

# アルミナ蛍光板の発光特性 ( )

細野米市<sup>A)</sup>、中沢正治<sup>A)</sup>、上田 徹<sup>B)</sup>

<sup>A)</sup> 東京大学大学院工学系研究科システム量子工学専攻

〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

<sup>B)</sup> 東京大学大学院工学系研究科附属原子力工学研究施設

〒319-1188 茨城県那珂郡東海村白方白根 2-22

## 概要

アルミナ蛍光板は、大強度の放射線に強く、ライナックや他のイオン加速器のビームモニタとして用いられてきた。同蛍光板は多結晶でルビーと等価である。本報では、同蛍光板と単結晶の人工ルビーの発光の立ち上がり時間と減衰特性について報告する。実験は、35MeV の 10nS パルス電子線を用いて行った。その結果、アルミナ蛍光板とルビー立ち上がり時間は、両方とも 8nS 以下であることが確認された。また、加速器ビームによる大線量による発光の場合は、減衰特性が幾つかの時定数の合成されたものであることがわかった。

## 1. はじめに

一般にコルツやZnS(Ag)およびアルミナ蛍光板(デマルケスト社、AF995R)等は、リアルタイムかつ目視可能な加速器のビームモニターとして用いられてきた。コルツは、比較的放射線に強いが、照射する中で発光強度が低下する。また、ZnS(Ag)もライナックビームに対しては、短時間で発光強度が低下してしまうという問題を持ってきた。

それに対してアルミナ蛍光板は、pA オーダーの直流イオンビームでも発光し大線量のライナックビームに対しても耐放射線性が極めて優れているという特徴を持っている。

アルミナ蛍光板は、 $Al_2O_3$ に $Cr_2O_3$ を0.5%含んだものであり、その組成はルビーと等価な多結晶である。ビーム等の入射による発光波長は、693nmが中心波長となっている。同蛍光板は、ビームが入射すると赤色光を発することからTVカメラで簡単にモニター可能である。また、最近では、同蛍光板がルビーと等価であることから、我々はこれを用いて陽子検出器や高速中性子検出器の開発を試みてきた[1,2]。これまで我々は、同蛍光板の発光特性が必ずしも明確でないことから、ライナックを用いて応答特性を測定してきたが[3]、ここではさらに正確に測定した結果について述べる。また、最近では単結晶のルビーが簡単に入手可能であることから、それについても発光

特性を求めた。

なお、アルミナ蛍光板は、ライナック研究会では「デマルケスト」と呼ばれてきたが、これは会社名であることから、ここではアルミナ蛍光板と言う名称を用いている。

## 2. 実験

アルミナ蛍光板の発光特性は、厚さが1mmで50mm平方のものをを用い、これにパルス電子線を照射しその発光特性を求めた。実験は、東大大学院工学系研究科附属原子力研究施設(東海村)に設置してある35MeV電子線加速器を用いて行った。

実験体系を第1図に示す。アルミナ蛍光板は、ビームライン上に設置し、パルス電子線照射による発光をレンズとミラーを用いて強烈な放射線の影響のない場所に導いて測定した。発光の立ち上がり時間の測定は、PIN型シリコンフォトダイオードを用いて行った(S1722-06、浜松ホトニクス)。同PDIは、端子間容量が逆バイアス100V時に約10pFであり、PDの立ち上がり時間は約6nSである。

PDで電気信号に変換された信号は、照射室から約10mのケーブルを通し、測定室内の $f_c = 1$ GHzのオシロスコープを用いて測定した。

実験は、パルス幅10nS、加速電流1.15nC/pulseで行った。アルミナ蛍光板の発光の測定結果を第2図に示す。同図には高いパルスが観測されているが、これはアルミナ蛍光板をパルス電子線が通過する時に発生したチェレンコフ光である。アルミナ蛍光板の発光は、チェレンコフ光とともに一緒に立ち上がったもので、その時間はライナックビームのパルス幅にほぼ等しい。したがって、発光の立ち上がり時間は、10nS以下と言える。

次に発光の減衰特性を第3図に示す。同図は、パルス電子線をアルミナ蛍光板に数十分照射し、ビームをoffにした時点から発光の減衰を観測したものである。この測定には、PDの替わりにストリークカメラを用いて行った。測定の結果、ビームoff後アルミナ蛍光板は、約10分近く発光していることと、減衰が幾つかの時定数の重なりで構成されている事がわかった。

次に単結晶のルビーの発光特性を第4図に示す。単結晶のルビーは、多結晶のルビー（アルミナ蛍光板）に比べて光の透過性が良いという特徴がある。第4図より明らかな様に、ルビーの場合もアルミナ蛍光板と同様に約10nSで立ち上がっている。

第5図にルビーの場合の減衰特性を示す。測定方法は、第3図と同様にストリークカメラを用いている。ビームをoffにしてから約80秒発光している様子がわかる。アルミナ蛍光板に比べて発光している時間は短いものの、放射線計測に用いられるシンチレータよりも長い発光時間である。また、減衰の時定数は、幾つかの時定数が重なり合ったものとなっている。この点は、アルミナ蛍光板と同様である。

なお、アルミナ蛍光板に大線量を照射し、照射後の発光の減衰を観測すると、数日光っているとのことである。

### 3. むすび

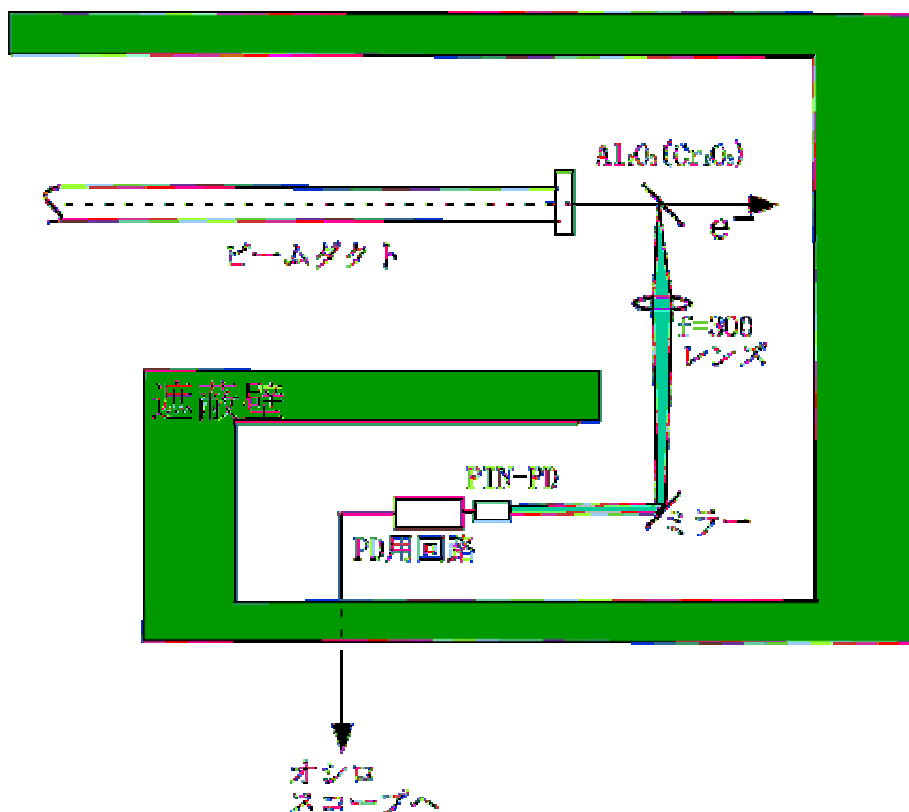
アルミナ蛍光板と単結晶のルビーの発光特性を測定した。その結果、両方とも発光の立ち上がり時間は、10nS以下であった。測定系の応答性を考慮すると、立ち上がり時間は8nS以下と言える。

ライナックビームを数十分照射し、ビーム off 後の発光の減衰を測定した結果、アルミナ蛍光板は、10分近くの発光が観測された。単結晶のルビーの場合、約80秒間の発光が観測された。

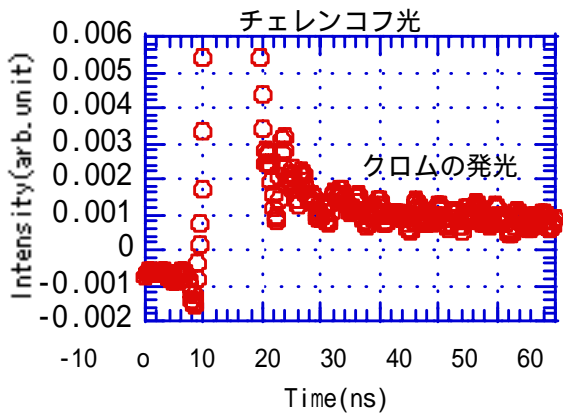
アルミナ蛍光板と単結晶ルビーは、組成が同じであり放射線に強く、低線量から発光することから、ライナックのビームモニターとして最適であるといえる。また、線や1個の荷電粒子でも発光することから、今後広く放射線計測分野での応用が期待される。

### 参考文献

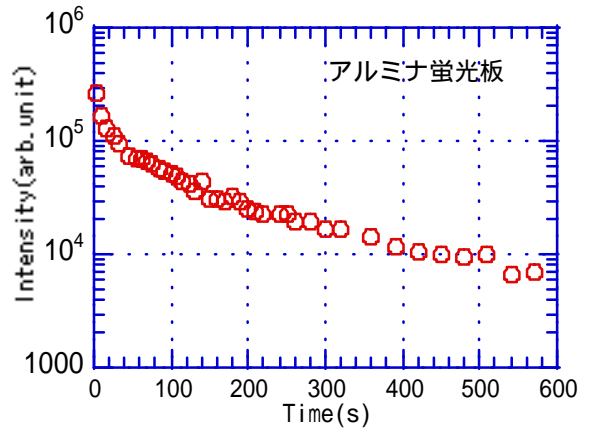
- (1)細野、二瓶、中沢：中性子崩壊時に発生する陽子測定用低エネルギー陽子検出器の開発、第61回応用物理学会学術講演会、2000年度秋
- (2)細野、二瓶、中沢：中性子崩壊時に発生する陽子測定用低エネルギー陽子検出器の開発、第62回応用物理学会学術講演 2001年度秋
- (3)細野、中沢、上田、吉井：アルミナ蛍光板の発光特性、第27回ライナック研究会（2002年度）pp.344-346.



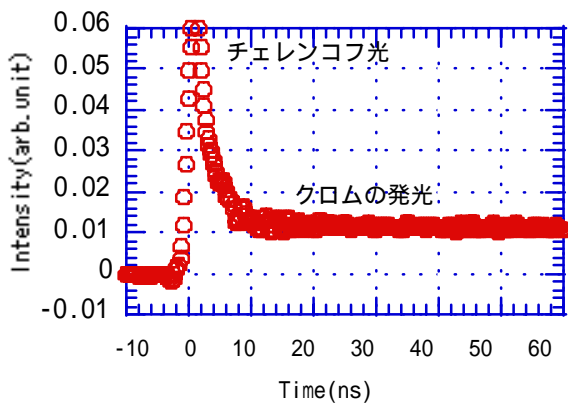
第1図 実験体系



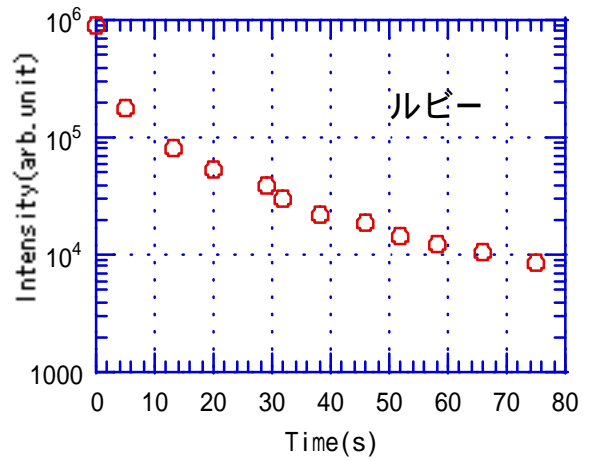
第2図 アルミナ蛍光板の立ち上がり時間



第3図 発光の減衰特性



第4図 ルビーの発光立ち上がり時間



第5図 発光の減衰特性