
2024 年度 岐阜協立大学
学内ゼミナール大会 参加論文

ゼミ名 韓ゼミナール

テーマ

ロボット産業の発展と課題
～ロボット社会で生きるために～

代表者 光田彩乃

参加者 池内力輝、大塚清正、外山絢香、中村光輝
西川洸生、濱口楓介、小倉美里、左高雄大
夏原悠輔、馬場大翔、若原大翔、横井愛弥
李宇昂、ジワシン

目 次

1. はじめに
2. ロボットの基本と歴史
 - 2-1. ロボットの基本
 - 2-2. ロボットの歴史
3. ロボットの種類
 - 3-1. ロボットの分類
 - 3-2. 産業用ロボットの類型
 - 3-3. サービスロボットの活用分野
 - 3-4. 最新技術
4. ロボット産業の現状
 - 4-1. 世界のロボット市場
 - 4-2. 国内業界の現状～企業概況
 - 4-3. 国内業界の現状～出荷状況
5. ロボット活用の事例
 - 5-1. ミニトマト全自動収穫ロボット
 - 5-2. ファナック株式会社の食品・飲料用作業ロボット
 - 5-3. ヤスダヨーグルトのロボット導入
6. THK 株式会社岐阜工場への見学
 - 6-1. 会社概要と経営戦略
 - 6-2. 製品ラインナップ
 - 6-3. 工場見学を通して学んだこと
7. ロボットの活用メリット
 - 7-1. ロボット活用の目的
 - 7-2. 産業用ロボットの導入効果（事例）
 - 7-3. ロボット活用による社会変化の予測
8. ロボット社会の課題
 - 8-1. ロボット導入のデメリット
 - 8-2. ロボット普及の社会的課題
 - 8-3. 人間とロボットの共存
9. 未来のロボットと展望～むすびにかえて～
 - 9-1. ロボット産業の技術トレンド
 - 9-2. ロボット産業の主な分野別展望
 - 9-3. ロボットで持続可能な社会を
 - 9-4. ロボット産業の課題とリスク
10. おわりに
11. 主要参考文献

1. はじめに

研究の背景と課題

今日の日本が直面している経済・社会的課題として、少子高齢化の加速による労働力の減少、自然災害の多発やエネルギー・食料問題などが挙げられる。これらの課題に対応するため、ロボット技術は、AI 及び IT 等と相まってこれまでの製造業の労働現場だけではなく、社会の様々な分野で応用されている。将来、ロボットの普及がさらに進めば、いつか人類はロボット社会で生きるような状況になるのではないかと考える。そのような場合、我々はどうすればよいのだろうか。本報告では、ロボットの歴史、ロボット産業の発展状況、およびロボット社会の課題などを明らかにし、人間とロボットの共存について考えてみたいと思う。

2. ロボットの基本と歴史

2-1. ロボットの基本

① ロボットとは

経済産業省ではロボットを「センサー、知能・制御系、駆動系の3つの要素技術を有する知能化した機械システム」と定義している。つまり、ロボットはセンサー、知能・制御系、駆動系で動作を実現する。この3つの要素がロボットの基本である。

② ロボットの特性

ロボットの特性は7つある。移動性、個性性、知能性、汎用性、半機械半人間性、自動性、奴隷性の7つである。それぞれが異なる役割を果たしている。

2-2. ロボットの歴史

① ロボットの歴史と進化

ロボットという言葉は1920年に生まれた。産業用ロボットが普及し始めたのは、1950年代のアメリカである。1980年に、日本は産業用ロボットのシェア80%以上を誇る国となり、世界からロボット大国と評価されている。現在、製造業だけではなく、家庭などにもロボットが利用されている。

② ロボットの社会的表現

フィクションにおいては、映画、アニメ、文学作品でロボット像が描かれている。具体的には、フリッツ・ラング監督によって1926年に製作された映画「メトロポリス」で、人間の形をしたロボットが登場した。そして、1956年公開のアメリカ映画「禁断の惑星」（フレッド・M・ウィルコックス監督）では、高度な知能を持ちながら、人間に従順な設計がされたロボットが登場し、そのデザインは後のロボットキャラクターに影響を与えた。また、比較的有名なのは、1977年に公開されたアメリカの映画「スター・ウォーズ」シリーズである。

一方、日本ではアニメロボットが普及してきた。1950年代の「鉄腕アトム」はロボットと人間の共存や、ロボットの存在意義を探る物語である。また、1970年代の「ドラえもん」は未来から来た猫型ロボットで、人間の生活を助ける主人公となっている。

フィクションの中でロボットは単なる機械としてだけではなく、哲学的テーマ、社会批判、そして未来への希望を反映する存在として描かれてきた。これらの作品を通じて、技術の進化と人間の在り方について深く考えさせられることが多い。

③ ロボットの技術的進歩

ロボット産業の発展はロボット技術の進歩によって推進されている。ロボット関連の主要な技術分野は、センサー技術、制御システム、人工知能、IOT、およびロボティクス工学などである。

3. ロボットの種類

3-1. ロボットの分類

ロボットは大きく分けて産業用ロボットとサービスロボットに分類される。産業用ロボットは、主に工場での自動化作業に使用されている。例としては溶接ロボットが挙げられる。一方、サービスロボットは生活支援を目的としており、例としてペッパーやアイボが挙げられる。

3-2. 産業用ロボットの類型

産業用ロボットとは、主に製造現場の生産ラインにおいて、自動化や効率化を目的として導入されるロボットのことで大きく 4 種類存在する。

① 垂直多関節ロボット

1 つ目は、垂直多関節ロボットである。高い自由度、高精度、柔軟性があり高速な動作が可能で、電子機器や自動車の組み立て、製品の梱包や段ボール箱の組み立て、製品の仕分けや検査作業、金属加工業での溶接や切削(せっさく)作業、自動車や航空機のペイント作業に使われる。

② スカラ(水平多関節)ロボット

2 つ目は、スカラロボットである。水平方向の高速移動が可能だが、構造がシンプルかつ設置面積が少なく、自由度の高い動きは苦手という特徴がある。主に部品の移動や組み立て、押し込み作業などに使われる。

③ パラレルリンクロボット

3 つ目は、パラレルリンクロボットである。高速性があり高精度、軽量・コンパクトで振動や騒音が少ないという特徴がある。電子部品や自動車部品の組み立てや加工、高速で正確なピッキングや搬送、外科手術や生体サンプルの操作や実験、および 3D プリンティングに使われる。

④ 直交ロボット

4 つ目は、直交ロボットである。それぞれの軸が独立して動作するため、他と比較してメンテナンスが容易であることから、コストを抑えることができる。また、構造がシンプルなので比較的制御が簡単といった特徴がある。部品の組み立て作業や搬送、直線的な動きが必要とされる作業に使われている。

3-3. サービスロボットの活用分野

サービスロボットは、主に4つの分野で活躍している。

① 医療

1つ目の医療分野では、内視鏡手術や放射線治療などの手術を支援したり、注射剤抽出、分包、調剤などの調剤支援をしたりする際に使われている。

② 介護

2つ目の介護分野では、歩行や起き上がり、在宅リハビリなどの自立支援や、移乗、入浴、食事、排泄、リハビリなどの介助支援に使われる。

③ 農業

3つ目の農業分野では、農機や収穫に使われたり、肥料などをまく際にドローンが使われたりしている。

④ 家庭用

4つ目の家庭用では、掃除、洗濯・アイロン、料理、買い物、介護、子供の世話や教育、植物の世話などに使われる。

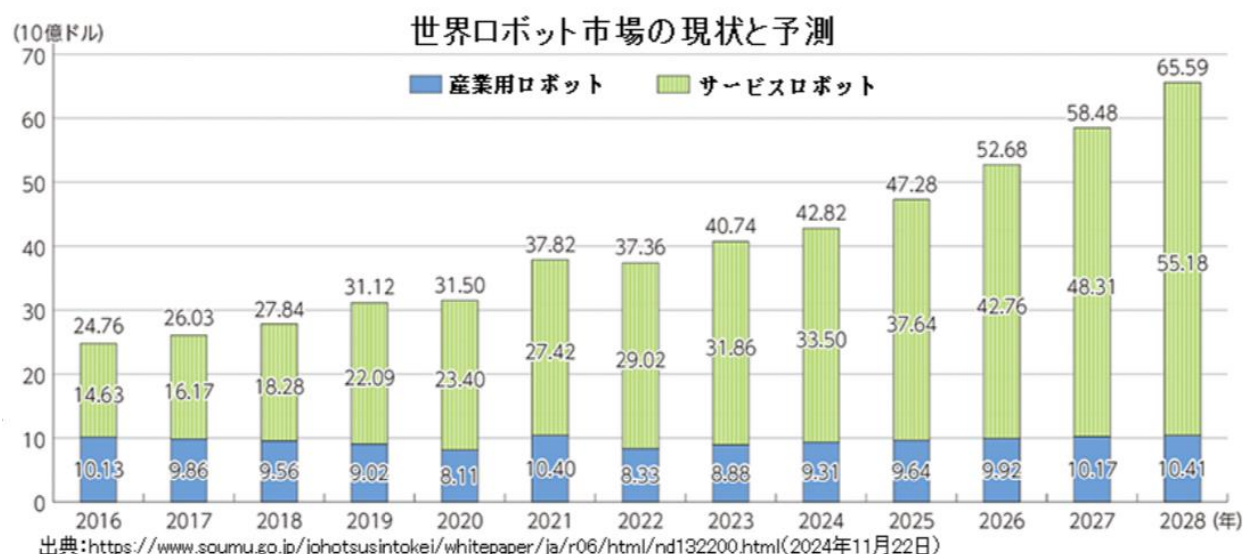
3-4. 最新技術

他にも、自律型ロボットは、AI、IoT、ビッグデータなどの最新技術が活用されている。自律型ロボットとは、サービスロボットの一つで、人間が制御する必要がなく、自分自身で周囲の環境を認識し、人間の代わりに様々なサービスを提供するロボットのことである。例えば、ソフトバンクのペッパー君は家庭や商業施設、教育施設、介護施設、オフィスなど様々な場所で自律型ロボットとして活躍している。

4. ロボット産業の現状

4-1. 世界のロボット市場

下図のグラフから分かるように、世界のロボット市場は急速に拡大している。特にサービスロボット分野が、ロボット産業の成長を牽引している。2024年の市場規模は428億2,000万ドルに達すると予測されており、うちサービスロボットの規模は335億ドル



と推定されている。年間成長率が高いロボット分野では、人手不足の解消やニーズ拡大が成長を後押ししている。また、IoT や AI の進展により、ロボット技術が一層強化されており、今後も大幅な収益増が見込まれている。

4-2. 国内業界の現状～企業概況

下の表は日本の主要ロボットメーカーの概況を示すものである。ファナックや安川電機といった企業などが産業用ロボットに強い競争力を持っている。一方、海外では ABB やクーカが存在感を示している。そのため、国際的市場においても競争が激化している状況である。

主要ロボットメーカー（売上上位5社）の概況（2022～2023年）

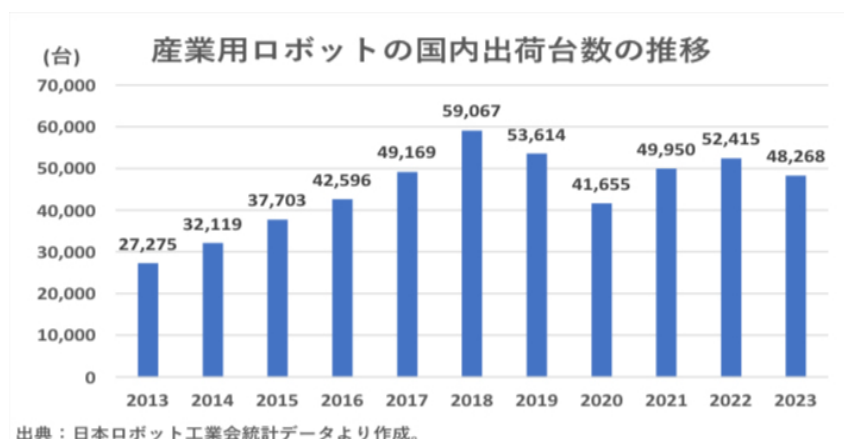
企業名	本社所在地	設立	売上高	市場シェア	利益率	従業員数
			(億円)	(%)	(%)	(人)
ファナック（株）	山梨県	1972年	3,569	32	20.0	4,515
（株）安川電機	福岡県	1915年	2,238	20	9.3	3,188
（株）FUJI	愛知県	1959年	1,398	12	13.3	1,738
ヤマハ発動機（株）	静岡県	1955年	1,158	10	7.8	10,193
川崎重工業（株）	東京都	1896年	996	9	3.1	13,662

注：国内市場規模は主要14社の売上合計としている。

出典：業界動向サーチHPのデータより作成。

4-3. 国内業界の現状～出荷状況

下のグラフは産業用ロボットの国内出荷状況を表している。2018 年までは、ユーザー産業の好況で出荷台数が増加していた。海外経済の減速やコロナ禍による深刻な影響を受けて、2019 年以降は大幅な減少が見られたが、現在は需要が回復し年間 4 万台以上の出荷水準を維持している。



5. ロボット活用の事例

ここでは、技術面などの視点から、ロボットの利用場面とその事例を説明する。

5-1. ミニトマト全自動収穫ロボット

デンソーは、ミニトマトの全自動収穫ロボット「アーテミー」の受注を欧州地域で開始した。農業用ハウス内のレーンを走行しながら、ロボットアームの先端に取り付けられたはさみでミニトマトを自動で収穫する。その際、AIでミニトマトの成熟度を判定し、成熟した房のみを選別する。本体に積載した収穫箱が満載になった場合は、空の収穫箱を設置場所まで移動して自動で交換する機能も備えている。

5-2. ファナック株式会社の食品・飲料用作業ロボット

ファナック株式会社は、小型高速から高可搬まで幅広くラインアップされており、食品や飲料業界のあらゆる工程に適用することができる。食品・飲料業界で最も重要視される高次元のサニタリー性に対応しており、生産性の向上や生産される製品の安全性を確保している。

5-3. ヤスダヨーグルトのロボット導入

新潟県阿賀野市にあるヤスダヨーグルトは、2022年に初めて協働ロボットを使ったパレタイズシステム「コボパル」を導入した。ヨーグルトの製造や充填の工程は以前から同社の工場の専用設備で自動化してきたが、箱詰めした製品を出荷用のカゴ台車に積む作業は人手に頼っていた。同社は今回、この工程をロボットシステムで自動化した。パレタイズ用パッケージシステムは安川電機製の協働ロボットを使用したシステムで、スペースに余裕がなく周囲に人が多い生産現場に最適なシステムとなっている。ヤスダヨーグルトは安川グループが提供する定額サービスを活用している。このサービスでは、定期点検や保全サービス、オンラインによる稼働監視や遠隔復旧、故障予知などもセットで提供している。

6. THK 株式会社岐阜工場への見学

韓ゼミは生産現場でのロボットの活用状況を確認するために、10月18日に機械要素部品を製造する THK 株式会社の岐阜工場を見学した。ここでは、同社を紹介し見学からの学びを説明する。

6-1. 会社概要と経営戦略

①THK の概要

THK は 1971 年に創業され、「世にない新しいものを提案し、豊かな社会づくりに貢献する」という経営理念のもとで、創造開発型企业として発展してきた。

② THK の事業戦略

THK は、原価改善や為替リスク管理を進める一方、半導体分野における技術革新や、自動化・内製化を推進している。また、ベトナムに販売拠点を設立し、IoT サービスを展開するなど、グローバル市場にも積極的に対応している。これらの戦略的取り組みにより、持続可能な成長を実現している。

6-2. 製品ラインナップ

下図のように、THK の製品には LM ガイドやボールスプラインなどの機械要素部品、免震システムや自動車部品などがある。これらの製品は、医療や都市機能、IT 分野など幅広い分野で活用されており、社会の基盤を支える重要な役割を果たしている。THK の製品は、私たちの生活の见えないところで支えとなっている。



出典：THK（株）HP より作成。

6-3. 工場見学を通して学んだこと

THK の工場見学を通じ、世界シェア 80%を誇る LM ガイドや、ロボット技術を間近で体感した。これにより、高度な技術力や自動化がいかに精密な作業を可能にしているかを学んだ。また、地震対策としての免震システムの意義も深く理解した。この見学は、ロボットが私たちの社会に不可欠な存在であることを再認識させられるものであった。

7. ロボット活用のメリット

次に、ロボットの社会への貢献について検討する。

7-1. ロボット活用の目的

ロボット活用の目的としては、①人的ミスを最小限に抑え作業品質や製品品質の安定化を図ること、②人件費の削減や人材不足の解消に繋がること、③価格競争力の強化となること、④24時間作業の実現可能になり、作業効率の強化に繋がること、⑤労働者の負担を軽減すること、⑥作業標準化により生産性を向上させること、が挙げられる。

7-2. 産業用ロボットの導入効果（事例）

下の表は、自動車や電機などの業界における産業用ロボット導入の効果を示すものである。ご覧のように、5つの業界においてロボット導入による作業効率の向上や生産効率の向上など多くの効果が表れている。これらの効果は産業用ロボットの普及を促す主な要因となっている。

業界別の産業用ロボット導入の効果

業界	自動車・部品業界	電機業界	電子デバイス業界	食品業界	工作機械業界
導入 メ リ ッ ト	作業環境の改善 品質の安定化 製造コスト削減 作業員の削減 生産の効率化 作業員の負担軽減 安全性の向上	作業員の削減 作業効率の向上 品質の安定化 生産効率の向上 作業員の負担軽減	作業員の削減 作業効率の向上 作業環境の改善 作業負担の改善 品質の安定化 生産効率の向上	作業効率の向上 人件費の削減 運用の安定化 作業員の削減 安全性の向上	完全な自動化 タクトタイムの短縮 生産の高速化 複数の加工に対応可能 CAMデータが利用可能 作業員削減

出典：KEYENCE(2018)『FAロボット導入事例集』（株）キーエンス画像システム事業部より作成。

7-3. ロボット活用による社会変化の予測

①まず一つ目、ロボットは反復作業や危険な作業、単純作業を効率的に行うことができる。それらの仕事をロボットがすることで、人間は創造性や判断力が求められる仕事や危険度の低い仕事に集中できるようになるだろう。

②名医の名人芸をロボットが少しずつ肩代わりしてやってくれるようになり、治療法が進化し、より難易度の高い、高度な手術も可能になることが期待される。

③産業用ロボットは、人間に比べて作業スピードが速く、24時間稼働も可能である。これによって生産性を高めて利益を得やすくなる。また、サービスロボットを使えば、掃除や介護などの負担を減らして、人間は自由な時間を多く持てるようになるだろう。

8. ロボット社会の課題

8-1. ロボット導入のデメリット

ロボットの導入にあたっては、企業にとって①初期費用が高額であること、②不具合の原因を特定できない時に対応が大変であること、③操作検査に資格が必要でメンテナンスや修理に技術者が必要であること、④誤操作による怪我のリスクがあるというデメリットが考えられる。

8-2. ロボット普及の社会的課題

どのような課題が考えられるだろうか。まず、労働と雇用の課題である。ロボットの普及により多くの人間の仕事が減少する可能性がある。これは企業にとっては効率化を意味するが、社会全体としては雇用の喪失や失業問題を引き起こすリスクも伴う。次に、医療と介護の課題である。患者や高齢者ケアにロボットを導入した場合、人間のようなきめ細かいメンタルのケアができなくなり、対象者の精神面に与える影響が懸念される。

そして倫理と安全性の課題である。ロボット技術はバグや故障のリスクを抱えている。これにより、ロボットが意図せず事故を起こしたり、人間に危害を加えたりする危険性がある。この点を見落とすことはできず、ロボットの設計や運用における安全対策の重要性を再認識する必要がある。また、教育と次世代の課題である。例えば、ロボットが育児に関わる場合の懸念が挙げられる。ロボットが子供と接することで、感情や情操面の発達が遅れる可能性がある。

8-3. 人間とロボットの共存

将来的には、人間とロボットの長期共存においては、仕事と生活における共存が避けられないため、ロボットが人間に対して適切なコミュニケーションを行なえるほどの自然言語処理や音声認識能力をかなりハイレベルに高める必要があると考えられる。その上で、人類とロボットの間で不可分な相互依存関係が構築される可能性も想像できるだろう。

9. 未来のロボットと展望～むすびにかえて～

9-1. ロボット産業の技術トレンド

ロボット産業の技術的トレンドは、AI、5G や IoT といった情報通信技術、あるいは自動運転技術などの進化を中心に急速に発展している。これらの技術は、ロボットの性能向上だけでなく、私たちの生活をより便利で豊かなものにする可能性を秘めている。一方で、これらの技術をどのように活用して社会全体で受け入れていくのかを考えることも重要である。

9-2. ロボット産業の主な分野別展望

ロボット産業は、それぞれの分野で独自の進化を遂げているが、共通しているのは、社会課題の解決に向けて大きな可能性を秘めているということである。今後、ロボット

技術をさらに高度化させ、物流・倉庫管理、医療・介護、特に家庭用サービスロボット分野においても大きな進化が期待されている。

9-3. ロボットで持続可能な社会を

これらの社会課題解決に向けて、ロボットをいかに活用していくのが重要となる。ロボットの応用は、産業基盤の強化を通して財政健全化につながり、少子高齢化への対応につながる。また、ロボットの動力源を風力発電や太陽光発電による再生エネルギーとした場合、エネルギー不足や温暖化の対応につながる。

9-4. ロボット産業の課題とリスク

ロボット産業には、このようないくつかの課題が存在している。まず、技術面の課題である。これについては、精度の向上や長期稼働のための耐久性の技術進歩が求められている。次に、導入コストの課題である。これは製造やメンテナンスのコストが普及の妨げになっている。また、人材不足の課題である。ロボットエンジニアや AI など関連分野の技術者の需要が急増し、企業間の人材争奪となっている。さらに、社会的需要の課題である。つまり、ロボットとの共存に関する心理的・倫理的な課題が注目されている。これらの課題への対応は、ロボットを作り出した人間の責任であるだろう。

10. おわりに

ロボット産業の未来も、可能性と課題が共存し続けるだろう。技術の進化によって私たちの生活はより便利で効率的になる一方、社会的課題を克服する努力が欠かせない。また、ロボットと人間の共生に向けた課題解決を図りつつ、人間がロボットと協力しながら新しい価値を創造し、持続可能な社会の実現に寄与する制度や仕組みを築いていくことが、私たちの目指すべき方向性である。

11. 主要参考資料

新山龍馬(2019)『超ロボット化社会～ロボットだらけの未来を賢く生きる』日刊工業新聞社

KEYENCE(2018)『FA ロボット導入事例集』(株)キーエンス画像システム事業部

「ロボットダイジェスト」(業界団体誌) (<https://www.robot-digest.com>)

「特集 ロボットありきの時代」『月刊 生産財マーケティング』ニュースダイジェスト社、2023年12月号

野田哲男(2021)「ものづくりにおける産業用ロボットの展開と今後の課題」『システム/制御/情報』Vol.65, No.3, pp.78-84

西山禎泰(2011)「日本におけるロボットの変遷と表現との関係」『名古屋造形大学紀要』第17巻, pp.151-166

日本ロボット工業会(2023)『ロボット産業ビジョン 2050～人・社会・環境と共存するロボット～』

総務省「特集② 進化するデジタルテクノロジーとの共生」『情報通信白書(令和 6 年版)』
(<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r06/html/nd132200.html>)