



高齢社会を支える 人間と接するロボット の研究開発

羅 志偉
神戸大学

自然科学系先端融合研究環 教授



講演の流れ

- 健康ルネサンス時代の到来
- 研究開発体制の体系化
- 健康・介護用ロボットの体系化
- 未来の健康社会づくり

2

講演の流れ

- 健康ルネサンス時代の到来
- 研究開発体制の体系化
- 健康・介護用ロボットの体系化
- 未来の健康社会づくり

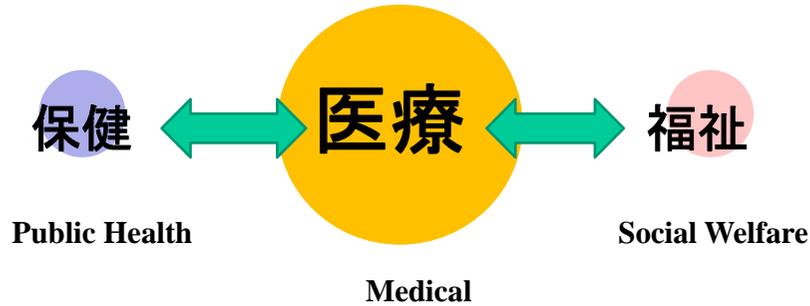
3

健康ルネサンス時代の 到来

価値観、生活、健康文化、健康社会構造、
経済、技術、サービス、街などの生活環境

4

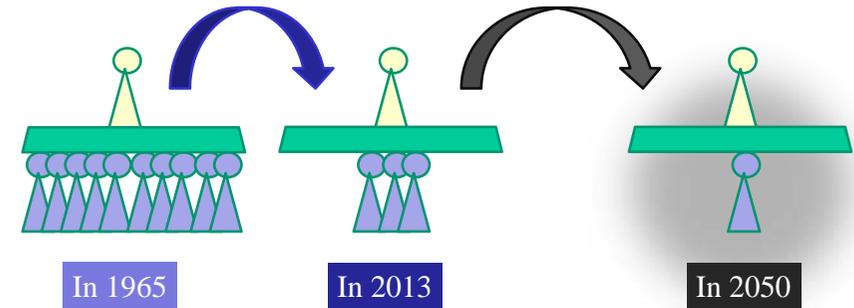
健康産業振興の必要性



平均寿命ー健康寿命: >10年
急激な人口減少: >20万人/毎年
都市型高齢化: >50%/10年間

高齢社会に対する価値観の提案

Passive Thinking of Aging Society



6

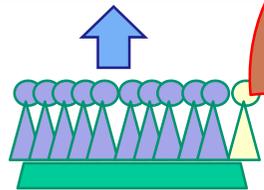
Active Thinking of Aging Society

Food? Rich?
Enjoy life?

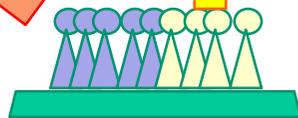
Environment?
Energy?
Human?

Health?

New Engineering
for health?
Reduce pressure
to environment?



In 1965

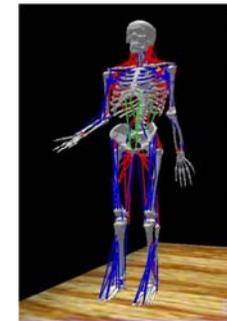
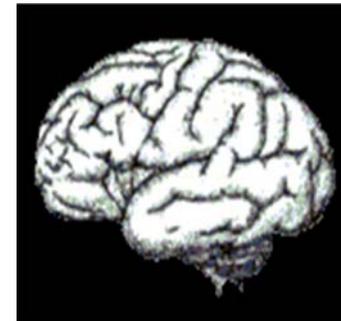


In 2050

7

高齢者・高齢社会の健康問題

認知機能・運動機能の
低下と障害 (個人も社会も)



成長戦略特命委員会 講師講演一覧

- 2月26日(金) 内閣官房国家戦略室
経済産業省産業政策局産業種
- 3月4日(木) 内閣府・総合科学技術会議
- 3月5日(金) ATカーニー日本代表 梅沢
- 3月9日(火) モルガン・スタンレー証券
- 3月10日(水) 日本経済新聞社論説委員
- 3月12日(金) 神戸大学教授 羅志偉 氏
- 3月17日(水) コマツ代表取締役会長 坂根正弘 氏
- 3月18日(木) 日本製薬工業協会会長・第一三共代表取締役社長・CEO
庄田隆 氏
- 3月25日(木) 慶応義塾大学教授 米田 雅子 氏
- 3月26日(金) 新日本製鐵代表取締役会長・日本プロジェクト産業協議会会長
三村明夫 氏
- 3月26日(金) 欧州委員会経済金融総局国際経済金融問題担当局長
ピーター・ベックス 氏
- 3月30日(火) 京都大学教授 山中伸弥 氏
- 3月30日(火) 帝人㈱代表取締役社長 大八木成男 氏



社会・行政への提言

日刊工業新聞 2012年7月12日

日本再生戦略

iPS だけではない!!

医療にかかわるロボット技術

da Vinci(ダ・ヴィンチ)だけでもない!!



外科手術別のロボット市販品例

★Navigation systems for neurosurgery, orthopedics, maxillofacial surgery:

StealthStation (Medtronic), VectorVision (BrainLab), Surgetics (Praxim), Navigation System (Stryker), OrthoPilot (Aesculap), Galileo (PI Systems), InstaTrack (GEMS), Acustar (Z-Cat)...

★ Neurosurgery / Microscope holder: Surgiscope (ISIS), MKM (Zeiss*)

★ Neurosurgery / Robot: Neuromate (Schaerer-Mayfield)

★ Orthopedics: ROBODOC (ISS*), ACROBOT (Acrobot Ltd), MARS/Smart Assist (Mazor Surgical Technologies), BRIGIT(MedTech/Zimmer)

★ MIS: **Da Vinci** (Intuitive Surgical), ZEUS (Computer Motion**), EndoVia Medical

★ Endoscope holders: AESOP (Computer Motion**), EndoAssist (Armstrong Healthcare), Lapman (Medsys)

★ Radiotherapy: Cyberknife (Accuray)

★ Tele-echography: Othello (LVR / Robosoft)

新産業創成へ

▽…高齢者の健康、福祉対策は「医療、とくに先端医療といった高度なものを考えすぎ」と語る

▽…「高齢化社会を巡る議論は後ろ向きになりがち」だが、全面支援でなく「自律補助、病気の予知、予防といった観点からの高齢者関連製品・サービスならもつとあるはず」と、新産業創成へのチャンスを強調。

（神戸）

「介護や日常生活でちょ

っ」と支援すれば自律していける高齢者は、先端医療が必要な高齢者の数十倍、100倍おられる」というもの。

▽…「高齢化社会を巡る議論は後ろ向きになりがち」だが、全面支援でなく「自律補助、病気の予知、予防といった観点からの高齢者関連製品・サービスならもつとあるはず」と、新産業創成へのチャンス



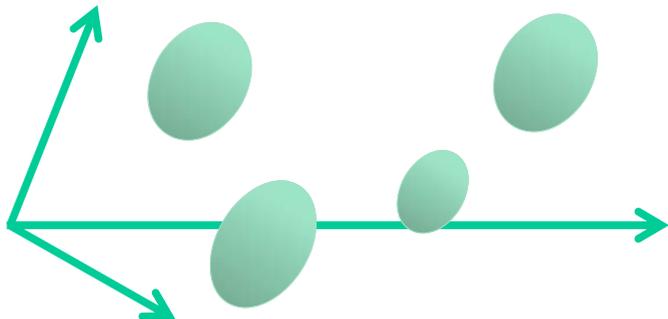
羅さん
「自律補助、面支援でなく

講演の流れ

- 健康ルネサンス時代の到来
- 研究開発体制の体系化
- 健康・介護用ロボットの体系化
- 未来の健康社会づくり

研究開発の体系化

軸、関係、構造、目的



美しい自然に囲まれている神戸



阪神淡路大地震 — 大震災



神戸医療産業都市とは
Kobe Life Science Cluster



超少子高齢化における健康産業イノベーション

健康関連企業群

リハビリ関連病院

大学・研究機関

評価機関

問題だらけ

- 定義は？
- どのような基準で認定する？
- 誰が使うの？どこで使うの？
- 大丈夫？健康への副作用は？
- 買えるの？うまく付き合えるの？楽になるの？
- どういう技術が必要？市場はある？
- どのように開発して製品まで完成する？
- 臨床評価やメンテナンスはどうする？
- リスクは？ 商売になる？ 経済効果は？



講演の流れ

- 健康ルネサンス時代の到来
- 研究開発体制の体系化
- 健康・介護用ロボットの体系化
- 未来の健康社会づくり

22

健康・介護支援用ロボットの体系化

23

工学技術の軸

- | | |
|------------|-----------------------------------|
| 計測技術 | ・ 近赤外光計測、BioMEMSセンサー |
| 材料技術 | ・ 生体適合材料、3Dプリンター |
| デバイス技術 | ・ 低侵襲生体内計測・手術デバイス |
| システム技術 | ・ 生体統合モデリング、最適化 |
| シミュレーション技術 | ・ 没入型3Dシミュレーション |
| I/O技術 | ・ 複合バーチャルリアリティ、BMI |
| ロボット技術 | ・ 介護支援、義肢、手術ロボット、リハビリテーション |
| 情報技術 | ・ 可視化、メディア処理、ウェアラブル超並列数値計算、データベース |

24

ロボティクスの体系化

工学:

機械工学
電気工学
電子工学
センシング
システム制御
人工知能
計算機工学
プログラミング
シミュレーション
ネットワーク通信

ロボット工学

運動学、動力学、
計測、制御
ヒューマンI/O
実応用

生物学:

生体力学
神経科学
脳科学
認知科学
心理学
生態学
生体計測

多次元数学

線形代数、微分方程式など

古典力学

剛体力学、解析力学など

ロボット技術体系化の軸

- * 工学的に分類(空間的)
- * 歴史的に分類(時間的)
- * 医療フロー的、医師の視点から
- * 患者の健康レベル
- * 生活レベル
- * 社会サービス
- * 機能、* 効果

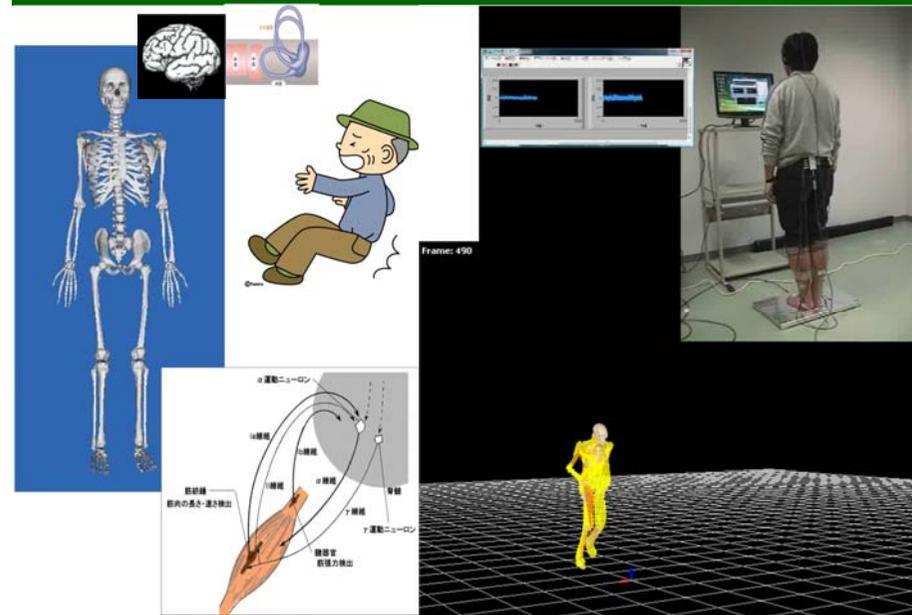
健康度の軸

- 健康管理・増進
- 疾病の予知・予防
- 介護支援
- リハビリテーション
- 社会福祉・社会参加支援

業務フローの軸

- 検査・診断:
超微量検査、画像、映像、可視化、モデリング
- 手術・治療:
定位、ナビゲーション、手術訓練、低侵襲
- 回復・訓練:
脳神経系、上肢動作、歩行、全身動作
- 日常生活支援:
義肢、福祉用具、介護
- 予知・予防: スマートセンサ、ICT、健康教育

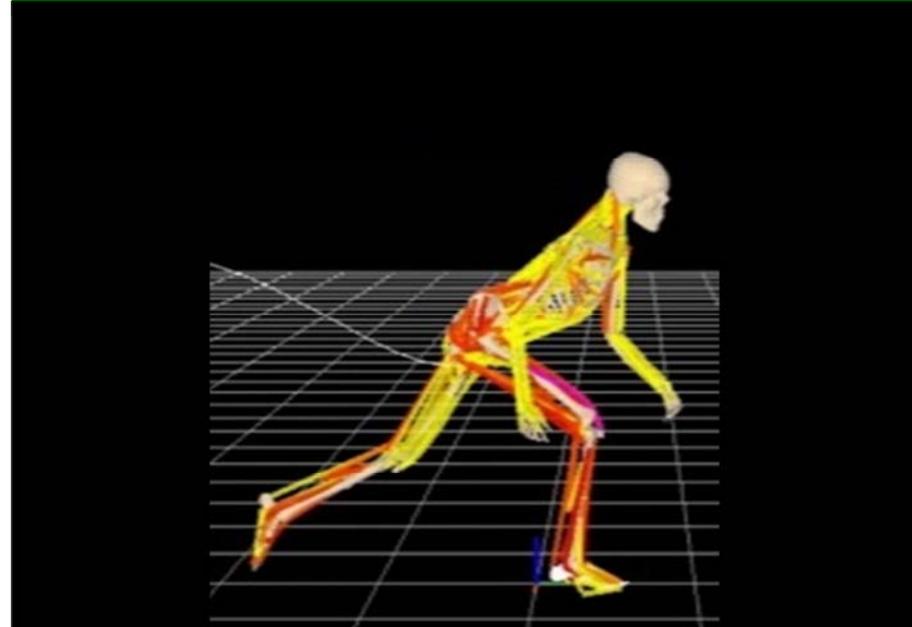
①検査・診断



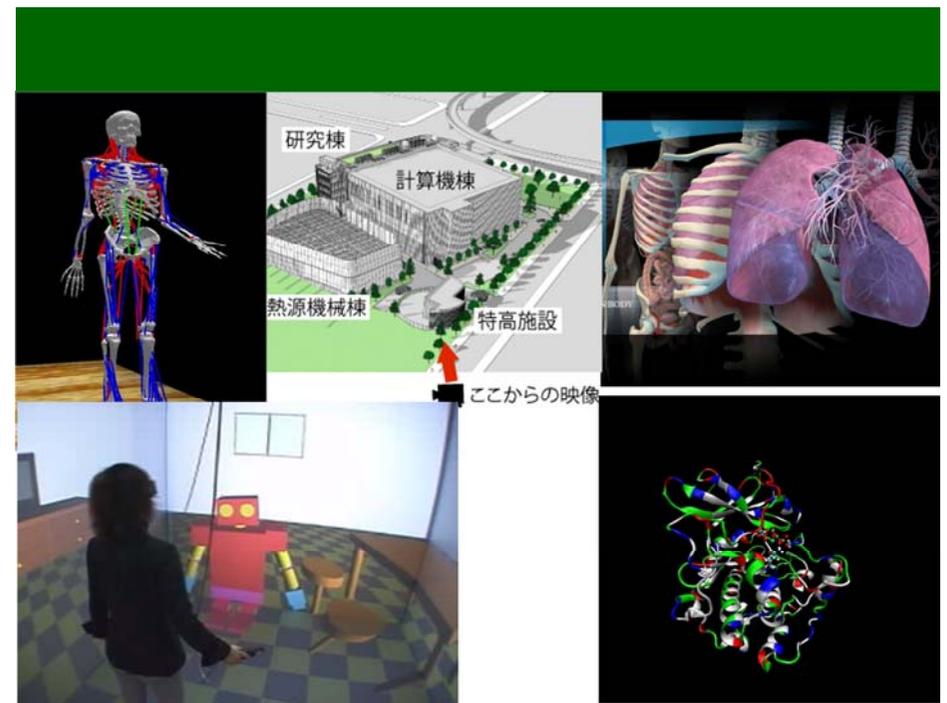
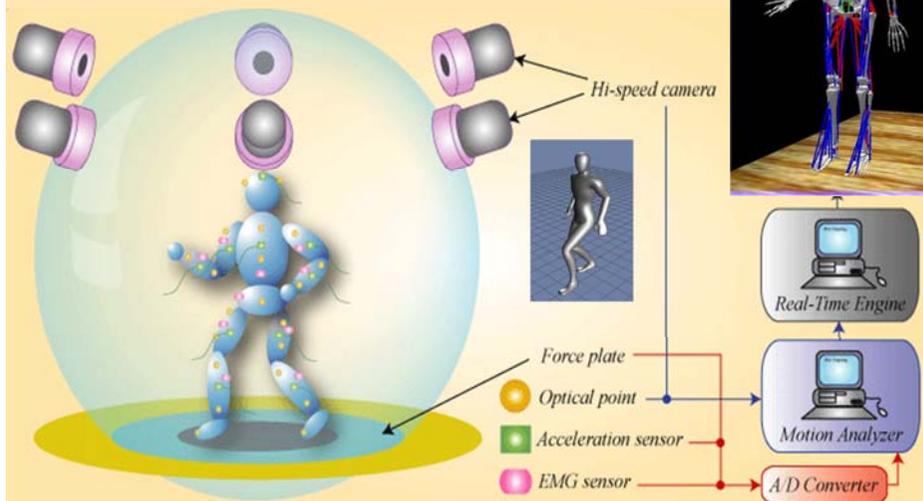
運動計測実験の一例



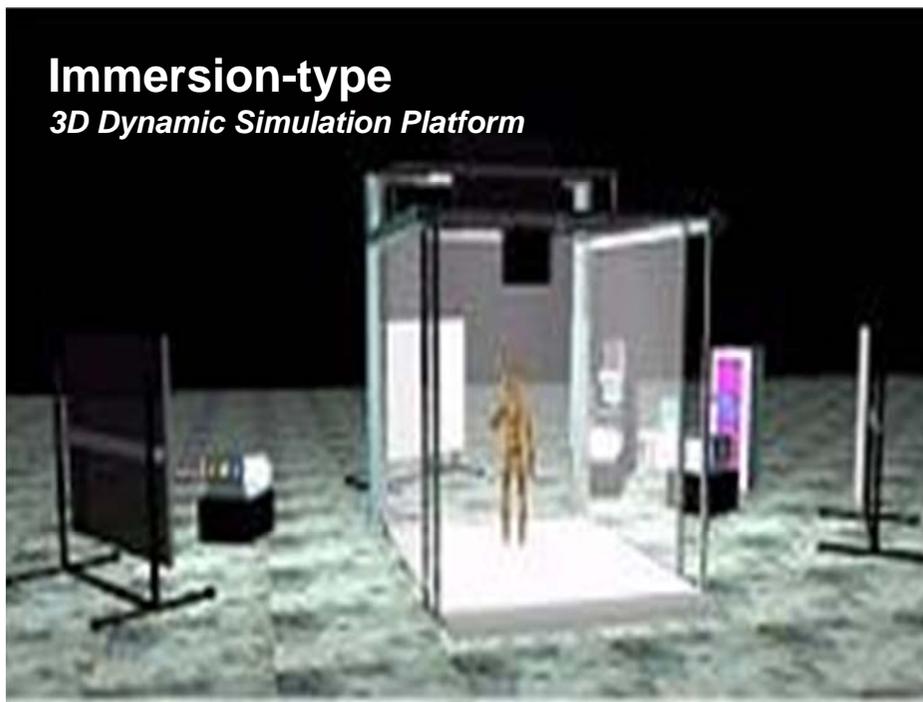
動力学解析結果の一例



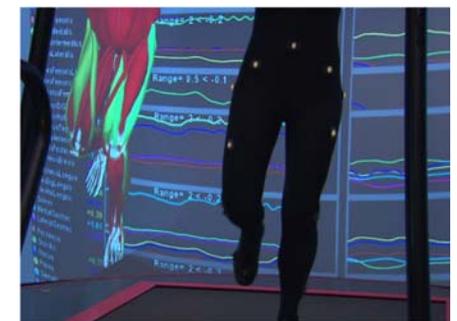
Dynamic Human Motion Analysis Platform



Immersion-type 3D Dynamic Simulation Platform



リアルタイム身体運動計測と解析



全身筋骨格系モデルとの相互作用



日常生活における高次脳機能評価技術



日本経済新聞

VR技術を用いた高次脳機能評価



敬老の日 2013/9/16

デイサービス最新事情



健康・医療にかかわるロボット技術

②手術・治療

シミュレーション結果

藤野整形外科医院

やさしさと 医療を科学する...
MINATO



④ リハビリ

リハビリテーション

■ PT ?

■ OT ?

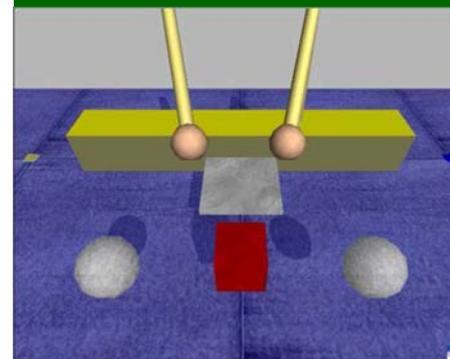


ロボットによるリハビリの理想形

■ うごかす ?

■ うながす ?

企業、病院と大学の共同研究



ずばる すばる医療・福祉グループ 医療法人 康健会
西記念 ポートアイランドリハビリテーション
リハビリテーション科・内科・循環器内科・脳神経内科・消化器内科・放射線科

体力訓練から歩行・走行機能訓練へ



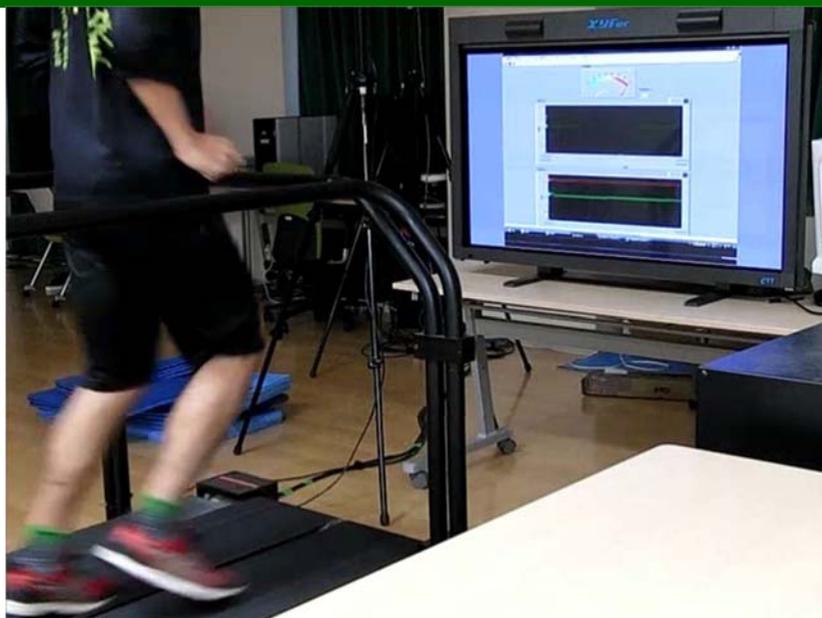
49



体力訓練から歩行・走行機能訓練へ



体力訓練から歩行・走行機能訓練へ



健康・医療にかかわるロボット技術

⑤ 予知・予防

外科医療にかかわるロボット技術の開発課題

■ 予知・予防:

スマートセンサ、ICT、健康教育

- ・MEMS技術と無線技術を活用した
携帯型、装着型生体センサ
- ・元気予測・予報、モニタリング
- ・健康訓練・評価、健康生活指導、健康食品

電子化母子手帳

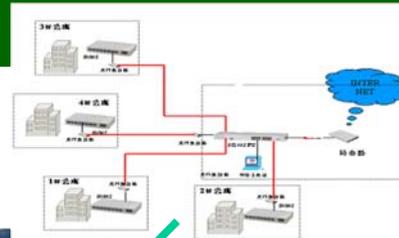
六甲アイランド甲南病院



元気予報サービス



Health
Sensors



MEMS

Wireless
Communication

VLSI



講演の流れ

- 健康ルネサンス時代の到来
- 研究開発体制の体系化
- 健康・介護用ロボットの体系化
- 未来の健康社会づくり

健康ルネサンス が作り上げる 未来社会

57

未来の健康社会

1. 「診断」より「**予知 Prediction**」
2. 「治療」より「**予防 Prevent**」
3. 「動かす:うごかす」より
「**促す:うながす Promote**」

技術集約型——>地域分散型

健康産業の体系化へ

医療・健康・福祉現場・産・官の 挙動体制構築

- ・基準、設計、製作、
評価、認証、現場導入、利用、
調整、リスク管理・・・
- 支援とは何か？ **動かす**より**促す**
安全性・親和性・プライバシー？

体系化:分類から連携へ

- 検査・診断:
↑↓ 画像、映像、可視化、モデリング
- 手術:
↑↓ 定位、ナビゲーション、手術訓練、低侵襲
- 回復・訓練:
↑↓ 脳神経系、上肢動作、歩行、全身動作
- 日常生活:
↑↓ 義肢、福祉用具、介護
- 予知・予防:スマートセンサ、ICT、健康教育

高齢社会の健康問題

工学 ↔ 生物学・医学

身体運動機能 身体生理機能
脳神経機能



医工連携の枠を超えて

健康とは？ 支援の本質は？

WHOへの提案

健康の定義について: 「状態」としての「健康」から
「動的プロセス」としての「健康」へ



62

外科医療にかかわるロボット技術

でも、やはり

da Vinci (ダ・ヴィンチ) だけ
である！！



外科医療にかかわるロボット技術

でも、やはり

da Vinci (ダ・ヴィンチ) だけ
である！！

1. 患者の苦痛軽減、
2. 出血量抑制
3. 患者の回復が早い...



——患者中心の技術の社会接地



友だち
ロボットが
やっつけてくる

羅志偉
Leo Zhiveli

みんなのまわりロボットがくる未来

くもん出版

小学校6年生
国語
推薦図書