

内ウォームギアに基づく 直交回転軸を有する差動機構

山形大学

学術研究院（大学院理工学研究科主担当）

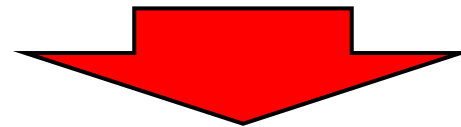
機械システム工学専攻

准教授 多田隈 理一郎

2021年11月30日

研究開発の背景

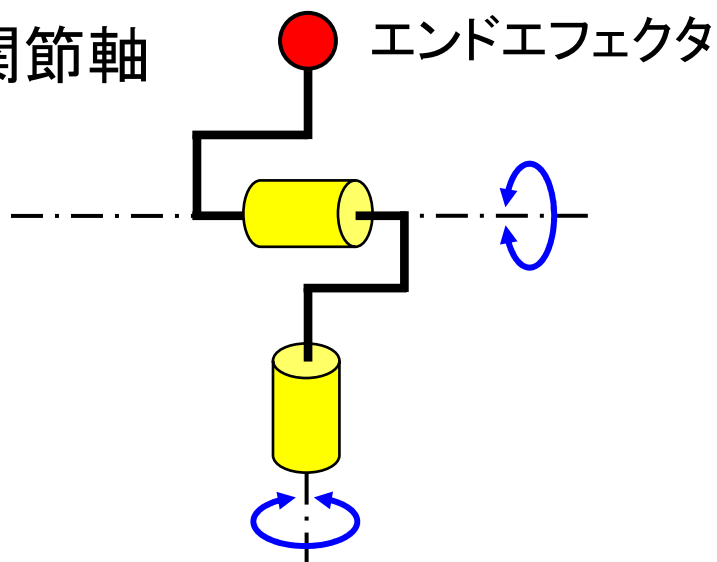
- 撮影用ドローンの普及により、カメラの首振り機構を、従来のジンバル機構より小型・軽量に構成する機構の需要が高まっている。
- 人間の効率良く安全な作業を補助できる小型・軽量の協働ロボットアームの需要が高まっている。



直交した2方向に動力を伝達可能である
小型・軽量の差動機構の開発の必要性

差動機構が必要となる理由

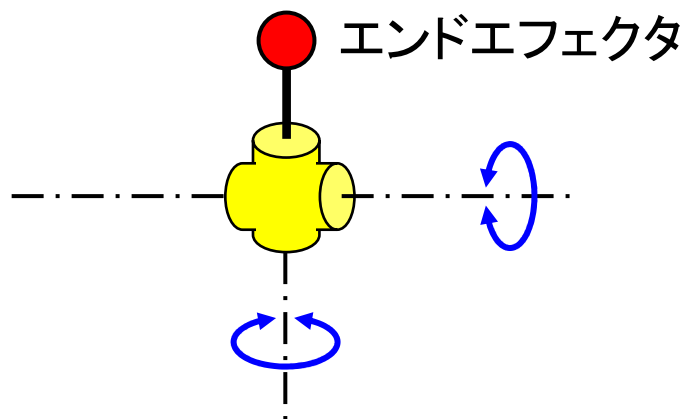
● 従来型の 2段構造の関節軸



小型・軽量化



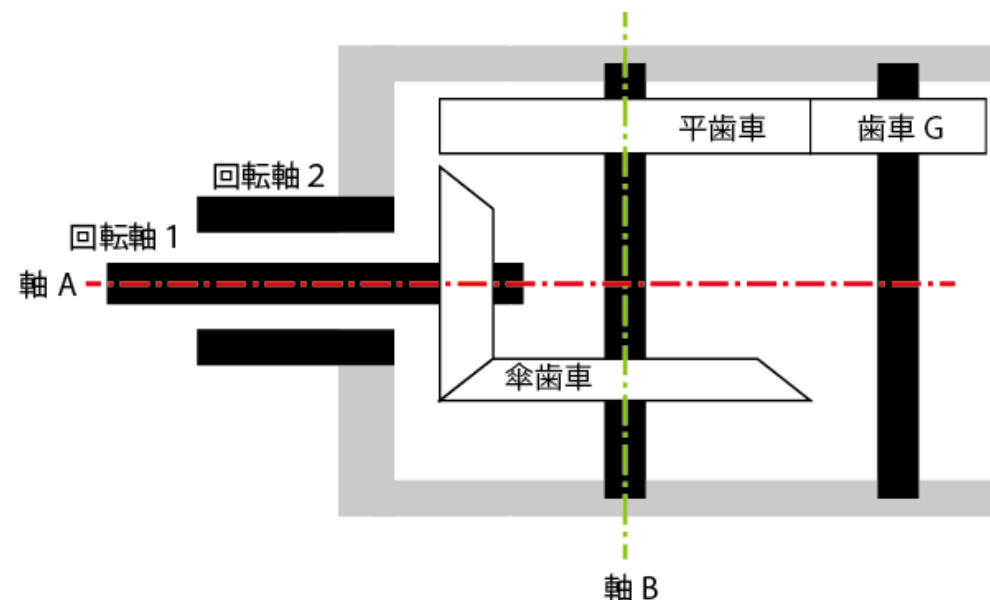
● 差動機構



- 「2段構造」としての従来関節軸機構では、小型・軽量化が困難である。
- 2段目を駆動するためのアクチュエータの質量も、1段目のアクチュエータの負荷になってしまう。
- 2段目のアクチュエータの配線が滑らかな関節動作の妨げになってしまう。
- ロボットアームの場合には、2つの関節軸の間にオフセットがあると、運動学が複雑化してしまう。

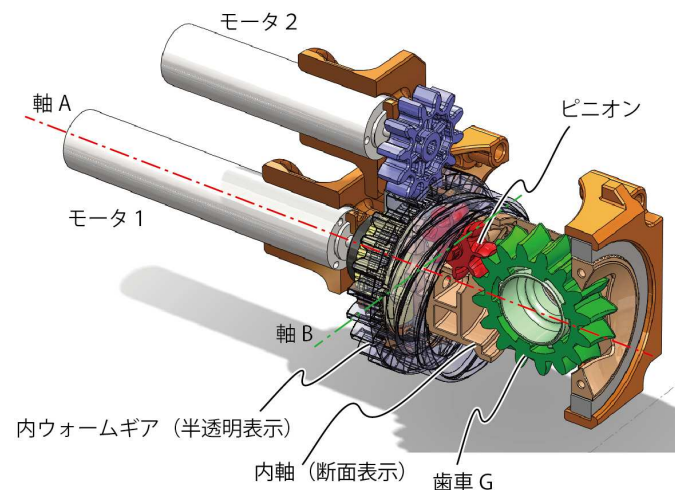
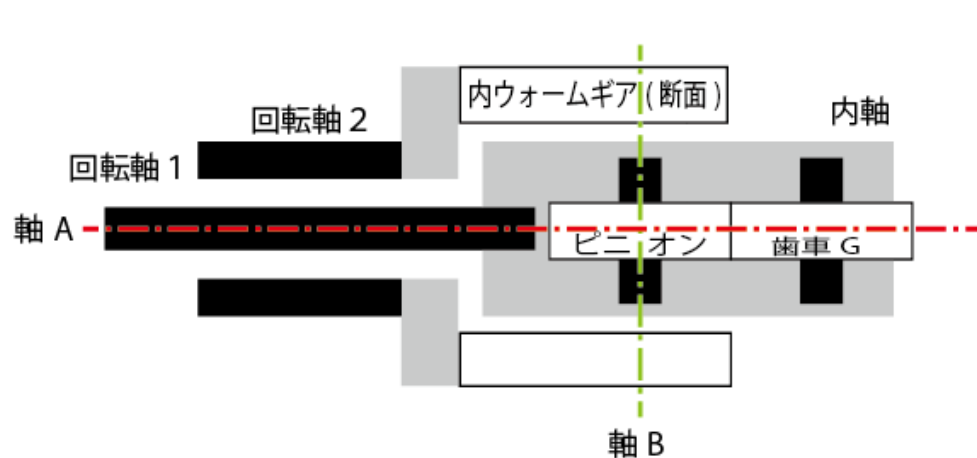
従来技術とその問題点

- 傘歯車を用いた差動機構には、出力のための平歯車（下図歯車G）が別に必要となる。
- 傘歯車を用いた差動機構では、スラスト荷重によるガタとエネルギー損失があった。

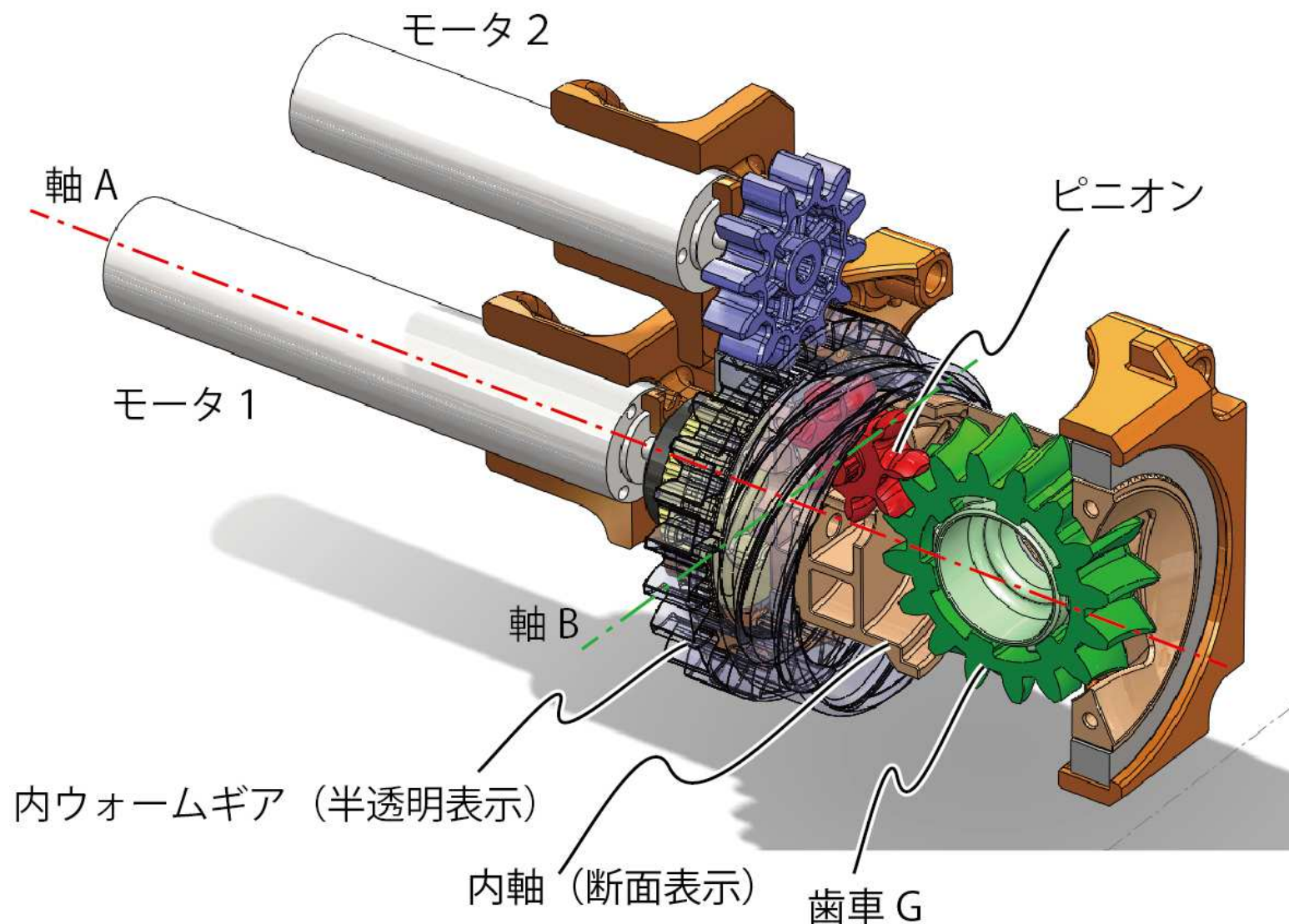


新技術の特徴・従来技術との比較

- 内ウォームギア機構においては、ピニオンギアがそのまま出力用の歯車(下図歯車G)と噛み合うため、出力軸に平歯車を別に取り付ける必要が無く、小型・軽量化しやすい。
- 傘歯車と異なり、内ウォームギアはスラスト荷重が大きくなるため、ガタが発生しにくく、静粛性が高い。
- ウォームギア特有の「セルフロック」機能により、重力モーメントなどの負荷に耐えて、姿勢を維持しやすい。
- 密閉性の高い動力伝達機構を実現可能である。

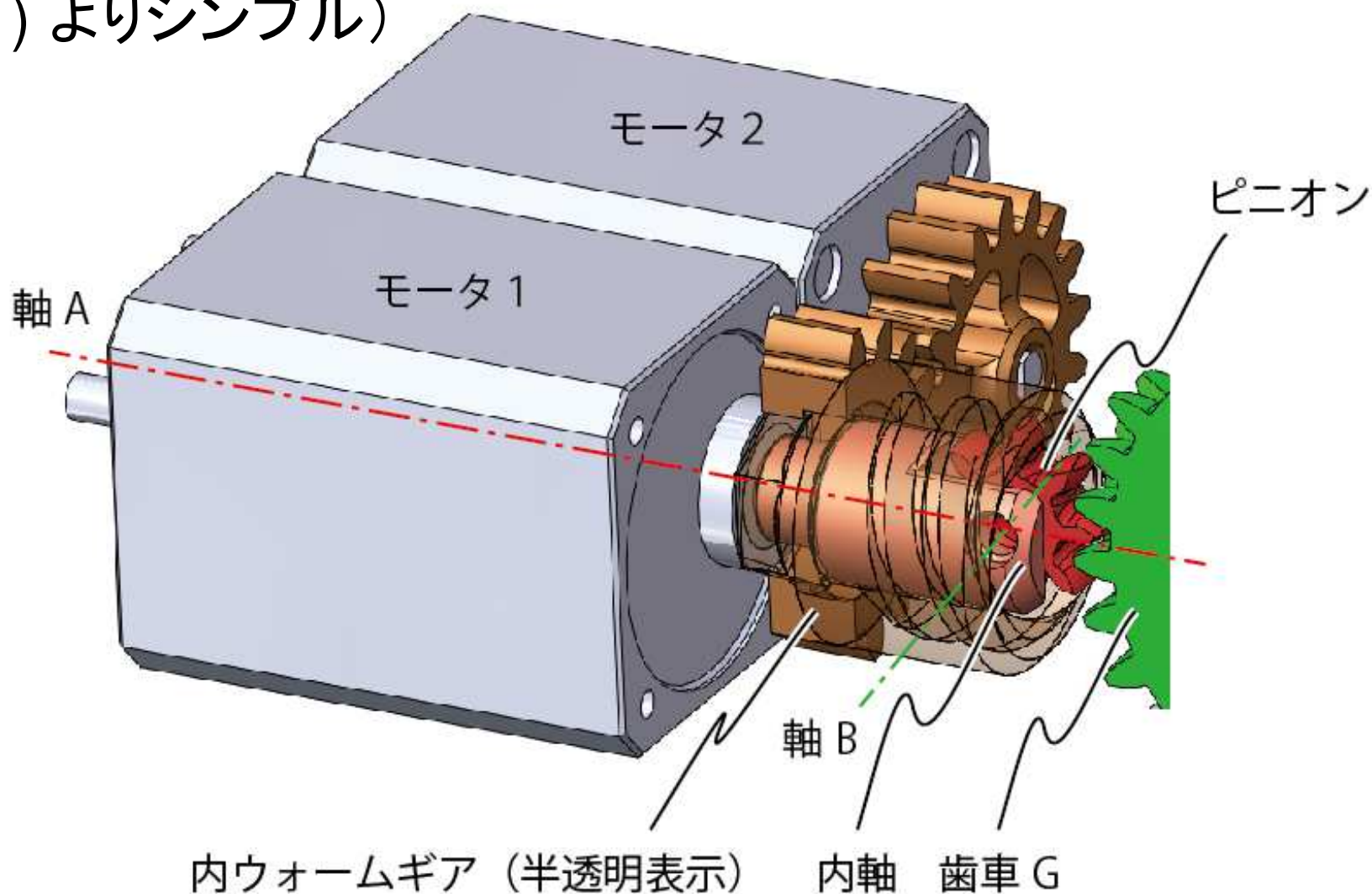


内ウォームギアを有する動力伝達機構の構成例 (1)



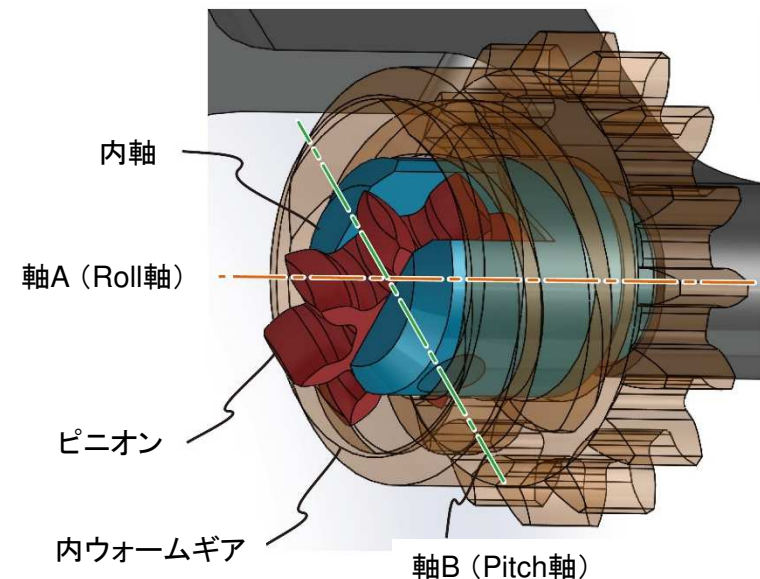
内ウォームギアを有する動力伝達機構の構成例 (2)

(構成例 (1) よりシンプル)

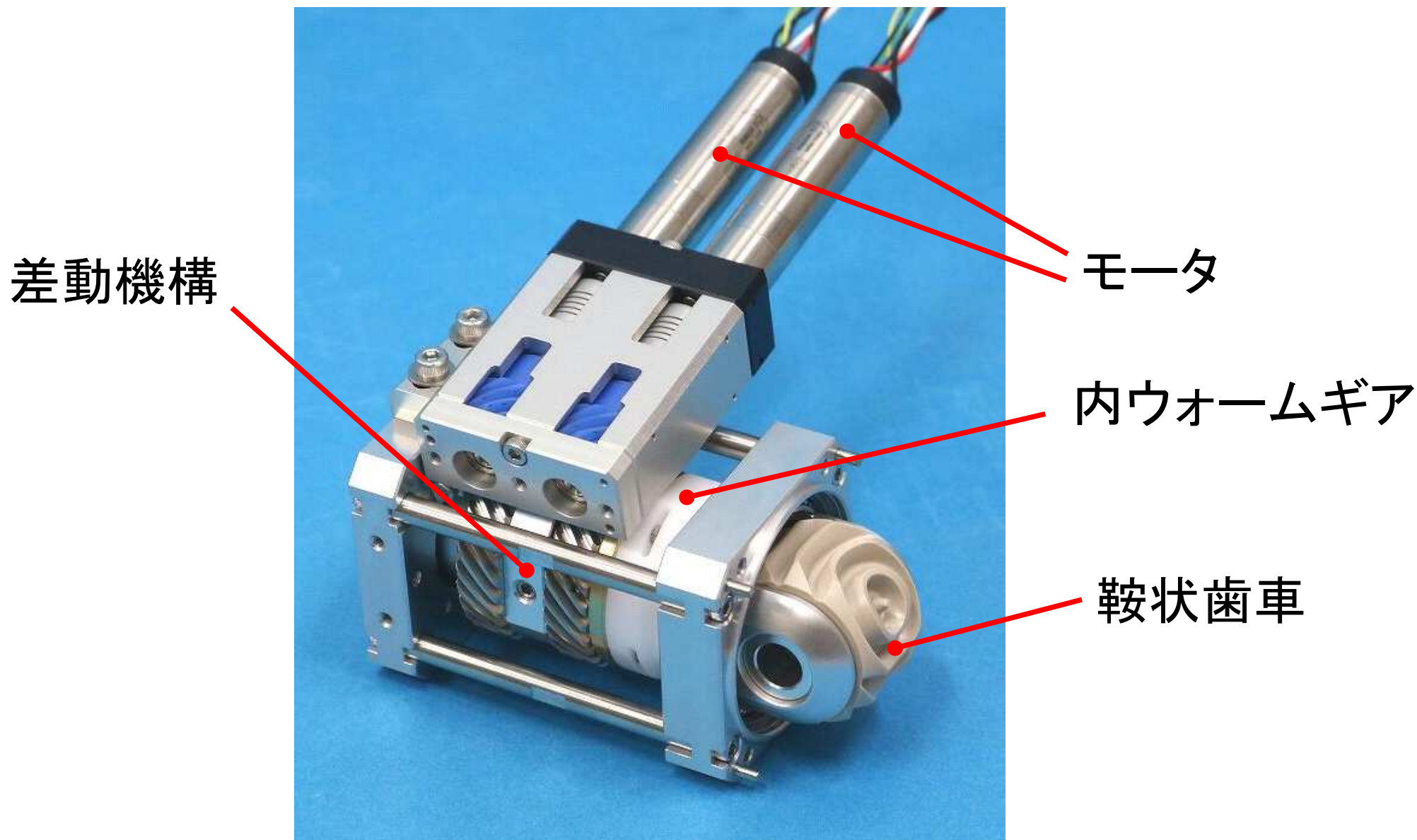


内ウォームギアとピニオンの連動による Pitch軸とRoll軸の駆動の分離について

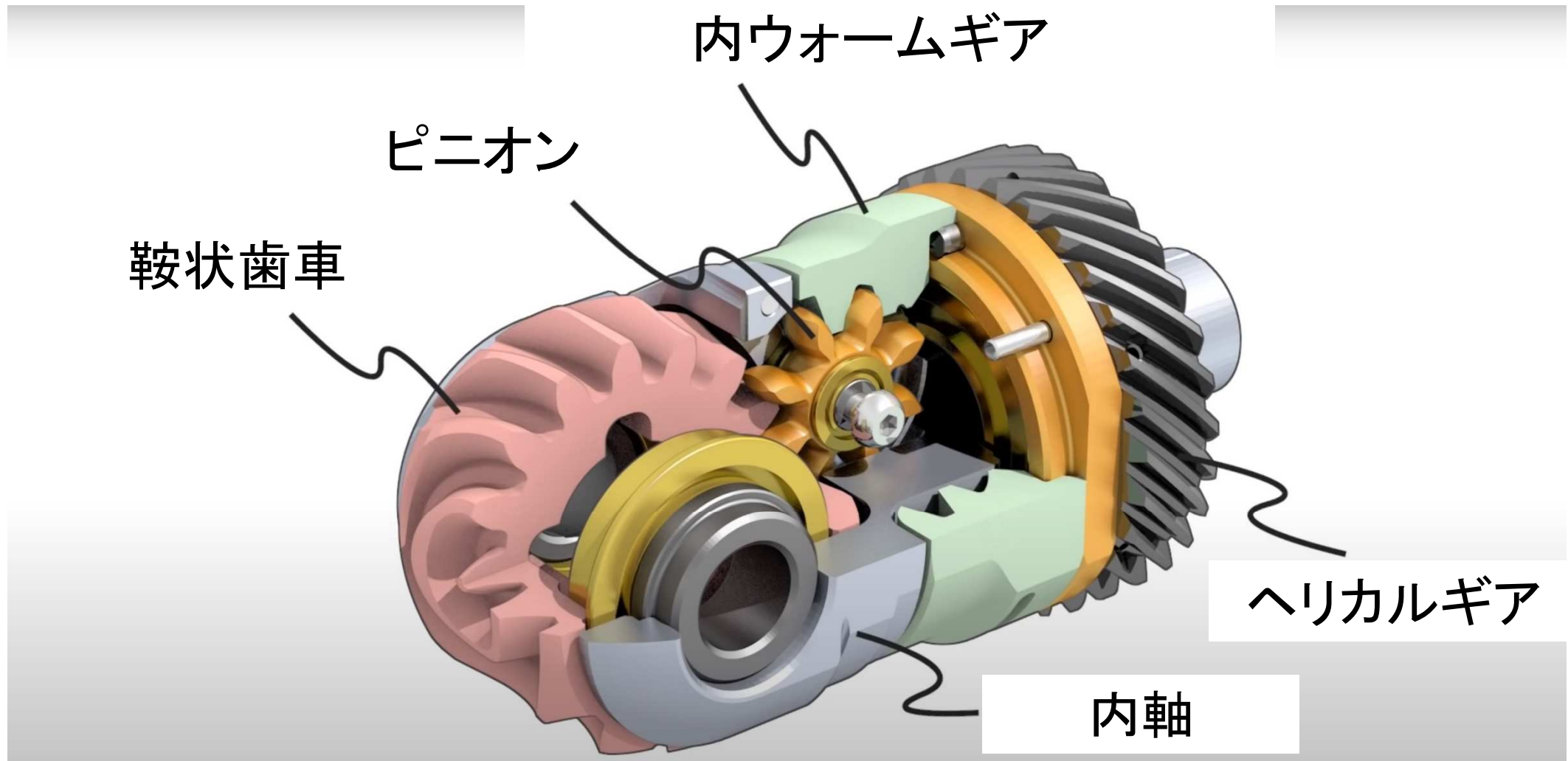
内軸がRoll軸周りに回転する場合、
 ピニオンギアも内軸と一緒に回転するため、
 そのままだと内ウォームギアと噛み合った
 ピニオンギアが、Roll軸周りに一周回転
 する度に、Pitch軸周りに1ピッチ分回転
 してしまう。その分をキャンセルするように、
 内ウォームギアを内軸に同期させて回転させることで、
 ピニオンギアのPitch軸とRoll軸周りの回転を独立・非干渉の
 ものとしている。



内ウォームギアを有する動力伝達機構の 試作例



内ウォームギアを有する動力伝達機構の 内部構造



内ウォームギアと球状歯車の組合せ

(使用例)



(×2)

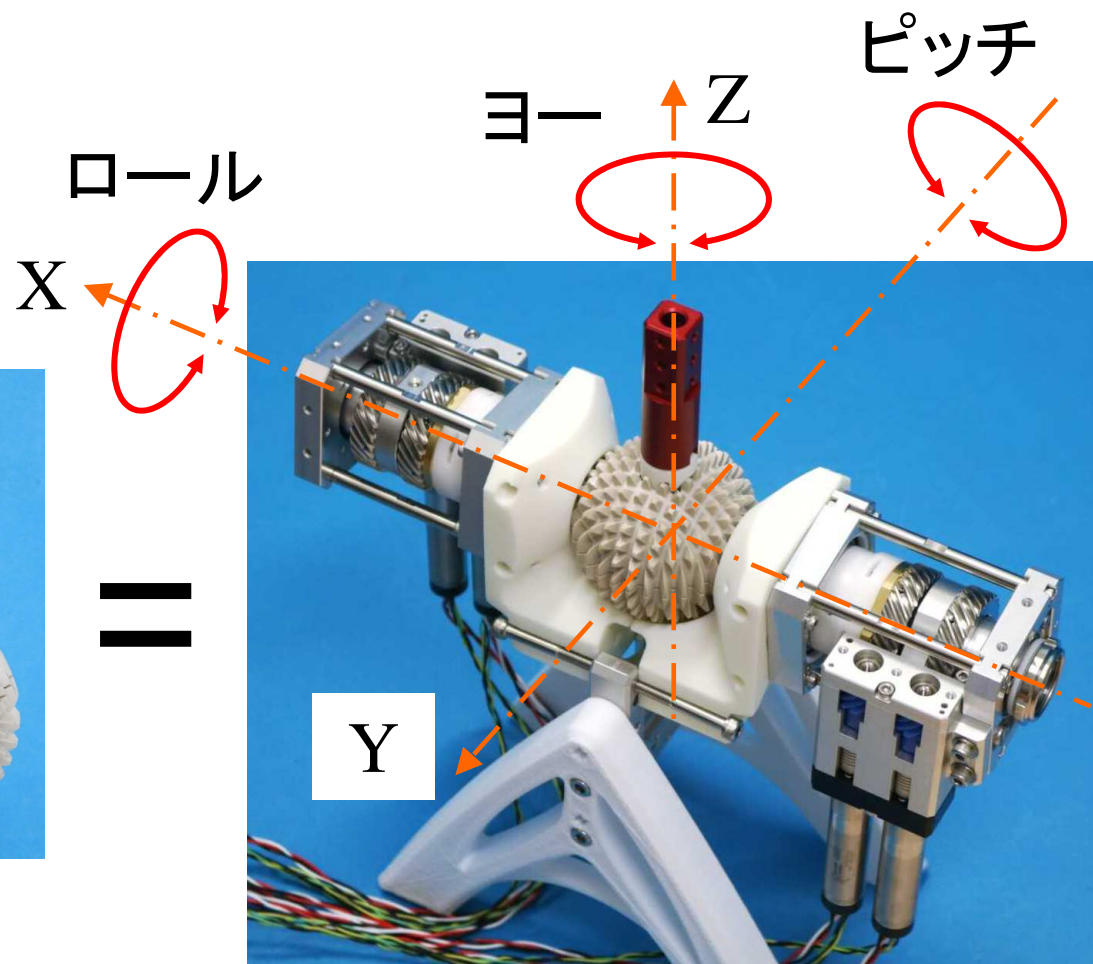
内ウォームギアを有する
駆動モジュール

+



球状歯車

=



無制限の可動範囲を
有する3自由度球面モータ

想定される用途

- カメラの首振り機構
- ロボットアームの関節機構
- 工場や倉庫での搬送装置

実用化に向けた課題

- 内側にウォームギアとしての歯車構造を有する部品の製造方法の低コスト化
- 長期間の運用のための耐久性の実現

企業への期待

- 鋳造技術などにより、内ウォームギアなどの歯車部品を、低コストで量産できる方法を開発する共同研究を希望する。
- 小型・軽量のロボットアーム関節機構や、カメラの首振り機構の開発を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 差動機構
- 出願番号 : 特願2021-015334
- 出願人 : 国立大学法人山形大学
- 発明者 : 多田隈理一郎、阿部一樹

産学連携の経歴

- 2011年-2012年 JST A-STEP FS 探索タイプに採択
- 2013年-2014年 JST A-STEP
FS シーズ顕在化タイプに採択
- 2013年-2014年 昌和製作所株式会社と共同研究実施
- 2014年-2016年 NECエンベデッドプロダクツ株式会社
からの受託研究実施
- 2017年- 弘栄設備工業株式会社と
共同研究実施

お問い合わせ先

山形大学

オープンイノベーション推進本部

知財クリエイティブ・マネージャー

弁理士 小原 淳史

TEL 0238-26-3480

FAX 0238-26-3633

e-mail obara.atsushi@yz.yamagata-u.ac.jp