

生物の放射線影響に関する研究（生物系）

総括責任者 大阪大学大学院工学研究科
教授 藤井 俊行

生物の放射線影響に関する研究では、令和2年度は下記の3件の研究が採択され、（1）及び（2）の研究は実施された。なお、（3）の研究は、新型コロナウイルス感染症の影響に伴い実施されなかった。

- （1）中性子線による DNA 損傷とその修復の分子機構
- （2）核分裂放射能によるヒト臓器・組織障害の発生機構
- （3）原子炉中性子線によって生じる DNA 損傷種の解明

以下、総括する。

- （1）中性子線による DNA 損傷とその修復の分子機構

本研究は、DNA 修復遺伝子欠損細胞、DNA 修復酵素阻害剤等を用いて、中性子線の DNA 損傷の特徴とその DNA 修復機構を明らかにすることを目的とするものである。令和2年度は、これまでに中性子照射を行った試料について、X 線照射装置による X 線の追加照射を試みた。また、試料と同時に照射実験を行った金箔・TLD への、熱中性子線とガンマ線の照射線量等の評価を行った。金箔の放射化分析結果から得られた熱中性子束、および、TLD 照射試験結果から得られた X 線照射線量の値は、これまで行ってきた照射試験結果を再現した。これらの結果を基に、放射線照射後の細胞生存率や DNA 損傷およびその修復などを解析中である。

本研究のように、細胞の損傷・修復の機構解明は重要なテーマであり、今後の研究の進展を期待する。

- （2）核分裂放射能によるヒト臓器・組織障害の発生機構

本研究は、ヒト臓器・組織置換 SCID マウスを用い、中性子線等の放射線による遺伝子変異等の影響を評価するものである。令和2年度は、SCID マウスへの中性子およびガンマ線の照射試験を行った。組織観察により、皮下に移植したヒト甲状腺組織にも原子炉中性子線が照射されたことが明らかになった。これまでに照射試験を行ったマウス同様、継続して観察・調査を行う。

本研究のように、ヒト臓器・組織障害の発生機構の解明は重要なテーマであり、今後の研究の進展を期待する。

- （3）原子炉中性子線によって生じる DNA 損傷種の解明

令和2年度は未実施。

(1) 中性子線による DNA 損傷とその修復の分子機構

代表者: 松本 義久 (東京工業大学科学技術創成研究院)

[要約]

本研究では、NHEJ に関わる分子群の欠損細胞、部分欠失体や変異体発現細胞、阻害剤などを用い、原子炉照射後の細胞生存率、突然変異率、分子の存在量および存在状態を解析することにより、原子炉中性子線による DNA 損傷とその修復の分子機構の特徴を明らかにすること、また、ホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) に用いる中性子線線質の評価を近畿大学原子炉及び他の中性子線源による、細胞の損傷度と線量の関係から明らかにすることを目的とする。本研究ではそのための基礎データとしての細胞生存率について解析を試みた。本年度は放射線照射実験に用いられている HSG 細胞、ヒトメラノーマ由来 A375 細胞、及びヒト扁平上皮がん由来 SAS 細胞を用い、中性子束密度が最大となる点 (下端から 33cm) にチューブを置き、最大 4 時間照射した。これらの細胞の放射線照射後の細胞生存率や線量等を解析中である。

(2) 核分裂放射能によるヒト臓器・組織障害の発生病機構

代表者: 野村 大成 ((国)医薬基盤・健康・栄養研究所)

[要約]

人体影響が殆ど知られていない核分裂放射能、東海村事故で問題になった中性子線、宇宙放射線、放射性ヨード・セシウムなど医療や事故 (福島原発等) の被曝による影響を捉えるため、ヒト組織に対する拒絶反応をなくしヒト臓器・組織機能を数年にわたる継代維持を可能にした超重度複合免疫不全マウス (super-SCID マウス) に移植したヒト臓器・組織 (甲状腺、肺、消化管、骨髄、皮膚、胎芽組織) の形態、機能、遺伝子変異、遺伝子発現について、我々のもつ最新の迅速高感度測定技術を用いて研究を行っている。

治療上やむを得ず摘出したバセドウ甲状腺組織を Super-SCID マウス皮下に移植し、原子炉中性子線 (n 0.6 Gy + γ 0.6 Gy) を 2 回照射約 6.5 ヶ月後の毛色は、移植同期非照射マウスと比較して薄くなっており、現在も経過観察中である。平成 30 年に同様の照射を 1 回行ったバセドウ甲状腺組織像は、照射後 1 年 3 か月経過した移植甲状腺組織と移植同期非照射組織と比較して、大きな変化は見られず、照射後 2 年 3 ヶ月経過した組織像は若干の萎縮も見られ濾胞の減少とともに、間質組織の割合が増加していた。今後も原子炉中性子線照射による組織像、遺伝子発現及び遺伝子変異の影響を捉えるため、長期的な観察を続ける予定である。