

## 第7回航空機による学生無重力実験コンテスト（速報）

実験テーマ：微小重力下での結露の表面伝播

実験チーム：お茶の水女子大学 チーム宇宙美

（代表者：藤田彩、共同提案者：芦川博美）

### 1. 目的

地上実験では、成長が一次元で時間と比例関係にあったため、縦軸に時間、横軸に成長した結露の位置を取ってグラフ化し、解析した。これと無重力下でのデータを同様にグラフ化したものを比較、検討することを目的とした。

### [実験方法]

密閉した容器内にペルチェ素子のついた鏡を固定し、以下のような条件でペルチェ素子に通電し、鏡を冷やして結露を生成させた。通電してから結露が発生し始めるまでおよそ20秒であった。

1:  $\mu$ G開始20秒前から通電

2:  $\mu$ G開始10秒前から通電

3:  $\mu$ G開始時から通電

4:  $\mu$ G開始10秒後から通電

どの場合も結露が完全に広がりきるまで通電した。

### [実験装置]

ペルチェ素子とアルミ板を重ねたものを鏡の裏に貼り付け、鏡ごと密閉できる実験槽の中に入れた。実験槽の周りにビデオカメラ、照明を配置し、全体を暗幕で覆った。スイッチでペルチェ素子に通電することにより、鏡を冷やしたり暖めたりするようにした。鏡の裏面と実験槽上部の2ヶ所に温度センサーを取り付けた。

### 3. 実験結果

どの条件でも変わらず均一に結露が発生した。

結露が発生している時、鏡表面の温度はおよそ17°C、槽内の温度は23°Cであった。

### 4. まとめ

仮定において、微小重力下では対流が発生しないことから、水蒸気が凝縮して液滴が出来た周囲の空気には、十分な水蒸気が供給されないため、均一には結露しないと考えた。また、結露発生は凝縮と成長の二段階にわけることが出来ると考え、通電する時間をずらして実験を行った。今回の条件では微小重力状態の持続時間と、装置に通電し始めてから結露するまでの時間がどちらもおよそ 20 秒間であったことから、

1:  $\mu$  G開始 20 秒前から通電

2:  $\mu$  G開始 10 秒前から通電

3:  $\mu$  G開始時から通電

4:  $\mu$  G開始 10 秒後から通電

の4パターンを実行した。1では成長段階が完全に微小重力であるパターン、4では凝縮段階が完全に微小重力であるパターンであると考えた。

実際に実験を行ってみたところ、どのパターンも地上とほとんど変わらない挙動を示し、通電し始めてから 20 秒間で結露が発生し始め、その後 15 秒ほどで完全に結露した。このとき鏡表面は、肉眼では観察できないほど非常に細かい液滴で覆われていた。(この状態を、大きな液滴を含む結露と区別して以下「微小結露」と呼ぶ)

このことから、仮定が以下のように間違っていた可能性が考えられる。

①: 微小結露に必要な水蒸気は鏡表面のごく薄い空気層が含む微量の水蒸気で十分であり、はじめから対流などは関係しない。

②: 微小重力に移行する前の過重力状態の影響で、実験槽内で水蒸気を多く含む空気と含まない空気が分離してしまいむらが生じたことから、水蒸気を多く含んだ重い

空気が鏡と触れ、地上と変わらず結露した(この場合空気の分離が地上における対流と同じ役割を果たしている)。

液滴は肉眼では観察できなかったが、白色光の回折が起こらなかったことから、液滴の直径はおよそ $1\mu\text{m}\sim 500\mu\text{m}$ であったと仮定できる。ペルチエ素子表面( $3\text{cm}\times 3\text{cm}$ )上に直径 $1\mu\text{m}$ の液滴が隙間なく列をなして並んだと仮定すると、 $1.8\times 10^{-3}\text{g}$ の水がガラスに付着していたことになる。これは水蒸気で飽和した $17^\circ\text{C}$ の空気約 $125\text{cm}^3$ が含む水の量である。また、直径 $500\mu\text{m}$ の液滴が並んだと同様に仮定すると、 $0.9\text{g}$ の水( $17^\circ\text{C}$ の水蒸気で飽和した空気約 $62100\text{cm}^3$ に相当・実験槽の体積が $500\text{cm}^3$ と仮定すると $68^\circ\text{C}$ で飽和する量)が付着したと考えられる。実験槽の大きさから考えると、直径 $1\mu\text{m}$ に近い大きさの液滴が発生したと考えられる。

しかしながら、当チームの以前のテーマ「微小重力環境における霜の模様のパターン解析」では、無重力になった瞬間に霜の成長が止まったとの報告があり、このとき実験槽内は室温で水蒸気が飽和していたと考えられる。このことから、内部の水蒸気量はあまり問題ではない可能性も考えられる。このことから考えて、今回結露が無重力にもかかわらず生成されたことには仮定していなかった何らかの影響があったと考えられる。

以上のことを踏まえて、今回観測された「結露が地上と変わらず生成される」という現象を

- 1: 液滴の大きさ
- 2: 液滴が並んでいる間隔
- 3: 水蒸気を含む空気の体積の妥当性
- 4: 槽内の温度勾配

などの視点からさらに詳しく検討して行きたいと思う。

## 謝辞

今回の無重力実験コンテストを開催、運営して下さった独立行政法人 宇宙航空研究開発機構に感謝の意を表します。私たちの受け入れから、実験の計画実施、現地でのご指導をいただきました、ダイヤモンド エア サービス株式会社様、財団法人 日本宇宙フォーラムの木暮様には、感謝の念にたえません。本当にありがとうございました。また、終始熱心なご指導をいただいた、森義仁先生に感謝の意を表します。装置の設計、作成にあたり、藤田博樹様にはひとかたならぬお世話になりました。ありがとうございました。その他航空機実験に携わった関係者の皆様方に深く感謝申し上げます。