

- トップコラム／自然科学研究機構 核融合科学研究所 准教授 佐瀬 卓也
- 地球惑星進化と放射性元素／〔シリーズ1〕
地球の年齢はどうやって推定するのか
- 失敗に学び、知恵を肥やして生き延びる／〔その2〕
事例に学ぶ(1) 失敗対策はどう打つか
- お願い／報告書は大切に！
- ご案内／クイクセルWebサービス



佐瀬 卓也

震災から4年半、見えにくい福島の子どもの心の疲弊

はじめに：東日本大震災に伴う原子力災害の発生から約4年半が経過しようとしている。住民の方々にとって長く苦しい時間であったと思うが、帰宅困難区域などの制限区域にかからない福島県内の市町村においては着実に復旧・復興が進んでおり、一見しては震災の影を感じないまでになった。筆者は徳島大学福島支援チームの一員および除染情報プラザ登録専門家として震災以降度々福島に足を運んでいるが、教育支援需要の変遷と最近子ども達の意見・感想で気になる事象が見られるので記載する。

経緯：徳島大学福島支援チームは、中山信太郎先生(徳島大学総合科学部教授)を中心に福島県内において緊急被ばくスクリーニング活動を開始して以来、現在も活動を継続している。2011年7月～12月に日本学術振興会による福島支援(大阪大学志水隆一先生をリーダーとする住民放射線学習会：白河市では7回開催)に加わった縁から、2012年5月に徳島大学と白河市の相互連携協定を締結し、2015年5月には協定の更新を行った。活動は主に白河市の各課との共同作業で行っているが、震災後3年以降は教育支援活動の需要が継続している。加えて環境省と福島県の合併で運営されている除染情報プラザ(福島市)の登録専門家として、福島県内各地の小中学校、幼稚園・保育園を中心に放射線・理科教育支援を行っている。

放射線教育需要の変遷：震災から1年を経過した時点で子ども達や先生、保護者にも多少の落ち着きが生まれ、早期に放射線教育を行うべきという意識が県、教育委員会、現場の先生方、我々の間で高まった。テレビのテロップや学校

のモニタリングポストで放射線量が常時流され、食品放射能やホットスポットの知識が一般化して逆に不安も拡がり、子ども達に個人被ばく線量計が配布される「異常事態」において、子ども達を実害や過度な不安から守らなければならないという危機感から生じた、悲壮感すら有る教育需要であった。2年目後半の頃から、教育現場、我々チーム共に、講演形式ではない地域事情に見合った双方向の放射線教育を行いたい、といった要望が持ち上がった。小学校低学年や幼稚園・保育園においては既存の放射線教育教材では難しすぎるため、絵本「はじめましてほうしゃせん」の作者である京都大学の秋津裕先生と原子力安全システム研究所のご賛同を得て、放射線電子紙芝居などの教育教材を用意した。幸いにも絵本の図と動画による教材は子ども達、先生方に好評を博し、現在福島県内の複数の教育機関において無理なく放射線や個人被ばく線量計の装着意義を学ぶきっかけのツールとして使用して頂いている。

コラボレーション授業：時期、地域事情等に合致した、子ども達が主役の放射線教育を実施すべく、現場教師と専門家が授業を共同企画・実施し、自治体(および教育委員会)がそれを下支えする連携教育を昨年度より開始した。プログラムとして、1.教師と生徒によるパネルディスカッション式の全体学習会 2.風評の起こる仕組みの理解と対策、万一風評に遭った場合のロールプレイング 3.通信式線量計による校舎周辺の線量測定とGPSマッピング 4.健康増進に関するミニ実験(活性酸素を打ち消そう！：ルイパストゥール医学研究センター宇野賀津子先生監修)等を実施し、効果の検討および実施内容のフィードバックを進めている。

課題：福島の子どもの達からの最近の意見、感想を読んでいると、思いの外に「福島は他県に迷惑をかけてしまったので悲しい」、「福島は嫌われていると思うので将来が不安だ」、などのやや自虐的なものが目立ってきており、現場の先生方と憂慮している。恐らくはインターネット等で一部の偏ったネガティブな意見を見てしまっているのだと思われるが、これらに左右されない、心身を勇気付ける教育支援も必要であると痛感している。

さげ たくや(自然科学研究機構 核融合科学研究所 准教授)

プロフィール●1972年福島県生まれ。1994年弘前大学農学部卒業。2000年名古屋大学大学院人間情報学研究科博士後期課程修了。同大学アイソトープ総合センター助手、徳島大学アイソトープ総合センター講師、(株)大塚製薬工場を経て2014年に現職。震災以降「方言で話が出来るオッチャン」として福島県内外で支援活動を継続。2012年福島県放射線災害対策アドバイザー、2013年より白河市放射線教育支援アドバイザー。

地球惑星進化と放射性元素

〔シリーズ1〕 地球の年齢はどうやって推定するのか

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。本稿では、とくに地球や惑星の進化に関わる放射性元素の役割に注目し、関連する話題をいくつか紹介する。今回は、地球の年齢について考えてみたい。

地球が誕生したのはいつのことだろうか、またそれはどのようにすれば知ることができるのだろうか？—すぐに思いつきそうな答えは、地球が誕生したときに形成された物質の年齢を調べることであろう。

しかし残念なことに、地球が誕生したときにできた物質はこれまで発見されていない。それどころか、地球史初期の数億年間は“冥王代”と呼ばれる暗黒時代であり、その時代の岩石はまったく残されていない。何か別のうまい方法はないのだろうか？

ひとつ考えられるのは、現在の地球の物理状態を調べて、地球誕生時に想定される状態からどのくらいの時間が経てば現在のような状態になるのかを、物理学の理論に基づいて推定する、という方法であろう。19世紀半ば、イギリスの物理学者ウィリアム・トムソンは、そのような考え方で、地球の年齢を推定してみせた。

彼は、地球がどろどろに融けた熱い状態で誕生し、熱伝導によって現在まで徐々に冷えてきたと考え、その時間スケールを、熱伝導理論を用いて計算した。その結果、地球の年齢は、不確定性は大きいものの、だいたい2千万年から4億年程度であると結論づけた。

当時の地質学者は、直感的にこの数字は短すぎると感じたものの、地球の年齢を直接示す方法が他にないため、決定的な反論ができなかった。実際、トムソンの推定方法は、当時の知見に基づく最善のものであった。しかしながら、彼の理論には、当時まだ知られていなかったある決定的な要因が欠けており、その推定結果は間違っていることが現在では分かっている。その決定的な要因とは、19世紀末に発見された放射性元素の存在であった。放射性元素は、以下に述べる2つの点において、地球の年齢推定に重要な役割を果たしている。

ひとつは、「時計」としての役割である。岩石中に含まれている放射性元素は、その半減期にしたがって自発的に放射性壊変を起こす。そこで、半減期の長いウランやカリウム、ルビジウムといった元素の放射性同位体の岩石中における存在量を調べることで、その岩石の年齢を、物理の理論に頼らずとも、直接推定することができるのである。

実際には、それぞれの元素が放射性壊変して最終的にで

きる鉛、アルゴン、ストロンチウムといった放射性壊変起源同位体の、安定同位体に対する存在比等を複数の試料について正確に測定することで、岩石の年齢を推定する。これを「放射年代測定法」という。放射年代測定法にはさまざまな放射性同位体を用いられるが、地球の年齢を調べる場合には、上述のように半減期が長い必要があることから、ウラン-鉛法、カリウム-アルゴン法、ルビジウム-ストロンチウム法といったものが用いられる。しかしながら、前述のように、そもそも地球誕生時の岩石は存在しないのだから、いったい何を測定すればよいのだろうか？

ここで、地球は太陽系の他の天体とほぼ同じ時期に形成された、という仮定を置いてみる。この仮定は、太陽系形成理論によって妥当なものであると考えられている。そこで、地球に落下してきたたくさんの隕石の年代を測定し、そのなかでも最も古い年代値をもつものが、太陽系の形成期時期を表すと考えるのである。隕石にもいろいろあるが、その中には太陽系初期の情報をほぼそのまま保持しているものがあると考えられている。多くの研究と議論を経て、地球形成の年代は、約45億5,000万年前であることが分かっている。すなわち、地球の年齢は、約46億年ということになる。

さて、放射性元素のもうひとつの役割が、「熱源」としての役割である。地球が、誕生直後から熱伝導によって冷却してきたとすると、2千万年から4億年程度で現在の状態に至る、というのがトムソンの結論だったが、実は地球は表面から冷却すると同時に、内部では加熱されてもいる。放射性元素の壊変にともなう「崩壊熱」による加熱である。この熱は、地球全体では膨大な量となり、地球の冷却に強力なブレーキをかけている。地球や惑星の内部における熱源として重要なものは、ウラン (^{238}U , ^{235}U)、トリウム (^{232}Th)、カリウム (^{40}K) である。これらは半減期が長く、岩石中の濃度、放射性同位体の存在比、崩壊熱などが相対的に高い。放射性元素の崩壊熱によって、地球誕生から約46億年経った現在でも地球内部は熱く、プレート運動が生じ、火山活動が生じている。現在でも地球が活動的な惑星であるのは、実はこれらの放射性元素の存在によるのである。放射性元素がなければ、地球は数億年で冷えて、現在の月のように地質学的に活動のない“死んだ天体”となってしまっていたであろう。

トムソンは、熱源としての放射性元素の影響を考慮していなかったため、地球の年齢を正確に推定できなかったわけであるが、当時は放射性元素の存在自体が知られていなかったのだから、仕方なかったといえるだろう。

いずれにせよ、放射性元素は、二重の意味で、地球の進化の議論に欠かすことのできない存在なのである。

失敗に学び、知恵を肥やして生き延びる [その2]

事例に学ぶ(1) 失敗対策はどう打つか

失敗学会 副会長・事務局長 飯野 謙次



「失敗学」を学び始めるときは身近な例、自分もよく知っている世界の中で起こった事件を引き合いに出し、その失敗事例の直接原因に始まり、背景要因、対策を考える練習をするのが良い。内容が良く理解でき、身につまされるからだ。

世の中を大きくひっくり返し、その余波が今も続く福島原発事故だが、後から明らかにされた大失敗があった。事故対策で、線量計をつけずに現場に入った作業員がいたというのだ。累積線量が限度を越えると法律により作業ができなくなってしまう。線量計が足りなかったということもあったが、中にはわざと外して作業に当たった者もいたということだ。

失敗の原因を考えるときは前回に紹介した失敗まんだらに原因を求めるのがわかりやすい。上記ケースは明らかに、“組織文化”、“安全意識”の問題である。その背景要因が生み出した直接原因の1つが、せっかく四国電力や柏崎刈羽原発から届いていた1,000個近いADPを活用できなかったという“連絡不足”である。図1に根本的な背景要因と、その結果である直接原因をハイライトして示した。

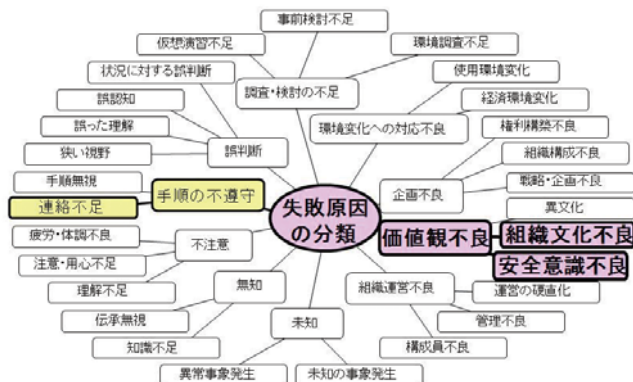


図1 線量計不装着事件のまんだら原因分析

このように組織の文化や意識に根幹原因がある場合は対策が難しい。どんなに知恵を絞っても、三人寄っても修正の仕組みはないからだ。組織のトップが率先して意識改革、正しい文化醸成を訴え、実行しなければならない。世の中には正しい文化の醸成に成功した例もある。

酒酔い運転がいけないことは、しらふであれば誰でも思うことだ。これがしかし、突然の乗客や友人づきあいが原因でいざ選択を迫られる状況におちいった時、数年前だったら悩んだ末に「まあ、少しなら」と考える人もいた。ところが2009年に施行された道路交通法改正をきっかけに「乗るなら飲まない、飲むなら乗らない」と考える人が圧倒的に多くなった。運転代行サービスの充実など、社会的な要因ももちろんある。意識改革や文化醸成は、皆で気をつけようなどと生ぬるいことを考えていたのでは中途半端に終わってしまう。組織のトップが意識を正し、それが末端に行き渡るまで繰り返し構成員に認識させ続けなければならない。

ウェブ版毎日新聞に、今年4月1日から福島県が新たに設置した77台の簡易型空間放射線量測定器で異常が相次ぎ、同月22日に運用を中止したとある。同記事によると3月30日には原子力規制庁から13台で通信テスト失敗の連絡があ

ったにも関わらず、その情報がきちんと共有されないで試験運用を開始したものらしい。この事件の使用者側のまんだら原因分析は図2に示した。

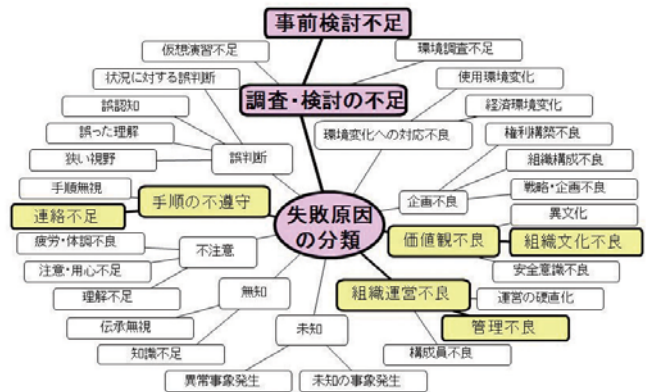


図2 空間放射線量測定器不具合事件のまんだら原因分析

日本の場合4月1日が曲者である。この新年度の初日は何か新しいことの開始予定日に設定されることが多い。試験不足なのに運用開始を強行したのは2002年のみずほ銀行と似ている。開始予定日ありきで、状態が十分ではないとわかっていても目をつぶってとりあえず走り出してしまう。この背景には、その日のために様々な式典が計画され、いわゆる「お偉いさん」の祝辞まで準備されていたら延期できないということだろう。背景には組織運営の問題が見え隠れする。

このように、失敗原因のまんだら分析を行うと、組織の問題が浮き彫りにされる。失敗の原因分析を行う他の手法では、「背景や管理の問題も考えなければならない」とまでは言うものの、では具体的に管理の問題とはどういうものか視覚的にわかりやすい形で示さないことが多い。機械的に箇条書きにしてあっても、どうも頭に染み込みにくい。まんだらのように言葉が配置してあると、不思議にどの要因候補も同等に見え、全てをきちんと考察の俎上に乗せて考えなければ済まないように思える。

この空間線量計不具合問題の対策を考えてみよう。プレーヤーは、運用、販売、そして製造の三者である。この事件では誰も利益を上げることなく信用が失墜した。対策は、どのプレーヤーにとっても同じで製品試験である。製造する者は自社製品が要求された機能を満たしていることを確認して出荷しなければならない。それを買い上げ、販売する者は粗悪品を掴まされないよう、受入検査をしなければならない。試験設備の問題もあるからその試験を製造者に託すこともあろうが、その場合は製品仕様書や契約で商品の性能を確保しなければならない。そして、利用者は自分が世に提供する機能が確実であることを試験しなければならないのは当然である。

日本では古来、職人技という言葉があり、もっともらしく見える製品やサービスをそのまま信用してしまう傾向がある。もっと人を疑えと言うのでは決してない。怪我をしないよう自分を律し、製品・サービス提供者にもそれを当然のこととして要求することである。

お願い

報告書は大切に！

お問い合わせ：お客様サポートセンター
Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8441

個人被ばく線量の測定結果は、**30年間または永久保存**の保存義務が法令で定められています(一部の特例を除く)ので、着用を中止された方、退職された方の分も含め、「外部被ばく線量測定報告書」はそれぞれの事業所で大切に保存してください。

また、報告書の紛失等により再発行が必要な場合は当社までご連絡ください。但し、再発行につきましては別途発行手数料を請求させていただきますのでご了承くださいますようお願いいたします。

〔基本料金2,000円+報告数(バッジ毎)×10円〕※税別

ご案内

クイクセルWebサービス

クイクセルWebサービスは、お客様ご自身がインターネットでバッジの追加、変更等ができるサービスです。サービスは無償で提供しています。(通信料はお客様負担)

＜主な内容＞

- ・バッジの追加、変更、取消など
- ・バッジ登録された方全員の氏名、積算線量の確認
- ・電離放射線健康診断個人票の記入に役立つ、被ばく線量集計表の印刷
- ・外部被ばく線量測定・算定記録表の印刷
- ・外部被ばく積算線量証明書の印刷
- ・外部被ばく線量測定報告書(PDFファイル)のダウンロード
- ・当社内でのバッジ測定状況の確認
- ・個人一括登録(CSVファイルのアップロード)

なお、セキュリティ面におきましてはSSL-VPN接続を採用しています。ご興味をお持ちのお客様は当社お客様サポートセンターまでご連絡ください。詳しい資料をお送りいたします。

対応OS:Windows Vista/7

推奨ブラウザ:Internet Explorer 7.0、8.0

お問い合わせ：お客様サポートセンター

Tel.029-839-3322

Fax.029-836-8441

E-mail: mail@nagase-landauer.co.jp



編集後記



皆様はどのようなテレビ番組がお好きですか？私はドラマを観ることが多いのですが、最近は医療関係のドラマが多く放送されていますね。ストーリーに集中しているつもりが、いつの間にか医師や看護師、放射線技師役の俳優さんの胸やお腹辺りに目がいてしまいます。実は、当社のクイクセルバッジを提供さ

せていただくことがあるので、つつい探してしまうのです。映像では確認し難いのですが、皆様にお届けしているバッジと同様に、ちゃんと役名が印刷されているのですよ！

数秒しか流れないエンドロールの協力会社名『長瀬ランダウア株式会社』は、録画後に一時停止して確認しています(笑)。機会がありましたら、皆様も探してみてください。(金子 利佳子)

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.452
平成27年<8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