

- トップコラム／堺市立総合医療センター 放射線治療科 部長 池田 恢
- 地球惑星進化と放射性元素／〔シリーズ2〕大地からの自然放射線の起源
- 失敗に学び、知恵を肥やして生き延びる／〔その3〕本当の失敗が身になる
- お願い／自動引落サービス（口座振替払い）がおトクです!!
- お知らせ／平成27年度放射線安全取扱部会年次大会（第56回放射線管理研修会）
- 製品紹介／リングバッジ

ト
ツ
プ
コ
ラ
ム
165



池田 恢

私の放射線治療との関わりと、ピア・サポーター

私は昭和42年（1967年）に、学園紛争の真ただ中で医学部を卒業しました。自己紹介の決まり文句は「親父ががんでした。放射線治療を受けました。だから、放射線治療医になった…のではありません」です。当時から自分自身の適性などを見極めて専門分野を選んだつもりなので、発がんになぞらえ「突然変異的決断ではなく、多段階決断」と言っています。

大阪大学医学部放射線医学教室では重松康教授や真崎規江助教授の薫陶を受け、主として放射線治療の現場でがん患者さんのあらゆる疾患に対して、あらゆるアプローチで放射線治療を適用しました。当時、最も線量集中性の良い治療としての小線源治療を舌がんやその他の頭頸部がん、そして婦人科がんなどに対して適用しました。また悪性リンパ腫は放射線治療に効果があるので、多くの患者が集まり、当時ようやく盛んになり始めたMOPPやCHOPなどの組み合わせの抗がん剤治療を、放射線治療と併用で実施しました。

国立がんセンターには、中央病院、東病院を合わせて15年在籍しました。その間、放医研での重粒子治療の立ち上げや、東病院での陽子線治療の治療開始に立ち会いました。たまたま幾つかの放射線治療施設で、投与線量が大幅に処方線量と異なる事例が発生し、大々的に報道されました。「これはわが国の放射線治療の基盤を根底から覆されかねない事件」として、有志の方々と調査に出向きました。品質管理をもっと普及させる必要があるとの認識で、折から厚労

科学研究で行っていた「放射線治療の技術評価と品質管理」での個人線量計郵送調査によるリニアックの出力測定の実業化に乗り出し、幸いにして医用原子力技術研究振興財団が受け皿となって実現しました。

ところで、ピアサポート、またピアサポーターという言葉をご存じでしょうか。ピアとは仲間、ピアサポートとは仲間同士で助け合うこと、またその人々のことを言います。がん患者さん同士で話し合うことでお互いに助け合う土壌ができ、我々医療者から得る知識とは別に、共感が生まれ、患者さんにはとてもメリットになります。ピアサポーターは、そのような交流を通じて、境遇や治療内容に自分と似ている点、また異なる点を知り、徐々に知識を深めて行きます。更には専門性を高めるための「ピアサポーター養成講座」も設けられており、がん治療に関して後輩患者さんのどんな質問・疑問にも対応できる人が養成されます。また「がん患者会」は疾患毎に、また施設や地域で様々な規模で組織されており、そこではこういったピアサポーターが育成される土壤があると考えられます。堺市では市域全体を包含する「堺市がん患者会」が先日設立されましたが、私は少しばかりこの設立に関与しました。

私は現在、関西でなお現役で放射線治療を実施しています。新たに放射線治療を始める患者さんには、治療の内容のほか、病期など個々の患者さんの置かれた状況や今後に生じる事柄などを必ず説明し、文書にして同意を得ます。中には置かれた状況をなかなか理解できず、また受け入れられずに不安になったり混乱される方々もおられます。私は努めて時間をかけ、納得して頂くようにしています。私がピアサポーターの言葉を知り、より明確に意識できるようになったことは、私の視点は相手の患者さんと同じで、「自分もピアサポーターなのだ」ということです。放射線治療を専攻するようになったのはやや遅く、卒業6年後からではあるものの父親の闘病生活を間近で観察した経験が、私の患者さんには患者目線での対応に活かされていると思っております。

いけだ ひろし（堺市立総合医療センター 放射線治療科 部長）

プロフィール●1967年大阪大学医学部卒業。1970年10月大阪労災病院放射線科勤務。1973年1月大阪大学医学部放射線医学教室（助手―講師）放射線治療を専攻、1989年6月同大学バイオ研集学放射線治療学教室助教授。1993年5月国立がんセンター（現：国立がん研究センター）（中央病院・東病院）放射線治療部長、2008年1月堺市立総合医療センター放射線治療科部長、現在に至る（途中、市立堺病院から施設の名称変更があった）。

地球惑星進化と放射性元素

〔シリーズ2〕 大地からの自然放射線の起源

東京大学 大学院新領域創成科学研究科 教授 田近 英一



地球惑星科学において、放射性元素の挙動はさまざまな場面で重要な役割を果たしている。今回は、自然放射線のひとつである、大地（地殻）からの放射線の「起源」について考えてみたい。

そもそも、地球はいまから約46億年前に微惑星と呼ばれる、直径が10 km程度の始原的な物質からなる天体がたくさん集まって形成されたと考えられている。ここで、「始原的」な物質とは、太陽系初期の情報をそのまま保持している物質のことを指す。地球を構成している岩石は、熔融することによって化学組成の異なるものに分かれていく性質があり、もともと一様だったものから化学的に不均質な構造が形成されていく。これを「分化」という。すなわち、地球は化学的に「分化」することによって、進化してきたと考えることもできる。

岩石が熔融して液体状態になったものをマグマと呼ぶ。岩石は単一の物質ではなく、複数の鉱物から構成されている。それぞれの鉱物は固有の融点を持つため、岩石は普通の物質のようにある特定の温度で固体からすべて液体に変わるわけではない。温度が上昇していくと、ある温度で岩石を構成している物質の一部が融け始め、温度上昇とともに残りの物質も徐々に融け、やがて完全に液体状態になる温度に達する。その間の温度では、岩石は“部分的”に融けていることになる。これを「部分熔融」という。部分熔融状態では、組織の異なる固体と液体が共存している。このとき、イオン半径の大きい元素は液体（マグマ）に入りやすい性質がある。その代表的なものが、実は、ウランやトリウム、カリウム、といった元素である。これらの元素には放射性同位体が存在し、放射性壊変時に「崩壊熱」を出すことで、地球内部の重要な「熱源」としての役割を果たしていることは前回述べた。

岩石の熔融、すなわちマグマの発生は、主として火山活動が活発な場所で生じる。たとえば、私たちになじみ深いのは、日本列島のような海溝沿いの「沈み込み帯」と呼ばれる、海洋プレートが沈み込んでいる場所である。しかしもっと大規模な火山活動が生じている場所がある。それは「中央海嶺」と呼ばれる、海洋プレートが誕生する場所である。そのほ

とんどは深海底（水深約2,500m付近）にあるため、私たちは普段まったく知ることがないが、実は地球上で最も活発に火山活動が生じている場である。中央海嶺は、総延長6万km以上にも達する長大な火山列である。中央海嶺の下では、マントル物質が上昇して大規模に熔融しているが、その際、ウランやトリウム、カリウムなどの放射性元素がマグマに濃集し、それが冷えて固まり、「玄武岩」という岩石からなる海洋地殻が形成される。その結果、もともとマントル物質中に含まれていた放射性元素の一部が選択的に海洋地殻に濃集することになる（表）。

海洋地殻はその下の上部マントルの一部とともに海洋プレートとして水平移動し、やがて海溝において大陸地殻下部のマントルへと沈み込んでいく。その際、水を含んだ海洋地殻の一部が再び熔融してマグマが生じて沈み込み帯の火山活動が生じる。このときもウランやトリウム、カリウムはマグマへ濃集する。このマグマが深部でゆっくり冷えて固まると、「花崗岩」という岩石になる。花崗岩は大陸地殻を構成する主要な岩石であり、ウラン、トリウム、カリウムが非常に濃集している（表）。

私たちが住む大陸地殻を構成する主要な岩石は花崗岩

であり、そのため私たちの足下からは、ある一定量の放射線が発生することになる。この放射線が、「自然放射線」の一部をなしている。日本列島は通常大陸とは呼ばれないが、実は、大陸地殻は日

本列島のような「島弧」が集まって形成されてきたと考えられている。日本が位置する海洋プレートの沈み込み帯は、地震活動や火山活動が大変に活発であるが、同時に、新しい大陸地殻を形成する花崗岩質マグマが生じている場でもあるのだ。

日本列島は、花崗岩のほか、海洋プレートの沈み込みにもなると海底堆積物が陸側へ押しやられてつくられる「付加帯」と呼ばれる構造や、火山岩類や変成帯と呼ばれるものから構成されている。日本列島は東日本よりも西日本の方が花崗岩の割合が高いため、自然放射線が高いといわれているが、それは日本列島の複雑な形成史を反映している。

以上のように、大陸地殻を構成する花崗岩には、ウラン、トリウム、カリウムなどの放射性元素が地球全体の平均より二桁以上も濃集しているが（表）、これは地球の進化を通じて物質の分化が進行した帰結なのである。

表：岩石に含まれる主要な放射性元素の量。

花崗岩は大陸地殻、玄武岩は海洋地殻、かんらん岩はマントルをそれぞれ構成する主要な岩石、コンドライト隕石は地球の材料物質の一部となった始原的な物質である。

岩の種類	岩石中の放射性元素の量		
	ウラン(ppm)	トリウム(ppm)	カリウム(%)
花崗岩	4.7	20	4.2
玄武岩	0.07	0.19	0.088
かんらん岩	0.001~0.031	0.004~0.124	0.003~0.031
コンドライト隕石	0.008	0.029	0.056

失敗に学び、知恵を肥やして生き延びる

〔その3〕 本当の失敗が身になる



失敗学会 副会長・事務局長 飯野 謙次

「学習をする」と聞くと、姿勢を正して机前に座し、読本に正対する姿が目に見え、小学生のときから教科書は自分のものを親に買ってもらい、学校の行き帰りにはその日の予定に合わせて教科書をランドセルに入れて運んだ。中学生になるとランドセルは学生鞆に変わった。高校生になった時、自分のロッカーというものを学校が貸してくれたので、教科書はきちんとロッカーに並べて施錠し、授業の前に取り出して使うようになった。

教科書が必要な宿題が出ると、なるべく学校で終わらせた。他の授業時間を使っても終わらないときは、教科書の該当部分を抜いて持って帰った。教科書を丁寧に使っている人にはほとんどないことだろうが、ページはちぎるのではなく、ホッチキスを外して必要なページを抜き取るのである。切るのはあくまでも背表紙だけだ。

僕は教科書を誰よりも大切にしたりと自負している。書店には、受験参考書が山のようにあったが、買っても最初の1章を読破すればいい方だったので、いつの間にか買わなくなっていた。教科書以外で受験に使ったのは、「駿台英文700選（日本語を読んで英文を諳んじられるまで全例文を暗記した）」、「試験に出る英単語（最初の600個強の最重要単語を全て暗記し、他の単語は全く勉強しなかった）」と数学の授業で使った問題集である。

問題集や単語帳を使った学習は座学とは違う。これらは演習であり、体験学習に似ている。教科書が教えるのはあくまでも基本であり、それを理解した上で様々なケースに当てはめて練習をし、初めて本番でその考え方を応用することができる。

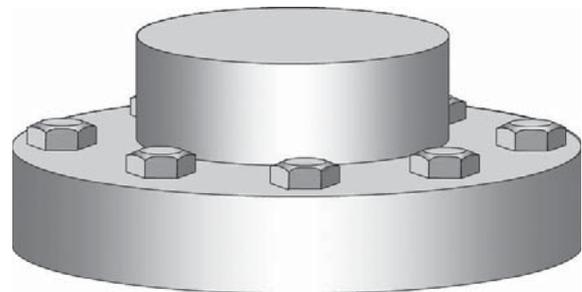
失敗に学ぶのもまたしかりである。様々な事故事例や失敗体験について記事を読み、映像を視聴しても頭でっかちになるばかりだ。実際の設計や保守作業をやらぬ評論家やコンサルタントならそれでもいいだろう。僕自身、そのような口だけエンジニアにならないよう、今でも実際に図面を引いたり、加工、組立作業をしたり、家の保守作業をするように気をつけている。

時々、事故の原因にねじの締め忘れがある。2010年に発生した東海道新幹線、品川・小田原間の停電は、トロリー線に接触するパンタグラフの舟体とその支持棒の締結忘れが原因だった。Wikipediaによると停電は新大阪まで拡大し、山陽新幹線を含めて15万人弱の乗客が影響を受けた。締めが甘かったのではなく、どうやら4本のねじの取り付けを忘れたようだ。

「そんなばかな」と笑う人は現場でねじの締結作業をしたことがない。☒のような機械部品はよく見るが、これらねじを締めるのも、順番に締めたのでは具合が悪い。1本を軽く

締めたならその対角のねじを軽く締め、次はその2本から最も遠いものと均等に締結を進めていく。次に同じ順番で強く締め、最後にやはり同じ順番で増し締めして各ねじが回らないことを確認する。この単純作業を延々とかつ時間に追われながらやっていたら、どこかで1本、締め忘れが出て不思議ではない。注意力散漫というよりも、人間なのだから仕方がない。

事故や不良品の対策に「周知徹底」、「教育訓練」、「管理強化」という言葉をよく聞く。これら勇ましい響きの四字熟語はいずれも人間の注意力を高める努力であり、短期的効果は上がっても長期的効果はない。



☒ ねじの締結は円周を順にではなく、対角から全体を均等に締めていく

人の注意力には限界があると認め、失敗が発生したら、何か別の仕組みでその失敗に気づく工夫をしよう。新幹線のパンタグラフ締結忘れの対策は、必要数のねじを準備しておくことだった。締め忘れたら、作業終了時にねじが残っているから作業員が気づく。これは効果的である。☒のような機械部品の組み立てでは、全数を固く締めるのを忘れやすい。締めたねじの本数を数えるカウンターや、規定トルクで締めたならねじ頭にマーキングをするレンチなど、ネットで探せば便利な解決があるものだ。

有効な解決は人間の創造性の産物である。この創造性は、机前に座して他人の評論を読むだけの管理職型では生まれない。実際に体を動かし、不便を自ら感じ、現状に即した新しい工夫を考える人が必要だ。

失敗学でも、三現の実践を教えている。事故に学ぶにはその発生場所に出かけ（現地）、実物に触り（現物）、体験者の話を聞く（現人）。本物の失敗に勝る学習効果はないが、理屈だけではなく、その場の雰囲気や事故の経緯を疑似体験すれば現実的な対策を考えられる。

大型建造物の事故分析で著名なデューク大、ペトロスキー教授は「擬似的失敗体験教育は役に立たない」と言い切る。成功すると信じ、間違いなしと胸を叩いた途端にこけてしまうような失敗こそが本当の学習になる。最初から失敗してもいいと考えていたのでは成長はない。

お願い

自動引落サービス(口座振替払い)がおトクです!!

お問い合わせ：お客様サポートセンター
〈請求担当〉Tel.029-839-3323

日頃より当社の放射線被ばく線量測定サービスをご利用いただきまして、誠にありがとうございます。

当社では、測定サービス料などのお支払いに、便利な自動引落サービス(口座振替払い)を提供しております。お支払いの際に銀行振込や郵便振替をご利用されている場合、振込手数料はお客様のご負担となりますが、この

サービスをご利用いただけますと当社にてその費用を負担いたします。

また、お客様のお振込の手続きも不要になりますので経済的かつ効率的です。ぜひ、この機会に自動引落サービスをご利用ください。

*お申込後の請求から自動引落サービス(口座振替払い)となります。

お知らせ

平成27年度放射線安全取扱部会年次大会
(第56回放射線管理研修会)

平成27年度年次大会は、テーマを「放射能・放射線の情報を正しく発信するには」として金沢で開催されます。プログラムの概要は以下のとおりです。ぜひご参加ください。

開催日：平成27年11月26日(木)～27日(金)

会場：金沢市文化ホール(金沢市高岡町15番1号)

JR金沢駅：バス約15分

交流会：金沢ニューグランドホテル

参加費：事前登録6,000円、当日登録7,000円

交流会事前登録 5,000円、当日登録6,000円

プログラム概要(予定)

◆1日目[11月26日(木) 受付9:00～]

- *開会・部会総会
- *特別講演Ⅰ(放射線安全行政の動向)(原子力規制庁)
- *ポスター発表・相談コーナー
- *シンポジウムⅠ(一般公開)
- *特別講演Ⅱ(一般公開)
- *交流会

◆2日目[11月27日(金) 受付9:00～]

- *シンポジウムⅡ「メディア・リテラシーを考える」
- *特別講演Ⅲ
- *シンポジウムⅢ
- *次回大会紹介・閉会

他に、機器展示、書籍コーナーを予定しています。

●連絡先：日本アイソトープ協会放射線安全取扱部会事務局
〒113-8941 東京都文京区本駒込2-28-45
Tel.03-5395-8081 Fax.03-5395-8053
E-mail gakujuutsu@jrias.or.jp

製品紹介

リングバッジ

リングバッジは、IVRやX線撮影時、照射野に手指が入ったり、アイソトープ試薬を取り扱うなど、各種作業で手指に放射線を被ばくする恐れのある方を対象に開発された線量計です。

氏名などはレーザーで印字してあるので、リングを指に装着したまま手洗いが可能です。消毒も簡単にできるので、手術室などへの持ち込みにも対応しています。

また、クイクセルバッジ同様、着用期間毎にリングバッジの色を変えてお送りしますので、着用済のものと同色することがありません。

リングバッジについてご興味を持たれた方は、お客様サポートセンターまでご連絡ください。



当社ホームページからもカタログの印刷が出来ます。

お問い合わせ：お客様サポートセンター
Tel. 029-839-3322

編集後記

トップコラムの池田先生のお話を拝読し、ピア・サポーターという言葉に深い感銘を受けました。私事で恐縮ですが初めて知る言葉です。同じ悩みを持つ仲間が体験を共有し、共に考えることが出来れば本当に心強いことでしょう。コミュニケーションの基本として共感という言葉は上司や先輩から教えていただいたことが何

度もあります。恥かしながら、今になって初めて意味が少し分かったように感じます。通信手段の発展した現在、このピア・サポーターという言葉が世の中にもっと広がることを切に願います。この歳になってもまだまだ未熟者。いくつになっても日々勉強です。そしてなにより「NLだより」は小冊子とは言え、ためになると自負しております。読者の皆様もぜひ継続してご覧ください。(秋野 隆二)

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.453
平成27年<9月号>

毎月1日発行 発行部数：37,000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