

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)	社団法人 日本ロボット工業会 (稲葉善治)	所在地	〒105-011 東京都港区芝公園三丁目5番8号 (Tel:03(3434)2919)		
技術分野	ロボット部部分野	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、低コスト化、 ユニット化技術
テーマ名	RT ネットワークプラグイン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 28 日	

1. 委託業務の概要

生活支援分野等のロボットを事業として大きく発展させるには、広範で多様な要求を満たすソリューション型のロボットシステムが必要とされる。これらの基盤となるロボットを“何時でも、誰でも、何処でも、そして、安く”提供可能とするために、RTのオープン化やミドルウェアのモジュール化が推進されている。これらの思想を具体的に実現する手段を提供することは、上記事業化の緊急の課題である。特に、ロボットコストの大半を占めるアクチュエータの実装設計・組み立ての省人化(アンプ・モータ小型化、一体化、省配線化、プラグイン化)は、ロボット設計の革新をもたらし、ロボット事業の爆発的立ち上げに寄与する要である。そのために 小型化、低価格、高信頼性、ネットワーク結合のアクチュエータ実現を目的として研究開発する

2. 技術目標値

表 1

平成 15 年度 (実績)	平成 16 年度 (実績)	平成 17 年度 (実績)
<p>1) プラグイン小型アクチュエータの開発</p> <p>実施項目 減速機要素開発</p> <p>&lt;小型高精度タイプ減速機の開発&gt;</p> <p>・ハーモニックドライブ減速機を使ったベルト駆動減速機ユニット3種の試作と低価格構造の直結型減速機ユニットの検討を行った。</p>	<p>1) プラグイン小型アクチュエータの開発</p> <p>実施項目 減速機開発・試作</p> <p>&lt;小型高精度タイプ減速機の開発&gt;</p> <p>・15年度実績より低価格な減速機ユニットの実現に向け、遊星減速機を使った直結型減速機ユニットの開発試作を行った。</p>	<p>1) プラグイン小型アクチュエータの開発</p> <p>実施項目 減速機開発・試作</p> <p>&lt;小型高精度タイプ減速機の開発&gt;</p> <p>16年度実績をもとにして、遊星減速機の製品化設計と試作を行い、小型モータと直結して小型アクチュエータの製品化設計と試作を行った。小型アクチュエータの構造は、モータと減速機の一体構造タイプとモータ分離構造タイプを検討し、本プロジェクト要件に適合する構造を決定し、製品化設計、試作を行った。</p> <p>アクチュエータ性能：従来アクチュエータと同等</p> <p>形状：モータ、アンプ、センサ、減速機あわせた体積が従来比1/2以下(例：10Wモータ&amp;ドライバ&amp;減速機の場合 1400 cm<sup>3</sup> 145 cm<sup>3</sup>)</p> <p>価格：従来以下(ただし、相当量のロット個数の場合) (例：10Wモータ&amp;ドライバの場合 13万円 8万円)</p> <p>・プラグイン小型アクチュエータの小型高精度タイプについては、平成17年度までの実績をもとに、10W</p>

<p>&lt;低コストタイプ減速機の開発&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・価格： 目標実現のための製造方法として、コスト、製作精度から射出成型が最適であるとの結論を得た。</li> <li>・サイズ： 従来品の2倍程度 (定格トルク 2Nm、サイズ 62mm 角のフレックスインターナル減速機を試作)</li> <li>・バックラッシ： 0.7~1.5deg</li> </ul> <p>実施項目 モータ要素開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・5W 及び 20W クラスのコア付きブラシレス DC モータの試作と低価格化技術としてのコアレスモータの部品試作を行った。</li> </ul> <p>実施項目 ドライバ要素開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・50W 以下のブラシレス DC モータに適合するブロック形状の DC48V 電源ドライバの試作を行った。</li> </ul> <p>実施項目 センサ要素開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・小型低価格化のためのエンコーダ用小型フォトICを試作し、評価した。またレゾルバの実現性及びセンサインタフェースの検討のため、評価回路を試作し、評価した。</li> </ul> <p>2) プラグイン中型アクチュエータの開発</p> <p>実施項目 減速機要素開発</p>	<p>&lt;低コストタイプ減速機の開発&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・価格： 樹脂減速機部品を射出成型で製作したときのコスト評価を行った。 1000個ロット以上で4,000円/個と目標達成の目処を得た。</li> <li>・サイズ： 外径 38.9×22.5mm、定格トルク 0.4Nmの樹脂製フレックスインターナル減速機を試作。</li> <li>・バックラッシ： 1.2deg 程度</li> </ul> <p>実施項目 モータ開発・試作</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・15年度実績より低価格なモータの実現に向け、コアレスモータの製作技術確立のため5Wクラスのコアレスモータ試作を行った。</li> </ul> <p>実施項目 ドライバ開発・試作</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・15年度の実績をベースに、瞬時最大電流の拡大と100W未滿モータへの適合を目的に出力電流量を拡大したドライバの試作を行った。</li> </ul> <p>実施項目 センサ要素開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・15年度の実績をベースに、小型レゾルバを試作し、モータに組み込んで評価した。また、フォトICを組み込んだ小型エンコーダを試作した。</li> </ul> <p>2) プラグイン中型アクチュエータの開発</p>	<p>と30Wアクチュエータのシリーズの量産試作を実施した。</p> <p>ネットワーク接続： 3) 開発アクチュエータの実用性検証 高効率駆動方式の研究を参照</p> <p>&lt;低コストタイプ減速機の開発&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・低コスト化検討 主要部品を樹脂製としたフレックスインターナル減速機について当初目標の4000円/個に対して更なるコストダウン検討を行った。</li> <li>・減速機性能評価試験 16年度に得られた特性の減速機について、信頼性評価のため複数個の減速機について性能確認試験、寿命評価試験を実施した。</li> </ul> <p>出力トルク：0.4Nm 入力回転数：1000rpm 効率：60% バックラッシ：平均0.8度 寿命：2,500時間以上</p> <p>実施項目 モータシリーズ化・製品化設計・試作 16年度のスロットレスモータ開発をベースに小型モータとして50W以下のクラスで2機種シリーズ化製品化設計と試作を行った。 16年度成果からのさらなる小型化を検討した。</p> <p>実施項目 ドライバ製品化・試作 16年度実績をベースに50W以下クラスのモータへ適合する電流量と機能仕様を策定してドライバの小型化設計、製品化設計と試作を行った。 アンプについては、16年度成果からのさらなる小型化を検討した。</p> <p>実施項目 センサ製品化設計・試作 16年度の実績をベースに50W以下クラスモータに組み込むセンサの製品化設計と試作を行いモータに組み込んだ。</p> <p>2) プラグイン中型アクチュエータの開発 減速機開発・試作 60(400W)、80(750W)に搭載可</p>
--	---	--

<p>・各種減速機の性能を調査し、RT ネットワークプラグインアクチュエータへの適用可否を検討すると共に、小型・低価格減速器の要素開発、性能確認を行った。</p> <p>実施項目 モータ要素開発</p> <p>・モータの最適化のため、マグネット等の要素部品検討、AC・DC サーボ方式の適用を検討すると共に、小型高効率、低価格モータの要素開発を調査結果に基づいて実施した。</p> <p>実施項目 ドライバ要素開発</p> <p>・ワンチップマイコン制御アルゴリズムの検討、及び通信機能内蔵のためのFA用通信プロトコルの市場調査から、その方式の絞り込みを行う。また、専用ワンチップマイコンの制御アルゴリズムと通信機能の要素開発を行った。</p> <p>センサ要素開発</p> <p>・レゾルバと、そのセンサインタフェースASIC及び多回転検出モジュールASICの検討並びに要素開発を行った。</p> <p>3)開発アクチュエータの実用性検証 実施項目 高効率駆動方式の研究 ・高効率駆動法</p>	<p>減速機開発・試作</p> <p>・小型・低価格減速機として、価格優先で低価格な遊星タイプの減速機を開発・試作した。</p> <p>モータ開発・試作</p> <p>・100W、200Wクラスのモータとして制御基板の制約から60ベースでの開発・試作を行った。 また、センサは信頼性の高いレゾルバ方式を採用した。</p> <p>ドライバ開発・試作</p> <p>・センサをレゾルバとすることからR/D変換器、多回転モジュールを搭載したモータ側面配置型、また、電源は100W、200WクラスはDC48V、400W、750WはAC200V（但し、整流回路が大きく一体型には不向きであり外部整流でDC280V入力検討）に対応することを想定したものと、通信はCAN-BUSタイプの一体型ドライバの開発・試作した。</p> <p>センサ開発・試作</p> <p>耐熱型小型レゾルバの開発・試作、及び、小型レゾルバ用の各種評価装置の開発・試作を実施した。小型レゾルバでは、常温・高温での基本特性評価を実施し、目標仕様を満足していることを確認できた。センサインタフェースASIC及び多回転モジュールASICでは、ASIC単体の評価を実施し基本動作の確認を行った。併せてASIC専用評価試験機及びASIC専用評価ボードの製作を行った。</p>	<p>能な減速機の開発・試作を行った。各サイズに合わせた低価格な遊星タイプの減速機を開発・試作し性能の確認を行った。</p> <p>モータ開発・試作</p> <p>レゾルバ搭載の小型 40 (100W)及び中型大出力 60 (400W)、80 (750W)モータを開発・試作し性能の評価を実施した。モータサイズは16年度成果からのさらなる小型化(100W)を検討した。</p> <p>ドライバ開発・試作</p> <p>センサをレゾルバとした中型小出力 40(100W)及び中型大出力 60(400W)、80 (750W)を駆動する一体型ドライバを設計・試作しドライバの評価を行った。 アンプのさらなる薄型化を検討した。</p> <p>センサ開発・試作</p> <p>中口径薄型レゾルバの開発・試作、およびセンサインタフェースASICの改良を実施する。</p> <p>中口径薄型レゾルバについては、80(750W)モータへのダイレクトカップリングとした。</p> <p>アクチュエータ性能:従来アクチュエータと同等</p> <p>形状: 40~80までの100W、400W、750Wシリーズ化を行ったことにより多くのアプリケーションに応えた事業展開を試みた。</p> <p>価格: 従来以下(ただし、相当量のロット個数の場合) (例: 200Wモータ&amp;ドライバの場合 15万円 10万円)</p> <p>ネットワーク接続:</p> <p>3)開発アクチュエータの実用性検証 高効率駆動方式の研究を参照</p> <p>3)開発アクチュエータの実用性検証 高効率駆動方式の研究 ・高効率駆動法 *低発熱回路設計法</p>
--	---	---

<p>低発熱駆動法提示 ICN 概念提示</p>	<p>3)開発アクチュエータの実用性検証 高効率駆動方式の研究</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・開発アクチュエータの通信信頼性、発熱に対する信頼性について、試作機ベースの検討を実施した。</li> <li>・高効率駆動法       <ol style="list-style-type: none"> <li>1)パワー回路の発熱評価</li> <li>2)試作モータ評価</li> <li>3)インテリジェントコネクタ(ICN)仕様検討を実施し、パワー回路のシミュレータの実現、試作モータの定性的特性の取得、ICNのコンセプトが確立した。</li> </ol> </li> </ul> <p>減速機の機能検証</p> <p>&lt;小型高精度タイプ減速機の開発&gt; 内歯車を除く2段減速の全てに樹脂歯車を使用したものでバックラッシ約20分、前段遊星歯車とピニオンギアを樹脂化したもの及び前段遊星歯車のみを樹脂化したものでバックラッシ約5分の結果が得られた。</p> <p>&lt;低コストタイプ減速機の開発&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・試作した減速機の基本性能の確認試験を実施した。</li> <li>・効率；約60%（定格出力；0.4Nm、入力回転数；1000rpmで運転時の効率）</li> <li>・バックラッシ；1.2deg程度</li> </ul> <p>&lt;プラグイン中型アクチュエータ用減速機&gt;</p> <p>60、100W、200W用に減速比1/5、1/21の遊星減速機の性能を検証した。100W用減速比1/5の減速機精度は0.3分、減速比1/21では1.4分となった。</p> <p>また、200W用減速比1/21の減速機精度は2.5分となり、初期の目標の3分以下をクリアーすることが出来た。</p> <p>ドライバー一体型モータの機能検証</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・各々の試作したセンサ、モータ、ドライバを組み合わせ、基本性能・機能検討を行った。また、生産性・コストについての検討をすすめ、製品</li> </ul>	<p>ドライバの発熱設計の体系化を行った。</p> <p>* ICN仕様公開 ネットワーク接続：適用例として、CAN、イーサネットに接続した。仕様公開が可能となった。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・アクチュエータ評価 開発アクチュエータを組み込んだ関節モジュール（移動ロボット駆動部、ホイスト駆動部）を製作し、適用上の問題点を分析するとともに、プラグイン接続がもたらすロボットシステムとしてのコストダウン効果を検証した。</li> </ul> <p>減速機の性能検証</p> <p>&lt;小型高精度タイプ減速機&gt; 入力段に樹脂製歯車を採用した40遊星減速機について効率86%、バックラッシ約3分の結果が得られた。減速機の一部に金属ガラス製歯車を採用した25遊星減速機について効率81%、初期バックラッシ約3分の結果が得られた。</p> <p>&lt;低コストタイプ減速機&gt; 製作した減速機について性能評価試験を実施した。評価基準は2500時間（3倍加速条件は834時間）運転後の減速機性能が目標仕様である、効率60%以上、バックラッシ0.8°以下であることとした。</p> <p>&lt;プラグイン中型アクチュエータ用減速機&gt; 中型プラグインアクチュエータにおいては、高出力対応として60～80までの400W、750Wシリーズ化を加えた。</p> <p>アクチュエータ評価 開発アクチュエータを組み込んだ関節モジュール（移動ロボット、ホイスト駆動機構）を製作し、プラグイン接続がもたらす効果とロボットシステムとしてのコストダ</p>
------------------------------	--	---

	<p>化検討が終了した。</p> <p>4)事業化の目標、方向、方針</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プラグイン小型アクチュエータの開発においては、小型高精度タイプ減速機として遊星タイプの小型減速機を一部樹脂部品化して性能を達成できる見通しをつけた。この技術をもとにして低コスト構造の採用や組立工法の工夫を適用する事により低コスト化して、実用化した。低コストタイプ減速機の開発については、既存ロボットアクチュエータに使用されている減速機仕様及び寿命を目標とし、低コスト化を念頭に置いた開発を進めており、ほぼ目標を達成でき、事業化を進めて行く。また、アンケート結果から現在の開発目標仕様に対して「許容入力回転数向上」なる消費者ニーズが多いが、強度向上を狙った材料の改良という大きな課題があるため、将来の開発課題と考える。モータについては、コアレスの5W品を試作して、小型エンコーダを組み込む事により、性能を達成できる見通しをつけた。小型レゾルバについては電気誤差が目標値(±2.5°以下)に対して、試作品は±4°と大きくなっており(目標値に対して160%)課題も残っている。</li> <li>・プラグイン中型アクチュエータにおいては、該当年度では100W、200W品を試作することができ、製品化に向けた基盤作りができた。今後の評価において完成度を高めると共に、400W、750Wモータへの展開を図って行く。</li> </ul>	<p>ウン効果を検証した。</p> <p>4)事業化の目標、方向、方針</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プラグイン小型アクチュエータの小型高精度タイプについては、平成17年度までの実績をもとに、10Wと30Wアクチュエータのシリーズの量産試作を実施する。小型レゾルバについては、電気誤差の目標値(±2.5°以下)を目標に開発した。平成18年度以降に量産設計を実施して販売して行くが、既開発済みの光学式エンコーダの使用も検討した。</li> </ul> <p>&lt;低コストタイプ減速機の開発&gt;</p> <p>事業化のために必要な低コスト化と信頼性確保のための信頼性確認試験を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・低コスト化検討 平成16年度成果の減速機仕様にて製品適用可能性が得られたので、主要部品を樹脂製としたフレックスインターナル減速機について当初目標の4000円/個に対して更なるコストダウン検討を行った。</li> <li>・減速機性能評価試験 H16年度に得られた特性の減速機について、信頼性評価のため複数個の減速機について性能確認試験、寿命評価試験を実施し、製品として市場投入の可能性検討と、OEM製品設計技術、データを取得した。</li> </ul> <p>出力トルク：0.4Nm    入力回転数：1000rpm    効率：60%    バックラッシ：平均0.8度    寿命：2,500時間以上</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プラグイン中型アクチュエータにおいては、小出力タイプとして40の100Wと高出力タイプの60の400W、80の750Wをの試作を行った。これによって、40～80で100～750Wまでのシリーズ化が出来た。</li> </ul>
--	--	---

3. 目標値を達成するための解決策と具体的方法

1) プラグイン小型アクチュエータの開発

表 2

目標値	解決策と具体的方法
<p>&lt; 小型高精度タイプ減速機の開発 &gt;</p> <p>アクチュエータの小型化</p> <p>ドライバの小型化</p>	<p>減速機の小型化とコスト低減：平成 16 年度までに試作した実績のある遊星減速機をベースに、内部の歯車について部分的に樹脂歯車を使用する製品化設計をすることで、小型化とコスト低減を図る。</p> <p>平成 16 年度までに試作した実績のあるスロットレスモータをベースに、上記小型高精度タイプ減速機と組合せることにより、小型化を図る。</p> <p>平成 16 年度までに試作した実績のあるドライバ技術をベースに、50W 以下クラスのモータへ適合する電流量と機能仕様を設計することで、小型化を図る。</p>
<p>&lt; 低コストタイプ減速機の開発 &gt;</p> <p>減速機性能評価試験</p> <p>目標価格の目処付け</p>	<p>複数個の減速機について性能評価試験を実施し、減速機性能の信頼性確認と共に事業化に必要なデータを蓄積する。</p> <p>減速機部品の射出成型製造を前提とした設計を行い、金型、材料、製造、組み立て等の減速機製造コストを積算し、目標価格の目処付けを行う。</p> <p>樹脂減速機の性能評価試験方法、試験条件及び性能評価について専門家であるスタ・ライト工業（株）西村 一彦 事業開発室長に技術指導を受ける。</p>

2) プラグイン中型アクチュエータの開発

表 3

目標値	解決策と具体的方法
<p>減速機付きモータ構造の最適化</p> <p>レゾルバ搭載によるモータ制御技術の確立</p> <p>中口径薄型レゾルバの開発</p>	<p>減速機及びモータとの結合の一体化することでよりコンパクトな一体型モータを実現させる。</p> <p>R/D 変換器（レゾルバ信号 / デジタル変換器）多回転モジュールを搭載した制御回路を開発する。</p> <p>80 モータサイズに適合した中口径形状で、耐熱用絶縁キャップを新規開発して、アクチュエータの高負荷運転による耐熱特性のある中口径薄型のレゾルバを開発する。</p>

3) 開発アクチュエータの実用性検証

表 4

目標値	解決策と具体的方法
<p>高効率駆動方式の研究</p> <p>減速機の機能検証</p> <p>ドライバ一体型モータの機能検証</p>	<p>開発アクチュエータの通信性、発熱に対する信頼性</p> <p>・H16 年度の成果をもとに、モータの発熱も考慮した駆動方式選定のための設計手法を体系化する。</p> <p>試作した減速機の、目標性能、生産性・コスト確認</p> <p>試作したセンサ、モータ、ドライバを組み合わせ、性能・機能・生産性・コスト確認</p>

<p>アクチュエータ評価</p>	<p>開発アクチュエータを組み込んだアームの通信信頼性、発熱に対する信頼性、プラグイン接続がもたらすロボットシステムとしてのコストダウン効果を検証する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ICN 機能ボードとアンプを接続し、一体アクチュエータの機能を検証する。</li> </ul> <p>(周波数応答評価)</p> <p>ロボットの模擬関節に搭載した試験によって、開発アクチュエータの実装容易性を検証する。</p>
------------------	---

#### 4. 当該年度における技術目標値の達成状況と意義

下記のとおり委託業務実施計画書により計画した実施内容を遂行することができました。

##### 1) サブテーマA: プラグイン小型アクチュエータの開発

実施項目名：減速機開発・試作

<小型高精度タイプ減速機の開発>

30Wクラス用に 40、10Wクラス用に 25の遊星減速機の試作を実施した。40減速機入力段には樹脂製歯車を採用し、25減速機の一部に金属ガラス製歯車を採用した。

<低コストタイプ減速機>

昨年度までの要素試験により選定した減速機の樹脂材料特性と減速機性能の目標仕様から射出成型で歯車部品を製作したときの歯形精度を検討した。その結果から減速機的设计を行い、製作した。

また低コスト化を検討し、減速機構造を簡易化し、部品点数を少なくした設計とした。

歯車部品は射出成型と等価なものを製作し、寸法形状39×23mm、重量45gの樹脂製減速機が製作できた。

実施項目名：モータシリーズ化・製品化設計・試作

30Wクラス用モータとして 40のスロットレスモータと、10Wクラス用モータとして 25のスロットレスモータを試作した。

実施項目名：ドライバ製品化・試作

30Wクラス用と10Wクラス用のドライバを試作した。レゾルバセンサインタフェースを搭載し、CAN通信インタフェース対応した。

実施項目名：センサ製品化設計・試作

10Wクラス用と30Wクラス両用に、17のレゾルバを試作した。±2.5分の目標精度を実現した。

##### 2) サブテーマB: プラグイン中型アクチュエータの開発

実施項目名：減速機開発・試作

60(400W)、80(750W)に搭載可能な減速機の開発・試作を行った。各サイズに合わせた低価格な遊星タイプの減速機を開発・試作し性能の確認を行った。

実施項目名：モータ開発・試作

レゾルバ搭載の小型 40(100W)及び中型大出力 60(400W)、80(750W)モータを開発・試作し性能の評価を実施した。モータサイズはH16年度成果からのさらなる小型化(40での100W化)を検討する。

実施項目名：ドライバ開発・試作

センサをレゾルバとした中型小出力 40(100W)及び中型大出力 60(400W)、80(750W)を駆動する一体型ドライバを設計・試作しドライバの評価を行った。

アンプのさらなる薄型化を検討した。

実施項目名：センサ開発・試作

中口径薄型レゾルバの開発・試作、およびセンサインタフェースASICの改良を実施した。中口径薄型レゾルバについては、80(750W)モータへのダイレクトカップリングを想定。

### 3) サブテーマC: 開発アクチュエータの実用性検証

実施項目名：高効率駆動方式の研究

以下について、計画通りの成果を得た。

#### ・高効率駆動法

##### \* 低発熱回路設計法

発熱評価方式を計算機シミュレータ化することで、ドライバ発熱の事前予測が可能となり、ドライバ発熱設計の体系化を行うことが可能となった。

##### \* ION仕様公開

ネットワーク接続：適用例として、CAN、イーサネットに接続した。ネットワーク機能を確認し、仕様公開が可能となった。

#### ・アクチュエータ評価

開発アクチュエータを組み込んだ関節モジュール(移動ロボット、ホイスト駆動機構)を製作し、プラグイン接続がもたらす効果とロボットシステムとしてのコストダウン効果を検証した。

### e 実験データ

#### ・ドライバ側サイクルタイム測定

ドライバ側サイクルタイムは310 $\mu$ sec、標準偏差は38 $\mu$ secであった。

ドライバ側リーディングタイムは10 $\mu$ sec、標準偏差は0 $\mu$ secであった。

#### ・ネットワーク側サイクルタイム測定

表5 ネットワーク側サイクルタイム

Communication Mode	NCT [msec]	Standard deviation
Control Mode	2.9	0
Monitor Mode	3.0	0
General Mode READ	2.8	0
General Mode WRITE	2.8	0

表6 ネットワーク側CPUサイクルタイム

Communication Mode	NCPUCT [msec]	Standard deviation
Control Mode	1.3	0
Monitor Mode	1.4	0
General Mode READ	1.2	0
General Mode WRITE	1.4	0

実施項目名：減速機の性能検証

<小型高精度タイプ減速機>

#### 1. 効率

それぞれの遊星減速機の効率を測定した。25mmのもので、効率81%、40mmのもので効率86%を得た。この効率は従来の金属製歯車の遊星減速機とほぼ同等レベルであり、実用上満足できる。

#### 2. 耐久性



試作品の耐久性評価を行った。

- ・ 40mm : (減速比 1/21 2段遊星減速型)  
一定連続回転にて入力回転数：300min<sup>-1</sup>、負荷トルク：±4.9Nm、運転時間：163時間でバックラッシュ増加量 2分であったが、開始時から 50 時間までの初期に発生したもので、その後は落ち着き、一定の信頼性の確認ができた。初期のバックラッシュ量 1 分以下と合わせて、バックラッシュ 3 分以下にできた。
- ・ 25mm : (減速比 1/25 2段遊星減速型)  
運転時間92時間で、バックラッシュ増加量4.9分となった。金属ガラス歯車の今後の課題として取り組む。

<低コストタイプ減速機>

【試験条件】

製作した減速機について性能評価試験を実施した。試験条件を表13に示す。評価基準は2500時間（3倍加速条件は834時間）運転後の減速機性能が目標仕様である、効率60%以上、バックラッシュ0.8°以下であることとした。

<プラグイン中型アクチュエータ用減速機の開発>

目標仕様3'以下のバックラッシュに対し試作品は最大で 60(400W) - 減速比1/5・0.2.4'、減速比1/21・0.2.2'、80(750W) - 減速比1/5・0.4'、減速比1/21・0.2.2' となっており、試作品は全て目標値を達成することが出来た。

実施項目名：アクチュエータ評価

開発アクチュエータを組み込んだ関節モジュール(移動ロボット、ホイスト駆動機構)を製作し、プラグイン接続がもたらす効果とロボットシステムとしてのコストダウン効果を検証した。

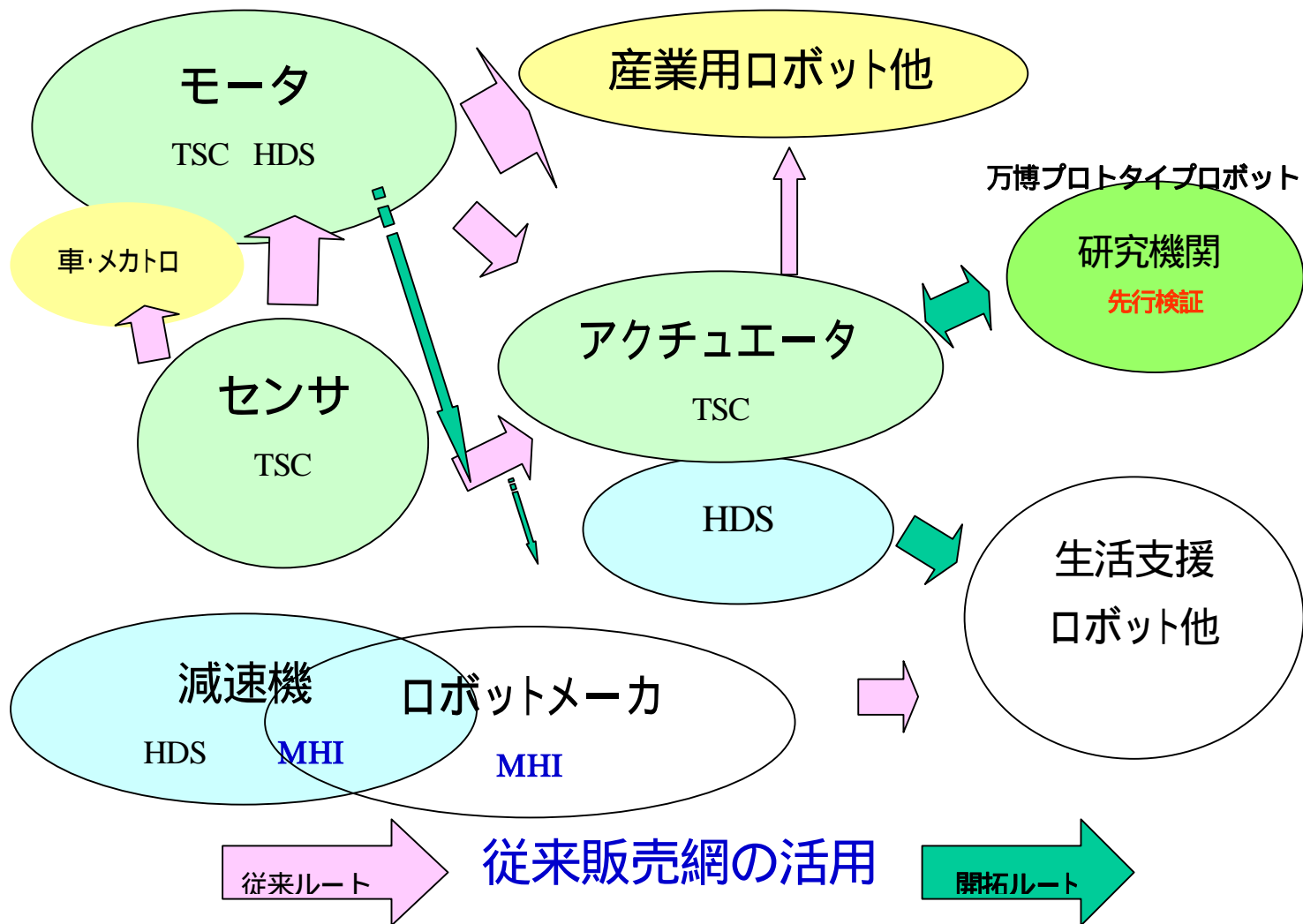
## 5. 事業化の目標と当該年度に把握した事業化を取り巻く環境変化

<事業化の目標>

本プロジェクトの成果を産業用アクチュエータ市場（産業用ロボットを含む）だけでなく、非産業用アクチュエータ市場への本格的な事業展開につなげる事を事業化の目標とする。

小型化・低コスト化・ネットワークプラグインを特長として、ロボットのサイズやパワーに応じて小型から中型までのアクチュエータをシリーズ化して開発する事により、生活支援分野やコミュニケーション型ロボットに適合するアクチュエータとして、市場の拡大を実現できるものとする。以下に事業化の概念図を示す。

また、事業化の規模としては20年度4万台（12億円）、21年度6万台（18億円）、22年度10万台（27億円）を想定する。



注) HDS (株)ハーモニック・ドライブ・システムズ) TSC (多摩川精機株) MHI (三菱重工業株)

図1 開発アクチュエータの主たる拡販モデル