

平成29年度産学連携
フルードパワーロボット研究開発発表補助事業

報告書

平成30年1月

(一社) 日本フルードパワー工業会

まえがき

「ロボット新戦略」では、製造現場から日常生活まで、様々な場面でロボットの活用を求めており、開発すべき重要な要素技術の一つとして、機構・駆動（アクチュエータ）及びその制御システム等を挙げている。しかしながら、その研究は我が国では電動モータを使用する研究が多く、フルードパワーを使った機構・駆動の研究は少ないのが現状である。これは、フルードパワーの利点を活かした機構・駆動の研究の発表の場がほとんどないことも一つの原因となっている。

このような背景から、世界のフルードパワー関係者が一堂に集まる第25回フルードパワー国際見本市の会場にて、公益財団法人 JKA からオートレースの補助金を得て、我が国大学で現在研究されているフルードパワーを使ったロボットを一般に公開することができた。3日間ではあるが、フルードパワーロボットの有効性、利便性等を、行政、フルードパワー業界、ユーザ業界等の多くの関係者に見ていただき、様々な声を戴いた。今後のフルードパワーロボットの一層の開発、実用化が加速されることが期待できる。

なお、展示会場には説明者を常時おき、説明員（学生）は来展者に積極的に声をかけて説明を行い、簡単なアンケートをお願いした。ここに、これら意見やアンケート結果等を踏まえ、以下取りまとめた。

記

○実施日時：平成29年9月13日（水）～15日（金） 3日間

○場所：第25回フルードパワー国際見本市（IFPEX2017）内 展示ブース
東京ビックサイト 東4，5ホール 内30小間

○来場者数

IFPEX2017 全体	42,799名	（3日間総数）
ロボットコーナー	約20,000名	（3日間総数）
アンケート回答総数	301名	

○実施内容

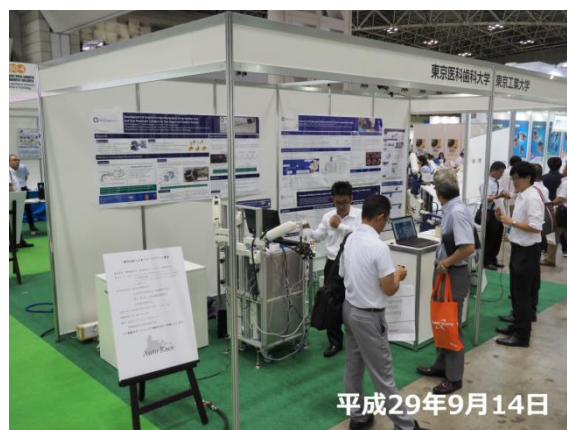
①フルードパワー活用によるロボット紹介コーナー 大学で研究されているフルードパワーロボットの展示



東京医科歯科大学 生体材料工学研究室 川嶋健嗣研究室
東京工業大学 未来産業技術研究所 只野耕太郎研究室

◎空気圧駆動ロボット鉗子システム 鉗子にかかる力を空気圧を通じて検出し、執刀医にフィードバックするロボット（空気圧）

◎空気圧駆動内視鏡操作システム EMARO 執刀医は望む画像を手ぶれなしに得ることができ、より正確な手術を行うことが可能とするロボット（空気圧）



◎空気圧人工筋肉によるアシスト装置 Airsist I

人間を模擬した「人工筋肉の拮抗配置」で駆動することで違和感の少ないアシストが可能となるロボット（空気圧）



◎下水管検査用ミミズ型ロボット

ミミズの移動方法をロボットに取り入れることで曲がりが多く、細い管でも長距離検査が可能なロボット。下水管検査以外にも、月面・深海掘削ロボットや、ダクト管清掃用ロボットなどを開発中。（空気圧）

◎蠕動運動型ポンプ

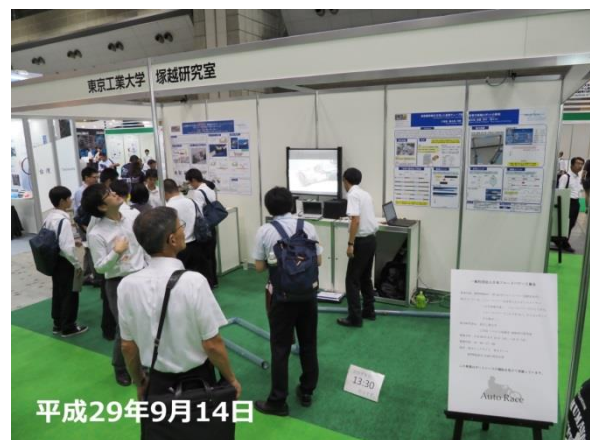
腸の蠕動運動を規範とし、低圧・低せん断力により、幅広い流動体（粉・高粘性・スラリー）の搬送・混合が可能なロボット。現在、ロケットの固体推進薬製造や印刷機の高速度トナー搬送への応用が期待される。（空気圧）

◎モーションソックス-III

血栓予防を視野に入れた足首動作支援ロボット。（空気圧）

◎長距離配管内移動を目指した Long-mover

複雑に湾曲した配管内の長距離移動と探査を目指したホース型ロボット。（空気圧）



◎軽量、低摺動油圧アクチュエータによるタフ油圧ロボット脚。

軽量で低摺動の高圧油圧アクチュエータを開発し、大きな負荷や衝撃に対してもタフなロボット。(油圧)

◎細径空圧人工筋肉による筋骨格ロボット
機械のようなロボットを越える、「生き物っぽい」ロボット。(空気圧)

◎耐環境汎用ロボットアーム

ハイブリッド油圧技術により、安価な汎用機器だけで、高速、精密、柔軟性を達成。水中など悪環境下で働く遠隔作業ロボット。(油圧)

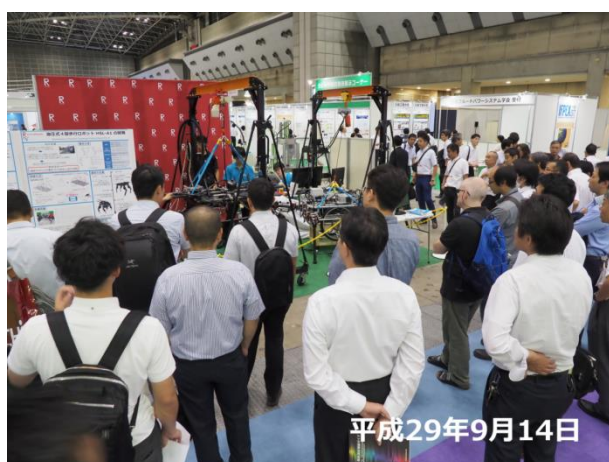
◎人型の協働ロボット

油圧によるトルク制御が可能な国内初の軽量油圧ロボット。人と同等の高速性と柔軟性を生かして、人と同じ環境で人と一緒に働く。(油圧)



◎不整地歩行ロボット

油圧駆動の脚で力強くかつ俊敏に不整地を駆け抜ける国内初の油圧4脚歩行ロボット。屋外作業の移動台車として活用可能。(油圧)

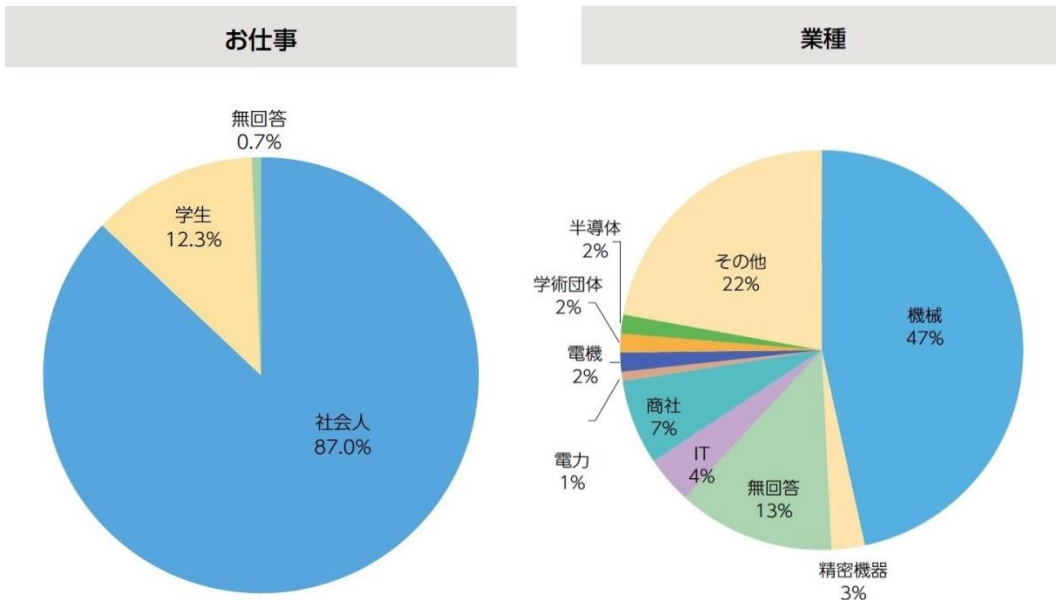


アンケート結果

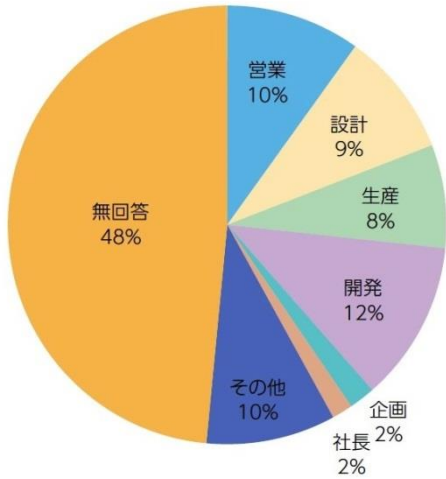
本コーナーに来場された方に、アンケートを実施した。回答者は、301名であった。

回答者の約9割が社会人であり、また機械関係に従事されている方が約半数であった。これは、会場を IFPEX の場を使ったことから、ほぼ妥当な結果と言える。来場者の約6割の方が満足感を得ており、不満だったという回答は1%に過ぎなかった。

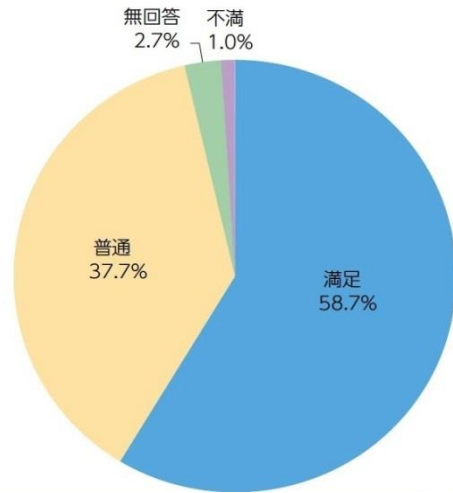
また、フルードパワーロボットに期待できるとした方は、65%であり本事業の目的であるフルードパワーロボットの有効性・利便性に対して理解がいたただけたのではないか。



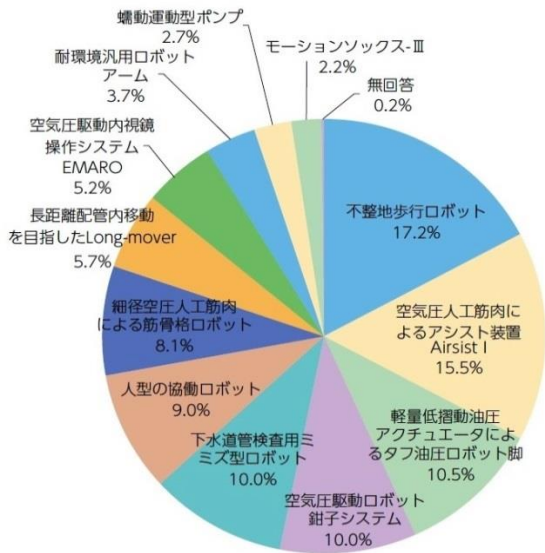
職種



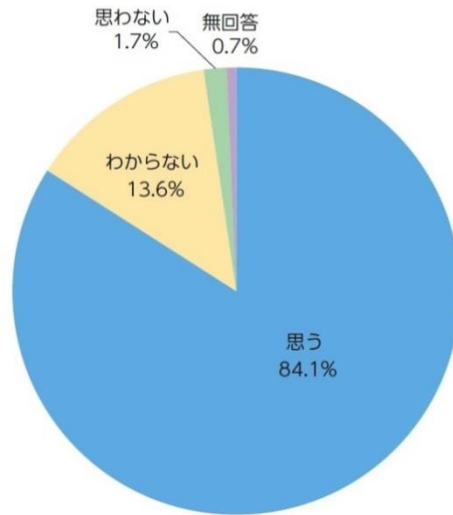
ロボット紹介コーナーの感想



印象に残ったロボット



フルードパワーはロボット分野で今後成長が期待できると思いますか？



今後の成長が期待できると回答された方々から戴いたコメント

○発展性

- ・ 様々な機器と組み合わせ、自由度を多く設定できるから
- ・ モータにない特色があるから
- ・ 油空水の組み合わせに期待
- ・ いろんなニーズがある
- ・ 色々な用途に使える

○効率性

- ・ 効率がよくエコだから

○新規性

- ・ Robotics 成長の1分野として研究開発・発展の予知多い
- ・ 新分野の為

○小型・高出力

- ・ 小型ハイパワーは油圧が有利
- ・ 元々高出力ができるアクチュエータとして注目されており、最近精密な制御にも対応できるようになってきたため
- ・ 電動よりシンプルで、大きなパワーが出るので、反面スリムにできる
- ・ 油圧はアクチュエータを小型化できるので、ロボットに向いていると思う
- ・ パワー、スピード、軽さ、堅牢性を兼ね備えることができるから
- ・ ハイパワーで制御もしやすくロボットとの親和性が高い
- ・ 大型ロボットでは電動では難しいと思うから
- ・ 動力密度の高さと制御性の良さで成長すると思います

○人に優しい

- ・ 空気圧で動かすクッション的に人に優しい
- ・ 空気圧の持つ圧縮性を利用することで人間の動きに近づくことができると考えられる
- ・ 電動ロボットが盛んな最近ですが、フルードパワーでないと人間の動きが再現できない
- ・ 空気圧を用いた駆動は、人らしい駆動が可能になるため
- ・ 作業者のアシスト効果が大きい

○医療分野等への応用

- ・ 工業、福祉と様々な場面が想定される
- ・ 医療、介護に関する物、又既設構造物の管理に使える
- ・ より小型化できれば医療への応用が期待できそう
- ・ 医療関係は今後の注目分野なのでとても興味深いです
- ・ 医療分野、介護分野に期待出来る為
- ・ 人間の身体的欠陥を補える

○期待する分野

- ・危険場所での作業
- ・災害時などでの活用

○その他

- ・基礎研究から応用までしっかり研究されているから。今後の空気圧ロボットに期待
 - ・人の替りになるものがあれば
 - ・人口減少に伴う、人的労働力からの転換需要
 - ・高齢化が進み人材の確保が難しくなるから
 - ・AIの進化により代替作業
 - ・同様のものを他で見ないから
 - ・水圧、空圧は環境への影響が少なく扱いやすいから
 - ・従来の制約（電気・空圧・油圧）にとられない方法がまだ有ると思います
- 空気圧の供給が課題と思う
- ・まだまだ発展途中か、人口筋には今回はリングや面積などまだまだ変更点がある
 - ・まだまだアイデアと工夫で部品も機構も発展していくと思います
 - ・フルードパワーはロボットの動作に役立つと思う
 - ・電動アクチュエーターとの使い分け（住み分け）が可能と考える。（推力・荷重維持での利点等）
 - ・日本内における労働者不足を補える
 - ・配管、接続が簡単で扱いやすい
 - ・自立で動かす為には動力源をどうするか、小型化、軽量化、この分野との協力関係が要
 - ・人工筋肉は産業用への適用ができそう

出展者の感想

○東京医科歯科大学 生体材料工学研究室 川嶋健嗣研究室

弊研究室では、空気圧駆動手術支援ロボットを展示した。

流体系機器展示会ということもあり、来場者からは、システムの制御系や構成部品等の要素技術について多くの関心をいただいた。

また、空気圧駆動を用いる利点や位置決め性能等の他のアクチュエーターとの比較に関する質問もあった。

流体系研究室のロボットが一堂に会するのは稀であり、本展示会は、大学の成果を企業等にアピールする貴重な機会を提供していると考えます。

大学院博士課程2年

大学発ベンチャーが手術支援機器を出展しているということで、興味を示される方が

多く、出展した機器の値段や販売数などについて質問をいただきました。

搬入時には圧力供給用の空気圧配管に関して運営側の素早い対応に助けられ、スムーズに進めることができました。

来場された方の中には IFPEX が油空圧機器等の展示会であることを把握していない方もいたため、もっとわかりやすく表記したほうがよかったかと感じました。

大学院修士課程 2 年

○中央大学 理工学部 精密機械工学科 中村太郎研究室

今回 IFPEX2017 に出展させていただきありがとうございました。

出展させていただいたことで、多くの来場者様に我々研究室の研究内容をアピールすることができ、ご興味を持っていただいた数社様と共同研究等の議論を行うことができました。

その他の来場者様からも製造者、ユーザーとしての視点から貴重なご意見、アドバイス等を頂戴することができ、また、説明員として参加した学生達のプレゼンの場としても非常に有益な経験をさせていただきました。

その他要望事項といたしまして、出展ブースの床の色等を自由にさせていただければと思います。

○東京工業大学 工学院 システム制御系 塚越秀行研究室

ご提供いただいた展示スペースは大変広く有難かったです。

せっかくこのような機会をご提供いただいたので、マスコミを呼ぶなどして事前の宣伝用広報をもう少し充実していただいてもよいかと思いました。

また、ブースで説明する際に専門の方にご協力いただけるとより効果的かと思いました。

○東京工業大学 工学院 機械系 鈴森・遠藤研究室

大学ブースという貴重な機会を頂き、大学での研究成果を発表することができ、大変良い機会でした。深く感謝いたします。

来客数も多く、常時数人はブースに来て頂いている状態で、あり難く思いました。ご来場者からもおおむね好評で、お褒めの言葉も頂き、説明に当たった学生たちの励みにもなりました。

一方で、企業ブースと大学ブースの間に、実用化に向けての大きな隔たりを感じました。企業ブースは、現実的ではありますが、革新的な挑戦といった面が少なく、一方で

大学ブースは、面白いけどどうせ役に立たない、的な印象をもつ来場者が多いように推察しました。（個別には例外もあると思います。語弊がありましたらご容赦ください。）

今後、我が国が世界をリードして油空圧界の発展を促すためには、このギャップを埋める必要があり、そのために次回 IFPEX ではなにかそのような潮流を作るきっかけとなる仕掛けを考えて頂けると、さらに素晴らしい展示会になると期待いたします。

○立命館大学 理工学部 ロボティクス学科 玄相昊研究室

当研究室で開発している「全て」の油圧ロボットと機器を9ブースで動展示いたしました。そのほとんどが国内メーカーからサポートいただいているもので、産学連携の成果を発表できたことを嬉しく思います。各デモを担当した25名の学生に多くの来場者の方（多くが油空圧の専門家でしたが）が声をかけていただき、実用化に向けたアドバイスや、日本のロボット技術のために頑張してほしいといった熱いご声援をいただき、今後の研究・教育の励みになりました。

② 学生ツアー

下記の学生を展示会場に引率し、説明を行った。

参加者

<9月14日（木）>

足利工業大学附属高校 電気科 36名

足利工業大学附属高校 建築科 38名

計 74名

<9月15日（金）>

足利工業大学 8名

大阪工業大学 2名

沼津工業高等専門学校 5名

青山学院大学 2名

横浜国立大学 9名

芝浦工業大学 5名

明治大学大学院 2名

神奈川工科大学 4名

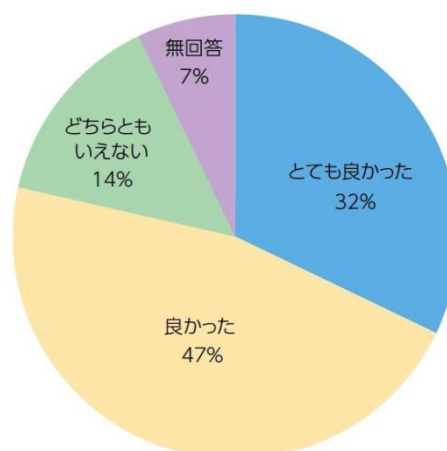
芝浦工業大学 2名

東京電機大学 3名

法政大学 2名

計 11校 44名

テーマゾーンのロボットコーナーは？



③講演会

フルードパワーロボット展示に参加された大学の先生方及び経済産業省から講師を迎え、セミナーを実施した。

○日時 9月15日(金)

○参加者 96名

○会場 IFPEX 会場内特設セミナー会場 (定員約100名)

○講演者

①安田篤氏 経済産業省製造産業局ロボット政策室長
ロボット革命の実現に向けて

②鈴木康一氏 東京工業大学工学院機械系教授
フルードパワーが拓く新しいロボティクス

③塚越秀行氏 東京工業大学工学院システム制御系教授

④川嶋健嗣氏 東京医科歯科大学生体材料工学研究教授
空気圧駆動の科手術用ロボットの開発と実用化への取り組み

⑤玄相昊氏 立命館大学理工学部ロボティクス学科教授