ガラスキャピラリープレートを用いた 中性子ガスシンチレータ(n-GSI)の開発

山形大学理学部 O森谷 透、門叶 冬樹 浜松ホトニクス 電子管事業部 近藤 治靖、杉山 浩之、林 雅宏、岡田 晃行 首都大学東京 理工学研究科 住吉 孝行 京都大学大学院工学研究科 田崎 誠司 京都大学大学院理学研究科 廣瀬 昌憲 京都大学原子炉実験所 日野 正裕

● ガラスキャピラリープレート

✓ ガス流量の調整、フィルター、光子コリメータとして幅広く応用されている。



		a) Electrodes
Material	Glass capillary	(Inconel or Ni-Cr)
Outer Diameter (mm)	10~100	A
Package Density (cm ⁻²)	~10 ⁶	0.2~2 mm
Thickness (mm)	0.2~2	
Channel Diameter (µm)	1~1000	
Open area ratio(%)	60 (80)	One capillary
Electrode Material	Inconel or Ni-Cr	

山形大学が穴の開いた細孔型MPGDとして開発(1996)²

● これまでの開発状況





CPの持つ優れた撮像能力を活かし、将来活用が期待される 中性子イメージングの開発を開始した



ガラスキャピラリープレートを用いた 中性子ガスシンチレータの開発

高位置分解能

<u>イメージングや構造解析の適用対象、分野の</u> 拡大につなげる



Gas Scintillation Imager for Neutron (n-GSI)



ガス封じ切り型



✓ 検出器外径: φ50mm
✓ 有効面積: φ25mm





KUANS実験結果① α-ray(⁷Li)の飛跡





10mmロアパーチャー@KUANS

◆α-ray(⁷Li)のTrackを確認

KUANS実験結果② 印加電圧と輝度の関係



◆ CP間のギャップ電圧を上げることで、輝度がEXPで上昇

KUANS実験結果③ 位置分解能の評価



◆Sigma~700μm ⇒α-ray(⁷Li)の飛跡で位置分解能が劣化

● PHITSを用いた透過型CPのシミュ レーション

線源1 cm×1 cm角 中性子100万発 エネルギー0.025 eV



✓シミュレーションで位置分解能の劣化を確認

● 高解像度構造の製作 開発品① 開発品2 ¹⁰BコンバーターとCPを密着 ▶¹⁰BコンバーターとCP間の距離が300µm ▶α、⁷LiがCPの孔内に制限される ◆ガス層をα、⁷Liが走ることで解像度悪化 高解像度 n n 10B α/⁷Li electrode 300µm $\alpha/^{7}$ Li 300µm 50µm 64µm

●n-GSI 開発品②







実験セットアップの概略図

GSI 位置中性子量 3.8×10⁶n/cm²/s@5MW 波長:2Å



◆コンバーターとCPを密着させたことで、Trackがなくなった









✓ CP間のギャップ電圧を上げることで、イメージの輝度がEXPで上昇

● テストパターンを用いたイメージの撮像













KUR実験結果⑤ PSIテストパターン コンバーター: ¹⁰B₄C





- ◆PMTの透過画像
- PMT型番: R9875 (Hamamatsu)









◆PMTの透過画像

• PMT型番: R9875 (Hamamatsu)





✓ PMTを回転させたことで、電極構造の撮像ができた
◆ CPのキャピラリー孔が1個1個見えていたため、位置分解能がよくなるはず



> サンプルと検出器(コンバーター)間の距離を短くする必要あり

● 今後の課題とモチベーション



 ◆入射窓とコンバーターの距離を短くすることで、キャピラリー孔のピッチ(64µm)の位置分解能を目指す。
◆試作品の有効面積は現在φ25mmである。有効面積10cm角の 大面積化を目指す。

- まとめ
- 京都大学KUANSの中性子ビームを使用し、10 mm角のコリメートしたイメージの取得に成功し、位置分解能は700µmであった。
- 位置分解能向上のため、コンバーターとCPを密着させた検出器の 開発を行い、京都大学KUR CN-3のビームラインで実験を行った。
- 10mm角のコリメートしたイメージを取得し、Trackがないことを 確認した。また、CPのキャピラリー孔1個1個を確認できた。
- J-PARCパターン、PSIパターンを用いてイメージを取得し、200µmのパターンまで判別することができた。
- ビームの広がりを考慮し、入射窓からコンバーターまでの距離を 短くし、位置分解能の向上を目指す。
- 現在の有効面積はф25mmである。10cm角の大面積化を目指す。
- 現在、位置分解能の評価を行っている。