

MEASUREMENT OF BEAM PROFILE BY USING IMAGE PROCESSOR

T. Ueda, H. Kobayashi, T. Kobayashi and Y. Tabata

Nuclear Engineering Research Laboratory, Faculty of Engineering University of Tokyo

ABSTRACT

Beam profile on a luminescent plate such as a doped ceramic is processed by a image processor. Advantages of the beam monitor by using the image processor are as follows. 1) Position resolution (256 x 256) is very high compared with a multi wire monitor. 2) Beam profile is observable by our eyes directly and is processed quantitatively with a high accuracy.

The beam monitor system composed of the luminescent plate and the image processor controlled by a micro computer has been tested in the linac system at NERL Univ. of Tokyo. Some features of the monitor system by using the image processor are reported.

スクリーンモニターの画像処理によるビームプロファイルの計測

<序> 最近、電子ビームのプロファイルを計測する方法として、スクリーンモニターの像をTVカメラで撮影しその信号をA/D変換して画像処理をする方法が試みられている。1) スクリーンモニターの像を画像処理する最大の目的は、形状、位置及び濃度が定量化できることである。このことは、従来おこなわれているモニターの方法に比べても非常に大きな進歩である。ここでも、市販の画像処理装置を用いてビームプロファイルの計測を行ったので報告する。

<画像処理システムの構成と性能> Fig-1に今回用いた画像処理システムを示す。カメラのビデオ信号をVTRで記録し、VTRのこま送りの状態で1フィールドの静止画像を画像処理装置の入力データとする。画像処理装置の性能は縦、横256×256画素あり、1画素の濃度変化は256段調である。メモリは4画面分あり、1画面の入力時間は1/30secである。出力はモニタTVとコンソールディスプレイで得られるが、結果はコンソールディスプレイ上の処理結果をカラーハードコピー出力して得ることができる。

<実験I> 18MeV加速管出口でのビームプロファイルの計測 実験はFig-2に示すように18MeV加速管出口にビューウィンドウを設け、その位置に角度が変更できるスクリーンモニター(デマルケスト社製)を取付ける。電子ビームはスクリーンモニターで光に変換され、その像をTVカメラで撮影、録画する。ビーム条件は、パルス巾2ns、電荷量約1nC/パルス、繰返しは0.78pps~50ppsまでステップ切換えで行う。入射部収束系でのビームの収束状況や、Qマグネットによるビームの収束状況を記録した。

<実験II> ビームエネルギー分散によるビームプロファイル Fig-3に示すように35MeV加速器で加速したビームをスリットを通した後、偏向マグネットにより45°に曲げる。出口にスクリーンモニターを置き、カメラで撮影する。水平方向の濃度分布を測定することにより、エネ

ルギースペクトルを出す。ビーム条件は 10 ns、 ~ 10 nc/パルスで繰返しは 0.7 pps \sim 50 pps で行う。

<画像データの処理手順> 画像データの処理のフローチャートをFig-4に示す。バックの画像をひくことによりビームのみの出力を得ることができる。S/Nの改善を計るために平滑化の処理をしている。ビームの濃度変化は擬示カラー、水平、垂直の濃度分布を出力することができる。処理のソフトは付属の基本ソフトのみで行った。

<結果> 実験 I バックと重なったビームの像の濃度の擬示カラー出力をFig-5(A)に示す。同、水平濃度分布をFig-5(B)に示す。バックの処理をほどこしたものをFig-6(A),(B)に示す。明らかにビームのみの像が得られていることが分かる。Qレンズを用いない時のビームスポットがFig-7であり、Qレンズでしぼり込んだ時のスポットがFig-8である。Fig-8では光強度が強すぎて飽和している。

実験 II ストレート方向でのビームプロファイルをFig-9に示す。下は平滑化をした時の結果である。S/Nの改善が見られる。45°に偏向した時のビームプロファイルがFig-10(A)であり、その水平濃度分布がFig-10(B)である。また、同時に従来方式のエネルギーアナライザーで得られた結果がFig-10(C)である。画像処理の結果の濃度分布では、水平の1行のみの分布を出しているだけであるので正確ではない。実際はすべての行を積分した形での水平の濃度分布を出さなければならない。

<考察> 市販の画像処理装置を用いてのビームプロファイルの計測方法は、従来の方法にないより詳細なビームの情報が得られることが分かった。今後とも、ビームのエミッタンス測定や入射部のビーム収束の様子などを計測していく予定である。

また、今回使用した結果、種々の問題点も明らかになったので以下にまとめる。

- (1) カメラの残光時間があり、高い繰返しになるとパルスごとの像が重なる。
- (2) 動画の処理に対して現在の方式ではタイミングがとれていないため、1パルスごとの強度に変化がある。
- (3) ダイナミックレンジが小さいため、ビーム調整時での濃度変化に対して飽和現象がある。
- (4) 3mm程度のスポットを250 \times 256画素いっぱい拡大するためには、光学系も十分に検討しなければならない。
- (5) 画像処理装置に入るまでの入力信号のリニアリティが問題である。

<参考文献>

(1) De Kang LIU, Kazuo NAKAHARA, Isamu ABE, et al.

PROCEEDINGS OF THE 11TH MEETING ON LINEAR ACCELERATORS Tsukuba, 1986

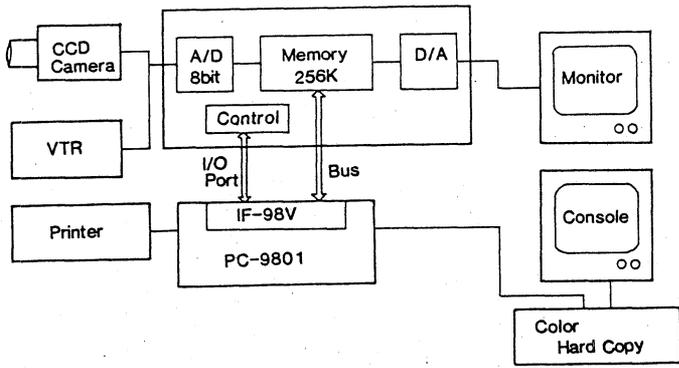


Fig-1

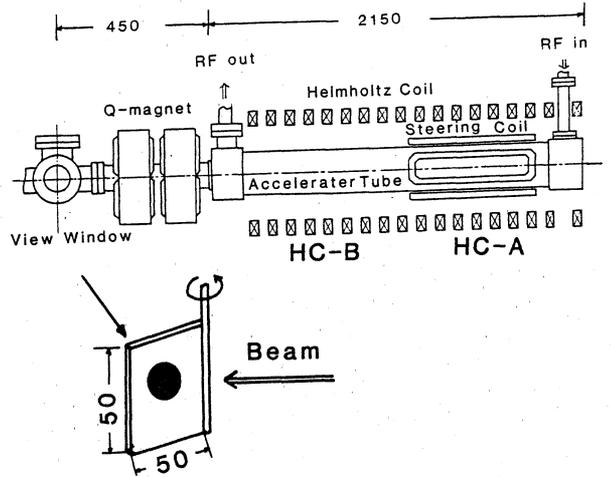


Fig-2

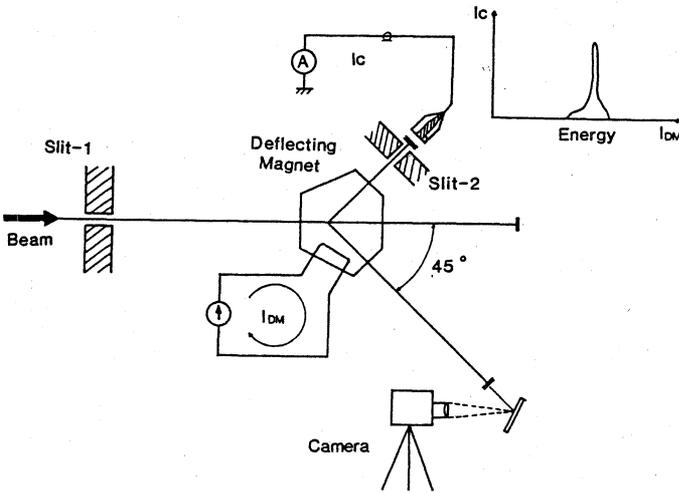


Fig-3

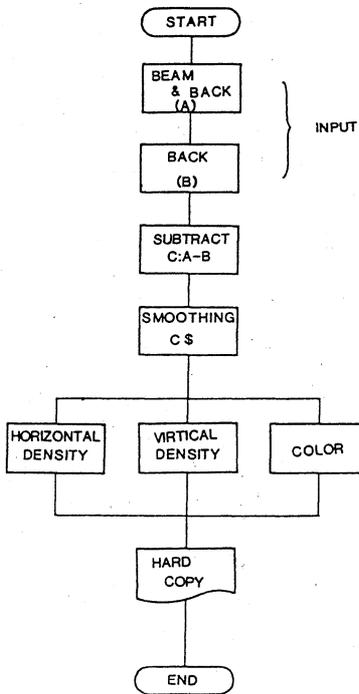


Fig-4

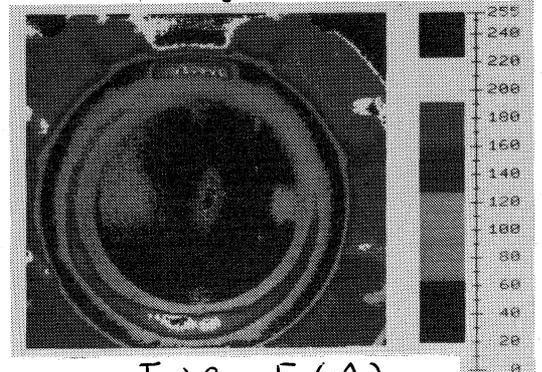


Fig-5(A)

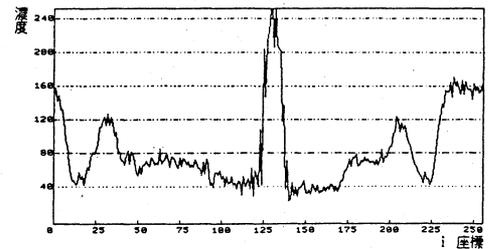


Fig-5(B)

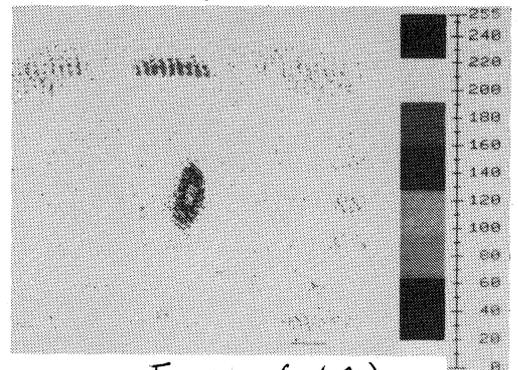


Fig-6(A)

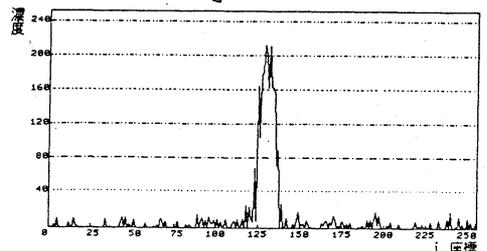
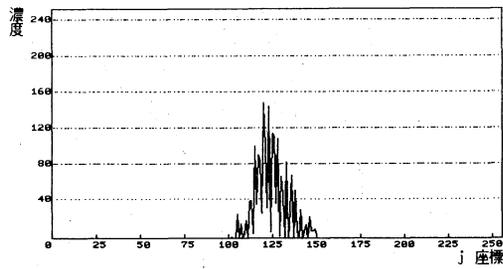
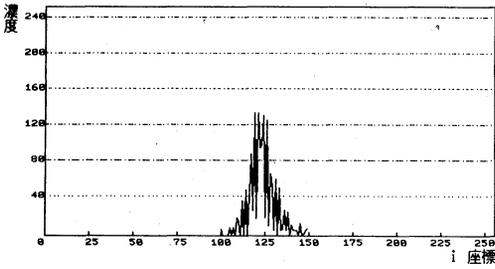
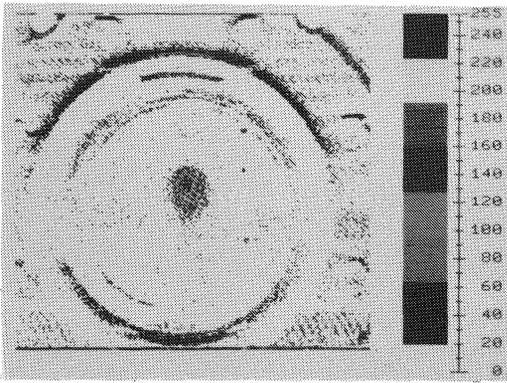
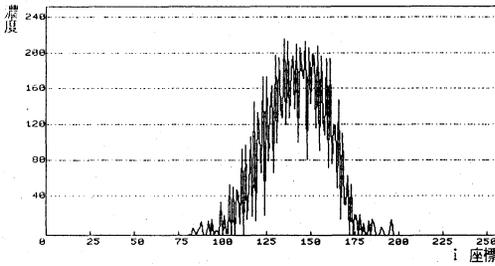
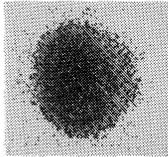


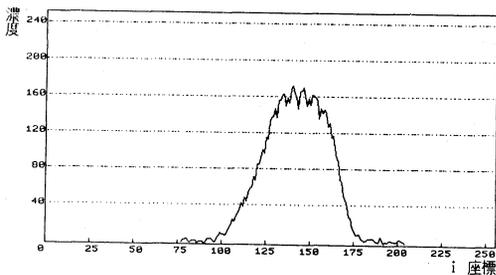
Fig-6(B)



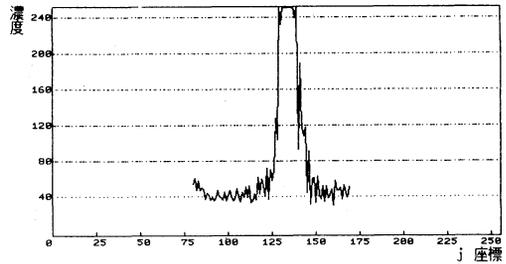
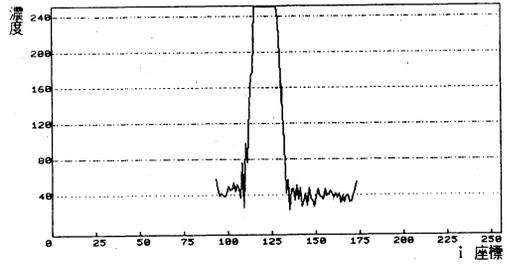
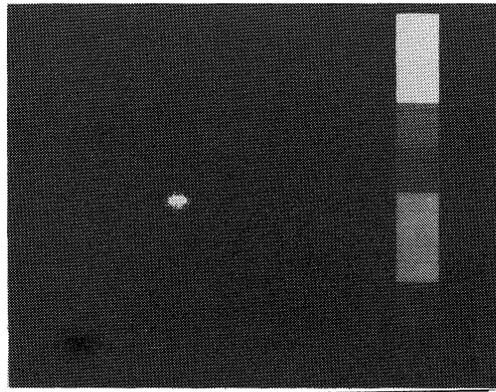
F: 8-7



平滑化 ↓



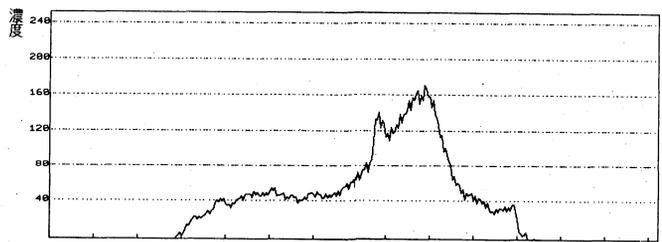
F: 8-9



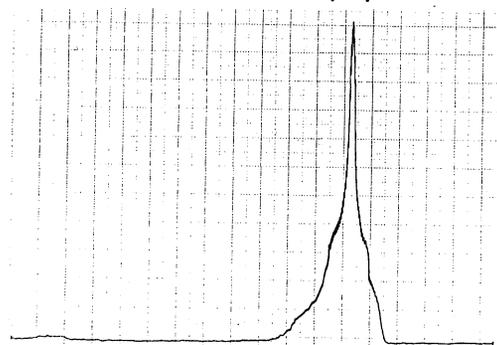
F: 8-8



F: 8-10 (A)



F: 8-10 (B)



F: 8-10 (C)