

**研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム**  
**FS ステージ シーズ顕在化タイプ 事後評価報告書**

研究開発課題名	: 全方向駆動歯車により超狭隘スペースでも高度作業を可能とする動力伝達装置の開発
プロジェクトリーダー	: (株)昌和製作所
所属機関	: (株)昌和製作所
研究責任者	: 多田隈理一郎 (山形大学)

### 1. 研究開発の目的

任意の曲率を持つ曲面に沿ってあらゆる方向へ動力を伝達することが可能な全方向駆動歯車を、「歯車構造の加工・生成方法」から新規に開発することにより、極小サイズまで小さい構造として構築することで、内視鏡先端の鉗子部分のエンドエフェクタや、食事支援ロボットアーム先端のロボットハンドにも使用できるようにする。すなわち、人体内部のような狭隘な空間で、様々な作業を容易に効率良くかつ安全に行えるようにする。

これにより、これまで市販の手術ロボットにおいても、物体を掴んで引っ張ったり押したりする、あるいは切断するという作業しか可能ではなかった狭隘空間においても、装置の「位置決め・固定」のような作業を可能とする。

### 2. 研究開発の概要

#### ①成果

山形大学において3次元CADを用いて設計した試作形状をもとに、昌和製作所において型彫り放電するための電極をまず製作した。荒取りに銅タングステン電極、仕上げに銀タングステンで製作した電極を用い、金型へ放電加工を行った。これらの金型パンチは入れ子形状にし、異なるモジュールを成型したい場合は交換できるようにした。

山形大学においては、加工しやすいA7075(ジュラルミン)を用いた、モジュール0.1~0.5のインポリュート曲線を有する全方向駆動歯車の駆動ユニットを試作し、ワイヤカット(放電加工)により製作したモジュール0.3の全方向駆動歯車でも、直交する2方向に回転軸を有する2個のモジュール0.3の平歯車により、表面に沿う任意の方向に駆動することが可能であることを確認した。

研究開発目標	達成度
①ワイヤカットやフォトリソグラフィ、およびエッチングによる全方向駆動歯車の量産体制の確立	①山形大学で設計した全方向駆動歯車の3次元データをもとに、昌和製作所においてモジュール0.5の全方向駆動歯車の量産金型を試作、従来技術では不可能だった金型による全方向駆動歯車の歯車製作に成功した。また、1ユニット20万円以下のコスト目標をクリアした。そのため、85%の達成度と言える。
②モジュール0.1の小型全方向駆動歯車をワイヤカットで作成する製法の確立	②モジュール0.1と、モジュール0.2およびモジュール0.3の小型全方向駆動歯車をワイヤカットにより作成することに成功し、そのうちモジュール0.3の

<p>③フォトリソグラフィにより、微細構造を持つ超小型の全方向駆動歯車を製作</p> <p>④全方向駆動歯車を用いた内視鏡手術用鉗子を医療用のツールとして認可・普及させるための必要十分条件に関する調査</p>	<p>小型全方向駆動歯車は、エンコーダ付きのモータ2個で、任意の方向に駆動することができた。ワイヤカットで作成したモジュール 0.3 以下の大きさの歯を持つ小型全方向駆動歯車をモータで駆動するのは、世界的にもこれが初めての例であり、小型の平行グリッパ等に応用できる可能性が確認できたため、85%の達成度と言える。</p> <p>③山形大学のクリーンルームの設備を用いて、全方向駆動歯車に応用可能な格子状の微細構造を作成し、それらを噛み合わせることで、動力を伝達させることに成功した。これは、従来技術より遥かに微細な構造で、指向性のある動力伝達に基づく全方向駆動を可能とする機構である。耐久性を今後高めてゆけば、ワイヤカット等により作成した全方向駆動歯車と同等の動力伝達が可能となることが見込まれるために、85%の達成度と言える。</p> <p>④山形大学内部において、全方向駆動歯車を用いた内視鏡手術用鉗子を、3次元 CAD を用いて設計し、それらを薬事法の認可を得られる程度にまで完成度を高めてゆく過程について、既存の内視鏡手術用鉗子と実際に比較しつつ、山形大学医学部の教員と共にサイズや洗浄のしやすさなどの観点から吟味を行った。議論や試作の結果、全方向駆動歯車により、鉗子機構前端に、手術時の作業に有用な前後左右の自由度を追加して作業性を高めることが十分に可能であることが明らかとなり、それをもとに山形大学医学部の教員と議論しつつ試作機のさらなる改良を進め、十分に水による洗浄の可能な機構の設計ができたため、80%の達成度と言える。</p>
--	--

## ②今後の展開

本プロジェクトで開発を進めた全方向駆動歯車を用いた全方向物体搬送テーブルは、その可動範囲を無制限に広げることが可能であり、またその上に複数個の物体搬送用トレイを配置出来ることから、工場や倉庫だけでなく、様々な産業へと応用可能である。全方向駆動歯車と、下部の駆動用平歯車とをユニット化して、同じユニットを敷き詰めてゆく形で任意の形状・大きさの物流ラインを構成できる。

全方向駆動歯車を用いたインターフェースや家電製品のような小型の装置についても、引き続き産学連携プロジェクトで研究開発を行ってゆく。

## 3. 総合所見

一定の成果は得られているが、イノベーション創出の可能性を見出すには、更なる研究開発とニーズ発掘が必要である。

極小サイズの全方向駆動歯車をワイヤカット手法により安価かつ大量に製作する道が開けた。一方、試作した歯車の性能評価などが未達で、要因分析も不十分である。知的財産形成などの課題も残っている。