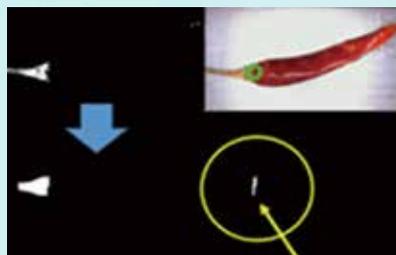
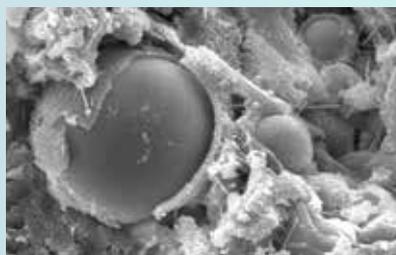


KANTO POLYTECHNIC COLLEGE
関東職業能力開発大学校

共同研究 20年間の取り組み

(平成15年～令和5年)



共同研究 20 年史の発刊にあたり



関東職業能力開発大学校
校長 小野寺 理文

関東職業能力開発大学校は、1983 年設立の小山職業訓練短期大学校を母体として、41 年目を迎えました。2001 年には現在の名称の 4 年制の大学校として発足し、開発課題実習や共同研究が本格的にスタートしました。

共同研究は、地元企業が抱える様々な課題や地域の要望を把握し、どのような対応策・解決策が実施できるのか検証、提案する大切なミッションとなっています。これまでに 116 件の共同研究が実施され、多くの成果を上げてきました。令和元年度に「共同研究 15 年史」を発刊し、それまでの 15 年間の成果を発表しました。今回は、そこから 5 年間の共同研究の成果を含め、「共同研究 20 年史」という形で発刊することになりました。

共同研究成果の具現化を目指し、開発課題テーマにつながった例があります。また、企業から頂いた課題・要望を開発課題のテーマとして取り扱い、その成果をもとに、共同研究という形で発展させることもありました。開発課題がスタートした 2002 年からの 23 年間で、開発課題テーマの約 80% が企業テーマであり、当校が地域に根ざした活動を続けてきた努力の結果であると考えられます。学生は、各専門分野の基礎技能を習得した上で、生産技術の基本と応用を学び、対応策・解決策の実現化に向け、各開発課題テーマに取り組んできました。

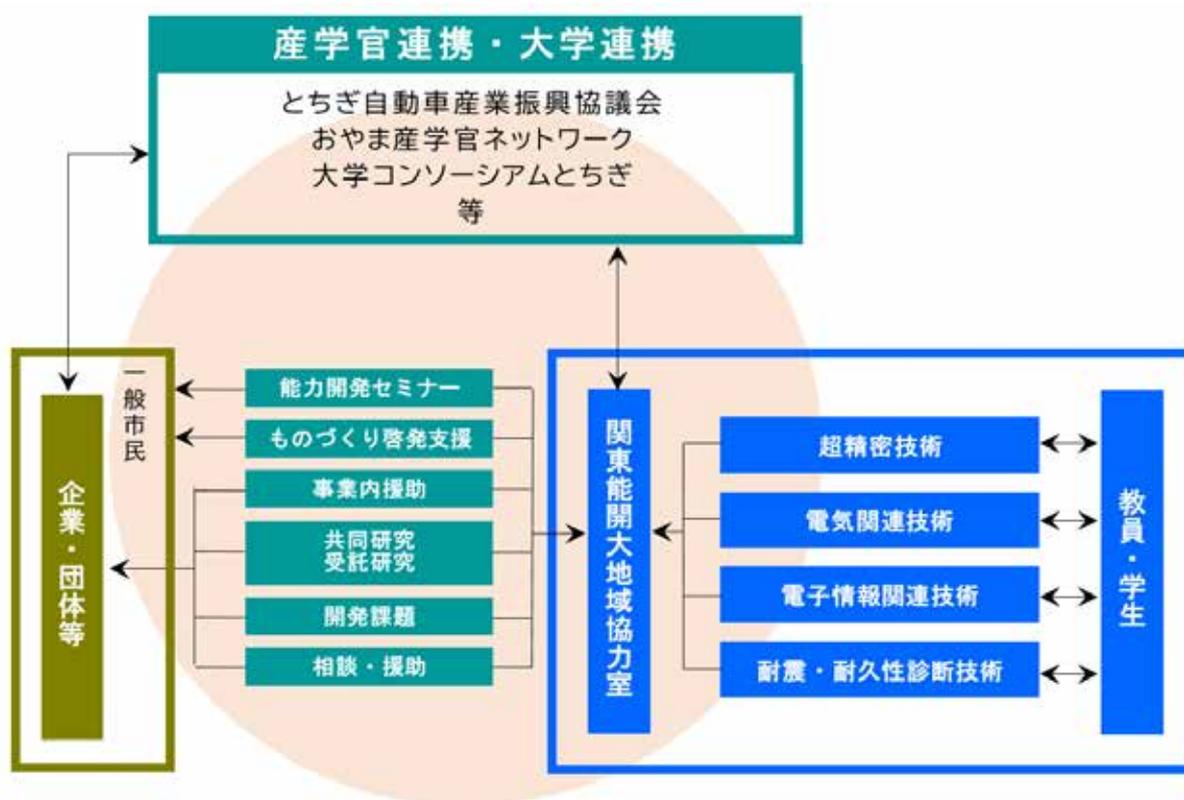
そのような教育・訓練により、卒業生は"社会のニーズに合致する生産技術を自然に発想できる能力"が付与され、産業界で活躍しており、採用企業からは高い評価を得ています。このような共同研究の成果、卒業生の活躍は、関東職業能力開発大学校の教職員が一丸となり"生産現場のニーズに応えるシーズを提供"し続けてきた証であると確信しています。

これまで共同研究テーマを提示して頂いた関係企業・団体の皆様に深く感謝の意を示すとともに、今後も各企業が抱える課題等、お気軽にご相談頂ければ幸いです。本大学校で初期の頃から独自に設置運営してきた地域協力室をはじめ当校のスタッフに対しては、時代時代にあった企業の課題、地域のニーズを吸い上げ、関東職業能力開発大学校のポテンシャルを最大限、利用したさらなる活躍を祈念します。

令和 7 年 1 月 吉日

地域協力室の紹介

関東能開大では、地域への支援として人材育成とものづくりの支援に取り組んでいます。人材育成支援では、事業内援助や総合的な事業主支援、能力開発セミナーを実施しております。ものづくり支援では、共同研究や受託研究、生産システムの考案・改善に関する支援（開発課題）、ものづくり啓発などの支援を行っております。



1) 人材育成支援

能力開発セミナー

- 1) 地域の人材育成ニーズに応じ、ものづくり分野に特化したコースを実施しています。セミナーを活用することによって、「新たな技術への対応」や「生産工程の改善・改良」などの課題を解決することができます。
- 2) セミナーの内容、実施時期などについて企業・団体の要望を伺い研修計画を企画提案してオーダーコースとして実施します。
- 3) 日程は2～5日間程度です。コースの詳細はセミナーパンフレットまたはホームページをご覧ください。



総合的な事業主支援

地域の事業主等が抱える「ものづくり」に関する課題、あるいは人材育成について可能な限りご相談に応じ、共に問題解決にあたります。

事業内援助（指導員派遣・施設設備貸与）

事業主が自社の社員教育を実施する場合に、講師派遣や施設開放等により援助します。

2) ものづくり支援

共同研究

民間企業技術者・研究者と共同して研究に取り組みます。研究・開発を通して連携を一層深め、相互の実績向上に寄与します。

受託研究

民間企業の研究・開発を引き受け、結果を報告します。人的・物的条件から民間企業で実施困難なテーマについて取り組みます。

生産システムの考案・改善に関する支援（開発課題）

企業から提供された生産現場の課題を学生の教育訓練のテーマとしてお預かりし、学生が1年かけて取り組んだ成果を企業に報告します。

ものづくり啓発等支援

イベント開催時等のものづくり講習、ものづくり体験教室を通して、地域に向けた「ものづくり人材育成」に取り組みます。

3) 技術支援・共同研究分野の紹介

<p>超精密技術</p> <ul style="list-style-type: none">・電子顕微鏡・超精密旋盤・X線回折装置・非接触式測定器・集束イオンビーム加工機 	<p>電気関連技術</p> <ul style="list-style-type: none">・モータ試験機・周波数分析器・サーボ解析システム・デジタルオシロスコープ・LCRメータ 
<p>電子情報関連技術</p> <ul style="list-style-type: none">・プリント基板加工機・マイコン開発ツール・回路・基板作成ソフトウェア・ネットワークアナライザ・スペクトラムアナライザ 	<p>耐震・耐久性診断技術</p> <ul style="list-style-type: none">・静的加力システム・2軸载荷試験機・万能材料試験システム・精密万能試験機・施工振動管理システム 

【ご相談受付】 援助計画課 TEL 0285-31-1733

【平成 14 年度以前の取り組みテーマ】(テーマ名のみ紹介)

- ・電気機械試験の省力化および工数低減
- ・動的微小変位量の計測技術
- ・木質構造金物の開発
- ・高齢者のための住環境づくり
- ・木質構造接合・引き寄せ金物の開発
- ・自動計測デジタル表示ユニットの開発

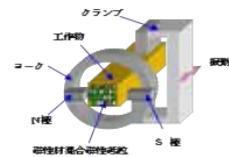
【平成 15 年度】・・・・ p 9 ～

- 15-① 在来軸組み木質構造に対する板バネ式制振角金物システムの開発
- 15-② 磁気フィールドセンサを応用した金属探知器の開発と応用



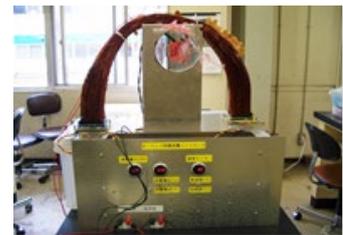
【平成 16 年度】・・・・ p 12 ～

- 16-① 在来軸組み木質構造に対する板バネ式制振角金物システムの開発
- 16-② 磁気援用加工技術の研究開発 (磁気を利用した超精密加工技術の創出と活用)
- 16-③ 鳥類の生態と低周波磁場に関する研究



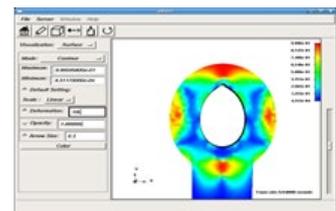
【平成 17 年度】・・・・ p 15 ～

- 17-① オンデマンド印刷に関わる切断位置検出装置の開発
- 17-② ゼーベック効果を利用した新しい発電システムの試作と評価
- 17-③ 光触媒技術の応用媒体「筐体空気清浄ユニット」の開発
- 17-④ 実大実験による在来構法住宅耐力効果検証に関する研究



【平成 18 年度】・・・・ p 18 ～

- 18-① オンデマンド印刷に関わる切断位置検出装置の改良及び省力化
- 18-② リサイクル可能なプラスチックフィルタのマルチ検査装置の開発
- 18-③ 光触媒作用の最適化のための空気清浄システムの検討と効果測定
- 18-④ 高耐力引き寄せ金物の開発
- 18-⑤ 動的な情報発信システムの開発に関する研究
- 18-⑥ 木質構造建築物における簡易かつ効果的免震技術工法の開発
- 18-⑦ 有限要素法オープンソフトウェアを活用した解析システムの開発



————— 【平成 19 年度】・・・・・・ p 2 3 ～ —————

- 19-① 植物の簡易型光形態形成装置の開発
- 19-② 旧基準下における木質構造建築物の耐震性能把握とその効果的耐震補強方法の開発（S56 以前）
- 19-③ 栃木県下における耐震診断法構築のための真壁の再評価について
- 19-④ 油圧式射出成型機省エネシステム装置の製品化に関する共同開発
- 19-⑤ 土壌診断・処方箋作成システムの開発

————— 【平成 20 年度】・・・・・・ p 2 7 ～ —————

- 20-① 線形計画法を用いた土壌改良のための処方箋作成システムの開発
- 20-② 山岳救助・捜索活動の効率化のための地図情報システムの開発
- 20-③ 柔構造伝統的木造建築物用耐力要素の開発
- 20-④ 耐震診断法構築のための真壁の再評価について
- 20-⑤ 油圧式射出成型機省エネシステム装置の機能拡張に関する共同開発



————— 【平成 21 年度】・・・・・・ p 3 2 ～ —————

- 21-① 栃木県産スギを用いた木質構造建築物の横架材等スパン表の作成
- 21-② 有機肥料自走式散布システムの開発

————— 【平成 22 年度】・・・・・・ p 3 5 ～ —————

- 22-① 自律的連続走行可能な有機肥料散布システムの開発
- 22-② 耐震強度不足の住宅を安価で補強できる工法の研究
- 22-③ 土壌改良のための処方箋作成システムの開発

————— 【平成 23 年度】・・・・・・ p 3 8 ～ —————

- 23-① 建築施工検査確認支援システムの開発
- 23-② 施設園芸用を目的とした有機肥料等散布システムの開発
- 23-③ 伝統的建造物に用いられる栃木仕様水平抵抗要素の性能評価
- 23-④ 土壌診断に基づく土壌改良・施肥設計連携システムの開発



————— 【平成 24 年度】・・・・・・ p 4 2 ～ —————

- 24-① データベースを活用した検査確認支援システムの開発
- 24-② 車載カメラの姿勢補正装置の性能検証・改善
- 24-③ 車載カメラの姿勢補正装置の性能検証による改善方法の検討
- 24-④ 伝統的建造物に用いられる栃木仕様水平抵抗要素の性能評価
- 24-⑤ 土壌改良処方箋作成・施肥設計連携システムの開発



【平成 25 年度】・・・・・・ p46～

- 25-① 土壤改良処方箋・施肥設計作成システムの開発
- 25-② 建築施工検査確認支援システムの開発
- 25-③ 伝統的建造物に用いられる桁木仕様水平抵抗要素の性能評価
- 25-④ 新・車載カメラの姿勢補正装置の開発
- 25-⑤ アルミ鍛造金型の加工技術の構築
- 25-⑥ R F I Dを用いたアルミ鋳造品の生産管理システムの構築
- 25-⑦ 画像処理システムを用いた呼気可視化システムの開発



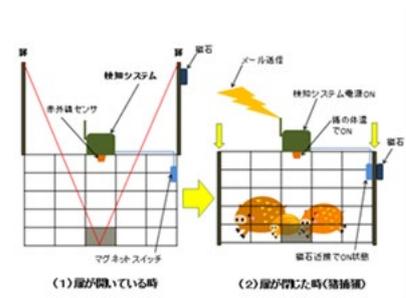
【平成 26 年度】・・・・・・ p53～

- 26-① 土壤改良処方箋・施肥設計作成システムの開発
- 26-② 建築施工検査確認支援システムの開発
- 26-③ 伝統的建造物に用いられる桁木仕様水平抵抗要素の性能評価
- 26-④ アルミ鍛造金型の加工技術の構築
- 26-⑤ R F I Dを用いたアルミ鋳造品の生産管理システムの構築
- 26-⑥ 画像処理システムを用いた呼気可視化システムの開発
- 26-⑦ 食用海藻を養殖するための水槽水温管理システムの基礎構築
- 26-⑧ 唐辛子のヘタ取り装置の基本構想設計



【平成 27 年度】・・・・・・ p62～

- 27-① 運用可能な土壤改良処方箋・施肥設計作成システムの研究
- 27-② 建築施工検査確認支援システムの検証
- 27-③ 伝統的建造物に用いられる桁木仕様耐力壁要素の性能評価
- 27-④ 食用海藻を養殖するための水槽水温管理システムの構築
- 27-⑤ 有害鳥獣捕獲システムの構築
- 27-⑥ 唐辛子収穫後の自動化に関する基本構想設計



【平成 28 年度】・・・・・・ p71～

- 28-① 銀杏殻割装置供給部の構想設計
- 28-② 有害鳥獣捕獲システムの開発
- 28-③ 多目的利用探査形レスキューロボットの開発
- 28-④ 食用海藻を養殖するための水槽水温管理システムの開発
- 28-⑤ 革新的技術による探査形ロボットの省エネ化・小型軽量化・低コスト化の技術開発
- 28-⑥ 唐辛子収穫後の自動化に関する構想設計



————— 【平成 29 年度】・ ・ ・ ・ ・ p 8 1 ～ —————

- 29-① 部品専用パレットの最適化設計に関する研究
- 29-② 多目的利用探査形レスキューロボットの開発Ⅱ
- 29-③ 革新的技術による探査形ロボットの省エネ化・小型軽量化・低コスト化の技術開発Ⅱ
- 29-④ 食用海藻を養殖するための水槽水温管理システムの開発（加温）
- 29-⑤ モルタルに混和した微粉碎フライアッシュの活性に関する研究
- 29-⑥ 伝統的町家の保存活用のための外壁防火改修手法の開発



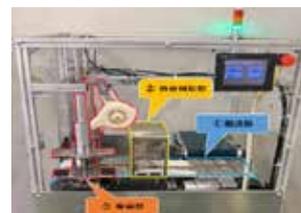
————— 【平成 30 年度】・ ・ ・ ・ ・ p 9 2 ～ —————

- 30-① 省エネルギーに特化した水槽水温管理システムの開発
- 30-② 部品専用パレットを活用した物流情報システムの構築に関する研究
- 30-③ モルタルに混和した微粉碎フライアッシュの活性に関する研究
- 30-④ 小型給湯器のマイコンにおける燃焼制御システムの開発
- 30-⑤ 椎茸栽培における手作業の効率化に関する基本構想設計
- 30-⑥ ヨシズ製造装置の基本構想設計



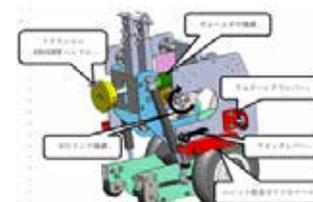
————— 【令和元年度】・ ・ ・ ・ ・ p 1 0 0 ～ —————

- R1-① 椎茸栽培の自動化に関する実用装置の製作
- R1-② 部品専用パレットを活用した物流情報システムの実用化に向けた運用に関する研究
- R1-③ モルタルに混和した微粉碎フライアッシュの活性に関する研究
- R1-④ 室内用小型免震装置の性能評価
- R1-⑤ ヨシズ製造装置の改善と調査
- R1-⑥ 冬季における水槽・水温管理システムの開発



————— 【令和 2 年度】・ ・ ・ ・ ・ p 1 0 5 ～ —————

- R2-① 手動車いす電動化ユニットの（簡易脱着）機構に関する研究
- R2-② 切削工具の切削性能に関する基礎研究
- R2-③ 溶接作業に特化した安全教育用体感装置の開発
- R2-④ よしず製造装置の開発
- R2-⑤ 室内用小型免震装置の性能評価および改良
- R2-⑥ モルタルに混和した微粉碎フライアッシュの充填効果に関する研究
- R2-⑦ 斜め格子壁の実用化に向けた構造性能試験

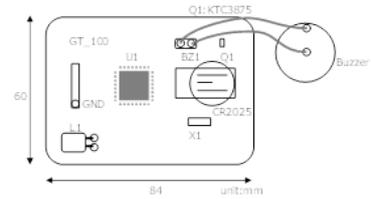


————— 【令和 3 年度】・ ・ ・ ・ ・ p 1 1 1 ～ —————

- R3-① 斜め格子壁の実用化に向けた構造性能試験
- R3-② 溶接ヒュームに係る安全教育用体感装置の開発
- R3-③ 室内用小型免振装置の性能評価および改良（その 2）
- R3-④ よしず製造装置の開発
- R3-⑤ 手動車いす電動化ユニットの（簡易脱着）機構に関する研究
- R3-⑥ シート成形容器製造工程における検査工程の自動化に関する画像検査手法の研究

————— 【令和4年度】…………… p116～ —————

- R4-① ソルボセインを用いた小型免振装置の分析及び評価
- R4-② 手動車いす電動化ユニットの走行部および脱着機構に関する研究
- R4-③ 携帯型ゲートボール採点器の振動機能実装評価
- R4-④ 木造住宅用制振装置の実験モデルの開発
- R4-⑤ ラップ盤のワーク自動取出しに関する研究
- R4-⑥ 荷積パレット運搬用台車の電動化に係る調査研究



————— 【令和5年度】…………… p121～ —————

- R5-① 携帯型ゲートボール採点器の振動機能実装評価
- R5-② 荷積パレット運搬用台車の電動化に向けた駆動システムに関する研究
- R5-③ ラップ盤のワーク自動取出しに関する研究
- R5-④ 構造用面材を兼ねた断熱パネルによる木造耐力壁及びその壁倍率の試験による評価
- R5-⑤ 制振装置の評価を行う実験用木造住宅の開発
- R5-⑥ ソルボセインを用いた小型免振装置の分析及び評価（その2）

おわりに p127

共同研究(平成15年度～令和5年度)の紹介

地域の企業等が生産現場で抱える課題(機械化、自動化、省エネ、省力化等)に対し、当校の有する「ものづくり力」を生かして、共同研究を実施しております。

なお、本冊子では共同研究として取り組んだ企業名や団体名については、記載を割愛させていただきました。内容などについて、ご興味のある点については、お問い合わせいただければお答えさせていただきます。

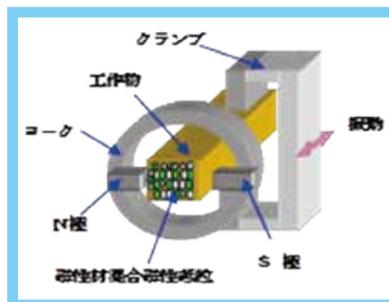
平成15年度 共同研究テーマ 2件

1 在来軸組み木質構造に対する 板バネ式制振角金物の開発

足立 和也・川上 修司・細川 英俊
善塔 政雄・山田 伸典・鈴木 章
岩田 純明

2 磁気フィールドセンサを応用した 金属探知器の開発と応用

柴田 兼敏・川端 広一・飯塚 浩一
先崎 康裕・佐藤 修・中島 俊一



15-①在来軸組み木質構造に対する板バネ式制振角金物の開発

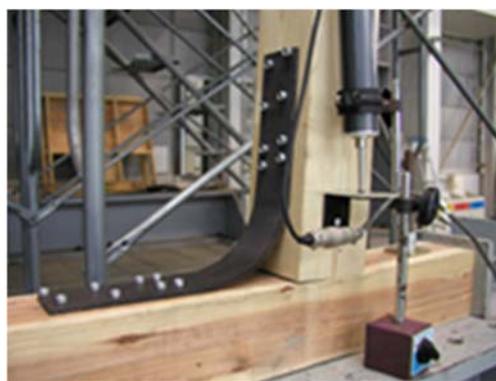
当校が位置する栃木県南地域およびその周辺には、古くから住まわれている在来軸組み木質構造の住宅が多数存在する。これらの、住宅は伝統を継承するものであり、文化的な価値は高いものの、現在の耐震設計の観点から捉えた性能を高く評価することは難しい。

ただ新しい建物に建て替えるだけでなく、古い家屋の耐震性を向上させ、さらに長期に住まうことは、建物の持ち主にとって経済的に利があるだけでなく、文化的価値を継承する上でも意義がある。

耐震補強の考え方は、基本的に現在の耐震設計の基準に適合するように補強を施すことだが、この主な方法は耐力壁を設けることである。この方法には、筋交、合板などを用いた耐力壁の追加、性能向上などがあるが、これは古い在来軸組み木質構造の特徴である、線による構造の構成がもたらす開放感を損なう恐れがある。

今回開発を提案する在来軸組み木質構造に対する板バネ式制振角金物は、古い在来軸組み木質構造の特徴を生かしつつ、耐震性を向上させる可能性がある。

この板バネ式制振角金物が完成した場合、古い在来軸組み木質構造の空間性をなるべく損なうことなく耐震性を高められるだけでなく、新たに作られる軸組木質構造建築に対しても、線の構造による開放的な空間を作り出す選択肢を加える可能性がある。



15-②磁気フィールドセンサを応用した金属探知器の開発と応用

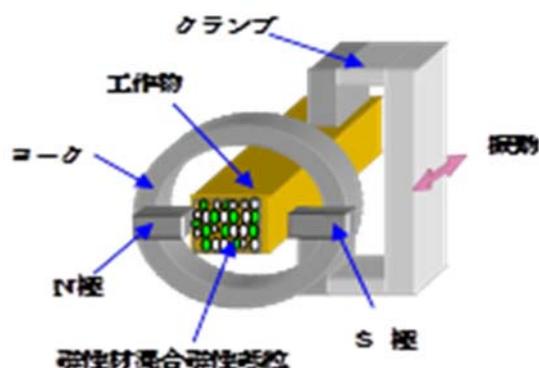
非磁性体金属パイプの先端部に円筒型永久磁石(棒磁石)を固定し、その中心軸上にリードスイッチを対向させて固定したものを磁気近接センサという。このセンサの特徴は、棒磁石の軸対称な磁力線の変化をリードスイッチの ON-OFF 信号として検出することである。このセンサを製作し、基礎実験を行い、金属磁性体の検出距離を測定した。しかし、検出距離が数センチメートル程度と短く、食品等に混入している小さい金属等の検知は可能であると考えられるが、応用範囲が制限されることになる。

そこで、いろいろと議論を重ねた結果、リードスイッチと永久磁石との間に電磁コイルを挿入して一定のパルス幅の信号を入力し、リードスイッチの ON-OFF 信号に発振周波数の変化が現われる新型電磁コイル付磁気フィールドセンサを開発した。直径5 mmのフェライト、アルニコ、サマリウムコバルト棒磁石を用いた磁気フィールドセンサ、および、直径20 mmのフェライト棒磁石を用いた磁気フィールドセンサを製作し、様々な実験・計測を行った。

その結果、典型的な実測値の一例として、電磁コイルに入力する矩形波パルスの波高値は小さいほど、周波数は低いほど検出距離が延びることが判明した。磁性体検出距離は、20 mmフェライト磁石を用いて製作したセンサの場合、最大で約40センチメートルまで達した。

検出距離が、電磁コイルを取付けないセンサの場合の10数センチメートルと比較して、大幅に延びていることは注目すべき結果である。

これにより、食品中に混在する金属等の異物の検出はもちろんであるが、地中やコンクリート等に埋もれたままになっている金属磁性体等の探知も、小型高精度磁気フィールドセンサとして廉価な製作費で供給できる可能性が開かれたと考えられる。



平成16年度 共同研究テーマ

3件

1

**在来軸組木質構造に対する
板バネ式制振角金物システムの研究**

岩田 純明 ・ 松岡 亘 ・ 足立 和也
山田 伸典

2

**磁気援用加工技術の研究開発
(磁気を利用した超精密加工技術の創出と活用)**

藤田 秀樹

3

鳥類の生態と低周波磁場に関する研究

柴田 兼敏 ・ 川端 広一

16-①在来軸組木質構造に対する板バネ式制振角金物システムの研究

研究対象である板バネ式制振金物の解析・実験および類似する機能をもつ制振装置を比較対象として検討し、この金物を完成させると共に有効性および将来性を推察する。

板バネは工業製品の衝撃吸収機構や他の様々な分野で用いられている。この板バネを建築に用いた場合には、変形性能などで従来開発されて来た耐震補強の接合部金物とは大きく異なる性能が期待できると推測される。

現在の耐震補強は、基本的に現在の耐震設計の基準に適合するように既存建物に補強を施すことであり、この主な方法は耐力壁を設けることである。この方法には、筋交、合板などを用いた耐力壁の追加、性能向上などがある。この方法は剛性による補強として合理的だが古い在来軸組み木質構造の特徴である、線による構造の構成がもたらす開放感を損なう恐れがある。

一方、板バネを用いた制振角金物の場合、古い在来軸組み木質構造の特徴を生かしつつ、耐震性を向上できる可能性がある。また板バネ式制振角金物は、古い在来軸組み木質構造の空間性をなるべく損なうことなく耐震性を高められるだけでなく、新たに作られる軸組木質構造建築に対しても、線の構造による開放的な空間を作り出す選択肢を加える可能性がある。このような、新しい耐震補強および接合部金物として板バネ式制振金物を研究する。

研究内容として以下を実施した。

- ・板バネ式制振金物の性能予測および実験
- ・接合部実験および分析
- ・制振性の測定
- ・比較モデルの検討
- ・実験結果および解析結果の考察
- ・民家構造への適用の検討

16-②磁気援用加工技術の研究開発 (磁気を利用した超精密加工技術の創出と活用)

「角形細管内面の精密磁気援用研磨技術の開発」をテーマに、角形パイプ内面の精密磁気援用加工実験及び評価を行った。

従来までの磁気援用加工法を大別すると、工作物ないしは磁極に回転を与えることにより磁性砥粒または鉄粉混合磁性砥粒が研磨抵抗を受けて攪拌作用を生じ、磁性砥粒の新陳代謝が活発に行われ、研磨作用が効果的に行われる現象を利用してきた。

しかし、研磨対象として角管や異形管は、回転させて加工を行うには不向きである。回転する角管または異形管内面の隅部は、研磨材が入り込み攪拌作用の起こりにくい状態が発生して研磨はほとんど行われない。

そこで、工作物を回転させないで振動だけを与

えた磁気援用加工法が可能となれば、角管または異形管の利用範囲は飛躍的に拡大する。以上のことから 16 年度は、研磨対象として角管を選定し工作物に回転を与える代わりに、振動を与えることにより角管内面の研磨特性がどのように改善されたかを報告する。

実験結果、角管を対象に鉄粉混合磁性砥粒の充填量、鉄粉および磁性砥粒の混合比が磁極の配置にどのような影響及ぼすかについて実験を行い、素管内面の表面粗さ 0.044Ra を 0.019Ra まで改質することができた。また、コーナ部については、素管コーナ部に見られる塑性加工より生じたと思われる微視的亀裂、表面歪を除去することが可能となった。

16-③鳥類の生態と低周波磁場に関する研究

非磁性体金属パイプの先端部に円柱永久磁石（フェライト、アルニコ、サマリウムコバルト、ネオジウム磁石）を固定し、その中心軸上にリードスイッチを対向させて固定した磁気フィールドセンサを製作すると同時に、リードスイッチへ入力するための矩形波発振器を製作する。

実験では、鳥類の生態への低周波弱磁場の影響と効果を視野に入れている。そのため、低い周波数を数種類変化させて実験が出来るようにするための発振器を考案し製作する。

低周波発振器からの矩形パルスを読みスイッチへ入力することにより、永久磁石周辺に低周波弱磁場が形成される。この低周波弱磁場が鳥、特にカラスや鳩の生態に影響を与えるかどうかを見極めるために、様々な実験条件で観測を行う。

まず、製作した磁気フィールドセンサの特性試験を行う。リードスイッチに矩形波パルスを読み加した状態で、磁気フィールドセンサの中心軸上の磁束密度ガウスメーターを用いて測定する。

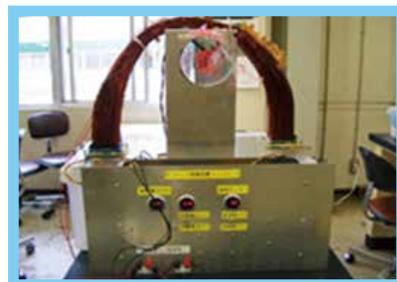
永久磁石の種類によってセンサ周辺に形成される磁場の強さに幾分かの違いがあると予想されるので、その確認の実験を行う。また、読み加する矩形波の強さ（波高値）により、測定される磁束密度にどの程度の違いが出るかを精密に測定する。

次に、その実測結果を基に、磁気フィールドセンサを用いて鳥の行動と餌の摂食状況を観測・観察すると同時に、実験時間帯の磁場の時間的変化、気象観測、鳥の摂食状況の足音などを自動計測して記録し、データを積み重ねて総合分析を行う。

上述した研究により、低周波弱磁場と鳥類の生態に関連した多数のデータを取得することが出来ると期待される。

そのデータを分析することにより、都道府県各自治体のごみ集積所に関連した問題、果樹園などの農業が抱えている問題などに明るい材料を提供できるものと考えられる。

平成17年度 共同研究テーマ 4件



1

オンデマンド印刷に関わる 切断位置検出装置の開発

野村 征司 ・ 池田 愛彦 ・ 久保山 寿一
品川 達郎

2

ゼーベック効果を利用した 新しい発電システムの試作と評価

後藤 誠 ・ 柴田 兼敏 ・ 藤森 充
菅原 健 ・ 先崎 康裕 ・ 多田 唯一郎

3

光触媒技術の応用媒体 「筐体空気清浄ユニット」の開発

割石 浩幸 ・ 足立 和也

4

実大実験による在来構法住宅 耐力効果検証に関する研究

岩田 純明 ・ 新垣 忠志 ・ 松岡 亘

17-①オンデマンド印刷に関わる切断位置検出装置の開発

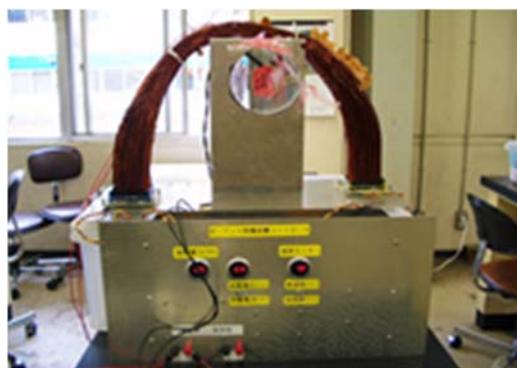
オンデマンド印刷物(以下、シートとする)の切断位置を自動で検出する装置を開発する。オンデマンド(on demand)とは「要望に応じて」という意味である。従来の方法(オフセット印刷)に比べ、小部数の対応、納期が早い、低価格、パソコンからデータを直接送れるなどの面で優れている。何部でも必要に応じて気軽に印刷でき、刷版の製作という工程が無く納期も大幅に短縮可能である。この印刷方法の欠点として、プリンタの印刷ずれがある。プリンタにシートが入る際、斜めにずれて入り、印刷したシート個々の印刷位置が変化する。後工程のカッティングで重ねてカットできず作業者が目視で個別にカットしている現状である。高齢化が進む印刷業界において印刷コスト削減の観点から人件費抑制・省力化が求められている。このような背景より、本研究ではこれらのシートを重ねてカッティング可能な状態にする切断位置検出装置を開発する。

試行錯誤の結果、当初掲げた目標仕様の全ての

項目をクリアすることが出来た。

市販化に向けたコスト面は、当初計画していたパソコン、イメージスキャナ、静電吸着シート等を研究により安価なマイコン、センサ、機構に置き換えることが可能になり大幅に抑えることが出来た。

製作後、開発装置は民間機関にて実際に活用し操作性・即応性・安定性等について調査する。次年度に向けては、本開発装置にオートカット機能、自動廃紙機能を追加するために受託研究への移行を検討している。



17-②ゼーベック効果を利用した新しい発電システムの試作と評価

今まで利用できなかった小さな温度差でも発電でき、離れた二つの温度差を利用して、熱エネルギーを直接電気エネルギーに変換するゼーベック発電の実用化のために必要な技術開発を行い、プロトタイプを試作品の製作と評価を行うこととし、従来の熱電変換素子モジュールに対して、熱電変換素子の中央面を切り離して導電材で電氣的に接続する事により、高温側と低温側を任意の間隔を持たせ、かつ、高温度差から低温度差までの温度差を利用できる自由度の高いシステムを開発する。

小規模な回路システムを、PCB 基板製作技術を使用することで、高温源と低温源を効率よく引き離し接触抵抗の低減を図り、多数の素子を直列に配置することで、小さな温度差でも発電できることを実証する。発電、制御、計測表示、負荷よ

りシステムを構成し、電力を発電できるシステムを製作する。また本開発の、特徴となるトムソン効果の有効性を確認する。

発電システムの開発は、PCB 基板製作技術を使用して高温源と低温源を効率よく引き離し、多数の素子を直列に配置する発電ユニットとし、さらに発電に必要なその他のシステムを製作した。

この発電システムにより、今まで利用されてこなかった小さな温度差でも発電できることを実証した。

また計算機により本システムのシミュレーションを行い、熱および電流、電圧の解析を行い、製作ユニットの特性試験結果およびシミュレーションによる解析からトムソン効果が有効に働くために必要な電流を見積もることができた。

17-③光触媒技術の応用媒体「筐体空気清浄ユニット」の開発

今回の研究対象である「筐体空気清浄ユニット」とは、室内の壁面に取り付ける薄い箱状のものでその箱の内部に蛍光灯の光により酸化チタンアパタイト溶液を塗布したシートに自然対流によりそこを室内空気が通過する際に光触媒作用をおこし室内空気の清浄化を目的としたものであり、実用新案の登録済みである。

試作品による各種の光触媒効果測定を行い、評価・検討することが目的である。

1. 光触媒作用による揮発性有機化学物質(VOC)及びニオイ物質の濃度変化測定によるユニット構成部品の選択
2. 筐体内の自然対流に起因する空気の気流速等をシミュレーションによる検討

- (1) 空気清浄ユニットに設置される光触媒シート
の選定
アンモニア、酢酸及びホルムアルデヒドの蒸発気体の経時的濃度を測定した結果、溶液を

塗布した耐熱性ポリカーボネイト板より、溶液を噴霧吹きつけした網目状のガラス繊維布の濃度減衰が大きいガラス繊維布を光触媒シートとして選定する。

- (2) 空気清浄ユニットに設置される光源の選定
紫外線量を比べるとブラックライトは蛍光灯の約30倍ある。

上記の蒸発気体のうち酢酸について経時的濃度を測定した結果、濃度減衰値は蛍光灯よりブラックライトの方が大きいことから光源は紫外線量の多いブラックライトとした。

- (3) 光触媒シートとしてガラス繊維、またその光源としてブラックライト3本のユニットモデルを採用し、その試作品についての消臭効果測定を行った。

- (4) 筐体内の光源等の発熱による空気の流入口から流出口までの空気の流れの分布と速度をシミュレーションソフトにより検討した。

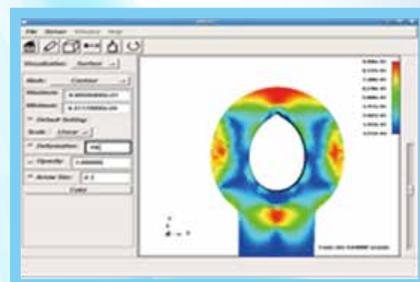
17-④実大実験による在来構法住宅耐力効果検証に関する研究

建物の性状を検証、それらの結果と、実大実験による建物の特性とを比較検証、解体を余儀なくされる在来軸組構法の真の耐震性・耐風性評価ができる、設計手法の確立を目指す。

1. 動的実験より以下のことがわかった。
 - ・今回行った2種類の動的実験における結果から固有周期は、一定であると考えられる。
 - ・動的実験の固有周期と限界状態設計法を用いて算出した固有周期との比較は一致しなかった。
 - ・今回の実験において、本民家に限界状態設計法を適用できるか否かについては、可能だと推測できる。
 - ・静的の剛性については、戻り剛性を用いて算出した方が、動的の固有周期と近い値となった。
 - ・次に減衰については、一般的な建物の減衰性能と同様の数値が期待できると推測できる。

2. 静的実験より以下のことがわかった。
 - ・本民家は、各通りの変形量が同一でないため、柔床である事が確認された。
 - ・現行設計法では、耐力負担をしないとされる通りでも、差鴨居や2階床の存在が、剛性を高め、耐力負担をしている可能性がある。
3. さらに限界耐力計算（以下理論値という）と静的加力実験の結果から以下のことがわかった。
 - ・理論値と3点加力実験の結果よりの算出した値との比較検討では現段階で明らかになっている骨格曲線を用いて限界耐力設計法からその耐震性能を算出すると、安全である事が推測できる。
 - ・理論値と1点加力実験の結果より算出した値との比較検討では床剛性を大きくすることで、初期剛性が大きくなるものと推測できる。

平成18年度 共同研究テーマ 7件



1 オンデマンド印刷に関わる
切断位置検出装置の改良及び省力化
野村 征司 ・ 池田 愛彦 ・ 久保山 寿一
品川 達郎

2 リサイクル可能なプラスチックフィルタの
マルチ検査装置の開発
船本 誠 ・ 永野 秀浩

3 光触媒作用の最適化のための
空気清浄システムの検討と効果測定
割石 浩幸 ・ 足立 和也

4 高耐力引き寄せ金物の開発
足立 和也 ・ 和久井 賢二

5 動的な情報発信システムの開発に関する研究
茅野 昌明 ・ 山崎 聖 ・ 幸田 啓
山二 伸介

6 木質構造建築物における
簡易的かつ効果的免震技術工法の開発
新垣 忠志 ・ 岩田 純明 ・ 松岡 亘

7 有限要素法オープンソフトウェアを
活用した解析システムの開発
和久井 賢二 ・ 足立 和也

18-①オンデマンド印刷に関わる切断位置検出装置の改良及び省力化

H17 年度に制作した装置の改良すべき点について開発する。

1. 装置の骨格の強度が不足している。
2. 装置の高さが必要以上に高い。
3. 装置の側面カバーがない部分があり内部が見える。
4. 印刷用紙が引き入れ口で進まなくなる。

改良した点

1. 装置の骨格の強度が不足していた点については、昨年と同様の太さのアルミフレームは採用したものの、設計当初から全体バランスを意識し頑丈になるよう骨格を見直した。
2. 装置の高さはセンサや機構の配置より大幅に低くすることは出来なかったが、可能な限り低くした。
3. 装置の側面は全てアルミ製カバーを取り付けた。
4. 印刷用紙の供給についてはローラ材料の選定、モータの変更を行い、用紙詰まりを解決した。

研究後半に企業側から機能の追加要求があり対応した。

1. 用紙切断位置における用紙の自動切断機能を追加
2. 自動切断後の自動排紙機能を追加
3. 用紙切断面積の縮小による印刷ワークエリアの増加

機能の追加について

1. 自動切断機能を追加し、問題なくクリアすることができた。
2. 排紙用の電動ローラの追加は必要としたが問題なくクリアすることができた。
3. トンボ検出センサと用紙切断機能のスペースの関係により、大幅に縮小することはできなかったが、縮小は行なえた。

その他の要求について

一般の印刷用紙の切断も可能にして欲しいと要望され、対応した。今後、開発装置は企業側で実務に活用し耐久性・信頼性等を確認する。

18-②リサイクル可能なプラスチックフィルタのマルチ検査装置の開発

一体成形によるプラスチックフィルタには、製造時において十分な目視検査を行う為のコストを負うだけの余裕がないため、本研究では効果的かつ低コストで実現可能な外観検査装置を開発する。プラスチックフィルタにはサイズ・形状・誘導帯パターンが異なる多数の種類が存在する。マルチなフィルタの検査が可能な半自動検査装置を新たに開発し、人為的なミスを防止する。多彩な用途により需要拡大が見込めるフィルタの量産体制構築に寄与する。本研究で開発した検査装置の主要な構成機器はイメージスキャナ・パソコン・タッチパネル付の液晶ディスプレイである。

イメージスキャナは大型フィルタの検査が可能な A3 対応で高速なフラットベットタイプを使用し、同様にパソコンの仕様も大型フィルタの処

理を前提に決定した。なお、パソコンにはイメージスキャナのカバーを制御するための装置を追加した。また、製造現場での使用を考慮し、操作はタッチパネルとし、OS を ROM 化することよりシステムの堅牢化をはかった。装置は製造コスト、保守性、操作性を考慮し半自動化とし、フィルタの良否判定は次のような手順で行い、イメージスキャナで取得したフィルタの原画像をグレースケール変換し、判別分析法を用いた 2 値化変換を行う。その後、ラベリング処理を行い、抽出部の特徴を求める。特徴抽出は、抽出部の矩形領域の左上隅、幅・高さ、面積および重心の座標を求める。抽出情報の平均の幅・高さを求め、標準面積を算出し、この標準値との差により不良を検出する。

18-③光触媒作用の最適化のための空気清浄システムの検討と効果測定

建築物の室内空気質を清浄に保つため、酸化チタンの光触媒作用を利用して空気汚染物質の効果測定を通し、空気清浄システムの検討・改良を行い、無騒音の空気清浄器を開発する。

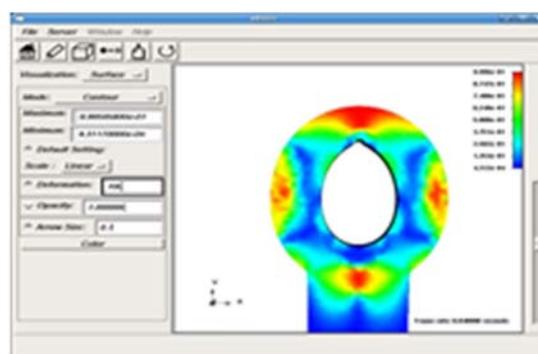
(1) 日常汚染物質の比較的低濃度における光触媒作用による濃度変化の測定酸化チタンシート（光触媒シート）1枚の場合では、濃度減衰はアンモニアとホルムアルデヒドとは共に2日目から3日目で約0.3に対して、酢酸は3日目で約0.6と濃度減少が小さかった。またホルムアルデヒド最小濃度が室内環境基準（建築基準法、ビル管理法）の0.08ppm以下にならないため、更に濃度減少させるためには空気清浄ユニットに改良を加えることにした。

(2) 空気清浄器の実用化に向けて空気清浄ユニットのシステム再構成による汚染物質濃度の減少効果の測定改良とは、光触媒シートをユニット内の対面に貼り、ほぼシートの面積を2倍にした事である。

光触媒シート1枚の時よりも2枚のときの方がより効果的な良い濃度減少が見られた。アンモニアにおいては、最低濃度に達するまでの時間が約2/3、ホルムアルデヒドに関しては約1/2

に短縮され、最大減衰もアンモニアにおいては0.5から0.1、ホルムアルデヒドに関しては0.5から0.4へと多くなっている。

(3) 一日の間の濃度変化を知るために短い間隔（30分～2時間）の濃度測定ホルムアルデヒドの初期濃度1ppmが測定開始から、約1時間半後には0.44ppmとなり、濃度減衰が0.44と大きく、また予想よりも短時間に大きな濃度減少が見られた。これはホルムアルデヒドの検知閾値の0.5ppmを上回り、さらに1時間半後の3時間以降でホルムアルデヒドの室内環境基準（建築基準法、建築物環境衛生管理基準）の0.08ppmをも上回る良い結果が見られた。また最大濃度減衰は1ppmから0.02ppmとなり、ホルムアルデヒドに関してはかなりの効果が見られた。



18-④高耐力引き寄せ金物の開発

木質構造の住宅等では、建築基準法等の規定により隅柱や引き抜き力を受ける柱に対して、引き寄せ金物（ホールダウン金物等）を設置することが定められている。しかし地震の力が想定を超える場合や、耐力壁の強さが法律により定められた最大値以上の場合には、それに応じて引き抜き力が増大することが起こりうる。現状より強い耐力をもつホールダウン金物は、このような条件の下で必要となり、その性能により住宅の安全性を向上させることが可能であると考えられる。

①既存製品の性能確認

- ・既成引き寄せ金物のシミュレーション
- ・既成金物を用いた実験

- ・実験結果の検討

②耐力の発揮を目的とした既製品改良型モデルの性能予測および実験

- ・改良モデルのシミュレーションによる検討
- ・改良モデルの試作
- ・実験

- ・実験結果の検討及び更なる改良の検討

実験結果をベースに、改良試作モデルの寸法、使用する部品、材料などを変更して一応の試作モデルの完成をみた。

完成した試作モデルでは当初の目標であった、35KN を超える高耐力と性能の安定性をある程度達成できた。

18-⑤動的な情報発信システムの開発に関する研究

本研究では、よりの確な情報を発信するためにデータベースを中核としてセキュリティ面も考慮した動的な情報発信システムの構成、さらにコンテンツの更新を含めた運用管理にかかわる研究開発を行う。情報システムの管理部門に多くの人材を割けない中小企業においては、特にシステム管理が難しい問題となる。

本研究においては、実際の企業で用いるシステムを構築し、その運用管理を行ってシステムの評価を行うことで、これらの問題解決の糸口を見つけることができると考えられる。

1. システム分析と設計

動的な情報発信に必要となるデータの分析と設計。

システム運用管理が行えるシステム構成の検討。

2. システムの開発

サーバ環境の構築、データベースシステムの構築、運用管理システム（ネットワーク環境）の構築。

3. ネットワーク環境の整備

- ・業務ネットワークの環境を変更することなく、インターネット接続を行うためのネットワークの構築。

インターネット中継サーバの構築、プロトコル中継サーバの構築

- ・安全にサーバを公開し運用管理も簡単に行えるサーバの構築。

組織内サーバの構築、ハウジングサービスによるサーバ構築、

ホスティングサービスによるサーバの構築。

- ・動的な Web ページ構築手順の検証

提示したい各種情報の中から一例を選択し、他の情報のためのページ作成ためのモデルパターンを実施。

実際には、不動産情報の公開のためのデータベース作成のモデリングを中心に行う。

- ・データベース更新方法の検討

データベースを更新するための手法を検討し、その実験を行う。

18-⑥木質構造建築物における簡易的かつ効果的免震技術工法の開発

近年、耐震性能に関する要求が急激に増加している中、木質構造における耐震性能向上技術は、なかなかその進展が見られない状況にある。

その最大事由の一つに昭和 56 年以前に建設された建築物、特に構造計算なり、住宅金融公庫の標準仕様書によらなかった建築物の構造特性が明確にされていないことによると考えられる。

安全性の確保はもちろんの事、日本の木造建築物の寿命の短さや、環境問題等々からそれらの建築物の耐震性能を明確にすることと併せ、耐震性能を向上させる技術なり、装置の開発は急務である。

1. 模型実験を通して検討

- ・面震性能としてのエアバネを用いることとし、その妥当性について
- ・エアを滞留させるための基礎構造について

- ・メンテナンスフリーのエア一漏れ遮断技術工法について
 - ・施工精度の貧弱な建築部位とエア一漏れ装置の施工方法について
 - ・エアバネ維持のための制御方法について
2. 振動台実験での免震性能の効果検証、実大建物での免震効果の可能性について検討。
 3. 空気圧を利用した免震装置の基本性能確認試験により
 - ・装置は水平方向への入力に対して、入力の周期特性に関係なく、40gal 以下に応答加速度を低減することが確認された。
 - ・鉛直方向への入力に対しては、地動と一体となって動作するため、免震効果は期待できないと考えられる。

18-⑦有限要素法オープンソフトウェアを活用した解析システムの開発

研究の内容として、有限要素法オープンソフトウェアを活用した解析システムの開発建築構造計算業務に対して導入コストを抑えて有限要素法ソフトが導入可能かを検討する。

有限要素法はその解法原理上コンピュータおよびコンピュータソフトウェアの利用が不可欠であるものの本研究では導入コストを限りなく抑えて、かつ、建築構造計算分野に適用可能かを研究する。

有限要素法オープンソフトウェアである ADVENTURE システムを、建築構造計算業務用ソフトが導入されているコンピュータに、そのシステムに影響を及ぼさないようにする導入方法を探り、併せてその操作方法を検討する。

また、実験および建築学会の基準式の計算結果との比較を行い、ADVENTURE システムが建築構造

計算業務に使用できる精度を持つか検討する。

研究の成果として、すでに建築構造計算業務に使用するソフトウェアが導入されているコンピュータに、その環境に影響を及ぼすことなく ADVENTURE システムを導入するノウハウを構築し、ADVENTURE システムの基本的な運用法に関するノウハウの蓄積も行うことができた。

さらに、建築学会が提唱している構造計算のための基準式の計算結果と、ADVENTURE システムによる有限要素法解析の結果を比較しその有効性を確認できた。

また、通常の建築構造計算ソフトでは解析が困難な形状をもつ建築物の接合部の模型実験をおこない、ADVENTURE システムによる解析結果との比較を行い、ADVENTURE システムの計算精度の有効性を確認した。

平成19年度 共同研究テーマ

5件

- 1 植物の簡易型光形態形成装置の開発**
野村 征司
- 2 旧基準下における木質構造建築物の
耐震性能把握とその効果的耐震補強方法の
開発（昭和56年法以前）**
岩田 純明・松岡 亘・宇都宮 直樹
- 3 栃木県下における耐震診断法構築のための
真壁の再評価について**
松岡 亘・岩田 純明・宇都宮 直樹
- 4 油圧式射出成形機省エネシステム装置の
製品化に関する共同開発**
陣内 望・青木 亮二
- 5 土壌診断・処方箋作成システムの開発**
茅野 昌明・加部 道明・幸田 啓
山二 伸介・品川 達郎

19-①植物の簡易型光形態形成装置の開発

光形態形成により高付加価値である新たな農業商品を作り出す、あるいは収穫時期を促進し収益性を向上させることが注目されている。

本研究では安価な植物の簡易型光形態形成装置の光源部を開発し、地域の農業分野の発展に寄与する。

簡易型光形態形成装置の光源部の開発目標を以下とした。

- ①形態形成変化が可能なこと。
- ②光合成を加味し、距離 100～200mm における照度を検討すること。
- ③光源による温度上昇がないこと。
- ④光源の波長(色)を容易に変更可能であること。
- ⑤材料価格 10 万円以下の光源部を開発すること。

⑥市販品の組合せによる製作を検討し、新たなプリント基板やプログラムを必要としないこと。

まず温度上昇を引き起こさない形態形成変化が可能な光を発する材料として、液晶ディスプレイのバックライト・EL パネル・LED 電球を評価した結果、照度より LED 電球を選定した。

次に LED 電球の選定として寿命・価格・対環境性より評価・検討を重ね、あるメーカーの製品を選定した。この LED 電球の選定には、3 ヶ月近くの時間を要した。

LED 電球の照度や光の広がり方を調査するために各種実験を行ない。LED 電球間隔を決定し簡易型光形態形成装置の光源部を開発した。

19-②旧基準下における木質構造建築物の耐震性能把握とその効果的耐震補強方法の開発(昭和 56 年法以前)

平成 19 年 7 月 16 日 10:13 中越沖地震が発生した。発生から 4 日後の 7 月 20 日と、ライフラインがほぼ復旧した 8 月 8～10 日の 2 度、現地へ被害状況調査に入ることができた。

その被害数の多さ、その凄まじさは、現地入りして、至る所で道路が寸断され、建物の倒壊が見られ、唾然とした。ほとんどの家屋が、昭和 56 年建築基準法改正以前の建物で、基礎構造の脆弱さ、耐震要素不足、またそれらの配置バランスの悪さが原因と見られる建物が多かった。

今までの建替え、新築という流れから、環境問題等を考慮した、耐震改修を施し、日本の木造建築物の寿命を 100 年単位での使用に耐えうるものに出来れば、地球規模の環境問題への一助になる。

また、古い建物には、高齢者のみが生活しているケースが多く、耐震改修と言っても、多額のお金をかける事に抵抗が強い。

手間隙を軽減し、お金をかけず、かつ安全が確保できる工法の提案が必要であり、そのためには、ある程度の大変形に対しても倒壊しないという条件を満足する必要がある。

中越沖地震の建物被害状況を調査し、その結果から建物被害のメカニズムを分析、どのような方法で耐震改修を実施すると安価で、効果的な耐震改修が可能なのか、と言う点について、変形性能を最大限考慮に入れ、あくまでも完全倒壊を免れるエネルギー吸収形住宅として再生させる提案について言及しようとするものである。

19-③栃木県下における耐震診断法構築のための真壁の再評価について

ここ数年、栃木県内においても県からの委託を受け、(社)栃木県建築事務所協会が戸建木造住宅建築物の耐震診断を、実施するようになった。しかし、上記のような理由から昭和 56 年以前の建築物に関する診断結果は、日本建築防災協会「木造住宅の耐震診断と補強方法」に基づいて実施すると、耐震要素の点から劣悪な状況となる。しかも、その様な結果を得た家主は不安感のみをつのらせ、遅々として耐震補強対策の検討へと進まない。その大きな理由の一つは、現状の劣悪な耐震性能を改善するためには、予想外の費用がかかることが予想されるからである。しかし、耐震診断を実施している専門家は一律に、当該診断対象建築物の性能がそれほど劣悪だとは考えていない。

当該戸建木造住宅建築物に使用されている壁は、ほとんどが真壁であり、しかも栃木県内で使用されている真壁の一部が耐震要素として評価されていないことがその要因である。当該真壁が耐震要素として評価されることで、耐震診断結果も大きく影響を受けることになる。その評価が予想通り高く出ると、耐震改修を今以上に軽減することも可能となり、改修コストも低く抑えられ、県内の耐震改修が迅速に進むものと推測される。また、改修が促進されることで、環境問題も改善されることになる。全国的にみて、データの蓄積が遅れている真壁の耐震要素・耐震性能について、その挙動と応力性状を明確にし、栃木県内で主として用いられている真壁の耐震性能評価を的確に行い、耐震診断結果の信頼性を向上させること

は急務と考える。

まず、現行診断法における問題点は、第一に地震力に耐えると考えられる雑壁等の適正な評価である。特に栃木県内で主として使用されている真壁ラスボードは、現行診断法ではゼロ評価である。第二に、耐震診断を実施し、耐震補強・改修が必要となる建物において、耐震改修工事をする際、高額なコストが発生し、耐震改修が進まないことである。この 2 つの問題点を解決するためには、まずゼロ評価である真壁の評価を適正にすることである。このことにより、耐震改修工事を最低限の改修に抑えることができ、コスト削減につながり、耐震改修が今以上に進むと考えられる。

そこで、代表的な昭和 56 年以前に建築された建物において、耐震診断を行い、診断結果がどのようになるのか検証してみた。同一建物において、現行診断法ではゼロ評価とされているラスボードの耐力を 0.5KN/m の場合と 1.0KN/m の場合の 2 種類でシミュレーションを行い、真壁ラスボードの耐震性能を明らかにすることで、どの程度評価が向上するのかを確認した。その結果、この 2 つのシミュレーション結果より、2 階部分においては、必要耐力を保有耐力が上回り、安全となり、1 階部分においても、評点が 1.01 倍～1.48 倍の向上が見られる結果となり、真壁ラスボードの耐震性能を明らかにすることにより、耐震診断の評価が向上することが確認できた。このことより今後、真壁ラスボードの更なる耐震性能を明らかにするために、静的加力実験を実施する必要がある。

19-④油圧式射出成形機省エネシステム装置の製品化に関する共同開発

プラスチック製造工場で使用される油圧式射出成形機をインバータ制御と新開発のコントローラで回転数制御することにより、省エネルギー及び地球温暖化防止に貢献する省エネシステム装置の製品化開発を目的とする。

- ・対象機器は油圧ポンプを使っている射出成形機など工作機械全般とし、汎用インバータを使った3相誘導電動機の負荷に応じた最適な回転数制御により、消費電力量を削減する。
- ・商用電源起動スイッチと射出成形機の油圧ポンプを駆動する3相誘導電動機の間今回製作する制御盤（インバータ&コントローラ含む）を接続し、インバータの2次電流を一定幅で検出し、最適な動作周波数を決定する。
- ・商用運転と比較して、電力量約30%の省エネ効果を目指す。
- ・製品化のためのEMC対策を施し、評価・実証する。
製作したコントローラにより、射出成形機の負荷に応じたインバータの2次電圧の変化を讀

み取り、コントローラで設定した電圧の比較ポイントと比較し、インバータの運転周波数を切り替えることにより、油圧ポンプを駆動する3相誘導電動機の最適な速度制御ができるシステムを開発し、全体システム構成及びコントローラ部が仕様に基づいた動作ができることと、動作エラー時の表示ができることを確認した。

また、今回製作したコントローラの性能評価および全体システムとしてのEMC対策評価試験を行うために、実機モデルの約1/10のプロトタイプ版の省エネシステムを製作した。

このシステムの中核をなす3相インバータはその動作原理からノイズの発生源であり、特に電源系統を通して他の機器に誤動作の誘因など影響を与える比較的低い周波数のノイズ（伝導ノイズ）の発生が支配的であることから、CISPR規格に従った雑音端子電圧測定を行った。その結果、インバータの入力側に最適なEMIフィルタを挿入することにより、規格内にノイズレベルを抑えることができた。

19-⑤土壌診断・処方箋作成システムの開発

プラスチック製造工場で使用される油圧式射出成形機をインバータ制御と新開発のコントローラで回転数制御することにより、省エネルギー及び地球温暖化防止に貢献する省エネシステム装置の製品化開発を目的とする。

- ・対象機器は油圧ポンプを使っている射出成形機など工作機械全般とし、汎用インバータを使った3相誘導電動機の負荷に応じた最適な回転

数制御により、消費電力量を削減する。

- ・商用電源起動スイッチと射出成形機の油圧ポンプを駆動する3相誘導電動機の間今回製作する制御盤（インバータ&コントローラ含む）を接続し、インバータの2次電流を一定幅で検出し、最適な動作周波数を決定する。
- ・商用運転と比較して、電力量約30%の省エネ

平成20年度 共同研究テーマ 5件



1

線形計画法を用いた土壌改良のための 処方箋作成システムの開発

茅野 昌明 ・ 加部 通明 ・ 幸田 啓
山二 伸介 ・ 品川 達郎

2

山岳救助・捜索活動の効率化のための 地図情報システムの開発

舟本 誠

3

柔構造伝統的木造建築物用耐力壁の開発

岩田 純明 ・ 松岡 亘 ・ 御田村 真毅
宇都宮 直樹

4

耐震診断法構築のための 真壁の再評価について

松岡 亘 ・ 岩田 純明 ・ 御田村 真毅
宇都宮 直樹

5

油圧式射出成形機省エネシステム装置の 機能拡張に関する共同開発

陣内 望 ・ 青木 亮二

20-①線形計画法を用いた土壌改良のための処方箋作成システムの開発

昨年度の共同研究「土壌診断・処方箋作成システムの開発」においては、測定した現在の土壌診断結果を基にして、新たな作物に適した土壌に改良するための改良材の選定を行う方法の検討を行った。改良材は20数種類あり、その組み合わせをすべて計算することは不可能であるが、線形計画法を用いることにより、短時間で改良材の候補を算出することが可能となった。

本年度は、この成果をもとにシステムの中核となるデータを整理かつデータベース化し、実際の現場で利用可能なシステムの開発を行う。

- ①植物分類ごとの改良目標値の整理とデータベース化
- ②改良材のパラメータ（係数等）の整理とデータベース化
- ③植物分類、土壌診断結果などによる改良材選択のノウハウの整理とデータベース化（経験則）データの整理を行った結果、植物分類（116）、改良目標値（30）、改良材データ（40）、経験則（約2700）の整理が行われ、すべて

Access形式のデータベースへの登録を行った。システムは、人材の育成・経験値の蓄積を考慮し、次の構成とした。

（1）改良材の選択および使用量の入力の手動で行えるようにし、登録したデータベースの値を基に改良目標値を求めるシステムとした。

（2）入力した諸条件から、改良材候補およびその使用量の範囲を表示する機能を選択できるシステムとした。

（3）（2）の結果をもとに線形計画法を用いて解の候補を求める機能を選択できるシステムとした。

今後は、実際の利用を通して、データベース内のデータの更新、使いやすさの向上を目指すことが必要となる。また、実際の栽培時には、肥料も必要となるため、土壌改良と共に施肥設計を行うシステムの必要がある。今後は、土壌改良と共に施肥設計を行うシステムの必要がある。

20-②山岳救助・搜索活動の効率化のための地図情報システムの開発

近年、山岳等における遭難事故が増加傾向にある。これは、中高年における登山や山菜採りなどの人気にともない、経験の乏しい入山者が増加していることがあげられる。このような状況においては、まずは遭難を未然に防ぐこと、そして遭難者を迅速に救助することが求められている。本研究では山岳遭難者救助・搜索活動をより効率化できる地図情報システムを研究開発することにより、山岳遭難者救助活動への貢献をめざす。

一般的に遭難者の搜索活動は、地図上における現在位置の特定が容易ではないため、川や道路等の地形上の特徴を目印として行っていた。だが、

この方法では搜索範囲に重複や洩れが生ずるため、一刻をあらそう救助活動においては大きな問題となっていた。ところが近年、携帯型GPSの普及が進み、経緯度から地図上の現在地を把握することが容易になってきている。そこで、電子地図を活用した地図情報システムの共同研究開発を行うことにより、災害ナビシートを活用した山岳遭難者救助活動の効率化を目指すこととした。

主な機能は以下ようになる。

- ・電子地図作成機能
- ・災害ナビシート作成機能
- ・搜索情報管理機能

・印刷機能

現段階では個々の機能は概ね完成しており、今後はユーザーインターフェースを含めた結合およびテストを行う。システム完成しだい関係機関

の意見を取り入れ、実用化に向けて改善していく。また、実地にて検証を重ね完成度を高めていく予定である。

20-③柔構造伝統的木造建築物用耐力壁の開発

平成7年1月17日兵庫県南部地震、平成19年7月16日中越沖地震など建築物に対する考え方を根底から揺るがす大きな地震が頻繁に発生している。建築物被害の大部分は昭和56年建築基準法改正前の建築物に集中している。それら、旧基準下で建築された木造建築物は、ほとんどが柱一梁を構造のメインとする伝統的柔構造と言われる形式の建築物である。それらの建築物を無造作に現行基準適合的に補強すると、あたかも人工関節を入れた人間のように強度バランスが悪くなり、次に大きな力を受けた時、補強近くの弱い部分が大きな損傷を受けることになる。その実例を昨年の中越沖地震被害調査で数多く見た。

そこで、本研究においては、建物の柔軟性を阻害することなく、変形性能を重視した既存建物の耐震補強方法について研究開発しようとするものである。昨今の地球環境を考える時、今までの新築一辺倒の考え方から、既存の建物を再生する方向を考えることで、第二の森と言われる木造住宅の寿命を長引かせ地球環境、特に二酸化炭素排出を大きく抑えること、また、昨今の建築金物を多用することで木造住宅の木材再利用を困難にしている問題にも貢献できるものとする。

本研究については、国内外の研究でも大きく立ち遅れている部門である。また、今までの再生方法では、新築する場合と比較してコストパフォーマンスがかなり過ぎる傾向にあり、そのこともこの部門の研究を立ち遅らせている要因である。

本研究における特徴は、あくまでも既存の在来構法を尊重、建物が持つ固有周期を大きく変化さ

せることなく、大地震時建物の倒壊を免れるようにすること、そのために日本の伝統的木造建築物の開口部スタイルを出来る限りそのまま維持する方法で耐震性を上げること、既存構造部分を大きくいじらないこと、そうすることでコストをかけず耐震改修が可能となること、さらに、耐震壁材料としてリサイクル強化プラスチックを採用することで、エコと環境保全に貢献することを主たる目的とするものである。

上記のことを念頭に、リサイクルポリプロピレン（以下PPという）の活用を試みた。PPは自動車産業、電気関連産業でも多用されそのリサイクル活用についても大きな期待を持たれるところでもある。

今回は、PPについての材料特性、および木質構造建築物の耐震改修要素として変形性能を生かした要素形状の開発とその可能性について検討した。

結果として、材料としての柔軟性、粘り強さについては問題なく、要素形状としてもその形状を変化させることで個々の木質構造建築が持つ変形性能に合わせる事が容易であることの確認もできた。実際、耐震要素として用いる場合、要素の組合せが必要となりその接合強度についても問題ない事が分かった。今後は、木造フレームとの接合方法の検討と組合せ要素とした場合の特性を明確にした上で、さらに効果的なPP要素形状の検討を行う必要がある。

20-④耐震診断法構築のための真壁の再評価について

平成 19 年 7 月 16 日 10:13 新潟県において柏崎市を中心とする「中越沖地震」M6.8（柏崎市西山町池浦観測点で 1,000Gal を超えるなど、大きな加速度を観測）が発生した。被害を受けた木質構造建築物のほとんどが、旧基準（昭和 56 年以前）で建築された建築物であり現行基準と比較するとその耐震性能は著しく低い。ここ数年、全国的に戸建木造住宅建築物の耐震診断を、実施するようになった。

上記のような理由から昭和 56 年以前の建築物に関する診断結果は、日本建築防災協会「木造住宅の耐震診断と補強方法」に基づいて実施すると、耐震要素の点から劣悪な状況となる。しかも、その様な結果を得た家主は不安感のみをつのらせ、遅々として耐震補強対策の検討へと進まない。その大きな理由の一つは、現状の劣悪な耐震性能を改善するためには、予想外の費用がかかることが予想されるからである。

しかし、耐震診断を実施している専門家は一律に、当該診断対象建築物の性能がそれほど劣悪だとは考えていない。

当該戸建木造住宅建築物に使用されている壁は、ほとんどが真壁であり、耐震要素として評価されていないことがその要因である。当該真壁が耐震要素として評価されることで、耐震診断結果も大きく影響を受けることになる。その評価が予想通り高く出ると、耐震改修を今以上に軽減する

ことも可能となり、改修コストも低く抑えられ、耐震改修が迅速に進むものと推測される。また、改修が促進されることで、環境問題も改善されることになる。このような中、昨年度の共同研究において、耐震要素として評価されていない真壁を耐震要素に加えることで、耐震診断の評価が向上することが確認できた。

そこで、全国的にみて、データの蓄積が遅れている真壁の耐震要素・耐震性能について、その挙動と応力性状を明確にし、真壁の耐震性能評価を的確に行い、耐震診断結果の信頼性を向上させることは急務と考え、性能評価試験を行い、試験結果を解析した結果、耐力要素として評価されていない真壁にも耐力があり、両面真壁では、平均 5.964KN/m～6.136KN/m 片面大壁片面真壁では、平均 4.061KN/m～4.503KN/m となった。

また、両面真壁において、試験体の長さに関係なく、単位長さあたりの耐力は、ほぼ同じとなったが、片面大壁片面真壁において、単位長さあたりの耐力は、0.91m の試験体を 1.00 とすると、1.82m の試験体は、1.11 となり、約 10%の誤差が生じた。さらに、試験解析結果より算出された耐力より、一般耐震診断を行った結果、今回対象とした物件において上部構造評点は向上することが確認され、さらに接合部の仕様によっては、その効果はより大きい。

20-⑤油圧式射出成形機省エネシステム装置の機能拡張に関する共同開発

昨年度開発した油圧式射出成形機省エネシステム装置の販売促進のために、実機モデルの約1/10のPR用省エネシステム（プロトタイプ版）を製作する。また実負荷試験やEMC対策・評価試験を行い、製品としての信頼性を実証する。さらに製品としての機能拡張を図るため、ユーザインターフェイスの改善と省エネ効果の自動計測・表示システム装置の開発を目的とする。

研究内容

- ・対象機器は油圧ポンプを使っている射出成形機など工作機械全般とする。
- ・汎用インバータを使った油圧ポンプ駆動用3相誘導電動機の負荷に応じた最適な回転数制御により、消費電力量を削減する。
- ・射出成形機の負荷に応じ、開発したVTMコントローラでインバータの2次電圧の変化を読み取り、設定した電圧の比較ポイント（P1、P2、P3）と比較し、インバータの運転周波数を切り替える。
- ・最適な運転周波数を容易に設定するために、ユーザインターフェイスの改善を行う。
- ・商用運転と比較して、省エネ効果を実感するための自動計測・表示システムを開発する。

研究の成果

省エネシステムのプロトタイプ版により、実負荷試験およびEMC対策評価試験を行った結果、問題なく動作することを確認した。

パソコンとVTMコントローラをUSB接続し、マウス操作により視覚的に最適な運転状態を設定できるシステムを開発した。

本省エネシステムの導入効果をユーザが実感できるように、3相200Vの電源ラインにトランスデューサを設置し、消費電力量をAD変換器を介してパソコンに取り込み、自動計測用グラフィカルプログラミングソフトウェア（LabVIEW）により、消費電力量の変化をリアルタイムに表示できるシステムを開発した。



平成21年度 共同研究テーマ 2件

1

**栃木県産スギを用いた木質構造建築物の
横架材等スパン表の作成**

松岡 亘 ・ 御田村 真毅 ・ 岩田 純明

2

有機肥料自走式散布システムの開発

上坂 淳一 ・ 後藤 誠 ・ 町田 健
幸田 啓 ・ 久保山 寿一

21-①栃木県産スギを用いた木質構造建築物の横架材等スパン表の作成

現在、日本で使用されている木材は、外国産材が約80%で、国産材は約20%となっており、国産材があまり使われていないのが現状である。このため、手入れが行き届かないヒノキ、スギなどの人工林が増えてきている。国産材を、植える、育てる、収穫する、上手に使うというサイクルが二酸化炭素を吸収する元気な森をつくり、暮らしに国産材の製品を取り入れて森を育てることが地球環境の観点からもエコ活動につながる。また、二酸化炭素の吸収や国土を災害から守るといった森林の持つ多くの働きを発揮させるためにも、国産材を使って森を育てることは非常に重要なことである。これらを背景に、国及び県としても国産材利用の需要拡大のために、様々な政策・取り組みを行っているところである。

なお、国産材の使用及び需要は、住宅・建築物への用途が大多数を占めており、国産材を使って住宅・建築物を建て、中長期的に建築物を使うことは、街の中に第二の森林をつくることであると言われている。

地域の木材を使った住宅・建築物の建設には、木材を供給・一次加工する林業・木材産業、二次加工するプレカット工場、さらに大工・工務店など、多くの地場産業が関わっており、このような木造の住宅・建築物の建設振興を図ることは、木

材資源の循環利用は勿論、産業としての循環、ひいては地域の活性化、雇用の創出にもつながると考えられている。そして、これからの低炭素社会の実現に貢献する木材の需要拡大を図るためには、住宅・建築物の建設に携わる人（業種間を越えて）に対して、今まで以上に利用しやすい「環境（性能検証を根拠とした技術的資料）」を構築し、それらを関連する業界の方々に提供し、適切に認識していただく必要がある。

本研究では、栃木県産出材の需要拡大を図るための具体策として、構造用材である「横架材（平角材）」に着目した。従来、木造住宅における木材使用量の約1/4を占める横架材等には、強度性能や価格・品質を理由に外材（RW集成材、ベイマツ等）が使用され、本県をはじめとする元来スギを使用する慣習のない多くの地域では、強度性能の不明確なスギ平角材は使われ難い状況にある。

そこで、県産スギ平角材の強度性能の明示・信頼性の向上と、前述したように今まで以上に利用しやすい「環境」を整えることを目的に、これまでに木造住宅に関する様々な研究を行い、数多くの実績を有する関東職業能力開発大学校に、栃木県産スギ平角材の応力性状を明らかにし、木造住宅の構造設計に使用することができるスパン表の作成を委託するものである。

21-②有機肥料自走式散布システムの開発

取り組み背景として、農業従事者の高齢化に伴い人手不足の解決が急務、消費者の安全志向、環境問題、生産者や消費者の有機への関心の高さ、リン鉱石の輸出禁止の動きが挙げられる。

そこで、消費者の食への安全志向が食品偽装事件によりますます高まり、有機栽培による農作物の需要が増加している。このような状況の中、小規模な農家での有機肥料散布の現状は人の手による散布となる。汚れがちで、重労働となり若者が遠ざかる原因の一つにあげられる。

大規模農家ではトラクターに取付けるタイプや実際に運転できるタイプを使用しているが機器購入には多大な金額が必要となる。

新たに開発するシステムは、市販の散布機の改良を行い、遠隔操作及び自動散布を実現させ、作業者の人数の削減を目指す。併せてリモートコン

トロール、自走式有機肥料散布機の開発も目指す。

1. システム開発

- ・システム開発に必要となる仕様の決定と設計書の作成
- ・散布機の性能を確認し「機構部」「機械制御部」「システム制御部」の仕様書と設計書の作成。

2. システムの製作

- ・「機構部」「機械制御部」「システム制御部」設計書をもとに各部を製作。

3. システムの試運転と評価

- ・開発したシステムを用いて実際の農地で検証を行い、正当性、操作性の評価。
- ・本システムの開発後に、さらに堆肥を積む仕組みが必要、時間的に余裕があれば、堆肥積載システムを開発。

平成22年度 共同研究テーマ 3件

1

自律的連続走行可能な 有機肥料散布システムの開発

後藤 誠 ・ 上坂 淳一 ・ 町田 健
幸田 啓 ・ 藤森 充
久保山 寿一

2

耐震強度不足の住宅を安価で 補強できる工法の研究

和久井 賢二

3

土壌改良のための 処方箋作成システムの開発

茅野 昌明 ・ 加部 道明 ・ 山二 伸介

22-①自律的連続走行可能な有機肥料散布システムの開発

小規模な農家向けの有機肥料散布機の開発を目的とし、本年度開発するシステムは、遠隔操作及び自動走行性能を昨年度に比べさらに安定して動作させ、加えて自律的に連続した自動作業を行うシステムの開発を目指す。

具体的には、機械機構部品のフィールド耐久性を持たせるための試験と改良。通信技術のフィールド耐久試験と要素技術開発。制御技術のフィールド試験のための知見を得る。

以下の項目の自律走行と遠隔走行の安定稼働のための要素技術の開発を行い装置の改造改良を行った。また実用装置として使用するための以下にあげる項目についての知見が得られた。

1. 昨年度開発システムの評価（特に以下の二つの項目）
 - ・特定小電力無線ユニット(立山科学製 AUK-67)のフィールド評価試験
 - ・エアシリンダのフィールド評価試験・非常停止機能等の設計と製作取り付け評価試験
2. 機構改良のための要素技術調査と評価試験項目および自律走行化の要素開発
 - ・特定小電力無線をラジコン用プロポ制御に変更するためのユニット試験
 - ・自律走行化のためのシステム開発（システム構成開発、搭載可能なセンサ技術開発）
 - ・エアシリンダの耐久性向上改良（エアシリンダスクレイパー、保護用ジャバラの設計、取り付け評価試験）

22-②耐震強度不足の住宅を安価で補強できる工法の研究

建築基準法は大きな地震の被害や社会情勢の変化を受けて時々見直され、1978年の宮城県沖地震を契機に1981年にも大きく見直された。

しかし、これより前の建築基準法で設計され建築された住宅は、現在の建築基準法の基準を満たさないだけでなく、地震に対するいわゆる「耐震強度不足」の住宅が存在することも公知である。こうした古い基準で建築された住宅について「耐震改修促進法」が制定されるも、対象となる住宅の耐震化は思うように進んでいないのが現状である。

この現状は中央防災会議でも取り上げられ、【中央防災会議による減災目標】の中で「住宅の耐震化の目標」として提起されている。

我々は耐震化が普及しない原因の一つが「耐震改修費用の高額負担」と考え、この問題を解決すべく安価な工法を考案した。

考案した工法が、第三者の客観的評価のもと、住宅の耐震化に効果的である事と、工法仕様範囲の拡張の可能性を産学共同で見出すことを目的とした。

建築金物メーカーにおいて耐力壁の開発を行い、関東職業能力開発大学校で耐力試験を行った結果を基に問題点を洗い出し改善を行った。耐力壁の評価方法としては財団法人日本住宅・木材技術センター発行「木造軸組み工法住宅の許容応力度設計」に掲載されている実験方法に基づき耐力壁の評価を行い耐震性の検討を行った。

22-③ 土壌改良のための処方箋作成システムの開発

農業協同組合には、組合員の所有する畑等の土壌を診断し、その結果から栽培目的に応じた土壌の改良を行う処方箋を作成する業務がある。某協同組合においては、20数種類の改良材の中からその土壌の条件にあった改良材を最適に選び出す業務を行っている。

この処方箋を出力するプログラムは、すでにExcelによってある程度実現されているが、改良材を選び出す作業は担当者の経験に頼っているのが現状である。しかし実際には、経験を積んだ担当者の数は少なく、そのノウハウを蓄積し、経験浅い担当者でも、いくつかの改良候補が選び出せるシステムの開発が急務となっている。

土壌改良のための処方箋作成に関するアルゴリズム等の検討は、すでに当組合との共同研究で実施済みであり、今年度は実用化を目指しシステムを一般にも使用できる形で実現する。これまで

の研究では、担当者の経験値を蓄積するデータベースの構築、絞り込んだ改良材から最適な組み合わせを計算するアルゴリズムを確認済みであり、これらを改良し使いやすいシステムを開発する。

これまでの共同研究で作成したデータベース内のデータ（経験則、改良材成分値、植物分類）などの精査を行い、データの更新などを行った。

また、これまで作成したシステムを改良し、経験豊富な担当者、経験が豊富ではない担当者どちらもが利用可能な支援システムの開発を行った。

今後は、実際の利用を通して、データベース内のデータの更新、使いやすさの向上を目指すことが必要となる。また、実際の栽培時には、肥料も必要となるため、土壌改良と共に施肥設計を行うシステムの必要がある。今後は、土壌改良と施肥設計の連携した統合システムの構築が望まれることになる。

平成23年度 共同研究テーマ 4件

1 建築施工検査確認支援システムの開発

茅野 昌明・川上 修司・鈴木 章

2 施設園芸用を目的とした 有機肥料等散布システムの開発

後藤 誠・上坂 淳一・西島 俊治
町田 健・幸田 啓・藤森 充

3 伝統的建造物に用いられる 栃木仕様水平抵抗要素の性能評価

松岡 亘・財津 拓三・御田村 真毅
和久井 賢二

4 土壌診断に基づく土壌改良・ 施肥設計連携システムの開発

茅野 昌明・加部 道明・吉崎 昌彦
品川 靖子



23-①建築施工検査確認支援システムの開発

近年、建築業界では品質管理・品質保証の一環として国際的な品質基準である ISO9000 ファミリー規格などの審査登録を積極的に実施している。その結果、施工管理担当者においては、事務処理が増大し技術者ではなく事務処理者に成りつつある現状が挙げられる。

建築生産においては、中間検査・竣工検査・日常検査等多くの検査機会があり、その都度膨大な資料を残す必要がある。多くの施工現場では、検査シートへ手書きで記入し、検査終了後に膨大な事務処理を行って資料化するのが現状である。

一方、IT 分野ではタブレット式のパソコンが普及しつつあり、手書きと同様の感覚で入力が行うことも可能となっている。中間検査および竣工検査を対象とし、タブレット式のパソコンを使用して検査時に指摘内容などの入力を行うことで、検査後の事務処理を軽減できるシステムの開発を行う。また、検査に必要な指摘内容、修正方

法、検査基準項目などをデータベース化し、検査を支援する機能を付加し、検査時の支援を行うことができるシステムとする。また、現システムを実際に現場で使用するときの問題点などの再検討も行う。

検査システムの概略は、開発課題でほぼ実現されていたが、実際の現場で使用するには、民間企業の持つシステム開発のノウハウが必要であり、現在のシステムにおいて改良が必要となる個所、およびシステムにおける問題点などの洗い出しを行った。これにより、システム改良のポイントが明確になり、今後実際の現場で使用可能なシステムへの変更を目指す。

さらに、同様の手法を使用することで実現が可能なシステムとして、「消防用設備等点検確認支援システム」「安全衛生等チェック確認支援システム」などへの発展性も検討した。

23-②施設園芸用を目的とした有機肥料等散布システムの開発

昨年度までの共同研究では、小規模な圃場で使用することを想定して開発をおこなってきた。本年度はこれの改造改良をおこない、遠隔操作及び自動散布を実現させ、作業者の人数の削減を目指し、以下の項目、要素技術の開発を行い装置の改造改良を行った。

その項目と知見を掲げる。

- とくに施設園芸用に特化し、リモートコントロール性能の向上のため、特定小電力無線装置から、ラジコン用プロポ制御に変更し試験評価を

行った。またマイコン制御による無線操縦性能の向上のためのプログラミング開発を行った。

- 実際の農家での複数個所の散布テストを行い、フィールドデータの蓄積ができた。
- 自律走行のための要素開発として次の項目を検討評価した。
- ビニルハウス内位置センシング技術
- 走行速度、散布量の相関データ
- 自律走行問題点評価

23-③伝統的建造物に用いられる栃木仕様水平抵抗要素の性能評価

栃木市に現存する木造民家用真壁と土蔵用大壁の仕様については、小山工業高等専門学校と東京都市大学が実施した調査結果に基づき概ね明らかにできた。

木造民家用真壁については現行の告示に概ね対応する仕様であることを確認した。

一方の土蔵用大壁については、施工方法やディテール等が民家用真壁と全く異なるため告示の仕様とは比較できないものの、聞取調査や現地調査、抜取調査、さらに文献調査によって把握できた仕様は概ね共通しており、これらの知見より栃

木市周辺の仕様を把握することができた。

壁土の粒度や流動性、圧縮強度については、小山工業高等専門学校と共に本校の設備を使用して明らかにした。

それらの知見に基づき木造民家用真壁と土蔵用大壁の試験体を計画・設計し、3月より実験棟にて順次製作している。

木造民家用真壁については平成24年8月に、土蔵用大壁については平成25年3月に実験を実施する予定である。



図1 真壁の製作



図2 大壁（土蔵）の製作

23-④土壌診断に基づく土壌改良・施肥設計連携システムの開発

農業協同組合には、組合員の所有する畑等の土壌を診断し、その結果から栽培目的に応じた土壌の改良を行う処方箋を作成する業務がある。某協同組合においては、20数種類の改良材の中からその土壌の条件にあった改良材を最適に選び出す業務を行っている。この処方箋を出力するプログラムは、すでにExcelによってある程度実現されているが、改良材を選び出す作業は担当者の経験に頼っているのが現状である。しかし実際には、経験を積んだ担当者の数は少なく、そのノウハウを蓄積し、経験浅い担当者でも、いくつかの改良

候補が選り出せるシステムの開発が急務となっている。

土壌改良のための処方箋作成に関するアルゴリズム等の検討は、すでに当組合との共同研究で実施済みであり、今年度は実用化を目指しシステムを一般にも使用できる形で実現する。これまでの研究では、担当者の経験値を蓄積するデータベースの構築、絞り込んだ改良材から最適な組み合わせを計算するアルゴリズムを確認済みであり、これらを改良し使いやすいシステムを開発する。

これまでの共同研究で作成したデータベース

内のデータ（経験則、改良材成分値、植物分類）などの精査を行い、データの更新などを行った。また、これまで作成したシステムを改良し、経験豊富な担当者、経験が豊富ではない担当者どちらもが利用可能な支援システムの開発を行った。

今後は、実際の利用を通して、データベース内

のデータの更新、使いやすさの向上を目指すことが必要となる。また、実際の栽培時には、肥料も必要となるため、土壌改良と共に施肥設計を行うシステムの必要がある。今後は、土壌改良と施肥設計の連携した統合システムの構築が望まれることになる。

平成24年度 共同研究テーマ 5件

1

データベースを活用した 検査確認支援システムの開発

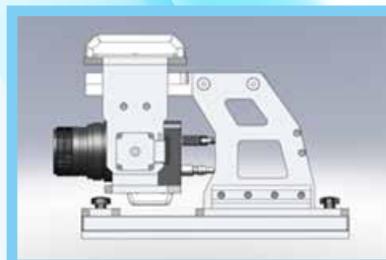
茅野 昌明・鈴木 章・川上 修司



2

車載カメラの姿勢補正装置の性能検証・改善

大澤 剛・茅野 昌明・陣内 望
井原 孝洋



3

車載カメラの姿勢補正装置の 性能検証による改善方法の検討

大澤 剛・茅野 昌明・陣内 望
井原 孝洋



4

伝統的建造物に用いられる 栃木仕様水平抵抗要素の性能評価

財津 拓三・御田村 真毅・和久井 賢二
松岡 亘



5

土壌改良処方箋作成・施肥設計 連携システムの開発

茅野 昌明・加部 通明・吉崎 昌彦
品川 靖子

24-①データベースを活用した検査確認支援システムの開発

建築生産においては、中間検査・竣工検査・日常点検等多くの検査義務があり、その都度膨大な資料を記入する必要がある。多くの施工現場では、検査シートに手書きで記入し、検査終了後に膨大な事務処理を行って資料化するのが現状である。

一方、IT分野ではタブレット式のパソコンが普及しつつあり、手書きと同様の感覚で入力を行うことも可能となっており、昨年度において、建築施工の検査を対象とし、検査後の事務処理を軽減できるシステムの開発を行ってきた。

しかし、システムの準備段階においてデータの登録手順が複雑なため、準備段階で時間を要する

システムであったため、検査の準備段階においてデータベースへのデータの登録方法を検討し、一括登録型（既存のシステム）以外に、対話的に登録が可能となるシステムの開発を行い、従来の一括登録型と対話登録型を混在して使用しても登録が可能なシステムとし、より柔軟なデータ登録の可能なシステムを開発することができた。

また、ノウハウの蓄積方法、数学的手法のシステムへの導入などは、今後の他の受託・共同研究や開発課題のシステム構築への参考になるものと思われる。

24-②車載カメラの姿勢補正装置の性能検証・改善

車載カメラを使った沿道上移動体による取得データから、道路の幅員、電柱の高さの測定などを実施しており、今後より利活用場面が増加することが推測される。ただし、車載カメラによる撮影時の道路等の変化により、必ずしも一定の撮影が行われるわけではない。そのため、車載カメラの姿勢補正装置の開発を行いその改善を進めている。本研究においては、当該装置の利活用モデルの実証及び実業務への展開を図るための、計測精度を安定させることを目的とする。

研究の内容として

- ・ 合同会議による計画、報告、相談
- ・ 免震装置による計測車両の走行実験
- ・ 取得データの解析
- ・ 改善方法の検討

研究の成果として次の改善策を得た。

1. 実験項目の確定、走行データの統計分析
2. 装置改善方法の検討
 - ハードウェア（角度補正のための角度取得機能）
 - ソフトウェア（角度補正アルゴリズム）
3. 姿勢補正装置の性能検証・改善方向の確定



24-③車載カメラの姿勢補正装置の性能検証による改善方法の検討

車載カメラを使った沿道上移動体による取得データから、道路の幅員、電柱の高さの測定などを実施しており、今後より利活用場面が増加することが推測される。

ただし、車載カメラによる撮影時の道路等の変化により、必ずしも一定の撮影が行われるわけではない。その前段として姿勢補正装置による計測精度の測定および検証を共同研究「車載カメラの姿勢補正装置の性能検証・改善」として実施した。

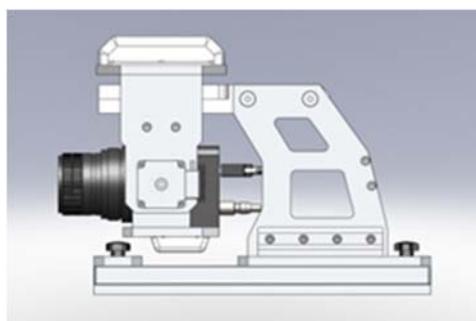
本研究においては、この検証に基づく当該装置の計測精度向上のための改善方法の実装および新活用モデルへの展開を図ることを目的とする。

研究の内容として

- ・ 合同会議による計画、報告、相談
- ・ 装置による計測車両の走行実験
- ・ 取得データの解析
- ・ 角度補正ツールの作成
- ・ ピクセルハンタの改良（レゾマーク仕様）
- ・ 改善方法の検討

研究の成果として

1. Pitch 方向の姿勢制御免震装置の効果があまり見られなかった。
2. レゾマーク仕様のピクセルハンタを使用した計測精度は、ある一定の条件を除いて実測比制度 0.05%以内に抑えることができた。ある一定の条件とはカーブ、勾配、計測対象の写りが悪い場合などを指す。
3. Pitch、Roll 方向の角度補正ができるソフトが完成した。
4. 改良版免震装置の設計図が完成した。



24-④伝統的建造物に用いられる栃木仕様水平抵抗要素の性能評価

研究の目的

栃木市に現存する木造民家用真壁と土蔵用大壁の仕様については、小山工業高等専門学校と東京都市大学が実施した調査結果に基づき概ね明らかになっており、木造民家用真壁については現行の告示に概ね対応する仕様であることを確認した。一方の土蔵用大壁については、施工方法やディテール等が民家用真壁と全く異なるため告示の仕様とは比較できないものの、聞取調査や現地調査、抜取調査、さらに文献調査によって把握できた仕様は概ね共通しており、これらの知見より栃木市周辺の仕様を把握することができた。

研究の内容

栃木市内の田園や竹林から、粘土と小舞用の竹を採取し試験体を4種類製作した。軸組タイプ（Type I）3体、木造民家用真壁藁縄タイプ（Type II）3体、土蔵用大壁タイプ（Type III）3体、木造民家用真壁タッカータイプ（Type IV）3体、計12体。この中から、土蔵用大壁タイプ以外の試験体に対する加力実験を実施し、住宅用真壁の性能を明らかにした。

研究の成果

Type II 試験体は、告示で定める壁倍率 1.5 の土塗壁の仕様を満たす仕様であるが、実験より得られたその性能は、壁倍率で 3.0 程度（バラツキは考慮していない）の性能が得られた。

また、Type IV については最大耐力が Type II に比べて若干小さく、壁倍率も小さかったものの、壁倍率にして 1.5 以上の結果が得られた。



図 1 壁土の圧縮強度試験



図 2 真壁の試験後の破壊形状

24-⑤ 土壌改良処方箋作成・施肥設計連携システムの開発

農業協同組合には、組合員の所有する畑等の土壌を診断結果から土壌改良の処方箋作成および必要な肥料の選択とその量を設計する施肥設計の業務がある。作物栽培においては、土壌改良の処方箋作成と施肥設計は両輪をなすものであり、処方箋の結果と施肥設計が連携するシステムが必要となる。

土壌改良の処方箋を、数学的手法を用いて自動計算するシステムは、これまでの共同研究で構築済みである。施肥設計において、膨大な肥料の中から栽培作物に応じた肥料およびその量を選定する作業は、土地改良の処方箋を作成するのと同様に担当者の豊富な経験をもとに実施しているのが現状である。

実際の施肥設計では、百数十種の肥料から栽培作物に応じた肥料を選定し、さらに処方箋適用後

の土壌の状態から使用する肥料をさらに絞り込む作業を知識と経験をもとに行っている。

今回の研究では、栽培作物分類による使用肥料のデータベース化、処方箋を適用後の土壌の状態から肥料を絞り込むための経験則をデータベース化し、これらのデータベースをもとに施肥設計を行うシステムの開発を行った。

また、施肥設計においては、土壌改良システムにより投入する改良材の改良予定値も必要となるため、土壌改良システムの検証もあわせておこなった。

今後は、施肥量決定のアルゴリズムを実装する必要がある。また、これまでに構築した処方箋作成システムのデータの再検討を行って、土壌改良と施肥設計の連携した統合システムへの構築が望まれることになる。

平成25年度 共同研究テーマ 7件

1

土壌改良処方箋・施肥設計作成システムの開発

吉崎 昌彦・加部 通明・品川 靖子

2

建築施工検査確認支援システムの開発

後藤 誠・三田 元仁・徳富 肇
鈴木 章

3

伝統的建造物に用いられる 栃木仕様水平抵抗要素の性能評価

財津 拓三・御田村 真毅・鶴田 暁
山之内 隆志

4

新・車載カメラの姿勢補正装置の開発

大澤 剛・陣内 望・井原 孝洋
三田 元仁・今川 誠

5

アルミ鍛造金型の加工技術の構築

小島 篤・菅野 金一・大澤 剛
池田 愛彦・武雄 靖・高田 圭介

6

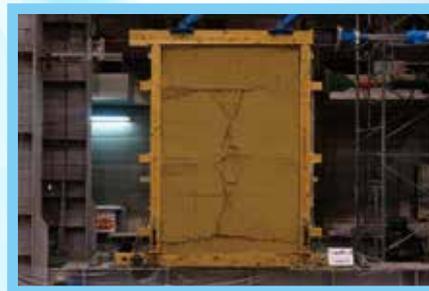
RFID を用いたアルミ鋳物品の 生産管理システムの構築

吉崎 昌彦・柴田 清孝

7

画像処理システムを用いた 呼気可視化システムの開発

吉崎 昌彦・三田 元仁・今川 誠



25-① 土壌改良処方箋・施肥設計作成システムの開発

農業協同組合には、組合員の所有する畑等の土壌を診断結果から土壌改良の処方箋作成および必要な肥料の選択とその量を設計する施肥設計の業務がある。作物栽培においては、土壌改良の処方箋作成と施肥設計は両輪をなすものであり、処方箋の結果と施肥設計が連携するシステムが必要となる。土壌改良の処方箋を、数学的手法を用いて自動計算するシステムは、これまでの共同研究で構築済である。施肥設計において、膨大な肥料の中から栽培作物に応じた肥料およびその量を選定する作業は、土壌改良の処方箋を作成するのと同様に担当者の豊富な経験をもとに実施しているのが現状である。

昨年度の研究において、処方箋作成支援システムと連携し、施肥の設計を行うためのアルゴリズムの最終確認および必要となる基礎データの収集とデータベース化を行った。

本研究では、処方箋作成支援システムの検証を行いながら、昨年度最終確認した施肥アルゴリズム、データベース化した施肥設計の基礎データを用いて、土壌改良処方箋・施肥設計作成システムの実装を行う。

研究の内容として

実際の施肥設計では、百数十種の肥料から栽培作物に応じた肥料を選定し、さらに処方箋適用後の土壌の状態から使用する肥料をさらに絞り込む作業を知識と経験をもとに行っており、昨年度

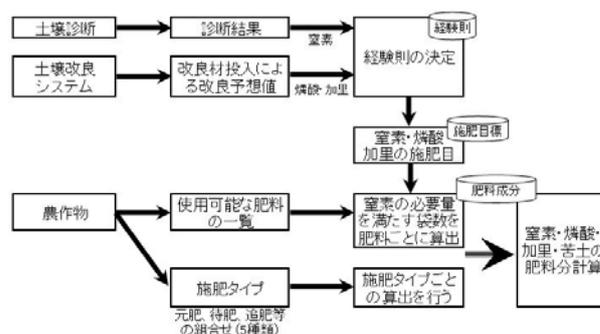
での研究によって、栽培作物分類による使用肥料のデータベース化、処方箋を適用後の土壌の状態から肥料を絞り込むための経験則のデータベース化が行われた。

今回の研究では、投入する改良材の改良予定値を求めて、土壌改良システムの検証を行い、並行して施肥量決定のアルゴリズムの実装を行った。

研究の成果

現在使用しているシステムの流れを整理し、図に示す手順で土壌診断から、改良材による土壌改良および施肥設計までを行うシステムの概要をまとめることができた。

また、肥料の計算に必要な考え方を数値化し、データベース化することにより、経験により行われていた施肥量の決定と使用する肥料の選択を自動化するアルゴリズムを実装し、検証した。施肥設計を行う上で必要となる各種データや経験則を整理して、データベースの構築を行い、施肥設計アルゴリズムを実装した。



25－②建築施工検査確認支援システムの開発

建築生産においては、中間検査・竣工検査・日常検査等多くの検査義務があり、その都度膨大な資料を記録する必要がある。多くの施工現場では、検査シートへ手書きで記入し、検査終了後に膨大な事務処理を行って資料化するのが現状である。

一方、IT分野ではタブレット式のパソコンが普及しつつあり、手書きと同様の感覚で入力が行うことも可能となっている。

昨年度において、建築施工の検査を対象とし、検査後の事務処理を軽減できるシステムの開発を行ってきた。しかし、システムの準備段階においてデータの登録手順が複雑なため、準備段階で時間を要するシステムであった。

本研究においては、システム操作の準備段階の操作性を高める方法について開発を行う。

研究の内容

昨年度までの研究において、検査実施及び検査後の事務処理の軽減の検証、および検査の準備段階におけるシステムの操作性の改善が行われた。今年度の研究において、実際の建築会社の施工現場での実証実験を通して、システム全般の改良を目指し、システムの製品化を目指す予定とした。

研究の結果

検査に協力いただける業者を選定し、共同研究担当者立会いのもとシステムの実証実験を行った。業者の選定から実験までの期間が短く、かつ対象建築物が住宅ではなかったが、貴重な意見を多数入手できた。問題点も多数上がったが、多くの内容は端末を更新することで対応可能であることも分かった。

25-③伝統的建造物に用いられる栃木仕様水平抵抗要素の性能評価

研究の目的

栃木市には江戸時代からの建造物が数多く残され、歴史的町並みが形成されている。この度の東日本大震災によってそれらの建造物にも多大な被害が生じた。そのような伝統的建造物群を恒久的に維持保全していくためには、突然の地震災害に備えて、伝統技術を継承しつつ、万全の耐震対策を講ずることが極めて重要である。そのためには、今後も耐震要素として重要な役割を果たす耐力壁など水平抵抗要素の性能を把握し、それらの設計ならびに施工方法を明確にする必要がある。特に伝統的建造物の壁として主に用いられている土塗り壁は、地域によって剛性や耐力などの構造性能が大きく異なることがわかっており、栃木市の歴史的建造物に用いられる土塗り壁の構造性能を明らかにすることが不可欠である。

しかしながら、これまで栃木仕様の土塗り壁の性能を検証した事例は無い。

そこで、本研究では栃木仕様の水平抵抗要素に対する水平加力実験から構造性能を把握し、設計・施工マニュアルを整備することを最終的な目的とする。

研究の内容

本研究では、上述した通り、栃木仕様の水平抵抗要素に対する水平加力実験から構造性能を把握し、設計・施工マニュアルを整備することを最終的な目的としている。それに向けて、本研究機関では、栃木仕様の土塗り壁の調査を実施し、その使用を明らかにした。

今年度は、昨年実施した民家用真壁の破損した土等を除去し、わら縄等を締め直し修復を行った。その試験体を加力実験することで、昨年度のものと比較した。さらに、土蔵建築物等で使用されている大壁についても、実験を行いデータの集積をする。

研究の結果

民家用真壁の耐力要素を修復した結果、剛性と壁倍率はやや劣るものの、最大耐力に顕著な差は見られなかった。しかし、壁倍率においては、建築基準法で指定されている壁倍率1.5倍に対して、壁倍率2.1倍と十分にその耐力があることが明らかになった。また、土蔵用大壁について、壁倍率は4倍程度であった。



図1 真壁補修タイプ



図2 土蔵タイプ

25-④新・車載カメラの姿勢補正装置の開発

研究の目的

昨年度の共同研究では、2011 年度に開発した車載カメラ姿勢補正装置の性能を評価するための検証実験を主に行った。その成果として、補正装置の問題点および改良点を見つけることができた。今年度はその成果を基に、新たな姿勢補正装置の設計・製作を行い、装置の性能について検証実験を行う。また、現有装置についても性能向上を目的とした改良を行う。

研究の内容

- ・ 合同会議による計画、報告、相談

- ・ 新・車載カメラの姿勢補正装置の開発
- ・ 開発装置の計測車両での走行実験
- ・ 取得データの解析
- ・ 改善方法の検討
- ・ 取得画像の画像補正ソフトの開発

研究の成果として次の3点が挙げられる。

- ① 「車載カメラの姿勢補正装置の開発」
- ② 「取得画像の画像補正アルゴリズムの開発」
- ③ 「姿勢補正装置の性能検証・改善方向の確定」

25-⑤アルミ鍛造金型の加工技術の構築

現在使用しているアルミ鍛造金型の多くが外製化されている。また、熟練技能者の退職等により企業内における金型製作の技術力の低下が問題となっている。そこで、アルミ鍛造金型の内製化を促進させることで、現場の技術力の向上や後継者の育成を行い、技能・技術の継承問題を解決したいと考えている。

研究では、アルミ鍛造金型の内製化を促進させるために、今まで培ってきたノウハウを活かしながら、最新の加工技術を導入することで、より効率良く金型製作ができる方法を開発する。

研究の内容

- ・ 合同会議による計画・報告・相談
- ・ 鍛造金型用材料のロックウェル硬さ試験
- ・ 訓練使用モデルを使用しての試し加工
- ・ 加工後の評価および工具・加工条件の再検討
- ・ 1/4 縮小版の鍛造金型モデルを使用しての切削加工実験
- ・ 評価



研究の成果

1. 硬さは、HRC40 程度であり、通常訓練で使用している NAC55 と同程度である。
2. 訓練で使用しているモデルで、試し切削加工した結果、全体的には良好な加工面を得ることができた。しかし、隅角部においてわずかにビビリ現象の発生が認められた。上の1結果と併せて、硬さはそれほど高くはないものの粘り気のある材質であり、加工トラブルの原因となっていることがわかった。
3. 試し切削の結果をもとに、工具の選定、加工条件の再設定、加工パスの新規作成を行なって、1/4 縮小モデルの切削加工をし、おおむね良好な結果となった。

25-⑥RFID を用いたアルミ鋳物品の生産管理システムの構築

鋳鍛工場の鋳物職場では、自動車ターボチャージャー用の羽根車（コンプレッサーホイール）を量産生産している。鋳物は石膏を用いた精密鋳造である。

従来の生産管理は製品中心で、記録の手法は記録用紙への作業者による筆記で行っている。そのため、品質に重要な影響を与える石膏の品質記録が不十分な上、それを用いて製造した鋳物製品との紐付けもできない状態となっている。

本研究は、製品とその品質に与える影響の大きな因子（石膏の製造条件）との統合的管理ができるシステムを RFID（IC タグとリーダー機能付き PDA）とデータベースによって構築をめざした。

研究の内容について

現在、製造現場では工程毎に手書きで情報登録を行っている。ゆえに不良品の発生によるトレーサビリティの確認には時間がかかり、効率が悪い。本研究では、情報登録やトレーサビリティの効率化を図るため、図 1 のような生産管理システムを構築した。

システムは大きく新規データの登録部と情報の検索部（トレーサビリティ）からなり、データベースを活用するシステムとなっている。

研究の成果について

1. 情報検索部（トレーサビリティ）

①RFID のカードをかざすと情報の読み込みと書

き込みができるようになった。（ノートパソコン）
※残した課題：データ入出力用のホームへのデータリンクが不調である。

②RFID の IC カードに履歴を記録できるようになった。

※残した課題：IC カードに保存できるデータ量が限定されている。

2. 新規データ登録部

①ユーザ毎に情報のアクセス権限を変更できるようになった。

※残した課題

1. 管理者モードを作る事ができなかった。

2. データ入出力用のホームへのデータリンクが不調である。

3. PDA による開発ができなかった。

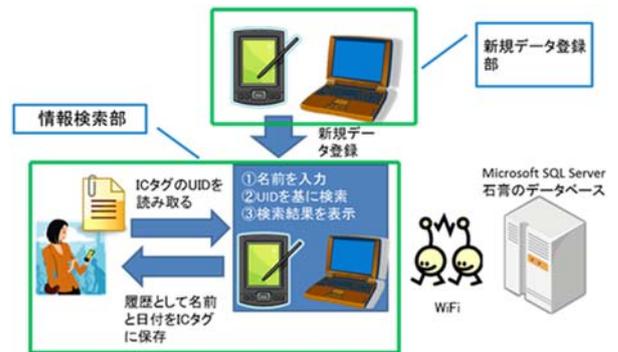


図 1：生産管理システムの構成図

25-⑦画像処理システムを用いた呼気可視化システムの開発

画像処理技術を活用した新しい医療用具の製造・研究をしている企業が使用を検討している画像処理装置の Kinect for Windows は、低価格にもかかわらず、RGB カメラ、深度センサ、マルチアレイマイクロフォン、および専用ソフトウェアを動作させるプロセッサを内蔵したセンサを備えており、医療や障害者支援への活用が期待される。

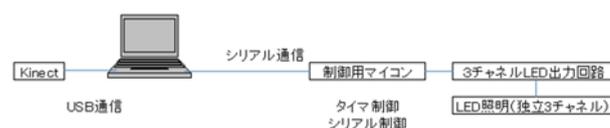
睡眠時無呼吸症候群による睡眠障害の診断時には、一般的にアプノモニタによる睡眠ポリグラフ検査が行われている。アプノモニタは、口・鼻の気流(呼吸)、気管音(いびき)、パルスオキシメーター等を体位センサ、胸部・腹部呼吸センサ、呼吸圧センサ等を装着して計測するが、普段と環境が異なるため、被検査者が熟睡できず、正確なデータが得られない等の問題が生じている。

本研究は、画像処理装置の Kinect for Windows を用いて、呼気に含まれる水蒸気と二酸化炭素の吸収波長を利用し、可視光との合成を行うことによって非接触による呼気可視化システムの開発を行う。

研究の内容

厳しい環境の制限と高度な画像処理を必要とするが、Kinect による水蒸気の撮影に成功した。今後は、ハードウェア環境を改善し、可視化のため

のハードルを下げたい。動画 1 フレームを LED 点灯時と消灯時の差分データから構成し、動画を構成する。下図にシステムの構成を示す。



タイマ制御で LED 点灯を制御し、シリアル通信で Kinect に接続したパソコンと同期をとるハードウェア (3CH の LED 照明を各々制御できる) を製作した。LED の点滅と同期する撮影用プログラムを制作した。表 1 に同期するタイミングを示す。

表1:マイコンとパソコン間の処理を時系列で示す

時系列(秒)	マイコン	パソコン+ Kinect
0.0	撮影フラグ送信	
0.2		撮影フラグ受信
0.4		Kinectで撮影
0.6		バッファリング
0.8		撮影終了フラグ送信
1.0	撮影終了フラグ受信	

今後の課題として、レベル補正後に差分データを得て動画像として構成するプログラムを制作する技術の開発が必要である。

研究の成果として、次の 3 点が挙げられる。

- ①睡眠障害の睡眠ポリグラフ検査データの蓄積
- ②画像処理装置の Kinect for Windows の経験・ノウハウの蓄積技術
- ③作製システムの運用を容易にする技術

平成26年度 共同研究テーマ 8件

1 土壌改良処方箋作成・施肥設計連携システムの開発
三田 元仁・品川 靖子・永野 秀浩
吉崎 昌彦

2 建築施工検査確認支援システムの開発
三田 元仁・山之内 隆志・菊地 圭

3 伝統的建造物に用いられる栃木仕様水平抵抗要素の性能評価
山之内 隆志・市川 真・鶴田 暁
財津 拓三・大木 宏悦

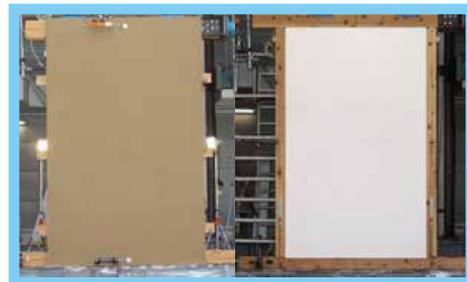
4 アルミ鍛造金型の加工技術の効率化
小島 篤・菅野 金一・中村 正美
永野 善己・池田 愛彦・武雄 靖

5 RFID を用いたアルミ鋳物品の生産管理システムの試行
今川 誠・岩崎 浩文・中村 聡

6 画像処理システムを用いた呼気可視化システムの開発
三田 元仁・三浦 正嗣

7 食用海藻を養殖するための水槽水温管理システムの基礎構築
今川 誠・浅野 博・永野 秀浩
青柳 文隆・池田 愛彦

8 唐辛子のへた取り装置の基本構想設計
佐々木 英世・岩崎 浩文



26-① 土壌改良処方箋作成・施肥設計連携システムの開発

農業協同組合には、組合員の所有する畑等の土壌を診断結果から土壌改良の処方箋作成および必要な肥料の選択とその量を設計する施肥設計の業務がある。作物栽培においては、土壌改良の処方箋作成と施肥設計は両論をなすものであり、処方箋の結果と施肥設計が連携するシステムが必要となる。

土壌改良の処方箋を、数学的手法を用いて自動計算するシステムは、これまでの共同研究で構築済みであり、施肥設計において、膨大な肥料の中から栽培作物に応じた肥料およびその量を選定する作業は、土壌改良の処方箋を作成するのと同様に担当者の豊富な経験をもとに実施しているのが現状である。

昨年度の研究において、処方箋作成支援システムと連携し、施肥の設計を行うためのアルゴリズムの最終確認および必要となる基礎データの収集とデータベース化を行った。

本研究では、処方箋作成支援システムの検証を行いながら、施肥アルゴリズム、データベース化した施肥設計の基礎データを用いて、土壌改良処方箋・施肥設計システムの実証実験を行う。

研究の内容

実際の施肥設計では、百数十種の肥料から栽培作物に応じた肥料を選定し、さらに処方箋適用後の土壌の状態から使用する肥料をさらに絞り込む作業を知識と経験をもとに行っている。今回の研究では、栽培作物分類による使用肥料のデータベース化、処方箋を適用後の土壌の状態から肥料を絞り込むための経験則をデータベース化し、これらのデータベースをもとに施肥設計を行うシステムの開発を行う。

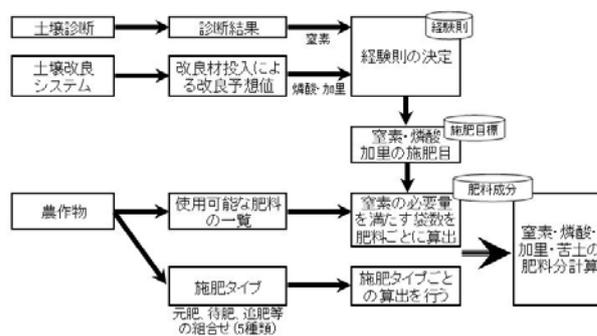
また、施肥設計においては、土壌改良システムにより投入する改良材の改良予定値も必要となるため、土壌改良システムの検証もあわせて行う。併せて、アグリビジネス創出フェアへの出展を行い、成果の展示ならびにニーズの調査を行う。

研究の成果

現在使用しているシステムの流れを整理し、図に示す手順で土壌診断から、改良材による土壌改良および施肥設計までを行うシステムの概要をまとめることができた。また、肥料の計算に必要な考え方を数値化し、データベース化することにより、経験により行われていた施肥量の決定と使用する肥料の選択を自動化することを可能にするアルゴリズムをまとめた。

施肥設計を行う上で必要となる各種データや経験則を整理して、データベースの構築を行った。データベースの内容や用語などの見直しを行い、とシステムの適正化を行った。

今年度はアグリビジネス創出フェアへの出展を行い、成果の展示ならびにニーズの調査を行うことができた。



26-②建築施工検査確認支援システムの開発

建築生産においては、中間検査・竣工検査・日常検査等多くの検査義務があり、その都度膨大な資料を記録する必要がある。多くの施工現場では、検査シートへ手書きで記入し、検査終了後に膨大な事務処理を行って資料化するのが現状である。

一方、IT分野ではタブレット式のパソコンが普及しつつあり、手書きと同様の感覚で入力が行うことも可能となっている。昨年度までの研究において、検査実施及び検査後の事務処理の軽減の検証、および検査の準備段階におけるシステムの操作性の改善が行われた。

特に建築業者の協力の下、高校体育館の改修工事での検証を行い、問題点の洗い出しを行った。今年度の研究においては、実際の建築会社の住居系の施工現場での実証実験を通して、システム全般の改良を目指し、システムの製品化を目指す予定である。

研究の内容

今年度の研究においては、システムの環境改善を行うこととした。また、実際の建築会社の施工現場での実証実験を通して、システム全般の改良を目指し、システムの製品化を目指す予定である。

研究の成果

昨年度の問題点をもとに、端末の検討を行い、Windows8 を用いたタブレット端末を用いることにした。今までの端末のオペレーティングシステムとは異なっているが、動作の確認、ならびに視認性や動作時間の改善を確認することができた。

なお、検査に協力いただける業者の選定を行ったが、年度内で実施可能な業者を選定できず検証ができなかった。

26-③伝統的建造物に用いられる栃木仕様水平抵抗要素の性能評価

栃木市には江戸時代からの建造物が数多く残され、歴史的町並みが形成されている。この度の東日本大震災によってそれらの建造物にも多大な被害が生じた。そのような伝統的建造物群を恒久的に維持保全していくためには、突然の地震災害に備えて、伝統技術を継承しつつ、万全の耐震対策を講ずることが極めて重要である。

そのためには、今後も耐震要素として重要な役割を果たす耐力壁など水平抵抗要素の性能を把握し、それらの設計ならびに施工方法を明確にする必要がある。特に伝統的建造物の壁として主に用いられている土塗り壁は、地域によって剛性や耐力などの構造性能が大きく異なることがわかっており、栃木市の歴史的建造物に用いられる土塗り壁の構造性能を明らかにすることが不可欠である。しかしながら、これまで栃木仕様の土塗り壁の性能を検証した事例は無い。

そこで、本研究では栃木仕様の水平抵抗要素に対する水平加力実験を行い構造性能を把握し、設計・施工マニュアルを整備することを最終的な目的とする。

研究の内容

本研究では、上述した通り、栃木仕様の水平抵抗要素に対する水平加力実験から構造性能を把握し、設計・施工マニュアルを整備することを最終的な目的としている。それに向けて、これまで本研究機関では、栃木仕様の土塗り壁の調査を実施

し、その使用を明らかにした。また、民家用真壁の破損した土壁の補修効果についても検証してきた。

今年度は土蔵建築物等で使用されている大壁の補修効果について実験を行いデータの集積をした。また、土塗り壁の製作及び補修には長い工期が必要であることと熟練した技能者が減少している点から構造用合板を用いた簡易的な修復方法を検討し、その効果を実験により検証した。

研究の成果

損傷を受け補修した土蔵用大壁補修壁の耐力が土蔵用大壁の耐力と比較して、若干低下したが約4倍程度の壁倍率を示し、告示を十分に満たしていた。変形角ごとのひび割れ図を比較すると多少の差はあるが同様なひび割れが発生しており、用いた補修法は有効であった。

面材を用いた修復方法では、大きく3種類の試験体で検証したが、それぞれ十分な壁せん断強度を有していることが確認できた。



補修した土蔵用大壁の実験



構造用合板を用いた修復壁の実験

26-④アルミ鍛造金型の加工技術の効率化

現在使用しているアルミ鍛造金型の多くが外製化されている。また、熟練技能者の退職等により企業内における金型製作の技術力の低下が問題となっている。そこで、アルミ鍛造金型の内製化を促進させることで、現場の技術力の向上や後継者の育成を行い、技能・技術の継承問題を解決したいと考えている。

研究では、アルミ鍛造金型の内製化を促進させるために、今まで培ってきたノウハウを活かしながら、最新の加工技術を導入する。その中で金型の加工方法や表面状態などが鍛造製品に及ぼす影響についての関連性を検討し、金型製作の加工技術のデータベースを構築することで、より効率良く金型製作ができる方法を開発する。

研究の内容

- ・ 合同会議による計画・報告・相談
- ・ 研究用の鍛造製品モデルの検討
- ・ モデルの金型の CAD/CAM 処理
- ・ 評価

研究の成果

1. 昨年度に行なった共同研究の結果から、共同研究実施企業で主に使用している金型材料の切削の可否については確認できたが、試し用モデルであったため、その後の展開が図れなかった。そこで、今年度は金型用モデルの選定に、十分に時間をかけて検討を行ない、金型加工後に鍛造加工まで展開できるようなモデルを設定した。
2. モデルに対して、CAD/CAM 技術を活用して、加工のためのデータ作成および、工具・条件等の選定をすることができた。
3. 現状では鍛造用金型は、切削加工の後、磨き加工の工程を経て鍛造加工に使用されている。しかし、鍛造加工の工程や製品の仕様によっては磨き工程を削除しても問題はない場合もあると考えている。そのため、磨きの工程を削除することが、金型を短時間で効率的に製作する 1 つの方法であるといえるが、そのためのデータを取得することが不十分になってしまった。

26-⑤RFID を用いたアルミ鋳物品の生産管理システムの試行

鋳鍛工場の鋳物職場では、自動車ターボチャージャー用の羽根車（コンプレッサーホイール）を量産生産している。鋳物は石膏を用いた精密鋳造である。

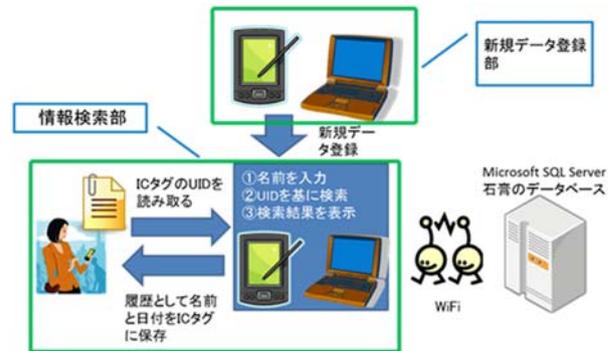
従来の生産管理は製品中心で、記録の手法は記録用紙への作業者による筆記で行っている。そのため、品質に重要な影響を与える石膏の品質記録が不十分な上、それを用いて製造した鋳物製品との紐付けもできない状態となっている。

本研究は、製品とその品質に与える影響の大きな因子（石膏の製造条件）との統合的管理ができるシステムを RFID（IC タグとリーダー機能付き PDA）とデータベースによって構築をめざした。

研究の内容

現在、製造現場では工程毎に手書きで情報登録を行っている。ゆえに不良品の発生によるトレーサビリティの確認には時間がかかり、効率が悪い。本研究では、情報登録やトレーサビリティの効率化を図るため、図のような生産管理システムを構築した。システムは大きく新規データの登録部と情報の検索部（トレーサビリティ）からなり、デ

ータベースを活用するシステムとなっている。



図：生産管理システムの構成図

研究の成果

1. 情報検索部（トレーサビリティ）

①RFID のカードをかざすと情報の読み込みと書き込みの部分でデータ入出力用のホームへのデータリンクが不調だったところの改善を行った。

2. 新規データ登録部

①ユーザ毎に情報のアクセス権限を変更できるようになり、管理者モードを作る事ができた。

※残した課題:PDA による開発ができなかった。

26-⑥画像処理システムを用いた呼気可視化システムの開発

画像処理技術を活用した新しい医療用具の製造・研究をしている企業が使用を検討している画像処理装置の Kinect for Windows は、低価格にもかかわらず、RGB カメラ、深度センサ、マルチアレイマイクロフォン、および専用ソフトウェアを動作させるプロセッサを内蔵したセンサを備えており、医療や障害者支援への活用が期待されている。

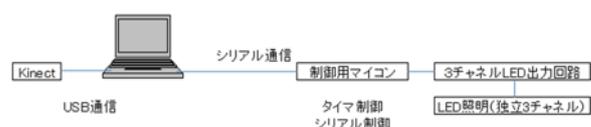
睡眠時無呼吸症候群による睡眠障害の診断時には、一般的にアプノモニタによる睡眠ポリグラフ検査が行われている。アプノモニタは、口・鼻の気流(呼吸)、気管音(いびき)、パルスオキシメーター等を体位センサ、胸部・腹部呼吸センサ、呼吸圧センサ等を装着して計測するが、普段と環境が異なるため、被検査者が熟睡できず、正確なデータが得られない等の問題が生じている。

本研究は、画像処理装置の Kinect for Windows を用いて、呼気に含まれる水蒸気と二酸化炭素の吸収波長を利用し、可視光との合成を行うことによって非接触による呼気可視化システムの開発を行う。

研究の内容

厳しい環境の制限と高度な画像処理を必要とするが、Kinect による水蒸気の撮影に成功した。今後は、ハードウェア環境を改善し、可視化のためのハードルを下げたい。昨年度の結果を踏まえ実証実験を行う。

動画 1 フレームを LED 点灯時と消灯時の差分データから構成し、動画を構成する。下図にシステムの構成を示す。



昨年度のシステムの検証を始めたが、暗い中ではカメラの撮影機能がそのまま使用できないことが分かった。システムの改良等を行い、改善策の検討が必要であった。

研究の成果

画像処理技術を活用し、呼気に含まれる水蒸気と二酸化炭素の吸収波長による呼気可視化システムの開発には、今後も実証実験を繰り返し正確なデータが得られるよう改善する必要がある。

26-⑦食用海藻を養殖するための水槽水温管理システムの基礎構築

海洋における生態系の出発点は微細藻類である。食物連鎖の中で、光合成生物（陸上では植物、海洋では微細藻類）の一段上にいる動物の現存量を陸と海で比較してみると、陸上で5～6億トンC（炭素量で示した単位）、海洋で4～5億トンCであり、ほぼ同程度となっている。

この微細藻類による高い生産性を利用し貝類や食用海藻を養殖する次世代型の養殖サイクルを確立することで、新たな産業に繋げることを目的とする。

研究の内容

次世代型の養殖サイクルとしては、最初に、殺菌処理された海水と太陽光で微細藻類の養殖を行い、次に、微細藻類を餌に貝類（牡蠣等）を養殖する。さらに、貝類養殖の残渣を肥料として食用海藻の養殖を行う。

具体的な研究内容は、食用海藻を養殖するためのベンチスケール実験を基に、水槽水温管理システムの省コスト化と省エネルギー化のための実験と理論構築を行う。

研究の成果

現段階においては調査段階である。想定している養殖インフラの形状、規模などから参考となる

事例・研究成果の抽出、前提条件の整理などを考察している。

・海洋深層水による海藻の大量培養システムの開発
(高知大学 大野正夫)

・海藻の陸上生産技術と事業化例
(高知大学 平岡雅規)

・農林水産庁発の各種資料

また、温度の制御という観点から

・温水プールにおけるプール水温と付属室内温度の適正地に関する研究

(神奈川大学 矢野博 飯島秀郎)

・熱移動量計算や熱交換量計算、熱伝導量計算などコストを省き自然界に存在する様々な事象を利用した温度制御システムについて考察している。

今年度については、開始時期が太陽光による熱量の多い夏を過ぎていたため、現時点では研究に対する前提条件の整理となった。

次年度も、継続して共同研究を行い、夏場の水温データを取るために水槽等の装置を用意して、想定している養殖インフラの実現につなげる。

26-⑧唐辛子のへた取り装置の基本構想設計

昨今、安い輸入唐辛子が市場に出回る状況に対し競争力を付けることが課題となっており、現状の問題点として、唐辛子の収穫後に実とへたを分ける作業を手作業で行うため、農家の栽培量を増やせない状況が続いている。

これまでの唐辛子の実からへたを取る手作業を機械化することで、手作業部分を少なくし国産唐辛子の栽培規模の拡大を目指しており、今回の共同研究では、枝から脱穀した唐辛子のへた取り装置の基本構想設計を行い、実施設計に繋げるものとする。

研究の内容

1. 現地調査

対象となる国産唐辛子（栃木三鷹、信鷹）の特性について、実物を観察するとともに特性及び現状等を聞き取り調査した。

2. 基本構想検討

現在、開発課題として取り組んでいる「ジャム用いちごのへた取り装置」の基本構想が流用できるかを検討した。

3. 実施設計のフィージビリティスタディ

実施設計を現実化する場合、開発課題として

取り組むことが適切と考えられるが、開発内容・工程等が開発課題にマッチするかを検討した。

研究の成果

1. 対象とする唐辛子銘柄

栃木県の国産唐辛子の8割以上を占める栃木三鷹のみを対象とする。栃木三鷹は信鷹に比べ実が大きく、収穫量も多いので、まずは栃木三鷹のみを対象とする。

2. へた取りの方法

唐辛子のへたは乾燥した状態より生の状態の方が取りやすいが、現状では乾燥した状態で実施していることや一年中扱えることにより乾燥した状態で行うこととする。

3. 基本構想設計

「ジャム用いちごのへた取り装置」の画像処理や切除機構を流用することが可能と判断した。

4. 実施設計

上述の結論より、開発課題のテーマとして取り上げ、初年度は詳細調査実施後、試作機を完成させることから始めることとした。

平成27年度 共同研究テーマ 6件

1 運用可能な土壌改良処方箋・ 施肥設計作成システムの研究

三田 元仁

2 建築施工検査確認支援システムの検証

三田 元仁・山之内 隆志・菊地 圭

3 伝統的建造物に用いられる 栃木仕様耐力壁要素の性能評価

山之内 隆志・鶴田 暁・財津 拓三
大木 宏悦・小野寺 愛美

4 食用海藻を養殖するための 水槽水温管理システムの構築

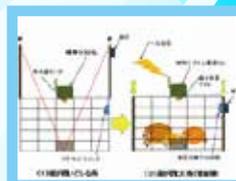
浅野 博・永野 秀浩・青柳 文隆
池田 愛彦・神足 昭男・吉野 正樹
今川 誠

5 有害鳥獣捕獲システムの構築

中村 正美・扇浦 純一郎・蝦名 健一
中島 英一

6 唐辛子収穫後の自動化に関する基本構想設計

中村 正美・中澤 直樹・岩崎 浩文



27-①運用可能な土壌改良処方箋・施肥設計作成システムの研究

農業協同組合には、組合員の所有する畑等の土壌を診断結果から土壌改良の処方箋作成および必要な肥料の選択とその量を設計する施肥設計の業務がある。

作物栽培においては、土壌改良の処方箋作成と施肥設計は両論をなすものであり、処方箋の結果と施肥設計が連携するシステムが必要となる。土壌改良の処方箋を、数学的手法を用いて自動計算するシステムは、これまでの共同研究で構築済みであり、施肥設計において、膨大な肥料の中から栽培作物に応じた肥料およびその量を選定する作業は、土壌改良の処方箋を作成するのと同様に担当者の豊富な経験をもとに実施しているのが現状である。

昨年度の研究において、処方箋作成支援システムと連携し、施肥の設計を行うためのアルゴリズムの最終確認および必要となる基礎データの収集とデータベース化を行った。

本研究では、処方箋作成支援システムの検証を行いながら、施肥アルゴリズム、データベース化した施肥設計の基礎データを用いて、土壌改良処方箋・施肥設計システムの実証実験を行う。

研究の内容

実際の施肥設計では、百数十種の肥料から栽培作物に応じた肥料を選定し、さらに処方箋適用後の土壌の状態から使用する肥料をさらに絞り込む作業を知識と経験をもとに行っている。今回の研究では、栽培作物分類による使用肥料のデータベース化、処方箋を適用後の土壌の状態から肥料を絞り込むための経験則をデータベース化し、こ

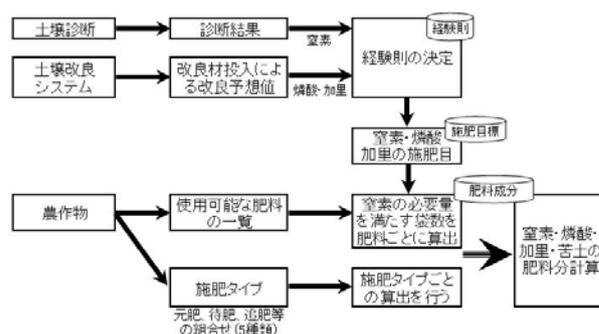
れらのデータベースをもとに施肥設計を行うシステムの開発を行う。また、施肥設計においては、土壌改良システムにより投入する改良材の改良予定値も必要となるため、土壌改良システムの検証もあわせて行う。

研究の成果

現在使用しているシステムの流れを整理し、図に示す手順で土壌診断から、改良材による土壌改良および施肥設計までを行うシステムの概要をまとめることができた。

また、肥料の計算に必要な考え方を数値化し、データベース化することにより、経験により行われていた施肥量の決定と使用する肥料の選択を自動化することを可能にするアルゴリズムをまとめた。施肥設計を行う上で必要となる各種データや経験則を整理して、データベースの構築を行った。

今年度はシステム検証のための問題点の洗い出しを行い、順次対応方法を検討した。年度末を目途に可能な限り対策を行い、検証できるシステムの実現を目指す。



27-②建築施工検査確認支援システムの検証

建築生産においては、中間検査・竣工検査・日常検査等多くの検査義務があり、その都度膨大な資料を記録する必要がある。多くの施工現場では、検査シートへ手書きで記入し、検査終了後に膨大な事務処理を行って資料化するのが現状である。

一方、IT分野ではタブレット式のパソコンが普及しつつあり、手書きと同様の感覚で入力が行うことも可能となっている。昨年度までの研究において、検査実施及び検査後の事務処理の軽減の検証、および検査の準備段階におけるシステムの操作性の改善が行われた。特に建築業者の協力の下高校体育館の改修工事での検証を行い、問題点の洗い出しを行った。

今年度の研究においては、実際の建築会社の住居系の施工現場での実証実験を通して、システム全般の改良を目指し、システムの製品化を目指す予定である。

研究の内容

昨年度までの研究において、検査実施及び検査後の事務処理の軽減の検証、および検査の準備段階におけるシステムの操作性の改善が行われた。

また、業者に協力の上施工検査の場で平行して使用したが、想定している建物とは異なる体育館でせざるを得ず、十分なデータを得ることができなかった。そこで今年度の研究においては、システムの検証を協力いただける業者を選定し、住宅にて検証を行う。

また、実際の建築会社の施工現場での実証実験を通して、システム全般の改良を目指し、システムの製品化を目指す予定とした。

研究の成果

昨年度の問題点をもとに住宅関係の業者を選定し、Windows8を用いたタブレット端末を用いることにした。建築系の教員の協力で多数の業者に協力を依頼したが、協力いただける業者は少なかった。年度末にようやく協力いただける業者の選定を行うことができたが、時間的な余裕がなく検証ができなかった。

なお、当研究のノウハウの蓄積や数学的手法のシステムへの導入などは、今後の他の受託・共同研究や総合制作実習、開発課題のシステム構築への参考になるものと思われる。

27-③伝統的建造物に用いられる栃木仕様耐力壁要素の性能評価

栃木市には江戸時代からの建造物が数多く残され、歴史的町並みが形成されている。この度の東日本大震災によってそれらの建造物にも多大な被害が生じた。そのような伝統的建造物群を恒久的に維持保全していくためには、突然の地震災害に備えて、伝統技術を継承しつつ、万全の耐震対策を講ずることが極めて重要である。そのためには、今後も耐震要素として重要な役割を果たす耐力壁など水平抵抗要素の性能を把握し、それらの設計ならびに施工方法を明確にする必要がある。

特に伝統的建造物の壁として主に用いられている土塗り壁は、地域によって剛性や耐力などの構造性能が大きく異なることがわかっており、栃木市の歴史的建造物に用いられる土塗り壁の構造性能を明らかにすることが不可欠である。

しかしながら、これまで栃木仕様の土塗り壁の性能を検証した事例は無い。

そこで、本研究では栃木仕様の水平抵抗要素に対する水平加力実験を行い、構造性能を把握し、設計・施工マニュアルを整備することを最終的な目的とする。

研究の内容

本研究では、上述した通り、栃木仕様の水平抵抗要素に対する水平加力実験を行い、構造性能を把握し、設計・施工マニュアルを整備することを最終的な目的としている。それに向けて、昨年までに民家用真壁タイプ及び土蔵タイプの土塗り

壁の性能評価を実施し、保有する性能を明らかにし、地震等において損傷を受けた土塗り壁に補修を施すと共に、補修後の壁の構造的性能についても検証した。

今年度は柱・梁の主要構造部材単独の性能について検証する。

さらに土塗り壁の施工には長い工期と熟練した職人の技能が必要だが、職人不足により修復が困難な状況がある。そのため、近年多く用いられている面材等を活用し、短期間で施工可能な修復方法の検討も必要である。昨年までに面材を用いた複数の修復方法について提案し、その構造的評価を実施した。

また、鋼材やガラスさらには間伐材を用いた補修方法を検証し、新たな補修方法としての提案を目指すこととする。

研究の成果

伝統建築物の補修方法として面格子壁の構造的評価を実施した。評価結果は5倍以上の壁倍率を有し、告示評価をはるかに超える構造的性能を示した。また、強化ガラスを用いた補強壁は約2倍の壁倍率となった。告示仕様を超える構造性能を有するが、施工面と強化ガラスが受け材にめり込む点を構造的に改良する必要がある。

いずれの仕様に関しても伝統建造物を構造的に補強する手法として活用できる結果となった。



面格子壁の水平加力実験



強化ガラスを用いた補強壁の
水平加力実験

27-④食用海藻を養殖するための水槽水温管理システムの構築

海洋における生態系の出発点は微細藻類であり、食物連鎖の中で、光合成生物（陸上では植物、海洋では微細藻類）の一段上にいる動物の現存量を陸と海で比較してみると、陸上で5～6億トンC（炭素量で示した単位）、海洋で4～5億トンCであり、ほぼ同程度となっている。

この微細藻類による高い生産性を利用し貝類や食用海藻を養殖する次世代型の養殖サイクルを確立することで、新たな産業に繋げることを目的とする。

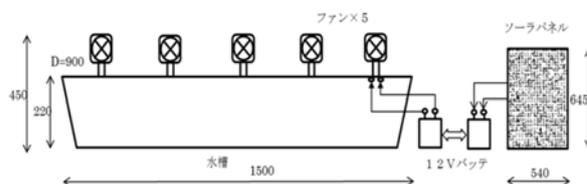
研究の内容

次世代型の養殖サイクルとしては、最初に、殺菌処理された海水と太陽光で微細藻類の養殖を行う。次に、微細藻類を餌に貝類（牡蠣等）を養殖し、さらに、貝類養殖の残渣を肥料として食用海藻の養殖を行う。

具体的な研究内容は、食用海藻を養殖するためのベンチスケール実験を基に、水槽水温管理システムの省コスト化と省エネルギー化のための実験と理論構築を行う。

研究の成果

昨年度の検討結果を考慮し、図1に示す太陽光をエネルギー源とするファンを用いたシステムにて実験を行った結果、夏場の最高気温35度を超える日においても気化熱のみで上限の水温を超えないことを実証した。エネルギー源は太陽光のみで十分効果があることから、省コスト化と省エネルギー化に対応可能である。



制御方法としては、マイクロコンピュータを用いフィードフォワード制御を行っている。具体的には、ネットワークを利用し数時間後の気象（天候、気温、湿度等）を把握することにより、温度上昇を予測し水温が上昇する前に対応している。

これにより、一層の省エネルギー効果を得ている。

冬場の水温下限の制御については、現在下記2つの方法にて、熱量計算、必要エネルギー、実験を行っている。

- ①温泉水を利用した方法（水量調整により、夏場同様フィードフォワード制御を利用した制御）
- ②ペルチェ効果を利用した方法（ペルチェ素子を熱源に使い、夏場同様フィードフォワード制御を利用した制御）

次年度も、継続して共同研究を行い、冬場の水温データの実証実験を行う。

27-⑤有害鳥獣捕獲システムの構築

増えすぎたシカやイノシシとの共生のために、「鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律（鳥獣保護法）の一部を改正する法律」が、平成 26 年 5 月 30 日に公布された。

近年、全国的にイノシシやシカなどの一部の鳥獣が急増し、各地で深刻な被害をもたらしている。一方で狩猟者が減少し高齢化が進み、捕獲の担い手不足が問題となっている。

このため、鳥獣保護法が大きく改正され、有害鳥獣の捕獲を促進するための新たな措置が導入されるなど、一部の鳥獣について積極的な管理を行う、「鳥獣保護管理法」となった。

有害鳥獣捕獲檻を製造販売している地元企業の捕獲檻の形状は、全面とも金網等で囲われた箱状の檻で、箱の中に閉じ込めて捕獲するものである。基本的な構造は、檻の中に餌を入れ対象動物が餌を食べるか、または食べようとして檻に入り、中央の仕掛け板に荷重がかかることにより扉を落とし、檻の中に閉じ込めるものである。

捕獲檻の特徴としては、移動が可能な分解式のもので比較的簡単に設置ができ、扉は両面開閉のタイプである。

檻による捕獲の形式は、古くからあるもので檻を常設していると野生動物は、その場所を覚えるので設置に工夫が必要である。また、錯誤捕獲があった場合は速やかに放獣する必要があることや、檻にかかった対象動物の長時間の放置は動物福祉上の問題もあり、檻を設置した後は毎日見まわる必要がある。

このような捕獲檻に対して、現代の技術を盛り込んだ捕獲システムを構築したい。

そこで本研究では、イノシシの捕獲をセンサで自動検知し、電子メール等で速やかに通報するシステムを開発することを目的とする。

研究の内容

1 現況調査

現在の製作している檻の構造を理解する。

実際に檻を設置している現地の状況を調査する。

2 捕獲システムの構築

- ・捕獲システムの基本設計を構築
- ・捕獲センサーシステムの理論構築
- ・制御回路のマイコンシステムの理論構築
- ・捕獲連絡の通信システムの理論構築

3 捕獲システムの設計

- ・捕獲システム全体の詳細設計
- ・捕獲センサーシステム設計と機器選定
- ・制御用マイコンシステムの回路設計
- ・モバイル 3 G 回線を使用した通信システムの詳細設計

研究の成果

1 現況調査

現在製作している檻について、製作している工場を訪問して見学し製作者の開発部長と意見交換により構造を理解した。図 1 に、捕獲檻の外観について示す。



図 1. 捕獲檻の外観

檻を設置してある現場（図 2 参照）を見学し、設置場所の選定や周囲の環境、餌やりの方法、設置後の見回りなどの設置状況を知ることができた。



図 2. 檻設置の状況

2 捕獲システムの構築

開発コストを抑えるため、図 1 に示す現行の捕獲檻に捕獲検知・通報機能を追加することにした。

図 3 に開発する捕獲システムの動作と図 4 に捕獲システムの構成を示す、檻の扉にマグネットスイッチを取り付け、檻の上部には検知システム本体と赤外線センサを取り付ける。扉が閉まったことをマグネットスイッチで検知し、檻の中に動物がいることを赤外線センサによって検知する。

検知システムはマグネットスイッチと赤外線

センサが同時にオンになることで動物が捕獲されたと判断し、モバイル 3 G 回線経由で利用者(狩猟者等)の携帯電話等にメールを送信して捕獲したことを知らせるシステムである。

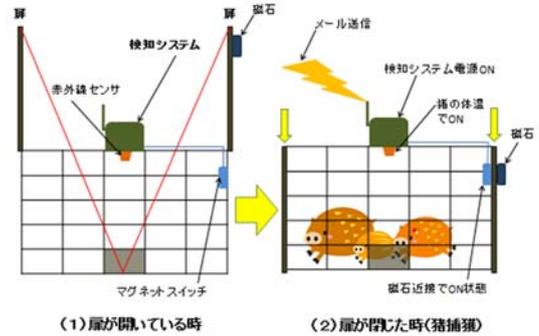


図 3 捕獲システムの動作

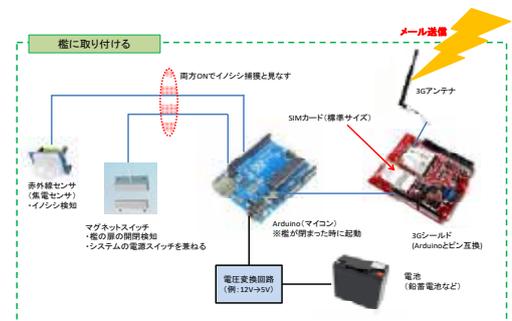


図 4 捕獲システムの構成

27-⑥唐辛子収穫後の自動化に関する基本構想設計

この研究は、国内でも数少ない国産唐辛子を取り扱う企業との共同研究である。

昨今は安い輸入唐辛子が市場に出回る状況に対して、競争力をつけることが課題になっている。現状の問題点として、唐辛子収穫後の作業が人手に頼る部分が多いという点である。機械化できる部分を多くすることで唐辛子を栽培する農家の手作業を減らし、栽培量を増やすことができれば問題の解決につながる。

平成26年度の共同研究（後期）「唐辛子のヘタ取り装置の基本構想設計」で、ヘタ取り作業の現状を検証し、装置の自動化を進めるための基本構想設計を行った。その後、平成27年度の開発課題として「唐辛子の自動ヘタ取り装置の開発」を進めている。この装置は、唐辛子収穫後の自動化の一部であり、前後の手作業を機械化することで、さらに効率的に自動化を進めることができる。

今回の共同研究では、その取り組みの中から更なる要望として、自動化に関する装置の開発を強く要望することから、本研究に取り組むこととした。

1 現況調査

現在の唐辛子の収穫状況について栽培の畑を見学し、収穫後の様子について生産農家の方と話をすることで、収穫量を増やすには収穫や収穫後の実のヘタ取りを自動化することが望まれていることを確認した。工場では、ヘタ取りの様子について作業員が茎から実を分離する機械を使用する様子を見ることで、今後の自動化についての必要性の高さと実現の難しさを知ることができた。

2 ヘタ取りの自動化

今年度は昨年共同研究から、開発課題として自動ヘタ取り装置の開発に取り組んだ。唐辛子を一本ずつ供給する機構に苦労したが、画像認

識により実とヘタとを見分けることにより切断部を位置決めして、直刃によりヘタを除去することができた。この装置の開発により、さらに応用発展した自動化装置を開発していくことを検討した。

3 自動化構想設計

畑から、地上部分を切りとり収穫する自動化について検討する。茎から実を分離させる自動化について検討する。実の色や大きさ、形、割れや欠けの不良について、等級判別と自動選別を検討する。

研究の成果

自動化構想設計

1. 茎を収穫する

地上部分を根元から切断する機構は、ハサミや回転刃で切り取ることで実現の可能性は高い、しかし、畑の中を自動走行する収穫ロボットと刈り取った地上部分を収集する機構については、畑は不整地で凹凸があり、全体の大きさが不ぞろいで回収は困難であると思われる。

2. 茎から実を分離させる。

茎から実を分離させる方法は、現状の脱莢機を参考にして、検討することで自動機として検討できると考える。しかし、実を分離した時の枝やごみの分離や実の搬送などについては検討すべきところが多いと思われる。

3. 実からヘタを自動で取る

実からヘタを自動で取る装置について開発課題として取り組んだ。図1に、開発した自動ヘタ取り装置の外観を示す。唐辛子を投入部から供給し、一本ずつ整列させて、画像処理により実とヘタの境界部を検出することにより、切断部の位置決めをして直刃により切断することができた。また、切断後の状況を検査して、良品と不良品とに仕分けをして排出する自動化

装置を開発することができた。

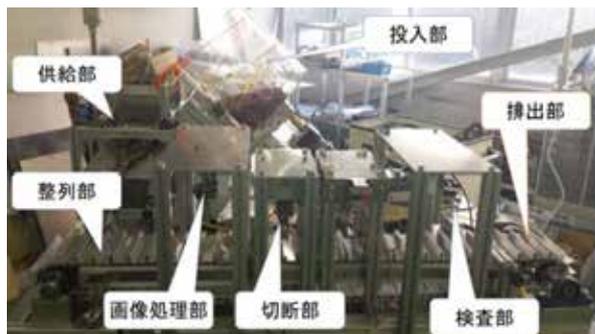


図1 自動へタ取り装置の外観

4. 実の等級判別

へタ取り後の実をカメラにて収集した情報を、画像処理により色や形状、割れや欠けなどの不良状況を認識することが可能である。1級と2級の色の違いを判別することができるかについて検討する。また、細長く丸い形状の全方向についても走査ができるかについても検討する必要がある。

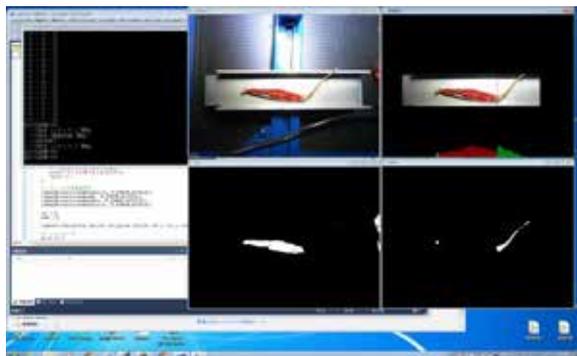


図2 画像処理による実とへタの判別

5. 実の選別

図2に画像処理による唐辛子の実とへタの判別について示す。

等級判別後の大きさや形状、不良などについて選別をする装置については、判別ができれば、その結果の情報をもとに選別することは可能である。

6. 実地設計

構想設計について、詳細を検討していくことと、今後はその可能性について検討を重ねることで、実地設計として取り組んでいきたい。次年度にさらに検討を加えながら、その翌年の開発課題のテーマとして装置の試作に取り組みたい。

平成28年度 共同研究テーマ 6件

1 銀杏殻割装置供給部の構想設計

小島 篤・矢野 牧人・浅野 博
池田 愛彦・南 公崇

2 有害鳥獣捕獲システムの開発

中村 正美・扇浦 純一郎・蝦名 健一

3 多目的利用探査形レスキューロボットの開発

小林 崇・中村 聡・井原 孝洋
永野 善己

4 食用海藻を養殖するための 水槽水温管理システムの開発

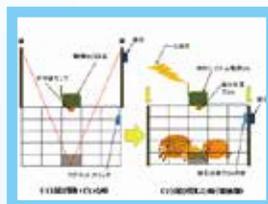
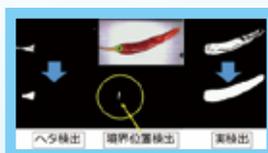
浅野 博・青柳 文隆・神足 昭男
池田 愛彦・佐々木 英世・吉野 正樹

5 革新的技術による探査形ロボットの 省エネ化・小型軽量化・低コスト化の技術開発

小林 崇・中村 聡・南 公崇

6 唐辛子収穫後の自動化に関する構想設計

中村 正美・中澤 直樹・岩崎 浩文



28-①銀杏殻割装置供給部の構想設計

収穫した銀杏の殻を剥き、薄皮を残した状態で出荷している団体がある。特に薄皮に傷のないものは市場価値が高い。現在、殻割は手作業で行っており、剥き師の高齢化にともない人手の確保が難しい状況にある。

市販の銀杏殻割機は、薄皮の状態を考慮した設計ではないため、銀杏の殻を割ることはできるが、薄皮が剥けてしまい実用に耐えない。そこで、平成25～26年度の開発課題で「薄皮に傷を付けない銀杏殻割装置」の開発を行い、一定の成果を得た。しかし、その後、剥き師の高齢化が更に進み、人手の確保は一層難しい状況となった。故に、殻割作業の機械化を図ることが急務となっており、銀杏殻割装置の成功率を向上させたい。

現在の殻割装置は、銀杏の殻の厚さに偏りのあることを利用しており、

- 1) 殻の厚い方を下に向け整列させる
- 2) 殻の厚い部分をV字のベルトサンダーで研削する
- 3) 殻に圧力を加え割る
- 4) 殻を取り外す

という手順で薄皮に傷のない銀杏を取り出している。現状では、上記1)と2)の成功率があまり高くないため、これらの工程を改善することにより、装置全体の成功率を向上させたい。

今年度は、上流の工程である「整列部」の改善を目指している。

研究の内容

1 現況調査

開発課題で取り組んだ『薄皮付き銀杏の自動殻剥き装置の開発』の製作物において、成功率を向上させるための装置の課題を抽出する。とくに、「整列部」を中心とした殻割り部までの工程における改善を行なう。

2 把持部の改良

生産技術科の総合制作で『薄皮付き銀杏の自動殻剥き装置の改良』をテーマとして、銀杏の把

持機構についての製作を行なう。

3 殻割部の改良

殻割りでの成功率を向上させるため、機構の検討、3Dモデル作成、試作の製作を行なう。

研究の成果

1 現況調査

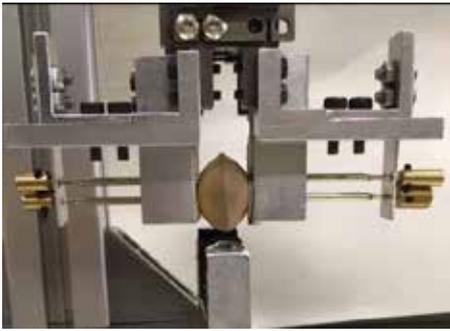
製作した装置での整列部は、自重を活用し安定した整列が行なえることは開発課題での取り組みで確認・実証済みである。しかし、装置化した場合に、把持機構との位置決めの問題があり、安定した性能が発揮できなかった。また、銀杏の殻が上部と下部で異なることが学生の実験で確認され、殻割りの機構の前に削り工程を加えることでこの問題を解消していた。しかし、個体差による殻の厚さの違いにまでは対応が困難で、さらに把持機構での銀杏の位置決めの問題もあり、安定した殻割りができないことを確認した。

2 把持部の改良

生産技術科の総合制作で『薄皮付き銀杏の自動殻剥き装置の改良』をテーマとして、銀杏の把持機構についての製作を行なった。専門課程での学生による製作だが、テーマを「安定した把持」に絞り込むことで、装置製作ができた。3点支持による把持機構とすることで、吸着パッドを使用した場合の課題であった位置決め精度が向上した。また、削りかす等を吸い込み吸着力が減少するという問題点についても改良ができた。



改良前（吸着パッド）



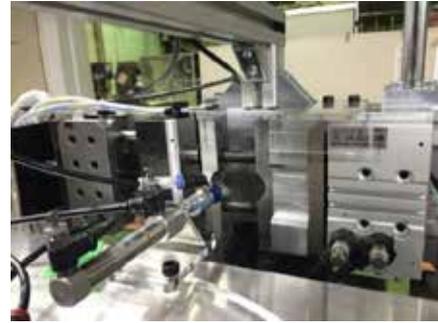
改良後（3本の針+ゴム）

3 殻割部の改良

銀杏の上部と下部での殻の厚さが大きく異なり、その量は個体差によって異なる。そのため、削り部において、削り過ぎや削り不足が発生していた。その結果、削り部においても安定した殻割りができず、実に傷をつけたり、割れなかったりといった課題が残っていた。

今回は、殻の厚さの違いを削りのみで対応することは困難と考え、削り部でも対応をする。具体的には、これまでの装置では左右の1対の削り型

としていたが、さらに上下に分割し、左右2対の削り型とし、殻の薄い部分と厚い部分で削り量を調整できるようにした。この結果、従来の装置より安定した殻割りが行なえることが確認できた。



改良前（左右1対の削り型）



改良後（上下2分割した削り型）

28-②有害鳥獣捕獲システムの開発

増えすぎたシカやイノシシとの共生のために、「鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律（鳥獣保護法）の一部を改正する法律」が、平成26年5月30日に公布された。

近年、全国的にイノシシやシカなどの一部の鳥獣が急増し、各地で深刻な被害をもたらしている。一方で狩猟者が減少し高齢化が進み、捕獲の担い手不足が問題となっている。

このため、鳥獣保護法が大きく改正され、鳥獣の捕獲を促進するための新たな措置が導入されるなど、一部の鳥獣について積極的な管理を行う、「鳥獣保護管理法」となった。

有害鳥獣捕獲檻を製造販売している地元企業の捕獲檻の形状は全面とも金網等で囲われた箱状の檻で、箱の中に閉じ込めて捕獲するものである。基本的な構造は、檻の中に餌を入れ対象動物が餌を食べ、または食べようとして檻に入り、中央の仕掛け板に荷重がかかることにより扉を落とし、檻の中に閉じ込めるものである。

この捕獲檻は、移動が可能な分解式のもので比較的簡単に設置ができ、扉は両面開閉のタイプである。この形式は古くからあるもので、檻を常設していると野生動物は、その場所を覚えるので設置に工夫が必要であり、また、錯誤捕獲があった場合に速やかに放獣する必要があることや、檻にかかった対象動物の長時間の放置は動物福祉上の問題もあることから、檻設置後は毎日見まわって捕獲状況を確認する必要がある。

このような捕獲檻に対して、見回りの負担を軽減する捕獲システムを構築するため、本研究では、イノシシの捕獲をセンサで自動検知し、ネットワークを使って電子メール等で速やかに通報するシステムを開発することを目的とする。

研究の内容

1 捕獲システムの装置製作

- 2 捕獲システムの実験と検証
- 3 檻設置現地にて実地検証
- 4 装置の改良と製品化への検討
- 5 まとめ

1 捕獲システムの装置製作

捕獲システムの装置として、檻に取り付けるセンサやシステム装置の製作を行った。図1に捕獲檻の外観を示す。また、図2、3に捕獲システムの動作と構成について示す。



図1 捕獲檻の外観

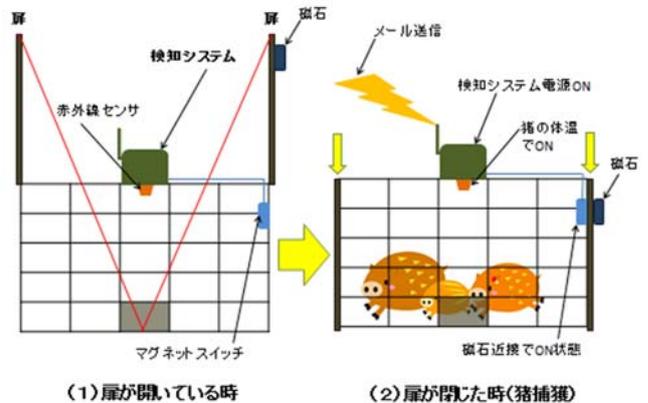


図2 捕獲システムの動作

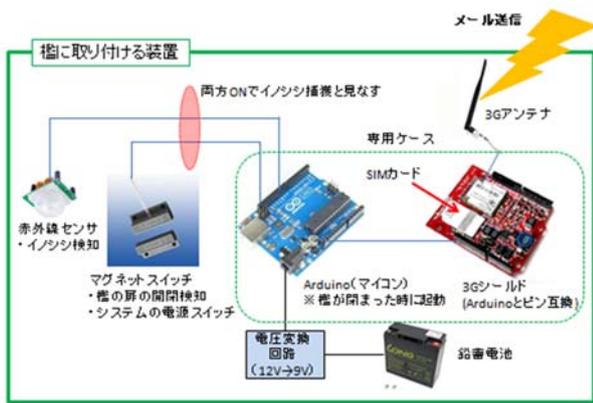


図3 捕獲システムの構成

2 捕獲システムの実験と検証

システムの動作確認と実験の途中で 3G シールドの販売元が販売を終了してしまい、さらに後継機種も長期間供給が途絶えたため、当初のシステム構成による製品化の目途が立たなくなった。

そのため、代替りのシステム構成を再度検討することになり、振り出しに戻ることになってしまった。

代替りのシステム構成を検討する中で、比較的安価で入手が容易な USB 式通信アダプタと、その通信アダプタが利用可能なワンボードマイコン・Raspberry Pi の組み合わせが候補にあがった。

その結果、ハードウェアのコストは当初案より数万円程度低くなる見通しがつき、製品化の際のコスト削減に貢献できると思われる。

しかし、新システムの構成は比較的安価な部品を組み合わせることから、回路の製作段階で煩雑な作業が増えてしまい、システムの完成までに相当な日数が掛かることが予想される。

3 檻設置現地にて実地検証

栃木市内に、檻を設置している現在の状況について視察を行い、実地検証の計画を立てた。しかし、装置の製作に時間がかかってしまい、現地にて検証試験を行うところまで進めることができなかった。

4 装置の改良と製品化への検討

装置が完成できなかったため、改良や製品化検討まで進めることができなかった。今後に向けて継続して検討していきたい。

5 まとめ

今年度の取り組みでは、有害鳥獣捕獲システムとしての開発にあたり、システムの構想から装置の詳細設計を終えることができた。特に檻に取り付けるセンサやシステム装置の設計と実験を重ねてきた。しかし、装置として完成までは至らず製品化や改良に取り組むことができなかった。次年度も継続して新しい装置構成で開発に取り組み、メール送信機能の実現や、Raspberry Pi のバッテリー駆動に必要な省電力動作などの内容についても研究に取り組みたい。

28-③多目的利用探査形レスキューロボットの開発

プレス加工機による様々な自動車部品などを製作して来た地元企業があり、経営の多角化という意味で様々な製品機器を開発している。

今回、開発を予定する探査形レスキューロボットとは、災害時の半壊した家屋などで要救助者を探索するロボットで最新技術による迅速な発見と二次災害の防止を目的としている。

すでに開発されたレスキューロボットとしては米国 A 社や米国 B 社のロボットなどがある。しかし、これらのロボットは複雑で操縦が大変困難なものとなっている。

今回共同で開発するロボットは、災害時のレスキューロボットとしての機能の他に、非災害時において不審物の探査用としても利用可能な多目的利用探査形として開発するロボットである。

具体的には、平成 27 年度関東職業能力開発大学校で制作した構造が簡単で操縦が容易な探索用レスキューロボットをベースに、様々な機能等を追加したロボットを開発する。

研究の内容

- 1 既存の探査形ロボットの評価実験と分析
- 2 市場調査
- 3 装置の 3Dモデリング設計と製品化への検討
- 4 まとめ

1 既存の探査形ロボットの評価実験と分析
既存の探査形ロボットの評価実験ということで、平成 27 年度に関東職業能力開発大学校で開発したレスキューロボットを使用し様々な評価実験を行った。結果として、連続稼働時間が 67 分であるなどの精密な結果を得た。また、様々な展示会（ロボットフォーラム 2016 等）に展示して、ロボット専門家による評価を頂き分析した。

2 市場調査

市場調査ということで、対象となる消防署の数が全国で 1711 か所や消防団が 2275 団あることがわかった。そのうえで、足利市河南消防署のレスキュー隊員から聞き取り調査を行った。その結果、専用の探査カメラは長さ 4.5m しかなく、崩落事故などでレスキュー隊員が事故現場に近づけない場合に、このロボットは大変有効であるとの回答を得た。また、製品機の値段が 200 万円以下であれば、各消防署で個別に購入が可能であるとのアドバイスを受けた。

3 装置の 3Dモデリング設計と製品化への検討

以上の分析検討を経て図 1 のような探査形ロボットの設計（3Dモデリング）を行った。

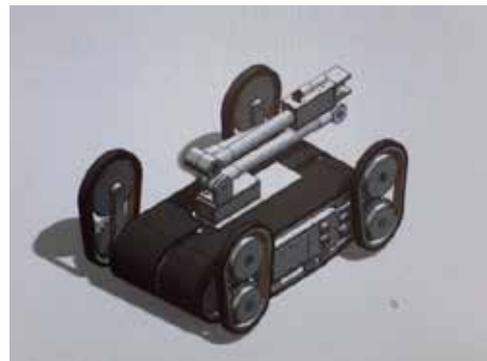


図 1 探査形ロボット 3Dモデル

4 まとめ

初年度の取り組みでは、ロボットの製品化に対し国から支援を得ることが出来たとともに消防署レスキュー隊員からの聞き取り調査から製品化のめどが立った。次年度も継続して装置の開発に取り組み、製品機を完成させたいと考える。

28-④食用海藻を養殖するための水槽水温管理システムの開発

次世代型の養殖サイクルとして、微細藻類（植物プランクトン）から始める持続可能型養殖がある。栄養素が多い海洋深層水と太陽光で微細藻類の養殖を行い、増殖した微細藻類を餌に貝類（牡蠣など）を養殖する。貝類養殖の過程で窒素やリンなどが排出されるが、その残渣を肥料として食用海藻を養殖することにより、排水の処理まで完結できる。

これら養殖の課題の一つとして、養殖水槽の水温管理があり、特に省コスト・省エネルギーで最適な温度に保つことが要望されている。

食用海藻を養殖するための実験用水槽は 1500×900×220mm の大きさで、水量は約 180L である。食用海藻の養殖において最適な水温は 25℃であり、夏場は水温 28℃を上限とし、冬場は水温 23℃を下限の目標として水槽水温を管理することが要求されている。

水温制御方法の検討

水槽水温管理システムは水温制御部と監視・制御部で構成し、水温制御部はマイコンにより水温のフィードフォワード制御を行う。監視・制御部で気象情報と水槽の情報を管理する。夏場の水温管理では水温の上昇を抑え、冬場の水温管理では水温の下降を抑えることが重要になる。

各種制御方法を検証し、実証できた方法を採用することにする。夏場と冬場に別けて具体的な水温制御方法を検討する。

夏場における水温データの実証実験において気化熱のみで水温の確保が可能かを検討するため、2本の水槽で比較実験を行った。



実験風景

最高気温が 30℃を超える真夏日において、ファンを使用する水槽とファンを使用しない水槽を比較し、水温上昇がどの程度抑えられるか検証した。ファンを使用する水槽には 120mm プロペラファン（12V、0.63A）を 5 台使用した。制御方法としては、マイクロコンピュータを用いフィードフォワード制御を行っている。具体的には、ネットワークを利用し数時間後の気象（天候、気温、湿度等）を把握することにより、温度上昇を予測し水温が上昇する前に対応している。

これにより、一層の省エネルギー効果を得ている。
実験結果

真夏日における水温の変化を 3 日間測定した結果を図に示す。直射日光下で実験を行ったため空気の温度変化を測定できなかったが、最高気温 35℃を超える日においても気化熱のみで上限の水温を超えないことが確認された。また、ファンの駆動は 40W 程度であるため、50W のソーラーパネルと 12V 鉛蓄電池の構成で対応可能である。

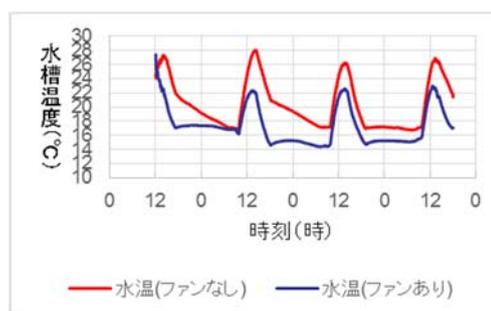


図 水温測定結果

おわりに

実験の結果、気化熱のみで上限の水温 28℃を超えないことを実証でき、エネルギー源は太陽光のみで十分効果があることから、夏場の水槽水温管理システムとして省コスト・省エネルギー化に対応可能である。今後は、夏場における海洋深層水による熱交換、冬場の水温制御について実験を行う予定である。冬場についても実証できれば、システムとしての運用を検証する予定である。

28-⑤ 革新的技術による探査形ロボットの省エネ化・小型軽量化・低コスト化の技術開発

当機構では、産学官連携のもと高い工業技術力を生かした新製品ののための技術開発を行っている。今年度から開発する探査形ロボットは平時には床下の探査や不審物の探査に使用し、災害時には災害対応支援ロボットとしても利用可能なロボットである。具体的には、高精度のGPS機能を搭載するなどの革新的技術を搭載した汎用性の高い探索形ロボットの試作機を製作して、2年後の製品化を目指すとともに農業支援ロボットへの応用なども視野に入れている。また、このロボットを開発するにあたり、基礎技術である省エネ化、軽量化、低コスト化は重要である。すでに製品化された探査形のロボットとしては米国A社や米国B社の偵察用ロボットなどがある。しかしながら、これらのロボットでは高精度のGPSを搭載しロボットの自己位置を認識できるものは少ない。以上の理由により、前述の探索形ロボットを開発する目的で、その基礎技術である探索型ロボットの省エネ化、小型軽量化、低コスト化に関する評価実験を行い、結果を分析する。具体的には平成27年度関東職業能力開発大学校で開発されたレスキューロボットの機体材料を炭素繊維材料に変更するなどして軽量化し、階段を走行させるなどしてエネルギー消費量を計測して分析する。炭素繊維材料を使用する場合、基板からの放熱が問題となる。この問題についても前述のロボットを利用してフィンによる熱伝達実験を行い分析する。さらに、低コスト化についても部品1つ1つについて検討する。そのうえで、高精度GPSも搭載して評価実験を行い開発のための基礎分野での各種技術開発を行う。

研究の内容

- 1 軽量化とコストの検討
- 2 エネルギー消費量の測定
- 3 放熱実験

研究の成果

1 軽量化とコストの検討

ロボットの軽量化については、試作品として炭素繊維強化プラスチックを使用してロボットの筐体を作成した(図1参照)。同じ大きさのアルミ製ロボットの筐体と比較したところ質量が五分之一になった。同時にコストが5倍以上になった。



図1 炭素繊維強化プラスチックによる試作筐体

2 エネルギー消費量の測定

平成27年度関東職業能力開発大学校で開発したレスキューロボットについてエネルギー消費量を測定した。すなわち主駆動電源であるリチウムポリマーバッテリーに対し、満充電した状態から10分間連続稼働させた後、充電量を測定した。エネルギー消費量は5回の平均で1370mAhであった。

3 放熱実験

同じく関東職業能力開発大学校で開発したレスキューロボットについて、伝熱性能実験を行った。10分間連続稼働させて温度センサによる2か所の筐体内部ドライバ基板温度とロボット筐体下面(放熱機構あり)の温度分布を測定した。放熱量は今計算中でロボット開発の基礎となる予定である。

まとめ

初年度の取り組みでは、探索形ロボットの基礎研究として、評価実験等から軽量化やコスト、放熱性能やエネルギー消費量等を検討した。次年度は高精度GPSの評価実験に取り組みたい。

28-⑥唐辛子収穫後の自動化に関する構想設計

この研究は、国内でも数少ない国産唐辛子を取り扱う企業との共同研究である。

昨今は安い輸入唐辛子が市場に出回る状況に対して、競争力をつけることが課題になっている。現状の問題点として、唐辛子収穫後の作業が人手に頼る部分が多いという点である。機械化できる部分を多くすることで唐辛子を栽培する農家の手作業を減らし、栽培量を増やすことができれば問題の解決につながる。

平成26年度の共同研究(後期)「唐辛子のヘタ取り装置の基本構想設計」で、ヘタ取り作業の現状を検証し、装置の自動化を進めるための基本構想設計を行った。その後、平成27、28年度の開発課題として「唐辛子の自動ヘタ取り装置の開発」を進めている。この装置は、唐辛子収穫後の自動化の一部であり、前後の手作業を機械化することで、さらに効率的に自動化を進めることができる。

今回の共同研究では、収穫後の唐辛子を加工する一連の作業の問題点を調査し、機械化が有効な作業に対して作業工程を分析する。

さらに、費用対効果から優先順位を判断し、今後取り組む自動化装置の目標を設定し、構想設計を行い実施設計に繋げるものとする。

研究の内容

1 現況調査

現在の唐辛子の収穫状況について会社訪問による打ち合わせで調査する。また、収穫後の作業の様子や自動化する要素について、畑や工場を見学することで自動化の必要性と可能性について検討する。

2 ヘタ取りの自動化

今年度は昨年の共同研究から、開発課題として自動ヘタ取り装置の開発に取り組む。唐辛子を一本ずつ供給する機構を構築し、搬送ラインを動かしながらカメラの画像認識により実とヘタとを見分けることで切断部位を位置決めし、直刃によりヘタを除去する。この装置の開

発により、さらに発展した自動化装置が実用化できるかについて検討を加える。

3 自動化構想設計

唐辛子の栽培されている畑から、地上部分を切り取り収穫する自動化装置について検討する。栽培されている茎から実を分離させる自動化装置について検討する。

唐辛子収穫後の実の色や大きさ、形、曲がりや割れ、欠けなどの不良について、等級判別と自動選別を検討する。

研究の成果

現況調査

現在の唐辛子の収穫状況について会社訪問と調査により、収穫後の様子について、収穫量を増やすには収穫や収穫後の実のヘタ取りを自動化することが望まれていることを確認した。工場では、ヘタ取りの様子について作業員が木から実を分離する機械を使用する様子を見ることで、今後の自動化についての必要性の高さと実現の難しさを知ることができた。

自動化構想設計

1 唐辛子栽培の畑から木を収穫する

栃木県では東日本大震災の残留放射能の影響で根ごと回収することはできないので、地上部分を根元から切断する機構は、ハサミや回転刃により切り取ることで実現できる可能性は高い。しかし、畑の中を自動走行する収穫ロボットと刈り取った地上部分を収集する機構については、畑は不整地で凹凸があり、地上部分の大きさが不ぞろいであることから収穫して回収するのは困難であると考えられる。

2 茎から実を分離させる。

茎から実を分離させる方法は、現状の脱莢機を参考にして、検討することで自動機として検討できると考える。しかし、実を分離した時の枝やごみの分離や実の搬送などについては検討すべきところが多いと思われる。

3 実からヘタを自動で取る

実からヘタを自動で取る装置について開発課題として取り組んだ。開発した装置の外観を図1に示す。唐辛子を投入部から供給し、一本ずつに整列させて、画像処理により実とヘタの境界部を検出することにより、切断部の位置決めをして直刃により切断することができた。また、切断後の状況を検査して、ヘタ取り成功品と処理不良品とに仕分けをして排出する自動化装置を開発することができた。

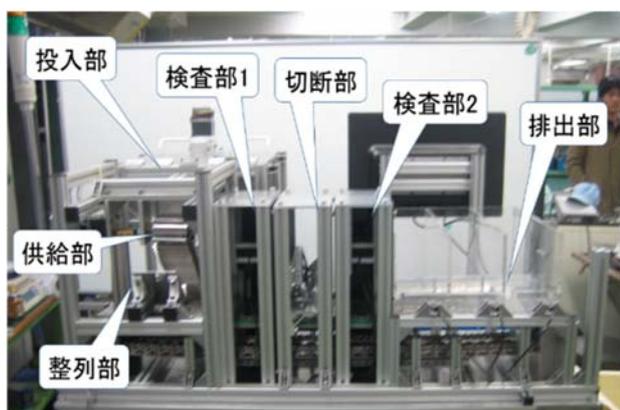


図1 自動ヘタ取り装置の外観

4 実の等級判別

ヘタ取り後の実をカメラにて収集した情報を、画像処理により色や形状、割れや欠けなどの不良状況を認識することが可能である。図2にカメラにて画像処理による実とヘタの境界位置の検出について示す。

今後は、より精度をあげることで処理データ量

を増やしデータベース化して学習機能を持たせたディープラーニングによりAIを導入することで、1級と2級の色の違いを判別することができるかについて検討することが考えられる。また、細長く丸い形状の全方向（表と裏面）について走査ができるかについても検討する必要がある。

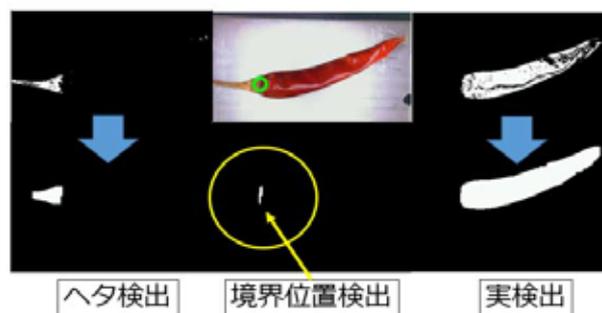


図2 画像処理による実とヘタの境界位置検出

5 実の選別

等級判別後の大きさや形状、不良などについて選別をする装置については、判別ができれば、その結果の情報をもとに選別することは可能である。

6 実施設計

構想設計について、詳細を検討していくことで、今後はその可能性について検討を重ね、実施設計として取り組んでいきたい。また、自動化できる部分についてより詳細に検討を加えていきたい。

平成29年度 共同研究テーマ 6件

1 部品専用パレットの最適化設計に関する研究

中村 正美・小島 篤・池田 愛彦
岩崎 浩文・三田 元仁・澤井 文雄

2 多目的利用探査形レスキューロボットの開発

小林 崇・永野 善己・南 公崇

3 革新的技術による探査形ロボットの 省エネ化・小型軽量化・低コスト化の技術開発

小林 崇・永野 善己・南 公崇

4 食用海藻を養殖するための 水槽水温管理システムの開発（加温）

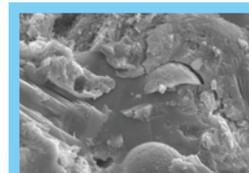
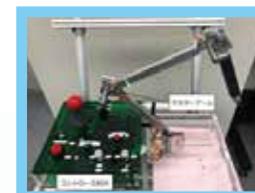
浅野 博・小野 泰二・青柳 文隆
神足 昭男・池田 愛彦・小野寺 愛美

5 モルタルに混和した微粉碎フライアッシュの 活性に関する研究

財津 拓三・山之内 隆志・鶴田 暁
古山 辰志

6 伝統的町家の保存活用のための 外壁防火改修手法の開発

山之内 隆志・鶴田 暁・財津 拓三



29-①部品専用パレットの最適化設計に関する研究

主に自動車車体のプレス加工用の鋼板を、コイル材からレバラーとシャーリングにより、規定寸法で切断加工している工場では、今後、新規事業として鋼板を切断するだけでなく、物流として搬送する際に、効率よく運搬するための搬送用パレットを設計製作して、個体識別管理に RFID を用いて行うことで製品の出荷管理を行う計画である。

研究テーマは、物流システムにおいて設計開発する部品専用パレットに、付加価値を持たせたオリジナル性をつけるため、RFIDを用いた個体識別管理による付加価値を持たせたパレットの最適化設計を行う。

また、個体識別管理装置の検証システムのモデルを作成し、その評価を行う。

研究の内容

- 1 部品専用パレットの種類と機能、構造を分析調査
現有のパレットについて分析して調査するとともに、種類や要求機能、仕様について検討する。
- 2 部品専用パレットの設計
パレットを設計するために必要な技術や能力について習得し、パレットの設計に取り組む。
- 3 個体識別管理装置のシステム設計
個体識別管理するための RFID に関する技術を習得してシステムを設計する。図1にそのシステムの構成について示す。
- 4 個体識別管理装置の検証システムを構築
個体識別管理について設計した検証システムを構築する。(図2参照)
- 5 個体識別管理装置の検証システムの評価
個体識別管理装置の検証システムを評価してフィードバックをかける。

研究の成果

- 1 部品専用パレットの種類と機能、構造を分析調査
今回の共同研究では、部品専用パレットの

どのパレットが、どちらの工場にあるかを RFID を用いて個体識別管理

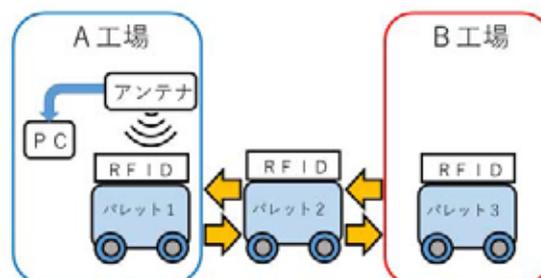


図1 個体識別管理装置のシステム設計



図2 個体識別管理装置の検証システムの実験

設計をするが、そのパレットを使用する物流システム全体について検討し、材料を供給するコイルセンターから加工するTearlシステム全体について検討する。

また、材料を供給するコイルセンターから加工するTearlメーカーへ、さらに組立するCarメーカーへの物流における部品を搬送するパレットに、RFIDを搭載して管理することで、付加価値を付けた新たなサプライチェーンマネジメント(SCM)のモデルとして、物流情報システムを構築する構想がある。

今回は、そのシステムについて検討し、開発の方向性を確認した。

現在取り扱っているパレットについても、パレットの種類や機能、構造について再確認し、今後

の開発設計に必要なパレットについて検討した。

本共同研究の取り組みにより、部品専用パレットを用いたサプライチェーンマネジメントの物流システムとして、新たにRFIDの個体識別管理をすることで、物流全体を管理するシステムを提案し、付加価値を持たせた部品専用パレットの基本設計ができた。

今後は更なる開発を進めることにより、実験と検証を繰り返し、RFIDを搭載した部品専用パレットを開発し、新たな物流システムを構築していきたいと思う。

29-②多目的利用探査形レスキューロボットの開発

探査形レスキューロボットとは、災害時の半壊した家屋などで要救助者を探索するロボットで最新技術による迅速な発見と二次災害の防止を目的としている。

今回、共同で開発するロボットは災害時のレスキューロボットとしての機能の他に、非災害時には不審物の探査用としても利用可能な多目的利用探査形として開発するロボットである。

具体的には、平成 27 年度当校で制作したレスキューロボットをベースに、様々な機能等を追加したロボットを開発し、加工組み立て調整を行った。

研究の成果

1 ロボットハンドの概要

アーム部は対象となる危険物の最大質量を約 1 kg と想定した上でモータを選定した。ROBOTIS 社製シリアルサーボモータを 6 つ使用し、5 軸のアームとモータを 1 つ用いたロボットハンドを先端に搭載している。アームを 5 軸で構成したことによって自由度の高い動作を可能としている。

アーム間モータの通信はシリアル通信で行う。まずはコントローラ～XBee 間を UART 規格の通信に従い筐体側のマイコンが通信データを受け取り、マイコン～モータ間は RS485 規格の通信として制御している。

RS485 の通信は専用モジュールによって簡素化されている。図 1 にロボット筐体とアームを示す。



図 1 ロボット筐体とアーム

2 ロボットアームの制御（ユニラテラル制御マスタースレーブ方式）

ロボットアームの制御はユニラテラル制御マスタースレーブ方式を採用している。これは本体のロボットアームをスレーブ（従属側）とし、操縦装置のアームをマスター（支配側）として、マスターを制御することによりユニラテラル（一方的）にロボットアームを動かす方式である。図 2 に操縦装置とマスターアームを示す。

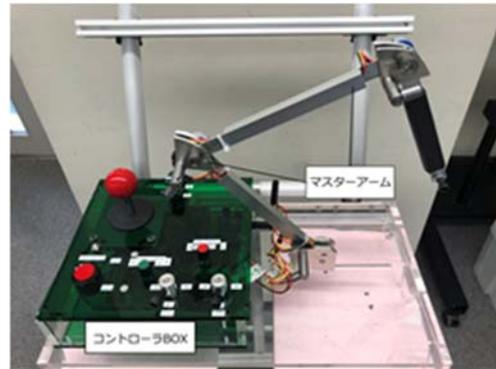


図 2 操縦装置とマスターアーム

3 評価実験

図 3 のような評価実験を行った。マスターの動きに対してスレーブのアームは完全に追従した。

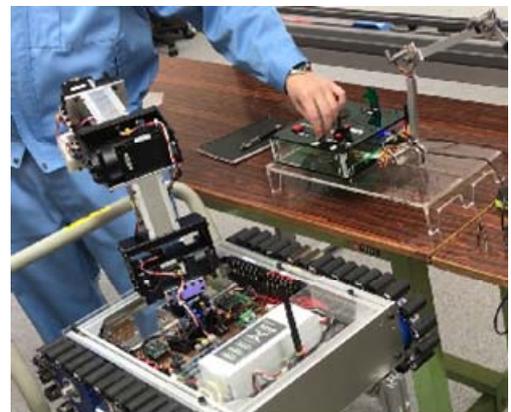


図 3 評価実験

29-③革新的技術による探査形ロボットの省エネ化・小型軽量化・低コスト化の技術開発

当機構では、産学官連携のもと高い工業技術力を生かした新製品ののための技術開発を行っている。今年度から開発する探査形ロボットは平時には床下の探査や不審物の探査に使用し、災害時には災害対応支援ロボットとしても利用可能なロボットである。

具体的には、高精度のGPS機能を搭載するなどの革新的技術を搭載した汎用性の高い探索形ロボットの試作機を製作して、2年後の製品化を目指すとともに農業支援ロボットへの応用なども視野に入れている。

また、このロボットを開発するにあたり、基礎技術である省エネ化、軽量化、低コスト化は重要である。

すでに製品化された探査形のロボットとしては米国A社や米国B社の偵察用ロボットなどがある。しかしながら、これらのロボットでは高精度のGPSを搭載しロボットの自己位置を認識できるものは少ない。

以上の理由により、前述の探索形ロボットを開発する目的で、その基礎技術である探索型ロボットの省エネ化、小型軽量化、低コスト化に関する評価実験を行い、結果を分析する。前年度には平成27年度関東職業能力開発大学校で開発されたレスキューロボットの機体材料を炭素繊維材料に変更するなどして軽量化し、階段を走行させるなどしてエネルギー消費量を計測して分析した。

炭素繊維材料を使用する場合、基板からの放熱が問題となる。この問題についても前述のロボットを利用してフィンによる熱伝達実験を行い分析した。

今年度は、探査形ロボットの機体を視認しないで動作させるのに必要なロボットエミュレータを試作し評価実験を行った。

研究の内容

- 1 ロボットエミュレータの試作
- 2 ロボットエミュレータの評価実験
- 3 まとめ

研究の成果

1 ロボットエミュレータの試作

ロボットエミュレータとは探索形ロボットの機体やハンドの構造をPC上で模倣し、実際の動きをほぼリアルタイム描画するものであり、ロボットの機体を視認しないで操作するために使用される。図1に試作したロボットエミュレータを示す。

エミュレータはOSをWindows10とし、開発言語としてC#が採用されている。この言語により画面上に3Dモデルを作成し、センサによる角度情報等によりハンドの動きや機体の角度などを表示している。また、バッテリー残量の表示や動作のログも表示可能となった。



図1 ロボットエミュレータ画面

2 ロボットエミュレータによる評価実験

実際のロボットと操縦装置およびロボットエミュレータを使用して評価実験を行った。図2に評価実験の様子を示す。左側がロボット本体、中央が操縦装置、右側がロボットエミュレータである。操縦装置のスレーブアームを動かしたところ、ロボットハンドとエミュレータが完全に同期していることが確認できた。



図2 ロボットエミュレータによる評価実験

3 まとめ

2年度の取り組みでは、探索形ロボットの基礎研究として、機体のエミュレータを開発し実際のロボット等で動作を確認できた。

29-④食用海藻を養殖するための水槽水温管理システムの開発（加温）

農学生命科学の研究では、「バイオマス・ショア」の構想があり、地球温暖化の防止や資源の枯渇問題への対応として、微細藻類から始める持続可能型養殖について研究を行っている。

再生可能エネルギーは、電力に変換して利用することがほとんどであるが、本研究の源となる微細藻類によるバイオマスは、油脂やエタノール、ガスなどを生産し利用することが可能である。この微細藻類による油の採取と同時に次世代型の養殖サイクルを実現し、持続可能型養殖を行うことが考えられる。まず、栄養素が多い海洋深層水と太陽光で微細藻類の養殖を行う。微細藻類の寿命は1週間程度のため、短サイクルで油の採取を行う。

同時に、増殖した微細藻類を餌に貝類（牡蠣など）を養殖する。貝類養殖の過程で窒素やリンなどが排出されるが、その残渣を肥料として食用海藻を養殖することにより、排水の処理まで完結する。

これら養殖の課題の一つである養殖水槽の水温管理システムの構築を平成27年度より行っている。システムは、エネルギーを作り出すことが目的であるので、省コスト・省エネルギーで最適な温度に保つことが必要不可欠となる。今年度は、元々養殖サイクルで利用している太陽光・海洋深層水および自然エネルギーである温泉水を利用し、省コスト・省エネルギーな水槽水温管理システムについて共同で開発したので報告する。

研究の内容

1 エネルギー源となる自動追尾型太陽光発電装置の開発

2 水温制御法

3 まとめ

研究の成果

1 エネルギー源となる自動追尾型太陽光発電装置の開発

養殖場所は、電源がない海岸や砂漠などが想定されているため、水温管理システムを稼働するための独立型電源システムの開発が必要となる。そこで、安全、無人稼働、かつ再生可能エ

ネルギーを利用した自動追尾型太陽光発電装置の開発を行った。図1に外観、表1に仕様を示す。



図1 外観

装置仕様	
大きさ	W2,160×D1,800×H1,500mm
重量	330kg
出力電源	① DC5V, 5A ② DC12V, 10A ③ DC24V, 5A ④ AC100V, 5A
発電能力	晴天時は 500Wh/日供給可能 無発電が4日間連続しても 250Wh/日を供給可能
設置場所	無線LANルーターから90m以内の屋外
太陽追尾範囲	仰角6~73°, 方位角±135°(南基準)
データ管理	10分間隔で発電電力、消費電力、水温を記録し、PC及びタブレット等の携帯端末で確認できる
通知機能	PCには画面により異常を通知し、Android端末は通知領域と音で異常を通知する
防水対策	IP34相当
耐風力	JIS C 8955:太陽電池アレイ用支持物設計標準に準拠 ※平均風速9m/sを10分間計測時、仰角を6°にする
稼働温度範囲	-10~60℃
装置製作費	約78万円

表1 装置の主な仕様

2 水温制御法

① IoTを活用した制御法

消費電力を極力抑えるために、フィードフォワード制御を用いることとした。その方法は、数時間後の気象情報を予めインターネット上より得て、事前に加温または冷却を徐々に行っていく方法である。水温が上昇または下降してから、加温・冷却を始めるより時間をかけてゆっくり制御することが可能となり、省エネルギー化が実現可能となる。

② 冷却・加温方法

冷却・加温で使用できるのは、自動追尾型太陽光発電装置で得られる電力および養殖サイクルで利用している海洋深層水および自然エネルギーである温泉水とした。

夏場における水温冷却方法としては、下記2つの方法を検討した。

① 気化熱による冷却

② 海洋深層水による熱交換

気化熱を利用した冷却は、水槽周辺にプロペラファンを取り付け、プロペラファンの稼働数および回転数により冷却を行う。概ね良好な結果を得ている。

海洋深層水による冷却は、水槽下部にパイプを這わせ流量制御弁により、流量を調整することにより冷却を行う。

冬場における加温については、下記2つの方法を検討している。

① ペルチェ効果による加温

② 温泉水による熱交換

ペルチェ効果による加熱は、素子を水槽内に収め加温する。

温泉水による加温は、海洋深層水による冷却と同様のシステムで行う。

現時点では、各々の方法による熱量や電力消費の計算および基礎実験を行っているところである。

3 まとめ

今年度の研究をまとめると以下のとおりである。

- ・エネルギー源としては、自動追尾型太陽光発電が効果的である。
- ・気化熱による冷却およびペルチェ効果による加温については、電力消費が大きいので、今後年間を通した実験が必要となるが、気化熱

による冷却は有効な手段であることを確認済である。

- ・海洋深層水による熱交換および温泉水による熱交換については、システム構成が同様であり、電力消費も少なく、自然エネルギーによる方法であるので、現時点で最も有効な理論構成であると考えている。しかし、海洋深層水と温泉水のどちらもない地域では利用できないため場所が限定されてしまうことがある。
- ・冷却よりも加温が困難であり、今後水槽自体の保温を検討する必要がある。



養殖水槽の水温データ収集実験



実験全体風景

29-⑤モルタルに混和した微粉砕フライアッシュの活性に関する研究

研究の目的

石炭を燃料とする火力発電所からは、石炭の燃焼灰であるフライアッシュが多量に排出されている。これまでは、セメント製造時の原料としてフライアッシュの大半を使用してきたが、セメント生産量が横ばい状態の中、他の分野での利用が望まれている。そこで、フライアッシュは良好なポゾラン物質であることから、セメント・コンクリート分野における利用拡大が有効な手法として考えられている。

しかし、フライアッシュを混合したコンクリートは強度発現性や施工性などコンクリートの品質管理が煩雑になる場合が多い。特に、初期強度不足は施工工程に影響を及ぼすため、フライアッシュを混合したコンクリートの初期強度不足の改善が重要であると考えられる。そこで、本研究では、フライアッシュを混合したコンクリートの初期強度不足の改善を図るため、フライアッシュを微粉砕することで、その活性度に及ぼす影響の調査を試みた。

研究の内容

石炭を燃料とする火力発電所から排出されるフライアッシュは、現状の利用方法では約68%がセメント製造の際の粘土代替材料として使用され、約17%が大型構造物用のコンクリートや二次コンクリート用の混和材として使用されている。このように、コンクリート用の混和材料としては、フライアッシュを積極的に使用しているとは言えない状況である。この背景として、初期強度の発現性が普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートと比べ遅いこと、セメントの水和反応で生じた水酸化カルシウムをポゾラン反応の進行過程で消費するため、中性化の進行が促進されることなどの問題がある。

しかし、フライアッシュを砕砂の一部として事前混合した細骨材（以降、FASと略記）に関する研究では、あらかじめフライアッシュと砕砂を混合することで、粗大なフライアッシュが粉砕（微細化）されフライアッシュの活性化が良好になったことが報告されている。このため、もともとの平均粒径が20 μ m程度であるフライアッシュを微

細化し活性度を向上させることで、コンクリートに混和した場合のデメリットである材齢初期での強度発現性を向上させることが可能であると考えられる。

そこで本研究では、JIS A 6201に規格化されているⅡ種灰（FA）原粉とし、この灰を微粉砕したものをモルタルに混和した場合の活性度について検討する。具体的には、モルタルの養生方法がフライアッシュの活性度に及ぼす影響を、圧縮強度試験およびX線回折分析等により調査した。

研究の成果

フライアッシュを混合したコンクリートのフレッシュ状態の特徴として、ワーカビリティの向上が挙げられる。しかし、本研究で用いたフライアッシュは微粉砕処理をしているため、本来の球状から角張った形状であることが考えられ、ワーカビリティ性能が低下することが考えられた。

そこで、練り終えたモルタルをフロー試験に供することで、微粉砕処理をしたフライアッシュのワーカビリティを検証した結果、微粉砕処理していないフライアッシュを混合したモルタルのフロー値と比較して大差ない結果となった。

これは、微粉砕処理の過程で粗大なフライアッシュは粉砕されるが、小さいフライアッシュは粉砕されずに残っているためワーカビリティへの影響は無かったと考えられる。

圧縮強度試験では、20℃養生と高温養生の2水準でモルタルを養生した。この結果、20℃養生では、フライアッシュを混合したモルタルの初期強度発現性は緩慢であり、材齢91日において同じ水結合材比のフライアッシュ無混合のモルタルと比較して、同等の圧縮強度を示した。なお、微粉砕フライアッシュを混合したモルタルも同様の傾向を示したが、材齢が長期になるに従い微粉砕フライアッシュを使用したモルタルの強度発現性は増進した。

一方、高温養生したモルタルの場合では、材齢3日の時点でフライアッシュを混合したモルタルの方がフライアッシュ無混合のモルタルと比較して圧縮強度は大きかった。さらに、微粉砕フラ

イアッシュとプレーンのフライアッシュを混合したモルタルの圧縮強度を比較すると、微粉碎したフライアッシュを混合したモルタルの方が大きかった。フライアッシュを微粉碎することによる活性が確認された。

SEM によるモルタル組織の観察については、20℃養生では材齢7日の時点で顕著なフライアッシュの反応は認められなかった。しかし、高温養生では、フライアッシュの表面から反応性の物質

の溶出が確認された。XRD によるセメントの水和反応について、フライアッシュの混合の有無にかかわらず、材齢7日では80%以上が反応していることがわかった。さらに、セメントの水和反応で生成される水酸化カルシウムの量について、フライアッシュを混合したモルタルの方が著しく低下していることがわかった。これは、フライアッシュが反応する過程で水酸化カルシウムを消費したものと考えられる。



図1 走査型電子顕微鏡による微細組織の観察
(左からイオンスパッタリング装置、走査型電子顕微鏡、モルタルの微細組織の順)

29-⑥伝統的町家の保存活用のための外壁防火改修手法の開発

既存の伝統的町家には、防火上、建築基準法不適合な点が多く、増改築・用途変更を伴う活用には大きな困難がある。片面塗り土壁となる戸境壁はその典型で、現行防火構造告示の土壁仕様では屋外側加工が必要なため、既存町家への適用は困難である。真壁の防火性能を支配するのは非損傷性であるが、昨年度に実大土壁の載荷加熱実験を行い、柱の屋内側からの接着補強により防火構造同等の非損傷性が得られることを明らかにした。しかし、その実用化には、施工性や町家活用上の意匠的要求を考慮した補強方法の多様化が必要である。土壁の載荷加熱実験には多大な費用がかかるため、火災加熱後の柱の断面性能を再現する柱試験体の圧縮実験により、土壁実験と同等の防火性能を有する補強方法を把握したい。本手法の妥当性は、通常の両面塗り真壁では検証済みである。本実験を通じて、既存の伝統的町家の増改築・用途変更等、本来建築確認を必要とする場合に必要な補強仕様を明らかにし、京都市が京町家を対象として制定した建築基準法第3条による建築基準法適用除外のための包括同意基準への活用など、歴史的木造建築の保存活用の可能性が高まることを期待している。

研究の内容

既存の伝統的町家の増改築・用途変更等、本来建築確認を必要とする場合に必要な補強仕様を明らかにするため、火災加熱後の柱材を模擬した断面欠損を有した柱試験体を10月までに製作した。併せて、万能試験機にて柱材の圧縮試験を実施できるよう試験体保持と加力を目的とした治具の設計製作を実施した。製作した17通り37体の試験体の圧縮試験を11月に実施した。12月から3月にかけて実験計測結果の評価を実施した。

研究の成果

本実験を通じて、既存の伝統的町家の増改築・用途変更等、本来建築確認を必要とする場合に必要な補強仕様の方向性が明らかとなった。一点目はビスと接着剤を併用すれば、室内側からの添え板補強柱は、断面の一体性を保持できる可能性が高いと考えられる。二点目は補強材厚さが10~30mmのいずれの場合も、無補強に対して断面性能が向上しており、防火性能を向上させることが可能だと考えられる。以上より、伝統的町家の妻側外壁の防火性能を簡易に向上させる補強方法および仕様に見通しが付いた。



垂直荷重試験



水平荷重試験

平成30年度 共同研究テーマ 6件

1

省エネルギーに特化した 水槽水温管理システムの開発

浅野 博・小野 泰二・青柳 文隆
神足 昭男・菅野 金一・小島 篤
小野寺 愛美



2

部品専用パレットを活用した 物流情報システムの構築に関する研究

中村 正美・小島 篤・安井 雄祐
岩崎 浩文・三田 元仁・澤井 文雄



3

モルタルに混和した微粉碎フライアッシュの 活性に関する研究

財津 拓三・山之内 隆志・古山 辰志
鶴田 暁



4

小型給湯器のマイコンにおける 燃焼制御システムの開発

谷田部 良久・神足 昭男・刈部 貴文



5

椎茸栽培における手作業の 効率化に関する基本構想設計

菅野 金一・小野 泰二・蝦名 健一



6

ヨシズ製造装置の基本構想設計

南 公崇・永野 善己

30-① 省エネルギーに特化した水槽水温管理システムの開発

パリ協定にみられる地球温暖化の防止や資源の枯渇問題への対応は地球規模で急務とされている。対策として、私どもが提唱している「バイオマス・ショア」構想がある。

＊「バイオマス・ショア」とは

- ・大気中 CO₂ を増やさずに産業活動を行うための持続可能で脱炭素な社会モデル
- ・プラス経済収支を達成するために広大な沙漠と海洋深層水を利用し、大規模な微細藻類培養を基盤にした「バイオマス・コンビナート」を展開する
- ・バイオマス・コンビナートでは、スマートアグリ（農業）、スマートアクア（水産業）、発酵産業、バイオマス由来化成品産業など各ユニットが有機的に結合している。このうちのスマートアクア（水産業）の展開として、まず、栄養素が多い海洋深層水と太陽光で微細藻類の養殖を行う。微細藻類の寿命は1週間程度のため、短サイクルで油の採取を行っていく。同時に、増殖した微細藻類を餌に貝類（牡蠣など）を養殖する。貝類養殖の過程で窒素やリンなどが排出されるが、その残渣を肥料として食用海藻を養殖することにより、排水の処理まで完結することが考えられる。本研究は、これら養殖の課題の一つである養殖水槽の水温管理システムの構築を行うことである。システムは、エネルギーを作り出すことが目的であるので、省コスト・省エネルギーで最適な温度に保つことが必要不可欠となる。

研究の内容

平成 27 年度からの継続テーマである。昨年度までに下記の開発を終了した。

- ①エネルギー源となる自動追尾型太陽光発電システムの開発
- ②プロペラファンを用いた気化熱による冷却システムの開発
- ③フィードフォワード制御を可能としたマイコ

ンシステムの開発

④ペルチェ効果による加温システムおよび海洋深層水・温泉水等を利用した熱交換システムの理論構築

今年度は、冬季加温のための保温方法の検討および④の理論構築を実機によるシステム化を行い、検証する。

研究の成果

容器側面からの熱移動より、容器上面からの熱移動が多いことが確認できた。容器上面からの熱移動を防ぐためには、蓋を施し、断熱することが効果的であることが分かった。また、試験体 No.2 と試験体 No.4 を比較すると、容器断熱の効果は少ないが、試験体 No.1 と試験体 No.4 を比較すると、容器断熱の効果が高いことがわかる。このことから、水温を維持する為には蓋を施すことが最も有効な断熱方法であり、かつ、容器側面を断熱することで、より長い時間水温を維持できることがわかった。また、容器上面に施工した蓋に欠損がある場合、欠損面積が大きくなるほど、温度低下に影響を及ぼすことが確認できた。試験体 No.4 と試験体 No.10 を比較すると、蓋の欠損面積が水の表面積の 50%に達すると蓋を施していない場合と同じ測定結果になった。このことから、容器上面に施す蓋の仕様は、できるだけ穴やすき間がない蓋が最も断熱に効果的であり、やむを得ず穴やすき間が生じる場合においては、蓋の欠損面積は容器内の水の表面積の 50%以下でなければ断熱効果が得られないことがわかった。

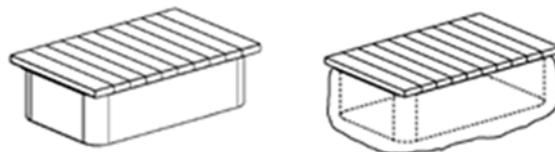


図 1 試験体外観

これらの結果を基に、断熱を施した状態で加温制御の実証データを得ることが今後の課題となる。

30-② 部品専用パレットを活用した物流情報システムの構築に関する研究

鋼板をコイル材からレベラーとシャーリングにより切断加工する会社との取り組みである。新規事業として鋼板を切断するだけでなく、物流として搬送する際に効率よく運搬するための搬送用パレットを設計製作して、個体識別管理にRFIDやQRコードを用いることで製品の出荷管理を行いたいと考えている。サプライチェーンマネジメントにより物流をコンピュータによる情報管理することで、製作するパレットに個体識別管理を搭載して付加価値をつけた物流用の部品搬送用パレットの物流情報システムを自社開発するために共同研究として取り組んだ。

研究の内容

1. 部品専用パレットの設計

パレット設計に必要な技術や能力について、社員研修により3次元CADの活用技術を習得し、設計対象のパレットの種類や要求機能、仕様について検討し、パレットの設計に取り組む。

2. 個体識別管理装置のシステム設計

個体識別管理するためのRFIDやQRコードに関する技術を習得し、パレットを管理するシステムを設計する。

3. 個体識別管理装置の検証システムの構築

個体識別管理について設計した検証システムを構築する。

4. 個体識別管理装置の検証システムの評価

個体識別管理装置の検証システムを評価してフィードバックをかける。

研究の成果

今年度は、昨年度の「部品専用パレットの最適化設計に関する研究」に引き続き「物流情報システムの構築」に向けて検討を重ねた。

1. 部品専用パレットの設計

3次元CADを活用して、自動車シート搬送用パレットとトラックに積載するための可動式タラップを設計した。また、使用鋼材のライブリーダーデータを作成し構築することができた。

2. 個体識別管理装置のシステム設計

図1にサプライチェーンマネジメントとしての

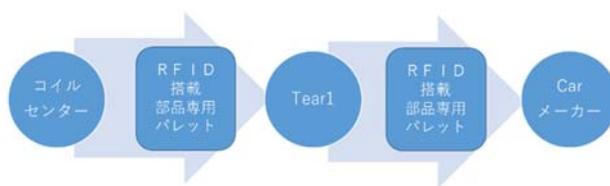


図1 サプライチェーンマネジメント

物流情報システムについて示す。物流システムとして配送計画に基づき帰社したトラックに対する荷探しや集荷、荷分け、クレーン運搬業務に伴う製品や置場の管理情報が、アプリで登録できて位置情報と配車情報がデバイス上でリアルタイムに確認できるシステムを構築したい考えがある。そこで、エリア内にある在庫の情報と位置関係がリアルタイムで把握できることや、集荷場での出荷便に応じた置場管理の仕分けがシミュレーション的にデバイス上でもできるようにすることや、長期在庫、不適合材、見込み材などの在庫状況がわかるシステムを構築した。

図2に、開発した物流情報システムのアプリケーションについて示す。本共同研究の取り組みにより、新たにQRコードやRFIDの個体識別管理をすることで、物流全体を管理するシステムを提案し、付加価値を持たせた部品専用パレットの物流情報システムを構築することができた。今後は更なる開発を進めることにより、実験と検証を繰り返してRFIDを搭載した部品専用パレットの物流システムを構築していきたいと思う。



図2 開発した物流情報システムアプリケーション

30-③ モルタルに混和した微粉砕フライアッシュの活性に関する研究

研究の目的

石炭を燃料とする火力発電所からは、石炭の燃焼灰であるフライアッシュが多量に排出されている。これまでは、セメント製造時の原料としてフライアッシュの大半を使用してきたが、セメント生産量が横ばい状態の中、他の分野での利用が望まれている。そこで、フライアッシュは良好なポゾラン物質であることから、セメント・コンクリート分野における利用拡大が有効な手法として考えられている。

しかし、フライアッシュを混合したコンクリートは強度発現性や施工性などコンクリートの品質管理が煩雑になる場合が多い。特に、初期強度不足は施工工程に影響を及ぼすため、フライアッシュを混合したコンクリートの初期強度不足の改善が重要であると考えられる。そこで、本研究では、フライアッシュを混合したコンクリートの初期強度不足の改善を図るため、フライアッシュを微粉砕することで、その活性度に及ぼす影響の調査を試みた。なお、今年度は、フライアッシュの粉砕の程度を昨年度に実施したものよりも半分程度の粒子径になるものを使用した。具体的には、前年度のフライアッシュの粒子径が50%の累計頻度において $6\mu\text{m}$ 程度であったが、今年度は $3\mu\text{m}$ 程度のものを使用した。

研究の結果

フライアッシュを混合したコンクリートのフレッシュ状態の特徴として、ワーカビリティの向上が挙げられる。しかし、本研究で用いたフライアッシュは微粉砕処理をしているため、本来の球状から角ばった形状であることが考えられ、ワーカビリティ性能が低下することが考えられた。この結果、粒子径が昨年度のものに比べ約半分であったため、フレッシュモルタルの流動性が未処理のフライアッシュを使用したものと比較して小さくなった。これは、粉砕処理することによってフライアッシュの粒子径が小さくなりモルタルの粘性が大きくなったことが原因と考えられる。しかし、同じ水セメント比のセメントのみのもものと比較した場合、粉砕処理したフライアッシュを混合したモルタルの方がフロー値は大きくなった。

圧縮強度試験では、 20°C 養生と高温養生の2水準でモルタルを養生した。この結果、 20°C 養生では、フライアッシュを混合したモルタルの初期強度発現性は緩慢であり、材齢91日において同じ水結合材比のフライアッシュ無混合のモルタルと比較して、同等の圧縮強度を示した。なお、微粉砕フライアッシュを混合したモルタルも同様の傾向を示したが、材齢が長期になるに従い微粉



図1 X線回折装置 (XRD)

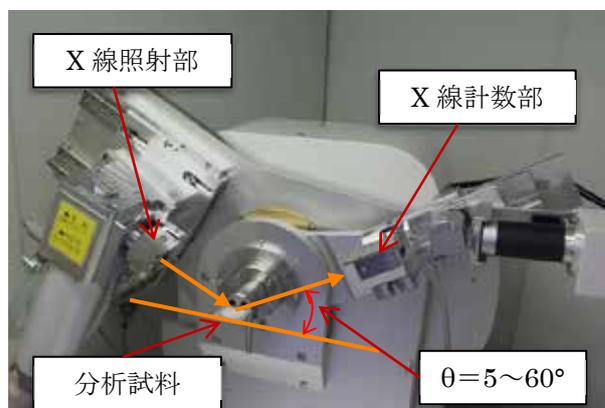


図2 XRD分析の様子

砕フライアッシュを使用したモルタルの強度発現性は増進した。

一方、高温養生したモルタルの場合では、材齢3日の時点でフライアッシュを混合したモルタルの方がフライアッシュ無混合のモルタルと比較

して圧縮強度は大きかった。さらに、微粉碎フライアッシュとプレーンのフライアッシュを混合したモルタルの圧縮強度を比較すると、微粉碎したフライアッシュを混合したモルタルの方が大きかった。フライアッシュを微粉碎することによる活性が確認された。

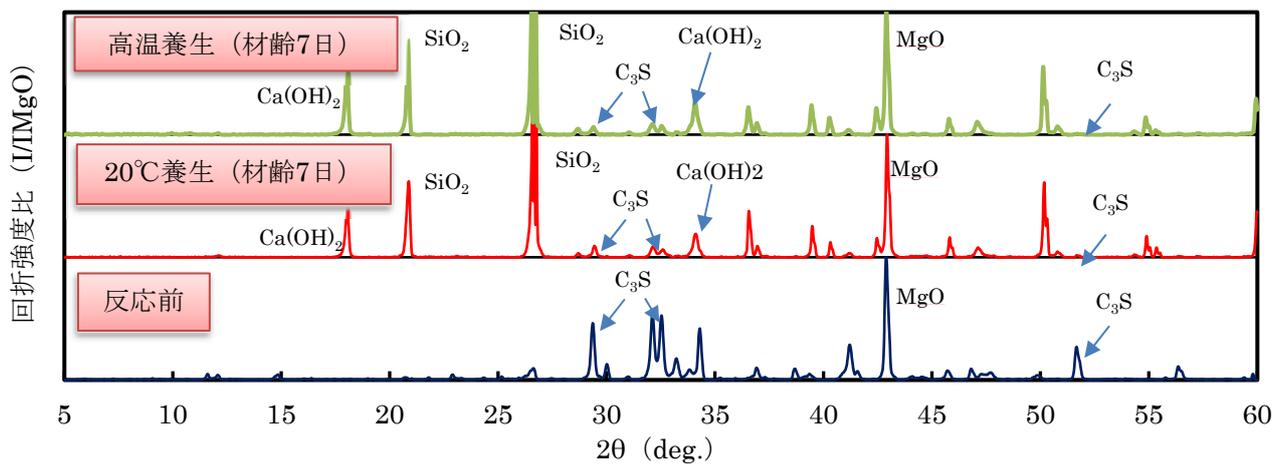


図3 XRD 分析結果

30-④ 小型給湯器のマイコンにおける燃焼制御システムの開発

研究の目的

小型給湯器(ペレットボイラ)は、木質のペレットを燃料として使用するもので、国内は普及率は低いが、海外(主にヨーロッパ)では、自然エネルギーを使用することもあって、普及している。

平成29年度、電気エネルギー制御科の総合制作の課題で「ペレットボイラーの制御マイコン製作」に取り組み、プログラムリレーで制御を行っていたシステムのマイコン化を図った。(図1)

次の段階の取り組みとして、小型給湯器の燃焼制御を行う。

入力に関しては、CO₂あるいは、O₂センサを用い、その濃度により、出力である排気ファンをマイコンによりコントロールする。その際、適切な燃焼効率を維持できるCO₂あるいはO₂の濃度を目標値として定める。目標値より、ずれが生じた場合は、フィードバック制御により、排気ファンをコントロールすることにより、燃焼効率の良いシステムを形成する。

研究の内容

・2018年4月～6月

5月16日 本校と協力企業の関係者が集まり、今後の方針とスケジュールを決定。

6月20日 マイコン本体および周辺機器一式の発注を行う。

・2018年7月～10月

打合せを行い、製品の構成と仕様を決定。

・2018年11月～12月

共同で、ペレット温水器実装試験、排気成分計測、酸素濃度センサ基礎試験を行う。

また、ペレット給湯器を製造する原材料を発注し、マイコンとあわせ実証実験用ペレット給湯器の製作を行う。

研究の成果

過去に製造していたペレットボイラ温水器では、PLC制御盤によるコントロールを行っていた。そのため、ON-OFF制御による段階制御に留まり、きめ細かい燃焼制御ができなかった。今回は、これらをマイコン制御に置き換えることと、燃焼に係るセンサを数多く使うことにより、完全燃焼と燃焼効率向上を可能とするシステムを構築と設計を目指した。

まず、マイコンを実装して動作確認実験を行った後、排気成分分析と酸素濃度センサ基礎試験を行った。現在は、水温、排気ファンなどの比例制御を行うためのノウハウを蓄積しているところである。なお、酸素濃度センサ基礎試験で行った考察については以下の通りである。

【酸素濃度センサについての簡単な考察】

在来設計のファン回転数では空気過剰の状態、空気比 >2.2 以上になっている。場合により空気比 >3.0 を超えている事もある。特徴としては、在来のファン回転数の燃焼では「火の粉」が飛ぶ。一方、今回空気比を $1.8\sim 2.2$ の間で制御するようにすると風量は減り、火の粉が飛ばなくなった。

また、排気成分ではCO濃度が低下することが認められる。場合により100ppm以下になる。

(通常 在来の方法では300ppmを超える)



図1 小型給湯器の外観

30-⑤ 椎茸栽培における手作業の効率化に関する基本構想設計

研究の目的

きのこの生産者にとって、「多収量・高品質・低コスト」は普遍的テーマであり、ユーザーの利益擁護という生産財戦略のポイントでもある。しかし、しいたけ栽培の現場では、人手による作業が大部分を占めており、生産の効率化・省力施設の開発は喫緊の課題であり、手作業を機械化・自動化することが求められている。

研究の内容

効率化が求められる各種の作業について分析・考察し、費用や開発しやすさなども加味して多方面からの検討を行った。

なお、しいたけ菌床栽培での除袋作業を自動化する装置の開発を、関東職業能力開発大学校で開発課題として取り組んでおり、この装置の実用化に向けた問題点や改良点について検討を行った。

研究の成果

1. 要求仕様と目標仕様の中の装置寸法について本装置の要求される装置寸法は、1,060mmの通

項目	要求仕様	目標仕様
タクトタイム		1分間に2-3個
切込み深さ	菌床に影響が出ない程度	2mm以内
菌床に触れる箇所の水洗い	防水	一部防滴
菌床の運搬	コンベアにより運搬	コンベアにより運搬
刃の耐食性	耐食(pH3)	無し
装置の移動	キャスタ	キャスタ
除袋後の袋の処理	軽く圧縮して収納	ブロワーで袋を飛ばす
除袋後の菌床	軽く水洗い	次年度以降の取り組み
装置寸法	1060mmの通路の幅を通れる大きさ	W:1000mm D:960mm H:1630mm

路の幅を通れる大きさであるが、①搬送部、②切断部、③除袋部、④除袋補助部、⑤排出部の5つにより構成されており、各々を組み立てて出来上がった装置の幅は950mmとなっている。

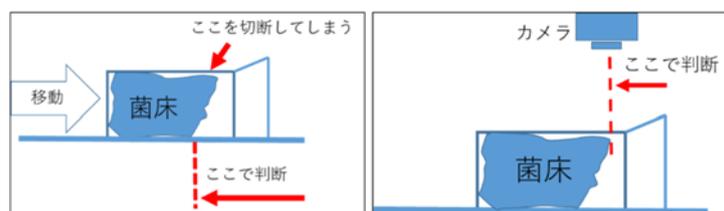
実用化するには、装置の幅をさらに狭くする必要があり、各構成要素の小型化の検討と、装置内のスペースにいかにも効率よく配置するかが課題である。

2. 正確なカットのための画像処理と機械学習について

画像処理と機械学習という技術を用いて除袋の精度向上に有効か研究を行った。リミットスイッチでは、殺菌済みの菌床の場合に切込み深さ誤差1mm以内で判断が行なっている。

しかし現場で使用される菌床は表面に凹凸のある個体もあり、この場合図11のように菌床の上部を刃で傷つけてしまう。

その点画像処理と機械学習は菌床を平行に撮影し菌床の最上部を判断する為、少ない誤差で切断を行える。但し画像処理の場合菌床の発酵具合によっては判断が困難な場合があるが機械学習は個体差にも強く、そのような菌床も識別することができる。そのため菌床の位置判断において確実性では機械学習は有効だと考える。



(a) リミットスイッチ (b) 画像処理と機械学習

図11 判断方法の比較

以上の2点を課題として、今後の開発に引き継ぐこととする。

30-⑥ ヨシズ製造装置の基本構想設計

研究の目的

小山市では、ラムサール条約に登録された渡良瀬遊水地のヨシを材料としたヨシズを小山ブランドの伝統工芸品として認定し、全小中学校や市役所に配置すると共に、ヨシズ購入補助金制度を設けヨシズ産業の保存に取り組んでいる。この取り組みに対して、小山市では当社1軒を残すのみとなっている。

ヨシズの生産は、昭和30年頃より手編みから機械編みに移行したが、今でもその当時の機械が現役で活躍しているため、長年使い続けたため可動部分の摩耗が進み作業効率が下がってきている状況である。そのヨシズ製造機械のメーカーも無くなり、新たな技術を取り入れた製造機械の提案を目的としている。

今回、関東能開大で取り組んだ研究では、2017年度に実施した総合製作課題の内容を基に、ヨシズ製造作業の問題点を調査し、機械化が有効な作業に対して作業工程を分析した。さらに、費用対効果から優先順位を判断して、今後取り組む自動化装置の目標を設定して、構想設計に繋げることとした内容を報告する。

研究の内容

2017年度実施の総合制作実習において試作した皮むき装置の仕様を改めて分析して、その課題を整理した。

また、ヨシ編み機械において、自動化が有効である作業工程を分析して、次年度以降に取り組む自動化装置の構想を行なった。

研究の成果

1. 2017年度試作の皮むき装置の性能分析と課題について

現在、葦の皮むきは手動で行なっている。数十本の葦を回転するワイヤーブラシに当てて皮をむき、節部近傍や穂先径の細い部分は機械で取り

除くことが困難であるため、鎌を使用して手作業により取り除く。

これを改善するために葦自動皮むき実験装置を試作した。試作した装置を図1に示す。



図1 皮むき実験装置

葦を手動で一本ずつ装置に投入し、機構No.1のカッター部で表面皮に切込みを入れた後、ガイドA、Bによって葦の上下左右のブレを軽減させながら、機構No.2のワイヤーブラシによって皮をむき取る。

課題としては、皮のむき具合の高精度化と、葦投入部において束の葦を1本ずつに仕分けして、自動で皮むき装置に投入することである。

2. ヨシ編み機械の作業工程分析と自動化装置の構想について

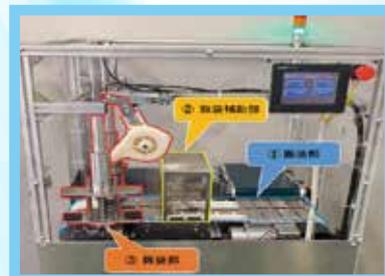
ヨシ編み機械は数十年前に製作され、さまざまな機構が用いられており、今も尚それぞれの機構がほぼ正確に作動している。その中で、足踏み式のレバーを踏み込むことによってヨシ1本ずつを編み込む機構があり、作業者の負担が最も大きい工程がある。

この足踏み機構を自動化して、作業者の負担を軽減して、ヨシ編み効率を向上することを目標とする。

以上2点の課題について、今後も引き続き総合制作実習においても取り組んでいく。

令和元年度 共同研究テーマ 6件

1 椎茸栽培の自動化に関する実用装置の製作
菅野 金一・小野 泰二・蝦名 健一



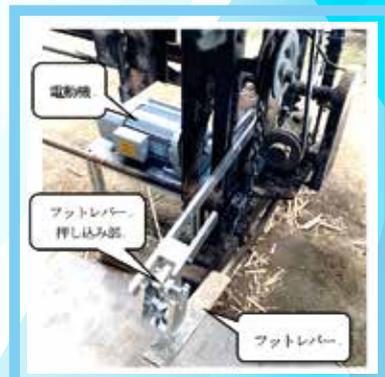
2 部品専用パレットを活用した物流情報システムの実用化に向けた運用に関する研究
中村 正美・小島 篤・安井 雄祐
岩崎 浩文・三田 元仁・澤井 文雄



3 モルタルに混和した微粉碎フライアッシュの活性に関する研究
財津 拓三・山之内 隆志・古山 辰志
鶴田 暁



4 室内用小型免震装置の性能評価
青柳 喜浩



5 ヨシズ製造装置の改善と調査
永野 善己・南 公崇

6 冬季における水槽・水温管理システムの開発
浅野 博・小野 泰二・神足 昭男
菅野 金一・小野寺 愛美

R1-① 椎茸栽培の自動化に関する実用装置の製作

きのこの生産者にとって、「多収量・高品質・低コスト」は普遍的テーマであり、ユーザーの利益擁護という生産財戦略のポイントでもあり、創業以来、このテーマに真摯に取り組み、新品種や栽培法の開発から各種栽培資材・機器・省力施設の開発と供給を通じて、きのこ生産の効率化・規模拡大・経営改善に向けての強力な支援を行っています。

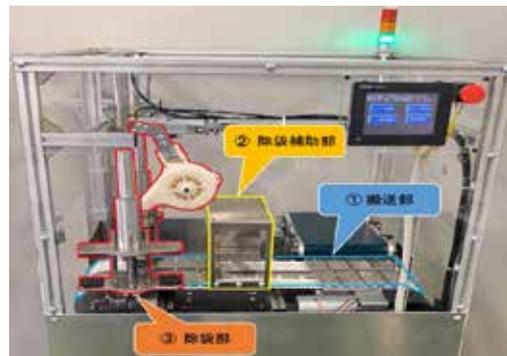
しかし、しいたけ栽培の現場では、人手による作業が大部分を占めており、生産の効率化・省力施設の開発は喫緊の課題であり、手作業を機械化・自動化することが求められているのが現状です。

昨年度は、きのこ生産現場での問題点について調査・研究し、菌床しいたけの除袋工程に課題を設定し、機械化が可能かどうかの検討を行いました。その後、機械化・自動化のための基本構想設計を検討し、開発課題実習にて試作機を作成しました。

今年度は、試作機の問題点についての対策を検討し、実用機となる装置の設計と製作を行い、最終的に実用機としての検証を行いました。

1. 除袋試作機の問題点の対策について検討
2. 実用除袋装置の設計・製作
3. 実用除袋装置の検証

最終的な性能評価として本装置の目標であった、生菌床による除袋を行うことができた。また、除袋の速度も1分間に8個という目標値を達成し、成功率も500個のトライで98%の確率で成功を修めた。昨年度の装置と比較して装置の小型化や成功率の向上、また菌床へのダメージの保証、耐水・耐食の向上と実用化装置として設計・製作・検証を成し遂げた。



菌床椎茸培養袋除袋装置

R1-② 部品専用パレットを活用した 物流情報システムの実用化に向けた運用に関する研究

昨年度は、部品専用パレットを用いてサプライチェーンマネジメントの物流情報システムとして、物流全体を管理するシステムを提案し、付加価値を持たせた部品専用パレットの物流情報システムを構築することができた。

今年度は、構築した物流情報システムの実用化を目指して開発を進め、新たなパレット管理アプリケーションを開発した。工場間のネットワークによる実験と検証を繰り返して、QRコードによる部品専用パレットの物流情報システムを構築して提案し、実用化に目途をつけることができた。





検証実験取り組みの様子



開発アプリケーション

R1-③ モルタルに混和した微粉碎フライアッシュの活性に関する研究 — フライアッシュの粒子径分布が異なる場合のフレッシュ性状および強度特性 —

石炭を燃料とする火力発電所からは、石炭の燃焼灰であるフライアッシュが多量に排出されている。これまでは、セメント製造時の原料としてフライアッシュの大半を使用してきたが、セメント生産量が横ばい状態の中、他の分野での利用が望まれている。そこで、フライアッシュは良好なポゾラン物質であることから、セメント・コンクリート分野における利用拡大が有効な手法として考えられている。

しかし、フライアッシュを混合したコンクリートは強度発現性や施工性などコンクリートの品質管理が煩雑になる場合が多い。特に、初期強度不足は施工工程に影響を及ぼすため、フライアッシュを混合したコンクリートの初期強度不足の改善が重要であると考えられる。そこで、本研究では、フライアッシュを混合したコンクリートの

初期強度不足の改善を図るため、フライアッシュを微粉碎することで、その活性度に及ぼす影響の調査を試みた。なお、今年度は、フライアッシュの粉碎の程度を前回までに実施したものよりも半分程度の粒子径になるものを使用した。具体的には、前回までのフライアッシュの粒子径が50%の累計頻度において $6\mu\text{m}$ 程度と $3\mu\text{m}$ 程度のものを使用した。今回の共同研究においては、 $1.5\mu\text{m}$ 程度の粒子径に微粉碎したフライアッシュをモルタルにセメントの一部として混合し、圧縮強度試験、TG-DTA分析およびX線回折分析に供した。

R1-④ 室内用小型免震装置の性能評価

共同研究先企業では、卓上でも使用可能な室内小型免震装置（グラレス）を開発した。この装置は地震の震動を和らげる免震効果を会社や家庭向けに取り入れた新しい地震対策商品である。しかし、その免震効果については、より多くの実験条件下での検証試験を必要とし、更なる改良の余地が残されている。そこで、関東能開大の振動試験装置を利用した振動試験により、その性能を評価して、この小型免震装置の性能を詳細に把握し

て、より良い製品の改良に繋げることを目的とした。

振動試験では、スイープ試験、強制振動試験および地震波試験を実施して製品の様々な振動性能試験および評価を行った。結果、いくつかの改善点が見つかり、さらに改良を加えた製品の再評価試験をおこなった。現在、その結果について解析中である。



室内小型免震装置（グラレス）



製品の様々な振動性能試験

R1-⑤ ヨシズ製造装置の改善と調査

小山市では、ラムサール条約に登録された渡良瀬遊水地のヨシを材料としたヨシズを小山ブランドの伝統工芸品として認定し、全小中学校や市役所に配置すると共に、ヨシズ購入補助金制度を設けヨシズ産業の保存に取り組んでいる。この取り組みに対して、小山市では共同研究先企業1軒を残すのみとなっている。

ヨシズの生産は、昭和30年頃より手編みから機械編みに移行したが、今でもその当時の機械が現役で活躍しているため、長年使い続けたため可動部分の摩耗が進み作業効率が下がってきている状況である。そのヨシズ製造機械のメーカーも無くなり、新たな技術を取り入れた製造機械の提案を目的としている。

今回、関東能開大で取り組んだ研究では、2017年度に実施した総合製作課題の内容を基に、ヨシズ製造作業の問題点を調査し、機械化が有効な作業に対して作業工程を分析した。さらに、費用対効果から優先順位を判断して、下記の2テーマに関する成果物を製作する。

① ヨシ自動皮むき実験装置（2017年度装置と呼ぶ）の改善

2017年度装置は、手送りによってヨシを押し出して、カッター部で皮に切り込みを入れ、ガイドを通過後に2個の特製ワイヤブラシで皮を剥く仕様であった。

今年度開発する装置は、2017年度装置に追加搭載する機能として、ヨシに自動で往復・回転運動

を与えるため、ヨシ表皮全周にわたって皮むきをおこなうことが期待できる。また、一定長さ往復動作し順送りするので、同一箇所をワイヤブラシにより皮をむくので、皮むき品質が向上することが期待できる。

② ヨシ編み機械の足ふみ機構部の自動化
構想設計時に、既存のヨシ編み機械の足ふみ機構

部に関する各種サイズ、力学的根拠を調査した。その結果として、据付け性と可搬性に有利で、かつ、確実に足ふみペダルを作動させるために、3DCADによるシミュレーション結果を踏まえて、スライダクランク機構を試作し、現場ヨシ編み機に仮組みした。



ヨシ編み機実機に取付けた装置

R1-⑥ 冬季における水槽・水温管理システムの開発

地球温暖化の防止や資源の枯渇問題への対応として、再生可能エネルギーが注目されて久しい。再生可能エネルギーとしては、「太陽光、風力、水力、地熱、太陽熱、大気中の熱その他の自然界に存する熱、バイオマス」が規定されている。再生可能エネルギーは、電力に変換して利用することがほとんどであるが、本研究の源となる微細藻類によるバイオマスは、油脂やエタノール、ガスなどを生産し利用することが可能である。

この微細藻類による油の採取と同時に次世代型の養殖サイクルを実現し、持続可能型養殖を行うことが考えられている。まず、栄養素が多い海洋深層水と太陽光で微細藻類の養殖を行う。微細藻類の寿命は1週間程度のため、短サイクルで油の採取を行っていく。同時に、増殖した微細藻類を餌に貝類（牡蠣など）を養殖する。貝類養殖の

過程で窒素やリンなどが排出されるが、その残渣を肥料として食用海藻等を養殖することにより、排水の処理まで完結する。

本研究は、これら養殖の課題の一つである養殖水槽の冬季における保温・断熱を主とした水温管理システムの構築を行うことである。システムは、エネルギーを作り出すことが目的であるので、省コスト・省エネルギーで最適な温度に保つことが必要不可欠となる。

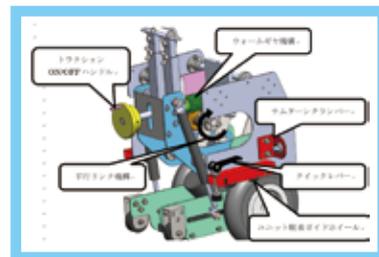
具体的な研究内容

- ・ 温泉水等を利用した熱交換システムの開発
- ・ 水槽の断熱方法の検討

令和2年度 共同研究テーマ 7件

1 手動車いす電動化ユニットの (簡易脱着) 機構に関する研究

南 公崇・石田 祐介・安井 雄祐
矢野 牧人・中村 聡



2 切削工具の切削性能に関する基礎研究

刈部 貴文・小島 篤



3 溶接作業に特化した安全教育用体感装置の開発

東 祐樹・南 公崇・菅野 金一



4 よしず製造装置の開発

安井 雄祐・永松 将貴・浅野 博
南 公崇・永野 善己



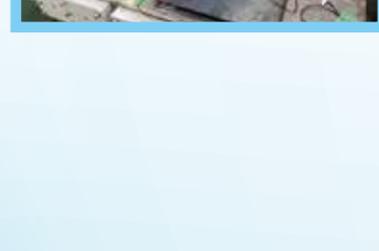
5 室内用小型免震装置の性能評価および改良

青柳 喜浩



6 モルタルに混和した微粉碎フライアッシュの 充填効果に関する研究

財津 拓三・山之内 隆志・古山 辰志
鶴田 暁



7 斜め格子壁の実用化に向けた構造性能試験

山之内 隆志・鶴田 暁・財津 拓三

R2-① 手動車いす電動化ユニットの（簡易脱着）機構に関する研究

共同研究先企業は、福祉介護用具の企画・設計・製造・販売を行っている。

近年、人的支援サービス（ヘルパー）が充実してきたため、車いす利用者が介助者と共に外出する場面が多くなってきている。電動車いすは利用者の自立に寄与するが、軽量タイプでも約 30kg の重量があり、介助者 1 名での運搬が難しい。一方、手動車いすに取り付ける電動化ユニット（以下、ユニット）は、車いすとユニットを個別に運搬できる利点があるが、国内メーカーのユニットは 38kg の重量があり、かつ、脱着方法も簡易とは言い難い。そこで、軽量かつ簡易脱着可能なユニットがあれば、女性や高齢の介助者が手軽に扱うことができ、車いす利用者が自立できる場面を増やすことができる。さらに、電動車輪を路面から浮かせる機構があれば、ユニットを外すことなく、介助者の手押しで走行する手動モードと介助者なしで電動走行する電動モードを切り替えることができ、介助者の負担が軽減される。

令和元年度の開発課題では、上述のような新しい「手動車いす電動化ユニットの開発」を依頼し、一定の成果を得たが、簡易脱着機構と手動・自動の切り換えについては更なる検討が必要である。

その結果を踏まえて、本研究では、生産技術科の総合制作実習を通じて、ユニットの外観（保護カバー）についてシンプルかつ機能性に優れたデザインの追究、使用者が簡単かつ安全に脱着できること、また、路面に対してしっかりとトラクションが掛けられる構造であり、介助走行（手押し）時には電動車輪が路面から離れる機構を構想設計し、試作・走行試験・検証を行った。

①ユニットのコンパクト化に向けた機器選定

車いすの限られたスペースに取り付けるため、

設計変更を繰り返し行い、入手性や加工性の良い汎用部品等の構成によるユニットを設計・試作することができた。

②トラクション機構およびユニット脱着機構の構想設計

ユニットを 2 動作で簡単に脱着する設計を追究し、試作した。また、ウォームギヤ機構および平行リンク機構によるトラクションの ON/OFF 切替えを設計、試作することができた。

③ユニット保護カバーを含めた装置設計・試作・走行試験と検証

簡易保護カバー付きユニットを試作し、要求品質に基づく走行試験を実施し、概ね品質を満足する結果を得た。

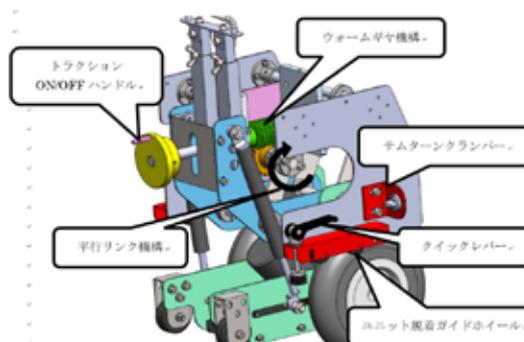


図 開発した試作モデル

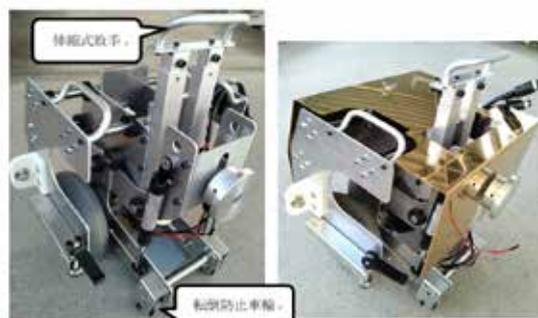


図 開発した電動化ユニット

R2-② 切削工具の切削性能に関する基礎研究

共同研究先企業では、工業用及び宝石用ダイヤモンドの製造加工販売、F 各種超砥粒の製造・加工・販売を行っています。切削工具として、各種材料の開発をしているものの、自社製品の切削性能や切削特性などについて、近年は外注にて行っていました。また、以前担当していた社員が退職し、作業の流れが確立しておらず、ノウハウ等が不足していることが問題となっています。今後、工具素材を開発するためには、自社で工具の成形や切削性能の評価ができるようにしていきたいとの考えがあり、そのためには切削工具の切れ刃成形、切削試験の方法や評価方法などを決定し、自社製品の性能を正しく評価して、素材販売のための技術的な裏付けとなるデータを取れるようにすることが必要であると考えています。

そこで、本研究では、cBN やダイヤモンドといった工具材料を主として、切削工具の工具形状、切削条件の決め方、切削性能の評価などに関するノウハウの蓄積を目的として研究を行いました。研究成果は以下のとおりです。

1. 切削工具の工具材質と工具形状について
一般工具材種と今回の研究テーマである

2KM (5 : 00min)



cBN やダイヤモンドといった工具材種の違いについて整理しました。また、切削工具形状の各種名称および役割等について確認ができました。

2. 切削試験の方法と切削試験について

旋盤を使用しての切削動力試験を実施しておりましたが、工具や材料の取り付けなどの段取り部分があいまいであったため、実験データの信用性に不安要素がありましたが、研究を通して段取り部分についての知識を得ることができました。

3. 評価方法の検討

評価として、工具の切削時間と切削動力計を用いた切削抵抗についての評価のみを検討しましたが、実際には仕上げ面の表面性状や工具の摩耗状況についても確認が必要であることが確認できました(図1参照)。

4. まとめ

今年度は具体的に工具素材の開発に直結するところまでは至りませんでした。実験・評価について少なからずノウハウを得ることができ、今後の開発に活用できると考えています。



図1 切削後の工具写真

R2-③ 溶接作業に特化した安全教育用体感装置の開発

労働災害は、一般的に「人間（作業員）の誤り」、「機械の故障」が原因で発生するとされているが、日本では規制強化および作業対象者の教育訓練など、安全衛生活動の積み重ねにより労働災害の発生を抑制してきたと考えられる。一方、企業では安全に関する熟練技能者による技能継承の課題と取り組みにおいて、安全体感道場やVR（仮想現実）体感による災害体験システム等をはじめとして、作業者が災害について身をもって体感する教育が行われているのが現状である。中でも溶接職種においては、感電や火傷、火災、窒息など多くの災害が発生しており、特に感電災害においては電気業界に次ぐ件数の多さで、安全対策が喫緊の課題となっている。

共同研究先企業においては、製造業に従事する作業員への安全教育用に体感装置を製造・販売しているが、溶接作業に特化した体感装置はまだ開発していない。そこで今回は、溶接作業に特化した安全教育用体感装置の開発を通して、溶接作業での災害や安全対策の調査・研究を行

うとともに、装置の試作と実験・検証を行うことを目的とした。また製品化につなげることができれば、溶接業界における安全意識の向上と労働災害の低減へ大きく貢献できると考える。

①要因分析及び低温やけどについて

災害の要因分析を行うことと低温やけどについて調査を行うことで、体感装置の設計コンセプトの具体化を行うことができた。

②体感プレートの加熱用ヒーターの選定及び温度制御

体感プレートの材質やサイズ、加熱用ヒーターの検討のため実験を通し追求を行うことで、加熱時間の大幅削減もできた。温度制御には温度調節器を活用し、Kタイプの熱電対も使用した。またセレクトスイッチを活用することで設定温度の変更を簡易的にすることができた。

③防水および使用中のやけどへの対策

防水のために、電装部分と滴下した水の流れを分離することと、やけど防止用の安全カバーの設置により体感者の安全を確保した。

R2-④ よし製造装置の開発

渡良瀬遊水地に生育するよしを材料としたよし製造において、装置自動化や機能付加をおこない、省力化、高付加価値化を目指す。

よし製造においてボトルネックになるのが、よし表面に付着した皮を除去する皮むき工程である。現状手作業で行っており自動化を実現できれば、よし製造の生産性が向上する。また、よしを編む工程では、昭和30年頃の編み機を現在でも使用している。編み工程の半自動化と、レーザー刻印機能をつけることで高付加価値化を図る。

今年度達成した成果は、よしの皮むき工程においてよしの自動供給、よしの自動皮むきを実現した。しかし、タクトタイムに関しては、求められた作業時間に対して大幅に超過しており、実際の使用には改善が必要である。

また、よし編み機については、半自動化を実現したが、求められたタクトタイムは達成できなかった。なお、レーザー刻印機能については動作確認を行った。



写真 開発したよし皮むき装置



写真 開発したよし編み装置

R2-⑤ 室内用小型免震装置の性能評価および改良

共同研究先企業では、卓上でも使用可能な室内小型免震装置（グラレス）を開発した。

この装置は、地震の震動を和らげる免震効果を会社や家庭向けに取り入れた新しい地震対策商品である。しかし、その免震効果については、より多くの実験条件下での検証試験を必要とし、更なる改良の余地が残されている。

令和元年度の共同研究では、この小型免振装置の振動性能評価を行うとともに、この小型免振装置に付属されている衝撃吸収素材（ソルボセイン）に着目した制震部材（ソルボ仕ロダンパー）などへの活用を模索した。

今年度は、さらにこの衝撃吸収素材（ソルボセイン）とステンレスを積層したアイソレータ型の小型免振装置の開発も進めている。

これらの性能評価試験を、関東能開大の振動試験装置を利用した振動試験を行うことによって、これらの小型免振装置の振動性能を詳細に把握し、さらにより良い製品の改良に繋げることを目的としている。

試験内容は、1. 小型免振装置（グラレス）の振動性能試験および評価、2. 衝撃吸収素材（ソルボセイン）を活用した小型免振部装置の開発、3. 各種装置の振動試験による性能評価である。振動台を利用した各種振動試験により、従来の小型免震装置や新たに開発が期待される免震装置の振動性能評価を行った。

その結果、小型免震装置の改善点や新しい活用方法のヒントを得ることが出来た。

試験の様子は、次の通り。



R2-⑥ モルタルに混和した微粉砕フライアッシュの充填効果に関する研究

過去に、石炭を燃料とする火力発電所から排出されるフライアッシュについて、フライアッシュを微粉砕したものをモルタルに混和した場合の圧縮強度に及ぼす影響を調査した。その結果、フライアッシュを微粉砕することでポズラン反応が活性化し、圧縮強度の増進に寄与することを明らかにした。

しかし、微粉砕されたフライアッシュが圧縮強度に及ぼす強度増進効果は材齢初期においても顕著であり、これはフライアッシュのポズラン反応が十分に促進していない時期にもかかわらず確認された。したがって、フライアッシュのポズラン反応とは異なる要因がモルタルの圧縮強度増進に影響したものと考えられる。その要因の一つに、微粉砕されたフライアッシュ自体によるモルタル組織の緻密化、すなわちマイクロファイラー効果によるものが考えられる。

そこで、本研究において強アルカリ性を示すモルタル組織中で反応を有しない結晶質の珪砂を微粉砕し、フライアッシュと同程度の粒子径

にすることで、微粉砕フライアッシュのマイクロファイラー効果について検討する。

なお、粉砕する珪砂の粒子径については、過去に取り組んだ微粉砕フライアッシュの粒子径と同程度を目標とし、頻度 50%における粒子径を $6.5\mu\text{m}$ 、 $3.5\mu\text{m}$ および $1.5\mu\text{m}$ とする。

既往の研究で使用した微粉砕フライアッシュと同じ粒度の珪砂を準備し、フライアッシュの代わりにモルタルに混合した。その後、珪砂の混合による圧縮強度への寄与効果を求めた。さらに、既往の研究で明らかにした部粉砕フライアッシュの強度寄与効果との差をフライアッシュによる充填効果と定義し、その値を求めた。微粉砕フライアッシュの強度寄与率は、粉砕の程度にもよるが、0.4~0.6 程度となった。また、微粉 s 内フライアッシュの強度寄与率は材齢とともに上昇し、0.4~1.6 程度であった。

この結果、フライアッシュのポズラン反応による強度寄与効果は材齢 3 日では 0.4、材齢 28 日では 1.0 程度の結果を得た。

R2-⑦ 斜め格子壁の実用化に向けた構造性能試験

本研究では環境にも配慮すべく、住宅でも使用されるごく一般的な製材を用いた高耐力壁の開発を行った。耐力壁の形状は斜めに格子を組んだもので、接合部もできる限り簡易な形状として、施工性の検証も行い汎用性を持たせることとする。最終的には許容応力度計算において使用できるデータを得ることを目的とするが、今回は前段階として 2 タイプの斜め格子壁の面内せん断試験を行い、構造性能と施工性を検証

し、実務的な仕様を決定することを目的とする。

研究成果として斜め格子壁の 2 タイプの製作及び面内せん断試験を実施した。開発した壁は高いせん断耐力を有しているが、汎用性のある接合部として建築用ビスを使用していたため、初期剛性が高すぎる結果となり、高い壁倍率取得につながらなかった。そのため、今後接合部を変更して、更なる壁倍率向上を目指すこととした。

令和3年度 共同研究テーマ 6件

1 斜め格子壁の実用化に向けた構造性能試験
山之内 隆志 ・ 上中 勝博

2 溶接ヒュームに係る安全教育用体感装置の開発
東 祐樹

3 室内用小型免振装置の性能評価および改良
(その2)
青柳 喜浩 ・ 山本 未来

4 よしず製造装置の開発
安井 雄祐 ・ 南 公崇 ・ 永野 善己

5 手動車いす電動化ユニットの(簡易脱着)
機構に関する研究
南 公崇 ・ 石田 祐介 ・ 安井 雄祐
矢野 牧人

6 シート成形容器製造工程における検査工程の
自動化に関する画像検査手法の研究
宇野 達也 ・ 扇浦 純一郎 ・ 永松 将貴



R3-① 斜め格子壁の実用化に向けた構造性能試験

近年では、地球環境の保全や地域再生の観点からも木材資源の活用が求められ、住宅のみならず非住宅の中大規模建築物の木造化を推進しており、技術開発が盛んに行われている。

中大規模木造建築物は住宅に比べて大空間となるため、高耐力の耐力壁・水平構面・接合性能が必要とされる。高耐力を得るためには接着剤を用いた集成材や構造用合板等が採用されることが多いが、特に耐力壁については開放的で意匠性にも配慮したものが望まれるところである。

昨年度の本研究において2タイプの斜め格子壁の面内せん断試験を行った結果、実施した壁は初期剛性が高いものの、脆性的な破壊となり、期待していた高耐力を得ることができなかった。しかし、接

合詳細を一部変更することによって剛性と靱性に優れた性能を得ることは可能である。

そこで本研究では昨年度の結果を踏まえて2タイプの斜め格子壁の改良を行い、環境と施工性にも配慮すべく、住宅でも使用されるごく一般的な製材と市販の金物を用いた実務的な高耐力壁の開発を行った。

その結果、剛性と靱性に優れた性能をもち、意匠性にも配慮した実用的な高耐力壁の仕様が決定し、許容応力度計算において使用できるデータを得ることができた。

R3-② 溶接ヒュームに係る安全教育用体感装置の開発

労働災害は、一般的に「人間（作業員）の誤り」、「機械の故障」が原因で発生するとされているが、日本では規制強化および作業対象の教育訓練など、安全衛生活動の積み重ねにより労働災害の発生を抑制してきたと考えられる。一方、企業では安全に関する熟練技能者による技能継承の課題と取り組みにおいて、安全体感道場やVR（仮想現実）体感による災害体験システム等をはじめとして、作業者が災害について身をもって体感する教育が行われているのが現状である。

溶接ヒュームについては令和2年4月に特定化学物質への認定といった改正がされたため改めて溶接ヒュームの危険性を教育することができる装置開発の重要性が考えられる。今回は溶接ヒュームに特化した体感装置の開発を通して、溶接ヒュームの調査・研究を行うとともに、装置の試作と実験・検証を行うことを目的とした。

（1）溶接ヒューム及び健康障害について

溶接ヒューム及び健康障害について調査を行

うことで、体感装置の設計コンセプトの具体化を行うことができた。

（2）試作機について

装置サイズは横幅 750[mm]×高さ 795[mm]×奥行 320[mm]となっており、作業台等の装置におけるサイズである。溶接ヒュームが装置外部へ漏れ出ることを避ける観点から、設計コンセプトとして装置内で空気を循環させることを前提に装置設計を行った。循環工程については以下のとおりである。

- ① 装置下部で溶接機により溶接ヒュームを発生させる。
- ② 上昇気流により溶接ヒュームが装置上部へ舞い上がるため、目視により溶接ヒュームを確認する。
- ③ その後発生した溶接ヒュームの濃度をリアルタイムで数値により確認する。
- ④ その空気を防じんマスクを通すことで、溶接ヒュームの濃度をリアルタイムで数値によ

り確認する。

- ⑤ マスク通過後における溶接ヒュームの濃度をリアルタイムで数値により確認する。
- ⑥ 防じんマスクを通過したきれいな空気を①のアーク発生部へ戻し装置内で空気を循環させる。

(3) 今後の課題

試作機の課題として以下の3点について検討が必要である。

・溶接ヒュームの数値による定量的な評価方法について

・装置内空気が乱流となり、装置内空気の循環について

・3つ目はアーク発生部の開口部から装置外へ漏れて量について

R3-③ 室内用小型免震装置の性能評価および改良 (その2)

共同研究先企業では、卓上でも使用可能な室内小型免震装置（グラレス）を開発した。この装置は地震の震動を和らげる免震効果を会社や家庭向けに取り入れた新しい地震対策商品である。しかし、その免震効果については、より多くの実験条件下での検証試験を必要とし、更なる改良の余地が残されている。

令和元年度の共同研究では、この小型免振装置の振動性能評価を行うとともに、この小型免振装置に付属されている衝撃吸収素材（ソルボセイン）に着目した制震部材（ソルボ仕ロダンパー）などへの活用を模索した。

令和2年度の共同研究では、この室内小型免振装置（グラレス）の活用方法を広げた新たな製品

の開発を試みた。

そので、今年度は、この新たな活用方法による室内用小型免震装置の振動性能の分析をすすめることを目標にし、その有効性を評価すること目的とした。

試験内容は、1. 小型免振装置（グラレス）の振動性能試験および評価、2. 衝撃吸収素材（ソルボセイン）を活用した小型免振部装置の開発、3. 各種装置の振動試験による性能評価で、振動台を利用した各種振動試験により、企業より提案のあった各種の小型免振装置の振動性能評価を行った。

その結果、それらの小型免震装置の振動性能を評価し、その有効性や改善点などを得ることが出来た。

試験風景は、次の通り。



R3-④ よしず製造装置の開発

渡良瀬遊水地に生育するよしを材料としたよしず製造において、装置自動化や機能付加をおこない、省力化、高付加価値化を目指す。

よしず製造においてボトルネックになるのが、よし表面に付着した皮を除去する皮むき工程である。現状手作業で行っており自動化を実現できれば、よしず製造の生産性が向上する。また、よしを編む工程では、昭和30年頃の編み機を現在でも使用している。編み工程の半自動化と、レーザー刻印機能をつ

けることで高付加価値化を図る。

今年度は、よしの皮むき工程においてよしの自動供給、よしの自動皮むきを実現した。しかしタクトタイムに関して、求められた作業時間に対して大幅に超過しており、実際の使用には、改善が必要である。また、よし編み機についても半自動化を実現したが、求められたタクトタイムは達成できなかった。レーザー刻印機能については動作確認まで行った。

R3-⑤ 手動車いす電動化ユニットの（簡易脱着）機構に関する研究

共同研究先企業は、福祉介護用具の企画・設計・製造・販売を行っている。

近年、人的支援サービス（ヘルパー）が充実してきたため、車いす利用者が介助者と共に外出する場面が多くなってきている。電動車いすは利用者の自立に寄与するが、軽量タイプでも約30kgの重量があり、介助者1名での運搬が難しい。一方、手動車いすに取り付ける電動化ユニットは、車いすと電動化ユニットを個別に運搬できる利点がある。しかし、国内メーカーの電動化ユニットは38kgの重量があり、かつ、脱着方法も簡易とは言い難い。そこで、軽量かつ簡易脱着可能な電動化ユニットがあれば、女性や高齢の介助者が手軽に扱うことができ、車いす利用者が自立できる場を増やせる。さらに、電動車輪を路面から浮かせる機構があれば、電動化ユニットを外すことなく、介助者の手押しで走行する手動モードと介助者なしで電動走行する電動モードを切り替えることができ、介助者の負担が軽減される。

令和元年度の当校の開発課題を経て、令和2年度の生産技術科の総合制作実習では、上述のような「手動車いす電動化ユニットの開発」を取り組み、一定の成果を得たが、量産製品としての機構や構造については更なる検討が必要であった。

その結果を踏まえて、本研究では、生産技術科の総合制作実習を通じて、量産に向けた機構の見直しと各構成部品の高強度化を行う。また、より軽量化を図り、シンプルかつ機能性に優れたデザインを追求するとともに、汎用性のある2サイズの車いすに適用し、使用者が簡単かつ安全に脱着できる機構を構想設計し、試作・走行試験・検証を行った。

①トラクション機構および2サイズの手動車いすへのユニット脱着機構・構造の構想設計

トグルクランプ機構とガススプリングの双方の最適化によって、確実なトラクション性能を実現、「トラクション微調整タワー」による異サイズ車いすへの装着を可能とした。

②量産に向けた軽量化と高強度化設計

左右独立のユニットにして、強度を前提とした部材材質や市販部品の適切な選定を行い、昨年度試作モデルの約半分の重量になり、軽量化することができた。また、CAE解析を行い、強度構造が妥当であることも確認した。

③装置の試作および走行試験・評価と検証の実施

要求品質に基づく走行試験を実施し、品質を満足する結果を得た。

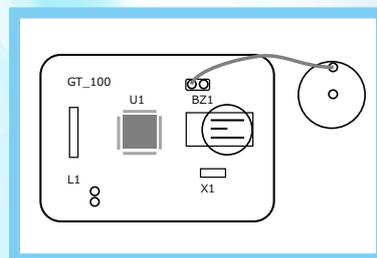
R3-⑥シート成形容器製造工程における検査工程の自動化に関する画像検査手法の研究

シート成型容器は近年の市場からの要請により形、色、大きさなどが異なる多品種の製品が少量生産されている。その検査工程では人による目視で行われ、微細な不良をとらえることは難しい。一方、大量の製品製造工程ではコストをかけて自動化した検査システムが稼働している。

そこで、このような多品種少量生産の製品に適した安価な検査工程の自動化に関する研究を行った。特に今年度は画像判定手法を検討・試作した。その手法として近年広まっている AI 手法、具体的には深層学習による画像判定を適用した。機材としては高機能低価格化した製品 (Jetson Nano 等) を組み合

わせ用いた。ソフトウェアとして AI の学習に必要なデータの取得から、学習、検査まで一連の作業を一つのアプリケーションで実現した。これを使うことにより AI の知識や技術的なスキルが少なくとも画像検査を行うことが可能となった。また、製品の分離・集合する工程はその機構の実現性を検討した。これらの研究の成果を活用することで多様な容器に対応した低コストな検査システムの開発へつなげることが可能となった。さらに、大学コンソーシアムとちぎ主催「学生&企業研究発表会」にて成果報告を行った。

令和4年度 共同研究テーマ 6件



1 ソルボセインを用いた小型免振装置の分析及び評価

山本 未来 ・ 青柳 喜浩

2 手動車いす電動化ユニットの走行部および脱着機構に関する研究

安井 雄祐 ・ 石田 裕介

3 携帯型ゲートボール探点器の振動機能実装評価

藤森 充 ・ 岡久 潤一 ・ 渡邊 正和

4 木造住宅用制振装置の実験モデルの開発

青柳 喜浩 ・ 上中 勝博 ・ 山本 未来

5 ラップ盤のワーク自動取出しに関する研究

永野 善己 ・ 中村 正美 ・ 佐々木 耕

6 荷積パレット運搬用台車の電動化に係る調査研究

高木 豊 ・ 永松 将貴 ・ 矢野 牧人

R4-① ソルボセインを用いた小型免振装置の分析及び評価

共同研究先企業は、ソルボセインという耐振動・衝撃性に優れた素材を取り扱っている。これまで家庭内での地震対策は、L型金物や各種突っ張り棒、ストッパーなど地震に耐えることを目的とした耐震部材が一般的であったが、ソルボセインの耐振動特性を利用することで、卓上でも使用可能な室内用小型免震装置を開発した。この装置は地震の震動を和らげる免震効果を会社や家庭

向けに取り入れた新しい地震対策商品である。

今年度はソルボセインの新たな活用方法として、輸送時における荷物の緩衝材として用いた場合の効果の検証を行う。共同研究では、様々な重量の荷が乗った場合を想定し、荷の重量によってソルボセインが縮んだ量毎に、加速度と周波数を変化させることで、様々な状況下における衝撃吸収性能を実験を通じて把握した。

R4-② 手動車いす電動化ユニットの走行部および脱着機構に関する研究

共同研究先企業は、福祉介護用具の企画・設計・製造・販売を行っている。

近年、人的支援サービス（ヘルパー）が充実してきたため、車いす利用者が介助者と共に外出する場面が多くなってきている。電動車いすは利用者の自立に寄与するが、軽量タイプでも約30kgの重量があり、介助者1名での運搬が難しい。一方、手動車いすに取り付ける電動化ユニットは、車いすと電動化ユニットを個別に運搬できる利点がある。しかし、国内メーカーの電動化ユニットは38kgの重量があり、かつ、脱着方法も簡易とは言い難い。そこで、軽量かつ簡易脱着可能な電動化ユニットがあれば、女性や高齢の介助者が手軽に扱うことができ、車いす利用者が自立できる場面を増やせる。さらに、電動車輪を路面から浮かせる機構があれば、電動化ユニットを外すこと

なく、介助者の手押しで走行する手動モードと介助者なしで電動走行する電動モードを切り替えることができ、介助者の負担が軽減される。こうしたトラクション ON/OFF 切替機能を備える必要がある。

装置の走行性能を高めるために駆動輪を左右独立懸架とすることを基本とする。これまでの研究では独立懸架で走行性能を高めることと引き換えに、装置の大型化と取り付け性能が犠牲になっており課題を残している。

今回の研究では走行性能とトラクション ON/OFF 切替機能を確保した上で省スペース化、簡易脱着性の両立を目指す。開発したユニットを汎用性のある車いすに適用し、試作・走行試験・検証を共同で実施した。

R4-③ 携帯型ゲートボール採点器の振動機能実装評価

マイコン制御の携帯型ゲートボール競技採点器に振動通知機能を搭載することが目的である。次世代機器の開発の前段階として、顧客ニーズの把握などの販売戦略に活かすため既存の製品を改良して振動型の通知機能を持たせるための試作回路を設計する。

当校のもつ関連技術分野である、マイコンのインタフェース、電子回路技術、製品開発力を活用してインタフェース回路を試作する。まずは既存製品の実態把握と振動モータ制御に関する調査研究を行った。次にマイコンとのインタフェース回路を検討し、振動機能のあるモデルを製作し、効果を検証した。

製品のマイクロコントローラ・ポートの電気的特性は1ポートあたり $I_{OH} = -15 \text{ mA}$, $I_{OL} = +30 \text{ mA}$ (ピーク値) である。したがって、供試マイクロコントローラのポート出力は、70 mA 以上の電流を要するような振動モータを直接駆動できないことがわかった。

実験用マイコンから製品相当の評価用出力信号を得た。最大定格 150 mA の小信号トランジスタを用いたインタフェース回路を2種製作し、円筒形振動モータ (3 V、100 mA 定格) の駆動を試みた。実装済みトランジスタ Q1 に Q2 を追加した回路を構成すると定格出力でモータを駆動でき、目標とする振動が確認できた。

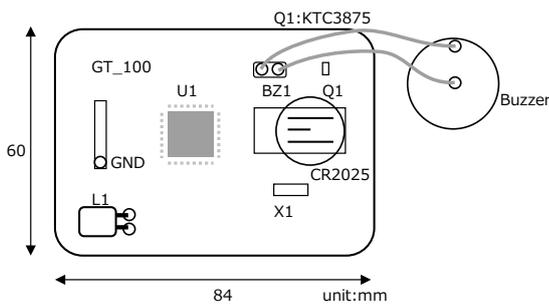


図 製品内部略図

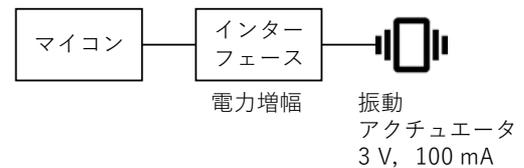


図 構成図

R4-④ 木造住宅用制振装置の実験モデルの開発

共同研究先企業では、木造住宅用の制振装置として、特に微小変形領域での地震エネルギーの吸収量を増強し、地震の衝撃による建物の構造部材の損傷が始まる前に防ぐ効果の高い、制振装置を開発しました。

この制震装置は、数多くの住宅会社や建設会社に採用されています。共同研究先企業では、お客様にその制振効果を体感する実験モデルを開発して、制震効果の見える化を図り、この制振装置を採用している企業の営業に役立ててもらっています。

そこで、本研究ではこの制振装置の性能を一般のお客様により効果的に理解してもらうために、新たな実験モデルを開発することを目的とします。さらに、この実験モデルを利用して、交通振動な

どの常時微動に対する制震効果を検証することも目的としています。

その結果、木造住宅の耐力壁を有する建物を模した新たな実験モデルを開発することが出来ました。

さらに、この実験モデルは、制振装置の制震効果を評価するための、常時微動測定やスweep試験などの振動試験をする試験体として利用できます。また、専用の体感ブランコを取り付けることにより、制振装置の振動効果を、子供から大人まで安全に楽しく体感することが出来る体感モデルにもなります。

R4-⑤ ラップ盤のワーク自動取出しに関する研究

共同研究先企業は、高精度・高品質のホブ盤（歯車加工機）、ラップ盤・ポリッシュ盤（研磨加工機）を主力製品とする工作機械メーカーである。近年、工場の自動化に伴い、従来人の手で行っていた加工機へのワークの供給、排出を自動で行う装置の要求が高まっている。依頼企業においても、そのようなユーザの要求に対応するために、様々な自動化装置の開発、製造を行っている。

現在共同研究先企業では、ラップ盤に円盤状のワークを自動で供給、排出するロボットを使用した自動化装置を開発している。装置は、円盤状のワークをロボットのハンド部に取り付けた吸着

パットで取り出し、ラップ盤のワークキャリアに供給する。ラップ加工終了後にワークキャリアから同様にワークを取出し排出する仕組みとなっている。しかし、ユーザから依頼されたワークは、取り出し時にワークの表面に吸着パットを接触させてはいけない等の制約があるため、従来の取出し方法では対応ができないことから自動化装置の開発には至っていない。

本研究では、新たなラップ盤のワーク取出し装置の開発を行うにあたり、上記対象ワークの最適な保持方法について共同で研究を行うこととする。

R4-⑥ 荷積パレット運搬用台車の電動化に係る調査研究

共同研究先企業では、T11 型パレットに載せた重量物（最大積載量 1t）を 1 人で楽に移動できる台車を製作・販売している。コロナ禍で変化した物流業界の多様なニーズのため、さらなる利便性向上を目指して、台車の電動化が必要となった。

本研究は、台車の電動化に向けた調査研究とし、蓄電池やモータの仕様と積載箇所を検討するとともに、安全な走行が可能となる構造設計および制御方法の検討を行う。なお、既存製品の機能を

維持するために、研究対象の台車はキャスターの大きさが $\Phi 75$ 、 $\Phi 100$ 、 $\Phi 125$ 、 $\Phi 150$ の 4 種から選定する。

既製品の台車に最大積載量の積荷を設置した場合にかかる荷重の測定を実施し、測定結果から必要なトルク、モータ出力、回転数等を算出する。さらに、シミュレーションにより可能となる駆動方式、速度の検証を行う。



図 研究対象の台車

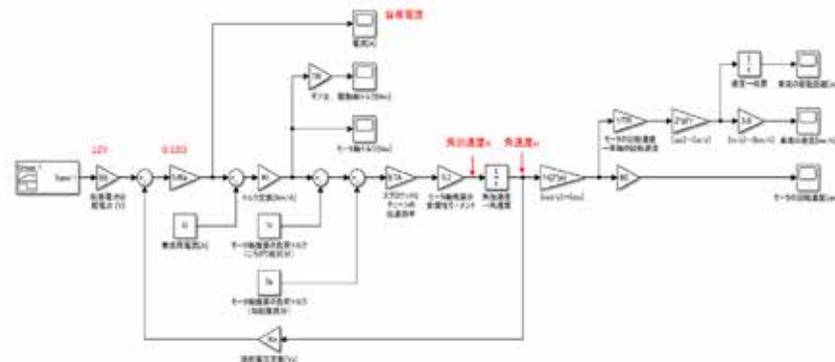
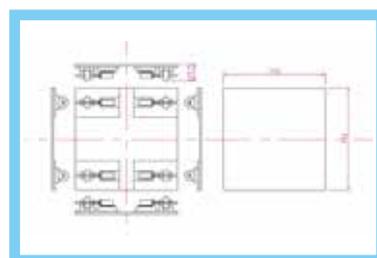
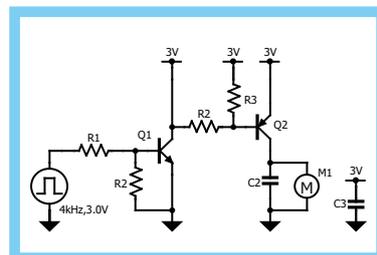


図 シミュレーションモデル

令和5年度 共同研究テーマ

6件

- 1 携帯型ゲートボール探点器の
振動機能実装評価**
岡久 潤一・藤森 充・渡邊 正和
- 2 荷積パレット運搬用台車の電動化に
向けた駆動システムに関する研究**
高木 豊・永松 将貴・矢野 牧人
- 3 ラップ盤のワーク自動取出しに関する研究**
永野 善己・中村 正美・佐々木 耕
- 4 構造用面材を兼ねた断熱パネルによる
木造耐力壁及びその壁倍率の試験による評価**
山之内 隆志・上中 勝博・大窟 義裕
- 5 制振装置の評価を行う実験用木造住宅の開発**
山本 未来・上中 勝博・青柳 喜浩
- 6 ソルボセインを用いた小型免振装置の
分析及び評価（その2）**
山本 未来・青柳 喜浩



R5-① 携帯型ゲートボール採点器の振動機能実装評価

マイコン制御の携帯型ゲートボール競技採点器に振動通知機能を搭載することが目的である。次世代機器の開発の前段階として、顧客ニーズの把握などの販売戦略に活かすため既存の製品を改良して振動型の通知機能を持たせるための試作回路を設計する。

当校のもつ関連技術分野である、マイコンのインタフェース、電子回路技術、製品開発力を活用してインタフェース回路を試作及び評価する。

まずは、前年度設計を行ったインタフェース回路を用いて、振動通知用モータの動作確認とその評価を行った。回路に安全に電力を供給できるような電流や電力損失について余裕度がある部品の調査を行い、選定した部品と疑似出力回路により電流値等を測定する実験を行った。また、現行機器の既定電池でモータ駆動の可能性や実用上の駆動時間等を確認した。他に小型のモータ駆動回

路の製作を行った。

実験結果より、今回検証した回路においては、直流電源装置を用いた場合、使用したモータが力強く振動したことを確認できたが、ボタン電池を用いた場合、モータによっては1時間程度連続駆動したが、他のモータにおいては、始動時の電流不足により正常に駆動しなかった。ボタン電池による駆動は、直流電源装置利用に比べて性能が劣ることが確認できた。

以上の結果から、試作したインタフェース回路の追加により、振動機能を持たせることは可能だが、同一の筐体や同一電池などの制約下では、新たに振動モータを付加することは困難であることが判明した。

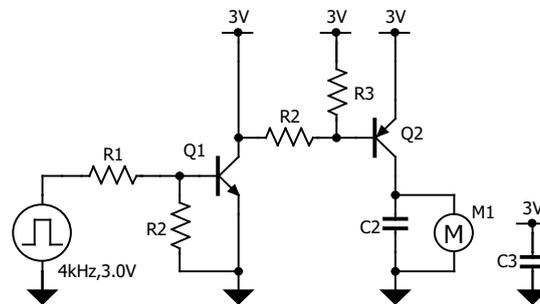


図 提案回路

R5-② 荷積パレット運搬用台車の電動化に向けた駆動システムに関する研究

共同研究先企業では、物流業界の人手不足に対応した新たな荷積・荷降手段として「らくらく台車」を販売している。本製品は、1トン級の重量物を一人で楽に移動できる台車であり、かつ、倉庫や工場内の限られたスペースでも移動できるよう最小回転半径を2mで設計している。

また、移動時の安定性を確保するため、台車の高さは地面から110mm（Φ75 キャスターの場合）に収めた低重心構造であり安全性に考慮して開発を行った。この度、さらなる利便性の向上と省力化を図るため、台車の電動化に向けた検討を開始した。

本研究では、台車の電動化に向け、蓄電池やモータの仕様と積載箇所を検討するとともに、安全な走行が可能となる構造設計および制御方法の検討を行う。研究対象の台車のキャスターの大きさをΦ75とし、以下の項目にて実施する。

・荷積パレット運搬用台車の電動化に向けた駆動システムの検討

- ・積載量を考慮した駆動回路の設計と評価
- ・機器選定、実装方法の検討

今年度は、荷積パレット運搬用台車の駆動方式（4輪）、キャスター（固定）により、前進・後退・旋回を実現するための駆動システムを設計・試作して、4輪駆動による前進・後退・左右旋回の走行実験を実施した。

その結果より、積載量を考慮したシステム駆動回路及び有線・無線タイプのコントローラを提案し、また、荷積パレット運搬用台車の電動化に向けた試作用台車への実装方法の図面を作成・提案した。



図 らくらく台車（依頼企業HPより）

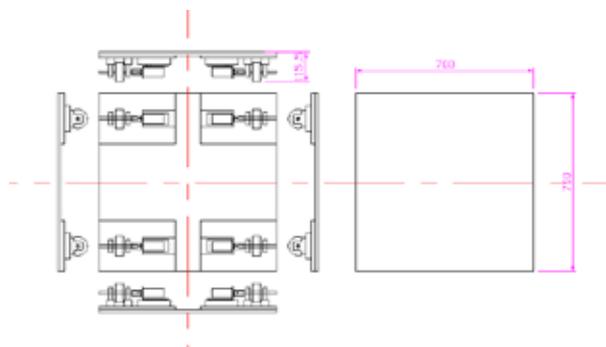


図 提案した実装用図面

R5-③ ラップ盤のワーク自動取出しに関する研究

共同研究先企業は、高精度・高品質のホブ盤（歯車加工機）、ラップ盤・ポリッパ盤（研磨加工機）を主力製品とする工作機械メーカーである。近年、工場の自動化に伴い、従来人の手で行っていた加工機へのワークの供給、排出を自動で行う装置の要求が高まっている。依頼企業においても、そのようなユーザの要求に対応するために、様々な自動化装置の開発、製造を行っている。

現在共同研究先企業では、ラップ盤に円盤状のワークを自動で供給、排出するロボットを使用した自動化装置を開発している。装置は、円盤状のワークをロボットのハンド部に取り付けられた吸着パットで取り出し、ラップ盤のワークキャリアに供給する。ラップ加工終了後にワークキャリアから同様にワークを取り出し排出する仕組みとなっている。

しかし、ユーザから依頼されたワークは、取り出し時にワークの表面に吸着パットを接触させてはいけぬ等の制約があるため、従来の取出し方法では対応できないことから自動化装置の開発には至っていない。

本研究では、新たなラップ盤のワーク取出し装置の開発を行うにあたり、上記対象ワークの最適な保持方法について共同で研究を行うこととする。

今年度は、吸着パットを使用したモデルの試作とその装置におけるワークの取出し実験を行った。ワークが乾いた条件での実験であったが、ワーク表面にハンド部を接触させずに取出すことが出来た。

R5-④ 構造用面材を兼ねた断熱パネルによる木造耐力壁及びその壁倍率の試験による評価

カーボンニュートラルを見据えた住宅施策により、2025年省エネ基準義務化、2030年には誘導基準が義務化されることが予定されている。また、ゼロエネルギー住宅を目指した上位の断熱等性能等級6や7に対応するため、木造戸建て住宅分野では高性能外壁断熱工法として『付加断熱工法』が普及することが予想されている。

一般的に、付加断熱工法は、グラスウールなどが充填された躯体（柱、梁等）の外側に構造用面材を取り付け、その上から押出法ポリスチレンフォーム断熱材を通気胴縁と外張り断熱用ビスで固定するこ

とにより施工される。

本研究では、付加断熱工法で従来と同等以上の壁倍率を有する『耐力壁断熱パネル』を開発することを目的として、開発した壁断熱パネルについて面内せん断試験を行い、構造性能の評価を行った。壁断熱パネルの壁倍率を向上させる要因別の効果を検証し、長期使用を視野に入れた低減を考慮しても、壁倍率2.5倍達成の目途をつけることができた。

R5-⑤ 制振装置の評価を行う実験用木造住宅の開発

地震の多い日本では、地震に強い建築物を造るには、耐震、制震（制振）、免震という3つの建築構法があります。この中でまず基本となる構法は耐震構造です。倒壊リスクが高い耐震性の不十分な住宅では、いくら制震対策や免震対策を行ったとしても、その効果は十分に発揮することは出来ません。地震に強い家にする為には、前提として十分な耐震性を持たせることが必要となります。その上で、繰り返しの揺れに強い制震（制振）装置などを活用した地震対策を講じることが大切になります。制振構造とは揺れを吸収するという働きで、地震が繰り返されても建物が地震に耐える力を維持させることが出来ます。これまで、企業や研究機関で様々な制振部材や制振装置が開発されてきました。

共同研究先企業は、それらの制振装置の中でも特に微小変形領域での地震エネルギーの吸収量を増強し、地震の衝撃による建物の構造部材の損傷が始まる前に防ぐ効果の高い、制振装置 evoltz を開発し改良を加えております。この制震装置は、数多くの住宅会社や建設会社に採用されています。

新たに改良した制振装置の詳細な性能を把握するためにはモデルのような試験体だけではなく、実際の条件に近い形の建物に evoltz を設置して実験することが望まれます。本研究では、校内に建つ既存の模擬家屋を改修し、また、完成後は実験住宅としての適性を振動試験を通じて検証し、制振装置 evoltz の性能を把握するための実験住宅を開発した。

R5-⑥ ソルボセインを用いた小型免振装置の分析及び評価（その2）

共同研究先企業は、ソルボセインという耐振動・衝撃性に優れた素材を取り扱っている。これまで家庭内での地震対策は、L型金物や各種突っ張り棒、ストッパーなど地震に耐えることを目的とした耐震部材が一般的であったが、ソルボセインの耐振動特性を利用することで、卓上でも使用可能な室内用小型免震装置を開発した。この装置は地震の震動を和らげる免震効果を会社や家庭向けに取り入れた新しい地震対策商品である。

今年度は新たに改良した小型免振装置の使用方法を検証することを目的とし、各種振動試験を行った。積載物をプリンタと仮定し、その下部に配置する小型免振装置の個数等の配置方法、また硬度の異なるソルボセインの組み合わせについて検証し、適切な使用方法を把握した。また、弱点となる周波数領域については、さらなる改良が必要なことから、改善点についての検証を行った。

おわりに

地域協力室長 西山 勉

関東職業能力開発大学校は、「私たちは、社会整合性のある実践教育によって、変化に対応できる人材を育成し、社会の安定と豊かさに貢献します。」という教育理念に基づき、ここ栃木県小山市にて40年を超える間、実践技術者の育成を行ってきました。

今回、共同研究20年の取り組みを前回の15年史に続き報告しました。令和時代に入り、昨年度までの5年間で31件の共同研究を実施し、そのうち学生の卒業研究に当たる総合制作実習や開発課題実習の案件に発展したテーマもあります。

このように地域企業の皆様と取り組んだ新しい技術へ挑戦した成果が、学生の教育訓練や企業の方々の研修セミナーに活かされており、まさしく現場の課題となるそのテーマが実践教育の重要な核になっていると感じる次第です。

当校の校歌にあるように男体山や筑波山を仰ぎ、思川の流れる自然豊かなこの地で情熱じやうねつきこころの「ものづくり」の実践教育に取り組み、これからも私たちは地域企業の皆様と共に歩いていく所存です。

本冊子の内容へのご質問や新規の共同研究のご相談などございましたら、お気軽に地域協力室へお問合せください。

今後、更なる発展を目指して共同研究を進めてまいりますので、これからもよろしくお願ひ申し上げます。

技術支援・共同研究分野の紹介

超精密技術



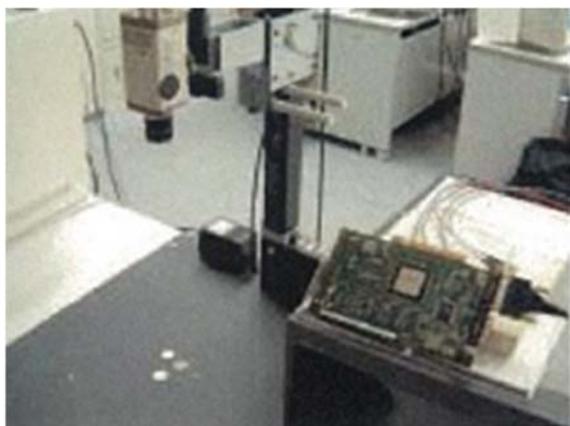
- 集束イオンビーム加工機
- 超精密正面旋盤
- X線回折装置
- 非接触式測定器
- 電子顕微鏡

電気関連技術



- LCRメータ
- モータ試験機
- サーボ解析システム
- 周波数分析器
- デジタルオシロスコープ

電子情報関連技術



- 回路・基板作成ソフトウェア
- プリント基板加工機
- ネットワークアナライザ
- マイコン開発ツール
- スペクトラムアナライザ

耐震・耐久性診断技術



- 静的加力システム
- 2軸载荷試験機
- 万能材料試験システム
- 施工振動管理システム
- 精密万能試験機

⇒ 技術支援・共同研究に関する相談は、お気軽にお問い合わせください。

関東職業能力開発大学校 援助計画課／地域協力室

TEL 0285-31-1733

FAX 0285-27-0240



NOKAIDAI

関東職業能力開発大学校

関東職業能力開発大学校

〒323-0813 栃木県小山市横倉612-1
<https://www.3.jeed.go.jp/tochigi/college/>
 TEL.0285-31-1733(援助計画課) FAX.0286-27-0240

