

## 「スマートライフケア共創工房の取り組み」

柴田 智広 (九州工業大学大学院生命体工学研究科)



### 1. はじめに

私が医療介護の分野、特に介護分野で行っている活動は、インクルーシブデザインとオーバーラップしているところがありますので、ぜひお聞きいただければと思います。

私の所属はいろいろあって、九州工業大学のスマートライフケア社会創造ユニットの代表を務めています。それから、北九州市は高齢化率が政令指定都市の中で最も高いので、国家戦略特区で介護ロボットを現場に導入して実証する仕事も行っています。

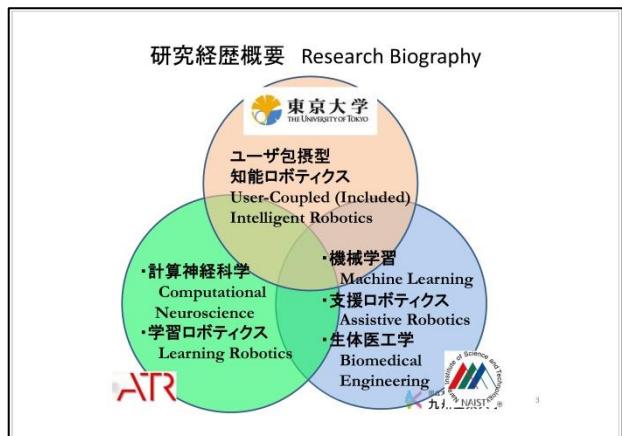


Slide 1

実は私は、自分のことを動機に研究していることが多いです。Slide 1 は、2019年12月に国際ロボット展で展示した着衣介助ロボットです。幸いにもマスコミにかなり取り上げてもらいました。現在の技術は、カメラ1個あれば、何人いても人のモーション

をキャプチャーできます。私は社会実装に取り組んでいるのですが、こうしたロボット系が一番難しいです。アプリ系は比較的容易ですが、高価なロボットを簡単に導入できることはありません。ロボットを完全に自動化して、介護士が見ていてもいいようにして、広い介護施設に1台置くような方法しか実現しようがないだろうと思って研究を進めています。

さて、私は東京大学の出身ですが、先端研で講演させていただくのは初めてだと思います。熊谷先生とご縁があり、このシンポジウムに呼んでいただけて光栄です。大学院ではユーザ包摂型知能ロボティクスといわれるものを研究していたので、簡単に紹介します。それから、私は脳科学研究を真剣に行つた後、機械学習や支援ロボティクスに移ったので、なぜ私が支援ロボティクスを出口にしているのか、後ほど紹介いたします。

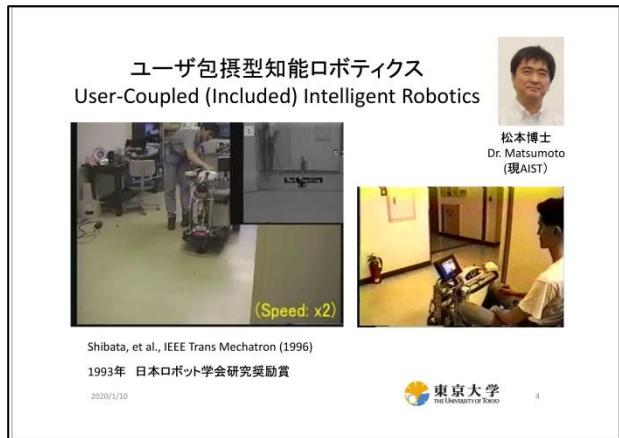


Slide 2

### 2. ユーザ包摂型知能ロボティクス

Slide 3 は 1992 から 93 年ごろの仕事なのですが、現在は産総研柏センターにいらっしゃる松本先生とチームを組んで研究していました。当時のコンピュータはとても遅く、Linux という OS をフロッピーディスク数十枚でインストールするという時代でしたが、このように何となく自動運転っぽいことができました。なぜできたかというと、右側の写真を見ていただくと、私がこのシニアカーに乗って、何を見

て、どう動けばいいかをいちいち指示しているのです。ユーザがループに入ったので当時これぐらいのことができました。こうした人間のスキルや知識をロボットにどうトランスファーするのかということを、今はもっと賢い方法で研究し続けています。



Slide 3

Slide 4 は 1995 年当時の東大浅野キャンパスですけれども、既に外を歩いたりしていました。右側の写真のように、ボタンを押したりせず、音声だけでロボットを指示するようなこともしていました。



Slide 4

この時代はいろいろ苦闘していましたが、今は自動運転が花盛りで、いい時代になってきました。やはり人間とロボットのインタラクション、どこまで自律的にして、どこまで人間が介入するかということが重要な課題となっていて、それは学術的にはシェアードオートノミーといわれています。

### 3. スマートライフケアへの参入

さて、私がなぜライフケア分野に入ってきたかというと、完全に個人的な理由です (Slide 5)。私が脳研究の分野に入った途端に、母がパーキンソン病になってしまったのです。私は一人っ子で介護する必要があったので、ずっと介護をしているうちにさまざまな困難に遭いました。さまざまな介護施設や老健施設も体験しましたし、すぐ近くで独居してもらうことも試しましたが、年に 2 回ぐらい救急車で運ばれていました。これは困ったということで、今は近くの施設に入ってもらっています。



Slide 5

10 年ぐらい前からとても素晴らしい IT 技術が出てきたのに、全然現場に入っていないのです。中小企業から大企業まで回りましたが、皆さんやる気がないのです。もうからないことはしないからです。そこで、大学でできることを始めたというのがきっかけでした。

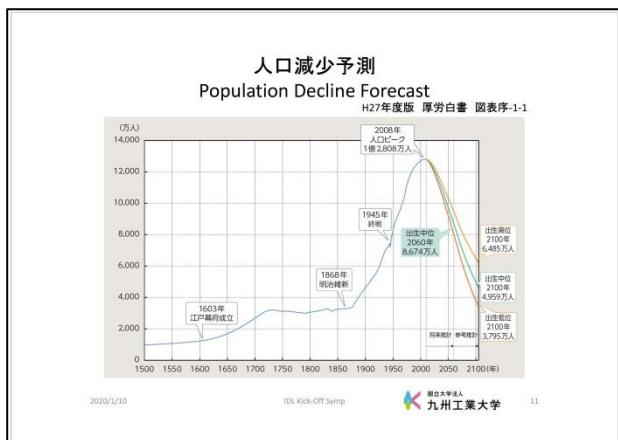


Slide 6

先ほどの着衣介助ロボットも、実は完全に個人的な理由に由来します (Slide 6)。母がベッドから落ちて肩の骨を折り、肩の可動範囲が狭くなってしまいました。そうすると服を着られないので、ロボットで服を着せる研究を始めることにしました。布のハンドリングは、人間と布が接触しながら動くので非常に難しい課題で、科学研究費を頂きながらずっと研究を進めています。

#### 4. 先進的介護イノベーションにおける困難

Slide 7 は人口減少予測の図です。これからすごい勢いで江戸時代の人口に迫っていきます。全分野で人がいなくなるので、研究室も学生の数が減るわけですから、一人一人の価値が非常に上がっていくと思いますが、大変な時代です。



Slide 7

医療介護的な面からいえば、Slide 8 のようにさまざまな方策を取る必要があります。今回のシンポジウムでいえば、障害者、女性、LGBT、外国人といった方々の就労支援は徹底的にやっていく必要があります。われわれ学者の立場では、IoT やロボットなどの先進的な技術を使って、先進的な医療・介護・福祉のイノベーションを起こさなければなりません。

超高齢社会人口減少社会への対策  
Measures for a Super-Aging Society  
with the Declining Population

- ・予防医療  
Preventive medicine
- ・介護予防  
Care prevention
- ・認知症対策  
Dementia measures
- ・医療・介護従事者負担予防  
Prevention of medical / care worker burden
- ・女性、LGBT、障がい者、外国人の就労に対する合理的配慮  
Reasonable accommodation for employment of women, LGBT, people with disabilities and foreigners
- ・コンパクトシティ化を含む新たな町づくり  
New town planning with the city being compact

IoTやロボット技術  
など  
先進的技術

2020/1/10 IDL Kick-Off Symp 九州工業大学 12

Slide 8

この手のイノベーションの困難は、コスト、リスク、メリットのバランスを取らなければならないことです (Slide 9)。バランスは各人によって見方は違いますが、ロボットを導入しようとしてもとにかくコストがかかります。それから、「ロボットは遅い」「私はロボットの面倒まで見たくない」ということもよく言われますので、現状は非常に難しい状況です。最近、マッスルスーツの安いものが家電量販店でも売られていますが、あれが 14 万円ぐらいになって、月 1000 台ぐらいの勢いで売れているそうですので、彼らの将来を非常に楽しみにしています。

先進的介護イノベーションにおける困難  
Difficulties in Advanced Care Innovation

細分化しているニーズ  
Segmented needs

- ・マーケットが細分化される  
Market segmentation
- ・現場と共に創する人材育成・雇用方法が未開発  
Undeveloped human resource development and employment methods that co-creates in the field

即時の効用判断が困難  
Difficulty in determining immediate utility

- ・長期利用で効用が明確化  
Utility becomes clear after use

2020/1/10 IDL Kick-Off

Slide 9

難しい理由をもう少し分析すると、ニーズが細分化していることが挙げられます。すなわち、障害者一人一人も全く違いますし、パーキンソン一つ取っても皆さん全然違います。ニーズが違うから、マスプロダクションを導入できないのです。そして、現場と共に創する人材を育成する方法もないし、雇用する人もほとんどいません。すなわち、技術があつて

現場があるのだけれども、間にものすごく泥臭い作業が必要なのです。しかし、そこに人がいないし、お金も付かないので大変困っています。これは多分、先生方も同じようなことを経験されると思います。そして、即時効用の判断が難しいのです。目の前ですぐに分かることしか皆さん喜びません。しかし、研究や教育は長期です。それができないので、なかなか導入が進みません。

仕方がないので、私がずっと行っているのは、まずコミュニティを作ることです。ですので、今回このように皆さんの活動に交ぜていただいたことは大変ありがとうございます。

## 5. スマートライフケア共創工房における取り組み

そのコミュニティをインクルードして、アイデアからプロトタイピング、そして今後しっかりとしていくのは実証評価です (Slide 10)。大学ではよくハッカソン (アイデアソン) をして、花火を打ち上げて終わりですが、最後まで持っていくのは大変難しいのです。そのためには評価をきちんとななければなりません。



Slide 10

そこで、われわれは実際、ロボットハッカソンを行いました。このときは介護施設側から介護士、経営者、理学療法士、作業療法士の皆さんに来ていたので、アイデアをたくさん出し、1日でロボットを造るので、1日でできそうなものを選んで行いました。何もないところからロボットを組み立てて、実験をしました。

実証評価まで行うという目的のために、スマートライフケア共創工房というものを去年グランドオープンすることができました (Slide 11)。東大の柏キャンパス内にも産総研の人間拡張研究センターがわれわれの発表の数ヶ月後にでき、基本的に目標はかなり近いものがあると思うので、既に連絡を取って一緒に頑張りましょうという話をしています。

**スマートライフケア共創工房**  
Smart Life Care Co-Creation Laboratory

**コンセプト**  
スマートライフケア共創工房は、九州工業大学研究施設内に整備された、アクティビティ室に接するオープンイノベーション施設です。九州工業大学が使用する最新機器を複数台、介護などといった幅広いアイデアの提出からスマートライフケア共創工房に二つのゾーンにわけられています。施設や研究の検討・評議、評議ができる体験・評価ゾーンと、各種データの収集や工具をそなえ、プロトタイプ開発が実現できるプロトタイプ開発ゾーンです。

同時に、最新の動きを紹介するカミストラガラスマークで囲まれた空間ができると名前 (IMMC System) や、監視、記録などを計測できるセンサーなどを用意し、介護施設についての検討分野が得られます。同時にフルカラーカラーカメラ等機器での撮影ができる3Dプリンタ (Teradyne Objet30) や大型レーザー加工機 (Sphig Fusion M2 40) および様々な工具を用意し、介護に適したさまざまなプロトタイプ開発を実現いたします。

**体験・評価ゾーン**

**プロトタイプ開発ゾーン**

[https://www.iot.kyutech.ac.jp/?page\\_id=790](https://www.iot.kyutech.ac.jp/?page_id=790)

IDL Kick-Off Symp 15  
開催スチール人  
九州工業大学

Slide 11

ポイントは、造るゾーン (プロトタイプ開発ゾーン) と測るゾーン (体験・評価ゾーン) が同時にあります。造るゾーンでは、3Dプリンタの高級なものがあり、空気圧や油圧で動くソフトロボットを迅速に造ることができます。それから、ロボットモジュールがあるので、ロボットをすぐ造ることもできます (Slide 12)。

**プロトタイピングゾーン**  
Prototyping Zone

**3Dプリンタ / 3D Printer**

**レーザーカッター / Laser Cutter**

**カッティングブロック**

**トルク制御可能なプロトタイピング用ロボットモジュール**  
Prototyping robot module with torque control

**CNC端子**

<https://softroboticstoolkit.com/>

IDL Kick-Off Symp 16  
大学

Slide 12

先ほどのアイデアソンの後、一番人気だったのは食事介助ロボットでした (Slide 13)。現場の方たちの意見として、「食事介助に一番手間がかかるので、それをロボットがしてくれるとうれしい」という声がありました。彼らもロボットが念頭にあったので、そういった発想を出してくれたのだと思います。これは何もないところから 1 日で作りました。顔認識もして、筋電位信号も認識していて、食べ終わったら飲み込む作業をすると、次の食事を取りに行くという動きをします。

アイデアソン-プロトタイピングにより優勝したロボット  
Robotic Food Feeder Won by a Robotics Hackathon  
(Ideathon and Prototyping)



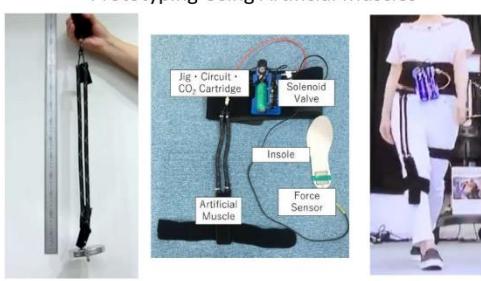
2020/6/19

4

Slide 13

こういう堅い性格のロボットだけでなく、安くて、軽くて、カスタマイズが簡単で、でも制御がしにくいという人工筋肉も準備しています (Slide 14)。

人工筋肉を用いたプロトタイピング  
Prototyping Using Artificial Muscles

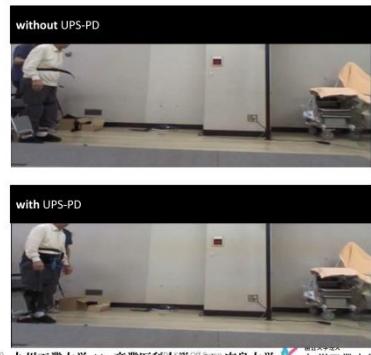


2020/1/10 九州工業大学 × 産業医科大学 × 広島大学 18 九州工業大学

Slide 14

歩行アシスト装置の研究も進めています (Slide 15)。これはパーキンソン病患者です。上が人工筋肉を付けていません、下が付けています。この方は椅子からの立ち上がりが困難な方なのですが、このように

大きな差が出ます。こうしたものがうまくいくと、導入が非常に早い可能性があります。

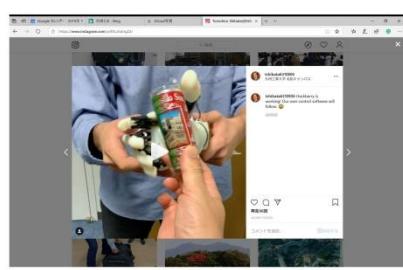


2020/1/10 九州工業大学 × 産業医科大学 × 広島大学 19 九州工業大学

Slide 15

それから、Slide 16 は HACKberry という電動義手の例です。世の中には電動義手についてもオープンになっている設計図がいくつかありますので、それを 3D プリンタで印刷して組み立てると比較的すぐに作れてしまいます。こうしたオープンハードウェアやオープンソースの文化がありますので、3D プリンタを持つ工房があればこうした取り組みも早く行うことができます。

3D プリンタを用いたプロトタイピング  
Prototyping Using the High-Quality 3D Printer



2020/1/10 3D Printer Kick-Off Symp 20 九州工業大学

Slide 16

評価ゾーンにも、日本のアカデミアの中でも有数の計測装置を用意しています (Slide 17)。



Slide 17

Slide 18 は、モーションキャプチャの事例です。これは一例で、世界ナンバーワンのポップダンサーに来ていただいて、その方のモーションを撮影しました。この部屋には非常に高級なカメラが 20 台設定でき、この場合は 1 人ですが、もっと多くの人を同時計測することもできます。実はこの光学式モーションキャプチャシステムは数千万円もして性能も非常にいいのですが、この事例のときは数万円のカメラ同時に計測し、深層学習を利用して光学式モーションキャプチャに比べてどの程度の性能が出るか調べています。もちろんダンスがわれわれの主眼ではなく、別の使い方として、とある職人さんの動きを解析するために、体と指の両方を同時計測しています。このように、いろいろなことができます。

### 光学式モーションキャプチャの事例 Example Motion Capturing Results



2020/6/19

日本大学法人  
九州工業大学

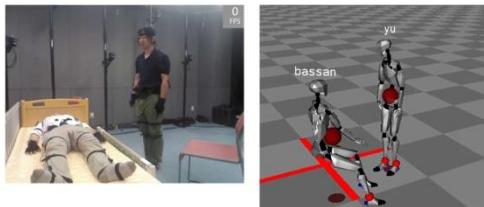
5

Slide 18

ライフケアに話を戻すと、Slide 19 のように介護士の介護動作を工房内で計測した実績もあります。光

学式マーカーを使わない、着るタイプのセンサーで記録したものです。腰痛姿勢のような危険姿勢になったら色や数字で示してくれます (Slide 20)。この数字は OWAS コードという医学指標で、通常産業医が現場に張り付いてスコアリングしていたものを、本システムではリアルタイムで判定できます。しかし、ほぼ運動学的な情報で分類しているので、力学をもっと考慮する必要があります。そこはもっと研究が発展する必要があります。

### ウェラブルモーションキャプチャの事例 Example Result Using Wearable MoCap



2020/1/10

日本大学法人  
九州工業大学

23

Slide 19

### ウェラブルモーションキャプチャの事例 Example Result Using Wearable MoCap



2020/1/10

日本大学法人  
九州工業大学

24

Slide 20

Slide 21 は、複合現実システムの事例です。皆さん、めがねをかけていると思ってください。皆さんが特殊なめがねをかけると、技術的にこういうことができてしまうのです。他人の身体情報をその人に投影しながらリアルタイムで見ることができます。例えば、バイタル情報すら投影することができます。映像中で時々ちらっと板のようなウィンドウが出てきたと思いますが、これはバイタルに近い情報を表示したものです。皆さんのが空間を歩いていても、ウィ

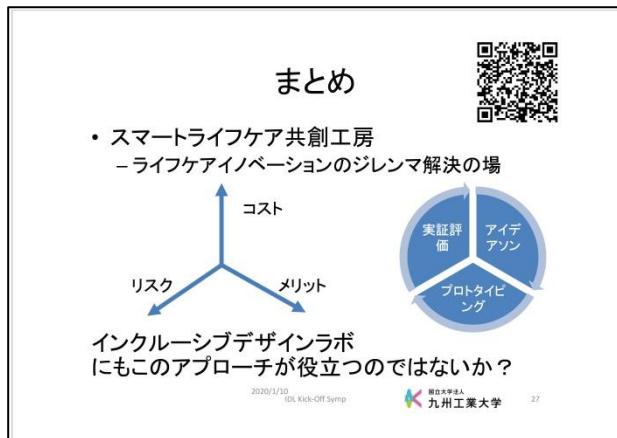
ンドウは固定されているので、VR酔いなどが起きません。こういったものも工房では準備していて、今年2月に小規模のハッカソンをしようと考えています。



Slide 21

## 6. まとめ

スマートライフケア共創工房をコスト・メリット・リスクのバランスを取るような課題解決の場にしたいと考えています (Slide 22)。そのためにはアイデアソン、プロトタイプピング、実証評価を回していくなければなりません。工房でできることは工房で行い、本当の施設でしかできないことはそこで行います。実際に本当の施設でもどんどん実験しています。



Slide 22

今回のシンポジウムが取り組む課題と共通点が多いと思っていますし、私たちが直接取り組んでいる介護分野ももっとインクルーシブにしなければならないと強く思います。昨年、「人間ってナンだ？ 超AI入門」というEテレの番組に母と出演させていた

だきました。「何を一番人にしてもらいたいか」という質問が来たのです。私は母を一切制御していないので、自由に発言していました。いろいろ興味深いことを言われたのですが、その中でも「食事の介助を人にしてもらいたい」と言われたことに驚きました。先ほどの食事介助ロボットは、アイデアソンを介護施設側の人たちとしたのです。ところが、たったn=1ですが、母はそんなことをしてほしいと思っていたのです。介護される側の人たちをインクルードしないと、こんなことは分からぬではないかという一例として紹介しました。

それでは時間となりましたので、これで発表を終わらせていただきます。