

SPring-8



ひかりの丘から

SPring-8

News

第3号



夢の光、 新しいX線診断法を開拓!

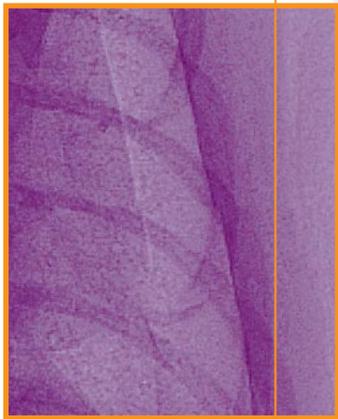


図 1 220mの中尺医学研究用ビームラインで得られた最新のラットの体内画像

SPring-8では、非常に高輝度で平行性が高く、しかも波長可変な単色性の高い放射光(X線)により、医学利用研究の一環として、新しいX線撮像法の開発研究が進められています。

上図(図1)は、この春完成した長さ220mの中尺医学研究用ビームラインを用いて得られた、ラットの体内画像です。

本号では、このX線屈折コントラストイメージング法をご紹介します。



将来のガン診断に“光明” SPring-8の放射光を利用した X線屈折コントラストイメージング法

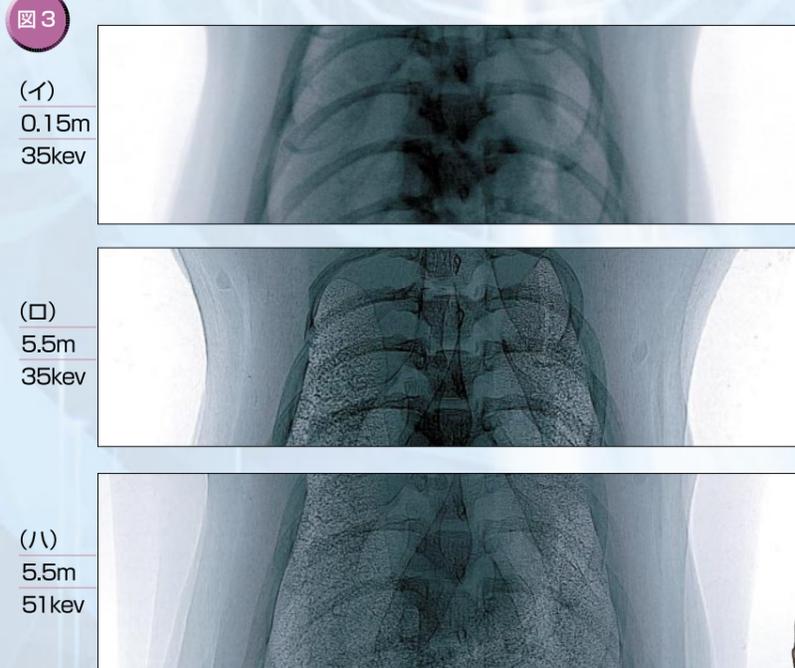
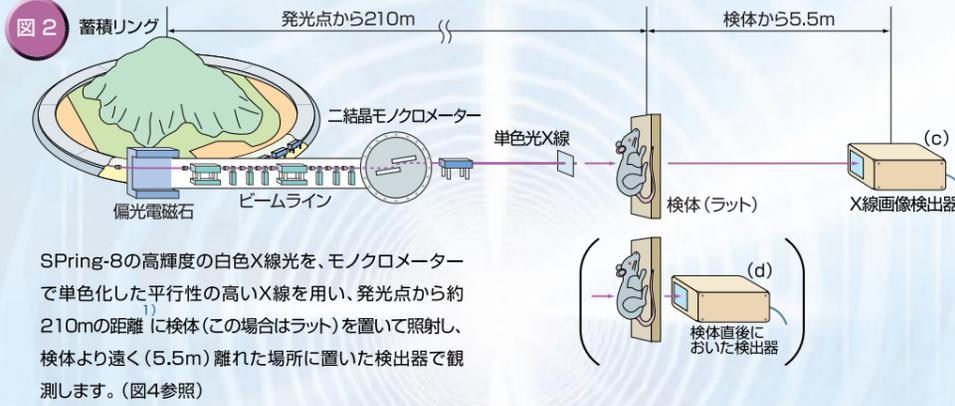
皆さんのなかには病院でX線(レントゲン)写真を撮られた方は多いと思います。腕の骨とか、胸の写真とか、あるいは虫歯の治療の際に。レントゲン写真(X線の発見者レントゲン博士の名前をとってレントゲン写真といわれているのです)は、X線の色々な特性のうち、物質を透過する性質を生かしたもので、人体を傷つけることなくその内部を見るのに便利に用いられています。従来の診断などのレントゲン写真では、X線がどれだけ物質に吸収されたかで、画像が作られます。

骨組織のように重い部分はX線の吸収が大きく、内臓や筋肉などの軽い部分では吸収は小さく、X線が透過しやすい。この吸収の差コントラストが、像になるのです。軟組織部分の状態を見たい時には、何か重金属を含む造影剤を組織の中に入れて撮す必要があります。胃のレントゲン検査の時にバリウムを飲まなければならないのは、こんな理由からです。

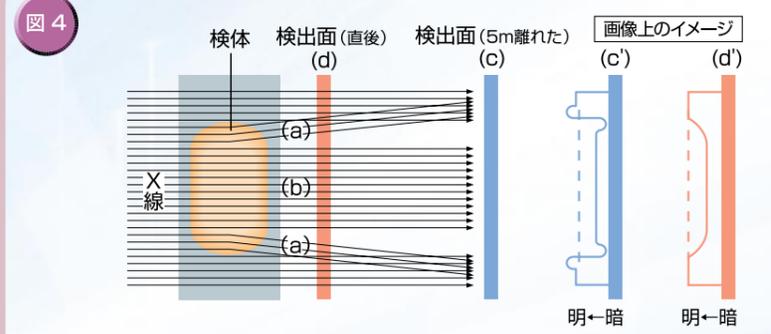
表紙写真(図1)は、全長220mの中尺医学研究用ビームライン(BL20B2)で、図2に示したように、光源から210mの距離のところに検体のラットを置き、偏光電磁石発光部からの放射光を2結晶モノクロメーターで単色化した35keVのX線を照射し、検体ラットから5.5m離れた検出装置(普通私たちが受けるレントゲン撮影の場合のフィルムと同じような働きをする装置)で撮像したラットの上半身です。頭部や頸部(首)、前肢(前脚)の骨格はもちろん、その重なるの構造もハッキリと見えます。胸内や腹部など軟組織の部分を見れば、この新しい方法による撮像の特徴がよく分かっていただけるでしょう。肺の部分(図3)で説明しましょう。

まず、図3の(イ)と(ロ)をご覧ください。これは実験配置図2のように発光点から210mのところラットを置いて、(イ)は検出器を検体のすぐ後ろに置いて撮像したラットの胸上部の写真、(ロ)は検出器を検体から5.5m離して置いて撮像した、ほぼ同部位の写真です(照射したX線のエネルギーは、ともに35keVです)。この2つを比較してみましょう。(イ)では、肋骨はよく写っていますが、あとの部分はほとんど濃淡が一緒で、肋骨以外あまり様子がうかがえません。これは検出器が調べたいラットの体のすぐ近く(0.15m)のところに置かれたため、X線の吸収の差だけしか現れていないからです。

それに対し(ロ)、X線屈折コントラストイメージング法の画像では、骨格と一緒に肋骨の後ろ側にある肺の部分が明瞭に映し出されています。



(ハ)は、(ロ)と同じセッティングで、エネルギー51keVのX線を照射して得た像です。X線のエネルギーが高いほど透過性が大きくなります(吸収がされにくくなります)²⁾。35keVのX線による像(ロ)に比べ、骨はより透明にうすく写っていますが、骨も肺もその輪郭はともにハッキリと映り、屈折コントラストイメージングの特徴をより示しています。



X線透過方向に厚さ均等な試料部分(b)を通して到達するX線は同じ吸収差のまま直進しますが、透過方向に不均等な形状の部分(a)を通るX線は僅かですが進行方向が変化します。検体から離れた検出面(c)のところでは、X線に粗密がはっきり生じ、検体の境界部がX線の明暗として強調され、吸収のコントラストも重なった画像(c)として得られます。(従来のX線造影法と同じに検体直後に置いた検出面(d)では、X線の検体による吸収の差しか現れません(d'))。

X線屈折コントラストイメージング法⁴⁾は、X線が透過する際、密度に差のある物体の境界面で非常に僅かな屈折が起こり、ほんの少し進行方向が変わることを利用して、画像を得る方法です。図4はそれを模式的に示しています。

表紙図1のラットの屈折コントラスト法の画像は、こうして縦15mm×横24mmの撮像を、検体を移動して上半身全体にわたって撮った12枚の素画像をコンピュータで合成したものです。一画面の撮像に要した時間はこのテストでは一分程で、コンピュータ制御で撮像しました。

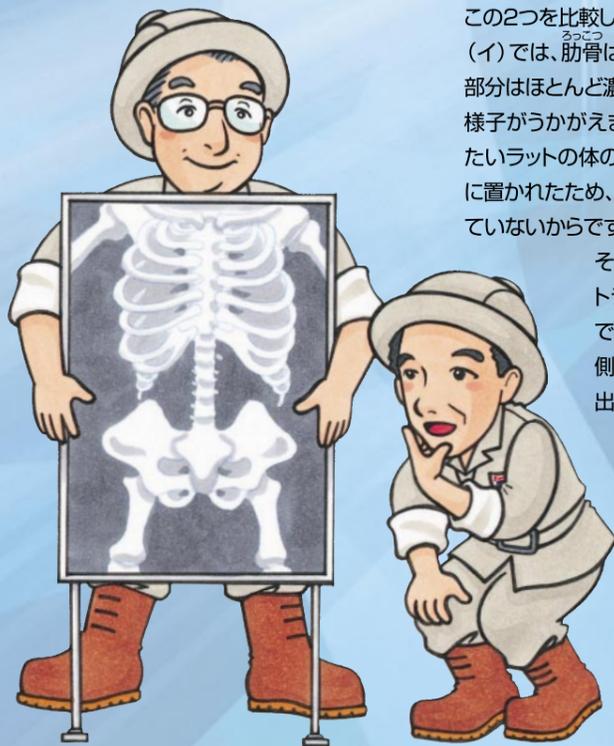
本号では、JASRIグループによる中尺医学研究用ビームラインを用いた実験の成果を紹介しました。SPring-8で進められる今後の屈折コントラストイメージング法の展開としては、照射面積をさらに広げること、画像の高分解能化、コンピュータトモグラフィ(CT)を応用した画像の立体化などがあり、さらなる医療利用分野での発展が期待されています。

SPring-8の兵庫県ビームライン(長さ73m)で研究を進める姫路工業大学のグループは、非対称反射を利用して、照射面の縦・横をそれぞれ24mmまで拡大する装置を開発しました。その装置を用いて、アリ(下図)や団子虫の体の中や、蛾が呼吸する様子を実際の動きのままテレビ画面に写し出すことに成功しました。ごく最近同実験ラインで、ラットの肺に発生させた0.1mmサイズの極初期に相当する癌を写し出すことに成功しています。これは従来のX線診断法の50~100倍の解像度を実現したことになります⁵⁾。



※八木直人「サイアス」朝日新聞社、1999年4月号、18頁

1) 200mほどの距離を取ることで、非対称反射などの操作を加えなくても、直接縦20×横150mmぐらいの広い照射面が平行性高く得られます。
2) 吸収が起こりにくい分、エネルギーの高い(硬)X線ほど生体に対する被曝の害は少なくなります。
3) 実際には物質の密度が変化する境界で屈折が起こります。
4) この新しいX線コントラストイメージング撮像法にとっては、照射に用いるX線の高度な平行性と単色性(エネルギー(波長)の広がり)が重要な要素になります。
5) 物質に対するX線の屈折率差は、真空中の1に対し10万分の1ほど小さい程度の微小差しかない。しかし、屈折率が1より小さいので、普通の光の屈折と反対に、X線は凸レンズでは広がり、凹レンズでは集まる方向に、10m先に行って0.1mmほど位置がずれるくらい曲がります。
6) 兵庫県ビームライン研究成果発表会(神戸) 1999年7月23日

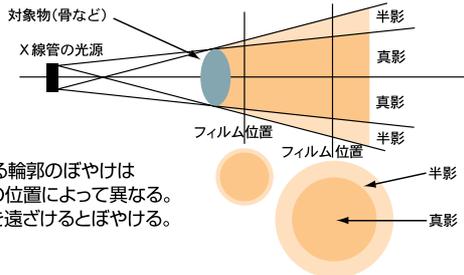


スプリング-エイト まめ知識

普通のX線と放射光X線の違い

通常のX線管を用いたX線撮像は日光写真と同じ原理で対象物をフィルムの直前に置いてその影を焼き付けます。これは物質によるX線の吸収の違いによる透過率の差を利用して影の濃淡を作っているのです(吸収コントラスト)。X線管の光源の大きさからくる角度分散による“ぼやけ”を小さくするために、フィルムとの距離を小さくしています。

◆吸収コントラストを利用した撮像(影絵)

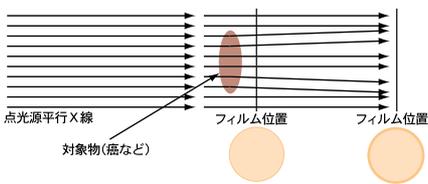


半影による輪郭のぼやけはフィルムの位置によって異なる。フィルムを遠ざけるとぼやける。

これに比べてSPring-8のX線を用いると光源の大きさが小さいので角度分散が小さく、平行に近くなります。そのため対象物とフィルムとの距離を大きく離してもほとんどぼやけません。フィルムを大きく離して置くと、対象物の屈折率の違いによるX線の屈折角のわずかな違いが生じます。このため、物質の境にくっきりとした輪郭が浮かび上がります(屈折コントラスト)。X線の屈折率は一般に1よりわずかに小さく、それゆえ屈折角も非常に小さくなります。小さい屈折角が識別できるためには光源であるX線の平行度が高くなければなりません。

◆屈折コントラストを利用した撮像(輪郭)

屈折コントラストを利用して鮮明な撮像を得るにはX線の平行度が屈折角より良くなければならない。輪郭を強調するためフィルムは遠く離して置かなければならない。



HELLO. SPring-8!



未来の科学者?たちが今年もSPring-8にやって来た!

“触・見・感”夏の体験

「楽しかった」「もっと長くやってほしかった」「難しかったけど、充実した3日間だった」、中には「将来、科学者になりたい!」……などの反響のうちに、今年も「サイエンス・サマーキャンプ」は大成功。

県下の理系志望の高校生を対象とした「高校生のためのサイエンス・サマーキャンプ」をSPring-8では、兵庫県などと共催で、毎年夏休みに実施しています。今年は8月9日(月)~11日(水)の3日間開催されました。

第一線に立つ研究者と一緒に研究の体験実習を行い、科学技術を身近に感じることが出来る“生きた学習”になれば、同キャンプでは願っています。高温・高圧発生装置を使った「ダイヤモンドで覗く高圧の世界」や、X線発生装置・X線用テレビカメラを使った「イメージング学習」などなど、学校では出会えない“難しいけれど、興味津々”な実体験となったようです。

また今年も、恒例の「バーベキュー大会」に加え、研究者との交流をより深めるために「スポーツ大会」も盛り込まれました。参加した高校生たちにとっては、まさに“触・見・感(食)”の思わずのめり込む3日間でした。

このキャンプを通じ、さらに多くの若い人たちが、科学技術に親しめるよう、主催者一同来年のキャンプ開催に今から意欲を燃やしています。



コミュニケーションポスト



本誌およびSPring-8に関する質問や疑問をお寄せください。スタッフ一同、知恵をしばっておこたえます。

質問・見学・アクセスなどお気軽にどうぞ!!



おたよりの死先

SPring NET

SPring-8はあなたとネットにつながっています。興味のある方はアクセスください。

<http://www.spring8.or.jp/JAPANESE/>

広報部では、本誌を皆様とのコミュニケーションステージと考えております。ぜひ、お便りをお寄せください。また、SPring-8の見学者も歓迎致します。人数、プロフィール、代表者の連絡先を明記して下記広報部「SPring-8コミュニケーションポスト」係までお申込みください。

広報部から

澄みきった空の下、飛び交うトンボとともに“ひかりの丘からSPring-8 News”第3号をお届けします。今回は、優れた平行性を発揮するSPring-8放射光を、医学分野に利用する研究の一端をご紹介しました。夢の光がすばらしい医学診断に応用される姿が、想像できますね。

「夕焼け小やけ〜の 赤トンボ〜♪♪♪…」で知られた童謡の里、“龍野”をすぐ近くにしたい山の上から、ご挨拶をお送りします。



播磨科学公園都市へのご案内



編集・発行



財団法人高輝度光科学研究センター

JAPAN SYNCHROTRON RADIATION RESEARCH INSTITUTE

〒679-5198 兵庫県佐用郡三日月町光都1丁目1番1号
TEL(0791)58-2785 FAX(0791)58-2786

広報部