

平成 15 年 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	財団法人 福岡県産業・科学技術 振興財団	代表者名	理事 麻生 渡	所在地	〒810-0001 福岡県福岡市中央区 天神一丁目1番1号 Tel : 092-725-2781
-------------	----------------------------	------	------------	-----	---

管理番号 15R-14
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
技術開発課題 小型・軽量化技術、低コスト化技術、ユニット化技術
テーマ名 超小型軽量アクチュエータ/サーボアンプに関する研究開発
研究開発期間 平成 15 年 8 月 13 日 ~ 平成 16 年 2 月 27 日

1. 委託事業実施の背景と委託事業の概要

日本ロボット工業会は、2050年の生活支援分野におけるロボット市場を約4兆円と予測している。上記の市場規模実現には、生活支援に欠かせない柔軟物等のハンドリングに代わられる器用な作業をするハンドを有したロボットが不可欠である。しかし、このような作業に使用できる多指ハンドは、研究段階に留まっている。この理由として、アクチュエータ/サーボアンプが、ロボットアームへ搭載するには大きすぎることで、研究用少量生産のため高価なこと等が考えられる。そのため生活支援ロボットに使用できる多指ハンドの実現を目的として超小型軽量アクチュエータ/サーボアンプを研究開発する。ユニット化された超小型軽量アクチュエータと超小型軽量サーボアンプを開発し、これらを使用した多指ハンドの研究開発を実施する。本事業は下記の体制で推進する。

- ・ 超小型軽量アクチュエータの開発【(株)サイメックス、(株)安川電機】
サーボモータと減速機を一体化し、多指ハンドの構造体メンバ(関節部ユニット)を構成しうる超小型軽量アクチュエータの開発およびその製造技術の開発
- ・ 超小型軽量サーボアンプの開発【(株)安川電機】
ユニット化構造をとり多指ハンドに組み込み可能な超小型軽量サーボアンプの開発
- ・ 多指ハンドの研究開発【(株)テムザック、(株)安川電機、九州大学】
超小型軽量アクチュエータと超小型軽量サーボアンプによる多指ハンドの研究開発と実証実験用ロボットを用いた家事作業(台所仕事等)での有効性実証実験

2. 委託事業全体の内容と目標

(1) 技術の内容と新規性、独創性、改善性又は技術基盤強化性
定格トルク 0.7[N・m] を維持し、直径 20[mm]、長さ 20[mm]、質量 40[g]の超小型軽量アクチュエータおよび、アクチュエータ 9 個駆動時 60×60×35[mm]、質量 300[g]で高速シリアル通信接続可能な超小型軽量サーボアンプを開発する。従来技術と比較して、アクチュエータでは、容積 1/3、質量 1/2、コスト 1/2 であり、サーボアンプでは、容積 1/15、質量 1/6、コスト 1/3 という極めて高い改善性を有している。また、サーボアンプと上位制御装置の配線を、3 関節 3 指ハンド対応時で、8 本(1/9)に省配線化を実現する。

超小型軽量アクチュエータ/サーボアンプにより、多指ハンドのユニット設計が可能となる。このため中小のシステムインテグレータが、自社の有しているアプリケーションに関するノウハウを生かした多指ハンドを容易に開発することができるようになり、新ロボット市場への参入を容易にし、本市場の裾野拡大に貢献すると期待される。

(2) 技術目標値

- ・ 超小型軽量アクチュエータの開発(業務区分A)
 -) 小型軽量化 : 直径 20[mm]、長さ 20[mm]、質量 40[g]以下
 -) 定格トルク : 0.7[N・m]
 -) コスト : 従来比較で 1/2
 -) ユニット化 : 多指ハンドの構造体メンバ(関節部)を構成できる構造
(アクチュエータ1個あたり)
- ・ 超小型軽量サーボアンプの開発(業務区分B)
 -) 小型軽量化 : 幅 60[mm]、奥行 60[mm]、厚さ 35[mm]、300[g]以下
 -) コスト : 従来比較で 1/3
 -) ユニット化 : パワー部の3軸まとめ
(アクチュエータ9個駆動時)

・ 多指ハンドの研究開発（業務区分C）

- ）小型軽量化：成人の手を想定、質量700[g]以下の3関節3指ハンド
- ）想定する作業：双腕を有する移動型ロボットによる家事作業（台所仕事等）
- ）区分関連：超小型軽量アクチュエータ/サーボアンプの有効性確認

3. 委託事業全体における技術目標値を達成するための課題と解決方法

・ 超小型軽量アクチュエータの開発（業務区分A）

技術課題	解決方法
モータの高出力化	2次元/3次元磁界解析技術を活用した平角線の高密度巻線技術および高性能磁石の高磁束密度設計技術の研究開発
減速機出力の向上	新素材の高抵抗軟磁性材料適用技術の活用による高速時の損失低減、減速機の微細化技術の研究開発
超小型軽量化	新素材の活用 構成部品の微細化
エンコーダの小型化	磁気式エンコーダ技術の研究開発

・ 超小型軽量サーボアンプの開発（業務区分B）

技術課題	解決方法
実装の高密度化	3次元実装技術（使用するデバイスのSiP化など）
デバイスの放熱性改善	3次元の熱解析技術による効率的な放熱の研究開発
多軸まとめによる冗長性の削除	制御用ASICの3軸対応技術 電源の共通化技術
信号線の省配線化	高速シリアル通信（IEEE1394規格）採用

・ 多指ハンドの研究開発（業務区分C）

技術課題	解決方法
家事作業に適した多指ハンドの構成決定	家事作業分析 作業単位ごとに最適な多指ハンドの構成研究 多指ハンド構成の評価
形の異なる物体・柔軟物のハンドリング 人の使う道具の操作	スキルベース制御等の自立ロボット制御技術の研究

4. 当該年度における技術目標値の達成の状況と意義（実績）

・ 超小型軽量アクチュエータの開発（業務区分A）

最終目標の大きさで、2種類の構造について設計・試作を完了した。試作1は、従来構造を基に部材の小型化を行った。この場合、トルクが約20%まで低下したため、コイル巻線の断面形状変更および磁性材料の見直しにより、従来技術の約60%までトルクを向上させた。さらに試作2では、特に減速機を新規に提案した構造に変更し、従来技術の約75%のトルクを達成した。

表1 進捗比較表（業務区分A）

	寸法	容積比	質量	質量比	トルク	トルク比
従来技術	30×30mm	1	70g	1	0.7 N・m	1
H15達成状況	20×23mm	0.34	38g	0.56	0.53N・m	0.75
最終目標	20×20mm	0.30	40g	0.54	0.7 N・m	1

・ 超小型軽量サーボアンプの開発（業務区分B）

多軸まとめ構成による冗長回路の削除と、シリアル通信を利用した信号の省配線化にてモジュールを試作することで、小型軽量化を達成した。また、実装の高密度化やデバイスの放熱性改善の取り組みとして、3次元構造とした基板の開発・適用によりエンコーダ処理回路を20×20mmに小型化し、回路の正常動作を確認した。これにより、次年度の最終目標を実現するための基礎技術を検証できた。

表2 進捗比較表（業務区分B）

	寸法	容積比	質量	質量比
従来技術	130×210×70mm	1	1,800g	1
H15達成状況	130×100×90mm	2/3	900g	1/2
最終目標	60×60×35mm	1/15	300g	1/6

・多指ハンドの研究開発（業務区分C）

片手で行える家事作業を解析し、作業に必要な多指ハンド動作（つかむ、回す等）を抽出し、作業遂行に適した多指ハンド構成を検討した。多指ハンドを実装する腕の構成を検討し、シミュレーションと実機による検証を行った。

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

（1）事業化の目標

）超小型軽量アクチュエータ

（株）サイメックスは、（株）安川電機と協力して、平成18年度に品質保証体系、生産体系を確立し、平成19年度に製品化する。

）超小型軽量サーボアンプ

（株）安川電機は、平成18年度中に品質保証体制、生産体制を確立し、平成19年度中に製品化する。

）多指ハンド

（株）テムザックが、平成18年度に生産・販売・メンテナンス体制を確立し、平成19年度中に多指ハンドを製品化する。

（2）当該年度に把握した事業化を取り巻く環境変化

）行政的な環境

福岡県、北九州市及び福岡市が共同で申請した「ロボット開発・実証実験特区」計画が、平成15年11月28日、構造改革特別区域法による認定を受けた。これにより、北九州市及び福岡市における公道上でのロボット歩行等実験が可能となった。

）プロジェクトの方向性

本プロジェクトとしても成果の実証の場として活用できるようになった。近未来の市場ニーズや福岡ロボット特区での実証デモを念頭に、開発する多指ハンドの応用分野として警備ロボットやオフィス内軽作業ロボット、およびモールでの軽作業などに変更することとした。

）産業的な動向

ユーザ企業であるテムザックでは、巡回警備ロボット アルテミス T-63K のレンタル開始を始め、実際にも警備および家事作業ロボットの一般化を模索しつつある。ユーザからの要望もすでに2・3出つつあり、その中でも、「より人間に近い動作」や「人間に近いデザイン」等の要求もある。本事業で開発する「多指ハンド」については、実用化に向け、ユーザの意見を多数取り入れながら、上記のロボット等に必要な応じ順次採用し、ロボットの付加価値を高め、広く普及をはかる。また、安川電機では、産業用ロボット分野のアプリケーションとして組立・組付け作業を新市場のひとつととらえ、研究・開発計画の検討を進めている。この作業の実用化には人と同様な器用なハンドが不可欠であり、安川電機が有しているスキルベース制御などの力制御技術と融合させ、上記作業へのソリューションの提供をはかる。