

Solar-C光学磁場診断望遠鏡:焦点調節機構試作品の 真空環境下寿命試験準備

西塚直人(国立天文台)、清水敏文、渡邊恭子、大場崇義、飯田佑輔、Kyoung-Sun Lee(ISAS/JAXA)、
田島崇男、中山聡(三菱プレシジョン(株))

焦点調節機構は、光学磁場診断望遠鏡(SUVIT)のスペクトログラフ装置(Spectrograph Package)内に搭載され、衛星軌道上にて指令コマンドで、集光レンズ位置を光学軸方向に移動させる機構であり、0.1秒角の空間解像度を確保する上で必須のものである。モータによる回転駆動を直線運動に変換伝達するボールネジを使用し、グリース潤滑剤を塗布し、ベローズで覆っている。駆動回数はミッション期間で2万回程度を想定し、軌道上で確実に駆動できることを確認するため、機構の寿命試験を行う。具体的には駆動機構の回転軸全長の往復運動、及びある位置を中心とした微小な前後運動の繰返しを行う。機構をチャンバー外のモータと上蓋フランジに取り付けた磁気流体シール接続フランジに固定するための治具、およびモータ・トルク変換器を設置する金属矢倉を作成した。本講演では、本寿命試験の準備状況について報告する。

1. 目的

焦点調節機構は、衛星軌道上において集光レンズ位置を光学軸方向に移動させる機構である。太陽大気の振舞いの理解には多波長観測や偏光計測など多角的な観測が重要であり、直線駆動機構は重要な技術要素である。軌道上で必要な駆動回数、確実に駆動することが要求され、また光学汚染管理が非常に厳しいスペクトログラフ内に置かれる。

本試験は、クリティカル部品評価モデル(焦点調節機構の実現においてクリティカルとなる部分: ボールネジおよびその潤滑、ベローズ)を真空環境下で想定 of 駆動回数以上駆動させ、性能を実験的に検証するためのものであり、以下の3点の評価を行う。

- 1)ボールネジが真空環境下で、想定 of 動作回数以上可動できるか
- 2)ベローズが、想定 of 動作回数以上で破損等が起きないか
- 3)その他、想定 of 動作回数以上で駆動上懸念されることがないか

2. 供試体

図1(a)が調節駆動機構全体の外観、図1(b)に内部のボールネジを示す。回転運動を与えると、ボールネジが直線運動に変換して、搭載したダミーレンズ(ステンレス製)の位置を動かす。またボールネジを覆うように伸縮するベローズが取り付けられている。

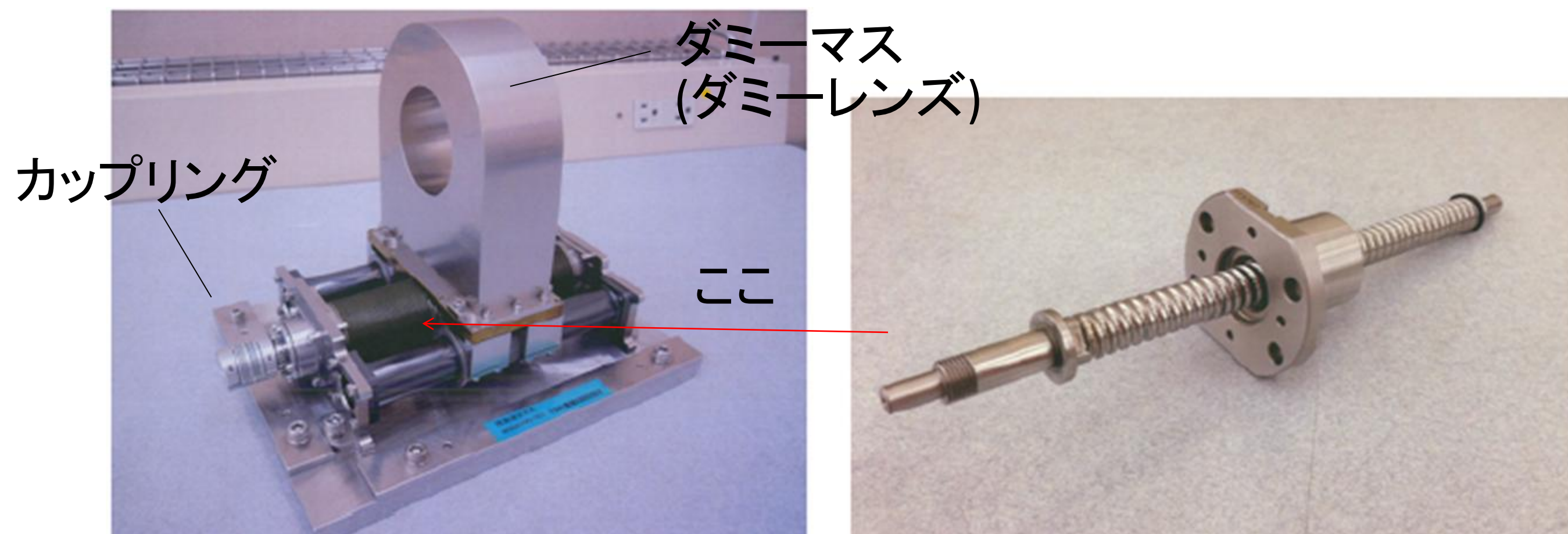


図1(a):焦点調節機構評価モデル

図1(b):ボールネジ

3. Solar-C(SUVIT)光学系内での焦点調節機構と機能要求

図2(a)に光学磁場診断望遠鏡(SUVIT)の全体図と、図2(b)に分光器パッケージの概念図を示す。コリメータ系でほぼ平行光となった光束が、スペクトル系の焦点調節機構に載った焦点レンズ系でスリット上に結像される。

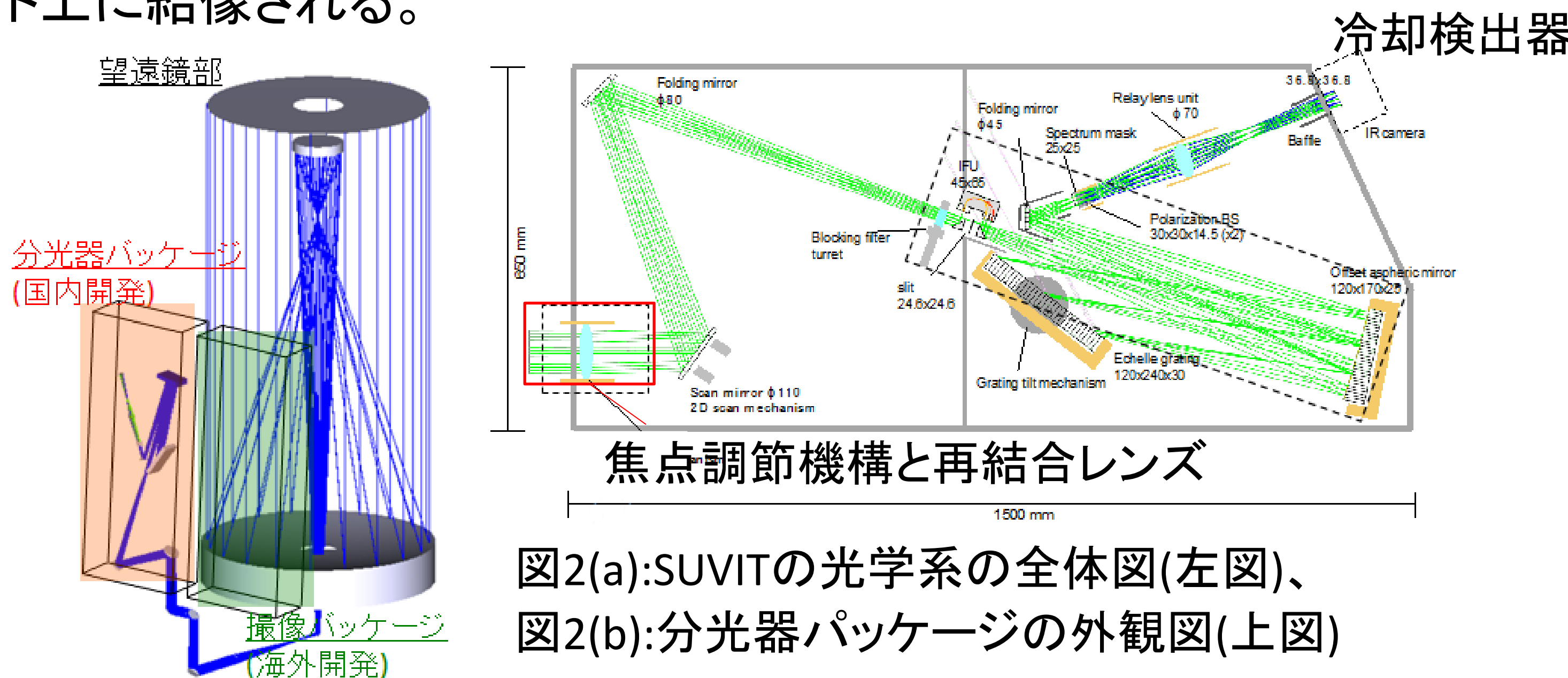


図2(a):SUVITの光学系の全体図(左図)、

図2(b):分光器パッケージの外観図(上図)

- ・分光器パッケージは常温(10-30度程度)に温度制御される。
- ・再結像レンズ系:観測波長525nm, 854nm, 1083nmで無収差。望遠鏡コリメータミラー系で発生する像面湾曲も補正。

このシステム系において焦点調節機構は以下の機能を要求される。

ステップ・サイズ	< 0.3 mm
ストローク幅(可動長)	± 30 mm
ステップ数	> 200 steps
可動レンズの重量	~ 1 kg
オペレーション回数	> 20,000 (1日のオペレーション20回)

表1:焦点調節機構に求められるパラメータ表

4. 試験設備

試験には、図3の小型真空チャンバを用いる。



図3: 磁気流体シール用ポート付きチャンバ

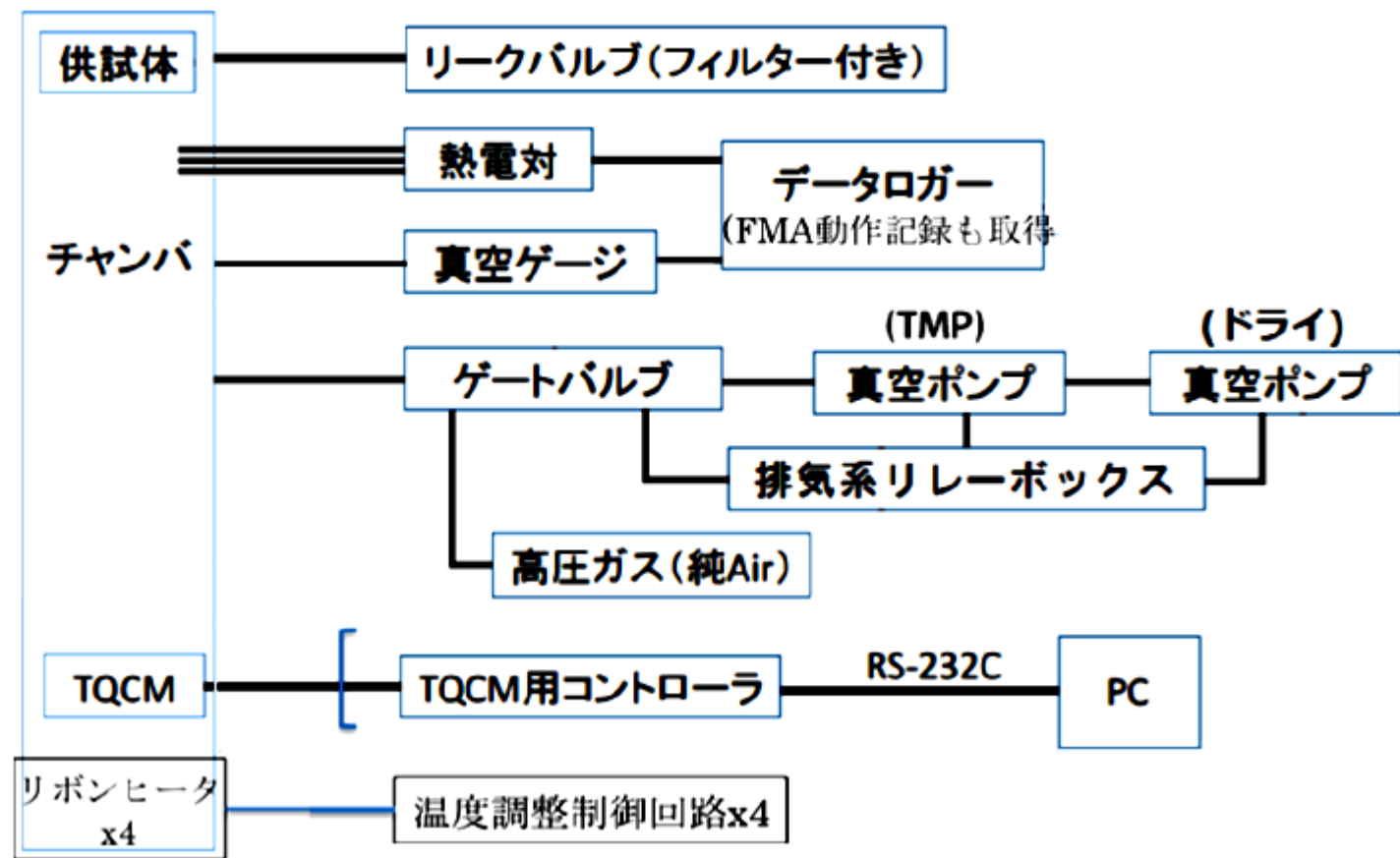


図4: 試験設備接続系統図

- ・チャンバ: Φ610,高さ560mm程度, 上面が蓋で、側面に計8個の真空ポートを配置。上蓋にも計2個の真空ポートとビューイングポート1個を配置。リボンヒータ4本付き(温度設定可)。

- ・高真空(10^{-8} torr)
- ・熱電対、真空ゲージ等で 機構やチャンバー内の温度・真空度を監視。
- ・垂直方向に設置することで、衛星軌道上の負荷が再現される。

5. 機構・モータ取付け

機構および駆動部をチャンバに固定するために、図5のようにチャンバ内外に治具を作成する。

機構取付け:上蓋ポート内部側に焦点調節機構取付け治具を取り付ける。調節機構のシャフトはカップリングを介して磁気流体シールシャフトと接続する。

駆動モータ部:上蓋ポート大気側にモータ矢倉治具を取り付け、モータとトルクメータを図のように設置。

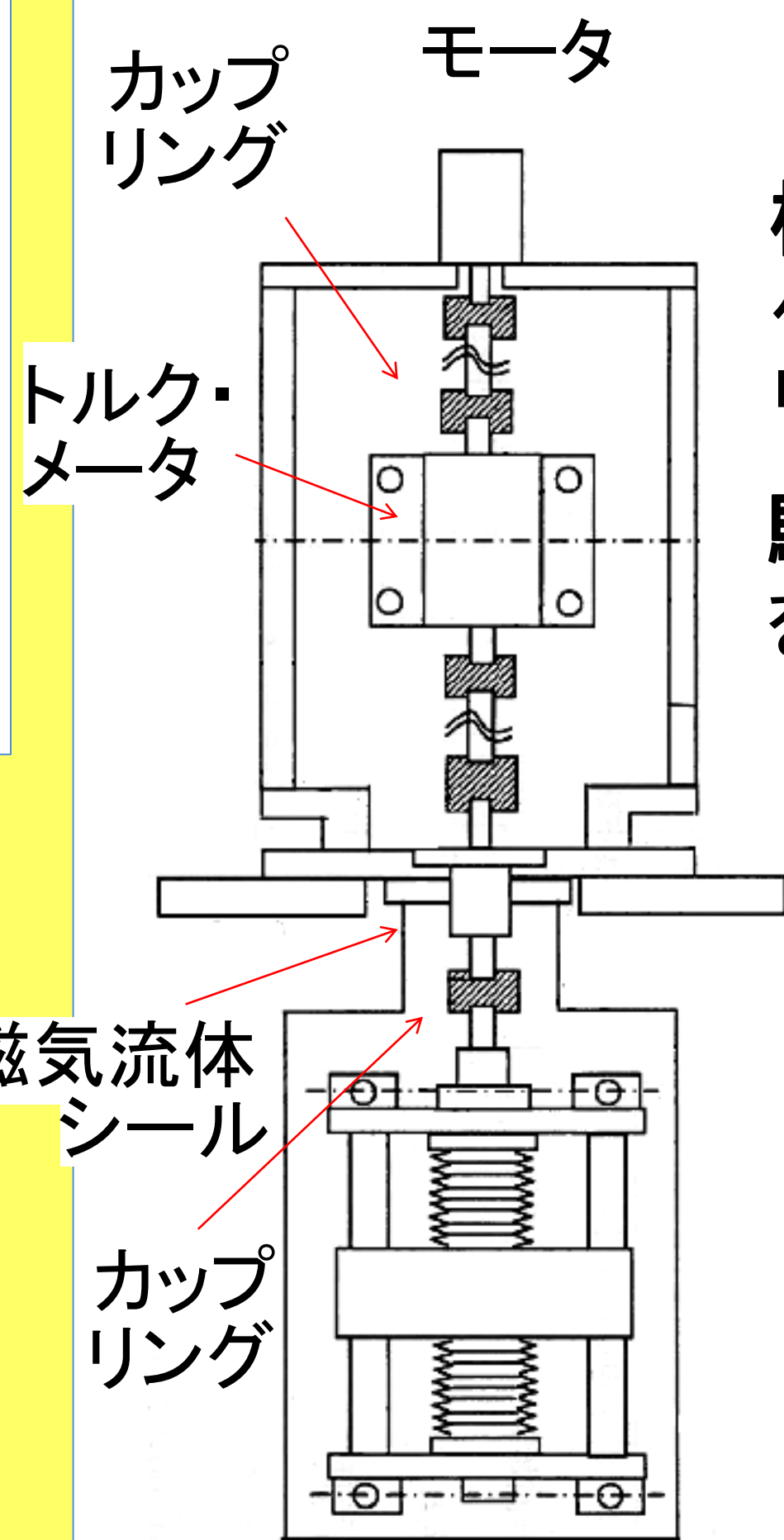


図5:機構取付け治具とモータ矢倉治具

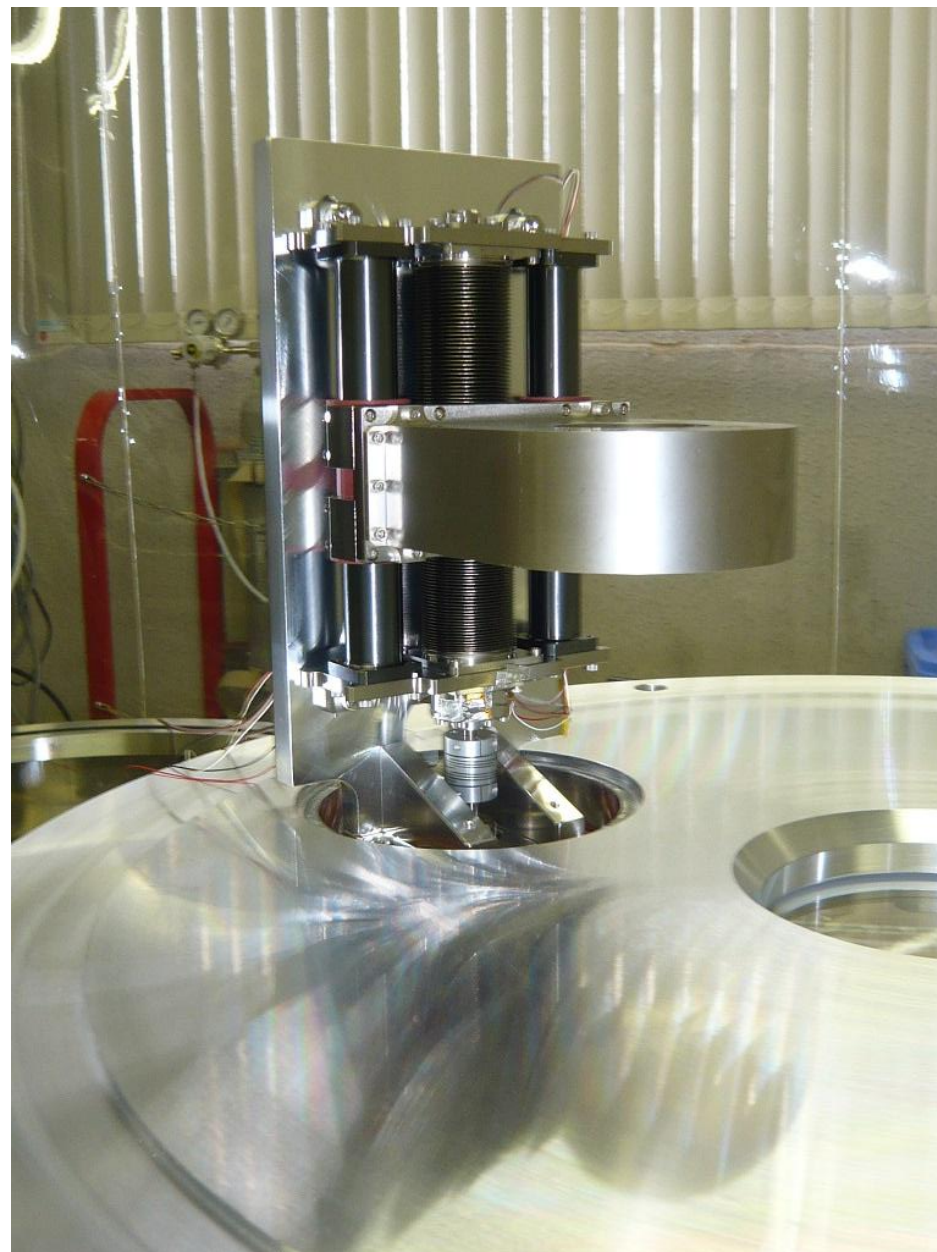


図6: 機構取付け治具(上蓋を裏向けた状態:左上図)とモータ矢倉治具(右上図)の完成図

駆動試験は、真空下に置いた機構を大気下に置いた一般的なモータで駆動させる。またその際には、トルクメータで、回転トルクの大きさを常時モニターする。

駆動回数は2万回程度以下を想定し、駆動機構の回転軸全長の往復運動(±30mmレンジ)、及びある位置を中心とした微小な往復運動の繰返し(±1mmレンジ)を行う。

6. まとめと今後の予定

焦点調節機構の評価モデルが完成し、かつ寿命試験を行う環境が整った。今後は駆動寿命試験を行い、特に目的欄の3点について確認しながら性能の評価を行う。また、今後TQCMが使用可能である場合には、4)モデルから発生するアウトガスの発生レートの測定を行う。

焦点調節機構の本研究開発は、宇宙理学委員会からSolar-C WGが受けた戦略的研究開発経費の支援を受けて行われている。