

- トップコラム／Ai情報センター 代表理事 山本 正二
- 低線量被ばくのリスクについて／〔シリーズ4〕フクシマを考える
- 未来を拓く次世代加速器：国際リニアコライダー／〔その4〕極小ビームを衝突させる
- お願い／長期間当社にご返却されないバッジ（未返却バッジ）について
- お知らせ／日本保健物理学会「第47回研究発表会」
- お知らせ／2014年製薬放射線研修会（第16回製薬放射線コンファレンス総会）

ト
ツ
プ
コ
ラ
ム
149



山本 正二

Aiの10年を振り返って、 全ては納得のために

普通の放射線科診断医であった私がAi（オートプシーイメージング）に足を突っ込んで早くも10年になりました。今でこそ、死因関連2法が成立し、死因究明の有力な手段としてAiが取り入れられ、当たり前のように多くの医療機関でAiが実施されるようになりましたが、ここまでの道のりは決して平坦なものではありませんでした（今でも平坦ではありませんが…）。この原稿を契機にちょっと私のAi人生を振り返ってみたいと思います。

私がAiに取り組んだきっかけは、断ることができない優柔不断な性格が起因しています。Aiの提唱者である作家の海堂先生は、その頃Aiを読影してくれる放射線科診断医を探していました。母校で誰か適任者はいないかと千葉大学放射線科の伊東教授をアポなし訪問したらしいのですが、伊東教授は放射線治療が専門でしたから当然断られたようです。その次にターゲットとなったのは、講師をしていた私でした。たまたま、長女同士が同じ幼稚園で、母親同士はママ友だったのです。口説き文句は「今ならAi学会の理事にしてあげよう」だったらしいのですが、まったく記憶にないのです（それでもなぜか初代理事長になりました）。搦め手から攻められ断ることも出来ないまま、千葉大学でAiを実施せよという命令が下りました。実際には死後画像など見たこともないですし、附属病院やバイト先でAiをやってもらおうと色々当たってみました。全て門前払いされました。

その時思いついたのが、車載式CTを利用してのAi実施でした。法医学の岩瀬先生と一緒にお正月明けに警察が扱う変死体20症例を行い4例で体表検視ではわからない所見を見つけました。犯罪見逃し防止にAiは役に立つと実感したのは、この経験があったからです。実際に餅がのどに詰まったAiなどもこの時経験しました。

その後、文科省の科研費を取得して、病理解剖との対比を

目的に附属病院でのAiを実施することになりました。実際の一例目がマルファン症候群*1の大動脈破裂だったので、とても印象に残っています。警察が扱わない症例でも、Aiを行えば何か死因がわかるのだと考え、この後附属病院での原則全例Ai実施、そして、Aiセンターの設立へとつながります。千葉大学のAiセンターは、既存のCT装置をそのまま利用したので、箱物としては何もありませんでした。看板だけのAiセンターで、私がいるところ、というか私自身が動くAiセンターだったのです。

この頃、Aiをやって医療訴訟などで実際に有効だった症例を見せてくださいと言われてもしたのですが、良い症例がありませんでした。たまたまその頃医療訴訟になるような案件がなかったからなのかなと思ったのですが、よく考えてみるとAiを使って遺族に死因を説明すると皆さん納得してくれるんですね。つまり、訴訟などを考えていた人たちが皆やめてしまったようなのです。こればかりは、あなたは医者を訴えようと思っていましたかなどアンケート調査をするわけにもいかないので確認のしようがないのですが…。

その後、紆余曲折はありましたが、2009年にAi情報センターを開設しました。自分で事務所を開いてみると今まで、「千葉大の…」という肩書きでいろいろ仕事をしていたということがよくわかりました。MR*2さんが全く来なくなりましたから（笑）。

最初の2年くらいは読影件数も少なく、お昼を食べに築地まで足を伸ばしたりする時間もありましたが、2013年夏以降損保会社からの依頼が急増し、最近は立ち食いそばで済ませることが増えてます。プランタンの近くにあるよもだそばがお気に入りです。なぜか本格インドカレーを出していて結構おいしいのです。

また、死後画像の延長ではあるのですが、まさかミイラの読影をすることになるとも思っていませんでしたし、テレビドラマの医療監修もするとは思っていませんでした。

今でも、まだAiだけで生活が出来ていません。週に2日生体の読影バイトに行っています。なかなか波瀾万丈の人生ですが、これからもAiに取り組んでいきたいと思っています。最後にこんな私のわがまを許してくれた妻に感謝します。

*1 常染色体優性遺伝の形式をとる細胞間接着因子（フィブリンと弾性線維）の先天異常症による結合組織病（遺伝障害、遺伝病）

*2 医療情報担当（medical representative）

やまもと せいじ（Ai情報センター代表理事）

プロフィール●1992年千葉大学医学部卒業。同年放射線科入局。1993年より沼津市立病院放射線科勤務。1996年千葉大学医学部附属病院放射線科に戻り、2009年Aiセンター副センター長に就任。同年12月Ai情報センターを開設。2010年千葉大学を退職し、4月Ai情報センター代表理事に就任。著書：死因不明社会2（講談社）など。

低線量被ばくのリスクについて

〔シリーズ4〕 フクシマを考える

公益財団法人放射線影響研究所 理学博士 中村 典



線量率の影響をどう考えるか

原爆被爆者に生じた健康影響は、1分以内の放射線被ばくに起因している。しかし福島では放射線被ばくははるかに緩慢で、1年かけて20mSv未満というレベルである。この時間の違いをどう解釈すべきかは、依然として未解決の問題である。ひとつの解決の糸口は、世界に点在する自然放射線レベルの高い地域に住む人の疫学調査かも知れない。これまでのところ、自然放射線レベルが10倍以上高くてもがんリスクの増加は見られないという。しかし結論を導くためには更なるデータの充実が不可欠である。

福島における20mSv被ばくの意味

原爆被爆者のデータから直線しきい値なし(LNT)モデルを使って相対リスクを計算すると、1000mSvで1.5倍だから、100mSvで1.05倍、20mSvでは1.01倍となる(以下、低線量における慢性被ばくの影響は、急性被ばくの場合と同じと考えて議論を進める)。この1.01倍をどう理解するかであるが、例えば日本人の都道府県別の年齢調整がん死亡率について考えてみる。これによると1.01倍は福島県と東京都くらいの違いである。就職のため上京する時この1.01倍を気にすることはないと思うので、望まない被ばくをしたと思うと気分はよくないが心配は無用だろう。この都道府県別のがん死亡率表の特色は、長野県の健闘振りである。男女ともに何年もトップ(最低の死亡率)なのだ。しかもその理由は県をあげての食生活習慣改善努力の結果らしいのである。実際、1960年代の全死亡率は全国でも中くらいにすぎなかった。このことは、ちょっと気持ちを明るくしてくれる。少しくらいのがんリスクの上昇なら、生活習慣の改善により打ち消すことが可能に思えるからだ(例えば、禁煙、減塩、野菜摂取など)。

遺伝への影響

原爆被爆者の子どもについては、生まれた時の異常(死産、奇形、2週間以内の死亡)、染色体異常、死亡率、がん発症率などについて調査されているが、親の被爆による影響は検出されていない。流産に関しては情報収集が困難で中止された(現代でも情報収集は難しい)。最近では小児がん患者が治癒し、大人になって家庭をもちそして生まれた子どもについての調査も報告されるようになってきた。がん治療のための放射線照射の際、散乱線によって生殖巣への被ばくを生じる。がんの部位によっては、被ばく線量は半端ではない(例えば腎臓にできるウィルムス腫瘍は卵巣に近いので卵巣の被ばく線量は合計で20Gyを越える場合もある)。それでも奇形、染色体異常、

メンデル性疾患などのリスク増加は見られていない。

マウスの遺伝実験は、1950～1960年代に主に米国と英国において数100万匹もの個体を使って行われた。毛色などいくつかの遺伝子について検査が行われた結果、線量反応は直線的で1Gyの放射線により精原細胞(精子のもとになる幹細胞)に遺伝子当たり約10万分の1くらいの確率で突然変異を生じることが分かった。

なぜヒトでは遺伝的な影響が見つけにくい

多くの実験動物において放射線による遺伝的な影響が明らかになっている。他方、ヒトの調査ではその事実はほとんどない。その最も大きな理由は、われわれのゲノム(DNA)には、多数の自然突然変異が蓄積していることである。ショウジョウバエでもマウスでも、実験に使うためには遺伝的背景を揃えるなどの手を加えて初めて可能になるが、この点でわれわれのDNAは品質管理ができていない。ゲノムの個人差は、どういう変化に着目するかで違いはあるが、1塩基の違いだと100万ヶ所以上、壊れている遺伝子の数では数10個という推定がある。

先に述べたようにマウスでは1Gyの急性照射により遺伝子当たり10万分の1くらいの確率で精原細胞に突然変異を生じるので、もし細胞に10万個の遺伝子があれば、1Gyによりどれかひとつの遺伝子に突然変異が起こる可能性があることになる。しかしわれわれが持っている遺伝子数は、せいぜい2万5000個位らしい。ということは、1Gyの放射線により突然変異を生じる遺伝子の数は、0.25個となる。更に慢性被ばくの場合には、突然変異頻度が1/3に減るというマウスのデータがあるので3で割って0.08個となる。そして20mGyの被ばくは1Gyの50分の1なので、変異遺伝子数は0.08個の50分の1、つまり0.002個となる。すでにゲノムに蓄積してしまった異常数(数10個の遺伝子は壊れている)に対して、20mSvの慢性被ばくにより生じるとされる突然変異数(0.002個)は大変小さな数字であることに驚くと同時に安堵もする。新しい突然変異が見つかりにくいのも合点がいく。以上はマウスとヒトの放射線感受性が同じと想定した計算なのでヒトにおける証明にはならないが、それでも2倍くらいの誤差内に入る可能性は高いだろう。別の考えとしては、20mGyは10年分の自然放射線の量とほぼ同じである。誰も30歳ではなく20歳で結婚すべきだなどとは思っていないので、心配には及ばない。このアバウトな感覚(常識感覚)も正しい。

謝辞

放射線影響研究所(広島・長崎)は、日本の厚生労働省ならびに米国のエネルギー省(DOE)により資金提供を受けている公益法人である。著者の見解は必ずしも両国政府の見解を反映するものではない。

未来を拓く次世代加速器：国際リニアコライダー

〔その4〕 極小ビームを衝突させる

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 照沼 信浩



これまでの連載で、国際リニアコライダー (ILC) の概要と、粒子実験を行う目的、そして素粒子実験で衝突させる「粒子ビーム」を加速するための超伝導加速技術について解説してきました。今回は、粒子ビームを衝突させるための技術についてご説明します。

ILCでは、電子や陽電子を200億個程度の塊として加速します。この200億個の塊が電子や陽電子といった粒子の「ビーム」です。ILCのビームは、非常に薄いリボンのような形をしています。そのサイズは、衝突点付近で高さ6nm (100万分の6mm)。これは、水素原子わずか100個程度の厚さに相当します。このような極小のビームを実現するためには、最先端の技術を駆使する必要があります。

200億個もの粒子が塊になっているとはいえ、電子や陽電子はその大きさが測れないほど小さな存在です。ですから、塊の中はスカスカの状態、塊の中の粒子同士を衝突させるのは至難の業。このように難しい粒子の衝突の頻度を高くするために行うのが、ビームのサイズを小さくす

ることです。小さくするとぶつかり易くなる、というのは矛盾しているようにも思えるかもしれませんが、ビームサイズを小さく絞り込むことで、塊の中の電子や陽電子の密度が高くなり、ぶつかりやすくなるのです。

ビームの絞り込みに必要となるのが、位置がちよっと変わると磁場の強度が急激に変わり、また、それを精密に制御できる「高精度高勾配収束電磁石システム」と「超平行ビーム」です。また、小さなビームを正確に衝突させるには、衝突位置のズレをナノメートル精度に制御する技術も不可欠です。これらの技術を実証するための装置が、高エネルギー加速器研究機構 (KEK) の試験加速器「ATF (Accelerator Test Facility)」です。

ATFの中心には円形の加速器 (リング) があります。

電子ビームはリングを周回する時に光を出してエネルギーをわずかに失いますが、続けて高周波加速装置でエネルギーを受け取ります。これを周回する度に繰り返すと、超平行ビームに変わっていきます。ATFでは、これまでより約100倍も平行度の高い「超平行ビーム」をつくることができます。「平行度が高い」とは、粒子の方向がよく揃ったビームのことで、遠くまで行っても広がらないということを意味します。ILCでの平行度は、1000km先でもわずか1mmしか広がらないものです。

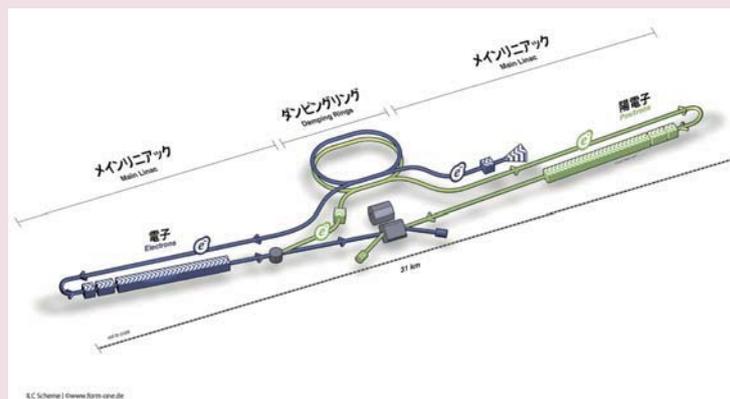
遠い太陽から地球に達する光の平行度はとても高く、そのため虫眼鏡で太陽光線を小さく絞ることができます。しかし、電灯からの光は、平行度が低いために虫眼鏡で絞ることができません。同様に、ビームも超平行に揃えることで、虫眼鏡の役割となる電磁石を使って、ナノメートルのサイズに絞り込むことが可能になりますが、これまでにない極小のビームを実現するための多くの工夫があります。

まず、多数の電磁石を並べます。

まず、多数の電磁石を並べます。

高性能な光学写真が、多くのレンズを並べ、収差を取り除き、鮮明な像を得るのと同じ仕組みです。ATFに設置された絞り込み用のビームラインは、長さが60mもあります。ILCでは試験加速器より、はるかにエネルギーが高くなるので、絞り込み用のビームラインの長さは1.2kmと設計されています。

ILCでの目標ビームサイズは6nmです。ATFとILCはエネルギーの大きさが違いますが、必要な技術レベルはほぼ同等になるように考慮されています。そのため、ATFで37nmのビームサイズを実現することができれば、ILCにおいて6nmのビームを作る技術を開発し実現できたことを確認できます。現在行われている試験では、65nmという世界最高の極小ビームを達成しており、目標までもう一歩のところまで来ています。



ILC加速器の概念図。

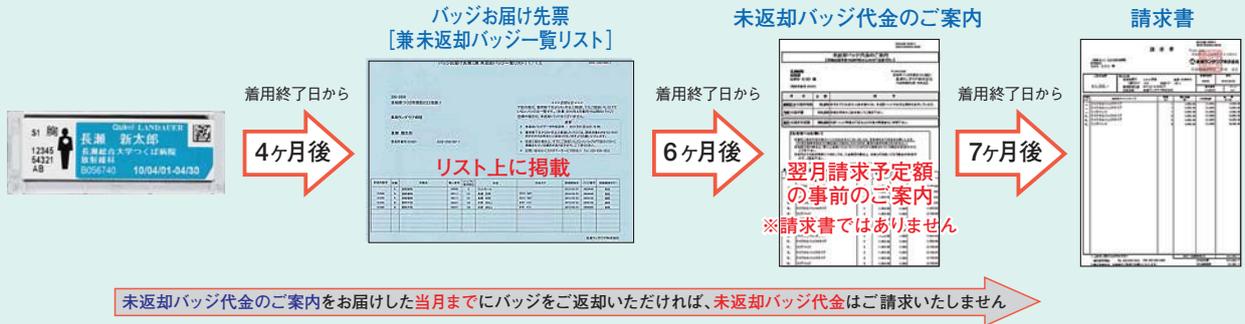
中央に位置するダンピングリングの技術実証研究がATFで行なわれている。

お願い

長期間ご返却されないバッジ (未返却バッジ) について カスタマーサービス担当より

当社のバッジはお客様の被ばく線量を測定するために貸し出しており、返却後は再利用しております。そのため、着用期間終了後7ヶ月を経過してもご返却されないバッジについて

は、下記の手順で未返却バッジ代金を別途請求させていただきますので、速やかにご返却ください。また、退職者のバッジも忘れずにご返却願います。



お知らせ

日本保健物理学会 「第47回研究発表会」

大会長：竹中信吾 (日本原子力研究開発機構人形峠環境技術センター)

岡山県鏡野町は、1955年に日本で初めてウラン鉱床の露頭が発見された人形峠がある、我が国の原子力の発祥の地です。またこの人形峠には、我が国が、世界で唯一原子爆弾の非保有国でありながら、ウラン濃縮を認められるきっかけとなったウラン濃縮関連施設があり、原子力の平和利用の世界的な象徴としても意義深い地域です。原子力政策、放射線防護のありかたについて、原点に立ち返って議論するのに相応しい場所です。奮ってご参加くださいますようご案内申し上げます。

◆研究発表会

会期：平成26年6月19日(木)～20日(金)
会場：上齋原文化センター ヴァルトホール
〒708-0601 岡山県苫田郡鏡野町上齋原409

◆お問い合わせ

日本保健物理学会第47回研究発表会大会事務局
(独)日本原子力研究開発機構人形峠環境技術センター内
Tel. 0868-44-2211 Fax. 0868-44-2851 (石森 有)
E-mail: ningyo-jhps47@jaea.go.jp

*詳しくは大会ホームページをご覧ください。

<http://www.jhps.or.jp/jhps47/index.html>

2014年製薬放射線研修会

〔第16回製薬放射線〕
コンファレンス総会

会期：平成26年6月26日(木)～6月27日(金)

会場：つくば国際会議場(茨城県つくば市竹園2-20-3)

◆1日目 6月26日(木) 11:00～17:00

- ・総会 PRC活動報告等
- ・研修会 (予定)

講演1 「最近の放射線規制行政の動向について(仮題)」
原子力規制庁 放射線規制室

講演2 「がん放射線治療に有効な放射線効果修飾剤(放射線防護剤及び放射線増感剤)の開発」
関根(鈴木) 絵美子氏(独)放射線医学総合研究所

講演3 「RI廃棄物の現状と課題」
池谷元宏氏(公社)日本アイソトープ協会

◆2日目 6月27日(金) 9:00～16:00

- ・見学会 高エネルギー加速器研究機構 つくばキャンパス、宇宙航空研究開発機構 筑波宇宙センター

参加申込：PRC WEBページ内の研修会参加登録フォームよりお申込みください。

<http://www.web-prc.com/>



編集後記

マイクロソフト WindowsXPのサポートが4月9日で終了しました。これによりコンピュータウイルスの脅威が増大したことはご存じの通りです。コンピュータは現代人にとって無くてはならないアイテムです。この度の終了で皆様はどのような対策を取られましたか？

弊社はお客様の情報をたくさんお預か

りしている立場上、十分な対策を取る使命があると心得ております。対策として社内のPCをWindows7に切り替え、基幹システムを社外と完全分離の処置を取りました。この対策でウイルスからの脅威は十分低くなったものと思いますが、全てのリスクが無くなった訳ではなく、社員一人一人の行動が重要です。従来にも増して慎重な業務を続けてまいりますのでご安心ください。(佐藤 輝之)

長瀬ランダウア(株)ホームページ・Eメール

<http://www.nagase-landauer.co.jp>
E-mail: mail@nagase-landauer.co.jp

■当社へのお問い合わせ、ご連絡は
本社 Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8441
大阪 Tel.06-6535-2675 Fax.06-6541-0931

NLだより No.437
平成26年<5月号>
毎月1日発行 発行部数：35,700部

発行 長瀬ランダウア株式会社
〒300-2686
茨城県つくば市諏訪C22街区1
発行人 中井 光正