



ロボティクス・メカトロニクス講演会2006
第2回 地域交流ワークショップ
2006. 5. 26

学術的ロボット研究の 問題点について

産業技術総合研究所
知能システム研究部門

荒井 裕彦

- こんなにたくさん講演会があるのに、何で役に立たない研究発表ばかりなんだろう？
- 20年以上ロボットを研究してきたが、自分の技術が実用化された経験は全くない。それでもOKとなってしまうのは工学として何か間違っていないか？
- 現在のロボットブームには違和感を感じる。その正体はなんだろうか？

[ロボット工学における産業界と学界の乖離]

ロボット研究の成果の大半

→ 現実に有効な用途へと結びつかない

{ 学術的研究としては成功
{ 実用的技術としては失敗

学問の独立性 「基礎研究だから...」

予算獲得の局面: 実用的な効果の主張

事例1: 非駆動関節マニピュレータ

(自分自身の代表的な研究)

駆動関節・非駆動関節でマニピュレータを構成
関節間の動力学的干渉を利用して非駆動関節を制御
アームの軽量化, 省エネルギー化, コストダウン

○学術的研究としては成功

論文件数, 引用回数, 新たな研究分野の成立

×実用的技術としては失敗

実用化実績は皆無

失敗の根本的原因：

◎研究の前提となる目的自体がそもそもフィクションだった

(アームの軽量化, 省エネルギー化, コストダウン)

- もっともらしく聞こえるがニーズはない.
- 経済的効果・コスト・信頼性についての検討の欠如.
- 実態は「～のために研究する」ではなくて研究を正当化する理由付け.

学術的成功(波及性)の理由：

◎研究テーマとしての手頃さ(大学院)
(現実的な要因 > 学術的価値)

- 省コストの研究(予算・マンパワー)
- 理論の適度な難解さ → 学問として的高级感
- 「非ホロミック」のブランドイメージ
- バリエーションが容易

大学院重点化 ... 学位論文の研究課題ニーズ

事例2: SCARAロボット (牧野)

◎実用的技術としては大成功

実用化実績は約10万台以上: 大きな経済的効果
 学術的成果の産業への波及... ロボット技術史上最大

成功の要因: フィクションではない研究目的

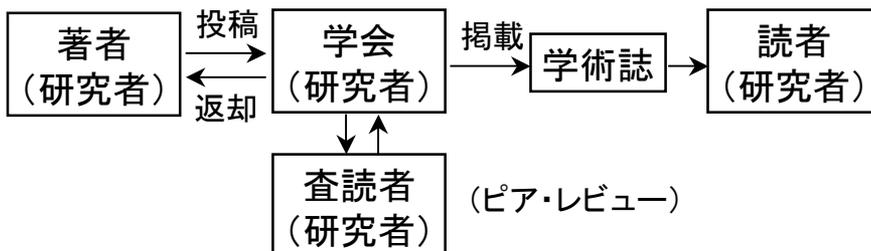
- 企業との交流 → 実際的なニーズに基づく
- 組立作業に特化... 専用機としての機能を追求
- シンプルな構造による経済性
- 直感的なわかりやすさ

△学術的研究としては不成功

[学術的ロボット研究とは?]

「学術的」研究を特徴づけるもの

= 論文システム



何を審査するのか?

- 客観性: 誤りがないか
- 有用性: 役に立つか
- **新規性**: “contribution”

なぜ学術論文を書くのか？

- ・ 新たな学術的知見を普及するため
- ・ 研究業績の評価基準（個人・組織） → 論文システムに論文数, 引用回数, インパクトファクター **過度に依存**

“Publish or Perish”：研究者としての地位・生活を左右
（学位, 就職, 昇格, 研究予算...）

「研究成果を論文で報告する」 } ニワトリか卵か？
「論文を書くために研究する」 }

研究者の世界：「論文競争」という側面

多数の講演会：聴く側ではなく発表する側に需要

ロボット分野における学術的貢献

- △ 新たな真理の発見
- △ 達成した数量的な性能
- ◎ 新規なコンセプトの提案

↓ 明示的な評価基準？

近接した専門分野の研究者が
興味深く思うかどうか

研究を行う側：

自分を含む専門分野の研究者が共通して
面白いと思う方向に研究を進める

→ 「面白さ」の専門化

論文システムと研究の「面白さ」

論文査読 ... 鑑賞眼の発揮（肯定的評価:「興味深い」）
同業者の「面白さ」に適合 → 学術的貢献の認定

研究者の教育 = 「論文が書ける研究者」の養成

- 論文を読む — 研究スタイルの刷り込み
- 指導者による添削
- 論文になるという基準に基づくテーマ設定
- 論文を投稿し査読を受ける

職業的・専門的な「面白さ」の感覚の訓練

→ 研究の「面白さ」 = 学術的価値 という信念

論文システムを媒体とした「面白さ」の再生産

[学術的研究における研究目的の虚構性]

学術的成功／実用的失敗 ← 架空の研究目的？

研究目的の説明（論文イントロダクション）

... 研究正当化のために創作されたフィクション
（学術的価値 = 「面白さ」の優先）

- ある程度の「もっともらしさ」は求められるが、厳密な真偽の検証は要求されない。
- 論文の査読過程において採否には影響しない。

論文採択 → 虚構の研究目的の権威化

- ・ 研究の存在意義を肯定するのに都合が良い
 - 同じ系列の研究：正当化の理由を継承
 - 先行研究の存在自体が後発研究を正当化

例：「近年、〇〇に対する要求が高まっており、それを旨とした
××に関する研究が多く、研究者の関心を集めている[1].」

- ・ 再引用の繰り返し → フィクションの独り歩き

あたかも検証された事実であるように錯覚

虚構の実世界への蔓延

学術論文の世界



研究プロジェクトの提案

応用との関連をこじつけて研究の
ための予算・人員を獲得する

(そうしないと取れない)

... 日常茶飯事

[製造業分野におけるロボット研究について]

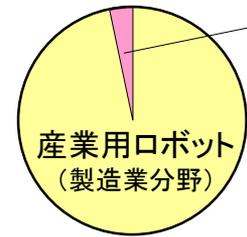
産学乖離 ... 研究者の製造業離れと表裏一体

大学・研究機関: 非製造業分野への進出志向

産業応用(製造業分野)研究の空洞化

研究投資: 産業用 << 非産業用 ...アンバランスな状態

市場規模: 産業用 >> 非産業用



その他のロボット(非製造業分野)

極限作業, 医療福祉, 人間共存,
エンタテインメント, セキュリティ,
ヒューマノイド, レスキュー...

→ 架空の市場を狙った
ハイリスクな研究開発

~~研究投資の回収~~

(現実の市場規模)

理由: ロボット研究者の「常識」

「製造業分野におけるロボット応用は既に成熟した技術であり, 新たな研究要素は少ない」

「製造業分野から非製造業分野に進出することにより, ロボットの市場は飛躍的に拡大する」

「人間と共存するロボット技術が今後は重要である」

検証不可能 ... 実はこれらも「虚構」であって,

「仮説」「期待」にすぎない

[仮説]

A: 非製造業分野に進出することにより、ロボットの市場は飛躍的に拡大する。

B: 産業用ロボットの製造業における応用は既に成熟した技術であり、新たな研究要素は少ない。

ロボット研究者に支持される理由:

◎研究の存在意義を正当化する上で「都合が良い」

- ・ 技術的ハードルを恣意的に設定可能
(非構造化環境における認識, 不整地移動, 自律性...)
- ・ 研究投資への経済上の根拠づけ
- ・ 産業用ロボット=旧来の技術(スケープゴート)

(極限作業ロボットプロジェクト以来?)

対抗的な仮説にも再検討の余地

A': 製造業はロボットの応用分野として将来にわたり最も重要かつ有望である。

B': 産業用ロボットの製造業における応用には、未開拓の研究要素が多く存在する。

ここ約20年の市場規模の推移,
研究投資の回収状況

→ A', B' が正しい可能性もある

[現在のロボットブームについて]

政策の追い風 ... 「ロボットによる新産業創出」

経産省「次世代ロボットビジョン懇談会」(2003)

同「新産業創造戦略」戦略7分野 (2004)

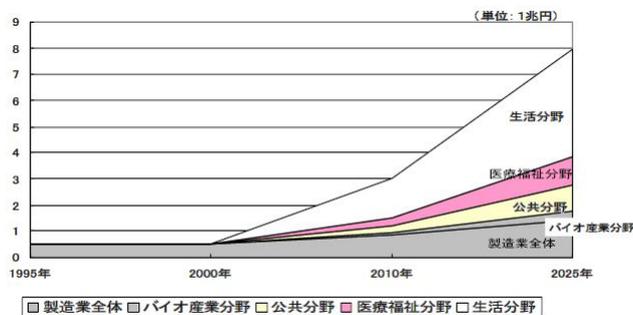
同「ロボット政策研究会」(2005)

愛・地球博 NEDOプロトタイプロボット展 (2005)

地方自治体によるロボット産業振興

人間共存など非製造業分野のロボットが中心

ロボットの市場規模予測



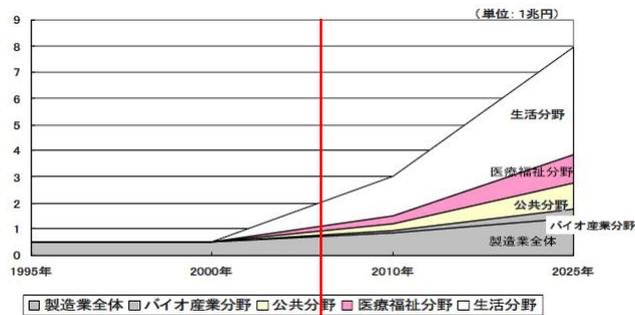
(ロボット工業会報告書, 2001年)

非常に大きな市場を予測

3兆(2010), 8兆(2025)	ロボット工業会
1.8兆(2010), 6.2兆(2025)	経済産業省

→ 国費による研究投資の根拠 「公共事業としてのロボット研究」

ロボットの市場規模予測



2006年: 約2兆円, うち非製造業分野は1兆円強
→ 実際は100~200億円

誤差98~99%: 予測として機能していない

市場予測の算出根拠に関する疑問

- ・ 人間の賃金(みなし賃金)に基づく計算
- ・ 労働代替率の恣意的な設定 etc.

それ以前に...

- ・ 市場規模を大きく見積もるほど利益を受けうる立場の専門家の関与

研究目的の虚構性:

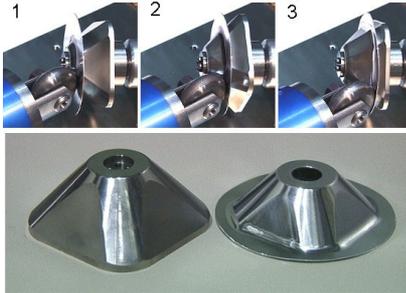
研究の効果としての市場規模の
数量的予測という面にまで及ぶ

[それではどうすればよいか？]

私自身が見出した方向:

「ものづくり分野におけるロボット技術に
もう一度賭けてみる」

スピニング加工の研究



- ・ 異分野との融合
(塑性加工+ロボット技術)
- ・ 企業との連携
(ニーズ優先)
- ・ 目先の問題解決に
とらわれるようにする

産業用ロボットは本当に研究しつくされているか？

例：溶接ロボットの研究が少ないのはなぜか？
(組立ロボットよりも明らかに少ない)

市場規模が小さい... × (約800億円 ≫ 非製造業分野)
研究要素がない... × 実験環境... △ 安全(学生)... △

大学専攻の縦割りの問題

組立：計算幾何，力制御，剛体力学 ... 学科にマッチ
溶接：材料科学，冶金学，プラズマ物理... 都合が悪い

「溶接ロボット」より「ロボット溶接」が重要
そこまで踏み込めばロボット研究はもっと広がる

産業用ロボットの新たな応用領域

	従来型	新領域
役割	未熟練ライン作業者	熟練技能工
生産形態	大企業・大量生産	中小企業・少量生産
作業形態	単純繰り返し	複合工程
生産対象	量産品	特注品
性能の重点	高速	技能
作業内容	低付加価値	高付加価値
典型的作業	ものを運ぶ	ものの形状・性質を変える
学問的基礎	剛体の力学	加工・変形・成形の力学
用途	汎用	専用
価格	低価格が必須	高価格でも可

ものづくり分野におけるロボットは
産業用ロボットだけではない

人間共存分野:

掃除機, おもちゃ, 監視カメラ... もロボット

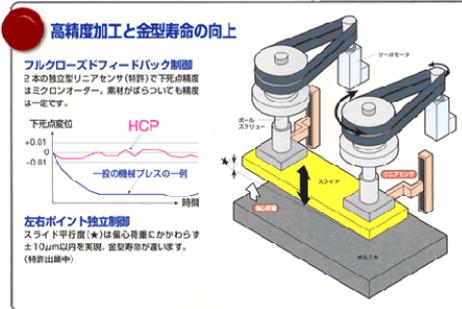
ものづくり分野:

工作機械, プレス機械, 射出成形機,
パーツフィーダ, ベルトコンベア... もロボット

ベース市場規模 5~6000億円 → 一挙に数倍
ロボット技術の活躍の場が広がる

例: デジタルサーボプレス

サーボモータを使ってラムをNC制御
 下死点や平行度の高精度制御
 速度制御による騒音低減, 複合加工
 カフィードバック制御



日本の独自技術
 1990年代～

ロボット・メカトロ研究者
 は誰も知らなかった!

1940～50年代: 原子カブームの時代

「ユビキタスな」原子力の利用:
 原子力商船, 原子力ロケット, 原子力機関車,
 原子力飛行機...



現代:
 商用は原子力発電
 に落ち着く



ロボットブームはようになるか?