

ロボットの開発の歴史と社会的背景

ロボット概論 1

第1回(2019/9/23)

担当:山崎

1

シラバスより

■ 授業方法と留意点

- 毎回のテーマに関する資料を配付し、スライドと板書を併用してその内容を講義する。また関連する動画の視聴と演習により理解を深める。

■ 評価方法(基準)

- 演習課題の評価40%+定期試験の結果60%

■ 担当者の研究室等

- 1号館4階 山崎准教授室

3

シラバスより

■ 授業概要・目的

ロボットに应用される要素技術は幅広いが、機械的要素無くしてロボットの存在はありえない。ロボット概論ではロボット開発に関連する歴史的・社会的背景、最新の応用事例について解説し、機械工学科で学ぶ専門科目とのかかわりを明らかにする。さらに、ロボットの制御・運動学、機械的要素以外の電気電子・情報処理技術についても解説する。また、ロボットに関する倫理的な問題・安全についても述べる。

■ 到達目標

- (1)ロボット開発の流れについて理解し、説明できる。
- (2)ロボットの構成要素の機能・性能を説明できる。
- (3)ロボットの姿勢や運動を計算で求めることができる。

2

シラバスより

■ 関連科目

- 制御工学I・II, 計算機制御, センサ信号処理(3年次)
- 微積分I・II, 線形代数I・II

※ロボットの姿勢や運動の計算に、

- ・基本的な微積分(偏微分を含む)
 - ・三角関数
 - ・行列計算(逆行列, 行列式を含む)
- が必要となる

■ 参考書

- 日本機械学会, ロボティクス

4

ロボットの歴史 (表出典:日本玩具文化財団)

海外	フィクション	日本	日本 (ロボットおもちゃ)
紀元前1世紀 ギリシャの発明家ヘロンが自動機械を考案	紀元前8世紀 ホメロスの叙事詩「イーリアス」に登場のロボット「黄金の美女」登場	紀元前3世紀 ギリシャ神話に「青銅人間タロス」登場	
イスラム圏でからくり人形つくれる	仏教説話集「撰集抄」にロボット登場	大塚にてからくり人形の芝居小屋「竹田屋」旗揚げ	
ヨーロッパにて自動人形のブーム		1796年 細川経道「からくり図彙」刊行	
1839年 パベッジ、コンピューターの前駆、機械式計算機開発	1886年 小説「未来のイヴ」に美女ロボット登場		
1895年 ムーア「蒸気人間」開発			

古代より、人造人間としてのロボットの考え方は存在した

18世紀
自動人形としての発達

5

ヨーロッパの自動人形(オートマタ)

ぜんまいを動力として動く



出典:wikipedia

「ドロワー」(1773)「音楽家」(1774)「ライター」(1772)
ジャケ・ドロー, ジャン・フレデリック・レショー

6

日本の自動人形(からくり人形)

機巧図彙(からくりずい、きこうずい) : 細川半蔵、1796年成立
和時計や茶運び人形などのからくりについて説明した書物



弓曳童子



茶運び人形

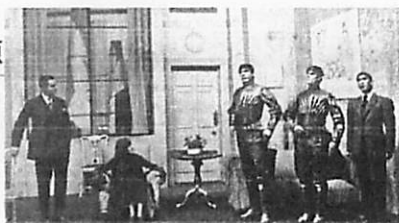
出典: wikipedia
7

1927年 アメリカ、ウェスティングハウス社 がロボット第1号「エリック」を開発 を発表	1928年 創作家カレル・チャペック の戯曲「R.U.R.」が 発表	1928年 西村真琴が日本初のロボット 「学天則」製作発表
1927年 演説ロボット「エリック」発表	1929年 戯曲「エリック」が 発表	1929年 西村真琴が日本初のロボット 「学天則」製作発表
1932年 物理学書「ロボット」 発表	1934年 サンフランシスコ万博で動く ロボット「ウィーラー」発表	
1945年 数学者ノイマン、コンピュータ の基礎「ノイマン型コンピュータ」 開発		
1948年 ウィーナー、サイバネティクス理 論「生物と機械を結ぶシステム」 提唱		
1946年 ペンシルベニア大学、世界初 型コンピュータ「ENIAC」完成		

ロボットという単語が作られる
(1920)

8

ロボットの語源



出典: wikipedia

- チェコの戯曲家カレル・チャペックが、その作品「R.U.R. (ロツサム万能ロボット会社) (1920) で使ったのが起源
- チェコ語で強制労働を意味する「ロボタ robota」と、スロバキア語で労働者を意味する「ロボトニーク robotnik」からの造語とされる
- 一種の人造人間であり、人間に反乱する

9

日本初のロボット: 学天則

- 東洋初のロボット(1928年(昭和3年))
- 高さ約3.5m, 幅約3m
- 製作者: 西村真琴(元・北海道帝国大学教授)
- 空気圧で腕や表情を駆動させる
- 復元: 大阪市立科学館(2008年)



出典: Wikipedia

10

海外	フィクション	日本	日本 (ロボットおもちゃ)
1910年 ジュール・ヴェルヌが「人工知能」を提 唱	1950年 アイザック・アシモフ、5部 作「ロボット」で「人工知能」を提 唱	1959年 東京工業大学が「人工知能」を提 唱	輸出用ブリキロボットを多 数生産していた時代。金銭 的価値に乏しいながらも、表 情豊かな人形が、表情に はあふれていた。
1954年 デボル社が「人工知能」ロボット特 許	1951年 手塚治虫が「鉄腕アトム」 連載		海外輸出用に生産してい たため、日本国内にその 数は少ない。
1957年 ソ連が世界初の人工衛星「ス プートニク1号」打ち上げ成功	1952年 バーナード・ウィルソンが「ロ ボット」を提唱		1956年に公開された映 画「鉄腕アトム」に登場す るロボット「ロビー」はロ ボットの代表的な存在とな り、そのデザインは以後ロ ボットとして繰り返し製 作されている。
1958年 米国コンソリデーション・コン トロール社が「人工知能」ロボ ット発表	1956年 米国映画「鉄腕アトム」に 万能ロボット「ロビー」登場		
	1958年 朝日新聞「鉄腕アトム」連載		
	1959年 朝日新聞「鉄腕アトム」連載		
	1959年 朝日新聞「鉄腕アトム」連載		

1950
小説、アニメでのロボット

11

ロボット工学三原則

- 第一条 ロボットは人間に危害を加えてはならない。また、その危険を見過すことによって、人間に危害を及ぼしてはならない。
- 第二条 ロボットは人間に与えられた命令に服従しなければならない。ただし、与えられた命令が第一条に反する場合はこの限りではない。
- 第三条 ロボットは前掲第一条および第二条に反する恐れのない限り、自己を守らなければならない。



アイザック・アシモフ
「われはロボット」
早川書房(1950)

12

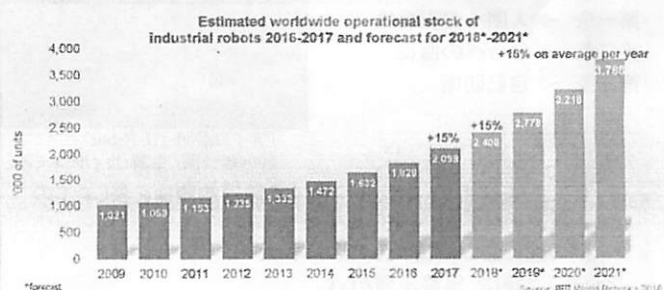
世界の産業用ロボット稼働台数
(マニピュレータロボットのみ)

Estimated operational stock of collaborative industrial robots at year-end in selected countries, by type, 2009-2021*

	2009 (Est.)	2010 (Est.)	2011 (Est.)	2012 (Est.)	2013 (Est.)	2014 (Est.)	2015 (Est.)	2016 (Est.)	2017 (Est.)	2018*	2019*	2020*	2021*
日本	208,534	207,898	215,407	209,942	207,220	214,710	224,096	235,125	247,120	259,120	271,120	283,120	295,120
中国	208,485	42,790	11,037	8,800	20,220	27,470	35,720	43,970	52,220	60,470	68,720	76,970	85,220
韓国	12,750	4,000	1,000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
アメリカ	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
ドイツ	12,750	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
フランス	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
イタリア	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
英国	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
その他アジア	208,534	207,898	215,407	209,942	207,220	214,710	224,096	235,125	247,120	259,120	271,120	283,120	295,120
その他ヨーロッパ	208,534	207,898	215,407	209,942	207,220	214,710	224,096	235,125	247,120	259,120	271,120	283,120	295,120
その他	208,534	207,898	215,407	209,942	207,220	214,710	224,096	235,125	247,120	259,120	271,120	283,120	295,120
合計	208,534	207,898	215,407	209,942	207,220	214,710	224,096	235,125	247,120	259,120	271,120	283,120	295,120

*IFR (International Federation of Robotics, 国際ロボット連盟)

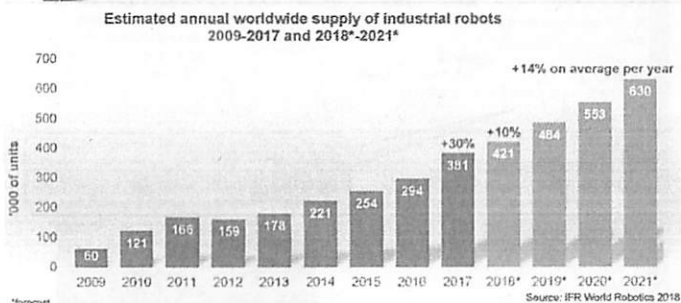
産業用ロボット稼働台数



2017年には200万台を突破
2020年には300万台を突破の予測
2021年には380万台との予測

20

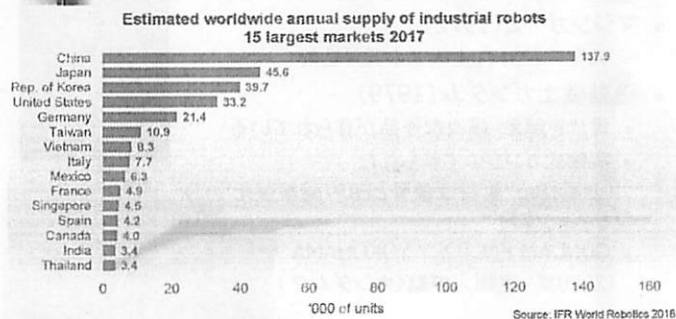
産業用ロボット販売台数



2017年には38万台(前年比+30%)
2021年には63万台との予測
2009年はリーマンショックによる落ち込み

21

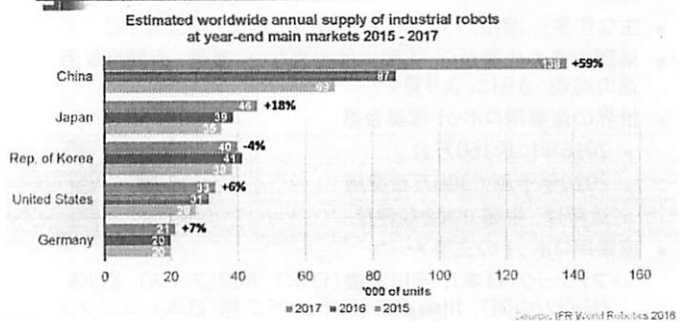
産業用ロボット販売台数(国別)



中国が138万台(全体の36%)でトップ(ただし、海外のメーカーによる販売が3/4)
生産台数では日本メーカーのシェアは56%で世界一

22

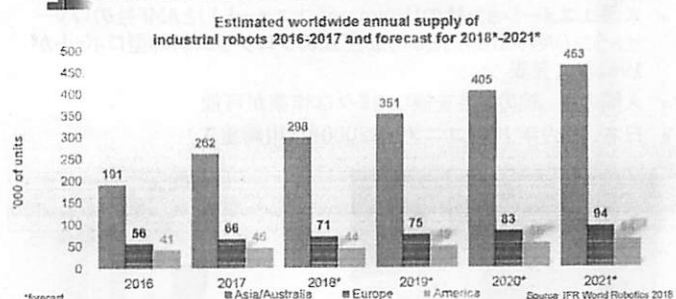
産業用ロボット販売台数(上位5カ国)



上位5カ国(中国、日本、韓国、アメリカ、ドイツ)で全体の73%

23

産業用ロボット販売台数(地域別)



アジアの占める割合、伸びとも大きい

24

ロボット工学三原則

- 第一条 → 人間への安全性
- 第二条 → 命令への服従
- 第三条 → 自己防衛



「アイ,ロボット」(I, Robot)
2004年公開、主演:ウィル・スミス

- フィクションを超えて、ロボットに関する倫理的側面を表したものとして現実のロボット工学に影響を与えた
 - 「人間の役に立つ機械」としてのロボット
 - アシモフは後に、第零法則として、
 - ロボットは人類に対して危害を加えてはならない。またその危機を看過してはならない。
- を追加している。 (「ロボットと帝国」(1985))

13

日本:ロボット漫画の誕生

- 鉄腕アトム(手塚治虫 1952)
 - 感情を持つロボット
- 鉄人28号 (横山光輝 1956)
 - リモコンで動く大型ロボット



鉄人28号 モニュメント(兵庫・長田) 高さ15.3メートル



サンコミックス版
鉄腕アトム 1巻表紙

14

日本:ロボットアニメの広がり

- マジンガーZ(1972)
 - 人型ロボットに主人公が乗り込む
- 機動戦士ガンダム(1979)
 - 世代を超え、様々な作品が作られている
 - 実物大ガンダムも作られた
(全高18m, 素材は鉄骨とFRP(繊維強化プラスチック))
 - GUNDAM FACTORY YOKOHAMA
(2020夏 実物大の動くガンダム?)



超合金魂マジンガーZ



実物大ガンダム(東京お台場)

1959年ロバート・M・ハイ ラインが強化宇宙船など 後に影響を与えた小説「宇 宙の戦士」発表	1960年 生物の動きや機能をロボットに 取り入れる学問「バイオニクス」 登場	1960年 映画「2001年宇宙の旅」公開	1967年 米国から産業用ロボット輸 入、国産ロボット製造開始 (ロボット第1世代)	歩行動作や仕掛けにも工 夫を凝らしたものが登場。 また、アポロ11号が月面 着陸を実現したこの時代、 宇宙への夢がロボットたち にも託された。
1960年 アメリカ世界初の産業用ロボット 「ユニメート」登場	1963年 「鉄腕アトム」「鉄人28号」 テレビ放映開始	1962年 アメリカAMF社産業用ロボット 「バーサトラン」発売	1966年 アメリカGE社、パワーアシスト機 械「ハーディマン」開発	
1966年 ノルウェー、トラルファー社「塗装 ロボット」開発	1969年 アメリカ、現在のインターネットの 元祖「アーパネット」運営開始			

1960年代
産業用ロボットの登場



15

産業用ロボット

- 米国ユニメーション社の「Unimate(ユニメート)」とAMF社の「バーサトラン(Versatran)」という油圧式のプログラム制御型ロボットが1961年に発表
- 人間の手、腕の動きを模し、様々な作業が可能
- 日本:1969年 川崎ユニメート2000型(川崎重工)



<https://www.robotics.org/>



<http://cyberneticzoo.com/>

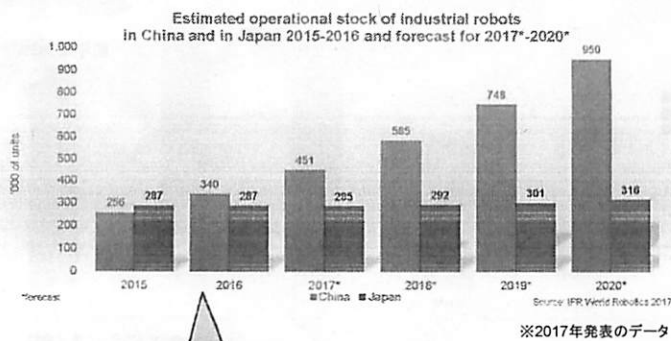
産業用ロボットの発展

- 主な作業: 溶接、ハンドリング、塗装、加工、組立てなど
- 単調作業の代替から、人間には出来ない、高速、高精度な用途の実現、さらに、より賢くへ
- 世界の産業用ロボット稼働台数
 - 2016年に約160万台
 - 2020年予測で300万台突破
 - 近年は、中国で大きな伸び
- 産業用ロボットの主要メーカー
 - ファナック(日本)、安川電機(日本)、ABB(スイス)、KUKA(ドイツ/中国)、川崎重工(日本)、不二越(日本)、エプソン(日本)、...
- 近年は、産業用以外の、サービスロボットも大きく伸びてきている



18

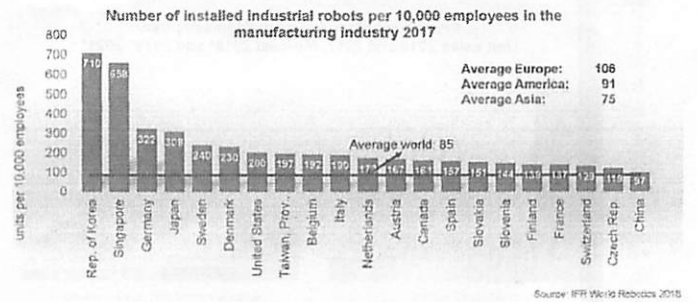
産業用ロボット稼働台数(日中の比較)



世界一が交代

25

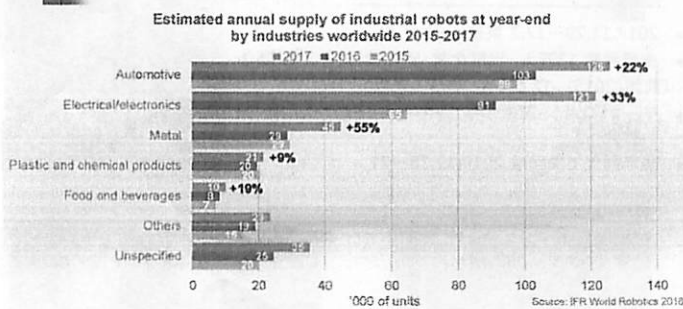
従業員10000人当りのロボット台数(密度)



韓国が最も高いが、平均ではアジアが低い

26

世界の産業用ロボットの利用分野



自動車関連がトップ(全体の33%)
電気電子関連も大きく伸びている(全体の32%)

27

サービスロボット

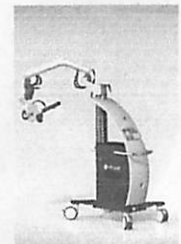
- 様々なサービスを提供するロボット
- 近年、急速に伸びている
- レスキューロボット
- 医療用ロボット
- 掃除用ロボット
- 警備ロボット など



レスキューロボット Quince
<http://www.furo.org/ja/robot/quince/>



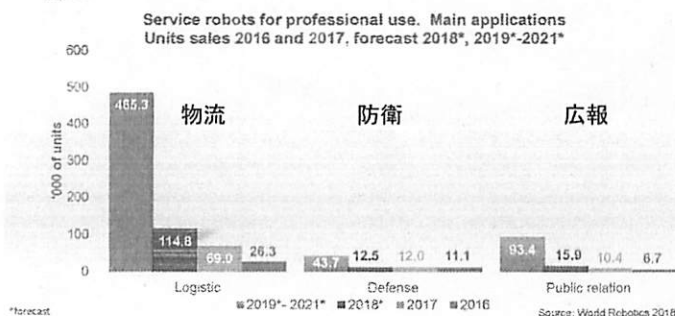
ロボット掃除機 ルンバ
<https://www.irobot-jp.com/roomba/>



内視鏡外科手術用カメラ操作ロボット
EMARO <http://www.riverfieldinc.com/>

28

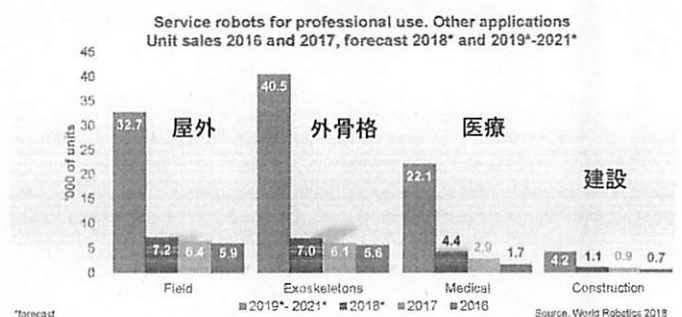
業務用サービスロボット販売台数(1)



各方面で今後大幅増が見込まれるが、特に物流での伸びが予測される

29

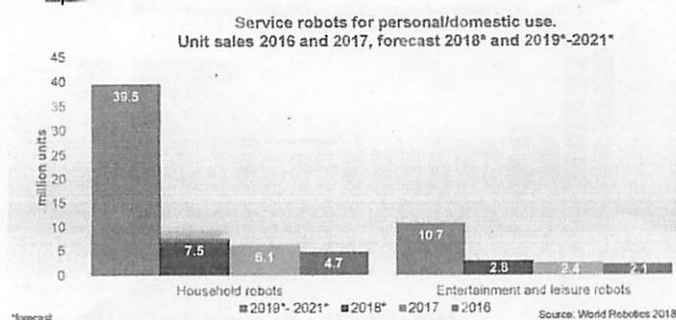
業務用サービスロボット販売台数(2)



様々な領域での利用が見込まれている

30

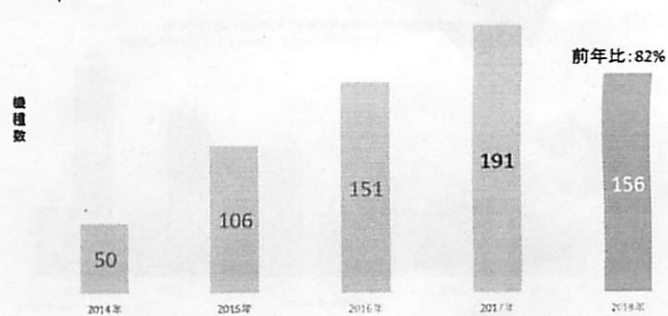
個人/家庭用サービスロボット販売台数



ロボット掃除機は家庭でも普及が進んでいる

31

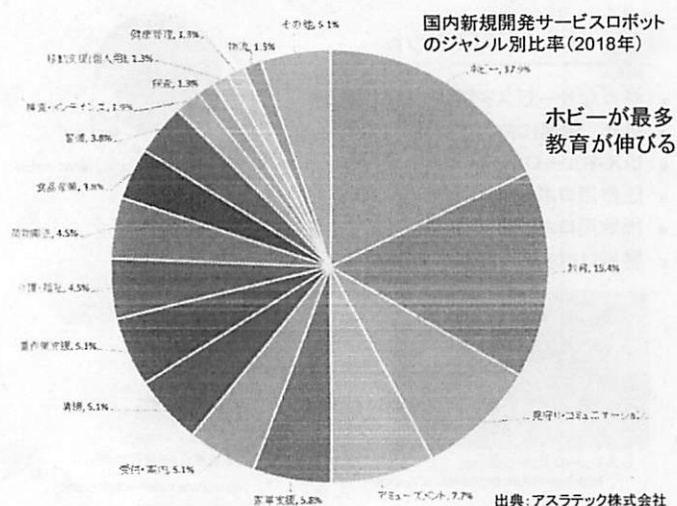
国内で開発されたサービスロボットの機種数(2014～2018)



出典：アスラテック株式会社

昨年比で減少も2018年も150機種を超える 32

32



出典:アスラテック株式会社

2017国際ロボット展

- 2017.11.29～12.2 東京ビックサイト
- 来場者数 13万人、出展企業・団体数計:612社・団体
(前回(2015) 12.1万人、出展 446社)
- テーマ『ロボット革命がはじまったーそして人に優しい社会へ』
- 隔年開催で次回は 2019.12.18～21



出典・口説不詳