

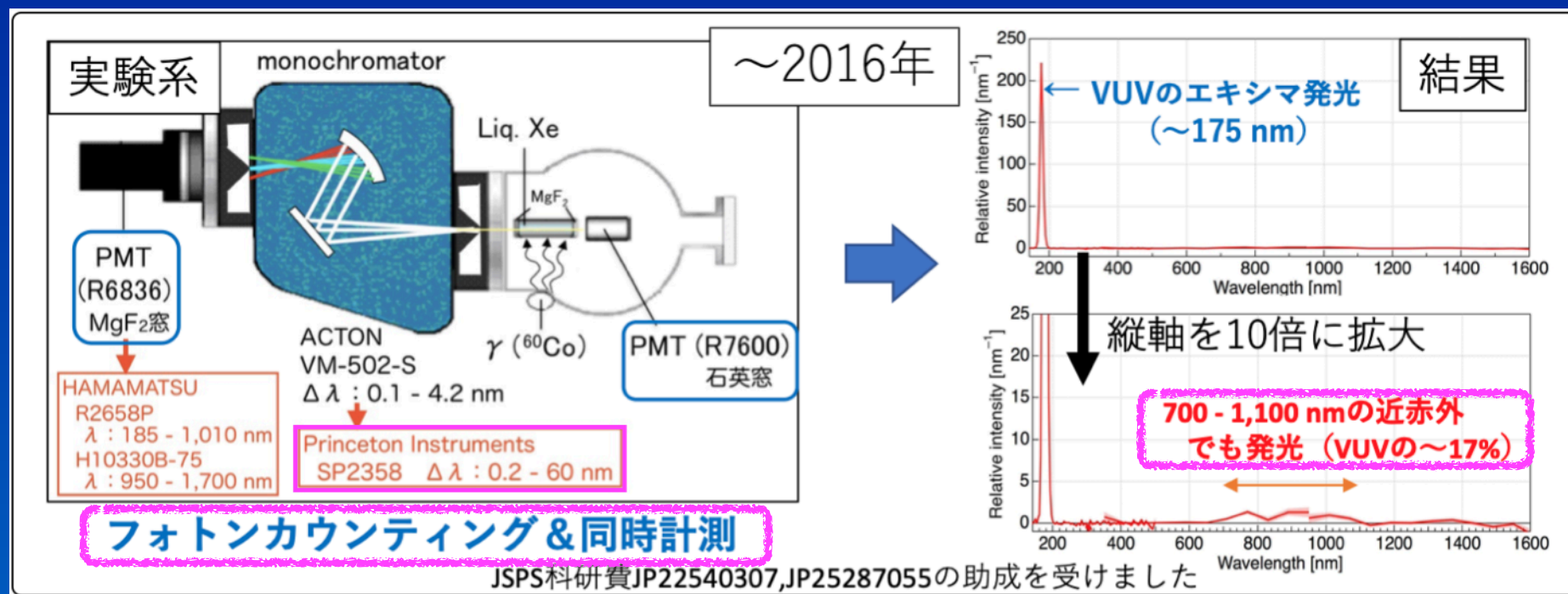
液体キセノンの近赤外発光の研究

横浜国大工¹，東大宇宙線研²，KEK³

中村正吾¹，谷山天晴¹，小林和哉¹，吉本圭佑¹，出石汐里¹，
伊藤由紘¹，佐藤和樹¹，中畑雅行²，森山茂栄²，
齋藤究³，佐々木慎一³，三原智³，笠見勝祐³

本研究の目的

液体キセノンの近赤外発光：700-1,100 nm, VUV光の $17 \pm 5\%$?



近赤外光のメリット

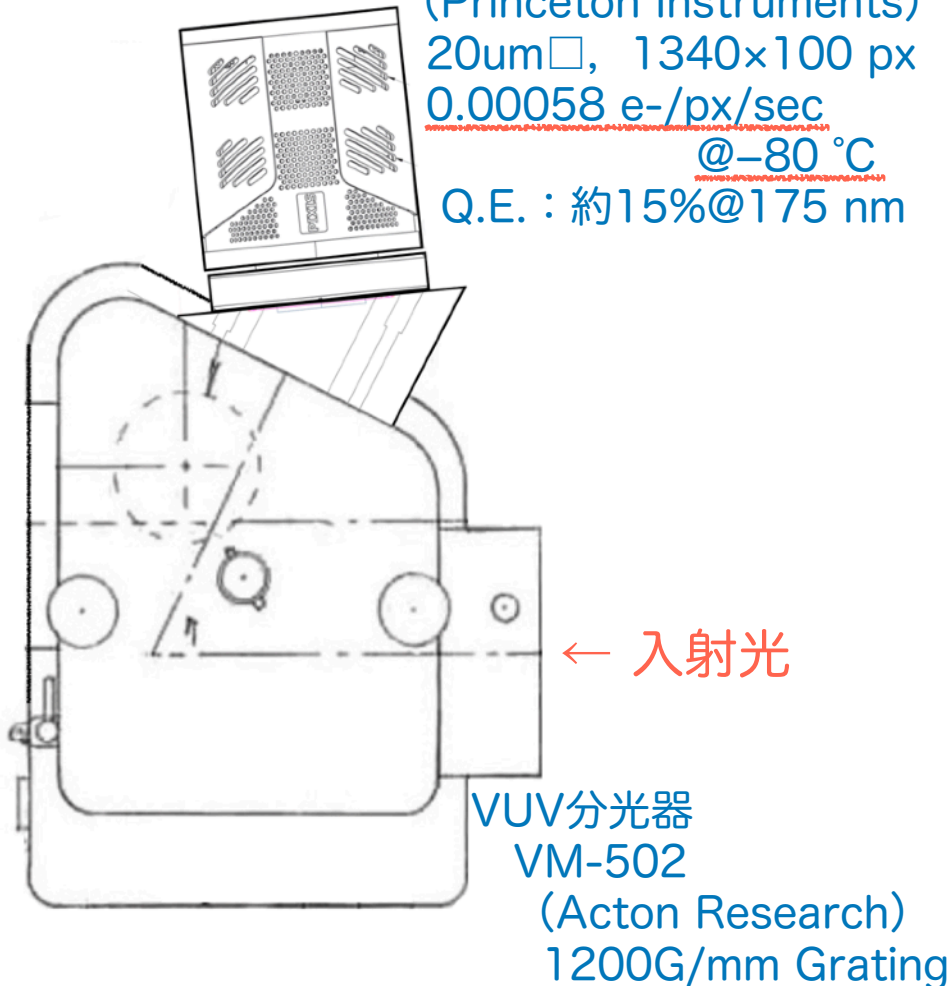
- ・ VUV光よりレイリー散乱が少ない
- ・ VUV光より扱いが容易
- ・ エネルギー分解能 & 時間分解能, の向上? 等々

⇒ まずは, 近赤外発光の発光スペクトルを, 長時間測定で正確に測る

長時間測定を行なう冷却CCDを用いた分光測光系

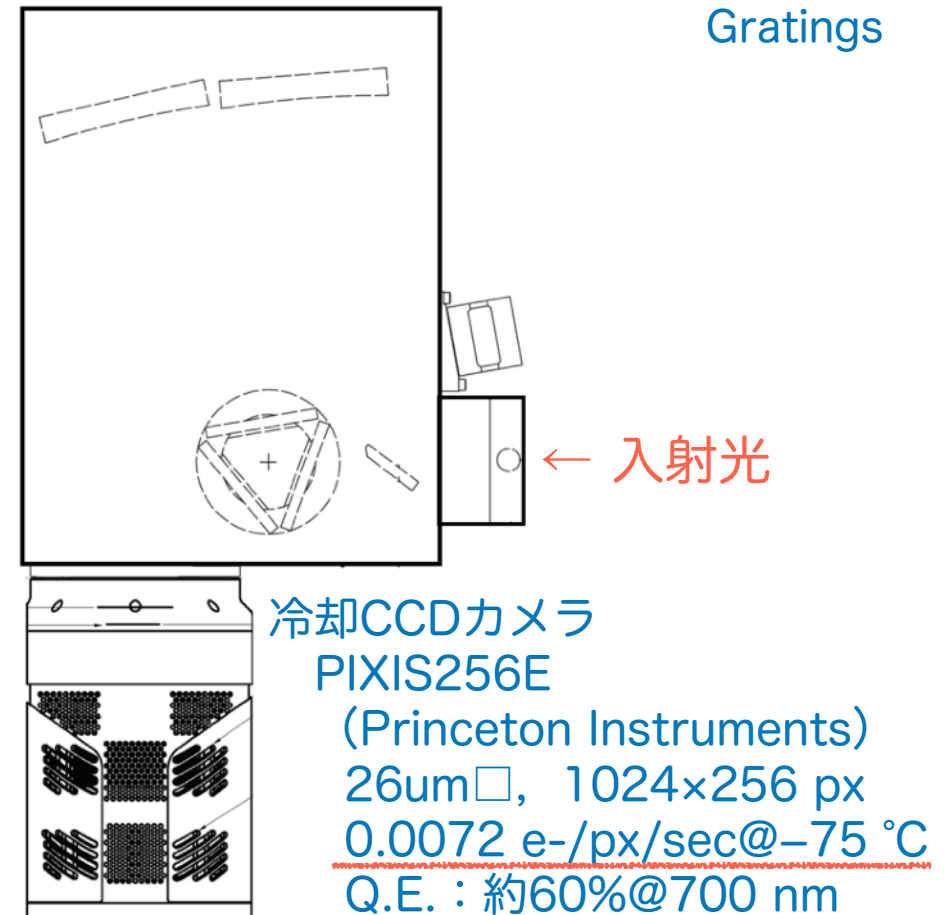
VUV-UV領域の分光測光系

冷却CCDカメラ
PIXIS-XO-100B
(Princeton Instruments)
20um \square , 1340 \times 100 px
0.00058 e-/px/sec
@-80 $^{\circ}$ C
Q.E. : 約15%@175 nm



Vis.-NIR領域の分光測光系

分光器
SP2358i
(Princeton Instruments)
1200G/mm & 150G/mm
Gratings

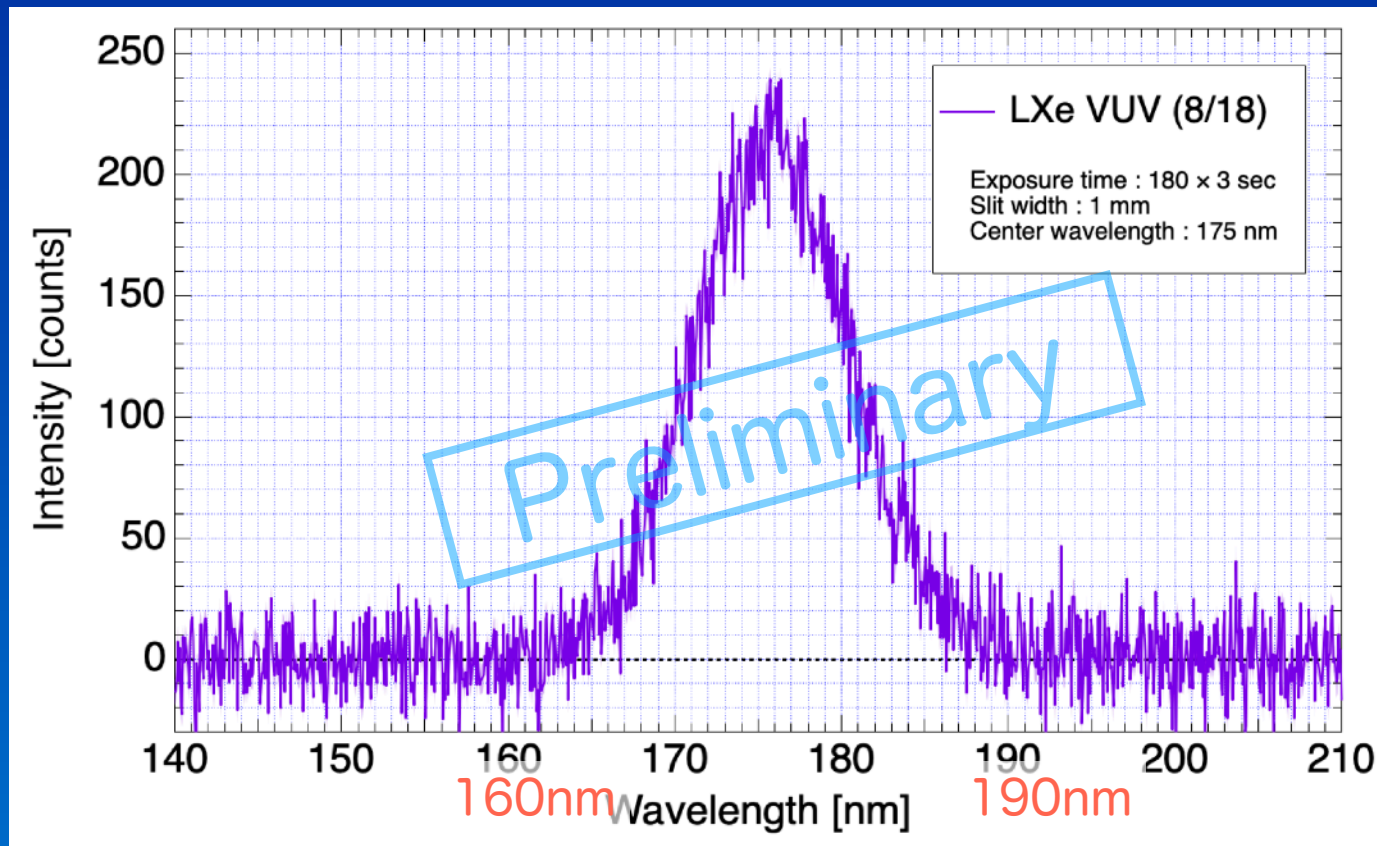


高感度の確認：液体キセノンのVUV発光の測定

分光器：VM-502 (Holographic, 1,200G/mm) $\lambda_{\text{中心}}=175 \text{ nm}$ slit $\rightarrow 1 \text{ mm}$

冷却CCDカメラ：PIXIS-XO-100B (-81°C)

条件：1.0 atm, ^{90}Sr 線源 1MBq, 測光とBG測定は、各 3分 \times 3回 = 9分



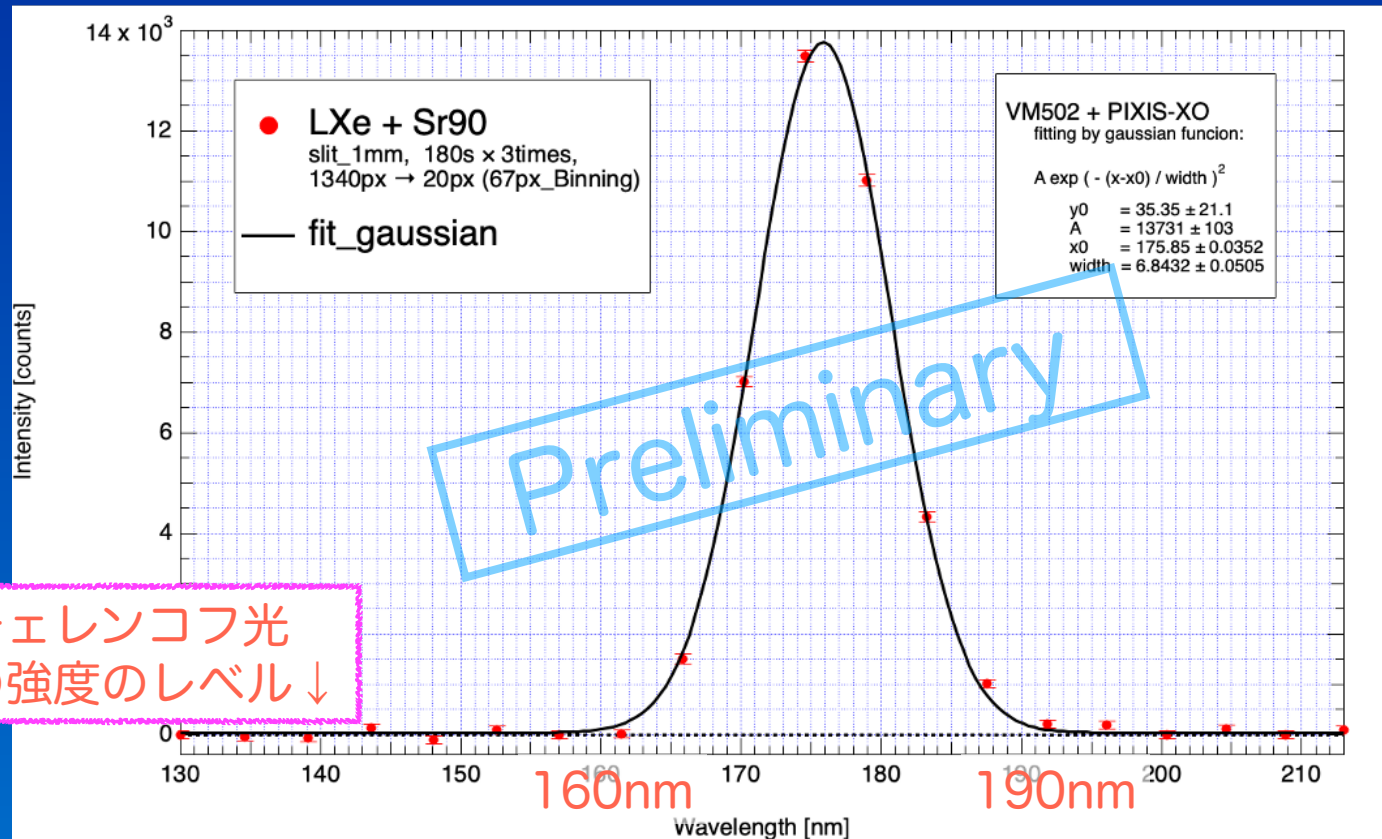
波長較正前
強度較正前

⇒ 僅か 20分弱で、スペクトルが得られた

高感度の確認：液体キセノンのVUV発光の測定

分光器：VM-502 (Holographic, 1,200G/mm) $\lambda_{\text{中心}}=175 \text{ nm}$ slit $\rightarrow 1 \text{ mm}$
冷却CCDカメラ：PIXIS-XO-100B (-81°C)

条件：1.0 atm, ^{90}Sr 線源 1MBq, 測光とBG測定は、各 3分 \times 3回 = 9分



波長較正前
強度較正前

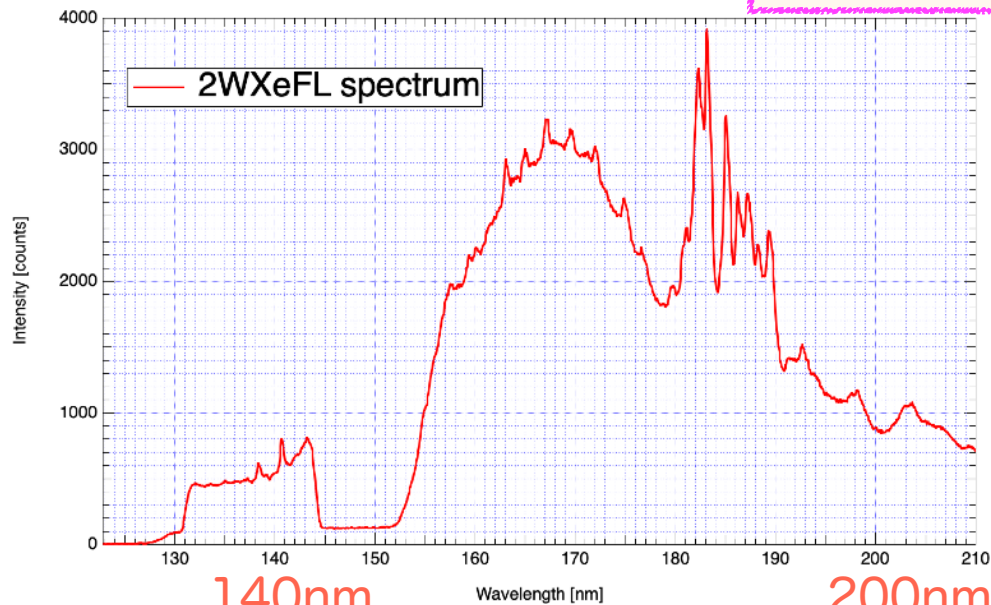
67 px で
ビニング

\Rightarrow 僅か 20分弱で、スペクトルが得られた
 \Rightarrow 長時間測定でチェレンコフ光も測れる見込み

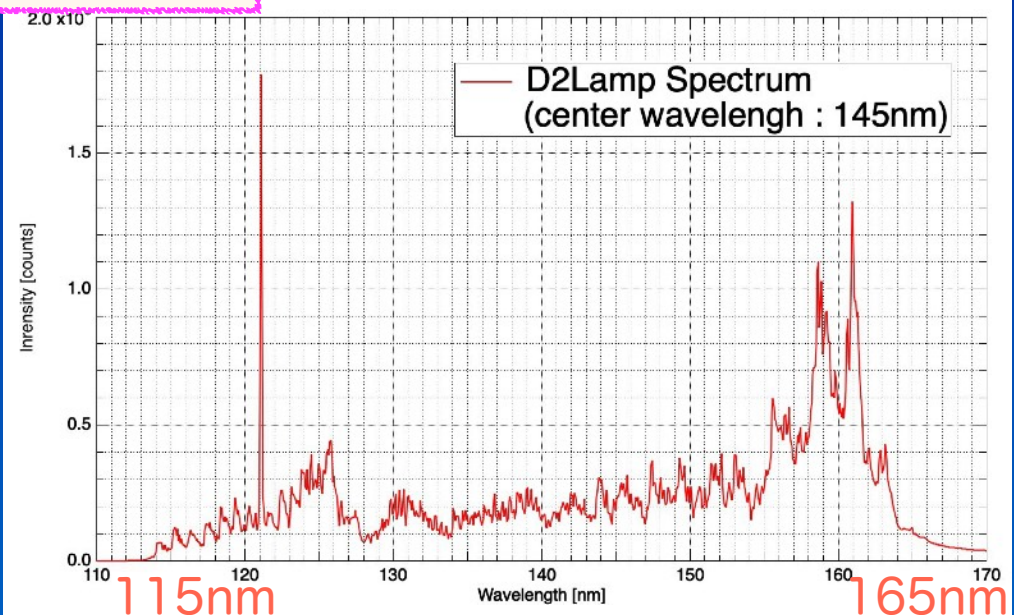
VUV-UV領域の波長較正

光源：MgF₂窓キセノンフラッシュランプ, D₂ランプ

微細な構造を利用



MgF₂窓Xeフラッシュランプ



D₂ランプ

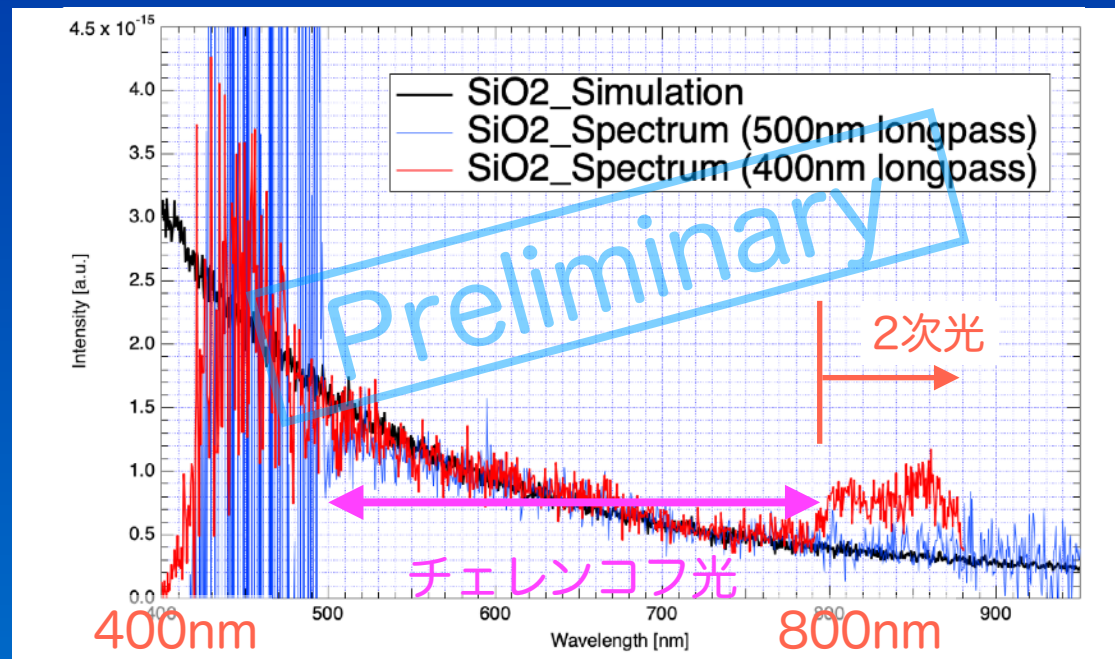
- ⇒
- 1) 2ないし3次光を用い, UV-Vis.領域で波長を決定
 - 2) 次数で割って, VUV領域の1次光の波長を決定

⇒ $\Delta\lambda \sim$ 約0.1nm

Vis.-NIR領域の強度較正

光源：チェレンコフ光を利用（超低ノイズが可能にする手法）
UV合成石英 (2mm) + β 線 で、Vis-NIR領域でチェレンコフ光のスペクトルを測定

分光器：SP2358i (800nm, 150G/mm) slit : 0.5mm ($\Delta\lambda \sim 10\text{nm}$)
冷却CCD：PIXIS256E (-76°C)
条件： ^{90}Sr 線源 1MBq, 測光とBG測定は、各 1分 \times 360回 = 6時間



別光源で
強度較正済

⇒ Vis.-NIR領域で、計算通りのチェレンコフ光のスペクトルが測れた
⇒ VUV-UV領域では、 MgF_2 結晶 + β 線 (^{90}Sr 線源, 1MBq)
のチェレンコフ光を使用予定

まとめ

2022年度は、前半はキセノン冷却系の修理に時間を取られたものの、後半は実験系の最適化と波長較正および強度較正を実施し、微弱なチェレンコフ光のスペクトルも測れるようになった。

既に、液体キセノンの発光をVUV領域からNIR領域まで測定しており、現在、初期のデータを解析中である。

なお、CANDLESのCaF₂結晶のVUV領域の発光も調査中である。

今後の予定

初期の解析結果の報告を急ぐ。また、粒子弁別への応用や、エネルギー分解能の向上などを目指す。

高感度な分光測定 of 技術を用い、G3Cでの連携を強める
また、他のシンチレータを用いた実験との連携を進める

査定額

物品費： 20 千円 (真空部品)

旅費： 100 千円 (神岡旅費) ⇒ コロナ禍の影響から繰越しへ

本研究は、B07「第3世代の暗黒物質直接探索実験」とも連携すると共に、
科学研究費補助金 (19H05805) の支援も受けています