

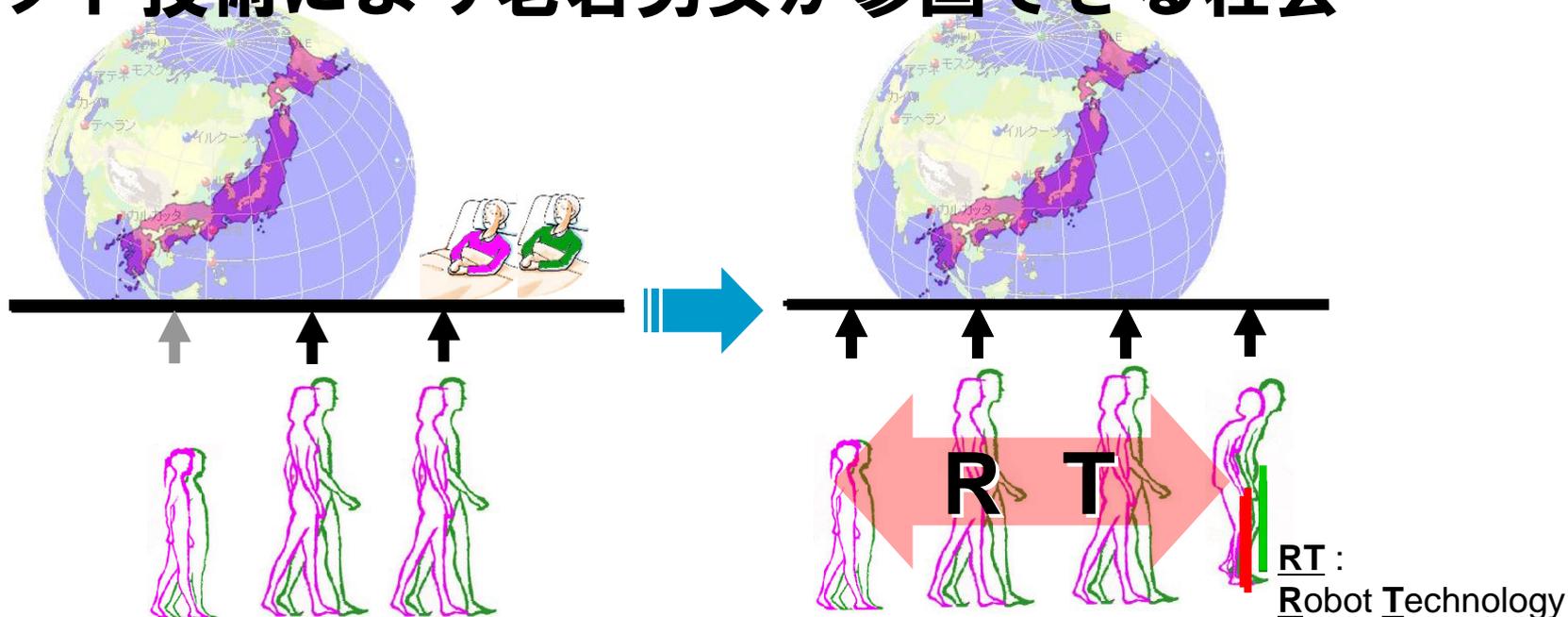
早稲田中心のロボット史

資料1

(ヘルスケア分野を中心に)

これからのロボットの役割

ロボット技術により老若男女が参画できる社会



閉塞感漂う現状

- 少子高齢化・人口減少
→ 経済縮小

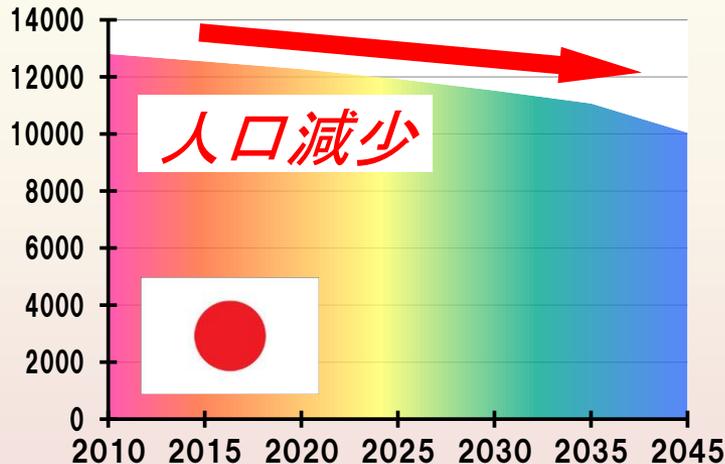
明るい未来

- 高齢者・有病者・障害者の
社会活動・経済活動
→ 持続・発展可能な社会

今、大学の教育・研究ができること

今から30年後、日本は？世界は？

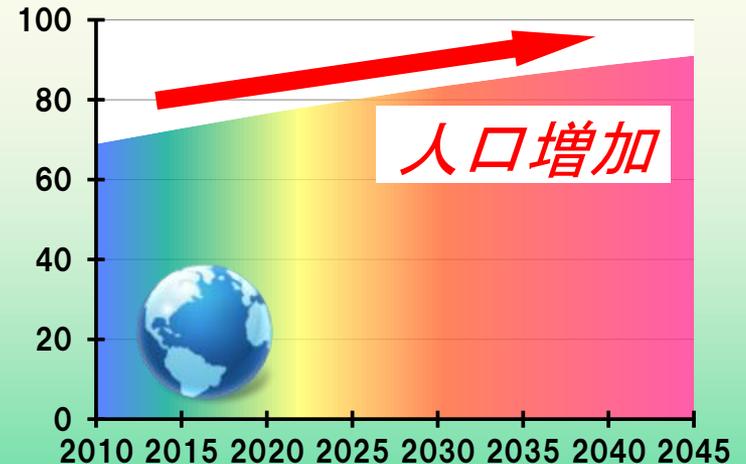
総人口（万人）



日本社会の課題

- 超高齢化・お年寄りの増加
- 若手人材・生産人口の減少

総人口（億人）



国際社会の課題

- より一層の国際的人材の育成
- 世界レベルでの研究推進

人の暮らしに貢献できる人材教育と研究推進
(日本社会への貢献が延いては国際社会への貢献へ！)

国際的競争力のある
若手人材の育成

世界に対抗できる
研究活動の推進

これまでの学問体系の集約と
新たな学問体系の創出

WASEDA (私の) のRT(ロボットテクノロジー) 取り組み

最近10年 + α のPr. 年表を中心に

'64 '67 '71 '78 '88 '94 '00



高橋利衛 土屋喜一
高木純一 加藤一郎

谷口 修: 油圧制御
有本 卓: 制御理論
(宮崎文夫 谷内田正彦)
伊沢計介: 制御理論
古田勝久

三輪敬之
正木一郎 MIT
浜田利満 筑波学院大

Prof. Kato Lab. HITACHI

RoManSy

A. Rovetta (Politecnico Milano)
P. Rabischong (INSERM Montpellier)
B. Roth (Stanford Univ.)
A. Morecki (Technical Univ. of Warsaw)
R. B. McGhee (Ohio State Univ.)
M. W. Thring (Univ. of London)
M. Vukobratovic (Mihailo Pupin)
J. Vertut (CEA)
HJ. Warnecke (Univ. of Stuttgart)
広瀬茂男

IROS(1)

P. Dario (SSSA)



Prof. Kato (69)

HRI
Humanoid
Robot
Institute

WASEDA UNIVERSITY
HUMANOID

'01 '02 '03 '04 '06 '07 '08 '10 '11 '12 '13

WASEDA



Prof. Tsuchiya (76) Prof. Tanie (60)

RoManSy
(Prof. Takanishi)

IROS(26)

"Waseda Vision 150"

'14 '15 '16 '17 '18 '19 '20

ImPACT

SIP

Robot Olympic

Robot Revolution

Top Type Super Global University

"Waseda Ocean"

Advanced Active Aging



21COE
超高齢社会における
人とロボット技術の共生

GCOE
Global Robot
Academia

卓越
拠点

Programs for Leading
Graduate Schools
実体情報学

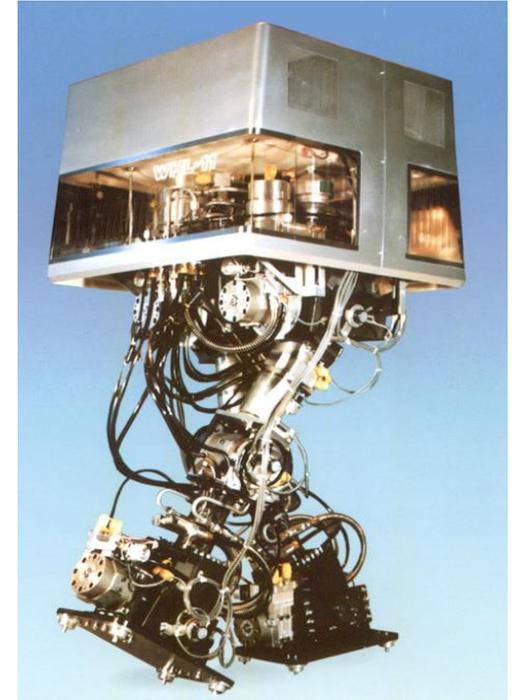
WABOT HOUSE

(試)

知的クラスター

★ Future Robotics
Organization

早稲田大学のつくば万博 (1985)

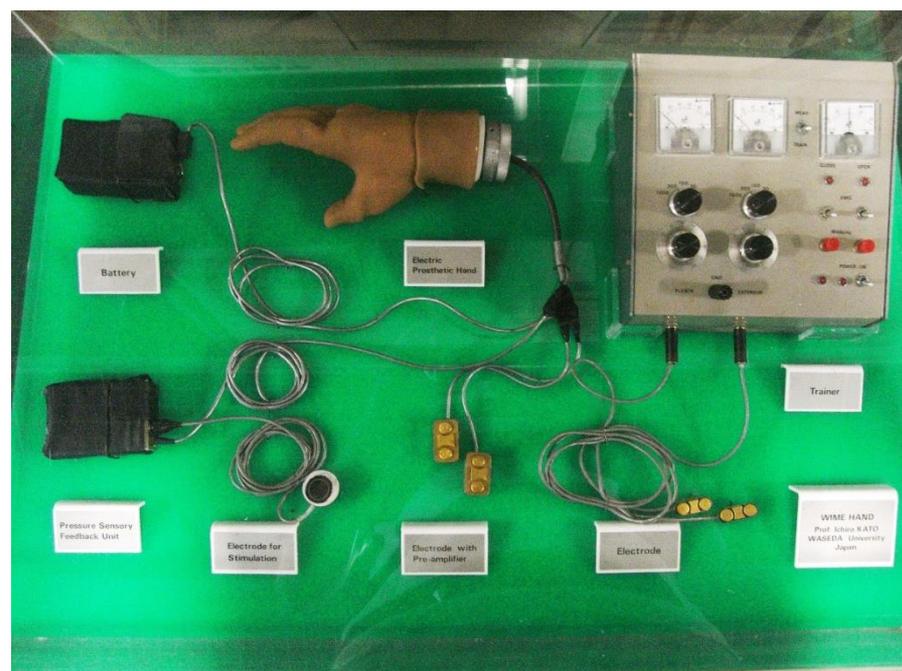
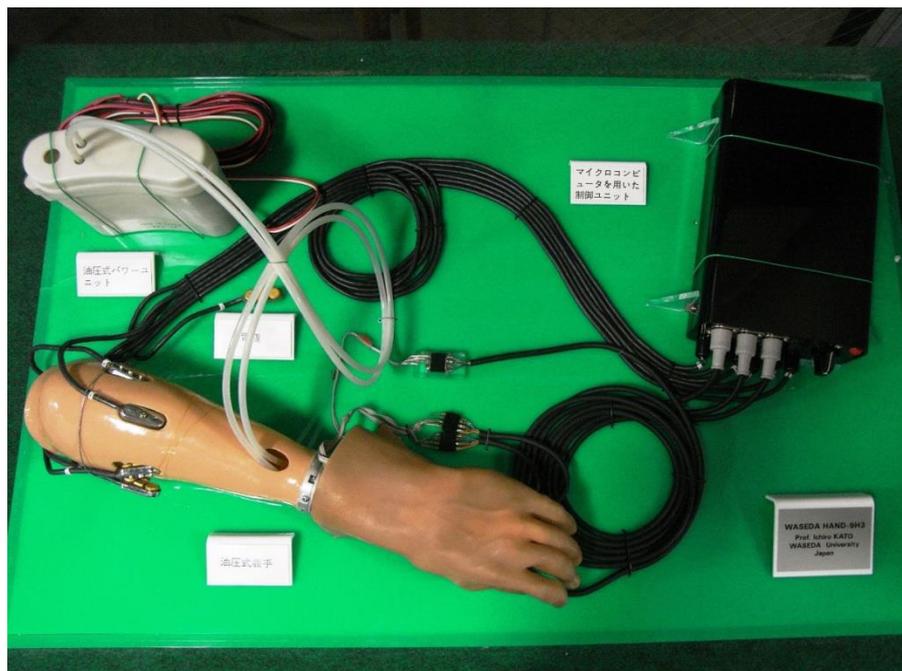


1984 : WASUBOT

1984 : WHL-11

早稲田大学の筋電制御研究

- ・ 前腕筋電義手WIMEハンド
- ・ 早稲田大学 加藤一郎教授
- ・ 1978年市販(今仙電機)

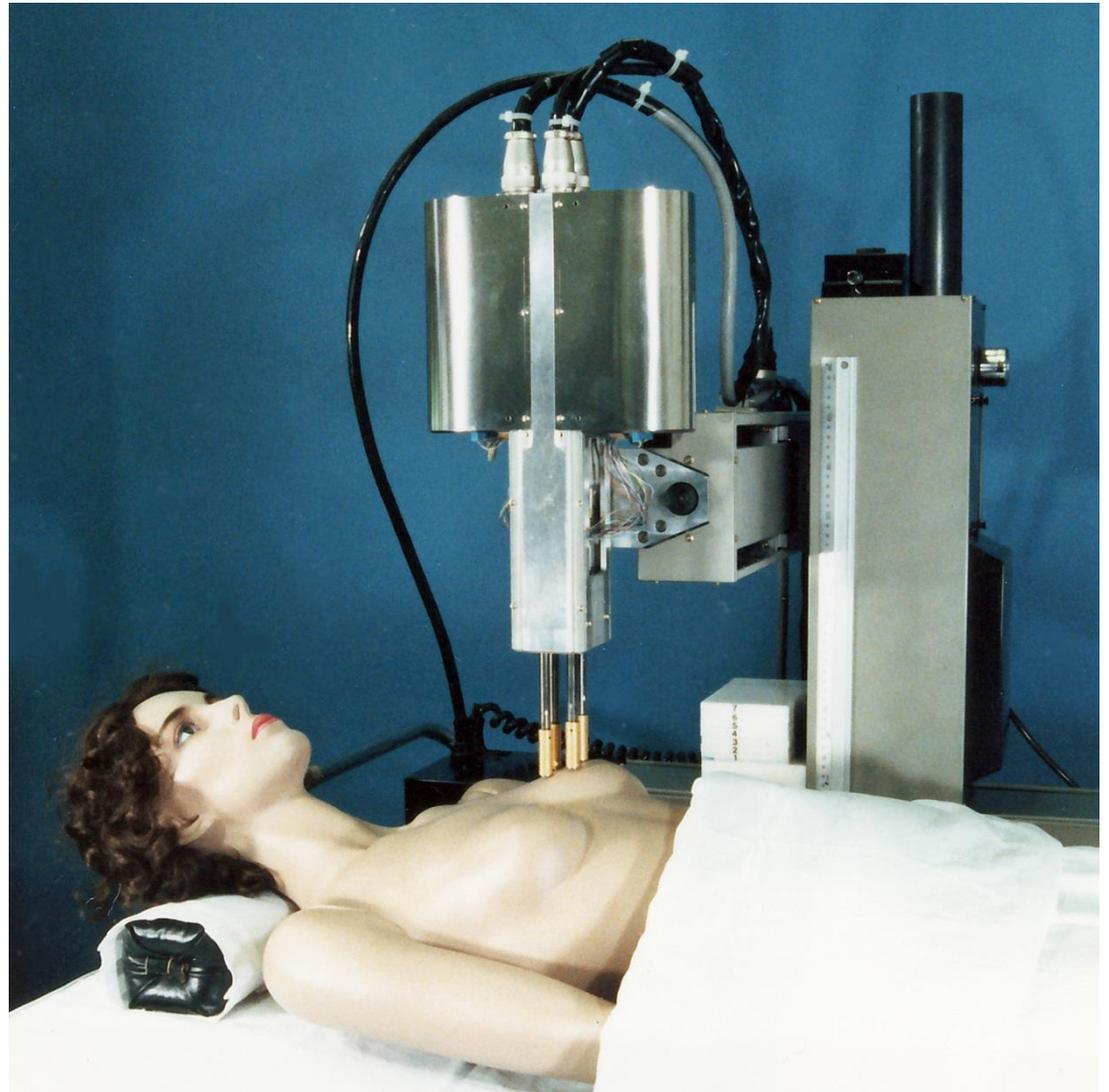


早稲田大学で1970年代には

乳がんの蝕診！！
(1978-86)
1984年に新聞発表

診断だけ！！

癌研
松下電産
との共同研究



ロボットのこれから

(現状から近未来へ)

最近のロボットの話題

東京理科大 小林・(株)イノフィス



直立時

人工筋肉に0.1~0.2MPa程度の空気圧を入れ、空気の出入りを遮断



前傾時

人工筋肉が伸ばされ、内部の体積減少に伴い空気圧が上昇。これにより強い補助力を発生

千葉大 野波・自律制御システム研究所(ACSL)
楽天



RT技術を用いた高齢者の自立支援

Data: 内閣府 『日本再生戦略』 資料

Data: 経済産業省 産業構造審議会 資料

国家戦略 日本再生戦略



日本再興戦略

●介護ロボットの導入による高齢者の自立支援と現場の負担軽減

・高齢者の自立支援と、介護実施者の負担軽減のため、2015年度を目途に、実践的介護ロボットの開発・導入を加速する。

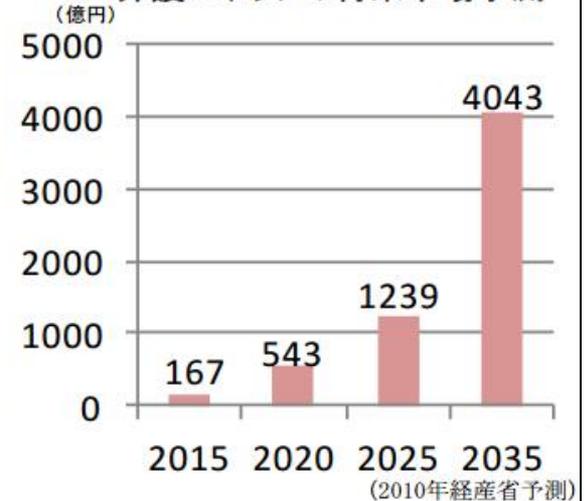


パナソニック

・ロボット技術を用いてベッドがそのまま車いすに変形することで、要介護者の移乗を支援し、自立した生活の促進と介護者の負担を軽減を実現。



介護ロボットの将来市場予測



機器システムの
ガイドライン作成

造るためのガイドライン：経産省

使うためのガイドライン：厚労省

マッチング
ファンド

歩行リハビリ支援移動ロボットの現在



リハビリ支援



上海版
Lokomat

300~4000万円



Lokomat (Hocoma社)

価格約4000万円



Flexbot® 系统——最新机器人疗法解决方案

积跬步，以至千里！

下肢运动障碍是中风、脊髓损伤、截肢术后患者常见的后遗症之一。患者往往无法有效和持续地进行步行训练。以神经可塑性原理为基础的机器人步态训练，能够优化患者大脑运动控制的功能，达到“习得步”，以达“平衡”的效果。最终帮助患者重新掌握步行运动技能。

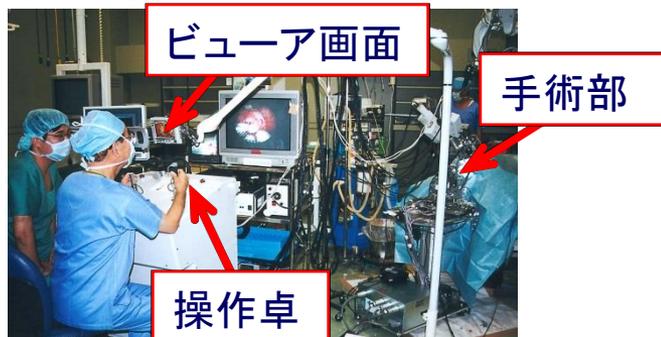
Flexbot多方位智能下肢康复机器人系统集最新科技于一身，包含了先进的传感器、精确机械、电子、自动控制、感知调整自适应等技术。为患者提供机械化的、多方位的、多种运动模式步态训练。同时实时提供数据信息反馈。Flexbot机器人从智能介入、辅助步行训练，开创了机器人疗法的新时代。



介護のシゴト

小児手術支援用ロボットへ

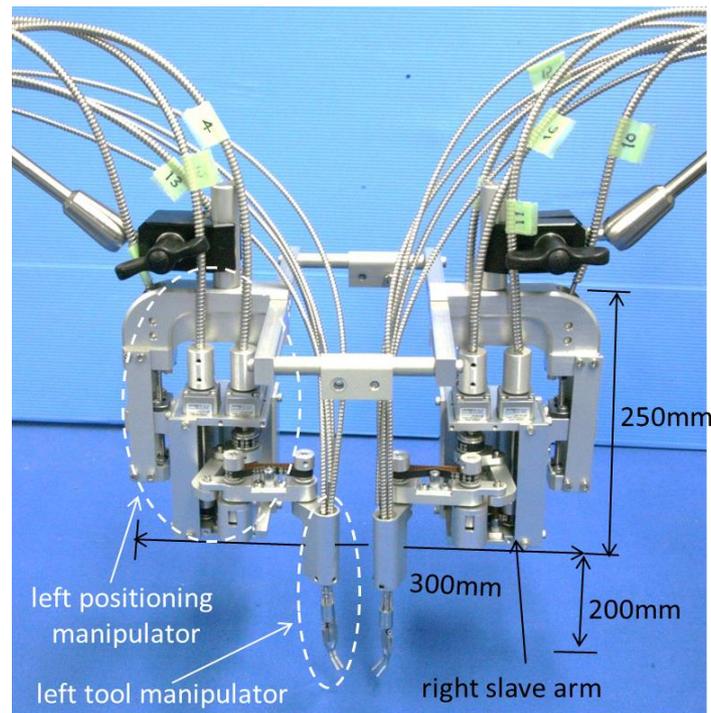
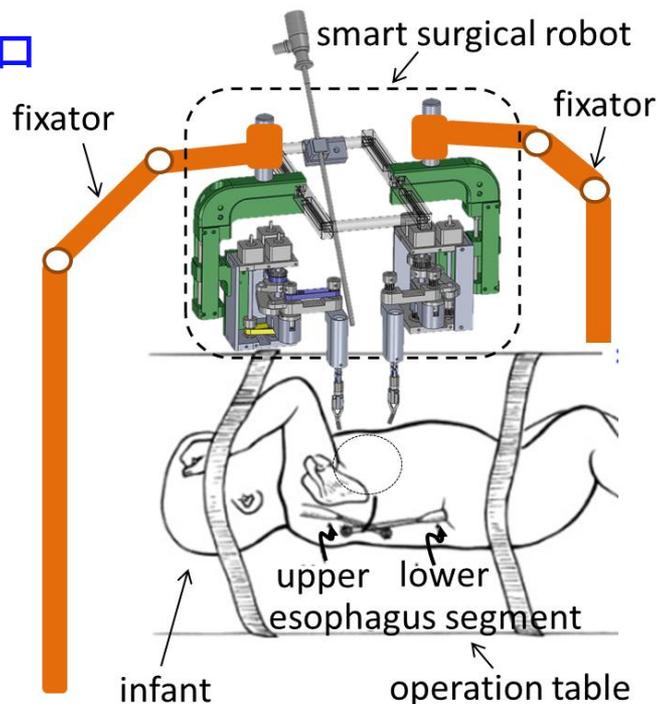
脳腫瘍手術支援ロボット(1997)



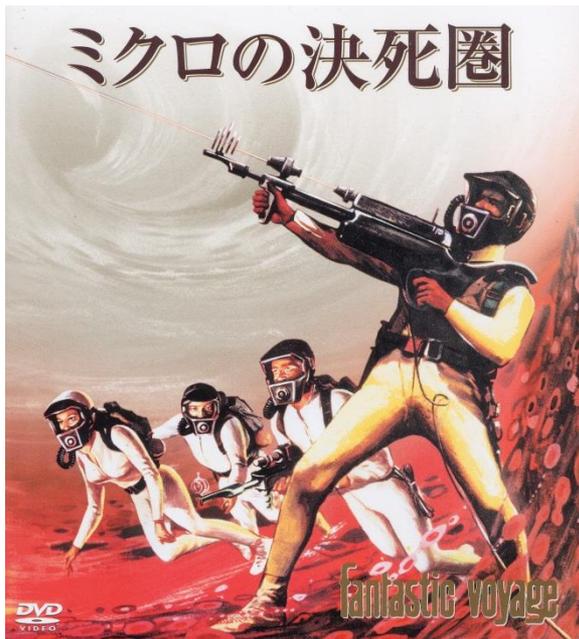
da Vinci Si (2000)



小児用ロボット



SF映画では (ミクロの決死圏: 1966)



血管内を移動



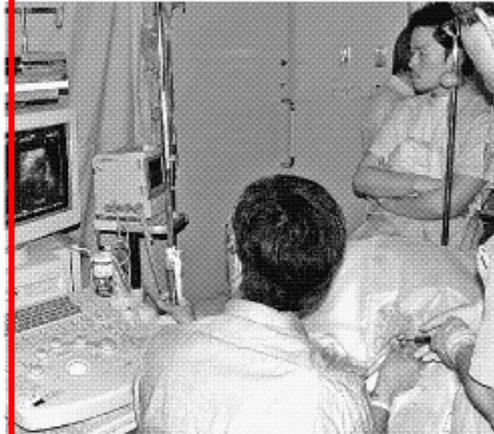
ラジオ波焼灼治療

肝臓がん、ラジオ波普及

広がる切らない治療 日経実力病院調査

肝臓がんの治療は従来の切除に加え、患者の体への負担を軽減できる電磁波治療、抗がん剤を使った化学療法が普及が進んでいる。日本経済新聞社の実力病院調査によると、症例数の多い病院は腫瘍の大きさと部

位、患者の状態を精査し、治療方法を使い分けていた。肝臓がんは他の部位と比べ再発リスクが高く、退院後の患者をきめ細かくフォローする動きも広がっている。



ラジオ波を使った肝臓がん治療法が急速に普及している（大阪市天王寺区の大阪赤十字病院）

高い再発リスク、負担減

肝臓がんは臓器の内部から発生する「原発性」が大半を占める。C型を中心としたウイルスの持続感染による慢性肝炎や肝硬変が主な原因だが、近年は脂肪肝やアルコール摂取など、生活習慣病に起因する患者も増えている。

東京大病院（東京・文京）

の國土典宏教授によると、①切除②ラジオ波焼灼（し）③化学塞栓（そくせん）療法④肝動脈化学塞栓（そくせん）療法⑤三大治療法で、それぞれ全体の3割ずつを占める。

実施している。12年4月には保険適用が認められた。國土教授は「がんが進行している場合のほか、血管が巻き込まれているなどの厳しい条件の患者でも安全性を高められる」と話す。手術中の肝臓を映し出せるナビゲーションシステムの開発も進んでいるという。

肝臓がんは他の部位と比べて診断から5年後に生存している割合（5年生存率）が低い。原因となるウイルス性肝炎や生活習慣病の予防・改善に加え、退院後のケア態勢が病院の実力を測る指標となりそうだ。

予防医学では健康増進を1次予防、早期発見・早期治療を2次予防と呼ぶ。ウイルス性肝炎から肝臓がんへの進展を阻止する治療は「1・5次予防」として重要視されている。

九州医療センターの高見裕子・肝臓腫瘍外科長は「治療が終わった後の経過観察が重要で、遠方からでも必ず定期的に通ってもらう」と話す。

生活習慣病を患う人へのケアも重要だ。糖尿病患者の死因は肝臓がんと肝

術後ケアも重要に

硬変が上位を占めており、食生活の改善などを怠らなければ、がんになるリスクが高まる。同センターは肝臓がんと糖尿病の専門医が患者の情報を共有しているほか、誰でも無料で参加できる「肝臓病教室」で、栄養士が糖尿病の食事療法などを紹介している。

調査概要 調査は①治療患者数（診療実績）②医療の質や患者サービス（運営体制）③医療従事者の配置や医療機器などの設備（施設体制）の3つの視点で、病院選びの際に参考となる情報をインターネット上の公開データから抽出して実施した。

調査の方法

ある日の日経夕刊の一面

介護のシゴト

発症させない「1・5次予防」

物理シミュレータを規範としたRFA治療支援ロボット 物理モデルと生物学モデルの比較

臨床からの要望

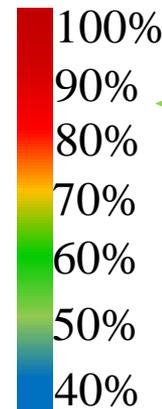
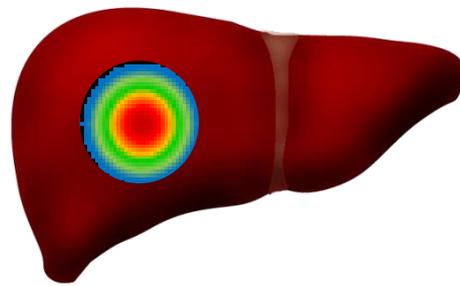
- 温度：手術をコントロールするためのパラメータ
- 壊死・凝固の状態：治療効果を評価するためのパラメータ

組織の壊死・凝固状態に基づく手術支援

実際焼灼した組織



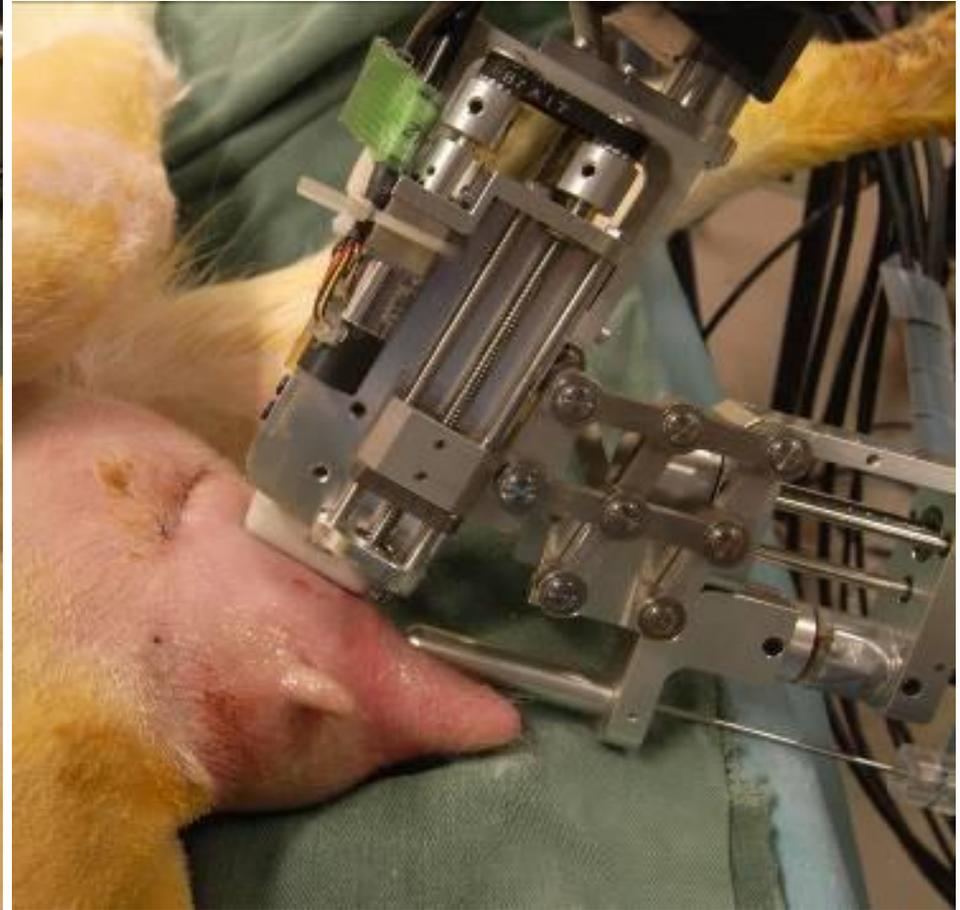
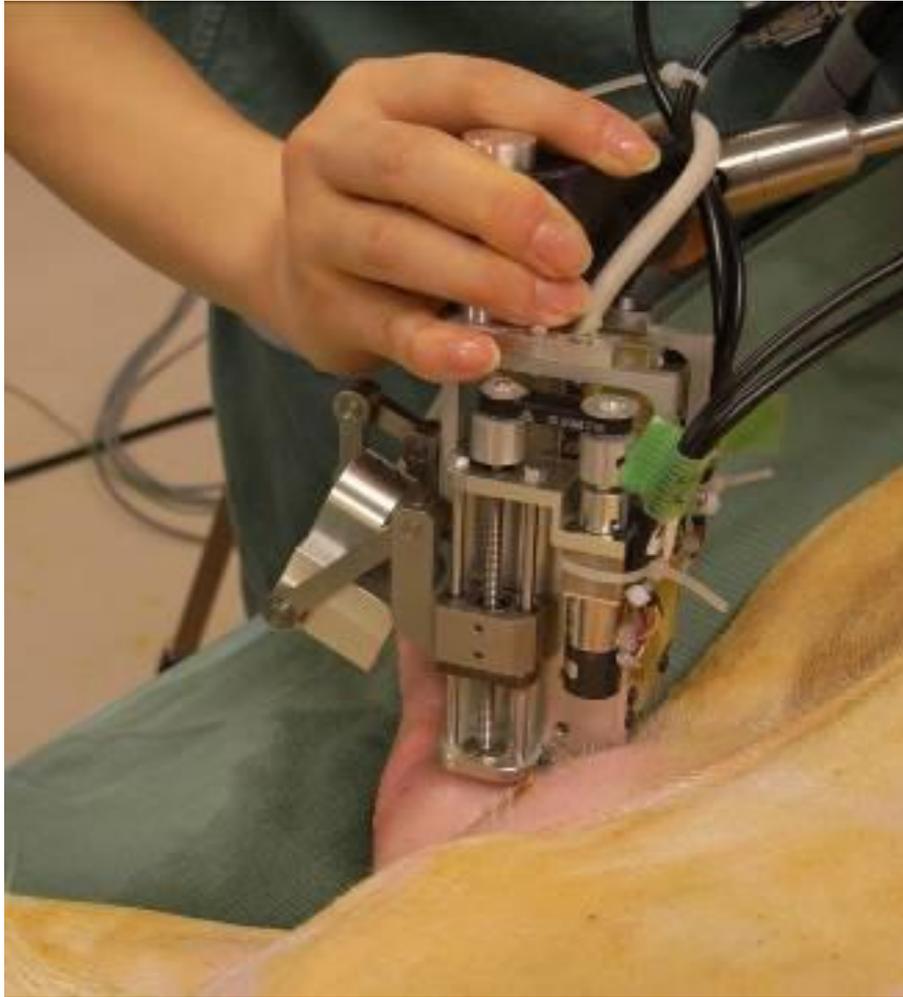
壊死・凝固シミュレータ



壊死・凝固のパーセント

- 定量的に組織の壊死・凝固状態を提示
- 定量的に治療効果を評価

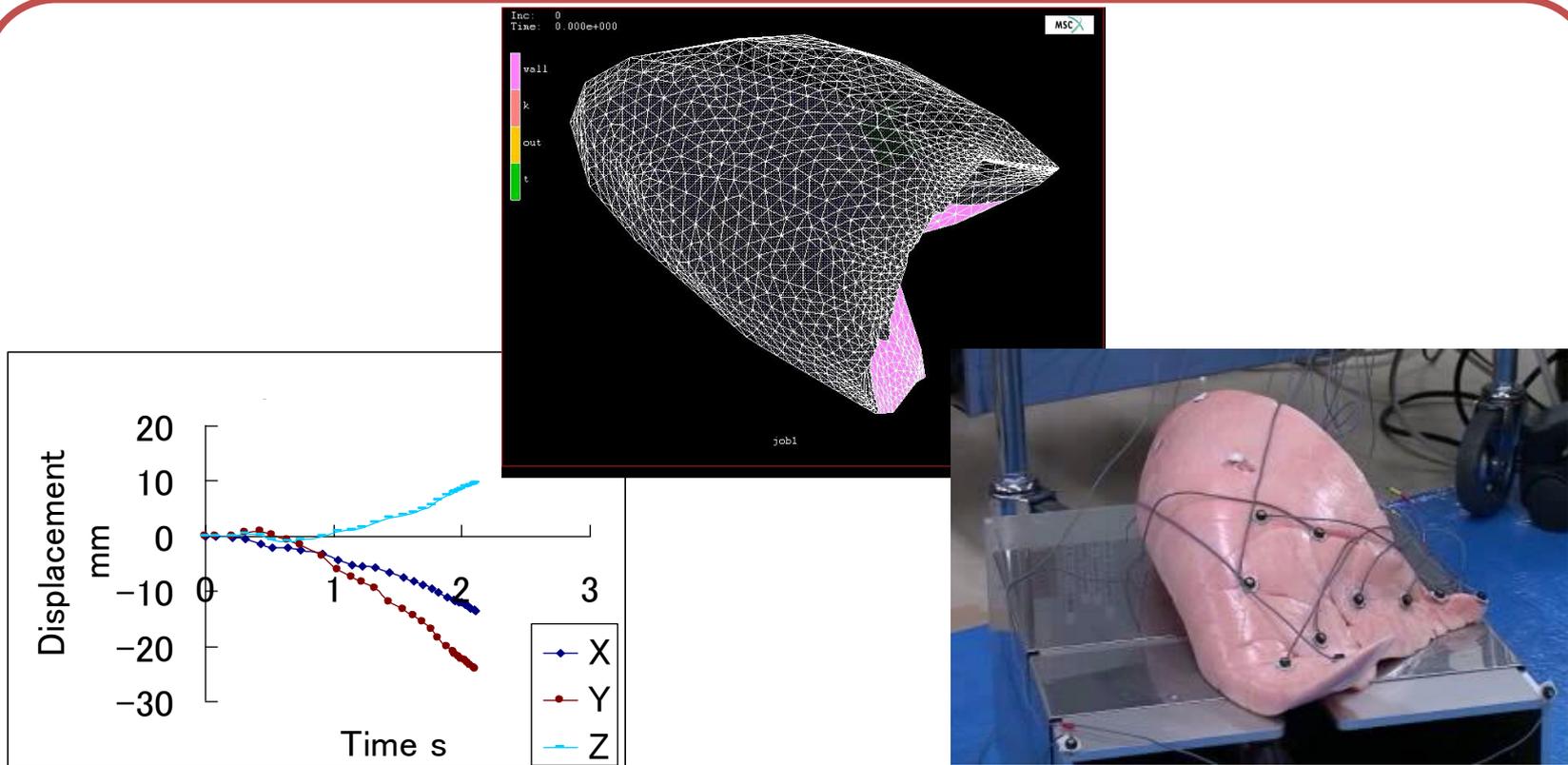
物理シミュレータを規範としたRFA治療支援ロボット 乳がん治療への応用(ヤギによる評価)



JSCAS 08, EMBC 11

測定およびシミュレーション

(肺実質は均質とする)



虚脱中のガン位置の変化

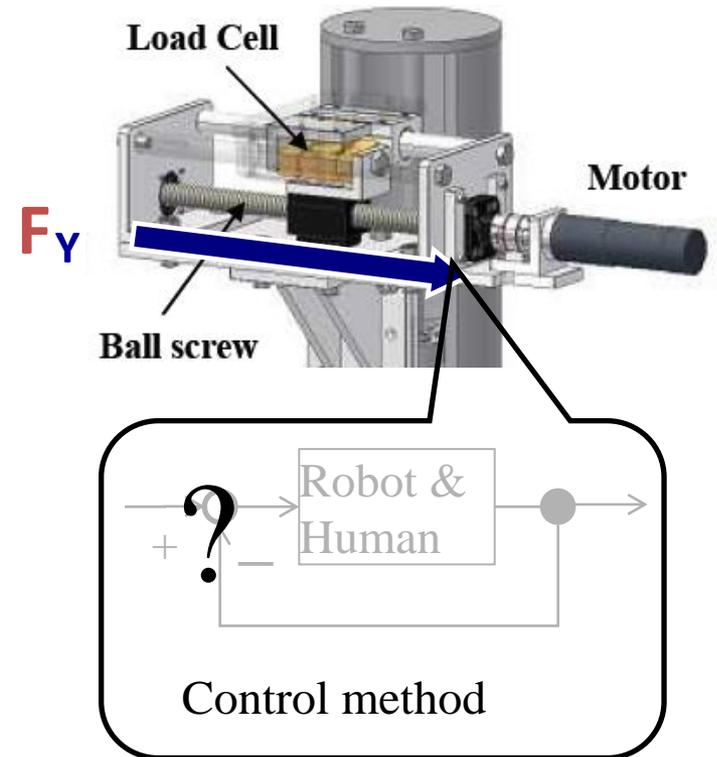
リハ中ハンドリング計測実験

- ロボット制御のためのハンドリング手法解析
 - 骨盤左右移動に着目



Video Measurement of physical therapy

都城 八日会 藤元早鈴病院



Derivation of control method

早稲田大学 人を対象とする

倫理委員会 承認 (2011-052) 18/25

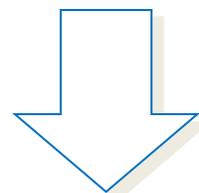
人とロボットの関係のパラダイムシフト

人間の多様性（高齢者・女性・子供, 習熟者・非習熟者など）と
変化する環境に自律的に「適合（フィッティング）」



人が機械に合わせる

「動かす」「制御する」に精一杯



機械が人に合わせる

屋外モビリティ・ロボット

- ・ 衝突回避技術・接触安全技術
- ・ 意図推定技術・姿勢安定技術

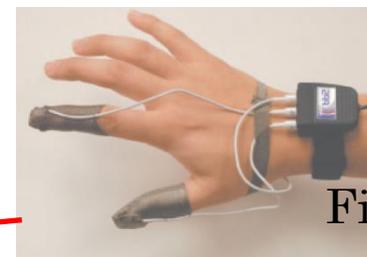
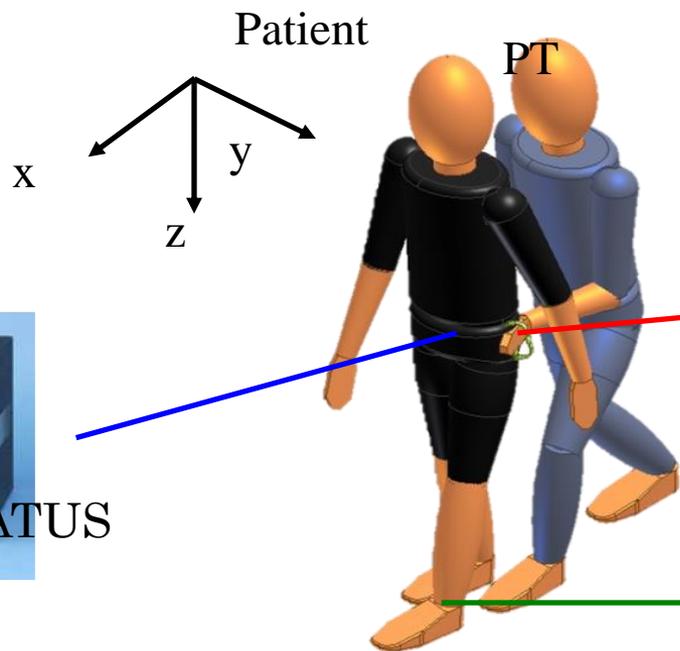


実験内容

- 被験者：片麻痺者5名(stageIV～VI)
- 歩行条件：片麻痺歩行, ハンドリング歩行(5[m])
- 計測項目

理学療法士(PT)が
患者に加える力

骨盤軌跡

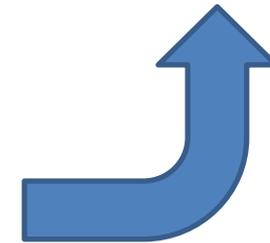
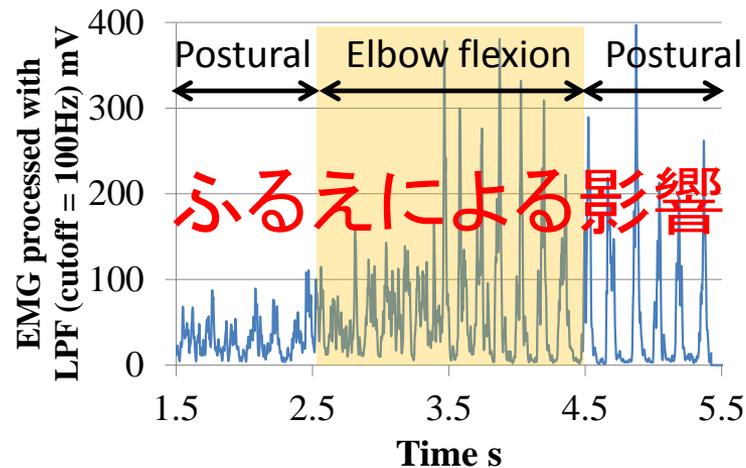
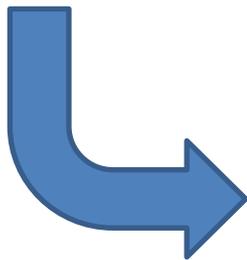
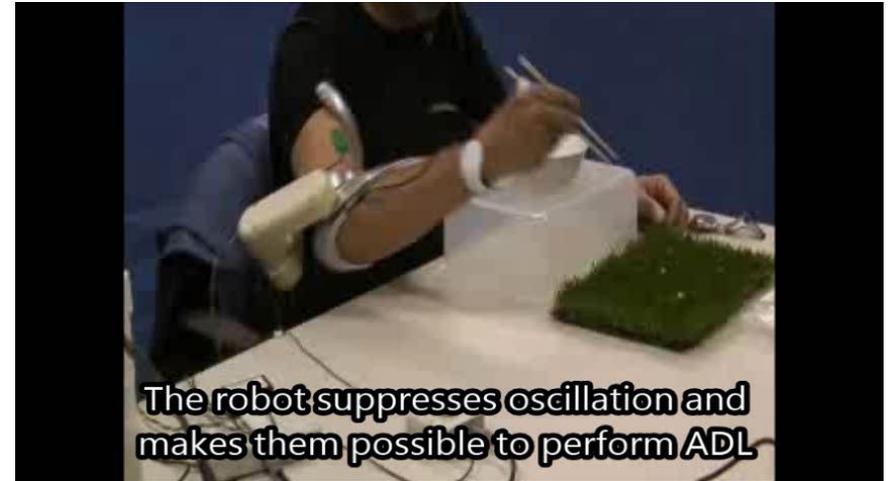
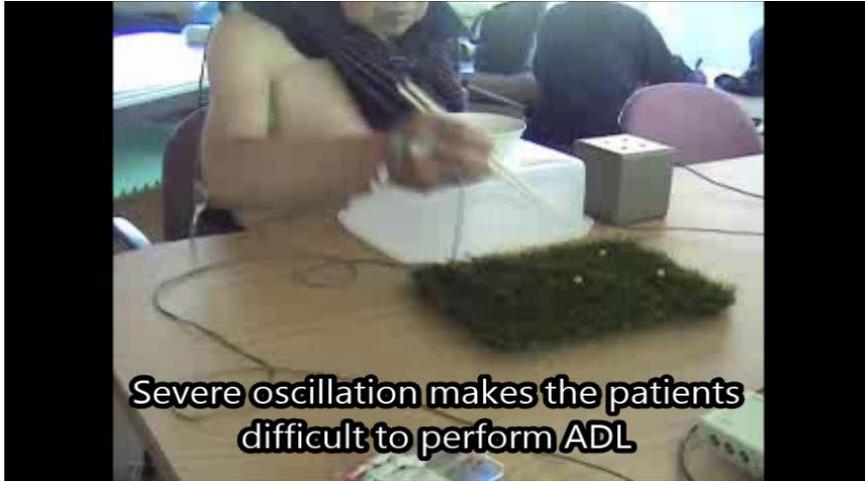


歩行相



Fixing point of measurement device

本態性震戦の典型的症状



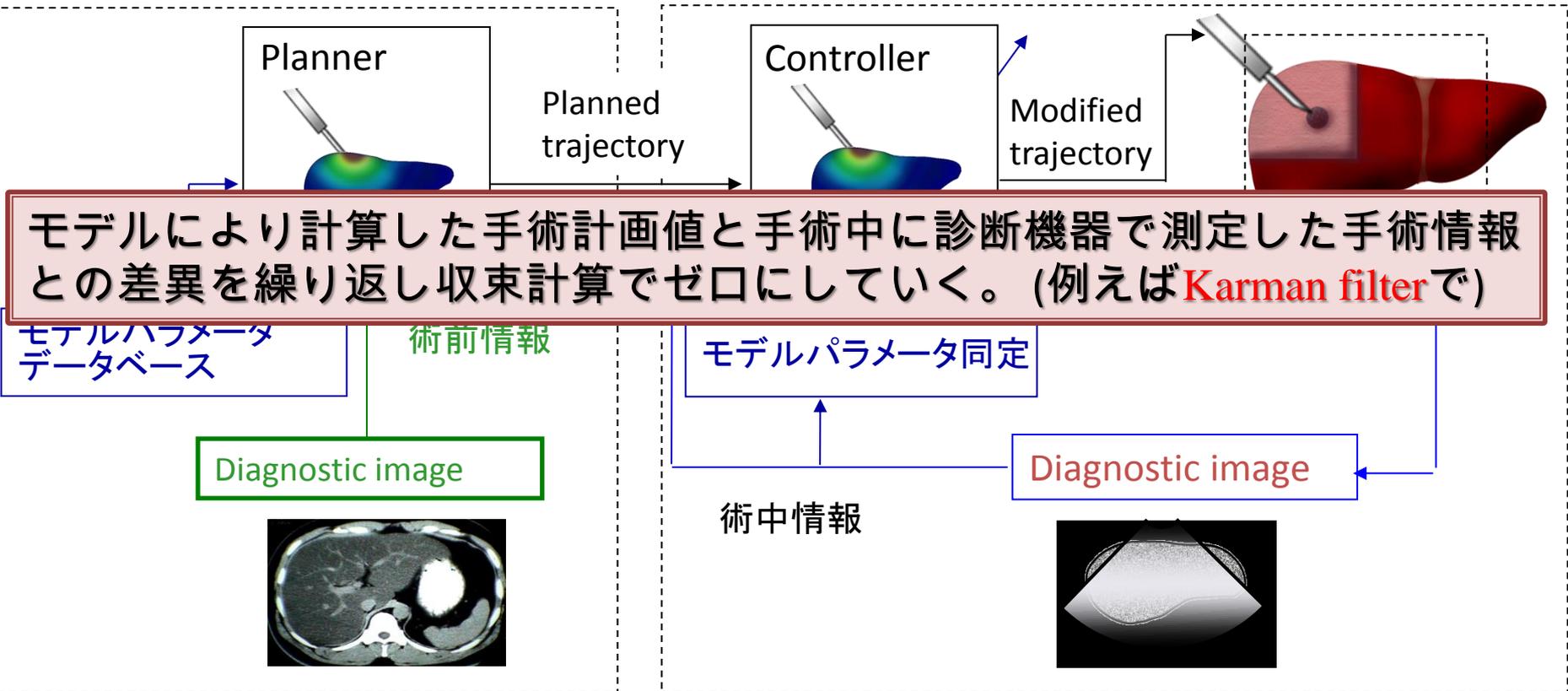
物理シミュレータを規範としたRFA治療支援ロボット 臓器モデルを規範とした手術システム

・診断画像

治療計画

・目標組織の変位
・臓器の硬さ

画の補正



術前計画

術中制御

操作性＝道具の身体化

新規性

- 「作業環境」に主眼を置いた開発から「人体特性」に主眼を置いた開発へのパラダイムシフト

✓ 筋骨格や認知特性の人体モデルに合わせて構造・制御を最適化

優れている点

- 操作者の能力を最大限活用
- 多様な環境に適応可能

研究開発実績

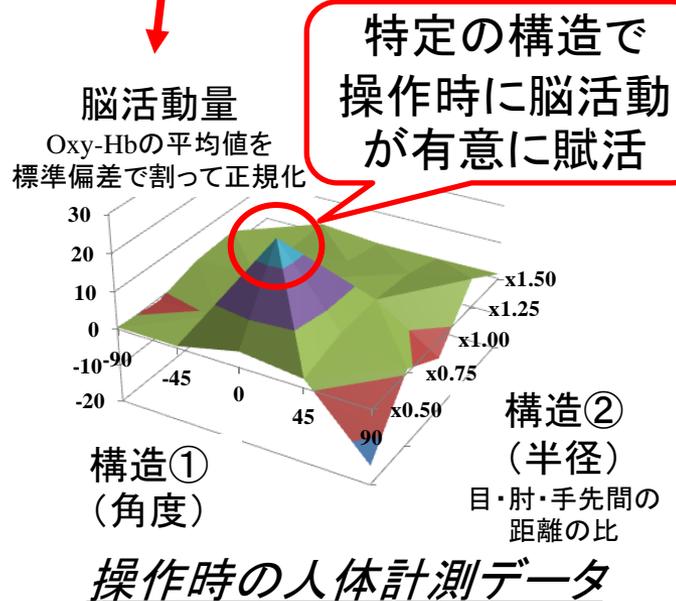
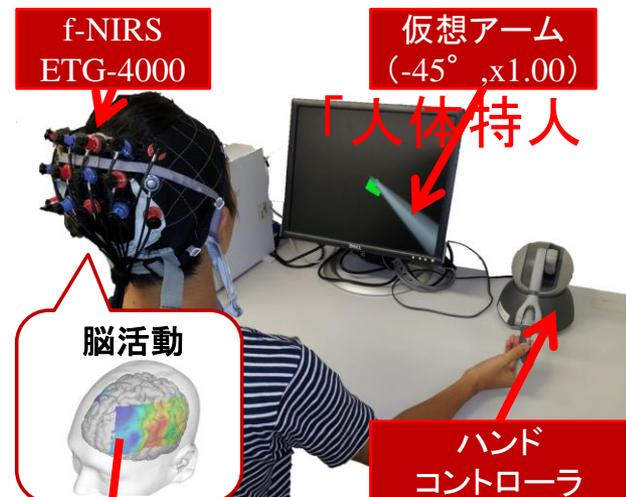
- 人体計測・モデリング技術
- マスタ・スレーブによる身体拡張技術

インフラ維持管理
ロボット

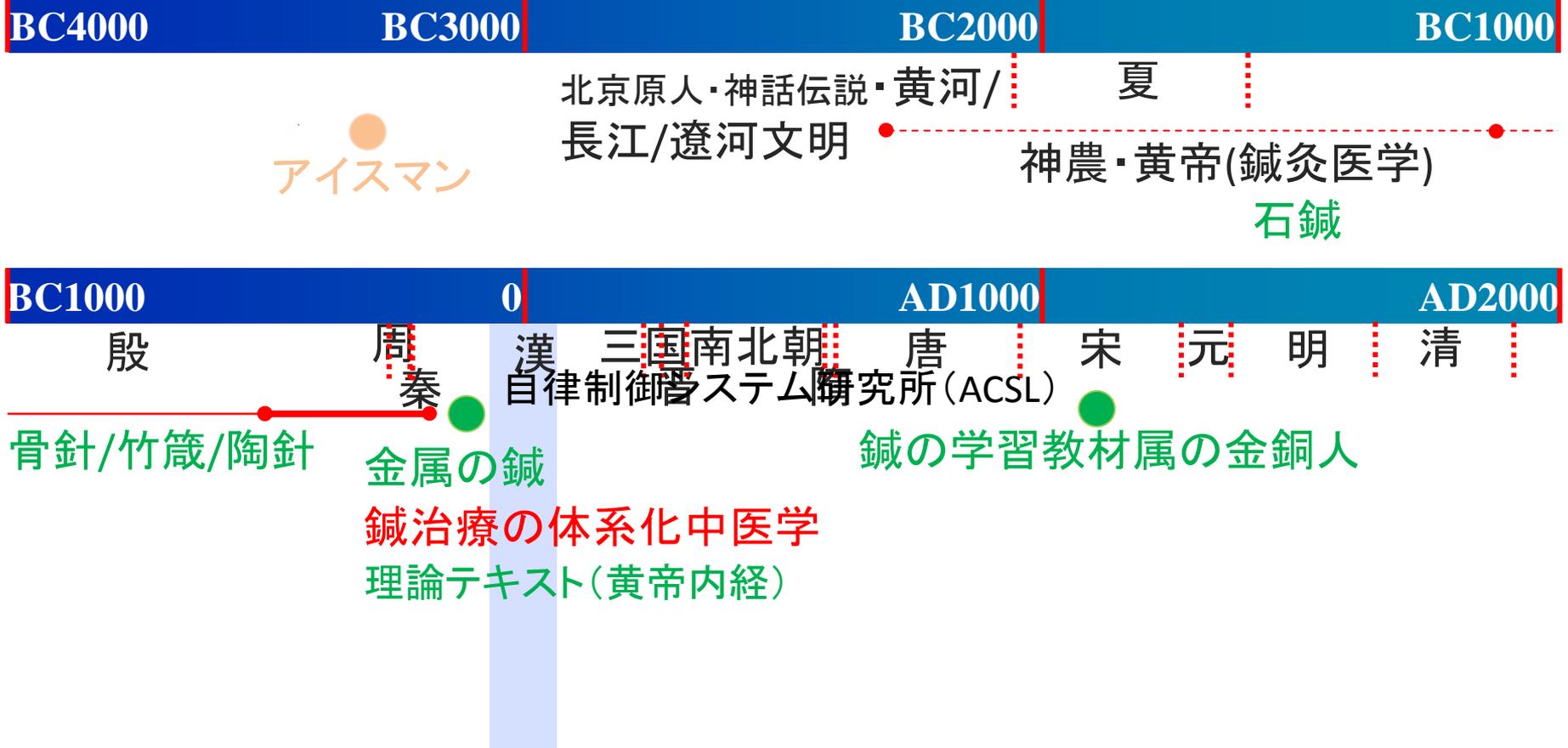
手術支援
ロボット

特殊な作業のために操作者の
身体機能を拡張する点で共通

介護のシゴト



鍼灸治療の歴史



パーキンソン病患者にサルの脳細胞(20世紀末)
→ES細胞をパーキンソンのサルの脳細胞に(~2013)→iPS細胞を人間に?(2015~17)