

「量子放射線利用普及連絡協議会」第 20 回会合・議事メモ

1. 日 時 : 2014 年 12 月 18 日 (木) 14 : 00 ~ 17 : 30
2. 場 所 : 虎ノ門琴平タワー3階 会議室
3. 出席者 (敬称略) :
 - メンバー : 勝村座長 (東京大学)、三枝 (放医研)、大嶋 (ONSA)、桑原 (原子力文化)、高倉 (東北エネ懇)、田中 (放射線教育フォーラム)、中村 (JAPI)、野村 (北陸原懇)、早川 (中部原懇)、廣庭 (コガアイトフ)、二ツ川 (RI 協会)、武藤 (都産技研)、山田 (茨原協)、綿貫 (電工会)、上野山 (医用財団)、小西 (鹿児島大学)、大場 (東京工大)、市川 (消費者コンサル)
 - オブザーバー : 浅田 (WEN)、板倉 (内閣府)
 - 原産協会 : 佐藤、杉山、津留、坂上

4. 配布資料

- 資料 1 量子放射線利用普及連絡協議会 構成員名簿
- 資料 2 「第 61 回全国中学校理科教育研究会」ブース出展報告
- 資料 3 全中理 ブース出展 過去の参加実績
- 資料 4-1 携帯型手作り GM 管放射線測定器
- 資料 4-2 携帯型手作り GM 管放射線測定器の各部品のいろいろな理科実験への活用
- 資料 5 出張授業のご案内 (中部原子力懇談会)
- 資料 6-1 放射線照射プラスチック (PCL: ポリカプロラクトン) の教材化に関する最新情報
- 資料 6-2 PCL 説明 (何が起きたのか考えてみよう!!)
- 資料 7 全中理 関原懇 テキスト (1)
- 資料 8 「JAIF 地域ネットワーク」メンバー : 地域レベルでの放射線教育支援 報告

<その他配布資料>

- ・ WEN の活動紹介 : 「放射線」に係わる活動を中心に (WEN)
- ・ 第 50 回 RI ・放射線利用促進セミナー開催のご案内 (中部原懇)
- ・ 第 23 回放射線利用総合シンポジウム案内 (ONSA)
- ・ 第 23 回放射線利用総合シンポジウム講演要旨 (OSNA)
- ・ 平成 26 年度第 2 回大会 (協議員会、講演会) 案内 (JAPI)
- ・ JAPI ニュースレター Vol. 17 No3, 4, 5 (JAPI) (JAPI)
- ・ 合同企業説明会 原子力産業セミナー 2016 ブース募集のご案内 (日本原子力産業協会)
- ・ 放射線の人体に与える影響 (新作 DVD ご案内) (RI 協会)
- ・ 市民講座案内 「認知症をもう少し知りましょう」 (RI 協会)

- ・都産技研ブランド試験 4 非破壊透視試験、7 放射線試験(都産技研)
- ・医用原子力技術研究振興財団 財団案内 2014 (医用財団)
- ・公開講演会案内「大阪の重粒子線がん治療について」(医用財団)
- ・原子力文化 12 月号(原子力文化)
- ・放射線教育フォーラムニュースレター No. 60 2014. 11 (放射線教育フォーラム)

5. 議事

- ・座長挨拶：

本協議会は 2006 年に発足、今期(2014 年 12 月より 2 年間)で 5 期目となる。新たに 3 名の構成員の方々にご参加いただき、より広い視点からの意見交換ができるものと思う。

- ・佐藤常務理事：

放射線医療の大切さを実感している。様々な構成員の方々に情報交換、広報をしてほしい。

(1) 自己紹介を兼ねた出席者による最近の状況報告

- ・医用原子力技術研究振興財団(医用原子力財団)：粒子線がん治療や中性子捕捉療法(BNCT)によるがん治療等の医用原子力技術の普及推進事業を行っている。また、日本では唯一、放射線治療施設で使用する機器(リニアック)の線量校正事業も行っている。
- ・日本電機工業会(電工会)：加速器メーカーとして産業統計、市場調査等の業界活動している。また、高校生向けの教材を作成し配布も行っている。
- ・茨城原子力協議会(茨原協)：東海村で原子力科学館の運営を行っている。展示内容は、中学生向け。教育に力を入れており、消費者団体等を対象に生涯学習として、30~40 人程度の比較的少人数での放射線教育、またここ 1、2 年は学校に出向き、児童生徒向けの学習として出前授業を行っている。4 年生以上には霧箱作成も行っており放射線の正しい知識の普及啓発に努めている。
- ・東京都立産業技術研究センター(都産技研)：当センターはテレコムセンターにあり、都内の中小企業への技術支援を行なっている。放射線については外部からの依頼試験という形で実施している。放射性物質の特定、遮蔽材の遮蔽試験(事故後増え、減らない)など。また、食品に放射線が当たっているかどうか調べる熱ルミネセンス試験や非破壊試験、照射サービスを行っている。
- ・日本アイトーフ協会(RI 協会)：アイトーフの利用と普及事業を行っている。供給から廃棄、安全のための一環管理事業を実施しており、RI を取り扱う専門家のための DVD を 2 月に配布予定である。この DVD は教育訓練時に活用してほしい。また、市民講座として「認知症の画像検査、RI 診断」を行う予定である。福島県立医大が行う甲状腺検査の説明会へ医師を派遣する等支援も行なっている。ICRP111「原子力事故または放射線緊急事態後の長期汚染地域に居住する人々の防護に対する委員会勧告の適用」の解説書も作成予定で、これは行政に役立ててもらいたいと思っている。
- ・(株)コガアイトーフ：ガンマ線照射サービスを行っている。Co-60 のチェレンコフ光の見学が可能(年 200 名ほど受入れている)。この協議会には前回より参加している。放射線照射の受託をしている会社は日本に 3 社(ガンマ線)で、当社は主に滅菌等のセミナーを開催して積極的なアピールもしている。照射工業連絡協議会、プロセスシンポ等でも活動している。
- ・中部原子力懇談会(中原懇)：放射線関連のセミナーで啓蒙活動や出前授業を行っている。今年は、

参加者が昨年から 1.5 倍に増えている。最近では、直接学生に教える出前授業より、先生方の集まりで、先生方に理解していただく活動に力を入れている。単独ではなく他団体と連携し効率的な活動に務めている。RI・放射線利用促進セミナーを 2 月 13 日(金)に開催する。規制についての説明については、規制側からの参加がないため、RI 協会より紹介している。また、授業に役立ててもらえるような教材の開発も行っている。

- ・北陸原子力懇談会(北陸原懇):従来から原子力、エネルギーの広報活動をしている。東京電力福島第一原子力発電所事故以降、放射線への関心が高まってきたことから放射線をテーマとした広報活動にも力を入れている。講演会、セミナーは、単独だとなじみが薄いので、講演会では地元のオーケストラと共催(講演会と演奏会のセット)するなど、集客の工夫をしている。医療関係は関心が高く、核医学について講演会(医療に役立つ放射線)を行ったところ、参加者からの質問が活発だった。「はかる君」(教育用放射線計測器)を 20 数台保有しており、見学会や出前講座で活用している。小・中・高校教師を対象とした放射線セミナーを、ここ 3 年継続して行っているが、参加者が非常に少ない状況である。
- ・放射線照射利用促進協議会(JAPI):香辛料、生薬への照射滅菌を目的に集まり、かつては活発に活動していた。中々許可されず団体としては停滞。現在は体質研究会(体質研)のバックアップの下、活動しており、これからは放射線教育をターゲットとしたい。年に 2 回講演会を行っている。輸血製剤の照射の話は面白いと思う。体質研の活動としては、中国・インドのハイバック地域での疫学調査を行っている。ICRP で DDRF の数値の議論がされており、ICRP では幹細胞タスクを作った。
- ・放射線教育フォーラム:専門家、教育関係者、支援者で設立した NPO 法人である。前身組織から数えて 20 年を迎えた。機関紙の発刊、勉強会、パネル討論会を実施している。学校の先生方と放射線教育に関して直接的な交流の場を広げていく方向である。間接的な支援に繋がるように原産協会とも協働していい方向へ進めたい。
- ・浅田(ウイメンズ・エナジー・ネットワーク(WEN)):当初よりオブザーバーとして参加している。WEN は 21 年前に発足した任意団体で現在 110 名の会員がいる。昨年より若いメンバーも加わった。活動としては冊子の出版、小中校生や一般の方々と接する機会としてオープンスクール、大学祭へのブース出店を行っている。(北海道大学、東京都市大学、東京工業大学等で開催している。近畿大学・原子力展への参加は 2012 年が最終となった。)また、広報ツールとして放射能計算プログラムを開発した。オープンスクール等では年間 750~1,000 名の方々と交流している。
- ・東北エネルギー懇談会(東北エネ懇):小中高大学生、一般向けに年 100 件以上の放射線教育の場を作っている。東北 6 県と新潟県をカバーしており、このところ出前講座等の依頼が殺到しており忙しい。東北、東京電力社員への放射線教育も実施している。福島第一原子力発電所の 20km 圏内の環境放射線を測定している。最近、浪江市民が避難している福島県二本松市でようやく放射線教育ができるようになった。事故後、自称放射線専門家が地元に入り混乱した。トリチウムのタスクフォースにも参加している。
- ・放射線医学総合研究所(放医研):構成員交代にて今回から新たに参加。重粒子線がん治療は、臨床試験開始後 20 年で 9,000 件を超え、10,000 件に近づいている。現在、超伝導回転ガントリーの整備中であり 2015 年中の治療開始を目標としている。所内には人材育成センターが立ち上が

っており、積極的に研修活動をしている。消防士等への放射線に関する知識や緊急時対応の研修を実施している。また、中学生の職場体験など小中高生を対象とした研修も実施している他、医療被ばくプロジェクトなども展開している。

- ・小西(鹿児島大学):今回から新たに参加。過去30年間東京大学で放射線管理をやってきた。その後、看護の世界に入った。JCO事故が起こった際に被ばく者の方がビニールに包まれて搬送されておりそれを見てショックを受けた。患者の尊厳を傷つけ社会的なイメージも悪い。東京電力福島第一原子力発電所事故後、日本放射線看護学会を立ち上げた。2015年に指宿で学術会議を開催予定である。福島へ入り苦労している保健師さんたちと地元の人と車座になり生活に関わるお話で交流を実施している。リスクコミュニケーションという言葉は反省の時期だと思う。ICRPは数字の発信から倫理的表現へと変わってきている。
- ・日本原子力文化財団(原子力文化):講演会、パンフレット、冊子等で広報を行っている。沖縄では、ウリミバエ撲滅後、アリモドキゾウムシの撲滅が進められている。放射線利用による害虫駆除は農業で着実に成果を上げている。沖縄での研究現場を見学会で取り上げてみてはどうか。
- ・大阪ニュークリアサイエンス協会(ONSA):大阪府立大学の照射施設を使用しての企業の照射研究を支援している。東京電力福島第一原子力発電所事故後、いろいろな照射実験の依頼がある。放射線利用については関西地区でもいろいろ活動しているのでアピールしていきたい。
- ・市川(消費生活コンサルタント):今回から新たに参加。消費生活コンサルタントとして全国の消費者に食に関する事などで講演を行っている。その他、食についての学びの場としての消費者団体を立ち上げて活動している。過去には原子力委員会の部会で消費者サイドの委員を務めたことがある。食品照射の普及を推進しており、放射線の情報共有が必要だと感じているが、専門家ではないので、この協議会には生活者の視点として参加している。
- ・大場(東工大):放射線滅菌マスクを日本原子力研究開発機構(JAEA)が作成しているようだ。幼稚園を例にすれば、教育関連業者がパンフレットなどを無料で配布している。世間に知ってもらうためには、例えば放射線滅菌マスクを積極的に配布するようなことを検討してもよいのではないかな。

(2) 原産協会、中部原子力懇談会からの報告

- ・ ①第61回全中理大会(平成26年8月7,8日、松江市)会場に於いて、原産協会と中部原懇とが協働でブース出展した。霧箱、PCLのデモを行い、好評であったと報告。来年も富山大会に参加予定。
- ・ ②地域ネットワークメンバー:地域オピニオンによる放射線教育支援について、島根県松江市の市民勉強グループの活動を紹介。(詳細は資料参照)
- ・ 実験については中部原子力懇談会・早川部長より実演していただいた。
- ・ 霧箱について:キットを持参して実際に作成してもらおう。シャーレの中央にモナザイトをセットする。簡単に失敗なく出来るのでこの教材は授業で使用してもらいたい。全中理大会では来場者に資料をお渡しして実際に使ってもらいたい。安価なので取り入れやすいと思う。教材費としては100数十円で出来る。モナザイトは手に入りにくいものだが、当会からは100個程度なら提供できる。
- ・ 手作りGM管について:二日間コースで組み立ててもらおうイベントを開催している。身近な材

料で作れる。説明しながらデモを行っている。

- ・ PCL(ポリカプロラクトン)の教材化について、製造会社と教材会社で検討中であると報告。
- ・ 田中氏より放射線教材について次のような紹介があった。

「放射線教育フォーラムでは、放射線教育教材をテーマに3月1日に慈恵医大でフォーラムを開く予定である。また、今回の東京電力福島第一原子力発電所事故をテーマにしたPPT教材500枚程度のものをWEB上に公開している。」

(3) 講演「放射線利用の国際的展開に期待する」(16:00~17:10)

講演者: 町末男氏 (FNCA 日本コーディネータ、JAEA フェロー、元 IAEA 事務局次長、元原子力委員)

【概要】

放射線利用は、原子力のエネルギー利用とならんで、原子力の平和利用の大きな柱であり、人類の持続的発展のために、進めていかなければならない。利用進展の状況について、実際に使われている技術・製品を具体的に紹介。アジア原子力協力フォーラム(FNCA: Forum for Nuclear Cooperation in Asia)を通じての国際的な放射線利用の進展についても紹介。

【内容】

①放射線利用の歴史

- ・ アイゼンハワー大統領の国連総会演説「Atoms for Peace」(1953年)。
- ・ IAEA(国際原子力機関)が平和利用と核不拡散を目的に1957年設立。加盟国160カ国、予算規模は通常400億円、職員:2,500名(2013年)。
- ・ IAEA最初の放射線利用国際会議が1959年ポーランドで開催。
- ・ 日本は1963年に高崎研究所(高崎研)設立。1971年に住友電工の耐熱電線が産業利用の第一号。

②放射線照射利用

放射線照射技術は高分子材料の改質・合成、非破壊検査や厚み計等の工業計測・制御などの工業分野、農業・食糧分野、及びガン治療・核医学診断などの医療分野で大いに活用されている。(拡大する利用)

- ・ 世界に200以上の商業用Co-60照射施設。Co-60で8億Ci(キュリー)が使用されている。
- ・ Co-60は透過性がよいため、その利用は拡大しているが、船会社が輸送したがらず、線源の海上輸送が困難になってきていることが課題。IAEAが協力して施設を建設しても線源が手に入りにくい状況も生じている。
- ・ 医療用具の殺菌は一部Co-60の照射から電子線加速器へ切り替わってきている。電子加速器は世界で、産業用1,400台(日本200台)、研究用1,000台が利用されている。
- ・ 電子線加速器の方がPAの面からよいが、大容量化や長期の安定な連続運転の信頼性に課題がある。大容量電子加速器製造では、ロシア、韓国が先行している。

(工業利用)

- ・ 放射線の高分子加工への利用として、架橋、重合、グラフト、分解がある。放射線分解については、日本では、ほとんど利用されていないが、アメリカでは、使用済テフロンを放射線分解して粒状にして利用している。
- ・ 従来法(熱、触媒)でできるものは、従来法で実施した方がよい。熱、触媒利用と比べて放射

線プロセスの利点として、常温での反応、固体で反応、触媒が不要なことから高純度製品にできることなどがあり、これらの特徴を巧みに利用して工業化が実現している。

(工業利用の例)

- 世界ではじめての放射線高分子産業利用は、A. Charlesby (英国)による「ポリエチレンの放射線架橋を発見」を発展させたものである。
- 電子線照射によって架橋された熱収縮ポリエチレンを包装材として利用。
- 1992年に高崎研と日本カーボンで電子線架橋による炭化ケイ素繊維を作製。高温酸化によるものよりも耐熱性が向上。2013年実用化。炭化ケイ素繊維で強化されたセラミック複合材による航空機用エンジン部品や発電用タービンへの応用が期待される。
- PVA(ポリビニルアルコール)を照射架橋して作製したハイドロゲルを創傷被覆材として利用。治癒の早さ、取替えが容易で無痛などメリット。
- FNCAで協力したものとして、マレーシア原子力研究所のFace Beautyマスクがある。Sago starch(サゴ椰子でんぷん)を照射架橋したものを実用化している。にきび等の傷跡を隠すことができる。
- アメリカESI社によるカーテン型の電子線加速器で印刷の上にオーバーコートする。自己遮蔽型という、利用しやすい設計になっている。
- 電子線照射による印刷・塗装が拡大。溶媒の蒸発工程が不要であるため省エネであることや溶媒による環境汚染がない。課題は塗料や加速器の低コスト化。
- 家具、床材の電子線塗装。ラミネート印刷により表面が化学的な塗装より硬いこと。紫外線と競合することになるが、電子線の方が、飛程が長く、厚みと着色のある塗装に有利である。
- グラフト重合は放射線の大家シャピロー氏(仏国)が言い出したが、なかなか実用化しなかった。
- 電子線の照射により、ポリエチレン薄膜に電子線を照射してラジカルを作り、そこへアクリル酸をグラフト重合化し、電池用隔膜を高崎研が開発し、湯浅電池が実用化。従来セロハンが使われており、寿命が1年程度であったが、5年に延びた。これが放射線グラフト重合の実用化の最初となった。その後、フィルター材を各種モノマーのグラフト重合する事によって製造し、空気清浄用、半導体洗浄水の浄化などに利用されている。

(農業利用について)

- IAEAは、農業利用に力を入れている。環境汚染を抑えるため、放射線利用によって、農薬、殺虫剤、化学肥料の使用量を減らし収量を上げる。
- 約3,000種の改良品種が、放射線突然変異によって作られている。
- 品種改良の目的は、耐病性、高収量、耐乾燥性、早熟、矮性(風に強くするため背を低くする)、耐塩性など。

(農業利用の例)

- ペルー高地は、冬が早く来るため、IAEAと協力し早熟性大麦を開発。
- フィリピンでは、バナナの病気(バンチトップウィールズ)対策として農薬を大量使用していた。それに対して、この病気に強い品種を開発。現在、この品種が普及しつつある。
- 高崎研では、重イオン粒子照射による品種改良を進めている。重イオン粒子照射の場合、高

LET 照射であるため、DNA 損傷が Co-60 のガンマ線によるものと異なっており、新たな品種改良が可能である。FNCA でも、各国から稲を送ってもらい照射し、それらを各国で栽培し優れた品種の開発を進めている。2013 年バングラデシュでは、20%ほど収率の高い稲の新品種ができたと報告されている。

- 虫害に対しては、殺虫剤を使用すると目的外の生物も殺してしまう。放射線不妊虫放飼法によれば、選択的に害虫を除去できる。沖縄では、この方法でウリミバエの撲滅に成功し、ゴーヤの本土への販路を拡大した例がある。メキシコなどでは、オレンジなどにつく地中海ミバエの撲滅に成功している。
- IAEA はタンザニアのザンジバル島で、放射線不妊虫放飼法により、家畜の病気を媒介するツエツエバエを撲滅した。現在、エチオピアで、大規模に実施している。
- FNCA において、キトサンを照射によって分子量を小さくしたオリゴキトサンの実用化を進めている。オリゴキトサンには、植物の成長促進と病気への耐性を与える効果がある。インドネシアなどでは、赤唐辛子、米、トマトなどで 5~50%の収量増が報告されている。米については、マレーシアでは 24%、フィリピンでは 25%の収量増が報告されている。
- でんぷんや CMC の照射による架橋作用によって作る SWA (Super Water Absorbent 超水分吸収材) の使用による水分維持で、乾燥地での作物栽培が期待されている。
- 農地を広げるには、乾燥地のかんがいが必要であるが、土中での水の保持は非常に困難。土中に SWA を混ぜることで、水分が保持されるため土壌の改良剤として期待されている。これには、ベトナムが熱心であり、「1ha あたり 40kg 程度混ぜることで収量が 20%程度増加している」という報告がある。
- バイオ肥料については、ライゾビアやマイコライザという微生物を培地に混ぜたものを肥料として使用する。培地の消毒に今までは、高温蒸気を 3 日間ほど当てていたが、Co-60 を照射することで消毒時間を短縮できる。
- 下水汚泥は日本の場合、脱水乾燥して燃焼しているが、本来有機物が多く含まれていることから燃やすより、肥料として再利用する方が良い。汚泥を使用する前の放射線殺菌処理する技術の実用化は、ドイツが先行していたが、汚泥中の重金属の規制が厳しくなり、その後中止している。インドで唯一、Co-60 の照射による施設が稼働している。
- 日本は、世界に先駆けてジャガイモの芽止めに照射を始めたが、消費者の反発がひどく、それ以降、他の食品へは実施されていない。
- 原子力委員会が香辛料について、照射処理利用を以前提言したが、厚労省で止まったままとなっている。香辛料は、途上国で生産されていることから消毒が必要。日本では、熱処理しているため、香りが落ちる。世界では、照射により殺菌しており、広く利用されている。
- えびは有害微生物が繁殖しやすいため、ベトナムでは、冷凍えびの輸出に当たって、照射による殺菌を行っている。
- FNCA の委員会に農水省から参加されていたが、日本の場合、照射によって作られた成長促進剤を使用したものを消費者が受け入れてくれない懸念があるとの意見を述べられた。
- 全世界の照射食品の利用状況は 500,000t となっており、特に中国の利用が多く (146,000t、ニンニクの芽止めなど)、食品照射利用が国際的に広がっている。

- ・ 食料は、収穫後 3 分の 1 が腐敗、発芽、虫害で損失することから、現在の 73 億人の食料確保のためには、食品照射法と倉庫の活用により損失低減が必要。

(医療)

- ・ 医療用具、ペットボトル、食品包装材の放射線滅菌は広く利用されている。
- ・ ペットボトルは、もともと過酸化水素水によって殺菌していた。殺菌後、洗浄の必要があったが、照射によって毎分 600 本の滅菌処理が可能となっている。

(環境保全)

- ・ 高崎研で開発された電子線利用による石炭火力発電所の排ガス浄化法 (SO₂ や NO_x の除去) がポーランド、中国で実用化されている。
- ・ 電子線利用による繊維工場の染色排水処理 (例、韓国)。ロシア製電子加速器を利用。

(国際協力)

- ・ 原子力研究者の交流プログラム (文部科学省) を 1986 年から実施。日本で 1 年間、日本の研究者と一緒に研究するプログラム。過去 1,600 名ほどの科学者、技術者が来日している。
- ・ FNCA による協力。日本が主導する国際協力で、FNCA のように大臣級が出席し政策を議論しているものは、そう多くはない。日本がリーダーシップをとって進めている原子力協力であり、更に効果的に成果をあげていくべき。第 15 回の大臣級会合が 2014 年 11 月 18 日シドニーで開催された。

③まとめ

(これからの放射線照射利用)

- ・ 機能性材料 Nano-materials: この分野は、まだまだ可能性の広い分野である。
- ・ 天然高分子の利用: 途上国には、安くて未利用の天然高分子資源が多く存在している。これらを原料にして放射線利用によって付加価値を高め利用していくことが必要。
- ・ 持続的農業・食料: すでに紹介したとおり。
- ・ 環境保全: もっと力を入れて、国が先導してやっていくべきもの。

(地球温暖化に備えて)

- ・ 原子力発電は、東京電力福島第一原子力発電所の事故以降停止しているが、原子力発電だけでなく放射線の以下のような利用の可能性はある。
- ・ 次世代バイオエタノール技術 (農林業廃棄物資源の利用): 現在、サトウキビやトウモロコシから作られたエタノールを利用しているが、これらは食料であるから、次世代技術として、セルロースやニグリンなど農林業の廃棄物を原料とてエタノールを合成する技術の開発が求められている。この際、農林業の廃棄物を放射線分解した後グルコース化し、それからエタノールを作る技術が考えられる。
- ・ 耐高温性の品種開発 (放射線育種): これから温暖化が進むことは間違いないだろう。米は、意外と暑さに弱い。今後、高温に耐える品種作りが必要。FNCA でも米の品種改良を進めているが、耐高温性も目的の一つである。
- ・ 省エネプロセス: 電子線塗装は最も優れた例であるが、一般的に放射線法は高温を必要としないので省エネのプロセスである。

(途上国とのウィン・ウィンの関係を構築)

- ・ 途上国は貧困削減のために日本の技術を必要としており、日本には途上国の資源が必要である。今後さらにウィン・ウィンの関係の構築を進める必要がある。

以上