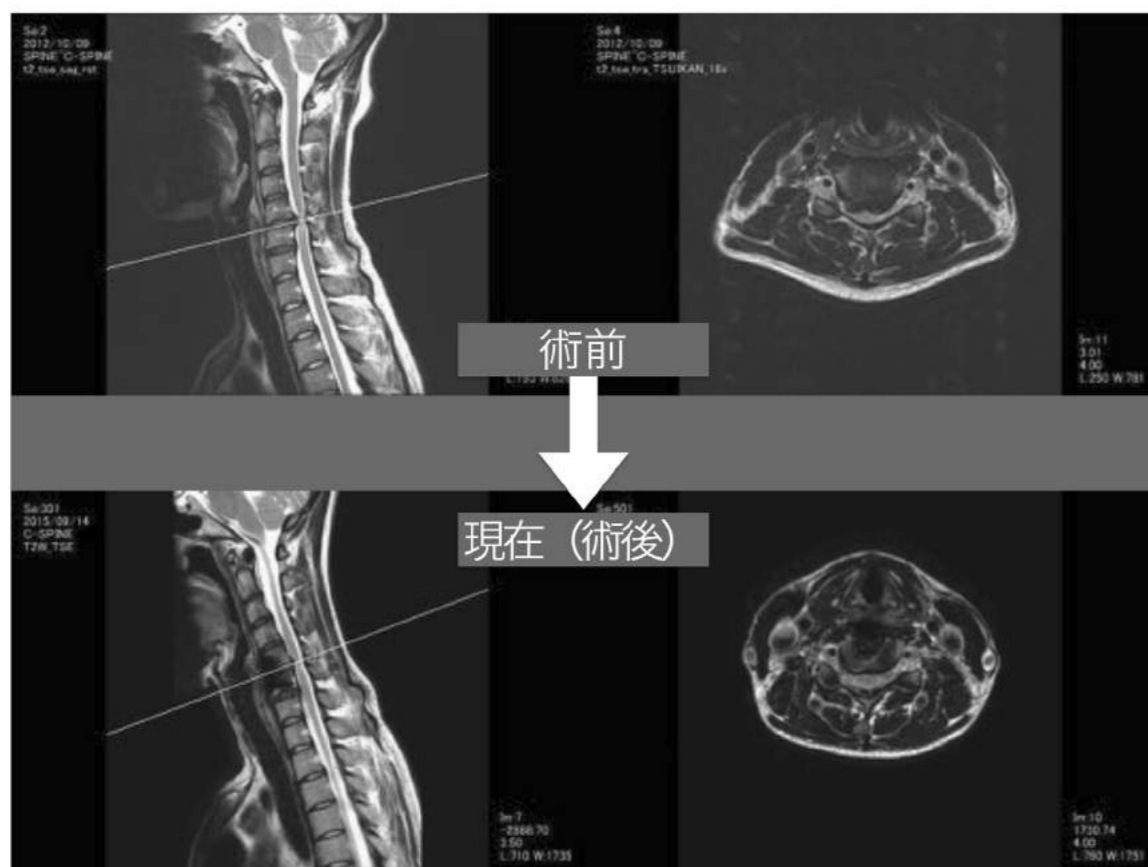


10

30才代女性 脊髄損傷（頸髄症）

- 20才代、左手のしびれ、自然寛解
- +10年、外傷なく、突然両下肢の動きが不良、次第に、ほとんど歩行不能、左手のグーパーもしにくい。
- +3ヶ月、椎間ヘルニア（C5/6）による重度のミエロパチーと診断、A医大病院にて手術（ASF）
- 直後に歩行はかなり改善。その後の改善なく両下肢の痙性、両足のクローヌス、左足引きずり歩行、左下肢痙性が継続。
- +3年、当院にて、19日間入院、HAL-FL05装着使用歩行運動療法実施1回30分、10回（週3回～5回）

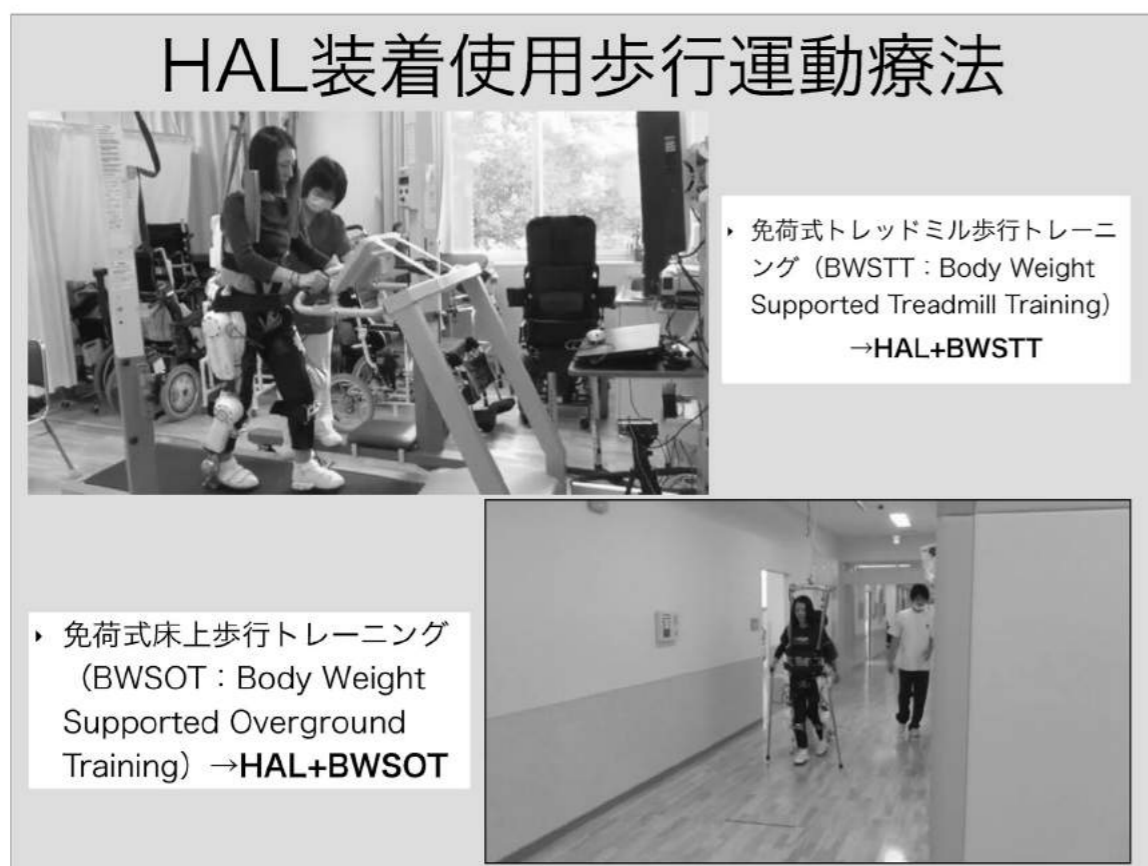
12



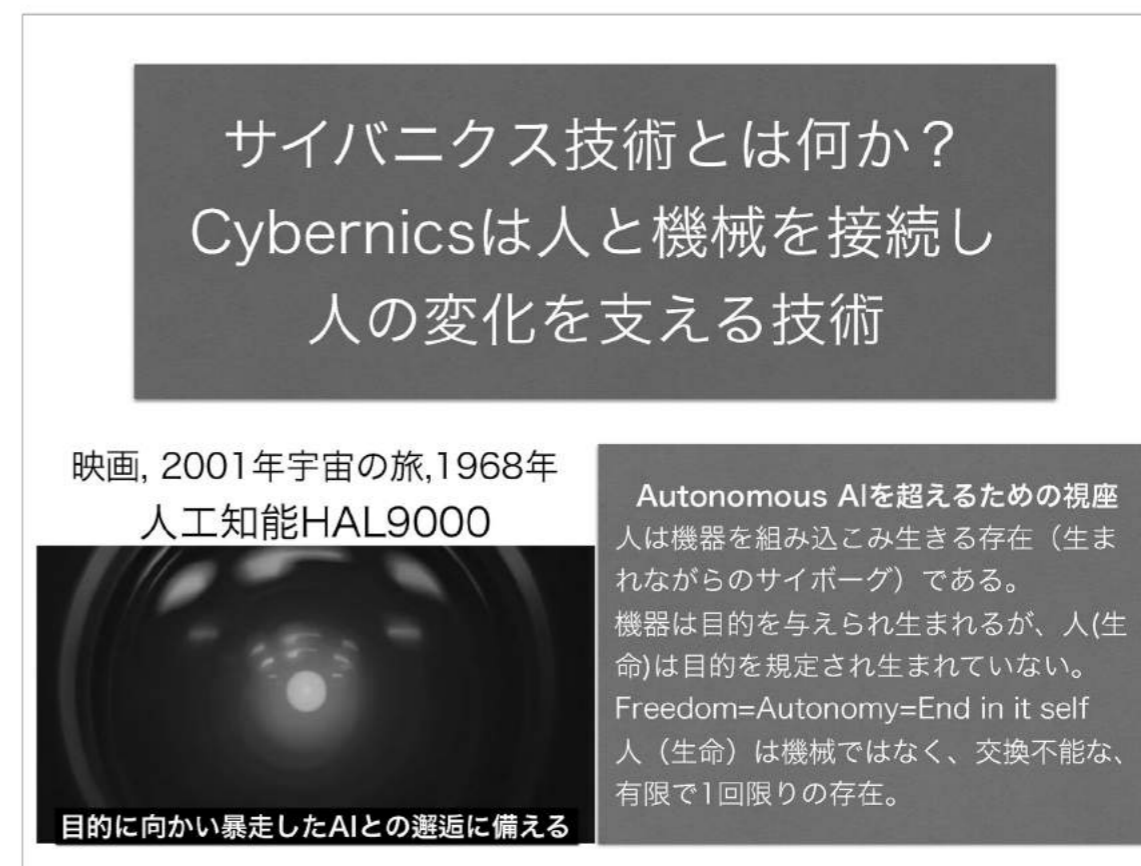
13



15



14



16

CVC: Cybernic Voluntary Control
(サイバニック随意制御) 生体電位駆動とは



mechanicsを意図通りに操縦する



機械を操縦するのではなく、機械を装着し、人と電線で結び機械と信号交換をリアルタイムでおこない自分の意思通りに機械と体を動かす

Cybernetics: cybernetics + mechatronics + informatics(AI)

Cybernetics

17

健康=「社会的、身体的、感情的問題に直面したときに適応し自ら管理する(何とかやりくりする)能力」 この能力が損なわれたとき支援するのが医療

The authors propose changing the emphasis towards the ability to adapt and self manage in the face of social, physical, and emotional challenges.



BMJ/2011;343:d4163 doi: 10.1136/bmj.d4163 Page 1 of 3

How should we define health?
The WHO definition of health as complete wellbeing is no longer fit for purpose given the rise of chronic disease. **Machteld Huber and colleagues** propose changing the emphasis towards the ability to adapt and self manage in the face of social, physical, and emotional challenges

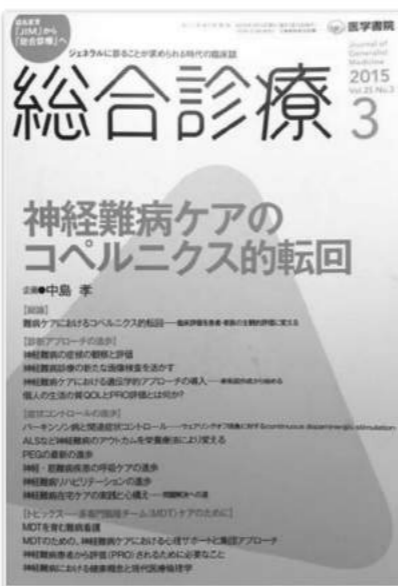


Machteld A.S. Huber MD PhD

19

現代における健康・正常概念の問題点

「健康状態とは、身体的、精神的および社会的に完全に良好であること (complete well-being) であり、単に病気や病弱ではないことではない」
(1948年世界保健機関憲章前文)



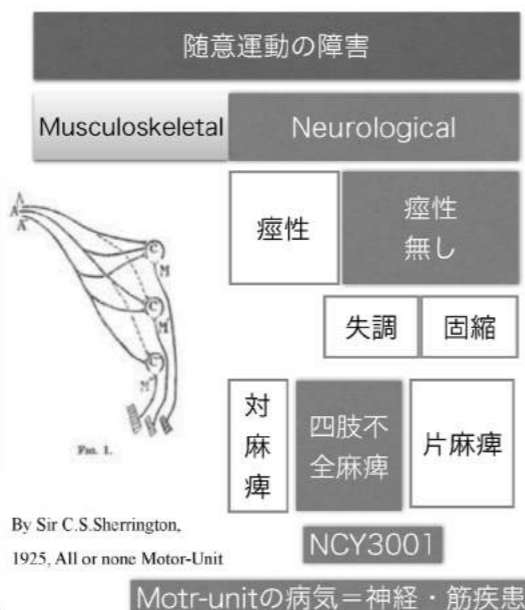
18

現代脳神経科学：
神経可塑性の科学
適応と自己組織化

20

随意運動障害の治療とサイバニクスへ-1

- 随意運動障害を来す病気：脳血管障害、頭部外傷、腫瘍、脊髄損傷、脳性麻痺を始め、多発性硬化症(MS)、NMO(視神経脊髄炎)、HAM(HTLV-1関連脊髄症)、パーキンソン病(PD)、脊髄小脳変性症、筋萎縮性側索硬化症(ALS)、脊髄性筋萎縮症(SMA)、球脊髄性筋萎縮症(SBMA)、遠位型ミオパチー、シャルコー・マリー・トゥース病(CMT)、封入体筋炎、筋ジストロフィー、先天性ミオパチーなど。
- 随意運動は人が内的環境を自ら整え、主体的に生きていく際に重要な機能。
- 根治法の開発研究だけでなく、随意運動の治療法確立が必要：ニューロリハビリテーション研究
- 歩行の障害に対してNeurological Ambulation Disorder(歩行不安定症)として治療方法を開発する必要がある。



21

Motor learning 運動学習

- * The Theory of Neural Group Selection : Neural Darwinism
活動性の高いネットワークが選択される。不適切な可塑性の獲得により、異常運動(異常な筋緊張、ジスキネジア)が発現する(by Edelman in 1978)。
- * ヘップの法則 (Hebbian theory) : 脳のシナプス可塑性についての法則。ニューロン間の接合部であるシナプスにおいて、シナプス前ニューロンの繰り返し発火によってシナプス後ニューロンに発火が起こると、そのシナプスの伝達効率が增强される。また逆に、発火が長期間起こらないと、そのシナプスの伝達効率は減退する。

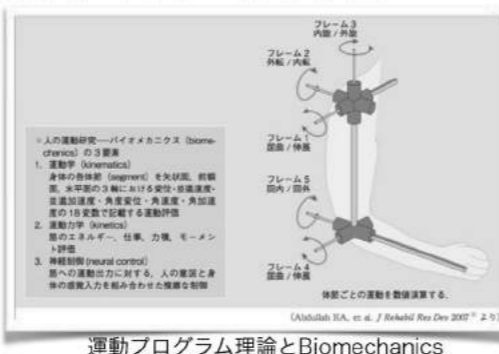
intention based trial & error motor learning with rewards & punishments
運動意図に基づくが、運動は試行錯誤させ、正しい場合は褒め、まちがった場合はしかる学習方法

intention based errorless motor learning with rewards
運動意図に基づく運動学習で、間違った動作をさせず、常に褒める
ロボットスーツHALによる歩行運動療法

23

随意運動障害の治療とサイバニクス-2

1. 古くからある方法、現代の脳神経科学を基礎にしていない
 - 脳卒中モデルを基にした反射階層理論 (Brunstrom,1970)
 - ポリオモデルを基にしたPNF (固有受容性神経筋促通法)
 - 脳性麻痺モデルから導かれたBobath法
2. 新しい理論と方法：現代の脳神経科学を基礎にする
 - 促通反復療法 (川平法)
 - 機器を使った方法
 - TES/FES(治療的/機能的電気刺激)
 - サイバニクス(Cybernetics)



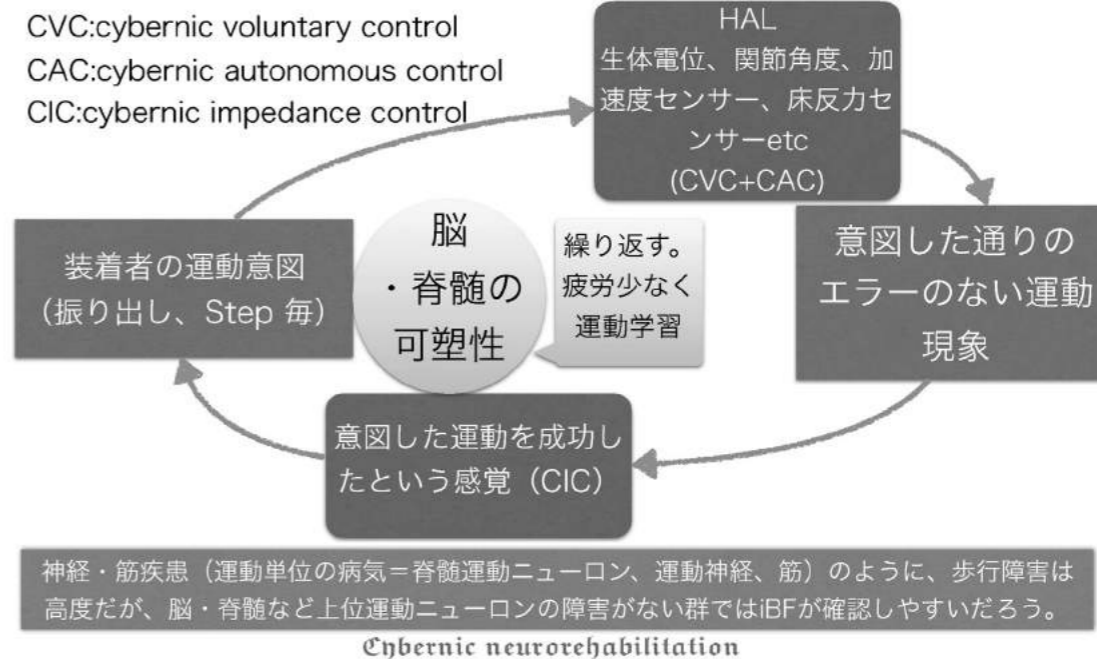
サイバニクスによって、運動プログラム理論 (Bernstein,1967) での理想的な神経・筋系における、再プログラミングが可能と考える

iBF(interactive Bio-Feedback) : 【脳→脊髄→運動神経→筋骨格系→運動】、【運動→筋骨格系→感覚神経→脊髄→脳】 (山海が提唱)

22

サイバニクスによる随意運動障害の治療

interactive BioFeedbackの検証

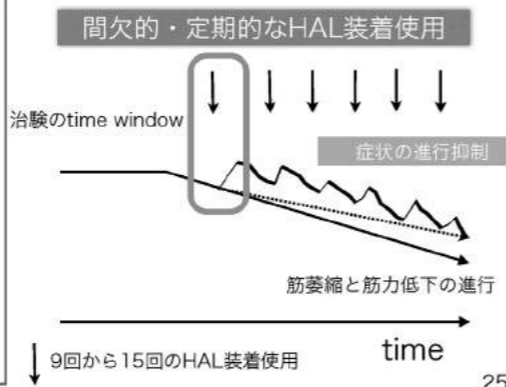


24

NCY-3001試験：希少性神経・筋疾患の歩行不安定症に対する歩行改善効果

- 2012年～2014年度(当初計画→達成・成功)「希少性神経・筋難病疾患の進行抑制治療効果を得るための新たな医療機器、生体電位等で随意コントロールされた下肢装着型補助ロボット (HAL-HN01) に関する医師主導治験-短期効果としての歩行改善効果に対する無作為化比較対照クロスオーバー治験 (NCY-3001試験)」および「脊髄運動ニューロンより下位病変に対する治験: iBFの証明に有利」
 - 治験届け2013年1月4日付け (治験調整医師 中島孝)
- 対象疾患：18才以上の脊髄性筋萎縮症(SMA)、球脊髄性筋萎縮症(SBMA)、下肢症状が緩徐進行性のALS、シャルコー・マリー・トゥース病(CMT)、遠位型ミオパチー、先天性ミオパチー、筋ジストロフィー、封入体筋炎および同等なもの。(8疾患で指定難病)
 - 二群で合計30例→FAS24例
 - 主要評価項目：2分間歩行テスト
 - 副次評価項目：10m歩行テスト、患者自身による主観的歩行評価 (Patient reported outcome measure) など
 - 安全性評価
- 多施設共同治験の実施施設：NHO新潟病院、NHO刀根山病院、国立精神・神経医療研究センター、NHO徳島病院、NHO医王病院、京都府立医科大学、自治医大病院、東京女子医大病院、筑波大学。9施設
 - 実施状況：2013年3月6日に最初の被験者同意取得。2014年8月8日後観察期終了、視覚的歩行評価中央委員会、症例検討会を行った。
 - 希少疾病用医療機器指定：2014年12月→優先審査対象
 - 2015年2月25日に治験総括報告書完成(署名)。2015年3月25日に薬事申請 (サイバーダインから製造販売承認申請) →2015年11月10日薬事・食品衛生審議会 医療機器・体外診断薬部会→承認可という審議結果→2015年11月25日承認

この治験の目的は「神経・筋難病患者が希少性神経・筋難病疾患に対して開発された下肢装着型ロボット、HAL神経・筋難病下肢用モデル (HAL-HN01) を定期的、間欠的に治療的に装着することで、筋萎縮と筋力低下の疾患の進行が抑制される」という仮説の下で、本治験では緩徐進行性の対象患者がHAL-HN01を短期間、間欠的に治療的に装着することによる歩行改善効果を証明し、有効性と安全性を評価する。

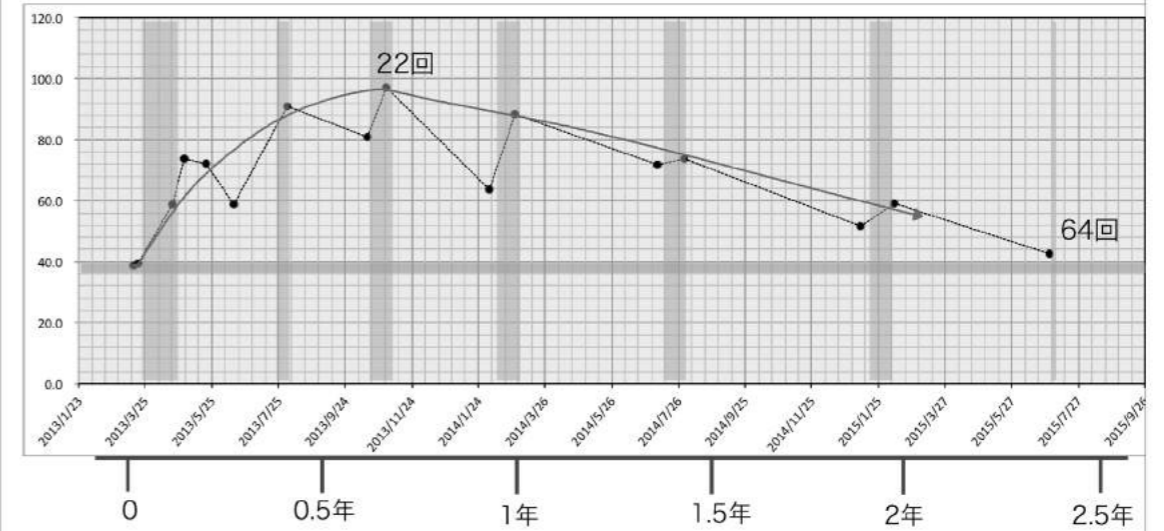


25

長期治療試験に対する準備研究

- SMAIII型(脊髄性筋萎縮症)61才男性、約40年前に発症
- HAL-FL05による2年間の定期的反復的歩行プログラム
- 2分間歩行テスト (歩行距離m) の推移、7ヶ月経過後に最高になり、徐々に効果が減弱傾向にある。2年以上進行を遅らせている

1回40分約9回
3-4回/週
HAL歩行プログラム

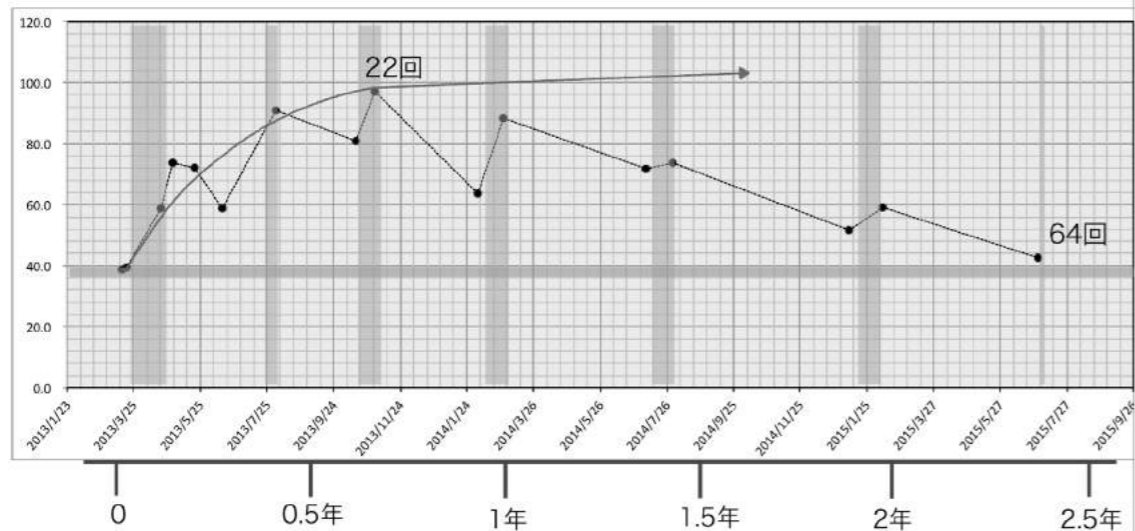


27

長期治療試験に対する準備研究

- SMAIII型(脊髄性筋萎縮症)61才男性、約40年前に発症
- HAL-FL05による2年間の定期的反復的歩行プログラム
- 2分間歩行テスト (歩行距離m) の推移、7ヶ月経過後に最高になり、徐々に効果が減弱傾向にある。2年以上進行を遅らせている

1回40分約9回
3-4回/週
HAL歩行プログラム



26

NCY-3001試験の終了 結論→申請→承認・今後結果の公表

報道関係者各位

HAL医療用下肢タイプを承認しました

11月10日開催の薬事・食品衛生審議会 医療機器・体外診断薬部会での審議を経て、本日11月25日付けで下記のHAL医療用下肢タイプを承認しましたのでお知らせします。

記

【販売名】 HAL 医療用下肢タイプ

【申請者】 CYBERDYNE株式会社

【申請日】 平成27年3月25日

【使用目的】 本品は緩徐進行性の神経・筋疾患患者を対象として、本品を間欠的に装着し、生体電位信号に基づき下肢の動きを助けつつ歩行運動を繰り返すことで、歩行機能を改善することを目的として使用する。

対象となる緩徐進行性の神経・筋疾患は、以下の8疾患である。

- 【1】脊髄性筋萎縮症 (SMA) ・ 【2】球脊髄性筋萎縮症 (SBMA) ・ 【3】筋萎縮性側索硬化症 (ALS)
- 【4】シャルコー・マリー・トゥース病 (CMT) ・ 【5】遠位型ミオパチー ・ 【6】封入体筋炎 (IBM)
- 【7】先天性ミオパチー ・ 【8】筋ジストロフィー

28

28

2015年 〇月 〇日作成 (第1版) 承認番号: (番号発行後記載)

整形用機械器具
生体信号反応式運動機能改善装置 JMDN:(番号発行後記載)
管理医療機器 特定保守管理医療機器
HAL 医療用下肢タイプ

【警告】
＜使用方法＞
本品の取扱および使用時には、患者に頼らない転倒防止策(例えばホイス等)を併用して転倒を防止すること[立位・歩行時には転倒の可能性を伴うが、本品のみで転倒を防止することはできない。また、本品が異常を検出した場合は、意図しない動作を防ぐために自動停止する場合があります。]

【禁忌・禁止】
＜適用対象(患者)＞
次の患者には使用しないこと
(1) 体重、大腿長、下腿長、腰幅など身体サイズが本装置にあわない者、ならびに体に大きな変形が有るなどの理由により、本装置の装着が困難な者[本品が適切に使用できない。]
(2) 立位・歩行練習の実施が適切ではないなど、医師が不適当と判断した者[本品を利用して立位・歩行に相当する運動を実施するため。]
(3) 皮膚の疾患等により電極の貼り付けができない者[CVC モードが動作しない。]

【形状・構造及び原理等】
1. 構成
本品は以下の品により構成される。

名称	タイプ	サイズ	形式
本体	両脚	X	HAL-ML05-DXM-JP
	両脚	L	HAL-ML05-DLM-JP
	両脚	M	HAL-ML05-DMM-JP
	両脚	S	HAL-ML05-DSM-JP

カフパッド	HTO16F01A
スタビライザ	HTO15D30C
股関節電極ケーブル(黒)	HTO10C60A
膝関節電極ケーブル(茶)	HTO10C61A
バッテリーバック	HTO12306A
取扱説明書	HTO10901B

付属品

充電器 (非医療機器)	HP0180WL3
六角レンチ(非医療機器)	HTO1B173A
HAL スタンド(非医療機器)	HTO10C55A

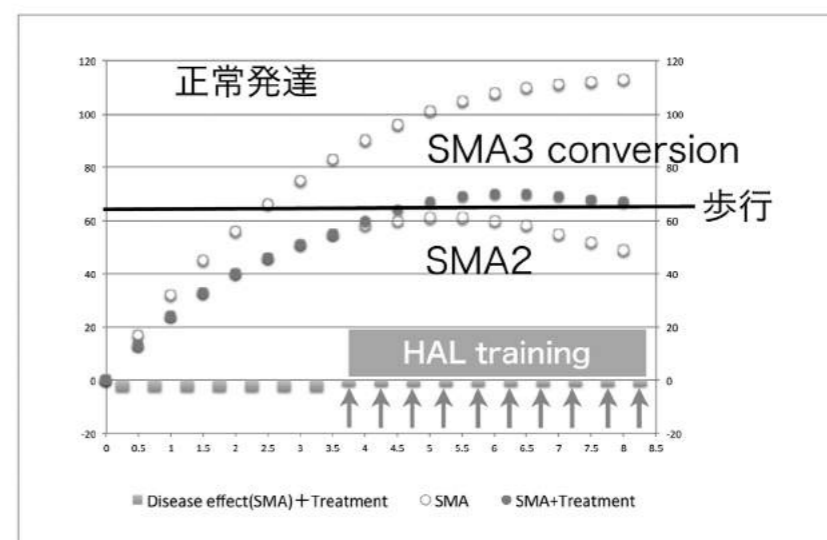
併用する電極 (電極は別途購入となる)
別途販売されている単回使用心電用電極のうち、下記の条件を満たすものから選定する。電極の粘着部により皮膚が赤くなる可能性があるため、肌との相性を考慮して選定すると良い。
(1) 導電ゲル部の直径が15~25mm程度のもの
(2) 本品の電極ケーブルとの接続で、着脱や嵌め合いが可能なもの。
(3) 取り付けたまま運動し発汗を伴うため、汗や動きなどにより電極が剥がれにくいもの。
(4) 異なる形式の電極を同時に使用しない。
(5) 当社が使用を認めている電極。その他の電極については個別に問い合わせのこと。

2. 外観図 (ベルトを取り外した状態)



29

小児難病治療に関する治験のストラテジー

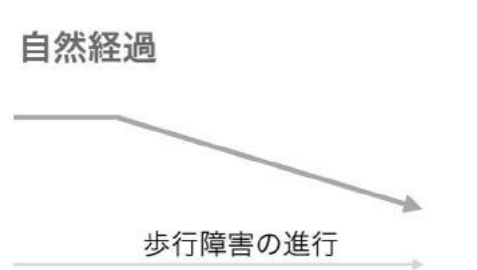


H24年～厚生労働省難病治療等克服研究事業「希少性難病性疾患-神経・筋病疾患の進行抑制治療効果を得るための新たな医療機器、生体電位等で随意コントロールされた下肢装型補助ロボット (HALHN01) に関する医師主導治験の実施研究」中島孝

31

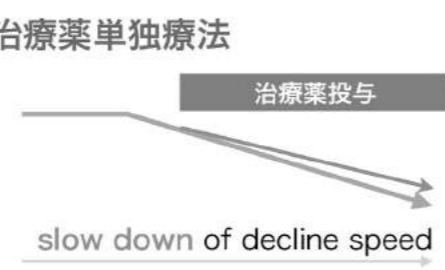
難病治療に関する臨床試験ストラテジー

自然経過



歩行障害の進行


治療薬単独療法



治療薬投与

slow down of decline speed


HAL 単独療法



HAL training

slow down of decline speed

治療薬+HAL 複合療法



治療薬投与

HAL training

complete improvement

治療薬 (薬剤、抗体医薬、核酸医薬、幹細胞) +HALの複合療法が最終目標 例: HAMに対する抗CCR4抗体治療+HAL歩行プログラム

30

就学前の小児の治験・臨床試験参加に対する工夫, アセント

- 参加意欲を高め、プロトコール通りすすめるために、常に工夫する。
 - 小児を尊重した会話を継続的におこなう
 - 一応、ひらがなと絵、写真によるアセント文書を作成を試みた。
 - HAL小児用にシール貼付を許可。点灯する色を本人の好みの色にした。
 - 毎回の治験プログラム進捗管理にキャラクターを利用。
 - 両親、姉妹、親戚が好意的に治験を捉えられるように努力する。
 - 小児科専門のPT、発達を考慮したプログラムを実施しながら常に改良する



さんへ
ロボットのHAL(はろとすーつはる)をつけてあるC「はろちゃん」のようい、りはひの おはな。



このHALの助けで、この日のお勉強(おはろとすーつはる)をつけてあるC「はろちゃん」のようい、りはひの おはな。









H24年～厚生労働省難病治療等克服研究事業「希少性難病性疾患-神経・筋病疾患の進行抑制治療効果を得るための新たな医療機器、生体電位等で随意コントロールされた下肢装型補助ロボット (HALHN01) に関する医師主導治験の実施研究」中島孝

32

HAL歩行練習による歩行動作の変化・発達



ロボットスーツHAL小児モデル (HAL For Child: HAL-FC) 筑波大学サイバニクス研究センターで試験的に製造 (武富卓三および山海嘉之による) 臨床試験 (NHO新潟病院倫理委員会承認, 2013年7月)



33

33

臨床試験 (治験) におけるPROの導入

※ 健康概念に由来する費用対効果 (効用utility) 分析ではなく、患者の主観的な認識から医療内容を評価する方法: 患者の報告するアウトカム (Patient-reported outcome: PRO) の導入

- ISOQOL (International society of QOL) : PRO研究の学会
- PROMIS : 2004年からNIHによるPROの測定ツールのサイトの構築
- 米国FDA、Guidance for Industry, Patient-Reported Outcome Measures: Use in Medical Product Development to Support Labelling Claims (医療産業向けPRO評価法ガイダンス: 医療製品開発における効能文書作成をサポートするための使用) (2009)
- Patient-Centeredの促進に伴うPatient Reported Outcomeの新薬開発への適用に関する研究: 医薬産業政策研究所 リサーチペーパー・シリーズ No. 64 (2015)

35

人の主観評価に基づく
科学的評価法の確立
QOLからPROへ

QOLという概念は通常誤解されている。
Utility=QOLという誤解

34

Patient reported outcome:PRO 患者報告アウトカム評価

PROは被験者 (患者) によるもので、自己記入式でも、面接法でもよいが、他者が修正したり、解釈したりせず、測定・評価されるものをいう。通常よく使われるPROは以下の様な患者の構成概念 (construct) を測定・評価する。: 患者の主観的評価の事である。

- 症状評価 (symptoms, impairments)
- 機能 (functioning, disability)
- 健康状態についての知覚 (general health perceptions, HR-QOL), 効用値 (utility)
- 生活の質 (QOL)
- ヘルスケアの評価 (Reports and rating of health care)

36

HAL治験 (NCY-2001試験) でのPRO評価は、副次評価項目

- 主要評価項目
 - ✓ 2分間歩行テスト (m)
- 副次評価項目
 - ✓ 10m歩行テスト (m/s)
 - ✓ 患者自身による主観的歩行評価 (Patient reported outcome measure : PRO)
 - ✓ 医療従事者による歩行評価
 - ✓ 納の運動障害重症度 (OMDS)
 - ✓ 痙性 (Modified Ashworth scale : MAS) 評価
 - ✓ 下肢クローヌス持続時間 (SCATS Clonus scale)
 - ✓ 徒手筋力テスト (MMT)
 - ✓ ADL評価 (Barthel index)
 - ✓ HAL-HN01の使用に関する操作者の評価

1. 患者自身による主観的歩行評価 (Patient reported outcome measure : PRO)
2. 評価方法

被験者が各治療期の前後に評価をおこなう。治療期の最初 (Visit 5) に行う前評価 (pre-test)、治療期の最後 (Visit 14) に行う後評価 (post-test)、治療期の最後 (Visit 14) に治療期の最初 (Visit 5) の状況を思い出し、現在の視点から振り返って行う再評価 (then-test) の3回実施する。後評価 (post-test) は、必ず再評価 (then-test) の前に実施することとし、後評価 (post-test)、再評価 (then-test) の際、被験者に前評価 (pre-test) の結果を教えてはならない。

評価結果は、100mmの線分による視覚アナログ尺度が記載された専用の記載用紙に被験者が記載する。

最低値を被験者が考える最も低い状態、最高値を被験者が考える最も高い状態と定義して、線分に印をつけてもらい、計測し、1mmを1として連続量比尺度として計測する。
3. 評価項目
 1. 歩行時の足のつっぱり感のなさ (最高に強いなさ (つっぱり感が全くない状態を100とする))
 2. 歩行時の足の上がりやすさ (最高に良い足の上がりやすさが最もよく上がる状態を100とする)
 3. 歩行の安定感 (最高に良い歩行の安定感が最も安定している状態を100とする)

37

PRO評価、副次評価項目

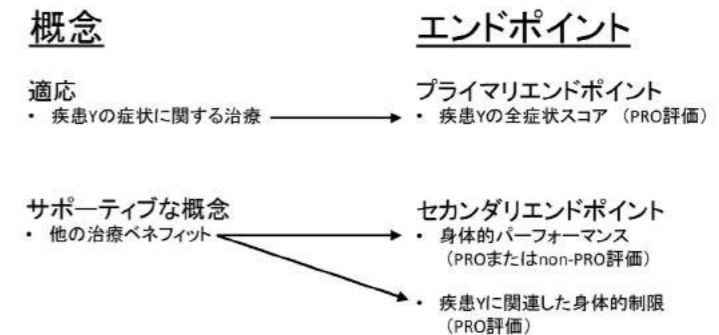
39

PRO評価、副次評価項目

38

治験/臨床試験におけるPRO

- 自己測定であっても、客観的な道具・ツールによる評価・測定はPROではない。
 - 例) 患者の血圧自己測定、血糖の自己測定
- 治験に使われているPRO
 - 例) 患者症状日誌、痛みの主観的評価、症状の主観的評価、QOL評価など
- 治験の主要評価項目にすることは望ましいが、それは可能か?
 - 成功例: パーキンソン病のON/OFFの症状日誌など、痛みの治療薬の痛みのスケールなど。十分な患者への説明と概念の共有化、考えをまとめる落ち着いた環境が必要。



40

PROは患者の構成概念

- 実体 (real entity)
 - 実体として存在する物自体、实在：“客観的概念”
- 構成概念 (construct)
 - 人の考えによって心に作られるもの、意味：“主観概念”
 - 個人/社会の構成概念 (社会的構成概念を人は客観概念と思い込んでいる)
 - 幸福、友情、終末期、セクハラ、よい医療、景気、犯罪
 - 医療における構成概念：医療従事者と共有化・共同主観的にすべき概念
 - 各種自覚症状の評価 (苦しさ、だるさ、いたみ、動きやすさ、つっぱり感)
 - 生活分野における評価/QOL (買い物、歩行、友人関係、趣味、ふさぎ込み)
 - 治療自体に対する患者評価

ものでなく→事 (Events) の認識を
ナラティブ (narrative) :
 時の流れが入った構成概念、エピソード記憶

41

もの(thing)と認識(epistemology)

individual construct:個人の構成概念



43

PROを科学評価とする際の問題点-1

質問項目の概念化の問題

質問項目：足のつっぱり感のなさ



????
 ? ? ?
 ? ? ?

医療従事者 (面接者) と共有化された構成概念(construct)

概念化・言語化
 Conceptualisation

その個人 (患者・被験者) の構成概念

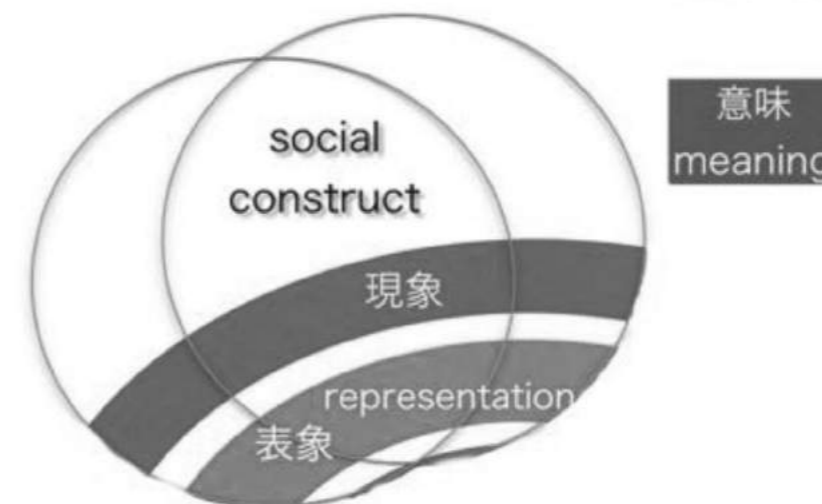
医療従事者が診療において必要とする概念を患者のと共同の概念にすることができるか。

???

42

もの(thing)と認識(epistemology)

individual construct:個人の構成概念



44

Narrative (ナラティブ)

ナラティブ：物語 (story) + 言葉 (ディスコース)
 二つは一緒に伝えられる。

物語 (意味、内容) は言葉によって人から人へ運ばれる
 人は、同じ物語を異なった言葉で語ることができる
 人は、同じ事象を異なったナラティブで語ることができる

The Cambridge introduction to Narrative, by H.Porter Abbott



45

意思決定・判断理論のモデル→評価尺度化

- ▶ **Gold standard (supervisor) を必要** (利益、収支差、WHOの健康etc) : 何を勝利とするか外的な目的、reinforcer (強化子) がある。
 - ▶ オペラント条件付け : Skinner, Konorski
 - ▶ Gameの理論 : Von Neuman(フォン・ノイマン)
 - ・ EQ-5D(EuroQoL) : 健康概念を基礎とした代表的な一次元的な health related QOL(効用値) 評価尺度
- ▶ **Gold standard (supervisor)は不要** : 外的な目的はない、あえていえば生き残ること
 - ▶ SEIQoL : Schedule for the Evaluation of Individual QoL (個人のQoL評価法)
 - ▶ DRG : Decision Regret Scale(意思決定後悔尺度)

47

患者/家族は常に治療によって ナラティブを書き換えている

通常、人は、自分の病気、健康、生活、人生を
 「ドミナント・ストーリーによって捉えている」
 汲み残された過去の経験に光があたると、
 「もう一つの代替ストーリー、
 オルターナティブ・ストーリーが創成される」
 病気・障害・老化と共に生きていく際に、また時間経過や治療によって
 人の心に今までと異なった価値感や意味が再構成され、
 過去は再評価され、現在や未来の意味も変わってくる
 Narrative means to therapeutic ends, Michael White &
 David Epston, 1990



- 再物語化、物語の書き換え (Re-storying)
- ナラティブの再構成 (Narrative reconstruction)
- 意味の再構成 (Meaning reconstruction)

46

行動 vs 認知

- ▶ 行動心理学
 - ▶ **Skinner(1904-1990)** : オペラント条件付け(**instrumental conditioning**)による行動の学習。意識や心の概念は不要。(学校教育、人材育成、発達障害児教育、ペットの訓練技術)。reinforcer(強化子、好子) punisher(嫌悪刺激、嫌子) 行動:behavior
 - ・ Jerzy Konorski (1903 -1973 Poland)の方が先。用語は統一した。Konorskiは世界ではじめてneural plasticityという用語をつくった。
- ▶ 構成主義心理学
 - ▶ **Bruner(1915-)** :無意味綴りをおぼえるのはMillerの魔法数5±2の限界があるが、チャンクと言う意味の固まりにしていまえばよい。「1990, **Acts of meaning:意味づけという行為**」、社会的知覚の研究：物の知覚は変わりうる。意味づけから物語りへ。 行動(行為):act

12 13 14

A 13 C

48

ゲームの理論に基づく評価尺度により

- Expected utility theory of decision making under uncertainty (フォンノイマンのゲーム理論) : ゲームの参加者は最高のプレイをすると仮定する。
 - MAD : Mutual assured destruction, 相互確証破壊 → 「映画、博士の異常な愛情, 1964年」
 - AIによる電子証券取引 : アルゴトレーディング → フラッシュクラッシュ (2010年)の問題
 - 現代医療倫理 : 分配正義 → 治療不能な患者、Utility(QOL)の低い患者の切り捨てが倫理的に正しい
 - ゲームの理論による期待効用理論で、効用値 (utility) は測定可能とした
- 効用値 (utility) を人のQOLと等価のものと考え、社会全体で合算できると考える厚生経済学では
 - 費用効用分析から医療費の分配、薬価や医療費請求の妥当性を決めようと言う誘惑
- 評価方法
 - 時間得失法 (TTO : time trade off)
 - 標準賭博法 (SG : standard gamble)
 - 視覚アナログ評価尺度 (VAS: visual analog rating scale)
 - 上記を使い、数量化理論により、対象集団の結果から標準化する方法



健康関連QOL : EQ-5D (EuroQol)

- EQ-5D (EuroQoL) : 代表的な健康関連QOL評価尺度。一般的な人の母集団 (n=3395) に対してVASと3段階評価からなる5項目を答えるデータセットを数量化理論IIIを使い標準化したもの。
- 被検者が5項目を3段階で回答するとEQ-5D index (効用値) が算出される。

移動の程度

- 私は歩き回るのに問題はない
- 私は歩き回るのにいくらか問題がある
- 私はベッド (床) に寝たきりである

身の回りの管理

- 私は身の回りの管理に問題はない
- 私は洗面や着替えを自分でするのにいくらか問題がある
- 私は洗面や着替えを自分でできない

ふだんの活動 (例 : 仕事、勉強、家族・余暇活動)

- 私はふだんの活動を行うのに問題はない
- 私はふだんの活動を行うのにいくらか問題がある
- 私はふだんの活動を行うことができない

痛み/不快感

- 私は痛みや不快感はない
- 私は中程度の痛みや不快感がある
- 私はひどい痛みや不快感がある

不安/ふさぎ込み

- 私は不安でもふさぎ込んでいない
- 私は中程度に不安あるいはふさぎ込んでいる
- 私はひどく不安あるいはふさぎ込んでいる



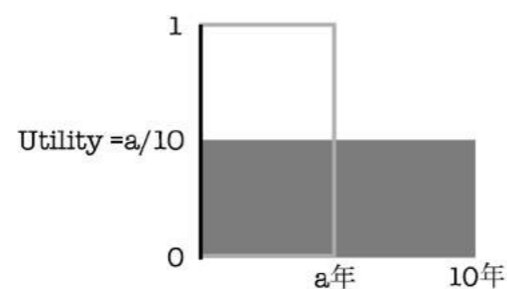
QOLで調節した生存年
(quality-adjusted life year, QALY)
= 生物学的生存年 X 効用値

- 各項目 → 効用値 (EQ5D index)
- 1,1,1,1,1 → 1.000
 - 2,2,2,1,3 → 0.564
 - 3,3,3,2,2 → 0.052
 - 3,3,3,3,3 → -0.1111

EQ-VAS

時間得失法 TTO: Time trade off

- 完全に良い健康状態の認識を1とし、死を0とする。
- 「現在の健康状態であなたは、今後10年は生きることができるとします。しかし、もし、ある治療をおこなうと余命は短くなる欠点がありますが、完全に良い健康状態になれるとのこと。何年くらい生きられるとしたら、あなたはその治療を選びますか？」と被験者に聞く。
- 被験者がa年と答えたら。
 - Utility X 10 = 1 X a
 - 効用値 (Utility) = a/10 となる。



243通りの状態
効用値

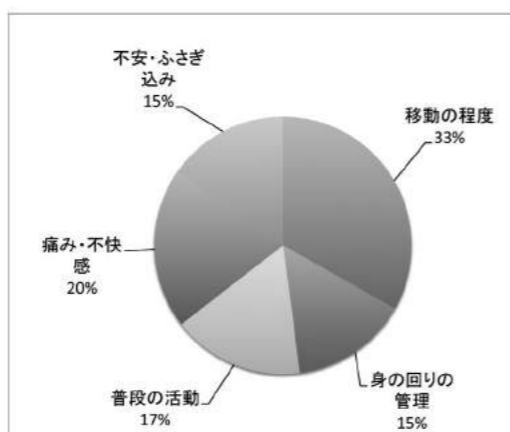
1 1 1 1 1 1.000

3 3 3 3 3 -0.111

EQ-5D的人間

日本の健康成人の標準的心的構造

EQ-5Dの項目	この項目が3で他がすべて1の場合	推定される重み	重みの%
1 移動の程度	0.430	0.570	33%
2 身の回りの管理	0.747	0.253	15%
3 普段の活動	0.715	0.285	17%
4 痛み・不快感	0.654	0.346	20%
5 不安・ふさぎ込み	0.736	0.264	15%



EQ-5Dの特徴は
状況に応じて、全員が同じ心理的重みづけをすると仮定。
全員が同じ項目を重要とおもっていると仮定。

53

“QoL is what the person says it is”
QOLはその人がそうだと語っているもの
Patient-reported outcomeの一つ

SEIQoL：（個人の生活の質評価法）

The Schedule for the evaluation of Individual QoL

- QoL は個人的な構成概念 (personal construct)
- QoL はその人が思う重要な生活領域がうまくいっているか/満足しているかの評価から構成される
- QoL は個人的な物差しにより評価される
 - その個人のみがQOLを評価できる
- 構成の仕方と物差しは常に変化する。
- 上記を実践する半構造化面接法→SEIQoL



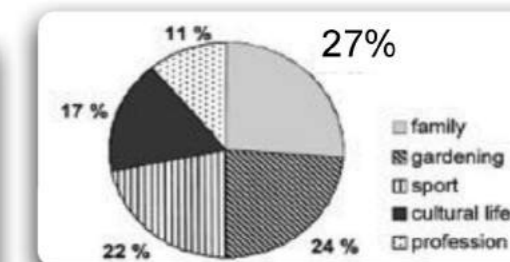
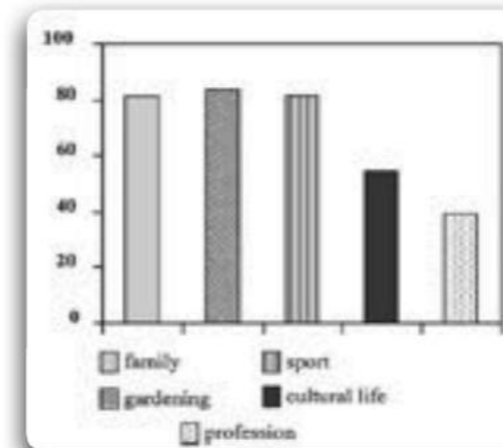
O'Boyle, Joyce, McGee, Hickey, O'Malley, Lancet, 1992, 339, 1088-1091

54

個人の生活の質評価法、SEIQoL-DW 代表的なPRO/QOL評価法

The Schedule for the Evaluation of Individual QoL-Direct Weighting (SEIQoL-DW)

Neudert et al., J Neurol. Sci. 191:103-109,2001



患者に重みづけをしてもらう

An example of a SEIQoL-DW QoL total score calculation

Domain	Rel. weight × Satisfaction	
Family	27% × 81%	= 21.8
Gardening	24% × 83%	= 19.2
Sport	22% × 81%	= 17.8
Cultural life	17% × 54%	= 9.2
Profession	11% × 39%	= 4.3
Total score		= 72.3

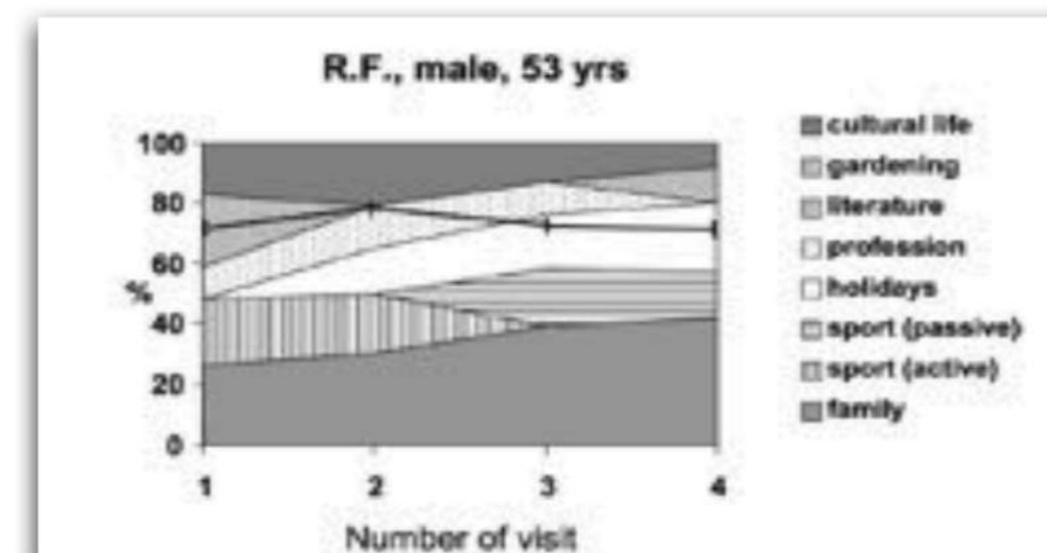
患者と面接し、5項目 (domain)を構成してもら
うその満足度を主観的に (VAS)評価する

それぞれを掛け算し足して
SEIQoL index scoreを算出

SEIQoL: the word is pronounced, "See - Kwal"

55

SEIQoL-DWによるALS患者のPRO評価の推移



Neudert et al., J Neurol. Sci. 191:103-109,2001

56

Judgement Analysis 人はどうやって判断しているか？

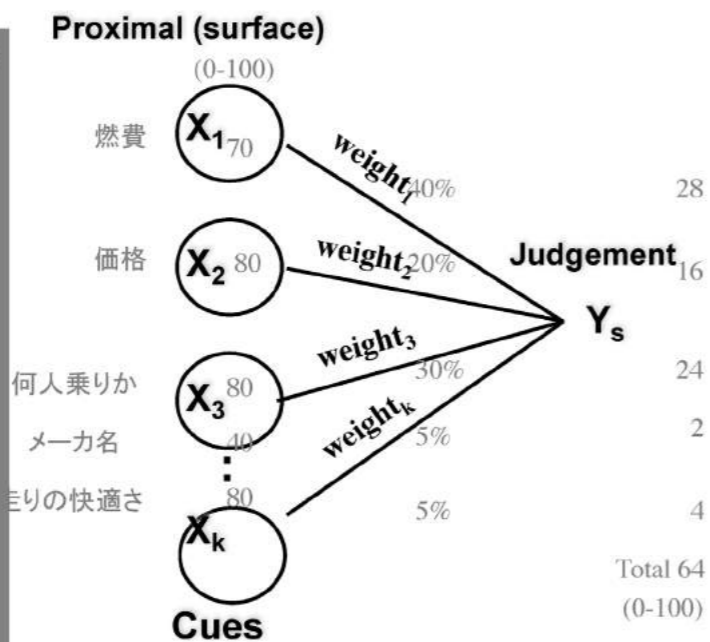
Brunswick's Probabilistic Functionalism

Hammond's Social Judgment Theory

Millerの魔法数 7

プラスマイナス 2;

Working memory capacity(作業記憶)



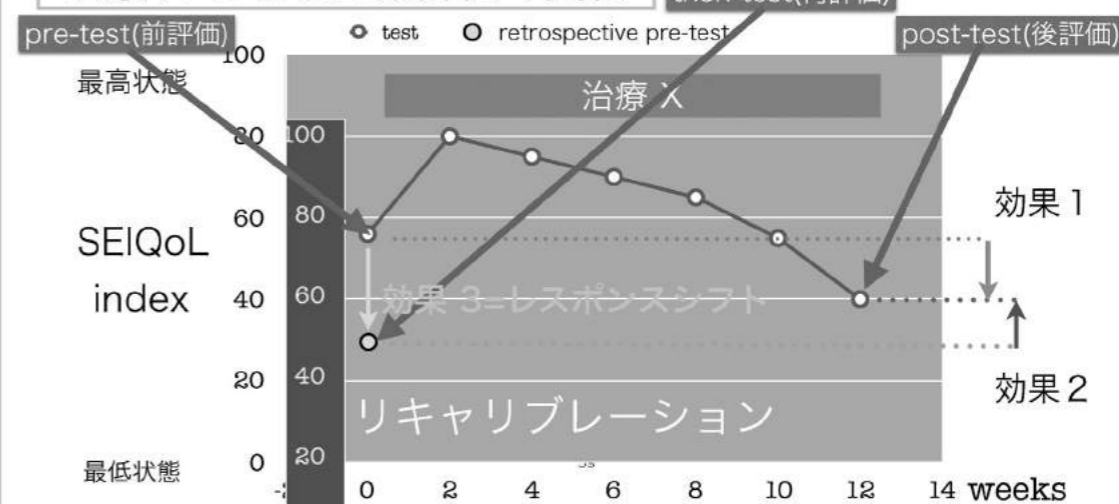
57

57

PROを科学評価とする際の問題点-2 計測 (計量心理学) の問題

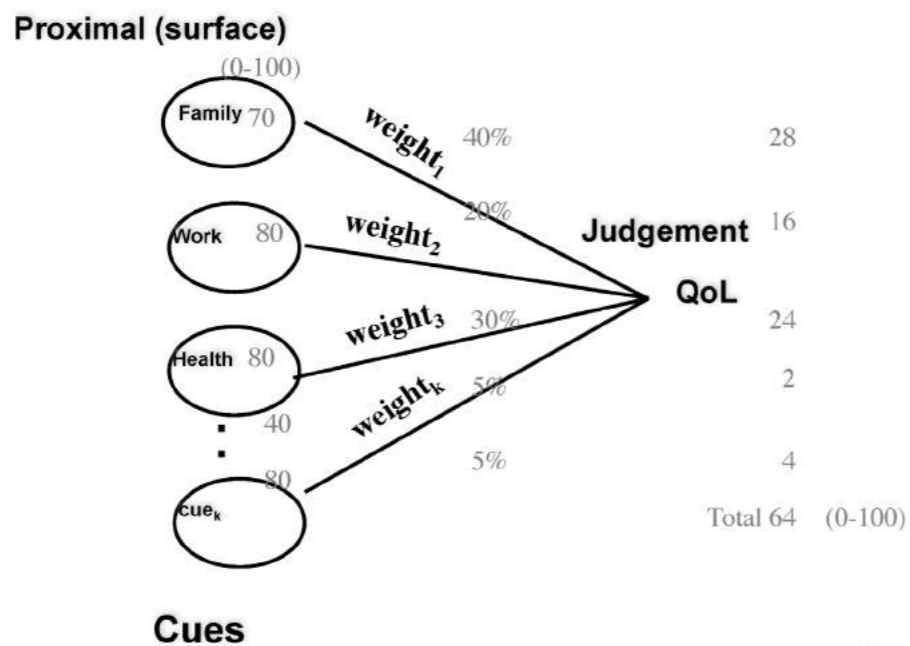
レスポンスシフト: 主観的評価は人は評価尺度自体を変える
 recalibration: スケールを変える
 reprioritization: 優先順位を変える
 reframe: 概念の枠組みを変える

治療 X による主観評価の変化



59

Schedule for the Evaluation of Individual Quality of Life (SEIQoL)



58

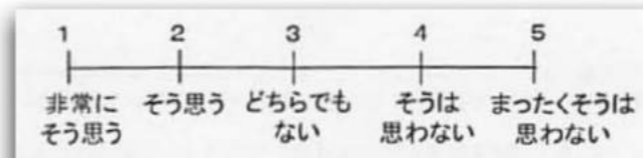
58

Decision Regret Scale(決定後悔尺度)

あなたが、医師 (外科医、看護師、その他の保健医療従事者) と話し合い、○○○の診療内容について以前決めた事を、振り返って考えて下さい。今、以下の文章についてどう感じるか、1 から 5 に○をつけてください。

- それは良い判断だった
- その選択を後悔している
- もしもやり直すとしても、同じ選択をするだろう
- その選択によって大きな害を被った
- その決断は賢明なものだった。

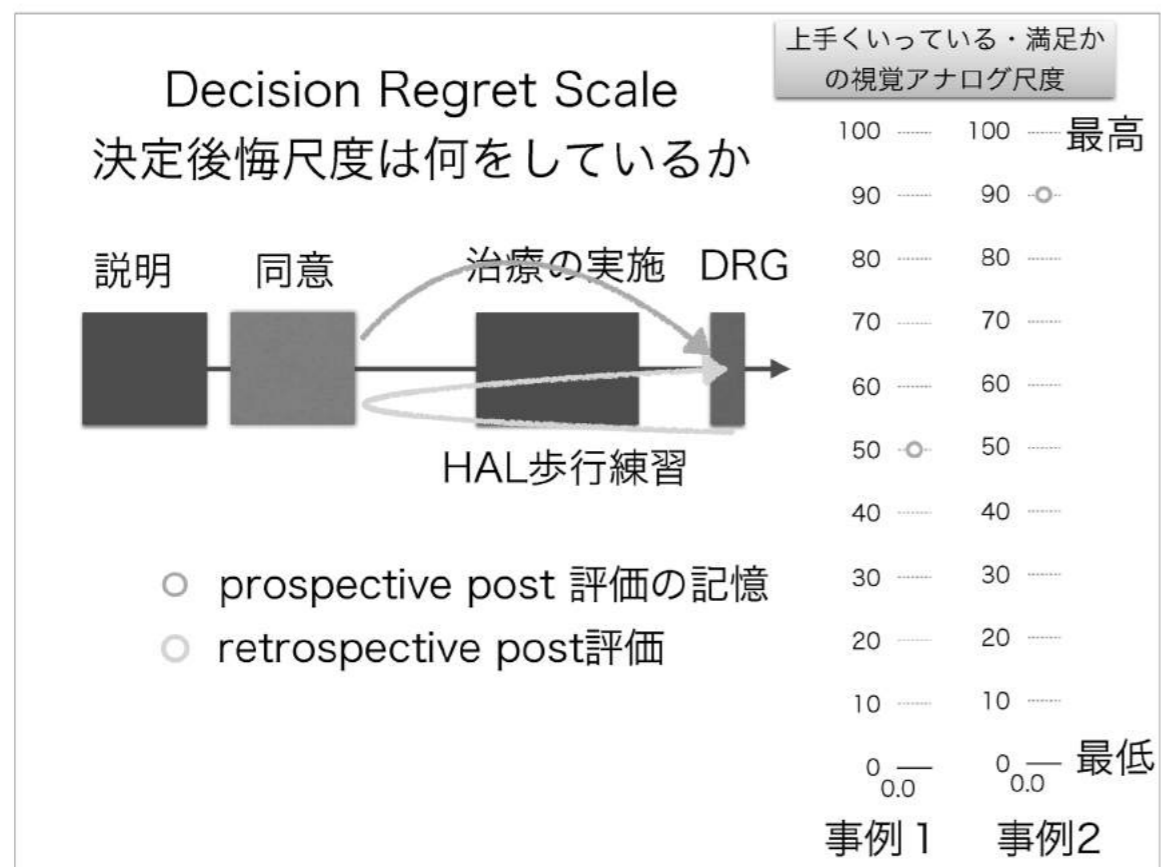
質問1,3,5は:
(回答値-1) X5
 質問2,4は:
(5-回答値) X5
 合算し合計値 100点満点



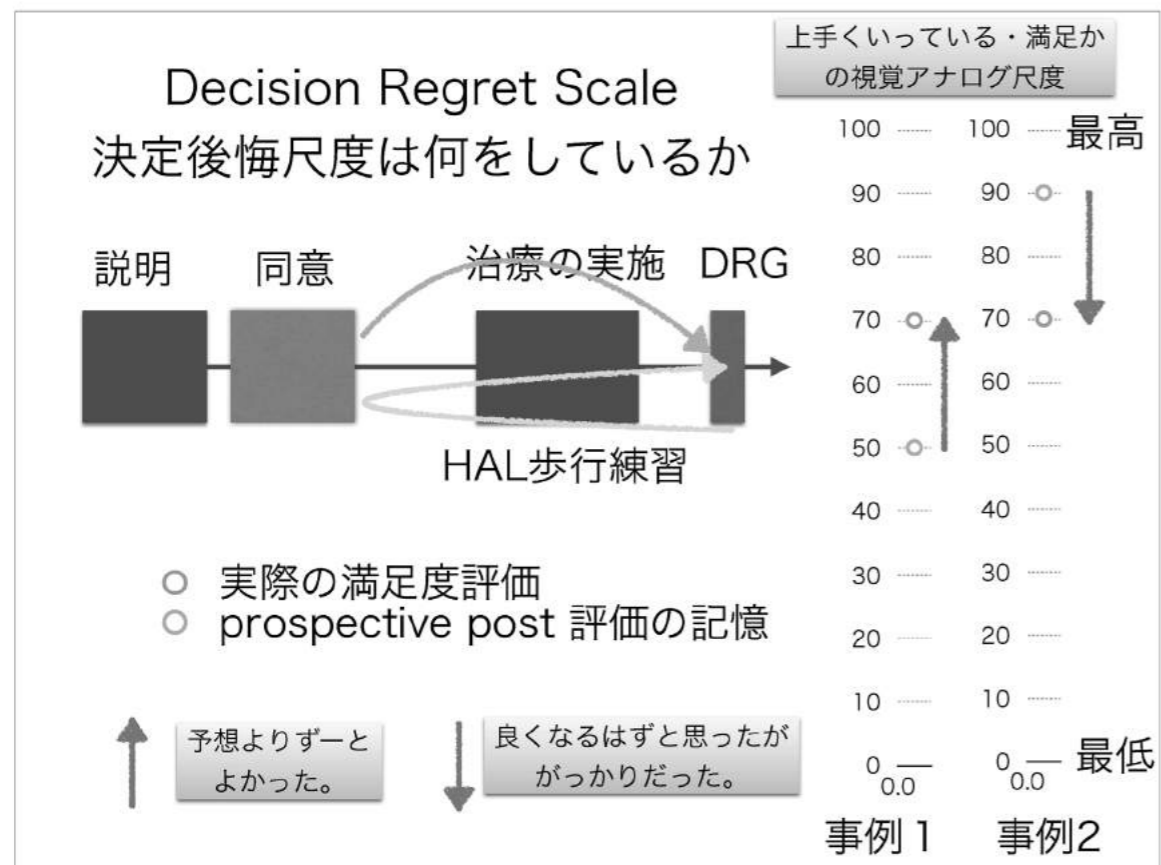
得点が高いほど
後悔は高い

- The Decision Regret Scale measures "distress or remorse after a health care decision." (Brehaut, 2003).
- Brehaut JC, O'Connor AM, Wood TJ, Hack TF, Siminoff L, Gordon E, Feldman-Stewart D. Validation of a decision regret scale. Med Decis Making. 2003 Jul-Aug;23(4):281-92.
- 丹野清美、高木安雄、日本語版 Decision Regret Scale と健康関連 QOL、患者要因の関係 —— 鼠径ヘルニア、胆石症、胆嚢炎、胆嚢ポリープ患者における横断研究 日本医療・病院管理学会雑誌、52巻4号 2015年10月

60



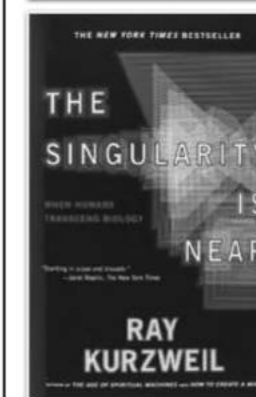
61



62

脳(知能)と人工脳(知能) -1

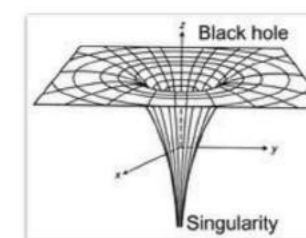
- 人の脳：脳のNeuron自体には意識がない。一定の数のニューロンがシナプス結合すると知能や意識が芽生えるのではという考え方。Bright Air, Brilliant fire, On the Matter of the mind, (邦訳名：脳から心へ) G.M.Edelman。
- ニューロン、運動単位は悉無律 (all-or-none principle) により活動しているので 0 or 1, true or falseなど2値の意味を与えた命題論理=Bool演算でシミュレーション可能。
- 汎用人工知能、AGI (Artificial general Intelligence) はneural networkモデル等で作れば、ムーアの法則に代表される技術革新の指数関数的傾向に従うので超人間的知性を持ったAGIのきっかけを人が作る、そしてその進化は止められないかもしれない。暴走することの危険。



63

脳(知能)と人工脳(知能) -2

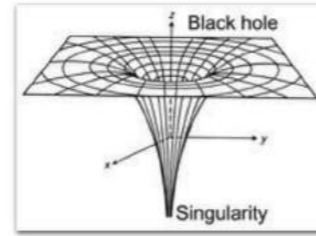
- 汎用人工知能 (AGI) のハードウェアとマスターアルゴリズムの革新と次世代スーパーコンピュータ
- 高沸点フッ化炭素を冷媒にした液浸型を使い、NSPCA(Neuro-Synaptic programmable connection 3D array)→NSPU(Neuro-Synaptic Processing Unit)を下に1Hを目指す。(齊藤元章)
- 階層的時空間記憶理論 (HSTM: Hierarchical Space-Time Memory) の利用。(松田卓也)
- 装着型ロボットとAIを合体させれば、社会インフラをふくめ、人類の、エネルギー、食料、医療問題、あらゆる社会問題を一挙解決できるはず(齊藤元章+山海嘉之)
- 汎用人工知能(AGI)の技術をどの様に評価すればよいか：有効性の評価
- FLOPS: Floating-point Operations Per Secondはコンピュータの性能指標の一つ。1秒間に浮動小数点数演算が何回可能か、ではなく。
- 1H (human) : 一人の人の知能を単位化する
- 1P(patient): 100Pで100人の臨床試験の予想をシュミレートできる。新たな臨床研究方法の創出。



64

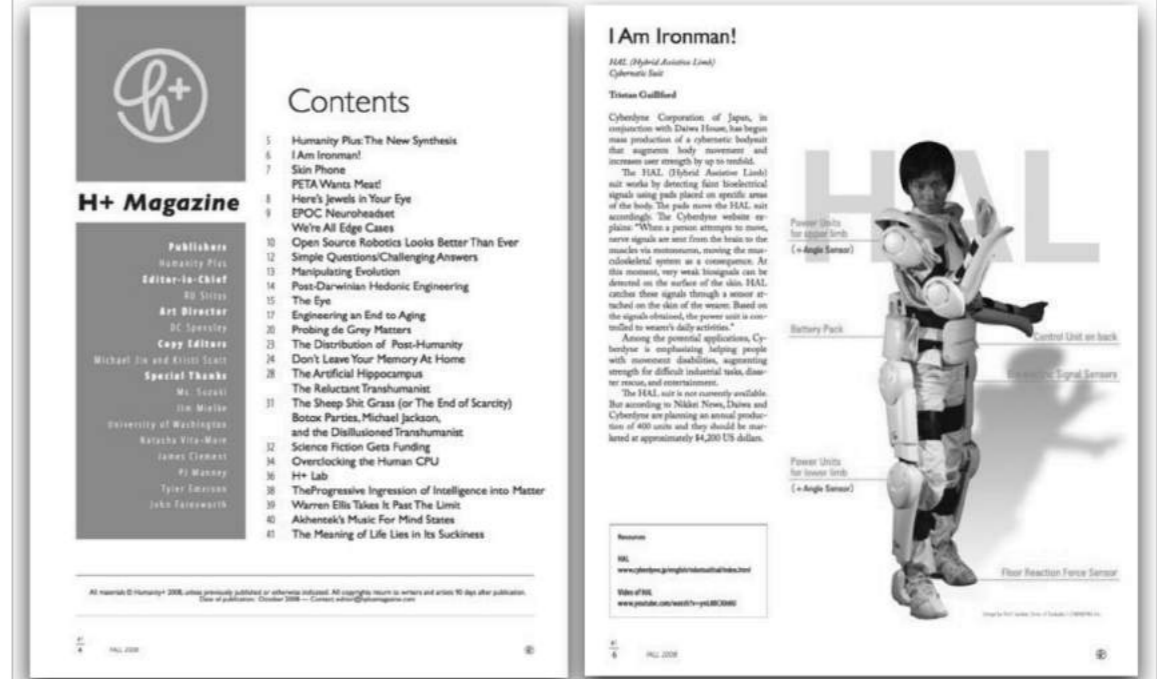
脳(知能)と人工脳(知能) -3

- AGIの安全性の評価 (フェイルセーフ)
- 似非のSingularity論での現実の危険を回避するために具体的な検討が必要
 - AGIの暴走を予防するために、組み込まれるマスターアルゴリズムの明確化。
 - 機械学習、supervisorなしのrepresentation learningなどの結果を可視化していく。神の御宣託を回避。
 - 画像診断、遺伝子・検査・診断システム、社会インフラ (通信、交通、電力、水道システム)、株、商品、外貨などアルゴトレーディングシステム、兵器システム、核分裂反応関連施設のコントロールや警備システムにクラウドやAIを使う際のガイドラインや規制を行いつつ推進。
 - 人の主観評価アルゴリズムをマスターアルゴリズムに組み込み推進。



65

Humanity+ magazine



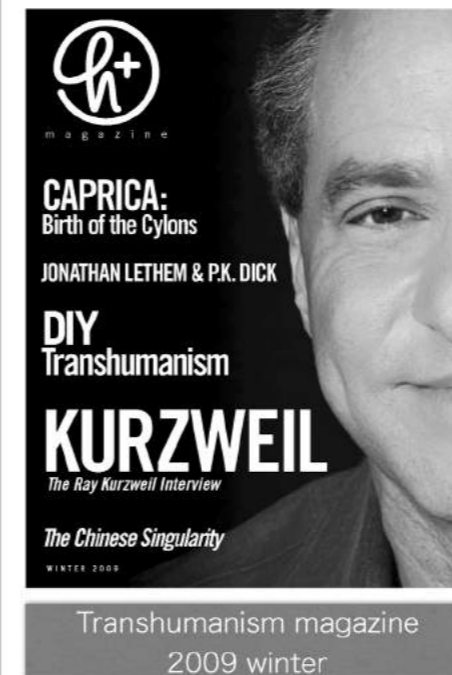
67

Humanity+ magazine



66

SingularityとTranshumanist



- Singularity is near, When humans transcend biology, (2008, Kurzweil) 人類が生物学を超越する時。
- 毎日のように栄養注射を行ったりする等、寿命延長への野心に事欠かない。しかし一方で「生身の体を健康に保つのはものすごい苦勞を伴う (ので嫌になっている)」と著作で語り、「1日も早く機械の体に入れる日を夢見ている」と語っている
- Singularityを夢見るTranshumanistにどう対応すべきか? 機械が暴走しているのではない。人自身の心の暴走の問題。BMJの健康概念の導入が有用。
- AIで強化したHALの目的はこのようなTranshumanismではなく、BMJの健康概念、人のPROの向上に対応するもの。人は交換不能な存在で、有限な存在、他者を尊重する、他者を道具と考えない。生命 (biology) は道具ではなく、それ自体が目的。end in it self.

68

まとめ

1. 人が作り出した物、道具、機器は、与えられた目的に基づき、価値評価される。現代では自由な競争において、価値付けられる（価格）。医療機器、医薬品は自由競争ではなく、その時代の健康概念によって価値付けられ、規制される。
 - 臨床試験・治験によって科学的に価値(有効性、安全性)が評価・計測される。
2. 機器（道具）の使用は人間の内在する能力である。道具（機器）の使用と共に人の脳・神経・筋システムは成長発達変化する。成長期をすぎても機器を利用し脳・神経・筋システムの学習が可能。
 - HAL医療用下肢タイプの装着使用はエビデンスを固めることで、今後、難病領域を含むすべての歩行障害、運動障害に対する主流の治療法となる。
 - 次世代スーパーコンピュータに基づくAGIにより社会インフラをふくめ、人類の、エネルギー、食料、医療問題の一挙解決を行える可能性がある。
3. Cyberneticsは機器と人を接続する技術概念だが、transhumanismを乗り越えるBMJの健康概念に対応している。
 - 核酸医薬、抗体医薬、幹細胞など新医療技術とHALとの複合療法（combined therapy）が本命となる
 - AIとHALは人と接続されていくが、今後も、臨床評価（有効性、安全性）が必要であり、臨床試験という枠で検討する必要がある。
 - WHOの健康概念からBMJの新たな健康概念 ability to adaptへの転回が必要であり、人の主観評価法を科学的におこなうPROについての研究とマスターアルゴリズムへの導入が重要。
 - AGIを含め、機器は目的をもってつくられる。人は交換不能な有限な存在、他者を尊重する、他者を道具と考えない。生命（biology）は道具ではなく、それ自体が目的。end in it self.
 - Autonomous AIが暴走し、人存在も道具化することへの対抗策を事前に準備する必要がある。
 - AGIのマスタープログラム、supervisorなし機械学習における結果は閲覧出来るようにする必要がある。
4. 希少難病は世界の人に共通の課題、その解決に重点化することで、他の領域も人の認識も同時に進歩する。普遍的に人と人は国境を超え、疾患を超え、助け合える。国家としての経済活動も伴う。

69

69

2005年京都大学文学研究科で博士学位(文学)を取得。その後、京都大学などで非常勤講師などを経て2014年より現職。専門分野は哲学・倫理学・人文情報学。研究会「ロボットの応用哲学」、「AIR:人工知能が浸透する社会を考える」のメンバー。

人と科学技術の複雑な関係
—過去から未来へ—

JST/RISTEX第13回社会技術フォーラム
「人と情報のエコシステム」
2016年2月17日



久木田水生
名古屋大学情報科学研究科
社会システム情報学専攻



久木田水生 (くきたみなお)
minao.kukita@is.nagoya-u.ac.jp

名古屋大学大学院情報科学研究科
社会システム情報学専攻
情報創造論講座 准教授

京都大学大学院文学研究科
応用哲学・倫理学研究教育センター 研究員

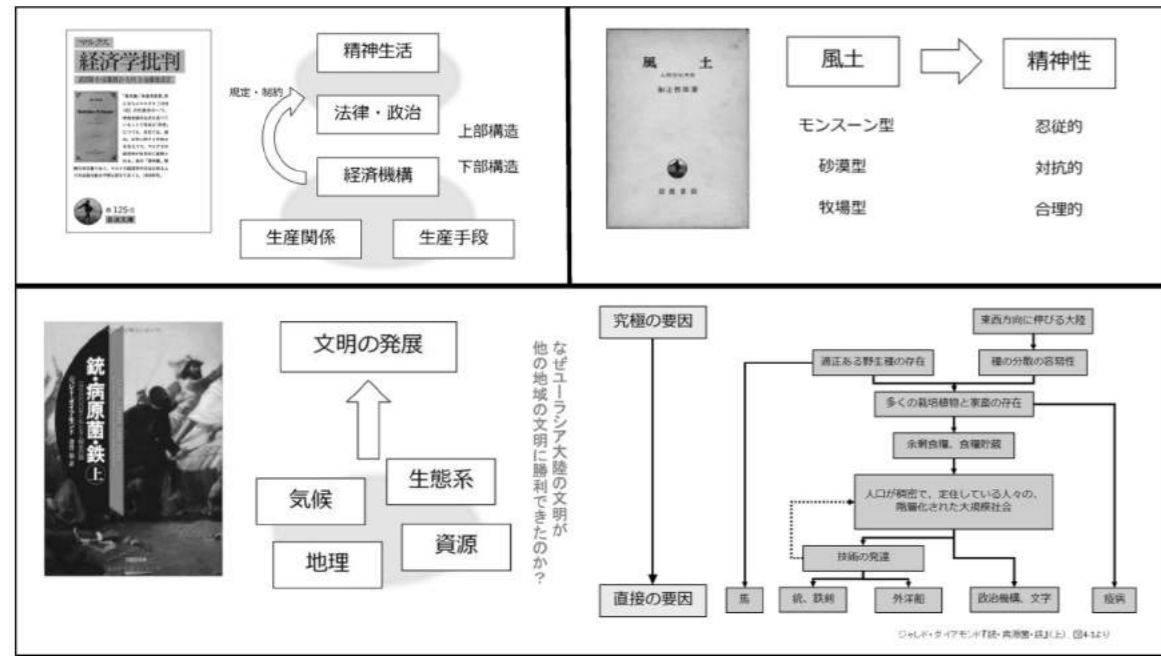
専門は哲学, 倫理学.

研究会「ロボットの応用哲学」, 「AIR:人工知能が浸透する社会を考える」のメンバー.

共訳書にアンディ・クラーク著『生まれながらのサイボーグ』(呉羽真, 久木田水生, 西尾香苗訳, 春秋社), 共著に『科学技術をよく考える——クリティカルシンキング練習帳』(伊勢田哲治, 戸田山和久, 調麻佐志, 村上祐子編, 名古屋大学出版会) などがある.

キューブリック監督の映画『2001年宇宙の旅』は, 人間の祖先と思しき猿人が初めて動物の骨を手にして, それを武器として使用することをひらめくという印象的なシーンで幕をあけます. そして後半は完全に自律的で人間よりも優れた人工知能 HAL 9000 によってコントロールされた宇宙船ディスカバリー号の中が舞台になります. HAL はミッションの目的を遂行するために, 乗組員たちが障害になると判断し, 乗組員たちを排除しにかかります. 最終的には HAL に殺されずに一人残った乗組員のポーマンが HAL と対決し, 停止させます.

この映画にはテクノロジーが人間の能力を「強化」, 「拡張」, 「外化」していく歴史の始まりとその終局を見ることができます. 人間はテクノロジーによってまず物理的な力を他の物体や生物に加える能力を強化・拡張させました. その初めての成功が骨を使って敵を攻撃することでした. 人間はテクノロジーを使って自らの能力を高め, そのことでより高度なテクノロジーを生み出します. テクノロジーはこの再帰的なループによって指数関数的に発展します. 初めてテクノロジーを生み出してから数百万年後, 人間は厳しい外部環境から隔絶した安全で心地よい内部環境を保つ能力を強化・拡張・外化しました. それが月基地や宇宙船, 宇宙服, 人工冬眠装置などです. そしてまた人間は思考, 意思決定, あるいは人格を強化・拡張・外化しました. それがコンピューター HAL 9000 です. テクノロジーは単に私たちが使う道具であるだけでなく, 私たちを取り囲む環境であり, 私たちと物理的・心理的・社会的に相互作用する独立したエージェントでもあります.



環境は人間の生活や社会の在り方、そして精神の在り方に大きな影響を与えます。このことを指摘した思想家として例えばカール・マルクスが挙げられます。彼は生産関係や生産手段からなる経済的なシステムが、法律や政治といった社会の上部構造、さらにはそこに生きる人間の意識的な精神生活を規定し制約すると主張しました。また和辻哲郎は気候風土によって規定される精神的傾向によって文明を類型化しました。最近ではジャレッド・ダイヤモンドが地理的・気候的・生態学的な条件によって文明の発展を規定することを、生物学的・人類学的な証拠に基づいて詳細に論じています。彼は『銃・病原菌・鉄』において、同緯度地帯で東西に広がる地形、農耕に適した植物や家畜化できる大型哺乳類の存在が、究極的にはユーラシア大陸の文明が他の文明を征服することを可能にした、と主張します。

彼らは精神性や文明を規定するものとして物質的な条件を重視していますが、しかし逆方向の影響も重要です。ある世代の精神性、およびそれを反映したテクノロジーや社会システムが、後に続く世代の人間が生まれ育つ環境を形成し、将来のテクノロジーや社会システムを規定します。例えば「神経経済学」を提唱しているP・J・ザックは「見知らぬ他者を信頼することができるか？」という質問に対して「できる」と答える人間の割合が国によって大きく異なること、その割合と経済的繁栄が相関していることに注目し、「他者への信頼は経済発展の重要な因子である」という仮説を提示しています。

「エコシステム」とは環境とそこに生息する様々な生物が物質やエネルギーを流通・循環させながら、全体として一定の平衡状態を保っているシステムです。「人と情報のエコシステム」とは、情報インフラの中で人間や様々な機器、ソフトウェアエージェントが情報や価値を流通・循環させているシステムと考えることができます。ICT、人工知能、ロボットの発達はこの人と情報のエコシステムに大きな変化を引き起こしつつあります。ルチアーノ・フロリディは昨今のICTの発展は、これまで存在しなかったタイプのエージェントを含む新たな情報環境世界「情報圏 infosphere」を実現しており、そしてこのことは人間の自己認識を根本的に変えつつある、と言います。彼はこれをコペルニクスの地動説（人間は宇宙の中心ではない）、ダーウィンの進化論（人間は他の生物と連続している）、フロイトの無意識の理論（人間は必ずしも意識的に決断・行動しているわけではなく、人間の行動の多くは無意識の欲望によって駆り立てられている）に次ぐ、第4の革命と呼びます。これは従来の生態系に大きな環境変動が起こり、そして新たな外来生物が導入されるようなことです。その影響は甚大かつ予測不可能なものになるでしょう。

「予測不可能」ということが複雑なシステムの本質であり、そしてそのことはそれが大きなリスクを含むものであることを意味します。フロリディは「リスクのないテクノロジー」は矛盾語法であり、私たちはこの「既知の未知 known unknown」に対して柔軟に適応する準備をしなければならないと言います。



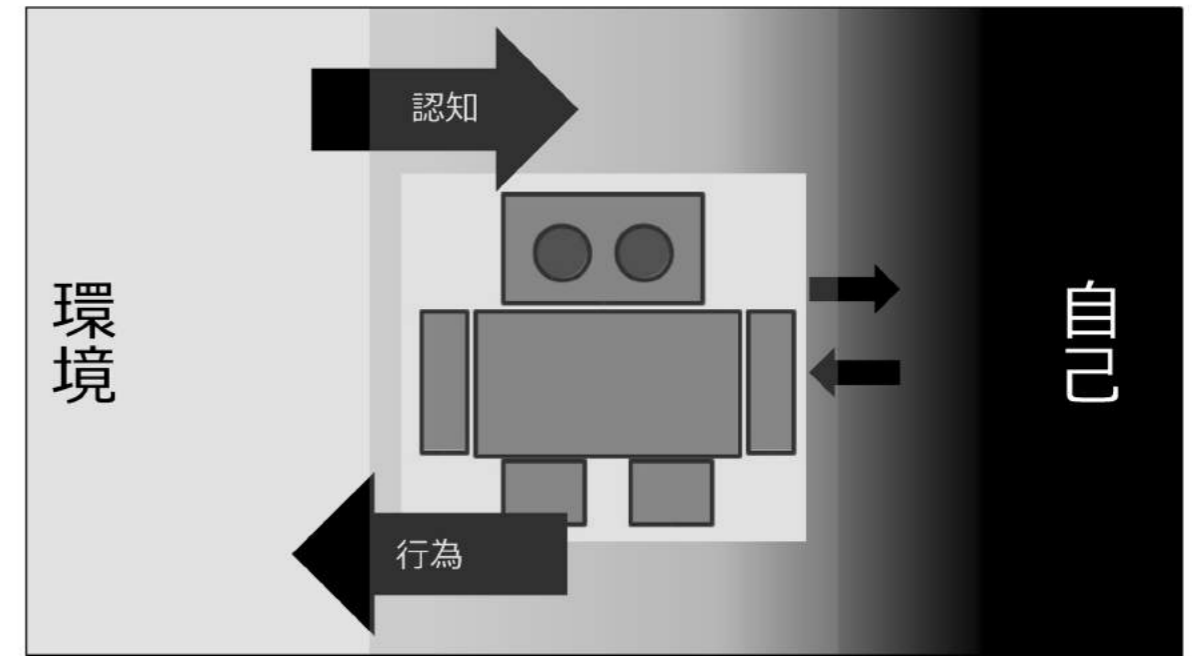
「余は汽車の猛烈に、見界なく、すべての人を貨物同様に心得て走る様を見るたびに、客車のうちに閉じ籠められたる個人と、個人の個性に寸毫の注意をだに払わざるこの鉄車とを比較して、——あぶない、あぶない。気をつけねばあぶないと思う。現代の文明はこのあぶないで鼻を衝かれるくらい充滿している。おさき真闇に盲動する汽車はあぶない標本の一つである。」

夏目漱石『草枕』（1906）

およそ一世紀前、夏目漱石は、現代の文明が人々の個性を発達させながらその個性を一定の枠の中に押し込めており、そしてそれを象徴するのが汽車であると考えました。現在、列車がこのような意味で人間にとって脅威であると考えられる人間はおそらくいないでしょう。同じように一世紀後の人々はひょっとして私たちの現在の心配を杞憂だったと言って笑うかもしれません。しかし私は漱石のこの指摘には現代でも有効な論点が含まれていると考えます。

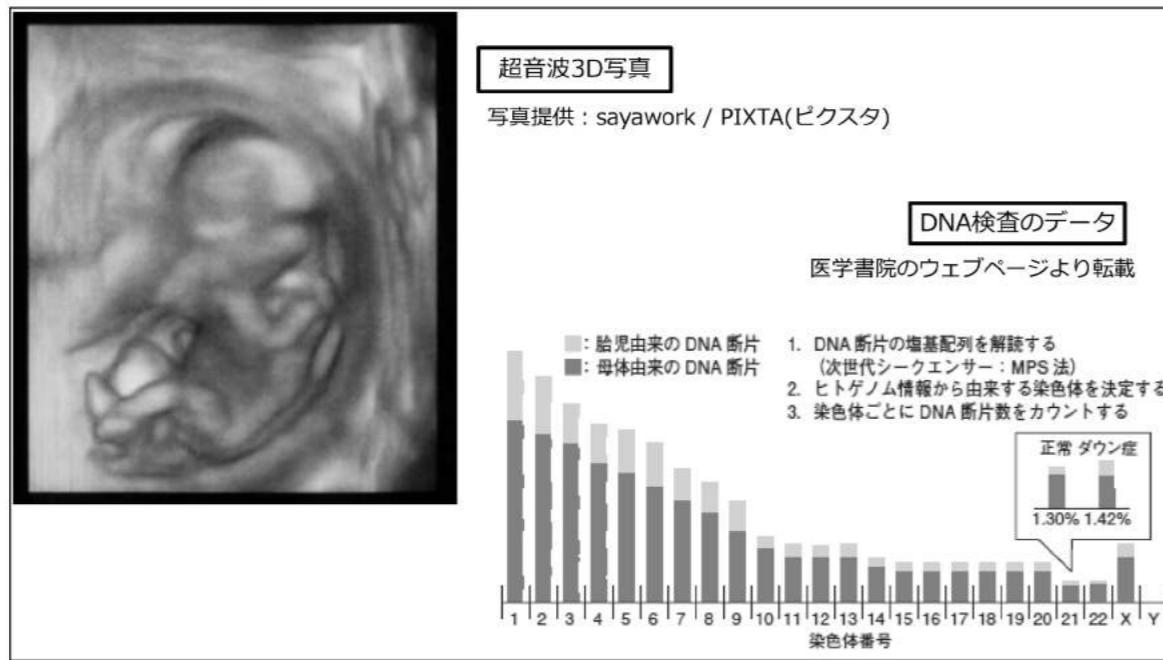
テクノロジーについて楽観的な人はこう言うでしょう。「どんな時代でも新しいテクノロジーについて心配する人はいるが、テクノロジーは何だかんだいって全体として人類の生活水準の向上に貢献してきたし、これからもそうだろう。いまさら 100 年前、1000 年前の生活に戻りたい人はいないだろう」と。けれども私はその「何だかんだ」と「全体として」のところをもう少し問題にしたいと思っています。「最終的にはトータルでプラスになるからいいのだ」という考え方こそ、漱石の危惧した「個人の個性に寸毫の注意をだに払わざる」思考と言えます。最終的にトータルでプラスになるから OK ではなく、その過程ができるだけ悲劇的でないものであってほしい。これまでの技術の発展がしばしば戦争や環境汚染や失業といった苦境を経験してきたことは確かです。しかし技術の発展にそういった犠牲が必要であると考える必然性はありません。すべての革命が涙と血を流すことを要求するものではないはずです。

しかしあまりに個を優先して全体の利益を大きく失うことも避けなければなりません。全体の利益を推進しながら個人を犠牲にすることをできるだけ避け、個人に被害が出た時には適正に補償する仕組みを作り上げるとともに、その仕組みについての理解と合意をステークホルダーたちが共有することが必要です。



新しいテクノロジーの進歩が人類に何をもたらすのかは予測が困難ですが、それでも一つ私が持っている懸念を表明しておきます。テクノロジーは人間と世界との間の「媒介（メディア）」、あるいは「インターフェース」であるという考え方があります。すなわち人間はテクノロジーを介して世界を知覚、認識、解釈し、そしてテクノロジーを介して世界に働きかけます。この意味では、テクノロジーは私たちの認識能力・行動能力の一部である、ということができるでしょう。だとすればテクノロジーが変化することは私たちの世界認識の仕方が変わるということであり、そして私たちの世界への働きかけ方が変わるということです。一般にテクノロジーは私たちが世界をよりよく知ることを可能にし、そしてこの世界を効率的に利用することを可能にします。

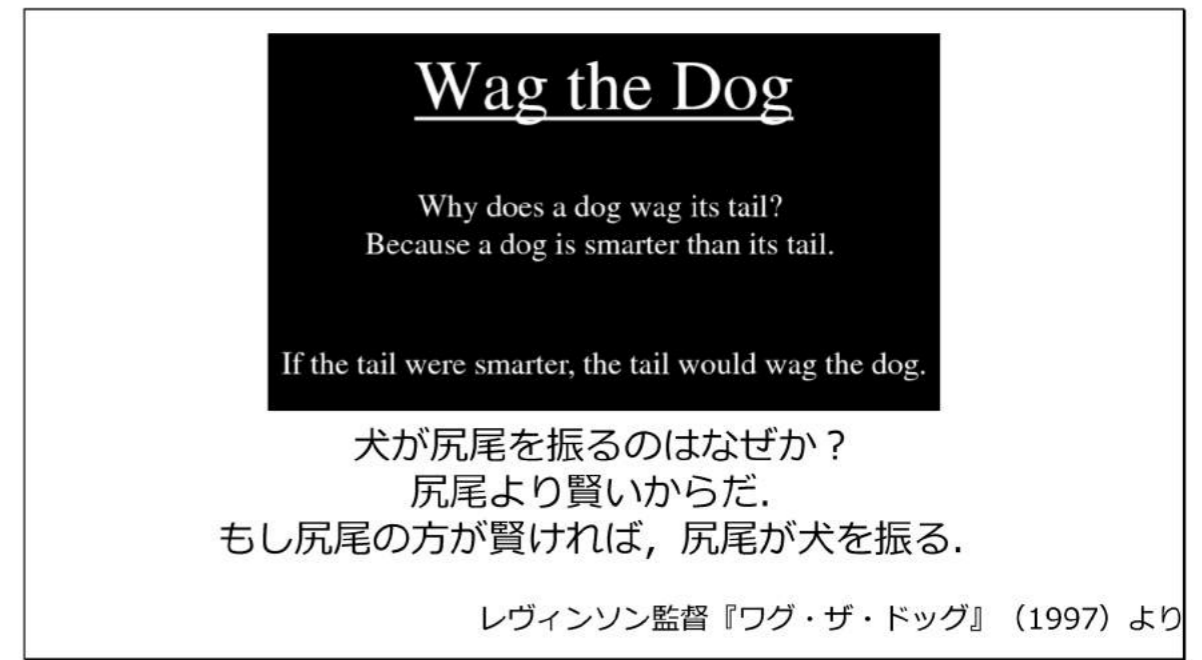
ICT が進歩し、テクノロジーが高い自律性を獲得するとき、私たちと環境世界・他者との関係は劇的な変化を遂げるでしょう。なぜならこれまでのテクノロジーでは、私たちが世界の中でよりよく行動するために、私たちは世界についてより詳細な情報を手に入れることが必要だったのに対して、ICT の発展によって私たちはもはや環境世界について詳細に知ることなしに環境世界を利用することができるようになるからです。私たちの世界認識、そして世界への働きかけはますますテクノロジーに依存するようになるでしょう。しかしその時、私たちと私たちの生きる環境世界との間の心理的な距離は限りなく広がってしまう可能性があります。



私たちの環境世界には私たちとともに生きる他者が含まれます。テクノロジーを私と他者の関係を媒介するものとして考えるとこのことの重要性がより際立ちます。例えば親と胎児の関係を考えてみると、現代の情報技術がその関係にどれほど大きな影響を与えうるかが実感できます。左上の写真はお腹の中の胎児の超音波写真です。右下は胎児の染色体を検査したグラフです。どちらも胎児についての情報を与えるものですが、この二つの情報は、親の胎児に対する関係にまったく異なる効果を与えます。テクノロジーは人と人との心理的な距離を近づけることにも遠ざけることにも効果的に使うことができます。

このことの倫理的な含意は重要です。なぜなら心理的な距離が私たちの道徳的判断に影響を与えるということが心理学の研究によって明らかにされているからです。心理的な距離は私たちをより寛大でなくする一方、感情の影響を弱めてより合理的な思考を促進すると言われています。ここでいう「合理的」というのは「より自分が得をする」という意味です。

アメリカの作家、リチャード・パワーは『舞踏会に向かう三人の農夫』という作品の中で「悦びと共感が責任への第一歩である」と書いています。環境世界、特に他者との心理的距離が広がることで私たちの共感する能力が損なわれた時、責任のある行動をとることが難しくなるのではないかと私は危惧しています。



バリー・レヴィンソン監督の映画『ワグ・ザ・ドッグ』(1997)の冒頭には「犬が尻尾を振るのは何故か？ 尻尾より賢いからだ。もし尻尾の方が賢ければ、尻尾が犬を振る」というジョークが掲げられます。このジョークをもじって私は次のように言いたいと思います。「人が道具を使うのは何故か？ 道具より賢いからだ。もし道具の方が賢ければ、道具が人を使う」。ただしこれはジョークではありません。

*Moral Machines, A Dangerous Master*の著者である倫理学者のウェンデル・ウォラックは昨年、京都大学で行った講演の中で「テクノロジーが人類を導くのではなく、人類がテクノロジーを導くのでなければならぬ」と言いました。「道具が人間を使う」、「テクノロジーが人類を先導する」、これはどちらも本末転倒です。そうならないために、私たちは道具よりも、テクノロジーよりも「賢く」なければなりません。テクノロジーが何のためにあるのか、どのような仕組みを持っているのか、何ができて何ができないのか、自分にとって、社会にとって、人類にとってどのような価値と重要性を持っているのか、そのようなことをしっかり考えた上でテクノロジーに向き合わなければなりません。市民も学者も、テクノロジーについて、そして社会と人間の価値について考えなければなりません。もし私たちがテクノロジーに先導されることなく、道具に使われることなく、テクノロジーと正しく付き合っていくことができるならば未来は明るいでしょう。

私は上記の講演会でウォラックに尋ねました。「人類がテクノロジーを先導していけるために、私たちは哲学者・倫理学者として何ができるのでしょうか?」。「人々がテクノロジーについてよく知ることを助けることだ」と彼は言いました。そのためにはテクノロジーやリスクについての人々のリテラシーを高めることだけではなく、テクノロジーの透明性を高めること、しっかりした知識に基づいたオープンな議論を促進すること、人々間の信頼を醸成することなど、一言でいえば市民と社会全体の民主的成熟が重要だと私は思っています。それはテクノロジーを縛るのではなく、むしろテクノロジーの活発な発展を促進すると思っています。私は人文学者として、テクノロジーの健全な発展を促すような社会の民主的成熟に貢献したいと思っています。

パネルディスカッション

モデレーター

慶應義塾大学総合政策学部 教授 **國領 二郎**

1982年東京大学経済学部卒業後、日本電信電話公社入社。92年ハーバード・ビジネス・スクール経営学博士。93年慶應義塾大学大学院経営管理研究科助教授などを経て現職。現在、慶應義塾常任理事も務める。専門分野は経営情報システム。

パネリスト

東京大学教養学部附属 教養教育高度化機構 特任講師 **江間 有沙**

2012年東京大学大学院総合文化研究科博士課程修了。博士(学術)。京都大学白眉センター特定助教を経て、現在に至る。専門分野は、科学技術社会論。研究会「AIR: 人工知能と社会の関係について考える」のメンバー。

名古屋大学大学院情報科学研究科 准教授 **久木田 水生**

2005年京都大学文学研究科で博士学位(文学)を取得。その後、京都大学などで非常勤講師などを経て2014年より現職。専門分野は哲学・倫理学・人文情報学。研究会「ロボットの応用哲学」、「AIR: 人工知能が浸透する社会を考える」のメンバー。

東京大学公共政策大学院・法学政治学研究科 教授 **城山 英明**

1989年東京大学法学部卒業。マサチューセッツ工科大学国際研究センター客員研究員などを経て、2006年東京大学大学院法学政治学研究科教授。2014年より東京大学公共政策大学院院長も兼ねる。専門分野は、行政学。

早稲田大学理工学術院創造理工学部 総合機械工学科 教授 **高西 淳夫**

1988年早稲田大学理工学部博士号取得。その後、同大学理工学部助教授などを経て、1997年より教授。専門分野はロボティクスの開発。現在、日本ロボット学会会長も務める。

独立行政法人国立病院機構新潟病院 副院長 **中島 孝**

1983年新潟大学医学部卒業。1991年医学博士。NIHフェローを経て、2004年より現職。専門分野は神経内科学、神経リハビリテーション医学など。厚労省及び日本医療研究開発機構の難治性疾患実用化研究事業研究代表者を務める。

東京大学大学院情報理工学系研究科 助教 **鳴海 拓志**

2011年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。博士(工学)。2011年より同大学情報理工学系研究科知能機械情報学専攻助教、現在に至る。専門分野は、バーチャルリアリティ、ヒューマンインタフェース。

お問い合わせ先

RISTEX

国立研究開発法人科学技術振興機構
社会技術研究開発センター
平成 28 年度新領域設立準備事務局

〒 102-8666

東京都千代田区四番町 5-3

サイエンスプラザビル 4F

TEL : 03-5214-0132 FAX : 03-5214-0140

E-mail : stforum13@ristex.jp

本資料に掲載されているすべての文章、情報、データなどの無断転載、転用を禁止します。