

Bucky グリッド法の X 線撮影への応用

The Bucky diaphragm principle applied to roentgenography

Potter HE. Am J Roentgenol 7:292-5, 1920

本誌別稿にて著者は、消化管透視において被写体から出る散乱線を蛍光板に到達する前の段階で吸収することによって、はるかに鮮明な画像が得られることを述べた。これは平行な金属グリッド（格子）の板を被写体と蛍光板の間で回転させることにより、グリッドの設計と回転速度を調整して、静止した Bucky グリッドの機能をすべて満たしながら、金属板の陰影がほとんど見えないようにしたものである。

被写体からの常散乱線が、X 線撮影の診断的価値を透視の場合よりもさらに大きく制約していると考え、放射線医療従事者、放射線機器業者が、被写体からの散乱線が果たす重大な役割を認識することによって、願わくばすべての放射線医療従事者が日々の撮影においてこの問題から早期に解放されるよう、以下の議論を展開するものである。

図に散乱線の線源と方向を示した。散乱線はあらゆる方向に発生し、蛍光板上の 1 点に対してあらゆる角度から入射する。その効果は、一次線の写真効果を部分的に相殺してボケとなる。このボケは、X 線と物質の相互作用によるものなので、装置や撮影技術の改善をもってしてもその発生を抑制することができない。吸収フィルターを使用しても、一次線も同じように吸収されてしまう。従ってボケの原因となる X 線が、被写

体から出て蛍光板に到達する間に吸収するしかない。1913 年に発表された Bucky グリッドは、この機能を立派に果たすものであるが、蛍光板上に許容しえないグリッド自体の陰影が残ってしまい、実際の使用は憚かられるところである。

我々は前報にて、散乱線防止というグリッド本来の機能を果たしつつその陰影を消すために、Bucky 自身の記載のようにグリッドを動かす方法について述べた。蛍光板のすべての部分でグリッドの陰影を消すには、蛍光板のすべての部分が等しい時間にわたってグリッドによって覆われることが必要であることが明らかとなった。さもなくともグリッドの一部が消えず、さまざまなパターンが現われる。Bucky のような方形グリッドの場合、いかなる線形運動、回転運動、不規則運動をもってしても、銀塗布面のすべての場所の陰影を均等にすることはできない。この種の構造、あるいはより複雑な構造のグリッドでは完全に陰影を消すことができなかったことから、方形成分のない平行板を立てた構造で、どのような効果が得られるかを試みた。同じ間隔の方形グリッドに比べると、散乱線の除去効果は小さかった。しかし、平行グリッドの平行板の間隔を小さくすることで、より大きな効果が得られた。平行グリッドに単純な均一な動きを与えると、グリッドの陰影がまったく写らないことが直ちに明らかとなった。多くの実験から、5/8 インチの活字合金の板を 1 インチあたり 5 枚配置すると、実用上必要な程度に十分な散乱線吸収が得られることがわかった。

以下、実験した最新の試作品について記載する。幅 5/8 インチ、厚さ 1/50 インチ、長さ 2 フィートの活字合金の板を円筒壁の一部のように配置する。すべての金属板は平行で、その間は厚さ 1/6 インチの中空の木板スペーサーで仕切られている。この結果 1 インチ当たり約 5 枚の金属板とスペーザーがあることになる。装置全体が彎曲しており、25 インチ上方の X 線管ターゲットから出る X 線が、金属板の側面に当たること無くその間隙を通過するようになっている（図 1）。

この装置は、彎曲した軌道上を走るようにローラーベアリング（ころ軸受）上に設置され、金属板と交差する方向に約 5 インチ移動する（図 2）。移動の動力源は、鉛製分銅の重量である。分銅は平衡装置にぶら下がっており、その終端はそれぞれ滑車を介してケーブルで可動グリッドにつながっている。移動速度は、グリッドの両端に 1 対のケーブルと天秤のような平衡装置に

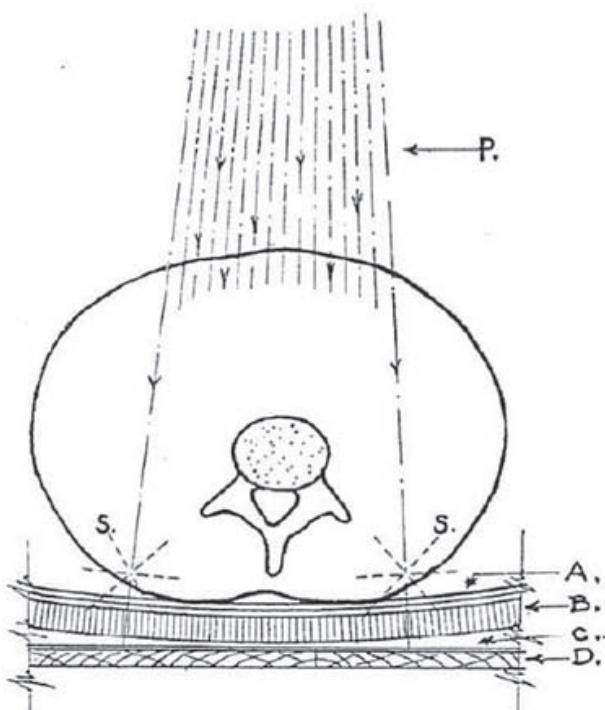


図 1. 一次線 (P) と散乱線 (S)。散乱線は、乾板 (C) に到達する前にグリッド (B) の表面でカットされる。[訳注 : A, D に関する記載はないが、それぞれ寝台、プレートのホルダーと思われる]。

結びつけられたオイルダンパーによって一定に調節される。ピストンのバルブによってオイルの流量を調節し、グリッドが弧状軌道を移動する時間を $1/2$ 秒から $3\frac{1}{4}$ 分まで任意に設定できる。グリッドの上には彎曲した合板の患者支持台があり、グリッドはその下を自由に動くことができる。グリッドの下には乾板と増感紙のホルダーを置くスペースがあり、グリッドがこれにぶつからずに動けるようになっている。このすべての構造は、寝台のキャンバス天板の下に置かれており、キャンバスにはグリッド上の患者が合板に密着できる程度のたわみがある(図3)。

使用に当たっては、患者と乾板を所定の位置にセットし、オイルダンパーのトリガーを「ダウン」の位置にして、バルブを所望のスピードにセットする。撮影直前に、コードを引くとトリガーによってグリッドが起動する。撮影は、グリッドの運動が止まる前に完了する必要がある。さもないとグリッドの陰影が写り込んでしまう。

グリッドの移動速度は高速である必要はなく、またそれを推奨もしない。実験によると、前述の設計に基づくグリッドは、露光中に1インチ以上移動しないとグリッド陰影を均一に消すことができない。我々は通常2~4インチとしており、これで陰影は常に完全に消失する。

この方法では、一次線が金属板の端、およびグリッド上の木板、木製スペーサーによって吸収されるために露光時間がやや延長する。しかしこの時間延長は、通常よりも透過性の高いX線を使えることによって代償される。通常のX線乳剤で、スパークギャップ5インチ相当の管電圧でも、通常ならばこの電圧で発生する

ボケなしに撮影することができる。同時に、高透過性によって骨構造の詳細が強調され、通常ならば散乱線で飽和する軟部構造も保たれる。

このグリッドの有用な領域は、想像に難くないよう、主に腹部、骨盤の深部構造である。脊椎の前後撮影、側面撮影では特に必要性が高く、この領域で得られる画質は研究室外に敷衍するだけの利用価値がある。尿路結石、胆石では、通常の撮影ではしばしば不明瞭な低濃度の結石も明瞭に写る。最も有用な使用法のひとつが、高度肥満の患者である。この場合、散乱線が優位となって通常の写真ではこれによって銀塩がほとんどが還元されてしまう。このような散乱線を吸収することにより、以前は撮影不可能と考えていた腰椎の撮影も可能となる。

もうひとつの有用性は、広い視野範囲をグリッドの効果を減ずること無く撮影できることである。14"x17"サイズの乾板の全領域で、狭い範囲に絞って撮影筒(cone)を使って撮影する場合と同じような散乱線除去効果が得られる。これによって、尿路全体、骨盤全体、あるいは脊椎の任意方向の広範囲を、画質を損なうことなく1回で撮影できる。

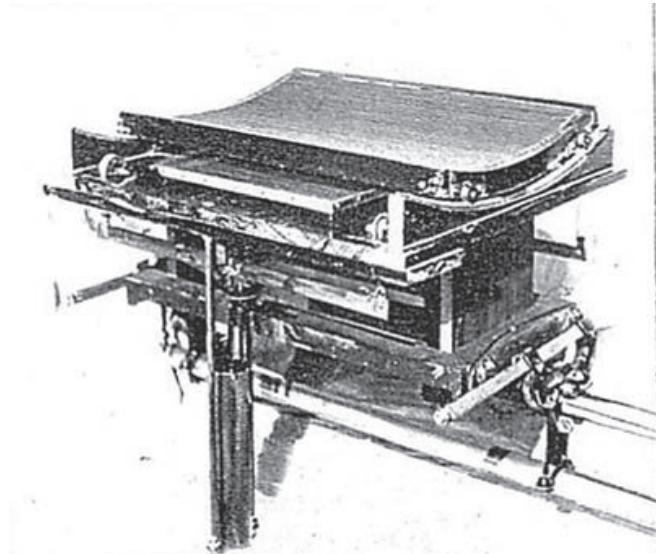
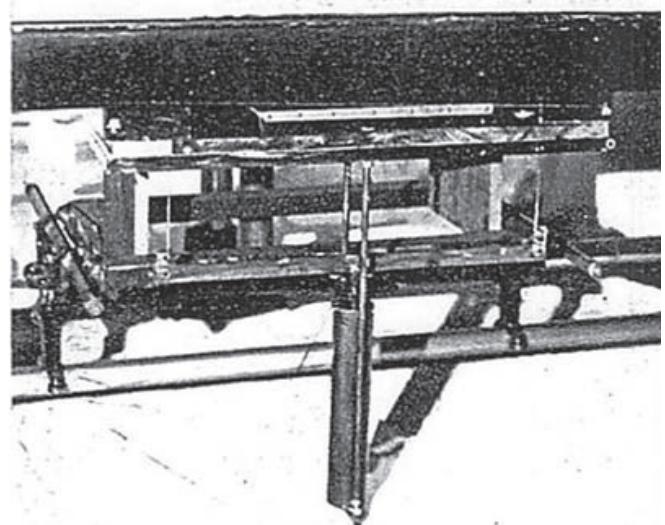
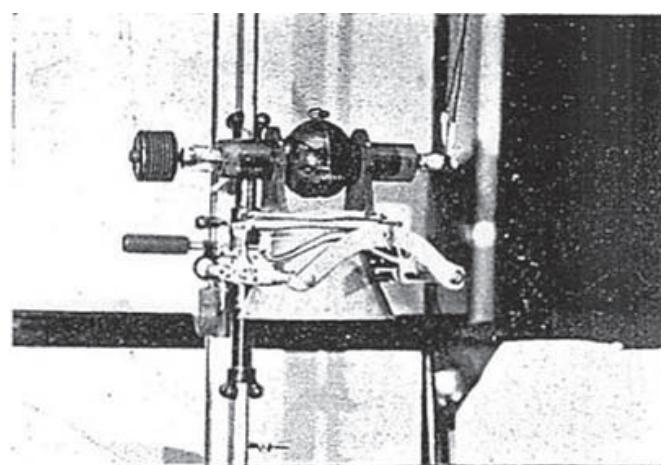


図2. グリッドの全体構成。グリッド(a)は乾板(c)の上の弧状軌道(b)のローラーベアリング上を移動する。オイルダンパー(d)が天秤棒(e)とケーブルによってグリッドに接続されている。バルブ(f)によって移動速度を調節する。ここには示していないが天秤棒(g)には分銅がついている。装置全体は、Kelly-Koett 透視台のサブフレーム上に搭載されている。[訳注. (a)~(g)は図中に記載がない]。

図3. キャンバス張り寝台の天板の下に設置されたグリッド。

副鼻腔、消化管にもグリッドの適応があると考えられるが、まだ少数例の経験にとどまる。消化管の場合、我々の装置はまだ荒削りなものなので、露光とグリッド運動のタイミングに厳密な調整が必要である。磁石によるグリッド起動メカニズムの導入後は、高速撮影にも対応できるものと期待しており、これまでのところ、更なる実験を継続するに値する有望な結果が得られている。

注：Caldwell 博士が亡くなる前に我々の研究室を訪問された際、我々の装置とその結果の一部を供覧した。その時彼は、ドイツの Bucky がある種の可動グリッドを実験して、二次陰影の消失を得たことを耳にしたと話した。1917 年、シンシナティでの学会で我々は自分たちの装置を紹介し、その結果を供覧した。以後これに関する言及はなかったが、最近になって訪問放射線科医が雑誌に投稿するよう奨めてくれた。

Bucky がこの方向でどのような成果を達成したか知ることは難しいが、二次陰影の実際的な抑制方法を発明したという発表がなかったことは確かである。上述の方法は比較的単純であり、日常診療に使えるようにメーカーがこれを製造すべき時機であろう。

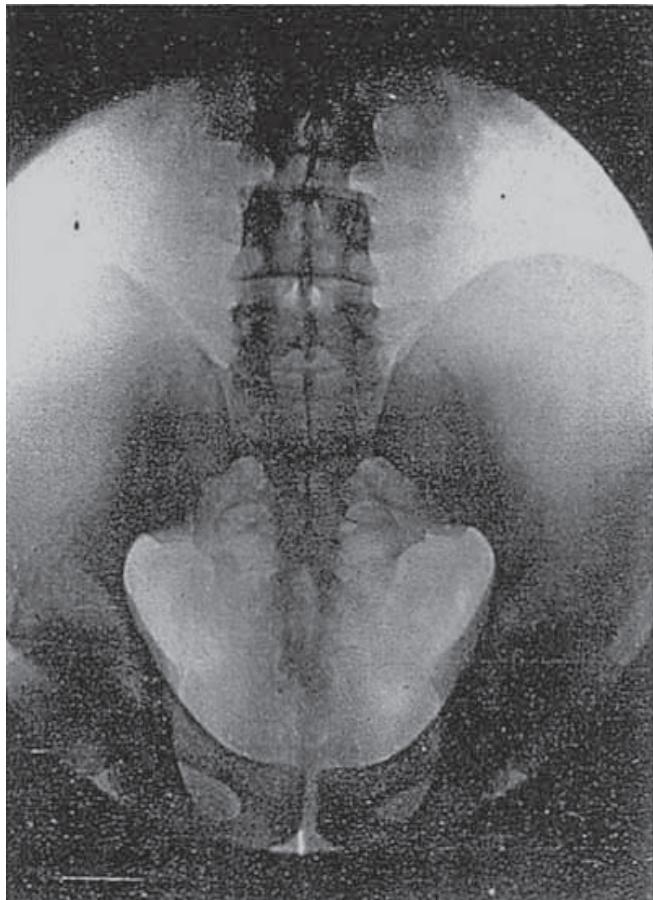


図 4. 脊椎およびその周囲の X 線写真。本文中に記載のグリッドの均一な動きによって、グリッドの陰影は写りこんでいない。

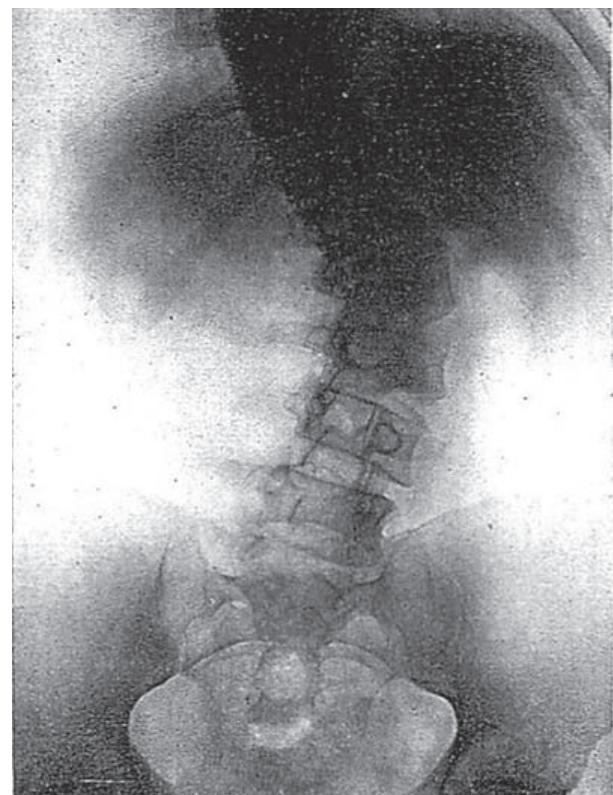


図 5. グリッドによって得られる脊椎の写真的一般的な画質を示す。乾板で見られる骨の詳細構造は、中間調の印刷では再現されていない。

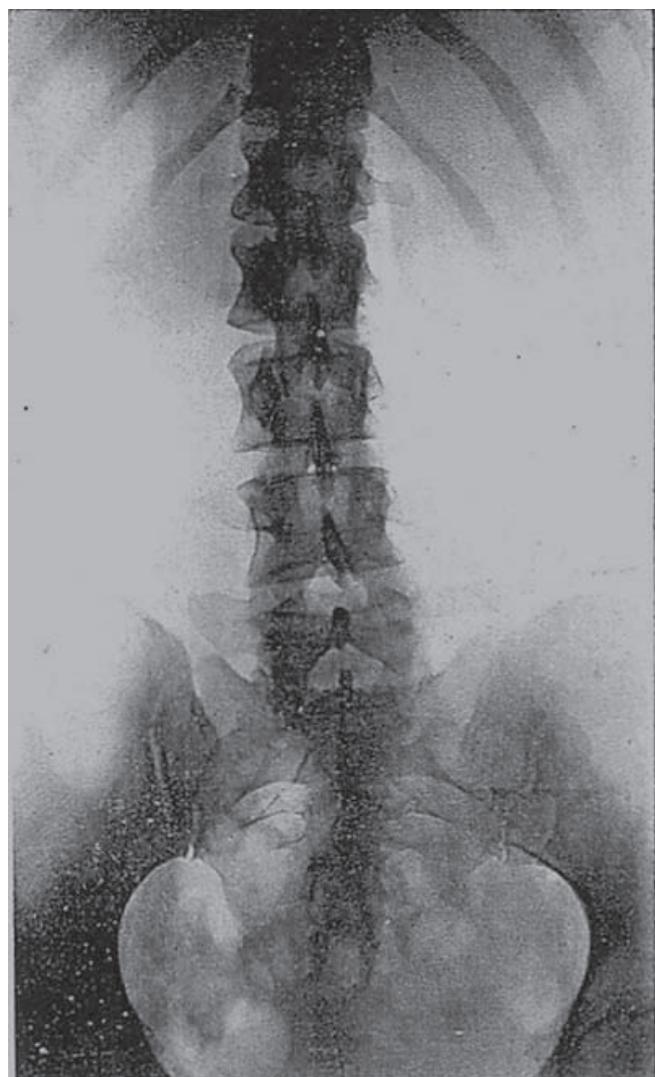


図 6. 軽量患者における脊椎の写真。非常に強いコントラストが認められる。増感紙を使うとコントラストが強くなりすぎて不適当になる。