

II-2 ANGULAR DISTRIBUTIONS OF EMITTED X-RAYS FROM THICK Pb AND Cu TARGETS

BOMBARDED BY 15 TO 33 MeV ELECTRONS

Takio Tomimasu, Kanou Hayashi* and Takuya Tsujimura*

Electrotechnical Laboratory, Tanashi, Tokyo

*Giken Kogyo Co., Ltd., Hachioji, Tokyo

Angular distributions of emitted x-ray beam energy from thick Pb and Cu targets bombarded by 15 to 33 MeV electrons have been measured with an ETL type quantameter whose sensitivity is almost energy-independent in the wide energy range from 2 MeV to 1 GeV. To reduce the directional dependence of self absorption in the target, 270° sector-typed targets were used. Therefore no pronounced dip at 90° was observed in the angular distribution curve. The distribution curves were obtained at the three electron energies of 15, 25, and 33 MeV for each target. The distribution curve for unit electron beam energy rises with increasing electron energy at angles smaller than 10°, as expected. The distribution curve at angles from 10° to 107° for unit electron beam energy, however, shows an energy-independent and intrinsic shape for each target material.

厚い標的物質に電子線を照射したときに発生する制動放射線の角度分布について出版された文献は意外と少なく、測定値の一致もよくない。測定値の一致が良くない理由として、第一に実験に使用される標的物質の形状が一定していないことが挙げられる。形状が板状（面に垂直入射）や円柱状（軸方向に入射）の場合には、制動放射線の放出方向によって標的物質による吸収率が大きく変化する。第二に制動放射線の線量率が4桁程度変化しても正確に線量測定できる測定器が少ないことである。第三に高エネルギー制動放射線の場合、どのような単位で測定するかも問題となる。

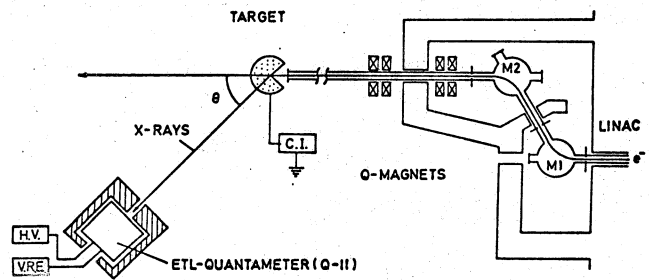


図1 実験装置の配置

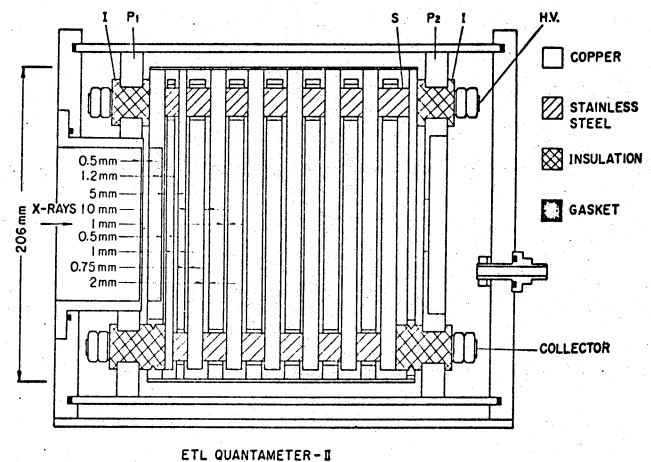


図2 電検研カウンタ-7 (Q-II)

この実験では標的物質として銅と鉛を選び、その形状は図1に示すような270°扇形とし、電子ビームは扇の要に照射するようにした。これによつて標的物質中の制動放射線の減衰率が放出方向によつて大きく変化しないようにした。扇形の標的はファラデーカップとしても用いられている。制動放射線の測定には図2に示すような電総研カウンタータ¹⁾(Q-II)が用いられ、制動放射線のエネルギーフルエンス (energy fluence: erg/cm^2) が測定された。このカウンタータの校正定数のX線エネルギー依存性は他のもの比べて極めて小さい(図3)。エネルギーフルエンスから吸収線量への換算は図4から15 MeV ~ 33 MeV では $5000 \text{ erg}/\text{cm}^2$ を 1 rad とし計算した。

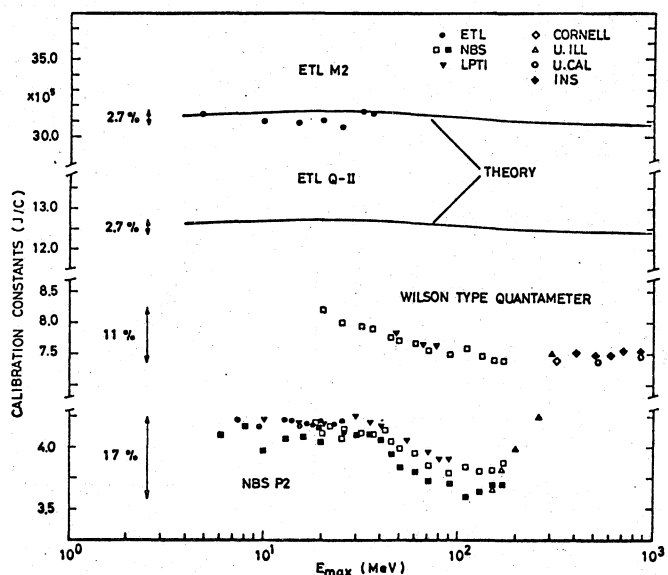


図3 種々のカウンタータの校正定数

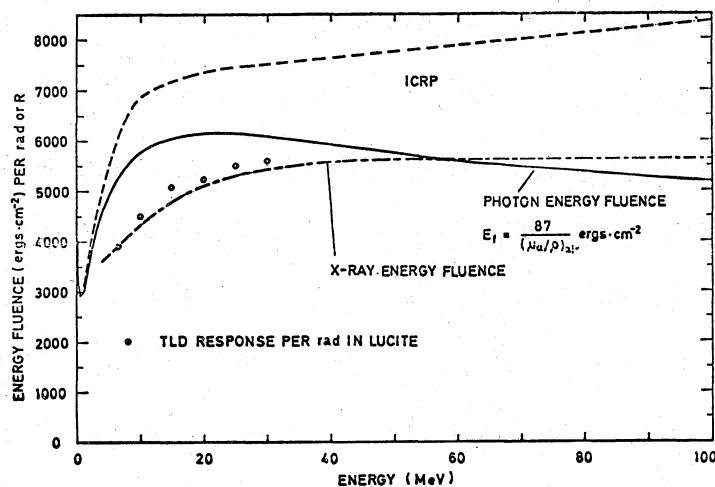


図4 1 rad または 1 R 当りのエネルギーフルエンス

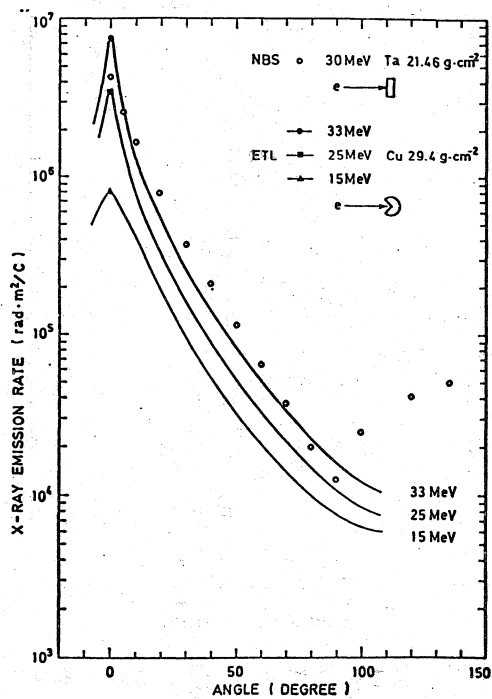
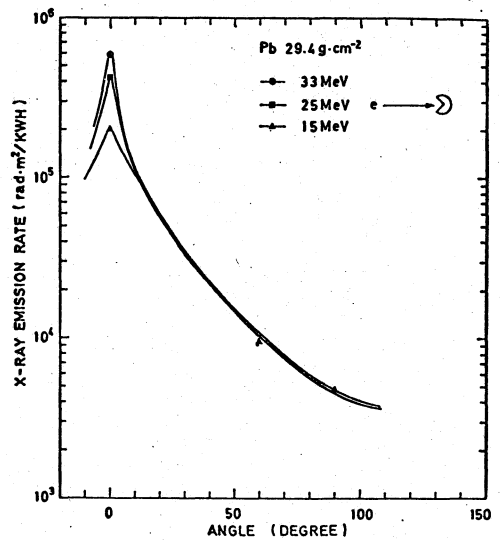
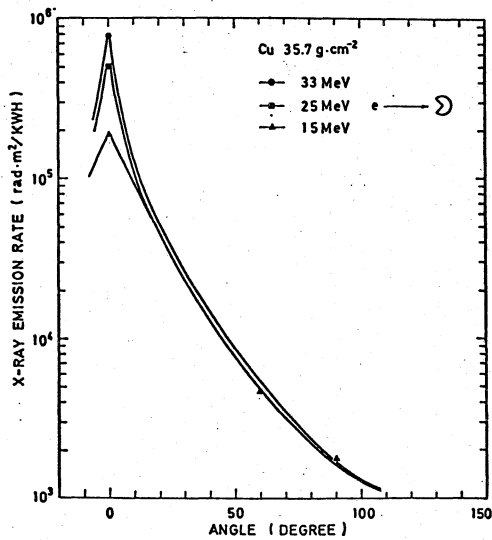


図5は銅の扇形標的に15, 25, 33 MeVの電子線を照射したときの制動放射線発生率を示したものである。NBSの測定値とはかなり良い一致を示しているが、扇形の標的を使用したためNBSの測定値に見出される90°近くでのくぼみはない。

図6は同じ銅扇形標的からの制動放射線発生率を電子ビームエネルギー1 kWh 当りに換算したものを

← 図5 銅扇形標的からの制動放射線の発生率 NBSのTa標的からの測定値との比較

示す。電子ビームの方向とX線の放出方向との間の角 θ が 10° から 107° の間の分布曲線は電子エネルギーに依存しない物質固有の分布を示しているように見える。この傾向は図7



の鉛扇形標的からのX

図6 銅標的からのX線発生率

図7 鉛標的からのX線発生率

線発生率分布にも鮮明にあらわれている。図6, 7ともに電子エネルギーが増加するに従って前方方向へのX線発生率が増加することは予想通りである。しかし、この前方方向へのX線発生率の増加は全立体角へのX線発生率からみると僅かなものであることがわかる。図8は θ 方向 1° 当り放出されるX線発生率を示したものである。この分布曲線下の面積が全X線発生率を示すことになる。電子エネルギーが15 MeVから33 MeVまで増加してもX線発生率は大きくは変わらないことがわかる。25 MeV電子が鉛扇形標的に当たった場合、エネルギーの67%がX線に変換されており、前方の 10° 以内は別としても他の方向へのX線発生率は電子エネルギーとともに大きく変化しないことが予想できる。(図9)

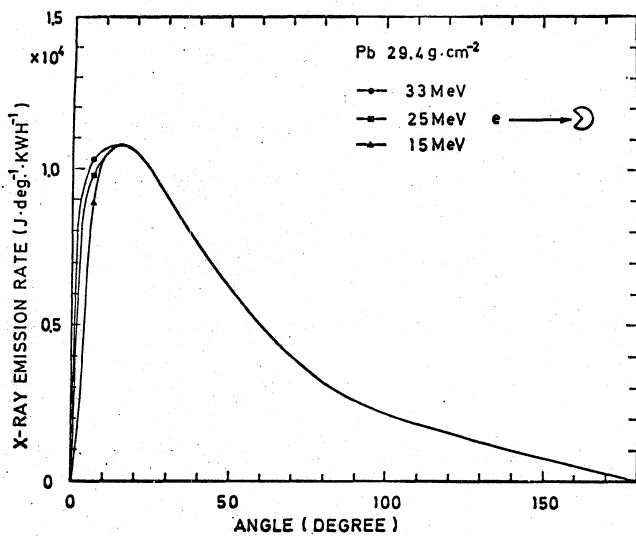


図8 X線発生率の角度依存性

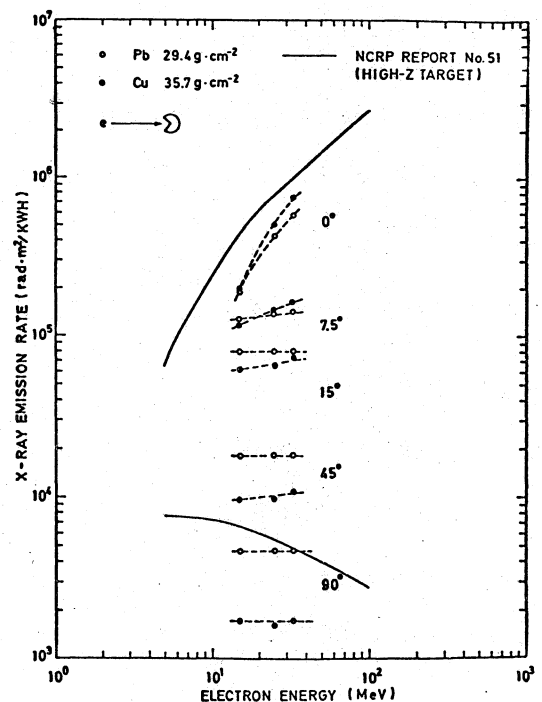


図9 X線発生率の電子エネルギー依存性

1) T. Tomimatsu: J. Phys. Soc. Japan. 25, 655 (1968)