講座

放射線防護用機器

XVI. 放射線管理におけるコンピュータ利用

1. 総論[†]

西澤邦秀

名古屋大学アイソトープ総合センター
464 名古屋市千種区不老町

Key Words: radiation management, computer, personal computer, access control, management of radioactive source, environmental monitoring, exposure, medical surveillance, managing procedure, software, education and training

1. はじめに

最近の RI・放射線の利用分野における放射線管理へのコンピュータ利用は目ざましい。放射線管理へのコンピュータ利用となると、ほとんどの方はパーソナルコンピュータ（パソコン）を例外なく思い浮かべるにちがいない。それほどパソコンは放射線管理の実務に深く根を下ろし、必需品となっている。パソコンと自作または市販の管理ソフトの普及が日本の放射線管理のレベルを飛躍的に向上させた。今後ますますコンピュータ化が進み管理の高度化が図られよう。このような時点でコンピュータが放射線管理全般にわたってどのように利用されているかを知っておくことは、コンピュータをより有効に管理に活用する上で参考となる。

本講座では順次管理区域入退管理、ラジオアイソトープ管理、環境モニタリング、放射線被曝管理、健康管理、教育訓練を取り上げ、利用の現状を紹介する。

2. コンピュータ管理の対象

放射線管理の仕事を内容から分けてみると図 1 のように人の管理、物の管理、環境の管理、施設の管理に分けられる。コンピュータはこのすべての管理に利用されている。見方を変えてコンピュータを使う業務内容から分けると次のようになる。

(1) 管理事務

例：RI 在庫管理，被曝記録管理，教育訓練記録の管理，放射線業務従事者の登録管理，汚染検査記録の管理

(2) 測定データの収集・処理

例：モニタ，カウンタ

(3) 機器の管理とデータ処理

例：出入管理システム，線源保管，空調，電源

(4) 関連一般事務

例：通知・案内，報告書，データベース

3. 良いソフトとは

今回の講座で紹介する管理区域入退管理，ラジオアイソトープ管理，環境モニタリング，放射線被曝管理，健康管理，教育訓練用のソフトは初期にはおのおの単独で開発されたが，最近

[†] Equipments and Instruments for Use in Radiological Protection. XVI. Application of computer to radiation management. I. General remarks. Kunihide NISHIZAWA: Radioisotope Research Center, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya-shi 464, Japan.

図1 コンピュータ管理の対象

は組み合わせて一つのソフトあるいはシステムとなっている例が多い。管理実務上はすべてのデータは相互に関連しており、一括して扱えることが望ましい。線源の在庫管理を例にとると、線源を使用するためには使用者は教育訓練を受け、健康診断を受診し、放射線業務従事者として登録されていなければならない。教育訓練には再教育も含まれる。線源管理の実務担当者は放射線業務従事者数が多い場合は、個々の

従事者が業務従事前の教育訓練を受けた有資格者であっても、再教育まで受けているかまで覚えきれない。使用に当たっては業務従事前の教育訓練、再教育歴を入力したファイルを在庫管理ソフトから読みに行けることが必要となる。

もう一つ個人被曝管理の場合を考えてみる。図2に外部被曝管理に関係する管理業務を取り上げた。多くの施設の外部被曝管理は、① フィルムバッジ (FB) を使用する、② FB サービス会社に測定を依頼する、③ FB サービス会社からデータを受け取りこれを記録保管する、④ 記録の写しを

放射線業務従事者に渡す、作業を基本としている。

この基本事項を実施するために、図2に示した多くの付随作業がある。順を追って考える。まずFBに従事者に配布する前に、教育訓練歴を調べ、有資格者として登録されていることを確認する。1年を何期かに分けている場合には、当該期に登録されていることを確認する。この作業が終ると、コンピュータは当該期の従事者名のリストを印刷する。この

用紙をFB会社に郵送あるいはファクスで送付し、FBの発送を依頼する。到着したFBに従事者に配布する。使用後のFBをまとめる。出入管理システムからFB着用期間内に管理区域へ出入した従事者名の一覧表を出力し、該当者のFBのみ選択して測定のためにFB会社に返送する。登録していても管理区域に立ち入らない場合は、FBを無駄に測定する必要はないからである。測定結果を受け取り、記録として整理し、保管する。出力用紙は郵送されることが多いが、データだけフロッピーディスクまたはパソコン通信で受

図2 被曝管理に関する作業

け取ることもある。研究室単位でFB測定該当者の氏名と受取りのサインや印鑑を押す欄を設けた一覧表を用意しておき、記録の写しを従事者に個人個人配布したことを確実に記録として残す。法令上必要な放射線管理状況報告書に記載する被曝線量度数分布あるいは管理実務上必要な各種統計がとれるようにしておく。臨時的にポケット線量計やTLDを使用することもあるので、これらのデータもキーボードから入力できることも必要である。このように外部被曝管理といっても、教育訓練や出入管理とも密接に関連している。内部被曝管理が加わると、在庫管理も絡んでくる。もちろん、ここで述べたのは一例であって、どのような方法をとるかは各事業所の管理運営のやり方で異なる。良いソフトとは各事業所の管理方式に適合したソフトであって、いろいろな出力が用意されているものではない。

4. 管理の工程分析

前節で述べたように、放射線安全管理へコンピュータを利用しようとする、まず当該事業所の管理がどのような手順に従って行われているかをはっきりさせることが必要になる。これは言うは易くして行うのは難しい。プログラムを購入するにしても、自作するにしても、事業所の管理全体がどのように行われているかを把握したのち、個々の管理の工程分析を行わなければならない。これが不十分であったり、曖昧さが残っているようであると、使い物にならないソフトを購入したり作ったりすることになる。安全管理実務に少なくとも3-5年の経験がないと満足のゆく管理の工程分析は難しい。逆に管理のコンピュータ化は管理の実務担当者に対して管理の工程分析を強いることになり、コンピュータ化しようとするまでは適当に済ませていた管理手順をきちんと考えさせることになる。やっかいなのはこの工程分析は一度行えばそれで終わりということにはならない。管理のやりようは法令の変更、管理実務担当者的人数、RI利用のされ方などによって変わる。絶えず工程の吟味は必要になる。

5. 古くて新しい問題

新しい技術が取り入れられるときには、その技術が本当に必要か、導入によってどのようなメリットがあるか、コストに見合うだけの効果が期待できるか、といった検討や問いかけが常になされる。放射線安全管理へのコンピュータ利用の場合も、初期の頃は“コンピュータ利用は放射線管理に役立つか”といった議論がよく行われた。ここでいうコンピュータはパーソナルコンピュータを意味する。現在は、かつてこのような議論があったのが不思議に思えるほどにコンピュータは日常の放射線安全管理の中に入り込んでいる。とはいっても、古くて新しい問題が依然として残っている。たとえばプログラムを作る者にとって、ソフトを自作するべきか、購入するべきかは悩むところである。市販のソフトは実際に使用してみると、思いがけず使いにくかったり、容量が足りなくなったりすることがあるからである。あるいは、各自の施設に特有な統計処理が必要となることもある。このような場合に、市販のソフトの手直しを業者に依頼するとわずかな変更であっても、元のソフトの購入費以上の見積りがでてくることが多い。法令改正があったりすると、ソフトも法令に合わせて改訂する必要が生ずるので、ソフトの維持には相当な経費と労力を要する。ソフトは自主開発できればベストであるが、これにも大変な時間と労力が必要である。利用が進み使い方が高度になるほど、どこまでコンピュータ化すべきなのか、反対にどこでコンピュータ化を止めるべきなのか、という判断が難しい問題もでてくる。コンピュータ化に当たって、最初の判断が後々まで大きな影響を残すことになる。慎重に検討しておかなければならない。パソコンの普及とともにコンピュータ管理も急速に普及しつつあり、多くの施設でコンピュータ管理の経験が積まれている。コンピュータ化のあり方を問い直す時期にさしかかっている。

6. 戒めたいこと

コンピュータ管理をしているとおちいりやす

い問題点がある。たとえば、線源の在庫管理を考えたとき、帳簿は年度ごとに閉じなければならない。年度末で在庫を整理し、残っている線源は翌年度へ繰り越す。新年度では新たに帳簿を作成し、前年度からの繰越量が帳簿上は入庫量となる。煩わしくても実施しなければならない。大変残念なことに、市販されている在庫管理ソフトでも自作のソフトでも、この年度末処理ができないものが多い。手で帳簿をつけていたときにはできた年度末処理がコンピュータ化したときからできなくなった、といってそのままにしている例もかなりある。年度末処理ができないのはコンピュータ化が悪い、ソフトが悪いためであるといって、年度末処理ができなくても仕方がないという人がかなりいる。元々年度末処理をしていなかった者までコンピュータを導入した途端にコンピュータで処理できないとわかると、コンピュータを悪者にする場合もある。しかし、それで済ませてはいけけないのである。たとえコンピュータが悪くても、ソフトが悪くても、またかなりの手間暇がかかろうが管理上必要であれば、人力でやらなければならない。平成3年の法令改正で、放射線管理状況報告書に線源の保管数量を記入するためには年度末処理は必須となった。大汗をかいている向きもいるようである。

現時点では、このようなことがコンピュータ利用のいろいろな場面で発生している。コンピュータで100%管理が確実にできるわけではない。コンピュータは道具の一種であることを忘れないように気をつけたい。一つの道具だけでは不十分であれば、それを別な手段で補うのが賢い優秀な管理者である。

7. 歴史的な流れ

放射線管理へのコンピュータ利用はいつの頃から、何を対象に始まったかを再確認するため手元の文献を調べた。網羅的に調査したわけではないので見落としも多いであろうから、ここでは大きな流れを見るにとどめておく。

7.1 米国

放射線管理もコンピュータも、元を紐せば米国からの輸入品である。したがって放射線管理へのコンピュータ利用も米国から始まった。そこで、まず *Health Physics* に発表された論文から RI 管理へのコンピュータ利用に関して主に米国での様子をみた。

1970年、Wegst と Gallagher¹⁾ は研究所の線源の在庫管理のため FORTRAN で書いたプログラムを発表した。1971年、Ibbott ら²⁾ はコロラド大学メディカルセンターの RI 線源と廃棄物の在庫管理用プログラムを BASIC で開発した。大学のコンピュータでは使用可能な時間帯に制限があるため、コンピュータサービス会社と契約を結び、紙テープリーダーを電話と接続してタイムシェアリングでコンピュータを使用した。同様な、大学における RI 在庫管理のソフトが FORTRAN と ASSEMBLER を組み合わせ、1977年 Chu ら³⁾ により、1979年には FORTRAN で Herron⁴⁾ により報告されている。以上の報告では、入力にはパンチしたカードかテープを使用している。Hoory ら⁵⁾ は1982年核医学に関連する線源の在庫管理、患者の検査データの管理用のソフトをミニコンを使って開発した。ここで初めてデータが CRT 上で入力された。これらの論文が共通して述べているのは、大学や研究機関では、使用場所、使用頻度、使用核種が多いため、入出庫、減衰計算、廃棄物管理などの在庫管理に大変な労力がかかり、また誤りも起きやすい状態なので、それを解決しようとしてコンピュータ管理を導入した点である。導入に当たって使用コンピュータの手配やプログラム開発に苦労していることがよくわかる。

Nishizawa らは、パソコンを使ったモニタのデータの取込みと処理について1985年⁶⁾ に、出入管理システムを1987年⁷⁾ に発表している。最近では1990年に Classic と Gross⁸⁾ が線源の使用状況を在庫管理ソフトからチェックして汚染検査の実施計画の立案を、1992年に David と Price⁹⁾ が診断用 X 線装置の線量測定と維持管理する方法を、1993年に Hamano ら¹⁰⁾ が有

機液体廃棄物管理を発表しているように、パソコンと市販のデータベースを使って管理を行う傾向にある。

少し毛色がちがうが、1964年に Sanders¹¹⁾ はウラン生産施設での α 核種による表面汚染のスマヤ測定とデータ整理を省力化しようとして、場所などを前もってパンチ入力してある計算機用 IBM カードをホルダーに挿入して直接スマヤしたのち、検出機を備えたカードリーダーにセットすると、測定からレポート作成までを自動的に行うシステムを考案した。ハードとソフトを一体にしたシステムの開発例である。

大学・研究機関における放射線管理へのコンピュータ利用は、ハード面から見ると、旧式のパンチカードやテープを使う計算機時代から、ミニコンの時代を経て、パソコンの時代へと、30年の間に移ってきている。ソフト面からみると、難しい言語を使ってプログラムを組むことから市販のデータベースの活用へと推移している。

7・2 日本

日本の状況を、*Radioisotopes*^{12)~27)}、*Isotope News*^{28)~36)}、保健物理^{37)~46)} から眺めてみる。放射線管理へのコンピュータ利用は、大規模施設である原子力施設から始まった。1974年に環境管理への応用がなされている。入退管理のコンピュータ化は、1977年頃から1982年頃にかけて各地の施設で導入され実用化された。モニタリングのデータ処理、登録、被曝管理、廃棄物管理を一括して行える総合的コンピュータシステムが、1987年に世界で初めて発表された。原子力分野でのコンピュータ化は1970年代半ばに始まり、1980年代初頭には一通りでき上がったようである。これに対して RI 利用分野では、1978年から1981年にかけて、大型、ミニコン、パソコンを使用した発表が同時になされている。大半はパソコンを使用したものであり、その後に発表された論文のほとんどはパソコンを使用している。原子力施設では大型コンピュータを用い、RI 施設では最初からパソコンが主

流で、一部でミニコンも使われている。ソフトも BASIC, PASCAL, 簡易言語, 表計算用, その他が用いられている。この流れはますます顕著になってきている。日本でのコンピュータ化の歴史は15年~20年であり、ほぼ米国の歴史の半分となる。ただしパソコンの応用は米国よりも早く始まり、高度にシステム化し、しかも広く普及している。日本においては、パソコンで放射線管理を行う一つの新しい技術が始まり、確立され、発展しつつあるといえる。

文 献

- 1) Wegst, W. F. and Gallagher, F. E. : *Health Phys.*, **19**, 444-448 (1970)
- 2) Ibbott, G. S., Hendee, W. R., Crusha, K. L. and Hall, G. R. : *ibid.*, **21**, 581-584 (1971)
- 3) Chu, W. R., Raeside, D. E. and Adams, G. D. : *ibid.*, **32**, 116-117 (1977)
- 4) Herron, D. S. : *ibid.*, **37**, 598-600 (1979)
- 5) Hoory, S., Levy, L. M., Moskowitz, G., Bandyopadhyay, D. and Vaugeois, J. C. : *ibid.*, **42**, 601-609 (1982)
- 6) Nishizawa, K. and Kobayashi, Y. : *ibid.*, **49**, 88-91 (1985)
- 7) Nishizawa, K. and Ozawa, T. : *ibid.*, **53**, 537-539 (1987)
- 8) Classic, K. L. and Gross, G. P. : *ibid.*, **59**, 229-232 (1990)
- 9) David, G. and Price, S. C. : *ibid.*, **62**, 99-101 (1992)
- 10) Hamano, D. M., Helm, K. S. and Papin, P. J. : *ibid.*, **64**, 192-194 (1993)
- 11) Sanders, M. : *ibid.*, **10**, 341-344 (1964)
- 12) 法村俊之, 土屋武彦, 上野徹典, 山本久夫 : *Radioisotopes*, **32**, 383-386 (1983)
- 13) 西澤邦秀, 小沢高将 : 同上, **33**, 768-775 (1984)
- 14) 西澤邦秀, 小林嘉雄, 浜田信義, 小沢高将, 北野 務, 田中恵二 : 同上, **33**, 77-80 (1984)
- 15) 増子捷二, 笠原 茂 : 同上, **34**, 559-562 (1985)
- 16) 西澤邦秀, 浜田信義 : 同上, **35**, 174-180 (1986)
- 17) 左合 勉, 伊藤 眞, 五十棲泰人, 栗原紀夫 : 同上, **35**, 181-188 (1986)
- 18) 鈴木章悟, 平井昭司 : 同上, **35**, 80-83 (1986)
- 19) 西澤邦秀 : 同上, **35**, 49 P (1986)

- 20) 緒方良至, 竹島一仁, 西澤邦秀, 小島貞男, 高田健三: 同上, **36**, 270-277 (1987)
- 21) 浜田信義, 亀山裕司, 西澤邦秀, 永津俊治: 同上, **37**, 615-618 (1988)
- 22) 亀山裕司, 金岡喜代美, 浜田信義, 西澤邦秀, 永津俊治: 同上, **37**, 564-567 (1988)
- 23) 亀山裕司, 浜田信義, 西澤邦秀: 同上, **40**, 290-293 (1991)
- 24) 浜田信義, 亀山裕司, 木内一壽, 西澤邦秀: 同上, **40**, 67-70 (1991)
- 25) 高辻俊宏, 奥村 寛: 同上, **40**, 23-30 (1991)
- 26) 野矢洋一, 増子捷二, 大西俊之, 笠原 茂: 同上, **41**, 577-580 (1992)
- 27) 緒方良至, 加藤洋介, 竹島一仁, 西澤邦秀: 同上, **41**, 257-260 (1992)
- 28) 吉村 厚: *Isotope News*, 10月号, 8-9 (1980)
- 29) 森川尚威, 中村愛子, 遠藤正志: 同上, 8月号, 2-5 (1982)
- 30) 池田正道: 同上, 7月号, 41-43 (1986)
- 31) 利波修一: 同上, 8月号, 53-62 (1986)
- 32) 平井昭司, 鈴木章悟: 同上, 9月号, 37-40 (1986)
- 33) 神谷九二男: 同上, 10月号, 37-40 (1986)
- 34) 遠藤正志: 同上, 11月号, 33-35 (1986)
- 35) 沢田昭三: 同上, 11月号, 21 (1986)
- 36) コンピュータ利用放射線管理専門委員会: 同上, 11月号, 45-47 (1986)
- 37) 熊原忠士: 保健物理, **15**, 269-276 (1980)
- 38) 岡村 夫: 同上, **15**, 277-285 (1980)
- 39) 立田初巳: 同上, **15**, 287-294 (1980)
- 40) 山本峯澄: 同上, **15**, 295-305 (1980)
- 41) 北原義久, 成田 脩, 篠原邦彦, 浅野智宏: 同上, **16**, 151-163 (1981)
- 42) 石黒秀治: 同上, **16**, 33-38 (1981)
- 43) 間邊 巖, 吉田 眞, 沼宮内弼雄: 同上, **17**, 469-478 (1982)
- 44) 辻本 忠: 同上, **18**, 92-94 (1983)
- 45) 金森正至, 江花 稔, 関 昭雄: 同上, **19**, 69-76 (1984)
- 46) 緒方良至, 前田雅喜, 小林裕和, 竹島一仁, 高田健三: 同上, **22**, 539-542 (1987)

2. 管理区域入退管理[†]

高田 茂

東京都立アイソトープ総合研究所
158 東京都世田谷区深沢 2-11-1

Key Words: access control system, personal computer, radiation protection

1. 入退管理の実態

1・1 入退管理とは

多くの放射線施設では, 管理区域の出入口において立ち入る者に氏名や所属などを書かせたり, ポケット線量計を着用させたりする。また, 管理区域から出るときには, 着用した線量計を読ませたり, 非密封施設では汚染検査をさ

せている。こうした管理区域に出入りする際に実施される放射線管理上の行為を, 一般に「(管理区域)入退管理」とか「(管理区域)出入管理」と呼んでいる。入退管理が行われる主な理由の一つは, 法令である種の行為が義務付けられていることにある。また, 別の理由は, 出入りに際して情報を集めたり制限を加えることで, 適正な放射線管理状態を維持・確認することにある。

1・2 入退管理で行われる事柄

通常, 管理区域への入退管理では, 表1に示

[†] 2. Access control system to controlled area.
Shigeru TAKATA: Tokyo Metropolitan Isotope Research Center, 2-11-1, Fukazawa, Setagaya-ku, Tokyo 158, Japan.