

## 平成 19 年度顕在化ステージ 事後評価報告書

シーズ顕在化プロデューサー所属機関名：神鋼電機株式会社

研究リーダー所属機関名：大阪大学

課題名：多自由度アクチュエータを関節部へ搭載したロボットアームの開発

### 1. 顕在化ステージの目的

シーズ候補である多自由度アクチュエータは、一台の電磁アクチュエータであらゆる方向の駆動を可能とする。一方、現在主流のロボットアームは各関節に複数のモータを配置、一台のモータとリンクにより複数軸の動きを行っているため機構が複雑となっている。

ロボットアームは様々な産業において利用され、将来は生活・福祉分野へも応用され市場が拡大していく傾向にある。当社では半導体搬送用水平多関節ロボットを主に事業化してきたが、拡大するニーズに応えていくためには新たな機能を開発するなど付加価値を高めていく必要がある。

そこでシーズ候補である多自由度アクチュエータをロボットアーム関節部への搭載可能性を検証し、シーズ顕在化することを目的としている。

### 2. 成果の概要 ※研究実施者の完了報告書より抜粋

#### ○大学の研究成果

三自由度球面アクチュエータを提案し、その基本動作原理を示すとともに、シミュレーションによって性能を確認した。高トルク化、広角化するために、磁気回路の最適化を実施し、得られた寸法をもとに試作実験を行ったところ、本研究の目標値であるトルク 2.0Nm、回転角度 30° と、世界最高レベルの性能を実現した。また、可動部の支持構造として、球面軸受けを可動部の内部に有することで、摩擦の原因である磁気吸引力をキャンセルできた。更に、アクチュエータの設計にあたり、三次元有限要素法を用いて、磁気回路、電気回路、運動を考慮した大規模な動作特性解析シミュレータを開発し、その有効性を確認した。

#### ○企業の研究成果

多自由度アクチュエータをロボットアームへ適用することを目的として研究を行ってきた。本テーマでは多自由度アクチュエータにロボットハンドを取り付け、オープンループでの位置決め動作確認を行った。アクチュエータのx、y、z3軸をそれぞれ独立に任意の軸まわりに駆動する電流制御方法を確立した。アクチュエータのコイルを6ペアにし、最低6台の電流アンプがあればアクチュエータの駆動が可能となる。

さらにアクチュエータにハンドなどの負荷を取り付けても、安定かつ可動範囲内で駆動可能となる支持の方法も見いだした。負荷の支持にコイルばねを挿入すると負荷のモーメント力と釣り合って安定した動作が見込める。

### 3. 総合所見

当初の目標に対して一定の成果が得られた。三自由度電磁アクチュエータのトルクと回転角度については目標が達成され、オープンループ制御のアルゴリズムの開発ができたが、揺動範囲、ばね・摺動部の非線形性、位置制御の点で本質的な未解決課題を残す結果となっているように思われる。また、クローズループ制御への展開は未着手である。最適な設計と制御システムの改善により、代替できるシステムは多いと考えられるので、特に多関節ロボットアームでの開発・実証をさらに進めてほしい。