

プロジェクト研究所 業績報告書（最終報告）

【研究プロジェクトの名称】

震災後でも実生活可能なプレハブ建築と廃材を利用したエコマテリアルの創製

【研究所の名称】

実生活デザイン研究所

【研究所長】

元生活環境学科 高田典夫

【研究所員】

生活環境学科 加藤木秀章

美術美術史学科 椎原伸博

元生活環境学科 高田彩香

生活環境学科 小川華歩

生活環境学科 恒川弥子

【設置期間】

2019年4月1日から2021年3月31日

【研究所の方向性】

新しい学問領域の開拓に向けた研究

異分野融合による先進的な研究

イノベーションの創出に向けた研究

地域あるいは産官学と連携した研究

【研究課題（テーマ）】

広い空間と感ずる実験的な木造プレハブ建築とその建築廃材を用いたエコマテリアルの創製

【研究概要】

近年、地震や津波などの震災後でもストレス緩和ができるよう狭い空間でも広く感じ、実生活できる建築物が必要である。日本の少子高齢化が進み、震災後に家屋が倒壊しても高齢者単身で新築できる経済力も小さいため、仮設住宅で長期間生活していることが多い。そこで、震災後の住宅として利用し続けることができる実験的な建築を行う。また、廃材

や生分解性樹脂を利用し、内装材やインテリア材料として用いることができるエコマテリアルを試作する。さらに、プレハブの構造材料としての杉や内装・インテリア向けのエコマテリアルの特性評価を行う。

【研究活動の実績】

本研究活動では、下記のような木粉を添加したエコのマテリアルを試作することができ、熱的特性に優れたエコマテリアルの知見を得ることが出来た。また、建築資材としての再利用などを考慮する際に必要な知見の木材の長期耐久性も把握することができ、優れた耐久性を有することがわかった。さらに、広い空間と感じる建築物の図面を得ることができ、研究成果を国内外に発表することもできた。

2019 年度

担当者：加藤木秀章，恒川弥子，高田彩香

4月～8月では、予備実験・成形および木粉採取方法、木粉の処理方法についてまず検討した。木粉の採取については、バンドソーで学生自ら廃棄物を作り、その廃棄物を利用し、複合材料の接着性向上のために表面処理工程を検討することにした。また、ポリ乳酸および木粉を利用した複合材料の簡易的な成形方法についても検討した。



図1 学生がはじめてバンドソーを使用し、廃棄物(木粉)を取得している様子

8月～2月では、木粉の表面処理工程について検討しつつ、水道水から急冷機能を付与させることを検討し、水冷での真空圧縮成形法を行った。その際、木粉の分散状態を考慮する

必要があったため、ポリ乳酸と木粉の混ぜた粒子を扱うことにした。今回、水冷を利用することで母材である高分子材料の結晶のコントロールを可能にした複合材料を作製することができた。廃棄材料としての木粉を用いた複合材料は、木粉の添加量ごとのものが試作できた。そのため、他の製品作成などにも適用できる。しかしながら、木粉はナノオーダーのセルロース繊維で構成されており、木粉の表面処理行程での確認が必要になった。

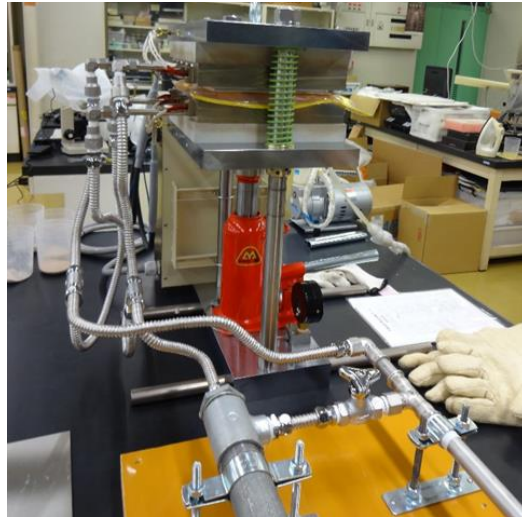


図2 水道水を利用し、急冷機能を兼ね備えるようにしたプレス機を利用

そこで9月～2月では、走査型電子顕微鏡を利用した処理後の木粉および複合材料の表面観察を行っている。表面処理後の木粉の観察でセルロース繊維の抽出の可能性を見出したものの、複合材料の断熱性の向上等を検討する上では、特有の木の中空構造と既に構成されているナノオーダーのセルロース繊維をそのまま利用することを検討した。また、試作した木粉添加の複合材料の熱特性についても予備評価した。

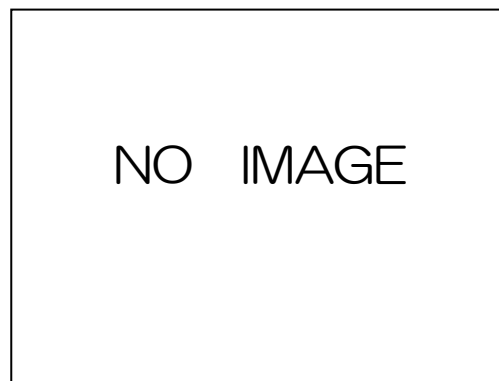


図3 試作した複合材料のサンプル

建築物の設計に必要な構造材料の耐久性の把握も必要であるが、木材の疲労試験に関する研究や規定が少ない。12月～1月では、まず建築物に必要な木材の最適な疲労試験の条件検討および予備実験等を行い、検証した。4月～12月まで元生活環境学科所属の高田彩香氏から材料の特性評価についてアドバイスをいただいた。

担当者：高田典夫，小川華歩

4月～3月まで建築物のコンセプト等についてディスカッションし、ゆっくりとくつろげる空間についても調査・検討を重ねた。他大学の事例なども調査し、比較検討しながら、コンセプトを検討した。さらに、何回かの研究打ち合わせを実施していく上で、本建築資材として使用予定であった杉とその建築物との関係について検討していたが、一時体調不良となり、活動遅延もあった。

担当者：椎原信博

4月～3月までの本研究活動においては、建築物の設計に必要な知見を取得するため、必要な調査を実施した。研究打ち合わせ時にディスカッションやアドバイス等を行った。

2020年度

3-5月末までは、非常事態宣言が発令され、自宅での自粛・文献調査等の対応を行った。また、研究成果についての学会発表の機会も延期となり、国内外の学术交流での発表機会が少なくなった。6月以降も、県外をまたぐ移動や感染リスクが高い行動の自粛もあったため、2019年度のような活動が難しくなった。

担当者：加藤木秀章，恒川弥子，高田彩香

3月～5月末まで新型コロナウイルスによる非常事態宣言のため、実験設備・装置が研究室等に設置されているため、対面での研究活動に大幅な活動制限が生じ、実験データを取得するにあたり、支障をきたした。

疲労試験は、対象となる試験片を引張り、除荷のサイクルを1回として、100万回規模で繰り返すため、試験終了や検証に長時間かかる。そのため、前年度と引き続き6月～1月でも建築物の構造材料として使用する杉の疲労試験を引き続き実施した。また、木材の破壊様相の観察においては、木目の向きの影響についての知見も取得することもでき、設計に寄与する高度な知見を取得することができた。また、複合材料の表面性状を改善の検討や材料中の木粉の知見を取得するため、前年度に引き続き走査型電子顕微鏡や熱特性の評価等も行い、内装材への可能性を見出した。ほかにも、予備実験として建築資材として必要な木材の力学的特性の評価も行っている。他の会社に所属する高田彩香氏との打ち合わせは、感染防止の観点から打ち合わせ等が難しかった。

本研究成果の一部のとりまとめ、国際学術論文としてアクセプトされ、無事掲載された。

担当者：高田典夫，小川華歩

6月～8月、ディスカッションやミーティングを開催し、コンセプトおよび改良した建築物を設計・見直しや設置方法等についても再検討した。9月以降、アイデア・考案がまとま

った建築図面が出来ていたものの、新型コロナの継続などもあったため、設計した建築物の施工の活動が難しく、活動の見直しを行った。設計した建築物は傾斜を付けたものであり、部屋の狭さのストレスを低減できるようにもなっている。また、住民間でのコミュニティ形成しやすいような設計や住宅間をつなぎ合わせるようなものとした。

担当者：椎原信博

6月～3月の間、震災に関する調査等を実施し、その情報を研究打ち合わせの場で意見交換を行い、建築に寄与するアドバイスをを行った。

【研究活動における成果】

1. 雑誌、学会発表、図書等

1. Effect of wood flour addition on warm/cool feeling of green composite, 2021年, Hideaki Katogi, Hisako Tsunekawa and Ayaka Takata, Solid State Phenomena, Vol.310,126-130. (添付資料あり)
2. 木粉とポリ乳酸を用いたグリーンコンポジットの接触温冷感の評価, 2020年, 加藤木秀章, 恒川弥子, 高田彩香, 第11回日本複合材料会議.
3. Monument for earthquake disaster and public memories, on the “grand cretto” of alberto burri, 2019年, Nobuhiro Shiihara, ICA 2019 Belgrade: 21st International congress of aesthetics.
4. warm-cool feeling of green composite using wood flour, 2019年, Hideaki Katogi, Hisako Tsunekawa, Ayaka Takata, Norio Takata, Kaho Ogawa and Nobuhiro Shiihara, Mini-symposium on green composites.
5. 高田典夫, 小川華歩, 加藤木秀章, 恒川弥子, 高田彩香, 椎原伸博, 実践女子大学日野キャンパス第63回常磐祭「始まり」, 研究推進室ブース, 2019.

2. 教育または社会への還元

本研究活動を通じての教育還元では、学生への教育効果が非常に大きかった。本研究活動で学生・教員間の研究議論を行ったところ、高度な学術的知見も踏まえたコミュニケーション能力、エコな社会でも対応できる高度な建築・材料に関する知見を受けさせることができた。本研究活動での教育では、学生が実験で失敗することなども経験した。また、学生が今まで操作したこともない走査型電子顕微鏡にふれ、学生自らがその電子顕微鏡を操作し、学生自らが作製した複合材料のマイクロな表面を観察していた。そして、その観察した複合材料のマイクロな構造についての知見も深めた。さらに、特殊な恒温恒湿室での実験も行い、学生自らが複合材料の熱特性についても測定し、その測定結果についても検討し、さらなる複合材料の構造や特性を向上させるための方法についても思案しているほどである。ほかにも木材の耐久性を評価する際にも、学生自らが実験装置の操作し、評価、検討、再実施等を行っている。また、研究打ち合わせで建築のコンセプトや図面にふ



図4 走査型電子顕微鏡を操作し、マイクロな表面観察を行っている学生



図5 耐久性の大型試験装置を操作し、木材の特性評価を行っている学生

れることで、実際にアプリケーションを予想した上での材料想定もできるほどの知見を学ばせることができた。これほどの教育効果は学生の能力向上にとって絶大である。本活動を通して学生には、活動の計画、進め方、評価、見直しなどのサイクル(Plan, Do, Check, Act)のPDCAサイクルが実施できており、卒業後の社会人としても必要な教育を受けること

もできた。本活動により、従事していた学生達は就職活動を行ったところ、学外の複数の企業から内定を得たことや就活時期終了時期も早かったなどがあった。中でも、ある学生は数社の内定を得ており、その中から志望するリフォーム関連の会社を選び、実践的な建築・マテリアルに関する研究活動・実学に基づいた経験・教育を得ているため「女性が社会を変える、世界を変える」ことが今後期待できる。本研究活動では、研究成果をまとめ、国外での学会発表および国際学術論文として掲載され、国内外の専門の研究開発者が集まる大きな学術会議で本学の研究成果の知見を発信できた。

3. その他、波及効果が見込まれる成果

近年、日本をはじめ世界各国においても、震災の発生や高齢化社会、循環型社会が進んでいるため、本研究成果が世界各国の研究・開発者、設計者に寄与する知見となり、大きな波及効果が生じることが見込まれる。2021年、世界各国の国家戦略として木材の重要性・再利用が再認識されており、ウッドショックすら生じており、ロシアでも原木の輸出制限も始まる予定である。今後の構造材料として用いる木材・材料に関する知見では、次世代の生活環境の産業を始めとするインテリア・内装材等の開発に本学の成果が寄与することが見込まれる。また、従来の木材の疲労寿命に関する研究例が少なく、長期間使用してきた住宅をすべて建て替えるのではなく、リノベーション等で本研究成果の知見が寄与することが見込まれる。さらに、災害時における住宅の即時展開やストレス緩和、災害後の長期的な住居の問題解決に関する波及効果も見込まれる。

【設置終了後の研究の継続性について】

各国が木材の利用・再利用に関する動きを始めているため、本研究成果が非常に効果的となり、国外の研究開発者にその研究内容の重要性が認められ、グローバルな学術誌に掲載されるほどであった。本研究の設置終了後の継続性では、国内外に問わず研究の継続性が非常に有益かつ重要となるため、本学で研究継続し、今後も国内外の企業等へ知見を発信する予定である。しかしながら、建築物を設置した場合、快適性としての断熱性や吸放湿性に関する研究が必要になる。日本の環境は、高温の夏があり、冬はマイナスの温度に達する場所もある。また、日本の夏場は湿度が高く不快になりやすく、冬場は湿度が低く乾燥しやすく快適にすごしにくいときがある。また、夏場は高温多湿になるため、不衛生にもなりやすいため、材料特性を考慮することでよりエアコン等の電力に頼らずにエコで快適な空間の知見に寄与できる可能性もある。そのため、本研究の廃棄していた材料の利点を着目し、その特性を考慮した模擬実験の空間に関する研究が必要となるため、継続性が必須となる。

【総括（所感・達成度）】

本研究活動での微細繊維の抽出では、さらなる粉碎工程が必要である知見が取得できた。

しかしながら、その微細繊維が構成されている木材自体を応用・利用することで熱に関する特性を向上させたエコマテリアルを試作することができた。また、建築の設計に寄与する木材自体の耐久性も明らかにすることもできた。建築用材料に関する研究についてほぼ順調に進んでいたものの、コロナ禍等により建築物を建てるのが難しかった。しかしながら、建築図面もできているため、実現の可能性を示唆できており、引き続き検証が必要となる。

また今回活動に参加していた学生への教育効果が絶大であり、本活動を通して学生は活動の計画、進め方、評価、見直しなどのサイクルができており、卒業後の社会人として高度な教育を受けさせることもできた。

【決算報告】

年度（西暦）	補助金額（円）	執行金額（円）
2019	3,000,000	2,185,129
2020	2,400,000	1,416,471
合 計	5,400,000	3,601,600

※年度ごとの決算は別途報告済み。

※補助金は次年度への繰越が認められているため、執行金額が補助金額を超える場合がある。