ノート

X線透視撮影台の故障分析プログラムの開発

諸 澄 邦 彦・渡 辺 雅 弘*・佐 藤 伸 雄**

松 谷 一 雄***

埼玉県衛生部循環器病センター準備室

*立正佼成会附属佼成病院

**癌研究会附属病院

***東邦大学医学部附属大橋病院

(論文受理 1992年 1 月 9 日)

(最終論文受理 1992年 9 月18日)

(Code No. 132, 492.2)

Key words : Fault Analysis, Fault Tree Analysis, Quality Control, Quality Assurance, Radiographic / Fluoroscopic Table

**DEVELOPMENT OF MACHINE FAULT ANALYSIS PROGRAM FOR
RADIOGRAPHIC / FLUOROSCOPIC TABLES**

KUNIIHIKO MOROZUMI, MASAHIRO WTANABE*, NOBUO SATO**

KAZUO MATSUTANI***

Project Office for Cardiovascular Center, Saitama Prefectural Government

*Dept. of Radiology, Kohsei General Hospital

**Dept. of Radiology, Cancer Institute Hospital

***Dept. of Radiology, Toho University Hospital

(Article received: Jan. 9, 1992)

Summary

The machine fault analysis program was fed into a notebook-type personal computer using the method of fault tree analysis method. It is able to isolate any trouble spots and promptly indicates countermeasures necessary at the equipment site. The key features of this program are as follows:

- 1) Using a handy personal computer, a decision can be promptly made on the spot as to whether the

X線透視撮影台の故障分析プログラムの開発 (諸澄・他)

trouble can be repaired by RT or if a service man must be called in.

2) By referring to the program record of the service history, earlier measures taken by a service representative can be followed by the Radiological Technologists, if feasible.

3) By isolating the trouble spot before a service call, necessary parts can be arranged in advance, greatly to reducing the downtime.

4) By referring to the service history, parts likely to cause trouble can be checked beforehand for preventative maintenance.

5) This simulation program helps train new RTs on proper procedures in the event of equipment breakdown.

1. 緒 言

現在の医療においてX線画像情報は欠くことのできないものとして著しい発展を遂げている。なかでも、X線透視撮影台はほとんどの病院に設置されており、胃のスクリーニング検査を始めとして消化管検査に非常に有効な手段として広く利用されている。

日常診療業務における使用頻度が高いということから考えれば、機器の品質管理としての保守管理を充分に行うことによって、故障や事故の発生確率を少なくすることが必要である。管理の定義については、「機器の性能維持、機械的・電気的安全保持、放射線被曝に対する安全性の保持をはかるべく保守点検を行うことにより不測の事故の防止、安定した医療情報の提供および放射線診療の円滑な運営をはかることにある¹⁾。」

しかしながら、経年変化などによって、装置の性能が低下し、最悪の場合には故障や事故につながる事が考えられる。造影剤を使用した検査中に装置が故障した場合、迅速な対応をしなければ、被検者の苦痛を伴うばかりでなく、再検査あるいはその後に予定している患者の再予約など影響は計りしれない。それゆえ、日常の放射線診療に携わる放射線技師は、据え付け時の性能をどの程度保持しているかを点検し、必要であれば部品などを交換して、故障の防止などの予防保全に努める必要がある²⁾。

放射線機器が故障した場合の対応は、技師の経験とその装置に対する知識に左右されるが、現場で修理が可能な故障かメーカーの技術者をコールする必要があるかを迅速に判断するための簡潔、明瞭なマニュアルを作成している施設も多い³⁾。そのような故障分析を行うマニュアル作成の場合、故障状況による分類をし、故障原因が追及できるものでなければならぬのは言うまでもない。今回我々は、品質管理プログラムの一環として、パーソナルコンピュータ (以下パソコンと略記) による「X線

透視撮影台の故障分析プログラム」を開発したので報告する。

2. 方 法

現在使用されている各社のX線透視撮影台はオーバーテーブルチューブ及びアンダーテーブルチューブの分類以外に同一メーカーでもその機構に大きな違いがある。そこで今回は、東芝製のオーバーテーブルチューブの装置 (DTW-300A) についての故障現象・原因を過去の故障記録をもとに、好発する現象及び現場修理が可能なものを中心に分析した。

現象は同じでも原因が異なったり、技師が最初に気づく現象が異なっても原因が同じ故障もあるので、修理記録より故障現象を分類した。つぎに故障現象のうち、現場の技師が携われる修理内容と、メーカーの技術者をコールする必要がある修理内容に分類した。故障するとすぐメーカーに電話するのではなく、現場で修理が可能か否かの判断をし、ある程度の故障箇所を遡及するためである。

現象から故障箇所を判断し、故障原因を追及し、修理に要する時間までも把握できるフローチャートを一連の流れでプログラム化した。使用した装置は、NEC 98 NOTE-SX で、プログラム言語としてBASIC(86)を用いた⁴⁾。

3. 結 果

プログラムはタイトル画面 (Fig. 1)、メーカー選択画面 (Fig. 2)、機種選択画面 (Fig. 3) の手順で進み、マスターメニュー画面 (Fig. 4) で故障現象を選択するように、故障に対して即応性のあるシステムの開発に努めた。

1例として「X線がでない」という現象の場合には、Fig. 5からFig. 8までのフローチャートに従い、質問項目に答えながら進み、故障原因に辿りつく。また、その故障が現場で修理が可能か否かの判断ができる。

Fig. 1 Display of program title

Fig. 3 Display for selection of machine type

Fig. 2 Display for selection of manufacturer

Fig. 4 Display of master menu

Fig. 5 Flowchart for machine fault analysis program of radiographic/fluoroscopic table---decision point 1-1

X線透視撮影台の故障分析プログラムの開発 (諸澄・他)

Fig. 6 Flowchart for machine fault analysis program of radiographic/fluoroscopic table—decision point 1-2

Fig. 7 Flowchart for machine fault analysis program of radiographic/fluoroscopic table—decision point 1-3

ノートタイプのパソコンをX透視撮影台のそばで操作することにより、故障原因の把握と対策が明確になり、ダウンタイムの減少につながる。

また Fig. 9 に示したメッセージメンテナンス画面より、各メッセージの追加、登録、変更が可能となっているので、各施設の機種に合わせることができる。さらに本プログラムは、初歩的な BASIC 言語で作られている

ので、各施設に設置されている各メーカーの装置の故障分析プログラムの開発は可能である。(Fig. 10)

開発したプログラムを埼玉県立寄居こども病院で2か月間使用した結果、故障時の対策というより、故障が発生した時を想定したシュミレーションとして、新人技師の教育的な使用方法で効果があった。

Fig. 8 Flowchart for machine fault analysis program of radiographic/fluoroscopic table---decision point 1-4

```

File Name : 98x_ray.bas
File Status : [ DATE: 91/05/07 TIME: 01:24 ]

1 100 *****
2 120 ' ファイル名: 98X_RAY.BAS
3 130 ' 機能 : X線透視撮影台故障診断支援プログラム (main)
4 140 ' 81.04.24
5 160 *****
6 170 DIM A$(11)
7 180 WIDTH 80, 25
8 190 SCREEN 2
9 200 CONSOLE, ; 0, 0
10 210 KEY OFF
11 220 LOCATE , , 1
12 230 GOSUB 1180
13 240 D$ = " "
14 250 GOSUB 850
15 260 GOSUB 740
16 270 GOSUB 370
17 280 LOCATE 70, 1
18 290 PRINT DATE$
19 300 LOCATE 21, 17
20 310 PRINT "メーカを選択して下さい。( 1 - 7 )"
21 320 GOSUB 1230
22 330 MAKER = VAL(D$)
23 340 IF MAKER < 1 OR MAKER > 7 THEN BEEP : GOTO 320
24 350 LOCATE 21, 4, 0 : PRINT MHENU$( MAKER-1 ) : CHAIN "98SHIMA", ALL
25 360 END
26 370 *****
27 380 ' サブルーチン 初期画面表示
28 390 ' 81.04.24
29 400 *****
30 410 CLS 3
31 420 LINE (8, 40)-(632, 40) -----外枠
32 430 LINE (8, 360)-(632, 360)
33 440 LINE (8, 40)-(8, 360)
34 450 LINE (632, 40)-(632, 360)
35 460 LINE (16, 136)-(624, 136) -----内枠 (質問枠)
36 470 LINE (16, 544)-(624, 544)
37 480 LINE (16, 136)-(16, 544)
38 490 LINE (624, 136)-(624, 544)
39 500 LOCATE 11, 4
40 510 PRINT "メーカ:"
41 520 LOCATE 11, 5
42 530 PRINT "機 種:"
43 540 LOCATE 11, 6
44 550 PRINT "現 象:"
45 560 LOCATE 23, 1
46 570 PRINT "X線透視撮影台故障診断支援システム"
47 580 LOCATE 11, 10
48 590 PRINT "メーカ選択:"
49 600 OPEN "DSMAKER.DAT" AS #1
50 610 DIM MHENU$( 6 )
51 620 FIELD #1, 20 AS MAK$
52 640 FOR I = 1 TO 7
53 650 GET #1, I
54 660 MHENU$( I-1 ) = MAK$
55 670 B$ = A$( I-1 ) + MAK$
56 680 LOCATE 21, B+I
57 700 PRINT B$
58 710 NEXT I
59 720 CLOSE #1

```

Fig. 10 Machine fault analysis program of Radiographic/Fluoroscopic Table

Fig. 9 Display of message maintenance

4. 考 察

現在、X線透視撮影台はほとんどの病院に設置され、日常業務に使用されている。しかし、故障確率が割合に少ない装置でもあり、また故障しても複数台の装置を設置している施設では、他の装置により撮影ができるなどにより、故障したときに修理すれば良いという事後保全の考え方の施設が多い。この傾向は、第46回日本放射線

技術学会総会の公開討論会において発表したように、アンケートに回答のあった227施設のうち37施設 (16.3%) でしかX線透視撮影台の保守契約の締結がなされていない現状でも明らかである。(Fig. 11)

また、契約料に納得いけば保守契約したい機種として、54施設 (23.8%) が透視撮影装置をあげている。約4割の施設が、予防保全の観点とともに、迅速な故障対策を必要と考えている。

本プログラムを開発していた2年の間にも、X線装置メーカーより新機種が次々と発表されている。そして最近の機種はコンピュータ制御が主流で、動作不良時にはエラーメッセージあるいはエラーコードが表示されるので、技師はメッセージに従った対処をするか、エラーコードを電話でメーカーに伝えるだけに終わってしまう恐れもある。自分の施設にあるX線透視撮影台の故障対策を考えた時、フローチャートで故障分析を行うか、機種に合わせてプログラム化したパソコンによる故障分析を行うかで比較しても大差はないと考えるが、フローチャートをコンピュータ化することによって得られるメリットは、新人技師に対する故障対策のシュミレーションとして使用可能で、予防保全の観点とともに、迅速な故障

X線透視撮影台の故障分析プログラムの開発 (諸澄・他)

Fig. 11 Classification of maintenance contract

対策が期待できる。

医療機器製造業者の間では、製品責任予防プログラムと品質保証との関係で各段階ごとにさまざまな名称のもとで安全管理の対策がなされている。製造段階ではGMP (Good Manufacturing Practice) により製造品質を確保している。この段階がQC活動にあたり、次の流通供給段階ではGSP (Good Supply Practice) により、製品技術の情報を使用者に提供し、医療用具の有効性と安全性を提供する努力がなされている。最後の使用段階では、使用者の機器の正しい使用、機器の保守管理を徹底することを目的としたGUP (Good Using Practice) がある⁵⁾。

最近のIECの機器の安全教育に関するガイドラインでは、単に取り扱い説明書を使用者に提供するだけでなく、ビデオ、スライドなどによる視聴覚教育を使用者側に行うことを推奨している。事故が生じた場合にGSPが適切であったかを問われるわけで、この故障現象の分類や故障原因が追及できるプログラムにより、故障好発部位のチェックが可能となり、機器のダウンタイムの減少が推定され、使用者の機器の正しい使用、機器の保守管理を徹底することを目的としたGUPにも発展するものである。

放射線装置の場合は、その故障を過去に経験したことがあったり、あるいは故障に立ち会った技師の個人的資質により、ダウンタイムの時間が異なる傾向にある。しかし、Fig. 9に示したメッセージメンテナンスの画面より、新たに経験した故障現象や、その原因及び対策をブロック図に組み込み、メッセージの追加、登録、変更をすることにより、その機器に通常起こるとされる故障分析の対応がマニュアル化される。

かつての自己整流型X線発生装置の時代では、1枚の

回路図でそのすべてを表現することができ、故障その他のトラブルに際しても、直感的にその故障箇所を推定し得た。すなわち、機器の操作、および保守点検などを容易に行うことができた⁶⁾。

しかし、各種医療機器の進歩、開発により今では、直感的・経験的管理技術のみでは通用しなくなっている。故障分析枝による解析の手法を用い、パソコンによる故障現象の分類、故障原因の追及が可能なプログラムを、放射線機器のメーカーが装置と併せて配布するならば、製造者と使用者側でのGUPにより、より一層の安全管理、安全使用が徹底されると考える。

5. 結 語

品質管理プログラムの一環として、故障分析枝による解析の手法を用い、X線透視撮影台の故障分析プログラムを開発した。故障現象の分類、故障原因の追及が可能な本プログラムの利点をまとめると以下のとおりである。

1. ノート型パソコンを用いることにより、故障現象を装置のそばでチェックすることができ、現場で修理が可能か、メーカーの技術者による修理が必要かの対処が速やかにできる。
2. 過去の故障現象と原因を、プログラム化することにより、装置の故障に立ち会った者が同様に対処できる。
3. メーカーの技術者による修理が必要な場合であっても、予め故障の原因を推定し、故障箇所をある程度限定し、必要な部品を準備するなど、ダウンタイムの減少につながる。
4. プログラムを活用することにより、故障の好発する箇所を事前に点検することにより予防保全が可能となる。
5. 故障発生時を想定したシュミレーションとして、新人技師の教育的な効果がある。

稿を終えるにあたり、故障現象の分析と対策でご協力を戴いた東芝メディカル関東サービス(株)本田真氏と、故障分析プログラムを試用しご助言戴いた本田技研和光工場健康管理センター吉野昇氏に深謝いたします。

また、本研究に対しご指導を賜る中平成3年6月6日急逝された、故高崎克彦国立公衆衛生院放射線衛生学部医療放射線室長のご冥福をお祈りいたします。

参考文献

- 1) 放射線管理委員会・機器管理班：医用エックス線装置設置時のチェック項目ならびに方法。日放技学誌，41(7)，1161-1178，(1985)。
- 2) 日本放射線技術学会専門委員会機器管理班：医用エ

- ックス線装置定期点検時のチェック項目ならびに方法. 日放技学誌, 42(7), 1030-1047, (1986).
- 3) 日本放射線技術学会専門委員会放射線技術品質保証班: 品質保証班公開討論会に先立って. 日放技学誌, 45(9), 1589-1592, (1989).
- 4) 諸澄邦彦, 渡辺雅弘, 酒井久恵: オートフィルムチェンジャーの故障分析プログラムの開発. 日放技学誌, 47(9), 1740, (1991).
- 5) 日本放射線技術学会専門委員会放射線技術品質保証班: QA と安全管理. 日放技学誌, 46(11), 1835-1837, (1990).
- 6) 神田幸助: 高度医療機器と技術管理—QC, QA の視点から—. 新医療, 17(10), 70-74, (1990).