

また、この訪問時には、いちご収穫の状況を監視するため、市販の防犯カメラであるEsee Cloudカメラを圃場に設置してきた。図3は、その設置時の写真と画像をカメラアプリから見たものである。ここにもこのカメラ画像とそれ以外の情報が連携できないという課題がある。



図3 Esee Cloud カメラの圃場設置と監視画像

Raspberry Piを用いた環境測定機の開発

プログラミングのスキル習得を目的に今回の自主研究では図4に示す「環境測定」(ラズパイ)のモジュールをシングルボードコンピュータであるRaspberry Piを用いて設計した。以下が手順。開発環境を表1に示し、図5に設計した環境測定結果を示す。

- ① Raspberry Pi Zero2 Wを購入しセットアップ
- ② 専用の書き込みソフトからRaspberry Pi OSをマイクロSDカードにインストール
- ③ Raspberry Piに挿入してPCへ接続。SSH接続を行いログイン
- ④ プログラミング要件：環境センサーからの取得データを入力とし温度、湿度、気圧を10秒ごとに接続

表1 開発環境

Raspberry Pi	Raspberry Pi Zero 2 W
言語	Java

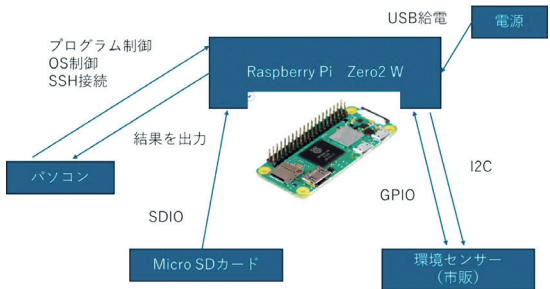


図4 環境測定機のシステム構成図

```
[kawakamikousei@kawakamikousei:~ $ python3 ~/share/sensor_logger.py
【計測開始】通信エラーが起きても自動でリトライします
記録OK: 2026/03/28 16:23:24, 温度:21.5C, 湿度:34.3%, 気圧:994.1hPa
記録OK: 2026/03/28 16:23:34, 温度:21.4C, 湿度:34.1%, 気圧:994.1hPa
記録OK: 2026/03/28 16:23:44, 温度:21.3C, 湿度:34.4%, 気圧:994.1hPa
記録OK: 2026/03/28 16:23:54, 温度:21.3C, 湿度:34.6%, 気圧:994.1hPa
```

リビングで計測したデータ

```
kawakamikousei@kawakamikousei:~ $ python3 ~/share/sensor_logger.py
【計測開始】通信エラーが起きても自動でリトライします
記録OK: 2026/03/28 16:17:29, 温度:23.8C, 湿度:43.9%, 気圧:993.7hPa
記録OK: 2026/03/28 16:17:39, 温度:25.1C, 湿度:35.8%, 気圧:993.8hPa
記録OK: 2026/03/28 16:17:49, 温度:24.9C, 湿度:31.1%, 気圧:993.8hPa
記録OK: 2026/03/28 16:17:59, 温度:24.7C, 湿度:30.7%, 気圧:993.7hPa
```

自宅で取得したデータ

図5 測定結果

考 察

本研究を通じて、いちご収穫ロボットの導入にはロボット本体の性能だけでなく、ハウス全体の通信環境、環境センシング、画像認識、データ連携基盤を含めたシステム全体設計が重要であることが明らかになった。特に、潟上圃場で確認された無線環境の不安定さは、ロボットの遠隔監視やデータ取得に大きく影響する課題である。また、宇都宮大学圃場では各種センサーや画像データが活用されている一方で、システム間の統合には課題が残されていた。今回試作したRaspberry Piによる環境測定機は、物理空間の状態をデジタル空間へ反映する第一歩であり、デジタルツイン構想の基盤として有効であると考えられる。今後は取得データの一元管理とAIによる生育・収穫支援への応用が期待される。

参考文献

- [1] 農林水産省、令和6年度～令和8年度、「次世代スマート農業技術の開発・改良・実用化—イチゴ収穫ロボット×スマートハウスによるロボット普及モデル実証」、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター(BRAIN)。
- [2] 紺野登、(2012年)、『幸せな小国オランダの智慧 災害にも負けないイノベーション社会』(PHP新書)新書,PHP研究所。
- [3] NPO植物工場研究会(2013年)、『太陽光型植物工場の現状と将来』<https://opac.ll.chiba-u.jp/da/curator/107541/kozai-2013-3.pdf>(最終閲覧日:2026.3.31)



espresso

2年 伊藤 仁 (秋田県/由利高校出身)
中村 珠風 (岩手県/盛岡北高校出身)
阿部 悠世 (岩手県/水沢高校出身)
飯濱 成希 (新潟県/国際情報高校出身)
佐藤 陽斗 (岩手県/黒沢尻北高校出身)
篠原慶太郎 (栃木県/矢板東高校出身)

Q1 取り組んだ学生自主研究について教えてください。

私たちは、木材の新しい使い方を考え、近年人気が高まっているサウナに注目しました。そこで、誰でも気軽に利用でき、好きな場所へ持ち運べるサウナを制作しました。材料には秋田県でも身近なスギ材を使用し、軽くて運びやすいだけでなく、高い断熱性によって快適なサウナ空間を実現しています。木の温もりを感じながら自然の中でも楽しめる、新しい木造建築の可能性を提案しています。



高校生へのメッセージ

Message from seniors

この研究を通して感じたのは、「まずはやってみること」の大切さです。最初は実現できるか分からなかったサウナづくりも、試行錯誤を重ねることで形にすることができました。高校生の皆さんにも、興味を持ったことに積極的に挑戦し、自分のアイデアを形にする楽しさを味わってほしいと思います。

システム科学技術学部 建築環境システム学科

指導教員 板垣 直行 教授
(建築環境システム学科)

Q2 学生自主研究で得たことや良かったことを教えてください。

この自主研究を通して、木材の特性や建築材料としての可能性について深く学ぶことができました。また、断熱性や軽量性などの性能を考慮しながら設計を進めることで、建築における材料選択の重要性を実感しました。さらに、アイデアを形にする過程で、課題を発見し改善する力や、チームで協力してものづくりを行う力を身に付けることができました。自分たちの考えたサウナが実際に形となり、木材の新たな活用方法を提案できたことが大きな成果でした。



研究内容 秋田スギを活用した新たな建築部材・構法の開発

秋田は全国に知られるスギの産地で、人工林面積も日本一です。しかしながらその豊かな資源が活用されず、森林が更新されない状況にあります。森林は木材を供給する以外にも多くの役割を担っています。近年では地球温暖化を抑制するために、森林の炭素吸収が注目されていますが、それを促進するためには、成長した樹木を建築などに利用して長年に炭素を固定すると共に、新たな森林を育てていく必要があります。スギの用途拡大を図るために、新たな建築部材や構法の開発に取り組んでいますが、スギは密度が低いことから木材の中でも断熱性に優れています。また軽いため持ち運びや施工性に優れています。今回はそれらの性質を活かして、セルフビルド可能なサウナキットの開発に取り組みました。スギ材の性質を活かして、建築をはじめ様々な活用方法を開発していきたいと思っています。

高校生へのメッセージ

皆さんは日々の勉強で様々な科学の知識を身に付けていると思いますが、その知識を活かすには“知恵”を働かせて“技術”を生み出す必要があります。またそのためには、その原動力となる“熱意”が重要です。より良い社会の実現のために、様々な知識や経験を総動員して知恵を絞り、課題を解決していく研究者になってほしいと思います。



建築環境システム学科

教授 板垣 直行

PROFILE

学 位/博士(工学)
専門分野/建築材料学

指導教員がきめ細かく研究をサポート

SUPPORT

1 はじめに

昨年度の取り組みにおいて、木材は自然素材でありながら多様な特性を持ち、用途によって適切な材料を選択することが重要であることを理解した。また近年では、環境負荷の低い材料として木材利用が注目されており、地域材を活用した木材製品や木造建築が普及し、木材の需要は高まっている。

こうした背景を踏まえ、昨年、様々な木材についての調査を行い、樹種ごとの強度や耐久性、断熱性、調湿性などの性能の違いについて学んだ成果を活かし、木材の特性を存分に活用したプロダクトとしてサウナキットの制作を行うこととした。サウナ空間は高温かつ湿度の高い環境となるため、熱を伝えにくい性質や調湿性、耐久性を持つ木材が適している。また、木材の香りや質感はリラックス効果を高め、空間の快適性にも大きく寄与する要素である。

制作にあたっては、材料自体は同一の木材を用いるが、接合方法や構造の組み方、部材の寸法などによって、強度や使い心地は大きく変化する。そのため、材料だけでなく、これらの要素にも注目しながらサウナキットの構成を検討した。本制作を通して、これまでの調査で得た木材

の知識を実際のものづくりに応用し、材料の特性を活かした空間づくりについて考察を深めていくことを目的とした。

2 サウナキット制作

まず既存のサウナの事例やサウナに求められる要素について、建築雑誌や資料1、2)を用いて調査し、温熱環境や空間構成、必要な機能などを整理した。これらの情報をもとに、実際に使用する際の快適性や施工性を考慮しながらサウナの寸法計画を行い、平面図や断面図、立面図の製図をした。当初は四角形の形状も想定していたが、部材の分割方法、各部材の重量、および接合方法について検討した結果、六角形の形状が合理的であったため採用した。また、昨年の研究内容である「木材の性質を活かした建築利用」で得られた成果を踏まえて、パネルの重量を軽くすること、断熱性を高めるという点で、密度の低いスギ材を用いることとした。

次に、CADを利用して空間の容量等を確認し、持ち運びが簡単にできるようにするために実際に必要となる部材の寸法、部材の分割、接合方法の検討をした。セルフビルドが簡単にできるように、重量、寸法を考えて部材を分割してパーツを作ることにした。パーツは図1のように、妻側

の壁を2つ、または3つに分割し、平側の壁をそれぞれ2つの計4つ、屋根、床のパーツが1つずつの計11のパーツにし、それぞれのパーツをボルトでとめられるようにした。各パーツのパネルの木材同士の接合は、昨年度の研究を踏まえ、サウナによる温度・湿度による寸法変化(湿潤膨張、乾燥収縮)に対応できるように、図2に示す「実継ぎ」をしている。サウナキットの制作の様子を図3～図12に示す。

3 サウナの使用

サウナの扉は気密性を高めるために、内側から鍵をかけられるようにした。サウナヒーターで加熱し始めて20分ほどで室内温度が50℃付近に達したが、50℃よりも温度が上がらなかった。これはサウナヒーターの容量の問題と、組み立てた際のパーツ同士の隙間などであまり気密性が高くなかったためと考えられる。50℃程度であると、ドライサウナとして使用するのでは温度が低すぎるが、使用者がサウナストーンに水をかけ続けてスチームサウナとして使用することでサウナとして満足して入ることができた。

図13に使用時のサウナ室内と外気の温・湿度の推移を示す。室内温度は50℃前後で推移しているが、1時間経過後からサウナストーンに水を掛けて蒸気が発生させたところ、湿度が20%程度まで上昇し、サウナとして十分に汗をかける状態になっていた。このことからサウナストーンに水を掛けることで室内の湿度を上げて、適度に調整できることが分かった。

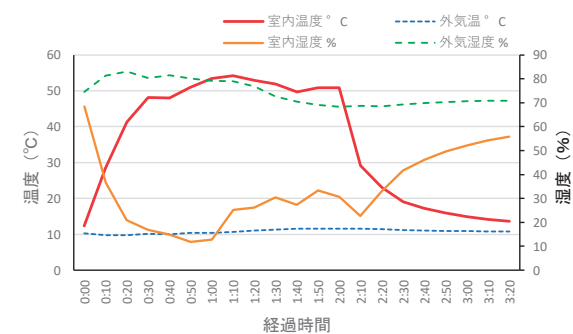


図13 サウナの温・湿度の推移

4 まとめ

木材を用いたセルフビルド可能なサウナキットの製作を行った。その結果2～3人で約20分程度で組立が可能だった。また、パーツごとにわけ、構造を分割構造とすることで、全部を重ねても50cmぐらいに収まるため、軽トラックの荷台に収まり、簡単に持ち運びができる。縦2m、横幅が1.5m以上確保できるスペースがあれば、キャンプ場や自宅でもサウナを楽しむことができる。

使用感としては、温度が20分ほどで室内温度が50℃付近に達するものの、50℃よりも上がることがないため、ドライサウナとして使用するのではなく、使用者がサウナストーンに水をかけてスチームサウナとして使用することでサウナとして満足して入ることができる。

以上から、スギ材の軽さや断熱性を活かすことにより、実用可能なサウナキットを提案することができた。また実継ぎなどの加工を用いることにより、木材の温湿度による乾燥収縮や湿潤膨張に対しても、問題なく使用できることが分かった。今後、このようなスギ材の特性を活かした木材利用がさらに増え、地域のスギ材が利用拡大していくことを期待したい。

謝 辞

本研究で使用した木材は日本森林林業振興会秋田支部より提供頂いたスギ材を使用致しました。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 手作りサウナ大全, ONE PUBLISHING MOOK, 2025
- 2) 保存版! サウナ大特集“ととのえる”ための空間デザイン, 商店建築 2023年9月号, 2023

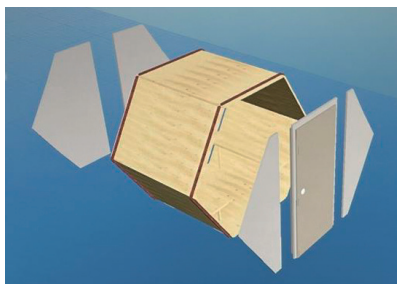


図1 サウナのパーツの構成



図2 各パネル板の実継(雇い実)

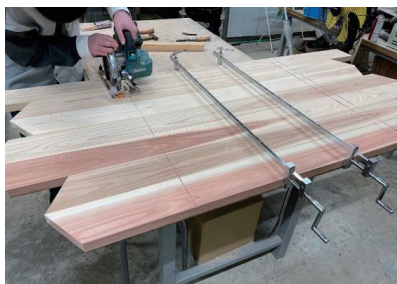


図3 各パネル板への溝加工

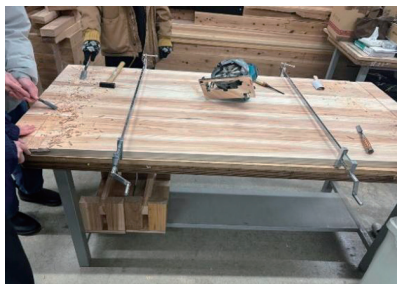


図4 溝部分を鑿で欠き落とす



図5 溝部分へつなぎ材を留め付ける



図6 パネルの枠材の取り付け



図7 妻側の壁の取り付け

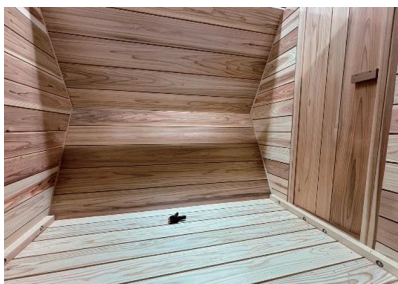


図8 壁が付いた内部の様子



図9 屋根パネルがついて完成

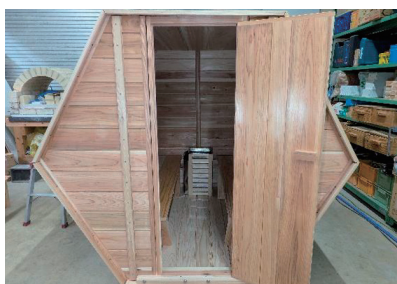


図10 扉を開けた様子

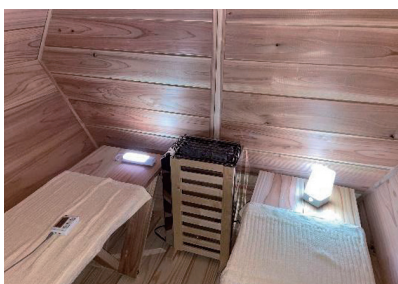


図11 使用時の様子



図12 パーツを重ねた状態