

α 線で励起されたシンチレータからの光をガス増幅検出器で捉えられており、これによって、放射線検出器としての原理を検証できた。

また、光源の発光量は 100 photon であったので、この検出器の量子効率、約 1% であることが分かった。

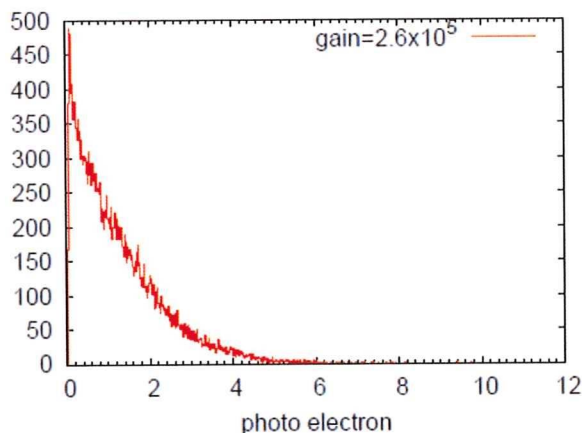


図 1.1 ガス検出器の電子増幅率 2.6×10^5 で得られた光電子数スペクトル

C-3. 二次元イメージング性能評価の結果

イメージング性能を評価するために、 $18 \times 21 \times 20 \text{ m}^3$ の Nd:LaF₃ 結晶を、図 1.2 に示すように、平行および斜め方向に配置し、画像を取得した。この測定では、結晶の $18 \times 21 \text{ mm}^2$ の一面を、MgF₂ 窓に当て、その対面から、 2.6 MBq ²⁴¹Am から 5.5 MeV の α 線を照射した。結晶の中央 $5 \times 5 \text{ mm}^2$ の部分は、 α 線照射用に GORE-TEX® が巻かれていないため、中心部分の検出強度が大きくなっている。両方の画像で、同じ位置に、ホットスポットとコールドスポットが何点も見られるが、光電面および読み出し回路のノイズが原因と思われる。

得られた画像は、結晶の形状を鮮明に映しているが、画像の大きさは、実際の大きさよりも大きくなっており、光電面と初段 GEM 間の電場、および MgF₂ 窓によって拡大されていると思われる。拡大率および位置感度を評価するために、 $2 \times 15 \text{ mm}^2$ のスリットを 2 か所開けた、 $100 \text{ }\mu\text{m}$ 厚のポリビニールテープを結晶と MgF₂ の間に、縦および横方向に挟み、画像を取得した (図 1.3)。X および Y 方向への射影図 (図 1.3) から、画像は、均一に 1.6 倍拡大されていることが分かった。

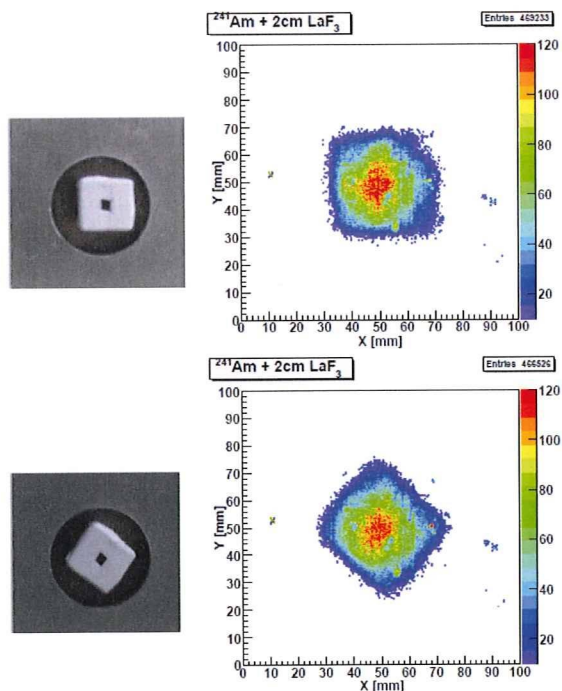


図 1.2 (左) MgF₂ 上に置いた Nd:LaF₃。(右) シンチレータに α 線を照射し、得られた画像。

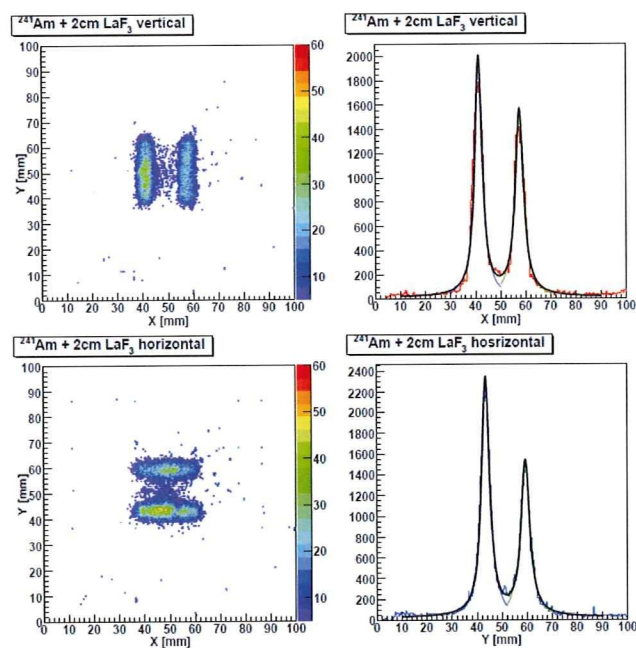


図 1.3 スリットを置いて得られた画像 (左) と射影 (右)。

D. 結論

本年度の研究目標は、

- ③ ガス検出器と光電面を用いた真空紫外 2 次元イメージングシステムの確立
- ④ Nd:LaF₃ シンチレータと①のシステムを組み合わせた、放射線 2 次元イメージングシステムの確立

であった。

既述の通り、①、②ともに、目標を達成し、次年度以降はこれをベースに、Nd:LaF₃よりも光量が大きいシンチレータに取り換えて、X線イメージングを行う予定である。

E. 健康危険情報

特に無し。

F. 研究発表

1. 論文発表

(1)英文論文

- 1) H. Sekiya, C. Ida, H. Kubo, S. Kurosawa, T. Tanimori, A. Yoshikawa, T. Yangida, Y. Yokota, K. Fukuda, S. Ishizu, N. Kaeaguchi, T. Suyama “Development of a large area VUV sensitive gas PMT with GEM/ μ PIC”, *Journal of Instrumentation*, 4 P11006 (2009)
- 2) Shunsuke Kurosawa, Hidetoshi Kubo, Toru Tanimori, Kojiro Taniue, Hiroyuki Sekiya, Akira Yoshikawa, Takayuki Yanagida, Yuui Yokota, Kentaro Fukuda, Sumito Ishizu, Noriaki Kawaguchi, Toshihisa Suyama, “A Novel Position-Sensitive Radiation Detector Using a Gaseous Photomultiplier and an UV Scintillator”, *Proceedings of Science*, PD09, 011 (2009)

(2)和文論文

なし

2. 学会発表

(1)国際学会

- 1) H. Sekiya, C. Ida, H. Kubo, S. Kurosawa, T. Tanimori, A. Yoshikawa, T. Yangida, Y. Yokota, K. Fukuda, S. Ishizu, N. Kaeaguchi, T. Suyama, “A novel imaging device based on UV scintillators and a large area gas photomultiplier”, 11th The International Workshops on Radiation Imaging Detectors, June 28 - July 2, 2009, Prague, Czech Republic.
- 2) H. Sekiya, C. Ida, H. Kubo, S. Kurosawa, T. Tanimori, A. Yoshikawa, T. Yangida, Y. Yokota, K. Fukuda, S. Ishizu, N. Kaeaguchi, T. Suyama, “Development of a large area VUV sensitive gas PMT with GEM/ μ PIC”, 1st International Conference on Micro Pattern Gaseous Detectors, 12-15 June 2009, Kolympari, Crete, Greece.
- 3) Shunsuke Kurosawa, Hidetoshi Kubo, Toru Tanimori, Kojiro Taniue, Hiroyuki Sekiya, Kentaro Fukuda, Sumito Ishizu, Noriaki Kawaguchi, Toshihisa Suyama, Akira Yoshikawa, Takayuki Yanagida, Yuui Yokota, “A Novel Position-Sensitive Radiation Detector Using a Gaseous Photomultiplier and an UV Scintillator”, *International Workshop on new photon-detectors*

(PD09), 24-26 June, 2009, Shinshu University, Japan.

- 4) Shunsuke Kurosawa, Hidetoshi Kubo, Toru Tanimori, Kojiro Taniue, Hiroyuki Sekiya, Kentaro Fukuda, Sumito Ishizu, Noriaki Kawaguchi, Toshihisa Suyama, Akira Yoshikawa, Takayuki Yanagida, Yuui Yokota, “Development of a Novel Position-Sensitive Radiation Detector Using a Gaseous Photomultiplier and a Vacuum Ultraviolet Scintillator”, 12th Vienna Conference on Instrumentation (VICI2010), 15-20 February, 2010, Wien, Austria

(2)国内学会

- 1) 関谷洋之, 井田知宏, 窪秀利, 黒澤俊介, 谷上幸次郎, 谷森達, 柳田健之, 横田有為, 吉川彰, 福田健太郎, 石津澄人, 河口範明, 須山敏尚 “GEM/ μ PIC を用いた真空紫外イメージング検出器 I”, 日本物理学会 2009 年秋季大会, 2009 年 9 月 11 日, 甲南大学.
- 2) 谷上幸次郎, 窪秀利, 黒澤俊介, 関谷洋之, 谷森達, 柳田健之, 横田有為, 吉川彰, 福田健太郎, 石津澄人, 河口範明, 須山敏尚 “GEM/ μ PIC を用いた真空紫外イメージング検出器 II”, 日本物理学会 2009 年秋季大会, 2009 年 9 月 11 日, 甲南大学.
- 3) 関谷洋之, 窪秀利, 黒澤俊介, 谷上幸次郎, 谷森達, 柳田健之, 横田有為, 吉川彰, 福田健太郎, 石津澄人, 河口範明, 須山敏尚 “GEM/ μ PIC を用いた真空紫外イメージング検出器の開発”, 第 6 回 MPGD 研究会, 2009 年 12 月 11 日, 神戸大学.
- 4) 関谷洋之, 窪秀利, 黒澤俊介, 谷上幸次郎, 谷森達, 柳田健之, 横田有為, 吉川彰, 福田健太郎, 石津澄人, 河口範明, 須山敏尚 “GEM/ μ PIC を用いた真空紫外イメージング検出器 III”, 日本物理学会 2009 年年次大会, 2010 年 3 月 23 日, 岡山大学.

G. 知的財産権の出願・登録状況

- 1) 発明の名称: 「放射線画像検出器」
発明者: 福田健太郎, 石津澄人, 河口範明, 須山敏尚, 吉川彰, 柳田健之, 横田有為, 窪秀利, 谷森達, 関谷洋之
出願人: トクヤマ, 東北大学, 京都大学, 東京大学
出願番号: 特願 2009-89351
出願日: 2009 年 4 月 1 日
出願番号: 特願 2009-207779 (国内優先権主張)
出願日: 2009 年 9 月 9 日
出願番号: PCT/JP2010/054836 (国際出願)
出願日: 2010 年 3 月 19 日

研究成果の刊行に関する一覧表

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Y. Yokota, T. Yanagida, Y. Fujimoto, M. Nikl and A. Yoshikawa	Growth and luminescent properties of the Ce, Pr doped NaCl single crystals grown by the modified micro-pulling-down method	Radiation Measurements	accepted		2009
Y. Yokota, T. Yanagida, N. Abe, N. Kawaguchi, K. Fukuda, M. Nikl and A. Yoshikawa	Ce concentration dependence of optical and scintillation properties for Ce doped LiYF ₄ single crystals	IEEE Transactions on Nuclear Science	accepted		2009
T. Yanagida, Y. Yokota, Y. Fujimoto, A. Yoshikawa, N. Kawaguchi, S. Ishizu, K. Fukuda, T. Suyama and N. Sarukura	Crystal growth and luminescence properties of Pr doped LiYF ₄ and LiCaAlF ₆	Japanese Journal of Applied Physics	48	085503	2009
N. Abe, Y. Yokota, T. Yanagida, J. Pejchal, F. Nara, N. Kawaguti, K. Fukuda, M. Nikl and A. Yoshikawa	Crystal Growth and Luminescence Properties of Tm:BaF ₂ Single Crystals	Japanese Journal of Applied Physics	49	022601	2009
N. Abe, Y. Yokota, T. Yanagida, N. Kawaguchi, M. Nikl, K. Fukuda, A. Yoshikawa, J. Pejchal and M. Nikl	Crystal Growth and Scintillation Properties of Tm, Nd co-doped LaF ₃ Single Crystals	IEEE Transactions on Nuclear Science	accepted		2009
Y. Furuya, N. Kawaguchi, N. Abe, Y. Yokota, T. Yanagida, M. Nikl, A. Yoshikawa	Crystal growth and scintillation properties of NdF ₃ single crystal	Optical Materials	accepted		2009
T. Yanagida, Y. Fujimoto, A. Yoshikawa, Y. Yokota, K. Kamada, Jan Pejchal, N. Kawaguchi, K. Fukuda,	Development and Performance Test of Picosecond Pulse X-ray Excited Streak Camera System for Scintillator	Applied Physics Express	In press		2010
T. Yanagida, N. Kawaguchi, Y. Yokota, S. Ishizu, K. Fukuda, A. Yoshikawa, J. Pejchal, M. Nikl	Study of VUV emission and γ -RAY responses of Nd:BaF ₂ scintillator	Radiation Measurements	In press		2009

T. Yanagida, N. Kawaguchi, S. Ishizu, Y. Yokota, K. Fukuda, T. Suyama, A. Yoshikawa, H. Sekiya, S. Kubo, T.	Growth and Evaluations of Nd:LuLiF ₄ for Different Nd Concentration	IEEE Transactions on Nuclear Science	In press		2009
N. Abe, T. Yanagida, Y. Yokota, S. Maeo, J. Pejchal, Y. Fujimoto, Y. Furuya, H. Tanaka, N. Kawaguchi, K. Fukuda, M. Nikl, A. Yoshikawa	Crystal growth and scintillation properties of Tm:K ₂ NaLuF ₆	Optical Materials	32	589-594	2009
T. Nakazato, M. Cadatal, Y. Furukawa, M. Pham, E. Estacio, T. Shimizu, N. Sarukura, K. Fukuda, T. Suyama, T. Yanagida, Y. Yokota, A. Yoshikawa, F. Saito	Nd ³⁺ :LaF ₃ as a Step-wise Excited Scintillator for Femtosecond Ultraviolet Pulses	IEEE. Nucl. Trans. Sci.	In press		2009
H. Sekiya, C. Ida, H. Kubo, S. Kurosawa, K. Miuchi, T. Tanimori, K. Taniue, A. Yoshikawa, T. Yanagida, Y. Yokota, K. Fukuda, S. Ishizu, N. Kawaguchi, T. Suyama	A new imaging device based on UV scintillators and a large area gas photomultiplier	Nucl. Inst. Meth. A.	accepted		2009
T. Shimizu, M. Cadatal, K. Yamanoi, S. Takatori, M. Pham, E. Estacio, T. Nakazato, N. Sarukura, N. Kawaguchi, K. Fukuda, T. Suyama, T. Yanagida, Y. Yokota, A. Yoshikawa, F. Saito	Er:LiCAF as Potential Vacuum Ultraviolet Laser Material at 163 nm	IEEE. Nucl. Trans. Sci.	In press		2009
N. Kawaguchi, K. Fukuda, T. Suyama, T. Yanagida, Y. Yokota, A. Yoshikawa, M. Nikl	Nd concentration dependence on the optical and scintillation properties of Nd doped BaF ₂	Opt. Mater.	In press		2009
Y. Furukawa, M. Cadatal, K. Yamanoi, S. Takatori, M. Pham, E. Estacio, T. Nakazato, T. Shimizu, N. Sarukura, K. Kitano, K. Ando, K. Uchiyama, Y. Isobe, K. Fukuda, T. Suyama, T. Yanagida, A. Yoshikawa, F. Saito	Development of Vacuum Ultraviolet Streak Camera System for the Evaluation of Vacuum Ultraviolet Emitting Materials	Japanese Journal of Applied Physics	48	096503	2009
J. Pejchal, M. Nikl, K. Fukuda, N. Kawaguchi, T. Yanagida, Y. Yokota, A. Yoshikawa	Doubly-doped LaF ₃ :Er,Nd and BaY ₂ F ₈ :Er,Nd VUV scintillators	Rad. Meas.	In press		2009
N. Abe, Y. Yokota, T. Yanagida, N. Kawaguchi, A. Yoshikawa, J. Pejchal, M. Nikl	Evaluation of Gamma-Ray Responses of Tm:BaF ₂ Single Crystals	IEEE. Nucl. Trans. Sci.	In press		2009

N. Abe, Y. Yokota, T. Yanagida, N. Kawaguti, K. Fukuda, M. Nikl, A. Yoshikawa, J. Pejchal, M. Nikl	Crystal Growth and Characterization of Nd:K ₃ LuF ₆	IEEE. Nucl. Trans. Sci.	In press		2009
H. Sekiya, C. Ida, H. Kubo, S. Kurosawa, T. Tanimori, A. Yoshikawa, T. Yangida, Y. Yokota, K. Fukuda, S. Ishizu, N. Kaeaguchi,	Development of a large area VUV sensitive gas PMT with GEM/ μ PIC	Journal of Instrumentation	4	P11006	2009
Shunsuke Kurosawa, Hidetoshi Kubo, Toru Tanimori, Kojiro Taniue, Hiroyuki Sekiya, Akira Yoshikawa, Takayuki	A Novel Position-Sensitive Radiation Detector Using a Gaseous Photomultiplier and an UV Scintillator	Proceedings of Science	PD09	011	2009
田中秀彦、古谷優貴、河口範明、阿部直人、鎌田圭、横田有為、柳田健之、Martin Nikl、吉川彰、川添良幸	Nd添加CaF ₂ 単結晶の作製とシンチレーション特性の評価	第20回光物性研究会論文集		37-40	2009
古谷優貴、田中秀彦、河口範明、阿部直人、横田有為、柳田健之、鎌田圭、Martin Nikl、吉川彰	NdF ₃ 単結晶の光学特性及び放射線応答の評価	第20回光物性研究会論文集		313-316	2009
阿部直人、横田有為、柳田健之、藤本裕、河口範明、Jan Pejchal、福田健太郎、Martin Nikl、前尾修司、鎌田圭、吉川彰	Tm, Nd共添加LaF ₃ 単結晶の作製及びエネルギー遷移の評価	第20回光物性研究会論文集		309-312	2009
横田有為、柳田健之、河口範明、阿部直人、藤本裕、吉川彰	Ce添加LiYF ₄ シンチレータ結晶の結晶作製と光物性	第19回光物性研究会論文集		290-293	2008

