

# イオンビーム及びX線照射に伴う模擬文化財試料の損傷のFT-IR測定

FT-IR Analysis on the Damage of Simulated Cultural Heritage Samples  
Induced by Ion-Beam and X-Ray Irradiation

\*小栗慶之<sup>1</sup>, 長谷川 純<sup>1</sup>, 福田一志<sup>1</sup>, 羽倉尚人<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東工大, <sup>2</sup>東京都市大

イオンビームやX線を用いた文化財試料の分析に伴う試料の損傷を評価する手法として赤外線分光に注目し、照射後試料のFT-IRスペクトルを測定した結果、目に見えない損傷を高感度で検出できることが分った。

**キーワード**: 文化財分析, イオンビーム, X線, 放射線損傷, 吸収線量, 化学結合, FT-IR, ゼラチン

## 1. 緒言

PIXE, RBS等のイオンビーム分析やXRF等のX線分析による文化財の測定は、一般に非破壊とされている一方、貴重な試料を損傷する潜在的なリスクを伴う[1]。そこで、絵画の分析を想定し、絵具の基材としての膠を模擬したゼラチン試料を用意し、これらに陽子線またはX線を照射後、試料表面の化学結合状態の変化をFT-IR(フーリエ変換赤外分光分析)で測定し、目に見えないレベルの損傷が検出できるかどうか調べた。

## 2. 実験

ゼラチン試料は市販の料理用ゼラチン粉末を湯に溶き乾燥して製作し、厚さは20 μmであった。陽子線照射は2.5 MeV陽子により真空中で行い、一般的なPIXE分析を想定してビーム電流密度1 nA/φ5 mm, 照射時間5分とした。X線照射はAg陽極のX線管を用いて空気中で行い、管電圧は40 kVとした。試料の吸収線量は陽子線で200 kGy(表面), X線で7 Gyであった。照射後試料のFT-IR測定はATR(減衰全反射)法[2]で行った。

## 3. 結果・考察

陽子線照射前後のFT-IR測定の結果を図1に示す。N-H, C=O等の化学結合に起因する吸収ピークの強度が変化し、照射によるアミド結合の分解が示唆された。これより、目に見えないレベルの照射損傷を検出できることが分った。今後、模擬試料を用いた損傷の事前予測評価や文化財専用超低線量分析法の開発[3]等への応用が考えられる。

一方、X線照射では線量が非常に低かったが、スペクトルに有意な変化は見られなかった。

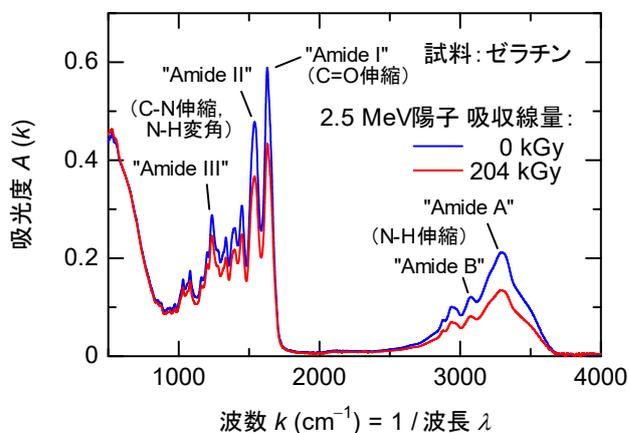


図1: 2.5 MeV陽子線照射前後のゼラチン試料のFT-IRスペクトルの変化

## 参考文献

- [1] T. Calligaro et al., *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. B* **363** (2015) 135–143.  
 [2] B.C. Smith, *Fundamentals of Fourier Transform Infrared Spectroscopy*, 2nd Edition, CRC Press, ISBN-13: 978-1498770613 (2016).  
 [3] 小栗慶之 他, 日本原子力学会 2019年秋の大会, 富山大学五福キャンパス, 2019年9月11–13日, 1M08 (2019).

\*Yoshiyuki Oguri<sup>1</sup>, Jun Hasegawa<sup>1</sup>, Hitoshi Fukuda<sup>1</sup> and Naoto Hagura<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tokyo Tech, <sup>2</sup>Tokyo City Univ.