

X線透視画像を用いた立体視の実用化について

伊東 秀高（機械・材料技術部 解析評価グループ）

1. はじめに

当所では電子基板や電子部品、機械部品等を主な対象とし、X線透視画像により内部の構造や欠陥を調査する技術支援を従来より行っている¹⁾²⁾。詳細に観察対象の内部の状況を3次元的に把握する必要がある場合には、おもにX線CTスキャン装置が利用されるが、コスト面や時間のかかる試験となるので、昨年度より両眼の立体視機能を活用し、左右両目に適切な透視画像を入力することにより観察サンプル内部を3次元的に把握する方法を検討している³⁾。これまでの検討では、適切な透視画像を左右両眼に入力できれば、大部分の被験者が立体的な認識が得られることを確認している。しかし、左右両眼に入力する透視画像を作成するのに煩雑な作業や時間を必要とし、技術支援の現場ですぐに利用できる状況にない。そこで、技術支援の現場で直ちに両眼立体視による透視観察画像を迅速に作成するための環境の整備をおこなったので紹介する。

2. 両眼用透視画像の撮影方法と問題点

両眼立体視用透視画像は図1のような位置関係で撮影し、右眼用・左眼用画像をスマートフォン等の画面に並べて表示し図2に示したVRゴーグルを使用して観察する。VRゴーグルには眼間調整および両目それぞれに視度調整があり被験者自身に調整する必要がある。

両眼用の透視画像を最も簡単に撮影するには、X線透視装置SMX-2000（島津製作所製）の傾動機能を用いる方法となる。この方法は、図3のように観察サンプル、X線源、

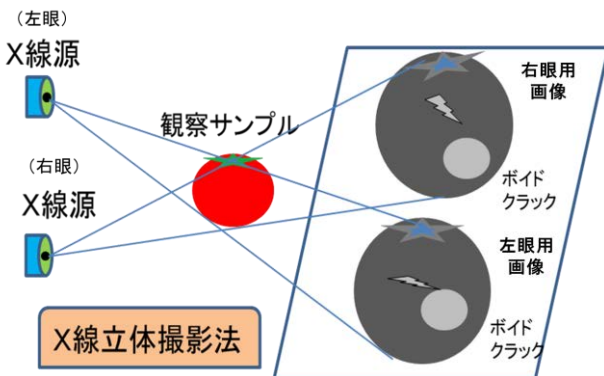


図1 X線立体撮影法の原理



図2 VRゴーグルの例

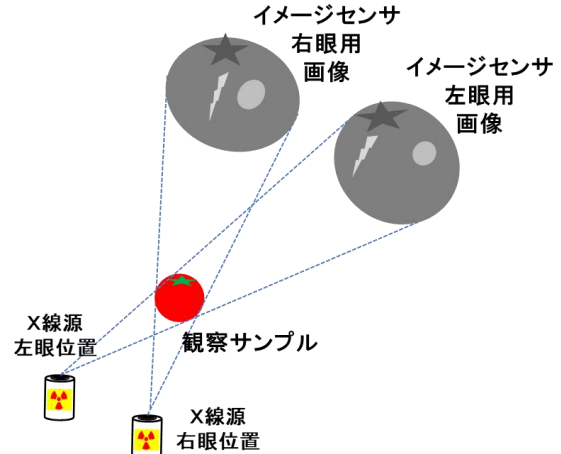


図3 傾動機能を用いた両眼立体視用撮影方法

イメージセンサを配置し左右両眼用にそれぞれ別々に撮影する必要がある。この方法は最も簡便で手軽な方法であるが、傾動角度には限界があるので観察サンプルを360°回転する撮影には対応できない。また、X線源から照射されるX線の強度は図4に示すように周辺ほど弱くなる傾向があるので観察角度を大きく変化させる場合には、画像の濃淡が観察角度により変化してしまうが、観察角度が小さくても十分な場合には有用である。

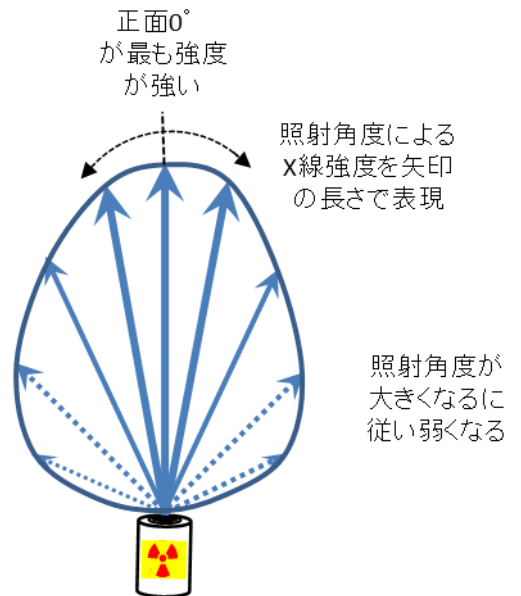


図4 照射角度によるX線強度変化

次に装置の機能を利用し立体視用画像を撮影する方法として考えられる方法は、回転トラッキングの機能を用いる方法である。この機能を用いると、図5に示すように、装置内部下部に設置固定されたX線源があり、その焦点をOとする、その斜め上に観察サンプルの中心をS、さらに、この2点を結んだ延長先にイメージセンサがあり、センサ

面の法線ベクトルは \vec{SO} 方向となる。回転トラッキング機能を利用すると、X線源の焦点 O を頂点とし、 O をとおる鉛直線を中心に観察サンプル S とイメージセンサ I は逆円錐状に回転する。さらにこの運動を観察サンプルの中心に相対的に理解すると図 6 のように観察サンプルの中心を S_R とし、その斜め下方に置かれたX線源よりX線を照射し、斜め上方に置かれたイメージセンサ上に透過像が投影される。観察サンプルの中心 S_R をとおる鉛直線を回転軸としてイメージセンサは頂点を S_R とした逆円錐状に回転する。また、この回転に対応してX線源は頂点を S_R とした円錐状に回転する。

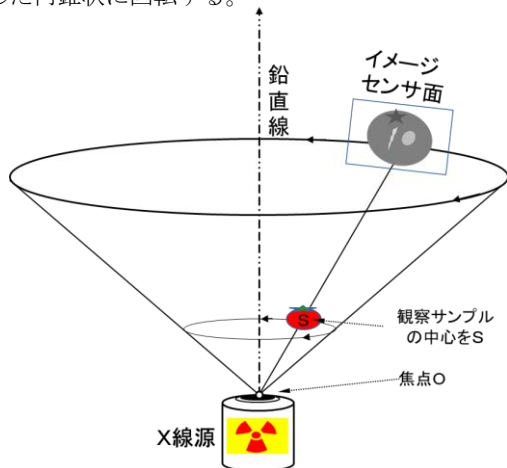


図 5 回転トラッキング機能時の観察サンプルとイメージセンサの動き：X線源の焦点 O を中心とした絶対的な動き

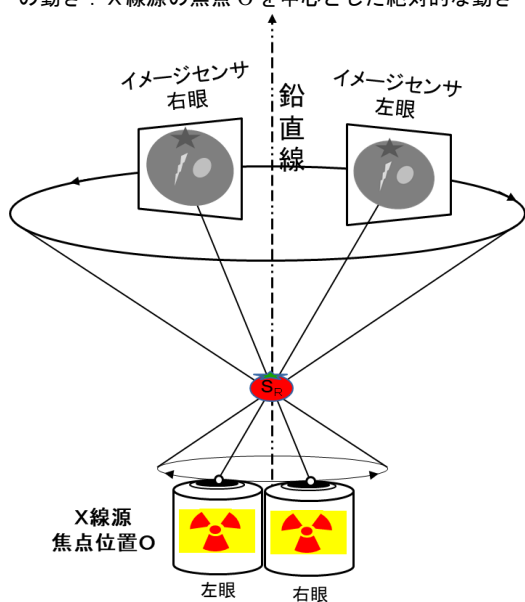


図 5 回転トラッキング機能時の観察サンプルとイメージセンサの動き：観察サンプルを中心とした相対的な動き

この方法は鉛直線に対して $45\sim 60^\circ$ 程度の角度のついた観察となるが 360° 全周を観察でき、観察サンプルのアスペクト比が大きく板状の電子基板における特定箇所の BGA 接合部やスルーホール等を中心に多方向から観察でき、自動的に回転角度を逐次的に変化させながら透視画像を順番に蓄積するティーチングプログラムを組むことが

できる。このように蓄積した透視画像から両眼用画像を配列しなおし GIF アニメーションとして簡易的な動画としても作成が可能であり、技術支援現場で利用できる。

3. 装置内部に観察サンプルを把持し回転させる方法の検討について

前章までの方法では観察サンプルを回転軸により回転させながら回転軸に垂直の方向から観察することは不可能であったが装置内部にマイコンで制御されるサーボモータを設置することによりこれが可能となる。図 7 に装置の構成を示す。

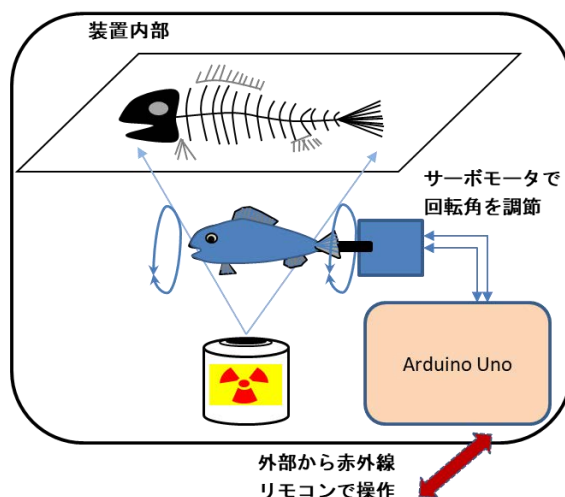


図 7 装置内にマイコン制御のサーボモータを設置

装置内に外部から制御可能なサーボモータを用意し外部から赤外線リモコンを用いて回転角を制御する。X線源とイメージセンサの位置姿勢は固定しその間に置かれた観察サンプルそのものを回す仕組みであるため、一定の角度で回転軸を回しながら、逐次的に透視画像を蓄積することが可能となる。

4. まとめ及び今後の展開

X線透視装置の機能を用いて両眼立体視用画像を撮影する方法について、傾動機能を用いる方法と回転トラッキング機能を用いる 2つの方法について検討し、観察角度を逐次的に変化させながら蓄積した透視画像から両眼立体視用の GIF アニメーションを生成する手順を整理した。これらの成果を簡易的な立体視の方法として技術支援に活用する予定である。

【参考文献】

- 1.増田,伊東,曾我; BGA の接続不良解析事例, 神奈川県産業技術センター研究報告 15, 68 (2009).
- 2.伊東,増田; BGA 接合部の品質確認, 神奈川県産業技術センター研究報告 16, 53 (2010).
- 3.伊東,増田; 両眼立体視機能を用いた X線透視観察の試み, KISTEC 研究報告 2019, 1 (2019).