



国立大学法人岡山大学 自然生命科学研究支援センター
光・放射線情報解析部門 鹿田施設

鹿田施設ニュース

No.4 2009年7月

巻頭言

「発展が期待される鹿田施設」



大学院保健学研究科放射線技術科学分野
教授 山岡聖典

私どもは当鹿田施設からの多大なる支援を得て教育や研究を実施しています。例えば、教育面では医学部保健学科放射線技術科学専攻生の3つの学生実験において、研究面でも関係する学部生の卒業研究、大学院生の特別研究、および教員の研究において、当施設を円滑に有効に利用させて戴くことにより有意義な成果を得ることができています。これらは当施設のスタッフのお陰と、一同日々感謝しているところです。

他方、放射線安全管理業務はその特殊性から他に比べ厳正であり、細心の対応が求められています。これを実現すべく、当施設のスタッフのご尽力により、例えば、毎回の放射線業務従事者の再教育訓練を質の高い工夫された内容で開催されています。これにより、私ども利用者にとって実務面では反省に基づく今後の教訓を得るとともに、学術面では専門家の講義を学ぶことで放射線安全の重要性を再認識できています。また、当施設のホームページも充実しており、必要な関連情報を的確に収集可能です。

放射性同位元素・放射線の利用は、研究・医療・原子力に限らず社会の幅広い分野において今後益々発展すると容易に推察されます。このため、支援を通じて、関係する多くの人材を丁寧に教育され、また、理想の研究環境を創出されている当施設に期待すること今後益々大であります。例えば、私の関係で、当施設内にラドン曝露動物実験装置を設置して戴きました。微量放射線などの有効利用研究は、安全・安心を厳守しつつ、日々発展しています。このように、社会のニーズに素早く対応できる発想の原点が岡山大学では当施設にあると私は考えています。

一方、限られた人員と予算の克服が伴いますが、当施設に対し研究の支援にとどまらず、また学内にとどまらず、国内外から注目される共同研究や情報発信の場でもあって戴きたいと希望しています。このためには、先ず私ども利用者が当施設の円滑な運営に一層協力するとともに、積極的な有効活用に徹し国際的に評価される研究成果を挙げ続けることが求められています。スタッフと利用者が今後一層連携して輝かしい存在感のある当施設になりますよう願ってやみません。

目次

巻頭言.....	1
目次.....	2
話題.....	3
1 「湧き出し線源」等の発見について	3
2 入退室に関わる記帳項目の追加について	3
3 動物実験区画の整備について	4
研究紹介.....	5
新実験機器等の紹介.....	9
スペクトロサーベイメータ InSpector1000.....	9
無停電電源装置 (UPS) BM1500-5FNG (半導体検出器用)	9
利用統計.....	10
利用者の推移	10
研究課題数	10
購入核種の推移	10
鹿田施設スタッフおよび委員会委員.....	11
施設スタッフ	11
委員会委員	11
運営日誌.....	12
あとがき.....	14

話題

1 「湧き出し線源」等の発見について

岡山大学では20年度に管理下でない放射性同位元素（湧き出し線源）や未登録の核燃料物質の発見が相次ぎました。現在、再発防止のための管理体制の強化や教育訓練が行われているところですが、原因の多くは退職した前任者からの引き継ぎの不備でした。徹底調査により今後は新たな湧き出し線源等が発見される事はないと思いますが、参考までに発見された物に見られた特徴をあげておきます。(1)鉛の容器に入れられている。(2)金庫や試薬棚、冷蔵庫の奥の目につかないところに他の試薬とは別に置かれている。(3)ラベルがないか、はがれていて判別できない。これらの何となく不自然な保管状態が多くにみられました。未発見の線源等を見逃すと後々になって大きな問題となりかねません。今後も、放射能マーク、ウラン（U）、トリウム（Th）の文字には特にご注意ください。



＜一般的な RI 標識化合物の容器＞

RI 標識化合物の多くは鉛等の外容器の中のプラスチックのバイアルに入っています。使用後の外容器を他の目的に転用する事も誤認防止の観点から禁止されています。

2 入退室に関わる記帳項目の追加について

鹿田施設では20年4月に文科省による立入検査を受けました。その結果、法令で定められた記帳項目を管理する入退室コンピューターのプログラムの修正が必要となり、これを実施しました。修正は内部的なものですので利用者の皆様からは表面上の変更はありません。ただ RI を複数の実験室にまたがって使用する場合、日をまたいで RI を使用する場合等の一部の入力に現在のプログラムでは対応できていないところがありました。そこで暫定措置として、これらに対応するため「入退室エントリー用紙 別紙」を用意しました。利用形態として、日をまたがって RI を使用する場合、同一日に2カ所以上の実験室で RI を使用する場合には、お手数ですが用意した別紙への記入をおねがいします。

3 動物実験区画の整備について

岡山大学動物実験規則（平成20年2月21日施行）第17条に基づき、5階の動物実験室の区画を動物実験室の要件を満たすよう改善を行いました。動物実験室を満たす要件として規則では

- 1 実験動物が室内で逸走しても捕獲しやすい環境とする。
- 2 常に清潔な状態を保つ。
- 3 臭気、騒音、廃棄物等による周辺環境への悪影響を防ぐ措置をとる。

などと定められています。これらの要件を満たさない場合は動物実験を行う事が出来ません。今後とも当初の状態を維持できるよう整理、整頓、清掃にご協力よろしくをお願いします。

研究紹介

放射性廃棄物の放射能レベルの検認方法への取り組み

自然生命科学研究支援センター

光・放射線情報解析部門鹿田施設 永松知洋

放射性固体廃棄物は、放射線障害防止法に基づいてそれぞれの施設において可燃物、難燃物あるいは不燃物に分別した後、所定のドラム缶に収納し、社団法人日本アイソトープ協会（アイソトープ協会）へ集荷と廃棄を委託している。医療用放射性廃棄物についてはその一部が焼却処理されているが、それ以外の研究用放射性廃棄物については許可されておらず、アイソトープ協会あるいは独立行政法人日本原子力研究開発機構にそのままの状態でも保管廃棄されている。現在、その数は50リットルドラム缶に換算すると約200万本に達し¹⁾、その保管スペースにも限界が近づいている。2006年に施行された改正放射線障害防止法において、廃棄物の最終埋設処分に関する規定が加えられた。さらに文部科学省科学技術学術政策局では原子炉等規制法に準じたクリアランス制度を放射線障害防止法においても導入する方針のもと放射線安全規制検討会においてその技術的検討を開始した²⁾。近い将来の放射性固体廃棄物の最終埋設処分あるいはクリアランスの開始のためには各施設においてそれらに含まれる放射能濃度の正確な測定が重要となってくる。本研究では⁵¹Cr及び¹²⁵Iを使用した医科学研究で発生した固体廃棄物について、それらの放射能の直接測定を試み、その実測値と研究者が記帳した値との比較検討を行った³⁾。

材料と方法

模擬廃棄物

可燃性廃棄物としてペーパータオル、難燃性廃棄物としてゴム手袋、不燃性廃棄物としてアルミ箔をそれぞれプラスチック製円筒容器(1,000 cm³)に入れた3種類の模擬廃棄物を作製した。これに0.185から7.4 kBqの⁵¹Cr (Na⁵¹CrO₄, GEヘルスケア・ライフサイエンス)と¹²⁵I (Na¹²⁵I, GEヘルスケア・ライフサイエンス)を同時に添加し、それぞれの放射能を分別して測定した。

実験廃棄物

同一研究者により⁵¹Crあるいは¹²⁵Iを用いて行われた医科学実験により発生した放射性廃棄物を測定試料とした。同一研究者によって行われた連続5回の実験から発生した廃棄物をそれぞれ回収し、測定に用いた。不燃物については、これら2種類の実験では発生がなかった。実測値は、実験を行った研究者自身が推測し、記帳した値と比較検討した。

1) ⁵¹Crを用いた細胞傷害活性試験⁴⁾

細胞傷害活性 T 細胞 (CTL) はがん細胞、ウイルス感染細胞などを直接攻撃して破壊する。CTL の活性を測定する精度の高いかつ再現性の高い方法としてクロミウム遊離試験がある。標的がん細胞を⁵¹Cr (Na⁵¹CrO₄, GEヘルスケア・ライフサイエンス) で標識し、がん特異的 CTL と4時間培養する。その後、破壊されたがん細胞か

ら放出された放射能を測定し、CTL 活性を定量する。発生した放射性廃棄物は可燃物がペーパータオルと綿棒、難燃物がゴム手袋及び試験管 (1.5, 15, 50 ml), シャーレ (直径 35mm), ピペットチップ, 96 穴マイクロプレートなどのプラスチック製品である。

2) マクロファージへの低濃度リポ蛋白 (LDL) の結合⁵⁾

粥状動脈硬化症は酸化変性 LDL を取り込んだマクロファージが血管内皮下腔に集簇し、泡沫化することがその引き金となることが知られている。酸化 LDL のマクロファージにある取り込みに及ぼす種々の影響を解析した。ヒト LDL を ^{125}I (Na^{125}I , GE ヘルスケア・ライフサイエンス) で標識した後、マウスマクロファージ細胞株 (J774) と 4°C で 2 時間培養する。遊離の ^{125}I -LDL を洗浄後、細胞を溶解し、細胞に結合した放射能を測定する。発生した放射性廃棄物は可燃物がペーパータオル, 難燃物がゴム手袋及び試験管 (1.5, 2, 50 ml), ピペット, ピペットチップ, 96 穴マイクロプレートなどのプラスチック製品である。

測定方法

今回実験対象とした核種は、 ^{51}Cr と ^{125}I の 2 種類である。放射性固体廃棄物は、それぞれプラスチック製円筒容器 ($1,000\text{ cm}^3$) に入れ、NaI (Tl) ($\phi 7.6\text{ cm} \times 7.6\text{ cm}$, アロカ ADP-130) 検出器を装備したマテリアルカウンター (アロカ社製, JSM-1403) を用いて測定した。 ^{51}Cr については 320 keV , ^{125}I については 35.5 keV のそれぞれの光電ピークについて γ 線スペクトロメトリー法により解析した。

結果と考察

放射性固体廃棄物の適正な処分については、最終埋設処分あるいはクリアランス制度の導入が現実のものとして検討されている。このためには各施設で廃棄物の放射能レベルを正確に測定し、評価することが重要である。本研究では ^{51}Cr 及び ^{125}I について、実験終了後発生した固体廃棄物について直接測定を行い、使用者自身が記帳した値と比較検討した。

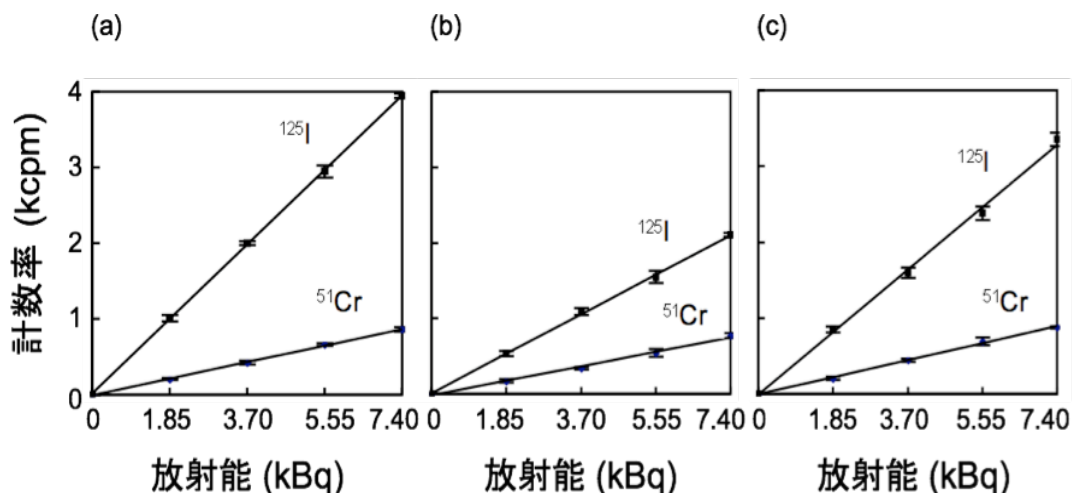


図 1 ^{51}Cr 及び ^{125}I 添加模擬廃棄物のマテリアルカウンターによる測定
(a) 模擬可燃物, (b) 模擬難燃物, (c) 模擬不燃物

^{51}Cr と ^{125}I を添加した 3 種類
 類の模擬廃棄物を作成し、
 それぞれマテリアルカウン
 ターで測定した。いずれの
 場合も計数率は放射能強度
 と正の相関を示した。この
 場合、模擬廃棄物には ^{51}Cr
 と ^{125}I を同時に添加したが、
 両核種を分別して測定可能
 であった (図 1)。この結果を
 基にそれぞれ計数効率を求
 め、以下の実際に発生した
 廃棄物の解析に用いた。 ^{51}Cr
 を使用したクロミウム遊離
 試験及び ^{125}I を使用したマ
 クロファージによる酸化

LDL 結合実験を行い、実験
 終了直後に全ての固体廃棄
 物を回収し測定した。これ
 らの実験は、それぞれ大学
 院医歯薬学総合研究科免疫
 学及び細胞化学の使用者の
 方によって行われたもので
 ある。表 1 に示すように、
 ^{51}Cr 含有可燃物と難燃物に
 ついては、全ての実測値は、
 使用者自身が記帳した放射
 能値よりも高い値となった
 (1.9–9.9 倍)。一方、 ^{125}I 含
 有廃棄物では、表 2 に示す
 ように特に難燃物について
 実測値と使用者自身により
 記帳された放射能値の間
 にはかなりの差が見られた。
 5 試料中 4 試料については記

帳した放射能値より 4.1–28.6 倍高い値を示した。また、後日、同一の使用者により
 同一の実験を行って回収した ^{125}I 含有難燃物について解析したところ、実測値は記
 帳した推測値より 117 倍高い値が得られた (データは示していない)。これにつ
 いては使用者への聞き取り調査等を行った結果、記帳ミスであることが判明した。
 いずれにしても使用者自身により記帳された推測値は不正確であることが判明した。
 本解析により、放射性廃棄物を実測し、その放射能レベルを再評価することの重要

表 1 ^{51}Cr 含有廃棄物に関する記帳値と実測値

試料	記帳値		実測値 (kBq)	
	使用数量 (kBq)	廃棄数量 (kBq)		
1	4715.0	A ¹⁾	47.2	353.2± 56.4
		B ²⁾	424.4	603.7± 73.7
2	4,775.8	A ¹⁾	47.8	135.3± 34.9
		B ²⁾	429.8	860.8± 78.3
3	4,510.5	A ¹⁾	45.1	176.0± 39.8
		B ²⁾	405.9	1,125.2±100.6
4	4,918.6	A ¹⁾	49.2	488.8± 66.3
		B ²⁾	442.7	1,863.6±129.5
5	6,211.4	A ¹⁾	62.1	173.1± 39.5
		B ²⁾	559.0	1,819.0±127.9

¹⁾ 可燃物

²⁾ 難燃物

表 2 ^{125}I 含有廃棄物に関する記帳値と実測値

試料	記帳値		実測値 (kBq)	
	使用数量 (kBq)	廃棄数量 (kBq)		
1	65,970.4	A ¹⁾	66.0	20.9± 13.7
		B ²⁾	26,388.2	21,664.2±441.6
2	65,970.4	A ¹⁾	33.0	1.3± 3.4
		B ²⁾	329.9	9,426.7±291.3
3	30,650.0	A ¹⁾	3.1	1.1± 3.1
		B ²⁾	153.3	1059.5± 97.6
4	21,153.4	A ¹⁾	4.2	0.1± 0.9
		B ²⁾	435.9	1,789.2±126.9
5	15,855.6	A ¹⁾	0.5	21.5± 13.9
		B ²⁾	237.8	4,193.5±194.3

¹⁾ 可燃物

²⁾ 難燃物

性が示された。一方、 ^{51}Cr を使用したクロミウム遊離試験については、同一実験者で同一作業をすることから、発生する廃棄物は、毎回変化は少ないことが分かっている。従って廃棄物に含まれる放射能レベルも変動は少ないと予想される。表1に示すように、使用者は毎実験ごとに可燃物に対しては使用数量の1%、難燃物に対しては9%の廃棄数量であると記帳している。しかし、実測値には毎回の実験ごとにかなりの変動が見られた。このことは本研究で用いた模擬廃棄物の設定及び測定方法が完全なものではないと推測された。模擬廃棄物に添加した ^{51}Cr 及び ^{125}I の三次元分布が実際の廃棄物中の分布と反映していないことがその一因であると考えられた。

現在、新たにクロミウム遊離試験を行い、これに伴い発生した液体廃棄物を含む全ての廃棄物についてウェル形 NaI (TI) 検出器で直接測定を行うことで、より精度の高い解析を進めている。

謝辞

放射性固体廃棄物の回収について、クロミウム遊離試験では岡山大学大学院医歯薬学総合研究科免疫学安治敏樹博士、LDL 結合実験では細胞化学小林和子博士に、多大な協力をいただきました。ここに、お礼を申し上げます。

参考文献

1. 内閣府原子力委員会, 平成 20 年版原子力白書, 2009.
2. 文部科学省科学技術・学術政策局放射線安全規制検討会クリアランス技術検討ワーキンググループ, 放射線障害防止法におけるクリアランス制度の整備に係る技術的検討について (中間報告書), 2006.
3. Nagamatsu, T., Sakoda, A., Hanamoto K., Kinno, I., Hanafusa, T., Ono, T. and Yamaoka, K. Methodological approach for assessment of the radioactivity level in dry solid waste. *Radiation Safety Management*, 7, 6-10, 2008.
4. Okumura, H., Noguchi, Y., Uenaka, A., Aji, T., Ono, T., Nakagawa, K., Aoe, M., Shimizu, N. and Nakayama, E.: Identification of an HLA-A24-restricted OY-*TES-1* epitope recognized by cytotoxic T-cells. *Microbiol. Immunol.*, 49, 1009-1016, 2005.
5. Kobayashi, K., Tada, K., Itabe, H., Ueno, T., Liu, P.-H., Tsutsumi, A., Kuwana, M., Yasuda, T., Shoenfeld, Y., de Groot, P. G. and Matsuura, E.: Distinguished effects of antiphospholipid antibodies and anti-oxidized LDL antibodies on oxidized LDL uptake by macrophages. *Lupus*, 16, 929-938, 2007.

新実験機器等の紹介

スペクトロサーベイメータ **InSpector1000**

可搬型デジタルスペクトロメーター（InSpector1000）は線量率測定と核種同定が一台で可能なサーベイメーターです。重量は 2.2 kg しかなく可搬性に優れています。小型ですが核種ライブラリーを内蔵し、4096 チャンネルでスペクトルを取得する事ができるため非常に正確に核種同定が可能です。検出器は NaI を用いているので冷却等を必要としません。また線源位置の同定が警告音で容易に行える **Annunciator** モードも装備しています。鹿田施設内外での放射線管理において活躍が期待できます。



<InSpector1000 本体>

無停電電源装置（UPS）BM1500-5FNG（半導体検出器用）

半導体検出器では長期の計測を行いますが、計画外の瞬間停電により測定器の故障、計測データの消失がたびたびおきます。本装置はその予防のために導入されました。今後は瞬間停電による事故が防げられると思われま

利用統計

利用者数は20年度は増加に転じました。研究課題数の減少傾向は昨年同様ですが、そろそろ峠を超えたようです。新たに入荷する核種も増えました。これらの統計から、RIでしかできない実験を行うヘビーユーザーや、鹿田施設の利便性を意識して利用するユーザーの活動が見えます。

利用者の推移

＜放射線業務従事者人数＞

平成18年度 196名

平成19年度 168名

平成20年度 175名

研究課題数

平成18年度 52件

平成19年度 50件

平成20年度 45件

購入核種の推移

最近3年の核種毎の入庫数量 (kBq)

核種	平成18年度	平成19年度	平成20年度
P-32	987,700	1,372,100	1,470,500
S-35	19,400	0	0
H-3	329,000	192,900	128,200
C-14	0	40,400	0
Cr-51	397,800	495,300	226,000
I-125	166,700	156,200	301,900
In-111	733,100	533,000	433,200
Tc-99m	333,000	0	0
Rb-86	42,900	0	39,900
Ca-45	40,300	25,400	3,600
Co-57	5,529	0	0
Sr-89	-	-	44

鹿田施設スタッフおよび委員会委員

施設スタッフ

施設長	山 田 雅 夫
准教授	小 野 俊 朗
助教	花 房 直 志
技術専門職員	金 野 郁 雄
技術専門職員	永 松 知 洋
事務補佐員	中 村 梢

委員会委員

自然生命科学研究支援センター 光・放射線情報解析部門鹿田施設運営会議

	施設長	山 田 雅 夫
医学部	教授	竹 田 芳 弘
歯学部	教授	北 山 滋 雄
大学院医歯薬学総合研究科	教授	金 澤 右
自然生命科学研究支援センター	助手	蜂 谷 欽 司
自然生命科学研究支援センター	准教授	小 野 俊 朗

自然生命科学研究支援センター光・放射線情報解析部門
鹿田施設放射線障害防止委員会委員

	施設長	山 田 雅 夫
自然生命科学研究支援センター	准教授	小 野 俊 朗
自然生命科学研究支援センター	助教	花 房 直 志
自然生命科学研究支援センター	技術専門職員	永 松 知 洋
教育学部	教授	伊 藤 武 彦
理学部	准教授	富 永 晃
医学部	助教	花 元 克 巳
歯学部	助教	十 川 千 春
薬学部	准教授	井 上 剛
工学部	教授	酒 井 裕
環境理工学部	教授	木 村 幸 敬
農学部	准教授	田 村 隆
大学院医歯薬学総合研究科	助教	百 田 龍 輔

資源生物科学研究所	教授	坂 本 亘
岡山大学病院	教授	金 澤 右
自然生命科学研究支援センター	助教	鑛 山 宗 利
自然生命科学研究支援センター	准教授	大 塚 正 人

運営日誌

平成 20 年

平成 20 年 4 月 1 日～平成 21 年 1 月 31 日	保健学科放射線技術科学専攻の 3 年生 45 名
	放射線計測学実験Ⅱ・放射線安全管理学実験
4 月 23 日	第 5 回英語による新規教育訓練（鹿田地区） 受講者数 3 名
4 月 21 日・24 日	第 88 回全学一括新規教育訓練（鹿田地区） 受講者数 74 名
	第 76 回光・放射線情報解析部門鹿田施設新規教育訓練 受講者数 28 名
4 月 22 日・25 日	第 88 回新規教育訓練安全取扱実習（鹿田地区） 受講者数 19 名
5 月 27 日	医学科 2 年生基礎放射線学実習 44 名
6 月 3 日	医学科 2 年生基礎放射線学実習 47 名
6 月 5.6 日	国立大学アイソトープ総合センター長会議
6 月 25 日	第 89 回全学一括新規教育訓練（鹿田地区） 受講者数 9 名
6 月 25 日	第 77 回光・放射線情報解析部門鹿田施設新規教育訓練 受講者数 3 名
6 月 26 日	第 89 回新規教育訓練安全取扱実習（鹿田地区） 受講者数 7 名
7 月 25 日	第 1 回第 1 種作業環境測定士連絡会
8 月 25 日	大学等放射線施設協議会
9 月 4 日	第 90 回全学一括新規教育訓練（鹿田地区） 受講者数 49 名
	第 78 回光・放射線情報解析部門鹿田施設新規教育訓練 受講者数 7 名
9 月 5 日	第 90 回新規教育訓練安全取扱実習（鹿田地区） 受講者数 3 名
平成 20 年 10 月 1 日～平成 21 年 1 月 31 日	保健学科放射線技術科学専攻の 2 年生 43 名

- 放射化学実験
- 11月6日 放射性廃棄物処理
可燃物 12本、難燃物 38本、不燃物 5本、動物 19本、
焼却型フィルタ 654リットル 通常型フィルタ 394リットル
- 11月10日 第92回全学一括新規教育訓練（鹿田地区）
受講者数 13名
第79回光・放射線情報解析部門鹿田施設新規教育訓練
受講者数 0名
- 11月11日 第92回新規教育訓練安全取扱実習（鹿田地区）
受講者数 0名
- 12月11日 岡山理科大学生物化学科学生 施設見学 51名

平成 21 年

- 1月15日 第93回全学一括新規教育訓練（鹿田地区）
受講者数 4名
第80回光・放射線情報解析部門鹿田施設新規教育訓練
受講者数 6名
- 1月16日 第93回新規教育訓練安全取扱実習（鹿田地区）
受講者数 4名
- 2月17日 第2回第1種作業環境測定士連絡会
- 3月2日 平成20年度放射線業務従事者再教育訓練
受講者数 109名
講演 長崎大学先導生命科学研究支援センター
松田 尚樹 教授
『放射線健康リスク・その認知・受容・制御』
- 3月3日 平成20年度放射線業務従事者再教育訓練
受講者数 81名
講演 光・放射線情報解析部門鹿田施設
小野 俊朗
『管理下でない放射性同位元素及び
未登録の核燃料物質の発見と学内調査について』
- 3月6日～24日 平成20年度放射線業務従事者再教育訓練（ビデオ講習）
受講者数 85名

あとかき

鹿田施設ニュース第4号をお届けします。平成20年度には記事にあるように、文科省による立入検査がありました。利用環境に大きな変化はありませんが、施設、備品等の経年劣化による補修、修理が増えています。その際は多少の不便をおかけすることになるかと思いますが、よろしくご協力おねがいします。

