

# イノベーション体験プロジェクト

## 2020年度 実施報告書

2020年12月1日

東海国立大学機構 名古屋大学  
大学院工学研究科 創造工学センター

# 2020年度イノベーション体験プロジェクト 報告書

## 目 次

2020年度イノベーション体験プロジェクトスケジュール……………	2
2020年度受講生・T A募集ポスター……………	3
2020年度受講生募集要項・申込書……………	4
2020年度T A募集要項・申込書……………	6
2020年度プロジェクトテーマと概要……………	8
2020年度チーム編成表……………	9
中間報告会……………	10
成果発表会……………	13
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. 櫻場一郎D P（中部電力株式会社）チーム……………	50
D. 白井良成D P（日本電信電話株式会社）チーム……………	65
E. 和田 学D P（日本製鉄株式会社）チーム……………	83
F. 吉田佳史D P（株式会社デンソー）チーム……………	104
受講生T A アンケート結果	
アンケート結果のまとめ……………	120
受講生アンケート結果……………	122
T Aアンケート結果……………	129
資料：2020年度イノベーション体験プロジェクト実施関係者……………	134

## 2020年度 スケジュール

2月上旬	受講生・T A 募集開始
2月18日(火)	D P 事前説明会
4月2日(木)	D P ・関係者 全体相談会
4月6日(月)	研究インターンシップ・イノベーション体験プロジェクト 合同ガイダンス
4月8日(水)	テーマ説明会
4月10日(金)	受講生・T A 募集締切
4月13日(月)	チーム編成
4月15日(水) ~7月29日(水)	講義期間(テーマ説明会・発表会を含めて75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27日(水)	中間報告会(遠隔方式, サブテーマ紹介と進捗状況報告)
8月5日(水)	成果発表会(遠隔方式)
8月10日(月)	受講生・T A アンケート締切
8月18日(火)	成績締切(D P → 教務課)
8月31日(月)	D P ・T A 報告書締切
9月18日(金)	総括会合

総合工学科目  
4単位

# 大学院総合工学科目 イノベーション体験プロジェクト (旧 高度総合工学創造実験) 2020年度 受講生・TA募集

企業の技術者  
による指導

ビジネスマネ  
ジメント体験

課題の発見か  
ら始まる実験

専攻を超えた  
チーム作り

## 2020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) 未来のセンサを提案しよう!

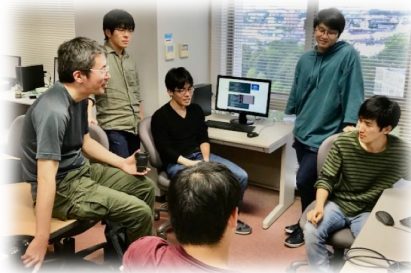
Bチーム: DP 北野哲司(東邦ガス) IoTネットワーク「Sigfox」を活用し、生活を「楽しく」「便利で」「快適に」

Cチーム: DP 櫻場一郎(中部電力) SDGsでのエネルギーとヒートポンプ

Dチーム: DP 白井良成(NTT) AIを活用したコミュニケーション支援サービスのデザイン

Eチーム: DP 和田学(日本製鉄) 鉄鋼副生成物とミドリムシを用いた地球環境問題解決プロジェクトの開発

Fチーム: DP 吉田佳史(デンソー) デザイン思考による企画開発プロジェクトの実践



### 受講生アンケートより

答のないテーマに対して議論し、各自のスキルを活かしてより良いものを求める。4ヶ月で学んだことは非常に多い。

自分の専門外について様々な角度から切り込むことができる有意義な時間だった。

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。

毎週水曜日が待ち遠しかった。

面白くて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】

2020年度春学期 4～7月 (原則水曜午後 全75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4単位 (学部生は大学院進学後認定)  
募集定員：各テーマ6名程度

### 【TA】

対象：大学院博士後期課程学生または過去に「高度総合工学創造実験」を履修した前期課程学生 (原則)  
単位：(後期課程学生のみ) 総合工学科目「実験指導体験学習1」1単位

### 【募集締切】 4月10日(金) 12時

\*テーマ説明会：4月8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15日(水) (延期の可能性あり)

<お申込み・お問合せ>

申込用紙は創造工学センターHPから →→  
<https://creator.cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp>

Web申込みはこちら →→  
<https://forms.gle/jH4ofiPWuif48vd37>



創造工学センター 052-789-4553  
frontdesk@cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp



## 2020年度 イノベーション体験プロジェクト 受講生 募集要項

2020年度工学研究科総合工学科目の「イノベーション体験プロジェクト」(旧 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) イノベーション体験プロジェクトとは

- 実社会で活躍する技術者・研究者 (DP: Directing Professor) のもとでの自主的創造的プロジェクト
- 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：2020年度 春学期
- 成果発表会：8月5日(水)
- 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 館北棟 10 階) または DP の指定する場所



(4) プロジェクトテーマ：受講申込書(次頁)を参照。4月8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

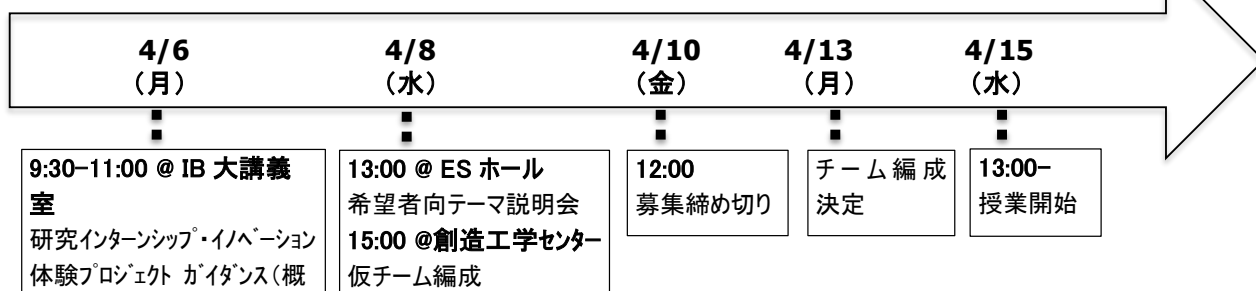
- 名古屋大学工学研究科受講生：総合工学科目「イノベーション体験プロジェクト」4単位(工学部学生は大学院進学後単位認定)
- 他大学、他研究科受講生：所属研究科教務課にて確認のこと。

(7) 申込みは以下のいずれかをお願いします。

1. ウェブ申込み	2. メール送信で申込み	3. 申込み用紙を持込む
<a href="https://forms.gle/jH4ofiPWuif48vd37">https://forms.gle/jH4ofiPWuif48vd37</a> 	 左記 QR コード(創造工学センターHP)から申込書をダウンロード、または裏面の申込書を入力後、下記宛お送りください。 <a href="mailto:frontdesk@cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp">frontdesk@cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp</a> 創造工学センターHP： <a href="https://creator.cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp/creative">https://creator.cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp/creative</a>	裏面の申込書に記入の上、創造工学センター(IB 北棟 10 階, 789-4553), または工学部教務課(IB 中棟 2 階 789-3978)に直接ご提出ください。

(8) 募集締め切り：2020年4月10日(金)12:00 必着

(9) 開講までの主な日程(新型コロナウイルス感染対策により変更する可能性があります)



(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。

## 2020年度イノベーション体験プロジェクト 受講申込書

メール提出先：frontdesk@cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp

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

注意) 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、4/8(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	チーム名	プロジェクトテーマ	DP
	A	未来のセンサを提案しよう!	日本特殊陶業(株) 伊藤正也
	B	IoTネットワーク「Sigfox」を活用し、生活を「楽しく」「便利で」「快適に」	東邦ガス(株) 北野哲司
	C	SDGsでのエネルギーとヒートポンプ	中部電力(株) 櫻場一郎
	D	AIを活用したコミュニケーション支援サービスのデザイン	NTT(株) 白井良成
	E	鉄鋼副生成物とミドリムシを用いた地球環境問題解決プロジェクトの開発	日本製鉄(株) 和田学
	F	デザイン思考による企画開発プロジェクトの実践	(株)デンソー 吉田佳史

希望の動機・抱負などがあれば記入してください。

注意) 4/8 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4/10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。

## 2020年度 イノベーション体験プロジェクト TA 募集要項

2020年度工学研究科総合工学科目の「イノベーション体験プロジェクト」(IB 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) イノベーション体験プロジェクトとは

- 実社会で活躍する技術者・研究者 (DP: Directing Professor) のもとでの自主的創造的プロジェクト
- 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・テーマやプロジェクト内容の理解の手助け
- 受講生の意見をまとめ、プロジェクトの目的・方法を明確にさせる (リーダーシップの発揮)
- DP と受講生のインターフェース (自分の専門に近いテーマを選んでください)
- 学外での活動にかかわる予約、機材の調達などのマネージメント

(3) メリット

- プロジェクト運営の模擬体験ができる。
- 実社会人の指導により、ビジネス・マネジメントの経験ができる。
- 規定の TA 給与が支払われる (75 時間)
- 工学研究科博士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：2020年度 春学期
- 成果発表会：8月5日(水)
- 実験スケジュール：原則として水曜午後3, 4, 5限。それ以外の場合は各チームで調整
- 実施場所：創造工学センター (IB 館北棟 10 階) または DP の指定する場所

(6) プロジェクトテーマ：次ページを参照のこと。

(7) 申込み、問い合わせ先

名古屋大学工学研究科教務課入学試験係 (789-3978)

または創造工学センター (IB10 階 789-5378, -4553)

メール添付での申込み先 [frontdesk@cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp](mailto:frontdesk@cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp)

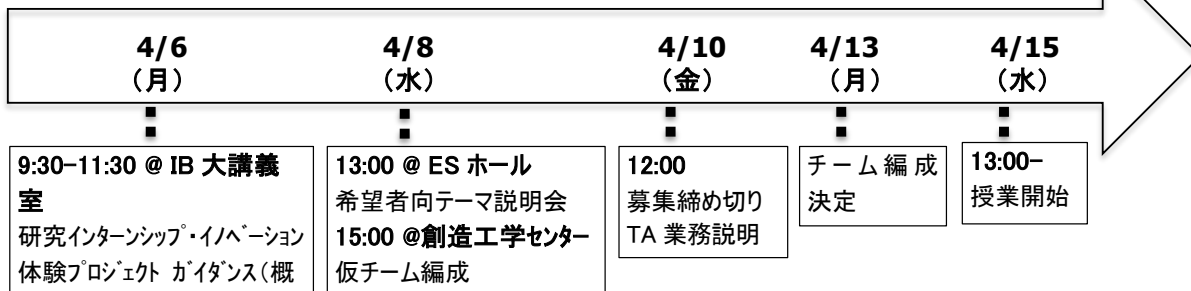
詳細、申込書は創造工学センターホームページでも入手できます。----->

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



(8) 募集締め切り：2020年4月10日(金) 12:00 必着

(9) 開講までの主な日程 (新型コロナウイルス感染対策により変更する可能性があります)



(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	未来のセンサを提案しよう！	日本特殊陶業 (株) 伊藤正也	2019 年度「高度総合工学創造実験」受講経験者を希望します。
B	IoT ネットワーク「Sigfox」を活用し、生活を「楽しく」「便利で」「快適に」	東邦ガス(株) 北野哲司	2019 年度「高度総合工学創造実験」受講経験者を希望します。
C	SDGs でのエネルギーとヒートポンプ	中部電力(株) 櫻場一郎	機械・電気の計測に違和感のない人を希望します。
D	AI を活用したコミュニケーション支援サービスのデザイン	NTT(株) 白井良成	2019 年度「高度総合工学創造実験」受講経験者で、できればプログラミング経験がある方を希望します。
E	鉄鋼副生成物とミドリムシを用いた地球環境問題解決プロジェクトの開発	日本製鉄(株) 和田学	専門は問いません。境界領域や異分野工学の交流に関心のある方、基礎研究からの応用技術創出に関心のある方をお待ちしております。
F	デザイン思考による企画開発プロジェクトの実践	(株)デンソー 吉田佳史	2019 年度「高度総合工学創造実験」受講経験者、または新しいことに感度のある方を希望します。

————— 切り取り線 —————

2020 年度イノベーション体験プロジェクト 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) 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。

## 2020 年度 イノベーション体験プロジェクト テーマと概要

チーム	プロジェクトテーマ	Directing Professor
<b>A</b>	<b>未来のセンサを提案しよう！</b>	<b>日本特殊陶業(株) 伊藤正也</b>
<p>今や、スマホで位置情報を知り、指紋認証や顔認証など様々なセンシングデバイスが提案利用され、我々の日常の暮らしに役立っています。そして、センサが人の状態をモニターし、アプリで本人や主治医に知らせる。AI が診断を支援し、ロボットが手術を行う。病気がアプリで予防や治療を行う。このような時代が将来実現するのでしょうか。</p> <p>本講義では、現在利用されているセンシング技術を理解するとともに、世の中の動向やニーズを調べます。その後、未来に使われるセンサを予想し、試作実演を試みます。未来に役立つセンサと一緒に考え提案しましょう。</p>		
<b>B</b>	<b>IoT ネットワーク「Sigfox」を活用し、生活を「楽しく」「便利で」「快適に」</b>	<b>東邦ガス(株) 北野哲司</b>
<p>IoTとは、様々なモノがネットワークに繋がること。既に、カメラ、照明、スピーカー、掃除機、エアコンなど、IoTを謳った製品・サービスが登場しており、IoT が当たり前な世界がもうすぐそこに迫っています。どんなモノをつなげたら、皆さんの生活がより楽しく、便利で、快適になりますか？</p> <p>「えっ！こんなモノまでつながるの！？」「つなげてみたら意外とおもしろい！」というIoT アイデアを創造していきます。</p> <p>IoT 専用の通信ネットワーク Sigfox を使います。LPWA(Low Power Wide Area /省電力広域無線技術)という通信規格のひとつで、非常に容量が小さなデータ(1回 12 バイト)を長い距離に伝送することができ、消費電力が少ないのが特長です。社会インフラ、設備、環境、物流、暮らし、農業など幅広い分野で実用化の段階に入っています。どんなモノを繋げたら将来の、またはちょっと先の未来の世界が、もっと楽しく便利で快適になりますか？皆さんと一緒に創造し、試してみましょう。</p>		
<b>C</b>	<b>SDGsでのエネルギーとヒートポンプ</b>	<b>中部電力(株) 櫻場一郎</b>
<p>エネルギーはライフラインの一部とされ、現在の日常生活に欠かせません。世界の行動指標として2015年9月の国連サミットで採択されたSDGsを確実に進捗させていくためにも安定したエネルギー供給は必須です。しかし、SDGsの特定項目のエネルギーに対する最適解を考えると他項目では矛盾する答えが導かれます。そのため、エネルギーには経済・環境・安定性などを高次元でバランスさせることが求められています。</p> <p>このプロジェクトでは、エネルギー問題に対する理解を深め、SDGsを進捗させるために必要な対策を議論して、解決策としてのヒートポンプの可能性を検討します。まずは発電所の見学などで現状のエネルギー供給システムを理解します。次にエネルギー高効率利用手段としてヒートポンプの環境問題への課題と現状を理解したうえで、特性把握試験を通じてヒートポンプの可能性を検討します。以上からエネルギーの供給面、利用面の両方からSDGsを実現するための方策を検討します。</p>		
<b>D</b>	<b>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</b>	<b>NTT(株) 白井良成</b>
<p>本プロジェクトでは、AIと人が共に支えあいながら持続発展するサービスを皆さんと検討したいと思います。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の整備が進みAI導入の敷居は大きく下がりましたが、導入後の維持管理は大きな課題の一つです。移り変わっていく環境内でAIが適切に動作し続けるためには、人間がAIの出力に対してフィードバックを与えAIを継続的に教育する、といったことが必要となるでしょう。様々なサービスがAIにより自動化されていく一方で、このような、AIが導入されたサービスを維持発展させるための人間の役割にも注目が集まっています。プロジェクトでは、コミュニケーション支援を題材として、AI技術が介入することでどのような面白いサービスが可能になるのか、また、その支援を持続発展させるために人がどのように介入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>		
<b>E</b>	<b>鉄鋼副生成物とミドリムシを用いた地球環境問題解決プロジェクトの開発</b>	<b>日本製鉄(株) 和田学</b>
<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に関わりの深い産業であるが、鉄鋼材料の副生成物であるスラグもFe、Si、Caさらに資源枯渇が懸念されるPなどの有価元素を含有している。このためスラグは水中で植物に必要なFeやPのイオンを供給するため、その高度な利用が注目されている。</p> <p>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、地球温暖化や食糧問題等の地球環境問題解決に向けた応用研究が盛んに行われている。</p> <p>本プロジェクトではスラグとミドリムシを用いたインベンション技術を考案し、地球環境問題を解決するビジネスモデルを構築する。初めに地球環境の現状と課題を調査分析し、解決すべき問題を明確化する。次に、この問題を解決するための新たなインベンション技術をチームの自由な議論から考案し、これを確立するために必要な工学実験を生物、化学、材料、機械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。最後に考案した技術を用いた地球環境問題解決ビジネスモデルとその効果を検討する。</p>		
<b>F</b>	<b>デザイン思考による企画開発プロジェクトの実践</b>	<b>(株)デンソー 吉田佳史</b>
<p>製品やサービスに求められるニーズが多様化し、変化の激しい現代においては、創造力で新しい価値を生み出す力が求められています。このプロジェクトにおいては、顧客視点での目標設定や、新しいニーズを発見し、的確な解決策を創出する力の習得を目的としています。既成概念に捉われず、物事の本質から考える力を身につけることが狙いです。</p> <p>特徴としては、企業や社会で実践されているプロジェクト業務をベースとしたリアリティのある課題を、チームで共創して取り組むことを体験します。具体的なプランとしては、①テーマに基いたフィールドワークと課題の発見 ②コンセプト創出に向けたチームでの共創 ③人に伝わる企画書の作成 と大きく3つのプロセスを体験学習します。</p> <p>デザイン思考とは、物事を多面的に捉えアイデアを発想する技術であり、その手法の習得を目指します。</p>		

## 2020年度 イノベーション体験プロジェクト 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)	
TA	片岡 和樹	物質プロセス工学専攻	M2
受講生	伊藤 麻維	物質科学専攻	M1
	武重 拓実	(情報) 複雑系科学専攻	M1
	木村 友哉	物質科学専攻	M1
	入江 優香	エネルギー理工学専攻	M1

### テーマD：AIを活用したコミュニケーション 支援サービスのデザイン

	氏名	所属	
DP	白井 良成	NTT (株)	
TA	中原 拓哉	(情報) 知能システム学専攻	M2
受講生	杉本 脩介	電気電子情報工学科	B4
	斎藤 樹	物質プロセス工学専攻	M1
	杉浦 拓未	(情報) 情報システム学専攻	M1
	高倉 大	機械工学システム専攻	M1
	渋谷 拓己	機械システム工学専攻	M1

### テーマB：IoTネットワーク「Sigfox」を活用し、 生活を「楽しく」「便利で」「快適に」

	氏名	所属	
DP	北野 哲司	東邦ガス (株)	
TA	伊神 拓馬	機械システム工学専攻	M2
受講生	安倍 紀乃弥	航空宇宙工学専攻	M1
	郷間 あかり	航空宇宙工学専攻	M1
	金 勇哲	機械システム工学専攻	M1
	山梨 祥平	(情報) 情報システム学専攻	M1

### テーマE：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	和田 学	日本製鉄(株)	
協力教員	市野 良一	化学システム工学	
TA	金 スルチャン	材料デザイン工学専攻	M2
受講生	金子 和樹	総合エネルギー工学専攻	M1
	小竹 淳史	物質プロセス工学専攻	M1
	宮脇 渉平	応用物理学専攻	M1

### テーマC：SDGsでのエネルギーとヒートポンプ

	氏名	所属	
DP	櫻場 一郎	中部電力(株)	
TA	杉本 賢哉	機械システム工学専攻	M2
受講生	奥村 竜也	機械システム工学専攻	M1
	松原 宏和	機械システム工学専攻	M1
	長坂 翔太	応用物理学専攻	M1

### テーマF：デザイン思考による企画開発 プロジェクトの実践

	氏名	所属	
DP	吉田 佳史	(株) デンソー	
TA	辻岡 義康	土木工学専攻	M2
受講生	全 旭東	機械システム工学専攻	M1
	角田 健輔	電気電子情報工学科	B4
	岡本 航	応用物理学専攻	M1
	山田 貴弘	応用物理学専攻	M1

## 2020 年度イノベーション体験プロジェクト

## 中間報告会

日 時：2020 年 5 月 27 日（水）13:00～15:30  
 会 場：ウェブ会議および ES 会議室（ES 館 1 階）  
 発表時間：1 グループ 15 分（発表 10 分，討論 5 分，交代準備 5 分）

13:00 準備

13:15 開会 教務委員長 生田博志教授

司会進行：渡邊 CP タイムキーパー：加藤・塩谷

## 【前半】

13:20 <D> 白井良成 DP グループ

**AI を活用したコミュニケーション支援サービスのデザイン**

➤ サブテーマ：クッキングモンスター

13:40 <E> 和田学 DP グループ

**鉄鋼副生成物とミドリムシを用いた地球環境問題の解決プロジェクトの開発**

➤ サブテーマ：地球温暖化をミドリムシが救う!?

14:00 <F> 吉田佳史 DP グループ

**デザイン思考による企画開発プロジェクトの実践**

➤ サブテーマ：大学生活・リモートワークのり・デザイン

14:20 休憩

## 【後半】

14:30 <A> 伊藤正也 DP グループ

**未来のセンサーを提案しよう！**

➤ サブテーマ：動き検知によるヘルスケアサポート

14:50 <B> 北野哲司 DP グループ

**IoT ネットワーク「Sigfox」を活用し，生活を「楽しく」「便利で」「快適に」**

➤ サブテーマ：あなたの心配いつでもどこでも見えちゃいます

15:10 <C> 櫻場一郎 DP グループ

**SDGs でのエネルギーとヒートポンプ**

➤ サブテーマ：太陽熱を有効利用するヒートポンプの提案

15:30 閉会

通知ベル (1)8 分:発表終了 2 分前 (2)10 分:発表終了 (3)15 分:討論終了

## 5月27日 中間報告会（ウェブ会議）での発表風景

R2 イノベーション体験プロジェクトR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」

### クッキングモンスター

中間報告会  
2020年5月27日

杉本脩介 斎藤樹  
杉浦拓未 高倉大 洪谷拓己  
DP 白井良成  
TA 中原拓哉

D チーム

令和2年5月27日 名古屋大学 イノベーション体験プロジェクト中間報告会 1

### 「鉄鋼副生成物とミドリムシを用いた地球環境問題解決プロジェクトの開発」 ～地球温暖化をミドリムシが救う!?～

(チームA) DP: 船田学, TA: 金スルチャン, 受講生: 小竹洋史/金子和樹/窪崎海平

〈概要〉

スラグ

- 製鉄で出てくる副生成物
- 生物の成長に必要なリンを含む

×

ミドリムシ

- 動物と植物の性質をもつ単細胞生物
- 光合成によりCO<sub>2</sub>を吸収

⇒製鉄は社会に必要な不可欠だが、CO<sub>2</sub>の排出を伴う。  
⇒CO<sub>2</sub>削減のためにスラグとミドリムシを有効活用できないか？

E チーム

### デザイン思考による企画開発プロジェクトの実践

B チーム  
角田健輔 山田真弘 海本航 全旭  
DP: 吉田恒史 TA: 辻岡真輝

F チーム

イノベーション体験プロジェクト チームA

### 未来のセンサを提案しよう！ ～動き検知によるヘルスケアサポート～

メンバー 伊藤麻理  
木村友哉  
入江優香  
武重拓実  
DP 伊藤正也  
TA 片岡和樹

2020年5月27日  
中間報告会

A チーム

R2名古屋大学 イノベーション体験プロジェクト  
Bグループ中間報告会 1

IoTネットワーク(Sigfox)を活用し、生活を「楽しく」「便利に」「快適に」  
あなたの心配いっつでもどこでも見えちゃいます

(DP)北野智司 (TA)伊神拓真 (ST)安倍紀乃(顧問)あかり/金勇真/山梨祥平

研究概要  
世の中にはカメラやセンサー、エアコンなどIoTを駆使した製品・サービスが登場しており、IoTが当たり前の暮らしがもたらすまで迫っている。  
今回はSigfoxというIoT専用の通信ネットワークを用いて、身の回りのちょっとした「困ったな」を解決し「嬉しい」「楽しい」になるような製品を開発する。また作成した製品から所得したデータを解析し、実用化への課題点などを検討する。

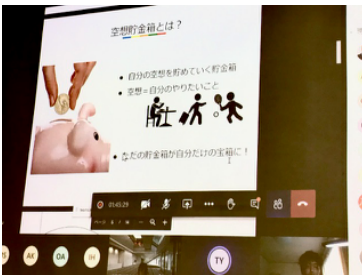
B チーム

名古屋大学大学院イノベーション体験プロジェクト [Team-C 中間発表資料]

### SDGsでのエネルギーとヒートポンプ ～太陽熱を有効利用するヒートポンプの提案～

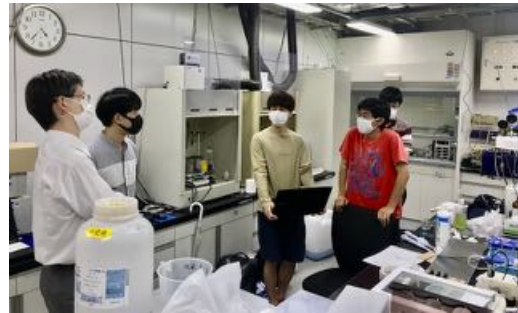
奥村 竜也 (機械システム工学専攻:M1)  
松原 宏和 (機械システム工学専攻:M1)  
長坂 翔太 (応用物理学専攻:M1)  
Teaching Assistant: 杉本 賢哉 (機械システム工学専攻:M2)  
Directing Professor: 櫻場 一郎 (中部電力)  
担当教員: 長崎 正雅 (エネルギー理工学)

C チーム





## チームごとの活動風景



# 2020年度イノベーション体験プロジェクト

## 成果発表会

2020年8月5日(水) 13:00~16:30

Microsoft Teams による Web 発表

※登録制につき視聴ご希望の方は下記宛ご連絡ください。

[frontdesk@cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp](mailto:frontdesk@cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp)



### プログラム

司会・座長：CP 渡邊激雄，タイムキーパー：事務局

1グループ30分(準備2分、発表20分、DPコメント1分、討論7分)

13:00	開会挨拶 工学研究科長、大学院教育部会長		
	プロジェクト・テーマ	サブテーマ	チームDP
13:10	C : SDGs でのエネルギーとヒートポンプ	太陽熱を有効利用するヒートポンプの提案	櫻場一郎 DP
13:40	F : デザイン思考による企画開発プロジェクトの実践	大学生活・リモートワークのリ・デザイン	吉田佳史 DP
14:10	休憩		
14:20	D : AI を活用したコミュニケーション支援サービスのデザイン	クッキングモンスター	白井良成 DP
14:50	A : 未来のセンサーを提案しよう!	ヘルスケアサポートシューズ	伊藤正也 DP
15:20	休憩		
15:30	B : IoT ネットワーク「Sigfox」を活用し、生活を「楽しく」「便利で」「快適に」	あなたの心配いつでもどこでも見えちゃいます	北野哲司 DP
16:00	E : 鉄鋼副生成物とミドリムシを用いた地球環境問題の解決プロジェクトの開発	地球温暖化をミドリムシが救う!?	和田学 DP
16:30	総評 教務委員長 閉会		





## 成果報告書

### A. 伊藤正也DP(日本特殊陶業株式会社)チーム

未来のセンサを提案しよう！

---サブテーマ:ヘルスケアサポートシューズ

DP報告書 16

TA報告書 20

### B. 北野哲司DP(東邦ガス株式会社)チーム

IOT ネットワーク[Sigfox]を活用し,生活を「楽しく」「便利で」「快適に」

---サブテーマ:あなたの心配いつでもどこでも見えちゃいます

DP報告書 30

TA報告書 38

### C. 櫻場一郎DP(中部電力株式会社)チーム

SDGs でのエネルギーとヒートポンプ

---サブテーマ:太陽熱を有効使用するヒートポンプの提案

DP報告書 50

TA報告書 57

### D. 白井良成DP(日本電信電話株式会社)チーム

AIを活用したコミュニケーション支援サービスのデザイン

---サブテーマ:クッキングモンスター

DP報告書 65

TA報告書 70

### E. 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た地球環境問題解決プロジェクトの開発

---サブテーマ:地球温暖化をミドリムシが救う！？

DP報告書 83

TA報告書 90

### E. 吉田佳史DP(株式会社デンソー)チーム

デザイン思考による企画開発プロジェクトの実践

---サブテーマ:身の回りの気づきを“リ・デザイン”してみる

DP報告書 104

TA報告書 107

# 「未来のセンサを提案しよう！」 報告書

## ～ ヘルスケアサポートシューズ ～

### I. DP報告書

#### ◆テーマの趣旨

スマホで位置情報を知り、指紋認証や顔認証など様々なセンシングデバイスが提案利用され、我々の日常の暮らしに役立っています。

そして、センサが人の状態をモニターし、アプリで本人や主治医に知らせる。AI が診断を支援し、ロボットが手術を行う。病気はアプリで予防や治療を行う。このような時代が将来実現するのでしょうか。

本講義では、現在利用されているセンシング技術を理解するとともに、世の中の動向やニーズを調べます。その後、未来に使われるセンサを予想し、試作実演を試みます。未来に役立つセンサを一緒に考え提案しましょう。

#### ◆課題

- ①世界の動向を知る。誰が何に困っているのか、世の中のトレンドは何かを知る。
- ②どの様なセンサが、どこで、何を目的に、使われているのか？を理解する。
- ③分野を絞る、ヘルスケア・農林水産・移動体・通信、ほかから選定する。
- ④困りごとや未来のセンサについてグループで討議し、サブテーマを決定する。
- ⑤具体的なセンシングシステムの、プロトタイプを提案そして試作し動作確認する。
- ⑦未来のセンシングシステムの姿を描いてみる。

### 1. メンバー

DP： 伊藤 正也 (日本特殊陶業株式会社)  
TA： 片岡 和樹 (物質プロセス工学専攻 M2)  
受講生： 伊藤 麻維 (物質科学専攻 M1)  
入江 優香 (エネルギー理工学専攻 M1)  
武重 拓実 ((情報) 複雑系科学専攻 M1)  
木村 友哉 (物質科学専攻 M1)

### 2. 実施期間

実験：2020年4月15日～7月29日 (全15回)  
発表：2020年8月5日

### 3. サブテーマ

ヘルスケアサポートシューズ

## 4. プロセス

### 1) 課題抽出とサブテーマ決定

現状の把握と世の中の困りごとについて各種資料を閲覧調査した。

内閣府 Society 5.0 [1]、総務省情報通信白書[2]、厚生労働省人口動態[3]などの公開資料を参考に調査した。

#### (1) 課題抽出

今年度は、新型コロナウイルス感染症（以下 COVID-19）の影響で、オンライン講義が中心となり、受講者の意見交換に苦労したが、Microsoft Teams のスプレッドシートを利用して進めた。

少子高齢化に関連する困りごとについて多くの意見が出された。一方 COVID-19 対策に関係する困りごとも多く抽出された。

スプレッドシートでは、「困りごと」や「誰が何に困っているか」さらに「センサを利用したビジネスが考えられるか」などを抽出した。

対処とする人や団体の分類を以下五つの項目に分けて議論し、課題として整理した。

- ① 自分で生活できる高齢者向けの対策
- ② 介護者向けの対策
- ③ 高齢者予備軍（健康体）
- ④ 高齢化社会を生きる人、例えば過疎化
- ⑤ その他

その結果、以下3分類の課題としてまとめた。

- ・高齢者の困りごととして、五感の機能低下
- ・介護をする側の困りごと、
- ・若年中年層の困りごとは健康寿命を長くしたい

表1 スプレッドシート抜粋

Aグループ困りごと 高齢化社会		①自分で生活できる高齢者向けの対策				②介護者向けの対策		③高齢者予備軍（健康体）		④高齢化社会を生きたる人、例えば過疎化		⑤その他		
記入者	記入箇所	改善提案	伊藤祥輝	木村友枝	片岡和樹	伊藤祥輝	木村友枝	片岡和樹	伊藤祥輝	木村友枝	片岡和樹	伊藤祥輝	木村友枝	
どのテーマか	①自分で生活できる高齢者向けの対策	②介護者向けの対策	③高齢者予備軍（健康体）	④高齢化社会を生きたる人、例えば過疎化	⑤その他									
困りごと 誰が何に困っているの	・高齢者の一人暮らし ・老々介護 ・時代について行けない（キヤッシュレス等の新しいサービスや新しい機械）	・高齢者でもお金の生活の充実感に悩みを抱えている人が多い	・趣味がない人は、何もかもあつくなる	・高齢者の熱中症死者数が年々増加傾向にあるH20では約6割以上の割合が60%	・自宅で偏食やケガをした際に、一人で生活している高齢者も多い。それに伴う高齢死。	・高齢者や赤ちゃんにとって日常生活に困窮している場合、妻行をされる場合がある	・高齢者、赤ちゃんの移動手段	・介護される人は、介護されることを恥ずかしいと思ったり、思い通りにいかない悔もどかしく思ったりするかもしれない	・介護士不足 ・少子高齢化	・介護士不足 ・少子高齢化				
なぜ困っているの、困りごとの原因、背景は	・家族の増加 ・家事が増える ・自宅が介護を希望、介護施設に入れない ・身の回りの機械やシステムがどんどん難しくなる	・介護施設に入れない ・身回りの機械やシステムがどんどん難しくなる	・文字が長つらい ・手が震えて字が書けない ・耳が遠くなる ・音が響く ・食べ物のとどろき ・意識がない	・高齢者の熱中症死者数が年々増加傾向にあるH20では約6割以上の割合が60%	・自宅で偏食やケガをした際に、一人で生活している高齢者も多い。それに伴う高齢死。	・高齢者や赤ちゃんにとって日常生活に困窮している場合、妻行をされる場合がある	・高齢者、赤ちゃんの移動手段	・介護される人は、介護されることを恥ずかしいと思ったり、思い通りにいかない悔もどかしく思ったりするかもしれない	・介護士不足 ・少子高齢化	・介護士不足 ・少子高齢化				
分野（食料など一次産業、福祉、エネルギー、モバイル自動車、人口問題、趣味、健康など）	生活	高齢化	高齢化	高齢化	高齢化									
どんな課題が想定されるか（解決する課題、提供価値）	高齢者が受け入れやすいサービスの形	・高齢者が受け入れやすいサービスの形	・高齢者が受け入れやすいサービスの形	・高齢者が受け入れやすいサービスの形	・高齢者が受け入れやすいサービスの形									
どのようなサービスを提供できるか、展開できるか	高齢者	高齢者	高齢者	高齢者	高齢者									
モバイルデバイス、活用できるか？														
どんなセンサがあったら嬉しい？	アレクサのビデオ版ができるセンシングアプリ（予定）やセンサー（高齢者対応センサ）次世代のVR・AR（入江）電話ロボット（伊藤）	・健康状態をセンサで検知し、それをデータにしたら面白いと思う。活動モニタセンサ（GPS）、	・健康状態をセンサで検知し、それをデータにしたら面白いと思う。活動モニタセンサ（GPS）、	・健康状態をセンサで検知し、それをデータにしたら面白いと思う。活動モニタセンサ（GPS）、	・健康状態をセンサで検知し、それをデータにしたら面白いと思う。活動モニタセンサ（GPS）、									
・チームの意見 ・自由意見 ・審美的な意見が良い ・できるだけ簡単な意見 ・もちろん人脈持ちの入りやすい意見が良い ・新たな展開も提案してある ・別の視点で考えてみる														

(2) サブテーマの決定

抽出された課題について、サブテーマ決定のため議論をおこない、高齢者の体力低下は足からくること、また、高齢者の死因の一つに熱中症が挙げられることから、サブテーマを「ヘルスケアサポートシューズ」と決定した。

2) センシングシステムの検討

サブテーマ決定を受け、センシングシステムを検討した。世の中で実用化されておらず実際に利用できるものという切り口で以下のように二つのセンシングシステムを提案した。センサを利用するプラットフォームは、汎用マイコンの Arduino uno を利用した。

① 異常検知靴（異常な動きを検知できる靴）

年を取ってくると足の動きが変化してくるが、それを靴によって検知して利用者に知らせるシステムを考案した。

ジャイロセンサ、通信モジュール、マイコン、電池を利用し、足の動きを検知し、検知した信号を利用して、パソコン上でグラフ化や3次元表示化を行った。

② 熱中症予防靴（熱中症の予防ができる靴）

高齢者は体温調整や水分管理が苦手なので、体の状態（体水分量）を計測し利用者に知らせるシステムを考案した。

二つの電極、温度センサ、通信モジュール、マイコン、電池を利用し、体水分量を計測し、結果をスマートフォンに送って表示するシステム。体水分量の計算は、生体イ



インピーダンス法[4][5]を用いて行った。生体インピーダンス法とは、微弱な電流を流し、電気抵抗値を計測することで体組成を推定する方法である。

二つのセンシングシステムの具体例については成果報告書で説明するが、二つのシステムに取り組んだ理由は、多くの課題にチャレンジしたいという受講生希望が強かったためである。

プロトタイプを試作は6月から開始したが、COVID-19の第一波が過ぎ去った時期であり、講義室での議論や試作実験が実施できたことは幸運であった。

### 3) 写真類



図 プロトタイプ試作風景

### 4. まとめ

未来のセンサを提案しよう！というテーマに対して、高齢化社会を見据え二つのセンシングシステムを提案しました。

このシステムは世の中の困りごとから学生が考えたセンサシステムであり、多くの人々が幸せな生活がおくれるものとなります。

企業にける事業化では、「コスト」や「競合」など多くのハードルがありますが、課題を解決するためのプロトタイプを短期間で製作するといった本講義での経験は、社会人になった時に大いに役立つものです。

受講生の皆さんには、日本をそして世界を代表する技術者あるいは事業企画者に育っていただけることを期待します。

本講義は COVID-19 の自粛化でスプレッドシートを利用した議論を行いました。本手法は将来のチームワークのひとつの姿となると考えられ、貴重な経験となりました。



II. 成果報告書 (TA報告書)

イノベーション体験プロジェクト チームA

未来のセンサを提案しよう!  
～ヘルスケアサポートシューズ～



伊藤 麻維  
入江 優香  
武重 拓実  
木村 友哉

伊藤 正也 DP  
片岡 和樹 TA



1

世の中の困りごとやトレンド

2

◆ Society 5.0 [1]



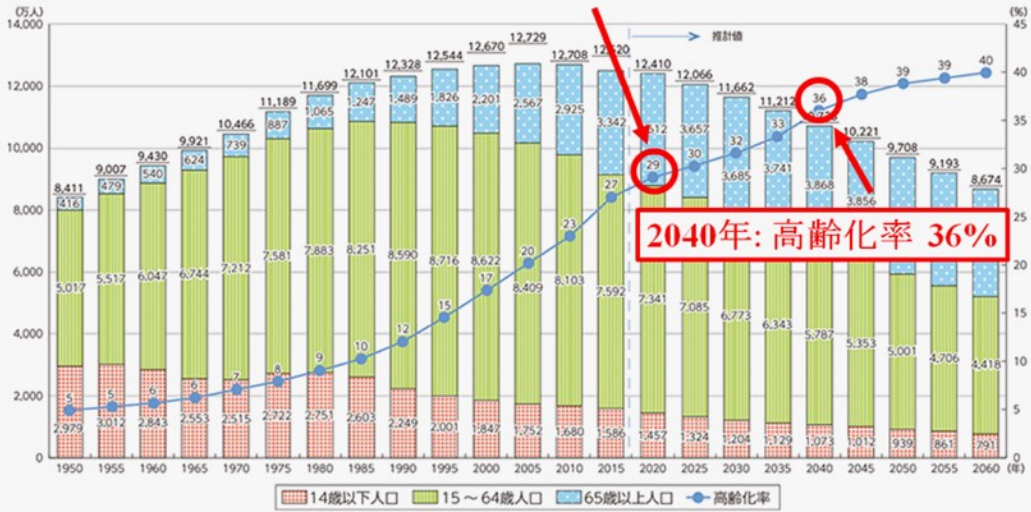
[1] 内閣府HP

# 高齢化社会

3

## ◆日本の人口推移と予測<sup>[2]</sup>

2020年: 高齢化率 29%



[2] 総務省情報通信白書

# サブテーマの決め方

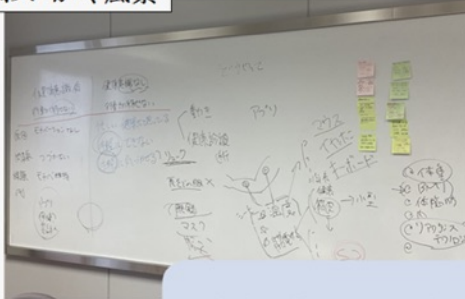
4

- ・ センサを用いて高齢化社会の困りごとを解決したい！
- ・ スプレッドシートにて議論し、ヘルスケアサポートに絞る

高齢者層の困りごとと高齢化社会	若年・中年層の困りごと	ヘルスケアサポート
<p>① 高齢者の困りごと</p> <p>例) 五感の機能低下</p> <p>→ 熱中症対策のための体内水分量の検知センサは？</p>	<p>② 介護をする側の困りごと</p> <p>例) 介護士不足</p> <p>→ 完全自動化した車いすは？</p> <p>→ 介護士の目に代わるセンサの目は？</p>	<p>③ 若年・中年層の困りごと</p> <p>例) 健康体でいたい</p> <p>→ 運動のモチベーション維持のためのセンシング利用は？</p>

COVID-19の影響によりリモートで議論を重ねた。対面で会議ができるありがたみを感じながらも、じっくり時間を使いサブテーマを決定した。

わいがや風景



キーワード

- ✓ 高齢者の体力低下は足からくる
- ✓ 身近なものでセンシングしたい



健康サポート × 靴



異常検知靴

異常な歩き方を  
検知する靴

熱中症予防靴

熱中症の  
予防ができる靴

## 異常検知靴

# 歩行の問題点と検知したいこと

7

## 歩行の問題点

- ・がに股
- ・内股
- ・すり足
- ・前屈み



### [原因]

老化による筋力の低下

歩行障害になる恐れも、、、  
→前兆の早期発見・日常での  
矯正が求められる



### 縦検知

足首関節の角度から  
すり足を検知

### 横検知

足の甲の傾きから  
がに股・内股を検知

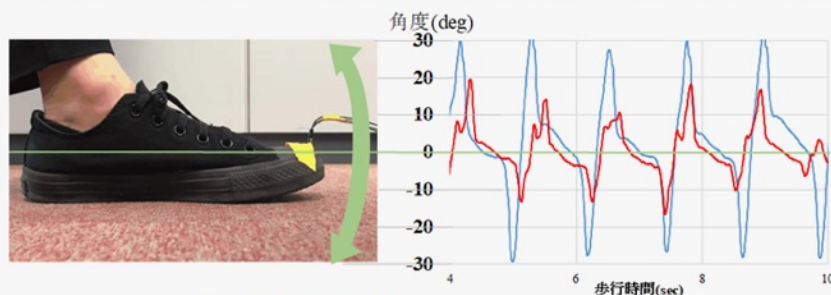
ジャイロセンサ  
を取り付け測定

## 縦検知の実験

8

### 踏み込み角度を測定

つま先にセンサをいれすり足と通常歩行の角度の違いを検証



通常歩行(青) ; 30° 近く  
異常歩行(赤) ; 20° 以下

→踏み込み角度は明らかに異なる  
踏み込み角度から異常歩行を検知!

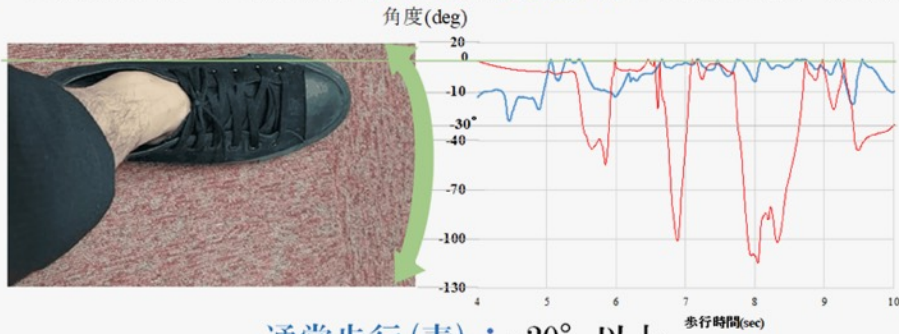


# 横検知の実験

9

## 足の開き角度を測定

つま先にセンサを入れ、**がに股**と**通常歩行**の角度の違いを検証



通常歩行(青) ;  $-30^{\circ}$  以上  
異常歩行(赤) ;  $-40^{\circ}$  以下

→開き角度は明らかに異なる  
開き角度から異常歩行を検知!

実際に靴にセンサを取り付け、歩き方を変えながら測定を行ったところ、波形に差が出たため、解析を行うことで歩行障害の早期発見やリハビリに応用できると考えた。

# 歩き方の検知の展望

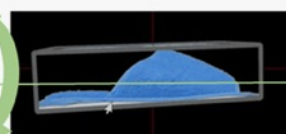
10

## 現在

プロトタイプ  
異常歩行を検知  
→がに股・すり足



実際の歩行動画



3D表示動画

第2段階  
総合的な歩行の評価  
→歩行から異常を評価

靴に**ジャイロセンサ**を取付  
・歩行障害の早期発見  
・リハビリでの利用  
・アスリートのトレーニングも!



第3段階  
歩行のアドバイス  
→ビックデータから個人の体力・  
年齢・生活習慣に適した運動を提案

靴×運動プラン提案

もう少し足を  
上げて歩きま  
しょう



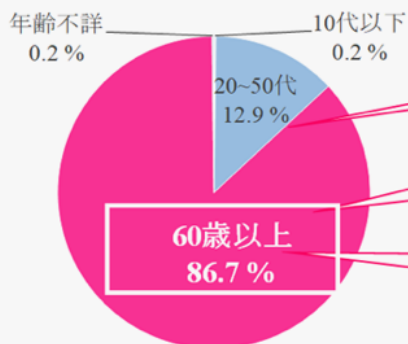
# 熱中症予防靴

11

## 高齢者×熱中症

12

平成30年の熱中症による死亡者数<sup>[3]</sup>



・体内の水分の割合が減少  
→ 体温調整が難しくなる

・温度に対する感覚が弱まる  
→ 水分補給を忘れがち

・心機能や腎機能が低下  
→ 熱中症が重症化しやすい

高齢者は特に体温調節・水分管理が苦手



熱中症を予防できるセンサを提案

[3] 人口動態統計（確定数）

## 解決案: 熱中症予防靴

13

- ✓靴を履くだけで体温・体内水分量を測定
- ✓スマホを使ってデータを可視化

熱中症予防靴を履く



外出時



外出中



水を飲むかのう



熱中症危険度を評価

随時、データを測定  
データ転送(blueetooth通信)



スマホでデータ確認

- ・初期の体内水分量
- ・現在の体内水分量
- ・熱中症危険水分量
- ・現在の体温



簡単に脱水状態を把握できるため  
無自覚な熱中症を防ぐことができる

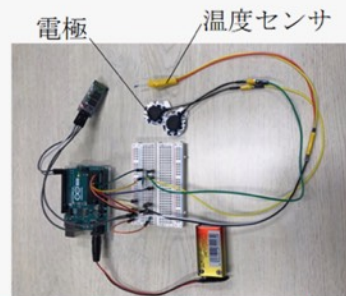
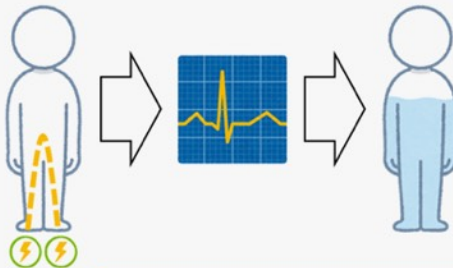
## 体温・体内水分量 測定方法

14

◆体温 → 温度センサ

◆体内水分量 → 生体インピーダンス法\*

\*からだに微弱な電流を流し、電気抵抗値を計測することで体組成を推定する方法<sup>[4]</sup>

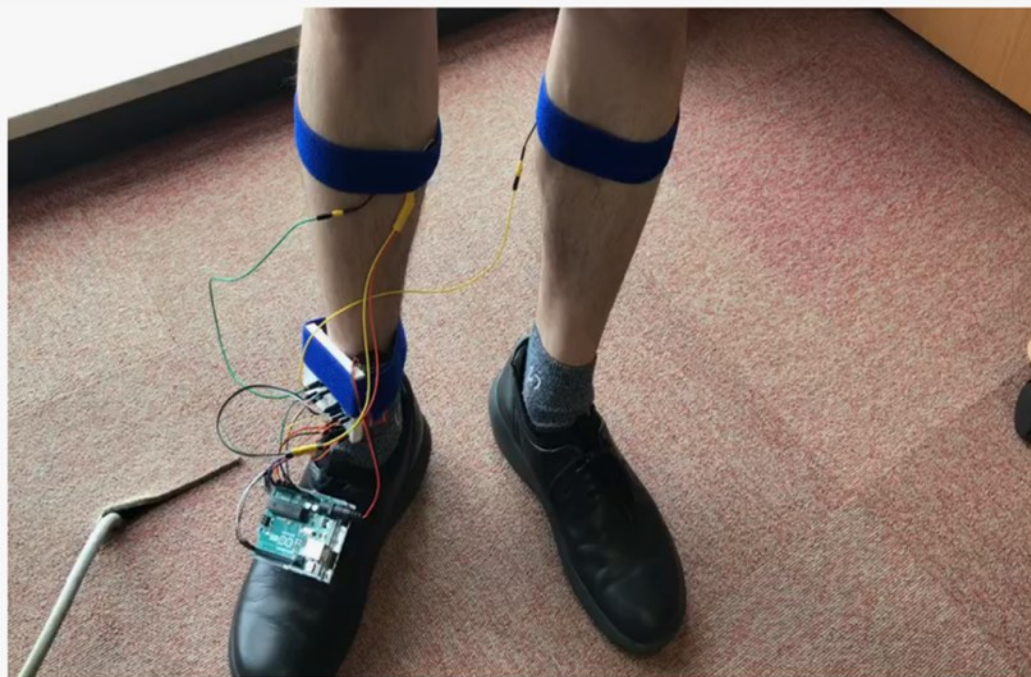


【本件】からだの2点に電極を取り付け、抵抗値を測定し、体内水分量を算出する。

[4] <https://www.tanita.co.jp/health/detail/37>

## デモ動画

15



口頭発表やポスター発表がなかったため、デモ動画を撮影した。Bluetooth 通信を用いて、スマホで操作できるようになっている。

## 熱中症予防靴 デモ

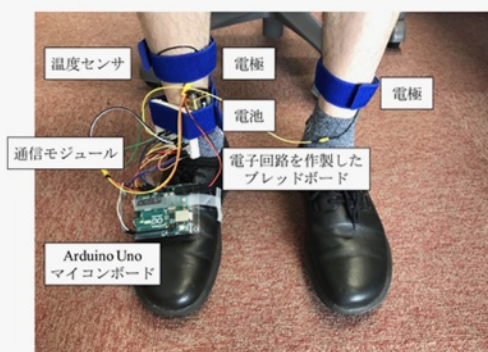
16

### ◆ 体内水分量の検出

- ・ 生体インピーダンス法により測定した体の抵抗値から体内水分量を算出
- ・ Arduinoを用いて回路を制御し、スマートフォンにデータを表示

### ◆ 体温の検知

- ・ 温度センサで体温を測定
- ・ Arduinoを用いて回路を制御し、スマートフォンにデータを表示



実際のスマホ画面

表示データの切り替えが可能



0. 初期体内水分量  
熱中症危険水分量
- ※熱中症危険水分量は初期体内水分量を基に算出
1. 現在の体温
2. 現在の体内水分量



## 測定結果の精度

17

測定者データ

性別：男性  
身長：170cm  
体重：50kg

生体インピーダンス法<sup>[5]</sup>

$$l = 0.1983 X_1 + 0.4004 X_2 - 0.7938$$

$$X_1 = Ht^2 / R \quad X_2: \text{体重(kg)} \quad H_t: \text{身長(cm)}$$

測定 R: 体の抵抗値( $\Omega$ ) → 計算 l: 体内水分量(L)

### ・ 体内水分量

理想値：27.5~32.5L<sup>\*</sup>

測定値：16~17L → 理想値より10L程度小さい値が得られた

**原因** 体内ではなく体の表面の抵抗値を測定しているため  
高い抵抗を測定し、その結果、体内水分量が小さくなる

### ・ 体温

理想値：36℃

測定値：30~33℃ → 理想値より5℃程度小さい値が得られた

**原因** 体の部位によって体温分布が異なっており  
体温より小さく測定される

<sup>\*</sup>男性の体内水分率の平均は約55~65%より

[5]小宮秀一, Ann. Physiol. Anthropol., 10(1)(1991).

体内水分量の測定を可能にしたが、技術的な問題で理想値よりも小さい値となった。そのため、今回のプロトタイプでは最初の測定値との相対値で評価を行うことで、熱中症予防ができると結論付けた。

## 熱中症予防靴 展望

18

現状



体温・体内水分量を測定し、  
脱水状態に対して定性的な評価ができる

課題

- ・ 測定精度が悪い
- ・ 熱中症の危険を知らせる基準が曖昧
- ・ デバイスが大きい

理想型<sup>[6]</sup>



体温・体内水分量を測定し、  
総合的に脱水状態を評価できる  
(ビッグデータ利用)

×

普通の靴と変わらない履き心地  
(デバイスの小型化)  
(靴下が電極の役割)

[6] Nike Adapt BB "THE FUTURE OF THE GAME"



時間的制約もあり、今回は歩き方の異常検知靴、熱中症予防靴ともにプロトタイプの作製にとどまったが、今後ビッグデータやAIなどを活用することにより、「ヘルスケアサポート」機能を持つ靴への展望を示した。

## 参考文献

- [1] 内閣府 Society5.0 とは (2018年6月15日)  
[http://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/society5\\_0-1](http://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/society5_0-1)
- [2] 総務省、情報通信白書 H30  
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h30/pdf/index.html>
- [3] 厚生労働省 平成30年(2018)人口動態統計(確定数)の概況  
<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/kakutei18/index.html>.
- [4] 生体電気インピーダンス法 <https://www.tanita.co.jp/health/detail/37>
- [5] 小宮 秀一, 身体組成の推定法を考える Ann. Physiol. Anthropol., 10(1) (1991).
- [6] Nike Adapt BB “THE FUTURE OF THE GAME”
- [6] ロゴマークラボ Nike、Asics

以上

# IoT ネットワーク [Sigfox] を活用し、生活を「楽しく」「便利で」「快適に」 報告書

～ あなたの心配いつでもどこでも見えちゃいます ～

## I. DP 報告書

### ◆テーマの主旨

IoT とは、様々なモノがネットワークに繋がることである。既に、カメラ、照明、スピーカー、掃除機、エアコンなど、IoT を謳った製品・サービスが登場しており、IoT が当たり前な世界がすぐそこに迫っている。

そこで、sigfox<sup>注1)</sup> という IoT 専用の通信ネットワークを用いて、身の回りのちょっとした「困ったな」を解決し「嬉しい」に変わるようなアイデアを試作する。さらに、試作品を用いて取得したデータを分析し、サービスを提案する。

注1) LPWA (Low Power Wide Area/ 省電力広域無線技術) という通信規格のひとつ。非常に容量 (1 回 12 バイト) が小さなデータを、長い距離に伝送することができ、消費電力が少ないのが特長。

### ◆課題

本 P J での課題は、下記の通りであり、これに沿って進めた。

- ① アイデア選考
- ② 各アイデアにおける主要構成要素の試作・評価とデバイスの試作
- ③ 実験 (計測速度: 定点、徒歩、バス、配送)
- ④ 提案サービス

## 1. メンバー

DP: 北野 哲司 (東邦ガス株式会社 導管企画部 技術開発グループ)

TA: 伊神 拓馬 (機械システム工学専攻 M2)

受講生: 安倍 紀乃弥 (航空宇宙工学専攻 M1)

郷間 あかり (航空宇宙工学専攻 M1)

金 勇哲 (機械システム工学専攻 M1)

山梨 祥平 (情報学研究科 情報システム学専攻 M1)

## 2. 実施期間

実験: 2020年4月15日～7月29日 (全16回)

発表: 2020年8月5日

## 3. サブテーマ

あなたの心配いつでもどこでも見えちゃいます

#### 4. プロセス

検討プロセスは、以下の通り。

- ① アイディア選考
- ② 各アイディアにおける主要構成要素の試作・評価とデバイスの試作
- ③ 実験（定点、徒歩、バス、配送）
- ④ 提案サービス

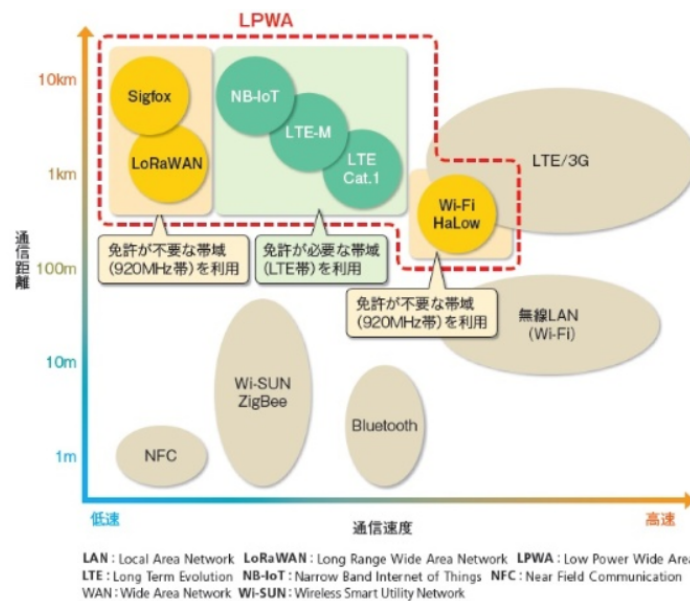
##### 1) アイディア選考

Sigfox の特徴や既存の製品を調査すると共に、京セラコミュニケーションシステム株式会社様のデザイン思考に関する講演をヒントに、受講生が困り事を調査し、解決するためのアイディアを考案し、試作するテーマについて絞り込みを行った。

##### (1) Sigfox の特徴とデータ連携の仕組み（参考文献[1]参照）

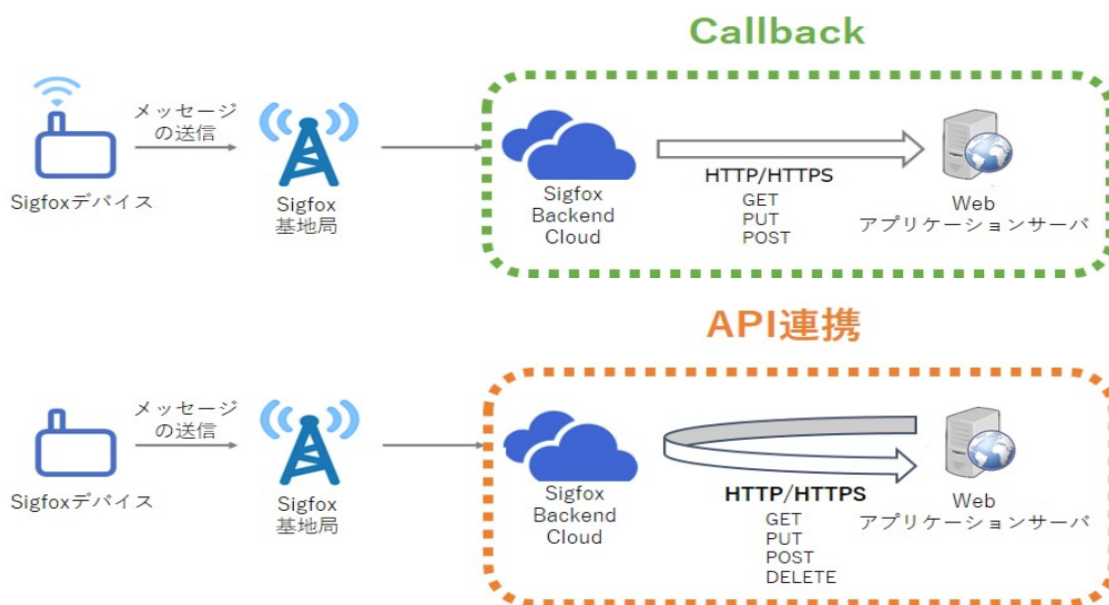
Sigfox には、以下の特徴がある。

- ① 低消費電力であり、電池駆動で長期稼働が可能。
- ② 通信費用が安価。
- ③ 通信の安定性、耐干渉、耐障害性が高い。
- ④ 1 回に送信可能なデータ容量が最大 12 バイトまで。
- ⑤ 通信速度は上り 100bps、下りは 600bps。
- ⑥ 1 日の通信回数の上限があり。上りが 140 回、下りは 4 回まで。



IoT 用途で使われている無線通信規格（ネットワーク）（2018.12.19 現在）

（出典：参考文献[1]）



(出典：参考文献[2])

## (2) アイディアの考案・評価・選考

受講生からは、下記のアイディアが提案された。

- ① 浴槽での溺水防止システム（入浴中の溺水を防止する IoT デバイス）
- ② 郵便追跡システム
- ③ リハビリパンツ
- ④ 腐敗食品監視

上記のアイディアについて、経済性（費用対効果）、Sigfox を使うメリット、顧客の満足度、オリジナリティ、実現可能性の4項目について評価を行った結果、①「浴槽での溺水防止システム」、②「郵便追跡システム」を選定し、試作を行うこととした。

## 2) 各アイディアにおける主要構成要素の試作・評価

前項で選考したアイディアである①浴槽での溺水防止用デバイス、②郵便追跡用デバイスについて、デバイス構成を考え、主要構成要素を試作し実現可能性を評価した。実現可能性評価に加えて、Sigfox 通信の良さが活かせるか、また、既存商品が存在しないかという観点からも評価した。その結果、②郵便追跡用デバイスを試作することとなった。

### (1) 浴槽での溺水防止用デバイスの実現可能性評価

浴槽での溺水防止用デバイスの実現可能性評価として、各種センサで期待通りのデータが取得可能かについて確認した。本デバイスの主要センサは、①人が入浴していることを感知するセンサ（人感センサ、距離センサ）、②意識の有無を監視するセンサ（距離センサ）である。そこで、浴室内で、Arduino に人感センサ・距離センサを接続して実験を行った。そ

の結果、各センサとも、期待通りのデータが取得可能であることが確認でき、実現可能性は十分に有ると判断した。

しかし、既存の商品を調査した結果、既に、本内容と同じアイデアとして、東京ガスと住宅用ガス機器メーカーのパーパスが『お風呂場の見守りシステム（浴室への入退出や、入浴中の居眠り検知、チャイム・音声での警報機能）』として商品化されていることが判明した。

### （2）郵便追跡用デバイスの実現可能性評価

郵便追跡用デバイスの実現可能性評価として、Sigfox 通信サービスを用いての位置情報が取得可能かについて確認した。Sigfox 通信が提供している位置取得方法としては、AtlasNative（Sigfox 基地局からの距離基準）と AtlasWi-Fi（Wi-Fi\_Mac アドレス位置からの距離基準）がある。GPS と Sigfox 通信での位置情報の取得も考えられるが、GPS は Sigfox のサービスではないこと、郵便物の屋内保管も考え、GPS は屋内での位置情報の取得が難しいことから、GPS は評価対象から除外した。

AtlasNative および AtlasWi-Fi について、位置情報の取得可否判断実験を行った結果、十分な位置特定精度の検証までは実施できていないが、およその位置特定は可能であることを確認した。

### （3）総括評価

以上から、両アイデアとも実現可能性は高いが、浴槽での「溺水防止用デバイス」については、既に商品化されていること、Sigfox 通信が補助機能であることから、本 P J では「郵便追跡用デバイス」について試作し、評価していくこととした。

## 3) デバイスの試作

試作したデバイスの概要を以下に示す。

### （1）ハードウェア

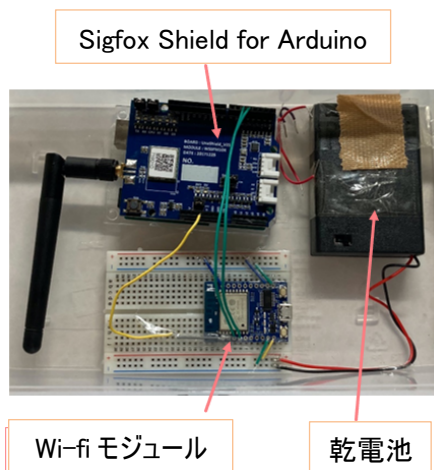
デバイス（ハードウェア）は、下表の機材で製作した。

項目	品名
Sigfox 通信	Sigfox Shield for Arduino（参考文献[3]参照）
Wi-fi モジュール	ESP-WROOM-02(ESP8266 を搭載した開発ボード)（参考文献[4]参照）

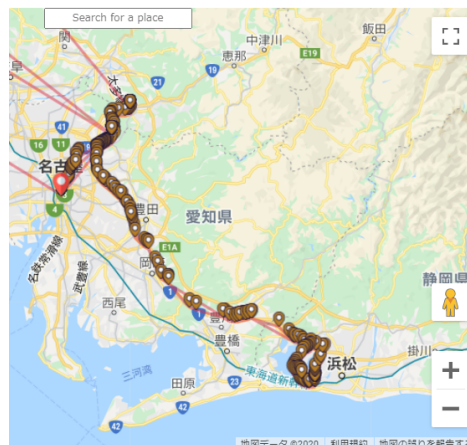
### （2）ソフトウェア等

Arduino スケッチ作成、IoT プラットフォーム使用方法、Callback 設定方法等に当たっては、参考文献[5]- [10]を参考にした。





試作したハードウェア



Sigfox IoT Agency Platform (例:GPS)

#### 4) 実験 (定点、徒歩、バス、配送)

試作したデバイスを用いて、移動速度による影響評価や実配送の実験を行い、Sigfox 通信での位置特定の可否・精度検証・配送車両種別による通信状況について確認を行った。

実験結果の概要を以下に示す。



##### (1) 実験 (定点、徒歩、バス)

実験の概要を下表に示す。まず、定点実験では、Atlas Native と Atlas Wi-Fi の位置特定の精度を検証し、優位性がある Atlas Wi-Fi を選定した。次に、デバイス移動速度に対する影響を評価するため、徒歩・バス移動実験を行った。その結果、車両が移動していると、Wi-Fi Mac アドレスの取得ポイントが変化していくために、位置情報が取得できないことが判明した。

種別	実施目的	結果概要
定点	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atlas Native と Atlas Wi-Fi の位置精度を検証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>位置精度は、Atlas Wi-Fi の方が高かった。</li> <li>位置精度 : Atlas Native : <math>10^3\text{m}</math> ~、Atlas Wi-Fi : <math>10\text{m} \sim 10^3\text{m}</math></li> </ul>
徒歩	<ul style="list-style-type: none"> <li>デバイスが移動した状態でも、Atlas Wi-Fi による位置情報を取得できるか確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>徒歩程度の移動速度なら位置情報を取得可能であった。</li> <li>(IB 電子情報館→バロー滝川店)</li> </ul>
バス	<ul style="list-style-type: none"> <li>移動速度が、自動車 (バス) でも位置情報を取得できるか確認</li> <li>自動車 (バス) の運行ルートに沿って位置情報の取得が可能かを検証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>バスの停車時にのみデータが取得できた (目視)。</li> <li>市街地コース (名大→栄)、住宅街コース (妙見町→平針住宅) 共に、ルートに沿って位置情報を取得可能。</li> </ul>

## (2) 実験 (配送)

本実験では、配送車の構造の違いによる影響を確認するために、①アルミバン(窓が無く、アルミ製のパネルを使用した箱型の荷室を持つ車両)、②窓がある車両の2タイプに対して配送実験を行った。実験結果は、下表のとおり。

種別	実施目的	結果概要
窓が無い配送車 	位置情報取得状況 確認	・窓が無い配送車の場合、事業所や集積場で位置情報は有られたが、配送車移動中については、位置情報は得られなかった。
窓が有る配送車 	同上	・最寄りの事業所から目的地に近付いていることが取得データから確認できた。

## (3) 考察

実験 (定点、徒歩、バス、配送) から、下記の事項が確認することができた。

- ① Atlas Native より Atlas Wi-Fi の方が高精度であった。
- ② 自動車 (バス) でも、停車時であれば位置情報を取得することができた。
- ③ 配送車の構造の違いにより位置情報が取得できない場合があった。

実験結果を踏まえて、郵便追跡用デバイスの仕様としては、

- ① Atlas Wi-Fi での位置検知は、配送車停車時のみであることから、停車時での位置情報の送信確率を上げるため計測間隔を可能な限り短くする。1回/5分のデータ送信を行う (1回/5分:連続で12時間通信が可能。送信上限回数 は 140回/日)
- ② アルミバン (窓が無く、アルミ製のパネルを使用した箱型の荷室を持つ車両) では、停車中でも位置検知が不可能であることから、これまで検討してきた荷物単位でデバイスを取り付ける案ではなく、配送車にデバイスを固定設置する。

## 5) 郵便追跡サービスの検討・提案

以上の検討結果を踏まえて、郵便追跡サービスとして下記を提案する。

- 郵便追跡サービスは、最寄りの事業所に到達した時点から開始する。
- 位置特定手段は、位置特定精度が高い GPS の適用も考えられるが、在宅・不在等個人プライバシーの観点から、位置特定精度が 10m~10<sup>3</sup>m(実験値)である Atlas Wi-Fi が本サービスに適していると判断した
- Atlas Wi-Fi 機能付き Sigfox デバイスは、配送車に固定設置する。
- 通信頻度は、連続 12 時間通信可能な通信頻度である 5 分に 1 回とする。





## 6) 所感

これまでのイノベーション体験プロジェクトでは、2018年度はインフラ設備のドローンでの点検、2019年度はフォトグラメトリーを用いたインフラ設備の3次元データ化を題材に取り組んだ。これらのテーマは、私自身に、ある程度の知見があった。一方、今年度(2020年度)は、知見・知識がないIoT技術をテーマに「IoTネットワークである Sigfox 通信を用いる」ことだけを決め、その他は一切決めずに始めた。

そのため、例年にも増して、受講生は自ら行動せざるを得ず、苦労や戸惑いがあったと思う。しかし、この苦労がグループワークの特長である、①チームワークの重要性、②意見交換の必要性と議論の発展からの創意工夫、③統制力・調整力、④コミュニケーション力のレベルアップ、④達成感、⑤一体感に繋がるのではないかと考えている。

今後の課題としては、昨今のコロナ禍の中において、web 授業がニューノーマルとなった場合、上記の①～⑥を体感しながら、主体的に課題に取り組める工夫を考えていく必要があると思う。一例として、Microsoft Teams には、全員が一つのファイルをリアルタイムで修正可能な機能がある。これは、非常に効率的で、各自の特長が出せ、議論も白熱した。このように、Web 上のバーチャルの世界において、共同作業を実現する仕組み・ツールが重要と考え、他のツールの調査・活用方法について試行錯誤を重ねていきたい。

## 謝辞

本P Jでは、講義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。

講義の円滑な進行・アドバイス、物品購入、現場実験準備等において、伊神拓馬 T A には多大なご協力を賜った。また、本P Jの運営面では創造工学センターの渡邊激雄 C P、加藤智子様、塩谷直美様にご支援をいただいた。水谷法美工学研究科長、土木工学専攻舘石和雄教授にはご助言を賜りましたこと御礼申し上げます。

特に、京セラコミュニケーションシステム株式会社の杉山憲治様、大木浩様、石田優輝様には、通信技術 Sigfox に関連する技術的アドバイスやアイデアソンの実施等でご協力いただき、感謝の念にたえません。本当にありがとうございました。

## 参考文献

- [1] 根本 浩之 日経 xTECH/日経 NETWORK(2018.12.19 現在)，“免許が不要な LPWA 規格、Sigfox と LoRaWAN の特徴”，  
<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00537/121700001/> (2020年9月3日閲覧確認)。
- [2] 京セラコミュニケーションシステム株式会社，“Sigfox を始めよう”，

- <https://www.kccs-iot.jp/service/quickstart/> (2020年9月3日閲覧確認) .
- [3] 京セラコミュニケーションシステム株式会社, “Sigfox Shield for Arduino (UnaShield V2 / V2S) 取扱説明書”,  
<https://www.kccs-iot.jp/files/9815/4528/8772/manual-sigfox-shield-for-arduino.pdf> (2020年8月27日閲覧確認) .
- [4] スイッチサイエンス, “ESPr® Developer (ESP-WROOM-02 開発ボード)” ,  
<https://www.switch-science.com/catalog/2500/> (2020年9月2日閲覧確認) .
- [5] 日比 学, “WiFi モジュール(ESP8266)で作るワンコイントラッカー” ,  
<https://www.kccs-iot.jp/20180804-technical/> (2019年8月27日閲覧確認) .
- [6] 日比 学, “Altas WiFi と Data Advanced Callback” ,  
<https://www.kccs-iot.jp/20190722-technical/> (2020年8月27日閲覧確認) .
- [7] 石田 優輝, “メッセージ送信方法 - Sigfox Shield for Arduino” ,  
<https://www.kccs-iot.jp/20200420-technical/> (2020年8月27日閲覧確認) .
- [8] 京セラコミュニケーションシステム株式会社, “Sigfox IoT Agency Platform で簡単ダッシュボード” ,  
<https://qiita.com/ghibi/items/91f6880a4820c49cad5d#parser%E3%82%92device%E3%81%AB%E7%B4%90%E3%81%A5%E3%81%91%E3%82%8B> (2020年8月27日閲覧確認) .
- [9] 日比 学, “Sigfox Callback 機能” , <https://www.kccs-iot.jp/20180601-technical//> (2020年9月3日閲覧確認) .
- [10] 日比 学, “Sigfox Callback - Custom Payload Config 応用” ,  
<https://www.kccs-iot.jp/20191211-technical/> (2020年9月2日閲覧確認) .

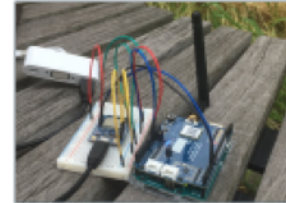


## 中間発表以降の流れ

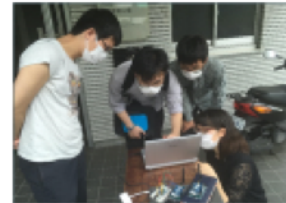
3

- ① アイディア選考
- ② デバイスを試作
- ③ 実験(定点)
- ④ 実験(徒歩)
- ⑤ 実験(バス)
- ⑥ 実験(配送)
- ⑦ 取得データの検討
- ⑧ 実用化に向けての問題の整理

8/5 最終発表

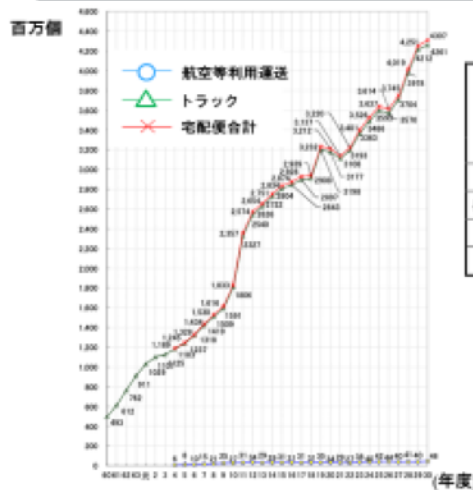


定点観測実験



## 背景

4



出典(国土交通省) <https://www.mlit.go.jp/voip/press/contents/00151859.pdf>

### 【調査結果】

単位: 個

	【今回調査】 令和元年 10 月 (調査期間: 8/1/8/1~10/31)			【参考: 前年同月調査】 平成 30 年 10 月 (調査期間: 10/10/1~10/31)		
	総数	再配達数	再配達率	総数	再配達数	再配達率
都市部	839,143	139,158	16.6%	844,935	139,488	16.5%
都市部近郊	1,323,242	189,901	14.3%	1,436,175	209,240	14.6%
地方	130,910	15,080	11.5%	158,629	18,372	12.8%
総計	2,293,295	344,139	15.0%	2,439,739	367,098	15.2%

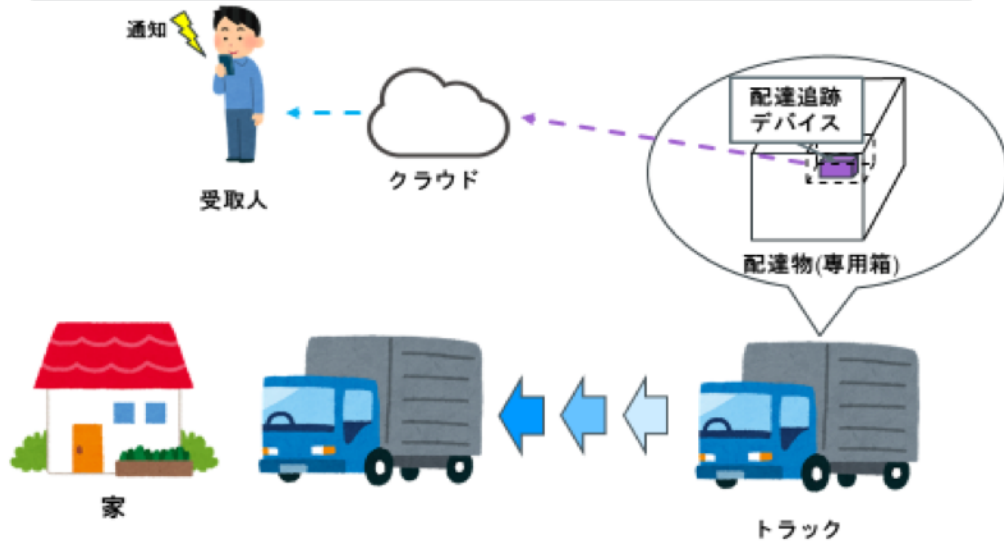
### 再配達率の調査結果

出典(国土交通省) <http://www.mlit.go.jp/voip/press/contents/001320815.pdf>

問題: 配達時間帯が2時間と広い  
→ 2時間より狭い範囲の時間指定

## 提案手法

5

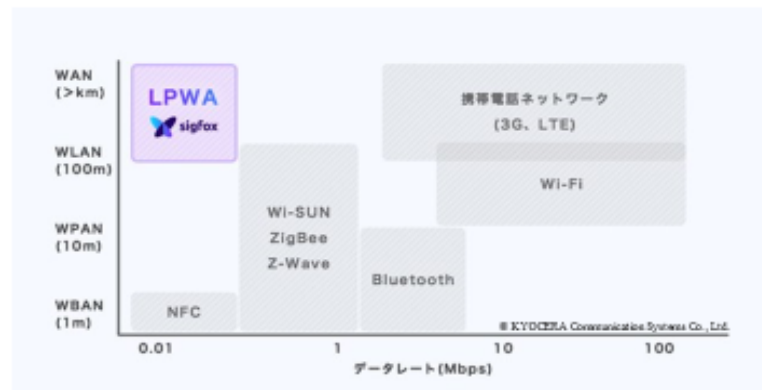


本プロジェクトでは, Sigfox 通信により位置情報を所得・送信することができるデバイスを荷物に付けることで, その荷物を配送するトラックが自宅に近づいたときに受取人に通知を送るようなサービスを提案した.

## Sigfox (通信方法) について

6

- SigfoxとはLPWA(Low Power Wide Area)ネットワーク
- 利点:低電力, 長距離通信
- 欠点:一度に送れるデータ量が少ない(12bite)





## 位置情報の取得手段

7

	Atlas Native	Atlas Wi-Fi	GPS
位置情報取得方法	基地局	Wi-Fi Macアドレス	衛星
価格	200円～	800円～	2000円～
精度	?	?	～10m
屋内計測	○	○	×
消費電力	小	中	大

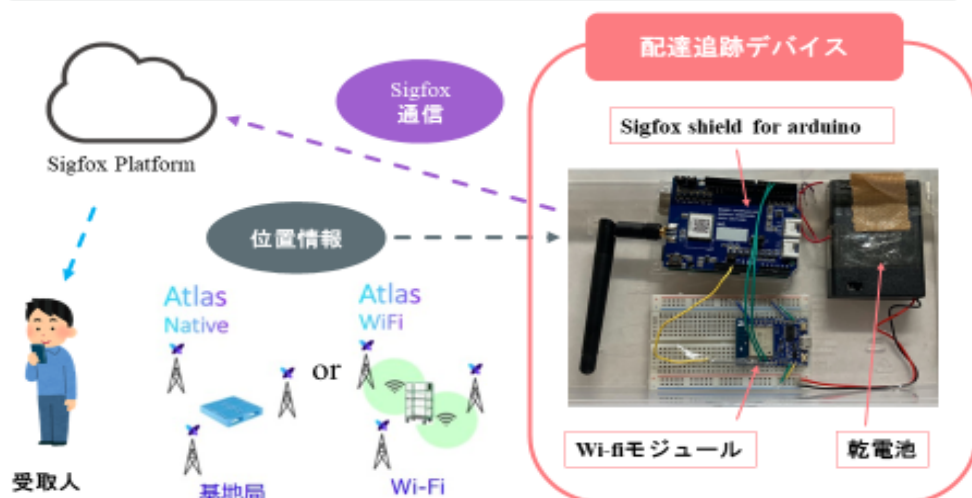


Sigfox 通信を用いた位置情報の取得手段として、「① Atlas Native」、「② Atlas Wi-Fi」、「③ GPS」があり、①、②における位置情報取得の原理を右図に示す。①は Sigfox 通信の基地局の距離を利用して位置を所得し、②は付近の Wi-Fi の Mac アドレスに紐づいた位置情報を利用して位置を所得する。

今回は Sigfox デバイスを荷物に付けてトラックの荷台内に入れて配送する、という状況を想定しているので屋内計測可能な手段を対象にした。

## 配達追跡デバイス

8



配達追跡デバイスの構成を示す。Atlas-Native による位置取得は Sigfox shield for Arduino のみで可能だが、Atlas Wi-Fi による測定は付近の Wi-Fi を検索する Wi-Fi モジュールが追加で必要のため、このような構成となった。

## 実験 (定点)

9

### ■ 実験目的

Atlas NativeとAtlas Wi-Fiの精度調査

### ■ 実験結果

Atlas Wi-Fiの方が配達に適している



まず、2種類の位置取得手段の性能を比較するために定点の位置情報取得実験を行った。結果、性能がより良いAtlas-Wi-Fiを用いることにした。

## 実験 (徒歩, IB電子情報館→パロー滝川店, 2分間隔)

10

### ■ 実験目的

Atlas Wi-Fiでデバイスが移動した状態でも  
位置情報を取得できるかの確認

### ■ 実験結果

徒歩程度の移動速度なら位置情報を  
取得できた

● スタート  
● ゴール



## 実験

(バス, 名大→栄, 妙見町→平針住宅, 1分間隔)

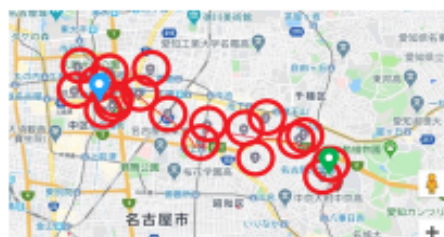
11

### ■ 実験目的

自動車（バス）の移動速度でデータを取得できるかを検証  
想定される配送ルートによって位置情報の取得できるかを検証

### ■ 実験結果

バスの停車時にのみデータが取得できていた（目視）  
市街地、住宅街ともにルートに沿って位置情報を取得できていた



名古屋大学→栄（市街地）



妙見町→平針住宅（住宅街）

📍 スタート  
📍 ゴール

## 実験

(配送1回目, 名大→東邦ガス(金山), 12分間隔)

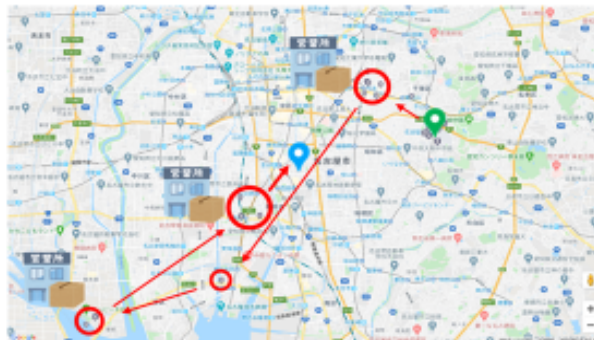
12

### ■ 実験目的

配送車  でのデータ取得可能かの検証

### ■ 実験結果

営業所でしかデータの取得ができなかった ⇒ 配送車に窓がないことが原因？



📍 スタート  
📍 ゴール


p.11 までの実験で、配送車の運転条件（速度・時々配達のために停車する等）において、デバイスが位置情報を取得できることが判明したので、実際にデバイスを荷物として配達した。

しかし、デバイスの位置情報の記録をみると、営業所近くのデータしか取得できておらず、配送車の荷台に窓がないことで Sigfox 通信が失敗したのでは、と考察した。

## 実験

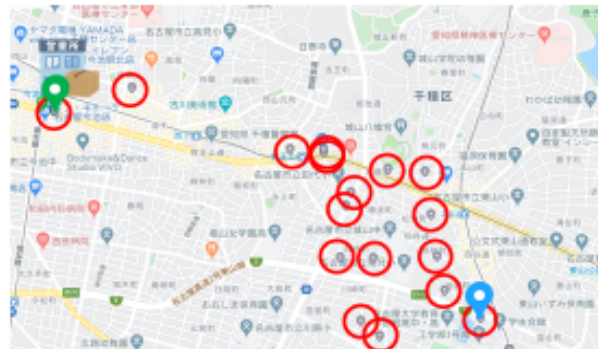
(配送2回目, 今池→山梨宅, 5分間隔, 9~12時指定) 13

### ■ 実験目的

窓がある配送車  で, 5分間隔に設定したらデータが取れるかの検証

### ■ 実験結果

営業所から家に近付いていることが取得データから確認できた



● スタート  
● ゴール

## 実験

(配送2回目, 今池→山梨宅, 5分間隔, 9~12時指定) 19

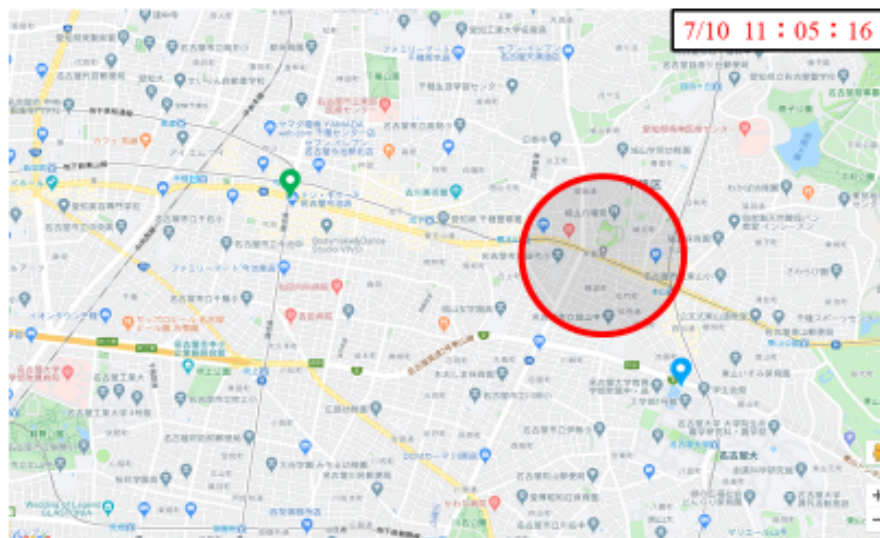


位置計測データの一つを示す. 配達時間帯は 9~12 時であるが, 10 時前まで配達開始地点 (千種郵便局) にあることが分かる.



## 実験

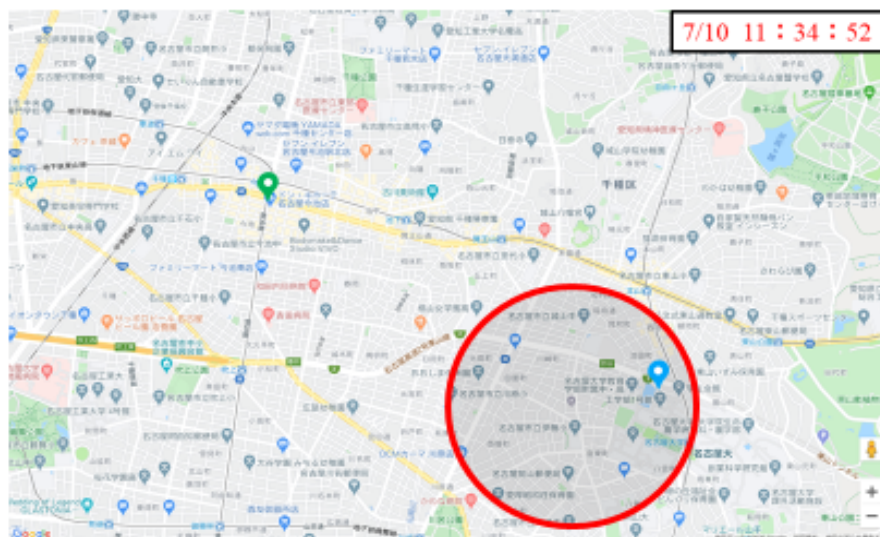
(配送2回目, 今池→山梨宅, 5分間隔, 9~12時指定) 28



11時を過ぎても、ゴール（青ピン）は荷物の位置計測範囲内には入っていない。

## 実験

(配送2回目, 今池→山梨宅, 5分間隔, 9~12時指定) 31



11時半を過ぎると、名大西側の鏡池通あたりに移り、初めて荷物の位置計測範囲内にゴール（青ピン）が入った。



## 実験

(配送2回目, 今池→山梨宅, 5分間隔, 9~12時指定) 33



11時44分に目的地に到着した(受取人に聞き取った受取り時刻と同じ)。

この実験から、本来の場合だと午前9時から12時までと3時間の間隔があったのが、デバイスによって追跡をすることで、今だいたいどこにいるのか(営業所・本山から覚王山あたり、名大西側の鏡池通あたり)が分かり、3時間の時間指定間隔を狭められる可能性がある。

## 考察

34

- Atlas NativeよりAtlas Wi-Fiの方が高精度であった
- 停車時であれば自動車(バス)でも計測することができた
- 配送車の構造の違いによりデータが送れない場合がある



計測間隔を短くする

荷物ごとではなく配送車ごとにデバイスを搭載する

## 位置情報の取得手段を再検討

35

	Atlas Native	Atlas Wi-Fi	GPS
位置情報取得方法	基地局	Wi-Fi Macアドレス	衛星
価格※	200円～	800円～	2000円～
精度	?→10 <sup>3</sup> m～	?→10m～10 <sup>3</sup> m	～10m
屋内計測	○	○	×
消費電力	小	中	大


※価格は共通する電子部品を除いたもの

始めに提案したサービスは荷物にデバイスを付けるため、屋内での位置計測を前提にしていたが、配送車ごとにデバイスを搭載するようにサービスを改めたので、GPSも含めて、性能を再評価した。

## 提案サービス

36





① アイディア選考  
 ② デバイスを試作  
 ③ 実験  
 ➡ 計測時間は短く、窓ありの配送車ならば計測可能  
 ④ 提案サービスの再検討  
 ➡ デバイスを配送車ごとに搭載する

**提案サービス**

- 荷物単位ではなく配送車単位にSigfoxデバイスを搭載し、配送車と荷物を連携させるようにする
- 5分に1度通信を行う（連続で12時間通信が可能になる）

始めに Sigfox 通信の利点（通信費の安さや長い通信距離など）を活かして、荷物を個別で追跡できるようなサービスを提案したが、複数の実験を通して、改めて Sigfox の位置所得手段（Atlas-Native や Atlas-Wi-Fi）の性能を検証し、配送車ごとにデバイスを付けるほうが良い、という結論に達した。

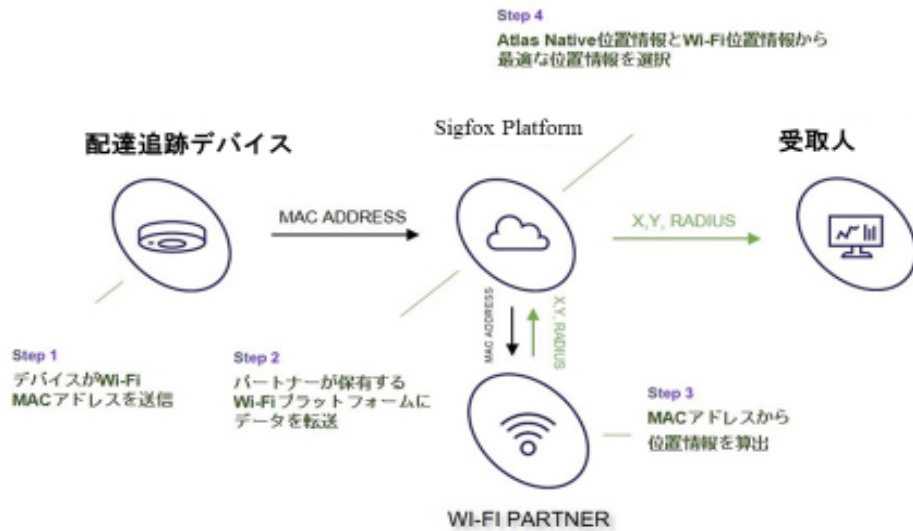
また、位置情報を計測する際の時間範囲として、12 時間を目安とすると 5 分に 1 度通信を行うような運用を提案した（1 日の Sigfox 通信には回数制限があるため）。

### Atlas nativeの位置情報取得の原理



配達追跡デバイスは、実際には位置情報を基地局に送っているのではなく、一番近くにある 3 つの基地局と通信を行い、それらの基地局の場所からある程度の位置を算出できる。

## Atlas Wi-Fiの位置情報取得の原理



Atlas Wi-Fi は自ら位置情報を計測するのではなく、Wi-Fi モジュールにより取得した Mac アドレスを Sigfox platform というクラウドへ送信し、Wi-Fi の Mac アドレスと位置情報を紐づけて登録しているデータベースと照合することで、Web 上で位置情報を取得するサービスである。

以上

# 「SDGsでのエネルギーとヒートポンプ」 報告書 ～ 太陽熱を有効使用するヒートポンプの提案 ～

## I. DP報告書

### ◆テーマの主旨

エネルギーはライフラインの一部とされ、現在の日常生活では不可欠である。世界の行動指標として2015年9月の国連サミットで採択されたSDGsを確実に進捗させていくためにも安定したエネルギー供給は必須となる。

このプロジェクトでは、SDGsをエネルギーの視点から理解を深め、それを例として自らの行動目的を社会課題解決とリンクさせて、大切にしたい価値観の再確認、今後の行動規範、進路選択の参考とすることを目的とした。

同時に、企業技術者として要求される他者と協力しながら最終目標を達成するプロセスを、サービス・商品開発の初期に行う開発コンセプトの立案と満たすべき要件のサーベイを通して体験してもらい、企業技術者を選択した場合に備えておくべき視点、思考パターン、知識の貯え方などを感じ取ってもらうこととした。

新型コロナの影響で校外学習の機会が著しく制約された状況だったが、見学受入を受諾してもらえた工場見学とWeb会議室システムを併用して可能な限り実社会での先行成功事例や、開発時の留意事項を受講生に感じ取ってもらえるようにプログラムを組んだ。

### ◆課題

- ①SDGsを通して漠然とした目標の社会的な意義を確認して、自らの将来目標を定める参考とする。
- ②エネルギーを皆と議論して、社会人として必要な叡智を育む視点を養う。
- ③ヒートポンプを例題として皆でアイデアを出しあい、その効果を検証する。
- ④以上から、企業技術者に要求される自己の考えを確立した上で他者と協力して、最終目標を達成する姿勢を学ぶ。

## 1. メンバー

DP： 櫻場 一郎 (中部電力株式会社 技術開発本部 技術企画室)  
TA： 杉本 賢哉 (機械システム工学専攻 M2)  
受講生： 奥村 竜也 (機械システム工学専攻 M1)  
松原 宏和 (機械システム工学専攻 M1)  
長坂 翔太 (応用物理学専攻 M1)

## 2. 実施期間

実験：2020年4月15日～8月1日 (全17回)  
発表：2020年8月5日



### 3. サブテーマ

太陽熱を有効使用するヒートポンプの提案

### 4. プロセス

本プログラムは、下記の1)～5)の流れで実施した。

#### 1) SDGs とエネルギーの現状把握

外務省[1]および資源エネルギー庁[2][3]の資料を基にした Web ゼミで SDGs とエネルギーの現状を講義し、これに対する理解を深めた。

SDGs では、17 のゴールのうちエネルギーに関係が深い「7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに」と「13 気候変動に具体的な対策を」を中心に議論を重ね、各自が大切にしたい価値観や、その社会的意義を皆で考えた。

エネルギーの現状では、エネルギーの歴史や現状の課題を学び、次世代を担う者として意識しなければならない課題と、考え得る対策を議論した。



図1 SDGs での論点



図2 日本のエネルギーでの課題

## 2) ヒートポンプ技術の把握

下記事項を Web ゼミで講義し、ヒートポンプへの理解を深めた。

- ① ヒートポンプの現状用途
- ② ヒートポンプの歴史
- ③ ヒートポンプの原理
- ④ ヒートポンプの冷媒
- ⑤ 現状のヒートポンプの課題

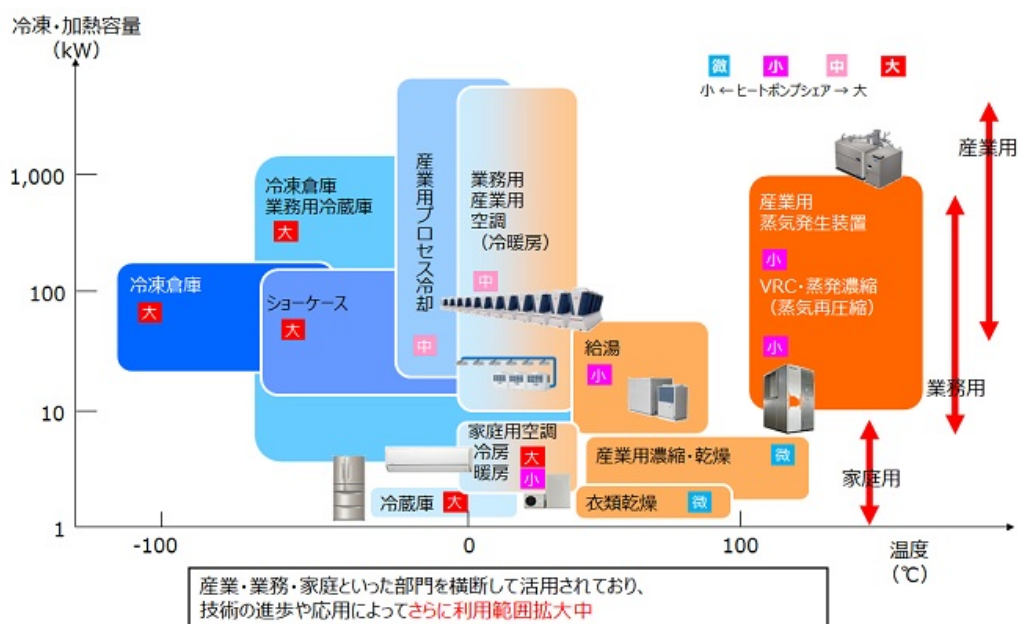


図3 ヒートポンプの用途

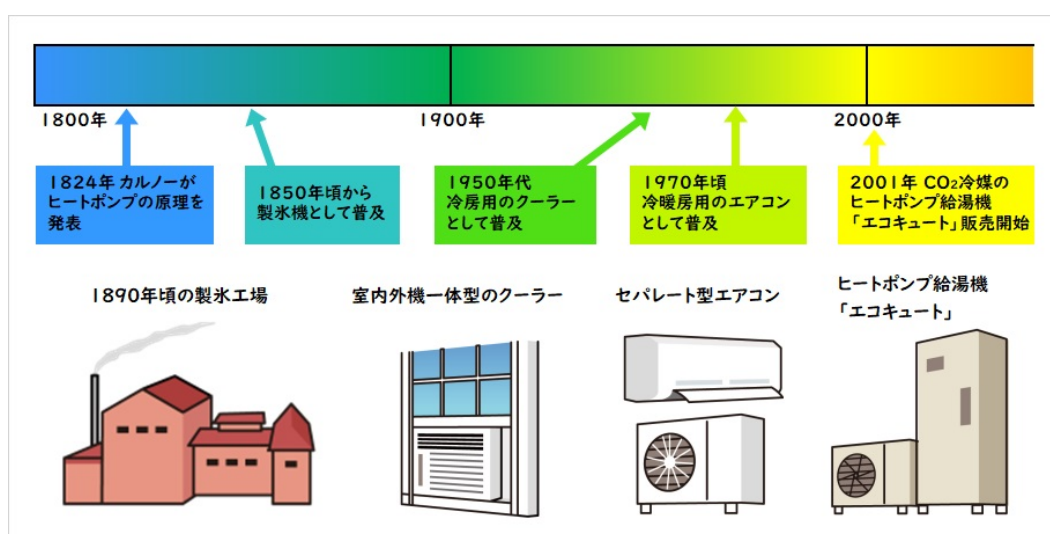


図4 ヒートポンプ用途の歴史

### 3) サブテーマの決定

SDGs の「13 気候変動に具体的な対策を」に貢献でき、エネルギー問題解決にも貢献できる施策を皆で議論した。省エネルギーの推進が両課題を同時に貢献できるとの結論に至り、その具体化手法としてヒートポンプと再生可能エネルギーの併用が提案された。

現在の再生可能エネルギーは、太陽光発電や風力発電など電力へ変換してからエネルギーとして使用するものが大半だが、電力への変換効率は高いとは言えず飛躍的な効率向上も短期間の検討では困難なので、エネルギー変換効率の高い太陽熱利用をヒートポンプと組み合わせることで省エネルギーを推進する方法を検討することとした。

### 4) 提案するシステムの決定

太陽熱とヒートポンプの組み合わせでは、複数のパターンが考えられた。また、太陽熱以外の再生可能エネルギーとヒートポンプの組み合わせも再検討された。太陽熱を温熱として利用するのが適合性が高いと考えられたが、既存の太陽熱温水器より省エネルギー効果を高めた訴求力の高いシステムを考案することは困難と考えて断念した。吸収式冷凍機を用いて冷房用途の冷熱に変換するシステムも提案され検討したが、システムの規模に対して太陽熱で集熱できる熱量のバランスが取れず、実現困難と判断した。

そのため、別の視点からシステムを考案することとし、至近の新型コロナの感染拡大防止策として換気が推奨されていることに着目した。寒暖差の激しい日本では、単純に換気量を増やすと空調負荷が増大して消費エネルギーも増加することになる。昨今の顕潜熱分離空調が注目されていることに着目し、夏季は潜熱処理を太陽熱を利用したデシカント空調システムに任せ、エアコンを顕熱処理に特化させることで高効率な空調システムが実現できる可能性を探求することとした。

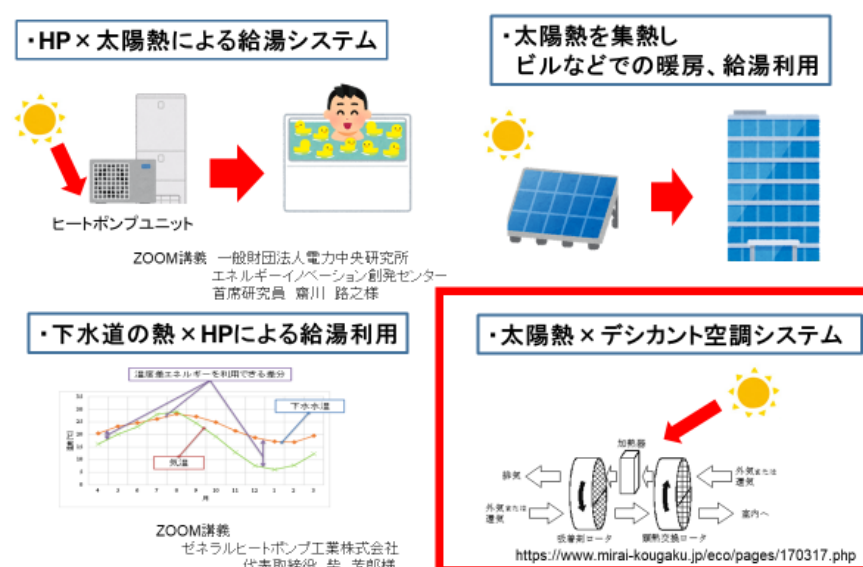


図5 提案するシステムの決定

## 5) 提案システムの実現可能性評価

提案するシステムの可能性を検討するために性能設計、および性能設計したシステムの省エネルギー性、温暖化ガス削減効果を試算した。

デシカント空調システムを理解する前に湿り空気線図を学び、通常のエアコンで冷房しているときの空気の温湿度変化を理解した。冷房時には、同時に冷却除湿を行っているためにヒートポンプサイクルの蒸発温度を下げる必要が生じ、これに起因して冷媒の高低差圧低減に制約が生じてエアコンの効率向上（COP 向上）が阻害されていることを理解した。これを顕熱処理だけに特化できれば蒸発温度の上昇、ひいてはヒートポンプサイクルの高低差圧の低減が可能となり、高効率な省エネルギー運転が可能となることを理解した。

次に除湿システムとしてデシカント空調システムの原理、機器構成、デシカント材の開発動向を調査した。従来のシリカゲルやゼオライトに代表されるデシカント材は、湿分を吸着した後の再生には 200℃程度の高温が必要となり、普及している太陽熱システムやヒートポンプでは対応困難であったが、近年は高分子系の吸着材が開発され 80℃以下で再生可能となり、太陽熱やヒートポンプとの親和性が高くなっていることが分かった。そのため、建物の換気システムに太陽熱とヒートポンプをデシカント空調システムに組み込み、これによる換気量を増大しても消費エネルギーを削減できるシステムを検討することとした。

検討は夏季の代表的な運転条件から必要な吸排気温湿度を決定し、これに吸湿材の一般的な性能を加味して、吸湿材再生用太陽熱導入熱交換器、吸排気熱回収熱交換器、ヒートポンプの蒸発器・凝縮器を配置することとして性能検証することから始めた。上記機器を適切に配置することで目標とする温湿度が実現できることを理論計算から確認できた。

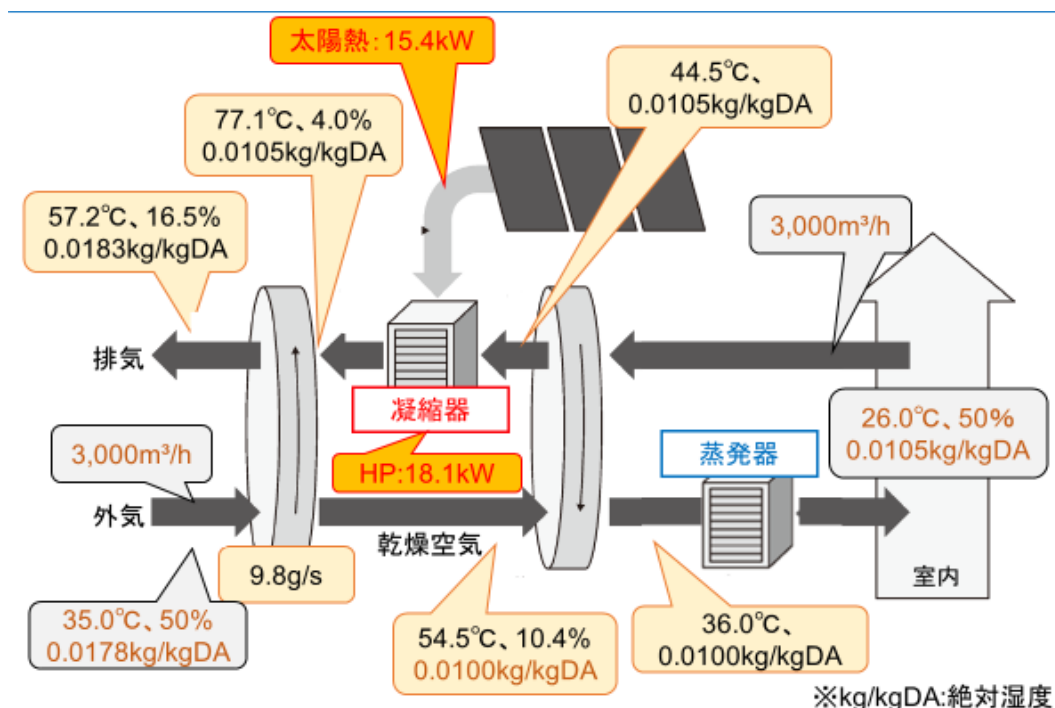
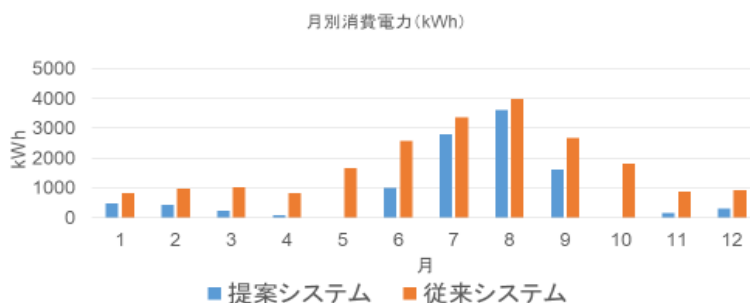


図6 デシカント空調システムの定格運転点

前記構成での年間の省エネルギー効果、温室ガス削減効果をモデル建物で検証することとした。モデル建物は名古屋市内の延べ床約 10,000m<sup>2</sup>、10 階建ての事務所ビルを想定し、熱負荷計算ソフトで顕潜熱別の負荷を算出した。これに従来空調システムと提案システムの消費エネルギー量を算出し、提案システムの効果を検証した。提案システムではデシカント空調システムを活用して計画的な換気を実施しているので、外気温が低いときは換気による外気冷房の効果も考慮した。結果として年間の消費エネルギーは従来エアコンシステムと比べて約 5 割となり、温室効果ガス（CO<sub>2</sub>）の削減効果も約 5 割が期待できることが分かった。

なお、今回は空調システムの消費エネルギーを月別代表日の気象条件、空調負荷に対して 1 時間ごとに算出したため、提案システムでは平均外気温と空調設定温度の差から中間期の消費エネルギーがゼロとなる結果が得られた。実際は外気温が上昇した日には提案システムでも消費エネルギーが発生するが、その量はわずかと思われる。



- 従来システム(エアコンで冷房／除湿＋換気)  
21,560kWh
  - 提案システム(エアコンで顕熱処理＋デシカントで除湿・換気)  
10,728kWh
- 約5割の消費エネルギー、CO<sub>2</sub>削減**

図7 提案システムの省エネルギー効果

上記の過程で受講生の視野拡大のため、下表のとおり関連する先行技術・商品の開発過程を開発担当者に Web で講義戴き、併せて実際の製品製造工程を実感するために工場見学も実施した。また、受講生の要望によりエネルギーをより深く理解するために火力発電についても Web で講義して戴いた。

表1 実施した Web 講義

講義タイトル	講師
エコキュート開発秘話	電力中央研究所 首席研究員 齊川路之さま
DECICA システムの紹介	ダイキン工業株式会社 課長 太田正治さま
再生可能エネルギー熱利用ヒートポンプシステム省エネルギー事例	ゼネラルヒートポンプ工業 代表取締役社長 柴芳郎さま
火力発電について	中部電力株式会社 室長 戸塚猛喜さま



表2 実施した工場見学

工場名	所在地
ダイキン工業臨海工場	大阪府堺市
東芝キャリア富士事業所	静岡県富士市



写真1 ダイキン工業見学



写真2 東芝キャリア見学

## 5. まとめ

SDGs を改めて読み込むことで、自らの漠然とした目標を社会的な意味から再定義して今後の進路選択、社会人となってから大切にすべき価値観を考える場とした。現代社会に欠かせないものの一例としてエネルギーを共に考え、現状は過去からの経緯があり地域的、社会的な制約からも現状があることを学んで、今後の自らの社会生活の中で関連する知見を蓄積する重要さを感じてもらった。

多くの時間を費やした太陽熱とヒートポンプを組み合わせたデシカント空調・換気システムでは、提案したジャストアイデアを製品開発に移行する前の技術的な可能性評価を段階的に実施することで、それぞれの過程で留意すべき視点を学ぶとともに、協業する者と連携する大切さを感じてもらった。その過程では、新型コロナの感染拡大状況下で校外学習の機会が著しく制約されたので、DP の知人に Web 講義をお願いして、複数人からの講義により多くの経験・視点を受講生に感じてもらえる場を提供した。新型コロナ感染拡大の挟間に受講生へ工場見学の機会を提供できたのは DP としても喜びであった。

このプロジェクトでは、多くの方に協力いただくことで実施が可能となった。創造工学センターの渡邊激雄 CP、事務局の加藤智子さま、塩谷直美さま、TA の杉本賢哉さん、Web 講義に協力いただいた電力中央研究所の齊川路之さま、ダイキン工業の太田正治さま、ゼネラルヒートポンプ工業の柴芳郎さま、中部電力の戸塚猛喜さま、デシカントシステムの資料を提供いただいた電力中央研究所の張利さま、工場見学で格別のご配慮をいただいたダイキン工業の川上和也さま、元東芝キャリアの井場功さまに、末筆ながらお礼申し上げます。

## 参考文献

- [1] 例えば、[https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/pdf/2001sdgs\\_gaiyou.pdf](https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/pdf/2001sdgs_gaiyou.pdf)
- [2] 経済産業省資源エネルギー庁,日本のエネルギー2019,2020
- [3] 経済産業省資源エネルギー庁,平成 30 年度エネルギーに関する年次報告,令和元年

# SDGsでのエネルギーとヒートポンプ

## ～太陽熱を有効利用するヒートポンプの提案～

奥村 竜也(機械システム工学専攻:M1)

松原 宏和(機械システム工学専攻:M1)

長坂 翔太(応用物理学専攻 :M1)

Teaching Assistant : 杉本 賢哉(機械システム工学専攻:M2)

Directing Professor: 櫻場 一郎(中部電力)

担当教員 : 長崎 正雅(エネルギー理工学)

### 目的 : SDGsのエネルギー問題を解決する



対策として,

- ・脱炭素エネルギー活用(再エネ)
- ・省エネルギー化

気候変動の原因  
→多量の温室効果ガス

再生可能エネルギーと省エネルギーの融合に着目

太陽熱(再エネ)×ヒートポンプ(省エネ)で  
新たな省エネシステムの考案

(中間報告会まで)



出典:[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000562264.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000562264.pdf)

SDGs という大きく掲げられた数多くの目標に対して,我々はヒートポンプを繋げられないかと考え,その1つである省エネについて議論を進めていった。

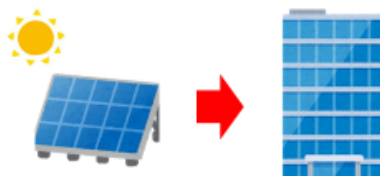
# Team-C のアイデア : HP × 自然エネルギー

## ・HP × 太陽熱による給湯システム

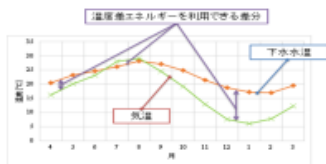


ZOOM講義 一般財団法人電力中央研究所  
エネルギーイノベーション創発センター  
首席研究員 齋川 路之様

## ・太陽熱を集熱しビルなどでの暖房、給湯利用

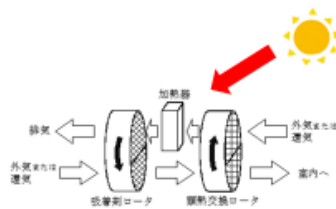


## ・下水道の熱 × HPによる給湯利用

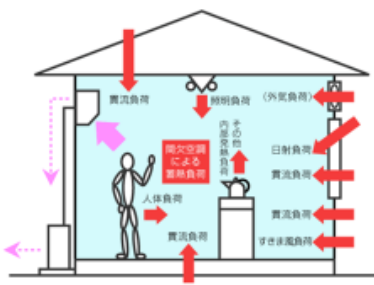
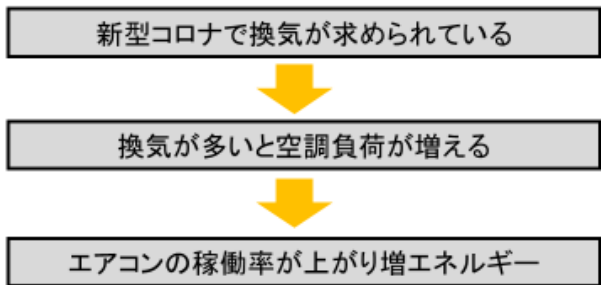


ZOOM講義  
ゼネラルヒートポンプ工業株式会社  
代表取締役 柴 芳郎様

## ・太陽熱 × デシカント空調システム



# 換気システム



## 水配管レス調湿外気処理機 DESICA



ダイキン工業

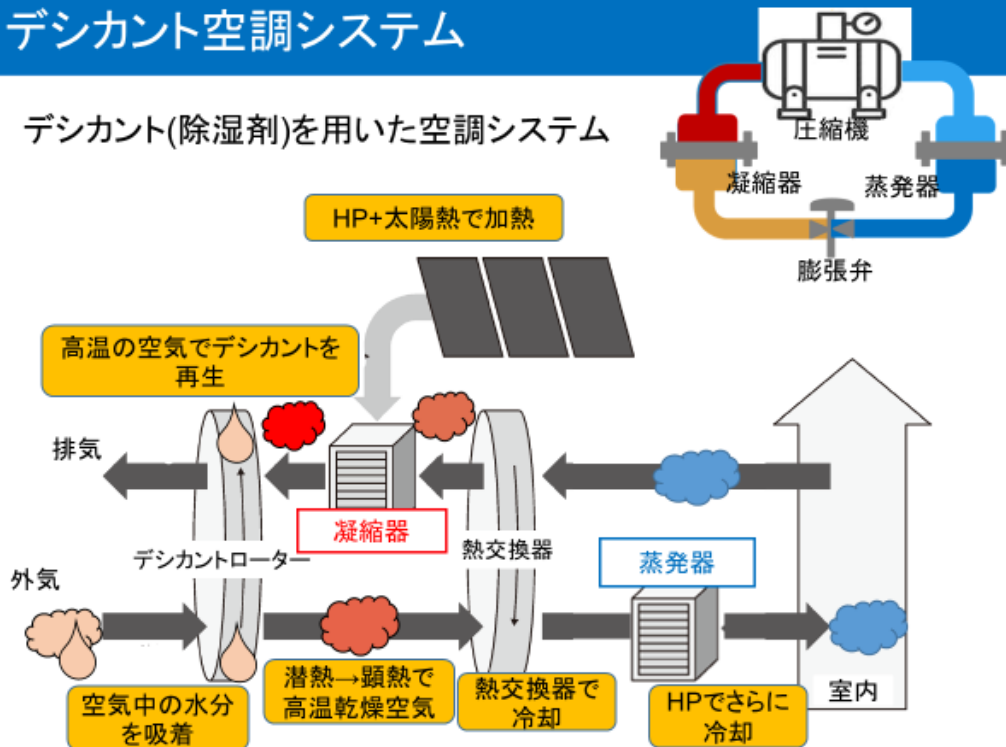
⇒ デシカント利用で消費エネルギーを減らす

ZOOM 講義 ダイキン工業 太田 正治様

省エネに繋がるものとしていくつか案を挙げたが、工場見学、Web 講義などを通じて実現可能性のあるシステムということで、太陽熱とデシカント空調を組み合わせたシステムについて考えることとした。

## デシカント空調システム

デシカント(除湿剤)を用いた空調システム



## 省エネルギーのロジック

### 【夏季】

- 太陽熱利用のデシカントにより、外気を除湿  
→ エアコンを顕熱処理に特化

※通常のエアコンでは、冷房・除湿を同時に行う  
→ 蒸発温度を下げざるを得ない

デシカントにより、エアコンは除湿をしなくて良い  
→ 蒸発温度を上げることができる

$$\text{エアコンの効率: } \text{COP}_L = Q_L / E = T_L / (T_H - T_L)$$

温度差→小

- ➡ エアコンの高効率運転により、省エネ

### 【冬季】

- 冬季の冷房には、外気を利用する  
➡ 換気のみで、エアコンを停止させることで、省エネ

初めにヒートポンプの仕組みを理解し、その後ヒートポンプにおいて重要な蒸発部、凝縮部をどこに設置するかということで、システム検討を行った。

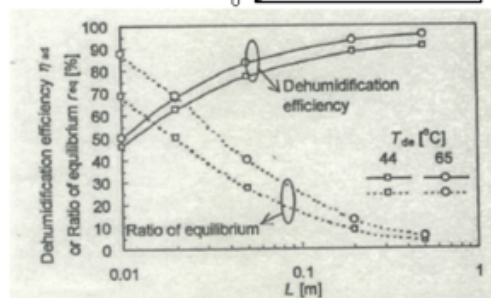
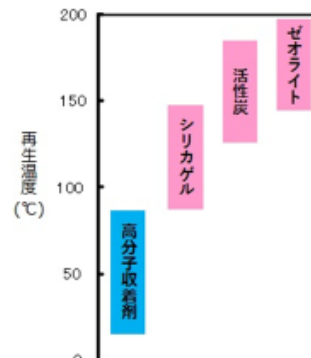
## デシカント材の特性

- ▶ 従来よりも比較的低温で再生可能なデシカント材が開発されている

➡ ヒートポンプで再生可能となった

- ▶ デシカント材の吸着効率は80%~90%

➡ 80%で試算



## 考えたモデル建物

建物種別	事務所
所在地	名古屋
延べ床面積	10,600m <sup>2</sup> (全て事務所用途)
空調面積	10,000m <sup>2</sup>
建物規模	地上10階建て

名古屋市にあるビルを想定  
1フロアの空調面積は1,000m<sup>2</sup>

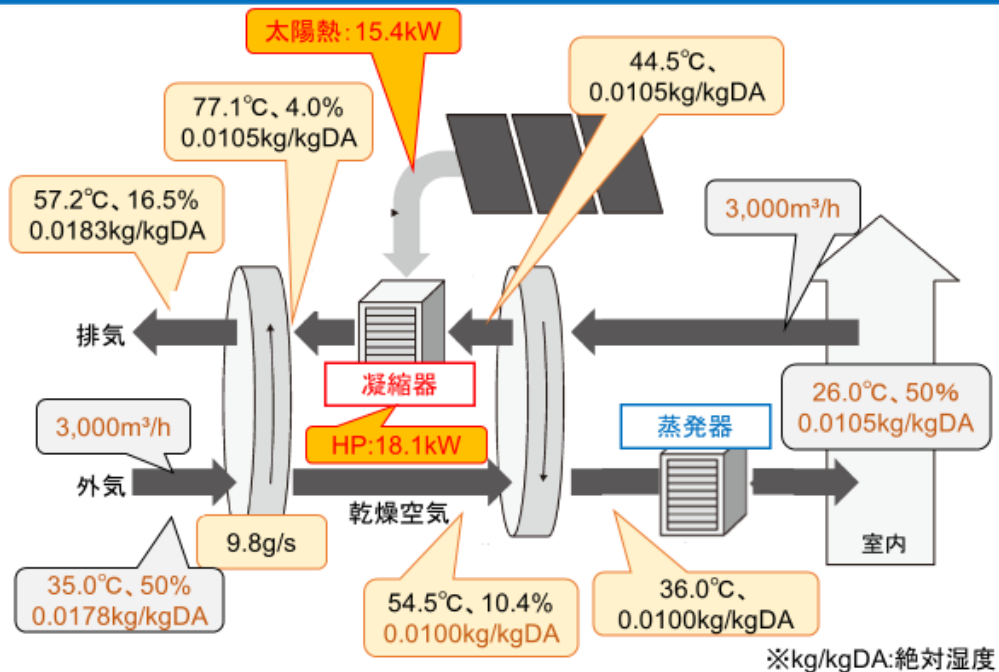


## 空調条件

### ・利用状況の想定

空調条件	使用時間	9:00~19:00(平日のみ)
	空調運転時間	5月~10月 8:00~19:00 11月~4月 7:00~19:00
	室内温湿度	夏季(5月~10月) 26°C/50% 冬季(12月~3月) 22°C/40% 中間期(4月, 11月) 24°C/45%

## デシカント空調システム (デシカント材吸着効率80%)



実際の大きさのビルを想定し、いくつかのパラメータについてパラメトリックスタディを行い、おおよそ目標達成可能な値の感覚を獲得した。その後、最終的な各値を決定した。

## 試算ケース

### ◆利用状況の想定

名古屋の10階建ての各フロアのビルの冷暖房+換気

従来システム: エアコンのみ

提案システム: エアコン+デシカント

### 【夏季】

#### 従来システム

エアコンによる冷房/除湿+換気



#### 提案システム

- エアコンによる顕熱処理
- デシカントによる除湿+換気



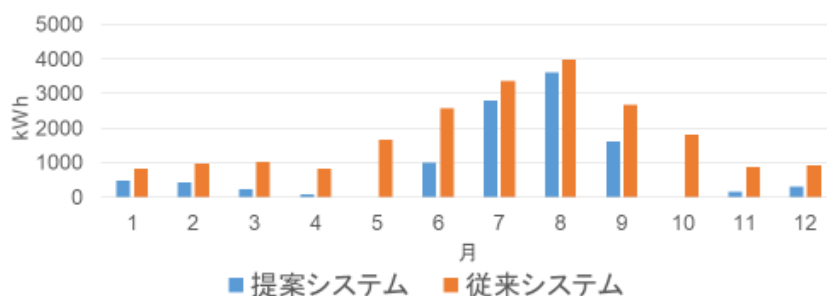
### 【冬季】

冬季の冷房

→冷たい外気での換気

## 効果の確認

月別消費電力(kWh)



- 従来システム(エアコンで冷房/除湿+換気)

21,560kWh

- 提案システム(エアコンで顕熱処理+デシカントで除湿・換気)

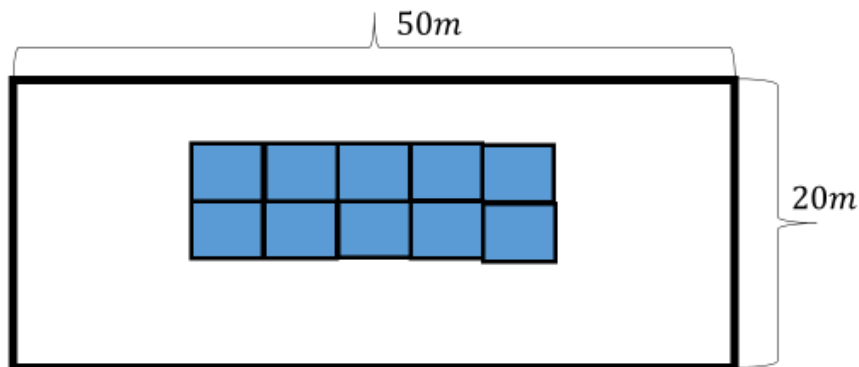
10,728kWh

**約5割の消費エネルギー、CO<sub>2</sub>削減**

アメダスによる気象データを用いて、我々が考えたシステムと従来のシステムの性能比較（電気消費量の比較）を行い、5割消費エネルギーを減らせることがわかった。

## 必要な太陽光パネルの大きさ

1フロア当たり $20m^2$ の太陽熱パネルが必要となった。  
下図の通り屋上に設置可能と判断した。



## 提案システムの課題

- ◆年間での適用性評価(特に雨天／曇天時など)  
太陽熱は、ピーク時のデシカント再生エネルギーのうち46%
  - ➡ その分を賄うために補助熱源(HPなど)の稼働率増が考えられる。
  - ➡ 補助熱源を利用しても、年間ではエアコンの省エネルギー効果の方が大きいと思われる。
- ◆イニシャルコストの把握  
太陽熱利用のヒートポンプ組み込みデシカント換気システムのイニシャルコスト把握
  - ➡ 汎用製品を組み合わせることで安価のシステムとしたい

質問でもあった通り、天候によって考案したシステムでも予期せぬ電力を使用しなければいけない状況があるので、そういった状況の考慮や、イニシャルコストを含めて、使用しやすいシステムなのかを検討する必要がある。という実際の製品開発の際、考えるべきことについて議論を行った。

## まとめ

### 【結果】

- 再生可能エネルギー(太陽熱)×省エネ機器(ヒートポンプ)での省エネルギー化、CO<sub>2</sub>削減を検討した
- 考案したシステムで5割程度の省エネルギー、CO<sub>2</sub>削減が期待できる

### 【課題】

- 年間でのシステム適用範囲の確認
- 想定されるイニシャルコストの把握

## まとめ

### 【学んだこと】

- SDGsを通じて今後あるべき社会の姿
- ヒートポンプを利用した省エネルギーシステム
- 工場見学と企業の方のzoom講義を通じ、製品開発の実状

### 工場見学

ダイキン工業株式会社 堺製作所 臨海工場  
東芝キャリア富士事業所



個人的にも多くのことを学ぶことができる工場見学であり、面白かった。また、この講義を通してTAではあったが受講生との議論やDPの方との議論によって自分自身大きく成長できる有意義な時間となった。

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 ～ クッキングモンスター ～

## I. DP 報告書

### ◆テーマの主旨

本体験プロジェクトは、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、本プロジェクト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
- ③ AI 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
- ④ AI 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 :	中原 拓哉	(情報学研究科 知能システム学専攻 M2)
受講生 :	斎藤 樹	(物質プロセス工学専攻 M1)
	高倉 大	(機械システム工学専攻 M1)
	渋谷 拓己	(機械システム工学専攻 M1)
	杉浦 拓未	(情報学研究科 情報システム学専攻 M1)
	杉本 脩介	(電気電子情報工学科 B4)

## 2. 実施期間

実験 : 2020年4月15日～7月29日 (全15回)

発表 : 2020年8月5日

## 3. サブテーマ

クッキングモンスター



## 4. プロセス

本プロジェクト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」への応募をプロジェクトのゴールに設定した。また、本年度は新型コロナウイルスへの感染を考慮し、オンラインツールを積極的に利用しプロジェクトを進めることとした。

### 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、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 112 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。サービスの抽出・整理はオンラインホワイトボードサービス miro を利用して行った。

### 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、miro 上でブレインライティング手法を用いて、合計 216 のアイデアを産出した。産出したアイデアを分類・整理した結果を基に、scrapbox を利用して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、「料理支援サービス」をサブテーマ案とした。

学生が日頃料理に対してどのような不満を持っているかを議論し、健康や節約のため自炊をしたいという気持ちはあるものの、忙しくなると面倒で自炊が続かないといった意見が得られた。そして議論を重ねた結果、自炊を継続するためには、自炊の継続に関して強い動機づけを行うようなサービスが必要であると考え、“クッキングモンスター”をサブテーマとして決定した。クッキングモンスターは、料理をしてその写真を撮ると、モンスターが成長していくゲームである。撮影した写真から料理の栄養素を判定し、その栄養素に基づいてモンスターが成長していくため、クッキングモンスターのプレイヤーは楽しく自炊を継続できる。

### 4) ビジネスプランの検討

クッキングモンスター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、実際に多くの大学生が食生活に不安を抱えており、また自炊をしたいと考えていることを確認し、クッキングモンスターの主要ターゲットを「自炊をしている、または自炊をしたいと考えている大学生」とした。世の中には現在様々なゲームがあふれており、ゲームが大ヒットしなければ学生からの課金によってサービスを運営するのは難しい。そこで、安定した収入を得る方法に関する検討を行い、自炊に必要な食材を購入するスーパーに着目してビジネスプランに関する議論を重ねた。そして、スーパーに来店するとゲームが進行していく広告収入モデルを考案した。具体的には、プレイヤーが生活する地域にローカライズした広告をゲームアプリ上で表示し、実際にその広告を見てスーパーに来店するとゲームを有利に進めることができるアイテムが手に入るような仕組みを検討した。本モデルにおいて、スーパーは自炊をしたいと考えている潜在的顧客に効率的に広告を配信することができる。またゲームを通じて来店者数のカウントもできるため、広告効果も把握できるという利点がある。一方ゲーム提供者はスーパーからの広告費収入とともに、ゲーム継続率の向上が期待できる。

また、プレイヤー同士の協力や競争をゲームに取り入れることによるゲームの継続率向上や、レシピ共有サービスと連携した栄養素判定機能の強化などの案も検討した。これらの議論を踏まえ、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、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

自炊による健康な生活をサポートするため、クッキングモンスターでは、健康維持に必要な栄養素を過不足なく摂取できていればモンスターが効率的に成長していくことを基本路線としてゲームのデザインを議論した。そして、本サービスの基盤技術として、写真から栄養素を判定する技術の導入可能性を検討した。実装の容易さなどの観点からクッキングモンスターのプロトタイプはWebアプリケーションとし、スマートフォンでの実演を目指し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、Google Colaboratory (Colab)上で、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)プログラムの作成を行ってもらった。また、物体検出(YOLO)プログラムの実習も Colab 上で行っている。

## (2) 料理写真からの栄養素取得

料理写真からの栄養素取得は、① 写真から写真に写っている料理を画像認識し、② 認識した料理に一般的に利用されている食材をレシピデータベースから取得し、③ 食材に対応する栄養素を栄養素データベースから取得する、ことで実現することとした。料理認識用の識別モデルは学習済みのVGG16モデルをファインチューニングすることで作成した。トレーニングデータとしてUECFood-100[2]のデータから5種類の料理写真データを利用した。レシピデータベースおよび栄養素データベースはSQLiteを用いて作成した。

## (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。メイン画面、モンスターの成長画面等は Web ページとして作成した。ゲーム上で直接撮影した写真しか利用できないようにするため、WebRTC を用いた写真入力インタフェースを実装した。ゲームサーバとの連携には Ajax を利用している。

## 6) プレゼンテーション

プレゼンテーション資料も受講生全員で分担して作成を行った。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・サービスについての確認を行った。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した。プレゼンテーションではカレーライス等の料理を実際に準備し、クッキングモンスターアプリ上で料理を撮影してモンスターが成長する様子のデモを Microsoft Teams を介して実施した。

## 5. まとめ

本年度は議論の結果、料理を支援するゲームがテーマとして選ばれた。多くの学生は幼少時からゲームに慣れ親しんでおり、ゲームというテーマはともすればゲームの細かなデザインに議論が落ち込んでしまいがちである。だが受講生らは粘り強く議論を重ね、スーパーを巻き込む興味深いビジネスプランを設計した。実際のサービス化に向けて解消しなければならない課題は数多く残されているものの、限られた時間内で日常のちょっとした不満を基にビジネスプランを作成した経験は、今後実社会でサービスを創る際に大いに役立つと考える。また、Github 等も利用し、料理写真からの栄養素取得エンジンからゲーム UI までを一通り協力しながら実装できたことは、対面環境が無くともサービスを作成できることを実感してもらえたのではないだろうか。最終的にすべてのスケジュールをオンラインで行うこととなったが、こちらが提示したオンラインツール群を受講生が次第に使い分け、積極的に活用しながらビジネスモデルからデモの実装までを実現できたことは指導する側としても大変嬉しいことであった。

本イノベーション体験プロジェクトを通して、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] Yuji Matsuda, Hajime Hoashi and Keiji Yanai, “Recognition of Multiple-Food Images by  
Detecting Candidate Regions ,”IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME),  
(2012).

## II. 成果報告書（TA報告書）

R1 高度総合工学創造実験  
Dグループ

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

# クッキング モンスター

発表会

2020年8月5日

杉本脩介 斎藤樹

杉浦拓未 高倉大 渋谷拓己

DP 白井良成

TA 中原拓哉

## 目次

1. 本プロジェクトの目的とアプローチ
2. ゲーム概要
3. ゲームのビジネス化
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. 本プロジェクトの目的とアプローチ

### 背景

一人暮らしの大学生は食事に**不安**が・・・

- 栄養バランス
- 健康
- 食費

しかし、実際に普段から自炊している人は半数未満  
→偏食になりがち  
外食に頼りがち

栄養バランスや自分の健康、食費など食生活上の気になることがあるか

回答	割合
ある	56.9
ない	36.5
わからない	6.6

農水省関東農政局 大学生等の食環境と食行動、食への関心に関する調査 2014年<sup>[1]</sup>

普段から料理をしますか？

回答	割合
よくする	15
たまにする	27
あまりしない	29
全くしない	29

STUDENT LAB編集部2015<sup>[2]</sup>

[1] 農林水産省関東農政局 (2014) 「大学生等の食環境と食行動、食への関心に関する調査 2014年」 < [https://www.maff.go.jp/kanto/press/syo\\_an/seikatsu/pdf/daigakugaiyouban.pdf](https://www.maff.go.jp/kanto/press/syo_an/seikatsu/pdf/daigakugaiyouban.pdf) >

[2] 森田早紀 (2015) 「1人暮らしの学生に緊急アンケート。日常的に自炊している学生は15%」 < <http://lab.oceanize.co.jp/cooking/> >

### なぜ自炊をしないのか

自炊したほうが良いとは思ってるんだよね・・・

でも・・・

## 自炊は面倒

自炊したいorできるようになりたいか？

回答	割合
とても思う	54
少し思う	31
あまり思わない	7
全く思わない	8

STUDENT LAB編集部2015<sup>[2]</sup>

自炊しない・できない理由については『時間がない(39.7%)』との回答が最も多かったが、『準備が面倒(28.5%)』『片づけが面倒(21.4%)』といった自炊が面倒という意見も多く見られた。  
[Research+ 自炊に関する調査 2018<sup>[3]</sup>]

[3] Research+ (2018) 「自炊に関する調査」 < <https://www.research-plus.net/html/investigation/report/index133.html> >

## 面倒な自炊を簡単に？

ネット上にあふれる  
簡単レシピを紹介するアプリ

- ・クックパッド<sup>[4]</sup>
- ・クラシル<sup>[5]</sup>
- ・Delish kitchen<sup>[6]</sup>

負担軽減されても負担は負担 . . .



負担に打ち克てる動機を下さい. . .

[4] クックパッド株式会社「毎日の料理を楽しむにする cookpad」 <<https://cookpad.com/>>

[5] dely 株式会社「kurashiru」 <<https://www.kurashiru.com/>>

[6] 株式会社エブリー「DELISH KITCHEN」 <<https://delishkitchen.tv/>>

## 自炊の動機づけをしているシステムやサービス

自炊のエンターテインメント化

- ・自炊レシピの共有やランキングで自炊の継続意欲を高める
- ・クックマ<sup>[7]</sup>，CookKing<sup>[8]</sup> ...

栄養素の判定管理

- ・日々の努力を可視化する
- ・カロミル<sup>[9]</sup>，FiNC<sup>[10]</sup> ...

それなりに自炊意欲がないと使わないかな



もっと強い動機づけが欲しい！  
自炊に興味がない人もつい自炊しちゃうぐらいの！

[7] 辻本拓真(2017)「クックマ：一人暮らし学生を対象とした自炊支援システム」 <[http://web.wakayama-u.ac.jp/~yoshino/lab/research/tsujimoto\\_2017/](http://web.wakayama-u.ac.jp/~yoshino/lab/research/tsujimoto_2017/)>

[8] Eelco van de Wiel(2010)「CookKig: a king of healthy, fun and social cooking」 <<https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/1971630.1971666>>

[9] ライフログテクノロジー株式会社「Mission-健康寿命を太く、長くする」 <<https://calomeal.com/>>

[10] FiNC Technologies「カラダのすべてを、ひとつのアプリで。」 <<https://finc.com/>>

# アプローチ

ふーん、ポケモンGoで運動量が増加したんだ。健康にいいね！



## 目的

- お財布、健康に優しく楽しい自炊ライフを実現！
- 自炊のモチベーションとなるサービスを考える

## アプローチ

### クッキングモンスター：料理をゲーム化するサービス

- バランスの良い食事でもンスターを成長させろ！
- 成長したモンスターを使って様々なイベントにチャレンジ！



運動量???  
僕は楽しいから  
ポケモンGoやって  
るんだよ

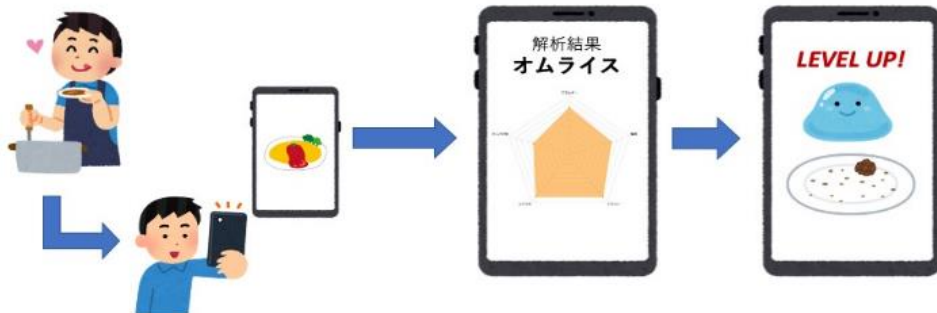
ポケモン go が運動の動機付けに成功したように、料理をゲーム化することによって動機付けを行う

## 2. ゲーム概要

### ゲームのイメージ

### 自分の食事でもンスター育成！

料理を作るとモンスターが成長！  
栄養バランスを考えてうまく育てよう！



## 利用イメージ

マナブ君(18歳)は一人暮らしを始めたばかりです。

料理をめんどくさく感じ、自炊をしなくなりました



3ヶ月後



もっと楽しく料理したい...

そんなとき...

**クッキングモンスターを発見!!**

## 利用イメージ

自分の作った料理の写真を撮って、モンスターを餌付けし、成長させることができる。  
バランスの良い食事を作ると成長が早くなる!!



自分の作った料理の写真を撮って餌付け



モンスターが成長!!

育てたモンスターでバトルもできる!



ビタミン、ミネラル...

モンスターをより強くするために栄養素のことも考えて料理するようになった!!

### 3. ゲームのビジネス化

## ターゲットセグメント

我々がクッキングモンスター運用に際し、最も収益を見込む市場

自炊をしている、または自炊をしたいと思っている大学生

潜在的な市場規模

大学生の人数  
(290万人)

文部科学省 学校基本調査[11]



自炊している人(42%)

自炊したい人(50%)

Students Lab編集部2015[12]

日本に約**267万人**

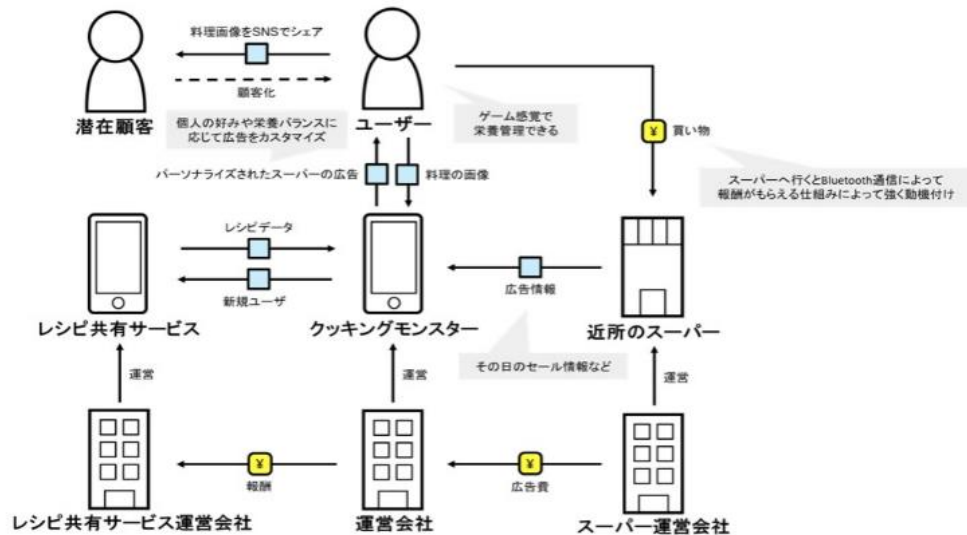
市場規模を計算により擬似的に算出

[11] 文部科学省 (2019) 「学校基本調査-平成 30 年度結果の概要-」

<[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/toukei/chousa01/kihon/kekka/k\\_detail/1407849.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa01/kihon/kekka/k_detail/1407849.htm)>

## ビジネスモデル

ビジネスモデル2.0



ビジネスモデル 2.0 図鑑<sup>[12]</sup>に掲載されているフレームワークを利用

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

[12] 近藤哲朗 (2018) 『ビジネスモデル 2.0 図鑑』 KADOKAWA



## ゲームのビジネス化

スマホゲームは飽和状態，ユーザーにお金を払ってもらえるのは大ヒットゲームのみ

- 特に今回ターゲットとする大学生は**お金がない**



このゲーム，面白いけど，課金  
はしないよ

安定した収益を得るにはどうすればよいか？

自炊をするには**食材を購入**する必要があることに着目！

大学生ユーザーからの課金収入だけでは安定しないと考えた

## スーパーとの連携による収益力向上

### 食材を購入する地域のスーパーを巻き込む

地域内のユーザーにローカライズした広告をアプリ内で表示し、スーパーへの来店促進を図ると共に、ユーザーの来店数を記録することで広告効果を計測する。

#### スーパーのメリット

- 効率的な集客
- 具体的な広告効果がわかる

#### 我々のメリット

- スーパーからの広告費収入
- ゲーム継続率の向上



ユーザーからの課金ではなく，スーパーからの広告費を収益の主軸とする

## 継続率向上方法の検討

ユーザー数を増やすには新規ユーザーを取り込むだけでなく、  
既存のユーザにゲームを継続してもらう必要がある



**プレイヤー同士の協力や競争**を取り入れることで、  
ゲームの継続を促進



## 宣伝方法の検討

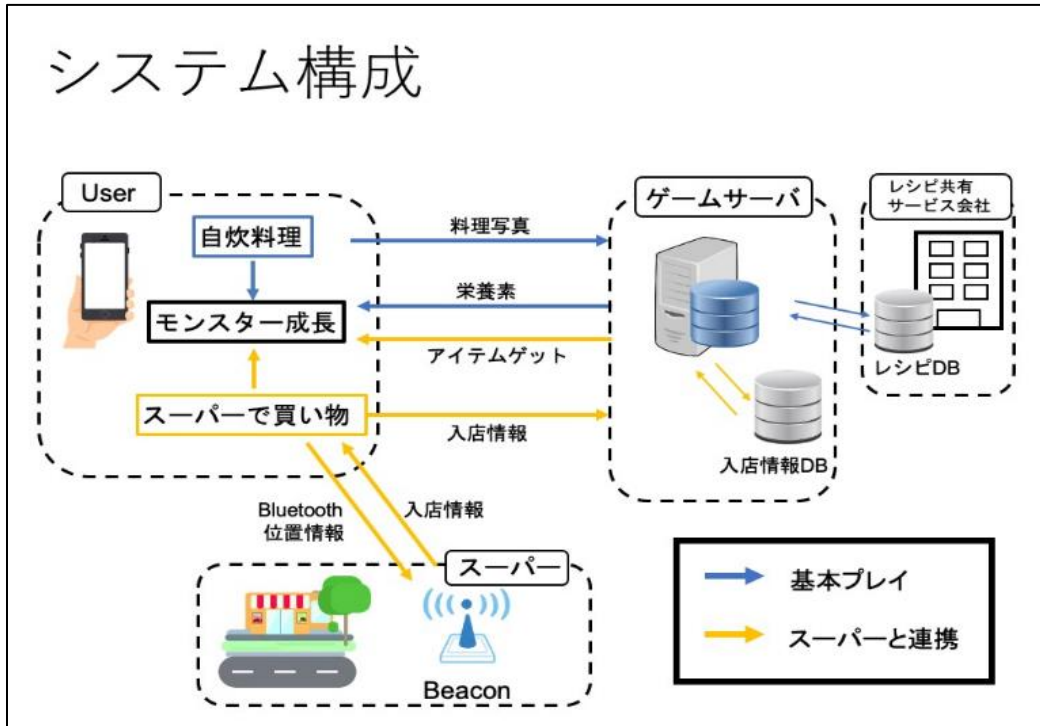
- 大学生のSNS利用率は非常に高い  
→ 特に多いTwitter, Instagramを利用
  - ・ゲーム中の共有, 拡散
  - ・バナー広告



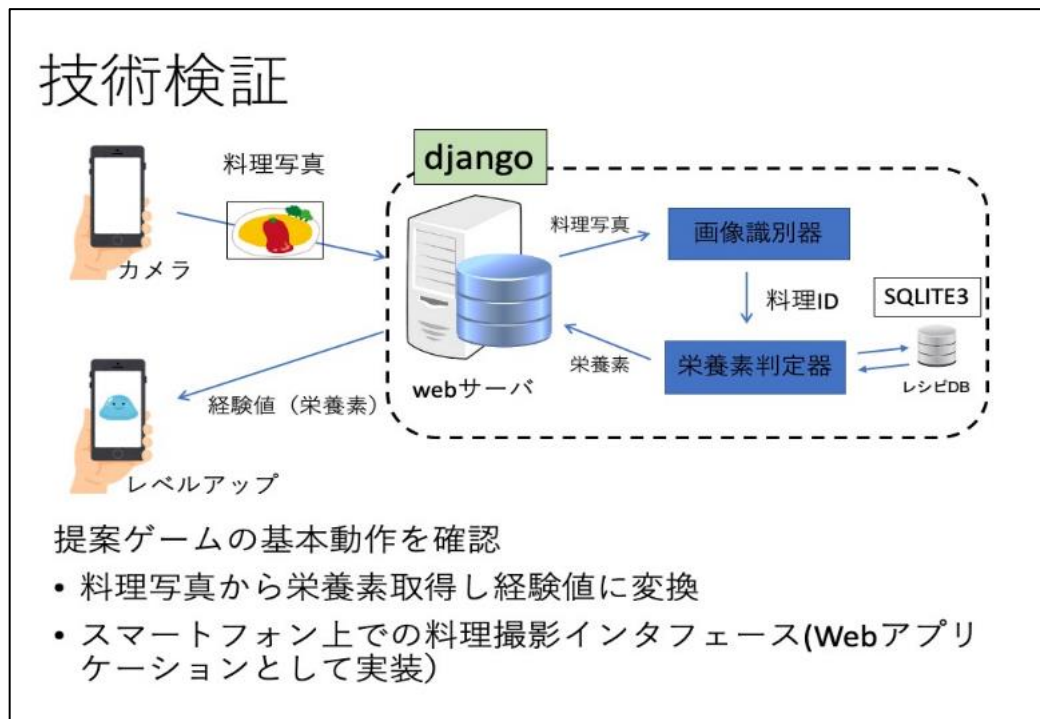
- 提携するスーパーを利用
  - ・スーパーにポスター広告を掲載



#### 4. システム設計と技術検証

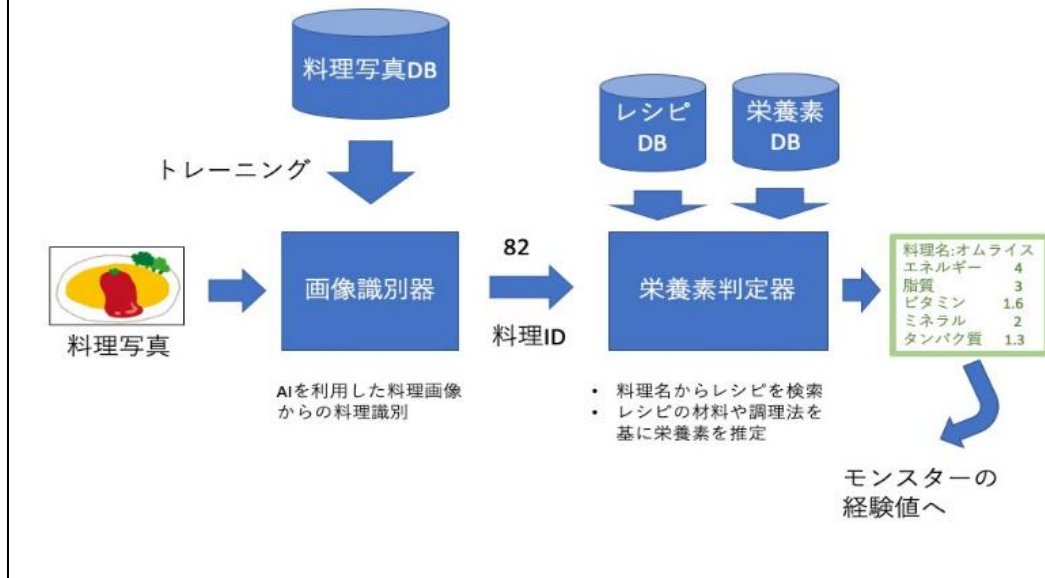


提携したスーパーに Bluetooth Beacon を設置することによって、ユーザーの来店情報を取得



Python の web アプリケーションである django を利用して実装

## 料理写真からの栄養素取得



## AIを利用した画像識別器

高精度な画像認識が可能なCNN(Convolutional Neural Network)を利用した画像識別

- 教師データ（画像とそのラベル）にはUECFood100<sup>[13]</sup>を利用
  - まずは5クラス分類をテスト
- 学習時間短縮のため学習済みモデルであるVGG16を利用し、転移学習でモデルを構築

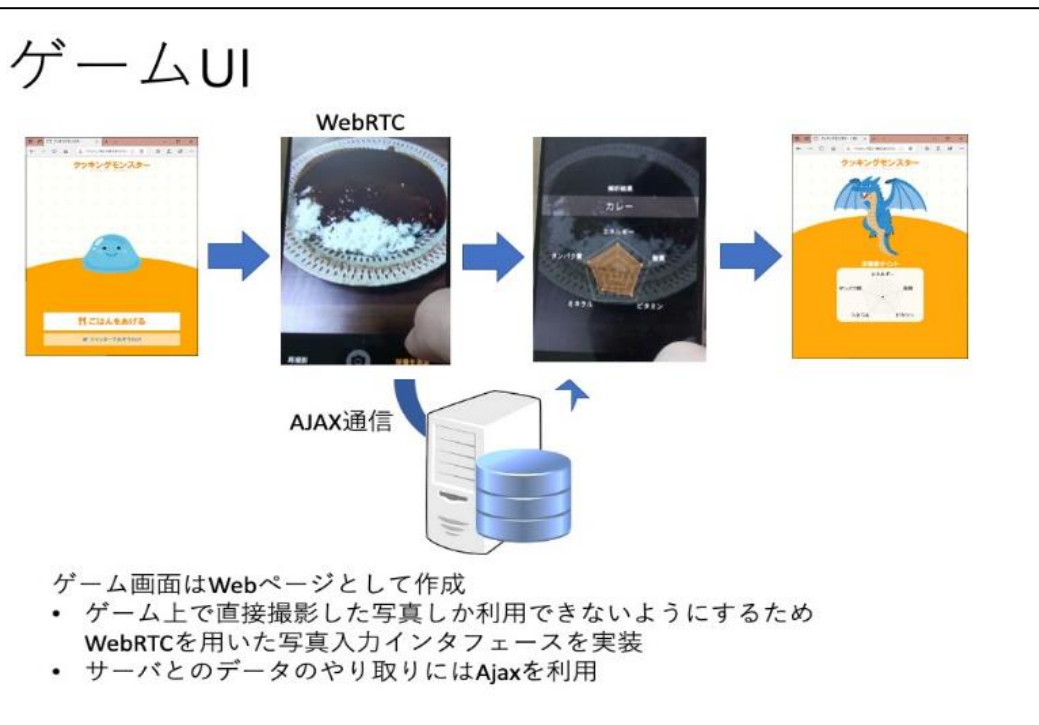
利用した学習データとその内訳

料理名(クラス)	train	validation	test
カレー	50	30	68
炒飯	50	30	55
ハンバーガー	50	30	95
ラーメン	50	30	288
サラダ	50	30	7

識別結果

およそ70%の識別精度を達成

[13] Kawano Yoshiyuki(2014) 「UEC FOOD 100」 <<http://foodcam.mobi/dataset100.html>>



撮影した料理写真から栄養素を取得し、モンスターが進化するまでを実装

## 5. 事業計画及び現状と目標





# 事業計画

3年で単年黒字，4年で累積黒字化を目指す

・ 目標アクティブ利用者数：

1年目：3万人（ターゲットセグメントの約1%）

3年目：10万人（ターゲットセグメントの約4%）

		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
収入	スーパーからの広告費	5,000	10,000	15,000	20,000	25,000
	アイテム課金	75	150	250	325	375
支出	開発・保守費	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
	サーバーレンタル料	50	100	150	200	250
	宣伝・広告費	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
	レシピデータ料	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	Bluetooth beacon料	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
収支	単年	▲5,975	▲450	4,100	9,125	14,125
	累積	▲5,975	▲6,425	▲2,325	6,800	20,925

単位：万円

# 現状と目標

	現状	目標
サービス	<ul style="list-style-type: none"> <li>料理写真をアップロードすることでモンスターを育成することができるゲーム</li> <li>地域のスーパーと連携することでゲームの付加価値を強化し、収益の安定化を狙う</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>レシピ共有サービスへのプレイヤー誘導などによるレシピ提供会社との協力強化、収支改善</li> <li>ユーザーごとの料理の傾向を分析し、有効な広告を表示</li> </ul>
技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>料理をカメラで撮り、写真から栄養素を判定</li> <li>栄養素から得た経験値によって、自分のモンスターを育成</li> <li>レベルアップしていくとモンスターが進化する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>料理画像、動画からの栄養素判定精度の向上             <ul style="list-style-type: none"> <li>同じ料理でも料理人は様々なアレンジをする</li> </ul> </li> <li>自炊判定機能の導入</li> <li>魅力的かつ健康維持に役立つゲームの設計構築             <ul style="list-style-type: none"> <li>1日に得られる経験値の制限によるバランスの良い食事の促進</li> <li>栄養素の偏りによる進化先の分化</li> </ul> </li> </ul>



## まとめ

### クッキングモンスターの提案とビジネスモデルの構築

- AI&コミュニケーションを利用した自炊の動機づけ
  - AIを利用した画像からの栄養素推定
  - 料理画像を利用したプレイヤー間のコミュニケーション
- 地域スーパーを巻き込んだビジネスモデルの設計

### サービスイメージの共有と実現性の技術検証を目的としたデモシステムの構築

- CNN&レシピ・栄養素DBを利用した栄養素推定
- WebRTCを用いた写真入力インタフェース

# 「鉄鋼副生成物とミドリムシを用いた地球環境問題解決プロジェクトの開発」 報告書

## ～ 地球温暖化をミドリムシが救う！？ ～

### I. DP報告書

#### ◆テーマの主旨

鉄鋼業は自動車・船舶・土木・建築など、様々な分野で必須となる鉄鋼材料を供給する基幹産業のひとつであり、現代文明を支える基盤となっている。生産される鉄鋼材料は鉄鉱石や石炭といった鉱物資源を主原料とし、石炭中の炭素によって鉄鉱石を還元して製造する。このため二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)が排出され、その量は国内におけるCO<sub>2</sub>排出量の約16%を占める<sup>[1][2]</sup>。CO<sub>2</sub>の排出は地球温暖化など地球環境への影響が懸念されるため、鉄鋼業各社ともにCO<sub>2</sub>削減の取り組みを進めている<sup>[3]</sup>。

また鉄鋼材料の製造時には副生成物として鋼滓(スラグ)が得られる。そのなかでも製鋼工程で生成される転炉スラグには鉄(Fe)、カルシウム(Ca)、ケイ素(Si)に加え、資源枯渇が懸念される有価元素であるリン(P)が含まれている。また転炉スラグが水と共存した場合、植物の生育に必要な二価鉄イオン(Fe<sup>2+</sup>)やリン酸イオン(PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)を溶出する。これらの観点から、転炉スラグを肥料として活用する取り組みも多く進められている<sup>[4]</sup>。

一方、身近な微細藻類として知られるミドリムシは、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、地球温暖化や食糧問題等の地球環境問題解決に向けた応用研究が盛んに行われている<sup>[5][6]</sup>。

以上を踏まえ本プロジェクトでは、転炉スラグとミドリムシを用いたイノベーションとして、以下の手順で地球環境問題を解決するビジネスモデルの構築を試みる。第一に、現代文明を支える鉄鋼業の具体的内容および地球環境問題との関わりを学び、鉄鋼製造時の環境対策とその課題を明らかにする。第二にミドリムシの生態や観察方法、培養方法を調査し、第三に転炉スラグとミドリムシを用いた地球環境問題の解決案を多面的に検討する。第四にそれを実証するための工学的実験を遂行し、その結果を学術的に考察する。最後に、得られた実験結果を研究室レベルから地球環境レベルに拡張し、提案した地球環境問題の解決案をビジネスモデルへと昇華して、地球環境への貢献度を推定する。

これら一連の取り組みは日本の鉄鋼業を例として、製造業への関心と製造業を取り巻く環境問題の理解、課題解決の創造力と提案力を涵養するものである。

#### ◆課題

- ① 現在の地球環境ならびにCO<sub>2</sub>が地球温暖化に与える影響を把握する。また将来発生すると予測される具体的な課題を議論して、地球環境問題という大きな命題から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 鉄鋼製造プロセスならびに副生成物である転炉スラグ(以下スラグと称す)の生成

- 過程を学習し、スラグ生成量やCO<sub>2</sub>発生量ならびに資源問題について理解を深める。
- ③ スラグの組成や化学的特性および既に実用化されているスラグ活用事例を調査し、スラグの効果的な利用方法を検討する。
  - ④ ミドリムシの培養方法や工業的活用事例を調査し、ミドリムシの培養技術で不足している点を明らかにする。
  - ⑤ 産業、環境、エネルギー、食糧の相関関係や相互作用についてを議論し、系全体を俯瞰することで解決すべき課題を設定して、具体的な実験方法と条件を決定する。
  - ⑥ 資機材や装置を準備のうえ実験を進め、得られた実験結果を分析し、次の実験に向けて計画を見直すというPDCAを繰り返して、ミドリムシの培養に及ぼす各種因子の影響を定量化する。
  - ⑦ 定量化されたミドリムシ培養の各種因子を踏まえて、スラグとミドリムシを用いた地球環境問題に対するビジネスモデルを構築し、その実現性と地球環境への貢献度を推定する。

## 1. メンバー

DP:	氏名 和田 学	(日本製鉄株式会社)
TA:	氏名 金 スルチャン	(材料デザイン工学専攻 M2)
受講生:	氏名 小竹 淳史	(物質プロセス工学専攻 M1)
	氏名 金子 和樹	(総合エネルギー工学専攻 M1)
	氏名 宮脇 渉平	(応用物理学専攻 M1)

## 2. 実験実施期間

実験： 2020年4月15日～7月29日（全15回）

発表： 2020年8月5日

## 3. サブテーマ

地球温暖化をミドリムシが救う！？

## 4. プロセス

### 1) 実験背景の理解

産業、エネルギー、地球環境や温暖化ガスについて個別に情報収集し、産業とエネルギー生産・エネルギー消費・地球環境との相関関係について議論した。その後、議論の結果を纏めることにより、多面的な視点から判断し、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、全体像のみならず細かな数値の意味やその根拠についても吟味する意義を理解した。

次に、ミドリムシ<sup>[7]~[12]</sup>と鉄鋼業やスラグの活用<sup>[13]~[15]</sup>についてより深く調査し、鉄鋼製造プロセスやスラグ生成に関する基礎知見を修得し、鉄鋼材料やスラグの生成プロセスに対

する理解をさらに深めた。

これらの調査検討に基づき、産業と環境の関わりと課題、課題の要因、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

前述の調査ならびに検討結果から基幹産業の活動を縮小することなく環境課題を解決するためには、産業と温暖化ガス、エネルギーそして環境の相関関係を考える必要があることが解った。そこで、これら関係に焦点を当てて解決方法をさらに考えることとした。環境問題を解決するには温暖化ガスの削減が有効であることは良く知られているが、産業活動ならびに産業に必要なエネルギーの生産には温暖化ガスの発生を伴う。そのため、産業とエネルギーの関係を直接制御する方法では温暖化ガスを削減することは難しいと考えた。

そこで、産業から排出される温暖化ガスである CO<sub>2</sub> と鉄鋼業から副生成物として産出されるスラグを用いてミドリムシを培養し、培養されたミドリムシを用いて CO<sub>2</sub> を効率良く吸収することで CO<sub>2</sub> 排出量を抑制できるのではないかと考えた。この方法の実現には安価で効率良くミドリムシを培養することが求められるが、スラグを添加した培養液の適正条件は先行技術を調査したものの十分な知見があるとは言えない。

そこで、本プロジェクトではサブテーマを「地球温暖化をミドリムシが救う!？」として、ミドリムシを効率よく培養するため、スラグを使用する場合の培養液の適正条件を実験的に明らかにし、得られた結果からミドリムシによる CO<sub>2</sub> 削減量と地球環境への効果を試算することとした。

## 3) 実験方法および実験条件の設定

スラグは植物の生育に必要な Fe<sup>2+</sup> や PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> を溶出するが、同時に Ca も溶出して水と反応し、生成された水酸化カルシウム (Ca(OH)<sub>2</sub>) が培養液をアルカリ化する<sup>[16]</sup>。ミドリムシの培養には弱酸性の培養液が適していることから<sup>[17][18]</sup>、スラグ添加による培養液のアルカリ化は好ましくない。そこで[実験 1-1]として、スラグが培養液の pH 値に及ぼす影響を調査した。具体的には、水溶液 300ml が入ったビーカーにスラグを 5.0g/L 添加して、10 分間の pH 経時変化を測定した。スラグの粒径は 32 μm 以下、75~300 μm、1~4.75mm の 3 条件とした。

またスラグによる培養液のアルカリ化を何らかの方法で中和できれば、スラグのミドリムシ培養に有益な効果を十分に引き出せる。そこで[実験 1-2]では培養液のアルカリ化を中和する具体策として、安価で代表的な酸である塩酸を培養液に添加する方法と、弱酸でありミドリムシの光合成にも用いられる CO<sub>2</sub> を培養液に通気する方法の 2 通りを考案し、培養液における pH 値の経時変化を測定して、培養液の pH 制御法としての優劣を比較検討した。28℃ の一定温度で保たれた遮光可能な恒温槽内に純水 300ml の入ったビーカーを 2 個設置し、両者ともミドリムシと粒径 75~300 μm のスラグを 5g/L 添加して、ひとつは 2.0M の塩酸 7.0mL を注入、もうひとつは 0.2cm<sup>3</sup>/s の CO<sub>2</sub> を通気して、40 分間の pH 経時変化を測定した。また

40 分経過後に培養液の吸光度を分光光度計（700～750nm）により測定して、ミドリムシの濃度変化から培養効率を評価した。

次に[実験 2-1.1]として、スラグや CO<sub>2</sub> 通気の有無でミドリムシの培養効率がどのように変化するかを調査した。水溶液にミドリムシとスラグを添加した上で CO<sub>2</sub> を通気して、7 日間にわたり培養した。この培養液から数日毎に少量のサンプルを採取し、吸光度を測定して、その変化からミドリムシの培養効率を評価した。培養中は LED 照明を用いて点灯 12 時間と消灯 12 時間を交互に繰り返した。スラグ添加量は 5g/L、CO<sub>2</sub> 通気量は 20g/日で固定した。

また[実験 2-1.2]として、スラグ粒径がミドリムシの培養に及ぼす影響を調査した。スラグ量は 5g/L で固定し、スラグ粒径を 32 μm 以下、75～300 μm、1～4.75mm の 3 条件として、9 日間のミドリムシ培養前後における水溶液の吸光度を比較した。培養液には 9 日間で 70g の CO<sub>2</sub> を通気した。

さらに[実験 2-1.3]として、スラグ量がミドリムシの培養に及ぼす影響も調査した。スラグ粒径は 75～300 μm で固定し、スラグ量を 0, 0.15, 1.5, 15g の 4 条件として、5 日間のミドリムシ培養前後における水溶液の吸光度を比較した。培養液には 5 日間で 70g の CO<sub>2</sub> を通気した。

最後に[実験 2-2]として、ミドリムシの CO<sub>2</sub> 吸収量を調査し、ミドリムシによる CO<sub>2</sub> 削減量と地球環境への効果の試算に用いることにした。初期吸光度を 1.4 に調整したミドリムシを含む培養液ないし純水をビーカーに 300ml 入れ、CO<sub>2</sub> 濃度を 4200ppm に調整した内容積 720cm<sup>3</sup> の容器内部に置き密閉して、CO<sub>2</sub> 濃度の変化を 35 分間測定し比較した。

上記各実験の詳細条件は次章の II. 成果報告書に示す。

#### 4) 実験結果

[実験 1-1]ではスラグの粒径が培養液の pH 値へ及ぼす影響を調査した。その結果、培養液はスラグの粒径に依らず全てアルカリ化したが、pH 値の変化は粒径が小さいほど大きかった。これは粒径が小さいほどスラグの表面積が大きくなり、スラグ表面近傍の Ca が培養液により多く溶出して、培養液をアルカリ化したためと考える。

[実験 1-2]では培養液のアルカリ化を中和する方法を調査した。その結果、塩酸を添加した場合は pH 値が添加直後に急減し、その後は微増を続けた。CO<sub>2</sub> を通気した場合は pH 値が漸減して pH6.5～7.0 で安定した。吸光度は実験前後で両者ともに倍増したが、前者は培養液が緑色から白色に変化し、ミドリムシが死滅した可能性がある。これは塩酸を添加した直後に培養液の pH がミドリムシの生育範囲である pH5.0～7.5 を下回ったためと考える。このように塩酸を用いると培養液の pH 値が著しく変化し、その制御は困難と考える。塩酸の濃度や他の酸を用いることで改善できる可能性はあるが、今回の実験では CO<sub>2</sub> を通気する方法が pH の制御に好ましいと判断する。

[実験 2-1.1]ではスラグと CO<sub>2</sub> 通気がミドリムシの培養効率に及ぼす影響を調査した。その結果、スラグを添加し、かつ CO<sub>2</sub> を通気した条件が実験前後の吸光率の変化が最も大きく、1 週間で約 5 倍の濃度となった。これはスラグ添加のみの条件に対して 2 倍以上の濃度であ

り、培養液の pH 制御によりミドリムシが効率良く培養されたものとする。

[実験 2-1.2]ではスラグ粒径がミドリムシの培養に及ぼす影響を調査した。その結果、スラグ粒径が 75~300  $\mu\text{m}$  の場合に吸光度が最も増加し、ミドリムシを効率よく培養できたことが分かった。これは今回の実験で採用した  $\text{CO}_2$  通気量(9 日間で 70g 通気)がスラグ添加による培養液の pH 値変化を適切に制御できた結果と考える。また  $\text{CO}_2$  通気量を増加させ、かつスラグ粒径をさらに小さくすることで、ミドリムシをさらに効率良く培養可能であると推察する。なお本実験においては pH 値の経時変化も同時に測定すべきであったが、長時間測定可能な機器が無かった為に調査を断念した。今後改善の必要があると考える。

[実験 2-1.3]では、スラグ量がミドリムシの培養に及ぼす影響を調査した。その結果、スラグ量が 0.15g の場合に吸光度が最も増加し、ミドリムシを効率よく培養できた。この結果も前述の実験 2-1.2 と同様に、実験で採用した  $\text{CO}_2$  通気量(5 日間で 70g 通気)がスラグ添加による培養液の pH 値変化を適切に制御できた為と考える。 $\text{CO}_2$  通気量とスラグ量の両者を増加させることで、ミドリムシをさらに効率良く培養できるものと推察する。

[実験 2-2]では、ミドリムシの  $\text{CO}_2$  吸収量を調査した。その結果、吸光度 1.4 の培養液 300ml に含まれるミドリムシは 30 分間で 40ppm の  $\text{CO}_2$  を吸収することが分かった。この値は 20%  $\text{CO}_2$  環境下におけるミドリムシの 30 分当たり  $\text{CO}_2$  吸収量 0.04% よりも一桁小さいが、高  $\text{CO}_2$  環境ほどミドリムシの培養効率が高く、 $\text{CO}_2$  吸収量が多くなる傾向<sup>[19]</sup>を踏まえると、概ね妥当な範囲と推察する。

今後の実験にあたり、 $\text{CO}_2$  通気量の細かな制御と、pH 値における長時間経時変化の測定を可能とすることで、ミドリムシの培養効率に及ぼす諸因子の影響をより詳細に検討できるものとする。なお、実験結果の詳細は次章の II. 成果報告書に示す。

## 5) 地球環境への貢献度の推定

上記実験結果に基づき、スラグとミドリムシを用いたプロジェクトの地球環境へ貢献度を推定した。具体的にはパリ協定における日本の中期目標<sup>[20]</sup>である「2030 年までに温室効果ガス排出量を吸収源活動で 3700 万 ton 削減する」ことに対する貢献度を計算した。今回の実験結果によれば、吸光度 1.4 のミドリムシを含む培養液 1000ml が 1 年間に吸収可能な  $\text{CO}_2$  は 62.5g と計算された。これを東京ドーム 1 個分の施設に拡張すると、培養液 124 万  $\text{m}^3$  が 1 年間に吸収可能な  $\text{CO}_2$  は 7.75 万 ton となり、2030 年までに累計で 77.5 万 ton の  $\text{CO}_2$  を吸収できるとの試算結果を得た。これはパリ協定に対して 2.1% の貢献度である。また  $\text{CO}_2$  超過削減量に対する  $\text{CO}_2$  換算金額は 600 円/ton(2020 年 6 月時点)であることから、本施設によるコストメリットは 4.65 億円と見積もることができる。

しかし、この規模のミドリムシを一括で購入する場合は 3720 億円、ミドリムシを従来の方法で 1 ヶ月間培養する場合は初期投資 612 億円となり、コストメリットを大幅に上回るためにビジネスモデルとして現実的ではない。

ここで実験により明らかとなった高効率なミドリムシの培養方法、すなわちスラグと  $\text{CO}_2$  通気によりミドリムシの培養効率を 1 週間当たり約 5 倍にできる点を考慮し、これをビジネス



モデルに拡張した。その結果、従来の方法と比較して1ヶ月当たりの培養効率は562倍となり、初期投資は6.62億円と試算されコストメリットとほぼ均衡する。よって、今回の実験で実証した高効率なミドリムシ培養方法は現実的なビジネスモデルに昇華可能と考える。

## 5. まとめ

本プロジェクトでは、ミドリムシの培養に及ぼす諸因子の影響を調査し、スラグ添加による培養液のpH変化とその制御に関する具体的方法を明らかにした。またミドリムシのCO<sub>2</sub>吸収量を実測し、これを地球環境レベルへと拡張して、スラグとミドリムシを用いた地球環境問題の解決プロジェクトがビジネスモデルとして成立する見込みがあることを考察した。

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

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のご教示にあたり、市野研究室の皆様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] 環境省報道発表資料, 2017年度(平成29年度)の温室効果ガス排出量(確報値)について, 2019.
- [2] 産業構造審議会 産業技術環境分科会 地球環境小委員会 鉄鋼ワーキンググループ, 低炭素社会実行計画実績報告, 2018.
- [3] (例えば)日本製鉄, 日本製鉄 サステナビリティレポート2019, pp.20-22, 2019.
- [4] 鉄鋼スラグ協会, 環境資材 鉄鋼スラグ 11版, p.40, 2019.
- [5] 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”, 技術誌 住友化学, 2000巻, 2号, pp.12-18, 2000.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 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 卷，pp. 53-59，2009.
- [13] 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.
- [14] 齋藤勝裕，“知られる鉄の科学”，SB クリエイティブ社，2016 年.
- [15] 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.
- [16] 田内征太郎，柏谷悦章，“製鋼スラグの完全溶融化とアルカリ溶出挙動”，鉄と鋼，104 卷，2 号，pp. 43-52，2018.
- [17] Hang-Sik Shin, So-Ryong Chae, Bong-Sun Park and Eung-Ju Hwang Shin, "Estimation of operating factors for the continuous carbon dioxide fixation by *Euglena gracilis* Z", Proceedings of the Water Environment Federation, Vol.2000, No. 9, pp. 291-310, 2000.
- [18] 内川典賢，半井健一郎，“ユーグレナを用いたコンクリートの二酸化炭素固定性状”，セメント・コンクリート論文集，65 卷，pp. 536-542，2011.
- [19] 中野 畏久，浜崎 和恵，竹中 重雄，官武 和孝，谷 晃，相賀 一郎，“*Euglena gracilis* の高 CO<sub>2</sub> 環境への適応とその機構”，CELSS 学会誌，7 卷，2 号，pp. 15-18，1995.
- [20] 地球温暖化対策推進本部，“日本の約束草案”，pp. 1-13，2015.

## II. 成果報告書（TA報告書）

令和2年8月5日 名古屋大学 イノベーション体験プロジェクト最終報告会 1

# 「鉄鋼副生成物とミドリムシを用いた地球環境問題解決プロジェクトの開発」

## ～地球温暖化をミドリムシが救う！？～

（チームE）受講生：小竹淳史/金子和樹/宮脇渉平、DP：和田学、TA：金スルチャン

〈概要〉



⇒スラグとミドリムシを使って地球温暖化対策に貢献できないか？

## 製鉄の副生成物 転炉スラグ

2

○転炉

⇒還元した鉄鉱石から不純物を取り除く工程

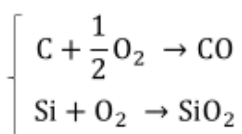


図1 転炉スラグ

表1 転炉スラグの成分

成分	転炉スラグ [%]
CaO	45.8
SiO <sub>2</sub>	11.0
T-Fe	17.4
MgO	6.5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.9
S	0.1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.7
MnO	5.3

〈転炉スラグの特徴〉

①転炉過程で出てくる副生成物

⇒製鉄において不要物

②道路用路盤材などに多く活用

③リンを含有

⇒リンは生物の成長に必要で、肥料としての応用が期待

出典：鉄鋼スラグ協会HP, <http://www.slg.jp/slag/character.html>

## ミドリムシ（ユーグレナ）

3

⇒鞭毛運動（遊泳）・ユーグレナ運動（変形）を行う動物的性質と、葉緑体をもち光合成を行う植物的性質を持ち合わせた単細胞生物

〈ミドリムシの特徴〉

①自然界では田んぼなど水辺に生息

⇒購入すると500円/15ml（岩国市ミクロ博物館）

岩国市ミクロ博物館HP：micro.shiokaze-kouen.net/

②葉緑体をもち光合成を行う単細胞生物

⇒CO<sub>2</sub>の吸収（植物における“呼吸”でのCO<sub>2</sub>排出なし）

③細胞内にワックスエステルという油脂を蓄積

⇒バイオマス燃料として利用

④59種類の豊富な栄養素

⇒パラミロンなどミドリムシ特有の成分も含まれ、食糧問題の解決が期待



図2 ミドリムシ

## 地球温暖化の現状

4

○ CO<sub>2</sub>排出量増加により生じる問題 「第5次報告書」 国連気候変動に関する政府間パネル（IPCC）（2013）

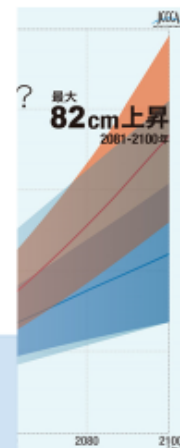


図3 2100年



名古屋の最高気温  
約45°C（2081～2100）

海面水位82cm上昇



海面水位変化

パリ協定（日本の中期目標） 「日本の約束草案」 地球温暖化対策推進本部（2015）

2030年までに温室効果ガス排出量を -3億6600万 t-CO<sub>2</sub>

※吸収源活動では -3700万 t-CO<sub>2</sub>

**ミドリムシとスラグを用いたCO<sub>2</sub>の削減方法について定量的に評価し、パリ協定への貢献度を推測する。**

※パリ協定（日本の中期目標）

2030年までに温室効果ガス排出量を **-3億6600万 t-CO<sub>2</sub>**

※吸収源活動では **-3700万 t-CO<sub>2</sub>**

〈実験内容〉

**(1)スラグの影響とpH調整方法**

- 1-1. スラグによるpH値の時間変化
- 1-2. 塩酸とCO<sub>2</sub>通気で調整・培養

**(2)培養とCO<sub>2</sub>吸収量の評価**

- 2-1. スラグによる培養への影響調査
- 2-2. CO<sub>2</sub>の吸収量の測定

**(3)パリ協定への貢献度を試算**

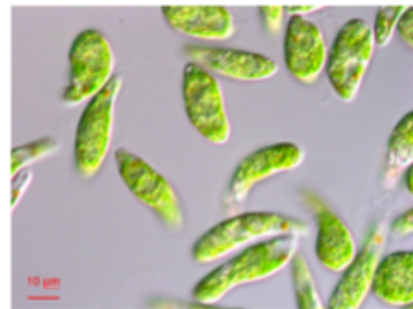


図6 培養イメージ

**実験1-1. スラグによるpH値の時間変化**

⇒スラグの成分溶解によるアルカリ化の様子を調査した

# 実験1-1. スラグによるpHの時間変化

7

## 〈目的〉

- ・ミドリムシの生育範囲：pH5.0～7.5<sup>(1)</sup>
- ・スラグの成分による培養液のアルカリ化

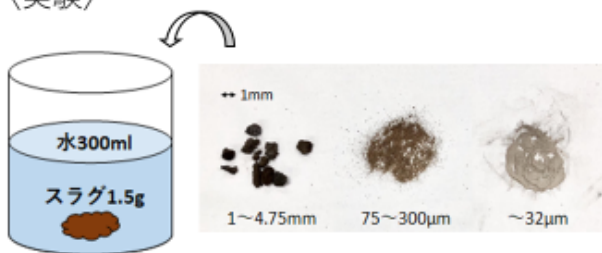
(1)Noritaka,U et al., Cement Science and Concrete Technology, No.65, 2011

⇒スラグの培養液への影響を知るため、pH値の時間変化を測定



図5 pHの関係

## 〈実験〉



- ①スラグ (5.0g/L) を投入
- ②pH値の時間変化を測定

⇒ pH値の時間変化を測定

図6 スラグによるpHの時間変化測定

# 実験1-1. スラグによるpHの時間変化

8

## 〈目的〉

- ・ミドリムシの生育範囲：pH5.0～7.5<sup>(1)</sup>
- ・スラグの成分による培養液のアルカリ化

(1)Noritaka,U et al., Cement Science and Concrete Technology, No.65, 2011

⇒スラグの培養液への影響を知るため、pH値の時間変化を測定



図5 pHの関係

## 〈結果〉

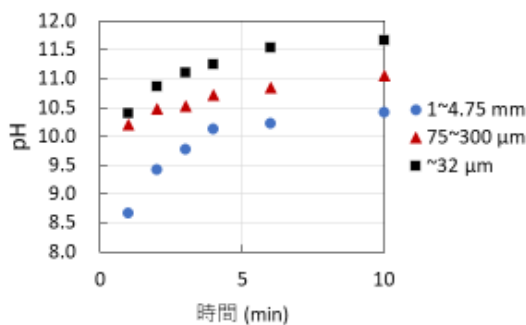


図7 各粒径によるpH変化

### ○pH値の時間変化

⇒ 5～10分で安定した値を示す

1～4.75mm ⇒ pH 10.4

75～300µm ⇒ pH 11.1

～32µm ⇒ pH 11.7



**粒径：大 ⇒ pH上昇：小  
ミドリムシの培養に適している**



## 実験1-2. 塩酸とCO<sub>2</sub>通気で調整&培養

⇒ミドリムシの生育に適した範囲（pH5.0～7.5）に調整した

## 実験1-2. pH値の調整方法

〈目的〉

⇒アルカリ化した培養液をpH5～7.5に調整する方法を検討

- 〔 HCl：安価で代表的な酸
- 〔 CO<sub>2</sub>：弱酸で光合成にも用いられる

〈実験〉

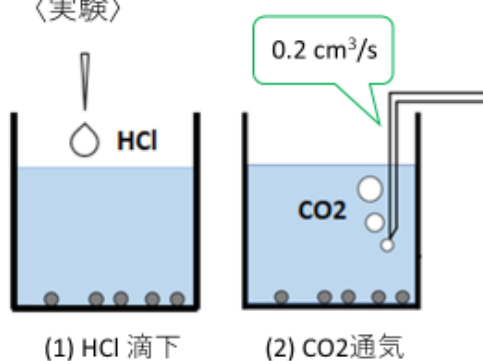


図8 pHの調整方法

スラグ溶液（5.0g/L）に以下の処理

- (1) 塩酸2.0 M 7.0mL 注入
- (2) 溶液中に CO<sub>2</sub> を通気

↓

pH値の時間変化を観察

↓

2通りの調整方法を用いて培養

⇒吸光度を用いて評価

※吸光度 $\propto$ ミドリムシ濃度

## 実験1-2. pH値の調整方法

11

〈目的〉 アルカリ化した溶液のpH値を調整する方法を検討

〈結果〉

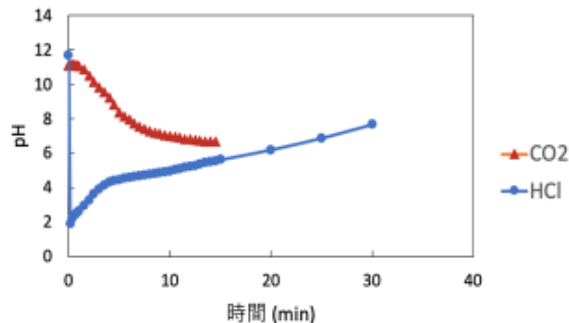


図9 pHの時間変化

○HCl

⇒急激に下がってから上がり続け、30分後にはpH 7.7、最終的にpH8.6まで上昇  
⇒スラグ条件によって滴下量を探る必要があるため、pH調整が困難

○CO<sub>2</sub>通気

⇒通気開始から徐々に下がり続け、15分でpH 6.5～7.0に安定した  
⇒弱酸でpHの安定性が高く、pH調整が容易

## 実験1-2. 2つのpH調整方法による培養

12

〈目的〉

⇒アルカリ化した溶液のpH値を調整する方法を検討

〈結果〉

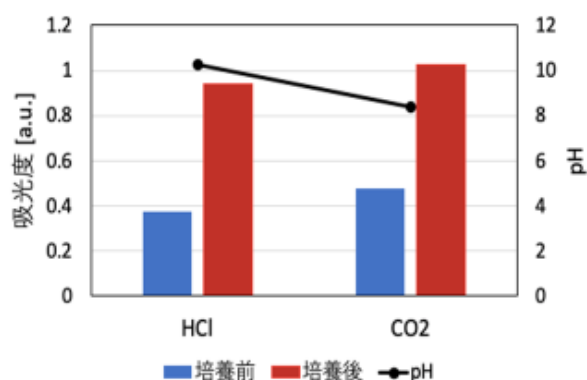


図10 2つのpH調整法での培養

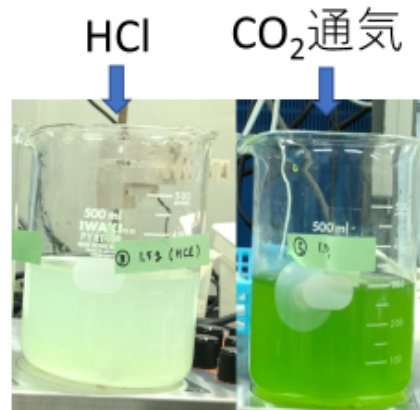


図11 培養後のミドリムシの様子

- ・ HClを入れた瞬間にpHが低下してしまうためミドリムシが死んでしまう
- ・ CO<sub>2</sub>通気ではpHが極端に高くも低くもならないため培養に適している

## 実験2-1. スラグによる培養への影響調査

⇒スラグを用いて条件を変化させて実際に培養した

### 実験2-1.1. スラグ・CO<sub>2</sub>通気の有用性調査

〈目的〉

- CO<sub>2</sub>通気の効果 ⇒ スラグによるアルカリ化を抑制
- スラグの効果 ⇒ リンによるミドリムシ培養の促進

**CO<sub>2</sub>通気・スラグの有無による培養比較から有用性を確認**

〈培養〉

LED照明  
12時間毎にON/OFF



※肥料: Hyponex 原液  
(窒素6%、リン酸10%)

培養条件	肥料	スラグ	通気
条件①	○	×	×
条件②	○	○	×
条件③	○	○	○

CO<sub>2</sub>通気・スラグの有無による培養



培養結果の比較から

**CO<sub>2</sub>通気・スラグの有用性を確認**

図12 培養の概要

## 実験2-1.1 CO<sub>2</sub>通気・スラグの有用性

15

〈目的〉

⇒CO<sub>2</sub>通気・スラグの有無による培養比較から有用性を確認

〈結果〉

培養条件	肥料	スラグ	通気
条件①	○	×	×
条件②	○	○	×
条件③	○	○	○

実験条件

- 7日間培養
- スラグは5 g/L投入
- 大気中にCO<sub>2</sub>排出 140 g/week
- 測定には吸光光度計を使用

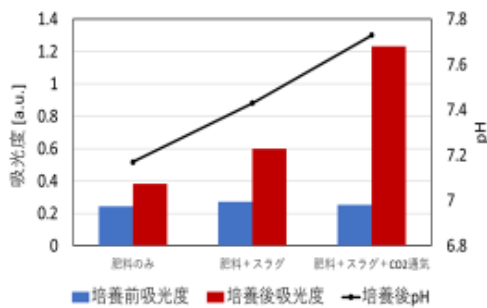


図13 スラグ・CO<sub>2</sub>通気の有用性

○pH値 (条件①<条件②<条件③)

⇒大気中のCO<sub>2</sub>排出でもpH調整可

○吸光度 (条件①<条件②<条件③)

⇒スラグ・CO<sub>2</sub>通気が培養に効果的

- 条件①：1.57倍
- 条件②：2.19倍
- 条件③：4.87倍

## 実験2-1.2 スラグ条件による培養への影響

16

〈目的〉

⇒様々な実験条件が考えられるが、今回のプロジェクトの着目点は  
「スラグを用いて培養する」

⇒スラグを適用する最適条件 (粒径・量) を模索

〈培養〉

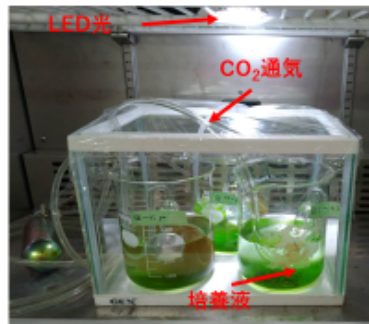


図14 培養の様子

○スラグ粒径

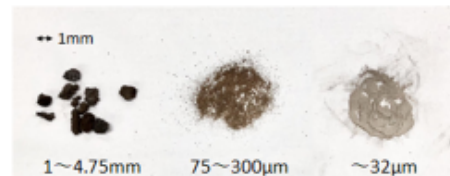


図15 粒径の異なるスラグ

○スラグ量

0, 0.15, 1.5, 15 g (0, 0.5, 5.0, 50 g/L)

※スラグは75~300μmを使用

## 実験2-1.2 スラグ粒径の条件は？

17

〈目的〉

⇒スラグの粒径による培養への影響を調査

〈結果〉

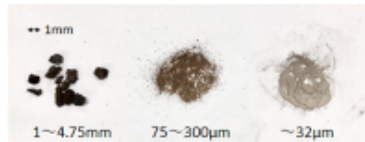


図16 粒径の異なるスラグ

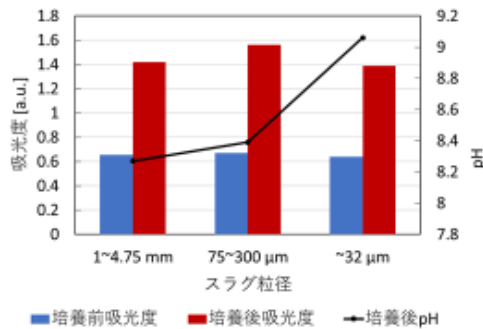


図17 スラグの粒径の違いによる培養への影響 (2回測定の前平均値を使用)

実験条件

- 9日間培養
- スラグは5 g/L投入
- CO<sub>2</sub> 通気あり 70 g/9 days
- 測定には吸光光度計を使用

○粒径：小

⇒表面積（水との反応）：大  
⇒アルカリ性成分：多

○粒径：大

⇒表面積（水との反応）：小  
⇒成長に必要なリンの溶解量：少



粒径：小 ⇒ pH値：大  
**粒径75~300 µmが培養に適切**

## 実験2-1.3 スラグ量の条件は？

18

〈目的〉

⇒スラグの量による培養への影響を調査

〈結果〉

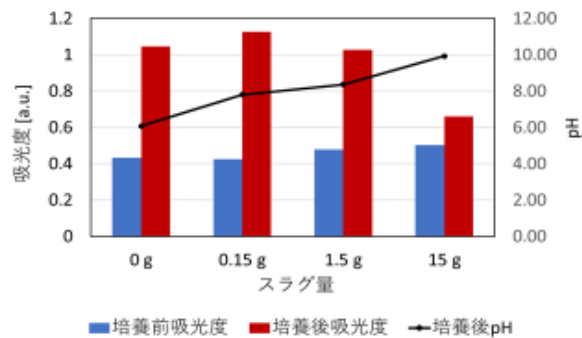


図18 スラグ量の違いによる培養への影響

実験条件

- 5日間培養
- スラグ粒径75~300 µm
- CO<sub>2</sub> 通気あり 70 g/5 days
- 測定には吸光光度計を使用

○スラグ量の効果

スラグ量：少 ⇒ リン溶解量：少

スラグ量：多 ⇒ アルカリ性成分：多  
(成長に不利)



投下量：増 ⇒ pH値：増  
**0.15gが適した条件**

## 実験2-2. CO<sub>2</sub>の吸収量の測定

⇒培養したミドリムシの光合成能力を調べた

19

## 実験2-2. ミドリムシのCO<sub>2</sub>吸収量測定

20

### 〈目的〉

スラグを用いて培養したミドリムシの光合成能力を知りたい

### CO<sub>2</sub>を吹き込み、CO<sub>2</sub>濃度の時間変化を測定

### 〈実験方法〉

- ①水300mlとCO<sub>2</sub>計が入った容器内にCO<sub>2</sub>を吹き込み、濃度変化を測定
- ②ミドリムシ溶液300ml（吸光度1.4）を用いて同様に測定

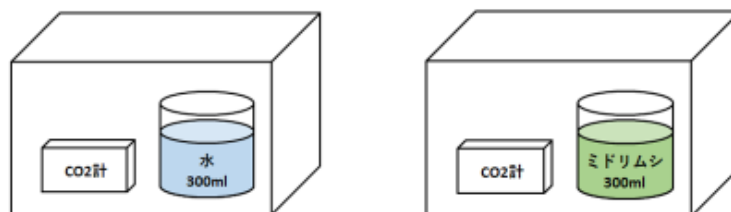


図19 CO<sub>2</sub>吸収測定の様子



〈目的〉 ミドリムシによるCO<sub>2</sub>吸収量を測定

〈結果〉

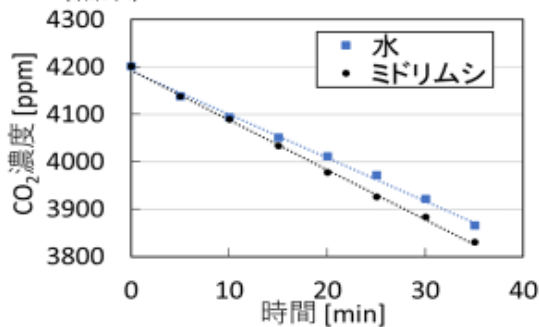


図20 CO<sub>2</sub>吸収の時間変化

実験条件

- ・ CO<sub>2</sub>濃度計SR510を使用
- ・ ミドリムシ溶液：吸光度1.4

○CO<sub>2</sub>吸収

- ・ 30分時点で40 ppmのCO<sub>2</sub>吸収
- ⇒ 0.004 % / 30min (0.4 %CO<sub>2</sub>下)

※1 ppm = 0.0001 %

- ・ 20 % CO<sub>2</sub>下で、0.04 % / 30 min の吸収

〔ユーグレナに関する研究開発事例\_1〕

- ・ 高濃度CO<sub>2</sub>下でミドリムシ増殖率が高い (CO<sub>2</sub>吸収量：大)

〔Euglena gracilisの高CO<sub>2</sub>環境への適応とその機構〕

⇒得られた値は妥当で、**0.4 % CO<sub>2</sub>下で0.004 % / 30 minの吸収を確認**

※より詳細には**高濃度下、長時間での計測**が必要

展開 パリ協定への貢献度を試算

〈展開〉

⇒パリ協定の目標に対する貢献度を推定し、  
スラグとミドリムシを用いた方法を新たなCO<sub>2</sub>削減方法として提案する

実験設備を東京ドーム1個分に拡張



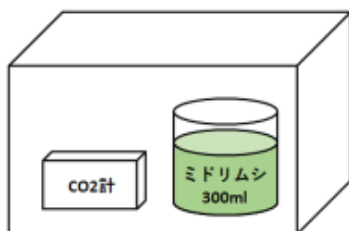
実験結果からパリ協定への貢献度を試算



スラグ・CO<sub>2</sub>通気の有無による比較から  
CO<sub>2</sub>削減の新たな方法として提案

○CO<sub>2</sub>吸収量の換算

⇒東京ドーム1個分の施設を仮定し、2030年までのCO<sub>2</sub>吸収量を換算



※124万m<sup>3</sup>

0.004 % /30min  
⇒1年で約250g/4L

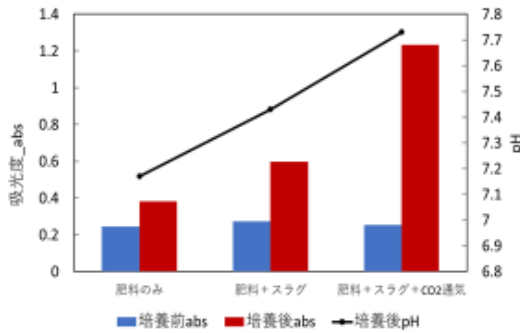
年間：7.75万t（4650万円相当）  
⇒2030年までに77.5万t（4.65億円相当）

※CO<sub>2</sub>換算金額（超過削減量）⇒600円/t-CO<sub>2</sub>（2020年6月）

⇒パリ協定（吸収源活動-3700万t）に対して2.1%の貢献度

※CO<sub>2</sub>吸収測定中の増殖なしと仮定

○スラグ・CO<sub>2</sub>通気の有用性



※ミドリムシ：4000円/L  
⇒東京ドーム1個分の施設 = 3720億円

図21 スラグ・CO<sub>2</sub>通気の有用性

	培養効率	1ヶ月で3720億円分のミドリムシを培養
肥料	1.57倍 /週 6.08倍 /月	<b>612億円</b>
肥料+スラグ+CO <sub>2</sub> 通気	4.87倍 /週 562倍 /月	<b>6.62億円</b>

※CO<sub>2</sub>吸収測定中の増殖なしと仮定

まとめ

○ミドリムシの活用

⇒2030年までに77.5万 t -CO<sub>2</sub> (4.65億円相当) の吸収

⇒パリ協定の吸収源活動 (-3700万 t -CO<sub>2</sub>) に対して、2.1%の貢献度

○スラグ・CO<sub>2</sub>通気の有用性

- ・スラグ ⇒ 成長に必要なリンを含む
- ・CO<sub>2</sub>通気 ⇒ 光合成に必要なCO<sub>2</sub>を直接供給できる  
安易で安定したpH調整が可能

〈培養効率〉

**肥料 (6.08倍/月) → 肥料+スラグ+CO<sub>2</sub>通気 (562倍/月)**

⇒初期投資で約**600億円**の違い (1ヶ月で東京ドーム1個分のミドリムシを用意する場合)

※実験設備を東京ドーム1個分に拡張して考えた  
※CO<sub>2</sub>吸収測定中の増殖なしと仮定

### ○培養について

- ・ **CO<sub>2</sub>通気の不安定性について**（CO<sub>2</sub>通気のポンペが切れていた等）

〈改善例〉 通気量の計測、ポンペ交換の頻度を上げる

- ・ **吸光度によるミドリムシ死骸の判別**

〈改善例〉 CO<sub>2</sub>吸収測定と比較による判別

### ○展開について

- ・ **展開の正当性について**（CO<sub>2</sub>吸収測定中の増殖なしという仮定等）

〈改善例〉 異なる濃度での吸収測定、実験設備の拡大による比較

以上

# 「デザイン思考による企画開発プロジェクトの実践」 報告書 ～ 身の回りの気づきを“リ・デザイン”してみる ～

## I. DP報告書

### ◆テーマの主旨

本実験では、デザイン思考による「身の回りの気づきをリ・デザインしてみる」をテーマに、創造力で新しい価値を生み出すとは「どういうことなのか」を学ぶゼミです。普段利用しているモノや、何気なく見過ごしているコトなどに目を向け、そこにデザインの力によって新しいアイデアを創出します。リ・デザインの目的とは、従来のモノに付加価値を加えることではなく、モノやコトの本質を捉え、そこから気づきを見つけ、アイデアによって新しい使い方などのユーザベネフィットを創案することです。本学生には、自ら課題を見つけ出し、その解決策を考案し、それを企画書としてまとめるまでが課題です。ビジネスにおけるより実践的な体験を狙いとしています。

### ◆課題

本課題では、普段工学部の学生が経験することのない、デザイン思考による新しい商品企画を体験します。ビジネスにおいては様々な企画が立案され、日々稟議されています。そこで自らの企画を実現させるためには、その内容はもとより、それを人に分かりやすく伝える技術が必要となります。このテーマにおいては、まずモノやコトの本質を捉える洞察力と、そこから課題を抽出し解決策を創案する考える力、そして相手の立場に立ってモノを伝えるコミュニケーション力の習得を実践します。

## 1. メンバー

DP： 吉田 佳史 (株式会社デンソー)  
TA： 辻岡 義康 (土木工学専攻・M2)  
受講生： 全 旭東 (機械システム工学専攻・M1)  
角田 健輔 (電気電子情報工学専攻・B4)  
岡本 航 (応用物理学専攻・M1)  
山田 貴弘 (応用物理学専攻・M1)

## 2. 実施期間

実験：2020年4月15日～7月29日 (全16回)  
発表：2020年8月5日

## 3. サブテーマ

身の回りの気づきを“リ・デザイン”してみる

## 4. 実験プロセス

以下に授業で使用した私の考え、「アイデアの起点」の解説に基づいて説明します。

### 1) 課題の抽出

・普段の学生生活の中から、気になることや気づきを見つけアイデアを抽出

#### ① それは本当に喜んでもらえるものなの？

それを使う人やそれを見る人がどのようにして喜んでくれるのか、を考えシーンを想像する。またその嬉しさの内容についてもよく考えてみる。

心がなごむのか、感謝するのか、楽しいのか、嬉しいのか、使いたくなるのか、見たくなるのか、参加したくなるのか、など人の心の琴線に触れるアイデアになっているのか？ を常に自問自答する。

発想法としては、イメージをビジュアル化（絵や写真で表す）することでアイデアが分かり易くなり、議論が深まり練り直しができる。

### 2) テーマの選定

・利用する人の立場に立って、ユーザベネフィットのあるアイデアに作り上げる

#### ② だれがいつどのように使うの？

使って欲しい人のシーンを想像することで、アイデアが頭の中でビジュアル化されます。そのビジュアルを繰り返し想像すると、次に使う人の気持ちが見えてきます。それこそが本当のベネフィットです。

新しいアイデアとは難しいことはありません。普段から感じていることの中に、そのヒントはあります。人はそれに気づいていないだけです。

### 3) アイデア展開

・アイデアを繰り返し練って、実現の可能性まで含めて検討する。

#### ③ だれが創るの？本当にできるの？

誰がそれを制作し、どのようにすれば実現できるのかを、アイデアを想像しながら常に考える。実現の方策が大切であり、しいてはそれがアイデアそのものでもある。それを使う人の気持ちに寄り添い、どのようにすると人の心をつかむことが出来るのか、それらすべてを含めて企画と呼びます。

#### ④ 新しいものなの？

人の物まねから新しさを感じることはありません。しかし物まねをしている間に新しいベネフィットに気づくことはあります。無から考える必要はありません。今あるものの中にアイデアのヒントは必ずあります。リ・デザインはそれに気づくことです。新しさにこだわるのではなく、ユーザベネフィットにこだわってください。

でも新しさを捨ててはいけません、最も大切です。



#### 4) 企画書

・無駄を割き、シンプルに分かりやすい言葉で伝える。

##### ⑤ そのものがたりを聞かせてください

アイデアにストーリーを加える。ものがたりにすることで、アイデアを分かり易く伝えるヒントや、アイデアそのものの可能性が見えてきます。ものがたりの中に、伝えたいメッセージや人の心を動かすことばが生まれてきます。

人はものがたりに惹かれます。自分だけのものがたりを聞かせてください。

#### 5. まとめと所感

コロナ禍もあり、現場をみてアイデアのヒントを見つけるインプット作業が出来なかったが、その分考える時間が増えたので、結果として満足できる作業を学生が進めてくれた。特に前半は部屋から出ることもままならない中、集中力を保ち、毎週の宿題にも対応し成果に結びつけた学生を高く評価したい。今回は身の回りで課題を見つけられるテーマとし、且つオンラインに適した作業の選択ということで、ネットを活用したアイデアに集中した。その中で各自がそれぞれの個性を活かし、課題であるリ・デザインの目的を理解して、新しい企画の創案を実現できている。日々の努力を惜しまず、実直に課題に取り組む姿勢が成果に結びついたといえる。また課題選出からアイデア創出までを何度も繰り返したことで、各自のアイデアにはオリジナリティとユーザベネフィットが生まれている。

今回はフットワークを生かしたインプット作業が行えなかったのは残念であるが、日々の暮らしの中からヒントを見つけ、モノやコトを見つめる洞察力や、人の想いの本質について考える力、そして独創性という発想のスキルを学んでくれたと感じている。受講生が今回の経験を通して、将来のビジネス社会に入った時、少しでも役に立つことがあったなら、この実験は成功といえる。

## Ⅱ. 成果報告書（T A 報告書）



### デザイン思考による企画開発プロジェクトの実践

岡本航 全旭東 山田貴弘 角田健輔

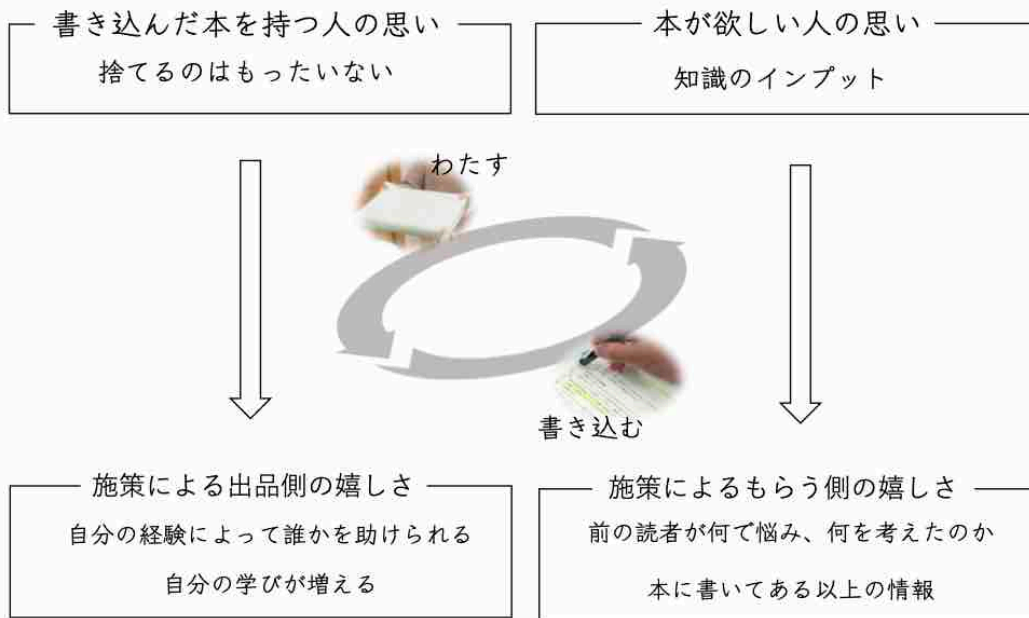
本グループでは、日常生活のリ・デザインを行うという目標の下、学生 4 名がそれぞれ企画チャートを作成し、最終発表にて各々が自身の企画のプレゼンを行った。それぞれが日常生活からリ・デザインの種を見つけ出し、班員とのディスカッションを通じコンセプト、実施例をわかりやすくまとめ、聴講者からの共感を得られるよう何度もアイデアの推敲を重ねた。各人の企画チャートを次ページ以降に掲載する。

## 1. 岡本航「まなぶっく」



## 価値

### 本の書き込み



## 実施案

### 本の選択

The image shows a smartphone app interface for book selection. The screen displays a user profile for '岡本 航' (Okamoto Hiroto) and a list of items. The selected item is '固体物性と電気伝導' (Solid State Properties and Electrical Conductivity). Below the item name is a book cover image and a '説明' (Description) button. To the right of the smartphone, the text '説明' (Description) is written, followed by the questions 'どんな本か' (What kind of book is it?) and 'どんな書き込みがあるか' (What kind of annotations are there?). The background is a blurred image of a library with bookshelves.

## 実施案

### 出品者への提供価値

#### コメント

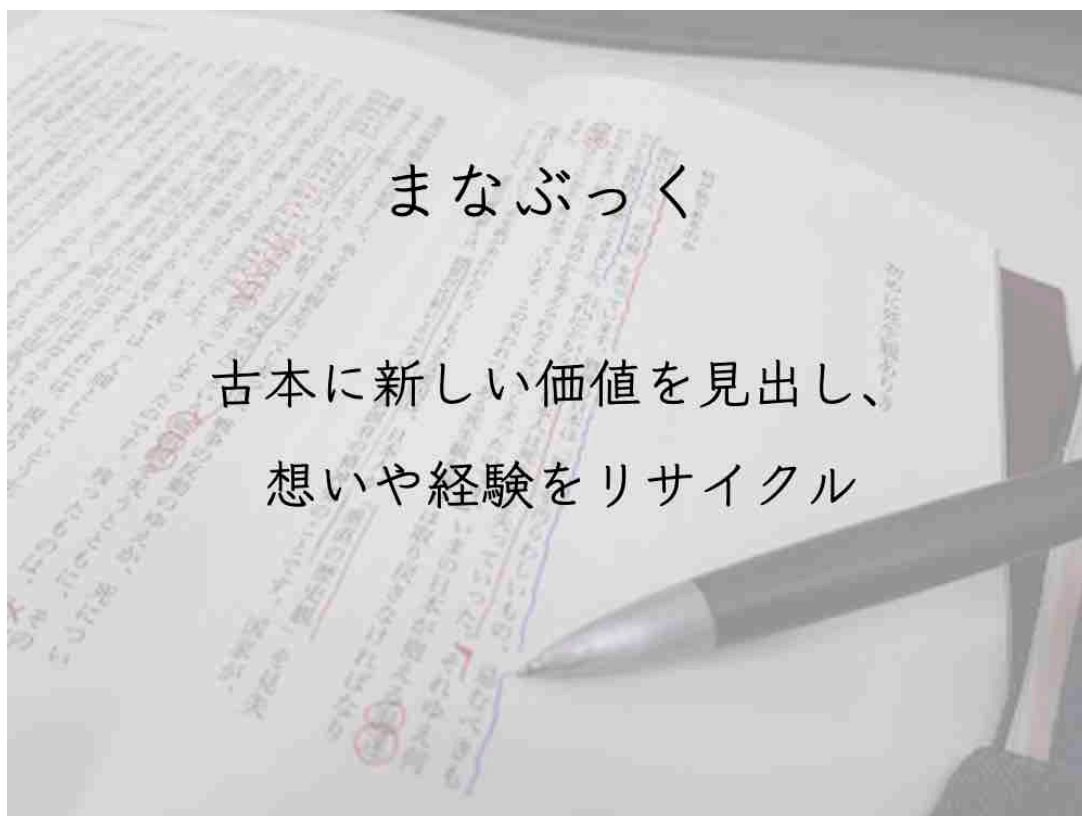
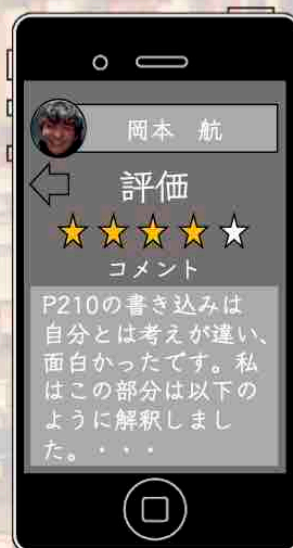
本を読んだ感想

書き込みに対する感想



別の価値観を理解することができる

新しい気づき生まれる

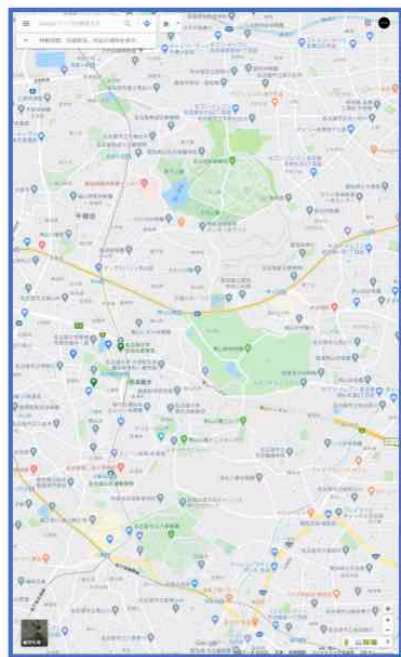




## 2. 全旭東「君の地図」



### 背景



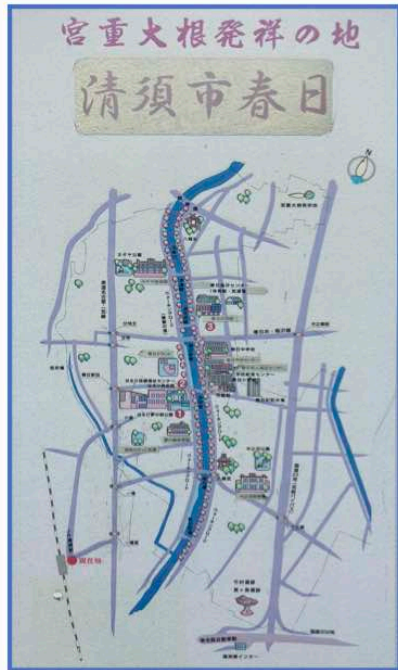
膨大な情報  
関係ない情報は欲しくない  
理解し易くなれば



2



## 地図の実例



必要ない情報を省略  
初心者向け  
ポイント明確



外国人にとっても  
観光情報が分かり易い

使いやすい!

3

## 機能

自由に選択することができる

性別、年齢に関わらず使いやすい

ニーズ対応

他の人の情報も加わって地図が進化


5

## 実現プラン



神仏の伝説を  
魅力的に伝える

皆が作った地図を集める 

 別のユーザーと共有する

6

## アイデアの考察



地図制作者

フィードバックがあると  
嬉しく、やりがいになる

利用者

欲しい情報を選べる  
一度作ってみたい気分

効果

町おこしや、同じ目的  
で交流するツールとして



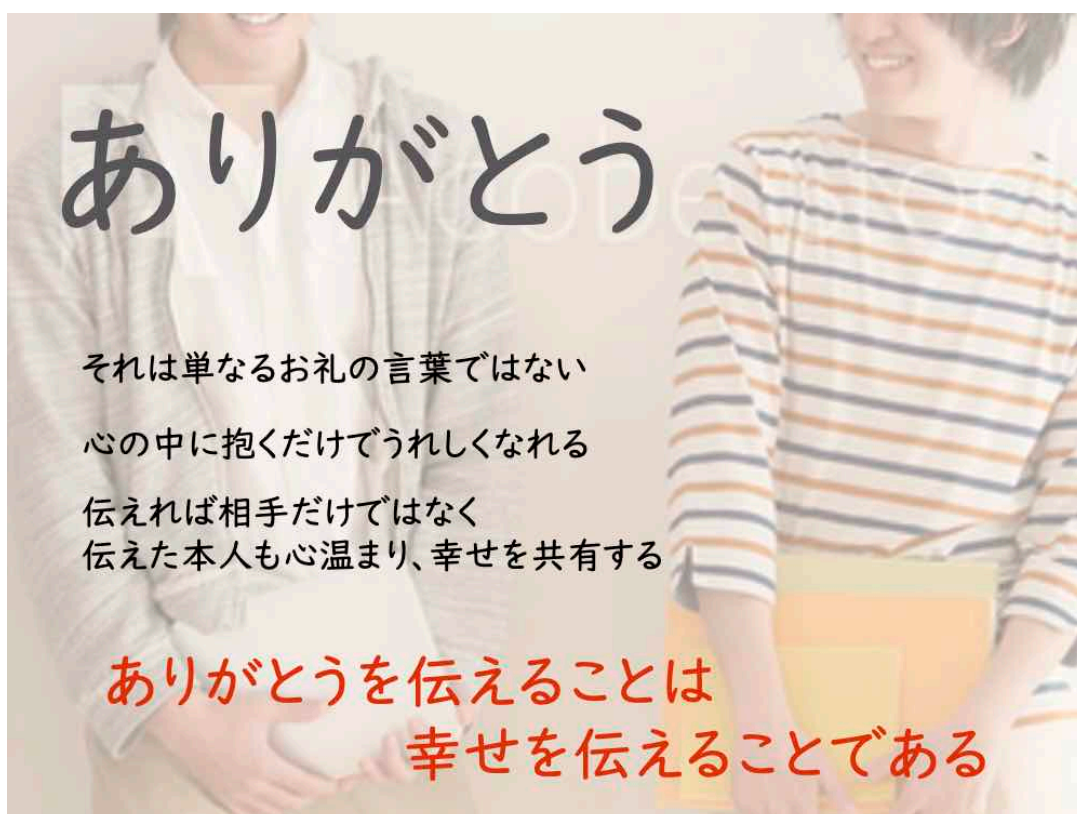
視聴回数 139,916,711 回

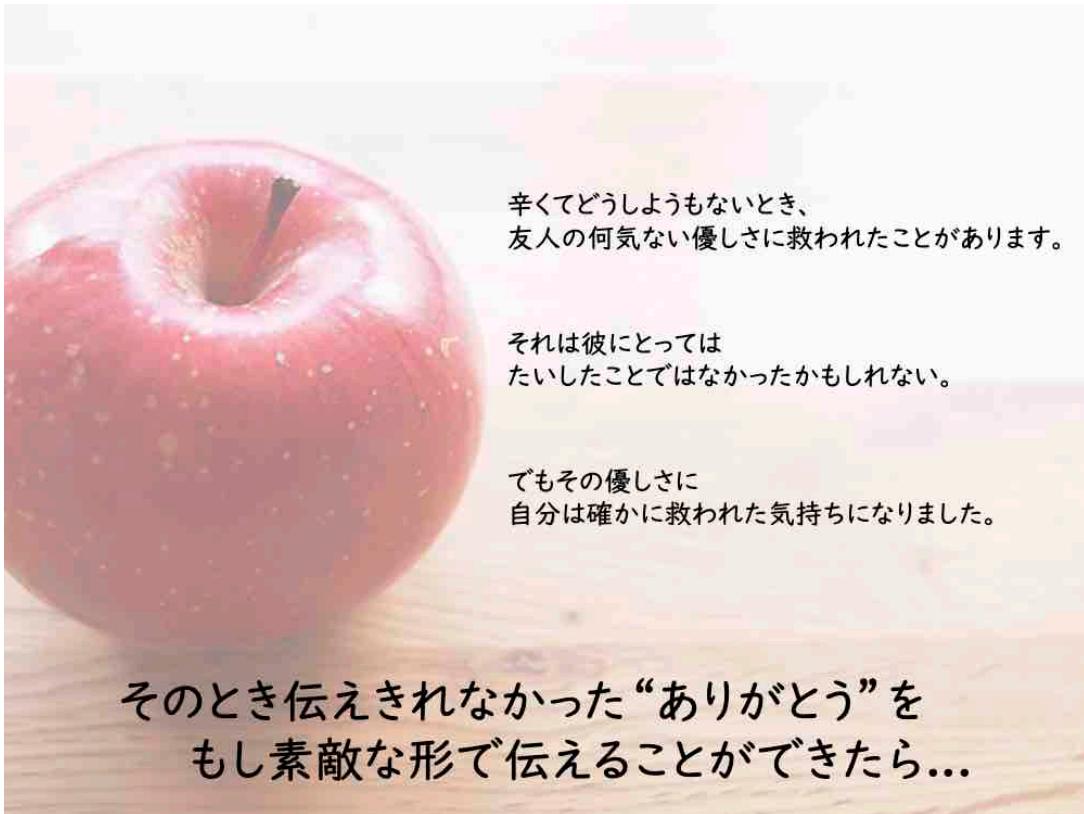
 139,916  56,539

皆からの評価も記録

7

### 3. 山田貴弘「花びら Letter」



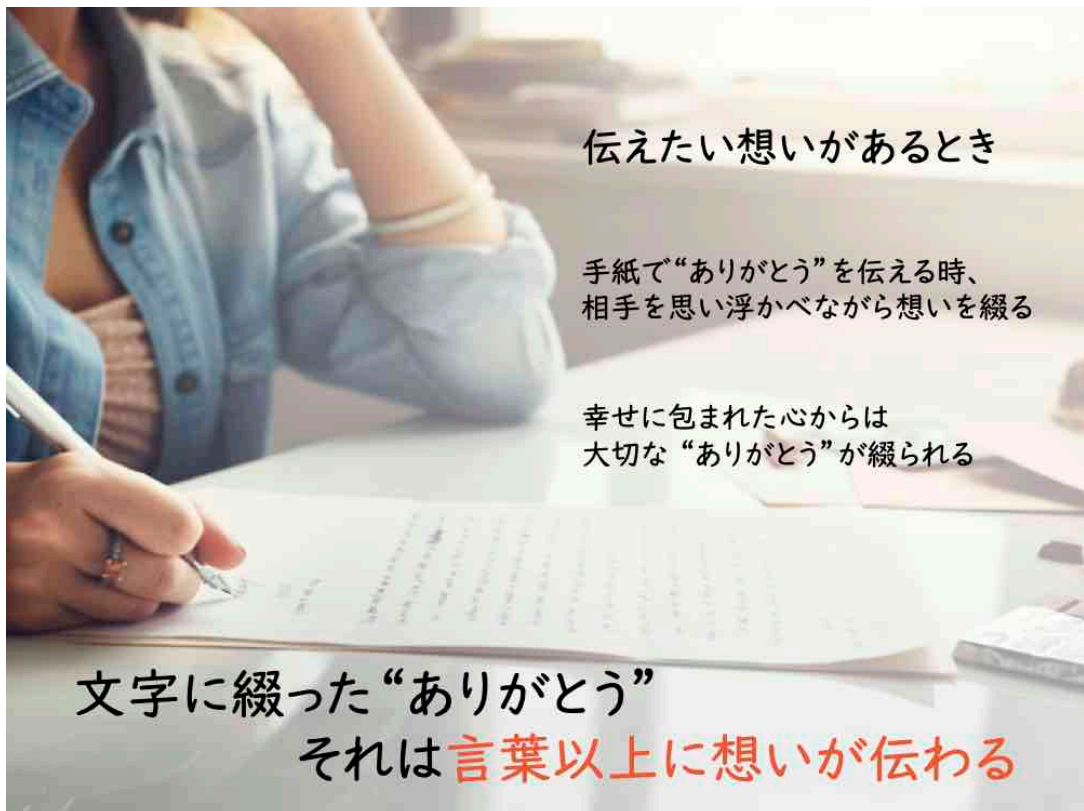


辛くてどうしようもないとき、  
友人の何気ない優しさに救われたことがあります。

それは彼にとっては  
たいしたことではなかったかもしれない。

でもその優しさに  
自分は確かに救われた気持ちになりました。

そのとき伝えきれなかった“ありがとう”を  
もし素敵に伝えることができたなら...



伝えたい想いがあるとき

手紙で“ありがとう”を伝える時、  
相手を思い浮かべながら想いを綴る

幸せに包まれた心からは  
大切な“ありがとう”が綴られる

文字に綴った“ありがとう”  
それは言葉以上に想いが伝わる



## 手紙のような温かいLINEを実現したい

花びらに花言葉をつける  
ような特別なLINE

心を込めたありがとうを  
花びらに乗せて届けます



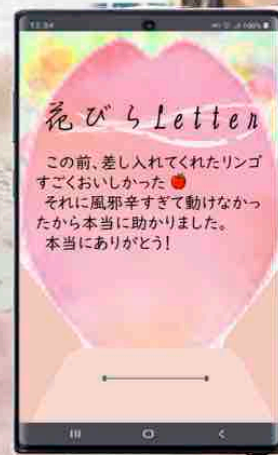
## 使い方



画面の花びらを選んで  
ありがとうを書く



アイコンを送信



アイコンをタップすると  
ありがとうが読める

#### 4. 角田健輔「コレカラ」

楽しみなことを考えている時間

思い出を振り返っている時間

この時間が増えたら、  
僕たちの生活はきっと楽しくなる

3

#### 目的

やりたいという想いを思い出として楽しむまで、

サポートしてくれるアプリ

6



“

やりたい  
という思い



育成ゲーム

7



コレカラ

8



“やりたい”という想いとあなたの思い出が  
この島を発展させていく

9



“やりたい”という想い



きれいな実

あなたの思い出



動物

15

以上

## 2020年度 イノベーション体験プロジェクト アンケート結果

創造工学センターCP 渡邊 激雄

成果発表会終了後、受講生(23名)とTA(6名)にそれぞれアンケートを行い、全て回答を得た。総じて例年と同様に肯定的な内容であり、従来からのイノベーション体験プロジェクト(昨年度までの名称は、高度総合工学創造実験)の推進と運営の考え方が支持されたと考えられる。初めて採用した遠隔方式についても、概ねうまくできたとされた。例年は数名しかいなかった「将来、TAをやりたい」受講生が10名となり、次期TA募集の参考としたい。主な結果を以下に記す。

**受講生のアンケート結果**

【遠隔授業でうまく活動できたと思うか】の問いに対して、「うまくいった。」(12名、52%)が最も多く、「まあまあうまくいった。」(10名、44%)、「あまりうまくいかなかった。」(1名、4%)がそれに続いた。

【遠隔授業の機材や設備としてセンターに必要なと思うものは何か】の問いに対して、「マイク、カメラ」などの要望があった。

【中間報告会・成果発表会が遠隔方式で行われたが、どう感じたか】の問いに対して、「遠隔でも満足できる発表会だった。」(16名、70%)が最も多く、「遠隔ではうまくいかなかった。」(4名、17%)、「どちらともいえない」(3名、13%)がそれに続いた。

【この授業を履修した動機(複数選択可)】を選択する問いに対して、「ガイダンスやテーマ説明会でプロジェクトの内容に興味を持った。」(17名、74%)が最も多く、「企業から来られる先生の指導を受けてみたかった。」(12名、52%)、「4単位取得できるから」(4名、17%)、「友達や先輩から聞いて」(3名、13%)がそれに続いた。

【チーム編成についてどう感じたか(複数選択可)】の問いに対して、「他の専攻の学生と一緒に活動し、彼らから大いに学ぶところがあり有益であった。」(21名、91%)が最も多く、「他の専攻の学生と一緒に活動した時、自専攻でこれまでに学んだことを活かすことができた。」(6名、26%)、「自専攻でこれまで学んだことを活かすことができなかった」(1名、4%)、「その他」(2名、9%)がそれに続いた。

【テーマについて(複数選択可)】の問いに対して、「テーマが大変興味深かった。」(20名、87%)が最も多く、「サブテーマの設定を任された点が有意義であった。」(6名、26%)がそれに続いた。

【企業技術者である先生の指導を受けてどう感じたか】の問いに対して、「プロジェクト・テーマを総合的にとらえるための指導を受け有益であった。」(20名、87%)が最も多く、「大学の先生から受ける指導方法と違うので刺激的だった。」(18名、78%)、「経済的な視点からプロジェクトの意義を検討できたことが有益であった。」(15名、65%)、「企業技術者による発明や発見の手法を学ぶことができた。」(15名、65%)がそれに続いた。

【イノベーション体験プロジェクトの中間報告会についてどう感じたか(複数選択可)】の問いに対して、「他のチームの活動がわかり、興味深かった。」(19名、83%)が最も多く、「中間報告会はあった方がよい。」(16名、70%)、「発表準備をすることにより、自分のチームの目標がはっきりした。」(13名、57%)、「他のチームや先生等から有益なコメントが得られた。」(10名、43%)がそれに続いた。

【イノベーション体験プロジェクトの今後の履修をどのようにしたらよいか（複数選択可）】の問いに対して、「博士前期課程の選択科目とする価値がある。（従来通り）」（16名、70%）が最も多く、「他研究科・他学部からの参加者を増やした方がよい。」（14名、61%）、「工学部4年生の選択科目とする価値がある。（従来通り）」（13名、57%）、「いろいろな学年が混ざっているのがよい。」（8名、35%）、「工学研究科博士前期課程の必修科目とする価値がある。」（5名、22%）がそれに続いた。

【イノベーション体験プロジェクトの総合的な感想（複数選択可）】の問いに対して、「全体としてよい経験になった。」（22名、96%）が最も多く、「後輩に勧めたい。」（14名、61%）、「将来、TAをやってみたい。」（10名、44%）がそれに続いた。

【創造工学センターの施設利用（複数選択可）】に関する問いに対して、「創造工学センターの施設は使いやすかった。」（17名、74%）が最も多く、「創造工学センターは機材が充実していた。」（8名、35%）がそれに続いたが、全て遠隔で実施したチームもあり、「利用しなかったのでわからない。」というコメントもあった。

【イノベーション体験プロジェクト受講者募集に際しての効果的な周知方法（複数選択可）】に関する問いに対して、「研究室の指導教員から間接的に伝える。」などの意見があった。

### TAのアンケート結果

【遠隔授業でうまく活動できたと思うか】の問いに対して、「まあまあうまくいった。」（4名、66%）が最も多く、「うまくいった。」（1名、17%）、「あまりうまくいかなかった。」（1名、17%）がそれに続いた。

【遠隔授業の機材や設備としてセンターに必要なと思うものは何か】の問いに対して、「イヤホン」、「タブレットと専用ペン。手書きの方が伝えやすい情報などがPCとマウスでは伝え難かったため」、「イラストレーター等の資料作成ソフト」などの要望があった。

【中間報告会・成果発表会が遠隔方式で行われたが、どう感じたか】の問いに対して、「遠隔でも満足できる発表会だった。」（4名、67%）が最も多く、「どちらともいえない。」（2名、33%）と続いた。

【TAに応募した動機（複数選択）】の問いに対して、「過去に受講してTAをやる気になった。」（6名、100%）が最も多く、「プロジェクトの内容に興味をもった。」（3名、50%）、「企業から来られる先生のTAを経験してみたかった。」（2名、33%）と続いた。

【企業からの先生のTAをした感想（複数選択）】では、「プロジェクト・テーマを総合的に捉えるための指導が有益であった。」（5名、83%）および「企業技術者による発明や発見の手法を学ぶことができた。」（5名、83%）が最も多く、「経済的な視点から活動の意義を検討できたことは有益であった。」（3名、50%）および「大学の先生の指導方法と違うので、刺激的だった。」（3名、50%）がこれに続いた。

【TA業務の感想（複数選択可）】の問いに対して、「全体としてよい経験になった。」（6名、100%）が最も多く、「DPや受講生の支援がうまくできた。」（5名、83%）、「後輩に勧めたい。」（3名、50%）がこれに続いた。

【創造工学センターの施設利用の感想（複数選択可）】の問いに対して、「創造工学センターの施設は使いやすかった。」（4名、67%）が最も多く、「創造工学センターは機材が充実していた。」（1名、17%）、「創造工学センターは機材が不足していた。」（1名、17%）、「創造工学センターの施設を利用しなかった。」（1名、17%）がこれに続いた。

以上

# 2020年度イノベーション体験プロジェクト アンケート結果

2020年8月

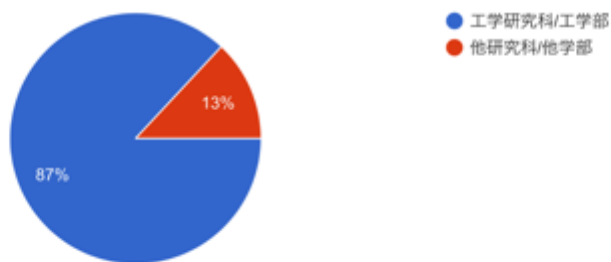
Aチーム	伊藤正也DP (日本特殊陶業)	片岡和樹TA (物質プロセス M2)	受講生 4名
Bチーム	北野哲司DP (東邦ガス)	伊神拓馬TA (機械システム M2)	受講生 4名
Cチーム	櫻場一郎DP (中部電力)	杉本賢哉TA (機械システム M2)	受講生 3名
Dチーム	白井良成DP (NTT)	中原拓哉TA (情報知能システム M2)	受講生 5名
Eチーム	和田 学DP (日本製鉄)	金スルチンTA (材料デザイン M2)	受講生 3名
Fチーム	吉田佳史DP (デンソー)	辻岡義康TA (土木 M2)	受講生 4名

受講生およびTA全員からアンケート回収

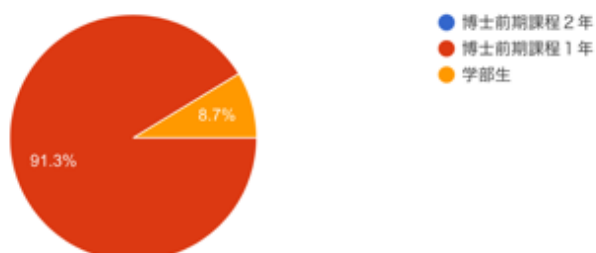
1

## 【受講生】

あなたの所属研究科(学部)はどこですか。  
23件の回答

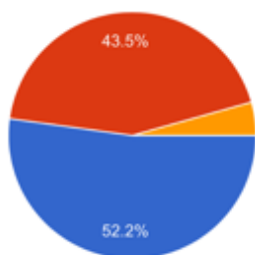


あなたの学年を教えてください。  
23件の回答



2

## 1. 遠隔授業についてお尋ねします。あなたのチームは遠隔授業でうまく活動できたと思いますか。 23件の回答



- うまくいった
- まあまあうまくいった
- あまりうまくいかなかった
- うまくいかなかった

### 【うまくいったと思う理由】

1. 学生全員が積極的であったことから、オンラインでもしっかりと議論を進めることができたため。また、伊藤DPや片岡TAが議論が進まなくなったときに、適切なアドバイスをしていただけたため。
2. オンラインで作業を分担するためのツールを積極的に利用し、有効活用できていたから。
3. 意見の共有をオンライン上で行い、議論できた。
4. オンラインでもよく議論ができ、有意義であったと感じたため。
5. 遠隔授業でもコミュニケーションをうまくとりながら授業を進めることができた。
6. 前半、座学形式での学習を各々が行えた。
7. 全て遠隔で講義を行なったが、納得する成果が挙げられ、発表できたから。
8. 白井DPのチームのまとめ方が良かった。
9. 各々が役割を自覚することで、円滑に話し合いができたのではないかと。スライド作成では、スライドを共有しつつ修正したい箇所を討論できたため、特に不自由は感じなかった。
10. 製作の幅を広げることができたから。
11. 会わなくてもできる課題だったからです。

### 【まあまあうまくいったと思う理由】

1. 遠隔授業を行なっていたのが主には話し合いの時期だったので、特に問題がなかったと思います。
2. 遠隔での作業に慣れていなかったため、対面より作業効率が悪くなり、後半では作業時間が足りなくなった。
3. 遠隔授業を行った中間発表前までは議論が中心だったため、特に問題はなかったように思う。
4. 議論の段階は遠隔授業でうまくいった。幸いに実験の段階は対面で授業を行った。今学期あまり影響を与えなかった。
5. 遠隔の授業では同時に発言することが難しい点から、話し合いの進捗が遅く感じる部分があったため。
6. いろんなツールを使ってうまく議論を進められたと思う。
7. やらなければいけないことは全て終わることができたため。
8. 中間報告までは完全に遠隔でもきちんと考えを共有できた。通信エラーが多少あった。
9. 元々、遠隔でもできるような授業だったので、授業の内容に支障はなかった。ただ、話し辛さやインターネットのトラブルもあった。

### 【あまりうまくいかなかったと思う理由】

1. 実験主体のテーマだったため

3

## 2. 遠隔授業の機材や設備として、創造工学センターに必要なと思うものはなんですか。

14件の回答

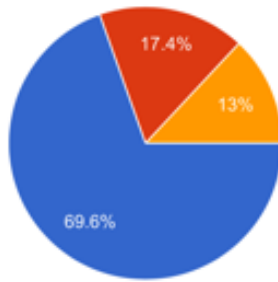
1. 大人数が同時に使用しても障害のない快適なネット環境だと思います。
2. IB館のWifiが少し通信が遅いように感じるがあったため、通信速度が上がるような工夫をしていただくと助かります。
3. マイク、カメラ
4. Zoom
5. 機材としては特にはないが、Teams上で回線が落ちてしまったり、操作が重かったのが改善されるといいと思う。
6. 遠隔で共有できるホワイトボードのようなもの。
7. 今回創造工学センターを利用しなかったため新たに必要となる機材や設備は思いつかない。
8. 特にはない。

4



### 3. 中間報告会・成果発表会が遠隔方式で行われましたが、どう感じましたか。

23件の回答



- 遠隔でも満足できる発表会だった。
- 遠隔ではうまくいかなかった。
- どちらとも言えない。

#### 【満足できたと思う理由】

1. 通信の問題は何度かありましたが、質問がしやすい環境でした。
2. 遠隔だからこそ、お互いに集中してスライドや発表を聞くことができたと思う。
3. デモを実際に見せることができない点以外は、現地で行うのと質としては変わらなかったと感じたため。また、質問は遠隔方式の方がしやすかったため。
4. 中間発表での反省点を踏まえ成果発表会では上手く発表できていたから
5. 遠隔でも聞き取りやすく内容を理解できたから。
6. どのチームも完成度が高く興味を持ちながら聞くことができた。
7. スライドがはっきり見えて集中できた。
8. 対面の時との差はあまりないと感じたため。
9. 特に不自由は感じなかった。普通にできた。
10. 遠隔発表でもプレゼンの内容を伝えることが可能であったため。質問者が全員質問できない状況が多々あったので、質疑応答の時間がもう少し長くても良いのではないかと感じた。
11. 他のグループの人たちと質疑応答がうまくできていたから。
12. 対面に比べ緊張がしにくかった。

#### 【うまくいかなかったと思う理由】

1. スライドの共有で手こずってしまったため。全体に対して申し訳なく思っています。
2. 事前に画面の共有ができることを確認していなかったため、スタートに時間がかかってしまったから。
3. 操作があまり上手ではない。発表する時だ自分がパソコンに向かって話していたと感じた。
4. 自分達のグループは写真が多くファイルが重たいため、パソコンが重くなり、映像を映しながらpptを操作するのに不自由があったため。

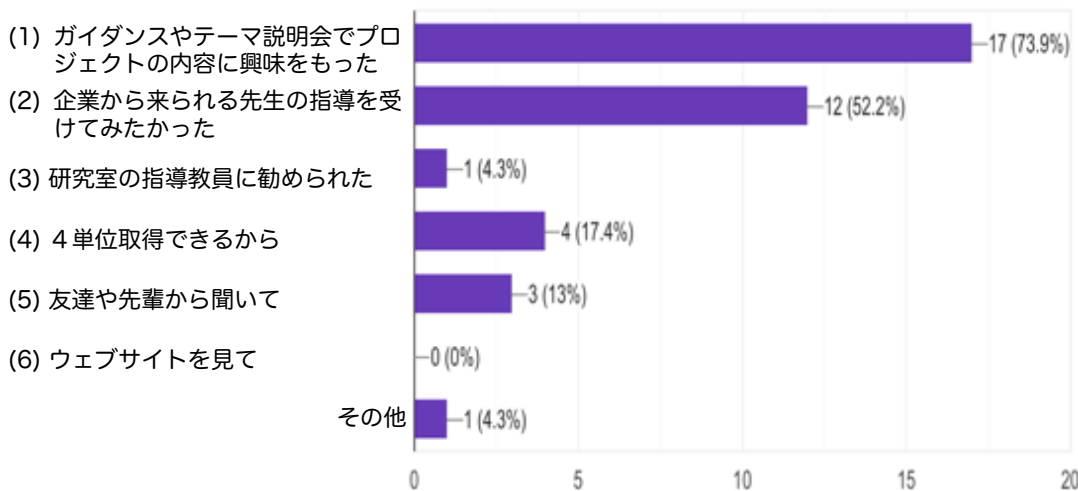
#### 【どちらとも言えないと思う理由】

1. Teamsを使用して行うことによりパワポを共有するなどの点で戸惑うことがあったから。
2. 画面共有のミスがあったため、それがなくなればよりスムーズな議論ができたと思います。
3. どうしても、オンラインでの発表会は、臨場感に欠けると思いました。ただ、今年はしょうがないことだと思います。

5

### 4. この授業を履修した動機について、該当するものを選んでください。（複数選択可）

23件の回答



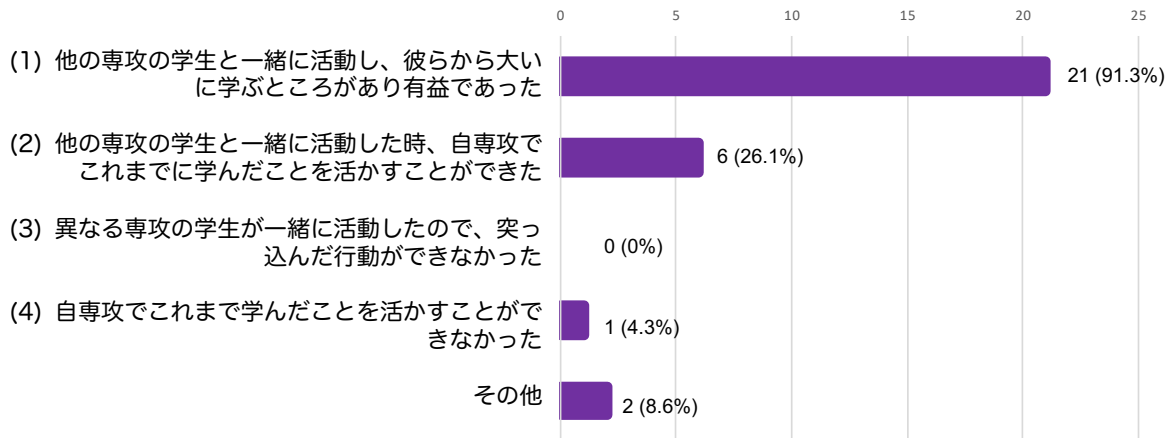
その他...

- ・学内で数少ないワーク型の授業なので体験してみたかった、友達ができると思った。

6

## 5. この授業のチーム編成についてどう感じましたか。(複数選択可)

23件の回答



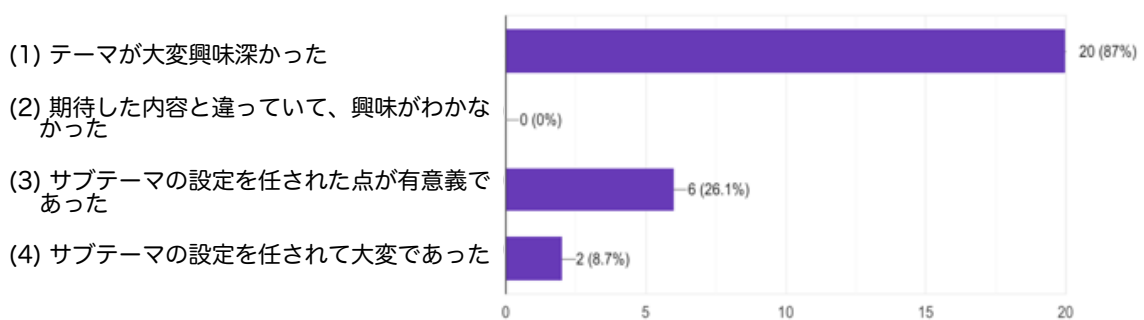
その他...

- たまたま知り合いが何人かいてやりやすかった反面、もっと他専攻の人とも関わりたいと思った。
- 専攻の違いにはあまりメリットらしいものを感じませんでしたが、一人一人考え方や理念が違う人の集まりなので、様々な考え方に触れられて人生勉強になりました。

7

## 6. テーマについてご回答ください。(複数選択可)

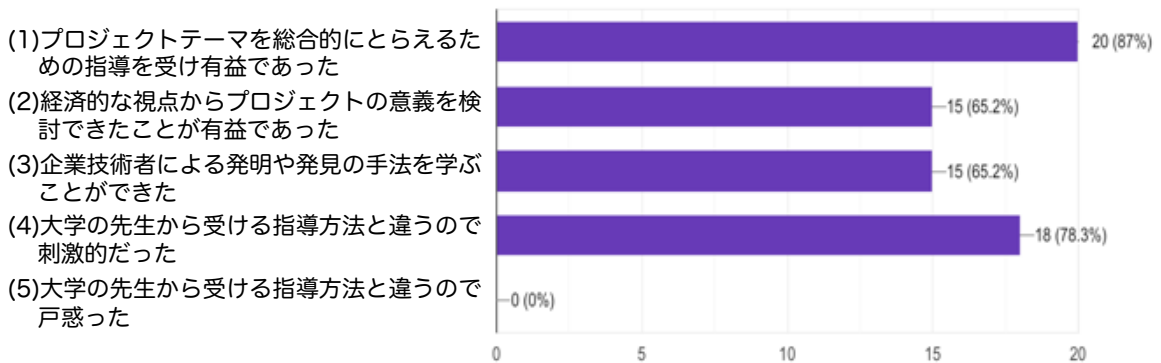
23件の回答



8

7. 企業技術者である先生の指導を受けてどう感じましたか。(複数選択可)

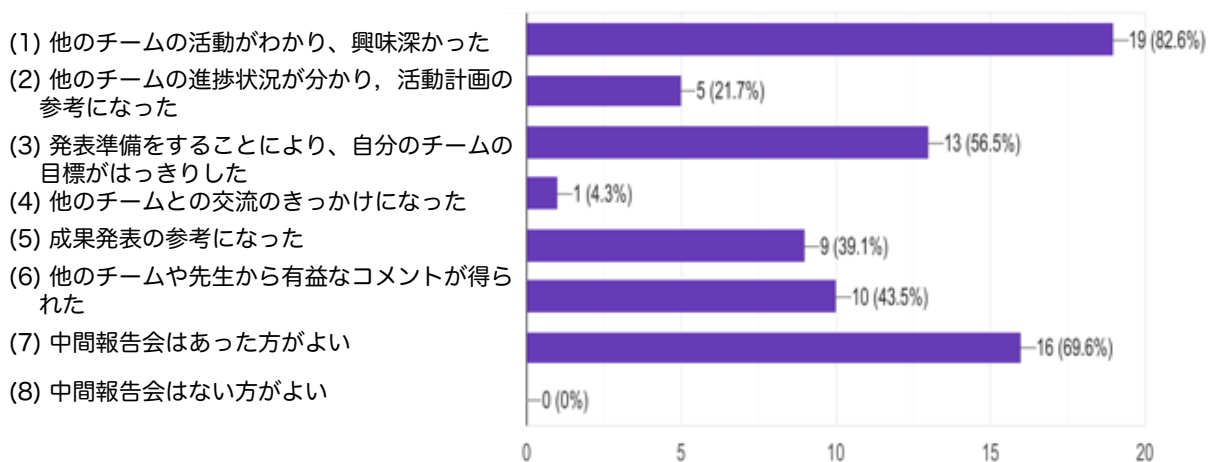
23件の回答



9

8. イノベーション体験プロジェクトの中間報告会についてどう感じましたか。(複数選択可)

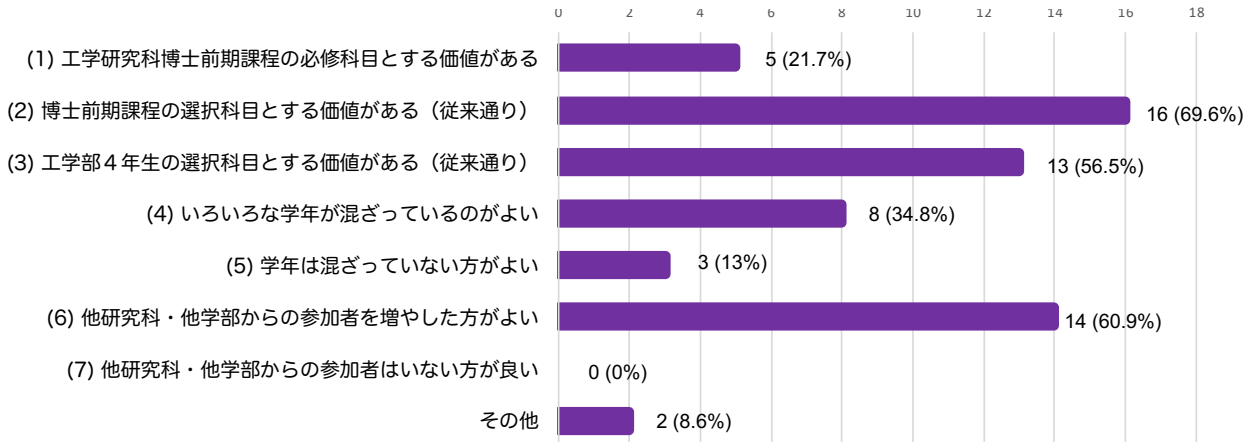
23件の回答



10

9. イノベーション体験プロジェクトの今後の履修をどのようにしたらよいか、参考意見をお聞かせください。（複数選択可）

23件の回答



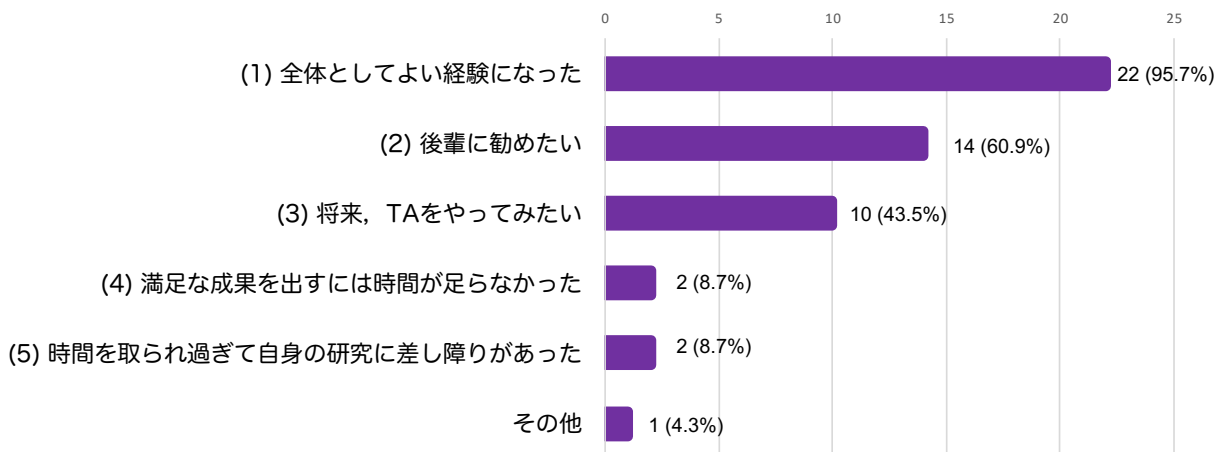
その他 . . .

- 4年生の時、知らなかったのもっと広く宣伝した方がよいと思います。4年生のうちに大学院の単位を修得できるのは嬉しいと思います。
- おそらく現状、情報学研究科から参加する単位的なメリットがほぼ存在しないため、他研究科からの参加を増やすことを考えるときはこの辺りに考慮が必要だと感じた。

11

10. イノベーション体験プロジェクトの総合的な感想を伺います。（複数選択可）

23件の回答



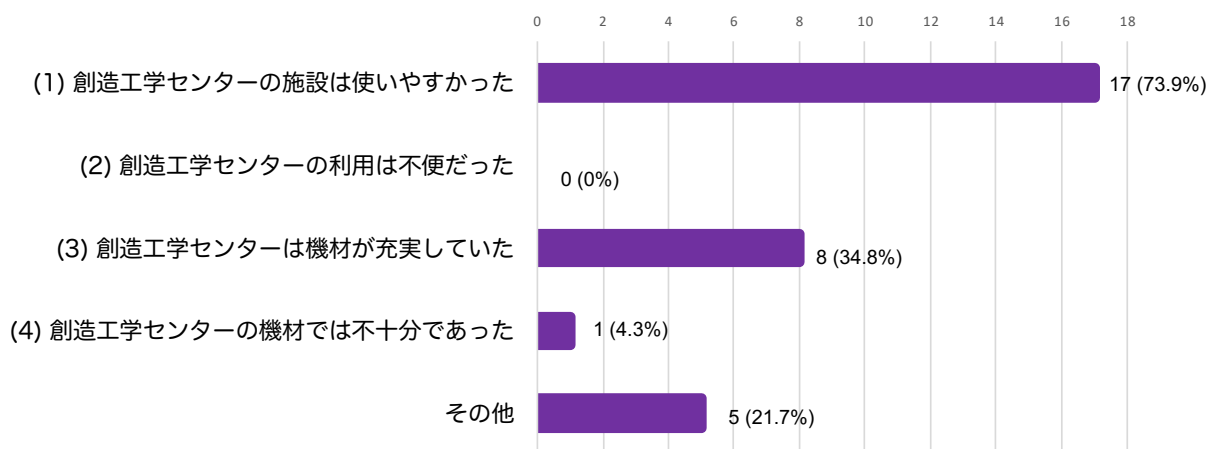
その他 . . .

- 時間は多く取られましたが、楽しかったです。

12

### 11. 創造工学センターの施設利用について、該当するものを選んでください。（複数選択可）

23件の回答



その他 . . .

- 利用しなかったのでわからない。

13

### 12. イノベーション体験プロジェクト受講者募集に当たり、次の方法で事前周知に努めています ・各専攻事務室への周知・大学院入学案内に募集要項同封・新学年ガイダンスでのPRビデオ放映・ 研究インターンシップとの合同ガイダンス

これ以外に、効果的な周知方法等についてご意見があればお聞かせください

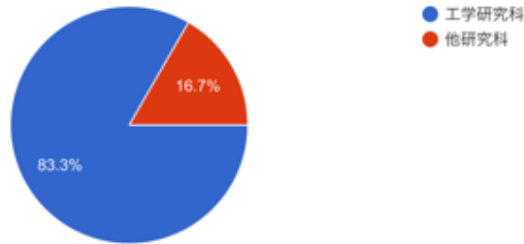
7件の回答

- NUCT上での告知や、メール配信による案内。
- 新年度のガイダンスで募集要項を配布する。
- 昨年参加者の受けてみた感想などがあると、より受講する際にイメージが湧くと思います。最初、どんなことをやるのか、よくわかっていませんでした。
- 私は研究科の掲示板にてこの科目を知ったのですが、コロナの関係で情報を得る機会が減ると考えられるので、NUCTなど学生が頻繁に見るものに、広告として表示することがよいと考えました。
- 十分に周知されていると感じた。
- 研究室の指導教員から間接的に伝える。
- ホームページの情報が少ない印象でした。もう少し充実させるといいかもしれません。

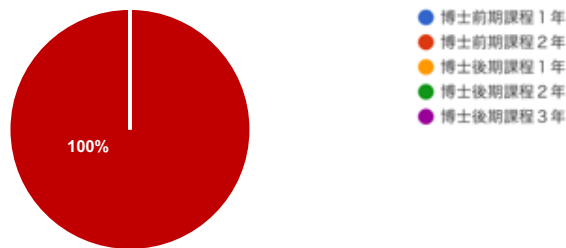
14

# 【T A】

あなたの所属研究科はどこですか、  
6件の回答

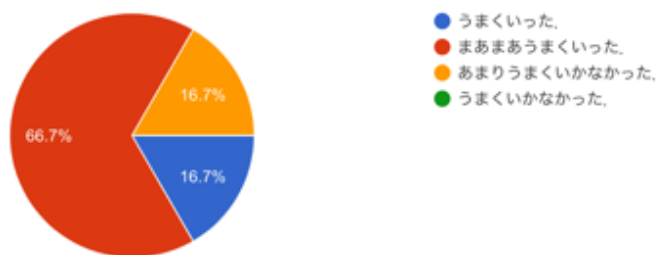


あなたの学年を教えてください、  
6件の回答



15

1. 遠隔授業についてお尋ねします。あなたのチームは遠隔授業でうまく活動できたと思いますか。  
6件の回答



### 【うまくいったと思う理由】

1. 受講生が活発に議論できたから。

### 【まあまあうまくいったと思う理由】

1. 基本的には役割分担して各自わからない部分を相談しながら進めることができましたが、オンラインでの対話だと議論の盛り上がりには欠ける部分があって、もしかしたらもっといいものが出来たんじゃないかなと思う部分があります。
2. 遠隔でも皆興味をもって講義に取り組んでくれていたと思う。対面可能になるのがもう少し早ければ見学箇所なども増えたり、経験の場が増えていたと思うのでそこだけ残念でした。
3. サブテーマを決める際に遠隔授業で行ったが、板書等がなくなかなか意見がまとまらなかった。時間がかかったが最終的には決めることが出来たので良かったと感じる。
4. 発生したのがTeamsの操作の問題のみだったから。

### 【あまりうまくいかなかったと思う理由】

1. プロジェクトのテーマが実験ができないと進めにくいからです。

16



## 2. 遠隔授業の機材や設備として、創造工学センターに必要だと思うものはなんですか。

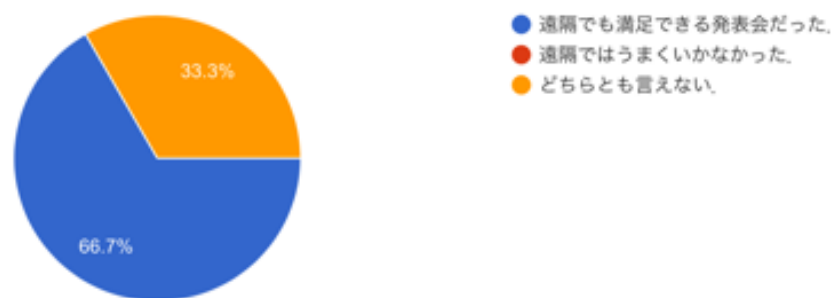
5件の回答

1. タブレットと専用ペン。(手書きの方が伝えやすい情報などがPCとマウスでは伝え難かったため)
2. イヤホン。
3. イラストレーター等の資料作成ソフト。
4. 特になし。
5. 特にありませんでした。

17

## 3. 中間報告会・成果発表会が遠隔方式で行われましたが、どう感じましたか。

6件の回答



### 【満足できたと思う理由】

1. 事前にしっかりオンラインでのリハーサルを行っていたので、十分満足できる発表ができたと思います。デモに関しても、オンラインであることを考慮して工夫して行えました。
2. チームメンバーは同じ場所で発表できたから。
3. スムーズに発表を聞くことができ、またどのチームも去年と遜色ない発表内容で面白かったから。
4. 特に不自由を感じなかったから。

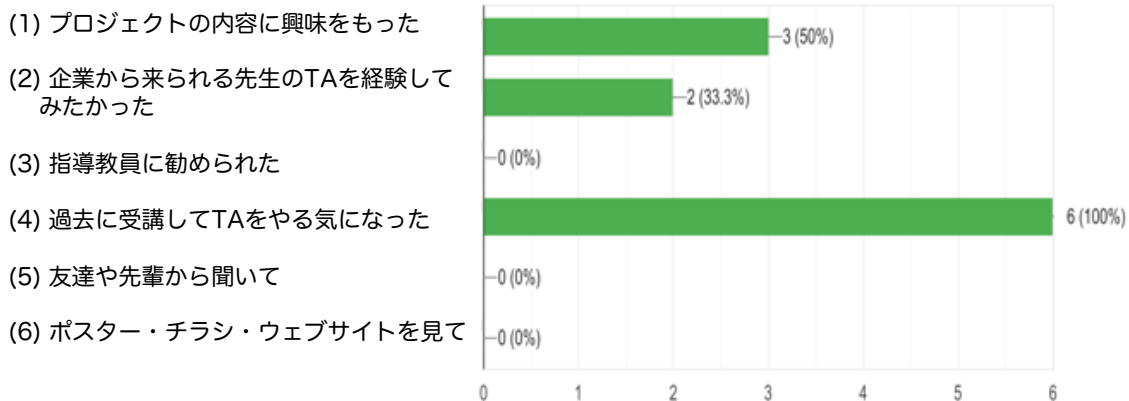
### 【どちらとも言えないと思う理由】

1. 大きな問題はありませんでしたが、teamsの不具合で発表者のPC以外のパソコンではスライドショーが表示されなかったりしたからです。
2. 資料や声は聞き取りやすかったが、デモやプロトタイプを披露する場がなかったのは残念。

18

4. この授業のTAに応募した動機について、該当するものを選んでください。（複数回答可）

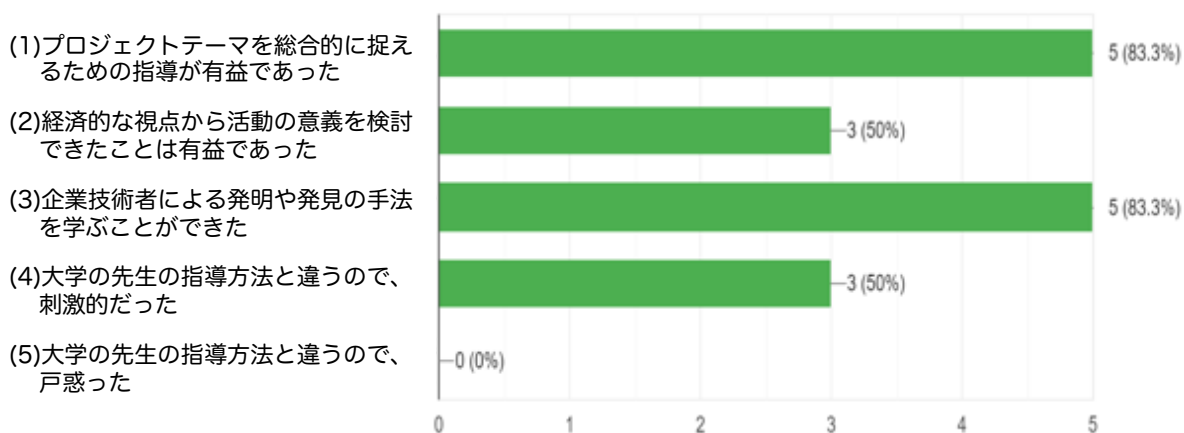
6件の回答



19

5. 企業からの先生のTAをした感想をお聞かせください。（複数回答可）

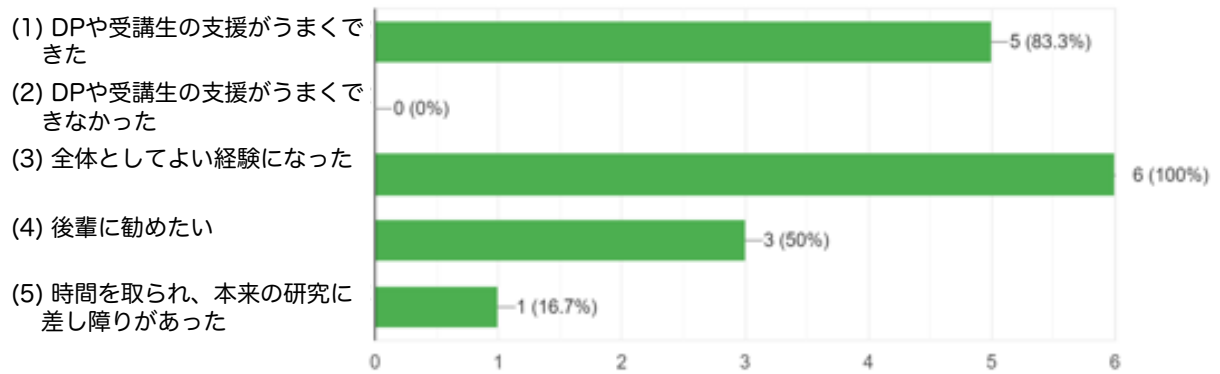
6件の回答



20

6. イノベーション体験プロジェクトのTA業務はいかがでしたか。(複数回答可)

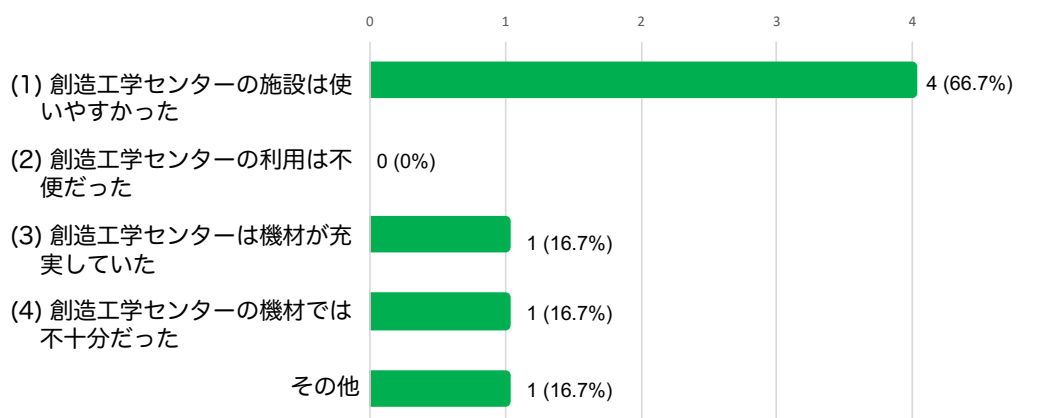
6件の回答



21

7. 創造工学センターの施設利用について、該当するものを選んでください。(複数回答可)

6件の回答



その他...

- ・ 利用しなかった。(全て遠隔だったため)

22

8. イノベーション体験プロジェクトについて、TA業務に関わらず、意見、感想等あれば書いてください。遠隔授業についての意見も歓迎します。

6件の回答

1. 実際の業務に近い視点での活動を経験できるのでとても有意義だったと思います。
2. 博士前期課程のTAにもティーチングスキルとして単位をいただければ嬉しく思います。。
3. 今年から4単位になるということで、受講する生徒も増えてくると思うので、これからより活発な活動になることを期待しています。
4. 今年のようなことがあっても、遠隔授業で進められるテーマがもっとあるといいと思います。
5. 1年を通しての授業だと、負担は大きいですが、より良いものができたと思う、という意見が多かった。
6. 非常に有益で楽しかったです。

23

9. イノベーション体験プロジェクト受講者募集に当たり、次の方法で事前周知に努めています  
・各専攻事務室への周知・大学院入学案内に募集要項同封・新学年ガイダンスでのPRビデオ放映・研究インターンシップとの合同ガイダンス  
これ以外に、効果的な周知方法等についてご意見があればお聞かせください

2件の回答

- ・ インターンシップに近い経験が出来るかと思うので、その点を伝えると良いかなと思います。就活でも話すことができるのでその利点を伝えると希望者が増えるかなと思います。
- ・ 工学部以外も一緒に出来ればさらに面白いと思う。

24

## 資料 2020年度イノベーション体験プロジェクト 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 館石 和雄	土木工学専攻 教授
櫻場 一郎 (新規)	中部電力株式会社	担当教員 長崎 正雄	エネルギー理工学専攻 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
和田 学 (新規)	日本製鉄株式会社	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 (継続)	株式会社デンソー	担当教員 長谷川 泰久	マイクロ・ナノ機械理工学専攻 教授

### 創造工学センター運営委員会

委員長	センター長 井上 剛志	機械システム工学専攻 教授
副委員長	教務委員長・副研究科長 生田 博志	物質科学専攻 教授
委員	大学院教育部会長 鈴木 達也	機械システム工学専攻 教授
	全学技術センター実験実習工場長 社本 英二	航空宇宙工学専攻 教授
	装置開発技術系長 山本 浩治	工学技術部
オブザーバ	イノベーション体験プロジェクト・研究インターンシップ Coordinating Professor 渡邊 激雄	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	塩谷 直美

イノベーション体験プロジェクト 2020 年度実施報告書  
2020 年 12 月 1 日発行

編集：創造工学センター

発行：国立大学法人東海国立大学機構 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>

© 2020 名古屋大学工学研究科創造工学センター