

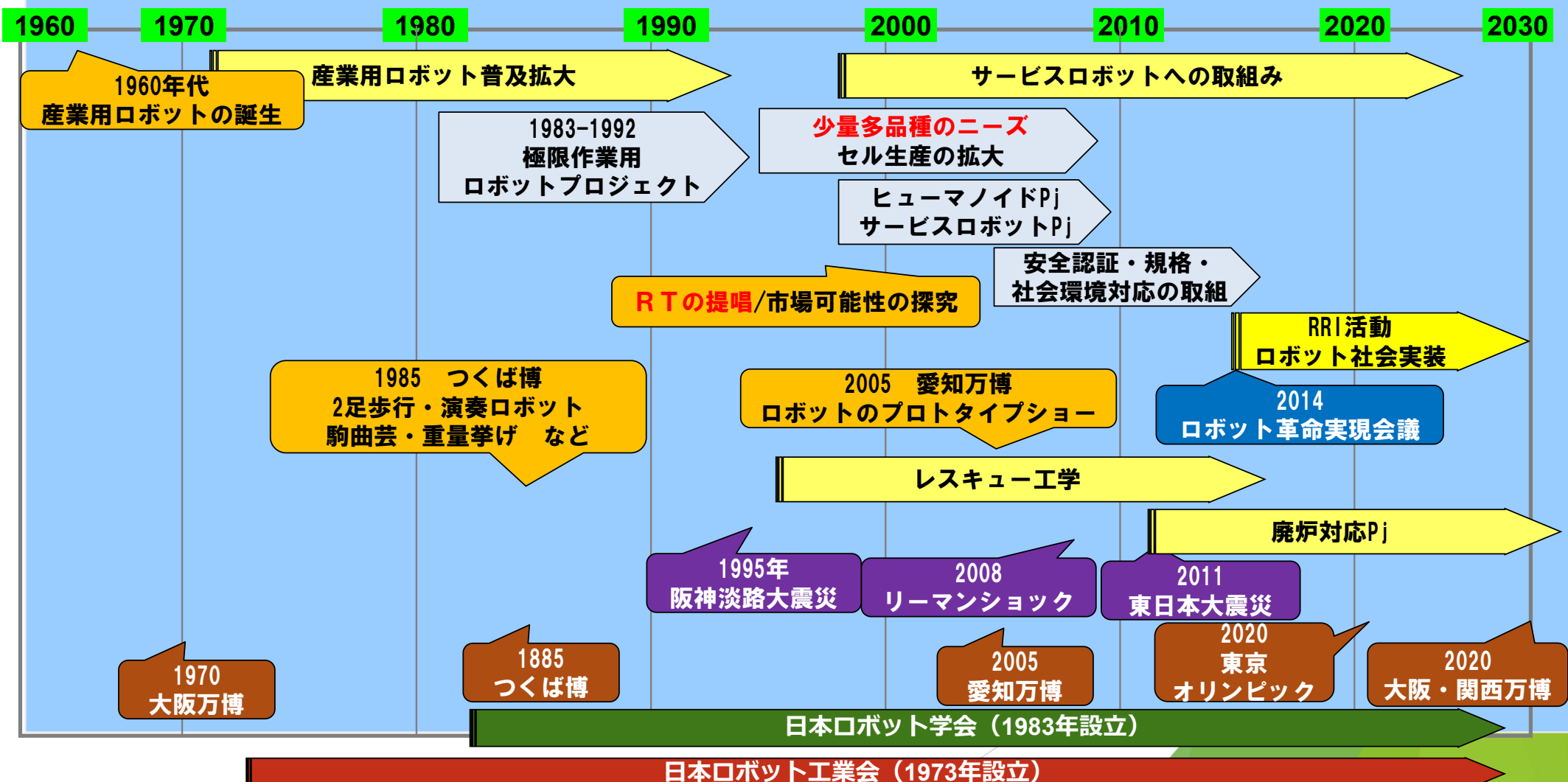
第39回日本ロボット学会学術講演会 オープンフォーラム
合業—ロボットと人間が助け合う未来の生産システムを目指して（第二回）

人、ロボットの進化

今後どのような方向にロボットは進化するのか

一般社団法人 日本ロボット学会
会長 村上 弘記
(株式会社IHI)

ロボットの研究開発の歴史



ロボット工学の研究の歴史と発展

- **ロボットとは** 運動要素・センシング要素・知能/制御要素
環境要素
- ▶ **ロボティクス（ロボット工学）の基礎（1980年代くらいから）**：
 - **マニピュレータ制御** 制御工学の実証 非線形制御・動特性
 - 産業用ロボット（シリアルリンクマニピュレータ）とともに発展/適用
 - **移動ロボット制御** 知的制御の実証 経路計画・環境認識
 - 移動プラットフォーム・センサ・コンピュータにより研究が進展

産業用ロボット
産業

自動運転自動車
AMR

その後の関連要素技術
センシング技術/認識技術・知能技術/通信技術
ソフトウェア技術/コンピュータサイエンス . . .

近年：システム技術 インテグレーション技術

- ヒューマノイドがプラットフォーム

ロボット学：ロボティクス
工学に加え人との関係などに広がる：共存での心理学 安全に関する法工学 . . .

ロボット研究と産業のかかわり

▶ マニピュレータ制御

- 産業用ロボットと協調して発展 非線形補償 外乱制御 多入力多出力系
- システム課題のための技術
力（コンプライアンス／インピーダンス制御） ビジュアルフィードバック
オンラインフィードバックシステム
- ✓ 研究と実用の乖離 : ロボットコントローラの壁
- 遠隔制御技術：宇宙・原子力施設用などの特殊用途として発展

▶ 移動ロボット

- 周辺技術の発展により実験ができるようになる
軌道計画 環境認識 通信技術
宇宙ロボット、軍事用での研究予算（主に米国）
DARPA Grand Challenge（2004年）
レーザ測距の活用 SLAM技術など

ロボットへの期待と反動

▶ 厳しい環境での作業の自動化への期待

- 生産現場/建設現場における自動化への挑戦：**3K作業からの開放を目指した開発**
鋳造工程/重筋作業/建築作業など

技術的にはある程度実現 困難なものが多い
対象物/設置精度が悪い、荷重が大きい
悪環境（耐久性が課題）、…

⇒実用化には初期投資（コスト）が課題

- ✓ 解決策：作業者が操作する機械類：特殊な対象のみ自動化される

- クリーンルーム：作業環境が厳しい（**新たな3K職場**）

半導体製造ライン：バッチプロセスの集合体

300mmウエハで搬送標準化：Foup

⇒クリーン度の確保：搬送の自動化（標準化）が進む

大型薄型テレビ製造：材料ガラスの大型化

大型薄板ガラス搬送技術の発展

不定形・危険作業への対応

- ▶ **無人化施工法：2系統の無線を使い、
建設機械を安全な遠隔地から操作するもの**
- ▶ **2000年 建設無人化施工協会 設立**

1993年 雲仙普賢岳の除石工事に適用（建設省）
無人化施工の「試験フィールド制度」で発展

<http://www.kenmukyou.gr.jp/about/system.php>

主要適用事例

1. 雲仙普賢岳無人化施工 1994年1月～
2. 有珠山無人化施工の概要（板谷川） 2000年5月～2001年3月
3. 有珠山無人化施工の概要（西山川） 2000年6月～2001年3月
4. 三宅島における無人化施工の導入 2001年3月～2002年3月
5. 南大隅における無人化施工の導入 2010年7月～2011年2月

**2011年
福島第一原子力発電所
各種工事に適用**

生産形態の変化とロボット

▶ 21世紀：大量生産から少量多品種へ

コンベアラインから

- 大量生産によるコストダウン
- 自動化：専用機/専用治具
- 自動化・量産化設計へ
- 大型設備投資

セル生産システム

- ロット生産による効率化
- 作業者を最大限活用
- 汎用道具類による生産
- 生産能力：作業者能力

産業用ロボットと人間との協働（重筋・精密作業）

「ISO 10218-1:2011」「ISO 10218-2:2011」

人とロボットの共存・協調作業の条件

ロボットの停止監視

人とロボット間の相対距離・速度監視

ロボットの力制限

セル生産システム向けロボットシステム

- ▶ **知能化技術を組み込んだロボットセル**
セル生産の機能をユニット化
複数アームでの組立技能再現
知的組立システム

<https://robotaward.jp/archive/2012/prize/robot03.pdf>

- ▶ **作業者と共存するロボットシステム**
作業者と同一サイズで実現
作業者代替の考え方
視覚・力覚の活用
作業者の再現システム

<https://robotaward.jp/archive/2012/prize/robot04.pdf>

技能のロボット化への挑戦

▶ 精密仕上げロボットシステムの開発

【主要要素技術】

- ・ 力制御によるエッジと曲面の加工
- ・ 力制御によるワーク形状の微計測
- ・ タッチセンシングによる自動工具校正
- ・ CADモデルからのオフライン軌道生成

【狙い】

- ・ 熟練技能の置き換え
- ・ 高精度な仕上げ加工、品質の安定化
- ・ 作業環境負荷の軽減

現場作業者の技能の機械化
作業者の言葉の理解
検査員判断の理解

ロボットの得意技
精密な繰り返し作業

人との協働システム

▶ 産業用ロボットと人間との協働（重筋・精密作業）

「ISO 10218-1:2011」「ISO 10218-2:2011」

人とロボットの共存・協調作業の条件

ロボットの停止監視

人とロボット間の相対距離・速度監視

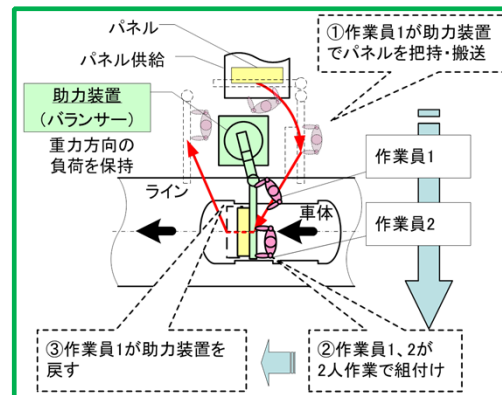
ロボットの力制限

安全・快適に人と協働できるロボット

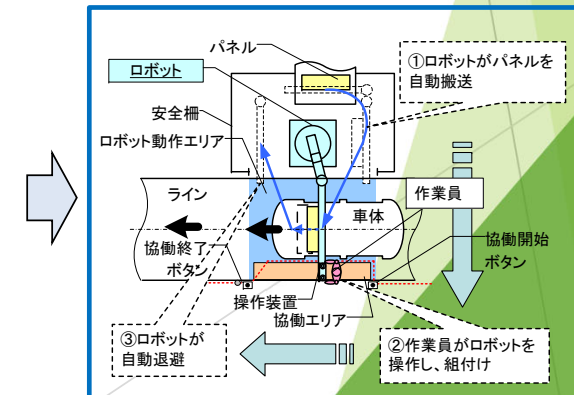
<https://robotaward.jp/archive/2010/prize/robot01.pdf>

▶ 自動車ラインの2人作業の1人化

- 作業者の意図推定
- 1人化によるフレキシビリティ向上
- 重力をうまく使った省電力化
産業用ロボット範囲外の装置



現状(想定作業)



協働システム(想定作業)

最近のトピックス

▶ 人間拡張技術の適用

Super Limbs : 人間にロボットを付加して操作

ロボティクス・メカトロニクス 講演会 2021 in Osaka 特別講演 : (robomech.org)

講演題目 : SuperLimbs

講演者 : H. Harry Asada (Department of Mechanical Engineering, Massachusetts Institute of Technology)

<https://robomech.org/2021/event/>

サービスロボットへの取組み

- ▶ 1996年12月 **ホンダ** P2（2足歩行ロボット）の発表
 - ▶ 人間環境で協働するサービスロボットの期待が膨らむ
- ▶ 2005年愛知万博でのサービスロボットの展示

社会実装課題が明確になった：安全規格・保険・社会受容性・・・

ロボットのこれから

▶ 新型コロナウイルスCovid-19の影響

□ リモートワーク・接触頻度の低減 自律ロボット・遠隔操縦への期待

□ 移動型サービスロボットの利用拡大 安全性・社会受容性の課題

- ◆ 安全を保障するセンサシステム
- ◆ 環境認識技術
- ◆ ロボットフレンドリな環境構築（スマート環境構築）

□ 通信を介した遠隔ロボット技術の拡大

- ◆ 5G 無線通信の信利用技術
- ◆ 感覚再現・人間の認識の解明 センシングと再現

□ 協働ロボットの本格的運用 様々な場面へのロボット適用

- ◆ ロボットと作業者の共同作業（得意な作業の分担）

□ ロボット技術の様々な機会への展開

- ◆ 自律的な自動化機械
- ◆ AI技術の適切な活用

これからのロボット技術

▶ ロボットシステムの構築技術：アプリケーション対応のインテグレーション

- 標準プラットフォーム 産業用ロボットに次ぐもの
 - 移動プラットフォーム・センサモジュール・エンドエフェクタ
- ソフトウェア／ハードウェアの規格化
 - 機能要素 安全系システム
- 動作環境の標準化

▶ ヒューマンインターフェースの変化

- デバイスに対する変化：
 - スマートホン世代：キーボードレス
 - ゲーム世代：ゲームパッドによる操作
 - ディスプレイの変化
- 操作性の良い入力・出力装置の定義の変化

▶ 人と共存するための社会科学的検討

- ロボット適用の影響
 - 哲学的考察 倫理的考察 心理学的考察
 - 受容性 安全性確保 ロボット利用のリテラシー
 - 経済的考察 法学 補償・保険制度 資格（利用・システム構築）

人が指示するロボット

- ・プログラムする
- ・ティーチングする
- ・操作する



人を理解して動くロボット

- ・シナリオの理解
- ・常識の共有
- ・感情の理解
- 等

➡ 合業

2021年9月8日 発行

発行者 一般財団法人製造科学技術センター
連絡先
住所 〒105-0004 東京都港区新橋3-4-1 新橋企画ビルディング4階
電話 03-3500-4891
Fax 03-3500-4895
Eメール info@mstc.or.jp

著作権について

無断転載・使用を禁ずる。
資料中の引用画像は、MSTCメガ労働システム研究会で管理しています。
本資料に記載の情報の著作権は製造科学技術センター（MSTC）に帰属します。

私的かつ非商業目的で使用する場合、その他著作権法により認められる場合を除き、事前に製造科学技術センター（MSTC）の書面による許可を受けずに、複製、公衆送信、改変、切除、転載等の行為は著作権法により禁止されています。