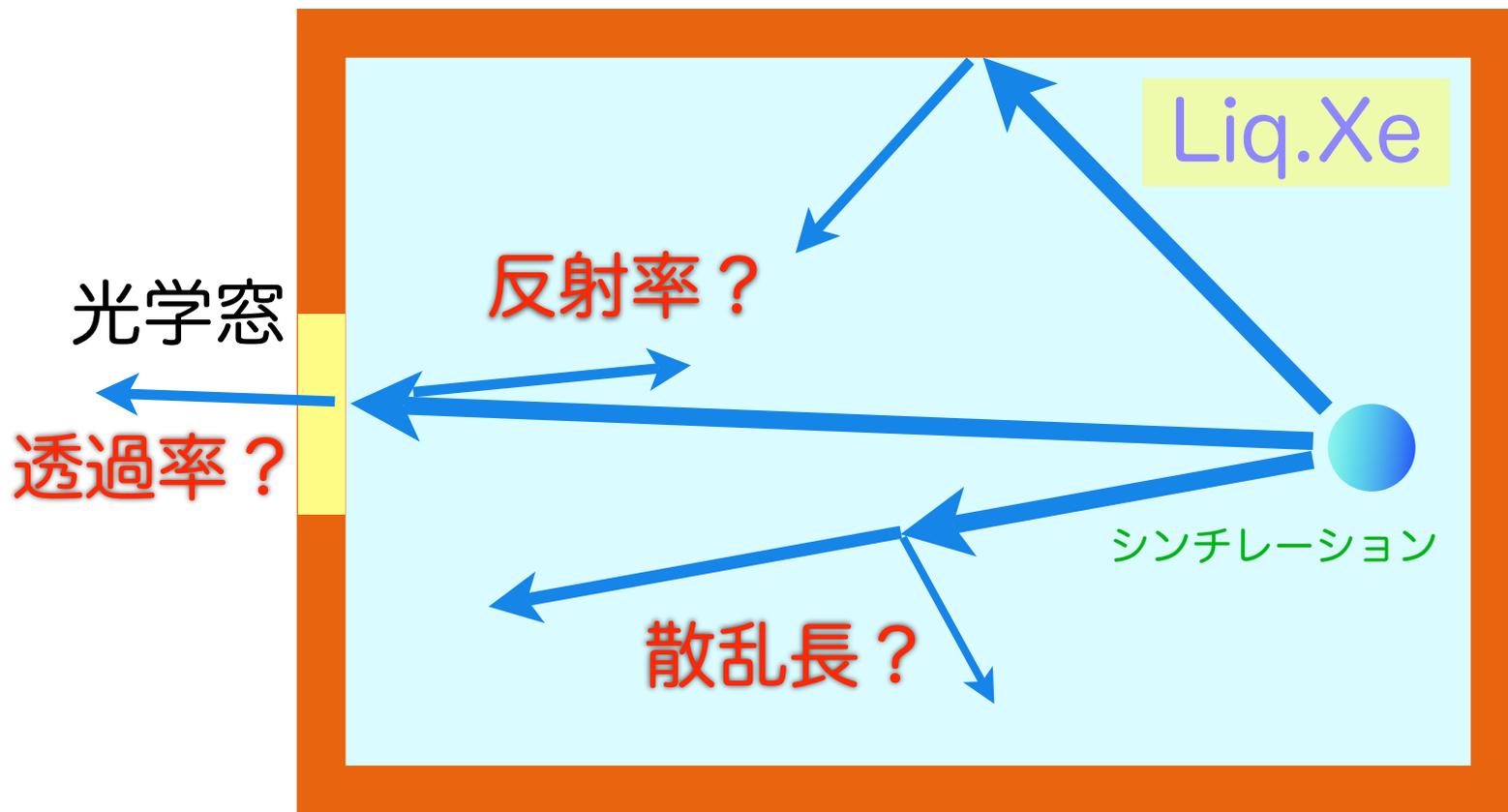


# 液体キセノンの発光スペクトルの研究

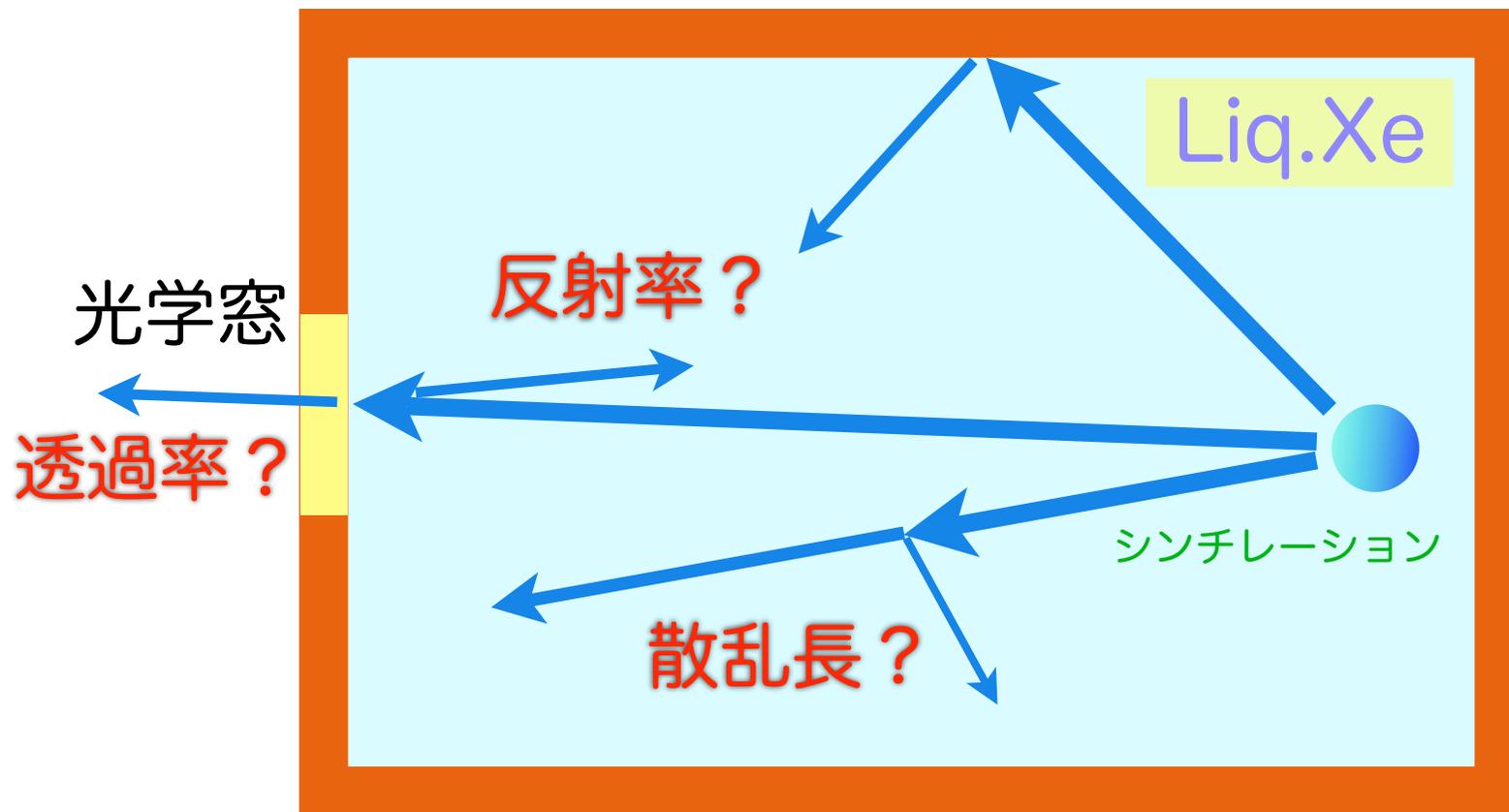
横浜国大工<sup>1</sup>，東大宇宙線研<sup>2</sup>

中村正吾<sup>1</sup>，佐藤友厚<sup>1</sup>，宮本健司<sup>1</sup>，藤井景子<sup>1</sup>，中畑雅行<sup>2</sup>

# 液体Xeシンチレータ中のシンチ光



# 液体Xeシンチレータ中のシンチ光



→ 屈折率, 発光スペクトル等が必須

# 液体キセノンの性質

- ・ 沸点：  $-108.1\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( @ 1 atm )
- ・ 融点：  $-111.9\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( @ 1 atm )
- ・ 密度：  $\sim 2.95\text{ g/cm}^3$  ( @ 1 atm )
- ・ シンチレーション光

$$\lambda_{\text{peak}} \sim 174\text{ nm}^{(1)} \quad ?$$
$$178\text{ nm}^{(2)}$$

$$n_{\gamma} \sim 42,000 / 1\text{ MeV}$$

吸収長： 1 m以上？

散乱長： 30 ~ 50 cm？

屈折率： 1.62 @178 nm

(1) 例えば, <http://www.shef.ac.uk/physics/research/pppa/research/dm/zeplin.php>.

(2) 例えば, A.Baldini et al., IEEE Trans. Diele. and Elec. Insul. 13 (2006) 547.

# 液体キセノンの性質

- ・ 沸点：  $-108.1\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( @ 1 atm )
- ・ 融点：  $-111.9\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( @ 1 atm )
- ・ 密度：  $\sim 2.95\text{ g/cm}^3$  ( @ 1 atm )
- ・ シンチレーション光

$$\lambda_{\text{peak}} \sim 174\text{ nm}^{(1)} \quad ?$$
$$178\text{ nm}^{(2)}$$

$$n_{\gamma} \sim 42,000 / 1\text{ MeV}$$

吸収長： 1 m以上？

散乱長： 30 ~ 50 cm？

屈折率： 1.62 @178 nm

0.1以下の  
誤差で  
決めた。

(1) 例えば, <http://www.shef.ac.uk/physics/research/pppa/research/dm/zeplin.php>.

(2) 例えば, A.Baldini et al., IEEE Trans. Diele. and Elec. Insul. 13 (2006) 547.

# 液体キセノンの性質

- ・ 沸点：  $-108.1\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( @ 1 atm )
- ・ 融点：  $-111.9\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( @ 1 atm )
- ・ 密度：  $\sim 2.95\text{ g/cm}^3$  ( @ 1 atm )
- ・ シンチレーション光

$$\lambda_{\text{peak}} \sim 174\text{ nm}^{(1)} \quad ?$$
$$178\text{ nm}^{(2)} \quad ?$$

$$n_{\gamma} \sim 42,000 / 1\text{ MeV}$$

吸収長： 1 m以上？

散乱長： 30 ~ 50 cm？

屈折率： 1.62 @178 nm

1nm以下の  
誤差で  
決めたい！

0.1以下の  
誤差で  
決めた。

(1) 例えば, <http://www.shef.ac.uk/physics/research/pppa/research/dm/zeplin.php>.

(2) 例えば, A.Baldini et al., IEEE Trans. Diele. and Elec. Insul. 13 (2006) 547.

# 液体キセノン中の散乱長： $L$

$$\frac{1}{L} = \frac{\omega^4}{6\pi c^4} \left[ kT \rho^2 \kappa_T \left( \frac{\partial \varepsilon}{\partial \rho} \right)_T^2 + \frac{kT^2}{\rho c_v} \left( \frac{\partial \varepsilon}{\partial T} \right)_\rho^2 \right]$$

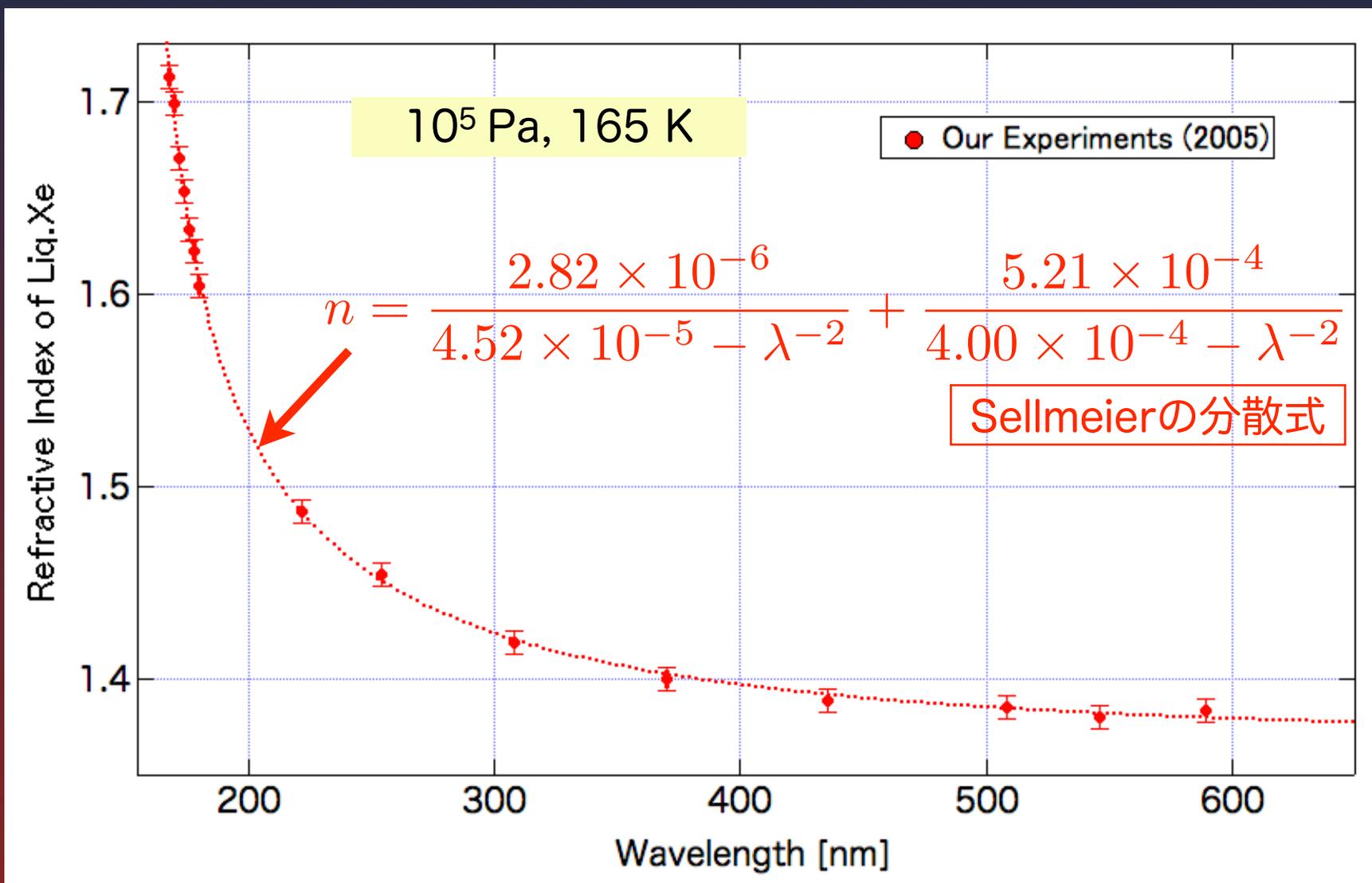
ランダウ・リフシッツ, “理論物理学教程 電磁気学2” 東京図書(1987)

$\varepsilon$  : 比誘電率     $\omega$  : 角振動数     $\rho$  : 密度

$k$  : ボルツマン定数     $T$  : 温度

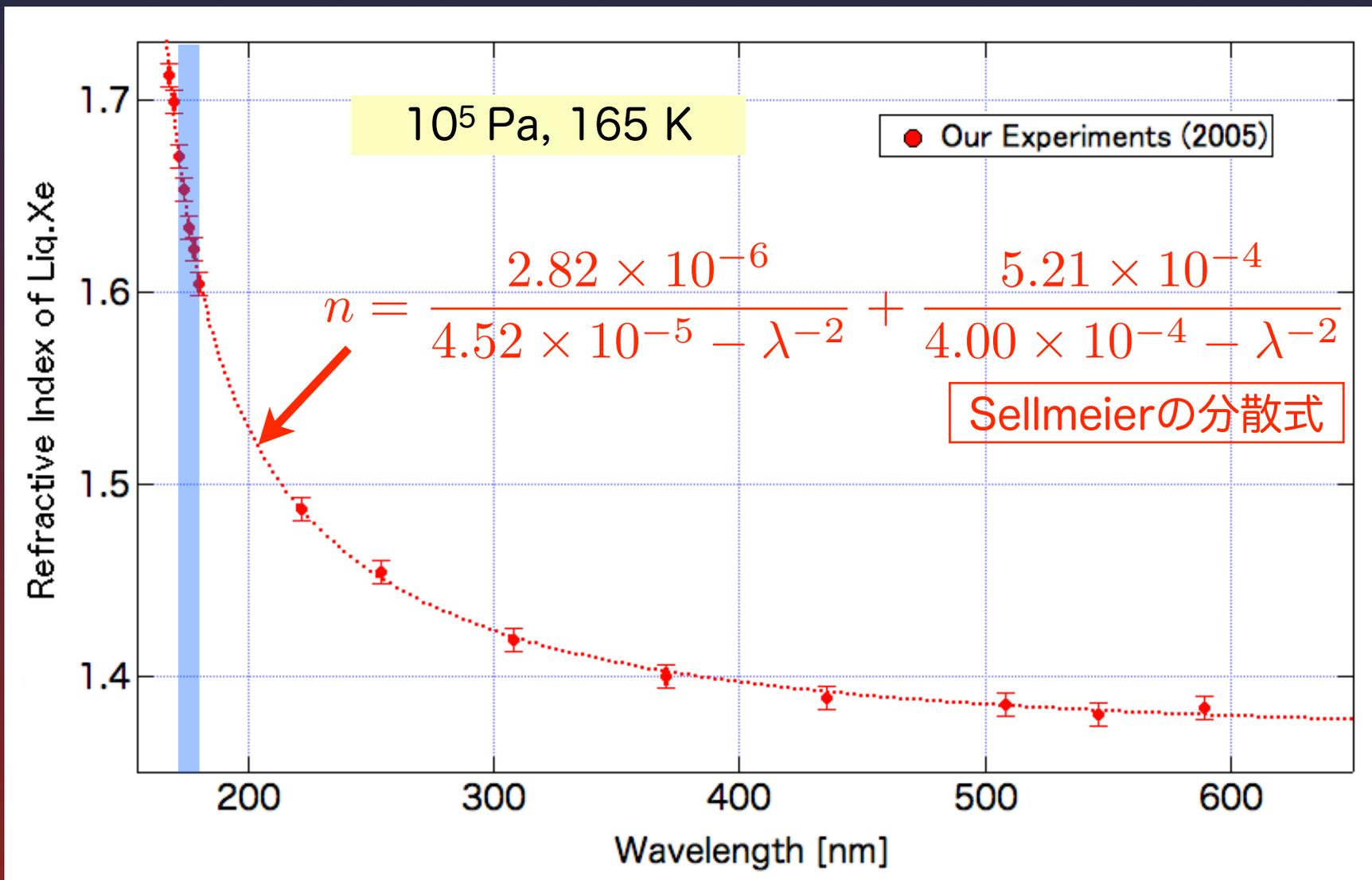
$\kappa_T$  : 等温圧縮率     $c_v$  : 等積比熱

# 液体キセノンの屈折率 (final)



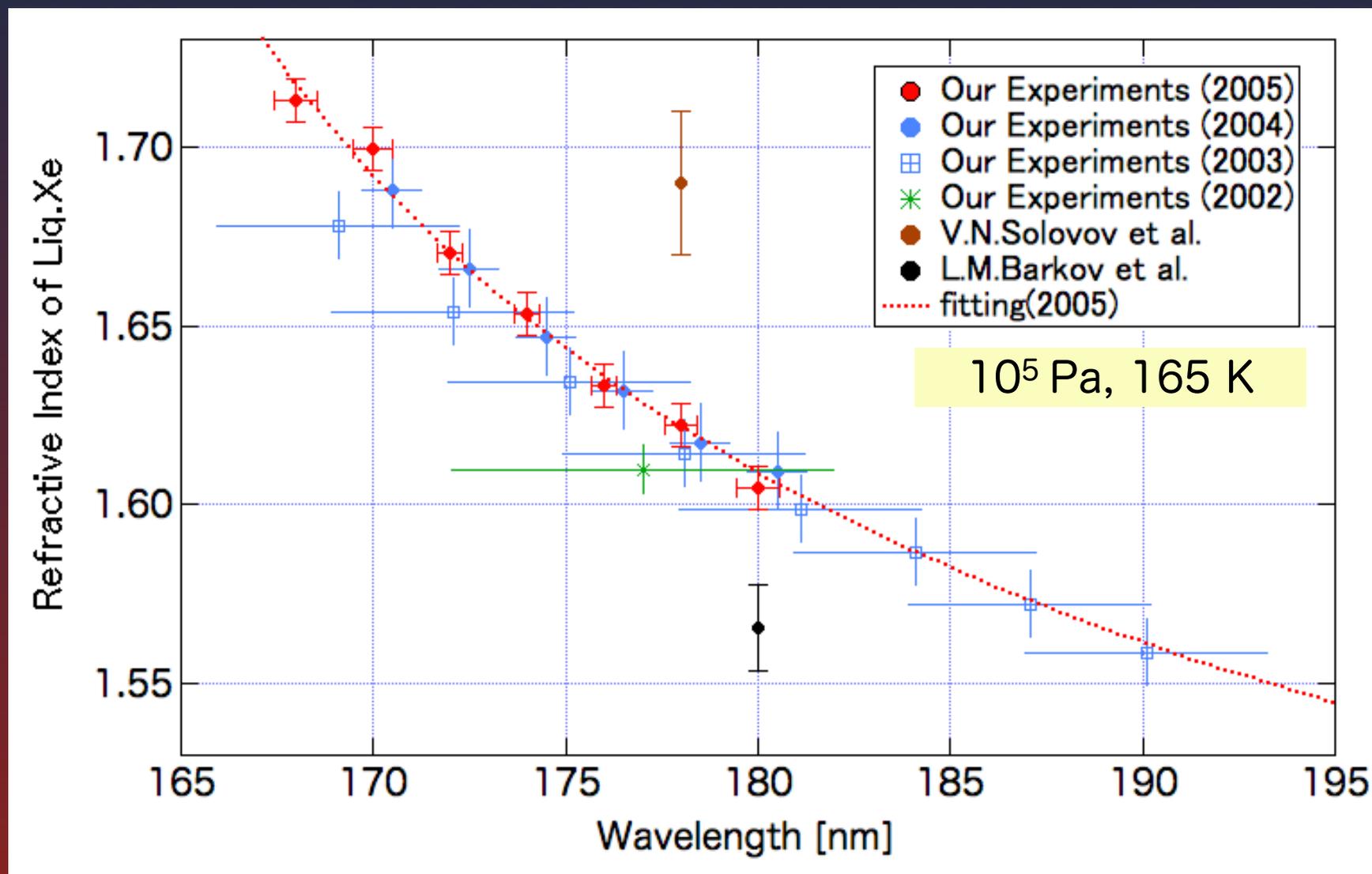
可視光からVUVまで広い範囲で測定

# 液体キセノンの屈折率 (final)



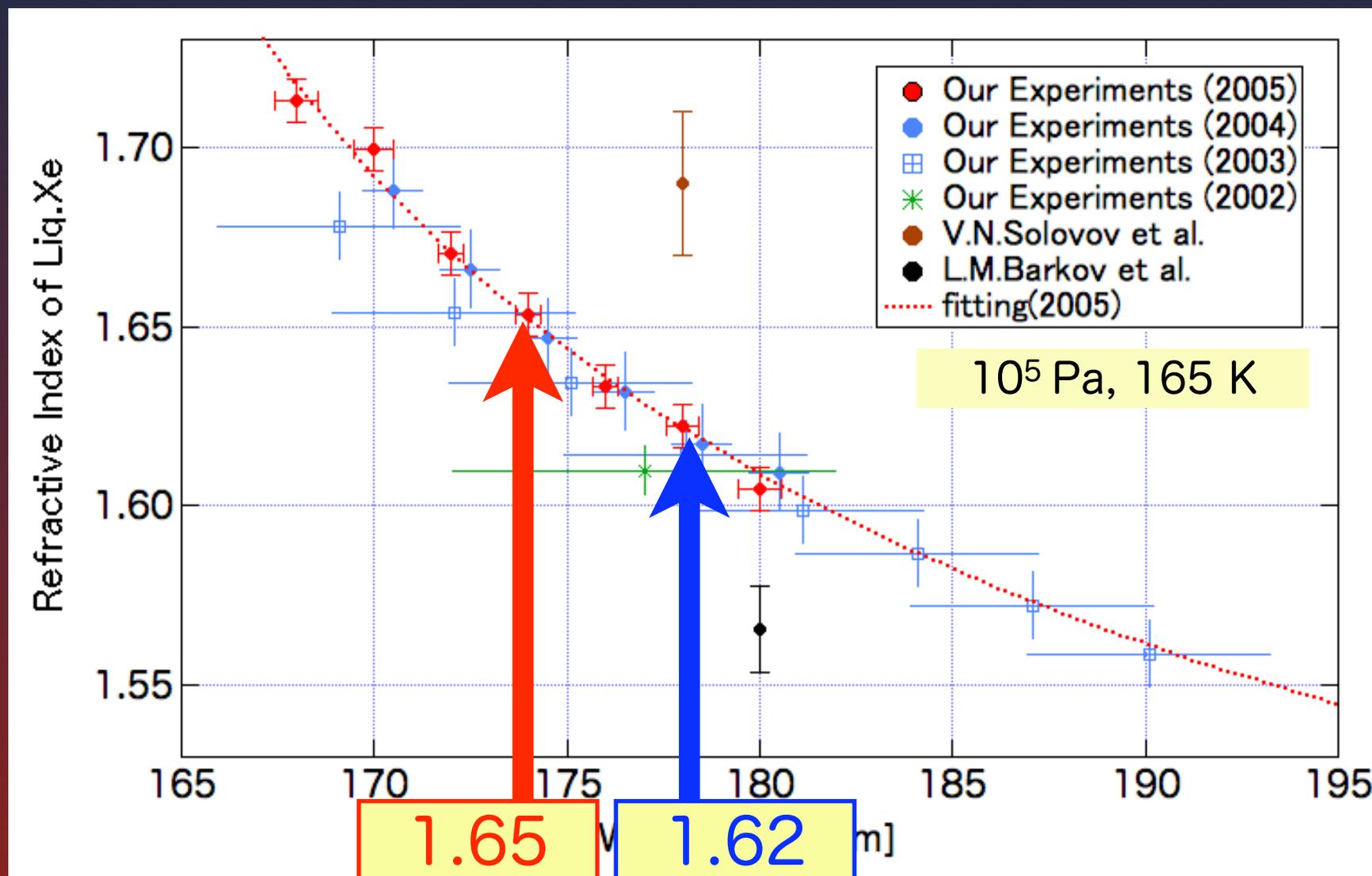
可視光からVUVまで広い範囲で測定

# 液体キセノンの屈折率



屈折率の誤差 : 0.007 波長の精度 : 0.4 nm

# 液体キセノンの屈折率



屈折率の誤差：0.007 波長の精度：0.4 nm

## 液体キセノン中での散乱長（計算値）

波長 (nm)	散乱長 (cm)
172	32
174	37
175	40
178	49
180	55

# キセノンの発光の中心波長

	液体 (放射線)	気体 (放射線)	気体 (放電)
J.Jortner et al. (1965)	178	175	175
K.Saito et al. (2002)		172	
Xe エキシマランプ			172

(単位: nm)

J. Jortner et al., J. Chem. Phys. 42 (1965) 4250.

K. Saito et al., IEEE Trans. Nucl. Sci. 49 (2002) 1674.

# キセノンの発光の中心波長

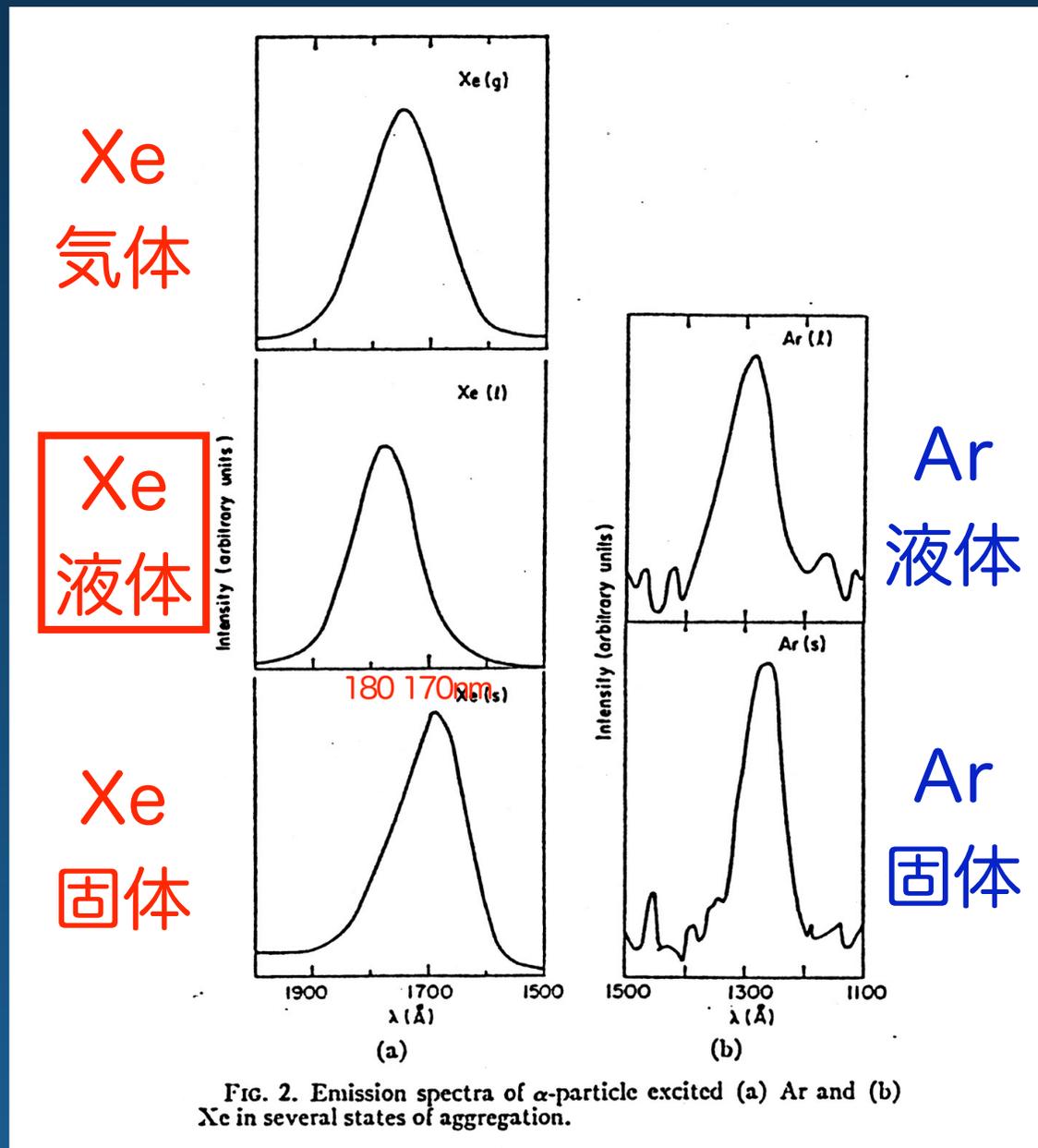
	液体 (放射線)	気体 (放射線)	気体 (放電)
J.Jortner et al. (1965)	178?	175	175
K.Saito et al. (2002)		172	
Xe エキシマランプ			172

(単位: nm)

J. Jortner et al., J. Chem. Phys. 42 (1965) 4250.

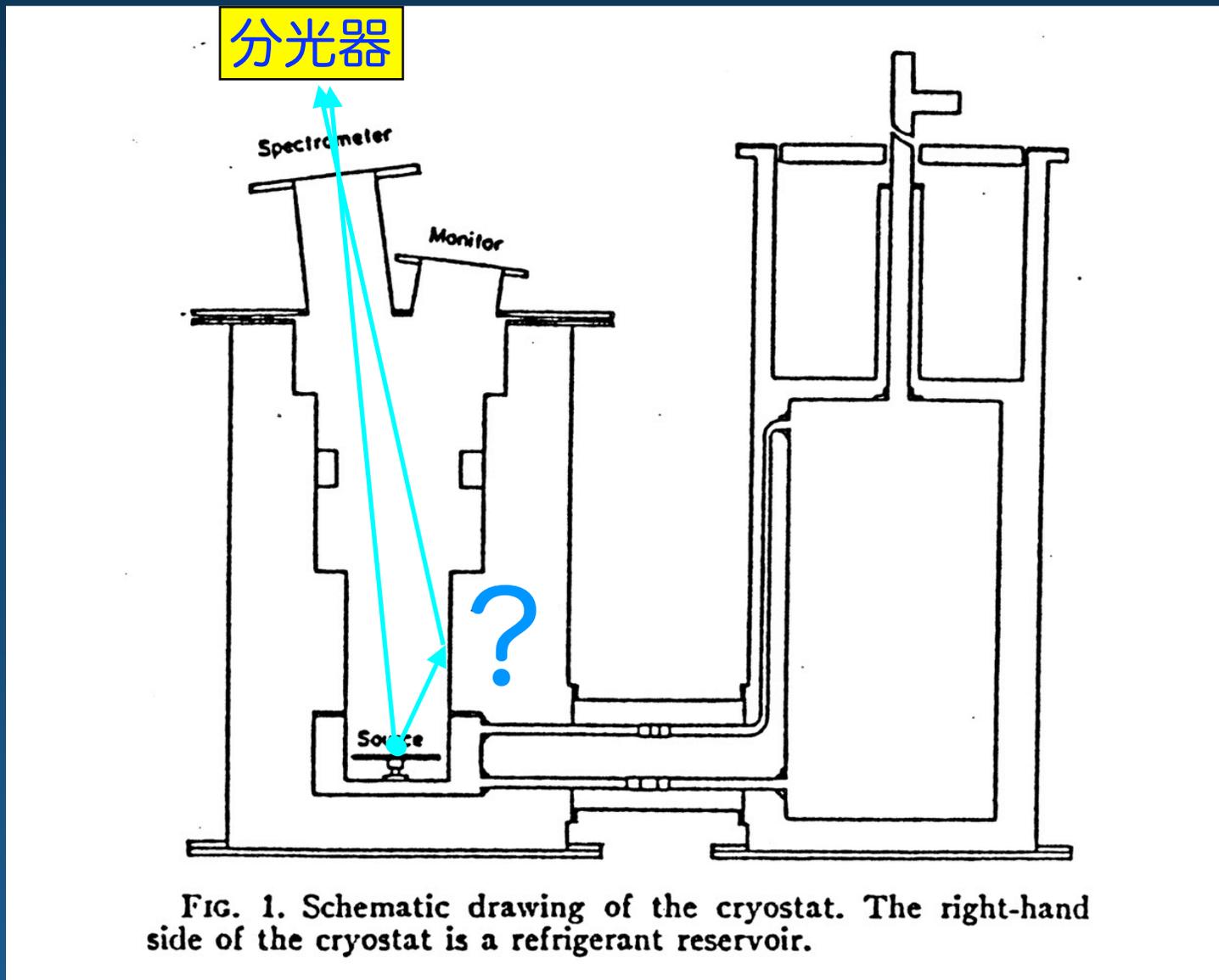
K. Saito et al., IEEE Trans. Nucl. Sci. 49 (2002) 1674.

# Jortnerの得たスペクトル



J. Jortner et al., J. Chem. Phys. 42 (1965) 4250.

# スペクトル測定装置 (J. Jortner)



J. Jortner et al., J. Chem. Phys. 42 (1965) 4250.

# 精度良い測定を実現するために

- シンチレータを分光器に近付ける
  - ⇒ 新しいセルの設計
- 分光後の微弱なシンチ光を高いS/Nで測る
  - ⇒ シンチレーションと同期した測光
- 測光系の感度の波長依存を最小に
  - ⇒ まず、液相，固相，気相での違いを測る
  - 次に，必要な補正を施す

# シンチレーションと同期した測光による 発光スペクトルの測定例

J.E.McMillan and C.J.Martoff, physics/0606198 (2006).

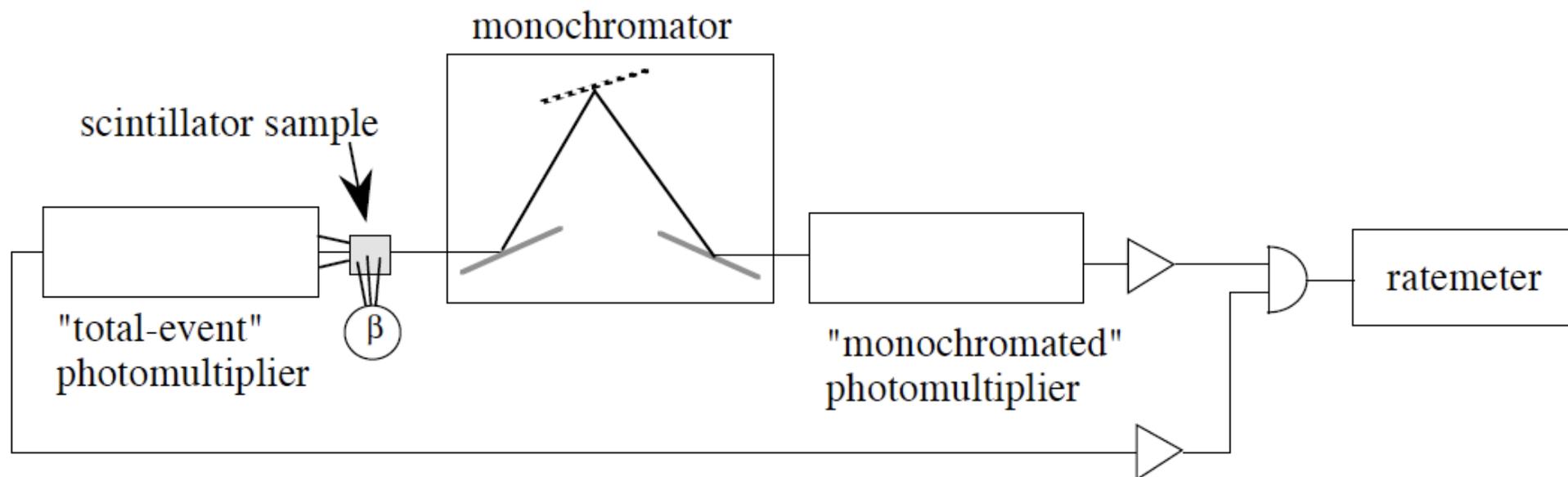


Figure 1. The experimental setup

# シンチレーションと同期した測光による 発光スペクトルの測定例

J.E.McMillan and C.J.Martoff, physics/0606198 (2006).

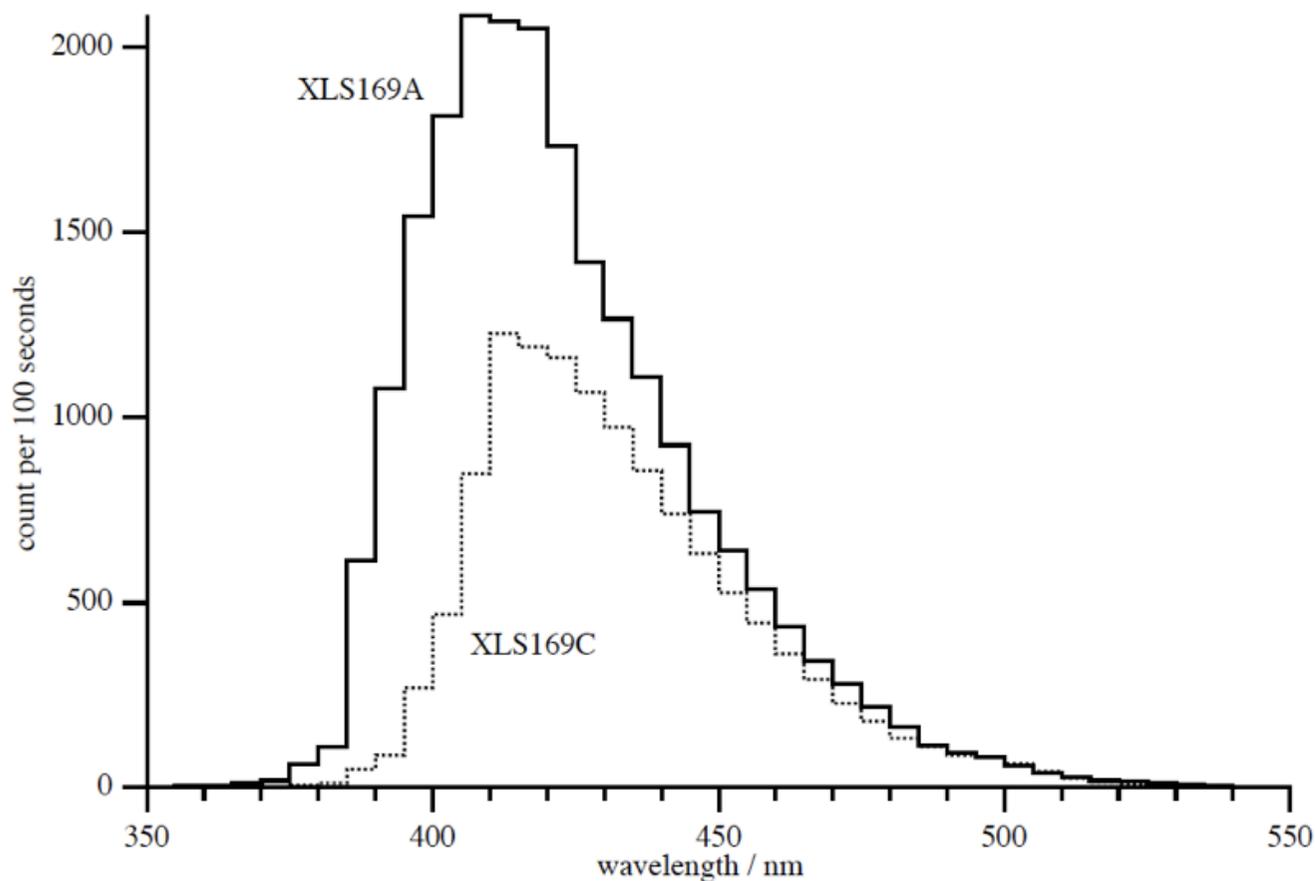
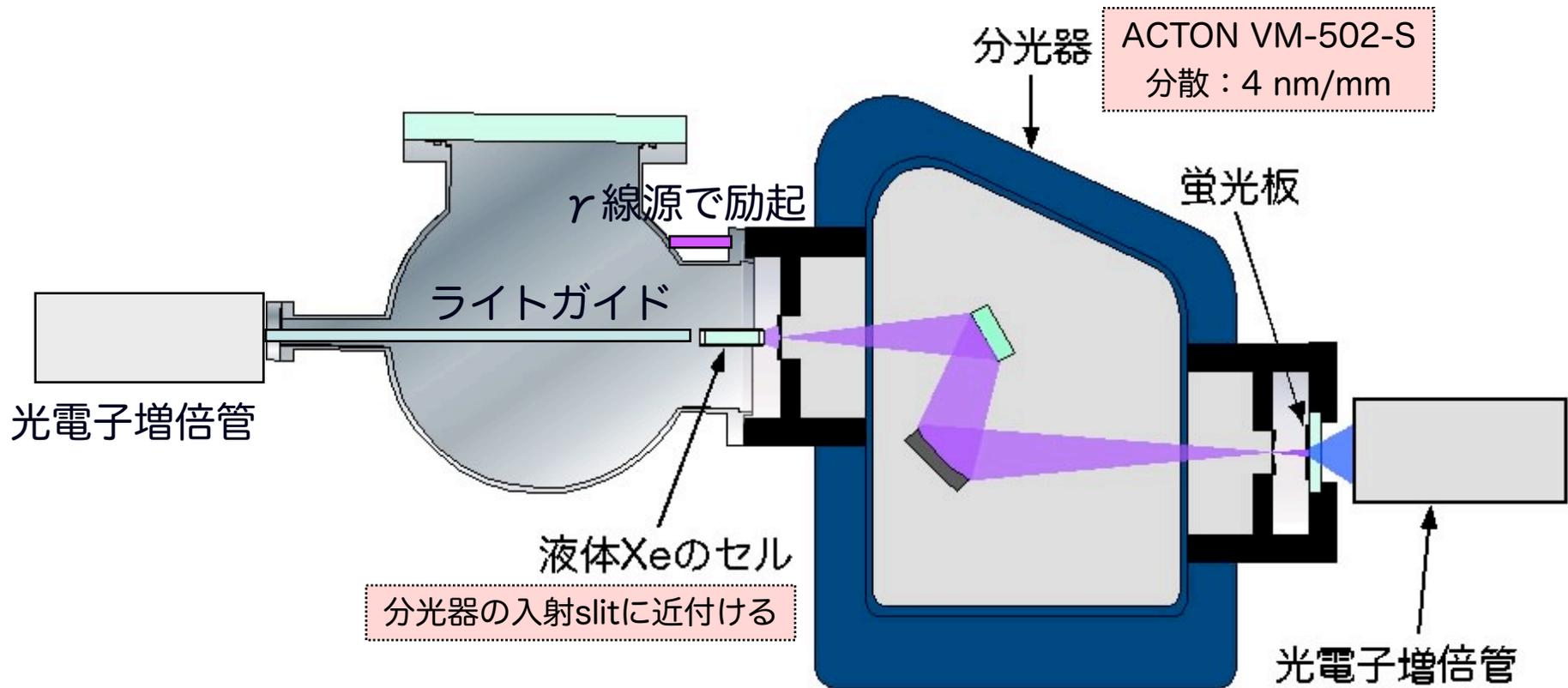


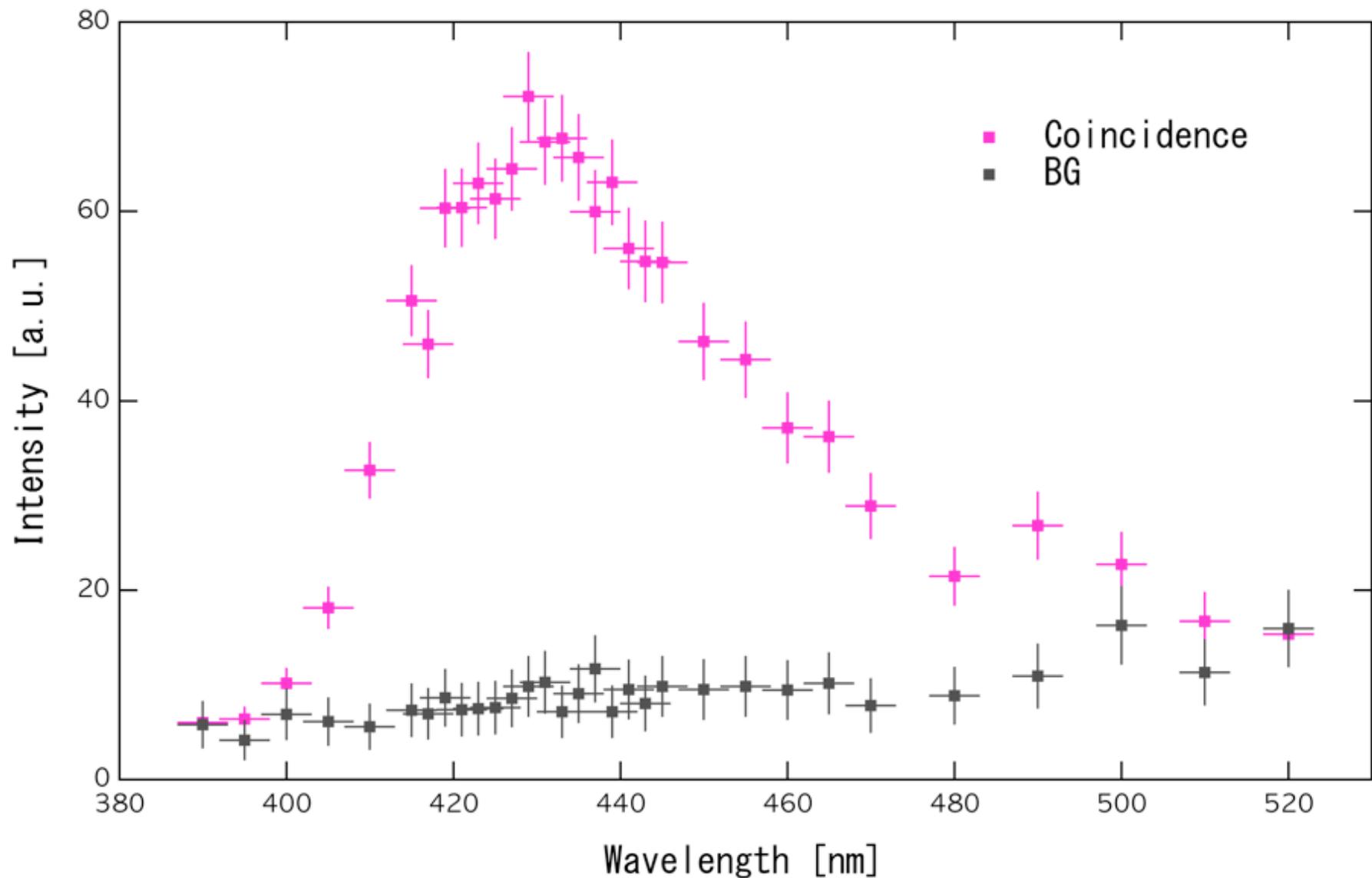
Figure 3. Typical liquid scintillator spectra

# 発光スペクトルの測定装置

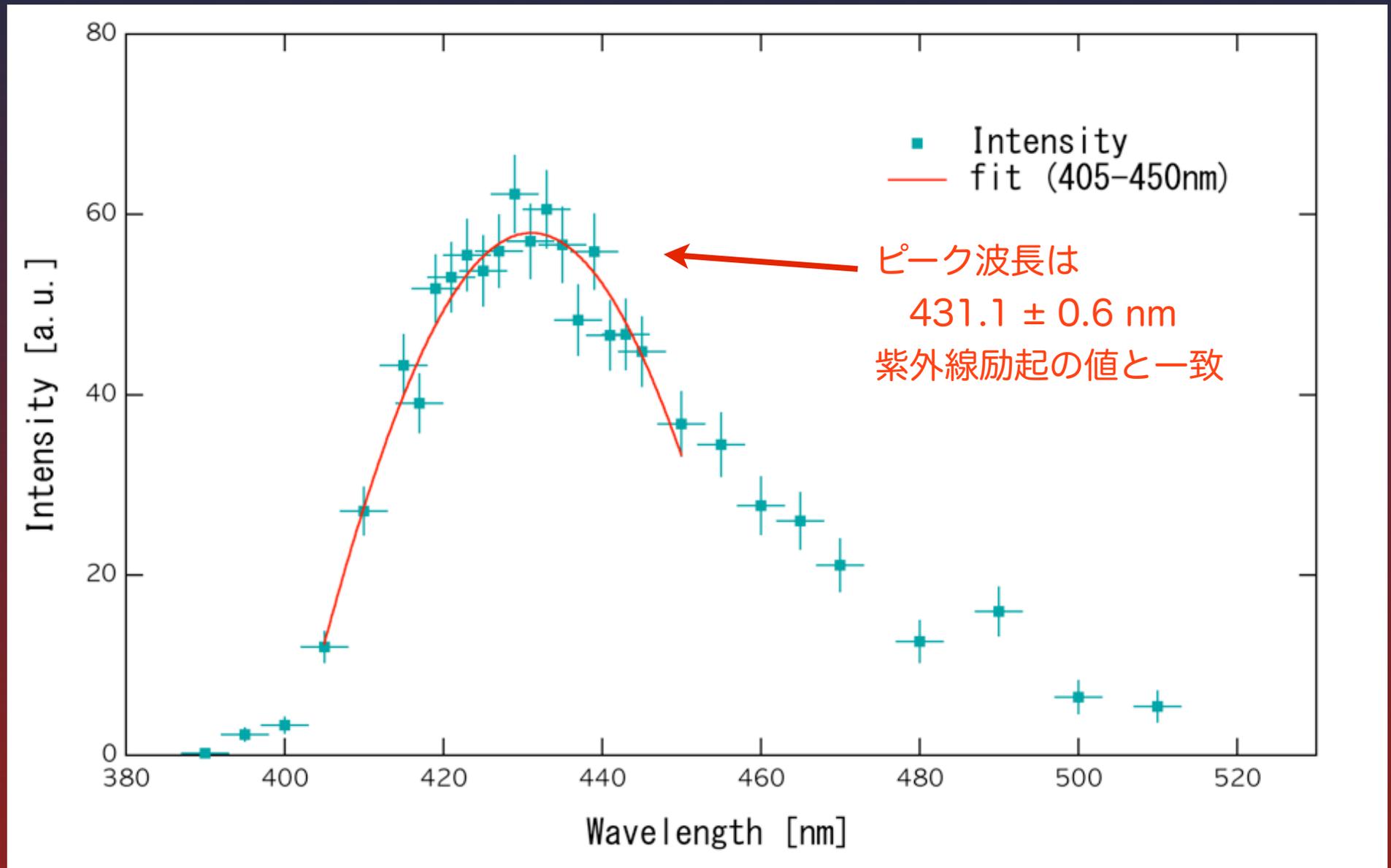


平面図

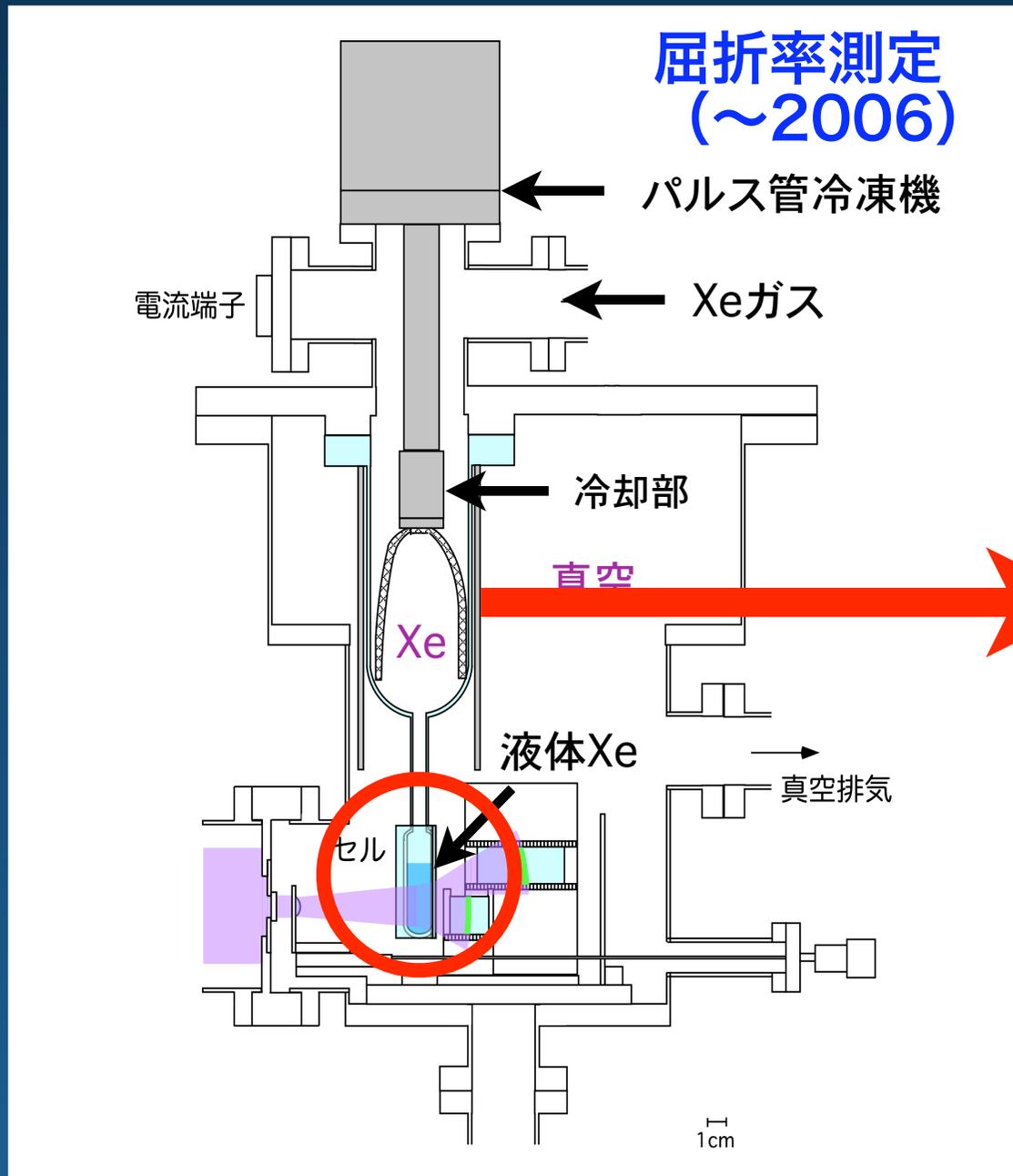
# プラスチックシンチの発光スペクトル



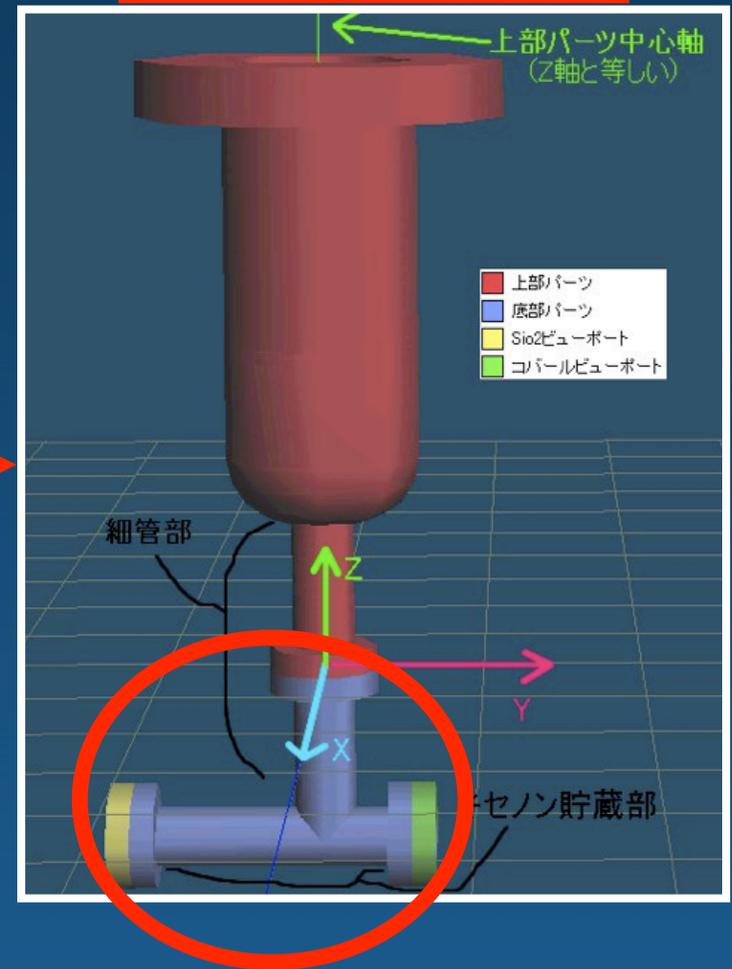
# プラスチックシンチの発光スペクトル



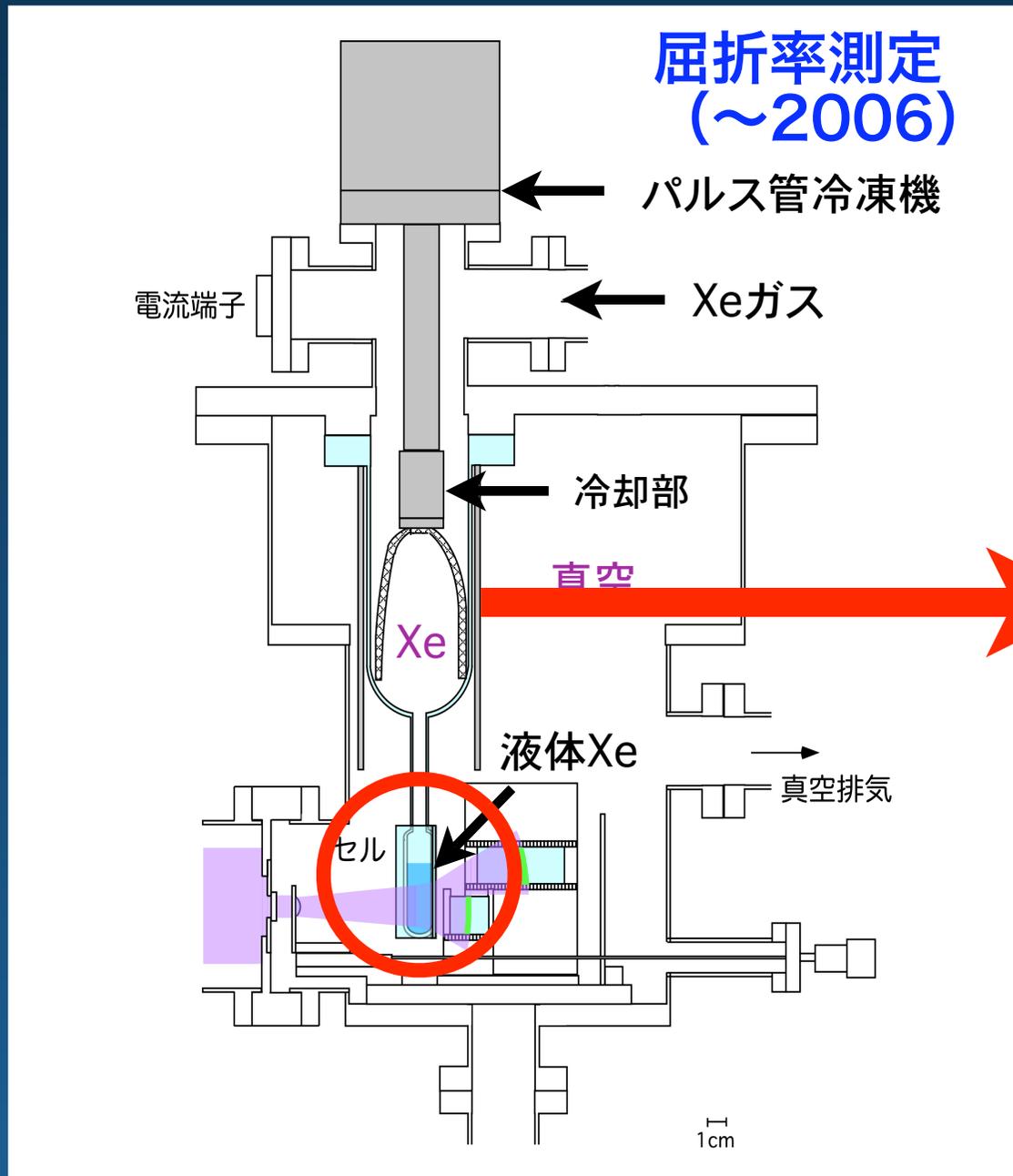
# 液体キセノンのセル



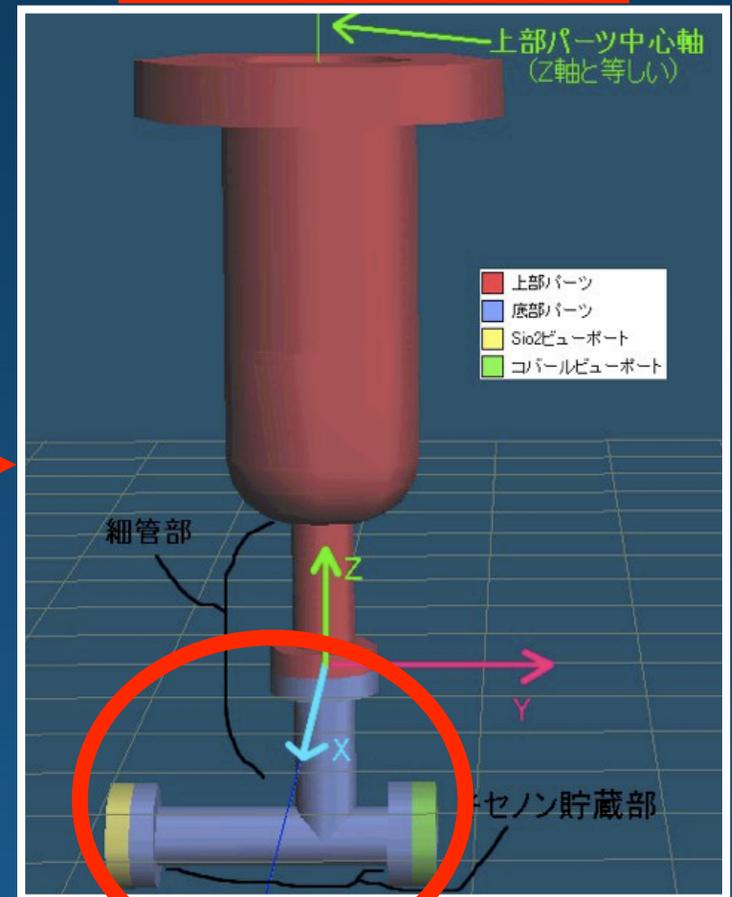
## セルを変更



# 液体キセノンのセル

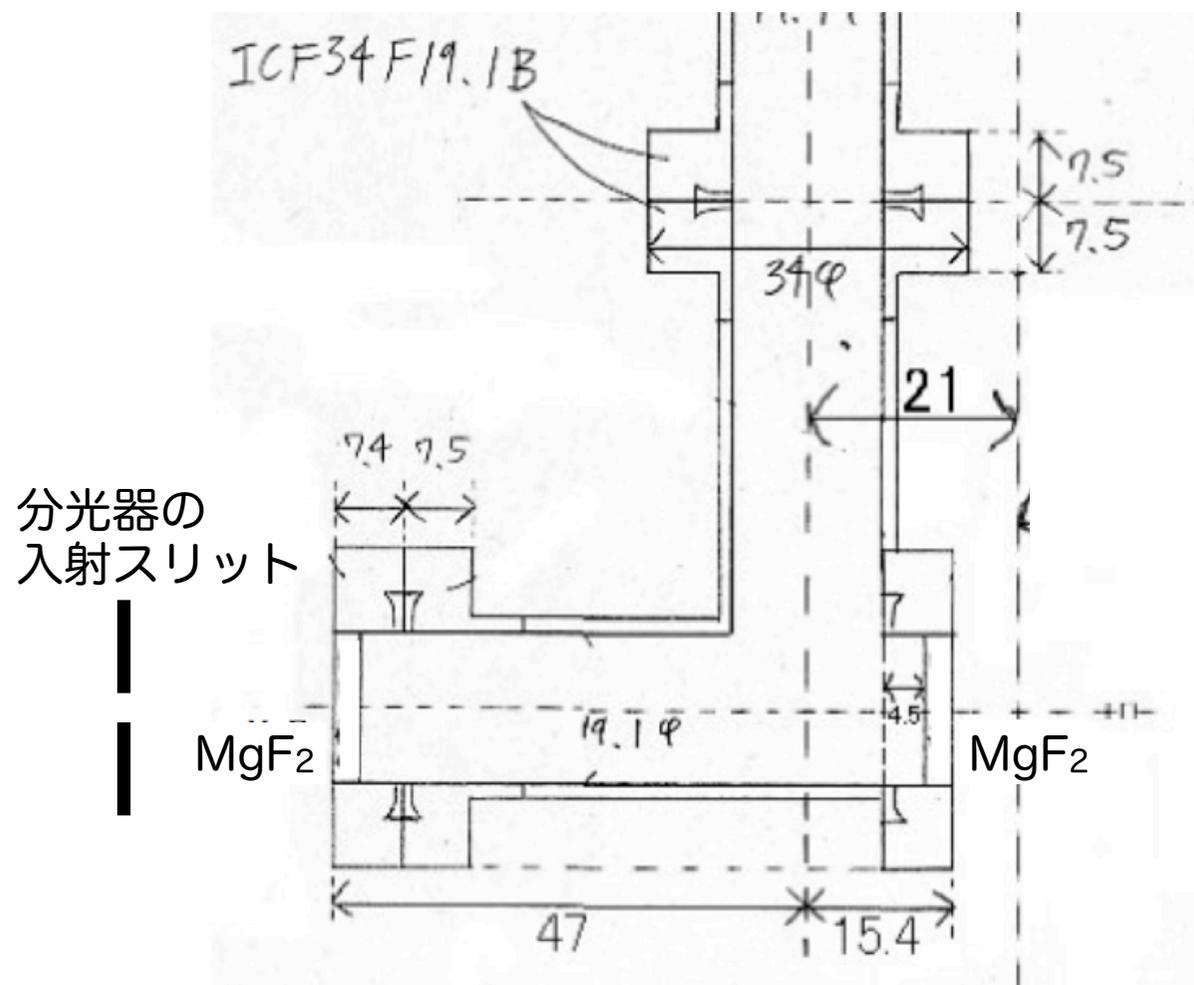


セルを変更

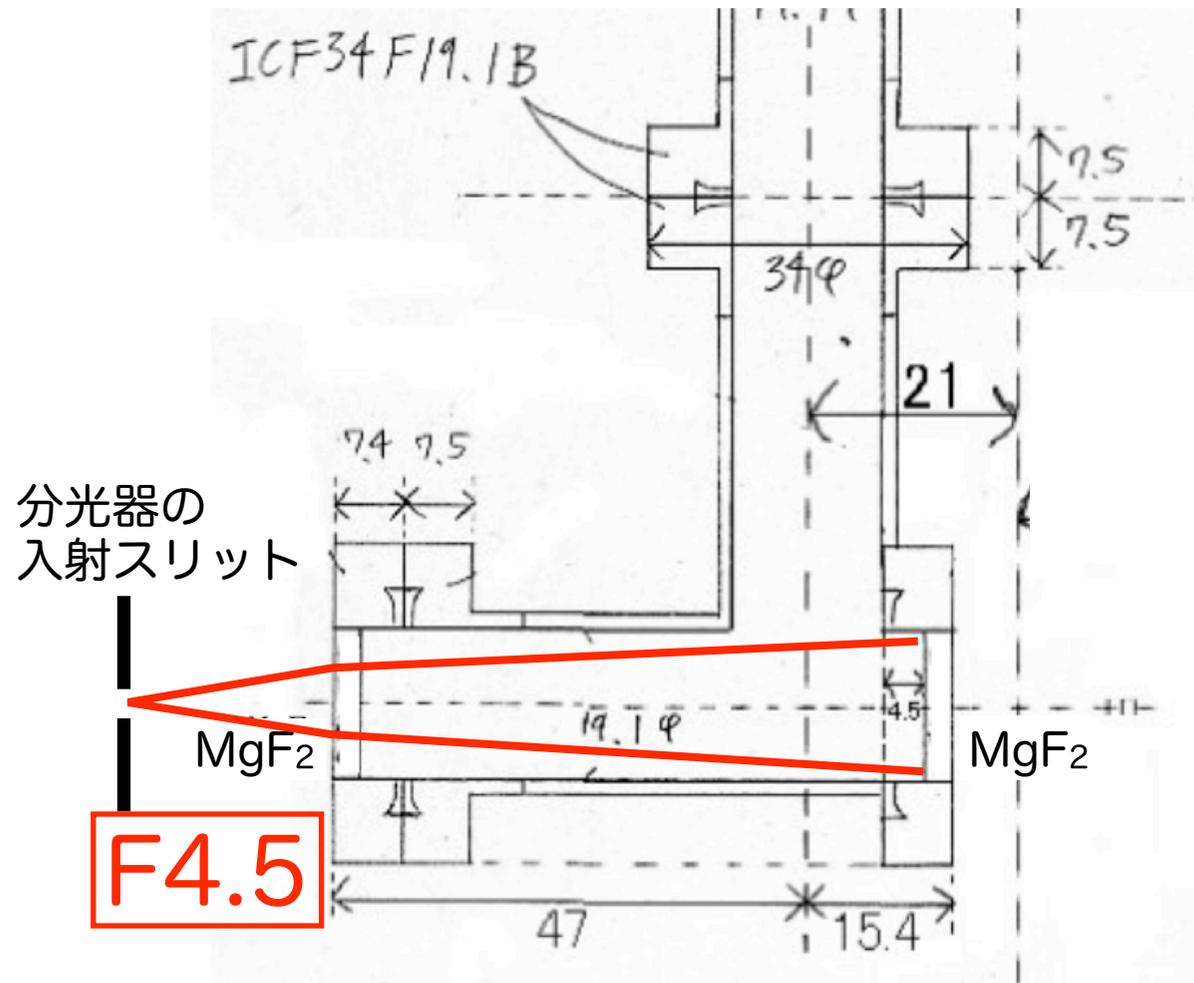


試作完了

# 液体キセノン用セル

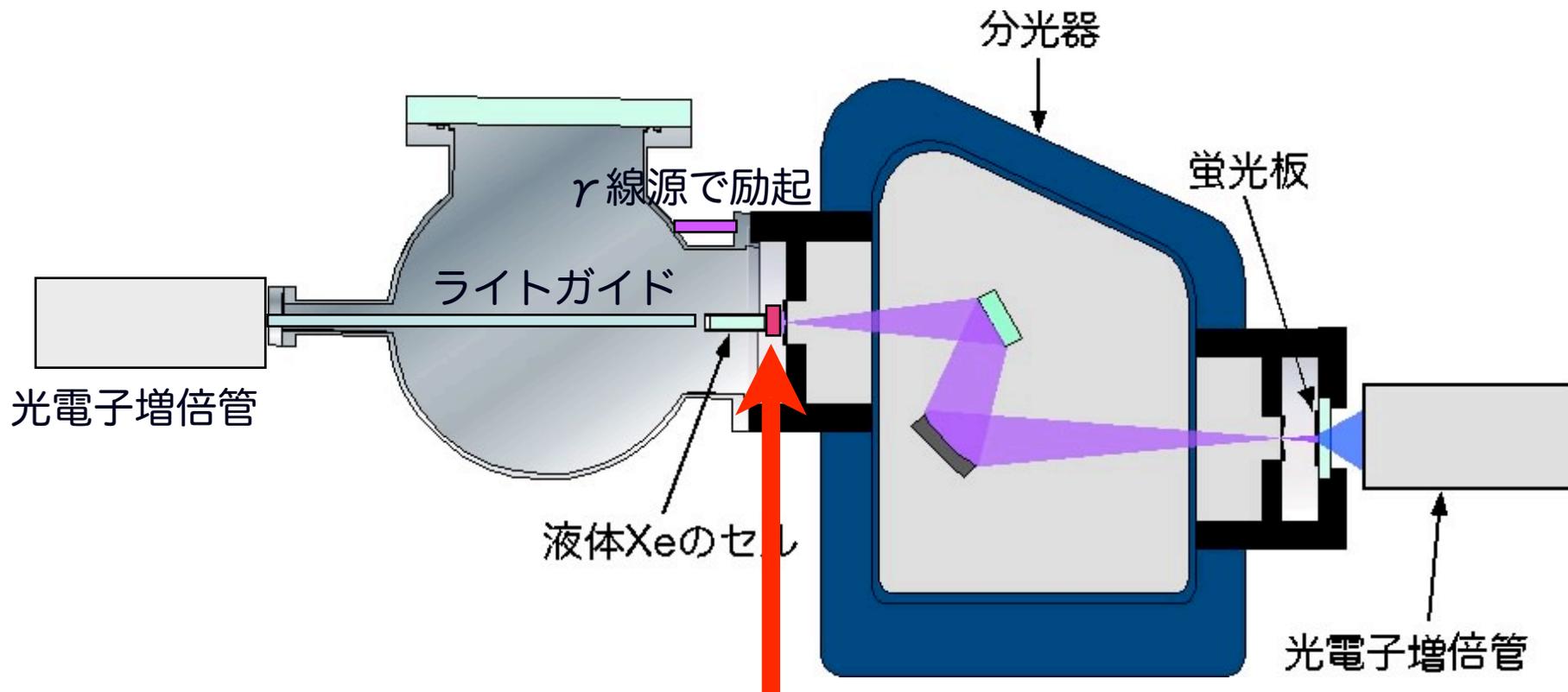


# 液体キセノン用セル



内壁の反射光が分光器に入りにくい構造

# 計画：Wavelength shifterの試験



Wavelength Shifter

平面図

# 査定金額

- ・ 旅費： 100千円  
⇒ 神岡への旅費
- ・ 物品費： 100千円  
⇒ 光電子増倍管，真空部品（予定）

## まとめ

- 液体キセノンの発光スペクトルの精度良い測定実験を進めている。プラスチックシンチレータで試験を概ね完了し、次はキセノンの測定に着手。
- 実り多きキセノン実験のため、今後も種々の基礎的な実験を地道に進めて、各実験を強力にサポートしようと考えている。