

平成 19 年 4 月 19 日

平成 17 年度「宇宙ステーションにおける宇宙放射線の生物影響研究」 活動報告書

代表者所属 氏名 奈良県立医科大学・医学部・生物学教室 大西 武雄

1. 構成メンバ

氏 名	所属
大西武雄	奈良県立医科大学・医学部・生物学教室
石岡憲昭	JAXA・宇宙環境利用科学研究系 ISS 科学プロジェクト室兼務
谷田貝文夫	理化学研究所・先端技術開発支援センター・支援展開チーム
長岡俊治	藤田保健衛生大学衛生学部・生理学教室
岡安隆一	放射線医学総合研究所・重粒子医科学センター粒子線生物研究グループ
鈴木雅雄	放射線医学総合研究所・重粒子医科学センター粒子線生物研究グループ
保田浩志	放射線医学総合研究所・放射線防護研究センター環境放射線影響研究グループ
川田哲也	千葉大学・院医学研究・放射線腫瘍学
松本英樹	福井大学・高エネルギー医学研究センター・腫瘍制御部門
小林泰彦	日本原子力研究所・高崎研究所・イオンビーム生物応用研究部ハイオ技術研究グループ
坂下哲哉	日本原子力研究所・高崎研究所・イオンビーム生物応用研究部ハイオ技術研究グループ
井出 博	広島大学・院理学研究科・数理分子生命理学
日出間純	東北大学・院生命科学研究所・臨界環境遺伝生態分野
石崎寛治	愛知県がんセンター研究所中央実験部
本間正充	国立医薬品食品衛生研究所・変異遺伝部
野島久美恵	文部科学省・研究振興局ライフサイエンス課生命倫理・安全対策室
大西 健	奈良県立医科大学・医学部・生物学教室
高橋昭久	奈良県立医科大学・医学部・生物学教室

2. 本年度 WG 会合開催実績

第 1 回：平成 18 年 9 月 29 日

3. 活動目的

宇宙放射線の生物影響研究には大きく二つのテーマがある。それらは基礎的な生物影響研究と応用的な人体防護研究である。前年度、これらのテーマについて、国内の第一線級の研究者を集め、ワークショップ企画会議を実施し、近い将来の日本主導の宇宙放射線影響研究のあり方について討議した。本年度はこれらのテーマ研究を推進するために、基礎実験（1. 太陽紫外線、低線量率放射線、重粒子線による生物影響の解明および 2. 宇宙船内における中性子被ばく線量評価系の確立）を遂行し、その進捗状況の報告と、次期宇宙実験の立案を目指した討議をすることを目的とする。

4. 活動内容

宇宙放射線影響研究に関する宇宙実験の立案・実施を最終目的として宇宙放射線研究として下記の重要なテーマとそれぞれの進捗状況を討議した。

(1) 宇宙放射線による基礎生物学研究

- ・ISS を利用した長期低線量率宇宙放射線被ばくの生物影響研究
- ・セントリフュージを利用した微小重力と放射線の相互作用による生物影響研究
- ・曝露部を利用した太陽紫外線を含む放射線による生物影響研究
- ・地上における重粒子線照射装置を利用した高 LET 重粒子線と低 LET 電離放射線の生物影響研究
- ・地上における低線量率放射線照射装置を利用した線量率効果の生物影響研究
- ・地上におけるマイクロビーム照射装置を利用した生物影響研究
- ・地上における 3D クリノスタット装置を利用した微小重力と放射線の相互作用による生物影響研究
- ・地上における混合放射線の生物影響研究
- ・太陽放射光（紫外線）が、高等植物の分子、細胞、個体レベルに及ぼす影響解析ならびに太

陽放射光耐性機構に関する研究

生物影響として

- ・分子レベル (DNA 損傷、ゲノム障害の DNA 修復機構、遺伝子発現、翻訳後修飾、シグナル伝達、突然変異)
- ・細胞レベル (細胞死、アポトーシス、ネクローシス、染色体異常、耐性、適応応答、分化、増殖、ゲノム不安定性)
- ・組織レベル (組織構築、器官形成)
- ・個体レベル (免疫、防護修復系、急性障害 [造血系、消化器系、神経系]、晩発障害 [白内障、発がん、老化、次世代への影響]、学習、記憶)
- ・集団レベル (行動、生殖、生命誕生、進化)

(2) 宇宙放射線防護研究

- ・宇宙放射線被ばく線量の計測
- ・生物学的効果比 (RBE) と線質係数に関する研究
- ・宇宙放射線による累積およびリアルタイム人体影響推測システムの開発
- ・宇宙放射線被ばく予報システムの開発
- ・放射線防護法の開発
- ・地球環境保護への応用化

5. 成果

5-1. 論文

Ohnishi K, Takahashi A, Ohnishi T *et al*: siRNA targeting NBS1 or XIAP increases radiation sensitivity of human cancer cells independent of *p53* status. *Radiat Res* 166: 454-62, 2006

Ohnishi K, Takahashi A, Ohnishi T *et al*: Induction of radiation resistance by a heat shock protein inhibitor, KNK437, in human glioblastoma cells. *Int J Radiat Biol* 82: 569-75, 2006

Imai Y, Ohnishi K, Takahashi A, Ohnishi T *et al*: Glycerol enhances radiosensitivity in a human oral squamous cell carcinoma cell line (Ca9-22) bearing a mutant *p53* gene via Bax-mediated induction of apoptosis. *Oral Oncol* 41:631-6, 2005

Takahashi A, Ohnishi K, Ohnishi T *et al*: UV-B light induces an adaptive response to UV-C exposure via photoreactivation activity in *Euglena gracilis*. *Photochem Photobiol Sci* 5:467-71, 2006

Matsumoto H, Takahashi A, Ohnishi T *et al*: Vanguard of paradigm shift in radiation biology: Radiation-induced adaptive and bystander responses. *J Radiat Res* 48:96-105, 2007

Hamada N, Matsumoto H, Kobayashi Y *et al*: Intercellular and intracellular signaling pathways mediating ionizing radiation-

induced bystander effects. *J Radiat Res* 48: 87-95, 2007

Cui Z-G, Matsumoto H *et al*: Enhancement of apoptosis by nitric oxide released from α -phenyl-tert-butyl nitron under hyperthermic conditions. *J Cell Physiol* 206: 468-76, 2006

Yatagai F, Honma M, Suzuki M, Ishioka N *et al*: Influences of low-dose and low-dose-rate ionizing radiation on the mutation induction in human cell. *Adv Space Res* in press 2007
Yatagai F, Honma M, Ishioka N *et al*: An application of LOH analysis for detecting the genetic influences of space environmental radiation. *Adv Space Res* in press 2007

Kano M, Kawata T *et al*: Repair of potentially lethal damage in normal cells and ataxia telangiectasia cells: consideration of non-homologous end-joining. *J Radiat Res* 48: 31-8, 2007

Okayasu R *et al*: Repair of DNA damage induced by accelerated heavy ions in mammalian cells proficient and deficient in the non-homologous end-joining pathway. *Radiat Res* 165:59-67, 2006

Suzuki M, Yatagai F *et al*: Cellular and molecular effects for mutation induction in normal human cells irradiated with accelerated neon ions. *Mutat Res* 594:86-92, 2006

Suzuki M, Okayasu R *et al*: The PCC assay can be used to predict radiosensitivity in biopsy cultures irradiated with different types of radiation. *Oncol Rep* 16:1293-9, 2006

Ishikawa K, Suzuki M *et al*: Gene expression profile changes correlating with radioresistance in human cell lines. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 65:234-45, 2006

Umebayashi Y, Honma M, Ishioka N, Yatagai F *et al*: Mutation induction after low-dose carbon ion beam irradiation. *Biol Sci Space* 19:237-41, 2006

Umebayashi Y, Honma M, Suzuki M, Ishioka N, Yatagai F *et al*: Mutation induction in cultured human cells after low-dose and low-dose-rate γ -ray irradiation: Detection by LOH analysis. *J Radiat Res* 48:7-11, 2007

Honma M *et al*: Non-homologous end-joining for repairing I-SceI-induced DNA double strand breaks in human cells. *DNA Repair* in press 2007

Hidema J, Kumagai T: Spontaneously occurring mutations in the cyclobutane pyrimidine dimer photolyase gene cause different sensitivities to ultraviolet-B in rice.

Plant Cell Phys 47:12, 2006

Hidema J *et al*: Increase in CPD photolyase activity functions effectively to prevent growth inhibition caused by UVB radiation. Plant J 50:70-9, 2007

Watanabe M, Sakashita T, Kobayashi Y *et al*: Estimation of radiation tolerance against high LET heavy ions in an anhydrobiotic insect, *Polypedilum vanderplanki*. Int J Radiat Biol 82:835-42, 2006

Horikawa DD, Sakashita T, Kobayashi Y *et al*: Radiation tolerance in the tardigrade *Milnesium tardigradum*. Int J Radiat Biol 82:843-8, 2006

Watanabe M, Sakashita T, Kobayashi Y *et al*: Biological effects of anhydrobiosis in an African chironomid, *Polypedilum vanderplanki* on radiation tolerance. Int J Radiat Biol 82:587-92, 2006

Fukamoto K, Sakashita T, Kobayashi Y *et al*: Effects of heavy-ion irradiation on the differentiation of epidermal cells in the silkworm, *Bombyx mori*. J Insect Biotech Sericol 75:107-14, 2006

Kakizaki T, Sakashita T, Kobayashi Y *et al*: Distinct modes of cell death by ionizing radiation observed in two lines of feline T-lymphocytes. J Radiat Res 47:237-43, 2006

Hamada N, Sakashita T, Kobayashi Y *et al*: LET-dependent survival of irradiated normal human fibroblasts and their descendents. Radiat Res 166:24-30, 2006

Sugimoto T, Sakashita T, Kobayashi Y *et al*: Cell cycle arrest and apoptosis in *Caenorhabditis elegans* germline cells following heavy-ion microbeam irradiation. Int J Radiat Biol 82:31-8, 2006

Nakamura H, Ishizaki K *et al*: DNA repair defect in AT cells and their hyper-sensitivity to low-dose-rate radiation. Radiat Res 165:277-82, 2006

Yasuda H *et al*: Changes in optical transmission caused by gamma ray induced coloring in photoluminescence dosimeter. Health Phys 90:565-8, 2006

Yasuda H: Space radiation dosimetry by combination of integrating doseimeters. Radiat Prot Dosim 120:410-3, 2006

5-2. 総説

高橋昭久, 大西武雄: 重粒子線がん治療における基礎研究のねらい. 放射線生物研究 41: 92-8, 2006

大西武雄, 高橋昭久, 松本英樹: 放射線適応応答のしくみを探る. 月刊エネルギー 3 月号:

8-10, 2006

高橋昭久, 大西武雄: 放射線をかいくぐり生きる微生物. 科学 76:824-6, 2006

Hidema J, Kumagai T: Invited Review. Sensitivity of rice to ultraviolet-B radiation. Ann Botany 97:933-42, 2006

松本英樹: 細胞の放射線応答研究の新展開—放射線生物学に残された課題: 放射線適応応答とバースタンダー効果—. 放射線と産業, 111: 6-12, 2006

岡安隆一: 重粒子線と X 線による生物効果の違い: DNA 二重鎖切断修復の側面よりの検討. 放射線科学 49:140-4, 2006

岡安隆一: 高 LET 放射線と非相同末端結合修復. 放射線生物研究 41:424-32, 2006

岡安隆一: 火星旅行への挑戦: 生物学の視点から. 日経サイエンス 68-70, 2006

鈴木雅雄: マイクロビームの生物・ライフサイエンス研究への応用 粒子線マイクロビームで誘導される生物効果のバースタンダー効果. Radioisotopes 55:341-9, 2006

保田浩志: ICRP 新勧告 (案) の概要と課題. 医療放射線防護 NEWSLETTER 47:36-9, 2006

保田浩志: 航空機搭乗時の宇宙線被ばくについて. 日本放射線安全管理学会誌 5:4-6, 2006

保田浩志: 航空機搭乗時の宇宙放射線による被ばくについて (3) ガイドラインと線量評価. 放射線科学 50:27-31, 2007

5-3. 著書

大西武雄 監修: 放射線医科学. 学会出版センター, 2007

6. 補足資料

6-1. 学会発表

Takahashi A, Ohnishi T, Ohnishi K et al: Dynamics of DNA damage-recognizing proteins at heavy-ion-induced track. 4th IWSRR, サンペテルスブルグ, 2006. 6

Ohnishi T, Takahashi A, Nojima K, Ohnishi K et al: Phosphorylation of DNA damage-recognizing proteins at heavy-ion track. 36th COSPAR, 北京, 2006. 7

Takahashi A, Ohnishi K, Nojima K, Ohnishi T et al: Radioadaptive response by low or high LET-radiation. 36th COSPAR, 北京, 2006. 7

高橋昭久, 大西健, 大西武雄: 重粒子線誘導トラックにおける DNA 損傷認識タンパク質の挙動. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9

高橋昭久, 大西健, 大西武雄: 高 LET 放射線による DNA 損傷の傷跡. 日本宇宙生物学会第 20 回大会, 大阪, 2006. 9

松本英樹: 腫瘍細胞の放射線応答への NO ラジカルの関与. 第 6 回独立行政法人放射線医学総合研究所重粒子医学科学センターシンポジウム, 千葉, 2006. 12

松本英樹, 大西武雄: 高 LET 放射線による適応応答の誘導. 日本宇宙生物科学会第 20 回大会, 大阪, 2006. 9

松本英樹ら: 低線量/低線量率照射による放射線適応応答の誘導への NO ラジカルの寄与. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9

Matsumoto H, Ohnishi T: Contribution of radiation-induced, nitric oxide-mediated bystander effect to radiation-induced adaptive response. 36th COSPAR, 北京, 2006. 7

松本英樹ら: 治療直前の CT 撮影は放射線感受性を変えるか? 第 36 回放射線による制癌シンポジウム, 弘前, 2006. 6

松本英樹ら: 狭心症治療薬「硝酸イソソルビド」による温熱増感効果. 第 7 回癌治療増感研究シンポジウム, 富山, 2005. 2

崔 正国, 松本英樹ら: 抗酸化物質 α -phenyl-tert-butyl nitron による温熱誘発アポトーシスの増強. 第 7 回癌治療増感研究シンポジウム, 富山, 2005. 2

Yatagai F, Honma M, Ishioka N et al: A plan for ISS experiment to detect microgravity effects on mutation induction in relation to space radiation. 27th AGPM, 大阪, 2006. 4

Yatagai F, Honma M, Suzuki M, Ishioka N et al: Mutagenic effects of low-dose rate γ -rays in human cultured cell: Detection by LOH analysis. The 10th International Workshop on Radiation Damage to DNA, Antalya, 2006. 3

Yatagai F, Honma M, Suzuki M, Ishioka N et al: Sensitive mutation-detection in human cell

for space environmental radiation. 4th IWSRR, サンペテルスブルグ, 2006. 6

Yatagai F, Honma M, Ishioka N et al: An application of LOH analysis for detecting the genetic influences of space environmental radiation. 36th COSPAR, 北京, 2006. 7

Yatagai F, Honma M, Suzuki M, Ishioka N et al: Influences of low-dose and low-dose-rate ionizing radiation on the mutation induction in human cell. COSPAR サテライトミーティング, 西安, 2006. 7

Yatagai F, Honma M et al: Detection of adaptive response at chromosome level and its molecular analysis. New Nuclear Research Symposium on Space Radiation Research, 札幌, 2006. 9

梅林志浩, 本間正充, 石岡憲昭, 谷田貝文夫ら: 放射線適応応答による変異誘発の抑制. 日本宇宙生物学会第 20 回大会, 大阪, 2006. 9

本間正充, 鈴木雅雄, 谷田貝文夫ら: 染色体切断に対する放射線影響の検討. 日本宇宙生物学会第 20 回大会, 大阪, 2006. 9

谷田貝文夫, 本間正充, 石岡憲昭ら: ISS 利用実験計画: 宇宙環境の変異誘発に及ぼす影響の推測. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9

本間正充, 谷田貝文夫, 鈴木雅雄ら: 低線量放射線による相同組換え修飾効果. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9

谷田貝文夫, 鈴木雅雄, 本間正充ら: 染色体特定部位 DSB の修復: 低線量/低線量率ガンマ線照射による影響. 日本環境変異原学会第 35 回大会, 堺, 2006. 11

谷田貝文夫, 本間正充, 鈴木雅雄, 石岡憲昭ら: 染色体切断の修復は細胞の低線量/低線量率 γ 線照射による影響を受ける. 第 23 回宇宙利用シンポジウム, 東京, 2007. 1

Honma M et al: Error-prone and error-free nonhomologous end-joining for repairing DNA double strand breaks in human cells. 36th Annual Meeting of the European Environmental Mutagen Society, 2006. 7

Okayasu R et al: Comparison of phosphorylation kinetics in DNA repair proteins after exposure to high and low LET radiations. 36th COSPAR, 北京, 2006. 7

岡安隆一ら: 高 LET 重粒子線照射による非相同末端結合修復の特色. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9

平山亮一, 岡安隆一ら: 高 LET 放射線によって誘発された DNA 二本鎖切断の収量ならびに質的違いにおよぼす酸素の影響. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9

鶴岡千鶴, 鈴木雅雄, 岡安隆一ら: さまざまな重粒子線での DNA レベルにおける突然変異誘

- 発パターンの違い. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9
- 藤森亮, 岡安隆一ら: HiMAC 被照射ヒト正常細胞の HiCEP 遺伝子発現プロファイル解析. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9
- 加藤宝光, 岡安隆一ら: 未成熟凝縮染色体上における γ H2AX の分布. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9
- 小池幸子, 岡安隆一ら: 炭素線局所一回照射によるマウス固形腫瘍誘発. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9
- 関根絵美子, 岡安隆一ら: 高 LET 重粒子線照射における DNA double strand break (DSB) の修復. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9
- 渡邊雅彦, 岡安隆一ら: 末梢性 NMDA 受容体の活性化と腸管放射線障害との関連. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9
- Fujimori A, Okayasu R *et al.*: Gene expression profiling of HiMAC-irradiated normal human fibroblasts by HiCEP. 53th Annual Meeting of the Radiation Research Society, フィラデルフィア, 2006. 11
- Okayasu R *et al.*: ATM protein plays a critical role in repairing the complex DNA double strand breaks induced by high LET radiation. 53th Annual Meeting of the Radiation Research Society, フィラデルフィア, 2006. 11
- 岡安隆一ら: 高 LET 重粒子線による DNA 二重鎖切断損傷とその修復. 第 36 回放射線による制癌シンポジウム, 弘前, 2006. 6
- 鈴木芳代, 坂下哲哉, 小林泰彦ら: 重イオンビーム照射に対する線虫の連合学習および神経回路の応答. 第 1 回高崎量子応用研究シンポジウム, 高崎, 2006. 6
- 鈴木芳代, 坂下哲哉, 小林泰彦ら: 線虫の神経中枢への重イオンマイクロビーム照射と効果予測シミュレーターの開発 “放射線照射によりなぜ線虫の連合学習が促進されるのか”. 第 1 回高崎量子応用研究シンポジウム, 高崎, 2006. 6
- Sakashita T, Kobayashi Y: Behavioral effects of radiation exposure on food-NaCl associative learning of *Caenorhabditis elegans*. 20th IUBMB International Congress of Biochemistry and Molecular Biology and 11th FAOBMB Congress, 京都, 2006. 6
- 坂下哲哉, 小林泰彦ら: 線虫の food-NaCl 連合学習に対する γ 線照射効果. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9
- 鈴木芳代, 坂下哲哉, 小林泰彦ら: *C. elegans* の化学走性神経回路モデルによるストレス応答シミュレーション. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9
- 深本花菜, 坂下哲哉, 小林泰彦ら: カイコ孵化幼虫真皮細胞への重イオン照射によるコブ突然変異 (K) の発現抑制. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9
- 堀川大樹, 坂下哲哉, 小林泰彦ら: 緩歩動物オニクマムシにおける放射線耐性. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9
- 東谷篤志, 坂下哲哉, 小林泰彦ら: 重イオンマイクロビームを用いた線虫 *C. elegans* の放射線応答の研究. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9
- 森ちひろ, 坂下哲哉, 小林泰彦ら: モデル生物線虫 *C. elegans* の生殖細胞における放射線応答の研究. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9
- 坂下哲哉, 小林泰彦ら: 線虫の連合学習に与える炭素イオンビームと γ 線の照射効果の経時変化. 日本宇宙生物科学学会第 20 回大会, 大阪, 2006. 9
- 教恩宝力格, 坂下哲哉, 小林泰彦ら: ユーグレナにおける放射線耐性の概日リズム. ユーグレナ研究会第 22 回研究会, 東京, 2006. 11
- Zhou H, Suzuki M *et al.*: Cytoplasmic irradiation induced bystander mutagenesis. 7th International Workshop of Microbeam Probes of Cellular Radiation Response, New York, 2006. 3
- Suzuki M *et al.*: Radiation-quality dependence in mutation induction induced with the pre-treatment of low-fluence particle radiations. 27th Annual International Gravitational Physiology Meeting, 大阪, 2006. 4
- 鈴木雅雄ら: シンクロトロン放射光スリット状 X 線マイクロビーム誘発バースタンダー致死効果. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9
- 粕谷新音, 鈴木雅雄ら: 放射光による新たな放射線治療法の開発-ラット小脳に対するマイクロビーム照射の病理組織学的影響-. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9
- 古澤佳也, 鈴木雅雄ら: 放射光マイクロスリットビームを用いた移植腫瘍の増殖遅延. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9
- 大野由美子, 鈴木雅雄ら: SPring-8 での MRT 線量分布測定. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9
- 石川顕一, 鈴木雅雄ら: 放射線抵抗性細胞に特異的な遺伝子発現プロファイル. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9
- 鈴木雅雄ら: 線質の異なる放射線低線量照射によって誘導される細胞応答の違い. 日本宇宙生物科学学会第 20 回大会, 大阪, 2006. 9
- 鈴木雅雄ら: スリット状 X 線マイクロビームに対するヒト培養細胞の致死効果とバースタンダー効果. 第 20 回日本放射光学会年会, 広島,

2007. 1

取越正己, 鈴木雅雄ら: Microbeam Radiation Therapy 谷線量測定. 第 20 回日本放射光学会年会, 広島, 2007. 1

古澤佳也, 鈴木雅雄ら: マイクロプラナービームによるマウス腫瘍増殖抑制効果. 第 20 回日本放射光学会年会, 広島, 2007. 1

鈴木雅雄: 重粒子線低密度照射による突然変異誘発効果の遺伝的不安定性の誘導. 第 23 回宇宙利用シンポジウム, 東京, 2007. 1

中村英亮, 石崎寛治ら: 低線量率放射線被曝時に生じる DSB の修復経路における ATM タンパクの役割. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9

石崎寛治ら: ミトコンドリアゲノム DNA の X 線照射による変異誘発. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9

中村英亮, 鈴木雅雄, 石崎寛治ら: AT-heterozygous 細胞株に対する重粒子線被曝の影響. 第 65 回日本癌学会学術総会, 横浜, 2006. 9

高島良生, 本間正充ら: ヒト細胞に誘導された DNA 二重鎖切断修復とその細胞周期依存性. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9

本間正充, 鈴木雅雄, 谷田貝文夫: 染色体切断に対する放射線影響の検討. 日本宇宙生物科学学会第 20 回大会, 大阪, 2006. 9

Honma M *et al.*: Requirement of *p53* for maintenance of chromosome integrity against DNA double strand breaks. DNA Repair 2006, 2006. 9

本間正充: DNA2 本鎖切断修復によるゲノム安定化機構. 日本環境変異原学会第 35 回大会, 2006. 11

Honma M: DNA double strand breaks inducing chromosome instability in *p53*-deficient human cells. Key Stone Symposia -Genome Instability and Repair, 2007. 1

日出間純: 高等植物における CPD 光回復酵素の生体内機能. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9

田口託, 日出間純ら: イネにおける CPD 光回復酵素活性の増加による UVB 抵抗性の獲得. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9

高橋正明, 日出間純ら: イネの CPD 光回復酵素による核、葉緑体、ミトコンドリアでの光修復活性. 日本放射線影響学会第 49 回大会, 札幌, 2006. 9

日出間純: 紫外線 UVB 耐性植物の作出と今後の課題. 日本宇宙生物科学学会第 20 回大会, 大阪, 2006. 9

Hidema J *et al.*: Increasing CPD photolyase activity markedly protects rice from ultraviolet-B-induced growth inhibition. 21st COE Iwate Plant Science Symposium, 岩手, 2006. 10

Takahashi M, Hidema J *et al.*: CPD photolyase, which is enzyme for repairing UVB-induced CPD, functions in nuclei, chloroplasts and mitochondria in rice plant. 21st COE Iwate Plant Science Symposium, 岩手, 2006. 10

Hidema J: Increase in CPD photolyase activity functions effectively for preventing ultraviolet-B-caused growth inhibition in rice plant. The 3rd Asian and Oceania Conference on Photobiology, 北京, 2007. 11

日出間純: UVB 増加の植物影響: 遺伝子から食料生産. 気象研究会・シンポジウム, 2007. 3

高橋正明, 日出間純ら: 核、葉緑体、ミトコンドリアにおける CPD 光回復酵素活性. 日本植物生理学会第 48 回大会, 愛媛, 2007. 3

田口託, 日出間純ら: CPD 光回復酵素活性の増加は、イネの UVB による生育傷害を軽減させる. 日本植物生理学会第 48 回大会, 愛媛, 2007. 3

寺西美佳, 日出間純ら: Class II CPD 光回復酵素タンパク質の解析. 日本植物生理学会第 48 回大会, 愛媛, 2007. 3

保田浩志: 宇宙放射線被ばく. 第 45 回日本生体医工学会大会 (JAXA 企画セッション), 福岡, 2006. 5

保田浩志: 宇宙線被ばくの測定評価. 第 10 回放射線取扱主任者部会放射線計測分科会, 東京, 2006. 7

Yasuda H *et al.*: Cosmic radiation measurements at aircraft altitude for application to dosimetry in spacecraft. 4th IWSRR, モスクワ, 2006. 6

Sato T, Yasuda H *et al.*: Applications of the PHITS code to space researches - estimation of dose reduction rate due to water shielding in front of russian crew cabin. 4th IWSRR, モスクワ, 2006. 6

Nakamura T, Yasuda H: Neutron detection technology for in-flight experiments. 4th IWSRR, モスクワ, 2006. 6

保田浩志ら: 航空機内での宇宙線測定実験 - 実験の概要 -. 第 43 回アイソトープ・放射線研究発表会, 東京, 2006. 7

高田真志, 保田浩志ら: 航空機内での宇宙線測定実験 - 高エネルギー中性子の計測 -. 第 43 回アイソトープ・放射線研究発表会, 東京, 2006. 7

佐藤達彦, 保田浩志ら: 航空機内での宇宙線測定実験 - モデル計算との比較 -. 第 43 回アイソトープ・放射線研究発表会, 東京, 2006. 7

保田浩志ら: 宇宙船内における中性子線被ばく評価のための開発研究. 第 23 回宇宙利用シンポジウム, 東京, 2007. 1

佐藤達彦, 保田浩志ら: 大気中における宇宙線スペクトル予測モデルの確立. 日本原子力学会 2007 年春の年会, 名古屋, 2007. 3

6-2. 特許
なし

6-3. 競争的資金獲得

大西武雄(研究代表者), シグナル伝達分子を標的とした放射線誘導アポトーシスの制御, 本学術振興会, 科学研究費(基盤研究 A), 37, 200 千円, H17-19

大西武雄(研究代表者), 放射線に対する抵抗性獲得機構の解明, (財)電力中央研究所, 12, 000 千円, H 18-20

松本英樹(研究代表者), 重粒子放射線誘発バースタンダー効果に関する研究, 日本宇宙フォーラム, 宇宙環境利用に関する公募地上研究, 4, 557 千円, H 17-18

松本英樹(共同研究), 一酸化窒素ラジカルを介したバースタンダー効果の機構解明, (財)電力中央研究所, 6, 000 千円, H 18-20

松本英樹(研究代表者), 硝酸イソソルビドの放射線増感剤としてのエビデンスの蓄積, 日本学術振興会, 科学研究費(基盤研究 B), 13, 700 千円, H18-20

谷田貝文夫(分担者), 適応応答の染色体レベルでの検証と分子レベルでの解析, 文部科学省, 原子力基盤クロスオーバー研究, 9, 500 千円, H 16-20

鈴木雅雄(研究代表者), マイクロビームによるクロマチン損傷誘発バースタンダー効果のイオン種・LET 依存性, 文部科学省, 科学研究費(基盤研究 B), 10, 200 千円, H 18-21

日出間純(研究代表者), イネ・シロイヌナズナの UVB 超耐性突然変異体を用いた新規 UVB 耐性遺伝子の同定, 文部科学省, 科学研究費(基盤研究 C) : 3, 600 千円, H 17-18

6-4. 応募状況

鈴木雅雄, シンクロトロン放射光スリット状マイクロビームの細胞致死効果のバースタンダー効果, 科学研究費(萌芽研究) 2, 600 千円, H19-20

日出間純, 高等植物の紫外線 UVB 生育阻害機構—分子・細胞・個体レベルでの包括的解析, 科学研究費補助金・基盤研究 B, H19-21

日出間純, イネ CPD 光回復酵素形質転換体を用いた隔離圃場での、太陽紫外線植物影響評価解析, 科学研究費補助金・萌芽研究, H19-21

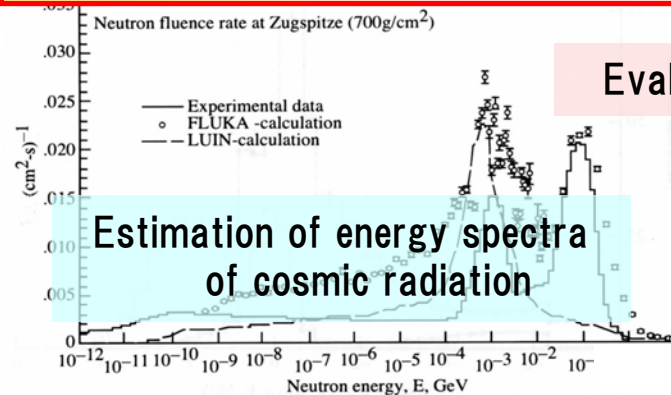
日出間純, オルガネラ分化」「紫外線誘発オルガネラ DNA 損傷の光修復機能の獲得による、イネの紫外線適応戦略機構, 科学研究費・特定領域研究, H19-21

日出間純, イネ光回復酵素遺伝子のデータベース構築による UVB 耐性イネ品種の育種に関する研究, シーズ発掘試験研究, H19

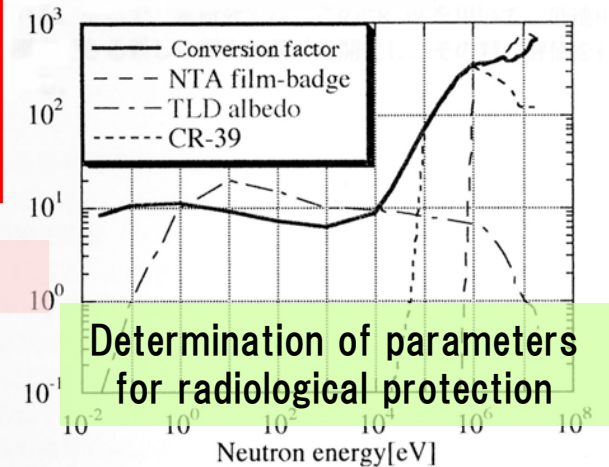
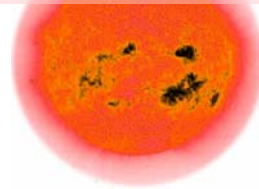
The Study of Biological Effects of Space Radiations in ISS

Improvement of Space Radiation Dosimetry

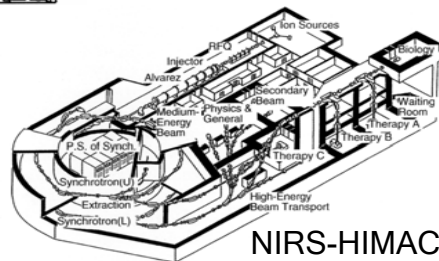
Development and maintenance of essential techniques for evaluation of radiological effects of space radiation



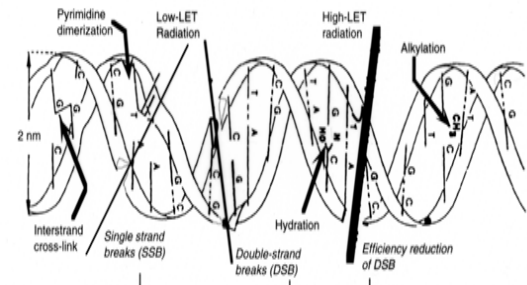
Evaluation of solar activity



Development of measurement techniques for model verification



(Accelerator experiment)



Approximate evaluation of biological effects with physical dosimeters

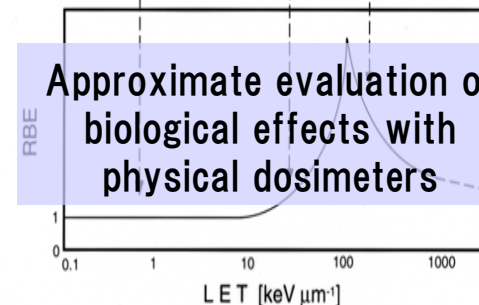
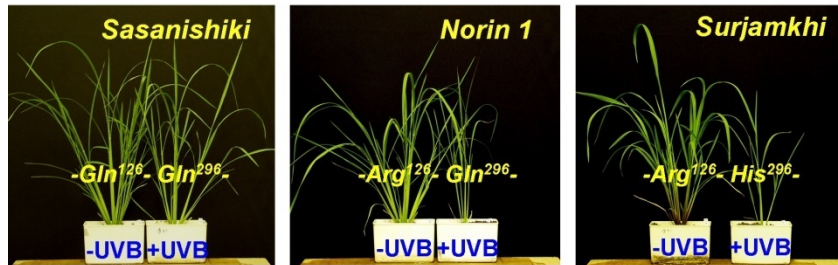


Fig 1. Technical subjects as to space radiation dosimetry.

Effects of Solar UVB Radiation on Rice Plant and Study the Mechanism of Resistance of Plants to UVB Radiation.

Fig 2. UVB sensitivity
resistant ← → sensitive



higher ← → lower
CPD photolyase activity

Spontaneously occurring mutations in CPD photolyase gene cause different degrees of UVB sensitivity

[Summary]

Rice cultivars vary widely in their sensitivity to ultraviolet B (UVB). We previously reported that UV-resistant rice cultivars are better able to repair cyclobutane pyrimidine dimers (CPDs) through photorepair than are UV-sensitive cultivars (Hidema et al. 1997, *Plant Physiology*; 2000, *Plant Cell*), and that this is due to enhanced photolyase function that results from spontaneously occurring mutations in the CPD photolyase gene (Hidema et al. 2005, *Plant J*; Hidema J & Kumagai T 2006, *Annals of Botany*, Fig 2). Thus, increasing the photolyase function in rice might improve the UVB resistance of rice. To test this possibility, we generated three transgenic rice plant strains (Fig 3): two had higher CPD photolyase activity (S-B and S-C lines) and one had lower activity (AS-D line) than the wild-type (WT) UV-resistant rice cultivar Sasanishiki, and one had higher CPD photolyase activity (NS-F line) than the WT, UV-sensitive Norin 1 rice cultivar. We found that the sense transgenic rice plants (S-B, S-C and NS-F plants) were significantly more resistant to UVB-induced growth damage, while the antisense transgenic rice plant (AS-D plant) was severely damaged by UVB radiation. These results strongly indicate that UVB-induced CPDs are one of principal causes of UVB-induced growth inhibition in rice plants grown under supplementary UVB radiation, and that increasing CPD photolyase activity can significantly alleviate UVB-caused growth inhibition in rice (Hidema et al. 2007, *Plant J*).

Fig 3.

