

# 雪氷の非破壊計測手法について 雪氷試料撮像用の X 線 CT 装置と MRI の紹介



雪氷防災研究部門 特別研究員 安達 聖

## はじめに

雪崩や着雪害などの雪氷災害が発生する原因を知るためには、雪粒の大きさや形、どのように結びついているかを詳細に観察し、知る必要があります。これまでは雪の塊に薬品を浸透させ、凍結させたものを薄く削りその表面を観察していました。しかし、得られる情報は2次的であり、雪粒の3次元的な結びつきについては分かりませんでした。しかも、この方法では膨大な作業時間と経験が必要な上、試料を破壊してしまうため同じ試料での継続した観察ができませんでした。そのため、防災科研では雪氷試料を破壊せずに3次元計測するための方法を考案しました。

## 雪氷試料用の X 線 CT 装置と MRI

被写体を非破壊で3次元計測する方法としては、病院で用いられる X 線 CT 装置（写真1）と MRI（写真2）が代表的です。X 線 CT は様々な方向から X 線撮像を行い、画像を再構成して被写体の内部構造の3次元データを取得します。MRI は Magnetic Resonance Imaging/Imager の略で核磁気共鳴画像法と和訳されます。MRI の原理はとても分かりづらいのですが、一言で言うと、強力な磁場を利用して、被写体内の水の密度分布を計測する方法です。X 線 CT と MRI の画像の違いは、両方の画像を見慣れた人でなければ分かりません。病院では大雑把に、骨な

どの硬い組織の場合は X 線 CT、脳や筋肉などの柔らかい組織の場合は MRI を使用します。このことを雪氷試料に置き換えると、雪粒子そのものを計測したい場合は X 線 CT、雪の中に入りこんだ融け水や雨水を計測したい場合は MRI を使用することになります。



写真1 X線CT装置（雪氷試料用）



写真2 MRI（雪氷試料用）

## 雪氷試料の撮像例

代表的な雪氷災害である雪崩の原因となる雪質についての撮像例を紹介します。図1は密に詰まった雪の塊から人工的に作成したしもぞらめ雪のX線CT画像です（青色：雪粒）。図1の中心部分が、表層雪崩の発生原因になるしもぞらめ雪です。表層雪崩は積雪の内部に壊れやすい層が作られたときに発生します。図1から中心部分の雪粒は上下部分に比べ隙間が大きく、とても壊れやすそうだとということが分かります。

図2は密に詰まった雪の塊に、上側から水を注いだ様子のMRI画像です（緑色：水）。雪の中の水の移動の様子を知ることは、全層雪崩の発生の予測に必要なことです。全層雪崩は積雪の底面に水が到達したときに発生することが知られています。図2からは雪の中の水が単純に下側に移動しているわけではなく、横方向や斜め下側に移動するなど非常に複雑な移動をしていることが分かります。雪粒と雪粒の隙間の大きさや形によって、注がれた水の移動の様子は変化します。

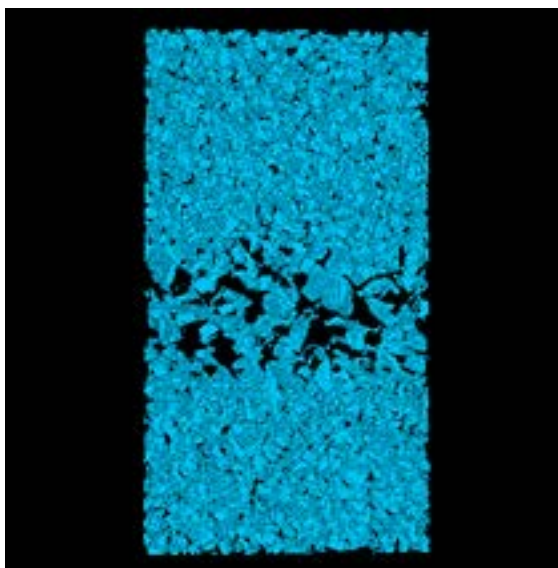


図1 人工的に作成した弱層（しもぞらめ雪）のX線CT画像

## まとめ

X線CTとMRIを使用することで、雪試料の三次元データを非破壊で取得し観察することが可能になりました。他の研究機関でも雪試料を撮像するためにX線CTを使用していますが、雪氷試料撮像用のX線CTとMRIの両方を使用しているのは防災科研だけです。

雪の中の水の移動の様子を正確に知るためには、X線CT装置で雪粒と隙間の形と大きさの3次元データを取得すること、MRIでその雪の中を移動する水の分布の3次元データを取得することの両方が必要です。

今後も様々な雪や雪氷現象の非破壊三次元計測を行うことにより、より正確に現象を理解できるよう研究を進めてまいります。

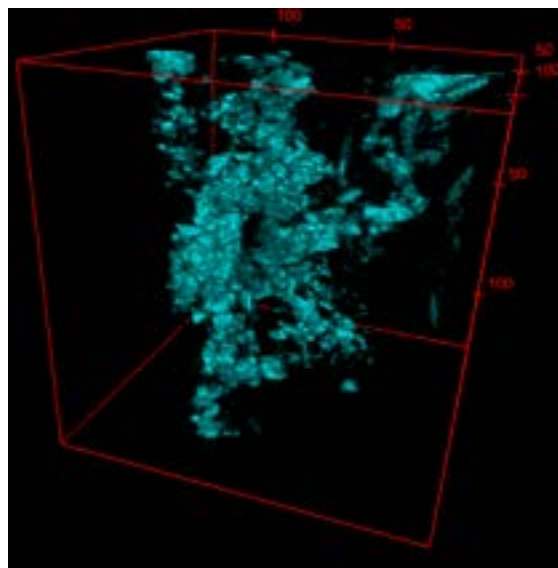


図2 雪の中の水の移動の様子のMRI画像