



石井 哲朗

半導体検出器づくりから安全へ

学生の頃はモノづくりが苦手であった。日本原子力研究所に入所し、そんな私を指導して下さった方が、自作の半導体検出器を使って原子核物理の実験をしていたので、私も作ることができるようになった。半導体検出器の中でも、表面障壁型の検出器は比較的簡単に作ることができる。シリコンウェーハーをエッチングして表面を滑らかにし、表と裏面にそれぞれ金とアルミニウムを真空蒸着するとダイオード特性を持つようになるので、逆バイアスをかければ放射線検出器として働く。ただし、イオン注入で製作された市販の検出器に比べると、安定性も特性も劣るので、最近では、わざわざ自分で作ろうとする人はいないと思うが、私よりも上の世代の方の中には、自作された経験をお持ちの方も多い。

メーカーでも、いろいろな形の検出器を製作してもらうことはできるのだが、費用はもちろん、時間もかかる。自分で作れば、すぐに試すことができるし、特殊なものにも挑戦することができる。また我々の実験では、重イオンを検出するために使うので、それほど優れたエネルギー分解能を必要としないし、照射損傷により性能も劣化する。

ある実験で、厚さ20μm程度の薄い検出器が必要になった。最初は市販品を使ったが、特性に今一つ満足できない。ならば自分で作ってしまえ、ということで、製作に取りかかった。この薄さになると、ピンセットでつまめば割れてしまうし、液体から取り出す時に割れることもある。水とフッ化水素酸の表面張力の違いも肌で感じた。当然、最初はうまくいかないが、工夫を重ねていくうちに検出器として使

●トップコラム／日本原子力研究開発機構 J-PARCセンター

副センター長〈安全担当〉 石井 哲朗

●平成27年度／眼の水晶体の等価線量の集計／

頭頸部用クイクセルバッジ着用者数推移

●お願い／登録内容の変更について

●お知らせ／平成28年度 医療放射線防護連絡協議会年次大会
第27回「高橋信次記念講演・古賀佑彦記念シンポジウム」

●お知らせ／日本放射線安全管理学会 第15回学術大会

えるものができるようになった。この頃には、モノづくりへの苦手意識もすっかり無くなっていた。

半導体検出器の製作をとおして、作業をする際の哲学を教えてもらったと思っている。常に意識してきたことの一つに「作業をする前に、最悪なことを考えてから取りかかりなさい。」という言葉がある。最悪なことは怪我をすることなので、まず、そうならないように対処する。不思議なもので、最悪なを考えると、次に悪いことは何か、その次は…と、作業の先を読むようになる。例えば、次に悪いことは検出器を壊すこと、だから、乱雑な机の片隅で作業をして検出器を落とすようなことをしてはいけない、と考えるようになる。

また、「簡単な作業こそ、100%確実に実施しなくてはいけません、99%ではダメです。」という言葉も意識してきた。99%の確度でしか作業をしないと、全工程の成功率は $0.99 \times 0.99 \times \dots = 1 - 0.01^n$ なので、あっという間に確率が下がる。それはといっても人間なので失敗はある。しかし作業に取り組む時の意識が変わるし、反省の仕方も変わる。簡単な作業で失敗した時こそ、その原因を自分の心理状態まで含めて深く分析するようになる。

実は、これらは、私が失敗して叱られた時の言葉である。理にかなっているだけに頭に焼き付いたのだと思う。どんな仕事に対しても役に立つ言葉だと思うが、特に安全に作業を進めるのには有用である。今まで、ハザードの高い様々な作業を行ってきた。怪我することなくやってこられたのは、運もあったとは思うが、これらの教えのおかげでもある。

今は、大強度陽子加速器施設J-PARCで、安全を統括する仕事をしている。安全管理は、技術面だけでなく、心理学的、社会学的観点など、さまざま角度から総合的に把握することが必要で、あれこれ考える際には、モノづくりを通して経験してきたことがベースになっているように感じている。

いしい てつろう（日本原子力研究開発機構 J-PARCセンター^{*}
副センター長〈安全担当〉）

プロフィール ●1959年愛知県生まれ。1985年名古屋大・工(原子核工学)博士課程中退、(旧)日本原子力研究所入所。1994年工学博士。物理部、先端基礎研究センターにて、原子核物理の研究に従事。東海タンデム加速器の重イオンビームを用いて不安定核を生成し、γ線測定により原子核構造を研究。2008年より研究炉加速器管理部で、タンデム加速器等の施設管理に従事。2013年よりJ-PARCセンター^{*}で、安全を向上するための本質を模索している。

^{*}高エネルギー加速器研究機構との共同運営

平成27年度

眼の水晶体の等価線量の集計

平成27年度(平成27年4月～平成28年3月)の当社クイクセルバッジサービスによる眼の水晶体の等価線量(以下、水晶体等価線量)を機関別・職種別に集計しました。また、頭頸部用クイクセルバッジ(以下頭頸部バッジ)の着用者数の推移も機関別にまとめましたので、併せて結果を報告いたします。水晶体等価線量の算出方法につきましては、最も眼の位置に近い部位に装着したクイクセルバッジから得た1cm線量当量と70μm線量当量のうち、高い方の値を水晶体等価線量としています。また弊紙No.449からNo.451に外部被ばく線量の算出方法を特集しておりますので、ご参照ください。

水晶体等価線量の集計

【水晶体等価線量の集計対象】

平成27年度中に、当社の測定サービスを1回以上受けられた213,291名のデータを対象とし、水晶体等価線量について集計しました。集計には、平成27年4月1日から平成28年3月31までの着用分で、報告日が平成28年6月30日までのバッジデータを使用しております。

なお、最小検出限界未満の線量を表す「検出せず」は、年間水晶体等価線量を0mSvとして計算しています。

【機関別年間水晶体等価線量の集計結果】

機関については、一般医療、歯科医療、獣医療、一般工業、

非破壊検査(非破壊)、研究教育の計6つに分類しました。

平成27年度における各機関の年間水晶体等価線量の人数分布を表1に示します。年間平均水晶体等価線量の集計対象者全体平均は0.753mSvとなり、平成26年度の0.755mSvとはほぼ同じでした。医療分野について見ますと、大多数を占める一般医療の集計対象人数は155,652名で年間平均水晶体等価線量は1.010mSvでした。一方、歯科医療では2,924名で0.032mSv、獣医療は6,339名で0.042mSvとなり、どちらも一般医療の20分の1以下でした。また、水晶体等価線量の年間線量限度である150mSvを超えた方は6名で、いずれも一般医療の方でした。

図1は、機関別の年間水晶体等価線量の分布を示しています。集計対象者のうち、74%の方の年間水晶体等価線量が「検出せず」でした。非破壊では「検出せず」が56%、一般医療では66%であるのに対し、一般工業で93%、研究教育では96%と多くなっています。

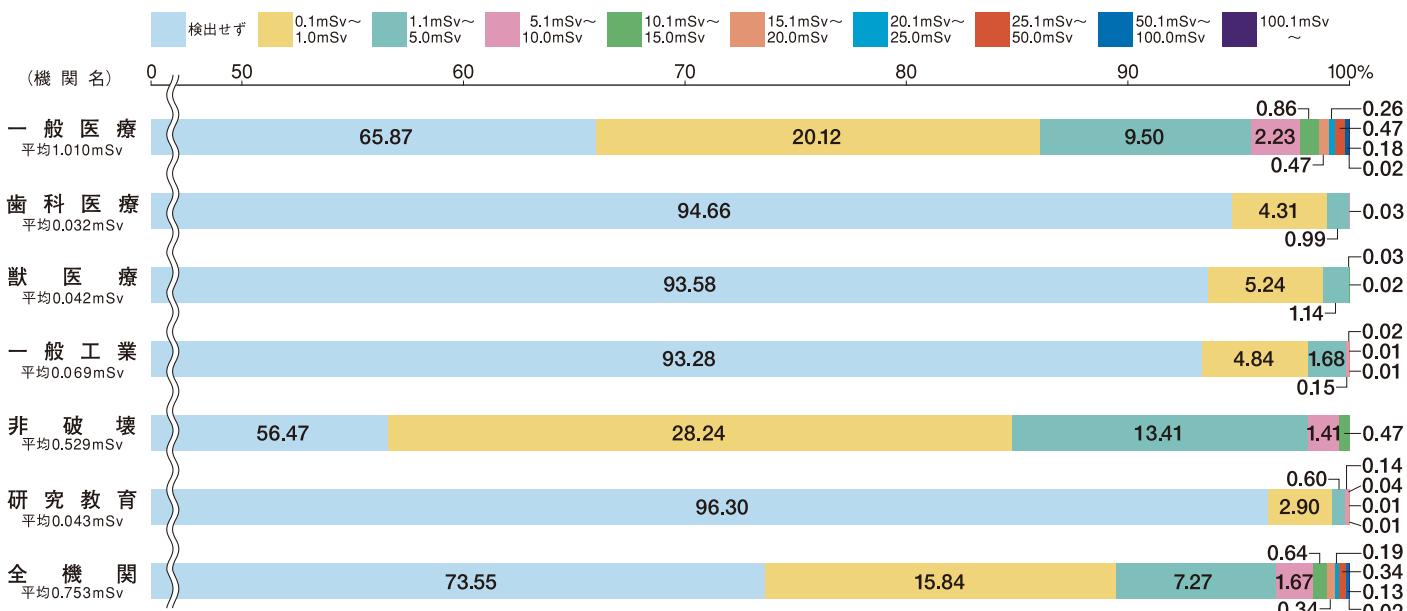
図2は、過去5年間における機関別の年間平均水晶体等価線量の推移を表したもので、一般医療が最も高く、次いで非破壊、これらの機関から大きく下がって残り4つの機関が続いている。過去5年間同様の傾向です。平成27年度は一般工業、研究教育、獣医療、歯科医療の順でした。

【職種別年間平均水晶体等価線量の集計結果】

表1 平成27年度 機関別年間水晶体等価線量人数分布(単位：人)

| 機 関 名 | 平均線量(mSv) | 検出せず | 0.1mSv～1.0mSv | 1.1mSv～5.0mSv | 5.1mSv～10.0mSv | 10.1mSv～15.0mSv | 15.1mSv～20.0mSv | 20.1mSv～25.0mSv | 25.1mSv～50.0mSv | 50.1mSv～100.0mSv | 100.1mSv～150.0mSv | 150.1mSv～ | 合計人数 |
|-------|-----------|---------|---------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------|---------|
| 一般医療 | 1.010 | 102,530 | 31,324 | 14,788 | 3,477 | 1,341 | 730 | 410 | 728 | 283 | 35 | 6 | 155,652 |
| 歯科医療 | 0.032 | 2,768 | 126 | 29 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,924 |
| 獣 医 療 | 0.042 | 5,932 | 332 | 72 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,339 |
| 一般工業 | 0.069 | 23,657 | 1,227 | 427 | 39 | 6 | 2 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 25,362 |
| 非 破 壊 | 0.529 | 240 | 120 | 57 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 425 |
| 研究教育 | 0.043 | 21,754 | 654 | 135 | 31 | 8 | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 22,589 |
| 全 機 関 | 0.753 | 156,881 | 33,783 | 15,508 | 3,556 | 1,358 | 735 | 412 | 733 | 284 | 35 | 6 | 213,291 |

図1 平成27年度 機関別年間水晶体等価線量分布(単位：%)



頭頸部用クイクセルバッジ着用者数推移

図3は、職種別の年間平均水晶体等価線量です。また、それぞれの職種で頭頸部バッジ非着用者と着用者に分けました。平成27年度中に、1度でも頭頸部バッジを着用された方は着用者として集計しています。なお、工具には頭頸部バッジ着用者はいませんでした。

全職種の年間平均水晶体等価線量は、頭頸部バッジ非着用者では集計対象人数162,132名で0.22mSvでしたが、頭頸部バッジ着用者では51,159名で2.45mSvとなり、その差は10倍以上になりました。工具を除き、いずれの職種においても頭頸部バッジ着用者が非着用者よりも線量が高く、中でも医師と研究員ではその差が顕著でした。診療放射線技師(技師)は、頭頸部バッジ着用、非着用のいずれにおいても水晶体等価線量が最大の職種となりました。

頭頸部バッジ着用者数推移

図4は、過去5年における機関別頭頸部バッジの着用者数

図2 機関別年間平均水晶体等価線量推移

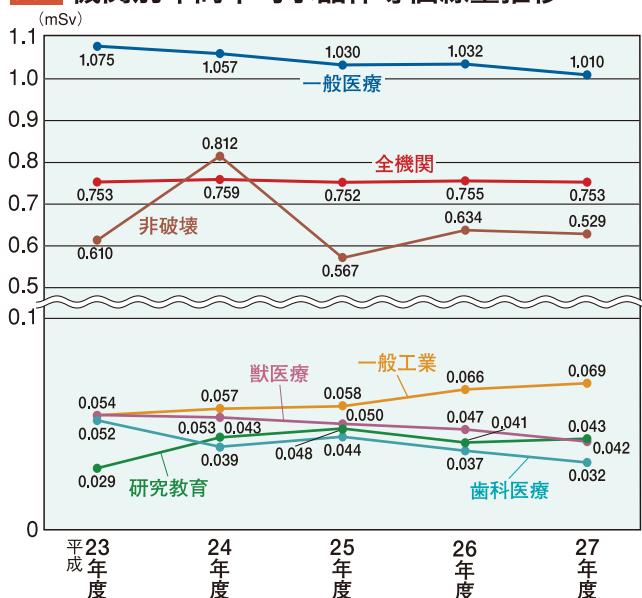
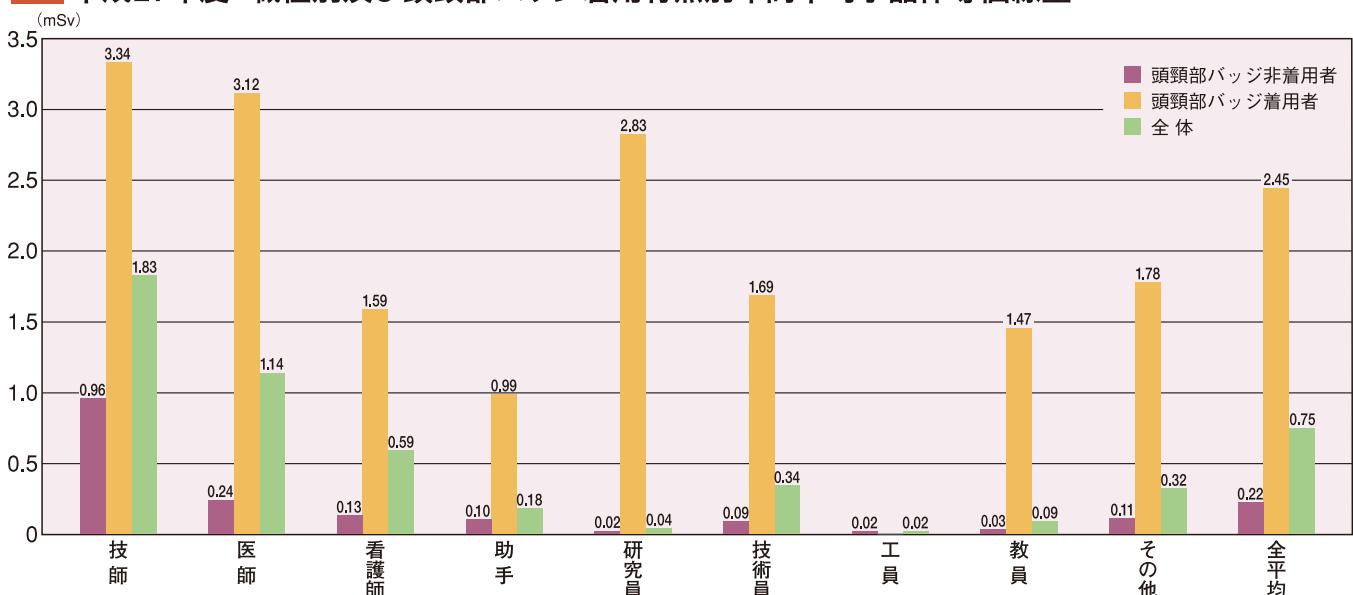


図3 平成27年度 職種別及び頭頸部バッジ着用有無別年間平均水晶体等価線量



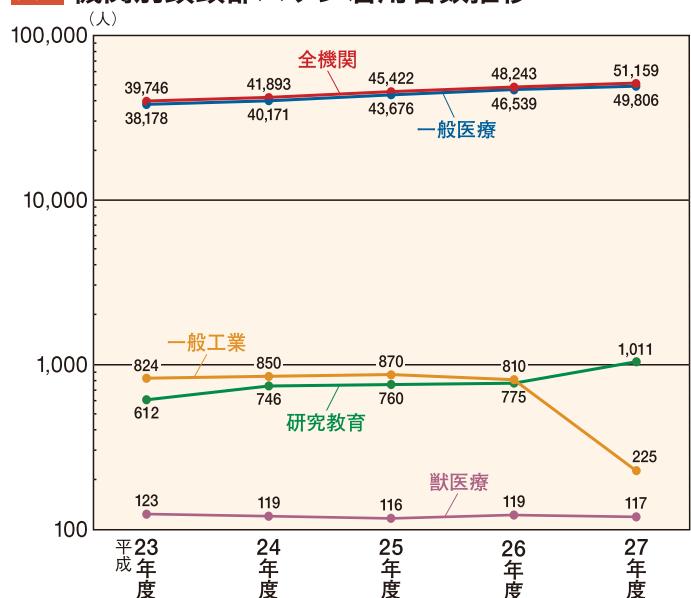
の推移を表したものです。機関によって着用者数が大きく異なるため、縦軸は対数目盛で表示しました。なお、歯科医療と非破壊は過去3年間頭頸部バッジを着用された方がいませんでしたので表示していません。

一般医療が一番多く実に全体の97%を占めています。着用者数も5年間で増加し続け、平成27年度には平成23年度より11,000名以上増加しています。また平成27年度は、研究教育で着用者数が200名以上増加したのに対し、一般工業では600名弱の減少が見られました。いくつかの大手事業所において頭頸部バッジの着用者数に変更があり、その変動が顕著に表れた結果となりました。

*

頭頸部バッジを着用される方は年々増えております。体幹部不均等被ばく、特に頭頸部の被ばくが大きくなる可能性のある場合、水晶体等価線量をより正しく測定するために頭頸部バッジの着用をご検討ください。
(技術室)

図4 機関別頭頸部バッジ着用者数推移



お願い

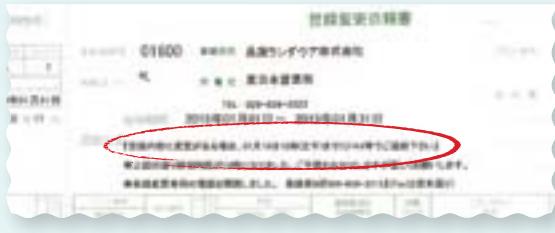
登録内容の変更について

お問い合わせ：お客様サポートセンター
Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8440

バッジのご着用者に変更が生じましたら、「登録変更依頼書」にご記入の上、Fax(または電話)にてお早めにご連絡ください。その際、お知らせ欄の締切日時までにご連絡いただきますと次回の発送に反映させることができます。

締切日時を過ぎて、追加・取消のご連絡をいただいた場合、追加のバッジは別便にて送付いたしますが、取消のバッジは発送されてしましますので、ご注意ください。

なお、バッジの追加や取消などをお電話で依頼される場合には、最初にお客様の事業所番号をお教えくださいますよう併せてお願い申し上げます。



**平成28年度
医療放射線防護連絡協議会年次大会**

**第27回「高橋信次記念講演・
古賀佑彦記念シンポジウム」**

日 時：平成28年12月9日(金) 10:00～16:30
場 所：国際交流研究会館 国際会議場（国立がんセンター内）
プログラム

1. 教育講演 10:10～11:00 (講演時間40分)
「最近の胎児・小児に対する放射線影響」
島田義也 (量子科学技術研究開発機構 放医研)
 - 2 高橋信次記念講演 11:00～12:00 (講演時間50分)
「がん化における放射線の役割と幹細胞」
丹羽大貫 (放射線影響研究所)
 3. 古賀佑彦記念シンポジウム 13:15～14:45
「放射線の新たな生体応答から見た放射線防護」
 4. 総合討論 15:00～16:30
「放射線の生体応答から見たい医療放射線防護を考える」
- ◆参 加 費：5,000円 (懇親会:6,000円)
◆申込方法：FaxまたはE-mailでお申し込みください。
申 込 先：〒113-8941 東京都文京区本駒込2-28-45
医療放射線防護連絡協議会（日本アイソトープ協会内）
Tel.03-5978-6433 (月・水・金) Fax.03-5978-6434
E-mail jarpm@chive.ocn.ne.jp
◆詳しくはホームページをご覧ください。
<http://jarpm.kenkyuukai.jp/information/>

お知らせ

**日本放射線安全管理学会
第15回学術大会**

大会長 小野 俊朗

- 会 期：平成28年11月30日(水)～12月2日(金)
会 場：岡山大学 創立五十周年記念館
(〒700-0082 岡山市北区津島中1-1-1)
参加費：正会員7,000円、非会員9,000円
学生は無料（ただし予稿集は2,000円）
懇親会：平成28年12月1日(木) 18:30～20:30
岡山ロイヤルホテル
一般7,000円、学生4,000円
内 容：一般講演（口頭発表、ポスター発表）ほか
BNCTに関するシンポジウムや特別講演、
外国からの招待講演など企画しております。
連絡先：岡山大学自然生命科学研究支援センター
光・放射線情報解析部門鹿田施設内
日本放射線安全管理学会
第15回学術大会実行委員会事務局
〒700-8558 岡山市北区鹿田町2-5-1
Tel.086-235-7497 Fax.086-221-2270
E-mail: office@2016okayama.jrsm.jp
◆詳しくは大会ホームページをご覧ください。
<http://2016okayama.jrsm.jp/>

編集後記



長所と短所は表裏一体とはよく言ったもので、突出した特徴は上手に生かせば長所になるものです。

今では楽観的な性格だと言われる私も子どもの頃は羞恥心や劣等感が強く、失敗を恐れて家の中に引きこもり、いつか自分の身に降りかかるかもしれない最悪の出来事にいつも頭を悩ませていました。

そんな自分にはとと嫌気がさしていたある日、ふと気づきました。あらかじめ最悪の事態について考える想像力があるのだから、回避策も一緒に考えておけばよいのだと。

それ以来、様々なことにチャレンジできるようになりました。そこには沢山の失敗もありましたが、対策を講じれば最悪の事態を避けられると気づき、失敗を恐れることもなくなりました。（T.O.）

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.029-836-8440
大阪 Tel.06-6535-2675 Fax.06-6541-0931

NLだより No.467 平成28年<11月号>

毎月1日発行 発行部数：38,600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

的場 洋明