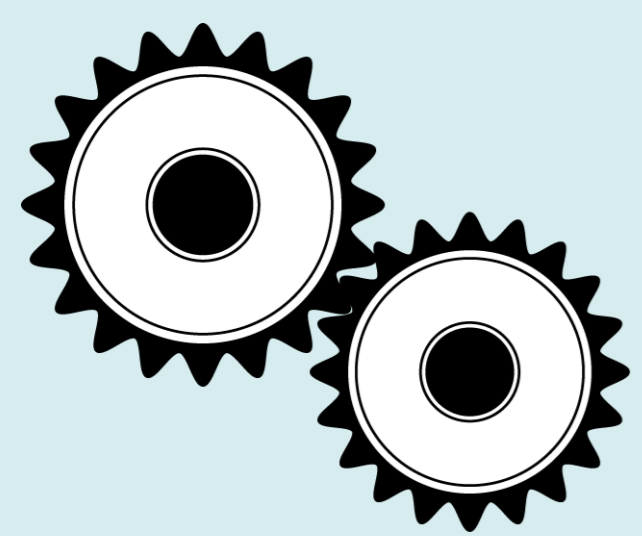


磁気遊星ギアに関する研究

大阪大学大学院工学研究科 知能・機能創成工学専攻 平田研究室

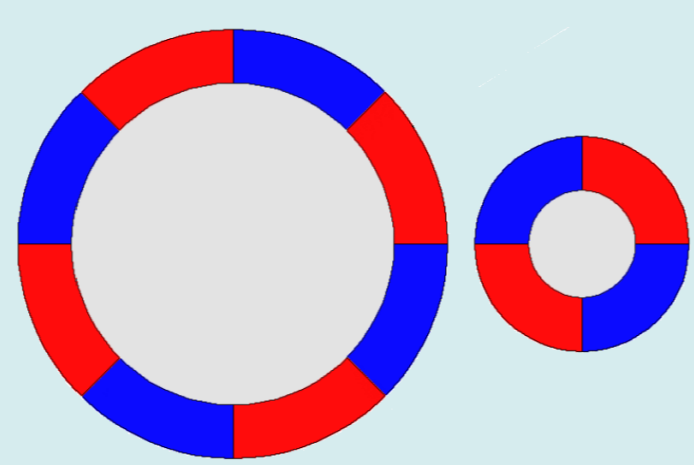
緒言

機械式動力伝達(接触)



摩耗
騒音
摩擦損失

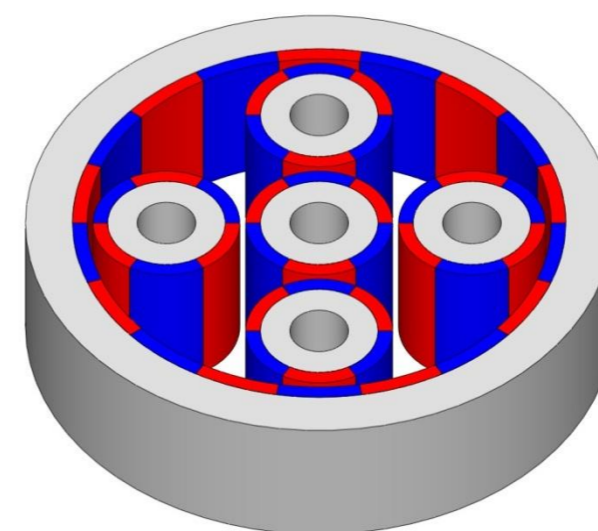
磁気式動力伝達(非接触)



摩耗なし
低騒音
低摩擦損失
トルクリミッタ

機械式では困難な環境下での使用

宇宙空間, クリーンルーム, 風力発電装置 etc



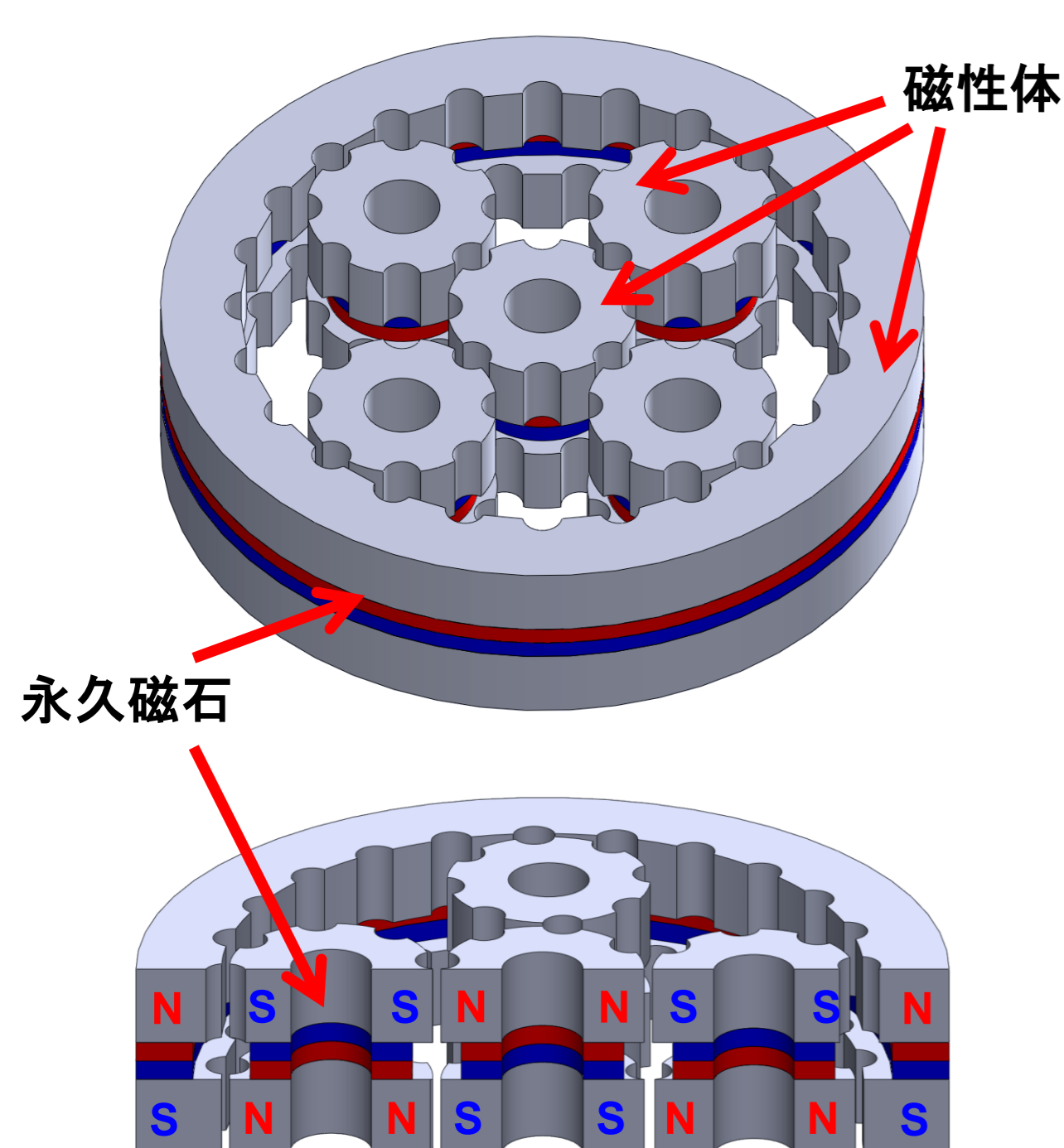
磁気遊星ギアの研究例はあるが
基本特性は不明確. 性能が不十分



負荷-トルク特性等の解析評価が必要

提案モデル・動作原理

ハイブリッド型磁気遊星ギア



- 永久磁石を磁性体で挟み込む構造
- 永久磁石形状の簡素化
- 減速比は磁性体形状のみに依存

⇒ 高堅牢性・高生産性

磁極数

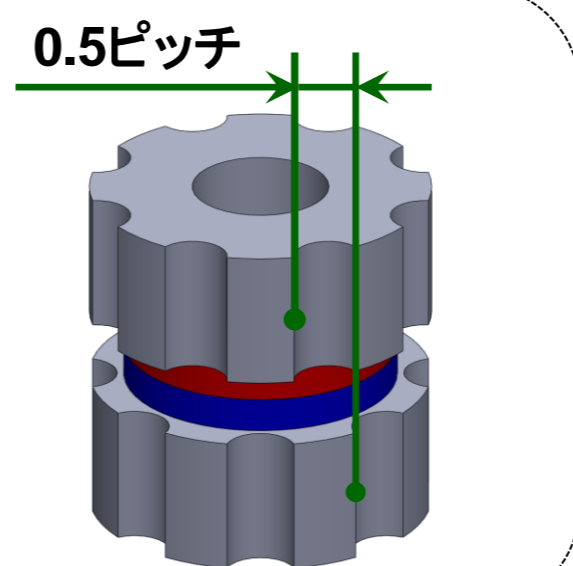
サンギア	16 (8*2)
プラネタリギア	16 (8*2)
リングギア	48 (24*2)

永久磁石の着磁方向を
交互に配置して
磁気回路を形成

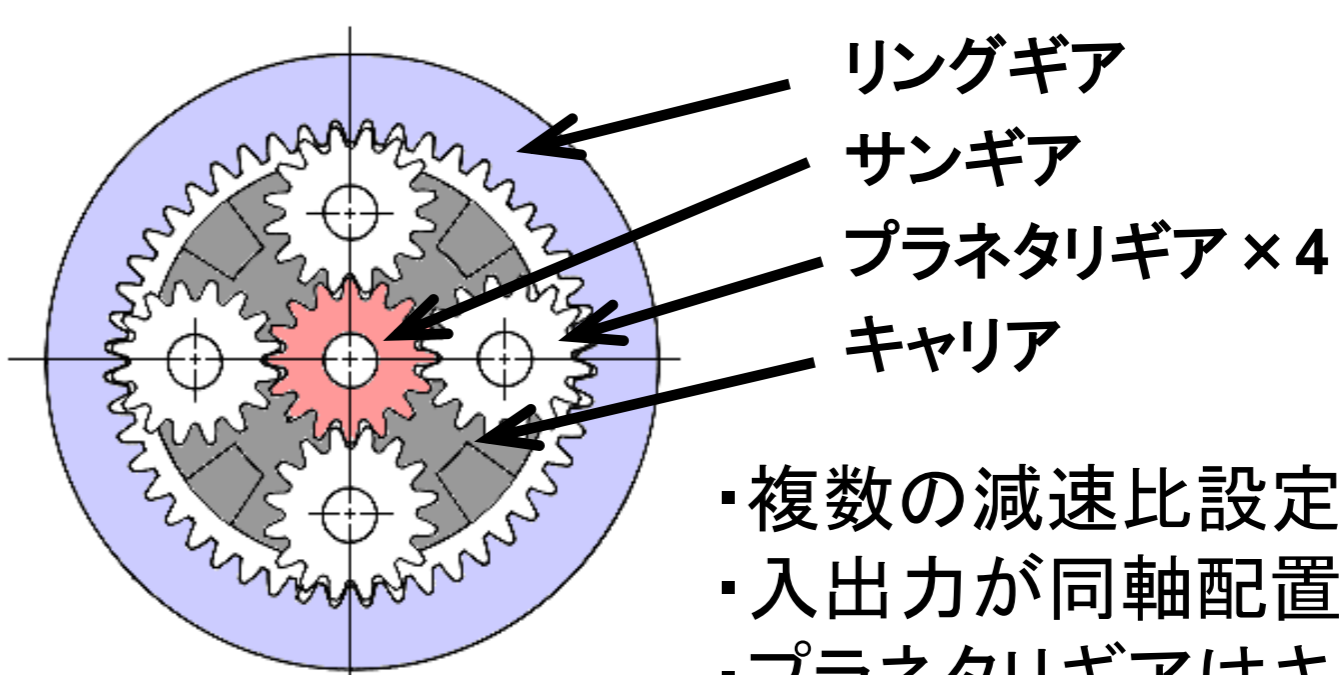
コギングトルク対策

上下の磁極を
0.5ピッチ位相をずらす

磁石吸引力の平滑化



遊星ギアの構成



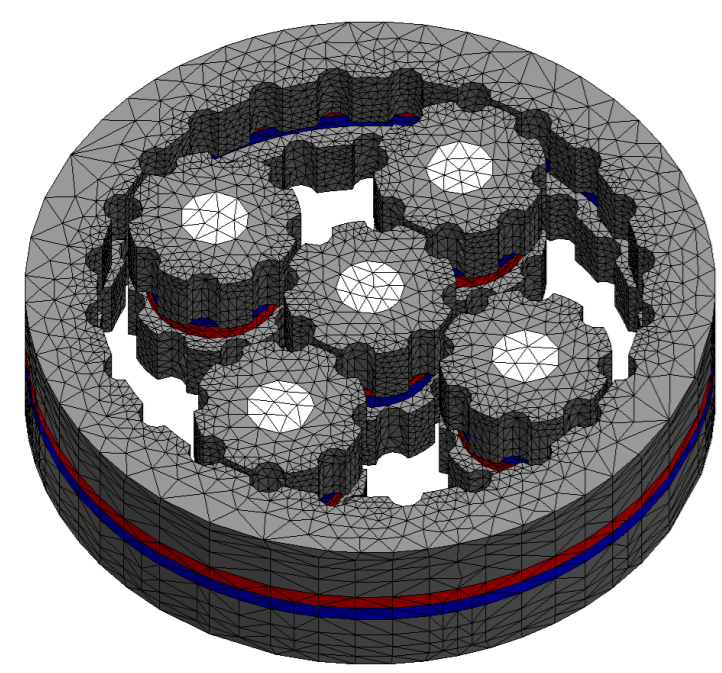
- 複数の減速比設定
- 入出力が同軸配置
- プラネタリギアはキャリアに接続

	スター型	プラネタリ型	ソーラー型
サンギア	入力	入力	固定
プラネタリギア	キャリア固定 自転のみ	自転+公転 (出力)	自転+公転 (出力)
リングギア	出力	固定	入力
減速比	$-\frac{Z_R}{Z_S} = -3$	$\frac{Z_R}{Z_S} + 1 = 4$	$\frac{Z_S}{Z_R} + 1 = \frac{4}{3}$

※負の減速比は入力軸との逆回転を示す

数値解析・実機検証による特性評価

三次元有限要素法による数値解析



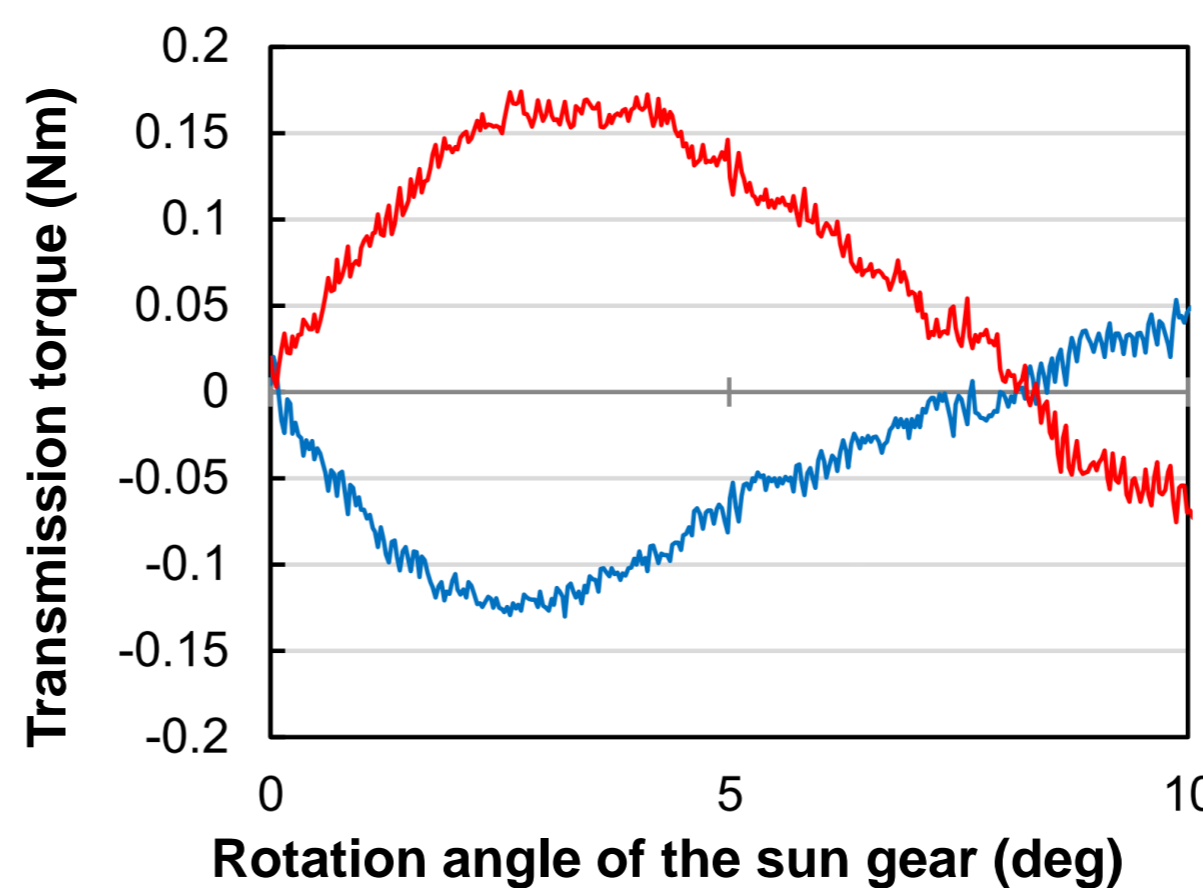
要素分割図

磁場解析(Ω法)
運動方程式による解析

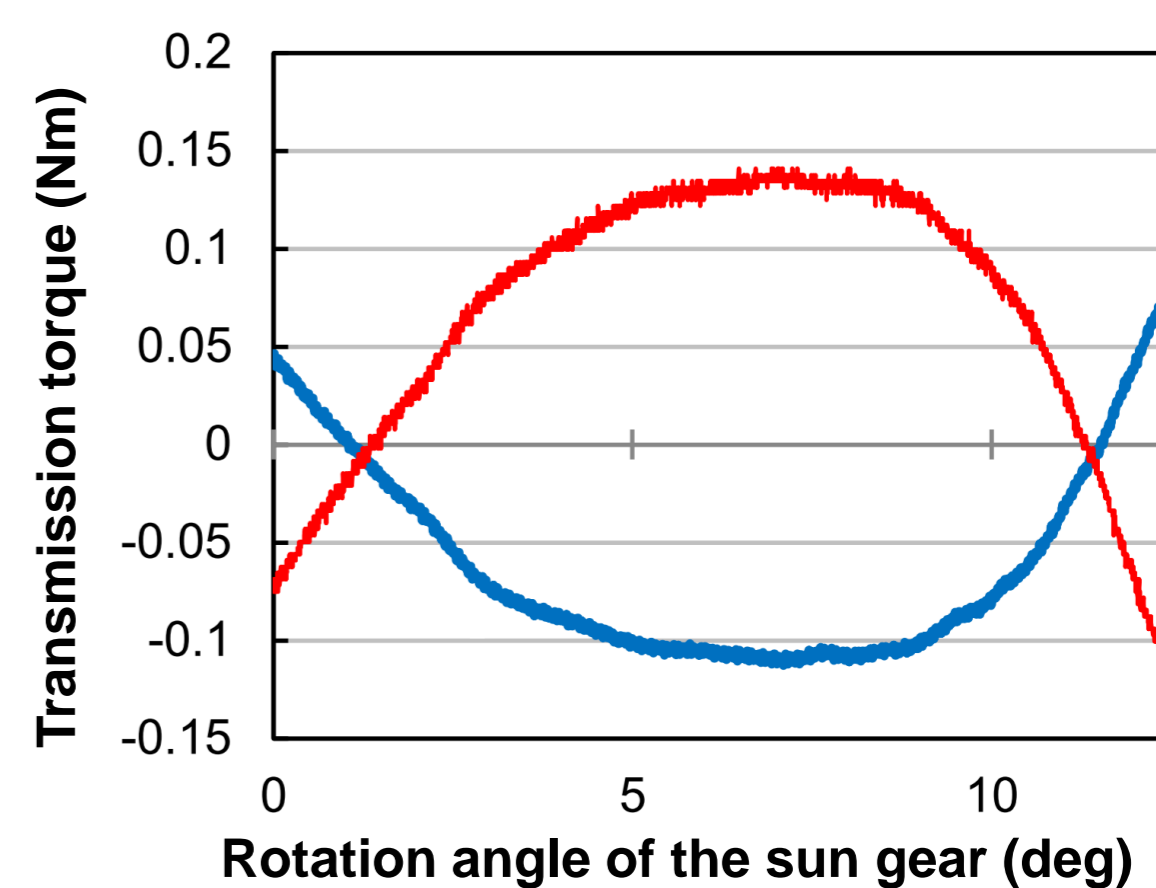
解析諸元

要素数	316,237
節点数	56,546
時間ステップ	5 ms
解析時間	37 h

最大伝達トルク評価

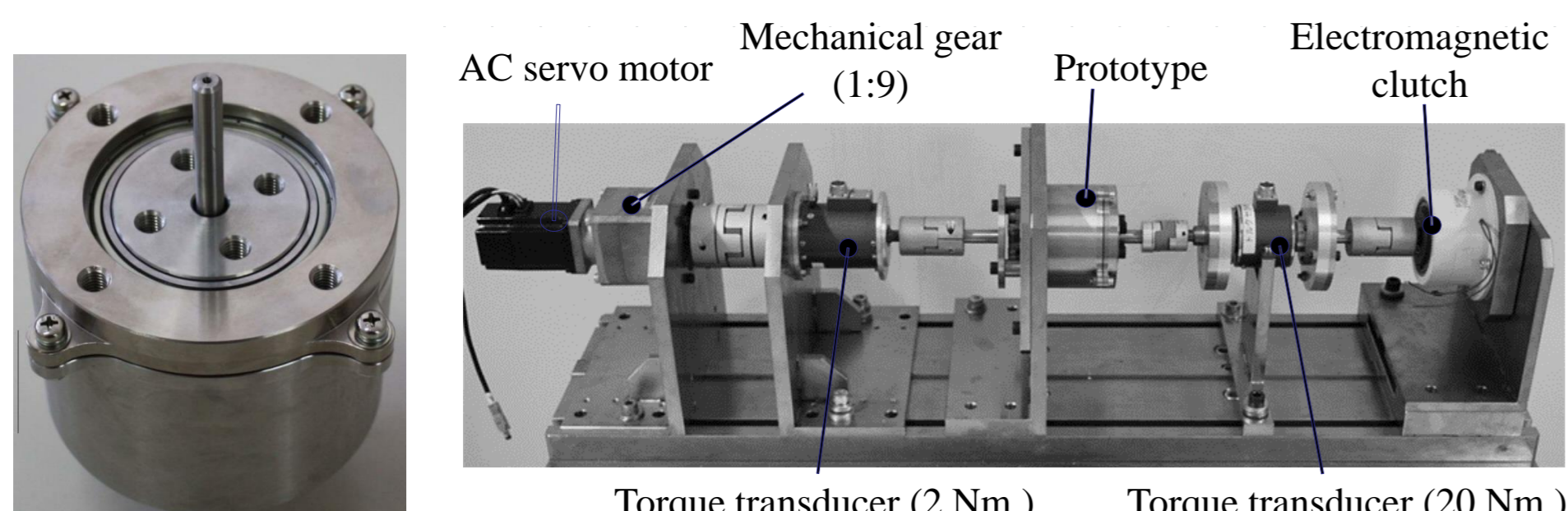


Computed maximum transmission torque of solar type



Measured maximum transmission torque of solar type

試作機による実機検証



Prototype

Transmission torque measuring system

減速比(入出力の最大伝達トルク比)

	スター型	プラネタリ型	ソーラー型
理論値	3.00	4.00	1.33
解析結果	2.90	4.00	1.35
測定結果	1.58	2.41	1.18

解析誤差
要素分割による離散化誤差

測定ではヒステリシス損失と機械損失により, 伝達トルク比が低下

結論

- 磁気遊星ギアのハイブリッド型モデルを提案し, 三次元有限要素法による解析および実機によるトルク特性解析を行った.
- 最大伝達トルクは理論値に近い減速比を得ることが確認できたが, 一方で実機測定ではヒステリシス損・機械損失の影響による伝達トルク比の低下が確認された.

今後の方針

- サンギア-プラネタリギア間の伝達トルクが低く, 測定系の機械損失を超えていないので, サンギアの磁束密度を強化する.
- コギングトルク・最大伝達トルクなどの特性評価および改善を進める.