

高度総合工学創造実験

平成30年度 実施報告書

平成30年12月1日

国立大学法人名古屋大学大学院工学研究科

創造工学センター

平成 30 年度高度総合工学創造実験報告書

目 次

| | |
|------------------------------|-----|
| 平成 30 年度受講生・T A 募集ポスター | 3 |
| 平成 30 年度受講生募集要項・申込書 | 4 |
| 平成 30 年度 T A 募集要項・申込書 | 6 |
| 平成 30 年度プロジェクトテーマおよび概要 | 8 |
| 中間報告会 | 10 |
| 成果発表会 | 12 |
| 実験成果報告書 | 15 |
| A. 伊藤正也 D P (日本特殊陶業株式会社) チーム | 16 |
| B. 伊藤義人 D P (株式会社デンソー) チーム | 27 |
| C. 北野哲司 D P (東邦ガス株式会社) チーム | 43 |
| D. 白井良成 D P (日本電信電話株式会社) チーム | 57 |
| E. 沼田光裕 D P (新日鐵住金株式会社) チーム | 74 |
| F. 渡邊激雄 D P (中部電力株式会社) チーム | 91 |
| 受講生 T A アンケート結果 | |
| アンケート結果のまとめ | 114 |
| 受講生アンケート結果 | 115 |
| T A アンケート結果 | 121 |
| その他関連資料 | |
| 平成 30 年度高度総合工学創造実験スケジュール | 126 |
| 平成 30 年度高度総合工学創造実験大学側担当教員 | 127 |

大学院総合工学科目 高度総合工学創造実験 H30年度 受講生・TA 募集

平成30年度のプロジェクトテーマ

- A チーム: DP 伊藤正也 (日本特殊陶業)
次世代「センサー」の提案
- B チーム: DP 伊藤義人 (デンソー)
デザイン手法を用いた商品企画・商品設計の実践
- C チーム: DP 北野哲司 (東邦ガス)
知っていますか? ガスパイプラインの建設・点検・メンテナンス・更新技術
- D チーム: DP 白井良成 (NTT)
AIを活用したコミュニケーション支援サービスのデザイン
- E チーム: DP 沼田光裕 (新日鐵住金)
地球環境問題を考えながら鉄鋼副生成物でミドリムシを育てる
- F チーム: DP 渡邊激雄 (中部電力)
地球温暖化抑制の切り札「ヒートポンプ」は地球を救えるか?

- * 企業の技術者による指導
- * 課題の発見から始まる実験
- * 専攻を越えたチーム作り
- * ビジネスマネジメント体験



学生たちでテーマに関連することを調べ、具体的な実験内容を決めていく過程で、調べ方や着眼点に関してDPの先生から助言をいただき、調べる力がついた点が最もうれしかった

半年間共に活動したDP, TA, 受講生の皆さんには感謝の想いが尽きません

I got a lot of encouragement and recognition from teachers and classmates

企業からの実際のエンジニアに直接指導していただける貴重な場であった

答えのないテーマに対してみんなで議論しあい、それぞれのスキルを活かしてよりよいものを作ることに取り組んだ。この能力は会社に入ると一番求められる能力だと思う

受講生の感想

本当にこの授業を履修してよかった。他研究科の生徒や会社の人と交流ができ、内容も大変有意義だった。課題に取り組む際の新たな視点を得ることで、視野を広げることができた

研究室に配属されてから自分と近い研究をしている人しか関わることがなかった。学年も専攻も異なる人たちと意見を交わし、多くの知識を得た

【開講期間】

H30年度 春学期 4~7月
(原則 水曜午後全60時間)

【受講生】

対象: 本学工学研究科および単位互換制度のある大学・研究科の大学院修士課程学生, 本学工学部4年生

単位: 総合工学科目「高度総合工学創造実験」
3単位 (学部生は大学院進学後同単位を認定)

募集定員: 各テーマ 6名

募集締切: H30年4月10日(火) 12:00 必着

【TA】

対象: 大学院博士課程後期課程学生, または当実験を履修した前期課程学生 (原則)

単位: 総合工学科目「実験指導体験学習1」
1単位 (工学研究科後期課程学生)

募集締切: H30年4月9日(月) 12:00 必着

*** 申込者向けテーマ説明とチーム編成 ***
H30年4月11日(水)
13:00~16:30 ESホール

<お申込み・お問合せ>

* 申込用紙は各専攻事務室, または創造工学センターHP から
<https://creator.cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp>

* 提出は工学部教務課 (052-789-3978) または, 創造工学センター宛 frontdesk@cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp



要項と申込書

平成30年度 高度総合工学創造実験 受講生 募集要項

平成30年度工学研究科総合工学科目の「高度総合工学創造実験」が別紙のように開講されますので、受講生を募集いたします。

(1) 高度総合工学創造実験とは

- 実社会で活躍する指導的技術者・研究者（DP: Directing Professor）のもとでの自主的創造的実験
- 異分野の受講生からなるチームによる、課題発見・計画立案・実行、および成果発表

(2) 募集対象

- 名古屋大学大学院工学研究科および単位互換制度のある大学、研究科の大学院博士課程前期課程学生、名古屋大学工学部4年生

(3) 実施期間・時間・場所

- 開講期間：平成30年度 前期
- 成果発表会：8月1日(水)
- 実験スケジュール：原則として水曜午後3、4、5限。それ以外の場合は各チームで調整
- 実施場所：創造工学センター（IB電子情報館北棟10階）またはDPの指定する場所

(4) 実験テーマ：受講申込書（次頁）を参照のこと。

(5) 募集定員：各テーマ6名程度

(6) 単位について

- 名古屋大学工学研究科受講生：総合工学科目「高度総合工学創造実験」3単位（工学部学生は教務課にて確認のこと）
- 他大学、他研究科受講生：所属研究科教務課にて確認のこと。

(7) 申込み、問合わせ先

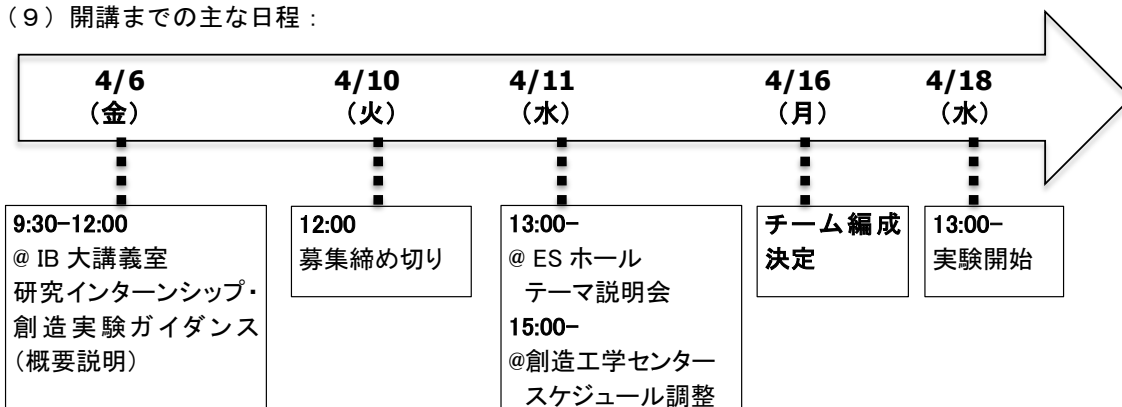
名古屋大学工学研究科教務課入学試験係(789-3978)または創造工学センター(1B10階 789-5378、-4553)
メール添付での申込み先 frontdesk@cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp
詳細、申込書は創造工学センターホームページでも入手できます。

<https://creator.cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp/creative/>



(8) 募集締め切り：平成30年4月10日(火) 12:00 必着

(9) 開講までの主な日程：



(10) その他

受講にあたっては、学生教育研究災害傷害保険及び学研災付帯賠償責任保険に加入いただきます。

平成 30 年度高度総合工学創造実験の受講申込書

平成 30 年度高度総合工学創造実験の受講を希望します。

| | | | |
|-------------|------|--------------|----------------|
| ふりがな 氏名 | 学年 | 研究科 専攻/学科 | 内線番号: 携帯番号: |
| 国籍 (留学生の場合) | 学生番号 | 分野 研究室 | メールアドレス |

注意) 高度総合工学創造実験の連絡は主に電子メールで行われます。アドレスは、わかりやすい字ではっきりと書いてください。留学生はテーマによっては一部受講を制限される場合があります。

希望するテーマの希望順位を少なくとも3位まで記入してください。

| 希望 順位 | 記号 | プロジェクトテーマ | DP |
|----------|----|---|-------------------|
| | A | 次世代「センサー」の提案 | 日本特殊陶業(株) 伊藤正也 |
| | B | デザイン手法を用いた商品企画・商品設計の実践 | (株)デンソー 伊藤義人 |
| | C | 知っていますか? ガスパイプラインの建設・点検・メンテナンス・ 更新技術 | 東邦ガス(株) 北野哲司 |
| | D | AI を活用したコミュニケーション支援サービスのデザイン | NTT(株) 白井良成 |
| | E | 地球環境問題を考えながら鉄鋼副生成物でミドリムシを育てる | 新日鐵住金(株) 沼田光裕 |
| | F | 地球温暖化抑制の切り札「ヒートポンプ」は地球を救えるか? | 中部電力(株) 渡邊激雄 |

希望の動機・抱負などを記入してください。

※ 特定のテーマの希望者が定員を超えた場合や同一専攻の学生のみとなった場合はチーム編成を調整することがあります。

※ テーマ説明会にて再度希望調査を行い、調整します。

平成30年度 高度総合工学創造実験 TA 募集要項

平成30年度工学研究科総合工学科目の「高度総合工学創造実験」が別紙のように開講されますので、ティーチングアシスタント（Teaching Assistant: TA）を募集いたします。

(1) 高度総合工学創造実験とは

- 実社会で活躍する指導的技術者・研究者（DP: Directing Professor）のもとでの自主的創造的実験
- 異分野の受講生からなるチームによる、課題発見・計画立案・実行、および成果発表

(2) TAの役割

- 様々な専攻分野の受講生に対するプロジェクト・テーマや実験内容の理解の手助け
- 受講生の意見をまとめ、実験の目的・方法を明確にさせる（リーダーシップの発揮）
- DPと受講生のインターフェース（自分の専門に近いテーマを選んでください）
- 学外での活動にかかわる予約、機材の調達などのマネージメント

(3) メリット

- プロジェクト運営の模擬体験ができる。
- 実社会人の指導により、ビジネス・マネジメントの経験ができる。
- 規定のTA謝金が支払われる（60時間）
- 工学研究科博士課程後期課程学生には総合工学科目「実験指導体験学習1」1単位が与えられる。

(4) 募集対象

- 大学院博士課程後期課程学生、または原則として当実験を履修した前期課程学生

(5) 実施期間・時間・場所

- 開講期間：平成30年度 前期
- 成果発表会：8月1日(水)
- 実験スケジュール：原則として水曜午後3、4、5限。それ以外の場合は各チームで調整
- 実施場所：創造工学センター（IB電子情報館北棟10階）またはDPの指定する場所

(6) 実験テーマ：次ページを参照のこと。

(7) 申込み、問い合わせ先

名古屋大学工学研究科教務課入学試験係（789-3978）または創造工学センター（IB10階 789-5378、-4553）
メール添付での申込み先 frontdesk@cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp

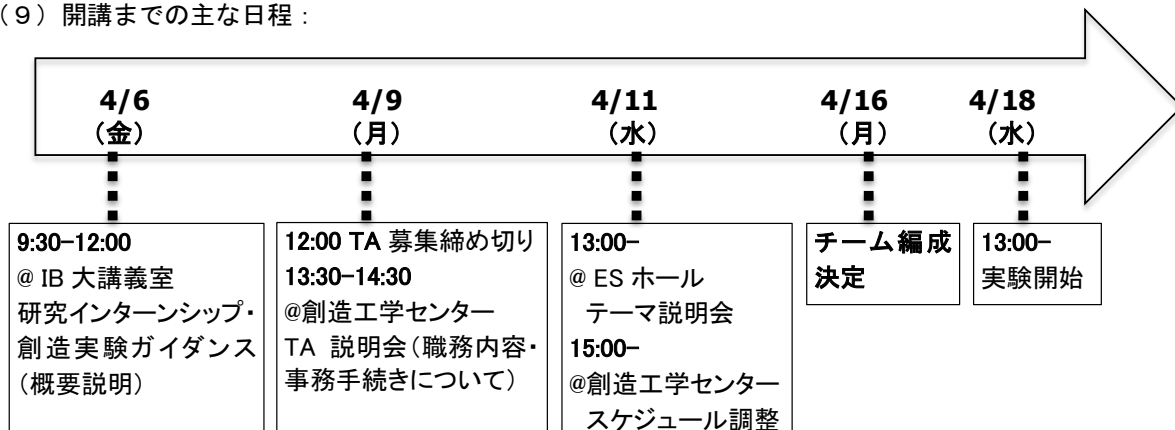
詳細、申込書は創造工学センターホームページでも入手できます。

<https://creator.cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp/creative/>



(8) 募集締め切り：平成30年4月9日（月）12:00 必着

(9) 開講までの主な日程：



(10) その他

TA 従事にあたっては、学生教育研究傷害保険及び学研災付帯賠償責任保険に加入いただきます。

プロジェクトテーマ、DP および TA への希望

| 記号 | プロジェクトテーマ | DP | TA への希望 |
|----|------------------------------------|-------------------|--|
| A | 次世代「センサー」の提案 | 日本特殊陶業（株） 伊藤正也 | 電気工作の好きな方、得意な方、経験ある方。回路技術、回路設計の経験がある方。電気系、機械系の方。適任者がいなければ、電気工作や回路技術にはこだわらない。 |
| B | デザイン手法を用いた商品企画・商品設計の実践 | （株）デンソー 伊藤義人 | 明るく、フットワーク軽く行動する人。図面が描け、3DCad を扱えたらより良い。 |
| C | 知っていますか？ガスパイプラインの建設・点検・メンテナンス・更新技術 | 東邦ガス（株） 北野哲司 | グループを取り纏める力を付けたく、また、実験等行う場合は調整・相談に乗ってもらえる人。 |
| D | AI を活用したコミュニケーション支援サービスのデザイン | NTT（株） 白井良成 | 本創造実験の経験者で、できればプログラミング経験者がある方を希望。 |
| E | 地球環境問題を考えながら鉄鋼副生成物でミドリムシを育てる | 新日鐵住金（株） 沼田光裕 | 特になし。 |
| F | 地球温暖化抑制の切り札「ヒートポンプ」は地球を救えるか？ | 中部電力（株） 渡邊激雄 | 中間報告会と発表会に確実に出席でき、H29 年度に当グループで活動した方が望ましい。 |

----- 切り取り線 -----

平成 30 年度高度総合工学創造実験 TA 申込書

平成 30 年度高度総合工学創造実験 TA を希望します。

| | | | |
|------------|------|-----------|----------------|
| ふりがな 氏名 | 学年 | 研究科 専攻 | 内線番号： 携帯番号： |
| 国籍（留学生の場合） | 学生番号 | 分野 研究室 | メールアドレス |

| | 記号 | 希望テーマ | DP |
|--------|----|-------|----|
| 第 1 希望 | | | |
| 第 2 希望 | | | |

注意) 高度総合工学創造実験の連絡は主に電子メールで行われます。アドレスは、わかりやすい字ではっきりと書いてください。

平成 30 年度プロジェクトテーマおよび概要

| チーム | プロジェクトテーマ | Directing Professor |
|--|---|--------------------------------------|
| A | <p align="center">次世代「センサー」の提案</p> | <p align="center">日本特殊陶業(株) 伊藤正也</p> |
| <p>自動車, 鉄道, 旅客機, 携帯電話(スマートフォン), 医療, 農業, セキュリティーなど, 日常生活になくはならない存在になっている「センサー」について考えてみましょう。自動車では, 「酸素センサー」「アルコール検知センサー」「水素漏れ検知センサー」など多くのセンサーが使われています。機能の高度化も進んでおり, 最近では 3 個の酸素センサーを利用して燃焼制御を行う場合があります。通常は, 触媒の前後に 2 個使っていますが, 燃焼室に送る吸気ガスの酸素濃度も計測して, エンジンの燃焼効率の最適化に利用されます。また, ドライバーの突然の意識不明者対応用の「体調スクリーニングセンサー」なども開発されています。</p> <p>本講義では, どの様なセンサーが世の中で使われているのかを調べるとともに, 次世代の「センサー」を予想提案し, その試作についても検討します。</p> | | |
| B | <p align="center">デザイン手法を用いた商品企画・商品設計の実践</p> | <p align="center">(株)デンソー 伊藤義人</p> |
| <p>当実験は, 工学を学ぶ学生がデザイン手法・デザイン思考を体験することで, アイデアやモノ創りの発想を広げ, 商品を開発する能力とプロジェクトマネジメント能力を伸展させることを目的としています。商品開発は, デザイナが行う企画提案プロセス(下記)をベースに進め, 最終的には, デザイン・エンジニアリングの両面から検証された新しい商品の提案としてまとめます。</p> <p>以下は企画提案プロセス</p> <ol style="list-style-type: none"> (1)課題発見: テーマ設定及び潜在ニーズ・ウォンツの探索 (2)商品企画: ユーザ視点の商品案・サービス案の創出と可視化 (3)アイデア展開: 仮説の創出と検証(簡易プロトタイプ製作) (4)提案: 要点が魅力的に伝わるプレゼンテーションの創出 | | |
| C | <p align="center">知っていますか? ガスパイプラインの 建設・点検・メンテナンス・更新技術</p> | <p align="center">東邦ガス(株) 北野哲司</p> |
| <p>都市ガス会社にとって, 事業の基盤となるのがガス導管网である。LNG 工場からお客さままでガスを輸送するガス導管の延長は, 東邦ガス(株)の場合, 地球の円周のおよそ 4 分の 3 に相当する約 29,000km と膨大である。ガスの安定供給および保安の維持と確保は, 事業を継続するにあたり重要な要素である。これらガス導管の建設・メンテナンス・更新を安価で効率的に実現するためには, 各種の技術開発が必要であり, 現在まで都市ガス会社が事業実態に即して技術開発を行ってきた。</p> <p>本講義では, 道路橋に添架されているガスパイプラインの点検業務の効率化について議論する。そのために, 対象現場を視察すると共に, ガスパイプラインや都市ガス供給ネットワーク構成を理解するために, 製管工場や都市ガス会社等を見学する。加えて, グループワークでの議論によっては, ホビー用ドローンを用いた基礎的な実験を行うことも考えている。</p> | | |

| | | |
|---|---|---|
| D | <p style="text-align: center;">AIを活用したコミュニケーション 支援サービスのデザイン</p> | <p style="text-align: right;">NTT(株) 白井良成</p> |
| <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div style="flex-grow: 1;"> <p>深層学習によって人工知能(AI)の研究が大きな進展をみせています。特定の領域では人の能力を上回る認識や予測精度を達成し、社会実装も進みだしています。本プロジェクトでは、このような現状を踏まえ、AI技術を利用したコミュニケーション支援やサービスについて皆さんと議論したいと思います。</p> <p>計算機が協調作業を支援する研究はこれまでも盛んにおこなわれてきましたが、AIが介在することで、より知的な支援が可能になると考えます。プロジェクトでは、コミュニケーション支援技術の現状について調査し、AI技術が介在することでどのような面白い展開が可能になるのかを議論したいと思います。デモシステム構築、サービスプランの作成を行い、最終的にコンテスト等への応募を目指します。なお必須ではありませんが、受講者はプログラミングの経験があることを望みます。</p> </div> </div> | | |
| E | <p style="text-align: center;">地球環境問題を考えながら 鉄鋼副生成物でミドリムシを育てる</p> | <p style="text-align: right;">新日鐵住金(株) 沼田光裕</p> |
| <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex-grow: 1;"> <p>現代文明の基盤である鉄鋼材料を創り出す鉄鋼業は、資源や環境問題に関わりの深い産業である。その副生成物である鋼滓(スラグ)は、Fe, Ca, Siといった元素以外に資源枯渇が懸念されるP(りん)を含む。スラグが水と共存した場合、植物の育成に必要なFeイオンやりん酸イオンを供給するので、その高度な利用が注目されている。</p> <p>本テーマでは、鉄鋼業と鉱物資源や地球環境問題との関わりを学び、その副生成物であるスラグの新たな資源化方法として、身近な微細藻類であるミドリムシ育成への応用を取り上げる。微細藻類は地球のエネルギー・物質収支に大きな役割を果たしていることが知られている。「スラグでミドリムシをより高効率に育てる」方法について自由な議論を行い、自らの発想に基づき生物学や化学工学など様々な工学分野の視点を融合した実験を試みる。この課題を議論し考える過程で、現代文明が直面している地球環境問題について多角的な視点を涵養したい。</p> </div>  </div> | | |
| F | <p style="text-align: center;">地球温暖化抑制の切り札「ヒートポンプ」は 地球を救えるか？</p> | <p style="text-align: right;">中部電力(株) 渡邊激雄</p> |
| <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div style="flex-grow: 1;"> <p>COP21で採択されたパリ協定に対応するため、先進国では大幅な温暖化ガス排出の削減が求められており、電源の低炭素化と電気自動車やヒートポンプによる電化の推進が重要とされている。投入エネルギーの何倍もの熱を低温から高温へ汲み上げることのできるヒートポンプは、エネルギー効率の高さから地球温暖化抑制の切り札として位置付けられる。一方で、ヒートポンプには、モントリオール条約キガリ改正により、地球温暖化効果の低い冷媒の使用が要求されている。</p> <p>本プロジェクトでは、エネルギー供給とエネルギー利用の両面から、次世代エネルギーシステムについて検討する。まず、発電所、中央給電指令所、研究所などを見学し、現地で専門家の解説を受けるとともに、意見交換を行う。次に、省エネ性・環境性の高いヒートポンプを検討し、性能実験を行う。最後に、次世代エネルギーシステムに関する提言を行うため、学会発表を行う。</p> </div> </div> | | |

高度総合工学創造実験 中間報告会

日 時：平成 30 年 5 月 23 日(水) 13:00~15:15

会 場：IB 101 講義室 (IB 北棟 10 階)

発表時間：1 グループ 15 分 (発表 10 分, 討論 5 分)

13:00 開会 教務委員会大学院教育部会長 生田博志教授

・[前半] 座長：土井 TA、桂 TA、谷口 TA

13:05 <F> 渡邊 激雄 DP グループ

地球温暖化抑制の切り札「ヒートポンプ」は地球を救えるか？

➤ サブテーマ：低 GWP 冷媒ヒートポンプにおけるエネルギー効率の向上

13:20 <E> 沼田 光裕 DP グループ

地球環境問題を考えながら鉄鋼副生成物でミドリムシを育てる

➤ サブテーマ：CO₂ エネルギー還元に向けたミドリムシ増殖の CO₂ 濃度依存性の測定

13:35 <D> 白井 良成 DP グループ

AI を活用したコミュニケーション支援サービスのデザイン

➤ サブテーマ：topAlc

13:50 休憩

・[後半] 座長：土居 TA、山口 TA、富田 TA

14:00 <C> 北野 哲司 DP グループ

知っていますか？ガスパイプラインの建設・点検・メンテナンス・更新技術

➤ サブテーマ：誰が守る？東海の大動脈

14:15 伊藤 義人 DP グループ

デザイン手法を用いた商品企画・商品設計の実践

➤ サブテーマ：服薬に関する新商品の開発

14:30 <A> 伊藤 正也 DP グループ

次世代「センサー」の提案

➤ サブテーマ：STOP! 生活習慣病

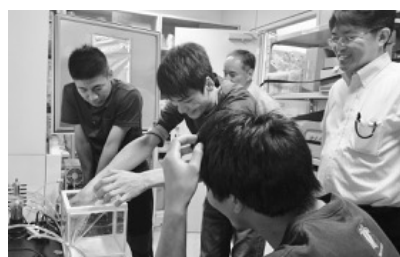
14:45 総合討論

15:15 閉会

座長は司会進行とタイムキーパー 8 分 (発表終了 2 分前)、10 分 (発表終了)、15 分 (討論終了) にベル通知



5月23日 中間報告会



実験活動中の光景

高度総合工学創造実験 発表会

日時： 平成 30 年 8 月 1 日 (水) 13:00~17:00 <公開>
会場： ES 会議室・エントランス (ES 総合館 1 階)

13:00 挨拶 工学研究科 生田博志 大学院教育部会長

司会 CP: 田中雅

13:10 チーム A: 次世代「センサー」の提案
サブテーマ STOP! 生活習慣病

DP: 伊藤正也 (日本特殊陶業 (株)) TA: 土井玄太 (物質プロセス M2)

受講生: 磯合春佳 (応用物理学 M1), 田中健登 (物質科学 M1), 中島光俊 (応用物質化学 M1),
伊藤誠一郎 (応用物理学 M1), 児玉明彦 (化学システム工学 M1)

13:35 チーム B: デザイン手法を用いた商品企画・商品設計の実践
サブテーマ 服薬に関する新商品の開発

DP: 伊藤義人 ((株) デンソー) TA: 桂彰利 (環境学研究科都市環境学 M2)

受講生: 河合優介 (材料デザイン工学 M1), 小椋友寛 (応用物理学 M1),
大矢根蒼 (電気工学 M1), 堀瑞季 (土木工学 M1), 原幹 (化学システム工学 M1)

14:00 チーム C: 知っていますか? ガスパイプラインの建設・点検・メンテナンス・更新技術
サブテーマ 誰が守る? 東海の大動脈

DP: 北野哲司 (東邦ガス (株)) TA: 谷口淳也 (土木工学 M2)

受講生: 栗本湧希 (化学システム工学 M1), 澤居秀樹 (エネルギー理工学 M1),
砂原健汰 (土木工学 M1), 村岡宏紀 (土木工学 M1), 中西祥一 (都市環境学 M1)

14:25 ~ 休憩 ~

14:35 チーム D: AI を活用したコミュニケーション支援サービスのデザイン
サブテーマ topAlc (AI を用いた topic=話題の提供)

DP: 白井良成 (NTT (株)) TA: 土居裕典 (情報・通信工学 M2)

受講生: 花井星太 (化学システム工学 M1), 池田稜平 (総合エネルギー工学 M1),
三好竜晟 (土木工学 M1), 栗山研人 (物質科学 M1), 山田康輔 (情報工学科 B4)

15:00 チーム E: 地球環境問題を考えながら鉄鋼副生成物でミドリムシを育てる
サブテーマ CO₂ エネルギー還元に向けたミドリムシ増殖の CO₂ 濃度依存性の測定

DP: 沼田光裕 (新日鐵住金 (株)) TA: 山口祥 (化学システム工学 M2)

受講生: 西尾仁志 (化学システム工学 M1), 千賀大嗣 (化学システム工学 M1), 笹本康介 (応用物質化学 M1),
山本尚武 (物質プロセス工学 M1), 暮石圭佑 (物質プロセス工学 M1)

15:25 チーム F: 地球温暖化抑制の切り札「ヒートポンプ」は地球を救えるか?
サブテーマ 低 GWP 冷媒ヒートポンプにおけるエネルギー効率の向上

DP: 渡邊激雄 (中部電力 (株)) TA: 富田柗人 (機械システム工学 M2)

受講生: 山田基生 (物質プロセス工学 M1), 青野慶忠 (機械システム工学 M1),
山田知之 (応用物理学 M1), 中村俊之 (土木工学 M1), 服部敦貴 (土木工学 M1)

15:50 ~ 休憩 ~

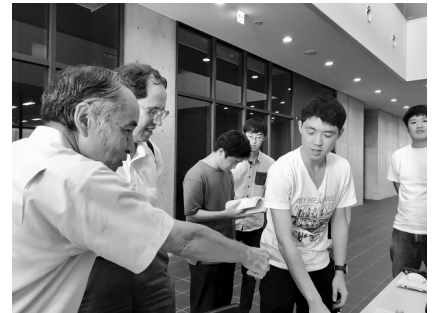
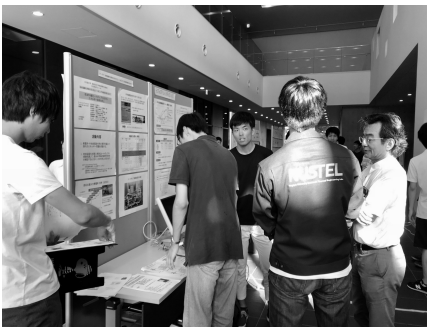
16:00 ポスター展示及び討論

17:00 閉会

名古屋大学大学院工学研究科 創造工学センター
IB 北館 10 階 052-789-4553



8月1日成果発表会 口頭発表



ポスター発表

実験成果報告書

A. 伊藤正也DP（日本特殊陶業株式会社）チーム 次世代「センサ」の提案

---サブテーマ：STOP! 生活習慣病

| | | |
|--------|-------|----|
| DP 報告書 | _____ | 16 |
| TA 報告書 | _____ | 21 |

B. 伊藤義人DP（株式会社デンソー）チーム デザイン手法を用いた商品企画・商品設計の実践

---サブテーマ：服薬に関する新商品の開発

| | | |
|--------|-------|----|
| DP 報告書 | _____ | 27 |
| TA 報告書 | _____ | 30 |

C. 北野哲司DP（東邦ガス株式会社）チーム 知っていますか？ガスパイプラインの建設・点検・メンテナンス・更新技術

---サブテーマ：誰が守る？東海の大動脈

| | | |
|--------|-------|----|
| DP 報告書 | _____ | 43 |
| TA 報告書 | _____ | 48 |

D. 白井良成DP（日本電信電話株式会社）チーム AIを活用したコミュニケーション支援サービスのデザイン

---サブテーマ：topAlc

| | | |
|--------|-------|----|
| DP 報告書 | _____ | 57 |
| TA 報告書 | _____ | 62 |

E. 沼田光裕DP（新日鐵住金株式会社）チーム 地球環境問題を考えながら鉄鋼副生成物でミドリムシを育てる

---サブテーマ：CO₂エネルギー還元に向けたミドリムシ増殖のCO₂濃度依存性の測定

| | | |
|--------|-------|----|
| DP 報告書 | _____ | 74 |
| TA 報告書 | _____ | 80 |

F. 渡邊澁雄DP（中部電力株式会社）チーム 地球温暖化抑制の切り札ヒートポンプは地球を救えるか？

---サブテーマ：低GWP冷媒ヒートポンプにおけるエネルギー効率の向上

| | | |
|--------|-------|----|
| DP 報告書 | _____ | 91 |
| TA 報告書 | _____ | 96 |

「次世代センサの提案」 報告書

～ STOP 生活習慣病 ～

I. DP 報告書

◆テーマの主旨

自動車、鉄道、旅客機、携帯電話（スマートフォン）、医療、農業、セキュリティなど、日常生活になくてはならない存在になっている「センサ」について考えてみましょう。

自動車では、「酸素センサ」「アルコール検知センサ」「水素漏れ検知センサ」など多くのセンサが使われています。機能の高度化も進んでおり、最近では3個の酸素センサを利用して燃焼制御を行う場合があります。通常は、触媒の前後に2個使っていますが、燃焼室に送る吸気ガスの酸素濃度も計測して、エンジンの燃焼効率の最適化に利用されます。また、ドライバーの突然の意識不明者対応用の「体調スクリーニングセンサー」なども開発されています。

本講義では、どの様なセンサが世の中で使われているのかを調べるとともに、次世代の「センサ」を予想提案し、その試作についても検討します。

◆課題

- ①どの様なセンサが、どこで何を目的に使われているか、資料を参考に「現状把握」する。
- ②世界や日本の現状と課題について調査し、グループとしてまとめる。
- ③調査した課題について、センサを使って何ができるかを考え、サブテーマを提案する。サブテーマについて具体的に推進する。

1. メンバー

| | | |
|-------|-------|-----------------|
| DP : | 伊藤正也 | (日本特殊陶株式会社) |
| TA : | 土井玄太 | (物質プロセス専攻 M2) |
| 受講生 : | 磯合春佳 | (応用物理学専攻 M1) |
| | 田中健登 | (物質化学専攻 M1) |
| | 伊藤誠一郎 | (応用物理学専攻 M1) |
| | 児玉明彦 | (化学システム工学専攻 M1) |
| | 中島光俊 | (応用物質化学専攻 M1) |

2. 実験実施期間

実験：平成30年4月11日～7月11日（全15回）

発表：平成30年8月1日

3. サブテーマ

STOP！生活習慣病

4. プロセス

1) 現状の把握と課題の抽出

最初に、世界や日本の現状を共有化し、グループとして課題の抽出を行った。

(1) どの様なセンサが、どこで、何を目的に使われているかについて学んだ。
併せて、世界と日本の置かれた状況について理解し、市場ニーズについて考えた。
参考資料は、以下公開文章とした。

- ①「総務省、情報通信白書」平成28年版 [1]
第1章 第1節 ICTによるイノベーションと経済成長, p2-p7
第2章 第2節 市場規模等の定量的な検証, p85-p110
- ②「JEITA センサ・グローバル状況調査 2017」 [2]
- ③ IoT世界におけるトリリオン・センサとMEMS [3]

(2) 多くのセンサが利用され、センサにより人類にとって便利な社会が構築されてきていることを理解した。

一方、日本では、少子高齢化が進み、世界に先駆けて「超高齢化社会」に突入する現状を理解した。そして、超高齢化社会では、労働人口の減少と要介護者人口の増加を将来の課題として捉えられた。

本講義における解決課題を「要介護人口の増加に歯止めをかけること」とした。

2) サブテーマの決定

センサを利用して要介護者の増加を防ぐ方策について各自調査し、グループ討議を行った。時期として、20年後あたりを想定することとした。

(1) 介護が必要になる原因についてインターネットを利用して調査した。
様々な疾患の中から、心臓疾患・脳疾患・関節疾患者・癌疾患などが挙げられた。

(2) これら疾患を予防するための方策として、食生活の改善・禁煙・定期的な健康診断受診などが考えられた。

(3) 前記方策のひとつの、定期検診について調べてみると、健康診断受診率が、70%以下であることが判明した。

(4) また、心臓疾患や脳疾患の発症原因も調査し、生活習慣病（糖尿病、高血圧疾患、脂質異常症）の影響が大きいことが判明した。

(5) サブテーマとして、「STOP！生活習慣病」と決定した。

テーマの名前で内容が分かりやすいこと、キャッチコピー的で身近に感じられることなどを考慮して受講者から候補を挙げて議論した。

その他の候補に挙げたテーマ名称を以下に示す。

- ①手軽におうちで検診♡
- ②どこでも Doctor
- ③健康を見える化
- ④センサしてますか？
- ⑤生活習慣病リスクモニター

3) サブテーマの推進

生活習慣病を予防する方策についてグループで議論した。

(1) センサを使ってできること、手軽にできること、について調査し討議した。

毎日、自宅で行うことと生体検査に関係することが多くあることが分かった。

顔や手を洗うこと（顔色、蛇口接触、目）、テレビを見る（目）、用を足す（尿）、布団で寝る（汗、睡眠）、靴（運動量、姿勢）、ドアノブ（皮脂、汗）など

(2) 生体検査の中で生活習慣病に最も関係するものは、尿検査である。

尿検査では、尿糖、尿ウロビリノーゲン、尿潜血などの検査が可能であり、糖尿病をはじめ多くの内臓疾患の予想に利用されることが判明した。

(3) トイレでの日々の尿検査が、日常の生活に溶け込み、生活習慣病の予防に適していることと結論づけた。

(4) トイレで尿検査デモ機の製作を決定。以下要領で進めた。

どのようなセンサを使って何をデモするのかを議論し、「人感センサ」と「色識別センサ」を使い、酸性溶液の PH 値（PH 試験紙の色）を表示するデモを行うこととした。

色識別センサから出力された RGB 数値を利用して EXCEL で PH 値を表示した。

具体的には、市販センサや市販マイクロコンピュータ（Arduino UNO）などを購入して、デモ機を組立てた。製作や稼働における苦労と対策を列挙する。

- ・人感センサは赤外線を利用しており、感度が非常に高く、カバーを被せて利用。
- ・色識別センサの稼働では、照明の種類、試料背景の色、などの影響を受けることを確認。成果発表当日は夕日の影響も受け、EXCEL 設定も修正した。結果としてセンサを使いこなす技術も必要であることを学習した。

参考資料：Arduino ではじめる電子工作 超入門 改訂第2版 [4]

4) 情報収集

医療関連展示会の見学と生体磁気検知有識者にお話を伺った。

(1) 展示会見学「メディカルショージャパン」（2018年6月2日@東京ビッグサイト）、STOP！生活習慣病に関係のある、心臓疾患、脳疾患に関係のある展示を見学した。

尿検査では、尿検査の仕組み・必要な尿の量・検査時間などの情報も得られた。

また、血液関係では血流を耳朶で検知し体の調子をモニターする試作品の展示もあった。

その他、医療機器（医療品）は、総じて高価であり、自宅で手軽に検査するためには、コストを抑えなくてはいけないことも理解できた。

メディカルショーの展示には、医療機器・検査装置など以外に、加工方法や部品の展示などがあり、大きな企業でも、実用化には他社の力を借りないといけないことも理解できた。

(2) 有識者お話「磁気センサとその応用」名古屋大学工学研究科内山剛准教授

2018年5月9日、創造工学センター、IB館10F講義室

磁気センサ (Magneto-Impedance sensor) を利用した非接触生体検知の研究をされている内山剛先生のお話を伺った。概要は以下。

筋肉の動きに伴い、電流が流れその結果磁力線が発生することを利用して、心筋の動きを、磁気センサで検知する仕組みである。結果として、心電図相当の情報が得られ、更に精度の高い脳磁気の情報も得ることが可能であるが、心磁気と脳磁気は地磁気 2000 万分の 1 以下と極めて小さい磁気なので、センサ精度の向上やノイズ除去などの課題がある。非接触なので、接触式の心電図計測に対して差別化できるところがあり将来楽しみな研究である。磁気センサは、生体磁気以外では電子コンパスや金属異物検出用途で実用化されている。

※内山剛先生には、お忙しいところご説明いただきました。この場をお借りして謝意を表します。

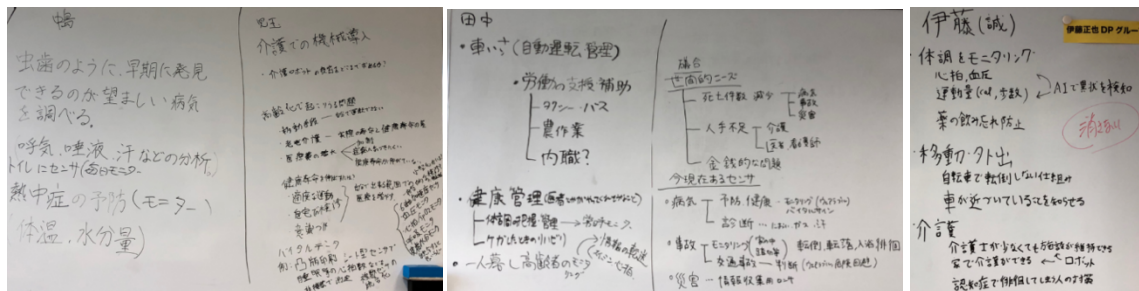
5) 写真など



メディカルショー見学



成果発表会の様子 2018年8月1日



ワイガヤ議論 板書一例

5. まとめ

人類は日常生活において、多くのセンサの恩恵を受けていることを勉強した。センサ素子の小型化により消費電力が μA 級や nA 級に大きく下がり、利用分野が広がるとともに使用量も伸び、今後もその傾向は続くことを理解した。

労働人口の減少と要介護者人口の増加という具体的な課題をグループで共有し、「STOP!生活習慣病」というサブテーマを決定した。

サブテーマを達成するために、日常の生活に溶け込んだ方法が重要であると考え、「トイレで尿検査」という具体的な施策を提案しデモ機の製作も行った。デモ機は、尿検査に模した PH 値の計測を市販センサで行い、パソコン表示するものとした。

実用の際にはセンサによる尿の計測値をスマホに送り、変化の様子を確認し、主治医や家族と共有することが想定できる。

講義の後半では、デモ機製作とビジネスプラン策定を天秤にかけたが、受講者全員がデモ機製作を希望した。結果としてデモ機製作に力を入れ、デモ機の製作とその動作確認まで行い、成果発表会でもデモ機は問題なく稼働することができた。

講義前半で、ビジネスを考える基本である 3C 解析のひとつである Customer (市場ニーズ) について議論し、現在把握⇒課題抽出⇒解決手法の提案 というシンプルなプロセスを検証した。実際に企業で事業検証を行う場合は、Competitor (競合他社、特許) や Company (自社技術、自社販売網、自社資金、協力会社など) も併せて考える必要があることを理解してもらいたい。更に、調達・販売・物流・アフターマーケット・世界の動向 (為替や生産場所) なども含めた検証となる。

近い将来は、癌や様々な疾病が、センサによる尿検査で検知出来るようになると考えられる。また、IoT の利用もできるので、「トイレで尿検査」は、将来どこかの企業が実用化している可能性もある楽しいテーマである。

参考文献

- [1] 「総務省、情報通信白書」平成 28 年版
第 1 章 第 1 節 ICT によるイノベーションと経済成長, p2-p7
第 2 章 第 2 節 市場規模等の定量的な検証, p85-p110
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/pdf/index.html>
- [2] 「JEITA センサ・グローバル状況調査 2017」, 一般社団法人電子情報技術産業協会
<https://www.jeita.or.jp/japanese/exhibit/2017/171226.pdf>
- [3] 神永晋, “IoT 世界におけるトリリオン・センサと MEMS” ,
第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 2016 年.
- [4] Arduino ではじめる電子工作 超入門 改訂第 2 版, ソーテック社, 2017 年.

II. 成果報告書（TA報告書）



**STOP!
生活習慣病**

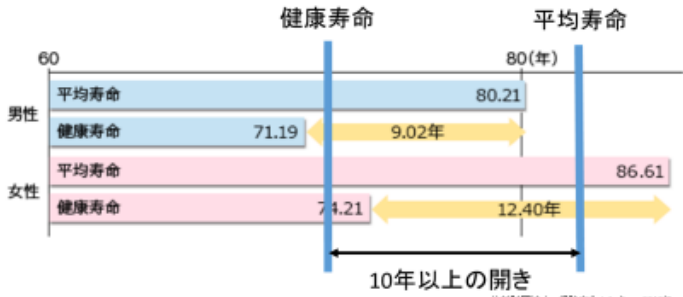
次世代“センサ”の提案

180801
高度総合工学創造実験 成果発表会 グループA

DP 伊藤 正也
TA 土井 玄太
メンバー 磯合 春佳 田中 健登 伊藤 誠一朗
児玉 明彦 中島 光俊

日本の直面する次世代の課題とは？

要支援・要介護の状態＝健康寿命を終える



| 性別 | 健康寿命 (年) | 平均寿命 (年) | 差 (年) |
|----|----------|----------|-------|
| 男性 | 71.19 | 80.21 | 9.02 |
| 女性 | 74.21 | 86.61 | 12.40 |

10年以上の開き

公益財団法人 保険文化センター 2018年
<http://www.jil.or.jp/keisan/insurance/oidage3.html>

要介護者の割合を減らすために健康寿命をのばしたい！

3

定期的な検診

生体センサ・・・人間の体の状態を測るセンサ

健康診断



検診



生活習慣病の予防には、定期検診が不可欠！！

8

課題解決

もっと手軽に検診を受けたい！！



解決案:センサを使った”お家で””手軽に”できる検診の提案

8



トイレでの尿検査のメリット

採血を伴わない



心身への負担が
少ない



センサの洗浄を
毎回行える



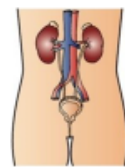
衛生的



尿は、血液から不要な
物質を濾し取ったもの

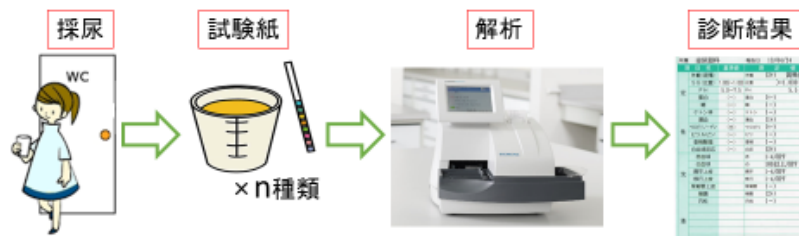


情報量が多い



11

一般的な尿検査の流れ

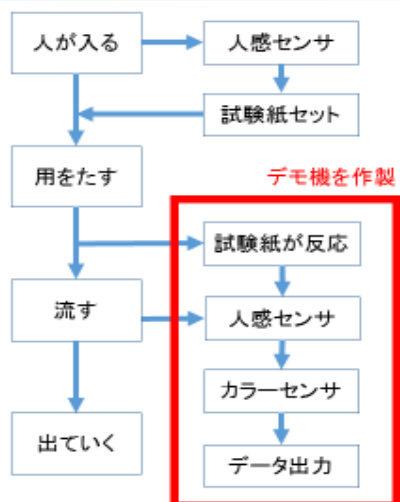


✓ 手間がかかる
 ✓ 専門の器具が要る
 ✓ 段階が多い

面倒くさい。 → “お家で” “手軽” に検診
自動化

13

トイレで尿検査



データの活用

- ・スマホやPCで体調をモニタリング
- ・生活習慣病への意識づけ
- ・医者の診断の資料



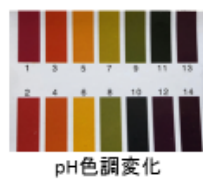
15

デモ機作製

試料液の情報を自動で測定, 表示

デモ機作製における変更点

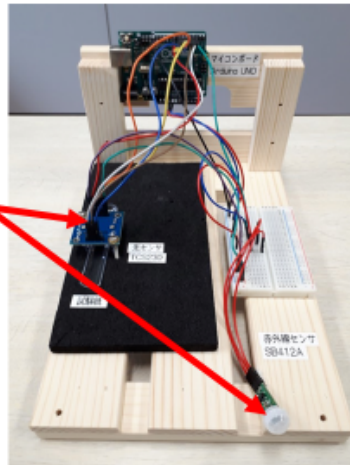
- 試料液: 尿 → 清涼飲料水
- 検査項目: 尿試験紙 → pH試験紙



試料液によるpH試験紙の色調変化をpHに変換, 表示

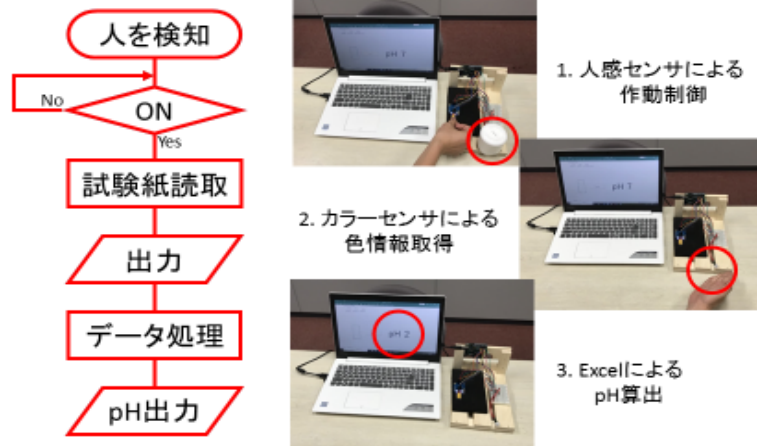
16

デモ機全体図



18

デモ手順



19

まとめ

～将来における課題探索～

- ・少子高齢化による要介護者の増加
→ 生活習慣病の予防による健康寿命の延伸

～生活習慣病の予防に必要なこと～

- ・日常に溶け込む簡易な検診システム
→ 自宅で簡単にできる尿検査の自動化

～デモ機の作製～

- ・人感センサ, カラーセンサの導入
→ センサを用いた自動測定システムの構築

STOP!生活習慣病

20

「デザイン手法を用いた商品企画・商品設計の実践」 報告書

～ 服薬に関する新商品の開発 ～

I. DP報告書

◆テーマの主旨

本実験は、28年度に実施した「デザイン手法はエンジニアのアイディエーションにどのような影響を与えるか」の続編である。28年度の実験でデザイナーが用いる数々の手法の中で「アイデア創出法」「プロトタイピング」「ペルソナ設定」が特に大きな好影響を与えるとの結果が見られたため、昨年度に引き続き今年度の実験では、これら3つの手法の活用に重点を置き、より実践的な商品開発を目指した。また、昨年度に比べより最終商品に近いプロトタイプを作り上げることにより、「物づくりの面白さ」と「実験検証の重要性」を体感する実験を目指した。

企業の中で実際に商品開発を進める時には、様々な職種の開発プロジェクトメンバーと円滑なコミュニケーションを取り、相互理解を高めることが必要とされる。特にプロジェクトリーダーとなる人材には、一連の商品企画・商品設計を把握・理解することが求められる。工学を学ぶ学生にこうした一連の経験をさせることにより、様々な視点で商品の在り方を考え、より創造性・市場性が高い商品を開発する能力を身に付けることを目的としている。

◆課題

高い専門性を求められるエンジニアは、その環境に慣れてしまうと専門分野以外の視野が徐々に狭まり、ユーザの視点を忘れがちになる傾向が見られる。また、専門技術にこだわるがゆえ、アイデアの幅を狭めてしまうこともしばしば見られる。特に企業での商品開発活動は、「開発システムの大規模化」「開発の効率化」が進んでおり、それゆえ担当ごとに分業化され、ますます視野を狭めることに拍車をかけている。しかし実際の市場では、ハードウェア・ソフトウェア・サービス・販路等、様々な要素が満たされた商品が受け入れられていることも忘れてはならない。

よって、エンジニアリングの要素が強い商品の開発では、エンジニアには専門性だけでなく、商品開発プロジェクト全体をリードできることが求められる。商品開発をリードする能力を持ったエンジニアとなるには、商品企画やデザイン、更には部品調達や生産技術、営業販売の知識も必要とされる。

当実験では、商品企画・デザイン・技術の3つの視点を満たした商品開発に取り組むことにより、視野を広げ、創造性・柔軟性を上げ、技術者以外の商品開発プロジェクトメンバーとのコミュニケーションも円滑に出来るエンジニアの育成を目指している。

以上を踏まえ、当実験の課題を下記のように定めた。

- ① 工学系学生に対し、デザイン手法及びデザイン思考（以下、この両者を総してデザイン手法と記述する）を指導し、モノづくりを実践することで、着眼力・創造性・思考の柔軟性を高める。
- ② 多くのアイデアを手早く生み出し、その中から妥当性・可能性のあるアイデアを選出する力を高める。
- ③ 自らのアイデアをプロトタイプ化する能力、第三者に伝えるプレゼンテーション能力を高める。

1. メンバー

| | | |
|-------|------|------------------|
| DP : | 伊藤義人 | (株式会社デンソー) |
| TA : | 桂彰利 | (環境学研究科都市環境学 M2) |
| 受講生 : | 大矢根蒼 | (電気工学 M1) |
| | 小椋友寛 | (応用物理学 M1) |
| | 河合優介 | (材料デザイン工学 M1) |
| | 原幹 | (化学システム工学 M1) |
| | 堀瑞季 | (土木工学 M1) |

2. 実験実施期間

実験：平成30年4月11日～7月25日（全14回）

発表：平成30年8月1日

3. サブテーマ

服薬に関する新商品の開発

4. 実験プロセス

実施した商品設計手順

1) 課題創出

取組課題発掘とニーズ・ウォンツの探索を、学生の体験をベースに議論した。上記サブテーマ「服薬に関する新商品の開発」もこのプロセスで、受講生自らが決定した。

2) 商品企画

ユーザ視点の商品像の創出とその可視化を行うため、中間発表では考案した商品企画をパンフレット風にまとめた。この商品企画では、「デザイン性」のみが強調される商品企画になってしまったため、中間発表以降は新機構や構造が重要なポイントになる商品企画にブラシアップし、数々の視点で最終商品のイメージを練り込んだ。

3) アイデア展開

仮説の創出とプロトタイプによる検証を繰り返し、機能の効果や商品としての妥当性を

検討した。モデルボードや、有りものでアイデアを表現し試すブリコラージュと呼ばれる手法を用いて、プロトタイピングし、実際の薬を取り寄せ、ゼリーやリフレッシュタブレット等で、実際に擬似服薬実験を繰り返し行うなど、今年度は、創出アイデア数の件数増加と実験検証を、昨年、一昨年以上に重点的に行った。

4) プレゼンテーション

相手に対し、分かり易く魅力的なプレゼンテーション手法を身につけるため、開発商品のネーミングやキャッチコピーを考案し、プロトタイプに反映した。

5. まとめと所感

最終的には、「健康を保ちながらも、服薬が多くなってきた高齢者」をペルソナ設定し、「外出先に薬を携行し、服薬チェックも手軽にできるシステム手帳：Medie」と「外出先でも水無しで手軽に服薬出来るゼリー：ラクスリ」の2つを開発した。

学生には、数多くのアイデアを出す経験を積ませることができ、自分たちが納得のいくまで粘り強く検討やブラシアップが行われたことは、指導する側としても大変嬉しいことであった。有りもので簡易なプロトタイプを手早く作り、試しながら必要条件を見つけ出し、試しながら正解を模索するといった手法や、ペルソナを設定し、作り手とペルソナの価値基準の違いなどを検討しながらアイデアをブラシアップしていく経験は、実社会で開発活動を進める時に、大いに役立つと思う。

商品開発には理工系の発想だけでなく、人文系の発想も重要である。コピーライティングやカタログ作成といった「商品の持つ魅力や効能を、如何に見る人に訴えかけるか」を、しっかりと考えることは、学生にとって初めての経験であったと思う。工学系の学生にとってはこれらは苦手分野と思われるが、これも楽しく学べたことと思う。

課題に挙げた「デザイン手法による着眼力・創造性・思考の柔軟性」「アイデア創出力向上」「プロトタイプ能力とプレゼンテーション能力向上」は、効果が得られたと思われる。

参考文献

- [1] ジェームス・W・ヤング, “アイデアのつくり方”, 阪急コミュニケーションズ, 1988年.
- [2] ティム・ブラウン “デザイン思考が世界を変える”, ハヤカワ新書, 2010年.

II. 成果報告書（TA報告書）

TAとして、本実験に参加させて頂き、受講生の取り組みを俯瞰的に見させて頂くと共に、時にはメンバーの一人として、ディスカッションや商品製作に携わることができた。我々のアウトプットには、本実験の学びであった『既存のアイデア×既存のアイデア=新しいアイデア』の概念が色濃く現れているように感じた。デザイン思考を用いて、日常の課題や不便さを商品に落とし込む上で、受講生らは、執念深く解決策を模索し、「仮説」と「検証」を繰り返すことで、ユーザーの求めるものを探求していた。受講生らの工学的経験や知識は、ここでのよりよい「仮説」を生み出すのに役立っており、デザイン思考とのシナジーが発揮されていた。また、本実験は、具体化と抽象化の行き来が大変激しく、どちらも突き詰めなければならない点があり、これは受講生にとって大変新鮮であり、貴重な経験であったと思う。チーム全員が真剣にこれに取り組んだことで、質の高いアウトプットが実現できたのではないかと考えている。以下に成果報告会の発表資料を示す。

デザイン手法を用いた商品企画・商品設計の実践

| | |
|------------|-------------|
| DP： 伊藤 義人 | 株式会社デンソー |
| TA： 桂 彰利 | 環境学研究科都市環境学 |
| 参加者： 大矢根 蒼 | 電気工学 |
| 小椋 友寛 | 応用物理学 |
| 河合 優介 | 材料デザイン工学 |
| 原 幹 | 化学システム工学 |
| 堀 瑞季 | 土木工学 |

中間発表までの内容 1 : ペルソナ設定

ユーザーを明確に設定し、
設定したユーザーに喜んでもらえる商品を企画

性別

年齢
高梨 晶子 (73歳/東京都在住)

性格
しっかり者で誰からも好かれる快活な性格。オレオレ詐欺を撃退したことがあり、正義感が強い。感性が鋭くファッションにも気を遣う。健康には気を遣っているが、年齢もあって高血圧などの持病の薬が増えてきた。

趣味

特技
週に一度友人とレストラン

住まい
マンションで夫と二人暮らし。5年前にリフォームした。

夫との出会い
との出会いはパート先の高島屋。スーツ売り場で夫に一目ぼれし、交際し、結婚を経て専業主婦に。

青春時代

持ちもの
夫にもらった革製のバッグを

健康のため夫とのウォーキングを日課としている。

みその顔前は御馳

2

中間発表までの内容 2 : 開発テーマ設定

オシャレで薬が取り出しやすいケースを企画
対象ユーザー：人前で薬の包装シートを出す事に抵抗のあるお年寄り

らくスリー

らくスリーならどこにだって！

友人とのお食事会。人前で薬を取り出すことが待ち遠しく、ワクワクしてしまいます。

3

商品機能・効能を考える

「らくスリー」にどんな機能・効能を盛り込むか？

機能

服薬時間アラーム

ワンタッチで
薬を取り出せる

シーンにあった
デザイン

健康管理機能



効能

薬の飲み忘れ防止

薬を取り出しやすい

「服薬」にポジティブな
印象を持たせる

手軽に健康管理

4

商品試作

考案された機能・効能を盛り込んだ
商品のプロトタイプを多数作製



5

アイデアの絞り込み

プロトタイプ作製・検討の結果…

ペルソナの行動の特徴

- ・友人との外出が多い
- ・健康管理をしっかりと行っている



外出先での服薬に注目

課題設定

- ・薬の携帯と記録
- ・水が無くても服薬できる



この課題を解決する商品を企画

2018/8/1

6

開発テーマの設定

1. *Medie*

くすりの携帯、健康管理をまとめて行える
上品でモダンなシステム手帳。



2. ラクスリ

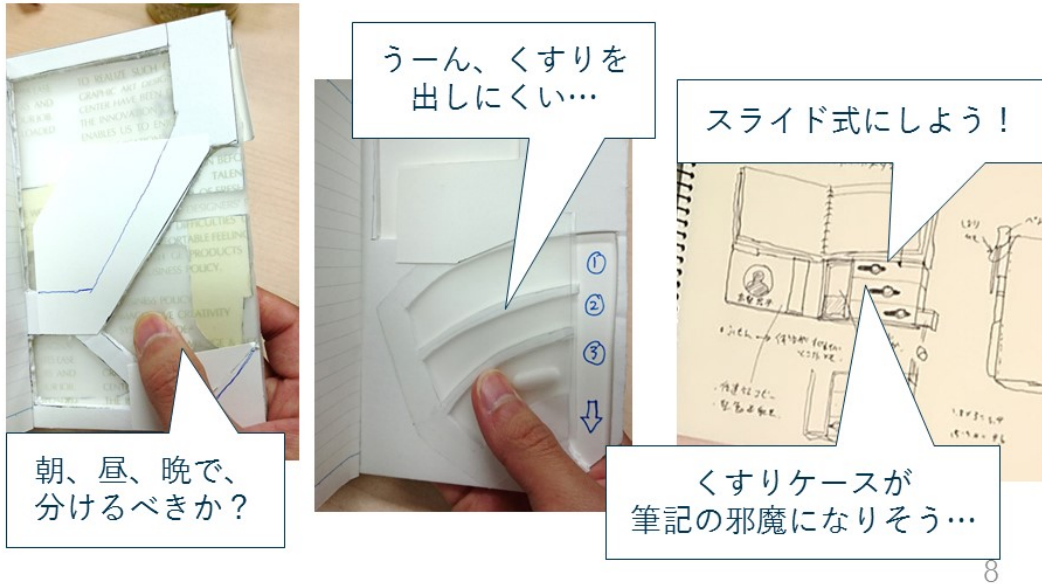
外出先でも簡単に使用できる
服薬ゼリー。



7

商品 1 : *Medie*

試作を繰り返す…使い勝手を追求！



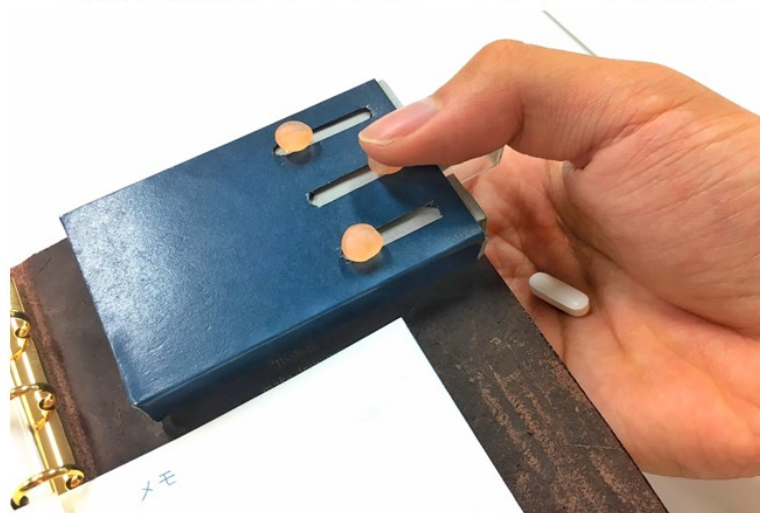
商品 1 : *Medie*

元気な毎日を、バッグの中に。



商品 1 : *Medie*

くすりをワンタッチでらくらく取り出し。
食後の服薬をスタイリッシュにサポートします。



10

商品 1 : *Medie*

健康状態が簡単に記録できるルーズリーフを採用。
本人・家族・医師間の情報共有をよりスムーズに。

メモ

年 月 日

睡眠は十分
 バランスよい食事
 ストレスなし
 心配事
 便秘

今日の気分
☺☺
☹☹

お薬飲みましたか？
 あさ ひる よる

| 血圧 | 脈拍数 | 体温 |
|------|-----|----|
| mmHg | 回/分 | °C |

11

商品 1 : *Medie*

特徴と工夫

- ・「ピルケース」を毎日持ち運ぶ「手帳」と融合
- ・人前で堂々と出せるデザイン性
- ・ワンタッチで薬を簡単に取り出せる
- ・チェック項目を記載したルーズリーフによる簡単健康管理

12

商品 2 : ラクスリ

コンセプト：外出先でも薬の服用をしやすくする

外出先では・・・

水がない



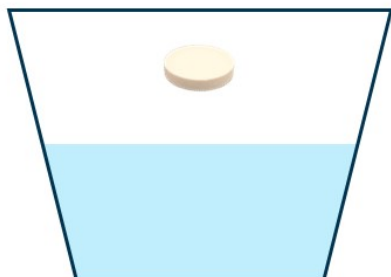
薬服用のためのゼリー



一回分の薬服用のためのゼリー容器¹³

商品 2 : ラクスリ

実験：一口ゼリーカップ型



上から薬をのせて試飲



のどの途中でひっかかり飲みづらい



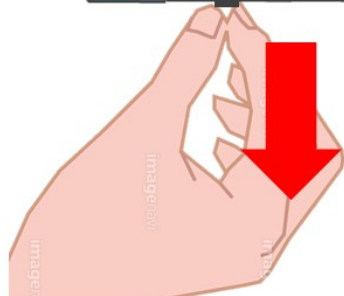
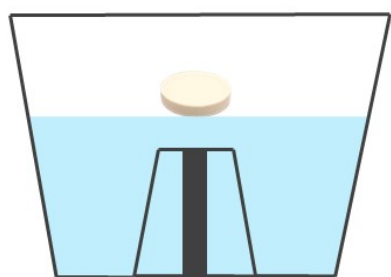
薬が包み込まれるような機構が必要



14

商品 2 : ラクスリ

実験：改良型一口ゼリーカップ型

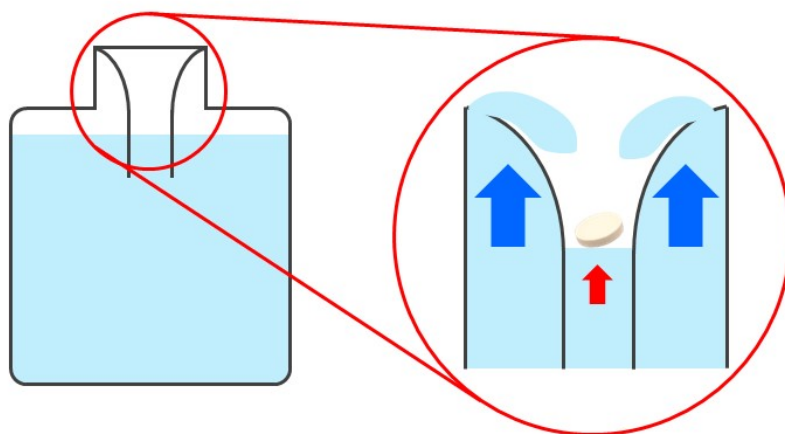


これでは薬がゼリーに包み込まれない

15

商品 2 : ラクスリ

実験：ゼリーパック型



薬がゼリーに包み込まれるのではないか？

16

商品 2 : ラクスリ

検証動画



17

商品 2 : ラクスリ



18

商品 2 : ラクスリ

ラクスリにできること

- ✓ 外出先で飲める
- ✓ 衛生的
- ✓ 操作が簡単
- ✓ 薬がゼリーに包み込まれる



19

本講義で学んだこと

ユーザーの恩恵に重きを置く

手段や技術、機能に固執せず、ユーザーが真に求めている事は何かを考える。

大量のアイデアを発案する

発案に慣れる事でアイデアの質が洗練されていき、
1つのアイデアに固執しなくなる。
また、複数のアイデアの融合により新たな価値を生み出す事もできる。

プロトタイプ(試作品)を作り、試行錯誤を重ねる

アイデアを形にする事で見えてくる課題もある。
大量のアイデアを形にし、試行錯誤を重ねる事でより良い商品を作る。

20

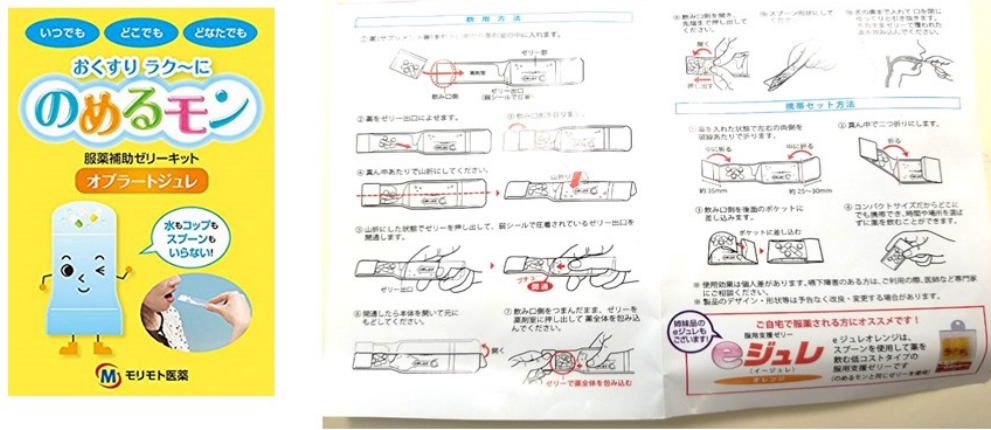


ご清聴ありがとうございます
ございました♪

21

開発商品 2 : ラクスリ

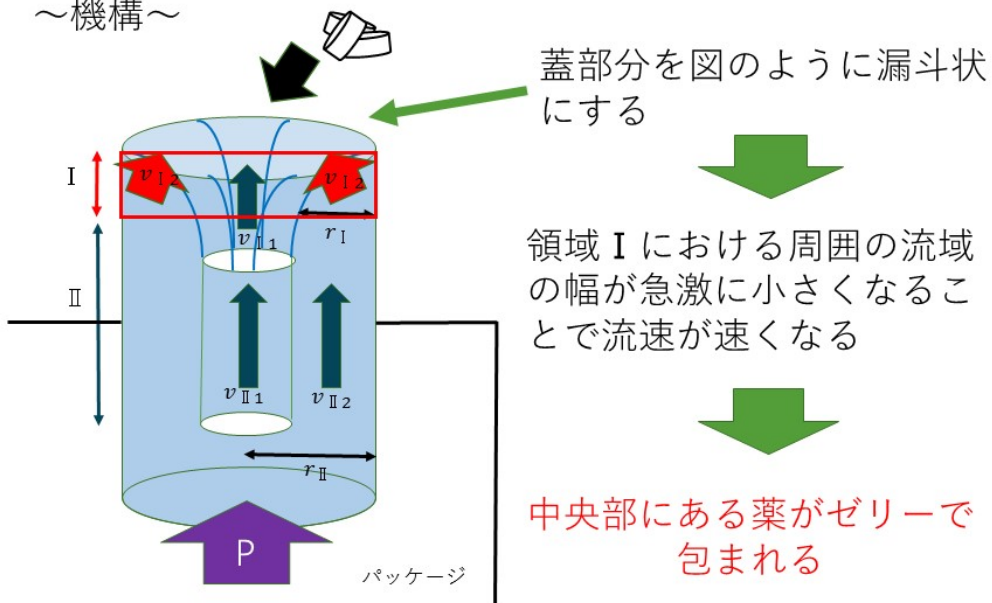
既販の同コンセプト商品



➡ 使用手順が10もあって面倒

開発商品 2 : ラクスリ

～機構～



開発商品 2 : ラクスリ

ゆっくり動画



2018/08/01

高度総合工学創造実験Bグループ最終発表

**「知っていますか？ガスパイプラインの建設・点検・
メンテナンス・更新技術」 報告書
～ 誰が守る？東海の大動脈 ～**

I. DP報告書

◆テーマの主旨

電気、上下水道、都市ガス、情報通信等のライフラインは身近に存在し、私たちの生活を支えている。その多くのインフラ設備は、高度経済成長期に建設され、老朽化が進行しており、社会問題となっている。そのため、ライフライン事業者は、現状の設備の劣化状況を点検し、適切な補修・更新を行ってきている。しかし、財源の問題、点検を行う技術者の不足、インフラ設備の膨大さが主な原因で点検・補修・更新が追いついていない状況である。

そこで、本実験では、点検が困難な特殊な橋梁ガス添架管（以下、添架管と略す）の検査手法について議論した。具体的には、添架管の点検足場や橋梁に歩道が無い場合の添架管の点検手法に着目し、現地調査、実験を通してその有効性や課題について議論・検証した。

◆課題

- ① 都市ガス事業の理解とガス導管（溶接鋼管）製造工場の見学
- ② 木曾大橋添架管の現地調査から明らかとなった課題および現状整理
- ③ 検査手法の具体案検討と比較評価
- ④ ドローンによる検査手法の問題点の整理および安全対策案の検討
- ⑤ 名古屋大学所有の平面水槽での実験場製作、ドローンの試験飛行と撮影実験

1. メンバー

| | | |
|-------|-------|---------------------------|
| DP : | 北野 哲司 | (東邦ガス株式会社 供給管理部 供給技術グループ) |
| TA : | 谷口 淳也 | (土木工学専攻 M2) |
| 受講生 : | 栗本 湧希 | (化学システム工学専攻 M1) |
| | 砂原 健汰 | (土木工学専攻 M1) |
| | 澤居 秀樹 | (エネルギー理工学専攻 M1) |
| | 中西 祥一 | (環境学研究科 都市環境学専攻 M1) |
| | 村岡 宏紀 | (土木工学専攻 M1) |

2. 実験実施期間

実験：平成30年4月11日～ 7月18日（全16回）

発表：平成30年8月1日

3. サブテーマ

『誰が守る？東海の大動脈』

4. 実験プロセス

実験プロセスは、前述の『◆課題 ①～⑤』項目に従って進めた。

1) 都市ガス事業の理解とガス導管（溶接鋼管）製造工場の見学

(1) 東邦ガス(株)本社の見学

都市ガス事業を理解するために、東邦ガス(株)本社を見学した。東邦ガスの災害対策本部室を見学し、地震時緊急対応・地震対策・ガス漏れ修理体制を学んだ。また、供給指令室では、都市ガス供給方式・ガス圧力管理システムを視察し、24時間365日体制でガス導管の圧力管理・ガス漏れ緊急修理対応がなされていることを理解した。

(2) JFEスチール製管工場（知多製造所）の見学

都市ガスは、工場で製造されお客さまにパイプラインで輸送している。そこで、本実験で取り扱う溶接鋼管について、JFEスチール様のご協力の下、知多製造所でシームレス鋼管および電縫鋼管の製管工程を見学し、製造方法、品質管理方法・基準等について学び・理解を深めた。

2) 木曽大橋添架管の現地調査から明らかとなった課題および現状整理

本実験の対象である木曽川大橋添架管の現地踏査およびインターネットによる調査を実施し、下記の項目を確認することができた。

(1) 対象ガス管の状態

- ① 対象添架管は、都市ガス供給安定上、重要性が高い導管であること。
- ② 以前の対象添架管は防錆のための塗装が施されていたが、現時点ではゴムシート巻き＋ステンレスカバーで防錆を行っていること。
- ③ 添架管には、所定の間隔でサポート部材（鋼製フレーム・支持部材）が存在し、添架管の点検以外に、サポート部材も点検対象であること。

(2) ガス管周辺環境

- ① 橋梁の添架管側に歩道が設置されておらず、従来の『架管点検装置』が使用することができないこと。
- ② 道路橋は、国道23号線であり交通量が多いことから、点検時の安全性には十分に配慮する必要があること。また、添架管の位置が、2本の道路橋の間の空間に設置されており、GPS電波や鋼材による電波障害が発生しやすい環境であること。
- ③ 木曽川の河口から近く、風が強い日が多い。よって、風の影響を考慮し、点検装置・手法を評価する必要があること。

(3) ガス管点検業務

- ① 添架管を覆うステンレスカバーは錆びないが、サポート部材は錆びる可能性が

あることから、錆びの発生状況・サポート部材の変形やガス管とサポート部材の隙間の有無を点検する必要があること。

- ② 点検に掛かる日数を抑えるために、効率的な検査手法を選定する必要があること。

3) 検査手法の具体案検討と比較評価

参加メンバー各人が検査手法の具体案を考案し、各々の案に対して、得失を整理し、比較検討を実施した。

(1) 検査手法の具体案

各メンバーからは、下記の検査手法案が提案された。

- ① アーム型ロボット
- ② ルンバ型ロボット
- ③ カテーテル型ロボット
- ④ 蜘蛛型ロボット
- ⑤ ドローン

(2) 検査手法案の比較評価

上記の『検査手法案①～⑤』に対して、コスト面・実現性・検査負担・時間・精度・安全性・対障害物の7項目について評価・比較を行った。その結果、ドローンを用いた検査手法が最も優れている検査手法であることを確認した。ただし、ドローンの飛行は、安全性に課題があることを認識し、法規制の調査や安全性解決に向けて実験で検証することとした。

4) ドローンによる検査手法の問題点の整理および安全対策案の検討

(1) ドローンによる検査手法の問題点

ドローンによる検査手法の問題点を以下に示す。

- ① 法規制（航空法）：150m以上の上空飛行禁止、人家の密集地域の飛行禁止等である。ただし、国土交通省の認可を受けた場合は、上記の条件下でも飛行が可能である。
- ② ドローンでの事故：風によるドローン制御不能やドローン操作ミスにより、橋梁やガス管に衝突すると共に、橋梁を走行している自動車衝突事故を招く可能性が有る。

(2) ドローンの安全対策案の検討

ドローンの安全対策として、①プログラミングによる制御、②物理的な飛行制限を挙げた。

- ① プログラミング
 - ・ 風を感知する→風向の逆向けにドローンを移動させる。
 - ・ 障害物を検知する→ドローンを停止させる。

・ドローンの侵入禁止区域を設定する。→ドローンを停止させる。

② タコ糸での飛行制限

飛行中危険を覚知した場合、タコ糸でドローンを回収する。

5) 名古屋大学所有平面水槽での実験場製作、ドローンの試験飛行と撮影実験

名古屋大学が所有している平面水槽において実験場を製作した後、ドローンの試験飛行および添架管の撮影実験を行った。

(1) 実験場の製作と実験条件

① 実験場の製作

実験場の製作としては、ガス管に見立てた塩化ビニール管を設置、塩化ビニール管の表面にマジックで錆跡、彫刻刀で模擬傷を施した。

② 実験条件（現地条件の再現）

実験条件としては、現地の状況（木曽川大橋、木曽川）を再現した。

- ・ 遮蔽物が少なく、風が強い⇒大型扇風機による風を発生させた。
- ・ 木曽川の流れ、風波の発生⇒造波が可能な水槽で実験を行った。

(2) ドローンの試験飛行と撮影実験

① ドローンの試験飛行

小型ボートにドローンを離発着させる装置を乗せ、その装置を使って水上からドローンを離発着させて、ドローンを正常に操作できることを確認する試験飛行を実施した。

② 撮影実験

風や波の影響、撮影距離の影響を確認するために、各項目を試験パラメータとした撮影実験を行い、影響度・画像での傷・錆の判定可否を確認した。また、撮影実験では、ドローンの離発着装置の実用性についても評価した。離発着装置には、釣りで使用するリールを用いた。

5. まとめ

本実験では、添架管の新しい点検手法として、ドローンを用いた点検を提案し、名古屋大学所有の平面水槽で飛行・撮影実験を行い、以下の事項が分かった。

① 環境条件

風が吹いている環境条件では、機体がバランスを崩し、風下に流される。波が発生している環境条件では、ドローンの離発着に少し影響を与えるものの、ドローンの飛行には影響はなかった。

② 離発着装置

リールを用いた離発着装置は、リールの回転抑制抵抗が原因でドローンが上昇し続ける現象を確認した。そのため、手動での回収に切り替えた結果、離着陸が円滑にできるようになった。離発着装置は、今後改善が必要であると結論付けた。

③ 撮影画像

撮影画像（点検に使用できる画像が得られるか）の評価としては、添架管までの距離が60cmであれば、点検可能な画像が得られると判断できる。なお、撮影画像については、風や波の影響よりも、ドローン移動（撮影）速度の影響の方が大きいことが確認できた。

以上から、ドローンの添架管点検への実用化に向けては、今後更なる安全性の向上が求められる。



写真 東邦ガス(株) 地震対策ヒアリング（災害対策本部室に於いて）

見学日：平成30年4月18日

謝辞

本実験では、講義、現場・工場の視察および実験の実施に当たり、様々な方にお世話になりました。ここに、感謝の意を表する。

特に、講義の円滑な進行、現地踏査・工場視察の準備等について、谷口T Aに多大なご協力を賜った。また、本実験の運営面では創造工学センターの田中雅C P、加藤智子様、松崎規子様、本実験の実験面では水谷法美工学研究科長、土木工学専攻戸田祐嗣教授にはご助言・ご支援を賜りましたこと御礼申し上げる。

II. 成果報告書（T A報告書）

平成30年 名古屋大学
高度総合工学創造実験 Cグループ

1

DP)北野哲司(TA)谷口敦也(ST)粟本湧希/澤居秀樹/砂原健汰/中西祥一/村岡宏紀

知っていますか？ガスパイプラインの建設・点検・メンテナンス・更新技術

誰が守る？東海の大動脈

・研究の概要

都市ガス、電気などのライフラインは身近に存在し、私たちの生活を支えています。高度経済成長期に一気にインフラ設備が建設され、現在そのときに建設した**設備の老朽化**が進行しています。しかし、点検を行うことが出来る技術者の不足、インフラ設備の多さが主な原因で**点検・修復が追いついていない**状況です。

そこで、本グループでは点検が困難なガス管の点検方法を対象としました。具体的には**橋梁添架してある足場、歩道が無いガス管の点検方法**に着目し、現地調査、実験を通してその有効性を検討します。

ガス管点検の現状の課題

2

現状

船からの撮影や橋梁点検車を使っており、コストや手間がかかっている

効率的な点検方法の検討が必要



点検内容

- ・支持部材の異常
- ・キズ、錆水の漏れ

問題点

- ・ガス管側に歩道がない
- ・交通量が多い
- ・2本の橋の間にガス管
- ・風が強い

ガス管の点検が困難

実際に木曽川大橋に見学に赴き、課題の具体的なイメージを掴んだ。また、ガスやパイプラインの知識を得るために、東邦ガス株式会社及び新日鉄住金株式会社名古屋製鉄所を訪問した。訪問先の社員の方々に丁寧な説明を頂き、メンバー全員が具体的なイメージを共有することが出来た。

ドローンによる検査と課題

3

コスト・実現性・安全性・検査時間・対障害物性能etc...

検査手法を多角的に検討

コスト・実現性に突出

ドローンによる検査

ドローンの課題

風や操縦ミスによって

・橋やガス管への衝突

・車同士の衝突を誘発し事故拡大

安全対策としてリールと糸で制御



機体 DJI SPARK 画質 1080p



全体の流れ

4

- ①検査手法の検討とディスカッション
- ②東邦ガス見学
- ③現地視察(木曾川大橋、JFEスチール)
- ④視察を踏まえた検査手法の検討

中間発表以降

- ⑤実験場製作とドローンの試験飛行
- ⑥離発着装置を用いた撮影実験
- ⑦実験結果の検討と今後の展望

8/1 最終発表



メンバー全員で検査手法についての案を持ち寄り、様々な新規検査手法を提案した。ロボットを用いたユニークな検査手法などが挙がり、それを様々な観点から検討し、最終的にドローンを採用するに至った。

中間発表以降の概要

5

実験場の製作

- ・名古屋大学の実験水槽内にガス管に見立てた塩ビ管を設置
- ・塩ビ管にメジャーを取り付け、キズや錆水を再現

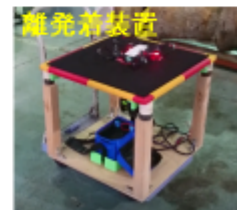
ドローンの試験飛行

- ・小型のボートにドローンを離発着させる装置を乗せ、その装置を使って水上からドローンを正常に動かすための試験飛行

撮影実験

- ・風や波を発生させたり、撮影距離を変えたりし条件分け
- ・映像がどのように撮れているか確認

安全対策のため、ドローンにリールから出た糸を取り付け風や操縦ミスによって流されたりしないように工夫



実験条件(実験場所の選定)

6

■ 現地の状況(木曽川大橋)

1. 遮蔽物が少なく、**風が強い**
2. **木曽川の流れ、風波の発生**



■ 現地の再現(実験)

1. 大型扇風機による**風の作用**
2. **造波が可能な水槽上で実験**



出典:
株式会社ナカトミ

名古屋大学所有平面水槽
において実験
(長さ28m, 幅11m)



名古屋大学工学研究科所有の平面水槽に橋梁添架管を再現し、実験を行った。この段階に至るまでにドローンの飛行訓練や、練習を重ねることに多くの時間を費やしている。新規技術の習得や実験条件の確定に多くの時間を要した。

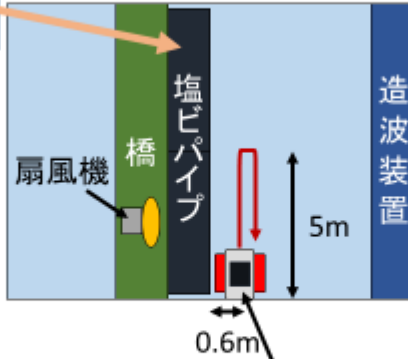
実験場(名古屋大学所有 平面水槽)

7

塩ビ管にメジャーを付けたり、キズ・錆水を再現し水槽の中央の橋に設置



平面図



ボートに離発着装置を乗せ水上からドローンで塩ビ管を撮影

■ 実験条件

- ・塩ビパイプから0.6m
- ・5m往復して記録

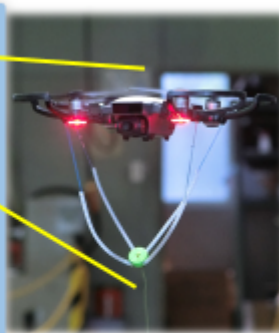
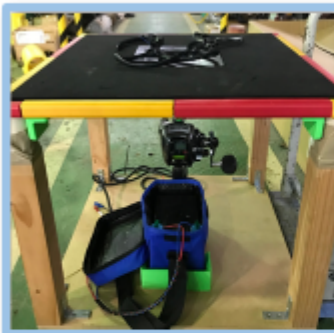
ボート+離発着装置
+ドローン

■ 評価項目

- ・視認性
- ・ドローンの安定性

離発着装置の概要

8



離陸

1. ロックをはずす.
⇒糸出しを可能にする
2. 離陸する

着陸

1. 糸を緊張させる
2. ロックをつける
⇒糸が出るのを防ぐ
3. 着陸態勢と同時に糸をリールで引く

ドローンを採用するにあたって、懸案事項であった安全性を確保するために、船と離発着台を用いて緊急着陸装置を作成した。作成にあたっては、東邦ガス(株)供給技術グループの支援を受けている。詳細な概要についてはスライドを参照されたい。

実験条件(実験手順)

9

■ 実験手順

- ① 離陸操作を行う
- ② 塩ビパイプに沿ってドローンを操縦
- ③ ドローンに合わせて船を移動
- ④ 記録終了後、離発着装置の糸を緊張する
- ⑤ 着陸操作を行い、同時に回収操作を行う

※ 異常発生時は④,⑤を実行



試験飛行(実験上の課題)

10

① 上昇時の誤作動



自動離陸によるホバリング機能が正常に動作せず、ドローンが上昇し続ける。
→ 回収が困難になり、水没

② 着陸時の異常挙動



ドローンが船とずれた状態で回収した際横方向の力が加わり、機体が不安定に。
→ 操縦不能になり、水没



緊急着陸のためにドローンに取り付けた糸からドローンがテンションを受けることにより、ドローンの自動制御に悪影響を及ぼした可能性があると判明した。上記①②の異常な挙動は、位置を制御する検出器が糸を検出してしまい、自身の位置を把握できなかったことが原因であると結論付けた。根本的な解決には至らなかった。

試験飛行(課題への対策)

11

① 上昇時の誤作動

推測される原因

- ・糸取り付け治具
⇒ 治具を地面と誤認識している恐れ
- ・ボルトの重さ
⇒ ボルトの自重による負荷
- ・離発着装置
⇒ リールによる抵抗の影響

検証実験の結果

原因: リールの抵抗による離陸動作の阻害

対策 糸の操作を手動化し
ドローンに作用する負荷を低減



② 着陸時の異常挙動

推測される原因

- ・ドローンの操縦方法
⇒ 操作項目が多く、操縦が煩雑
- ・回収手順
⇒ 巻き取りを行うタイミング
- ・位置関係
⇒ ドローンとボートの連携不足

検証実験の結果

原因: 機体操作の煩雑さ, ボートとの連携不足

対策 ドローン操作の役割分担
& 声掛けによる連携の強化



実験条件(風・波の条件, 実験ケース) 12

■ 風の条件

アメダス(桑名)

1. 風速: 年平均 2.0m/s ⇒ 本実験 4.7m/s(危険側で実験)
2. 風向: 5~8月: 南
9~4月: 北~北西 ⇒ 本実験に対応

■ 波の条件

木曾川のデータ: 不明 ⇒ 設定波高 5cmとして造波

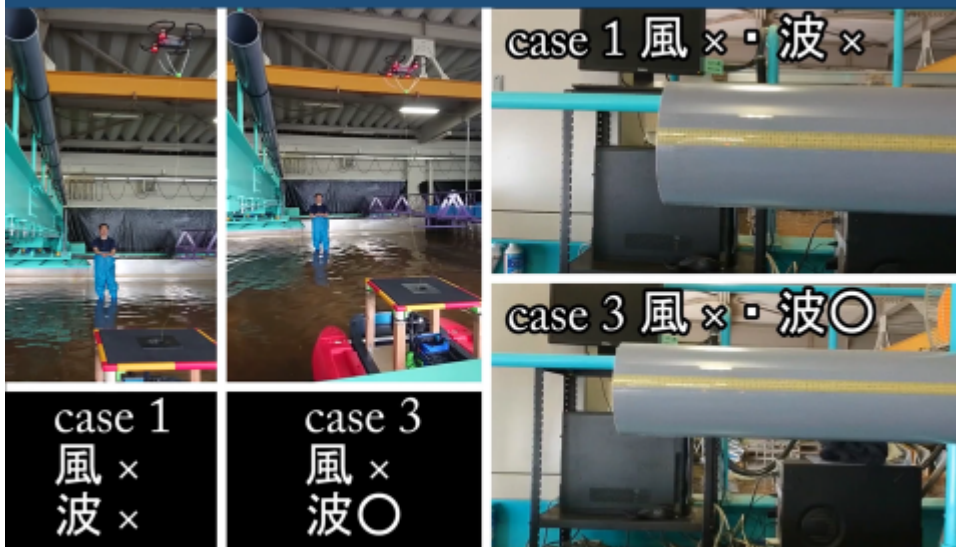
■ 実験ケース

| ケース番号 | 風 | 波 |
|--------|---|---|
| case 1 | × | × |
| case 2 | ○ | × |
| case 3 | × | ○ |
| case 4 | ○ | ○ |

木曾川見学の際に、風による波が立っていたことに気が付いた。この要素を実験に反映する為に、水槽に波を起こすケースを追加した。

実験結果(波の影響)

13



・波によってボートは不安定化 ・波によるドローンへの影響小

実験結果(風の影響)

14

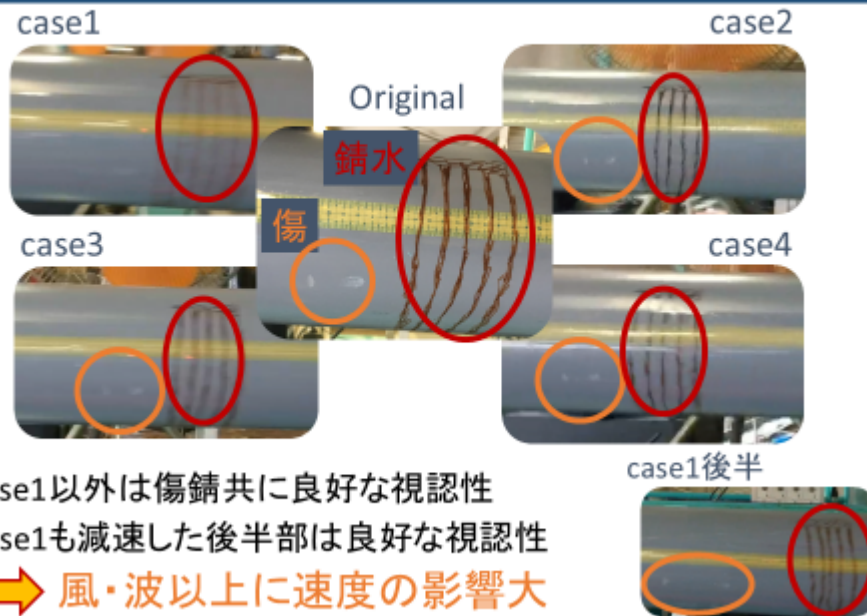


・風による飛行状態の不安定化 ・風による距離の変化有

波の影響を考慮した結果、ボートは波で大きく揺られたものの、撮影した動画には影響はないことが判明した。また、風の影響は大きく受けるが、自動制御をするため、一定の風が吹き続けている場合は姿勢制御対応でき、突風に弱いことが判明した。

実験結果(視認性)

15



実験(別角度)

16

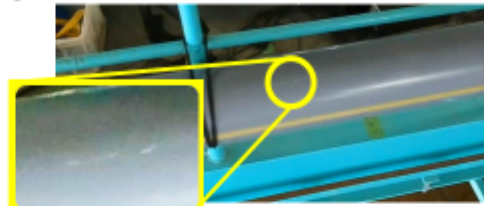
実際の点検現場

➡ 多方向からの撮影が必要

● 別角度からの点検実験

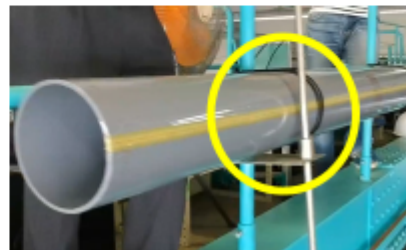


①ガス管上部の点検



➡ カメラ操作により、塩ビ管上部の点検可能

②支持部材の点検



➡ ドローンの回転操作により、支持部材間隙の確認

今回使用したドローンでは、解像度が 1080p であったが、十分な視認性を得ることが出来、検査手法として大いに有効であった。しかし、ドローンがある程度以上の速度で移動させると、視認性が大幅に損なわれることも確認できた。

● 橋梁添架管の新しい点検方法の提案 ⇒ ドローン



○実験条件

風・波

(点検環境)

風速が変化すると、機体のバランスに乱れるが生じるが、波に関してはドローンに対して顕著な影響はなかった。

(離発着装置)

リールを用いた装置は、抵抗によりドローンを上昇させ続けた。手動で回収した場合、離着陸が成功した。離発着装置の改善が必要。

(画像解像度)

点検精度の面から見て、ガス管までの距離が60cmの場合で適切に点検可能と判断だが、風や波よりも速度の影響が大きい。

⇒ドローンの実用化には、更なる安全性の向上が必要

以上が本実験の結論である。

以上

「AI を活用したコミュニケーション支援サービスのデザイン」 報告書 ～ topA1c ～

I. DP 報告書

◆テーマの主旨

本実験は、身近の些細な不満や問題に着目してサービスを検討していく方法を学ぶことを目的とする。多くの学生が日常的に利用しているコミュニケーションツールを題材として、既存のコミュニケーションツールに対する課題を抽出し、また、それらの課題を近年目覚ましい発展を遂げている AI 技術を用いることで、どのように解消できるかについて議論する。そして、抽出課題を AI 技術で解消するサービスを検討する。各種アプリケーションの開発技術やビジネスプランの検討手法を学ぶことで、サービスを主体的に検討するマインド及び技術を養うことを目指す。

◆課題

- ①既存のコミュニケーション支援サービス及び課題の調査
- ②現在もしくは近い将来利用可能となる AI 技術の調査
- ③AI 技術を活用したコミュニケーション支援サービスの検討
- ④AI (深層学習) 技術を活用したシステム開発方法の習得
- ⑤ビジネスプラン立案方法の習得
- ⑥ビジネスプラン提案資料の作成

1. メンバー

DP : 白井 良成 (日本電信電話 (株))
TA : 土居 裕典 (情報・通信工学専攻 M2)
受講生 : 山田 康輔 (情報工学科 B4)
三好 壱晟 (土木工学専攻 M1)
花井 星太 (化学システム工学専攻 M1)
池田 稜平 (総合エネルギー工学専攻 M1)
栗山 研人 (物質科学専攻 M1)

2. 実験実施期間

実験 : 平成30年4月11日～7月25日 (全 15回)
発表 : 平成30年8月1日

3. サブテーマ

topA1c

4. 実験プロセス

本実験は以下に示すプロセスで進めた。

1) 概要説明と目標設定

まず本テーマの目的と概要について説明した。一般財団法人 学生サポートセンターが主催する「学生ビジネスプランコンテスト」への応募を実験のゴールに設定した。

2) コミュニケーション支援サービス及びAI技術の動向調査

まず、コミュニケーション支援及びAI技術について概説した。前者に関しては、コミュニケーションの伝統的なモデルや支援に関する研究を紹介した。後者に関しては、AI技術の中でも、近年目覚ましい進展を遂げている深層学習の技術動向について概説した。次に、身の回りには様々なコミュニケーションサービスが存在し各々が利用していることをまず認識してもらうため、コミュニケーションサービスを列挙し、いろいろな軸で整理する実験を行った。合計80のコミュニケーションサービスを抽出し、抽出したサービス群をどのような軸で整理できるかについて議論した。また、技術調査の一環として、NTTコミュニケーション科学基礎研究所のオープンハウスに参加し、研究講演・展示を見学した。オープンハウスでは本テーマと関連するコミュニケーションやAI技術に関する研究が多数展示されており、研究者と受講生との間で活発な意見交換が行われた。

3) AI技術を用いたコミュニケーション支援サービス案の決定

前プロセスにおいて、現在及び近い将来に利用可能なAI技術と、既存のコミュニケーションサービスを大まかに把握した上で、サービスアイデアの検討を行った。検討にあたっては、サービスの種となるアイデアを得るため、まず、ブレインライティング手法を用いて、合計216のアイデアを産出した。産出したアイデアを分類・整理した結果を基に、各自サービスのラフ案を2案作成した。計10のラフ案を検討した結果、受講生間の議論に基づいて、最終的に、「名刺を共有するサービス」をサブテーマ案とした。

受講生が利用したい名刺共有サービスについて議論を重ねた結果、「初対面において適切な話題が見つからず会話が盛り上がらないこと」が解消したい本質的な課題であると確認し、AI技術によって初対面の人同士でそれぞれ十分話ができる共通の話題(topic)を提供するサービス、topAIcをサブテーマとして決定した。

共通の話題の提供にあたっては、Convolutional Neural Network(CNN)が写真などに写った映像を高精度に分類できることに着目し、ユーザのスマートフォンのカメラロール内の画像からキーワードを抽出し、そのキーワードを話題として利用することとした。カメラロールをターゲットとした理由は、写真はその人が被写体に興味があるために撮影したものであり、被写体をキーワードとして抽出・提示すれば、その人は多くの話ができると考えたためである。

4) ビジネスプランの検討

topAIc をサービスとして運営することを想定し、ビジネスプランの検討を行った。

ビジネスプランを検討するためのフレームワークとして、ビジネスモデルキャンバス、ピクト図解、SWAT 分析、ペルソナデザインなどを概説し、実際にビジネスモデルキャンバス及びピクト図解を用いたビジネスプランの作成を行った。topAIc の主要ターゲット層を婚活している人とし、潜在的なマーケット、ステイクホルダー、収益構造などについて議論した。議論の結果、topAIc では、一般的に行われている課金や広告などによる収入に加えて、ユーザに提示するキーワード（話題）の中に、広告へ誘導するキーワードを埋め込むという、独自の収益方法を採用することとした。

また、特許調査の基本的な方法について学習し、topAIc に類似するサービス、技術に関する特許の調査を実施した。

5) デモシステムの実装

デモシステムの作成は、技術的な実現性及び課題を確認するとともに、アイデアを出資者等へ端的に示すことを想定して行った。まずシステム開発手法(ウォーターフォールモデル, アジャイル開発など)やプロジェクトマネジメントツール (ガントチャート(WBS), 課題管理表(IMS)) について概説した。次に、前記ビジネスプランの詳細化及びデモシステムの実装に関する役割分担を行い、各役割の責任者を決めただうえで、実際に最終報告会までのガントチャート及び課題管理表を作成して進行した。各担当の作成物や情報の共有にあたっては、各種クラウドサービスを積極的に活用し効率化を計った。

(1) システムの設計及び環境の作成

topAIc アプリケーションは Web アプリケーションとして作成することとした。実装期間を考慮し、すでにサーバ上にカメラロール画像がアップロードされているという前提でデモシステムを設計した。アプリケーションはすべて python を用いて実装することとした。実装に先立ち、すでに AI 技術が身近なものであることを実感してもらうため、すべての受講生に、python 実行環境の構築とニューラルネットワークライブラリ keras を用いた画像認識プログラムの作成を行ってもらった。

(2) カメラロール画像からのキーワード抽出

カメラロール画像からのキーワードの抽出は、学習済みの VGG16 モデルをフィンチューニングすることで実現した。提示されてもプライバシーの問題が少なく、かつ話題にしやすいであろうキーワードを議論し、まず 45 種類選定した。次に、keras を用いた画像認識プログラムを作成し、選定したキーワードに関連する訓練画像を準備しフィンチューニングを行った。学習の結果、約 69%の識別率で画像からキーワードを抽出することが可能となった。

(3) キーワードの類似度計算に基づく共通話題の提示

キーワードの類似度計算にはテキスト分類ライブラリ `fastText` を用いた。学習済みモデルを利用し、画像識別結果によって得られたキーワード群及びユーザが明示的に入力したキーワード群を、相手のユーザの同キーワード群と比較し、類似度が高いもの上位 6 キーワードを話題として提示した。

(4) ユーザインタフェース

Web アプリケーションの作成には、Web アプリケーションフレームワーク `Django` を用いた。(2) によって抽出されたキーワードはデータベース(SQLite)に記録され、アプリケーション上で話題を共有したいユーザを選択すると、共通キーワードが表示される。また、ユーザの登録や明示的なキーワード入力 (プロフィール) などの機能も実装している。

6) プレゼンテーション

プレゼンテーション資料も、受講生全員で分担して作成を行った。topAIC の必要性を認識してもらうため、ネット上の各種情報源を用いて市場調査等を行い、また先行研究についても確認を行った (例えば[3])。作成したデモを効果的に示すため、訴求ポイントを絞ったデモビデオを作成するとともに、ポスターセッションに置いては、スマートフォンを使って実際に共通話題を表示するデモを行っている。

5. まとめ

利用できるマシンの性能や、実装期間などの制約から、キーワードの抽出精度はそれほど高くなく、また、サービスを考えた場合、`fastText` のモデルで対応していないキーワードの扱い、直感的な会話相手の選択方法、など検討すべき課題もまだ数多く残されている。しかしながら、限られた時間内で受講生が主体的に課題に取り組み、必要なプログラミング技術を習得し、実際に画像からのキーワード抽出から共通キーワードの提示までを一通り実装できたのは大変意義深い。また、ビジネスプランに関しても、議論を重ねて生み出した topAIC ならではの収益プランは大変興味深く、実際に本プランが実現できれば大きな武器となると思われる。

高度総合工学創造実験では、様々な専攻の学生が受講するが、情報系ではない受講生にも、本実験を通して、AI 技術を利用する敷居は近年大きく下がっており、アイデアとやる気次第で誰でも AI 技術を利用したサービスを創れると捉えてもらえたのであれば幸いである。

参考文献

- [1] 斎藤康毅, “ゼロから作る Deep Learning —Python で学ぶディープラーニングの理論と実装”, オライリージャパン, 2016.

- [2] アレックス・オスターワルダー (著), イヴ・ピニユール (著), 小山 龍介 (翻訳),
“ビジネスモデル・ジェネレーション ビジネスモデル設計書”, 翔泳社, 2012.
- [3] Tien T. Nguyen, Duyen T. Nguyen, Shamsi Iqbal, Eyal Ofek, "The Known Stranger:
Supporting Conversations between Strangers with Personalized Topic Suggestions," Proc.
CHI2015, pp. 555-564, 2015.

以上

II. 成果報告書（TA報告書）

タイトル：AIを活用したコミュニケーション支援サービスのデザイン

サブテーマ：topAIC

H30 高度総合工学創造実験 Dグループ

プロジェクトテーマ「AIを活用したコミュニケーション支援サービスのデザイン」

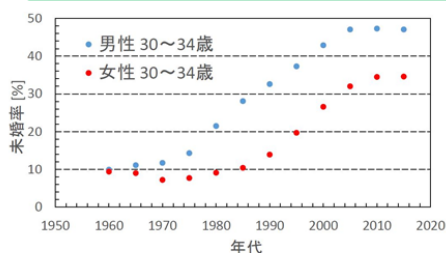
「topAIC」

最終報告会
2018年8月1日

池田稜平
栗山研人 白井組 山田康輔
花井星太 DP 白井 良成
TA 土居 裕典 三好孝晟

社会背景

近年、未婚やひきこもりなどの社会問題が取り上げられている



図：30～34歳男女の未婚率の変遷[1]

| ひきこもり度合い | 万人 | 合計 |
|--------------|------|--------|
| 時々外出(コンビニなど) | 15.3 | 23.6万人 |
| 家から出ない | 3.5 | |
| 自室から出ない | 4.7 | |

表：15～39歳のひきこもり推計人数 [2]

これらの根底にある原因

はじめての人とコミュニケーションをすることが苦手

引用元： [1] 総務省「厚生調査」(平成29年度)
[2] 内閣府調査「若者の生活に関する調査報告書」(平成28年度)

初対面コミュニケーションの支援

初対面コミュニケーションの課題

初対面では相手の人となりを知らないため、どのような話題を切り出せばよいかわからず、当たり障りのない会話となってしまう。

相手と上手に会話できるようになりたいが...

初対面ではより深い会話へと移行するための話題を見つけるのが難しい
"For two strangers in their first meeting, **finding rewarding topics** is difficult." [3]

お互いに共通する身近な話題を提供することで、
会話のきっかけとしてもらうことを目指す

引用: [3] Tien T. Nguyen, etc. 「The Known Stranger: Supporting Conversations between Strangers with Personalized Topic Suggestions」, Proc. CHI2015(2015).

話題提供の現状

自己紹介（新歓 街コン など）

問題点

その人の興味があるものや共通点を把握するのに時間がかかる

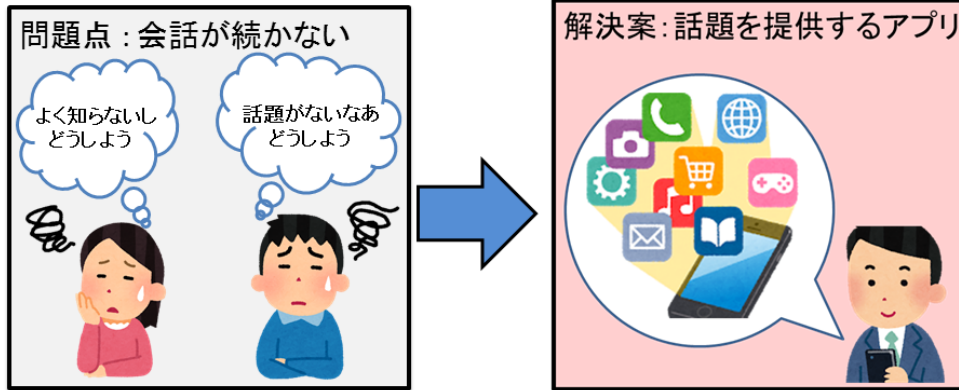
紙の名刺（ビジネスでは必須）

問題点

フォーマルなものしかなく
普段の自分を知ってもらうのは不向き

アプリにより支援できないか

アプリを利用した話題提供



既存のアプリ (ex. 話題メイカー、Eight)

誰にでも当てはまる当たり障りのない話題しか提供しない

確実なコミュニケーションの活性につながるのか怪しい

AIを利用した話題提供 サービスのデザイン

「AIにより確実に**共通の話題**を提供する」

「topAIC」

AI が自分と相手の
カメラロールやプロフィールから
共通するキーワードを抽出

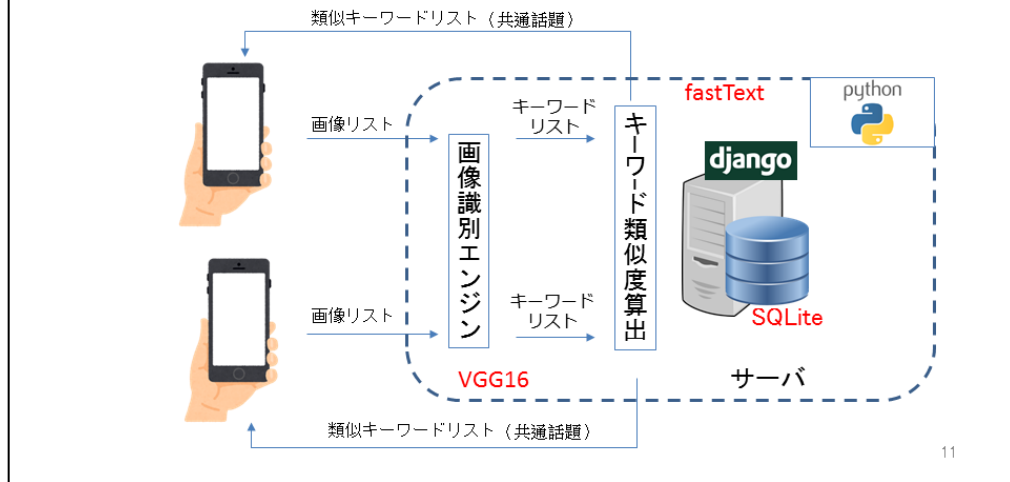
共通するキーワードを
きっかけに会話が弾むはず



Topic (話題) と AI (人工知能) をかけあわせた「topAIC」(トパイク) というアプリ名

topAlcの技術

深層学習技術を用いることで共通話題を高精度に生成する
AI技術①：カメラロール画像からのキーワード抽出
AI技術②：キーワードの類似度算出

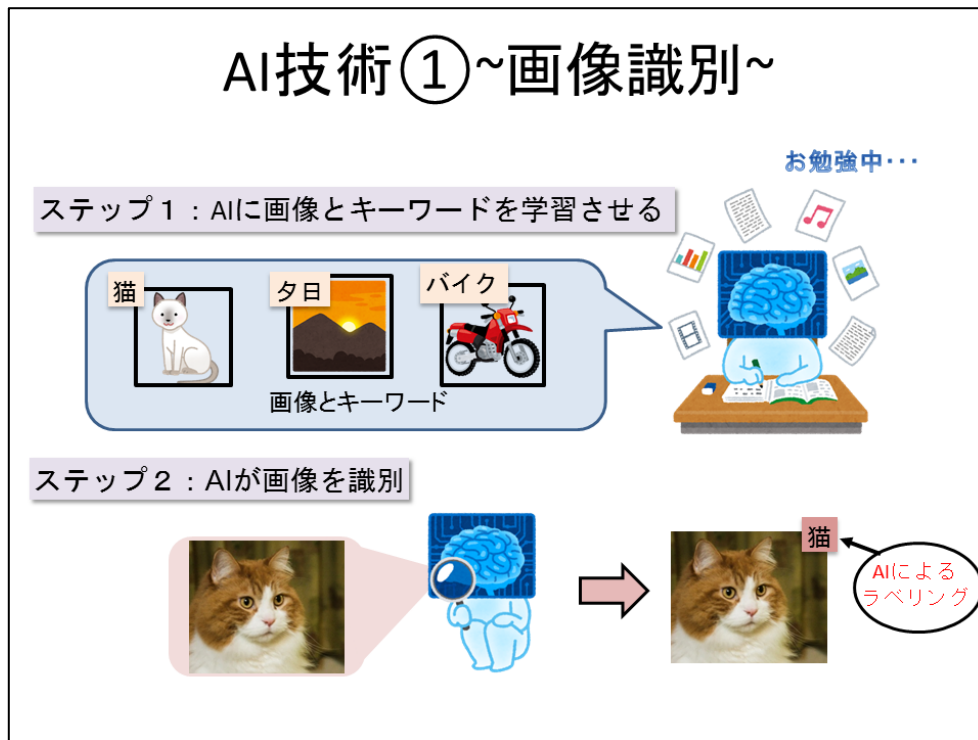


アプリの処理の流れ

ユーザーのスマホの中の画像を画像識別し、ユーザーが何に興味があるのかを自動的に判定する。

自身の興味のあるものと相手のユーザーの興味のあるもののキーワード間の類似度を算出し、類似のキーワードを二人の共通の話題として画面に表示する。

AI技術①～画像識別～



画像識別技術の簡単な説明

AI技術①～画像識別～

- 学習済みの画像識別モデル(VGG16)を元に**ファインチューニング**を行い、**topA1c用キーワード**で画像識別するモデルを新たに作成

*** ファインチューニング**

既存のモデルをベースに新しいモデルを作ること

- topA1c用キーワード**として45個のキーワードを選定

～45個のキーワード(例)～

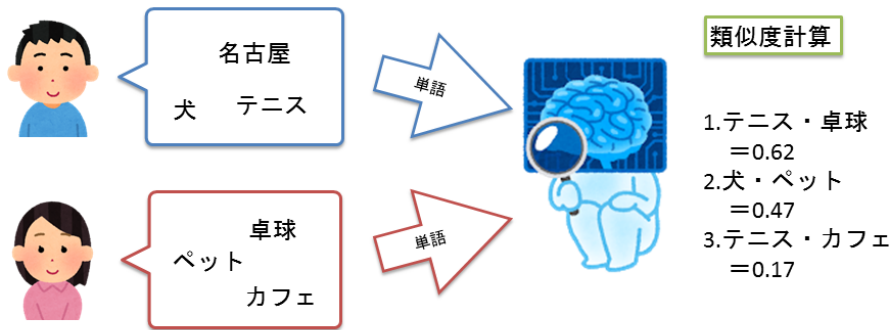
猫, サッカー, ケーキ, 遊園地, 花火, ネイル, コンサート, 楽器, バイク, 神社, 海, タワー, 花...

- 一つのキーワードに対してラベリングされた240枚の画像、合計で45(word) × 240(枚) = 10,800(枚)を学習データとした
- バッチ数32、エポック数100で、約5日間学習させた

アプリ内で使われる画像識別部分の具体的な説明

45個のキーワードは会話の話題として話しやすいもの、不快にならないものを選定

AI技術②～キーワード類似度～



類似度の高いものが共通の話題！

fastText用学習済みモデルを用いた類似度計算を実施

15

二つの単語の間の類似度が計算できる

AI技術②～キーワード類似度～

| | テニス | 卓球 | カフェ | |
|-----|------|------|------|---|
| ボール | 0.95 | 0.87 | 0.15 | fastText: 単語の分散表現 を利用したテキスト分類技術. |
| 飲食 | 0.05 | 0.03 | 0.92 | |
| 屋外 | 0.83 | 0.22 | 0.60 | fastText用分散表現モデル を利用し, キーワードの類似度 を算出. |
| : | : | : | | |
| : | : | : | | キーワード対を類似度を 基にソートし, ユーザに提示. |

単語の分散表現の例

単語の分散表現（ベクトル）を使って類似度が計算できる

(参考) https://deepage.net/bigdata/machine_learning/2016/09/02/word2vec_power_of_word_vector.html

topAic ユーザーインターフェース

ユーザーインターフェース(アプリの提示表現や操作方法)をWebアプリとして設計

- PCとスマホ(Android, iOS)両方で利用可能
- PythonのDjangoで実装

画面の遷移



実際に作成したアプリの画面のスクリーンショット画像を載せた。

画像識別とキーワード類似度で Python を使うので、言語の一貫性と学習コストの面から、Python の web アプリケーションフレームワークである Django でアプリを実装することにした。

共通の話題には広告キーワード（上の例だとハンバーガー）も表示するようにした。

利用イメージ

婚活太郎さん(年齢:35歳、独身)



コミュニケーションに対して苦手意識がある

独身であることに将来への不安を感じ
婚活イベントに参加することになった



女性に対する苦手意識もあって
初対面の女性となにはなせばいいのかなあ




topAlcを知る！！

ペルソナを用いた、具体的な利用イメージ

利用イメージ



婚活イベントにて  花子さん(年齢:29歳)と出会う

topAlcをお互いダウンロードしフレンドになり
プロフィールとカメラロールをもとに
お互いの共通の興味あるものを画面に表示



互いに“喫茶店”に興味があるとわかり
おすすめの喫茶店の話で盛り上がった



マーケティングプラン

topAlcは初対面において有効
新歓, 街コン, 合コンなど広い市場性



我々がtopAlc運用に際し, 最も収入を見込む市場

社会人の街コン・合コン

潜在的な市場の規模

「街コンに興味がある」×「相手にどのように話しかけてよいかわからない」

(20. 30代未婚男女の43%)

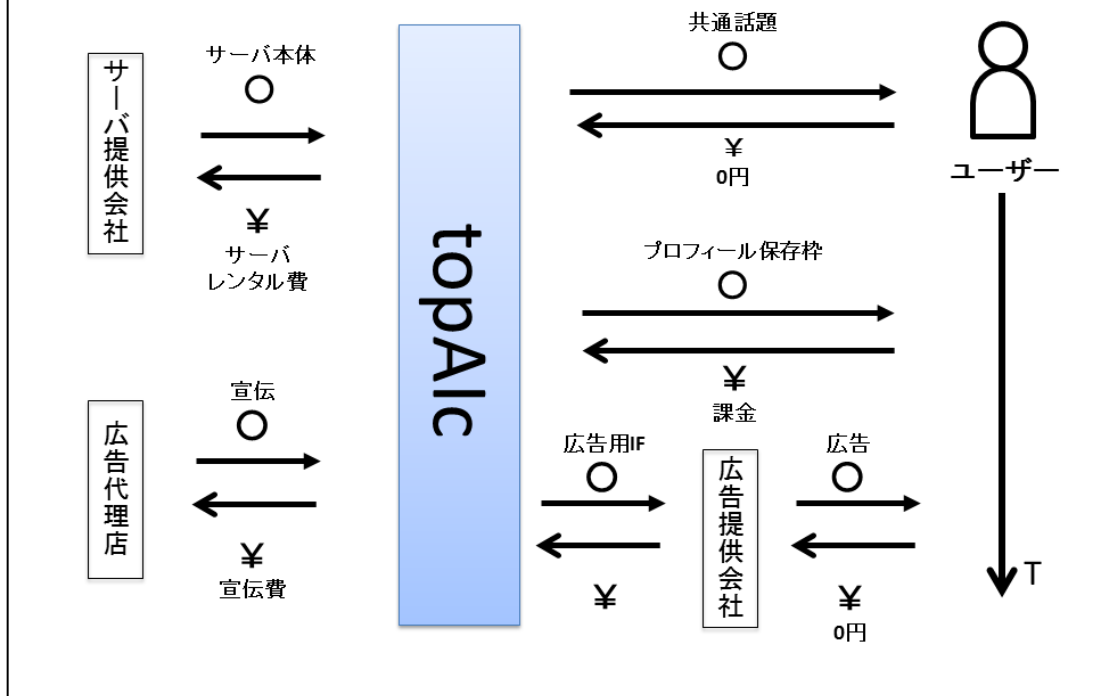
(街コンに興味がある人の34%)

日本に約 **175** 万人

ビジネスモデルキャンバス

| | | | | |
|--|--|--|---|---|
| Key Partners ・サーバー提供会社 ・広告代理店 (・エンジニア委託会社) | Key Activities ・ユーザーインターフェース ・話題の抽出の方法 ・ビジネスモデルの具体化 ・画像データの収集 | Value Propositions 新歓や合コンなどの初対面の集まりにおいて, お互いの共通な話題を提供することにより円滑なコミュニケーションを支援することができる。 プロフィールの保存機能によって, 気になった者同士がつながりを持つことができる。 | Customer Relationships ・アカウント ・プロフィールや話題の交換 ・長期的に契約 | Customer Segments ・初対面同士 ・コミュニケーションが苦手な人 |
| | Key Resources ・アプリ認可費用 ・アプリ開発設備 ・エンジニア | | Channels ・Google Play ・Apple Store ・Webアプリ | |
| Cost Structure ・宣伝費 ・サーバーレンタル費 (・アプリ開発保守費) | | Revenue Streams ・画面に表示する広告 ・共通な話題の欄に企業キーワードを織り交ぜる ・プロフィール保存数の増枠による内部課金 | | |

ピクト図解を用いたビジネスモデルの見える化



ピクト図解でお金の流れを表した

収入と支出

・収入

- 保存枠追加の内部課金
- アプリ内のバナー広告
- イベント収入
- キーワード一覧内の企業キーワード(広告)

・支出

- 開発保守費
- サーバーレンタル代
- 宣伝費

事業計画

3年で単年黒字化, 5年で累積黒字化を目指す

▪ 目標利用者数1年目1.75万人, 5年目17.5万人

| | | 1年目 | 2年目 | 3年目 | 4年目 | 5年目 |
|----|----------|-------|------|------|------|------|
| 収入 | 課金 | 540 | 1080 | 2160 | 3780 | 5400 |
| | 広告 | 100 | 200 | 400 | 700 | 1000 |
| | イベント収入 | 0 | 0 | 400 | 600 | 800 |
| | 収入合計 | 640 | 1280 | 2960 | 5080 | 7200 |
| 支出 | 開発保守 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| | サーバーレンタル | 120 | 210 | 420 | 600 | 1020 |
| | 宣伝 | 200 | 200 | 400 | 400 | 800 |
| | 支出合計 | 2320 | 2410 | 2820 | 3000 | 3820 |
| 収支 | -1680 | -1130 | 140 | 2080 | 3180 | |

(万円)³⁸

5年目までの収支を概算

現状と目標

現状

- プロフィール入力に加え、カメラロールからキーワードを自動抽出
- 抽出可能キーワードは45種類, 画像識別率は69%
- 共通キーワードはアプリ上で相手を選択して表示



目標

- ウェブの閲覧履歴など、スマホ内の他のリソースも活用したキーワード抽出
- GPUマシンを用いた抽出可能キーワードの拡張および識別率の向上
- AirDropなどを用いたより直観的な共通キーワード表示

30

まとめ

topAlcサービスの検討

- topAlc開発
 - カメラロール画像からのキーワード抽出
 - キーワードの類似度算出
- topAlcビジネスプラン
 - ビジネスモデルキャンバスを用いたサービスプラン検討
 - 事業計画策定

今後の予定

- 「学生ビジネスプランコンテスト」への応募

31

「地球環境問題を考えながら鉄鋼副生成物でミドリムシを育てる」 報告書 ～ CO₂ エネルギー還元に向けたミドリムシ増殖の CO₂ 濃度依存性の測定～

I. DP 報告書

◆テーマの主旨

鉄鋼材料は建築、土木、造船、自動車、電気製品、エネルギー分野など様々な用途に用いることができるため、現代文明を支える基盤となっている。この鉄鋼材料は主原料に鉄鉱石や石炭といった鉱物資源を用い、石炭中の炭素によって鉄鉱石を還元することで製造される。

鉄鋼材料を製造する際に副生成物としてスラグ（鋼滓）が得られるが、その副生成物であるスラグのなかでも製鋼工程で生成されるスラグには、Fe、Ca、Si といった元素と共に資源枯渇が懸念される P(りん) も含まれる。このようなスラグが水と共存した場合、植物の育成に必要な鉄イオン Fe²⁺ やりん酸イオンを溶出するので、近年、その高度な利用が注目されている。

一方、ミドリムシは身近な微細藻類としてよく知られているが、近年、食品や燃料など広い分野でその活用が盛んに検討されており、二酸化炭素固定への応用も期待されている。

本テーマでは、始めに現代文明を支える鉄鋼業などの産業と資源、エネルギー、さらに地球環境とその関わりを学ぶ。次に、微細藻類であるミドリムシを例に自然エネルギーと環境の関わりを学ぶ。これらの事柄を用いて、鉄鋼業での副生成物であるスラグと身近なミドリムシを用いて地球環境問題を解決する工業的な方法を多面的な視点から検討する。次に、検討した解決方法を実現する上での工学的な課題について議論を行い、より具体的な工学的実験の目的を自らの発想に基づいて設定する。さらに、工学的実験で得られた結果を考察し、多角的な視点から工業的な効果を推定する。

◆課題

- ① 現在の地球環境と世界における二酸化炭素発生の実況に関する調査を行い、二酸化炭素が地球温暖化に与える影響ならびに将来発生すると予測される問題について議論を行うことで工学的かつ定量的な理解を深める。
- ② 鉄鋼業における鉄鋼製造プロセスならびに副生成物であるスラグ生成過程を学習し、スラグ生成量や二酸化炭素発生量ならびに資源問題について理解を深める。
- ③ スラグの組成や化学的特性ならびにすでに実用化されているスラグ活用事例を調査し、スラグの効果的利用方法を検討する。
- ④ ミドリムシの培養実験や工業的活用事例を調査し議論することで、ミドリムシ培養に不足していると考えられる知見を検討する。
- ⑤ 産業、環境、エネルギー、食糧の相関関係や影響の程度を議論し、全体の構成を俯瞰することで課題を設定し、実験方法と条件を決定する。

- ⑥ 決定した実験を行い、得られた実験結果を解析して都度実験計画を見直す PDCA を継続し、ミドリムシ培養に及ぼす各種因子の影響を定量化する。
- ⑦ 定量化されたミドリムシ培養に及ぼす各種因子ならびに CO₂ 濃度とスラグの影響を用いて、ミドリムシから燃料を製造し化石燃料代替とするビジネスモデルを構築し、CO₂ 削減効果を検証する。

1. メンバー

DP： 沼田 光裕 (新日鐵住金株式会社)
TA： 山口 祥 (化学システム工学専攻 M1)
受講生： 暮石 圭佑 (物質プロセス工学専攻 M1)
西尾 仁志 (化学システム工学専攻 M1)
山本 尚武 (物質プロセス工学専攻 M1)
笹本 康介 (応用物質化学専攻 M1)
千賀 大嗣 (化学システム工学専攻 M1)

2. 実験実施期間

実験： 平成30年4月11日～7月18日 (全14回)
発表： 平成30年8月1日

3. サブテーマ

CO₂ エネルギー還元に向けたミドリムシ増殖の CO₂ 濃度依存性の測定

4. 実験プロセス

1) 実験背景の理解

産業、エネルギー、地球環境[1]や温暖化ガスについて個別に情報収集を行った後、産業とエネルギー生産、エネルギー消費の関係、産業と地球環境などとの相関関係について調査と議論を行った。次に、議論の結果をまとめることにより、多面的な視点からの判断や広範な領域から全体像を俯瞰することの重要性を認識した。また、全体像に加えて細かな数値の意味やその根拠についても考える意義を理解した。

次に、ミドリムシ[2]-[9]と鉄鋼業やスラグの活用[10][11][12]についてより深く調査と検討を行った。あわせて新日鐵住金(株)名古屋製鉄所を見学し、鉄鋼製造プロセスや生成したスラグを間近に見ることで鉄鋼材料やスラグの生成プロセスに対する理解をさらに深めた。

以上の調査検討から、産業と環境の関わりと課題、この課題をとりまく環境と要因、各要因の相対的關係、各要因の影響の定量性などを整理し理解することで、取り組むべき問題と明確にすべき工学的課題を議論した。

2) 実験目的の設定

前述した調査ならびに検討の結果から、生活や経済を支える産業活動を縮小することなく環境課題を解決するには産業と温暖化ガス、エネルギーそして環境の関係を考える必要があることが解った。そこで、産業、温暖化ガスそしてエネルギーの関係に焦点をあててさらに考えることとした。

環境問題を解決するには温暖化ガスの削減が有効であることは良く知られているが、産業活動ならびに産業で必要とするエネルギー生産には温暖化ガスの発生を伴う。そのため、産業とエネルギーの関係を直接的に制御することで温暖化ガスを削減することは難しいと考えた。

そこで、産業から排出される温暖化ガスである CO₂ と鉄鋼業から副生成物として産出されるスラグを用いてミドリムシを培養し、培養されたミドリムシを化石燃料の代替とすることで CO₂ 発生量を抑制できるのではないかと考えた。

この方法を実現するには高い CO₂ 濃度中でもミドリムシを培養することが必要になるが、先行研究による知見は十分とは言えない。さらに、CO₂ 濃度を高めると培地の pH が変化すると考えられるが、この変化に対しスラグがどのように作用するかも明確ではない。

以上の検討から、サブテーマを「CO₂ エネルギー還元に向けたミドリムシ増殖の CO₂ 濃度依存性の測定」とし、ミドリムシ増殖に及ぼす CO₂ 濃度の影響とスラグの影響を実験的に検証し、得られた実験結果からミドリムシをバイオ燃料として化石燃料代替を行った場合の CO₂ 削減量と効果を推算することとした。

3) 実験方法および実験条件の設定

遮光可能な恒温槽内に水溶液 200ml もしくは 300ml を収容したビーカーを置き、水溶液内に所定量のミドリムシを添加し、7日間培養を行った。培養中は LED を用いて 12 時間光照射あり、12 時間光照射なしを交互に繰り返した。実験前と実験後に水溶液から少量のサンプルを採取し、分光光度計 (700~750nm) を用いて吸光度を測定し、ミドリムシの倍加時間を求めた。

ミドリムシの培養には CO₂ の他に、培地 (養分)、空気、光、スラグの量が影響する。スラグ量の影響については昨年度プロジェクト[13]で知見しているが、その他の影響、特に各因子が及ぼす影響の大小関係については不明確な点も多い。

これらの影響の大小関係が不明確であると本実験の目的である CO₂ 濃度やスラグの影響を正確に知見することが難しくなると予測される。そこで、同一試験条件下で培地の影響、光の影響、空気の影響を初めに測定し、その後、CO₂ 濃度とスラグの影響を測定することとした。

実験①では市販の液肥を水溶液中濃度で 0.1~10%の範囲で変化させ、同時に水溶液中への空気吹込みを行う条件と行わない条件で培養を行ない、培地と空気の影響を調査した。

実験②ではビーカー内の水溶液量を変化させることで入射光の透過量を変化させる条件

とビーカー全体をアルミ箔で覆って入射光を大幅に制限する条件で培養を行い、光の影響を調査した。

実験③では空気と CO₂ の混合ガスをビーカー内水溶液中に吹込み、混合ガス中の CO₂ 濃度を 8.7~75%で変化させた条件で培養を行い、CO₂ 濃度の影響を測定した。

実験④ではスラグを添加したビーカー内水溶液に空気と CO₂ の混合ガスを吹込み、混合ガス中の CO₂ 濃度を 9.3~100%で変化させた条件で培養を行い、CO₂ 濃度とスラグの影響を測定した。なお、詳細な条件を II.成果報告書に示す。

4) 実験結果

実験①では水溶液中液肥濃度ならびに水溶液中への空気吹込み有無の影響を調査した。結果、液肥濃度に対して倍加時間は極小値を示し、倍加時間を最も短くする液肥濃度は 1.0%であった。液肥濃度が過剰に高くなると浸透圧の変化や肥料焼けに近い現象が発生していると考えられる。空気吹込みは行った方が倍加時間は短くなるが、本実験条件ではその影響は小さかった。これは、本実験で用いたビーカー内水溶液の自由表面積が十分に大きかったためと考えられる。

実験②では光照射の影響を調査した。実験では水溶液への光照射量を水溶液水深または水溶液を収容したビーカーをアルミホイルで覆うことで調整し、倍加時間を測定した。結果、光照射の影響は非常に大きく、倍加時間は 5~9 倍の変化を示した。特に、空気吹込みなし、光照射制限の条件ではミドリムシが大幅に減少した。

実験③では CO₂ 濃度の影響を調査した。実験では水溶液に空気と CO₂ ガスを吹込み、混合ガス中の CO₂ 濃度を変化させて倍加時間を測定した。倍加時間は CO₂ 濃度に対して極小値を示し、CO₂ 濃度が 20~50%で倍加時間が最も短くなった。CO₂ 濃度が過剰に高くなると pH が変化することにより倍加時間が長くなると考えられる。

以上に述べた実験①、②、③からミドリムシの培養に影響を及ぼす諸因子の影響は光照射が最も大きく、次いで養分、CO₂ 吹込み、空気吹込みの順であることが見出された。培養に及ぼす CO₂ の影響は比較的大きいが、倍加時間は CO₂ 濃度に対して極小値を示すため、高濃度での CO₂ 活用は難しいと推定された。

次に、スラグを用いた実験④の結果を述べる。実験④ではスラグを 0.035wt%添加した水溶液に空気と CO₂ ガスを吹込み、混合ガス中の CO₂ 濃度を変化させて倍加時間を測定した。結果、スラグ添加なしの条件で観測された CO₂ 濃度に対して示した倍加時間の極小値は観測されず、CO₂ 濃度を高濃度まで高めても倍加時間は長くない事が確認された。

次に、ミドリムシを化石燃料の代替として用いた場合の CO₂ 削減効果を検討した。航空機燃料の発熱量と CO₂ 排出量との関係を用いて、ミドリムシの推定発熱量から CO₂ 削減量を単純に算出すると乾燥ミドリムシ 1g 当たり 1.09g の CO₂ が削減できることになる。この関係から、航空機燃料の半分をミドリムシで代替するには年間 720000ton のミドリムシが必要であるが、CO₂ 削減量はパリ協定による日本の CO₂ 削減量をカバーできると試算された。

5. まとめ

本プロジェクトによりミドリムシ培養に及ぼす諸因子の影響を調査し、本実験条件下における光、養分、通気など各因子の影響の大小を定量化することができた。これにより、任意の条件での結果予測や実験条件の最適化が容易となった。

また、CO₂混合空気を送ることでミドリムシ倍加時間を短縮することができ、さらにスラッグを用いることでCO₂濃度を高濃度まで高めることが可能となることを示した。これによりミドリムシ培養に多様なガスを用いることが可能となり、生産性やコストの改善の可能性が期待できる。

本プロジェクトではミドリムシといったマイクロかつ生物学的視野から産業・エネルギーといった工学的視野そして地球環境といったマクロかつ気象学的視野を横断して検討を行ったが、これにより様々な学問分野からの視点や俯瞰的視野から問題を解析し、総合力と創造力により解決方法を見出すことの重要性を認識する事ができた。さらに、見出された解決方法を工学的な実験と定量的な解析により検証することができた。

最後に、本実験の遂行にあたり、名古屋大学教授 市野良一先生ならびに則永行庸先生には深甚なるご指導を賜りました。さらに実験場所と装置の提供や使用方法を教えていただきにあたり、市野研究室の方々にも多大なご協力をいただきました。記して謝意を表します。

参考文献

- [1] 大河内直彦, “チェンジング・ブルー”, 岩波書店, 岩波現代文庫, 東京, 2015.
- [2] 石川憲二, “ミドリムシ大活躍 小さな生物が創る大きなビジネス”, pp. 95-111, 日刊工業新聞社, 2013年.
- [3] 洲崎敏伸, “ユーグレナ運動”, 原生動物学雑誌, 37巻, 2号, pp. 169-190, 2004.
- [4] 嵐田亮, “微細藻類ユーグレナの特徴と食品・環境分野への応用”, 光合成研究, 22巻, 1号, pp. 33-38, 2012.
- [5] 株式会社ユーグレナ, JX日鉱日石エネルギー株式会社, 株式会社日立製作所, 公開特許公報特開 2015-144570 号報.
- [6] 村中俊哉, 西出哲也, 村上仁一, “微細藻類による二酸化炭素の固定と有効利用”, 住友化学, 2000-II, pp. 12-18, 2002.
- [7] 斉藤実, “ユーグレナ (ミドリムシ) の観察法”, 横浜国立大学理科教育実習施設研究報告, 5巻, pp. 1-14, 1989.
- [8] ブテツ, “杭廃水中に生息するミドリムシ類の増殖と光合成機能に及ぼす鉄、亜鉛、マンガンの効果”, 北九州市立大学国際環境学部環境科学プロセス工学科 卒業論文, 2010.
- [9] 村上明男, 小檜山篤志, “植物・藻類・細菌の材料の入手と栽培・培養 9. 藻類”, 低温科学, 67巻, pp. 53-59, 2009.

- [10]新日鐵住金(株)編著,“鉄と鉄鋼がわかる本”,日本実業出版社,2004年.
- [11]齋藤勝裕,“知られる鉄の科学”,SBクリエイティブ社,2016年.
- [12]加藤敏郎,小杉知佳,木曾栄滋,鳥井孝一,“転炉系製鋼スラグ資材を用いた海域藻場造成技術の開発”,新日鐵住金技報,第399号,pp.79-84,2014.
- [13]名古屋大学大学院工学研究科,高度総合工学創造実験平成29年度実施報告書,2017.



新日鐵住金(株)名古屋製鉄所見学(平成30年5月30日)

II. 成果報告書（TA報告書）

平成30年度 名古屋大学 高度総合工学創造実験 E班

テーマ: 地球環境問題を考えながら鉄鋼副生成物でミドリムシを育てる

CO₂エネルギー還元に向けた ミドリムシ増殖のCO₂濃度依存性の測定

DP 沼田 光裕
TA 山口 祥
学生 暮石 圭佑 西尾 仁志
山本 尚武 笹本 康介
千賀 大嗣

鉄鋼業の位置付け—産業—

鉄製品

...自動車、船舶、建築資材、日用品等に利用

鉄鋼業は国内産業の基盤

鉄鋼業従事者数: 約24万人(2016年)

→鉄鋼業は日本経済に必要不可欠である

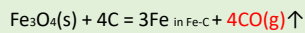


鉄鋼業の産業としての重要性

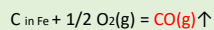
鉄鋼業の位置付け—環境—

主な原料: 鉄鉱石とコークス(石炭)

・高炉反応



・転炉反応

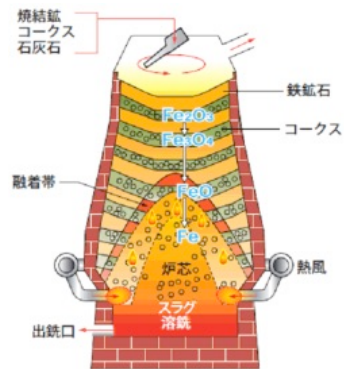


→最終的に大量のCO₂を排出

地球温暖化の原因

スラグ生成

鉄鋼業は環境負荷の高い産業である

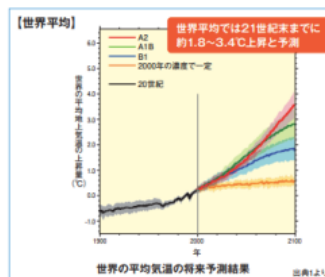
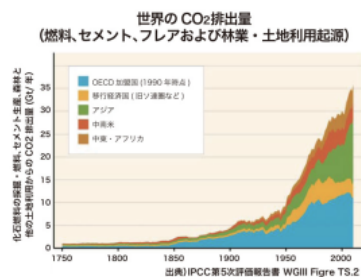


出典: 製鉄技術士のための基礎知識

http://www.isc.meiji.ac.jp/~sano/htst/History_of_Technology/History_of_Iron/History_of_Iron_background01.html

製鉄の原理と CO₂ 発生機構

環境の課題 CO₂排出量



CO₂濃度の変遷

1985年 → 2015年

350ppm → 400ppm

http://www.ccca.org/chart/chart03_01.html
https://www.env.go.jp/earth/ondanka/rep091009/pamph_full.pdf

気温上昇の予測

現状のままのだと...

世界平均で 1.8 ~ 3.4 °C

日本平均だと 2.1 ~ 4.0 °C

厳しい対策したら...

世界平均で 0.3 ~ 1.1 °C にできる

温暖化ガスによる環境課題

環境の課題(2) CO₂排出量削減のために

1. 自然エネルギー

(太陽光、風力、水力、etc)
天候などの環境に大きく依存…不安定



2. バイオマス

例: 木材や穀物、木屑、ゴミ、ミドリムシ、etc.

メリット

- 純国産
- カーボンニュートラル
- 資源の有効活用
- 戦略的産業の育成
- 農山漁村の活性化
- :

デメリット

- 収集と保存のコスト
- 発電効率が低い
- プロセスにおいて効率の悪さ
- 全過程でカーボンニュートラル?
- 買い取り価格が高い
- :

自然エネルギーやバイオマスの得失

ミドリムシの活用例と実験事例

ミドリムシの特性

- ✓ 動物的性質+植物的性質
- ✓ 細胞壁がない
- ✓ 栄養が豊富

→食品や化粧品



- ✓ 体内で油脂を生成できる
- ✓ 光合成の際にCO₂吸収

→バイオ燃料

実験事例

- ✓ 培養液の濃度条件の最適化
- ✓ 光合成生育に与える光質の影響
- ✓ ミドリムシ一対体に対する栄養価の増加
- ✓ ミドリムシの天敵を死滅させることによる高効率化

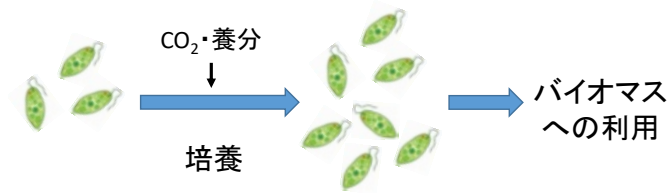


開発動向が
ヘルスケア寄りのものが多い

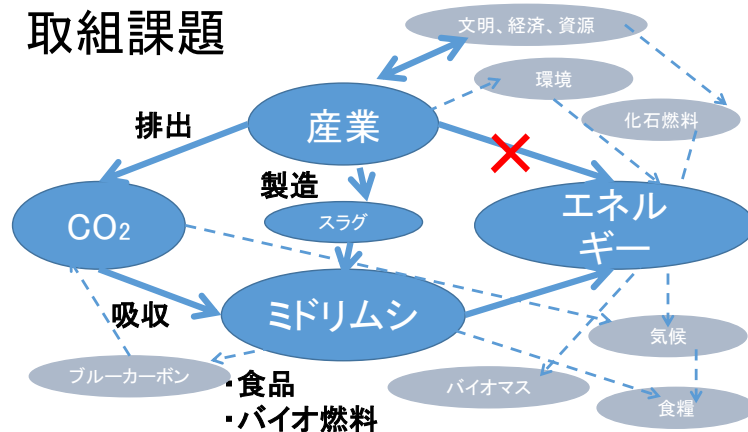
CO₂の濃度依存性についての
実験はあまり事例がない

ミドリムシに関する先行研究

サブテーマ
**CO₂エネルギー還元に向けた
 ミドリムシ増殖のCO₂濃度依存性の測定**



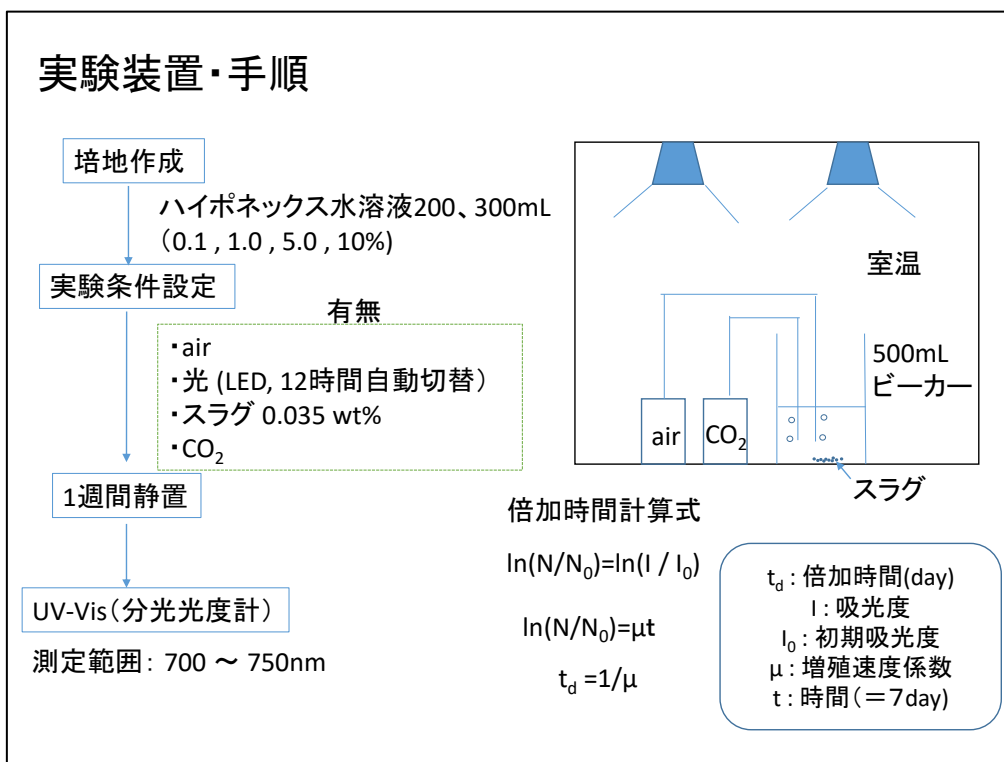
取組課題



本取組はミドリムシ増殖を目的とし、CO₂濃度依存性の測定を行う。

取組課題の位置づけと実験目的

実験装置・手順



実験方法の説明

実験条件① ~ハイポネックス濃度と空気の影響~

・ハイポネックス水溶液 300 mL

| |
|-------|
| 0.1 % |
| 1 % |
| 5 % |
| 10 % |

・空気: 送る or 送らない

・光: 12 h ON / 12 h OFF

対比実験の条件

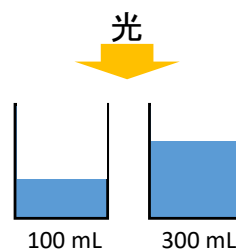
実験条件② ～光の影響～

ハイポネックス濃度が高い ⇒ 透過光が減少

- ・溶液の高さを下げる

ハイポネックス (5 %, 10 %) 100 mL

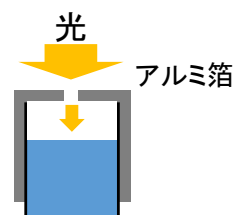
溶液300 mLの結果と比較



入射する光の量を減らす

- ・アルミ箔を被せ穴をあけ、入射光を制限

ハイポネックス (0.1 %, 1 %) 300 mL



（ 空気：あり
光：12 h ON / 12 h OFF

対比実験の条件その2

実験条件④ ～スラグの影響～

・ハイポネックス 1 %溶液 200 mL

・スラグ 0.035 wt%

・流入ガスCO₂濃度

| |
|--------|
| 9.3 % |
| 23.5 % |
| 36.4 % |
| 44.4 % |
| 75 % |
| 100 % |

・光：12 h ON / 12 h OFF

スラグなしの実験結果との比較

対比実験の条件その3

実験条件③ ～流入ガスのCO₂濃度の影響～

・ハイポネックス 1%溶液 200 mL

・流入ガスCO₂濃度

| |
|-------|
| 0% |
| 8.7% |
| 14.3% |
| 50% |
| 57.1% |
| 75% |

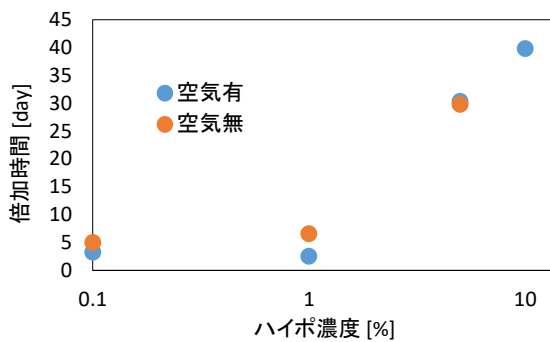
・CO₂流入量: 2 mLに固定
⇒ 空気流入量を変化させCO₂濃度を変化

・光: 12 h ON / 12 h OFF

対比実験の条件その4

実験結果① ～ハイポネックスと空気の影響～

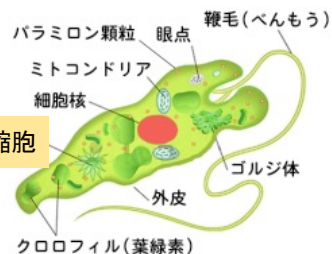
ハイポ依存性



ハイポ濃度1.0%最適

栄養過多(高濃度)・・・肥料焼け

空気の影響は小さいが良かった方がよい



https://www.euglena-sample.com/euglena_elementary_knowledge.htm

対比実験による培地と空気の影響考察

実験結果② ～光の影響～

倍加時間の液量に伴う光透過依存性

| | 5%(100mL) | 10%(100mL) | 5%(300mL) | 10%(300mL) |
|------|-----------|------------|-----------|------------|
| 空気有 | 6.3 | 5.1 | 30.4 | 40.0 |
| 空気なし | 8.0 | 7.6 | 29.8 | (-32.0) |

顕微鏡観察・・・大半が死んだ

倍加時間の露光量依存性

| | 0.1% | 1.0% |
|-------|------|------|
| ホイルあり | 3.2 | 2.6 |
| ホイルなし | 27.1 | 458 |

ミドリムシの成長には光が欠かせない

対比実験による光の影響考察

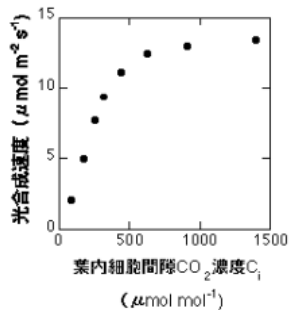
実験結果③ ～CO₂+空気の影響～

CO₂濃度

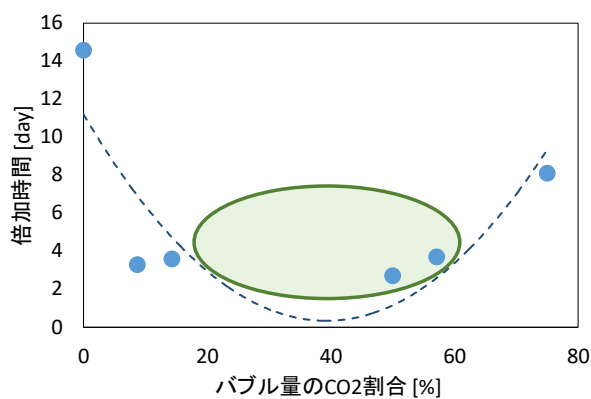
30~50%あたりが最適

↓

既往の研究(40%)に一致



CO₂濃度依存性



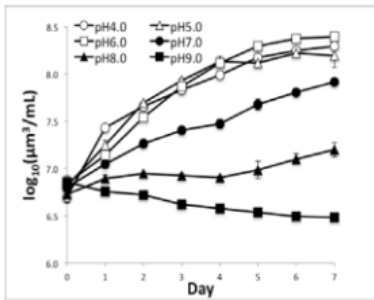
https://www.nikkei.com/article/DGXNASDD150GM_V11C12A1000000/

<http://hostgk3.biology.tohoku.ac.jp/hikosaka/CO2-short.html>

対比実験による今回実験目的であるCO₂の影響考察

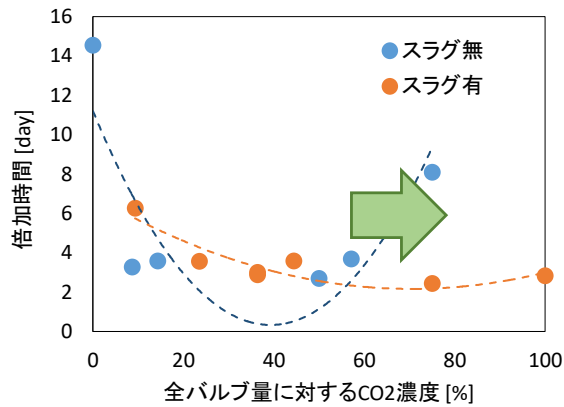
実験結果④ ～スラグの影響～

スラグがあると...
CO2高濃度側でも
短い倍加時間



弱酸性(pH6)で最適な増殖速度

スラグ無→高濃度でpHが酸性に偏る
スラグ有→酸性に偏ったpHがスラグによって塩基性に近づく



http://gakkai.sfc.keio.ac.jp/show_pdf/ORF2016-22.pdf

対比実験による今回実験目的であるスラグの影響考察

スラグの活用

高炉スラグ 銑鉄から溶融分離

製鋼スラグ 転炉・電気炉から→リン・マンガン・ケイ素が豊富

スラグの種類とそれぞれの発生量・使用量 [kt/yr]

| | 発生 | 使用 |
|-------|-------------------|-------------------|
| 高炉スラグ | 2.5×10^7 | 2.5×10^7 |
| 製鋼スラグ | 1.4×10^7 | 1.3×10^7 |

250~300 [kt/yr] 埋め立て

…2,000~2,500 円/m³が安価に入手可能?!

スラグを0.035 [wt%] で利用…

714~857 [Mt]の水槽でミドリムシ培養可能

スラグの収支に関する調査結果

CO₂の活用

世界の二酸化炭素排出量(2015)

| 順位 | 国名 | 排出量 (百万トン) | 割合(%) |
|----|------|---------------|-------|
| 1 | 中国 | 9,333 | 28.4 |
| 2 | アメリカ | 5,071 | 15.4 |
| 3 | インド | 2,107 | 6.4 |
| 4 | ロシア | 1,578 | 4.8 |
| 5 | 日本 | 1,147 | 3.5 |
| 6 | ドイツ | 713 | 2.2 |
| 7 | 韓国 | 582 | 1.8 |
| 8 | カナダ | 504 | 1.5 |
| 9 | ブラジル | 471 | 1.4 |
| 10 | メキシコ | 468 | 1.4 |

出典)温室効果ガスインベントリオフィス

日本の部門別二酸化炭素排出量(2016)

| 部門 | 各部門の 直接排出量(百万トン) | 直接排出量 シェア |
|------------------------|---------------------|--------------|
| エネルギー転換部門 (発電所等) | 511 | 42% |
| 産業部門(工場等) | 297 | 25% |
| 運輸部門(自動車等) | 207 | 17% |
| 業務その他部門 (商業・事業所等) | 58 | 5% |
| 家庭部門 | 56 | 5% |
| 工業プロセス (石灰石消費等) | 46 | 4% |
| 廃棄物(廃プラスチック、 廃油の焼却) | 30 | 2% |
| 農業、その他 | 3 | 0.3% |
| 合計 | 1,206 | 100 |

出典)EDMC/エネルギー・経済統計要覧2018年版

日本の発電所等のエネルギー転換部門からCO₂を活用

現状のCO₂排出状況に関する調査結果

化石燃料の代替とCO₂削減

・化石燃料の発熱量とCO₂排出量

出典: 地球温暖化対策推進に関する法律における設定値

| | 発熱量 [kJ/g] | CO ₂ 排出量 [g-CO ₂ /g] |
|--------|------------|--|
| ガソリン | 34.6 | 2.32 |
| ジェット燃料 | 36.7 | 2.46 |

・ミドリムシの発熱量 (カーボンフリー = CO₂排出量ゼロ)

乾燥1 [g]あたり0.497 [g]の炭素を含有

炭素C (原子量: 12.01)の発熱量 393.51 [kJ/mol]

出典: 化学工学資料のページ
<<http://chemeng.in.coocan.jp>>

よって、ミドリムシの発熱量 16.3 [kJ/g] ⇒ ジェット燃料の0.44倍

～ジェット燃料をミドリムシ由来燃料に代替することを想定～

乾燥ミドリムシ1 [g]代替あたり1.09 [g]のCO₂を削減

今回の実験結果をもとにした利用方法とその効果に関する考察

ミドリムシをスラグとCO₂により培養

➡ 培養したミドリムシをジェット燃料に使用

パリ協定による、日本の目標CO₂削減量

| | |
|--------------------------|--------|
| ジェット燃料からのCO ₂ | 599.93 |
| 目標削減量 | 298.00 |
| 必要なミドリムシ | 0.72 |

100万t/year



ジェット燃料の半分をミドリムシにした場合、CO₂の目標削減量を達成できる

今回の実験結果をもとにした利用方法とその効果に関する考察

結言

ミドリムシの倍加速度に影響する因子

- ・光は大きく影響
- ・ハイポは1%が最適で、高濃度では浸透圧により不適切
- ・空気は必要ではあるが影響は小さい
- ・CO₂のみの場合は30~50%が適切
- ・CO₂+スラグの場合、高濃度でも30~75%が適切

ビジネスモデルとしてのミドリムシ

- ・スラグ・CO₂は安価で大量に手に入る
- ・ジェット燃料をミドリムシにした場合、年間72万トン培養することにより、日本の目標CO₂削減量を達成することができる

「地球温暖化抑制の切り札「ヒートポンプ」は地球を救えるか？」 報告書 ～低 GWP 冷媒ヒートポンプにおけるエネルギー効率の向上～

I. DP 報告書

◆テーマの主旨

COP21 で採択されたパリ協定に対応するため、先進国では大幅な温暖化ガス排出の削減が求められており、電源の低炭素化と電気自動車やヒートポンプによる電化の推進が重要とされている。投入エネルギーの何倍もの熱を低温から高温へと汲み上げることのできるヒートポンプは、エネルギー効率の高さから地球温暖化抑制の切り札として位置づけられる。一方で、ヒートポンプにはモントリオール条約キガリ改正により、地球温暖化効果の低い冷媒の使用が要求されている。

本プロジェクトでは、エネルギー供給とエネルギー利用の両面から、次世代のエネルギーシステムについて検討する。まず、発電所、中央給電指令所、研究所などを見学し、現地で専門家の解説を受けるとともに、意見交換を行う。次に、省エネ性・環境性の高いヒートポンプを検討し、性能実験を行う。最後に、次世代エネルギーシステムに関する提言を行うため、学会発表を行う。

◆課題

- 1) エネルギー問題について、エネルギーの供給と利用の両面から考察する。
- 2) 省エネ性・環境性の高いヒートポンプを検討し、性能実験を行う。
- 3) 次世代エネルギーシステムに関する提言を行うため、学会発表を行う。

1. メンバー

| | | |
|-------|-------|-----------------|
| DP : | 渡邊 激雄 | (中部電力株式会社) |
| TA : | 富田 柊人 | (機械システム工学専攻・M2) |
| 受講生 : | 山田 基生 | (物質プロセス工学専攻・M1) |
| | 中村 俊之 | (土木工学専攻・M1) |
| | 山田 知之 | (応用物理学専攻・M1) |
| | 服部 敦貴 | (土木工学専攻・M1) |
| | 青野 慶忠 | (機械システム工学専攻・M1) |

2. 実験実施期間

実験：平成30年4月11日～ 7月31日 (全19回)

発表：平成30年8月1日

3. サブテーマ

低 GWP 冷媒ヒートポンプにおけるエネルギー効率の向上

4. 実験プロセス

本実験は以下のプロセスで行った。

1) 実験内容・目標

実験内容と目標を以下のように設定した。

- 発電所・中央給電指令所の見学を通して、現代におけるエネルギー問題を把握する。
- 地球温暖化対策に有効なヒートポンプの実験を通して、低 GWP 冷媒の適用可能性を検証するとともに、COP の向上を目指す。

2) 研究所・発電所・中央給電指令所への訪問と見学

以下の三つの施設を訪問し、見学した。

(ア) 中部電力(株)技術開発本部 (所在地：名古屋市緑区、訪問日：4月18日)

中部電力(株)技術開発本部にあるヒートポンプ試験装置「ヒーポンらぼ」を見学し、ヒートポンプの試験方法に関する理解を深めた。さらに、同試験装置の環境試験室において、空気熱源ヒートポンプモデルの実験を行った。

(イ) 中部電力(株)西名古屋火力発電所 (所在地：愛知県飛島村、訪問日：5月9日)

世界最高効率(低位発熱量基準で63.08%)を達成して、ギネスブックに登録された LNG コンバインドサイクルを保有する西名古屋火力発電所を訪問し、技術者の説明と発電所や展示室の見学により、LNG コンバインドサイクル火力発電の概要、運転方法、LNG の供給方法について理解を深めるとともに、火力発電全体の現状と最新動向を把握した。

(ウ) 中部電力(株)中央給電指令所 (所在地：名古屋市中区、訪問日：5月16日)

中部電力(株)管内の電力系統を統括制御する中央給電指令所を訪問し、火力、水力、原子力による、約100台におよぶ発電機を制御し、太陽光などの再生可能エネルギーを含めた電力需給の最適化を行っている指令室を見学した。専門家の解説を受けるとともに、質疑応答により、電力系統制御の最新動向を把握した。

3) ヒートポンプサイクルの実験

ヒートポンプの技術課題として、地球温暖化係数(GWP)の小さい冷媒の利用、家庭用・

業務用給湯における普及拡大、生産プロセスにおける用途拡大などが挙げられる。近年、GWP が、従来のフッ素系化合物の冷媒よりも大幅に低く、さらに、地球温暖化係数の基準 (GWP=1) とされる CO₂ よりも低い (GWP<1) 冷媒として、脚光を浴びている HFO (Hydro-Fluoro-Olefin) の一つであり、欧州向けカーエアコンにも採用され始めている R1234yf が注目を浴びている。

昨年度は、ヒートポンプモデルに空気熱源蒸発器、ファンおよびファン回転数制御装置を取り付けることにより、本格的な空気熱源ヒートポンプを構成し、中部電力(株)技術開発本部の環境試験室に設置し、R1234yf を充填して、夏期、中間期、冬期および着霜期の4条件で空気の温度と湿度を厳密に整え、性能実験を行った。しかし、膨張弁出口から蒸発器出口に至る間で圧力低下が予想以上に大きく、一部の条件で、加熱能力や加熱 COP が既存のヒートポンプに比べて、低くなった。このため、ヒートポンプにおける冷媒の膨張制御の最適化が課題として残った。

本年度は、昨年度の課題を解決すべく、ヒートポンプにおける冷媒の膨張制御の手段として、昨年使用した内部均圧式自動温度膨張弁に代えて、外部均圧式自動温度膨張弁および電子膨張弁を適用することにより、COP の向上を実現した。さらに、沸点の比較的高い R1234yf が、屋外設置の場合に-5°C程度までしか使用できないことから、GWP は EU 指令の 150 に近い 146 となるものの、沸点が比較的低く、-15°Cまでの寒冷地でも使用できる、R1234yf (78.5 mass%) および R454C (21.5 mass%) から成る混合冷媒 R454C を充填した実験も行い、冬期の加熱能力の向上を確認した。

昨年度は実験準備に手間取り、ヒートポンプの実験を始めたのが7月となった。もっと早くから実験を行いたかったという意見がアンケート結果にあった。このため、本年度は5月末に、ヒートポンプモデルを創造工学センター西側区域の実験室に持ち込んだ。この実験室は、空気の温度と湿度を自由に制御できる環境試験室ではないため、空気熱源による厳密な実験は不可能である。このため、水熱源蒸発器を用いて、熱源水の温度を夏期、中間期および冬期の条件に合うように整えて実験を行った。実験装置が身近にあり、6月および7月の2か月間、じっくりと実験を行うことができたため、受講生の理解も深まり、創造性をよく発揮できたと考える。

これらの性能実験を通して、受講生は、水の温度・流量、冷媒の圧力・温度・流量、熱量および電力の計測方法とデータロガーを介したコンピュータでのデータ収集方法を修得した。さらに、ヒートポンプの加熱能力や加熱 COP を向上させるためには何をすればよいのかを修得した。

4) ヒートポンプサイクルの解析

米国標準研究所 (NIST: National Institute of Standards and Testing) が開発した蒸気圧縮冷凍サイクル解析プログラム (CYCLE_D: NIST Vapor Compression Cycle Design Program) を利用して、ヒートポンプサイクルの P (圧力) -h (エンタルピー) 線図および

T (温度) -s (エントロピー) 線図を描くことにより、実験データの解析と考察を行い、加熱能力や加熱 COP が向上した理由を明確にした。

5) 省エネルギーを推進するための提案

2015年の受講生のアンケート結果に、「成果を学会で発表しなかった。」という感想があった。4か月弱という短い期間で、学会発表まで行うのは極めて難しい。しかし、成果を形にして、省エネルギーを推進するための情報発信を行いたいという受講生の熱意により、困難を乗り越え、2016年より毎年、学会発表を行っている。

昨年度の成果については、本年3月14日、名古屋大学で開催された日本機械学会東海支部総会講演会 (TEC18) において、昨年度の受講生でもある富田 TA が講演発表を行い、また、本年6月13日、札幌コンベンションセンターで開催された第9回アジア冷凍空調会議 (ACRA2018) において、DPの渡邊が講演発表を行った。

本年度の成果については、7月23日に、日本冷凍空調学会年次大会 (9月4日から6日まで、日大工学部 (郡山) にて開催予定) に本実験の成果の一部をまとめた講演論文を受講生、TA および DP の連名で投稿した。また、7月27日には、本実験の成果の一部に関して、日本伝熱学会東海支部主催の第25回伝熱コロキウム (ウインクあいちにて開催) において、受講生5名のリレーによる講演発表を行った。この伝熱コロキウムでは、企業 (トヨタ自動車、デンソー、アイシン精機、三菱重工、三浦工業、東邦ガス、日本ガイシ、富士電機)、大学 (豊田工大、名工大、静岡大学、岐阜大学) など専門分野の研究者・技術者約30名と意見交換・交流を行った。三浦工業とデンソーの技術者から、COP 向上の理由について質問があり、名工大の研究者より、電子膨張弁の制御に関する質問があった。受講生が的確に回答した。

5. まとめ

高度総合工学創造実験の特徴は、専攻を越えた様々なバックグラウンドを持った院生がチームを組んで実験を遂行することである。そのため、エネルギー分野にあまりなじみのない院生でも理解できるように、工業熱力学やヒートポンプの講義を行うとともに、研究所・発電所・中央給電指令所の見学およびヒートポンプモデルの実験を行うことにより、理論的背景と物理的イメージの両方を早い時期に持つことができるようにした。

ご多忙にもかかわらず、施設見学にご対応いただいた、中部電力株式会社の中央給電指令所および西名古屋火力発電所の関係各位に心より感謝する。

参考文献

- [1] JSME テキストシリーズ出版分科会、“JSME テキストシリーズ 熱力学”，社団法人日本機械学会，2002.
- [2] 高橋毅，“進化する火力発電 低炭素化・低コスト化への挑戦”-(B&T ブックス)，日刊工業新聞，ISBN コード 978-4-526-06934-5, 2012.
- [3] 中部電力株式会社，中部電力グループアニュアルレポート 2017，
www.chuden.co.jp/resource/corporate/csr_report_2017_all_3.pdf
- [4] Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Appendix 8.A: Lifetimes, Radiative Efficiencies and Metric Values, 2014.
- [5] ANSI/ASHRAE Standard 34-2010, “Designation and. Safety Classification of Refrigerants”, 2010.
- [6] J S Brown, Piotr A Domanski, Eric W Lemmon, “CYCLE_D: NIST Vapor Compression Cycle Design Program -Version 5.0 (NIST Standard Reference Database 49)”, 2009.
- [7] 渡邊激雄，池亀透，今川拓哉，中島裕太，林祐太，山本泰史，“HFO 冷媒を用いた高温ヒートポンプに関する理論的および実験的研究”，2016 年度日本冷凍空調学会年次大会講演論文集，講演番号 B113，神戸大学六甲台キャンパス.
- [8] Choyu Watanabe, Toru Ikegame, Takuya Imagawa, Yuta Nakashima, Taishi Yamamoto, “Theoretical and Experimental Study on High-Temperature Heat Pump Using a Low GWP Refrigerant”, O.3.3.2, Proc. 12th IEA Heat Pump Conference 2017.
- [9] 富田柊人，加藤里紗，式田寛，永井僚，箕浦誠人，渡邊激雄，“低 GWP 冷媒 R1234yf を使用した空気熱源ヒートポンプの理論的および実験的研究 “，521，2018 年度日本機械学会東海支部総会講演会講演論文集.
- [10] Choyu Watanabe, Shuto Tomita, Lisa Kato, Ryo Nagai, Hiroshi Shikida, and Masato Minoura, “Theoretical and experimental study on air-source high-temperature heat pumps using a low GWP refrigerant”, A325, Proc. 9th Asian Conference on Refrigeration and Air-conditioning 2018.

II. 成果報告書 (TA報告書)

名古屋大学 高度総合工学創造実験 発表会
2018年8月1日 (水)

地球温暖化抑制の切り札ヒートポンプは地球を救えるか？

低GWP冷媒ヒートポンプにおける
エネルギー効率の向上

| | |
|---------------------|----------------------|
| Directing Professor | 渡邊激雄 (中部電力) |
| Teaching Assistant | 富田柗人 (機械システム工学専攻・M2) |
| 受講生 | 中村俊之 (土木工学専攻・M1) |
| | 山田基生 (物質プロセス工学専攻・M1) |
| | 山田知之 (応用物理工学専攻・M1) |
| | 服部敦貴 (土木工学専攻・M1) |
| | 青野慶忠 (機械システム工学専攻・M1) |
| 大学側教官 | 尾上順 (エネルギー理工学・教授) |
| 協力教官 | 長野方星 (機械システム工学専攻・教授) |

一昨日より、
米国留学へ

1

活動内容

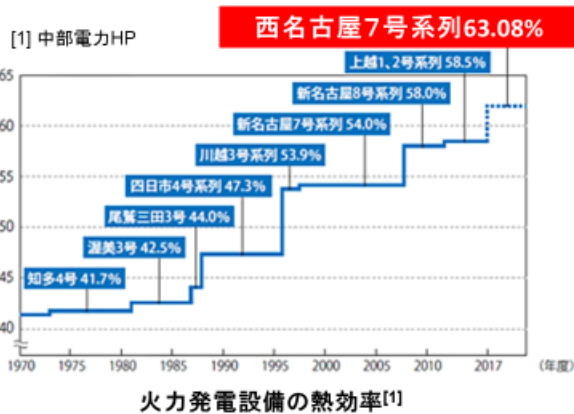
1. 発電所・中央給電指令所の見学を通して、現代のエネルギー問題を把握する。
2. 地球温暖化対策に有効なヒートポンプの実験を通して、低GWP冷媒の適用可能性を検証するとともに、COPの向上を目指す。

GWP: Global Warming Potential,
地球温暖化係数 (CO₂を基準 (1) とする。)

COP: Coefficient of Performance,
成績係数 (加熱または冷却の能力を投入エネルギーで割った値)
値が大きいほど省エネで、エネルギー効率の尺度

2

西名古屋火力発電所 見学 (5月9日)



コンバインドサイクル発電
ガスタービンと蒸気タービンを
組み合わせた発電方式

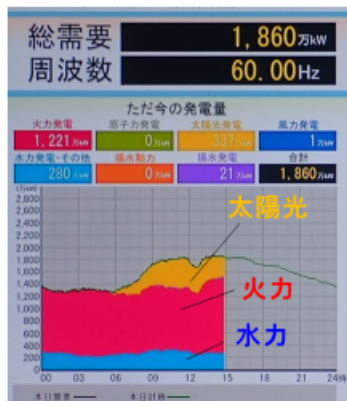
→ 高効率化を実現

- 世界最高効率 (63.08%, LHV) のコンバインドサイクル発電所
LHV: 低位発熱量

3

中央給電指令所 見学 (5月16日)

- 火力・水力・原子力による、約100台におよぶ発電機を制御
- 太陽光など再生可能エネルギーを含めた電力需給の最適化



- 太陽光発電などの再生可能エネルギーの割合が年々増加



中央給電指令所指令室前

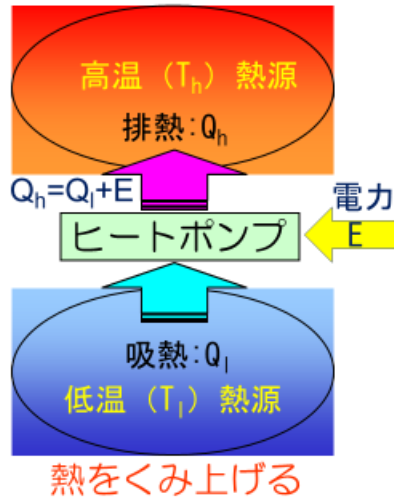
晴天時の電力供給状況(見学時)



省エネルギー技術の開発が求められている

4

省エネの切り札⇒ヒートポンプ



投入エネルギーの何倍もの熱をくみ上げることができる！

- 加熱COP: 絶対温度(T_h)における加熱能力(Q_h)を投入電力(E)で割った値
 $COP_h = Q_h/E$
 (= $T_h/(T_h - T_l)$: 理想サイクル)
- 冷却COP: 絶対温度(T_l)における冷却能力(Q_l)を投入電力(E)で割った値
 $COP_l = Q_l/E$
 (= $T_l/(T_h - T_l)$: 理想サイクル)

例) ルームエアコン 暖房COP=4
冷房COP=5

※COP(Coefficient Of Performance): 成績係数

5

環境に関する国際的取り決めと日本の対応

オゾン層を破壊する物質に関する
モントリオール議定書 **キガリ改正 (2016)**

地球温暖化への影響が大きい **HFCの削減**

日本: 2036年度に2011-2013年度平均比 **-85.0%**

低GWP (地球温暖化係数) 冷媒の採用

HFC (ハイドロフルオロカーボン) :
CFC (クロロフルオロカーボン) のようなオゾン層破壊物質ではないが、その代替として、使用されており、
かつ **温室効果が高い**

6

冷媒の特性と選択

| 分類 | 冷媒番号・名称 | 構造式 | ODP | GWP | 毒性 | 燃焼性 | 臨界温度(°C) | 標準沸点(°C) | |
|------|---------|---|---------------------------------------|-----|-------|-----|----------|----------|-------|
| 合成冷媒 | HFC | R134a | CH ₂ F-CF ₃ | 0 | 1,300 | 無 | 不燃 | 101.1 | -26.1 |
| | | R32 | CH ₂ F ₂ | 0 | 677 | 無 | 微燃 | 78.1 | -51.7 |
| | | R410A | R125(50 mass%) + R32(50 mass%) | 0 | 1924 | 無 | 不燃 | 71.3 | -51.4 |
| | HFO | R1234yf | CF ₃ CF=CH ₂ | 0 | <1 | 無 | 微燃 | 94.7 | -29.5 |
| | HFC&HFO | R454C | R32(21.5 mass%) + R1234yf(78.5 mass%) | 0 | 146 | 無 | 微燃 | 82 | -46 |
| 自然冷媒 | 二酸化炭素 | CO ₂ | 0 | 1 | 無 | 不燃 | 31.0 | - | |
| | アンモニア | NH ₃ | 0 | <1 | 有 | 弱燃 | 132.3 | -33.4 | |
| | プロパン | H ₃ C-CH ₂ -CH ₃ | 0 | 3.3 | 無 | 強燃 | 96.7 | -42.1 | |
| | イソブタン | H ₃ C-CH-CH ₃ CH ₃ | 0 | 3.3 | 無 | 強燃 | 134.7 | -11.7 | |

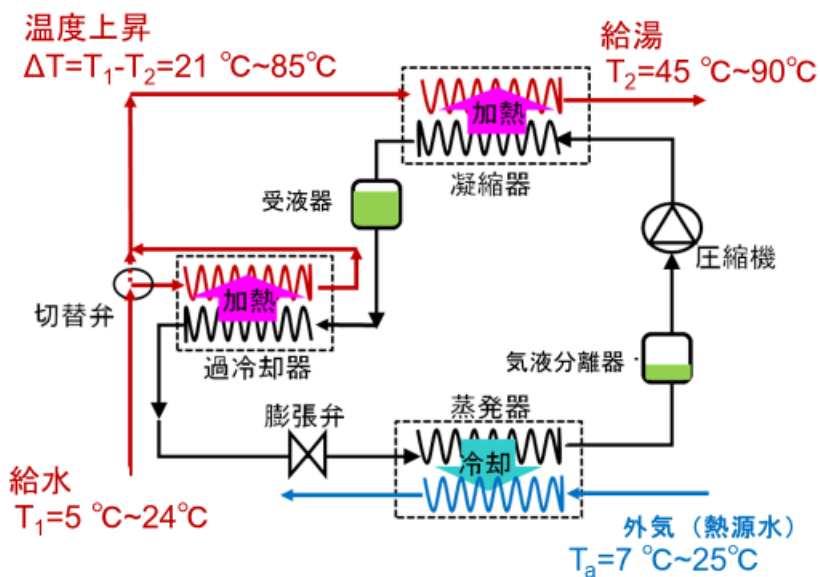
● CFC: Chloro Fluoro Carbon, HCFC: Hydro Chloro Fluoro Carbon, HFC: Hydro Fluoro Carbon, HFO: Hydro Fluoro Olefin
 ● ODP: オゾン層破壊係数, GWP: 地球温暖化係数
 ● 毒性, 燃焼性: ASHRAE規格34による分類: A(非毒), B(有毒), 1(不燃), 2L(微燃), 2(弱燃), 3(強燃)

冷媒の特性と選択

| 分類 | 冷媒番号・名称 | 構造式 | ODP | GWP | 毒性 | 燃焼性 | 臨界温度(°C) | 標準沸点(°C) | |
|------|---------|---|---------------------------------------|-----|-------|-----|----------|----------|-------|
| 合成冷媒 | HFC | R134a | CH ₂ F-CF ₃ | 0 | 1,300 | 無 | 不燃 | 101.1 | -26.1 |
| | | R32 | CH ₂ F ₂ | 0 | 677 | 無 | 微燃 | 78.1 | -51.7 |
| | | R410A | R125(50 mass%) + R32(50 mass%) | 0 | 1924 | 無 | 不燃 | 71.3 | -51.4 |
| | HFO | R1234yf | CF ₃ CF=CH ₂ | 0 | <1 | 無 | 微燃 | 94.7 | -29.5 |
| | HFC&HFO | R454C | R32(21.5 mass%) + R1234yf(78.5 mass%) | 0 | 146 | 無 | 微燃 | 82 | -46 |
| 自然冷媒 | 二酸化炭素 | CO ₂ | 0 | 1 | 無 | 不燃 | 31.0 | - | |
| | アンモニア | NH ₃ | 0 | <1 | 有 | 弱燃 | 132.3 | -33.4 | |
| | プロパン | H ₃ C-CH ₂ -CH ₃ | 0 | 3.3 | 無 | 強燃 | 96.7 | -42.1 | |
| | イソブタン | H ₃ C-CH-CH ₃ CH ₃ | 0 | 3.3 | 無 | 強燃 | 134.7 | -11.7 | |

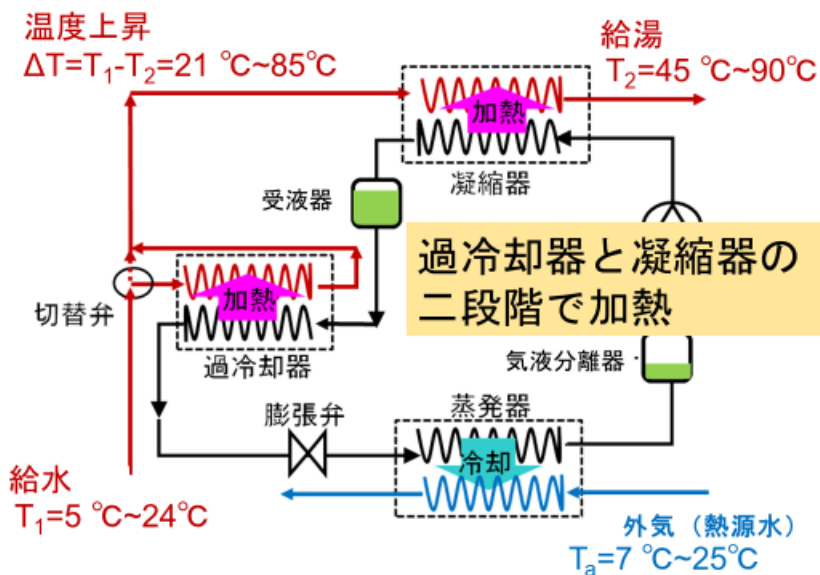
● CFC: Chloro Fluoro Carbon, HCFC: Hydro Chloro Fluoro Carbon, HFC: Hydro Fluoro Carbon, HFO: Hydro Fluoro Olefin
 ● ODP: オゾン層破壊係数, GWP: 地球温暖化係数
 ● 毒性, 燃焼性: ASHRAE規格34による分類: A(非毒), B(有毒), 1(不燃), 2L(微燃), 2(弱燃), 3(強燃)

ヒートポンプのフロー

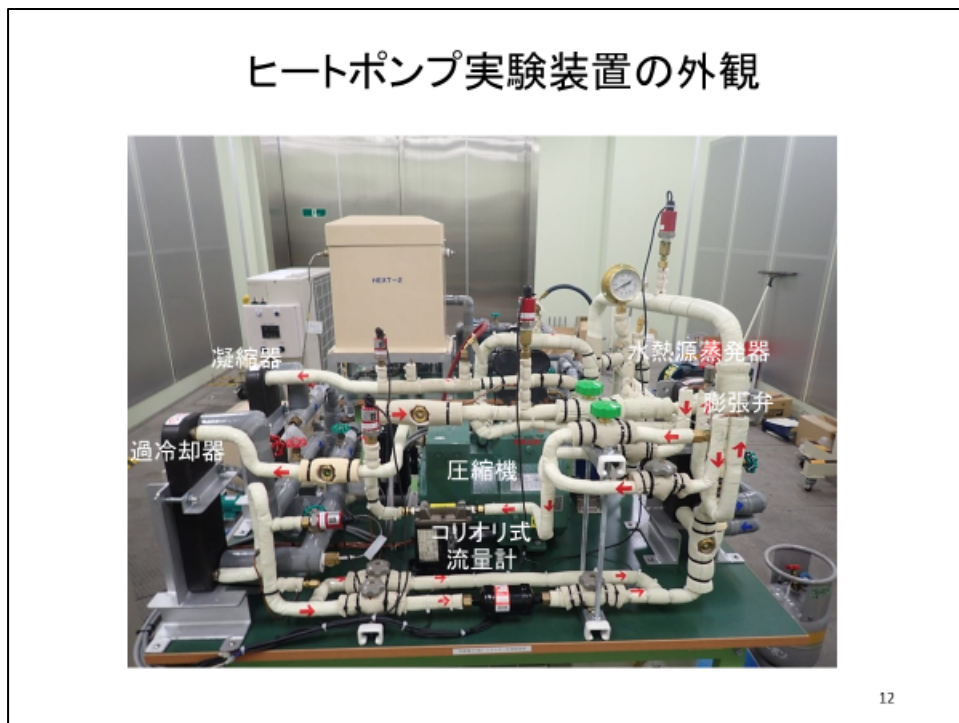
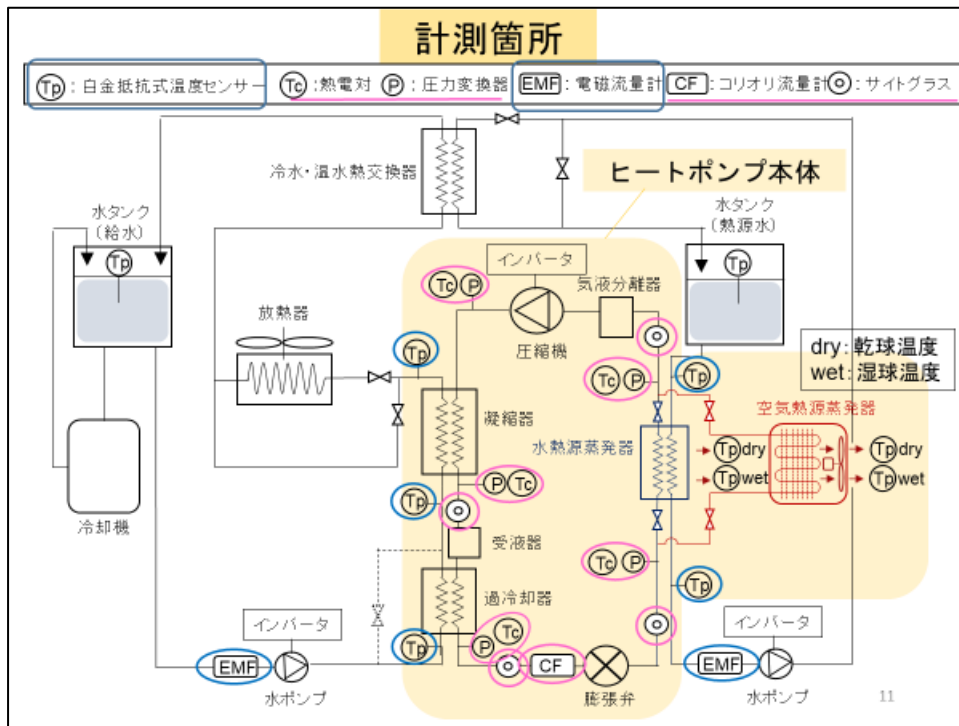


9

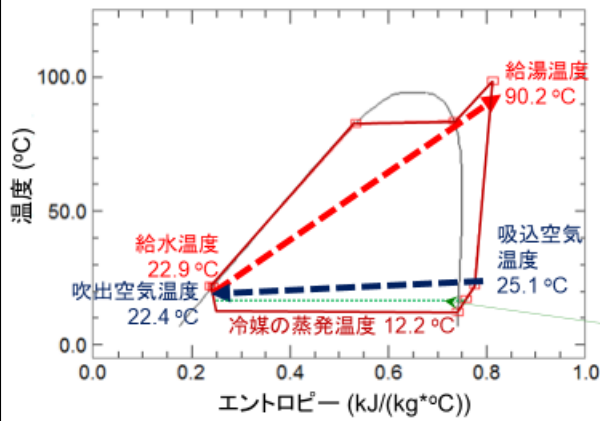
ヒートポンプのフロー



10



昨年度実験結果(R1234yf, 夏期90°C条件)



昨年度

空気熱源で低GWP冷媒を用いたヒートポンプシステムの構築・実験

蒸発温度は

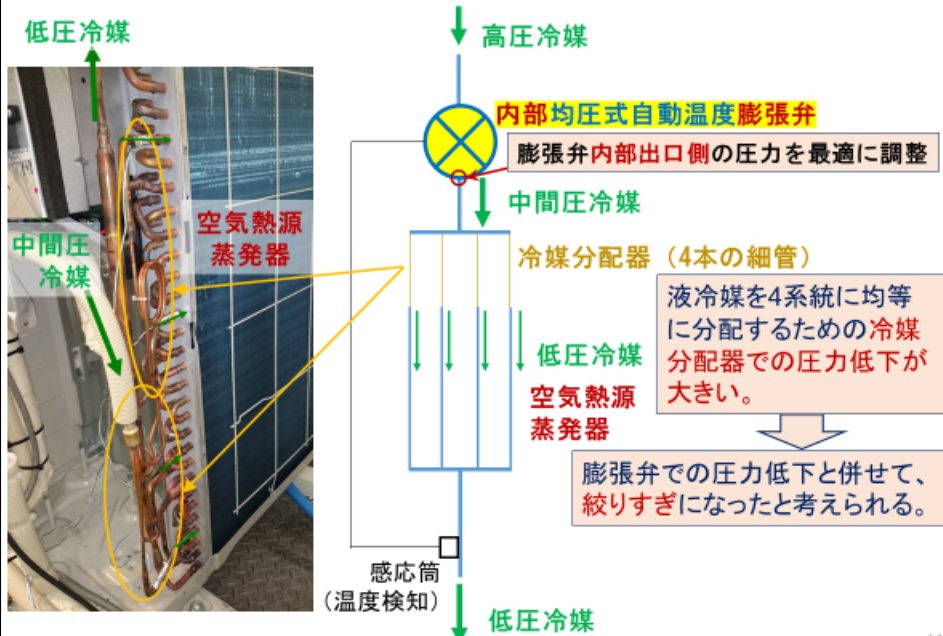
本来、18°Cくらいか？

問題

蒸発温度の過剰な低下(12.2°C)

13

昨年度の課題：冷媒蒸発温度の過剰な低下⇒COPの低下



14

本年度の目的

内部均圧式温度膨張弁に代わる新たな膨張弁制御法を用いたCOPの向上

→ 外部均圧式および電子膨張弁の適用

外部均圧式自動温度膨張弁



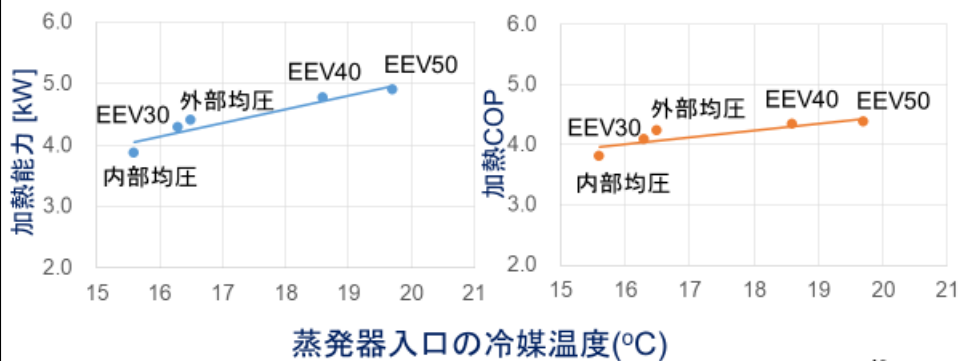
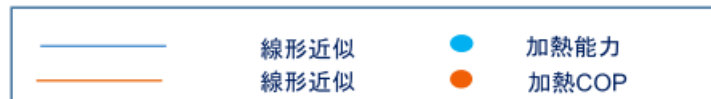
電子膨張弁



15

各膨張弁を使用した場合のCOPおよび加熱能力比較
本年度予備実験: 空気熱源(夏期条件25°C・相対湿度約80%)

EEV: 電子膨張弁 (※数値が大きいほど開度が大きい)

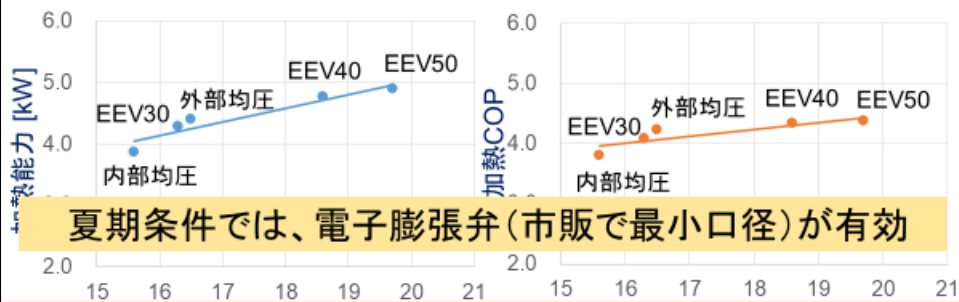
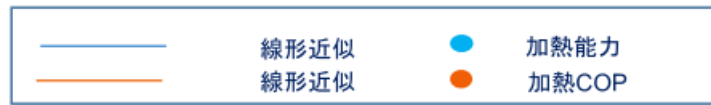


16

各膨張弁を使用した場合のCOPおよび加熱能力比較

本年度予備実験: 空気熱源(夏期条件25°C・相対湿度約80%)

EEV: 電子膨張弁 (※数値が大きいほど開度が大きい)



夏期条件では、電子膨張弁(市販で最小口径)が有効

中間期・冬期条件では、電子膨張弁は使用できなかった。

17

実験条件

温度設定

今回は水熱源方式(プレート式熱交換器)で実験を行った。

| | 熱源条件 | 給水条件 | 給湯条件 |
|-----|------|------|------------------------|
| 夏期 | 25°C | 24°C | 45°C, 65°C, 80°C, 90°C |
| 中間期 | 16°C | 17°C | 45°C, 65°C, 80°C, 90°C |
| 冬期 | 7°C | 9°C | 45°C, 65°C, 80°C, 90°C |

使用冷媒

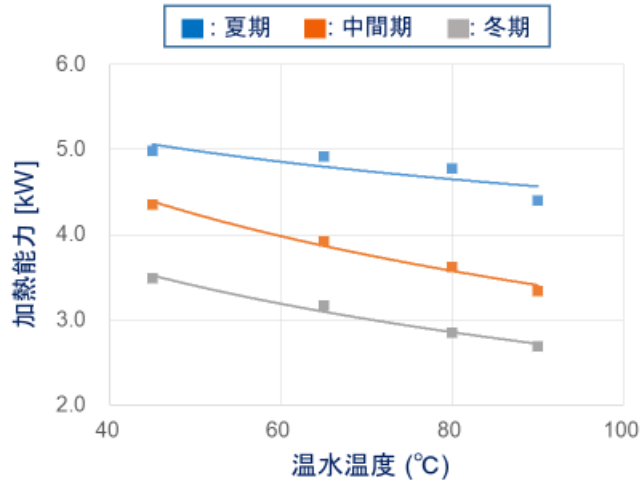
- ◆ R1234yf
- ◆ R454C (給湯条件: 冬期45°Cおよび65°Cのみ)

膨張弁制御

- ◆ 電子膨張弁(予備実験) ※ 昨年度は内部均圧式を採用
- ◆ 外部均圧式膨張弁(本実験)

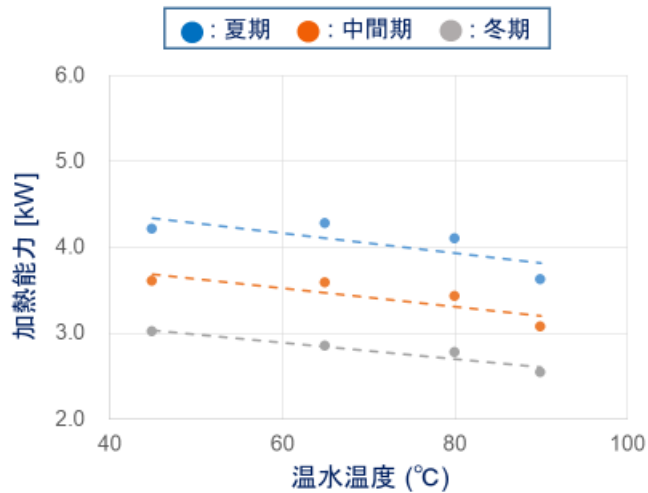
18

各期間における加熱能力 (R1234yf)
 (2018年度 外部均圧方式温度膨張弁と水熱源蒸発器)



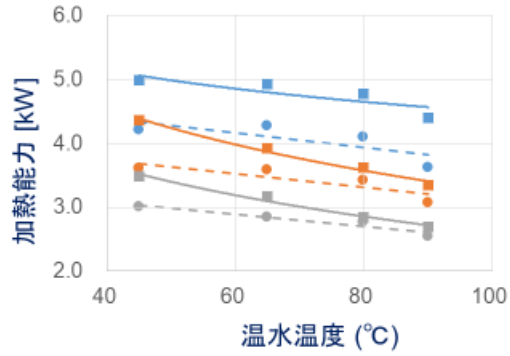
19

各期間における加熱能力 (R1234yf)
 (2017年度 内部均圧方式温度膨張弁と空気熱源蒸発器)



20

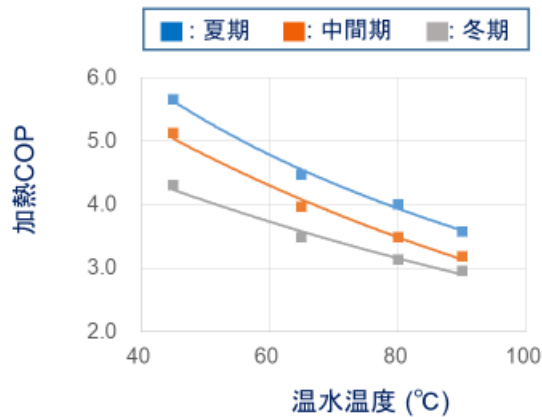
加熱能力の比較 (R1234yf)



昨年度との比較により加熱能力の向上を確認

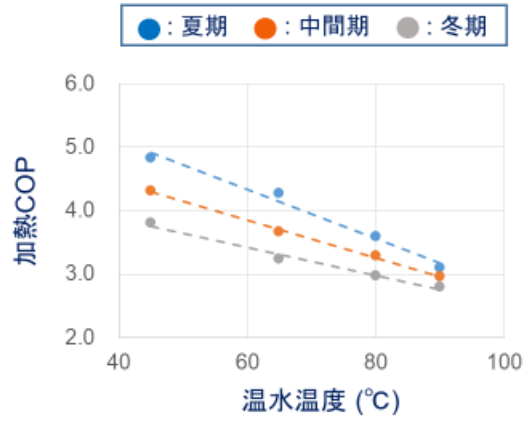
21

各期間における加熱COP (R1234yf) (2018年度 外部均圧方式温度膨張弁と水熱源蒸発器)



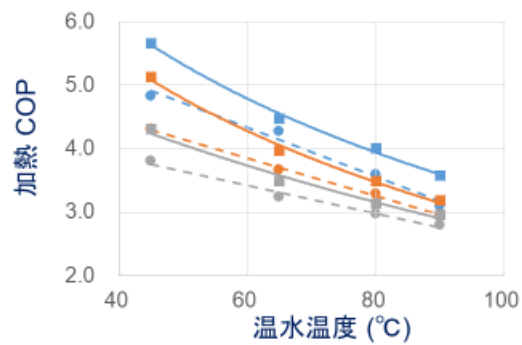
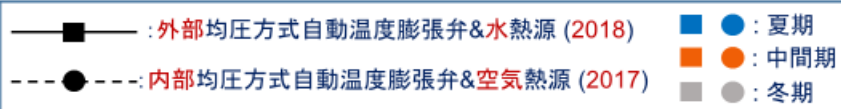
22

各期間における加熱COP (R1234yf)
 (2017年度 内部均圧方式温度膨張弁と空気熱源蒸発器)



23

加熱COPの比較 (R1234yf)



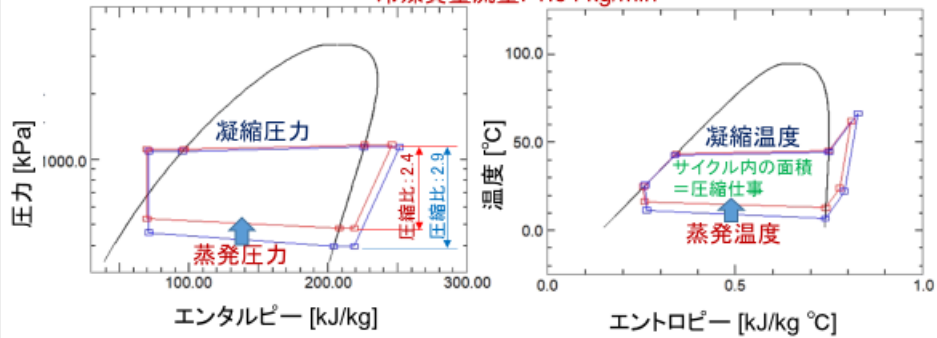
昨年度との比較により加熱COPの向上を確認

24

夏期温水温度45℃におけるヒートポンプサイクルの比較(R1234yf)

- 外部均圧式温度膨張弁と水熱源蒸発器を用いた実験 (2018)
- 内部均圧式温度膨張弁と空気熱源蒸発器を用いた実験 (2017)

冷媒質量流量: 1.64 kg/min

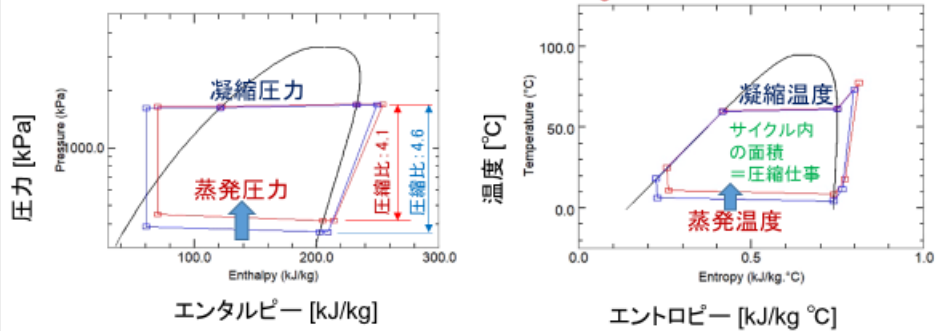


- 外部均圧式の膨張制御によって蒸発圧力と蒸発温度を上昇させた。
- その結果、圧縮比(凝縮圧力/蒸発圧力)が減少(2.9→2.4)して圧縮仕事(消費電力)が減少し、加熱COP(=加熱能力/消費電力)が向上(COP: 5.0→5.7)した。

中間期温水温度65℃におけるヒートポンプサイクルの比較(R1234yf)

- 外部均圧式温度膨張弁と水熱源蒸発器を用いた実験 (2018)
- 内部均圧式温度膨張弁と空気熱源蒸発器を用いた実験 (2017)

冷媒質量流量: 0.94 kg/min

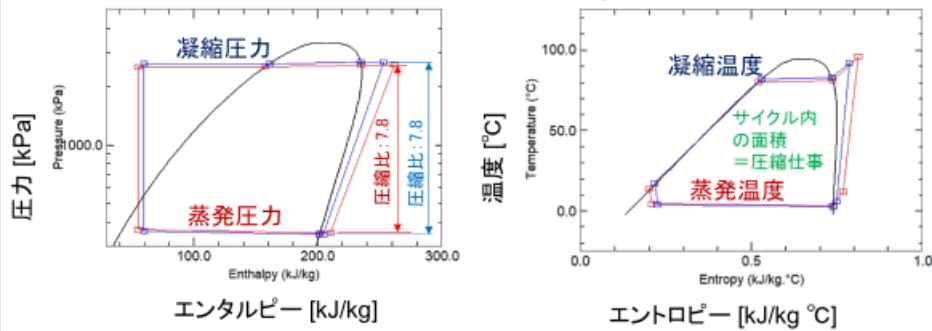


- 外部均圧式の膨張制御によって蒸発圧力と蒸発温度を上昇させた。
- その結果、圧縮比(凝縮圧力/蒸発圧力)が減少(4.6→4.1)して圧縮仕事(消費電力)が減少し、加熱COP(=加熱能力/消費電力)が向上(COP: 3.8→4.0)した。

冬期温水温度90℃におけるヒートポンプサイクルの比較 (R1234yf)

- 外部均圧式温度膨張弁と水熱源蒸発器を用いた実験 (2018)
- 内部均圧式温度膨張弁と空気熱源蒸発器を用いた実験 (2017)

冷媒質量流量: 0.74 kg/min



冷媒流量が少ない条件では、膨張方式による違いはあまり見られなかった。(COP: 2.8→2.9)

27

冷媒の特性と選択

| 分類 | 冷媒番号・名称 | 構造式 | ODP | GWP | 毒性 | 燃焼性 | 臨界温度 (°C) | 標準沸点 (°C) | |
|------|---------|---|---------------------------------------|-----|-------|-----|-----------|-----------|-------|
| 合成冷媒 | HFC | R134a | CH ₂ F-CF ₃ | 0 | 1,300 | 無 | 不燃 | 101.1 | -26.1 |
| | | R32 | CH ₂ F ₂ | 0 | 677 | 無 | 微燃 | 78.1 | -51.7 |
| | | R410A | R125(50 mass%) + R32(50 mass%) | 0 | 1924 | 無 | 不燃 | 71.3 | -51.4 |
| | HFO | R1234yf | CF ₃ CF=CH ₂ | 0 | <1 | 無 | 微燃 | 94.7 | -29.5 |
| | HFC&HFO | R454C | R32(21.5 mass%) + R1234yf(78.5 mass%) | 0 | 146 | 無 | 微燃 | 82 | -46 |
| 自然冷媒 | 二酸化炭素 | CO ₂ | | | | | 31.0 | - | |
| | アンモニア | NH ₃ | | | | | 132.3 | -33.4 | |
| | プロパン | H ₃ C-CH ₂ -CH ₃ | 0 | 3.3 | 無 | 強燃 | 96.7 | -42.1 | |
| | イソブタン | CH ₃ | | | | | 134.7 | -11.7 | |

標準(大気圧下)沸点が低いため、-15℃程度の寒冷地にも適合

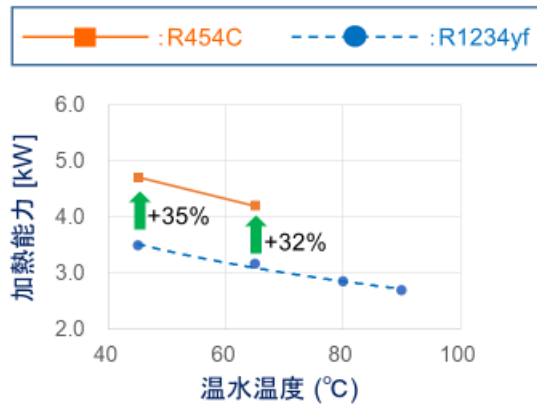
冬期条件での性能を確認

- CFC: Chloro Fluoro Carbon, HCFC: Hydro Chloro Fluoro Carbon, HFC: Hydro Fluoro Carbon, HFO: Hydro Fluoro Olefin
- ODP: オゾン層破壊係数, GWP: 地球温暖化係数
- 毒性, 燃焼性: ASHRAE規格34による分類: A(非毒), B(有毒), 1(不燃), 2L(微燃), 2(弱燃), 3(強燃)

28

冷媒R454CおよびR1234yfの比較(冬期条件)

寒冷地での使用に適した冷媒R454Cの冬期の加熱能力を確認するため、冷媒をR1234yfからR454Cに入れ替えて実験し、R1234yfと比較した。



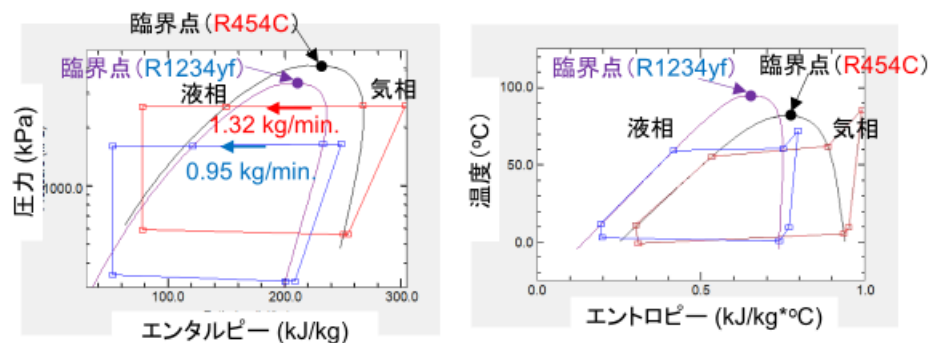
❑ 冬期の加熱能力は、32%から35%増加した。

29

ヒートポンプサイクルの比較(冬期、温水温度65°C)

何故、R454Cで、R1234yfより加熱能力が向上するのか？

- ❑ R454CはR1234yfに比べて、同じ温度に対応する飽和圧力が高い。
- ❑ 同じ圧縮機を使用すると、体積流量は同じだが、圧力が高いため、密度が大きくなり、質量流量が大きくなる。
- ❑ 潜顕熱(エンタルピー差)が同じくらいなら、質量流量が大きくなった分、加熱能力が大きくなる。



30

まとめ

- 1 中部電力(株) 西名古屋火力発電所、中央給電指令所を訪問し、火力発電など電力供給システムの最新動向を把握した。
- 2 作動流体R1234yfを用いた実験において熱源水温度7°Cから25°C、給湯温度45°Cから90°Cの広範囲でデータを取得し、膨張制御の適正化により、2.9から5.7の高いCOPを達成した。

夏期・温水温度45~90°C 中間期&冬期・温水温度80・90°C
中間期&冬期 ・温水温度45・65°C

| | |
|--------|---------|
| 冷媒流量 大 | 冷媒流量 小 |
| COP向上 | COP変化なし |

- 3 冬期温水温度45°Cおよび60°Cの条件で、R1234yfと比べたR454Cの実験結果は、加熱能力が32%から35%増加した。
- 4 ヒートポンプに冷媒R1234yf及びR454Cを充填し、性能試験を行うことにより、低GWP冷媒高効率ヒートポンプの省エネルギー効果を検証した。

31

今後の課題と展望

- 1 電子膨張弁については、より口径の小さいものを入手して、過熱度を自動制御するコントローラを備え、最適な膨張制御を追求することが望まれる。
- 2 冷媒R454Cについては、冬期のみならず、夏期、中間期、着霜期など広い範囲でのさらなる性能試験が必要である。
- 3 R1234yfは、外気温が-5°C以上の温暖地において、約90°Cまでの家庭用・業務用給湯や洗浄工程・乾燥工程などの産業プロセス加熱への適用が考えられる。
- 4 R454Cについては、外気温が-15°C以上の寒冷地において、約70°Cまでの家庭用・業務用給湯への適用や洗浄工程・乾燥工程などの産業プロセス加熱への適用が考えられる。
- 5 今後、実用化に向けた検討が必要である。

32

成果の発表

- 日本冷凍空調学会年次大会（9/4-6, 日大工学部, 郡山）へ投稿：7月23日
- 日本伝熱学会東海支部第25回伝熱コロキウムにおいて受講生がリレー式で発表（ウインクあいち）：7月27日



企業（トヨタ自動車、デンソー、アイシン精機、三菱重工、三浦工業、東邦ガス、日本ガイシ、富士電機）、大学（豊田工大、名工大、静岡大学、岐阜大学）など専門分野の研究者・技術者約30名と意見交換・交流を行った。

- 三浦工業、デンソーの技術者から、COP向上の理由について質問があった。
- 名工大より、電子膨張弁の制御に関する質問があった。
- すべての確に回答できた。

アンケート結果

| | |
|-------------|-----|
| アンケート結果のまとめ | 114 |
| 受講生アンケート結果 | 115 |
| TAアンケート結果 | 121 |

平成 30 年度 高度総合工学創造実験 アンケート結果のまとめ

創造工学センター CP 田中 雅

成果発表会終了後、TA、受講生にそれぞれアンケートを行い、全てのTA（6名）および、受講生30名中27名から回答を得た。総じて過年度と同様、肯定的な結果であり、従来からの創造実験の推進、運営の考え方が支持されていると考えられる。

結果の概要を下記する（詳細は、別紙「アンケート結果」参照）。

TA 応募動機（複数選択）は、昨年度と同様に半数（3名）が「指導教員に勧められたから」としており、受動的である。TAの応募者が少なく、担当教員等に応募者人選の調整をお願いせざるを得ない状況が反映されている。一方、あとの半数は「内容に興味を持ったから」、「前年の受講が有意義であったから」としており、募集に際しての事前周知の重要性も示唆されている。

実施後の感想（複数選択）では、全員が「有益であった」、「良い経験になった」等の肯定的な回答である。一方で、1名が「時間をとられ研究に支障があった」としている。

またM2がTAを担当することについて、修論を控えた学生には荷が重く、単位にならないため、割に合わないとの意見があった。

受講生 受講動機（複数選択）は、「企業からの先生の指導を受けてみたかったから」が最も多く（15名、56%）、「実験の内容に興味を持ったから」（12名、44%）、「研究室の指導教員に勧められたから」（10名、37%）がそれに続いている。

チームとテーマに関し、チーム編成については（複数選択）、「他の専攻（学科）の学生と一緒に実験を行い、彼らから学ぶところがあり有益であった」（24名、89%）、「他の専攻（学科）の学生と一緒に実験を行った時、自専攻（学科）で学んだことを生かすことができた」（5名、19%）と、いろいろな専攻（学科）の学生を交えたチーム編成を肯定的に捉えている。また、テーマについては（複数選択）、「テーマが大変興味深かった」が多数（21名、78%）を占めている。

企業の技術者の指導に対しては（複数選択）、「工学を総合的に見る高い視点・広い視野からの指導」（23名、85%）、「経済的な視点からの実験結果の意義の検討」（15名、56%）、「企業での発明、発見についての体験」（13名、48%）が有益であったとしている。また、「大学の先生から受けた指導の仕方と違うので刺激的」（20名、74%）との回答も多い。

今後の履修の位置付けについては（複数選択）、従来通りの「MCの選択科目」（21名、78%）および「B4の選択科目」（5名、19%）とするのが良いとしている。また、対象とする学生について、「他研究科、他学部からの参加者を増やすのが良い」（13名、48%）と異分野混合を歓迎する回答も半数近くある。

受講後の感想では、多数（26名、96%）が「全体として良い経験になった」とし、「後輩に勧めたい」（20名、74%）もかなりある。「時間が足りない」（5名、19%）が、背反する「時間を取られ、研究に支障があった」（2名、7%）を上回っている。また、「将来TAをやりたい」受講生もおり（3名、11%）、今後のTA募集時の参考情報としたい。

自由記入では、企業からのDIPや他専攻の仲間との交流・議論、専門外の問題への取り組み等により、研究室では得られない貴重な体験、刺激、視野の拡大が得られた等、有益であったとするコメントが目立った。

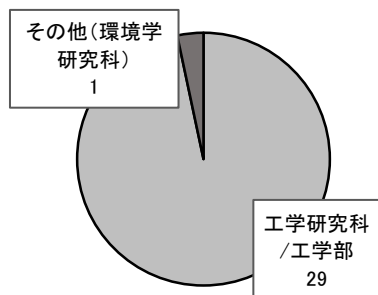
以上

平成 30 年度 高度総合工学創造実験に関するアンケート結果

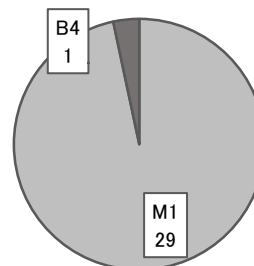
(ア) 受講生アンケート結果 (30 名中 27 名: 回収率 90 %)

受講生の所属研究科(学部)と学年:

受講生の所属



受講生の学年構成



| 所属 | 受講生 |
|------------|-----|
| 工学研究科(工学部) | 29 |
| その他 | 1 |
| 計 | 30 |

| 学年 | 受講生 |
|-------------------|-----|
| M2 (博士課程前期課程 2 年) | 0 |
| M1 (同上 1 年) | 29 |
| B4 (学部 4 年) | 1 |
| 計 | 30 |

その他内訳: 環境学研究科 1

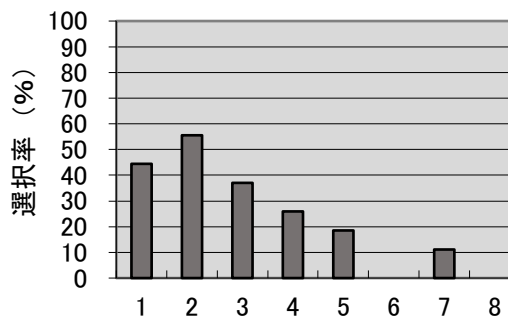
プロジェクト・テーマと受講者数:

| プロジェクトテーマ | 受講生 |
|---|-----|
| A: 次世代「センサー」の提案(伊藤正也 DP) | 5 |
| B: デザイン手法を用いた商品企画・商品設計の実践(伊藤義人 DP) | 5 |
| C: 知っていますか? ガスパイプラインの建設・点検・メンテナンス・更新技術(北野哲司 DP) | 5 |
| D: AIを活用したコミュニケーション支援サービスのデザイン(白井良成DP) | 5 |
| E: 地球環境問題を考えながら鉄鋼副生成物でミドリムシを育てる(沼田光裕 DP) | 5 |
| F: 地球温暖化抑制の切り札「ヒートポンプ」は地球を救えるか?(渡邊激雄 DP) | 5 |

1) この実験を履修した動機について (複数選択):

| 履修の動機 | 選択数 |
|-------------------------------|-----|
| (1) 実験の内容に興味をもったから. | 12 |
| (2) 企業から来られる先生の指導を受けてみたかったから. | 15 |
| (3) 研究室の指導教員に勧められたから. | 10 |
| (4) 友達や先輩から聞いて. | 7 |
| (5) ポスターを見て. | 5 |
| (6) Web サイトを見て. | 0 |
| (7) パンフレットを見て. | 3 |
| (8) その他 | 0 |

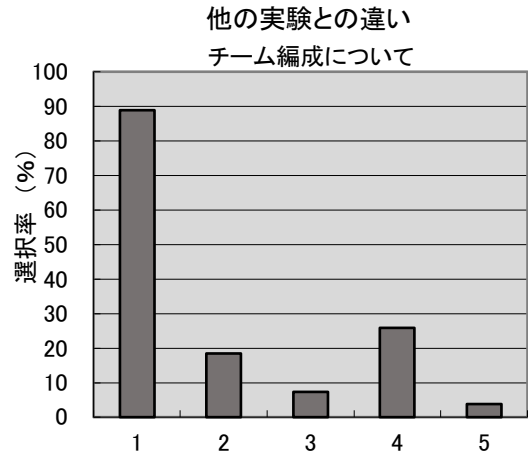
履修の動機



2) この実験とこれまで履修した他の実験等との違い（複数選択）:

<チーム編成について>

| チーム編成について | 選択数 |
|--|-----|
| (1) 他の専攻(学科)の学生と一緒に実験を行い、彼らから大いに学ぶところがあり、大変有益であった | 24 |
| (2) 他の専攻(学科)の学生と一緒に実験を行ったとき、自専攻(学科)でこれまでに学んだことを生かすことができた | 5 |
| (3) 異なる専攻(学科)の学生と一緒に実験を行ったので、突っ込んだ実験を行うことができなかった | 2 |
| (4) 自専攻(学科)でこれまでに学んだことを生かすことができなかった | 7 |
| (5) その他上記以外で気付いたことがあれば以下に記して下さい | 1 |

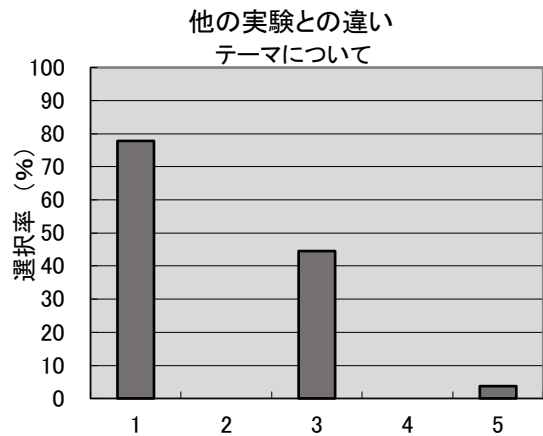


(5) その他コメント

・ 発表のパワーポイントの作成や発表, 実験を行う中で他専攻の方々からの様々な刺激を受け, 新しい視点からの物の見方を学んだ. また, 自分の専門である伝熱について他のメンバーに説明を行うことにより, 自分自身の理解がより深まった.

<テーマについて>

| テーマについて | 選択数 |
|----------------------------|-----|
| (1) テーマが大変興味深かった | 21 |
| (2) 期待した内容と違って, 興味がわかなかった | 0 |
| (3) サブテーマの設定を任された点が有意義であった | 12 |
| (4) サブテーマの設定を任されて大変であった | 0 |
| (5) その他(以下に具体的に書いてください) | 1 |



(5) その他コメント

・ テーマの内容について最初はあまり理解が出来ていなかった. しかし DP が熱意をもってヒートポンプの仕組みや実験のやり方, 原因等について教えて下さったため, ヒートポンプに対する理解が深まった.

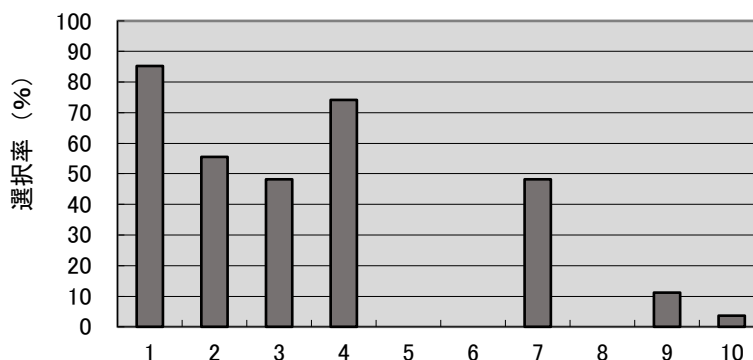
3) 企業からの先生の指導を受けた感想（複数選択）:

| 項目 | 選択数 |
|--|-----|
| (1) 工学を総合的に見ることでできる高い視点・広い視野から指導を受けられ有益であった | 23 |
| (2) 経済的な視点から実験結果の意義を検討できたことは有益であった | 15 |
| (3) 企業での発明あるいは発見についての体験ができた | 13 |
| (4) 大学の先生から受けた指導の仕方と違うので, 刺激的だった | 20 |
| (5) 大学の先生から受けた指導の仕方と違うので, 戸惑った | 0 |
| (6) 学生の学力, 各専攻(学科)での授業の内容等を十分に理解していなく, 学生実験の指導者としては問題がある | 0 |
| (7) TAを上手に使って指導されていた | 13 |
| (8) TAに頼り過ぎていた | 0 |
| (9) TAの役割が明確にされていなかった | 3 |
| (10) その他(以下に具体的に書いてください) | 1 |

(10) その他コメント

・ 実際に企業の方と一緒に実験であったり学会であったりに取り組みすることは, 学部の頃には全く無かった経験であり, 良い経験となった. また, より製品に近いデバイスの研究現場(実験)に携わることで私自身も空調機器に興味を持った. DPの渡邊先生はとても熱意を持って説明をしてくださるため, この半期でエネルギーに関する多くの知識を得ることができた. ただし, 熱意が強すぎる余り, 自分で多くの作業を行われていた印象があった. もう少し, TAや学生にデータをまとめるなどの作業を手伝わせてもよいかと感じた.

企業人講師による指導の感想



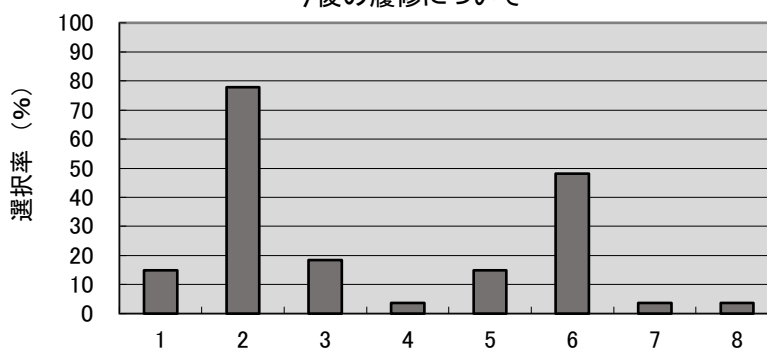
4) 高度総合工学創造実験の今後の履修をどのようにしたらよいかについて (複数選択):

| 今後の履修方法について | 選択数 |
|---------------------------------|-----|
| (1) 工学研究科・博士課程前期課程の必須科目とする価値がある | 4 |
| (2) 博士課程前期課程の選択科目とする価値がある(従来通り) | 21 |
| (3) 工学部4年の学生の選択科目とする価値がある(従来通り) | 5 |
| (4) いろいろな学年が混ざっているのがよい | 1 |
| (5) 学年が混ざっていない方がよい | 4 |
| (6) 他研究科・他学部からの参加者を増やした方がよい | 13 |
| (7) 他研究科・他学部からの参加者は居ない方がよい | 1 |
| (8) その他ご意見があれば、以下に書いてください | 1 |

(8) その他コメント

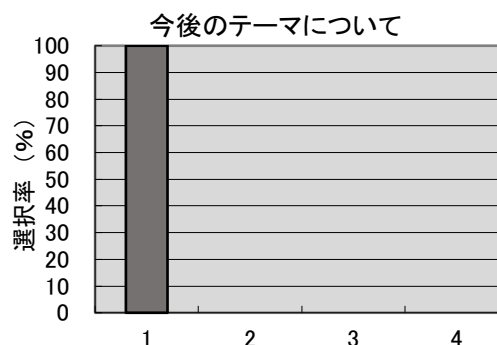
・他グループなどの発表を見させていただいて、この授業の参加者はとても積極性のある人が多いと感じました。そのため、選択科目とすることでやる気のある人が集まり、活気のある発表会や活動につながっていると感じました。そのため、今後も同様のシステムで進めていくのが良いかと感じています。ただし、本授業は3単位であるため、取得単位数の関係で中途半端な単位数となっている。そこで水曜3~5限をすべて授業として、4単位とするのも良いと感じました。

今後の履修について



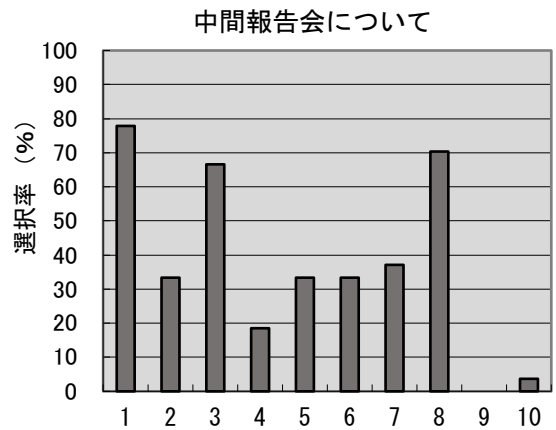
5) 高度総合工学創造実験の今後のテーマについて (複数選択):

| 今後のテーマ | 選択数 |
|----------------------|-----|
| (1) このようなテーマで続けるとよい。 | 27 |
| (2) テーマを増やした方がよい。 | 0 |
| (3) テーマを変更すべきだと思う。 | 0 |
| (4) その他 | 0 |



6) 中間報告会について(複数選択)

| 感想 | 選択数 |
|---|-----|
| (1) 他のグループの実験内容がわかり、興味深かった | 21 |
| (2) 他のグループの進捗状況が分かり、実験計画の参考になった | 9 |
| (3) 発表準備をすることにより、自分のグループの目標がはっきりした | 18 |
| (4) 他のグループとの交流のきっかけとなった | 5 |
| (5) 創造性とは何か、より深く考えるきっかけとなった | 9 |
| (6) 成果発表会の参考になった | 9 |
| (7) 他のグループ、先生等から有益なコメントが得られた | 10 |
| (8) 中間報告会はあった方がよい | 19 |
| (9) 中間報告会はない方がよい (その理由は?) | 0 |
| (10) その他(時期、報告会形式、時間設定など以下に具体的に書いてください) | 1 |

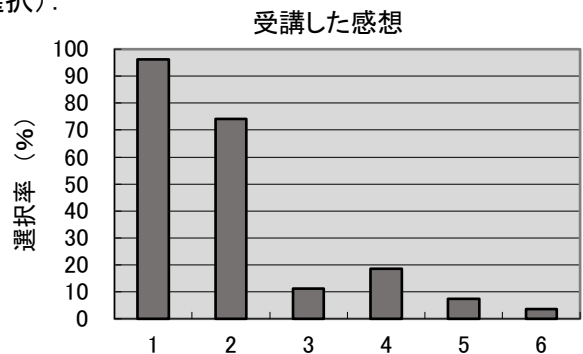


(10) その他コメント

・ 中間報告会を行うこと自体は良かったと思いますが、やる時期が早く時間設定が長いため、生徒の理解が曖昧なままの発表が要所要所見受けられた。そこで発表時期はずらせないと思うので、もう少し簡略化した形での発表でも良いと感じた。時間も短くすることで終了後にすぐに作業に取り掛かることができ、全体として考えてもう少し実験などを行うことができると思います。

7) 高度総合工学創造実験を受講した感想 (複数選択):

| 感想 | 選択数 |
|------------------------|-----|
| (1) 全体として良い経験になった | 26 |
| (2) 後輩に勧めたい | 20 |
| (3) 将来、TAになってみたい | 3 |
| (4) 時間が足りない | 5 |
| (5) 時間をとられ、研究に差し障りがあった | 2 |
| (6) その他 | 1 |

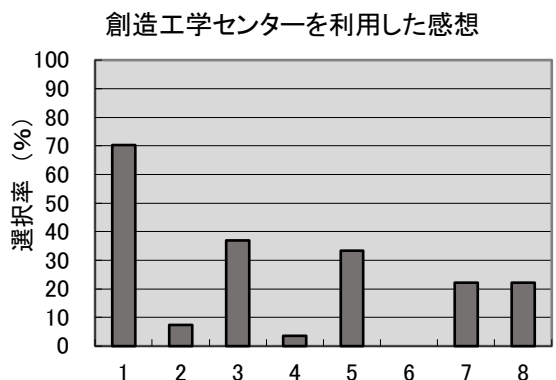


(6) その他コメント

・ DPの渡邊先生は気さくな方で、グループのメンバーにも恵まれ、全体としてとても楽しい時間を過ごすことができました。他専攻の方々との交流を通して様々な視点や知識を得ることができました。とても貴重な体験で受講できて良かったと感じています。ただし、M1の前期では授業が多く本授業だけに時間を割くわけにはなかなかいかず、ほとんどが授業時間内での作業であったため、渡邊DPには非常にお世話になりました。ぜひ後輩にもやってもらいたい経験だと感じました。

8) 創造工学センターの施設利用について (複数選択)

| 創造工学センターの感想 | 選択数 |
|--------------------------|-----|
| (1) 創造工学センターの施設は使いやすかった | 19 |
| (2) 創造工学センターの利用は不便だった | 2 |
| (3) 創造工学センターは機材が充実していた | 10 |
| (4) 創造工学センターの機材では不十分であった | 1 |
| (5) 技術職員の支援が有効であった | 9 |
| (6) 技術職員の支援は必要でなかった | 0 |
| (7) 技術職員の支援は受けなかった | 6 |
| (8) その他 | 6 |



(8) その他コメント

- ・ Wi-Fi が突然切れるのは困った。
- ・ 個人の PC から直接 Wi-Fi 経由で印刷できず、毎回 USB メモリを使うのが不便であり、実験中は印刷用 PC の順番待ちが時間のロスにもなった。また、この授業以外にも関することではあるが、工作機械は予約制ではなく、使用后に使用者の名前を書く方式のほうが、思いついたときにすぐに加工しやすく、各研究室学生の創作活動がより活発になると考えて間違いないと思われる。
- ・ Wi-Fi がとても遅く、ほとんど実験室の通信を利用できなかった。これは情報系の実験において、致命的なので迅速に対応してもらいたいです。パソコンのバージョンが古く、利用した際に動きが遅くほとんど利用できなかった。
- ・ 必要教材を購入して置いてくれるのがありがたかった。
- ・ 時間外になった時に部屋に入れなくなったため、いつでも入れるように学生証の登録を行って欲しいです。
- ・ 本年度は実験装置を IB に持ってきていただいたので非常にやりやすかった。PC も備え付けのものがあ、特に不便をしませんでした。唯一あるとしたら、IB10 階のロックを学生にも開けられるようにしていただくと出入りしやすかったです。

9) 高度総合工学創造実験について、感想、意見等：

- ・ 楽しかったです。いい体験になりました。
- ・ 企業の方や他専攻の方と触れ合える機会はとても貴重であった。また、今までの授業ではあまりない、長時間かけて協力し合いながらひとつのものを作るという経験ができてよかった。社会の課題について考えるきっかけにもなった。
- ・ 教員の講義を聞くのではなく、学生で話し合っ進めていく授業は貴重な体験だった。同じ資料を読んでもそれぞれ受け取り方や重要だと思う点が違ったことも自身の考え方を知るきっかけになった。
- ・ 専攻によるかもしれないが、総合工学科目の6単位必要でこの講義が3単位だと他の授業の取り方に悩むので4単位にしてもらえると参加しやすい。その代わりに授業回数を少し増やしても良いと思った。
- ・ 企業の研究がどのようなものであるのかを知り、社会に出たときに必要とされる力について知ることができたと思います。他専攻の学生と自分の専門外の課題に取り組むことで視野が広がったと感じています。この講義を受講して良かったです。
- ・ とても良い講義だったと思います。後輩にも薦めたいです。



- ・ 非常に有意義な授業を受けることができ、とても満足し、感謝しております。この実験は、普段の研究とは異なる内容なので、気分転換という点でもとても充実していました。このような授業が後期や、ほかの学部や博士後期課程の授業にも組み入れるとさらに色々なことができ、学生の意識も向上するものと思われます。また、ほかのチームとの交流がもっとあれば、さらに有意義だったかもしれません。
- ・ 今回のテーマでは、これまでの課題解決へのアプローチとは全く異なった「デザイン思考」を用いましたが、理解、実践が非常に難しかったです。しかし、とても興味深くて今後の物事の見方や考え方の幅が広がったように思います。とてもよい経験になりました。
- ・ 初めは、高度総合工学創造実験の名前から想像し、とても専門的な内容に特化していてグループで自分だけついていけないのではないかと不安に思っていました。実際には様々な学科の学生が集まっていて、内容についてもみんな初めてというような状況でした。学科が別々のおかげでできた発見もありましたし、刺激的な時間でした。この授業をとってよかったと思います。

- ・ 通常の講義では得られないような体験ができ、テーマに果敢に挑む主体性を身に着けることができました。今後、自分の実験に関しても、社会に出てからも生かされる大切なことが学べました。
- ・ 普段関わらない他学科の生徒と意見交換をすることができ、大変有意義な時間であった。社会に出る前に他学科、他人と一緒に活動することが出来たということはいい財産になると思う。DP, TA には深く感謝しております。ありがとうございました。
- ・ 他専攻の学生と接する機会があまりなかったので、本講義で交友を広げるとともに他専攻特有の違った視点からのアドバイスや意見をもらうことができ、大変有意義であった。また、企業の方から直接ご指導を賜ることで、学内では培うことの難しい社会に即した知識や考え方を身に着けることができたと感じた。
- ・ 初めて出会った他専攻の方々と仲良くなれ、有意義な時間を過ごせたので大変満足しています。この講義だけの関係に留まらず、これからも何度かあったりしましよという話になっているので、長続きする交友関係が生まれたと思います。



- ・ E, Fグループの内容は、基礎的な専門知識がないと発表を理解するのは難しかった。
- ・ 企業の方、他専攻の学生と、企業における技術開発の一端を体験させていただくことができ、大変勉強になりました。今回の経験は一生ものだと感じています。ありがとうございました。
- ・ とても面白い実験で、学ぶことの多い実験でした。普段できないような経験も積めるので、就活等にもとても生きる授業であると感じました。是非受けるべき実験であると感じました。他の子のレベルの高さも感じ、良い実験だと思います。
- ・ 今までのどの講義とも異なり、直接企業の方からご指導を仰ぐことができるとても貴重な機会となった。またゼロから構想、開発したのだからとても学ぶことが多かった。受講してよかった。



- ・ 研究室の研究とは違う内容や取り組み方(グループ)であったので刺激的で良い経験となった。
- ・ 大学に来て最も能動的に取り組めた講義だった。
- ・ 普段研究室でしている研究とは異なり、実現性や経済性などからビジネスプランを計画しつつ実験を進めていくというのは新鮮であったと感じます。
- ・ 普段の研究では、実験の目的の設定と結果がどうか为重点的である。しかし、創造実験では実際に運用するという点も見据えて、実験や発表をするので有意義な授業だった。

- ・ 社会人としてまた研究者として、あるべき姿勢をDPからたくさん学ぶことができました。テーマは専攻と異なっていたが、そのおかげで今まで知らなかった分野の内容を深く理解することができました。ぜひ今後も継続していただけると嬉しいです。

- ・ 自分の専攻分野と全く関係がなかったので、最初は大変戸惑ったが、DPの先生の指導やメンバーの協力によって最終的に一つの成果を達成することができ大変有意義な時間であった。今後も専門と異なる分野の知識が必要な場面は出てくると思うので、今回の経験を活かし抵抗感を持たずに挑戦していきたい。また、日本を代表する技術者の方と最新の技術に挑戦できたことは、新しい刺激を受けることができ、面白かった。自分の研究や将来を考える上で大変意味のある時間であった。



- ・ 企業の方と研究が行えるとのことで、私自身の考え方を広げられると思い応募しました。初めは専門外のことに戸惑うこともありましたが、DPが1つ1つ丁寧に教えてくださり、毎回着実に理解を深めていくことができました。また私たちFグループは実際に現場に見学に行くことで、地球温暖化という問題を直接体感でき、問題意識を高めることができました。さらに今年は名古屋大学で実験をしたことで、装置に触れる機会も多くなりヒートポンプの理解がより進みました。普段の研究は1人で行っているのですが、今回は5人の受講生とTAそしてDPと協力して実験を行い、仲間と何かを成し遂げることの大切さを実感しました。

- ・ Fグループは他のグループと大きく異なることとして、学会に発表する機会がありました。ここでは企業の方と実際に意見交換を交わすことで普段ではできないような体験をすることができ、良い経験になりました。最終発表を通して、私たちの実験は少し専門的すぎて創造的な部分について理解してもらうのが難しかったと感じました。半年間非常に有意義な時間を過ごすことができたと思います。DPには感謝の気持ちしかありません。受講して本当に良かったです。

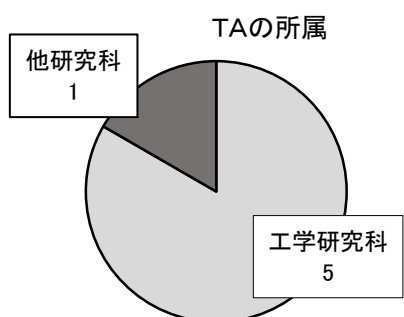
- ・ 本年度は本講義を受講させていただき、ありがとうございました。とても貴重な体験で他専攻の方と関わる良い機会でありました。またDPの渡邊先生には非常に感謝しております。ありがとうございました。今回の受講でヒートポンプなどの空調機器に興味を持つきっかけとなりました。エネルギー需給の観点からの空調機器の必要性、ヒートポンプにおける常識やノウハウなど多くの知見を得ることができ、エネルギーのこれからを考える良い機会となりました。またグループでの実験や学会、発表練習など大変な時もありましたが、終わった際の達成感や反省などをメンバーと共有しながらやってこられたことはグループワークを行っていく上での良い経験となりました。



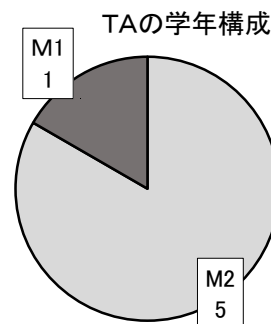
以上(順不同、一部抜粋)

(イ) TA アンケート結果 (6名中 6名: 回収率 100%)

TAの学年構成及び所属:



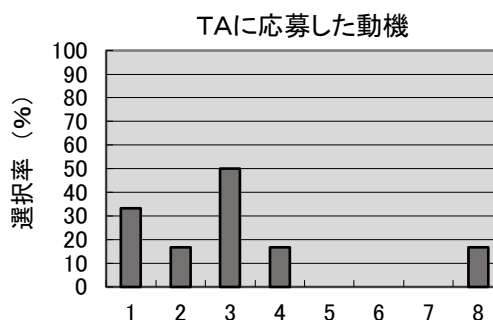
工学研究科: 5
情報学研究科: 1



M2(博士課程前期課程 2年): 5
M1(博士課程前期課程 1年): 1

1) この実験のTAに応募した動機 (複数選択):

| 動機 | 選択数 |
|--------------------------|-----|
| (1) 実験の内容に興味をもった | 2 |
| (2) 企業からの先生と実験指導をしてみたかった | 1 |
| (3) 研究室の指導教員に勧められた | 3 |
| (4) 友達や先輩から聞いて | 1 |
| (5) ポスターを見て | 0 |
| (6) Web サイトを見て | 0 |
| (7) ポスターを見て | 0 |
| (8) その他 | 1 |



(8) その他コメント

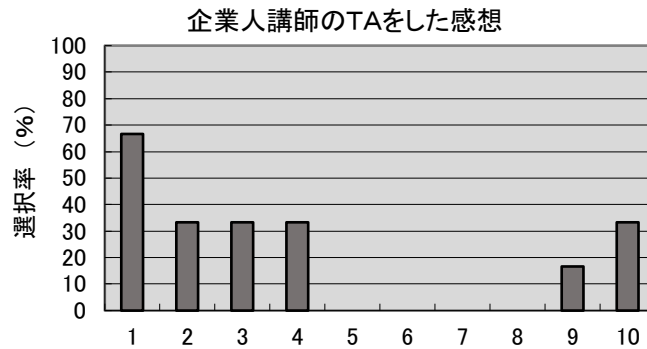
昨年度、授業を受講して、学べるが多かった。そのため今年もTAとして参加することで色々なことを学べると思った (A)

2) 企業からの先生のTAをした感想 (複数選択):

| 感想 | 選択数 |
|--|-----|
| (1) 工学を総合的に見ることのできる高い視点・広い視野からの指導を受けられ有益であった | 4 |
| (2) 経済的な視点から実験結果の意義を検討できたことは有益であった | 2 |
| (3) 企業での発明あるいは発見について体験ができた | 2 |
| (4) 大学の先生から受けた指導の仕方と違うので、刺激的だった | 2 |
| (5) 大学の先生から受けた指導の仕方と違うので、戸惑った | 0 |
| (6) 学生の学力、各専攻(学科)での授業の内容等を十分に理解していなく、学生実験の指導者としては問題がある | 0 |
| (7) TAを上手に使って指導されていた | 0 |
| (8) TAに頼り過ぎていた | 0 |
| (9) TAの役割が明確にされていなかった | 1 |
| (10) その他(具体的に書いてください) | 2 |

(10) その他コメント

・ 昨年受講生として参加したときは、主体的に活動できた。TAとして参加した今年は、主体的に取り組む学生をサポートできるよう取り組もうとしたがあまり仕事がなかった。他のチームTAがどのような仕事をしているのか気になった。(A)



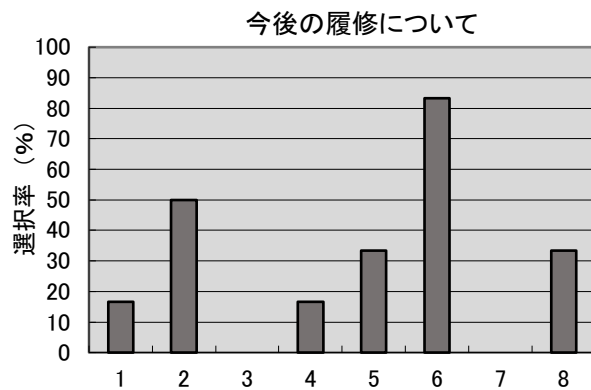
3) 高度総合工学創造実験への今後の履修について(複数選択):

<受講生について>

| 項目 | 選択数 |
|---------------------------------|-----|
| (1) 工学研究科・博士課程前期課程の必須科目とする価値がある | 1 |
| (2) 博士課程前期課程の選択科目とする価値がある(従来通り) | 3 |
| (3) 工学部4年の学生の選択科目とする価値がある(従来通り) | 0 |
| (4) いろいろな学年が混ざっているのがよい | 1 |
| (5) 学年が混ざっていない方がよい | 2 |
| (6) 他研究科・他学部からの参加者を増やした方がよい | 5 |
| (7) 他研究科・他学部からの参加者は居ない方がよい | 0 |
| (8) その他、ご意見があれば、書いてください | 2 |

(8) その他コメント

- ・ 意欲的に取り組もうとする学生が集まるからこそ価値のある授業だと思う。(A)
- ・ 受講生は同じ学年の方が、議論が活発になるのは間違いない。特に学部生の参加者は大学院生に遠慮?して、なかなか意見が出せない感じがある。また、専攻はばらけた方がよいと思う。少ない人数内に知人がいると、その繋がりがどうしても強くなり、班内の意見もそちらに偏りがちである。(C)

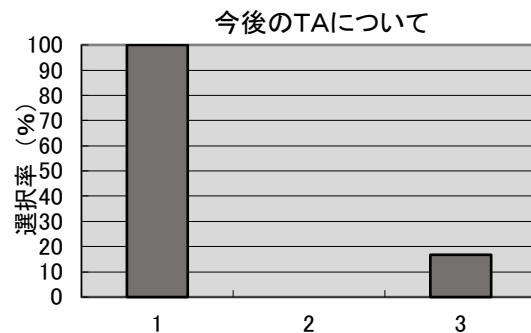


<TAについて>

| 項目 | 選択数 |
|--|-----|
| (1) 一人のTAで 4~6名程度の指導は適切である | 6 |
| (2) 一人のTAで4~6名の指導は困難である 適当な人数は: _____ | 0 |
| (3) その他、TAの役割や改善項目について (具体的に書いてください) | 1 |

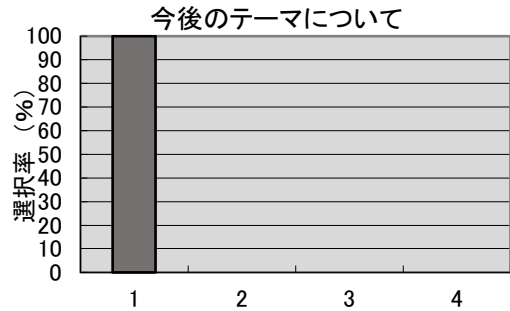
(3) その他コメント

- ・ 途中にTAだけで集まり、どのような仕事をしているのか話し合う時間があっていいと思う。(A)



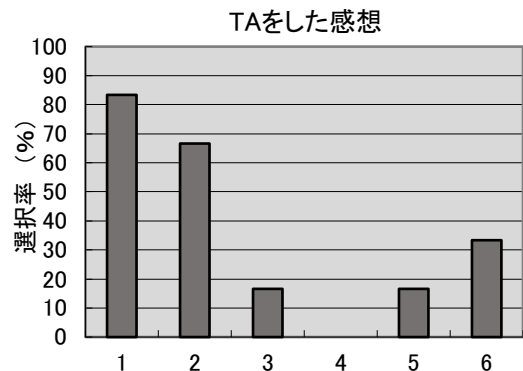
4) 高度総合工学創造実験の今後のテーマについて (複数選択可):

| 項目 | 選択数 |
|-------------------------------------|-----|
| (1) このようなテーマで続けるとよい | 6 |
| (2) テーマを増やした方がよい(考えられる例を書いてください) 例: | 0 |
| (3) テーマを変更すべきだと思う(変更すべき点を書いてください) | 0 |
| (4) その他(具体的に書いてください) | 0 |



5) 高度総合工学創造実験で TA をした感想 (複数選択可)

| 項目 | 選択数 |
|--|-----|
| (1) 全体として良い経験になった | 5 |
| (2) 後輩に勧めたい | 4 |
| (3) 再度TAをやってみたい | 1 |
| (4) 自分の専門に近いテーマを複数年にわたって担当し、博士論文にまとめてみたい | 0 |
| (5) 時間をとられ、研究に差し障りがあった | 1 |
| (6) その他(具体的に書いてください) | 2 |

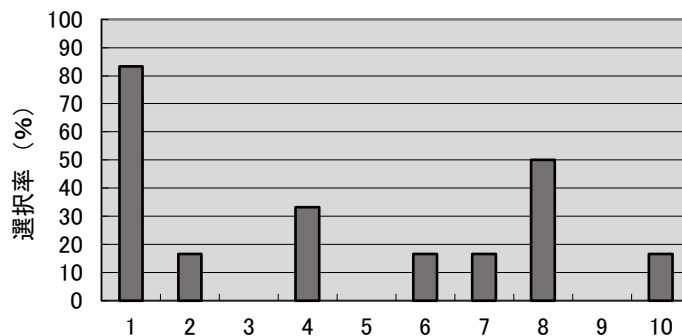


- (6) その他コメント
 ・ 実際にプログラミングをするので、勉強になった。(D)

6) 高度総合工学創造実験の中間報告会について (複数選択可):

| 感想 | 選択数 |
|--------------------------------------|-----|
| (1) 他のグループの実験内容がわかり、興味深かった | 5 |
| (2) 他のグループの進捗状況がわかり、実験計画の参考になった | 1 |
| (3) 発表準備をすることにより、自分のグループの目標がはっきりした | 0 |
| (4) 他のグループとの交流のきっかけとなった | 2 |
| (5) 創造性とは何か、より深く考えるきっかけとなった | 0 |
| (6) 成果発表会の参考になった | 1 |
| (7) 他のグループ、先生等から有益なコメントが得られた | 1 |
| (8) 中間報告会はあった方がよい | 3 |
| (9) 中間報告会はない方がよい(その理由はなんですか) | 0 |
| (10) その他(時期、報告会形式、時間設定など具体的に書いてください) | 1 |

- (10) その他コメント
 ・ 報告会の中での質問が特定の班に偏り、報告会を行ったにも関わらず、有益な意見が全く得られなかった。各班が最低1つ以上他班への質問を用意することを課題としたらどうかと思う。(C)

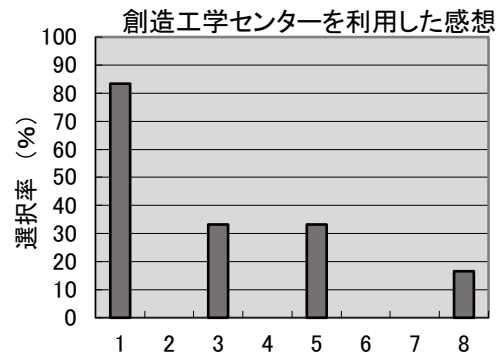


7) 高度総合工学創造実験の施設利用について（複数選択可）:

| 項目 | 選択数 |
|------------------------------------|-----|
| (1) 創造工学センターの施設は使いやすかった | 5 |
| (2) 創造工学センターの利用は不便だった | 0 |
| (3) 創造工学センターは機材が充実していた | 2 |
| (4) 創造工学センターの機材では不十分であった | 0 |
| (5) 技術職員の支援が有効であった | 2 |
| (6) 技術職員の支援は必要でなかった | 0 |
| (7) 技術職員の支援は受けなかった | 0 |
| (8) 上記回答の理由・意見、その他の特筆事項があれば書いてください | 1 |

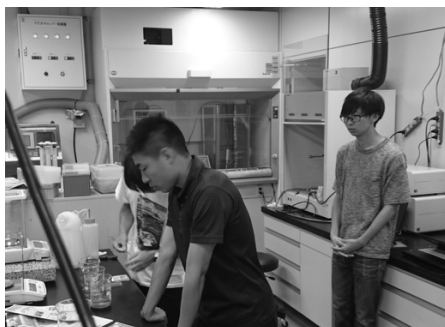
(8) その他コメント

- ・ 特に思うところは何もなかった。可もなく不可もなくといったところ。(C)



8) 高度総合工学創造実験実験について、感想、意見等:

- ・ 2年間で非常に多くのことを学ぶことが出来ました。授業に関してではないが、創造実験の説明前に、研究インターンシップの説明を聞き多くの学生が退席したので、研究インターンシップの説明前に創造実験の説明をするべきだと思った。またこの授業の正式名が授業内容をイメージしにくいと思った。学生に的には、『学内インターンシップ』のようにインターンシップという言葉を入れるだけでもっと人気が出ると思った。(A)
- ・ 半年間、ありがとうございました。TAのお誘いを頂き、このような貴重な経験ができたこと、本当に感謝しております。また、物品の購入や日頃の授業でも大変お世話になりました。(B)
- ・ 実験を充実したものにするのができ、大変有意義な仕事でした。もしかしら、今後も特許申請等でお世話になるかもしれません。引き続き、何卒よろしくお願い致します。(B)
- ・ 忌憚のない意見を書きました。反映されなくても私は困りませんが、より良い講義になるように皆様で検討していただきたいと思います。(C)
- ・ TA報告書や勤務実績表の紙媒体からの脱却もお願いします。(C)
- ・ 非常に充実した期間となった。社会の第一線で働いている方々の仕事の進め方は非常に参考になった。また、参加者のモチベーションが高く様々なことに挑戦できた。(F)



その他関連資料

| | |
|--|-----|
| 平成 30 年度高度総合工学創造実験スケジュール | 126 |
| 平成 30 年度高度総合工学創造実験 担当教員・教務委員・創造工学センターメンバー | 127 |

平成 30 年度高度総合工学創造実験スケジュール

| | 創造実験スケジュール |
|-----------------------|-----------------------------|
| 2月1日(木) | 受講生・TA募集開始 |
| 2月21日(水) | DP事前説明会 |
| 4月2日(月) | DP関係者 全体相談会 |
| 4月6日(金) | 研究インターンシップ・高度総合工学創造実験ガイダンス |
| 4月9日(月) | TA募集締切 |
| 4月10日(火) | 受講生締切, チーム仮編成 |
| 4月11日(水) | テーマ説明会 |
| 4月16日(月) | チーム編成決定 |
| 4月18日(水) ~7月18日(水) | 講義・実験期間(テーマ説明会・発表会を含めて60時間) |
| 5月23日(水) | 中間報告会(サブテーマ紹介, 進捗状況報告) |
| 8月1日(水) | 成果発表会(口頭発表, ポスター展示) |
| 8月5日(日) | 受講生・TAアンケート締切 |
| 8月17日(金) | 成績締切(DP→教務課) |
| 9月2日(日) | DP・TA報告書締切 |
| 9月25日(火) | 総括会合 |

平成 30 年度高度総合工学創造実験 大学側担当教員

テーマ別担当教員

| Directing Professor | | 大学側担当教員・協力教員 | |
|---------------------|------------|---------------|------------------|
| 氏名 | 所属 | 氏名 | 所属 |
| 伊藤 正也 (継続) | 日本特殊陶業株式会社 | 担当教員 菊田 浩一 | 応用物質化学専攻 教授 |
| | | 協力教員 内山 剛 | 電子工学専攻 准教授 |
| 伊藤 義人 (継続) | 株式会社デンソー | 担当教員 長野 方星 | 機械システム工学専攻 教授 |
| 北野 哲司 (新規) | 東邦ガス株式会社 | 担当教員 戸田 祐嗣 | 土木工学専攻 教授 |
| 白井 良成 (新規) | 日本電信電話株式会社 | 担当教員 道木 慎二 | 情報・通信工学専攻 教授 |
| 沼田 光裕 (継続) | 新日鐵住金株式会社 | 担当教員 則永 行庸 | 化学システム工学専攻 教授 |
| | | 協力教員 市野 良一 | 化学システム工学専攻 教授 |
| 渡邊 激雄 (継続) | 中部電力株式会社 | 担当教員 尾上 順 | エネルギー理工学専攻 教授 |
| | | 協力教員 長野 方星 | 機械システム工学専攻 教授 |

DP 名アイウエオ順

教務委員会

| | | |
|----------|--------|---------------|
| 教務委員長 | 上垣外 正己 | 有機・高分子化学専攻 教授 |
| 大学院教育部会長 | 生田 博志 | 物質科学専攻 教授 |

創造工学センターメンバー

| | | |
|------------------------|-------|------------------------------|
| センター長 | 井上 剛志 | 機械システム工学専攻 教授 |
| Coordinating Professor | 田中 雅 | 高度総合工学創造実験/研究インターンシップ担当 客員教授 |
| 技術補佐員 | 皆川 清 | |
| 事務員 | 加藤 智子 | |
| 事務補佐員 | 松崎 規子 | |

高度総合工学創造実験 平成30年度実施報告書
平成30年12月1日発行

編集：創造工学センター
発行：国立大学法人名古屋大学大学院工学研究科
創造工学センター センター長・井上剛志

〒464-8603 名古屋市千種区不老町
<https://creator.cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp>

© 2018 名古屋大学工学研究科創造工学センター