

平成 17 年度戦略的基盤技術力強化事業
研究開発成果報告概要

事業管理法人名 (代表者氏名)	株式会社 前川製作所 (岩出 功)		所在地	〒135-8482 東京都江東区牡丹 2-13-1 (Tel:03-3824-8181)	
技術分野	ロボット部品 分野	技術区分	アクチュエータ関 連技術	研究開発課題	小型・軽量化技術、安全性 向上化技術、ユニット化技 術
テーマ名	食品ロボット用ハイブリッドアクチュエータの 開発		研究開発期間	平成17年4月1日~ 平成18年2月15日	

1. 委託業務の概要

ライフスタイル、人口構造の変化、働く主婦の増加などにより、従来家事労働とされていた食事づくりが外部化されることでスーパー、コンビニ、弁当チェーン、惣菜専門店(デパ地下など)等で売られている弁当・調理済み食品・惣菜等の中食は 2001 年で約 6 兆円の市場規模に達している。食品製造は工業製品と違い多くの不定形軟弱体具材を扱うため手作業によらざるを得ず、ロボット化はほとんど進んでいない。また、コンビニ弁当、惣菜類は 24 時間 365 日供給し続けるため、ベンダー工場においては人件費削減が大命題である。地域によっては深夜の労働力確保も重要な問題となっている。

これを盛り付けロボットの要求諸元として捉えると、「食の安全・安心」という観点から機械が丸洗いできることや機械からの異物混入が防止されていること、不定形軟弱体である食材を人並みの能力で高速につかんで運ぶこと、狭いスペースで人との混在作業が可能であること、等が挙げられる。

ところが、産業用ロボット分野においては、置かれた位置が微妙に違う多様な種類の柔らかい製品(食品)を扱うことは不可能である。現存する産業用ロボットアクチュエータでは上記の条件を満たすものはほとんど存在しない。産業用ロボット分野では、考慮されなかった食品衛生対応技術を新たに確立していくことを目的として食品ロボット用ハイブリッドアクチュエータを研究開発する。

2. 技術目標値

【軽量化】【装置の占有容積】平成 16 年度に最終目標を達成したため、実用化を図る。海苔巻きを扱うため、能力を向上した試作機を製作する。

【数値目標】ワーク重量 400g

ハンド重量 2.5kg

回転速度 0.3sec / 180°

ストローク速度 0.3sec / 100mm

【発塵量】粒径 0.5 μm 以上の粒子に関して約 100 P/ft³

海苔巻き盛付システムの実用化を想定して実用化試作機・商品化試作機を設計・製作し、機能・性能の実証を行い、実用性能を評価する。実用化するために、機能・性能の他に、安全性、衛生性、装置の大きさ、使いやすさ、及びコスト面についても評価を受ける。

3. 目標値を達成するための解決策と具体的方法

ハイブリッドアクチュエータの能力向上

・ハイブリッドアクチュエータの能力向上のための各要素部品の設計

一次試作機及び二次試作機から得られたテストデータを基に仕様の見直しを行い、重量の大きい海苔巻のハンドリングに対して実用的な機能を得られるよう設計を行う。能力向上のためにモータの検討を行い、より高出力なモータを開発する。

・モータ制御技術の開発

モータの高出力化、高速化を実現するために、モータを適切に制御する技術の開発を行う。高出力モータを、加減速、位置決めを含めて、より高負荷での高い制御性を目指すため、高負荷に対応したモータドライバを新たに開発し、実用システムにおけるサーボモータとしての実用性向上を図る。

海苔巻き盛り付け装置の開発

・高機能把持技術の開発

海苔巻を盛り付けるためには、カットした後の海苔巻を、まとめて把持する場合と、一切れずつ把持する場合と、二通りの把持方法が必要になる。また、それぞれを盛り付け形状に合わせて倒すなどの操作が必要となる。これらの操作を行うためには、多機能のハンドを開発する必要がある。

日本ピスコの世界最小のワンタッチ継ぎ手技術をベースに、外部配管が不要で脱着が容易な継ぎ手を開発する。空気圧機器の開発技術を活用して、エアシリンダ等を一体化した高機能なハンドの開発を行う。

・海苔巻盛り付けシステムの検討

海苔巻を所定の数、所定の形に盛り付ける技術の検討を行う。

海苔巻を所定の数にカットする装置は、既に市販されており、所定の数にカットすることは可能であるが、機械装置で扱うためには、カットした後の断面同士が、米の粘着力によって張り付くため、ハンドリングすることが非常に困難である。

そのため、カット後の海苔巻を一切れずつ引き離す動作や、カットされた海苔巻を回転させる動作が必要となる。これらの動作を行い、かつ高速に処理しなければならない。

必要に応じて、カット方法の検討も行い、これらの要求を満足することのできる装置を検討し、開発する。

4. 当該年度における技術目標値の達成状況と意義

【ハイブリッドアクチュエータの能力向上】ハイブリッドアクチュエータの能力を向上するため、各要素の見直しを行った。モータのトルクを向上させ、回転停止動作を安定させ、さらにアクチュエータを大型化させないために、モータ本体の見直しと、駆動系統の見直しを行った。モータ本体は、極異方性マグネットを採用することで小型で高トルクなモータを実現することができた。また、駆動系統に減速ギアを介在させることで、出力軸（ピストンロッド）のトルクを高め、制御性も向上することができた。

新たに開発したモータドライバとの組合せで、優れた制御性と出力トルクを実現した。

【海苔巻盛付装置の開発】

高機能把持技術の開発

海苔巻のハンドリングと一切れずつ切り離す機能を併せ持った一体型ハンドを開発した。海苔巻カッターから海苔巻きを取り出し、リリース位置まで搬送する間に一切れずつに切り離す機能を持ち、従来2ステーションで行っていた動作を1ステーションで実現した。

一体型ハンドは内部に駆動用シリンダを内蔵しており、ピストンロッド内に組み込まれた4系統の空気回路で上記の動作を実現している。従って、食品の上部にエアチューブがない。

さらに、高機能型ハンドを開発した。基本的な考え方は一体型ハンドを発展させたものだが、ハンドの把持部動作数を2動作から4動作に増加した。このことにより、カッターから取り出した海苔巻きを直接トレー(弁当容器)に置くことができるので、2ステーションで海苔巻の盛り付けを完了することができる。ピストンロッド内には6系統の空気回路を内蔵している。

何れのハンドもワンタッチでアクチュエータに取り付けることができ、取り付けと同時に空気回路も接続される。

海苔巻盛付システムの検討

平成16年度に試作した実証試験機の実績を基に実用試作機を試作した。海苔巻きを90°倒す動作と45°寝かせる動作を1ステーションで行うことができ、1ステーション省略することができた。また一体型ハンドを採用することにより、海苔巻の切り離しを行っていたステーションが不要になり、商品試作機がさらに小型になる可能性が示唆された。実用試作機を用いて、ユーザー工場での評価試験を行い、海苔巻の盛り付けについての高い評価を受けた。また、さらに装置の小型化を要望された。

同時に、海苔巻きと一緒に盛り付けられるいなり寿司を盛り付ける基礎試験装置を試作し、ユーザー工場での評価試験を合わせて行った。

多機能ハンドの開発と並行して、海苔巻きをトレーに直接盛り付けることを狙った商品試作機を開発した。多機能ハンドの機能を活かし、2ステーションの構成で開発した。多機能ハンドの機能を活用することにより装置の小型化が実現できた。

商品試作機としていなり寿司盛付装置も試作し、海苔巻きを盛り付けたトレーにいなり寿司を3個斜め位置に盛り付けることを実現できた。

これらの装置の機能が確認できたことで実用化へ大きく近づいた。

5. 事業化の目標と当該年度に把握した事業化を取り巻く環境変化

近年食品分野での安全性や衛生性が大きな社会問題となり、食品関連各社はその対策に本格的に取り組んでいるが、その一つとして、食品生産現場へのロボット導入などによる自動化が考えられる。それによって、人と食品との接触の機会を減らし、将来的には完全に無人化することにより温度管理を厳格に行い、安全や衛生管理を行うことが、理想的な目標となっている。

しかしながら一般に市販されている機械装置や機械要素には、食品産業に対応した安全・衛生に配慮したものがまだまだ少なく、既存製品の組合せでの安全で衛生的な自動化システムの構築には多くの困難を伴い、コスト高となってユーザが進んで導入できるものではないというのが現状である。

「食品ロボット用ハイブリッドアクチュエータの開発」により得られる、従来市場にはみられない新規性かつ汎用性の高いハイブリッドアクチュエータを活用することによって食品製造ロボット市場への参入が可能となる。当初のターゲットとして弁当・サンドイッチなど食品工場の食品盛り付けラインを想定し、省人・低コスト・作業環境の改善等に寄与することで実績をつける。他に競合の無いパイオニアの開発要素を前面に押し出し新規市場を形成することができる。

当面、市場規模は食品盛り付けロボット市場にターゲットを絞るものとして次に示す規模を想定する。

食品盛り付けロボット：330億円（500万/台）

〔アクチュエータ単体換算：9.9億円（15万/台）〕

事業管理法人である㈱前川製作所は食品市場においても非常に多くの信用、技術、実績をもっており、これらをベースとすることにより新規市場へのアプローチが容易となり、当面の食品盛り付けラインへの導入ではユーザーと一体となりすみやかに実用化技術の確立を図ることが可能となる。

食品盛り付け市場での実績をベースに高速・小型・軽量の特徴から他の食品機械製造業界、さらには工作機械ロボット分野へと展開し、ロボット市場の拡大を図る。

当面は、食品市場を対象とするため、ハイブリッドアクチュエータは、食品ロボットに搭載されて販売される。しかし、他分野でも応用が期待される高機能なアクチュエータであるため、㈱日本ピスコ、㈱千葉精密は、それぞれ本プロジェクトで培った、中空軸によるエアの供給技術、特殊シール技術、高密度磁性体技術及び制御技術などをベースに、食品分野以外での商品化のための市場調査を行い、新規市場を開拓する。有望な市場として、半導体製造工程などが想定される。市場調査を綿密に行い、要求仕様、市場規模などを充分把握して設計・製造・販売を開始する。

新たな開発要素として、より高速、高精度などの要求があるものと思われる。

業務管理法人における実用化を出発点とし、各メンバーとの関わりをベースに、他市場、他分野へと市場拡大を図って行く。

現在ハイブリッドアクチュエータの開発は、ほぼ計画通りに進んでおり、これを組み込んだ盛り付けロボットによる食品工場での実証試験を行い、実用化に向けて具体的な課題の抽出と、解決へ向けての検討を開始している。今後ハイブリッドアクチュエータの改善改良もまだまだ多く必要であり、ロボットと一体化したアクチュエータの開発も必要になると思われるが、エンドユーザである食品会社とともに開発を進めており、必ず実用化できるものと考えている。