九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

診断用X線のスペクトル測定 : カーボンファイバグリッドの評価

坂本, 弘巳
九州大学医療技術短期大学部診療放射線技術学科助手

長, 哲二
九州大学医療技術短期大学部助教授

阿部, 一之
佐賀医科大学医学部附属病院放射線部診療放射線技師

https://doi.org/10.15017/137

出版情報：九州大学医療技術短期大学部紀要. 11, pp.17-21, 1984-03-01. 九州大学医療技術短期大学部
バージョン：
権利関係：

KYUSHU UNIVERSITY

診断用X線のスペクトル測定

— カーボンファイバグリッドの評価 —

坂本弘巳* 長 哲二** 阿部一之***

Diagnostic X-Ray Spectrometry

— Evaluation of Carbon Fiber Grid —

Hiromi Sakamoto, Tetsuji Cho, Kazuyuki Abe

1. 緒 言

最近，X線撮影用補助具にX線吸収の少ないカーボンファイバ，Woodが使用され，特に撮影台，カセッテ，散乱X線除去用グリッド等への有用性がうたわれている。[1,7] 臨床X線写真においてもグリッドの表面材質，中間物質ともアルミニウムのものに比べカーボンファイバ，Woodのものは写真濃度，コントラスト共に優れ，また患者の被曝線量を低減させている。

我々は先にAlグリッドを使用してフィルム面に入射するX線のエネルギースペクトルの測定を行ったが，カーボンファイバ使用例の写真濃度，コントラストが優れていることは，低エネルギーX線に対する透過性に原因すると考え，今回はカーボングリッドを使用した時のフィルム面に入射するX線のエネルギースペクトルを測定した。その結果をAlグリッドの結果と比較することにより，カーボングリッドの有用性を検討した。

2. 方 法

2.1 使用機器

X線発生装置：東芝KXO−15

X線管装置：東芝DRX−90

ファントーム：水 30×40×10 cm^3

ヒューマノイドシステム社製アンギオスカル頭部ファントームHS−230

グリッド：SMIT社製カーボンファイバ（表面材質），格子比10：1，格子密度44 LP/cm

三田屋製Al，10：1，40LP/cm

測定器：APTEC製高純度Ge半導体検出器，5 mm厚Ge，25 μm Be窓

電離箱線量計：応用技研AE−132

医用X線管電圧波高計：アルコKV−201

2.2 検出効率

検出器の入射光子のエネルギーによる検出効率の補正は^{241}Amを標準線源として使用し，59.5 keVの光子に対する効率を1.00として相対値を求めた。

2.3 カーボンファイバグリッド，アルミグリッドの光子透過性

カーボングリッドとAlグリッドの光子の透過性を比較するため，検出器の窓の中心の前に各々のグリッドの中心部を配置し，グリッド表面に垂直に細い線束（2$mm\phi$）の^{241}Amガンマ線を入射し，その透過光子のエネルギースペクトルを測定した。計測はlife timeを同一とし，グリッドなしの各エネルギーの光子数を100として，グリッドによる光子数の透過の割合を求めた。また管電圧80kV，100kV管電流約0.2 mAのX線を用い水ファントーム10cmにグリッ

* 九州大学医療技術短期大学部 診療放射線技術学科助手
** 同 助 教 授
*** 佐賀医科大学医学部附属病院 放射線部診療放射線技師

ドを密着し透過してくる直接線のエネルギースペクトルを測定した。スペクトルはファントームに入射するX線量を電離箱線量計で測定し規格化した。

2.4　散乱X線のスペクトル測定

測定系の配置は既に報告しているX線エネルギースペクトルの測定[5]と同じである。カーボングリッドが集束しているためX線管焦点－グリッド間をグリッドの集束点距離と同じ100 *cm* とした。今回の散乱線測定の角度は2.5°，5.0°，7.5°，10.0°，12.5°とし，0°は直接線とした。管電圧は80kV，100kV管電流は0.2～1.5 mAで行った。フィルムに入射すると考えられる散乱X線スペクトルは先の報告と同様の立体角の補正を行い2.5°～12.5°で積分して求めた。各角度で測定したスペクトルはファントームに入射するX線量で規格化した。

3. 結果および考察

3.1　検出効率

相対的検出効率を図1に示した。^{241}Amからの光子で最大エネルギーは59.5keVであり60keV以上の効率は光子の光電効果の断面積[2]を用いて計算によって求めた。それを点線で示した。

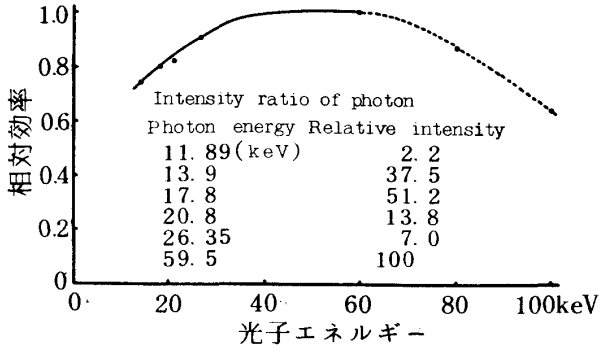

図1.　検出効率

3.2　グリッドの光子透過性

^{241}Amから放射された光子のグリッドによる光子数の透過の割合を図2に示した。59.5keVの光子がカーボングリッドを使用すると67%透過し，Alグリッドは56%透過した。また26.4keVの光子は59%，21%とそれぞれ透過しその差は，59.5keVで10%，26.4keVで38%であり，カーボンファイバグリッドが低いエネルギーの光子に対する透過性が優れていることが証明された。同様にX線管電圧100kVで測定した直接線のエネルギースペクトルを図3に示した。低いエネルギー側でのグリッドによる透過性の差が顕著である。

今回使用のGe検出器は図1に示すような相対的検出効率をもつが，測定したX線スペクトルは相対的な比較をしたため，効率の補正は行わなかった。

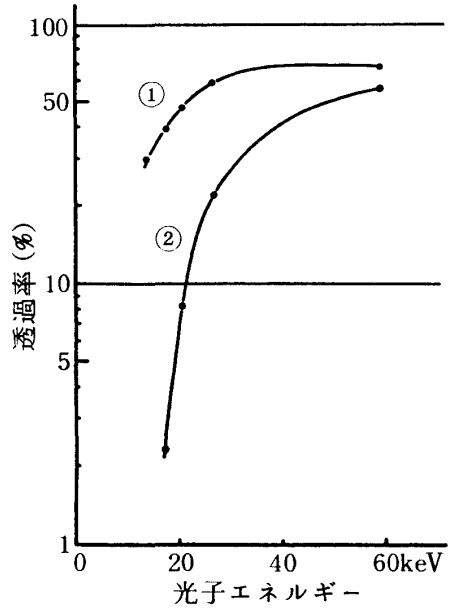

図2.　グリッドによる光子透過率の比較
①：カーボングリッド
②：アルミグリッド

3.3　散乱X線スペクトル

管電圧80kVで各設定角度で散乱線を測定し立体角の補正を行い積分した散乱線と，フィルムに入射する直接線＋散乱線のスペクトルを図4に示した。

散乱線を測定した角度は12.5°までとし，それ以上については今回使用グリッドの格子比が10

：1であり，また鉛ハクの方向に対して直角の平面で測定したため5.6°をこえて散乱すると鉛ハク1枚で遮蔽される。また12.5°以上ではハク2枚で遮蔽されることになりこれ以上の角度に対する光子数は全体の光子数に対して無視できると考え測定は12.5°までとした。

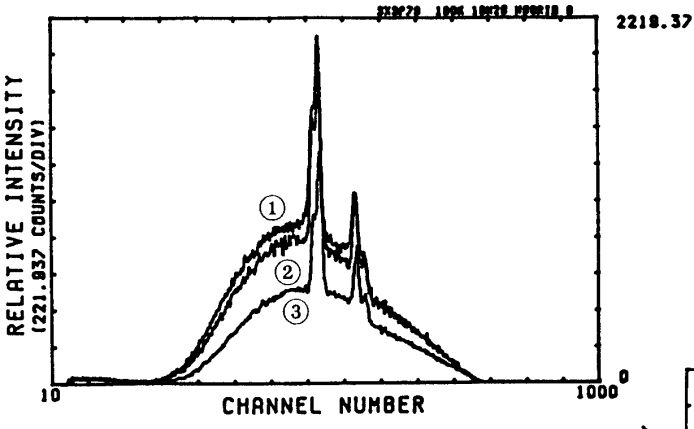

図3.　グリッドによる直接線のスペクトル変化
（100kV，水10*cm*）
①：グリッドなし
②：カーボングリッド⊕
③：アルミグリッド⊕

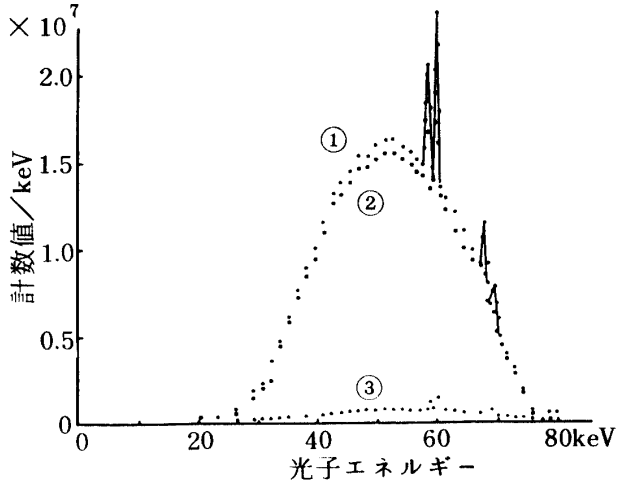

図4.　カーボングリッド使用時のフィルムに入射するX線スペクトル（80kV）
①：直接線＋散乱線
②：直接線，③：散乱線

光子数の割合から散乱線含有率を算出すると，80kVで5%，100kVで6.3%である。これは一般に散乱線含有率を測定するJIS Z 4910に準じた方法で求めたものより小さい。[3,4,6]今回の測定は鉛ハクの方向に対して直角の平面内で測定し除去効率の最も良い角度の設定であった。これに対しハクの方向に対し平行に検出器をを配置すれば最も除去効率の悪い場合である。このことを比較するためハクの方向に対して，直角方向に12.5°平行方向に15°で測定したスペクトルを図5に示した。散乱X線の方向とハクの方向との関係により，複雑なスペクトル変化と光子数の増減があることがわかる。

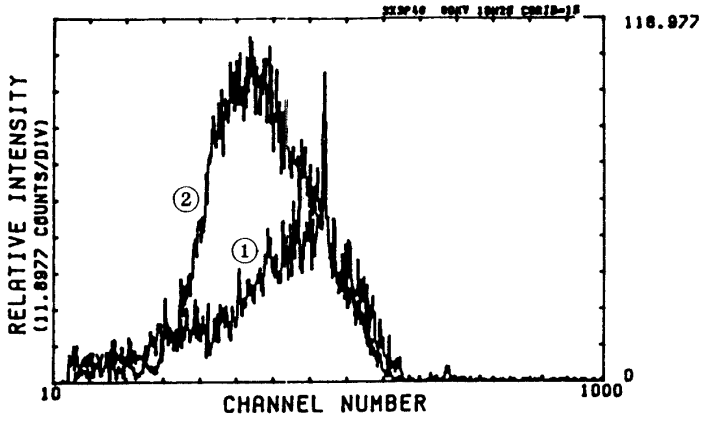

図5.　鉛ハクの方向に対する検出器の角度とスペクトルの比較（80kV）
①：直角の平面で12.5°
②：平行の平面で15.0°

今回のカーボンファイバを使用して求めた散乱線のスペクトルと先に報告したAlによるものを図6に示し比較した。これは水ファントームに入射するX線量の測定方法が異るためエネルギースペクトルの形のみの比較である。このAlグリッドは格子比が6：1であるため10：1であればさらに低エネルギー側での吸収が目立ちカーボングリッドの低エネルギー光子に対する透過性の優秀さを示している。

図7に示したX線写真は頭部ファントームで血管に造影剤を封入したものである。撮影条件

は同一としグリッドを変えて撮影した。あきらかにカーボンファイバグリッドを使用したX線写真が濃度，コントラストともに優れている。これは前述の結果のようにカーボンファイバグリッドが低エネルギーX線の透過性に優れていることから生じたものと考えられる。

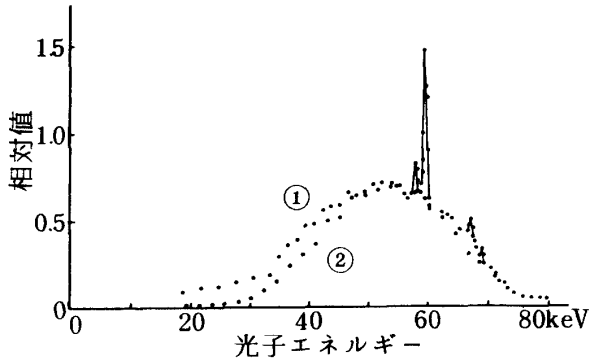

図6. 積分した散乱X線スペクトルの比較
（80kV）
①：カーボンファイバグリッド
②：アルミグリッド

4. 要　約

^{241}Amの光子によるグリッドの透過率を比較すると59.5keVではカーボンファイバを67%，Alを56%透過した。また26.4keVでは59%，21%の光子数が透過した。

直接線，散乱線のエネルギースペクトルからもカーボンファイバグリッドの透過性の優秀さが特に低エネルギー側で確認された。

光子数から求めた散乱線含有率は80kVで5%100kVで6.3%であった。このことは鉛ハクの方向に対する散乱線の方向を考慮することにより増加する可能性がある。

なお，本論文の一部を第39回日本放射線技術学会総会（大阪），要旨は第34回九州部会総会（沖縄）で発表した。

カーボングリッド(+)
10：1，44LP/cm

アルミグリッド(+)
10：1，40LP/cm

図7. 頭部ファントームの写真
撮影条件：81kV，21mAs
Screen ：Siemens KRUPPA
Film ：Fuji RX

文　献

1) 荒牧成光　他：シネフィルムによるカーボングリッドの評価．日放技学会総会予稿集，39，556，1983．

2) Ellery Storm and Harvey I. Israel：Photon Cross Section From 1keV To 100MeV For Elements Z=1 To Z=100. Nuclear Data Tables A7，565〜681，1970．

3) 大塚昭義，宇津見博基，東田善治，藤井伸一，稲葉伸生，大田正治，中西　敬：散乱線含有率と画質について．日放技学誌，33，564〜569，1978．

4) 越智　保，上野山文男，白井明子，宇山茂樹：散乱線含有率の近似式の導出．日放技学誌，37，773〜779，1981．

5) 坂本弘已，長　哲二，小山田　即：診断用X線スペクトルの測定．九大医短部紀要，6，43〜47，1979．

6) 中村　実：X線写真の画質におよぼす因子の研究．日放技学誌，20，243〜290，1965．

7) 渡辺信行，沢田武司，木野村豊：連続血管撮影装置（AOT）における附属器具の改良について．日放技学会総会　予稿集，39，554，1983．