Ⅳ　専門家委員会による外部評価

1．中間評価としての第3回緊急被ばく医療国際シンポジウムの評価

専門家委員会委員

桑原幹典　北海道大学　名誉教授　　○委員長
河内清光　(財)原子力安全技術センター　特任参事
近藤　隆　富山大学大学院医学薬学研究部　教授
片桐裕実　(独)日本原子力研究開発機構　原子力緊急時支援・研修センター長
明石真言　(独)放射線医学総合研究所　理事
太田勝正　名古屋大学医学部保健学科　教授

The 3rd ISREM at Hirosaki University

Theme: Dose Estimation and Protection i in Radiation Exposure　　Date: September 17, 2011

Program

Symposium 1:.　　Chair: Mikinori Kuwabara

- Measures against nuclear accident at TEPCO Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant: Activities carried out by Hirosaki University
  Prof. Shinji Tokonami (Hirosaki University Institute of Radiation Emergency Medicine)
- Environmental radiation in Fukushima after nuclear power station accident
  Dr. Masahiro Hosoda (Graduate School of Health Sciences, Hirosaki University)
- Role of nurses in a nuclear disaster
  Dr. Yuka Noto (Graduate School of Health Sciences, Hirosaki University)

Symposium 2:　　Chair: Mitsuaki Yoshida

- Role of NIRS in response to the accident at TEPCO Fukushima Daiichi NPS — from viewpoint of radiation emergency medical preparedness —
  Dr. Takako Tominaga, et al. (National Institute of Radiological Sciences)
- IAEA system for responding to radiological and nuclear emergencies and the IAEA response to the accident at Fukushima Daiichi
  Dr Pat Kenny (International Atomic Energy Agency)

Symposium 3: Poster presentation　　Study reports by project member

- Change in image of radiation by nurses due to nuclear power plant accident
  Mayumi Urushizaka', Yuka Noto, Noriko Ogura, Maiko Kitajima Yoshiko Nishizawa, Tomoko Ichinohe, and Hideki Yamabe
- Quality of life and acute radiation damage among breast cancer patients undergoing radiotherapy-
  Noriko Ogura, Mayumi Yamauchi, Yuka Noto, Yoshiko Nishizawa, Hideaki Yamabe, Yoichiro Hosokawa, Masahiko Aoki, Eriko Kudo, Yumiko Sato, Harumi Shikanai, Makoto Akashi, Yoshiko Ando, Noriko Kudo, Yayoi Tsutsumi, Akiko Nezato, and Yoshiko Fukushima
- Risk perception of radiation among first-year students of a health sciences school —Differences before and after the March 2011 Fukushima nuclear power plant disaster—
  Keiko Aizu, Chieko Itaki, Toshiko Tomisawa and Ayako Ohgino
- Exploratory study on preparation of public health nurses for a radiation disaster based on the experience of health care in areas affected by the Tokai village nuclear accident
  Chiaki Kitamiya and Ruriko Kidachi
- Awareness of nuclear accidents among visiting nurses and home caregivers in communities neighboring nuclear plants
  Daisuke Murakami, Ruriko Kidachi, Chikako Yonaiyama, Haruka Otsu, Yu Kitajima and

Chiaki Kitamiya

- Current status and issues of radiation emergency medicine education at school of health sciences, Hirosaki University —focus on undergraduate education—
  Saichi Wakayama
- Rehabilitation targeting disuse syndrome in the elder evacuee following radiation exposure accidents: Literature review
  Hirokazu Narita, Shuhei Koeda and Hitoshi Tsushima
- Morphological study of the thoracic and abdominal organs in X-irradiation mice
  Shoji Chiba, Takahiro Miura, Fumiya Nakamura, Koichi Itoh, Kyoko Itoh, Manabu Nakano, Hiroyuki Nozaka and Kohsei Kudo
- The effects of ionizing radiation on pattern recognition receptors
  Hironori Yoshino and Ikuo Kashiwakura
- Characteristic analysis of megakaryocytopoiesis and thrombopoiesis by human hematopoietic stem cells exposed to ionizing radiation
  Satoru Monzen, Toshiya Nakamura and Ikuo Kashiwakura
- Identification of radiation-induced inflammatory gene network in human umbilical vein endothelial cells
  Yukihiro Furusawat, Qing-Li Zhaot, Seiji Yamamoto, Yuichi Hattori, Takaharu Nomura and Takashi Kondo
- Effects of continuous low dose-rate γ-irradiation on diabetic nephropathy in type II diabetes mellitus model mice
  Takaharu Nomura, Xiao-Han Li, Hiromitsu Ogata, Kazuo Sakai, Takashi Kondo, Yasuo Takano and Junji Magae
- Development of immunocompetent lymphocytes in vivo by mixed umbilical cord blood transplantation in mice
  Akira Nakano, Kyoko Ito and Koichi Ito
- Promising potential of umbilical cord blood cell transplantation in repopulating bacterial-reactive natural IgM-producing B-la cells
  Ayumi Wakayama, Kyoko Ito' and Koichi Ito
- Radiation-responsive transcriptome analysis in human hematopoietic cells
  Mitsuru Chiba, Satoru Monzen, Kosuke Kasai, Tomisato Miura, Ikuo Kashiwakura and Toshiya Nakamura
- Analysis of the profile and mechanism of radiation-induced hair loss through examination of protein derived from hair of patients with acute alopecia caused by external radiation exposure
  Naoki Nanashima, Koichi Ito, Hiroyuki Nozakal, Takashi Ishikawal, Manabu Nakano, Asako Ishizaw, Honami Narita and Toshiya Nakamura
- Optimization of the protein phosphatase-inhibitors (okadaic acid) treatment in premature chromosome condensation (PCC)-ring method for biodosimetry of accidental high dose exposure
  Akifumi Nakata, Yasuhiro Satoh, Kiyotaka Shibutani,Hiromi Ichikawa, Tomisato Miura and Mitsuaki A. Yoshida

Symposium 4:　　Chair: Takashi Kondo and lkuo Kashiwakura,

- Optimization of calyculin A-induced premature chromosome condensation assay for chromosome aberration studies
  Dr Tornisato Miura, et al. (Hirosaki University)
- Radiation mitigators: Compounds, which are effective when administered immediately after exposure to radiations
  Prof. Kazunori Anzai, et al. (Nihon Pharmaceutical University)
- Biomarkers for Early-response Assessment of Radiation Exposure
  Dr. Natalia I. Ossetrova, et al. (AFRRI)
- United States Armed Forces Radiobiology Research Institute Countermeasures Program and Related Policy Questions
  Dr. Mark H. Whitnall, et al. (AFRRI)

1）第３回緊急被ばく医療国際シンポジウムに対する評価

Symposium Ⅰ 弘前大学の緊急被ばく医療への取り組みについて

＜全体的コメント＞

●桑原委員長

本シンポジウムは東京電力福島原子力発電所事故に対する調査・支援に具体的に携わった大学院保健学研究科ならびに被ばく医療総合研究所の 3 名の教員による発表が行われたものであるが，その内容は事故直後の弘前大学放射線安全委員会における調査・支援計画から始まり，具体的に福島県の計画的避難区域を中心にした放射性物質による汚染状況の調査，看護師・放射線技師による住民に対する支援等についてであった。この中で，調査グループによる放射能レベルの高い地域を中心としたきめ細かい調査により計画的避難実施の正当性に一定の評価が与えられ，また，看護師・放射線技師の住民支援グループにより，原子力災害を受けた福島住民への汚染，健康調査が行われるなど，多大な成果が得られたことが伺われた。このことは，緊急被ばく医療支援人材育成及び体制の整備プロジェクトの重要性，必然性を改めて確認するものとなった。また，看護師・放射線技師グループにより，これまで経験したことのない災害に対する住民の不安とくに放射能に対する不安を軽減させるためより豊富な知識と熟練した技術で対応する必要があると報告されたことは，本プロジェクトの今後の方向性を示したもの考えられ，プロジェクトの内容を再検討するとともに，より方向性を明確にしたプロジェクトに発展させて頂きたい。

●河内委員

東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所事故への，弘前大学大学院保健学研究科を挙げての対応がまとめられていた。政府の要請に基づき，弘前大学が直ちに緊急時の対応が取れたことは，これまで学部学生，大学院生，医療従事者の緊急被ばく医療支援人材育成のために，教職員が取り組んできた自らの研鑽，ならびに学部，大学院教育の開始に向けた準備が適切に行われた成果であると評価できる。

緊急時における被ばく，汚染のスクリーニング，環境放射線量，放射能のモニタリング，被ばく線量の評価，被ばくした住民の聞き取り調査や心理的不安の解消に向けた努力等，基本的な緊急時活動が適切に行われていた成果の報告であった。

●近藤委員

今回の原子力災害について，弘前大学の取り組みが理解でき，時を得た企画であった。ボランティアでの一時帰宅者支援等についての紹介があってもよかった。

＜各セッションへのコメント＞

1）床次眞司氏の発表（福島原子力災害への取り組み）について

●桑原委員長

文部科学省による弘前大学への支援要請に対し，素早くグループを組織し，被災現地に赴いて調査を実施したことから，その報告内容は非常に価値の高いものになっている。ただ，全国の様々な機関により独自に調査が行われている現状を考えると，それらの結果との整合性が重要と思われる。床次氏が放射線測定の国際標準化の専門家であることから，それに関しリーダーシップを発揮してほしい。

●河内委員

福島第一原子力発電所事故に対し，政府の要請に基づき直ちに現場に派遣され，住民の放射性物質汚染のスクリーニングや，環境放射線測定や試料採取により被ばく線量の再構築に取り組んだことは極めて，重要な活動である。除染の必要なレベルの汚染もあったようであるが，除染活動についてもどのレベルまで行ったか，例えば，シャワーを使う必要があったのか等についても知りたかった。

●近藤委員

実際に作業に従事された方がたの努力に敬意を払いたいと存じます。

2）細田正洋氏の発表（環境放射線）について

●桑原委員長

福島県の汚染地区の詳細な放射線調査と早急な世界に向けての発表には高い評価が与えられる。今後も，地道な調査が期待される。

●河内委員

環境放射線の計測と線量評価に関する内容であったが，事故発生後の計測の変化を比較している点興味深かった。特に，3 月 19 日の測定と 4 月 25 日の測定を比較して，Cs の量が大きく変化していたことから，Cs は 3 月 19 日以降，降下したものと推測している点である。事故の進捗，あるいは気象変動などその原因を突き止めると面白そうである。

●近藤委員

実際に作業に従事された方がたの努力に敬意を払いたいと存じます。

3）野戸結花氏の発表（原子力災害時の看護活動）について

●桑原委員長

被災地住民の汚染状況と健康調査を実施し，その結果とその活動を通しての今後の課題を提唱したことについて，本プロジェクトのこれからの在り方に方向性を与えるものとして高い評価が与えられる。今後のプロジェクトの進め方に注目したい。

●河内委員

今回のような事故に対して，住民に対する看護師の役割を示してくれた点が注目される。

事故後，家庭訪問して，その影響を受けた住民に対する介護，管理の重要性は勿論，特に心理的な不安を取り除くことが大切である点が強調された。放射線に関する知識と，人体への影響等に関して十分な知識を持つ看護師の役割は極めて重要であり，住民に対する説得力もあるであろうことを認識させられた。講演の中で，extra room（予備室か？）が必要との表現があったが，何のためにどのように利用する部屋なのかを聞き逃した。

●近藤委員

実際に作業に従事された方がたの努力に敬意を払いたいと存じます。

Symposium Ⅱ 国内外の緊急被ばく医療と福島事故について

＜全体的コメント＞

●桑原委員長

本シンポジウムは，国内と国外の代表的な機関である放射線医学総合研究所の緊急被ばく医療支援チーム(REMAT)と国際原子力機関(IAEA)の事故および緊急事態対応センター(IEC)が福島事故に具体的にどう携わったについて報告なされたものである。したがって，そこでの活動は今後の弘前大学緊急被ばく医療支援人材育成及び体制の整備に大いに参考になると思われることから，これからも両機関との緊密な連携を通し，より充実した質の高い緊急被ばく医療支援体制整備を諮って頂きたい。また，福島県立医科大学，福井大学，広島大学，長崎大学等，他機関も福島事故支援に関与していたことから，次年度はこれらの機関との情報交換の場として，国際シンポジウムを開催しては如何かと思われる。

●河内委員

福島第一原子力発電所の事故に対して，他の関連機関がどのような活動をしていたのかを知る重要な Symposium II であった。このシンポジウムでは，緊急被ばく医療の第三次医療機関として指定されている放射線医学総合研究所の放射線緊急医療支援チーム REMAT と，国際原子力機関 IAEA の原子力と放射線事故に対する安全確保に対応するための組織で，事故および緊急事態対応センターIEC の役割等が報告された。何れも比較的最近設立されたシステムであり，今回の福島原発事故に対応する事態となった。

●近藤委員

NIRS, IAEA の取り組みがわかって，よかったと思います。

＜各セッションへのコメント＞

1）富永隆子氏の発表（放射線医学総合研究所の緊急被ばく医療対応と福島事故）について

●桑原委員長

放射線医学総合研究所の緊急被ばく医療支援チーム(REMAT)は放射線被ばくや放射性物質汚染等の事故に対し初期対応できる体制として，医師，看護師，放射線防護専門家，保健物理士から構成され，必要な機器ならびに薬剤とを装備したチームであったが，福島事

故のような複合災害の場合，ライフラインや通信手段の損壊にともない，当初のオフサイトセンターが機能せず，移動せざるを得なかったことなど，今後に向けて多くの課題が残されていることが率直に語られた。放射線医学総合研究所として今後福島事故のような複合災害に対応できる体制整備の必要性を考えていることから，弘前大学も地域の枠を越えてそう言った計画にも積極的にコミットするようにしては如何かと思われる。

●河内委員

放医研の REMAT (Radiation Emergency Medical Assistance Team) は本来国際的放射線緊急事態支援のために結成されたものであったが，地震発生から 17 時間後，福島原子力発電所から 5 km 離れた所にある OFC に派遣された。この原子力事故は予期し得なかった規模で，OFC も避難区域となり，さらに長期にわたるものであった。地震，津波，放射線というあらゆる災害が同時に起こり，水や電気などのライフラインの断たれた状況での医療活動は困難であったが，機能を失った病院のサポート，医療システム立て直し等の活動が報告された。また，放医研で用意されている放射性物質除去剤などの説明もあった。

2) P. Kenny 氏の発表（国際原子力機関の緊急被ばく医療支援対応と福島事故）について

●桑原委員長

Kenny 氏により，核・放射線に関する事故，非常事態，脅威に対し安全性を備える国際的中心としての IAEA 事故および緊急事態対応センター(IEC)について説明がなされた。
それに関連して，核事故あるいは放射線緊急事態における相互援助条約と早期通報条約による原子力事故発生時の国際的枠組み，情報の早期入手による被害を抑制についてなど，その仕組みについての説明がなされたが，略語や専門的な言葉により，IAEA に精通していない限りその理解には限界を感じた。最後に福島事故への関与に触れていたが，むしろ，その内容について詳細な報告が求められるものではなかったかと思う。

●河内委員

原子力緊急事態に対する IAEA の国際的活動システム IEC (Incident and Emergency Center) について説明された。IEC は 3 月 11 日の地震，津波に続く東京電力の福島第一原子力発電所事故に即刻対応し，支援代表団を送り込んだ。IEC の役割は理解できたが，IAEA 支援代表団の調査について，今回の事故に対する活動の成果に関する具体的内容の報告がなされなかったことはさびしかった。少なくとも，調査がどんな所に重点を置き，どんな角度から調査しようとしたのか，その戦略について話してもらえると良かった。

Symposium Ⅲ ポスターセッションについて

＜全体的コメント＞

●桑原委員長

今回のシンポジウムのポスターセッションには弘前大学に加え他大学から 2 件の発表が

あったことは画期的なことであった。次年度も，放射線医学総合研究所等可能性のある機関に呼びかけては如何かと思われる。また，どのポスターにおいても活発な議論が行われており，特に福島事故に関連したポスターでの熱のこもった討論が印象的であった。本プロジェクトの具体的な試行の場となった福島での原子力災害への対応に多くの注目が集まったのは当然のことかも知れない。

●河内委員

今回，報告されているテーマの多くに，福島第一原子力発電所事故の発生に関連して，その前後における原子力という言葉およびその内容の捉え方や意識の変化に関する調査研究があり，その実態が色々な角度から報告されており興味深かった。

大学院における新たな研究テーマが増え，以前から取り上げられているテーマについても新しい角度から研究を進めており着実に進歩すると同時に大学院としての基礎が固まりつつある印象を受けた。

●近藤委員

１７件の発表があり，活発に討議された。今後，外部への情報発信に努め，学内外からの発表が増えると，活性化につながると思われます。

＜各セッションへのコメント＞

●桑原委員長

時間の制限もあり全部のポスターを見るのは不可能であり，各々のセッションへの具体的な意見はない。

●河内委員

ポスター１：原子力発電所事故による看護師の放射線に対するイメージの変化を見た報告になっている。結果は当然のことながら，災害発生後は，放射線に否定的なイメージで，危険と感ずるようになっている。これは，質問内容にもよるが，社会への貢献という意味では，看護師として，このような事故が，放射線に対する知識，人体への影響について学習することの必要性，重要性に関する意識の変化も調べて欲しい。

ポスター２：放射線治療を行っている乳がん患者の急性放射線障害とQOLについての報告である。結果は放射線治療でQOLスコアが減少することはなかったが，治療中の症状（白血球数や血小板数の減少）とQOLには負の相関があった。治療開始後3週間くらいから倦怠感や痛みの症状があり，治療終了後QOLスコアは増加し，4～6週間で変化しなくなった。そのため，治療中の患者のQOL改善のためには，症状緩和のため看護の介入が必要であると結論付けている。ただし，どのような看護の関わりが良いのかが見えない。

ポスター３：事故前後の新入生の放射線のリスクに関する認識で，2011年度の新入生が，汚染や原子力発電について有意に高い認識を示したことは当然である。しかし，福島の原発事故後，放射線に対して高い恐怖感を示しているのに対し，医学的放射線利用のリスクに関する認識が低いというのは興味深い。ただ，これを医療用の放射線と原子力発

電所の放射線を別のものとして認識していると決めつけるのは如何か。双方の放射線が別だという認識より，それらの規模と，発生の仕方が異なるという意味では，リスクの認識に差があってもおかしくないのではないか。

ポスター５：原子力施設に隣接する地域の訪問看護師や訪問介護者の原子力事故に関する認識度を調べる内容であるが，実際の調査は進行中である。現在までの調査結果は，放射線に関する関心は高いが，知識は不十分であること，また，災害という言葉から連想するのは地震であり，原子力事故からは原子力発電所事故であったというのは，東日本大震災後の調査であり頷ける。

ポスター６：2010 年度に開始された学部の放射線緊急時医療に関連して，放射線基礎入門の講義は，クラスの理解力を増したことから，教育内容に自信を持ってテキストの作成まで考えている。2011 年度は，福島の原子力災害に影響され放射線被ばくと，健康に関する認識や自覚が変化するのではないかと考えている。このことはテキストの作成について再考の必要もあるのではないか。

ポスター８：マウスに X 線を照射した場合の胸腹部臓器の形態学的変化を見ている研究である。X 線照射は脾臓のリンパ球数や大腸，小腸のリンパ節の減少を引き起こす。また，脾臓の大きさや重量は，線量に反比例して明らかに減少した。10 Gy という線量は腸管や絨毛の成長に影響するとしている。しかし，心臓，肝臓，膵臓の組織には，照射群と非照射群の間に形態学的変化は見られなかったとしている。

ポスター14：以前より，臍帯血移植について研究を続けているが，今回も臍帯血細胞移植と骨髄細胞移植を比較し，臍帯血細胞移植が B1-a 細胞を産生する機能を持つ IgM の再生に有効な可能性の高いことを報告している。臨床的にも興味ある知見であると思う。

●近藤委員

学内からの発表内容が，充実してきた印象です。

Symposium Ⅳ 放射線被ばくにおける線量評価と防護について

＜全体的コメント＞

●桑原委員長

本シンポジウムの内容は，染色体異常の検索，放射線被ばく後の血液中バイオマーカーの探索等，放射線防護を視野に入れた基礎研究と有効な防護剤の開発とその効果についての発表であった。このことから，本プロジェクトは今後の被ばく事故を視野に誠に時期を捉えたものであったと云える。内容も素晴らしく，特に安西氏の発表は今後に大きな期待をもたらすものと思われ，これからも本プロジェクトへの積極的に関与を期待したい。また，三浦氏の研究は弘前大学おける今後の研究発展の場を形成する上で重要と思われる。

●河内委員

このシンポジウムは，緊急被ばく時の被ばく線量評価のために，従来，比較的低線量域

で採用されていた染色体異常に基づく評価を，高線量域にも拡大するため PCC 検査法が採用されているが，その定量化のための最適化に関するテーマ，早期反応を示すバイオマーカーに関するテーマが報告された。また，放射線障害の緩和剤や，米軍放射線生物学研究所AFRRIにおける被ばく障害への対応策に関する研究として遊離ラジカル除去剤の開発とその適用法が報告された。比較的高線量を被ばくした場合の，緊急被ばく医療の現状についてまとめられた構成になっていた。

●近藤委員

放射線防護剤の開発，バイオマーカーの開発，AFRRI の取り組みと，前日の学内セミナーもあり，興味ある発表でした。このシンポでは，時間の制約もあったので，前日に詳細な話が聞けて，理解が深まり，よかったと思います。

＜各セッションへのコメント＞

1）三浦富智氏の発表（カリキュリン A 誘導 PCC による染色体異常解析の最適条件）について

●桑原委員長

PCC 法を用いて間期リンパ球における染色体異常を調べ，それから被ばく線量を評価する方法はバイオドシメトリーの一つとして最も期待されているものである。PCC には様々な方法があるが，カリキュリン A(CA)の様な化合物を用いる方法は，実験のし易さから最も推奨される。カリキュリン A による PCC 法に関する基礎的な研究であることから，今後は求められた最適な条件により，具体的な被ばく線量評価への応用が期待される。

●河内委員

被ばく線量評価には，染色体異常を検査することが重要な手段とされているが，従来，比較的低線量域で有効とされていた。PCC 検査法が導入されて，高線量被ばくにも利用されるようになっている。カリクリン A 誘導 PCC 検査技術の最適化につて研究し，確立したことは極めて重要である。JCO 事故の時の被ばく線量評価にも利用された経緯があり，中性子線とガンマ線の混合場で，しかも飽和領域に近い線量であったが，較正を行うことにより適正な線量を導出した記憶がある。現状では，かなりの被ばく線量範囲の評価に有用と思われ期待される。

2）安西和紀氏の発表（放射線障害緩和剤：放射線被ばく直後に投与された時に有効な化合物の開発）について

●桑原委員長

放射線防護剤については，これまで予め投与しない限り効果が出ないとされていたが，安西氏らは亜鉛-酵母，ビタミン E アナログ化合物に放射線照射後投与でも生存率の改善が見られるものがあることを報告した。今後，その詳しいメカニズムの解析が待たれる。

●河内委員

高線量被ばくに対する放射線障害の治療に有効な緩和剤に関する研究報告である。Zn-yeast といわれる緩和剤を，全身被ばくした直後のマウスに投与した結果，30 日生存率が大幅に改善されたことが報告された。しかし，被ばく後，時間を経過した投与の効果は徐々に低下するとしている。緊急被ばく医療において，放射線障害の緩和剤開発研究は極めて重要であり，今後の進展と新たな緩和剤の開発を期待したい。

3) N.I.Ossetrova 氏の発表（放射線被ばく早期判定のバイオマーカー）について

●桑原委員長

放射線障害の早期診断，障害臓器の特定，予後の指標を得るために，血液中に放射線障害のマーカーすなわちバイオマーカーとなり得るものをサルとマウスを用いて探索し，CRP や Fit-3 リガンドなどを例にその可能性を示唆した内容は大変素晴らしいものであった。ただ，霊長類を使用する研究は日本では限界があると感じられた。

●河内委員

米軍放射線生物学研究所AFRRIにおける被ばく障害への対応策に関する研究報告であるが，本テーマでは放射線被ばく線量評価のために早期反応のでるバイオマーカーを追求している。従来から継承されている末梢血中に検出される組織由来の蛋白質バイオマーカーに加え，全身照射による被ばく後 1～2 日に採取された試料から新たな蛋白質発現プロファイルの計測や，線量-時間依存性のある臓器由来の蛋白質バイオマーカー等の血液の変化について報告していた。緊急被ばく医療において，早期の組織あるいは臓器の線量評価は治療の実施にも極めて重要であり，研究の進展が期待される。

4) M.H. Whitnall 氏の発表（米国 AFRRI の放射線対策プログラムとその政策論点）について

●桑原委員長

抄録集には AFRRI における放射線防護剤の開発について記載されていたので，その具体的な内容の発表を期待していたが，発表内容は様々な化合物の羅列とその説明が主で，やや期待はずれであった。ただ，ヒト代替動物の探索などきめ細かい研究が進められていることが伺われた。

●河内委員

街を不幸に陥れた原子力施設の爆発は，最も厳しい災害の１つである。血液要素の生成機能不全や腸管障害等の急性放射線症の大半は，遊離したラジカルの生成であり，その有効な対策は，これらラジカルの除去剤である。AFRRI では，G-CSF, 5-AED, BIO300, Ex-Rad, CBLB502 の 5 つの除去剤の開発に関わってきた。AFRRI はこれ等の薬剤とビタミン E を併用することで，急性障害と癌などの晩期障害の双方に対して良い感触を得ているとの報告は，興味深かった。

2) シンポジウム全体を通して

●桑原委員長

弘前大学大学院保健学研究科による緊急被ばく医療支援に関する国際シンポジウムは 3 回目の開催となり，その内容は同大学の文部科学省科学技術戦略推進費「被ばく医療プロフェッショナル育成計画」プロジェクトとの共催を受けて，より内容の高いものになった。とくに，今回は東京電力福島原子力発電所事故との関連を主テーマとし，AFRRI および IAEA 等国内外から専門家を招いての講演ならびに討議であったことから，青森県を始め国内ならびに国際的な注目されるシンポジウムになったと思われる。福島事故は大変不幸な出来事であったが，シンポジウム I で発表された内容から本プロジェクトの役割が効果的に果たされたことが見て取れる。今後も継続的かつ密度高く被災地にコミットすることにより，緊急被ばく医療の質を高めるめるとともに，その成果を本シンポジウムのような場で広く公表してほしい。

●河内委員

先ず，福島第一原子力発電所の事故が続いている中，この第 3 回国際シンポジウムを開催されたことに敬意を表します。

今回のシンポジウムでは，福島第一原子力発電所の事故に関連して，弘前大学の取り組み，他機関の取り組み，そして緊急被ばく医療への対応に関する研究の現状に関するものが取り上げられ，内容の充実した真に時機を得た国際シンポジウムの企画であった。

Symposium I では，弘前大学大学院保健学研究科を挙げて，今回の福島原発事故に対応した内容が報告された。特に，保健学研究科の各部門がそれぞれの持ち味を生かし，避難住民のスクリーニングのサポート，環境の線量計測，線量評価，さらに看護師の避難住民に対する心理的サポートは，弘前大学として重要な役割を果たし，地域住民にとっても，心強かったであろうと推測される。

Symposium II では，他機関，放医研や IAEA，の活動が報告され，それぞれの緊急事態に対する対応システムの紹介と福島第一原発事故への対応が報告された。放医研と IAEA で組織された新しいシステムは，全く異なる義務を持ったシステムであるが，今回の事故が最初の実務訓練のようなものであり，学ぶ点も多かったと思われる報告であった。しかし，両者はそれぞれ今回の福島の事故に対して適切な活動をしており，非常に興味深く聞いた。

Symposium IV では，比較的大線量を被ばくし，急性放射線症が観測されるような被ばく者の線量評価や，治療を行うための症状の緩和剤，遊離ラジカルの除去剤に関するテーマで，緊急被ばく医療に関連した講演で構成されていた。

ポスターセッションは，講演以外の保健学研究科の研究内容が報告されていたが，健康支援額領域では，福島第一原発事故発生の前と後との色々な変化を調査しているのが注目された。また，医療生命学領域の研究は，それぞれ着実に進歩しているという印象を受け

る内容であった。

全体として，今回のシンポジウムは，福島第一原子力発電所の事故に関連したテーマの構成であったが，このような事故の発生を考えると，今後，国際的にも緊急被ばく医療というものは重要な地位を占めると考えられ，その先駆者として弘前大学が国際シンポジウムを通じて海外にも広く発信していくことを期待したい。

●近藤委員

緊急被ばく医療について，３回も国際シンポを開催されて，大学の先見性と実際に企画された先生方，事務の方他に感謝申しあげます。余裕があれば，他大学，他学会の対応の紹介や，食品・環境の問題点の紹介があってもよかったと思います。今後とも，暫く，継続されることが重要ですので，今後ともよろしくお願い申し上げます。

２．年度末評価のまとめ

専門家委員会委員

桑原幹典　北海道大学　名誉教授　　○委員長
河内清光　(財)原子力安全技術センター　特任参事
近藤　隆　富山大学大学院医学薬学研究部　教授
片桐裕実　(独)日本原子力研究開発機構　原子力緊急時支援・研修センター長
明石真言　(独)放射線医学総合研究所　理事
太田勝正　名古屋大学医学部保健学科　教授

平成 23 年度年度末評価報告会（平成 24 年 3 月 26 日）

1. 開会の辞

2. 各部門活動報告　　座長　桑原幹典委員長
- 平成 23 年度の活動概要の報告（福島原発事故支援活動を含む）　(研究科長：對馬　均)
- 企画部門の活動～積極的な支援活動の展開と国内外へ向けた情報発信～　(企画部門：木立るり子)
- 緊急被ばく医療教育の展開　(教育部門：中村敏也)
- 平成 23 年度社会連携部門の取り組み　(社会連携部門：齋藤久美子)
- 緊急被ばく医療支援人材育成及び体制の整備における研究部門の取組み概要　(研究部門：柏倉幾郎)
- 第４回被ばく医療国際シンポジウム企画報告－　(第４回国際シンポ実行委員会：對馬　均)

3. 各研究課題報告

＜健康支援科学領域の研究＞　　座長　健康支援科学領域　若山　佐一
- 放射線治療を受ける患者の日常生活上の問題点と QOL について　(小倉能理子)
- 地域における健康危機管理システム構築のための保健師に関する研究　(北宮千秋)
- 被ばく事故等による放射線障害に対するリハビリテーションの基礎的研究　(小枝周平)
- 緊急被ばく医療人材育成の実施前後の教育効果，評価に関する研究　(若山佐一)
- 原子力施設近隣の訪問サービス事業所における防災・災害時対応に関する研究　(木立るり子)
- 緊急被ばく医療に対する態度への影響要因　(漆坂真弓)
- 放射線防護教育におけるリスクコミュニケーションに関する研究
  －学生・看護師のリスク認知と教育による変化－　(會津　桂子)

＜医療生命科学領域の研究＞　　座長　医療生命科学領域　柏倉　幾郎
- 放射線曝露個体の治療に関する基礎的検討　(柏倉幾郎)
- ヒト造血幹細胞の放射線感受性と再生に関する研究　(柏倉幾郎)
- 被ばく影響評価のための新規バイオマーカーの検索　(中村敏也，千葉満)
- 自然抗体産生 B-1a 細胞構築の観点から見た造血幹細胞移植ソースの評価　(伊藤巧一)
- 放射線被ばく者に対する混合臍帯血移植の実用化を目指して
  −混合臍帯血移植による造血機能回復のメカニズム−　(伊藤巧一)
- 放射線照射が及ぼす各種臓器への傷害作用，特に神経・感覚器などへの影響　(千葉正司)
- 化学誘導未成熟染色体凝縮法における新規被ばく線量評価指標の検証　(三浦富智)
- 化学誘導未成熟染色体凝縮法における不完全構築染色体形成メカニズムの解明　(三浦富智)
- 緊急災害被ばく遠隔医療支援システムの研究開発　(野坂大喜)
- 反復摂動原理により推定されたＸ線スペクトルの各種媒体及び軸外距離に関する適用範囲検証　(寺島真悟)
- 緊急時における環境放射線計測手法の検討　(細田正洋)

4. 講評＆総括　　桑原委員長

閉会の辞

1）平成 23 年度の活動に対する総合評価

緊急被ばく医療専門家委員会委員長　桑原幹典

本プロジェクト実施当初の試行錯誤の段階から平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災後，目指す方向性が明白になり，昨年度各評価委員によりその方向性の変更の必要性が指摘されていた。この点に関し，まず企画部門ならびに社会連携部門において，外に重きを置いた積極的な活動が繰り広げられたことは高い評価を与えるに相応しいと考えられる。また，研究部門においても，その活動を基礎に大変意義深い研究が行われ，その取りまとめも国内外に向け公表されている。ただ，片桐委員の評価にあるように，今回の東電福島事故への支援活動そのものも重要であるが，我が国の原子力災害対応における緊急被ばく医療活動も初期段階ならびに中長期対応段階では果たすべき役割が自ずと異なってくると考えられるので，緊急被ばく医療活動そのものの在り方について再度是非客観的に検証して頂きたい。

教育部門について，大学院教育で 3 名の修了者を輩出出来たことは意義あると認められるが，緊急被ばく医療支援人材育成と体制の整備の主眼は大学院教育にあることを考えると希望する学生数が少なく改善が必要である。とくに，大学院の学生数で学部からの志望がなく全て社会人入学が占めていることを考えると，本課程に対し学生に魅力を持たせることへの取組みが必要と思われる。また，今後の国際化を踏まえ，アジア地区からの大学院生を入れる等の工夫も必要かと考えられる。緊急被ばく医療に関連する大学院(本プロジェクトの場合修士課程)の存在を伝える工夫をして欲しい。

本プロジェクトの成果を積極的に国内外に発信していることに関しては大いに評価できる。すなわち，国内的には弘前大学において国内外の研究所，大学から著名な研究者を招聘し，国際シンポジウムを開催し，国内の学会等においても積極的に発表を行っている。さらに，海外でも本プロジェクトが注目され，招待されての講演を行う等，本プロジェクトが確実にその成果を実らせつつあることが窺われる。今後も，国際的な視野に立って，成果を発信し，人材を育成して頂きたい。

最後に,平成 24 年度は本プロジェクトの最終年度であり,より一層の進展が期待される。さらに，次年度以降に向けて，人材育成と体制の整備をどう持続していくか，積極的な対策が必要と思われる。今後の対策については，研究テーマの一つとして大学院保健学研究科教員にそのアイディアを募り，それをベースに検討していくことも一つの策かと考えられる。

以上

2）各部門の活動報告に対する評価

企画部門の活動について

●桑原委員長

東電福島第一原子力発電所事故を契機に活動内容を変更したことは大いに評価できる。特に，積極的に地域に放射線情報を発信したことは本目的に大いに合致していると判断される。また，弘前大学被ばく状況調査報告や海外の研究者を交えての放射線看護についての研究会を開催するなど，国内に留まらない情報発信についても大いに評価される。将来的に放射線看護学会の設立に向けての行動を開始していることに関しては，更なる進展を期待したい。

●河内委員

福島第一原子力発電所事故に関連した調査研究等，弘前大学保健学研究科が取り組んだ活動について，報告会や講演会を通じて積極的に外部に対して発信したことは高く評価できる。特に看護活動については，緊急医療活動や避難住民への対応等において重要な役を果たす場面が多く，その成果が放射線看護学会設立に向けた活動に繋がっていると思われる。また，国外への発信もあり，積極的な活動が行われたと感じた。

●近藤委員

放射線看護学会・研究会の企画は，医療現場でも期待されており，是非，進めていただきたい内容です。特に，看護師教育の中では，放射線教育は一部の大学を除いて，殆どされていません。特に体系化された，教育は皆無でしょう。医療現場の第一線で活躍する看護師さんは，放射線についても，患者さんからの最初の相談の窓口になります。ご自身の放射線防護のためにも，放射線看護学の充実を望みます。

●片桐委員

・東電福島事故を踏まえ，これまでの自らが学ぶ視点から，外部に対する情報発信に重きを置いた積極的な活動が繰り広げられたと評価出来る。
・東電福島事故に対して，弘前大学として活動してきた被ばく医療活動を通した経験を関係者間で共有すること，さらに，一般の方々に対して基礎知識を持ってもらう場を設ける等，今後の展開から見ても有意義な活動である。
・今後，弘前大学が地域三次被ばく医療機関として中心的な役割を果たして行くべきであることを考えると，今回の東電福島事故への支援活動そのものも重要であると思われるが，我が国の原子力災害対応における緊急被ばく医療活動（初期段階，中長期対応段階では果たすべき役割も異なってくる）そのものの在り方について，客観的に検証してみることが重要で，そのプロセスを経る事により，青森県としての緊急被ばく医療体制をどのように構築すべきかにも大きな役割を果たす事に繋がるばかりでなく，人材育成として何をすべきかが明らかになってくると考える。
・将来の国際的連携を意識すると，今回，放射線看護研究会開催により国外の専門家と交

流を図ったこと，また，海外の招待講演を行った事は有意義であり，今後の継続した展開を期待したい。

●太田委員

今までの活動成果を放射線看護学会として継承，発展させていくアイディアは評価できる。この分野における中核となることを期待する。

教育部門の活動について

●桑原委員長

学部教育に関しては，多様な分野の学生が受講しており，成果は上がってきていると思われるが，大学院教育では 2 年間で 4 名しか被ばく医療コースを受験していなく，しかも保健学科からの選択者は 0 になっている。本プロジェクト事業の事業名は「緊急被ばく医療支援人材育成及び体制の整備」であり，したがって，人材育成の面から考えてこの数は少ないと言わざるを得ない。体制の整備という観点から考えると，現職者教育の充実がそれに当たると考えられ，一定の評価が与えられる。

●河内委員

緊急被ばく医療に関連する学部教育，大学院教育共にカリキュラムとしては充実した形で整備され，進められていると思う。気になるのは，大学院の学生数で，社会人入学が大方を占めている。学部からの応募が少ないことが気になる。緊急被ばく医療支援人材育成の体制整備の主眼は大学院教育にあったのではないか。学部教育で，より興味・関心を惹く内容とあるが，これは教育の効果を上げるのに大切なことではある。しかし，緊急被ばく医療の重要性と専門的知識の必要性，未知の新たな分野を開拓する魅力を伝える方法は無いのであろうか。緊急被ばく医療に関連する大学院の存在を伝える工夫が欲しい。

現職者教育については，弘前大学の機能を活かしながら，福島派遣の経験も活かしたプログラムを含める等，工夫がみられる。今後，学会関係や関連病院等への周知を図り，参加者の層を広げ増やす工夫も必要ではないか。

●近藤委員

弘前大学は，本分野の教育の層が厚くなり，既に，修了生を輩出される等，プログラムの進展への貢献は高く評価されます。但し，現行の人数が限定的ですので，国際化を踏まえて，アジア地区からの大学院生を入れる等，今後の工夫が望まれます。

●片桐委員

・計画的に取組み，修了生を輩出するなど具体的に展開されている事は評価出来る。
・学部教育に関して，「放射線防護の基礎」は，東電福島事故の経験を踏まえると，正しく放射線を理解し付き合う観点からも極めて重要であると考える。ただ，約 25%の学生は更に詳しく知りたいと考えていない事を考えると，興味を持たせるための更なる講義方法等の改善に努めてほしい。また，試験内容は承知していないが，重要度に見合う試験の難しさが有っても良いとも思われる。

・24 年度計画の専門教育である「医療リスクマネジメント」に関して，具体的内容の紹介を受けてはいないが，本プロジェクトとの関係から，緊急被ばく医療対応としてのリスクマネジメントに焦点が当てられるべきでは無いか。
・大学院教育で 3 名の修了者を輩出出来たことは活動として意義あるものであるが，希望する学生数が少なく改善が必要では無いか。本課程を修了することが，具体的な形で将来に繋がると言う魅力を持たせることへの取組みが必要と思われる。
・現職者教育として重要視すべきは知識より技能習得であると考える。シミュレーション内容の詳細が不明であるが，災害対応場面において，自らが置かれる立場を想定出来，そこで対処すべき流れを理解出来るようなリアリティーを持たせた内容にして行ってもらいたい。

●太田委員

教育陣の育成を図りながら，教育，研修等を弘大プロパーで賄えるように努力している姿勢は評価できる。

社会連携部門の活動について

●桑原委員長

学外への本プロジェクトの積極的な紹介により日本衛生検査技師学会会報にその概要が掲載されたことは大変喜ばしい。また，本被ばく医療プロジェクトについての東日本大震災後の認識の変化を県内各病院で実施した結果の報告は誠に興味深かった。本プロジェクトの周知度は上がっていても，自身の病院の緊急被ばく医療への関わりを「無し」とする解答が依然として多いのは，今後緊急被ばく医療の重要性を訴えていく上で大いに参考になろう。最後に大学院被ばくコース修了者を考慮した出口調査について，本コースそのものの周知度が低いこともあり，雇用の可能性は高くはないが，今後この様な調査を続けることが周知度を高めることになると思われるので，さらに進めていくことが望まれる。

●河内委員

この部門は，本プロジェクトの社会への周知を図ることと，大学院生の受皿調査と言ったところであるが，調査結果では，僅かではあるが前進がみられる。特に，東日本大震災後の意識の変化が伺える点，予測通りとはいえ，追い風である。

注目されるのは，英語版パンフレットであるが，海外へのアプローチは大きな進歩である。福島での経験も踏まえ，日本の海外への原子炉の展開も考える時，海外の関連事業所職員に対する研修を企画する必要もあるのではないか。原子炉を提供する日本企業，あるいは国の援助を得るような努力をしてみてはどうか。

●近藤委員

本プログラム遂行に際して，社会との連携は特に重要で，プログラム発展への貢献は高く評価されます。今後は，英語版ＷＥＢ公開の早期実現と大学による入学者支援を合わせて，国際化の充実が強く望まれます。また，今後，事業所や医療機関のみならず，行政と

の連携が重要ですので，市町村，県等との連携を深めていただければと存じます。

●片桐委員

・日本作業療法士協会，日本臨床衛生検査技師会との連携を目的としてプロジェクトの理解を得る取組みが進められて来ているが，先ず，具体的にどのような形での連携を求めたいのかについて明確にすることが必要と思われる。

・一般的に，現実の問題として，医療機関の意識は，原子力災害対応に対する自らの係わりについてはどちらかと言うと後ろ向きの意識（放射性物質による汚染患者を受け入れた際の責任を取りたくない，風評等の被害を受けたくない等）が強い様に感じられる。しかし，住民との直接的な接点を持つ初期被ばく医療機関の果たすべき役割（例えば，災害時の住民の不安解消への貢献）は極めて大きいものと思われる。東電福島事故においても，今後のこれら機関の果たすべき役割の重要性が再認識されている。この観点かも本活動は重要な位置づけにあり，青森県と一体となり，緊急被ばく医療体制の在るべき姿を目指して行ってもらいたい。

●太田委員

活動が活発になれば，自ずと社会の認知度，評価は向上すると思われるが，H23 年度の活動は若干形式的なものであるような印象を受ける。地元のさまざまな機関（単に，原子力，医療などの施設だけではなく，農協や学校なども含めて）とのさらなる連携の強化を期待する。

国際シンポジウム実行委員会の活動について

●桑原委員長

国際シンポジウムを定期的に開催し，国内外の研究者との研究交流を通して国内外の情報収集に務めるとともに，本プロジェクト研究内容を国内外の著名な研究に披露することで，客観的な評価を得ようとしている。国際シンポジウムの開催は研究内容の質の向上に繋がることから，これを企画し，実行する委員会には大いに敬意を表したい。

●河内委員

第 3 回まで実行してきた国際シンポジウムも，毎年実施することが定着してきたといえる。次年度に向けた第 4 回の実行委員会も既にプログラムを検討している段階で期待される。今後も定期的に継続されることを期待したい。

●近藤委員

国際シンポを実施され，特に若手教員が積極的に発表・討論される形ができたことは，大きな財産です。このような企画は継続が重要ですので，可能な限り続けていただければと思います。ややもすると，弘前は地理的に参加しにくい状況ではありますが，いかに参加者を増やす（例，参加者にも短時間の発表の機会を与える等）か，工夫が求められます。

●片桐委員

国際シンポジウムを継続企画し 3 回に亘って実施してきたことは評価出来る。当初は，国際的な経験を吸収する場として設けられてきた感があるが，回を重ね，テーマを絞っての活発な意見交換，大学関係者の国際会議でのプレゼンの場として活用されてきており，第 4 回シンポジウムでは，本プロジェクトの主題である「緊急被ばく医療に係る人材育成」に着目し，次のステップに繋がる取組みを計画しており期待したい。

研究部門の活動について

＜概評＞

●桑原委員長

大学院保健学研究科教員に本プロジェクトに関する研究テーマを募集し，適正な研究費配分に基づいて実施する本研究体制は，その内容から判断して，大きな成果を挙げているものと判断される。どの研究課題においても，研究に積極的に向かう姿勢が感じられ，その成果も大変質の高いものになっており，本プロジェクトを大いに促進させる要因となっている。以下，各研究テーマについて講評する。

＜各研究課題報告の要旨と専門家委員会委員からのコメント＞

■放射線治療を受ける患者の日常生活上の問題点と QOL について

西沢義子，野戸結花，小倉能理子，山辺英彰，細川洋一郎，他

【要旨】

はじめに：放射線治療は細胞の DNA に障害を与える事で腫瘍細胞にダメージを与える治療であるが，正常細胞にも同様にダメージが加わる。そのため，副作用である急性放射線障害は，患者に身体的・精神的苦痛を与え，QOL(Quality of Life)の低下の一因となりうる。

目的：がん患者の放射線治療による急性放射線障害および照射前後の QOL の実態を明らかにする。

方法：症状日記による症状の把握，SF-8TM による QOL の測定などである。QOL の測定は，照射開始前，照射終了後，終了 4－6 週後に実施した。

結果：1．乳がん患者：対象者数は 68 名である。症状については，①出現率の高い症状は倦怠感 54.4%，疼痛 69.1%，皮膚炎 63.2%，掻痒感 58.8%で，その症状の程度はほとんどが Grade 1 であった，②倦怠感は早期から出現し，照射期間中継続していた，③疼痛は，1 週目に増加し，以降は皮膚炎の上昇とともに 3 週目以降に増加した，④掻痒感は皮膚炎に続いて上昇する傾向が認められた。QOL については，①すべての調査時期で日本国民標準値(女性)よりもやや低いが，照射前に比べ QOL 得点が低下しなかった，②照射前にくらべ，身体機能に関する QOL が時間の経過とともに改善された，③QOL には，年齢，職業の有無，症状数や強さが関連していた。

2．頭頸部がん患者：対象者数は 12 名である。放射線治療により全身症状と局所症状が早期から比較的強く出現し，QOL 得点が低下していることが明らかとなった。

3．前立腺がん患者：対象者数は 13 名である。放射線治療により QOL 得点は低下しないことが明らかとなった。しかし，照射中の症状の程度と QOL とは負の相関が認められた。

考察：皮膚炎は照射量が 20-30Gy に達した頃より発現し，痛み・掻痒感は，皮膚炎に後発して起こっていると考えられる。頭頸部がん患者は，放射線治療により QOL が低下したが，乳がん患者および前立腺がん患者の QOL は低下しなかった。頭頸部がんでは，有害事象の発現数も多く程度も重いため，QOL が低下したと考えられる。有害事象の症状の程度と QOL は負の相関を示しているため，症状を軽減し，QOL を向上させるために早期からの看護介入が必要である。

●桑原委員長

放射線治療を受けた患者の QLO を頭頸部および前立腺治療の患者に分けて調査し，それぞれの特徴が明らかにされている。QLO 向上のため早期介護介入の必要性を説いているが，今後，照射部位の相違を考慮し，どの様な方法が可能であるか検討して頂きたい。

●河内委員

放射線治療を受けた患者の急性放射線障害や精神的苦痛に対する看護の在り方を検討する上で，大切な研究課題である。結果は，放射線治療の従来から言われている，すなわち，教科書にある内容と大きな差は無いが,症状の変化と QOL を結びつけている点注目される。

欲を言えば，症状を見る際，照射する標的体積（治療計画の段階で求められる筈）を対照射の背景に加えて欲しかった。照射体積の大小は結果に影響すると思われます。是非ご検討下さい。

●近藤委員

日本放射線腫瘍学会でも，治療とＱＯＬの関係は重要視しており，さらに研究の発展が期待されます。

●片桐委員

放射線治療の重要性と受けるリスクを相対的に見る事は出来ないが，ある程度の症状発症は避けられない。ここで，放射線治療患者の苦痛を理解した看護師の適切な対応は医療活動として大きな位置を占めるものと思われる。今後，具体的にどのような看護が必要であるかを明らかにして活動を継続していくことが重要であり期待したい。

●太田委員

治療開始前から終了後まで継続的に患者の QOL を調べ，その変化を明らかにしたことの意義はあると考える。ただ，この成果が単独に終わっては価値は少なく，先行研究などのレビューに基づくメタアナリシスによる，より普遍的な成果に発展させるための今後の取り組みを期待する。

■地域における健康危機管理システム構築のための保健師に関する研究－東日本大震災での地方自治体および保健所保健師の役割－

北宮　千秋

【要　旨】

平成23年度は，3月11日の東日本大震災の発生により，研究計画の大きな変更を余儀なくされた。被災現場がある程度落ち着きを取り戻すのを待っての調査となったため，調査の実施を終えた段階である。今年度は昨年度に引き続き，茨城県で保健師に対する面接による調査を2012年2月に実施した。被災後における放射線災害に対する心構えの変化や体制への反映について調査を行うと共に，避難所での保健師活動，震災後の福島県からの避難者への対応について6施設8名を対象に調査した。あわせて，茨城県は唯一保健所主催による放射線に関する研修を県および市町村職員に実施している。その実施状況についても，研修に参加することで確認した。今年度の調査については，平成24年度に分析の予定である。

また，上記調査において，茨城県に災害当初福島県からの多数の被災者が避難し，茨城県でも避難者に対するスクリーニングが行われたことが確認できた。その活動に保健師が参加した事実から，2012年3月に水戸保健所および日立保健所の保健師計6名に対する面接調査を行う計画を説明し，実施に向けて茨城県保健福祉部保健予防課長からの協力を得られることとなった。3月に調査を行う予定である。

今年度の調査をもとに，平成24年度は調査データの分析を行っていく予定である。また必要に応じて，追加調査の実施を検討する。昨年までの調査の成果は平成21年度調査が日本公衆衛生学会誌に掲載され，平成22年度調査はRadiation Emergency Medicineに掲載（印刷中）された。

●桑原委員長

今年度の研究において，東日本大震災後の被災地での保健師の行動についての調査が実施されたことは大変意義深いと思われる。被災地における保健師の役割を考える上で重要と思われるので，出来るだけ早い結果の公表が望まれる。

●河内委員

茨城県の保健師を中心に実施した放射線災害対応に対する聞き取り調査であるが，住民の不安軽減を重視した活動と組織の一員としての研修の重要性も挙げられていた。これは，現職者に対する繰り返しの研修の必要性を裏付けるもので，人材育成プログラムの重要性につながる。

●近藤委員

最前線で活躍される保健師さんの活動に注目されたのは，高く評価されます。人数は少ないですが，問題点を上げ，調査結果が定量化により比較できるとよいと思います。

●片桐委員

緊急被ばく医療対応として最も重要であり難しさを持っている活動は，放射線不安を抱く一般の方々のケアであり，その実施面で大きな役割を果たすのは保健所の方々であることは過去の事例を見ても明らかである。平時からの活動の在り方も含め，保健師が緊急被ばく医療活動の仕組みの中でどのような役割を果たす事が求められるかを掘り下げてトータルとしてのシステム構築を図ってほしい。

●太田委員

研究成果を一つ一つ論文としてPublishする姿勢を評価する。ただし，この研究がとらえようとしている保健師の役割が，当初は災害に備えた将来のあり方であったと思われるが，福島原発事故により，現実への対応へ大きく方向転換しているように思われる。本プ

ロジェクトの最終年度を迎え，最終的に何を目指そうとしているのか再検討をし，体系的な成果になるようにとりまとめられることを期待する。

■被ばく事故等による放射線障害に対するリハビリテーションの基礎研究
―被ばく患者に対するリハビリテーションの必要性と可能性に関する調査―

對馬均，成田大一，小枝周平

【要旨】

昨年度までは緊急被ばく医療におけるリハビリテーション(リハビリ)の必要性と可能性を探るため，過去の被ばく事故例についてリハビリの視点から文献レビューを行ってきた 1)。その結果，大線量の被ばく患者には，放射線皮膚障害に焦点を当てた可動域訓練が重要と考えられた。

一方，東日本大震災を契機とする福島第一原子力発電所の事故によって発電所周辺の多くの住民が避難した。避難所生活が長期化するにつれて，高齢者を中心とした住民の健康問題が顕在化してきた。このことから，緊急被ばく医療体制を考える中で，放射線を直接受けた患者だけではなく，避難所生活者の健康問題に対するリハビリも必要ではないかと考えた。

そこで，本年度は，原子力発電所の事故により避難所生活を余儀なくされた者に対するリハビリの必要性と重要性について検討することとした。その結果，避難所生活者に対するリハビリの対象には深部静脈血栓症と廃用症候群が挙げられ，いずれの症状も災害後数日からの積極的な運動療法が推奨された。加えて，原子力事故という特性上，放射線に関する正しい知識と情報を持って避難所生活者に対応し，不安を少しでも軽減できるように配慮する必要があることが示唆された 2)。

さらに本年度は，被ばく患者のリハビリの介入効果や介入時期を検討することを視野に入れ，他専攻の先生の協力の下，被ばく患者の放射線障害病態モデルを作成のための基礎的な技術習得や実験環境の整備，基礎データの収集にも力を注いできた。これが実現すれば，被ばく患者に対するリハビリのエビデンスを確立する上で非常に重要な研究となると考えられ，継続して進めていきたい。

上記については，以下で発表した。

1)小枝周平，成田大一，對馬均:被ばく患者に対するリハビリテーションの現状と展望（第一報）－文献レビューによる検討－.医学と生物学 155(4),203-209,2011.
2)Koeda S, Narita H, Tsushima H: A Literature Review of Health problems among Nuclear power Disaster evacuees: Common conditions, Treatment, and Rehabilitation. Radiation Emergency Medicine 1,88-92,2012.(掲載予定)
3)Narita H, Koeda S, Tsushima H: Rehabilitation targeting disuse syndrome in the elder evacuee following radiation exposure accidents : Literature review, The 3nd International Symposium on Radiation Emergency Medicine in Hirosaki University.
4)成田大一，小枝周平，對馬均：災害時における避難高齢住民をめぐる“生活不活発病”(廃用症候群)とその対応．第 11 回弘前大学総合文化祭「知の創造」，ポスター展「緊急被ばく医療人材育成プロジェクトの紹介」

●桑原委員長

本研究テーマにおいても，東日本大震災を契機に調査対象を原子力発電所周辺の避難住民に変更しており，研究内容をより意義深いものにする正当性を与えている。結果は，放射線被ばく有無に関わらず，深部静脈血栓症や廃用症候群などがリハビリの対象になり，発症予防としての運動療法の必要性とともに放射線などの原子力事故の特徴に関する知識を持って避難民に対応することの必要性も明らかにしている。次年度の計画として，放射線による皮膚，筋障害病態モデルの作成をあげているが，是非実現して欲しい。

●河内委員

緊急被ばく事故に対応したリハビリテーションの必要性について，従来，大線量被ばく者の皮膚障害に焦点を当てた可動域訓練の重要性が述べられてきたが，東日本大震災に続く福島第一原子力発電所事故による，多くの避難住民の長期にわたる避難生活による健康

問題に対するリハビリテーションの重要性も浮き彫りになった。

今後，このような長期避難生活者に対する健康障害へのリハビリテーションは，色々な角度から研究テーマとしても重要になることと思われる。

東海村 JCO 事故における被ばく患者の皮膚障害検討には，不均等被ばくの線量評価も考慮すると面白いかもしれない。

●近藤委員

筋肉組織と放射線感受性，またリハビリ（生理機能）の関係は重要であり，さらに研究の発展が期待されます。

●片桐委員

本研究の当初計画では高線量被ばくを受けた患者のリハビリテーションであったと理解している。高線量被ばく事故事例が極めて少ないと言う壁が有るが，今回の基礎調査に関しては，避難を余儀なくされた方々の被ばく線量は，研究対象に比べると極めて低いレベルにあり，むしろ，長期的な避難に伴う精神的ストレスが大きい様に感じる。放射線への不安はあると思うが，このような環境下での支配要因についての整理が必要かと考える。

●太田委員

前項の研究と同じく，原発事故を契機に研究の方向が大きく変わったように思われる。むしろそのお陰で，テーマとしては一般災害にも適用可能なものに方向修正できたように思う。最終年度を迎えて，きちんとした成果を出すことを期待する。

■緊急被ばく医療人材育成の実施前後の教育効果，評価に関する研究

若山　佐一

【要　旨】

1. 大学院被ばく医療コース修了者の就職等に関する調査

いわゆる出口調査を，全国の原子力発電所設置電力会社原子力部門及び事業所，設置市町村，関連機関など 70 余施設に調査票を送付し，現在回収中，そのうちの数箇所には現地調査にて面接調査も実施予定（年度内実施予定）。回収率は例年よくないため，実施対象や方法について再検討する必要があると考えている。

2. 人材育成教育の評価，効果について

1) 学部教育

今年度で 2 年目を迎えた放射線技術科学専攻を除く 4 専攻の履修指定科目（必修と同じ扱い）として「放射線防護の基礎」を 1 年前期前半に 1 5 時間 1 単位で実施した。

授業実施後に授業に対する意見を自由記述にて，9 割以上から回答が得られた。東日本大震災，福島原発事故の影響は大きく，昨年度より関心が高いことが示されている。授業成績では昨年度と著変はない。来年度から 3 年次の 5 専攻共通専門授業「医療リスクマネジメント」において緊急被ばく医療や放射線に関する内容を含む専門授業が開始されるに当たり，開始時に 1 年次に実施した内容の知識の保持や理解について把握予定。

2) 現職者教育と大学院教育

教育部門や他の研究者が実施しているので今年度はこれらの対象には調査を行わなかった。

●桑原委員長

今回のアンケート調査は福島第一原子力発電所事故後に実施されているにも関わらず回収率が低いことが問題としてあげられるが，回答されたものには本プロジェクトに関し肯定的であること，大学院修了者の就職先では新たな職種，職域が見られなかった事など，

興味ある内容も伺える。また，放射線防護の基礎による教育効果についても，福島第一原子力発電所事故前後で異なった結果が得られていることから，一定の成果が得られているものと思われる。

●河内委員

緊急被ばく医療人材育成の教育効果を調査している。教育効果についても福島第一原子力発電所事故が影響しているのは興味深い。関心を持って講義に臨むことの重要性が伺える。自由意見の中で，授業内容の重複に関連して，その内容の重要性と捉えている者と，重複を減らし内容を深めて欲しいとの意見があるが，教職員間で連携を深め内容の充実を図ることは重要と思われる。

●近藤委員

事業の客観的評価は重要です。回収率が低い際には，口頭でも個別に説明，依頼するなどの工夫が必要かと思います。

●片桐委員

教育部門でのコメントに同じ。

●太田委員

本プロジェクトを契機に，大学の正規科目として，学部授業に 1 単位科目を設置したことは高く評価される。本研究課題はその成果の評価であるが，教育項目，教育方法，成果等について教育学的に体系的な評価かできるような努力と工夫が必要である。本報告は，単なるアンケートのまとめであって，評価とは言い難い。

■原子力施設立地県内の訪問看護ステーションにおける防災・災害時対応に関する研究

木立　るり子

【要　旨】

1. 調査結果報告書作成・送付

平成 21 年度に関東以北の原子力施設立地道県における訪問看護ステーションを対象として実施した質問紙調査の報告書冊子を作成し，調査時に報告書の送付を求めていた事業所，および，平成 23 年度調査対象事業所に送付した。

2. 東日本大震災後の調査

原子力施設立地県道において，施設の近隣市町村の訪問サービス事業所で働く看護，介護職者が，東日本大震災を経験した上で，災害・放射線災害に関する認識と対策を明らかにすることを目的に，第一段階の質問紙調査，第二段階の面接調査を行った（大学院生研究）。

質問紙調査の結果は，放射線への興味関心は高いが，知識があるとはいえず，学習の機会は持てていないことが明確になった。面接調査の結果では，「これまで以上の災害を想定した対策を実施する必要性」「震災での課題を体制として整備していく必要性と困難さ」「震災で経験した風化させたくない危機感」の 3 カテゴリーが抽出され，在宅ケア担当者の認識から以下の課題が導かれた。(1) 利用者や事業所内のスタッフとの間でも防災に関する認識に差があり，どう働きかけるかが課題である。(2) 多くの在宅ケア提供者が原子力への知識の不足を実感しており，定期的な学習機会を増やすのみならず，参加できる体制が求められる。(3)停電による通信障害に対応可能な柔軟な対応策を含め，これまで以上の規模の災害を想定した防災マニュアルが必要であり，近隣の自治体の協力，受け入れ体制の整備が求められる。(4)個々の事業所が把握している個人情報を扱ううえで公共機関との連携の整備が求められる。(5) 経営母体の方針に左右される事業所の問題として，防災マニュアルの策定・改訂が進まないことや，独自の行動ができがたいことがある。 (6) 東日本大震災を契機に生じた認識の変化や記憶，危機感も時間と共に薄れていくため，それらを風化させないよう課題を明文化，システム化し，定期的に見直していく必要がある。

●桑原委員長

平成 23 年度の研究の主眼は，福島第一原子力発電所事故を契機に訪問サービス事業所で働く看護，介護職者の災害とくに放射線災害に対しどの様な認識を抱いていたかを明らかにする目的に置かれている。放射線災害を含めた災害を想定した訪問看護，介護の在り方を改めて整備する必要性があるとの結論は大変興味のあるもので，外に向けて大いに発信して頂きたい。

●河内委員

訪問サービス事業所における看護・介護職者に対する調査結果から，貴重な意見が纏められており，国や自治体が新氏に取り組むべき課題と考えられる。一方で，看護・介護職者が実感した防災や原子力に関する知識の不足を如何に解決するかは，それらの人々に対し如何に適切な研修機会を提供し，参加できる体制を組むか，自治体との協議なども含めて努力が必要である。

●近藤委員

訪問看護者の在り方など，調査結果が，行政に生かされると良いと思います。

●片桐委員

東電福島事故を契機に原子力安全委員会により防災指針の見直しが行われた。その見直しにおいて，これまでの考え方と大きく異なる点は避難範囲の拡大で，地域によっては対象者が 100 万人を超える所もある。これまでも，災害時要援護者対応は地域の防災対応にとって大きな課題であったが正面から対策が取り組まれてきた事はほとんど無かった。このような状況に加え，対象者が増えることから，明らかに介護が必要な方々への対応の在り方の整理が必要であり，先ずは実態を把握し，今後の在り方（人材育成も含め）を検討して行く事は，実務に通じる有意義な研究であると考える。

●太田委員

あまりスポットが当たらない訪問ステーションに注目した地道な研究としては評価できる。テーマが，もし将来の大災害への備えに関するものなら，災害弱者の把握と実際の避難態勢の検討に向けた成果がでるように今後の研究を進められることを期待する。

■緊急被ばく医療に対する態度への影響要因

野戸　結花，西沢 義子，一戸とも子，山辺　英彰，小倉能理子,漆坂　真弓，北島麻衣子

【要旨】

緊急被ばく医療に対する態度および態度に影響を及ぼす要因を明らかにする基礎研究として研究１・研究２を実施した。

●研究１　原子力災害発生に伴う放射線イメージの変化

目的：東日本大震災により誘発された原子力発電所事故が看護者の放射線に対するイメージに及ぼした影響を明らかにする。

方法：看護学生 501 名と看護職者 207 名に 2010 年 2 月（災害前）と 2011 年 5 月（災害後）に留置法による質問紙調査を実施。

結果・考察：学生では原子力災害発生前では，学年が進むと《情緒性》に関連する放射線イメージが肯定的になっていたが，災害後は否定的な捉え方に変化した。また学生に比べ看護職者は放射線に関して肯定的なイメージを有し，災害後は《情緒性》,《確実性》は否定的イメージに移行したものの，《有用性》の肯定的イメージは変化していないことが示唆された。

●研究２　緊急被ばく医療における看護職者の態度尺度の開発

目的：緊急被ばく医療に対する態度を測定するための尺度を作成し，信頼性・妥当性を検討。

方法：当該事象に比較的身近である看護師への半構成的面接調査で得られたデータの分析結果，先行研究の結果，研究者のブレインストーミングにより態度尺度の項目を抽出し原案を作成した。予備調査後に尺度の修正を行い 35 項目 5 段階評価の尺度を作成した。全国の一次・二次・三次被ばく医療施設の看護部（78 施設）に調査協力を依頼し，協力が得られた 31 施設 798 名の看護師に質問紙を送付した。

結果・考察：403 名から回答を得，尺度項目の全てに回答している 376 部を分析対象とした。天井効果・フロア効果のあった 4 項目を除いた 31 項目を対象に主因子法･プロマックス回転による因子分析を行った。固有値 1 以上で因子抽出し，当該因子にのみ 0.4 以上の因子負荷量を示した項目群を用いて 3 下位尺度 26 項目からなる尺度を作成した。

●平成 24 年度計画

作成した態度尺度を用いて調査を実施し，緊急被ばく医療に対する態度に影響する要因を明らかにする。

●学会発表

1) 野戸結花，小倉能理子，漆坂真弓，北島麻衣子，西沢義子，一戸とも子：原子力災害発生に伴う放射線イメージの変化．第 31 回日本看護科学学会学術集会．高知市. 2011.12.2-3

2) Mayumi Urushizaka, Yuka Noto, Noriko Ogura, Maiko Kitajima, Yoshiko Nishizawa, Tomoko Ichinohe, Hideaki Yamabe: Study of the radiation image in nurses between before and after the disaster. 15th EAFONS, Singapore, 2012.2.22-23

●桑原委員長

緊急被ばくにおける看護には，豊富な専門的知識・技術の習得を基本とした信頼の構築が必須である。その点を考慮し，被ばく医療に関わる看護識者およびその予備軍としての看護学生の意識調査は重要であり，特に原子力災害前後における放射線イメージの変化を正確に捉え，今後介護識者の意識改革にどの様に活かすかを検討して頂きたい。

●河内委員

原子力災害発生に伴う放射線イメージの変化で，情緒性，確実性に対して否定的イメージに推移したが，有用性に関して肯定的イメージは変化が見られなかったことは興味深い。放射線に対する不安と危険性を認識しながら，医療に携わる看護師は，放射線が医療に不可欠のものと認識しているからで，原子力とは区別しているのだろうか。

●近藤委員

学内の理解度は深まっていますので，今後他学でも実施され，緊急被ばく医療に対する看護関係者の態度を比較されると興味ある結果となります。

●片桐委員

知識，経験が豊富な集団とそうでない集団では態度に変化が見られるのでは無いでは無いか。また，広島，長崎とそれ以外もしくは原子力施設立地県とそれ以外と言った地域によっても違いが見られると思われる。そのような実態が何に起因しどのように克服するかまでの評価につながれば，今後の積極的な緊急被ばく医療への取組みに繋がるものと思われるので期待したい。

●太田委員

単なる尺度開発に終わらず，今後は，開発した尺度の活用法についても検討を進められたい。

■放射線防護教育におけるリスクコミュニケーションに関する研究
―学生・看護師のリスク認知と教育による変化―

井瀧千恵子　冨澤登志子　扇野綾子　會津桂子

【要旨】
目的：今日，医療従事者には適切な放射線防護の実践や患者への対応が求められている。放射線防護の実践には，放射線リスクに対する不安，恐怖など（以下放射線のリスク認知）が大きく影響する。リスク認知の形成にはメディアからの影響が大きいことも報告されているが，2011年3月に発生した原子力発電所における事故以来，医療従事者や学生も放射線に関する様々な情報をメディアから得る機会が多い。本研究は，原子力事故前後の入学時点における学部学生のリスク認知に関する相違および学習による変化，学部学生の放射線リスク認知への影響要因について明らかにすることを目的とした。
方法：①対象；平成22年度入学の保健学科1年時学生および，平成23年度に本学保健学科に在籍している学生のうち協力の得られた学生　②研究方法；アンケート調査　③アンケート実施時期；１年時学生は，前期「放射線防護の基礎」講義の初回時および最終時，他学年は前期6～7月
結果および考察：①入学時点のリスク認知；放射線に関する恐怖・知識の難しさ・興味は，23年度入学生の方が22年度に比べ高かったが，医療場面における放射線のリスク認知は23年度の方が低かった。　②学習による変化；22年度・23年度ともに講義後は怖さ・知識の難しさ・興味共に低下していたが，23年度は22年度ほど低下していなかった。放射線に関する理解度は，23年度は講義後に上昇したが，22年度は低下していた。　③リスク認知に影響を及ぼす要因；放射線に関する認知および放射線リスクイメージ（Slovic，1986）について重回帰分析を行った。放射線リスクイメージの「未知性因子得点」の高い者や新聞や雑誌から情報を得る者ほど放射線リスクイメージの「恐ろしさ因子得点」が高く，学校で授業を受けている者，人体への影響の理解度の高いものほど「恐ろしさ因子得点」が低かった。学部学生の放射線リスク認知の形成には，原子力発電所事故やメディアによる影響が大きく，高校までの教育で放射線の正しい知識が不十分な学生や入学以前からメディアによる情報を得ている学生は放射線に対する恐怖が大きく，学習によってもリスク認知が低下しにくいことが示唆された。また性格特性による学習効果の影響はなく，学校できちんと放射線の知識を身につけていることが情報を取捨選択し，適正なリスク認知を維持するうえで非常に重要であることがわかった。現在，全国の現職看護師へ調査を依頼しており，今後は，看護師の放射線リスク認知についても分析をしていく。

●桑原委員長

放射線防護教育による学生・看護師のリスク認知度の変化リスクコミュニケーションの必要性についての本研究は緻密に計画されており，原子力災害前後での結果は大変興味が持たれる。今後は全国的に調査範囲を広げるということであり，大いに期待したい。成果を学術誌や学会等で発表されており，そのアクティビティを高く評価したい。

●河内委員

放射線リスクの認知には，メディアからの情報による影響が大きく，学生は，高校から

教育されたこと無く知識の不十分な場合には，学習によってもリスク認知度が低下しにくい。一方，高校で正しく放射線の教育を受け身につけている者は，メディアの情報も正しく取捨選択し，適正なリスク認知を維持している結果となっている。放射線防護教育の必要性を裏付ける結果となっている。

●近藤委員

リスクコミュニケーションについても，全国規模で比較されると興味ある結果となります。

●片桐委員

東電福島事故時の対応でも問題であったように，災害時に社会混乱を引き起こす要因の一つに関連する情報の発信側と受信側のミスマッチが考えられる。今回の事故の前後での意識の変化を解析されているが，どのような情報をどこから，どのような形で得たのか等によっても意識の変化は見られるし，受け手側がどのような知識レベルにあるかによっても変化すると思われる。これらも含めて研究素材を整理して，最終的に，平時からの教育，コミュニケーションの在り方等の整理に繋げていって欲しい。

●太田委員

外部被ばくに対するリスク認知については，ある程度構造が明らかになったと思われる。昨今，内部被ばく，食品汚染に対する不安が増大しており，外部被ばくとは構造が異なると予想される。これらの問題にも取り組まれることを期待する。

■放射線曝露個体の治療に関する基礎的検討

○柏倉幾郎，伊藤巧一，門前暁，吉野浩教，寺島真悟
中野学，千葉満，中野光，石川純也，山口平
環境科学技術研究所・廣内篤久，田中公夫

【要旨】

個体への高線量放射線曝露時には，造血組織，腸管粘膜や皮膚など生体幹細胞を含む再生能の高い組織の障害軽減や再生を目的とした治療法が最優先課題となる．造血機能再生においては，造血幹細胞移植が効果的である事がこれまでの事故例で示されているが，腸管粘膜や皮膚への効果は期待できない．また，数十人から数百人規模の患者が発生した場合には，速やかな対応という点から造血幹細胞移植は不適当であり，初期治療としては薬物治療が最も迅速に対応できる．しかしながら，過去の事故例で効果的であったサイトカインのほとんどは国内での承認医薬品ではないため，緊急時の対応に必須な常備性といった点からは問題がある．従って，国内在庫が豊富な医療機関が常備している国内承認医薬品により放射線障害軽減や再生効果が得られれば，こうした問題はクリア出来る．本研究では，現在臨床応用されている国内承認医薬品の効果的な組み合わせにより，放射線曝露個体の治療特に消化管と造血機能に対する最適な治療方法開発をマウスモデルで検討することを目的としている．

本年度は，137Cs g線 7 Gy全身照射マウスの30日生存率を指標に，各個体の体重変化，末梢血球数，骨髄細胞数，骨髄中の前駆細胞数及び各種発現抗原を解析した．医薬品には，造血薬であるエリスポポエチン（EPO），顆粒球コロニー刺激因子G-CSF及び血小板減少症治療薬romiprostim，蛋白同化ステロイド（nandrolone decanoate, ND, 19-nortestosterone）を用い，これら混合カクテルを照射マウスに投与した．一連の実験は環境科学技術研究所で行った．本年度3回の照射実験から，以下の点が明らかとなった．

1)7 Gy照射マウスではおよそ10%が27日間生存後30日目には全て死亡するが，romiprostim の濃度を昨年度の50倍に増加し，ND投与を2回にしてEPO+G-CSF+romiprostimを5日間投与する事で30日目に75%のマウスが生存した．

2)末梢血球数，骨髄細胞数，骨髄中の前駆細胞数にはコントロールとの間に有意差は見られなかった．

3)30日目の生存個体においても骨髄細胞数の回復が見られず，さらに末梢血球数の中でも他の血球に比べて特に白血球数の低下が顕著であった．

●桑原委員長

被ばく後の治療に保健適用医薬品適用の可能性を検討している本研究は，その実用性と実現性に鑑み非常に興味深い。被ばく後治療には造血幹細胞移植などの理想的な方法が考案されているが，容易に利用出来る段階には至っていない。その点，造血薬，血小板減少治療薬，ステロイドを用いた本治療方法の開発は極めて簡便であり，実現性が高いところに主眼が置かれており，評価項目も生存率はもとより，造血前駆細胞数などきめ細かい実験も行われている。生存率に極めて良い効果が観察されていることから，今後の成果が大いに待たれる。

●河内委員

高線量放射線被ばくに対する消化管と造血機能の最適治療法の開発は極めて重要な課題である。特に，国内承認医薬品の効果的組み合わせの研究は注目される。マウスの実験で 7 Gy の照射で 30 日の生存が 75 %に達しているのは興味深い。ただ，骨髄細胞数や前駆細胞数にも有意差ないにもかかわらず，強い骨髄抑制が観察されたというのは何を意味しているのか，今後の進展に期待したい。

●近藤委員

被ばく個体の治療研究は重要課題であり，さらに研究の発展が期待されます。

●太田委員

今回の大事故でも，急性放射線障害の問題は生じなかったが，このような基本的な研究を積み重ねることは重要だと考える。効果的な治療法の探索を期待する。

■ヒト造血幹細胞の放射線感受性と再生に関する研究

○柏倉幾郎，中村敏也，細川洋一郎，三浦冨智，葛西宏介，
門前暁，吉野浩教，寺島真悟，石川純也，山口平

【要旨】

本研究は，ヒト造血幹細胞の特性及び遺伝的特徴と放射線感受性との関連性を検討し，個々の感受性を規定する因子の解明と共に，放射線により障害・損傷を受けた個体や組織の再生を目指す事にある．平成23年度もこれまでに引き続き，ヒト造血幹細胞の性質及び遺伝子の特徴と放射線感受性との関連性，さらには放射線曝露後の細胞死のシグナル伝達やサイトカイン刺激に伴う生存シグナルとの関連性，造血幹細胞からの分化・増殖に伴う放射線感受性の差について検討した．主な成果は下記の通り．

1.重粒子線曝露ヒト造血幹細胞を，サイトカイン存在下で巨核球・血小板造血の成熟過程を解析したところ，細胞増殖は低下するものの残存細胞からの産生された血小板機能は非照射コントロールで得られたものとの間に差は認められず，むしろ照射細胞由来巨核球でPCAM1，CD62PやCD44の細胞接着に関わる遺伝子の特異的な亢進が認められた（Radiat Res, 176: 8-16, 2011）．

2.X線曝露ヒト造血幹細胞を，サイトカイン存在下で巨核球・血小板造血への分化増殖過程を解析したところ，細胞数は非照射コントロールに比べて低下するものの，残存細胞からの巨核球・血小板造血はコントロールとの間に差は認められなかった．さらに，培養過程で初期造血に関与する遺伝子であるFLI1やHOXB4，酸化ストレス関連遺伝子であるNQO1やHO1発現の有意な増加が認められ，X線による巨核球・血小板造血の促進作用が示唆された（Radiat Res, 176: 716-724, 2011）．

3.2 Gy及び4 Gy照射ヒト造血幹細胞での活性酸素種（ROS）産生は，サイトカイン刺激下で6時間後に非照射コントロールに比べ有意に増加するが，サイトカイン非存在下では差はなかった．この時細胞内ROS及びミトコンドリア量と生存率との間に関連性は認められず，照射直後のROSは個体差感受性との関連性は低い可能性が示唆された（J Radiat Res, 53: 145-150 2012; J Radiat Res, in press）．

4.放射線がパターン認識受容体発現及びそのリガンドである病原菌関連分子に対する応答性に影響する事

を明らかにした（14th International Congress of Radiation Research, Warsaw, Poland, 2011）.
《関連報告》 Scientific Reports 1, Article number: 87 (2011); PLos One, 6(11):e27761

●桑原委員長

ヒト造血幹細胞を用いて，重イオン線，X 線照射後の幹細胞の成熟とそれに関する遺伝子発現の関係を調べる本研究は，すでに幾つかレベルの高い学術雑誌に発表されており，現在さらに新たな成果を生み出しつつある点に高い評価を与えざるを得ない。現在まだデータの提出時期であると考えられるが，今後この成果をどの様にシステマティックな内容に収束させていくことがもう一つ重要な問題と思われる。さらなる発展を期待したい。

●河内委員

非常に興味ある多くのテーマに取り組んでいることに敬意を表する。論文の投稿も多く，質の高い研究がおこなわれている。

●近藤委員

造血幹細胞の感受性と再生の関係は重要であり，本分野では着実に成果を出され，さらに研究の発展が期待されます。

●太田委員

研究成果を着々と論文化できていることは，高く評価される。プロジェクト最終年度を迎え，今までの業績の集約あるいは，成果の統合を期待します。

■被ばく影響評価のための新規バイオマーカーの探索

千葉　満，中村敏也

【要旨】

今年度も，主にX線照射による動物血清・尿・皮膚における被ばくバイオマーカーの探索を行った。（1）X線被ばくによるラット尿中N-acetyl-β-D-glucosaminidase（NAG)のマーカーとしての検討：尿中NAGは近位尿細管上皮に由来し，尿細管機能の評価に使用されている。X線被ばくによりラット尿中NAG量はコントロール群に比べて1～7Gy照射群で有意に上昇した。しかし，線量依存性は認められなかった。（2）X線被ばくによるラット血清中・尿中グルタチオン関連酵素のマーカーとしての検討：X線照射による肝臓，腎臓，精巣，小腸の還元型グルタチオン(GSH)量とGSH関連酵素活性の変動パターンは臓器によって異なることが示された。しかし，血清では酵素活性に有意な変動は認められず，尿中の活性は対数正規分布様の変動パターンを示したことから，線量評価マーカーとしての利用は困難であると考えられた。（3）X線被ばくによるラット骨芽細胞の細胞外マトリックス成分への影響：ラット骨芽細胞にX線を照射して細胞外マトリックス成分への影響を解析した結果，MMP-13の亢進と，タイプIコラーゲンおよびデコリンの減少傾向が認められた。ラットへの全身照射では大腿骨グリコサミノグリカンの減少が認められ，そのマーカーへの可能性が示唆された。（4）X線被ばくにより脱毛を呈したマウス皮膚におけるケラチンの発現解析：X線照射による急性脱毛症を引き起こしたマウスの毛由来タンパク質の変化を質量分析計，免疫染色組織化学，Western blot法で調べたところ，表皮の基底層の未分化マーカーであるKrt5の発現が亢進していた。（5）X線被ばくによるBリンパ芽球系細胞における遺伝子発現変化への影響：放射線に感受性の高いBリンパ芽球系細胞にどのようなRNAの発現変化が起こるかマイクロアレイ解析によって網羅的に調べた。その結果，MDM2やCDKN1A遺伝子のmRNAをはじめとした93遺伝子に発現上昇が認められた。これらの遺伝子の多くは放射線の線量依存性が認められた。

●桑原委員長

従来より，本研究グループは被ばく影響評価のためのバイオマーカーの探索に力を注いでいるが，骨芽細胞の細胞外マトリックスの解析，マウス皮膚における未分化マーカーの発現亢進，B リンパ芽球系細胞における幾つかの遺伝子発現に亢進が観察され，バイオマーカーの可能性が示唆されている。さらに，緻密な実験を遂行し成果を挙げて頂きたい。

●河内委員

様々なバイオマーカー探索の中で，放射線感受性の高い B リンパ芽球系細胞における RNA 発現変化をマイクロアレイ解析により調査したのは効率的だし，多くの遺伝子に線利用依存性が認められたのも興味深い。比較的低線量から依存性が見られ，今後の進展が期待される。

●近藤委員

生化学的・分子生物学的被ばくマーカーの研究は重要課題であり，さらに研究の発展が期待されます。

●太田委員

基礎研究として，感度と精度の高いバイオマーカー指標の重要性は理解できるが，では，それらをどんな場面でどのように使うことを想定しているのかが不明である（すでに，報告済みかも知れないが）。実用性，有用性を踏まえた指標でなければ，そもそも求められる精度等も決まらないと考えられ，大局的な研究の遂行を期待する。

■自然抗体産生B-1a細胞構築の観点から見た造血幹細胞移植ソースの評価

医療生命科学領域・伊藤 巧一

【要旨】

これまでの研究で，臍帯血移植（UCBCTx）と骨髄移植（BMCTｘ）は造血機能回復（構築性ならびに機能性）において本質的に同等のポテンシャルを有していることが認められたが，この２つの移植によりすべての免疫系細胞が再構築されるかは今だ不明である。B-1a細胞は胸腔ならびに腹腔に住む特殊な抗体産生細胞として知られているが，肺炎球菌やインフルエンザウィルスに対する自然抗体（IgM）をT細胞非依存的に産生していることから，初期感染防御に重要な役割を担っていると考えられる。したがって免疫系が破壊された放射線被ばく者にとって，造血幹細胞移植によるB-1a細胞再構築は欠くことが出来ない。本年度は昨年に引き続きUCBCTｘとBMCTｘによるB-1a細胞構築性について機能解析等を交えて検討した。その結果，①B-1a細胞はBMCTxに比べUCBCTｘでより再構築される，②肺炎球菌ワクチン(PV)や病原体由来フォスフォリルコリン(PC)接種に対するIgM抗体産生はB-1a細胞構築に相関する，③B-1a細胞を移入した免疫細胞欠損マウスではPVおよびPC接種に対して抗体産生を誘導する，④B-1a細胞は胸腔や腹腔だけでなく腸管にも多数存在する，という成果が得られた。これらの結果は，B-1a細胞の多くが臍帯血由来造血幹細胞を起源とし，さらにこの細胞は胸腔，腹腔および腸管といった生体防御の最前線で病原体特異的な自然抗体を産生していることを示す。次年度は，B-1a細胞の起源を造血幹細胞レベルで特定すると共に腸管におけるB-1a細胞の抗体産生機構を解明したい。

●桑原委員長

初期感染防御関与する胸腔，腹腔および腸管に存在する自然抗体産生細胞 B-1a の造血幹細胞移植による再構築を目標に，臍帯血移植と骨髄移植の効率の相違を検討している本研究は，被ばく後の移植による治療方法を検討する上で大変重要なことと推察される。今後は，照射も絡めた研究に発展させることを希望する。

●河内委員

免疫系の破壊された放射線被ばく者にとって欠くことのできないB-1a細胞の再構築について,臍帯血移植と骨髄移植を比較し,臍帯血移植が優れているという結果は興味深いし,B-1a細胞起源のメカニズム追求の鍵となるのではないか。

●近藤委員

造血幹細胞移植源の研究は重要課題であり，さらに研究の発展が期待されます。

●太田委員

（専門外につき，評価せず）

■放射線被ばく者に対する混合臍帯血移植の実用化を目指して
―混合臍帯血移植による造血機能回復のメカニズム―

医療生命科学領域・伊藤 巧一

【要旨】

臍帯血移植は放射線照射により失われた造血系回復に有効な治療法である。しかし，一妊婦から得られる細胞数では患者一人の需要を満たせないことが多く，このことが臍帯血移植の弱点として挙げられている。この数的限界を解消する方法として混合臍帯血移植がある。本研究では，マウス実験系を用いて混合臍帯血移植の有効性を検証した。致死量放射線照射マウスに２種類の混合臍帯血を移植したところ，①放射線照射コントロールに比べ生存率が有意に上昇した，②移植16週後，末梢血に特異的マーカーを発現したT細胞，B細胞，単球，顆粒球が分化・誘導された，③MHC一致と不一致の臍帯血を混合移植するとMHC一致ドナー由来の造血幹細胞で免疫細胞が再構築される，④MHC不一致同士の臍帯血を混合移植すると移植されたレシピエント自身の造血幹細胞で免疫細胞が再構築される，⑤再構築された免疫細胞は非自己移植皮膚片を拒絶する，という研究成果が得られた。すなわち混合臍帯血移植は造血系回復に有効であり且つMHC拘束性を厳守した機能的な免疫系を再構築した。また，1例ではあるが骨髄由来ストローマ細胞に骨髄細胞を加えて培養したところ，MHCが一致した骨髄細胞で特異的増殖が認められた。次年度は③で見られたMHC一致ドナー細胞の骨髄生着優位性ならびに④で見られた自己造血幹細胞による造血系回復のメカニズムを解明したい。

（MHC:主要組織適合性抗原）

●桑原委員長

本研究では，照射されたマウスを用い，そのマウスに対し MHC 一致と不一致のドナーからの臍帯血を混合し，移植するという興味ある実験が行われている。結果も造血系回復に有効であるということであるので，メカニズムの解明を含めさらに研究を促進させて欲しい。

●河内委員

放射線被ばく者の造血系回復に重要な役割を果たす臍帯血移植について，混合臍帯血移植の実用化は，重要な課題である。いくつかの結果の中で，MHC 不一致同士の臍帯血を混合移植すると，移植されたレシピエント自身の造血幹細胞で免疫細胞が再構築されるというのは興味深い。不均等な放射線被ばくを受けた者は，レシピエントの全ての造血幹細胞がやられているわけではなく，その免疫機能を回復するまでの臍帯血の役割もあると思う。

●近藤委員

混合臍帯血移植の研究は重要課題であり，さらに研究の発展が期待されます。

●太田委員

臨床応用の実現，あるいはそのための次のステップを期待する。

■放射線照射が及ぼす各種臓器への傷害作用，特に神経・感覚器などへの影響

千葉正司，伊藤巧一，中野　学，樋口裕平，中居智也，東舘依吹，佐藤一美

【要　旨】

平成23年度では，平成22年度に作製した照射線量10Gyと非対照群0Gyの2群（オス・メス）4匹における，照射後10日目に死亡したICRマウスの消化管（胃・十二指腸・空腸・回腸・盲腸・S状結腸）と脾臓のHE染色プレパラートについて，絨毛の長さ，胃腺・腸腺の長さと組織構造，脾臓の組織構造について，X線照射による形態的な影響を調査した。照射群と非照射群を比較して，腸陰窩と絨毛の長さ，パネート細胞の数に方向性のある変化を認めなかった。照射群の一部に，胃小窩の短縮と主細胞・壁細胞の減少を認めた。脾臓では，線量増加に伴って，白脾髄と赤脾髄の境界は鮮明となった。平成22年度に得られたX線照射による胸部・腹部内臓の肉眼および組織学的影響は，第3回緊急被ばく国際シンポジウムと弘前大学総合文化祭で，それぞれポスター展示した。

平成23年度では，10%ホルマリン液に保存した照射群10Gyと非照射群0Gyのマウス4匹（オス・メス各2匹）を利用し，頭蓋・眼窩・脊柱管を開放して，脳（大脳・小脳・脈絡叢），脊髄（胸髄），眼窩内容物（結膜・眼球・ハーダ―腺・視神経），舌（舌背・舌底），顎下腺，頚部（甲状腺・気管・食道），末梢神経系（坐骨神経）・血管（腹大動脈）を露出し，外形を写真撮影した後，それら臓器のHE染色標本を作製し，光顕像を写真撮影した。上記の臓器表面では，X線照射による出血を認めなかった。照射群と非照射群を比較して，上記構造物において，それら器官の層構成，細胞構成に関して，X線照射による形態学的な変化を認めず，神経系・感覚器の放射線感受性の低さを再認識した。

●桑原委員長

本研究では，ICR マウスに 10Gy の X 線を全身照射し，核種臓器の損傷を病理学的に検索しているが，その実験量の多さの割にはこれまでに知られている事実以上の成果は得られていないように見受けられる。今後，如何なる内容に踏み込んで行くかが重要なポイントになろう。

●河内委員

放射線の影響を各種臓器ごとに丁寧に調べていることには経緯を表するが，照射群は 2，4，8，10 Gy とある中で，control と 10 Gy の比較しかないのは少し淋しい。感受性の低い神経系，感覚器は別として，胸腹部臓器でも 8 Gy 以下での組織学的変化は確定しにくいのであろうか。

●近藤委員

放射線による組織損傷をデータベース化する上で，重要な課題です。線量と潜伏期により損傷の発現様式は臓器により異なりますので，既知のデータと比較され，標的臓器を絞るか，別の尺度を設けた方がよいと思います。

●太田委員

基礎研究としての価値は認めるが，この成果をヒトの影響評価にどのように役立てようとしているのかを明確にした上で，今後の研究を進めることを期待する。

■化学誘導未成熟染色体凝縮法における新規被ばく線量評価指標の検証

三浦　富智，葛西　宏介，吉田　光明，中田　章史

【要旨】
未成熟染色体凝縮（PCC）法は，低～高線量の広範な被ばく線量評価に用いられる手法であり，ダイセントリック法と同様にPCC法は部分照射における線量評価に有用なことが報告されている。しかし，ダイセントリック法は非致死被ばく線量のみで有効な方法であることから，高線量の部分照射線量評価にはPCC法の確立が必須である。三浦とBlakelyはPCC法においてヒト末梢血ex vivo照射モデルを用い，10 Gy以下において，CPI （G1-PCCとG2/M-PCCの比率）が被ばく線量と高い相関を示すことを発見した。本研究では，PCC法を用いた線量評価におけるCPIの有用性を検証し，CPIの個人差を比較した。インフォームドコンセントの得られたボランティア21名（弘前大学大学院医学研究科承認：整理番号2011-056）から得られた末梢血に各線量（0, 1, 3, 5, 7, 10 Gy）のX線（1.0 Gy/min）を照射し，分離リンパ球培養後，カリクリンA誘導PCC法による染色体標本を作成した。ギムザ染色後，顕微鏡下でPCCステージを分類し，CPIを算出した結果，CPIと線量には有意な相関が認められ，（$r^2 = 0.9999$, $p < 0.05$），CPIは線量に対して指数関数的増加を示した。得られた検量線より，被ばく線量が50%致死量である4 Gy以上ではCPIは3以上，100%致死量である7 Gy以上ではCPIは10以上となった。また，年代別，男女別のCPIに，それぞれ有意な差はなかった。以上より，CPIは被ばく線量評価に有用な指標であることが明らかとなり，本研究によるCPIと線量との検量線を作成することができた。CPIは，PCC法を用いた線量評価手法であるため評価可能範囲は広く，また1検体あたり約15分でCPI算出が可能であることから，CPIはPCC-DICやPCC-ringなどを評価指標とする線量評価と併用することにより，大規模被ばく事故等への対応が可能となると思われる。

●桑原委員長

本研究の担当者はすでに照射後のヒト抹消血リンパ球染色体をPCC法で観察し,G1期PCCとG2/M期PCCの比(CPI値)を取るとその値が照射線量と高い相関性があることを発見している。今回は被ばく線量評価のための検量線の作成とそれによる致死線量におけるCPI値の測定，個人差の有無等々の研究に発展させている。本研究で提案されているCPI法は致死線量域での評価法であることから，より確度を高めた評価法に向けて研究を進めて頂きたい。

●河内委員

未成熟染色体凝縮（PCC）法は，JCO臨界事故時の線量評価に威力を発揮したが，本研究では,G1-PCCとG2/M-PCCの比率CPIが被ばく線量と高い相関があったことを報告している。線量評価手法として極めて重要な発見と思われる。気になるのは，X線とγ線でCPIの曲線に差がみられるが，線質によるものか線量率に依存するものかの点である。これだけの差があると，混合放射線場での評価は難しくなる。

●近藤委員

染色体を用いた線量評価研究は緊急被ばく医療上の重要課題であり，さらに研究の発展が期待されます。

●太田委員

線量関係については，明確な成果が得られたようだが，線量率効果，エネルギー依存性など，線量評価指標とするための多角的な評価を期待する。

■化学誘導未成熟染色体凝縮法における不完全構築染色体形成メカニズムの解明

三浦　富智，葛西　宏介，吉田　光明，中田　章史

【要旨】

染色体凝縮誘導法の一つとして,脱リン酸化酵素阻害剤であるカリクリンAの処理による未成熟染色体凝縮（PCC）法がある。カリクリンAは細胞周期中の各段階の細胞に対して染色体凝縮を促進することから，カリクリンA誘導PCC法は染色体構造変異の解析に有用で，末梢血リンパ球を用いた被ばく線量評価法としても活用されている。しかし，カリクリンA処理により，不完全構築（fizzy）染色体が誘導されることが知られている。本研究ではヒト末梢血ex vivo照射モデルを用い，48時間血液培養後の各照射線量におけるfuzzy染色体形成の誘導の有無を解析した。その結果，カリクリンA処理時間に依存してfizzy染色体頻度が増加し，この現象は広い照射線量範囲（0-30Gy）で共通して認められた（Miura T, Cytometry A, 2011）。

染色体の凝集には多くの分子が関与するが，その詳細は不明である。また，Gotohにより化学誘導PCC法の分子メカニズムが報告されているが，fizzy染色体形成のメカニズムについては言及されていない（Gotoh E, J Cell Physiol, 2006）。そこで，分裂中期染色体の形態維持に関与することが報告されているprotein phosphatase 2A (PP2A)，並びにPP2Aにより染色体にリクルートされるコンデンシン複合体（Takemoto A, Nat Struct Mol Biol, 2009）への影響について解析した。PP2Aはコルセミド処理細胞およびカリクリンA処理細胞で染色体上に存在することが確認された。このことから，カリクリンAはPP2Aの染色体結合を抑制することによりfuzzy染色体を誘導しているのではないことが明らかとなった。Fuzzy染色体誘導機序としてPP2Aの機能抑制の可能性が考えられるが，コンデンシンⅠおよびⅡの動態解析に用いた複数の抗体は染色体形態解析条件では結合性が悪く，染色体形態への影響を解析することが困難であった。今後，適切な抗体を検索し，さらなる解析を行う必要がある。

●桑原委員長

PCC 法は抹消血リンパ球を化学物質カリクリン A で処理することにより行われるが，その時不完全構築染色体が出現し，その解析法に不正確さを与えていることから，本研究担当者はその生成メカニズムを明らかにし，確度の高い PCC 法の確立に向けて研究を行っている。その結果，蛋白質ホスファターゼやコンデンシンなどとの関わり合いを示唆する結果を得ているが，はっきりした結論ではなく，今後さらに解明していくことが肝要かと思われる。さらに，不完全構築染色体生成抑制の方法も探るべきである。

●河内委員

カリクリン A の処理による未成熟染色体凝縮（PCC）法は，染色体構造変異の解析に有用であることは周知のとおりであるが，不完全構築（fuzzy）染色体の誘導が問題である。本研究では，カリクリン A 処理時間に依存し，広い照射線量の範囲（0 - 30 Gy）に共通して fuzzy 染色体頻度の増加が報告されている。このメカニズム解明は，精度の高い線量評価には重要な課題であり，今後の進展を期待したい。

●近藤委員

染色体の凝集に関する研究は重要な基盤研究課題であり，放射線の影響を踏まえてさらなる発展が期待されます。

●太田委員

前項の関連研究と思われるが，同様に評価指標としての影響要因について，メカニズムを明らかにされることを期待する。

■緊急災害被ばく遠隔医療支援システムの研究開発

野坂　大喜

【要旨】
本研究事業では被ばく医療活動用可搬式衛星通信ネットワークシステムの研究開発と被ばく医療活動用医療情報アプリケーションシステムの研究開発を実施した。
被ばく医療活動用可搬式衛星通信ネットワークシステムの研究開発では，我が国では衛星通信システムでは1Mbps以上の通信帯域を確保しようとした場合に可搬式での通信は実現されていないことから，高速衛星通信ネットワークを可能とする可搬式衛星追尾システムを開発した。通信衛星はIPSTARを用い，パラボラでの通信衛星捕捉を行うためポジショニングモーターと制御コントローラーを組み込んだ新たな電動コントロール架台を開発した。制御には通信プロトコルとしてDiSEqC1.2を使用した。その結果，通信衛星の導入と捕捉の自動化が可能となり，災害医療現場での可搬式高速ネットワーク通信の短時間での自動導入を実現した。
被ばく医療活動用医療情報アプリケーションシステムの研究開発においては，災害医療と被ばく医療での両用が可能となるよう，1次トリアージ情報，経時的な2次トリアージ情報，被ばく汚染情報をデータベース化し，トリアージ情報と被ばくスクリーニング情報を一元管理可能なデータベースシステムを開発した。被ばくスクリーニング情報においては各部位ごとの線量，汚染部位のシェーマ，汚染部位画像，薬剤投与情報，GPS情報等を登録が可能となっており，データベース化での共有を行うとともに，他の医療機関への搬送時においてはE-mailやFAXで前述の通信衛星経由にて情報伝送を事前に行うための機能を搭載した。今後の課題としては，ポータブル型生体計測装置との連携やタブレット化による利便性の向上が必要であり，次年度の取り組み課題とした。

●桑原委員長

昨年度の東日本大震災で，その災害の複雑さから，多くの通信手段が遮断され，緊急災害医療が効果的に実施されなかった事実を踏まえ，本研究の担当者は緊急災害被ばく医療支援システムの開発に取り組み，可搬式衛星追尾システムを開発し，さらに被ばく医療活動用の情報アプリケーションの開発にも着手するなど，災害医療と被ばく医療の両方への適用可能な情報システムに取り組んでいる。この種の研究は，現在の日本で余り行われているとは考えられず，大変意義深い研究開発であり，是非運用可能なシステムに作り上げて頂きたい。

●河内委員

緊急被ばく医療活動に可搬式通信手段は不可欠であり，高速衛星通信ネットワークを可能とする可搬式衛星追尾システムを開発し，通信衛星の導入と捕捉の自動化を可能としたことは極めて重要である。また，被ばく医療活動のための良利用情報アプリケーションの開発も行っているが，高度化も含めて今後の発展を期待したい。

●近藤委員

遠隔医療支援システムの開発に関する研究は重要であり，今後の研究の発展が期待されます。

●太田委員

大規模災害時における情報通信網の重要性と有用性が，今回の事故で示された。回線については言うまでもなく冗長性が重要であり，一方発信するデータについては現場のニーズに即した内容，項目であるとともに，即応性が必要となる。シミュレーション等により，状況や目的に応じたネットワークの構築を具体的に提案できるように研究が進むことを期待する。

■反復摂動原理により推定されたX線スペクトルの各種媒体及び軸外距離に関する適用範囲検証

寺島　真悟

【要旨】
高エネルギーX線スペクトルの推定法には，ワガナーの反復摂動原理を利用したワガナー・岩崎の高エネルギーX線スペクトルの推定法(以下，ワガナー・岩崎法)がある（A Iwasaki et al. 2005, JASTRO）。一般に高エネルギーX線の推定は難しく，モンテカルロ法で得られた汎用スペクトルデータや，水の透過率から推定したスペクトルデータを施設固有のスペクトルになるように合わせ込んで作成する。しかしながら，これらの推定法から得られたスペクトルは必ずしも精度が高いとは言えない。低原子番号物質において同じ線量分布を得るスペクトルは無限に存在するからである。これらは，高エネルギーX線が高原子番号物質を透過した場合に大きな線質変化を伴い，線量計算の精度低下を引き起こす(Spirydovich S et al. 2006, Radiother Oncol)。今実験では，ワガナー・岩崎法の改良を行った。また，Ulmerらが実験で使用したモンテカルロ法より推定して得た連続X線スペクトル関数式(W Ulmer et al. 2005, Phys. Med. Biol.)を利用して，仮想の高エネルギーX線線源をオリジナルの線源とし，そのデータよりワガナー・岩崎法により推定されたスペクトルを低原子番号物質～高原子番号物質までの核種媒体の適応範囲(厚さ)に対して，スペクトルの精度の検証をPCシミュレーションにより行った。低原子番号物質では，減弱体厚30 cm，高原子番号物質では，10 cm程度までは，精度1%以下を保つことができ，これらの厚さは，実際の放射線治療に用いられる物質の厚さ以上であった。加速電圧4 - 20 MV，軸外距離0－20 cmに対して，再構築されたX線スペクトルを用いることで，楔フィルター，マルチリーフコリメーター，真鍮などを利用した補償フィルタベースの強度変調放射線治療，腫瘍近傍に挿入した金マーカーを目印として治療を行う動態追跡放射線治療等など様々な高精度放射線治療において高原子番号素材の透過率も精度良く再現することが可能であることが示唆された。

●桑原委員長

現在放射線治療には高エネルギーの X 線が利用されているが，そのスペクトル分布の推定に基づく線量計算が容易でないことが，本研究から伺える。特に，高原子番号の物質がフィルター，コリメーターなどに使用されており，動態追跡治療に用いる金マーカーも高原子番号物質であることから，高原子番号素材の透過率を正確に決定するためにもスペクトル分布が問題となる。線量計算の制度を上げるためにも，より精度の高い方法を求めて研究を進めて頂きたい。

●河内委員

反復摂動原理を用いた計算は，腫瘍近傍に相に有した金マーカーを目印とする動態追跡放射線治療における金マーカーの線量分布への摂動を評価するには適切と思う。本報告では，反復摂動原理を利用したワガナー・岩崎法を改良した方法で X 線スペクトルを求め，物質中の軸内，軸外の透過率を計算しているが，治療に有意な変化が見られるわけではない。例えば，金マーカーを挿入した場合の，周辺領域の透過率の摂動を評価し，線量の変化率等を評価することが面白いのではないか。もう少し，何に適用することを目的とする研究であるかを明確にしてほしい。

●近藤委員

放射線計測上の重要課題であり，今後の研究の発展が期待されます。

●太田委員

実用可能性を念頭に置いた，さらなる研究を期待する。

■緊急時における環境放射線計測手法の検討

細田　正洋

【要旨】
1．空間線量率の経時変化の調査
東北自動車沿いの空間線量率の経時変化を走行サーベイによって評価した。測定には1インチのNaI(Tl)シンチレーションサーベイメータを用いた。調査は3月16日，4月11日および25日，7月20日，9月28日に実施した。また，2012年3月4日にもデータの取得予定である。岩手県南部では4月11日に空間線量率の上昇が認められ，放射性プルームの通過が示唆された。原発事故の初期対応として，汚染範囲を把握するためにも走行サーベイによる空間線量率の継続調査は重要である。
2．高レベル汚染地域から避難した住民の累積外部被ばく線量の推定
福島県浪江町および飯舘村を中心とした高レベル汚染における空間線量率の走行サーベイを2011年4月11日から15日にかけて実施した。本調査によって得られた空間線量率分布は，US-DOEや文部科学省から報告されている分布と同様の傾向を示しており，原発の北西方向に高レベルの汚染が広がっていた。本調査による最大空間線量率を用いて避難住民の累積線量を試算したところ，避難しなかったとした場合の1/3程度であり，放射線防護の観点からも避難は正当であった。
3．環境試料の採取
2011年3月16日以降，福島県内において土壌，水，植物など様々な環境試料の採取を行い，高純度Ge半導体検出器で測定している。特に，3月17日から19日にかけて福島県内4ヶ所において大気浮遊塵の採取を行った。また，放射線医学総合研究所が所有しているラドン校正場を用いて捕集フィルターの捕集効率の評価も行った。
1)Hosoda, M. et al. The time variation of dose rate artificially increased by the Fukushima nuclear crisis. Sci. Rep. 1, 87; DOI:10.1038/srep00087 (2011).
2)Hosoda, M. et al. Visualization of Radiocesium Distribution in Contaminated Soil from Kashiwa City, Chiba, Japan. Radiat. Emerg. Med. 1(1-2), 117-120 (2012).

●桑原委員長

本研究計画において実施された幾つかのデータはすでに公表されており，被災地域住民に対し多大な貢献がもたらされている。その意味では，目標の一部は充分達せられたと云える。現在，土壌や大気中エアロゾル等の環境試料の解析を進めているということで，正確な放射性核種の濃度分布決定に向けてより一層のデータ解析とその公表に向けて研究を進めて頂きたい。

●河内委員

福島第一原子力発電所事故に伴う空間線量率の調査は，環境放射線計測の実地調査として貴重な経験であったし，今後継続することも重要である。本調査に基づく最大空間線利用率を用いた避難住民の累積線量は，安全側に評価する点では適切と思うが，屋内，屋外の滞在時間等も考慮して，ある幅を持った試算を行うことも面白いのではないか。また，補修フィルターの効率を調べる点では，ヨウ素，セシウムなど元素に着目したフィルターの開発は，事故発生後，経時的に適切なフィルターを選択することにより，効率の良い試料採取につながるのではないか。

●近藤委員

環境放射線計測は，緊急被ばく時に特に重要で，本研究内容も，着実に公表されており，今後の発展が期待されます。

●太田委員

同様の研究は多くあると思われる。それらと比べた，本研究の意義をしっかりと定めて，

研究に反映されたい。

3）平成 23 年度の活動に対する各委員からの総評

●桑原委員長

企画部門，教育部門，社会連携部門，研究部門それぞれその課題に対し，誠実に努力され，大きな成果が挙げられている。平成 23 年度 3 月の東日本大震災後，本プロジェクトの方向に大きな変更が要求されたが，それも考慮されて計画が実行されている点は大いに評価したい。ただ，教育部門の評価に記載したように，人材育成の面からより多くの養成人数の獲得に務めて頂きたい。研究部門では，研究科内での公募による研究課題の実施方法は大きな成果を挙げているように思われる。各先生方にはより一層の研究の発展を望みます。

●河内委員

平成 20 年度に開始された「緊急被ばく医療人材育成プロジェクト」は 4 年間が経過し，大きな進歩を遂げていることが実感できる。平成 23 年度は福島第一原子力発電所の事故に関連して，本プロジェクトの有意性が実証された感が深い。特に，職員の原子力災害に対応する看護活動や状況調査の報告は，多くの学術団体や社会に対して大きな関心と期待を持たれていると思う。

本プロジェクトの中で，放射線に関連した看護活動が強い関心を集めていることは特筆に値する。従来，看護に放射線教育は殆ど取り入れられてこなかったが，放射線治療や放射線被ばく医療の観点から，新たな関連学会発足の機運があり，また，看護師に対する放射線教育への導入も見込まれる等極めて重要な時期に来ており，スタッフの益々の活動が期待される。

しかし，本プロジェクトが 4 年を経過して，大学院学生の応募が不安定な点である。社会人の応募が大方を占めており，学部からの応募が少ないことが気になる。緊急被ばく医療支援人材育成の体制整備の主眼は大学院教育にあったのではないか。学部教育で，より興味・関心を惹く内容とあるが，これは教育の効果を上げるのに大切なことではある。しかし，緊急被ばく医療の重要性と専門的知識の必要性，未知の新たな分野を開拓する魅力を伝える方法は無いのであろうか。緊急被ばく医療に関連する大学院の存在を伝える工夫が欲しい。

●近藤委員

３．１１以前から取り組まれた本プロジェクトにおける，弘前大学保健学研究科の先見性はとりわけ高く評価されます。また，当初から，外部委員による評価法を導入，専門家の意見をとりいれられた手法は，適度な緊張感を生み，大変良かったと思います。発表内容も当初と比べて，各所に着実な進展が認められ，今後とも，さらなる充実と発展が望ま

れます。次年度が最終年度であるが，どのように集約され，また，次の段階に展開されるか，期待しています。

保健学研究科長の指導のもと，毎年，着実に進められている本プロジェクトは，全国的にも評価されてよい内容です。ダイジェスト版に書かれた年次計画の「緊急被ばく医療実施マニュアル」の確立が，２４年度の新事業ですが，どのようにされるのか，明確な提示はなかったので，今後，具体的に示していただければ，良いと存じます。

●片桐委員

プロジェクトとして4年目となることもあるが，企画，社会連携，教育，研究のそれぞれの分野で着実に具体的な成果をあげていると感じられる。また，当初より国際的な枠組みで活動できる人材の育成を目指していることもあり，国際シンポジウムの開催，国際学会での口頭発表，留学等の場を設けて来ていることも今後に繋がるものと考える。

平成 23 年 3 月の東電福島事故を契機に，一般の方々だけでは無く医療関係者に対しても緊急被ばく医療に係る教育の重要性が再認識されたことを踏まえると，本プロジェクトの今後の展開の重要性が更に高まったものと考える。一方，今回の原子力災害時の緊急被ばく医療対応については，さまざまな課題を浮かび上がらせる結果となっていることから，教育活動を継続的に進めると共に，我国としての緊急被ばく医療の在り方はどうあるべきかについても十分な検証を行い，それを踏まえた次期計画の方向性を整理することも必要と考えられる。

●太田委員

プロジェクトについて，今までの活動が少しずつ形を為してきているものもあり，全体としての取り組み姿勢を高く評価する。一部，もう少し改善の余地のある取り組みもあるが，最後の１年のより積極的，合目的的な取り組みを期待する。

研究についてもいよいよプロジェクト最終年度を迎え，研究成果の統合が必要な段階にあると考える。個々の研究成果は，それぞれにあると思われるが，本プロジェクトは単に総花的な，あるいは，数的な研究の推進を目指していたものではないはずである。とくに原子力災害に際して応用可能な成果が期待されているはずであり，今までの成果を如何に統合し，二度とあってはならぬ将来の災害に備え，また，目下の問題に対処して行くかを見据えて，今後の成果をまとめて頂きたい。