# OH 夜光除去分光器

(OH-airglow Suppressor)

主な開発メンバー


舞原 俊憲 (代表)

岩室 史英 (光学系、 OHS 本体部全般)

大屋 真 (CISCO 機械系)

塚本 宏之 (ソフトウェア)

杉山 光児

今西 昌俊

寺田 宏

本原 顕太郎 (制御系)

後藤 美和

佐々木 喜則

岩井 淳一 (以上 京大物理)

関口 和寛 (国立天文台)

目次

**1 製作実施状況及び今後の計画 (CISCO) 1**
1.1 機械系 . . . 1
1.1.1 dewar . . . 1
1.1.2 detector . . . 12
1.1.3 shutter . . . 13
1.2 光学系 . . . 14
1.2.1 lens . . . 14
1.2.2 filter・grism など . . . 14
1.3 制御系 . . . 16
1.3.1 読み出し回路 . . . 16
1.3.2 motor 制御 . . . 18
1.4 ソフトウェア . . . 21
1.4.1 messia 関係 . . . 21
1.4.2 すか toolkit 関係 . . . 21

**2 今後の見通し 23**
2.1 製作終了までの具体的計画 . . . 23
2.2 性能評価試験及び施設の利用計画 . . . 23
2.2.1 京大実験室 . . . 23
2.2.2 赤外シミュレータ . . . 24
2.2.3 ヒロ施設 . . . 24
2.2.4 山頂施設 . . . 24

**3 試験観測期および運用当初の見通し 25**
3.1 試験観測の時期と体制 . . . 25
3.2 主な観測テーマとサイエンスグループ . . . 25
3.3 運用当初のサポート体制 . . . 26

**4 製作実施状況及び今後の計画 (OHS 本体) 27**
4.1 機械系 . . . 27
4.2 光学系 . . . 27
4.3 制御系 . . . 28
4.4 ソフトウェア . . . 28

**5 今後の見通し 29**
5.1 製作終了までの具体的計画 . . . 29
5.2 性能評価試験及び施設の利用計画 . . . 29
5.2.1 開発実験センター . . . 29
5.2.2 ヒロ施設 . . . 30
5.2.3 山頂施設 . . . 30

**6 試験観測期および運用当初の見通し 31**
6.1 試験観測の時期と体制 . . . 31
6.2 主な観測テーマとサイエンスグループ . . . 31
6.3 運用当初のサポート体制 . . . 31

## OHS 本体の仕様と性能

| | |
|---|---|
| 設置場所 | すばる望遠鏡赤外ナスミス台 |
| 重量 | 2500kg |
| 大きさ | 長さ 5.2m× 幅 2.8m× 高さ 2.8m |
| 動作環境 | 0.6 気圧、温度 $-5 \sim 5$°C、湿度 $0 \sim 80\%$ |
| 入射Ｆ比 | F/13.6 |
| 出射Ｆ比 | F/13.6 |
| スリット | $1'' \times 20''$, $0\farcs5 \times 20''$, ピンホール, 全閉, 全開, $20'' \times 1''$, ミラー、計 7 種 |
| 使用波長域 | 1.485∼1.815$\mu$m(3 次), 1.114∼1.361$\mu$m(4 次), 0.891∼1.089$\mu$m(5 次) |
| 波長分解能 | 分光結像面位置で 5500 |
| 空間分解能 | 再結像面位置で $0\farcs12$ 程度 |
| 最大視野 | スリット全開の状態において $20'' \times 20''$ |
| 光透過効率 | 43% |
| 夜光除去率 | 1/30 |
| S/N ゲイン | 1∼1.5mag |

## CISCO の仕様と性能

| | |
|---|---|
| 設置場所 | すばる望遠鏡カセグレン焦点及び OHS 再結像焦点 |
| 重量 | 300kg |
| 大きさ | 長さ 1.5m× 幅 0.9m× 高さ 0.9m |
| 動作環境 | 0.6 気圧、温度 $-10 \sim 10$°C、湿度 $0 \sim 80\%$ |
| 入射Ｆ比 | F/12.2, F/13.6 |
| 最終Ｆ比 | F/4.1, F/4.5 |
| スリット | 可変 (最大視野 $2' \times 2'$) |
| 使用波長域 | $0.9 \sim 2.4\mu$m |
| 波長分解能 | スリット幅 1”、波長 1.6$\mu$m において 450 程度 |
| 空間分解能 | $0\farcs12$ |
| 光透過効率 | 波長 1.6$\mu$m において 40% 程度 (検出器の量子効率を含む) |
| 観測性能 (単独) | 積分時間 $10^4$ 秒、 S/N=10 で 23mag(撮像),21mag(分光) |
| (OHS 使用時) | 積分時間 $10^4$ 秒、 S/N=10 で 24.5mag(スリット撮像),22.5mag(分光) |

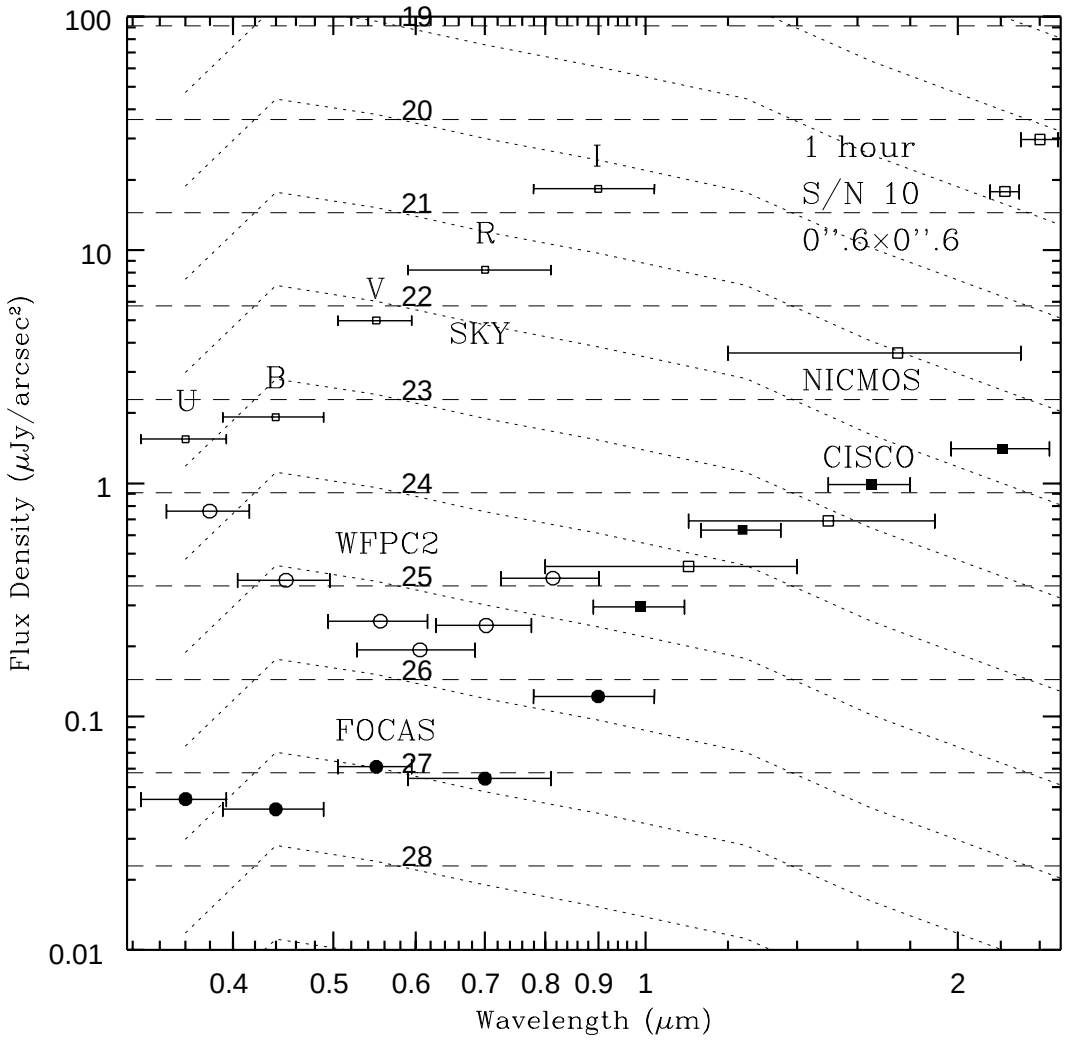


図 1: CISCO の測光性能

# 1　製作実施状況及び今後の計画 (CISCO)

## 1.1　機械系

### 1.1.1　dewar

• 製作実施状況：

1996 年 11 月現在、 CISCO 機械系は約 90% の部品製作を終え、組み立て及び細部修正の段階に入っている。その後、真空・冷却・モーター駆動等の試験が行なわれ、問題がなければ 97 年 1 月中にも IR Lab. より納入される見通しである。

• 今後の計画：

96 年 12 月： CISCO 固定台設計・製作
　　CISCO 組み立て・分解手順を顧慮した保持機構の製作
97 年 1 月：可変 slit・ filter wheel 動作テスト (室温)
　　limit 位置の調整及び動作確認
97 年 2 月：真空・冷却テスト (レンズ系無し)
　　真空度・冷却時間等の測定、ヒーターによる急速加熱試験
97 年 3 月：真空・冷却テスト (レンズ系組み込み)
　　レーザーを用いた、冷却によるレンズ系軸変化量の測定
97 年 4 月： CISCO 搬送コンテナ・赤外シミュレータ用接続プレート設計・製作
97 年 4 月： detector (engineering grade) 組み込み
97 年 4∼7 月：性能評価・内部変形などの評価試験
97 年 9 月： detector (science grade) 組み込み
　　detector 性能評価
97 年 10 月 ∼：赤外シミュレータによる試験観測
　　総合性能・変形評価

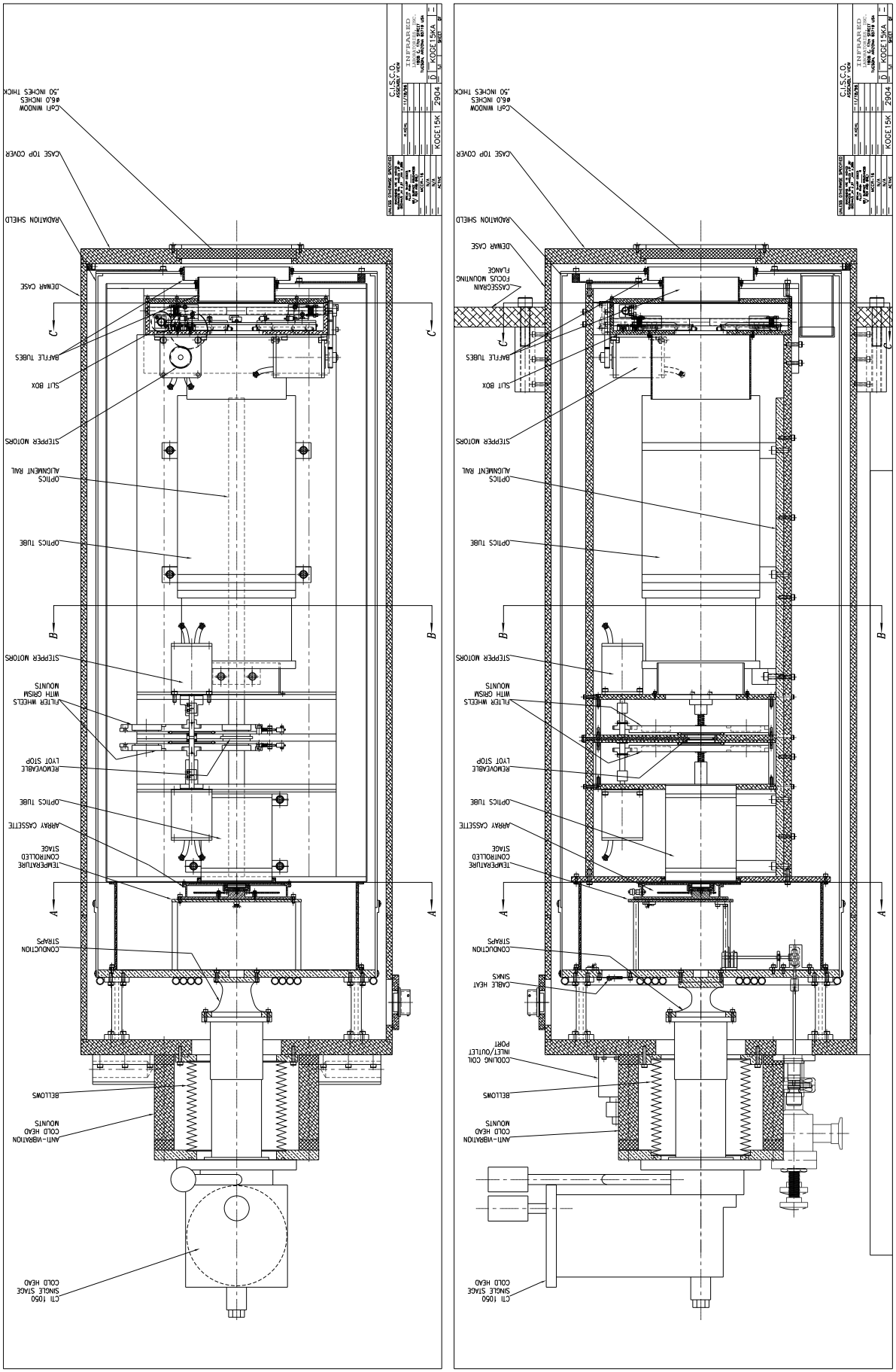
C.I.S.C.O.
ASSEMBLY VIEW
INFRARED
LABORATORIES
KOGE15KA
KOGE15K
2904
CaF1 WINDOW
ø6.0 INCHES
.50 INCHES THICK
CASE TOP COVER
RADIATION SHIELD
DEWAR CASE
CASSEGRAIN
FOCUS MOUNTING
FLANGE
BAFFLE TUBES
SLIT BOX
STEPPER MOTORS
OPTICS
ALIGNMENT RAIL
OPTICS TUBE
FILTER WHEELS
WITH GRISM
MOUNTS
REMOVABLE
LYOT STOP
ARRAY CASSETTE
TEMPERATURE
CONTROLLED
STAGE
CONDUCTION
STRAPS
CABLE HEAT
SINKS
COOLING COIL
INLET/OUTLET
PORT
BELLOWS
ANTI-VIBRATION
COLD HEAD
MOUNTS
CTI 1050
SINGLE STAGE
COLD HEAD

図 2: dewar 側面図

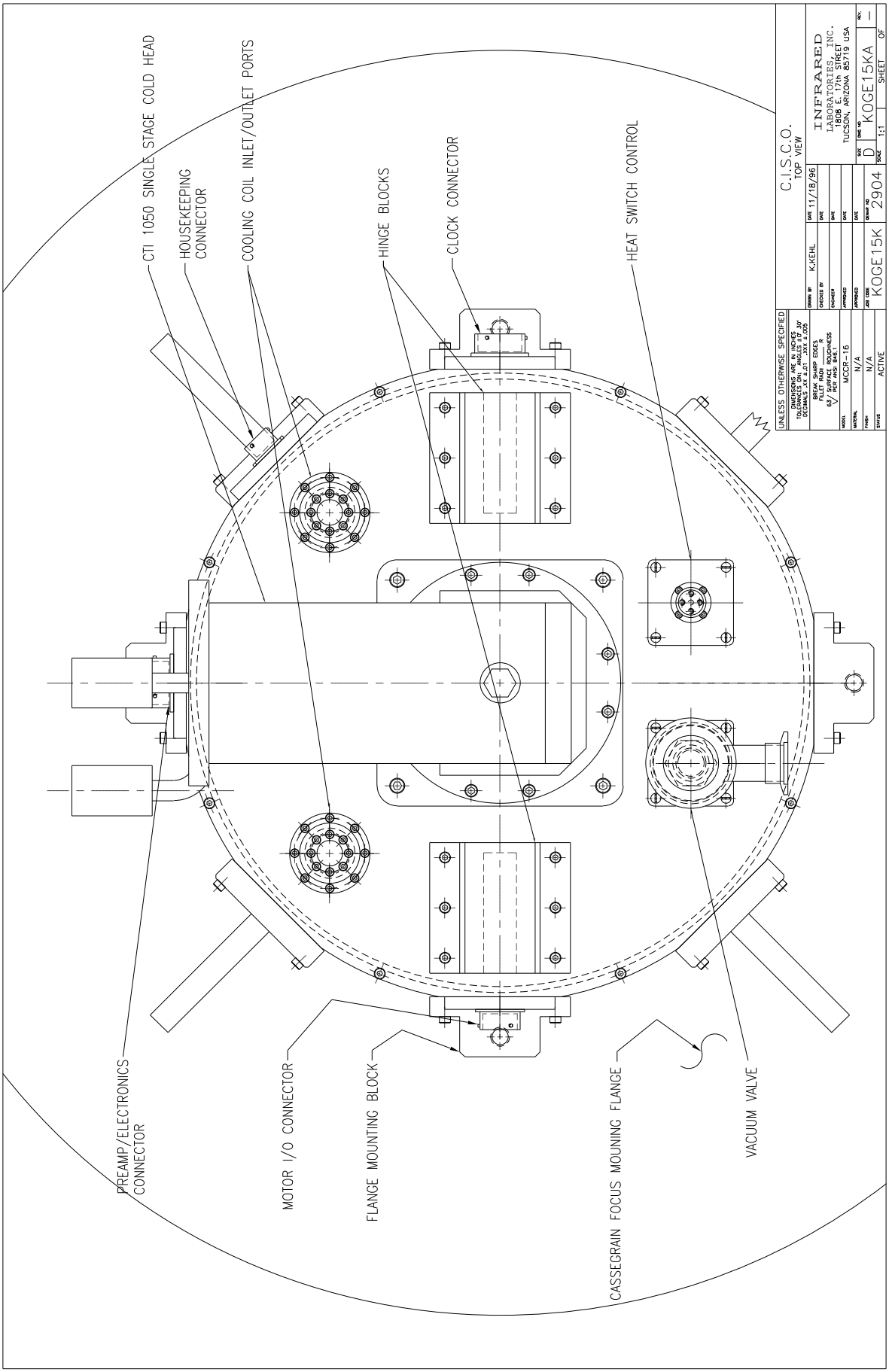
CTI 1050 SINGLE STAGE COLD HEAD
HOUSEKEEPING CONNECTOR
COOLING COIL INLET/OUTLET PORTS
HINGE BLOCKS
CLOCK CONNECTOR
HEAT SWITCH CONTROL
PREAMP/ELECTRONICS CONNECTOR
MOTOR I/O CONNECTOR
FLANGE MOUNTING BLOCK
CASSEGRAIN FOCUS MOUNING FLANGE
VACUUM VALVE
C.I.S.C.O.
TOP VIEW
INFRARED
LABORATORIES, INC.
1808 E. 17th STREET
TUCSON, ARIZONA 85719 USA
KOGE15K
2904
KOGE15KA
SCALE 1:1
SHEET OF

図 3: dewar 下面図

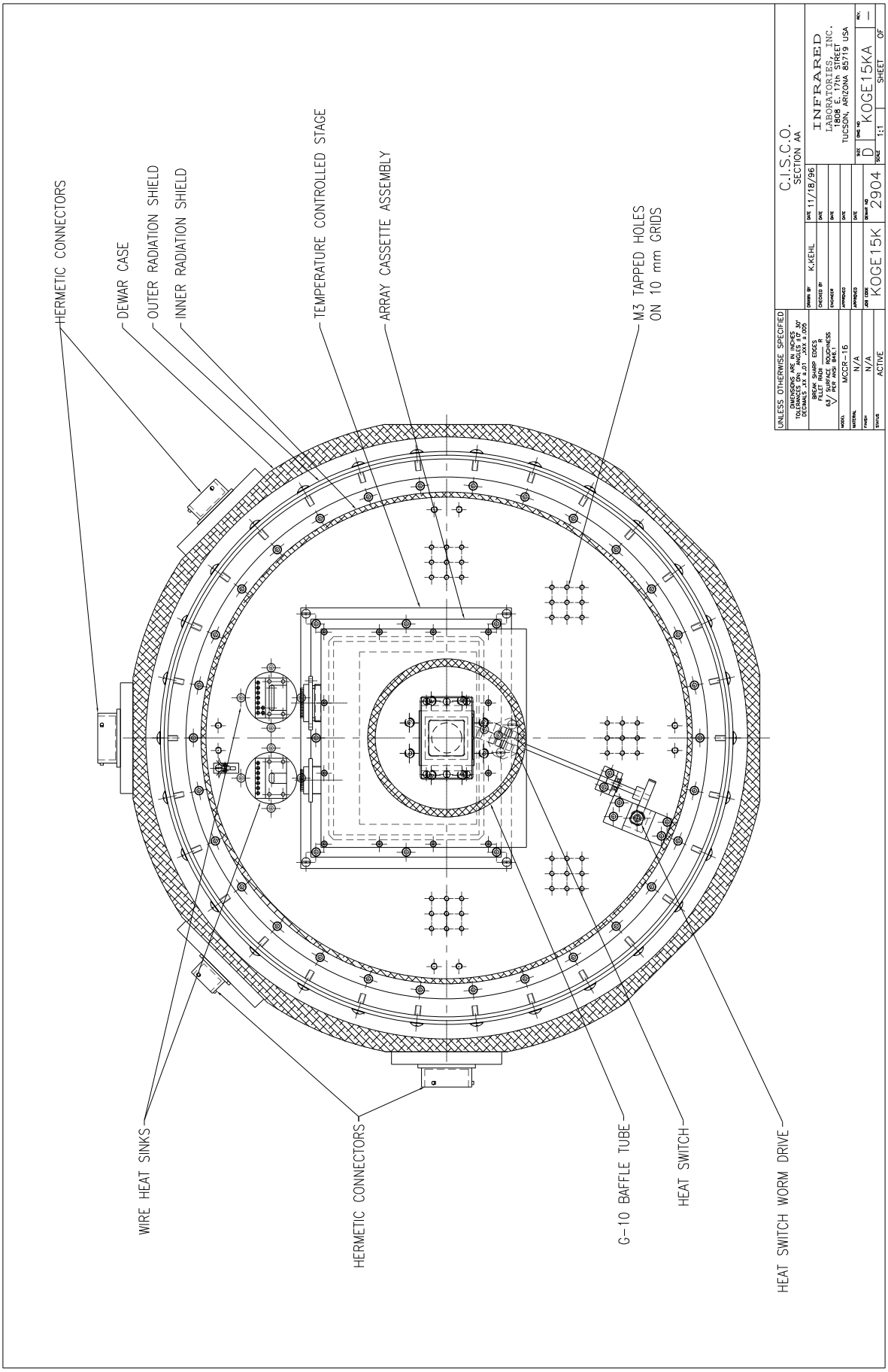


図 4: dewar 断面図 A (detector mount)

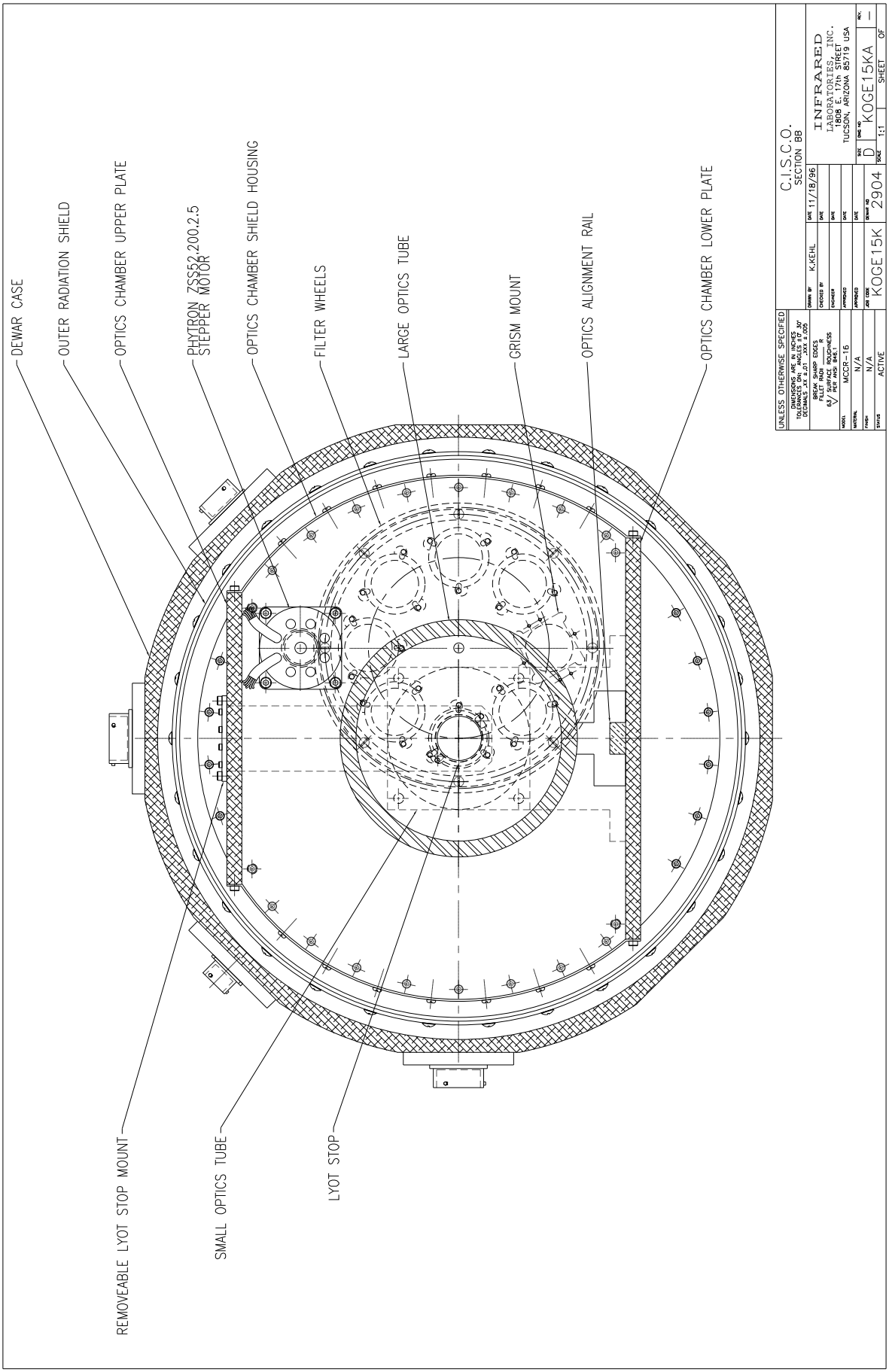


図 5: dewar 断面図 B (filter wheel)

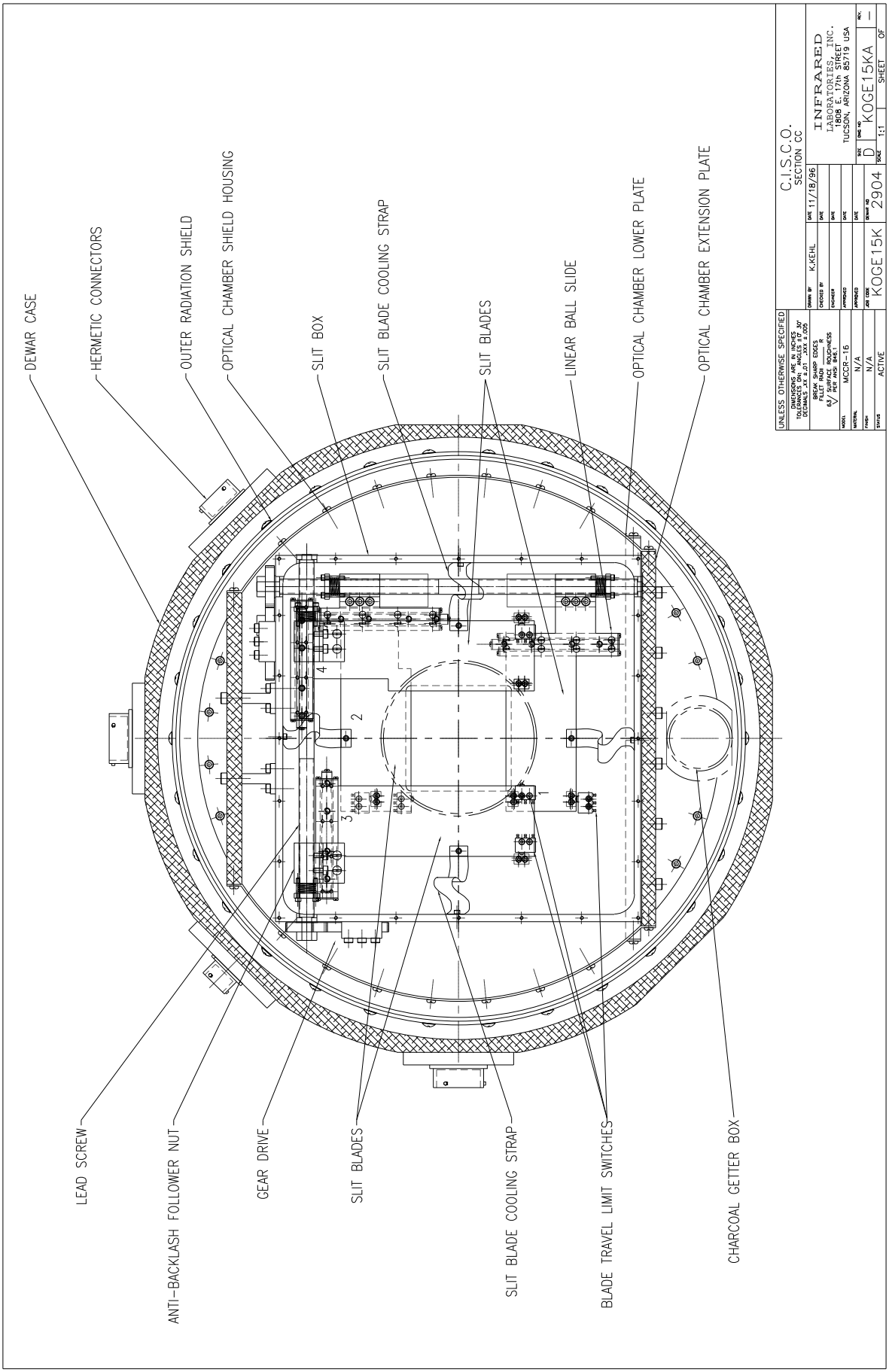


図 6: dewar 断面図 C (slit section)

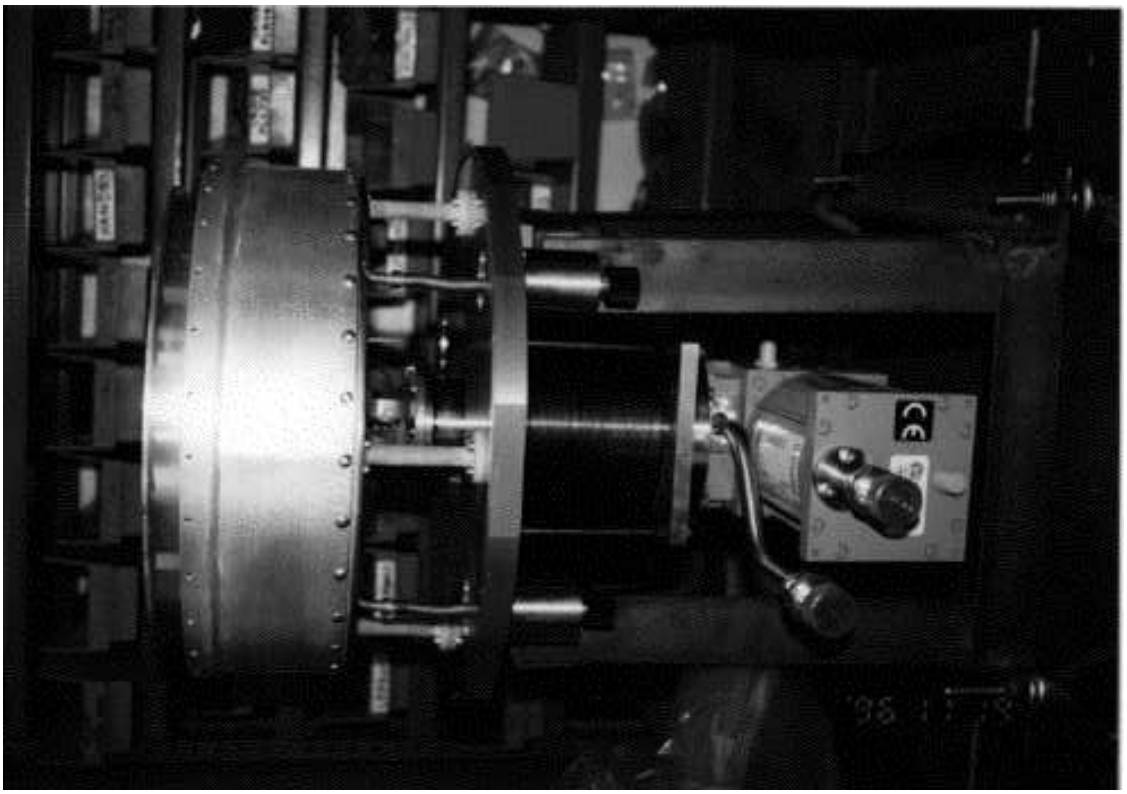

図 7: 冷凍機 CTI 1050

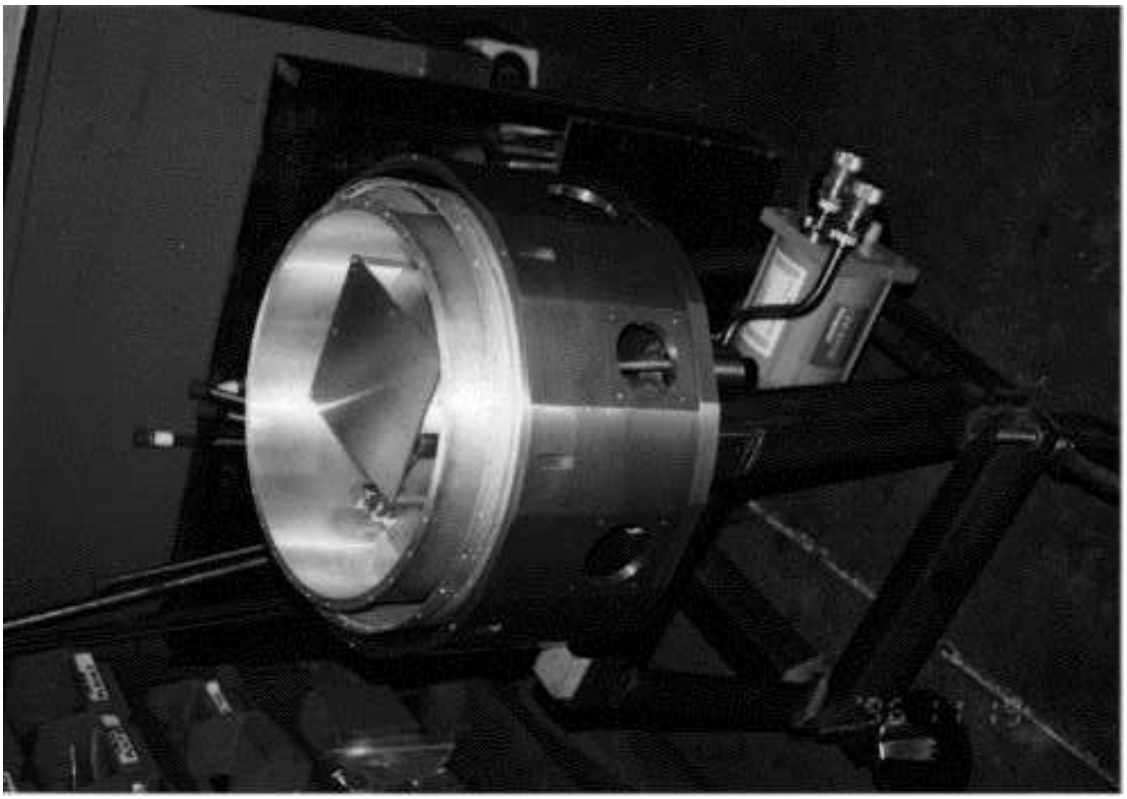

図 8: 温度コントロールステージ

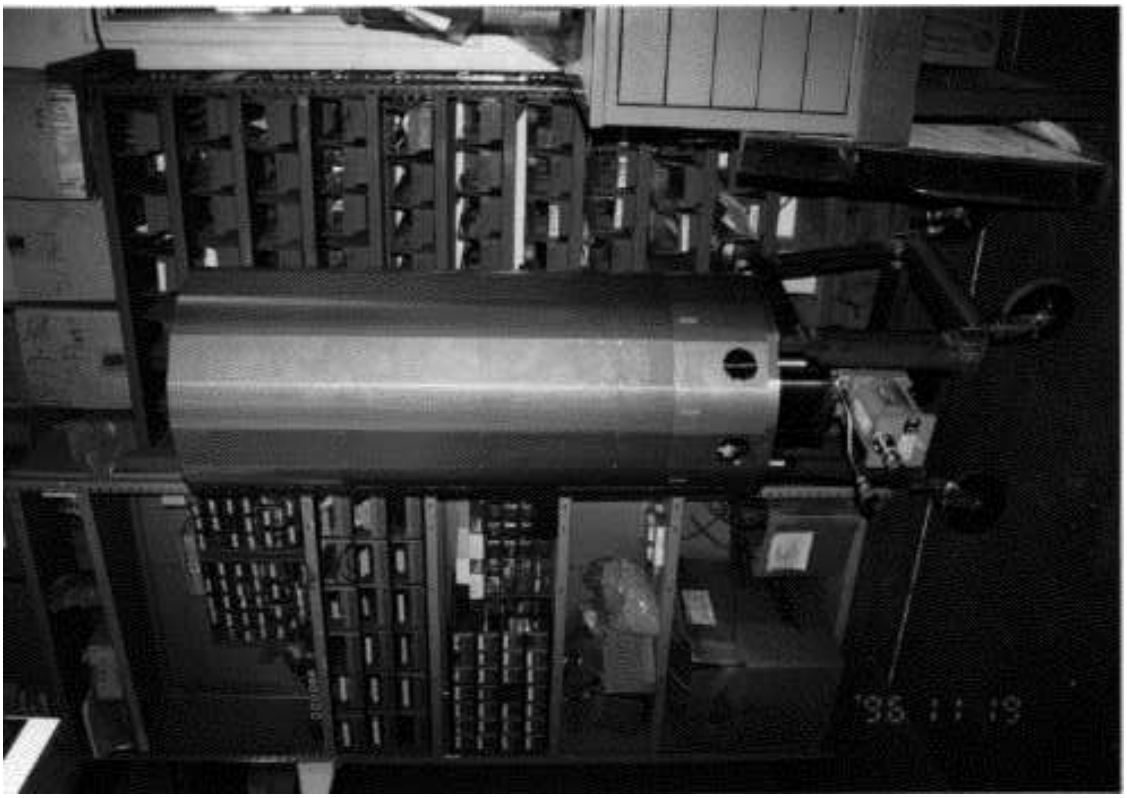

図 9: dewar 外郭

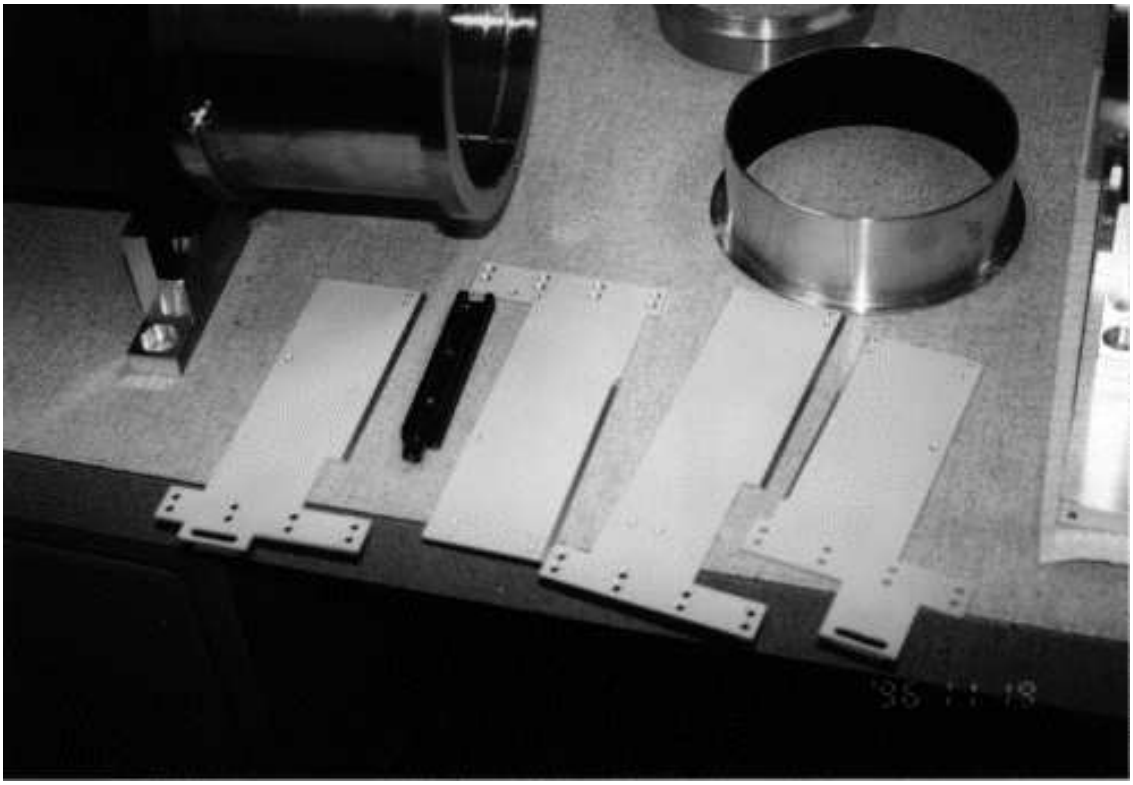

図 10: slit blade (着色前)

図 11: Phytron 真空モータ

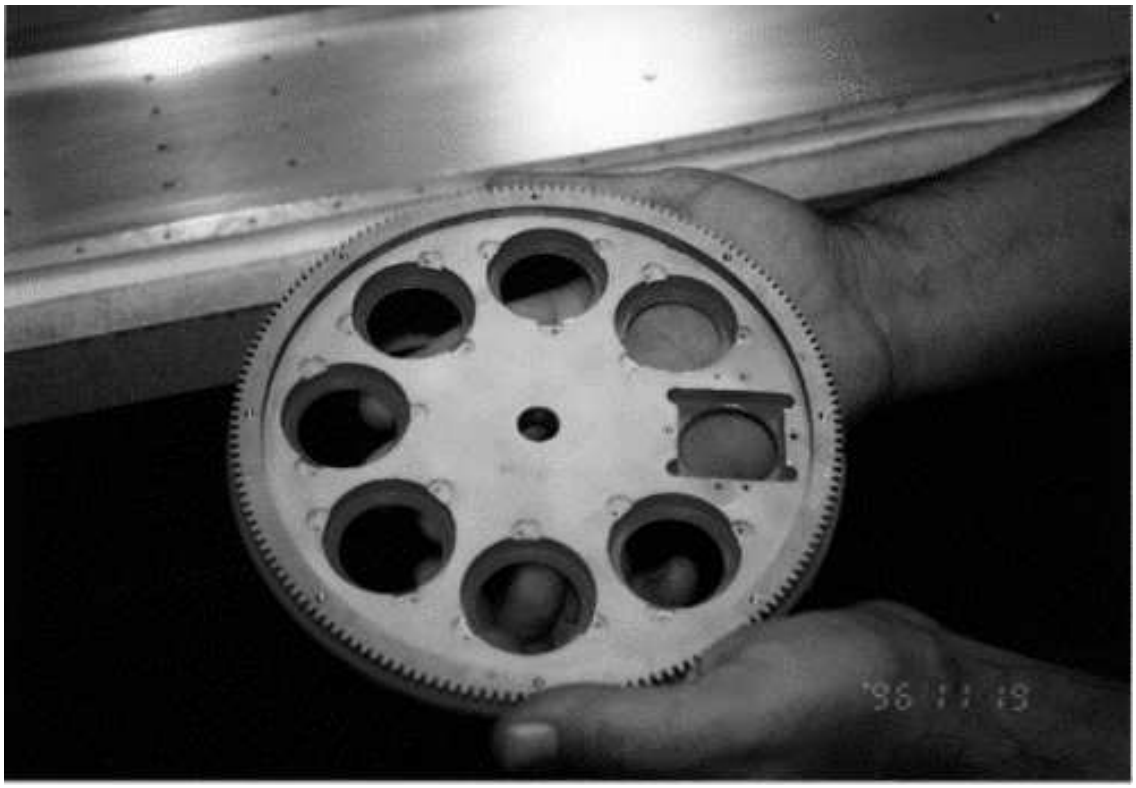

図 12: filter wheel

図 13: サファイアベアリングボール (ピンク色)

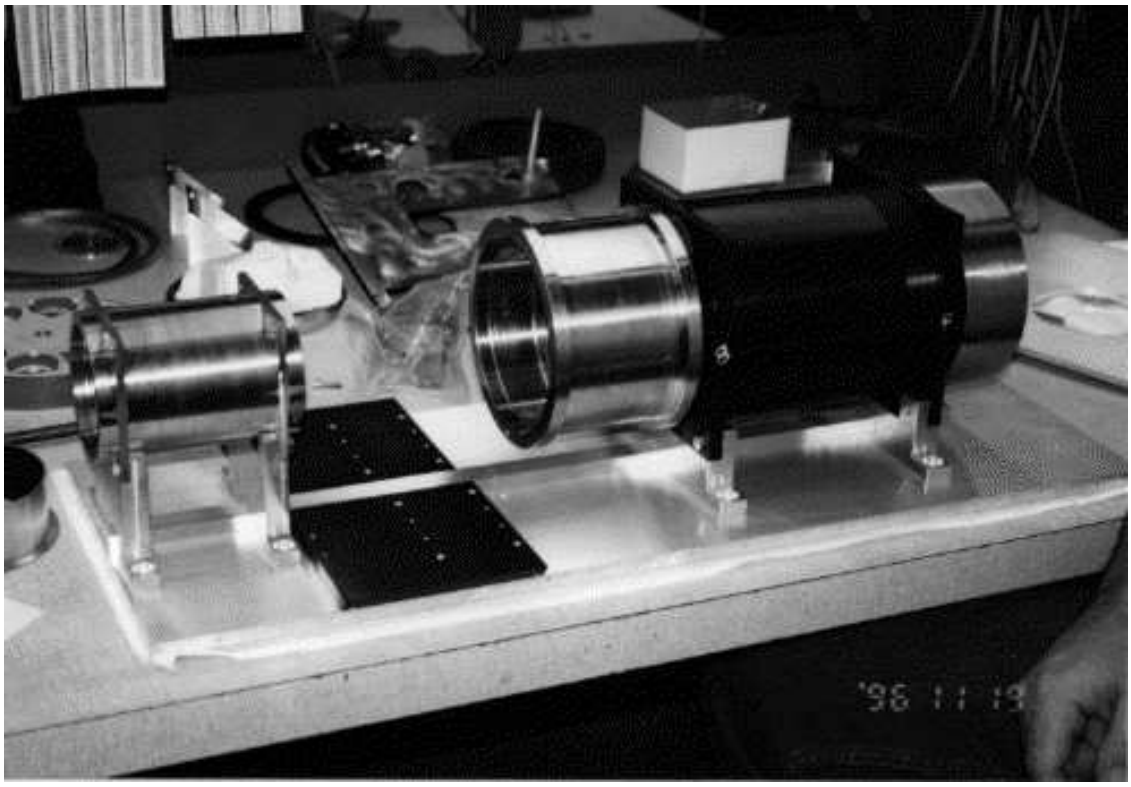

図 14: レンズホルダー外郭

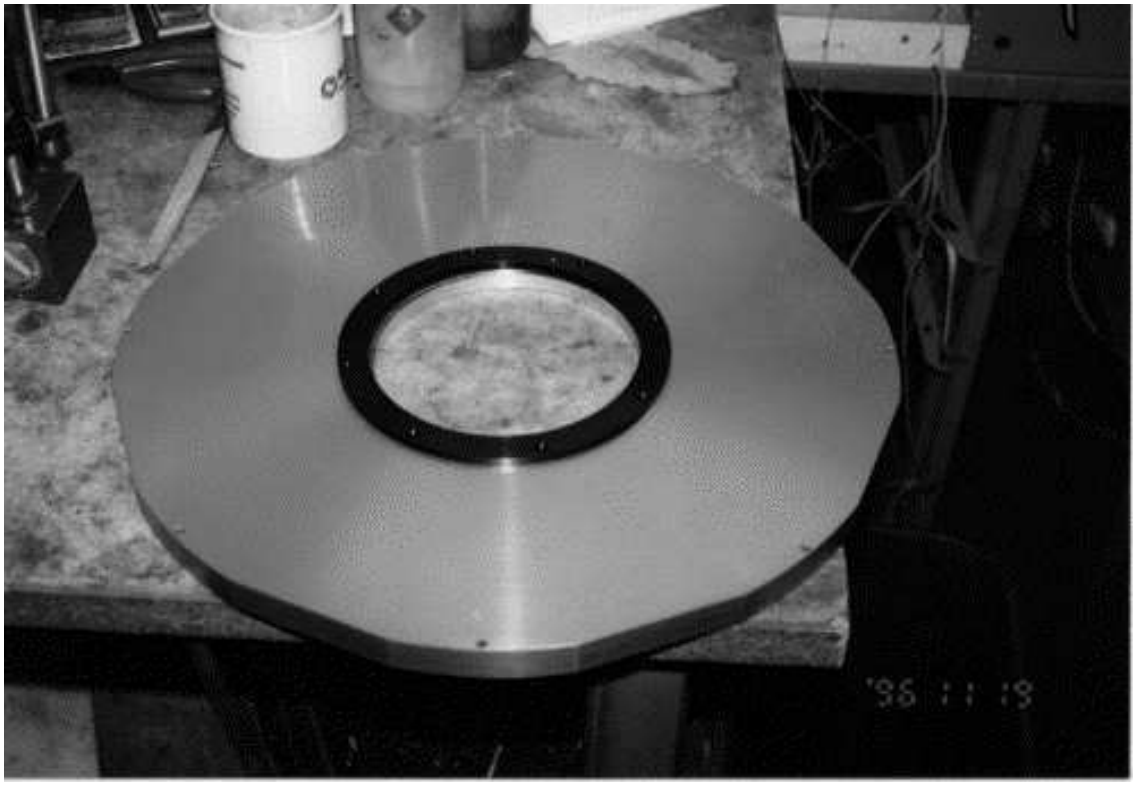


図 15: Top cover

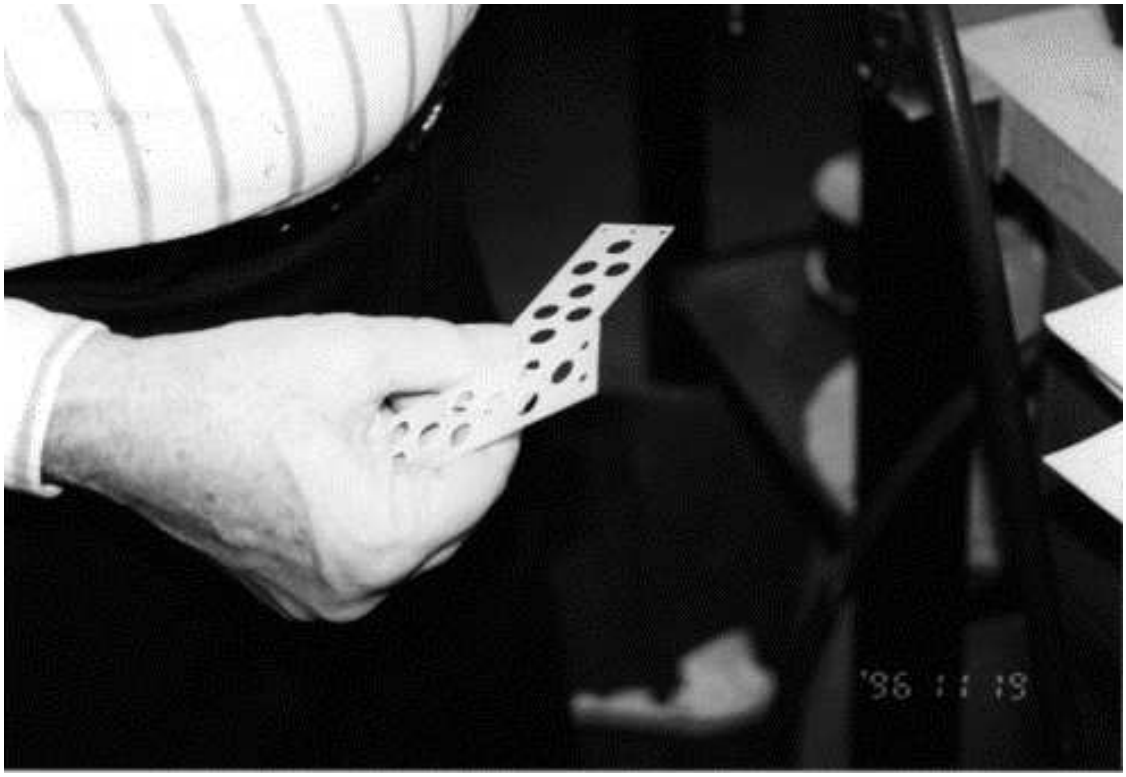


図 16: radiation shield 保持板

### 1.1.2 detector

- 製作実施状況：
  既に、 1024×1024 マルチプレクサが納入されている。現在の製作優先順位は 2 番目。

- 今後の計画：

97 年 12 月： MUX テスト
97 年 2 月： engineering grade 納入
97 年 3 月： engineering テスト
97 年 4 月： science grade 納入
97 年 9 月： science grade を CISCO へ

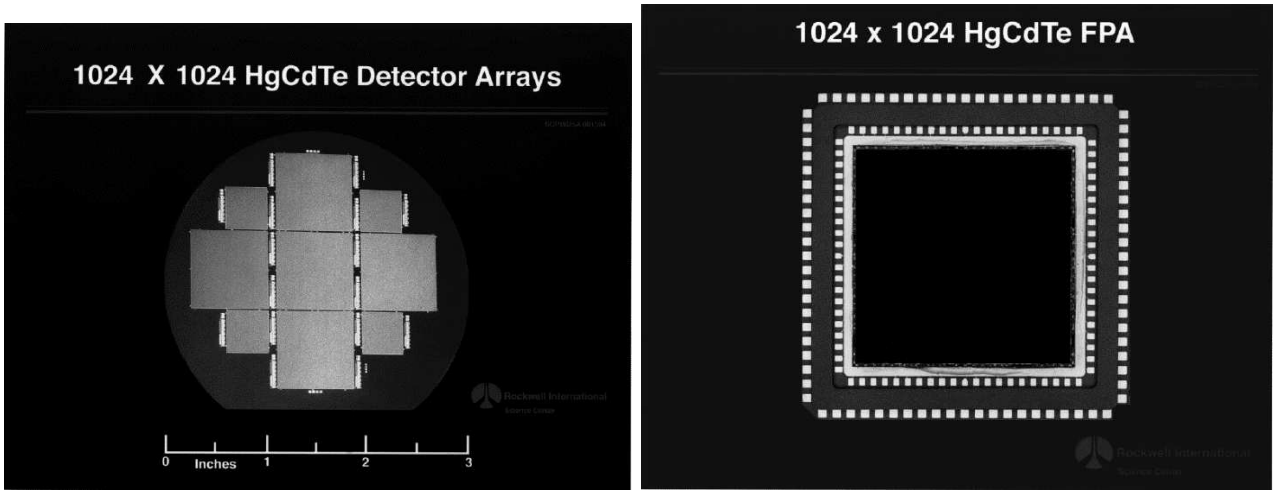


図 17: HAWAII 素子

| Parameter | Measured Values | Units |
|---|---|---|
| Detector Interface Circuit | SFD | |
| Cell Pitch | 18.5 | µm |
| Die Size | <400 | mm² |
| Integration Capacity | $1.0X10^5$ | carriers |
| Integration Capacitance | 18-35 | fF |
| Signal Conversion Gain | 3.4-6.8 | V/e- |
| Output Signal Excursion | .4-1 | V |
| Minimum Read Noise | <10 | e- |
| Dynamic Range | up to $10^4$ | V/V |
| Maximum Data Rate | ≤1 | MHz |
| Maximum Slew Rate | 400 | nsec |
| Peak D* @ min Qb | $>1x10^{14}$ | Jones |
| Power Dissipation | <1 | mW |

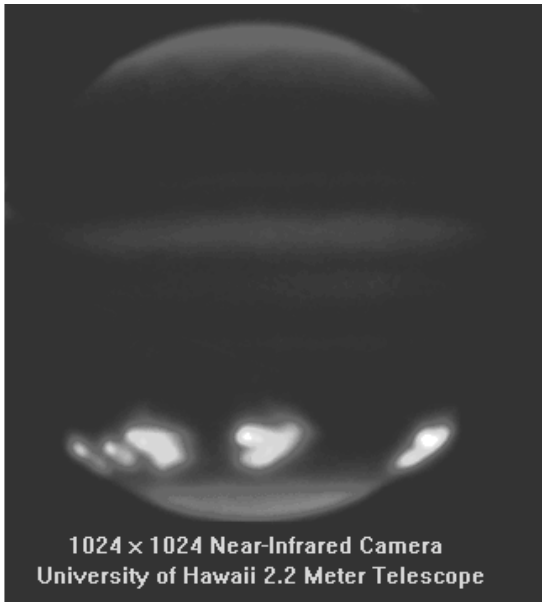


図 18: HAWAII 素子 スペック

### 1.1.3 shutter

- 製作実施状況：

現在全体図ができ上がり、モーター、スイッチ、コネクター等の選定が終った段階である。基本的な技術計算の結果、シャッターの開閉時間は 500msec(往復) 程度で、ピクセル間の露出時間の差は、一回の開閉時間中の開の時間の割合が $40\% \sim 58\%$ となり、最大 $18\%$ 差がつく程度である。露出時間が長くなれば全体の露出に対してこの差が占める割合は小さくなる。制御は Messia の CIC ボードの PIO を用いて行なう。

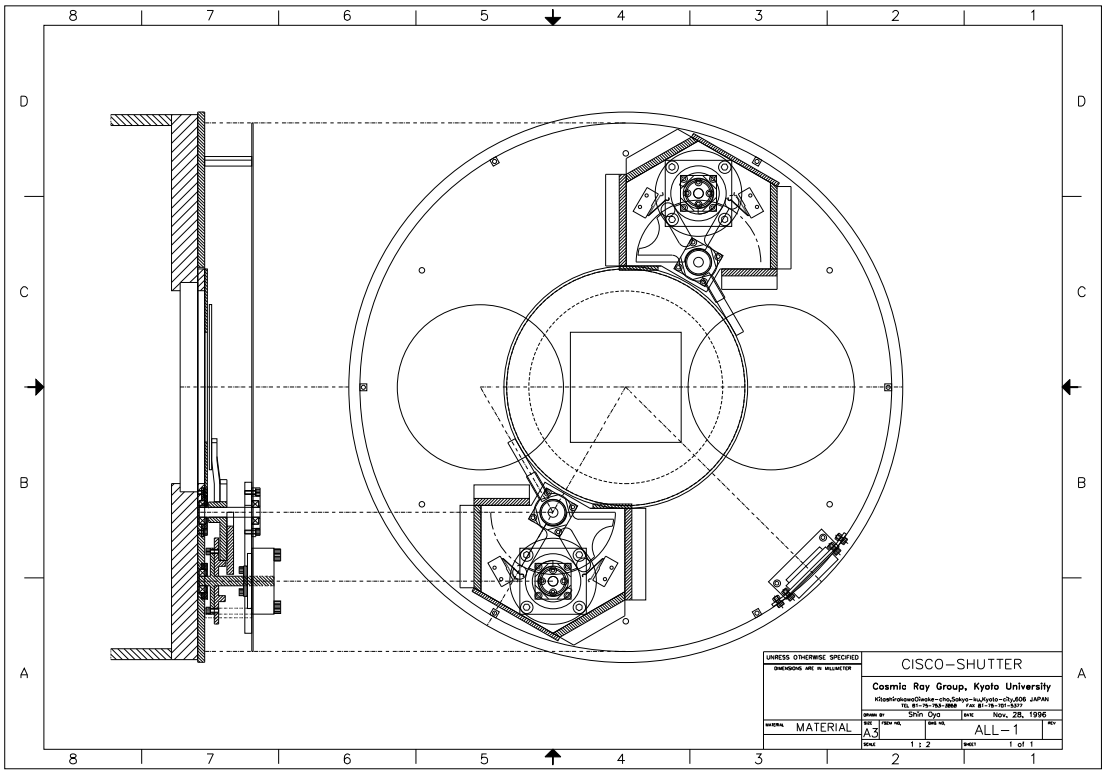


図 19: shutter 設計図

- 今後の計画：

部品図の製作、本体の製作、 shutter driver box の製作、 cable の製作等を順次進め、平成 8 年 5 月から全体の動作試験を開始する予定である。

## 1.2 光学系

### 1.2.1 lens

• 製作実施状況：

CISCO 光学系のレンズ及びレンズホルダーは、96 年 4 月に完成しており、レーザーを用いた室温での軸精度検査と、振動試験を行なった。測定された軸のずれは、要求された仕様の範囲内に収まっており、曲率・軸位置の実測値を用いた Ray Trace 計算の結果は、理想値を用いた結果とほぼ同じものとなっている。AR コートは湿度に対して強くないため、装置が安定し、赤外シミュレータによる試験観測ができるようになった段階でコーティングをする。

• 今後の計画：

97 年 3 月：CISCO dewar を用いた冷却試験
　　レーザーを用いた、冷却によるレンズ系軸変化量の測定
　　姿勢による軸位置の変化・振動試験
97 年 4∼7 月：detector (engineering grade) を用いた試験
　　結像性能の評価、焦点位置の測定 (レンズホルダー移動量の算出)
　　ゴースト像・内部散乱成分の評価
97 年 8 月：AR コーティング
97 年 9 月：結像性能の確認試験
97 年 10 月：視野全体での結像試験 (赤外シミュレータ)

### 1.2.2 filter・ grism など

• 製作実施状況：

J,H,K,K' filter は IRCS グループ等と共同購入を進めており、97 年 7 月に入手できる予定。z-band filter と他の Narrow band filter は詳細な仕様を現在検討中。grism 及び prism の仕様は確定している。grism は prism にレプリカを接着する従来の方法で製作する。

• 今後の計画：

97 年 1 月：grism の発注 (納期 12 ~ 18 カ月)
97 年 4 月：z-band filter 発注
97 年 5 月：prism の発注 (納期 2 カ月)
97 年 8 月：Narrow band filter 発注
97 年 10 月：filter,prism 性能確認 (赤外シミュレータ)
98 年 2 月：grism の性能確認 (赤外シミュレータ)

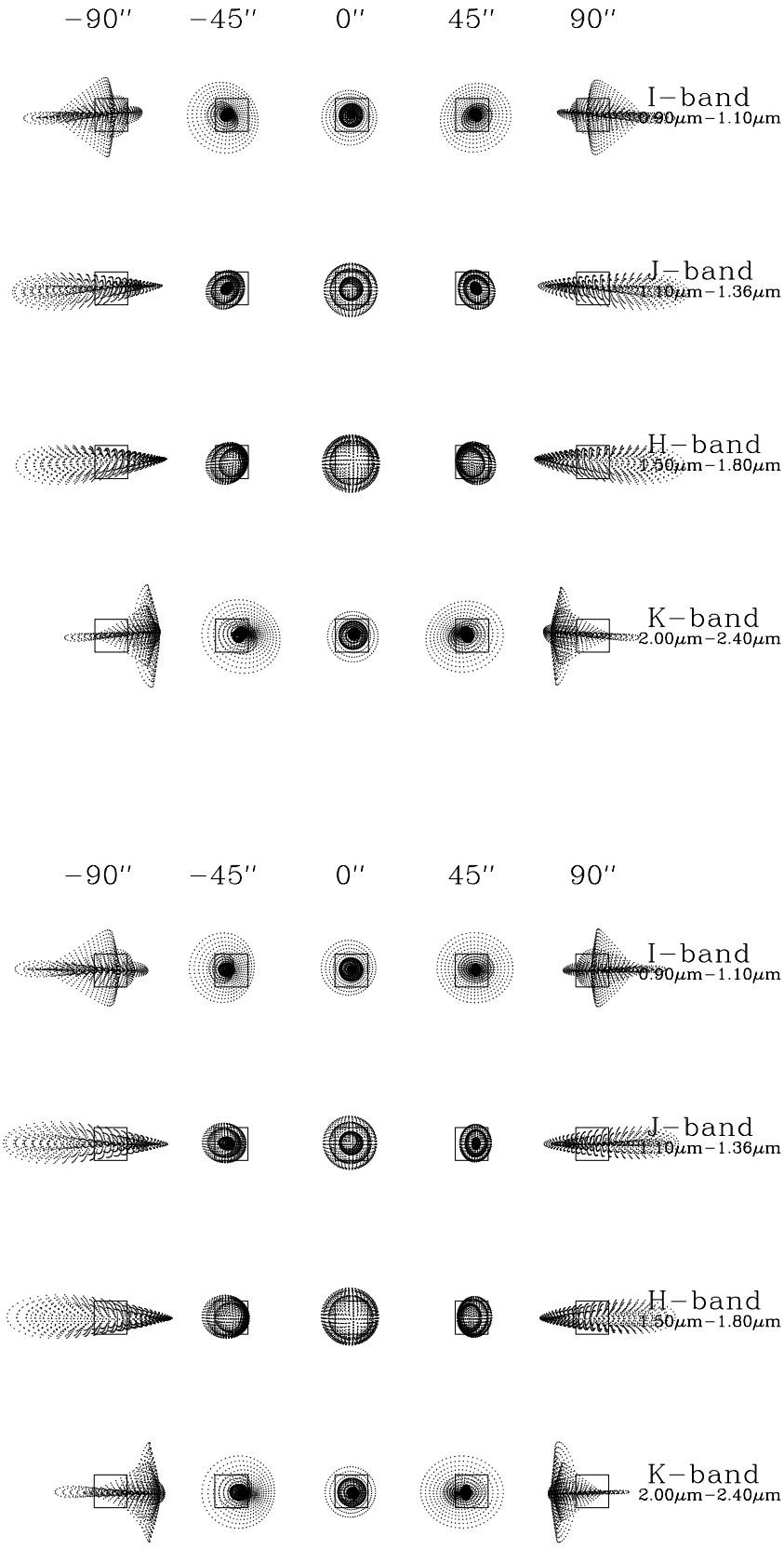


図 20: 実測値を用いた CISCO スポットダイヤグラム (上： x 方向、下： y 方向)

## 1.3 制御系

### 1.3.1 読み出し回路

- 製作実施状況：

現時点で読み出し回路の製作は一応の完成を見ており、検出器が入手でき次第それを駆動して、性能評価を行える状況にある。現在までの作業の具体的な進捗状況は以下のようになっている。

回路関係の製作

- 回路設計、プリント基板製作、組立て

| | |
|---|---|
| プリアンプボード | ×1 |
| ADC ボード | ×2 |
| クロックドライバボード | ×1 |
| マザーボード | ×1 |

- 回路ボックスの設計、製作

| | |
|---|---|
| Amp/ADC ボックス | ×1 |
| クロックドライバボックス | ×1 |

- 検出器ボードの回路設計、製作
- 検出器テスト用デュワーの設計、製作　　（製作中）

読み出し回路の駆動状況

- 各ボード動作テスト
- ＡＤＣ読み出し・ＶＭＩ上のメモリ取り込みテスト
- 検出器ボード動作テスト
- 以上全てを接続したうえで、電圧信号を入力しての増幅 /AD 変換動作テスト、及びにノイズ評価
- 検出器駆動用のクロックパターンの製作
- Multiplexer チップの駆動、及びに読み込み試験　　（年内開始予定）

- 今後の計画：

Multiplexer チップは１１月末に納入され、１２月上旬にもこの駆動試験を開始する予定である。これに続いて、現時点では遅れている Engineering grade/Scientific grade チップが納入され次第、これらの性能評価を行っていくことになる。　今後の計画は以下の通りとなっている

**96/12**　Multiplexer チップを検出器テスト用デュワーに取り付けて読み出しテスト

**97/02**～ Engineering grade チップが納入され次第、テスト用デュワーに取り付けての読み出しテスト、チップの性能評価（量子効率、読み出しノイズなど）

**97/04**～　Engineering grade チップを CISCO に取り付け、動作テスト、性能評価。

**97** 中頃　回路の修正版の製作、動作テスト、性能評価

**97/9**～ Scientific grade チップを CISCO に取り付け、動作テスト、性能評価。

**97/10**～**98/02** 天文台赤外シュミレーターへ取り付けての動作テスト、ノイズ低減対策

読み出し回路の現時点での性能：

現時点でのこの回路の性能は以下のようになっている。

| | | 実測値 | 仕様値 |
|---|---|---|---|
| 最速読み出し速度 | | 329(kHz·pixel)/0.80(sec/frame)[1] | 250(kHz·pixel)/1.0(sec/frame) |
| 読み出しノイズ[2] | | 1.7∼2.5 ADU(@ 329kHz·pixel)<br>2.5∼5 ADU(@ 227kHz·pixel)<br>6∼9 ADU(@ 173kHz·pixel) | <2 ADU |
| ゲイン[3] | fan-out ボード | 0.82(@290K) | 0.85(@77K) |
| | プリアンプ | 10.0 | 10 |
| | ADC 入力フィルタ | 1.27 | – |
| | AD コンバータ | – | $1.526 \times 10^{-4}(V/ADU)$ |
| | Total | $1.47 \times 10^{-5}(V/ADU)$ | – |

注 1: この値は実測ではなく、 Messia III のクロックパターンファイルで定義されたクロックから導いたもの。実際のクロックはオーバーヘッドの影響でこれよりも遅くなっている。

注 2:fan-out ボードの検出器出力のピンに 0.5V 定電圧をかけて測定したもの。ただし、 fan-out ボードはデュワーには収められていない。このため、比較的低周波の外部電磁波がノイズとして乗っており、そのためにサンプリング周波数によって違いが生じているようである。

注 3: 4 つのチャンネルすべてについて、有効数字のレベルまで同じ値であった。

以下に各チャンネルのヒストグラムを示す。

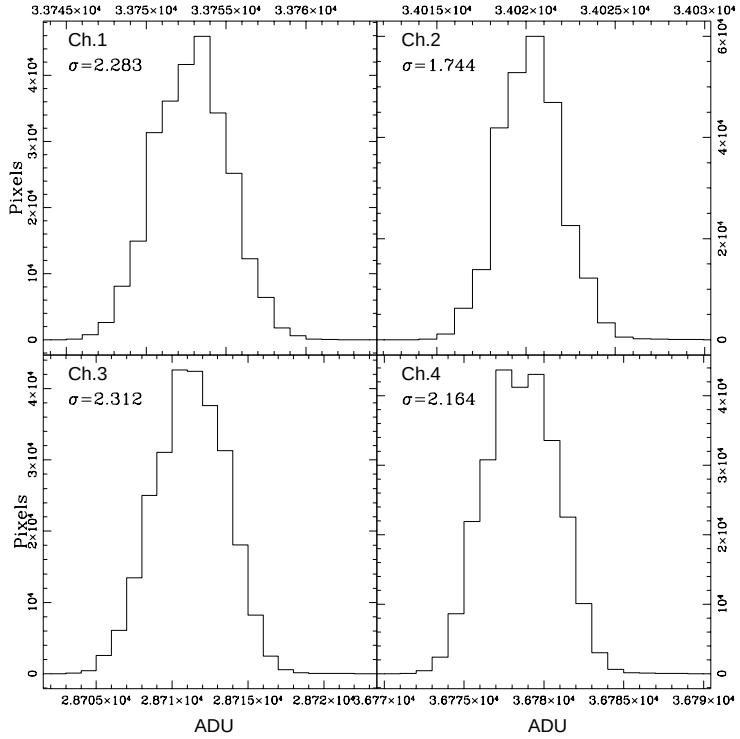


図 21: チャンネル毎のヒストグラム。読み出しの速度は 329(kHz·pixel)。

最後に 1 フレームを読み込んだイメージをあげる。

$$V_{in} = 0.5(V) + 0.25(V)\sin 2\pi \cdot 20(Hz) \cdot t$$

の sin 波を fan-out ボードに入力したものである。サンプルクロックの速度は 173(kHz·pixel)。

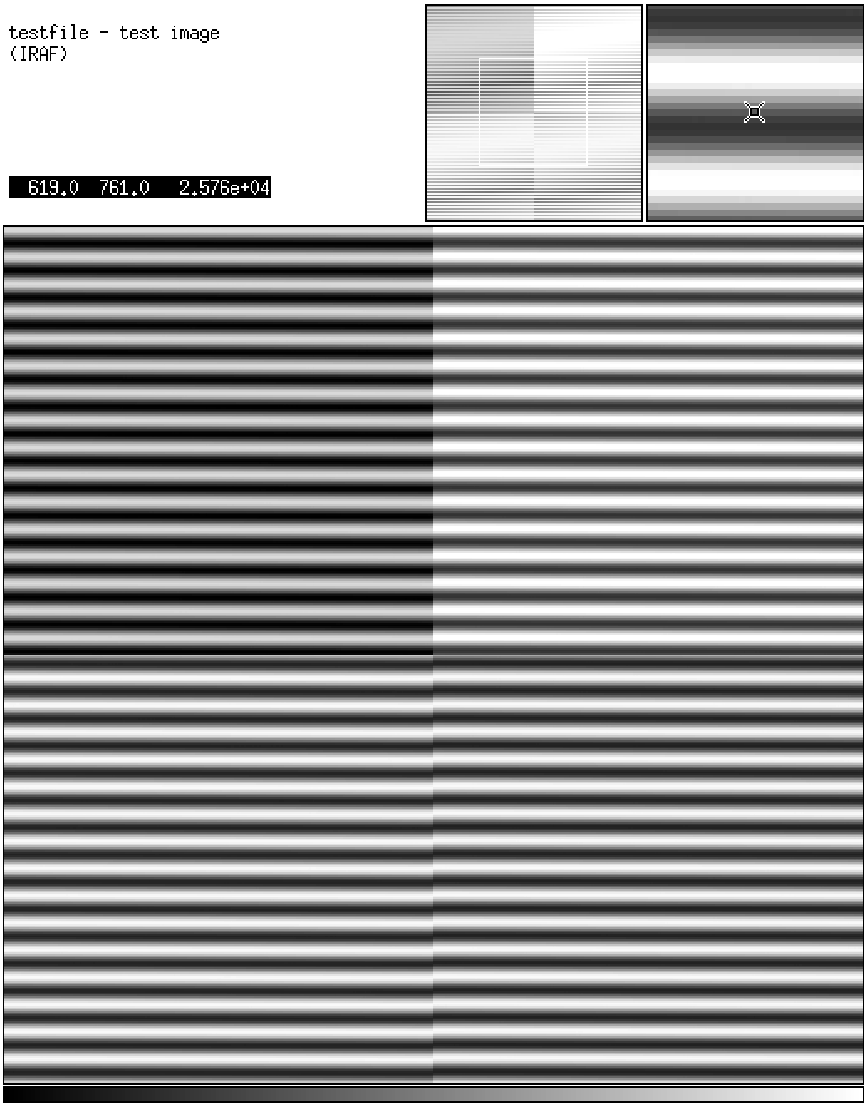


図 22: sin 波入力に対する image

### 1.3.2 motor 制御

• 製作実施状況：

モーター、コントロールボード等の選定などは終了している。制御は Messia3 を通して VME 上のコントロールボードを操作して行なう。制御用ソフトは、コントロールボードの種類に依存し、直接ボードを操作する低レベル関数群、基本的にハードウェアに依存せず、ソフトウエア的な位置カウンター制御を行なう中レベル関数群、位置カウンターを実際の装置に即した単位に変換し、 Tcl/Tk を用いた GUI を実現するための高レベル関数群に分けて開発を進めており、これまでのところ、低レベル関数群、中レベル関数群は製作、試験が終了している。また、高レベル関数群もそれ自体も基本部分の製作、試験が終了しており、現在、低中レベル関数群との連係作業を行なっている所である。

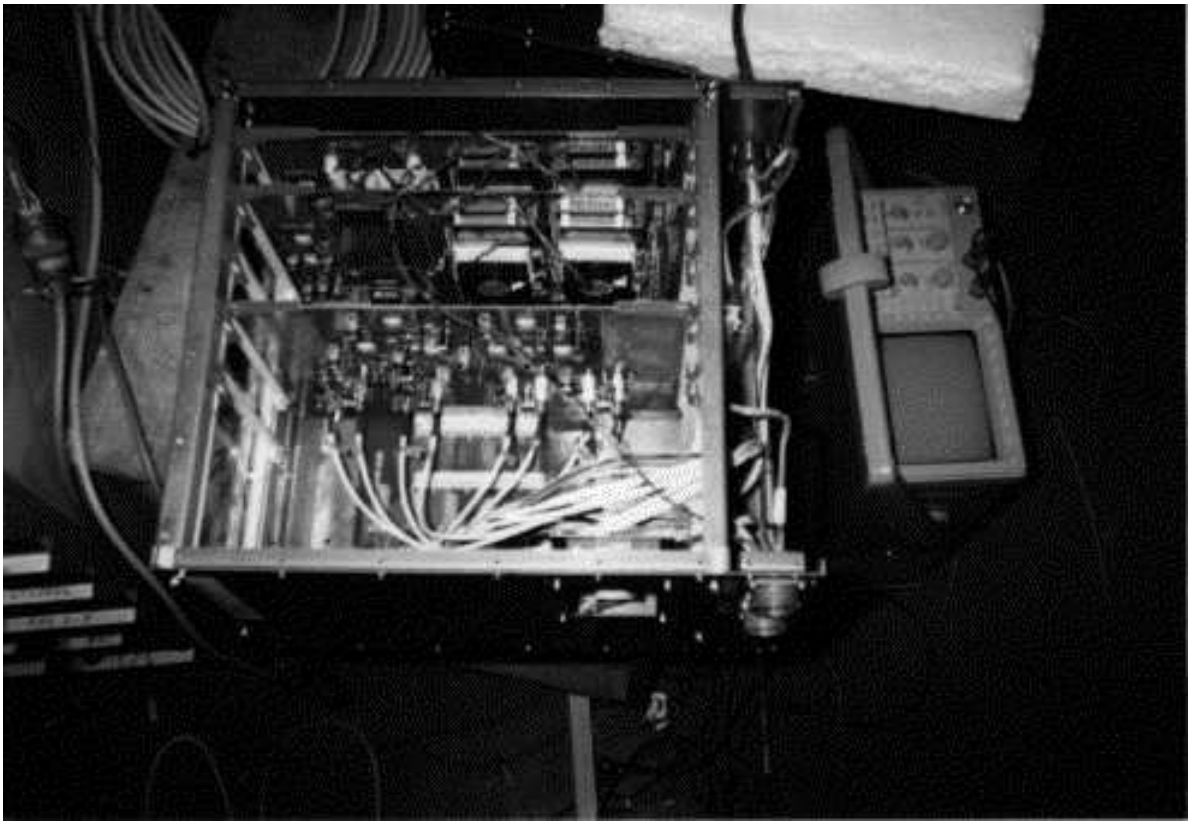

図 23: Preamp/ADC boad

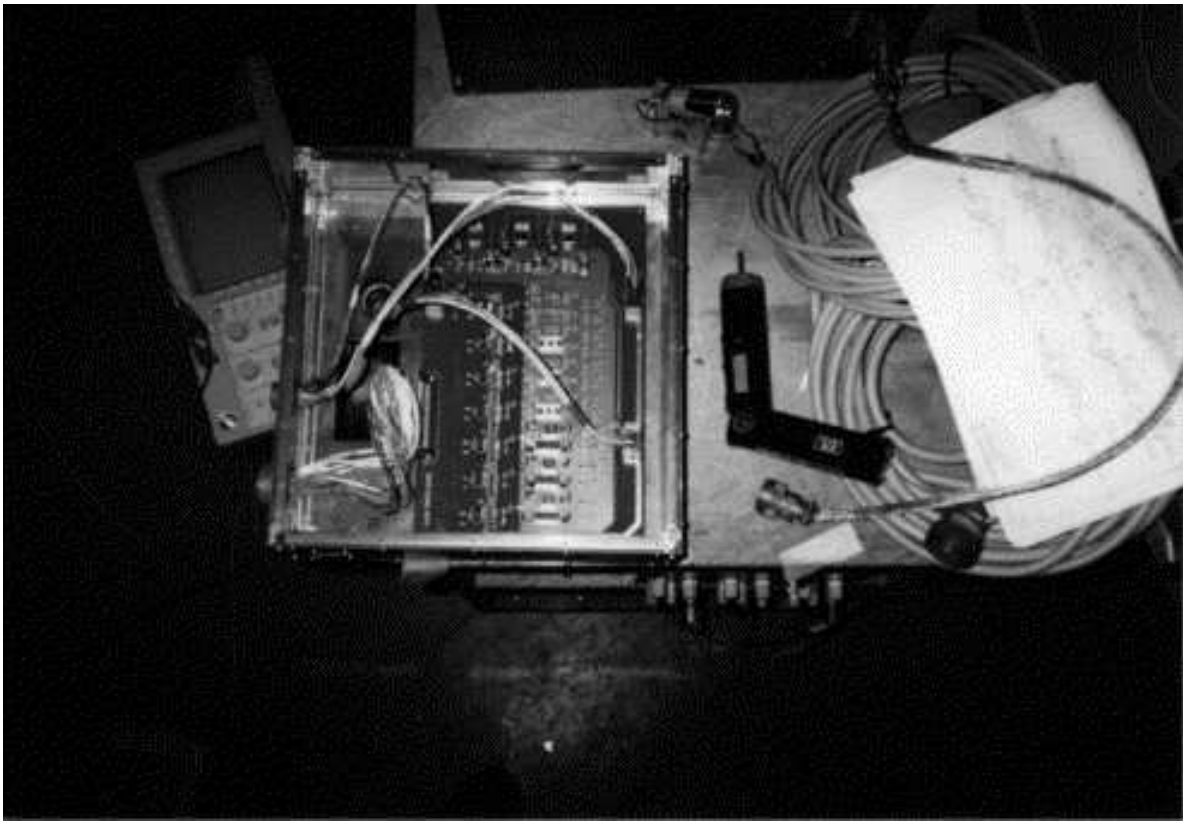

図 24: Clock boad

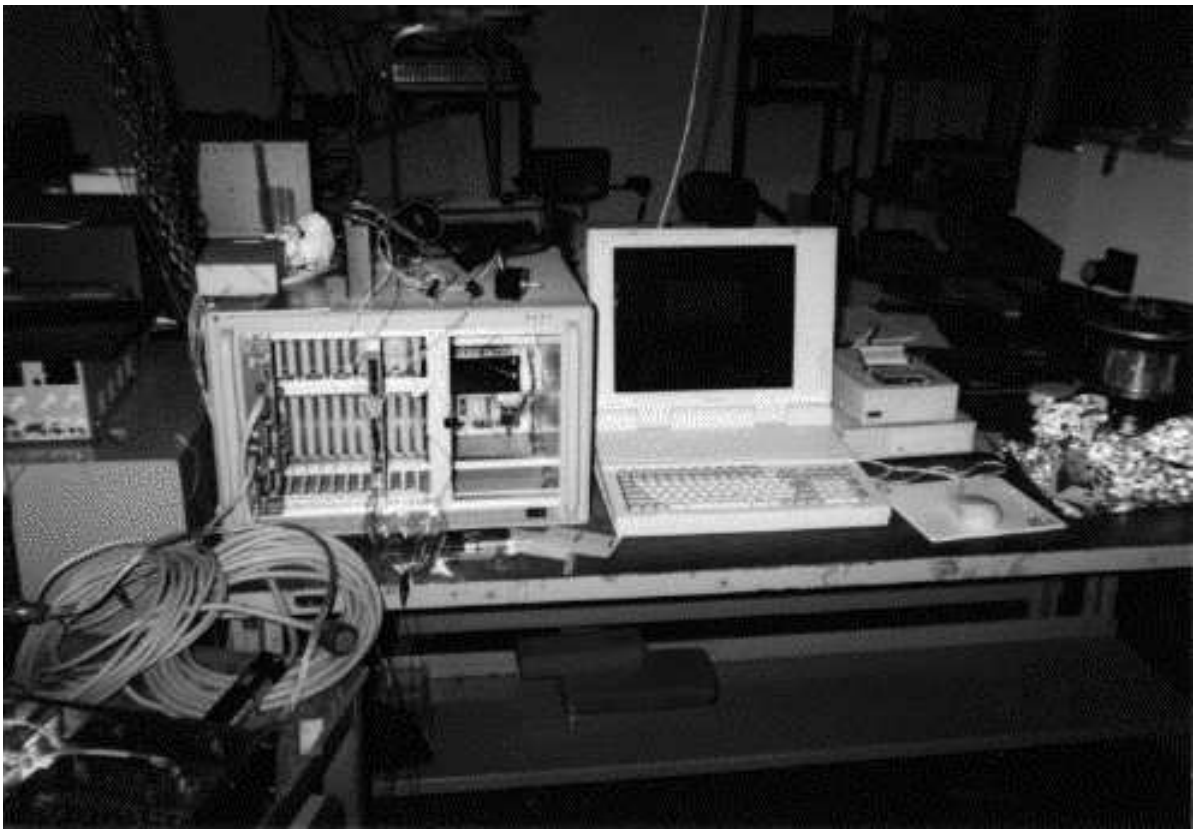

図 25: MessiaIII system

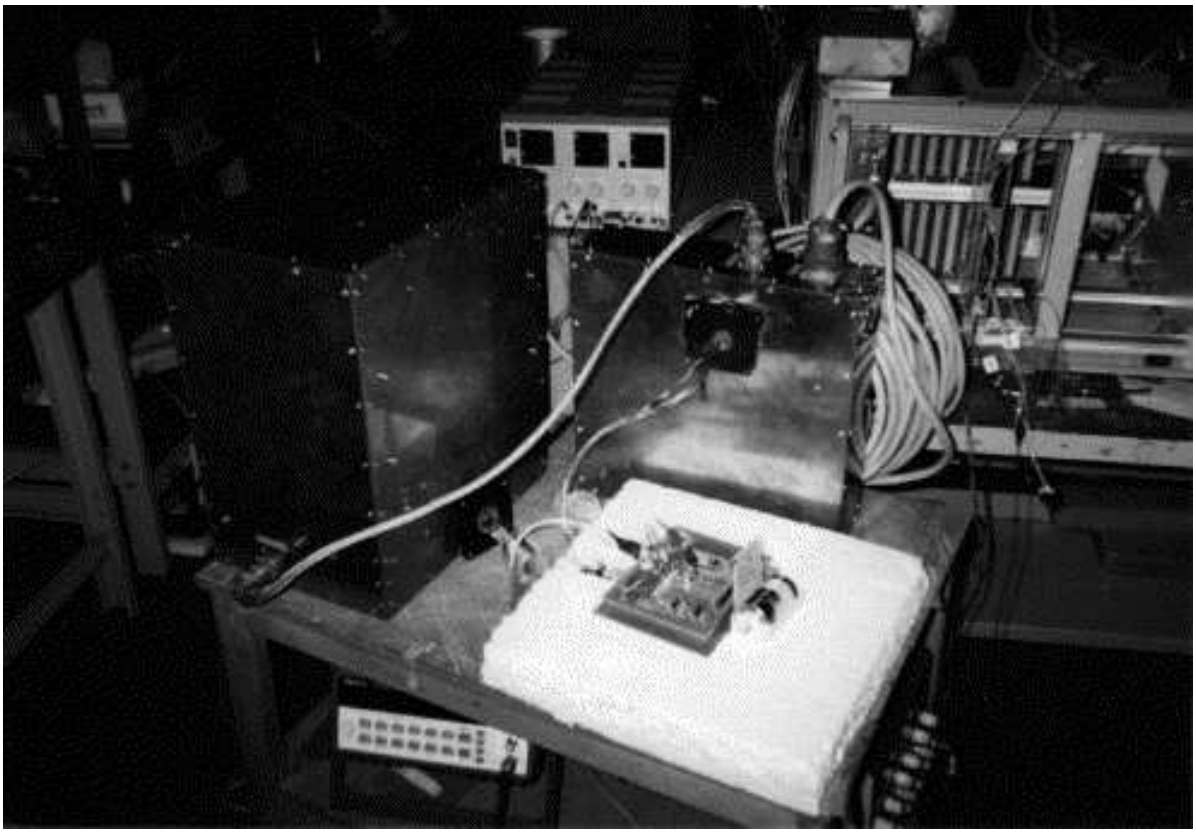

図 26: Fan-out board 試験の様子

• 今後の計画：
motor driver box は平成 9 年 1 月に本体がつき次第製作を開始する。 cable の製作は平成 8 年 12 月より順次開始する。ソフトウェア全体の連係も引続き行ない、全体 (ハードウェア、ソフトウェア) の基本動作試験は平成 9 年 1 月中に終了する。

## 1.4 ソフトウェア

### 1.4.1 messia 関係

• 製作実施状況：
CISCO 用のソフトウエアのうち、検出器からのデータの読み込み及びパルスモータの制御には messia III のソフトウエアを利用している。

検出器からのデータの読み込みに関しては messia グループが作成したものがほとんど使えるので適宜 CISCO の環境に合わせた修正、拡張をしながら使っている。現状ではクロックパターンの作成、 VME のメモリに送られてきたデータやステータスの整列、読み出しなどの手順が確立しつつある段階である。

モータの制御に関しては、 VME との通信に messia の資源を利用し、また、ユーザインターフェースの統一を計るため、 messia のソフトウエアに制御ソフトを組み込んでここから行うという方針で現在仕様を固め、 GUI 画面からモータの制御を行うソフトの試作品を製作している段階である。 (図は製作中のモータ制御のための試作ソフトウエアの画面。) また、 CISCO と OHS 本体の制御を同一ソフトウエアから一括して行う。

• 今後の計画：
97 年 1 月：モータ制御のためのソフトウエアの方針の決定、暫定版の作成。
97 年 4 月： CISCO に特化したデータ取得に関するソフトウエアの作成。
97 年 10 月：観測に使用するコマンド類の完成。
98 年 3 月まで：試験観測に伴うソフトウエアのテスト、改良。

### 1.4.2 すか toolkit 関係

• 製作実施状況：
ソフトウエアのうち、すばるの LAN との通信や簡易解析ツールなどに使用される「すか toolkit」に関してなど、すかのソフトウエアシステムに関連する部分については、 toolkit が配布されたのが最近であることや、現在はまだ観測機器 + 制御用 WS の部分を製作している段階であることから、あまり進行していない。

• 今後の計画：
最終的にはソフトウエアシステムを外注により製作するという計画もあるが、現在のところは詳細は未定である。
97 年 4 月：取得画像の FITS 化など。
97 年 10 月まで：観測に使用する装置テーブルなどの作成。
97 年 10 ~ 12 月： (赤外シミュレータでの試験観測時。) 観測に使用する装置テーブルなどの作成。ソフト・シミュレータなどを用いた通信の試験など。
98 年 3 月： (CISCO に関する) 簡易解析の手法の確立。
98 年 4 月以降： (すばるでの試験観測時。) 試験観測に伴うソフトウエアのテスト、改良。望遠鏡の制御、すばる観測制御システムへの組み込み。

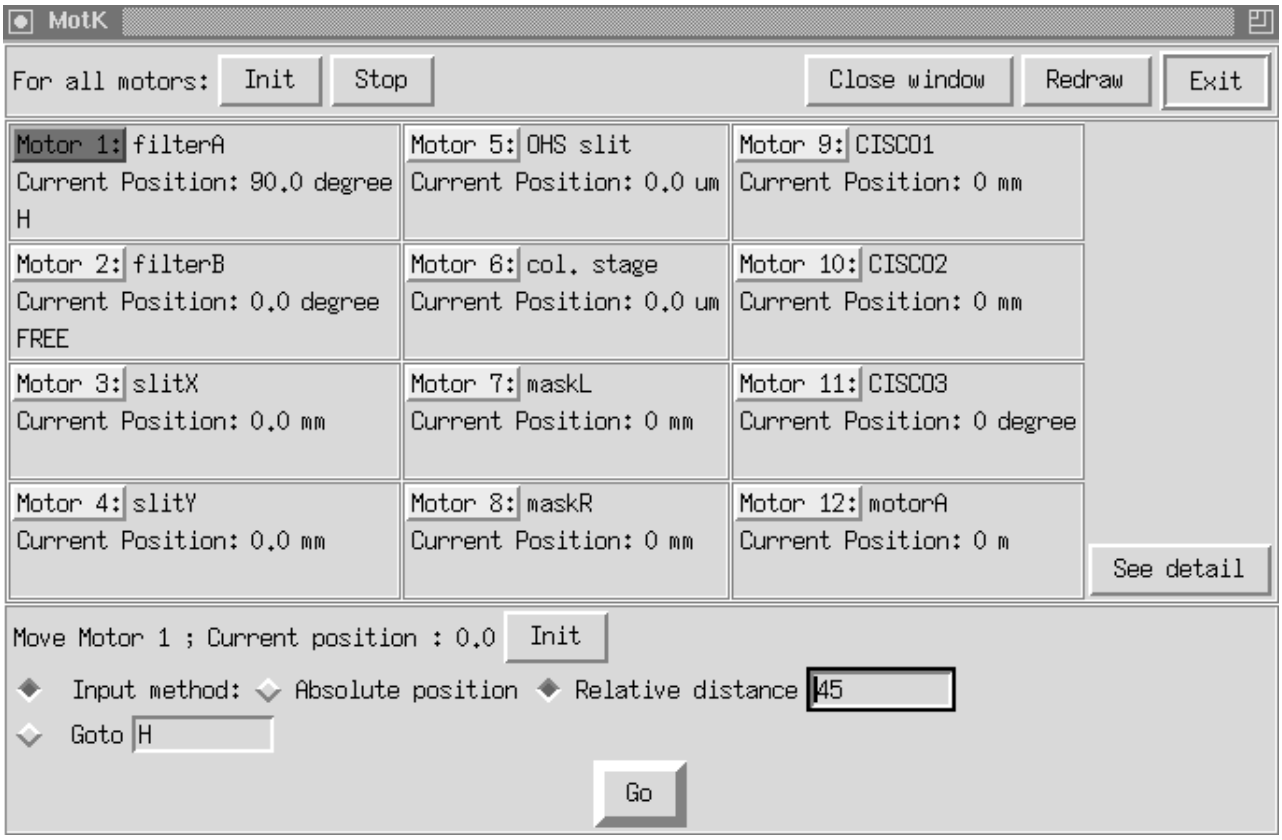


図 27: モータ制御用ユーザインターフェース

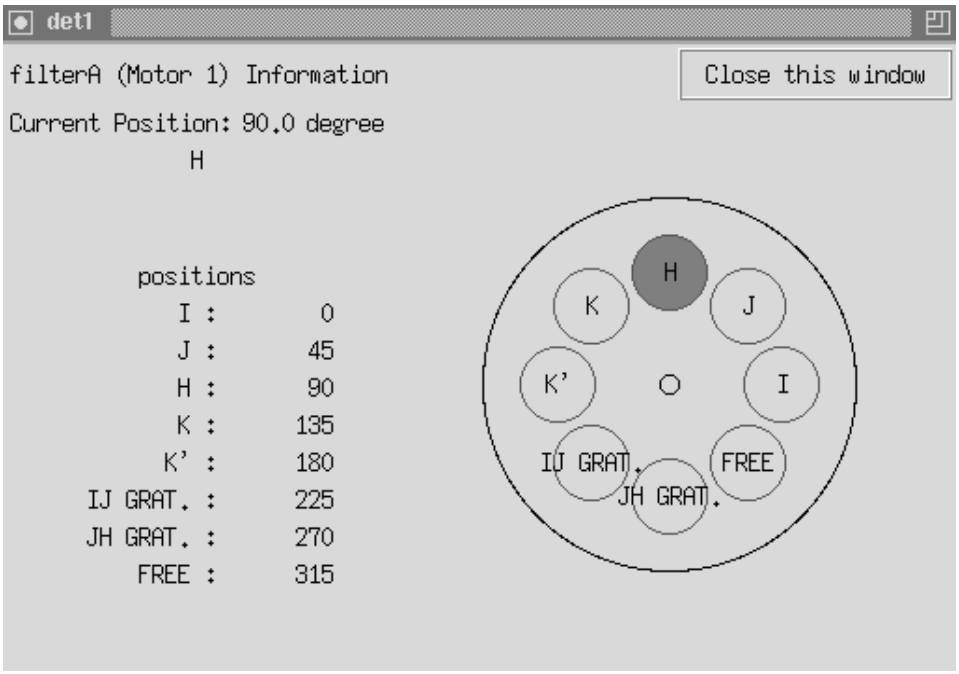


図 28: 同上 (子画面)

## 2　今後の見通し

### 2.1　製作終了までの具体的計画

| | 1997 年 | | | | | | | | | | | | 1998 年 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 京大実験室 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| テスト dewar | * | * | * | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CISCO 試験 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| eng. chip | | | | * | * | * | * | * | | | | | | | | | | | | | | | | |
| sci. chip | | | | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| filter 製作 | | | * | * | * | * | * | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| grism 製作 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | | | | | | | | |
| prism 製作 | | | | | * | * | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 赤外シミュレータ | | | | | | | | | | * | * | | * | | | | | | | | | | | |
| ヒロ施設 | | | | | | | | | | | | | | | | * | | | | | | | | |
| 山頂施設 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 立ち上げ | | | | | | | | | | | | | | | | | * | * | * | | | | | |
| FL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | * | * | | | |
| 試験観測 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | * | | * |

| | 1999 年 | | | | | | | | | | | | 2000 年 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 山頂施設 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 試験観測 | | * | | * | | | | | | | | | * | | * | | | | | | | | | |
| OHS カメラ | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |

### 2.2　性能評価試験及び施設の利用計画

#### 2.2.1　京大実験室

97 年 1 月 ~98 年 3 月の間、赤外シミュレータを利用していない場合はこの場所に置かれ、 CISCO に関するほぼ全ての試験を行なう。主な試験項目は以下の通り。

真空・冷却試験：
- 真空計による真空度測定
- 冷凍器作動 / 停止状態での温度変化測定

モーター駆動試験：
- 室温での駆動試験及びリミット位置調整
- 真空・冷却時での駆動及び発熱量測定
- シャッター最適開閉時間測定
- シャッター耐久試験

光学系試験：
- レーザーを用いた室温での軸合わせ
- レーザーを用いた冷却時の軸位置の変化量測定
- 調整用光源を用いた焦点位置測定及びレンズ位置合わせ
- 結像性能評価
- ゴースト像・内部散乱量評価

姿勢による内部変形量評価
効率測定

検出器 / 制御系 / ソフトウエア試験：

簡易 dewar を用いた効率測定
read noise・ dark current 測定と最適読み出し時間決定
CISCO dewar を用いた最適駆動温度決定
装置開発シミュレータを用いた通信試験

### 2.2.2 赤外シミュレータ

97 年 10 月、 11 月、 98 年 1 月の 3 回にわたり、約 2 週間ずつ観測を行なう予定である。主な試験項目は以下の通り。

各姿勢及び長時間トラッキングでの変形量測定
望遠鏡との光軸合わせ手順の確立
光学系全面での結像性能評価
システム全体での効率評価 (filter/prism/grism を含む)
歪曲量評価と補正方法の確立

### 2.2.3 ヒロ施設

98 年 4 月に輸送される。輸送前後で装置内部に異常がなかったどうかを確かめる簡単なテストを行なう。

### 2.2.4 山頂施設

98 年 5 月よりここに置かれる。望遠鏡に関する各種評価を行なうと同時に、ソフトウエアレベルでの調整を行なう。

## 3　試験観測期および運用当初の見通し

### 3.1　試験観測の時期と体制

98 年 5 月からファーストライトまで、十分な時間ソフトウエアレベルでの調整を行なうことができるため、 CISCO はファーストライト直後の望遠鏡性能確認の段階から用いることができる。 CISCO での試験観測時期は、第一期として、 98 年 10 月 (10 日間)、 98 年 12 月 (7 日間)、 99 年 2 月 (7 日間)、 98 年 4 月 (7 日間) の 4 回、計 31 日間と、第二期として、 2000 年 1 月 (7 日間)、 2000 年 3 月 (7 日間)、計 14 日間を予定している。この間、 OHS 開発メンバーの院生 (または PD) が常時 2 名程度おり、不測の事態に備える。国内では、サイエンスグループによって解析手順の検討、観測ソフトの改良などソフトウエア的支援が行なわれる。 CISCO は第一期の試験観測終了後、赤外ナスミスステージに上げられ、 99 年 7 月以降のナスミス焦点・ OHS 立ち上げ、及び OHS 試験観測に使用される。

### 3.2　主な観測テーマとサイエンスグループ

主な観測テーマ：

96 年 9 月 9・ 10 日の 2 日間にわたり、 FOCAS グループと合同で研究会を行なった。 CISCO はすばる望遠鏡立ち上げ初期の、比較的早い段階から本格的観測に入ることができる装置であるため、統計的観測をしながらすばる望遠鏡での今後の観測に役立てるためのサーベイ装置的役割と、 $2' \times 2'$ という視野を生かした遠方の銀河団研究などの広視野カメラ的役割がある。この研究会では、これらの視点から幾つかの具体的観測計画が提案され、議論された。

• CISCO Prism Survey
概要：直進 prism を用いた $\lambda/\Delta\lambda \sim 20$ 程度の slitless 多天体分光
目的： 2.05<z<2.65 の銀河の H$\alpha$ (eqw>100Å) 検出
限界： $2'\square \times 2$ 領域を 2 晩、 K∼22 (S/N=5)
特長： eqw の大きい H$\alpha$ だけに的を絞り、深い検出限界で多天体同時分光

• z∼2 の Quasar 周辺の観測
概要： z∼2 の Quasar を中心にして I,K,NBF(H$\alpha$) 撮像
目的： Quasar と cluster の関係を調べる
限界： $2'\square \times 2$ 領域を 4 晩、 K∼22 (S/N=10)
特長：一定視野に入る領域が最大の z で、 our Galaxy 程度の天体まで調べる

• Subaru Deep Survey (赤外)
概要： K-band での広域 survey
目的：銀河の形成・進化や宇宙初期の姿・構造の解明
限界： $0.5^\circ\square$ 4 晩、 K∼20 (S/N=10)
特長：大型望遠鏡を用いた分光サーベイ

• z>3 の銀河の分光
概要： Ly$\alpha$ break survey で発見された z>3 天体を CISCO/OHS で分光
目的： z>3 天体の [OII] 輝線検出
限界： 2 天体を 3 晩、 K∼22 (S/N=10)
特長：数 $100M_\odot$/yr 程度の starburst が起こっていれば輝線の検出は可能

その他、
• Protoclusters of Galaxies Survey

• ダークレンズ探査
• 超高光度赤外線銀河 (ULIRG) の deep imaging
等の観測も提案された。

最も期待される初期成果：
CISCO はすばる立ち上げ初期段階での望遠鏡性能評価を行なうと同時に、すばる望遠鏡の性能を世界にアピールするための、最初の科学的観測結果を出すことのできる装置であると考えている。 HST が J/H-band で深い観測を行なうであろうことを顧慮し、 CISCO 単独での観測は主に K-band での撮像観測が中心となる。このため、最も期待される初期成果は、 z∼2 周辺での銀河及び大規模構造の進化に対する、ある程度統計的な新しい観測結果が出せるものと期待している。

サイエンスグループ：
サイエンスグループに関しては、具体的メンバーを決めて定期的に活動することはしていないが、一年に 2 回程度、他の観測装置製作グループや観測装置に関係ないグループを交えて研究会を行なっている。次回は、 97 年 1 月 7 日に IRCS グループらと合同で研究会を行なう予定である。 CISCO が観測を始める直前の 98 年度始めには、サイエンスグループを組織し、赤外シミュレータを用いて調べられた CISCO の実際の性能を基に、集中的に観測に関する議論を進める予定である。

### 3.3 運用当初のサポート体制

CISCO は OHS 装置の一部として管理される。管理に必要な手続きは、全てマニュアル化されているが、共同利用装置として運用を開始してから 2 年間は、サポートサイエンティストとして OHS 開発に携わった PD クラスのメンバーを 1 名常駐させる。マニュアル上の不備の更新などは基本的に現地で行なうが、国内から支援する場合もある。

## 4　製作実施状況及び今後の計画 (OHS 本体)

### 4.1　機械系

• 製作実施状況：
詳細設計図面は完成しており、現在、本体部の見積り及び図面の細部修正を行なっている。

• 今後の計画：
97 年 10 月：本体部製作開始
98 年 2 月：仮組み、動作テスト
98 年 10 月：開発実験センターで組み立て
　　光学系も組み込む
98 年 10 月 ∼99 年 4 月：夜光観測及び総合調整 (温度の低い日の夜に調整)

### 4.2　光学系

• 製作実施状況：
Collimator と Refocus mirror は既に完成している。 HEXTEK との、 1.3m mirror blank の製作とサポート方法についての打ち合せは終了している。

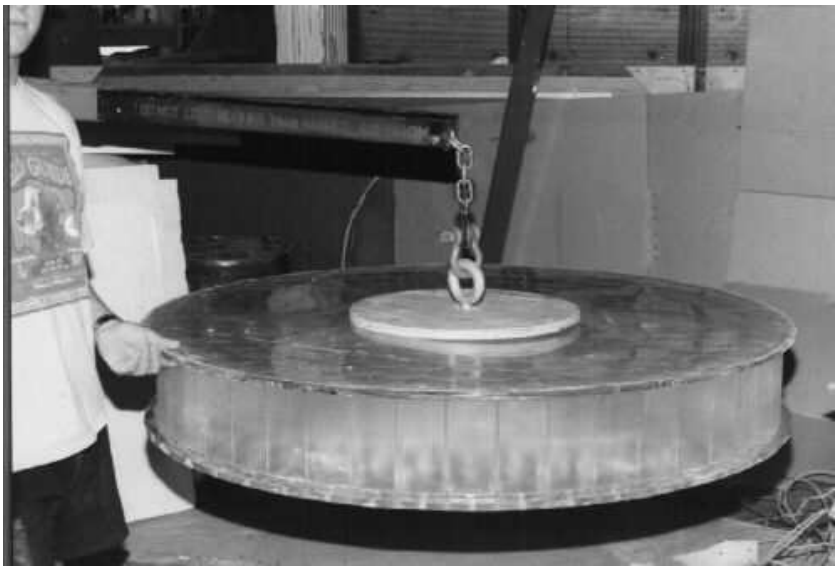

図 29: HEXTEX での Indiana Univ. 1.3m mirror 製作の様子

• 今後の計画：
97 年 4 月： grating, 1.3m mirror 発注 (納期 12∼18 カ月)
97 年 10 月：マスクミラー発注 (納期 12 カ月)
98 年 7 月：夜光マスク、平面鏡発注 (納期 2 カ月)
98 年 7 月： scan 観測用平面鏡及びホルダ製作
99 年 4 月：必要があれば夜光マスク再製作
　　夜光輝線観測用

### 4.3 制御系

- 製作実施状況：
  OHS コントローラの回路図は完成している。

- 今後の計画：

97 年 10 月： OHS コントローラ製作開始
98 年 2 月：動作テスト

### 4.4 ソフトウェア

- 製作実施状況：

OHS 本体に関するソフトウエアのうち、 OHS の各所のモータの制御ソフトに関しては、これらは全て CISCO の制御系と同じく messia のソフトウエアに組み込んで使用する。 (CISCO のソフトウエアの項参照。) 現在のところは、 OHS 本体独自の部分のソフトウエア開発はまだ行っていない。

本観測時の制御手順の確立や簡易解析の方式などに関しても、早い時期に出来上がる CISCO 用のものがある程度出来上がってからそれを OHS 用に拡張する予定である。

- 今後の計画：

97 年末： OHS のモータに関する制御部分の設計、製作完了。
98 年末： (OHS の三鷹での調整時) テスト、問題点の洗いだし、改良。
99 年：本観測用のスクリプト、解析手順などの確立。

## 5　今後の見通し

### 5.1　製作終了までの具体的計画

| | 1997 年 | | | | | | | | | | | | 1998 年 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 本体部製作 | | | | | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | | |
| grating 製作 | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | | |
| 1.3m 鏡製作 | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | | | | | | | | |
| マスクミラー製作 | | | | | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | | |
| 夜光マスク製作 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | * | * | | | | |
| 開発実験センター | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 組み立て・調整 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | * | * | |
| 夜光観測 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | * |

| | 1999 年 | | | | | | | | | | | | 2000 年 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 開発実験センター | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 夜光観測 | * | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 最終調整・観測 | | * | * | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ヒロ施設 | | | | * | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 山頂施設 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 立ち上げ | | | | | * | * | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FL | | | | | | | * | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 試験観測 | | | | | | | | | * | | * | | | | | * | | | | | | | | |
| 定常運用 | | | | | | | | | | | | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * |

### 5.2　性能評価試験及び施設の利用計画

#### 5.2.1　開発実験センター

工場での仮組の後、各部品ごとに搬入される。光学系は直接搬入される。搬入時期は 98 年 2 月以降 9 月までばらばらに搬入されるが、大部分は 9 月に集中するものと予想される。ここでは、光学系を組み込んだ組み立て、 scan mirror を用いた夜光観測、最終的な調整及び性能評価が 99 年 3 月まで行なわれる。主な項目は以下の通り。

組み立て：

3 人がかりで 2 日?

夜光輝線観測：

2 つ目の grating の代わりに scan 用回転ステージと平面鏡を用いる

レーザーでの軸合わせ、 Ar lamp を用いた調整

簡易カメラとファイバーを用いて、波長分解能 5500 での夜光輝線観測

夜光マスクを用いた確認観測

総合調整及び性能評価：

伸縮アーム再現性 check

メンテナンス手順の確立

2 つ目の grating を用いて夜光観測

夜光マスク位置合わせと夜光除去率の測定

### 5.2.2 ヒロ施設

99 年 4 月に輸送され、ここに一時保管される。ここでの組み立ては行なわない。

### 5.2.3 山頂施設

99 年 5 月に輸送し、赤外ナスミス台上で組み立てを行なう。レーザー /Ar lamp を用いた調整の他、可能であればファイバーを用いた夜光観測をし、夜光マスク位置合わせを行なう。CISCO を用いた夜光除去率の測定と、抜け残っている夜光輝線がないか最終 check を行なう。

## 6　試験観測期および運用当初の見通し

### 6.1　試験観測の時期と体制

OHS 本体と CISCO と組み合わせての調整は山頂でしか行なわないため、 OHS 立ち上げにはある程度時間がかかるものと予想される。 CISCO の試験観測が終了し、 OHS 本体部の組立てが終了した 99 年 6 月に較正用光源等を用いて集中的に調整し、 99 年 7 月のナスミス焦点ファーストライトに間に合わせる。試験観測は、第一期として、 99 年 8 月と 10 月に 15 日間ずつ計 30 日間、第二期として、 2000 年 4 月に 7 日間行なう。試験観測期間中は、 OHS 開発メンバーの院生 (または PD) が常時 2 名程度おり、不測の事態に備える。国内では、 CISCO の場合と同様に、サイエンスグループによって解析手順の検討、観測ソフトの改良などソフトウエア的支援が行なわれる。

### 6.2　主な観測テーマとサイエンスグループ

主な観測テーマ：
OHS は広い視野を持たないため、多くの天体の観測を同時にすることはできない。しかし、一つの天体の分光観測能力においては、 HST をはじめ、他の観測装置を上回る性能があるので、遠方天体を研究する上での、 key となるような重要な分光観測に用いられるものと予想される。 OHS 立ち上げ初期の段階では、通常の天体よりも明るい天体である電波銀河を中心に、これまで得られなかった J/H-band でのスペクトル情報が得られるものと期待されている。また、形成中の通常の銀河に対しても、銀河年齢を決定する上で決め手となる Balmer jump, 4000Åbreak の観測を行なっていく予定である。具体的観測計画を以下に示す。

• Emission-lime Mapping Project
概要： HZRG の alignment axis 方向に slit を当て、 OHS で J/H 分光
目的： 2.0<z<2.6 HZRG の [OII], [OIII], [NeIII] 等の輝線の一次元空間分布を調べる
限界： 10 天体を 4 晩、 H∼22 (S/N=10)
特長：輝線比の一次元空間分布を調べることにより、 alignment effect の原因や、
　　HZRG の構造に迫る

その他、
• Ly break galaxy の Balmer jump 観測
• z>5 quasar 候補天体の同定
などが考えられる。

最も期待される初期成果：
電波銀河の形成に関する、ある程度統計的なデータ。母銀河の性質を調べる事により、近傍とは全く異なる high-z での電波銀河の形成の様子を明らかにする。

サイエンスグループ：
CISCO のサイエンスグループと基本的には同じメンバーで議論していこうと考えている。

### 6.3　運用当初のサポート体制

CISCO は OHS 装置の一部として管理される。管理に必要な手続きは、全てマニュアル化されているが、共同利用装置として運用を開始してから 2 年間は、サポートサイエンティストとして OHS 開発に携わった PD クラスのメンバーを 1 名常駐させる。マニュアル上の不備の更新などは基本的に現地で行なうが、国内から支援する場合もある。