

軽量小型オイルフリー圧縮機に向けた軸受け機構の実現性評価に資する省エネ化と小型軽量を実現した5軸能動型磁気軸受の実現性検討

丸和電機株式会社, 東京電機大学, JAXA

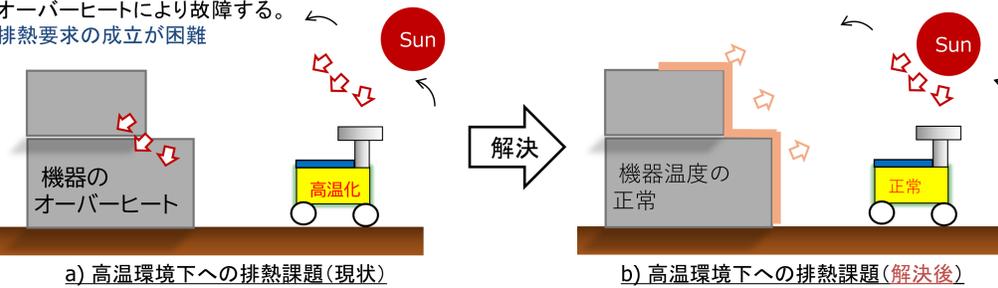
研究背景

惑星環境(月面や火星)での長期滞在では、機器の高温化が課題となっている。

月面長期滞在中は、太陽光が直射する条件にて、機器がオーバーヒートにより故障する。排熱要求の成立が困難

太陽光直射により、地表/周囲が高温環境となり、排熱箇所が限られる。

ヒートポンプにより、高温の放熱面を構築し、月面環境へ排熱が可能となる。
⇒排熱要求の成立が可能

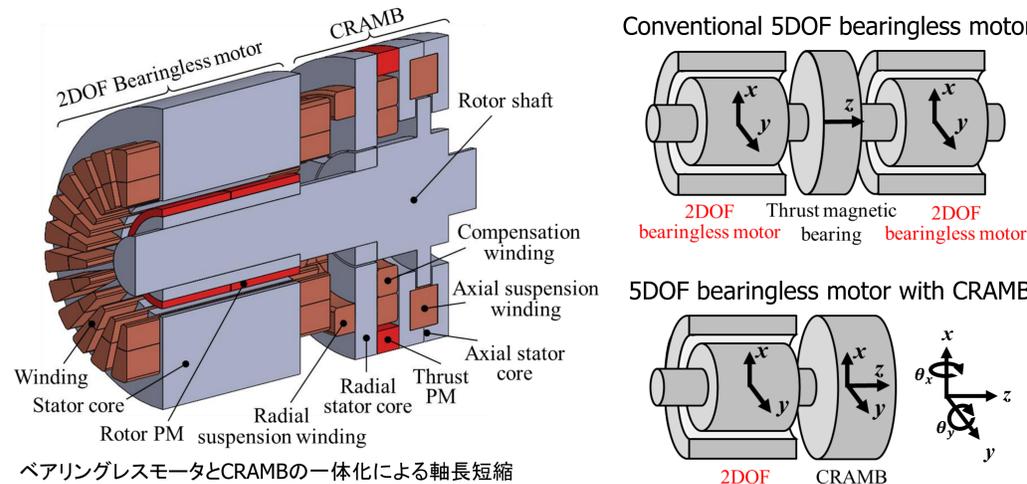


ヒートポンプ用100,000rpm超高速ベアリングレスモータの提案

ベアリングレスモータとは

磁気軸受を磁氣的に一体化したモータであり、無摩擦・無摩耗、長寿命・メンテナンスフリー、高効率・省エネルギーという特長がある。

提案構造の5軸性能制御形ベアリングレスモータ



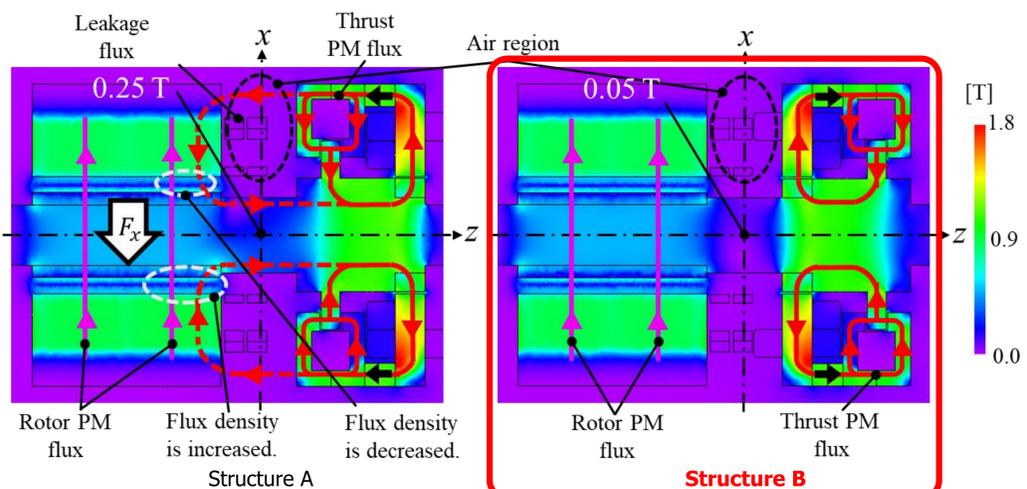
従来型の5軸制御形ベアリングレスモータは、2台のベアリングレスモータユニットと1台のスラスト磁気軸受で構成されている。

超高速モータは曲げモードの共振を回避するために軸長を短縮して危険速度を向上する必要がある。⇒ラジアル磁気軸受とスラスト磁気軸受を統合した Combined Radial-Axial Magnetic Bearing (CRAMB)とベアリングレスモータを一体化することで軸長を短縮することが可能

課題 ベアリングレスモータ部と磁気軸受部の間の磁気干渉低減

磁気干渉を低減するためには？

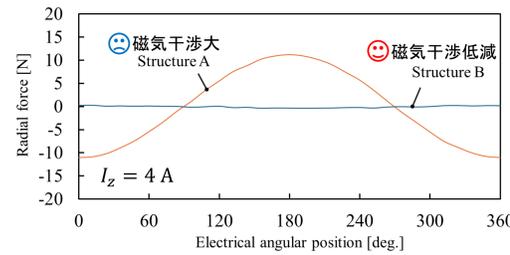
ベアリングレスモータ部とスラスト磁気軸受を両端に配置し、中央にラジアル磁気軸受を配置することで、磁気干渉を大幅に低減可能であることを発見！



3次元磁界解析結果

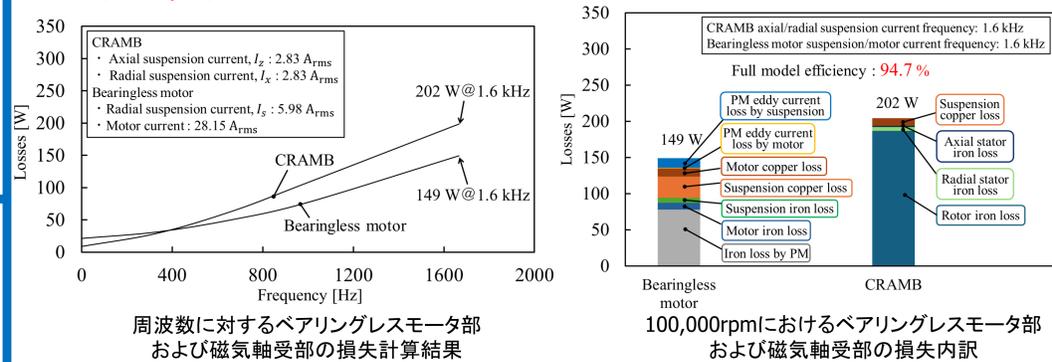
ベアリングレスモータとスラスト磁気軸受を両端に配置し、中央にラジアル磁気軸受を配置する提案構成により、磁気干渉が大幅に低減され、結果的に磁気支持力の脈動を低減

⇒磁気支持安定性の向上に寄与



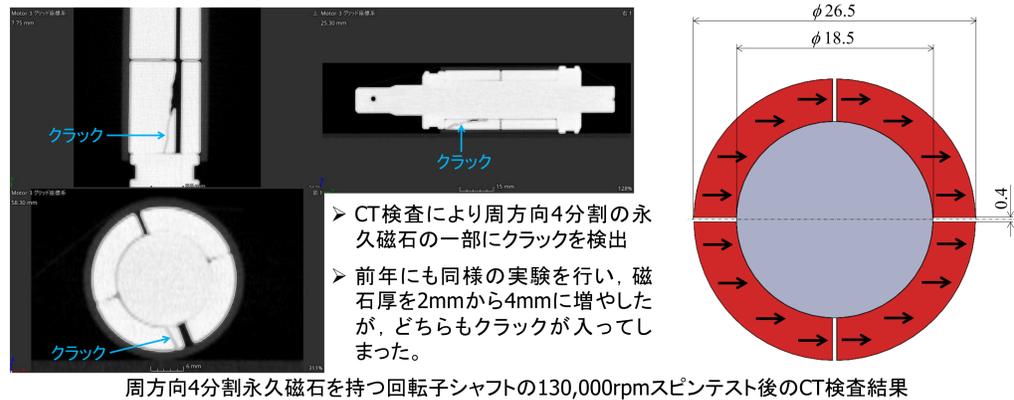
3次元有限要素法磁界解析により損失を詳細に計算

⇒100,000rpm, 6kW出力で全体効率94.7%の高効率ベアリングレスモータを設計

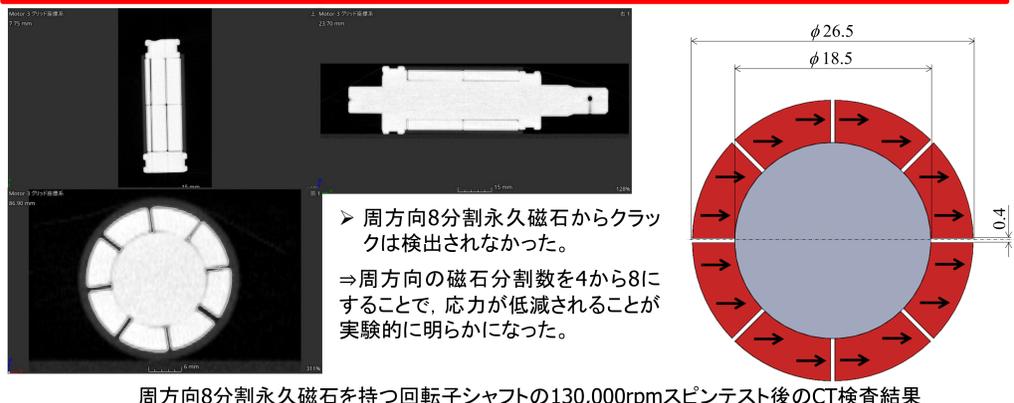


磁石渦電流損低減と機械強度を両立する回転子設計および実機評価

100,000rpmで超高速回転時の永久磁石の渦電流損を低減するために、2極の永久磁石を4分割した回転子シャフトを製作し、スピントストを行い機械強度を評価した。



磁石分割により磁石渦電流損の低減と強度向上を両立する回転子設計に成功！



研究成果および今後の予定

ヒートポンプ用超高速ベアリングレスモータを提案し、ベアリングレスモータ部と磁気軸受部の間の磁気干渉を低減する構成を明らかにした。

磁石分割により磁石渦電流損低減と機械強度向上を両立する回転子設計を行い、スピントストによりその有用性を実証した。

今後、試作機を用いて100,000rpmでの磁気支持制御の安定性を実証する。