

FITE用遠赤外線 圧縮型Ge:Ga二次元アレイセンサ開発の現状

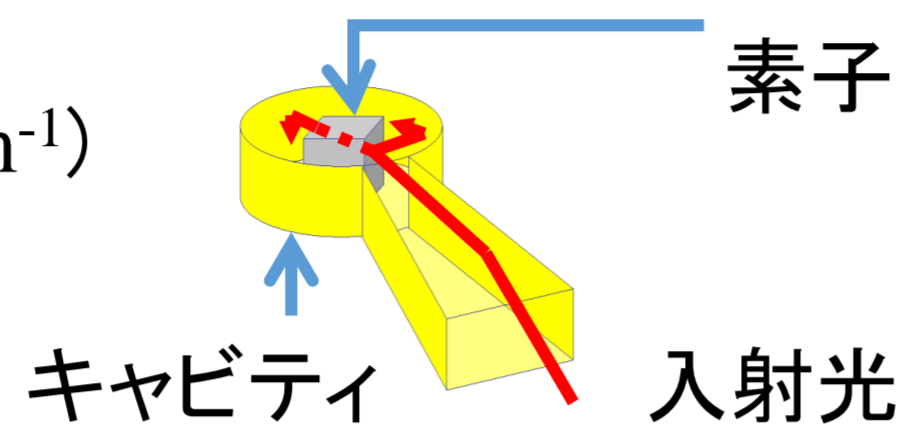
中道みのり, 芝井 広, 佐々木彩奈, 寺農 篤, 伊藤哲司, 大山照平, 住 貴宏, 深川美里,
栗田嘉大, 小西美穂子 (大阪大), 山本広大 (京都大), 成田正直 (宇宙研/JAXA)

宇宙空間にはダスト(ミクロンサイズの鉱物、典型的に100 μmで熱放射する)が存在している。ダストをもとに惑星が形成されると考えられているため、ダストの観測は惑星形成理論において非常に重要である。ダストの熱放射に対応する、波長100-200μmの光に感度を持つ最高感度の光検出器が圧縮型Ge:Ga検出器である。Spitzer、あかり、Herschelなど各国の天文衛星に搭載され、遠赤外線での宇宙観測で大きな実績をあげている。我々の研究グループは、電磁波解析によるキャビティ形状の最適化および加圧機構の配置の工夫をおこない、コンパクトな二次元アレイ検出器を製作し、今までにない高感度小型化を達成した。本研究ではこの構造をもとに新たに開発した5段15列の二次元アレイ検出器の性能試験を行っている。

検出器の特徴

- Ge:Gaは光の吸収係数が小さい
($\lambda=100\mu\text{m}$ の光に対して 2.5cm^{-1})

➢ キャビティ構造が必要



- 目標の約150μmの波長に感度を持つためには受光素子を強い力(約300N/mm²)で加圧し続けなければならない

➢ 加圧機構が必要

感度の向上、検出器の小型化、素子の二次元配列化が容易ではない

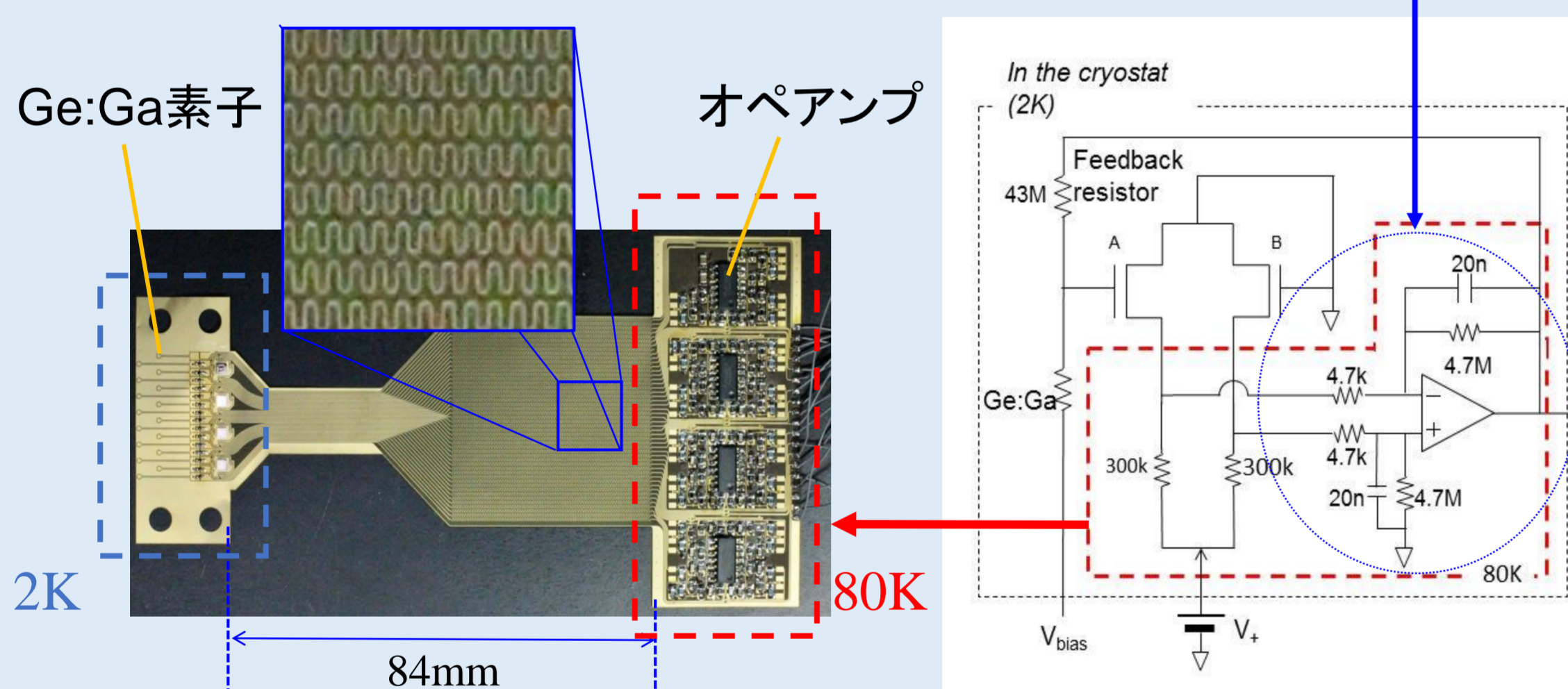
15素子リニアアレイ検出器で今までにない高感度小型化を達成
感度**100 A/W**(量子効率にしておよそ**80%**)
素子サイズ(**0.5mm角**)、ピクセルピッチ(**1.5mm**)

観測機器名	素子サイズ(mm)	ピッチ(mm)	感度(A/W)
Spitzer	1×1×1	20	7
あかり	0.5×0.5×0.5	1	17
Herschel	1×1×1	3	37.8
FITE	0.5×0.5×0.5	1.5	100

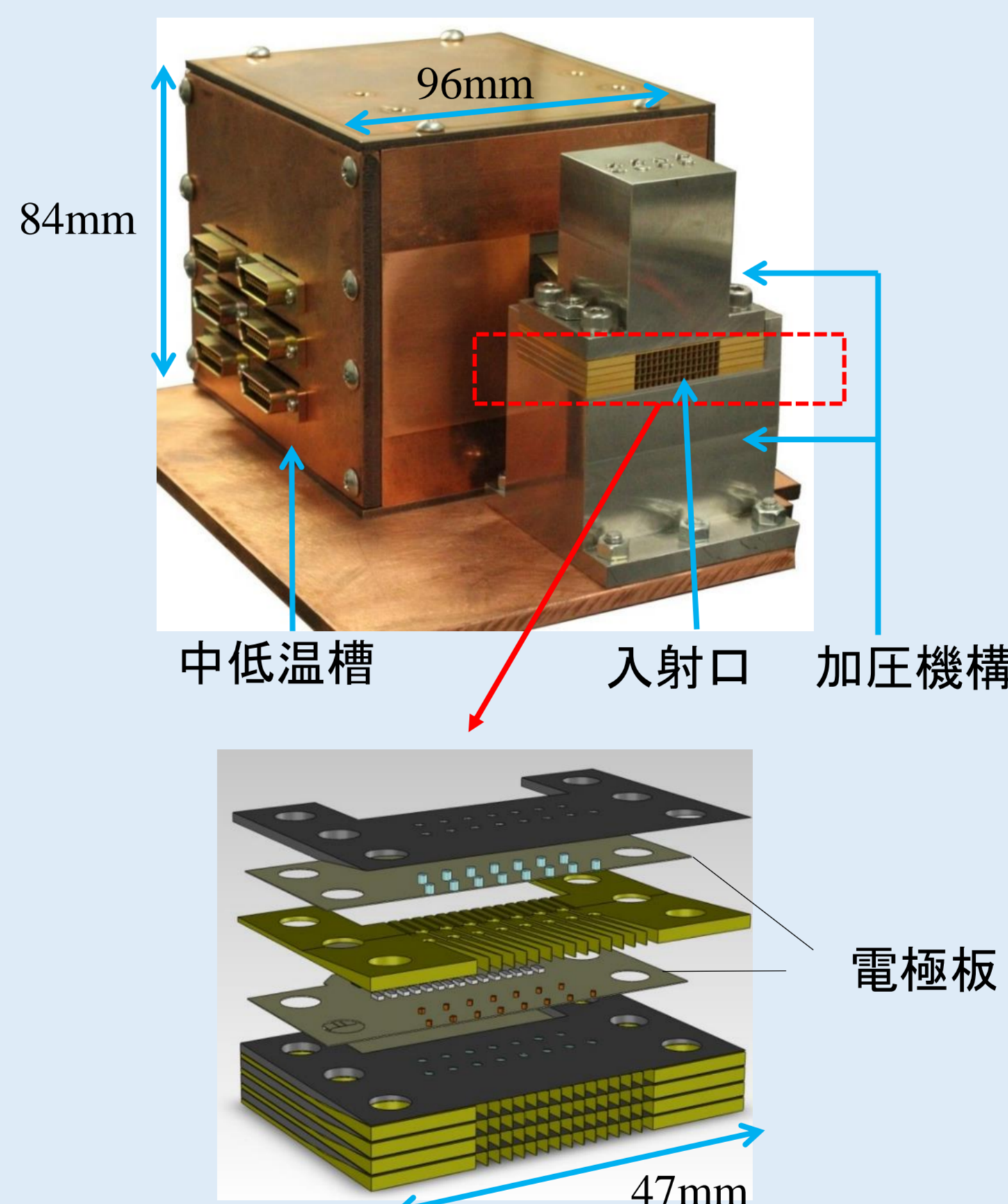
電極板

- オペアンプをクライオスタット内部に入れて80Kに保温
配線短縮(2m→84mm)、配線数1/3に削減
➢ ノイズ削減
- パターン間隔が狭く、距離を長くとったため浮遊容量が発生
➢ ローパスフィルタを設置
➢ 差動増幅回路でオペアンプのゲインを1000倍に制限

↓ 出力信号の発振

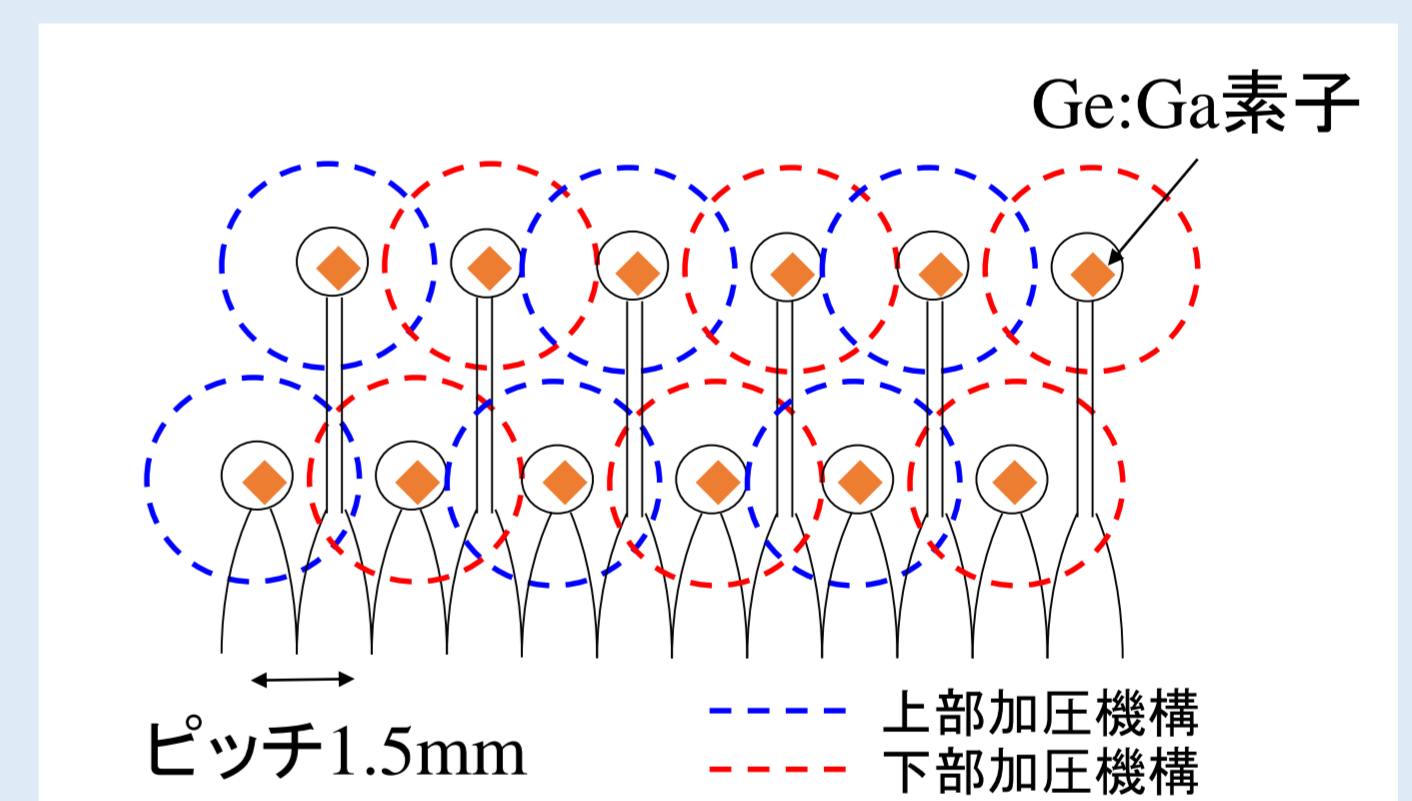


全体の構造



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75

検出器ピクセルが正常に動作しない箇所
(入射口正面から見たピクセル配置)

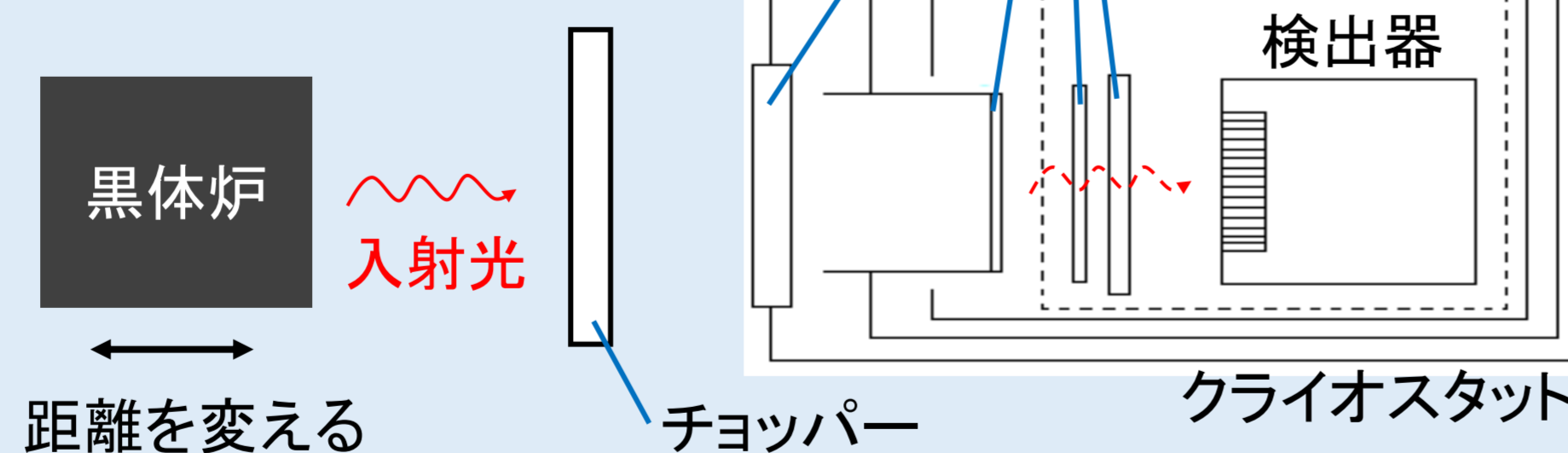


2列ごとに加圧機構を上下に振り分けることで小型化を実現

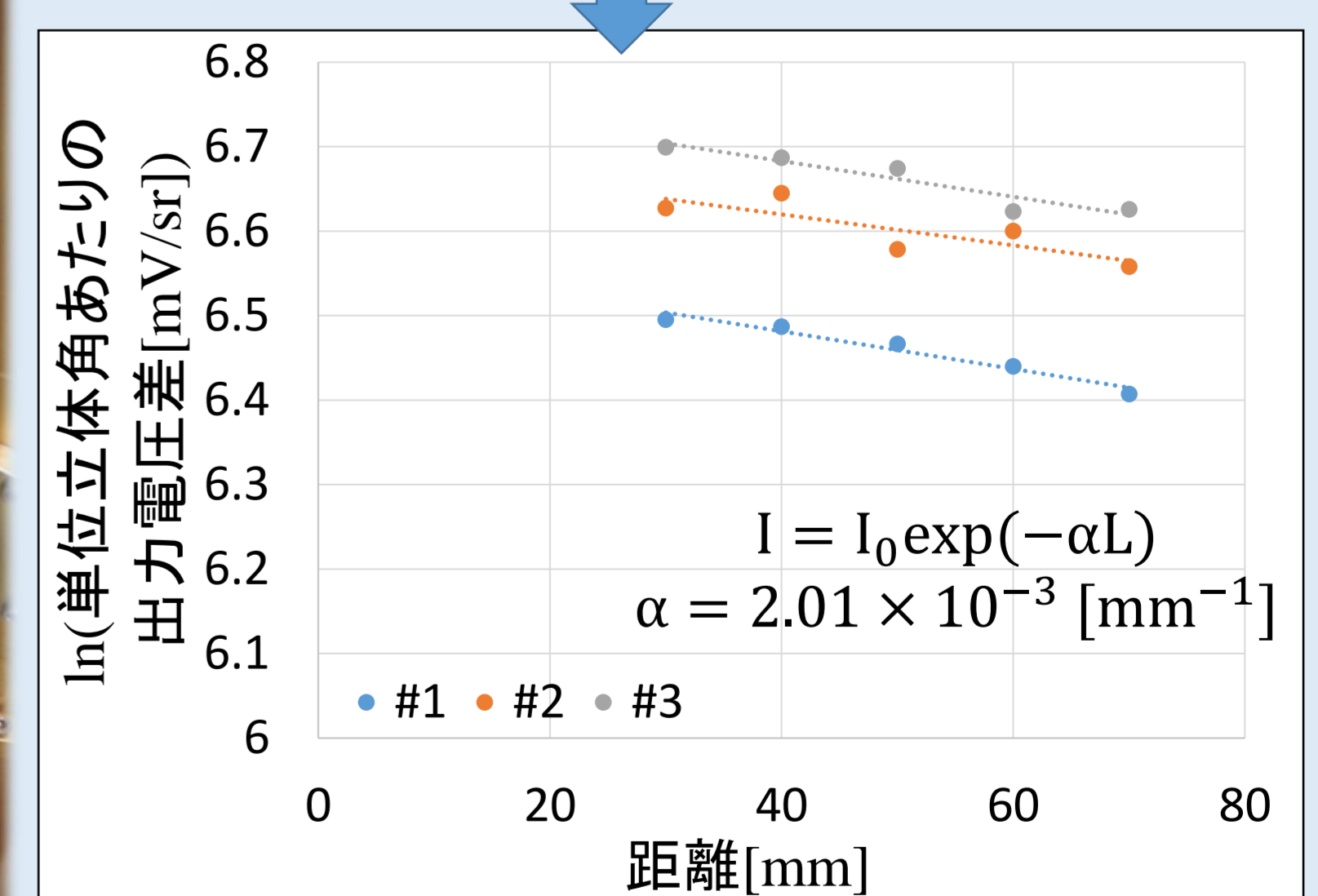
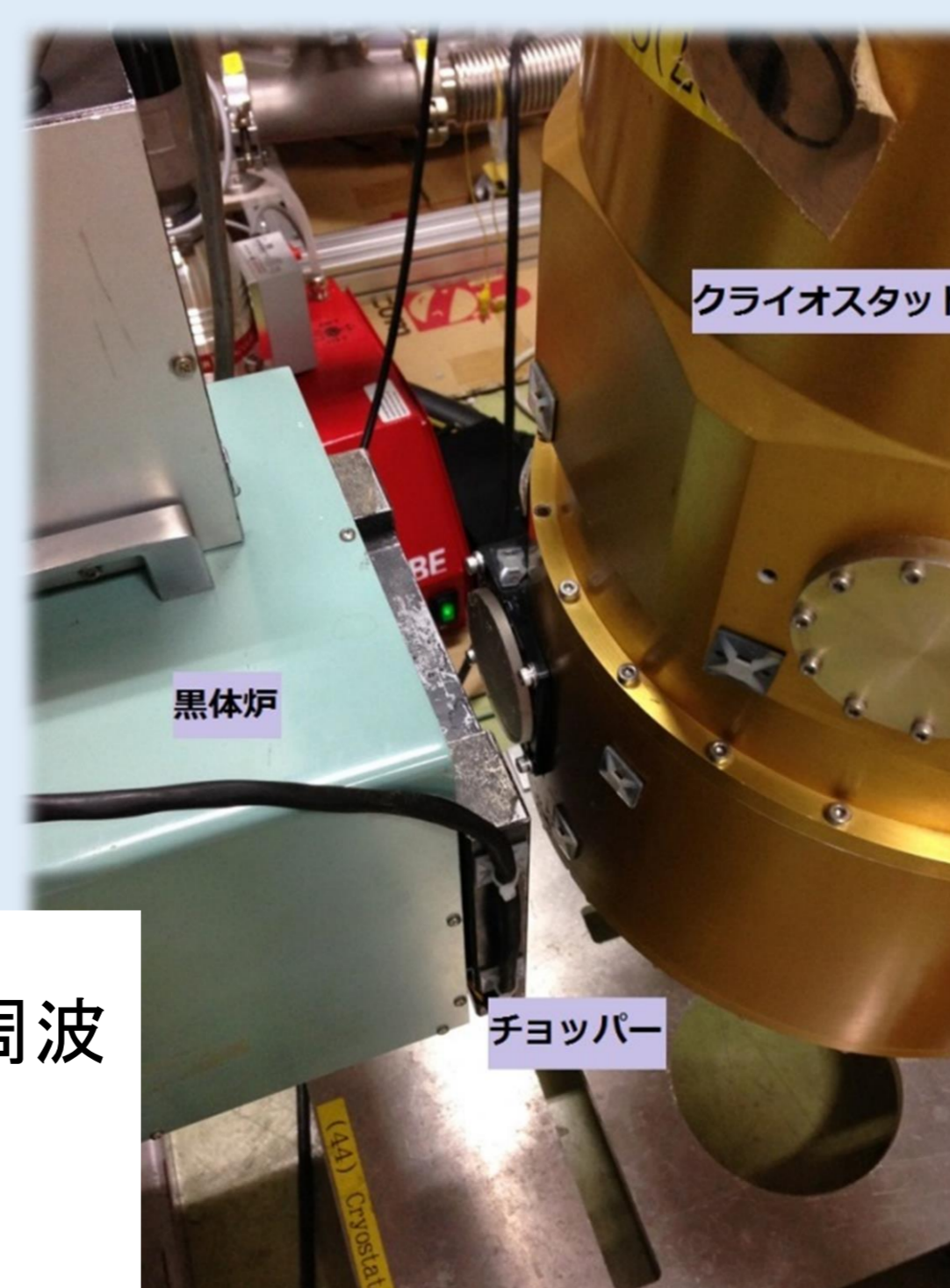
感度試験

黒体炉(約1000K)を光源として感度試験を行った

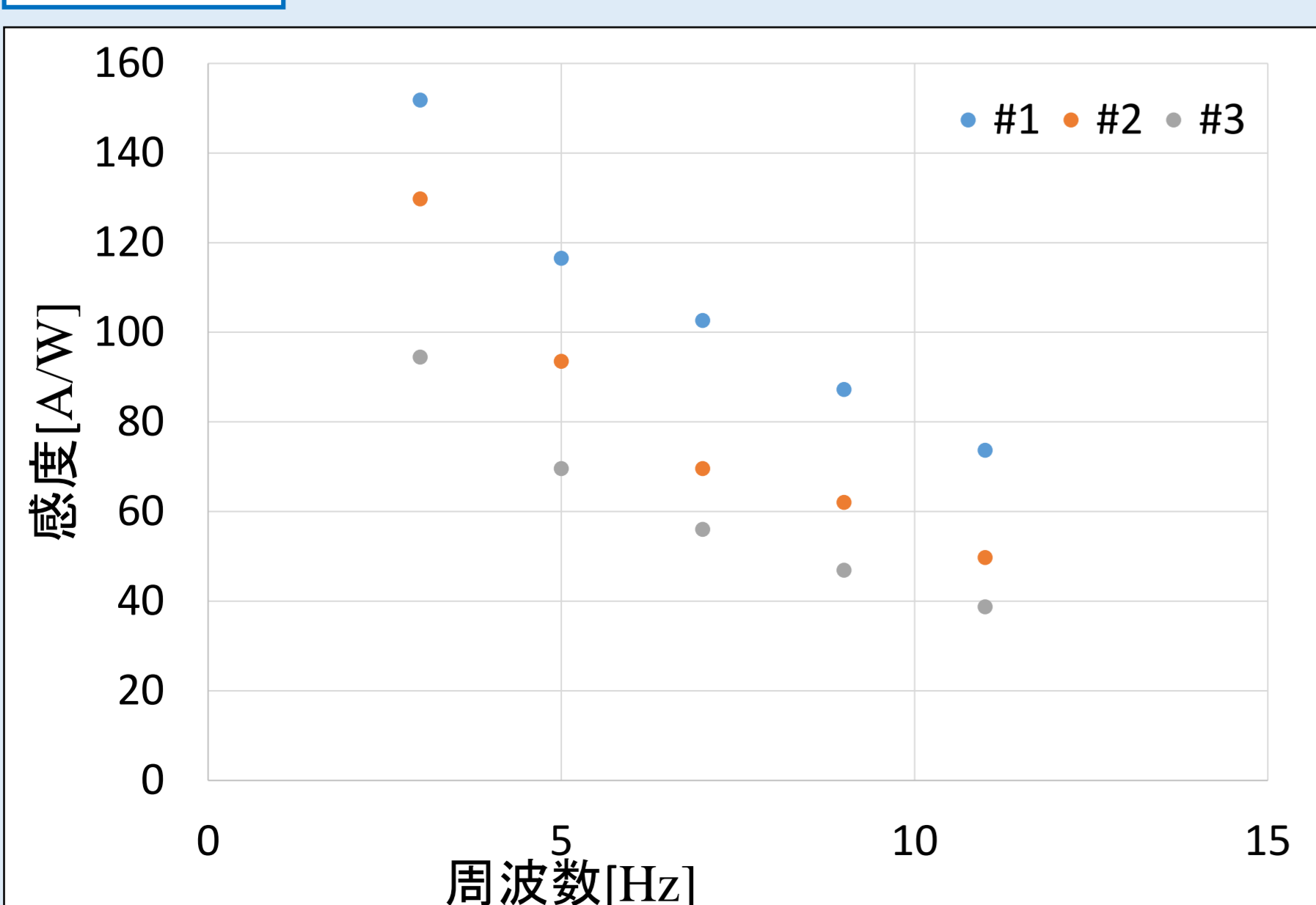
$$\text{感度[A/W]} = \frac{\text{光電流[A]}}{\text{入射光量[W]}}$$



大気中のH₂Oは遠赤外線を大幅に吸収するため、入射光量の補正が必要
➢ 黒体炉と検出器の距離を変えて測定(大気の吸収係数を求める)



結果



ローパスフィルタの影響で高周波ほど感度が低い
➢ 性能はDC感度で評価

平均感度 **約180A/W**
 η_G 約1.5
(有感波長 150μm)

今後

- ノイズ測定
- 波長感度測定