

# 宇宙用冷凍機の高信頼化にむけたフロントローディング活動

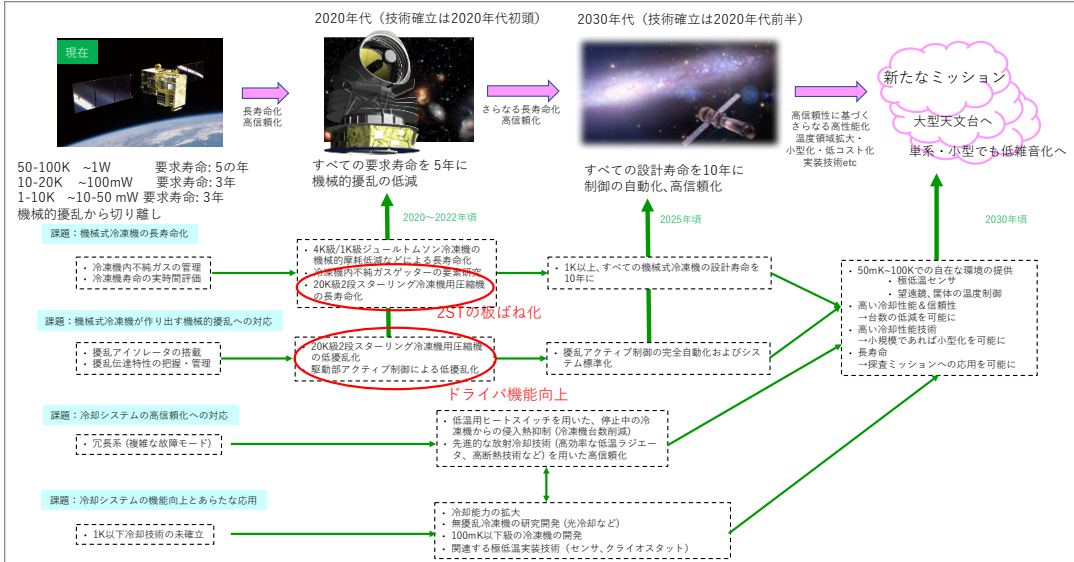
山崎 典子<sup>1</sup>, 磯部 直樹<sup>1</sup>, 小栗 秀悟<sup>1</sup>, 尾崎 正伸<sup>1</sup>, 佐藤 洋一<sup>2</sup>, 茂波 修平<sup>2</sup>, 篠崎 慶亮<sup>2</sup>, 関本 裕太郎<sup>1</sup>, 田中 洗輔<sup>2</sup>, 辻本 匡弘<sup>1</sup>, 東谷 千比呂<sup>1</sup>, 堂谷 忠晴<sup>1</sup>, 中川 貴雄<sup>1</sup>, 西下 敦青<sup>2</sup>, 巳谷 真司<sup>2</sup>, 満田 和久<sup>1,3</sup>

1:JAXA宇宙研 2:JAXA研開本部 3:国立天文台

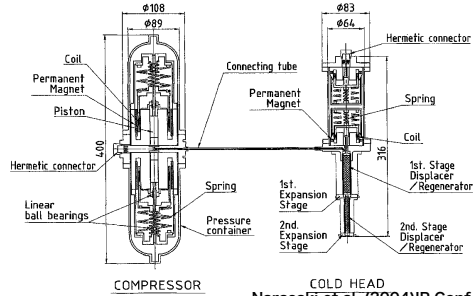
宇宙空間における低雑音・高感度測定のために、冷凍機の使用が当然のものとなりつつある。今後のミッションにおいては、冷凍機が長寿命かつ他のシステムに影響（雑音、擾乱）をもたらさない高信頼システムであることが求められる。今年度より開始されたフロントローディング活動においては、これまで出遅れていた20K級2段スターリング冷凍機の長寿命化・低擾乱化のための圧縮機の改良と、駆動部のアクティブ制御のために機能を定義し、BBMの仕様策定を行なっている。

本活動は、宇宙科学研究所の複数ミッションの関係者と、研開本部第1・第2ユニットメンバーによりall-JAXAでの展開を目指す。

## 宇宙用冷凍機の将来構想



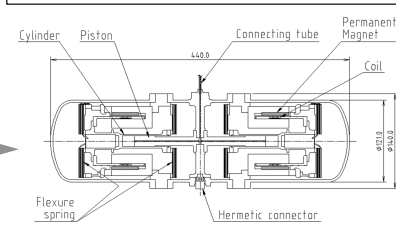
### 従来型2段スターリング冷凍機



Narasaki et al. (2004) IP Conf. Proc. 710 1428

圧縮機のピストンストローク30mm、体積9.5cm<sup>3</sup>であり、ピストンはボールベアリングとバネで支持されている。

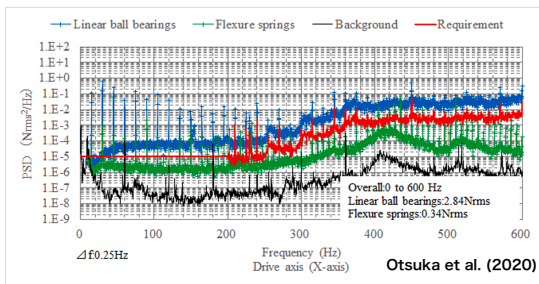
### 改良型2段スターリング冷凍機



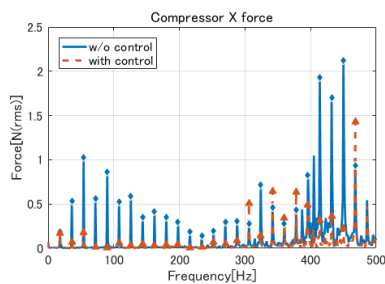
Otsuka et al. Cryogenics 111 (2020) 103133

ピストンを板ばねで支持する。ストローク長、周波数は変更せず、ボールベアリング摺動部がなくなることで、長寿命化を図る。  
さらに今年度はピストン/シリンダー間の摺動を無くすことを目標に開発を行なう。

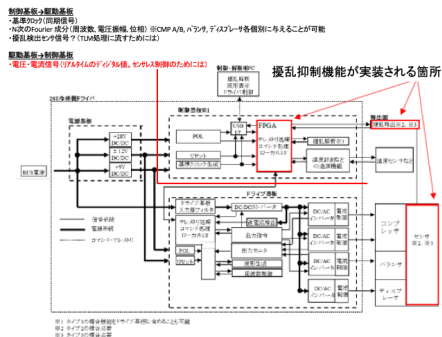
### 擾乱力の削減



ピストン駆動方向に生じる擾乱、ボールベアリングを取ることで、ホワイトノイズ的なものが無くなり、駆動周波数の定数倍成分のみがのこる。また、この擾乱スペクトルが単時間で変化しにくくなる。⇒アクティブ制御可能



昨年度別の冷凍機で行なったアクティブ制御の例  
低次擾乱から、抑制する電圧、位相を決定して加えることで、擾乱を1/10近く押さえることができています。数100Hz以上では擾乱の時間変化が見られた。



本研究では、将来的な擾乱抑制方式、使用センサ等について、将来ミッションでの要求や世界の動向も含め広くブレインストーミング的な議論を行ない、開発方針を策定した。左図の用な機能定義、仕様定義を行ない、現在回路の具体化、試験コンフィギュレーションの決定を進めている。年度内にICSを設定し、次年度以降BBMの作成、実際の改良型2段スターリング冷凍機での試験に臨む。

### Acknowledgement:

本研究は、技術フロントローディングとして、住友重機械工業の協力のもとに行われている。