

# 電子線利用研究施設における放射線監視システムの概要

中尾圭佐<sup>1,A)</sup>、佐藤勇<sup>B)</sup>、佐藤和男<sup>B)</sup>、早川建<sup>B)</sup>、田中俊成<sup>B)</sup>、早川恭史<sup>B)</sup>、横山和枝<sup>A)</sup>、菅野浩一<sup>A)</sup>、境武志<sup>A)</sup>、石渡謙一郎<sup>A)</sup>、猪川弘康<sup>A)</sup>、中村吉宏<sup>A)</sup>、橋本英子<sup>A)</sup>、藤岡一雅<sup>A)</sup>、村上琢哉<sup>A)</sup>

<sup>A)</sup> 日本大学大学院理工学研究科量子理工学専攻

〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学工学部船橋校舎

<sup>B)</sup> 日本大学原子力研究所電子線利用研究施設

〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学工学部船橋校舎

## 概要

日本大学電子線利用研究施設 (LEBRA) では、屋外にある3箇所の百葉箱の中に、NaI シンチレーターと BF<sub>3</sub> 検出器を設置し常時環境中のガンマ線と速中性子の計数を監視し、記録するシステムを構築した。これらの検出器のデータは Web で公開され、スタッフ、ユーザ、近隣住民をはじめ、誰でも自由に閲覧することができる。

また 2001 年 6 月からは、検出器の信号にビームに同期したゲートをかけることで、ビームが原因であるガンマ線の計数も測定できるようになった。これによるとビームが原因であるガンマ線は、環境放射線の 0.1% のオーダーであり、建屋による放射線遮蔽は十分であると考えられる。

## 1. はじめに

加速器施設のように放射線を発生する施設では、放射線を環境中に漏出させないよう最大限の努力をする義務がある。また近年の原子力関連施設における放射能漏れ事故を発端として、近隣住民だけでなく国民的規模で放射線に対する関心と不安が高まっている。

このような中で環境放射線を常時監視し、そのデータを Web で公開するシステムを構築した。

## 2. ハードウェア構成

ビームダンプ室の上のエリアモニターには NaI シンチレーションカウンタ (NaI No.1) が、加速器本体室の上に BF<sub>3</sub> 検出器 (BF<sub>3</sub> No.1) が、敷地の境界にあるエリアモニターには両方 (NaI/BF<sub>3</sub> No.2) が設置されている。エリアモニターの位置を図 1 及び 2 に示す。

NaI シンチレーターは直径 2 インチ、長さ 2 インチの円筒形で、浜松ホトニクス社製光電子増倍管が接続され、BF<sub>3</sub> 検出器は有効直径 2 インチ、長さ 8.5 インチで、減速材に 100mm 厚のポリエチレンを使っている。

検出器からの信号は、増幅後波高分析されスケーラーでカウントされる。スケーラーは RS232C インターフェースを持っており、このインターフェースを介して、PC にデータを取り込んでいる。検出器以

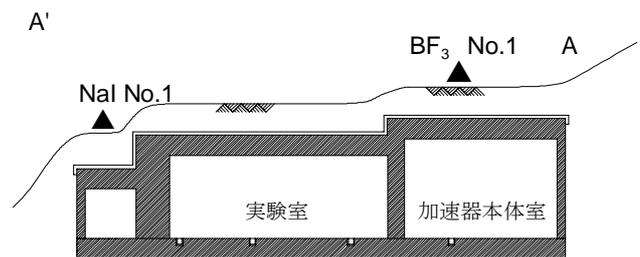


図 1：電子線利用研究施設断面図

▲ NaI/BF<sub>3</sub> No.2

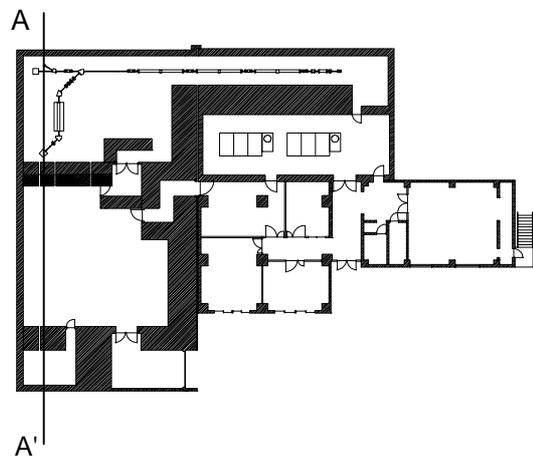


図 2：電子線利用研究施設平面図

外の機器は放射線管理室のラックにマウントされている。

さらに 2001 年 6 月からは、NaI シンチレーターの出力信号にビームトリガに同期したゲートをかけることで、ビームが原因であるガンマ粒子の計数を測定できるようになった。

また ALOKA 社製放射線モニターシステム MSR-600 を用いて、実験室のガンマ線線量当量率を

<sup>1</sup> E-mail: nakao@lebra.nihon-u.ac.jp

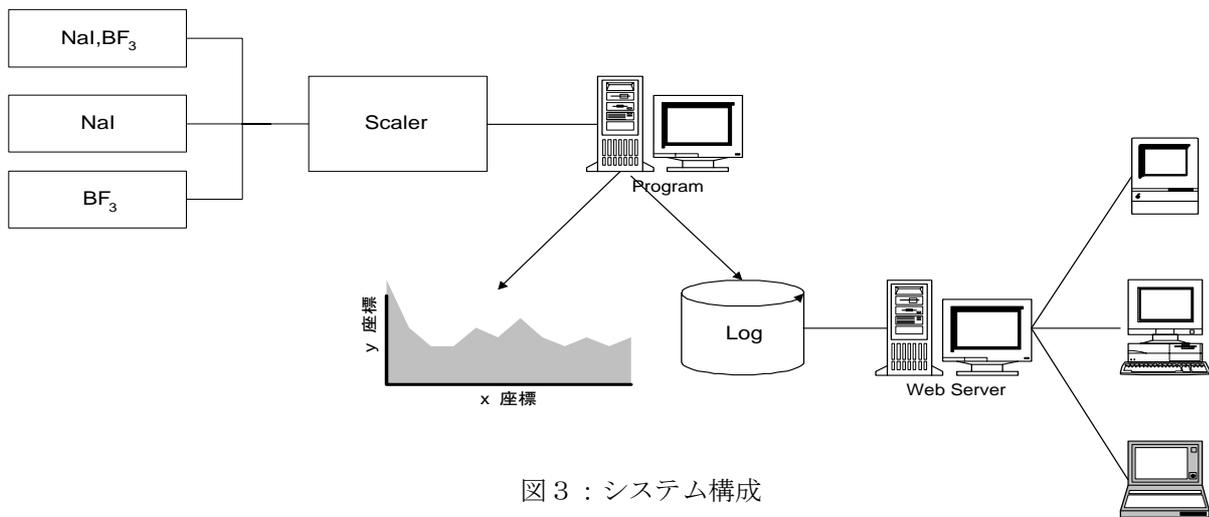


図 3 : システム構成

監視している。これは外部との制御用インターフェースを持たないため、ここで述べる放射線監視システムとは完全に独立して動作している。

### 3. ソフトウェア構成

ソフトウェア部分は、1分毎にスケーラーと通信しデータの取り込み、カウンタのリセット等スケーラーの制御とデータの保存を行い、各データの時間変化を画面に表示する。

データはカンマ区切りテキスト形式で保存している。1日分のデータ容量は10kByte程度で、1日1ファイルに格納している。

このプログラムは、Microsoft Visual C++で作成し、Microsoft Windows 2000で安定に動作している。

またこのPCでWebサーバが動作しており、このWebサーバ上で動作するCGIによって、前述の画面表示と同等の情報を得ることができる。このCGIはフリーソフトGnuplot<sup>2</sup>を用いてグラフを生成している。

Webブラウザからリクエストがあると、CGIスクリプトはGnuplotを起動し観測データを入力する。Gnuplotはグラフを画像ファイルとして出力しCGIスクリプトはその画像を表示するHTMLをブラウザに返す。Webブラウザには、各測定器の最新の測定値と、過去6時間分の時間変化が表示される。このCGIを定期的呼び出すことで、準リアルタイムの監視をWebにアクセスできればどこでも行うことができる。システム構成を図3に示す。

### 4. 観測データ

加速器運転中の環境放射線のガンマ線計数と、ビームに同期したガンマ線計数の時間変化を図4に示す。これからわかるように、ビームが原因の放射線は環境放射線の0.1%のオーダーである。(エネルギー85MeV、ビーム電流155mA、パルス幅20 $\mu$ sec、繰り返し2Hz)

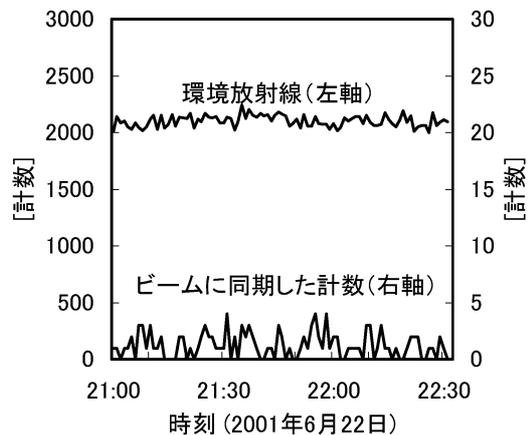


図 4 : 環境放射線と同期粒子計数の比較

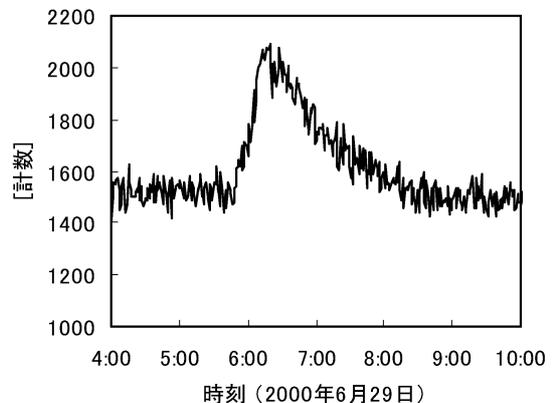


図 5 : 降雨時のガンマ線計数の変化

<sup>2</sup> <http://www.gnuplot.org>

また降雨時に  $^{222}\text{Rn}$  の娘核子の崩壊による環境放射線の増加がよく知られている。降雨時のガンマ線計数の時間変化を図5に示す。これによるとピークで40%の増加が見られる。

これらのデータを比較すると、降雨によるガンマ線計数増加量が、ビームによる同期したそれよりも圧倒的に大きい。よって建屋による放射線遮蔽は十分であると考ええる。

現在ビーム電流をオシロスコープのビーム波形から求め、ビームに同期した計数との相関を調査している。しかし同期粒子の計数が少ないため、相関を求めるに十分なデータがまだ得られていない。

## 5. 問題点

現在のシステムには、環境放射線の大きな変化が起きた時に警告を発するアラーム機能がない。聴覚や視覚に訴えるアラームの他、インターロックで運転を緊急停止させるといったことが考えられる。降雨時の環境放射線の増加を考慮すると、閾値は降水

量に応じて変化する。よって降水量とガンマ線計数の相関を調べる必要がある。

## 6. まとめ

日本大学電子線利用研究施設では、環境中のガンマ線計数と速中性子の計数を常時モニターし、Webで公開するシステムを構築した。降雨時の計数の増加と運転時の計数の増加を比較することで、建屋による放射線遮蔽の効果は十分であることがわかった。

今後はビーム電流、降水量とガンマ線計数の相関を系統的に調べ、アラーム機能を付加する予定である。