



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.14 2020年1月

巻頭言

放射線管理と感染症対策：Prepared Mind



元施設長 山田雅夫
(医歯薬学総合研究科病原ウイルス学分野)

昨年・今年と、相次ぐ風水害により、防災・減災への備えの意識が高まっている。地球上いかなる場所、何時いかなる時間においても、それが自然災害(台風、洪水、地震)、感染症の世界的流行、故意または事故による人為災害(テロや火災)であっても、その影響は広い地域を巻き込み、壊滅的となる可能性がある。東日本大震災と福島第一原子力発電所メルトダウン事故は、あまりにも大きな犠牲・痛手となった。

筆者は、放射線・放射性同位元素の管理と感染症(ウイルス学)の教育・研究に長年携わってきたので、放射線管理と感染症対策を比べてみたい。放射性同位元素の場合、リスクの本質は、放射壊変であり、放射線障害として顕在化する。病原微生物では、リスクの本質は、爆発的増殖であり、感染症として顕在化する。どちらも目には見えないが、放射線の場合、サーベイメータにより即時検出は可能である。病原微生物の場合は、即時検出は困難である。一方、リスクの消去は、病原微生物の場合、滅菌により可能だが、放射性同位元素の場合は避難・除染・減衰と限定的といえる。またリスクの起源は、放射性同位元素の場合、多くは人工であるが、病原微生物の場合は、人が保有する場合も含めて多くは自然に由来する。ただし、両者とも、テロの脅威は潜在的に存在する。障害の予防については、病原微生物の場合は、ワクチン開発にて可能、またパンデミックに備えてワクチン、抗ウイルス薬の備蓄も進んでいるが、放射性同位元素の場合、予防・治療の手段は比較的限定的といえる。

法体系は、放射線については、原子力基本法/放射線障害防止法・放射性同位元素等規制法であるが、感染症では、感染症法(正式名：感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律)が定められている。これは、明治30(1897)年制定の旧伝染病予防法を100年ぶりに改めて平成10(1998)年

定められたものである。ただし、病原微生物の管理については、放射性同位元素等の管理の方が先行して、バイオテロや事故による感染症の発生蔓延を防止するため、特定病原体等を1類～4類までに分類し、所持の禁止、許可、届出を求めるようになったのは、ようやく平成18(2006)年からである。

放射線管理においても、感染症対策(バイオセーフティ)においても、共通する金言は、蓋し、「ものを怖がらな過ぎたり、怖がり過ぎたりするのはやさしいが、正当に怖がることはなかなかむづかしい。寺田寅彦」, 「In the fields of observation, chance favors only the prepared mind. Louis Pasteur」といえる。

科学的知識・技能を備えた専門家集団が、緊急事態とその修復過程で重要な役割を果たし、事態の本質の理解と将来起こる類似の事態に対しての最適な対処を提供することが求められている。大学における日常の放射線管理においても、このような視点は重要かもしれない。

目次

巻頭言	1
目次	3
話題	4
1 分子イメージング技術利用推進検討会の開催について	4
2 自然生命科学研究支援センター公開コロキウムの開催について	4
3 定期検査・定期確認の受検について	5
4 施設の大規模改修について	5
研究紹介	6
RI 鹿田施設におけるラドン療法の新規適応症の探索とその機構解明	6
機器紹介	14
SPECT/CT 装置 取扱説明会報告	14
業績	15
利用統計	17
施設利用者(放射線業務従事者)、研究課題	17
受入(製造)核種数量の推移	17
鹿田施設スタッフおよび委員会委員(2019 年度)	18
施設スタッフ	18
委員会委員(2019 年度)	18
運営日誌(H30.4～H31.3)	20
変更承認申請、施設検査等記録	22
あとがき	24

話題

1 分子イメージング技術利用推進検討会の開催について

2018年11月21, 22日の二日間、当施設において全国より分子イメージングの教育、研究に携わる研究者、技術者、および放射線安全管理担当者を募り、教育研修プログラムを開催し、合わせてアイソトープ総合センター長会議ワーキンググループの活動としての分子イメージング技術利用推進検討会を開催しました。参加者は受講者10名、講師スタッフ18名の計28名でした。プログラムでは2日間にわたり、分子イメージングの最新の技術に関する講演、施設・装置等の見学と、画像解析手法の実習の検討、分子イメージング技術の安全利用のための討論会などが行われました。（花房）



2 自然生命科学研究支援センター公開コロキウムの開催について

第14回自然生命科学研究支援センター公開コロキウムは、光・放射線情報解析部門が担当し、2019年2月1日に鹿田施設2階講義室を会場に開催しました。コロキウムでは本学教職員、学生、企業関係者らが多数参加し、センター教職員やセンターを利用して成果を上げた本学教員が、研究支援の実例や今後の展望、研究の成果などを発表し、情報交換を行いました。

まず、竹内大二研究担当理事（センター長）より開会の挨拶を頂き、続いて全8題の演題発表が行われました。演題（演者、敬称略）は以下の通りです。

- トランスポーター創薬を指向した化学伝達の制御（宮地 孝明：ゲノム・プロテオーム解析部門）
- Mass spectrometry imaging を用いた糖尿病性腎症の病態解明（宮本 聡：大学病院新医療研究開発センター）
- 研究支援職員にとっての「研究」とは（矢田 範夫：動物資源部門）
- 動物実験計画書審査トレーシングシステムについて（樫木 勝巳：動物資源部門）
- 放射線種によるDNA損傷の多様性と共通性について（寺東 宏明：光・放射線情報解析部門）
- 気孔の閉口運動を調節する孔辺細胞アブシジン酸シグナル伝達（宗正 晋太郎：大学院環境生命科学研究科（農））
- 多剤耐性や病原性を支配する細菌のDsbAタンパク質の構造と機能解析（田村 隆：分析計測・極低温部門）
- 機能性分子の有機合成と構造決定（依馬 正：大学院自然科学研究科（工））

今回のコロキウムは、特に研究発表を中心に演題を提供頂き、センターが本学の研究支援組織として活動していることを確認できたと思います。コロキウム終了後は大学生協子鹿ショップカフェテリアに移動し、情報交換会を行いました。来年度のコロキウムはゲノム・プロテオーム部門の担当で行われます。（寺東）

3 定期検査・定期確認の受検について

特定許可施設において、法令により受検が定められている3年毎の定期検査・定期確認を令和元年7月23日に受検しました。受検日は施設の大規模改修に伴い施設が一時閉鎖されるのに伴い、閉鎖前に前倒ししたものです。検査にあたったのは放射線管理研究所の検査官2名で、施設からは寺東、花房、永松が参加しました。事務からは藤井主査が立ち会いました。9:30まず定期確認から開始し、承認証の原本の確認から順番に書類の確認を行ないました。続いて11:00より定期検査に移り、サイクロトロンを稼働させての漏洩線量の測定や、各作業室の標識、流し等の検査が行なわれました。13:05にすべての検査を終え、定期検査の実施結果については適合、定期確認の実施結果については適切に記載され保存されていることを確認したとの結果を受け取りました。（花房）

4 施設の大規模改修について

岡山大学（鹿田）ライフライン再生II（RI実験施設空調設備等）工事との名称で当施設の大規模改修が9月より開始されました。工事は2020年3月末まで行われる予定です。この工事では老朽化した屋外の排気設備、給気設備、空調機器類、RIモニター類の交換等が行われます。一部の工事は昨年度既に実施されています。今回は排気設備の取り替えの間RIの利用が出来ないため、既にご連絡の通り施設が一時閉鎖されることとなりました。利用者の皆様にはご迷惑をおかけします。今回の工事は管理区域を維持したまま行うこととしました。従って工事関係者は放射線業務従事者、または一時立入り者として管理の対象とし、出入り管理や教育訓練等、必要な管理を行ったうえで工事が進められています。（花房）

研究紹介

RI 鹿田施設におけるラドン療法の新規適応症の探索とその機構解明

岡山大学大学院保健学研究科 片岡隆浩, 山岡聖典

緒論

岡山大学病院旧三朝医療センターでは、ラドン温泉を活用した療法が実施されてきた。疼痛や呼吸器疾患などの適応症に関して、その詳細なメカニズムは充分には解明されておらず、医師の経験に基づき治療方法が決められていた。我々は鹿田施設内に小動物用ラドン吸入装置を開発・設置し、ラドン療法の適応症の現象確認と機構解明を実施してきた。本稿では、前報¹⁾後に得られた新規適応症の探索とその機構解明に関する成果の概要を以下に紹介する。

1. ラドン吸入による各種疾患の抑制効果に関する検討例

1.1 カラゲニン誘導炎症性浮腫の抑制効果²⁾

マウスに 2000Bq/m³ のラドンを 24 時間吸入させた直後に、足に 1%カラゲニンを 50 μ l 投与した。カラゲニン投与に伴い足浮腫が誘導されたが、ラドン吸入した方が sham (擬似) 吸入に比べ有意に小さいことから、ラドン吸入はカラゲニン誘導浮腫を抑制することが示唆できた。また、炎症の指標である血清中の tumor necrosis factor- α (TNF- α) と nitric oxide (NO) はカラゲニンを投与するとそれぞれ有意に増加したが、ラドン吸入の方が sham 吸入に比べいずれも減少した。さらに、血清中の抗酸化酵素の 1 つである superoxide dismutase (SOD) の活性はラドン吸入の方が sham 吸入に比べ有意に高かった。以上の所見などから、ラドン吸入は抗酸化機能を亢進させることでカラゲニン誘導浮腫を抑制することが示唆できた。

1.2. デキストラン (DSS) 誘導マウス大腸炎の抑制効果³⁾

マウスに 2000Bq/m³ のラドンを 24 時間吸入させた後、3%DSS または蒸留水の経口自由摂取を 7 日間実施した。その間、ラドン吸入は継続させ、DSS 摂取終了後に安楽死させた。その結果、ラドン吸入により大腸組織中の SOD 活性と総グルタチオン (t-GSH) 量が有意に増加し過酸化脂質 (LPO) 量が有意に減少したことから抗酸化機能の亢進が示唆できた。また、DSS 経口投与により誘発した大腸炎はラドン吸入により改善し、血漿中の NO 量、TNF- α 量および大腸組織中のミエロペルオキシダーゼ活性、LPO 量が有意に減少した。以上の所見などから、ラドン吸入は抗酸化機能を亢進させ、DSS 誘導大腸炎を抑制することが示唆できた。

1.3. ホルマリン誘発炎症性疼痛の抑制効果⁴⁾

マウスに 1000 または 2000 Bq/m³ のラドンを 24 時間吸入させた。その直後に、後肢の足底皮下にホルマリンを投与し、疼痛様行動を測定した。その結果、2000 Bq/m³ のラドンを吸入した方が sham 吸入に比べ炎症性の疼痛様行動が有意に抑制されたことから、ラドン吸入は炎症性疼痛を抑制することが示唆できた。ホルマリン投与により血清中の TNF- α 値と NO 値が有意に増加したが、ラドン吸入の方が sham 吸入に比べ有意に減少した。これより、ラドン吸入は炎症を抑制することが示唆できた。ホルマリン投与により血清と足中の抗酸化機能は有意に低下したが、ラドン吸入の方が sham 吸入に比べ有意に高かった。これより、ラドン吸入は酸化障害を抑制することが示唆できた。以上の所見などから、ラドン吸入は抗酸化機能を亢進し、ホルマリン誘発炎症性疼痛を抑制することが示唆できた。

1.4. 神経障害性疼痛の抑制効果⁵⁾

神経障害性疼痛モデルマウスに 1000 または 2000 Bq/m³ のラドンを 24 時間吸入させた。その結果、神経障害性疼痛に伴い増加する機械的刺激に対する逃避行動の回数は、2000 Bq/m³ のラドンの事前または事後吸入により疼痛が緩和することがわかった。神経損傷による血漿中ノルアドレナリン (NE) 量の増加や SOD 活性の減少が、2000 Bq/m³ ラドンの事前・事後吸入により抑制された。以上の所見などから、2000 Bq/m³ のラドンの吸入が神経障害性疼痛を緩和することが示唆できた。また、本緩和効果にはラドン吸入による NE 量の抑制、すなわちラドンが中枢感作へ関与することも示唆できた。

1.5. 一過性脳虚血に伴う細胞障害の抑制効果⁶⁾

スナネズミに 2000Bq/m³ のラドンを 24 時間吸入させた。吸入終了後、両側の総頸動脈を小血管クリップで 10 分間閉塞することにより一過性脳虚血を負荷した。その結果、一過性脳虚血負荷に伴い海馬 CA1 領域の細胞障害の割合は有意に増加したが、ラドン吸入をすると細胞障害は有意に抑制され海馬は正常に近い形態を維持した。また、ラドン吸入により脳中の SOD 活性は有意に増加した。以上の所見などから、ラドン吸入は脳中の SOD 活性を増加させることで、一過性脳虚血に伴う神経細胞障害を緩和することが示唆できた。

1.6. 糖尿病性腎症の抑制効果⁷⁾

マウスにストレプトゾトシン (STZ) を 5 日間連続で投与した。4 週間後に血糖値 300mg/dL 以上のマウスを 2 群に分けた。ラドン吸入群は 2000Bq/m³ のラドンを 4 週間吸入させた。その結果、ラドン吸入は高血糖により悪化した尿中アルブミンや腎糸球体の線維性変化を改善した。また、ラドン吸入は腎臓中の抗酸化機能を亢進し、1 型糖尿病性腎症を抑制することが示唆できた。

1.7. オキソン酸カリウム誘導高尿酸血症の抑制効果⁸⁾

マウスに 2000Bq/m³ のラドンを 24 時間吸入させた後、高尿酸血症誘導剤であるオキソン酸カリウム(500mg/kg 体重)を腹腔内投与した。その結果、オキソン酸カリウム投与により増加した血清尿酸値は、ラドン吸入により有意に減少した。また、肝臓・腎臓中の SOD 活性と t-GSH 量はオキソン酸カリウム投与のみに比べ投与前にラドン吸入させた方が有意に高くなった。キサンチンオキシダーゼ (XOD) 活性はオキソン酸カリウム投与により増加傾向を示したが、投与前にラドン吸入させると減少傾向を示した。以上の所見などから、ラドン吸入が XOD 合成を阻害して尿酸の生成を抑制することにより、血清尿酸値を低下させ高尿酸血症の予防あるいは治療に有効であることが示唆できた。

1.8. ラドンの吸入または飲泉によるアルコール誘導胃粘膜障害の抑制効果⁹⁾

マウスに 2000Bq/m³ のラドンを 24 時間吸入させた。吸入終了後、30% (低濃度) または 60% (中濃度) のアルコールを各々胃に直接投与し、胃粘膜障害を誘導した。その結果、ラドン吸入により中濃度アルコール投与した場合、胃粘膜障害と胃中 LPO 量が有意に減少した。以上の所見などから、ラドン吸入は酸化ストレスを軽減することで胃粘膜障害が抑制することが示唆できた。

1.9. シスプラチン誘導腎障害の抑制効果¹⁰⁾

放射線感受性の異なる 2 系統 (BALB/c, C57BL/6J) のマウスに 1000 または 2000 Bq/m³ のラドンを 24 時間吸入させた後、シスプラチンを投与した。ラドン吸入により C57BL/6J でのシスプラチンの毒性に対して被毛状態改善の僅かな好効果を示した。同様に、1000Bq/m³ のラドン吸入により BALB/c ではクレアチニン値が減少し SOD 活性が増加した。以上の所見などから、ラドン吸入はシスプラチン誘導腎障害を緩和することが示唆できた。

1.10. 強制水泳誘導うつ病の抑制効果¹¹⁾

強制水泳試験前後に、マウスに 2000Bq/m³ のラドンを 24 時間吸入させた。その結果、強制水泳試験に伴ううつ様行動や脳内ノルアドレナリン・ドーパミンなどのモノアミンの減少に対しラドン吸入により増加したことなどから、ラドン吸入には抗うつ効果のあることが示唆できた。

2. ラドン効果の定量と抗酸化ビタミン剤などとの併用効果例

2.1. 四塩化炭素 (CCl₄) 誘導肝障害に対するラドンとアスコルビン酸の抗酸化作用の比較^{12,13)}

マウスに 1000 または 2000 Bq/m³ のラドンを 24 時間吸入させ、その直後に CCl₄(4 ml/kg 体重, 5% in オリーブオイル)を腹腔内投与した。他方、アスコルビン酸(0, 100,

300, 500 mg/kg 体重)または α -トコフェロール(0, 100, 300, 500 mg/kg 体重)をそれぞれ腹腔内投与し, その直後に同様の CCl₄を腹腔内投与した。その結果, 肝臓の場合, ラドン吸入とアスコルビン酸投与のいずれも CCl₄誘導肝障害を抑制した。肝機能, 脂肪肝, 病理学的観察および酸化障害の抑制の程度から, ラドン吸入による CCl₄誘導肝障害の抑制は 500 mg/kg 体重のアスコルビン酸の投与または 300 mg/kg 体重の α -トコフェロールの投与のそれに相当することがわかった。これは, ラドン吸入により肝臓中の SOD 活性, カタラーゼ活性およびグルタチオンペルオキシダーゼ(GPx)活性が有意に増加したためと考えられた。

他方, 300, 500 mg/kg 体重の α -トコフェロールの投与またはラドンの吸入により血清中のクレアチニンや腎臓中の LPO 量が有意に減少したことから, 腎障害や酸化障害の抑制が示唆できた。以上の所見などから, 腎障害の抑制の程度は, 機序は異なるものの, 概ね 2000 Bq/m³ラドンの吸入と 300~500 mg/kg 体重 α -トコフェロールの投与が相当することがわかった。

2.2. ラドン吸入と抗酸化ビタミン投与の併用による急性アルコール性肝障害の抑制効果¹⁴⁾

マウスに 2000 Bq/m³のラドンを 24 時間吸入させた後, 5g/kg 体重・50%のアルコールを腹腔内投与した。他方, 同様に, ラドン吸入後に 300mg/kg 体重のアスコルビン酸または α -トコフェロールを腹腔内投与し, 各処置の直後にアルコール投与をした。その結果, ラドン吸入とアスコルビン酸または α -トコフェロール投与を併用した場合, ラドン吸入のみまたは単独投与に比べ肝機能が有意に減少し正常値に近づいたことから, ラドン吸入による抗酸化機能の亢進と拮抗することなく相加的または相乗的に抑制効果を示すことがわかった。

2.3. 一過性脳虚血に対するラドンとアスコルビン酸の抗酸化作用の比較¹⁵⁾

スナネズミに 2000 Bq/m³のラドンを 24 時間吸入させた。また, 100, 300, 500 mg/kg 体重のアスコルビン酸を腹腔内投与した。吸入または投与の直後に, 一過性脳虚血モデル動物を作製した。その結果, 一過性脳虚血に伴う細胞障害の悪化はラドン吸入, アスコルビン酸摂取により共に改善されたが, ラドン吸入による改善効果は 500 mg/kg 体重アスコルビン酸投与のそれと同程度であることが示唆できた。

2.4. ラドン吸入とプレガバリン投与の併用による神経障害性疼痛への抑制相加効果¹⁶⁾

神経障害性疼痛モデルマウスに, 1000 Bq/m³のラドンを 24 時間吸入させた後, 疼痛治療薬のプレガバリンを投与した。その結果, 神経障害性疼痛の抑制効果について, 1000Bq/m³・24 時間のラドン吸入は約 1.4 mg/kg 体重のプレガバリン投与に相当すること, 1000Bq/m³・24 時間のラドン吸入と 3mg/kg 体重のプレガバリン投与の併用は約

4.1mg/kg 体重のプレガバリン投与に相当することがわかった。以上の所見などから、ラドン吸入とプレガバリン投与の併用には抑制の相加効果のあることが示唆できた。

3. ラドン吸入による抗酸化機能亢進に関する機構解明例

3.1. ラドン吸入による SOD 活性増加の機構解明¹⁷⁾

ラドン吸入により諸臓器中の SOD 活性が増加することを報告してきたことから、SOD 活性の増加のメカニズムについて検討した。その結果、SOD の内、ミトコンドリア SOD (Mn-SOD) 活性が増加することがわかった。次に、Mn-SOD の合成に関与する ataxia telangiectasia mutated (ATM) や nuclear factor (NF)- κ B-inducible kinase (NIK) , またその下流にあるタンパクの nuclear factor(NF)- κ B が増加したことから、ラドン吸入に伴う酸化ストレスにより Mn-SOD 活性が増加することが示唆できた。

結論

下図に示す通りラドン吸入は酸化ストレス誘導の疾患を抑制したことから、ラドン療法の新規適応症の可能性を明らかにすることができた。また、ラドン吸入による酸化ストレスの抑制の程度は、臓器・組織によらず 300~500mg のアスコルビン酸や α -トコフェロールの投与のそれに相当することから、比較的強い抗酸化作用のあることや、それらの併用により概ね相加効果のあることも示唆できた。

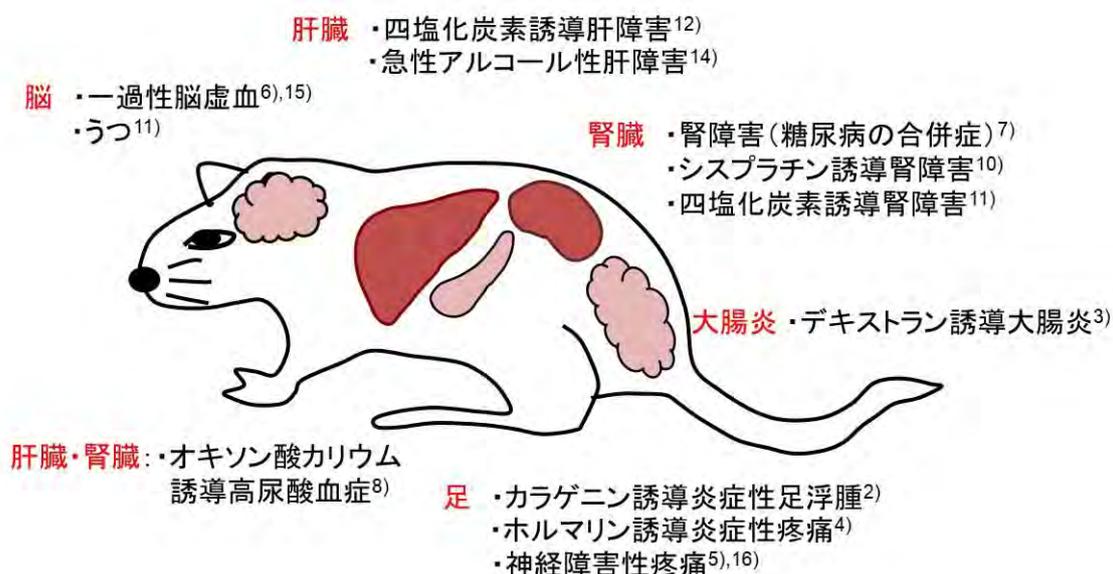


図 ラドン吸入による酸化ストレス関連疾患の抑制効果研究例

本稿を含め我々の研究により、身近な気体であるラドンを適量吸入すると生活習慣病や老化を抑制し健康長寿に役立つこと、ラドンから生じる少量の活性酸素が生理的刺激となり生体防御機能を活性化させること、ラドン吸入と併用すると治療薬の使用量は減少し副作用や費用の軽減などに役立つことなどの可能性が明らかにできた。他方、超高齢化社会

が進む我が国において、我々はラドン健康効果の一層の医学的解明と有効利活用を通じて健康長寿社会の実現に寄与するとともに、スポーツ医学や健康食物科学なども含めた予防の医学・介護の研究発展に貢献したいと考えている。

謝辞

本研究は、日本原子力研究開発機構および本学旧耐災安全・安心センターのご協力を得て実施した。また、我々の研究室の出身者である迫田晃弘・神崎訓枝（現 日本原子力研究開発機構）、大和恵子（現 国立循環器病研究センター研究所）、西山祐一（現 徳島大学）、恵谷玲央（現 大分県立看護科学大学）、笹岡香織（元 岡山大学）の諸先生に深謝する。

文献

1. 片岡隆浩, 迫田晃弘, 花元克巳, 川辺 睦, 山岡聖典. 研究紹介 低線量放射線の健康への影響と医療への応用, 及びその関連に関する研究. 鹿田施設ニュース. No.5, 4-9, 2010
2. Takahiro Kataoka, Junichi Teraoka, Akihiro Sakoda, Yuichi Nishiyama, Keiko Yamato, Mayuko Monden, Yuu Ishimori, Takaharu Nomura, Takehito Taguchi, Kiyonori Yamaoka. Protective effects of radon inhalation on carrageenan-induced inflammatory paw edema in mice. *Inflammation* 35(2), 713-722, 2012
3. Yuichi Nishiyama, Takahiro Kataoka, Keiko Yamato, Takehito Taguchi, Kiyonori Yamaoka. Suppression of dextran sulfate sodium-induced colitis in mice by radon inhalation. *Mediators of Inflammation* 2012, Article ID 239617 11 pages, 2012
4. Keiko Yamato, Takahiro Kataoka, Yuichi Nishiyama, Takehito Taguchi, Kiyonori Yamaoka. Antinociceptive Effects of Radon Inhalation on Formalin-induced Inflammatory Pain in Mice. *Inflammation* 36(2), 355-363, 2013
5. Keiko Yamato, Takahiro Kataoka, Yuichi Nishiyama, Takehito Taguchi, Kiyonori Yamaoka. Preventive and curative effects of radon inhalation on chronic constriction injury-induced neuropathic pain in mice. *European Journal of Pain* 17(4), 480-492, 2013
6. Takahiro Kataoka, Reo Etani, Yuji Takata, Yuichi Nishiyama, Atsushi Kawabe, Masayuki Kumashiro, Takehito Taguchi, Kiyonori Yamaoka. Radon inhalation protects against transient global cerebral ischemic injury in gerbils. *Inflammation* 37(5), 1675-1682, 2014
7. Yuichi Nishiyama, Takahiro Kataoka, Keiko Yamato, Reo Etani, Takehito Taguchi, Kiyonori Yamaoka. Radon inhalation suppresses nephropathy in

- storeptozotocin-induced type-1 diabetic mice. *Journal of Nuclear Science and Technology*, *Journal of Nuclear Science and Technology* 53(6), 909-915, 2016
8. Reo Etani, Takahiro Kataoka, Norie kanzaki, Akihiro Sakoda, Hiroshi Tanaka, Yuu Ishimori, Fumihiro Mitsunobu, Kiyonori Yamaoka. Difference of the action mechanism of radon inhalation and radon hot spring water drinking on suppression of hyperuricemia in mice. *Journal of Radiation Research* 57(3), 250–257, 2016
 9. Reo Etani, Takahiro Kataoka, Norie Kanzaki, Akihiro Sakoda, Hiroshi Tanaka, Yuu Ishimori, Fumihiro Mitsunobu ,Takehito Taguchi, Kiyonori Yamaoka. Protective effects of hot spring water drinking and radon inhalation on ethanol-induced gastric mucosal injury in mice. *Journal of Radiation Research*. 58(5), 614-625, 2017
 10. Kaori Sasaoka, Takahiro Kataoka, Norie Kanzaki, Yusuke Kobashi, Akihiro Sakoda, Yuu Ishimori, Kiyonori Yamaoka. Comparative effects of radon inhalation according to mouse strain and cisplatin dose in a cisplatin-induced renal damage model. *Pakistan Journal of Zoology* 50(3), 1157-1170, 2018
 11. Keiko Yamato, Takahiro Kataoka, Yuichi Nishiyama, Yuji Takata, Reo Etani, Kiyonori Yamaoka. Study on antidepressant-like effects of radon inhalation on forced swim induced depression in mice. *RADIOISOTOPES* 65(12), 493-506, 2016
 12. Takahiro Kataoka, Yuichi Nishiyama, Keiko Yamato, Junichi Teraoka, Yuji Morii, Akihiro Sakoda, Yuu Ishimori, Takehito Taguchi, Kiyonori Yamaoka. Comparative study on the inhibitory effects of antioxidant vitamins and radon on carbon tetrachloride-induced hepatopathy. *Journal of Radiation Research* 53(6), 830-839, 2012
 13. Takahiro Kataoka, Keiko Yamato, Yuichi Nishiyama, Yuji Morii, Reo Etani, Yuji Takata, Katsumi Hanamoto, Atsuishi Kawabe, Akihiro Sakoda, Yuu Ishimori, Takehito Taguchi, Kiyonori Yamaoka. Comparative study on the inhibitory effects of α -tocopherol and radon on carbon tetrachloride-induced renal damage. *Renal Failure* 34(9), 1181-1187, 2012
 14. Reo Etani, Takahiro Kataoka, Yuichi Nishiyama, Yuji Takata, Kiyonori Yamaoka. Combined effects of radon inhalation and antioxidant vitamin administration on acute alcohol-induced hepatopathy in mice. *Journal of Nuclear Science and Technology* 52(12), 1512-1518, 2105
 15. Takahiro Kataoka, Reo Etani, Norie Kanzaki, Kaori Sasaoka, Yusuke Kobashi, Katsumi Hanamoto, Takehito Taguchi, Kiyonori Yamaoka. Evaluating the protective effects of radon inhalation or ascorbic acid treatment after transient global cerebral ischemic injury in gerbils. *Journal of Nuclear Science and Technology* 53(11), 1681-1685, 2016

16. Takahiro Kataoka, Shunsuke Horie, Reo Etani, Norie Kanzaki, Kaori Sasaoka, Yusuke Kobashi, Katsumi Hanamoto and Kiyonori Yamaoka. Activation of antioxidative functions by radon inhalation enhances the mitigation effects of pregabalin on chronic constriction injury-induced neuropathic pain in mice. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016, Article ID 9853692, 8 pages, 2016
17. Takahiro Kataoka, Reo Etani, Norie Kanzaki, Yusuke Kobashi, Yuto Yunoki, Tsuyoshi Ishida, Akihiro Sakoda, Yuu Ishimori, Kiyonori Yamaoka. Radon inhalation induces manganese-superoxide dismutase in mouse brain via nuclear factor- κ B activation. *Journal of Radiation Research* 58(6), 887-893, 2017

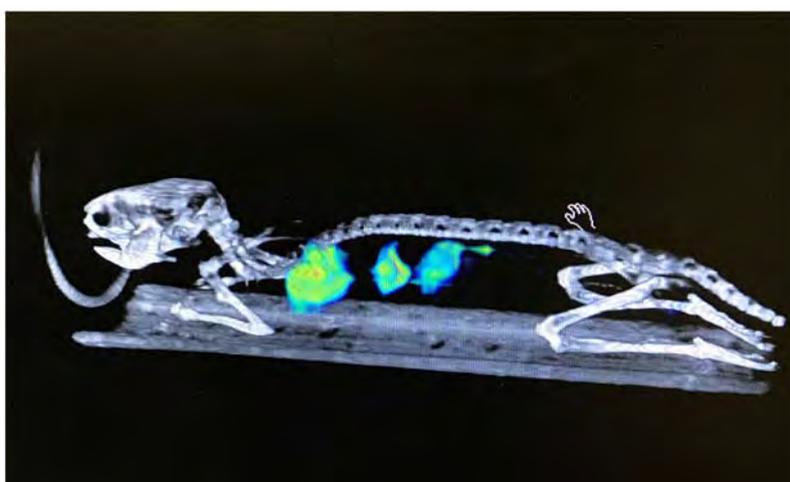
機器紹介

SPECT/CT 装置 取扱説明会報告

2019年8月7日から二日間、SPECT/CT装置の取り扱い説明会を実施した。講師はキヤノンマーケティングジャパンの白井直樹氏をお願いした。当機器は、2012年度末に医歯薬学総合研究科により鹿田施設に導入されたものであり、導入後約6年が経過し、メンテナンスも必要なことから、機器の調整も含め、あらためて取扱説明会を兼ねて開催した。現在 RI 施設では分子イメージング機器の導入が盛んである。新薬の開発研究の分野では、薬物動態を確認する手段として重要な役割を果たしている。今後の当施設の利用率向上においても大いに活躍してほしい高額機器の一つである。（永松）



説明会の様子



マウスに取り込まれた ^{99m}Tc 試薬の SPECT 画像

業績

【論文】

1. Naomi YONEKURA, Kotaro NAGASE, Konosuke NAGAE, Shizuka OGAWA, Tomomi IWANAGA, Taro SHINOGI, Takuya INOUE, Masutaka FURUE, Hiroaki TERATO, Yutaka NARISAWA: A case of Merkel cell carcinoma on the left leg and right cheek. Skin Cancer 2018 DOI: 10.5227/skincnacer.34.50: 2019Jan
2. Nittaya WAKAI, Jun YAMASHITA, Takashi ENOMOTO, Tadashi HANAFUSA, Toshiro ONO, Morihiro MAEDA: Factors affecting ^{137}Cs concentration in wild plants and soils of different land use in Iitate village after the Fukushima nuclear power plant accident. Radiation Safety Management 2018 Volume 18 Pages 1-8 <https://doi.org/10.12950/rsm.180918>

【学会発表等】

1. 第 43 回中国地区放射線影響研究会,
2018 年 7 月 31 日 (広島市)
長田直之, 沖雄一, 山崎敬三, 柴田誠一, 寺東宏明
「加速器由来放射性エアロゾルのワイヤスクリーンを用いた粒径分布測定」
2. 第 43 回中国地区放射線影響研究会,
2018 年 7 月 31 日 (広島市)
寺東宏明, 徳山由佳, 澤尻昌彦, 保田浩志
「低線量率放射によって生じる細胞内 DNA 損傷の解析」
3. 日本放射線影響学会第 61 回大会, 2018 年 11 月 8-10 日 (長崎市)
徳山由佳, 森加奈恵, 平山亮一, 古澤佳也, 寺東宏明
「1M ジメチルスルホキシド存在下で重粒子放射線によって生じる DNA 損傷と変異」
4. 日本放射線安全管理学会第 17 回学術大会 (名古屋市)
2018 年 12 月 5-7 日
永松知洋, 長田直之, 花房直志, 寺東宏明
「CR-39 固体飛跡検出器によるホウ素中性子捕捉反応の特異的な検出」
5. 京都大学複合原子力研究所第 53 回学術講演会, 2019 年 2 月 5 日 (熊取町)
寺東宏明, 徳山由佳, 森加奈恵, 長田直之, 田中浩基, 齊藤毅
「原子炉中性子によって生じる DNA 損傷の分析」

【著書】

よくわかる放射線・アイソトープの安全取扱い-現場必備！教育訓練テキスト-
(分担執筆 法令 p81-p102)、丸善出版株式会社 2018年発行
編集者:小野俊朗、著者:加藤真介、小島康明、佐瀬俊哉、角山雄一、花房直志

利用統計

施設利用者(放射線業務従事者)、研究課題

	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	平成 30 年度
利用者数	199 名	182 名	170 名	164 名	176 名
研究課題数	74 件	74 件	55 件	52 件	48 件

受入（製造）核種数量の推移

入庫核種数量の推移(MBq)

	P-32	H-3	C-14	I-125	Rb-86	Co-57	I-131
平成 26 年度	389	68	0	269	41	36	0
平成 27 年度	344	943	0	430	39	0	0
平成 28 年度	377	0	0	339	41	0	148
平成 29 年度	388.09	32.72	9.25	120.46	41.37	0	0
平成 30 年度	400.28	11.06	0	41.32	39.86	0	74

	Sr-90	In-111	Ga-67	Mo-99	Tc-99m	I-123	Zn-65
平成 26 年度	0	607	518	19,920	10,510	2,120	0
平成 27 年度	0	863	296	17,777	32,094	5,217	8
平成 28 年度	0	222	370	1,850	5,960	999	0
平成 29 年度	0	0	185	0	0	2,890	0
平成 30 年度	0	296	74	3,700	4,900	0	0

ポジトロン核種の製造数量(MBq)

	C-11	F-18	O-15	Cu-64	Zr-89
平成 26 年度	166,900	4,089,940	3,000	18,690	1,491
平成 27 年度	561,800	1,019,920	0	0	5,841
平成 28 年度	156,900	65,810	0	0	6,610
平成 29 年度	0	23,000	0	0	6,750
平成 30 年度	107,000	26,220	0	222	12,510

鹿田施設スタッフおよび委員会委員（2019年度）

施設スタッフ

部門長，施設長	寺 東 宏 明
教授	寺 東 宏 明
准教授	花 房 直 志
技術専門職員	永 松 知 洋
技術職員	今 田 結
技術職員	磯 辺 みどり
事務補佐員	寺 田 輝 子

委員会委員（2019年度）

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	教授	寺 東 宏 明
医学部	教授	山 岡 聖 典
歯学部	教授	浅 海 淳 一
大学院医歯薬学総合研究科	准教授	平 木 隆 夫
自然生命科学研究支援センター	教授	高 橋 卓
中性子医療研究センター	准教授	花 房 直 志

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

施設長	教授	寺 東 宏 明
中性子医療研究センター	准教授	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	教授	高 橋 卓
医学部	助教	花 元 克 巳
歯学部	准教授	十 川 千 春
薬学部	教授	上 田 真 史
工学部	助教	曲 正 樹
環境理工学部	教授	木 村 幸 敬
農学部	教授	田 村 隆
大学院医歯薬学総合研究科	助教	百 田 龍 輔

資源植物科学研究所	教授	且原真木
岡山大学病院	准教授	平木隆夫
大学院自然科学研究科（理）	助教	岡本崇
自然生命科学研究支援センター	准教授	宮地孝明

運営日誌（H30.4～H31.3）

平成 30 年

- 4月16・19日 平成30年度第1・2回全学一括新規教育訓練（鹿田地区）
受講者数 20名（4/16：11名 4/19：9名）
- 4月16・19日 平成30年度4月光・放射線情報解析部門鹿田施設新規教育訓練
受講者数 15名（4/16...13名 4/19...2名）
- 4月17・20日 平成30年度第1・2回新規教育訓練安全取扱実習（鹿田地区）
受講者数 14名（4/17...9名 4/20...5名）
- 4月18日 平成30年度第1回英語による新規教育訓練（鹿田地区）
受講者数 10名
- 5月21日 保健学科2年生臨時新規教育訓練 38名
- 5月22日 平成30年度第1回第1種作業環境測定士連絡会
- 5月23日 放射性同位元素等安全管理委員会
- 6月6日～7月31日 保健学科放射線技術科学専攻の3年生 41名
放射線計測学実験Ⅱ・放射線安全管理学実験
- 6月6～7日 国立大学アイソトープ総合センター長会議（名古屋大学）
- 6月11日 平成30年度第4回全学一括新規教育訓練（鹿田地区）
受講者数 9名
平成30年度6月光・放射線情報解析部門鹿田施設新規教育訓練
受講者数 8名
- 6月12日 平成30年度第4回新規教育訓練安全取扱実習（鹿田地区）
受講者数 7名
- 6月15・26日 平成30年度第1回施設説明会
「施設改修工事計画に関する使用者説明会」
参加者 11名（6/15・6名 6/26・5名）
- 7月3日 自然生命科学研究支援センター運営委員会
- 7月23日 平成30年度第2回施設説明会
「鹿田施設動物利用者ミーティング」
参加者 6名
- 7月26日 鹿田施設運営会議
- 8月6日 原子力規制庁法令改正説明会(Jホール)
- 9月5日 平成30年度第2回英語による新規教育訓練（鹿田地区）
受講者数 6名
- 9月6日 平成30年度第5回全学一括新規教育訓練（鹿田地区）
受講者数 7名
平成30年度9月光・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7日 平成30年度第5回新規教育訓練安全取扱実習（鹿田地区）
受講者数 7名
- 9月11日 大学等放射線施設協議会平成30年度総会（東京大学・弥生講堂）
大学等における放射線安全管理研修会

- 9月13日 原子力規制庁立入検査
- 9月14日 原子力規制庁立入検査講評
- 9月20日 日本アイソトープ協会放射線安全取扱部会第24回中国・四国支部主任者研修会
平成30年度第3回施設説明会
「鹿田施設利用者ミーティング・導入希望機器等について」
参加者 2名
- 平成30年10月1日～平成31年1月31日
保健学科放射線技術科学専攻の3年生42名
放射線計測学実験Ⅱ・放射線安全管理学実験
- 平成30年10月1日～平成31年1月31日
保健学科放射線技術科学専攻の2年生38名
放射化学実験
- 11月1日 放射性廃棄物処理(鹿田施設)
動物 6本、可燃物 4本、難燃物 9本、不燃物 2本、
焼却型フィルタ 37枚、有機液体 12本
放射性廃棄物処理(OMIC関係)
動物 6本、可燃物 5本、難燃物 8本、不燃物 2本、焼却型ヘパフィルタ 2箱
- 11月12日 平成30年度第7回全学一括新規教育訓練(鹿田地区)
受講者数 1名
平成30年度11月光・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(内学外者 2名)
- 11月13日 平成30年度第7回新規教育訓練安全取扱実習(鹿田地区)
受講者数 0名
- 11月16日 平成30年度第3回英語による新規教育訓練(鹿田地区)
受講者数 5名(講義 5名、実習 5名)
- 11月21～22日 第8回分子イメージングに関する教育研修プログラム開催
(受講者 10名)
- 12月7日 計画停電立入者事前教育訓練(12名)
- 12月17日 平成30年度第4回施設説明会
「施設改修工事計画に関する使用者説明会」
参加者 5名
- 平成31年
- 1月10日 平成30年度第8回全学一括新規教育訓練(鹿田地区)
受講者数 9名
平成30年度1月光・放射線情報解析部門鹿田施設新規教育訓練
受講者数 9名
- 1月11日 平成30年度第8回新規教育訓練安全取扱実習(鹿田地区)
受講者数 10名
- 1月16日 平成30年度第2回第1種作業環境測定士連絡会
- 1月18日 医学科1年生基礎放射線学実習 59名
- 1月25日 医学科1年生基礎放射線学実習 55名
- 2月1日 自然生命科学支援センターコロキウム開催

2月6日	医学科1年生基礎放射線学実習（欠席者対象） 3名
2月7日	共同利用機器講習会《対象機器：液体シンチレーションカウンター》 参加者数 8名
2月13日	共同利用機器講習会 《対象機器：Ge半導体検出器(GEM15200-P型)》 参加者数 7名
3月3日	平成30年度放射線業務従事者再教育訓練 受講者数 78名（内、保健学科学生 38名・外部3名） 平成30年度放射線業務従事者再教育訓練（英語） 受講者数 5名
3月5日	平成30年度放射線業務従事者再教育訓練 受講者数 93名（内、保健学科学生 33名・外部2名）
3月11～15日	平成30年度放射線業務従事者再教育訓練（ビデオ講習） 受講者数 56名（内、外部2名） 平成30年度放射線業務従事者再教育訓練（英語ビデオ講習） 受講者数 3名
3月18～31日	平成30年度放射線業務従事者再教育訓練（個別ビデオ講習） 受講者数 1名
3月27日	2019年度放射線安全取扱部会年次大会実行委員会

変更承認申請、施設検査等記録

主な承認申請

平成 5年 2月 2日	アイソトープ総合センター設置承認
平成 8年 3月 12日	焼却実験棟の設置承認
平成10年 1月 21日	地下貯蔵室の設置承認
平成12年12月 2日	貯蔵能力の変更、密封線源の使用制限等
平成16年 3月 8日	貯蔵能力・核種・数量・使用場所の変更等
平成16年 5月 28日	使用核種、数量の変更等
平成18年12月 18日	2階管理区域の解除
平成22年 5月 19日	焼却研究棟の廃止、地下部分の管理区域の一部解除
平成23年 2月 21日	サイクロトロンを設置承認
平成23年 8月 25日	排気、排水設備の一部変更
平成24年 9月 5日	使用核種、数量の変更、管理区域の一部拡大、遮へい体の追加
平成26年 1月 7日	細胞病理実験室におけるPET核種SPECT核種の使用
平成26年 9月 24日	SPECT核種の使用数量の増強、ラジウム等の使用開始
平成27年11月 2日	PET核種の平均存在数量の扱いの変更

立入検査、施設検査（定期検査・定期確認）

平成 5年 3月 31日	施設検査（4月19日合格）
平成 8年 5月 13日	焼却実験棟の設置に係る施設検査（5月22日合格）
平成11年 4月 22日	科学技術庁立入検査

平成13年 5月18日 施設検査（6月29日合格）
平成16年 5月14日 定期検査（6月14日合格）
平成20年 4月17日 文科省立入検査
平成23年 3月15日 施設検査（3月18日合格）
平成23年11月17日 施設検査（11月21日合格）
平成25年 3月 7日 施設検査（平成25年3月8日合格）
平成25年10月17日 定期検査・定期確認（平成25年11月11日合格）
平成28年10月13日 定期検査・定期確認（平成28年11月 2日合格）
平成30年 9月13日 原子力規制庁立入検査
令和元年 7月25日 定期確認・定期検査（令和元年8月5日合格）

あとがき

鹿田施設ニュース第 14 号をお届けします。施設の大規模改修も始まり、利用者の皆様にはご迷惑をおかけいたしております。前号から PDF 版のみの発行となり、印刷媒体のニュースについては経費削減のため廃止しましたが、内容はこれまで通り、皆様に鹿田施設の現状と活動の状況をお知らせするため発行を継続していく予定です。

今回の編集は事務補佐員の寺田が担当いたしました。こちらに勤務して丸 10 年、本施設では主に窓口、電話対応、利用料金請求等の担当をさせていただいており、担当以外の分野は寡聞ですので、今回の編集で改めて当施設を知る良い機会になりました。

今後も変更や改善を行っていく予定です。施設に関するご意見等はぜひ掲載の施設スタッフや各委員にお寄せください。今後ともよろしくお願ひ致します。

