



Title	磁気並進運動を利用した氷粒子の磁化率測定
Author(s)	人見, 将
Citation	平成28年度学部学生による自主研究奨励事業研究成果報告書. 2017
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/60315">https://hdl.handle.net/11094/60315</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

平成28年度学部学生による自主研究奨励事業研究成果報告書					
ふりがな氏名	ひとみ まさる 人見 将		学部学科	理学部 物理学科	学年2年
ふりがな 共同研究者名			学部学科		年
					年
アドバイザー教員氏名	植田 千秋		所属	理学研究科宇宙地球科学専攻	
研究課題名	磁気並進運動を利用した氷粒子の磁化率測定				
研究成果の概要	研究目的、研究計画、研究方法、研究経過、研究成果等について記述すること。必要に応じて用紙を追加してもよい。				
<p>&lt;本研究の目的&gt;</p> <p>本研究は氷粒子が微小重力条件で磁場勾配により実際に浮遊することを観測し、また観測した動画から氷の反磁性磁化率を測定することを目的とした。</p> <p>&lt;本研究における実験原理&gt;</p> <p>反磁性物質は一般に磁場の中では不安定である。今回対象とした氷も以下のような磁気エネルギーを受けて運動を始める。</p> $\frac{1}{2}m\chi B^2$ <p>ここで、磁気エネルギーと位置エネルギーの和は保存する。(エネルギー保存則)</p> <p>したがって、初速0の初期位置での磁氣的エネルギーと磁場の存在しない遠方での運動エネルギーは等価である。</p> $\frac{1}{2}m\chi B^2+0=0+\frac{1}{2}mv^2$ <p>これより、</p> $\chi=\frac{v^2}{B^2}$ <p>が成立する。</p> <p>これは、初期位置での磁場強度と終端速度の値から物質固有の磁化率を測定できることを示してい</p>					

る。また、質量に非依存であることから、実験の際に物質の質量を測定する必要のないことを示唆している。

#### <実験手法とその手順>

##### ・実験手法

落下装置内に実現される微小重力状態を用いて磁場勾配力によって浮遊する試料の速度変化を高速度カメラで撮影、解析する。

##### ・実験手順

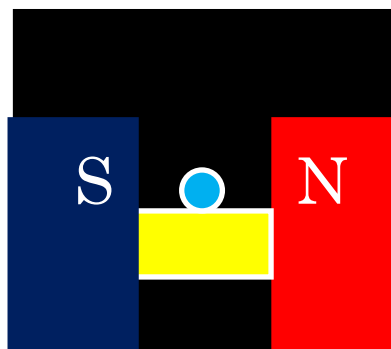
#### 0、試料の作成

試料には氷を用いた。純水を用いて作成したロックアイスを粉砕して5mm四方程度の粒子にした。

#### 1、試料台の作成

試料台にはアルミを用いて台の両側にネオジム磁石をセットした。(下記参照)

ここで、アルミ台と、氷試料は非常に付着しやすく、浮遊させるのが非常に困難であった。そこで今回は、氷を粉砕してから試料台に置く前にケースの中で再度冷却して、完全にf表面が固まってから乗せることにした。こうすることで表面で融解した氷がアルミ台に付着することなく



磁石の磁場強度はガウスメーターによって測定した。

#### 2、試料ケースの作成

試料ケースを作成した。

断熱のためにケースは二重にした。

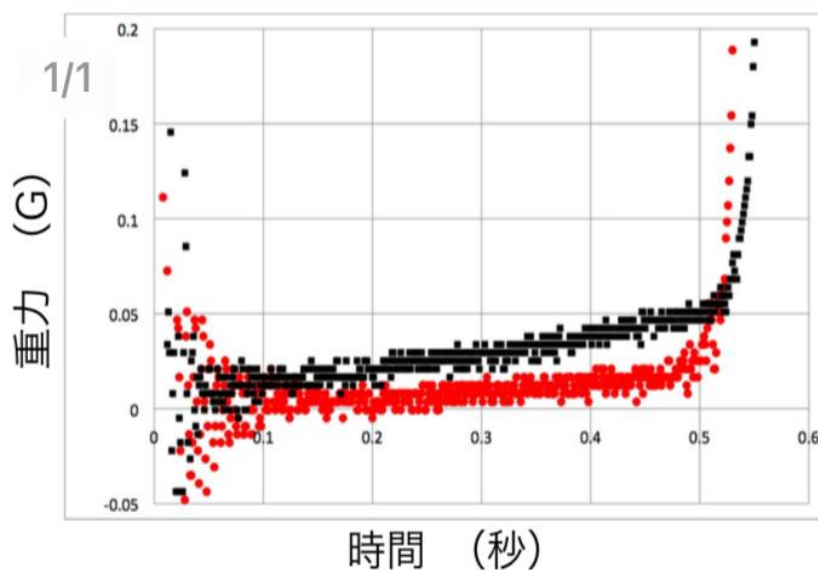
氷試料の融解を防ぐために内部には氷を充てんした。そのためにできる霜を取り除くために窓を二重にしてシリカゲルを封入することで防いだ。こうすることでカメラでの撮影が可能になる。

#### 3、落下装置

以下の様な落下装置を作成した。



この装置を約 1.8mの高さから落下させる。このとき、箱を二重にすることで空気抵抗による残留  $g$  を取り除いた。以下は箱が一重の時と二重の時のそれぞれの重力の時間変化である。



#### <実験結果>

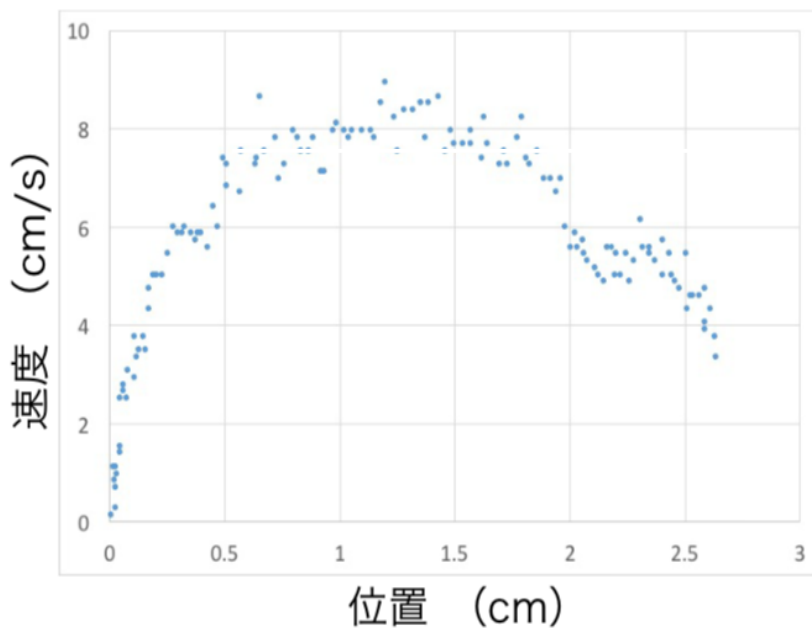
氷試料の実験結果を位置と速度のグラフとした。この結果より粒子の終端速度を知ることができ、初期位置の磁場強度から磁化率を求めることができる。

また、同一の実験装置でグラファイトの粒子も測定した。

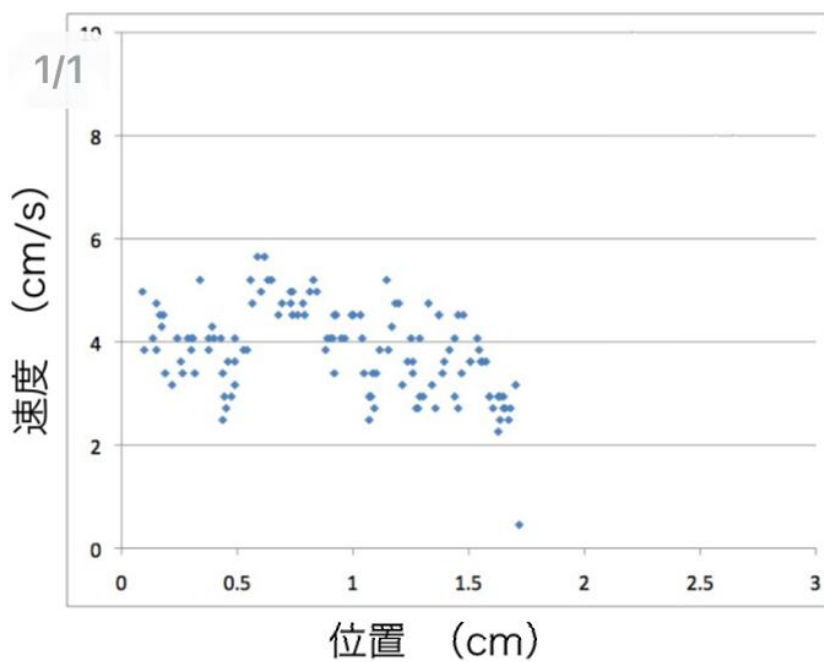
以下はその結果である。



(1/15sec ごとの連続写真)



(グラファイトの測定結果)



(氷の測定結果)

< 考察 >

今回の実験では、測定値と文献値に大きな誤差が生じてしまった。その原因として、

- (1) 試料サイズ
- (2) カメラ、ケースの微動

が考えられる。

1については、使用した氷試料のサイズが大きすぎて、初期位置の磁場強度と実際に受けている磁場強度に差異が生じてしまうことによるものである。

2については、装置の落下時にカメラ本体や試料ケースが上下に動いてしまうことが、のちの画像解析において、座標のずれを生んでしまい、結果的に正確な速度が測定できないことによるものである。

#### <今後の課題>

今後の課題として以下のことが挙げられる。

- (1) 粒子サイズを変える
- (2) 磁場強度を変える。
- (3) 混合物での測定を試みる。

#### (1) について

実験原理で見たように、本実験での磁化率測定は質量に依存しない。粒子サイズ、つまり質量を変えて測定することで、この原理を実証することが重要であると考えられる。

#### (2) について

上記同様、初期位置での磁場強度を変えても終端速度が変わるだけで、磁化率自体は変わらない。このことを実証する。

#### (3) について

日常生活や、宇宙空間に分布している氷粒子が不純物を含まないことはごくまれであり、多くの場合は、他の物質との混合物となっている。

したがって、混合物の磁化率を測定することにも意義があると考ええる。