

ラジオクロモーメーター および さまざまな X 線ならびに類似放射線の実験的定義

Le Radiochromomètre et la définition expérimentale des diverses sortes de rayons X et radiations similaires

Benoist L. Arch Electric Med 10:129-134, 1902

著者は、ラジオクロモーメーター (radiochromomètre) という名称のもとに、以前に確立した X 線透過性の一般法則¹に基づく計測装置を開発し、X 線および類似の放射線の一般的な分類法の正確かつ実際的な応用法を考案した。

X 線には、例えば骨と筋肉のようなさまざまな物質の透過能力に応じて異なる性質があることが知られている。これは通常光の成分が、赤ガラスや青ガラスを一樣には通過しないのと同じである。これが、X 線の放射線選択透過性 (radiochroïsm) である。

しかし、写真家が暗室で使う灯火に青色灯ではなく赤色灯を使うことを知ることが必須であるように、X 線およびその類似光線の使用者、特に放射線医学者は、自分が使用している X 線を正確に知る必要がある。これまで、X 線管球の外観、電気抵抗、スパーク計 (spinthermètre) によるスパークギャップ、X 線透視あるいは乾板上の骨と筋肉のコントラストなどが、この目的のために間接的な方法として使用してきた。これに対する表現は、常に曖昧、恣意的なもので、軟らかい X 線、硬い X 線などとされていた。

これに対して、ラジオクロモーメーターを使用すれば、X 線の性質を数値的に表現することができ、個人差、恣意的評価とは独立に、常に同じように表現できる。

その機能と有用性は、温度計測における温度計になぞらえることができよう。

実際、温度計では 2 つの物質の体積の違いを利用し、温度の変化について、例えばガラスと水銀のような、ある物質の他の物質に対する相対的な体積の変化によって温度を定義する。

ラジオクロモーメーターでは、2 つの異なる物質の透過性の違いを利用し、X 線の線質について、例えば銀とアルミニウムのような、ある物質の他の物質に対する相対的な透過性で定義する。

1. 科学アカデミー報告集 (1901 年 2 月 12 日, 3 月 4 日, 25 日). J Phys 1901 年 11 月号.

2. 厳密に較正されたラジオクロモーメーター、および放射線比色鏡は、Victor Chaboud 社 (58 rue Monsieur-le-Prince, Paris) で製作されている。

3. ラジオクロモーメーターの把手 R は、さまざまな役割をもつ。端の孔は垂直方向にある蛍光板を支えている。孔は円板の外側に接して、1 番分画の位置がわかるようになっている。

2 つの物質と厚さの選択は、著者が以前に確立した透過性の一般法則によるものである。透過性の違いが非常に小さい銀と、これが非常に大きいアルミニウムを組合わせている。

ラジオクロモーメーターは、12 分画に区分したアルミニウム円板から成り、その厚さは 1 ~ 12mm である。中心部には厚さ 0.11mm の銀円板がある。アルミニウムの分画は時計の文字盤のように配置されており、時計の 12 時間に応じて厚さ 1 番が 1 時の位置、以下 12 番が 12 時の位置にあり、場所をみればすぐに番号が分かるので数字を振る必要がない (図 22)².

この装置を、写真乾板の上、あるいは透視の蛍光板の反対側に置く。いずれの場合も画像上で、アルミニウム分画の一つが中心の銀円板と等濃度に見える。この分画の番号がその X 線の線質番号で、これで線質を完全に定義できる。

例えば図 23 では、7 番目のアルミニウム分画が、中心の銀円板と同じ濃度である。この X 線は、ラジオクロモーメーターで 7 番、あるいは 7 度と定義される。

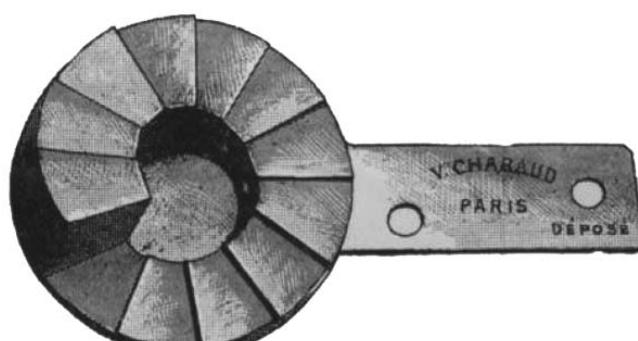


図 22. ラジオクロモーメーター (Benoist)

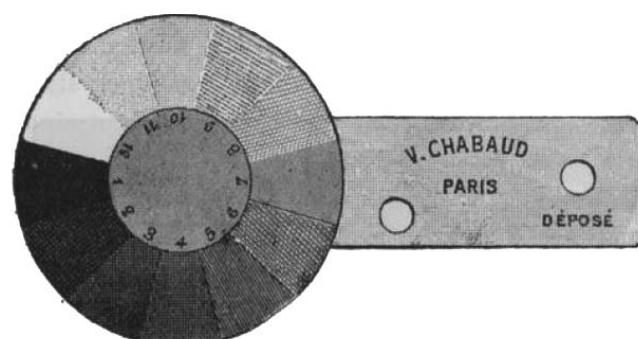


図 23. ラジオクロモーメーター外観図 (印字面側). 透視像では反転して、数字と分画が時計の文字盤と同じように見える。

このように 12 段階のスケールで、現状使われている X 線の線質をすべてカバーしている。例えば中等度の硬さは 5 度あるいは 6 度、非常に硬い X 線は 9 度あるいは 10 度、非常に軟らかい X 線は 2 度あるいは 3 度となる。ラジウムの放射線もここに含まれ、これは平均 0.5 度である。

必要に応じて $1/2$ 度、 $1/4$ 度にも容易に対応できる。例えば、中心の銀円板がアルミニウムの第 2 分画より明るく、第 3 分画より暗い場合、色がそれぞれから同程度離れていれば 2.5 度と判断される。 3 度に近ければ、 $2\frac{1}{4}$ 度あるいは 2.25 度となる。

色の比較を簡単にするために、現像する写真乾板の上に、分画と同じ形に切り込みを入れた黒い紙を載せると、アルミニウムの各分画、同時に中心の銀円板を簡単に識別できて良い。透視でも同じようにできるが、黒い紙ではなく刻み目のある鉛円板を使用している。

放射線比色鏡 (Lunette radiométrique) は、X 線管球の直接観察、調整、応用に利用できるよう完全な構成となっている。厚い銅製の筐体 L の一端には目に当てて外の光が漏れないようにするアタッチメント O がある。反対側には蛍光板 E があり、ここにラジオクロモメーターが外部からバヨネットマウントで取付けられている³。刻み目のある鉛円板 B が、レンズキャップのようにラジオクロモメーターにはまっており、回転すると異なる分画を露出するようになっている。比色鏡を X 線管球の対陰極に向ければ、ただちにどのアルミニウム分画が中心の銀円板と同じ濃度かを知ることができ、その管球が放出する X 線の度数を直読できる（図 24）。

ラジオクロモメーターを使用することにより、温度計

が温度調節に役立つと同じように、X 線照射に正確さをもたらすことができる。放射線医学では、それぞれの症例に最適な X 線の質を厳密に選択することができる。例えば $2 \sim 3$ 度の放射線は、手の X 線写真で筋肉の内部にある血管を非常に明瞭に描出できるが、これより大きな度数では見えない。反対に手の骨を見るのは、 $5 \sim 6$ 度の X 線が必要である。 $1 \sim 2$ 度の X 線で、茎、葉、葉脈とその変化をすばらしい写真に写すことができた。

X 線撮影の試験は、すべてラジオクロモメーターを使用し、乾板上で被写体の側にこれを置く。これによって、撮影に使用する X 線の質を正確に記録することができる。こうして X 線撮影、X 線治療いずれにおいても、システムティックで合理的な撮影法を確立できる。

最後に、ラジオクロモメーターを使えば、X 線管球毎に、電気的に調整して所期の X 線質を得ることができる。例えば特定のコイル、断続器、特定の電圧、電流の条件下で、スパーク計によるスパークギャップ 1cm の時に 2 度、 10cm の時に 6 度などと分かる。

電気的に同じ設定をしても、X 線管球が異なれば線質は必ずしも同じではなく、時には同じ管球でも一定しない。逆にこのことから X 線管球には、その対陰極の性質上、大きなばらつきがあることが分かり、これは前にも触れた著者の唱えた X 線透過性、吸収、放射の一般法則に一致するものである。例えば同一の電気的な設定条件下で、アルミニウム対陰極では 4.5 度、白金対陰極では 6 度の X 線が放出された。X 線撮影、透視では、前者の法がコントラストが高く、より精細な画像が得られると考え、実際にこれを確認できた。このように、ラジオクロモメーターは、X 線管球の製作、改良にも有用である。

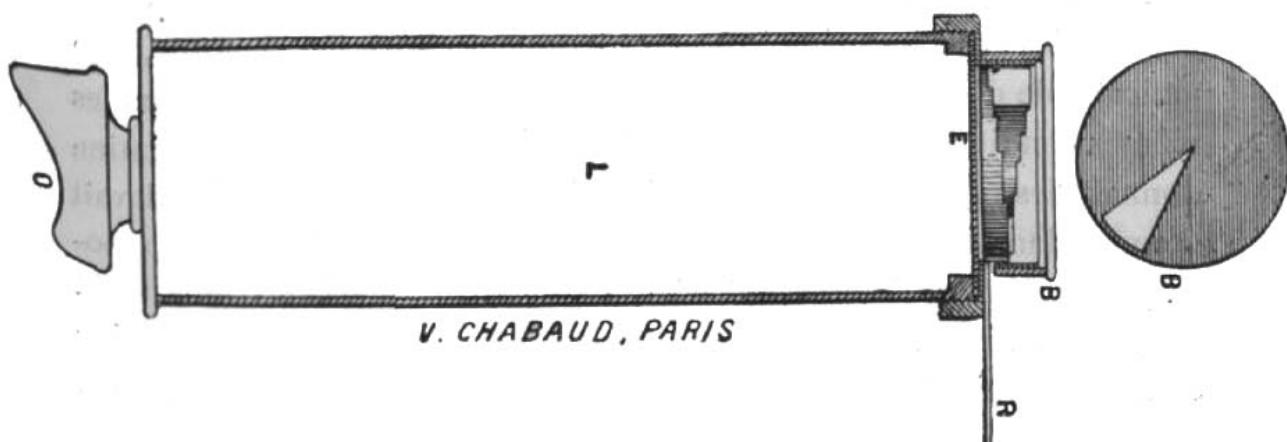


図 24. 放射線比色鏡