

高度総合工学創造実験

2019年度 実施報告書

2019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

2019 年度高度総合工学創造実験報告書

目 次

2019 年度高度総合工学創造実験スケジュール	2
2019 年度受講生・T A 募集ポスター	3
2019 年度受講生募集要項・申込書	4
2019 年度T A 募集要項・申込書	6
2019 年度プロジェクトテーマおよび概要	8
2019 年度チーム編成表	9
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. 北野哲司D P（東邦ガス株式会社）チーム	30
C. 白井良成D P（日本電信電話株式会社）チーム	44
D. 沼田光裕D P（日本製鉄株式会社）チーム	60
E. 吉田佳史D P（株式会社デンソー）チーム	80
F. 渡邊澁雄D P（中部電力株式会社）チーム	98
受講生T A アンケート結果	
アンケート結果のまとめ	116
受講生アンケート結果	117
T Aアンケート結果	123
資料：2019 年度高度総合工学創造実験実施関係者	127

2019 年度高度総合工学創造実験スケジュール

2月上旬	受講生・TA募集開始
3月1日(金)	DP事前説明会
4月3日(水)	DP・関係者 全体相談会
4月8日(月)	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10日(水)	テーマ説明会
4月12日(金)	受講生・TA募集締切
4月15日(月)	チーム編成
4月17日(水) ~7月17日(水)	講義期間(テーマ説明会・発表会を含めて60時間) 原則水曜午後 チーム内調整により日時、期間を変更
5月22日(水)	中間報告会(サブテーマ紹介, 進捗状況報告)
8月5日(月)	成果発表会(口頭発表, ポスター展示)
8月8日(木)	受講生・TAアンケート締切
8月16日(金)	成績締切(DP→教務課)
8月30日(金)	DP・TA報告書締切
9月17日(火)	総括会合

大学院総合工学科目 高度総合工学創造実験 2019年度 受講生・TA募集

専攻を超えた
チーム作り

課題の発見か
ら始まる実験

企業の技術者
による指導

ビジネスマネ
ジメント体験



2019年度プロジェクトテーマ

Aチーム:DP 伊藤正也(日本特殊陶業) 世の中に役立つ新しいセンサの提案

Bチーム:DP 北野哲司(東邦ガス) 今後どうなる? ガスパイプライン建設現場のデジタル化!

C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

Dチーム:DP 沼田光裕(日本製鉄) 鉄鋼副生成物とミドリムシを用いて地球環境問題の解決について考える

Eチーム:DP 吉田佳史(デンソー) デザインシンキングを用いたモノづくりの実践

Fチーム:DP 渡邊激雄(中部電力) 次世代のヒートポンプとヒートポンプの新たな適用分野を明らかにせよ!



受講生アンケートより

専門外のことについていけないのでは、という不安は払拭されました。有意義で刺激的でした。

自分の専門外を他専攻の学生と取り組む…視野が広がりました。

テーマに果敢に取り組む主体性を身につけました。今後の学業にも社会に出てからも生かされると思います。

面白く学ぶことの多い実験 就活にも生きる授業。

DPの指導はとても親切で、毎回着実に理解を深めました。

企業の技術開発の一端を体験することができ、一生モノの経験です。

【開講期間】

2019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・研究科の前期課程学生、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単位認定)

募集定員：各テーマ6名程

【TA】

対象：大学院博士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

【募集締切】 4月12日(金) 12時必着

*テーマ説明会：4月10日(水) 13:00 ESホール (受講希望者は参加必須)

*第1回目授業：4月17日(水)

<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または
メールで創造工学センター宛
frontdesk@cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp



2019年度 高度総合工学創造実験 受講生 募集要項

2019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：2019年度 春学期
- 成果発表会：8月5日(月)
- 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。4月10日（水）13時よりESホールでテーマ説明会を行うので、受講希望者は参加してください。

(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（工学部学生は大学院進学後単位認定）
- 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（IB10階 789-5378、-4553）

メール添付での申込み先 frontdesk@cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp

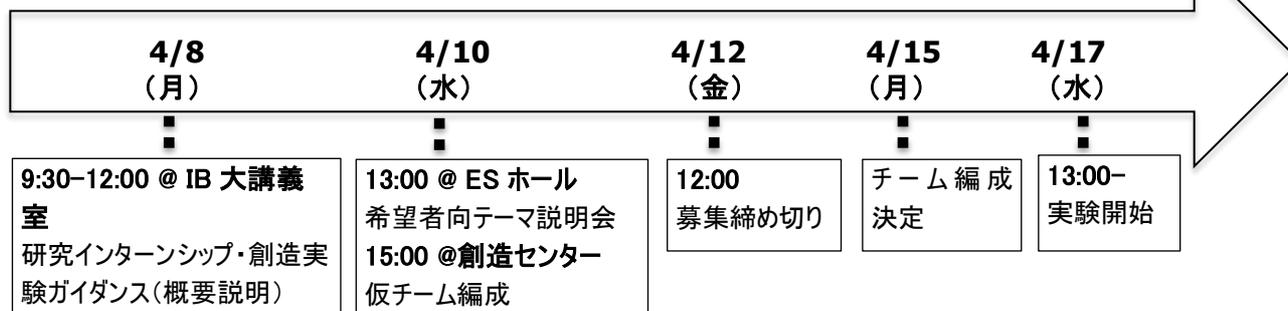
詳細、申込書は創造工学センターホームページでも入手できます。----->

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



(8) 募集締め切り：2019年4月12日（金）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加入の確認をします。

2019 年度高度総合工学創造実験の受講申込書

ふりがな 氏名	学年	研究科 専攻/学科	内線番号: 携帯番号:
(留学生の場合, 国籍)	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。アドレスは明確に書いてください。
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。
また、4/10(水) 13:00~ テーマ説明会に出席してください。仮チーム編成を行います。

希望 順位	記号	プロジェクトテーマ	DP
	A	世の中に役立つ新しいセンサの提案	日本特殊陶業(株) 伊藤正也
	B	今後どうなる?ガスパイプライン建設現場のデジタル化!	東邦ガス(株) 北野哲司
	C	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
	D	鉄鋼副生成物とミドリムシを用いて地球環境問題の解決について考える	日本製鉄(株) 沼田光裕
	E	デザインシンキングを用いたモノづくりの実践	(株)デンソー 吉田佳史
	F	次世代のヒートポンプとヒートポンプの新たな適用分野を明らかにせよ!	中部電力(株) 渡邊澁雄

希望の動機・抱負などがあれば記入してください。

注意) 4/10 テーマ説明会後に仮チーム編成を行います。正式なチーム確定は4/12の募集締切り後となります。
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。

2019 年度 高度総合工学創造実験 TA 募集要項

2019 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 給与が支払われる (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：2019 年度 春学期
- 成果発表会：8 月 5 日(月)
- 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

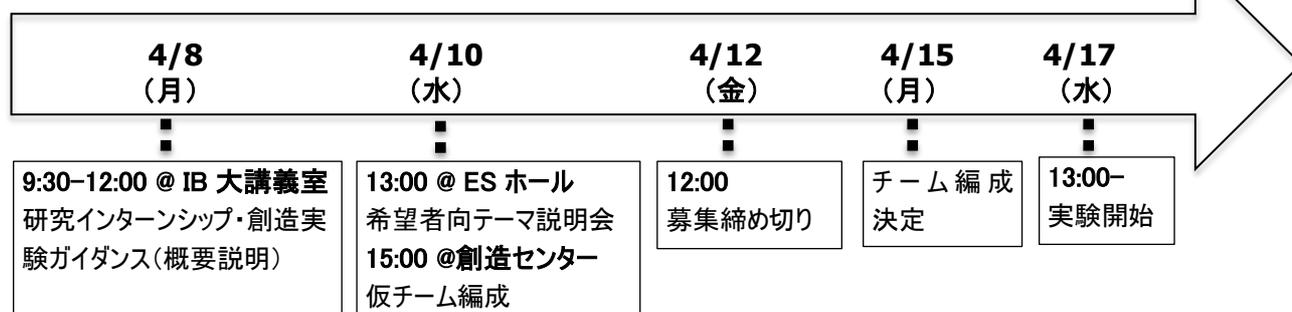
詳細、申込書は創造工学センターホームページでも入手できます。----->

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



(8) 募集締め切り：2019 年 4 月 12 日 (金) 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加入の確認をします。

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	世の中に役立つ新しいセンサの提案	日本特殊陶業(株) 伊藤正也	創造実験受講経験者であれば嬉しいですが、必修ではありません。
B	今後どうなる？ガスパイプライン建設現場のデジタル化！	東邦ガス(株) 北野哲司	授業・実験において、適宜、アドバイス・サポートしていただける方を希望。
C	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	創造実験の経験者で、可能であれば深層学習関連のプログラミング経験がある方が望ましい。
D	鉄鋼副生成物とミドリムシを用いて地球環境問題の解決について考える	日本製鉄(株) 沼田光裕	特に必要な専門分野はありませんが、様々な工学分野の融合や大きな課題の解決に向けた工学的なアプローチに関心のある方を希望。
E	デザインシンキングを用いたモノづくりの実践	(株)デンソー 吉田佳史	円滑なチームディスカッションのサポートや、本プロジェクト推進における相談役としての役割、また学生との繋ぎ役としてのリーダーシップを期待する。
F	次世代のヒートポンプとヒートポンプの新たな適用分野を明らかにせよ！	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、昨年度に当グループで活動した方が望ましい。

切り取り線

2019 年度高度総合工学創造実験 TA 申込書

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

	記号	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。アドレスは明確に書いてください。

2019 年度創造実験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	世の中に役立つ新しいセンサの提案	日本特殊陶業(株) 伊藤正也
<p>日常生活の様々なところでセンサが使われています。例えば、自動ドアの前に立つとドアが開く、トイレで手を洗う時に蛇口に手を近づけただけで水が出る。自動車の運転席に座ったらシートベルトを締めるサインが出る。そこには、人を検知するセンサが使われています。人を検知するためのセンサも色々です。赤外線センサ、超音波センサ、重量センサなどがあります。また、スマートフォンには非常に多くのセンサが利用されていて、センサによって我々の生活は便利なものになっています。</p> <p>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、日本や世界のニーズを調査します。そして、受講者が考える世の中に役に立つ新しいセンサを提案し、その試作や動作についても検討します。</p>		
B	今後どうなる？ガスパイプライン建設現場のデジタル化！	東邦ガス(株) 北野哲司
<p>都市ガス会社にとって事業の基盤となるのが、都市ガスを液化天然ガス工場からお客さままで輸送するガス導管網である。東邦ガスのガス導管網延長は、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。これらガス導管の建設・維持管理・更新を安価で効果的・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、これまで各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。今後、ガスパイプライン建設工事でのデジタル化の進展に伴い、GPSデータの更なる利用や写真測量・撮影画像の活用とデータベース化等が進むと考えられる。</p> <p>本講義では、上記の状況を踏まえ、ガスパイプライン建設工事にどのようなデジタル技術が導入可能かについて調査・議論する。また各種技術の基礎的な実験を行う予定である。加えて都市ガス事業の理解を深めるために、都市ガス会社、ガスパイプライン建設工事現場や測量会社等を視察することも計画中である。</p>		
C	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
<p>深層学習研究の発展と、それを支える計算機の性能向上により、AIの社会実装が進んでいます。深層学習を実装するためのライブラリやフレームワークも多数提供されており、AIシステムの構築は専門家以外にも可能となりつつあります。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。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、AI技術が介在することでどのような面白いコミュニケーション支援が可能になるのか、また、そのAIを改良していくために人がどのように介在すべき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>		
D	鉄鋼副生成物とミドリムシを用いて地球環境問題の解決について考える	日本製鉄(株) 沼田光裕
<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が、その副生成物であるスラグもFe, Ca, Siといった元素以外に資源枯渇が懸念されるPを含んでおり、水中で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ことから、その高度な利用が注目されている。一方、身近な微細藻類であるミドリムシ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おり、その活用方法が盛んに研究されている。そこで、本テーマでは、スラグとミドリムシを取り上げ、これらを通して産業、エネルギー、地球環境の関係を俯瞰し、スラグとミドリムシを活用した地球環境問題の解決方法を検討する。</p> <p>本テーマでは自由な議論を行って解決すべき工学的課題を明確化する。次に、課題解決に必要な実験を生物学や化学工学など様々な科学分野の視点を融合して自ら発想し試みる。実験によりミドリムシの高効率培養条件や培養器形状等を考案し、地球規模での効果を考察する。</p>		
E	デザインシンキングを用いたモノづくりの実践	(株)デンソー 吉田佳史
<p>この実験では、近年話題となっているデザインシンキングを活用したイノベティブなモノづくりの手法と、その提案力を学ぶことを目的としています。既存の発想に捉われない多面的な視点の持ち方や、普段見過ごされている問題の発見、新しい価値の創造を、グループワークを通して体験してもらいます。</p> <p>具体的な活動としては、(1)テーマに基づいたフィールドワークの実践と新しい価値の探索 (2)コンセプト創出と企画の立案 (3)試作によるアイデアの検証と練り込み (4)デザイン案の制作 (5)企画書の作成(プレゼンテーション) 以上のプロセスの中で、創造することの楽しさや、価値を人に伝える技術、また様々な人との会話を通して発想のヒントを見つけ出します。モノづくりはハード、ソフトを問いません。</p>		
F	次世代のヒートポンプとヒートポンプの新たな適用分野を明らかにせよ！	中部電力(株) 渡邊激雄
<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。</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、電力設備、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、次世代ヒートポンプの有り方やヒートポンプの新たな利用方法・適用分野を検討し、ヒートポンプモデルの性能実験を行う。最後に、次世代型ヒートポンプに関する提言を行うため、学会発表を行う。</p>		

2019年度 高度総合工学創造実験 チーム編成表

テーマA: 世の中に役立つ新しいセンサの提案

	氏名	所属	
DP	伊藤 正也	日本特殊陶業(株)	
担当教員	菊田 浩一	応用物質化学	
T A	中島 光俊	応用物質化学	M2
受講生	小出 恭平	機械システム工学	M1
	竹澤 健悟	物質プロセス工学	M1
	帆足 勇希	電子工学	M1

テーマB: 今後どうなる？ガスパイプライン建設現場のデジタル化！

	氏名	所属	
DP	北野 哲司	東邦ガス(株)	
担当教員	戸田 祐嗣	土木工学	
T A	砂原 健汰	土木工学	M2
受講生	伊神 拓馬	機械システム工学	M1
	増田 脩真	マイクロナノ機械理工学	M1
	松岡 佑亮	材料デザイン工学	M1

テーマC: 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

	氏名	所属	
DP	白井 良成	NTT(株)	
担当教員	横水 康伸	電気工学	
T A	山田 康輔	(情)知能システム学	M1
受講生	高橋 良輔	(情)知能システム学	M1
	中原 拓哉	(情)知能システム学	M1
	原 拓郎	機械システム工学	M1
	平野 慎一郎	マイクロナノ機械理工学	M1

テーマD: 鉄鋼副生成物とミドリムシを用いて地球環境問題の解決について考える

	氏名	所属	
DP	沼田 光裕	日本製鉄(株)	
担当教員	高見 誠一	物質プロセス工学	
協力教員	市野 良一	化学システム工学	
T A	暮石 圭佑	物質プロセス工学	M2
受講生	沼野 翔太	マイクロナノ機械理工学	M1
	水谷 巧	材料デザイン工学	M1
	山田 隆博	機械システム工学	M1

テーマE: デザインシンキングを用いたモノづくりの実践

	氏名	所属	
DP	吉田 佳史	(株)デンソー	
担当教員	原 進	航空宇宙工学	
T A	河合 優介	材料デザイン工学	M2
受講生	片桐 崇大	航空宇宙工学	M1
	多賀 駿介	機械システム工学	M1
	辻岡 義康	土木工学	M1
	渡邊 智基	(情)複雑系科学	M1

テーマF: 次世代のヒートポンプとヒートポンプの新たな適用分野を明らかにせよ！

	氏名	所属	
DP	渡邊 激雄	中部電力(株)	
担当教員	山澤 弘実	総合エネルギー工学	
協力教員	長野 方星	機械システム工学	
T A	青野 慶忠	機械システム工学	M2
受講生	一柳 直志	電気工学	M1
	片岡 和樹	物質プロセス工学	M1
	金 スルチャン	材料デザイン工学	M1
	杉本 賢哉	機械システム工学	M1

高度総合工学創造実験 中間報告会

日時：令和元年 5 月 22 日（水）13:00～15:15
会場：IB101 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 教務委員長 生田博志教授

【前半】 座長：砂原 TA、中島 TA、山田 TA

13:05 <F> 渡邊激雄 DP グループ

次世代のヒートポンプとヒートポンプの新たな適用先

➤ サブテーマ 高温化を目指した低 GWP 冷媒ヒートポンプの検討

13:20 <D> 沼田光裕 DP グループ

鉄鋼副生成物とミドリムシを用いて地球環境問題の解決について考える

➤ サブテーマ ミドリムシバイオセンサの開発

13:35 <E> 吉田佳史 DP グループ

デザインシンキングを用いたモノづくりの実践

➤ サブテーマ 名古屋大学をデザインする

13:50 休憩

【後半】 座長：青野 TA、河合 TA、暮石 TA

14:00 <A> 伊藤正也 DP グループ

世の中に役立つ新しいセンサーの提案

➤ サブテーマ メタボ（仮）

14:15 <C> 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 Ebic-tv: Early birds catch the video

14:30 北野哲司 DP グループ

今後どうなる？ガスパイプライン建設現場のデジタル化！

➤ サブテーマ 解読せよ！地下の大迷宮

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22日 中間報告会の様子



活動中の光景

高度総合工学創造実験 成果発表会 <公開>

Achievements Presentations of Creative Experiments for Comprehensive Engineering 2019

日時： 令和元年 8月5日(月)13:00~17:00
会場： ESホール・ES会議室 (ES総合館1階)

司会 CP： 田中雅

13：00 開会 挨拶 工学研究科 鈴木達也 大学院教育部会長

13：10 チームB：DP：北野哲司(東邦ガス) TA：砂原健汰(土木工学 M2)
受講生：伊神拓馬(機械システム工学 M1)，増田脩真(マイコン/機械理工学 M1)，松岡佑亮(材料デザイン工学 M1)
「今後どうなる？ガスパイプライン建設現場におけるデジタル化！」 サブテーマ：解説せよ！地下の大迷宮

13：35 チームE：DP：吉田佳史(㈱テソーラ) TA：河合優介(材料デザイン工学 M2)
受講生：片桐崇大(航空宇宙工学 M1)，多賀駿介(機械システム工学 M1)，辻岡義康(土木工学 M1)，渡邊智基(情報 複雑系科学 M1)
「デザインシンキングを用いたモノづくりの実践」 サブテーマ：名古屋大学をデザインする

14：00 チームC：DP：白井良成(NTT ㈱) TA：山田康輔(情・知能システム工学 M1)
受講生：高橋良輔(情・知能システム工学 M1)，中原拓哉(情・知能システム工学 M1)，原拓郎(機械システム工学 M1)，平野慎一郎(マイコン/機械理工学 M1)
「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：Ebic-tv: Early birds catch the video

14：25 ~ 休憩 ~

14：35 チームF：DP：渡邊激雄(中部電力 ㈱) TA：青野慶忠(機械システム工学 M2)
受講生：一柳直志(電気工学 M1)，片岡和樹(物質工学 M1)，金スルチャン(材料デザイン工学 M1)，杉本賢哉(機械システム工学 M1)
「ヒートポンプの新たな適用分野と次世代のヒートポンプにを明らかにせよ！」 サブテーマ：超高速回転圧縮機を搭載した宇宙機用ヒートポンプの開発

15：00 チームD：DP：沼田光裕(新日鐵住金 ㈱) TA：暮石圭佑(物質工学 M2)
受講生：沼野翔太(マイコン/機械理工学 M1)，水谷巧(材料デザイン工学 M1)，山田隆博(機械システム工学 M1)
「鉄鋼副生成物とミドリムシを用いて地球環境問題の解決について考える」 サブテーマ：ミドリムシバイオセンサの開発

15：25 チームA：DP：伊藤正也(日本特殊陶業 ㈱) TA：中島光俊(応用物質化学 M2)
受講生：小出恭平(機械システム工学 M1)，竹澤健悟(物質工学 M1)，帆足勇希(電子工学 M1)
「世の中に役立つ新しいセンサの提案」 サブテーマ：腹田測定センサの提案(メタボ)

15：50 ~ 休憩 ~

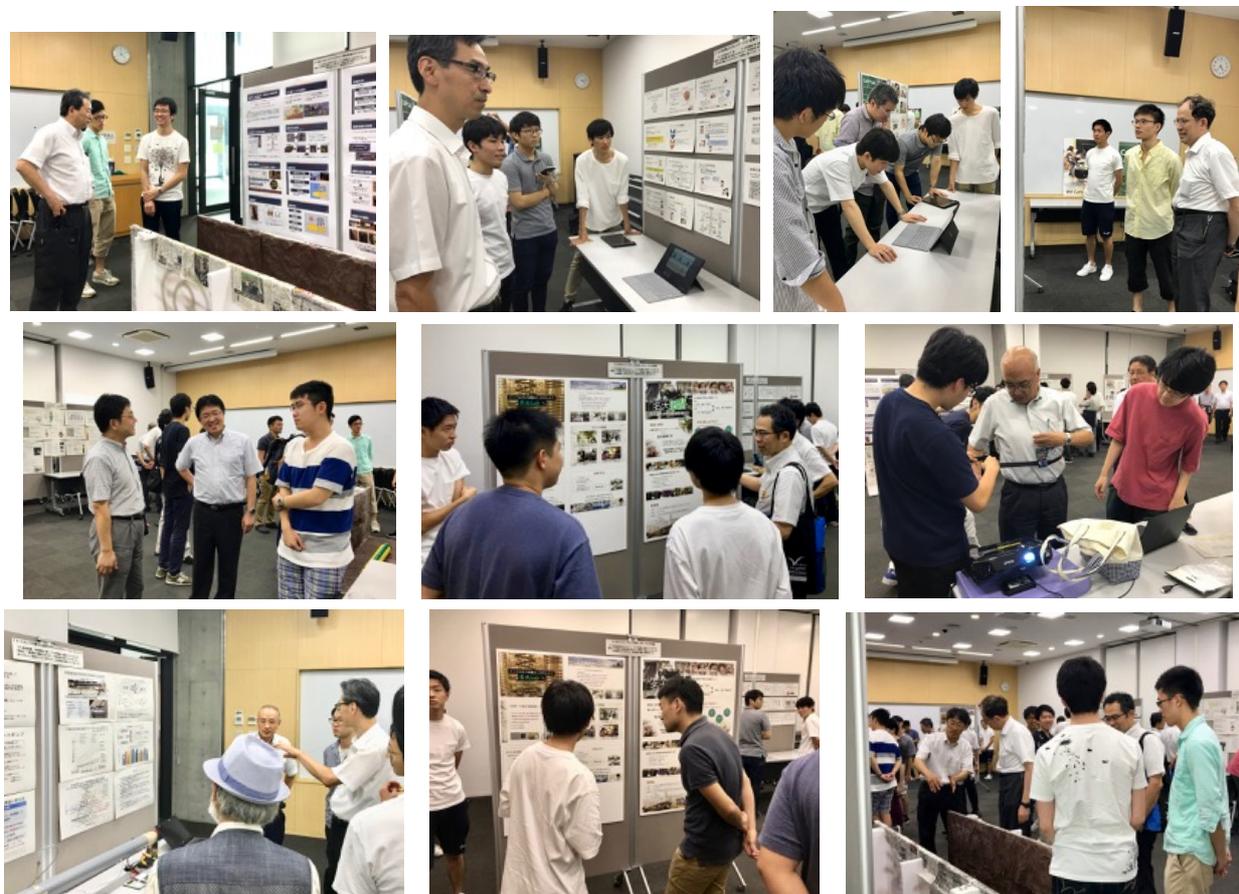
16：00 ポスター展示及び討論 (ES会議室)

17：00 閉会

名古屋大学院工学研究科 創造工学センター IB北館10F
052-789-4553 frontdesk@cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp
https://creator.cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp



8月5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
世の中に役立つ新しいセンサの提案
---サブテーマ:腹囲測定センサの提案(メタボ)
- | | |
|-------|----|
| DP報告書 | 16 |
| TA報告書 | 22 |
- B. 北野哲司DP(東邦ガス株式会社)チーム
今後どうなる?ガスパイプライン建設現場におけるデジタル化!
---サブテーマ:解読せよ!地下の大迷宮
- | | |
|-------|----|
| DP報告書 | 30 |
| TA報告書 | 35 |
- C. 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:Ebic-tv: Early birds catch the video
- | | |
|-------|----|
| DP報告書 | 44 |
| TA報告書 | 49 |
- D. 沼田光裕DP(日本製鉄株式会社)チーム
鉄鋼副成物とミドリムシを用いて地球環境問題の解決について考える
---サブテーマ:ミドリムシバイオセンサの開発
- | | |
|-------|----|
| DP報告書 | 60 |
| TA報告書 | 66 |
- E. 吉田佳史DP(株式会社デンソー)チーム
デザインシンキングを用いたものづくりの実践
---サブテーマ:名古屋大学をデザインする
- | | |
|-------|----|
| DP報告書 | 80 |
| TA報告書 | 83 |
- F. 渡邊激雄DP(中部電力株式会社)チーム
ヒートポンプの新たな適用分野と次世代のヒートポンプを明らかにせよ!
---サブテーマ:超高速回転圧縮機を搭載した宇宙機用ヒートポンプの提案
- | | |
|-------|-----|
| DP報告書 | 98 |
| TA報告書 | 104 |

「世の中に役立つ新しいセンサの提案」 報告書

～ 腹囲測定センサの提案（メタボ） ～

I. DP報告書

◆テーマの主旨

日常生活の様々なところでセンサが使われています。例えば、自動ドアの前に立つとドアが開く。トイレで手を洗う時に蛇口に手を近づけただけで水が出る。自動車の運転席に座ったらシートベルトを締めるサインが出る。そこには、人を検知するセンサが使われています。人を検知するためのセンサも色々です。赤外線センサ、超音波センサ、重量センサなどがあります。また、スマートフォンには非常に多くのセンサが利用されていて、センサによって、我々の生活は便利なものになっています。

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、日本や世界のニーズを調査します。そして、受講者が考える世の中に役に立つ新しいセンサを提案し、その試作や動作についても検討します。

◆課題

- ① 世の中の困りごとを考えてみる。世の中のトレンドは？
- ② どの様なセンサが、どこで、何を目的に使われているの？
- ③ 色々な分野でどの様なニーズがあるのか調べ意見交換する。医療福祉、農林水産業、工業（移動体、通信、家電ほか）
- ④ 調査したニーズや課題の中から、グループとして何をするのかを議論し、サブテーマを提案する。サブテーマ達成に向けたアイデアを検討し、具体的なアイテムの試作を行う。

1. メンバー

DP:	伊藤正也	(日本特殊陶業株式会社)
TA:	中島光俊	(応用物質化学専攻 M2)
受講生:	小出恭平	(機械システム工学専攻 M1)
	竹澤健悟	(物質プロセス工学専攻 M1)
	帆足勇希	(電子工学専攻 M1)

2. 実験実施期間

実験：2019年4月17日～7月24日（全15回）

発表：2019年8月5日

3. サブテーマ

腹囲測定センサの提案（メタボ）

4. プロセス

1) 現状の把握と課題の抽出

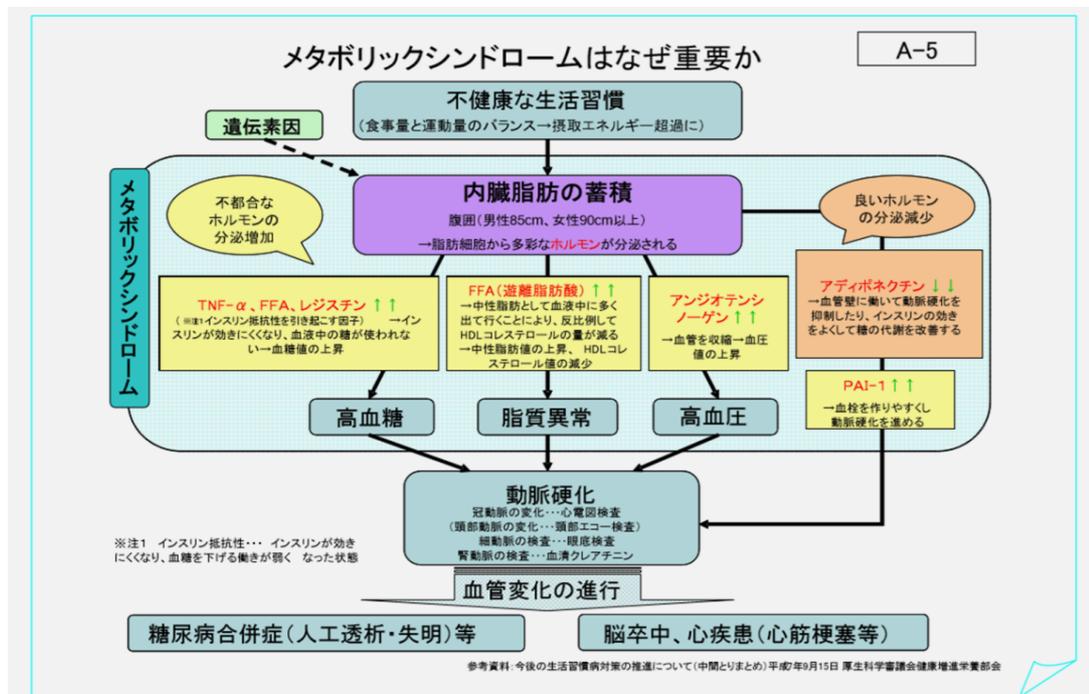
最初に、総務省、情報通信白書などの参考資料に目を通し、世の中の現状や課題を確認。グループメンバーで共有しグループとして課題の抽出を行った。[1]、[2]、[3]、[4]、[5]

(1) 課題抽出

- ・日本全般における労働力不足（高齢者の健康維持）
- ・農業の課題（技能伝承、高荷重労働）
- ・睡眠障害（ストレス、体内時計）
- ・物流業界の課題（人手不足、受取人不在、CO2 排出）
- ・重労働（重量物取扱による腰痛、高齢者や女性でも重量物が取り扱えると良い）
- ・視覚障害（世界の1%が視覚障害で困っている）
- ・肥満人口の増加（50歳台の36%が肥満）

(2) 課題抽出からテーマの絞り込み

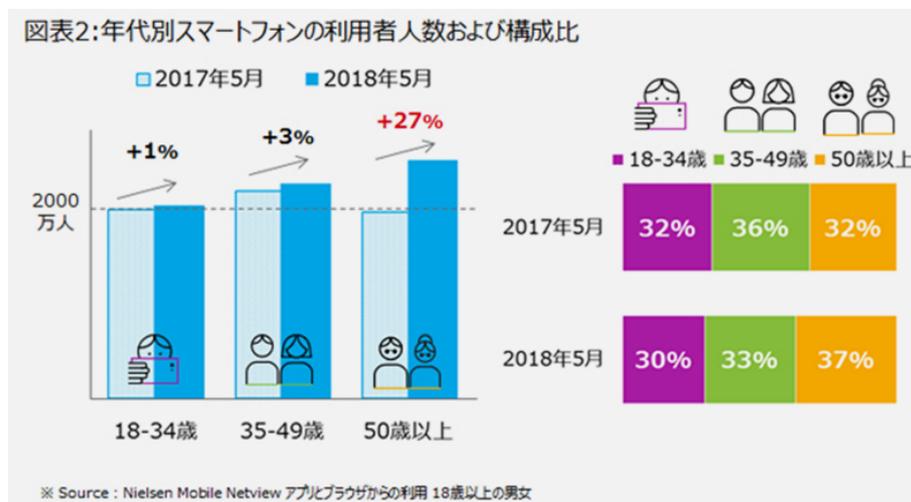
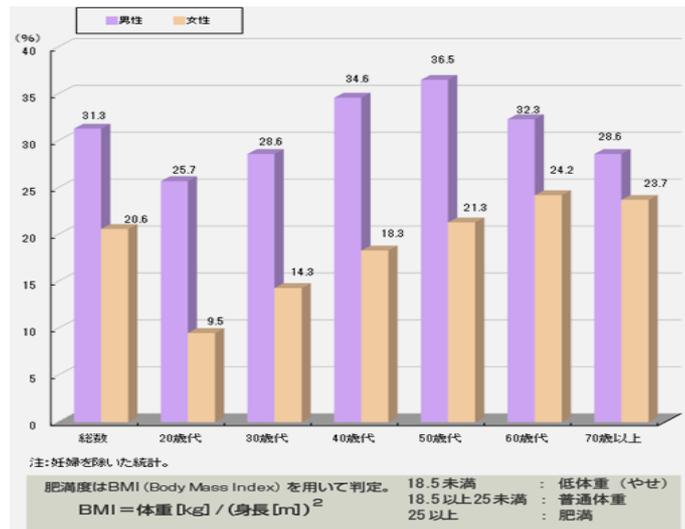
- ・世界と日本のどちらの市場や課題をターゲットにするか。身近な日本を選択。
- ・日本の労働人口不足に対して、労働年齢の延伸が一つの解決策になる。
- ・生活習慣病（心臓、脳、糖尿など）発症予防としては肥満解決が一つの手段と考えられる。メタボリックシンドロームの人は、高血糖、高血圧、高脂質になりやすいという調査結果もある。



2) サブテーマの決定

肥満解決策をセンサ IoT 技術で行うこととし、サブテーマを「腹囲測定センサの提案（メタボ）」と決定。具体的な手法の議論調査を重ね、アイデアについて「ワイガヤ」を実施した。

メタボリックシンドロームの方において 50 歳代の男性が最も増加する傾向が高い事がわかった。また、スマホ利用者が 50 歳代でも進んでおり、50 歳以上の男性をターゲットとした。



センサを使って手軽にできること、また毎日の生活の中で利用でき、メタボリックシンドロームになることを未然防止できるアイテムとして、以下3点を候補に絞った。

- (1) 腹巻
- (2) 体重測定
- (3) 腹囲測定ベルト

3) サブテーマの具体化 (デモ機試作)

(1) 腹巻

腹巻の中に腹囲計測センサを設置し、毎日、睡眠中に利用し、腹囲の変化を確認できるアイテムを提案。

具体的な方法として、繊維の伸びによって腹囲を計測することができると考えた。実際、めっき繊維を使い計測できる可能性が判ったが(メディカルショーで拝見したミツフジ株式会社製のめっき繊維の利用)、試作期間の制約で今回は採用を見送った。

(2) 体重計

毎日自宅で手軽にできる体重測定で、体脂肪率などを計測できると良いと考えたが、タニタ製の体重計が既にその機能をもっているため、今回は採用を見送った。

(3) 腹囲計測ベルト

メタボの定義として、腹囲が基本になっており、ベルトを利用して毎日の生活で腹囲を計測することが面白く、以下三つの作業を行う腹囲計測ベルトについて、デモ機試作を目指した。

① センサを使って腹囲を計測するため、マイコン Arduino と色識別センサで行うこととした。色識別センサは TCS230 を利用した。

② センサで計測したデータをパソコンやスマホに送ること。通信モジュールは HC-06 を用い Bluetooth 通信を利用した。

③ 腹囲の変化に対して、ほめたり、注意したりするアプリは Python を利用して試作した。ここでは、パソコンを用いて腹囲を Excel で数値化し Python に転送した。

受講者は、全てが初体験であり、講義期間内で全てが試作できないと思われた。できないところは着想の報告で良いと考えていたが、受講生の努力により、全て完成させることができた。

参考資料 : Arduino ではじめる電子工作 超入門 改訂第 2 版 [6]

4) 情報収集

医療関連展示会見学

「メディカルショー」(2019年6月14日@大阪国際展示場)

生活習慣病予防、メタボリックシンドロームに関する情報収集を中心に見学した。

ミツフジ株式会社のめっき繊維 (AGposs) とそれを利用した身体情報測定機能をもった Hamon を拝見。めっき繊維が腹囲計測に利用できる可能性が予想された。

また、医療や健康に関わる多くの技術製品の展示を見学、ストレス測定器具や心身をリラックスさせる装置などの展示も多くみられ、医療健康のトレンドが実感できたと考える。

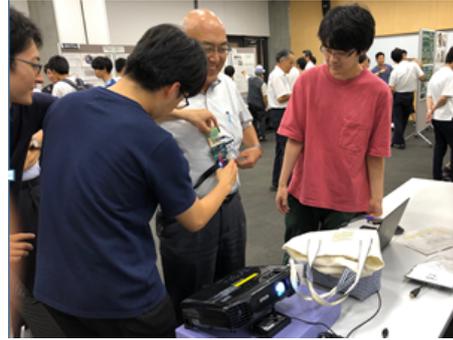


メディカルショー見学の写真

5) その他 写真類



講義の様子



成果発表会のデモ風景

5. まとめ

総務省、情報通信白書を読んで、現在の日本や世界の状況を確認した。

日本が直面している少子高齢化社会において、労働力不足という課題において、高齢者の健康維持が重要であり、メタボリックシンドロームを減らすアイテムの提案を行った。

本講義の後半では、「市場ニーズ調査やビジネスモデルの構築」と「デモ機の製作」を天秤に掛け、受講生希望によりデモ機試作に集中した。

簡単にメタボリックシンドロームの兆候を検知するアイテムがあると、健康寿命が延びることにつながると考えられる。

本講義で提案した「腹囲測定センサ」は、形状は大きいですが、システムのワンチップ化により小型化が可能と考えられる楽しみなものである。本講義ではセンサを使いこなす技術、データを転送すること、アプリを開発する事を学習し、センシング IoT の初歩を学べたと考える。

講義の最初に、ビジネスを考える基本 3C のひとつである Customer (市場ニーズ) について説明し、現状把握⇒課題抽出⇒解決手法の提案 というシンプルなプロセスで講義を進めた。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ほしい。更に、資金調達・材料などの調達・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、政治)、などを含めた検証も、ビジネスプラン策定には必要となる場合があることを理解してほしい。

参考文献

[1] 総務省、情報通信白書 H30 年

<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h30/pdf/index.html>

H30 年度 情報通信白書のポイント (5 ページ)

<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h30/pdf/30point.pdf>

- [2] 「内閣府 未来投資戦略 2018 年 の p1-p10
https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2018_zentai.pdf
内閣府 Society5.0 とは (2018 年 6 月 15 日)
http://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/society5_0-1
- [3]総務省、情報通信白書 H28 年
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/pdf/index.html>
第 1 章 第 1 節 ICT によるイノベーションと経済成長
- [4] 日本政策投資銀行 「センサー×ビッグデータ」ビジネスの可能性
- [5]総務省 世界の統計 2019
<https://www.stat.go.jp/data/sekai/0116.html>
- [6] 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

11. 成果報告書



世の中に役立つ新しいセンサの提案

サブテーマ：
腹囲測定センサの提案
(メタボ)

高度総合工学創造実験 期末報告
グループA

メンバー 小出 恭平
竹澤 健悟
帆足 勇希
伊藤 正也
DP
TA 中島 光俊

1

【背景-1】

- ・最近、自分がちょっと太りだしたな、と感じてメタボに少し興味をもった
- ・過去に生体情報の計測結果を用いた研究をしていて、センサで計測した生体情報と IoT 技術を組み合わせてみたかった
- ・チームで意見交換をしているうちにメタボの話が多くの人に影響を与えられ、やりがいがある面白そうとまとまった



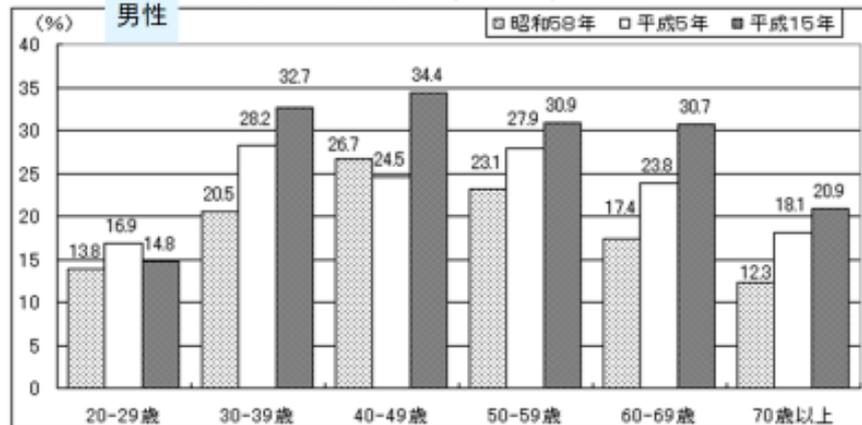
図1 日本のメタボリックシンドロームの診断基準



5

【背景-2】

図14 肥満者の (BMI≥25) の割合



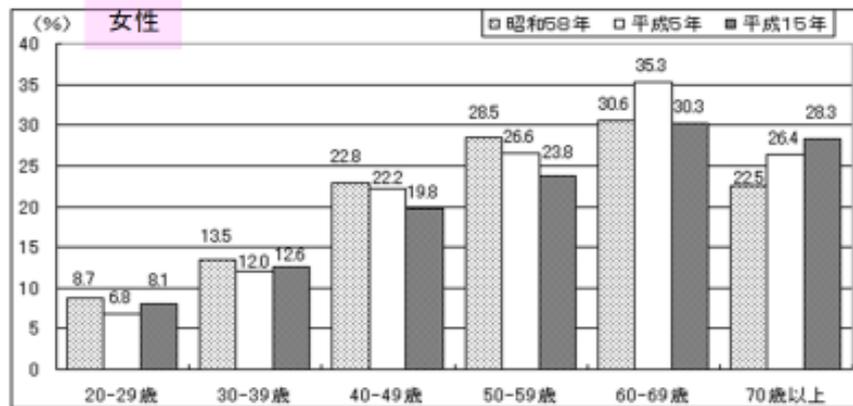
厚生労働省

<https://www.mhlw.go.jp/houdou/2005/04/h0421-1b.html>

1983-2003の20年間で30代以降のメタボ状態の男性は30%程度、さらに平均で9.9%上昇

7

【背景-2】

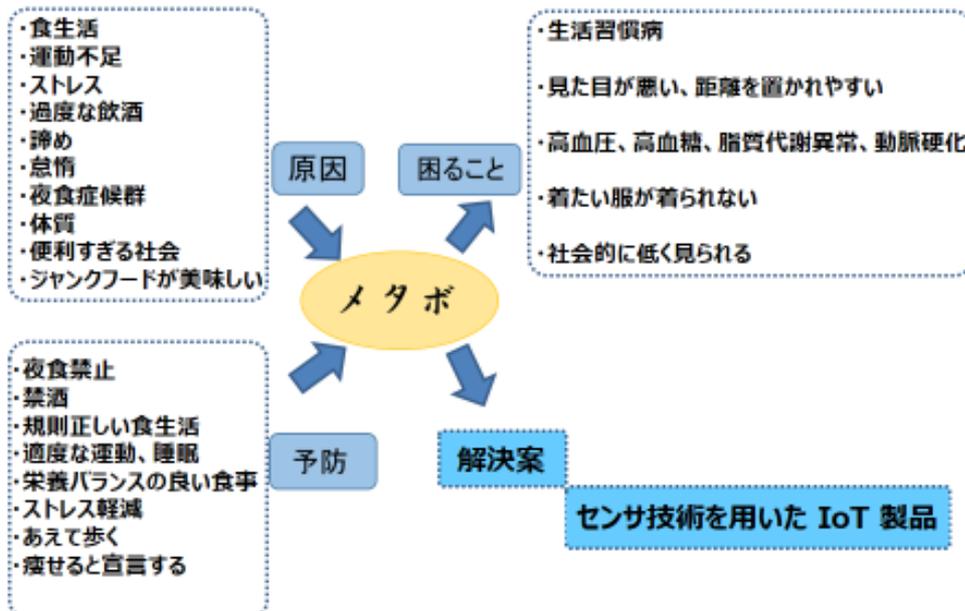


厚生労働省

<https://www.mhlw.go.jp/houdou/2005/04/h0421-1b.html>

女性では平均2.4%減少しているが、それでも25%はメタボ状態であり、70代以降に注目してみると5.8%上昇している。

【メタボと生活習慣の関係】



11

【わいがやー測り方】



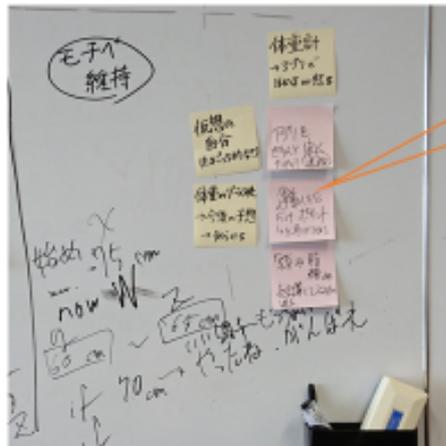
体重計測の案もあったが機器が大掛かりになりそうだった。
(靴底体重計、椅子に体重計、ベッドで体重計測)

腹巻に導電性繊維を編み込み、繊維の伸縮による抵抗値変化を腹囲に対応させようとしたが、精度に問題がありそうだった。

➡ **ベルトを利用し、カラーセンサで腹囲計測**

13

【わいがやーモチベ維持】



腹囲の推移に応じて叱るまたは褒める

「調子いいじゃん！
このくらいの体型が一番だね。」

「ダメだよ！
気を引き締めないと。」

「まだ間に合う。」

➡ **アプリでモチベ維持**

13

【どんなものを作るか】

- ・腹囲を測って、その結果に応じてPCがコメントしてくれる
- ・やせてきたら褒められる、太っていたら叱られる
- ・最近の傾向もわかる
- ・手軽に計測できる

```

(現・ω・) <この前ウエスト『73 cm』 じゃったよなあ
(現・ω・) <今回のウエスト数値は『75 cm』 なのじゃ

(現・A・) <ちょっと太ってきたぞ？
            もとに戻るならまだ間に合う！
(神・A・) <しかも！ここ30日でおなか回りが太くなってるよ！！

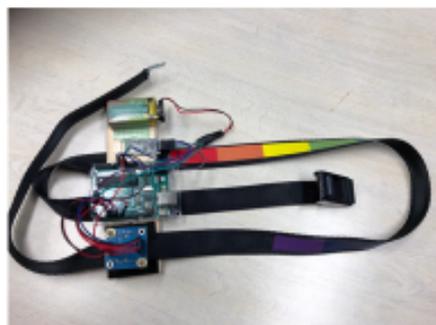
```

17

【提案 腹囲測定センサ】

そんなあなたに！

極力手間を省いて、毎日腹囲を測定できて、データベース化してくれるアイテム！！



19

【腹囲センサデモ機の試作】

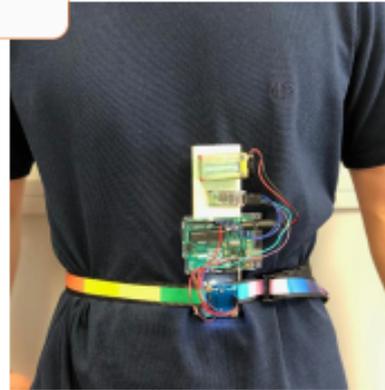
センサのついたベルトをお腹に巻いて腹囲を測定し、自動でパソコンに数値を保存、評価する。

●腹囲の測り方

ベルト上のセンサ位置の色をRGB値で数値化
→パソコンに転送して長さの情報に変換

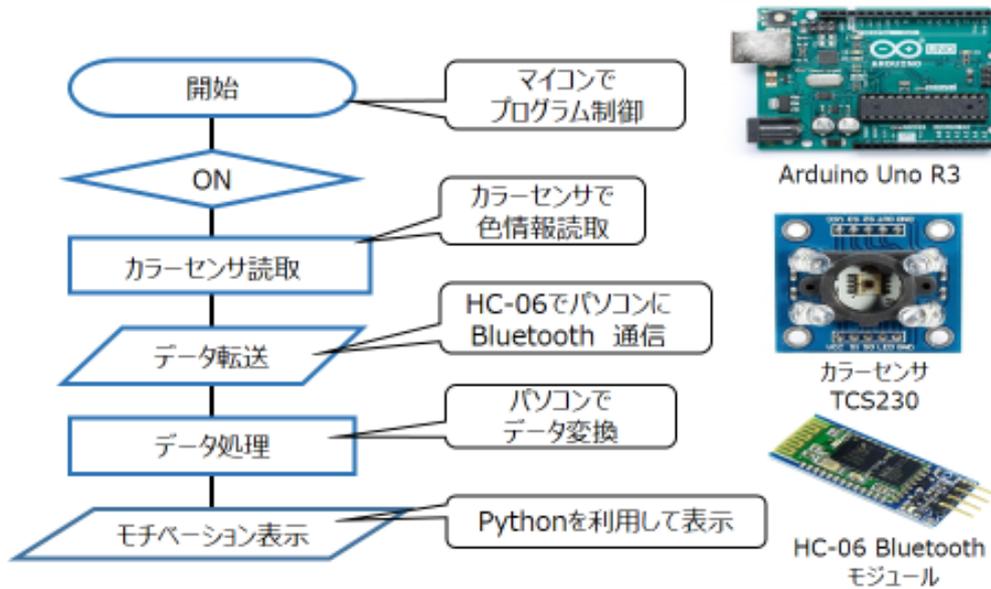
●用意するもの

- ・カラーセンサ
- ・Arduino (マイコン)
- ・通信モジュール(Bluetooth)
- ・電池
- ・複数の色のついたベルト



21

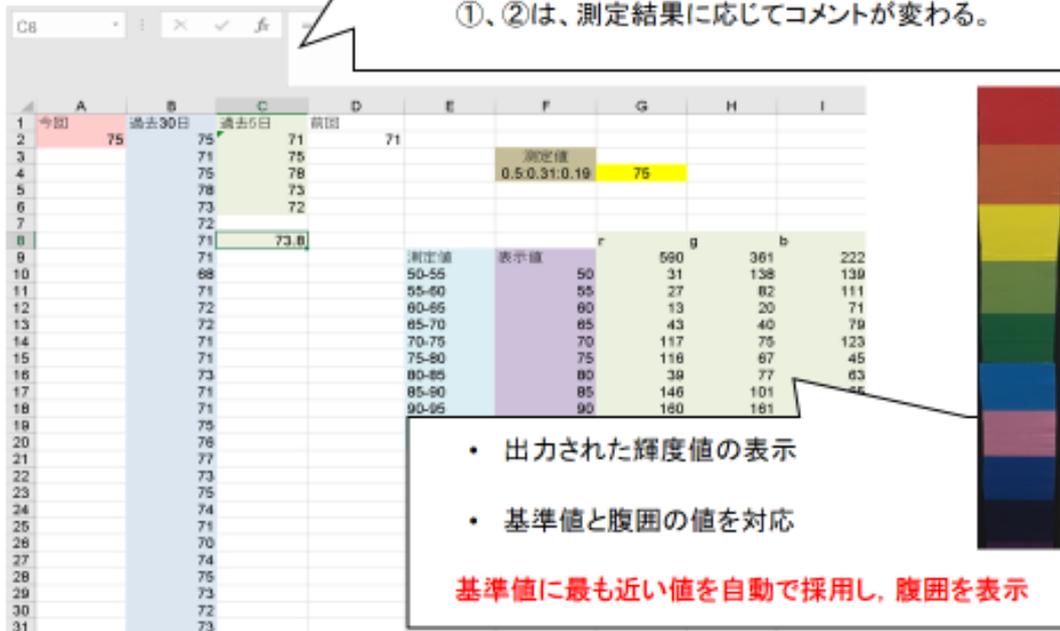
【デモ機フローチャート】



23

【データ一例】

- ① 過去5回分の平均値を出してくれる→マイクロな視点
- ② 過去1か月(30日)の変動を出してくれる→マクロな視点
→半年、1年の変化も見られるように
- ①、②は、測定結果に応じてコメントが変わる。

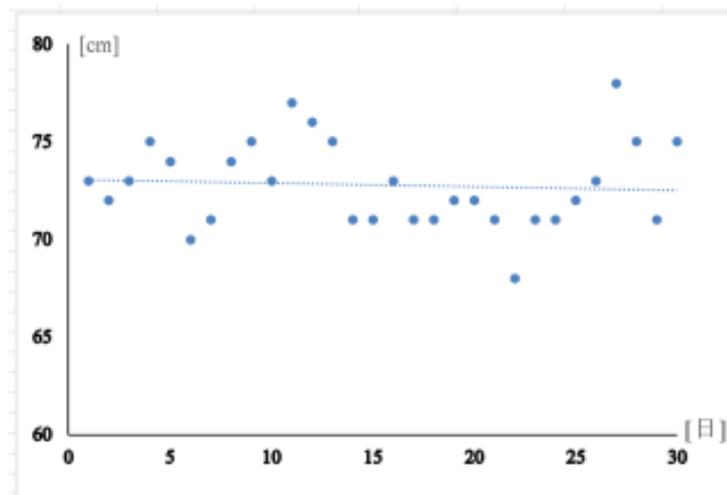


- 出力された輝度値の表示
- 基準値と腹囲の値を対応

基準値に最も近い値を自動で採用し、腹囲を表示

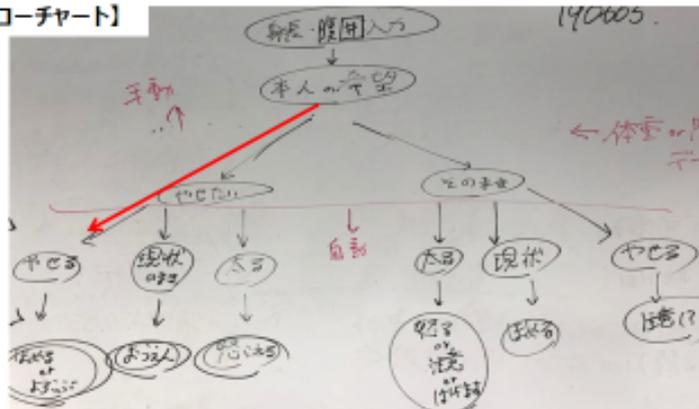
【データ一例】

- ③ 30日分の腹囲変化をグラフ化(横軸:日 縦軸:cm)
- ④ グラフの傾きから、腹囲変動傾向を視覚化
- ⑤ 傾きが正か負かでもコメントが変わる

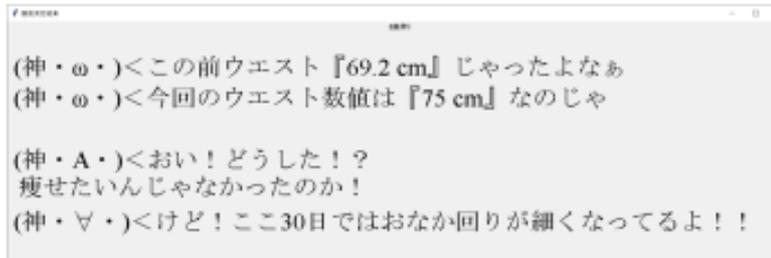


【メタボモチベーション維持】

【コメント フローチャート】

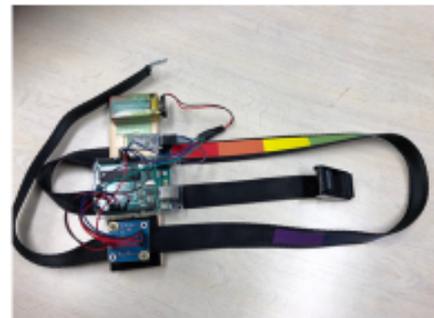


太ると「叱る」 目標達成「ほめる」 現状維持「まずまずの顔」 痩せすぎると「注意」



【まとめ】

- 最近、自分がちょっと太りだしたな、と感じてメタボに少し興味をもった。
- チームで意見交換をしているうちにメタボの話が生活習慣病や心臓病を患う人々に影響を与えられ、やりがいがあって面白そうとまとまった。
- メタボの評価基準について議論した結果、腹囲を採用し、カラーセンサを用いて計測した。
- さらに無線によってデータ通信を行い、pythonを用いて体型改善のモチベーション維持のためのプログラムを作成した。



35

「今後どうなる？ガスパイプライン建設現場におけるデジタル化！」報告書 ～ 解説せよ！地下の大迷宮 ～

I. DP報告書

◆テーマの主旨

都市ガス、電気などのライフラインは身近に存在し、私たちの見えない所で生活を支えている。ガス設備の保守点検、ガス管の新規・更新工事では、ガス管の埋設深さや平面的な位置を把握しておくことは非常に重要である。現在、ガス管の位置情報はスタッフ等を用いたアナログな手法によって記録され、多くの人に関わり管理されている。今後、労働者人口の減少が考えられるため、デジタル技術などを活用した効率的でデータ応用性のある測定・管理手法が必要とされる。

今回、本グループでは『今後どうなる？ガスパイプライン建設現場におけるデジタル化！』と題して、ガス管理設位置のデータ化を対象とし、位置情報を効率的に少人数で取得するために複数の写真から対象物の3次元情報を取得する技術に着目した。この技術の有効性・課題を検討した。具体的な内容としては、ガス工事に、『全球測位衛星システム（GNSS）』と写真測量技術である『フォトグラメトリ』が導入可能かについて議論した。また、各技術の基礎的な実験を行うと共に、ガス工事現場の現認や検討結果の現場での実践も行った。

◆課題

- ① 建設現場等におけるデジタル技術事例の調査とポリエチレン管製造工場の視察
- ② 全球測位衛星システム（GNSS）（以下、「GNSS」と略す）の先行実験
- ③ フォトグラメトリをガス工事に適用した場合の問題点の検討
- ④ 実験と結果の評価
- ⑤ 現場での実践
- ⑥ 総合評価

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:	砂原 健汰	(土木工学科専攻 M2)
受講生:	伊神 拓馬	(機械システム工学専攻 M1)
	増田 脩真	(マイクロナノ機械理工学専攻 M1)
	松岡 佑亮	(材料デザイン工学専攻 M1)

2. 実験実施期間

実験：2019年4月17日～ 7月17日（全15回）

発表：2019年8月5日

3. サブテーマ

『解説せよ！地下の大迷宮』

4. 実験プロセス

実験プロセスは、前述の『◆課題 ①～⑥』項目に従って進めた。

1) 建設現場等におけるデジタル技術事例の調査とポリエチレン管製造工場の視察

本実験の社会的背景、最新技術事例の説明を受けると共に、本実験で対象とするポリエチレン管の製造現場の視察を通して、受講生は本実験の背景・社会動向を理解した。

(1) 建設現場におけるデジタル技術

大手建設会社から「建設業界における ICT の取組み」と題して、建設業の現状（背景）、国土交通省の動向、大手建設会社における取組み（ICT 建機、3次元データの活用事例、ステレオカメラによる現場作業の省力化事例、UAV 写真測量事例）について説明を受けた。また、Microsoft ホロレンズを用いての3D-ARデモンストレーションも体験した。

(2) 測量現場におけるデジタル技術

航空測量・写真測量の専門会社から最新測量技術について説明を受けた。写真測量での3次元モデルの作成、ポータブルレーザー測量の現状、小型飛行機からのレーザー測量は、大変興味深い内容で受講生から好評であった。また、本実験で今後取り組む写真画像からの3次元モデルやオルソ画像の作成方法について、デモンストレーションがなされた。

(3) 日立金属(株)桑名工場 ポリエチレン管等製造ライン視察

日立金属株式会社の桑名工場において、本実験の対象管であるポリエチレン管の製造現場、品質管理体制を現認すると共に、一般住宅建物内の配管に用いられるフレキシブル管の製造工程も視察した。

2) 全球測位衛星システム（GNSS）の先行実験

本実験では、ガス工事におけるガス管3次元埋設位置情報を取得するために、GNSSによる測定地点を基準にし、フォトグラメトリを用いてガス管の位置情報を持つ3次元モデルおよびオルソ画像を作成する。GNSSと写真測量技術が適用可能かについて検討する。そこで、本実験を始めるに当たり、先行実験を行い各技術の現状技術把握や使用方法等を確認した。

(1) GNSS

GNSSは、測位衛星から信号を受信し、地上の絶対座標を取得する技術である。IB電子情報館の西側道路において、u-blox製GNSSを用いて絶対測定精度を検証した。その結果、良好な結果を得られたことから、本実験の検討対象から除外することとした。

(2) フォトグラメトリ

フォトグラメトリは、様々な方向から対象物を撮影し、その写真をコンピュータで解析して点群データ、3次元モデルやオルソ画像を作成する技術である。先行実験では、高度総合工学創造実験室において、机の上に置いたポリエチレン管を撮影し、画像データから3次元モデルを生成した。その結果、照度不足による3次元モデルの生成に失敗した。

以上から、フォトグラメトリは撮影条件や解析ソフト設定パラメータに依存することが確認されたことから、本実験ではフォトグラメトリをガス工事に適用する場合の各種条件設定について実験的に検討していくこととした。

3) フォトグラメトリをガス工事に適用した場合の問題点の検討

フォトグラメトリをガス工事に適用するにあたって、課題を検討した。その結果、撮影条件としては、①照度、②ポリエチレン管表面の特徴量、③撮影位置・撮影ルート、④撮影枚数、⑤明暗（日向と日陰）、⑥画像の解像度、⑦カメラ撮影高度、⑧カメラ移動速度が挙げられた。その中から、重要度や実験が天候の影響を受けにくい、上記の撮影条件①～④（以下、「撮影条件(1-4)」と略す）について検討を進めることとした。

4) 実験の方法と結果の評価

実験模型を製作し、前項の撮影条件(1-4)について評価実験を行った。

(1) 実験模型の製作

ガス工事現場を再現するために、発泡スチロール板等を用いてガス工事の掘削溝（長さ2m、幅0.6m、深さ0.7m）を模擬し、その中央部にポリエチレン管（直径（呼び径）100mm、長さ1m）を設置した実験模型を製作した。また、実際の掘削溝内の起伏面（凹凸）を再現するために、側面・底面に実際の砂の貼付けや砂色ジオラマスプレーを塗布した。

(2) 実験結果の概要

撮影条件毎の実験結果と評価は、以下の通り。

① オルソ画像の寸法精度

オルソ画像の寸法精度は、撮影条件(1-4)に関係なく、高い精度であった。

② 照度

ガス工事は屋外であることから、天候や撮影時間帯（夜間工事もある）によって周囲の明るさが異なる。実験の結果、屋外であれば3次元モデルを問題なく作成することが可能であることが分かった。

③ ポリエチレン管表面の状態

ガス工事は小雨であれば施工する可能性が有る。そこで、ポリエチレン管の表面に霧吹きスプレーで水滴を付着させて撮影を行った。その結果、雨粒が特徴点になることから良好な結果が得られた。しかし、ガス管表示テープや目印テープ等の特徴点が無い部分の3次元モデルは十分に再現ができなかった。

④ 撮影位置・ルート

現場での撮影ルートについて検討するために、管軸直上ルートや掘削溝端部ルート等で撮影を行い、3次元モデルの定性的な状況を確認した。その結果、ガス管の直上を通過するルートの場合、管の側面が十分にモデル化できなかった。よって、撮影位置・ルートを指定するのではなく、掘削溝周辺を自由に歩き撮影することで問題ないことを確認した。

⑤ 撮影枚数

撮影枚数を少なくすると各写真間のオーバーラップ不足が発生し、3次元モデルが生成が難しくなる。よって、フォトグラメトリの解析ソフト操作マニュアルで示されている、各写真を60%程オーバーラップさせる必要がある。

5) 現場での実践

実際のガス工事現場でこれまで検証してきた撮影条件を基に、撮影実験を行った。その結果、オルソ画像については、これまでの実験と同様に精度よく生成できた。一方、3次元モデルは、日向と日陰において明暗差や照度差があったものの、モデル粗さは小さかった。その理由としては、ガス管の下半分が地盤内に埋まっていたこと、ガス管以外に土壁等の特徴点が多いこと、ガス管表面に細かい砂などが付着しておりそれが特徴点となったことが考えられる。

6) 総合評価

実験模型での実験結果および実現場での実践の結果からの総合評価は、以下のとおりである。

- ① オルソ画像は撮影条件（照度、ポリエチレン管表面の状態、撮影位置・ルート、撮影枚数）の影響を受けず、寸法の精度は十分な結果が得られた。
- ② 今回、3次元モデルは、条件によっては精度良く作成できなかった。原因として、撮影条件や3次元解析ソフトのパラメータ設定が影響したと考えられる。しかし、点群データを3次元情報として十分活用することは可能であることが分かった。

5. 全体所感

建設業界は、人手不足、作業員の高齢化が進み、担い手不足が課題である。また、生産性が低いことからデジタル技術を用いて、設計業務から建設後の維持管理業務までを3次元データ・モデルを用いての作業効率化・データの標準化の潮流にある。ガス工事においても、同様であり、ガス工事に関わる業務全体の効率化・省力化が喫緊の課題となっている。そこで、今回は、GNSSとフォトグラメトリについて、ガス工事への適用に向けての基礎的実験を行った。受講者は、それぞれの専門・得意分野で意見を出し合い・作業協力し合いながら、課題解決・取り纏めを積極的に対応した。限られた期間内にスケジュールを立案し、PDCAを回しながら、着実に実施できたことは、今後の彼らにとって、有意義な経験となったと考

える。



写真 日立金属(株)桑名工場 ポリエチレン管の製管ライン視察
視察日：2019年6月5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。

特に、講義の円滑な進行、現場実験・現認、工場視察の準備等について、砂原健汰 TA 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CP、加藤智子様、松崎規子様にご支援をいただいた。水谷法美工学研究科長、土木工学専攻戸田祐嗣教授には本実験へのご助言を賜りましたこと御礼申し上げます。

参考文献

- [1] Agisoft 社、 Agisoft Metashape マニュアル、 <https://www.agisoft.com/downloads/user-manuals/> (2019年8月21日閲覧確認)。
- [2] 内山庄一郎・早川裕弍、 “SfM 多視点ステレオ写真測量による地形モデリングの基礎”、 https://hdtopography.github.io/learning/book/SfM-MVS/GIS_uchiyama/、 (2019年8月21日閲覧確認)。

II. 成果報告書（TA報告書）

令和元年 名古屋大学 高度総合工学創造実験 Bグループ成果発表会

1

今後どうなる？ガスパイプライン建設現場におけるデジタル化！

解読せよ！地下の大迷宮

(DP)北野 哲司 (TA)砂原 健汰 (ST)伊神 拓馬 / 増田 脩真 / 松岡 佑亮

・研究概要

都市ガス、電気などのライフラインは身近に存在して私たちの見えないところで生活を支えている。保守点検・新規工事・更新工事のためにガス管の深さや位置を把握しておくことは非常に重要である。現在、ガス管の位置データはアナログな手法によって記録され、多くの人が関わり管理されている。今後、労働者人口の減少が考えられるため、デジタル技術などを活用した効率的な測定・管理手法が必要とされる。

今回、本グループではガス管位置のデータ化を対象とし、ガス管の位置情報を効率的に少人数で取得するために複数の写真から対象の3次元情報を取得する技術に着目。この技術の有効性・課題を検討する。

ガス管データの重要性

2

- 安全な工事のためにはガス管データが必要
- 改修、新規の工事時に最低限の幅で掘削
- 3Dモデルに施工時の情報をラベル付けてガス管の状態の管理
- ARを用いて現場・設計時でのガス管位置の確認



全体の流れ

3

- 中日本航空，鹿島建設による技術紹介
- フォトグラメトリをガス管に適用した場合の問題点の検討
- 先行実験



5/21 中間発表

- 実験と結果の評価
- 現場での実践
- 総合評価



8/5 最終発表

ガス管データ作成の現状

4



出典 (Infield)

<http://www.infield-cad.com/software/deasyou>

現場

- スタッフを用いて基準点からの距離や埋設深さを測定
- 測定データを野帳に記録

事務

- 野帳から工事日報を作成

データ化

- 工事日報を基にCADを用いてデータ化

ガス管のデジタルデータ作成は複数の人、プロセスを経ている

現場のデータ化を行うには多くの人、時間がかかっているが、今回用いる現場の3Dモデル、オルソ画像を用いることが可能ならば現場で写真を撮り、写真からデータ化といった作

業の効率化が期待できる。

提案手法の概要 ーフォトグラメトリー

5

■ フォトグラメトリ
様々な方向から対象を撮影し、
その写真をコンピュータで解析して
点群3Dデータを作成する技術

3D化

出典 (Agisoft)

写真撮影 → 写真のアラインメント → 点群データの作成 → 3Dモデルの作成

フォトグラメトリを用いてガス管の位置情報を持つ3Dデータを作成する

課題と実験目的 ーフォトグラメトリのガス管測定への適用ー

6

■ 得られる3Dモデルの状態は撮影条件などに依存

- 照度
- 管の表面状態
- 撮影位置
- 撮影枚数 ...

■ 工事は夜間・雨などの悪条件でも実施
条件によってはうまく3D化できない場合も

■ 不必要な作業はコストの増大に直結
できるだけ無駄を減らしたい

実際の工事現場での実用のためには...

正確に測定が行える撮影条件を明らかにする事が必要

失敗例

実験手順

7

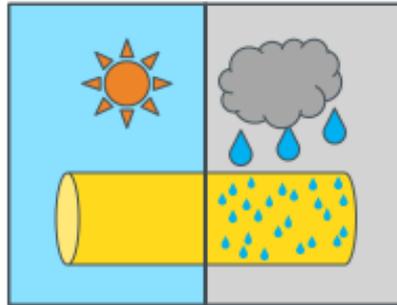
1 模型を使った撮影

- 照度，管表面の状態，撮影位置，撮影枚数を変更して撮影



2 撮影結果の評価

- 撮影結果をもとにそれぞれの条件の影響を評価



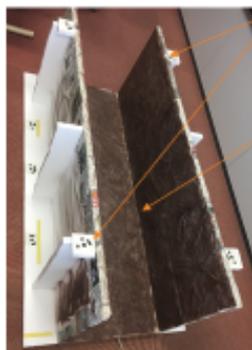
3 実地検証

- 実際の工事現場で撮影を行い結果を評価

実験装置

8

■ 実機写真

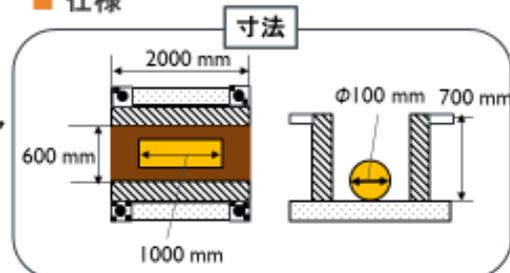


マーカー

土のテクスチャ

- 実際の掘削幅・深さを再現
- 土の質感を再現

■ 仕様



マーカー

- マーカーを用いて基準長さや座標系を設定可能

実験条件

9

照度

- 天候・時間による明るさ

撮影位置

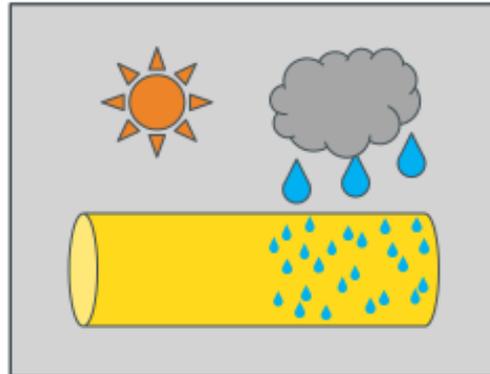
- 撮影時の位置情報の量

撮影枚数

- 写真同士の関連度

管表面の特徴量

- 特徴量の差



評価方法

10

1. 寸法の測定

座標系の設定

- 装置上部に設置したマーカの座標を実測値から設定

オルソ画像の作成

- 撮影範囲をズレや傾きのない真上から見た図として再構築

管長さ・外径の測定

- オルソ画像上での距離を測定し、実際の長さに換算

2. 3Dモデルの状態の確認

- 生成した3Dモデルを目視で確認し、状態を定性的に評価

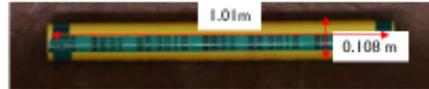


評価方法としてマーカの座標間の実測値、ポリエチレン管長さ・外径の実測値をデータ上の数値と比較を各条件で行い、評価・考察を行った。

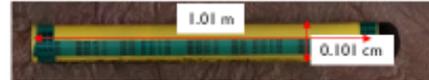
管寸法の結果

11

① 照度（晴天時の1/10）



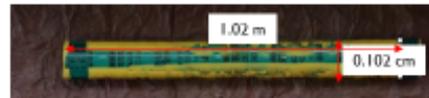
② 撮影位置（管の真上）



③ 撮影枚数（通常の1/4）



④ 表面の特徴点（テープなし）



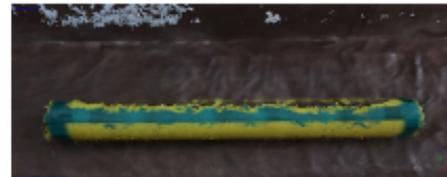
各撮影条件の特に悪条件のケースにおいても、
オルソ画像を用いた寸法計測は高精度に行えた

照度による影響

12

■ 照度を変化させて撮影

- 屋外において照度による影響は低い
- 屋内では大きく照度が下がり3Dモデルの状態に影響



寸法の評価では条件により差異は見られなかった。照度による影響の考察には晴天、曇り、屋内の三段階で評価し、他条件よりも照度が著しく低い屋内では3Dモデルに影響が出ており、現場の夜間での撮影時に照明等の対策が必要であることが示唆された。

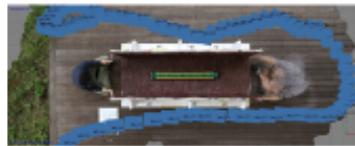
撮影枚数の影響

13

- 3Dモデル化の時点で写真の枚数を調整

- 撮影枚数の減少にしたがって3Dモデルの状態は悪化

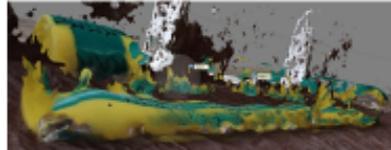
- 1mあたり70枚程度の撮影が良好



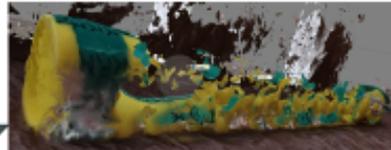
70



23



17



管の表面性状の影響

14

- ① テープが写っていない条件
(管の両側面の中心)



- ② テープ写っている条件
(①の条件より上面側)



- ③ テープを管中央にのみつける条件



テープ

- テープ貼付箇所については、そこが特徴点となり3Dモデルの粗さが低減

撮影枚数は多いほど情報が多くなり精度の良いデータが作れる。

撮影位置

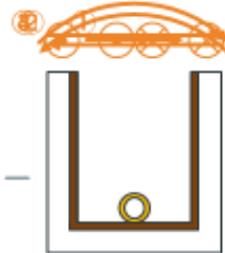
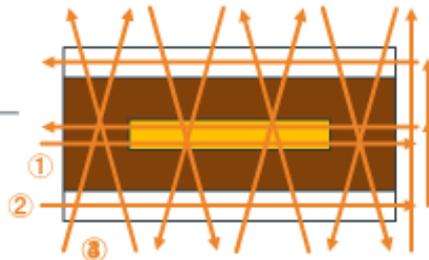
15

- カメラの動かし方を変えて撮影を実施

■ 条件一覧



- ① 中心を往復
- ② 中心からずらして往復
- ③ 角度をつけずにジグザグ、往復なし
- ④ 角度をつけてジグザグ、往復あり



それぞれの条件での結果を比較

撮影位置の影響

16

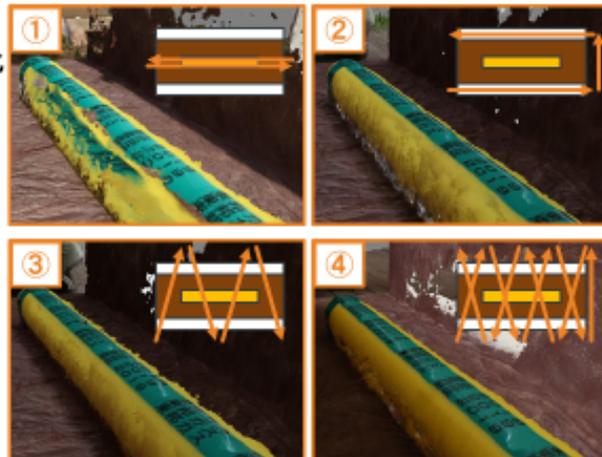
■ 生成した3Dモデルの比較

- ①は管の側面がうまく3D化できていない

側面が殆ど写らない条件であるため

- ④の条件の3Dモデルは他の条件に比べて滑らか

より多くの角度からの情報が得られたため



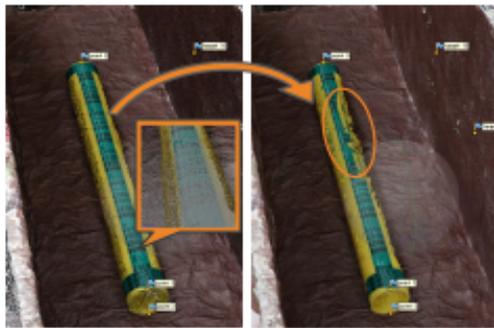
撮影位置は角度を付けると側面の情報が得ることができ精度の良い3Dデータが作成できる。現場での撮影でも角度を付けると良いと思われる。

点群と3Dモデルの比較

17

点群データ

3Dモデル



点群は精度良く生成されているが、ポリゴンを作成し3Dモデルを生成すると、粗さが目立つ



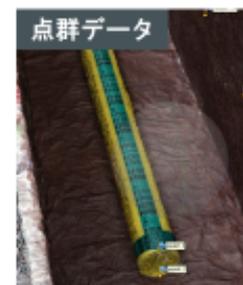
ソフトの設定次第で、元データによる影響が変化する可能性

点群データ→3次元位置データとして活用が期待される
3Dモデル→CADによる設計や施工計画への活用が期待される

結論

19

1. オルソ画像は撮影条件の影響を受けず、寸法の測定には十分に使用できる
2. 今回、3Dモデルは条件によっては精度良く作成できなかった。原因として、撮影条件やソフトのパラメータ設定が影響したと考えられる。
しかし、点群データを3次元情報として活用することは可能である



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

～ Ebic-tv: Early birds catch the Video ～

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。サービスの検討を行う上で、本実験では誰もが日常的に行っているコミュニケーションを題材とし、課題を抽出する。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 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： 山田 康輔 (情報学研究科・知能システム学専攻 M1)
受講生： 原 拓郎 (機械システム工学専攻 M1)
平野 慎一郎 (マイクロナノ機械理工学専攻 M1)
高橋 良輔 (情報学研究科・知能システム学専攻 M1)
中原 拓哉 (情報学研究科・知能システム学専攻 M1)

2. 実験実施期間

実験：2019年4月24日～ 7月 24日 (全 13回)
発表：2019年8月5日

3. サブテーマ

Ebic-tv: Early birds catch the video

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

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、様々な軸で整理する実験を行った。合計100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123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作成し、計11のラフ案を得た。得られたラフ案を基に議論を行い、「二度寝を防止するサービス」をサブテーマ案とした。

朝目的の時刻に起きることができない原因に関する議論を重ねた結果、遠足などの“積極的”に起きたい状況では自発的に起きられるのに対し、学校に遅刻してはならないなど“義務的”な状況では二度寝をしてしまうとの意見が得られた。二度寝を防止し早起きを支援するには、「積極的に早起きしたくなるような動機づけ」が重要であるとの結論に達し、“Ebic-tv: Early birds catch the video”をサブテーマとして決定した。Ebic-tvは、見たいビデオをユーザが前日にあらかじめ指定した時間にもみ見ることができるサービスである。早朝などの特定の時間にもみ動画を無料視聴可能(追加料金がかからない)とすることで、ユーザに早起きする動機を提供し、ユーザの朝寝坊及び二度寝を防止する。

4) ビジネスプランの検討

Ebic-tv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, SWOT 分析, ペルソナデザインなどを概説し, これらのフレームワークを実際に利用して検討を進めた. インターネットを用いた調査等から, 多くの小学生が親に起こしてもらっている, 起こしてもらった過程で親との口論が起きる, 一方で日曜の朝は, アニメを見るために自発的に起床する, などの状況を確認し, Ebic-tv の主要ターゲット層を, 「朝自発的に起きることができない小学生及びその親」とし, 主要な動画コンテンツとして小学生が好きなアニメを想定した. 潜在的なマーケット, ステークホルダー, 収益構造などについて議論を行い, 議論の結果, Ebic-tv の利用を促進するためには, 毎朝子供がアニメを見ることになっても, その親が利用したいと思えるサービスであることが重要であると考え, 多くの小学生の親にとっての関心事である子供の教育に着目してサービス案を検討した. そして, Ebic-tv を, 朝学習動画を数分間見ないと, 希望のアニメを見ることのできないサービスとすることで教育的な付加価値を提供し, Ebic-tv サービスへの加入促進を図ることとした. 学習動画を提供する主体 (学習塾等) との連携方法等の議論を踏まえ, 最終的にビジネスプランをビジネスモデル 2.0[1]の記法を用いて整理した. また, サービスを提供する際に重要となる特許の取得や既存特許の調査方法について概説した.

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とうえで, 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

自発的に起床した子供が学習動画をきちんと視聴しているかは, 本サービス契約者である親の関心事であると想定し, 本サービスの基盤技術として, 動画を視聴する子供が動画をきちんと見ているか(よそ見をしたり, 眠っていないか)を判定する技術の導入可能性を検討した. そして, AI 技術を用いた子供の開目判定(目が開いているかを判定)機能の導入を決定した. 実装の容易さなどの観点から Ebic-tv アプリケーションのプロトタイプは Web アプリケーションとし, Windows タブレットをプラットフォームとして作成することとした. 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 を使い, 画像認識(CNN), 及び物体検出(YOLO)プログラムの作成を行ってもらった.

(2) カメラ画像を用いた開目判定

目が開いているかの判定（開目判定）は、顔認識によって子供の顔部分を検出し、検出した顔における目の部分のアスペクト比を算出する[2]ことで実現することとした。実装には OpenCV 及び dlib を利用し、Windows タブレットに内蔵されたカメラ画像を基に、タブレットに正対する人の目の開閉状態が取得できることを確認した。今回は dlib が提供する学習済みの顔検出器を利用したが、ユーザの顔写真を基に検出器を訓練することで識別精度を向上できると考えている。

(3) 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)によって検出されたユーザの開目状態はサーバ上のデータベース(SQLite)に記録される。Django が表示する Web ページは、データベース上の開目状態記録を基に、動画の一時停止や学習動画からアニメへの切り替えを行う。ビジネスプランでは動画の配信を別途ストリーミングサーバから行うことを想定しているが、プロトタイプシステムでは Ajax を用いてサーバと連携し、サーバ上の動画をコントロールすることで、実際の動作イメージを再現した。

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。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の確認を行った(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おいては、Windows タブレット及びスマートフォンを用いて実際に開目状態に応じた動画の一時停止や切り替えを行うデモを行っている。

5. まとめ

スケジュール管理機能及び管理画面の設計実装、サービスをより魅力的に実現するための開目状態に基づくクーポン配信など、実験中に議論したものの実現に至らなかったものや課題も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、実際にカメラ画像からの開目判定や、判定結果に基づく動画像のコントロール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学習塾との連携に基づくサービスへの加入促進案は、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、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甚である。

参考文献

- [1] 近藤哲朗, “ビジネスモデル 2.0 図鑑”, KADOKAWA, 2018.

[2] Tereza Soukupová and Jan Čech, “Real-Time Eye Blink Detection using Facial Landmarks,” 21st Computer Vision Winter Workshop, 2016.

[3] 菅原まゆ, 鈴木優, “他者への迷惑を利用した二度寝防止目覚まし時計 OKILOCK”, 情報処理学会インタラクション 2017, pp.931-934, 2017.

II. 成果報告書（TA報告書）

R1 高度総合工学創造実験C
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」

Ebic-tv: Early birds catch the video

発表会
2019年8月5日

高橋良輔 中原拓哉
原拓郎 平野慎一郎

DP 白井良成

TA 山田康輔

目次

1. 目的とアプローチ
2. サービス概要
3. ビジネスプラン
4. システム設計と技術検証
5. 事業計画及び現状と目標

1. 目的とアプローチ

小学生の起床

- 親に起こされる小学生は77%
- 親と子供、互いにストレス
コミュニケーションに不和



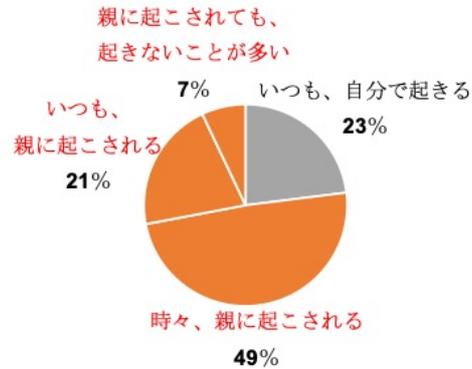
当たり前ですが...

一人で起きられれば良い

しかし...

起きるのはつらい

小学生が一人で起きるためにはどうすればよいか？



内閣府 青少年に関する調査研究

<https://www8.cao.go.jp/youth/kenkyu/hikou3/html/html/2-1-3.html>



なぜ起きないか

目覚まし時計の使用

しかし、子供は起きてくれない...



積極的に起きたいと思っていないと、起こされても起きられない？

起きられない状況

- 平日の朝
- ラジオ体操
- ...



義務的: 起きなければならない

- 小学校に遅れてはいけない
- ラジオ体操に遅れてはいけない



起きられる状況

- 土日の朝
- 旅行、遠足
- ...



積極的: 起きしたい!

- 仮面ライダーが見たい
- 遠足に行きたい



積極的に早起きしたくなるような動機付けが重要!

目的とアプローチ

目的(サブテーマ)

小学生が**積極的に起きたくなるような動機**を提供するサービスを考える

アプローチ

Ebic-tv: Early birds catch the video

朝の決めた時刻に無料で見ることができるアニメを配信するサービス

アニメを見たいから早起きしたい！

➡ **積極的に起きたくなる動機**

従来の目覚まし時計は起こすことが目的
→起きることが楽しみになることを目的として考えた。

2. サービス概要

Ebic-tvサービスの概要

就寝前

- アニメ一覧の中から見たいアニメを選択
- 起きる時間を設定

起床後

- 設定した時間に起きていれば無料でアニメが視聴可能
- ただし、寝坊すると視聴できない
- システムが子供が起きているかどうかを判定
- アニメが流れている間起きていれば、選択できるアニメが増えていく

利用イメージ



寝起き よし子さん(年齢:35歳、既婚)

愛する夫(35歳)と、子供(7歳)との三人で幸せな生活を送る

子供が平日の朝、怒りながら起こさないと
起きてこないことが唯一の悩み



土日だけはアニメを見るために早起きしている



平日の朝でも自分で起きれるように
ならないかしら、、、



Ebic-tvを知る！！！！

利用イメージ

平日でもアニメをみることができると知り、
子供はやる気満々！



Ebic-tvで起きる時間を設定し、希望の動画を選択してから就寝
設定した時間に起きていれば動画を見ることができる



アニメを見るために
毎朝自分で起きるようになり、
子供を怒る必要も無くなった



3. ビジネスプラン

ターゲットセグメント

ebic-tvは早起きのための動機付けとして有効
朝、親に起こしてもらおう子供は多い



我々がebic-tv運用に際し、最も収益を見込む市場

早起きが苦手な小学生及びその親

潜在的な市場規模

「小学生の人数
(約645万人)」

文部科学省統計要覧(平成30年度)



「朝、親に起こして
もらう小学生(77%)」

内閣府 青少年に関する調査研究(平成10年度)

日本に約**500**万人

月額課金により収益を得る

市場規模を計算により擬似的に算出

Ebic-tvの利用促進

サービスにお金を払うのは親

教育コンテンツ事業者(学習塾)との連携

学習塾に5分程度の学習動画を提供してもらおう。

学習動画を視聴するとアニメが流れる。

早起きはさせたいけど、毎朝子供にアニメを見せるのもねえ

え？毎朝少しずつ学習？学習動画を見ないとアニメが見られないですって！？これならうちの子も勉強するかも！

小学生のメリット
頑張って5分学習動画を見れば好きなアニメを毎日見られる

親のメリット
毎朝、学習動画を見せることで我が子の学力向上、学習習慣の定着が図れる

学習塾のメリット
学習動画が広告の代わりとなり小学生が塾に入るのを促進できる

教育コンテンツを含めることで、3方向にメリット

開目判定機能による付加価値の創出

開目判定機能

子供がちゃんと目を開いて画面を見ているかを判定する機能

・ 子供

学習動画をちゃんと見ていないと学習動画が終わらない

➡ アニメが見たいので学習動画必死に見る



・ 親

開目判定履歴より、子供が学習動画をちゃんと見ていたかがわかる

- ➡
- ・ 子供がちゃんと起きて、動画を見ていることを確認できる
 - ・ 子供がさぼらず学習動画を見ていることがわかって安心



開目判定が AI の部分

広報戦略

Ebic-tvの宣伝方法

①WEB広告

親世代がよく閲覧している
サイトのWEB広告を利用



②テレビCM

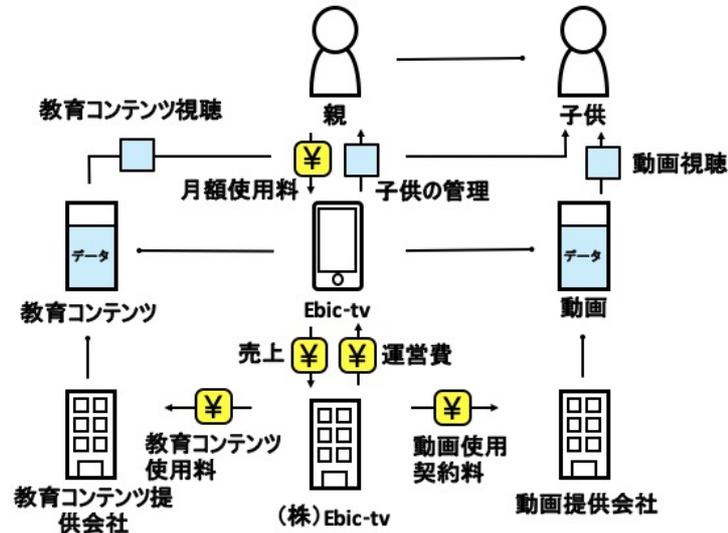
子供向け番組の
テレビCMを利用
子供にも親にも
効果的に宣伝できる



お金を払うのは親のため、親世代を中心に広報戦略

ビジネスプラン概要

ビジネスモデル2.0



ビジネスモデル 2.0 図鑑[※]に掲載されているフレームワークの利用

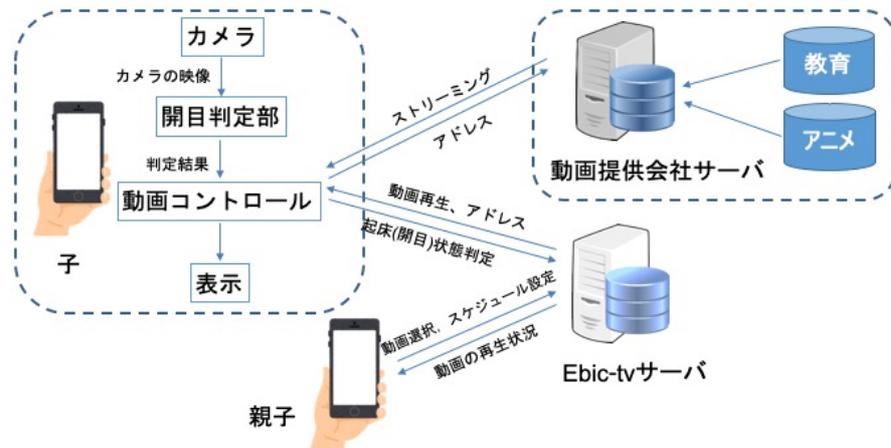
ビジネスモデル図解ツールキット(<https://note.mu/tck/n/nb76ac2c2a709>)を利用して作成

※近藤哲朗, “ビジネスモデル 2.0 図鑑”, KADOKAWA, 2018.

4. システム設計と技術検証

システム概要

- ・ スマートフォン, タブレットのカメラ映像からユーザの開目を判定
- ・ 判定結果をサーバに送り、それに応じてサービスを提供
- ・ 動画コンテンツはコンテンツを持つ会社と提携して提供



カメラが付いているスマホやタブレットを想定

コア技術：開目判定

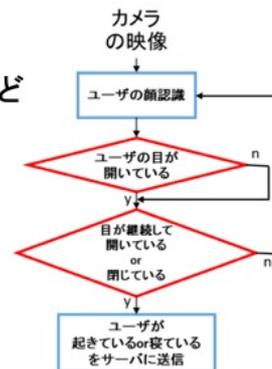
- 目の開いている度合いから、ユーザが起きているかの判定を行う。
- 目が開いているかの判定には次のオープンソースのライブラリを利用する。

(1) OpenCV

フィルタ処理や特徴点抽出、物体認識など様々な機能を利用することができる。

(2) dlib

機械学習、画像処理、数値最適化など幅広い分野の処理を行うことができる。



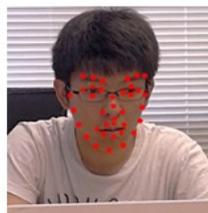
開目判定：判定方法

• 開目判定の方法

キャプチャした画像から顔の輪郭を抽出。目の座標を取得し、次の値を算出する。

$$EAR_r = \frac{\|p_{37} - p_{41}\| + \|p_{38} - p_{40}\|}{2\|p_{36} - p_{39}\|}$$

$$EAR_l = \frac{\|p_{43} - p_{47}\| + \|p_{44} - p_{46}\|}{2\|p_{42} - p_{45}\|}$$



Soukupová et al.: Real-Time Eye Blink Detection using Facial Landmarks, 21st Computer Vision Winter Workshop, 2016.

他の人が大量の顔画像を学習させたモデルを利用してデモ作成
オープンソースのライブラリを利用することで画像のような点が得られる

開目判定

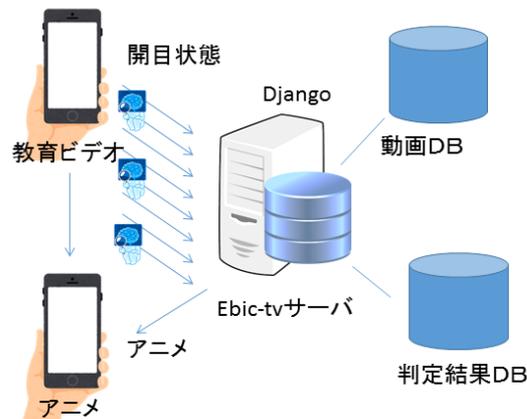
・開目判定の方法

EAR_r と EAR_l の平均が設定した閾値より大きい場合は目が開いている、小さい場合は目が閉じていると判別する。

指定したフレーム数以上に目が開いている状態が継続したらユーザが起きていると判別。目が閉じている状態が継続したら寝ている状態と判別。

瞬きではなく、開目していることに留意

デモ



開目判定結果を基にした動画像のコントロールを実施

- ・ Webアプリケーションとして実装(Djangoを利用)
- ・ 開目判定エンジンを基に動画を切り替え

Python を利用して実装

教育コンテンツビデオ+アニメ動画の再生と開目判定のデモを作成

5. 事業計画及び現場と目標

事業計画

2年で単年黒字化、3年で**累積黒字化**を目指す

目標利用者数：1年目5万人(潜在顧客の1%)

5年目25万人(潜在顧客の5%)

		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
収入	月額使用料 ¥300	18000	36000	54000	72000	90000
支出	開発, 保守費	5000	3000	3000	3000	3000
	サーバーレンタル料	100	200	300	400	500
	動画使用契約料	20000	20000	20000	20000	20000
	学習コンテンツ使用料	10000	8000	6000	4000	2000
	宣伝, 広告費	2000	2000	2000	2000	2000
収支	単年	▲ 19100	2800	22700	42600	62500
	累積	▲ 19100	▲ 16300	6400	49000	111500

単位:万円

現状と目標(サービス面)

現状

- 朝の決めた時刻に無料で見ることができるアニメを配信するサービス
- 学習塾と連携し、教育的付加価値を提供することでサービスの利用を促進する。
 - 学習塾には広告の場を提供することで安価に動画を提供してもらう。

目標

- 開目判定結果と連動したポイント、クーポン等の提供サービス
- 動画コンテンツへの注目度(開目判定結果)データを利用したビジネスの展開

現状と目標（技術面）

現状

- 画像認識技術による開目判定の実装
- 判定結果を基に動画コンテンツを切り替えるWebアプリケーションを試作

目標

- 動画(アニメ/教育コンテンツ)の選択画面、親用の状況確認画面の設計及びスマートフォンアプリ対応
- 閲覧履歴、開目履歴に基づく動画のリコメンデーション機能

「鉄鋼副生成物とミドリムシを用いて地球環境問題の解決について考える」 報告書 ～ ミドリムシバイオセンサの開発～

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。

また、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 Fe^{2+} 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。

他方、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。

これまで、本プロジェクトでは鉄鋼副生成物であるスラグを用いたミドリムシの培養実験を行い、条件によってはミドリムシの倍加速度を大幅に向上させることが可能であることを見出した。また、培養したミドリムシを用いて、 CO_2 を削減する方策についても簡単な考察を行った[14]。

そこで、本テーマでは培養したミドリムシの活用方法についてさらなる検討を行い、大量に培養したミドリムシを用いた土壌センサーの可能性について調査検討を行うこととした。

具体的な進め方としては、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、人口、食糧、地球温暖化といった地球環境との関わりを学ぶ。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およびミドリムシの活用事例を学び、残課題を整理する。以上の調査検討から解決すべき具体的地球環境問題を決定し、これ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、自らの発想に基づき具体的な工学的実験の目的と方法を立案する。最後に、工学的実験で得られた結果を考察し、ミドリムシを用いたセンサーの可能性について検討を行う。

◆課題

- ① 現在の地球環境と世界で発生している問題に関する調査を行い、地球環境問題の具体的な課題について議論を行う。これにより、漠然とした大きな命題からより具体

的な技術的課題を抽出する方法について理解を深める。

- ② 抽出された技術的課題を解決するための工学的課題を整理し、問題を解決するために最も重要な工学的課題を多面的かつ複眼的視野から見出す方法について理解を深める。
- ③ これまでに報告されているミドリムシの培養実験や工業的活用事例を調査することで、ミドリムシの培養や活用に不足していると考えられる事項を整理する。
- ④ 産業、環境、エネルギー、食糧、人口、土壌、水質といった諸因子間の相関関係や影響の大小を議論し、全体の構成を俯瞰する。そして、俯瞰から最も重要と考えられる課題を選定し、これを解決する実験方法と実験条件を決定する。
- ⑤ 決定した実験を行い、得られた実験結果を解析する。また、実験遂行を通じてプロジェクト全体を推進させるための PDCA を行い、プロジェクト推進管理の基本を理解する。
- ⑥ 実験結果と考察からミドリムシを用いた土壌センサーの可能性について検討を行う。

1. メンバー

DP:	氏名	沼田 光裕	(日本製鉄株式会社)
TA:	氏名	暮石 圭佑	(物質プロセス工学専攻 M2)
受講生:	氏名	水谷 巧	(材料デザイン工学専攻 M1)
	氏名	山田 隆博	(機械システム工学専攻 M1)
	氏名	沼野 翔太	(マイクロナノ機械理工学専攻 M1)

2. 実験実施期間

実験：2019年4月17日～7月17日（全13回）

発表：2019年8月5日

3. サブテーマ

ミドリムシバイオセンサの開発

4. 実験プロセス

1) 実験背景の理解

産業、エネルギー、気候変動[1]、人口、食糧、温暖化ガス、土地不足など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・消費の関係、産業と地球環境との関係等について議論を行った。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、全体像に加えて統計データなどの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。あわせて日本製鉄(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、増加する人口と気候変動により食糧問題がさらに深刻化する可能性があることが解った。食糧の生産性には土壌の状態が大きく影響するが、食糧生産性を向上させるには食糧生産に適した土壌を見極めることと食糧生産に適した土壌に的確に改良することが重要と考えた。

土壌の見極めと改良には土壌がどのような状態にあるかを迅速かつ正確に知見する必要がある。土壌分析には多種多様な方法が知られているが、植物に近い生物を活用することで土壌が植物育成に適しているかを判断できるのではないかと推察した。

植物に近い生物としては植物に性質に近いが自ら移動することも可能であり、かつ、大量培養が可能になりつつあるミドリムシを用いれば良いと考えた。

ミドリムシを用いた土壌評価として例えば以下の様な方法を考えた。もし、ミドリムシの倍加速度と土壌含有養分量とに相関があれば、ミドリムシを含んだ培養液と土壌とを接触させてミドリムシの倍加速度を測定することで、土壌が含有する養分量を定量し、植物育成性が評価できる。この方法が可能であれば、一度の測定で土壌の植物育成能力を総合的に評価することができる。

しかしながら、上記の土壌評価方法を実現するには、倍加速度と土壌含有養分量との相関性の有無、土壌と培養液の接触方法、容器形状や温度といった測定条件の影響、サンプル量、など多数の不明点を評価する必要がある。

そこで、本テーマではミドリムシを用いた土壌バイオセンサの可否を検討する第一段階として、以下の二点を目的とした。第一の目的は倍加速度と土壌含有養分量との相関を実験的に確認すること、第二の目的は実際の土を複数用いてその優劣の評価が可能かを確認すること、である。

3) 実験方法および実験条件の設定

本テーマでは実験 1、実験 2 ならびに実験 3 の 3 種類の実験を行った。なお、いずれの実験でも分光光度計を用いて水溶液の 700-750nm における吸光度を測定し、水溶液中ミドリムシの倍加速度を求めた[13][14]。

実験 1 では水溶液中のミドリムシが栄養を含む土に向かって泳動するかを実験的に確認することとした。シャーレ内に蒸留水を満たし、シャーレの側壁の一部に園芸用に市販されている土をろ紙に包んで設置した。土の量は 3 水準とした。その後、直径方向反対位置からミドリムシを含んだ培養液を滴下し、光照射下 25℃で 1 週間保持した。保持後、シャーレの各位置から蒸留水を少量吸引し、吸光度を測定した。

次に、実験 2 に先立って実験精度を向上させることを目的とした予備実験を行った。予備実験ではミドリムシを大量に含んだ水溶液を用意し、これを段階的に蒸留水で希釈しながら吸光度を測定した。この測定から吸光度と希釈倍率との関係が得られ、両者に線形性が生じる適正希釈倍率を探索した。これは、ミドリムシを含有した水溶液中のミドリムシが多すぎる場合や少なすぎる場合に、吸光度とミドリムシ個数との線形性が小さくなり、測定誤差が大きくなることを回避するためである。

実験 2 ではセロハンなどの膜を介して土壌中栄養素がミドリムシを含有した水溶液に移動し、土壌の影響分とミドリムシの倍加速度に相関が生じるかを確認することとした。ミドリムシを含有した水約 430ml をビーカー内に入れ、その水中に土と液肥を混合した土壌を入れたプラスチック製のコップの底部を浸漬させた。なお、コップの底部を切除し、切除部に膜を貼り付け、ビーカー内にコップ内の土が直接侵入しないようにした。用いた膜はろ紙、ろ紙を三枚重ねた物またはセロハンの 3 水準である。土の量は 5、10、30g の 3 水準、液肥と土の量比 (ml:g) は 1 : 1~1 : 20 の間で変化させ、比較として液肥なし (土のみ) と土なしの条件でも測定を行った。液肥は市販の肥料原液を蒸留水で希釈して用いた。光照射下 25℃で 1 週間保持した。なお、本実験ではビーカー上部にコップなどを配したため、光の照射が不十分となったため、光をビーカー底部側から照射した。1 週間保持後、ビーカーから水を少量吸引し、吸光度を測定した。さらに、酵素を用いた 4-アミノアンチピリン比色法により実験後の水中 PO_4^{3-} 濃度を測定した。

実験 3 では応用実験として名古屋大学構内の任意の場所 3 か所から土を採取し、実験 2 と同じ実験方法でミドリムシの倍加時間と水中 PO_4^{3-} 濃度の測定を行い、実際の土の評価が可能かを検証した。

4) 実験結果

初めに実験 1 の結果について述べる。1 週間保持後にはシャーレ内でミドリムシは増加したが、倍加速度は土の量には依存せず、シャーレ内の位置によって異なった。

当初は土に近い位置において最も倍加速度が速くなると予測していたが、土周辺では明確なミドリムシの増加は認められず、逆に、土から遠い位置ほど倍加速度が速くなった。実験後の状態を観察すると土と土を包んだろ紙にカビの様な物体が認められた。鉢植えの観葉植物の土などでも白カビが発生することが知られているため、今回の結果はカビの影響を受けたと考えた。

そこで、カビ胞子の大きさとろ紙のメッシュの大きさの関係を調査し、ろ紙をセロハンに変更して同様の実験を行った。結果、ろ紙使用時に比較してシャーレ内で均等にミドリムシが増加した。ただし、土近傍で倍加速度が増加する傾向は認められなかった。以上の結果から、ミドリムシが栄養源に向かって泳動する現象は確認できなかったが、セロハンを介して土壌とミドリムシを含んだ水溶液を接触させる方法が適当であることを見出した。

次に、実験 2 に先立って予備実験として行った吸光度と希釈率の関係を測定した実験では以下を得た。希釈倍率と吸光度に線形性が得られるのは吸光度が 0.02~0.12 の範囲である

ことが解った。0.02より低い場合は水溶液の色が薄くなりすぎ、0.12より高い場合は水溶液の色が濃くなりすぎ、精度良い測定ができないと判断した。よって、以降の実験では水溶液の吸光度が0.12より高い場合は希釈を行って吸光度を測定し、その測定値を希釈倍率で割り戻した値をその実験における実験値とした。

次に実験2の結果について述べる。ビーカー内に浸漬したコップの底部の切除部にろ紙を張り付けた実験では実験1と同様にカビが発生したため、セロハンを用いて実験を続けた。詳細な実験データはII. 成果報告書に記載する。土の量と加えた液肥の量から各実験における栄養総量を求め、さらに全実験結果を規格化して倍加時間との関係を整理した。この結果、実在する土壌含有栄養量の範囲では栄養量と倍加時間に相関が認められた。一方、極端に栄養量を増加させた場合は倍加時間が飽和し、栄養量との相関は不明瞭となった。以上の結果から、セロハンを介して土壌から水中に栄養分が移動してミドリムシが増殖する事、ミドリムシの倍加速度は土壌が含有する栄養量に相関性があることが実験的に確認された。

最後に実験3の結果について述べる。土は構内の花壇、五号館付近、二号館付近から採取し、実験に供した。結果、倍加時間は花壇が最も短く、次いで五号館、二号館の順となった。逆に水中 PO_4^{3-} 濃度は花壇が最も高く、次いで五号館で、二号館が最も低かった。以上から、実際の土を用いてもミドリムシの倍加速度を測定することで土の植物育成性が評価できる可能性が得られた。

5. まとめ

本プロジェクトでは土壌の植物育成性の評価が可能なミドリムシを用いた土壌のバイオセンサの可能性について実験的検討を行った。

実験からミドリムシが栄養源に向かって泳動する現象は確認できなかったが、セロハンを介して土壌とミドリムシを含有した水溶液を接触させることで土壌に含まれるカビの影響を小さくできることを確認した。これは、センサを構成する上で重要な知見である。

また、倍加速度と土壌含有養分量との相関が認められることを実験的に確認し、さらに実際の土を複数用いてその優劣が評価できることを確認した。

以上の結果から土壌の植物育成性を評価するミドリムシを用いた土壌バイオセンサの可能性が示唆された。また、これまでの本プロジェクトの結果と合わせて考えると土壌バイオセンサとスラグを組み合わせることで土壌改良がより効率よく行える可能性も示唆される。

一方で、評価に要する測定時間や本実験でも認められたカビの様な自然物質が有する外乱要因の影響、多様な栄養成分が重畳している場合の評価、など今後解決すべき課題も多数見出された。

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高見誠一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.
- [14] 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 30 年度実施報告書, 2018.

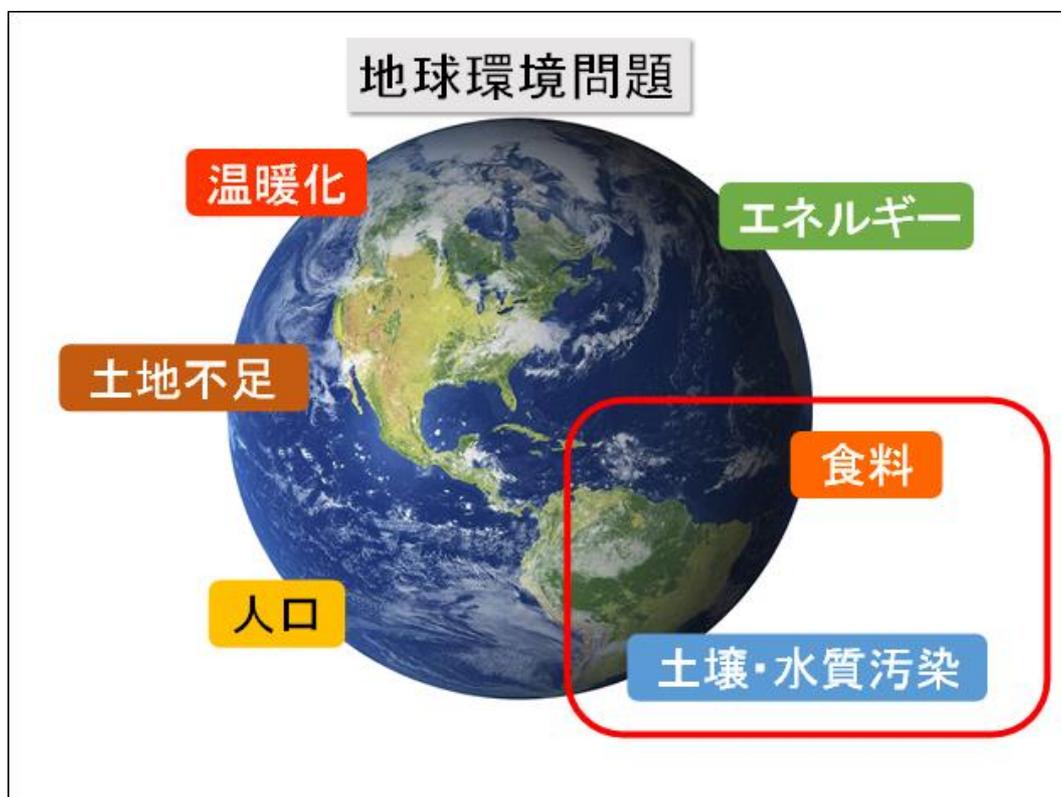
II. 成果報告書

鉄鋼副生成物とミドリムシを用いて地球環境問題の解決について考える

ミドリムシバイオセンサの開発

DP 沼田光裕
TA 暮石圭佑

沼野翔太
水谷巧
山田隆博



ミドリムシ Euglena

活用事例

バイオ燃料



<https://www.euglena.jp/projects/pjdieusel/>



健康食品

<https://www.euglena.jp/projects/takeda/>
<https://www.euglena.jp/projects/midorimushicookie/>



<http://www.dr-ralf-wagner.de/Augenflagellaten.html>

昨年のグループによる実験

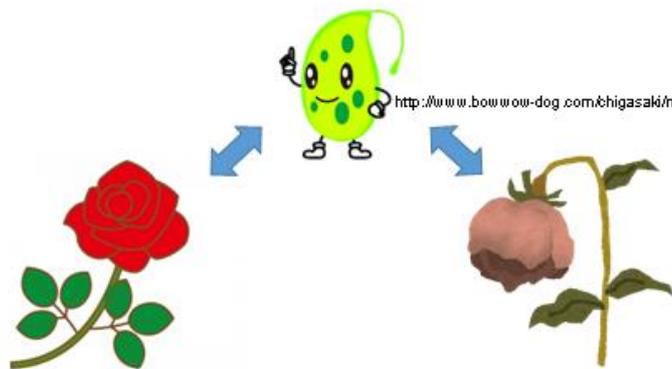
ミドリムシの培養液にスラグを入れると
倍加速度が7倍になった。



ミドリムシの大量生産が可能

原理

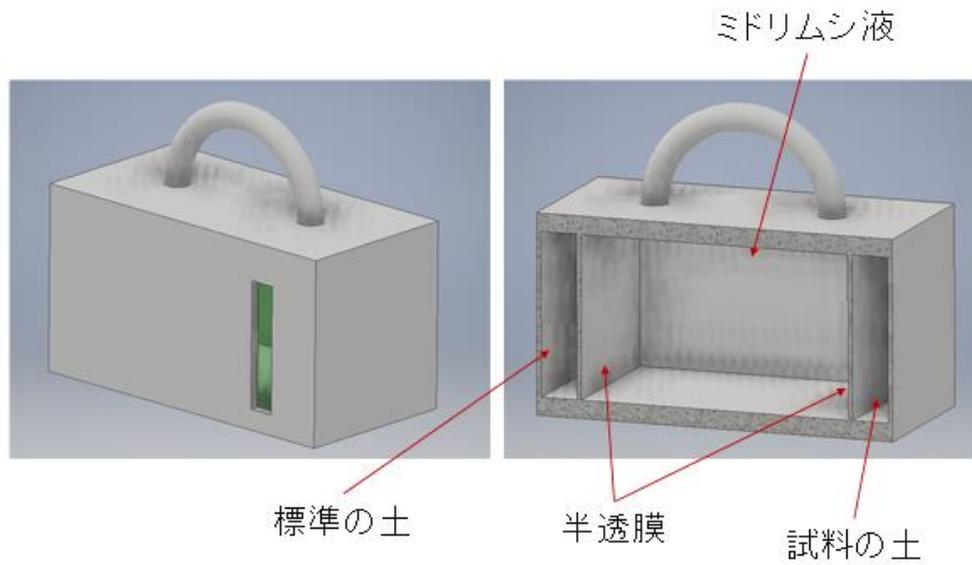
ミドリムシにおいしい土を聞いてみる



<https://www.so-ai-library.com/so-ai/4885>

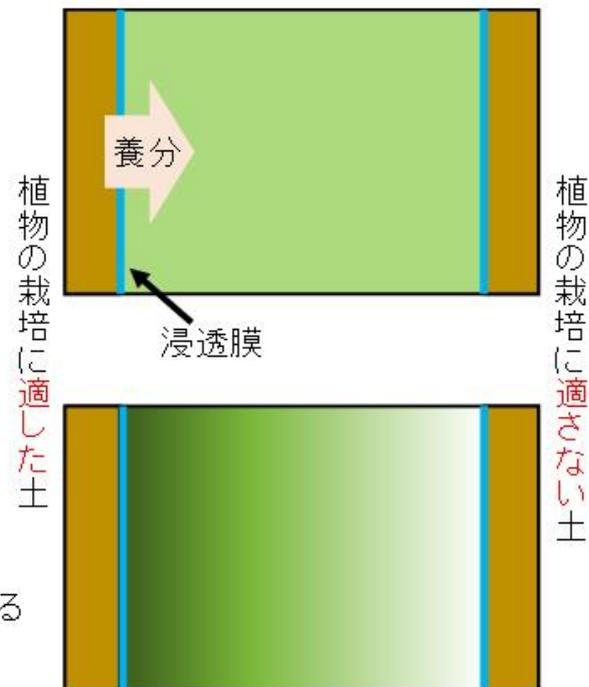
<http://www.bow-wow-dog.com/chigasaki/midorimushi.html>
https://www.irasutoya.com/2013/12/blog-post_6.html

センサ概要図



原理

栽培に適した土から
養分がしみ出す



養分の多い方に
ミドリムシが集まり
濃度勾配が見られる

養分が多いと
ミドリムシはより増加する



ミドリムシバイオセンサのメリット

・従来の評価法

- 一つずつパラメータを測定して評価する
(光, pH, 養分, 温度)
- 複数種類の測定が必要

・ミドリムシ

- 総合的に土壌を評価することができる
- 一度の測定で判別できる



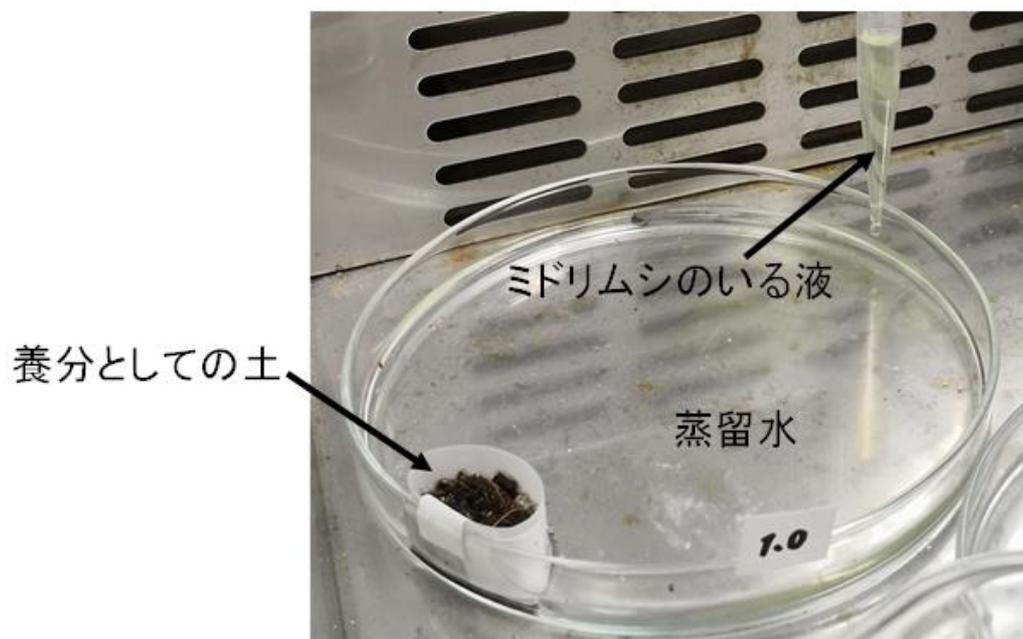
課題

- ・本当においしい土に寄って行くのか？
- ・膜を介して栄養が移動するのか？
- ・膜の材質は？
- ・適切な容器形状は？
- ・適切な土の量は？
- ・濃度差の原因は移動？増殖？

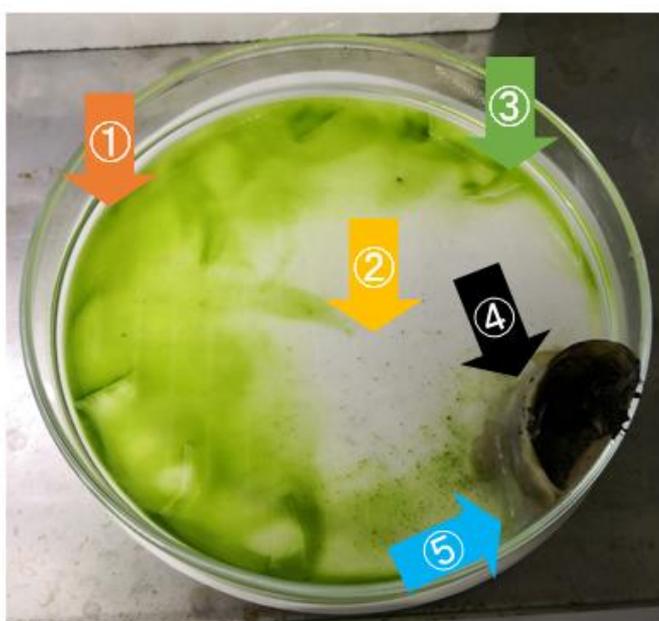
目的

- センサに必要な現象であるうえ二つを対象に
- ・現象の実験的確認をする
- ・実際の土を用いて評価する

実験1 本当においしい土に寄って行くのか？



実験1 サンプルを抽出し、吸光度を測定



①	0.348
②	0.027
③	0.289
④	0.088
⑤	0.070

実験1 土をろ紙に包んで実験

- 土の量による大きな差はなかった。
→ 栄養の拡散が早かった。
- 土から遠い壁際に多く繁殖
→ 土からカビが発生したか？



実験1 カビと膜のメッシュサイズを比較

観葉植物の土などでよく白カビが発生する現象が確認されている。

- カビの大きさ : 2~100 μm
- ろ紙のメッシュ : 5~75 μm
- 水分子の大きさ : 3.8 \AA



<https://firststyle.jp/3358>

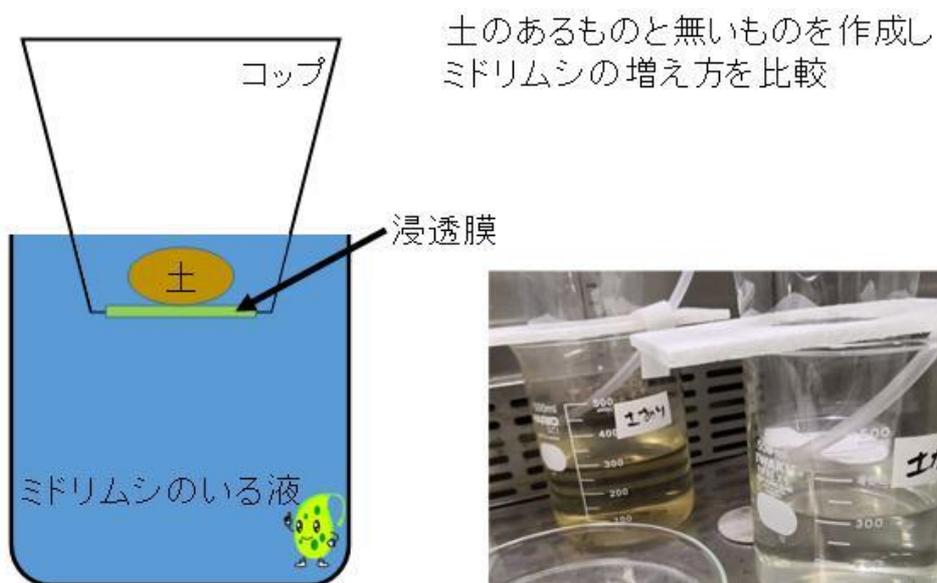
水分子は通すが溶質は通さない、一般的に半透膜として用いられるセロハンを使用してみる。

実験1 カビの発生を防ぐためにセロハンを使用

- ろ紙に比べて全体的に成長。
 - 若干のカビらしきものが発生し、土の周りには集まらなかった。
- カビによる影響の妥当性が確かめられた。



実験2 膜を介して栄養が移動するのか？



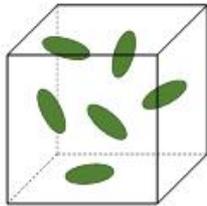
測定条件の決定

①測定する吸光度の範囲の決定

吸光度の変化 → ミドリムシの増加量(倍加時間)を算出

吸光度が非常に低いor高い範囲で誤差が大きくなる

{ 吸光度
{ ミドリムシの数 → 線形関係にある吸光度の範囲で測定

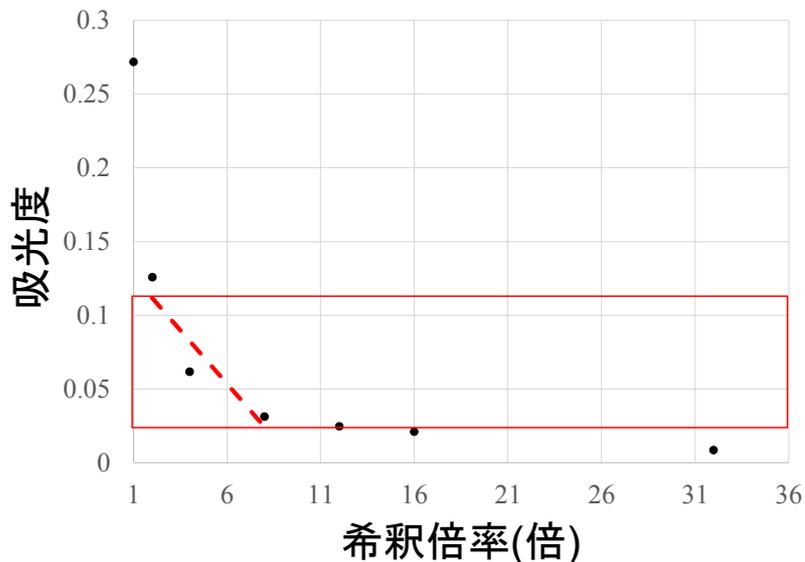


単位体積あたりのミドリムシの数は一定

吸光度と希釈倍率の関係

→ 吸光度の測定範囲を決定した

吸光度と希釈倍率の関係

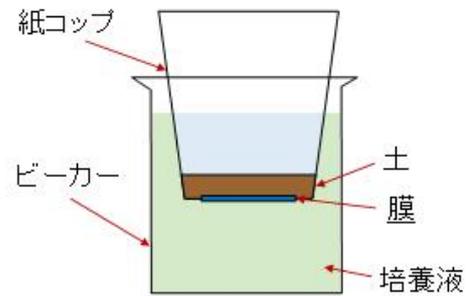


実験条件: 吸光度が0.02~0.12の範囲で測定
0.12以上の時は希釈して測定した

測定条件の決定

②浸透膜の選定

- ろ紙一枚
- ろ紙三枚
- セロハン一枚



倍加時間

$$t_d = \frac{t}{\ln\left(\frac{N_t}{N_0}\right)}$$

t_d : 倍加時間(日) N_t : t 日後の吸光度
 t : 日数(日) N_0 : 0日後の吸光度

膜	ろ紙一枚	ろ紙三枚	セロハン一枚
倍加時間(日)	11.6	15.9	11.9

ろ紙: カビが発生 ➔ セロハンを用いて実験

実験2 膜を介して栄養が移動するのか？



実験装置の模式図

土 5, 10, 30 g

肥料 ハイポネックス
 土に混ぜる量を変化

蒸留水 適量

<https://www.hyponex.co.jp/item/62/>

ミドリムシ液 65 mL

蒸留水 435 mL

25°Cに保持
 24時間光を当て、空気を吹き込む

実験方法

膜を介して栄養が移動するのか？



実験装置の写真

実験結果

膜を介して栄養が移動するのか？

実験開始時



ビーカー付近の写真 培養開始

実験結果

膜を介して栄養が移動するのか？

一週間後



ビーカー付近の写真 一週間後

実験結果

膜を介して栄養が移動するのか？

ハイボ(mL) : 土(g)		± 5 g			± 10 g			± 30 g		
1:10	吸光度	0.064	0.065	0.065	0.063	0.062	0.062	0.061	0.060	0.061
	一週間後	0.56	0.57	0.56	1.24	1.23	1.23	0.31	0.31	0.31
	倍加時間(日)	3.23			2.35			4.29		
	PO ₄ (ppm)	18			6					
1:2	吸光度	0.057	0.060	0.061	0.062	0.063	0.063	0.051	0.053	0.053
	一週間後	0.73	0.73	0.74	0.79	0.79	0.78	0.55	0.53	0.54
	倍加時間(日)	2.71			2.40			3.00		
	PO ₄ (ppm)				3			1100		
1:1	吸光度	0.052	0.053	0.052	0.050	0.051	0.051	0.051	0.052	0.052
	一週間後	0.76	0.77	0.76	0.69	0.69	0.69	0.51	0.50	0.50
	倍加時間(日)	2.61			2.68			3.07		
	PO ₄ (ppm)	500			1800			2000		

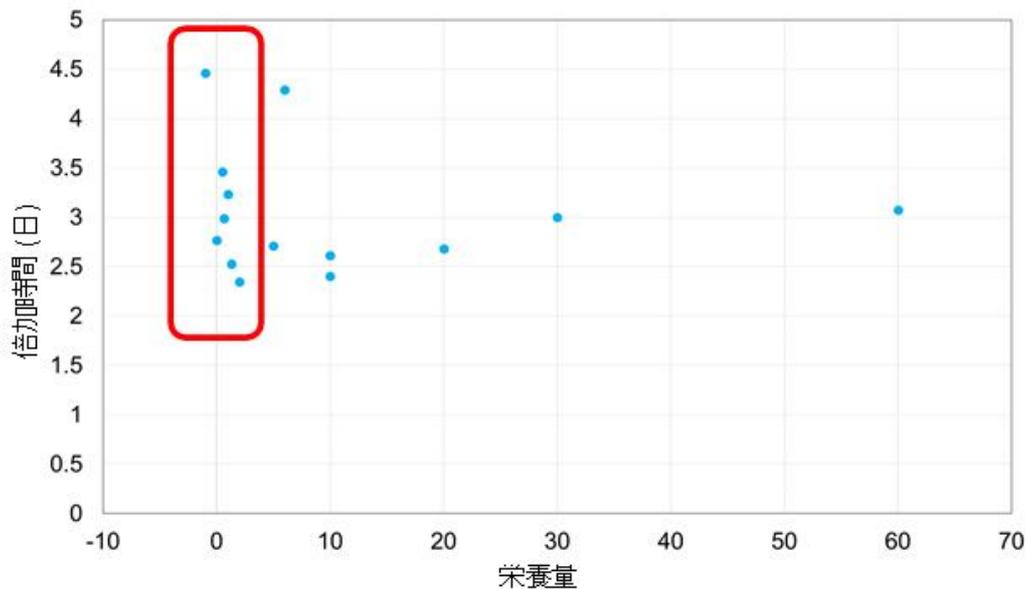
実験結果

膜を介して栄養が移動するのか？

ハイボ(mL) : 土(g)		土 5 g				土 5 g		
1:7.5	吸光度	0.025	0.025	0.026	土のみ	0.024	0.025	0.025
	一週間後	0.40	0.40	0.41		0.315	0.310	0.305
	倍加時間(日)	2.53				2.77		
	PO ₄ (ppm)	18						
1:15	吸光度	0.024	0.024	0.025	土なし	0.025	0.026	0.024
	一週間後	0.25	0.26	0.25		0.120	0.120	0.120
	倍加時間(日)	2.99				4.46		
	PO ₄ (ppm)							
1:20	吸光度	0.024	0.025	0.025				
	一週間後	0.19	0.19	0.18				
	倍加時間(日)	3.46						
	PO ₄ (ppm)							

考察

膜を介して栄養が移動するのか？



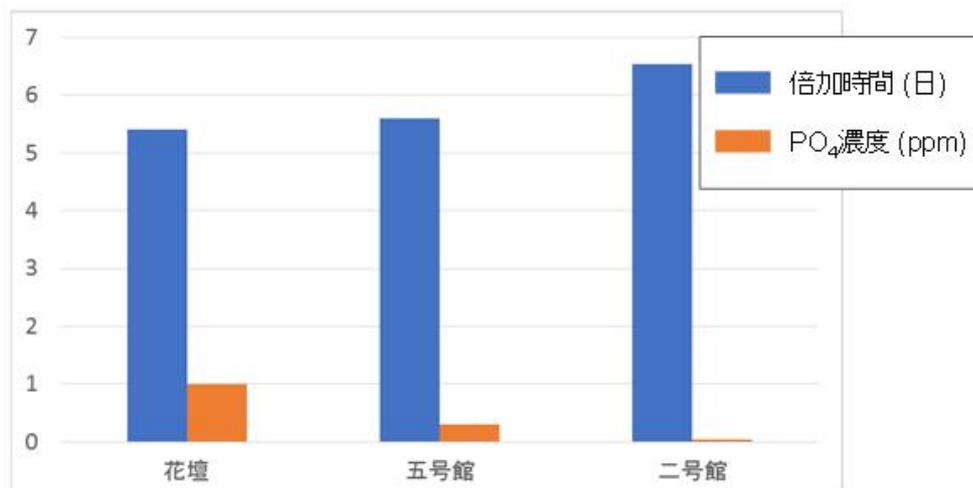
応用実験

大学内の土で実験してみた

		土 5g		
花壇	吸光度	0.033	0.033	0.035
	一週間後	0.121	0.124	0.124
	倍加時間(日)	5.40		
	PO ₄ (ppm)	1		
工学部 二号館前	吸光度	0.033	0.033	0.033
	一週間後	0.095	0.098	0.096
	倍加時間(日)	6.53		
	PO ₄ (ppm)	0.05		
工学部 五号館前	吸光度	0.033	0.034	0.034
	一週間後	0.117	0.119	0.117
	倍加時間(日)	5.59		
	PO ₄ (ppm)	0.3		

応用実験

大学内の土で実験してみた



目的

ミドリムシバイオセンサの開発

- 現象の実験的確認をする
- 実際の土を用いて評価する

結論

ミドリムシを用いることで栄養の
定量的な評価の可能性が示唆された

「デザインシンキングを用いたモノづくりの実践」 報告書

～ 名古屋大学をデザインする ～

I. DP報告書

◆テーマの主旨

本実験の目的は、「名古屋大学をデザインする」というテーマのもと、問題の本質を捉えて考える力や、その価値を伝える技術を学ぶことを狙いとしている。

課題は名古屋大学の魅力を見出し、学生や一般の“ファン”を創出することである。進め方としては企業内で行うプロジェクト業務と同じように、自ら企画を立案し、その承認を目指すプロセスを学習、体験する。本プロジェクトは大きく2つのプロセスに分けられる。ひとつは、課題を見つけその問題の本質を追求し、解決策を考案すること。もうひとつは、その解決策の魅力を分かり易く伝え、課題についての共感と解決策に対する合意を得ることである。

企業の中において、プロジェクト業務を推進しそれを完遂、成功させるためには、様々なハードルが存在する。プロジェクトチームがそのハードルを越えるためには、課題に対する深い洞察力と強い意志が必要となる。そしてその企画について、まわりの共感を得られなければ実行することは困難となり、成功は望めない。本実験では、その最初のハードルとなる企画の立案と、聴講者の共感を得るためのチャート制作+プレゼンテーションを体験する。

◆課題

デザインという言葉は、しばしば形や色、グラフィックなどと捉えられることが多い。しかし、デザインの本質とは本来そのような固定化された分野に留まるものではない。デザインとは生活や文化、技術の発展に広く深く関わるものとして存在し、デザイナーでなくとも、技術者や研究者さえもある時はデザインを行っている。

本課題では、工学部の学生が経験することのない、デザインシンキングを用いた「名大ファンづくり」の企画立案を目指す。まずは普段の学生生活の中から、見過ごされている課題や気づきを探ることから始める。それにはこれまでの習慣や、時には知識・経験が邪魔をすることも多い。また気づきや捉えた課題の本質を追求するための、思考スキルを習得する必要がある。次にその課題に対する解決策を考え、プロジェクトメンバーが納得できるまで思考研磨を繰り返す。

考案した企画については、その魅力を人に分かり易く伝える技術が必要となる。課題の背景や問題の本質についての解説、その解決策の効果について仮説を立てて説明することがプレゼンテーションとなる。

以上のことを踏まえ、下記の3点を目標と定めた。

- ① 既成概念に捉われず、多面的な視点で課題を発見し、問題の本質を捉え解決策を探究する“考える力”を学ぶ。
- ② 企画立案においては顧客視点での優位性を第一に考え、思い込みを無くし、客観的視点での評価も加える。
- ③ 分かり易く簡潔に表現する“伝える技術”を習得する。

1. メンバー

DP :	吉田 佳史	(株式会社デンソー)
TA :	河合 優介	(材料デザイン工学 M2)
受講生 :	多賀 駿介	(機械システム工学 M1)
	片桐 崇大	(航空宇宙工学 M1)
	辻岡 義康	(土木工学 M1)
	渡邊 智基	(情報学研究科 複雑系科学 M1)

2. 実験実施期間

実験：2019年4月17日～7月17日（全14回）

発表：2019年8月5日

3. サブテーマ

名古屋大学をデザインする

4. 実験プロセス

実施したプロジェクト手順

1) 課題の抽出

他校（南山大学）のベンチマークや、銀座や六本木のギャラリーなどトレンドスポット調査、名古屋市が公募した「旧那古野小学校施設活用事業」（なごのキャンパス）と周辺観察を実施。まずは人々が集まる場所を見ること、トレンドや若者の行動を観察することで、リアルな情報のインプットを狙いとして活動。

2) テーマの選定

各自の気づきや着眼点をもとにキーワードを抽出、それをポジショニングマップにまとめ、ターゲットセグメントを行い、狙いを明確化した。

3) 企画のアイデア展開

各自のターゲット（学生、子供、地域住民など）を定め、どのような企画が名大のファンづくりに繋がるのかを検討。今回は企画の提出までがテーマではあるが、前提条件を下記に定めた。

- ・実際に自分が行動することで、実現可能であること。
- ・実現の可能性についての裏付けを取ることで、または説明すること

4) プレゼンチャート制作

今回の目標である、人に分かり易く伝え、共感を得られる企画書作成のスキルを指導。まず課題の着眼点において聴講者全員の共感を得ること。そのためには、具体的でリアルな背景説明と、客観的データをもとに、課題認識の共有を図る。次に企画案について、顧客のベネフィットとファンづくりの観点から、アイデアの研磨を繰り返す。

5. まとめと所感

各自1案のイベント企画を提案することとなったが、調査からテーマ選定、アイデア検討まで常に全員で審議することで、プロジェクトチームとしての一体感が醸成された。結果として、各自が責任を持って制作を完遂できたことは良かったと思う。

工学部の学生にファンづくりのためのイベント企画を体験させたことは、異業種の経験になったと感じる。当初は慣れない企画書づくりに苦戦していたが、何度も書き直しをしている間に、自然と企画書のあるべき姿に収まってきた。それは学生達の努力と、探究心が人一倍強いことが、この良い結果につながっている。

また学生には常に楽しんで企画を創案するように伝えてきた。新しいことを考える生みの苦しみもあるが、本人が楽しんで創造することが一番大切なことであり、この点は常に留意したことである。全員がこのプロジェクトを楽しく取り組んでくれたと、発表結果を見て感じている。

受講生が今回の創造実験の経験を、将来どこかで活かしてくれることがあれば、この実験は成功であったと思う。

参考資料

「見やすいプレゼン資料の作り方」

<http://www2.mmc.atomi.ac.jp/web13/2014/howtopresentbetter-140410025404-phpapp01.pdf>

Presented by Yuta Morishige All Rights Reserved

II. 成果報告書（TA報告書）

1. Project Theme

デザインシンキングを用いた企画プロジェクトの実践

目的 **問題の本質を捉えて考える力**
“伝える技術”を学び、企画プロジェクトを体験

課題 「名古屋大学をデザインする」
名古屋大学の魅力を見出し、本学生や一般の方の“ファン”を創出する

1. 片桐崇大	名大Lab
2. 多賀駿介	名大探偵
3. 辻岡義康	Wil Café
4. 渡邊智基	Café Lab

TA 河合優介 講師 吉田 佳史

2019/08/05
Team デザイン



本グループでは、名大のファンを創出するという目標のもと、学生4名がそれぞれの企画チャートを作成し、最終発表にてプレゼンテーションを行う形式で実験を行った。それぞれの学生が企画のコンセプト、ベネフィット、および具体的な実施例を分かりやすくまとめ、聴講者からの共感を得られるよう何度も推敲を重ねた企画チャートを次ページ以降に掲載する。

1. 片桐崇大『名大Lab』



CONCEPT

とっておきのチャンスを逃すな！

ターゲット：大学の研究や生活に興味ある**高校生**

名大Labとは？

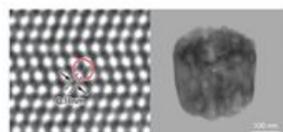
- 研究発表とも施設ツアーとも違う、**全く新しい形の研究ツアー**
- 高校生たちの知的好奇心に応える、**手作り型の体験会**

1. 通常見ることが出来ない**最先端の場所**にご招待
2. 研究への取り組み方などが分かる**新しい体験ツアー**
3. 大学生の**ライフワーク**をちょっぴり覗いてみる

片桐君は、名大が誇る大型設備である超高压電子顕微鏡施設等の見学を通じて、名大の最先端の研究設備を見学しつつ、研究への取り組み方や大学生活も一緒に学べる新たなイベントを企画した。例として、名大が保有する世界一の電子顕微鏡を見学しつつ、大学生活などについて名大生と自由に質問・会話ができる高校生向けのツアーを企画している。

「世界一の電子顕微鏡」ツアー

1. 名大生でも見た事ない電子顕微鏡を間近で観察
2. 顕微鏡で見た異次元の世界を映像で紹介
3. これを使った研究開発事例と成果の紹介
4. 研究者への自由質問時間
5. カフェテリアで休憩
6. 名大生との懇談会



ツアーの特徴



1. 研究現場を実際に見に行ける



2. 研究体験を一緒に行える



3. 研究室見学と自由質問時間



4. 大学生の気分で大学生と懇談

名大Labを通したベネフィット

5

高校生のベネフィット

- 高校生が抱く様々な疑問にきめ細やかに回答することで**親近感が熟成される**
- 様々な専攻で開催することで、**興味のある学科を選ぶ機会**となる
- 大学生と直接話すことで、**大学生生活の一端を垣間見ることが**できる

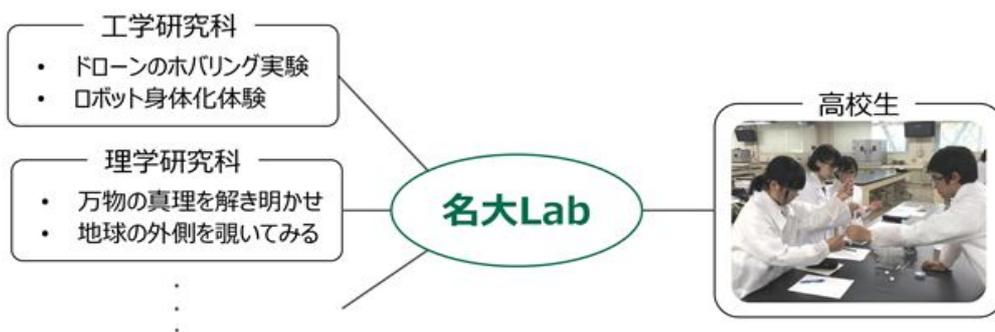
大学のベネフィット

- 名大に興味を持ってもらうことで、**高校でのインフルエンサー**となり得る
- 名大生との距離が縮まり、その後の**コミュニケーションの広がり**を期待できる
- 高校生目線での疑問に応えることで、その後の**改善や新しい気付きを発見**できる



企画のまとめ

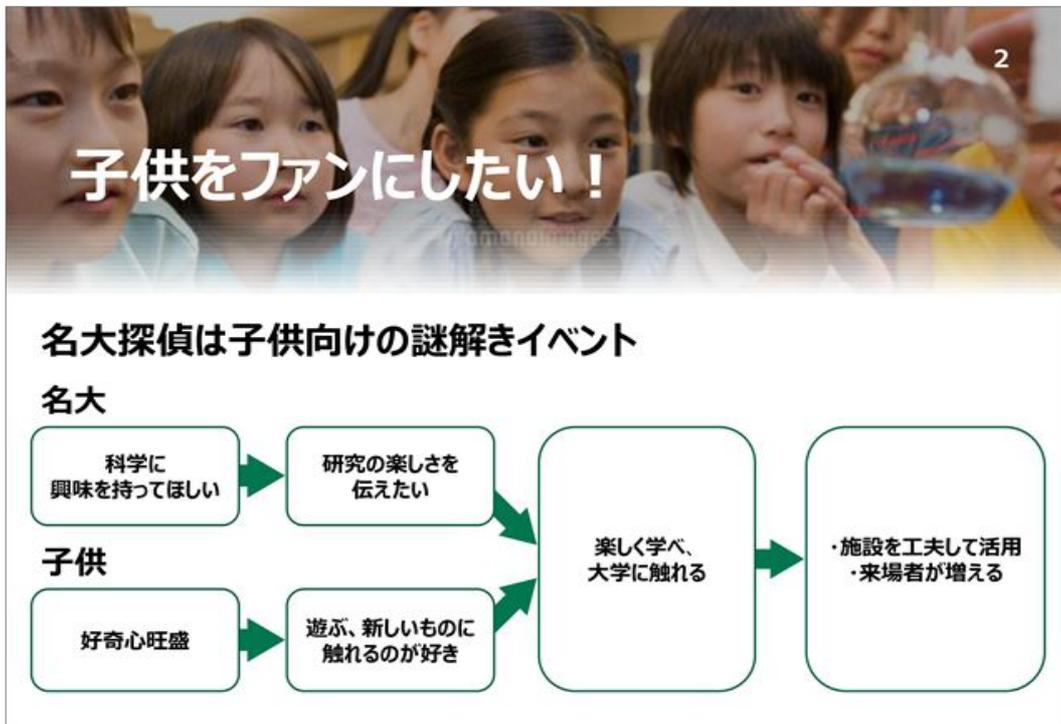
6



研究の数だけ、研究の面白さがあります
名大Labはその面白さを高校生に届けます



2. 多賀駿介『名大探偵』



多賀君は、子供の頃から名大に親しみを持ってもらう事で将来的な名大のファンを創出する目的で、好奇心旺盛な子供の探求心を満たすイベントを企画した。

探偵×研究

探偵と研究を掛け合わせた、イベントを開催

それが、..

名大探偵です

- 普段来る機会のない大学で遊べる
- 頭を使い、探検して、触れて、謎を解いて楽しむ
- 優しいお兄さん、お姉さんが謎を解くヒントをくれる

特別な体験は、子供たちの心に
素敵な思い出として残ります



子供に楽しんでもらう！

ターゲット：探検が好き、謎解きが好き、そんな好奇心旺盛な子供たち





実施例 (博物館)

博物館には常に多種多様な展示物が設置してある

- 文理問わず様々な研究に触れることができる
- 様々な展示物それぞれに謎を設置
- 博物館内を探検し、謎を解いてもらう
- ヒントをあげる名大生を配置
- 名大生との触れ合いと、謎解きを楽しんでもらう



- 実際に操縦してみることで、動きや操作の違いを体感
- 昔に作られた、超大型ドローンについて教えてもらえる (全長3m以上)



実施案

運営	学生団体、施設職員(名大生と職員が協力した新しいイベントになる)	
実施日	名大祭、秋祭	
実施場所	名古屋大学博物館等の施設(常設で様々な展示物が設置してある)	
スケジュール例	~10時 ~10時20分 ~11時30分 ~12時	集合 説明 謎解き 答え合わせ、特典配布



3. 辻岡義康『Wil Café』



Wil Café. ってなに？

モノ、コトに熱中している人達に

価値観を共有できる心地よい場を提供します

好きなコトには熱中する学生

- ・SNS以外にもっと楽しい人との交流なら・・・
- ・面倒は嫌い、でも信頼できるなら・・・
- ・生活になにか刺激が欲しい

サークル

- ・マンネリ化を脱却したい
- ・活動の場が限られている

辻岡君は、モノ・コトに熱中したいとは思っているものの、実行に移す事が出来ずにいる大学生向けに、学生とサークルを結び付けるイベントを企画した。ちなみに「Wil」の「l」の字が1つになっているのは、何かをしたいという意味はあるものの、今一歩行動に踏み出せないもどかしさを表している。4ページでは、例としてフリーペーパーサークル「粋」との交流イベントを企画している。「粋」とは、名大生および南山生が運営しているフリーペーパーサークルで、年に4回名大生および南山生向けのフリーペーパーを発行している。学生にとって親しみの持てる記事や高いデザイン性が評価され、学生および教職員から根強い人気を得ている。

自分の可能性を広げ、展望を見つける機会を創出する

好きなコトに熱心な学生

- ・価値観を共有できる人と繋がりたい
- ・自分を理解してくれる人と出会えたらうれしい
- ・気軽なコミュニケーションの場があったら…



サークル

- ・活動の輪をもっと広げ、サークルに活気を！
- ・活動をもっと知ってもらい、知名度を上げたい！
- ・自分たちのスキルやこだわりが人の役に立つかも！



Wil
Café.

例) フリーペーパーサークル



特徴

1. 情報としての**信頼性**が高い
2. 売上目標がないため、書籍に比べて**やりたいこと**を突き詰めて行える
3. **新しい情報**を常に探している

参加者は

1. 記事に至る過程でのモノ、コトの発見
2. 普段目にするものについての**新しい視点、考え方の創出**
3. 人と一緒に考えることの**楽しさ**やその**創造性の広がり**の体験

サークルメンバーは

1. 参加者との**情報交換**から**新たな発見**
2. 記事につながる**ネットワークの広がり**
3. サークルの**知名度向上**と**活動の広がり**

こだわりを話そう

1. パネルディスカッション

毎回分野別のリーディングパーソンを呼び、質問や意見を登壇者と対談形式で行う

2. 来場者との対話

登壇者とサークル員、それに来場者が記事について自由に意見交換

3. テーマについての自由会談

来場者、サークル員関係なくこだわりや趣味について歓談し親交を深める

(人数が多いときグループごとにテーマ設定)



期待される効果と価値

来場者

- 価値を共有できる楽しいひととき
- 参加者との会話から、新しい気づきも期待できる
- 新しい出会い

サークル

- これまでと違った新しい活動機会
- リアルな会話を通じた企画のヒント
- サークルの認知と価値の向上

Wil
Café

実施案



Café. Est 本山



学生が運営している親近感のある空間



キッチンカーでのコーヒーの販売



休憩スペースとギャラリーを併設

4. 渡邊智基『Café Lab』

Café*Lab

最もOpenな場所で、最もClosedな内容を

Café

「誰でも使える
気軽な**交流の場**」

Lab

「アカデミックな
プロフェッショナル集団」

↓

一般人とプロが気軽に交わる場

Café*Lab

渡邊君は、閉鎖的で一般の人にとっては謎の空間である研究室を、誰もが自由に利用できる開放的なカフェと組み合わせる事で、研究者と一般人が気軽に交流できる場を企画した。

Why?-1

「大学内だが
堅苦し**さはない**」

「学部4年生から」

「一般人でも
気軽**に入れる**」

「関係者以外
立ち入**り禁止**」

↓

難しそう…と敬遠されがちな研究への、
新しい入口

Why?-2

「研究って何するの？」

「大学院とは？」

「知識はないけど、
研究について聞きたい」

「研究の姿を伝えたい」

「優秀な学生が欲しい」

「自分たちの研究を
知ってほしい」



なかなか出会うことのない両者の、
新たな出会いの形

Example

Title :

体内時計操る遺伝子を探そう
～歯車で学ぶ遺伝子操作模擬実験～

Host :

バイオ系の研究を行う大学院生

Target :

中学生～高校生、6人

Place :

クレイグスカフェ
(コーヒーとお菓子付き！)

Program :

名大祭3、4日目(土日)

14:00～14:15 (トーク)
生物時計と遺伝子

14:15～14:30 (模擬実験)
歯車で学ぶ遺伝子の探し方

14:30～15:00
大学院生と話そう (フリートーク)

体内時計を操る遺伝子を探そう ～歯車で学ぶ遺伝子操作模擬実験～

近年話題の遺伝子組み換え技術。
実はこれ、
生物の体内時計の仕組みを探るためにも活用されているんです。

今回のCafé*Labでは、
まさにそんな研究を行っている大学院生さんのもと、
初心者向けのやさしい遺伝子組み換え技術のお話

+
歯車を用いた遺伝子組み換え模擬実験
を体験できます。



Café*Labで、
研究をもっと身近に

「ヒートポンプの新たな適用分野と次世代のヒートポンプを明らかにせよ！」 報告書

～超高速回転圧縮機を搭載した宇宙機用ヒートポンプの提案～

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汲み上げることのできるヒートポンプ[1]は、その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。

本プロジェクトでは、まず、エネルギー供給とエネルギー利用の両面から、現代のエネルギー問題を把握する。そのために、電力設備、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、ヒートポンプの新たな適用分野と必要な技術を検討し、ヒートポンプモデルの性能実験を行う。最後に、次世代型ヒートポンプに関する提言を行うため、学会発表を行う。

◆課題

- 1) 現代の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) ヒートポンプの新たな適用分野と必要な技術を検討する。
- 3) 次世代型ヒートポンプ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:	青野 慶忠	(機械システム工学専攻・M2)
受講生:	一柳 直志	(電気工学専攻・M1)
	片岡 和樹	(物質プロセス工学専攻・M1)
	金 スルチャン	(材料デザイン工学専攻・M1)
	杉本 賢哉	(機械システム工学専攻・M1)

2. 実験実施期間

実験：2019年4月17日～7月31日（全16回）

発表：2019年8月5日

3. サブテーマ

超高速回転圧縮機を搭載した宇宙機用ヒートポンプの提案

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、現代の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[2]の適用可能性を検証するとともに、COP の向上を目指す。
- 超高速回転遠心式圧縮機を搭載したヒートポンプの適用を検討する。

2) 研究所・発電所・中央給電指令所への訪問と見学[3]

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：5月29日)

中部電力(株)技術開発本部にある大型のヒートポンプ試験装置「ヒーポンらぼ」を見学するとともに、ヒートポンプモデルの実験状況を確認した。

(イ) 中部電力(株)新名古屋火力発電所 (所在地：名古屋市港区、訪問日：6月5日)

高効率の LNG コンバインドサイクルを保有する新名古屋火力発電所を訪問し、技術者の説明と発電所の見学により、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：7月3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) ヒートポンプの新たな適用先の検討

ヒートポンプの新たな適用先として、文献調査などにより、①太陽光発電システムの冷却と給湯機への利用、②通信衛星など宇宙への応用、③乾燥工程など産業用途の三つを挙げた。これらのうち、受講生が最も興味を持った、②通信衛星など宇宙への応用[4]を検討することとした。

4) 通信衛星など宇宙機の技術動向と技術課題の把握[5]

通信衛星など宇宙機の技術動向と技術課題を把握するため、6月26日に、JAXA 研究開発部門第2研究ユニットの岡崎峻研究開発員にご来学いただき、受講生に講演を行っていただいた。7月31日に、澤田健一郎研究開発員にご来学いただき、受講生と意見交換を

行っていただいた。

5) 超高速回転遠心式圧縮機の技術調査

通信衛星や惑星探査機など宇宙機にヒートポンプを搭載しようとするれば、低振動、軽量、小型、長期耐久性（20年）が要求される。

遠心式圧縮機は、モーターにかかるトルクの変動がほとんどなく、低振動である。

圧縮機を駆動するモーターの仕事率は、回転数（ N ）とトルク（ T ）の積として求められる（ $P=N*T$ ）。トルク（ T ）は、円周方向の電磁力（ F ）および電磁力の作用する半径（ r ）の積として求められる（ $T=F*r$ ）。仕事率（ P ）を同じとして、回転数（ N ）を100倍（2,800 rpm → 280,000 rpm）にすれば、トルク（ T ）を100分の1にできる。これは、例えば、円周方向の電磁力（ F ）を10分の1に、電磁力の作用する半径（ r ）を10分の1にすることである。このように、モーターの回転数を100倍程度にすれば、大幅な軽量化と小型化が可能となる。

さらに、軸受を気体軸受けまたは磁気軸受けとすれば、軸が宙に浮いて回ることになり、連続回転においては、軸受の寿命は永久ということになる。

具体的な調査手順を以下に記載する。

(ア) 市販家電超高速回転送風機の圧縮実験

6月26日から7月10日まで、市販家電超高速回転送風機を購入し、圧縮実験を行い、電力、送風機の入口と出口の空気の圧力と温度、空気流量を測定して、圧縮機の圧縮比と圧縮機総合効率を明らかにした。実験準備に当たっては、皆川清技術職員の絶大なるご支援をいただいた。

(イ) スイス Celeroton 社製超高速回転遠心式空気圧縮機の技術調査

7月17日に、欧州の水素燃料電池車に採用された世界最高の回転数 280,000rpm を誇るスイス Celeroton 社製の気体軸受を搭載した遠心式空気圧縮機の運転実演を行い、その低振動、小型・軽量を確認した。また圧縮機としての基本性能データを入手した。Celeroton 社の日本代理店である日本シュネーベルガー株式会社の協力をいただいた。

6) ヒートポンプモデルによる実験

30℃で蒸発し、80℃で凝縮するヒートポンプサイクルに必要な要件を把握するため、中部電力(株)技術開発本部よりヒートポンプモデルを創造実験室に持ち込み、既存のレシプロ式圧縮機を用いて、基礎実験を行った。レシプロ式圧縮機は、サイズと重量が極めて大きいのが、幅広い圧縮比に対応でき、圧縮機総合効率が高い。このため、レシプロ式圧縮機を宇宙機に搭載することは困難であるが、基礎実験には用いることができる。

冷媒は、同じ飽和温度に対して、飽和圧力の比較的高い R1234yf と飽和圧力の比較的低い R245fa を用いた。ヒートポンプにおける冷媒の膨張制御の手段として、昨年まで使用し

ていた自動温度膨張弁は感温筒に冷媒を封入するため、特定の冷媒ごとに専用となる。R245fa に対応した自動温度膨張弁は市販されていなかった。しかし、電子膨張弁は、制御装置からパルス信号を送信して、ニードル弁の開度を調整できるため、冷媒の種類によらず、膨張制御が可能であった。

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、ヒートポンプの冷却能力や冷却 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。

7) ヒートポンプサイクルのシミュレーション

ヒートポンプモデルで、数多くの冷媒について、COP の向上を目指した改良を行うなど、全ての条件で実験を行うことは困難である。このため、米国標準試験研究所 (NIST: National Institute of Standards and Testing) の参照流体の熱力学および輸送特性データベース (REFPROP Version 10) [6] を使用して、冷媒の熱物性を計算するとともに、同じく NIST の蒸気圧縮冷凍サイクル解析プログラム (CYCLE_D Version 5) [7] を使用して、ヒートポンプサイクルのシミュレーションを行った。

30°C で蒸発し、80°C で凝縮する冷媒を網羅するために、5 種類の低 GWP 合成冷媒 (R1234ze(E), R1234ze(Z), R1234yf, R1233zd(E), R1336mzz(Z)), 2 種類の高 GWP 合成冷媒 (R134a, R245fa) および 5 種類の低 GWP 自然冷媒 (Propane, Butane, Isobutane, Isopentane, Ammonia) の合計 12 種類の冷媒について、REFPROP Version 10 を使用し、ヒートポンプサイクルに必要な圧縮比と 30°C、10kW の冷却に必要な体積流量を求めた。

これら 12 種類の冷媒に必要な圧縮比と体積流量の値を、Celeroton 社製の気体軸受を搭載した超高速回転遠心式空気圧縮機の性能特性線図上にプロットした。その結果、この超高速回転遠心式空気圧縮機の最高の圧縮機総合効率 58% を示す最高効率点 (圧縮比 1.4、体積流量 13 m³/s) に近く、宇宙機用ヒートポンプに適した冷媒の候補として、R1233zd(E)、Isopentane、R245fa、R1336mzz(Z) の四つを挙げた。それらの冷媒の代表として、R1233zd(E) に関して、ヒートポンプサイクルのシミュレーションを行った。ヒートポンプサイクルのシミュレーションには、CYCLE_D Version 5 を利用した。CYCLE_D により、基本サイクルとガスインジェクションサイクルの比較を行った。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、ガスインジェクションサイクルで、基本サイクルより、冷却能力や冷却 COP が向上した理由を明確にした。

8) 次世代型ヒートポンプに関する提言

2015 年の受講生のアンケート結果に、「成果を学会で発表したかった。」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、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 年以

来、毎年、学会発表を行っている[8]~ [13]。昨年度の成果については、本年3月8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（TEC19）において、昨年度の受講生でもある青野 TA が講演発表を行い[8]、また、本年8月28日、モンリオール国際会議場で開催された第26回国際冷凍会議（ICR2019）において、DP の渡邊がオーラル発表を行った[9]。

本年度の成果については、7月19日に、日本伝熱学会東海支部主催の第26回伝熱コロキウム（名工大にて開催）において、TA および受講生の合計5名によるリレー式の講演発表を行った。この伝熱コロキウムでは、企業（トヨタ自動車、デンソー、三菱重工、三浦工業、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。トヨタ自動車の技術者から、宇宙における輻射伝熱とその改善について質問があり、的確に回答することができた。今後、さらに、国内外で学会発表を行うことを検討している。

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持つことができるようにした。

ご多忙にもかかわらず、本学 IB 電子情報館まで出向いて、講演や意見交換などを行っていただいた JAXA 研究開発部門第2研究ユニットの岡崎峻研究開発員および澤田健一郎研究開発員、同じく IB 電子情報館まで出向いて、超高速回転遠心式圧縮機の運転実演を行っていただいた日本シュネーベルガーの角間マイケル代表および永山望さま、施設見学にご対応いただいた、JERA 株式会社新名古屋火力発電所および中部電力株式会社中央給電指令所の関係各位に心より感謝する。

参考文献

- [1] 社団法人日本機械学会, 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”, 2002.
- [2] ANSI/ASHRAE Standard 34-2010, “Designation and Safety Classification of Refrigerants”, 2010.
- [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 2019”,
www.chuden.co.jp/resource/corporate/csr_report_2019_all.pdf
- [4] H.J. van Gerner, G. van Donk, A. Pauw, J. van Es, and S. Lapensee, “A Heat Pump for Space Applications”, 45th International Conference on Environmental Systems in Bellevue, U.S.A (ICES2015).
- [5] 大西晃 他 編, ”宇宙機の熱設計”, 名古屋大学出版会, 2014.

- [6] Eric W. Lemmon, Ian H. Bell, Marcia L. Huber, and Mark O. McLinden, “REFPROP: NIST Reference Fluid Thermodynamic and Transport Properties Database (NIST Standard Reference Database 23 DLL Version 10)”, 2018.
- [7] 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.
- [8] 青野慶忠, 山田基生, 中村俊之, 山田知之, 服部敦貴, 富田柊人, 渡邊激雄, ”低 GWP 冷媒ヒートポンプにおけるエネルギー効率の向上“, 408, 2019 年日本機械学会東海支部総会講演会 (TEC2019) 講演論文集.
- [9] Choyu Watanabe, Motoki Yamada, Toshiyuki Nakamura, Tomoyuki Yamada, Atsuki Hattori, Tadayoshi Aono, Shuto Tomita, “Theoretical and experimental study on air-source high-temperature heat pumps using a low GWP refrigerant”, Proc. 25th IIR International Congress of Refrigeration in Montreal, Canada (ICR2019).
- [10] Choyu Watanabe, Shuto Tomita, Lisa Kato, Ryo Nagai, Hiroshi Shikida, and Masato Minoura, “Experimental study on a water and air source high-temperature heat pump using a low GWP refrigerant”, A325, Proc. 9th Asian Conference on Refrigeration and Air-conditioning in Sapporo, Japan (ACRA2018).
- [11] 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 年日本機械学会東海支部総会講演会 (TEC2018) 講演論文集.
- [12] 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 in Rotterdam, Netherlands (HPC2017).
- [13] 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“, 講演番号 B113, 2016 年度日本冷凍空調学会年次大会講演論文集, 神戸大学六甲台キャンパス.

II. 成果報告書（TA報告書）

名古屋大学大学院工学研究科 高度総合工学創造実験
ヒートポンプの新たな適用分野と次世代のヒートポンプについて

**超高速回転圧縮機を搭載した
宇宙機用ヒートポンプの提案**

ES総合館 ESホール
2019年8月5日(月)

中部電力(株)
技術開発本部
撮影：渡邊DP

受講生

チームF

一柳直志（電気工学専攻・M1）
片岡和樹（物質プロセス工学専攻・M1）
金スルチャン（材料デザイン工学専攻・M1）
杉本賢哉（機械システム工学専攻・M1）

Teaching Assistant 青野慶忠（機械システム工学専攻・M2）
Directing Professor 渡邊激雄（中部電力）

目的

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。
3. 超高速回転遠心式圧縮機を搭載したヒートポンプの適用を検討する。

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

新名古屋火力発電所 見学

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



中央給電指令所 見学

昨年5月16日(晴天)



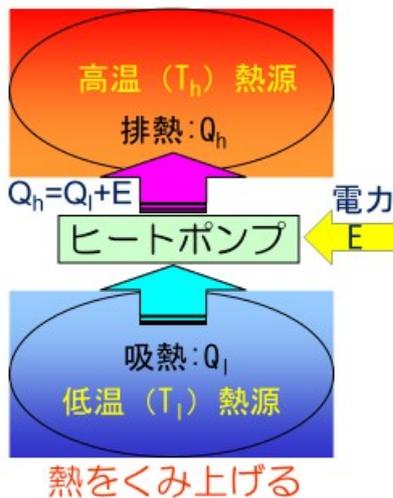
本年7月3日(曇天)



□ 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

今年は新名古屋火力発電所及び中央給電指令所の見学に行かせていただいた。

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！

□ 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
 $COP_c = Q_l / E$
($= T_l / (T_h - T_l)$: 理想サイクル)

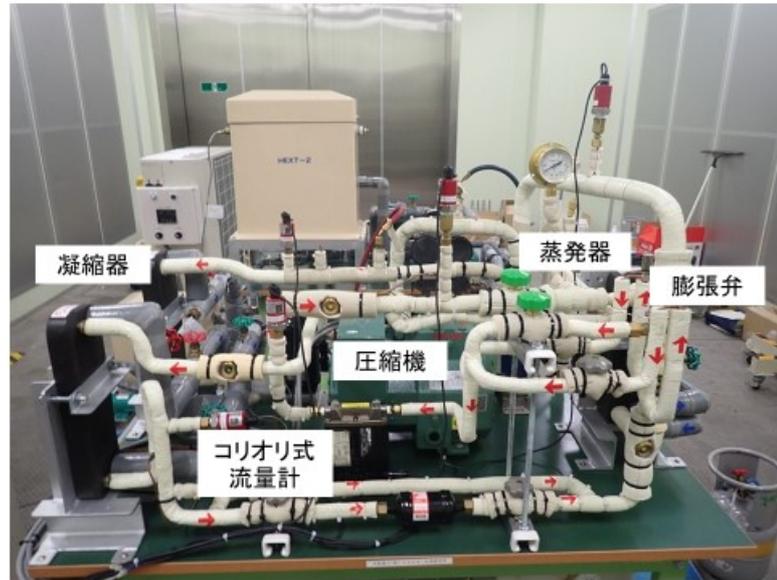
□ 加熱COP: 絶対温度(T_h)における
加熱能力(Q_h)を投入電力(E)で割った値
 $COP_h = Q_h / E$
($= T_h / (T_h - T_l)$: 理想サイクル)

例) ルームエアコン 冷房COP=5
暖房COP=4

※COP(Coefficient Of Performance): 成績係数

5

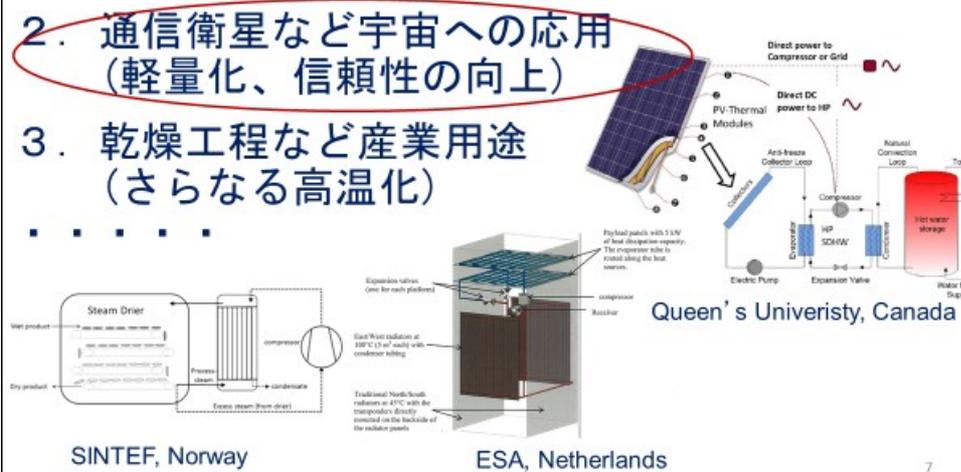
ヒートポンプ実験装置の外観



6

ヒートポンプの新たな適用先と課題

1. 太陽光発電システムの冷却と給湯機への利用
2. 通信衛星など宇宙への応用
(軽量化、信頼性の向上)
3. 乾燥工程など産業用途
(さらなる高温化)



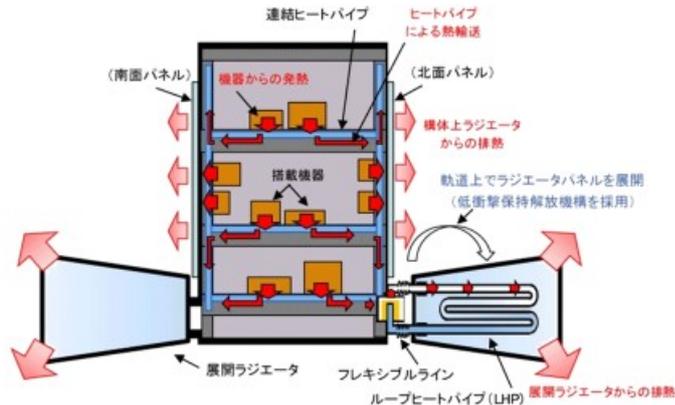
7

複数の適用先を検討し受講生で話し合い、「宇宙用ヒートポンプ」について検討した。

商用通信衛星の大電力化・高排熱化

- 通信コストの低減→多数の通信機器を1台の衛星に搭載
- 消費電力の増大 (25kW以上) →排熱の増大 (10kW)

「技術試験衛星9号機」

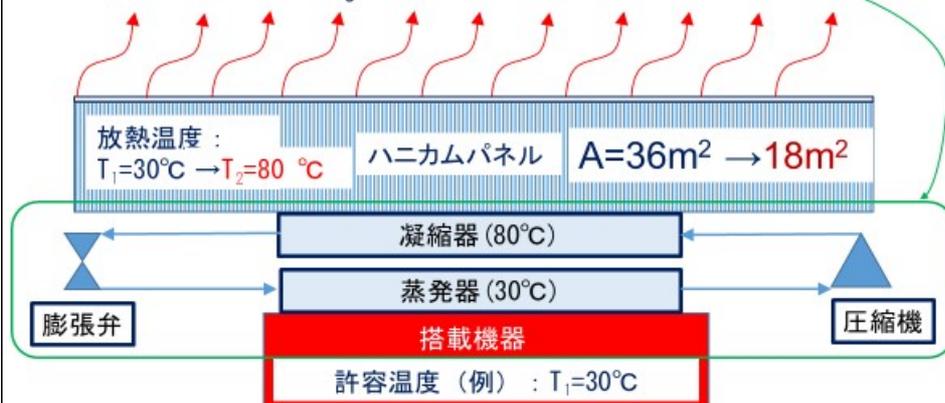


<http://www.satnavi.jaxa.jp/project/ETS-9/>

9

通信衛星のヒートポンプを活用した排熱方法

深宇宙 ($T_0=3\text{ K}$) への放熱 ($Q=10\text{ kW}$)



$$A \cong Q / (\epsilon \sigma T^4) \quad T \text{ 上昇} \rightarrow A \text{ 減少}$$

ϵ : 輻射率, σ : ステファンボルツマン定数 ($5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$)
 A : 面積 (m^2), T : 温度 (K)

11

通信衛星用ヒートポンプの課題と解決策

課題	解決策
軽量	超高速回転モーターを搭載した遠心式圧縮機の採用
小型	
低振動	
長期耐久性：20年	気体軸受または磁気軸受の採用
消費電力の低減	COPの高いサイクル(冷却COP>2)
圧縮比の確保	多段圧縮システムの採用
無重力の影響は？	気液分離器など 遠心分離方式

$$P = N * F * r \quad P: \text{仕事率}, N: \text{回転数}, F: \text{力}, r: \text{半径}$$

$$P_0 = P_1, N_0 = 2,400 \text{ rpm} \rightarrow N_1 = 240,000 \text{ rpm (100倍)}$$

$$F_0 * r_0 \rightarrow F_1 * r_1 \text{ (100分の1)} = F_1 \text{ (10分の1)} * r_1 \text{ (10分の1)}$$

市販家電超高速回転送風機の圧縮実験



- 圧縮比は約1.2が限界（締め切りに近い）であった。
- より高い圧縮比を出すためには、より高い回転数が必要と考えられる。

回転数：110,000rpm(公称値)	
入口空気絶対圧	100.3 kPa
入口空気温度	26.9 °C
加圧室空気温度	40.5 °C
加圧室空気流速	3.0 m
空気質量流量	13.3 g/s
圧縮比	1.19
直流電流[A]	16.3
直流電圧[V]	20.54
電力[W]	334.8
圧縮機総合効率[%]	44.0%



市販の家電の超高速回転送風機を用いて圧縮実験を行い、圧縮機の性能を明らかにした。

超高速回転遠心式空気圧縮機の技術調査

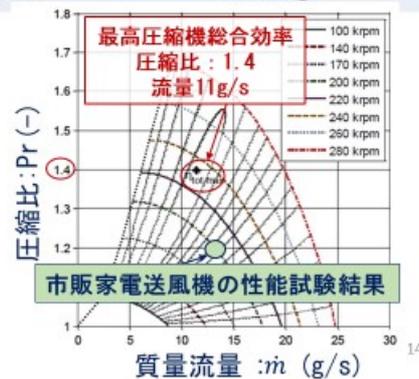


日本シュネーベルガー（株）
角間マイケル代表によるデモ



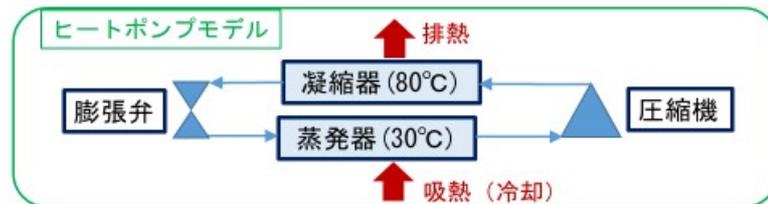
超高速回転空気遠心式圧縮機
(燃料電池車に採用)

最大圧縮比	1.65
最大質量流量	24 g/s
圧縮機総合効率	59 %
定格回転数	280,000 rpm
定格出力	1,000 W
重量	1.5 kg



Celeroton 製の気体軸受を搭載した超高速回転遠心式圧縮機のデモンストレーションを名古屋大学にて行っていただき、受講生が Celeroton 社関連の技術者とディスカッションを行った。

ヒートポンプモデルによる実験

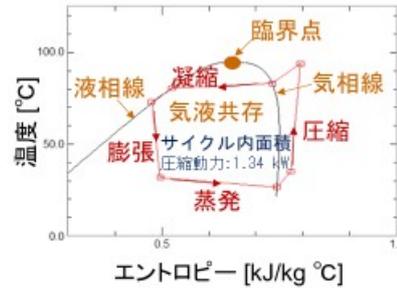
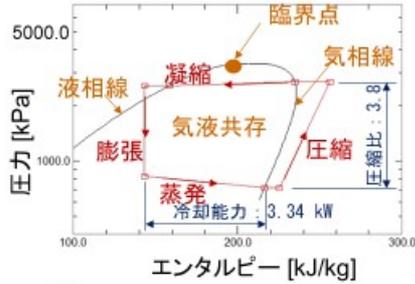
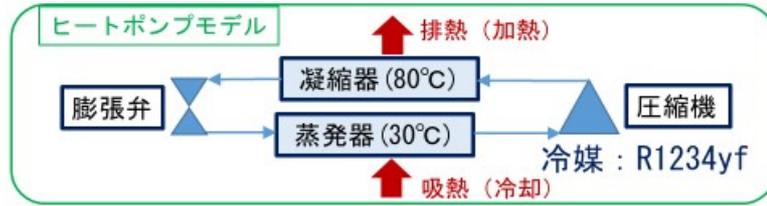


- 30°Cで蒸発し、80°Cで凝縮するヒートポンプサイクルに必要な要件を把握
- 既存のレシプロ式圧縮機
 - 短所：サイズと重量が大きい。
 - 長所：幅広い圧縮比に対応でき、圧縮機総合効率が高い。
 - 基礎実験に適する。
- 冷媒は、同じ飽和温度に対して、飽和圧力の比較的高いR1234yfと飽和圧力の比較的低いR245faを用いた。

レシプロ式圧縮機



ヒートポンプモデルによる実験結果

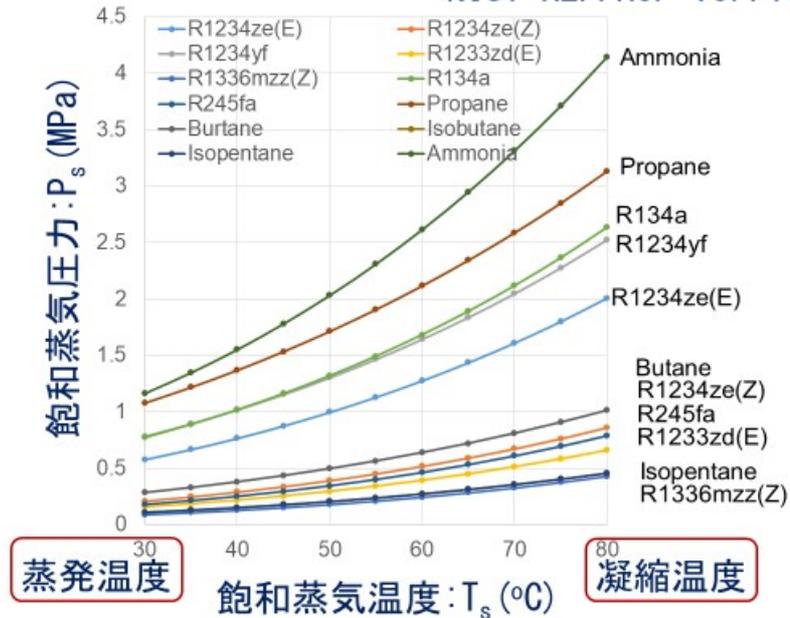


□ 圧縮比 : 3.8

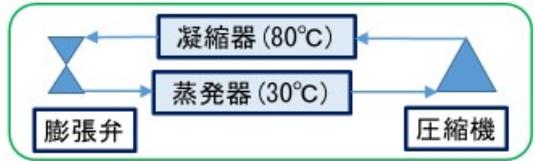
□ 冷却COP (COP_c) = 冷却能力 (Q_c) ÷ 圧縮動力 (E) = 2.39

□ 圧縮機総合効率 (η) の推定値 = 0.68

各種冷媒の飽和温度30°Cから80°Cにおける飽和圧力 NIST REFPROP Ver. 10



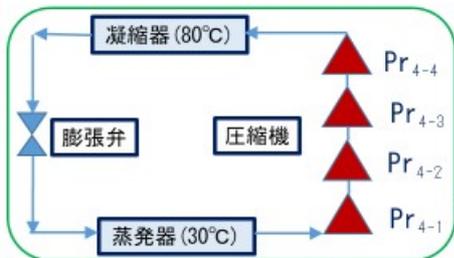
単段圧縮ヒートポンプサイクル



単段圧縮ヒートポンプサイクルに必要な圧縮比：
 $Pr_1 = \frac{\text{飽和温度 } 80^\circ\text{C} \text{ における飽和蒸気圧}}{\text{飽和温度 } 30^\circ\text{C} \text{ における飽和蒸気圧}}$



4 段圧縮ヒートポンプサイクル

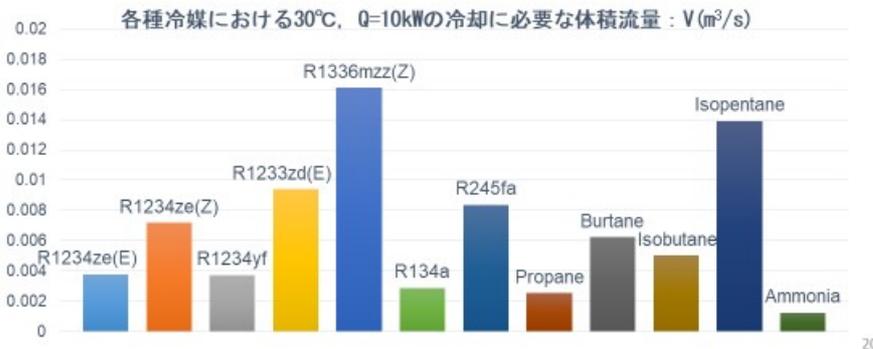


必要な圧縮比
 $Pr_1 = \frac{\text{飽和温度 } 80^\circ\text{C} \text{ における飽和蒸気圧}}{\text{飽和温度 } 30^\circ\text{C} \text{ における飽和蒸気圧}}$
 $= Pr_{4-1} * Pr_{4-2} * Pr_{4-3} * Pr_{4-4}$
 $Pr_{4-1} = Pr_{4-2} = Pr_{4-3} = Pr_{4-4} = Pr_1 \text{ の } 4 \text{ 乗根}$



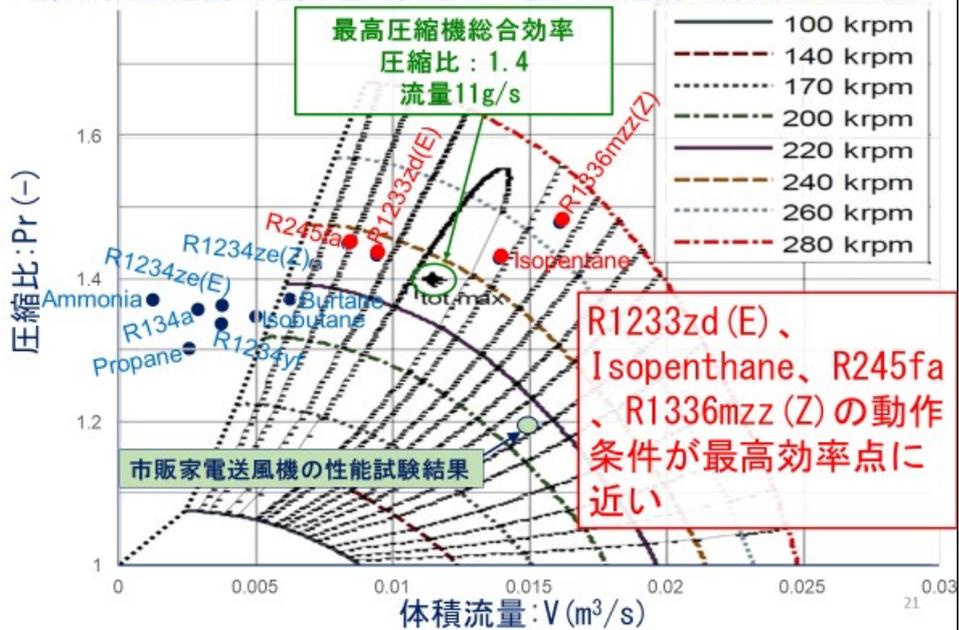
各種冷媒における30°C, Q=10kWの冷却に必要な体積流量

$V=Qv/\Delta h$		
V	m ³ /s	30°C, Q=10kWの冷却に必要な体積流量
Δh	kJ/kg	蒸発器入口における冷媒のエンタルピーと蒸発器出口におけるエンタルピーの差
v	m ³ /kg	比容積



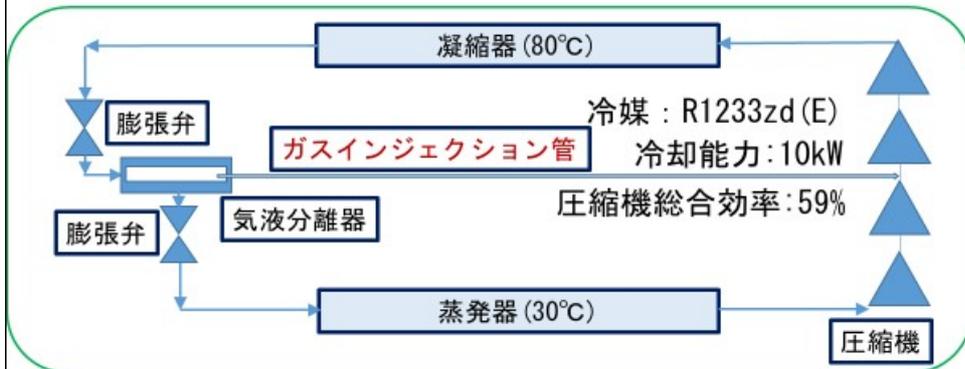
20

各種冷媒における体積流量と圧縮比の関係
(第1段圧縮機と超高速回転遠心式空気圧縮機の特性ととの比較)



21

COPの高いサイクルの検討 (インジェクション)
NIST CYCLE_D Version 5.1.1



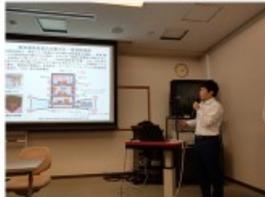
インジェクション	無	有
圧縮動力(kW)	3.62	3.25
冷却COP	2.76	3.08
冷却COPの比率	1.00	1.16

22

成果の発表

日本伝熱学会東海支部主催 伝熱コロキウム(7月19日、名工大)

- 質問 (トヨタ自動車) : 宇宙機での輻射はどのように行われているのか? さらに改善できることはないか?
- 応答 : 宇宙機で用いられている輻射パネルは、軽量化のためにハニカム構造となっており、輻射面は光学的太陽光反射剤 (OSR) が塗布され、太陽光の吸収は小さいが、熱輻射は効率よくできる。排熱量が年々増大しており、その対策として、ヒートポンプにより、排熱温度を上昇させ、輻射パネル面積当たりの排熱量を向上させることが検討されている。



まとめ

1. 新名古屋火力発電所、中央給電指令所を訪問し、電力供給システムの最新動向を把握した。
2. ヒートポンプの新たな適用分野を検討し、その中から通信衛星への応用を選択した。
3. 小型軽量化、長期耐久性の観点から、気体軸受を採用した超高速回転・超小型遠心式圧縮機の可能性を検討し、その実現性を明らかにした。
4. 消費電力の低減の観点から、ヒートポンプサイクルのシミュレーションを行い、インジェクションが有効であることを明らかにした。
5. 既存の圧縮機を搭載したヒートポンプモデルで実験を行った。今後、通信衛星への搭載を意識したヒートポンプモデルを製作し、評価を行う必要がある。

24

発表会での質問に対する回答

質問1：4段圧縮では圧縮機部分が大型・重量化するのではないか？

回答1：今回検討した超高速回転遠心式圧縮機の回転数は、通常の圧縮機の回転数約100倍であり、仕事率を同じとすれば、トルク（半径×力）は回転数に反比例して100分の1となり、小型・軽量化を実現できる。冷却能力10 kWに対応するためには、もともと、今回検討した超高速回転遠心式圧縮機4台分の仕事率が必要であり、この4台を並列にするか、直列にするかという選択である。並列にすれば、圧縮比が確保できず、冷媒流量が多すぎる。直列にすれば、圧縮比が確保でき、冷媒流量は適正である。4段圧縮のため大型・重量化することはない。

質問2：気体軸受けで、20年間という寿命は本当に可能か？

回答2：気体軸受では、軸が宙に浮いて回るので、軸受寿命は永久である。

質問3：冷却COPは4から5というように、もっと高くないのか？

回答3：高温部と低温部の温度差が50℃と大きくなっており、今回検討した超高速回転遠心式圧縮機の総合効率59%では、熱力学の第2法則から3.5程度が限度である。

25

アンケート結果

アンケート結果のまとめ	116
受講生アンケート結果	117
TAアンケート結果	123

2019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、受講生、TAにそれぞれアンケートを行い、受講生21名中20名から、また全てのTA（6名）から回答を得た。総じて例年と同様、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）。

受講生 受講動機（複数選択）は、「実験の内容に興味を持ったから」が最も多く（16名、76%）、「企業からの先生の指導を受けてみたかったから」（10名、48%）がそれに続いている。なお、昨年は約40%の選択があった「研究室の指導教員に勧められたから」は少数であった（3名、14%）。

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」（18名、86%）、「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」（8名、38%）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（15名、71%）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」（16名、76%）、「経済的な視点からの実験結果の意義の検討」（8名、38%）、「企業での発明、発見についての体験」（8名、38%）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」（17名、81%）との回答も多く、企業技術者講師の効果が見て取れる。

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」（19名、90%）および「B4の選択科目」（9名、43%）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」（15名、71%）と異分野混合を多数が歓迎している。

受講後の感想では、多数（19名、90%）が「全体として良い経験になった」とし、1/3（7名、33%）が「後輩に勧めたい」としている。「時間が足りない」（9名、43%）が、背反する「時間を取られ、研究に支障があった」（4名、19%）を上回っている。また、「将来TAをやってみたい」受講生もおり（2名、10%）、今後のTA募集時の参考情報としたい。

自由記述意見では、企業からのDP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。また、取得単位数（現状3単位）を増やす希望が4件あった。

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する場面が多いことが反映されている。一方、「内容に興味を持ったから」（2名）、「企業講師のTAをしてみたかったから」（1名）、「前年の受講が有意義であったから」（1名）もあり、能動的なものもある。また、前年に受講したDPからの依頼を受けた事例もあった（1名）。

実施後の感想（複数選択）では、全員が「良い経験になった」としており、2名が「後輩に勧めたい」としている。一方で、「時間をとられ研究に支障があった」との回答もある（2名）。

受講生、TA 共通 今回、学生への効果的な周知方法等についての意見（自由記述）を求めた。いくつかの意見が寄せられたので、来年度以降の受講生募集に際しての参考としたい。

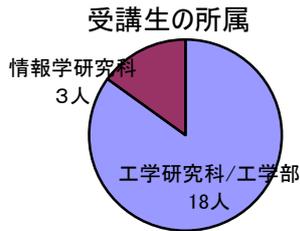
以上

2019 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 (21 名中 20 名: 回収率 95%)

受講生の所属研究科(学部)と学年

工学研究科(工学部)	18	M2 (博士課程前期課程 2 年)	0
情報学研究科	3	M1 (同上 1 年)	21
その他	0	B4 (学部 4 年)	0



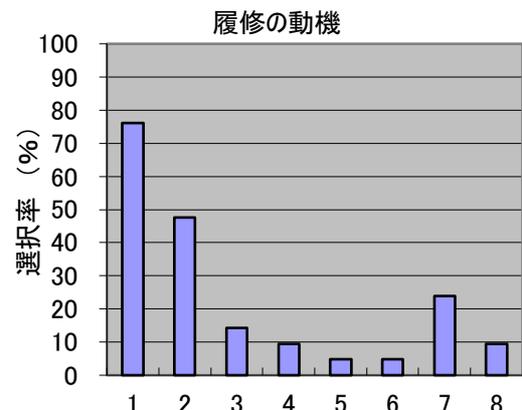
プロジェクトテーマと受講者数

プロジェクトテーマ	受講生
A: 世の中に役立つ新しいセンサの提案(伊藤正也 DP)	3
B: 今後どうなる? ガスパイプライン建設現場のデジタル化! (北野哲司 DP)	3
C: 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)	4
D: 鉄鋼副生成物とミドリムシを用いて地球環境問題の解決について考える(沼田光裕 DP)	3
E: デザインシンキングを用いたモノづくりの実践(吉田佳史 DP)	4
F: 次世代のヒートポンプとヒートポンプの新たな適用分野を明らかにせよ!(渡邊激雄 DP)	4

<注> 以下のグラフでの「選択率」は、アンケート未提出の1名を加えた全受講生 21 名に対するものである。

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.	16
(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.	10
(3) 研究室の指導教員に勧められたから.	3
(4) 友達や先輩から聞いて.	2
(5) ポスターを見て.	1
(6) Web サイトを見て.	1
(7) パンフレットを見て.	5
(8) その他	2



(8) その他コメント

- ・ 大学院に入って、学部では体験できないようなことをしてみたかった。自分の成長ということを考えたときにとても魅力的な授業だった。
- ・ いつもの研究とは違う刺激が欲しかった。

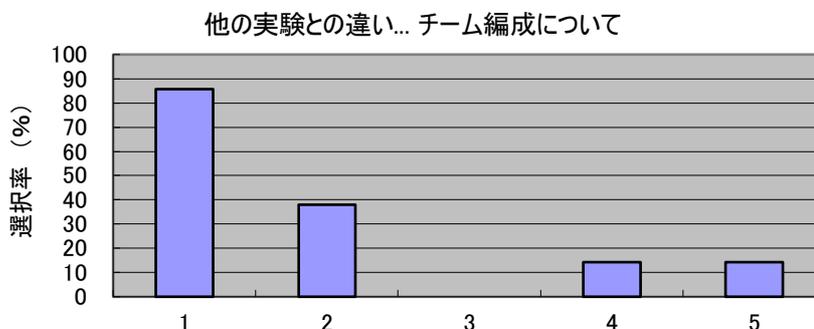
2) この実験とこれまで履修した他の実験等との違い（複数選択）

<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	18
(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	8
(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	0
(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	3
(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	3

(5) その他コメント

- ・ 名大のファンを作るための企画を考えるということで、今まで行ってきた実験や研究とは全く違う体験ができた。
- ・ 特に人を呼ぶために大切なことや、ターゲットは何を求めているのかという企画の本質的なところを考えることは、この実験を通してでしか経験できないことであり、非常に楽しかった。
- ・ 他専攻の学生と授業を受ける事で様々な気づきを得ることができた。
- ・ テーマが比較的大枠であり、何をやっていくのかから話し合っ決めて決める点、それを学会の場で話すところまで繋げた点が有益だった。

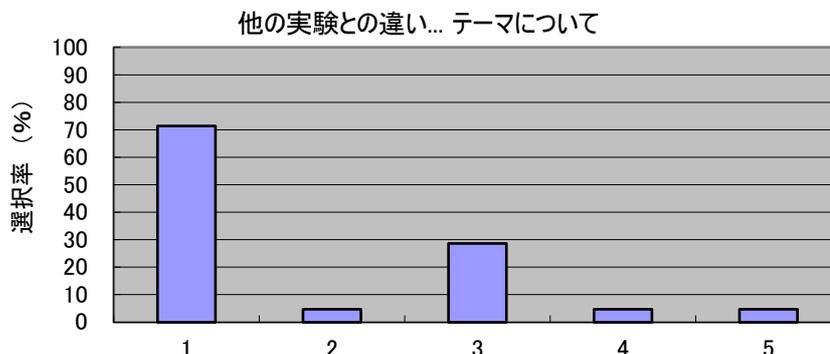


<テーマについて>

テーマについて	選択数
(1) テーマが大変興味深かった	15
(2) 期待した内容と違って、興味がわかなかった	1
(3) サブテーマの設定を任された点が有意義であった	6
(4) サブテーマの設定を任されて大変であった	1
(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

- ・ 自分たちで意見を出し合っ決めて決めたテーマで実際に研究を進められて満足した。

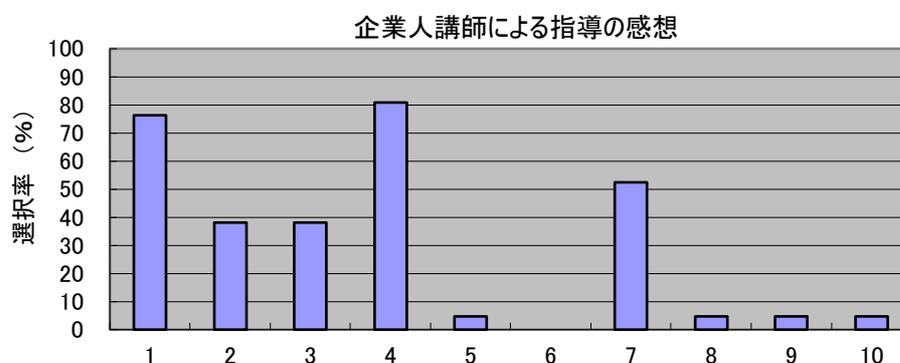


3) 企業からの先生の指導を受けた感想（複数選択）

項目	選択数
(1) 工学を総合的に見ることのできる高い視点・広い視野から指導を受けられ有益であった	16
(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	8
(3) 企業での発明あるいは発見についての体験ができた	8
(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	17
(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	1
(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 を上手にを使って指導されていた	11
(8) TA に頼り過ぎていた	1
(9) TA の役割が明確にされていなかった	1
(10) その他(以下に具体的に書いてください)	1

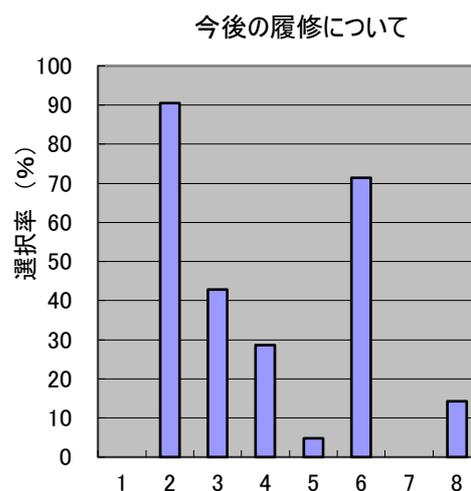
(10) その他コメント

- ・ ヒートポンプの実験を先生自ら行っていただき(私たちがあまり実験に関われなかった点もあるが)自分たちは結果をまとめて上手く伝えることに重点をおくことができ、それを話し合っ考える意義が学べた。



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	0
(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)	19
(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)	9
(4) いろいろな学年が混ざっているのがよい	6
(5) 学年が混ざっていない方がよい	1
(6) 他研究科・他学部からの参加者を増やした方がよい	15
(7) 他研究科・他学部からの参加者は、いない方がよい	0
(8) その他ご意見があれば、以下に書いてください	3

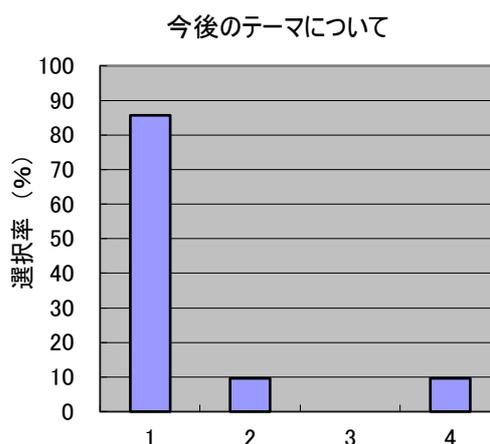


(8) その他コメント

- ・ 情報学研究科(情報学部)には興味がある学生が多くいると思うので、そこへの認知度をあげたり、単位として認めたりすると思います。理学や経済学専攻の学生と実験すると、さらに面白いものができる可能性を感じました。
- ・ もっと様々な分野の学生、例えば文系の研究科の学生がいても面白かったと思う。(実現は難しいかも知れないが)工学に留まらず様々な研究科の院生が、お互いの価値観・思考を共有する場になればもっと面白い授業になるのではないかと思います。
- ・ 必須科目にする必要はなくても、どこかからもう少し人が集まって色々な意見を聞けた方が楽しそう。

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.	18
(2) テーマを増やした方がよい.	2
(3) テーマを変更すべきだと思う.	0
(4) その他	2



(2) テーマ増に関するコメント

- ・ 工学と経済を組み合わせたテーマなど、工学を経済学的な側面から見ると面白いと思う。
- ・ この研究は理論的には素晴らしいかもしれないが、市場で価値を生み出すものなのか等、そういう視点で工学について考えている学生は非常に少ないのではないかとと思う。

(4) その他コメント

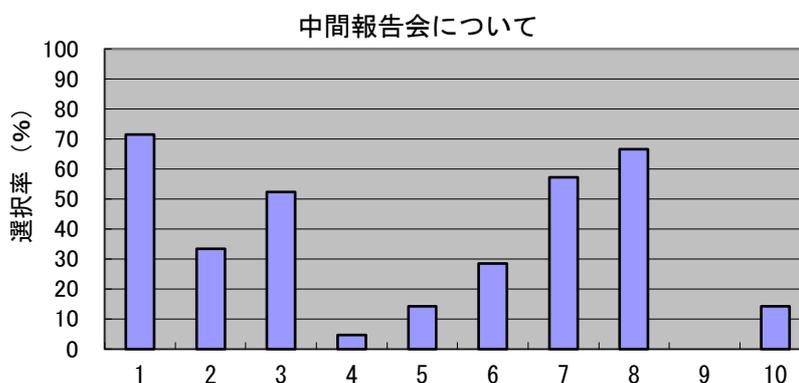
- ・ ”高度総合工学創造実験”という授業題目に合うテーマにすることが大事だと思う。
- ・ 検討のみで終わるグループが多く感じたため、成果を出しやすいテーマづくりが大切だと思った。

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	15
(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	7
(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	11
(4) 他のグループとの交流のきっかけとなった	1
(5) 創造性とは何か、より深く考えるきっかけとなった	3
(6) 成果発表会の参考になった	6
(7) 他のグループ、先生等から有益なコメントが得られた	12
(8) 中間報告会はあった方がよい	14
(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）	3

(10) その他コメント

- ・ 今回の発表時期は適切だと思った。
- ・ 中間報告会の時期はもう少し遅くて良いと思う。テーマを決めたとしてそれが良いか悪いかの判断材料が少なすぎる。また、研究をすすめて少し結果が出たところで他の提案も訊きたい。
- ・ 時期が早すぎるように感じた。



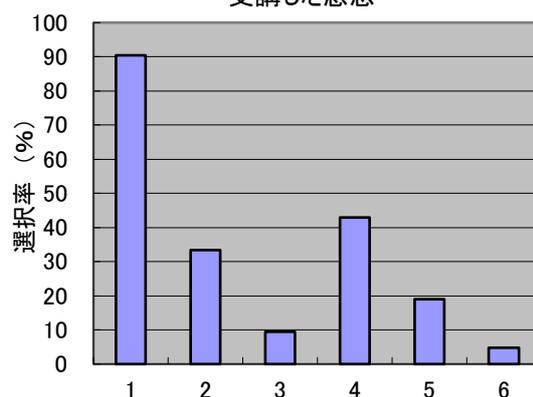
7) 高度総合工学創造実験を受講した感想（複数選択）

感想	選択数
(1) 全体として良い経験になった	19
(2) 後輩に勧めたい	7
(3) 将来、TAをやってみたい	2
(4) 時間が足りない	9
(5) 時間をとられ、研究に差し障りがあった	4
(6) その他	1

(6) その他コメント

- ・ 通年でやっても良いのではないかと考えたものを実際に世に出すところまでやってみてみたいと思った。

受講した感想



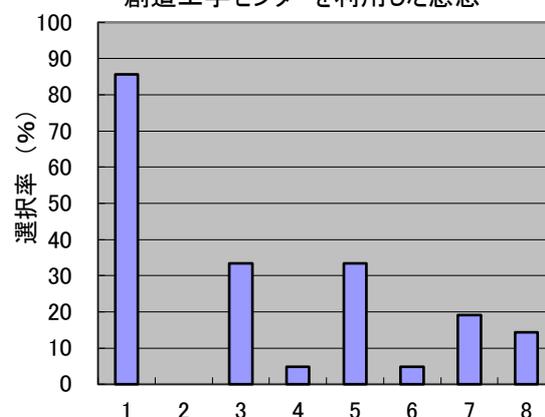
8) 創造工学センターの施設利用について（複数選択）

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	18
(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	7
(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	7
(6) 技術職員の支援は必要でなかった	1
(7) 技術職員の支援は受けなかった	4
(8) その他	3

(8) その他コメント

- ・ 部屋の中のどこになが置いてあるかの参考マップがあると助かる。
- ・ 基本的な工具・用具が充実していた。
- ・ 講師・TAだけでなく学生だけでも部屋に入れるようにしてほしい。

創造工学センターを利用した感想



9) 学生への効果的な周知方法等についての意見（自由記述）

- ・ 周知時に「どんなことをやるか」にこだわり過ぎず、「参加するとどんな有意義なことがあるか」学生の興味を引き立てることができればいいのかも知れない。
- ・ 活動内容が分かりやすく、魅力的に感じられる WEB ページがあるといいと思います。
- ・ 可能かどうかはわからないが、実際に受講した人の話があると興味をもつ人が増える気がする。
- ・ 周知するタイミングは今のままでいいと思う。ただ、周知する時にこの授業の面白さや、得られるものの価値をもっと伝えたと受講者が増えるのではないと思う。
- ・ 学生のほうからも興味のあるテーマを提示できる仕組みをつくる。研究をしていて、話を広めすぎると専門外になるという部分を補えるものであれば興味がわく学生もいるのではないかと。

10) 高度総合工学創造実験について、感想、意見等（自由記述）

- ・ 取得単位3は割に合わない気がする。取得単位を4～5くらいにすれば参加人数も増加すると思う。(A)
- ・ 単位数を上げていただけると受講者が増えると思います。(A)
- ・ 企業の方が学生に気を使い過ぎな気がした。グループワークをするにあたって周りや波長を合わせようとする学生がいたりしても注意することがなかったり、など。もう少し毅然としてグループをまとめるよう動いて欲しかった。総合的に、とても有意義な講義だった。(A)
- ・ 座学授業とは違い、少人数でのグループワークが中心の授業形式であったので、積極的に意見交換ができて楽し

かった。また、異分野の学生同士が交流する場になり、授業を通して様々な角度からの新しい考え方を吸収でき、個人的にも成長できたので、とても良い体験をすることができた。(B)

- ・ 普段の大学の講義ではあまり経験ができない、他学科の学生との協力や企業の方の指導、また今まで学んできた知識や技術を実課題の解決に応用する経験はとても貴重なものだと感じました。ぜひ後輩にも勧めたいと思います。(C)
- ・ 実際の企業の方の指導のもと、今までの大学の授業ではなかった貴重な体験をすることができました。また、他の分野を専攻している人たちと一緒に議論して、一つのもを作り上げることができて楽しかったです。(C)
- ・ 他専攻の学生の高い能力を間近で感じることができ、大変良い刺激になりました。テーマについての自身の理解が十分でなく、私がこれまで学んできたことが生かせなかったことが残念でした。(C)
- ・ いままでとは違った授業ができると思ってこの授業に参加したが、目的は達成できたように思う。ただ授業時間が長かったため自分の実験や研究室の予定を変更せざるを得ない状況になってしまったのは良くない点であった。しかし実験の規模的にはもう少し時間が欲しかったと感じるため、週2日にするなど何か対策が欲しいと思う。また、2コマ以上使っているため4単位以上欲しいと感じた。実際、知り合いにこの授業を進めたとき単位数のことで断られることが多々あった。よりグループワークを活発にするためには人数が多い方がいいので、単位数を増やしたりして応募数を増やすべきだと思う。大変なこともあったが、非常にいい体験ができ将来に活かしたいことがたくさんあった。いい機会を与えてくれてありがとうございました。(D)
- ・ 他分野の学生とは問題に対するアプローチが違うということがわかり、興味深かったです。(D)
- ・ 自分の専攻とは関係性の低いテーマを選びましたが、やってみると意外と面白く貴重な経験になりました。(D)
- ・ 前期は講義や研究で忙しく、その中でも創造実験は特に大変だった。しかし、限りある時間をどのように使うかを考えて生活を送ったことでタイムマネジメント能力を向上させることが出来た。企業の方と関わる機会はないため、この講義は大変有意義だと思う。デザインシンキングを用いた企画の立案に取り組み、研究とは違う頭の使い方で苦労は多かったが、本質を考えることの大切さ、難しさを実感できた。チャートを一枚ずつ添削してもらえたのは大変よかった。どういった見せ方をすれば伝わるのかが講義を通して分かった。普段行くことのない場所を見学でき貴重な経験となった。他専攻の友人と企画に取り組み、意見を言い合い、それぞれの目線で議論することができ有意義だった。講義は大変で何度も ppt を書き直し、企画の中身を考えた。終わってみるとやり遂げた満足感がある。受講してよかった。(E)
- ・ 非常に面白い授業だった。今この授業を終えて非常に自分の成長を実感している。今後このような実践的な授業がもっと増えればと思う。心残りがあるとすれば、自分で考えたイベントを実際にやるどころまで行けたら良かったのにと切に思う。(来年も同じようにイベントを考えるのであれば)来年はこのテーマだけでも是非通年にして実際にイベントをやるどころまでやって欲しい。やはり、考えるだけでなく実際に世に出すところまでやった方が、何倍も大きな学びとなるのではないかとと思う。(E)
- ・ DP の思ったことを何でも行動に移す姿に尊敬する部分があった。特に超高速回転モータのデモを行うことを決めたり、様々な冷媒を難なく取り寄せるなど即決力が重要だと感じさせられた。併せて人とのつながりも大事であることを感じさせられる機会が多かった。私たちが実機の実験に多くは関われなかったのは残念であったが、問題を見つけるとすぐに結果を取り直すというところに研究への熱意を感じることができた。また、家電送風機の圧縮実験で実際にモノを分解して、測定方法から試行錯誤することの繰り返しからも得るものが多かった。最終的に先生のアイデアで大半が仕上げられたのは残念だったが、全員の専門の部分を活かして、自分も役に立っていると考えながら実験できるのは有意義であった。この思い出を大事にしたい。(F)
- ・ 企業の方と一緒に研究でき、他専攻の人ともつながれて、とてもいい経験になった。しかし、前期までしか期間がないのは残念であった。もっと単位を増やし、一年通した授業も同時に開講すれば、活性化されると思う。DP は研究熱心で学ぶところが多かったため、もっと一緒に研究したかった。(F)
- ・ すごくいい授業だと思いますが、受講生が定員より少なく、他専攻の学生と最初の予想よりできなかったのが残念でした。受講生が少なかった理由としては、宣伝が足りていないのではなく、単位数の面で人気がないのだと思います。また、他の専攻の学生にとっては、授業 1 回ごとにつかう時間が長いので 3 単位は少ないと思うかもしれませんが、実現可能性は0に近いと思いますが、「総合科目2単位+他専攻科目2単位」などに出来たら受講希望者は増えると思います。授業全般的にはとても満足できました。来年の M1 にもお勧めする予定です。(F)
- ・ いろんな人と交流が持てていい経験になりました。DP もものすごく熱心に指導していただき、自身の研究の強化にもつながるいい時間となりました。少し活動時間が長いと感じたので、進捗度合いにもよるとは思いますが、研究の妨げにならない程度の活動となれば、普段得られない刺激を受けられるいい授業であると思います。(F)

(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

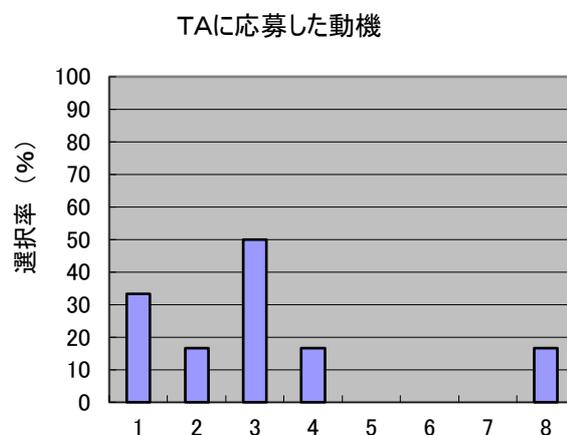
工学研究科 5人
情報学研究科 1人

M2(博士課程前期課程2年) 5人
M1(博士課程前期課程1年) 1人



1) 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) パンフレットを見て	0
(8) その他	1

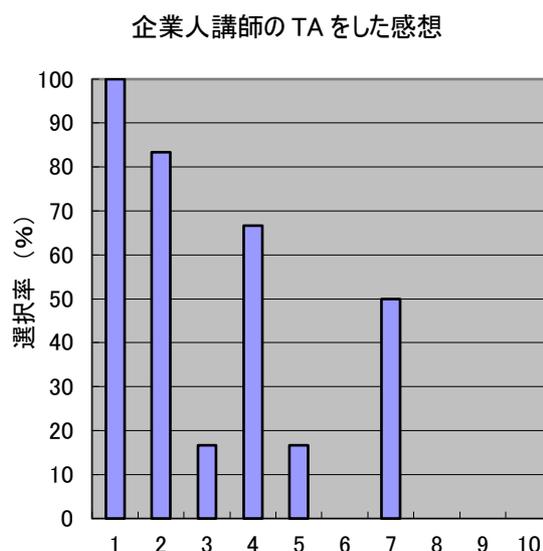


(8) その他コメント

- ・ 昨年度、高度総合工学創造実験を受講し、とても有意義な時間を過ごせ、また DP の方に依頼して頂いたから。

2) 企業からの先生のTAをした感想 (複数選択)

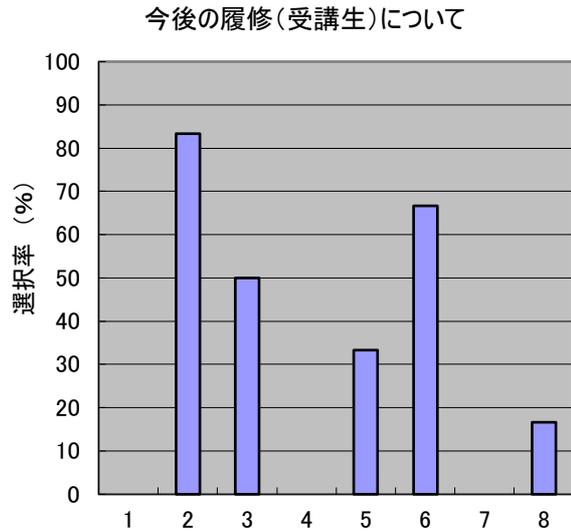
感想	選択数
(1) 工学を総合的に見ることのできる高い視点・広い視野からの指導を受けられ有益であった	6
(2) 経済的な視点から実験結果の意義を検討できたことは有益であった	5
(3) 企業での発明あるいは発見について体験ができた	1
(4) 大学の先生から受けた指導の仕方と違うので、刺激的だった	4
(5) 大学の先生から受けた指導の仕方と違うので、戸惑った	1
(6) 学生の学力、各専攻(学科)での授業の内容等を十分に理解していなく、学生実験の指導者としては問題がある	0
(7) TA を上手にを使って指導されていた	3
(8) TA に頼り過ぎていた	0
(9) TA の役割が明確に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



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	0
(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)	5
(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)	3
(4) いろいろな学年が混ざっているのがよい	0
(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	4
(7) 他研究科・他学部からの参加者は、いない方がよい	0
(8) その他、ご意見があれば、書いてください	1

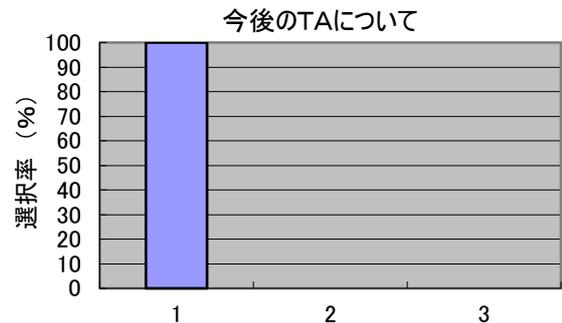


(8) その他コメント

- 受講生が6人いないのは、実験の充実度が変わってくるため、もったいないと思います。もう少し人数を集める方法を検討した方がいいと思います。

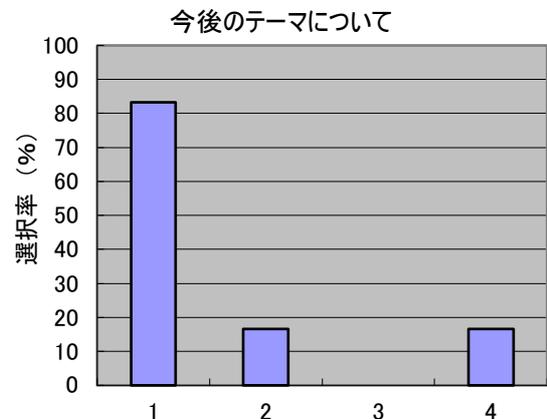
<TAについて>

項目	選択数
(1) 1人のTAで4~6名程度の指導は適切である	6
(2) 1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)	0



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	5
(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)	1
(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)	1



(2) テーマ増の例

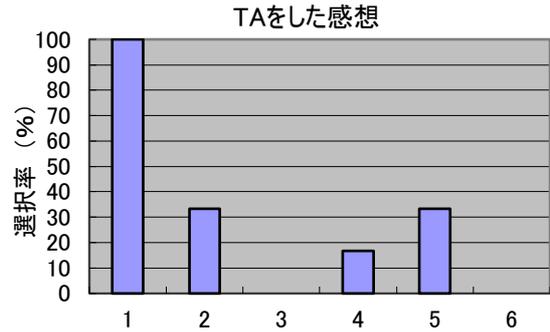
- デザインのような、従来型の工学とは少し離れたテーマがもう少しあると良いと思います(UI/UX, 経営戦略、感覚の定量化など)。

(4) その他コメント

- 出来る事ならDPのような方の下で実験などを学べると学生も普段の研究とは違った視点やアプローチを知ることが出来ると思う。

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	6
(2) 後輩に勧めたい	2
(3) 再度 TA をやってみたい	0
(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	1
(5) 時間をとられ、研究に差し障りがあった	2
(6) その他(具体的に書いてください)	0

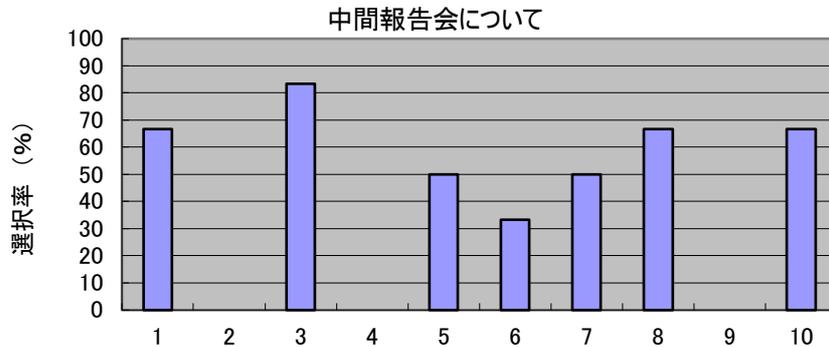


6) 高度総合工学創造実験の中間報告会について (複数選択可)

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	4
(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	0
(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	5
(4) 他のグループとの交流のきっかけとなった	0
(5) 創造性とは何か、より深く考えるきっかけとなった	3
(6) 成果発表会の参考になった	2
(7) 他のグループ、先生等から有益なコメントが得られた	3
(8) 中間報告会はあった方がよい	4
(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)	4

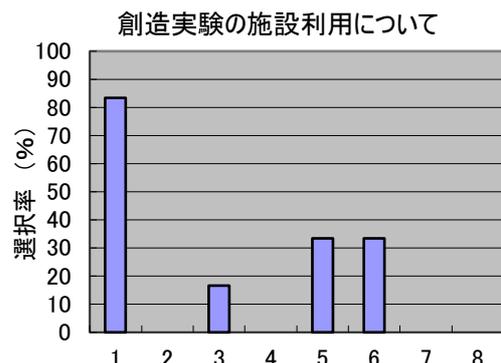
(10) その他コメント

- ・ 今回は GW 等で休みが重なりあまり内容のない中間発表だと思った。
- ・ 開催時期が早いように感じます。C チームには完全にゼロから案を出しているため、もう 1 週後にする方がより良い議論をして勧められたと思います。
- ・ もう1週遅い方がよいと思います。
- ・ 今年は少し時期が早かった気がする。



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	1
(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	2
(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	0

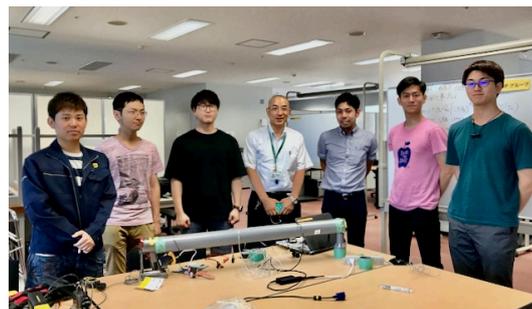
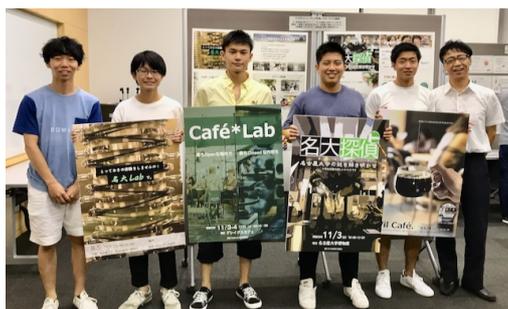
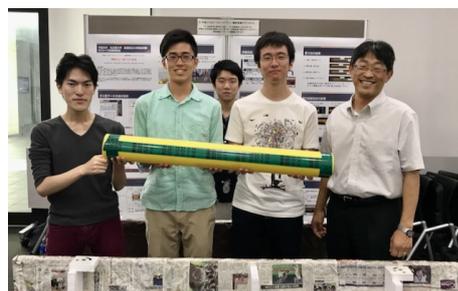
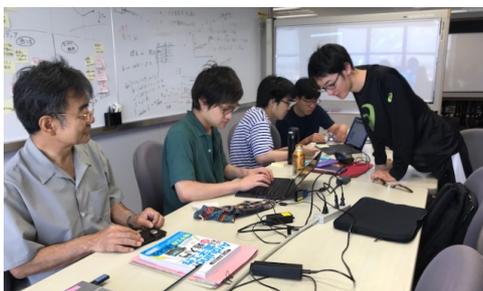


8) 学生への効果的な周知方法についての意見(自由記述)

- ・ 昨年、私が M1 だったときに感じたこととして、合同ガイダンスで具体的な内容まで説明を聞きたかったです。
- ・ 各教授に参加の願いを申し込むのが良いと思われる。
- ・ 高度総合工学創造実験がインターンシップよりレベルの高い経験が得られることを主張した方がよいと思います。また、情報学研究科を始めとする他研究科にもお知らせした方がよいと思います。工学部学生にも一度連絡を入れれば興味がある学生もいると思うので、知らせた方がよいと思います。
- ・ 有志でのガイダンス参加であるとなかなか人が集まらないのではないかと思います。実際、教授からこの授業について聞くまでは私も知らなかったため、もう少し違った方法でのアピールのようなものも必要であると思う。

9) 高度総合工学創造実験について、感想、意見等

- ・ 生徒が 3 人しかいないと、1 人当たりの作業の負担が大きく感じられました。受講で取得できる単位数を 4 にするだけでも受講を希望する生徒は増えるのではないのでしょうか。(A)
- ・ 受講生、TA と高度実験に関わり大変良い時間を過ごせました。関わることのない社会人との意見交換、会話は僕にとって、とても刺激的でした。お忙しい中参加してくださっている DP の方のためにもっと受講生が多ければいけないと思いました。(B)
- ・ 学生の間で、長期間企業の方とプロジェクトに取り組めることはあまりできない経験だと思います。これを受講しないことは本当にもったいないと思います。昨年度受講生に話を聞いたところ、就活にも生きたと話を聞き、より多くの人が経験していただけたらいいと思っています。(C)
- ・ 非常に有意義な講義であると思います。今後とも続けていただければ幸いです。(E)
- ・ DP の下で様々な実験を行うことが出来て非常に良かった。同期とも交流が出来非常に有意義な授業であったと思う。(F)



資料 2019 年度高度総合工学創造実験 実施関係者

テーマ別担当教員・協力教員

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
北野 哲司 (継続)	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 (継続)	日本電信電話株式会社	担当教員 横水 康伸	電気工学専攻 教授
沼田 光裕 (継続)	新日鐵住金株式会社	担当教員 高見 誠一	物質プロセス工学専攻 教授
		協力教員 市野 良一	化学システム工学専攻 教授
吉田 佳史 (新規)	株式会社デンソー	担当教員 原 進	航空宇宙工学専攻 教授
渡邊 激雄 (継続)	中部電力株式会社	担当教員 山澤 弘実	総合エネルギー工学専攻 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

創造工学センター運営委員会

委員長	井上 剛志 センター長	機械システム工学専攻 教授
副委員長	生田 博志 教務委員長・副研究科長	物質科学専攻 教授
委員	鈴木 達也 大学院教育部会長	機械システム工学専攻 教授
	社本 英二 全学技術センター実験 実習工場長	航空宇宙工学専攻 教授
	山本 浩治 装置開発技術系長	工学技術部
オブザーバ	田中 雅 創造実験・研究インターン シップ Coordinating Professor	創造工学センター 客員教授

創造工学センター運営スタッフ

事務員	加藤 智子
事務補佐員	松崎 規子
技術補佐員	皆川 清

高度総合工学創造実験 2019年度実施報告書
2019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>

© 2019 名古屋大学工学研究科創造工学センター