

バイオミクリーの視点から考える 環境問題解決のための新たな断熱材の構造

宮城県仙台第三高等学校 普通科

要旨

この探究では、二酸化炭素排出量削減のため新たな断熱材の構造を考えたものである。ハニカム構造という構造に着目し探究を行った。私達は2つの実験から、ハニカム構造に加工しても従来の断熱材と比べ、断熱効果に大きな差が生まれないことがわかった。そこで私達は新たな断熱材の構造により材料の削減化が可能になるのではないかと考えている。

1 はじめに

国立環境研究所によると、現在日本家庭からの二酸化炭素排出量のうち約 20%が冷房・暖房によるものである。そこで私達は既存の断熱材と比べながら、ハニカム構造を断熱材に取り入れ、より良い断熱材の構造を検討することを目的に探究した。

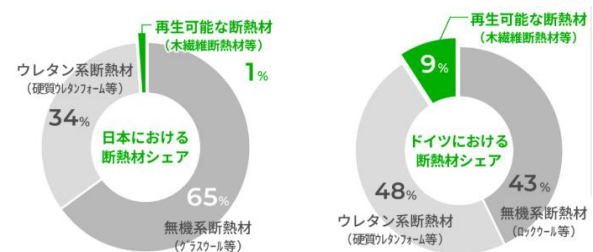
2 先行研究

(1)ハニカム構造

ハニカム構造とは、六角柱が隙間なく並んだ構造のことで蜂の巣のような形である。層の間に空気の層が作られるため、高い断熱性を発揮する。また、正多角形の中で最も充填率が高く、少ない材料で作ることができる。

(2)現在の日本の断熱材

現在の日本の断熱材は多くが無機系断熱材であり、自然由来の再生可能断熱材は一割程度しか使用されていない。それに対し、エコロジー建築の先進国であるドイツでは、半数以上がウレタン系断熱材で、木繊維などの自然由来の再生可能断熱材のシェアが拡大している。脱炭素化・エンボディ・ド・カーボンの観点から持続可能な資源かつより夏も冬も快適に暮らすことができる選択が進んでいる。*1



3 調査方法 (実験1)

実験1では、ハニカム構造に断熱効果があるのかを確認するため、発泡スチロールで3層の箱を作り、図1のように2層目を4種類の場合に分けて実験をした。70℃のお湯を入れた紙コップに箱を被せ、それぞれの温度変化を5分おきに計測した。箱の外の室温はすべて同じにして計測を行った。

<箱の種類>

- ①ハニカム構造 (六角形に切り抜く)
- ②発泡スチロール(無加工)
- ③2cmの空間 (何も挟まない状態)
- ④紙コップのみ (箱がない状態)

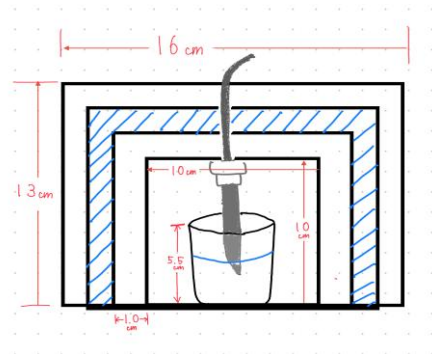


図1: 実験1のイメージ

4 結果と考察（実験1）

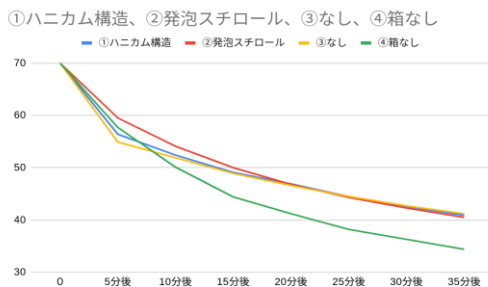


図2

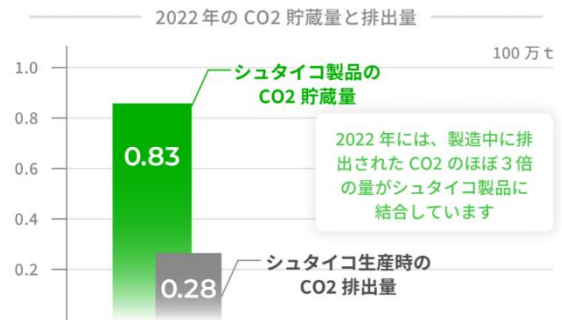
グラフより①～③は④と比べて温度が下がりにくいことがわかるが、20分後以降から温度変化がほぼ同じになった。このことから、ハニカム構造による目立った効果の差は見られないことがわかった。また、この結果から断熱材に含まれる空気の色を変化させてもあまり断熱効果に影響しないのではないかと考察した。

5 調査方法（実験2）

実験2では木繊維断熱材を用いてハニカム構造に加工することで、従来の断熱材と比べ空気の量で断熱効果に差が出るかを調べた。

～木繊維断熱材 (STEICO)～

ドイツの会社が生み出した木からできた次世代断熱材。比熱容量が大きく冬だけでなく、夏を含めた一年を通して室温・省エネ性共に絶大な効果をもたらす。



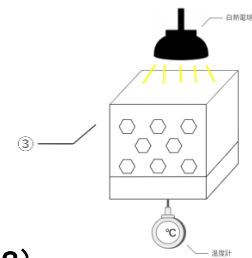
また、上のグラフからもわかるように STEICO の生産時に排出された CO₂ の約3倍の CO₂ を木製製品で貯蔵することで環境負荷を最低限に抑えており、環境にとってとても良い断熱材である。*2

～実験方法～

STEICO を詰めた断熱材の上から白熱電球をあて、箱内の空気を温めるときと熱源を OFF にしたときの空間の温度変化を測定した。

<断熱材の種類>

- ①STEICO のみ
- ②何もなし
- ③六角柱8個
- ④六角柱10個



6 結果と考察（実験2）

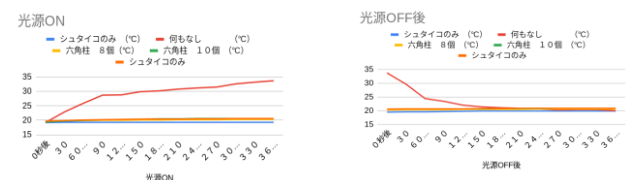


図3

グラフより①③④にあまり大きな差は見られなかった。短時間では断熱材における空気の量は断熱効果に影響しないことがわかった。また、ハニカム構造に加工しても断熱効果が大きく下がらないため材料の削減化につながるのではないかと考察した。

7 まとめ

今回の探究を通して、ハニカム構造を用いた新たな断熱材の構造を生み出すことはできなかった。また、現在使われている従来の断熱材と比

較すると生産コストや技術面で実現は難しいと考える。探究を進めていく課程で人と環境どちらにも良い素材に出会うことができたが、日本では普及率が低く、第一にその素材について知ってもらうことが大切だとわかった。また、今後地球温暖化による夏の暑さ対策が更に重要になってくるため、STEICO のような熱容量が大きい断熱材を日本に広めていく必要があると考える。

8 参考文献

- ・UOOU STUDIO <https://uouostudio.com/>
- ・テクセルセイント(ハニカム構造とは?)
2021.9.1
<https://teccell.co.jp/saint/column/honeycomb-structure/>
- ・サーモバリア(断熱剤とは?)ライフテック編集部 2025.6.9
<https://www.e-lifetech.com/blog/2601/>
- ・風大地プロダクツ(箱模型実験キット)

謝辞

この度、STEICO をご提供いただきました株式会社イケダコーポレーション様に、心より感謝申し上げます。

abstract

This study explores a new insulation structure aimed at reducing carbon dioxide emissions. We focused on a honeycomb structure. From two experiments, we found that processing insulation into a honeycomb structure does not reduce its insulating performance compared to common insulation. We think that this new structure can help reduce the amount of material required. Additionally, we hope to promote the use of insulation made from natural materials such as STEICO, in Japan through public presentations.

1) M. Shukuya, Bio-Climatology for Built Environment, CRC Press (Taylor & Francis Group), 2019, pp.123-127

2) 廣谷純子・伊藤牧子・宿谷昌則: 環境をデザインするプロセス教育の試行、日本建築学会大会学術講演梗概集、環境工学Ⅱ、2017年9月、pp.53-56

<https://kazedaichi-pro.jp/hakomokei.html>

・ワコン株式会社(断熱材の基礎知識)

2021.11.25

<https://www.wa->

[con.co.jp/example/%E6%96%AD%E7%86%B1%E6%9D%90%E3%81%AE%E5%9F%BA%E7%A4%8E%E7%9F%A5%E8%AD%98/](https://www.wa-con.co.jp/example/%E6%96%AD%E7%86%B1%E6%9D%90%E3%81%AE%E5%9F%BA%E7%A4%8E%E7%9F%A5%E8%AD%98/)

*1: 出展 STEICO (Why STEICO
これから必要となる断熱材)

*2: 出展 木繊維断熱材 STEICO の
環境性能

<https://mokudannetsu.com/woodfiber/reason/>