

## 日本大学生産工学部における原子核乾板の大量現像

日大生産工 (学部) ○花岡 佑哉 日大生産工 (教基) 三角尚治

### 1 はじめに

原子核乾板 (図1) とは、荷電粒子に感度がある写真乾板である。つまり、電子一つにさえ感光する写真フィルムである。現在 J-PARC T60 という素粒子物理学実験が日本で行われており、原子核乾板を用いて様々な物質とニュートリノの反応を調べている。この実験には日本大学、東邦大学、名古屋大学、神戸大学、京都大学、東京大学が参加している。私は平成28年2月から本実験に参加し、東邦大学の方々と共に、暗室の整備、原子核乾板の現像作業と膨潤作業を行った。

本稿の2章では暗室の整備について、3章では現像作業について説明する。また、膨潤作業とは原子核乾板の厚みを厚くする作業のことで、詳細は4章で説明する。

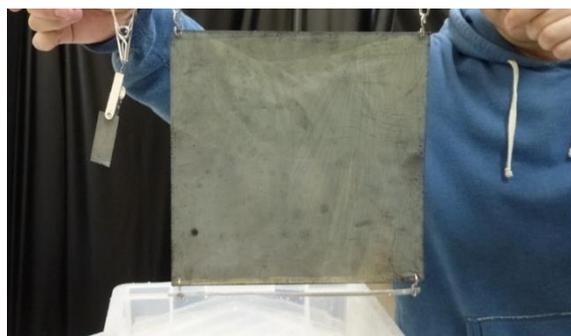


図1 原子核乾板

### 2-1 日大生産工の暗室

原子核乾板は写真フィルムと同じく、暗室で現像を行う必要がある。しかも、通常の写真フィルムよりも高感度なため、現像には細心の注意が必要となる。本実験では250mm×250mmの原子核乾板284枚、250mm×300mmの原子核乾板34枚、計318枚を使用する。実験時には、現像、膨潤に必要な薬品、原子核乾板を薬品に浸す際の容器、原子核乾板を保管する場所が必要になる。日大生産工実習キャンパスには既存の暗室があり、その暗室を再整備し使用することになった。

### 2-2 暗室の初期状態

日大生産工実習キャンパスの物理実験棟3階306号室を平成28年2月2日から平成28年3月10日の期間で整備した。この部屋は図2に示すように二部屋に分かれており、両部屋とも4.60m×3.05mの広さがある。

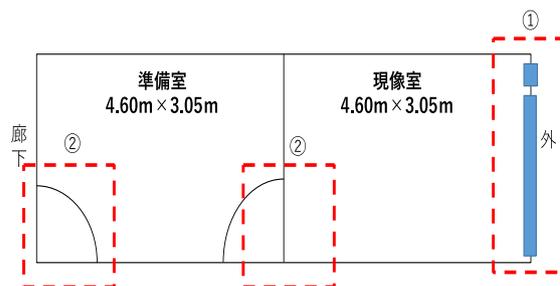


図2 暗室の見取り図と遮光強化箇所

整備前の暗室には、本実験に不必要なものが多数あった。また現像室として用いる部屋の窓には、カーテン状の暗幕 (遮光カーテン) が付いているが、遮光が不十分な状態であった (平成28年1月)。

### 2-3 暗室の整備: 遮光

整備のひとつとして、暗室の遮光強化を実施した。図2の点線枠部分は遮光作業を実施した箇所を示している。現像室では備え付けの遮光カーテンはそのままに、窓へ暗幕シート (ポリ塩化ビニル製) を二重に貼り付け遮光を強化した (図2-①)。出入り口の遮光 (図2-②) には窓の遮光と同様、暗幕シートを多重に取り付けた。また人の出入りが生じるため強度を持たせねばならないので、まず図3-1のように上辺の部分を黒ガムテープで固定し、その上から図3-2のようにあて木をつけ木ネジで固定する作業を行なった。

Development of nuclear emulsion  
at College of Industrial Technology, Nihon University

Yuya HANAOKA and Shoji MIKADO



図 3-1 出入り口における暗幕上辺の固定



図 3-2 出入り口の暗幕の固定力強化

また、エアコンといった機器の運転灯や天井の蛍光灯からの残光を発見した。これらの光も現像に影響を及ぼしかねないため、暗幕シートを用いて発光部分を覆うカバーを取り付けた。特に蛍光灯は排熱も考慮し、図3-3のように蛍光灯に対して暗幕シートをアーチ状に取り付け通気性も確保した。

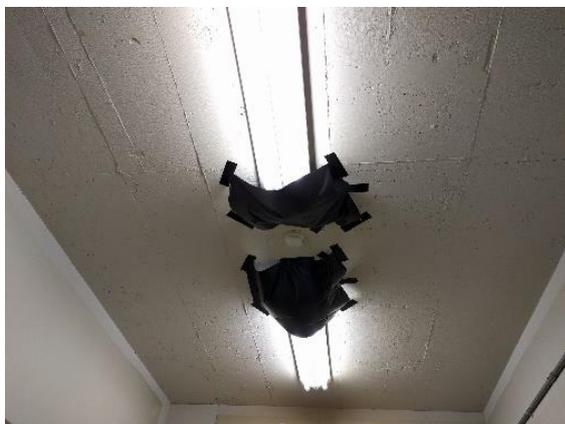


図 3-3 蛍光灯の残光カバー

その後、実験器具等を設置し環境整備後の暗室は図 3-4、図 3-5 の様になった。

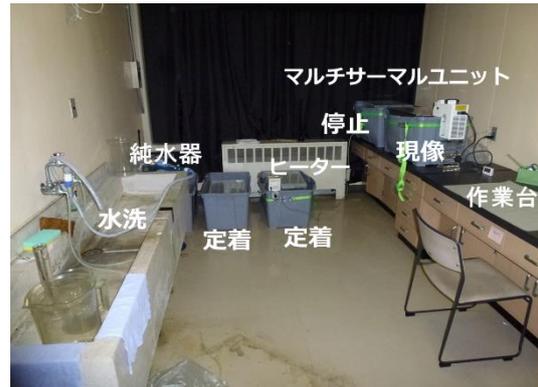


図 3-4 整備完了後の現像室



図 3-5 整備完了後の準備室

## 2-4 暗室の整備: 温湿度管理

現像室の温湿度環境の安定性を確認する作業を行った。現像時に使用する薬品の液温を 20℃にするため、現像室の室温も 20℃で一定にできることが望ましかった。室温の調整は備え付けのエアコン (S40LTPV-W(C) [ダイキン社製]) で行い、常時稼働させることにした。図3-6は平成28年2月2日から平成28年2月5日までの温湿度をデジタル温湿度測定器 (HN-CH [チノー社製]、EL-USB-2 [Lascar Electronics社製]) を用いて記録したものである。横軸は日時、右軸は湿度、左軸は温度を表している。室温はエアコンを稼働させてから2時間で 20℃に達し、その後 20℃近くを保っていることがわかった。

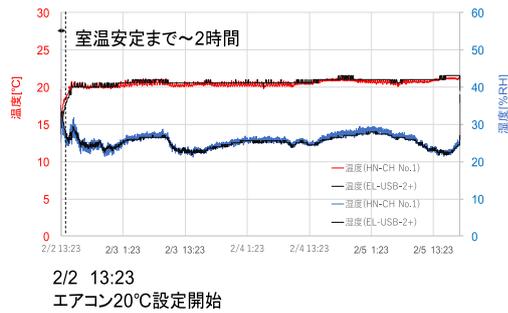


図 3-6 現像室の温湿度安定性

しかし、実験中は暗室の温度状況をリアルタイムに把握する必要があった。そこでweb上から温湿度の監視が行える、おんどとり (TR-72ef [T&D社製]) を導入し、暗室の温湿度を10分間隔で監視できるようにした。図3-7は実際の監視画面である。



図 3-7 おんどとり上の温湿度監視画面

これでインターネットに接続さえできれば、温湿度をどこからでも把握できるようになった。その結果、暗室のエアコンが正常に稼働していることや、現像室、準備室の環境に異常がないか確認を行えるようになった。

### 3 現像作業

現像作業は、平成28年5月28日から平成28年6月6日の期間で行い、現像は次の手順で進めた。まず、現像液 (54L)、停止液 (41L)、定着液 (41L) を調液した (図4-1)。現像液は $20 \pm 0.2^\circ\text{C}$ 、停止液は $20 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 、定着液は $20 \pm 0.5^\circ\text{C}$ になるようにマルチサーマルユニット (SMU-60C [三商社製]) とヒータ (F-002 [Fine社製]) を用いて、調温した。その後、原子核乾板の厚みを測定し、現像作業を行った。現像液には25分、停止液には10分、定着液には60~120分入れ、水洗を行い (図4-2) 準備室のスチールラック (乾燥棚)

に吊るし乾燥させた。実際の現像では一度に8枚ずつ、一日に48枚から54枚を現像した。

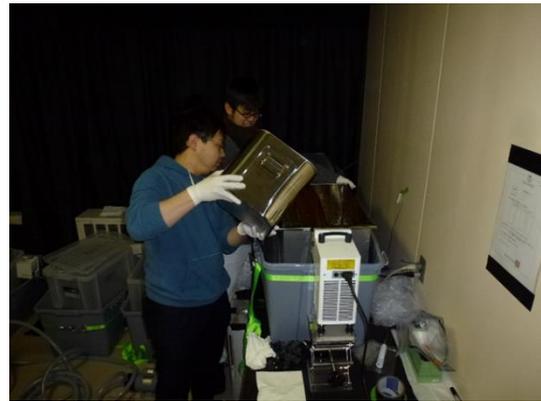


図 4-1 調液作業



図 4-2 水洗中の原子核乾板

現像作業後の原子核乾板の表面には、銀が析出する (表面銀)。次の膨潤作業のため、一枚ずつ乾板の表面銀をふき取った (図 4-3)。



図 4-3 表面銀拭き取り作業の様子

### 4 膨潤作業

原子核乾板は現像を行うと乳剤層の臭化銀が溶解するため薄くなり、データ取得効率の低

下やノイズの増加を招く。膨潤作業は、薄くなった原子核乾板を厚くし、この問題を低減させる。今回の膨潤作業では乳剤層の一番薄い部分でも  $60\mu\text{m}$  以上あるようにするため、乳剤層を  $70\mu\text{m}$  まで厚くする。膨潤作業は平成 28 年 6 月 26 日から平成 28 年 7 月 19 日の期間で行い、次の手順で進めた。まず、水洗用の水 (41L) を用意し、グリセリン水溶液 (41L) の調液を行った。原子核乾板の厚み測定を行った後、水洗を行い、水洗中も厚み測定を行った。目標の厚みに達したものをグリセリン水溶液に 30~60 分入れ (図 5-1)、水とグリセリン水溶液の置換を行う。膨潤速度の調整は、水温とグリセリン水溶液の濃度によって制御した。水温は、 $20^{\circ}\text{C}$ 、 $25^{\circ}\text{C}$ 、 $30^{\circ}\text{C}$ 、グリセリン水溶液の濃度は、30%、33%、35% を用意して、各原子核乾板の振る舞いに応じて適宜組み合わせを変えて行った。

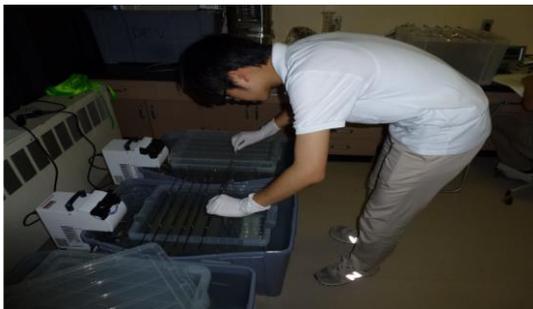


図 5-1 膨潤作業の様子

膨潤後原子核乾板の下辺が分厚くならないよう、余分なグリセリン水溶液を吸い取り、除湿機の設置してある準備室にて乾燥させた (図 5-2)。乾燥後は、膨潤作業による厚みの変化を確認するため、厚み測定を行った。



図 5-2 膨潤後、乾燥状態の原子核乾板

## 5 まとめ

環境整備後の暗室で、300 枚以上の原子核乾

板に対し現像、膨潤作業を行うことができた。現像作業、膨潤作業共に無事終了し、現在解析作業が行われている。膨潤作業後に測定した全原子核乾板の厚みは図 6-1 のようになった。全体の厚みは  $70\pm 0.3\mu\text{m}$  となり、原子核乾板を目標の厚みまで膨らませることに成功した。

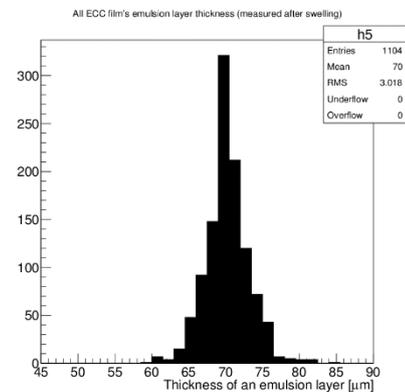


図 6-1 膨潤後の全原子核乾板の厚み

また、図 6-2 は膨潤後、原子核乾板が乾燥するまでのおんどり上のグラフの一例である。横軸は時間、青線は湿度、橙線は温度を表している。除湿機稼働後の湿度は徐々に低下し、湿度 43%程度で湿度の低下は見られなくなる。その後も湿度 43%程度の状態を維持している。湿度の低下がなくなることは、乾燥中の原子核乾板から気化する水分が生じていないことになるため、原子核乾板は乾燥したと判断できる。私が導入した温度監視システム (2-4 章) は膨潤作業後の乾燥状態を把握する上で、J-PARC T60 実験に微力ながらも貢献したと言える。

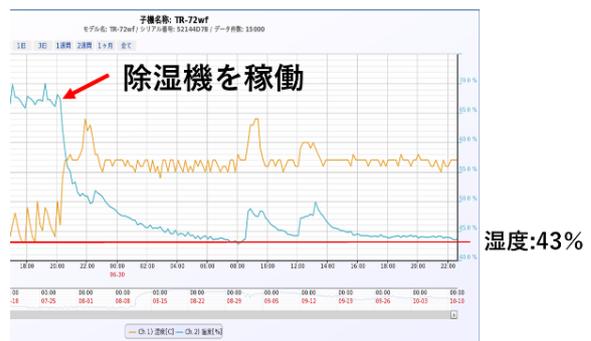


図 6-2 原子核乾板乾燥時の温湿度

## 「参考文献」

- 1) T&D 「クラウドに自動送信」 TR-7wf シリーズ導入ガイド 第 2 版, (2014) p2