

第162回エネルギー問題に発言する会座談会議事録

日時 場所: 平成28年1月21日(木) 16:00~17:45 @ JANSI 会議室

座談会演題: 「放射線・科学と政治のはざまで(エネルギー安全保障と低線量広域被ばく)」

講師: 坂東昌子氏 (NPO法人あいんしゅたいん理事長、元日本物理学会会長、理学博士)

座長: 林 勉 氏

議事録: 河原 暲

参加者: 会員約50名

添付資料: 坂東先生のWAM理論の解説 (林勉氏)

配布資料: (1) 「生物進化と突然異変—WAM モデル」

1. 座談会趣旨; 日本での低線量被ばくによる人体への影響に関する理解には原子力専門家と一般人(非専門家)の間で大きな隔たりがあり、かつ専門科学者の間での見解の相違や政治の場での保守的な判断などが一般人にさらなる混乱を与えている。この根底には「ICRP国際放射線委員会勧告(LNTモデル)」に準拠している考え方が我が国の人体影響評価の基礎になっていることにある。近日に至り、坂東昌子博士を中心とした低放射線被ばくの人体影響研究に関する新しい「LNTモデル再考」のアプローチがあり、我々には大変参考になるものであり、本座談会でそのアプローチと現状の紹介をしていただく機会を得たものである。

2. 講演の要旨

(1) 低線量被ばくの人体影響評価の基本的スタンスは「原子力研究の公開」にある。この「公開」は氏が薫陶を受けた湯川秀樹博士(ノーベル物理学賞, 1949年)の日本における原子力推進研究に対する基本的考えであった。今回の低線量被ばく研究も生物学と物理学他の関連学者並びに市民が一体となって研究成果を”公開”し、かつ徹底的な多面的議論を繰り返した結果が反映されたものである。

・・・”地球を超えて、分野を超えて、国を超えて(コスモポリタン)”

・・・”物理学の冒険、素粒子から社会物理学への想い”

(2) 「ICRP国際放射線委員会勧告(LNTモデル)」の根拠となる研究内容の多面的レビュー(低線量放射線被ばくの人体影響に関する再評価)の成果

(2.1)マラーの法則 (Hermann Joseph Muller, 1927年発表)とLNT仮説の課題

・ ショウジョウバエ(DNA損傷修復機能のない精子細胞)にX線を大量・短時間照射(9Gy・3~10分)したもの。

・ その子孫の劣性致死率を用いたデータから「染色体異常は総線量に依存し、低線量被ばくの致死率が総線量に比例」との結論としたもの。

(2.2)ラッセルのメガマウス実験(William L. Russel, 1982年発表)による線量率依存性確認

・ 100万匹以上のマウスの精原細胞へのX線&γ線照射(約30年間の実験。高線量率

630~790mGy/分及び低線量率7mGy/分)したもの。なお、本実験では、マウスの精原細胞の7つの遺伝子座をベースにして突然変異を確認したもの。

- ・総線量が同一でも、線量率が異なると細胞変異発生頻度が変わることを確認し、細胞変異発生率が線量率に依存することを確認したもの。

3.WAMモデル(Whack-A-Mole, ”もぐらたたきモデル”)の開発とJMELODIの推進

(3.1)WAMモデルの開発はデータの公開(異分野の科学者間での共有)を基本とした考えに立ち、次のような考え方で推進している。

- ・各開発の過程で科学者間、特に生物学者と物理学者の分野の違いを越えた多面的理解の推進を基本とした。たとえば、疫学と社会調査、物理学・放射線物理・生物物理、放射線生物学・分子生物学・動物実験・植物実験、放射線医学・放射線防護学、etcである。
- ・統一的理解と数量的予測とモデリングの在り方の検討・・・数理的アプローチ
- ・自然突然変異(自然放射線も一部に含むが大部分は放射線と関係のない刺激により、DNAの鎖や塩基が常に破壊され、また常に修復されている。その際のDNA修復過程等で生じるミスなどで誘発される突然変異(Spontaneous Mutation)を考慮する。また、この自然突然変異は自然放射線による発生変異の1,000倍にもなる。
- ・さまざまな動植物の放射線変異データを取り込み、本WAMモデルで評価できるものにする。

(3.2) 現時点のWAMモデルは、放射線によるDNAの損傷・修理や細胞のアポトーシス過程などを取り込んだ数理モデルとすることができた。

(3.3) ヨーロッパでは既にMELODI(Multidisciplinary European Low Dose Initiative)と称するプロジェクトが2010年に組織され、低線量被ばくに関する同様の活動が開始されており、また米国でも同様のものが始まっている。被爆国でありかつ福島第一原発事故の当事国である日本は”低線量被ばくに関する活動を強化する責務”を負っており、日本としても学際的な日本イニシアティブのJMELODIを組織し、ヨーロッパとの交流も開始した。

(添付書類) 「WAM理論の解説(林勉氏)」

(注) なお、本講演で紹介された放射線被ばくに関する知見データを整理した図書(表題「放射線必須データ32—被ばく影響の根拠—」)が2016年3月に発刊の予定。

以上

坂東昌子先生 略歴

NPO知的人材ネットワークあいんしゅたいん理事長

元日本物理学会会長、愛知大学・名誉教授

京都大学大学院理学研究科博士課程修了(理学博士)。

京都大学理学部助手、同講師、愛知大学教養部教授を経て 2008 年より愛知大学名誉教授。

専門は、物理・素粒子論・交通流理論・最近は生物物理

おもな著書・論文：『物理と対称性』（丸善出版）『性差の科学』（共編著、ドメス出版、2007年）、『理系の女の生き方ガイド』（講談社ブルーバックス）、『生命のフィロソフィー』（共編著 現代思想社）「4次元を超える物理と素粒子論」（共著 共立出版）『ポストドクター問題』（共著 世界思想社）など

添付資料 坂東先生のWAM理論の解説(林勉氏)

坂東氏他は低線量率被曝評価に関する画期的なWAM理論を提唱され、いまでのLNT仮説や閾値論を根底から覆す業績を挙げられています。それなのに我が国をはじめ、世界的にも十分に評価されていないという現実があるようです。このような状況の中で今回私たち「エネルギー問題に発言する会」の座談会にお越しいただき貴重なご講演をいただくことができました。坂東氏は、「このモデルはまだ提案したばかり。多くの科学者に認められてこそ本物になるので、いきなり市民に宣伝するのではなく科学技術者が理解して下さることがありがたいです。」とのことでした。WAM理論は関連する論文を読んでも素人にはなかなか理解しにくい面があり、支持拡大の妨げになっていると感じたので、私なりに理解した分かりやすい解説を試みました。分かりやすさを重視したので舌足らずや不正確な面もあると思われるが皆様の理解に多少なりともご参考になれば幸いです。

放射線による生体への影響評価についてはマラーによるショウジョウバエの実験から始まりました。マラーは高い照射線量・照射線量率で実験しました。それは、ハエの寿命がせいぜい数週間であるため低い線量率ではその影響が見えないからでもありました。それまで、自然突然変異は知られていましたが、それが人工的に起こせるのかどうかという疑問がずっとあったからです。マラーは人工的な突然変異が起こることを実験で証明したのです。マラーはこの功績によりノーベル賞を受賞しました。そしてその実験結果に基づいて、生体への影響は照射線量に比例するという仮説（LNT仮説）図1をたてました。

その後ラッセルは、ハエよりヒトに近い哺乳類で検証すべきだとして、大量のマウスを使ってのメガマウス実験を実施し、同じ総照射量でも照射線量率により変異発生率が異なること（図2）を発見しました。しかしこの重要な発見が広く注目を浴びることなく、マラーのLNT仮説が放射線被曝は少しでも危険という安全重視思想の流れの中で重視されてきました。（坂東注；LNT仮説は、この段階では動物（ショウジョウバエ）の実験結果であり、しかも突然変異率の実験です。のちがんのリスクなどに適用されますが、それは疫学データをもとにして検討した結果がBAIRVII(2006)でLNTが正式に採用されました。）

その後ある一定以下の線量率では生体への影響は問題としなくてよい閾値があるという主張も行われましたが、このレベルをどう考えるかが社会問題となってきました。福島事故以降の放射線影響評価の社会的混乱の中で、坂東先生達は科学的にきちんとした評価が必要であると考え、この面の研究に取り組みました。放射線照射により生体の正常細胞の一部が変異細胞になりますが、生体には変異細胞を死滅させるアポトーシスや正常細胞に修復する機能があることが分かってきていましたので、変異細胞が増える分と減る分の機能を組み込んで数式化しました。この理論をWAM理論と云います。この数式により様々な放射線量率による変異細胞の発生頻度をまとめたのが図3です。この結果どのレベルの放射線量率でも変異細胞の発生頻度には上限があるということがはっきりしました。これはL

N T仮説や閾値論とは根本的に異なる振る舞いを予言するものです。そこで、この理論の予測と、今までの照射実験結果とが合致するかの検証が行われました。今までなされた実験は数多くあるのですが、線量率ごとにデータを明示した実験データは意外に少ないのです。みつけた実験データは動物植物を含めてたった 5 種でした。これら実験の中から線量率の異なったデータを集めたものを図 4 に示します。生物の種類によりばらばらのデータになっていますが、時間ファクターを織り込んだ (スケーリング) 評価式を作り整理したところ図 5 のように見事に一つの数式で実験値が整理できることがわかりました。

坂東氏は「何しろ、私たちは、いわばこの分野では「新参者」ですので、なかなか、これまでのプロ集団の科学者グループと議論を率直に行う場がありません。固定概念が底流にある各グループを横につなぎ、徹底的議論して、お互いの知見や認識の違いを検討し、誤りを正していく謙虚さがないと、研究自身も発展しません。これが可能になったら合意できるのはどこか何が問題かを明らかにできると思います。放射線評価の問題は科学者間でも見解の差が二分しており、しかも、見解の異なるグループ間の徹底的な議論がほとんどありません。科学者間のこのギャップが市民が科学的な理解を深める上での阻害要因となっているのが現状です。このギャップ埋めるための活動を坂東先生達は続けています。私たちもできるだけWAM理論の理解拡大の輪を広げる支援活動をできたらと思います。

(注記) WAM理論を理解するための論文

- 1) L N T 再考 放射線の生体影響を考える、坂東他、日本原子力学会誌 Vol.56, No.11(2014), P23~26
- 2) 座談会 L N T は成立しない? - 低線量では細胞レベルで修復メカニズムが働く -、坂東、真鍋、澤田、日本原子力学会誌 Vol.57, No.4(2015), P14~20

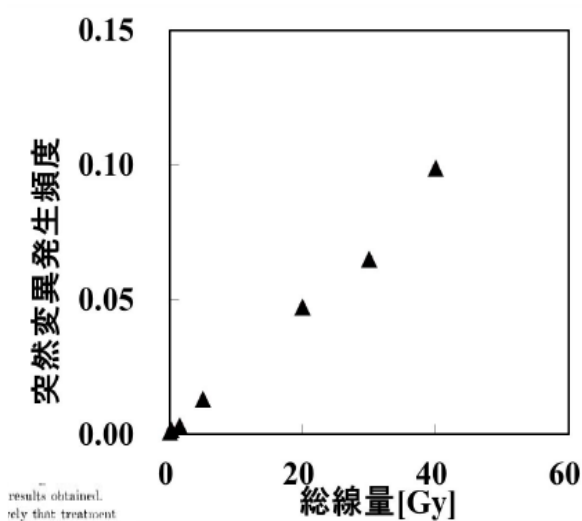


図 1 マラーによるショウジョウ蠅の実験

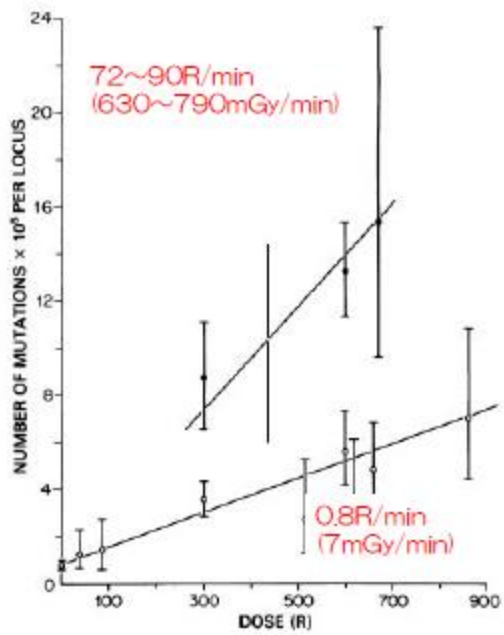


図2 ラッセルによるメガマウスの実験

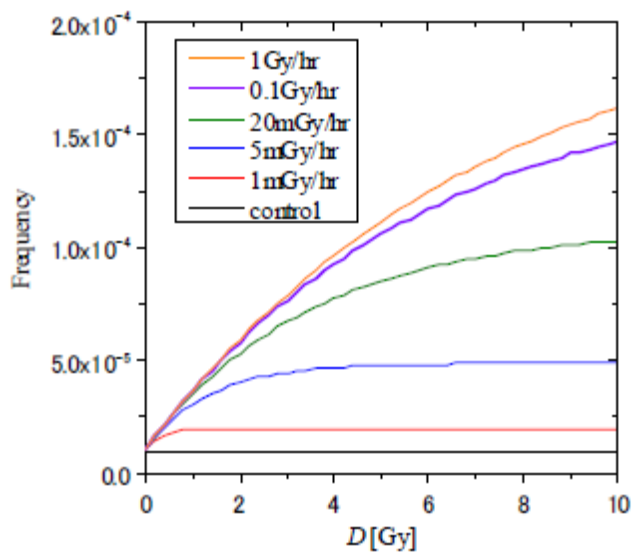


図3 WAM理論による変異細胞の発生数

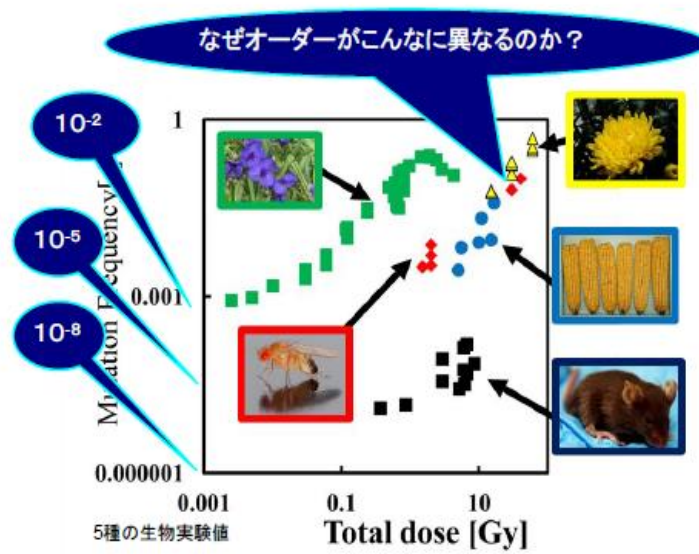


図4 ショウジョウ蠅、マウス。トモロコシ、キク、ムラサキツユクサの照射実験

5種の生物実験値 スケーリングして理論と比較

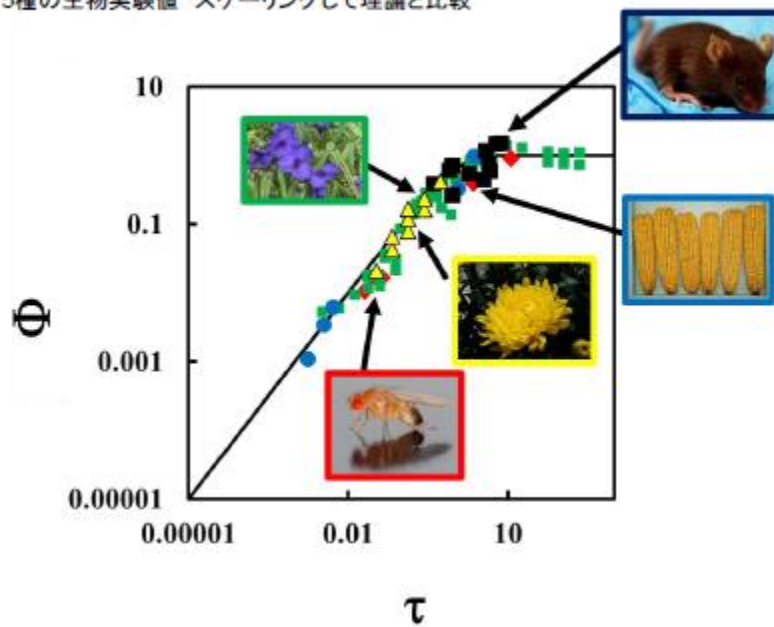


図5 5種の生物実験値（4図）スケーリングして整理