

# フィジカルAIの人・社会に対する 光と影の可能性 (フィジカルAIへの期待と不安)

早稲田大学 次世代ロボット研究機構  
ヒューマン・ロボット共創研究所  
浅間 一  
asama@aoni.waseda.jp



# フィジカルAIの人・社会に対する光と影

(ChatGPTによる)

## 光(ポジティブな可能性)

1. 労働力不足の補完・生産性向上
2. 人命保護・安全性向上
3. 生活の質(QOL)の向上
4. 新産業・経済成長の創出

## 影(リスク・課題)

1. 雇用の代替・格差拡大
2. 安全性・責任の問題
3. プライバシー・監視社会化
4. 倫理問題
5. セキュリティリスク



# ロボットの社会的ニーズ (ChatGPTによる)

1. 高齢化社会への対応  
介護ロボット, 会話・感情支援ロボット
2. 労働力不足の補完  
産業ロボット, サービスロボット
3. 教育や発達支援  
教育支援ロボット, 発達障害支援ロボット
4. 災害対応・危険作業  
レスキューロボット, 危険作業ロボット
5. 家庭生活の支援  
家事ロボット, ペット型ロボット
6. 社会的つながりの維持  
コミュニケーションロボット, マスコット型ロボット



# キーワード

- 人中心
- ウェルビーイング
- 倫理



# ロボットの社会実装の課題

- 課題
  - 技術的課題
  - 社会的課題



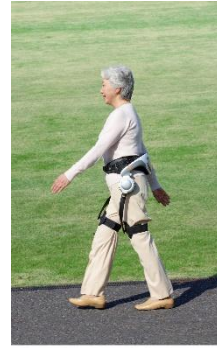
# ロボティクス関連技術の近年の進歩

- 移動ロボットナビゲーション
  - SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)
- 3次元環境認識
  - SfM (Structure from Motion)
- ドローン(デュアルユース)
- ソフトロボティクス
- 自律分散／群ロボット (Swarm)
- IoT, 環境知能化, etc.
- VR／AR／遠隔操作
- 機械学習, 深層学習、生成AI(基盤モデル)
- ヒューマノイドロボット
- フィジカルAI, 身体性AI

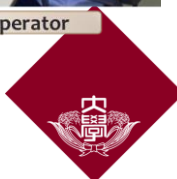
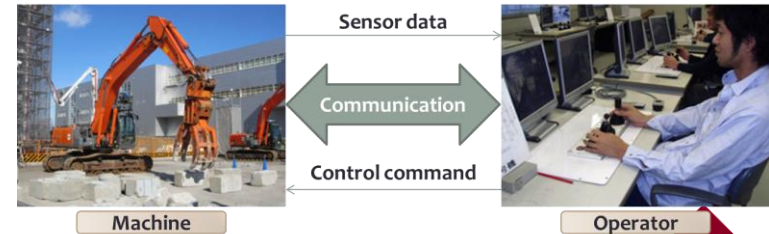


# 人共存ロボット (ユーザとの相互作用が前提)

- 協働ロボット
- アシストスーツ
- 手術ロボット
- 介護支援(介護者, 被介護者)
- セラピーロボット
- 遠隔操作
- 自動運転
- サービスロボット
- VR, 他



Walking Assist Device 2013.05.28



# 人共存ロボットに求められる機能

- ユーザとの共存

- ユーザとの物理的インタラクション
  - 力学的支援, 共同作業, 安全, I/F
- ユーザとの情動的インタラクション
  - 情動的支援, コミュニケーション, 可視化, I/F
- 役割分担

- 第三者(公衆)との共存

- 安全・非干渉(邪魔にならない)
  - 衝突回避



# ロボットの社会実装の課題

- 課題

- 技術的課題

- 物理的知能

- 身体を有し, 現実の物理世界で動作するAI

- Physical AI, Embodied AI, AI Robot

- 多様な要求や無限定な環境への適応性

- 自律分散化／環境知能化

- 学習, 発達, 進化

- 社会的課題



# ロボットの知能化におけるAIの課題

- 高品質で豊富な**データ**の必要性
- プロンプト・エンジニアリングにおける**ノウハウ**
- **再現性・信頼性**
- ロボットに必要なとなる知能はロボットプラットフォームにAIを搭載すれば実現できるか？
  - Ill-defined, Ill-structured, 未知環境への適応的応答
  - ノイズ, 実時間性
  - ブラックボックス化, 説明可能性, 過学習



# ロボットの社会実装の課題

- 課題
  - 技術的課題
  - 社会的課題
    - 実用化・事業化
    - 安全安心
    - ELSI



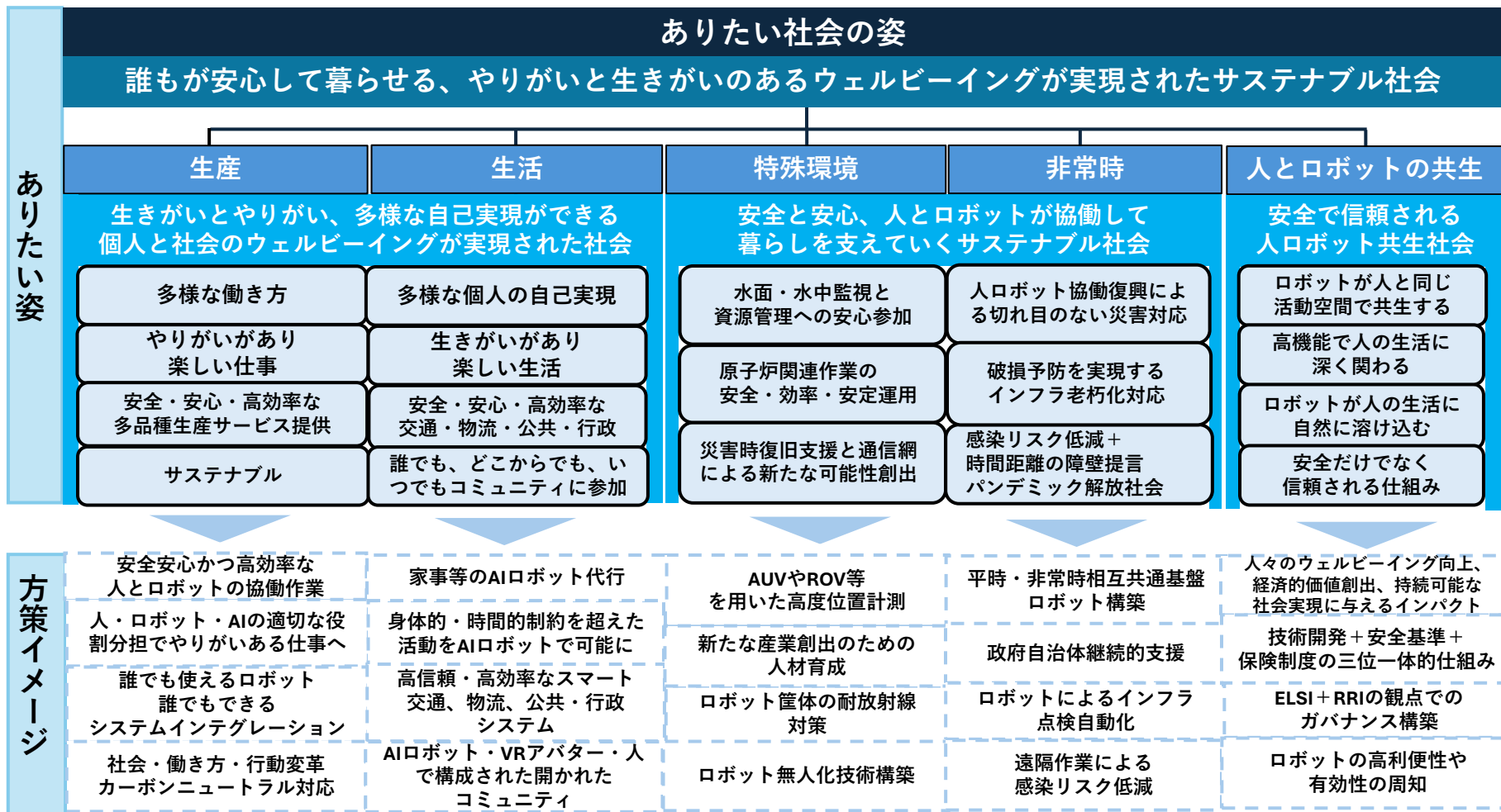
# ロボット産業ビジョン

(2025.6.2, 日本ロボット工業会)



# 産業・生活・特殊環境・非常時の観点から2050年のありたい社会の姿を策定

## ロボット産業ビジョンが策定する2050年のありたい社会の姿



# ありたい社会の実現に向けた「技術開発」と「産業振興」の方向性

## ありたい社会実現のための技術開発と産業振興の方向性

ありたい姿を社会を実現するための方向性	技術開発の方向性	成熟している技術	画像認識、自律診断、姿勢制御、移動、VR・AR			
		発展が必要な技術	ソフトロボティクス、ヒューマンロボットインタラクション、フィジカルAI			
		応用研究が必要な技術	知能化遠隔操作、人とロボット共同作業、より知能化された遠隔操作			
ありたい姿を社会を実現するための方向性	産業振興の方向性	市場創成策	システム/組織の成長促進させるロボットと産業が共に創出する人間中心の価値創出支援			
			ロボットに関わる新たな職業の創出と人材流入促進	ステークホルダ協業のためのデータ標準化・業務共通化	ロボットユーザ・消費者の人的ネットワークとインサイト共有	多種多様なプレイヤーが参加するクラスター形成と産学官連携組織の創設
		人材育成策	ロボット技術進化普及を支える多様な利害関係者への人材育成策			
ロボット技術者の専門教育の充実	ロボット技術者のウェルビーイング認証資格制度		他分野専門家のリカレント教育	消費者リテラシー涵養のための教育		
標準化戦略	新たな技術の普及に向け、品質と安全性を共有する仕組みを構築するための戦略					
	受容性拡大のための情報標準化と啓蒙活動	新市場創成のためのオープンクローズ戦略	持続可能な社会実現のための労働環境安全確保等	産学官連携体制と柔軟な標準化プロセス		

# 日本のロボット産業化の3つのポイント産業戦略

## ありたい社会実現のための日本のロボット産業の役割

多様なステークホルダーとの連携により「ELSI」と「六方良し\*」の視点を産業戦略に統合する

①グローバル要請に応える	②国際競争力を強化する	③ウェルビーイングを価値として捉える
<p>グローバル要請に対して、下記の方向性のロボットで精度・品質・気配りと言った日本の優位性を活かす</p>	<p>日本の特徴を活かした技術開発の方向性と狙うべき産業分野を示す</p>	<p>ウェルビーイングを価値と捉えロボット産業を発展させる</p>
<p><b>環境負荷低減技術</b></p>	<p>イノベーション促進、デジタル化・ソフトウェア化、国際市場前提のシステム開発を強化</p>	<p>個人・組織・社会の各レベルに応じてウェルビーイングをもたらすロボット価値</p>
<p><b>モジュール化推進とトレーサビリティ考慮</b></p>	<p>日本の特徴を活かした高品質を特徴とするブランド形成と使いやすい生産システムの構築</p>	<p>個別最適化技術の開発と産業エコシステム形成</p>
<p><b>コミュニケーション基盤技術の強化</b></p>	<p>農業、サービス業、福祉介護等のプロセス改善を狙う</p>	<p>ブランディングのための寄与度計測・認証制度確立・人材育成</p>

\*六方良し：売り手，買い手，世間（社会），作り手，地球，未来

# サステイナブルな ヒューマンセントリック次世代ものづくり (東大・工・人工物工学研究センター, トヨタ自動車)

## 現状

ノウハウ, 暗黙知, 経験知  
の標準化

標準化では対応しきれない

ものづくりを取り巻く環境変化  
・提供するモノ・サービス  
・ものづくり技術  
・人の価値観の多様化・社会課題

労働者教育、働き方改革  
を通じた職場改善

職場内のWell-being向上が不十分

## 将来

能力の拡張

Well-beingの向上

現状のやり方を変えて不確実  
で広域・複雑な変化に対応

ポジティブ感情

Well-Beingを高める  
メカニズムの研究

知識や技能の  
デジタル化

暗黙知や経験値を知  
恵にして、成長する  
DX技術の研究

人中心の  
ものづくり

人とロボットの協働

ロボット技術等による介入の研究

脳内認知・感情モデリング

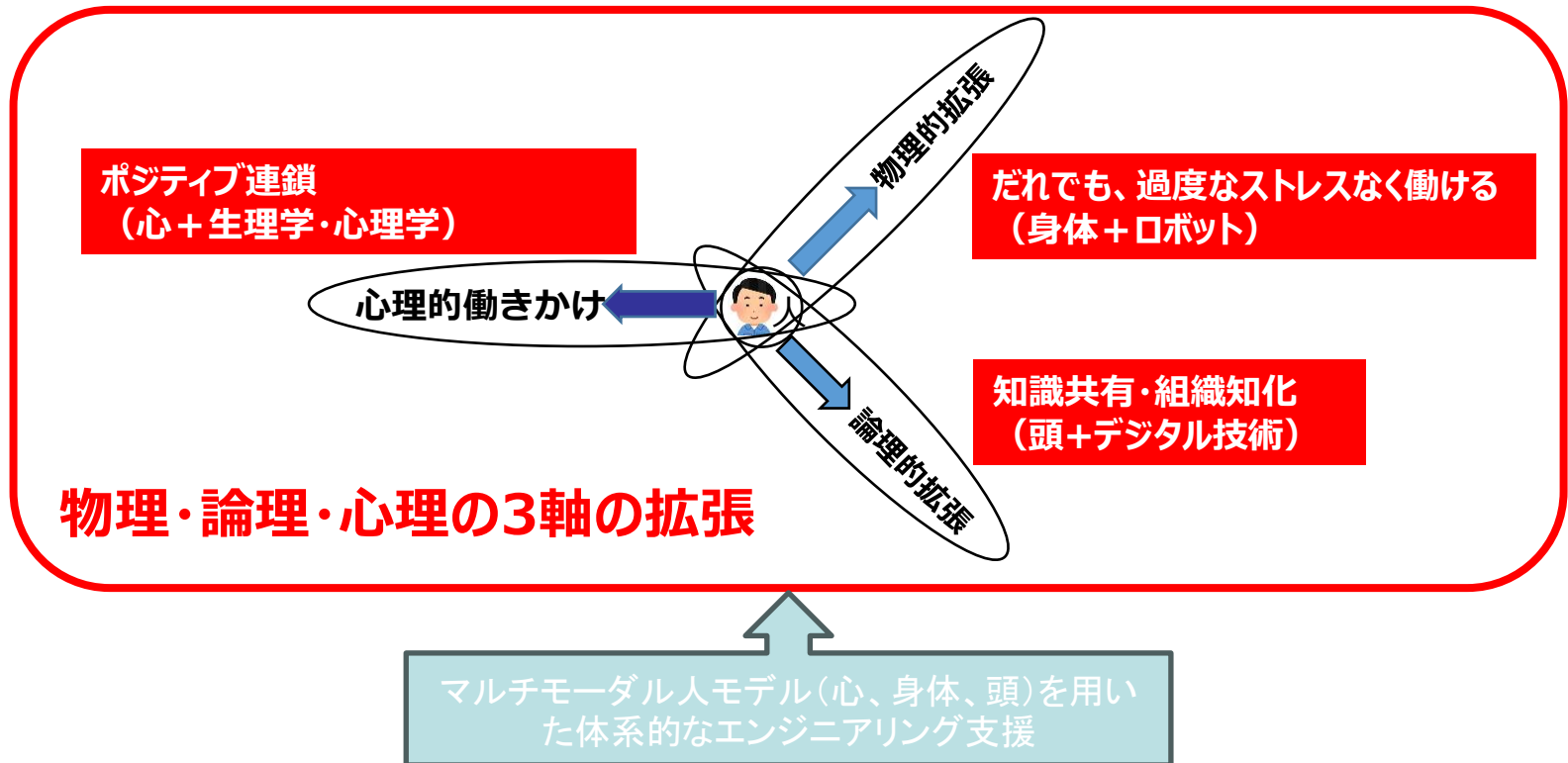
人の作業・行動時の脳内の  
認知・感情のモデル化研究

Human Centric 2.0の  
新ビジョン構築とその実現

従業員・現場目線のビジョンデザイン

新しい技術導入・活用を前提とした従業員・現場  
目線の次世代ものづくりビジョンのデザイン研究

# 論理的・物理的拡張と心理的働きかけ





# HCMIコンソーシアム

「人」が主役となるものづくり革新推進コンソーシアム  
Consortium for Human-Centric Manufacturing Innovation

(産業技術総合研究所)

変更なし

## 2. 活動の狙い

【2030年に向けての狙い】

【2050年に向けての狙い】

beyond Society 5.0  
人が主役となる循環経済社会のものづくり

日本型の循環経済社会の新たな産業モデル構築

Society 5.0 人が主役となるものづくり



世界に先立ち SDGs目標8 達成モデル構築  
「働きがいも 経済成長も」

生産人口増

豊かな市場形成

高い労働生産性

新たな価値創造

働く人は消費者（納税者）

人の柔軟さと成長性は競争力

「人」の活躍が鍵

自分らしい生き方(働き方)と産業の持続的発展の両立

- 誰もが無理なく働ける社会
- 多様性を認め、全員参加の社会

- 誰もが潜在能力を発揮し、自己の理想を実現できる社会

働く環境の革新

時間・空間の制約が少ない働く環境  
一人と機械の新たな協調技術ー

誰もが自分らしく、住みたいところに住み  
働きたいところで働く

新たな働く環境に対応したマネジメントの革新

労働の質 (QoW: Quality of Working) に着目  
ーQoWマルチタレントマネジメントー

多様な人材が能力を発揮しやすく、  
「生涯能力向上の期待」を持って働く

取り巻く環境(生産年齢人口減、  
自然災害感染症リスク、資源枯渇)  
課題を乗り越えた持続可能な産業振興



環境を守りながら  
持続可能な経済発展へ



# HCMIコンソーシアム

「人」が主役となるものづくり革新推進コンソーシアム  
Consortium for Human-Centric Manufacturing Innovation

(産業技術総合研究所)

変更なし

## 3. 活動目標 (2030年に向けて)

「人」が主役となる新たなものづくり  
—人と機械の新たな協働システム基盤構築—  
「Society 5.0時代のものづくり SDGs目標 8 達成モデル」

＜働く環境の革新：新たな協働形態＞

### 協調型協働 (人と機械が学習し成長を続ける)

- ・ 役割は柔軟に変更可能 (機械も人の行動推定で連動)
- ・ 空間も、相互コミュニケーションで協調して共有
- ・ 人が主導、作業者の状態に合わせて機械と協調作業

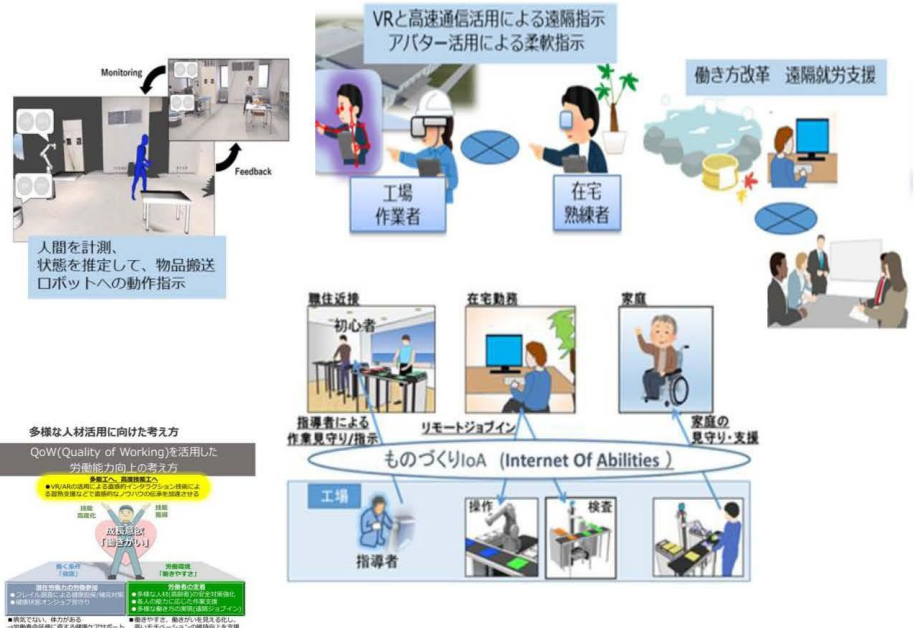
### 遠隔協調型協働 (ものづくりIoA)

- ・ 役割は柔軟に変更可能 (機械も人の行動推定で連動)
- ・ 空間も協調して共有でき、遠隔からも協調作業可能
- ・ 人・機械及び遠隔の人・機械と協調作業

＜新たな働く環境に適したマネージメント革新＞

### QoW (Quality of Working) マルチタレントマネージメント

- ・ 健康/働きやすさ/生涯能力向上を期待できる働きがいの視点で、Well Beingと積極的な労働参加を促すマネージメント
- ・ 労働寿命延伸、就労率向上、労働生産性向上をめざす。



# No Lifting Policy

No lifting Policy-持ち上げない看護・抱えあげない介護-  
介護や看護の腰痛予防対策を！！

 「ノーリフト・ノーリフティング」の発祥



## オーストラリア発信のケアメソッド

かつて、オーストラリアでは看護師の身体疲労による腰痛訴え率が上がり、  
離職者が増えて深刻な看護師不足に陥りました。そこでオーストラリア看護  
連盟が看護師の腰痛予防対策として1998年にノーリフト®をスタートさせた  
ことに端を発します。

人力のみの移乗を禁止し、患者さんの自立度を考慮して福祉用具を活用しよ  
うという考え方です。

ここ日本でも看護師・介護労働者の腰痛が多発しているのが実情です。安全  
で安心な看護・介護を提供するには、病院や施設で患者さんの状態に合わせ  
て福祉用具を有効に活用し、介助者の腰痛予防にも取り組むことが不可欠で  
す。

(日本ノーリフト協会ホームページより)

介護ロボット／介護テクノロジーの介護施設内設置・活用





**長年の試行錯誤でわかったこと？**

**利用者ファーストのための職員ファースト**



**人力で抱えない介護はグローバル・スタンダード  
その実現のための生産性向上**

Copyright © ROKKO NO YAKATA Co., Ltd. all rights reserved.

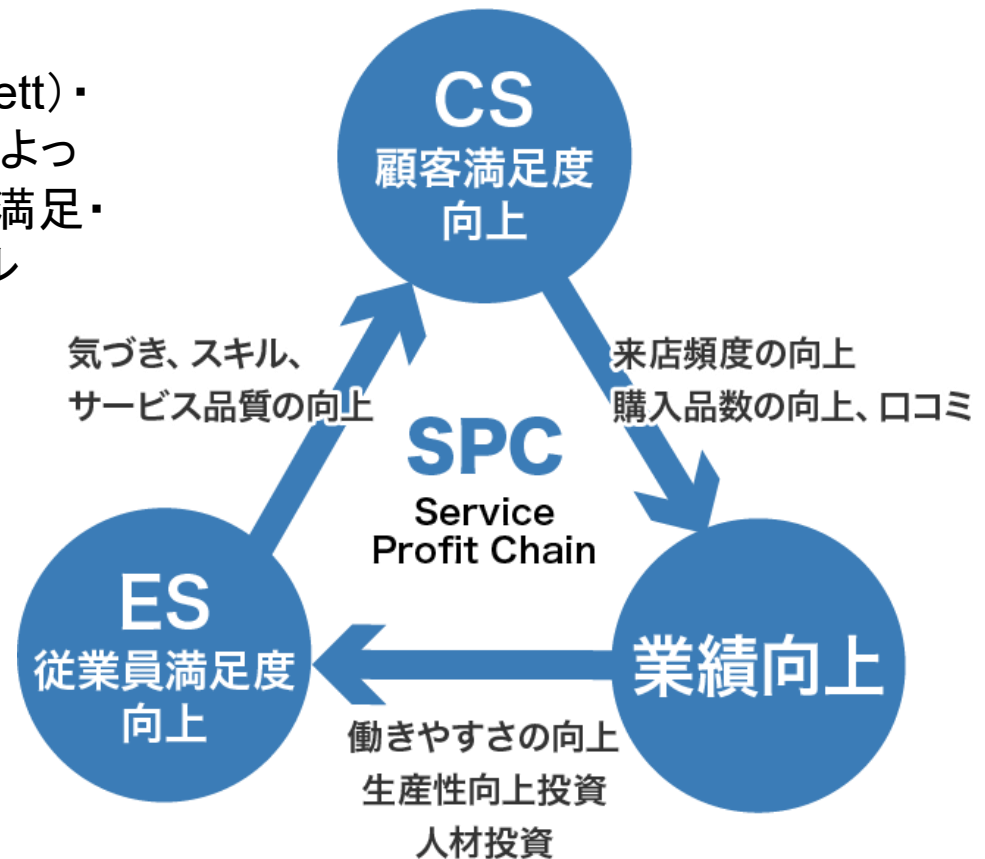
社会福祉法人 弘陵福社会 特別養護老人ホーム六甲の館  
理事長・施設長 溝田弘美氏スライド

Copyright (c) Hajime Asama, Waseda University. All rights reserved 2026 21



# サービス・プロフィット・チェーン

1994年にヘスケット(J.S.Heskett)・サッサー(W.E.Sasser, Jr.)らによって示された、従業員満足・顧客満足・業績の因果関係を表したモデル



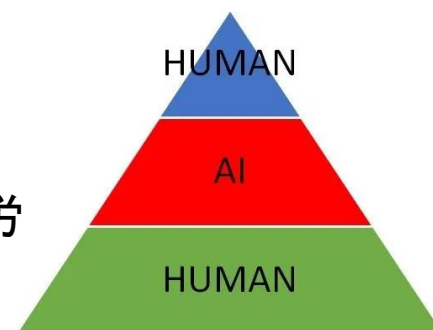
<https://www.msandc.co.jp/spc>



# 人や社会のwell-being向上のポイント

- 従業員の労働環境改善
  - Negative Factor(肉体的負荷, 精神的負荷)の軽減
  - Positive Factor(やる気, 満足感, 達成感)の増強
- 人が担当することの明確化
  - 洗練された奴隷制(小林正啓弁護士)

職場で働く人間は「決断する人間」と「単純肉体労働を行う人間」の二種類に分かれることになる



- 何をAIやロボットに任せ, 人は何をやるべきか
  - 技術面, 負荷, 責任, 創造性, 学習・成長(教育)



# ロボット・AI技術の倫理的課題

- セキュリティ(安全保障)
  - 人道的問題(デュアルユースにも関連)
  - 自律型殺傷兵器(LAWS: Lethal Autonomous Weapon Systems)
- プライバシー
- バイアス
- . . .



# JSMEロボメカ部門

## セキュリティロボティクス研究会

近年、パンデミック、凶悪犯罪、武力紛争など、人々が危険や脅威にさらされる事件が多発している。少子・高齢社会においては、少ない労力でこれらの危険から人々を守る仕組みが必要である。ロボット・AI技術は、このようなセキュリティ分野の課題解決に有効な手段と考えられるが、その用途の特性上、要求される技術レベルは高く、倫理・法律面での課題も山積である。また、ロボット・AI技術は人々を危険や脅威にさらす用途に悪用される危険性も高く、その規制方法についても関連する技術者・研究者が自らの責任でもって提案する必要がある。

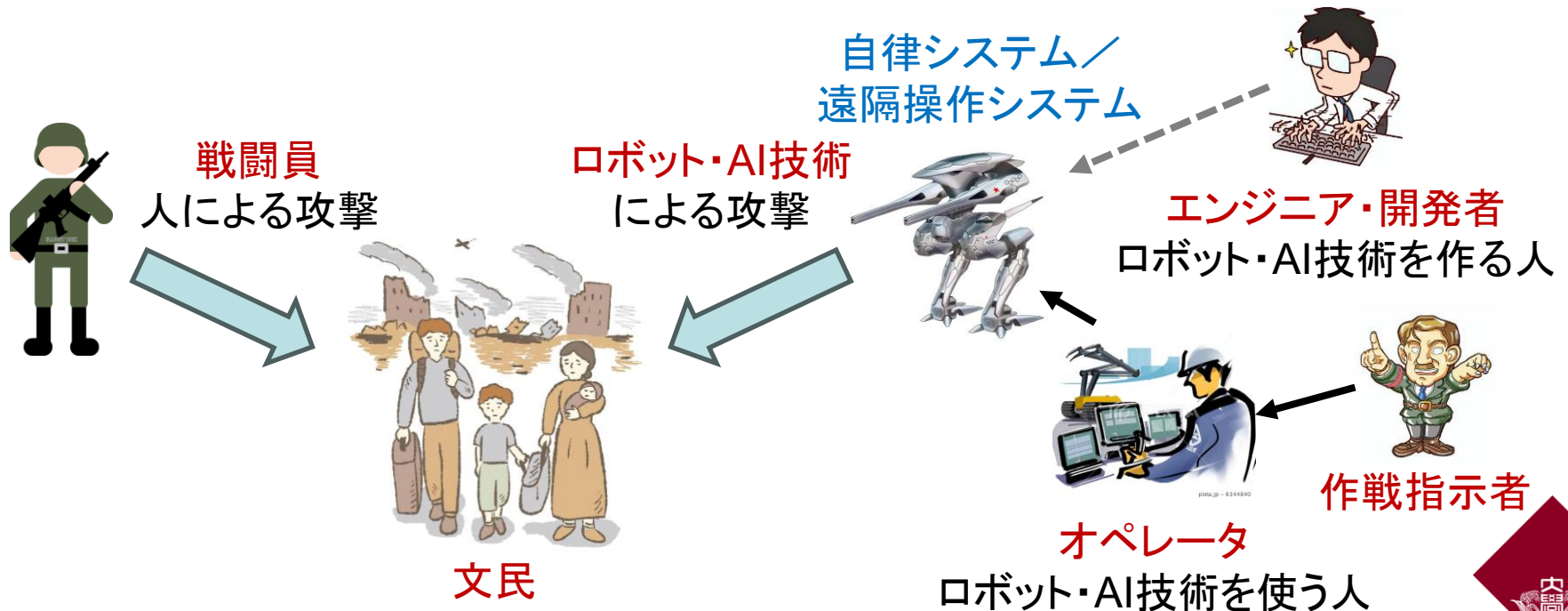
映画「ロボコップ」にみられるロボット警官は、過酷な勤務を強いられていた警官を助ける、理想的な警官として登場した。強力な力を持つロボット警官であったが、システムの誤動作や、特定の集団に有利になるようなプログラムを仕込むといった悪用により、社会に悪影響を及ぼすこともあった。1980年代のSFではあるが、現在のロボット工学に対する期待と課題を示しているようである。AI技術の発展にともなって、ロボコップのような警察のみならず、警備・消防や国際安全保障といったセキュリティ分野で活躍するロボットへの期待が高まっているが、想定される課題を乗り越え、真に社会が求めるようなセキュリティロボットを実現するにはどうしたらよいかを考える必要がある。前述の通り、当該分野における技術的課題はもちろんのこと、責任の所在の明確化、倫理・法律面での課題など、問題は多岐にわたるため、利用者、開発者、学術研究者、行政機関などが協力をして問題を解決する必要がある。本研究会は、これらの関係者の交流を促進し、情報交換および議論の場としたい。

本研究会の目的は、ロボット工学は人々の生活を豊かにするために存在するといった理念に基づき、現実的視点でセキュリティロボットあるべき姿を考え、社会実装を実現することである。



# 信頼, 責任, 人道性

- ロボット・AI技術と人間とどちらが**信頼**できるか
- 誰が**責任**を取るか(機械は責任を取れない)
  - 使う人の責任, 作る人の責任
- ロボット3原則 > 国際人道法
  - 人は完全に**人道的**に振る舞えるか(間違い, 欲望, 悪意)

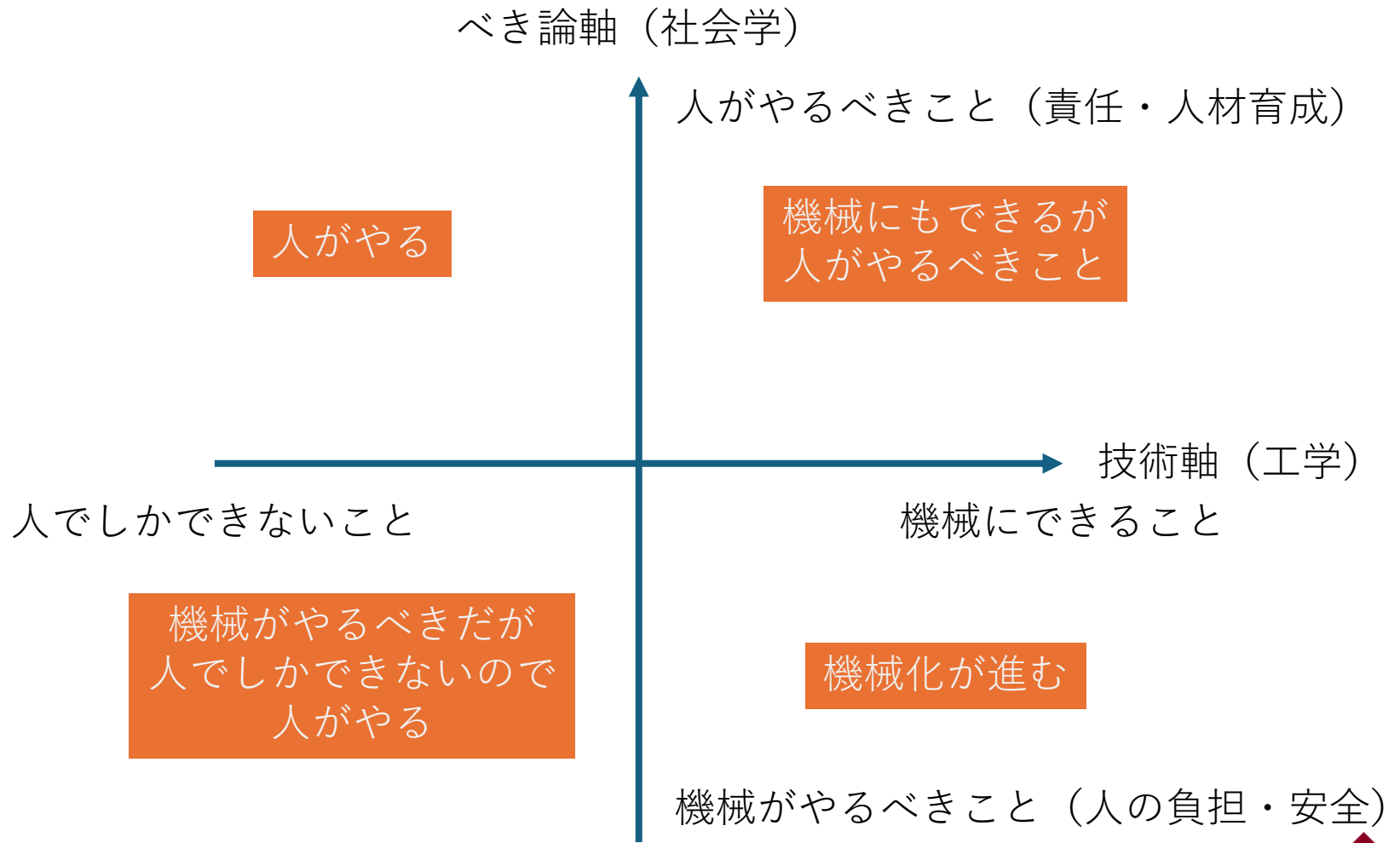


# 人中心(ヒューマンセントリック)?

- 人間中心の考え方の限界
- ヒトとしての問題(非合理的側面)
  - 不完全・弱点・欠点(ヒューマンエラー, ミス)
  - 欲望・本能
  - 社会性: 協調と競争(攻撃・争い)
  - 悪意(犯罪・殺人)



# 人とロボットの役割分担



# まとめ

- **2050年のデジタル技術・サービスの姿**
  - フィジカルAIの社会インフラ化
  - 人の社会的活動の支援技術としてのフィジカルAI
- **2050年の社会経済の姿**
  - フィジカルAIの活用による持続的発展が可能な社会
  - 資本主義社会の中心的存在としてのフィジカルAI
  - 民主主義を支えるフィジカルAI
- **2025年の人間像**
  - Well-beingな社会におけるWell-beingな存在
  - 人間らしさ・個性(能力)・尊厳が重視
  - 自由と責任

未来社会とは、すべての人が安心して幸福に暮らせる社会である