

機関番号：84420

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2008～2010

課題番号：20241014

研究課題名(和文) 放射線、化学物質の継代的(遺伝的)影響—マイクロサテライト突然変異誘発と疾病

研究課題名(英文)

研究代表者

野村 大成(NOMURA TAISEI)

独立行政法人医薬基盤研究所・難病・疾患資源研究所プロジェクトリーダー

研究者番号：90089871

研究成果の概要(和文)：N5雄親マウスへの原子炉放射線(中性子0.2Gy+ γ 線0.2Gy/時間)、0.2、0.4、0.8、1.2 Gy 精原細胞期照射により、F₁マウスのマイクロサテライト突然変異が対照群に比べほぼ直線的に増加し、突然変異率は、 3.5×10^{-2} /Gy/遺伝子座であり、⁶⁰Coガンマ線と比較し、原子炉中性子線のRBEは約16になった。変異はメンデル遺伝し、白血病も有意に増加した。遺伝子発現の異常も子孫マウスに見られた。

研究成果の概要(英文)：Microsatellite mutations increased almost linearly in the F₁ offspring of adult N5 males exposed to nuclear radiations (neutron 0.2Gy/h + γ -rays 0.2Gy/h) at spermatogonia stages. Mutation was inherited as if Mendelian inheritance. Its rate was 3.5×10^{-2} /Gy/locus and RBE was about 16. Leukemia and changes in gene expression were also inherited in the offspring.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	17,900,000	5,370,000	23,270,000
2009年度	10,300,000	3,090,000	13,390,000
2010年度	10,300,000	3,090,000	13,390,000
年度			
年度			
総計	38,500,000	11,550,000	50,050,000

研究分野：放射線基礎医学

科研費の分科・細目：環境学・放射線・化学物質影響科学

キーワード：放射線・化学物質、継世代影響、マイクロサテライト、疾病、遺伝子発現、中性子線、白血病、N5マウス

1. 研究開始当初の背景

ヒトにおいては、広島・長崎被爆者の子供の膨大な調査において、遺伝的影響(周産期異常、早期死亡、染色体異常、遺伝性のがん、突然変異)はいまだに検出されていない。被爆者とその子供で、放射線による突然変異を調査するために用いられた血清蛋白の電気泳動による塩基置換突然変異(蛋白質のアミノ酸変異による Charge mutation)は、放射線では誘発されにくいものであることはマウスでも科学的にわかっていた(Charles and Pretsch, Mutat. Res., 1986)。また、放射線でマウスに誘

発される突然変異、即ち特定座位突然変異(100万マウス実験)、優性白内障突然変異、優性骨格突然変異、酵素活性突然変異はいずれも欠失突然変異である。これらのマウス資料をもとに現在でもヒトへの遺伝リスクを推定している。

一方、これらと独立して、雄、雌親マウスへの化学物質投与、放射線照射により、突然変異だけでなく腫瘍や形態異常など、人類によくみられる疾病が次世代に誘発されることが野村により実験的に示された(Cancer Res. 1975, Nature 1982)。これにより、国連科学委員会レポートによる

遺伝的影響リスクの最も重要かつ大きな部分(ヒトの70%が何らかの遺伝性を示す生活習慣病をもっている)が1982年以降空欄(白紙)となり、2001年になって我々のマウス実験の成果(形態異常)を中心に遺伝リスクが新たに推定されるようになったが、極めて不十分である。

近年、JeffreyらによりDNA反復配列を用い(ヒト:ミニサテライト突然変異、マウス:ESTR突然変異)、比較的少数個体で突然変異が検出されるようになった(Sadamoto et al, 1994, Dubrova et al, 1993)。チェルノブイリ原発事故後の汚染地域住民および核施設周辺住民の子供にミニサテライト突然変異率の上昇があったとの報告がある(Dubrova et al, 1996, 2002, 2006)が、原爆等被曝者の子供で、有意な上昇はなかった(Livshits et al, 2001, Kiuru et al, 2003, Slebos et al, 2004, kodaira et al, 2004)。これらの変異検出法はゲル電気泳動によるバンドのシフトを目視で判定するので科学性、客観性に欠ける。キャピラリー電気泳動とDNAフラグメント解析ソフトの併用で1塩基の違いを迅速に判定できる科学的方法が開発されたことにより、より小さな反復配列マイクロサテライトの突然変異を検出できるようになった。我々は、このマイクロサテライト変異検出系を用いることで、中性子線照射雄マウスのF₁世代に高率にマイクロサテライト変異が誘発されることを初めて発見した。また、20年前に1回だけX線照射したマウスの35代目子孫にマイクロサテライトの変異が高頻度に蓄積していることもつかむことができた。

2. 研究の目的

マイクロサテライト検出法を用い、Russell以降哺乳動物で研究することの難しかった放射線、化学物質の継世代的(遺伝的)影響について新たな成果を得るのを目的とする。

- (1) マイクロサテライト突然変異誘発：
核分裂中性子線、ガンマ線等を精細胞原細胞期に照射を受けた雄マウスのF₁でのマイクロサテライト突然変異の検出とその遺伝性の確認。
- (2) マイクロサテライト突然変異と疾病および遺伝子発現異常の相関：F₁マウスを1年間飼育し、発生異常、がん、白血病発生および遺伝子発現異常とマイクロサテライト突然変異の相関を調べる。
- (3) マイクロサテライト遺伝子座による感受性の違い：4つのマイクロサテライト遺伝子座(n1, n3, n5, n6)間で、突然変異感受性の差と分子機構を探る。
- (4) マイクロサテライト突然変異が蓄積されるのか集団遺伝学的解析を行う。

3. 研究の方法

継世代的(遺伝的)影響(生殖細胞突然変異)をマウスマイクロサテライト突然変異を指標に高感度、迅速に検出し、発生する白血病他生活習慣病、あるいは遺伝子発現異常との関連を調査する。

(1) マイクロサテライト突然変異の検出:

- ① 原子炉放射線(近畿大学原子力研究 UTR-KINKI; 中性子 0.2Gy+ γ 線 0.2Gy/時間)、0.2、0.4、0.8、1.2 Gy (30分、1時間、2時間、3時間照射に相当)をN5雄マウスに照射した。中性子線量としては0.1、0.2、0.4、0.6Gyとなる。照射後3ヵ月以降(精原細胞期照射)に正常N5雌マウスと交配し、死産仔を含め、得られた全てのF₁マウスの尾よりDNAを抽出した。自然突然変異率の比較的高いマイクロサテライト遺伝子座4種(n1, n3, n5, n6)を用いた。これら遺伝子座の蛍光ラベルされたPCR産物をGenetic Analyser 3100でキャピラリー電気泳動し、DNAフラグメント解析ソフトGeneMapperで解析する。両親の一方に生殖細胞突然変異が起こると子供は両親のそれと異なる長さのマイクロサテライト座をもつことになる(図-1)。生殖細胞でおこるマイクロサテライト突然変異の確認は、変異マウスを正常N5マウスと交配し、変異が次世代に遺伝することで行った。
 - ② N5雄マウスに⁶⁰Coガンマ線2.16、5.04 Gyを高線量率(0.57 Gy/min)、低線量率(0.2 mGy/min)で照射し、3ヵ月後、正常雌マウスと交配(精原細胞期照射)し、F₁マウスを得た。これらF₁マウスでのマイクロサテライト突然変異を上記方法で検出し、中性子線のマイクロサテライト突然変異率と比較し中性子線のRBEを求めるとともに、線量率効果の有無を調べた。
- (2) マイクロサテライト突然変異と疾病、遺伝子発現異常の相関:
- ① 精原細胞期に中性子線、ガンマ線照射を受けたF₁マウスはマイクロサテライト突然変異を調査した後、約1年間観察し、奇形、腫瘍発生、その他疾病との相関を調査した。これらF₁マウスは生後1年で安楽死させ、あらゆる疾病を調べるとともに、腫瘍および、脳、肺、肝、腎を凍結保存し、遺伝子の発現異常をGeneChipを用い調査するため、凍結保存した。また中性子線照射雄親から生まれた1部のF₁マウスに0.05%フェノバービタール含有飲料水を投与することにより、肝がん等の発生を調べた。
 - ② 20年前に1回だけX線照射したマウスの35代目子孫にマイクロサテライトの変異が高頻度に蓄積していることがわかってい。これらマウスの遺伝子発現変化をマイクロアレイ法で調べ、疾病と関連を検討した。

4. 研究成果

(1) 生殖細胞におけるマイクロサテライト突然変異： 両親のどちらかの生殖細胞にマイクロサテライト突然変異が生じると突然変異を持った仔マウスが出生する。マイクロサテライト変異は反復配列単位の増減が主であり、図1はn6マイクロサテライトにおける例を示している。図1-Aは両親の生殖細胞に変異が生じなかった場合である。父親、母親共に同じ長さのマイクロサテライト遺伝子座であるため仔マウスはホモ接合体となり、検出された遺伝子座は長さが1種類のPCR産物となる。他方、両親の一方に変異が生じると、仔マウスはヘテロ接合体となり、2種類のPCR産物ができる。図1-Bは、1単位の反復配列が減少した変異を示す。

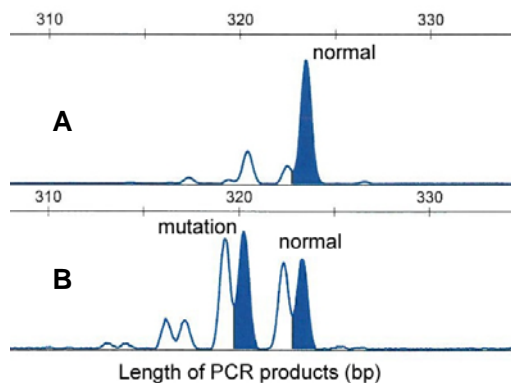


図1. n6マイクロサテライト座の変異をもたない仔マウス(A: 323/323bpのホモ接合)と、変異をもった仔マウス(B: 320/323bpのヘテロ接合)。

①原子炉放射線照射によるマイクロサテライト突然変異の誘発；

N5雄マウスに原子炉放射線0.2, 0.4, 0.8, 1.2 Gy (30分, 1, 2, 3時間)照射し、照射3ヶ月以降、非照射N5雌マウスと交配しF₁仔マウス(死産仔を含む)を得た。これらのF₁仔マウスの尾の先端よりDNAを抽出し、4種のマイクロサテライト変異の検出を行った。平行して非照射対照群F₁仔マウスを用意した。0.8Gy照射までは原子炉放射線線量と共にマイクロサテライトn6の変異率はほぼ直線的に増加したが、1.2Gy照射では、減少した。0.4, 0.8, 1.2Gy照射群では有意差(P<0.05)がみられた。(表1、図2)。n1マイクロサテライトについては、線量依存的な変異率の増加の傾向がみられたが、有意差はない(表1、図2)。他方、n3およびn5マイクロサテライトについては、放射線照射による変異の誘発は、n5の0.4Gy照射群以外はみられ

なかった(表1、図1)。

表1 原子炉放射線照射N5雄親マウスからのF₁仔マウスにおけるマイクロサテライト突然変異率(%)

マイクロサテライト遺伝子座	原子炉放射線 (n+γ), (Gy)	全F ₁ マウス数	変異F ₁ マウス数 (変異率; %)
n3	0	661	8(1.21)
	0.2	630	6(0.95)
	0.4	293	3(1.02)
	0.8	301	3(1.0)
	1.2	392	1(0.26)
n6	0	661	1(0.15)
	0.2	630	4(0.63)
	0.4	293	5(1.71)*
	0.8	301	9(3.0)*
	1.2	392	6(1.53)*
n1	0	661	1(0.15)
	0.2	630	0
	0.4	293	0
	0.8	301	1(0.33)
	1.2	392	2(0.51)
n5	0	661	3(0.45)
	0.2	630	1(0.16)
	0.4	293	5(1.71)*
	0.8	301	2(0.66)
	1.2	392	3(0.77)

P<0.05 by χ^2 test

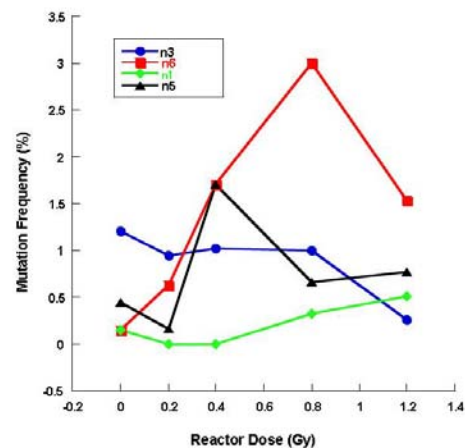


図2 原子炉放射線によるマイクロサテライト突然変異

②ガンマ線照射による突然変異の誘発；原子炉放射線照射によるn6マイクロサテライト突然変異については、線量効果がしめされたので、中性子線のRBEを求めるために、同一系統のマウスN5でガンマ線照射による影響を検討した。ガンマ線照射雄親からの仔マウス臓器からDNAを抽出することで各マイクロサテライト変異の検出を行った。ガンマ線は、高線量率

(0.57 Gy/min)と低線量率(0.2 mGy/min)で計 2.16、5.04 Gy 照射した。ガンマ線照射によるマイクロサテライト変異の誘発は、n1, n3, n5 は有意な増加は見られなかった。n6 については、5.04 Gy 急照射で、2.08% (4/192) の変異率となり、緩照射では、変異は検出されなかった (0/139)。

③マイクロサテライト変異の遺伝性の検証：得られたマイクロサテライト変異体仔マウスの変異が次世代への遺伝性を調べた。死産仔以外で、次世代が得られたものについては、全てメンデル遺伝していた。また、20 年度に雄 N5 マウスにガンマ線を 1 回照射し、F₁ に肺癌、白血病高発系統した系統に n1, n3, n5, n6 の突然変異が蓄積している。

(2) マイクロサテライト突然変異と疾病、遺伝子発現異常の相関：

① F₁ マウスにおける腫瘍発生：精原細胞期中性子線照射を受けた F₁ マウスはマイクロサテライト突然変異を調査した後、約 1 年間、奇形、腫瘍発生を観察したところ、表 2 に示す如く、白血病、肝腫瘍(へパトーマ)が有意に発生した。

表-2 N5雄マウスの原子炉放射線(中性子+γ線)被曝(精原細胞期被曝)によるF₁マウスでの腫瘍発生

放射線量 ^a (Gy)	F ₁ マウス数 ^b	担がんマウス (%)	白血病 (%)	肺腫瘍 (%)	肝腫瘍 (%)
0	579 ^a	87 (16.0)	16 (2.76)	67 (11.6)	2 (0.35)
0.4	221	30 (13.6)	4 (1.81)	25 (11.3)	2 (0.90)
0.8	225	46 ^d (20.4)	13 ^c (5.78)	31 (13.8)	3 (1.33)
1.2	220	35 (15.9)	6 (2.73)	24 (10.9)	8 ^e (3.64)

^a 1時間当たり 0.2 Gy 中性子線+0.2 Gy γ線

^b 8ヶ月以上生存したマウス。生後1年で病理解剖。

^c 卵巣がん1 細網肉腫1

^d p<0.06, ^e p<0.05, ^f p<0.001

②フェノバール生後投与による F₁ マウスにおける肝腫瘍の頻発：近大原子炉放射線 (0.1 Gy 中性子線) を精原細胞期照射した N5♂マウスの F₁ に生後 6 週より 0.05 %フェノバールを 12 ヶ月まで経口投与したところ、へパトーマの高騰が認められた(♀マウスで約 9 倍、♂マウスで約 2 倍；中間結果)。

③遺伝子発現異常の伝播：雄 N5 マウス精原細胞期へのガンマ線照射により、次世代に肝腫瘍が誘発される。F₁, F₂, F₃ に誘発されたへパトーマから RNA を抽出しマイクロレイにより解析したところ(Affymetrics, Mouse Expression Array 430A)、対照群 N5 マウス群に比べ多くの遺伝子発現の変化がみられた。しかも、肝腫瘍マウスの正常肝組織にても、遺伝子発現の変化がすでに

存在し、F₂, F₃ へと伝播していることがわかった。皮膚癌においても同じ傾向がみられた。

5. 考察

(1) 原子炉放射線の精原細胞突然変異率：用いたマウス系統は用いた各マイクロサテライトについてホモ接合体であるため、得られた変異が父親か母親由来であるかは不明である。n6 については、明確な線量効果が得られ、しかも直線的であったので、原子炉放射線誘発突然変異率を求めた。検出された変異が全て父親由来と仮定すると、原子炉中性子によるマウス精原細胞の変異率は約 3.5×10^{-2} /locus/Gy となった。

(2) 核分裂中性子の RBE：ガンマ線 5.04Gy 急照射により 2.08% (4/192) の変異率を示したので、非照射変異率を、原子炉放射線実験の非照射対照群の変異率 0.15% (1/661) とすると、 4.0×10^{-3} /locus/Gy となる。なお、この場合も、5 Gy までは変異率が直線的に増加し、全ての変異が父親由来と仮定する。原子炉中性子線の RBE 値は、約 16 となり、非常に高い値を示した。ガンマ線照射によるマイクロサテライト変異検出に用いた仔マウスの匹数が十分ではないため、2 線量しか検討していなかったため、不明瞭な結果しかえられていない。今後、再実験を行い明確な結果を得る計画である。

6. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計19件)

- ① H. Nakajima, K. Ozaki, T. Hongyo, I. Narama, T. Todo, A rapid and easy method for the qualitative detection of intracellular 2 deposition of inhaled nanoparticles Nanomedicine, 2011 Feb. E. Pub. (査読有)
- ② Yogo A.(1 番目), Nomura T.(17 番目), Kondo K.(19 番目)(19 名) Measurement of relative biological effectiveness of protons in human cancer cells using a laser-driven quasimonoenergetic proton beamline. APPLIED PHYSICS LETTERS 98, 053701, 2011. (査読有)
- ③ Taisei Nomura, Biological Consequence and Health Concern from Low Dose and Low Dose Rate Radiations in Mice and Humans. Health Physics., 100: 266-268, 2011 (査読有)
- ④ Iwamori M, Iwamori Y, Adachi S, Nomura T. Excretion into feces of asialo GM1 in the murine digestive tract and Lactobacillus johnsonii exhibiting binding ability toward asialo GM1. A possible role of epithelial glycolipids in the discharge of intestinal bacteria. Glycoconj. J. 28: 21-30, 2011. (査読有)
- ⑤ S. Adachi, H. Ryo, T. Hongyo, H. Nakajima, R. Tsuboi-Kikuya, Y. Tokita, F. Matsuzuka, K. Hiramatsu, K. Fujikawa, T. Itoh, T. Nomura

- Effects of Fission Neutrons on Human Thyroid Tissues Maintained in SCID Mice. *Mutat Res.*, 696,107-113 2010 (査読有)
- ⑥ M. Kodaira, H. Ryo, N. Kamada, K. Furukawa, N. Takahashi, H. Nakajima, T. Nomura and N. Nakamura No evidence of increased mutation rates at microsatellite loci in offspring of A-bomb survivors. *Radiat. Res.* 173, 205–213, 2010. (査読有)
- ⑦ Utsumi T, Sawabata N, Inoue M, Okumura M Optimal sampling methods for margin cytology examination following lung excision *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2010 (10) 434-6. Epub 2009 (査読有)
- ⑧ Inoue M, Minami M, Sawabata N, Utsumi T, Kadota Y, Shigemura N, Okumura M Clinical outcome of resected solid-type small-sized c-stage IA non-small cell lung cancer *Eur J Cardiothorac Surg.* 2010 (37) 1445-9 (査読有)
- ⑨ Okudaira, N. (1 番目), Fujikawa K (3 番目), T. Ono (16 番目) (16 名) (2010), Radiation dose-rate effect on mutation induction in spleen and liver of *gtp* delta mice. *Radiation Res.*, 171, 136-147. (査読有)
- ⑩ Iwamori M, Shibagaki T, Nakata Y, Adachi S, Nomura T. Distribution of receptor glycolipids for Lactobacilli in murine digestive tract and production of antibodies cross-reactive with them by immunization of rabbits with Lactobacilli. *J Biochem.* 146(2):185-91, 2009. (査読有)
- ⑪ Maeda J, Inoue M, Nakabayashi K, Otomo Y, Shintani Y, Ohta M, Okumura M, Matsuura N., Rapid diagnosis of lymph node metastasis in lung cancer with loop-mediated isothermal amplification assay using.Carcinoembryonic antigen-mRNA Lung cancer (65) 324-327, 2009 (査読有)
- ⑫ Endo, S., K. Tanaka, K. Fujikawa, T. Horiguchi, T. Itoh, Y. Onizuka, M. Hoshi, A. Murakata, Y. Kojima and K. Shizuma (2009) Microdosimetry on a mini-reactor UTR-KINKI for educational uses and biological researches, *Journal of Radiation Research*, 50, 83-87. (査読有)
- ⑬ Sasaki, M. S., Nomura, T., Ejima, Y., Utsumi, H., Endo, S., Saito, I., Itoh, T., Hoshi, M. Experimental Derivation of Relative Biological Effectiveness of A-Bomb Neutrons in Hiroshima and Nagasaki and Implications for Risk Assessment. *Radiat. Res.*, 170, 101-117, 2008. (査読有)
- ⑭ T. Nomura, T. Hongyo, H. Nakajima, L. Y. Li, M. Syaifudin, S. Adachi, H. Ryo, R. Baskar, K. Fukuda, Y. Oka, H. Sugiyama, F. Matsuzuka. Differential radiation sensitivity to morphological, functional and molecular changes of human thyroid tissues and bone marrow cells maintained in SCID mice. *Mutat Res.* 657(1): 68-76, 2008. (査読有)
- ⑮ T. Nomura Transgenerational effects from exposure to environmental toxic substance. *Mutat. Res. Rev.*, 659: 185-193, 2008. (査読有)
- ⑯ K. Aozasa, T. Katakawa, T. Hongyo, W-I. Yang Nasal NK/T-cell lymphoma: epidemiology and pathogenesis. *Int J Hematol* (2008) 87:110–117 (査読有)
- ⑰ T. R. Kataoka, H. Shinoda, M. Yanagawa, S. Kamiura, Y. Nishizawa, T. Hongyo Heterologous carcinomas of Douglas' pouch with adenocarcinomas of the fallopian tube and the peritoneal cavity *Pathology* (2008), 40(6), 641-645 (査読有)
- ⑱ Inoue M, Takakura T, Minami M, Shiono H, Utsumi T, Kadota Y, Nasu T, Aozasa K, Okumura M., Clinicopathologic factors influencing postoperative prognosis in patients with small sized adenocarcinoma of the lung. *J. Thorac Cardiovas. Surg.* (135), 830-836, 2008. (査読有)
- ⑲ Takai, A., A. Kagawa, K. Fujikawa (2008) Comparative susceptibility of kidney and gill cells of medaka fish (*Oryzias latipes*) to spontaneous and X-ray-induced micronucleus formation, *Gene and Environment*, 30, 48-52. (査読有)
- [学会発表] (計 14 件)
- ① Nomura T. Carcinogenicity of Urethane (Ethyl Carbamate) in Mice And Humans. 2nd Asian Conference on Environmental Mutagens, Dec.15-18, 2010. Pattaya, Thailand.
- ② Nomura T. Biological Consequences and Health Risk from Low and Low Dose Rate Radiation Exposures in Mice and Humans. LOWRAD 2010, Dec. 13-15, 2010. Barcelona, Spain.
- ③ Okumura M. Novel approach for detection of isolated tumor cells in pulmonary vein using negative selection method: morphological classification and clinical implications EACTS Annual Meeting (24th) 2010.9.11-15, Geneva, Swiss
- ④ Nomura T. The use of Active Hexose Co-related Compound in the Treatment of Head & Neck Cancer Patients. The 18th International Congress on Nutrition and Integrative Medicine. July 24-25, 2010. Sapporo, Japan.
- ⑤ Nomura T. Biological Consequences and Health Concern from Low Dose and Low Dose Rate Radiations in Mice and Human Tissues. International workshop "Biological consequences and health risks of low-level exposure to ionizing radiation" May 3-5, 2010. Richland, USA.
- ⑥ Okumura M Surgical margin recurrence in cases of sublobar resection for small sized peripheral lung cancer World Congress of

- Lung Cancer (13th) 2009.7.31-8.4, San Francisco, USA.
- ⑦ Okumura M. Isolated tumor cells in pulmonary vein blood of resected lung with non-small cell lung cancer: a pilot study of morphological qualification. World Congress of Lung Cancer (13th) 2009.7.31-8.4, San Francisco, USA.
- ⑧ Nakajima H. Ecological decrease, biological concentration and genome stress of radionuclides in plants and animals after Chernobyl catastrophe. 10th International Conference on Environmental Mutagens (ICEM), August 20-25, 2009. Firenze, Italy.
- ⑨ Fujikawa, K. Somatic stem cells of Atm-deficient mice are hypersensitive to X-rays for mutation but resistant for cell killing. The 10th International Conference on Environmental Mutagens, August 20-25, 2009. Firenze (Italy).
- ⑩ Taisei Nomura. Differential Sensitivity of Mice and Human Tissues to Radiation Sources. In: HIBMC/PMRC Joint Meeting, December 15, 2009. Tatsuno, Japan.
- ⑪ Taisei Nomura. Transgenerational health concerns from radiation in mice and humans. In: The 15th Alexander Hollaender Course; Genome-Environment Interactions and Genetic Toxicology, September 23 – 26/27, 2009. Astana, Kazakhstan.
- ⑫ Taisei Nomura. Dietary Modulation to Prevent Cancer and Malformation in Mice. In: Dietary Modulation of Xenobiotics Transport and Metabolism. 3rd Asian Pacific Regional Meeting of The International Society for the Study of Xenobiotics (ISSX), May 10-12, 2009. Bangkok, Thailand.
- ⑬ Taisei Nomura. Trans-generational effects of Radiation and Chemicals on Mice and Men - Cancer, Malformation and Molecular Changes. In: Mega-Science Symposium. 96th Indian Science Congress, Jan 3-7, 2009. Shillong, India.
- ⑭ Taisei Nomura. Transgenerational (hereditary) effects of radiation in mice and humans - molecular changes and cancer induction in the progeny. 6th LOW RAD International Conference, Nov. 27-29, 2008. Lisbon, Portugal.
- [図書] (計 3 件)
- ① Nomura T. Transgenerational health concerns from radiation in mice and humans. Astana: Eurasian National University Press. In: Bersimbay RI, Au W, eds. Genome-environment interactions and genetic toxicology. 15th Alexander Hollaender Course,; 2010; 19-23.
- ② 藤川和男 (分担執筆)、かもがわ出版 知っておいてほしいダウン症候群の成因、「ダウン症候群児・者のヘルスケアマネ

- ジメント」、2010年、p.19-46.
- ③ 藤川和男 サイエンス社、ショウジョウバエの再発見、2008 182 頁

- [その他]
- 報道関連情報
- ① 野村大成、東奥日報、神戸新聞他 20 紙以上、「識者評論：農産物放射線汚染」、内部被曝の防止必要、正確な測定値と説明を、他、3月22日、23日 2011年。
- ② 野村大成、日経産業新聞、薬事日報 他 4 紙、「レーザー駆動陽子線、医薬基盤研などがん治療へ実験」 2010年6月29日－7月9日 朝刊
- ③ 野村大成 産経新聞 (夕刊) 2009年11月26日 “2012年宇宙の旅－三菱重が衛星計画－ 任務 新薬開発のため無重力に耐えよ”
- ④ 野村大成 日刊薬業 2009年11月27日 “基盤研 創薬研究で来年度から新プロジェクト”
- ⑤ 野村大成 日経産業 2009年11月30日 “疾患モデル動物開発参加 食品なども対象に”

7. 研究組織

(1) 研究代表者

野村 大成 (NOMURA TAISEI)
 独立行政法人医薬基盤研究所・プロジェクトリーダー
 研究者番号：90089871

(2) 研究分担者

梁 治子 (RYO HARUKO)
 独立行政法人医薬基盤研究所・プロジェクトサブリーダー
 研究者番号：90301267

足立 成基 (ADACHI SHIGEKI)
 独立行政法人医薬基盤研究所・特任研究員
 研究者番号：60379261

藤川 和男 (FUJIKAWA KAZUO)
 近畿大学・理工学部・教授
 研究者番号：90247958

本行 忠志 (HONGYO TADASHI)
 大阪大学・大学院医学系研究科・准教授
 研究者番号：90271569

中島 裕夫 (NAKAJIMA HIROO)
 大阪大学・大学院医学系研究科・助教
 研究者番号：20237275

奥村 明之進 (OKUMURA MEINOSIN)
 大阪大学・大学院医学系研究科・教授
 研究者番号：40252647

(3) 連携研究者

該当無し