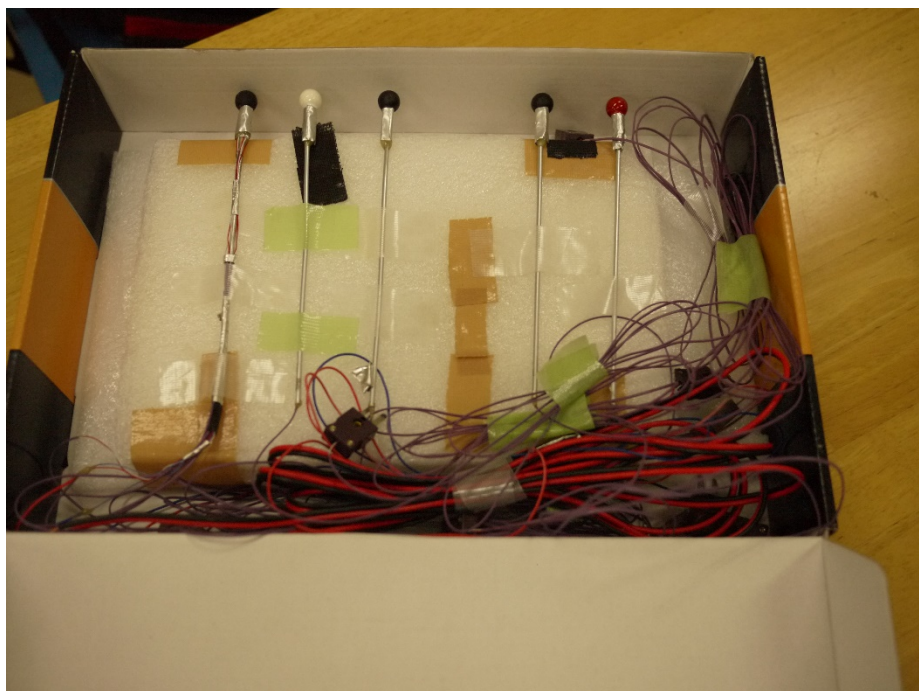


# 火星着陸探査機の気象観測パッケージ

乙部直人（福岡大学）・はしもとじょーじ（岡山大学）・  
 栗原純一（北海道大学）・仲吉信人（東京理科大学）・  
 火星気象サブワーキンググループ

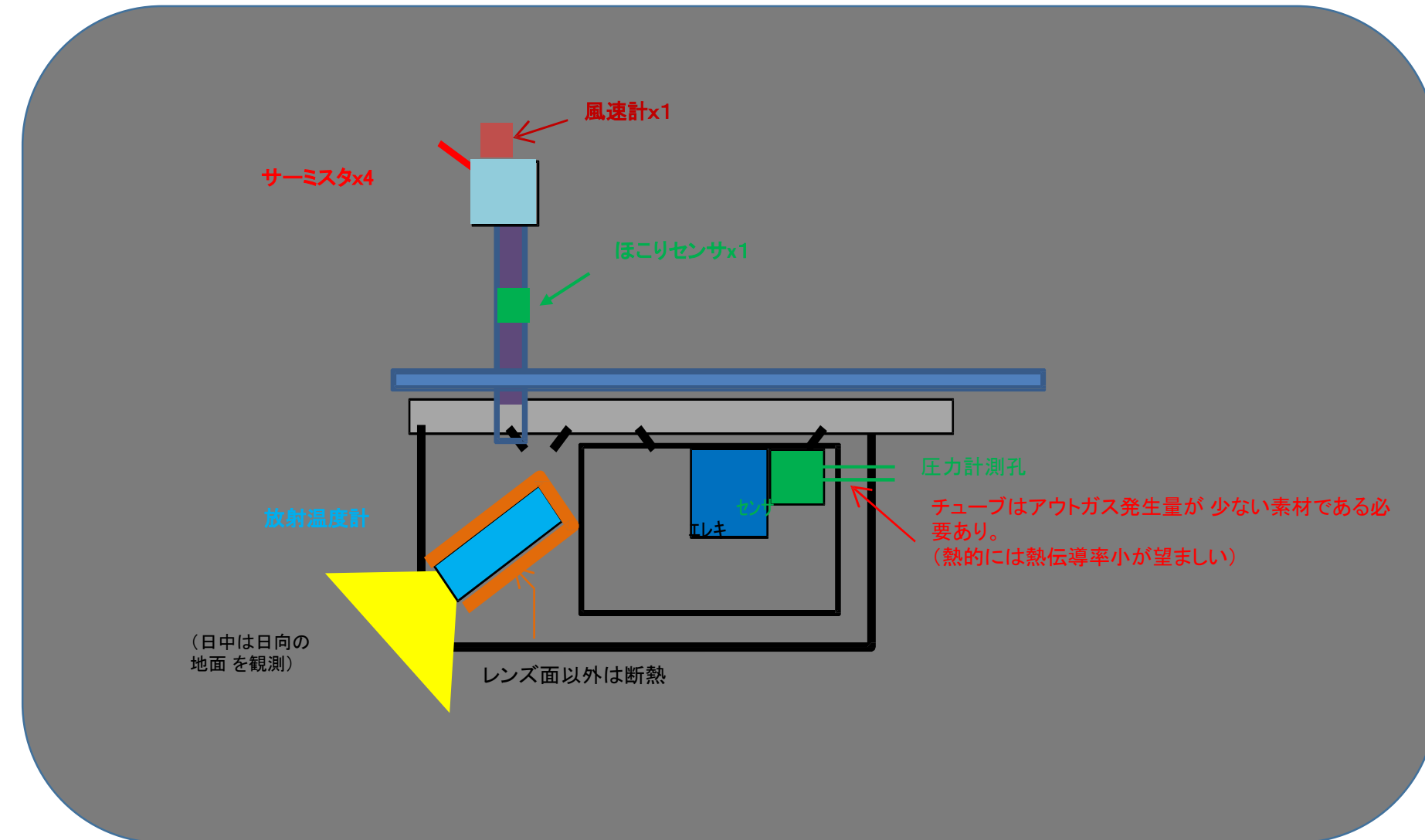
## 各測器の特徴

### 温度計・放射計・風速計(TRL3)



- プロープの色を変えた4本の温度計（短波長放射の吸収を変える）
- 0.1K の温度変動（熱電対の性能）
- 0.2m/s の風速（地上での性能）
- 20W/m<sup>2</sup> 精度の放射計（短波 長波）
- 1分平均
- サーマスタや、白金抵抗で小型化する
- 0.1m/s
- 1/2Hz

## 測器の配置



### 気圧計(TRL3-4)

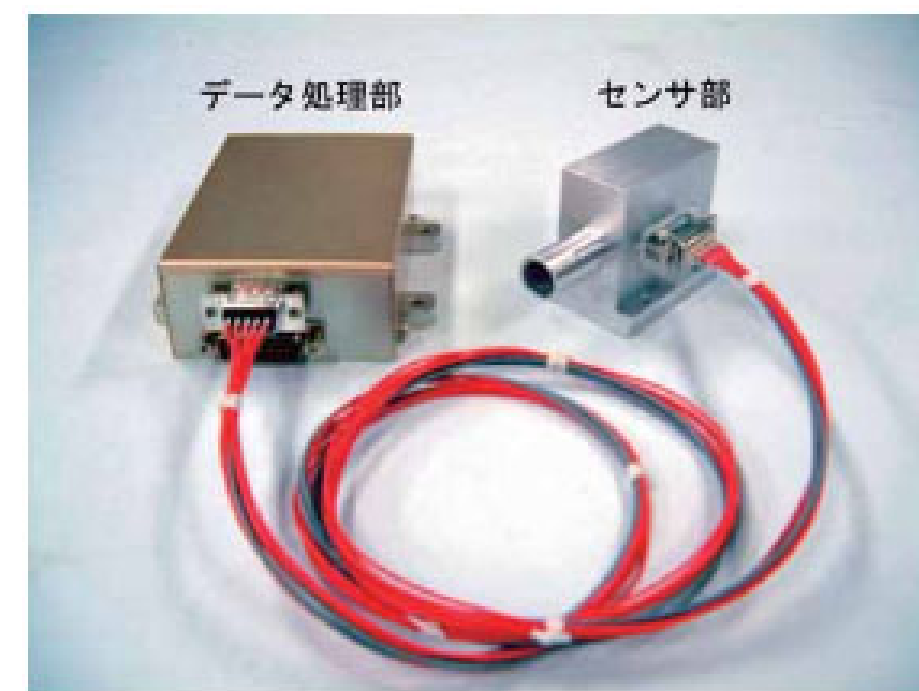


図3 飛翔体搭載用水晶摩擦気圧計 (QFG)

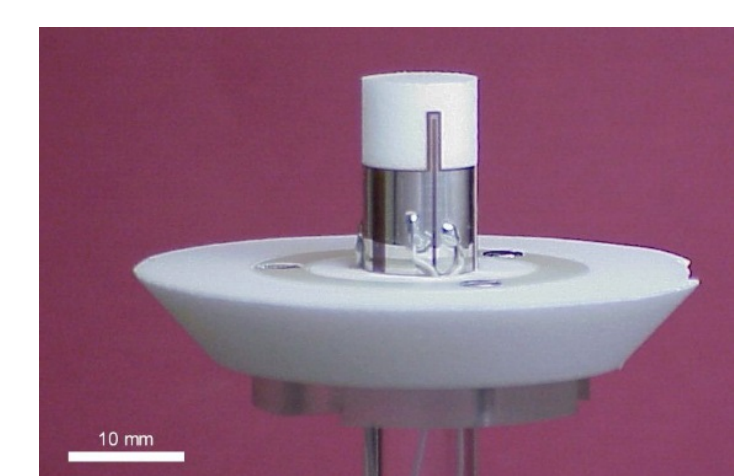
- 水晶振動子のインピーダンスが周囲の気体との摩擦で変化するのを測定
- 0.1Pa の変動を捉えられる
- 1/2Hz の測定は十分出来る
- 気球のテストやロケットでの高層観測に使用されている
- 二酸化炭素での校正が必要
- 素子の温度に依存する
- 周波数の測定で補正が出来る

## 観測の計画とリソース

| 測器名         | データ量                            | 観測のイメージ                    | 重量(センサ/工電力 (2W) レキ) | 消費電力 (2W)         | サイズ              | 温度(動作/保存)          |
|-------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------|-------------------|------------------|--------------------|
| 温度計・放射計・風速計 | 67kB/day<br>2kB/day<br>67kB/day | 2秒ごと観測<br>1分ごと観測<br>2秒ごと観測 | 10g (10g / 0g)      | 0.3 W             | 2x0.5x4cm<br>x4本 | (-120-70/-120-70)  |
| 放射温度計       | 1kB/day                         | 日に数回                       | 50g                 | 0.1W              | 4x5x3            | (-40-70/-120-70)   |
| 気圧計         | 78kB/day                        | ダストイベント時                   | 100g                | 0.5W              | 5x2.5x4          | (-55-70/-120-70)   |
| 風向風速計       | 18kB/day                        | 1秒ごと観測                     | 40g(20g x2 /20g)    | 0.35W             | 1x1x2<br>6x2x2   | +(-120-70/-120-70) |
| ロガー         |                                 | (気圧計他のエレキを兼ねる)             | 250g                | 0.1W<br>(数W:周波数計) | 8x3.5x10         | (-55-70/-55-70)    |

基本的な観測については、平常時には2秒ごとの観測を想定

### 風向風速計(TRL3以下)



Beagle2に搭載された測器

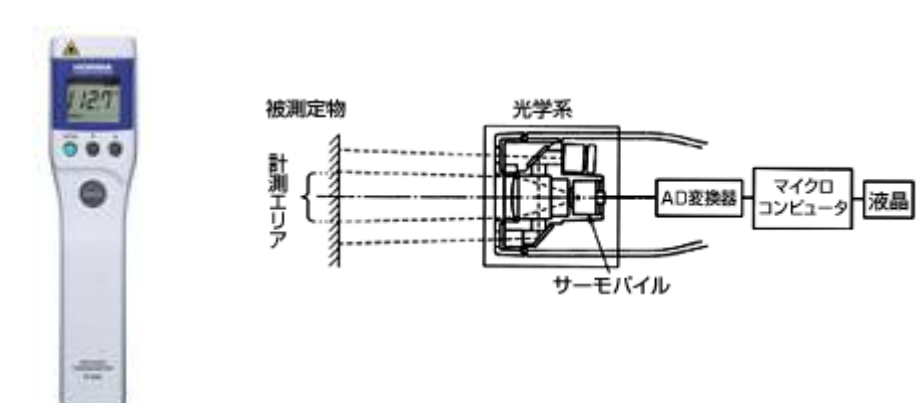
- 金属プレートを加熱し消費電力と温度から風速を測定する
- 風速の精度 0.1m/s
- 風向の精度 5°
- サンプリングレート 0.5Hz

放射の影響が強いので、加熱していない物も用意して放射の影響を除去する。

## 現状の開発状況と性能上の要求される開発

- 温度計
  - 火星大気での最適なサイズになっていないので、応答が遅い、精度には有利
  - 熱電対を使用した測器をサーミスタを使い小型化することで応答速度を改善するとともにサイズを最適化する必要がある。
  - 火星模擬環境での模擬試験を行う計画(1度行っている)
- 風速計
  - 諸外国での採用例があるだけで試作機もまだ。採用例も余りうまく動作していない
  - BBMを作成し、地上で実証試験を行う。
  - HotFilmだけでなく、ColdFilmも作り、太陽/地面放射の影響を除去する
  - 風速のキャリブレーションに課題
- 気圧計
  - 本体は校正を行えば、宇宙仕様機製作に進むことが出来る
  - 温度の依存性を外部の温度計から直接影響の出る周波数で補正すれば精度向上する(誤差で1-2桁程度)
  - 周波数カウンタを組み込み、センサ自体の温度補正を行えるよう開発する
  - 火星模擬環境(二酸化炭素雰囲気)で試験を行う。
- 放射温度計
  - センサの低温動作試験を行い、精度の確認をする。(-30℃までは動作-50℃まで下げても故障はしなかった)。動作していたかどうかは、データ取得部側の問題で未確認
  - 火星模擬環境での動作試験(もしくはセンサ部だけの低温動作試験)を行う
  - エレキ部の製作

### 放射温度計(TRL3)



堀場製作所製品

- 対象物と放射平衡させて温度を測定する測器
- 精度 1K(273K)
- 10分ごとか10分平均(測器の応答は1秒)
- 地表面温度を計測する
- -50℃ 以上測定(現状)
- 市販製品でテスト中

|           | 開発目標<br>(2Hzサンプリング)             | MSL速報値<br>(1Hzサンプリング)   |
|-----------|---------------------------------|---|
| 気温計       | 0.1K(相対値)<br>2s<br>1K 1min(絶対値) | 5K<br>20-80s  |
| 風速計       | 0.1m/s 2s 方位5度                  | 50% ぐらいの正確さ<br>213K 以下ではそもそも使用できない  |
| 地温(放射温度計) | 0.1K(相対値) 2s<br>(8-20μm 程度)     | 4.5K(at 213K)<br>1K(at 273K)<br>8-14 μm<br>その他(14.5-15.5 と15-19μm のセンサは電子ノイズのため使用できず) |
| 気圧計       | 0.1Pa 2s                        | 3Pa<br>(ばらつき0.75Pa)   |

すべての測器について、絶対値を得るには、1min程度の積分が必要で、おそらくMSLぐらいの精度になると予想される。