



Photo H.fukuda

## Index

「放射性同位元素に係わるセキュリティの展望」 .....	北郷 太郎	1
(NPO) 放射線安全フォーラムの設立について .....	加藤 和明	4
「ヒューマンエラーと安全管理」 .....	石橋 明	6
脱温暖化に貢献する「ブラジルのバイオエタノールと原子力」 .....	町 末男	11
五感に訴えない放射線のニュースをオオトリの六感で捉えるカレント・トピックス マスコミの呆れた報道－原発から放射能含入水漏洩の報道例－ .....	鴻 知己	11
初級放射線教育講座⑨		
「現場の放射線等の安全管理について」 .....	久保寺昭子	12
〔加藤和明の放射線一口講義〕		
ランダム分布 .....	加藤 和明	16
測定センター見学1,000人目！ .....		17
「FBNews」総合目次 その35 (No.361～372) .....		18
〔サービス部門からのお願い〕		
返却個数の記入のお願い .....		19

# 「放射性同位元素に係わる セキュリティの展望」



北郷 太郎\*

## 1. はじめに

核燃料物質や核原料物質については、その犯罪利用の危険性が強く認識されており、犯罪利用目的の盗取、強奪等の防止措置は事業者の義務として既に法制化されていますが、核燃料物質等以外の放射性同位元素については、これまでのところそうした法制度はありませんでした。具体的には、核燃料物質等を規制する原子炉等規制法（核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律）については、昭和63年の改正により、核物質防護（Physical Protection）が規制事項として追加され、以来、この制度は定着し、その充実強化が進められています。これに対し、放射性同位元素に関しては、これを規制する放射線障害防止法（放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律）に放射性同位元素の防護のための措置を定める規定が置かれていません。このような制度の違いの下で、放射性同位元素を取り扱う事業者の方々には、セキュリティの問題は若干、馴染みが薄いものとなっているのかもしれない。

しかし、核爆発や臨界反応を起こしたりすることができない量の核燃料物質等でも核物質防護対象となり、セキュリティ措置が求められていることからすれば、放射性同位元素についても、ある程度のセキュリティ措置の必要性を認める考え方もあり得ると思います。

また、放射性同位元素についてもセキュリティ強化を求める強い国際的流れがあり、特に、米国同時多発テロ事件（2001年9月

11日）以後、議論が活発化しています。さらに、我が国は本年6月に核テロ防止条約（核によるテロリズムの行為の防止に関する条約）を批准し、同条約の国内施行のために制定された放射線発散処罰法（放射線を発散させて人の生命等に危険を生じさせる行為等の処罰に関する法律）が本年9月に施行されました。同法においては、放射性同位元素についても核燃料物質等と同様の扱いがなされており、その犯罪目的の所持等が犯罪とされています。この法律は、テロ等の犯罪意図の無い方々には何ら法的義務を課すものではありませんが、特に放射性同位元素の犯罪利用を防止するための処罰法が制定されたことは大きな変化です。

## 2. 「セキュリティ」について

放射性同位元素の「セキュリティ」の意味するところは、「安全」と比べて漠然としており、多義的でもあります。一般的には、テロ行為等の悪意者による意図的な危険発生を防止しようとすることを意味するものとして理解して差し支え無いかと思えます。「安全」が、意図せざる危険発生の防止を主たる観点としていることと比較すると対照的です。また、国家間レベルの核燃料物質等の不拡散対策としての国際原子力機関（IAEA）による保障措置との対照として、「セキュリティ」を国家以外の主体を想定した不拡散対策であると位置付ける専門家もいます。

危険物セキュリティに関して一般的に議論されているアプローチは、①事業者の盗

\*Taro Hokugo 内閣官房知的財産戦略推進事務局 参事官補佐

取・強奪等の防止措置、②対象物質の取扱い施設の警備、③対象物質の追跡・所在管理、④対象物質の輸出入の管理、⑤対象物質の盗取や強奪、またそれを用いた犯罪行為の厳罰化による抑止等です。

### 3. 核燃料物質等の場合

核燃料物質等については、原子炉等規制法において核物質防護に関する規制事項があり、保有する核燃料物質等の種類や量に応じて、施設の堅固な障壁、施設内部及び周囲の監視、施設の出入構管理、施設の警備等が義務づけられています。こうした措置は、事業者による安全確保のための核燃料物質の管理、周辺地域の警察機能、安全規制手続きによる所在や移動の確認、輸出入に関する手続き等と相まって、核燃料物質等が盗取、強奪等によって流出し、犯罪利用されることを防止するセキュリティの枠組みが形成されています。

核物質防護の枠組みの国際基準としては、IAEA が各国の専門家を集めた検討を行って策定しているガイドライン（INFCIRC 225）があります。このガイドラインは、これまで改定が重ねられてきたものですが、我が国も締結している核物質防護条約は、その第1版（Rev.1）を基礎として策定されたものです。最新版である第4版（Rev.4）の内容は、改正核物質防護条約（我が国は未締結）に反映されており、我が国においても、平成17年の原子炉等規制法改正により、その主要部分が反映されました。この原子炉等規制法改正により、核物質の防護方法についての秘密保持義務、想定される具体的な脅威を踏まえた防護措置の義務等が規定されています。

### 4. 放射性同位元素の場合

放射性同位元素の取扱いを規制する放射線障害防止法においては、原子炉等規制法における核物質防護のような事業者のセキュリティ措置を義務づける規定は置かれていません。こうした取扱いの背景としては、核燃料物質等と異なり、核爆発や臨界反応を起こしたりすることがない放射性同位元素については、物質そのものに内在す

る危険性はより低く、また、そのためにテロ行為等を企図する側にとってもより魅力が低いものであることがあったと考えられます。

他方、同法による安全規制により、放射性同位元素については原則、許可又は届出なくして所持・使用できないこととされるとともに、その使用者、使用する放射性同位元素の種類・数量、使用目的・方法、使用の場所、貯蔵施設等に関する事項についての届出が義務付けられています。この遵守のために、使用者は放射性同位元素の管理の厳格性が求められることから、結果的にその盗取が困難になるとともに、盗取が発覚し易くなります。また、この枠組みにより、国内に所在する放射性同位元素は、適法に所持されているものである限り、全て国がその所在を把握し、管理責任者を特定できる状態にあることとなります。さらに、安全確保の観点から事業者が義務づけられている使用施設の出入者の管理や入り口のインターロックの設置等は、結果的に、施設への侵入をより困難にします。このように、安全規制の副次的な効果としてある程度の実質的なセキュリティ確保がなされていることも、これまで特に防護対策等が制度上規定されていなかった背景にあるかもしれません。

このように、放射性同位元素について特にセキュリティ措置が制度上設けられていないことについて、合理的な理由はあると考えられるのですが、一方で、例え臨界や核爆発を起こすことができない放射性同位元素であっても人々に与える恐怖感等の心理的な効果は小さくなく、こうした心理的社会的な影響についても、考慮する必要があります。例えば、平成12年12月20日にJR高槻駅において、日本たばこ産業(株)医薬総合研究所の職員が、同研究所が所有するビン及びチューブ入りの放射性同位元素（ヨウ素125等）をばらまくという事件がありました。この時ばらまかれた量は、飲んだり長時間触っていたりしなければ人の健康に影響を与え得ない程度でしたが、周辺の立ち入り制限が行われる等、大きな混乱をもたらしています。また、昨年11月に元ロ

シア諜報員、リトビネンコ氏がポロニウム210により変死したと報じられました。この事件の真相にかかわらず、これを契機に放射性同位元素の犯罪利用の可能性が示されたことは否定できません。

また従来、放射性同位元素のみだりな取扱いを処罰する規定が放射線障害防止法に置かれておりましたが、今回、この規定は原子炉等規制法に置かれていた核燃料物質等に関する同趣旨の規定とともに放射線発散処罰法に移された上で、意図的な危険発生の準備行為を処罰する規定を加えて強化されました。そもそも放射性同位元素のみだりな取扱いにより人の健康や財産に被害を生じた場合には、傷害罪等の刑法上の基本的な犯罪が成立すると考えられますが、犯罪行為が実行される前に犯罪として取り締まるには、被害の結果発生の有無を問わず、危険を生ずるような放射性同位元素の取扱い行為そのものを禁止して犯罪化するとともに、そうした行為の準備行為も処罰することが必要になります。この法改正は、かかる趣旨を踏まえたものであると考えております。

## 5. IAEA における検討

IAEA は2004年8月に「放射線源の安全とセキュリティに関する行動規範」を取りまとめ、①輸出入における輸出国の事前届出と輸入国の承認、②輸入国における規制法令及び国内の放射性同位元素の管理能力の整備、③使用済み線源の製造者への返還等が提言されました。我が国においては、放射線障害防止法による安全規制の結果、行動規範の要求事項の相当程度が既に履行されている状況ですが、一部、追加的な措置も必要とみられます。

文部科学省では、国内の放射性同位元素の所在把握のための放射線源登録システムの整備を進めており、平成18年度予算より設計費を計上しています。また、科学技術・学術政策局長の私的諮問機関として「放射線源の安全とセキュリティに関する検討ワーキンググループ」を設けて平成17年10月より非公開で検討しており、平成18年5月に中間報告（非公開）を取りま

とめました。これを受け、今後、さらに必要なガイドライン等の検討を進める予定であるとのことです。経済産業省では、平成17年12月に輸出貿易管理令を改正し、カテゴリ1（遮蔽なく近づいた場合、数分から1時間で死に至る）カテゴリ2（遮蔽なく近づいた場合、数時間から数日で死に至る）について、輸出規制を行うこととし、文部科学省の輸出確認証の交付を受けた上で輸出承認申請をすべきこととなりました。本改正は、平成18年1月より施行されています。

他方、IAEA では、今後、「放射線源の安全とセキュリティに関するガイドライン」の見直しを行い、この行動規範により各国において必要となる制度についての具体的内容を提示する予定であるとしています。

## 6. むすび

放射性同位元素については、従来、核燃料物質等のような厳しいセキュリティ制度が置かれていませんでしたが、国際的には、そのセキュリティ対策強化を求める方向での議論が進んでおり、中長期的には、国内制度においても、セキュリティ対策が進められていくことになるかと思えます。

そうした展望の下、事業者の方々も、制度改正を待つのではなく、危険物の管理者としての責任を自主的に担う観点から、セキュリティについて問題意識を持って、管理の厳格化を考えるということがあって良いかもしれません。

### プロフィール

平成8年、旧科学技術庁採用。同庁原子力局政策課、経済産業省資源エネルギー庁原子力政策課、内閣府ライフサイエンス担当参事官補佐等を歴任し、この間、東海村 JCO 事故賠償対策、総合科学技術会議報告書「ヒト胚の取扱いに関する基本的考え方について」の取りまとめ等に従事。また、平成18年3月から平成19年7月まで文部科学省科学技術・学術政策局原子力安全課長補佐を務め、放射線発散処罰法案の立案に参画。

平成8年一橋大学法学部卒、平成16年一橋大学大学院国際企業戦略研究科（経営法務）修了、平成17～18年、イリノイ工科大学ロースクール留学。

# (NPO) 放射線安全フォーラム の設立について

理事長 加藤 和明

このたび、放射線の利用と安全に関わりを持つ人たちの情報交換と相互研鑽の場として20年以上に亘って活動してきました「放射線防護研究会(略称“SS研”)」を母体に、特定非営利活動法人(NPO)・放射線安全フォーラムが設立されました。設立時の役員と顧問の名簿は文末をご覧ください。

このNPOが目指しているのは次のようなことです。

①. 放射線の利用や安全に関する知識を広く社会に普及し、この分野に関わりを持つ人たちに相互研鑽の場を提供し、有能な後継者の育成を図るとともに、会員の豊富な経験に基づく政策提言などを通して、社会に貢献する。

②. 本フォーラムの活動を通して、放射線に対する社会の正しい理解の普及と、放射線利用に際しての安全の増進に資する。

本誌編集委員会の求めに応じ、当フォーラム設立の経緯と今後予定している活動の内容を紹介させていただきます。

## 1. 放射線防護研究会の設立

周知の如く、放射線防護に係る国の方策・制度設計は、結果的にICRP(国際放射線防護委員会)の創出・勧告しているシステムに準拠しています。戦後8年目に当たる1953年、ときのアメリカ大統領アイゼンハワーが国連で“Atoms for Peace”を提唱したのに応じて、国会は1953年最初の原子力予算を認め、1955年12月19日に原子力基本法が制定されました。そして、その傘の下、1957年6月10日、“国民を放射線から守るための中心的法律である「放射線障害防止法」”(以下「障防法」と略記)が制定され、翌1958年4月1日に施行となりました。ちょうど50年(=半世紀)前のこととなります。

この(法律を中心とする)法令が当初準拠していたICRPの勧告は、今日「1958年勧告」と呼ばれているものですが、政府筋は事前に案文を手掛けていたものと思われまます。

ICRPは、人類が持ちえた学術的知見の進展と社会の安全に関する意識の変化を見据えて、基本勧告の見直しを随時継続的に行ってきたり、数年に1度の頻度で新勧告(基本勧告の改訂)が発表されます。障防法の制定以降、1965年、1977年、1990年の各年に基本勧告の改訂(新勧告の発表)が行われ、近々「2007年勧告」が公刊されることになっています。

話は23年ほど前に遡ります。当時わが国では「1977年勧告」の関係法令取込みが検討中でした。その前の勧告(1965年勧告)については、法令取入れを検討している内に次の勧告(1977年勧告)が出てきてしまったため時間切れとなり、言っ

てみれば2回併せての法令取り入れとなっていました。新勧告では線量の管理基準が引き下げられていたこともあり、国会で社会党の議員から「どうしてモタモタしているのか」と質問があり、労働大臣が「できるだけ早く法令への取入れを行う」と答弁しました。このようなことが契機となっか、障防法所管の科学技術庁では、欧米主要国における1977年勧告の法令取り入れについての現状調査を、急遽行うことになり、筆者(当時高エネルギー物理学研究所教授)が調査団長を仰せつかりました。金子(東京電力)、橋本(原電)、沼宮内(原研)、樋熊(動燃)、松本(放射線安全技術センター)、井上(科技庁)の、6氏と駆け足で欧米数カ国を回ってきましたが、このときしみじみと悟ったことは「人は助け合って生きていくものだ」ということです。

一方、典型的実学である“放射線防護”では、“仲間うちの助け合い”の重要性に加え、“苦労”や“失敗”に係る知見や経験を持ち寄って互いの“自己研鑽”に協力し合うことがとりわけ重要ですが、大学等の教育機関や関係学会に多くを期待できない状況に在りました。そんな訳で、上記の調査団が使命を達成して解散したとき、助け合いによる“自己研鑽”と“親睦交友”を目的に「放射線防護研究会」を立ち上げたのでした。1985年のことでした。発起人には沼宮内、小佐古(東大)の両氏も名を連ねていました。

## 2. SS研が20年以上も続いた理由

隔月の第3土曜日の午後、手弁当で集まり、3±1程度の演題で講演を聴き、本音で討議し、その後ビールで喉を潤しながら交流を楽しむ、というのが定番の例会です。夏(8月)はリゾート地(ここ10年ほどは蓼科)で泊りがけで研修に励みます。家族・友人の同伴もアリで、専属シェフ(当初からの中心的会員で、元アロカ専務)の“料理”と“温泉”の楽しみも参加者にとって大きな魅力となっていました。

研究会の様子は、かつて本誌に紹介されたこともありますが、学会や他の研究会ではあまり見られないことがないほど、問題点を深く掘り下げ、本音で討議します。機微に触れるテーマも多く、オフレコを前提に行いますので、記録を残せず、成果を外部に伝えられないのが歯痒いことでもありましたが、会員の多くが、世間的な意味で出世を重ねていったことは、研究会の活動には意義があった証であり、また20年以上の長きに亘って続いてきた(2007年8月の例会で125回を数えた)理由であろうかと思っています。例えば、22年前某研究所の副主任研究員だったT氏は現在国のG委員会委員長代理として活躍中ですし、某社の東京営業所長であったH氏は現在同社の社長です。



# 「ヒューマンエラーと安全管理」



石橋 明\*

## 1. はじめに

1895年に W.C. レントゲンによって発見された放射線・放射能は、現代では、産業や医療の分野で幅広く応用されている。しかし、一旦取り扱いを間違えると人体への影響が計り知れない。1999年9月30日に東海村の JCO で発生した臨界事故では、作業員3名が死傷し、救急隊員を含む周辺住民など439人が被曝した。

放射線が発見された直後から、皮膚炎や脱毛、造血機能の低下などの人体への影響が、数年の内に経験され、放射線の利用価値の大きさと同時に、被曝による災害の可能性も理解されてきた。しかし、放射線の取り扱いに関与する人々に、このような知見が十分に周知されているであろうか。このような、先端技術を駆使する職域で働く人々は、些細な人為的ミスが重大な結果を招く可能性を秘めていることを常に意識していなければならない。

そこで、「人間はだれでも間違える」という原点に帰って、ヒューマンファクターの視点から、安全管理の重要性を検討してみましょう。

## 2. ハイテク社会と組織的対応の必要性

近年、科学技術が進歩し、生産現場から家庭生活に至るまで、ハイテクシステムに囲まれて、高度な利便性を享受することとなった。一方では、ハイテクシステムを使う場面でこれまでに体験しなかった事故が発生している。利便性の陰で危険感覚が希薄化してしまっているからでもある。そこで、放射線取り扱い上の安全性を高めていくためには、システムを設計する人、造る人、使う人、保守する人など、すべての関与者に関するヒューマンファクターへの取り組みが必要になってくる。個人の能力の限界をカバーするための組織的取り組みによる、「人は誰でも間違える」という原点に帰った安全管理

対策が求められている。そして、放射線利用分野における新たな安全文化の構築が不可欠となっている。

そこで、リスクマネジメント体制を構築し、リスクアセスメント活動を組織的に展開していかなければならない。このような最近の社会的傾向を前提として、ヒューマンファクターズの視点から、特に、放射線医療分野の安全管理について議論することとする。

## 3. 医療技術の先端「放射線医療」の問題点

放射線医療の分野では、2003年10月に青森県の国立病院で、1988年から7年4ヶ月、276人の放射能治療に過剰照射が行われていた事件が報道され、世間の注目を集めた。その後、同種の照射線量過誤事故が次第に東北地方に南下する傾向が現れた。筆者は、このうちの二つの事故調査に、ヒューマンファクターの視点から調査メンバーとして参加する任務を与えられた。Y病院の事故調査結果では、シャドートレイを使用する条件での照射計算値で、シャドートレイを使用しない照射を行ったケースが明らかになった。筆者は、ヒューマンファクターの視点から調査することが任務であったので、表面化した事実だけでなく、背後に潜むエラー誘発要因を探求する方針を立てて、M-SHEL モデル

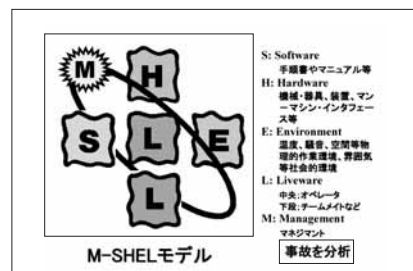


図-1 起こった事実を正確に把握する手法

\*Akira ISHIBASHI 日本ヒューマンファクター研究所 研究開発室長 (元全日空機長)

の視点から調査を実施した(図-1)。

この調査手法は、図-1中央の当事者を中心に、ソフトウェア、ハードウェア、エンバロメント(作業環境)、ライブウェア(人間)、マネジメントなどの視点から、オペレータである当事者との接点をつぶさに調査する手法である。この調査方法によってヒューマンファクターに関する不具合点などの諸問題を把握することが可能になる。

この調査を通じて、以下の仮説を導くことができた。

- (1)医療従事者資格制度のもとで、担当医、看護師など個人の資質に過度に依存していないか
- (2)知識技術の維持管理、チームパフォーマンス発揮訓練、新機器導入、マニュアルの整備などの組織的配慮などが遅れていないか
- (3)失敗事例から教訓を得て、同様事故を未然に防ぐ体制の整備が遅れていないか
- (4)チーム医療体制の構築が遅れていないか
- (5)関係者の陥りやすいヒューマンエラーの研究が遅れていないか

このように検討を進めると、高度な資格制度の下に行われている医療サービスの分野には、「誇り高き職域に共通する問題点」を抱えているのではないかと懸念に直面する。

それは、木登りには定評がある「サルは木から落ちない」という過信である。この高いライセンスの自信は、次第に「木から落ちてはならない」という責任感となり、やがて「木から落ちないのだ」という確信となる。そのような雰囲気の中で、木から落ちるサルが現れると、「あいつは元々お粗末で、我々の仲間ではない」と、トカゲの尻尾切りを行い、処罰さえ行ってしまうことになる。結果として、エラーを認めながらも風潮となる。エラーを認めなければ、原因分析が出来ないので、再発防止対策が立てられない。そして、同じような事故が繰り返されることになる。どのような有能な人物でもエラーは起こし得るといふ、原点に帰ってのヒューマンファクターを考えなければならない。

そこで、ヒューマンファクターの基礎理論を整理することが必要となる。

#### 4. ヒューマンファクターズへの取組み

ヒューマンファクターズという用語は、1900年前後にアメリカで用いられたもので、工場で工員を如何に能率的に働かせるか、という研究に始まったといわれている。我が国で用いてい

る人間工学という領域の概念であり、ヨーロッパでは、「Ergonomics」という合成語を作って表現している。何れも同義語と考えられている。

##### (1)ヒューマンファクターズの定義

「機械やシステムを安全にしかも効率的に機能させるために必要とされる、人間の能力やその限界、特性に関する知見や手法などの総称」である(日本ヒューマンファクター研究所)、とされている。

##### (2)人間の基本的特性

ヒトの進化過程で培われてきた、人間の基本的特性は、人間である以上誰でも持っている特性であり、他の動物と根本的に異なる部分である。

①最小エネルギーの法則：仕事をする場合にエネルギーを極力温存しておいて楽にやり、しかも良い結果を得ようとする人間独特の特性である。この特性のお陰で、今日のように技術が進歩したと考えられている。しかし、この特性が時として手抜きの原因となるという一面ももっている。(例：熟練者の手抜きや近道行為などである)

②人間の情報処理系は「シングル・チャンネル」：人間は一度に一つの情報処理しかできないようにデザインされているといわれている。同時に複数の課題を与えると「虻蜂(あぶはち)取らず」になってしまうことは良く知られている。車の運転中は、携帯電話の使用が禁じられたのは、まさにこの原理からである。(これが、不注意の基本構造である、脇見運転の事故もまったく同じ原理である)

③人間は昼行性の動物：人間は太陽が昇っている間に行動するようにデザインされている。したがって、夜になると視機能をはじめあらゆる機能が低下する。人はなかなかその原理を認めがらない。夜でも昼でも同様に能力が発揮できると思いたいのである。これは、高速道路の事故統計が夜半から朝の6時ごろにピークを迎えることから古くから知られている事実である。夜間当直を行う場合に、失敗を少なくするようにいろいろと工夫しているのはこの特性対策である。さらに、太陽の周期に合わせて人間にも体内時計が出来上がってしまっている。この体内時計を徹夜作業などで狂わすことによって、人間の能力は著しく低下する。これはサーケディアンリズムとし



て、よく知られている。東西に飛行機で旅行をした後の「時差ぼけ」は、実はこのサーケディアンリズムを狂わせた結果生ずる体調不良現象なのである。

- ④二つの脳の葛藤：人間の脳には、爬虫類時代から引きずっている本能を司る古い脳と新しく進化した大脳新皮質といわれる理性を司る新しい脳があって、行動を起こす場面で常に葛藤している。たとえば「会議中の居眠り」は、古い脳が「せっかく仕事から放れて空調も効いていて環境が整っているのだから、このあたりで一眠りしよう」と提案する。しかし、理性を司る新しい脳が、「こんな大事な話をしているときに眠ってしまっては、男が廃（すた）るではないか」と、葛藤を起こすのである。ところがいつも古い脳が勝ってしまって、つい上の瞼と下の瞼がくっついてしまうということになる。これはごく自然な現象なのである。居眠りした人を決して責めてはならないのである。それよりも、われわれはこのような特性をもっていることを理解しておくことによって、予め二つの脳を葛藤させない対策を練ることが可能となる。たとえば、夜間長距離運転を行うときなどは、長時間連続して運転しないように、計画的に休憩を取り爬虫類脳の出番を押さえておくことも可能になる。

(3)人間の行動特性

人間は、独特の情報処理プロセスに沿って行動を起こしている。外界の刺激を感知して、前処理を行って長期記憶と照合して何が起きているのかを理解し、判断し決心して行動に移している。その行動の質は、全体に関わっている「意識レベル」の影響を受ける。意識レベルとは、覚醒度のこと、フェーズ0からフェーズ4まで5段階に区分されている。フェーズ3の意識レベルが最も精度の高い行動を起こすことができるといわれている。これらの情報処理のあらゆる段階で人間は間違い易さを抱えている。

(4)人間の行動パターン

人間の行動の起こし方には、3つのパターンがある。いちいち知識に頼る「知識ベースの行動」、一定のルールができて「ルールベースの行動」、手足が覚えていて考えなくても自動的に行動が起こせる「スキルベースの行動」である。これらの行動の起こし方

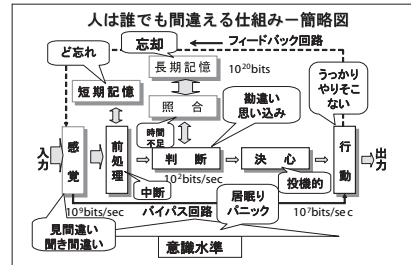


図-2 誰でも間違える仕組み

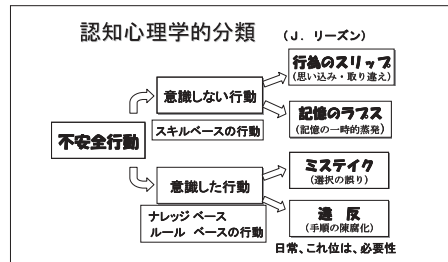


図-3 エラーの認知心理学的分類

にもそれぞれ間違い易さを抱えている。

行動を起こす段階での間違い易さは、「初心者の陥り易いエラー」「熟練者の陥り易いエラー」という形で整理することが可能となる。

- (5)人間が日ごろ培ってきた能力を発揮する段階でも間違い易さを抱えている。病的要因、生理的要因、身体的要因、薬剤的要因、心理的要因、社会心理的要因などの「6P」といわれる要因である。

これらのほかにも、人間のエラーを誘発する要素は無数に存在する。それらの影響を受けて、「人は誰でも、間違える」仕組みが広く理解されることとなった(図-2)。

- (6)ヒューマンエラーの正体と対策

エラーの定義づけ：「ヒューマンエラーとは、達成しようとした目標から、意図と異なって逸脱することとなった期待に反した人間の行動」とされている(日本ヒューマンファクター研究所)。

- (7)エラーの分類

エラーには、認知心理学的分類法において、行為のスリップ、記憶のラプス、判断のミス、ミステイク、違反などが挙げられている(図-3)。しかし、それらはどれも当事者エラーに注目した分類である。当事者エラーを誘発する「組織エラー」に注目する必要がある。当事者エラーは、氷山の一角に過ぎないからであ

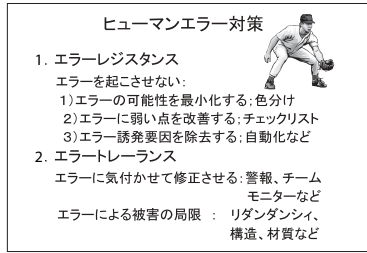


図-4 エラー対策の基本的発送

る。氷山の大部分を形成して水面下に潜している組織エラーに注目して、有効な対策を練らない限り事故は繰り返されると考えなければならない。

(8) エラー対策

当事者エラーに対する対策は、長い過程を経て研究が進んでいる。エラーを防止するための対策では、エラーの可能性を最小化する(形や色分けなど)、エラーに弱い部分を補強する(初心者行動や熟練者行動などをチェックリストで補強する)、エラー誘発要因を除去する(間違えやすいスイッチなどを自動化する)、などである。

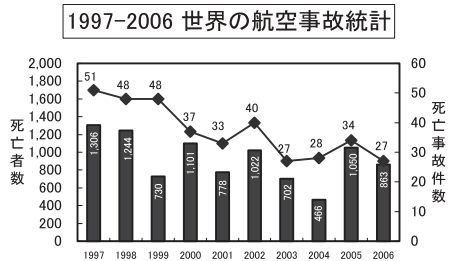
しかし、当事者エラーは、好き好んで起こすのではなく、個人の能力をカバーするために編成されている組織が機能を発揮できずに当事者エラーを誘発したものと考えることができる(図-4)。組織エラーに対する研究は、これからの大きな課題である。「組織行動」の視点から、なぜ本来の組織の機能が発揮されないのかを究明していかなければならない。

5. 墓石安全から予防安全へ

航空における安全推進の活動は、古くから組織的に展開されている。その取り組みと成果を見てみよう。

- (1) 墓石安全: Tomb Stone Safety とは、航空事故など大惨事が発生し、尊い犠牲の上に成り立つ安全をいう(対処療法)。医療事故などが発生してから善後策を講ずることで、いわゆる危機管理の発想である。航空においては、過去にこの発想法が主流を占めて効果を発揮してきたが、航空機が大型化して一旦事故が発生すると大惨事となることから、次第に予防安全に注目されるようになった。
- (2) 予防安全: Proactive Safety とは、日常業務のなかから危険因子を把握して事前に対策を練って事故を未然に防止する手法(病根を絶

表-1 世界の過去10年間の事故統計



2006年 事故件数27件、死者数863人  
10年間の平均事故件数37件、死者数917人

つ)をいう。リスクマネジメントの考え方である。航空事故は悲惨な結果を招くことから、今ではこの発想法が航空分野で主流を占めている。

- (3) 事故調査・分析の結果得られた航空分野における二大成果、「安全報告制度(ASRS)」と「CRM(Cockpit resource Management)」: 訓練の構築によって、世界の航空事故統計は着実に右肩下がりに減少し続けている。
- (4) 最近10年間の世界の航空事故統計では、年間2,000万回を越える運航回数の中で、事故件数と死亡者数の推移は、表-1のとおりであり、安全性が極めて向上している。
- (5) リスクマネジメントと危機管理  
ここで、予防安全への取り組み、すなわち「リスク管理」の積み重ねと、事故が発生してしまった後の「危機管理」のための備えが必要であることが分かる。
- (6) 安全管理システム(Safety Management System)の構築

事故やインシデント(軽微な損傷の事故)を正確に調査把握して、科学的な分析を行い、有効な再発防止対策を構築する。その対策を確実に実践し、その結果を評価して改善する、という一連の再発防止のための活動を展開する。事故に至っていないヒヤリハット(悪い結果は生じなかったが危なかった体験)報告などについても、安全管理システムは、予防安全システムとして機能する(図-5)。

6. 放射線医療の安全性を高めるために

先端技術を応用した放射線医療の安全性を高めるためには、以下のような具体的なアプローチが必要と思われる。

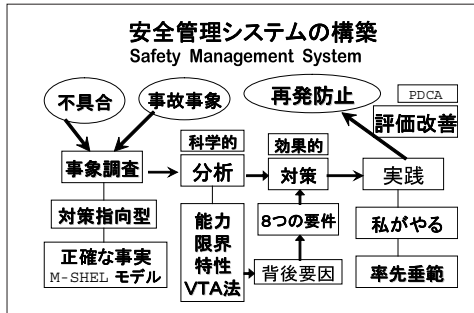


図-5 職場の安全管理システム

- (1)医療技術の新情報を医療チーム全体に浸透させる
- (2)新機材導入時に同時にマニュアルを作成する
- (3)チーム単位の「能力発揮訓練」の構築 (CRM 訓練)
- (4)新しい医療に適する人員配置・勤務パターンに改善
- (5)資格制度を知識・技術の向上に役立つよう改善する
- (6)過去の失敗を活かして、同様事故を未然に防止する体制を構築する (医療安全報告制度)
- (7)放射線医療の質管理体制を業界全体で構築する
- (8)「人は誰でも間違える」ことを前提としたヒューマンファクターへの組織的取り組みを行う

これらを実践するためには、放射線治療機器メーカーや医師・技術学会などが広く協力し合って「新しい医療の安全文化」を構築することが求められる。

## 7. 安全文化の起源とその育成

安全文化という言葉の歴史は新しく、1986年旧ソ連のチェルノブイリ原子力発電所が、爆発事故を起こし、ヨーロッパの国々に放射性物質が飛散した事故の直後に、原子力安全の専門家が世界中から集まって、再発防止対策について協議を行った。そのときの第4回目の会議で遂に「Safety Culture」という議論に到達した。このような惨事を防ぐには、「組織の安全文化を構築する以外に手はない」ということとなり、その定義づけが行われた。

それを要約すれば、「安全の重要性について、習慣となっている集団の価値判断のレベルをいい、それを規範とした組織全体の行動様式をいう」となる。つまり、「安全の重要性が十分に理解されていて、それが自然に行動となって現

れる状態」を安全文化といている。

医療安全を推進するためには、長い間に築かれてきた伝統的な「医療文化」に、社会の価値観の変化を敏感に感知して対応していく姿勢のもとに「安全文化」を重ね合わせる事が急務ではないかと考えられるのである。

最後に先人の名言を二つ。

・「過ちは、咎めることなかれ！」(論語)

・“To Err is human, to forgive divine!”

(過ちは人の常、許したもうは神の業！)

(Alexander Pope 1688-1744)

エラーそのものを非難するのではなく、あらゆる英知を結集して組織的に対処することが安全管理の基本となります。

最後に、先端技術を駆使した放射線産業の安全を、益々推進されることを祈念申し上げます。

### 参考文献：

- 石橋 明：「事故は、何故繰り返されるのか」  
中央労働災害防止協会 (2006年)
- 黒田 勲：「安全文化の創造へ」  
中央労働災害防止協会 (2000年)
- 石橋 明：「リスクゼロを実現するリーダー学」  
中央労働災害防止協会 (2003年)

### プロフィール

中央大学法学部卒業、1995年から6年間、飛行勤務の傍ら、社会人研修生として早稲田大学大学院人間科学研究科でヒューマンファクターの研究に従事、国際航空心理学会(オハイオ大学)に永年連続参加、国内では、日本人間工学会、計測自動制御学会、ヒューマンインタフェース学会、プラントヒューマンファクター学会、国際経営文化学会などで活躍中

現在は、東海大学海洋学部講師、航空保安大学校講師、(NPO)失敗学会組織行動分科会会長、(株)日本航空操縦士協会顧問、組織失敗行動学会代表、宇宙航空研究開発機構有人サポート委員会委員などを兼務、(05年から07年の間 JR 西日本安全諮問委員を拝命)

全日空で、30年余パイロットを務め、主に安全管理を担当、総合安全推進委員会事務局調査役、国際線首席機長、先任機長などを歴任、プロペラ機からハイテクジェット機まで多機種に乗務。この間に、FSF-Japan (飛行安全財団日本支部) 事務局長、アジアパシフィック・エアライン連盟テクニカルチェアマンなどを歴任、総飛行時間19,500時間余

受賞：1997年交通安全賞章緑十字銅賞受賞

近著：「事故は、なぜ繰り返されるのか」

中央労働災害防止協会

「リスクゼロを実現するリーダー学」

自由国民社

趣味：ゴルフ、ヨット、クレー射撃

ボランティア：神奈川県航空少年団副団長

## 脱温暖化に貢献する 「ブラジルのバイオエタノールと原子力」

前・原子力委員 町 末 男



ブラジルは遠い国である。成田からニューヨーク乗換えでサンパウロまで25時間も掛かる。10月、「大西洋原子力国際会議2007」の招待で「持続的発展における放射線技術の役割」と題する話をするために、2年ぶりにブラジルを訪れた。約1,000人が各国から参加したが、遠い日本からの参加者の数はごく限られていた。

会議が開かれたサントス市は、サンパウロから80 kmほど離れた港湾都市で、100年前日本人移民が始めて到着した歴史のある街である。

今回の会議ではブラジルのエネルギー政策を議論するセッションもあり、その中でバイオエタノールの話が興味深かった。給油所にはガソリンとバイオエタノールのスタンドが並んでおり、価格はガソリンが1リットル1ドル、エタノールが半額の50セントであるという。エタノールの走行距離はガソリンの70%である。多くの車は幅広いエタノール混合比で走れる。30%程度のエタノールを混ぜて使っている車が多いという。バイオエタノールはサトウキビの糖液を発酵させて製造する。残渣のバガスも燃して発電に有効利用する。現在357基のエタノール製造プラントが運転されており、今後も更に生産を増やして2030年には1次エネルギーの27%という高い比率を占めるようにするという。

2年ぶりにお目にかかった西林・在サンパウ

ロ日本総領事の話によると、最近日本の政治家の訪問が増えており、多くが環境に優しいバイオエタノールのブラジルの成功について学ぶためであるという。

ブラジルのエネルギー起源の炭酸ガスの排出量は大変少ない。発電源の90%が水力で4%が原子力、火力は6%であるから非常にクリーンである。

さて、原子力の話だがブラジルではアグラ1号機(65.7万kW・PWR)と2号機(135万kW・PWR)が運転中であり、3号機135万kWが建設中である。今後さらに4～8基を建設したいと原子力委員会は言っている。水力はサンパウロから1,000 kmも離れた所に多く、輸送費が高い。また、最近降雨量が少なく発電量が下がった年があり、そうした場合の基盤電力として原子力は重要であるという。自国で産出するウランを利用する事もできる。

放射線利用では、ブリッジストーン社のタイヤ製造、WR グレース社の熱収縮フィルムの製造が電子線で行われている。

ブラジル原子力研究所(IPEN)のロドリゲス理事長と昼食した。この研究所は1,200人の職員がおり、研究炉、加速器、Co-60照射施設を使い幅広い研究を行い、成果を上げている。詳しくは別の機会に紹介したい。

(07年10月6日記)

### 五感に訴えない放射線のニュースをオオトリの六感で捉えるカレント・トピックス

## マスコミの呆れた報道

— 原発から放射能含入水漏洩の報道例 —

鴻 知己

2007年9月11日の夜、ある民放テレビのニュース番組を見ていたら、“九州電力の川内原発で放射性水漏れ”が起きたという。狼少年ではないが、しょっちゅうこの手の報道がなされるのでまたかと思いつつ、今度のはどれくらい“小さなもの”だったのだろうと身を乗り出したのは、長年放射線を生業としてきた者の性(サガ)のなせる業である。

ところが、大変に驚いたことには、漏れ出た放射性水の放射能の総量がいくらであったとも、濃度がいくらであったとも、一切説明がないのであった。物事に付きまとう量の違いが質の変化を齎すので、質に変化を齎さない量の変化と言うのはニュースになりえない、というのには、放送界や出版界における、いわゆるデスクさんの当然身に着けているべき基本であろう。数量

として報道されたのは、洩れた水の量についてだけで、約200リットル(正確な表現は覚えていない)であるとしたことだけである。仮に1個以上の、不安定核種を含んでいたら「放射性」というのであれば、身の回りにある殆どすべての物質・物体は放射性である。

放射能についての量についての記述なしに書かれたこの原稿が、デスクのチェックをいとも簡単にすり抜けて報道されてしまうという現実にあきれ果て、絶望した。

翌日インターネットで情報源を探ったところ、青森の有名な地方紙「東奥日報」に同じ内容の記事があり、ここにも放射能に係る数値は載っていない。クレジットとして書かれていた配信元は「共同通信ニュース」であった。

## 初級放射線教育講座⑨



久保寺 昭子\*

# 「現場の放射線等の安全管理について」

### 1. はじめに

法治国家である我が国には放射線等の利用に係る法令がいくつもあります。(本講座④参照) これらの法令は、放射線等の利用の拡大によってその都度制定され今日に至っているため、複雑、多岐に亘り場合によっては複数の法令による多重規制を受けることすらあります。しかし、これらの法例の基本的な理念は、図1に示すように昭和30年に制定された原子力基本法の本質にのっとり、利用形態ごとに定められていると考えることが出来ます。

放射線等のいかなる利用に際しても、利用者が法を守ることによって、社会的秩序が維持され、その結果個人の安全な生活が保障されることになるのです。

ここでは、放射線障害の防止に関する法令(以下障防法)を中心に述べます。

### 2. 利用と規制

障防法において規制される放射性同位元素や放射線(放射線等)には、除外されるものがあり、法令用語はかならずしも自然科学の用語と一致しない場合があります。たとえば、事業所における一年間のRI利用数量が、法で定めた数量(法定定義量)以下の場合、許可も届出もすることなく法令の規制を受けることなく使用することができます。同一事業所内の一人一人の個人の利用するRIが法定定義量以下であっても、事業所における使用線量が問題となるのですから、各自が自由勝手に使うことはできま



図1 放射線障害防止関係法令(障防法)

\*Akiko KUBODERA 東京理科大学名誉教授・薬学博士

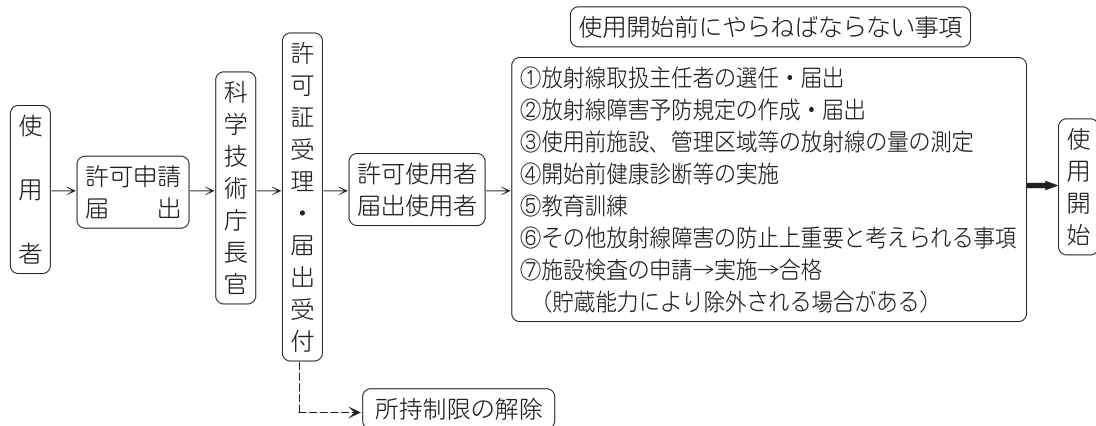


図2 放射性同位元素等の使用開始までに必要な手続きと手順のあらまし

せん。

また、1メガ電子ボルト以上のエネルギーを有する電子線とX線の利用は、障防法の施行以前に規定されている電離放射線障害防止規則（電離則・厚生労働省）によって規制されます。さらに事業所が国立機関か否かによっても規制法令が異なるのです。

放射線等は、法令で定められた施設と、もろもろの手続きを経てのち、はじめて利用する者が手にすることができるのです。図2に、障防法における放射線等の利用に至るまでの手続きの一例を示しました。

法手続きにのっとり入手したRIでも、届出あるいは許可を受けた使用の目的以外のことには利用することはできません。具体的な一例をあげてみますと、医療法の規制下で放射線等を利用している事業所で、患者に投与した放射性医薬品の残液を、動物に投与して実験することは許されません。この場合は、別途、障防法の許可を受けなければなりません。利用する者にとっては簡単なことでも、現場の管理には大きな齟齬をきたし、場合によっては、処罰の対象となることもあり得ますので、利用者各人に対する教育はもちろんのこと、利用者自身も法規制に関する理解と自覚が必要です。

### 3. 放射線障害予防規定（予防規定）

図2に使用開始前に法的にやらなくてはならない事項があり、その②に予防規定の作成と届出があります。

法令には、基本的な事項が定められています。しかし放射線等の利用形態は多岐に亘り、これ

らの実情に則した内容を法令の中にこと細かく示すことは不可能です。したがって、それぞれの事業所の利用内容に則した具体的な内容を定めて届出るのが予防規定です。故に、この予防規定こそが各事業所ごとの法令とも言えます。図2の⑤教育訓練にも、予防規定に関するものが必須となるわけです。

合法的な放射線管理が遂行されるか否かの根幹には、偏に予防規定が現場の利用状況に即した内容を網羅しているか否かにかかっていると云えます。即ち、予防規定は各事業所毎に放射線業務に携わる人々の放射線等の取扱い作業の内容を理解把握した上で作成されなければならない、どのように簡単な利用であったとしても、予防規定の内容は事業所ごとに異なります。

また、利用内容が時と共に変化していく場合も少なくないので、予防規定の内容は時折チェックすることも必要です。

とくに研究に放射線等を利用する事業所では、研究の進捗にしたがい利用形態が大きく変化する場合が多く、施設・設備の点検等も大切です。先般の法改正により利用に対して若干規制が緩和された部分もないわけではありませんが、管理区域内に無い施設や機器を用いる仕事は、原則として不可能と言えるでしょう。

### 4. 放射線管理の法的責任者は？

法令では、放射線等の利用に係る責任を事業所の経営者に課しています。例えば大学等では学長（教育研究等の最高責任者）ではなく理事長（経営の責任者）となります。しかし、経営の責任者が必ずしも障防法や放射線安全管理に

精通しているとは限りません。そこで国家試験に合格したのち定められた講習を受講した者に、放射線安全管理の専門家として、放射線取扱主任者（主任者）免状が交付され、専門家、主任者として登場するわけです。図2の①がそれです。

主任者は、法令上は、放射線の安全管理に関して、当該事業所の事業主と同等の位置に格付けされています。放射線安全管理上必要な事項は、事業主に直接意見具申をする義務があり、一方、事業主は、主任者が放射線安全管理上必要と認め具申する意見を尊重しなければならないと明記されています。万一法令違反があった場合の処罰の対象者は、事業主、主任者、違反行為者となるわけです。利用者が、主任者の意見を尊重し、従わなければならないのは、当然のことなのです。

また、主任者は、管理実務者ではありません。例えば、小規模事業所などでは、人員不足から、主任者＝管理実務者そして利用者であるなどという一人三役の場合もあると思いますが、主任者には法令上の大きな責務があることを常に忘れず行為行動の区分を明確にしなくてはなりません。

主任者免状には、第1種と第2種、第3種の区分があります。また、一定期間ごとに資質の向上を図るための講習を受けさせることが事業主に課せられています。

### 5. 放射線等の管理

放射線等は原則として法令に定められた基準に適合する施設等においての使用が義務づけられています。これらの放射線施設は一般の施設とは異なり、デザインや利便性あるいは経費の問題等はむしろ2の次で、あくまでも障防法に適合した施設であることが最優先されなければなりません。しかし障防法の施設基準に適合した施設・設備がある

だけでは放射線の安全管理が十分であることにはなりません。障防法は施設および設備等、いわゆるハードウェアの面と、実際の管理体制等のソフトウェアの両面から、放射線の安全が確保できるよう事業主に義務づけています。立派なパソコンがあってもソフトウェアなしには機能を発揮し得ないのは当然です。

ソフトウェアにあたる管理体制は、放射線取扱作業の安全と事業所周辺の人々に対する放射線の安全を担保するために不可欠かつおろそかにすることのできない重要なことです。

管理体制を十分に機能させるためには、主任者を放射線管理のキー・パースンとして位置づけなければなりません。主任者は、免状所有者であれば誰でもかまわないというわけにはいかないのです。図3に一例として放射線等の管理の概略を示してみました。

事業所における放射線等の取扱いと安全管理が、合法的かつ合理的に遂行されているかは、法令に定められている記録・記帳に如実に反映されます。すなわち、放射線等が、事業所の施設に搬入受入れされた時点から、廃棄物等とし

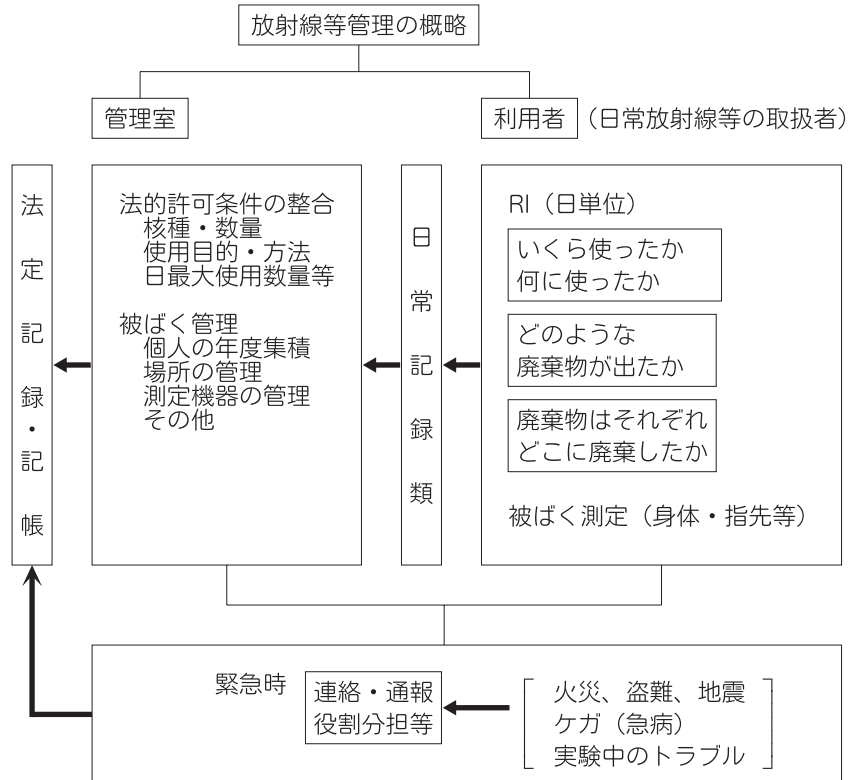


図3 放射線等管理の概略

て施設の外に搬出されるまでの履歴をきっちりと把握し管理することにより放射線の安全が確保されることに大きな役割を果たすことになるのです。これが法に定められている記録・記帳の義務です。

●いつ・どこで・誰が・何をするか

受入れした放射線等のそれぞれの毎日の動き等は管理側には把握しにくい場合が多いので、利用者各人が放射線等を管理側から受け取った時から、使用の流れについて、日時や数量、使用内容、そしてどこの廃棄物容器に何を廃棄したか等メモ類に記録し、これを管理側へ提出するというのも、一つのアイデアです。

要するに管理はすべて管理者におまかせと言うわけにはいかないのです。管理者と使用する者とが、事前に役割分担を明確にして、責任を持って実施しなければなりません。このことは、予防規定に、放射線安全管理の実務組織と職務分担を定めて、主任者の監督のもとに行われることが必要です。

記帳・記録の法令上の責任は、事業主にあるのですが、このように法定義務が分担されることが前提となる記帳・記録は、「誰が測定し記録するか」、「誰が記帳の統括や保管をするか」など、記帳・記録に携わる者に関して予防規定の中に具体的に明記されているかどうか、が重要であることを再度くり返しますが認識していただきたい。事業所ごとの実情に応じて、使いやすい様式のメモやタグを考えるのも大切なことです。

一例として、使用する者が、放射線等を購入したい時、どのような事項を考慮しなければならないかについて述べてみます。

●RI 購入計画時の留意点 (例)

①密封 RI の場合

- 1) 許可証の核種、数量、個数に合致するか
- 2) 使用目的に適した形状か
- 3) 許可申請書に記載されている密封の状態等に合致するか
- 4) 線源の交換か新規購入か
- 5) 線源の納期
- 6) その他

②非密封 RI の場合

- 1) 核種・数量が許可範囲か
- 2) 使用目的が許可の範囲か
- 3) 使用目的に適した核種、化学形か

- 4) 初めて使用する核種か、過去に使用経験があるか
- 5) 貯蔵能力は十分か
- 6) 特別仕様か、カタログ品か
- 7) RI の半減期と納期
- 8) 施設内の一日最大使用数量を超えないか
- 9) その他

放射線等の購入一つ考えてみても上記のような留意点があり、利用者が勝手に購入をすることは出来ません。これらは最終的には主任者の判断に委ねることになり、主任者が確認した証拠も記録上残しておくべきです。

6. おわりに

『法』をもって『理』を破るとも、  
『理』をもって『法』を破ることなかれ。

どなたかの言葉にこのようなことが述べられていたと思いますが、放射線の安全管理に適切な言葉と考え引用させていただきました。

放射線の安全管理は、利用する者と管理する者との間に、理解と連携がなければ遂行することは出来ないことを再度申しあげます。

プロフィール

略 歴

昭和59年 4月 東京理科大学薬学部薬学科  
教授 放射薬品担当  
大学院薬学研究科薬学専攻担当 教授  
平成12年 4月 東京理科大学薬学部薬学科  
非常勤教授  
現在 東京理科大学名誉教授

委員歴等

- ・放射線教育フォーラム顧問
- ・原子燃料サイクル施設環境放射線等評価監視会議委員
- ・原子力文化振興財団常務理事
- ・青森県原子力政策懇話会 等

著 書

- ・「放射化学・放射薬品学」(南江堂)
- ・「からだのしくみと放射線」(ユキ出版)
- その他



# ランダウ分布

放射線が物体に及ぼす影響は、高速の荷電粒子が媒質を透過するに際し、電離誘発の過程を通して媒質に与えられる“エネルギー”によって先ずは決まる。それが1次放射線であるにして2次以降放射線の成分であるにして、高速の荷電粒子が媒質を透過する際には（媒質構成要素との電磁相互作用を介して失う運動エネルギーが全て局所的に媒質に付与される訳ではないが）、その飛跡に添って“エネルギー”が“付与”される。媒質構成要素との衝突は互いに独立な事象となるので、飛跡の単位長さ当りに失う“エネルギー”には確率論的揺動が付随する。荷電粒子がその飛跡の単位長さ当りに失うエネルギーの平均値を阻止能と呼ぶ。阻止能  $S(E)$  は当該荷電粒子の運動エネルギーの関数となるが、勿論、荷電粒子の種類や媒質にも依存する。

しかしながら、高速荷電粒子が板状の物質層や媒質中の板状微小領域を透過するとき、そこに与えるエネルギーの量（の平均）は、単純に、板の厚さ  $x$  と  $S(E)$  の積として確定する訳ではない。このことは第2次大戦中旧ソ連の L.D.Landau によって指摘され、エネルギー損失  $\Delta$  の従う確率分布関数  $f(x, \Delta)$  が示された [L.Landau: J.Phys. USSR, 8, 201 (1944).]。（高速荷電粒子が物質の薄層を透過したときの

エネルギー損失  $\Delta$  の分布をランダウ分布と呼ぶ。

ランダウはエネルギーの空間的輸送方程式が  $x, \Delta$  を独立変数として含まないことからこれをラプラス変換し、深い物理的考察と巧みな変数変換を行った後、逆変換して次の解を得た。

$$f(x, \Delta) d\Delta = \phi\{(\Delta - \Delta_0) / \xi\} d\{(\Delta - \Delta_0) / \xi\}$$

$$\int_{\Delta}^{\infty} f(x, \Delta) d\Delta = \Psi\{[\Delta - \Delta_0] / \xi\}$$

$$\xi = x \{2 \pi N e^4 \rho(\Sigma Z)\} / \{m v^2 (\Sigma A)\}$$

$\xi$  は変数変換された板厚  $x$  でエネルギーの次元を持つ。 $\phi$  と  $\Psi$  の関数形を下に示す。分布はピーク  $\Delta_0$  に対し左右非対称となり  $\Delta$  の高値側に尾を引いている。最確値  $\Delta_0$  の数式表現はスペースの関係で記載を省略するが、分布の重心（平均値）よりおよそ1目盛ずれていることが分る。

以上の成立条件は  $\xi \ll 2 \gamma^2 m v^2$  であり、 $x$  が大きくなると分布はガウス分布に至る。ここで  $\gamma$  は Lorentz 因子 ( $= 1 / \sqrt{1 - v^2/c^2}$ ) を表す。

ランダウがこの問題に取り組んでいた頃 Los Alamos でマンハッタン計画に従事していたファインマンは“実数の積分の積分路を複素面に置き換えること”の不当性を唱えていたそうである [T.A.Welton: Memories of Feynman, Physics Today, Vol.60, No.2 (2007)]. ファインマンにこの問題を解かせたらどのように料理したのであろうか？

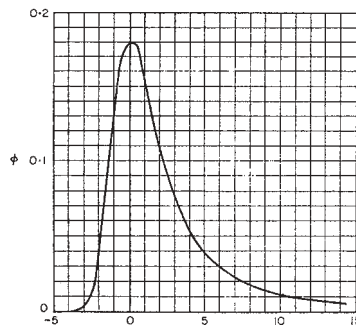


Fig. 1.

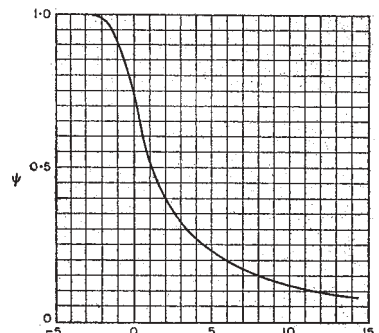


Fig. 2.

## 測定センター見学1,000人目！

測定センターは、2000年10月のガラスバッジサービス開始以来、何人ものお客様に見学をしていただきました。そして、2007年8月9日、ついに1,000人目の見学のお客様をお迎えすることができました。記念すべきお客様は、富士フィルム RI ファーマ株式会社環境管理グループの宮崎様です。

富士フィルム RI ファーマ株式会社は、診断用・治療用放射性医薬品を研究・開発・製造・販売されている会社で、フィルムバッジの時代からモニタリングサービスをご利用いただいております。弊社とは古くからのお付き合いです。

見学1,000人目を記念して、今まで見学していただいたすべての方への感謝の気持ちを込めて、感謝状と記念品をお渡しし、私どもの感謝の気持ちとさせていただきます。

弊社のサービスを知っていただくには、見学していただくのが一番です。見学をご希望される方がいらっしゃいましたら営業所を通じてお申し込みください。測定センター職員一同、お待ちしております。  
(測定センター：米山高彦)



前列左から2人目から、富士フィルム RI ファーマ株式会社の野村様、宮崎様、吉原様

### 平成18年度被ばく統計データの訂正のお知らせ

FBNews No.369 (07.09.01発行) の「平成18年度個人線量の実態」の P11、12、13、15の50 mSv 超過のデータにつきまして、ご本人様の申し出により、個人被ばくではないことが判明しました。つきましては、データを訂正し、弊社ホームページに掲載しましたのでお知らせします。

<http://www.c-technol.co.jp/>

## 「FBNews」総合目次 その35 (No.361~372)

<p><b>2007 1.1. No.361</b></p> <p>迎春のごあいさつ ..... 細田 敏和 1  「わが国における環境放射能水準調査の現状と今後の展開」(2)  - フォールアウトに係る放射能水準調査 - ..... 福岡 浩人、檜原 陽子 2  ユーザーズミーティング ..... 7  平成18年度 原子力・放射線安全管理功労表彰者 ..... 12  「たかが英語、されど英語」 ..... 町 末男 13  五感に訴えない放射線のニュースをオオトリの六感で捉えるカレント・トピックス  天と地の違い ..... 鴻 知己 13  「第2回アジア・オセアニア放射線防護会議 (AOCR-2)」に  参加して ..... 篠崎和佳子/牧 大介 14  フランスもガラスバッジを採用しました！ ..... 17  [加藤和明の放射線一口講義]  核ミサイルを打ち込まれたときの放射線防護 加藤 和明 18  [サービス部門からのお知らせ] 「ガラスバッジの交換タイミング」 ..... 19</p> <p><b>2007 2.1. No.362</b></p> <p>「わが国における環境放射能水準調査の現状と今後の展開」(3)  - 自然放射性核種の水準調査 - ..... 阿部 剛 1  原子力施設周辺の小児がんは放射線のせいではない！  - 英国政府委員会の最新報告 ..... 金子 正人 6  「日本放射線安全管理学会 第5回学術大会に参加して」 ..... 加藤 和明 9  【ガラスバッジユーザーご紹介】 「ガラスバッジ」使ってます ..... 11  「お金だけでなく、人も出す」 - 国際加盟半世紀の日本 - ..... 町 末男 13  五感に訴えない放射線のニュースをオオトリの六感で捉えるカレント・トピックス  非電離放射線 (NIR) の生体作用 ..... 鴻 知己 13  個人線量測定論の論理 (前編) ..... 松本 進 14  [加藤和明の放射線一口講義] 低レベル放射線が人体に及ぼす影響の疫学調査  (その1: コホート研究) ..... 加藤 和明 18  [サービス部門からのお知らせ] ガスリングご使用のお客様へ ..... 19</p> <p><b>2007 3.1. No.363</b></p> <p>「わが国における環境放射能水準調査の現状と今後の展開」(4)  - 再処理に関連した放射性核種の水準調査 - ..... 佐野 友一 1  原子力・放射線安全管理功労表彰を受賞して - 思い出話 - 西澤 邦秀 6  「放射線安全管理功労表彰と3人の師」 ..... 豊田 巨博 8  「オーストラリア人の暮らしの合理性」 ..... 町 末男 10  五感に訴えない放射線のニュースをオオトリの六感で捉えるカレント・トピックス  実効線量から吸収線量を? ..... 鴻 知己 10  放射線管理業務の「法定報告書」作成法について ..... 草間 経二 11  個人線量測定論の論理 (後編) ..... 松本 進 14  [加藤和明の放射線一口講義] 低レベル放射線が人体に及ぼす影響の疫学調査  (その2: ケース・コントロール研究) ..... 加藤 和明 18  [サービス部門からのお知らせ]  「測定依頼票」の使用期間の日付が違っている?? ..... 19</p> <p><b>2007 4.1. No.364</b></p> <p>「わが国における環境放射能水準調査の現状と今後の展開」(5)  - 食品試料の放射能調査 - ..... 太田 智子 1  [施設訪問記] 放射線医学総合研究所重粒子医学センター病院 ..... 6  「初級放射線教育講座」開講のお知らせ ..... FBNews 編集委員会 11  初級放射線教育講座①「放射線と放射能」 ..... 俵 裕子 12  第2回 個人モニタリングに係る東アジアワークショップのご紹介 佐藤 敦仁 16  [加藤和明の放射線一口講義] 低レベル放射線が人体に及ぼす影響の疫学調査  (その3: 疫学調査の前提と交絡因子) ..... 加藤 和明 18  [サービス部門からのお知らせ] 4月1日はガラスバッジの交換日です。 ..... 19</p> <p><b>2007 5.1. No.365</b></p> <p>「わが国における環境放射能水準調査の現状と今後の展開」(6)  - 中性子線量率水準調査 - ..... 柳下 智 1  「連載 第1回」ある時代のあるミステリー ..... 井本 正介 6  「迫りくる温暖化-原子力で抑止」 ..... 町 末男 11  五感に訴えない放射線のニュースをオオトリの六感で捉えるカレント・トピックス  Nocebo ..... 鴻 知己 11  初級放射線教育講座②「放射線の量と単位」 ..... 小田 啓二 12  「第44回アイソトープ・放射線研究発表会」 ..... 17  日本保健物理学会「第41回研究発表会」開催のご案内 ..... 17  [加藤和明の放射線一口講義]  放射線業務従事者に対する健康診断 ..... 加藤 和明 18  [サービス部門からのお知らせ]  ガラスバッジ・ガスリング等の返却について ..... 19</p> <p><b>2007 6.1. No.366</b></p> <p>「わが国における環境放射能水準調査の現状と今後の展開 (最終回)」(7)  - ラドン濃度測定調査 ..... 真田 哲也 1  「連載 第2回」ある時代のあるミステリー ..... 井本 正介 6  「勢いのある中国と韓国の原子力」 ..... 町 末男 11  五感に訴えない放射線のニュースをオオトリの六感で捉えるカレント・トピックス  原爆症訴訟 ..... 鴻 知己 11  初級放射線教育講座③「放射線の人体への影響」 鳥田 義也 12  「第4回 テクノル技術情報セミナー」を終えて ..... 16  第50回放射線安全技術講習会ご案内 ..... 17  平成19年度 放射線取扱主任者試験発行要領 ..... 18  [サービス部門からのお知らせ]  「ガラスバッジはご使用終了日までお使いください！」 ..... 19</p>	<p><b>2007 7.1. No.367</b></p> <p>「地球温暖化と異常気象」 ..... 村山 貢司 1  「最終回」ある時代のあるミステリー ..... 井本 正介 6  「アジアの原子力人材と日本」 ..... 町 末男 11  五感に訴えない放射線のニュースをオオトリの六感で捉えるカレント・トピックス  長引く文殊の運転停止 ..... 鴻 知己 11  初級放射線教育講座④「放射線と法律」 ..... 金子 正人 12  放射線障害防止法に基づく放射線取扱主任者の「定期講習」のご案内 ..... 16  イブニングセミナー開催のお知らせ ..... 17  新刊図書のご案内 ..... 17  平成19年度密封線源取扱実務者研修会 ..... 17  [加藤和明の放射線一口講義]  1センチメートル線量当量 ..... 加藤 和明 18  [サービス部門からのお知らせ]  平成18年度「個人線量管理票」のお届けについて ..... 19</p> <p><b>2007 8.1. No.368</b></p> <p>「がんの治療法について」 ..... 佐々木 康人 1  滋養輿射線技術会におけるベトナムへの医療技術支援 第2報 松井 久男 6  「美しいザグレブ再訪」 ..... 町 末男 11  初級放射線教育講座⑤「放射線の源」 ..... 中島 宏 12  放射線治療の発展を祈って  ~おかげさまで、マイクロセレクトロン HDR は導入100台を突破しました~ ..... 16  五感に訴えない放射線のニュースをオオトリの六感で捉えるカレント・トピックス  バイオテロ対策法 ..... 鴻 知己 17  [加藤和明の放射線一口講義] 二次電子平衡 ..... 加藤 和明 18  平成19年度主任者部会年次大会  (第48回放射線管理研修会)のお知らせ ..... 19</p> <p><b>2007 9.1. No.369</b></p> <p>航空機での宇宙線被ばく線量を計算する「JISCARD」 保田 浩志 1  初級放射線教育講座⑥  「放射能・放射線とはどのようにして測るのか」-測定原理- 中村 尚司 6  平成18年度 個人線量の実態 ..... 9  保物セミナー2007 (10周年記念) ..... 17  読書評 崖下の病院 ..... 17  [加藤和明の放射線一口講義] 空洞理論 ..... 加藤 和明 18  [サービス部門からのお知らせ]  返信用封筒の有効期限をご確認ください! ..... 19</p> <p><b>2007 10.1. No.370</b></p> <p>「原子力の日」に思う  -地球温暖化と原子力の新たな時代へ向かって- 田中 俊一 1  放射線に興味を持たせる理科教育とは  - 先ず教員が放射線に興味を持つことから始まる - 松沢 孝男 3  [施設紹介] 動環境科学技術研究所  先端分子生物科学研究センターについて 松本 恒弥 8  「新潟地震とIAEA」 ..... 町 末男 13  五感に訴えない放射線のニュースをオオトリの六感で捉えるカレント・トピックス  災害時の科学情報 - 中越沖地震に襲われた原発に対する首相の感傷への感傷 - ..... 13  初級放射線教育講座⑦「測定器の種類と分法」 ..... 佐々木 慎一 14  [加藤和明の放射線一口講義] 二分法 ..... 加藤 和明 18  [サービス部門からのお知らせ] 空港で預ける手荷物とガラスバッジ ..... 19</p> <p><b>2007 11.1. No.371</b></p> <p>「ICRP は新勧告を採択-変わるもの、変わらないもの」 金子 正人 1  「新刊紹介」 「大学等における放射線安全管理の要点とQ&amp;A-新版-」 ..... 5  初級放射線教育講座⑧  「測定の目的と測定器の選び方」 ..... 鈴木 敏和 6  「石炭火力排ガスの電子線浄化法」とポーランド  - 新技術の実用化に挑戦する - ..... 町 末男 11  五感に訴えない放射線のニュースをオオトリの六感で捉えるカレント・トピックス  食材のガンマ線照射 ..... 鴻 知己 11  平成18年度 一人平均年間ばくばく実効線量0.19mSv ..... 12  平成18年度 年齢・性別個人線量の実態 ..... 15  [加藤和明の放射線一口講義] 放射線取扱主任者 ..... 加藤 和明 18  「日本放射線安全管理学会第6回学術大会」開催のご案内 ..... 19</p> <p><b>2007 12.1. No.372</b></p> <p>「放射性同位元素に係るセキュリティの展望」 ..... 北郷 太郎 1  (NPO) 放射線安全フォーラムの設立について 加藤 和明 4  「ヒューマンエラーと安全管理」 ..... 石橋 明 6  脱温暖化に貢献する「プラジルのバイオエタノールと原子力」 ..... 町 末男 11  五感に訴えない放射線のニュースをオオトリの六感で捉えるカレント・トピックス  マスコミの呆れた報道-原発から放射能含入水漏洩の報道例- ..... 鴻 知己 11  初級放射線教育講座⑨  「現場の放射線等の安全管理について」 ..... 久保寺昭子 12  [加藤和明の放射線一口講義] ランダウ分布 ..... 加藤 和明 16  測定センター見学1,000人目! ..... 17  FBNews 総合目次 その35 (No.361~372) ..... 18  [サービス部門からのお知らせ]  返却個数の記入のお願い ..... 19</p>
---	--

サービス部門からのお願い

### 返却個数の記入のお願い

ガラスバッジ測定依頼の際に、返却個数のご記入をお願いしています。これにより、お客様がご返却されたガラスバッジの個数と弊社が受け付けたガラスバッジの個数が一致していることを確認し、輸送時にガラスバッジが紛失していないことなどを確認しています。測定依頼票の「返却個数記入欄」にコントロール・中止分・休止分を含む全てのガラスバッジ返却個数をご記入ください。



のガラスバッジ返却個数をご記入ください。

お手数ですが、必ずご記入いただきます様、ご協力のほどよろしく申し上げます。

(測定センター：米山)

## 編集後記

●今月の巻頭は「放射性同位元素に係わるセキュリティの展望」と題して北郷太郎氏に寄稿頂きました。テロ防止の条約、法律も新しく制定され、今後今以上の管理が必要になりそうです。危機管理に対して社会的要求も非常に高くなっており、10月に東京ビックサイトで危機管理産業展、テロ対策展も開催され、核対策用機器、器具も多く展示されており、たくさんの方が来場されていました。

●医療事故からヒューマンエラーについての解説を石橋明氏に行って頂きました。当事者エラーをカバーする為に組織が機能を発揮する必要があるとの言葉は非常に参考になりました。

●初級放射線教育講座は久保寺昭子編集委員に現場の放射線管理について執筆頂きました。長年 RI 施設管理をされていた経験により、障防法を中心に分かりやす

く解説頂きました。「安全管理は、利用する者と管理する者との間に、理解と連携がなければ遂行する事は出来ない」との言葉が有りますがどの様な仕事に対しても必要な事ではないかと思えます。

●今月号の編集後記を担当させて頂きました畑崎です。今年7月より米山（ラディエーションモニタリングセンター所属）と新しく編集委員に参加させて頂いています。営業統括部として各地の営業所を担当しておりますので

営業の立場からお役に立てたらと思います。要望、ご意見等ございましたら担当営業所、営業員にご遠慮なくお申し付け下さい。

(畑崎成昭)



畑崎



米山

## FBNews No.372

発行日／平成19年12月1日

発行人／細田敏和

編集委員／佐々木行忠 小迫智昭 中村尚司 久保寺昭子 金子正人 加藤和明

壽藤紀道 畑崎成昭 福田光道 藤崎三郎 丸山百合子 柚木正生 米山高彦

発行所／株式会社千代田テクノル 線量計測事業部

所在地／〒113-8681 東京都文京区湯島1-7-12 千代田御茶の水ビル4階

電話／03-3816-5210 FAX／03-5803-4890

<http://www.c-technol.co.jp>

印刷／株式会社テクノサポートシステム

— 禁無断転載 — 定価400円 (本体381円)