

熊本県立技術短期大学校 紀 要

第 25 号



2024 年 3 月

熊本県立技術短期大学校

【巻頭言】 尾原 祐三

目 次

1. 報告

スライドリコーダーの製品化支援報告 弓削 慶祐、河邊 真二郎 3
卓上射出成形機的设计製作 中野 貴之 7
減圧プール沸騰における限界熱流束点の観察 秀山 文彦 11
太陽電池モジュールの劣化・故障診断装置の開発 池上 知顯 15
姿勢, テキスチャの特徴を用いた衣服画像生成GAN 里中 孝美 19
深層学習による衣服デザイン支援
セキュアデジタル署名による暗号通信技術 趙 華安 25

2. 特集

学科の新設について 尾原 祐三 33
半導体技術科

3. 教職員および学生の活動状況一覧 39

論文・国際会議プロシーディングス, 国内会議・研究会等, 資料, 産学官支援活動,
学生の表彰・大会参加・資格取得, 共同研究, 受賞, 在職者セミナー,
外部委託の講習会・研究会等, 技能検定員委嘱, FD研修, 学外(指導員)研修, 一般活動等,
新聞記事他, 企業からの派遣講師, 非常勤時間講師担当科目表,
技能照査(令和4年度)学科別合否一覧

4. 卒業研究テーマ

卒業研究テーマ一覧 57
受賞卒業研究テーマ 58
技術賞受賞の卒業研究(要旨) 59

5. 教員一覧 63

巻 頭 言

校長 尾原 祐三

熊本県立技術短期大学校(通称「技大」)は、平成9(1997)年に開校し、本年度、創立26周年を迎えました。これまで、2,000人を超える卒業生のうち、約80パーセントの学生が県内企業に就職しています。また、卒業生の3分の1にあたる約700人が、半導体関連企業に就職し、ソニーや東京エレクトロン九州などの誘致企業をはじめ、地場の主要な半導体関連企業の中堅技術者として活躍しています。このように、技大は四半世紀にわたり、熊本の地域産業に密着した実践技術者の育成機関としての役割を果たしてきたところです。

令和3(2021)年10月、ここ熊本の産業界において大きなうねりがありました。台湾の世界的半導体メーカ TSMC が日本政府の支援のもと、熊本に工場を建設するとの報道が日本全国を駆けめぐりました。令和6年(2024)年2月には子会社である JASM の開所式があり、年末には製品が出荷される予定です。さらに、同月には JASM の近くに第二工場も建設されることが発表されました。この TSMC の熊本進出は本県のみならず、九州にとってもシリコンアイランドの復活の大きなチャンスになると期待されています。

このような状況の中、技大でも半導体技術科を令和6(2024)年4月に新設します。TSMC の熊本進出の発表からとても短い期間ではありましたが、国等と協議しながら、カリキュラムや設備機器、教員体制など新学科開設の準備を行ってきており、ほぼ整った状況です。

令和4(2022)年10月、厚生労働省所管の職業能力開発施設である本学から熊本大学への編入学が可能となるよう構造改革特別区域法に基づき内閣府への申請を行い、令和5(2023)年1月には特区として認定されました。7月には、1名の学生が編入試験に合格し、令和6(2024)年4月には熊本大学工学部の2年次への編入学が決まりました。本制度の創設までご尽力くださいました関係者の皆様方にこの場をお借りして感謝申し上げます。

上記編入制度を創設にするにあたり、内閣府より「大学の評価を行い、その結果を公表すること」という条件をいただきました。このため、令和5(2023)年12月に熊本県産業界、大学及び高等学校関係者の計5名で構成される第三者評価委員会である技大評価委員会を創設し、学内で作成した自己点検・評価報告書に基づいて大学の評価を行っていただきました。様々な項目を確認、点検することで従来見落としていた項目を炙り出すことができました。なお、委員会の評価結果については技大のホームページに掲載しています。

令和4(2022)年3月に、技大の将来構想を達成するために中期目標・中期計画を策定してから、2年が終了しようとしています。これについても自己点検・評価報告書を作成し、今年2月に熊本県産業界、大学及び高等学校関係者の計13名で構成される技大運営推進協議会で評価を行っていただきました。本協議会と技大評価委員会での評価結果を合わせて次年度以降の中期目標・中期計画の策定に役立てたいと考えております。

技大が創立26周年を迎えた中、TSMCの進出や4年制大学への編入など本学を取り巻く環境は大きく変化していますが、技大にとっては大きく飛躍するチャンスと捉えています。2037年には18歳人口は80万人を切ります。その時も更に輝き続け、教育・研究を通して地域社会に貢献し、熊本の産業発展に寄与する大学となれるよう、今後もしっかりと教育・研究・社会貢献に取り組んで参ります。

本紀要では、教員の研究紹介や指導教員による主な卒業研究の紹介に加えて、本学教員および学生の1年間の活動状況も掲載しました。是非ともご一読いただき、本学のさらなる発展のために、関係各位より忌憚のないご意見やご提言をいただけると幸甚です。

令和6年3月

*「技大評価委員会による評価結果」は技大のホームページに公表しています。



1. 報告

スライドリコーダーの製品化支援報告

弓削慶祐*¹, 河邊真二郎*²

The report of the manufacture support of a slide recorder

Keisuke YUGE*¹, Shinjiro KAWABE*²

私たちは、上肢障がい者向けの福祉楽器として開発されたスライドリコーダーが製品化されるための一助として、熊本県の地域支え合い支援室が主催する「令和4年度(2022年度)ふくしのこころ育成事業¹⁾」へ学生と共に参加した。当活動の中で、熊本県立熊本はばたき高等支援学校²⁾の生徒にスライドリコーダーを利用してもらい、上肢障がいの子供だけでなく、知的障がい者、広くは健常者にも有効な楽器となることがわかった。

1. はじめに

スライドリコーダーとは、一般のソプラノリコーダーを参考に製作された楽器で、上肢障がいの子供を対象に元精密機械技術科の大坪氏が開発したものである。当初の完成品は、国内外の福祉機器コンテストで優秀賞を受賞するなど高い評価を得た。しかしながら現在に至るまで製品化されてない。そこで、私たちは、将来の製品化の一助となるための活動(多くの方に知ってもらう等)を大坪氏の了解のもとに行った。

「ふくしのこころ育成事業」とは、県民の地域福祉への関心を高めるとともに、幼少期から意識の啓発を図ることを目的に、県内の大学生による教材作成等に関する取組を支援するもので、募集対象者を県内の大学に在学する大学生とし、募集単位を学科、ゼミ、サークル等としている。早速、私たちは研究生と共に応募し、採用されることになった。

本研究では、当初評価の高かった真鍮製のスライドリコーダーを中心に製作し、オール樹脂、アルミニウム合金製の製作にも挑戦した。形状及び大きさについて

は、全て一般のソプラノリコーダーを基本としており、概ね同程度の大きさ、音階を奏するための穴が数個並んだものとした。樹脂、真鍮、一般のリコーダー写真を図1に示す。

2. 製作

真鍮製の分解写真を図2に樹脂製を図3に示す。



図1 リコーダー(下から樹脂, 真鍮, 一般)



図2 スライドリコーダー(真鍮製)分解



図3 スライドリコーダー(樹脂製)分解写真

*1 精密機械技術科 *2 元精密機械技術科

スライドリコーダーの真鍮製及び樹脂製は、大坪氏から見本が提供された。3Dプリンタで成形するものは、3Dデータの提供により、容易に部品を製作できたが、真鍮製はそうではなかった。

図2については、①、③、⑥の部品は樹脂、②、④の部品は真鍮、⑤の部品はゴムを材料としている。スライドリコーダーは、スライド管④の移動のみで音階を奏でることができる。

スライドリコーダー(真鍮製)を製作するにあたり、開発者の大坪氏から提供いただいた見本を元に、各部品の長さ、穴位置、穴の大きさ等を測定し、AutoCADで図面化した。CAD図面を図4に示す。中部管②は直

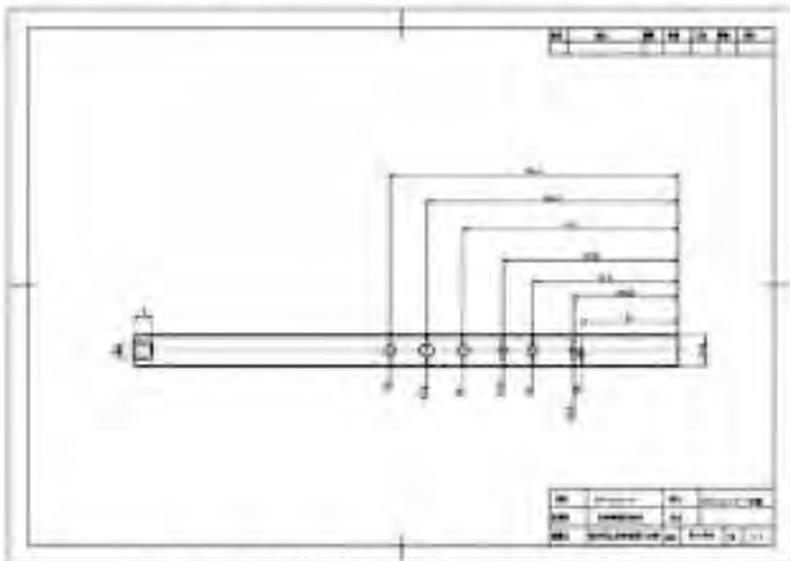


図4 スライドリコーダー図面(真鍮)

径16mmの真鍮パイプで製作するが、以下に示す加工上の課題が明らかになった。

【課題点】

- A 万力の把持力で変形が生じる。
- B 中部管へのドリル穴加工時、切削時の圧力により変形が生じ、パイプ内側にもバリが発生する。
- C 切り欠き部は糸鋸を使用し、手作業で加工するため精度が出ない。

製作上の課題点を挙げたが、パイプの変形は中部管とスライド管の良好なスライド、中部管と唄口のアセンブリに悪影響を与えた。製作上発生した課題に対しては、それぞれの解決策を施しながら、製作を進めた。

【解決策】

(AB に対応)

中部管の内径に合わせて製作した中実丸棒を製作し挿入した。パイプの固定及び穴加工時のパイプの変形を抑えた。

(C に対応)

中部管の切り欠き部は、ドリルで穴を開けたのち、糸鋸を利用して仕上げた。

加工時に使用した中実丸棒治具(長・短)及び真鍮

パイプ治具(中部管の穴位置を示すことで正確に加工するための治具)を図5に示す。

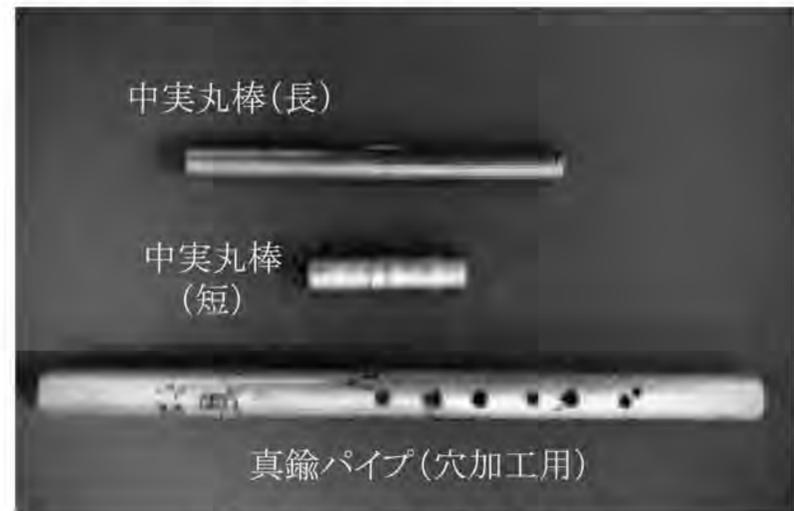


図5 加工用治具(真鍮製用)

3. 音階テスト

スライドリコーダーの音階テストには「尺八運指チューナー³⁾」というフリーソフトを利用した。当ソフトは、PCに入力された音声に最も近い音階とのズレをアナログメーターで表示し、指定した音階の基準音を再生できるソフトである。音階テストは、スライド管利用と運指利用による違いを確認するために両方のテストを行った。テストのイメージを図6に、テスト結果のグラフを図7に示す。



図6 音階テスト

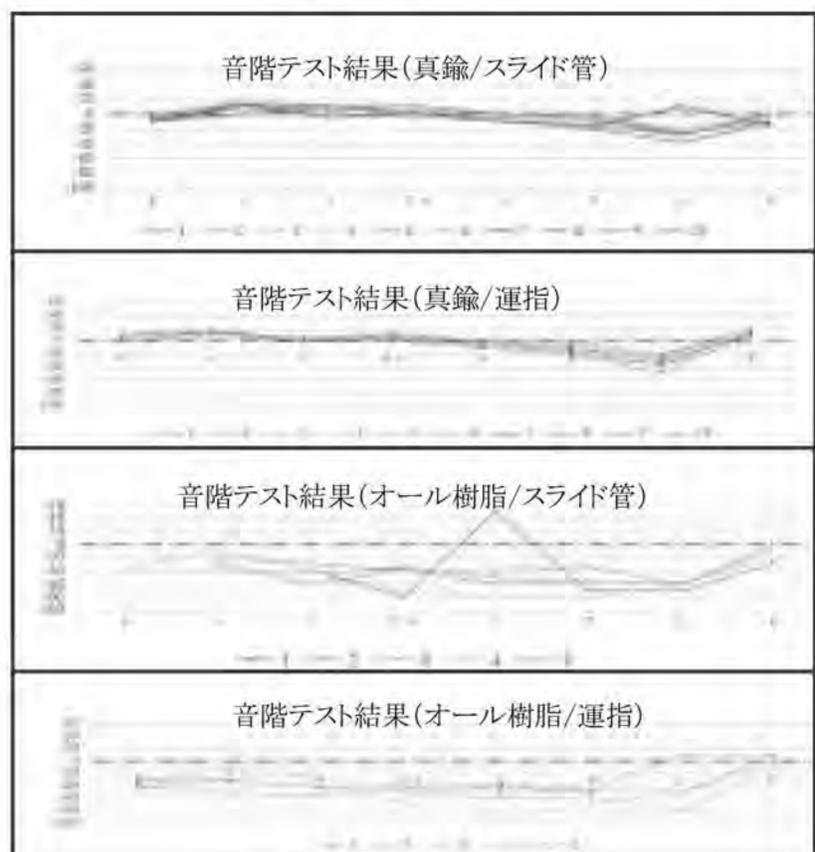


図7 音階テスト結果

真鍮製は10本(後にはばたき支援学校に提供するもの)、オール樹脂製は5本をテストした。上の2つは真鍮製、下の2つは樹脂製で、それぞれ、スライド管を利用した結果と運指の結果を示す。グラフの縦軸は周波数を横軸は音階(ド、レ、ミ…)を示し、中央にある水平の一点鎖線が音階の基準周波数を示している。よって、一点鎖線より上の部分は基準音階のプラス方向に(#側)、一点鎖線より下の部分は音階のマイナス方向(b側)にずれていることを示す。

真鍮製は樹脂製と比較して、ほぼ一樣な方向と大きさのズレを生じている。樹脂製では、「低いド」が出ないもの、「ソ」に大きなズレを生じたものがあった。

4. 「ふくしのこころ育成事業」対応活動内容

4.1 取材(第1回)

「ふくしのこころ育成事業」では、教材(試作品)評価のために関係機関を取材することとなっている。私たちは、音階テストで十分な音階を奏でることのできたスライドリコーダー(真鍮製)を熊本県立熊本はばたき高等支援学校へ持ち込み、試作品について取材させていただけることとなった。

スライドリコーダー(真鍮製)を音楽の先生に事前に提供し何度か使用してもらったところで、取材当日も音楽の授業で、スライドリコーダー(真鍮製)を使用してもらい数名の生徒及び先生方にも評価してもらった。取材時の写真を図8に、評価の結果を次に示す。



図8 取材の様子(音楽室)

【評価(課題)】

- ・楽器として見た目が良い
- ・唄口をくわえることに抵抗がある
- ・中部管にドレミ…を印字したものが見えにくい
- ・唄口と中部管の接合が硬い
- ・スライド管に付属する「持ち手」が小さく掴みにくい

取材により抽出できた課題については、次のような改善案を考えた。

【改善案】

- ・口でくわえない唄口の製作
- ・音階の印字文字を黒(色付)文字にする
- ・唄口の接合をきつくせず、ねじ止めにする
- ・「持ち手」を大きくする

4.2 改良

改善案を踏まえて、スライドリコーダー(真鍮製)の改良を行った。図9に唄口の改良の3D図を示す。



図9 唄口の改良(3DCAD図)

唄口の先端を小さくすることで吹きやすくし、接合部が緩まないようにねじを取り付けた。持ち手は大きくしてスライド操作をしやすくした。足部管にも持ち手を付けて、リコーダー本体を支えやすくした。

4.3 取材(第2回)

第1回取材で持ち込んだスライドリコーダー(真鍮製)を改良し、熊本県立熊本はばたき高等支援学校へ2回目の訪問を行った。先生が演奏練習を準備されていて、生徒たちによるスライドリコーダー演奏会となった。生徒たちが演奏している様子を図10に示す。

【演奏後の生徒の感想】

- ・改良後のリコーダーは、より演奏しやすくなった
- ・ゆっくりだが演奏できたのでよかった
- ・楽しかった
- ・発明やものづくりの話が面白かった

先生からは、「ここしばらくの間、スライドリコーダーを音楽の授業で使用したい。皆さんの取材を生徒たちは



図10 演奏会の様子(音楽室)

喜んでいた」という感謝の言葉を頂戴した。生徒たちからは、運指によるリコーダー演奏よりスライドリコーダー演奏の方が楽しく弾けるという意見をいただいた。

4.4 成果報告会

令和4年度(2022年度)ふくしのこころ育成事業の成果報告会が熊本テルサで開催された。当事業で活動した大学生6チームが今年1年間の活動結果を報告するとともに成果品(試作品)の展示を行った。当会場にて福祉に係る団体、他大学の研究室にスライドリコーダーを披露することができた。報告会の様子を図11に示す。



図11 報告会の様子

5. まとめ

スライドリコーダーは、上肢障がい者に限らず、知的障がい等の障がい者、より広く見ると指使いを苦手とする者(高齢者や健常者)等、幅広く利用できるものと考えられる。多くの方々に利用してもらうためには利用者に応じたパーツを準備する必要がある。開発された当初のリコーダーからの部分的形状変化を図12に示す。

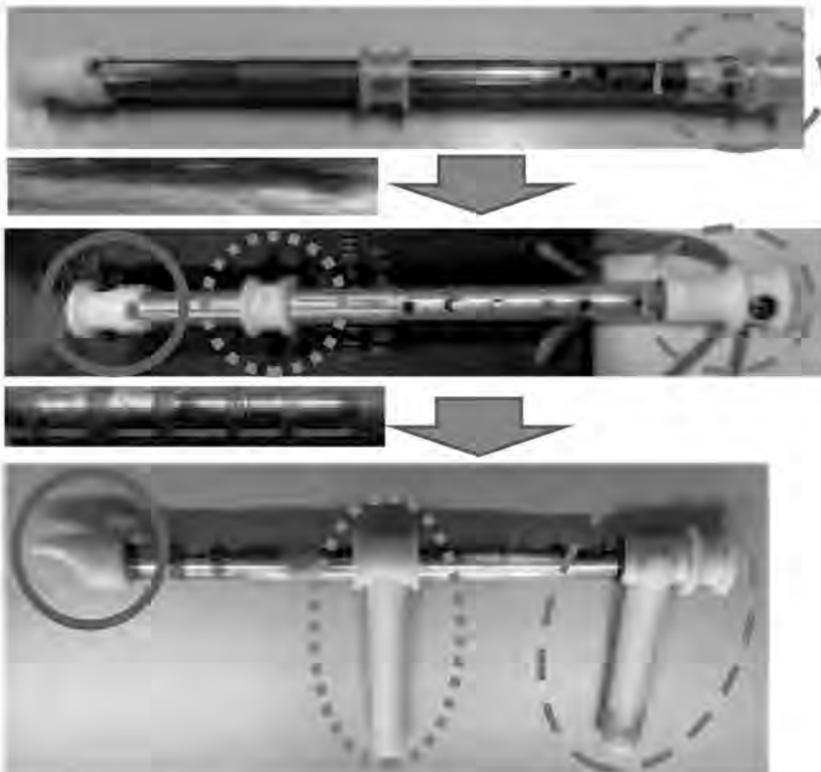


図12 改良したスライドリコーダー

- ① 唄口:くわえる形状から口先だけで吹ける形状へ
取り外しが可能な固定用ねじを追加
- ② 持ち手:小形状から見やすい形状へ

③ 足部管:本体をしっかり支えられる形状へ

取り外しが可能な固定用ねじを追加

④ 音階がわかりやすいように「ド、レ、ミ」文字を加工

私たちは、真鍮製のほか、アルミニウム合金製や長尺のリコーダーを試作した。アルミニウム合金製は、加工時の変形が真鍮製と比較して大きく、又、音が出にくかった。長尺のリコーダーもアルトリコーダーを参考にして試作したが、音階が安定しなかった。

音階テストの結果、真鍮製については、ほぼ十分な音階を奏でているとわかったが、オール樹脂製については現段階で不十分と言える。また、スライド管の結果と運指の結果が異なり、スライド管の方に不安定要素が見られるため早期の原因究明と改善が必要である。

6. おわりに

私たちは、スライドリコーダーが将来、製品化されるための一助となるよう「ふくしのこころ育成事業」に参加し、スライドリコーダーの製作と改良を行うとともに、スライドリコーダーを身近な方々に広く知ってもらうことができたと考える。製作に係る実験等で得たデータは全て開発者の大坪氏に提供することとしている。

当事業に参加したおかげで、利用者のことを考えながら「ものづくり」の大切さを理解できたことだけでなく、利用者のもとへ直接足を運び、評価を得るという貴重な体験ができた。また、「ものづくり」が福祉の分野でも貢献していることをあらためて実感できた。

なお、令和5年度は関東の福祉法人が某財団からの研究助成金で製品化支援されているということである。

7. 謝辞

コロナ禍にもかかわらず、快く取材に応じていただいた「熊本県立熊本はばたき高等支援学校」の坂本校長、堂前教頭、音楽の間先生及び事業参加のきっかけをいただいた県地域支え合い支援室、本研究のきっかけをいただいた大坪武廣氏に深く感謝申し上げます。

8. 参考文献

- 1) 熊本県ホームページ(ふくしのこころ育成事業):
https://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/life/135071_270275_misc.pdf(参照日 2023年1月20日)
- 2) 熊本県立熊本はばたき高等支援学校:
<https://sh.higo.ed.jp/habataki/>(参照日 2023年1月20日)
- 3) 尺八運指チューナー:
<https://shaku6.com/s8tuner.php>(参照日 2023年1月20日)

卓上射出成形機的设计製作

中野貴之^{*1}

Manufacturing of tabletop injection molding machine

Takayuki NAKANO

射出成形は、プラスチック素材を熱で溶かし、金型に流し込むことで製品を成形する手法である。一般的な射出成形では大型の成形機と金型を用いるため、試作時間や段取り替え時間の長時間化、段取り替え作業の大変さが問題である。今回は少量の樹脂と小型の金型を利用することで少量多品種を目指したマイクロファクトリー用の設備として手動式卓上射出成形機的设计製作に取り組んだ。併せて、以前卒業研究で製作した成形機の課題である強度不足や機構の複雑さに起因する破損の防止も行った。本手動式卓上射出成形機を用いることで充填不足の無い製品を成形することができた。

1. はじめに

以前の卒業研究で製作した卓上射出成形機は図1に示すようなリンク機構で射出するものであった¹⁾。この機構はジョイント部が破損しやすいことから、今回、図2に示すラック&ピニオン機構を備えたものにするに決めた。ラック&ピニオン機構は、ロングストロークが可能であり、高速搬送や大きな負荷に対応できる。

図3にシリンダ部の構造を示す。高温となるシリンダがサポートに触れないよう、サポートの穴をシリンダ径より大きくし、また、シリンダに取り付けたセラミックス材とばねでシリンダをぶら下げた状態としてサポート部への熱の伝達を防いだ。射出時にピストンをシリンダに押し込むと、金型のスプルー(材料の入り口)にシリンダのノズル先端が密着して、樹脂が金型に押し込まれる。

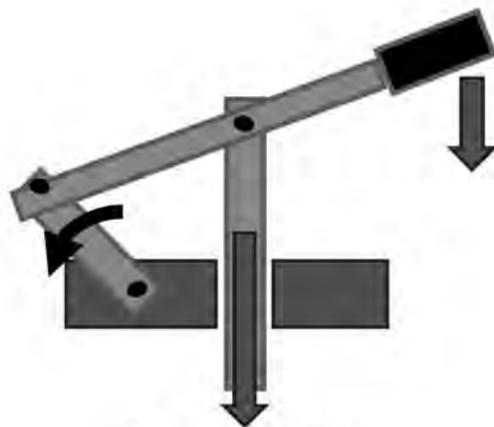


図1 リンク式

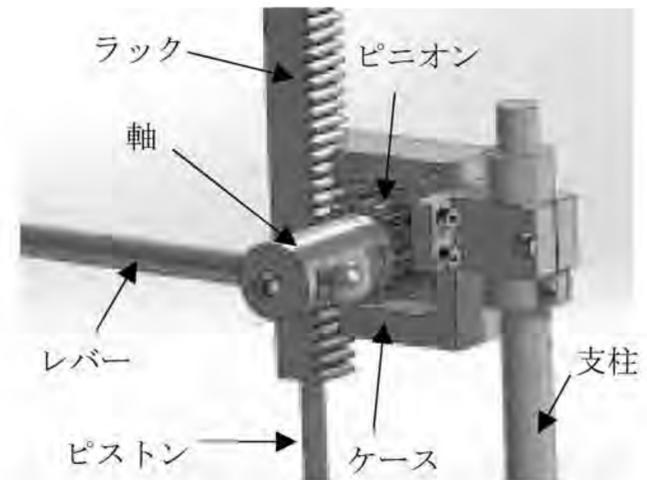


図2 ラック&ピニオン機構

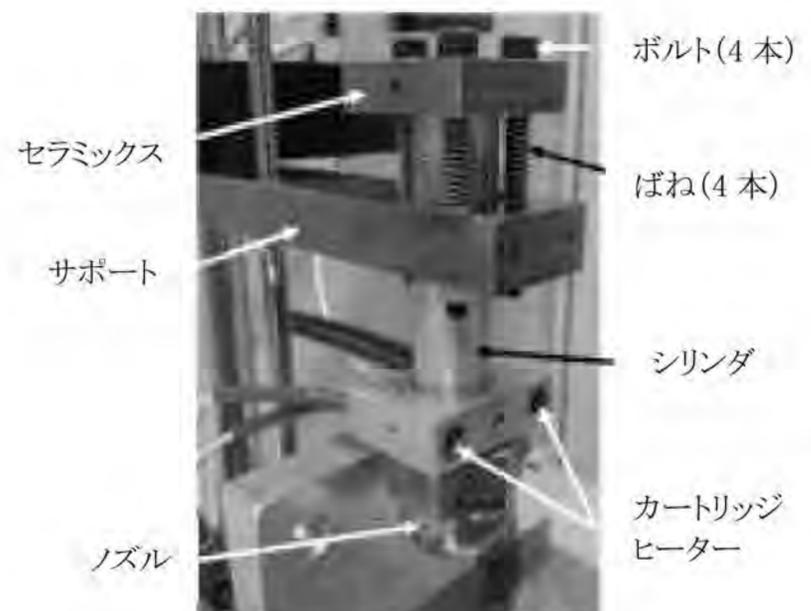


図3 シリンダと加熱方法

*1 精密機械技術科

2. 設計

2.1 シリンダの加熱の熱量の概算

成形に用いる樹脂は ABS を想定した。ABS の成形は、図 3 に示すようにカートリッジヒーターでシリンダを 220℃～270℃に加熱し、樹脂を溶融させる。黄銅のシリンダを室温 25℃から 250℃に 15 分で昇温させることを想定し、必要な熱量を求めヒーターの大きさを決定した。シリンダ内で溶融させる ABS は約 5g と少量であるため、この溶融の熱量は無視した。必要な熱容量 Q は、以下の式で求められる。

$$Q = W \times C \times (T_1 - T_2) / (860 \times h \times \eta)$$

W : シリンダの質量 (0.211 kg)

C : 黄銅の比熱 (0.1kcal/kg℃)

T_1 : 上昇時の温度 (250℃)

T_2 : 室温 (25℃)

h : 昇温時間 (0.25 時間で昇温)

η : 効率 (0.2～0.5, 0.2 で設定)

(1kW=860kcal/h)

上記の式に代入すると 110w の熱容量が必要であることがわかった。そこで、60w のカートリッジヒーター 2 本の 120w でシリンダを加熱することにした。

射出ノズルの昇温実験を行った。結果を図 4 に示す。温度調節計は理化工業製 RB100 を使用し、センサーには K 熱伝対を用いた。温度調節計を 200℃, 250℃, 315℃に設定し、設定温度到達までの温度変化を観察した。実験の結果、予定どおり設定温度までスムーズに昇温できることを確認した。

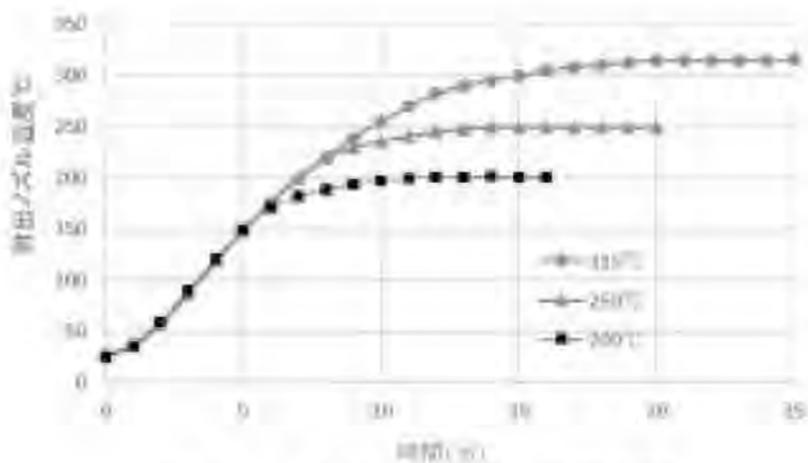


図 4 ノズル温度設定の実験結果

2.2 成形圧力と荷重

図 5 に射出成形の模式図を示す。金型の成形圧力からピストンの荷重を求め、そして、レバーに与える荷重を求めた。シリンダの内径は $\phi 14\text{mm}$ (154 mm²)である。

射出成形で用いる樹脂は、ABS を想定している。ABS 樹脂は、非常に汎用性が高く、家電製品や自動車、家具や建材など、世の中の幅広い製品に活用されている。ABS 樹脂の場合、金型内の一般的な圧力は 29.4 MPa²⁾である。シリンダ内の樹脂に加える力 F_1 を求める。

$$F_1 = 29.4\text{MPa} \times 154\text{mm}^2 \div 4530\text{N}$$

上記で求めたシリンダに加える力を出力するための F_2 は、レバーの長さとしピニオンとラックの関係から 302N となる。樹脂の粘性等は考慮していない。

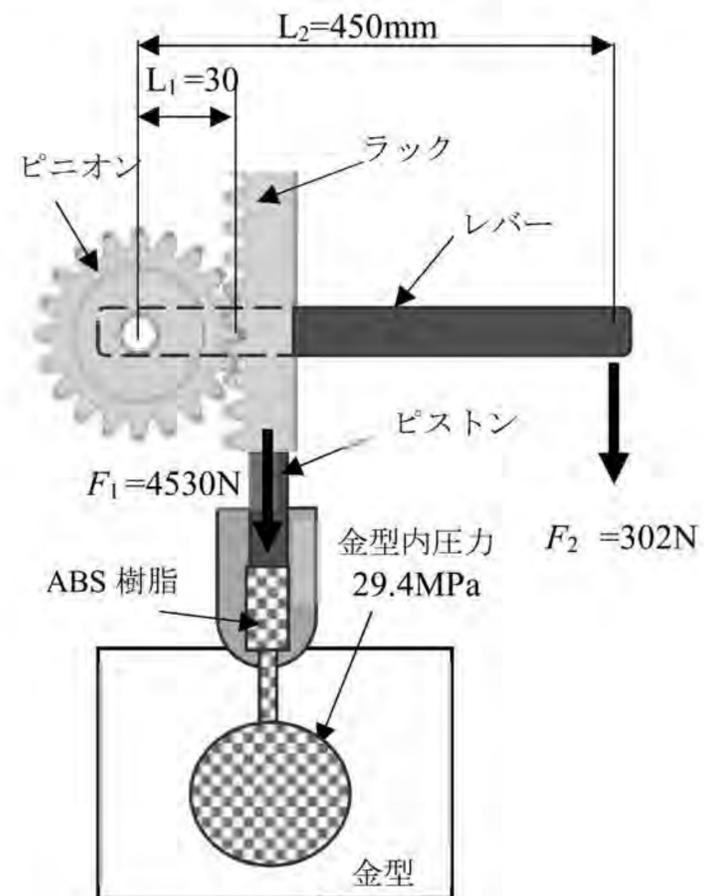


図 5 射出成形の模式図

2.3 支柱

図6に射出成形機の支柱に荷重をかけた場合のたわみの模式図を示す。ピストンに荷重 P (4530N) を加えたときの、支柱のたわみ、安全率を求める。射出成形機を L 字構造とみなすと、たわみ y は以下の式で求められる。

$$y = (3aPl^2)/(6EI)$$

E (鋼材 S50C の縦弾性係数): 20.6×10^4 MPa

I : 断面 2 次モーメント a : ピストンと支柱の距離

l : 支柱の長さ

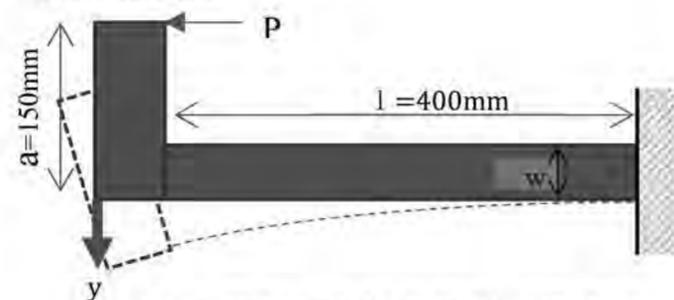


図 6 荷重と支柱の変形の模式図

計算結果の例を下記に示す.
支柱が丸形状($\phi 30\text{mm}$)のとき
たわみ $y = 6.64\text{mm}$

支柱が角形状(厚み $d30\text{mm} \times$ 幅 $w50\text{mm}$)のとき
たわみ $y = 0.84\text{mm}$

図7は、解析ソフトを使った支柱のたわみのシミュレーション結果である。直径 $\phi 30\text{mm}$ の支柱場合、 y 方向に 7mm 程度たわみ、角柱では、 0.8mm 程度のたわみが生じる結果となり、上記の計算結果とほぼ同じ値を示した。

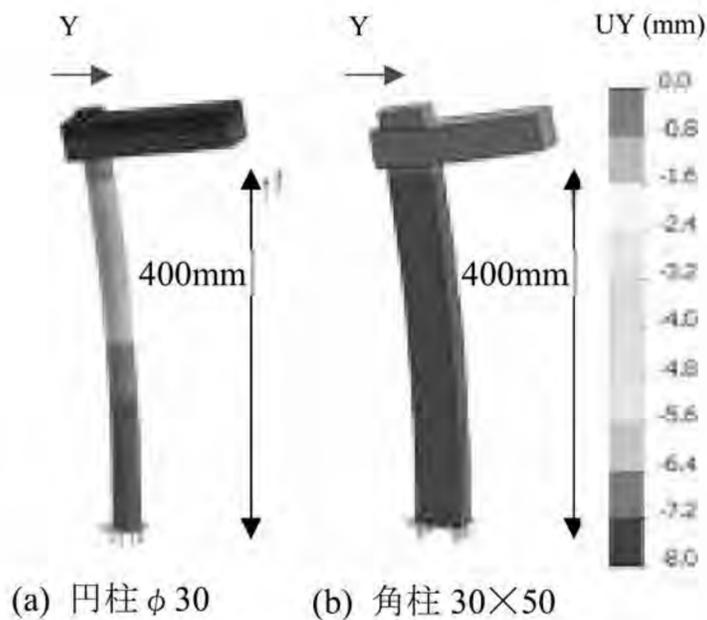


図7 たわみのシミュレーション結果

図8は、安全率のシミュレーション結果である。丸棒 $\phi 30\text{mm}$ の場合、安全率は1~2程度であり、角柱では、5前後を示した。以上の結果を踏まえ、支柱は角型とし、寸法を厚み 30mm 、幅 $w50\text{mm}$ 、長さ 400mm に設定した。

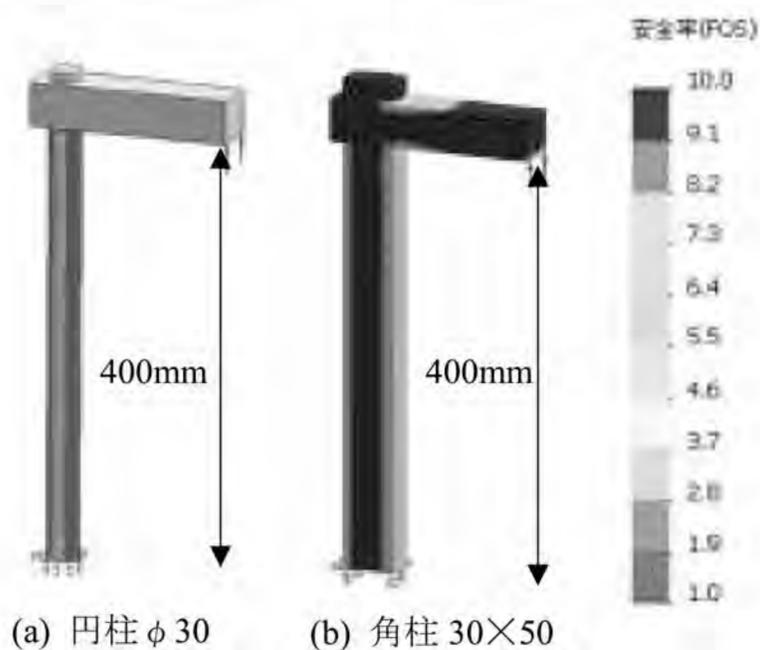


図8 安全率のシミュレーション結果

図9にシミュレーション結果を基に設計した卓上射出成形機の3DCAD図、図10に金型を示す。金型は2つのブロックに製品形状とスプルーを彫り込んだ簡易なものである。位置合わせは、ロケートピンで行い、バイスに挟んで固定する。

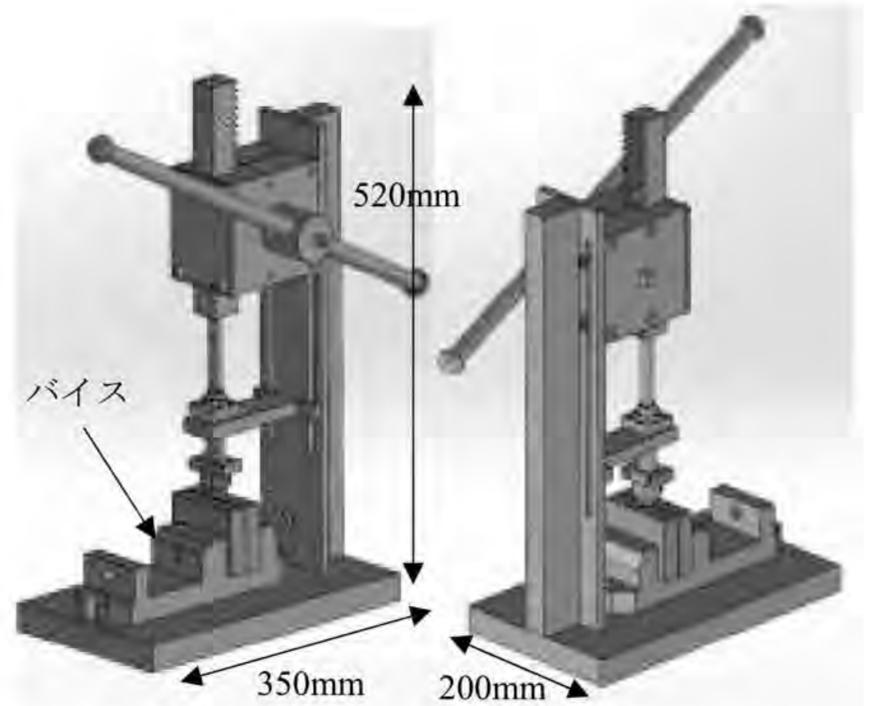


図9 射出成形機の3DCAD図

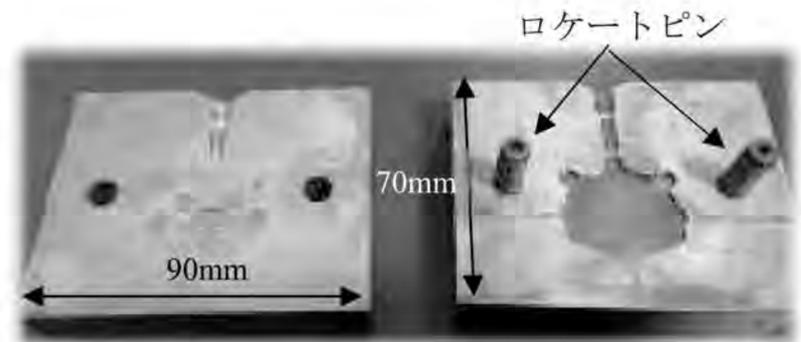


図10 金型

3. 成形実験

HDPE (High-Density Polyethylene)で成形実験を行った。HDPEは、剛性や耐薬品性に優れることから、主にタンクや容器として使用される。成形における推奨樹脂温度範囲³⁾は $200 \sim 250^\circ\text{C}$ であることから、成形実験は、ノズル温度 $170^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$ の範囲で行った。

図11に射出成形の結果を示す。体重 60kg の者が1秒程でレバーを引き、レバーに上半身の体重をかけて射出すると、 170°C から 250°C まで、図11(a)のように充填不足になることなく成形することができた。

図11(b)~(e)は図11(a)の枠の部分を投影機で観察した結果を示す。図11(b)の設定温度 170°C において、

樹脂が波状に充填されていることがわかる。温度設定を高くするに連れて波状は減少し、図11(d)に示すように210°Cで消滅した。温度が高いほど熔融した樹脂の流動性が向上するためと考える。230°Cになると、1mm程のボイド(気泡)が発生し、250°Cでは製品が“焼け”による黄色く変色する現象が生じた。ボイドは、肉厚成形品で成形表面と肉厚中心部の冷却速度差が大きいことによる樹脂の収縮が原因であるが、本製品は肉厚でないため、ノズル先端の溶けた樹脂と、追加した樹脂間の空気の混入が原因と考えられる。以上のことから、この製品の場合、210°C～220°Cの範囲が最適な成形温度といえる。

次に、ABSで成形実験を行った。結果を図12に示す。ABSは一般的に使用されるプラスチック射出成形材料であり、主成分はアクリロニトリル、ブタジエン、スチレンである。民生用製品や電子部品に一般的に使用されている。実用的な成形の温度領域³⁾は、210～240°Cで、乾燥を90°Cで2～3時間実施すると効果的で、また、金型温度も40～80°Cの範囲で設定するのが望ましいとされている。今回、240°CでABS樹脂を熔融し、ラック&ピニオン機構のレバーを引き金型に樹脂を1秒程で充填した。そして、体重60kgの者がレバーにぶら下がる程度に体重をかけて加圧すると充填不足の無い製品を成形できた。しかし、2秒程の充填速度で上半身の体重をレバーにかける程度では、充填不足となった。今後、最適な成形条件をつめていく予定である。

製品には図12(a)のように銀条痕が現れることがあった。銀条痕の主な原因は、樹脂の乾燥不足と考えられたため、樹脂を80°Cで4時間乾燥させた後、射出を行ったところ、図12(b)のように銀条痕の無い製品を成形することが出来た。

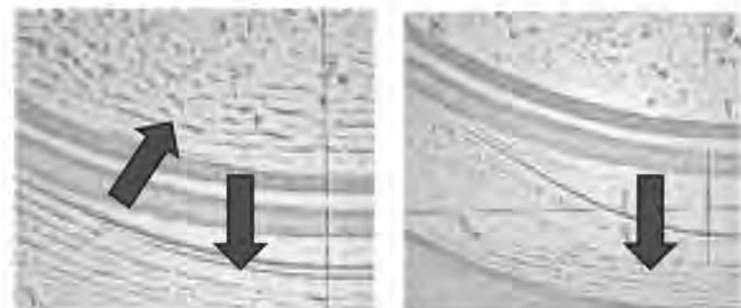
4. おわりに

ラック&ピニオン機構の手動卓上射出成形機的设计製作に取組み、充填不足の無い製品を成形することができた。成形実験から射出速度と荷重および樹脂の温度も重要であることがわかった。成形で問題となる銀条痕についても樹脂を乾燥することで解決できた。製作した射出成形機は、小形少量の製品製造や成形条件を見極める実験等への適用が期待できる。今後、この射出成形機で金型の導入教育やバイオマスプラスチック等を使った射出成形の研究に取り組んでいく予定である。

参考文献



(a) 観察位置



(b) 170°C

(c) 190°C



(d) 210°C

(e) 230°C

図11 射出成形の結果 (HDPE)



(a) 樹脂乾燥なし

(b) 樹脂乾燥あり

図12 射出成形の結果 (ABS)

- 1) 幸野ほか: 手動式射出成形機的设计製作, 熊本県立技術短期大学校卒研概要集, (2017), p.21.
- 2) 永富ほか: プラスチック金型的设计・製作と射出成形技術, (社)実践教育訓練研究協会, (2002), p.44.
- 3) 出典: AUTODESK Moldflow Adviser 2023”材料”, https://help.autodesk.com/view/MFAA/2023/JPN/?guid=MFLO_PART_MATERIALS_THERMOPL_CPT, (参照 2023-6-1).

減圧プール沸騰における限界熱流束点の観察

秀山文彦*1

Observation of the critical heat flux point in depressurized pool boiling

Fumihiko HIDEYAMA

近年の電子機器には小型化, 軽量化が求められる. 特にスマートフォンなどのモバイル機器には, 必要不可欠である. それに伴い電子機器の冷却に用いられる熱輸送技術も進化を遂げている. 一例として, 軽量かつ成形容易なプラスチック製の熱輸送機器は開発段階にあるが, プラスチック表面からの沸騰についてまだ明らかになっていないことが多くある. そこで本研究では, プラスチック材料表面からの沸騰現象の基礎データを取得することを目標にしている. 本報告ではその途中経過である金属材料表面からの沸騰が実験により観察できたので報告する.

1. 緒言

近年, スマートフォンに代表されるように電子機器の高性能化は著しく, 我々の生活はますます豊かになっている. しかしながら電子機器の高性能化による発熱量の増大は, 熱に弱い電子機器にとって致命的である. 電子機器を安定して動作させるためには, 電子機器を構成する各機器が動作保証温度を超えないように熱設計する必要があり, 現在ではヒートパイプなどの高効率熱輸送デバイスが使用されるようになってきている. ヒートパイプとは, 液体が気体になるときに吸収, または気体が液体になるときに放出する熱エネルギーを利用して, 熱を早く輸送することができる熱輸送機器である. さらに電子機器の小型軽量化もトレンドであることから, 電子機器の冷却に用いられる熱輸送デバイスにも高性能化および小型軽量化が求められるようになってきた. 以上の解決策の1つとして, 近年は軽量かつ成形が容易なプラスチック材料を用いた熱輸送デバイスの研究^{1), 2)}も行われているが, プラスチック材料表面からの沸騰に関する詳細なデータは少なく, まだまだ明らかになっていないことが多いのが現状である. そこで本研究では, 高分子材料表面からの沸騰現象の基礎データを取得することを目標に研究を遂行した. 本報告ではその途中経過ではあるが金属材料表面からの沸騰が実験により観察できたので報告する.

2. 沸騰について

沸騰が生じている伝熱面の熱流束 q [W/m^2] を伝熱面過熱度 ΔT_s [$^{\circ}\text{C}$] に対して表した曲線の事を沸騰曲線と呼び, 図 1 に示す. 熱流束とは伝熱面から液体に単位時間, 単位面積あたりに伝えられる熱量である. 伝熱面過熱度とは, 伝熱面温度 T_a [$^{\circ}\text{C}$] と作動液の飽和温度 T_{sat} [$^{\circ}\text{C}$] との温度差であり, 次式より求められる.

$$\Delta T_s = T_a - T_{\text{sat}} \quad (1)$$

図 1 の沸騰曲線より伝熱面過熱度を次第に大きくしていく場合に現れるプール沸騰の各様式とその伝熱特性を以下に概説する^{3), 4)}.

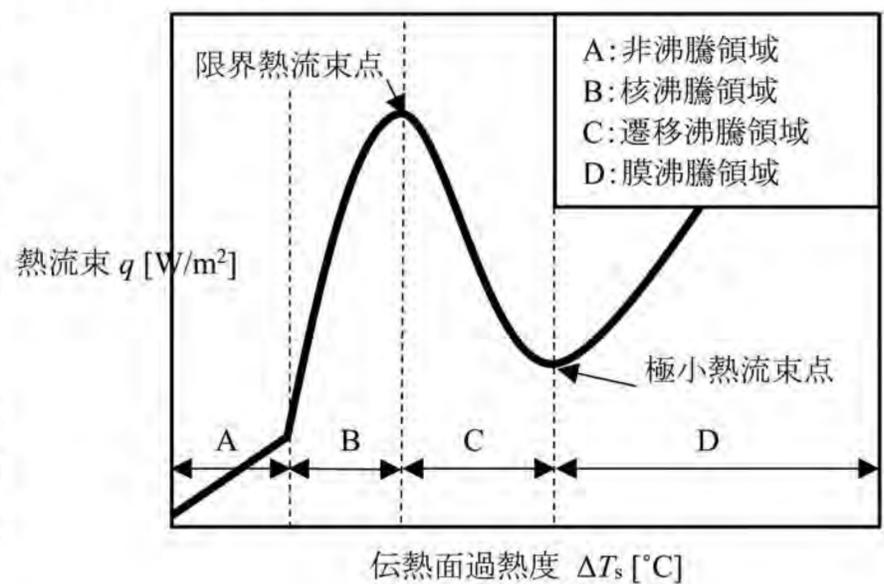


図 1 沸騰曲線

*1 機械システム技術科

A の領域は非沸騰であり、加熱初期で伝導面温度が低い間は沸騰が起こらず、自然対流による熱伝導が続く。そして伝導面上で気泡が発生し始める B の領域は核沸騰であり、水の温度が上昇して部分的に沸点に達すると沸騰が始まり急激に熱流束が増加する。核沸騰とは伝熱面上にランダムに分布した発泡点より気泡が発生することであり限界熱流束点まで続く。C の領域は遷移沸騰であり、発泡核の数が増えて発泡周期も短くなり、伝熱面を覆う点状の沸騰は激しくなり、部分的に蒸気の膜としてつながった形態をなす。この時の熱流束 q は限界熱流束点から極小熱流束点まで下がり続ける。D の領域は膜沸騰領域であり、伝導面の全域を発生した蒸気が膜となって覆い、やがてその蒸気と液体との接触面から直接に沸騰を始める。この時の熱流束 q は極小熱流束点から再び上昇する。液体が伝熱面と直接接触することなく、気泡は蒸気膜と液体との界面から発生し離脱する。

一般に相変化を伴う熱輸送においては伝熱効率が低い核沸騰が最も適しており、この領域内で沸騰が制御されることが多い。したがって、限界熱流束点を求めることで沸騰現象を核沸騰領域で制御できると考える。

3. 実験装置及び実験方法

3.1 実験装置

図 2 に本研究で使用した減圧沸騰実験装置の概略図を示す。真空容器は、内部観察を行うためアクリル材を使用した。実験装置下部には加熱部を設けた。加熱部には、伝熱性に優れた銅を加熱ブロックとして使用し、カートリッジヒータにより加熱を行なった。加熱ブロックの筒は、アルミニウムを使用した。加熱ブロックと加熱ブロックの筒は、組み立て及び気密性を確保を考慮して 2 つの部品に分かれている。部品どうしの接置面には気密性を保持するため O リングが設置されている^{5), 6)}。加熱ブロック内には伝熱面温度および熱流束を算出するために、線径 1 mm の K 型熱電対を 5 mm 間隔で 3 本 ($T_1 \sim T_3$) 挿入した⁷⁾。

また、作動液内の上部と下部に 1 本ずつ熱電対を設けて、それぞれの温度を T_4 , T_5 とし、以下の式より作動液の飽和温度 T_{sat} を算出した。

$$T_{sat} = \frac{T_4 + T_5}{2} \quad (2)$$

K 型熱電対 5 本 ($T_1 \sim T_5$) の温度は、データロガーを用

いて記録した。真空ポンプを用いて真空容器内を減圧し、作動液の沸点を下げることで低い温度での沸騰現象を観察できる。今回の内部圧力は、プラスチックの融点以下の沸点 (約 53.2 °C) になるように 14.5 kPa (abs)⁸⁾ で一定に保つような制御を行なった⁵⁾。実験装置上部には、真空容器内部の圧力を測定するための真空計と電磁弁が設置されている。真空容器内部が所定の圧力に達すると真空計の圧力スイッチから電磁弁に信号が送られて、電磁弁が閉じ、真空ポンプによる減圧が中断される。また、真空容器内部の圧力が所定の圧力よりも高くなると、電磁弁が開き、減圧が再開される。この開閉を繰り返すことで真空容器内は一定の圧力に保たれる。作動液内上部にはコードヒータを巻き付けた補助ヒータを設置し、これによって作動液は飽和温度に保たれる。

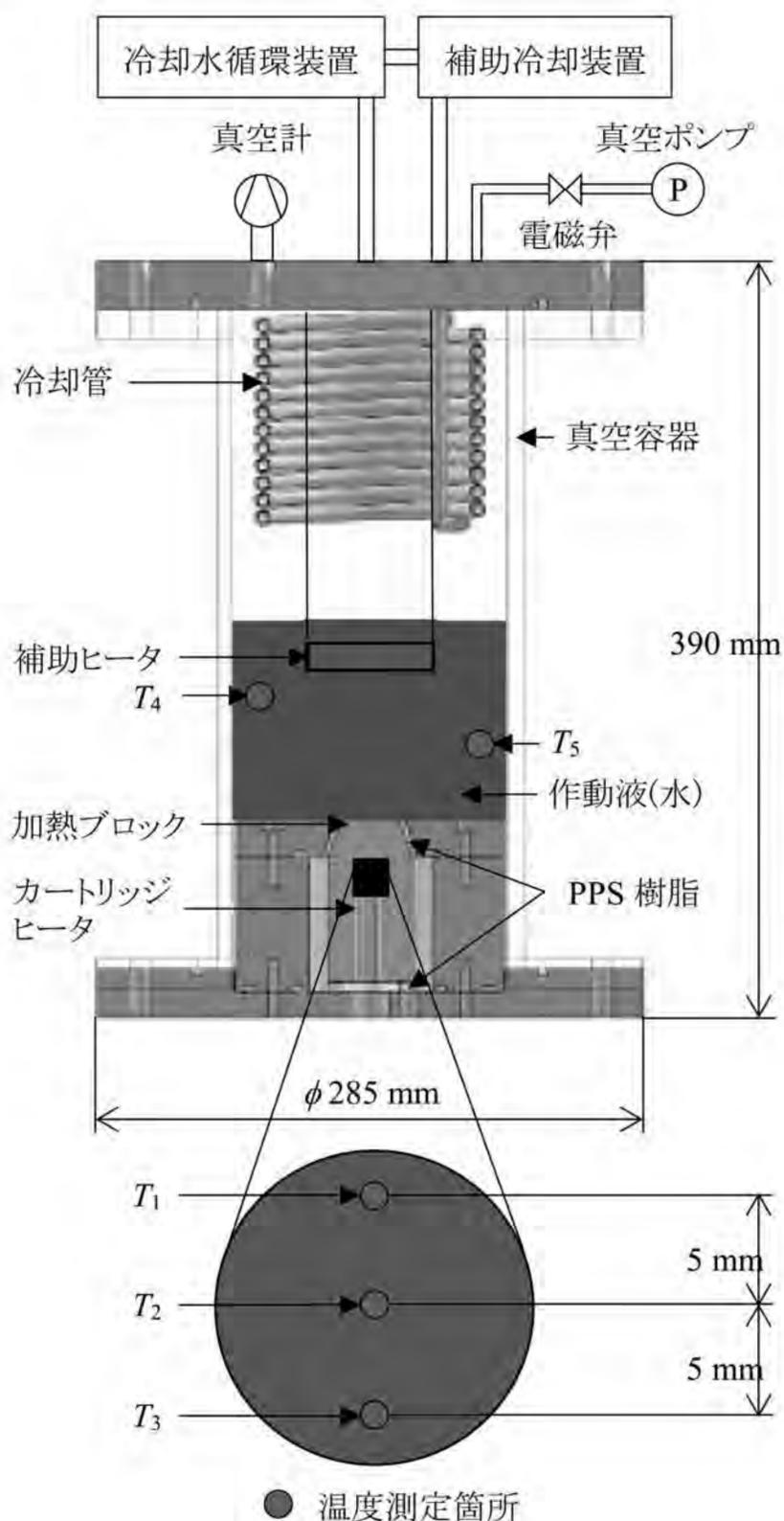


図 2 減圧沸騰実験装置の概略

真空容器の上部に設置されたコイル状の冷却管と冷却水循環装置を用いて冷却水を循環させ、実験装置内で発生する蒸気を凝縮した。これまでの実験より、加熱量を増加させる実験の終盤には冷却水の温度が上昇し、冷却管での凝縮量が低下することが分かった。したがって、本実験装置には図2に示すような補助冷却装置を設置し、冷却水が実験装置から冷却水循環装置に戻る前に冷却水を冷却することで、実験終盤での冷却水の温度上昇を制御した。加熱ブロックから加熱ブロックの筒や底蓋等への熱の流れを抑制するための断熱材として図2に示す箇所にPPS樹脂を設置した。また、加熱ブロックと加熱ブロックの筒、PPS樹脂の設置面は気密性の向上を目的としてテーパ加工を施した。作動流体には、安全性を考慮して水を使用した。

3.2 実験方法

初めに、真空容器内に約90°Cに温めた作動液を入れ、上部の蓋を取り付けた。真空ポンプを用いて、真空容器内を14.5 kPaまで減圧し、その後加熱ブロック内のカートリッジヒータに50 W、補助ヒータに50 Wの熱量を加えデータロガーの計測を開始した。定常状態となり温度が一定になった後、5分待ってから熱量を50 Wずつ増加させていった。熱量を増加させた時の加熱ブロック表面からの沸騰の様子をカメラで記録し、温度変化は前述のとおりデータロガーで記録した。

4. 実験結果および考察

図3に本実験で得られた加熱ブロックの温度変化を示す。実験では3本($T_1 \sim T_3$)の熱電対で温度を計測しているが、温度変化の様相は同じため T_2 の変化を代表して示している。図の横軸は時間 t [min]、縦軸は加熱開始からの温度 T_2 [°C]である。図より、加熱量を増加させ

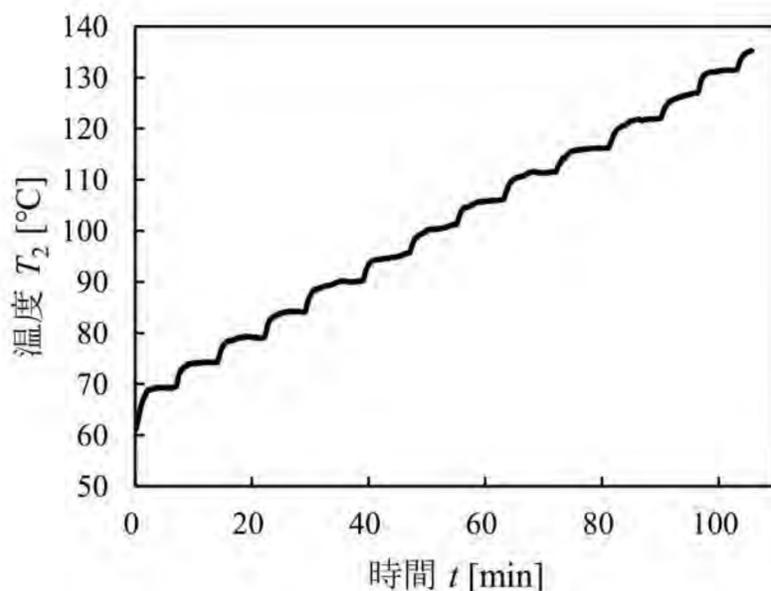


図3 T_2 の温度変化

ると温度が上昇し、数分後にはいずれの加熱量においても温度が定常になっていることが確認できる。以降はこの定常温度で検討を行った。本実験では50 Wから実験を始めて温度が定常になったら50 Wずつ加熱量を増加させ、700 Wに達した時点で実験装置の安全性を考慮して実験を終了した。

加熱ブロック内に流れる Q' [W]は、測定した $T_1 \sim T_3$ より以下のフーリエの法則を用いて算出した⁴⁾。

$$Q' = -\lambda \frac{(T_3 - T_1)}{x} A_1 \quad (3)$$

ここで、 λ [W/(m·K)]は銅の熱伝導率、 $x (= x_1 + x_2)$ [m]は熱電対間の距離($= 1.0 \times 10^{-2}$ m)、 A_1 [m²]は加熱ブロックの下部の断面積($= 1.45 \times 10^{-3}$ m²)、 A_2 [m²]は加熱ブロックの上部の断面積($= 0.71 \times 10^{-3}$ m²)である。

伝熱面温度 T_a の算出のために図4の熱回路モデルを考える。熱回路とは熱の流れを電流の流れと同様に考える回路であり、電気回路における電流、電圧差および電気抵抗は、熱回路の熱量、温度差および熱抵抗に置き換えることができる⁹⁾。加熱ブロックに熱量 Q' が流れたときに生じる温度差 $T_1 - T_a$ [°C]は熱量 Q' に比例し、その比例定数を熱抵抗 R_1 および R_2 [K/W]と定義すると、次式で表すことができる。

$$T_1 - T_a = (R_1 + R_2) Q' \quad (4)$$

ここで加熱ブロックの熱抵抗 R_1 および R_2 は次式で表すことができる。

$$R_1 = \frac{x_3}{\lambda A} \quad (5)$$

$$R_2 = \frac{x_4}{\lambda \pi r_2^2} \quad (6)$$

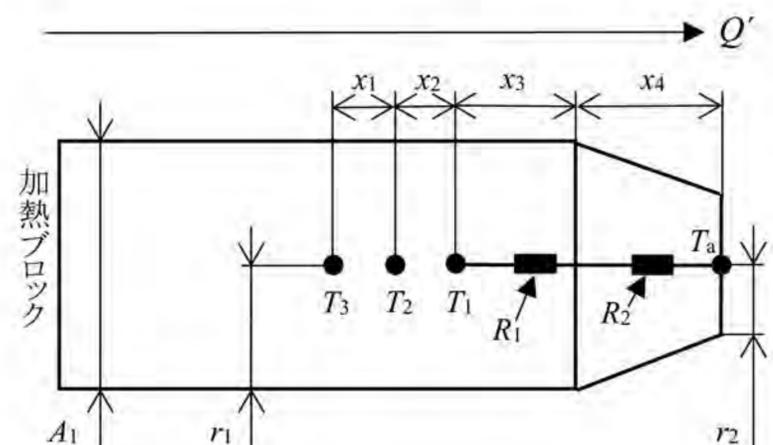


図4 熱回路モデル

式(5), (6)を式(4)に代入し, 伝熱面温度 T_a を算出した.

図5は, 今回の実験で得られた沸騰曲線である. 横軸は伝熱面過熱度 ΔT_s , 縦軸は熱流束 q である. 図5より, 熱流束 q は伝熱面過熱度 ΔT_s の増加に伴い増加しながらも曲線の傾きが緩やかになっていることがわかる. このことより, 図1に示した沸騰曲線の核沸騰領域に相当する現象が観察できたと考える.

図6に, カメラを用いて記録した沸騰の様子を示す. 図6より中央の加熱ブロックから気泡が連続的に発生と離脱をしていることが確認できた. 図5および図6より本実験で観察された沸騰様式は全加熱量において核沸騰であると考えられる. 本研究で観察を目指している限界熱流束点は, さらに伝熱面過熱度が増加したところで観察できることが予測される. 今後はより高い伝熱面過熱度まで実験を行うことができるように, 実験装置の見直しが必要である.

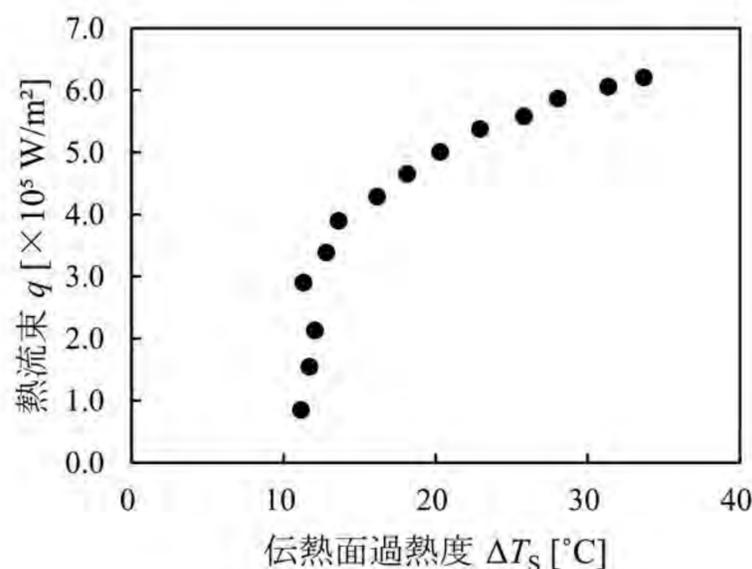


図5 実験で得られた沸騰曲線

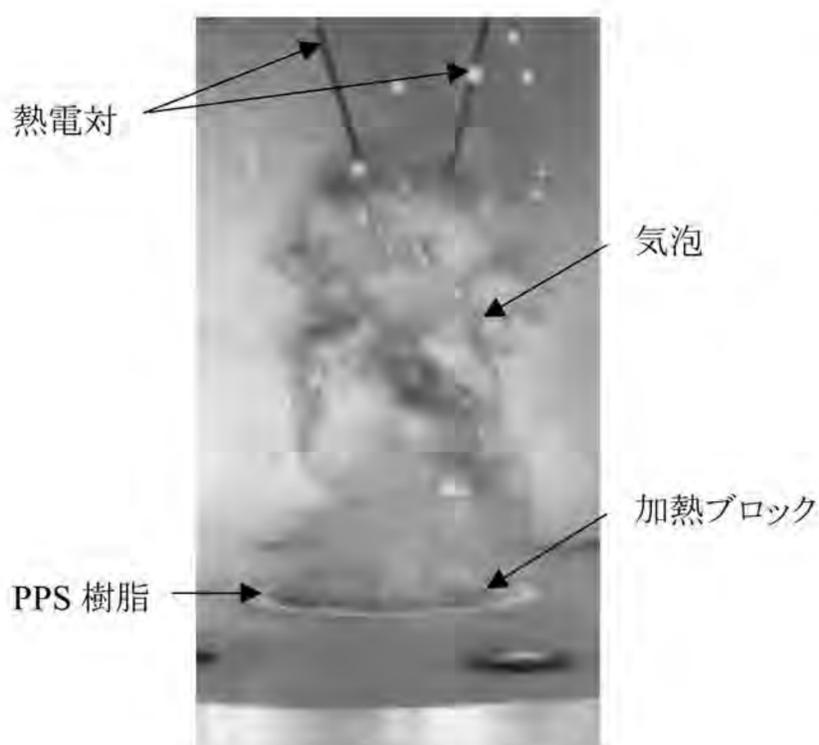


図6 沸騰の様子

5. 結言

本研究では, 沸騰現象の基礎データを取得することを目的として, 減圧沸騰実験装置を製作し実験を行った. 実験装置は内部観察を可能にするために透明の亚克力パイプを用いて製作し, 作動流体は安全性を考慮して水を使用した. 実験中の温度変化および内部圧力はデータロガーを用いて記録し, 沸騰現象はビデオカメラを用いて撮影した. 伝熱面温度(加熱ブロックの先端)は熱回路モデルを考えて算出した. 実験結果より, 核沸騰とみられる沸騰現象が確認された. しかしながら, 本研究で観察を目指している限界熱流束点は, さらに伝熱面過熱度が増加したところで観察できることが予測される. 今後はより高い伝熱面過熱度まで実験を行うことができるように, 実験装置の見直しが必要である.

6. 結言

本研究を遂行するにあたり門口稜氏(精密機械技術科, 令和5年3月卒業)および江崎巧真氏(機械システム技術科, 令和5年3月卒業)には卒業研究の一環ではありましたが, 実験等に対して多大な協力をいただきました. ここに記すことにより深く感謝いたします.

参考文献

- 1) Yasushi Koito, and Masahiro Kawaji : Performance of a Pulsating Heat Pipe Fabricated with a 3-D Printer, Proceedings of the ASME 2017 Heat Transfer Summer Conference, HT2017-4816 (2017).
- 2) Fumihiko Hideyama, Yasushi Koito : Heat Transfer Characteristics of an ABS Polymer Pulsating Heat Pipe Fabricated by a 3-D Printer, Thermal Science and Engineering, Vol. 27 No.2 (2019), pp.59-66.
- 3) 松島均, 斎藤拓也:「低圧下でのプール沸騰における熱伝達性」Thermal Science & Engineering Vol.26 No.1 (2018), pp.39-50.
- 4) 吉田駿:「伝熱学の基礎」,P101.
- 5) 江藤 涼介, 佐藤 吾郎:「プラスチック表面からの減圧プール沸騰—実験装置の製作—」, 令和2年度卒業研究概要集, 熊本県立技術短期大学校, pp.33-36.
- 6) Oリング寸法規格 (サイズ一覧) 【Oリング・パーフロの桜シール】:
<https://www.sakura-seal.co.jp/category/1928189.html>
(参照日 2023年10月28日).
- 7) 山田将之, シェンビャオ, 河野正道, 高田保之, 今村哉, 日高澄具, 高橋厚史:「減圧下における撥水斑点加工面上の沸騰伝熱および気泡挙動」, 第53回日本伝熱シンポジウム講演論文集 (2016-5), SP115.
- 8) 社団法人 日本機械学会:「JSME テキストシリーズ熱力学」, 社団法人 日本機械学会 (2002), P180.
- 9) FlowDesigner-熱設計トレーニング-:
https://www.akl.co.jp/training/basic/1_1_2/theory.php
(参照日 2023年10月28日).

池上 知顯*

Development of instruments to detect degradation and failure of PV module

Tomoaki IKEGAMI

日本では再生可能エネルギーへの需要と 2009 年に開始された太陽光発電余剰電力の固定価格買取制度(FIT)によって、太陽光発電が急速に普及した。それに伴い屋外で長期間使用されてきた太陽電池モジュールの劣化や故障、およびそれに伴う出火等の危険性が問題となっている。

本研究では磁気センサと表面電位センサを用い、発電運転中の太陽電池モジュールを構成する太陽電池セルの電流、電位を測定することにより、太陽電池モジュールの状態を調べる診断装置を開発した。磁気センサを用いて太陽電池セル表面のバスバーに流れる電流の不均一性を検出し、また、表面電位センサによりモジュール内のセル電位分布を測定することにより、本診断装置の有用性を確認した。

1. 緒言

現在、地球温暖化などの環境問題により発電時に CO₂ をほとんど排出しない再生可能エネルギーの利用が進んでいる。太陽光発電システムに用いられる太陽電池(以下 PV と表す)モジュールはメンテナンス不要で、20 年以上の使用が可能といわれているが、劣化や破損により出力低下したり、その発熱により火災の原因となることが報告されている。そこで本研究では PV モジュールが多数直列接続された PV アレイの中から異常な PV モジュールを簡単な方法で、しかも精度良く検出できる診断装置の開発を行った。

2. 測定原理と測定装置

電力用太陽光発電に用いられている PV モジュールの約 8 割は Si 結晶系であり、多数の PV セルを直列接続することにより、数十 V の電圧を発生させている。通常 PV モジュールやアレイの電気的特性は出力端で電圧、電流を測定することにより行われているが、発電動作中の PV モジュールは電気的に接続され、その表面は保護ガラスなどで覆われているため、従来の方法では個々のモジュールの電気的特性は測定できない。そこで、電気的に非接触の状態、磁界や電界を介して発電運転中の PV モジュールやセルの電圧、電流を

測定する方法を採用した。

2.1 磁束密度測定によるバスバー電流の推定¹⁾

結晶系 PV モジュールは裏面電極型を除き、PV セル表面には多数の集電用フィンガー電極と 2~4 本のバスバー電極があり、後者にハンダ付けされた幅 2mm、厚さ 150 μ m のリボン導線で隣接するセルに接続されている。一般的なセルの出力電流密度は 25~30mA/cm² であり、4~6 インチサイズの Si 結晶系 PV セルでは、バスバー 1 本あたりに流れる電流は 1~3A 程度となる。

厚さが十分薄く、幅が w [m] の無限長直線導線に電流 I [A] が流れる時、導線の直上距離 h [m] での磁束密度 B [T] は、真空の透磁率を μ_0 とすると次式で与えられる。

$$B = \frac{\mu_0 I}{\pi w} \tan^{-1} \left(\frac{w}{2h} \right) \quad [\text{T}] \quad (1).$$

式(1)より、 $I = 1\text{A}$ 、 $w = 2\text{mm}$ 、 $h = 5\text{mm}$ のとき磁束密度は $B = 39.5\mu\text{T}$ となり、日本での地磁気の大きさ(40~50 μT)とほぼ等しい値となる。磁気センサを用いてバスバー近傍の磁束密度を測定し、地磁気の成分を取り除くことで、PV モジュールの保護ガラス越しにバスバーに流れる電流を推定することが可能である。

そこで、 μT の感度を持つ磁束密度測定用のセンサとして、9 軸センサモジュール(TDK, MPU9250)に内蔵

* 電子情報技術科

表 1 磁気センサ(AK8963)の仕様

センサータイプ	ホール素子
測定レンジ	$\pm 4900 \mu\text{T}$
出力データ分解能	$0.15 \mu\text{T}/\text{LSB}$ (16 ビット ADC)
電源電圧	DC 2.4~3.6V
インターフェース	I ² C, SPI

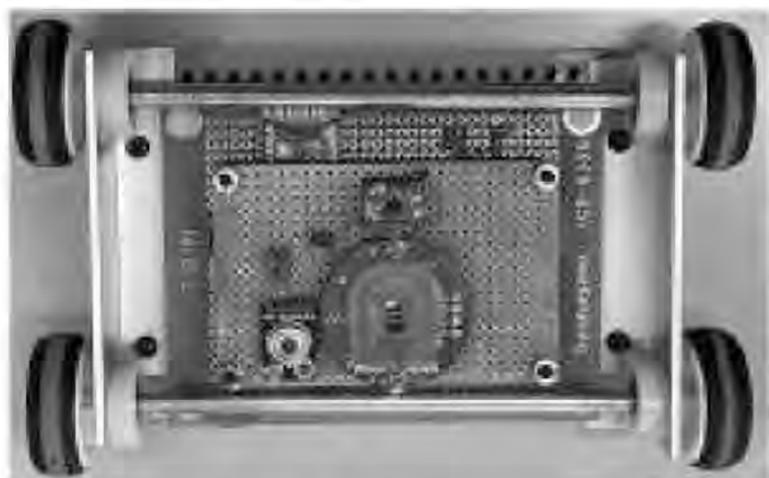


図 1 磁束密度測定装置(センサー側).

されている3軸磁気センサ(旭化成, AK8963)を使った. 表 1 に磁気センサの仕様を示す.

四輪の台車に9軸センサ MPU9250 (AK8963 内蔵) と光学式位置センサ(Avago, ADNS-9800)を載せた磁束密度測定装置を図 1 に示す. 位置センサとしてレーザーマウスに用いられる光学センサを用いることで, ガラス表面の磁気センサの移動量を高い分解能で測定可能である. この装置を PV モジュール表面で移動させ, PIC マイコン(PIC24FJ64G B002)で, センサーの位置(y [mm])と y 軸方向の磁束密度(B [μT])を読取り, Bluetooth でマイコン ESP32-DevkitC(Espressif, ESP-WROOM-32)へ送信した. マイクロコントローラ (ESP32-DevkitC)のプログラムの開発環境として PlatformIO IDE for VSCode²⁾ と Arduino フレームワークを用いた.

2.2 PV セル電位測定

帯電した物体の周りには帯電電位に比例した電界が生じる. この電界強度を検出することで, 非接触で物体の帯電電位が測定できる. 表面電位センサは電界強度をシャッタ等で周期的に変化させて, 検出電極から接地極に流れる変位電流 I_s から電位を求める.

本研究では PV セル表面の電位を保護ガラス越しに表面電位センサ (SMC, IZD10-110)³⁾ を用いて測定し

表 2 表面電位センサ (IZD10-110)の仕様

測定電位	$\pm 240\text{V}$ (検出距離 10mm)
出力電圧	1.0~5.0V
有効検出距離	10~50mm
消費電流	40mA 以下
電源電圧	DC 24V \pm 10%
有効検出範囲	45~180mm



図 2 表面電位センサ (IZD10-110) センサーヘッド部.

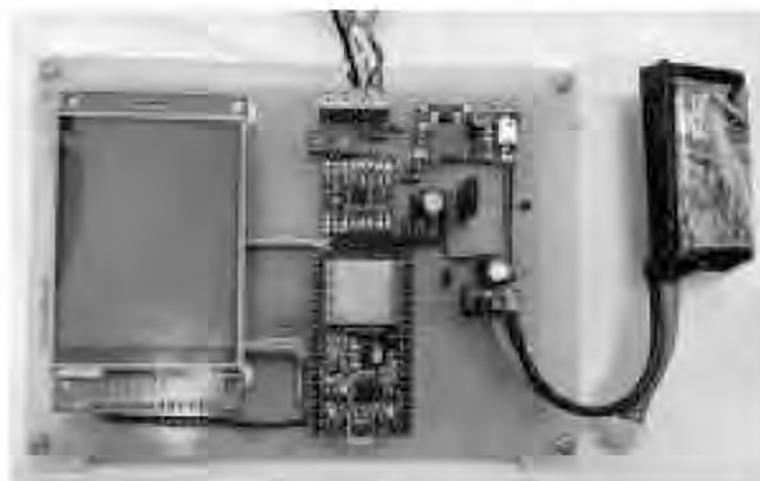


図 3 表面電位測定器.

た. 表 2 にその仕様を, 図 2 にセンサヘッド部を示す. このセンサの測定電位は有効検出距離 10mm の時, $\pm 240\text{V}$ であるが, より測定感度を高めるため, センサヘッド固定部を PV モジュール保護ガラスに密着させて用いた. このときのセンサーとセル表面間距離は約 5mm であり, 測定可能な表面電位の範囲は約 $\pm 60\text{V}$ である. 測定対象の電位が 0V の時, センサの出力電圧は 3.0V で, 1.0V から 5.0V の範囲で測定対象物の表面電位に比例する.

図 3 に表面電位センサの出力電圧の測定, 表面電位への換算と表示および PC への送信のために作製した表面電位測定器を示す. 屋外で使用するため, 電源には LiPo 電池(7.4V, 1100mAh)を用い, 昇圧コンバータによって表面電位センサ用に 24V を, また LDO レ

ギューレータ(BA033CC0T)で 3.3V の電圧をマイコン(ESP32-DevkitC), ADC, 液晶ディスプレイ(ILI9341)に供給した。

表面電位センサの基準電位(GND)は PV モジュールの(-)出力端子とし, センサ出力電圧を 24bit ADC(TI, ADS1220)でマイコンに取込み, 8 回の平均処理により SN 比を改善した. 隣接する 2 つのセルの表面電位を同時に測定することにより, 両者間の電位差からセル毎の起電力を測定するために 2 個の表面電位センサを用いた。

PV モジュールの(-)出力端子に接続されているセルの表面電位は 0V であり, また(+)出力端子に接続されているセルの表面電位は(+)出力端子電圧と等しくなるため, これらのセルに対する表面電位センサの出力電圧を用いてセンサを較正した。

2. 3 測定太陽電池モジュール

測定対象として本校 A 棟屋上に仰角 30° , 方位角 140° で設置された HIT (Heterojunction with Intrinsic Thin-layer) 構造の PV モジュール(SANYO, HIP-G48B, 最大出力 $P_{\max}=160\text{W}(@48.1\text{V}, 3.33\text{A})$, 開放電圧 $V_{oc}=63\text{V}$, 短絡電流 $I_{sh}=3.7\text{A}$, 2001 年 2 月製造)を使用した. HIT モジュールは n 型単結晶シリコン半導体の光入射面を i 型と p 型, 裏面を i 型と n 型の 2 つの種類のアモルファスシリコンで挟んだ構造で, 変換効率が約 19%と高く, 高温においても効率の低下が少ないなどの特徴がある. この PV モジュールは 2 本のバスバーを持ち, サイズが $100\text{mm}\times 100\text{mm}$ のセル 96 枚(12 列 \times 8 段)で構成されている. 屋上に設置されてから 20 年以上経過しており, モジュール表面の部分的な変色やバスバー電極にハンダ付けされたリボン電線から金属の滲みがみられた。

3. 測定結果と考察

3. 1 磁束密度測定

予備実験として幅 2mm, 長さ 200mm のリボン電線を直線上(x 方向)に張り, 1.84A の電流を流し, 電線と直交する向き(y 方向)に高さ約 5mm で磁束密度分布を測定した. 測定値からリボン電線に電流を流さない状態で測定した磁束密度分布を差し引き, 背景磁気を取り除いた磁束密度分布を図 4 に示す. 磁束密度は電線の

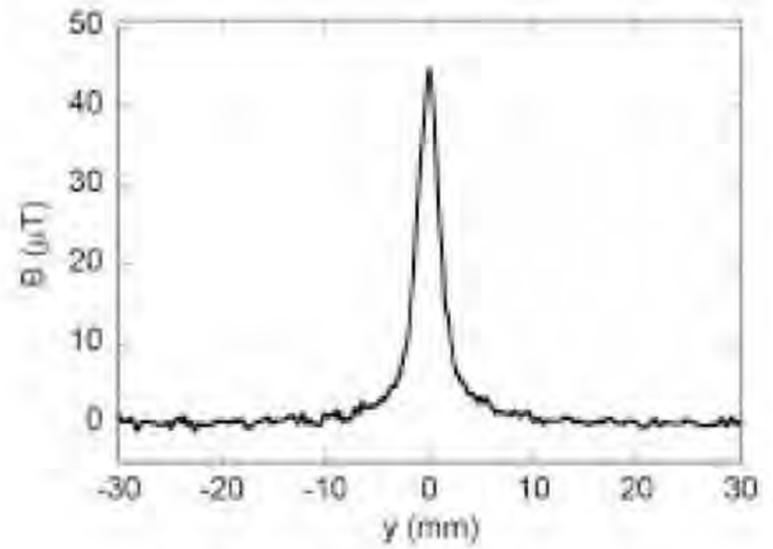


図 4 リボン電線上の磁束密度.

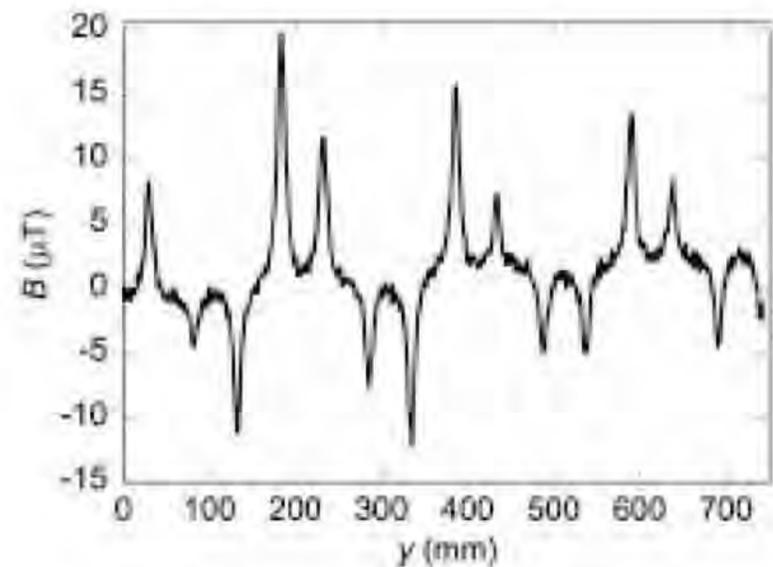


図 5 PV モジュール表面の磁束密度分布.

真上で約 $46\mu\text{T}$ で, 式(1)による値の 60%程度となっているが, ホール素子の大きさやセンサ感度の補正誤差によるものと考えられる。

快晴で太陽がほぼ南中し, 日射強度が十分大きい状態で, 屋上に設置された PV モジュールを短絡状態(短絡電流 $I_{sh}=3\text{A}$)にして磁束密度測定を行った. 直列接続されたセルの列を横切る方向(バスバーと直交する方向)に磁束密度測定装置を移動させて測定した. 図 5 にその結果を示す. この図から 2 本のバスバー上で磁束密度が正負のピーク値をとり, 異なる列のセル毎にバスバーに流れる電流の向きが反転していることがわかる. 一つのセルで 2 つの磁束密度のピーク値が大きく異なっており, 2 本のバスバーに流れる電流に偏りがあることを示しており, この PV モジュールには何らかの異常があることが見て取れる。

3. 2 表面電位測定

出力端子を開放状態にした PV モジュールのセル表



図 6 太陽電池セルの表面電位測定.

面電位の測定状況を図 6 に示す. PV モジュールの裏面で表面電位測定を試みたが, セル保護用の PVF フィルム製バックシートの分極により電界が攪乱されるためか, 正しく測定できなかった. そこで光入射側の保護ガラス上で(-)端子側のセルから順にセル中央でリボン導線の真上で電位測定を行った. セル表面電位の測定結果を図 7 に示す. 図中の直線は最小二乗法で測定データを線形近似したものである. セル電位は直列接続されたセルの数に比例して増加する傾向が見られるが, いくつかのセルにおいて電位が減少しており, これらのセルは逆バイアス状態になっていると考えられる.

図 8 は図 7 のデータをもとに隣接するセル間の電位差を示したもので, 各点は個々のセルの起電力を表していると思える. 測定値のばらつきは表面電位センサの感度(表面電位 1V 当たりのセンサ出力電圧)が約 15mV/V と小さく, PV モジュール出力端子を開放状態で測定したことが一因と考えられる.

被測定 PV モジュールの定格から開放電圧は $V_{oc}=63V$ であり, セル特性が均一とすると 1セル当たりの起電力は約 0.66V となる. 一方, 図 8 では平均セル電圧は 0.63V, 中央値は 0.67V, 標準偏差は 1.69V となっており, セル電圧の減少や大きなばらつきが見られる. 一般に PV モジュールの開放電圧は日射強度によらずほぼ一定であることから, これらの値は測定対象の PV モジュールの劣化を示唆している. 特にセル番号が 13, 35, 42, 46, 59 のセル電位は -2V 以下で, セル番号 11, 25, 49, 61 で 3V 以上になっており, 測定データのばらつきを考慮しても, これらのセルは異常な状態であると考えられる.

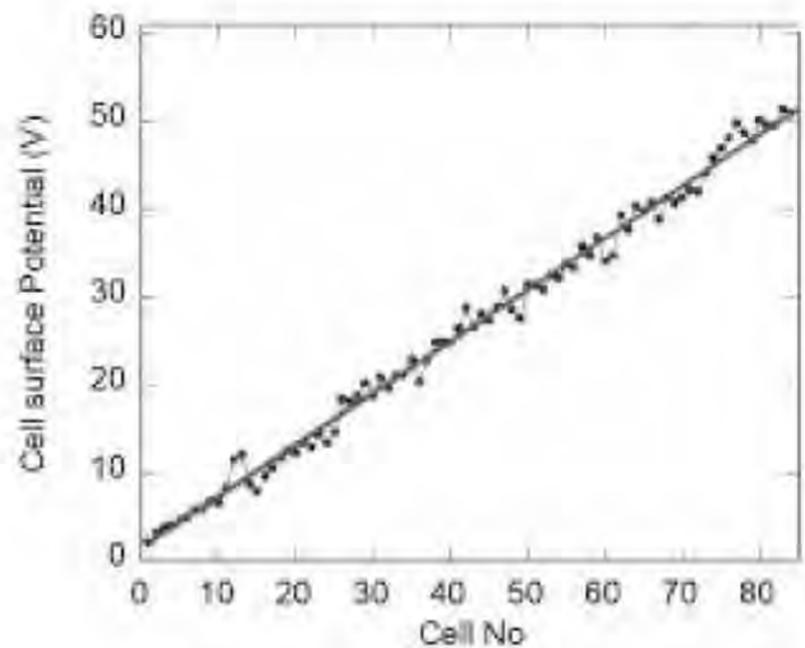


図 7 PV モジュールの表面電位.

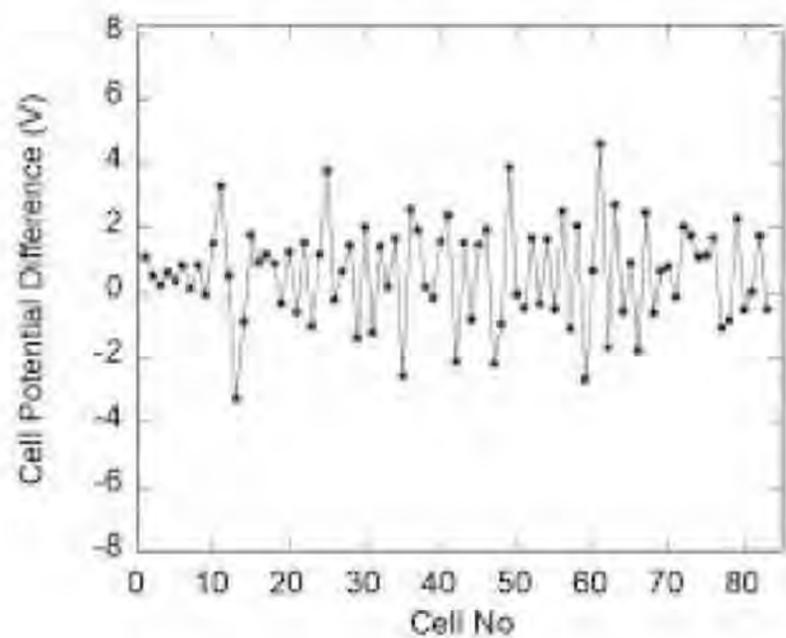


図 8 隣接セル間の電位差.

4. まとめ

本研究では磁気センサと表面電位センサの 2 種類の非接触型センサを用いて, PV モジュールの異常が検出可能なシステムを開発した. より精度の高い診断を行うためには, これらのセンサの感度較正を行い, 電流や電位の絶対値を測定する必要がある. また, 今回, PV モジュールを短絡あるいは開放状態として測定を行ったが, 通常最大の出力動作状態での測定が必要である.

参考文献

- 1) 小野原健太: 磁束密度分布測定による太陽電池の故障診断方法の開発, 熊本大学修士論文, (2018 年).
- 2) <https://docs.platformio.org/en/stable/integration/ide/vscode.html>, (参照 2023 年 11 月 17 日).
- 3) 表面電位センサ IZD10/IZE11 シリーズ-, https://www.smcworld.com/products/pickup/ja-jp/ionizer/izd10ser_fe.html, (参照 2023 年 11 月 17 日).

姿勢, テキスチャの特徴を用いた衣服画像生成 GAN — 深層学習による衣服デザイン支援 —

里中孝美*¹

Costume Image Synthesis GAN utilizing Pose and Texture Features
Deep-Learning aided Costume Design

Takami SATONAKA

本報告は敵対生成ネットワーク GAN(Generative adversarial networks) によりユーザーの好みにマッチした衣服画像を生成する手法について記述する。キャラクターの姿勢, 衣服のテキスチャの変化を反映したリアルな画像を生成するために, 服飾モデリングツール MD(Marvelous Designer)を用いて衣服の型紙から衣服データを制作し, GAN 学習用データベースを構築した。従来, GAN の生成結果を制御するため, 生成したい衣服画像のクラス情報を GAN に埋め込むことが課題であった。本報告では, 特徴画を入力して GAN に衣服画像のテキスチャと人物キャラクターの姿勢を学習させることで, 所望のデザインの衣服画像を生成する方法を検討した。テキスチャの情報, 姿勢の情報, テキスチャと姿勢の情報を付加した特徴画像を用いて学習し, 生成画像の画質評価を行い, 生成法を改善した。

1. はじめに

ゲーム, CG, アパレル業界では, 服飾モデリングツール MD の出現により, スキャナーから読み込んだ衣服の型紙から作成した布地パターンを人物キャラクターの体型に合わせて縫い合わせして実物のサンプル写真のようなクオリティで衣服を製作することが可能になった。

本報告は, ユーザーの好みにマッチした衣服画像を生成するために MD と敵対生成ネットワーク GAN を用いた衣服デザイン手法を提案する。リアルな衣服画像を生成するために, MD のクロスシミュレーションの機能により人物キャラクターの動きに合わせて布地を変化させて, 3D の衣服画像データを作成した。

先行研究として Goodfellow らによって発表された敵対生成ネットワーク GAN¹⁾ の手法があり, その手法を用いた画像生成に関する研究が多く行われている^{2,3)}。Pix2Pix の学習では GAN の生成結果を制御するため, 生成したい画像のクラス情報を GAN に埋め込む条件付き GAN が導入された。GAN は衣服画像の学習データから抽出した服の特徴量を学習することで, 服の特徴量に基づき服の画像を生成することが可能となった⁴⁾。その課題は, 所望の服のテキスチャ, 人物キャラクターの姿勢の情報を特徴画像に付加して生成画像を

制御することである。

本報告では, (1)テキスチャの情報, (2) 姿勢の情報, (3) テキスチャと姿勢の情報を付加した特徴画像を用いた方法を検討した。姿勢の情報を取り込むために, OpenPose⁵⁾を用いて人物の関節の特徴点を検出して, スケルトンの特徴画像を作成した。

本報告の GAN 学習データセットは, MD で作成した衣服画像データ, ダンス動画の衣服画像データから構成される。GAN は真の画像と特徴画像からそれらの画像間の関係を学習し, 衣服画像データを生成する。生成画像と真の画像との類似度を評価する指標を用いて, 特徴画像に付加する衣服のテキスチャ, キャラクターの姿勢の特徴量と画質の関係を調べて, 特徴画像の生成法を改善した。

2. 敵対生成ネットワーク GAN の概要

2.1 敵対生成ネットワーク

敵対生成ネットワーク GAN は, 真の画像と特徴画像から人物の姿勢の特徴を反映した衣服画像を生成する手法である。図1は, 衣服画像生成に用いる GAN のネットワーク構造を示している。GAN は生成器 G と識別器 D の2つのネットワークから構成されている。生成器は画

*1 電子情報技術科

像の特徴抽出と画像生成の機能を有し、2つの画像の特徴から画像間の関係を学習し、画像を生成する。識別器は生成された画像に対して真・偽の判定を行う。それらを敵対的に競わせることで、その関係を反映した画像を生成する。

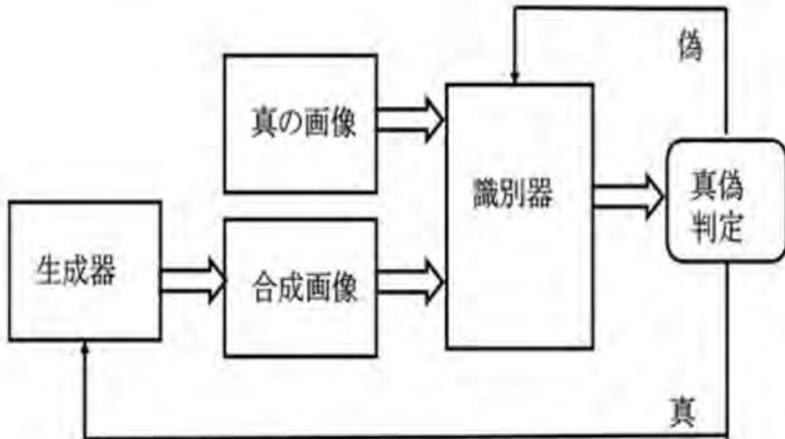


図1 GANのネットワーク構造

本報告では、GANネットワークに対し、各入力画像とクラス(属性)の情報を結合したものを学習させることで、明示的に指定したクラスの画像を生成する Pix2Pix^{2,3)}の手法を用いて式(1)の損失を最小化するように識別器の学習を行う。潜在変数(ノイズ成分)を x 、真値画像を y 、元画像 z としたとき、第1項 L_{cGAN} は GAN の損失関数で、第2項は $L1$ 損失関数である。本実験では、 $\lambda = 500$ である。Adam 最適化アルゴリズムの生成器と識別器の更新係数 $\alpha = 0.0002$ 、 $\beta = 0.5$ とした。

$$G^* = \arg \min_G \max_D (L_{cGAN} + \lambda L_{L1}(G)) \quad (1)$$

$$L_{cGAN}(G, D) = E_{x,y} [\log D(x, y)] + E_{x,z} [1 - \log D(x, G(x, z))] \quad (2)$$

$$L_{L1}(G) = E_{x,y,z} [\|y - G(x, z)\|] \quad (3)$$

添え字 x, y, z は、特徴画像データ、生成画像、ノイズ成分を示している。

2.2 画質評価

PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)、構造的類似性 SSIM (Structural Similarity Index Measure)、FID (Fréchet Inception Distance) 指標を用いて生成画像と真の画像との類似度を評価する^{6,7)}。SSIM は画像の3つの特徴である輝度、コントラスト、構造の視覚的影響を評価し、式(4)で計算される。ここで、 x が元画像、 y が

生成画像を示し、 μ_x, μ_y は画素値の平均値、 σ_x, σ_y は標準偏差、 σ_{xy} が共分散を示している。 c_1, c_2 は任意の定数となり、今回は $c_1=0.01$ 、 $c_2=0.03$ である。

$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + c_1)(2\sigma_{xy} + c_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)} \quad (4)$$

3. MDによる衣服画像の作成

衣服デザインツール MD を用いた衣服の制作フローを図2に示している。キャラクターのモデルを読み込み、型紙からパターン制作、縫い合わせ、シミュレーション、修正を反復する。図2の(a)では前・後ろの型紙から衣服のパターン図を作成し、(b)では、モデルに合わせて衣服パターン同士を接続する縫い合わせのシミュレーションを実行し、パターンの修正を行う。(c)では制作した衣服アイテムを追加してキャラクターの全衣服を作成する。図3は学習データベースで使用した衣服デザインの例である。衣服の生地の色、材質の設定し、クロスシミュレーション機能を用いてキャラクターの体型、姿勢に合わせた衣服画像を生成した。

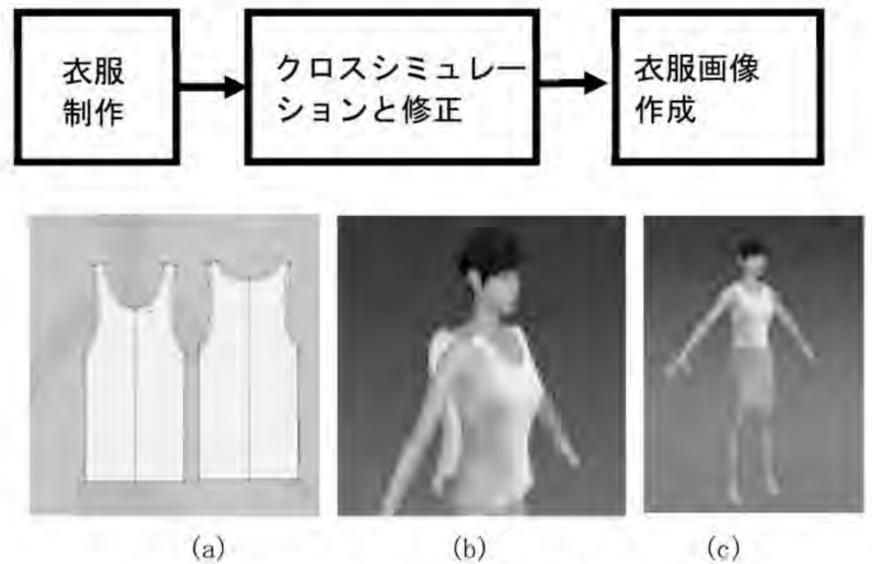


図2 MDを用いた衣服の制作フロー



図3 衣服デザインの例

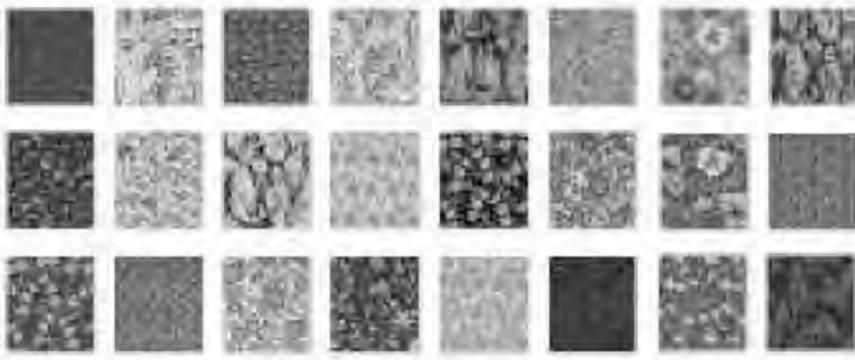


図4 テキスタイルデザインの例

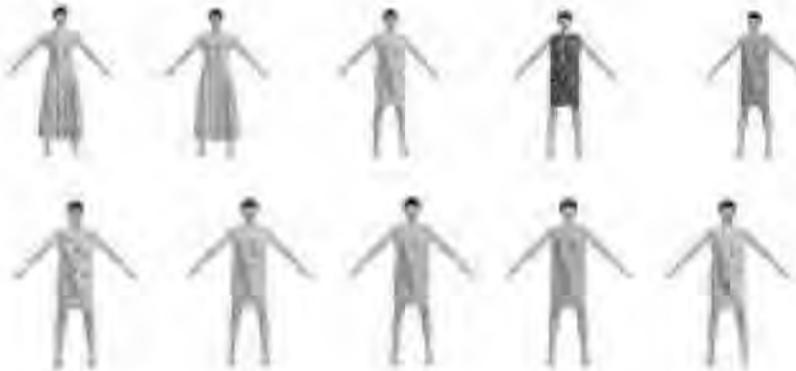


図5 テキスチャの異なる衣服学習データの例

図4は、学習用の衣服画像作成で使用した英国リバティ社発行のプリントデザイン図鑑のデザインの例である。デザイン衣服の生地テキスチャを選択し、図5のようにテキスチャの異なる衣服学習データを作成した。

4. GAN の特徴画像生成

4.1 画像生成の特徴画像

GAN は真の画像と特徴画像から画像間の関係を学習するので、特徴画像に必要な特徴量を検討した。図6は衣服画像と特徴画像の例である。(a)は真の衣服画像で、(b)、(c)は2種類の特徴画像である。真の画像と特徴画像のサイズは 512x512 で、テキスチャ画像のサイズは 128x128 である。特徴画像(b)はエッジパターンの特徴を、(c)はテキスチャとエッジパターンの特徴を含んでいる。色の情報を含まない特徴画像(b)を用いた場合は生成画像に色のミスマッチが生じた。そこで、本報告ではテキスチャ画像を追加した特徴画像(c)を用いて色の再現性を向上させる。

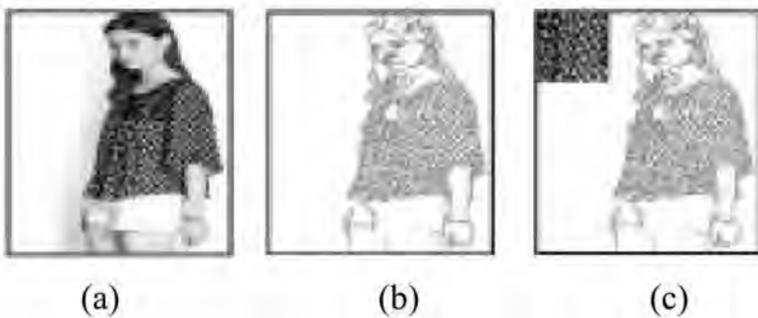


図6 衣服画像と特徴画像の例

4.2 テキスチャの特徴による画像生成法 1

10種類のテキスチャと10種類の衣服を着たモデルの組合せから100種類の衣服モデルを構成した。それを11.25度間隔で360度回転させて3200枚の学習データを作成した。図7(a), (b), (c)は、学習の特徴画像、真の画像、生成画像の例を示している。図7(a)の特徴画像にテキスチャ画像を付加することで、生成画像と真の画像との色ミスマッチを低減できるようになった。図8は50枚の生成画像のPSNR値を示している。横軸が画像番号で、縦軸がPSNR値である。図8においてS32のPSNR値は34.82dBでS22のPSNR値は25.80dBである。

図9(a), (b)はS32とS22の生成画像と差分画像を示している。真の画像、生成画像との差分画像においてS32の輝度はS22の輝度より大きく、その差分の値が小さいことを示している。S22の画像はテキスチャのエッジ部分で誤差が大きく、PSNR値に示すように画質が悪くなることが分かった。

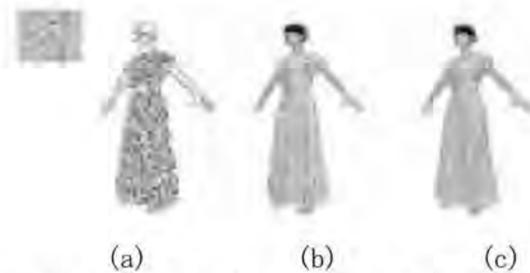


図7 特徴画像、真の画像、生成画像の例

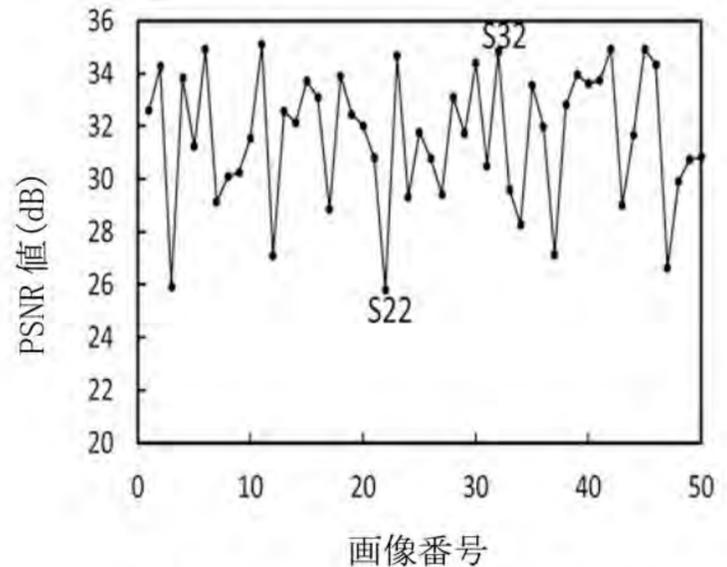


図8 合成画像のPSNR値

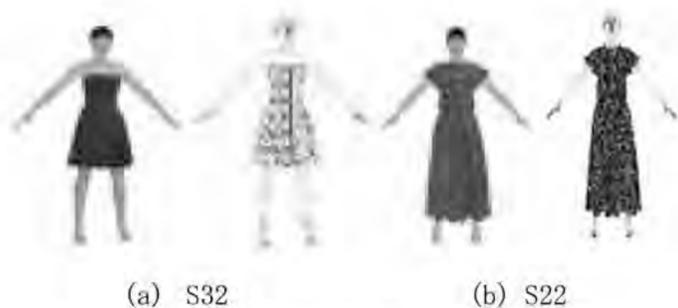


図9 合成画像と差分画像

図10は、衣服のテキスチャの特徴を用いた画像生成法1の結果である。画像生成で用いた入力の特徴画像(a1) (a2), 真の画像(b), 生成画像(c)を示している。特徴画像(a1)はエッジ画像のみで、特徴画像(a2)は、エッジ画像とテキスチャ画像を含む場合である。画質評価では客観的指標による評価と人間の視覚的評価を併用した。表1は式(1)の λ の値を変えた場合のPSNR, SSIM, FIDの値である。FIDスコアは低く、PSNR, SSIMスコアは高いほど、生成される画像の品質が高く、真の画像と類似していた。 λ が500のとき、(a1)と(a2)の画質を評価すると、PSNRの値は27.73dB, 31.59dB, SSIM値は0.937, 0.941, FIDは70.54, 60.13となった。テキスチャを入力したほうが画像の品質が高く、実際の画像と類似していることが分かった。また、 λ を10から1000まで増加させたとき、PSNR, SSIMの値は増加し、FIDは減少した。

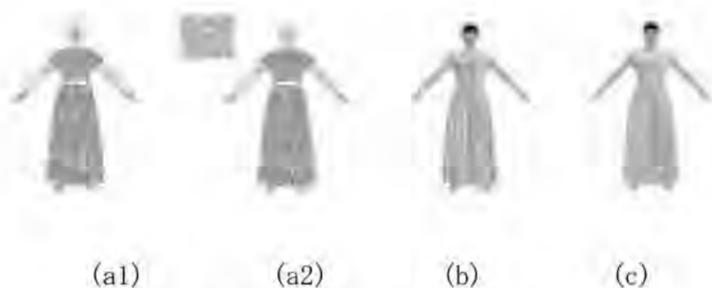


図10 画像生成法1の結果

表1 各生成画像のPSNR, SSIM, FID値

特徴画	a1	a2			
λ	500	10	100	500	1000
PSNR	27.73	29.06	31.46	31.59	32.16
SSIM	0.937	0.944	0.943	0.941	0.946
FID	70.54	73.95	50.86	60.13	59.56

4.3 姿勢の情報による画像生成方法2

図11に示す人物キャラクタのモーション画像を用いてGAN学習と生成画像の画質評価を行った。画像サイズは512x512である。(a1)~(a5)はデータ入力の真の画像で、(b1)~(b5)は衣服画像とスケルトン画像である。入力画像から人物キャラクタの輪郭と18個の関節特徴点を抽出し、人物キャラクタのスケルトン画像を生成する。(b1)には衣服の基本画像とスケルトン画像を示している。スケルトン画像の輪郭と姿勢情報を用いて基本画像を変換し所望の衣服画像を生成する。

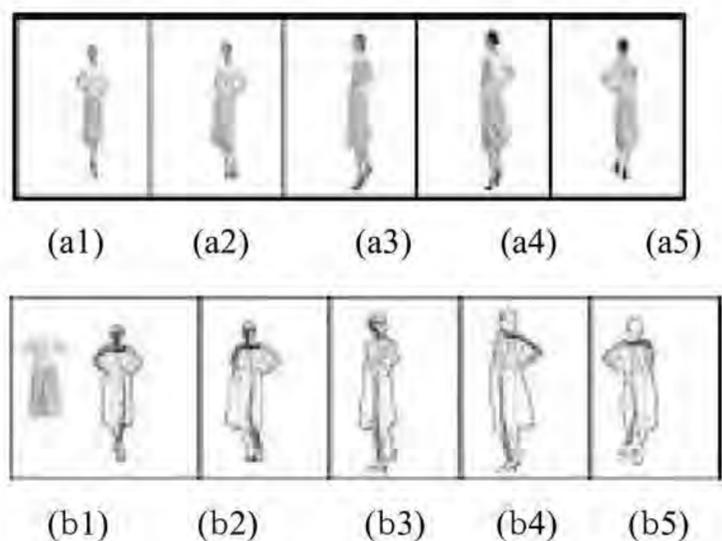


図11 人物キャラクタのモーション画像

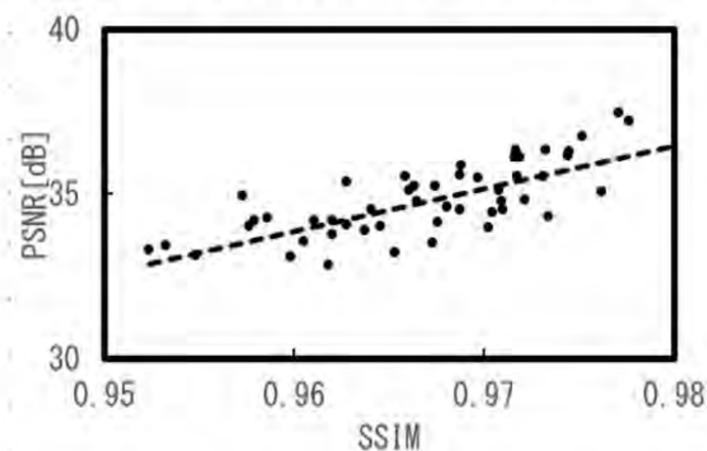


図12 画像生成方法2の画質評価結果

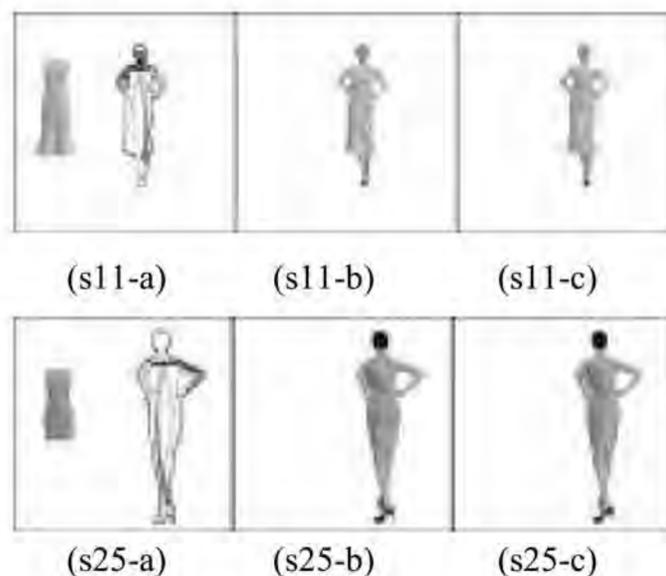


図13 画像生成方法2の衣服画像の生成結果

図12は画像生成方法2の画質評価結果である。横軸はSSIM値で、縦軸はPSNR値である。50枚の生成画像の平均SSIM値は0.967で、平均PSNR値は34.76dBであった。FIDは50.36であった。図13は画像生成方法2の衣服画像の生成結果である。s11のSSIM値は0.978で、PSNR値は37.14dBであった。s25のSSIM値は0.977でPSNR値は37.42dbであった。

4.4 テキスチャと姿勢の情報による画像生成方法3

図14, 15 は衣服のテキスチャ画像とキャラクターの回転画像の例である. 10 種類のテキスチャと衣服の組合せから構成した 100 種類の衣服モデルを異なる 32 の角度から撮影し 3200 枚の回転画像を作成した. 図15 (a), (b)は学習用の真の画像, 特徴画像を示す. スケルトン画像, 128x128 のテキスチャ画像を GAN に入力して動きと色の再現性を向上させる.

図16 は画像生成方法3 の画質評価結果である. 平均 SSIM 値は 0.893 で, 平均 PSNR 値は 24.94dB で, FID は 50.36 であった. 図 17 は画像生成方法3 の衣服画像の生成結果である. s19 の SSIM 値は 0.974 で, PSNR 値は 35.49dB であった. s33 の SSIM 値は 0.856 で PSNR 値は 25.05dB であった. s33 の画像はテキス

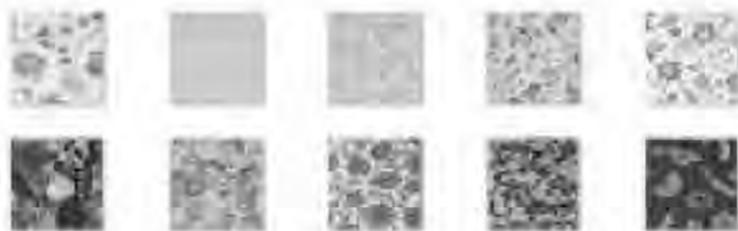


図 14 衣服のテキスチャ画像



(a)



(b)

図 15 キャラクターの回転画像の例

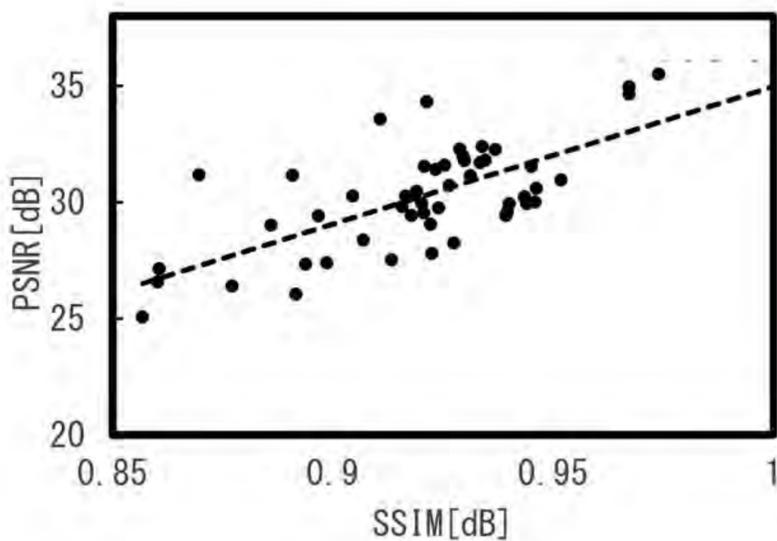


図 16 画像生成方法3の画質評価結果



(s19-a) (s19-b) (s19-c)



(s33-a) (s33-b) (s33-c)

図 17 画像生成方法3 の衣服画像の生成結果

チャのエッジ部分で誤差が大きく, テキスチャが単調な s19 に比べて画質が良くなかった.

4.5 ダンス動画による画像生成方法

MD で作成した衣服画像データでは人物キャラクターの動きが少ないためにダンス動画を用いて画像生成の学習を行った. 5種類の動画から 1000 枚の画像を取得し, 800 枚を学習に 200 枚をテストに用いた. 図 18 はダンス動画の人物の特徴画像作成の例である. 入力画像 (a)から人物のシルエット画像(b)を生成し, 背景等を除去して, モデル衣服の基本画像(c)を生成する. 次に OpenPose を用いて, 基本画像(c)の領域から人物の関節特徴点を検出する. (e)は, 真の画像と特徴画像である. 特徴画像は基本画像, スケルトン画像からなる. (e)の特徴画像のサイズは 512x512 で 160x160 の基本画像を含んでいる.



(a) (b) (c)



(d) (e)

図 18 人物の特徴画像作成の例

図19はダンス動画の学習データの例である。(a)が真の画像で、(b)がダンスの特徴画像である。基本画像を人物のスケルトン画像に合わせて、真の画像と一致するように学習させる。図20, 21はダンス動画による画像生成の結果を示している。図20, 21のSSIM値は0.898, 0.9143であった。PSNR値は、27.12, 24.16dBで、MDの学習データによる画像生成に比べ低い値となった。100枚画像の平均SSIM値は0.893で、平均PSNR値は24.94dBであった。衣服、身体の部位等でテクスチャの再現性が良くなかった。

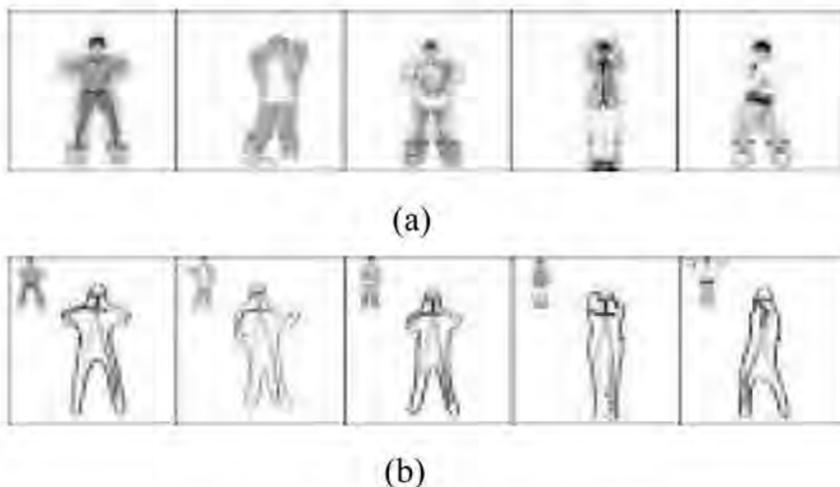


図19 ダンス動画の学習データの例

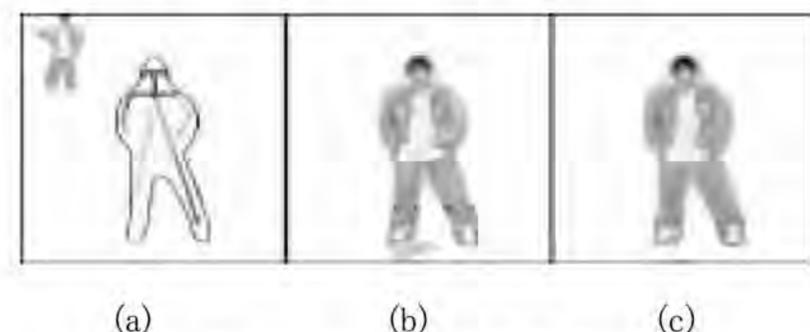


図20 ダンス動画による画像生成の結果1

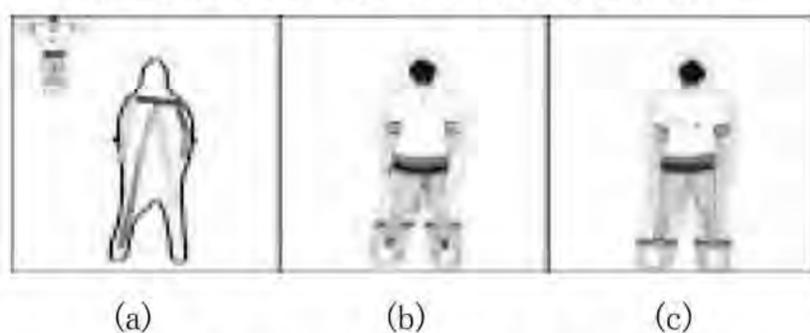


図21 ダンス動画による画像生成の結果2

5. まとめ

本報告は、服飾モデリングツールMDと敵対生成ネットワークGANを用いた衣服デザインについて記述した。ユーザーの好みにマッチした衣服画像を生成するためにMDを用いて人物キャラクターの姿勢と服のテクスチャを変化させて真の衣服画像と特徴画像からなる

学習データを作成した。GANの学習では特徴画像に(1)テクスチャの情報、(2)姿勢の情報、(3)テクスチャと姿勢の情報を付加した画像生成法の結果を比較した。また、SSIM, PSNR, FIDを用いてテスト画像を入力し生成画像と真の画像との類似性を評価した。

まず、画像生成法1では単色衣服のテクスチャを付加した生成画像は真の画像と類似していることが分かった。複雑なテクスチャの生成画像は真の画像との誤差が大きくなった。次に、画像生成法2では姿勢情報を付加した特徴画像を用いることで、キャラクターの姿勢を反映した衣装画像を生成できるようになった。テクスチャと動きの情報を持つ特徴画像を用いた画像生成法3ではテクスチャのエッジ部分で誤差が大きくなった。

また、ダンスの動画から人物の姿勢情報を抽出し、基本画像を変形させてダンス動画を生成する実験を行ったが、人物領域抽出の精度が悪く、画像生成の品質は良くなかった。今後の課題は人物領域と骨格特徴点の抽出精度を改善して画像生成をすることである。

参考文献

- 1) I. Goodfellow, J. Pouget-Abadie, M. Mirza, B. Xu, D. Warde-Farley and S. Ozair, A. Courville and Y. Bengio: Generative Adversarial Nets, Advances in Neural Information Processing Systems(2014), pp. 2672–2680.
- 2) P. Isola, J. Zhu, T. Zhou and A. Efros: Image-to-Image Translation with Conditional Adversarial Networks, CVPR (2017), pp.1125-1134.
- 3) J. Zhu, T. Park, P. Isola and A. Efros: Unpaired Image-to-Image Translation using Cycle-Consistent Adversarial Networks, ICCV (2017), pp.2223-2232.
- 4) 久保静真, 岩澤有祐, 鈴木雅大, 松尾豊: 服の領域を考慮した写真上の人物の自動着せ替えに関する研究, 情報処理学会論文誌, 60(3)(2019), pp.870-879.
- 5) Z. Cao, T. Simon, S. Wei and Y. Sheikh: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields, CVPR(2017) No.121, pp.1302-1310.
- 6) Z. Wang, A.C. Bovik, H.R. Sheikh and E.P. Simoncelli: Image quality assessment: from error visibility to structural similarity, IEEE Transactions on Image Processing, 13(4)(2004), pp.600–612.
- 7) M. Heusel, H. Ramsauer, T. Unterthiner, B. Nessler and S. Hochreiter: GANs Trained by a Two Time-Scale Update Rule Converge to a Local Nash Equilibrium, Pro. of the 31st Int. Conf. on Neural Information Processing Systems, NIPS(2017), pp.6629–6640.

セキュアデジタル署名による暗号通信技術

趙 華安*

Cryptographic Communication Technology Using Secure Digital Signatures

Hua-An ZHAO*

本報告では、令和4年度情報システム技術科で本学の技術賞を受賞した卒業研究「Python によるハイブリッド暗号の実装」の主な研究成果をまとめて紹介する。

情報社会において、情報の機密性、完全性と可用性を守るために情報セキュリティ技術が必要不可欠となってきた。その中で暗号技術は重要な技術の一つであり、暗号技術を用いることで、情報を秘匿化して盗聴や漏えいなどを防いだり、情報の改ざんやなりすましなどを検知したりすることができる。本研究では、共通鍵暗号と公開鍵暗号のメリットとデメリットを研究した上で、この2つの暗号方式を組み合わせたハイブリッド暗号方式によるセキュアなデジタル署名を提案した。このデジタル署名を用いて、安全かつ高速な暗号通信技術を実現し、その実用性と有効性を Python 言語で実装し検証した。

1. はじめに

現代の情報社会では、インターネットの発展と普及に伴い、情報の盗聴、漏えい、改ざん、なりすましなどの様々な脅威と危険が増えてきた。これらの脅威と危険を回避・防止するために、情報セキュリティ技術は、情報の機密性、完全性と可用性を守り、ますます重要視されている。情報セキュリティ技術の中で重要なひとつとなっているのは、暗号化である。

暗号通信は通信されるデータを暗号化し、データの機密性とセキュリティを保護する。また、通信途中においても、データの改ざん、なりすましなどを検知する。暗号通信の基盤となっているのは現代暗号技術である。

現代暗号には、大きく分けて、共通鍵暗号と公開鍵暗号の2種類がある。本研究では、Beyond 4G/5G に求められる高速性と安全性を備えた新しい暗号通信技術を開発するため、共通鍵暗号と公開鍵暗号のそれぞれのメリットとデメリットを研究した上で、この2つの暗号方式を組み合わせた効率良いハイブリッド暗号方式を用いて、通信データを暗号化し、データの漏えい、盗聴などを防ぐ。また、セキュアデジタル署名技術を提案し、データの改ざんやなりすましなどを検知することで、安全かつ高速な暗号通信を実現し、その実用性と有効性を Python で実装し検証した。

2. 暗号方式の種類

古代暗号方式と現代暗号方式の主な違いは、現代暗号方式は、その構成を公開しており、高度な数学的アルゴリズムとコンピュータテクノロジーに基づき、高いセキュリティを提供することができることである。現代暗号方式にはさまざまな暗号アルゴリズムがある。ここでは、代表的な共通鍵暗号方式と公開鍵暗号方式を説明し、それぞれの特徴を示す。

2.1 共通鍵暗号方式

共通鍵暗号方式は、対称暗号方式ともいい、図1において、暗号化と復号化するとき、同じ鍵を用いる。すなわち、暗号化鍵と復号化鍵は対称で共通である。そのメリットは、暗号化と復号化の処理速度が速い。デメリットは、鍵を安全に相手に受け渡すことが困難で、この鍵が第三者に漏れてしまえば、暗号化の意味がなくなる。これを鍵配送問題という。共通鍵暗号方式の代表として、DES (Data Encryption Standard) と AES (Advanced Encryption Standard) がある。



図1 共通鍵暗号方式と公開鍵暗号方式の説明

DESは、1975年に公表され、米国政府が採用した共通鍵暗号方式である。20年以上解読されたことはなかったが、脆弱性が発見され、2023年以降の使用は推奨しないと発表された。

AESは、米国NIST (National Institute of Standards and Technology) が公募した際の「新しい標準暗号」の総称であり、選出されたのは、Rijndael暗号方式である²⁾。現在、米国をはじめ、世界中の共通鍵暗号規格に採用されている。2001年承認されて以来、無線LAN、SSL (Secure Sockets Layer) 暗号通信、ファイルの暗号化などに幅広く使用され、インターネット時代のセキュリティ対策に必須の技術となっている。

AESはDESと同様にブロック暗号方式(付録1参照)であるが、DESのブロック長は64ビット、鍵長は56ビットである。AESのブロック長は128ビット、鍵長を128, 192, 256ビットから選択することができる。ブロック長が長いほど処理速度が速く、鍵長が長いほど暗号強度が高い。DESとAESの基本的な操作は、データを繰返して攪拌することである。DESの攪拌部はFeistel構造で、AESの攪拌部はSPN構造である。DESの繰返す処理は、16ラウンドを行う。AESの繰返す処理は、鍵長によってラウンド数が異なり、鍵長128ビットのとき10ラウンド、鍵長192ビットのとき12ラウンド、鍵長256ビットのとき14ラウンドを行う。同一のラウンド操作を繰返すため、ラウンド数が少ないほど処理速度が速い。また、AESの数学的構造は明確な記述があり、どんな攻撃にも屈していない。

AESとDESの処理速度を比較するため、同じ実験環境で、AES鍵長を192ビットに選び、10, 100と1000字(英数字データ)をそれぞれ暗号化し、所要時間を表1に示している。この表から分かるようにAESはDESより平均的に38倍以上速い。データ数が多くなると、所要時間の差が大きくなる。

表1: AESとDESの処理速度の比較

データ	10字	100字	1000字	平均
AES(μs)	16.18	17.00	17.67	16.95
DES(μs)	481.30	706.75	746.74	644.93

上述したように、AESはDESより安全で処理速度が速い暗号方式であるため、本研究ではAESを採用する。

2.2 公開鍵暗号方式

公開鍵暗号方式は、非対称暗号方式ともいい、図1に示すように暗号化と復号化するとき、異なる鍵を用いる。暗号化鍵と復号化鍵はペアで生成され、どちらか公開したもの公開鍵といい、もう一方の鍵を秘密鍵という。

公開鍵暗号方式のメリットは公開鍵(秘密鍵)で暗号化した暗号文は、秘密鍵(公開鍵)を使わないと、解読は非常に困難であるから、セキュリティ強度が高い。また、鍵が公開できるから鍵配送問題は存在しない。デメリットとしては、暗号化と復号化の処理速度が遅い。

公開鍵暗号方式の代表として、RSA 暗号と ElGamal 暗号がある。RSA 暗号は 1977 年に Rivest, Shamir と Adleman の3人の研究者によって発明され、桁数が大きい整数の素因数分解が現実的な時間内で困難であることを安全性の根拠とした暗号方式である³⁾。ElGamal 暗号は、1984年 Elgamal 氏が発表した離散対数問題を応用した暗号方式である⁴⁾。RSA 暗号と ElGamal 暗号を比較すると、処理速度やセキュリティレベルはほぼ同じである。

公開鍵暗号を用いれば、「守秘」と「認証」ができる。

守秘の仕組みは、図2に示すように、受信者 B が公開鍵と秘密鍵を作成しておく。送信者 A は B の公開鍵を入手して平文を暗号化し、暗号文を B に送付する。B は送ってきた暗号文を秘密鍵で復号化する(復号できるのは秘密鍵をもつ B だけ)。したがって、平文の情報漏えいや盗聴(盗まれても解読できないから)を防ぐことができる。しかし、公開鍵暗号方式の処理速度が遅いし、平文の容量制限もあるため⁵⁾、大きな平文の暗号通信には向かない。

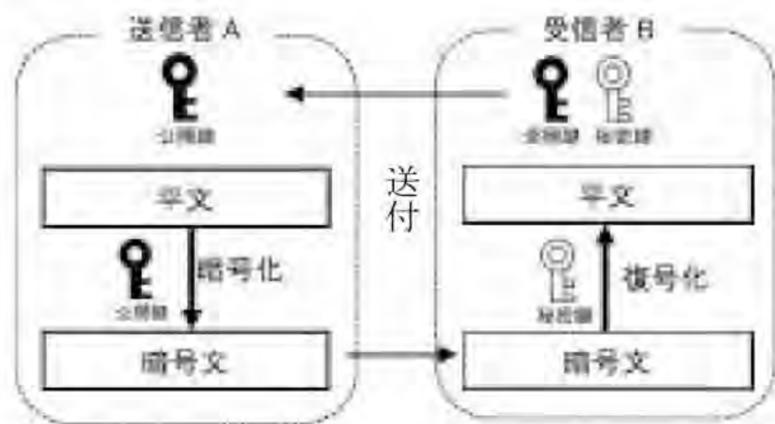


図2 公開鍵暗号方式による「守秘」

認証の仕組みは図3に示す。送信者 A(被認証者)が公開鍵と秘密鍵を作成し、公開鍵を受信者 B(認証者)に送付する。A は平文をハッシュ化(付録2参照)することにより、ハッシュ値を生成し、秘密鍵でこのハッシュ値を暗号化する。A は平文と暗号化したハッシュ値を B に送付する。

B は、まず A から送ってきた平文を A と同じハッシュ関数でハッシュ化し、ハッシュ値を生成しておく。次に、A から送ってきた暗号化されたハッシュ値を公開鍵で復

号化し、自分で生成したハッシュ値と比較して、一致した場合、平文は改ざんされていないことが保証される。もし、A が公開鍵と同時に認証局の電子証明書も B に送付すれば、A の本人性も証明できる。このような認証機能をデジタル署名ともいい、データの非改ざん性と送信者の本人性が保証できる。しかし、このようなデジタル署名は平文が暗号化されていないため、通信途中で盗聴や漏えいされていないことは、保証できない。

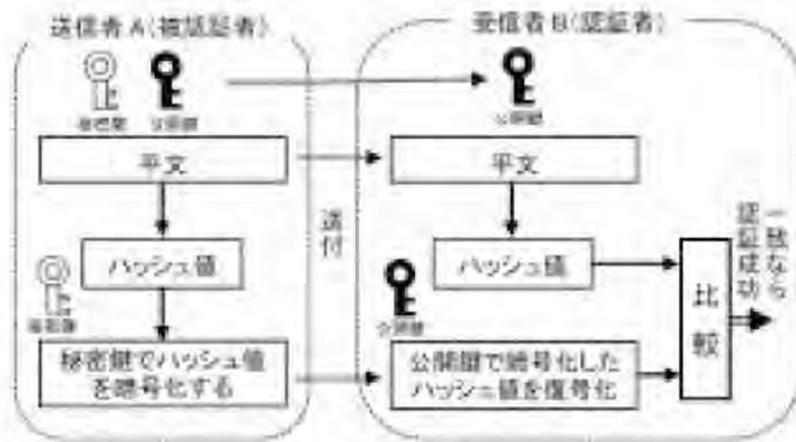


図 3 公開鍵暗号方式による「認証」

現在 RSA は主流となり、HTTPS (暗号化 Web サイト) や PKI (公開鍵基盤) などにおいて、中心的な役割を果たしている。RSA の鍵長は、1024、2048、3072 と 4096 ビットから選べる。2020 年以降、鍵長は 2048 (10 進数で表すと約 617 桁) 以上にする必要がある。RSA の処理速度は鍵長に比例せず、2048 ビットの場合は 4096 ビットより 10 倍速くなる。現在 2048 ビットが推奨されている。

2.3 ハイブリッド暗号方式

ハイブリッド暗号方式は、2001 年に提案され、公開鍵暗号方式と共通鍵暗号方式を組み合わせた暗号方式である⁶⁾。公開鍵暗号方式の安全性と共通鍵暗号方式の高速性を兼ね備えている。

ハイブリッド暗号方式による暗号通信では、公開鍵と秘密鍵の片方で暗号化したら、他方でしか復号できないから、安全性が確保される。また、一般に公開鍵暗号方式は、共通鍵などの少量データを受け渡しのみを使う(鍵配送問題の解決)。通信データは共通鍵暗号方式を用いて伝送する。共通鍵暗号方式 AES は公開鍵暗号方式 RSA と比べ、暗号化は約 400 倍、復号化は 1000 倍以上速いことが証明されている⁷⁾。よって、ハイブリッド暗号方式による暗号通信は、安全性と高速性が両立できる。

本研究では、AES+RSA ハイブリッド暗号方式による安全かつ高速な暗号通信技術を提案する。

3. 安全かつ高速な暗号通信の実現

暗号通信の歴史は古代から始まり、軍事、外交、商業などの分野で重要な役割を果たしてきた。現代暗号通信は一般にデジタル通信であり、インターネットやモバイル通信、クラウドコンピューティングなどに使用されている。その主な目的は、(1)データの守秘:通信の内容を不正なアクセスなどから保護し、秘密データを盗聴・漏えいさせないこと、(2)データの認証:通信相手の正当性を確認し、なりすましを防ぐと共に、否認防止、データの非改ざん性を確保することである。

3.1 暗号通信の守秘技術

図4に示すように、ハイブリッド暗号を用いれば、暗号通信の守秘ができる。まず、受信側 B が公開鍵と秘密鍵を作成し、送信側 A が公開鍵を入手しておく。

①A は、共通鍵を作成した後、B の公開鍵で共通鍵を暗号化し、B に送付する。

②B は、暗号化された共通鍵を受信し、秘密鍵で復号化し、共通鍵を入手する。

③この共通鍵を用いて、送信側と受信側の暗号通信が行える。

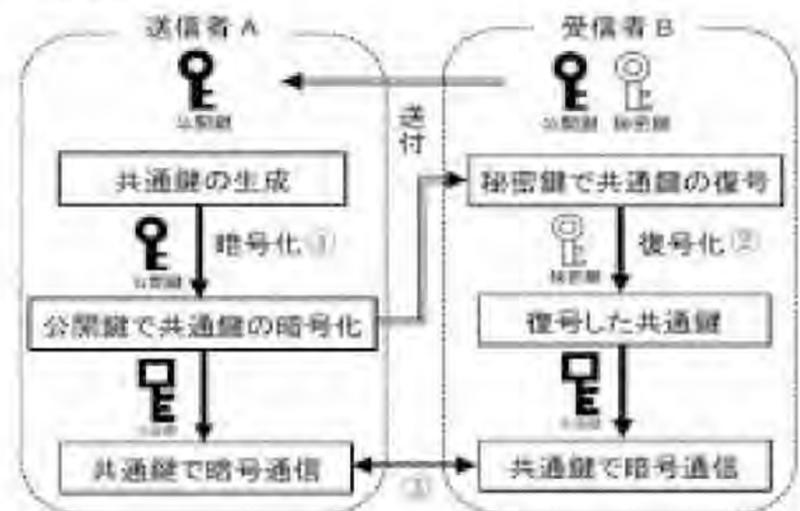


図 4 ハイブリッド方式暗号通信の守秘の仕組み

AES+RSA ハイブリッド暗号方式による暗号通信の守秘の仕組みでは、RSA で共通鍵(少量データ)だけを送付し、通信データは、AES でやり取りを行うため、高速な暗号通信が実現できる。現在のインターネット上でデータを暗号化する SSL/TLS 通信に使われ、クレジットカード番号や秘匿すべきとされる個人情報を取り扱う Web サイトにも利用されている。

3.2 セキュアデジタル署名技術の提案

3.1で述べた暗号通信の守秘技術は、情報の漏えいを防ぐことができるが、情報の非改ざん性や送信者の本人性などが保証されていない。したがって、暗号通信の認証機能が安全に通信するために必要である。この

ような認証機能は、RSAを使用してセキュアなデジタル署名で実現できる。

図3のように、従来のデジタル署名では、送信者が平文のハッシュ値を作成し、平文を暗号化せず、受信者の公開鍵を用いてハッシュ値を暗号化し、平文と一緒に受信者に送付する。本研究では、セキュアなデジタル署名を提案し、従来のデジタル署名と比べ、(1)平文も暗号化することで、平文の情報漏えいや改ざんなどを防ぐことができる。(2)必要の場合、認証機関が発行した電子証明書(なりすまし防止のため)を送付すれば、なりすましや本人性が検知できる。その仕組みは図5に示す。

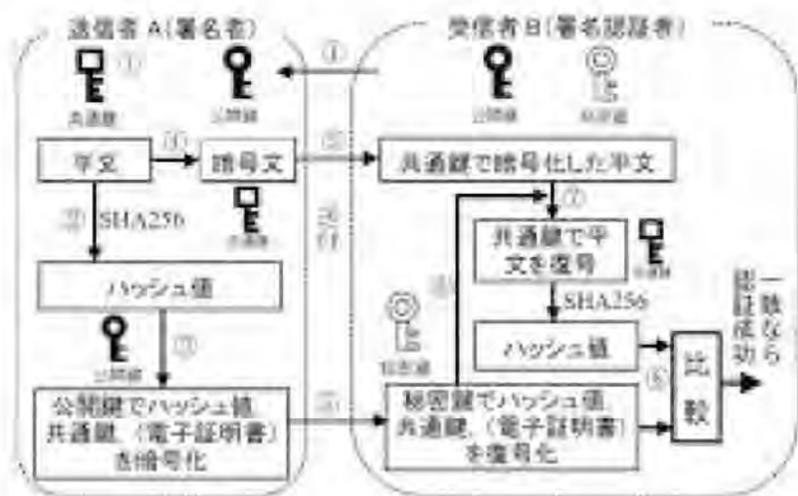


図5 ハイブリッド暗号方式によるセキュアデジタル署名

①受信者B(署名認証者)が公開鍵と秘密鍵を作成しておく。送信者A(署名者)はBの公開鍵をもらい、共通鍵を作成しておく。

②ハッシュ関数(SHA256)を使い、平文のハッシュ値を生成する。

③公開鍵でハッシュ値、共通鍵、電子証明書(必要ならば)を暗号化する。

④共通鍵で平文を暗号化し、暗号文を生成する。

⑤暗号文と、公開鍵で暗号化したハッシュ値、共通鍵、(電子証明書)をBと一緒に送付する。これにより、通信途中において、平文の情報漏えいなどを防ぐことができる(暗号文が盗聴されても解読できないため、漏えい防止などができる)。

⑥Bは秘密鍵で暗号化したハッシュ値、共通鍵、(電子証明書)を復号化し、ハッシュ値、共通鍵、(電子証明書)を安全に入手する。

⑦入手した共通鍵で平文の暗号文を復号化し、Aと同じハッシュ関数(SHA256)を使い、ハッシュ値を生成する。

⑧ステップ⑥で入手したハッシュ値と⑦で生成したハ

ッシュ値を比べ、一致した場合、平文が改ざんされていないことが保証される。

もし、双方でなりすましや真正性を認証する場合、ステップ①でBも電子証明書を送ればよい。

デジタル署名技術において、平文を暗号化した研究もあり、送受信者両方の公開鍵が使われている⁸⁾。本研究で提案したデジタル署名は、受信側のみの公開鍵を使うため、従来の方法と比べ、よりセキュアかつ高速であることが明らかである。

4. 実装と評価

提案したセキュアデジタル署名による暗号通信の性能を検証するため、暗号用ライブラリPycryptodome 3.15をPython 3.10にインストールして使用する⁹⁾。実験環境について、プロセッサはXeon(R) CPU 3.30 GHz, OSは64ビットのWindows 10, メモリ(RAM)は8 GBである。

図6は、実装に使っている幾つかのモジュールの集合体を示している。それぞれのモジュールを説明すると、2と3行目は、RSAとAESの暗号化と復号化を行うために外部モジュールからimportする¹⁰⁾。次に、4と5行目は鍵生成の際に使用する疑似乱数を生成するモジュールをimportする¹¹⁾。6行目のPKCS1というのは、RSAのパディングに関する標準規定である。本研究ではパディング手法として、OAEPを使用する。7行目はバイト列を16進数文字列に変換するモジュールである。最後の8行目はファイル読み込みの際、ファイルやディレクトリが存在しているのかを確認するモジュールである¹²⁾。これらのモジュールを使うことにより、プログラムの実装・開発が効率的に行える。また、多国語対応のため、文字コードはUTF-8を利用する。

```
File Edit Format Run Options Window Help
1 #ハイブリッド暗号方式による暗号通信
2 from Crypto.PublicKey import RSA
3 from Crypto.Cipher import AES
4 from Crypto import Random
5 from Crypto.Random import get_random_bytes
6 from Crypto.Cipher import PKCS1_OAEP
7 import binascii
8 import os
```

図6 暗号技術のモジュール

4.1 AESの実装

AESの暗号化と復号化のプログラムを一本化し、どちらを行うかをメニューから選択し、送信者と受信者に分かれて処理を行う。

図7は暗号化する処理の実行画面である。平文をカ

レントフォルダから読み込み、鍵長を128, 192, 256ビットから選び、共通鍵を自動か手動かで生成する。処理を終えた後、EAXという認証付き暗号のモードを用いて、tagとnonce (number used once)を生成する。共通鍵、暗号文、tagとnonceをそれぞれのファイルへ保存し、受信側で復号化するとき、この4つのファイルが必要である。

ここで、tagはデータの整合性を確認するために使用され、データのハッシュ値を計算することによって生成される。nonceは認証などで用いられる1回限り有効なランダムなデータである。暗号化の際には、同じ暗号アルゴリズムを用いても生成されたnonceが異なるから、暗号強度を高めることができる。また、通信途中で暗号文を盗まれても解読できないが、攻撃者は送信者になりすまして、多量の暗号文を連続に受信側に送りつけ、受信側のシステムを正常に稼働できない状態に追い込む。このような攻撃手法をリプレイ攻撃といい、nonceは、1回限り有効であるため、同じnonceで送られた暗号文を不正なデータとして認証拒否するため、リプレイ攻撃などを防ぐことができる¹³⁾。

```
暗号化(encrypt) 0, 復号化(decrypt) 1 →0
鍵長入力(input key length) (128 or 192 or 256) 128
鍵自動生成(Auto key) 0, 手動生成(Input key) 1 →0
keyをファイルへ書き込みました。
ciphertextをファイルへ書き込みました。
nonceをファイルへ書き込みました。
tagをファイルへ書き込みました。
ファイルへの書き込みがすべて終了しました。
```

図7 AESの暗号化の実行画面

復号化の場合、図8に示すように、tag, nonce, 共通鍵と暗号文が必要で、それぞれのファイルを読み込んで、復号化を行い、復号文をファイルとして保存する。

```
暗号化(encrypt) 0, 復号化(decrypt) 1 →1
復号文をファイルへ書き込みました。
```

図8 AESの復号化の実行画面

4.2 RSAの実装

図9のように、RSAの実装では送信側か受信側かはメニューで選び、鍵長を2048, 3072, 4096ビットから選択し、ペアで秘密鍵と公開鍵を生成する。暗号化と復号化に必要なデータをファイルに書き込みと読み込みすることができる。

暗号化処理では、相手から送られてきた公開鍵と平文のファイルを読み込み、暗号化を行う。

復号化処理では、自分の秘密鍵と、相手から送られてきた暗号文のファイルを読み込み、復号化を行い、復号文をファイルに書き込む。

```
送信者側:0,受信者側:1,終了:2→1
受信者側の処理を行います。
公開鍵、秘密鍵を作成しますか? y/n→y
公開鍵と秘密鍵を作成します
鍵長入力(input key length) (2048 or 3072 or 4096) 2048
公開鍵と秘密鍵を作成しました
公開鍵.dat,秘密鍵.datにそれぞれ保存されました。
```

図9 RSAの鍵ペア作成の実行画面

4.3 ハイブリッド暗号方式の実装

送信側か、受信者側か、鍵の種類、鍵長、生成方法(手動または自動)などはメニュー式で、キーボードから選択できる。操作の利便性を図った。

図10は、送信側の実行画面を示す。まず、受信側の公開鍵を入手し、平文のハッシュ値をSHA256で生成する。次に、AESの共通鍵を作成し、共通鍵で平文を暗号化した後、受信側の公開鍵で共通鍵、ハッシュ値、認証用のnonce, tagなどのデータを暗号化し、平文の暗号文と一緒に受信側に送付する。

```
送信者側:0,受信者側:1,終了:2→0
平文.txtを読み込みました
送信者側の処理を実行します
公開鍵を持っていますか? y/n→y
公開鍵.datを読み込みました
ハッシュ値を作成します。
ハッシュ値を作成しました。
共通鍵を作成します
鍵長入力(input key length) (128 or 192 or 256) 128
鍵自動生成(Auto key) 0, 手動生成(Input key) 1 →0
keyを共通鍵.datへ書き込みました。
平文を暗号化しました
共通鍵・ハッシュ値を暗号化します
暗号化した共通鍵を暗号鍵.datへ書き込みました。
暗号化したハッシュ値を暗号ハッシュ値.datへ書き込みました。
ciphertextを暗号文.datへ書き込みました。
nonceをnonce.datへ書き込みました。
tagをtag.datへ書き込みました。
送る必要のあるファイル名
暗号鍵.dat
暗号ハッシュ値.dat
暗号文.dat
nonce.dat
tag.dat
```

図10 提案したセキュア暗号通信の送信側実行画面

図11は受信側の実行画面である。暗号化された共通鍵、平文のハッシュ値、認証用のnonce、tagなどのデータを秘密鍵で復号する。復号した共通鍵を用いて、送信側が送ってきた平文の暗号文を復号化し、受信側で自らハッシュ値を生成し、送ってきたハッシュ値と比較することにより認証を行い、非改ざん性を検知できるから、セキュアな暗号通信が行える。

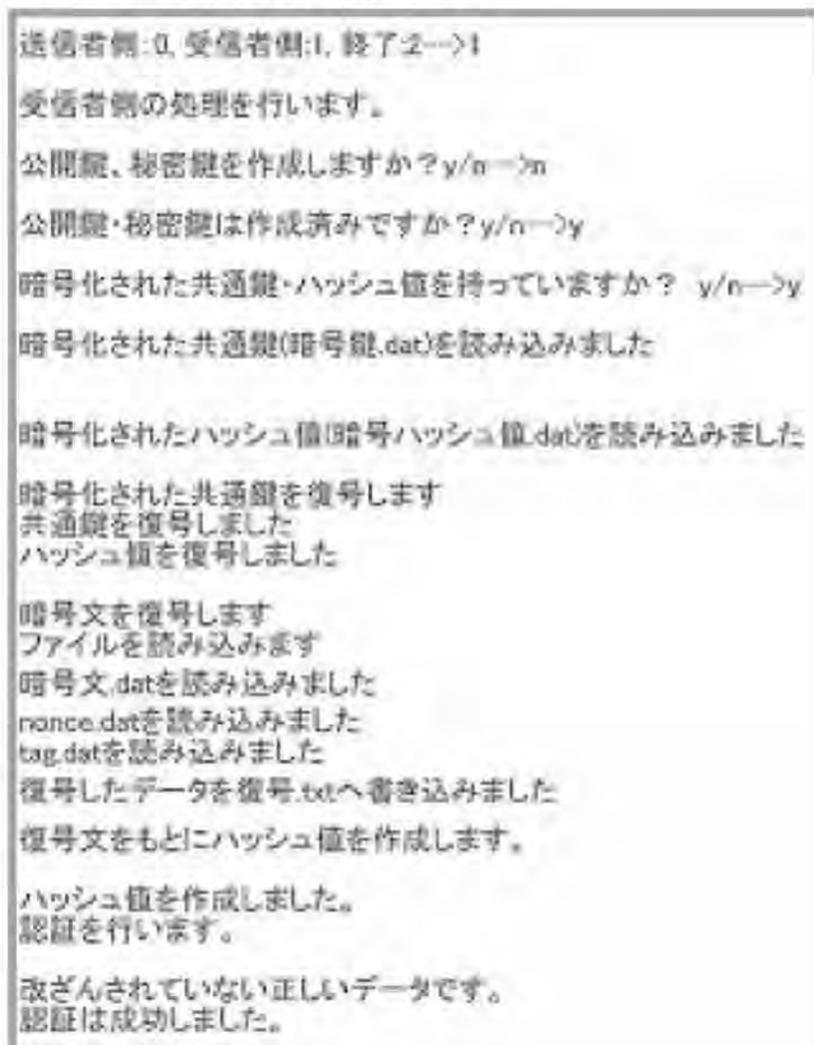


図11 提案したセキュア暗号通信の受信側実行画面

5. 終わりに

本研究では、従来のデジタル署名において平文を暗号化しない点を改善し、AES+RSAハイブリッド暗号方式によるセキュアデジタル署名を提案し、このデジタル署名を用いて、安全かつ高速な暗号通信技術を実現し、その実用性と有効性をPython言語で実装し検証した。

プログラムを実装する際に、送信側か受信者側かをメニューで選び、プログラムを一本化した。鍵長の選択、鍵の生成方法(手動または自動)などはメニュー式で、実行の利便性を図った。実装したプログラムを付録3のWebサイトで無償公開している。

今後の研究としては、本研究成果を踏まえ、音声や画像などのデジタル署名技術を開発したい。最後に、R4年度本校情報システム技術科卒研究生の内田 夢人君と縦木 真斗君に感謝の意を表したく、卒業研究で一部分のPythonプログラムを実装と検証してもらった。

参考文献

- 1) 総務省のセキュリティサイト: https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/cybersecurity/kokumin/basic/basic_structure.html, (2023年).
- 2) N. Ferguson, R. Schroepel and D. Whiting: "A simple algebraic representation of Rijndael," the 8th Annual International Workshop on Selected Areas in Cryptography (2001), pp. 103-111.
- 3) Rivest, Shamir, Adelman: "A method for obtaining digital signatures and public-key cryptosystems," Com. of the ACM, Vol. 21, Issue 2, (1978), pp 120-126.
- 4) Taher Elgamal: "A Public-Key Cryptosystem and a Signature Scheme Based on Discrete Logarithms," IEEE Transactions on Information Theory, v. IT-31, n. 4, (1985), pp. 469-472.
- 5) 岡本 栄司,「暗号理論入門」[第2版](第5章), 共立出版社, (2002年).
- 6) 岡本 龍明,「ハイブリッド暗号」, 暗号理論8章, 電子情報通信学会「知識ベース」, (2019年), pp. 1-8.
- 7) 藤堂 洋介, NTT 技術ジャーナル, <https://journal.ntt.co.jp/article/16027>, (2023年).
- 8) 田中 清人, 山中 喜義,「暗号認証技術」, BME, 13 巻, 11 号, (1999年), pp. 3-9.
- 9) <https://self-development.info/>【python 暗号化】pycryptoではなく pycryptodome を使う/, (2023年).
- 10) <https://tetoblog.org/2021/07/python-pycryptodome/>, (2023年).
- 11) 春田拓海,「AES 対応の Python 暗号化ライブラリを比較検証してみた」, <https://dev.classmethod.jp/articles/python-crypto-libraries/>, (2023年).
- 12) AL SWEIGART 著 IPUSIRON 訳,「Python でいかにして暗号を破るか」, (2021年), p.187.
- 13) 面 和成 著,「入門サイバーセキュリティ理論と実験」, (2021年), p.176.

付録1:

ブロック暗号方式とは、平文(データ)を固定サイズのブロックに分割し、それぞれのブロックを暗号化する方式である。固定サイズは、ブロック長となる。

付録2:

ハッシュ化とは、ハッシュ関数を用いて、データを不規則な特定の値(ハッシュ値という)に置換する処理のことである。現在では、一般にハッシュ関数 SHA256 を使い、256 ビットのハッシュ値を生成する。同じデータから同じハッシュ値が得られるが、データに微小な変更があったら、全く異なるハッシュ値が生成されるから、改ざん検知と否認防止などに利用されている。また、ハッシュ値は一方向性をもち、ハッシュ値から元のデータを復元することはできない。

付録3:

Webサイト: <https://sites.google.com/view/h-cryption/>

2. 特 集

学科の新設について

－ 半導体技術科 －

尾原祐三*

Establishment of a new department - Department of Semiconductor Engineering -

Yuzo OBARA

令和3(2021)年10月の台湾の世界的半導体製造メーカーであるTSMCの熊本進出の報道を受けて、熊本県ではそれを迎えるための推進本部や推進プロジェクトチームが立ち上がった。この流れの中で熊本県立技術短期大学校においても、半導体に関わる新学科「半導体技術科」を設置することが決まった。本報告は、TSMCの熊本進出報道から令和6(2024)年4月の半導体技術科の始動までの2年半という短い期間での本学における開設に向けた動きおよび半導体技術科の概要についてまとめたものである。

1. 緒言

私たちを取り巻く環境は大きな変革期にあると言われている。経済発展が進む中、人々の生活は便利で豊かになった。一方、少子高齢化が進み、経済格差、地域格差が生じるとともに、持続可能な産業化の推進などの多くの社会的課題が生まれている。これらを解決するためには、IoT(Internet of Things)、ロボット、人工知能(AI)、ビックデータなどの科学技術イノベーションを導入したスマートな社会の実現が必要である。この社会づくりの基盤の一つは「ものづくり」で、それを支えるのが産業のコメといわれる半導体と専門の知識と技術を兼ね備えた技術者と考えられる。

令和3(2021)年10月、ここ熊本の産業界において大きなうねりがあった。台湾の世界的半導体メーカーTSMCが日本政府の支援のもと、熊本に新工場を建設するとの報道が日本全国を駆け巡った。この工場だけでも1700名程度の雇用が生まれることになる。TSMCの熊本進出は本県のみならず、九州にとってもシリコンアイランドの復活の大きなチャンスになると期待された。

これを機に熊本県立技術短期大学校(以下、技大、本学と呼ぶ)では、令和6(2024)年4月に「半導体技術科」の新設が決まり、それに向けて着々と準備を進めている。このような状況の中、我が学び舎のすぐ隣でJASM(TSMC、ソニーセミコンダクタソリューションズ、デンソーの3者が出資するTSMCの子会社)の工場が完成し、令和6(2024)年2月に開所式が行われた。同年

4月から操業を開始し、年末には出荷予定である。

平成13(2001)年4月、技大が位置する第二テクノパーク(現在のセミコンテクノパーク)内にソニーセミコンダクタ九州株式会社(現在のソニーセミコンダクタマニュファクチャリング株式会社)の工場が建設され、CCDの製造が開始された。これを契機に、企業との連携を高めるという理念を反映して本学に電子・情報・映像技術を含む学科を新設することになった。新学科名は「映像システム技術科」であり、平成14(2002)年4月に定員30名で設置された。半導体技術科の新設は平成13年以来22年ぶりとなる。

本報告は、令和3(2021)年10月のTSMCの熊本進出の報道を受けてから、令和6(2024)年4月の半導体技術科の始動までの2年半という短い期間での本学における半導体技術科の新設の経緯および開設される学科についてまとめたものである。



図1 完成間近のJASMの工場(2023.10撮影)

2. 学科設置までの経緯

学科設置までの経緯をまとめると表1のようである。
令和3(2021)年10月、台湾の世界的半導体メーカーTSMCの熊本進出の発表を受けて、熊本県では翌11月には知事をトップとした「半導体産業集積強化推進本部」及び商工労働部長をリーダーとした「半導体産業集

積強化推進プロジェクトチーム」を設置し、様々な領域における対応を開始した。その中で、技大においても半導体人育成のための新たな半導体関連技術科等の開設の検討が始まった。12月には厚生労働省を訪問して新技術科創設の概要について説明するとともに、このための事務的な手続き等について確認を行った。

表1 学科設置までの経緯

令和3 2021年	10月	TSMCが菊陽町に半導体製造工場建設を発表
	11月	半導体産業の集積による県政の浮揚を図るため、熊本県は「半導体産業集積強化推進本部」(知事トップ)及び「半導体産業集積強化推進プロジェクトチーム」(商工労働部長リーダー)を設置
	12月	熊本県は推進本部とPTの下位組織として「人材育成・確保部会」を設置 →技術短期大学校において新たな半導体関連技術科等の創設の検討を発表 20日 厚生労働省訪問(訪問者:労働雇用創生課長、校長) →学科新設の概要説明及び新設のための事務手続き、経費申請の方法などの確認
令和4 2022年	1月	カリキュラムの作成開始 1/17, 1/24, 2/14, 2/21, 2/28:学科新設PJ会議
	3月	県内の半導体人材育成に関する産学官の意見交換の場として、熊本県は半導体人材育成会議を開催 →知事が、技術短期大学校に2024(R6).4月を目途に「半導体技術科(仮称)」を開設する方針を表明 10日 雇用労働創生課に途中経過とカリキュラム案の中間報告 新学科のカリキュラム案を厚生労働省に情報提供
	4月	新学科用の設備リストの作成
	5月	9-20日 有識者、企業の技術者からカリキュラム案についての意見徴収 → それに基づいてカリキュラム案の修正 17日 産総研、九工大訪問(労雇、技大、産技センター、高校教育課が参加) 27日 厚生労働省訪問(訪問者:政策調整審議員、主幹) → 施設整備財政支援の要望
	6月	学科新設に係る基本方針決定 教員、事務職の新学科構成職員案の提示 備品、装置などの設備の検討
	7月	建屋改修の検討 11日 厚生労働省訪問(訪問者:労働雇用創生課長、校長) →カリキュラムの最終案、今後のスケジュールなどの説明
	9月	学生募集要項の検討
令和5 2023年	2月	県議会で「半導体技術科」の設置承認、定員は4月になって決定(定員20名)
	5月	教員募集開始(第1次)
	9月	推薦前期試験(11月:推薦後期試験、2024.1月:一般試験)
	10月	教員採用(教授1名、講師1名、会計年度職員1名) 教員募集開始(第2次:准教授、講師)
	11月	カリキュラムの内容の検討
令和6 2024年	1月	シラバス作成、時間割作成
	4月	半導体技術科開設 教員採用予定(第2次)

年を明けてからは、新学科のカリキュラムの検討を開始するとともに、3月には知事が、「令和6(2024)年4月を目途に半導体技術科(仮称)を開設する」方針を正式に表明した。

既存の技術科に対するカリキュラムモデル(厚生労働省モデルと呼ぶ)¹⁾は職業能力開発大学校、基盤整備センターにより提示されている。本学でもそれらに基づいて4学科のカリキュラムが作成されているが、半導体工学系に対する厚生労働省モデルは提示されていないために、独自に作成する必要がある。このため、半導体に近い分野の電子技術科の厚生労働省モデルを基礎として、半導体および機械分野の科目を取り込んだカリキュラムモデル案を作成した。さらに、作成したカリキュラムについて有識者の意見を聞くようにとの厚生労働省から指導があり、熊本大学の鈴木教授、青柳教授、熊本県産業技術センターの今村所長、ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング(株)および(株)東京エレクトロンの関係部所の技術者の方々からご意見をいただき、最終案を作成した。これを令和4(2022)年7月に厚生労働省に説明し、了承を得た。

その後は、学生募集要項、教育研究用設備等の検討、設置に関わる条例、規則改正の準備を行っている中、令和5(2023)年2月の県議会において「半導体技術科」の設置が承認された。

令和5(2023)年度に入ると学生募集要項の作成と配布、半導体技術科新設の広報を行い、入学試験を行うとともに、新技術科運営のための教員(職業訓練指導員である正職員4名、会計年度任用職員2名)のうち、最初に教授1名、講師1名、会計年度任用職員講師1名)を10月に採用し、令和6(2024)年4月に講師1名が着任する。

これと並行して、教育研究用装置を順次導入するとともに、教員室の集約、教育研究用スペースや共有スペースの確保のために建物の改修を行った。また令和6(2024)年度に准教授1名を募集する。

3. 半導体技術科について

3.1 育成する人材像

新学科において育成する人材像は、「半導体製造と半導体製造装置に関する技能・技術を有する電子および機械の実践技術者」である。これは、裾野の広い半導体工学分野をカバーする技術者を育成することは困難であるため、技大の持つ特色を活かして、半導体製造と半導体製造装置に関わる技術者の育成に絞ること

とした。

3.2 カリキュラム

カリキュラムを示すと表2のようである。半導体に近い分野の電子技術科の厚生労働省モデルを基礎として、半導体分野と機械分野の科目を取り込んだカリキュラムモデルとした。全体の訓練時間は2808時間で、そのうち一般教養は約20%の576時間とした。

カリキュラムフローを示すと図2のようである。大きく分けて、一般教養科目と専門科目で構成され、専門科目は、電子系と機械系の科目が混在し、電子系の中に半導体系科目がある。同時に、測定関係、制御関係の科目は電子機械共通科目として位置付けている。

3.3 既存技術科との関連

現在の技術科は、機械系では、精密機械技術科、機械システム技術科、電子情報系では、電子情報技術科、情報システム技術科の4学科である。各科の定員は25名で、1学年100名である。令和6(2024)年4月からは、これに半導体技術科が加わり、全科で5学科体制となる。定員としては、1学年100名と変わらず、各科の定員は20名とした。

定員20名に対しては様々な意見があったが、出生率の低下による18歳人口の減少を考慮すると、受験生を確保し続ける見通しが立たないため、1学年の定員は変更しないことに決定した。

さて、既存学科との関係を図3に示す。各科の担当領域を円で示している。図のように既存の4学科は一部の領域が少しずつ重なっていることがわかる。半導体技術科では、「半導体製造と半導体製造装置に関する技能・技術」持つ実践技術者を育成するので、電子系と機械系の領域が部分的に重なることになる。また、どの科の領域にも重ならない領域、すなわち、学科の屋台骨である半導体系の領域を含めて広い領域をカバーしていることがわかる。

3.4 運営組織

各科の運営体制は同様で、教員は職業訓練指導員である正職員4名と会計年度任用職員2名である。全員が揃うと、技大の教員は、正職員20名、会計年度任用職員10名(企業からの派遣教員2名を含む)の30名になる。

4. 結言

令和3年年末より動き始めた新学科の設置経緯および新学科の概要を示した。開設は令和6(2023)年4月

であり、実質的には約2年で半導体技術科を設計し開設することができた。しかし、カリキュラムの進行に伴って開講される実習や実技に関わる装置は開設までに全て揃えることができていない。このような状況はあるが、新しい教員を迎え、技大全体で教育カリキュラムや装置

の充実に努力し、今後も地元企業に優秀な実践技術者を輩出して行きたいと考えている。

参考文献

- 1) https://www.tetras.uitec.jeed.go.jp/database/zaishokusha/model_reference/

表2 カリキュラム表

半導体システム系		半導体技術科				
区分	(新)熊本県基準		技大の教科			
	教科	時間	教科(基準対応科目)	時間	教科(自由科目)	時間
一般教養	電子技術科(厚労省規準)に基づいて作成 ・情報工学基礎実習 ・通信工学 ・通信工学実習 を削除し、新しく ・機械工学 ・機械工学基礎実習 ・制御工学実習 を追加	色分け凡例	キャリア形成	36		
			法学概論	36		
			英語 I	36		
			英語 II	36		
			英語 III	36		
			英語 IV	36		
			保健体育 I	36		
			保健体育 II	36		
			基礎数学 I	36		
			基礎数学 II	36		
			応用数学 I	36		
			データサイエンス	36		
			情報リテラシ	36		
			基礎物理	36		
社会課題基礎演習	36					
職業能力基礎演習	36					
一般教養合計					576	
系基礎学科	情報工学概論	35	半導体工学基礎	36	電子情報システム概論	36
					半導体デバイス製造装置概論	36
					半導体工学 I	36
	電磁気学	70	電気磁気学	36		
			電気磁気学演習	36		
	電気回路	70	電気回路	36		
			電気回路演習	36		
	電子工学	70	集積回路工学	36		
	機械工学	70	マイコン制御	36	機械測定学	36
			工業力学	36	機構学	36
材料化学	70	半導体材料	36	機械製図	36	
				基礎化学	36	
生産工学	35	生産工学(品質管理工学)	36			
安全衛生工学	35	安全衛生工学	36			
基礎学科合計	455		396		252	
系基礎実技	電気工学基礎実験	70	電気回路実習	36		
			センサ工学実験	36		
	電子工学基礎実験	70	集積回路工学演習	36		
			電子工学実験	36		
	電子回路基礎実験	35	電子機器組立入門	36		
	機械工学基礎実習	70	マイコン制御実習	36		
			シーケンス制御実習	36		
材料化学基礎実験	36			基礎化学演習	36	
安全衛生作業法	35	安全衛生作業法	36			
基礎実技合計	316		288		36	
専攻学科	電子計測	70	環境エネルギー概論	36		
			センサ工学	36		
	アナログ電子回路	70	アナログ電子回路 I	36		
			アナログ電子回路 II	36	パワーエレクトロニクス	36
	デジタル電子回路	70	計算機工学基礎	36		
			デジタル電子回路	36		
	電子デバイス	70	半導体工学 III II	36		
		半導体デバイス製造工学	36			
コンピュータ工学	35	サーバOS入門	36	プログラミング言語 I	36	
制御工学	35	シーケンス制御	36	油圧空圧制御	36	
				電動機工学	36	
専攻学科合計	350		360		144	
専攻実技	アナログ電子回路実験	105	アナログ電子回路実験	36		
			パワーエレクトロニクス実験	36		
			システム組立て実習	36		
	デジタル電子回路実験	105	論理回路実習	36	組込みシステム実習	36
			デジタル電子回路実験	36		
			半導体デバイス製造工学演習	36		
	制御工学実習	35	生産システム実習	36		
	コンピュータ工学実習	35	プログラミング言語実習 I	36		
	電子製図実習	70	電子回路CAD実習	72		
				0		
				企業実習	72	
				卒業研究	288	
専攻実技合計	350		360		396	
一般教養					576	
系基礎学科	455		396		252	
系基礎実技	316		288		36	
専攻学科	350		360		144	
専攻実技	350		360		396	
合計	1471		1404		1404	
				総訓練時間	2808	

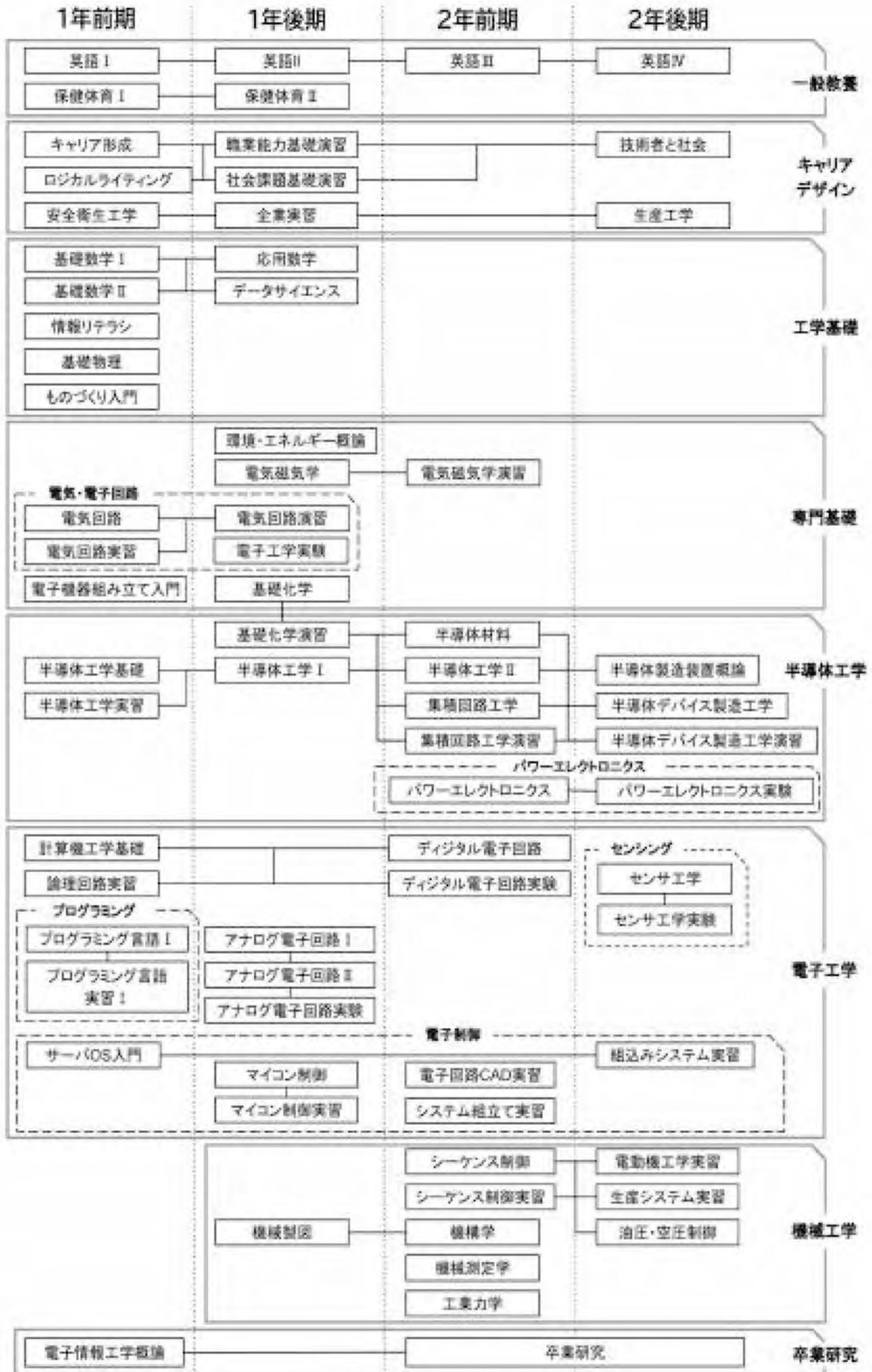


図2 カリキュラムフロー

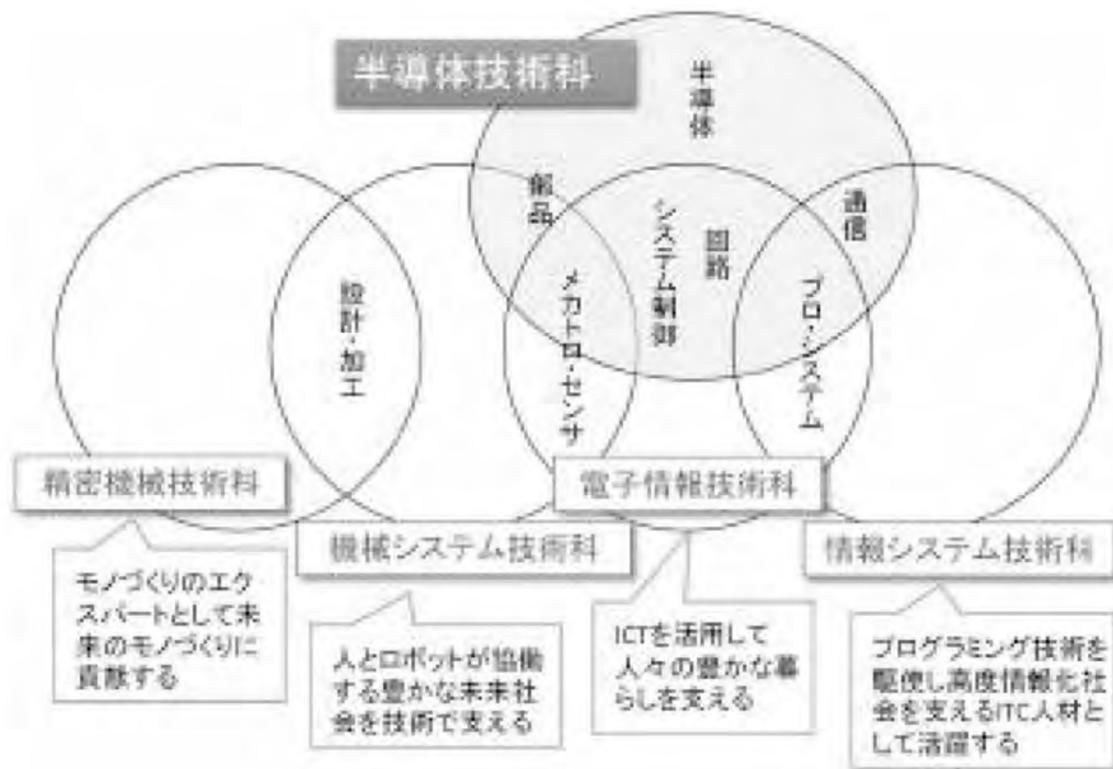


図3 既存学科との関係

3. 教職員および学生の活動状況一覧

2023年1月～12月

1. 論文・国際会議プロシーディングス

タイトル	著者名	掲載誌名・巻・号・頁・年
Imaging Liquid Water in a Polymer Electrolyte Fuel Cell with High-Energy X-ray Compton Scattering	Tetsuya Miyazawa Naruki Tsuji Daiki Fujioka Takuma Kaneko Yuki Mizuno Yoshiharu Uchimoto Hideto Imai Yoshiharu Sakurai	Applied Sciences,13(19),10753, 2023 DOI:10.3390/app131910753
Synthesis of Amphiphilic Triblock Copolymers by ATRP and Coalescence Suppression Effect in Suspension Polymerization	Eri Fujita Kosuke Kaneko Tsubasa Oshima Daiki Fujioka Kimiyooshi Kaneko Kiyomi Fuchigami Tomonori Hanasaki	Journal of Chemical Engineering of Japan,56,1,2276424,2023 DOI:10.1080/00219592.2023.2276424

2. 国内会議・研究会等

タイトル	著者名	掲載誌名・巻・号・頁・年	発表月
アルゴリズム学習におけるグループワークの活用	福田 真	日本物理学会 2023 年春季大会	3 月
卓上射出成形機的设计製作について	中野 貴之	2023 実践教育研究発表会 宮城大会 講演予稿集・2023	8 月
PZT/PZT 圧電マイクの開発と性能検証	小野 綾太, 坂田 聡 財頭 直希, 小林 牧子	20p-A309-18, 2023 年第 84 回 応用物理学会秋季学術講演 会講演論文集	9 月
VCV 発語聴取試験による フレキシブル骨伝導マイク の評価	小野 綾太, 財頭 直希 高野 智, 坂田 聡 小林 牧子	PS-08, 2023 年度(第 76 回)電 気・情報関係学会九州支部連 合大会講演論文集	9 月
PZT/PZT 圧電マイクに基 板寸法が与える影響	小野 綾太, 財頭 直希 坂田 聡, 小林 牧子	2P3-9, 第 44 回超音波エレクト ロニクス基礎と応用に関する シンポジウム講演論文集	11 月
ウェアラブル圧電マイクの 心音聴取可能性の検討	小野 綾太, 高野 智 坂田 聡, 小林 牧子	日本音響学会九州支部 第 17 回 学生のための研究発表会 講演論文集, pp.26-27	12 月
ウェアラブル圧電マイクの 開発と装着方法の比較	高野 智, 小野 綾太 小林 牧子, 坂田 聡	日本音響学会九州支部 第 17 回 学生のための研究発表会 講演論文集, pp.28-29	12 月
ハイブリッド暗号方式による 高性能認証技術と実装	趙 華安	第 31 回職業能力開発研究発 表講演会 講演論文, 24-B-6, 2023	11 月
SPring-8 における燃料電池 実験データベースの構築	松本 崇博, 横田 滋 金子 拓真, 宮澤 徹也 辻 拡和 Mufundirwa Albert 水野 勇希, 宇留賀 朋哉 藤岡 大毅, 内本 喜晴 今井 英人, 櫻井 吉晴	第 36 回日本放射光学会年 会・放射光科学合同シンポジ ウム 立命館大学, びわこくさ つキャンパス	1 月

Escherichia coli による細胞外セレンナノ粒子形成には膜構造の完全性と正常な膜小胞形成が必要とされる	越智 杏奈, 芝本 佳永 豊竹 洋佑, 藤岡 大毅 青野 陸, 井上 真男 今井 友也, 三原 久明	日本農芸化学会 2023 年度広島大会[オンライン開催], Web	3 月
球状液晶エラストマーの作製と交流電場印加による形状変化	田中 峻馬, 金子 光佑 稲葉 優史, 藤岡 大毅 瀧上 清実, 花崎 知則	化学工学会第 88 年会 東京農工大学 小金井キャンパス	3 月
大腸菌の細胞外セレンナノ粒子形成と正常な膜小胞の関係性	芝本 佳永, 越智 杏奈 豊竹 洋佑, 藤岡 大毅 青野 陸, 井上 真男 今井 友也, 三原 久明	第2回生命金属科学シンポジウム, 横浜	5 月
放射光解析をもっと身近に～標準メニューによる触媒解析～	藤岡 大毅	第 5 回 FC ワークショップ(東京国際交流館)主催:FC-Cubic	6 月
大腸菌における細胞外元素状セレンナノ粒子形成と細胞膜構造の関係性	芝本 佳永, 越智 杏奈 豊竹 洋佑, 藤岡 大毅 青野 陸, 井上 真男 今井 友也, 三原 久明	メタルバイオサイエンス研究会 2023, 岐阜市民会館	10 月
セレン蓄積土壌由来 Cellulomonas sp. D3a の元素状セレンナノ粒子の新規形成過程	上出 遥, 芝本 佳永 越智 杏奈, 藤岡 大毅 井上 真男, 青野 陸 今井 友也 N. Tejo Prakash 三原 久明	メタルバイオサイエンス研究会 2023, 岐阜市民会館	10 月
Development of PEFCs database for Synchrotron Radiation Experiments at SPring-8	T. Matsumoto, S. Yokoya T. Kaneko, H. Iwamoto A. Mufundirwa Y. Mizuno, T. Uruga1 D. Fujioka, J. Kim Y. Watanabe, M. Marium Y. Uchimoto, H. Imai Y. Sakurai	MRM2023(Advanced Materials Research Grand Meeting 2023)/IUMRS-ICA2023 Kyoto Japan ※国際学会	12 月

3. 資料

タイトル	著者名	掲載誌名・巻・号・頁・年
ロボット製作技術によるポリテックビジョンロボット競技会の振り返り	田崎 和博	熊本県立技術短期大学校 紀要, 第 24 号, pp.9-12,2023 年 3 月
社内 LAN 設計演習課題を通してみる学生の理解度	甲斐 隆志	熊本県立技術短期大学校 紀要, 第 24 号, pp.13-18,2023 年 3 月
Excel VBA による数値計算ツールの開発	趙 華安	熊本県立技術短期大学校 紀要, 第 24 号, pp.19-24,2023 年 3 月
旋盤加工の効率化と精度向上に向けた取り組み - 偏心測定器の設計・製作 -	弓削 慶祐	熊本県立技術短期大学校 紀要, 第 24 号, pp.25-28,2023 年 3 月
制御工学実習機材の開発 - 直立振子の制御系構成と制御実験 -	日野 満司	熊本県立技術短期大学校 紀要, 第 24 号, pp.29-34,2023 年 3 月
動的時間伸縮法 (Dynamic Time Warping) を用いた運動解析 - 深層学習によるテレビ体操運動解析 -	里中 孝美	熊本県立技術短期大学校 紀要, 第 24 号, pp.35-39,2023 年 3 月
卒業研究紹介: ビジネスゲームのオンライン化	牧岡 毅	熊本県立技術短期大学校 紀要, 第 24 号, pp. 40-43,2023 年 3 月

4. 産学官支援活動

支援内容	担当者	支援先	期間
スーパープロフェッショナルハイスクール運営指導委員会委員	尾原 祐三	熊本県立熊本工業高校	R2年6月～ R5年3月
スーパーサイエンスハイスクール運営指導委員会委員	尾原 祐三	熊本県立熊本北高校	R2年4月～ R5年3月
学校運営協議会	尾原 祐三	熊本県立熊本工業高校	R2年6月～ R5年3月
学校運営協議会	尾原 祐三	熊本県立翔陽高校	R2年6月～ R5年3月
参与	尾原 祐三	熊本県工業連合会	R2年6月～ R5年3月
幹事	尾原 祐三	くまもとクロスイノベーション協議会	R3年6月～ R5年3月
監事	尾原 祐三	大学コンソーシアム熊本	R3年6月～ R5年3月
顧問	尾原 祐三	RIST-くまもと技術革新・融合研究会	R3年6月～ R5年3月
顧問	尾原 祐三	熊本県ものづくり工業会	R3年6月～ R5年3月
「専門高校生の研究文・作文コンクール」熊本大会審査会・委員長	尾原 祐三	熊本県産業教育振興会	R3年6月～ R5年3月
熊本県障がい者技能競技大会実行委員	尾原 祐三	高齢・障がい・求職者雇用支援機構, 熊本支部	R3年6月～ R5年3月
経営管理者向けセミコンビジネスエントリー講座	糸川 剛	熊本県情報サービス産業協会の会員企業社員など	4月～12月
出前授業「toioを活用したプログラミング教育」	小田 信彦 坂田 聡	菊陽西小学校	10月13日, 20日
出前授業(模擬講義, 学校概要説明等)	坂田 聡	熊本県立東稜高校	9月14日
令和5年度菊陽町教職員全員研修会(実践交流会)に係る講師	坂田 聡	菊陽町教育委員会	7月26日
「技能と技術」誌編集委員	牧岡 毅	職業能力開発総合大学校基盤整備センター	11月～ R6年3月
WRO Japan 2023 熊本予選競技審査委員	田崎 和博 塚本 晃史	NPO法人HITOプロジェクト	7月～8月

5. 学生の表彰・大会参加・資格取得(*は, 指導教員)

タイトル	氏名	記事	期日
九州ポリテクビジョン2023 in 北九州ロボット競技会	機械システム2年 川口 亜門, 松永 紘斗 吉鶴 空 *田崎 和博	九州職業能力開発大学校(九州ポリテクカレッジ), ポリテクカレッジ川内, 大分県立工科短大などの学生によるロボットの競技会	2月17日, 18日
九州ポリテクビジョン2023 in 北九州ロボット競技会	電子情報2年 鈴木 大輝, 林田 光一 村上 優輝 情報システム2年 白石 理久 *江口 智弘	九州職業能力開発大学校(九州ポリテクカレッジ), ポリテクカレッジ川内, 大分県立工科短大などの学生によるロボットの競技会	2月17日, 18日

3級技能士(機械プラント製図)	機械システム2年 甲斐 聡利 *秀山 文彦	中央職業能力開発協会 機械プラント製図 (機械製図 CAD 作業)	3月
3級技能士(フライス盤)	I群機械系 内田 隼, 木山 隼汰 藤本 由心, 藤原 駆 *中野貴之	中央職業能力開発協会 機械加工 フライス盤	7月
第18回若年者ものづくり競技大会参加(機械製図(CAD))	機械システム2年 熊川 小次郎 *秀山 文彦	中央職業能力開発協会主催 技能を習得中の企業等に就 業していない20歳以下の若 年者を対象としたものづくり競 技大会	8月
2級技能士(普通旋盤)	精密機械2年 白井 翼 精密機械1年 木村 彌祿, 比江島 弘輝 *藤崎 毅, 弓削 慶祐	中央職業能力開発協会 機械加工 普通旋盤	9月
3級技能士(普通旋盤)	精密機械1年 中原 蓮司 *藤崎 毅	中央職業能力開発協会 機械加工 普通旋盤	9月
3級技能士(機械検査)	精密機械1年 浅野 心平, 石塚 善司 井原 璃空, 田添 貴彬 前田 晟也, 村上 風詩 機械システム1年 荒木 柊登, 内田 秀司郎 緒方 涼乃, 後藤 大輝 田島 景柊, 田中 結翔 中村 瑞貴, 瀧川 颯大 森 玲雄, 渡辺 匠 *中野 貴之, 秀山 文彦 田中 誠一郎	中央職業能力開発協会 機械検査	9月

6. 共同研究

テーマ名	氏名	共同研究先
インピーダンス法電気探査装置の開発	池上 知顯	株式会社 大平総合プラン
摩擦補償による産業用ロボットの振動抑制技術の研究	塚本 晃史	水本 郁朗 (熊本大学大学院先端科学研究部 工学部 機械数理工学科)
原位置変形測定システムの開発	福田 真	アールエステクノロジ株式会社
音声・動画・筋電のハイブリッド解析による嚙下機能の加齢変化の捕捉	坂田 聡	研究代表者: 松本智晴 (熊本大学大学院生命科学研究部)
with マスク時代のウェアラブルなコミュニケーション支援ツールの開発	坂田 聡	研究代表者: 前田ひとみ (熊本大学大学院生命科学研究部)
HAXPES およびコンプトン散乱イメージングを用いた燃料電池の研究	藤岡 大毅	公益財団法人 高輝度光科学研究センター
工学教育に関する相互研究	藤崎 毅	水本 郁朗 (熊本大学大学院先端科学研究部 工学部 機械数理工学科)

汎用工作機械を使用した高度な技能習得に関する研究	藤崎 毅	熊本県立熊本工業高等学校 機械科
どぼくまモンの設計・造形	藤崎 毅	一般社団法人 熊本県建設業協会

7. 受賞

受賞名	業績	氏名	備考
実行委員長賞	「大腸菌における細胞外元素状セレンナノ粒子形成と細胞膜構造の関係性」	芝本 佳永, 越智 杏奈 豊竹 洋佑, 藤岡 大毅 青野 陸, 井上 真男 今井 友也, 三原 久明	「メタルバイオサイエンス研究会 2023」 主催: 日本毒性学会 生体金属部会 (2023年10月)

8. 在職者セミナー

タイトル	担当者	内 容	期 日	受講者数
プログラム(Python)	福田 真	プログラミング言語 Python の入門	8月16日, 17日	1名
プログラム(Python)	福田 真	プログラミング言語 Python の入門	8月23日, 24日	3名
シーケンス制御の基礎	田崎 和博 日野 満司	各種の負荷装置等を用いた, PLCによるシーケンス制御プログラミング基礎の入門	8月22日～ 24日	4名
PLC ラダープログラミングの定石	日野 満司 田崎 和博	PLC を用いたシーケンス制御の基礎とプログラミングの定石(初級)	8月29日～ 31日	4名
C 言語の弱点克服(初歩からの学び直し編)	牧岡 毅 坂田 聡	C 言語の基礎を習得し, C 言語を用いた簡単なプログラムの作成	8月24日, 25日	2名
NC 旋盤加工技術(プログラム編)	弓削 慶祐 中野 貴之	NC 旋盤を利用した実践的な機械加工プログラミングの指導	8月30日 9月1日	6名
NC 旋盤加工技術(加工編)	弓削 慶祐 中野 貴之	NC 旋盤を利用した実践的な機械加工技術の指導	9月6日, 8日	6名
Python による画像処理の基礎	江口 智弘	Python と画像処理ライブラリである OpenCV を使った画像処理の基礎	9月25日, 26日	2名

9. 外部委託の講習会・研究会等

名 称	担当者	内 容	期 日
出前講義(熊本商業高校3年生対象)	牧岡 毅	数学の重要性について	6月9日
第20回熊本県高校生ものづくりコンテスト(旋盤作用部門)	藤崎 毅	審査員及び運営業務	6月10日 ～11日
職業訓練指導員講習(講師)	牧岡 毅	職業訓練指導員免許 48 時間講習の「訓練生の心理」担当 熊本県職業能力開発協会	7月13日
令和5年度(2023年度)熊本県立学校中堅教諭等資質向上研修(第3回)「教科等指導研修Ⅱ・Ⅲ」(工業)	藤崎 毅	技大概要説明, 施設見学等	8月2日
	日野 満司 田崎 和博	産業用ロボットのプログラミング入門	

産業教育担当教員 先端企業研修	藤崎 毅	技能検定2級普通旋盤作業の課題 製作	8月21日 ～25日
令和5年度 くまもと県民カ レッジ「キャンパスパレア」	坂田 聡	聞こえのしくみと補償する技術につい て	8月24日
出前授業(菊陽西小学校)	坂田 聡 小田 信彦	プログラミング教育の導入について、ト イオを使った授業について	10月13日, 20日

10. 技能検定員委嘱

件名	担当者	内容	実施月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	糸川 剛	集積回路チップ製造/集積回路組 立て	1月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	中野 貴之	機械検査	1月, 2月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	田崎 和博	空気圧装置組立て シーケンス制御 電子機器組立て	1月 1月 2月, 8月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	江口 智弘	電子機器組立て	2月, 8月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	福田 真	電子機器組み立て	2月, 8月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	塚本 晃史	電子機器組み立て	8月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	牧岡 毅	電子機器組み立て	2月, 8月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	弓削 慶祐	NC 旋盤	8月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	田中 誠一郎	射出成形	8月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	藤崎 毅	普通旋盤	1月, 12月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	藤崎 毅	機械検査	7月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	藤崎 毅	金属熱処理	8月

11. FD研修

タイトル	内容	受講者	期日
ロジカルライティング研修 会	ロジカルライティング科目を考えるためのブ レーンストーミングセッション (オンライン開 催) 講師 学校法人工学院大学教育推進機構 国際キャリア科 教授 和田 朋子	指導部 希望者	4月11日
指導員のためのセルフ・リ ーダーシップ ー自己改革の勇気づけー	指導員業務に必要なセルフ・リーダーシッ プ活用法に付いての研修 講師 経営創研株式会社 長田 邦博	指導部 全員	9月4日, 5日

ルーブリック評価法の現状と課題	評価の目的と機能. ルーブリック評価の特徴と導入 講師 熊本大学大学院人文社会科学研究所 准教授 高崎文子	指導部 全員	9月12日
ロジカルライティング能力の育成・指導と実践	ロジカルライティング能力の育成・指導と実践 講師 学校法人工学院大学教育推進機構 国際キャリア科 教授 和田 朋子	指導部 全員	11月8日

12. 学外(指導員)研修

名称	参加者	内容	期日
機械研削・自由研削特別教育	中野 貴之 田中 誠一郎	研削砥石の取り替え等の業務に係る研修 (株ウエダテクニカルエントリー)	2月14日 , 15日
旋盤加工技術 (実践部品編)	田中 誠一郎	旋盤加工技術の研修 (ポリテクセンター熊本)	4月21日 ~26日
技能・技術実践研修 「マイコンを用いたメカトロニクス教材開発」	秀山 文彦	マイコンを用いたメカトロニクス教材を開発するための研修 (職業能力開発総合大学校)	5月29日 5月30日
旋盤加工技術(実践部品応用編)	田中 誠一郎	旋盤加工技術の研修 (ポリテクセンター熊本)	6月5日 ~8日
ものづくり分野におけるIoTとAIの最新動向と今後の方向	福田 真	IoTの活用事例とAIの最新動向についての研修 (職業能力開発総合大学校)	6月13日 , 14日
IoT実践入門	福田 真	IoTデバイスの利活用と実践事例の研修 (職業能力開発総合大学校)	6月15日 , 16日
マシンングセンタのプログラミング技術	田中 誠一郎	マシンングセンタのプログラミング技術の研修 (ポリテクセンター熊本)	9月25日 ~27日
ソリッドモデルによるCAD・CAE解析・モーション解析	弓削 慶祐	3DCAD/CAEでモーション解析に特化した研修 (職業能力開発総合大学校)	8月2日~ 4日

13. 一般活動等

名称	参加者	内容	期日
城北高校 「進路ガイダンス」	牧岡 毅	技大PRプレゼンテーション (2年生対象)	3月15日
熊本国府高校 「進路ガイダンス」	牧岡 毅	技大PRプレゼンテーション (3年生対象)	5月26日
ドリコム主催進路ガイダンス	坂田 聡 秀山 文彦	技大(GIDAI)の学校紹介 (御船高校, 熊本工業高校, 玉名工業高校, 翔陽高校他参加)	6月7日
熊本中央高校 「進路ガイダンス」	牧岡 毅	技大PRプレゼンテーション	6月8日
熊本商業高校 「進路ガイダンス」	牧岡 毅	技大PRプレゼンテーション (3年生対象)	6月9日
開新高校 「進路ガイダンス」	弓削 慶祐 藤崎 毅	技大PRプレゼンテーション及び生徒との懇談会 (機械科3年生対象)	6月12日
くまもと県民交流館パレア ロビー展	広報委員会 計4名	技大(GIDAI)の学校紹介	6月8日 ~21日

大学コンソーシアム熊本 主催「進学ガイダンスセミナー2023」	弓削 慶祐 藤崎 毅 福田 真 田中 誠一郎 坂田 聡 牧岡 毅	東海大学熊本キャンパスにて、本学のPR および進学相談対応 【体験型講義】 ①簡単、モーターを作ってみよう ～電気自動車の仕組み～ 担当:弓削 慶祐, 藤崎 毅 ②サイコロ振ってデータサイエンス ～身近なところからデータサイエンスを体験しよう～ 担当:福田 真	7月2日
日本語学校ガイダンス (九州外国語学院)	秀山 文彦 牧岡 毅	外国人留学生対象, 技大(GIDAI)の学校紹介	7月6日
数学セミナー	田中 誠一郎 福田 真 坂田 聡	入試委員会企画, 高校3年生, 2年生向け数学I講座	7月22日, 23日, 10月29日
福岡地区留学生向け進学相談会	塚本 晃史 牧岡 毅	外国人留学生対象, 技大(GIDAI)の学校紹介	9月5日
つながる EXPO ～次世代を未来へ～ 東熊本青年会議所主催	広報委員会 精密機械2年 機械システム2年 II群1年	子どもふれあい・体験コーナーに「科学技術と遊び」ブースを出店	9月10日
すぎなみフェスタ 2023	糸川 剛 秀山 文彦 藤崎 毅 精密機械2年 機械システム2年	子どもふれあい・体験コーナーに「科学技術と遊び」ブースを出展	11月11日
くまもとお仕事探検フェア 2022	広報委員会 他 計10名	県内の高校生が企業・団体等から、仕事の魅力とやりがいについて話を聞き、より良い進路選択、将来の県内就職のきっかけをつくる	12月12日
県内高校生の技大見学会	牧岡 毅 藤崎 毅 福田 真 小林 一博 藤岡 大毅 中村 博文	玉名工業高校(電子科2年, 41名) 玉名工業高校(電子科1年, 42名) 小川工業高校(機械科2年, 37名) 鹿本商工高校(機械科2年, 26名) 千原台高校(ITコース2年, 23名) 熊本工業高校(機械科1年, 42名) 熊本工業高校(情報システム科1年, 42名) 熊本工業高校(電子科1年, 42名)	6月21日 6月21日 7月12日 10月12日 10月19日 11月7日 11月8日 11月9日
菊池恵楓園における清掃ボランティア活動	大坪 翔太郎 相馬 翔 奈須 光希 藤野 敦大 松村 亮汰 三浦 功大 宮本 凌太郎 毛利 陸大 渡邊 善飛 渡邊 天	菊池恵楓園における草取り, 落ち葉集めなどの清掃活動	6月11日
「アビリンピック熊本大会」 ボランティア活動	大坪 翔太郎 清田 真央 内田 隼 比江島 弘輝 田鹿 蓮	アビリンピック熊本大会 2023 における競技運営の支援	6月24日

「江津湖花火大会2023」 運営, 清掃ボランティア活動	大坪 翔太郎 北時 朋弥 清田 真央 佐田 修我 赤松 徹 斉藤 優河 西島 麟太郎 宮崎 涼太	江津湖花火大会2023における運営 サポート, 清掃活動	8月26日, 8月27日
熊本城二の丸広場清掃 ボランティア活動	大坪 翔太郎 北時 朋弥 清田 真央 内田 隼 岡本 大空 奈須 光希 藤野 敦大 宮本 凌太郎 毛利 陸大	熊本城二の丸広場における清掃活動	12月2日

14. 新聞記事他

タイトル	発行社	記事の内容	期 日
県立技短から熊大特区 で編入可能に	熊本日日新聞	県は, 県立技術短期大学校から熊本大学 工学部への編入学を可能とする構造改革 特別区域計画の認定を国から受けた.	1月6日
SDGs 私募債で寄付	熊本日日新聞	肥後銀行が, 県立技術短期大学校にeス ポーツ機器を寄付した.	1月23日
県内人材求め 130 社	熊本日日新聞	県立技術短期大学校の学生を対象にした 就職面談会が同校であり, 県内企業を中 心に 130 社が参加した.	3月16日
電子・情報系学科に「半 導体技術科」 熊大工学部2年次編入 も	くまもと経済	県立技術短期大学校に半導体技術科の 新設が決まった. また, 国の構造改革特区における四年制 大学への編入の新制度が設けられ, 2024 年4月から熊本大学工学部2年次への編 入が可能となった.	10月号
「地学一体」で魅力ある 技大へ 22年ぶりに半導体技術 科を新設	くまもと経済	・半導体技術科を新設 ・四年制大学への進学之道 ・「地学一体」で未来の人材育成 ・高い就職率	10月号
広告掲載	T1 パークマガ ジン	・広告 ・最新の動向紹介ページで半導体技術 科新設を紹介 ・部活&サークル紹介ページで学生自 治会を紹介	#033
広告掲載	熊本日日新聞	入試(推薦後期)の案内	10月18日
広告掲載	熊本日日新聞	オープンキャンパスの案内	10月22日
半導体工場 仮想空間 で見学	熊本日日新聞	県福岡事務所がメタバースを使って株式会 社テラプローブの工場を見学できる学生向 けセミナーを福岡市で開催. 技大からも参 加し, 実際のウェーハやチップを使って半 導体の製造工程を説明した. 2日間合計で 37名の学生が参加.	11月26日 朝刊

15. 企業からの派遣講師

学科	当該科目	名前	所属	講演題名	期日
機械系 1年	機械工学 概論	山下 義隆	(株)サンワハイテック	生産技術, 生産管理, 品質管理および半導体 関連の機械の保全等につ いて	6月22日
		谷口 雅彦	(株)エヌエーエスコ ポレーション		
		兒玉 聡	(株)テラシステム		6月29日
		上村 幸寛	(株)上村エンタープライ ズ		
		金森 元気	(株)オジックテクノロジー ーズ		7月6日
		丸山 良博	(株)丸山ステンレス工 業		
電情系 1年	電子・情 報システム 概論	富田 由衣	(株)富坂建設	パッケージ系アプリケー ション開発	6月30日
		大隈 恵治	オオクマ電子(株)		
		堀ノ内 浩二	SCSK ニアショアシス テムズ(株)	業務系システム開発・運 用・保守	7月29日
		光永 美咲	ソフトウェアビジョン (株)		
		浦川 裕貴	(株)電盛社	組込み系ソフト開発	9月2日
		小谷 雅司	(株)テクノクリエイティ ブ	スマートフォンアプリケ ーション開発	
情報1年	情報産業 業界勉強 会(課外)	武田 泰誠	SCSK ニアショアシス テムズ(株)	組込み系ソフトウェア開 発	1月25日
		下田 政洋	(株)テクノアート	アプリケーション開発(ク ラウドサービス)	
		平岡 亜紀	(株)九州ソフタス	システム運用・保守	2月1日
		大迫 福花	(株)ニッセイコム	パッケージソフトウェア 開発	
		福山 太志 原 智美	ソフトウェアビジョン (株)	業務系ソフトウェア開発	
情報2年	情報セキ ュリティ I	浦口 康也	(株)くまなんピーシー ネット	セキュリティの現状とイン シデントの対応	9月15日 9月22日

16. 非常勤時間講師 担当科目表

区分	講師名	所属	科目名	開講学科	開講時期
一般教養	丸野 雅子		キャリア形成 I	全学科1年	前
一般教養	井寺 美穂	熊本県立大学	法学概論	全学科2年	後
一般教養	林 久美		英語 I・II	全学科 1 年	前・後
一般教養			英語 III・IV	全学科 2 年	前・後
一般教養	池田 恭子		英語 I・II	全学科 1 年	前・後
一般教養			英語 III・IV	全学科 2 年	前・後
一般教養	平野 龍	NPO 法人ひとづくりくまもとネット	保健体育 I	全学科1年	前・後
一般教養	金子 智哉	元(株)First Step	保健体育 I	全学科1年	前・後
一般教養	山岸 直之	労働安全コンサルタント山岸事務所	安全衛生工学	全学科1年	前
専門	神宮 幸一	元 JMU	材料力学 II	精密 2 年	前
専門			機械設計実習	精密 2 年	後
専門	河邊 真二郎	元技大	基礎製図	機械系 1 年(AB)	前
専門			CAD 実習 I	精密 1 年	後
専門	山口 勲	元高校教諭	基礎数学 I	機械系 1 年(AB)	前
専門			基礎数学 II	電情系 1 年(D)	前
専門	穴田 克己	元井関	基礎工学実験	精密 1 年	後
専門			基礎工学実験	電情系 1 年(D)	後
専門	松本 孝幸	元技大	機械加工実習 II	機械 1 年	後
専門			機械加工基礎実験	精密 1 年	前
専門			機械加工実習 I	機械系1年(AB)	前
専門	有吉 剛治	熊大技術専門員	機械加工実習 I (安全指導)	機械系 1 年(A)	前
専門	今村 康博	熊大技術専門員	機械加工実習 I (安全指導)	機械系 1 年(AB)	前
専門	小川 茂幸	元技大	精密測定実習	精密 2 年	前
専門			機械製作実習	精密 2 年	前
専門	杉山 美幸	ポップスタイル	情報リテラシ	機械系 1 年(AB)	前
専門	三津家 敏幸	元ナカヤマ精密	機械加工基礎実験	機械系 1 年(A)	前
専門			機械加工実習 I	機械系 1 年(A)	前
専門	岩佐 学	熊本大学	応用数学 II	機械 1 年	後
専門	坂井一紀		機械加工基礎実験	機械系 1 年(B)	前
専門			機械加工実習 I	機械系 1 年(B)	前
専門	大内 可人	元東海大	電気工学 II	機械 1 年	後
専門	阮 立群	元熊大	基礎工学実験	精密 1 年	後
専門			基礎工学実験	機械 1 年	後
専門			材料力学 II	機械 2 年	前
専門	上田 直行	元技大	情報通信工学 I	電子 1 年	後
専門	矢原 充敏	東海大学	アナログ電子回路 I	電子 1 年	後
専門	磯口 博	元技大	シーケンス制御・同実習	精密 2 年	前
専門			電子機器組立て入門	電情系 1 年(CD)	前
専門			電子機器組立て	電子 1 年	後
専門			シーケンス制御・同実習	電子 2 年	後

専門	園部 幸夫	熊本防錆	電子デバイス製造工学	電子2年	後
専門	小松 一男	熊本高専	制御工学	電子2年	前
専門			制御工学演習	電子2年	後
専門	町田 励	テクノサポート	電子回路CAD実習	電子2年	前
専門	佐藤 正幸	元技大	応用数学Ⅱ	精密1年	後
専門			論理回路実習	電情系1年(C)	前
専門			計算機工学基礎	電情系1年(C)	前
専門			論理回路実習	電情系1年(D)	前
専門			マイコンプログラミング実習	情報2年	前
専門			計算機工学基礎	電情系1年(D)	前
専門			計算機工学応用	情報1年	後
専門	古橋 徹	e-spike	データベースⅠ	情報1年	後
専門			データベース実習Ⅰ	情報1年	後
専門			Java実習	情報1年	後
専門	岡 智典		応用数学Ⅰ	情報1年	後
専門			応用数学Ⅱ	情報1年	後
専門	一川 雄一	構造計画研究所 構造計画研究所	ソフトウェア工学	情報1年	後
専門			ソフトウェア工学実習	情報2年	後
専門	久我 守弘	熊本大学	ネットワークプログラミング	情報2年	前
専門	SONY	ソニーセミコンダクタ タマニファクチャリ ング	半導体デバイス工学	情報1年	後
専門			半導体デバイス工学 実習	情報1年	後

17. 技能照査(令和4年度) 学科別合否一覧(R5年1月.時点)

科名	2年生 在籍者数	受検者数	未受検者 数	受検率	合格者数	不合格者 数	合格率
精密機械技術科	22	21	1	95%	21	0	100%
機械システム技術科	18	17	1	94%	12	5	71%
電子情報技術科 電子システム技術科	23	19	4	83%	19	0	100%
情報システム技術科	25	24	1	96%	24	0	100%
合計	88	81	7	92%	76	5	94%
			* 未受検者：欠席または休学中の者				

参考：直近3年度分との比較

上段：在籍者数、中段：受検者数（受検率）、下段：合格者数（合格率）

科名	年度	R04 (2022)	R03 (2021)	R02 (2020)	R01 (2019)
精密機械技術科		22	16	20	22
		21 (95%)	15 (94%)	20 (100%)	22 (100%)
		21 (100%)	15 (100%)	20 (100%)	22 (100%)
機械システム技術科		18	20	16	20
		17 (94%)	18 (90%)	15 (94%)	13 (65%)
		12 (71%)	8 (44%)	15 (100%)	12 (92%)
電子情報技術科 電子システム技術科		21	25	19	21
		19 (90%)	23 (92%)	18 (95%)	20 (95%)
		19 (100%)	22 (96%)	18 (100%)	20 (100%)
情報システム技術科		25	27	24	27
		24 (96%)	26 (96%)	24 (100%)	27 (100%)
		24 (100%)	25 (96%)	18 (75%)	27 (100%)
合計		86	88	79	90
		81 (94%)	82 (93%)	77 (97%)	82 (91%)
		76 (94%)	70 (85%)	71 (92%)	81 (99%)

4. 卒業研究テーマ

2022年4月～2023年3月

卒業研究テーマ一覧

【精密機械技術科】

ソレノイドエンジン(電磁石エンジン)の改良	(指導教員 谷名 修)
プレス絞り金型の設計製作 ー薄板の成形ー	(指導教員 田中 誠一郎)
形彫り放電加工機による製品製作実験	(指導教員 田中 誠一郎)
カメラモジュールを使用した自動機の製作 ーメカ部の精度向上とカメラによる良否判定ー	(指導教員 中野 貴之)
自動走行型洗浄装置の設計製作 ーメカニック編ー	(指導教員 河邊 真二郎)
スライドリコーダーの製作と製品化支援のこころみ	(指導教員 河邊 真二郎)
旋盤加工の効率化と精度向上に向けた取組み ー偏心測定器の改良ー	(指導教員 弓削 慶祐)
キックターゲットの設計製作 ー試作品の完成ー	(指導教員 弓削 慶祐)

【機械システム技術科】

減圧プール沸騰における限界熱流束点の観察	(指導教員 秀山 文彦)
レーザ変位センサを用いた線膨張量の測定	(指導教員 秀山 文彦)
振動工学実習装置の開発 ー自由度強制振動系実習装置の開発ー	(指導教員 日野 満司)
最適エネルギー電源構築に向けた解決策の検討 I ーグローバル太陽光発電システムの製作ー	(指導教員 堀田 圭之介)
最適エネルギー電源構築に向けた解決策の検討 II ー集光型太陽光発電システムの製作ー	(指導教員 堀田 圭之介)
自立走行型洗浄装置の設計製作 ー制御設計ー	(指導教員 田崎 和博)
九州ポリテックビジョンロボット競技会用ロボットの製作 ーArduino 制制御ー	(指導教員 田崎 和博)

【電子情報技術科】

高齢者施設で使用する離床検知装置の改善と実用的評価	(指導教員 江口 智弘)
画像処理を用いたロボット競技会用ロボットの製作	(指導教員 江口 智弘)
人工衛星自動追尾システムの作成	(指導教員 甲斐 隆志)
テイラー・クエット装置の製作	(指導教員 甲斐 隆志)
画像認識による人間の運動動作の解析 ーストリートダンス動画データベースの解析ー	(指導教員 里中 孝美)
赤外線温度センサによる体温モニタの作製	(指導教員 池上 知顯)
太陽電池モジュールの劣化・故障診断装置の開発	(指導教員 池上 知顯)
Julia によるウェーブレット解析	(指導教員 福田 真)
加速度データ無線送信システムの開発	(指導教員 福田 真)

【情報システム技術科】

オンライン酪農ビジネスゲーム開発	(指導教員 牧岡 毅)
道路交通支援 AR アプリの設計と実装	(指導教員 糸川 剛)
AR アプリのためのハンドトラッキング機能の試作	(指導教員 糸川 剛)
Python によるハイブリッド暗号の実装	(指導教員 趙 華安)
Python 数値計算における数値解の可視化研究	(指導教員 趙 華安)
toio を用いたプログラミング教材の検討	(指導教員 坂田 聡)
Android 版音声画像表示アプリの基礎的検討	(指導教員 坂田 聡)
深層学習による日本語子音の調音状態推定モデルに関する研究	(指導教員 坂田 聡)
深層学習と姿勢情報を用いた画像生成 ーダンスモーションの GAN 画像生成ー	(指導教員 里中 孝美)

受賞卒業研究テーマ

【技術賞】

スライドリコーダーの製作と製品化支援のこころみ

(精密機械技術科 角川 広晃, 坂梨 夏鈴, 正垣 洗太) (指導教員 河邊 真二郎)

減圧プール沸騰における限界熱流束点の観察

(精密機械技術科 門口 稜, 機械システム技術科 江崎 巧真) (指導教員 秀山 文彦)

太陽電池モジュールの劣化・故障診断装置の開発

(電子情報技術科 井立 博貴, 岩下 蓮) (指導教員 池上 知顯)

Python によるハイブリッド暗号の実装

(情報システム技術科 内田 夢人, 樫木 真斗) (指導教員 趙 華安)

【ベストプレゼンテーション賞】

スライドリコーダーの製作と製品化支援のこころみ

(精密機械技術科 角川 広晃, 坂梨 夏鈴, 正垣 洗太) (指導教員 河邊 真二郎)

スライドリコーダーの製作と製品化支援のころみ

角川 広晃^{*}, 坂梨 夏鈴^{*}, 正垣 洗太^{*}, 河遁 真二郎(指導教員)^{*}

^{*}精密機械技術科

小学校の音楽の授業で使用されるリコーダーは、運指が必要であるため、上肢障がいなどにより自由に演奏できない子供たちは満足に授業に参加できずにいる。一方、スライドリコーダーは運指を必要とせず比較的自由に演奏できる。

本卒研では、スライドリコーダーを広く知ってもらうために、熊本県の地域支え合い支援室が主催する「令和4年度（2022年度）ふくしのころみ育成事業」に参加した。当活動を通して、熊本県立熊本はばたき高等支援学校の生徒にスライドリコーダーを利用してもらうことで、上肢障がいの子供だけでなく、誰にでも有効な楽器になることがわかった。



図1 スライドリコーダーによる演奏会



図2 スライドリコーダー

減圧プール沸騰における限界熱流束点の観察

門口 稜^{*}, 江崎 巧真^{**}, 秀山 文彦(指導教員)^{**}

^{*}精密機械技術科, ^{**}機械システム技術科

近年の電子機器には小型化、軽量化が求められる。特にスマートフォンなどのモバイル機器には、必要不可欠である。それに伴い電子機器の冷却に用いられる熱輸送技術も進化を遂げている。一例として、軽量かつ成形容易なプラスチック製の熱輸送機器は開発段階にあるが、プラスチック表面からの沸騰についてまだ明らかになっていないことが多くある。プラスチックの融点以下での沸騰を観察するには圧力を下げ、飽和温度を下げる必要がある。本研究では、減圧下での沸騰状態を観察するために、装置の改良を行い、昨年度確認することができなかった限界熱流束点を観察することにした。実験により得られたことを報告する。

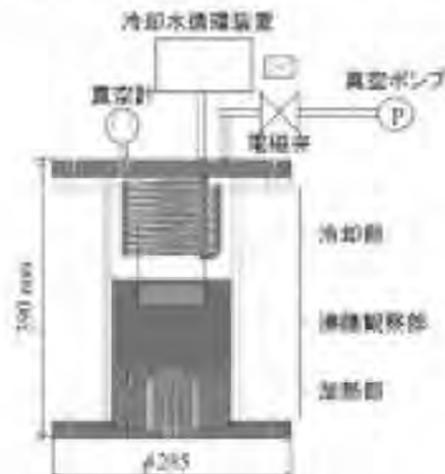


図1 実験装置

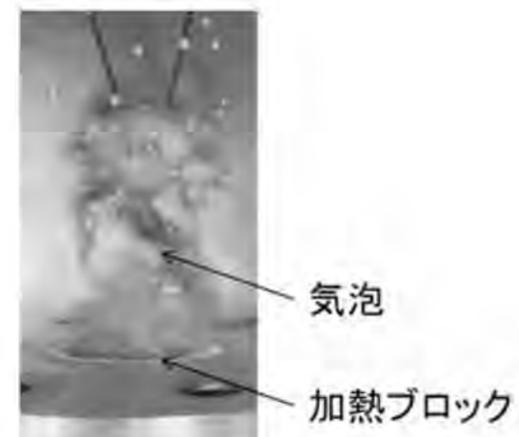


図2 観察された沸騰の様子

太陽電池モジュールの劣化・故障診断装置の開発

井立 博貴*, 岩下 蓮*, 池上 知顯(指導教員)*
*電子情報技術科

日本ではこの10年で太陽光発電システムが急速に普及したが, 太陽電池モジュールの経年劣化や故障などに起因した発電出力の低下や潜在的な火災が問題となっている. 本研究では磁気センサと表面電位センサを用い, 発電運転中の太陽電池モジュールを構成する太陽電池セルの電流, 電位を測定することにより, 太陽電池モジュールの状態を調べる診断装置を開発した. 磁気センサを用いて太陽電池セル表面のバスバーに流れる電流の不均一性を検出し, また, 表面電位センサによりモジュール内のセル電位分布を測定し, 電気的な接続を必要とせずに太陽電池モジュールの異常を検出した.

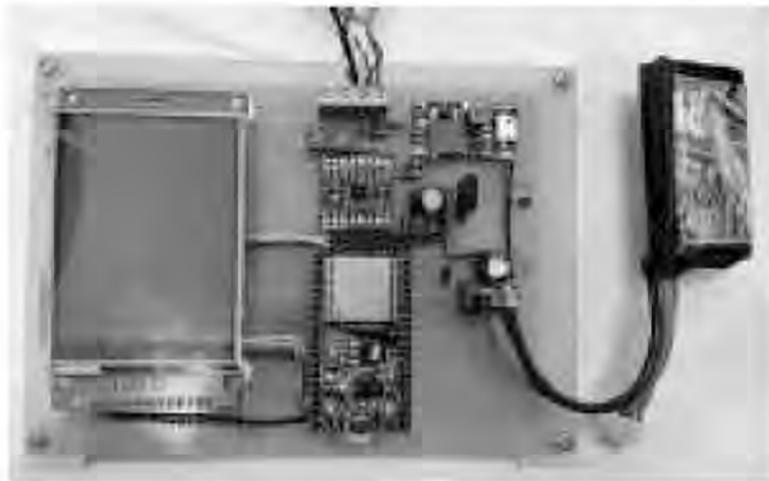


図1 太陽電池モジュール診断装置

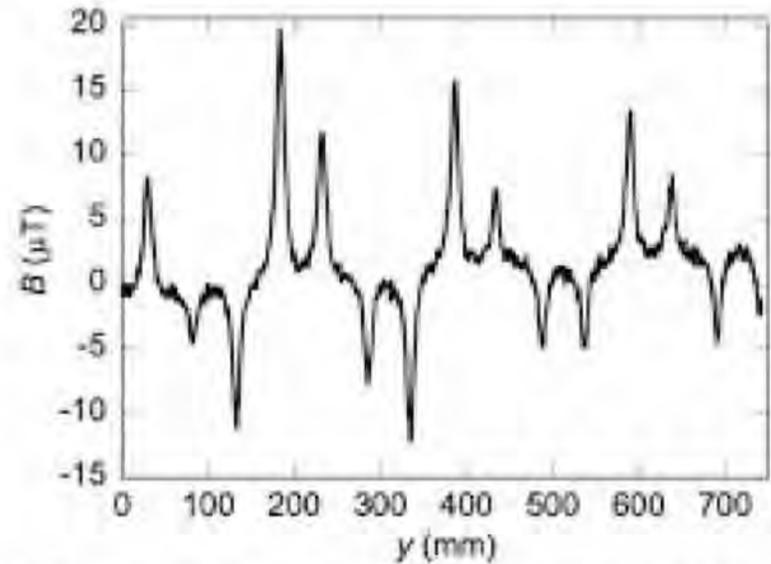


図2 太陽電池モジュール表面の磁束密度分布

Python によるハイブリッド暗号の実装

内田 夢人*, 樺木 真斗*, 趙 華安(指導教員)*
*情報システム技術科

情報社会において, 重要な情報を守るために情報セキュリティ技術が必要不可欠となってきた. 情報セキュリティにおいて, 暗号技術を用いることで情報を秘匿化して, 盗聴や漏えいなどを防いだり, 顔が見えない相手の身元を認証したりすることができる. 本研究では, 暗号技術として, 共通鍵暗号方式と公開鍵暗号方式をそれぞれ学習し, この2つの暗号方式のメリットとデメリットを研究した上, この2つの暗号方式を組み合わせた, 効率のよいハイブリッド暗号方式を提案した. 提案した AES+RSA のハイブリッド暗号方式を用いて, 図1に示す暗号通信(守秘)と図2に示すデジタル署名(認証)への応用の可能性を Python 言語で実装し, 可用性を検証した. 特に, 情報セキュリティ技術の向上のために, 新しいデジタル署名方法を提案した. 実装時にわかりやすいメニューを付け加え, 実行を簡単に行えるように工夫も施した.



図1 ハイブリッド暗号方式による暗号通信



図2 ハイブリッド暗号方式によるデジタル署名

5. 教員一覽

熊本県立技術短期大学校教職員一覧

校長



尾原 祐三 (Obara Yuzo)

1980年 熊本大学大学院修士課程修了
学 位 工学博士
専 門 岩盤工学, 地下空間工学

指導部長
兼 機械系科長



中野 貴之 (Nakano Takayuki)

2009年 熊本大学大学院博士課程修了
学 位 博士 (工学)
専 門 機械加工

精密機械技術科

教授

中野 貴之 (Nakano Takayuki)

特別教授



谷名 修 (Tanina Osamu)

1988年 京都大学大学院修士課程修了
学 位 工学修士
専 門 液晶製造プロセス設計

主任講師



弓削 慶祐 (Yuge Keisuke)

2002年 職業能力開発総合大学校卒業
学 位 学士 (工学)
専 門 機械加工, 機械設計

講師



藤崎 毅 (Fujisaki Takeshi)

1997年 九州東海大学 (現東海大学熊本
キャンパス) 卒業
学 位 学士 (工学)
専 門 機械加工、自動車工学、自動車整備

講師



田中 誠一郎 (Tanaka Seiichiro)

1998年 熊本大学大学院博士課程修了
学 位 博士 (工学)
専 門 衝撃工学, 機械加工

指導員



上田 稔 (Ueda Minoru)

1978年 熊本工業大学 (現崇城大学) 卒業
学 位 学士 (工学)
専 門 機械加工

機械システム技術科

教授（学科主任）



田崎 和博 (Tazaki Kazuhiro)

1998年 熊本大学大学院博士課程修了
学 位 博士（理学）
専 門 固体物性

准教授



日野 満司 (Hino Mitsushi)

1984年 熊本大学大学院修士課程修了
学 位 博士（工学）
専 門 機械力学，制御工学

主任講師



小笠原 健一 (Ogasawara Kenichi)

2000年 熊本大学大学院博士課程修了
学 位 博士（学術）
専 門 ロボティクス，バイオメカニクス，
制御工学

主任講師



秀山 文彦 (Hideyama Fumihiko)

2019年 熊本大学大学院博士課程修了
学 位 博士（工学）
専 門 伝熱工学，熱工学

講師



坂田 祐二 (Sakata Yuji)

1981年 熊本大学大学院修士課程修了
学 位 工学修士
専 門 機械力学・制御工学、
サイバーセキュリティ

電子情報技術科

教授（学科主任）
兼 電子情報系科長



江口 智弘 (Eguchi Tomohiro)
2014年 日本大学大学院博士課程修了
学 位 博士（工学）
専 門 福祉工学，電子回路，マイコン制御

准教授



里中 孝美 (Satonaka Takami)
2008年 熊本大学大学院博士課程修了
学 位 博士（工学）
専 門 システムLSI，画像認識，
ニューラルネットワーク

主任講師



福田 真 (Fukuda Makoto)
2008年 熊本大学大学院博士課程修了
学 位 博士（理学）
専 門 素粒子物理

講師



池上 知顕 (Ikegami Tomoaki)
1980年 九州大学大学院修士課程修了
学 位 工学博士
専 門 電気工学，電気計測

講師



甲斐 隆志 (Kai Takashi)
2012年 熊本大学大学院博士課程修了
学 位 博士（理学）
専 門 天体物理学

講師



塚本 晃史 (Tsukamoto Akifumi)
2007年 崇城大学大学院修士課程修了
学 位 修士（工学）
専 門 ロボット工学，組み込み制御学

情報システム技術科

教授 (学科主任)



糸川 剛 (Itokawa Tsuyoshi)

2001年 熊本大学大学院博士課程修了

学 位 博士 (工学)

専 門 アルゴリズム, データ工学

特別教授



小田 信彦 (Oda Nobuhiko)

1989年 山口大学工学部卒業

学 位 学士 (工学)

専 門 ディスプレイデバイスのデバイス,
プロセス設計

准教授



牧岡 毅 (Makioka Tsuyoshi)

2005年 職業能力開発総合大学校研究課程修了

学 位 修士 (工学)

専 門 画像認識, ニューラルネットワーク,
自己組織化, キャリア教育

主任講師



菅原 智裕 (Sugahara Tomohiro)

1995年 熊本大学大学院修士課程修了

学 位 修士 (工学)

専 門 情報通信ソフトウェア

講師



坂田 聡 (Sakata Tadashi)

2012年 熊本大学大学院博士課程修了

学 位 博士 (工学)

専 門 音声信号処理, ニューラルネット
ワーク, 言語教育

講師



趙 華安 (Cho Kaan, Hua-An ZHAO)

1993年 広島大学大学院博士課程修了

学 位 博士 (工学)

専 門 情報工学, 無線通信

半導体技術科

教授



小林 一博 (Kobayashi Kazuhiro)

1987年 熊本電波高専電子工学科卒業

学 位 準学士

専 門 半導体デバイス

講師



藤岡 大毅 (Fujioka Daiki)

2020年 立命館大学大学院博士課程修了

学 位 博士 (工学)

専 門 材料化学、放射光分析、
機器分析化学

講師



中村 博文 (Nakamura Hirofumi)

1976年 九州産業大学大学院修了

学 位 工学修士

専 門 半導体アッセンブリ

(令和6年(2024年)1月1日現在)

紀要編集委員会(第 25 号)

委員長 尾原 祐三 (校長)
委員 江口 智弘 (広報委員会委員長)
委員 日野 満司 (広報委員)
委員 井山 智恵 (広報委員)

熊本県立技術短期大学校紀要 第 25 号

令和 6 年 3 月 31 日発行

発行 熊本県立技術短期大学校 紀要編集委員会 委員長 尾原 祐三
〒869-1102

熊本県菊池郡菊陽町大字原水 4455-1

TEL 096-232-9700

FAX 096-232-9292

印刷 有限会社町田印刷

〒868-0006

熊本県人吉市駒井田町 236-1

TEL 0966-22-2848

FAX 0966-22-2799

発行者：熊本県
所 属：技術短期大学校
発行年度：令和5年度