

2-2 事業別研究開発

2-2-1 地域資源の高度利用研究事業

1 県産スギ材を活用したツーバイフォー工法部材の乾燥技術の確立

地域資源部：日高富男，山角達也，福留重人，
中原 亨，新山孝子

本研究は、大径材から製材したツーバイフォー工法部材（208，210材）の幅反り等の変形を抑制する乾燥技術を確立し、県産材の利用拡大と関連業界の活性化を図る。

本年度は、天然乾燥と人工乾燥の組合せ乾燥において、製材寸法，載荷重，栈木間隔および加工歩留まり等を検討した。

① 天然乾燥経過と仕上がり含水率

約3か月間天然乾燥することで、供試材の大半は含水率30%以下になり、人工乾燥後の仕上がり含水率は、JAS基準である19%以下をすべて満たした。十分な期間の天然乾燥を実施したことで、初期含水率のバラツキを人工乾燥までにある程度収束でき、また人工乾燥後、養生することで仕上がり含水率のバラツキを軽減できた。

② 幅反り

45mm厚と48mm厚の板材において、2mm以上の大きな幅反りが一部認められたが、栈積間隔を短く、また載荷することで、幅反りを抑制することがわかった。

51mm厚の板材の幅反りはすべて2mm未満であり、栈積条件による差は認められなかった。

栈木間隔25cm，載荷重1tonの栈積条件では、どの板厚も幅反りが1mm未満に抑えられ、その効果を確認できた。

③ 加工歩留まり

幅反りを解消するために、45mm厚の板材は、最大5.5mm（仕上がり厚39.5mm），48mm厚は、最大5mm（仕上がり厚43mm），51mm厚は最大6mm（仕上がり厚45mm）を要した。歩出し量を5mm取れば、大半の板材は仕上がる事が推察された。

45mm厚と48mm厚の板材は、栈木間隔の長短、載荷重の有無の効果を確認できたが、51mm厚では栈積条件による顕著な差は認められなかった。

④ 強度

丸太A，Bから製材した板材の乾燥後の曲げヤング係数の平均値は、丸太Aで5.95kN/mm²，丸太Bで5.51kN/mm²であった。

2 高温セット法によるスギ心持ち平角材の乾燥技術に関する研究

地域資源部：中原 亨，山角達也，南 晃

木材乾燥の割れ防止技術として、高温低湿処理（高温セット：以下セット）が広く利用されている。しかし、この処理を行ってもその後の本乾燥

において、乾燥割れが生じるケースがある。これにはセットのかかり具合（セット量）が影響していると考えられる。本研究では、セット量と乾燥時に発生する割れの関係を明らかにすることにより、割れの発生を抑制し、乾燥工程の最適化による生産効率の向上を目指す。

本年度は、セット量の把握を目的とし、ひずみゲージを貼付したスギ平角材のセット処理を行い、処理中の材面にかかる応力の測定を行った。その結果、蒸煮（乾球95℃，湿球95℃）開始後から表面に引張応力が発生し、高温処理（乾球120℃，湿球90℃）までにそのピークを迎えた。その後の高温処理中のひずみ挙動としては、高い引張応力が維持されるタイプ、引張応力の低下後そのまま低い引張応力を維持するタイプ、圧縮応力への応力逆転が生じるタイプの3種に大別されることがわかった。なお、処理終了後に材面の観察を行ったところ、表面割れが発生したものは12体中5体で、すべて軽微なものだった。

3 シラスJIS砂及び火山ガラス微粉末の実用化研究

シラス研究開発室：袖山研一，吉村幸雄，
増永卓朗

シラスの乾式比重選別によりシラスJIS砂と火山ガラス質が得られる。なかでも火山ガラス質は、粉碎しコンクリート用火山ガラス微粉末として混和材に利用できる。シラスJIS砂およびVGPのJIS適合最適製造技術の確立および実証実験を行い、実用的な火山ガラス質（軽石質含む）の新規用途開発としてVGPを用いた混合セメントの開発を目指す。

本年度は、以下の結果を得た。

① シラスJIS砂のアルカリ骨材反応性試験

シラスから比重選別した結晶質のシラスJIS砂は、アルカリ骨材反応試験の結果、無害な細骨材と判定された。

② 火山ガラス微粉末（Ⅰ種，Ⅱ種，Ⅲ種）の塩化物イオン浸透抵抗性

火山ガラス微粉末VGPⅠ種，Ⅱ種，Ⅲ種の平均粒径2～6μmの火山ガラス質微粉末VGPをセメントの20%置換した混合セメントはⅠ種>Ⅱ種>Ⅲ種とVGPが細かいほど優れた耐海水性を示した。

VGPⅠ種相当の平均粒径2μmのVGPで10%置換した混合セメントは、セメント単味よりも10倍以上の耐海水性を示した。

③ 火山ガラス微粉末を用いた混合セメントの試作と評価

セメントを10%置換した混合セメントのモルタル強度試験の結果、平均粒径2μmのVGPⅠ種相当のローラミル分級微粉RFは、シリカ

フュームと同等の強度発現を示した。

平均粒径4 μ mのVGPⅢ種相当のローラミル全粉砕VGRでもセメントと同等以上の強度発現を示した。

4 ミネラルコーティング膜の実用化研究

シラス研究開発室：吉村幸雄，袖山研一

火山噴出物を用いたスパッタ法によるコーティング技術を見いだしているが、原料が天然物のため、コーティング膜の再現性や膜質の耐久性が課題となる。そこで、装置の安定性や膜質コントロールを向上させる製造技術を構築することを目的とし、本年度は以下のことを明らかにした。

① 製造装置に関する安定性

・製造装置の長期安定性の確認

長時間の使用によるプラズマ発生の状態確認を行うために、プラズマの安定性の指標としてマッチング値を用いた。その結果、のべ90時間の装置稼働でも、規定値内（20～80％）に納まり、プラズマが安定して運転できることを確認した。

・コーティング膜の再現性

ステンレス基材に桜島溶岩を一定条件で、のべ約90回コーティングした。このコーティング膜は所定の膜厚が形成できており、虹色も付与できており、再現性良くコーティング膜として作製できることがわかった。

② コーティング膜の特性評価

・環境試験による耐久性

金属基材に作製したコーティング膜の環境試験として、高温試験（100℃，150時間），恒温恒湿試験（60℃，90％，150時間），耐紫外線試験（カーボンアーク灯／386nm，96時間），サイクル試験（-20℃ \leftrightarrow +50℃／各1hr保持，100回）を行い、コーティング膜の目視観察とぬれ性を評価した。その結果、いずれの試験後でも剥離や変質、ぬれ性への影響は見られなかった。

また、比較用として他社のコーティング品を用いたが、遜色のない結果であった。

2-2-2 新素材・新材料開発研究事業

令和2年度は該当なし

2-2-3 生産・加工システム開発研究事業

1 鍛造金型の予圧状態可視化技術の確立

生産技術部：牟禮雄二

自動車等の構成部品として広く使用される鍛造部品（H29：6,345億円市場）をプレスで成形するための鍛造金型は、補強リングと鍛造ダイスの2つの部位から構成され、円筒状の補強リングの中に円柱状の鍛造ダイスを強制的に圧入して、無負荷のときでも鍛造ダイスに常に内向きの力（これを予圧と言う）を作用させて、鍛造時に鍛造ダイスへ作用する外向きの力と相殺させてそのダメージを軽減することができる。ところが実際の鍛造

金型では、平均使用寿命の1/10～1/5になる場合がある。使用寿命の低下は予圧不足が原因であるが、予圧状態を把握する術がないため、圧入した鍛造金型が良品か否かは、出荷後、顧客が実際に使用してみなければわからない。

そこで本研究では、鍛造金型の予圧状態を評価する目的で、一般的な解析（原因から結果を推定）とは逆に、結果から原因を推定する特殊な解析手法（逆解析と言う）により、鍛造金型の予圧状態を可視化（見える化）する技術を確立する。

本年度は、以下について実施した。

① マスターデータの取得

- ・鍛造金型について、ねじ用鍛造金型（直径25mm）とシャフト用鍛造金型（直径170mm）の2種類を設計、製作した。
- ・三次元測定機を用いて圧入後の鍛造金型の外形プロファイルを測定し、マスターデータとした。
- ・Single（測定長65mm未満）およびDouble仕様（測定長65mm～200mm）のレーザーセンサを用い、上下・回転ステージを利用した外形プロファイル簡易測定法を開発し、簡易測定法での計測結果と三次元測定機のそれとを比較して精度に問題がないことがわかった。

② 逆解析アルゴリズムの検討

- ・鍛造金型の外形プロファイルの実測値と解析値の残差平方和が最小となるように解析パラメータを最適化し、予圧状態を可視化するフローチャートを確定した。
- ・圧入の解析モデルは、鍛造ダイス外径と補強リング内径を同値とし、境界条件として補強リングの内径全面を圧入率分だけ中心軸側に強制変位させることで圧入を模擬した。変形対象は、1/8モデル（対称性考慮）で弾塑性体と仮定し、解析パラメータとして圧入率、ヤング率、ポアソン比、摩擦係数を設定して解析を実施した。
- ・最適化手法として応答曲面法を用い、残差平方和が最小となる解析パラメータ（圧入率とポアソン比）を同定することができた。その結果、実測と解析の外形プロファイルがほぼ重なり、予圧の応力状態を可視化するに至った。

2 深層学習を用いた画像判定システムの開発

生産技術部：上菌 剛，谷山清吾

本研究は、深層学習を用いて鑄造製品の画像による良否判別を実現することを目的としている。この技術により、良否判別の判断基準を定量化できずに目視検査に頼っていた分野において、自動化を実現できる。昨年度までの研究において、鑄造製品の部分的な画像を用いた良否判別で、ほぼ100％正しく判別できる技術であることを確認した。本年度は、製品1個ごとに良否判別することを目標としている。

製品単体の良否判定を実施するためには、見えているすべてを撮像する必要がある。これを実現

するための撮像環境を構築した。対象サンプルは、中央部に穴の空いた8角形のナットで、内面は切削により雌ネジとなっている。撮像対象は上面、側面、内面、底面の4面で、コストパフォーマンス等を勘案して、上部からの1カメラ撮像とした。上面はカメラ直視で撮像する(1枚)。側面は、平面ミラーを用いて反射像を撮像する(8枚)。内面は円錐ミラーにより反射像を撮像する(4枚)。底面はロボット等により製品を撮像ステージに搬送する際に、底面をカメラに向けることで撮像する(1枚)。複数回に分けて撮像するため、LED照明の点灯場所、タイミング等を制御できるようにした。ミラー等の固定のための治具は3Dプリンタを用いて作製した。内面は、撮像範囲を一度に撮像できないことから、円錐ミラーを上下させる機構を用意し、場所を変えて4枚撮像することで撮像範囲全域をカバーした。得られる画像の分解能は、一番低いもので0.21mm/ドットであり、不良と判断する0.5mmの大きさの不良部位を判別可能である。システムを構築する電子機器類は、カメラ、LED照明、Z軸ステージで、これらをコントロールする制御プログラムを作成した。撮像のスピードは、現時点で8秒/10枚程度である。

3 レーザ表面改質によるステンレスメッシュのぬれ性制御技術の確立

生産技術部：瀬知啓久

電子部品製造では、スクリーンマスクを用いた印刷による電気配線形成が多用されている。スクリーンマスクは、ステンレス極細線を編んだメッシュ上にコーティングされた乳剤により微細なパターンを形成したものである。スクリーンマスクには、メッシュに用いられる素材(極細線)の表面状態の違いで、乳剤のぬれ性や耐久性が変化するという問題がある。現状では、プレス加工によるメッシュ表面の硬化や細線の張力などを調整して製造しているものの、メッシュとマスク用の乳剤とのぬれ性を改善するため、より安定した表面改質が求められている。

そこで、本研究ではメッシュの表面改質にレーザーを適用することにより、微細な凹凸のある金属表面とぬれ性の相関を明らかにするとともに、ぬれ性を制御する技術を確立する。

本年度は、レーザー照射と反射に関する二次元シミュレーションによる予測を行うとともに、レーザー光の強度・走査速度の変更実験を行い、レーザー照射条件の探索を実施した。

① 二次元シミュレーション

- メッシュ上面からの照射では、メッシュに直接照射される割合が3割程度に限られる。
- 開口部を透過するレーザーを反射させることで、メッシュ裏面からの表面改質が可能となり、照射効率がほぼ倍増し、照射量全体の6割程度にまで向上する。

② レーザ照射における強度や走査速度の影響評価

- 試料を焦点位置からずらすことで照射領域を拡大し、単位面積あたりの強度を調整した。
- さらに走査速度を10~10,000mm/sに変更することで、単位時間あたりのレーザー照射密度を変更した。
- レーザー出力22W、ビーム径120μm、走査速度10,000mm/sの条件において、メッシュ溶断を防ぎつつ、加熱可能であることが確認できた。

4 IoTを活用した切削加工監視技術の開発

生産技術部：栗毛野裕太、谷山清吾

従来、切削加工の監視は技術者が工作機械の音や振動等から経験を頼りに行っていたが、人手不足や技術の断絶に伴い、遠隔での切削監視技術が求められている。本研究では、マシニングセンタにおける工具状態を各種センサでのセンシング技術およびIoT・AI技術を活用して、遠隔での監視技術の開発を目的とする。本年度実施した内容は、以下のとおりである。

① IoTデバイスの検討

昨年度までの実験結果を元に、加工時の主軸負荷、温度、加速度をリアルタイムで取得することが可能なIoTデバイスを検討した。また、取得されたデータは、複数のパソコンから遠隔監視することが可能となった。

② 数字認識機能の検討

主操作盤に表示されるデジタル数字(例えば、主軸負荷)をカメラで画像として読み取り、画像解析を行うことで、数字データとして取得・保存することができる機能を検討した。

2-2-4 バイオ・食品開発研究事業

1 鹿児島みその機能性に関する研究

食品・化学部：加藤由貴子、下野かおり

鹿児島県で製造される麦みそ(=鹿児島みそ)は、全国のみそと同様に近年の人口減少や和食離れによる影響を受け、消費量が大きく低迷している。一方で国内外における健康志向が高まっていることから、鹿児島みそに特徴的な機能性成分や、減塩麦みその製造法について検討した。

本年度は、麦みそ中のフェルラ酸分析に加え、フェルラ酸エチルエステルに関しても同時に定量する手法を確立した。その結果、フェルラ酸エチルエステルは、仕込み時点では認められず、熟成に伴って生成される傾向が明らかになった。

また、減塩みそ(麴歩合20歩以上、塩分4%)については以下の検討をした。

- 仕込み量100kg程度での現場試醸を県内味噌メーカー2社で実施した。各社工場にて熟成後、通常商品と同形態で充填し、食味や保存性に問題無いことを確認した。
- 仕込み時の水分の影響を検討した。仕込み時の水分を40~60%に変えた減塩みそ4試験区の小仕込みを実施し、1か月熟成後にエタノールと乳酸の濃度を定量した。種水を加えた2試験

区でエタノールが2.0%以上、乳酸が0.5%以上と多量に検出され、食味試験では強い酸味が認められた。このことから、4%という低塩条件下での種水添加は、みそ中の微生物の増殖を顕著に促進すると考えられる。

2 新たな香味を有する芋焼酎製造技術の開発

食品・化学部：大谷武人，富吉彩加，
亀澤浩幸，安藤義則

カプロン酸エチルは、リンゴ様の香りで清酒の吟醸香として知られる。この香り成分を高生産する焼酎酵母はすでに育種販売されているが、米焼酎や麦焼酎にくらべ芋焼酎では生産量が低くなることが報告されている。本研究では、芋焼酎もろみで生産性が低くなる原因を探り、これまでよりも高濃度にカプロン酸エチルを含む芋焼酎製造技術の開発を目指すとともに、焼酎用のカプロン酸エチル高生産酵母を新たに選抜・育種する。

本年度は市販のカプロン酸エチル高生産性酵母を使用し、25℃という通常よりも低温で醸造することで、従来の芋焼酎よりもカプロン酸エチルを多く含む芋焼酎が製造可能であることがわかった。

また、県内で使用されている主要な酵母に紫外線による変異導入を行い、カプロン酸エチル高生産酵母の候補株を27株取得することができた。

2-2-5 環境・生活・デザイン技術開発研究事業

1 レーザ加工型板による新しい陽刻技法を用いた薩摩焼の研究

企画支援部：山田淳人，中村寿一

彫刻表現を活用した薩摩焼用型板（以下型板）は、これまであまり利用されていなかった製法と技法の簡便さから多数の窯元で採用され、型板を使った商品が新しい商品の軸となるなど好評を得ている。そこで本研究では、現在開発されている型板に、さらに複数のレーザ加工技術を加味し、新しい型板を開発することを目的としている。

本年度は、窯元から要望のあった水玉模様やドット柄（以下ドット柄）について研究を行った。ドット柄を再現するためには、レーザ加工の型板加工プログラム上で、円形のデータや線上のデータで作成することが求められた。そこで、データを型板で再現するための加工条件や、複雑な柄を再現するためのデータ変換等の手法を検討した。その結果、0.5mmの線でプログラムすることで汎用性が高いドット柄が得られることがわかった。

また、ドット柄に関心のある窯元での実証試験においては、概ね良好な結果を得ることができ、さらに、消費者よりドット柄を施した皿などについて、食材がつきにくく熱が伝わりにくいなどの高評価が得られた。今後、各窯元において更なる商品化が進むと思われる。

2 CNFを利用した繊維加工の実用化研究

食品・化学部：東みなみ

県内の繊維業界では、商品開発が多様化する中で、製品の品質や機能性の向上が求められている。その対策の一つとして、これまでに顔料定着や絹繊維の摩擦によって起こる繊維の損傷（スレ）の抑制を目的とした樹脂加工処理について、CNFの添加により樹脂が強化され、風合いを損ねることなく処理効果が向上することがわかった。しかし、一方で湿潤下では効果が得られないことがわかり課題となった。

そこで、本研究ではCNFを樹脂剤などに添加する加工処理およびCNFによる表面処理について、耐水性を向上させた処理方法を確立し、実用化を図ることを目的とする。

本年度は、顔料染色布のCNFを添加したバインダー処理の堅牢性について、洗濯試験後の摩擦堅牢度1等級以上向上させることを目的として、以下の検討を行った。

① 熱処理条件による検討

顔料染色布について、温度（130，150，180℃）×時間（5，30，120分）で熱処理を行った。その結果、湿潤摩擦堅牢度はCNF添加未処理を基準として、180℃5分、30分、120分のサンプルが0.5等級向上した。しかし、180℃の30分、120分のサンプルはバインダーとCNFに黄変が見られた。

また、吸水性試験において、温度が高いほど吸水時間は短くなり親水性が低くなったことが示唆された。

② カチオン化処理による検討

ポリアミン系カチオン化剤0.5，1.0，2.0，5.0%溶液で処理を行った。その結果、湿潤摩擦堅牢度はCNF添加未処理を基準として0.5%のサンプルが0.5等級向上した。外観に大きな変化は見られなかった。

また、吸水性試験において、処理濃度が高いほど吸水時間は短くなり親水性が低くなったことが示唆された。

以上のことより、180℃の熱処理を5分程度の短時間で行う方法とカチオン化剤0.5%濃度の処理が、変色等の不具合がなく摩擦堅牢度0.5等級向上できることを明らかにした。今後、微細構造の観察等によりこれらの結果について検証し、より適切な処理条件について検討する。

2-2-6 電子・情報技術開発研究事業

令和元年度は該当なし

2-2-7 九州・山口各県工業系公設試連携促進事業

1 シール性を考慮したヘール加工の研究

生産技術部：岩本竜一，栗毛野裕太

研究主幹：市来浩一

電気・電子・半導体関連の製造工程において、高真空状態を維持する目的で、チャンバー系の製造装置のシール面をエンドミル加工からヘール加

工に変更する試みが注目されている。そこで、本研究では、ヘール加工実験を実施し、得られた切削抵抗、表面形状、残留応力等を総合的に評価することにより、ヘール加工面の品位の向上を図る。

当センターはヘール加工を実施可能なマシニングセンタを所有していないことから、汎用マシニングセンタの主軸側にハウジングを介して切削動力計と被削材を釣り下げる形で固定し、ベッド側に手動回転テーブルを介してヘール工具を取り付ける倒立実験装置を製作して実験を行った。

実験の結果、切削抵抗が非常に大きいため、工具破損を防ぐためには、切込みを数ミクロン程度まで小さくせざるを得ないことがわかった。しかし、小さすぎると正常な切削ができないことから、最適値が存在することがわかった。

また、被削面にはビビリマークが認められた。このビビリの低減を目的に、新規に製作した制振合金製のヘール加工工具を用いて実験を行った結果、ビビリを低減できた。被削面の表面粗さは目標のRa0.8 μ m以下に抑えることができた。

2 3次元データを有効利用したものづくりに関する研究

生産技術部：栗毛野裕太

近年、CAD/CAM/CAEは、ものづくりに欠かせない技術となっている。しかし、それらの技術を十分に利用するためには、専門的知識とノウハウの蓄積が必須となるが、県内企業単体で実施することは困難である。そこで、本研究では、九州各県の公設試験場と連携し、研究会や共通課題を通してノウハウの蓄積を行うとともに、県内企業への情報提供を行う。

本年度は、各県持ちまわりで定期的に開催している研究会をオンラインで計3回開催し、各県の状況や試験研究に関する情報・意見交換を中心に行った。また各機関で実施している技術指導内容について説明し、今後の共通課題について、検討を行った。

2-2-8 工業基盤技術研究事業

1 技術創出研究

(1) 樹脂型によるプレス成形技術の確立

生産技術部：藤田純一

プレス製品製造業では、多品種少量生産と短納期ニーズが一段と増加しており、更なる工程全体の効率化が求められている。効率化の手段として、3Dプリンタを用いてプレス用樹脂型を使用する場合、従来の金属型と樹脂型ではプレス成形条件の違いが予測される。そこで本研究では、円筒絞りを対象に、樹脂型で安定してプレス製造する条件について検討した。

最適な限界絞り率やダイラジラス値を求める実験環境として、鋼製ダイセットを用いて樹脂型をプレス機にセットした(有効プレス面積125mm²)。ダイセットと樹脂型の取り付けは、 ϕ 5公差H5

の位置決めピンを用いた。

樹脂型にはABS系樹脂を用い、被プレス材はアルミ1000系の厚さ0.2~0.8mmを用いた。その結果、以下のことがわかった。

- ① 樹脂製のしわ押さえについては、板厚0.5mmのアルミ材では、しわ押さえ加重4.5kN前後でしわを抑制することができた。
- ② 板厚0.2~0.8mmの範囲では、板厚0.8mmにおいて、下型ダイアール2mm、上型ポンチ部先端フィレット2mm、深さ15mmの条件で樹脂型プレスが可能であった。
- ③ 樹脂型表面への研磨加工または、被プレス材に潤滑剤を塗布することで、プレス可能深さが向上した。

(2) プレス製品のリバースエンジニアリングによる金型開発の効率化

生産技術部：瀬戸口正和

現物はあるが図面のない「テーパーを有する深穴で円すい形状」の薄板プレス加工部品を対象に、加工品からの形状データの取得と図面化を支援する有効な手法として、内部形状を計測できるX線CTと3次元CADを組合せたリバースエンジニアリング技術を適用し、プレス成形シミュレーションを併用することでプレス金型開発を効率化する一連のプロセスの確立を目指す。

本年度は、底板のある円すい形パイプ状の薄板プレス加工品について、3次元画像取得法や寸法計測等以下の検討を行った。

- ① ステンレス製品は、X線吸収係数が大きいことから、撮影条件や画像処理の違いにより、ノイズやアーチファクトが多く、データ取得できない。このため、撮影時に対象物を1回転させて、適正な透過X線出力となるように調整し、平均積算回数を増やして、透過画像の画質(S/N比)を改善した。さらに再構成時にノイズ除去フィルターやアーチファクト低減フィルターで処理をすることで、良好な画像を取得できた。
- ② 断面部の再構成濃度プロファイルから外径や内径および厚さ等の濃度しきい値を推測し、3次元画像からの寸法計測データと実測値との寸法比較を行った。その結果、濃度しきい値で、寸法精度は大きく変わるものの、適正な濃度値では、外径等は、実測値と比較的誤差の少ない精度で計測できたが、内径の誤差が大きかった。
- ③ 対象物を1回転した時に、底板等のある容器は、透過データを取得する際、厚み差が少なくなるように、撮影角度を考慮することで、ノイズやアーチファクトおよびデータ不足の少ない良好な画像が取得できた。

(3) 現場で使える低価格なAI実装モデルの構築

生産技術部：谷山清吾

AI技術を活用する際、クラウドが利用されることが多い。しかし、クラウドAIではインターネッ

ト通信の遅延によってリアルタイム性の確保が困難であるという問題がある。さらに、セキュリティの面での不安や、インターネット環境を用意できない場所では利用ができないといった問題もある。これらの問題に対して、エッジのデバイスでAI処理を行うことで解決が可能になる。

そこで本研究では、AI活用の促進を目的に、低価格なエッジAIデバイスの検討および処理が軽量、かつ現場で扱える高精度なAIモデルの開発を行う。

本年度は、以下の内容を実施した。

- ① 圧縮対象のAIモデル作成および圧縮手法の検討
ねじ頭の不良検出モデルを作成して圧縮の対象とした。モデルの学習には756枚のねじ頭画像（良品378枚、不良378枚）を使用し、精度はテストデータ画像108枚（良品54枚、不良54枚）に対して、99.08%であった。圧縮手法については、AIモデルのパラメータを32bitから8bitに量子化することでメモリ使用量削減と研鑽効率向上を図った。
- ② システム構成の検討
AIモデルを組み込むエッジデバイスとして、Raspberry Pi3B+を用いた。
- ③ エッジAI性能比較
ねじ頭不良検出のモデルに対して、量子化による圧縮を行い、Raspberry Pi3Bに組み込んだ。モデル圧縮前の推論実行時間は12s、精度99.08%であり、圧縮後では推論実行時間6s、精度99.06%となりわずかに精度が落ちているが推論時間の短縮が認められた。

(4) スギ材のめり込み特性を活用した高靱性軸組工法の開発

地域資源部：福留重人

スギ材は繊維直交方向の圧縮荷重に対して変形しやすいが、大変形時まで荷重が上昇する粘り強い性質を有する。この「めり込み特性」を建築物において大地震における荷重のエネルギー吸収に活用させることで、粘り強い強度特性を有する高靱性軸組工法を開発する。この工法を本県で建設される木造建築物に普及させることで、安全性の向上を図る。

本年度は、軸組部材の構造形式を検討するために、以下の内容を実施した。

- ① 軸組耐力壁試験体の水平荷重試験
補強材の密度、設置箇所および加力方向が軸組耐力壁の強度性能に及ぼす影響を把握するために、軸組耐力壁の水平荷重試験を行った。治具およびボルトで大引を固定して、桁の片側端部に水平方向の力を加え、荷重と横架材の水平変位の関係を得た。柱および横架材の孔径を8mmに、補強材の辺長を6.5mmに統一し、軸組材にスギを、補強材にヒノキおよびカシの各樹種を用いた。加力方向は横架材の上下配置により2条件、補強材の設置箇所は3条件とし、条件

ごとに3体の試験を実施した。試験は軸組耐力壁の変形角が0.01rad, 0.025rad, 0.05rad, 0.1radの正負変形時において3回の繰り返し加力を行った後、荷重が最大荷重の80%以下に減少するか、または変形角が0.2radに達するまで単調荷重で加力を続けた。

- ② 軸組耐力壁試験体の水平方向強度性能評価
試験で得られた荷重-変形角曲線の包絡線をトリリニア置換して軸組耐力壁の強度性能を評価した。各試験体は変形角が0.1rad以上になっても急激な荷重低下がなく安定した靱性挙動を示した。また、終局時まで顕著な破壊が見られず粘り強い性状を示した。補強材の設置箇所が多くなると、初期剛性は高くなり、最大荷重および面積は低くなる傾向が見られた。終局時変形角は各設置数とも同等の数値を示した。初期剛性、最大荷重および面積は、柱の曲げヤング係数および平均年輪幅と、横架材の密度とそれぞれ相関が高い傾向が見られたが、終局時変形角は各指標との相関が認められなかった。

(5) 火山ガラスの溶液化による機能性材料の開発 シラス研究開発室：増永卓朗

シラスの主成分である火山ガラス質は、研磨材やコンクリート分野などへの利用が期待されているが、他分野への用途開発が課題である。そこで、化学的な方法による溶解や再固化技術を用い、火山ガラス由来の新素材の開発を目的としている。本年度は以下の内容を実施した。

- ① 火山ガラスと水酸化ナトリウム溶液を混合し加熱することで発泡体を作成した。この発泡体をX線回折で測定したところ原料と同様非晶質主体であった。原料の火山ガラスの粒度と水酸化ナトリウムの濃度および混合割合を変えることで見掛け比重0.2~0.8を作り分けることができた。火山ガラスの粒度分布が小さい、または水酸化ナトリウム溶液の濃度と混合割合が高いたかさ密度が小さくなる傾向にあった。水中に浸漬させると、未反応の水酸化ナトリウムが溶液中に溶出し、混合した水酸化ナトリウム量が過剰な場合、発泡体が形状を保てないことがわかった。
- ② 火山ガラスを水酸化ナトリウム溶液と混合し、大気圧かつ100℃以下の環境で反応させることで結晶相を析出できることがわかった。この結晶はゼオライトであり、特殊な装置が不要で簡易な条件でゼオライトを製造できることがわかった。

2 技術高度化研究

(1) 高齢者用屋外木製ベンチの開発

企画支援部：中村寿一

筋力が弱まり体力の衰えた高齢者が、屋外で活動中に腰を下ろして休息したいときに安心して安全に休める場所が少ない。そのため屋内に引きこ

もりがちになり体力の衰えにつながっている。そこで、高齢者が屋外で元気に明るく活動するライフスタイルの核となる、高齢者が座りやすく立ちやすい高齢者に優しい木製ベンチを開発することを目的とし、本年度は、前年度に椅子シミュレーターで行った着座試験で得られたデータを基に、高齢者施設で利用する高齢者用ベンチを試作した。

① 高齢者が座りやすく立ちやすいデザイン

寸法、形状等のデザイン設計は、筋力が衰えて杖を利用している高齢者の、着座試験での行動パターンを重視した。高齢者は、座るときも立つときも肘掛けに手を掛けるため、座るときは肘掛けにしっかりと手を掛けて、ぐらぐらする身体を支えるようにして座る。また、立つときは、肘掛けの先端に手を掛けて身体を引き上げるようにして立ち上がる。肘掛けは高齢者にとってなくてはならない部位であり、単に肘を乗せるだけでなく、立ち座りに重要な役割を担っている。その肘掛けは、高齢者が手を掛けやすく堅牢でなければならない。

② 高齢者用ベンチの強度耐久性試験

一人用の高齢者用ベンチを試作し、JIS S 1203の家具—いす及びスツール—強度と耐久性の試験方法に準じて、強度試験、耐久性試験を実施した。試験は人型の座面当て板を用いて、座面、背板、肘部等の静的強度試験および耐久性試験、背もたれの耐衝撃性試験等を行い、試験区分3に合格することを確認した。

(2) 木質バイオマス燃焼灰および竹チップの利用に関する研究

食品・化学部：小幡 透

木質バイオマスは発電用、ボイラー用の燃料として利用が急増しているが、その燃焼灰の処理については全国的な課題である。本研究では、燃焼灰の分析を行い、その活用方法の開拓に取り組む。また、全国一の蓄積量を誇る本県の竹を燃料として利用するための条件についても併せて検討し、竹チップの利用促進を図る。そのため、昨年度に引き続き以下のことを行った。

① 既存施設の燃焼灰の成分調査

木質バイオマスボイラーを導入し、スギチップを燃料としている既存施設の燃焼灰の成分分析を行った結果、カリウム、カルシウム、マグネシウム等が主成分として検出された。土壌汚染対策法における特定有害物質に指定されている鉛、カドミウム、クロムの含有量は、いずれも基準値以下であり、土壌改良材として農地還元できることが示唆された。

② 木チップ・竹チップ混焼条件の検討

木チップと竹チップの混焼条件について、竹チップの燃焼温度や木チップと竹チップの混合割合を変えた燃焼試験により、塊状固形物やチップ混合割合を把握する手がかりが掴めた。

(3) ファインバブル水を用いた洗浄試験環境の構築
食品・化学部：脇田 薫

ファインバブル(以下FB)水は洗浄効果や水質浄化、作物の生長促進など様々な効果が報告されているが、FBの効果の評価する方法やFB発生装置選定の基準等については未解明な部分が多い。そこで本研究では、県内企業がFB水を洗浄工程に導入する際に、「どのように用いれば」、「どれだけの洗浄効果が得られるか」を解明するため、FB水を用いた洗浄試験環境や洗浄効果を定量的に評価する技術を確立することを目的とする。

本年度は、昨年度に引き続き金属加工現場で用いられる切削油を用いた洗浄試験を行い、以下の点を工夫することで、再現性に優れた試験環境を構築することができた。

① 試験環境

前年度の攪拌洗浄試験環境に比べ、サンプルが回転したり動いたりしないように固定できる蓋のような治具を作成した。また、エアブラシと塩ビの板を用いて噴射洗浄を想定した治具を組み立てた。さらに、洗浄後のサンプルを熱や風を当てずに早く乾燥させるために、ポンプとシリカゲルを用いた装置を作成した。

② 洗浄効果の評価法

ステンレス片に切削油(10倍希釈)を付着させる方法をスピンドーターを用いて、遠心力で切削油を塗り広げる方法に変更した。これによって、切削油をステンレス板の全面かつ均一に広げることが可能となった。

(4) 山川漬の発酵・熟成機構の解明

食品・化学部：富吉彩加

本県の特産品である山川漬は、他の漬物にはない特殊な製法であり、低塩分仕込、高GABA含有など技術的、成分的特徴もあるが、その発酵・熟成機構は不明である。そこで、山川漬の製造中における微生物および成分の経時変化を精査することで、山川漬独特の製法と成分組成との関連を明らかにする。

① 抗菌作用の確認

山川漬の仕込みは低塩分仕込で行うが、途中で甕を開封しない限り微生物汚染はしない。これは、干しダイコンから放出される揮発性含硫化合物の抗菌作用によるものと推測される。放出される揮発性含硫化合物の特定を行うとともに抗菌性試験を実施した。干しダイコンからは複数の揮発性含硫化合物が放出されており、その中でもジメチルジスルフィド、イソチアネート類が微生物の生育を抑制することを確認した。

② 成分・香味に微生物が与える影響の調査

山川漬は、他の漬物にはない特殊な製造方法であり、成分組成、香味形成に微生物の関与があるかどうかは不明であった。また、製造現場では熟成の途中で仕込み甕を開封できないた

め、これまで微生物や成分の経時変化について詳細な情報がなかった。今年度は、原料ダイコンの干し上げから発酵熟成まで、小規模製造試験により途中のサンプリングを行うことで、熟成途中の成分の経時変化を調査した。その結果、乳酸菌によって生成される成分であるジアセチルや乳酸等が増加しており、香味形成に微生物が関与していることが示唆された。

(5) 転造タップにおけるバリ抑制技術の確立

生産技術部：桑原田聡

企画支援部：高見勇大

自動車や電化製品等で用いられる部品では、組み付けに必要な雌ネジを形成するタッピングという加工が用いられる。この中で、転造タップは、生産性が高く、加工部の強度等に優れる一方、加工後に発生するバリの除去に、新たな工程を追加したり、全数検査をするなどの問題も抱えている。

そこで本研究では、プレス加工の工程で使用する金型の形状や加工条件等の改善によって、転造タップによるバリの発生を抑制し、生産性の向上を目指すことを目的とし、本年度は以下のことを行った。

- ① バリ形状の調査，プレス金型の3Dモデルの検討
 - ・県内企業で製造しているシリンダ部品のバリ発生状況の調査結果から、バリ落とし工程でも除去が困難な出口部分のバリ抑制が重要で、転造タップの前工程（バーリング加工）時に先端部を加工する必要があることがわかった。
 - ・従来のプレス金型構成に下パンチを追加して、バーリング加工と同時に先端部を成形する3Dモデルを検討した。
- ② 解析ソフトを用いた加工シミュレーションの実施および金型形状の最適化
 - ・従来の成形加工を基に解析条件を検討し、摩擦係数0.59のときに実際の成形部品の形状を加工シミュレーションで再現することができた。
 - ・下パンチ加工面を0～45°まで傾斜したモデルを用いて解析した結果、製品形状に影響しない範囲で先端部の加工幅を多くするためには0～30°の傾斜角が良いことがわかった。
 - ・傾斜角の違いによる下パンチへの影響として、金型への荷重に大差はないが、先端部へかかる引張り応力が少ない30、45°が長期的な金型への負担は少ないことがわかった。