

第3世代の暗黒物質直接 探索実験

東京大学宇宙線研究所

森山 茂栄

令和6年2月22日

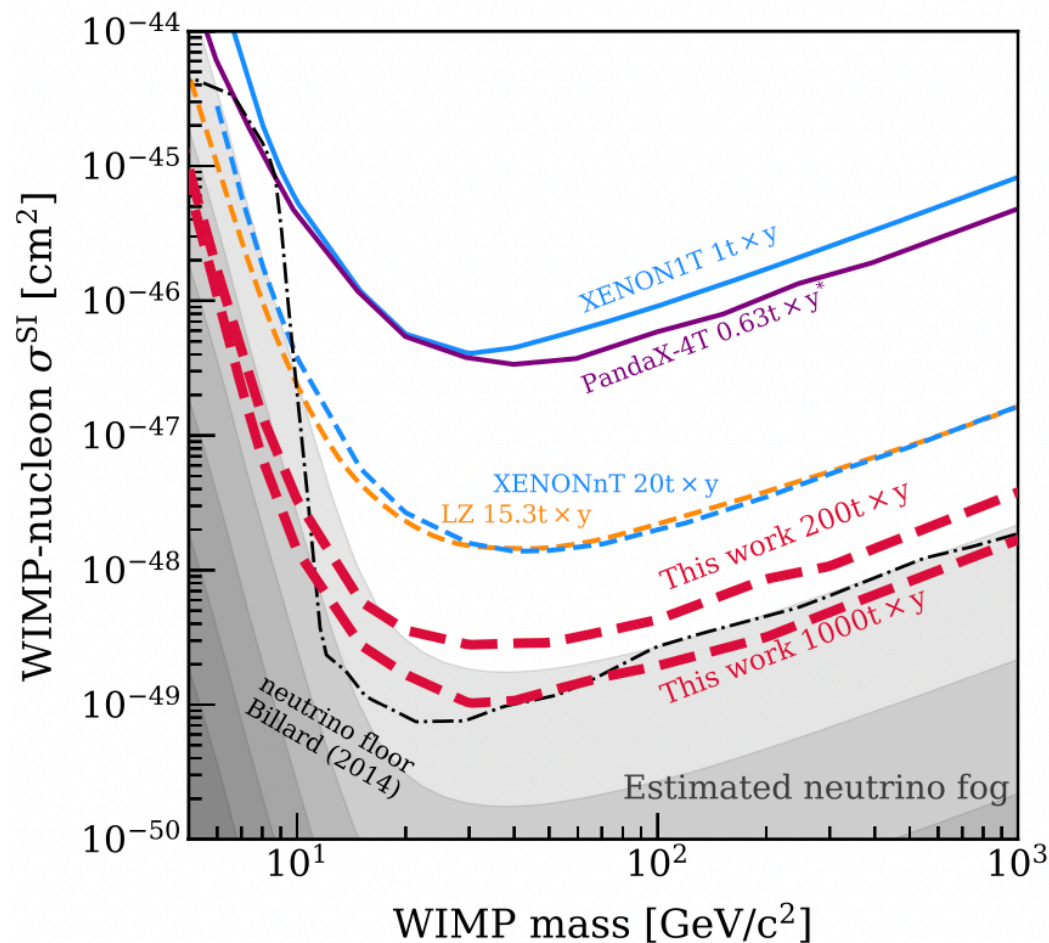
東京大学宇宙線研究所 令和5年度共同利用 研究成果発表会

共同利用経費：50千円(旅費)の割当

ありがたく使わせていただきました

目的：将来の暗黒物質直接探索実験

- 第3世代暗黒物質実験(G3)：ニュートリノフォグまでの探索を目指す
 - 目標感度達成には背景事象の更なる削減が不可欠
 - XMASSを中心に培ってきたキセノン・Low BG技術を応用
- 現状：XENON・DARWIN実験および、LZ実験を含めたXLZDコンソーシアムによる計画
 - G3Cメンバーのうち 山下, Martens (IPMU), 伊藤, 風間, 小林+学生(名古屋), 身内(神戸)はDARWINに参加
 - CRC, 天文学宇宙分科会の推薦を受け「大型液体キセノンを用いた宇宙暗黒物質直接検出実験(DARWIN/XLZD実験計画の推進)」が昨年「未来の学術振興構想」に掲載された。



ref for the plot: J Aalbers et al. 2023 J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. 50 013001

G3Cとしての活動紹介

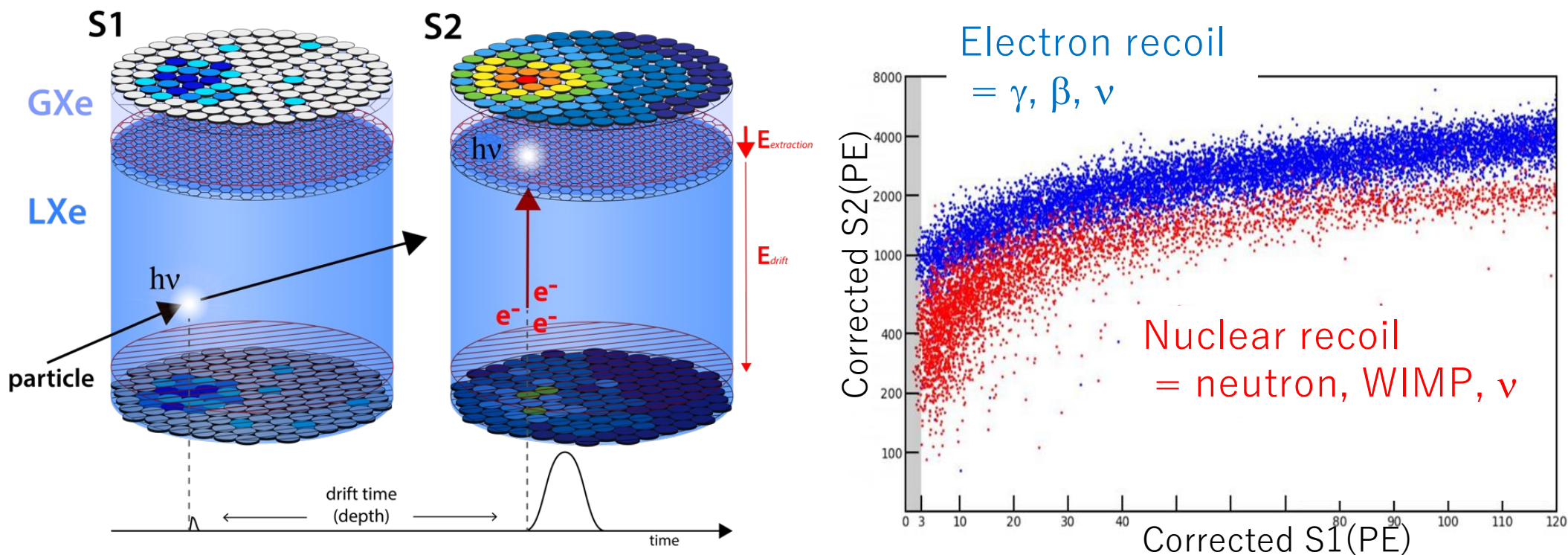
ラドン・電子親和性不純物の低減

- 液体キセノン中でのフィールドエミッション(IPMU Caio)
- ハーメチック液体キセノンTPC開発 (名大 宮田)
- モレキュラーシーブの開発 (日大 小川) : 別途報告

新型検出器の開発

- 1相型液体キセノン検出器開発 (宇宙線研 関谷)
- 新型光センサー開発のためのVUV分光器 (名大 平岡)
- 液体キセノンからの赤外線放出(横浜国立大 中村) : 別途報告

ラドン・電子親和性不純物の低減

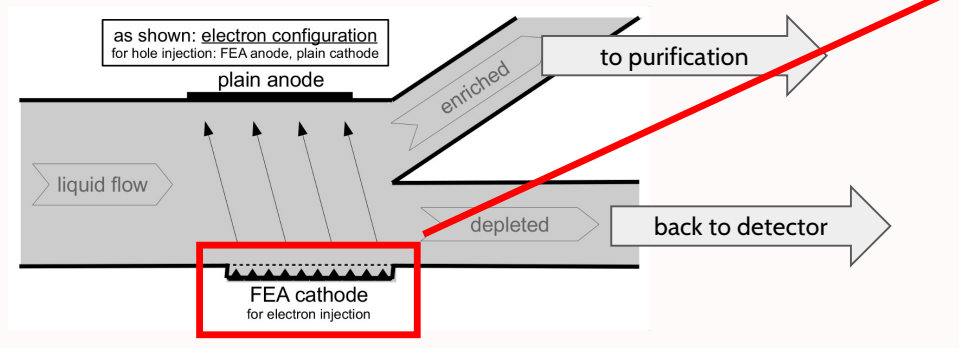


- ラドンは粒子識別を誤ると原子核反跳のバックグラウンドになる
- 電子親和性不純物が多いと、電離信号 (S2)が減り粒子識別能力が落ちる

フィールドエミッションによる不純物低減

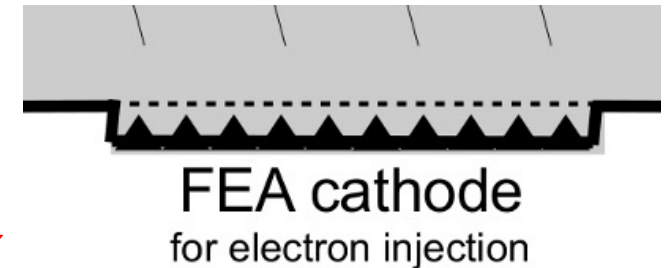
Why field emission?

- To remove impurities by attaching charges to them:
 - Impurities that capture electrons from the charge signal (aka electronegatives)
 - Radon?!? Which is the current major background source for DM experiments

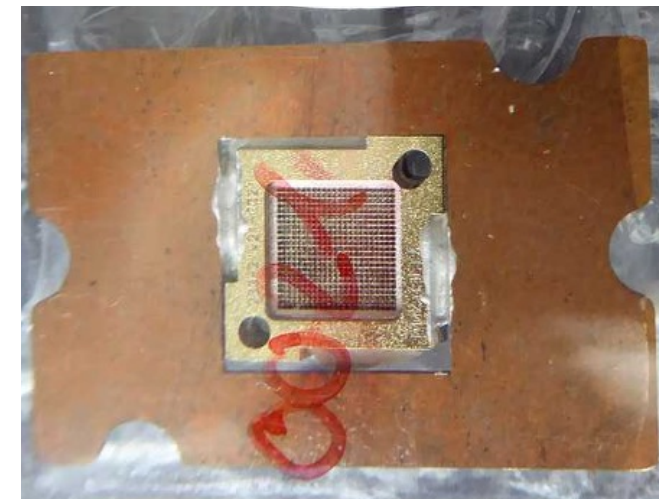


Isn't that solved?

- Field Emission Arrayの作成中
- IPMU, Caio T. Oba Ishikawa, Kai Martens

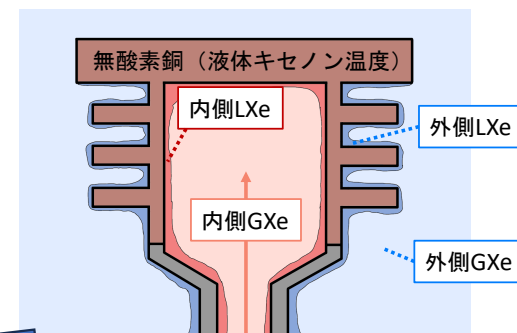


電子・イオンを注入することで電気陰性度の高い不純物を掃引ラドンへの応用可能性を検証したい



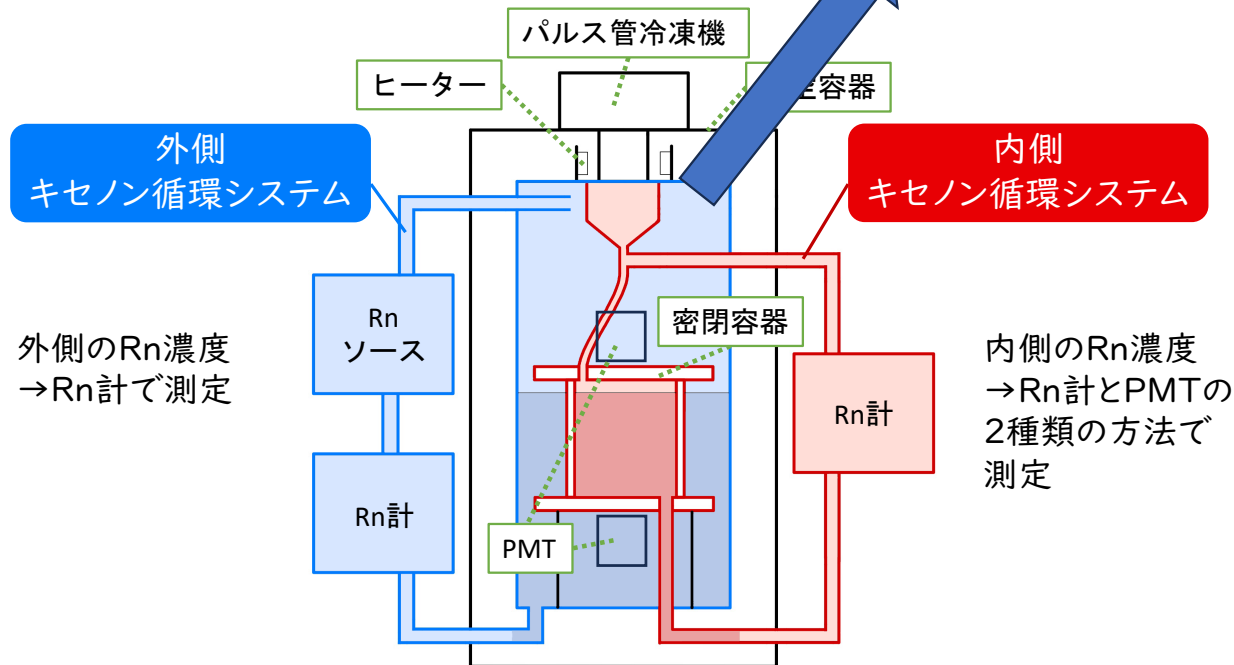
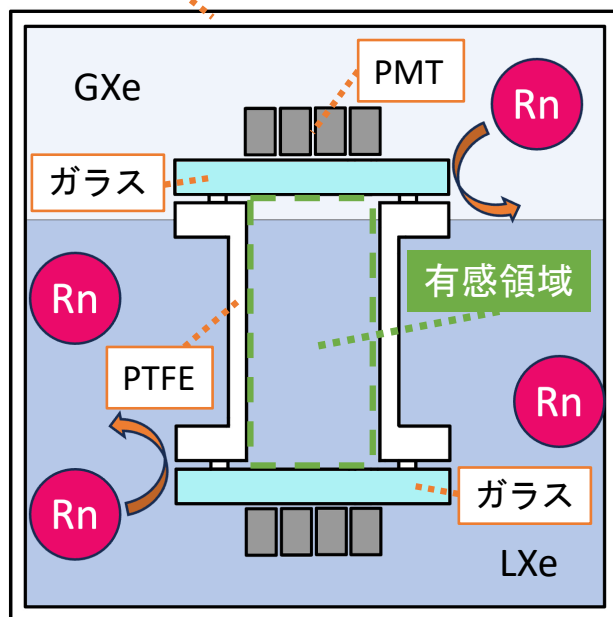
ハーメチック液体キセノンTPC開発

・ 名古屋大学 宮田他



密閉型キセノン検出器

ステンレス容器

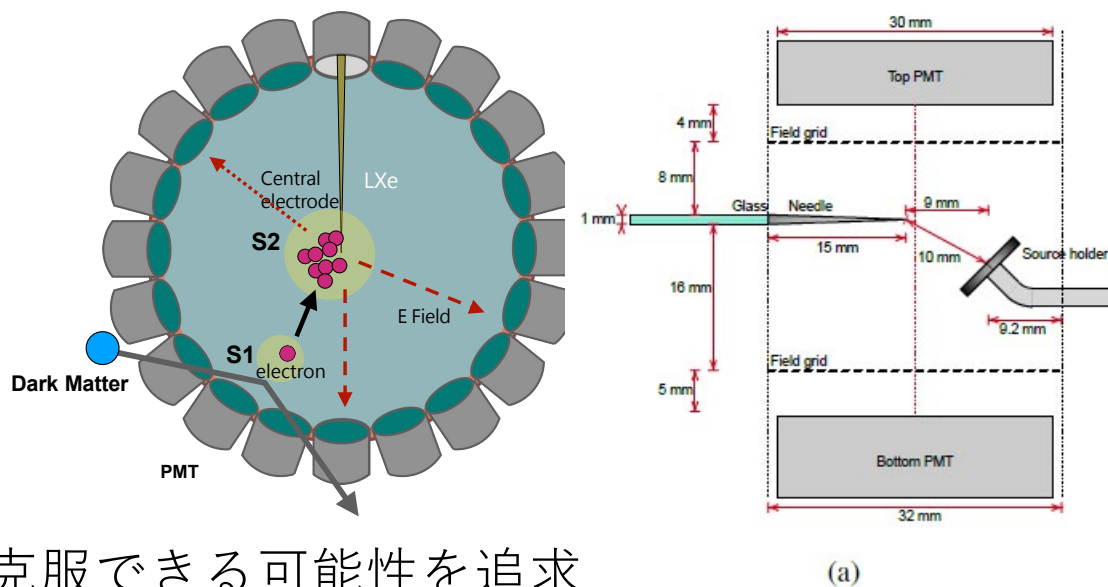


・ ラドン放出の多い外部と分離したTPCを構築、今後検証予定。

1 相型液体キセノン検出器開発

[arXiv:2401.02327](https://arxiv.org/abs/2401.02327)

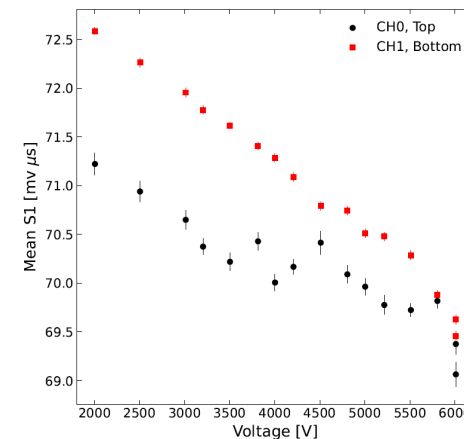
To achieve this →



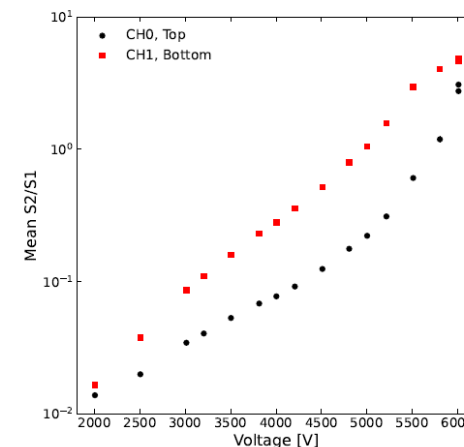
XMASS-Iの欠点を克服できる可能性を追求

- 5.5 MeV α 線源の信号：S1とS2が観測され、期待通り印加電圧に対する逆相関が見られた。
- 10 keVeeあたりまで粒子識別ができるスコープ

S1 vs. HV

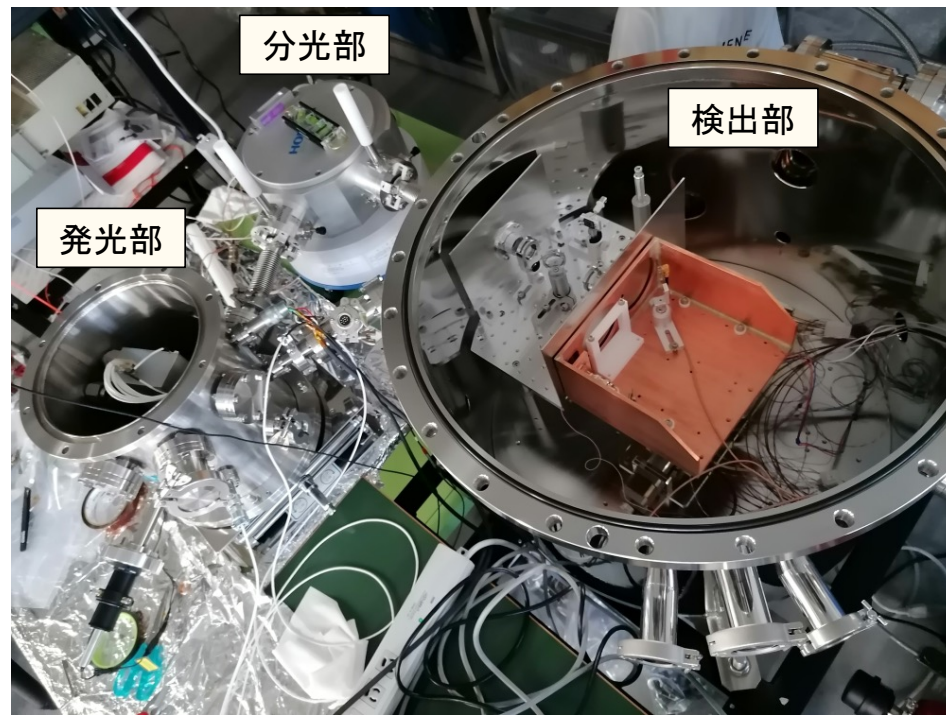
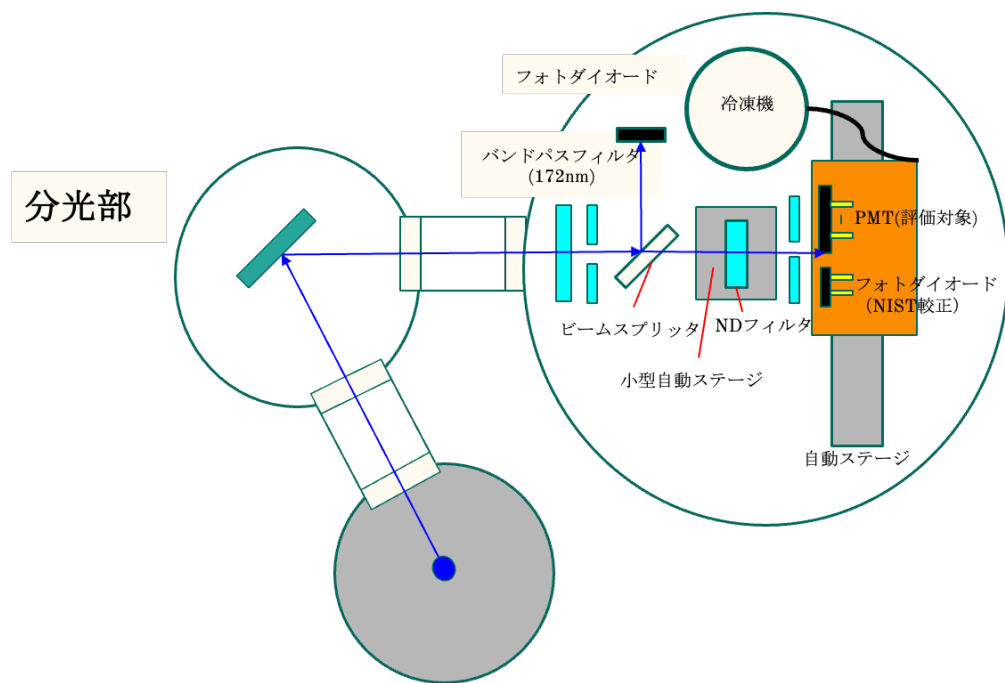


S2 vs. HV



新型光センサー開発のためのVUV分光器

- PMT, (low dark count) SiPM, hybrid光検出器(光電子→蛍光体→SiPM)...
- 低温下でシンチ発光波長(175nm)での検出効率や有効感度面の測定必要。



- 冷却はでき、能力向上、波長較正が必要。
- 低ダークカウントSiPMの検出効率測定を行う予定。