

X線結像光学ニューズレター

No. 31 2010年4月発行

三次元立体視によるX線ナノCT画像の可視化

筑波大学 数理物質科学研究科 電子・物理工学専攻

吉田亨、渡辺紀生、青木貞雄、小林伸彦

1. はじめに

X線CT技術は物体の内部情報を得られる便利な手法として医療分野から産業利用へと裾野を広げつつある。この方法はX線顕微鏡への展開も容易で、放射光を中心にして分解能の高い三次元画像データが得られている。[1]その得られた物体の情報は、通常コンピュータに数値列として蓄えられることになり、コンピュータのディスプレイや印刷物を通して人間に提示される。すなわち、三次元データは、二次元の横断層像や縦断層像、二次元に投影された鳥瞰図等により二次元平面ディスプレイや印刷物に表示され、それを人間自身が自分の頭の中で再び三次元空間へと再構築することになる。(図1)

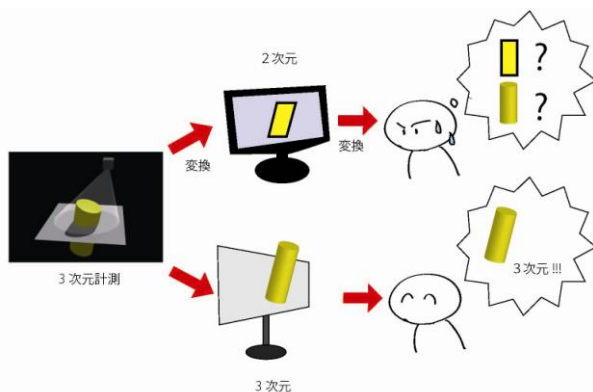


図1 三次元計測におけるデータ表示と人間による物体の認識

こうして書いてみると、三次元の物体を人間が頭の中で三次元の物質として認識するのに、二次元表示

装置を媒介することがいかに効率の悪いことであるか良くわかる。

筆者らは最近、X線CT画像の三次元立体視による三次元表示を進めている。そこでは拡大かつ透視された奥行きのある立体像が表示され、あたかも目の前に物体が存在するような感覚を体感することができる。本稿ではその三次元立体視可視化システムを概説し、X線ナノCT画像への応用例を紹介したい。

2. 三次元立体視

初めに、立体視について述べよう。[2-4]人間が目を通して物体を認識するには、眼球における光に対する視細胞の応答、神経細胞を伝播する電気信号による脳への情報伝達、大脳における情報処理などの複雑な過程を経る。それらの過程をすべて含めて視覚系と呼ぶ。視覚系において二つの眼球を通して得られた物体の情報を奥行きのある一つの立体像へまとめる脳の働き、すなわち融像による立体の認知のことを立体視、特に両眼立体視という。簡単に言えば、位置の異なる二つの眼によって物体を立体的に見ることである。(図2)(注: 立体感、奥行きを感じるためには、他にも色、大きさ、焦点など他の要素も存在する。)この働きに作用するように立体映像を作り、脳に擬似的に奥行きを体感させるのが、三次元立体視可視化システムである。最近ではテーマパークや3D映画などでも見られるように、

多くの人がこの立体視を用いた映像に触れていることであろう。

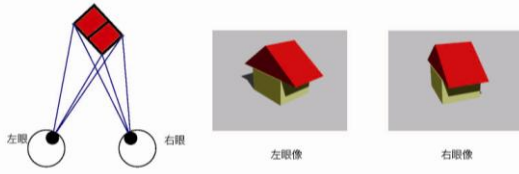


図2 左右の眼に見える像の違い。両者のずれを両眼視差という。この像から物体の立体感を感じることができる。

立体視をするためには左右の二つの眼に対して、両眼視差のある二つの画像をそれぞれの眼に呈示する必要がある。その主な方法として、ヘッドマウントディスプレイなどの両眼それぞれに独立なディスプレイを用意してそれらをのぞき込むビューアー方式、同じスクリーンに表示された左右の画像を特殊なメガネによって分離するメガネ方式、レンチキュラレンズなどを利用してディスプレイ上の異なる点を両眼に見せてメガネが不要な裸眼立体方式などがある。さらにメガネ方式は、偏光フィルタや波長分割フィルタを用いて左右の画像を分離する方式、左右交互に表示された映像に液晶シャッターメガネを組み合わせた時分割方式などに分類される。最近はやりの3D映画はそれぞれのメガネに対し投影機の規格も含めて RealD、Dolby3D、XpanD 方式などと呼ばれている。また、レーザーによる干渉縞を利用して情報を記録再生するホログラフィも立体視の手法である。

3. X線画像の可視化

著者らはプレゼンテーション用として多人数で同時に観察でき、安価で保守管理が楽な偏光フィルタ方式を用いて立体視システムを組んでいる。(図3) まず、PCで左右の眼のための両眼視差のある画像を作成しておく。(図4) 二系統の映像出力ができるPCから右眼、左眼用映像を出力し、分配器によって画像確認用モニターと自作の光軸合わせ

が可能な設置台に固定された二つのプロジェクターに送る。プロジェクター前部に偏光フィルタを設置し、反射時に偏光特性を保持する金属コーティングされたシルバースクリーンに投影する。この映像を偏光フィルタメガネをかけて見ると、右眼には右眼用映像、左眼には左眼用映像が呈示され立体視ができる。昨年のX線結像光学シンポジウムではこのシステムを用いてX線ナノCT画像の三次元動画のデモンストレーションを行い、立体視による可視化の有効性を実証した。(図5) この記事を表示して読んでいただいているコンピュータディスプレイ、または印刷された紙面ではプロジェクターを用いた立体視の没入感を体感して頂くことは難しいが、シンポジウムで当システムをご覧頂いた先生方は、思い出していただければ幸いである。この手法の他に左右の画像が交互に表示された液晶ディスプレイを液晶シャッターメガネで見る時分割方式による立体視も試しており、同様に奥行き感を感じることができた。こちらは、PCのモニター画面で確認でき、個人で立体像を見るのにお手軽である。

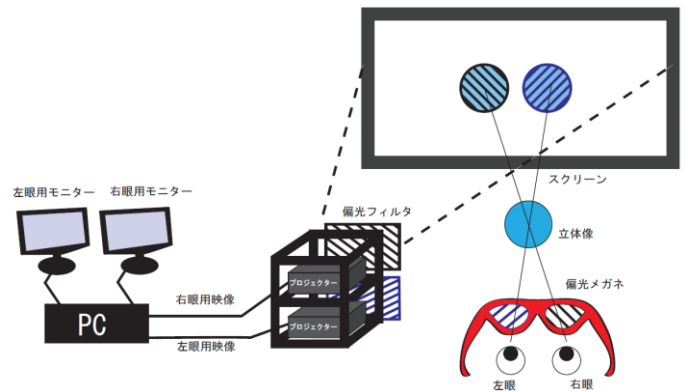


図3 偏光フィルタ方式による三次元立体視システム

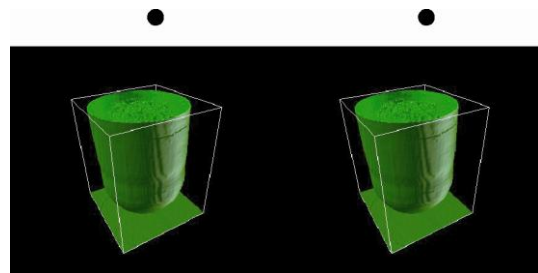


図4 カプセルのX線CT計測[5]から作成された立体

視用画像。黒丸が重なるように左右の眼で直接左右それぞれの画像を見ても立体視可能である。



図5 X線結像光学シンポジウムにおけるX線ナノCT画像の可視化のデモンストレーションのリハーサル風景。中央下のプロジェクターから両眼用の映像が投影され、偏光フィルタを通して立体視を行う。

4. おわりに

本稿では、昨年末のシンポジウムで有効性を実証したX線ナノCT画像の三次元立体視システムについて詳細を記述した。プロジェクターを用いた立体視システムは自作が容易である。値は張るが既製品を利用しての導入も可能である。さらに、昨年末

にはブルーレイ3Dの規格も決まり、年内には国内大手家電メーカーからも時分割方式の立体視を利用した家庭用3Dテレビの販売が予定されるなど、立体視表示システムが普及することが予想される。X線計測においても三次元立体視による画像表示が今後広まることが期待される。

References

- [1] N. Watanabe, M. Hoshino, K. Yamamoto, S. Aoki, A. Takeuchi, and Y. Suzuki, J. Phys. Conf. Ser. 186 012021 (2009).
- [2] 河合隆史、田中見和、次世代メディアクリエイター1、カットシステム(2003).
- [3] 佐藤誠、佐藤甲癸、橋本直己、高野邦彦、三次元画像工学、コロナ社(2006).
- [4] 坂根巖夫 他、立体視テクノロジー、エヌ・ティー・エス(2008).
- [5] 今井康隆、筑波大学 工学基礎学類 卒業論文(2009).

第10回 X線結像光学シンポジウムに参加して

富山大学大学院医学薬学研究部 山口直洋

1978年初冬、その人は名古屋大学プラズマ研究所(プラ研、現核融合科学研究所の前身)レーザープラズマ実験室に現れました。靴にはみかんと大切にくるまれた小指ほどのガラスパイプが……。そのガラスパイプは日本初(おそらく世界初)のWolter型タンデム・トロイダルX線ミラーでした。プラ研の装置を使って、レーザー生成プラズマの

X線顕微鏡像を観測する共同研究の為にやって来たのでした。たまたまレーザープラズマ研究室にいた0Dの大学院生が6段増幅ガラスレーザー装置が並べられた広い実験室を走り回り、レーザーの運転・調整を担当し実験に協力しました。

ご推察の通り、その人とは筑波大の青木先生、下働きの大学院生は筆者です。当時はX線CCDカ

メラのような便利な検出器がなかったので、X線フィルム1〜2枚撮る毎にターゲットチェンバーの真空を破りフィルムを暗室に持ち込んで現像し、その結果を見てWölterミラーの光軸を微調した後フィルムを仕込んで、また排気をするというかなり根気と手間のいる実験でした。それでも、それまで見たことのないレーザープラズマのX線顕微鏡像が撮れるということでわくわくしながら作業していたのを思い出します。当時、私は結像型結晶分光器によるレーザープラズマのX線分光を研究テーマにしており、そのとき得られた顕微鏡写真はX線光源の大きさを決め、分光結果の定量的解釈の重要な基礎となりました。今思えば、X線結像光学研究黎明期の一コマでありました。

その後、筑波大に移り4〜5年経った頃、科研費重点領域研究「X線結像光学」が始まり、私は核融合プラズマ診断の分野からの一員として加えていただきました。その縁で本シンポジウムには第1回からほとんど欠かさず参加しておりますが、第1回シンポジウム（1990年）の講演資料集をあらためて読みかえしてみますと、光源、光学素子、顕微鏡、望遠鏡、結晶分光法、検出器などのテーマに関し国内の研究者が結集し、新しい研究を開始する意気込みを随所に感じ取ることが出来ます。

前置きが長くなってしまいました。本題の今回（第10回）のシンポジウムに参加した感想記ですが、阪大山内先生のグループの研究をはじめ、

多くの世界水準の研究発表が並んでいたことに眼を見張る思いでした。特に印象的だったのは、何人かの青木研究室卒業生が洗練されたX線顕微鏡光学系のアイデアを発表していて、この分野の研究推進の頼もしい担い手となっていたことです。また、本格的な生命科学への応用研究が医学分野の専門家の方々から報告されていました。X線顕微鏡法が技術的に成熟し、その果実が実りつつあることを実感しました。以上のように、今回のシンポジウムは今後の進展が楽しみになる会合であったと思います。

”百聞は一見にしかず”という言葉の通り、見たいもの（研究対象）を目に見える形で捉えることは、私たちにとって本能的に物事を理解し納得する為に最も効果的であります。従って、結像法は科学研究において強力な研究手法の一つであると言えます。このことは、位相差顕微鏡、ホログラフィー、GT、電子顕微鏡、トンネル顕微鏡などノーベル賞の歴史を振り返ってみてもうなずけます。このシンポジウムの基盤であるX線結像光学は、”ものをこの眼で見たい”という欲求に応えるべくこれからも力強く発展していかうと確信しました。

「第10回 X線結像光学シンポジウム」報告

シンポジウム世話人代表 青木貞雄（筑波大学）

昨年11月6日、7日に本研究会主催の表記シンポジウムがつくば市の「つくば国際会議場」で開催

されました。前回（第6回）から数えて8年ぶりのつくばでの開催でしたが、この間につくばエクスプ

レスが開通し、駅周辺の風景も大きく変わりました。会場は前回と同じ場所でしたので、開催準備は比較準備のスタートは4月末からにさせて頂きました。

シンポジウムの形式は幹事の方々と相談の結果、これまでと同様に「口頭講演（招待）」と「ポスター講演」の2本立てで行うことにしました。この会の特色のひとつとして、多くの院生に発表機会を持って頂くという目的もありましたので、準備段階で各大学の主な研究プロジェクトからの共催をお願いしました。今回は大阪大学山内和人先生の特別推進研究、東北大学津留俊英先生の JST 先端計測分析・機器開発事業並びに筑波大学青木貞雄の基盤研究（A）が共催として参加しました。幸いにして、この3つのプログラムから多数のポスター発表がありました。

プログラム構成は「口頭講演」が22件、「ポスター講演」が36件でこれまでとほぼ同数の講演でしたが、参加者数は107名で例年をやや上回りました。講演内容は本研究会の趣旨を反映してX線結像光学系に関するほとんどの分野がカバーされていま

的順調でした。昨年度は3月末の筑波大学での応用物理学会準備で大忙しでしたので、本シンポジウムした。特に今回は、10nmを超える高分解能結像あるいは集光を実現あるいは目指した発表が見られ、本シンポジウムの面目躍如たるものがありました。国際的にもこの分野の先頭を走る研究者の発表は、院生を初めとする若い人達にも大変刺激的であったことと自負しております。シンポジウムのプログラム等の詳細は下記の URL (<http://www.bk.tsukuba.ac.jp/~makimura/X-ray Imaging/>) をご覧になって下さい。

今回は世話人校が東北大で、代表世話人は柳原美廣先生と決まりました。場所は仙台市内、開催時期は未定ですが、平成23年秋の予定です。開催形式等の検討は来年春頃から始まりますので、ご意見等ございましたら、幹事の方々にコメントをお寄せ下さい。



各種報告

【「国際会議」開催予定のお知らせ】

X線顕微鏡国際会議（XRM2010）

【日時】2010年8月15日から20日まで

【場所】米国、シカゴ市、Sheraton Hotels & Towers

【URL】<http://xrm2010.aps.anl.gov>

【問い合わせ先】

青木貞雄 aoki@bk.tsukuba.ac.jp

Ian McNulty mcnulty@aps.anl.gov

【新幹事就任のお知らせ】

以下の4名の先生方に、本研究会の益々の発展のために幹事として加わって頂くことになりました。

「新幹事（敬称略：北から）」

羽多野忠（東北大多元研）

牧村哲也（筑波大院数理物質科学研究科）

山内和人（大阪大院工学研究科）

籠島 靖（兵庫県立大）



X-RAY
IMAGING OPTICS



編集部より

【お知らせ】

メールアドレスなどの変更等のご連絡、また掲載記事に関して
ご要望・ご質問などありましたら、当編集部までお送りください。

X線結像光学ニューズレター
No. 31（2010年4月）

発行 X線結像光学研究会
（代表 筑波大学物理工学系 青木貞雄）
編集部 名古屋大学エコトピア科学研究所 田原 譲
（協力研究室：大学院理学研究科物理学教室U研）
〒464-8603 名古屋市千種区不老町
TEL/FAX：052-789-5490
E-mail: tawara@u.phys.nagoya-u.ac.jp
