

低温液体用遠心ポンプを使用した 液体キセノンの超高純度純化方法の開発

三原 智[†], 春山 富義*, 岩本 敏幸, 内山 雄祐, 大谷 航, 笠見 勝祐*,
澤田 龍, 寺沢 和洋**, 道家 忠義**, 名取 寛顕,
西口 創, 真木 晶弘*, 森 俊則, 山田 秀衛

Development of a Method for Liquid Xenon Purification Using a Cryogenic Centrifugal Pump

Satoshi MIHARA, Tomiyoshi HARUYAMA*, Toshiyuki IWAMOTO, Yusuke UCHIYAMA, Wataru OOTANI,
Katsuyu KASAMI*, Ryu SAWADA, Kazuhiro TERASAWA**, Tadayoshi DOKE**, Hiroaki NATORI,
Hajime NISHIGUCHI, Akihiro MAKI*, Toshinori MORI and Shuei YAMADA

Synopsis: We are developing a new type of photon detector for an experiment to search for muons decaying into a positron and a gamma ray. In this experiment, the photon detector will utilize liquid xenon (Xe) as the scintillation material. Good transparency of the liquid Xe is required in order to gain the highest performance out of the detector. Impurities like water and oxygen must be removed efficiently for this purpose. We have developed a new purification system, dedicated to removing water from liquid Xe, by employing a cryogenic centrifugal pump and molecular sieves. The performance of the system will be described in this article.

Keywords: liquid xenon, purification, centrifugal pump, low-temperature fluid

1. はじめに

我々のグループでは液体キセノンを媒体としたガンマ線検出器の開発を行っている。この検出器は μ 粒子の稀崩壊モード探索実験 (MEG 実験) に使用することを念頭に開発を進めている。

現在に至るまで、様々な開発研究を進めるために 100 リットルの液体キセノンを使用した大型プロトタイプを建設し、実機 (800 リットル) の建設、運転に不可欠な基礎的な研究を行ってきた¹⁾。これにより、実機と同規模の大

きさの検出器でも長期安定運転が可能であることを実証した。

これら一連の研究により判明した重要な結果の一つは、液体キセノン中に残存する水分を除去することが、検出器性能を最大限引き出すためには不可欠であるということである¹⁾。今回、我々のグループでは、従来の液体キセノン純化方法の性能を大幅に向上するべく、低温用液体遠心ポンプを使用した純化システムを製作し、その性能評価を行った²⁾。

本稿ではこの新たに開発した純化方法を紹介するとともにその評価性能について報告を行う。

2. 目的

MEG 実験は、 μ 粒子が電子とガンマ線とに二体崩壊する稀崩壊 ($\mu \rightarrow e\gamma$ 崩壊) を探索する実験であり、世界最高の μ 粒子強度をほこるスイス国立ポールシェラー研究所で実験準備が進められている³⁾。 $\mu \rightarrow e\gamma$ 崩壊は、素粒子物理の標準理論を越える新しい物理の突破口として、その存在が様々な観点から指摘されており、発見の可能性が極めて高いことが予想されている。

MEG 実験では、この崩壊で生じるガンマ線を確実に捕

Received September 7, 2005

東京大学素粒子物理国際研究センター
〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1

International Center for Elementary Particle Physics, University
of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0033, Japan

* 高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所
〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1

Institute of Particle and Nuclear Studies, High Energy Accelerator
Research Organization, 1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki 305-0801,
Japan

** 早稲田大学理工学総合研究センター
〒162-0044 東京都新宿区喜久井町 17

Advanced Research Institute for Science and Engineering, 17
Kikui-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 162-0044, Japan

[†] E-mail: mihara@icepp.s.u-tokyo.ac.jp

らえ、そのエネルギー、崩壊角度、崩壊時間を正確に計測するためにおよそ 800 リットルの液体キセノンを使用したガンマ線検出器を使用する。液体キセノンを媒体として使用する利点は、キセノンから発せられるシンチレーション光の応答が速く、十分な光量が得られるため、高い分解能が期待されることと、原子番号が大きく密度が大きいことから、ガンマ線制止能力に優れている点が上げられる。また、液体であるため検出器の大型化が容易で均質な検出器の製作が可能であることも重要な点である。

液体キセノンの物理的特性を **Table 1** に示す。通常の運転に際しては液体温度を 167 K、圧力を 0.12 MPa 程度に保って行う。冷却には、我々のグループで開発を行ったパルス管冷凍機⁴⁾を検出器クライオスタットに装着することによって行う。

液体キセノンから発せられるシンチレーション光は中心波長 174 nm の真空紫外領域に位置する。シンチレーション光の発光プロセスは、励起キセノン分子からの低エネルギー状態への遷移に伴う光子放出であるため、キセノン自身によるシンチレーション光の自己吸収はない⁵⁾。しかしながら、媒質中に水、酸素などの不純物が混入していた場合、吸収断面積がシンチレーション光の波長分布と大きく重なっているために吸収が生じ、検出器応答に入射位置依存性が現れてしまう⁶⁾。このような依存性は大きく覆わなければならない MEG 実験用ガンマ線検出器にとって致命的であり、不純物除去は徹底して行わなければならない。このため先に報告されたように、液体キセノン検出器のキセノン純化方法の開発が行われた¹⁾。前回報告を行った時点では、検出器の運転中に液体キセノンを取り出して気化し、キセノンガスを加熱型金属ゲッターを通過させることにより不純物を除去し再度検出器内で液化するという方法を取っていた。この方法により液体キセノン中の不純物が除去され、吸収長を飛躍的に長くすることが可能であることが示された。しかしながら、いったん気化したキセノンを再度液化するという方法を採用しているため、循環できるキセノン量が制限を受け、また余分な冷却能力が必要であった。

この点を改善すべく、低温液体用ポンプを採用することによりキセノンを液体のまま循環させ、不純物除去用のフィルターを通すことにより、検出器運転中に精製を行う方法の開発を行った。このような方法をとった場合、純化

Table 1 Properties of liquid xenon

Property	Unit	
Saturation temperature at 0.10 MPa	T(K)	164.78
Latent heat (boiling)	$L_v(\text{J/kg}) \times 10^3$	95.8
Latent heat (melting)	$L_v'(\text{J/kg}) \times 10^3$	1.2
Specific heat	$C_p(\text{J/kg}) \times 10^3$	0.3484
Density	$\rho(\text{kg/m}^3) \times 10^3$	2.947
Viscosity	$\mu(\text{Pa}\cdot\text{s}) \times 10^{-4}$	5.08
Temperature/Pressure at triple point	$T_t(\text{K})/P_t(\text{MPa})$	161.36/ 0.0815

Table 2 Specification of the purifier cartridge

Purifier cartridge dimensions	58 mm (dia.) 184 mm (height)
Absorbent	Molecular sieve (13A) 1/16 inch, Pellet type
Absorbent filling factor	0.59 g/cm ³
Water absorption capacity	> 24 g
Design pressure	0.4 MPa
Operation temperature	165 K

速度が飛躍的に向上できるだけでなく、熱負荷の増加を最小限にとどめられることが期待できる。

3. 液体キセノン純化装置

ガス相での純化方法の研究を進める中で、吸収長の悪化に寄与している不純物の主要成分は水であることが判明した。これは水がキセノンからのシンチレーション光波長領域で最も大きな吸収断面積を持つためである。また、系内に水分が残存するのは、内部に光電子増倍管を装着しているため真空引きを行う際に焼き出し処理が不可能であることに起因する。このため今回の純化装置開発に当たっては、水分除去に主眼を置いた装置の開発を行った。

液体キセノン温度で動作可能な純化カートリッジとして、1/16 インチのペレット形状のモレキュラーシーブ (MS13A) を内容積 500 cm³ の円筒容器に 0.59 g/cm³ の充填密度で詰め込んだものを製作した。純化カートリッジの周囲はモレキュラーシーブ再生用のヒータ筒で取り囲んだ。加熱用ヒーターは、ダスト放出、不純物漏洩の少ない Watlow 社製カートリッジヒータを採用した。対象ガスの水分濃度によるが、1 回の再生によって 24 g 以上の水分除去が可能である。純化カートリッジの仕様を **Table 2** にまとめる。

液体キセノンを循環させるために BarBer Nichols 社製の低温液体用遠心ポンプ (**Fig. 1**) を採用した。ポンプ性能を **Table 3** に示す。この遠心ポンプはインバータにより入力電源の周波数を変えることで回転数を調整することが可能で、動作点 (インバータ出力 53 Hz, ヘッド回転数 3175 rpm) で一時間に 100 リットルの液体キセノンを循環させる能力を有している。通常の使用条件下では 5000 時間の運転が可能である。これを超える運転に関してはベアリング交換などの保守作業が製造元により推奨されているが、MEG 実験では 800 リットルの液体キセノンを使用する予

Table 3 The design point operating conditions of the cryogenic centrifugal fluid pump

Fluid	Liquid xenon
Inlet pressure (absolute)	0.1014 MPa
Inlet temperature	165 K
Flow rate	100 liters/hour
Differential pressure	0.2 MPa
Approx operating speed	3175 rpm

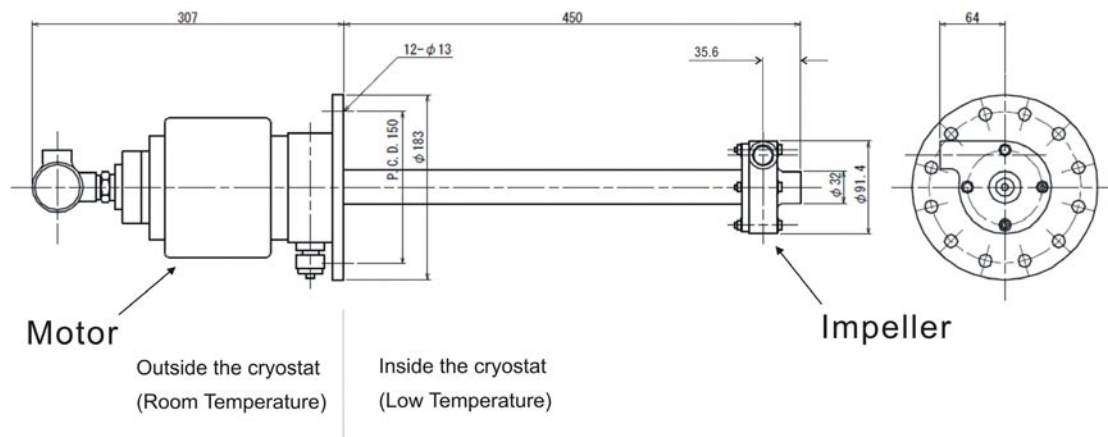


Fig. 1 The cryogenic centrifugal pump used in this purification test. The pump is designed to achieve a liquid xenon flow rate of 100 liters/hour with a differential pressure of 0.2 MPa.

定であるため、積算で 600 回以上純化カートリッジを通した純化を行うことができ、実験中の保守は必要ないといっ

てよい。純化試験を行うにあたっては、遠心ポンプ、純化カートリッジ、フロー切替用低温バルブ一式を直径 40 cm のステンレス製トップフランジに配置し、キセノン検出器大型プロトタイプ (**Fig. 2**) 上に装備した。純化カートリッジ出口には急激な圧力上昇に備えるための安全弁 (吹出し圧力: 0.34 MPa) を配置し、モレキュラーシブ再生時の真空引きポートをクライオスタット外部に配置した。大型プロトタイプの詳細については参考文献 1) を参照されたい。

プロトタイプ検出器の運転にあたっては、従来はパルス管冷凍機による運転を行ってきたが⁴⁾、今回の純化試験を行うにあたってはフランジ面上のスペースの制約から冷凍機を取り外さなければならなかったため、液体窒素冷却による運転を行った。**Fig. 3** に検出器上部フランジに装着中の純化装置とその概略図を示す。

測定器中の液面上部から液体ポンプによって吸い込まれ、吐き出された液体キセノンは、純化カートリッジを通過した後、テフロンチューブを介して測定器下部に放出される。これにより水分除去を行った液体キセノンが測定器中で均一に分布するように循環される。吐出テフロンチューブ先端内部には白金薄膜温度計 (PT100Ω) が取り付けられており、この温度計温度をモニターすることによって液体キセノンが蒸発せずに循環しているかどうかを判断する。また、ポンプヘッド上面には 2 個の白金薄膜温度計を配置した。液面が温度計に到達していることを確認することにより、ポンプ運転時の液不足による空転等を防ぐためである。ポンプ吸い込み口からインペラー部までの厚みはおおよそ 3.5 cm 程度 (**Fig. 1**) であるため空転を防ぐためには液面が吸い込み口から 5 cm ほどの高さになれば十分である。運転に際しては、液体が冷却用窒素パイプに

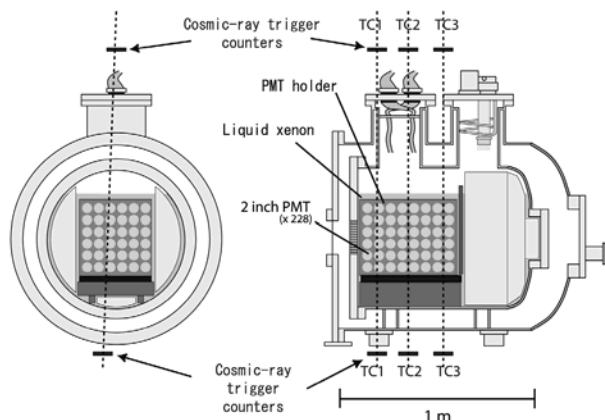


Fig. 2 Schematic view of the large liquid xenon calorimeter large prototype.

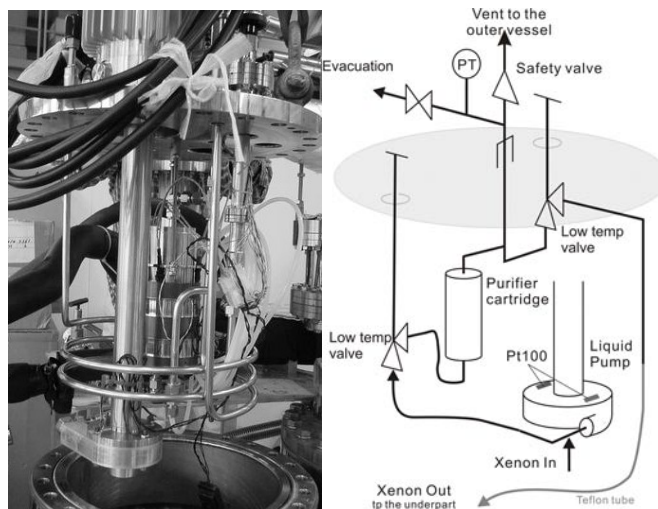


Fig. 3 Purification system to be inserted to the large prototype (left). Schematic diagram of the purification system (right).

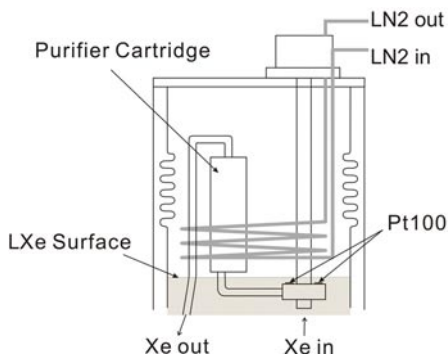


Fig. 4 Schematic view of the pump head, purifier, and liquid-nitrogen cooling pipe. The liquid xenon surface level is monitored with two pt100 temperature sensors equipped above the pump head.

触れないように液面を **Fig. 4** に示すような高さに保持した

検出器内部にはポロニウム α 線源が装着されており、一定量のシンチレーション光が線源付近から常に発せられている。液体キセノン内でのポロニウム α 線の飛程は $40 \mu\text{m}$ 程度なので、発光場所は点光源とみなせる。検出器内には合計で 238 本の光電子増倍管が装着されており⁷⁾、液体キセノン内でシンチレーション光を捕らえ電気信号として読み出す。これらの光電子増倍管は α 線源から異なる距離にあるため、各光電子増倍管で測定される光量を測定し立体角補正等を施すことにより液体キセノン中での光の吸収が算出できる。吸収長の算出は、レーリー散乱の影響を考慮したシミュレーションと比較することにより可能である。さらには、吸収がすべて水に起因するものと仮定することにより、水の吸収断面積とシンチレーション光の波長分布とから不純物濃度の算出を行うことが可能である。

検出器上下には 3 組の宇宙線カウンターが設置されている。宇宙線事象を調べることにより、 α 線源とは異なる手法で不純物濃度を算出することも可能である。

4. 液体キセノン純化試験

4.1 試験方法

試験は以下のような手順で実施した。

通常の検出器運転時と同様、クライオスタット内の真空排気を行うとともに、モレキュラーシーブの再生を行った。カートリッジヒータを加熱し 250°C に保ったまま純化カートリッジ排気口から 4 時間真空排気を行った。通常ならばこの時点で、検出器内部の予冷を行うところであるが、今回は内部に水分が残存している状況を人工的に創り出すために、クライオスタット内部に実験室内空気（気温 15°C 、湿度 20%）を導き入れ再度真空排気を行った。ただし 2 度目以降に真空排気を行う際には、冷却用液体窒素パイプに液体窒素を流し続けることにより、積極的に水分がクライオスタット内部に残るようにした。この操作を 3 度繰り返し、クライオスタット内に液体キセノン液化後に

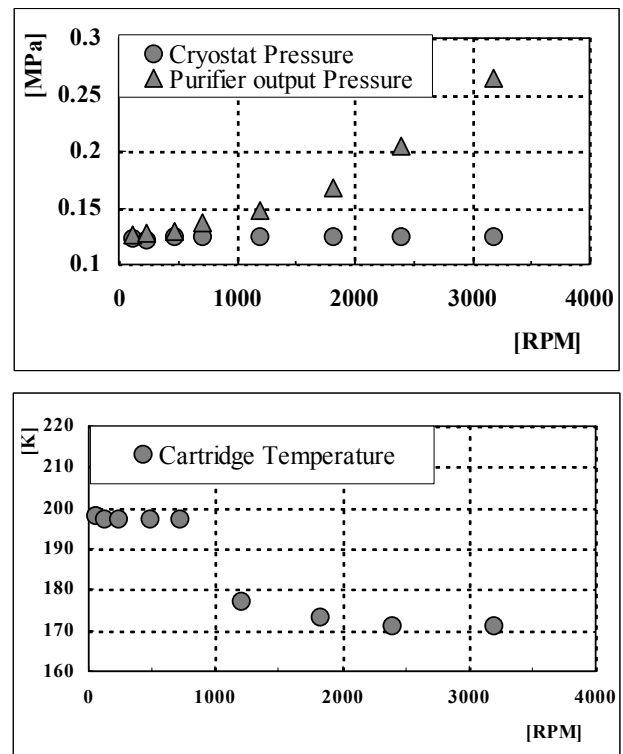


Fig. 5 Cryostat and purifier cartridge pressure (top) and cartridge temperature (bottom) as a function of the pump rotation speed.

微量の水分が残存している状況を創り出した。その後、通常の手順に従ってキセノンを液化、ポンプヘッドが液に浸っていることを白金薄膜温度計により確認した後、液体ポンプの運転を開始した。**Fig. 5** にポンプ回転数を徐々に上げた際の検出器クライオスタット内部の圧力および純化カートリッジの圧力と温度の変化を示す。回転速度を上げていくにつれてポンプ吐出圧が上昇しカートリッジ出口側の圧力が上昇していく様子がわかる。また回転速度が 1000 rpm 以上になるとカートリッジ内の温度が急激に下がることが観測された。この時点でカートリッジに液体が充満し安定に循環し始めたためだと推測される。

計測を行う際には、純化カートリッジ出口の圧力、及び液出口に取り付けた温度計の値が安定し液が循環していることを確認した後、純化時間の計測を行った。純化を行っている最中には、 α 粒子イベントによる吸収長の評価データ、並びに宇宙線データを収集し吸収長の変化をモニターした。収集したデータはオフラインでより詳しい解析を行い吸収長の変化を詳しく調べた。

ポンプ運転を開始すると冷却に必要な液体窒素消費量の増加が見られた。これはポンプによってもたらされる PV 仕事が熱として放出され、余分な冷却能力が必要になったためである。液体ポンプを使用しない通常運転時には光電子増倍管からの発熱や外部からの熱流入により 52 W の冷却能力が必要とされることが判明している²⁾。今回の液体ポンプ運転時には、ポンプ停止時に比べて 2.2

倍の液体窒素を必要とした。このことは、ポンプ運転に伴って 62W の熱量がクライオスタット内部で発生したことを示している。

試験開始から終了まで 12 日間を要し、積算純化時間として 70 時間の純化を行うことに成功した。このことは、総量にして 7000 リットルの液体キセノンを経過したことに相当する。

4.2 試験結果

液体キセノン中でのシンチレーション光の吸収長を評価するために α 粒子事象の解析を行った。

先にも述べたように、吸収長の算出に際しては液体中でのレーリー散乱の影響を取り除く必要がある。このため、いくつかの光電子増倍管に対して、液相循環純化を続けてもそれ以上光量に変化がなくなった時点のデータを基準として（この時点での吸収長無限大と想定する）、各光電子増倍管が α 粒子事象に対して測定した光量を規格化する。レーリー散乱の影響は純化の度合いに無関係なので規格化することにより吸収の影響のみを評価することができる。各光電子増倍管が観測した光量を上の方法で規格化し、 α 線源から各光電子増倍管までの距離の関数としてプロットしたものを指数関数でフィットしその傾きを求めた。この操作を純化開始後の各時点で行った。Fig. 6 に、この傾きの値を純化開始後からの時間の関数として示す。図中で濃く色づけされている部分はポンプ運転を行い液体キセノンの純化を施していた期間を示している。

検出器の大きさの制限から 3 m を超えるようなひじょうに長い吸収長の場合（傾きの値で 0.003 以下の場合）には、測定の精度が悪くなってしまふのは不可避であるが、一見して解るように液相純化開始後に急激な吸収長の伸びが観測された。また、純化開始後しばらくの間は、純化を停止した際には吸収長が一旦戻ることが観測された。これは物質表面からの水分の湧き出しが生じ、ポンプ停止後しばらくたって平衡状態に達したためであると考えられる。もちろんこの点は純化精製を続けていくに従って改善さ

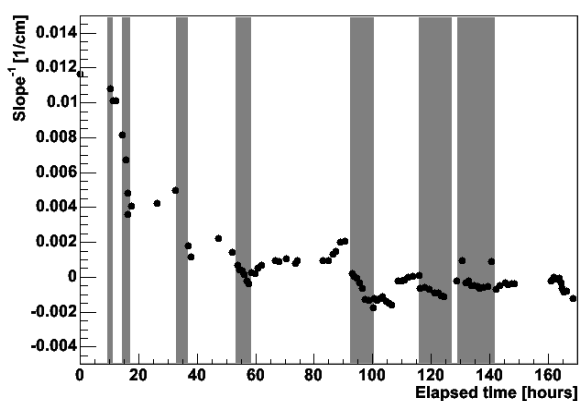


Fig. 6 Change in the slope parameter as a function of purification time.

れ、最終的には純化精製を停止してから 50 時間放置しても、吸収長の顕著な変化は観測できなかった。

吸収長の絶対値を別な方法でも評価するため、宇宙線事象の解析を行った。レーリー散乱の影響だけを取り込んで、吸収長を無限大としたシミュレーションデータを用意し、すべての光電子増倍管で観測された総光量を比較したところ、 α 粒子事象により吸収長の飽和が見られた時点での光量は吸収がないとした場合のシミュレーション結果と矛盾がないことが判明した。

また、同様の方法により純化前の吸収長をシミュレーションとの比較により算出したところ、85 cm の吸収長の場合と一致する結果が得られた。この値は α 粒子事象の解析から得られた結果(87 \pm 3 cm)と測定精度の範囲内で合致している。

4.3 考察

水分除去により吸収長が増大し、測定された吸収長が飽和するまでに要した時間は積算時間にしてわずか 22 時間である。キセノンの純化を気相で行った場合には 300 時間以上要していたことと比べると飛躍的に短い時間で純化精製が可能となっている。実際、吸収長のデータ解析結果から液化終了直後には水等価濃度にして 250 wt.ppb 程度の不純物の混入があったものと推測されるが、調整運転期間も含めて純化開始後わずか 5 時間で 6 分の 1 まで (40 wt.ppb 相当) 除去することに成功している。

測定した吸収長のデータから水等価の不純物濃度を算出し積算純化時間の関数として表したものを Fig. 7 に示す。最初の数時間はポンプ回転数を下げて (2000 rpm 程度以下) 調整運転を行っていたためポンプ吐出圧力も低く (Fig. 5) 循環流量も少ないため不純物減少の速度が緩やかであるが、動作点 (3175 rpm) に達した約 4 時間後より先は急激に不純物濃度が下がっていく様子が見られる。不純物を除去する速度が残存する不純物濃度に比例するという単純なモデルを仮定すると、検出器中の不純物濃度は時

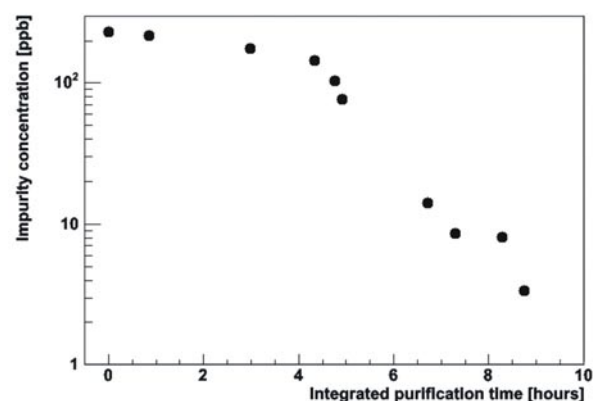


Fig. 7 Change in water-equivalent impurity concentration as a function of accumulated purification time.

間の関数として指数関数的に減少することが示せる。不純物濃度が下がりシンチレーション光に対する吸収長が検出器サイズよりも長くなると測定の変動性が大きくなることは前述したとおりであるが、ポンプ純化開始後の不純物濃度の減少具合も指数関数的な振る舞いを示しており不純物除去が効率よく行われていることを示している。

液体ポンプ運転時に、通常の運転時より余分に必要とされる冷却能力はおよそ 62 W であることは先に述べたとおりである。この値はポンプ運転時にポンプによって生成される差圧と流量から予想される PV 仕事率 (55 W) と比べて妥当な値であり、ポンプが予想どおりの性能を発揮していることを証明している。

今回の純化試験は水分除去を主眼において行ったため吸着剤としてモレキュラーシーブのみを使用した。吸着剤として Oxisorb などの酸素吸着剤を使用すれば、酸素除去を行うことも可能である。実際、液体アルゴンについては同様の純化方法を採用して液体中の不純物濃度として電子捕獲吸収断面積換算で酸素等価不純物濃度 0.1 wt.ppb 以下が達成されているとの報告もなされている⁸⁾。

5. まとめ

低温液体ポンプを用いた液体キセノン純化方法の開発を行った。液体循環には毎時 100 リットルの流量を確保できる液体ポンプを採用し、モレキュラーシーブを吸着剤として使用することで、100 リットルの液体キセノン中の水分を 5 時間で 250 wt.ppb から 40 wt.ppb 程度まで除去することに成功した。この性能は MEG 実験をはじめ液体キセノンシンチレーション光を測定する検出器にとって、純化に要する時間を大幅に削減でき、また到達純度の観点からも十分な性能である。

現在 MEG 実験で使用する液体キセノン検出器用クライオスタットの製作が急ピッチで進められている。製作完了後は総数 828 本の光電子増倍管を組み込み試験運転を行う。今回の研究成果を元に、実機検出器の液相純化装置の製作も進められており、800 リットルの液体キセノンの液相純化も適宜行っていくことを予定している。

本研究を行うに際しては多くの方々の助言、協力、支援をいただいた。研究開始当初いち早く低温液体ポンプの使用を勧めてくださった CERN の Schinzel 博士には大いに感謝する次第である。純化試験の遂行に際しては、ポールシェラー研究所低温グループに様々な便宜を図っていただいた。また、MEG 実験共同実験者、ならびに高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所低温グループには、数々の助言、サポートを頂いた。この場をかりてお礼申し上げます。

なお、本研究は科学研究費補助金—特定領域研究「ヒッグス粒子と超対称性の発見が切り拓く 21 世紀の素粒子物理学」中の計画研究「ミュー粒子稀崩壊探索実験 MEG で迫る超対称性大統一理論」、及び基盤研究 B「キセノンを

用いた高分解能全吸収型カロリメータの開発」の一環として行われている。

参考文献

- 1) S. Mihara, et al.: "Development of a liquid xenon photon detector," TEION KOGAKU **38** (2003) 94-99(in Japanese)
三原智ら:「液体キセノンガンマ線検出器の開発」低温工学 **38** (2003) 94-99
- 2) T. Haruyama, et al.: "Study on LXe system for particle detector (12)-Liquid xenon purification by using a liquid circulation pump for the MEG experiment-," Abstracts of CSJ Conference **72** (2005) 40
春山富義ら:「粒子検出用液体 Xenon システムの研究(12)-MEG 実験用液体キセノンポンプによる循環精製試験-」, 第 72 回 2005 年度春季低温工学・超伝導学会講演概要集 (2005) 40
- 3) T. Mori, et al.: "Search for $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$ down to 10^{-14} branching ratio," Research Proposal to PSI, R-99.05.1, May 1999
- 4) T. Haruyama, et al.: "Development of a high-power coaxial pulse-tube refrigerator for a liquid xenon calorimeter," Adv. Cryog. Eng. **49**(2004)1459-1466
- 5) T. Doko: "Fundamental properties of liquid argon, krypton and xenon as radiation detector media," Port. Phys. **12** (1981) 9
- 6) K. Ozone, et al.: "Absorption of scintillation light in a 100 L liquid xenon gamma ray detector and expected detector performance," Nucl. Instru. and Meth. **A545**(2005)753-764
- 7) Y. Hisamatsu, et al.: "Cryogenic performance test of a photomultiplier for the liquid Xe calorimeter," Abstracts of CSJ Conference **71** (2004) 154
久松康子ら:「液体 Xe カロリメータ用光電子増倍管の低温における性能評価」, 第 71 回 2004 年度秋季低温工学・超伝導学会講演概要集 (2004) 154
- 8) P. Benetti, et al.: "Argon purification in the liquid phase," Nucl. Instru. and Meth. **A333**(1993)567-570

三原 智 昭和 43 年 2 月 18 日生。平成 3 年京都大学理学部卒業。平成 9 年同大学院理学系研究科博士課程修了。同年東京大学素粒子物理国際研究センター助手。低温用光電子増倍管、液体キセノン検出器の開発に従事。低温工学協会、日本物理学会。理学博士。

春山 富義 昭和 24 年 6 月 23 日生。昭和 48 年慶應義塾大学工学部卒業。昭和 60 年高エネルギー研究所(現高エネルギー加速器研究機構)勤務。平成 8 年同助教授。平成 15 年同研究機構素粒子原子核研究所教授。高エネルギー物理研究関連の低温装置技術開発等に従事。ICEC 国際委員会日本代表委員(幹事)、Cryogenics 誌アジア地区編集長、低温工学協会、日本物理学会、日本混相流学会、Cryogenic Society of America。工学博士。

岩本 敏幸 昭和 48 年 8 月 29 日生。平成 8 年東北大学理学部物理学科卒業。平成 15 年同大学院理学研究科博士課程修了。カムランド実験にてニュートリノ研究に従事。平成 15 年東京大学素粒子物理国際研究センター研究員。平成 17 年より海外特別研究員として MEG 実験に従事。日本物理学会。理学博士。

内山雄祐 昭和57年3月20日生。平成16年東京大学理学部物理学科卒業。平成16年より同大学院理学系研究科修士課程在学。液体キセノン検出器の開発に従事。日本物理学会。

大谷航 昭和44年6月13日生。平成4年東京大学理学部物理学科卒業。平成10年同大学院理学系研究科修士課程修了。暗黒物質探索に従事。理化学研究所基礎科学特別研究員を経て、平成12年より東京大学素粒子物理国際研究センター助手。薄肉超伝導電磁石、液体キセノン検出器の開発に従事。日本物理学会。理学博士。

笠見勝祐 昭和37年2月19日生。昭和55年茨城県立取手第一高等学校卒業。同年国鉄入社。昭和62年高エネルギー加速器研究所に勤務。現在高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所技官。主として極低温装置の運転保守に従事。

澤田龍 昭和52年1月14日生。平成12年早稲田大学理工学部応用物理学科卒業。平成14年同大学院理工学研究科修士課程修了。現在東京大学理学系研究科修士課程在学。液体キセノン検出器、ソフトウェア開発に従事。日本物理学会。理学修士。

寺沢和洋 昭和48年1月7日生。平成7年早稲田大学理工学部応用物理学科卒業。平成12年同大学院理工学研究科修士後期課程修了。現在、同大学理工学総合研究センター講師。希ガス液体放射線検出器の開発、宇宙放射線線量計測に関する研究に従事。応用物理学会、日本物理学会。理学博士。

道家忠義 昭和3年3月17日生。昭和25年東京大学第二工学部卒業。昭和29年立教大学物理学科助手。昭和32年同助教授。昭和40年東京大学原子核研究所助教授。昭和47年早稲

田大学理工学研究科教授。平成10年同大学名誉教授。主として放射線検出器の開発に従事。理学博士。

名取寛顕 昭和56年11月12日生。平成16年東京大学理学部物理学科卒業。平成16年より同大学院理学系研究科修士課程在学。低温用光電子増倍管電気回路、液体キセノン検出器の開発に従事。日本物理学会。

西口創 昭和50年12月11日生。平成11年中央大学理工学部物理学科卒業。現在同大学院理学系研究科修士課程在学。低物質質量電子飛跡検出器開発に従事。日本物理学会。理学修士。

真木晶弘 昭和18年5月29日生。昭和41年京都大学理学部物理学科卒業。昭和46年同大学院理学研究科修士課程修了。昭和47年より高エネルギー研究所に勤務。現在高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所教授。主として素粒子物理学の実験的研究に従事。日本物理学会。理学博士。

森俊則 昭和35年1月5日生。昭和57年東京工業大学理学部物理学科卒業。昭和63年米国ロチェスター大学大学院物理・天文学専攻 Ph.D.課程終了。東京大学理学部助手、素粒子物理国際研究センター助手、助教授を経て現在同教授。主として素粒子物理学の実験研究を専門とする。米国・日本物理学会。Ph.D..

山田秀衛 昭和48年10月15日生。平成9年慶應義塾大学理工学部物理学科卒業。平成15年東京大学院理学系研究科修士課程修了。K2K実験にてニュートリノ振動の研究に従事。平成15年東京大学素粒子物理国際研究センター研究員。液体キセノン検出器、ソフトウェア開発に従事。日本物理学会。理学博士。