

# 放射能分布の画像化に関する研究

(研究課題番号 60580177)

昭和61年度科学研究費補助金(一般研究C)

研究成課報告書

昭和 62 年 3 月

研究代表者 飯 田 孝 夫  
(名古屋大学工学部助手)

## は し が き

本報告は、昭和 60・61 年度文部省科学研究費一般研究（C）「放射能分布の画像化に関する研究」の研究成果をとりまとめた内容である。

放射能、放射線の測定は、これまで強度とエネルギーが主な対象であった。しかし、今日、プルトニウム汚染の検出、 $\beta$  線オートラジオグラフィ、中性子ラジオグラフィ等で、迅速にそれらの分布をテレビ画像化することが要求されている。

著者らは、昭和 56・57 年度の試験研究(2)で  $\beta$  線放射性核種イメージング装置を開発した。さらに、著者らはこの技術を発展させ、昭和 58・59 年度の試験研究(2)で低エネルギー  $\beta$  核種位置分布画像モニター装置の開発を行った。

この装置は放射線による発光をテレビ画面に映しだすことができるだけでなく、放射能分布が次第に明確になっていく様子を別のテレビ画面上に見ることができる。この蓄積画像はパーソナルコンピュータで画像処理が可能である。

本研究では、 $\beta$  核種位置分布画像モニター装置のテレビカメラ部分を  $\alpha$  線検出用のカメラに交換し、 $\alpha$  放射能分布画像モニター装置に改造した。プルトニウム汚染検査に適用できる画像処理プログラムの開発も行った。

$\alpha$  放射能分布画像モニター装置を用いて、実際にプルトニウム取り扱い施設内での応用研究を行った。この結果、本装置は迅速なプルトニウム汚染検査に十分利用可能との成果を得た。

最後に、本研究の遂行にあたり、プルトニウム汚染試料の撮像に御助力頂いた放射線医学総合研究所の小泉勝三係長と、動力炉・核燃料開発事業団東海事業所の関 昭雄課長、その他プルトニウム燃料開発施設の方々に深く感謝致します。また、画像処理プログラムの作成にあたって、協力頂いた中嶋毅弘氏と志村仁志氏に感謝の意を表します。

## 研 究 組 織

研究代表者 飯 田 孝 夫 （名古屋大学・工学部・助手）

研究分担者 池 辺 幸 正 （名古屋大学・工学部・教授）

## 研 究 経 費

昭和 60 年度	1,3 0 0 千円
昭和 61 年度	5 0 0 千円
計	1,8 0 0 千円

## 研 究 発 表（口頭発表）

- 1) 飯田孝夫，波池幸正，中嶋毅弘， $\beta$  核種位置分布画像モニター装置の開発（Ⅱ），日本原子力学会秋の分科会，1985 年 10 月 4 日
- 2) 飯田孝夫，小泉勝三，放射能位置分布画像モニター装置を用いたプルトニウム粒子の粒径分布測定，日本保健物理学会第 22 回研究発表会，1987 年 5 月（発表予定）。

# 研 究 成 果

## 目 次

1. 結 言	1
2. 放射能位置分布画像モニター装置	2
2.1 $\beta$ 核種位置分布画像モニター装置	2
2.2 $\alpha$ 放射能分布画像モニター装置	4
2.3 画像積算系と画像処理系	5
3. $\alpha$ 放射能分布画像モニター装置の基礎特性	6
4. 積算画像の画像処理	8
4.1 画像処理ソフトウェア	8
4.2 均一補正処理	11
4.2.1 均一補正処理の必要性	11
4.2.2 均一補正処理の方法	11
4.2.3 均一補正用画像	12
4.3 スポット抽出処理	13
4.3.1 スポット抽出処理	14
4.3.2 スポットデータの処理	15
5. プルトニウム汚染検出への応用	17
5.1 プルトニウム試料の積算画像	17
5.2 プルトニウム均一補正画像のデータ処理	22
5.2.1 $\alpha$ 線の計数効率	22
5.2.2 放射能強度の評価	24
5.2.3 プルトニウム粒子径分布	26
5.3 実際の応用上の問題点	28
6. 結 言	28
参 考 文 献	30

## 付 録

A. プルトニウム粒子測定法の比較	32
B. 画像処理プログラム	35
B. 1 BASIC プログラムリスト	35
B. 2 機械語プログラムリスト	50

# 1. 緒 言

放射能、放射線の測定は、これまで強度とエネルギー分布を求めることが主な研究対象であった。しかし、今日、プルトニウム汚染の検出、 $\beta$ 核種の表面汚染検査、 $\beta$ 線オートラジオグラフィ、中性子ラジオグラフィ等で、迅速にそれらの位置分布情報を得ることが要求されている。

放射線位置検出器としては、シリコン半導体位置検出器<sup>1)</sup>、多線式比例計数管<sup>2,3)</sup>、スパークチェンバー<sup>4,5)</sup>などが報告されている。これらの検出器の位置分解能が1～2 mmとあまり良くなく、良好な位置情報を得るには不十分である。

$\alpha$ 線・ $\beta$ 線オートラジオグラフィ<sup>6)</sup>や中性子ラジオグラフィ<sup>7)</sup>はこれまでX線フィルムを用いる方法が主流であった。写真フィルムで十分なラジオグラフィ像を得るには長い時間を要する。ZnS(Ag)膜とポラロイドフィルムを組み合わせたZnS(Ag)オートラジオグラフィ法<sup>8)</sup>はある程度迅速に $\alpha$ 線像が得られる。しかし、これら写真フィルム法は放射能強度や位置分布を定量化するには多くの労力を要し、迅速性に欠ける。

著者らは、昭和56・57年度の試験研究(2)で $\beta$ 線放射性核種イメージング装置の開発を行った<sup>9-11)</sup>。この装置はイメージインシファイアを内蔵した新しいタイプの $\beta$ 線イメージング装置であった。イメージインシファイアを利用した放射線位置検出器<sup>12)</sup>は、著者らの開発した $\alpha$ 線イメージング装置<sup>13,14)</sup>と $\beta$ 線イメージング装置以外、Yinら<sup>15,16)</sup>、Kalata<sup>17)</sup>、Binnsら<sup>18)</sup>が報告している。著者らは微弱 $\alpha$ 線 $\beta$ 線を対象としていたのに対し、彼らの装置は高flux X線や粒子線を対象としていた。

著者らはさらにこの技術を発展させ、昭和58・59年度の試験研究(2)で低エネルギー $\beta$ 核種位置分布画像モニター装置を開発した<sup>19)</sup>。この装置は、 $\beta$ 線イメージング装置の撮像部分をSIT (Silicon Intensifier Target)カメラ<sup>20)</sup>に置き換え、 $\beta$ 線の位置分布をテレビ画像化し、処理できる装置であった。放射線分布のテレビ画像化は医療<sup>21-23)</sup>、中性子オートラジオグラフィ<sup>24)</sup>、X線の位置検出<sup>17)</sup>の分野で進んでいる。これらの分野で扱う放射線fluxは比較的高く、テレビ画像化も容易である。

$\beta$ 核種位置分布画像モニター装置は、 $\alpha$ 線に対しては、感度が高すぎて十分性能が生かせなかった。内蔵のSITカメラは入力面にレンズを必要とするため、得られる画像の一様性は良くなかった。それにSITカメラは高価であった。本研究では、 $\alpha$ 放射能分布のテレビ画像を得るため、比較的安価なニュービコンカメラを組み込んだ $\alpha$ 放射能分布画像モニター装置を試作した。

$\alpha$ 放射能分布画像モニター装置をビデオフレームメモリーに接続すれば、 $\alpha$ 放射能分布の積算画像が得られる。積算画像はパーソナルコンピュータで画像処理できる。

この装置のニュービコンカメラの入力面はファイバースプレートのため、得られる画像の均一

性はある程度改善された。しかし、それでも画像の不均一性が残った。このため、ソフト的に機械語で均一画像が得られる処理プログラムを作成した。プルトニウム汚染検査に適用できるスポット抽出処理プログラムも作成した。

$\alpha$  放射能分布画像モニター装置を用いて、実際にプルトニウム汚染試料を撮像し、積算画像を得た。その画像を作成プログラムで処理した。これらの結果から、本装置は迅速なプルトニウム汚染の検出と被曝評価に有効な装置として期待できる。

## 2. 放射能位置分布画像モニター装置

### 2. 1 $\beta$ 核種位置分布画像モニター装置

最初に昭和 58・59 年度の試験研究(2)<sup>19)</sup> で開発した  $\beta$  核種位置分布画像モニター装置の概略図を Fig. 1 に示す。蛍光膜上に放射線によってできる光の像はテーパファイバー<sup>25)</sup>により 1/2 に縮小される。縮小された光の像はイメージインテンシファイア (I. I.) で光増倍され、SIT カメラで撮影される。その画像はビデオモニターに連続的に映し出される。カメラコントロールからのビデオ信号はビデオフレームメモリー内に積算できる。この結果、シンチレーション像が次

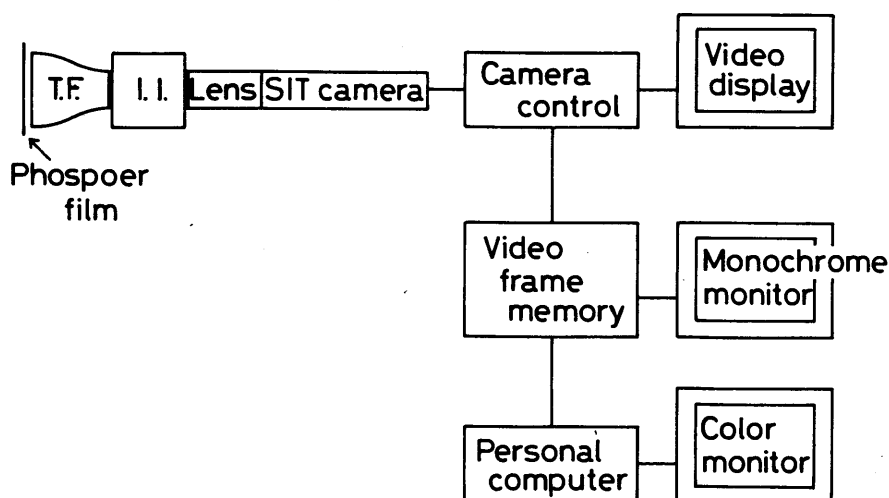


Fig. 1 Schematic diagram of the beta-particle imaging video monitor system.

第に明確になっていく様子をモノクロのモニター上で確認できる。積算されたテレビ画像はパーソナルコンピュータに転送し、種々の画像処理を行う。

$\beta$  核種位置分布画像モニター装置の放射線検出系は基本的には  $\beta$  線イメージング装置<sup>9)</sup>と同じである。その検出系の断面図を Fig. 2 に示す。蛍光膜には厚さ  $7 \sim 10 \text{ mg/cm}^2$  の  $\text{ZnS(Ag)}$  蛍光膜を用いた。この蛍光膜の厚さが  $\alpha$  線や  $\beta$  線に対して最大発光量を与える<sup>9,10)</sup>。テーパーファイバーは American Optical Corp. 製である。入力径が 50 mm, 出力径が 25 mm, 位置分解能は  $50 \text{ mm}\phi$  の面で 15 line pairs(lp)/mm である。イメージンシファイアは ITT 社製の F 4727 を使用している。この F 4727 は、入出力面がファイバーオプティクス製で、有効径が 25 mm であった。このイメージンシファイアの光利得は 4000 から 50000 倍まで変えることができる。

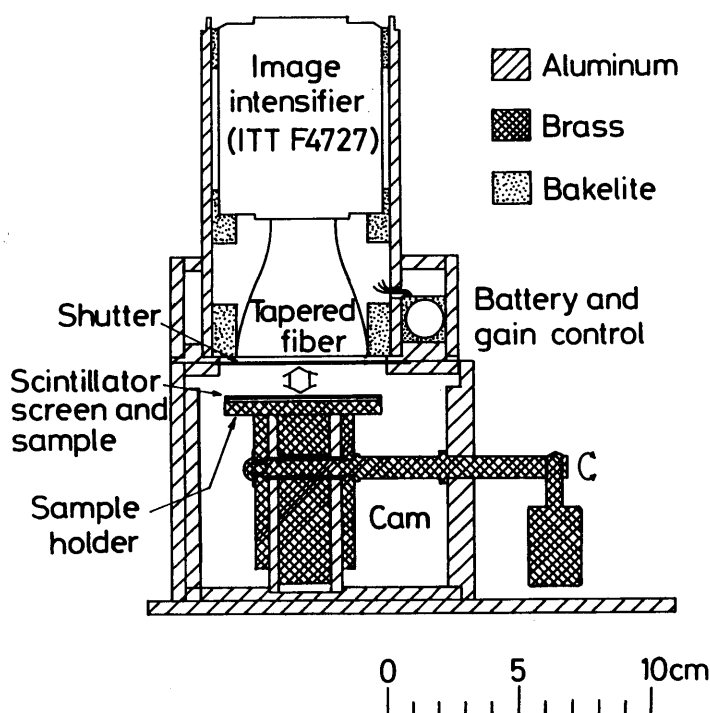


Fig. 2 Scale drawing of the detector head.

$\beta$  核種位置分布画像モニター装置では、撮像系に浜松ホトニクス社製の SIT カメラを用いた。SIT 管は通常の可視ビジコン管の約 1000 倍の感度<sup>20)</sup>を有し、高価である。しかしながら、使用



した SIT 管の入力面はファイバーオプティクス構造になっていないので、イメージンテンシファイアと直接接合できなかった。このため Fig. 1 に示すように、イメージンテンシファイアの出力面の微弱光は接写リング付レンズで集光して、SIT カメラで撮像した。レンズを使用しているためか、得られる積算画像の均一性はあまり良くなかった<sup>19)</sup>。

## 2. 2 $\alpha$ 放射能分布画像モニター装置

$\alpha$  線は  $\beta$  線に較べて、蛍光膜上の発光量は約 10 倍多い。このため、 $\beta$  核種位置分布画像モニター装置は、 $\alpha$  線に対しては、超高感度の SIT カメラでは感度が良すぎるので、十分その性能が生かせなかった。前節で述べたように、内蔵の SIT 管は入力面にレンズを必要とするので、得られる積算画像の均一性は良くなった。 $\alpha$  放射能分布測定に対しては、入力面がファイバーオプティクス構造の高感度テレビカメラを用いれば、より均一な積算画像が撮像可能であると予想できる。

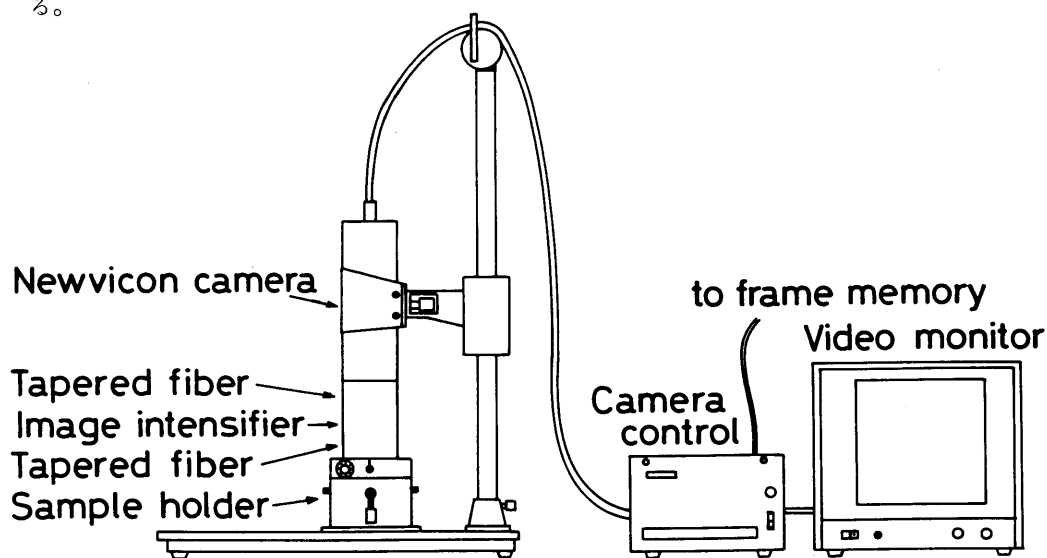


Fig. 3 Experimental arrangement of the major component of the alpha-particle imaging video monitor system.

このような予想のもとに、本研究では Fig. 3 に示す  $\alpha$  放射能分布画像モニター装置を組み立てた。この装置の検出系は、 $\beta$  核種位置分布画像モニター装置と全く同じで、Fig. 2 の通りである。撮像系には、池上通信機の計測用テレビカメラ装置 CTC-2600 を用いた。撮像管には松下電子工業のニュービコン管 S 4093 を用いた。ニュービコン管の入力面はファイバーオプティクス構造になっているので、検出系のイメージンテンシファイアの出力面とは、直接接合するか、口径比 1/2 のテーパーファイバーを介して接合した。

ニュービコン管は比較的安価で、通常の可視ビジコン管の約 20 倍の感度<sup>20)</sup>を有している。この 20 倍の感度は SIT 管の約 1/50 の感度である。しかし、イメージインテンシファイアとニュービコン管は直接接合できるので、レンズ系を用いるより光量を 5 倍程度稼ぐことができる。この結果、 $\alpha$  放射能分布画像モニター装置は  $\beta$  核種位置分布画像モニター装置に較べて感度が 1/10 程度落ちただけで、十分  $\alpha$  線を検出できる。

カメラコントロールからの TV 信号は昭和 58・59 年度の試験研究(2)<sup>19)</sup>のときに製作した既存のビデオフレームメモリーに送られ、積算される。

### 2.3 画像積算系と画像処理系

画像積算系と画像処理系は  $\beta$  核種位置分布画像モニター装置と同じである。

放射線による発光現象は微弱で、ランダムな現象である。放射線分布を知るには、TV 画像を積算できるビデオフレームメモリーが必要となる。Fig. 4 にビデオフレームメモリーの信号の流れとその動作を示す。

カメラコントロールからの TV 信号は、セパレーションでタイミング(時間調節)信号とビデオ(映像)信号に同期分離される。コンパレーターの閾値でビデオ信号が 2 値化される。タイミング信号はアドレスジェネレーターで X-Y アドレス信号を発生させる。アドレス信号により、フレームメモリーの内容を順々に読み出し、それに 2 値化されたビデオ信号を加算してゆく。読み出されたフレームメモリーの信号は D/A コンバーターを通して、モノクロモニターに表示される。

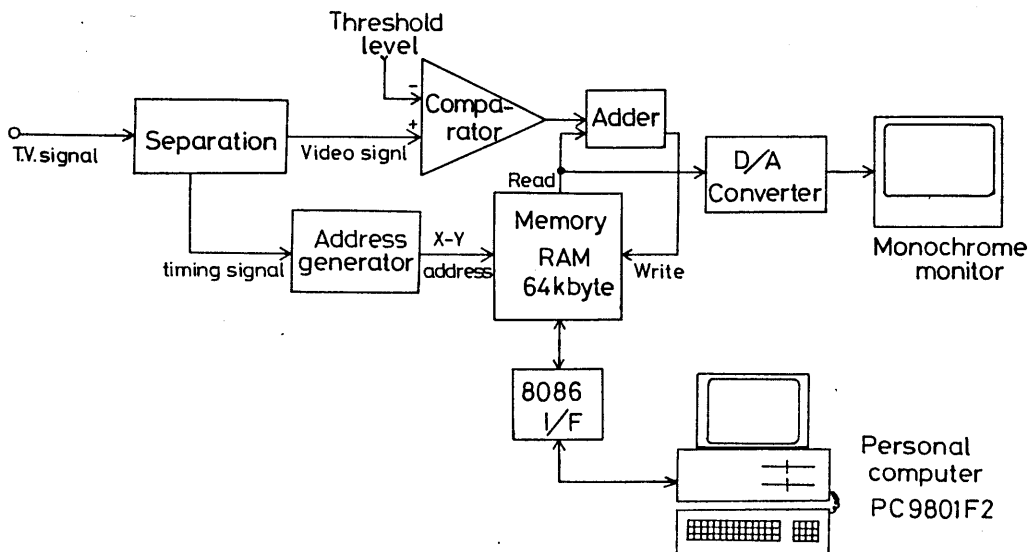


Fig. 4 Block diagram of the video frame memory.

る。このモニター上で放射能分布が次第に明確になっていく様子を観察できる。

ビデオフレームメモリーの記憶容量は 64 k バイト (  $256 \times 256 \times 8$  ビット ) である。ビデオ信号は  $256 \times 256$  のピクセル ( 画素 ) に分割される。1 ピクセルの最大計数は 256 ( 8 ビット ) カウントである。

ビデオフレームメモリーに蓄積された画像の処理はパーソナルコンピューター PC 9801 F 2 ( 日本電気社製 ) を用いて行う。Fig. 4 に示すように、フレームメモリーの積算時間はインターフェイスを通してパーソナルコンピューターで制御できる。積算画像はパーソナルコンピューターに転送する。コンピューターのメモリーには画像を 4 枚分格納できる。個々の積算画像や処理画像はフロッピーディスクに記録できる。1 枚のフロッピーディスクには 9 枚の画像が記録できる。

処理画像はカラーモニター上に  $256 \times 256$  のピクセルの正方形で表示される。白黒モニター上では縦横比は 3 対 4 で表示されている。このため、カラーモニター上の画像は縦長の画像となって表示されてしまう。画像処理の詳しい内容については 4 章で述べる。

### 3. $\alpha$ 放射能分布画像モニター装置の基礎特性

$\alpha$  放射能分布画像モニター装置の基礎特性としては、(i)バックグラウンドノイズ、(ii)画像の歪 (iii)位置分解能、(iv)画像の一様性、を調べる必要がある。バックグラウンドノイズは主に検出系のイメージンシファイアに依存し、位置分解能はビデオフレームメモリーの記憶容量によって決る。それ故、これらは基本的には  $\beta$  核種位置分布画像モニター装置と同じ特性を示す。

画像モニター装置のバックグラウンドノイズとしては、蛍光膜の自然放射線による発光、イメージンシファイアのバックグラウンド光、ニュービコン管自体のノイズがある。このうちイメージンシファイアがノイズの主要因である<sup>9,19)</sup>。しかし、イメージンシファイアの等価入力バックグラウンド光は、 $\alpha$  線による発光量に較べてはるかに低く、実際の測定では閾値レベル以下で、積算画像には殆んど影響を与えない。

画像モニター装置の検出系に使用したテーパファイバーは周辺に不規則な歪を持ち、イメージンシファイアは静電レンズに起因する糸巻歪<sup>20)</sup>を持っている。さらに、ニュービコンテレビカメラも約 1 % の固有の映像歪を有している。画像モニター装置全体で得られる画像の歪はそれほど大きくなく、約 2.5 % の歪率であった。

画像モニター装置の位置分解能は構成要素それぞれの固有の位置分解能よりはるかに劣る。位置分解能を悪くしている要因はビデオフレームメモリーの記憶容量である。テレビカメラからの

ビデオ信号は  $256 \times 256$  ピクセルに分割して画像蓄積される。これはビデオモニター上の横巾  $180 \text{ mm}$  を  $256$  分割するので、1 ピクセルは  $0.70 \text{ mm}$  に対応する。通常、積算画像はビデオモニター上で2倍程度に拡大されるので、見掛けの位置分解能は  $1.4 \text{ lp/mm}$  ( $0.35 \text{ mm}$ ) 程度と推定できる。この値は  $\beta$  線イメージング装置の位置分解能  $6.0 \text{ lp/mm}^9$ ) より悪い。テレビ画像化すると画質は悪くなる。

画像の不均一性の原因はイメージインテンシファイアとテレビカメラの両方にある。 $\alpha$  放射能分布画像モニター装置の画像の一様性は、イメージインテンシファイアとテレビカメラを直接接合しているので、 $\beta$  核種位置分布画像モニター装置より改善されることを期待した。画像の一様性は  $40 \text{ mm } \phi$  の  $^{241}\text{Am}$  線源 ( $0.03 \mu\text{Ci}$ ) を用いて調べた。Fig. 5 に計数分布を擬似カラー表示したパーソナルコンピューターのカラーモニター上の画像を示す。イメージインテンシファイアとテレビカメラの間に口径比  $1/2$  のテーパーファイバーが入ってないので、 $^{241}\text{Am}$  の  $40 \text{ mm } \phi$  の円が大きく写っている。Fig. 5 にはプロファイルの濃度分布処理も表示されている。周辺が中央より低く計数されている。この図から、画像の一様性は期待するほど改善されなかった。

イメージインテンシファイアは内蔵の MCP と光電子の入射角の関係で、光利得の低い部分が存在する<sup>26)</sup>。Fig. 5 の擬似カラー画像の右下の低い部分がこれに相当する。

$\beta$  核種位置分布画像モニター装置の不均一性はレンズ系に原因を求めた<sup>19)</sup>。しかし、直接接合の

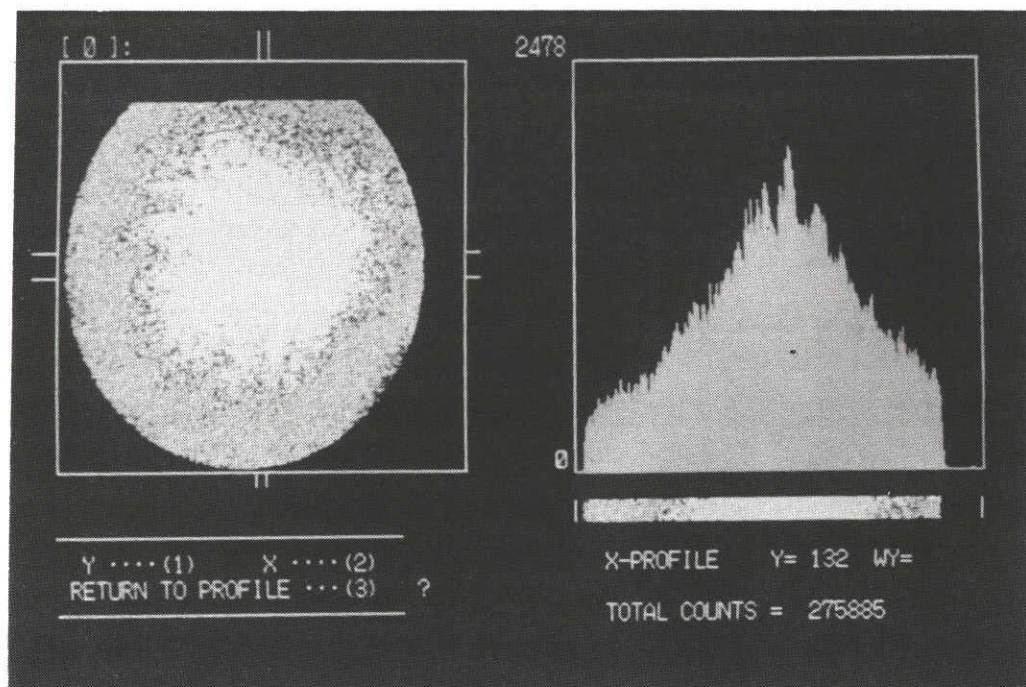


Fig. 5 Uniformity of the alpha-particles image.

本装置でも不均一性は残った。使用した線源自体の不均一性は別に存在するが、不均一性の主な原因はビデオ信号の二値化にあるかもしれない。ビデオ信号上では振幅の差は少なくとも、閾値レベルで二値化するとき、差を拡大している可能性がある。

画像の不均一性は画像モニター装置のハード面からはそれほど改善できなかった。このため、得られる画像をソフト的に均一補正する必要がある。均一補正の画像処理については4.2で述べる。

## 4. 積算画像の画像処理

ビデオフレームメモリーで得られた積算画像は多くの情報を含んでいる。その画像から必要な情報を取り出すのが、画像処理である。TV画像の処理については、種々の画像処理法が報告されている<sup>27)</sup>。取り扱う画像が放射能分布という特殊な積算画であるので、独自の処理プログラムが必要である。

昭和58・59年度の試験研究(2)では、 $\beta$ 核種の位置分布用に必要な画像処理プログラムを開発した。本研究では、そのプログラムを $\alpha$ 放射能分布処理用に改良し、必要な画像処理プログラムを付け加えた。特に、不完全であった均一補正処理は、機械語で動作する処理プログラムとして完成した。プルトニウムのスポット抽出処理用のプログラムもメインプログラムとは別に新しく作成した。

以下、画像処理全体のソフトウェアと均一補正処理、スポット抽出処理について述べる。参考のために、巻末の付録Bに画像処理のメインプログラムリストと機械語プログラムリストを載せる。スポット抽出処理は長大なプログラムなので、付録から省いた。

### 4.1 画像処理ソフトウェア

$\alpha$ 放射能画像モニター装置のパーソナルコンピュータを起動させると、Fig. 6に示す画像処理ソフトウェアのメインメニューがカラーモニター上に表示される。計8個の主な処理プログラムがある。以下、このメニューに則して、各々のプログラムの内容を概説する。

#### 1. IMAGE FROM DISK

フロッピーディスクに保存されている画像データをパーソナルコンピュータのメモリーに取り込むプログラム。メモリーには画像を4枚まで取り込むことができるが、通常第4画面は処理後の画像が格納される。

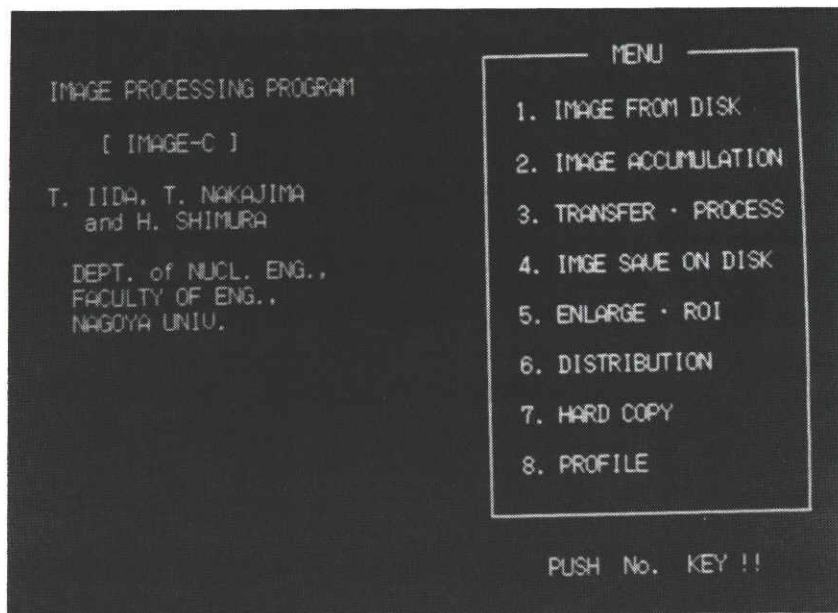


Fig. 6 Main menu of image processing software.

## 2. IMAGE ACCUMULATION

ビデオフレームメモリーを制御して、積算画像を得るプログラム。ビデオフレームメモリーの調整や積算時間を決めることができる。

## 3. TRANSFER - PROCESS

パーソナルコンピュータのメモリー内の画像データを計数分布に対応させてカラーモニター上に擬似カラー表示したり、ビデオフレームメモリーに積算された画像をパーソナルコンピュータのメモリーに転送し、擬似カラー表示するプログラム。その他に11の種々の画像処理を行うことができる。これらの処理は後述する。

## 4. IMAGE SAVE ON DISK

パーソナルコンピュータのメモリー内の積算画像データや、処理画像データをフロッピーディスクに保存するプログラム。1枚のディスクに9画像記録できる。

## 5. ENLARGE - ROI

画像の一部を拡大出力したり、関心領域を抽出するプログラム。拡大出力処理は指定部分を2倍、4倍、8倍に拡大表示できる。関心領域(ROI)抽出処理は、抽出領域内の各ピクセルの計数プリンター出力したり、その計数の総計を表示したり、3倍拡大画像を表示できる。



## 6. DISTRIBUTION

画像全体の濃度頻度分布を与えるプログラム。この処理は、計数1から255までのピクセルデータの個数の頻度分布を与える。濃度頻度のピークや最大計数が容易にわかる。

## 7. HARD COPY

カラーモニター上に表示されている擬似カラー画像をカラープリンターに出力するプログラム。

## 8. PROFILE

擬似カラー画像の縦あるいは横の帯状領域の濃度分布をグラフィックで与えるプログラム。帯状領域内の総計数も表示される。

上述した3. TRANSFER・PROCESS内ではFig. 7に示すように、(10)～(20)の種々の画像処理ができる。処理終了後、原画像と処理画像を表示する。処理内容で以下の様に分類する。

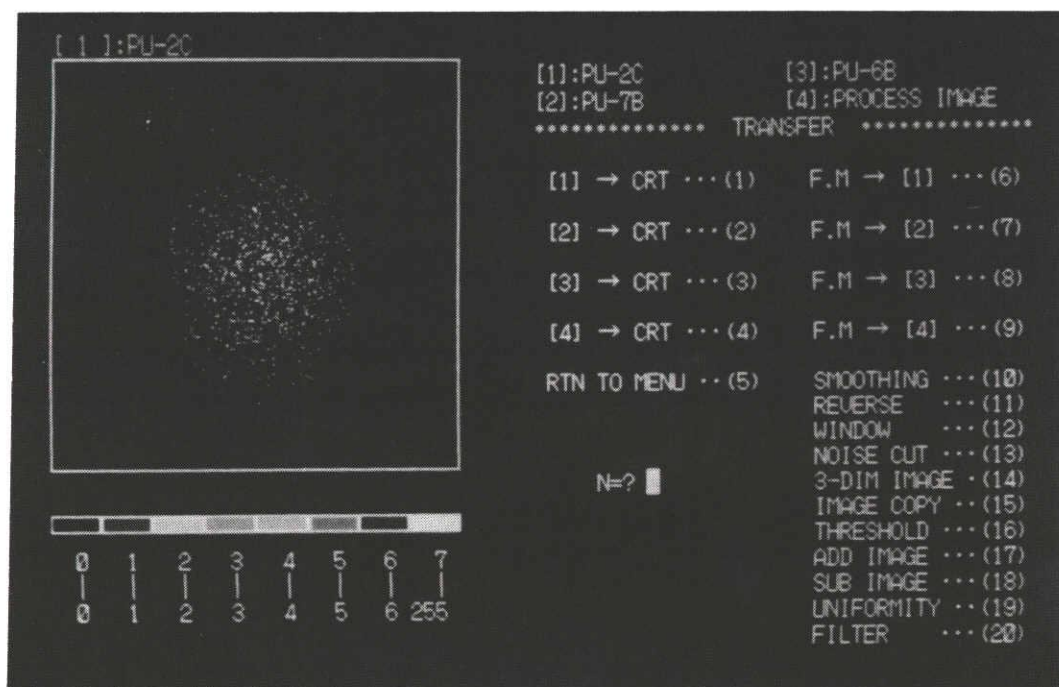


Fig. 7 Selection of transfer and image process.

### (a) ノイズ除去に関する処理

NOISE CUT : ハードウェアに起因するノイズの強制除去。

THRESHOLD : 指定計数以下のピクセルデータを0に置き換え。

(b) 出力形式に関する表示

WINDOW : 上限と下限の指定計数内のピクセルを画像として表示。

REVERSE : 指定計数以上を黒, 以下を白に表示。

3-DIM IMAGE : 画像の濃度分布を3次元出力表示。

(c) 画面演算処理

SMOOTHING : 画像の平滑化処理。ノイズの低減にも有効。

ADD IMAGE : 2画面間の加算処理。

SUB IMAGE : 2画面間の減算処理。

UNIFORMITY : 均一補正処理。次節で詳述。

FILTER : 平滑化処理の逆。スポット抽出に有効。4.3で詳述。

(d) その他

IMAGE COPY : メモリー間の画像データの転送。

これらの処理や擬似カラー表示は総て機械語で行っているので, どの処理も10秒以内実行できる。

## 4.2 均一補正処理

### 4.2.1 均一補正処理の必要性

$\alpha$ 放射能分布画像モニター装置の基礎特性で述べたように, 得られる画像の一樣性はそれほど良くなかった。その例をFig. 5に示した。撮像管をSIT管から入力面がファイバーオプティクスのニュービコン管に交換したけれども, 画像の不均一性は残った。画像の不均一性の主な原因はビデオ信号をビデオフレームメモリーで二値化処理する所に問題があるかもしれない。

画像から位置情報を得るには, 画像の均一性はそれほど重要ではない。しかし, 画像を定量的に評価するには, 画像の一樣性が保証されていなければならない。このため, 得られる画像をソフト的に均一補正する必要がある。

### 4.2.2 均一補正処理の方法

均一補正処理を行うには, 一樣性が保証された線源を撮像して得られた画像を基礎に, 規格化する。補正用画像はピクセル間に統計的な変動を含んでいない方がよい。

そのような補正用画像が得られたならば, 処理画像を次式で補正処理する。

$$C_P' = C_P \cdot \frac{S_c}{S_p} \quad (4-1)$$



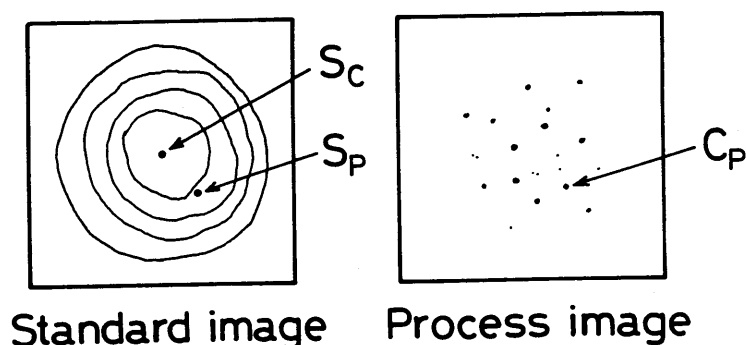


Fig. 8 Method for obtaining uniform image.

Fig. 8 に  $S_c$  と  $S_p$  と  $C_p$  の関係を示す。  $C_p$  には処理画像データ上での注目座標のピクセルの計数値、  $S_p$  には補正用画像データ上での同じ座標のピクセルの計数値、  $S_c$  には補正用画像データの中央付近の 25 ピクセルの平均計数を代入する。式 (4-1) で得られた補正計数値  $C_p'$  を同じ座標のピクセルに返す。この処理を全ての座標のピクセルで行えば、均一補正処理となる。

均一補正処理画像は第 4 画面に格納される。この処理も、総て機械語で実行するので、数秒以内に処理画像を表示できる。

#### 4.2.3 均一補正用画像

画像の不均一性は、画像モニター装置構成機器の特性だけでなく、その撮像条件に依存する。撮像対象が  $\alpha$  線か  $\beta$  線かによっても変わる。それ故、撮像条件や対象が変わる毎に、信頼できる一様線源を用いて、補正用画像データを作成する必要がある。5 章で、プルトニウム画像の処理を行うので、以下にその処理に必要な補正用画像の作成を述べる。

プルトニウム画像の補正用画像を得るには、50 mm $\phi$  のプルトニウムの一様平面線源があれば最善である。基礎特性で、Fig. 5 の画像の一様性を調べたときに使用した  $^{241}\text{Am}$  平面線源は、径が 40 mm と、画像モニター装置の検出系の有効径 50 mm より狭い。また、この  $^{241}\text{Am}$  平面線源が完全に一様である保証もない。

次善の策として、 $^{241}\text{Am}$  のポイント線源を用いた。この線源を検出系の試料台を等間隔に移動させて撮像した。得られた画像を Fig. 9 の左側に示す。イメージインテンシファイアとニュービコン管の間に、口径比 1/2 のテーパファイバーを挿入したので、検出系の有効径 50 mm が十分に画像内に収まっている。左側の擬似カラー表示の図から、中央の計数が高いのがわかる。

Fig. 9 の左側のスポット画像を基に、最初に、10 カウント間隔の等高線図を作成した。次にこの等高線図を読み取り、パーソナルコンピュータのメモリーにピクセル毎に直接書き込んだ。

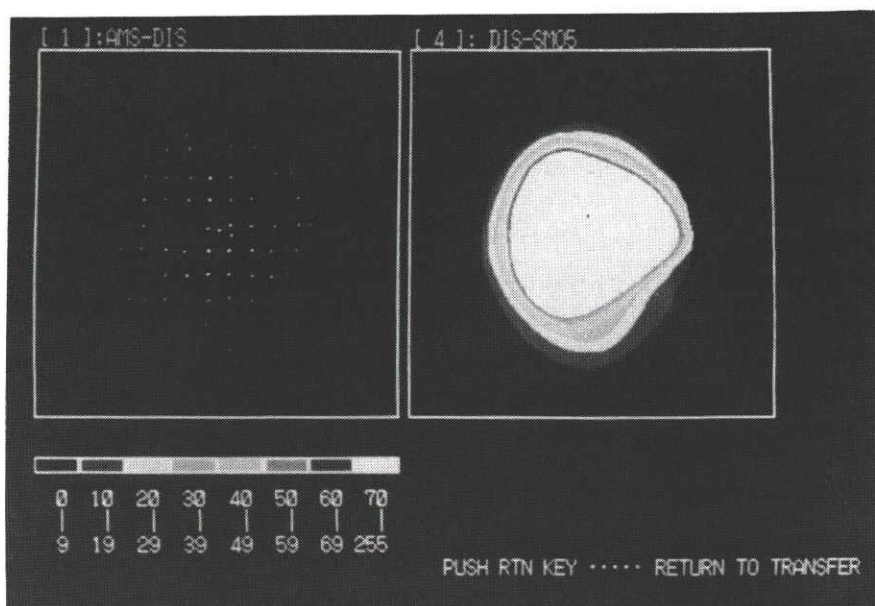


Fig. 9 Standard image for process of uniformity.

この作業で原画像を作成した。原画像は10カウントの階段状になっているので、最後に、SMOOTHING 処理を5回繰り返して、平滑化した。このようにして作成された平滑化画像をプルトニウム画像均一化補正用の標準画像とした。この標準画像を Fig. 9 の右側の擬似カラー画像で示す。

#### 4.3 スポット抽出処理

プルトニウム取り扱い施設において、空気汚染もしくは、表面汚染の疑いが生じた場合、それがプルトニウムによるものか、それとも空気中に存在するラドン娘核種によるものか、迅速に半別する必要がある。現在、最も進んだ判別法は、著者らが開発した $\alpha$ 線イメージング装置<sup>13,14)</sup>を用いた写真判定法である。この装置はゲインを調節すれば、プルトニウム粒子のみスポット状に写すことができる。この方法では、判定に数分から10分程度の時間を要する<sup>13)</sup>。

汚染と判定された場合に、被曝評価のためプルトニウム粒子径分布を知る必要がある。この測定には、ZnS(Ag)オートラジオグラフィ法<sup>28)</sup>が用いられる。ポラロイド写真上に得られたスポット径を測り、粒子径に変換している。この方法では、写真撮影に数時間を要し、スポット径の計測には多大な労力を要する。

$\alpha$ 放射能分布画像モニター装置は、積算されていく様子を直接観察できるので、プルトニウム汚染の判別が容易である。さらに、スポット抽出処理により、放射能強度分布や粒子径分布も簡単に求めることができる。

#### 4.3.1 スポット抽出処理

プルトニウム粒子はラドン娘核種より多くの $\alpha$ 線を放出する。従って、フレームメモリー上に長時間蓄積すれば、プルトニウム粒子の方が高計数のスポットになる。この計数の差を利用して適当なレベルで弁別すれば、プルトニウム粒子だけを取り出すことができる。

この処理を行うには、画像処理の一手法である尖鋭化のためのフィルター処理<sup>29)</sup>が有効である。フィルター処理は次式を用いて行う。

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad (4-2)$$

この処理は、座標 $(x, y)$ のピクセルを中心に、8方向の差分をとる。即ち、注目している座標の計数値を8倍し、周囲の計数値を-1倍して、その和をとる。そして、その結果を元の座標に返す。この処理を総ての座標について実行すると、プルトニウムスポットは強調され、ラドン娘核種との計数差が大きく現れる。

フィルター処理も機械語でプログラムされているので、3～4秒で処理可能である。プルトニウムスポットだけ取り出すには、TRANSFER・PROCESS内のTHRESHOLD処理をすれば、指定の計数データ以上を表示できる。

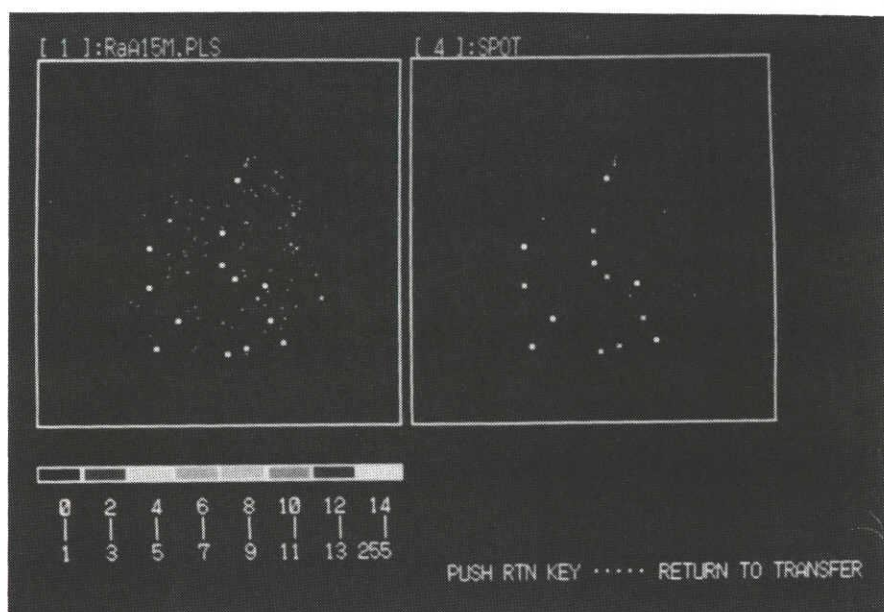


Fig. 10 Display example of spot separating process.

Fig. 10 にプルトニウムスポットの抽出の様子を示す。左側の画像はラドン娘核種の積算スポット画像の上に、プルトニウムの擬似スポットを書き込んだ画像である。左側の原画像をスポット抽出処理した結果が、右側の画像である。スポットの部分のみが取り出されている。

#### 4.3.2 スポットデータの処理

Fig. 10 のスポット抽出処理画像よりプルトニウムスポットの座標を読み取り、原画像上より対応する座標の計数データを読み取って、そのデータを処理する。スポットデータの処理のメニューを Fig. 11 に示す。この画面には処理内容と同時にデータ個数も表示される。以下、このメニューに則して、各々の処理内容を概説する。

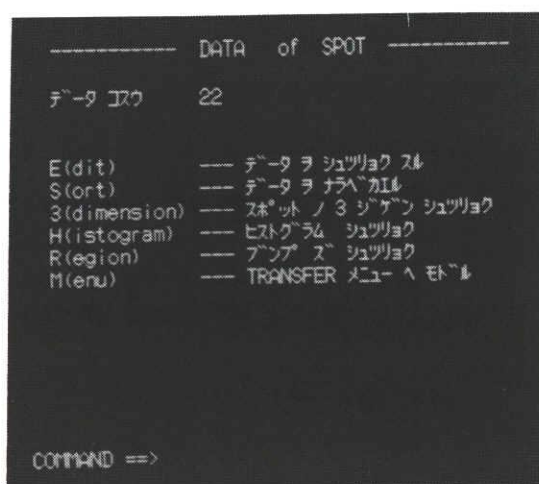


Fig. 11. Menu of Spot separating process

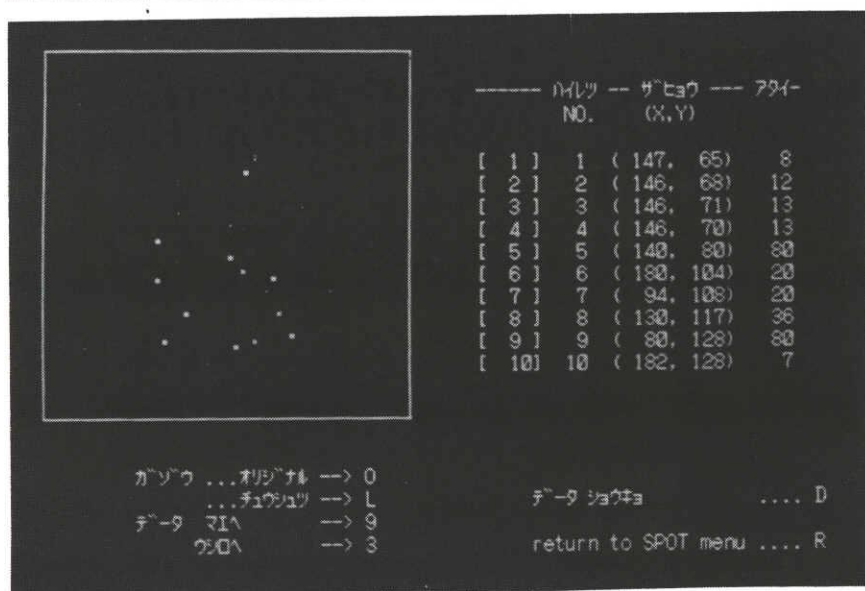


Fig. 12. Display example of edit.

(1) Edit

原画像のスポットデータの座標と計数を出力する。この出力例を Fig. 12 に示す。左側の画像は原画像か抽出画像を選択できる。

(2) Sort

Edit で出力したスポットの内容を(i)計数の大きさ, (ii)座標の大きさ, (iii)メモリー, 順に並べ変えることが出来る。プログラムは BASIC を使っているが, 比較的高速なヒープソート法<sup>30)</sup>を利用している。

(3) 3 dimension

指定したスポットの付近の3次元イメージを与える。この処理は, TRANSFER・PROCESS 中にある 3-DIM IMAGE 処理と本質的には同じである。

(4) Histogram

スポットの計数分布をヒストグラムにして表示する。その出力例を Fig. 13 に示す。ヒストグラムの上限, 下限を入力する。各階級の度数も見ることができる。

(5) Region

スポットの位置を小円で表わし, その分布図を出力する。5×5に分割した領域のそれぞれの部分の度数を出力できる。

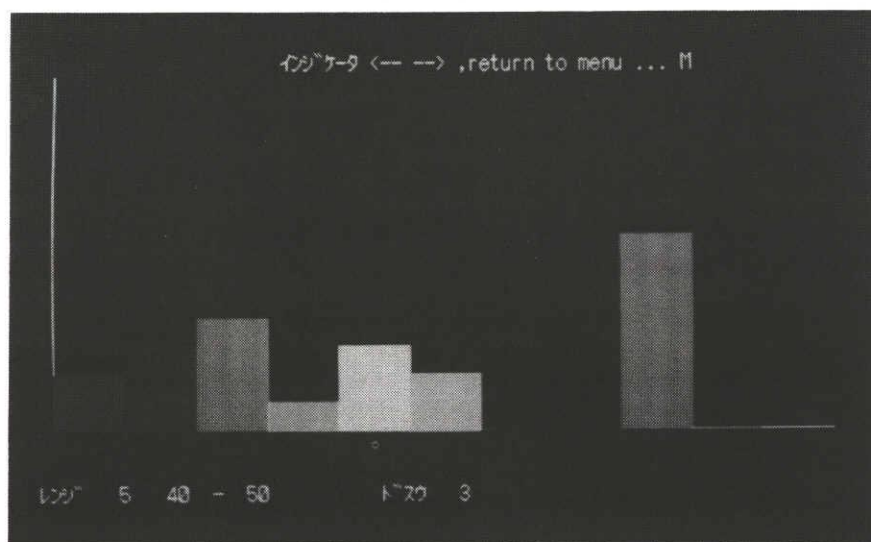


Fig. 13 Display example of histogram.

このプルトニウム・スポット抽出処理は, プルトニウム取り扱い施設において汚染の疑いが

生じた時、ラドン娘核種との判別を容易にする。上述のスポットデータの処理ではプルトニウム

- ・スポットを計数データとして取り扱うので、コンピューター上での処理が容易になる。

## 5. プルトニウム汚染検出への応用

$\alpha$  放射能分布画像モニター装置のプルトニウム汚染検出への適応性をみるには、実際の汚染試料を撮像し、処理する必要がある。さらに、他の汚染検出装置で得られる結果を比較してみる。これらの過程で、画像モニター装置の優秀性や限界が明確になってくる。

プルトニウム汚染試料の撮像は、動力炉・核燃料開発事業団東海事業所に出張し、プルトニウム燃料開発施設内で行った。使用した試料の性状や放射能強度を Table 1 に示す。これらの試料は、研究のために作られた汚染試料や過去に起きた汚染の試料である。試料全体の放射能強度は SSD で測定され、強度に変換されている。

Table 1 Plutonium contamination samples used  
by present work

No	Plutonium sample	Pu activity* (dpm)
1	Smear filetr A (soissors)	1131
2	Smear filter B (floor)	196
3	Air sniffer filter A	115
4	Air sniffer filter B	380
5	Single spot	675

\* Activity counting were performed by a silicon surface barrier detector.

### 5.1 プルトニウム試料の積算画像

画像モニター装置で得られるプルトニウム汚染試料の積算画像データと定性的だけでなく定量的にも比較するため、ZnS (Ag) オートラジオグラフィックカメラ<sup>28)</sup>と $\beta$ 線イメージング装置<sup>9,10)</sup>でも同一試料を撮影した。Table 1 のプルトニウム試料を撮像した結果を Fig. 14, Fig. 15, Fig. 16, Fig. 17 に示す。



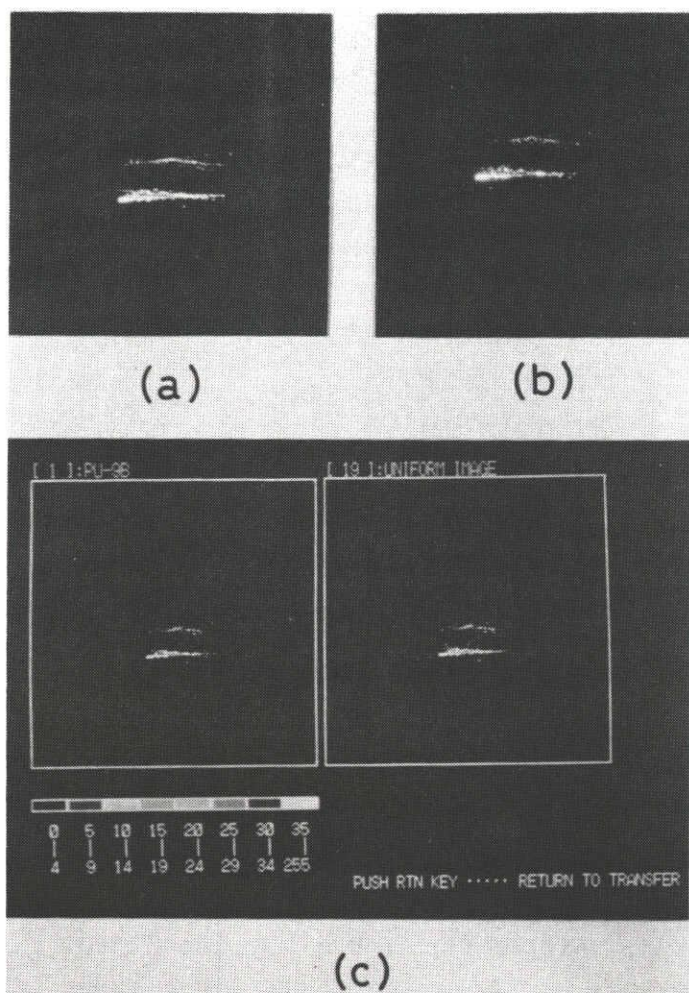


Fig. 14 Distribution of Plutonium on smear filter A ( soissors ).  
 (a) ZnS ( Ag ) autoradiography, exposure time of 1 h.  
 (b) Imaging system, exposure time of 2 min.  
 (c) Imaging video monitor, accumulating time of 5 min.

Fig. 14 は、プルトニウム溶液を扱ったときに使用した鋏をスミヤロ紙で拭き取った試料の撮像結果である。試料は汚染を防ぐため  $4\text{ }\mu\text{m}$  厚のマイラー膜で保護されている。どの画像にも、鋏の刃の二本の跡が写っている。Fig. 14 (a) は ZnS ( Ag ) オートラジオグラフィックカメラで 1 時間の露出で得られたポラロイド写真である。ZnS ( Ag ) 蛍光膜  $10\text{ mg/cm}^2$  とポラロイドフィルム TYPE 667 ( ISO 3000 ) を用いた。Fig. 14 (b) は  $\beta$  線イメージング装置で得られたポラロイ

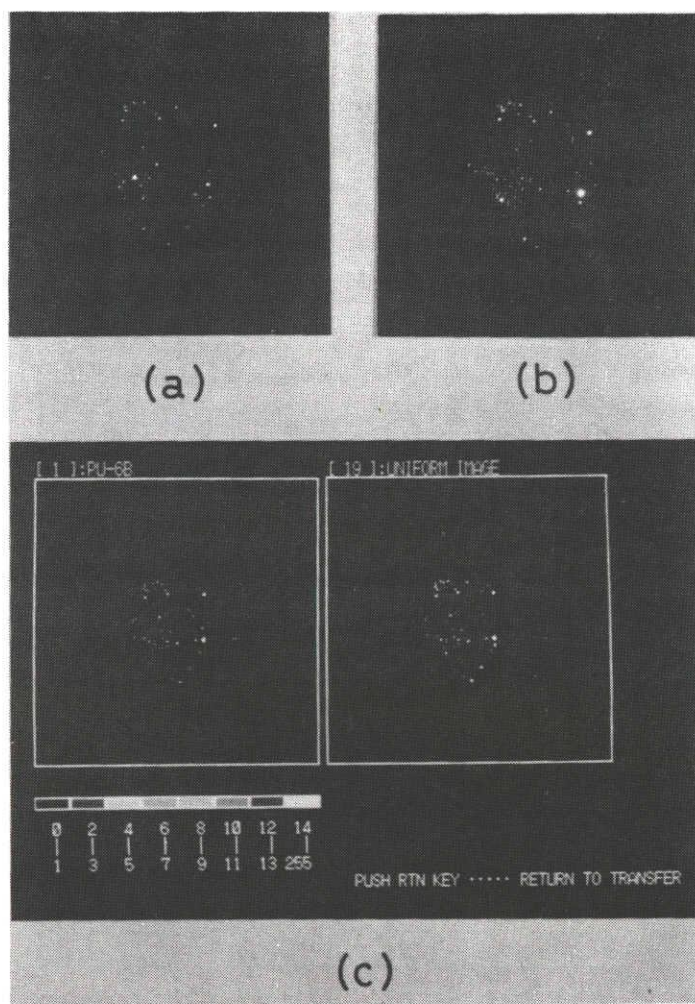


Fig. 15 Distribution of  $\text{PuO}_2$  particles on smear filter B ( floor ) .

(a)  $\text{ZnS}(\text{Ag})$  autoradiography, exposure time of 1 h.

(b) Imaging system, exposure time of 10 min.

(c) Imaging video monitor, 20 min.

ド写真である。 $\text{ZnS}(\text{Ag})$  蛍光膜  $9.8 \text{ mg/cm}^2$  とポラロイドフィルム TYPE 665 (ISO 75) を用いた。イメージインテンシファイアの光取得を最大にして、露出時間 2 分で撮影した。イメージインテンシファイアを用いているので、感度の悪いフィルムでも短時間に撮影できる。Fig. 14 (c) は画像モニター装置で得られたビデオフレームメモリーの積算画像である。左側は原画像、右側は Fig. 9 で示した標準画像を用いて均一補正処理した画像である。原画像はイメージインテン



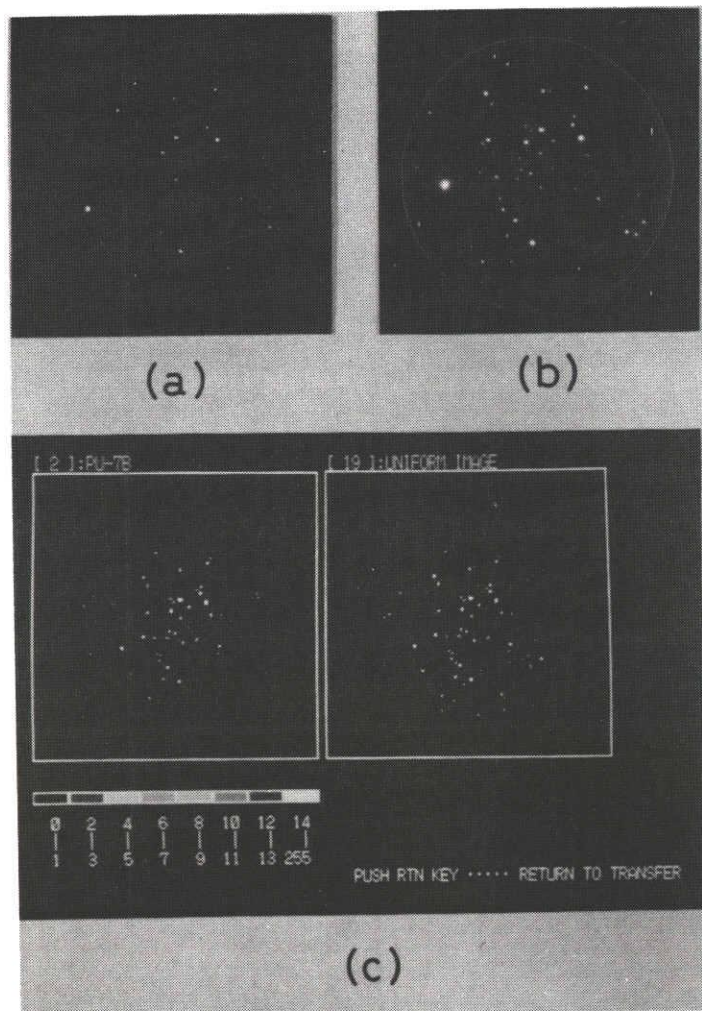


Fig. 16 Distribution of  $\text{PuO}_2$  particles on air sniffer filter A.  
 (a)  $\text{ZnS}(\text{Ag})$  autoradiography, exposure time of 1 h.  
 (b) Imaging system, exposure time of 19 min.  
 (c) Imaging video monitor, accumulating time of 90 min.

シフアの光利得を5.0（最大：10.0）にし、カメラコントロールの利得を最大にして、積算時間5分で撮像した。ビデオフレームメモリー上に積算されていく様子をモノクロモニターで観察すると、数十秒で大凡のプルトニウム分布を認めることができる。原画像も均一補正画像も計数の違いを擬似カラー表示しているが、白黒写真のため、その点は不明確になっている。均一補正画像はFig. 14 (a)と(b)のポラロイド写真と遜色ないが、画像がデジタル化されているので定量的評価が容易である。

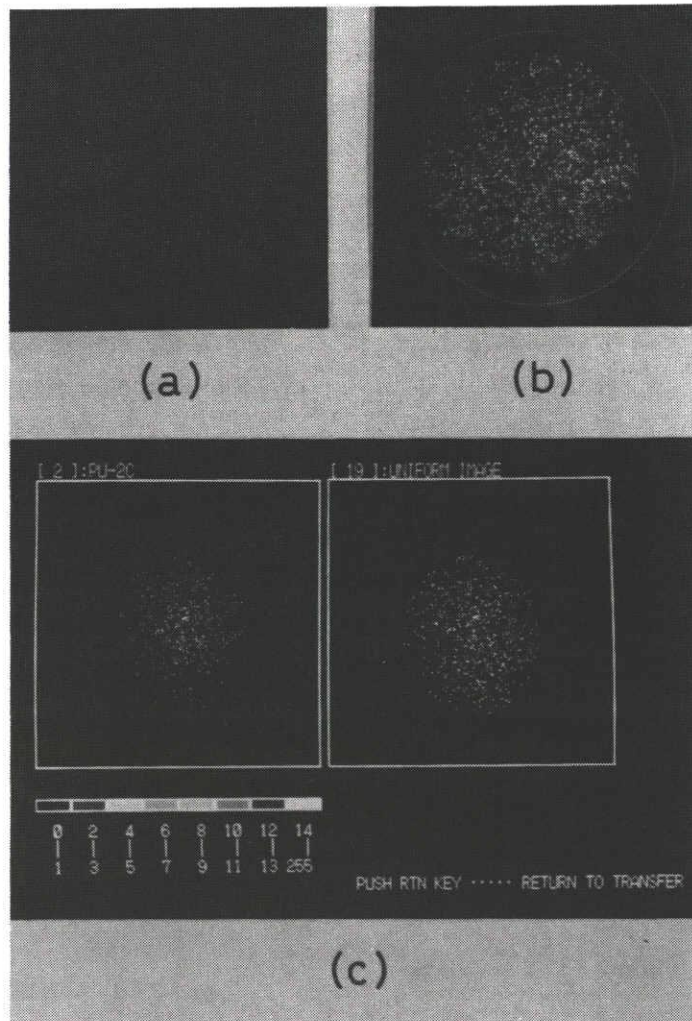


Fig. 17 Distribution of Plutonium fine particles on air sniffer filter B.  
 (a) ZnS ( Ag ) autoradiography, exposure time of 360 min.  
 (b) Imaging system, exposure time of 10 min.  
 (c) Imaging video monitor, accumulating time of 20 min.

Fig. 15 は、床をスミヤしたロ紙のプルトニウム汚染試料を撮像した結果である。スポット状のプルトニウム粒子が多数認められる。Fig. 15 (a)は1時間の露出でポラロイドフィルム上に得られた ZnS ( Ag ) オートラジオグラフである。Fig. 15 (b)は $\beta$ 線イメージング装置で得られたポラロイド写真である。露出時間10分で撮影した。この写真にはFig. 15 (a)に比べ、スポット径も大きく、数も多く写っている。Fig. 15 (c)は画像モニター装置で得られた積算画像である。積

算時間は20分とした。プルトニウムスポットは Fig. 15 (a)より多い。

Fig. 16 は、施設内のエアスニッファ上フィルターのプルトニウム汚染試料を撮像した結果である。Fig. 16 (a)は1時間の露出で得られた ZnS ( Ag ) オートラジオグラフである。大小多数のプルトニウムスポットが約 50 mmφ のフィルター径内に広がっている。Fig. 16 (b)はβ線イメージング装置を用いて、露出時間19.分で撮影したポラロイド写真である。写っているスポット径は倍以上大きく、スポット数も多い。Fig. 15 (c)は画像モニター装置で得られた積算画像である。左側の原画像に較べて、右側の均一補正画像は周辺のスポットが明確になっている。この画像を得るのに、積算時間を90分と長くした。プルトニウムスポットの大凡の分布は数分の積算時間でわかる。積算時間を長くしたのは、より正確な定量的評価をするためである。

Fig. 17 の撮像には、プルトニウム汚染されているインラインエアスニッファ用フィルター試料を用いた。Fig. 17 (a)は露出4時間で得られた ZnS ( Ag ) オートラジオグラフである。捕集されているプルトニウムが極微細粒子なので、明確なスポットは写らず、微かな多数のスポットがみられるだけである。Fig. 17 (b)は露出時間10分で得られたβ線イメージング装置の結果である。多数のプルトニウムスポットが認められる。これらのスポットは1本のα線に対応している<sup>11)</sup>。Fig. 17 (c)は画像モニター装置を用いて、20分積算して得られる画像である。原画像では周辺のスポットが少ない。一方、均一補正画像ではスポットは比較的一様になっている。

## 5. 2 プルトニウム均一補正画像のデータ処理

前節の Fig. 14 (c)から 17 (c)に、画像モニター装置で得られる各プルトニウム試料の均一補正画像を示した。ここでは、それらの均一補正画像上でのα線の計数効率を調べ、全放射能強度や各スポットの放射能強度と粒径を求めた。

### 5. 2.1 α線の計数効率

均一補正画像上で得られるα線の計数Cは次式で表わせる。

$$C = \eta \cdot D \cdot T \quad (5-1)$$

ここで、 $\eta$  は均一補正画像上でのα線の計数効率、Dはプルトニウム放射能強度 ( dpm )、Tは積算時間 ( min ) である。 $\eta$  は原画像の中心付近の計数効率にも対応する。式 ( 5-1 ) を用いて、α計数から放射能強度を求めるには、計数効率 $\eta$ を求める必要がある。

α線の計数効率には、画像モニター装置を構成している各成分が影響を与えている。特に、検出系の ZnS ( Ag ) 蛍光膜のα線検出効率やイメージインテンシファイアの光利得が支配的である。カメラコントロールの利得やビデオフレームメモリーの閾値の設定条件によっても変わる。

$\alpha$  線の計数効率を求める実験には、Table 1 で示した No. 5 の単一スポットのプルトニウム試料を用いた。単一スポット試料はこの実験用に特別に作成を依頼した。このスポット試料の画像は積算時間を 10 秒から 180 秒までかえて、計 12 枚撮像した。その 1 例として、積算時間 105 秒で撮像し、均一補正処理した結果を Fig. 18 に示す。画像上のスポットは 1 ピクセル以上に広がっている。

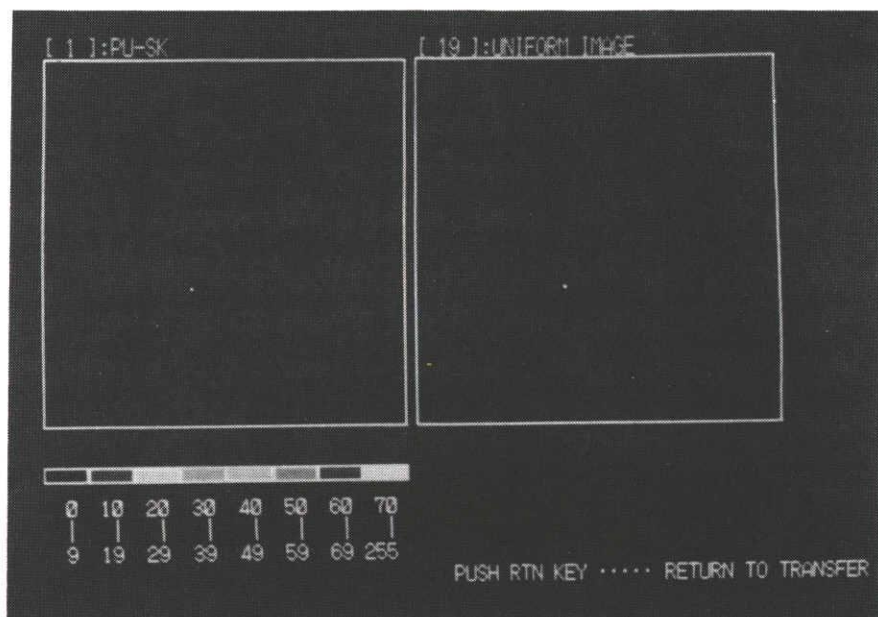


Fig. 18. Single spot image of  $\text{PuO}_2$  particle.

均一補正画面上で得られる  $\alpha$  線スポット像の計数は ROI 処理を用いて求めた。積算時間と各スポットの計数の関係を Fig. 19 に示す。その関係は

$$C = 348.6 \cdot T \quad (5-2)$$

と表わせる。

実験に使用した単一スポットのプルトニウム放射能強度は 675 dpm である。この値と、(5-1) 式と (5-2) 式から、計数効率  $\eta = 0.516^*$  を得る。それ故、均一補正画面上で得られ

---

\*  $\text{ZnS}(\text{Ag})$  蛍光膜の  $\alpha$  線検出効率は 0.47 程度<sup>13)</sup> である。 $\alpha$  計数効率  $\eta$  が 0.5 を越えたのは、測定値の計数誤差に一部原因はあるが、別の可能性として、テレビカメラが  $\alpha$  線の 1 事象を 2 以上に計数していることである。これを裏付ける事実として、 $\alpha$  線の 1 本 1 本を撮像したはずの Fig. 17 の原画像が均一補正されている。

る  $\alpha$  線の計数  $C$  は

$$D = 1.94 \cdot \frac{C}{T} \quad (5-3)$$

を用いれば、放射能強度  $D$  に変換できる。

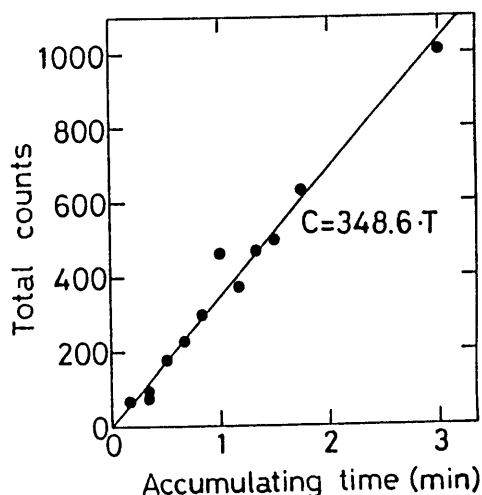


Fig. 19 Linear relationship between total counts and accumulating time.

#### 5.2.2 放射能強度の評価

画像モニター装置の性能を評価するため、Fig. 14 (c)から 17 (c)の均一補正画像からプルトニウム汚染試料全体の放射能強度を求めた。そして、Table 1 に与えられている SSD で求めた試料の放射能強度と比較した。

画像全体の  $\alpha$  線計数を求めるため、ROI処理を用いた。その一例として、プルトニウム汚染した鉄を拭き取ったスミヤロ紙の均一補正画像を、ROI 処理している様子を Fig. 20 に示す。左側の均一補正画像中の関心領域 (ROI) を 3 倍拡大した画像が右下に示されている。拡大画像中に  $\alpha$  線の総計数も与えられている。

ROI 処理で得られた総計数から、(5-3)式を用いて放射能強度に変換する。このような処理で得られた各試料の放射能強度を Table 2 に示す。Table 2 には SSD で求めた値も再掲した。均一補正画像の ROI 処理から求めた放射能強度は Table 2 の Pu activity の第 2 列目である。プルトニウム試料 Smear B と Air sniffer A の ROI 処理には、Fig. 15 と 16 に示した画像より積算時間の短い画像を用いた\*。ROI 処理で得られた Pu 放射能強度は Smear A の試料を除いて、SSD の値と良く一致している。この結果から、画像モニター装置の ROI 処理で得られる放射



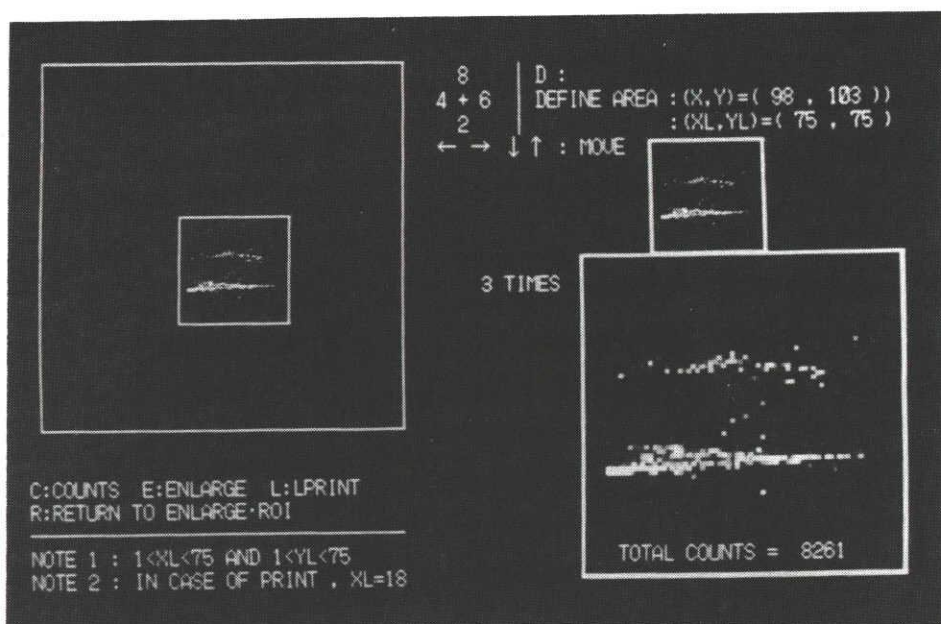


Fig. 20 Process of ROI for smear filter A.

Table 2 Comparison of Pu activities measured by various methods

No	Pu sample	Pu activity (dpm)				
		SSD <sup>a)</sup>	IVM <sup>b)</sup>	IVM <sup>c)</sup>	IS <sup>d)</sup>	ZnS <sup>e)</sup>
1	Smear A	1131	1654			
2	Smear B	196	178	165	73	263
3	Air sniffer A	115	134	168	82	346
4	Air sniffer B	380	423			
5	Single spot	675			550	630

- a) Silicon surface barrier detector : Total activity.  
b) Imaging video monitor : Total activity counted by ROI.  
c) Imaging video monitor : Sum of each spot activity.  
d) Imaging system : Sum of each spot activity.  
e) ZnS(Ag) autoradiography : Sum of each spot activity.

\* (前頁) 1ピクセルは255が最大可能計数である。積算中あるいは均一補正処理で、この値を越えると、そのピクセルの $\alpha$ 計数値は不正確になる。総計数のときは、短時間でも十分な統計精度が得られる。

能強度は比較的信頼できる値といえる。

Table 2 には、次の 5. 2. 3 で求める各スポットの放射能強度を加算して得られる。放射能強度も、Smear B と Air sniffer A 試料には示されている。ROI 処理をした値と一致しないのは、(i) 総てのスポットの放射能強度の和をとっていない、(ii) 積算時間の違う画像を処理している。(iii) 255 を越える計数の処理の違い、等である。各試料の全体の放射能強度は ROI 処理で得られる値の方が正確である。

Table 2 には、同様に、 $\beta$  線イメージング装置と ZnS(Ag) オートラジオグラフィカメラで得られるポラロイド写真を処理した値も示されている。これらの求め方の詳細は付録 A に示す。イメージング装置で得られる値は低く、ZnS(Ag) オートラジオグラフィの値は高くなっている。

### 5. 2. 3 プルトニウム粒子径分布

Fig. 15 の床をスミヤした口紙 (Smear B) と Fig. 16 のエアスニッファフィルター (Air sniffer A) の写真や積算画像には、大小多数のプルトニウムスポットが認められる。この Fig. 15 (c) と 16 (c) の均一補正画像をスポット抽出処理すれば、各スポットの計数が求まる。そのスポット計数は、(5-3) 式を用いて、放射能強度に変換できる。処理したスポットは、付録 A で行う検討のため、ZnS(Ag) オートラジオグラフィのポラロイド写真に写っているスポットのみに限定した。このため、均一補正画像上の微小スポットの一部は処理しなかった。

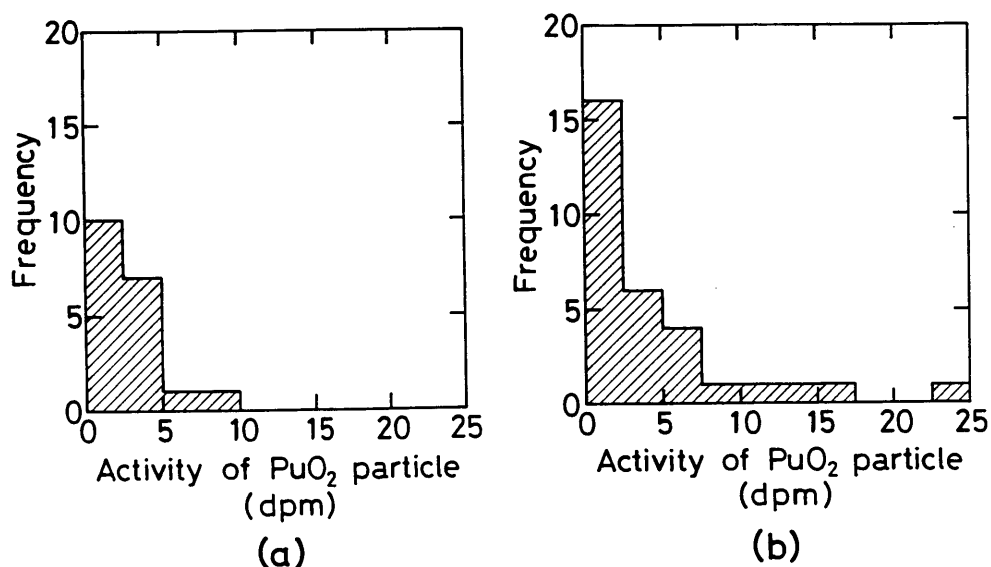


Fig. 21 Activity distribution of PuO<sub>2</sub> particle.  
(a) Smear filter B. (b) Air sniffer filter A.

このような処理で得られた放射能強度分布を Fig. 21 に示す。Fig. 21 (a)は Smear Bの結果、Fig. 21 (b)は Air Sniffer Aの結果である。どちらも 5 dpm 以下に大多数の粒子が存在する。放射能強度の大きいスポットは少ない。各スポットの放射能強度を加算した結果を、試料全体の放射能強度として Table 2 に既に示した。

プルトニウム粒子径と放射能強度には次の関係<sup>31)</sup>がある。

$$Y = (1.39 \times D)^{\frac{1}{3}} \quad (5-4)$$

ここで、Yは粒子の直径 ( $\mu\text{m}$ )、Dは放射能強度 (dpm) である。この式を用いて、均一補正画像から得られる各スポットの放射能強度を粒子径に変換した。粒子径分布の結果を Fig. 22 に示す。大部分の粒子は  $1 \sim 2 \mu\text{m}$  の径内にある。 $1 \mu\text{m}$  以下の粒子が少ないのは、(i)撮像時間の関係で、微小粒子が映らなかった、(ii)微小粒子を処理の時一部省いた、(iii)均一補正処理で大きな粒子と処理してしまった、等による。微小粒子まで精度良く測定するには、長い積算時間をとる必要がある。

$\beta$ 線イメージング装置とZnS (Ag) オートグラフィックカメラで得られるポラロイド写真のスポット径から得られる放射能強度との比較は付録Aで行う。

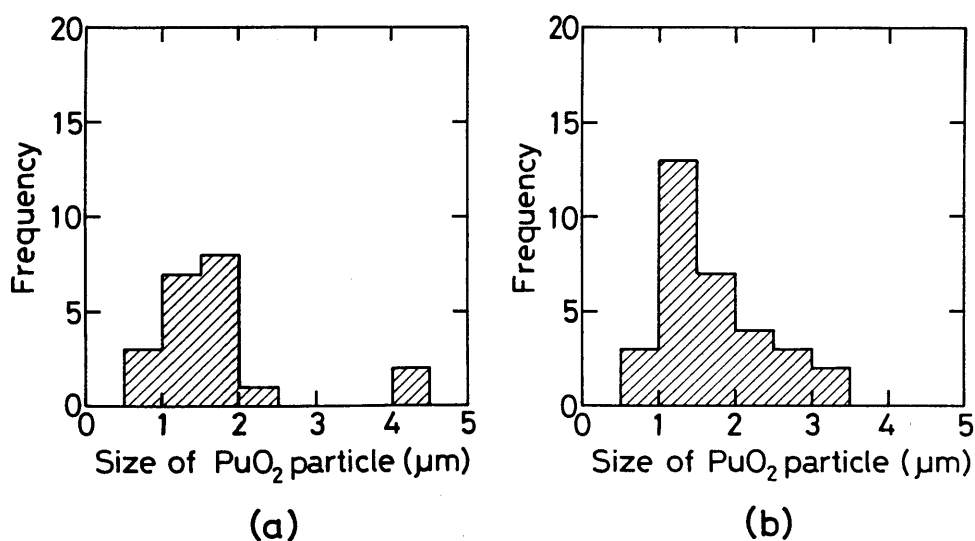


Fig. 22 Size distribution of  $\text{PuO}_2$  particle.  
(a) Smear filter B. (b) Air sniffer filter A.



### 5.3 実際の応用上の問題点

核燃料取り扱い施設内で $\alpha$ 汚染が起きた場合、次の2つの問題が生じる。大気中には、 $\alpha$ 放射体であるラドンとその娘核種が存在している。そのため、 $\alpha$ 汚染が生じた場合、第1にその汚染が本当にプルトニウム汚染かどうか、迅速に判別する必要がある<sup>32)</sup>。プルトニウム汚染と判別した場合、第2にプルトニウムの被曝量を定量的に評価しなければならない。

プルトニウム汚染とラドン娘核種の判別に、画像モニター装置を実際に適用するならば、プルトニウムからの $\alpha$ 線像がモノクロのモニター上で次第に明確になっていく様子を見ることが出来る。同一のスポットに3個以上の $\alpha$ 線が入射したとき、プルトニウム汚染と判定するプログラムを組めば、 $\alpha$ 線イメージング装置<sup>13)</sup>より迅速なプルトニウム汚染の検出手段となりうる。

プルトニウムの被曝量評価をするには、プルトニウム粒子の放射能分布を求める必要がある。ZnS(Ag)オートラジオグラフィ法のように、ポラロイド写真のスポット径を測定して放射能強度に変換するのは、大変な労力を必要とする。前節で述べたように、積算画像が得られれば、スポット抽出処理によって、放射能強度分布は容易に求めることができる。

上述のように、画像モニター装置はプルトニウム汚染の評価に有効な手段となりうる。現在の所、画像モニター装置にはまだ欠点がある。装置の取り扱いが複雑である。装置全体の安定性に欠ける。ビデオフレームメモリーの容量が少ない。安いニュービコンカメラを使用しても、装置全体は数百万円と高い。しかし、これらの欠点は今後の研究開発で十分改善されうる。

## 6. 結 語

$\alpha$ 放射能分布用のテレビ画像を得るため、 $\beta$ 核種位置分布画像モニター装置の撮像系を改造した $\alpha$ 放射能分布画像モニター装置を試作した。この画像モニター装置の基礎特性を調べた。得られる画像を定量的に評価するための画像処理プログラムを作成した。画像モニター装置の $\alpha$ 汚染検出への適応性をみるため、実際にプルトニウム汚染試料を撮像し、積算画像の処理を行った。

本研究の「放射能分布の画像化に関する研究」で得られた成果は以下の通りである。

- (1)  $\alpha$ 放射能分布画像モニター装置は放射線検出系、撮像系、画像積算系、画像処理系から成り立っている。本研究では撮像系を新しく試作した。
- (2) 画像モニター装置のバックグラウンドノイズは画像積算系の閾値レベル以下で、積算画像には影響しない。
- (3) 画像モニター装置で得られる積算画像の歪率はそれほど小さくなく約2.5%であった。位置分解能はテレビ画像化しているため1.4 lp/mm(0.35 mm)程度とあまり良くなかった。

- 4) 検出系のイメージインテンシファイアと撮像系のニュービコン管を直接接合に改良したけれど、積算画像の一様性はそれほど改善されなかった。このため、均一補正用のソフトが必要となった。
- 5) 積算画像処理系に転送して処理を行った。画像処理は BASIC で組まれたメインプログラムと各処理を実行する機械語プログラムから成る。このプログラムで処理を実行し擬似カラー表示するのに 10 秒以内に済む。
- 6) 画像処理プログラムは、1. IMAGE FROM DISK, 2. IMAGE ACCUMULATION, 3. TRANSFER・PROCESS, 4. IMAGE SAVE ON DISK, 5. ENLARGE・ROI, 6. DIS- TRIBUTION, 7. HARD COPY, 8. PROFILE から成る。3. TRANSFER・PROCESS 内では、(a)ノイズ処理に関する処理、(b)出力形式に関する表示、(c)画像演算処理、等の画像処理が実行できる。
- 7) 積算画像の一様性が悪いので、均一補正処理プログラムと均一補正用画像を作成した。
- 8)  $\alpha$  汚染検出処理用のスポット抽出処理プログラムを作成した。スポット抽出処理は、フィルター処理後、(1)Edit, (2)Sort, (3) 3 dimension, (4)Histogram, (5)Region のスポットデータ処理を行う。
- 9) プルトニウム汚染検出への応用実験を行った。画像積算系のモニター上にプルトニウム粒子像が明確になっていく様子を観察できた。
- 10) 積算画像を均一補正処理後、スポット抽出処理を行った。この処理で、試料全体の  $\alpha$  放射能強度とプルトニウム粒子の放射能分布・粒子径分布を求めた。
- 11) 画像処理で得られたプルトニウム粒子の放射能強度と、ZnS (Ag) オートラジオグラフィと  $\beta$  線イメージング装置のポラロイド写真のスポット径から得られる放射能強度と比較検討した。

以上の結果より、画像モニター装置は迅速な  $\alpha$  汚染検査に利用できるだけでなく、プルトニウムの被曝評価に有効である。画像モニター装置の欠点は、画像のオーバーフロー問題と画像の不均一性である。画像のオーバーフローは、大容量の画像積算系と画像処理系に置き替えれば、解決できる。一様性の悪さはビデオ信号の二値化にあるかもしれない。画像積算法を改良する必要があるかもしれない。今後、画像の不均一性に関してはハード面から検討し、安定性のあるシステムの完成を目差す。

## 参 考 文 献

- 1) J.E.Lamport, G.M.Mason, M.A.Perkins and A.J.Tuzzolino, Nucl. Instr. and Meth., **134** ( 1976 ) 71.
- 2) J.E.Bateman, Nucl. Instr. and Meth., **221** ( 1984 ) 131.
- 3) R.Bellazzini, A. Brez, M.M.Massai and M.R.Torquati, Nucl. Instr. and Meth., **A251** ( 1986 ) 196.
- 4) T.Aoyama and T.Watanabe, Nucl. Instr. and Meth., **150** ( 1978 ) 203.
- 5) D.F.Anderson, Health Phys., **39** ( 1980 ) 308.
- 6) P.B.ガーハン編, オートラジオグラフィー技術( 講談社サイエンティフィック, 1974 ) .
- 7) H.Berger, Neutron radiography ( ELSEVIER PUBLISHING COMPANY, AMSTERDAM 1965 ) .
- 8) J.J.C.Hsieh, F.P.Hungate and S.A.Wilson, Science, **150** ( 1965 ) 1821.
- 9) 池辺幸正, 科学研究費補助金( 試験研究(2) ) 研究成果報告書( 1983 ) .
- 10) T.Iida and Y.Ikebe, Nucl. Instr. and Meth., **A253** ( 1986 ) 119.
- 11) T.Iida and Y.Ikebe, Radioisotopes ( to be published ) .
- 12) 飯田孝夫, 放射線, **10** ( 1983 ) 2.
- 13) T.Iida, S.Yamamoto, Y.Ikeda, A.Seki, K.Nakata, M.Ebara, M.Kanamori and M.Yoshida, Nucl. Instr. and Meth., **212** ( 1983 ) 413.
- 14) T.Iida, Y.Ikebe, S.Yamamoto and K.Koizumi, Health Phys., **48** ( 1985 ) 120.
- 15) L.I.Yin, J.I.Trombka and S.M.Seltzer, Nucl. Instr. and Meth., **158** ( 1979 ) 175.
- 16) L.I.Yin, J.I.Trombka and S.M.Seltzer, Nucl. Instr. and Meth., **172** ( 1980 ) 471.
- 17) K.Kalata, Nucl. Instr. and Meth., **201** ( 1982 ) 35.
- 18) W.R.Binns, M.H.Israel and J.Klarman, Nucl. Instr. and Meth., **216** ( 1983 ) 475.
- 19) 池辺幸正, 科学研究費補助金( 試験研究(2) ) 研究成果報告書( 1985 ) .
- 20) 木内雄二, イメージセンサ( 日刊工業新聞社, 1978 ) .
- 21) 医療のための画像工学( 実業公報社, 1983 ) .
- 22) J.Litton, M.Bergstom, L.Eriksson, C.Bohm, G.Blomquist and M.Keselberg, J.Comput. Assist. Tomogr., **8** ( 1984 ) 74.
- 23) 松山隆司, Radioisotopes, **33** ( 1984 ) 824.
- 24) 藤根成勲, 米田憲司, 日本原子力学会誌, **26** ( 1984 ) 793.
- 25) 長尾和美, 光学ファイバー( 共立出版, 1974 ) .

- 26) J.L.Wiza, Nucl. Instr. and Meth., **162** ( 1979 ) 587.
- 27) 木村健治, 画像処理システムの基礎と設計・製作 ( CQ出版社, 1984 ).
- 28) 小泉勝三, 大高 正, 斉藤節子, 保健物理, **14** ( 1979 ) 163.
- 29) 安居院 猛, 中嶋正之, コンピュータ画像処理 ( 産報出版, 1979 ).
- 30) 戸川隼人, PC9801 BASIC ( サイエンス社1983 ).
- 31) 斉藤節子, 小泉勝三, 大高 正, N841-78-47 ( 1978 ).
- 32) 池辺幸正, 動力炉・核燃料開発事業団受託研究報告書 ( 1979 ).

## 付 録

### A. プルトニウム粒子測定法の比較

本研究に使用したプルトニウム汚染試料のうち、床をスミヤした口紙とエアスニッフア上のフィルターに、多数の粒子状のプルトニウムが捕集されているのが、Fig. 15 と 16 の写真や画像からわかる。Fig. 15 (c)と 16 (c)の積算画像をスポット抽出処理すれば、プルトニウム粒子の放射能強度分布を求めることができることを 5.2 で述べた。Fig. 15 (a), (b)と Fig. 16 (a), (b)の ZnS (Ag) オートラジオグラフィや  $\beta$  線イメージング装置で得られるポラロイド写真にも、プルトニウム粒子による多数のスポットが写っている。これらの写真上のスポット径からも、放射能強度に変換できる<sup>14),28)</sup>。

ポラロイド写真上のスポット径は、顕微鏡視野内でオーキュラーマイクロメーターと比較しながら測った。径を測ったスポットは、 $\beta$  線イメージング装置で得られる写真上でも、ZnS (Ag) オートラジオグラフィ写真に写っているスポットに限定した。測った径から放射能強度に変換するには ZnS(Ag) オートラジオグラフィの写真の場合は

$$\log A = 1.8 + 2.2 d \quad (A-1)$$

を用いた<sup>14)</sup>。ここで、A はプルトニウムの全崩壊数、d は測られるスポットの直径 (mm) である。一方、 $\beta$  線イメージング装置で得られる写真の場合は

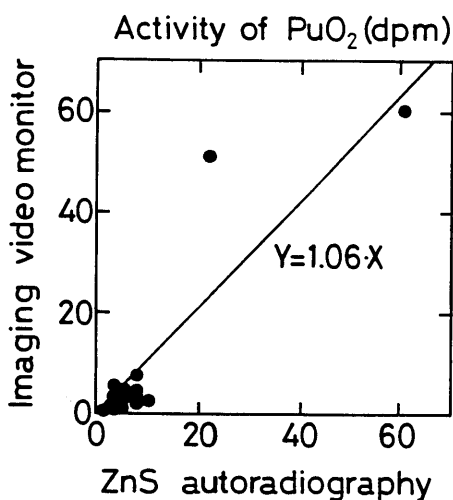
$$\log A = 0.47 + 2.0 d \quad (A-2)$$

を用いた。この関係式は  $\alpha$  線イメージング装置で得られた結果<sup>14)</sup>である。

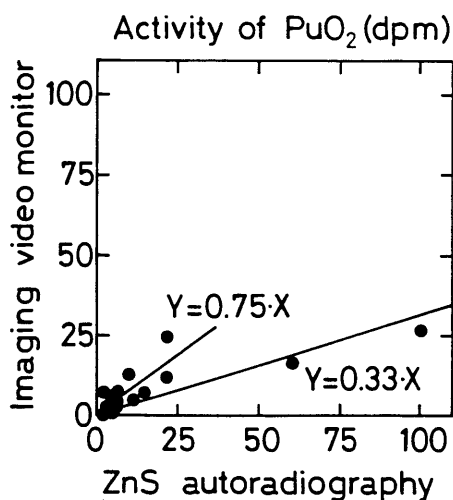
Fig. 15 (a), (b)と Fig. 16 (a), (b)の写真と (A-1) 式と (A-2) 式から得られた各スポットの放射能強度と、5.2 で述べた画像モニター装置で得られた放射能強度を比較検討した。比較した結果を Fig. A 1 ~ A 3 に示す。

Fig. A 1 は ZnS (Ag) オートラジオグラフィで得られる放射能強度と画像モニター装置で得られる放射能強度を比較した図である。Fig. A 1 (a)はスミヤロ紙上のプルトニウム粒子、Fig. A 1 (b)はエアスニッフフィルター上のプルトニウム粒子の放射能強度を比較している。Fig. A 1 (b)の ZnS (Ag) オートラジオグラフィ上の大きなスポット径の 2 粒子を除けば、両者の放射能強度は良く一致している。

Fig. A 2 は  $\beta$  線イメージング装置と画像モニター装置で得られた放射能強度を比較した結果である。Fig. A 2 (b)の  $\beta$  線イメージング装置で得られた大きなスポットを除けば、 $\beta$  線イメージン

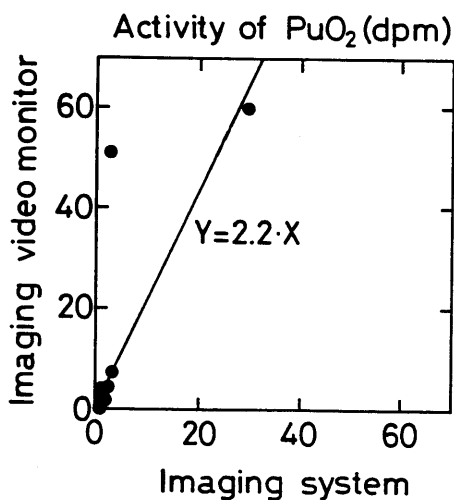


(a)

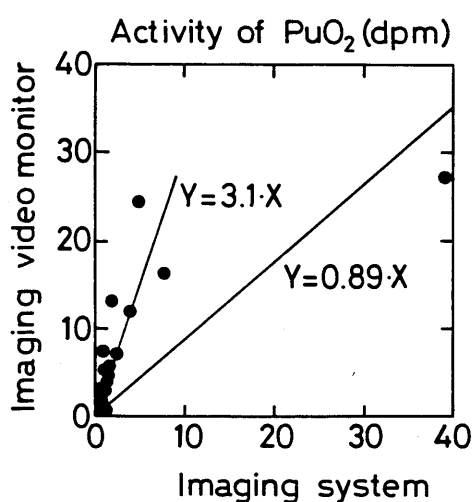


(b)

Fig. A 1 Correlation between activities of  $\text{PuO}_2$  obtained by ZnS (Ag) autoradiography and with imaging video monitor.  
(a) Smear filter B. (b) Air sniffer filter A.



(a)



(b)

Fig. A 2 Correlation between activities of  $\text{PuO}_2$  obtained with imaging system and imaging video monitor.  
(a) Smear filter B. (b) Air sniffer filter A.

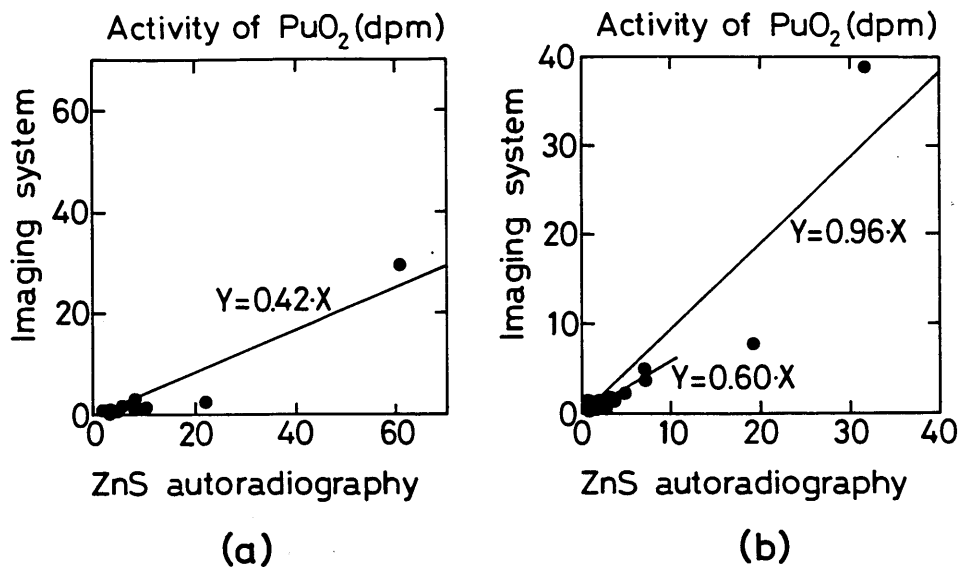


Fig. A 3 Correlation between activities of  $\text{PuO}_2$  obtained by ZnS (Ag) autoradiography and with imaging system.  
(a) Smear filter B. (b) Air sniffer filter A.

グ装置の方が放射能強度を  $1/2 \sim 1/3$  と小さく評価している。この原因としては、 $\alpha$  線イメージング装置で得られた (A-2) 式の関係をもそのまま流用したためと思われる。

Fig. A 3 は参考に ZnS (Ag) オートラジオグラフィと  $\beta$  線イメージング装置の結果を比較した図を示す。Fig. A 1 と A 2 の結果から当然予想されるように、 $\beta$  線イメージング装置で評価した放射能強度は約  $1/2$  と低くなっている。

## B. 画像処理プログラム

### B. 1 BASICプログラムリスト

```
1000 '***** PROCESS OF VIDEO IMAGE *****
1010 '
1020 CLEAR ,&H1D00:DEF SEG=&H1000:BLOAD "MAC-C",&HD000
1030 '
1040 '***** MACHINE SUBROUTINE ADDRESS *****
1050 STIL=&HD000 'STILL IMAGE
1060 ACC1=&HD006 'ACCUMULATE 1-BIT IMAGE
1070 ACC8=&HD00C '-----8-----
1080 IRST=&HD012 'IMAGE RESET
1090 DSP1=&HD018 'IMAGE DISPLAY 1-BIT
1100 DSP8=&HD01E '-----8-----
1110 IINT=&HD025 'IMAGE INTO MEMORY
1120 IOUT=&HD048 'IMAGE OUT FROM MEMORY
1130 DOTI=&HD070 'DOT IMAGE FROM MEMORY
1140 SMOO=&HD1E0 'SMOOTHING FROM 2000 TO 5000
1150 REVR=&HD250 'REVERSE IMAGE
1160 WIND=&HD280 'WINDOW IMAGE
1170 NIS1=&HD2B0 'NOISE IMAGE CUT 1
1180 NIS2=&HD330 'NOISE IMAGE CUT 2
1190 ICOP=&HD370 'IMAGE COPY
1200 THRE=&HD390 'THRESHOLD IMAGE
1210 IADD=&HD3C0 'ADD IMAGE
1220 ISUB=&HD400 'SUB IMAGE
1230 UNIF=&HD440 'UNIFORMITY OF IMAGE
1240 LAPL=&HD510 'LAPLASIAN OF IMAGE
1250 TDIM=&HD5C0 '3-DIM IMAGE
1260 TSMO=&HD630 'SMOOTHING OF 3-DIM IMAGE
1270 ENLA=&HD6D0 'ENLARGED IMAGE
1280 DIST=&HD710-D74F 'DISTRIBUTION ON DOT IMAGE
1290 '&HE000-E3FF 'DATA OF 3-DIM IMAGE
1300 '&hE400-E7FF 'DATA OF 3-DIM SMOOTHING
1310 '&HE800-E9FF 'DOT DATA OF DISTRIBUTION
1320 '
1330 '***** INITIAL CONDITION *****
1340 DIM A$(10),B$(4)
1350 A$(0)="SMOOTHING":A$(1)="REVERSE IMAGE"
1360 A$(2)="WINDOW IMAGE":A$(6)="THRESHOLD IMAGE"
1370 A$(7)="ADD IMAGE [1]+[2]":A$(8)="SUB IMAGE [1]-[2]"
1380 A$(9)="UNIFORM IMAGE":A$(10)="FILTER"
1390 SCREEN 3,1:CONSOLE 0,25,0,1:WIDTH 80,25
1400 '
1410 COLOR 6
1420 LOCATE 5,2 :PRINT " IMAGE PROCESSING PROGRAM "
1430 LOCATE 5,4 :PRINT " [ IMAGE-C ] "
1440 LOCATE 5,6 :PRINT " T. IIDA, T. NAKAJIMA "
1450 LOCATE 5,7 :PRINT " and H. SHIMURA "
1460 LOCATE 5,9 :PRINT " DEPT. of NUCL. ENG., "
1470 LOCATE 5,10:PRINT " FACULTY OF ENG., "
1480 LOCATE 5,11:PRINT " NAGOYA UNIV. "
1490 COLOR 7
1500 '

```



```

1510 ' *****
1520 *M10 ' *          MENU          *
1530 ' *****
1540 '
1550 B$(4)="PROCESS IMAGE"
1560 LOCATE 40,1 :PRINT "      MENU      "
1570 LOCATE 40,2 :PRINT "
1580 LOCATE 40,3 :PRINT " | 1. IMAGE FROM DISK | "
1590 LOCATE 40,4 :PRINT " |
1600 LOCATE 40,5 :PRINT " | 2. IMAGE ACCUMULATION | "
1610 LOCATE 40,6 :PRINT " |
1620 LOCATE 40,7 :PRINT " | 3. TRANSFER · PROCESS | "
1630 LOCATE 40,8 :PRINT " |
1640 LOCATE 40,9 :PRINT " | 4. IMG SAVE ON DISK | "
1650 LOCATE 40,10:PRINT " |
1660 LOCATE 40,11:PRINT " | 5. ENLARGE · ROI | "
1670 LOCATE 40,12:PRINT " |
1680 LOCATE 40,13:PRINT " | 6. DISTRIBUTION | "
1690 LOCATE 40,14:PRINT " |
1700 LOCATE 40,15:PRINT " | 7. HARD COPY | "
1710 LOCATE 40,16:PRINT " |
1720 LOCATE 40,17:PRINT " | 8. PROFILE | "
1730 LOCATE 40,18:PRINT " |
1740 LOCATE 40,19:PRINT " |
1750 LOCATE 40,21:PRINT "      PUSH No. KEY !!      "
1760 '
1770 Z$=INKEY$:IF Z$="" THEN 1770
1780 N=VAL(Z$)
1790 IF N=0 OR N>10 THEN 1770
1800 ON N GOSUB *M11,*M12,*M13,*M14,*M15,*M16,*M17,*M18,
1810 '
1820 CLS:GOTO *M10
1830 '
1840 *M11 ' *****
1850 ' *      IMAGE FROM DISK      *
1860 ' *****
1870 ON ERROR GOTO 2190:CLS 3:FILES 2:PRINT
1880 LOCATE 40,3:PRINT "[1]:";B$(1)
1890 LOCATE 40,4:PRINT "[2]:";B$(2)
1900 LOCATE 55,3:PRINT "[3]:";B$(3):PRINT
1910 PRINT SPC(40);"      IMAGE FROM DISK      ":PRINT
1920 PRINT SPC(40);" FROM DISK INTO [1] .....(1) ":PRINT
1930 PRINT SPC(40);" FROM DISK INTO [2] .....(2) ":PRINT
1940 PRINT SPC(40);" FROM DISK INTO [3] .....(3) ":PRINT
1950 PRINT SPC(40);" DELETE DISK FILE .....(4) ":PRINT
1960 PRINT SPC(40);" RETURN TO MENU .....(5) ":PRINT
1970 '
1980 '      AREA OF PROCESS IMAGE      '
1990 DEF SEG=&H5000
2000 '
2010 '***** SELECTION OF DATA *****
2020 LOCATE 65,18:INPUT N:IF N=0 OR N>5 THEN 2020
2030 IF N=5 THEN 2050
2040 LOCATE 45,20:INPUT "FILE NAME ":A$
2050 ON N GOTO 2080,2090,2100,2140,1820
2060 '
2070 '      DATA TO MEMORY      '
2080 DEF SEG=&H2000:BLOAD "2:"+A$,&H0:GOTO 2110
2090 DEF SEG=&H3000:BLOAD "2:"+A$,&H0:GOTO 2110
2100 DEF SEG=&H4000:BLOAD "2:"+A$,&H0:GOTO 2110
2110 B$(N)=A$:GOTO *M11
2120 '
2130 '      DELETE DISK FILE      '
2140 LOCATE 45,22:LINE INPUT " DELETE OK ..(Y/N) ?":OK$

```

```

2150 IF OK$<>"Y" AND OK$<>"y" THEN *M11 ELSE KILL "2:"+A$
2160 GOTO *M11
2170 '
2180 '----- ERROR CASE -----
2190 LOCATE 45,23:PRINT "MISTYPE OF FILE NAME !!"
2200 FOR J=0 TO 8000:NEXT :RESUME *M11
2210 '
2220 *M12 ' *****
2230 ' * IMAGE ACCUMULATION *
2240 ' *****
2250 CLS 3:FOR I=1 TO 50:CALL IRST:NEXT I
2260 LOCATE 0,5:DEF SEG=&H1000
2270 PRINT SPC(40);" ----- IMAGE ACQUISITION ----- ":PRINT
2280 PRINT SPC(40);" SET THRESHOLD .....(1) ":PRINT
2290 PRINT SPC(40);" IMAGE ACCUMULATION ....(2) ":PRINT
2300 PRINT SPC(40);" RETURN TO MENU .....(3) ":PRINT
2310 '
2320 '----- SELECTION -----
2330 LOCATE 65,13:INPUT N :IF N=0 OR N>3 THEN 2330
2340 ON N GOSUB 2370,2460,1820
2350 CLS 3:GOTO 2260
2360 '
2370 *STH '***** SET THRESHOLD *****
2380 FOR K=1 TO 20
2390 FOR I=1 TO 20 :CALL IRST :NEXT I
2400 CALL ACC1
2410 FOR J=1 TO 5000:NEXT
2420 NEXT K
2430 CALL STIL
2440 RETURN
2450 '
2460 *IMAC '***** IMAGE ACCUMULATION *****
2470 FOR I=1 TO 50:CALL IRST:NEXT I
2480 LOCATE 40,18:INPUT"ACCUMULATION TIME (00:00:00)";ACT$
2490 LOCATE 40,20:INPUT" STRIKE C/R TO START!";ST$
2500 TIME$="00:00:00"
2510 CALL ACC1
2520 IF TIME$=ACT$ THEN 2540
2530 LOCATE 60,15:PRINT TIME$:GOTO 2520
2540 BEEP 1
2550 FOR J=0 TO 500
2560 NEXT J
2570 BEEP 0
2580 CALL STIL
2590 RETURN
2600 '
2610 *M13 ' *****
2620 ' * TRANSFER *
2630 ' *****
2640 CLS:LINE(16,16)-(271,271),7,B
2650 LOCATE 40,1:PRINT "[1]:";B$(1)
2660 LOCATE 60,1:PRINT "[3]:";B$(3)
2670 LOCATE 40,2:PRINT "[2]:";B$(2)
2680 LOCATE 60,2:PRINT "[4]:";B$(4)
2690 PRINT SPC(40);"***** TRANSFER *****"
2700 PRINT SPC(40);" [1] → CRT ... (1) F.M → [1] ... (6)":PRINT
2710 PRINT SPC(40);" [2] → CRT ... (2) F.M → [2] ... (7)":PRINT
2720 PRINT SPC(40);" [3] → CRT ... (3) F.M → [3] ... (8)":PRINT
2730 PRINT SPC(40);" [4] → CRT ... (4) F.M → [4] ... (9)":PRINT
2740 PRINT SPC(40);" RTN TO MENU .. (5) SMOOTHING ... (10)"
2750 LOCATE 55,14:PRINT " REVERSE ... (11)"
2760 LOCATE 55,15:PRINT " WINDOW ... (12)"
2770 LOCATE 55,16:PRINT " NOISE CUT ... (13)"
2780 LOCATE 55,17:PRINT " 3-DIM IMAGE ... (14)"

```

```

2790          LOCATE 55,18:PRINT "          IMAGE COPY ..(15)"
2800          LOCATE 55,19:PRINT "          THRESHOLD ... (16)"
2810          LOCATE 55,20:PRINT "          ADD IMAGE ... (17)"
2820          LOCATE 55,21:PRINT "          SUB IMAGE ... (18)"
2830          LOCATE 55,22:PRINT "          UNIFORMITY ..(19)"
2840          LOCATE 55,23:PRINT "          FILTER      ... (20)"
2850
2860  * ----- SLECTION OF TRANSFER AND PROCESS -----
2870  DEF SEG=&H1000
2880      LOCATE 35,0 :PRINT "          "
2890      LOCATE 38,21:PRINT "          "
2900      LOCATE 38,23:PRINT "          "
2910      LOCATE 45,17:PRINT "          "
2920      LOCATE 45,19:PRINT "          "
2930      LOCATE 45,17:INPUT "N=";N
2940      IF N=0 OR N>20 THEN 2870
2950      IF N<5 THEN N0=N:GOTO 3100
2960      IF N=5 THEN 3200
2970      IF N=10 THEN 3440 'SMOOTHING
2980      IF N=11 THEN 3490 'REVERSE
2990      IF N=12 THEN 3530 'WINDOW
3000      IF N=13 THEN 3580 'NOISE CUT
3010      IF N=14 THEN 4300 '3-DIM IMAGE
3020      IF N=15 THEN 3610 'IMAGE COPY
3030      IF N=16 THEN 3720 'THRESHOLD
3040      IF N=17 THEN 3760 'ADD IMAGE
3050      IF N=18 THEN 3830 'SUB IMAGE
3060      IF N=19 THEN 3900 'UNIFORMITY
3070      IF N=20 THEN 3960 'FILTER
3080      IF N=>6 THEN 3200
3090
3100      DS=(N0+1)*16:POKE &HD04A,DS:POKE &HD072,DS 'OUT,DOT
3110          POKE &HD1E2,DS:POKE &HD392,DS 'SMOOTHING,THRESHOLD
3120          POKE &HD252,DS:POKE &HD282,DS 'REVERSE,WINDOW
3130          POKE &HD2B2,DS:POKE &HD332,DS 'NOISE CUT
3140          POKE &HD497,DS:POKE &HD532,DS 'UNIFORM,FILTER
3150          POKE &HD5C2,DS '3-DIM IMAGE
3160
3170      LOCATE 45,19:INPUT "DH=";DH:IF DH=0 THEN DH=10
3180      POKE &HD07C,DH
3190      GOSUB 4140
3200      ON N GOSUB *01,*02,*03,*04,1820,*11,*12,*13,*14
3210      GOTO 2650
3220
3230  * ***** TRANSFER *****
3240
3250  * ----- &HNNNN → CRT & FRAME MEMORY -----
3260  *01 SEGMENT=&H2000:GOTO 3300
3270  *02 SEGMENT=&H3000:GOTO 3300
3280  *03 SEGMENT=&H4000:GOTO 3300
3290  *04 SEGMENT=&H5000:GOTO 3300
3300  CALL IOUT:CALL DOT1:LINE(16,16)-(271,271),7,B
3310  RETURN
3320
3330  * ----- FRAME MEMORY → &HNNNN -----
3340  *11 SEGMENT=&H2000:GOTO 3390
3350  *12 SEGMENT=&H3000:GOTO 3390
3360  *13 SEGMENT=&H4000:GOTO 3390
3370  *14 SEGMENT=&H5000:GOTO 3390
3380      LOCATE 38,21:LINE INPUT "FILE NAME ..";B$(N-5)
3390      DS=(N-4)*16:POKE &HD027,DS
3400  CALL IINT:RETURN
3410
3420  * ***** PROCESS IMAGE *****

```

```

3430 .
3440 .----- SMOOTHING -----
3450     LOCATE 38,21:PRINT "    SMOOTHING"
3460     LOCATE 38,23:PRINT "WAIT 10 SECONDS"
3470     CALL SMOO:GOTO 4020
3480 .
3490 .----- REVERSE IMAGE -----
3500     LOCATE 38,21:INPUT "REVERSE COUNTS= ";RV:POKE &HD264,RV
3510     CALL REVR:GOTO 4020
3520 .
3530 .----- WINDOW IMAGE -----
3540     LOCATE 38,21:INPUT " LOW = ";LOW:POKE &HD28B,LOW
3550     LOCATE 38,23:INPUT "HIGH = ";HIGH:POKE &HD28D,HIGH
3560     CALL WIND:GOTO 4020
3570 .
3580 .----- NOISE CUT -----
3590     CALL NIS1:CALL NIS2:N=N0:GOTO 3200
3600 .
3610 .----- IMAGE COPY -----
3620     CLS:GOSUB 4140:LOCATE 40,5:COLOR 6:PRINT "[ IMAGE COPY ]"
3630     LOCATE 40,10:PRINT "COPY FROM No. TO No. ."
3640     LOCATE 52,12:INPUT AX1:IF AX1=>1 AND AX1<=4 THEN 3650 ELSE 3640
3650     LOCATE 60,12:INPUT AX2:IF AX2=>1 AND AX2<=4 THEN 3660 ELSE 3650
3660     LOCATE 65,12:INPUT "OK (Y/N)";OK$:COLOR 7
3670     IF OK$="Y" THEN 3680 ELSE 3620
3680     B$(AX2)=B$(AX1)
3690     AX1=(AX1+1)*16:AX2=(AX2+1)*16:POKE &HD372,AX1:POKE &HD377,AX2
3700     CALL ICOP:CLS:GOSUB 4140:GOTO 2650
3710 .
3720 .----- THRESHOLD IMAGE -----
3730     LOCATE 38,21:INPUT " THRESHOLD=";BL:POKE &HD39B,BL
3740     CALL THRE:GOTO 4020
3750 .
3760 .----- ADD IMAGE -----
3770     LOCATE 38,21:PRINT " [1]+[2]=[4]"
3780     LOCATE 38,23:INPUT " (Y/N)";OK$
3790     IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN 3800 ELSE *M13
3800     DEF SEG=&H1000
3810     CALL IADD:GOTO 4020
3820 .
3830 .----- SUB IMAGE -----
3840     LOCATE 38,21:PRINT " [1]-[2]=[4]"
3850     LOCATE 38,23:INPUT " (Y/N)";OK$
3860     IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN 3870 ELSE *M13
3870     DEF SEG=&H1000
3880     CALL ISUB:GOTO 4020
3890 .
3900 .----- UNIFORMITY -----
3910     LOCATE 38,21:PRINT " UNIFORMITY"
3920     LOCATE 38,23:PRINT "STANDARD IMAGE=[3]"
3930     DEF SEG=&H1000
3940     CALL UNIF:GOTO 4020
3950 .
3960 .----- SPATIAL FILTER PROCESS -----
3970     LOCATE 38,21:PRINT " SPATIAL FILTER"
3980     LOCATE 38,23:PRINT " [ CALCULATING ]"
3990     DEF SEG=&H1000
4000     CALL LAPL:GOTO 4020
4010 .
4020 .----- DISPLAY OF PROCESS IMAGE -----
4030     CLS:GOSUB 4140:NN=N-10
4040     LOCATE 35,0 :COLOR 6:PRINT "[ ";N; " ]:";A$(NN):COLOR 7
4050     POKE &HD04A,&H50:POKE &HD072,&H50:POKE &HD079,&H23 'OUT,DOT
4060     LINE(279,15)-(536,271),7,B

```

```

4070 CALL IOUT:CALL DOTI
4080 POKE &HD079,&H2
4090 LOCATE 38,23:PRINT "PUSH RTN KEY ..... RETURN TO TRANSFER"
4100 Z$=INKEY$ : IF Z$="" THEN 4100 ELSE 4110
4110 LINE(273,15)-(640,400),0,BF
4120 B$(4)=LEFT$(B$(N0),6)+". "+LEFT$(A$(NN),3):GOTO 2650
4130
4140 '----- SUBROUTINE OF X COLOR BAR -----
4150 XX=16:X1=2:C1=0:DDH=DH:LINE(0,280)-(300,399),0,BF
4160 COL=0:GOSUB 4220:COL=1:GOSUB 4220:COL=5:GOSUB 4220:COL=4:GOSUB 4220
4170 COL=6:GOSUB 4220:COL=3:GOSUB 4220:COL=2:GOSUB 4220:COL=7:GOSUB 4220
4180 LOCATE 2,0:PRINT "
4190 LOCATE 2,0:COLOR 6:PRINT "[ ";N0;"] ";B$(N0):COLOR 7
4200 RETURN
4210
4220 LINE(XX,300)-(XX+31,310),COL,BF:LINE(XX,300)-(XX+31,310),7,B
4230 LOCATE X1,20:PRINT USING"###";C1*DH
4240 LOCATE X1+2,21:PRINT "I"
4250 LOCATE X1,22:PRINT USING"###";DDH-1
4260 XX=XX+32:X1=X1+4:C1=C1+1:DDH=(C1+1)*DH
4270 IF C1>6 THEN DDH=256
4280 RETURN
4290
4300 '----- 3-DIM IMAGE -----
4310 DIM D%(33,33)
4320 CLS:GOSUB 4140
4330
4340 '----- REPRESENTATION OF COORDINATES -----
4350 COLOR 6:LOCATE 40,8:PRINT "DO YOU NEED 3-DIM SMOOTHING ? "
4360 LOCATE 65,10:INPUT "( Y/N )";YN$:CLS
4370 LOCATE 45,8:PRINT "[ CALCULATING ]":COLOR 7
4380
4390 '----- READ DATA FROM MEMORY (&HE000 - &HE7FF) -----
4400 AX=16*(N0+1):POKE &HD5C2,AX
4410 CALL TDIM:ADR=&HE000
4420 IF YN$="Y" THEN 4430 ELSE 4450
4430 CALL TSMO
4440 MAX=0
4450 FOR Y=1 TO 32
4460 FOR X=1 TO 32
4470 D%(X,Y)=PEEK(ADR)
4480 IF D%(X,Y)>MAX THEN MAX=D%(X,Y)
4490 ADR=ADR+1
4500 NEXT
4510 NEXT
4520 MAXC=4*MAX
4530
4540 CLS:GOSUB 4140
4550 COLOR 7:LOCATE 40,22:PRINT "MAX=";MAX
4560 LOCATE 40,23:PRINT "MAXC=";MAXC
4570 LINE(310,16)-(310,216),7
4580 FOR LY=16 TO 196 STEP 20
4590 LINE(310,LY)-(315,LY+3),7
4600 LINE(310,LY)-(315,LY-3),7
4610 NEXT
4620 LINE(310,216)-(475,315),7
4630 LINE(475,315)-(640,216),7
4640 LINE(310,216)-(475,117),7
4650 LINE(475,117)-(640,216),7
4660
4670 FOR Y=1 TO 32
4680 X1=310+5*Y:Y1=216+3*Y:A=Y1
4690 FOR X=0 TO 32
4700 Y2=A-3-200*D%(X+1,Y)/MAXC

```

```

4710     LINE(X1,Y1)-(X1+5,Y2),7
4720     X1=X1+5:Y1=Y2:A=A-3
4730     NEXT
4740     NEXT
4750
4760     FOR X=1 TO 32
4770     X1=310+5*X:Y1=216-3*X:A=Y1
4780     FOR Y=0 TO 32
4790     Y2=A+3-200*D%(X,Y+1)/MAXC
4800     LINE(X1,Y1)-(X1+5,Y2),7
4810     X1=X1+5:Y1=Y2:A=A+3
4820     NEXT
4830     NEXT
4840
4850     LOCATE 35,0:PRINT USING"###";MAXC:LOCATE 35,13:PRINT "  0"
4860     LOCATE 55,23:INPUT "MAXC=";MAXC
4870     IF MAXC=0 THEN 4900 ELSE 4880
4880     LINE(273,0)-(640,400),0,BF:GOTO 4540
4890
4900     LOCATE 38,23:PRINT "PUSH RTN KEY ..... RETURN TO TRANSFER"
4910     Z$=INKEY$ : IF Z$="" THEN 4910 ELSE 4920
4920     LINE(273,0)-(640,400),0,BF:CLS:GOSUB 4150
4930     ERASE D%:GOTO *M13
4940
4950 *M14  * *****
4960      *   IMAGE SAVE ON DISK   *
4970      * *****
4980     ON ERROR GOTO 5240:CLS 3:FILES 2:PRINT
4990     LOCATE 40, 3:PRINT"  ——— IMAGE SAVE ON DISK  ——— "
5000     LOCATE 40, 5:PRINT "[1]: ";B$(1)
5010     LOCATE 40, 7:PRINT "[2]: ";B$(2)
5020     LOCATE 40, 9:PRINT "[3]: ";B$(3)
5030     LOCATE 40,11:PRINT "[4]: ";B$(4)
5040     LOCATE 40,13:PRINT "[5] ..... DELETE FILE "
5050     LOCATE 40,15:PRINT "[6] ..... RETURN TO MENU "
5060
5070     LOCATE 40,18:INPUT N:IF N=0 OR N>6 THEN 5070
5080     IF N=5 OR N=6 THEN 5110
5090     LOCATE 40,20:INPUT "FILE NAME ";N$
5100     IF N$="" THEN N$=B$(N) ELSE B$(N)=N$:LOCATE 52,20 :PRINT N$
5110     ON N GOTO 5120,5130,5140,5150,5190,1820
5120     DEF SEG=&H2000:GOTO 5160
5130     DEF SEG=&H3000:GOTO 5160
5140     DEF SEG=&H4000:GOTO 5160
5150     DEF SEG=&H5000:GOTO 5160
5160     BSAVE "2:"+N$,&H0,&HFFFF
5170     GOTO *M14
5180
5190     '————— DELETE DISK FILE —————
5200     LOCATE 40,20:INPUT "FILE NAME ";N$
5210     LOCATE 45,22:LINE INPUT " DELETE OK ..(Y/N) ?";OK$
5220     IF OK$<>"Y" AND OK$<>"y" THEN *M14 ELSE KILL "2:"+N$ : GOTO *M14
5230
5240     '————— ERROR CASE —————
5250     LOCATE 40,22:PRINT "MISTYPE OF FILE NAME OR DISK FULL !!"
5260     FOR J=0 TO 8000:NEXT :RESUME *M14
5270
5280 *M15  * *****
5290      *   ENLARGE  · R O I   *
5300      * *****
5310
5320     '————— SELECTION —————
5330     CLS:GOSUB 4140
5340     LINE(273,15)-(640,400),0,BF

```

```

5350     LOCATE 40,2:PRINT " — ENLARGE · ROI —"
5360     LOCATE 40,4:PRINT " ENLARGE * 2 .....(1)"
5370     LOCATE 40,5:PRINT "          * 4 .....(2)"
5380     LOCATE 40,6:PRINT "          * 8 .....(3)"
5390     LOCATE 40,7:PRINT " ROI .....(4)"
5400     LOCATE 40,8:PRINT " RETURN TO TRANSFER ... (5)"
5410     LOCATE 45,11:INPUT ZM
5420     IF ZM=0 OR ZM>6 THEN 5410
5430     DEF SEG=&H1000
5440     ON ZM GOTO 5470,5490,5510,6030,*M10
5450
5460     '***** ENLARGE *****
5470     Z1=&H80:Z2=&H2:Z3=&H80:Z4=&H2:Z5=&H80 '128*128
5480     N=3500:WIN=128:GOTO 5530
5490     Z1=&H40:Z2=&H4:Z3=&H40:Z4=&H4:Z5=&H40 ' 64*64
5500     N=1000:WIN=64 :GOTO 5530
5510     Z1=&H20:Z2=&H8:Z3=&H20:Z4=&H8:Z5=&H20 ' 32*32
5520     N=500 :WIN=32 :GOTO 5530
5530     CLS:PRINT SPC(45);" ↑ "
5540     PRINT SPC(45);" ↔ E:ENLARGE"
5550     PRINT SPC(45);" ↓ R:RETURN TO ENLARGE·ROI"
5560
5570     POKE &HD6E1,Z1:POKE &HD6E5,Z2
5580     POKE &HD6E9,Z3:POKE &HD6ED,Z4:POKE &HD6FE,Z5
5590     DIM A%(N):X=80:Y=80
5600     GET(X,Y)-(X+WIN,Y+WIN),A%:PUT(350,70),A%,PSET
5610     LINE(X,Y)-(X+WIN,Y+WIN),7,B
5620     LINE(349,69)-(351+WIN,71+WIN),7,B
5630
5640     Z$=INKEY$:IF Z$="" THEN 5640
5650     IF Z$="E" OR Z$="e" THEN 5880
5660     IF Z$="R" OR Z$="r" THEN 5720
5670     IF Z$=CHR$(&H1D) THEN S=-1:GOTO 5750
5680     IF Z$=CHR$(&H1C) THEN S=+1:GOTO 5750
5690     IF Z$=CHR$(&H1E) THEN S=-1:GOTO 5810
5700     IF Z$=CHR$(&H1F) THEN S=+1:GOTO 5810 ELSE 5640
5710
5720     PUT(X,Y),A%,PSET
5730     ERASE A%:GOTO *M15
5740
5750     ———— MOVE X ————
5760     PUT(X,Y),A%,PSET
5770     X=X+S:GET(X,Y)-(X+WIN,Y+WIN),A%
5780     PUT(350,70),A%,PSET
5790     LINE(X,Y)-(X+WIN,Y+WIN),7,B:GOTO 5640
5800
5810     ———— MOVE Y ————
5820     PUT(X,Y),A%,PSET
5830     Y=Y+S:GET(X,Y)-(X+WIN,Y+WIN),A%
5840     PUT(350,70),A%,PSET
5850     LINE(X,Y)-(X+WIN,Y+WIN),7,B:GOTO 5640
5860
5870     ———— ENLARGE ————
5880     ADRX=X-16:ADRY=Y-16:VADR=PEEK(&HD072)
5890     POKE &HD6D2,VADR:POKE &HD6DB,ADRX:POKE &HD6DC,ADRY
5900     CALL ENLA : CLS:GOSUB 4140
5910     POKE &HD04A,&H50:POKE &HD072,&H50:POKE &HD079,&H23 'OUT,DOT
5920     LINE(279,15)-(536,271),7,B
5930     CALL IOU:CALL DOTI
5940     POKE &HD079,&H2
5950     LOCATE 45,19:PRINT "ENLARGE";Z2;"TIMES"
5960     LOCATE 35,23:PRINT "PUSH RTN KEY ..... RTN TO ENLARGE·ROI"
5970     Z$=INKEY$ : IF Z$="" THEN 5970 ELSE 5980
5980     POKE &HD04A,VADR:POKE &HD072,VADR

```

```

5990 PUT(X,Y),A%,PSET
6000 ERASE A%:GOTO *M15
6010
6020 ***** R O I *****
6030 CLS:LINE(16,300)-(272,310),0,BF
6040 LOCATE 35,1:PRINT " 8 | D : "
6050 LOCATE 35,2:PRINT " 4 + 6 | DEFINE AREA"
6060 LOCATE 35,3:PRINT " 2 | "
6070 LOCATE 35,4:PRINT " ← → ↓ ↑ : MOVE "
6080 X=450:XL=18:Y=70:YL=18
6090 LOCATE 1,21:PRINT "-----"
6100 LOCATE 1,22:PRINT "NOTE 1 : 1<XL<75 AND 1<YL<75"
6110 LOCATE 1,23:PRINT "NOTE 2 : IN CASE OF PRINT , XL=18"
6120 LINE(X,Y)-(X+XL+1,Y+YL+1),7,B
6130 LOCATE 58,3:PRINT ":(XL,YL)=(";XL;",",";YL;)"
6140 Z$=INKEY$:IF Z$="" THEN 6140
6150 IF Z$="D" OR Z$="d" THEN 6220
6160 IF Z$="4" THEN A=-1:GOTO 6200
6170 IF Z$="6" THEN A= 1:GOTO 6200
6180 IF Z$="8" THEN C=-1:GOTO 6210
6190 IF Z$="2" THEN C= 1:GOTO 6210 ELSE 6140
6200 LINE(X,Y)-(X+XL+1,Y+YL+1),0,B:XL=XL+A:GOTO 6120
6210 LINE(X,Y)-(X+XL+1,Y+YL+1),0,B:YL=YL+C:GOTO 6120
6220 LINE(X-2,Y-2)-(X+XL+3,Y+YL+3),7,BF
6230 N=(((XL+2+7)¥8)*(YL+2)*3+4)¥2+1
6240 DIM A%(N):X=140:Y=140:LINE(449,69)-(470,71+YL),7,B
6250 GET(X,Y)-(X+XL+1,Y+YL+1),A%:PUT(450,70),A%,PSET
6260 LINE(X,Y)-(X+XL+1,Y+YL+1),7,B
6270 LOCATE 1,19:PRINT "C:COUNTS E:ENLARGE L:LPRINT"
6280 LOCATE 1,20:PRINT "R:RETURN TO ENLARGE·ROI"
6290
6300 LOCATE 58,2:PRINT ":(X,Y)=(";X-16;",",";Y-16;)"
6310 Z$=INKEY$:IF Z$="" THEN 6310
6320 IF Z$="C" OR Z$="c" THEN *COUN
6330 IF Z$="E" OR Z$="e" THEN *ENLA
6340 IF Z$="L" OR Z$="l" THEN *LPRI
6350 IF Z$="R" OR Z$="r" THEN *ZORO
6360 IF Z$=CHR$(8&H1D)THEN S=-1:GOTO 6410
6370 IF Z$=CHR$(8&H1C)THEN S=+1:GOTO 6410
6380 IF Z$=CHR$(8&H1E)THEN S=-1:GOTO 6470
6390 IF Z$=CHR$(8&H1F)THEN S=+1:GOTO 6470 ELSE 6300
6400
6410 ----- MOVE X-AXIS -----
6420 LINE(X,Y)-(X+XL+1,Y+YL+1),0,B:PUT(X,Y),A%,PSET
6430 X=X+S:GET(X,Y)-(X+XL+1,Y+YL+1),A%
6440 PUT(450,70),A%,PSET
6450 LINE(X,Y)-(X+XL+1,Y+YL+1),7,B:GOTO 6300
6460
6470 ----- MOVE Y-AXIS -----
6480 PUT(X,Y),A%,PSET
6490 Y=Y+S:GET(X,Y)-(X+XL+1,Y+YL+1),A%
6500 PUT(450,70),A%,PSET
6510 LINE(X,Y)-(X+XL+1,Y+YL+1),7,B:GOTO 6300
6520
6530 *ZORO · ----- CLEAR AND RETURN TO ENLARGE·ROI -----
6540 LINE(330,0)-(639,399),0,BF
6550 PUT(X,Y),A%,PSET:ERASE A%:GOTO *M15
6560
6570 *COUN · ----- TOTAL COUNTS IN DECIDE AREA -----
6580 DEF SEG=SEGMENT :SUM=0
6590 ADR=256*(Y-15)+X-15
6600 FOR J=1 TO YL
6610 FOR K=1 TO XL
6620 A=PEEK(ADR)

```



```

6630     ADR=ADR+1
6640     SUM=SUM+A
6650     NEXT
6660     ADR=ADR+256-XL:BEEP 1:BEEP 0
6670     NEXT
6680     LOCATE 50,22:PRINT "    TOTAL COUNTS = ";SUM
6690     GOTO 6310
6700
6710 *ENLA ' _____ ENLARGE OF IMAGE _____
6720     DEF SEG=SEGMENT
6730     ADR=256*(Y-15)+X-15
6740     LINE(398,148)-(402+3*XL,152+3*YL),7,BF
6750     PX=400:PY=150
6760     FOR J=1 TO YL
6770         FOR K=1 TO XL
6780             A=PEEK(ADR)
6790             C=A\DH
6800             IF C=2 THEN C=5:GOTO 6870
6810             IF C=3 THEN C=4:GOTO 6870
6820             IF C=4 THEN C=6:GOTO 6870
6830             IF C=5 THEN C=3:GOTO 6870
6840             IF C=6 THEN C=2:GOTO 6870
6850             IF C>=7 THEN C=7
6860             LOCATE 41,10:PRINT "3 TIMES"
6870             LINE(PX,PY)-(PX+2,PY+2),C,BF
6880             PX=PX+3:ADR=ADR+1
6890         NEXT
6900     PX=400:PY=PY+3:ADR=ADR+256-XL
6910     NEXT
6920     GOTO 6310
6930
6940 *LPRI ' _____ PRINT IN DEFINE AREA _____
6950     IF XL=18 THEN 6960 ELSE *ZERO
6960     DEF SEG=SEGMENT :SUM=0
6970     ADR=256*(Y-15)+X-15
6980     FOR J=1 TO YL
6990         FOR K=1 TO XL
7000             A=PEEK(ADR)
7010             LPRINT USING " ###";A;
7020             ADR=ADR+1
7030             SUM=SUM+A
7040         NEXT
7050     ADR=ADR+238:LPRINT
7060     NEXT
7070     LPRINT :LPRINT "    TOTAL COUNTS = ";SUM
7080     GOTO 6310
7090
7100 *M16 ' *****
7110 '      *    DISTRIBUTION    *
7120 '      *****
7130     CLS:DIM C(256)
7140     LOCATE 45,0:PRINT " [ CALCULATING ]"
7150     DEF SEG=&H1000:MAX=0:DS=(N0+1)*16:POKE &HD712,DS
7160     CALL DIST:TOTAL=0
7170     FOR J=0 TO 255
7180         A=PEEK(&HE800+J*2):B=PEEK(&HE801+J*2)
7190         C(J)=256*B+A:TOTAL=TOTAL+C(J)
7200         IF C(J)>=MAX THEN MAX=C(J):JJ=J
7210     NEXT
7220
7230 ' ***** GRAPHIC *****
7240     CLS:GOSUB 4140
7250     COLOR 6:LOCATE 42,0:PRINT " [ DISTRIBUTION ]":COLOR 7
7260     LINE(340,16)-(596,272),7,B

```

```

7270     IF MAX<10     THEN JYO=1 :GOTO 7300
7280     IF MAX<100    THEN JYO=10 :GOTO 7300
7290     IF MAX<1000   THEN JYO=100 ELSE JYO=1000
7300     MXI=(INT(MAX/JYO+1))*JYO
7310
7320     LOCATE 37,1: PRINT MXI
7330     LOCATE 35,8 :PRINT "    f  "
7340     LOCATE 35,10:PRINT "    (n)"
7350     LOCATE 35,17:PRINT "    0  "
7360     LOCATE 38,18:PRINT "    0          128          255"
7370     LOCATE 38,19:PRINT "          ( COUNTS/PIXEL )"
7380     LOCATE 57,1:PRINT "TOTAL=";TOTAL
7390     LOCATE 57,2:PRINT "MAX:C(";JJ;")=";MAX
7400     LOCATE 57,3:PRINT "SEARCHING ←|→"
7410     LOCATE 57,4:PRINT "C(100)=";C(100)
7420     LOCATE 45,22:PRINT "_____."
7430     LOCATE 45,23:PRINT "M:RETURN TO MENU P:PRINT"
7440     FOR J=0 TO 255
7450         Y=272-256*(C(J)/MXI)
7460         PSET(341+J,Y),6
7470     NEXT
7480     X=441:J=100:Y=272-256*(C(J)/MXI)-1
7490     LINE(X,Y)-(X,Y-15),2
7500     Z$=INKEY$:IF Z$="" THEN 7500
7510     IF Z$="M" OR Z$="m" THEN 7650
7520     IF Z$="P" OR Z$="p" THEN 7670
7530     IF Z$=CHR$(&H1D) THEN LINE(X,Y)-(X,Y-15),0:X=X-1:J=J-1:GOTO 7570
7540     IF Z$=CHR$(&H1C) THEN LINE(X,Y)-(X,Y-15),0:X=X+1:J=J+1:GOTO 7570
7550     GOTO 7500
7560
7570     IF J=256 THEN J=255:X=596
7580     IF J=-1 THEN J=0:X=341
7590     Y=272-256*(C(J)/MXI)-1
7600     LINE(X,Y)-(X,Y-15),2
7610     LOCATE 57,4:PRINT "          "
7620     LOCATE 57,4:PRINT "C(";J;")=";C(J) "
7630     GOTO 7500
7640
7650     LINE(280,0)-(640,400),0,BF
7660     ERASE C:GOTO 1820
7670
7680     FOR A=1 TO 30
7690         FOR B=1 TO 10
7700             J=(A-1)*10+B:IF J=256 THEN 7710
7710             LPRINT"C(";:LPRINT USING"###";J;:LPRINT ")=";
7720             LPRINT USING"#####";C(J);:LPRINT " ";
7730             NEXT:LPRINT
7740         NEXT
7750     GOTO 1820
7760
7770 *M17 * *****
7780 *      *      HARD COPY      *
7790 *      *      *****
7800     LOCATE 55,15:PRINT "HARD COPY"
7810     DEF SEG=SEGMENT:ADR=0:N=1
7820     LPRINT CHR$(&H1B);"c512512";
7830     FOR J=1 TO 256
7840         R=PEEK(ADR)
7850         L=R¥DH
7860         ADR=ADR+1
7870         IF L=0 THEN L=0:GOTO 7950
7880         IF L=1 THEN L=6:GOTO 7950
7890         IF L=2 THEN L=6:GOTO 7950
7900         IF L=3 THEN L=2:GOTO 7950

```

```

7910     IF L=4 THEN L=3:GOTO 7950
7920     IF L=5 THEN L=5:GOTO 7950
7930     IF L=6 THEN L=1:GOTO 7950
7940     IF L>=7 THEN L=7
7950     P%(J)=L
7960     NEXT J
7970     FOR I=1 TO 2
7980         FOR J=1 TO 256
7990             L=P%(J)
8000             LPRINT CHR$(L);
8010             LPRINT CHR$(L);
8020         NEXT
8030     NEXT
8040     N=N+1:IF N=257 THEN 8060
8050     GOTO 7830
8060     GOTO *M13
8070
8080 *M18 .      *****
8090 .          *      PROFILE      *
8100 .          *****
8110     GOSUB 8320
8120     CONSOLE 0,25:CLS
8130     LOCATE 2,0:COLOR 5:PRINT "[ ";NO;" ]:";B$(NO):COLOR 7
8140     LINE(280,0)-(639,399),0,BF
8150     LINE(16,300)-(272,310),0,BF
8160     LINE(16,16)-(271,271),7,B
8170     LOCATE 40,0:PRINT "X=";X-16;"    WX=";WX;"    Y=";Y-16;"    WY=";WY;"
8180     LOCATE 0,18
8190     PRINT "      8      |      "
8200     PRINT "      4 + 6 : WINDOW |      NOTE      "
8210     PRINT "      2      |      1<WX<10      "
8220     PRINT "      ← → : MOVE      |      1<WY<16      "
8230     PRINT " _____|_____ "
8240     PRINT "      M:RETURN MENU      G:GRAPHIC      "
8250     GOTO *INKEY
8260
8270 .      *****
8280 .      *      SUBROUTINE OF PROFILE      *
8290 .      *****
8300
8310 ****** INITIAL CONDITIONS *****
8320     X=140:Y=140:WX=5:WY=5:C=7
8330     XX=0:YY=0:XX1=280:YY1=15:GOSUB *BOX:YY=272:YY1=280:GOSUB *BOX
8340     XX=0:YY=0:XX1=15:YY1=280:GOSUB *BOX:XX=272:XX1=280:GOSUB *BOX
8350     XX=140:YY=0:YY1=15:GOSUB *YAX:YY=272:YY1=280:GOSUB *YAX
8360     XX=146:YY=0:YY1=15:GOSUB *YAX:YY=272:YY1=280:GOSUB *YAX
8370     YY=140:XX=0:XX1=15:GOSUB *XAX:XX=272:XX1=280:GOSUB *XAX
8380     YY=146:XX=0:XX1=15:GOSUB *XAX:XX=272:XX1=280:GOSUB *XAX
8390     RETURN
8400
8410 *BOX .      _____ CLEAR AND RETURN _____
8420     LINE(XX,YY)-(XX1,YY1),0,BF:RETURN
8430 *YAX .      _____ DRAW Y-AXIS _____
8440     LINE(XX,YY)-(XX,YY1),C,:RETURN
8450 *XAX .      _____ DRAW X-AXIS _____
8460     LINE(XX,YY)-(XX1,YY),C,:RETURN
8470
8480 *INKEY ****** MENU IN PROFILE *****
8490     Z$=INKEY$
8500     IF Z$="4" THEN A=-1:GOTO *WINX
8510     IF Z$="6" THEN A=+1:GOTO *WINX
8520     IF Z$="2" THEN A=+1:GOTO *WINY
8530     IF Z$="8" THEN A=-1:GOTO *WINY
8540     IF Z$=CHR$(&H1D) THEN B=-1:GOTO *MOVEX

```

```

8550 IF Z$=CHR$(&H1C) THEN B=+1:GOTO *MOVEX
8560 IF Z$=CHR$(&H1E) THEN B=-1:GOTO *MOVEY
8570 IF Z$=CHR$(&H1F) THEN B=+1:GOTO *MOVEY
8580 IF Z$="M" THEN *RTNM
8590 IF Z$="G" THEN *GRAPHIC
8600 IF Z$="D" THEN *DRAW
8610 IF Z$="C" THEN *COUNT
8620 IF Z$="K" THEN *KAKUDAI
8630 IF Z$="T" THEN *TOTAL
8640 GOTO 8490
8650 .
8660 *WINX '----- WIDTH OF X-AXIS -----
8670 XX=X+WX+1:YY=0:YY1=15:C=0:GOSUB *YAX:YY=272:YY1=280:GOSUB *YAX
8680 WX=WX+A
8690 IF WX<=2 THEN WX=2
8700 IF WX>=10 THEN WX=9
8710 LOCATE 40,0:PRINT "X=";X-16;" WX=";WX;" Y=";Y-16;" WY=";WY;" "
8720 XX=X+WX+1:YY=0:YY1=15:C=7:GOSUB *YAX:YY=272:YY1=280:GOSUB *YAX
8730 GOTO 8490
8740 .
8750 *WINY '----- WIDTH OF Y-AXIS -----
8760 XX=0:YY=Y+WY+1:XX1=15:C=0:GOSUB *XAX:XX=272:XX1=280:GOSUB *XAX
8770 WY=WY+A
8780 IF WY<=2 THEN WY=2
8790 IF WY>=16 THEN WY=15
8800 LOCATE 40,0:PRINT "X=";X-16;" WX=";WX;" Y=";Y-16;" WY=";WY;" "
8810 XX=0:YY=Y+WY+1:XX1=15:C=7:GOSUB *XAX:XX=272:XX1=280:GOSUB *XAX
8820 GOTO 8490
8830 .
8840 *MOVEX '----- MOVE X-AXIS -----
8850 XX=X:YY=0:XX1=X+WX+1:YY1=15:GOSUB *BOX:YY=272:YY1=280:GOSUB *BOX
8860 X=X+B:C=7
8870 LOCATE 40,0:PRINT "X=";X-16;" WX=";WX;" Y=";Y-16;" WY=";WY;" "
8880 XX=X:YY=0:YY1=15:GOSUB *YAX:YY=272:YY1=280:GOSUB *YAX
8890 XX=X+WX+1:YY=0:YY1=15:GOSUB *YAX:YY=272:YY1=280:GOSUB *YAX
8900 .
8910 N=((((WX+7)*8)*256*3+4)*2+1:DIM B%(N)
8920 LINE(290,16)-(330,272),0,BF
8930 GET(X+1,16)-(X+WX-1,272),B%
8940 PUT(311,16),B%,PSET:ERASE B%
8950 GOTO 8490
8960 .
8970 *MOVEY '----- MOVE Y-AXIS -----
8980 XX=0:YY=Y:XX1=15:YY1=Y+WY+1:GOSUB *BOX:XX=272:XX1=280:GOSUB *BOX
8990 Y=Y+B:C=7
9000 LOCATE 40,0:PRINT "X=";X-16;" WX=";WX;" Y=";Y-16;" WY=";WY;" "
9010 XX=0:YY=Y:XX1=15:GOSUB *XAX:XX=272:XX1=280:GOSUB *XAX
9020 XX=0:YY=Y+WY+1:XX1=15:GOSUB *XAX:XX=272:XX1=280:GOSUB *XAX
9030 .
9040 N=((((256+7)*8)*WY*3+4)*2+1:DIM B%(N)
9050 LINE(340,290)-(639,399),0,BF
9060 GET(16,Y+1)-(272,Y+WY-1),B%
9070 PUT(340,290),B%,PSET:ERASE B%
9080 GOTO 8490
9090 .
9100 *RTNM '***** RETURN TO MENU *****
9110 C=0
9120 XX=X:YY=0:YY1=15:GOSUB *YAX:YY=272:YY1=280:GOSUB *YAX
9130 XX=X+WX+1:YY=0:YY1=15:GOSUB *YAX:YY=272:YY1=280:GOSUB *YAX
9140 XX=0:YY=Y:XX1=15:GOSUB *XAX:XX=272:XX1=280:GOSUB *XAX
9150 XX=0:YY=Y+WY+1:XX1=15:GOSUB *XAX:XX=272:XX1=280:GOSUB *XAX
9160 C=7:GOTO 1820
9170 .
9180 *GRAPHIC '***** GRAPH OF DENSITY PROFILE *****

```

```

9190 DIM A(256)
9200 LINE(340,16)-(596,272),7,B
9210 CLS
9220 MAX=0:MIN=10000:ADR=8H0
9230 LOCATE 2,0 :COLOR 5:PRINT "[";NO:"]:";B$(NO):COLOR 7
9240 LOCATE 2,19:PRINT "_____ "
9250 LOCATE 2,20:PRINT " Y ....(1) X ....(2) "
9260 LOCATE 2,22:PRINT "_____ "
9270 LOCATE 2,21:INPUT " RETURN TO PROFILE ... (3) ";N
9280 CLS:ON N GOSUB 9320,9620,9300
9290 GOTO 9220
9300 ERASE A : GOTO *M18
9310
9320 ' ----- PROFILE OF Y-AXIS -----
9330 N=((((WX+7)¥8)*256*3+4)¥2+1:DIM B%(N)
9340 LINE(290,16)-(330,272),0,BF
9350 LINE(310,290)-(639,399),0,BF
9360 GET(X+1,16)-(X+WX-1,271),B%
9370 PUT(311,16),B%,PSET
9380 DEF SEG=SEGMENT
9390 FOR J=1 TO 256
9400 A(J)=0:ADR=256*(J-1)+X-15:BEEP 1:BEEP 0
9410 FOR K=1 TO WX
9420 A(J)=A(J)+PEEK(ADR):ADR=ADR+1
9430 NEXT K
9440 IF MAX<=A(J) THEN MAX=A(J)
9450 IF MIN>=A(J) THEN MIN=A(J)
9460 SUM=SUM+A(J)
9470 NEXT J
9480 ERASE B%
9490
9500 LINE(340,16)-(596,272),0,BF
9510 LINE(340,16)-(596,272),7,B
9520 IF MAX=MIN THEN MAX=MAX+410
9530 FOR J=1 TO 256
9540 P=410/(MAX-MIN)*A(J)/2
9550 LINE(340,J+15)-(340+P,J+15),5
9560 NEXT J
9570 LOCATE 41,0:PRINT MIN;SPC(28);MAX
9580 LOCATE 45,20:PRINT "Y-PROFILE X=";X;" WY=";WY;" "
9590 LOCATE 45,22:PRINT "TOTAL COUNTS = " ;SUM
9600 RETURN
9610
9620 ' ----- PROFILE OF X-AXIS -----
9630 N=((((256+7)¥8)*WY*3+4)¥2+1:DIM B%(N)
9640 LINE(290,16)-(330,272),0,BF
9650 LINE(340,290)-(639,399),0,BF
9660 GET(16,Y+1)-(272,Y+WY-1),B%
9670 PUT(340,290),B%,PSET
9680 DEF SEG=SEGMENT
9690 FOR J=1 TO 256
9700 A(J)=0:ADR=256*(Y-15)+J-1:BEEP 1:BEEP 0
9710 FOR K=1 TO WY
9720 A(J)=A(J)+PEEK(ADR):ADR=ADR+256
9730 NEXT K
9740 IF MAX<=A(J) THEN MAX=A(J)
9750 IF MIN>=A(J) THEN MIN=A(J)
9760 SUM=SUM+A(J)
9770 NEXT J
9780 ERASE B%
9790
9800 LINE(340,16)-(596,272),0,BF
9810 LINE(340,16)-(596,272),7,B
9820 IF MAX=MIN THEN MAX=MAX+410

```

```

9830   FOR J=1 TO 256
9840     P=410/(MAX-MIN)*A(J)/2
9850     LINE(340+J,272)-(340+J,272-P),6
9860   NEXT J
9870     LOCATE 38,0:PRINT USING"####";MAX
9880     LOCATE 38,16:PRINT USING"####";MIN
9890     LOCATE 45,20:PRINT "X-PROFILE   Y=";Y;" WY=";" "
9900     LOCATE 45,22:PRINT "TOTAL COUNTS = "; SUM
9910   RETURN
9920

```

## B. 2 機械語プログラムリスト

D000	B000	MOV	AL,00	D058	88C8	MOV	AL,CL
D002	E6D0	OUT	D0,AL	D05A	E6D4	OUT	D4,AL
D004	CF	IRET		D05C	89CB	MOV	BX,CX
D005	90	NOP		D05E	8A07	MOV	AL,[BX]
D006	B002	MOV	AL,02	D060	E6D6	OUT	D6,AL
D008	E6D0	OUT	D0,AL	D062	E2F0	LOOP	D054
D00A	CF	IRET		D064	B000	MOV	AL,00
D00B	90	NOP		D066	E6D0	OUT	D0,AL
D00C	B003	MOV	AL,03	D068	CF	IRET	
D00E	E6D0	OUT	D0,AL	D069	90	NOP	
D010	CF	IRET		D06A	90	NOP	
D011	90	NOP		D06B	90	NOP	
D012	B004	MOV	AL,04	D06C	90	NOP	
D014	E6D0	OUT	D0,AL	D06D	90	NOP	
D016	CF	IRET		D06E	90	NOP	
D017	90	NOP		D06F	90	NOP	
D018	B006	MOV	AL,06	D070	B80020	MOV	AX,2000
D01A	E6D0	OUT	D0,AL	D073	8ED8	MOV	DS,AX
D01C	CF	IRET		D075	BE0000	MOV	SI,0000
D01D	90	NOP		D078	BF0205	MOV	DI,0502
D01E	B007	MOV	AL,07	D07B	B60A	MOV	DH,0A
D020	E6D0	OUT	D0,AL	D07D	B9FF00	MOV	CX,00FF
D022	CF	IRET		D080	51	PUSH	CX
D023	90	NOP		D081	B92000	MOV	CX,0020
D024	90	NOP		D084	51	PUSH	CX
D025	B80020	MOV	AX,2000	D085	B800A8	MOV	AX,A800
D028	8ED8	MOV	DS,AX	D088	8EC0	MOV	ES,AX
D02A	B008	MOV	AL,08	D08A	30DB	XOR	BL,BL
D02C	E6D0	OUT	D0,AL	D08C	B90800	MOV	CX,0008
D02E	B9FFFF	MOV	CX,FFFF	D08F	E85E00	CALL	D0F0
D031	88E8	MOV	AL,CH	D092	E86B00	CALL	D100
D033	E6D2	OUT	D2,AL	D095	E8B800	CALL	D150
D035	88C8	MOV	AL,CL	D098	46	INC	SI
D037	E6D4	OUT	D4,AL	D099	E2F4	LOOP	D08F
D039	E4D6	IN	AL,D6	D09B	26	ES:	
D03B	89CB	MOV	BX,CX	D09C	881D	MOV	[DI],BL
D03D	8807	MOV	[BX],AL	D09E	90	NOP	
D03F	E2F0	LOOP	D031	D09F	90	NOP	
D041	B000	MOV	AL,00	D0A0	83EE08	SUB	SI,0008
D043	E6D0	OUT	D0,AL	D0A3	B800B0	MOV	AX,B000
D045	CF	IRET		D0A6	8EC0	MOV	ES,AX
D046	90	NOP		D0A8	30DB	XOR	BL,BL
D047	90	NOP		D0AA	B90800	MOV	CX,0008
D048	B80020	MOV	AX,2000	D0AD	E84000	CALL	D0F0
D04B	8ED8	MOV	DS,AX	D0B0	E84D00	CALL	D100
D04D	B008	MOV	AL,08	D0B3	E8CA00	CALL	D180
D04F	E6D0	OUT	D0,AL	D0B6	46	INC	SI
D051	B9FFFF	MOV	CX,FFFF	D0B7	E2F4	LOOP	D0AD
D054	88E8	MOV	AL,CH	D0B9	26	ES:	
D056	E6D2	OUT	D2,AL	D0BA	881D	MOV	[DI],BL

D0BC 90	NOP		D132 C3	RET	
D0BD 90	NOP		D133 B240	MOV	DL, 40
D0BE 90	NOP		D135 C3	RET	
D0BF 90	NOP		D136 B220	MOV	DL, 20
D0C0 83EE08	SUB	SI, 0008	D138 C3	RET	
D0C3 B800B8	MOV	AX, B800	D139 B210	MOV	DL, 10
D0C6 8EC0	MOV	ES, AX	D13B C3	RET	
D0C8 30DB	XOR	BL, BL	D13C B208	MOV	DL, 08
D0CA B90800	MOV	CX, 0008	D13E C3	RET	
D0CD E82000	CALL	D0F0	D13F B204	MOV	DL, 04
D0D0 E82D00	CALL	D100	D141 C3	RET	
D0D3 E8DA00	CALL	D1B0	D142 B202	MOV	DL, 02
D0D6 46	INC	SI	D144 C3	RET	
D0D7 E2F4	LOOP	D0CD	D145 B201	MOV	DL, 01
D0D9 26	ES:		D147 C3	RET	
D0DA 881D	MOV	[DI], BL	D148 0000	ADD	[BX+SI], AL
D0DC 90	NOP		D14A 0000	ADD	[BX+SI], AL
D0DD 90	NOP		D14C 0000	ADD	[BX+SI], AL
D0DE 90	NOP		D14E 0000	ADD	[BX+SI], AL
D0DF 90	NOP		D150 3C07	CMP	AL, 07
D0E0 47	INC	DI	D152 7319	JAE	D16D
D0E1 59	POP	CX	D154 3C06	CMP	AL, 06
D0E2 E2A0	LOOP	D084	D156 7417	JE	D16F
D0E4 83C730	ADD	DI, 0030	D158 3C05	CMP	AL, 05
D0E7 59	POP	CX	D15A 7411	JE	D16D
D0E8 E296	LOOP	D080	D15C 3C04	CMP	AL, 04
D0EA CF	IRET		D15E 740F	JE	D16F
D0EB 90	NOP		D160 3C03	CMP	AL, 03
D0EC 90	NOP		D162 740B	JE	D16F
D0ED 90	NOP		D164 3C02	CMP	AL, 02
D0EE 90	NOP		D166 7405	JE	D16D
D0EF 90	NOP		D168 3C01	CMP	AL, 01
D0F0 31C0	XOR	AX, AX	D16A 7401	JE	D16D
D0F2 3E	DS:		D16C C3	RET	
D0F3 8A04	MOV	AL, [SI]	D16D 00D3	ADD	BL, DL
D0F5 F6F6	DIV	DH	D16F C3	RET	
D0F7 C3	RET		D170 90	NOP	
D0F8 0000	ADD	[BX+SI], AL	D171 90	NOP	
D0FA 0000	ADD	[BX+SI], AL	D172 90	NOP	
D0FC 0000	ADD	[BX+SI], AL	D173 90	NOP	
D0FE 0000	ADD	[BX+SI], AL	D174 90	NOP	
D100 83F908	CMP	CX, 0008	D175 90	NOP	
D103 742B	JE	D130	D176 0000	ADD	[BX+SI], AL
D105 83F907	CMP	CX, 0007	D178 0000	ADD	[BX+SI], AL
D108 7429	JE	D133	D17A 0000	ADD	[BX+SI], AL
D10A 83F906	CMP	CX, 0006	D17C 0000	ADD	[BX+SI], AL
D10D 7427	JE	D136	D17E 0000	ADD	[BX+SI], AL
D10F 83F905	CMP	CX, 0005	D180 3C07	CMP	AL, 07
D112 7425	JE	D139	D182 7319	JAE	D19D
D114 83F904	CMP	CX, 0004	D184 3C06	CMP	AL, 06
D117 7423	JE	D13C	D186 7415	JE	D19D
D119 83F903	CMP	CX, 0003	D188 3C05	CMP	AL, 05
D11C 7421	JE	D13F	D18A 7411	JE	D19D
D11E 83F902	CMP	CX, 0002	D18C 3C04	CMP	AL, 04
D121 741F	JE	D142	D18E 740D	JE	D19D
D123 83F901	CMP	CX, 0001	D190 3C03	CMP	AL, 03
D126 741D	JE	D145	D192 740B	JE	D19F
D128 90	NOP		D194 3C02	CMP	AL, 02
D129 90	NOP		D196 7407	JE	D19F
D12A 90	NOP		D198 3C01	CMP	AL, 01
D12B 90	NOP		D19A 7403	JE	D19F
D12C 0000	ADD	[BX+SI], AL	D19C C3	RET	
D12E 0000	ADD	[BX+SI], AL	D19D 00D3	ADD	BL, DL
D130 B280	MOV	DL, 80	D19F C3	RET	



D1A0 0000	ADD	[BX+SI],AL	D228 CF	IRET	
D1A2 0000	ADD	[BX+SI],AL	D229 90	NOP	
D1A4 0000	ADD	[BX+SI],AL	D22A 90	NOP	
D1A6 0000	ADD	[BX+SI],AL	D22B 90	NOP	
D1A8 0000	ADD	[BX+SI],AL	D22C 90	NOP	
D1AA 0000	ADD	[BX+SI],AL	D22D 90	NOP	
D1AC 0000	ADD	[BX+SI],AL	D22E 90	NOP	
D1AE 0000	ADD	[BX+SI],AL	D22F 90	NOP	
D1B0 3C07	CMP	AL,07	D230 31C0	XOR	AX,AX
D1B2 7319	JAE	D1CD	D232 3E	DS:	
D1B4 3C06	CMP	AL,06	D233 8A04	MOV	AL,[SI]
D1B6 7417	JE	D1CF	D235 01C3	ADD	BX,AX
D1B8 3C05	CMP	AL,05	D237 31C0	XOR	AX,AX
D1BA 7413	JE	D1CF	D239 46	INC	SI
D1BC 3C04	CMP	AL,04	D23A 3E	DS:	
D1BE 740D	JE	D1CD	D23B 8A04	MOV	AL,[SI]
D1C0 3C03	CMP	AL,03	D23D 01C3	ADD	BX,AX
D1C2 7409	JE	D1CD	D23F 01C3	ADD	BX,AX
D1C4 3C02	CMP	AL,02	D241 31C0	XOR	AX,AX
D1C6 7405	JE	D1CD	D243 46	INC	SI
D1C8 3C01	CMP	AL,01	D244 3E	DS:	
D1CA 7403	JE	D1CF	D245 8A04	MOV	AL,[SI]
D1CC C3	RET		D247 01C3	ADD	BX,AX
D1CD 00D3	ADD	BL,DL	D249 C3	RET	
D1CF C3	RET		D24A 90	NOP	
D1D0 0000	ADD	[BX+SI],AL	D24B 90	NOP	
D1D2 0000	ADD	[BX+SI],AL	D24C 90	NOP	
D1D4 0000	ADD	[BX+SI],AL	D24D 90	NOP	
D1D6 0000	ADD	[BX+SI],AL	D24E 90	NOP	
D1D8 0000	ADD	[BX+SI],AL	D24F 90	NOP	
D1DA 0000	ADD	[BX+SI],AL	D250 B80020	MOV	AX,2000
D1DC 0000	ADD	[BX+SI],AL	D253 8ED8	MOV	DS,AX
D1DE 0000	ADD	[BX+SI],AL	D255 B80050	MOV	AX,5000
D1E0 B80020	MOV	AX,2000	D258 8EC0	MOV	ES,AX
D1E3 8ED8	MOV	DS,AX	D25A BE0000	MOV	SI,0000
D1E5 B80050	MOV	AX,5000	D25D B9FFFF	MOV	CX,FFFF
D1E8 8EC0	MOV	ES,AX	D260 3E	DS:	
D1EA B210	MOV	DL,10	D261 8A04	MOV	AL,[SI]
D1EC BF0101	MOV	DI,0101	D263 3C46	CMP	AL,46
D1EF BE0000	MOV	SI,0000	D265 7705	JA	D26C
D1F2 B9FE00	MOV	CX,00FE	D267 B0FF	MOV	AL,FF
D1F5 51	PUSH	CX	D269 E90200	JMP	D26E
D1F6 B9FE00	MOV	CX,00FE	D26C B000	MOV	AL,00
D1F9 31DB	XOR	BX,BX	D26E 26	ES:	
D1FB 56	PUSH	SI	D26F 8804	MOV	[SI],AL
D1FC E83100	CALL	D230	D271 46	INC	SI
D1FF 81C6FE00	ADD	SI,00FE	D272 E2EC	LOOP	D260
D203 E82A00	CALL	D230	D274 CF	IRET	
D206 83EE02	SUB	SI,0002	D275 90	NOP	
D209 E82400	CALL	D230	D276 90	NOP	
D20C 81C6FE00	ADD	SI,00FE	D277 90	NOP	
D210 E81D00	CALL	D230	D278 90	NOP	
D213 89D8	MOV	AX,BX	D279 90	NOP	
D215 F6F2	DIV	DL	D27A 90	NOP	
D217 26	ES:		D27B 90	NOP	
D218 8805	MOV	[DI],AL	D27C 90	NOP	
D21A 47	INC	DI	D27D 90	NOP	
D21B 5E	POP	SI	D27E 90	NOP	
D21C 46	INC	SI	D27F 90	NOP	
D21D E2DA	LOOP	D1F9	D280 B80020	MOV	AX,2000
D21F 83C702	ADD	DI,0002	D283 8ED8	MOV	DS,AX
D222 83C602	ADD	SI,0002	D285 B80050	MOV	AX,5000
D225 59	POP	CX	D288 8EC0	MOV	ES,AX
D226 E2CD	LOOP	D1F5	D28A B20A	MOV	DL,0A

D28C B61E	MOV	DH,1E	D2FF 3E	DS:	
D28E B9FFFF	MOV	CX,FFFF	D300 8A04	MOV	AL,[SI]
D291 BE0000	MOV	SI,0000	D302 3C00	CMP	AL,00
D294 3E	DS:		D304 7511	JNE	D317
D295 8A04	MOV	AL,[SI]	D306 46	INC	SI
D297 38F0	CMP	AL,DH	D307 3E	DS:	
D299 7707	JA	D2A2	D308 8A04	MOV	AL,[SI]
D29B 38C2	CMP	DL,AL	D30A 3C00	CMP	AL,00
D29D 7703	JA	D2A2	D30C 7509	JNE	D317
D29F E90200	JMP	D2A4	D30E 90	NOP	
D2A2 B000	MOV	AL,00	D30F B000	MOV	AL,00
D2A4 26	ES:		D311 5E	POP	SI
D2A5 8804	MOV	[SI],AL	D312 3E	DS:	
D2A7 46	INC	SI	D313 8804	MOV	[SI],AL
D2A8 E2EA	LOOP	D294	D315 56	PUSH	SI
D2AA CF	IRET		D316 90	NOP	
D2AB 90	NOP		D317 5E	POP	SI
D2AC 90	NOP		D318 46	INC	SI
D2AD 90	NOP		D319 E2A4	LOOP	D2BF
D2AE 90	NOP		D31B 59	POP	CX
D2AF 90	NOP		D31C 46	INC	SI
D2B0 B80020	MOV	AX,2000	D31D 46	INC	SI
D2B3 8ED8	MOV	DS,AX	D31E E29B	LOOP	D2BB
D2B5 BE0101	MOV	SI,0101	D320 CF	IRET	
D2B8 B9FD00	MOV	CX,00FD	D321 90	NOP	
D2BB 51	PUSH	CX	D322 90	NOP	
D2BC B9FD00	MOV	CX,00FD	D323 90	NOP	
D2BF 56	PUSH	SI	D324 90	NOP	
D2C0 3E	DS:		D325 90	NOP	
D2C1 8A04	MOV	AL,[SI]	D326 90	NOP	
D2C3 3C00	CMP	AL,00	D327 90	NOP	
D2C5 7450	JE	D317	D328 90	NOP	
D2C7 4E	DEC	SI	D329 90	NOP	
D2C8 3E	DS:		D32A 90	NOP	
D2C9 8A04	MOV	AL,[SI]	D32B 90	NOP	
D2CB 3C00	CMP	AL,00	D32C 90	NOP	
D2CD 7548	JNE	D317	D32D 90	NOP	
D2CF 46	INC	SI	D32E 90	NOP	
D2D0 46	INC	SI	D32F 90	NOP	
D2D1 3E	DS:		D330 B80020	MOV	AX,2000
D2D2 8A04	MOV	AL,[SI]	D333 8ED8	MOV	DS,AX
D2D4 3C00	CMP	AL,00	D335 BE0000	MOV	SI,0000
D2D6 753F	JNE	D317	D338 B000	MOV	AL,00
D2D8 81EE0201	SUB	SI,0102	D33A B9FF0F	MOV	CX,0FFF
D2DC 3E	DS:		D33D 3E	DS:	
D2DD 8A04	MOV	AL,[SI]	D33E 8804	MOV	[SI],AL
D2DF 3C00	CMP	AL,00	D340 46	INC	SI
D2E1 7534	JNE	D317	D341 E2FA	LOOP	D33D
D2E3 46	INC	SI	D343 90	NOP	
D2E4 3E	DS:		D344 90	NOP	
D2E5 8A04	MOV	AL,[SI]	D345 BE00FF	MOV	SI,FF00
D2E7 3C00	CMP	AL,00	D348 B9FF00	MOV	CX,00FF
D2E9 752C	JNE	D317	D34B 3E	DS:	
D2EB 46	INC	SI	D34C 8804	MOV	[SI],AL
D2EC 3E	DS:		D34E 46	INC	SI
D2ED 8A04	MOV	AL,[SI]	D34F E2FA	LOOP	D34B
D2EF 3C00	CMP	AL,00	D351 90	NOP	
D2F1 7524	JNE	D317	D352 90	NOP	
D2F3 81C6FE01	ADD	SI,01FE	D353 BE0000	MOV	SI,0000
D2F7 3E	DS:		D356 B9FF00	MOV	CX,00FF
D2F8 8A04	MOV	AL,[SI]	D359 3E	DS:	
D2FA 3C00	CMP	AL,00	D35A 8804	MOV	[SI],AL
D2FC 7519	JNE	D317	D35C 884401	MOV	01[SI],AL
D2FE 46	INC	SI	D35F 81C6FE00	ADD	SI,00FE

D363 8804	MOV	[SI],AL	D3D3 26	ES:	
D365 884401	MOV	01[SI],AL	D3D4 8A1C	MOV	BL,[SI]
D368 46	INC	SI	D3D6 90	NOP	
D369 46	INC	SI	D3D7 B400	MOV	AH,00
D36A E2ED	LOOP	D359	D3D9 B700	MOV	BH,00
D36C CF	IRET		D3DB 01D8	ADD	AX,BX
D36D 90	NOP		D3DD 3D0001	CMP	AX,0100
D36E 90	NOP		D3E0 7204	JB	D3E6
D36F 90	NOP		D3E2 B8FF00	MOV	AX,00FF
D370 B80050	MOV	AX,5000	D3E5 90	NOP	
D373 8ED8	MOV	DS,AX	D3E6 88C3	MOV	BL,AL
D375 B80030	MOV	AX,3000	D3E8 B80050	MOV	AX,5000
D378 8EC0	MOV	ES,AX	D3EB 8EC0	MOV	ES,AX
D37A BE0000	MOV	SI,0000	D3ED 26	ES:	
D37D B9FFFF	MOV	CX,FFFF	D3EE 881C	MOV	[SI],BL
D380 3E	DS:		D3F0 46	INC	SI
D381 8A04	MOV	AL,[SI]	D3F1 E2D8	LOOP	D3CB
D383 26	ES:		D3F3 CF	IRET	
D384 8804	MOV	[SI],AL	D3F4 90	NOP	
D386 46	INC	SI	D3F5 90	NOP	
D387 E2F7	LOOP	D380	D3F6 90	NOP	
D389 CF	IRET		D3F7 90	NOP	
D38A 90	NOP		D3F8 90	NOP	
D38B 90	NOP		D3F9 90	NOP	
D38C 90	NOP		D3FA 90	NOP	
D38D 90	NOP		D3FB 90	NOP	
D38E 90	NOP		D3FC 90	NOP	
D38F 90	NOP		D3FD 90	NOP	
D390 B80020	MOV	AX,2000	D3FE 90	NOP	
D393 8ED8	MOV	DS,AX	D3FF 90	NOP	
D395 B80050	MOV	AX,5000	D400 B80020	MOV	AX,2000
D398 8EC0	MOV	ES,AX	D403 8ED8	MOV	DS,AX
D39A B314	MOV	BL,14	D405 BE0000	MOV	SI,0000
D39C BE0000	MOV	SI,0000	D408 B9FFFF	MOV	CX,FFFF
D39F B9FFFF	MOV	CX,FFFF	D40B B80030	MOV	AX,3000
D3A2 8A04	MOV	AL,[SI]	D40E 8EC0	MOV	ES,AX
D3A4 38D8	CMP	AL,BL	D410 3E	DS:	
D3A6 7706	JA	D3AE	D411 8A04	MOV	AL,[SI]
D3A8 B000	MOV	AL,00	D413 26	ES:	
D3AA E90400	JMP	D3B1	D414 8A1C	MOV	BL,[SI]
D3AD 90	NOP		D416 38D8	CMP	AL,BL
D3AE 28D8	SUB	AL,BL	D418 7706	JA	D420
D3B0 90	NOP		D41A B000	MOV	AL,00
D3B1 26	ES:		D41C E90300	JMP	D422
D3B2 8804	MOV	[SI],AL	D41F 90	NOP	
D3B4 46	INC	SI	D420 28D8	SUB	AL,BL
D3B5 E2EB	LOOP	D3A2	D422 88C3	MOV	BL,AL
D3B7 CF	IRET		D424 B80050	MOV	AX,5000
D3B8 90	NOP		D427 8EC0	MOV	ES,AX
D3B9 90	NOP		D429 26	ES:	
D3BA 90	NOP		D42A 881C	MOV	[SI],BL
D3BB 90	NOP		D42C 46	INC	SI
D3BC 90	NOP		D42D E2DC	LOOP	D40B
D3BD 90	NOP		D42F CF	IRET	
D3BE 90	NOP		D430 90	NOP	
D3BF 90	NOP		D431 90	NOP	
D3C0 B80020	MOV	AX,2000	D432 90	NOP	
D3C3 8ED8	MOV	DS,AX	D433 90	NOP	
D3C5 BE0000	MOV	SI,0000	D434 90	NOP	
D3C8 B9FFFF	MOV	CX,FFFF	D435 90	NOP	
D3CB B80030	MOV	AX,3000	D436 90	NOP	
D3CE 8EC0	MOV	ES,AX	D437 90	NOP	
D3D0 3E	DS:		D438 90	NOP	
D3D1 8A04	MOV	AL,[SI]	D439 90	NOP	

D43A 90	NOP		D4A8 8EC0	MOV	ES,AX
D43B 90	NOP		D4AA B80000	MOV	AX,0000
D43C 90	NOP		D4AD 90	NOP	
D43D 90	NOP		D4AE 52	PUSH	DX
D43E 90	NOP		D4AF 88F0	MOV	AL,DH
D43F 90	NOP		D4B1 8A17	MOV	DL,[BX]
D440 B80040	MOV	AX,4000	D4B3 F6E2	MUL	DL
D443 8ED8	MOV	DS,AX	D4B5 90	NOP	
D445 90	NOP		D4B6 90	NOP	
D446 90	NOP		D4B7 BA0000	MOV	DX,0000
D447 B80000	MOV	AX,0000	D4BA 26	ES:	
D44A BB7B7B	MOV	BX,7B7B	D4BB 8A17	MOV	DL,[BX]
D44D B90500	MOV	CX,0005	D4BD 80FA00	CMP	DL,00
D450 BA0000	MOV	DX,0000	D4C0 7705	JA	D4C7
D453 BE0002	MOV	SI,0200	D4C2 B000	MOV	AL,00
D456 90	NOP		D4C4 E92C00	JMP	D4F3
D457 90	NOP		D4C7 F6F2	DIV	DL
D458 53	PUSH	BX	D4C9 90	NOP	
D459 51	PUSH	CX	D4CA 90	NOP	
D45A 90	NOP		D4CB 88E6	MOV	DH,AH
D45B 90	NOP		D4CD B400	MOV	AH,00
D45C B90400	MOV	CX,0004	D4CF 50	PUSH	AX
D45F 8A17	MOV	DL,[BX]	D4D0 90	NOP	
D461 01D0	ADD	AX,DX	D4D1 90	NOP	
D463 90	NOP		D4D2 B80000	MOV	AX,0000
D464 90	NOP		D4D5 88F0	MOV	AL,DH
D465 43	INC	BX	D4D7 01C0	ADD	AX,AX
D466 43	INC	BX	D4D9 B600	MOV	DH,00
D467 8A17	MOV	DL,[BX]	D4DB 90	NOP	
D469 01D0	ADD	AX,DX	D4DC 90	NOP	
D46B E2F8	LOOP	D465	D4DD 39D0	CMP	AX,DX
D46D 90	NOP		D4DF 7208	JB	D4E9
D46E 90	NOP		D4E1 90	NOP	
D46F 59	POP	CX	D4E2 90	NOP	
D470 5B	POP	BX	D4E3 58	POP	AX
D471 01F3	ADD	BX,SI	D4E4 40	INC	AX
D473 E2E3	LOOP	D458	D4E5 EB03	JMPS	D4EA
D475 90	NOP		D4E7 90	NOP	
D476 90	NOP		D4E8 90	NOP	
D477 B219	MOV	DL,19	D4E9 58	POP	AX
D479 F6F2	DIV	DL	D4EA 3D0001	CMP	AX,0100
D47B 88C6	MOV	DH,AL	D4ED 7204	JB	D4F3
D47D 88E0	MOV	AL,AH	D4EF B8FF00	MOV	AX,00FF
D47F B400	MOV	AH,00	D4F2 90	NOP	
D481 B202	MOV	DL,02	D4F3 90	NOP	
D483 F6E2	MUL	DL	D4F4 50	PUSH	AX
D485 90	NOP		D4F5 90	NOP	
D486 90	NOP		D4F6 B80050	MOV	AX,5000
D487 3D1900	CMP	AX,0019	D4F9 8EC0	MOV	ES,AX
D48A 7207	JB	D493	D4FB 90	NOP	
D48C 80FEFF	CMP	DH,FF	D4FC 58	POP	AX
D48F 7402	JE	D493	D4FD 26	ES:	
D491 FEC6	INC	DH	D4FE 8807	MOV	[BX],AL
D493 90	NOP		D500 43	INC	BX
D494 90	NOP		D501 5A	POP	DX
D495 B80020	MOV	AX,2000	D502 E2A1	LOOP	D4A5
D498 8ED8	MOV	DS,AX	D504 90	NOP	
D49A 90	NOP		D505 CF	IRET	
D49B BB0000	MOV	BX,0000	D506 90	NOP	
D49E B9FFFF	MOV	CX,FFFF	D507 90	NOP	
D4A1 B200	MOV	DL,00	D508 90	NOP	
D4A3 90	NOP		D509 90	NOP	
D4A4 90	NOP		D50A 90	NOP	
D4A5 B80040	MOV	AX,4000	D50B 90	NOP	

D50C	90	NOP	
D50D	90	NOP	
D50E	90	NOP	
D50F	90	NOP	
D510	B80050	MOV	AX,5000
D513	8ED8	MOV	DS,AX
D515	90	NOP	
D516	90	NOP	
D517	B90080	MOV	CX,8000
D51A	BB0000	MOV	BX,0000
D51D	BE0000	MOV	SI,0000
D520	90	NOP	
D521	90	NOP	
D522	C7000000	MOV	WORD [BX+SI],0000
D526	46	INC	SI
D527	46	INC	SI
D528	E2F8	LOOP	D522
D52A	90	NOP	
D52B	90	NOP	
D52C	90	NOP	
D52D	90	NOP	
D52E	90	NOP	
D52F	90	NOP	
D530	B80020	MOV	AX,2000
D533	8ED8	MOV	DS,AX
D535	B80050	MOV	AX,5000
D538	8EC0	MOV	ES,AX
D53A	90	NOP	
D53B	90	NOP	
D53C	BB0000	MOV	BX,0000
D53F	B9FE00	MOV	CX,00FE
D542	51	PUSH	CX
D543	B9FE00	MOV	CX,00FE
D546	BE0001	MOV	SI,0100
D549	B80000	MOV	AX,0000
D54C	BA0000	MOV	DX,0000
D54F	90	NOP	
D550	90	NOP	
D551	8A07	MOV	AL,[BX]
D553	89C2	MOV	DX,AX
D555	8A4701	MOV	AL,01[BX]
D558	01C2	ADD	DX,AX
D55A	8A4702	MOV	AL,02[BX]
D55D	01C2	ADD	DX,AX
D55F	8A00	MOV	AL,[BX+SI]
D561	01C2	ADD	DX,AX
D563	8A4002	MOV	AL,02[BX+SI]
D566	01C2	ADD	DX,AX
D568	01F6	ADD	SI,SI
D56A	8A00	MOV	AL,[BX+SI]
D56C	01C2	ADD	DX,AX
D56E	8A4001	MOV	AL,01[BX+SI]
D571	01C2	ADD	DX,AX
D573	8A4002	MOV	AL,02[BX+SI]
D576	01C2	ADD	DX,AX
D578	52	PUSH	DX
D579	90	NOP	
D57A	90	NOP	
D57B	BA0000	MOV	DX,0000
D57E	BE0001	MOV	SI,0100
D581	B400	MOV	AH,00
D583	8A4001	MOV	AL,01[BX+SI]
D586	53	PUSH	BX
D587	BB0800	MOV	BX,0008

D58A F7E3	MUL	BX	D5FD 31C0	XOR	AX,AX
D58C 90	NOP		D5FF 46	INC	SI
D58D 90	NOP		D600 E2F6	LOOP	D5F8
D58E 5B	POP	BX	D602 81C6F800	ADD	SI,00F8
D58F 5A	POP	DX	D606 59	POP	CX
D590 29D0	SUB	AX,DX	D607 E2EB	LOOP	D5F4
D592 3D0000	CMP	AX,0000	D609 89D8	MOV	AX,BX
D595 7E12	JLE	D5A9	D60B F6F2	DIV	DL
D597 3D0001	CMP	AX,0100	D60D 2E	CS:	
D59A 7D07	JGE	D5A3	D60E 8805	MOV	[DI],AL
D59C 26	ES:		D610 47	INC	DI
D59D 884001	MOV	01[BX+SI],AL	D611 5E	POP	SI
D5A0 E90600	JMP	D5A9	D612 83C608	ADD	SI,0008
5A3 B0FF	MOV	AL,FF	D615 31DB	XOR	BX,BX
L5A5 26	ES:		D617 31C0	XOR	AX,AX
D5A6 884001	MOV	01[BX+SI],AL	D619 59	POP	CX
D5A9 49	DEC	CX	D61A E2D3	LOOP	D5EF
D5AA 7406	JE	D5B2	D61C 5E	POP	SI
D5AC 43	INC	BX	D61D 81C60008	ADD	SI,0800
D5AD E999FF	JMP	D549	D621 59	POP	CX
D5B0 90	NOP		D622 E2C6	LOOP	D5EA
D5B1 90	NOP		D624 CF	IRET	
D5B2 83C303	ADD	BX,0003	D625 90	NOP	
D5B5 59	POP	CX	D626 90	NOP	
D5B6 E28A	LOOP	D542	D627 90	NOP	
D5B8 CF	IRET		D628 90	NOP	
D5B9 90	NOP		D629 90	NOP	
D5BA 90	NOP		D62A 90	NOP	
D5BB 90	NOP		D62B 90	NOP	
D5BC 90	NOP		D62C 90	NOP	
D5BD 90	NOP		D62D 90	NOP	
D5BE 90	NOP		D62E 90	NOP	
D5BF 90	NOP		D62F 90	NOP	
D5C0 B80020	MOV	AX,2000	D630 B80010	MOV	AX,1000
D5C3 8ED8	MOV	DS,AX	D633 8ED8	MOV	DS,AX
D5C5 B80010	MOV	AX,1000	D635 B80010	MOV	AX,1000
D5C8 8EC8	MOV	CS,AX	D638 8EC0	MOV	ES,AX
D5CA BE0000	MOV	SI,0000	D63A 90	NOP	
D5CD BF00E0	MOV	DI,E000	D63B B210	MOV	DL,10
D5D0 B240	MOV	DL,40	D63D BE00E0	MOV	SI,E000
D5D2 B000	MOV	AL,00	D640 90	NOP	
D5D4 90	NOP		D641 BF00E4	MOV	DI,E400
D5D5 B90004	MOV	CX,0400	D644 B000	MOV	AL,00
D5D8 2E	CS:		D646 90	NOP	
D5D9 8805	MOV	[DI],AL	D647 B90004	MOV	CX,0400
D5DB 47	INC	DI	D64A 26	ES:	
D5DC E2FA	LOOP	D5D8	D64B 8805	MOV	[DI],AL
D5DE 90	NOP		D64D 47	INC	DI
D5DF BF00E0	MOV	DI,E000	D64E E2FA	LOOP	D64A
D5E2 31DB	XOR	BX,BX	D650 90	NOP	
D5E4 31C0	XOR	AX,AX	D651 90	NOP	
D5E6 90	NOP		D652 BF21E4	MOV	DI,E421
D5E7 B92000	MOV	CX,0020	D655 B91E00	MOV	CX,001E
D5EA 51	PUSH	CX	D658 51	PUSH	CX
D5EB 56	PUSH	SI	D659 B91E00	MOV	CX,001E
D5EC B92000	MOV	CX,0020	D65C 31DB	XOR	BX,BX
D5EF 51	PUSH	CX	D65E 56	PUSH	SI
D5F0 56	PUSH	SI	D65F E84E00	CALL	D6B0
D5F1 B90800	MOV	CX,0008	D662 83C61E	ADD	SI,001E
D5F4 51	PUSH	CX	D665 E84800	CALL	D6B0
D5F5 B90800	MOV	CX,0008	D668 83EE02	SUB	SI,0002
D5F8 3E	DS:		D66B E84200	CALL	D6B0
D5F9 8A04	MOV	AL,[SI]	D66E 83C61E	ADD	SI,001E
D5FB 01C3	ADD	BX,AX	D671 E83C00	CALL	D6B0

D674	89D8	MOV	AX,BX	D6E3	51	PUSH	CX
D676	F6F2	DIV	DL	D6E4	B90800	MOV	CX,0008
D678	3E	DS:		D6E7	51	PUSH	CX
D679	8805	MOV	[DI],AL	D6E8	B92000	MOV	CX,0020
D67B	47	INC	DI	D6EB	51	PUSH	CX
D67C	5E	POP	SI	D6EC	B90800	MOV	CX,0008
D67D	46	INC	SI	D6EF	3E	DS:	
D67E	E2DC	LOOP	D65C	D6F0	8A05	MOV	AL,[DI]
D680	83C602	ADD	SI,0002	D6F2	26	ES:	
D683	83C702	ADD	DI,0002	D6F3	8804	MOV	[SI],AL
D686	59	POP	CX	D6F5	46	INC	SI
D687	E2CF	LOOP	D658	D6F6	E2FA	LOOP	D6F2
D689	90	NOP		D6F8	47	INC	DI
D68A	90	NOP		D6F9	59	POP	CX
D68B	BE21E4	MOV	SI,E421	D6FA	E2EF	LOOP	D6EB
D68E	BF21E0	MOV	DI,E021	D6FC	81EF2000	SUB	DI,0020
D691	B91E00	MOV	CX,001E	D700	59	POP	CX
D694	51	PUSH	CX	D701	90	NOP	
D695	B91E00	MOV	CX,001E	D702	E2E3	LOOP	D6E7
D698	26	ES:		D704	81C70001	ADD	DI,0100
D699	8A04	MOV	AL,[SI]	D708	59	POP	CX
D69B	3E	DS:		D709	E2D8	LOOP	D6E3
D69C	8805	MOV	[DI],AL	D70B	CF	IRET	
D69E	46	INC	SI	D70C	90	NOP	
D69F	47	INC	DI	D70D	90	NOP	
D6A0	E2F6	LOOP	D698	D70E	90	NOP	
D6A2	83C602	ADD	SI,0002	D70F	90	NOP	
D6A5	83C702	ADD	DI,0002	D710	B80020	MOV	AX,2000
D6A8	59	POP	CX	D713	8ED8	MOV	DS,AX
D6A9	E2E9	LOOP	D694	D715	B80010	MOV	AX,1000
D6AB	CF	IRET		D718	8EC0	MOV	ES,AX
D6AC	90	NOP		D71A	BE00E8	MOV	SI,E800
D6AD	90	NOP		D71D	B000	MOV	AL,00
D6AE	90	NOP		D71F	B90002	MOV	CX,0200
D6AF	90	NOP		D722	26	ES:	
D6B0	31C0	XOR	AX,AX	D723	8804	MOV	[SI],AL
D6B2	3E	DS:		D725	46	INC	SI
D6B3	8A04	MOV	AL,[SI]	D726	E2FA	LOOP	D722
D6B5	01C3	ADD	BX,AX	D728	90	NOP	
D6B7	31C0	XOR	AX,AX	D729	90	NOP	
D6B9	46	INC	SI	D72A	BE0000	MOV	SI,0000
D6BA	3E	DS:		D72D	BF00E8	MOV	DI,E800
D6BB	8A04	MOV	AL,[SI]	D730	B9FFFF	MOV	CX,FFFF
D6BD	01C3	ADD	BX,AX	D733	B002	MOV	AL,02
D6BF	01C3	ADD	BX,AX	D735	3E	DS:	
D6C1	31C0	XOR	AX,AX	D736	8A14	MOV	DL,[SI]
D6C3	46	INC	SI	D738	80FA00	CMP	DL,00
D6C4	3E	DS:		D73B	740D	JE	D74A
D6C5	8A04	MOV	AL,[SI]	D73D	F6E2	MUL	DL
D6C7	01C3	ADD	BX,AX	D73F	89C3	MOV	BX,AX
D6C9	C3	RET		D741	26	ES:	
D6CA	90	NOP		D742	8B11	MOV	DX,[BX+DI]
D6CB	90	NOP		D744	83C201	ADD	DX,0001
D6CC	90	NOP		D747	26	ES:	
D6CD	90	NOP		D748	8911	MOV	[BX+DI],DX
D6CE	90	NOP		D74A	46	INC	SI
D6CF	90	NOP		D74B	E2E6	LOOP	D733
D6D0	B80020	MOV	AX,2000	D74D	CF	IRET	
D6D3	8ED8	MOV	DS,AX	D74E	90	NOP	
D6D5	B80050	MOV	AX,5000	D74F	90	NOP	
D6D8	8EC0	MOV	ES,AX				
D6DA	BF4040	MOV	DI,4040				
D6DD	BE0000	MOV	SI,0000				
D6E0	B92000	MOV	CX,0020				