

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：重力変動時における中空層の伝熱特性（対流成分）に関する研究

実験チーム：東京大学 チーム宇宙建築の夢
（星川 力、 菱田 哲也、 川島 宏起）

1. 目的

重力が 0~2G の間で変化する際、つまり空気の温度差（密度差）による対流の影響が変化する際に中空層の伝熱特性（熱抵抗）がどのように変化するかを検討する事を目的とした。

2. 実験方法・装置

[実験方法]

中空層の厚さが 0.5、1、2、3cm の箱（20×20cm）の熱流と表面温度を測定する。熱流は氷と外気（温度差約 20℃で安定）による。

熱流の向きで対流の影響が変わるので、パラメータは重力・中空層厚さ・熱流の向き（上 or 下）とした。

[実験装置]

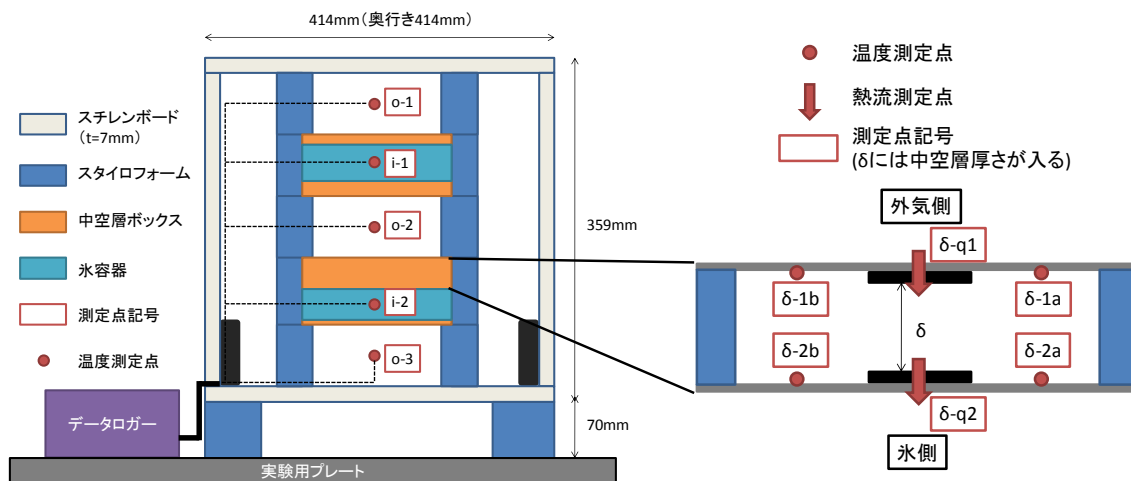


図 1. 実験装置の概略と測定点

実験装置は図 1 のように厚さが異なる中空層ボックス 4 つをそれぞれ氷容器と外気（正確にはスチレンボードで作った大きな箱の内部の気温）で挟む形をとった。氷と外気の温度が安定するよう、氷は実験中 0℃付近を保つように調節し大ボックス内部にファンを設

け、外気を攪拌した。

測定点は外気温、氷容器表面温度、中空層内熱流、中空層内表面温度である。

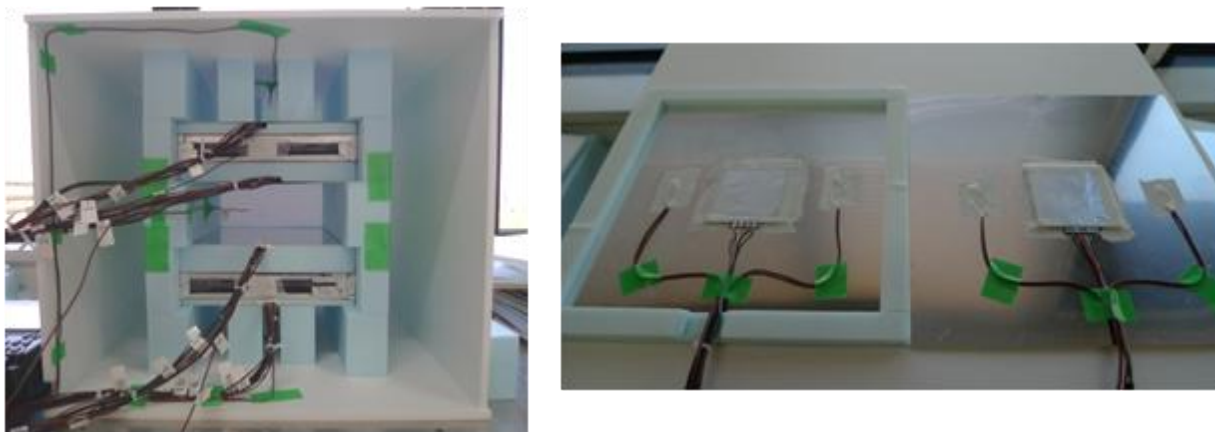


図2. 装置全体と中空層ボックス内部の写真

また、パラボリックフライト（以下、PF）2回で中空層ボックスの位置を変え、熱流の向きを上下とも測定した。

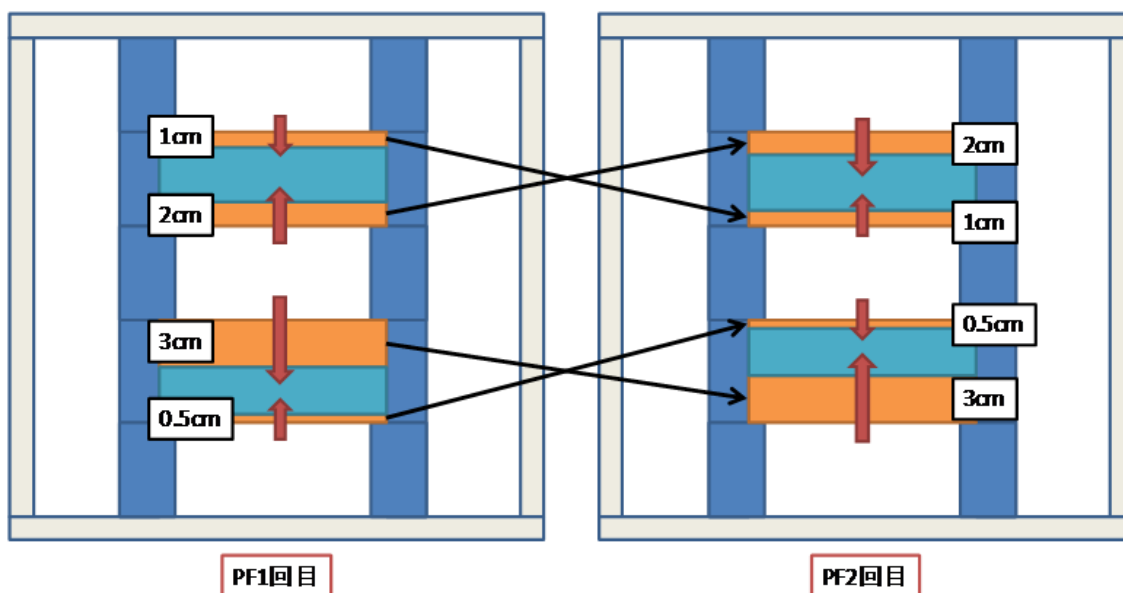


図3. PF ごとの中空層ボックスと熱流向きの関係

3. 実験結果

実験は地上での予備実験と、本番のPF 2回分を行った。細かいグラフは割愛するが、実験条件として氷容器と外気の温度はすべての実験において0℃前後と20℃前後で安定していた。

まず、地上実験の結果を図4に示す。熱流が下向きの方が対流が停滞する分熱抵抗が大きくなる。また、また厚さが10mmくらいまでは、空気自身の粘性のため対流が起こらないため熱流の向きによる差が見られない。

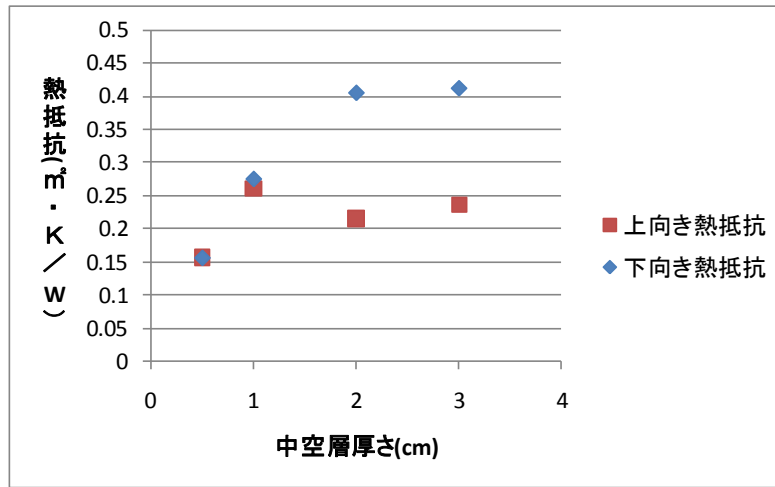


図4. 1 Gにおける中空層厚さと熱抵抗の関係

次に PF 時のデータを示す。まずは μG 検知信号の前後 1 分データの 1 例を示す。

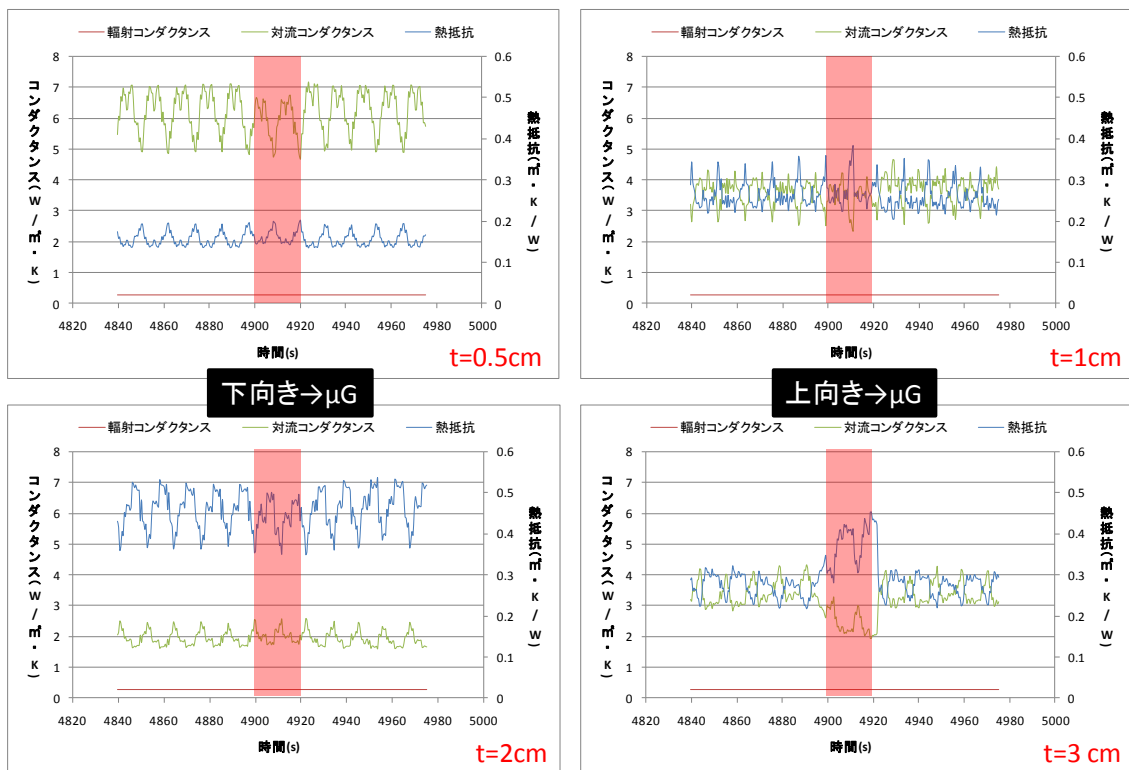


図5. μG 前後 1 分データの例 (赤い部分が μG)

図5の左側は下向き熱流の状態から、右側は上向き熱流の状態から μG に移行した際のデータである。 μG の前後は約 1.8G である事を考慮し、その間の熱抵抗の値と μG での熱抵抗の値の平均値を算出した。それらの値を PF 計 20 回で平均した値をグラフ化したのが図6である。

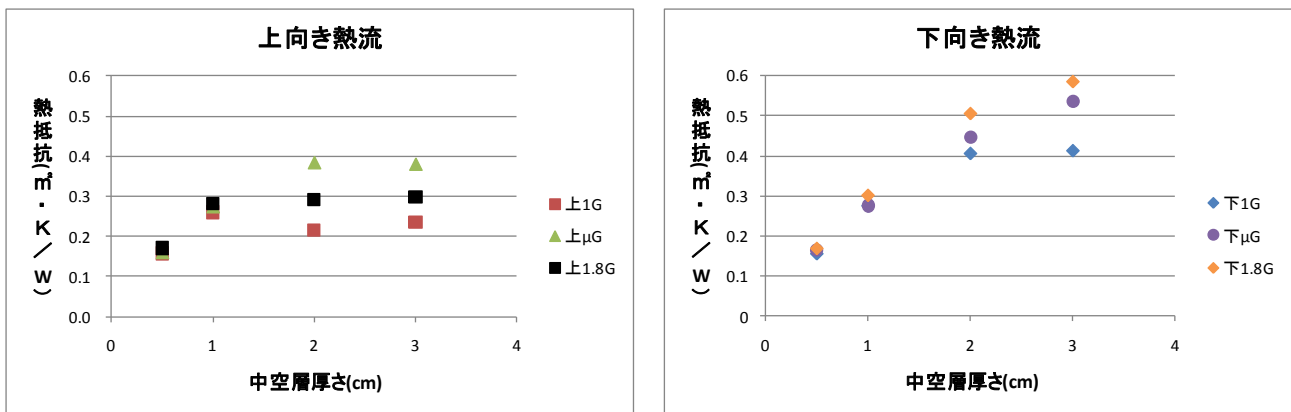


図6. G ごとの熱抵抗の値と中空層厚さの関係

どちらの熱流向きでも1Gより μ Gの方が熱抵抗の値は大きくなった。しかし、上向きで μ Gに移行した際の値は下向きから移行した際のそれより小さかった。これは空気分子の慣性の影響だと考えられる。

また、上向き熱流の場合は熱抵抗値が $1G < 1.8G < \mu G$ となったのに対して、下向き熱流では $1G < \mu G < 1.8G$ となった。

4. まとめ

1Gに比べて μ Gで熱抵抗の値が大きくなる事は確認できた。ただ本実験の結果だけではデータが少なく考察し難いので、今後は本実験と同条件の設定による定常状態のシミュレーションを行い、より詳しく分析していく。

謝辞

本実験は航空機で μ Gを再現するというもので、多くの方々の協力なしには決して実現する事はありませんでした。学生無重力実験コンテストを企画していただいたJAXAの方々、コンテストを支援していただいたJSFの木暮和美さん、DASの技術部とパイロットの皆さまに深く感謝いたします。

また本実験の支援教員になっていただき、様々なサポートをしていただいた東京大学大学院工学系研究科建築学専攻の松村秀一教授に深感いたします。

さらに実験器具を提供していただき、本研究のご指導もいただいた同前真之准教授、同柳原隆司特任教授、同マテリアル工学専攻鈴木俊夫教授にも感謝いたします。

最後に、一緒に本実験に付き合ってくれた同建築学専攻前研究室修士1年の菱田哲也君と、同大学工学部建築学科4年の川島宏起君に感謝します。