

系外惑星探索用高分散分光器 GAOES-RV

- せいめい望遠鏡と専用分光器を用いた中質量星周りの短周期惑星の探索 (基盤A:2018-2021年度)
- 高金属量巨星を巡る惑星の重点探索
 - 中質量星周りで短周期惑星が見つかり始めているが、従来の中質量巨星を対象とした惑星探索 (e.g. 188cm/HIDES) では、中心星の質量推定誤差が大きく、確実に中質量星 ($M > 2M_{\odot}$) であると考えられるサンプルが非常に少ないため、統計的な解釈が困難
 - 確実に重い恒星と考えられる高金属量 ($[Fe/H] > 0.1$) G型巨星を対象とする
 - 数千個の巨星から高金属量巨星候補を測光データを使った機械学習によって事前に選定
 - せいめい望遠鏡にぐんま天文台高分散分光器GAOESを移設し、視線速度精密測定機能を追加 (GAOES-RV)
 - 約250個 ($V < 8$) の高金属量巨星に対し視線速度法による2年間の惑星探索を実施し、重い恒星の周りの惑星分布を格段に高い信頼度で描き出す (20個以上の惑星発見が見込まれる)

2021年中の試験観測、2022年の科学観測を目指している

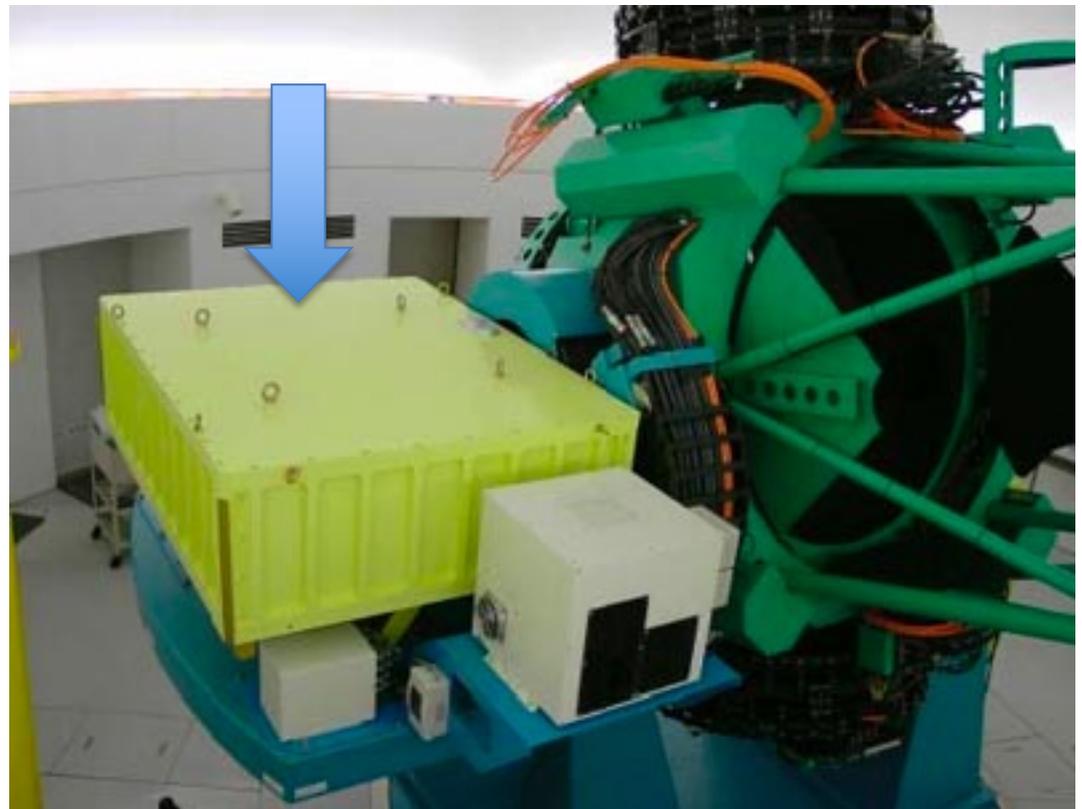
体制

- 佐藤文衛(東京工業大:代表):全体統括、観測、データ解析
- 神戸栄治(国立天文台:連携):分光器改造・移設の統括
- 橋本修(ぐんま天文台:連携):分光器改造・移設、ぐんま150cm鏡GLOWSの運用
- 泉浦秀行(国立天文台:連携):京大岡山3.8m鏡への分光器受入、岡山188cm鏡HIDESの運用協力
- 大宮正士(ABC:連携)、原川紘季(ABC:連携)、宝田拓也(ABC:協力)、長谷川棕(東京工業大:協力):サンプル選定観測、系外惑星探索観測、データ解析
- 成田憲保(東京大:連携):岡山188cm鏡MuSCATの運用
- 松林和也(京都大:連携):京大岡山3.8m鏡KOOLS-IFUの運用、現地受入
- 本田敏志(兵庫県立大:連携):なゆた2m鏡MALLSの運用
- 堀安範(ABC:連携):惑星形成シミュレーション
- 國友正信(久留米大:協力):恒星進化・惑星軌道進化計算、サンプル選定観測
- 田實晃人(国立天文台):現地受入

GAOES@ぐんま1.5m望遠鏡

→ GAOES-RV@せいめい3.8m望遠鏡

波長域	360 - 1000 nm
分解能	70,000 (スリット幅 1.0", 3.2 画素) 100,000 (スリット幅 0.6", 2.0 画素, 最大)
スリット長	8 arcsec (720 μ m)
検出器	e2V CCD44-82 15 μ m \times 15 μ m 画素 2048 \times 4096 画素 冷凍機冷却
読み出し	MFront2 + Messia-V 読み出しノイズ3e-以下
方式	セミ-リトロウ
コリメータ	レンズ方式
カメラ	レンズ方式
エシェル回折格子	R = 2.8, 31.6 gr/mm ブレード角 (71 deg)
クロスディスペーザ	(赤) 250 gr/mm (ブレード角 600 nm, 4.5 deg) (青) 400 gr/mm (ブレード角 415 nm, 4.8 deg)
効率	> 10 %
限界等級	10等, S/N = 50, 2 hours
大きさ	1.37 m(D) \times 1.74 m(W) \times 0.9 m(H)
重量	~ 900 kg
製造	株式会社ジェネシア



http://www.astron.pref.gunma.jp/instruments/device_nhds.html

GAOES-RV (Gunma Astronomical Observatory Echelle Spectrograph-Radial Velocimeter) の主な仕様

- ✓ 全体: せいめい望遠鏡赤ナスミス台から光ファイバーで分光器へフィード、分光器は精密空調 (<math><0.2^{\circ}\text{C}</math>)された分光器室 (@ドーム2F) 内に設置
- ✓ 波長基準: ヨードセル (器械輪郭情報の取得も)、Th-Arランプ
- ✓ 視野: ~ 2.4 秒角 (岡山の典型的シーイング ~ 1.5 秒角より大)
- ✓ フィードファイバー: 八角形コア (スクランブリング性能の改善)
- ✓ 分光器入射部: イメージスライサー (高効率化、高安定化)
- ✓ 波長分解能: $R(\lambda / \Delta \lambda) \sim 55000$ (固定)
- ✓ 観測波長域: $\sim 500\text{--}580\text{nm}$ (固定 & 狭い、視線速度測定特化)
- ✓ 視線速度測定精度: 最高 $\sim 1\text{m/s}$ (S/Nによる)
- ✓ 感度 (推定): $V \sim 8$ 等級で30分積分でS/N ~ 200 程度
 - G型星で数m/sの精度に相当
- ✓ 他機能: 独自にオートガイダーを装備、使い勝手はHIDES-F程度を目標
- ✓ 稼働予定時期: 試験観測2021年内、科学観測2022年
- ✓ 想定される観測例: FGK型星の系外惑星探索や星震学、組成解析

焦点引き出し部～光ファイバー入射部

断面 A-A

150

360

1062

焦点

130

460

80

540

小型装置フランジ面

A

20

24

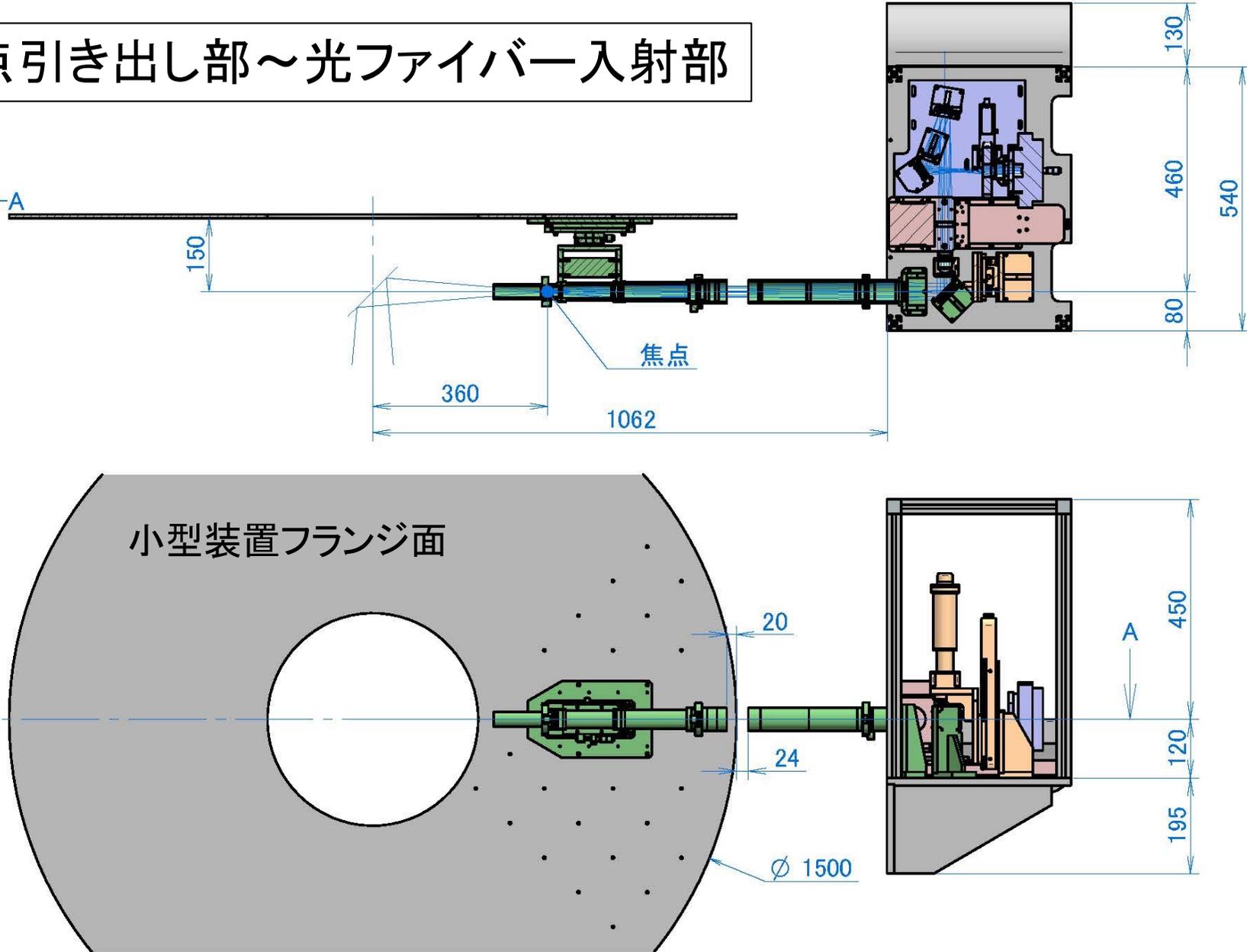
φ 1500

450

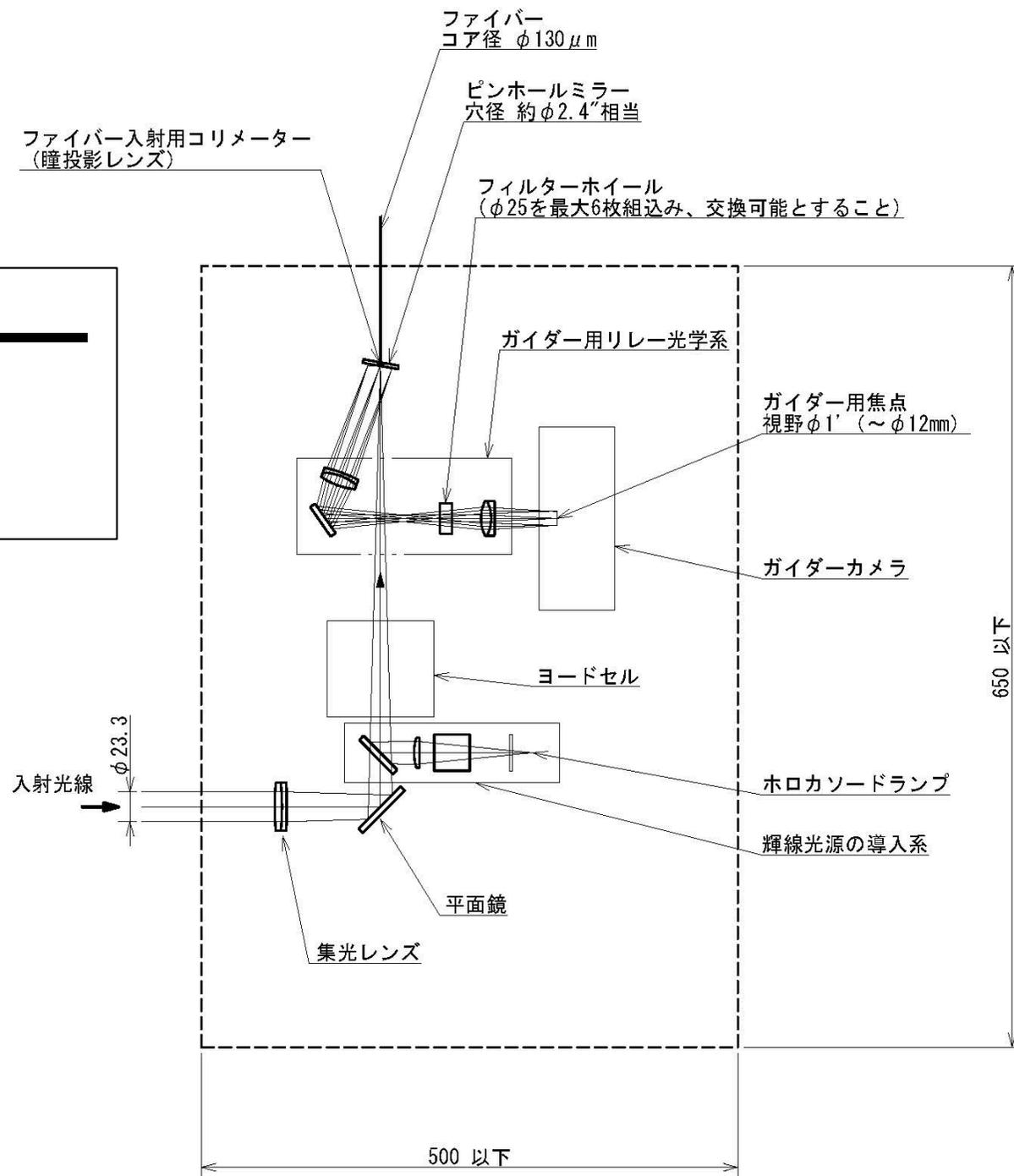
120

195

A



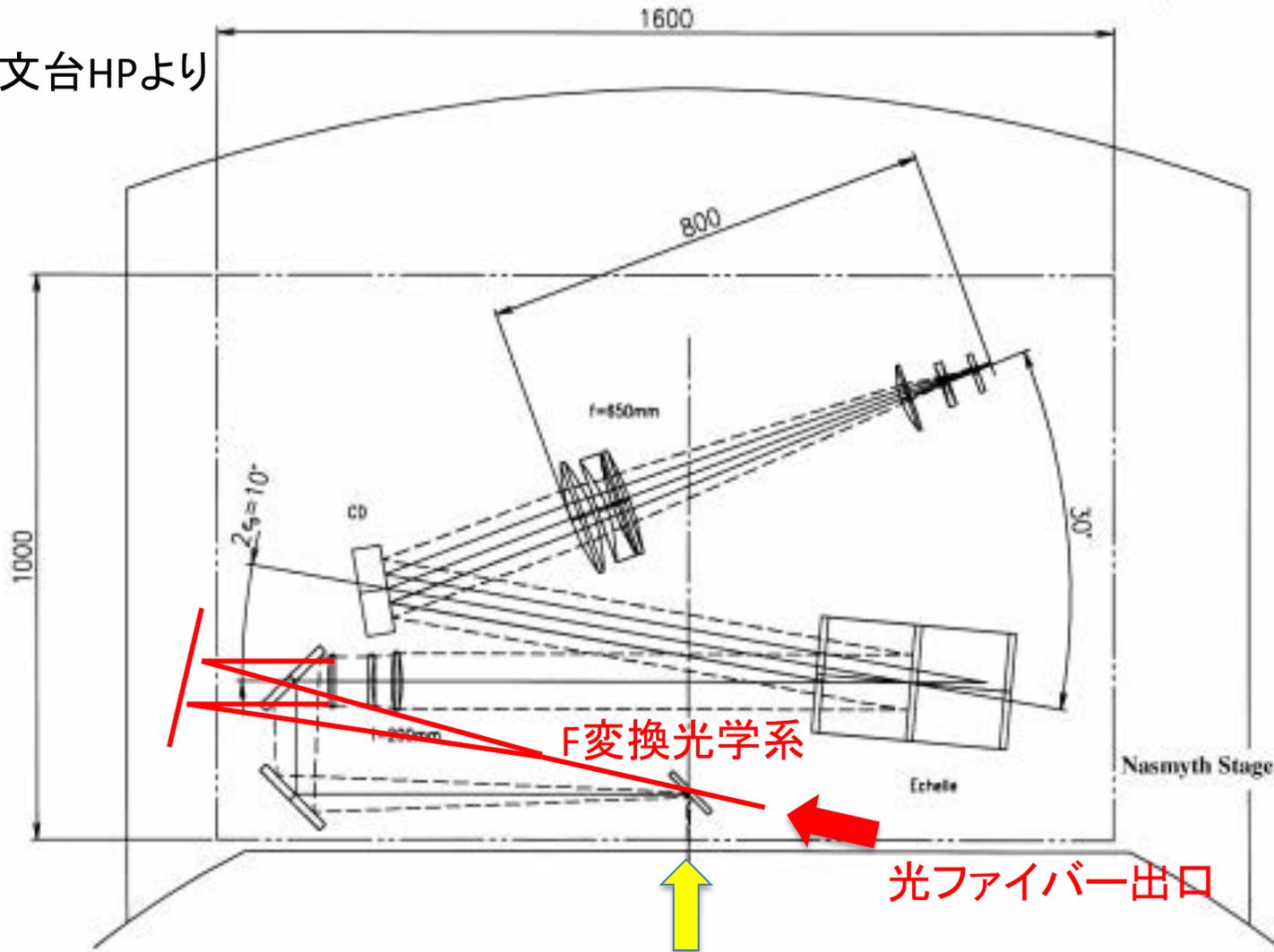
光ファイバー 入射部



GAOES の光学系

→ GAOES-RVの光学系

ぐんま天文台HPより



望遠鏡から

イメージスライサー

Φ130um
F3.0
(FOV~2.4")

➡

Φ1.3mm
F30

➡

260um
(5 slices)

➡

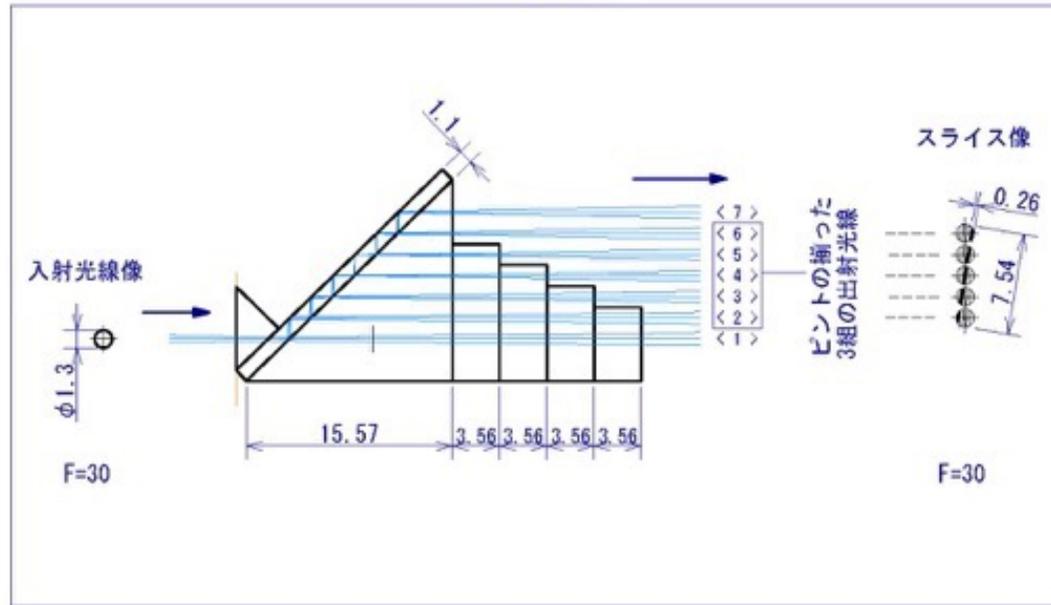
108um
F12.5

ファイバー



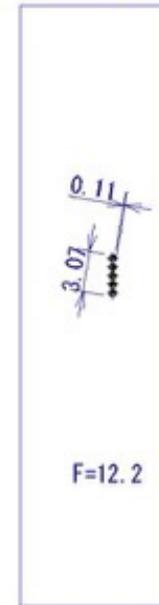
F変換
F3.0 → F30

イメージスライサー

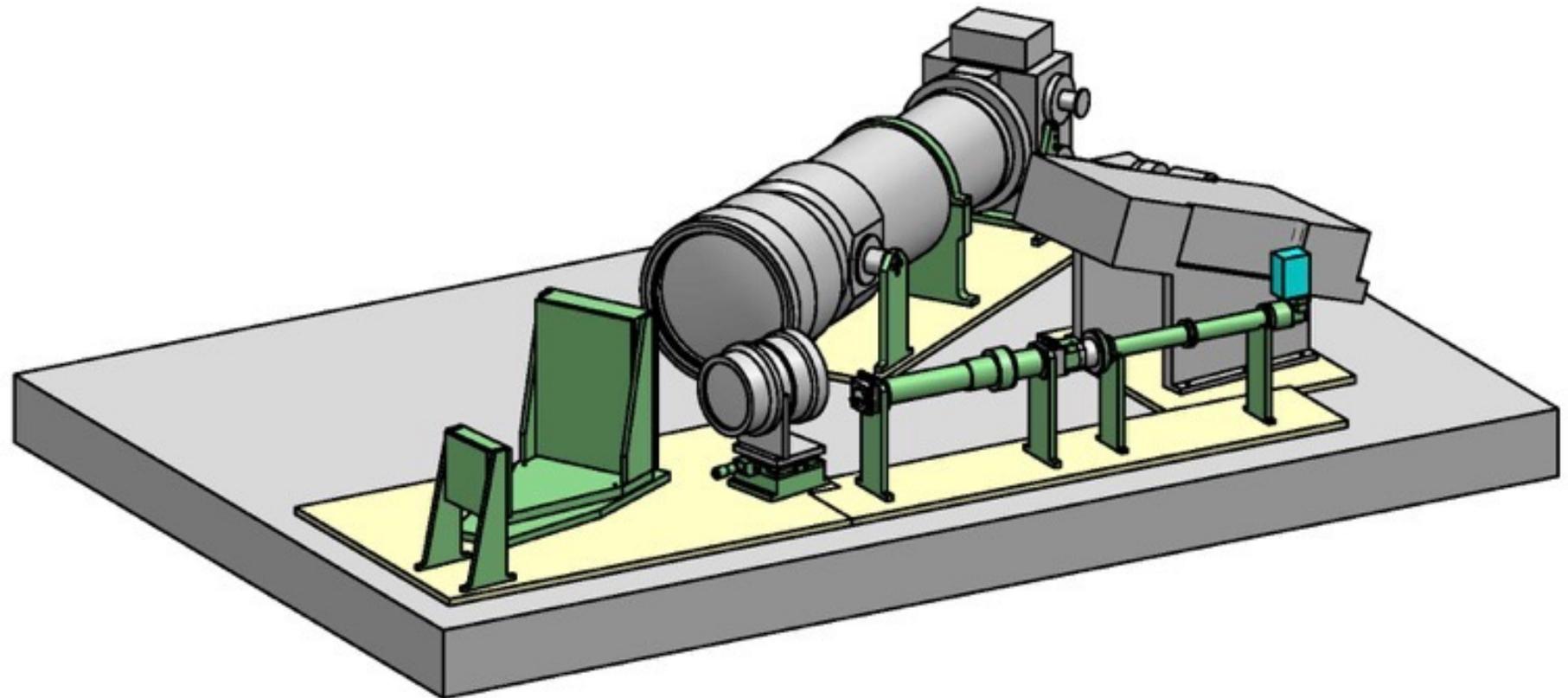


F変換
F30 → F12.2

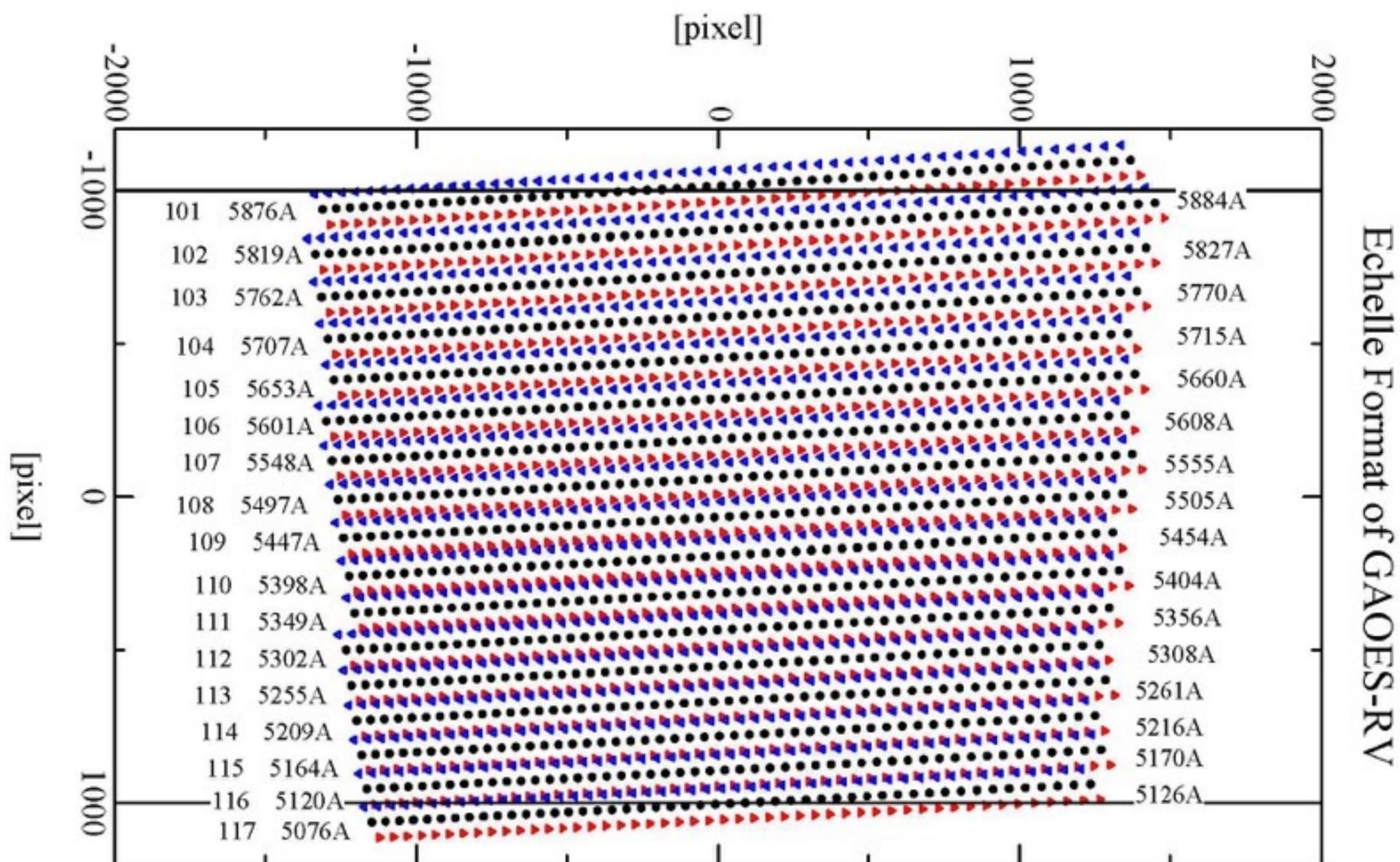
GAOES
コリメーターへ



全体レイアウト



Echelle Format



平面図

単位mm

(高さは2450)

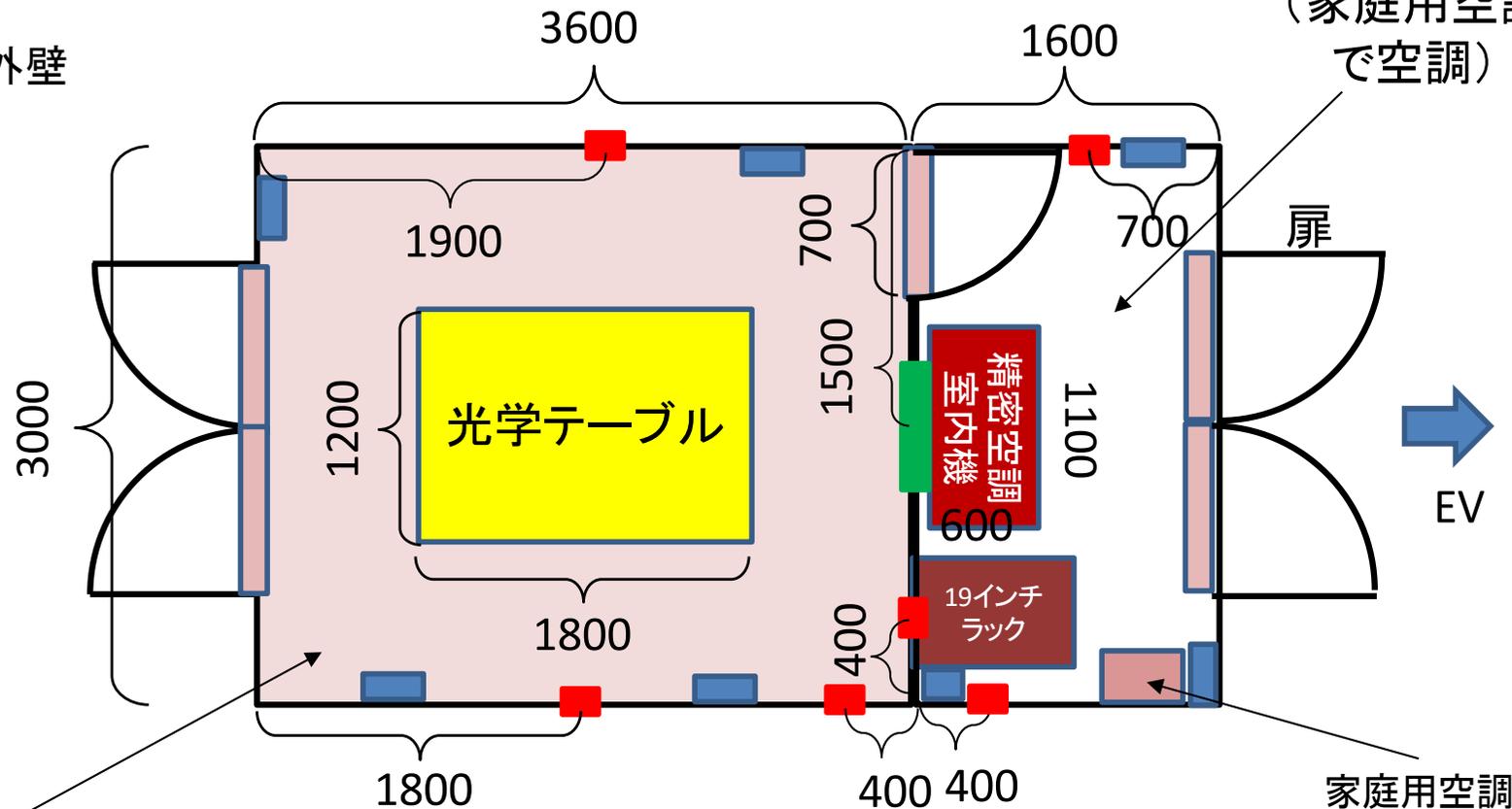
望遠鏡ピア

数字は外寸

開口位置は外壁からの距離

前室
(家庭用空調
で空調)

ハッチ



分光器室
(精密空調対象)

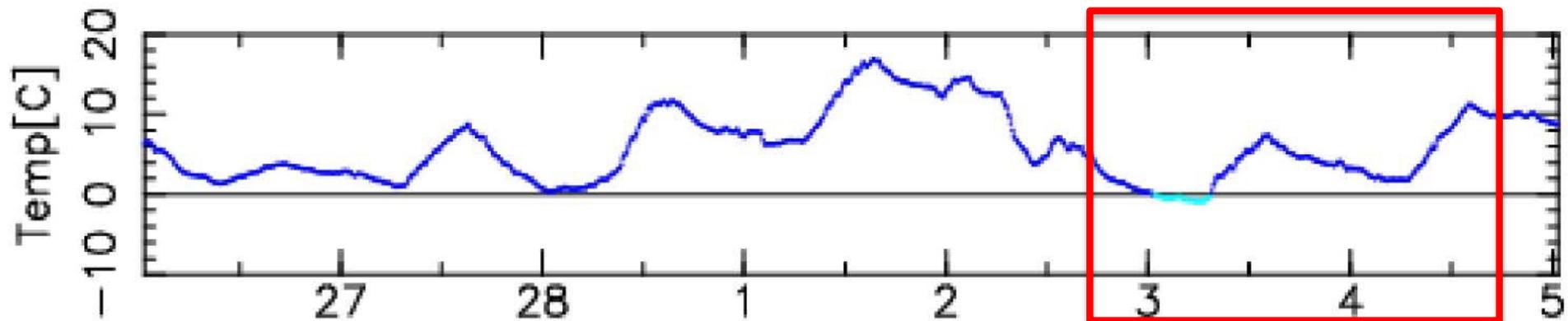
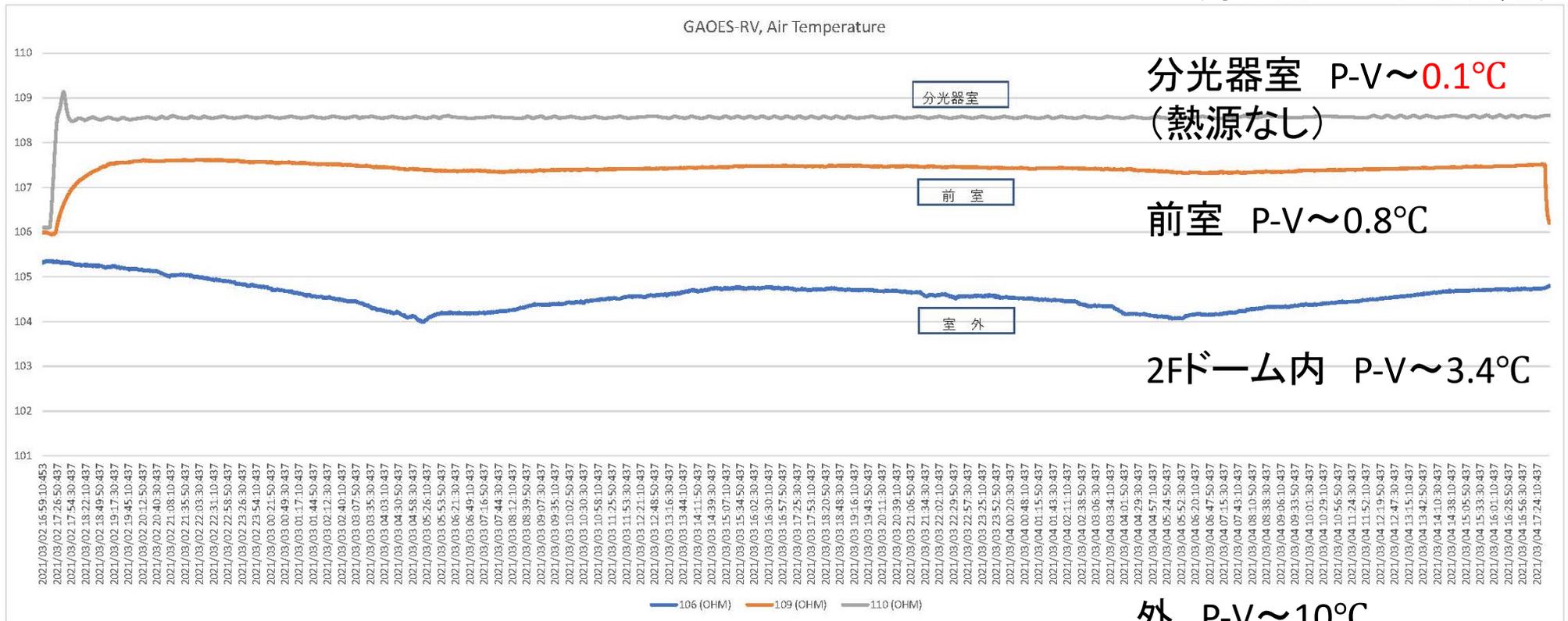
- 100V, 3穴2口コンセント
- 小開口 (200x150; 横長長方形)
- 空調室内機用開口



設置された分光器室(せいめいドーム2F)

分光器室内温度変化(2021/3/2-4)

(泉浦さんによる測定)



進捗状況と今後の予定

- 2018年度
 - 分光器光学系の概念設計
 - イメージスライサー製作
 - 天体用光ファイバー購入
 - ぐんま天文台と東工大の間で賃貸借契約締結
- 2019年度
 - F変換光学系の詳細設計
 - 分光器光学系(光量モニター含む)の詳細設計、製作
 - 分光器機械系の詳細設計、製作
 - クロスディスパーザー購入
 - 恒温室設置、精密空調設置、光学定盤設置
- 2020年度
 - 分光器機械系の詳細設計、製作
 - 焦点引き出し部・光ファイバー入射部の設計、製作
 - 分光器主要部分をぐんま天文台から岡山天文台に移送
 - 分光器室前室エアコン設置、照明設置
- 2021年度
 - 分光器機械系の詳細設計、製作(8月中に完了見込)
 - 光ファイバー端面処理、敷設(進行中)
 - 制御システムの設計、製作(進行中)
 - 全体統合、総合調整、試験(10-12月;11、12月試験観測予定)
 - 観測実施