

フライパンの温度と水のバチバチ

奈良教育大学附属中学校 科学部探求班 (物理)

2年生 梅 雅美

【キーワード】 ライデンフロスト現象, 温度, 水滴, 音の大きさ

1. はじめに

私は、料理をするときにフライパンの上で水滴がバチバチと鳴っているのを見た。その時、私は、熱する温度によって、バチバチと鳴る音の大きさ、時間は変わるのか、それとも、変わらないのかについて疑問に思い、研究することにした。そのバチバチと鳴る現象について詳しく調べたところ、ライデンフロスト現象、ライデンフロスト効果という言葉に行き着いた。

2. 目的

フライパンの表面温度によってバチバチと鳴る音の大きさや、時間がどのように変化するか、また、どの温度でバチバチと鳴っているかを調べる。

3. 研究方法

実験方法を、以下に述べる。

- ①室温と湿度を電子温度計で測る。
- ②フライパンをカセットガスコンロで熱する。
100℃～300℃の間で、10℃ごとに温度を変化させた。
- ③放射温度計でフライパンの表面温度を測る。
- ④測定する温度よりも少し高い温度になったら、火を消す。
- ⑤放射温度計でフライパンの表面温度を測り、測定温度まで冷えるのを待つ。
- ⑥測定温度に近づいてきたら、ビデオカメラとipadの録音・録画を開始する。(ipadは、スローモーションモードで録画した。)
- ⑦水を1滴落とす。水はスポイトで富士フィルムのシーロンフィルムに1滴落とし、高さ20cmからフライパンに落とす。
- ⑧音が鳴る時間と大きさは、ビデオカメラで録音した音声をAudacity (アプリケーション)に入れて、波形を表示して計測した。また、ipadの映像で、水滴の形状を記録した。

4. 結果と考察

4-1. バチバチと音が鳴る時間について

図1は、温度とバチバチと音が鳴っていた時間 (以下、音が鳴る時間) の関係のグラフである。

表1は、フライパン上での水滴の形状パターンである。表2は、温度と水滴の形状をまとめたものである。

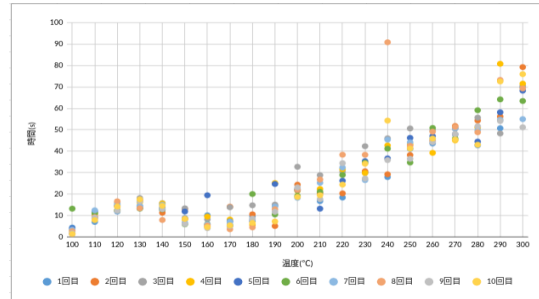


図1

表1

	水滴の形状	水滴の形状の説明
水滴ができなかった	①	落ちた瞬間、つぶれた。
水滴ができた	②	落ちた瞬間、つぶれたものと、粒になったものがあった。
	③	均等な大きさの小さな粒に散らばった。
	④	1つの大きい粒と小さい粒が広がった。
	⑤	一粒だけ (散らばらなかつた)。
	⑥	いったん④になった後、一番大きい粒に小さい粒たちが集まって一つになる。

表2

温度/回数	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
100	①	①	①	①	①	①	②	②	②	②
110	②	②	②	②	②	②	②	②	②	②
120	③	③	③	③	③	④	④	④	④	④
130	③	③	③	③	③	③	③	③	③	③
140	③	③	④	④	④	④	④	④	④	④
150	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④
160	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④
170	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④
180	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④
190	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤
200	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥
210	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦
220	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦
230	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧
240	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧
250	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧
260	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧
270	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧
280	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧
290	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧
300	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧

<100℃～130℃までは音が鳴る時間が徐々に長くなる理由>

音が鳴る時間は100℃で短く、110℃～130℃までは徐々に長くなった。これは、100℃では水滴の形が維持できず、フライパンの表面に広がって蒸発したのに対し、110℃以上では水滴の形が維持されていた。そのため、音が鳴る時間は100℃で短く、110℃～130℃までは徐々に長くなったと考える。

<130℃～180℃は時間が徐々に短くなる理由>

この温度帯は水滴の形状が③から④へと変化する。形状④は、1つの大きい粒と複数の小さい粒が広がる。また、形状③は均等に散らばったが、粒の数が少なく、粒の大きさが大きかった。そのため、形状④の方が水滴一滴あたりの大きさが小さく、水の蒸発にかかる時間が短くなり、音が鳴る時間も短くなったと考える。

<180℃～200℃で音が鳴る時間が徐々に長くなる理由>

190℃から水滴の形状⑥が見られはじめる。水滴の形状⑥は、一水滴が散らばっても、最終的に1つの大きい粒になる。つまり、粒が大きいため、水滴の形状⑥が増えると蒸発する時間が長くなり、音が鳴る時間も長くなったと考える。（無音の時間も含む）

<210℃～300℃で音が鳴る時間が徐々に長くなる理由>

210℃～300℃の水滴の形状は、ほぼ全部の温度が、水滴の形状⑥になる。しかし、水滴の形状は同じだが、温度が高くなるにつれて、早い段階で小さい粒が集まり、大きい粒になっていた。その分水滴の蒸発にかかる時間も長くなったと考える。（無音の時間も含む）

4-2. 音の大きさについて

音の大きさの変化と温度の関係を、グラフに表した（図2）。

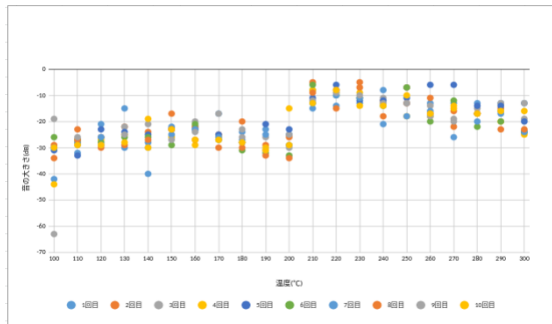


図2 音の大きさと温度の関係

100℃ではバチバチと鳴る音の大きさが回数ごとにばらついているが、110℃～200℃は、ほぼ一定であることがわかり、210℃～300℃では、減少傾向にあることがわかる。

<100℃でばらついている理由>

音の鳴り方の違いが原因だと考える。100℃以外の温度では、水が水滴状の形状を維持し、蒸発する際にバチバチと音が鳴っていた。それに対して100℃では、水が水滴状の形状を維持できず、落ちた瞬間にジュッと広がって短時間で蒸発する。そのため、大きな音がしなかった。

音の大きさに差が出たのは、水滴がフライパンに当たる際に生じた音を拾った可能性がある。<210℃～300℃で音の大きさが減少傾向にある理由>

210℃～230℃では、水滴が蒸発し終わる直前に音が激しく鳴った。しかし、230℃以上では、温度が高くなるにつれて、水滴が蒸発し終わる直前の音が小さくなった。そのため、音の大きさが減少したと考える。

4-3. 音が鳴っていた時の温度について

図3は、時間とフライパンの温度(230℃以下)のグラフに、音が鳴る温度帯を四角で入れたグラフである。230℃以上は、音が鳴る区間が無く、水滴を落とした直後と160℃～230℃前後で、音が鳴っている。つまり、水滴がフライパンに落ちた音以降、温度が230℃まで下がるまで、音が鳴らないのである。

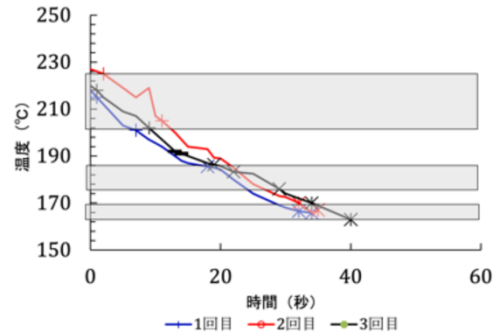


図3

<230℃以上で音が鳴る区間が無い理由>

230℃～300℃では、水滴のほとんどが形状⑥の形状であり、一つに集まる際に音が鳴っていなかった。そのことから、音が鳴っていないとき、ライデンフロスト効果が起きていると考えた。つまり、フライパンの表面温度が高いほどライデンフロスト効果は長く続くと考えた。

<160℃前後～230℃前後で音が鳴る理由>

230℃より高い温度では、ライデンフロスト効果が続いているが、低い温度からはライデンフロスト効果が起こらなくなり、フライパンに水滴が接触することで、バチバチと鳴ったと考える。そして、160℃付近で水滴がすべて蒸発して音鳴らなくなると考える。

5. まとめと今後の課題

- ・音が鳴る時間の長さは、水滴の形状と関係する。
- ・音が鳴る時間と音の大きさは関係しない。
- ・160℃前後～230℃前後で、最も音が鳴る。
- ・今後は水以外の液体を使って、液体の表面張力や粘性を変えてみる実験をしたいと思う。