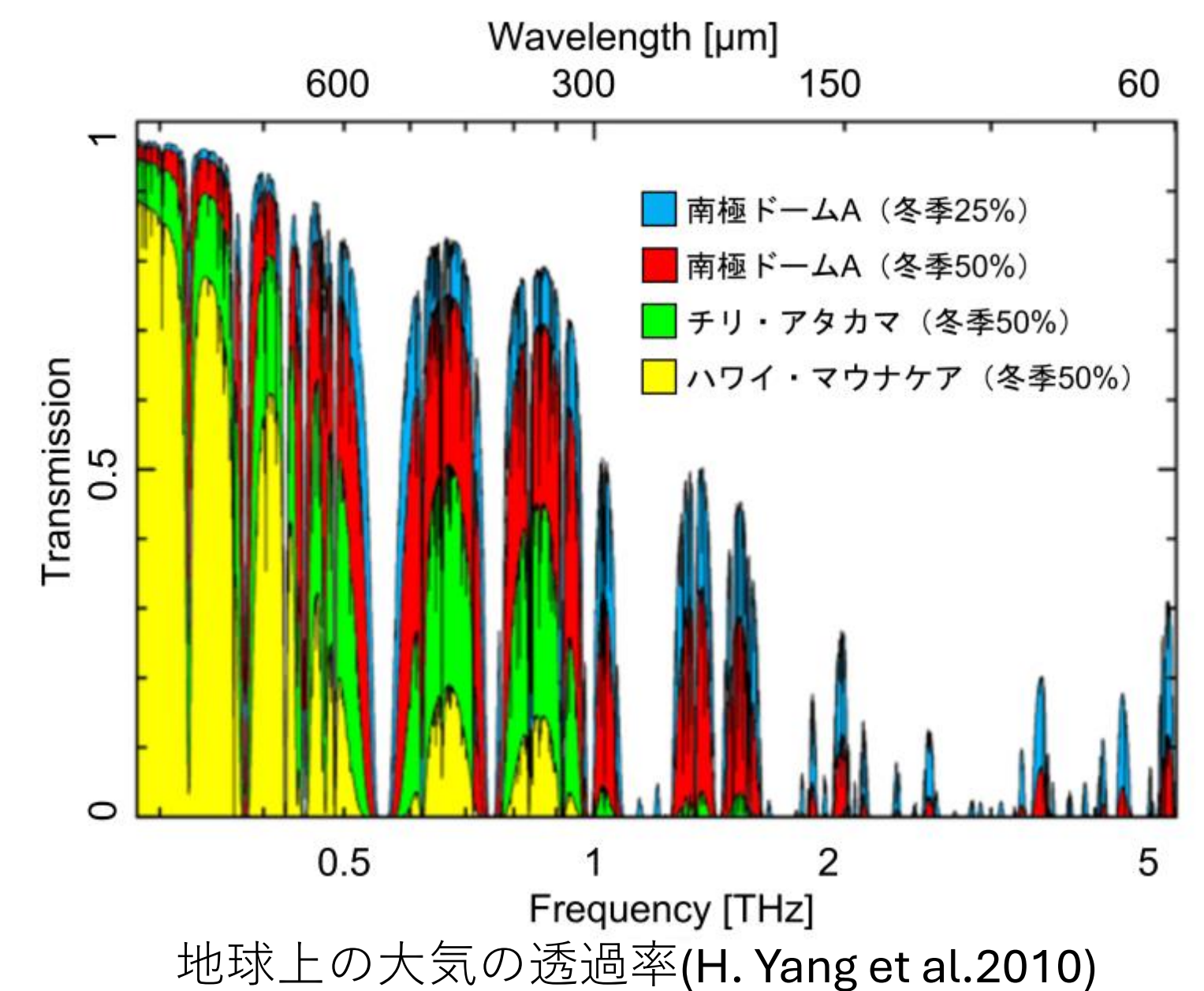
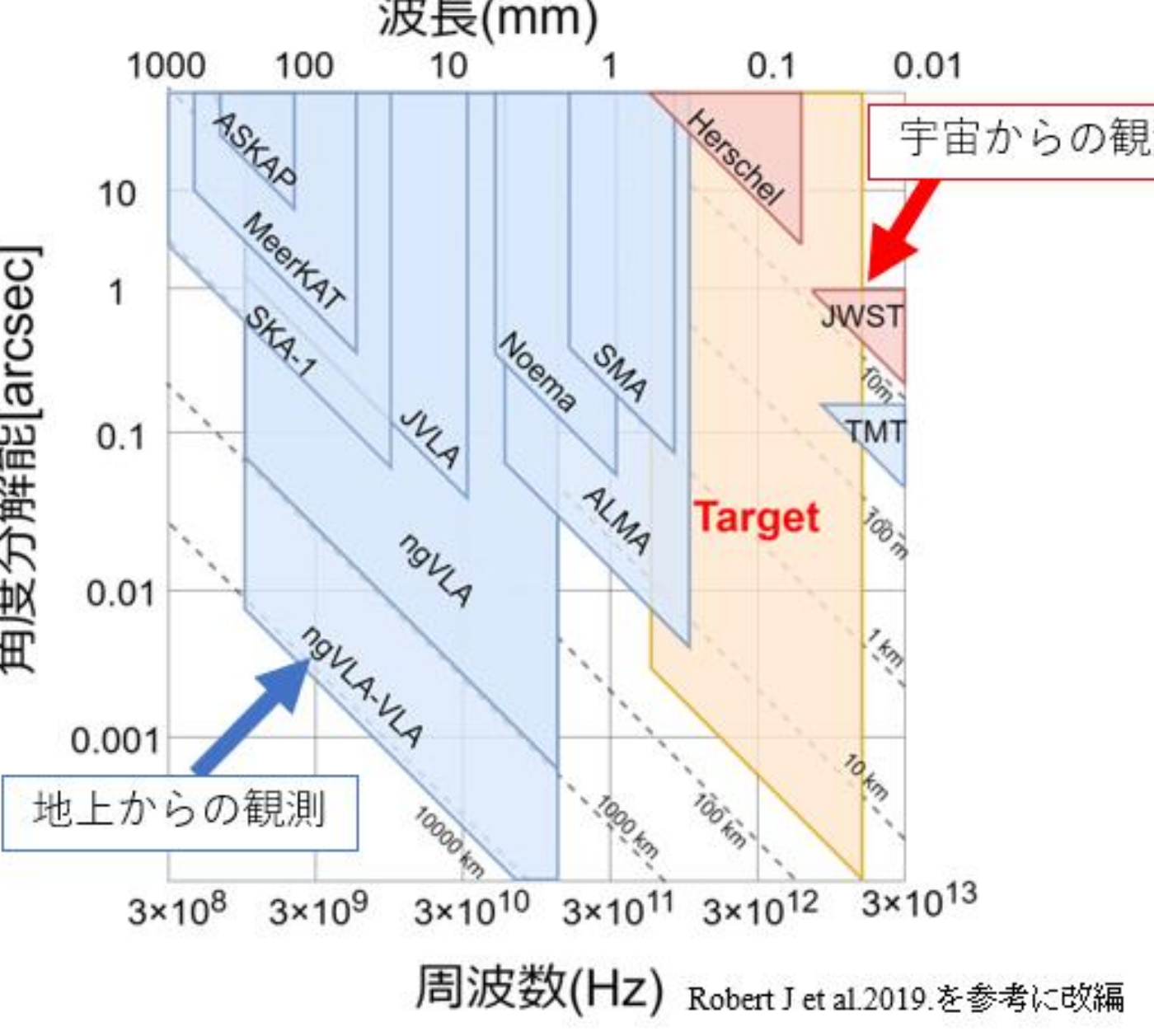


SIS光子検出器の高速読み出し回路の開発

小関知宏¹、江澤元²、松尾宏²、井上翔太郎³、清野哲三朗³
¹筑波大学、²国立天文台、³東邦大学

研究背景

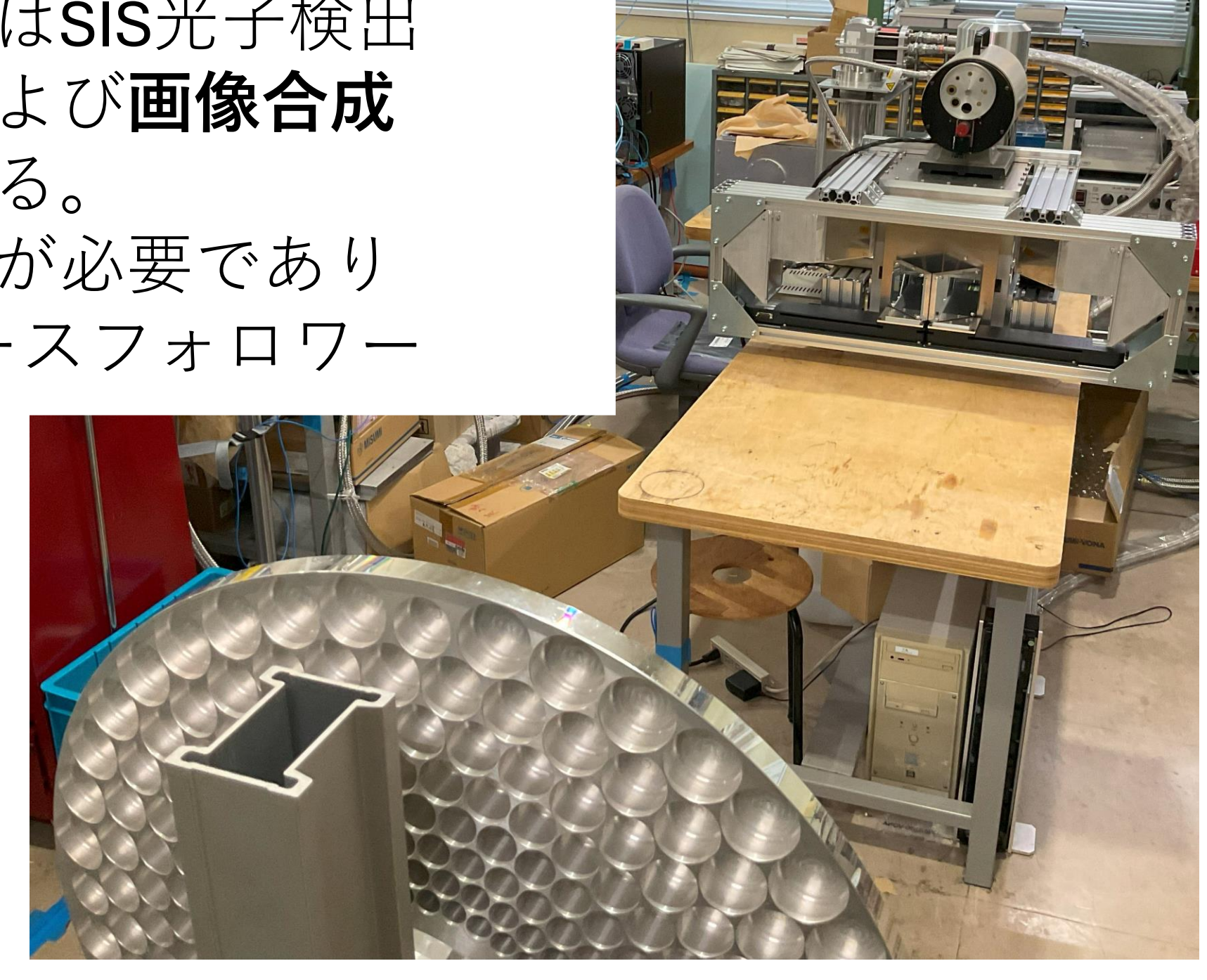
- テラヘルツ領域で強度干渉計を用いた高角度分解能の観測を実現したい。
- テラヘルツ領域の観測は南極高地に大気窓があり、干渉計を展開することで高角度分解能の観測を目指す。



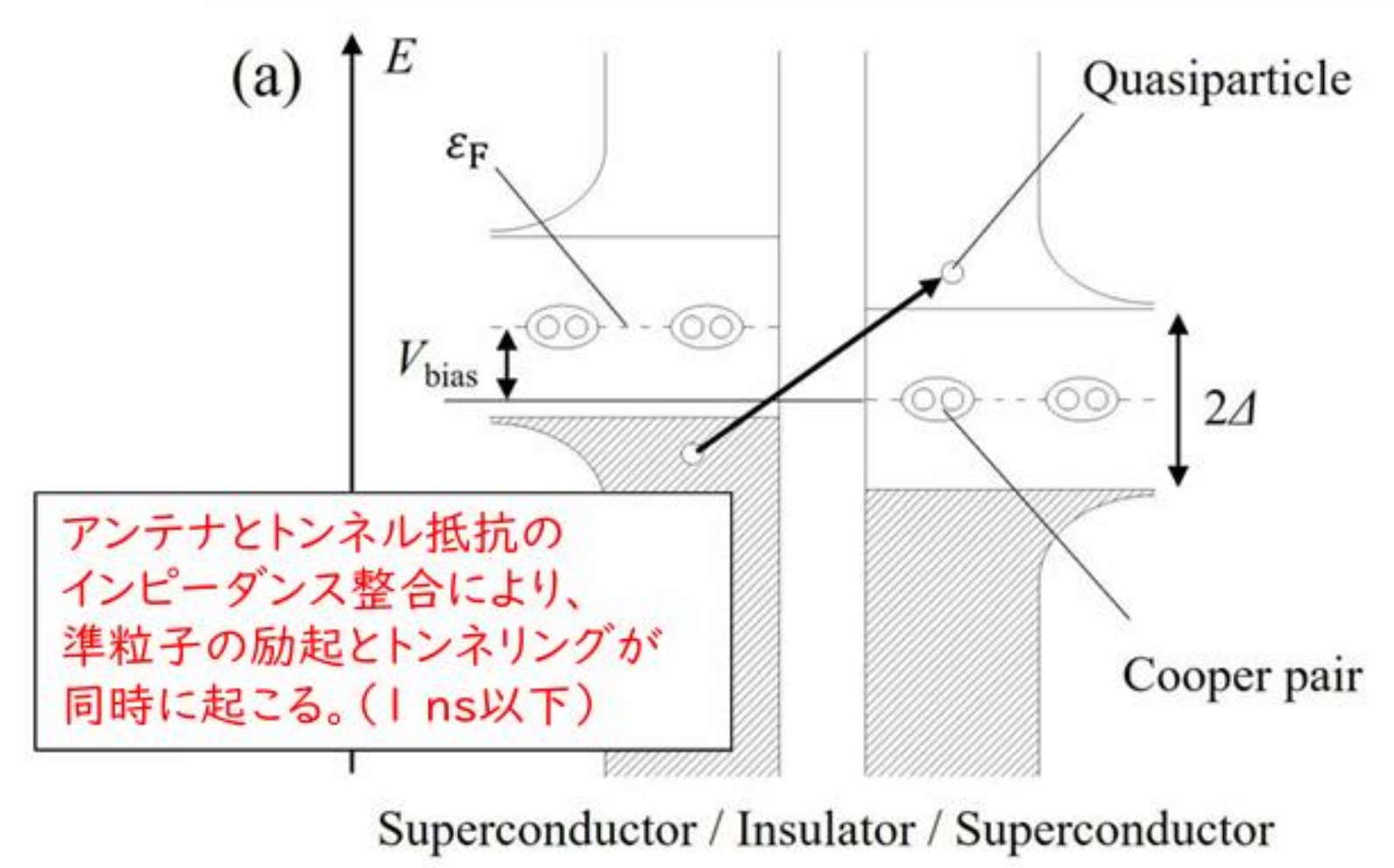
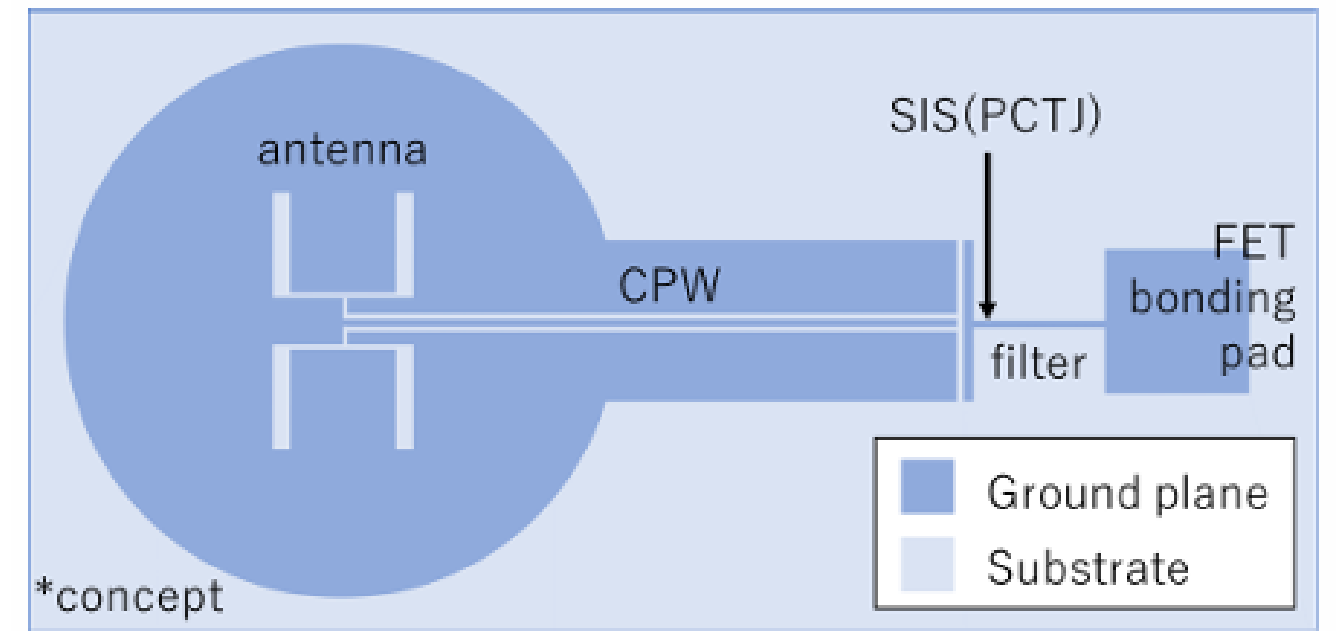
強度干渉計実験

2素子強度干渉計実験

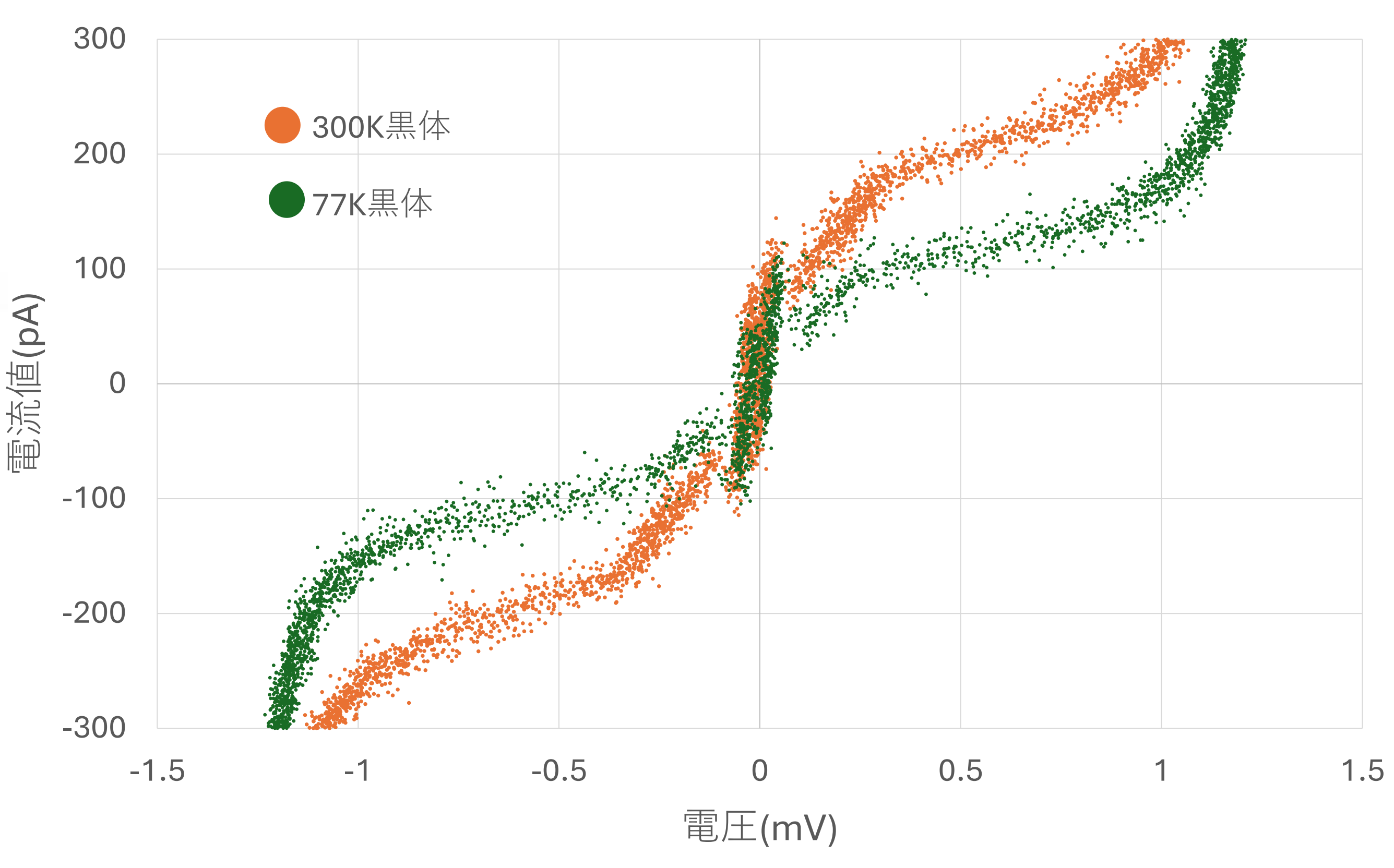
- 実験室に構築した強度干渉計はSIS光子検出器を搭載し、**遅延時間測定および画像合成実験**を目指し実験を進めている。
- 画像合成には高速の読み出しが必要でありJFETおよびHEMTを用いたソースフォロワー回路を搭載することによって実現する。



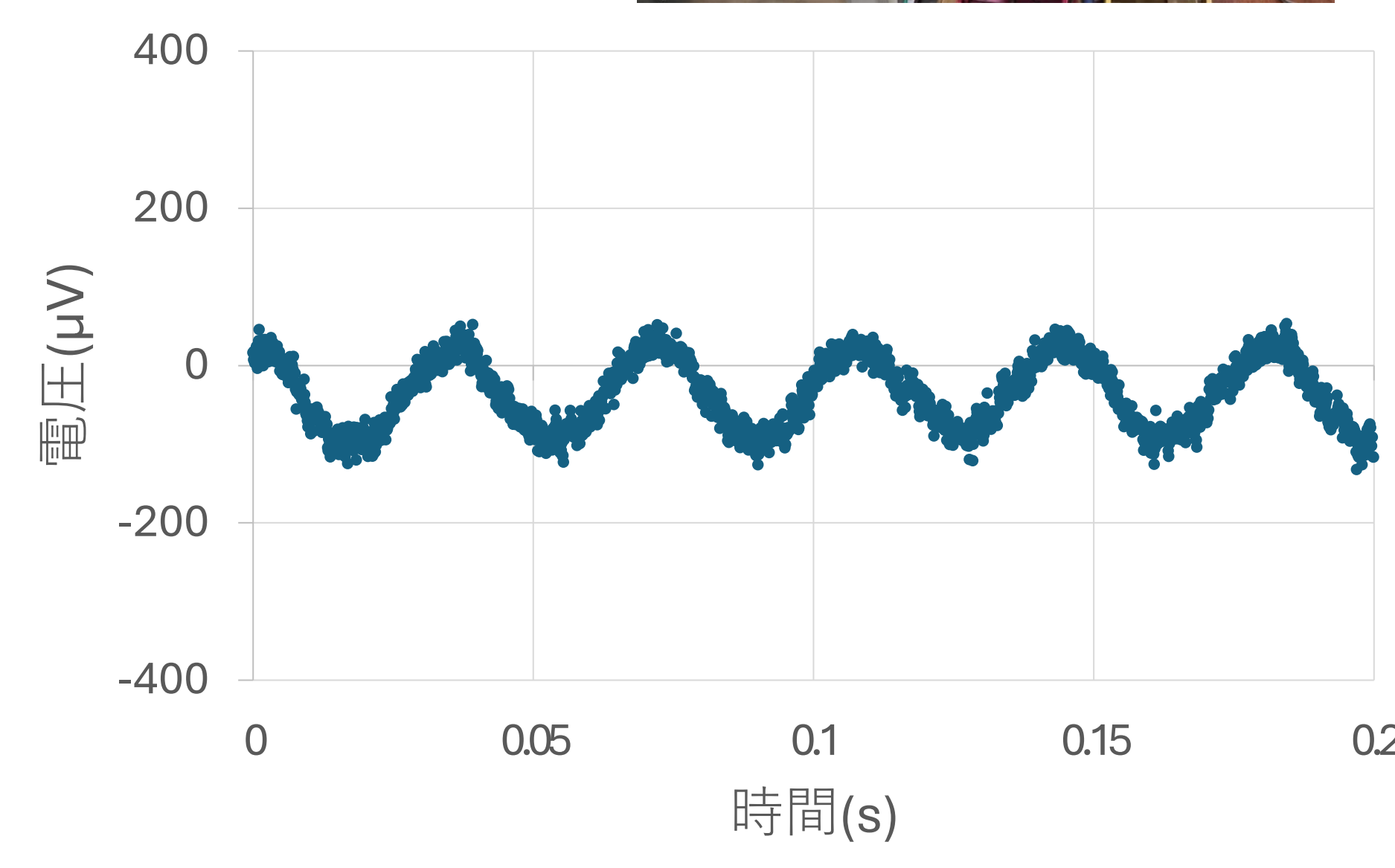
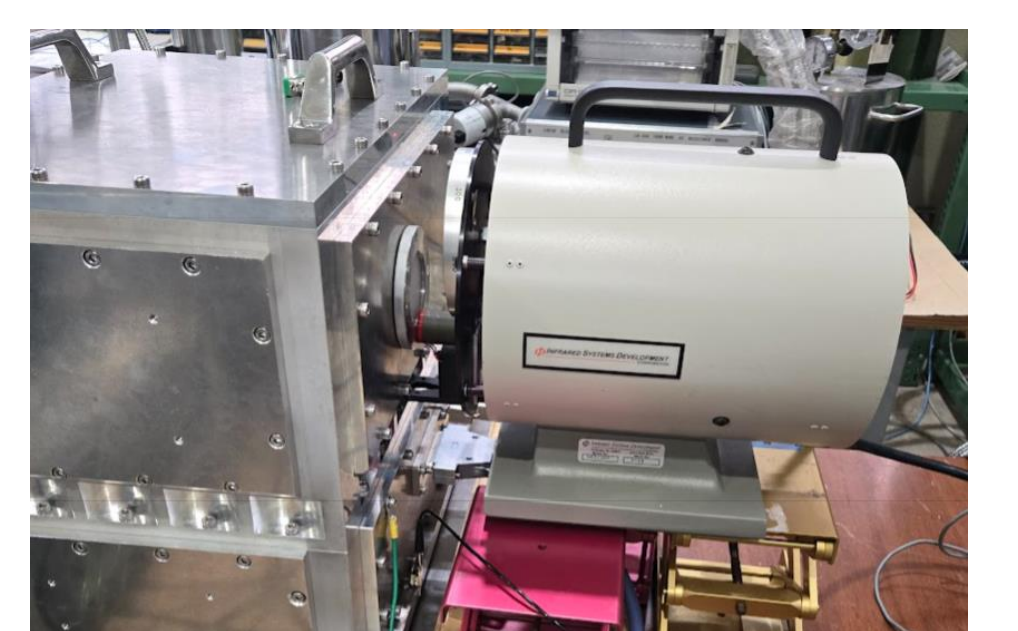
検出器:アンテナ結合型SIS



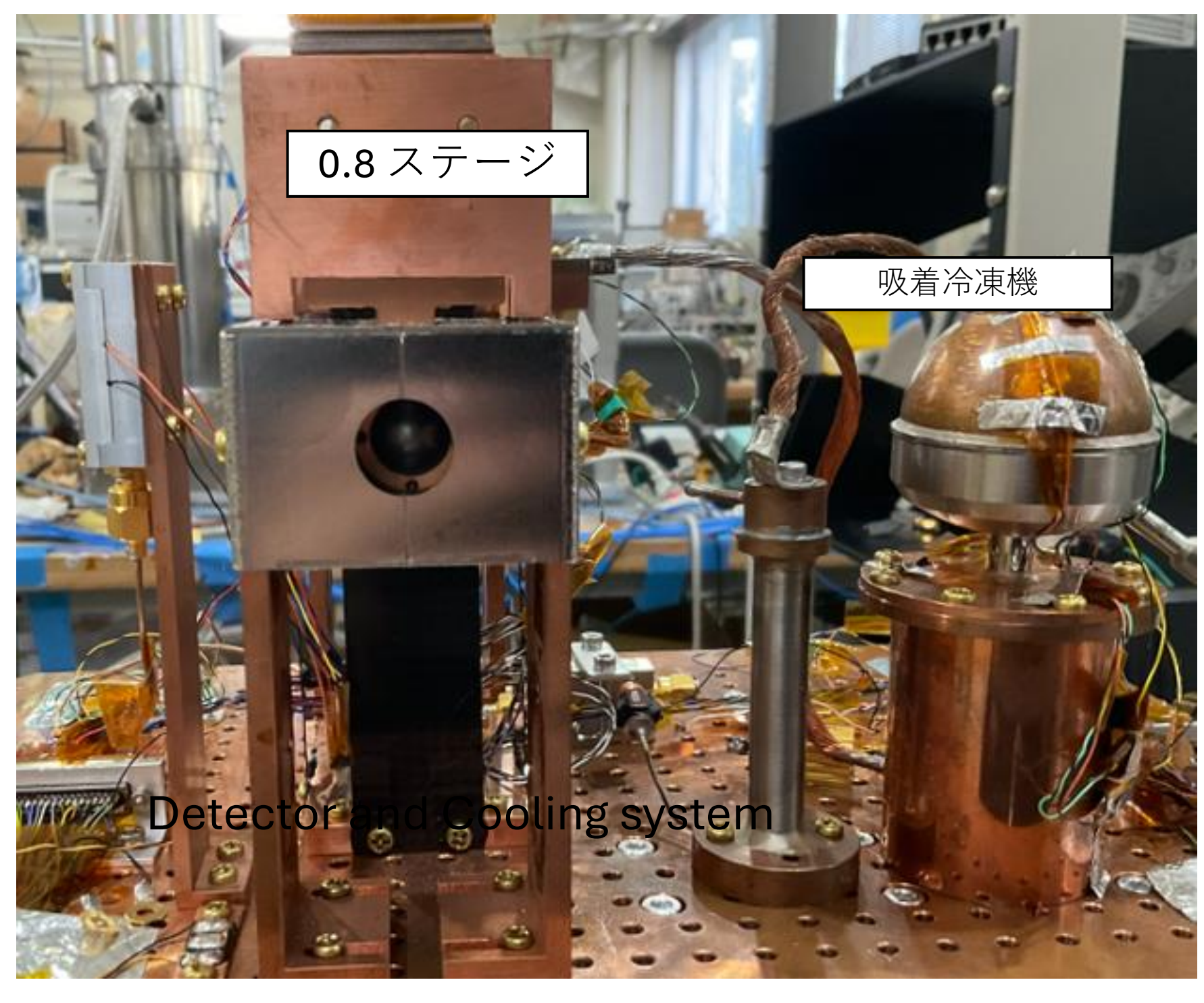
SIS光子検出器の温度応答



1200 Kの黒体をチョッピング

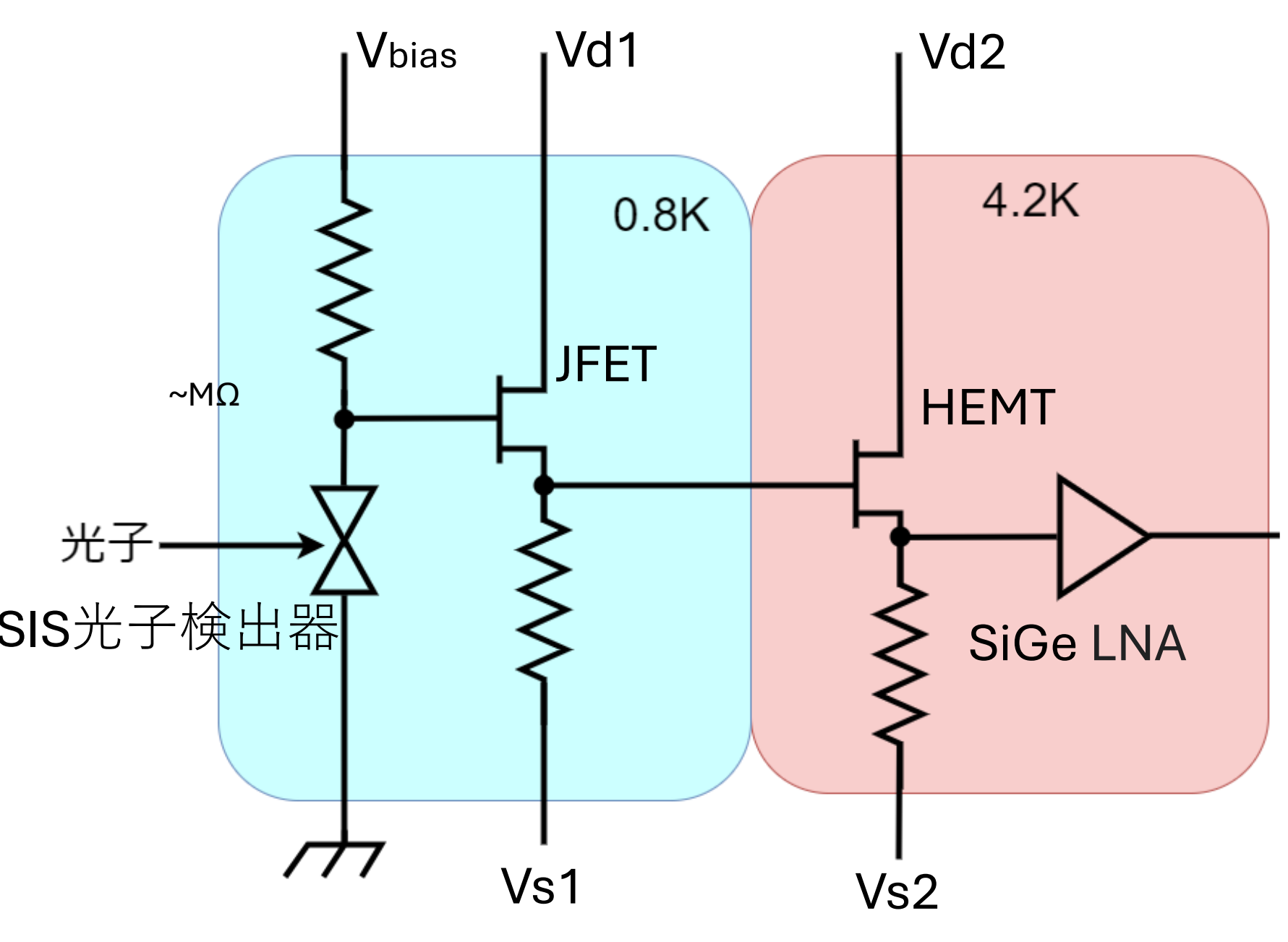


SIS光子検出器の読み出し



ソースフォロワー回路

0.8 Kおよび4 Kで動作するソースフォロワー回路を作るためGaAs JFETおよびHEMTを採用

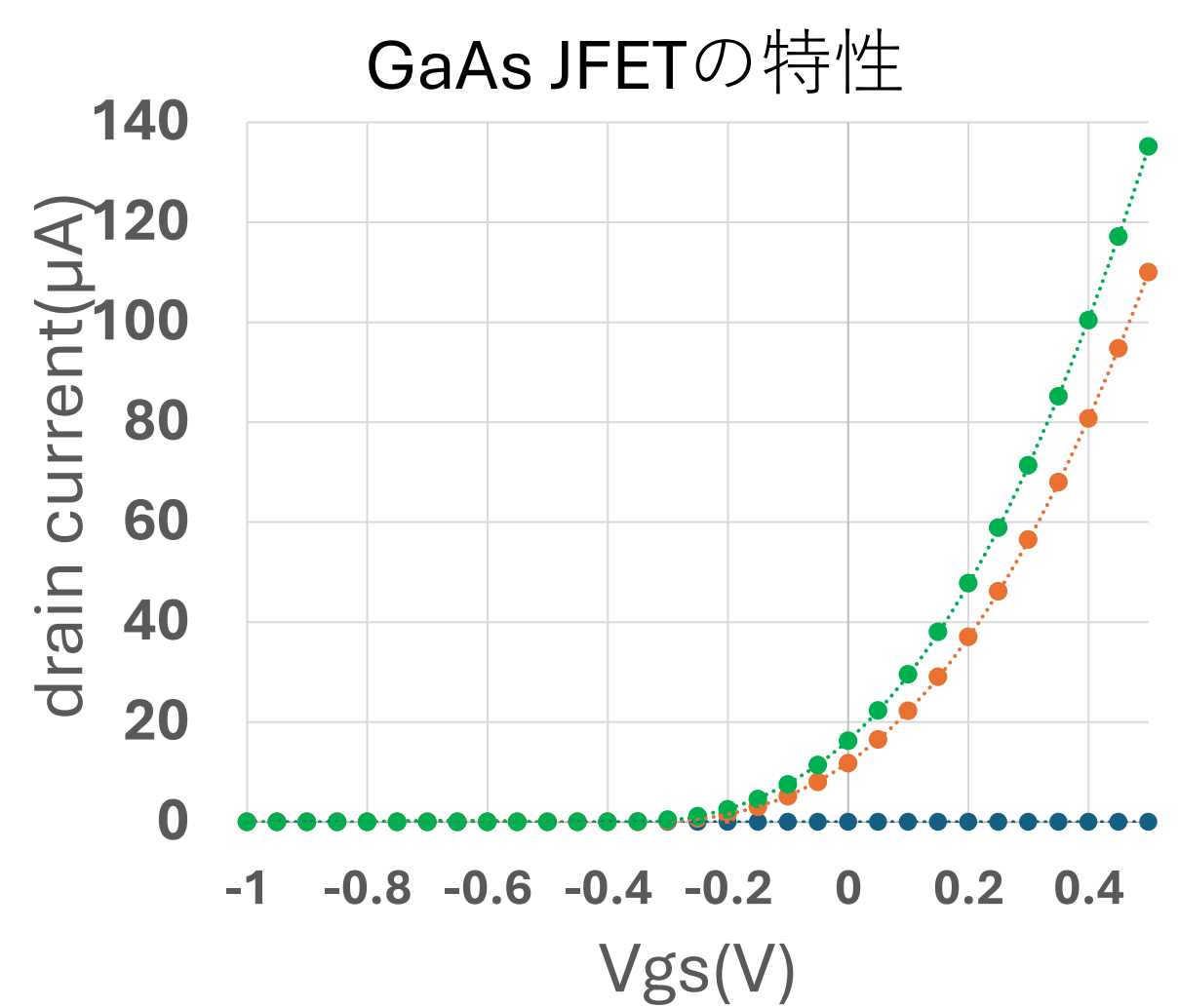


回路の動作

- 出力インピーダンスが小さい
- ゲインがほぼ1

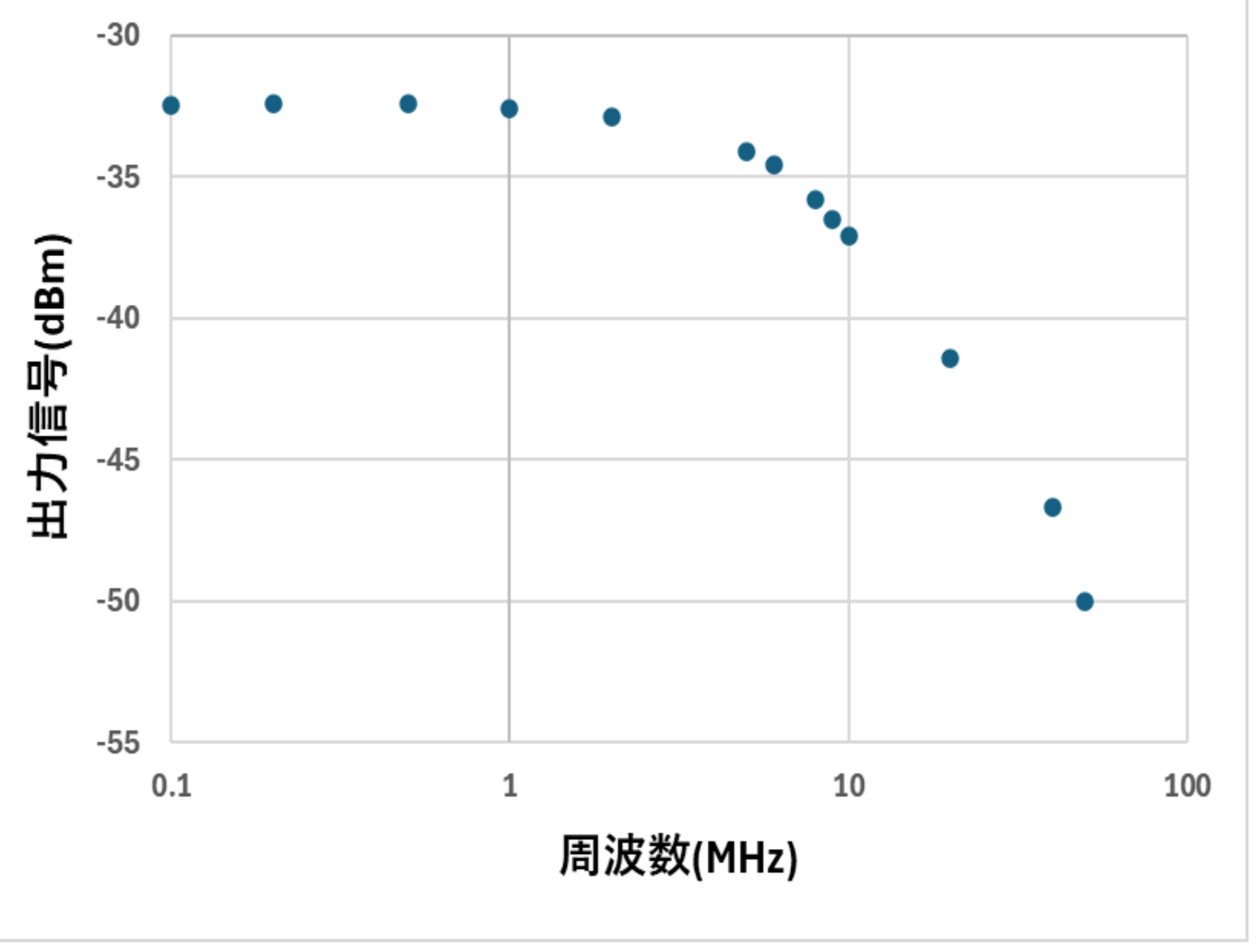
$$R_{out} \approx \frac{1}{g_m}, \quad g_m = \frac{dI_d}{dV_{gs}}$$

$$G = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{Rg_m}{1 + Rg_m} \approx 1 \quad (R \gg 1/g_m)$$



	V _d (V)	V _{gs} (V)	R _{out} (Ω)	消費電力
JFET	1	0.25	5.1k	46 μW
HWMT	1	-0.29	50	0.64 mW

読み出し速度の評価



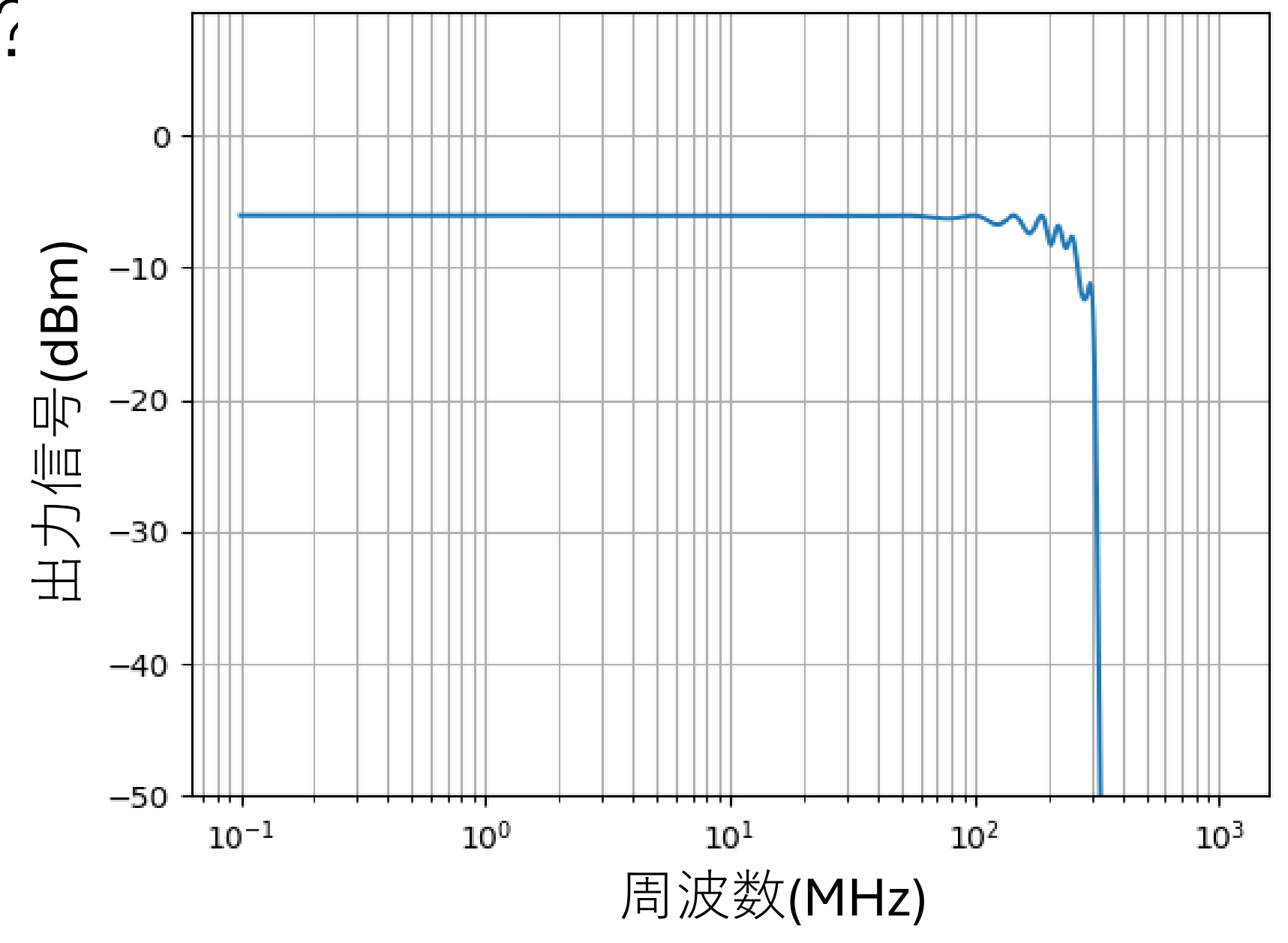
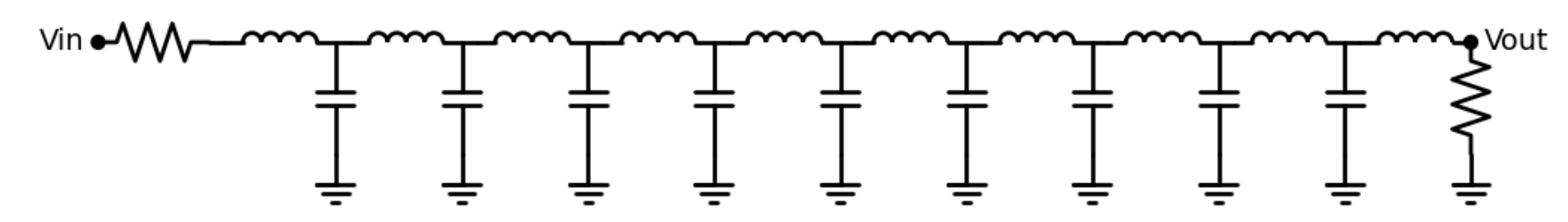
カットオフ周波数
→7.1MHz

回路の動作速度を制限している原因は？

GaAs JFET - HEMT間の接続

- 1.出力インピーダンス 5.1 kΩ
- 2.静電容量
 - 基板
 - Gate 容量

高インピーダンスの伝送線路の導入



コイルとコンデンサーを組み合わせて高いインピーダンスの伝送線路を製作すれば0.8 Kと4 Kの制限は大きく改善される。

読み出し速度のシュミレーション結果

結論・今後の展望

- 強度干渉計の実証試験を実験室内で進めており、実験室内で画像合成をするために、高速の読み出し回路の開発を進めている。
- SIS光子検出器の検出器速度を活かすためには、高いダイナミックインピーダンスを変換しつつ高速で動作する読み出し回路の開発が必要であり、ソースフォロワー回路を用いることで実現する。
- ソースフォロワー回路の動作速度は7.1 MHzであり、1段目と2段目のソースフォロワー回路の間が読み出し速度に制限をかけている。
- 高インピーダンスの伝送線路を用いることで100 MHz以上の伝送速度の実現は可能である。