



## 建築用木材のXRD測定

杉本 貴紀<sup>1)</sup> 山崎 真理子<sup>2)</sup> 青山 了<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>あいち産業科学技術総合センター <sup>2)</sup>名古屋大学 <sup>3)</sup>愛知県

### 1. 測定実施日

2015年1月29日 10時 – 18時30分 (2シフト) , BL8S1

### 2. 概要

社寺建築における古木材の再利用や、住宅解体木材の構造材としての再利用を念頭に、古材の再利用を促進する科学的実証を行うための基礎的知見を得ることを目的として、様々な樹種の古木材及び未使用材について X 線回折測定による構造解析を行った。その結果、樹種により高角領域で異なるピークが得られることや、セルロース 004 面に着目した場合の測定条件を導き出すことができた。

### 3. 背景と研究目的

社寺建築における古木材の再利用は、当時の材をできるだけ活用し、歴史的価値の高い建築を保存して次世代に伝えるという社会的観点から極めて重要である。そのためには、古木材の強度発現メカニズムについて、木材の主要構成素材であり、外力を担うセルロース結晶を対象とした科学的検証が必要である。また、現状では破砕・チップ化されている住宅解体木材を構造材としてそのまま再利用するという産業的観点からも、このような実験は有効性が高い。

そこで、築 100 年以上経過した社寺建築解体・修理時にサンプリングした古木材と未使用材を対象として、BL8S1 にてセルロース結晶の挙動を調べ、古木材の強度発現メカニズムに迫る研究を計画している。

本研究では、そのための基礎的知見を得ることを目的として、様々な樹種の古木材及び未使用材について X 線回折測定を行い、樹種・経年数・試料の向きをパラメータとして検討した。

## 4. 実験内容

### 4.1 試料

広葉樹（ケヤキ、ブナ、アカマツ）、針葉樹（ヒノキ、スギ）の未使用材、及びケヤキ古材（300年経過）を試料とした。

### 4.2 測定方法

BL8S1にて、 $2\theta/\omega$ 法により  $2\theta=0^\circ \sim 80^\circ$  でXRD測定を行った。シンクロトロン光のエネルギーは  $9.16\text{keV}$  (波長:  $1.35\text{\AA}$ ) とした。検出器には、主としてシンチレーションカウンターを用い、一部の測定（回折像撮影）には、2次元検出器である PILATUS を用いた。

試料のセット方向として、 $0^\circ$ 、 $90^\circ$  の2条件を設定した (Fig. 1)。木材は典型的な直交異方性材料であり、広葉樹では、半径方向に放射組織という特徴的な構造を有するため、試料のセット方向によって回折される構造が異なる可能性が示唆される。

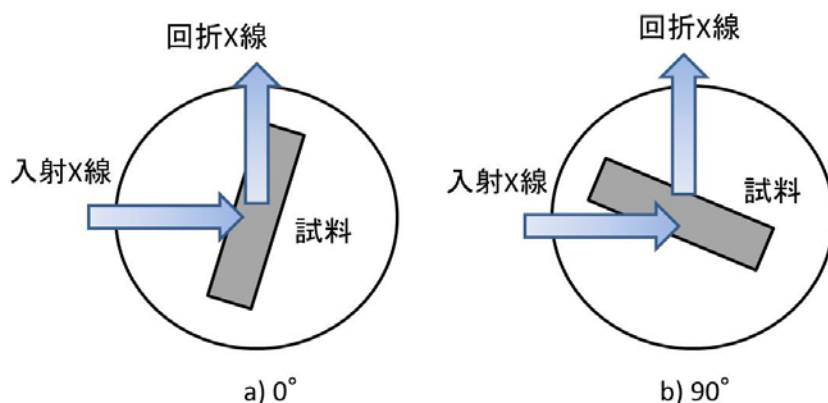


Fig. 1 試料のセット方向

## 5. 結果および考察

### 5.1 樹種比較

広葉樹（ケヤキ、ブナ）、針葉樹（ヒノキ、スギ）について測定した結果を Fig. 2 に示す。木材のセルロース結晶の指標とされるセルロース 004 面は、BL8S1 では  $2\theta=30^\circ$  付近に現れる (図中の矢印)。広葉樹では、 $2\theta=35^\circ$  付近までのセルロースのピークの外に、 $35^\circ$  以上で多くのピークがみられ、特に試料方向  $90^\circ$  において顕著であった。また、ピークの位置はケヤキとブナで異なるようであった。試料方向  $90^\circ$  では、木材の半径方向に成長する広葉樹特有の放射組織による回折が得られたものと推察される。針葉樹では、 $2\theta=35^\circ$  以上でみられるピークが広葉樹に比べて少ないものの、ヒノキとスギで

ほぼ同じ位置にピークがみられたが、由来は現時点では不明である。

木材の XRD 測定では、Cu K $\alpha$  線を線源として  $2\theta=40^\circ$  までを測定することが多く、高角側については注目されていないようである。これらのピークは極めて小さいことから、一般的な XRD 測定手法ではピークを確認できない可能性もある。今後、放射光での XRD 測定で得られたこれらのピークを同定していくことで、木材産業において新たに活用できるデータとなることが考えられる。

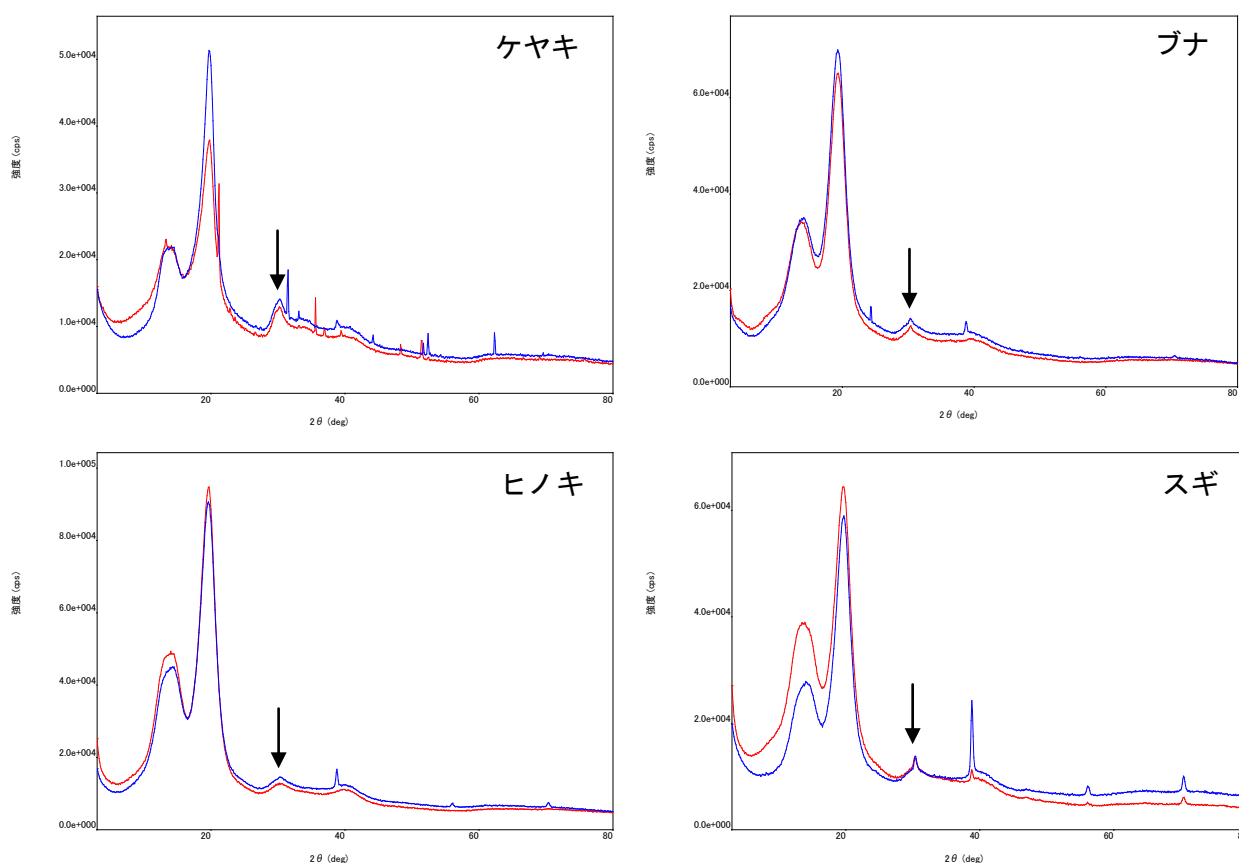


Fig.2 樹種比較 (未使用材) 赤線 : 試料  $0^\circ$ 、青線 : 試料  $90^\circ$

セルロース 004 面に注目した場合の試料のセット方向の影響を検討するために、アカマツ、ヒノキについて PILATUS を用いて測定した (Fig. 3)。試料を  $90^\circ$  にセットすると、ピーク強度が強く、配向した様子を捉えることができた。今後 004 面に注目した測定を行う場合には、試料方向  $90^\circ$  で測定すると良いことが分かった。

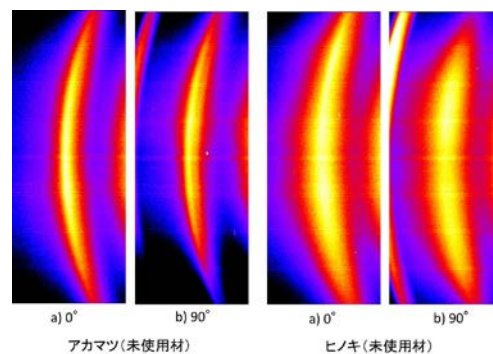


Fig.3 セルロース 004 面の回折像

## 5.2 古材・未使用材比較

ケヤキの古材（300年経過）、未使用材について試料セット方向  $90^\circ$  にて測定した結果を Fig.4 に示す。セルロース 004 面（図中の矢印）では、古材の方がピークがややシャープであった。経年によるセルロース結晶の変化が示唆されるが、さらに詳細に検討する必要がある。また、 $2\theta = 35^\circ$  以上の高角領域において異なるピークがみられた。

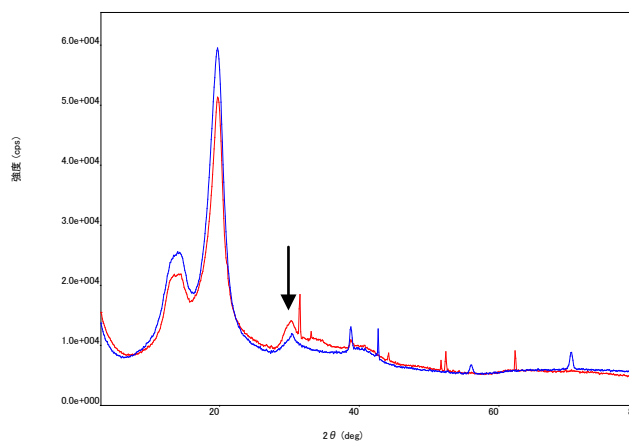


Fig.4 古材・未使用材比較  
古材：青線、未使用材：赤線

## 6. 今後の課題

セルロース 004 面に着目した測定については、PILATUS を用いて試料のセット方向を  $90^\circ$  とすることで配向性を評価できることが分かり、今後の測定の条件を導き出すことができた。

樹種により異なる高角側でのピークの同定については、今後測定試料を精査して検討する必要がある。