

# 高度総合工学創造実験

平成29年度 実施報告書

平成29年12月1日

国立大学法人名古屋大学大学院工学研究科

創造工学センター

# 平成 29 年度高度総合工学創造実験報告書

## 目 次

平成 29 年度プロジェクトテーマおよび概要	2
平成 29 年度受講生募集要項・申込書	4
平成 29 年度 T A 募集要項・申込書	6
受講生・T A 募集ポスター	8
高度総合工学創造実験 成果発表会ポスター	9
実験成果報告書	
A. 伊藤正也 D P (日本特殊陶業株式会社) グループ	12
B. 伊藤義人 D P (株式会社デンソー) グループ	31
C. 田中尚人 D P (株式会社日建設計シビル) グループ	44
D. 沼田光裕 D P (新日鐵住金株式会社) グループ	57
E. 平尾努 D P (日本電信電話株式会社) グループ	72
F. 渡邊激雄 D P (中部電力株式会社) グループ	85
受講生 T A アンケート結果	
アンケート結果のまとめ	106
T A アンケート結果	107
受講生アンケート結果	111

## 平成 29 年度プロジェクトテーマおよび概要

チーム名	プロジェクトテーマ	Directing Professor
A	水素の普及は地球温暖化防止に寄与するか、普及の課題と目指すものについて検証する	日本特殊陶業（株） 伊藤正也
<p>地球温暖化が進む中、COP21（パリ協定）で、21世紀末の世界平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃未満に抑えることが採択され、2016年11月に行われたCOP22において、具体的な施策について話し合われました。</p> <p>水素は燃焼しても温室効果ガスが発生しない究極の燃料として注目されており、日本では、燃料電池自動車や燃料電池コジェネ（エネファーム）での水素の利用が始まっています。</p> <p>本講義では、水素社会とは何か・水素社会の意義について、グループディスカッションを通じて学びます。燃料電池自動車やエネファームの普及の現状について理解し、水素普及の課題とその目指すものについて講義を通して検証します。</p>		
B	デザイン手法を用いた商品企画・商品設計の実践	(株)デンソー 伊藤 義人
<p>当実験は、工学を学ぶ学生にデザイン手法・デザイン思考を指導することで、アイデアの出し方、モノ創りの発想を広げ、商品を開発する能力を伸展させることを目的としています。商品開発は、デザイナーが行う企画提案プロセス（下記）をベースに進め、最終的には、デザイン・エンジニアリングの両面から検証された新しい商品の提案としてまとめます。</p> <p>【企画提案プロセス】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 課題発見：テーマ設定及びニーズ・ウォンツの探索</li> <li>(2) 商品企画：ユーザ視点の商品案・サービス案の創出と可視化</li> <li>(3) アイデア展開：仮説の創出と検証（スクラップアンドビルド）</li> <li>(4) 提案：要点が魅力的に伝わるプレゼンテーションの創出</li> </ol>		
C	魅力ある都市を、どのように計画デザインするか！	(株)日建設計シビル 田中尚人
<p>日本は人口減少しており、東京の一極集中が顕著になってきており、地方の再生が急務となってきています。一方、世界の先進国では、魅力ある都市を目指し、都市間競争が激しくなっています。また、新興国においては都市における急激な人口増加、交通渋滞、上下水道を含むインフラ不足、環境汚染などの解決すべき課題が多く指摘されています。</p> <p>今回の実験では、環境やインフラを含めて「魅力ある・競争力のある都市」とはどういうものか？どのように計画・デザインすればよいかを考察します。具体的には、都市データ、都市ランキングなどを調査分析し、魅力ある都市、競争力のある都市を計画提案し、コンピューターを活用した三次元で、都市をデザインすることを検討します。</p>		

チーム名	プロジェクトテーマ	Directing Professor
D	地球環境問題を考えながら鉄鋼副生成物でミドリムシを育てる	新日鐵住金（株） 沼田光裕
<p>現代文明の基盤である鉄鋼材料を創り出す鉄鋼業は、鉱物資源や地球環境問題に関わりの深い産業である。その副生成物である鋼滓（スラグ）は、Fe、Ca、Si といった元素以外に、資源枯渇が懸念される P(りん) も含まれる。スラグが水と共存した場合、植物の育成に必要な <math>Fe^{2+}</math> やりん酸イオンを供給するので、その高度な利用が注目されている。本テーマでは、鉄鋼業と鉱物資源や地球環境問題との関わりを学び、その副生成物であるスラグの新たな資源化方法として、身近な微細藻類であるミドリムシ育成への応用を取り上げる。微細藻類は、地球のエネルギー・物質収支に大きな役割を果たしていることが知られている。「スラグでミドリムシを育てる」方法について、自由な議論を行い、自らの発想に基づいた実験を試みる。この課題を議論し考える過程で、現代文明が直面している地球環境問題について多角的な視点を涵養したい。</p>		
E	テキストデータを活用したアプリケーション開発	NTT コミュニケーション 科学基礎研究所 平尾 努
<p>近年の SNS の発展により、我々のまわりにはテキストデータが溢れており、様々な情報が日々行き交っています。こうした大量のテキストデータから人々の意思決定に必要とされる情報をのみを抽出し、人々の生活に役立てることは重要な研究課題です。本プロジェクトでは、自然言語処理技術、統計解析技術、テキストデータの収集、前処理技術などを実習により学び、テキストデータ解析技術の基礎を身につけ、最終的には、実社会で役立つアプリケーションを開発することを目標とします。なお、アプリケーション開発を目標とするため、受講者にはプログラミング経験があることを望みます。</p>		
F	エネルギー供給、省エネルギー、そして、次世代エネルギーシステム	中部電力（株） 渡邊 激雄
<p>GOP21 で採択されたパリ協定にも対応すべく、再生可能エネルギーの大量導入や原子力発電所の再稼働が進む中、電力システム改革として、2016 年に電力小売・発電の全面自由化が行われ、2020 年には送配電部門の法的分離が行われる。また、ガスシステム改革として、2017 年にガス小売りの全面自由化が行われ、2022 年にはガス導管事業の法的分離が行われ、従来の電力会社やガス会社は電力とガスの両方を積極的に販売することとなった。</p> <p>本プロジェクトでは、まず、エネルギー供給とエネルギー利用の両面から、次世代エネルギーシステムの在り方について検討する。そのために、発電所や中央給電指令所、工場、研究所などを見学し、現地でも専門家の解説を受けるとともに意見交換を行う。次に、電力とガスの「いいとこ取り」ができるなど、省エネ性・環境性・利便性の高い熱利用システムを検討し、性能実験を行う。最後に、次世代エネルギーシステムに関する提言を行うため、学会発表を行う。</p>		



## 平成29年度 高度総合工学創造実験 [受講生] 募集要項

平成29年度名古屋大学工学研究科総合工学科目の「高度総合工学創造実験」が別紙のように開講されますので、受講生を募集いたします。

### (1) 高度総合工学創造実験とは

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

### (2) 募集対象

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

### (3) 実施期間・時間・場所

- 開講期間：平成29年4月19日（水）～7月12日（水）（第1期のみ開講）
- 成果発表会：8月2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グループで調整
- 実施場所：創造工学センター（IB電子情報館北棟10階）またはDPの指定する場所

### (4) 実験テーマ：受講申込書（次頁）を参照のこと。

### (5) 募集定員：各テーマ 6名

### (6) 単位について

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

### (7) 申込み、問合わせ先

名古屋大学工学研究科教務課入学試験係（内線 3978）

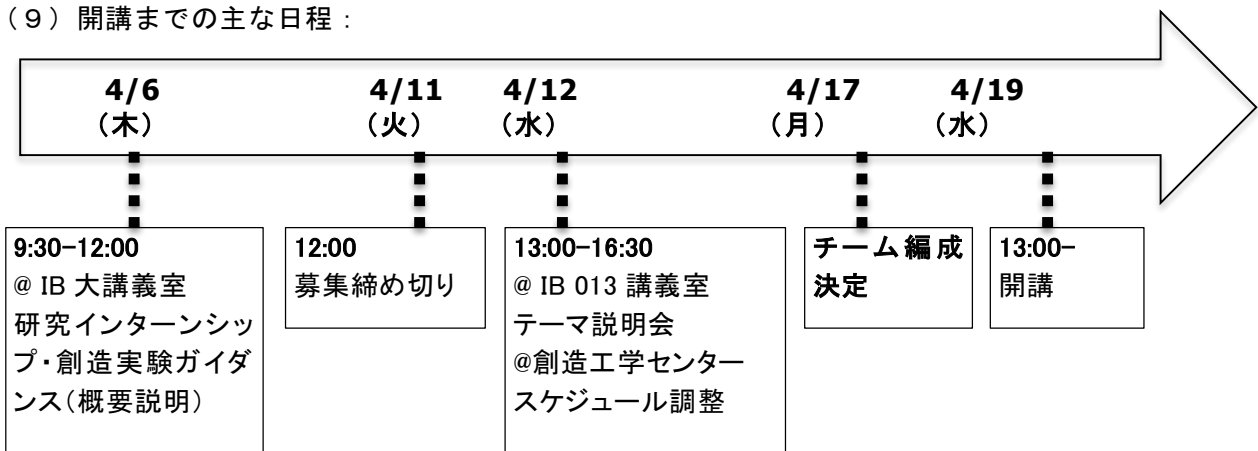
または創造工学センター（内線 5378、4553）

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。

<http://www.cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp/jikken/jikken.html>

### (8) 募集締め切り：平成29年4月11日（火）12:00 必着

### (9) 開講までの主な日程：



### (10) その他

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

## 平成 29 年度高度総合工学創造実験の受講申込書

教務委員会委員長殿

平成 29 年度高度総合工学創造実験の受講を希望します。

氏 名 ふりがな	学年 学生番号	(研究科)・専攻/学科 分野/コース, 研究室	内線番号 (自宅または携帯) 電子メール・アドレス
		( )	( )
国籍 ( )			

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

希望するテーマの希望順位を少なくとも 3 位まで記入してください。

希望順位	記号	プロジェクト・テーマ	DP
	A	水素の普及は地球温暖化防止に寄与するか --普及の課題と目指すものについて検証する	日本特殊陶業(株) 伊藤正也
	B	デザイン手法を用いた商品企画・商品設計の実践	(株) デンソー 伊藤義人
	C	魅力ある都市をどのように計画デザインするか!	(株)日建設計シビル 田中尚人
	D	地球環境問題を考えながら鉄鋼副生成物で ミドリムシを育てる	新日鐵住金(株) 沼田光裕
	E	テキストデータを活用したアプリケーション開発	NTTコミュニケーション 科学基礎研究所 平尾 努
	F	エネルギー供給、省エネルギー、 そして、次世代エネルギーシステム	中部電力(株) 渡邊激雄

希望の動機・抱負などを記入してください。


※ 特定のテーマの希望者が 6 名を超えた場合や同一専攻の学生のみとなった場合はチーム編成を調整することがあります。

※ テーマ説明会にて再度希望調査を行い、調整します。

# 平成 29 年度 高度総合工学創造実験 [T A] 募集要項

平成 29 年度工学研究科総合工学科目の「高度総合工学創造実験」が別紙のように開講されますので、ティーチングアシスタント (Teaching Assistant: TA) を募集いたします。

## (1) 高度総合工学創造実験とは

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

## (2) TA の役割

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

## (3) メリット

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

## (4) 募集対象

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

## (5) 実施期間・時間・場所

- 開講期間：平成 29 年 4 月 19 日 (水) ~ 7 月 12 日 (水) (第 1 期のみ開講)
- 成果発表会：8 月 2 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テーマで調整
- 実施場所：創造工学センター (IB 電子情報館北棟 10 階) または DP の指定する場所

## (6) 実験テーマ：次ページを参照のこと。

## (7) 申込み、問合わせ先

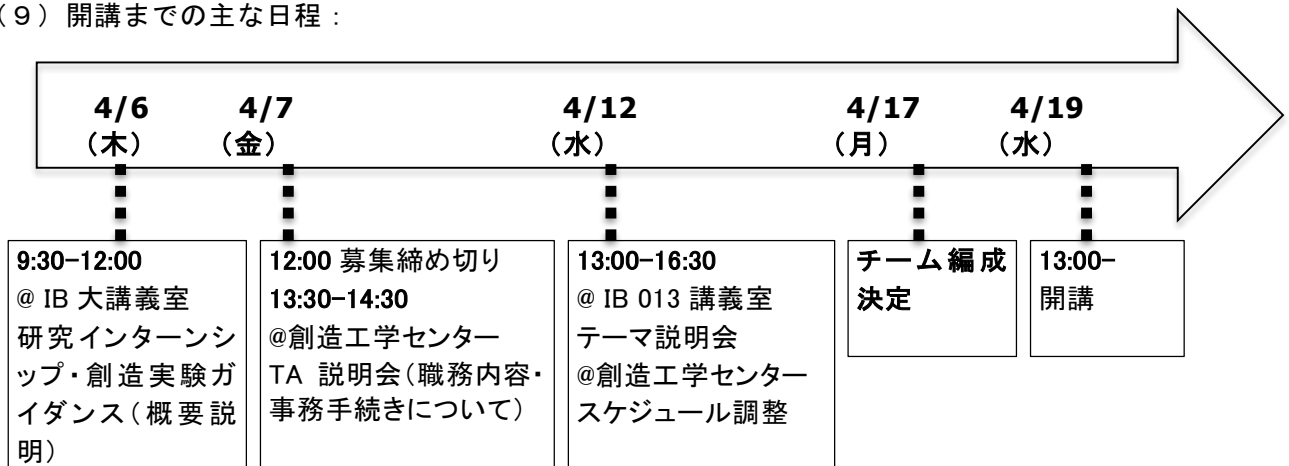
工学研究科教務課入学試験係 (内線 3978) または創造工学センター (内線 5378、4553)

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。

<http://www.cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp/jikken/jikken.html>

## (8) 募集締め切り：平成 29 年 4 月 7 日 (金) 12:00 必着

## (9) 開講までの主な日程：



## (10) その他

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

プロジェクト・テーマ、DP および TA への希望

記号	プロジェクト・テーマ	DP	TA への希望
A	水素の普及は地球温暖化防止に寄与するか—普及の課題と目指すものについて検証する	日本特殊陶業(株) 伊藤正也	後期課程学生、とりまとめ能力のある人
B	デザイン手法を用いた商品企画・商品設計の実践	(株) デンソー 伊藤義人	明るく、フットワーク軽く行動する人。図面読書き/3DCad 扱えたらより良い
C	魅力ある都市を、どのように計画デザインするか！	(株)日建設計シビル 田中尚人	講義準備・学生との連絡・講義への参加協力
D	地球環境問題を考えながら鉄鋼副生成物でミドリムシを育てる	新日鐵住金(株) 沼田光裕	後期課程、できれば本創造実験の単位を取得した人。単位を取得された修士学生でも可(後期課程優先)学生諸君の取りまとめ、助言、実験に必要な資材購入・手配など
E	テキストデータを活用したアプリケーション開発	N T T コミュニケーション科学基礎研究所 平尾 努	プログラミング経験者。unix 系のシステム(linux, mac osx)についてある程度の知識がある人
F	エネルギー供給、省エネルギー、そして、次世代エネルギーシステム	中部電力(株) 渡邊激雄	中間報告会と発表会に確実に出席できる方

----- 切り取り線 -----

平成 29 年度高度総合工学創造実験 TA 申込書

教務委員会委員長殿

平成 29 年度高度総合工学創造実験 TA を希望します。

氏名	学年	(研究科) 専攻	内線番号(自宅または携帯)
ふりがな	学生番号	分野, 研究室	電子メール・アドレス
		( )	( )
国籍 ( )			
	記号	希望テーマ	DP
第 1 希望			
第 2 希望			

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





# 大学院総合工学科目 高度総合工学創造実験 受講生・TA 募集

## 平成29年度のプロジェクト・テーマ

- A: 水素の普及は地球温暖化防止に寄与するか--普及の課題と目指すものについて検証する (日本特殊陶業 伊藤正也)
- B: デザイン手法を用いた商品企画・商品設計の実践 (デンソー 伊藤義人)
- C: 魅力ある都市を、どのように計画デザインするか! (日建設計シビル 田中尚人)
- D: 地球環境問題を考えながら鉄鋼副生成物でミドリムシを育てる (新日鐵住金 沼田光裕)
- E: テキストデータを活用したアプリケーション開発 (NTT 平尾努)
- F: エネルギー供給、省エネルギー、そして、次世代エネルギーシステム (中電 渡邊激雄)

### 企業の研究開発の楽しさと凄さを実感!

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

普段、研究室でしか議論していないので、優秀な企業技術者であるDPの現場の話に刺激を受けた。

最先端かつ実用的な手法を学べる。

### 受講生・TA 体験者の声から

授業や研究室での交流では得られない視点で進む。刺激と新鮮さに満ちた有意義な体験!

I would like to participate again!!

普段の学術的な活動と違い、企業の研究方法で実用的・経済的観点から学習できてよかった。

異分野の学生同士がチームを組み、自分の専門と違うテーマでプロフェッショナルから指導を受ける。大変だがやりがいがある。

グループディスカッションでアイデアがどんどん洗練されるのを実感。

ビジネスモデルキャンバス、ブレインストーミング、どれも絶対いいです。

現場での作業が多く飽きない。

知識を蓄えることに重点を置いた日常と違い、積極的創造的であることが求められる。発言能力・プレゼン能力も磨かれた。

- 開講期間：  
平成29年4月19日～7月12日  
原則として水曜午後 全60時間  
---テーマ説明とチーム編成  
平成29年4月12日(水)  
13:00～16:30 IB大講義室  
TA・受講希望者は必ず出席のこと
- 成果発表会：8月2日(水)
- 募集定員：各テーマ6名

### 【受講生】

- 対象：名古屋大学大学院工学研究科及び単位互換制度のある大学の大学院博士課程前期課程学生、名古屋大学工学部4年生
- 単位：総合工学科目「高度総合工学創造実験」3単位 (学部生は教務課にて確認のこと)

- 募集締切：  
平成29年4月11日(火)  
12:00 必着

### 【TA】

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

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

- 募集締切：  
平成29年4月7日(金)  
12:00 必着

- TA説明会：  
平成29年4月7日(金) 13:30～  
(創造工学センター)

### <お申込み・お問合せ>

名古屋大学工学研究科・教務課 (052-789-3978) または  
創造工学センター (IB館10F 052-789-4553, 5378)

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

\*申込用紙は各専攻事務室または創造工学センターのウェブサイトから →  
<http://www.cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp/index.html>



# 高度総合工学創造実験 発表会

日時： 平成 29 年 8 月 2 日 (水) 13:00~17:00 <公開>

会場： ES 会議室・エントランス (ES 総合館 1 階)

13:00 挨拶 工学研究科 生田博志 大学院教育部会長

司会 CP: 田中 雅

13:10 F: エネルギー供給, 省エネルギー, そして, 次世代エネルギーシステム

サブテーマ 「低 GWP 冷媒を用いたヒートポンプにおけるエネルギーのハイブリッド化」

DP: 渡邊澁雄 (中部電力 (株)) TA: 箕浦誠人 (エネルギー理工学, M2)

受講生: 式田寛 (マイクロ・ナノシステム工学, M2), 永井僚 (電子工学, M1),  
加藤里紗 (土木工学, M1), 富田柊人 (機械システム工学, M1)

13:35 E: テキストデータを活用したアプリケーション開発

サブテーマ 「キャラ弁と暮らす ~キャラ弁づくり支援システム~」

DP: 平尾努 (NTT (株)) TA: 松山諒平 (情報・通信工学, M2)

受講生: 伊藤智晃 (電子工学, M1), 河合駿兵 (物質プロセス工学, M1),  
土居裕典 (情報通信工学, M1), 犬飼耕平 (応用物理学, M1)

14:00 D: 地球環境問題を考えながら鉄鋼副生成物でミドリムシを育てる

サブテーマ 「増殖速度増加に向けた Euglena 培養条件の検討」

DP: 沼田光裕 (新日鐵住金 (株)) TA: Mardiansyah Mardis (化学・生物工学, D2)

受講生: 山本直将 (物質プロセス工学, M1), 鈴木雄也 (物質プロセス工学, M1),  
吉井琢也 (機械システム工学, M1), 田中宏和 (応用物質化学, M1)

14:25 ~ 休憩 ~

14:35 C: 魅力ある都市を、どのように計画デザインするか!

サブテーマ 「全てをつなぐ!! リンク・シティ 常滑」

DP: 田中尚人 ((株) 日建設計士ビル) TA: 赤星怜 (土木工学専攻, D1)

受講生: 根橋宙加 (土木工学, M1), 谷口淳也 (土木工学, M1),  
中川晃太 (土木工学, M1), 田中真人 (物質プロセス工学, M1),  
長谷川輝 (機械航空工学科, B4)

15:00 B: デザイン手法を用いた商品企画・商品設計の実践

サブテーマ 「デザイン視点を踏まえた, 実践的な商品設計を体験する」

DP: 伊藤義人 ((株) デンソー) TA: 山田貴之 (マテリアル理工学, M2)

受講生: 橋本靖司 (電子工学, M1), 戸ヶ里健晟 (物質プロセス工学, M1),  
二村湧斗 (電子工学, M1), 大沼史都 (土木工学, M1),  
桂彰利 (都市環境学, M1)

15:25 A: 水素の普及は地球温暖化防止に寄与するか、普及の課題と目指すものについて検証する

サブテーマ 「水素の MIRAI」

DP: 伊藤正也 (日本特殊陶業 (株)) TA: 田中悠貴 (機械システム工学, M1)

受講生: 徐 月 (電子工学, M1), 菊澤拓次郎 (物質プロセス工学, M1),  
有村基 (化学システム工学, M1), 土井玄太 (材料デザイン工学, M1)

15:50 ~ 休憩 ~

16:00 ポスター展示及び討論

17:00 閉会



# 実験成果報告書

## A. 伊藤正也DP（日本特殊陶業株式会社）グループ

水素の普及は地球温暖化防止に寄与するか...普及の課題と目指すものについて検証する

---サブテーマ：水素のMIRAI

DP報告書	_____	12
TA報告書	_____	17

## B. 伊藤義人DP（株式会社デンソー）グループ

デザイン手法を用いた商品企画・商品設計の実践

---サブテーマ：ユーザーをスマートに見せる傘の開発

DP報告書	_____	31
TA報告書	_____	34

## C. 田中尚人DP（株式会社日建設計シビル）グループ

魅力ある都市を、どのように計画デザインするか！

---サブテーマ：全てをつなぐ！！リンク・シティ常滑

DP報告書	_____	44
TA報告書	_____	48

## D. 沼田光裕DP（新日鐵住金株式会社）グループ

地球環境問題を考えながら鉄鋼副生成物でミドリムシを育てる

---サブテーマ：増殖速度増加に向けた Euglena 培養条件の検討

DP報告書	_____	57
TA報告書	_____	62

## E. 平尾努DP（日本電信電話株式会社）グループ

テキストデータを活用したアプリケーション開発

---サブテーマ：キャラ弁作り支援システム

DP報告書	_____	72
TA報告書	_____	76

## F. 渡邊激雄DP（中部電力株式会社）グループ

エネルギー供給、省エネルギー、そして、次世代エネルギーシステム

---サブテーマ：低GWP冷媒を用いたヒートポンプにおけるエネルギーのハイブリッド化

DP報告書	_____	85
TA報告書	_____	92

**「水素の普及は地球温暖化防止に寄与するか  
普及の課題と目指すものについて検証する」 報告書  
～ 水素のM I R A I ～**

**I. DP報告書**

◆テーマの主旨

地球温暖化が進む中、COP 21（パリ協定）で、21世紀末の世界平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃未満に抑えることが採択され、2016年11月に行われたCOP 22において、具体的な施策について話し合われました。

水素は燃焼しても温室効果ガスが発生しない究極の燃料として注目されており、日本では、燃料電池自動車や燃料電池コジェネ（エネファームなど）での水素の利用が始まっています。

本講義では、水素社会とは何か・水素社会の意義について、グループディスカッションを通じて学びます。燃料電池自動車やエネファームの普及の現状について理解し、水素普及の課題とその目指すものについて講義を通して検証します。

◆課題

- ①「水素社会」について理解を深めるために以下参考資料を読むこと。
  - ・水素エネルギー白書 2014：NEDO
- ②「水素」の普及が地球温暖化防止に寄与するのか議論すること。
- ③「水素」の普及の課題は何であるのかを議論し理解すること。

1. メンバー

DP： 伊藤正也（日本特殊陶業株式会社）

TA： 田中悠貴（機械システム工学専攻・M1）

受講生： 徐月（電子工学専攻・M1）

有村基（化学システム工学専攻・M1）

菊澤拓次郎（物質プロセス工学専攻・M1）

土井玄太（材料デザイン工学専攻・M1）

2. 実験実施期間

実験：平成29年4月19日～ 7月19日（全13回）

発表：平成29年8月2日

3. サブテーマ

**水素のM I R A I**

#### 4. 実験プロセス

以下に示す実験プロセスで進めた。

##### 1) 「水素社会」と「地球温暖化の現状」についての理解

(1) 水素エネルギー白書 2014 (国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (以降 NEDO) 発行) を精読し、レポートを作成。

(2) 全員がレポートを発表

各自が考えた水素社会とは何か、その目的は何かなどについて議論を行った。結果として、地球温暖化・資源枯渇・日本の技術立国の継続など多面的な観点で、水素社会の重要性についてメンバーの理解が深まった。

(3) 「地球温暖化」の現状について客観的に理解する

水素エネルギー白書は、経済産業省が所管する特殊法人である NEDO が発行したもので産業寄りであるため、「地球温暖化」について客観的に理解することを目的に、以下2つの参考資料にも目を通してもらった。

- ・環境省発行 “STOP THE 温暖化 2015”
- ・気象庁発行 “気候変動監視レポート 2015”

(4) 地球温暖化防止への具体的な施策に関するヒアリング

参考資料の読み込みやネット情報の収集だけでなく、地球温暖化防止関連に携わっている方 (研究開発者や営業担当者) に生の声を聴く機会を設けた。

「環境展 2017」を全員で見学し、生の声を聴いた。環境展では、太陽光発電や風力発電、バイオマスなどの再生可能エネルギーが多くの会社で取り上げられ、再生可能エネルギーが普及していくことが理解できた。一方、水素をビジネスとして利用している会社は少なく、水素社会が目の前に来ている実感は無かった。

再生可能エネルギーの余剰電力の貯蔵・再利用という形が、「水素社会」の姿であり、「水素社会」を受け入れるインフラや風土の構築が重要であることを理解した。

##### 2) サブテーマの決定

地球温暖化防止に対して、水素の利用は欠かせないことを学んだ。水素の利用において燃料電池自動車 (以後 FCV) の普及が「水素社会」構築のためのキーテクノロジー (キーアイテム) であることをグループ討議で確認し、サブテーマを「水素の M I R A I」と決定した。

水素社会構築において、水素エネルギーのメリットはどこにあるのかを確認することや、FCV のメリット検証などが重要と考え、以下3件を課題に決定した。

- ①水素発電の M I R A I
- ② FCV の M I R A I
- ③水素の M I R A I

### 3) サブテーマ：水素のMIRAIについて考える

(1) サブテーマの課題として以下3件を掲げ調査検討を行った。

①水素発電のMIRAI、②FCVのMIRAI、③水素のMIRAI

#### ①水素発電のMIRAI

地球温暖化防止の達成には水素の利用をはじめ、エネルギー源の多様化が伴うが、以下の理由で水素のメリットが多くあり、将来のエネルギー源として有望であることを確認した。

- ・発電時に二酸化炭素を排出しないこと。
- ・エネルギーの長期間の貯蔵が可能であること。
- ・水素の単位重量当たりの発熱量が多いこと。
- ・燃料電池を利用した水素発電は、発電時に二酸化炭素を排出しないうえに、エネルギー総合効率として80%以上（発電+熱利用）を達成できる。

#### ②FCVのMIRAI

FCVと各種エコカーの比較検証において、水素ステーションの不足という課題が考えられたが、国内における2030年の水素ステーションが1000ステーション近くになる目標であることが判明し、現在の10倍となることや、2050年頃までには、国内水素ステーションの建設コストも現在（4億円）の半分程度に下げる目標もあり、将来のFCV普及が予想された。

ガソリン車（ハイブリッド車）と比較した燃料費では、FCVの方が安く乗れる予想となりFCV普及を後押しするものである。

#### ③水素のMIRAI

水素社会構築のためには多くの課題があることが、NEDOレポートやネット情報で得られたが、本講義では、その課題解決策を追求するのではなく、水素社会が到来した時の、水素の具体的な利用方法やビジネス提案について、議論することとした。

2050年を想定して、「海」「街」「山」「道路」といった様々なシーンにおける水素活用案をワイガヤ会により抽出し、「水素のMIRAI」としてまとめた。

(2) 水素普及期（2050年）におけるビジネス提案

多くの水素活用案では、燃料電池（以降FC）を利用した機器やシステムの提案がなされた。興味あるものは、FC屋外発電機、FCチェンソー、FCドローン、旅館と水素ステーション併設、FCトラック、FCキャンピングカーなどである。

水素活用案の中から二つのテーマ（FCキャンピングカー、水素村）を抽出し、ビジネス利用におけるメリットについて議論。

#### ①FCキャンピングカー

FCVやFCバスの公開仕様から、FCキャンピングカーの仕様を以下提案。

水素タンク：2440 (@7MPa)

供給電力量：94kWhr (@100V)

重量：3.5 トン

搭載電化製品：エアコン・IH 調理器・冷蔵庫・電子レンジ・お風呂など

消費電力量：11.4kWhr/日 (家族4人想定)

走行可能距離：500 km以上

キャンピング用途：家族4人が3日間暮らし、更に300km走行可能。

FC キャンピングカーは、二酸化炭素排出ゼロ、発電時に騒音や燃焼ガス臭ゼロであり、2050年のキャンピングカーのひとつの姿になると考えられる。

また、地震や豪雨などの災害時には、家族4人が3日間日常生活できる電力を供給するとともに300kmを走行できるので、災害時の支援活動にも利用できる。

## ②水素村

再生可能エネルギーの余剰電力を水素で蓄えた水素村についての提案。

水素を利用した温泉の運営、水素ステーションの経営などを行うとともに災害時に安定した電力供給が可能な水素村を考えた。

水素が普及した村(町・都市)には、水素貯蔵タンクがあることや燃料電池で発電できるために、バッテリーより、長時間にわたり電力を供給できる。

また、災害時に近隣の市町村に電力や水素を供給しライフライン確保の支援が可能である。例えば、FCバス1台(6000Lのタンクで7MPaの水素)により、体育館3日分の電力をまかなえる。

## 4) まとめ

地球温暖化の現状把握を行い、地球温暖化ガスの排出を現状のまま放置すると、2100年に地球の平均気温が4℃以上上昇する可能性があることが理解できた。

地球温暖化防止には、水素の利用が不可欠であり、多くの施策が日本をはじめ世界で実行中であることを確認した。

2050年には、余剰再生可能エネルギーを水素として利用する姿が予想され、一部ではあるが水素社会の到来が見込まれる。また、自動車の燃料費では、ガソリン車(HV)よりFCVの方が安くなる予想ができ、FCV普及が現実的なものであることを実感できた。

本講義では、「水素」普及の課題を検証するというテーマでスタートしたが、地球温暖化防止には水素社会到来は不可欠であることから、水素社会到来を前提とした水素の利用についてまとめた。水素の具体的な利用方法について多くの案が出た中から、FCキャンピングカーや水素村について構想をまとめた。

水素利用では、ユーザー目線に立った「数字」を議論した。例えば、自動車の燃料費やキャンピングカーの電力量である。

燃料費はユーザーの「コスト」目線で考えると、FCVの普及は現実的なものになってい



くことが予想された。また、水素エネルギー貯蔵では、キャンピングカーや FC バスにおける具体的メリットを数字で示した。

技術者がビジネスを考える場合、「便利」「環境にやさしい」だけでなく、ユーザー目線に立った「コストパフォーマンス」が重要であることを学んだ。

今回受講していただいた学生には、環境・エネルギー関係において世界をリードする技術者になってほしい。

#### 参考文献

- [1] NEDO, “水素エネルギー白書”, 2014.  
[http://www.nedo.go.jp/library/suiso ne hakusyo.html](http://www.nedo.go.jp/library/suiso%20ne%20hakusyo.html).
- [2]環境省, “STOP THE 温暖化 2015” ,  
[http://www.env.go.jp/earth/ondanka/stop2015/stop2015\\_full.pdf](http://www.env.go.jp/earth/ondanka/stop2015/stop2015_full.pdf).
- [3]気象庁, “気候変動監視レポート 2015” ,  
[http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/monitor/2015/pdf/ccmr2015\\_all.pdf](http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/monitor/2015/pdf/ccmr2015_all.pdf)

## II. 成果報告書 (TA 報告書)

# 「水素」の普及は地球温暖化防止に寄与するか 普及の課題と目指すものについて検証する

## サブテーマ: 水素のMIRAI

170802

高度総合工学創造実験 成果発表 グループA

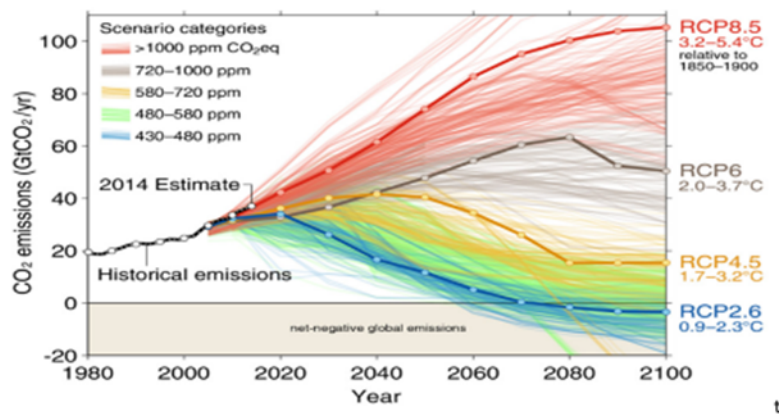
DP 伊藤 正也

TA 田中 悠貴

メンバー 徐月 有村 基 菊澤 拓次郎 土井 玄太

1

## 地球温暖化の現状

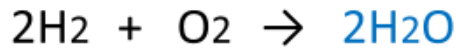
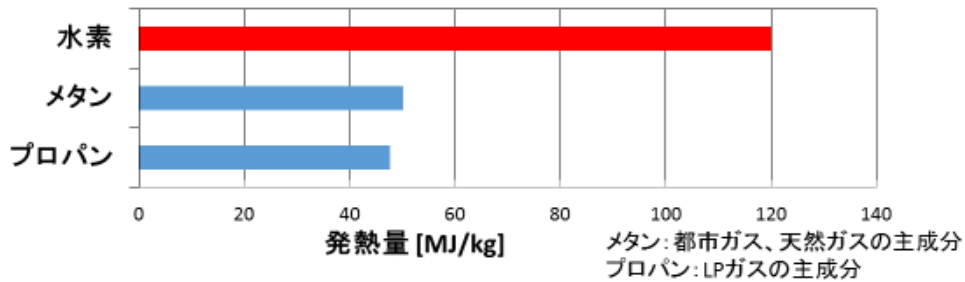


CO<sub>2</sub>の削減が求められる

2

現在の CO<sub>2</sub> 排出量を放置すると、2100 年には平均気温が 4°C 以上上昇すると予想される。

## 水素の性質



- ✓ CO<sub>2</sub>を排出しない
- ✓ 重量当たりの発熱量大



3

水素は将来のエネルギー源として有望である。

## 水素の特徴について

エネルギー資源の供給 多様化	エネルギー の貯蔵	環境性
<p>複数の製造方法があり、 様々な原料から<b>製造可能</b></p>	<p>再生可能エネルギーの<b>余剰電力</b>を利用して水素製造する</p>	<p>火力発電や燃料電池による 発電で<b>CO<sub>2</sub>排出量を削減可能</b></p>

4

# 水素の特徴について



5

特に余剰再生可能エネルギー（自然エネルギー）からの水素製造を予想した。

# FCVとは



出典TOYOTA自動車ホームページ



出典TOYOTA自動車ホームページ

水素と酸素の化学反応から電気を発生



排出物は水だけ

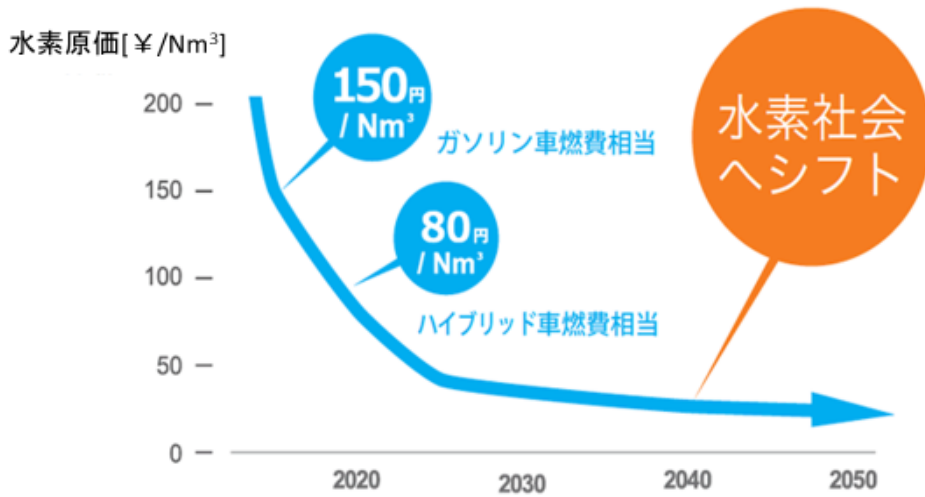


✓水素の特徴を生かしたクリーンな車

6

FCV は航続走行距離 650km の能力を持つ。

## 水素価格予想



7

## 2050年の燃料代

FCV	ガソリン車
MIRAIの燃費 (1 Nm <sup>3</sup> 当たり) 650 km ÷ 85.68 Nm <sup>3</sup> = 7.59 km/Nm <sup>3</sup> <small>走行距離      1充填水素量</small>	ガソリン車の燃費 (1 L当たり) 現在と変動なし      20 km/L
30年後の水素価格 現在      未来の水素原価      販売価格 150 ¥/Nm <sup>3</sup> → 30 ¥/Nm <sup>3</sup> → 80 ¥/Nm <sup>3</sup>	30年後のガソリン価格 現在      未来のガソリン原価      販売価格 110 ¥/L → 240 ¥/L → 300 ¥/L
燃料代 (1 km 当たり) 80 (¥/Nm <sup>3</sup> ) ÷ 7.59 (km/Nm <sup>3</sup> ) = <b>10.5 ¥/km</b>	燃料代 (1 km 当たり) 300 (¥/L) ÷ 20 (km/L) = <b>15.0 ¥/km</b>

**FCVの方が安く乗れる**

8

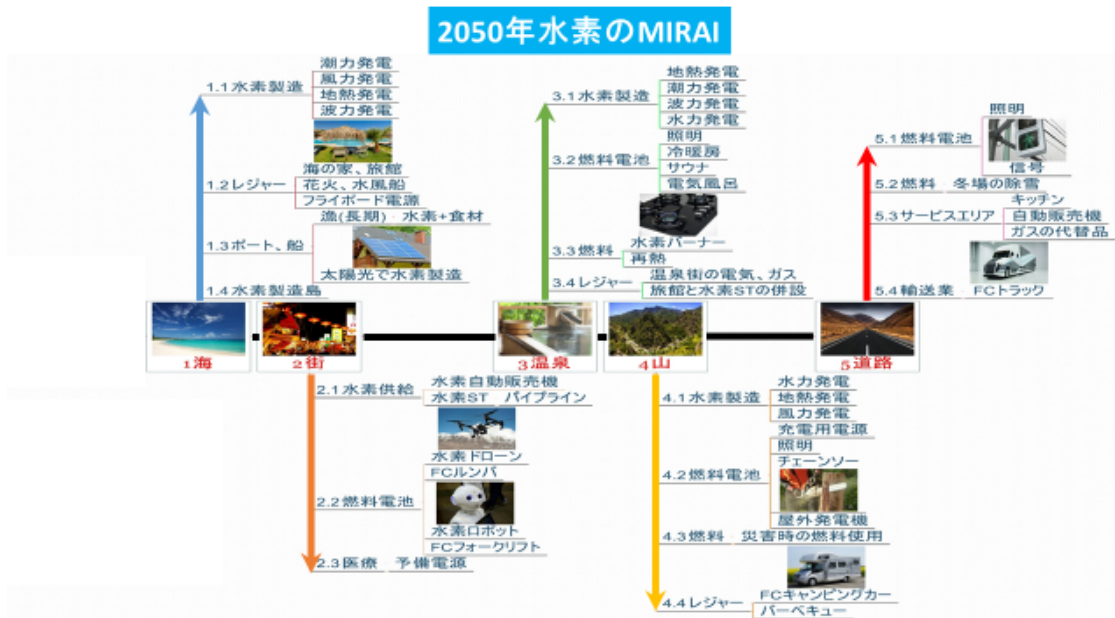
FCV とガソリン車 (ハイブリッド車) で燃料費を試算し、FCV の方が安く乗れることを予想した。

# 今回の研究内容

## 2050年水素社会

### どんなビジネスあるのか

9



10

水素社会実現後のビジネスを考案した。

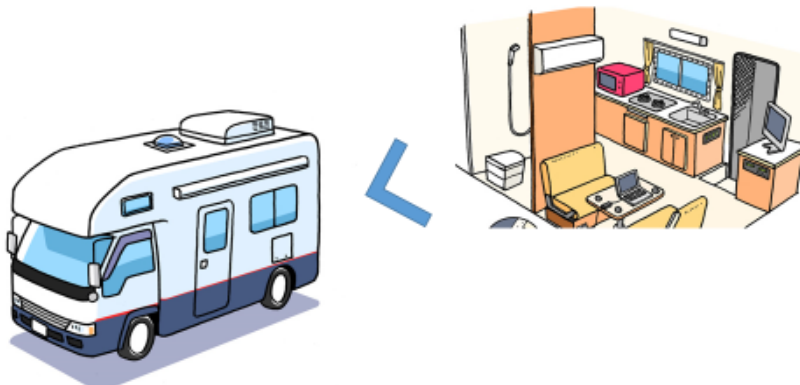


11

FC キャンピングカーと水素村のビジネスを提案する。

## 新たな水素ビジネスその1

### FCキャンピングカー



12

## FCキャンピングカー

水素と酸素の化学反応



電気



走行の動力・電気製品への電力供給



13

## FCキャンピングカー

### ◆従来のキャンピングカー

バッテリー  
長時間の充電、小電力

発電機  
CO<sub>2</sub>排出、騒音

外部から電源が必要



### ◆FCキャンピングカー

備え付けの燃料電池だけでよい

- ✓ 短時間の充填
- ✓ 大きな電力
- ✓ CO<sub>2</sub>排出なし
- ✓ 消音性に優れる



よりアクティブに快適な  
キャンピングカーを実現

14



## FCキャンピングカー

### ◆1日の消費電力

	エアコン	IH調理器	冷蔵庫	テレビ パソコン	照明	お風呂	ドライヤー	電子 レンジ	扇風機	スマホ 充電
消費電力 [W]	1000	500	100	100	100	2000	800	500	20	10
時間 [h]	4	3	24	3	16	0.5	0.1	0.5	3	4
消費電力量 [Wh]	4000	1500	2400	300	1600	1000	80	250	60	40



↓

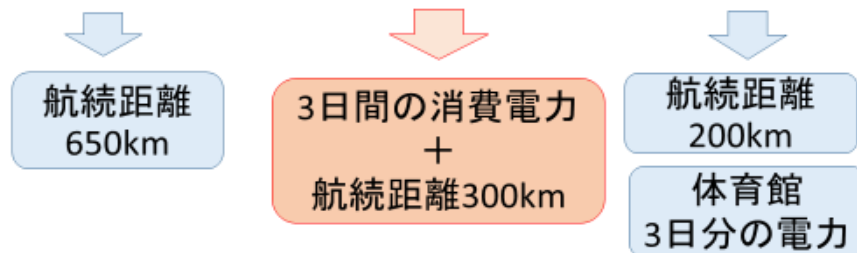
1日の総消費電力量  
11.4kWh

15

## FCキャンピングカー

### ◆燃料電池車両スペック

	MIRAI(1.8t)	FCキャンピングカー(3.5t)	FCバス(16t)
水素タンク [L]	122	244	600
供給電力量[kWh]	47	94	235



16

4人家族が3日暮らすことができ、更に航続距離300kmのスペックを持つ。

## 新たな水素ビジネスその2

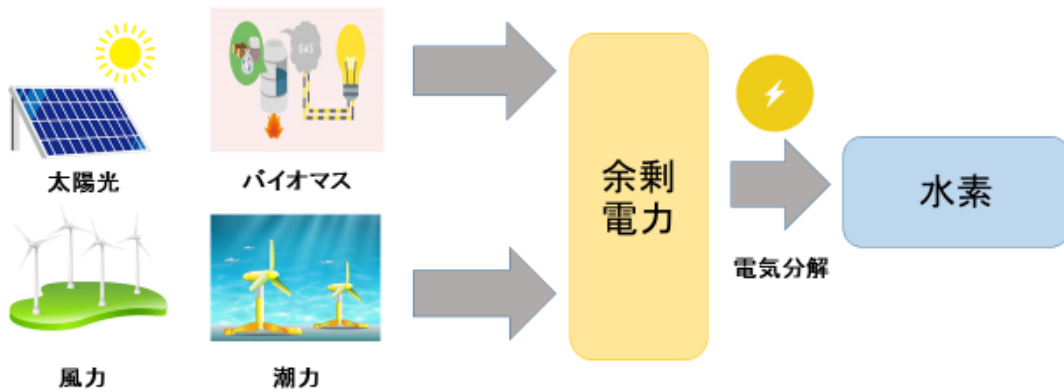
### 水素村

### 災害時の水素の利用方法



17

### 水素村の仕組み



18

水素村では再生可能エネルギーの余剰電力を水素で蓄える。  
災害時に近隣の市町村に電力や水素を供給しライフライン確保の支援が可能である。

## 水素社会のメリット・デメリット

### ◆メリット

環境にやさしい	エネルギー効率がいい	エネルギーの貯蔵可能
水素製造/利用時にCO <sub>2</sub> を排出しない	燃料電池(定置):45~60% ➢電熱併用で80%	電池に比べ劣化しないため長期間の保存に優れる

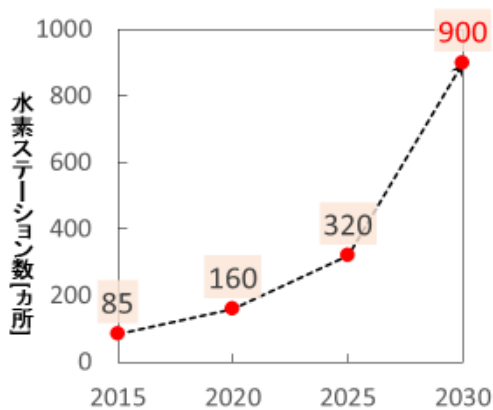
### ◆デメリット

インフラ整備		
導入規制 ➢欧米に比べ厳しい規制	水素貯蔵・輸送 ➢水素ステーション建設コスト	技術的課題 ➢金属の脆化

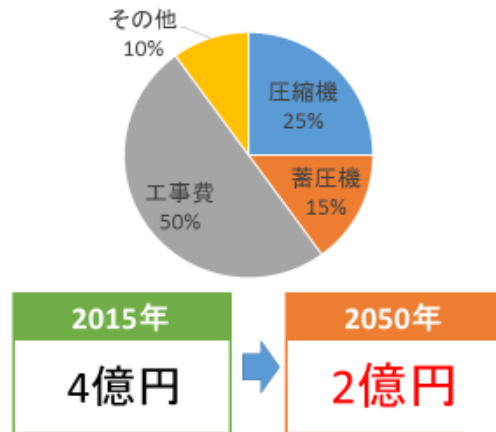
19

## 水素のインフラ事業

### ◆日本の水素ステーション数



### ◆水素ステーション建設費用



20

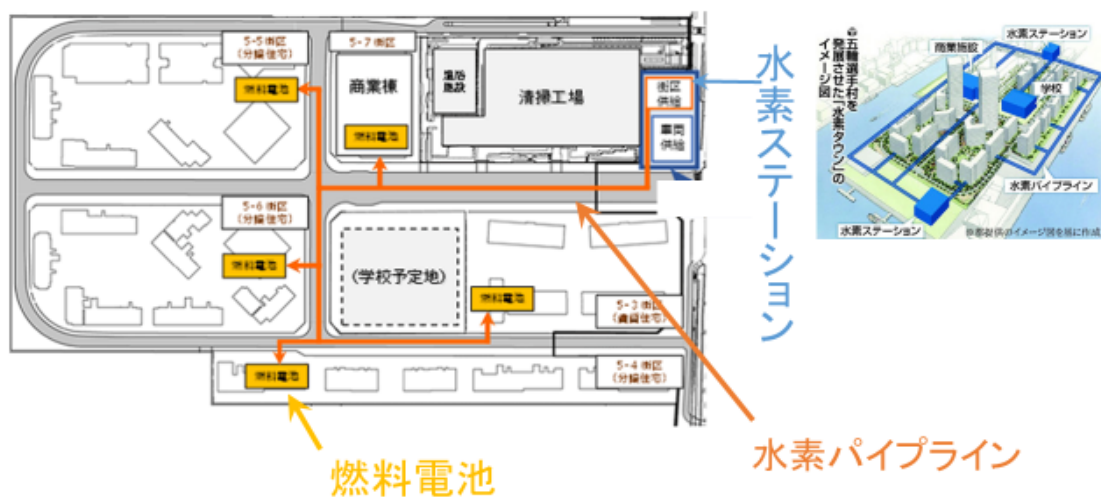
規制緩和、大量生産を行うことで建設費用を現在の半額まで下げることができる。

## 実例紹介～2020年東京オリンピック選手村～



21

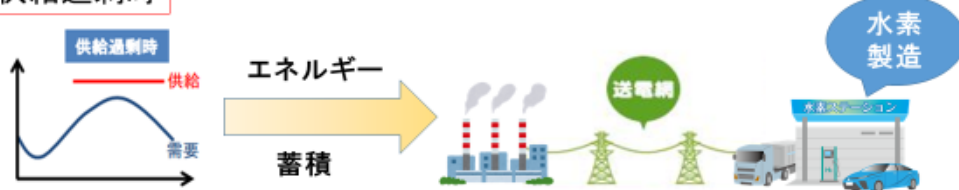
## 実例紹介～2020年東京オリンピック選手村～



22

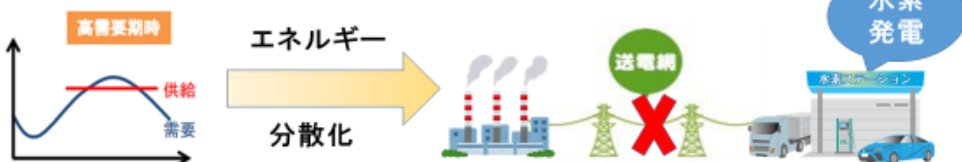
## 災害時の水素利用方法

### 供給過剰時



### 災害時

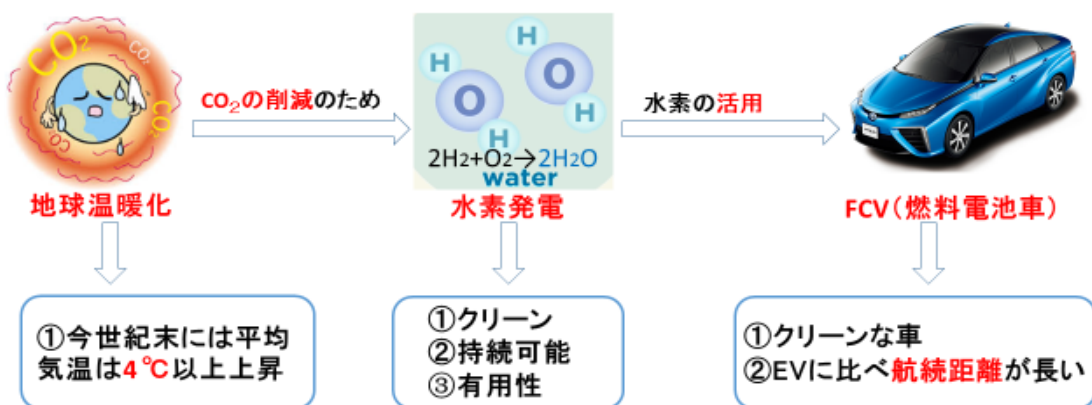
災害時に安定したエネルギー供給が可能



23

災害時に電力供給量が減少しても、蓄えていた水素から電力供給が可能である。

## まとめ



24

## まとめ 水素社会が実現した時の新たなビジネス



### FCキャンピングカー

- 走行中CO<sub>2</sub>排出なし
- 静音設計
- 再生可能エネルギーの余剰電力から水素も製造可能
- 水素充填だけで**3日間**の生活電力と**300km**の航続可能

### 水素村

- 水素製造/利用時にCO<sub>2</sub>を排出しない
- 災害時や停電時に貯蔵していた水素から電力供給可能
- 電池に比べ劣化しないため長期間の保存に優れる
- 水素と電気によるエネルギーの安定供給



25

### 水素社会のMIRAI



26

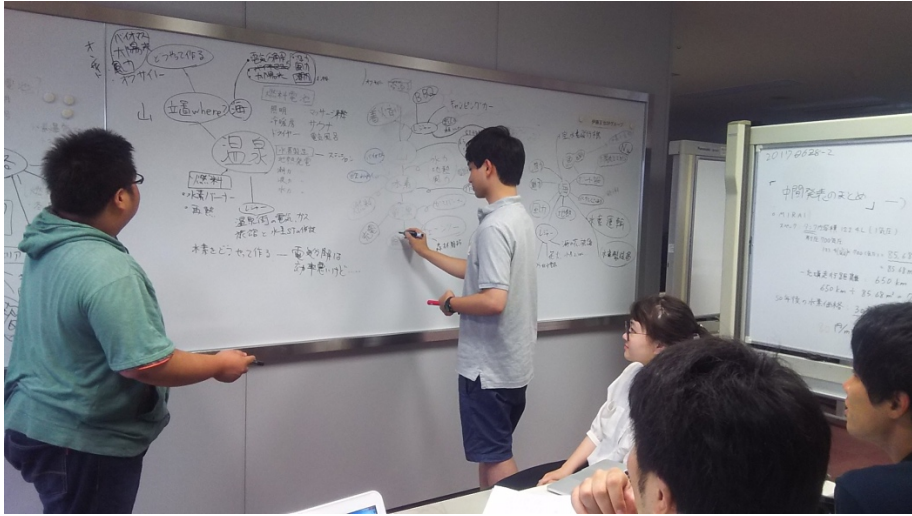


図 ワイガヤ会



図 環境展見学、東京国際展示場（5月24日）

## 「デザイン手法を用いた商品企画・商品設計の実践」 報告書 ～ ユーザーをスマートに見せる傘の開発 ～

### I. DP報告書

#### ◆テーマの主旨

本実験は、昨年度実施した「デザイン手法はエンジニアのアイディエーションにどのような影響を与えるか」の続編である。昨年度の実験でデザイナーが用いる数々の手法の中で「アイデア創出法」「簡易プロトタイピング」「ペルソナ設定」が特に大きな好影響を与えるとの結果が見られたため、今年度の実験では、これら3つの手法の活用に重点を置き、より実践的な商品開発を目指した。

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

#### ◆課題

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

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

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

以上を踏まえ、当実験の課題を下記のように定めた。

- ① 工学系学生に対し、デザイン手法及びデザイン思考（以下、この両者を総してデザイン手法と記述する）を指導し、モノづくりを実践することで、着眼力・創造



性・思考の柔軟性を高める。

- ② 自らのアイデアをプロトタイプ化する能力、第三者に伝えるプレゼンテーション能力を高める。

## 1. メンバー

DP:	伊藤義人	(株式会社デンソー)
TA:	山田貴之	(マテリアル理工学 M2)
受講生:	戸ヶ里健晟	(物質プロセス工学 M1)
	橋本靖司	(電子工学 M1)
	二村湧斗	(電子工学 M1)
	大沼史都	(土木工学 M1)
	桂彰利	(環境学研究科都市環境学 M1)

## 2. 実験実施期間

実験：平成29年4月19日～7月26日（全14回）

発表：平成29年8月2日

## 3. サブテーマ

### ユーザーをスマートに見せる傘の開発

## 4. 実験プロセス

実施した商品設計手順

### 1) 課題創出

取組課題発掘とニーズ・ウォンツの探索を、学生の体験をベースに議論した。上記サブテーマ「ユーザーをスマートに見せる傘“Elegant Drape”」もこのプロセスで、受講生自らが決定した。

### 2) 商品企画

ユーザー視点の商品像の創出とその可視化を行うため、考案した商品企画をパンフレット風にまとめた。また、市販されている傘の市場動向や開発・製造プロセスを調査のため、実際に傘の製造販売を行っている企業を訪問した。更には我々の商品企画が市場に受け入れられるアイデアであるかどうかの意見も伺った。

### 3) アイデア展開

仮説の創出とプロトタイプによる検証を繰り返し、機能の効果や商品としての妥当性を検討した。プロトタイピングは市販の傘を利用し、それに機能付加することにより、アイデアの成立性を検討した。またモデルボードを使用したプロトタイピング、有りものでアイデア

を表現し試すブリコラージュと呼ばれる手法を用いて、新しく考案した機能を検証した。

#### 4) プレゼンテーション

相手に対し、分かり易く魅力的なプレゼンテーション手法を身につけるため、開発商品のネーミングやキャッチコピーを考案し、最終案をパンフレットにまとめ直した。さらに開発アイデアの妥当性を示すためにムービーや、プロトタイプを用いて説明を行った。

#### 5. まとめと所感

最終的には、「傘布にマグネットをつける」「中心から少しずらし、しっかりと傘布に折り目をつける」「石づきに力を加えることにより、傘がしっかりと閉じられる機構を設ける」の3つのアイデアで、「片手で簡易に布をまとめられる傘」を開発した。

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

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

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

#### 6. 謝辞

株式会社小川（名古屋市中区丸の内3-6-26 <http://www.ogawa-rain.com/>）の皆様には、お忙しい中、傘の開発製造販売に関する情報提供や我々の商品企画アイデアに対するご意見等、多くのご協力を頂きました。改めまして、感謝申し上げます。

#### 参考文献

- [1] 渡邊康太郎、田川欣哉、畑中元秀 “ストーリー・ウィーヴィング”，ダイヤモンド社，2011年
- [2] “デザインの現場”，美術出版社，2006年6月号「世界を救うためにデザインができること」.
- [3] ジェームス・W・ヤング，“アイデアのつくり方”，阪急コミュニケーションズ，1988年.
- [4] ティム・ブラウン “デザイン思考が世界を変える”，ハヤカワ新書，2010年

## II. 成果報告書（TA報告書）

TAとして本実験に参加させて頂いた中で、参加学生にとって特に有意義だと感じた事は「簡易プロトタイピング」である。理系学生は常に「仮説」と「検証」の繰り返しを行う事で自身の研究を進めていく。そのため、自身の頭の中で目的達成までの方法や道筋が明確になるまで考え続ける傾向にある。考えることはもちろん非常に重要なプロセスではあるが、逆に考え過ぎてしまいなかなか行動に移す事が出来ないという側面も含んでいる。実際のプロトタイピングの制作を行ってみると、自分たちが想像していた事とは正反対の結果が得られたり、無理だと思っていた事も実際に実験してみると上手く成功してしまったという事が何度もあった。この半年を振り返って参加学生には「まずは考える。そして考えても分からないことはすぐに行動に移して結果を得る」ことの重要性を、本実験を通じて体感することが出来たのではないかと考えている。以下に成果報告会の発表資料を示す。

### 高度総合工学創造実験 最終発表

テーマB: デザイン手法を用いた商品企画・商品設計の実践 -

DP	伊藤 義人	(株式会社デンソー)
TA	山田 貴之	(マテリアル理工)
Members	大沼 史都	(土木工)
	桂 彰利	(都市環境)
	戸ヶ里 健晟	(物質プロセス工)
	橋本 靖司	(電子工)
	二村 湧斗	(電子工)

## 開発テーマの選定

今自分が不便に思ってるものを発表し  
みんなが一番共感できるものを決定



全部で30案以上の中から決定



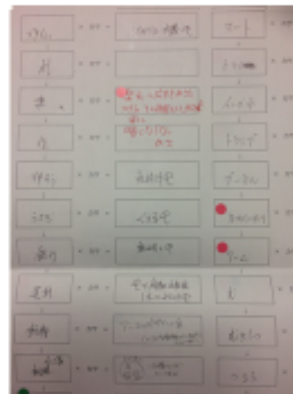
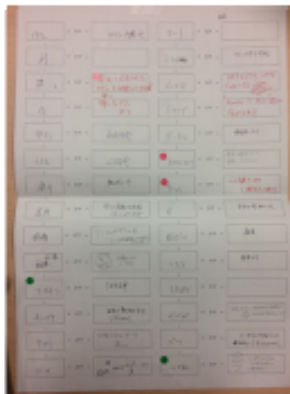
2017/8/2

**傘**がもっと使いやすくなってほしい！！

1

## 開発テーマの選定

大量のアイデアを吟味



しりとりに傘  
= アイデア

1人100案ずつ出し合い話し合った結果

**簡単に閉じる傘**に決定！！

2017/8/2

2

## ターゲットユーザーの設定

製作する傘の位置づけを確認



フォーマルで機能的にユニークな傘に決定<sub>3</sub>

2017/8/2

## ペルソナ(仮想のターゲットユーザー)設定

### 効果

- ・ターゲットのニーズ・ウォンツをイメージし易くなる
- ・設計の方向性を設計者内で統一できる



2017/8/2

4

## 商品企画

### ニーズ・ウォンツ

- ・濡れているものをたたむ面倒さの改善
- ・簡単な操作で閉じることが可能

例えば、  
ビジネスバッグを持ちながら傘を閉じたい場面

私たちが開発した新しい傘

*Elegant Drape*

2017/8/2



## Elegant Drapeを達成するには…

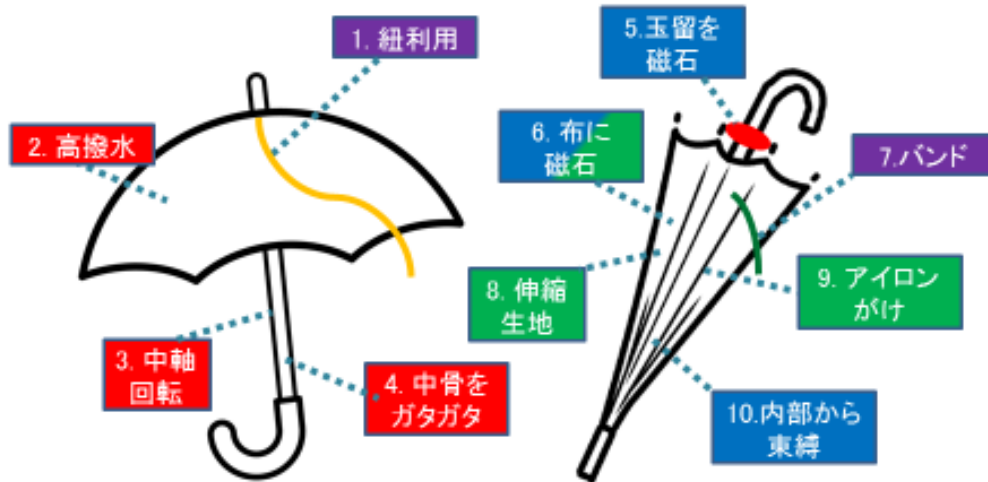
ピシッと閉じる手段は大きく分けて4つ

1. **布**の撥水性を向上
2. **骨**をハンドレスで収納
3. **傘のヒダ**をハンドレスで収納
4. **紐・バンド**を利用

2017/8/2

6

## Elegant Drapeを達成するには…



これらの内、特にエマ氏の要望に合致しそうなアイデアを検討

2017/8/2

7

## TRIAL A

8. 伸縮生地  
10. 内部から束縛  
→骨にリングをつける



2017/8/2

8

## TRIAL B

10. 内部から束縛  
→骨に磁石を配置



2017/6/1

9

## TRIAL C

5. 玉留を磁石  
6. 布に磁石  
9. アイロンがけ



10



## プロトタイプ完成



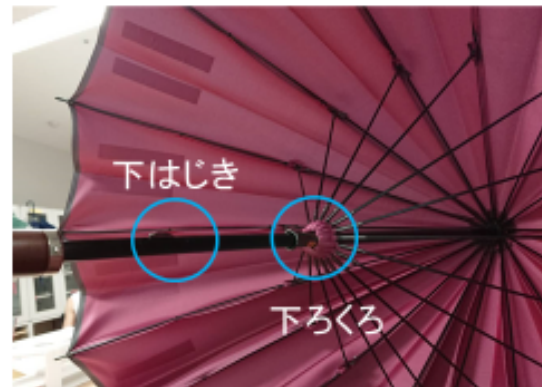
磁石をつけることで布がまとまる

アイロンで折り目を付けるときれいにまとまる



## 追加機能

閉じたときに  
φ80mm以下にする  
→下ろくろを2mm絞り込む



「下はじき」と「下ろくろ」の工夫で「親骨」をしっかり閉じる

## 追加機能

「下はじき」と「下ろくろ」の工夫で「親骨」をしっかり閉じる

簡単に力が入る動作

石突を押し込む

中骨を利用して



2017/8/2

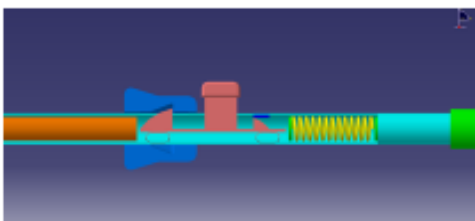
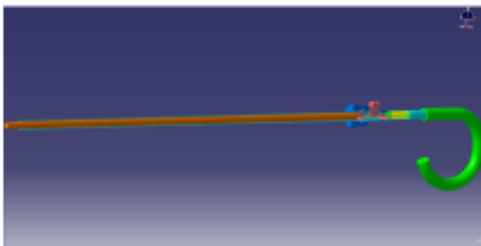
14

## 追加機能

2段階引き切り構造

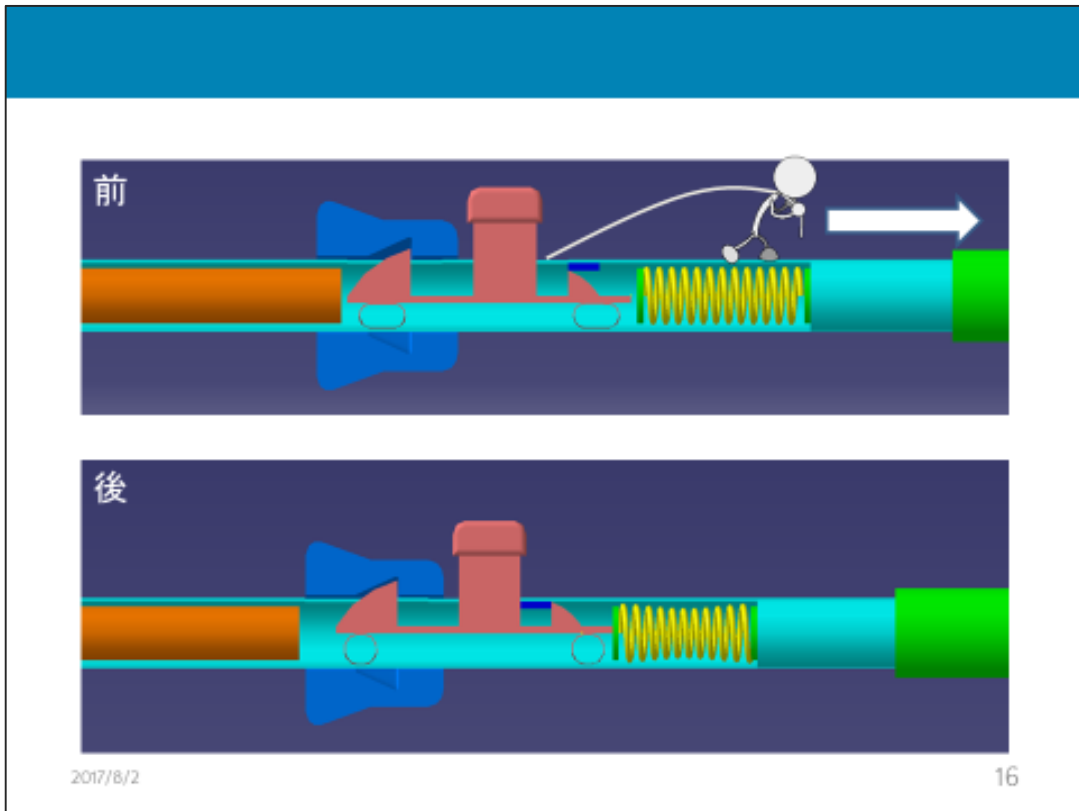
CAD

模型



2017/8/2

15



## 評価

### • 成果

1. 傘のヒダをバンドを使うことなく、収納可能。
2. 石突きにもたれかけること、コンパクトにできる構造。
3. フォーマルなシーンでも使えるデザイン。



*Elegant Drape*

1と3は満足ね！



エマ

### • 残された課題

1. 磁石の長さや数、磁力の強さ等の最適化。
2. 提案した構造の検証。

# 「魅力ある都市を、どのように計画デザインするか！」 報告書 ～ 全てをつなぐ！！リンク・シティ 常滑 ～

## I. DP報告書

### ◆テーマの主旨

現在、日本でも海外からの観光客を惹きつけるだけでなく、住民が住みやすいまちづくりのために、“都市をどのように魅力的にするのか”が問われています。このような都市、まちづくりをするためには、安全・安心、地球温暖化、省エネルギー、住み心地や快適さなど、環境や生活に関連した様々な要因を考慮した都市計画が重要となります。

本年度の高度総合工学創造実験では、「魅力ある都市をどのようにデザインするか？」をテーマとして、既存のデータ収集、データ分析、現地調査など、さまざまな角度から魅力を検討し、学生が考えた新しいアイデアを取り入れ、魅力ある都市を計画する試みを実施しました。検討対象都市として、愛知県常滑市を選定し、「全てをつなぐ」に主眼を置いて、都市の魅力をアップさせる方法を模索しました。

魅力を具体的に伝えるためには、三次元イメージを作成して表現する必要があると考え、Google Earth と SketchUp のソフトウェアを駆使して動画を作成し、魅力あるまちづくりへの改善提案を行いました。また、本実験を通じて、プロジェクトマネジメント能力及びプレゼンテーション能力の向上も目指しました。

### ◆課題

- ① 魅力ある都市と街とは、どのようなものかについて要因分析する。
- ② 一方、魅力のない都市とは何が原因となっているのかを整理する。
- ③ 魅力あるまちづくりを目指して、具体的な都市を選定し、現地踏査、資料分析を行い、魅力あるまちづくりを3次的に表現して提案する。
- ④ まちづくりプロジェクトを通じて、マネジメント能力及びプレゼンテーション能力を身につける。

## 1. メンバー

DP:	田中 尚人	((株)日建設計シビル)
TA:	赤星 怜	(社会基盤工学専攻 D1)
受講生:	田中 真人	(物質プロセス工学専攻 M1)
	谷口 淳也	(土木工学専攻 M1)
	中川 晃太	(土木工学専攻 M1)
	根橋 宙加	(土木工学専攻 M1)
	長谷川 輝	(機械・航空工学科 B4)

## 2. 実験実施期間

実験：平成29年4月19日～8月30日（全14回）

発表：平成29年8月2日

## 3. サブテーマ

“全てをつなぐ！！ リンク・シティ 常滑”

## 4. 実験プロセス

実験プロセスは、以下の1)～3)の3段階に分かれます。

### 1) 魅力ある都市の要因分析

#### (1) グループ内でのブレイン・ストーミング（BS）

本グループのメンバーにより、魅力ある都市について、各自が自由に意見を出し合い、魅力ある都市を構築するための要因抽出を行った。自然、景観、歴史、文化、安全、防砂などの大項目と、川、山、空港、鉄道、道路、自転車、先端技術、学校、病院などの小項目に分けて要因を整理した。

#### (2) 国内・海外における魅力ある都市の比較

グループメンバーの各々が、魅力ある都市についてBSで抽出した要因を考慮し、国内及び海外の都市について、比較検討した。

#### (3) 魅力のない都市の検討

反対要因分析も重要な項目であるため、“魅力のない都市”とはどのようなもので、どのような要因が存在しているかを分析し、その分析結果を魅力ある都市の検討へフィードバックを行った。

### 2) 検討対象都市の選定

#### (1) 検討対象都市の選定

具体的な提案が可能と思われるのは、500ha、人口5万人程度の都市であるので、そのような規模の都市を調査した結果、愛知県常滑市を検討対象都市として選定した。

#### (2) 常滑市における現状分析と課題の抽出

名古屋市と中部国際空港を結ぶ拠点となる常滑市を対象都市として選定した後、市の現状を把握するため、主に下記の資料収集、情報分析を実施して、現状の課題を抽出した。

- ・総合計画／都市計画マスタープラン
- ・地区計画条例／地区計画
- ・景観計画／色彩ガイドライン
- ・風水害、地震ハザードマップ

- ・国際化拠点計画
- ・中部臨空都市推進計画／まちづくりガイドライン
- ・その他、常滑市関連パンフレット

### (3) 防災・減災・危機管理展への参加

実際の防災・減災・危機管理に対して、実際に現場では、どのような手段、機器、対策が実施されているかを実体験で確認することは非常に重要である。これらの実体験を本実験へフィードバックするため、5月19日にポートメッセ名古屋で開催された「防止・減災・危機管理展」を見学した。

### (4) 現地調査（常滑市）

事前に収集した情報及び抽出した課題を確認するため、次のように現地調査を実施した。

- ・常滑駅及び周辺地区の現地の状況を確認
- ・常滑市役所を訪問し、資料収集
- ・やきもの散歩道、りんくうエリアの2グループに分かれて、現地踏査を実施

### (5) 魅力ある街づくりイメージの提案

上記のプロセスで検討した結果、「ブランディング（素材の利用、歴史・文化のアピール、付加価値）」、「水辺利用」、「防災・減災」、「低炭素」、「歩けるまち」をキーワードに、“魅力ある”まちづくりのイメージを構築した。

## 3) 3次元イメージ及び動画作成

SketchUp と Google Earth を用いて、3D バーチャルモデルを作成し、魅力ある都市イメージを作成。

イメージをよりビジュアルにアピールするため、動画を作成した。

## 5. 結論

上記の一連の検討プロセスにおいて、学生メンバーは、魅力ある街づくりをするために必要な様々な意見の徴収、情報収集、分析、課題抽出、現地踏査、解決策提案を体験・習得することができました。

昨年度は、最終成果の完成までの時間的な調整が上手くできずに苦労しましたが、本年度はその反省を踏まえて、TAと学生メンバーの協力を得て、非常に良いタイムマネジメントができたと思います。

また、魅力的な都市について、解決策をどのように提案、アピールできるかが、非常に重要な課題でありましたが、グループメンバーの積極的な提案と最後まで手を抜かない努力、お互いの協力により、非常にアピール力のある改善策が提案できたと思います。

さらに、提案するイメージをより分かりやすく説明する3次元モデルと動画の作成とい

うチャレンジングなプログラムにも、積極的に取り組みアピール力のある成果をあげてくれました。

都市という大きな課題に対して、専門知識を十分に持っていない専攻学生が、非常に短期間で様々な知識・能力を蓄積して、実際に発揮できたのは、非常に高いポテンシャルを秘めている証拠だと確信しています。今後の更なる飛躍に期待しています。



成果報告会発表

ポスターセッション

## 謝辞

本実験の現地視察及び実験の充実のために、様々な方々にお世話になりました。ここに感謝の意を表明させていただきます。

特に、講義の円滑な進行、現地視察準備、その他運営面において赤星T Aには、多大な協力を頂きました。また、本実験の運営面で、創造工学センターの酒井教授、田中C P、加藤様他、創造工学センター本実験関係者、水谷教授各位に大変ご協力頂き、感謝申し上げます。

## 参考文献

- [1] 谷口孚幸/編著 伊藤武美/著, “地球環境都市デザイン”, 理工図書, 1999年
- [2] 第5次常滑市総合計画 平成28～36年度(2016～2024年度)  
<http://www.city.tokoname.aichi.jp/shisei/sogokeikaku/1001810/index.html>
- [3] 常滑市都市計画マスタープラン 平成21年2月 常滑市  
<http://www.city.tokoname.aichi.jp/shisei/toshikeikaku/1001523.html>
- [4] 常滑市国際化推進計画 平成19～28年度(2007～2016年度)  
<http://www.city.tokoname.aichi.jp/shisei/kokusaika/1001509.html>
- [4] 常滑市関連資料  
<http://www.city.tokoname.aichi.jp/shisei/toshikeikaku/1001518.html>  
<http://www.city.tokoname.aichi.jp/shisei/index.html>



## II. 成果報告書（TA報告書）

平成29年度 名古屋大学 高度総合工学創造実験 最終発表

2017年8月2日

(テーマ) 魅力ある都市を、どのように計画デザインするか！

“**全てをつなぐ！！ リンク・シティ 常滑**”

(DP) 田中尚人 (TA) 赤星 怜

(学生) 田中 真人/谷口 淳也/中川 晃太/根橋 宙加/長谷川 輝

### <検討方針の概要>

日本でも海外からの観光客を惹きつけるだけでなく、住民が住みやすいまちづくりのために、都市をどのように魅力的にするのかが問われています。このために、地球温暖化、省エネルギー、住み心地や快適さなど、環境や生活に配慮した都市計画が重要です。

本グループでは、「魅力ある都市をどのようにデザインするか？」について、既存のデータ収集、分析を実施、さまざまな角度から魅力を検討し、「全てをつなぐ」ことに主眼を置いて、都市の魅力をアップさせる方法を模索しました。具体的な適用を図るために、名古屋市の近郊に位置する「愛知県常滑市」を選定し、その魅力を示す手法として、SketchUpを用いて動画作成を行い、具体的なイメージを創出しました。

## 1 魅力ある都市とは

### 魅力ある都市

- ✓ 自然があふれる
- ✓ 景観が良い
- ✓ 豊かな歴史・文化
- ✓ 治安がよく安全
- ✓ 災害に強い



### 魅力ない都市

- ✓ 治安が悪い
- ✓ 公衆衛生が悪い
- ✓ 特色がない

↓  
必要なものが  
不足している都市



魅力ある都市を評価する際、住人と訪問者とで魅力の要素が異なる。実際に、日本人を対象とした調査では函館市が魅力度1位を獲得した<sup>1)</sup>。一方で、アメリカの旅行会社による調査では、東京が魅力度1位の都市となった<sup>2)</sup>。

## 2

### 「魅力ある都市」をデザインするプロセス

#### 4/12 チーム結成

- **魅力的な都市**について、**比較検討**と**ディスカッション**
- 検討対象とする都市の**土地利用**や**設定条件**の検討  
⇒ **愛知県常滑市**を選定
- 愛知県常滑市の**都市計画のデータ収集**



愛知県における常滑市の位置

#### 6/7 中間発表

- 現地調査による課題の収集
- 収集データ分析および**課題点の抽出**
- **改善策**の提起
- **土地利用**、**交通**、**環境**の観点から魅力ある都市へのアプローチ
- 魅力ある都市の**モデル創出**（SketchUpでの動画作成）

#### 8/2 最終発表

## 3

### 中間発表以降の主な作業

#### ✓ キャッチフレーズの再考

サブタイトル：  
語感の良さ、地域の特色などを検討

#### ✓ データ収集（マスタープラン）と課題点の抽出

現地調査とマスタープランから**課題点を収集**  
- 具体的な改善案の提起

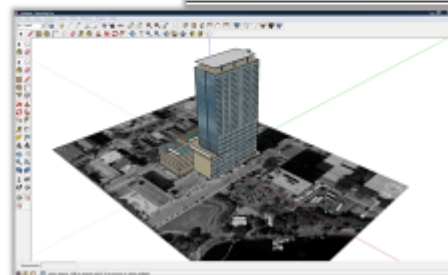
#### ✓ SketchUpによるイメージ作成

Google Earth, SketchUp を使用  
魅力ある都市のイメージ作成  
- **駅周辺**、**散歩道**、**競艇場近辺**  
- 動画にするための**ノウハウの習得**

#### 常滑市都市計画マスタープラン

“なつかしさ”と“新しさ”を感じ、  
多岐にわたる上層に、  
生き生きと活動するまち

平成 21 年 2 月  
策 定 日



最終提案では以下の点に着目し、魅力ある常滑市の提案を行った。まず、キャッチフレーズに常滑市の特色が見られなかったため、キャッチフレーズの再考を行った。また、マスタープランから課題の抽出を行い、改善案を SketchUp によって作成した都市のイメージを用いて表現した。

## 4-1 キャッチフレーズ ～日本の地方都市～

**地元の特徴**を取り入れたキャッチフレーズ

ex. 香川県

**語感の良いキャッチフレーズ**

ex. 鈴鹿市

( ) 今年の香川県は、カッコつけます。

ART県、UDON県、れつ鹿鹿。  
そのほかの魅力をカッコにつけてみるよ！ ( ) につけてみるよ。  
文字通り、今年の香川県は、カッコつけます。

(UDON県)	(ART県)	(鳥旅)



## 4-2 キャッチフレーズの再考



常滑市のキャッチフレーズは、日本の地方都市のキャッチフレーズを参考にして決定した。特に、地域の特徴を盛り込むことと語感の良さに着目し、最終案として4-2に示すキャッチフレーズを提案した。

## 5-1 検討対象都市：常滑市



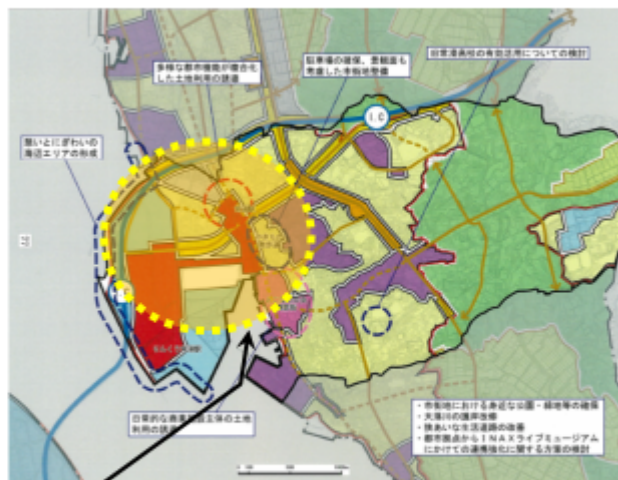
## 5-2 常滑市の魅力とは マスタープラン(H.21)より

### <魅力>

- ・ やきもの散歩道の  
景観・観光
- ・ 豊かなコミュニティ

### <課題>

- ・ 身近な商業施設が  
少ない
- ・ やきもの散歩道を始め  
道路が狭い地区が多い
- ・ 市街地に公園・緑が  
少ない



検討対象地域

まちづくり構想図(常滑地域)

(常滑市都市計画マスタープラン,(H.21), p.77)

続いて、マスタープラン<sup>3)</sup>を基に課題点の抽出を行った。常滑市の魅力は、やきもの散歩道の景観や観光、豊かなコミュニティが挙げられていた。一方、課題として身近な商業施設の少なさ、道路の狭い地区の多さ、市街地の公園や緑の少なさが挙げられていた。従って、常滑市のまちづくり構想図より、常滑駅周辺に着目して課題の解決を考えた。

### 5-3 現地視察



### 5-4 現地視察



実際の常滑市の様子を見た上で具体的な提案をするため、常滑駅を始点とし、主要な観光スポットであるやきもの散歩道と開発が進むりんくう地区を中心に調査を行った。常滑の玄関口にしては少し寂しい駅前、風情を感じられず、案内も不足している駅からやきもの散歩道へ向かう道中が見られた。競艇場付近には、利用客のための屋根付きの歩道や鉄道の高架があり、歩ける街を目指す上でポテンシャルを持っていることが分かった。

## 5-5 現地視察を踏まえた提案



## 6-1 提案内容

- 3次元で表現したい
- モデル内を自由に見て回りたい
- 対象物は建造物・動線
- 地図と連動させたい

### SketchUpでの成果表現を選択

- ✓ 3次元での表現が可能
- ✓ モデル内のビデオ作製が可能
- ✓ 建造物の作成に特化している
- ✓ Google Mapのインポートが可能



現地視察で得られた課題点、及びテーマである「つなぐ」ことを踏まえ、5-5に示す①～③の改善策を提案した。上述したように各エリアを繋いで利便性を高めるだけでなく、やきもの、タイルの素材を積極的に使用し、また緑を増やすことで美しく快適で楽しい街並みをつくる。このような施策によって常滑の魅力を高め、ほかの都市や空港利用者が立ち寄る都市の実現を目標とした。

## 6-2 提案内容

### SketchUp 動画



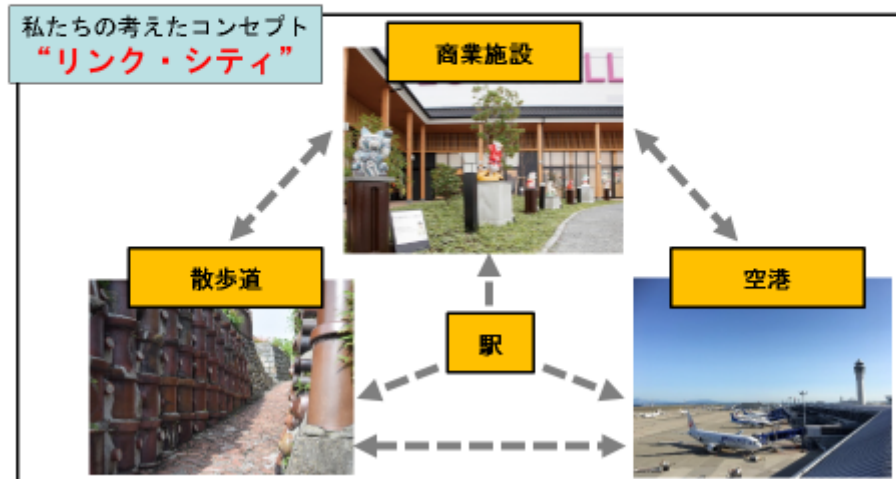
- ① 駅と散歩道をつなぐ
  - ・案内をよりわかりやすく
  - ・歩きやすいものの配置を
- ② 屋根付き歩道と高架下の利用
  - ・若者から年配の方まで
  - ・動線をつなぐ町並み
  - ・アーケードは確実な雨よけ
- ③ 駅と新しい町をつなぐ
  - ・歩いて楽しい町へ
  - ・街の特色、緑を取り入れる

## 7-1 まとめと今後の課題

〈常滑市の掲げる目標〉

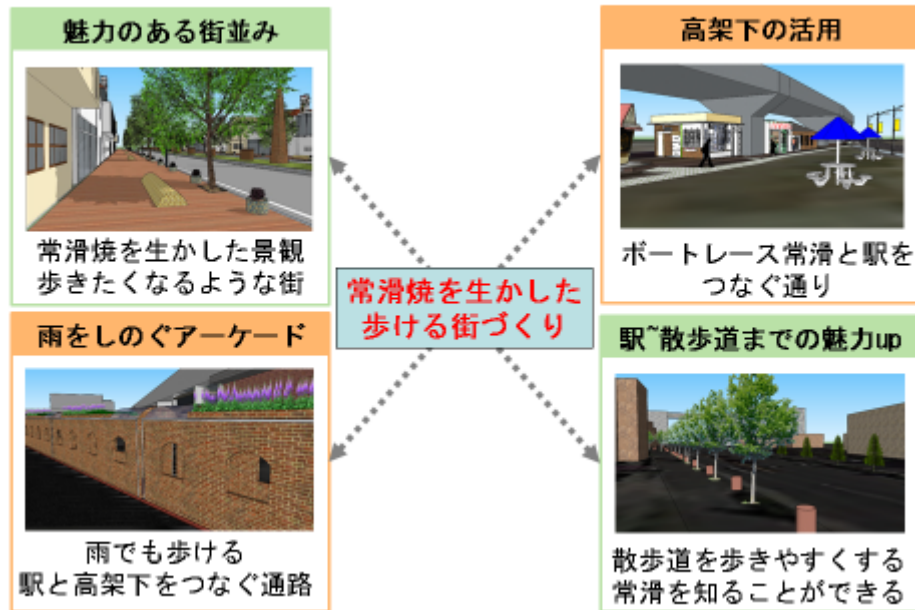
“なつかしさ”と“新しさ”を感じ、

歩くことを主体に、生き生きと活動するまち



検討対象都市に選定した常滑市はなつかしさと新しさを感じ、歩くことを主体に生き生きと活動する町を市の目標に掲げている。そこで、常滑市を歩ける町にするために駅中心にコンパクトな町にすることを提案し、コンセプトを商業施設や観光地である散歩道、空港をつなぐリンクシティと名づけた。また、常滑市の特産品である常滑焼の活用にも力を入れた。

## 7-2 まとめと今後の課題



## 7-3 まとめと今後の課題

### 〈まとめ〉

- ・ 現状課題を改善するために、駅を中心に歩けるコンパクトで観光地や商業施設がつながるような街づくりの提案をすることができた。
- ・ 常滑市の特産品である常滑焼を生かした街づくりの提案ができた。
- ・ SketchUpを用いて3次元モデルの作成ができた。
- ・ 魅力あるまち常滑をアピールできるキャッチフレーズを考えることができた。

### 〈今後の課題〉

- ・ 具体的な数字を用いて提案内容の充実性を検討したい。
- ・ 現地でヒアリングを行い、要望や意見を取り入れた提案をしたい。
- ・ 常滑市全体を含めた検討を行いたい。
- ・ 他の都市との比較・検討も行いたい。

具体的には、7-2 に示す点に着目し、高いポテンシャルを秘めた常滑市の魅力を引き出せるような街づくりの提案を行った。一方で、7-3 に示すように今後改善すべき課題も見られ、更なる検討が可能であることが示唆された。

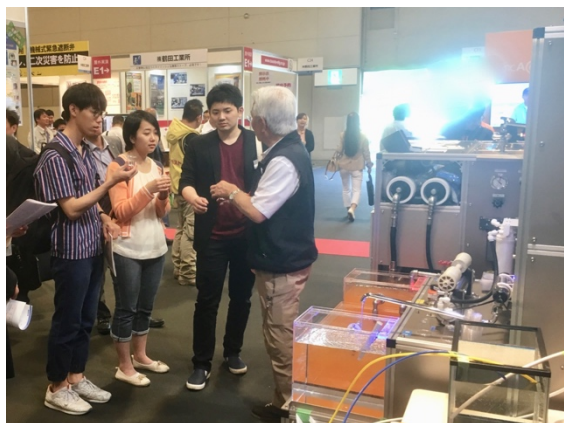


## 参考文献

- 1) ブランド総合研究所 (2016) 「地域ブランド調査 2016」  
〈[http://tiiki.jp/news/05\\_research/survey2016](http://tiiki.jp/news/05_research/survey2016)〉, 2017年8月7日アクセス
- 2) Condé Nast Traveler (2016) ” The Best Cities in the World” 〈<http://www.cntraveler.com/galleries/2014-10-20/top-25-cities-in-the-world-readers-choice-awards-2014/31>〉, 2017年8月7日アクセス
- 3) 常滑市 (2009) 「常滑市都市計画マスタープラン (平成21年2月発表)」  
〈<http://www.city.tokoname.aichi.jp/shisei/toshikeikaku/1001523.html>〉, 2017年8月7日アクセス

## 謝辞

本実験を遂行するにあたり、温かくご指導いただきました田中尚人客員教授に深謝致します。また、本稿作成にあたりましては、水谷法美教授から種々のご助言を賜りました。ここに深甚なる謝意を表します。最後になりましたが、高度総合工学創造実験のスタッフの方々には、本実験の事務的作業を多々お手伝いしていただいたことを深く感謝致します。



5月19日 防災・減災・危機管理展(ポートメッセなごや)



6月9日 常滑市

# 「地球環境問題を考えながら鉄鋼副生成物でミドリムシを育てる」報告書 ～ 増殖速度増加に向けた Euglena 培養条件の検討 ～

## I. DP 報告書

### ◆テーマの主旨

鉄鋼材料は様々な用途に用いることができるため、現代文明の基盤となっている。この鉄鋼材料は主原料に鉄鉱石や石炭といった鉱物資源を用い、石炭の酸化反応によって鉄鉱石を還元することで製造される。このため鉄鋼材料を創り出す鉄鋼業は地球環境問題に関わりの深い産業である。

鉄鋼材料を製造する際に副生成物としてスラグ（鋼滓）が得られるが、その副生成物であるスラグのなかでも製鋼工程で生成されるスラグには、Fe、Ca、Si といった元素と共に資源枯渇が懸念される P(りん)も含まれる。このようなスラグが水と共存した場合、植物の育成に必要な  $Fe^{2+}$  やりん酸イオンを溶出するので、その高度な利用が注目されている。

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

本テーマでは、始めに現代文明を支える鉄鋼業と鉱物資源やエネルギー問題、さらに地球環境問題とその関わりを学ぶ。次に、鉄鋼業での副生成物である製鋼スラグの新たな資源化方法として、身近な微細藻類であるミドリムシを例にその育成への応用を取り上げる。ミドリムシの効率的な育成を考えることは副生成物資源の有効活用と地球環境問題への解決の糸口を考える上で有益である。

本テーマでは「スラグでミドリムシを育てる」方法について、闊達な議論を行い、自らの発想に基づいた工学実験を試みる。工学実験を行いこの課題を考え議論する過程で、現代文明が直面している地球環境問題について多角的な視点を涵養し、その解決方法について考察を行う。

### ◆課題

- ① 現在の地球環境と世界における二酸化炭素発生量の現況に関する調査を行い、二酸化炭素が地球温暖化に与える影響ならびに将来発生すると予測される問題について議論を行うことで工学的かつ定量的な理解を深める。
- ② 鉄鋼業における鉄鋼製造プロセスならびに副生成物であるスラグ生成過程を学習し、スラグ生成量や二酸化炭素発生量ならびに資源問題について理解を深める。
- ③ スラグの組成や化学的特性ならびにすでに実用化されているスラグ活用事例を調査し、スラグの効果的利用方法を検討する。
- ④ ミドリムシの培養実験や工業的活用事例を調査し議論することで、スラグを用いたミドリムシ培養に必要な工学的な課題と実験方法を考案する。

- ⑤ 考案した実験を行い、実験結果から培養条件を検討する。さらに得られた培養条件を用いて二酸化炭素削減に必要な工業規模を推算し、地球環境問題について工学的かつ定量的な理解を深める。

## 1. メンバー

DP:	氏名	沼田 光裕	(新日鐵住金株式会社)
TA:	氏名	Mardiansyah Mardis	(化学・生物工学専攻・分子化学工学分野 D2)
受講生:	氏名	田中 宏和	(応用物質化学専攻 M1)
	氏名	鈴木 雄也	(物質プロセス工学専攻 M1)
	氏名	山本 直将	(物質プロセス工学専攻 M1)
	氏名	吉井 琢也	(機械システム工学専攻 M1)

## 2. 実験実施期間

実験：平成29年4月19日～7月12日（全12回）

発表：平成29年8月2日

## 3. サブテーマ

### 増殖速度増加に向けた Euglena 培養条件の検討

## 4. 実験プロセス

### 1) 実験背景の理解

地球環境と二酸化炭素濃度の関係について調査と議論を行い、予測される問題点や今後取り組むべき課題について議論を行った。調査の過程で多くの研究者によって様々な見解やデータが示されており、多面的な視点からの判断や広範な領域の俯瞰が重要であることを認識した。また、情報に含まれる数値についても定量的な考察を行うことの重要性を理解した。さらに、大河内直彦著「チェンジングブルー」[1]を参考として取り上げ気候変動問題に対する理解を深めた。

次に鉄鋼材料と鉄鋼プロセスについて調査検討を行った。鉄鋼材料は自動車、建築、インフラ、エネルギーなど広範な分野で利用されており、現代文明の維持に不可欠な金属材料であると同時に地質的にも経済的にも鉄鉱石の活用が有効であることが理解された。また、鉄鋼材料製造時に副生成物として得られるスラグの量や組成について化学的な理解を深めるとともに、二酸化炭素発生メカニズムや発生量についても議論した。次に、鉄鋼業に限定せず、世界の二酸化炭素発生量や排出割合にまで調査を広げ意見交換を行った。さらに、二酸化炭素削減への取り組みについても調査を行い議論した。合わせて新日鐵住金(株)名古屋製鉄所を見学し、プロセスの実態や生成したスラグを間近に見ることで鉄鋼材料やスラグの生成プロセスに対する理解をさらに深めた。

地球環境と産業として鉄鋼業を取り上げて検討を行った後、ミドリムシについて調査を

行った。ミドリムシ全般についての文献[2][3]を学習し、ミドリムシなどの藻類を用いた環境分野への応用例[4][5][6]を調査した。ミドリムシに対する知見を整理した後、ミドリムシを用いた実験方法を調査した。調べた文献[7][8][9]を参考に具体的な実験の内容や必要な実験機器について検討した。

## 2) 実験目的の設定

地球環境に関連するミドリムシを用いた様々な研究や開発が行われていることが理解できたが、これらの知見を元にスラグを用いてミドリムシを培養するに必要な課題について整理し、実験目的を議論した。その結果、培養に適正なスラグ量に加えて二酸化炭素の影響や培地とスラグとの比較を調査する必要があると結論した。

そこで、サブテーマを「増殖速度増加に向けた *Euglena* 培養条件の検討」とし、スラグ量、二酸化炭素通気有無、スラグと培地との比較を実験的に検証し、培養条件を検討することとした。さらに得られた条件から地球規模でのミドリムシによる二酸化炭素削減に必要な条件を考察することとした。

## 3) 実験方法および実験条件の設定

1) で調査した文献やその他の文献を参考に実験方法と条件を検討した。実験には培養槽として恒温槽内に配したビーカー (500ml または 250ml) を用いた。ビーカー内に純水または市販の園芸用液体肥料と純水との混合液を注入し、所定量のスラグとミドリムシを投入した。その後、ビーカー内液体に空気または空気と二酸化炭素の混合ガスを通気し、液体を攪拌した。なお、混合ガス中の二酸化炭素濃度は 20vol% とした。その状態で電球の光を 12 時間周期で照射して 1 週間保持した。実験前と 1 週間保持後のビーカー内からサンプルを採取し、分光光度計を用いて濁度を測定し、ミドリムシの増減量を定量した。

## 4) 実験結果

初めにスラグと分子組成比がスラグと同一になるように試薬を混合して作成した模擬スラグを用いて比較実験を行った。それぞれの添加量は 0.05g とした。結果、スラグを用いた実験ではミドリムシの増殖が認められたが、試薬を混合して作成した模擬スラグでは増殖しなかった。このことから、ミドリムシの成長にはスラグの組成のみではなく、スラグ特有の鉱物相や構造が影響していると推定され、スラグの有効性が示唆された。

次に、スラグ量、液体肥料有無、二酸化炭素有無の組み合わせからなる 20 条件で実験を行った。スラグ量は 0、0.01、0.02、0.04、0.08% の 5 水準とした。

最もミドリムシが増殖した条件はスラグ量を 0.01% とし二酸化炭素と液体肥料を添加した条件であった。また、スラグ量を 0.01% 以上に増加しても増殖量の変化はわずかであり、少量のスラグで効果が得られることが確認された。

一方、スラグと二酸化炭素を用いた実験条件ではスラグ量増加に伴って増殖速度が低下する傾向が認められた。明確な原因については明らかにすることができなかったが、通気した

二酸化炭素と酸化カルシウムとの反応による pH の変化や炭酸カルシウムの生成による浸透圧変化が原因と推定された。

#### 5) 二酸化炭素削減を目指した試算

得られた実験結果から世界の二酸化炭素削減に必要な条件を検討する思考実験を行った。今回実験と同一の条件と方法で世界の二酸化炭素排出量をすべて吸収しようとする、129 日で世界の二酸化炭素発生量を吸収できるが、これに要する水量は  $9.9 \times 10^{17}$  l と琵琶湖 3600 杯分の水が必要であり、現実的に困難であると試算された。さらに様々な条件で試算を試みた結果、溶液中のミドリムシの濃度を今回実験条件の 100 倍に高めるなどの高密度培養を可能とし、合わせて高効率な溶液処理プラントを開発することで水量の大幅な削減が可能となると推定された。

#### 5. まとめ

本プロジェクトによりミドリムシ増殖に適した条件を明確化するとともに、スラッグの有効性や水溶液内反応の重要性といった新たな知見が多数得られるとともに今後の開発課題も提示された。

また、本プロジェクトでは地球環境、二酸化炭素、産業、藻類といった分野もスケールも異なる複数のキーワードから複眼的視野で現状を把握し、総合力と創造性を駆使し、より具体的な課題へと議論を深め、さらに工学的な実験へと発展させることができた。さらに、プロジェクト推進中も P D C A を活用し、限られたリソースの中で最大限に結果を得るための手法や条件の見直しが継続的に行われ、プロジェクト推進能力も向上することができた。

受講生各位には本プロジェクトを通じて複眼的視野、チームワーク、創造性と総合力によって支えられた実行計画の重要性などを実感してもらえたものとする。

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則永行庸先生には深甚なるご指導を賜りました。さらに実験場所と装置の提供や使い方を教えていただきにあたり、市野研究室の方々にも多大なご協力をいただきました。記して謝意を表します。

#### 参考文献

- [1] 大河内直彦, “チェンジング・ブルー”, 岩波書店, 岩波現代文庫, 東京, 2015.
- [2] 石川憲二, “ミドリムシ大活躍 小さな生物が創る大きなビジネス”, pp. 95-111, 日刊工業新聞社, 2013 年.
- [3] 洲崎敏伸, “ユーグレナ運動”, 原生動物学雑誌, 37 巻, 2 号, pp. 169-190, 2004.
- [4] 嵐田亮, “微細藻類ユーグレナの特徴と食品・環境分野への応用”, 光合成研究, 22 巻, 1 号, pp. 33-38, 2012.
- [5] 株式会社ユーグレナ, JX 日鉱日石エネルギー株式会社, 株式会社日立製作所, 公開特許公報特開 2015-144570 号報.
- [6] 村中俊哉, 西出哲也, 村上仁一, “微細藻類による二酸化炭素の固定と有効利用”,

住友化学, 2000-II, pp.12-18, 2002.

- [7] 齊藤実, “ユーグレナ (ミドリムシ) の観察法”, 横浜国立大学理科教育実習施設 研究報告, 5 巻, pp.1-14, 1989.
- [8] ブ テツ, “杭廃水中に生息するミドリムシ類の増殖と光合成機能に及ぼす鉄、亜鉛、マンガンの効果”, 北九州市立大学国際環境学部環境科学プロセス工学科 卒業論文, 2010.
- [9] 村上明男, 小檜山篤志, “植物・藻類・細菌の材料の入手と栽培・培養 9.藻類”, 低温科学, 67 巻, pp.53-59, 2009.



新日鐵住金(株)名古屋製鉄所見学 (2017年5月24日)

## Ⅱ. 成果報告書（TA報告書）

タイトル：地球環境問題を考えながら鉄鋼副生成物でミドリムシを育てる

サブテーマ：増殖速度増加に向けた *Euglena* 培養条件の検討

平成29年度  
高度総合創造実験

# 「地球環境問題を考えながら鉄鋼副生成物でミドリムシを育てる」

～増殖速度増加に向けた*Euglena*培養条件の検討～

沼田光裕DPグループ  
メンバー：山本直将  
鈴木雄也  
吉井琢也  
田中宏和

1

まず、自己紹介を行い、タイトルを簡単に説明しました。

## 内容

1. 背景
  - 地球環境とCO<sub>2</sub>
  - 鉄鋼業と環境問題
  - 鉄鋼スラグ
  - ミドリムシ
2. 目的
3. 実験方法
4. 実験結果
5. 展望
6. 結論

2

発表の流れを簡単に説明しました。

# 1. 背景 - 地球環境とCO<sub>2</sub> -

- 温暖化の原因：大気中のCO<sub>2</sub>増加がある
- CO<sub>2</sub>等の温室効果ガスの排出を抑えなければ、2100年に**最大4.8°C**上昇してしまう
- CO<sub>2</sub>と温度上昇は比例関係にある
- 海面上昇、気候変動、生態系変化などの影響は避けられない

CO<sub>2</sub>削減が必要

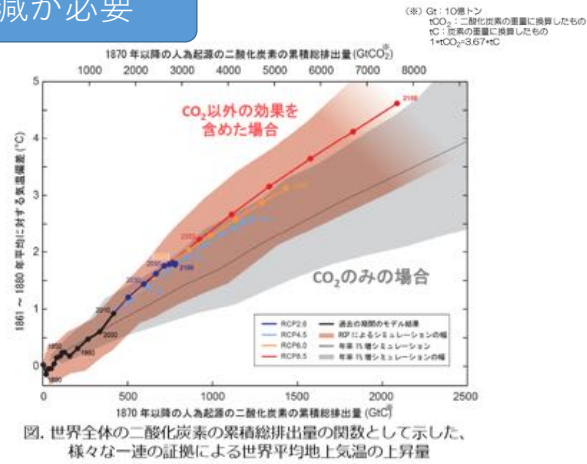
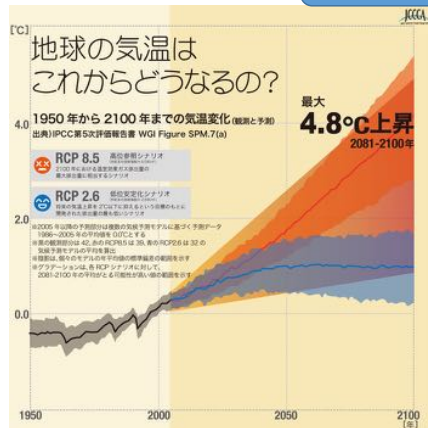


図. 世界全体の二酸化炭素の累積総排出量の関数として示した、様々な一連の証拠による世界平均地上気温の上昇量

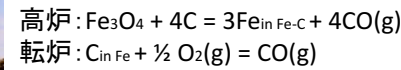
背景として、最初に地球問題の説明を行い、地球温暖化の原因、さらに二酸化炭素削減の必要性を説明しました。

# 1. 背景 - 鉄鋼業と環境問題 -

○鉄鋼業は文明の維持に不可欠



○鉄鋼生産(鉄鉱石の昇温と還元)にCO<sub>2</sub>(gas)排出は不可避

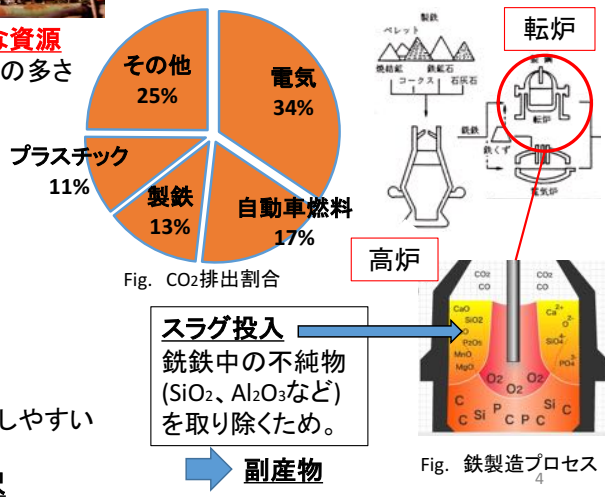


○原料である鉄鉱石や石炭は有用な資源  
 ・鉄鉱石資源の潤沢さ⇒地殻存在度の多さ

成分	地殻存在比 [%]
酸素	46
ケイ素	28
アルミニウム	8
<b>鉄</b>	<b>5</b>
カルシウム	4
その他	8

・広範な強度をカバー  
 ⇒様々な形態の材料に適用、加工しやすい

地質的にも経済的にも鉄鉱石は潤沢





# 1. 背景 -鉄鋼スラグ-

りん、鉄など植物の成長に必要な成分を含んでいる

➡ 沿岸部の再生肥料への利用

(単位：%)

種類 成分	高炉スラグ	転炉系スラグ	電気炉系スラグ		安山岩 (参考)	普通セメント
			酸化スラグ	還元スラグ		
CaO	41.7	45.8	22.8	55.1	5.8	64.2
SiO <sub>2</sub>	33.8	11.0	12.1	18.8	59.6	22.0
T-Fe	0.4	17.4	29.5	0.3	3.1	3.0
MgO	7.4	6.5	4.3	7.3	2.8	1.5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.4	1.9	6.8	16.5	17.3	5.5
S	0.8	0.06	0.2	0.4	-	2.0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.1	1.7	0.3	0.1	-	-
MnO	0.3	5.3	7.9	1.0	0.2	-

## スラグの利用例



沿岸部の藻場の再生 ➡ ミドリムシの育成に応用できる可能性

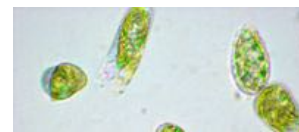
ミドリムシの応用。

# 1. 背景 -ミドリムシ-

鉄やリンなどの植物の育成に有効な成分を多く含むスラグによりよく育つのでは？

学名：ユーグレナ・グラシリス

植物(藻)でありながら自分で動き回ることができる



大きさ 0.05mm  
動く速さ 144cm/h



他より二酸化炭素吸収力が優れており高濃度下でも光合成が活性化

## 2. 目的

### 増殖速度増加に向けた Euglena培養条件の検討

～ 検討事項 ～

- 培養条件を変えて、増殖量を比較する



・スラグ量 ・CO<sub>2</sub>の有無 ・培地条件

- 結果を元に、実用に向けたプロセスを検討する

7

背景を考察し、ミドリムシの育成、特に増殖速度の検討を目的としました。

## 3. 実験方法 - 測定条件 -

### ✓ 比較1

- ・スラグ
- ・分子組成比がスラグと同じになるように試薬を混ぜたもの(仮想スラグ、0.05wt%)

### ✓ 比較2

- ・スラグ (0, 0.01, 0.02, 0.04, 0.08wt%)
- ・大気とCO<sub>2</sub> (流量比20%)
- ・ハイポネックス (1000倍希釈)

#### 条件

1. スラグ
2. スラグ + CO<sub>2</sub>
3. スラグ + ハイポネックス
4. スラグ + CO<sub>2</sub> + ハイポネックス

8

条件を主に4つに分けて、それぞれの条件で実験を行い、検討をしました。

### 3. 実験方法 - 測定手順 -

溶媒作製

- 純水もしくは1000倍希釈のハイポネックス(栄養剤)
- ビーカーに500mlもしくは250ml

投入

- 購入したミドリムシ
- スラグ(直径1mm以下)0.01,0.02,0.04,0.08wt%

濁度測定

- UV-vis(分光光度計)で波長730nmの濁度を測定

空気注入

- ポンプで大気もしくはCO<sub>2</sub>を流量比20%含む空気を注入

成長

- 電球の光を12時間周期で1週間当てる
- 恒温槽で25℃に保つ

9

### 3. 実験方法 - 測定手順 -

調整

- 蒸発した水分の補充
- pHの確認

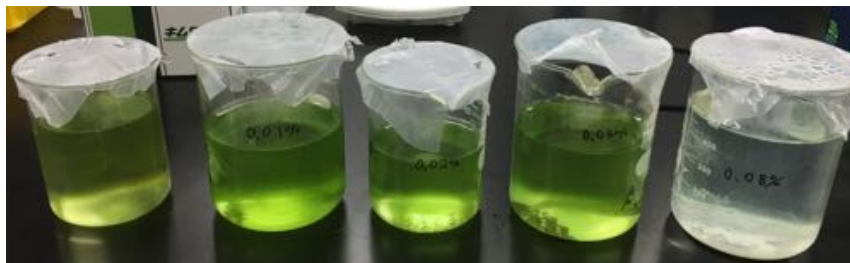
濁度測定

- UV-vis(分光光度計)で波長730nmの濁度を測定
- 濁度比から成長率を計算

観察

- 光学顕微鏡を用いて20倍に拡大
- おおよその数や形の観察

培養条件のミドリムシ増殖量への影響を調べる

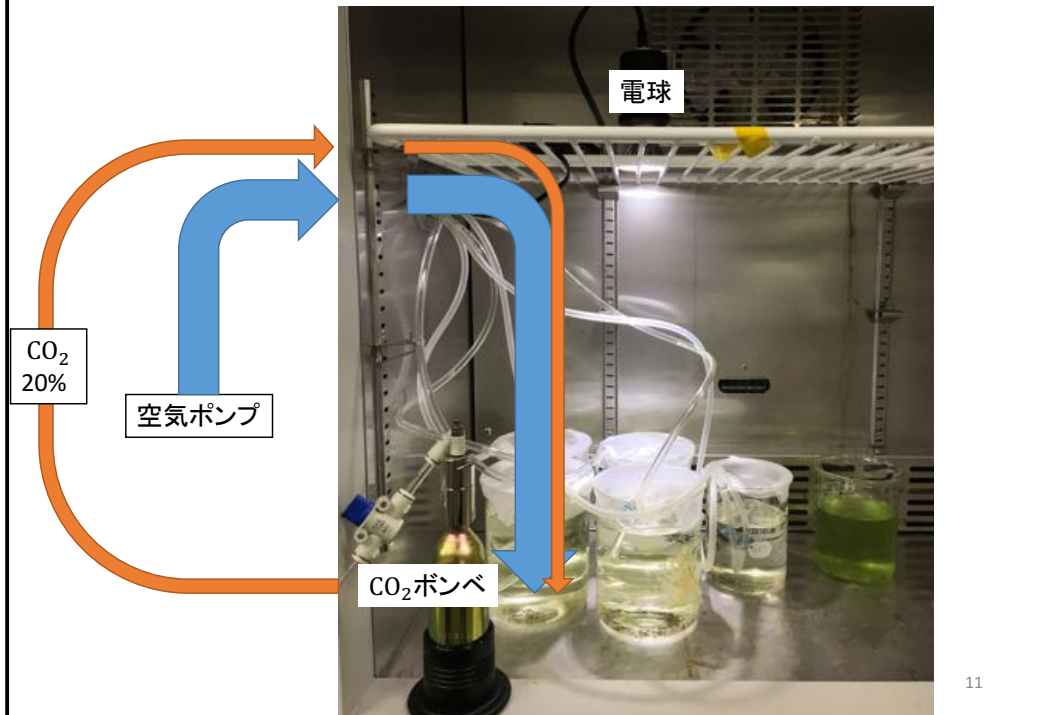


成長後の1例

10

実験方法の流れを詳しく説明します。

### 3. 実験方法 - 装置概要-



実験装置の画像です。

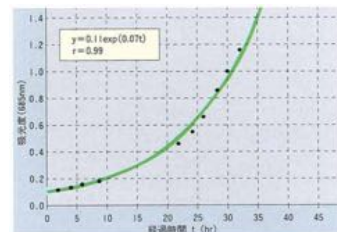
### 4. 実験結果 - 比較1 -

倍加時間算出式

$$D = \frac{H}{\log_2 \left( \frac{l}{l_0} \right)}$$

小西正朗\_堀内淳一\_生物工学\_93(2015)\_149

D: 倍加時間 [day], H: 培養時間 [day],  
 l<sub>0</sub>: 初期濁度 [Abs], l: 培養後濁度 [Abs]



第3図 クロレラ (C. pyrenoidosa) の増殖曲線  
 中部電力HP、  
[http://www.chuden.co.jp/resource/corporate/news\\_59\\_N05919.pdf](http://www.chuden.co.jp/resource/corporate/news_59_N05919.pdf)

測定結果と倍加時間

条件	1/倍加時間 [1/day]
仮想スラグ	-
スラグ	0.0581
スラグ+HCl	0.0888
ハイポネックス	0.202

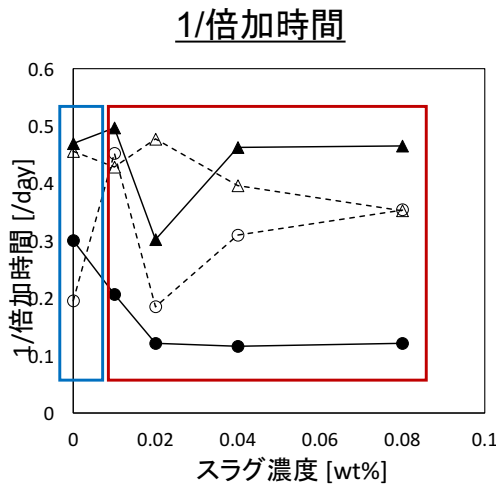
仮想スラグ(原料スラグと同等の組成で調整)と原料スラグの結果を比較すると、仮想スラグではミドリムシが育たなかった。

⇓  
 ミドリムシの成長にとってスラグの組成だけに依存しないことが示唆された。

⇓  
**スラグの有用性**

実験の結果に基づいて、ミドリムシの倍加時間を算出します。

## 4. 実験結果 - 比較2 -



### スラグなし

- ▲ CO<sub>2</sub>+ハイポネックス
- △ ハイポネックス
- CO<sub>2</sub>
- なし

各々が成長に貢献  
→実験の妥当性が示された

### スラグあり

- ▲ スラグ+CO<sub>2</sub> +ハイポネックス
- △ スラグ +ハイポネックス
- スラグ+CO<sub>2</sub>
- スラグ

スラグ+CO<sub>2</sub>で成長速度が逆転

スラグとCO<sub>2</sub>の間で何らかの相互作用が発生？

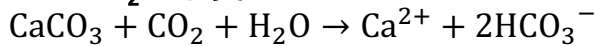
13

## 4. 実験結果 - 比較2 -

### CO<sub>2</sub>とスラグ中成分(CaO)との反応



⇒ CO<sub>2</sub>の消費



⇒ 培養液のpH変化の影響 ← 塩基性に傾くとミドリムシの増殖が阻害される (B. Moss, 2017)

・ミドリムシに対する浸透圧ストレス ← 水チャネル

0.04wt%



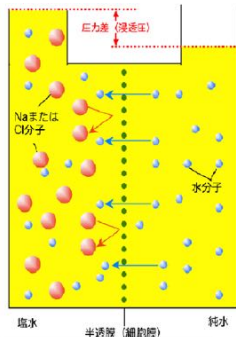
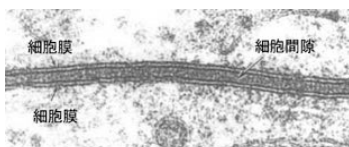
0.08wt%



### 水チャネル(アケアポリン)

細胞膜を構成する脂質膜は、半透膜の性質をもった浸透膜

細胞の内外へは、脂質膜を介して、主に浸透濃度に従った水の移動が為される



CO<sub>2</sub>とCaOが反応しCaCO<sub>3</sub>として沈殿。さらにCO<sub>2</sub>を加えることでCaCO<sub>3</sub>が溶けだす。(Ca<sup>2+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

↓  
培養液のイオン濃度が高くなると浸透圧がかかり細胞膜から水が抜け出し、ミドリムシを死滅させてしまう可能性が考えられる。

([www.agr.hokudai.ac.jp/botagr/sakumotsu/documents/3biol2plant.pdf](http://www.agr.hokudai.ac.jp/botagr/sakumotsu/documents/3biol2plant.pdf))

14

## 5. 展望

### 実験結果にもとづいた推定獲得ミドリムシ量

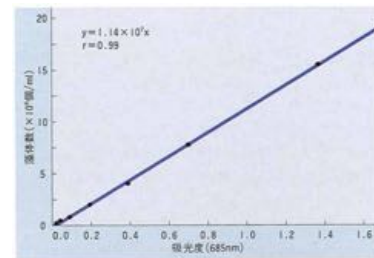
#### 世界のCO<sub>2</sub>削減を目指した試算

##### 条件

- ・世界のCO<sub>2</sub>排出量 330億トン(2014年)
- ・200mlのビーカーから初める
- ・今回作製したミドリムシの濃度を保つために、溶液を継ぎ足し続ける
- ・計算に用いたサンプル：スラグ+ハイポネックス+CO<sub>2</sub>添加(倍加時間2.01日)
- ・ミドリムシの個体数と重量の関係：10億匹/g 出典：<http://midorimusi.blogspot.jp/>

##### (1) 濃度

UV-Visで測定した吸光度とミドリムシの個体数のグラフから求まる濃度は100万匹/ml (1.0g/l)だった



中部電力HP、  
[http://www.chuden.co.jp/resouce/corporate/news\\_59\\_N05919.pdf](http://www.chuden.co.jp/resouce/corporate/news_59_N05919.pdf)

## 5. 展望

### 実験結果にもとづいた推定獲得ミドリムシ量

#### 世界のCO<sub>2</sub>削減を目指した試算

##### (2) 増殖量

倍加時間が2.01日

= x日後にはミドリムシの量が**2<sup>x</sup>倍**になる

=必要な水量も**2<sup>x</sup>倍**になる

⇒ **71日後**にはナゴヤドーム(17億L)があふれ、  
ミドリムシは**2082トン**まで増える



500トン クレーン×4

##### (3) CO<sub>2</sub>消費量

CO<sub>2</sub>を20%流し、1kgのミドリムシを12時間光に当てるとCO<sub>2</sub>は13.4g消費される<sup>[1]</sup>

⇒ **129日後**には世界のCO<sub>2</sub>排出量330億トン(2014年)を超える(**387億トン**)

必要な水の量  $9.9 \times 10^{17}$  L = 琵琶湖



× 3600杯

[1] 光合成藻類の人工培養による排ガスCO<sub>2</sub>の固定に関する研究-培養環境とCO<sub>2</sub>の消費量-, 農業機械学会誌, 1998

## 5. 展望

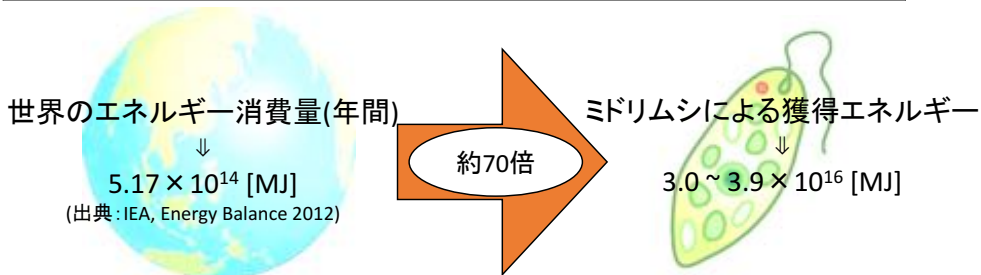
### 培養したミドリムシの燃料としての利用

ミドリムシ(脂質: 30 wt%)の発熱量と獲得エネルギー

	ミドリムシ	残渣	脂質
高位発熱量 [MJ/kg]	35	30	40

131日で $9.9 \times 10^{14}$  kgの  
ミドリムシが培養される

	ミドリムシ	残渣	脂質
獲得エネルギー [MJ]	$3.5 \times 10^{16}$	$3.0 \times 10^{16}$	$3.9 \times 10^{16}$



17

## 5. 展望

### 実験結果にもとづいた推定獲得ミドリムシ量

#### 試算条件

- 世界のCO<sub>2</sub>排出量
- 溶液を継ぎ足し続ける ⇒ ナゴヤドームがあふれそうになったら、液はそのまま  
半分のミドリムシを油にする
- 今回作製したミドリムシの濃度を保つ ⇒ 100倍

#### 結果

- ✓ ナゴヤドームが71日であふれる ⇒ 115日まではあふれない, 325日で世界のCO<sub>2</sub>排出量の半分(165億トン)を消費
- ✓ 必要な水の量: 琵琶湖3600杯 ⇒ ドーム1個
- ✓ 獲得エネルギー  $\sim 3.9 \times 10^{16}$  [MJ] ⇒  $\sim 1.7 \times 10^{16}$  [MJ]

今後、ミドリムシを濃縮した状態での培養技術の構築が必要

18

## 6. 結論

- ミドリムシの培養条件を検討した
- スラグ+CO<sub>2</sub>+ハイポネックスが最適条件であることを確認した
- スラグ+CO<sub>2</sub>で増殖が阻害されることを確認した
- 燃料での利用およびCO<sub>2</sub>固定の実用化に向けた試算を行った

### 課題

- 実際のプロセスの構築(大規模プラントでの培養)

19

結果ならびに今後の課題は以上の通りです。



# 「テキストデータを活用したアプリケーション開発」 報告書 ～ キャラ弁作り支援システム ～

## I. DP報告書

### ◆テーマの主旨

本テーマでは、インターネット上にあるデータを活用したビジネスモデルの草案・分析・検証を実施し、社会的課題を解決するアプリケーション開発プロセスを学ぶこと、参加者自身がそれに主体的に取り組むこと、各種スキルと意欲を養うことを目的とする。

### ◆課題

- ①インターネット上のデータを活用して解決できる社会的課題にどのようなものがあるか
- ②インターネット上のデータを活用したサービスにどのようなものがあるか
- ③インターネット上のデータを活用したビジネス創造と評価、提案プロセスの実施
- ④データ解析，自然言語処理ツールの習得・活用
- ⑤上記に関連した特許調査
- ⑥上記に関連したツール・データのライセンス（著作権）の確認

## 1. メンバー

DP:	平尾 努	(日本電信電話(株) コミュニケーション科学基礎研究所)
TA:	松山 諒平	(工学研究科 情報・通信工学専攻 M2)
受講生:	伊藤 智晃	(工学研究科 電子工学専攻 M1)
	犬飼 耕平	(工学研究科 応用物理学専攻 M1)
	河合 駿兵	(工学研究科 物質プロセス工学専攻 M1)
	土居 裕典	(工学研究科 情報・通信工学専攻 M1)

## 2. 実験実施期間

実験：平成29年4月19日～7月19日（全14回）

発表：平成29年8月2日

## 3. サブテーマ

キャラ弁作り支援システム

## 4. 実験プロセス

本実験は以下に示すプロセスで進めた。

### 1) 概要説明と目標設定

まずテーマの目的と概要を説明した。その後、実験の最終的な目的として、ビジネスプランを作成し、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」に応募することとした。

### 2) インターネット上のデータを活用したサービスの動向調査

インターネット上のデータを活用したサービスとしてどのようなものが存在するのか、そこで活用されている技術がどのようなものなのかをいくつかのサービスを例にあげ、解説した。また、各受講生がサービスを提案し、有用性、実現性について議論した。具体的には、以下のサービス案があがった。

1. ネットいじめを発見するサービス
2. おすすめ情報を提供する Twitter ボットサービス
3. 機械翻訳によるコミュニケーション支援サービス
4. 料理レシピ情報提供サービス

### 3) インターネット上のデータを活用したサービス開発とビジネスプランの創出

受講生間の議論に基づき、有用性と実現性の観点から、テーマを料理レシピ情報の提供サービスにしぼり、どのようなサービスが社会的に有用かつ本実験において実現可能かということ議論した。その結果、SNS (Social Networking Service) には多くの写真が投稿されることに着目し、料理のなかでも特に写真映えのする「キャラ弁 (キャラクター弁当の略)」をターゲットとしたサービスの開発を目標とした。そして、受講者間での議論の結果、キャラ弁のある特定の期間におけるランキング生成、キャラ弁写真からのレシピ生成という2つのサービスを核としたキャラ弁作成支援システムを実装することを目標とした。キャラ弁はそのままとなるキャラクターそのものの流行、季節などによって流行り廃りがある。しかし、既存の料理レシピサイトではこうしたキャラ弁のトレンドをとらえることはできない。また、さまざまな料理レシピが専門のサイトに掲載されているものの、キャラ弁レシピの掲載数は決して多くはない。キャラ弁作成支援システムはこうした既存サービスの問題点を解決できる。

次に、キャラ弁作成支援システムを実際にサービスとして運営することを想定し、ビジネスモデル・キャンバスを利用して収益構造を明確化した。既存のレシピ提供サービス会社の収益構造を調査した結果をふまえ、顧客、価値提案、チャネル、顧客との関係、収益の流れ、リソース、主要活動、パートナー、コスト構造という観点から本システムを利用したサービスの収益構造を議論した。

また、特許調査の基本的な手順を学習し、上記サービスに類似するサービス、技術について

て特許がないか調査を実施した。利用するデータ、ツールのライセンスについても問題がないかを確認した。さらに、技術調査の一環として、NTT コミュニケーション科学基礎研究所のオープンハウスに参加し、研究講演、研究展示を聴講、見学した。実験テーマと関連のある見学が多く、NTT の研究者と受講者との間で活発な質疑応答が行われた。

## 4) システムの実装

### 4-1) キャラ弁ランキング

システムの実装にはスクリプト言語である Python を利用し、次に述べる各種 API、ライブラリはすべて Python から呼び出すこととした。

ツイートを取得するための API である python-twitter API を利用し、ツイート群からキャラ弁の写真を得る。具体的には、文字列「キャラ弁」を含み、かつ写真へのリンク URL を含むツイートを抽出し、リンク先の URL からキャラ弁の写真を得る。次に各ツイートを解析し、ツイート時刻、「いいね」数、リツイート数を得る。そして、リツイート数「いいね」数の重み付き線形和でキャラ弁のランキングスコアを決定し、「最近」、「24 時間」、「1 週間」という 3 段階のタイムスパンでキャラ弁のランキングを表示する。

### 4-2) キャラ弁レシピ生成

4-1) で得たキャラ弁の写真に対しレシピを提示することを目的とするが、写真からレシピを推定する問題はそれ自体が大きな研究課題である。実際、コンピュータビジョンの最難関会議である CVPR (2017 年 7 月下旬) にて、画像からレシピを生成する研究発表が世界に先駆け行われており [1]、簡単に取り組める課題ではない。そこで、本実験ではキャラ弁の写真からレシピを推定するのではなくキャラ弁の作成に必要な食材を推定することとした。これを実現するにあたり、当初は、ツイートから得たキャラ弁写真と類似した写真を持つレシピをデータベースから検索し、そのレシピ記載の材料を提示することを考えた。これには画像間の類似度を計算する必要があり、ツール (OpenCV など) 導入が必須となる。しかし、実験期間中にこれを実現するのは困難との結論に至り、最終的にはキャラ弁写真を含むツイートからキャラクター名を抽出し、そのキャラクター名を含むレシピ群から高頻度で出現する食材を提示するようにした。なお、キャラクター名の同定性能を向上させるため、形態素解析器 Mecab[2]の辞書として Neologd[3]を採用した。

## 5) プレゼンテーション

キャラ弁作成支援システムが社会的なニーズにどのように応えるか、どのような収益構造を考えているかということが聴衆に伝わるようにプレゼンテーション資料を受講者全員で分担して作成した。特に、スライドに文字をつめ込まないようにし、メッセージがひと目で伝わるようにした。また、実際にキャラ弁のランキング、ランキング中の任意の写真を選択した際に食材が提示される様子を撮影し、プレゼンテーション中でデモを行うようにした。

#### 4. まとめ

初期の段階から、受講者全員が積極的に課題に取り組み活発な議論のもと実験を進めることができた。プログラミング経験が浅いなか、最終的に動くシステムが完成したことは意義深い。キャラ弁作成支援というアイデアは非常に興味深かった。これが実現できれば、社会的にインパクトがあり、ビジネスとして成り立つ可能性も大きい。本原稿の執筆時点では、ビジネスプランコンテストへの応募については書類の作成途中であるが、これまでの成果がコンテストにて評価されることを期待したい。

#### 参考文献

- [1] Salvador et al. “Learning Cross-modal Embeddings for Cooking Recipes and Food Images”, Proc. of CVPR (2017).
- [2] Kudo et al. “Applying Conditional Random Fields to Japanese Morphological Analysis”, Proc. of EMNLP (2004)
- [3] Sato, T., “Neologism dictionary based on the language resources on the Web for Mecab”, <https://github.com/neologd/mecab-ipadic-neologd>, (2005).

## II. 成果報告書

Eグループ

# キャラ弁と暮らす

～キャラ弁作り支援システム～

DP	平尾	努
TA	松山	諒平
	伊藤	智晃
	犬飼	耕平
	河合	駿兵
	土居	裕典

## 目次

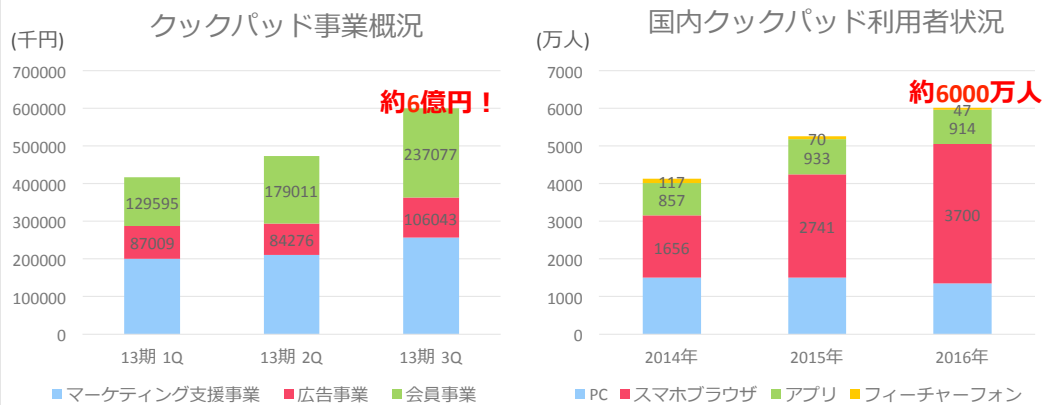
1. 背景
2. 事業内容
3. 事業計画
4. Webサイト作成までの流れ
5. デモンストレーション
6. まとめ

## 背景① レシピ需要増加

Web上でのレシピ需要の増加



クックパッド等レシピサイトが市場として確立  
⇒レシピ支援システムは市場になり得る!



引用元:<http://diamond.jp/articles/-/8309?page=3> <https://thepedia.co/article/1953/>

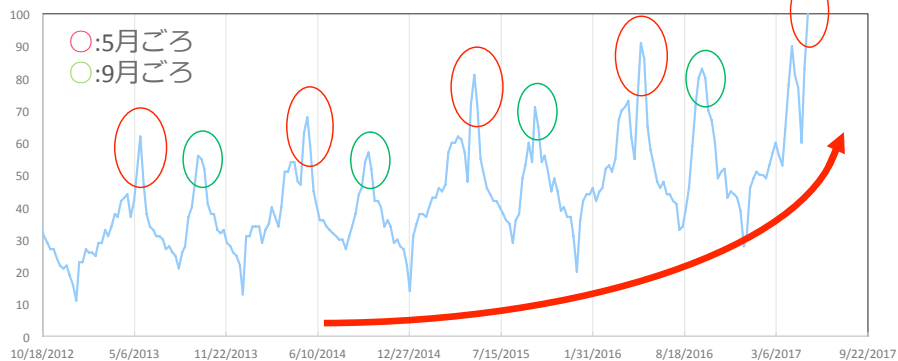
## 背景② キャラ弁ニーズの高まり

近年のSNSの成長⇒写真投稿の流行



華やかな写真を投稿したい!!  
⇒キャラ弁需要の増加!

キャラ弁 検索履歴(Googleトレンド)



# 背景③ レシピサイトの問題点

## レシピサイトの現状

- ・作りたいキャラ弁のレシピが見つげにくい
- ・キャラ弁の流行が分からない

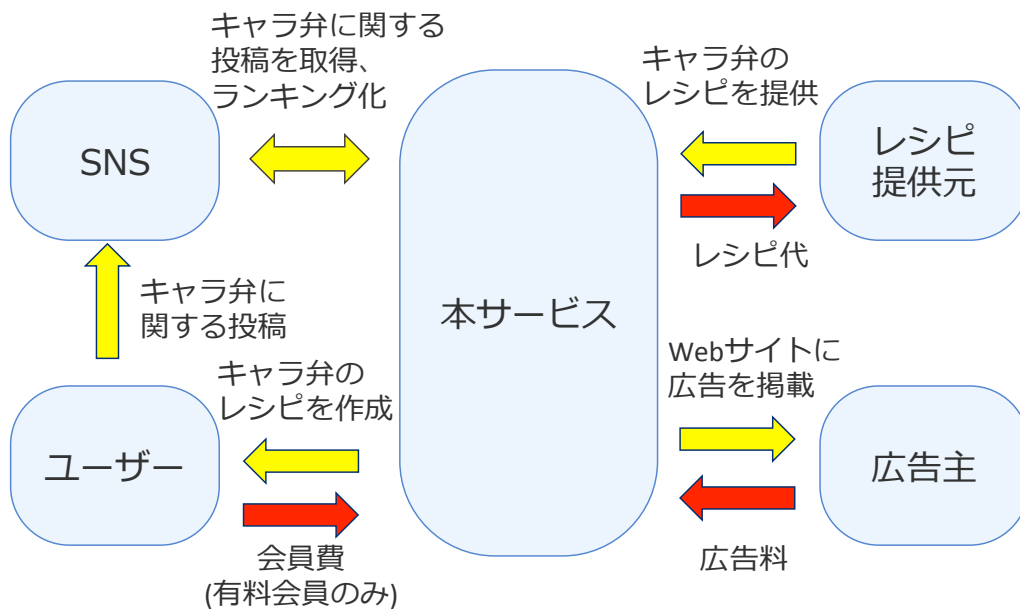
SNSを用いた**流行りのキャラ弁レシピ提供サービス**  
キャラ弁をより身近に！！



レシピを生成



# 事業内容



## 事業計画

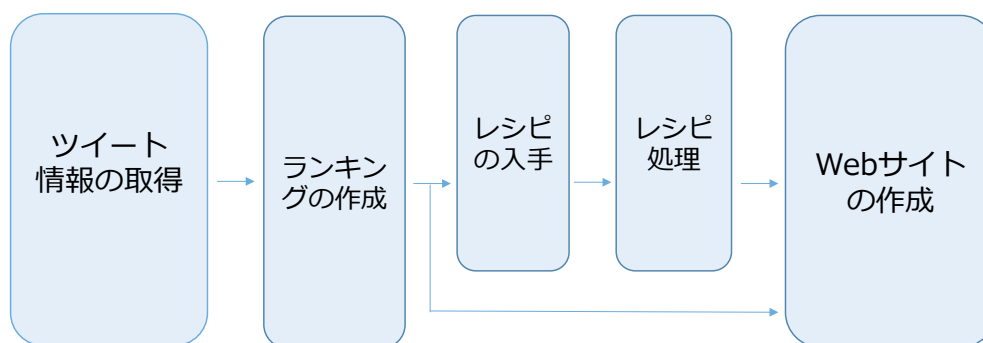
プロモーションはTwitterによって年300万円で行う  
 会員数は1年目1000人、2年目1200人、3年目1500人  
 で計算

目		1年目	2年目	3年目
収入	有料会員	¥2,400,000	¥2,880,000	¥3,600,000
	広告	¥200,000	¥300,000	¥400,000
	収入合計	¥2,600,000	¥3,180,000	¥4,000,000
支出	サーバー代	¥100,000	¥120,000	¥150,000
	プロモーション	¥3,000,000	¥3,000,000	¥3,000,000
	サーバー人件費	¥2,400,000	¥2,400,000	¥2,400,000
	サーバー提供費	¥1,000,000	¥1,000,000	¥1,000,000
合計		¥5,500,000	¥5,520,000	¥5,550,000
		¥-2,900,000	¥-2,340,000	¥-1,550,000

会費 200円/月

月20万円/人

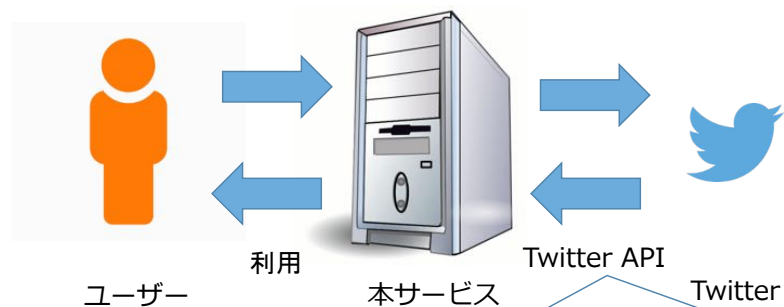
## Webサイト作成までの流れ



権利侵害の判断⇒特許情報プラットフォームサイトを利用



## ツイート情報の取得



- Twitter API を用いてTwitter のツイートを取得するプログラムを作成
- ツイート情報としてテキストデータ、画像、“いいね”の数、リツイートの数、ツイート時刻を入手

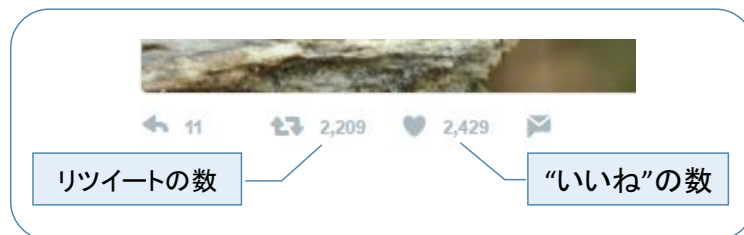
## ツイート情報の取得



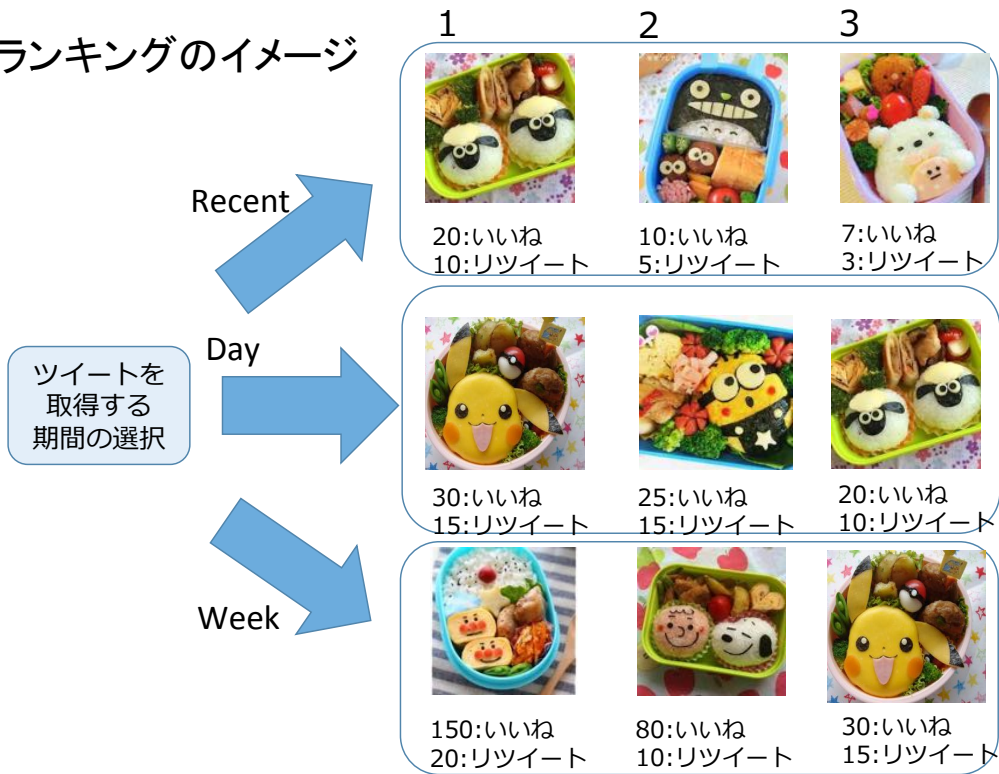
- ツイート全体から“キャラ弁”という単語で絞り込み
- ただし、画像があるツイートのみを対象として、ツイート情報を入手

# キャラ弁ランキング

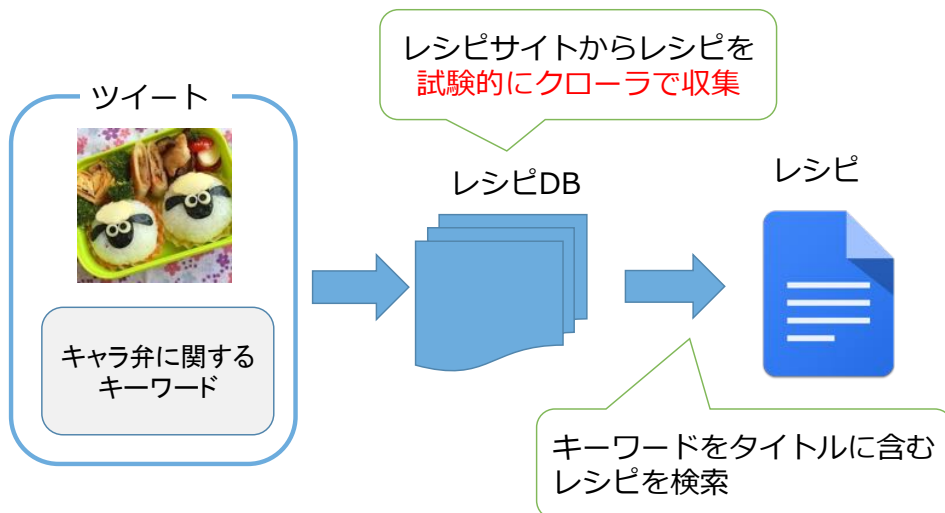
- ユーザーが流行を捉えやすいようにキャラ弁ランキングを作成
  1. [Recent], [Day], [Week]からツイートを取得する期間を選択
  2. “いいね”の数とリツイートの数でランキング
  3. 上位10件をWebサイトに表示



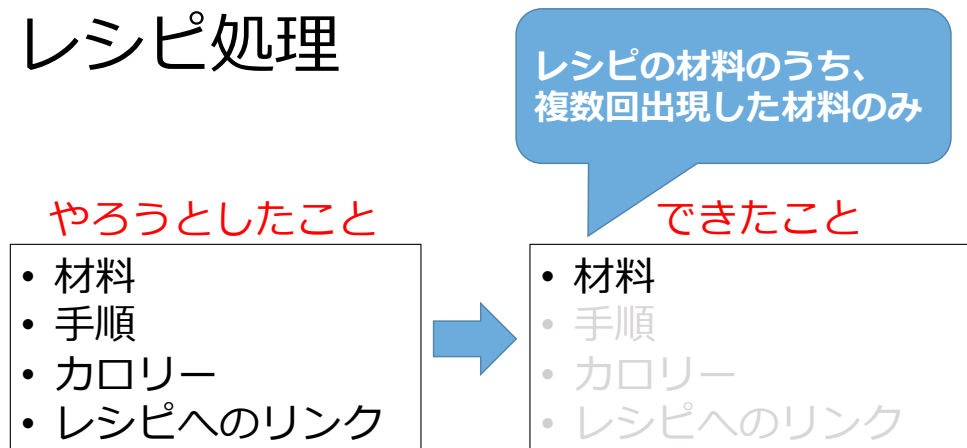
## ランキングのイメージ



## ツイートをもとにレシピを検索



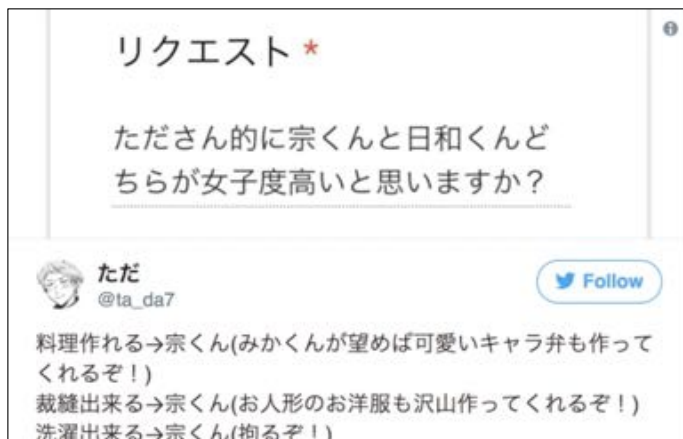
## レシピ処理



## 改善点①

キャラ弁画像でないツイートがランキングに入ってしまう

- 画像から文字が検出されるツイートを除外する



## 改善点②

ツイート本文にキーワードがない  
場合、レシピが検索できないため  
材料が取得できない

- ツイート画像からキャラクター  
を特定する
- ツイート画像と類似した画像を  
含むレシピをDBから検索する



## まとめ

- 完成したプログラム
  1. ツイートの取得
  2. キャラ弁ランキングの生成
  3. 料理レシピサイトのクローラ
  4. レシピ処理
  5. Webサイトの作成
- 「学生ビジネスプランコンテスト」への応募のための資料を今後作成予定

**「エネルギー供給、省エネルギー、そして、次世代エネルギーシステム」  
報告書**  
～低 GWP 冷媒を用いたヒートポンプにおけるエネルギーのハイブリッド化～

## I. DP 報告書

### ◆テーマの主旨

COP21 で採択されたパリ協定にも対応すべく、再生可能エネルギーの大量導入や原子力発電所の再稼働が進む中、電力システム改革として、2016 年に電力小売・発電の全面自由化が行われ、2020 年には送配電部門の法的分離が行われる。

また、ガスシステム改革として、2017 年にガス小売りの全面自由化が行われ、2022 年にはガス導管事業の法的分離が行われ、従来の電力会社やガス会社は、電力とガスの両方を積極的に販売することとなった。

本プロジェクトでは、先ず、エネルギー供給とエネルギー利用の両面から、次世代エネルギーシステムの在り方について検討する。そのために、発電所、工場、研究所などを見学し、現地で専門家の解説を受けるとともに、意見交換を行う。

次に、電力とガスの「いいとこ取り」ができるなど、省エネ性・環境性・利便性の高い熱利用システムを検討し、性能実験を行う。

### ◆課題

- 1) エネルギー問題について、エネルギーの供給と利用の両面から考察する。
- 2) 真のエネルギー効率とは何か、最適なエネルギーシステムとは何か、環境に調和した次世代のエネルギーシステムはどうあるべきかについて考える。
- 3) 省エネルギーを推進するための提言を行う。

## 1. メンバー

DP :	渡邊 激雄	(中部電力株式会社)
TA :	箕浦 誠人	(エネルギー理工学専攻・M2)
受講生 :	式田 寛	(マイクロナノシステム工学専攻・M2)
	永井 僚	(電子工学専攻・M1)
	富田 柊人	(機械システム工学専攻・M1)
	加藤 里紗	(土木工学専攻・M1)

## 2. 実験実施期間

実験：平成29年4月19日～ 7月26日 (全15回)

発表：平成29年8月2日

### 3. サブテーマ

低 GWP 冷媒を用いたヒートポンプにおけるエネルギーのハイブリッド化

### 4. 実験プロセス

本実験は以下のプロセスで行った。

#### 1) 実験内容・目標

実験内容と目標を以下のように設定した。

- 発電所・研究所・工場の見学を通して、現代におけるエネルギー問題（需要と供給の両面）を把握
- ヒートポンプシステムのシミュレーションと実験によって、低 GWP 冷媒と空気熱交換器を用いた、高効率ヒートポンプシステムの省エネルギー効果を検証

#### 2) 基礎セミナーの実施

以下の（ア）から（ウ）の3テーマで基礎セミナーを行った。

##### （ア）基礎セミナー1 「電力供給における CO<sub>2</sub> 排出削減に関する取り組み」

電力供給における CO<sub>2</sub> 排出削減に関して理解を深めるために、本セミナーを行った。本セミナーの大項目は以下の通りである。

- ① 中部電力における取り組み
- ② 電気事業連合会における取り組み
- ③ 国の取り組み

本セミナーのまとめは以下のとおりである。

- ① 中部電力の 2015 年度における CO<sub>2</sub> 排出量は 5,933 万トン、CO<sub>2</sub> 排出係数は 0.486 kg-CO<sub>2</sub>/kWh であり、2025 年度に排出係数を 0.371 kg-CO<sub>2</sub>/kWh に低減することを目標にしている。
- ② 日本の電気事業の CO<sub>2</sub> 排出量は 4.57 億トン、排出係数は 0.554 kg-CO<sub>2</sub>/kWh であり、原子力発電所の停止に伴う CO<sub>2</sub> 排出量の増加は、0.86 億トン/年（2010 年と 2014 年の比較）である。
- ③ 日本の電気事業者は、地球温暖化の対策として、原子力発電所の再稼働、火力発電の高効率化、再生可能エネルギーの利用および電気利用の高効率化を進めている。
- ④ EU 全体・米国などの先進国は、バランスの取れた電源構成（エネルギーベストミックス）を達成している。
- ⑤ アジアにおける天然ガスの輸入は LNG によるために市場が分断され、パイプラインによる欧米に比べて割高なため、燃料上流・調達から発電までのサプライチェーン全体に係る包括的アライアンスにより交渉力を強化している。
- ⑥ 安倍首相は、2015 年 6 月の G7 サミットで、日本の温暖化効果ガスを 2030 年に 2013

年比で 26.0%削減することを表明した。このうち、エネルギー起源の CO<sub>2</sub> の寄与分は、21.9%である。

- ⑦ これを実現するための 2030 年における電源構成は、原子力が 22-20%、LNG が 27%、石炭が 26%、石油が 3%、再生可能エネルギーが 24-22%とされ、再生可能エネルギーの内訳は、水力が 8.8-9.2%、太陽光が 7.0%、バイオマスが 3.7-4.6%、風力が 1.7%、地熱が 1.0-1.1 %である。
- ⑧ 2016 年 8 月 3 日（以下、同日）における再生可能エネルギーの固定価格買取制度における導入容量は 2,952 万 kW であり、そのうちの約 96%を太陽光発電が占めた。同日における認定容量は 8,686 万 kW と、導入容量の 2.9 倍に達する。制度開始から同日までの累計買取金額は 3 兆 4921 億円、累計買取電力量は 10,042,393 万 kWh となり、平均買取価格は 34.77 円/kWh となった。
- ⑨ 太陽光発電の 2015 年における日本における買取価格はドイツの 2.5 倍となり、自立に向けたコストダウン（2014 年：21 円/kWh⇒2020 年：14 円/kWh⇒2030 年：7 円/kWh）が検討されている。
- ⑩ 次世代火力発電に係るロードマップが策定され、2030 年度のエネルギーミックス実現に向けた技術として、石炭火力・LNG 火力に係る高効率化技術、および 2030 年度以降に向けた革新技术として、CO<sub>2</sub> 回収・貯留・利用技術や水素発電技術を候補として挙げ、次世代火力発電技術を引き続き強力で推進する上での出発点とした。

#### (イ) 基礎セミナー 2 「電力とガスの自由化」

以下の新聞記事を読み、電力とガスの自由化の最新状況を確認した。

- ① 日本経済新聞「経済教室」電力自由化 1 年（上）「発電部門の競争促進必須」、松村敏弘（東京大学教授）、2017 年 3 月 17 日
- ② 日本経済新聞「経済教室」電力自由化 1 年（下）「都市ガスとの競争加速へ」 山内弘隆（一橋大学教授）、2017 年 3 月 21 日

#### (ウ) 基礎セミナー 3 「工業熱力学」

「何のために、工業熱力学を学ぶのか？」および「工業熱力学を用いて何ができるのか？」を考え、工業熱力学の面白さ、可能性、醍醐味を実感できるようにした。

本セミナーの目的は以下の通りである。

- ① 熱機関は、高温の熱からどのように動力を取り出すのか、逆に、ヒートポンプは、動力を利用してどのように熱を低温から高温にくみ上げるのかを理解する。
- ② 高温の熱から動力を取り出す熱機関の熱効率や動力を利用して熱を低温から高温にくみ上げるヒートポンプの成績係数はどのようにして求められるのかを理解する。
- ③ 熱機関の熱効率やヒートポンプの成績係数を可能な限り向上させるには、どうす



ればよいのかを考える。

本セミナーの内容は以下の通りである。

- ① 化学反応と燃焼（化学反応とエネルギー変換、燃焼）
- ② ガスサイクル（熱機関とサイクル、ピストンエンジンのサイクル、ガスタービンエンジンのサイクル、ガス冷凍サイクル）
- ③ 蒸気サイクル（蒸気の状態変化、蒸気原動機サイクル）
- ④ 冷凍サイクルと空気調和（冷凍の発生、成績係数、各種冷凍サイクル、空気調和）  
さらに、②から④の応用として、以下の⑤と⑥を扱った。
- ⑤ 「蒸気タービンによるランキンサイクル」と「ガスタービンによるブレイトンサイクル」との「コンバインド発電サイクル」
- ⑥ CO<sub>2</sub>遷臨界サイクル、単段および二段圧縮式逆ランキンサイクル、カスケード逆ランキンサイクルなどの高温ヒートポンプサイクル

### 3) 発電所・研究所・工場への訪問と見学

以下の（ア）から（ウ）の施設を訪問し、見学した。

（ア）中部電力株式会社川越火力発電所（三重県川越町）

川越火力発電所を訪問し、現地の技術者の説明と発電所や展示室の見学により、LNG コンバインドサイクル火力発電の概要、運転方法、LNG の供給方法について理解を深めるとともに、火力発電全体の現状と最新動向を把握した。

（イ）ダイキン工業株式会社滋賀製作所（滋賀県草津市）

ルームエアコンや家庭用給湯機エコキュートを製造しているダイキン工業株式会社滋賀製作所を訪問し、技術開発の最前線で活躍されている技術者の説明により、ヒートポンプの最新動向を把握するとともに、製造ラインの見学と技術者の説明により、製造工程に関する理解を深めた。さらに、空気熱源ヒートポンプを構成するため、ダイキン工業株式会社製パッケージエアコン室外機に用いられている、空気・冷媒熱交換器、筐体、ファンおよびファン回転数制御装置の提供を受けた。

（ウ）中部電力株式会社技術開発本部（名古屋市緑区）

世界最大級のヒートポンプ試験装置「ヒーボンらぼ」を見学し、ヒートポンプの試験方法に関する理解を深めた。さらに、同試験装置の環境試験室において、空気熱源ヒートポンプの実験を行った。

### 4) ヒートポンプサイクルの実験

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

業務用給湯における普及拡大、生産プロセスにおける用途拡大などが挙げられる。近年、GWPが、従来のフッ素系化合物の冷媒よりも大幅に低く、さらに、CO<sub>2</sub>よりも低い冷媒として脚光を浴びている HF0 (Hydro-fluoro-olefin) の一つであり、欧州向けカーエアコンにも採用され始めている R1234yf が注目を浴びている。昨年度に、R1234yf を充填した水熱源ヒートポンプを製作し、性能実験を行った。これらの成果は、日本伝熱学会東海支部伝熱コロキウム、2016 年度日本冷凍空調学会年次大会 (神戸大学) およびヒートポンプ国際会議 2017 (ロッテルダム) で発表を行い、大きな反響を得た。

本年度は、空気・冷媒熱交換器、筐体、ファンおよびファン回転数制御装置を取り付けることにより、空気熱源ヒートポンプを構成できるようにした。環境試験室において、夏期条件 (25°C DB/21°C WB)、中間期条件 (16°C DB/12°C WB)、冬期条件 (7°C DB/6°C WB) および着霜期条件 (2°C DB/1°C WB) で、本格的な実験を行った。ここで、DB は乾球温度、WB は湿球温度である。

また、温水の出口温度を、昨年も実験を行った温度条件 65°C および 80°C に、45°C および 90°C の温度条件を加えた。このうち、65°C から 90°C の温度は、貯湯式給湯機に用いられる条件であり、65°C 以上とすることで、貯湯槽におけるレジオネラ菌の発生を防止できる。45°C の温度は、ヒートポンプとガス給湯器を組み合わせたハイブリッド・ヒートポンプで、瞬間式給湯機に用いられる条件である。

以上により、熱源のハイブリッド化 (水熱源および空気熱源)、エネルギー源のハイブリッド化を実現できることとなった。

この性能実験を通して、温度、圧力、流量、熱量および電力の計測方法とデータロガーを介したコンピュータでのデータ解析方法を修得した。

## 5) ヒートポンプサイクルの解析

米国標準研究所 (NIST: National Institute of Standards and Testing) が開発した蒸気圧縮冷凍サイクル解析プログラム (CYCLE\_D: NIST Vapor Compression Cycle Design Program) を利用して、ヒートポンプサイクルの計算や実験データの解析を行った。

## 6) 省エネルギーを推進するための提案

一昨年の受講生のアンケート結果に、「成果を学会で発表したかった。」という感想があった。4 か月という短い期間で成果を上げ、学会発表まで行うのは一般的に厳しい。昨年度に引き続き、本年度も、期間内に行われる以下の研究会に、高度総合工学創造実験の開講前から仮テーマで発表予約をしておいた。

本実験の成果を、当 DP が監事を務める日本伝熱学会東海支部主催の第 24 回伝熱コロキウム (7 月 21 日、刈谷市のデンソー企業年金基金会館にて開催) において、TA、受講生の合計 5 名のリレー式による講演発表を行った。この伝熱コロキウムでは、この他にも、「水冷コンデンサの開発」(デンソー)、「スマートエネルギー集合住宅実証」(東邦ガス)、「波長

選択された熱ふく射による効率的処理システム」(日本ガイシ)、「低 GWP 非共沸混合冷媒を用いた空調機システムの性能評価」(三菱重工)の4件の発表があり、活発な質疑や意見交換が行われた。空気・冷媒熱交換器における着霜状況に関する質問があり、高度総合工学創造実験そのものに関心を示した発言もあった。

## 5. まとめ

高度総合工学創造実験の特徴は、専攻を越えた様々なバックグラウンドを持った院生がチームを組んで実験を遂行することである。当グループでは、国籍はもちろん、受講生の専門領域も制限せず、院生を受け入れた。そのため、エネルギー分野にあまりなじみのない院生でも理解できるように、工業熱力学の講義を行うとともに、発電所・工場・研究機関の見学により、理論的背景と物理的イメージとの両方を持つことができるようにした。

ご多忙にもかかわらず、施設見学にご対応いただいた、ダイキン工業株式会社滋賀製作所および中部電力株式会社川越火力発電所の関係各位に心より感謝する。

## 参考文献

- [1] JSME テキストシリーズ出版分科会、「JSME テキストシリーズ 熱力学」, 社団法人日本機械学会, 2002.
- [2] 高橋毅, “進化する火力発電 低炭素化・低コスト化への挑戦” - (B&T ブックス), 日刊工業新聞, ISBN コード 978-4-526-06934-5, 2012 年 9 月.
- [3] 中部電力株式会社 会社情報 設備概要 電力設備系統図,  
[http://www.chuden.co.jp/resource/corporate/com\\_setsubi\\_2016.pdf](http://www.chuden.co.jp/resource/corporate/com_setsubi_2016.pdf)
- [4] 中部電力株式会社 2016 年度 経営課題への取り組み, I 4 つの重点的な取り組み,  
[http://www.chuden.co.jp/resource/corporate/management\\_keiei2016\\_4.pdf](http://www.chuden.co.jp/resource/corporate/management_keiei2016_4.pdf)
- [5] 中部電力株式会社 2016 年度 経営課題への取り組み, II 「目指す姿」実現に向けた具体的な取り組み,  
[http://www.chuden.co.jp/resource/corporate/management\\_keiei2016\\_5.pdf](http://www.chuden.co.jp/resource/corporate/management_keiei2016_5.pdf)
- [6] 電気事業における環境行動計画 2015 年 9 月,  
[http://www.fepc.or.jp/environment/warming/koudou\\_keikaku/pdf/2015.pdf](http://www.fepc.or.jp/environment/warming/koudou_keikaku/pdf/2015.pdf)
- [7] 電気事業者の CO2 排出係数環境省, 平成 22 年度の電気事業者ごとの実排出係数・調整後排出係数等の公表について (お知らせ), <https://www.env.go.jp/press/14702.html>
- [8] 環境省, 電気事業者別排出係数 (特定排出者の温室効果ガス排出量算定用) 平成 26 年度実績 H27.11.30 公表, <http://www.env.go.jp/press/files/jp/28621.pdf>
- [9] 長期エネルギー需給見通し, 資源エネルギー庁, 2015 年 7 月,  
[http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/mitoshi/pdf/report\\_01.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/pdf/report_01.pdf)

- [10] 長期エネルギー需給見通し小委員会に対する発電コスト等の検証に関する報告，  
発電コスト検証ワーキンググループ，2015年5月，  
[http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/mitoshi/cost\\_wg/pdf/cost\\_wg\\_01.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/cost_wg/pdf/cost_wg_01.pdf)
- [11] 再生可能エネルギー導入促進関連制度改革小委員会 資料2 再生可能エネルギーの  
導入拡大に向けた施策の方向性について 平成28年2月，  
[http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/kihonseisaku/saisei\\_kanou/pdf/009\\_02\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/kihonseisaku/saisei_kanou/pdf/009_02_00.pdf)
- [12] 再生可能エネルギー固定価格買取制度ガイドブック，  
[http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/saiene/data/kaitori/2017\\_fit.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/data/kaitori/2017_fit.pdf)
- [13] 火力発電分野の動向について，総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー  
分科会資源エネルギー庁，2015年3月，  
[http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shoene\\_shinene/sho\\_ene/pdf/011\\_02\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shoene_shinene/sho_ene/pdf/011_02_00.pdf)
- [14] 次世代火力発電に係る技術ロードマップ，次世代火力発電の早期実現に向けた協議  
会，2016年6月，[www.meti.go.jp/press/2016/06/20160630003/20160630003-1.pdf](http://www.meti.go.jp/press/2016/06/20160630003/20160630003-1.pdf)
- [15] Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel  
on Climate Change (IPCC), Appendix 8.A: Lifetimes, Radiative Efficiencies and Metric Values,  
2014.
- [16] ANSI/ASHRAE Standard 34-2010, “Designation and Safety Classification of Refrigerants”,  
2010.
- [17] The Japan Society of Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 2014 Progress Report,  
“Risk Assessment of Mildly Flammable Refrigerants”, 2015.
- [18] J S Brown, Piotr A Domanski, Eric W Lemmon, “CYCLE\_D: NIST Vapor Compression Cycle  
Design Program -Version 5.0 (NIST Standard Reference Database 49)”, 2009.
- [19] 渡邊激雄，池亀透，今川拓哉，中島裕太，林祐太，山本泰史，”HFO 冷媒を用いた高  
温ヒートポンプに関する理論的および実験的研究”，2016年度日本冷凍空調学会年次大  
会講演論文集，講演番号 B113，神戸大学六甲台キャンパス，9月6日－9日，2016年。
- [20] Choyu Watanabe, Toru Ikegame, Takuya Imagawa, Yuta Nakashima, Taishi Yamamoto,  
“Theoretical and Experimental Study on High-Temperature Heat Pump Using a Low GWP  
Refrigerant”, O.3.3.2, 12<sup>th</sup> IEA Heat Pump Conference 2017, Rotterdam, The Netherlands, May  
15-18, 2017.

## II. 成果報告書 (TA報告書)

名古屋大学 高度総合工学創造実験 発表会  
平成29年8月2日(水)

エネルギー供給、省エネルギー、そして、次世代エネルギーシステム

### 低GWP冷媒を用いたヒートポンプにおける エネルギーのハイブリッド化

Teaching Assistant	箕浦誠人 (エネルギー理工学専攻・M2)
受講生	式田寛 (マイクロナノシステム工学専攻・M2)
同上	永井僚 (電子工学専攻・M1)
同上	富田柁人 (機械システム工学専攻・M1)
同上	加藤里紗 (土木工学専攻・M1)
大学側教官	藤田隆明 (総合エネルギー工学・教授)
Directing Professor	渡邊激雄 (中部電力)

1

## 目的

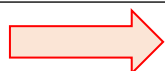
1. 発電所・研究所・工場の見学を通して、現代におけるエネルギー問題(需要と供給の両面)を把握
2. ヒートポンプシステムのシミュレーションと実験によって、低GWP冷媒と空気熱交換器を用いた、高効率ヒートポンプシステムの省エネルギー効果を検証

2

## 川越火力発電所見学

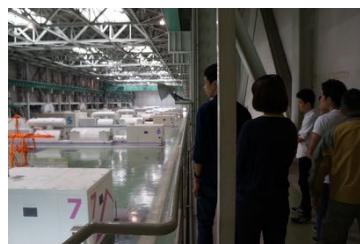
### LNGコンバインドサイクル発電

LNGの燃焼によるガスタービンと燃焼排熱を利用した蒸気タービンを組み合わせた(コンバインド)発電による高効率発電の実現



高効率発電によるCO<sub>2</sub>排出量の抑制

LNG	燃焼温度(°C)	熱効率(%)	運転開始年
四日市4号	1100	47	1988
川越3号	1300	54	1996
新名古屋8号	1500	58	2008
西名古屋	1600	62	2017



高効率なエネルギー供給システムを学び、火力発電など電力供給システムの最新動向を把握した。

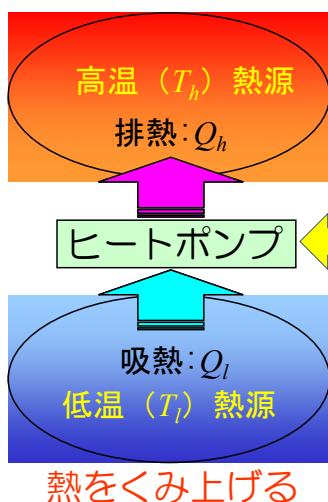
3

表から新しい発電所ほど燃焼温度が高く、熱効率が向上していることがわかる。

## ヒートポンプ

ヒートポンプ・・・少ない消費電力で大気の熱を集め、大きな熱エネルギーとして利用する技術  
例)エアコン, エコキュート(給湯器), 冷蔵庫など

成績係数(Coefficient Of Performance = COP)が大きい



$$\left\{ \begin{array}{l} \text{COP}_h = \frac{Q_h}{E} = \frac{T_h}{T_h - T_l} \\ \text{COP}_l = \frac{Q_l}{E} = \frac{T_l}{T_h - T_l} \end{array} \right.$$

$T_h - T_l$  が小さいほど COP が大きくなる



目的の温度との差が小さい方を選択する  
空気熱源 or 水熱源

4

## エネルギーと環境に関する 国際的取り決めと日本の対応

パリ協定	モントリオール議定書キガリ改正
主に、エネルギー起源の CO <sub>2</sub> の排出削減	地球温暖化への 影響が大きいHFC削減
2030年度に2013年度比-26.0%	2036年度に 2011-2013年度平均比-85.0%

↓

**エネルギーの供給・利用  
の効率化**

↓

**低GWP（地球温暖化係数）  
冷媒の採用**

HFC（ハイドロフルオロカーボン）  
オゾン層破壊物質ではないが、その代替として開発・使用されており、かつ温室効果が高い

5

## 冷媒の分類と特性

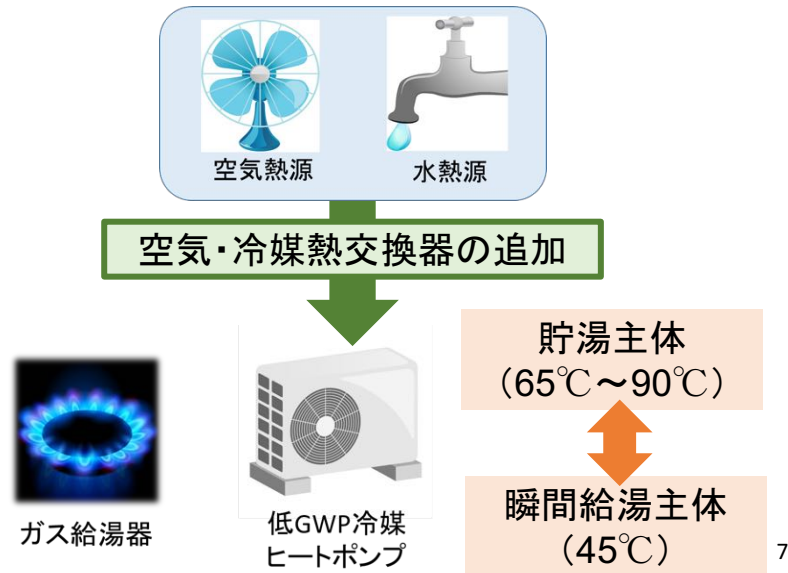
分類		冷媒の番号 または名称	構造式	ODP	GWP	毒性	燃焼性
合成 冷媒	CFC	R12	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	1.0	10,200	無	不燃
	HCFC	R22	CHClF <sub>2</sub>	0.055	1,760	無	不燃
	HFC	R134a	CH <sub>2</sub> F-CF <sub>3</sub>	0	1,300	無	不燃
		R32	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	0	677	無	微燃
	HFO	R1234yf	CF <sub>3</sub> CF=CH <sub>2</sub>	0	<1	無	微燃
R1234ze(E)		Trans-CF <sub>3</sub> CH=CHF	0	<1	無	微燃	
自然冷媒		二酸化炭素	CO <sub>2</sub>	0	1	無	不燃
		アンモニア	NH <sub>3</sub>	0	<1	有	弱燃
		プロパン	H <sub>3</sub> C-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	0	3.3	無	強燃
		イソブタン	H <sub>3</sub> C-CH-CH <sub>3</sub>   CH <sub>3</sub>	0	3.3	無	強燃

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

6

GWPおよび燃焼性の優位性から冷媒としてR1234yfを選定した。

## 低GWP冷媒を用いたヒートポンプにおける エネルギーのハイブリッド化



7

## ダイキン工業株式会社滋賀製作所 見学



1. 会社・製作所の紹介
2. 代表的な商品の説明
3. 工場見学
4. 質疑応答
5. 空気・冷媒熱交換器の実機確認  
及び機器操作方法の説明



空気冷媒熱交換器  
(エアコン室外機用)

R32のかわりに  
R1234yfを充填して使用

8



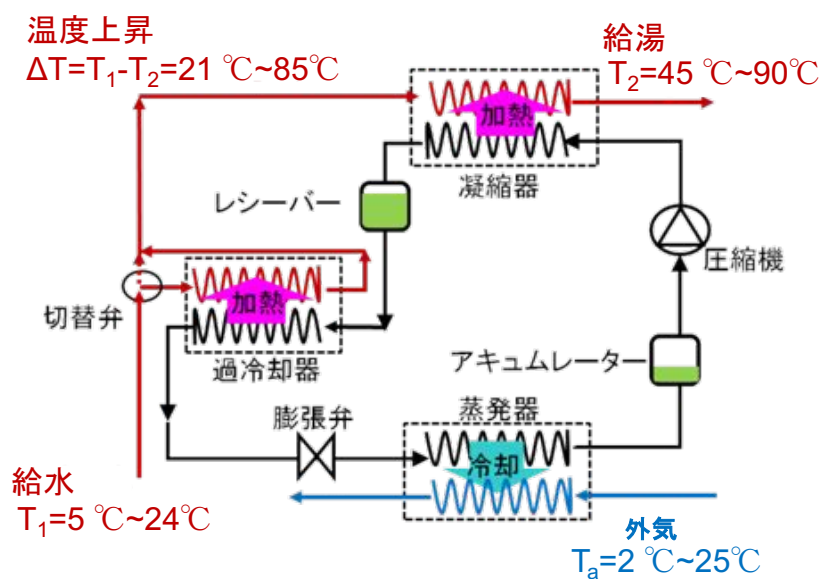
## 遷臨界サイクルと亜臨界サイクルの比較

	大温度 上昇加熱	小温度 上昇加熱	冬期加熱	初期 コスト
CO <sub>2</sub> 遷臨界サイクル	○	×	○ (三重点-56℃)	△ (圧力10MPa超)
R1234yf 亜臨界サイクル 過冷却 小	×	○	△ (沸点-29℃)	○* (圧力3MPa以下)
R1234yf 亜臨界サイクル 過冷却 大~小	○ 過冷却大	○ 過冷却小	△ (沸点-29℃)	○* (圧力3MPa以下)

\* 通常のエアコンや冷凍機の部品が使用可能

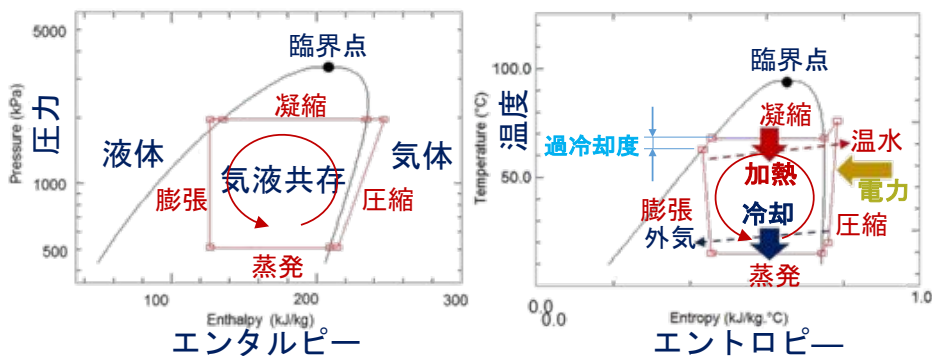
9

## ヒートポンプのフロー



10

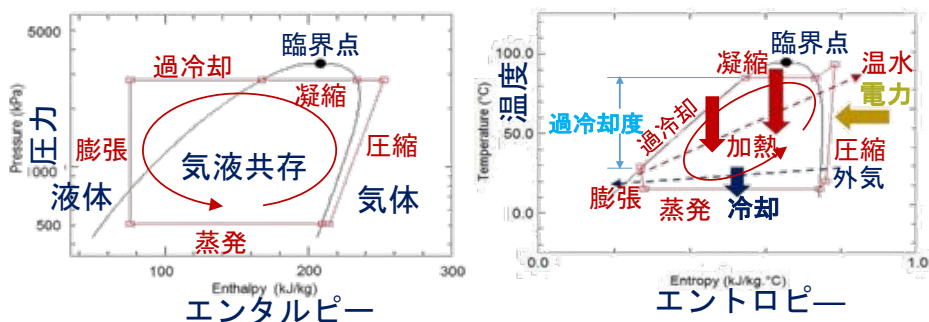
## 亜臨界サイクル(R1234yf, 過冷却度5°C)



- 臨界点の下で、液が蒸発して低温で外気から熱を吸収するとともに、冷媒ガスが凝縮して高温で熱を温水に放出する。
- 一定の温度で冷媒ガスが凝縮して、熱を水に与える。
- 小さな温度上昇を伴う加熱に適している。
- 最高圧力は3MPa以下の低圧となる。

11

## 亜臨界サイクル(R1234yf, 過冷却度55°C)



- 臨界点の下で、液が蒸発して低温で熱を外気から吸収するとともに、冷媒ガスが凝縮して一定の高温で熱を温水に放出した後、冷媒液になってからも更に熱を温水に放出して温度が下がる（過冷却）。
- 大きな温度上昇を伴う加熱に適している。
- 最高圧力は3MPa以下の低圧となる。

12

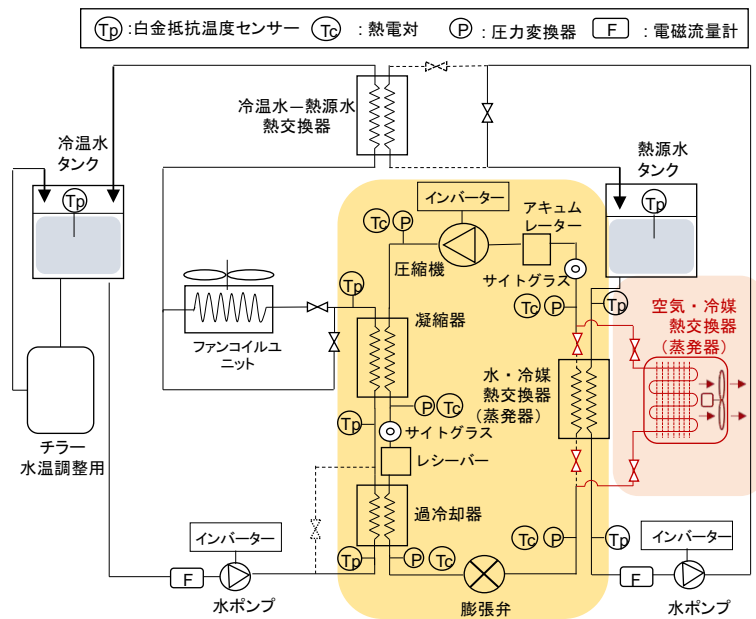
## 実験装置の外観



中部電力株式会社技術開発本部 環境試験室において

13

## 実験装置のフロー



14

## 実験条件

	外気条件	給水条件	給湯条件
夏期	25°C DB/21°C WB (70 % RH)	24°C	45°C, 65°C, 80°C, 90°C
中間期	16°C DB/12°C WB (62 % RH)	17°C	45°C, 65°C, 80°C, 90°C
冬期	7°C DB/6°C WB (87 % RH)	9°C	45°C, 65°C, 80°C, 90°C
着霜期	2°C DB/1°C WB (84 % RH)	5°C	45°C, 65°C, 80°C, 90°C

DB: 乾球温度, WB: 湿球温度, RH: 相対湿度

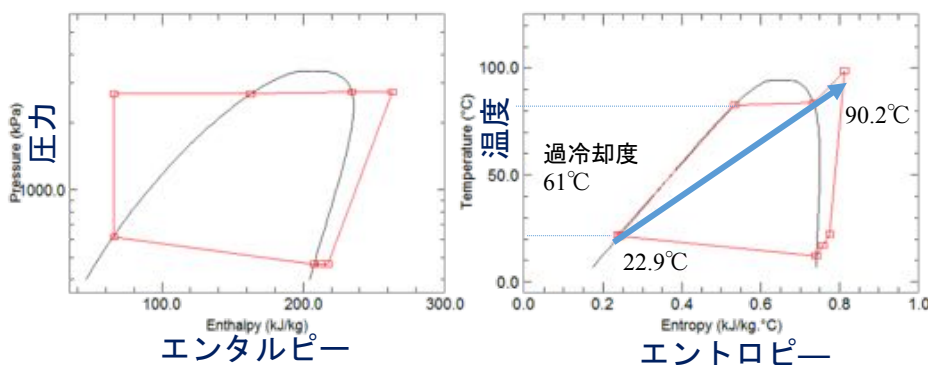
計測データから加熱能力と加熱COPを得た

15

赤字は昨年度はおこなわれなかった実験条件

## 夏期・90°C給湯条件の試験結果

23°Cから90°Cまでの67°Cの温度上昇の温水加熱を行った

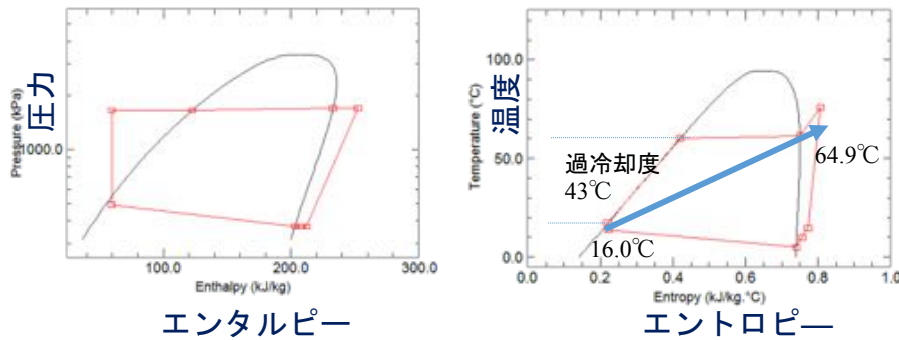


- 最高圧力は2.7 MPa, 最低圧力は0.5 MPaとなった.
- 過冷却度は約61°Cであった.
- 加熱能力は3.6 kW, 加熱COPは3.1であった.

16

## 中間期・65°C給湯条件の試験結果

16°Cから65°Cまでの49°Cの温度上昇の温水加熱を行った

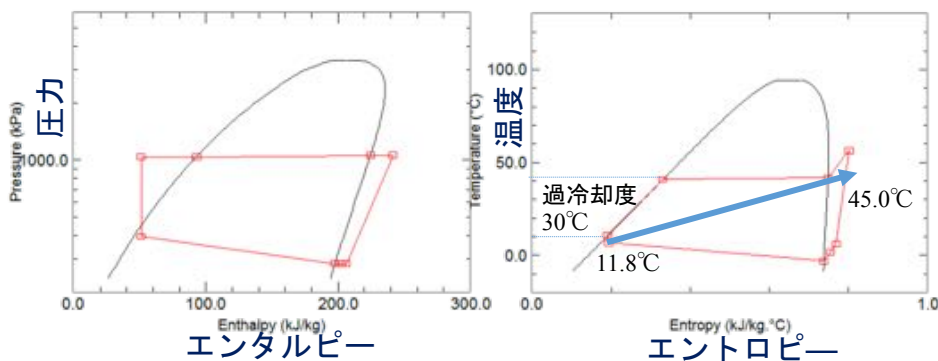


- 最高圧力は1.7 MPa, 最低圧力は0.4 MPaとなった.
- 過冷却度は約43°Cであった.
- 加熱能力は3.6 kW, 加熱COPは3.7であった.

17

## 冬期・45°C給湯条件の試験結果

11°Cから45°Cまでの34°Cの温度上昇の温水加熱を行った

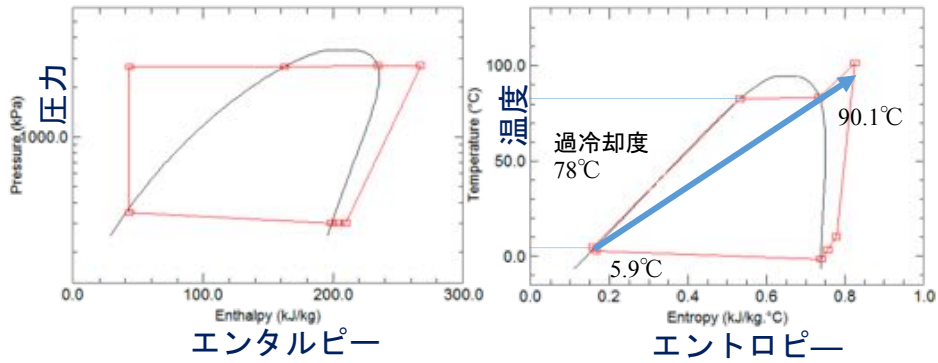


- 最高圧力は1.1 MPa, 最低圧力は0.3 MPaとなった.
- 過冷却度は約30°Cであった.
- 加熱能力は3.0 kW, 加熱COPは3.8であった.

18

## 着霜期・90°C給湯条件の試験結果

5°Cから90°Cまでの85°Cの温度上昇の温水加熱を行った



- 最高圧力は2.8 MPa, 最低圧力は0.3 MPaとなった.
- 過冷却度は約78°Cであった.
- 加熱能力は2.1 kW, 加熱COPは2.6であった.

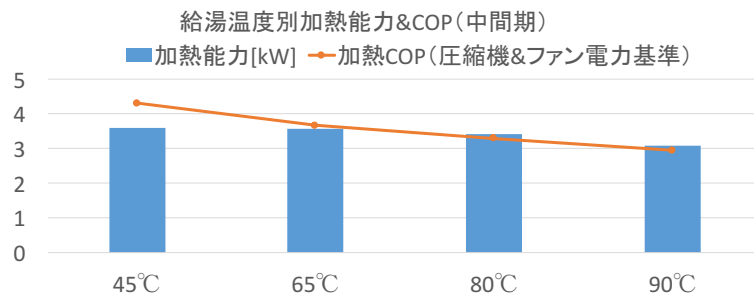
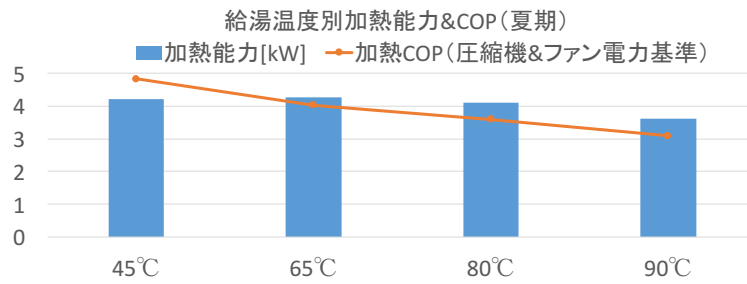
19

## 着霜状況(着霜期・45°C給湯条件)

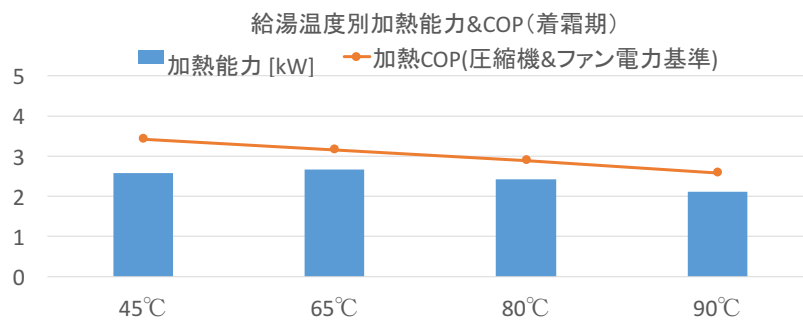
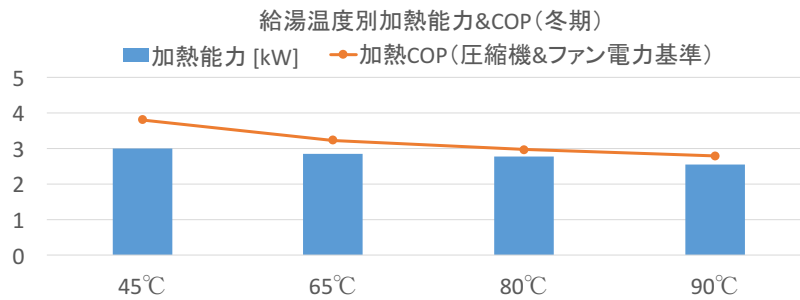


着霜期・80°C給湯および90°C給湯の条件では, 着霜はなかった.

20



21



22

## 加熱COPの比較

	R1234yf (HF0系) 創造実験 ヒートポンプ	R32 (HFC系) 既存 ヒートポンプ	CO <sub>2</sub> 既存 ヒートポンプ
最高加熱温 (°C)	90	65	90
中間期65°C給湯	3.7 (4.1) *1	3.8	4.6
冬期65°C給湯	3.2 (3.5) *1	3.3	-
冬期90°C給湯	2.8 (3.0) *1	-	3.0

- 中間期65°C給湯条件下および冬期65°C給湯条件下で、R32冷媒の既存ヒートポンプと同程度のCOPが得られた
- 冬期90°C給湯条件下で、CO<sub>2</sub>冷媒の既存ヒートポンプと同程度のCOPが得られた

\*1: 空気・冷媒熱交換器における圧力損失を適正化(1/4に)すれば、7%~15%程度のCOP向上が可能であると考えられる  
カッコ内はシミュレーション値

23

## 日本伝熱学会東海支部伝熱コロキウム



デンソー企業年金基金会館  
2017年7月21日

日本伝熱学会東海支部伝熱コロキウムにて実験の成果を発表し、大学や企業の専門家の方と意見交換をした。



三重大学・廣田教授より空気・冷媒熱交換器の着霜状況に関する質問があり、的確に回答した。

24



## まとめ

1. 中部電力(株)川越火力発電所を訪問し、火力発電など電力供給システムの最新動向を把握した。
2. 省エネルギーを推進する機器として、高温ヒートポンプに着目した。
3. 中部電力技術開発本部やダイキン工業滋賀製作所への訪問を通して、ヒートポンプの最新動向を把握した。
4. 高温ヒートポンプ小型原理モデルに空気・冷媒熱交換器を搭載し、冷媒R1234yfを充填して性能試験を行うことにより、過冷却器付きの亜臨界サイクルによる低GWP冷媒高効率高温ヒートポンプの可能性を実証した。
5. この成果の一部を日本伝熱学会東海支部伝熱コロキウムで発表し、大きな反響を得た。

25

## 今後の展開

1. 今後は、空気・冷媒熱交換器における冷媒圧力損失の低減を図るとともに、寒冷地向けに、混合冷媒R454C(R1234yf 78.5 wt. % & R32 21.5 wt. %, GWP値146)を使用して、データを取得したい。
2. その成果を日本機械学会東海支部総会講演会(2018年3月、名古屋大学)やACRA2018(2018年6月、札幌)で発表することにより、省エネルギーを推進するための提言を行う。



26

## アンケート結果

アンケート結果のまとめ	106
TAアンケート結果	107
受講生アンケート結果	111

## 平成 29 年度 高度総合工学創造実験 アンケート結果のまとめ

Coordinating Professor 田中 雅

成果発表会終了後、T A、受講生にそれぞれアンケートを行い、全ての対象者（T A 6 名、受講生 26 名）から回答を得た。総じて肯定的な結果であり、従来からの創造実験の推進、運営の考え方が支持されていると考えられる。

結果の概要を下記する（詳細は、別紙「アンケート結果」参照）。

T A 応募動機（複数選択）は、半数（3 名）が「指導教員に勧められたから」としており、受動的である。T A の応募者が少なく、担当教員等に応募者人選の調整をお願いせざるを得ない状況が反映されている。

実施後の感想（複数選択）では、全員が「有益であった」「良い経験になった」等の肯定的な回答である。一方で、1/3（2 名）が「時間をとられ研究に支障があった」としている。

受講生 受講動機（複数選択）は、「実験の内容に興味を持ったから」が最も多く（16 名、62%）、「研究室の指導教員に勧められたから」（10 名、38%）、「企業からの先生の指導を受けてみたかったから」（8 名、31%）がそれに続いている。

チームとテーマに関し、チーム編成については（複数選択）、「他の専攻（学科）の学生と一緒に実験を行い、彼らから学ぶところがあり有益であった」（24 名、92%）、「他の専攻（学科）の学生と一緒に実験を行った時、自専攻（学科）で学んだことを生かすことができた」（8 名、31%）と、いろいろな専攻（学科）の学生を交えたチーム編成を肯定的に捉えている。また、テーマについては（複数選択）、「テーマが大変興味深かった」が多数（20 名、77%）を占めている。

企業の技術者の指導に対しては（複数選択）、「工学を総合的に見る高い視点・広い視野からの指導」（19 名、73%）、「経済的な視点からの実験結果の意義の検討」（11 名、42%）、「企業での発明、発見についての体験」（9 名、35%）が有益であったとしている。また、「大学の先生から受けた指導の仕方と違うので刺激的」（17 名、65%）とも回答している。

今後の履修の位置付けについては（複数選択）、「MC の選択科目」（21 名、81%）、「B 4 の選択科目」（9 名、35%）と従来通りが良いとする一方、対象とする学生を「他研究科、他学部からの参加者を増やすのが良い」（10 名、38%）と異分野混合を歓迎する回答もかなりある。

受講後の感想では、多数（20 名、77%）が「全体として良い経験になった」とし、「後輩に勧めたい」（11 名、42%）者もかなりいる。「時間が足りない」（8 名、31%）が、背反する「時間を取られ、研究に支障があった」（2 名、8%）を上回っている。また、「将来 T A をやってみたい」受講生もおり（7 名、27%）、今後の T A 募集時の参考情報としたい。

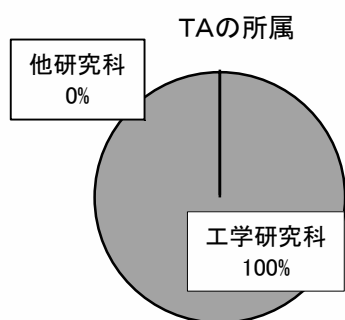
自由記入では、企業からの D P や仲間との交流・議論、専門外の問題への取り組みにより、研究室では得られない貴重な体験、視野の拡大が得られた等、有益であったとするコメントが目立った。また、B 4 の受講生からは、もう少し学部生の参加が増えると良いとする一方、成果発表会は大学院入試時期を避けてほしいとの意見があった。

以上

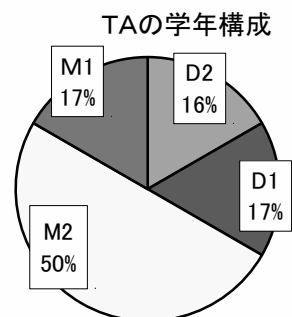
## 平成 29 年度 高度総合工学創造実験に関するアンケート結果

### (ア) TA アンケート結果 (6 名中 6 名: 回収率 100 %)

TAの学年構成及び所属:



工学研究科 6



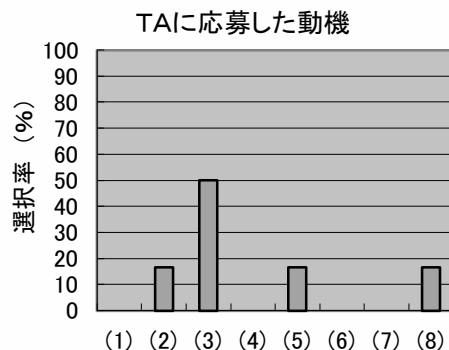
学年	TA
D2 (博士課程後期課程 2年)	1
D1 (博士課程後期課程 1年)	1
M2 (博士課程前期課程 2年)	3
M1 (博士課程前期課程 1年)	1
計	6

### 1) この実験のTAに応募した動機 (複数選択):

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

#### (8) その他コメント

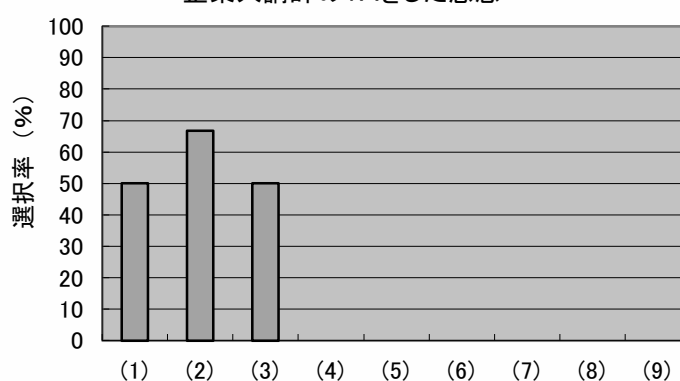
昨年、参加者としてBグループに参加し、有意義なものであると感じ、今年もTAとして参加側の学生に提供したいと考えたから。



2) 企業からの先生のTAをした感想（複数選択）:

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

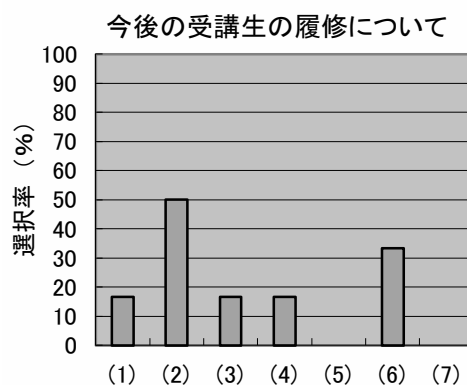
企業人講師のTAをした感想



3) 高度総合工学創造実験への今後の履修について(複数選択):

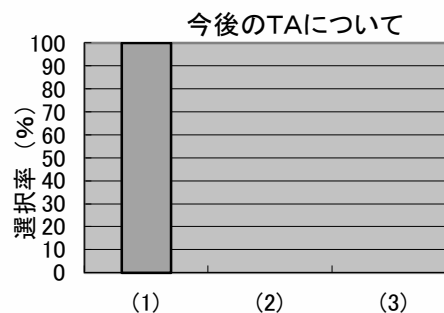
<受講生について>

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



<TAについて>

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

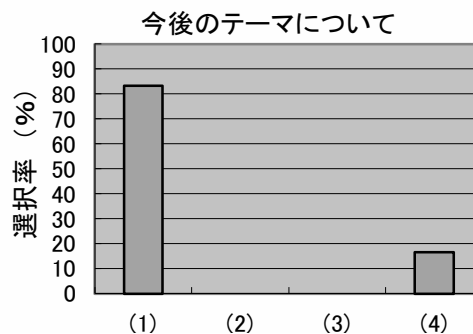


4) 高度総合工学創造実験の今後のテーマについて（複数選択可）:

項目	選択数
(1) このようなテーマで続けるとよい	5
(2) テーマを増やした方がよい(考えられる例を書いてください) 例:	0
(3) テーマを変更すべきだと思う(変更すべき点を書いてください)	1
(4) その他(具体的に書いてください)	0

(4)その他コメント

・ 学生が主体的にかつ自ら考えて実験しているグループが少ないように感じられた。

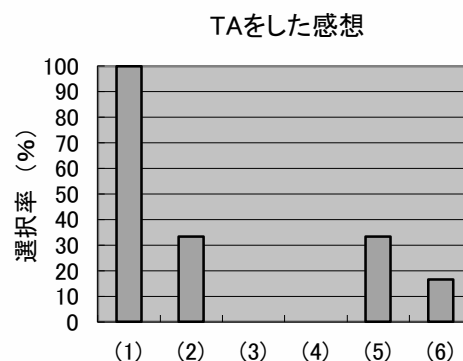


5) 高度総合工学創造実験で TA をした感想（複数選択可）

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

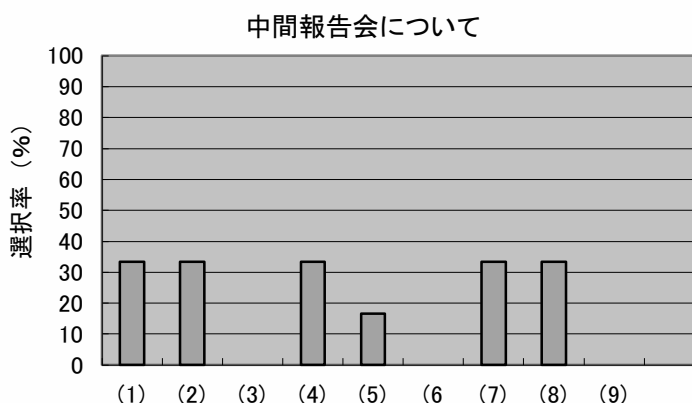
(6) その他コメント

・ 時間があれば、論文を書き、サブミットしたいです。良い研究結果が出た場合、論文を書かなかっただら、もったいないと思っています。



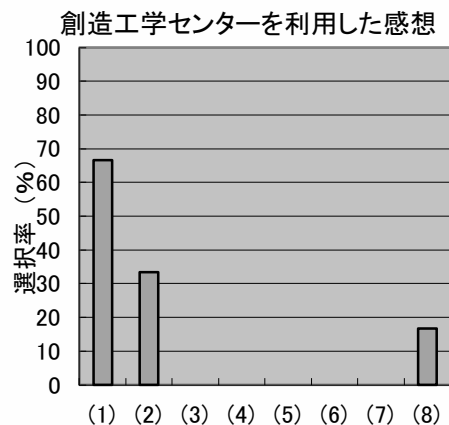
6) 高度総合工学創造実験の中間報告会について（複数選択可）:

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



7) 高度総合工学創造実験の施設利用について（複数選択可）:

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



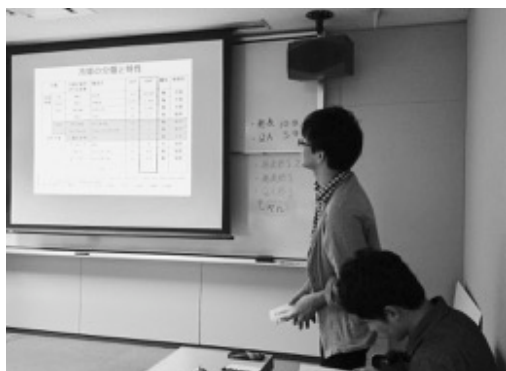
(8) その他コメント

- ・ 10 階まで上がるのが面倒である。

高度総合工学創造実験について、感想、意見等:

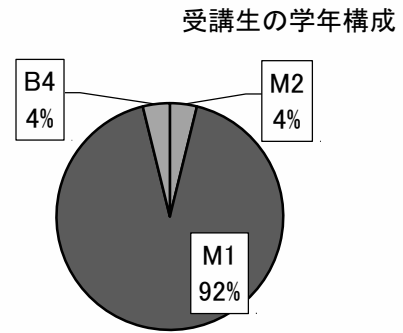
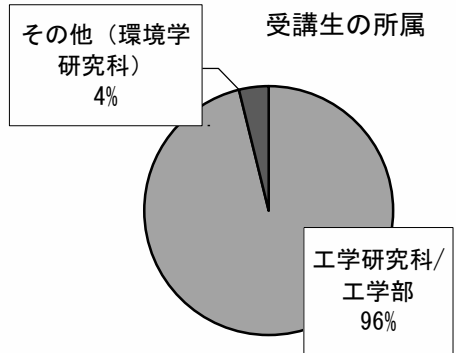
- ・ とても良い経験でした。他研究科の学生と先生との交流をできてとても貴重な経験でした。テーマや学生をもう少し増やしたら、良いかと思っています。
- ・ 何かを製作したり、普段できないような実験をしたりという体験型のテーマに取り組めることがすごくよいと感じた。一方で、調べた内容をまとめて発表するだけのようなテーマもあり見直しが必要であると感じた。
- ・ 「高度創造工学実験じゃないと得られない、学生が研究生生活では得られないことを体験できる、学生が主体的にかつ創造的に活動せざるをえない環境を満たす」ような活動が望ましいと思います。
- ・ 自分にはない知見や経験を得ることが出来て良かった。成果物として完璧に仕上げるには時間が不足しているように感じた。出張等の金銭報告が厳しく、フットワークの良さを阻害していた感じがかった。

以上（順不同、一部抜粋）



(イ) 受講生アンケート結果 (26名中26名: 回収率100%)

受講生の所属研究科(学部)と学年:



所属	受講生
工学研究科(工学部)	25
その他	1
無記入	
計	26

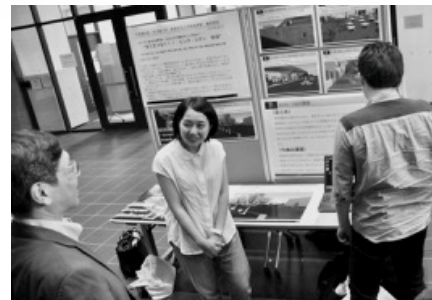
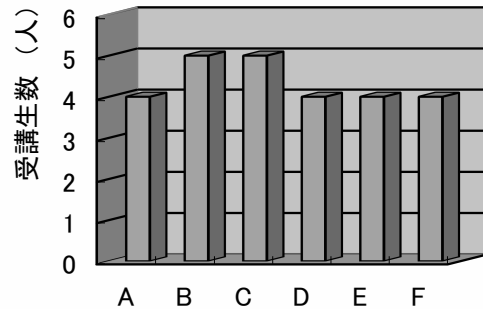
学年	受講生
M2 (博士課程前期課程 2年)	1
M1 (同上 1年)	24
B4 (学部 4年)	1
計	26

その他内訳: 環境学研究科 1

プロジェクト・テーマと受講者数:

プロジェクトテーマ	受講生
A 水素の普及は地球温暖化防止に寄与するか、普及の課題と目指すものについて検証する(伊藤正也 DP)	4
B デザイン手法を用いた商品企画・商品設計の実践(伊藤義人 DP)	5
C 魅力ある都市を、どのように計画デザインするか! (田中尚人 DP)	5
D 地球環境問題を考えながら鉄鋼副生成物でミドリムシを育てる(沼田光裕 DP)	4
E テキストデータを活用したアプリケーション開発(平尾努 DP)	4
F エネルギー供給, 省エネルギー, そして, 次世代エネルギーシステム(渡邊激雄 DP)	4

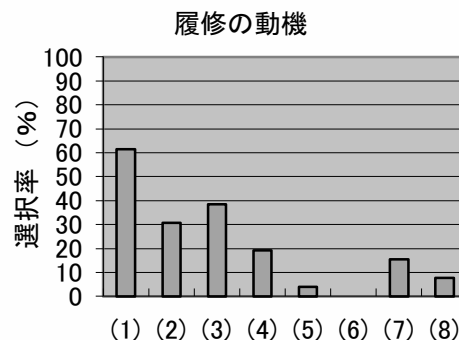
受講生数





1) この実験を履修した動機について（複数選択）:

履修の動機	選択数
(1) 実験の内容に興味をもったから.	16
(2) 企業から来られる先生の指導を受けてみたかったから.	8
(3) 研究室の指導教員に勧められたから.	10
(4) 友達や先輩から聞いて.	5
(5) ポスターを見て.	1
(6) Web サイトを見て.	0
(7) パンフレットを見て.	4
(8) その他	2



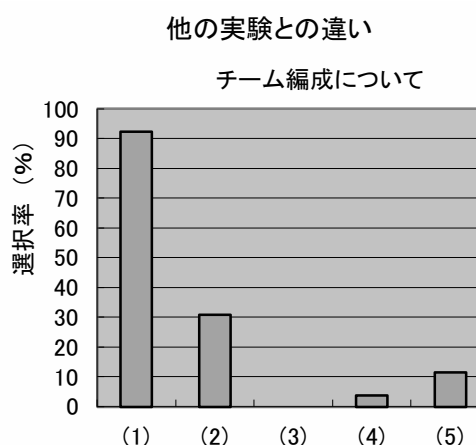
(8)その他コメント(自由記載)

- ・ 企業の人と交わるのでインターンシップみたいなものの1つとして応募してみた。
- ・ 研究科の境を越えて、違ったバックグラウンドの生徒達と一緒に課題に取り組むことに魅力を感じたため

2) この実験とこれまで履修した他の実験等との違い（複数選択）:

<チーム編成について>

チーム編成について	選択数
(1) 他の専攻(学科)の学生と一緒に実験を行い、彼らから大いに学ぶところがあり、大変有益であった	24
(2) 他の専攻(学科)の学生と一緒に実験を行ったとき、自専攻(学科)でこれまでに学んだことを生かすことができた	8
(3) 異なる専攻(学科)の学生と一緒に実験を行ったので、突っ込んだ実験を行うことができなかった	0
(4) 自専攻(学科)でこれまでに学んだことを生かすことができなかった	1
(5) その他上記以外で気付いたことがあれば以下に記して下さい	3

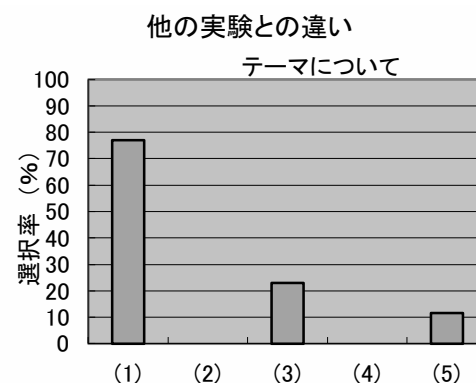


(5) その他コメント

- ・ 工学研究科の専攻は違っていたが、学部時代同じ化学工学科に属していた人がほとんどであった。もうすこし離れた専攻の人も混ざって欲しかった
- ・ 企業で実際に働いている方が指導して下さったため、他の授業とは違った視点から課題に取り組むことができた。また、実際に働いている生の声が聞けて有意義であった。実用化するには実験期間が短いと思った。
- ・ 内容としては十分に満足できるものであった。

<テーマについて>

テーマについて	選択数
(1) テーマが大変興味深かった	20
(2) 期待した内容と違って、興味がわかなかった	0
(3) サブテーマの設定を任された点が有意義であった	6
(4) サブテーマの設定を任されて大変であった	0
(5) その他(以下に具体的に書いてください)	3



(5) その他コメント

- ・ テーマは希望したものと違い、正直始めは興味がわきませんでした。しかし授業が進むにつれこの授業の楽しさというものが見えてきて、非常に毎週楽しみでした。
- ・ この授業を受けるまでデザイン思考や商品開発など関わることにないであろう分野について学ぶことができて有意義であった。
- ・ はじめはテーマについて分からないことが多かったが、実際に実験を重ねることやほかの人との意見交換を通してテーマについて理解することができた。この授業を履修していなければあまり触れないテーマだと思うので、勉強になった。

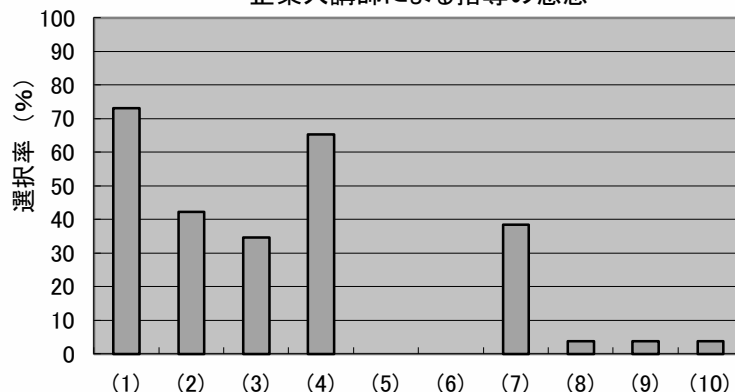
3) 企業からの先生の指導を受けた感想 (複数選択):

項目	選択数
(1) 工学を総合的に見ることのできる高い視点・広い視野から指導を受けられ有益であった	19
(2) 経済的な視点から実験結果の意義を検討できたことは有益であった	11
(3) 企業での発明あるいは発見についての体験ができた	9
(4) 大学の先生から受けた指導の仕方と違うので、刺激的だった	17
(5) 大学の先生から受けた指導の仕方と違うので、戸惑った	0
(6) 学生の学力、各専攻(学科)での授業の内容等を十分に理解していなく、学生実験の指導者としては問題がある	0
(7) TA を上手にを使って指導されていた	10
(8) TA に頼り過ぎていた	1
(9) TA の役割が明確にされていなかった	1
(10) その他(以下に具体的に書いてください)	1

(10) その他コメント

・ 何が今日取り組むことなのか、具体的に提示して下さるともっと良かったと思う。トピックの移り変わりが分かりにくく、何をやりたいのか、何が大事なことなのか掴みにくかった。また、熱力学の講義に関しては、多分過去に履修している人も多かったと思うので、もう少し省略しても良かったと思う。学生主体での取り組みをもう少し増やしてほしい。

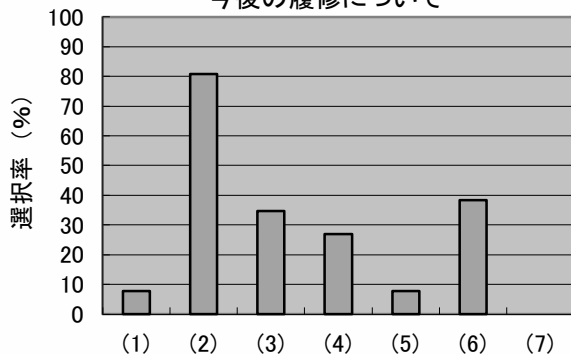
企業人講師による指導の感想



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

今後の履修方法について	選択数
(1) 工学研究科・博士課程前期課程の必須科目とする価値がある	2
(2) 博士課程前期課程の選択科目とする価値がある(従来通り)	21
(3) 工学部 4 年の学生の選択科目とする価値がある(従来通り)	9
(4) いろいろな学年が混ざっているのがよい	7
(5) 学年が混ざっていない方がよい	2
(6) 他研究科・他学部からの参加者を増やした方がよい	10
(7) 他研究科・他学部からの参加者は居ない方がよい	0
(8) ご意見があれば、以下に書いてください	0

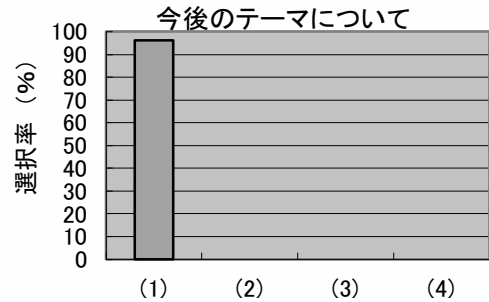
今後の履修について



5) 高度総合工学創造実験の今後のテーマについて (複数選択):

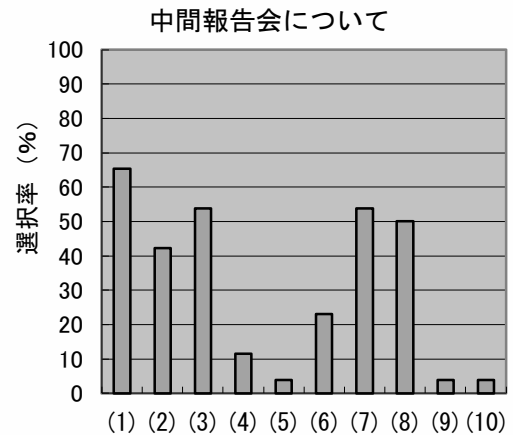
今後のテーマ	選択数
(1) このようなテーマで続けるとよい.	25
(2) テーマを増やした方がよい.	0
(3) テーマを変更すべきだと思う.	0
(4) その他	0

無回答 1



6) 中間報告会について(複数選択)

感想	選択数
(1) 他のグループの実験内容がわかり、興味深かった	17
(2) 他のグループの進捗状況がわかり、実験計画の参考になった	11
(3) 発表準備をすることにより、自分のグループの目標がはっきりした	14
(4) 他のグループとの交流のきっかけとなった	3
(5) 創造性とは何か、より深く考えるきっかけとなった	1
(6) 成果発表会の参考になった	6
(7) 他のグループ、先生等から有益なコメントが得られた	14
(8) 中間報告会はあった方がよい	13
(9) 中間報告会はない方がよい (その理由は?)	1
(10) その他(時期, 報告会形式, 時間設定など以下に具体的に書いてください)	1



(9) 理由

・ 始めたばかりでありあまり報告することがなかったため。また、最終報告会も履修している学生と先生のほかの外部の人があまり来ないので、中間発表で見た内容を見る形になってしまったように思うため。

(10) その他コメント

・ 今まで人前で発表する機会が非常に少なかったため、非常にいい経験になり修論などの練習にもなったと思っている。

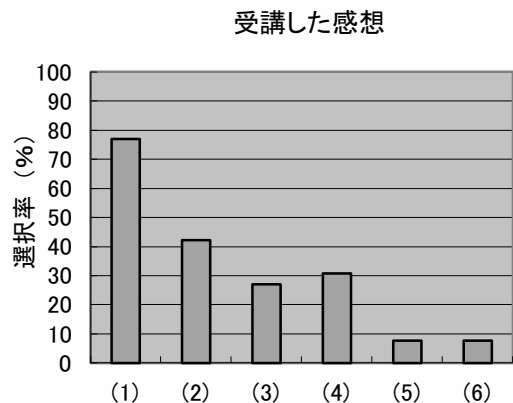


7) 高度総合工学創造実験を受講した感想 (複数選択):

感想	選択数
(1) 全体として良い経験になった	20
(2) 後輩に勧めたい	11
(3) 将来、TAになってみたい	7
(4) 時間が足りない	8
(5) 時間をとられ、研究に差し障りがあった	2
(6) その他	2

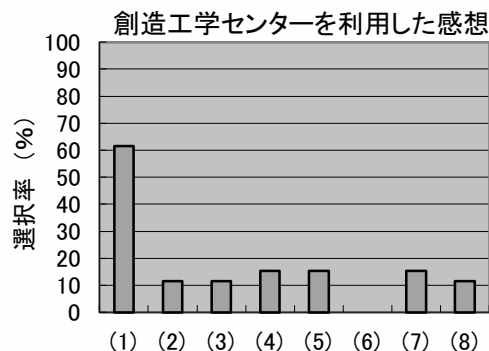
(6) その他コメント

- ・ 来年の研究や就職活動の進捗度合いによって、TAはやってみたいと思っている。
- ・ 他の班とコマ数が異なっているように思った。



8) 創造工学センターの施設利用について（複数選択）:

創造工学センターの感想	選択数
(1) 創造工学センターの施設は使いやすかった	16
(2) 創造工学センターの利用は不便だった	3
(3) 創造工学センターは機材が充実していた	3
(4) 創造工学センターの機材では不十分であった	4
(5) 技術職員の支援が有効であった	4
(6) 技術職員の支援は必要でなかった	0
(7) 技術職員の支援は受けなかった	4
(8) その他	3



(8) その他コメント

- ・ 時間内に技術職員さんがいないことがあった。
- ・ 土曜日に受講していたが、学生証でワークスペースに入れないのは面倒だった。学生だけで集まって話せる場として開放して欲しかった。
- ・ 今回主に土日に実験の授業があり、IB 館に休日にも入館できるような手続きをしたのにもかかわらず、最後まで学生証での入館ができなかったのが不便だった。
- ・ ネットが繋がりにくいことがよくあったので改善してほしいです。

9) 高度総合工学創造実験について、感想、意見等:

- ・ I think it is very interesting. In this course, I got a lot of encouragement and recognition from teachers and classmates.
- ・ この 4 ヶ月学んだことは非常に多い。希望したテーマではなかったがこのテーマでよかったと今では思っている。今までの授業や入学試験では、答えのある問題に対して取り組んできた。しかしこの高度工学創造実験は答えのないテーマに対してみんなで議論しあい、それぞれのスキルをいかしてよりよいものを作ることに取り組めた。この能力は会社に入ると一番求められる能力だと思う。非常にいい経験が出来たと思う。



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

・ 自分の専門外の問題について、さまざまな角度から切り込むことができ、とても有意義な経験をする事ができた。また、実際に企業で勤めていらっしゃるエンジニアに直接指導していただける貴重な場でもあったと思います。残念だったのは第一志望のグループに所属できなかったことです。もうひとつ提案としては、学部生に参加してもらうには、最終発表の日程をずらすあるいは後期の授業にすることが必要

だと思います。多くの学生は夏に大学院への進学を考えています。僕も最終発表の次の日が情報学研究科の試験があり、大変な思いをしました。日程をもう少し考えていただけるとありがたいです。もう少し、学部生の参加者が増えるといいなと思っています。

- ・ 学生たちでテーマに関連することを調べ、具体的な実験内容を決めていく過程で、調べ方や着眼点に関して DP の先生から助言をいただき、調べる力がついた点が最もうれしかった点でした。
- ・ 大変有意義な科目でした。
- ・ 高度総合工学創造実験では企業の方が先生として指導してくれたので普段の講義とは別の視点からアドバイスをもらえたりしてとても参考になった。
- ・ 普段の研究とはかなり指向が異なるプログラムであったため、当初は不安も大きかったが、結果として受講してよかったと感じる。なかなかできる体験ではないと思うので、後輩には強くお勧めしたい。





・ ヒートポンプと呼ばれる技術について、熱力学の理論から実機を用いた実験まで幅広く学ぶことができました。投入したエネルギーより多くの熱エネルギーを得ることができる、という点が当初は信じられませんでした。しかし半期の創造実験を通じて、伝熱分野の理論や応用が実際の生活や産業に大きく貢献していることを知りました。私が大学で学んだ知識と同じ内容を、企業の方々も学び応用している所を目の当たりにする機会を多く経験させて頂くことができました。ここまでは創造実験の良かった点について正直に書かせて頂きました。以下では、創造実験を終えてこうすればよかったと思った点について

述べます。私が受講したグループの内容は、熱力学の知識が多く必要とされる内容でありました。教科書やインターネットに掲載された内容を自分なりに調べて勉強していましたが、なかなか身に付いたという感覚は得ることができませんでした。しかし 7 月に実施した実験で、学んだ熱サイクルが実機にて実現している様子を見て自身の理解が進んだ感覚を得ることができました。もう少し早い時期に実機実験という形で、学んだ内容のアウトプットがあればよかったと感じました。しかし半年間共に活動した、DP、TA、受講生の皆さんには感謝の想いが尽きません。今までお世話になりました

- ・ 創造実験の授業でたくさんの方の事を教えていただき、ありがとうございました。電子工学専攻で熱力学をあまり知らないところから、ヒートポンプの仕組みやサイクルについて学び、最終発表の段階ではさらに改善するためにはどのようにしたらいいのか、という議論まですることができました。また、川越発電所の見学やダイキン滋賀製作所の見学、伝熱コロキウムの発表など、普段の学生生活ではなかなか体験できないようなことを経験させていただき、本当に勉強になりました。今回使用したヒートポンプについて、空気熱交換器の適正化や混合冷媒での実験に実際に携わることはできませんが、どんなデータになるのかも楽しみです。
- ・ ぜひ続けて欲しいです。
- ・ それぞれのテーマごとでレベルに少し差がある様子が良くも悪くも見受けられた気がした。
- ・ 自分にはない知見や経験を得ることが出来て良かった。が成果物として完璧に仕上げるには時間が不足していると感じた。
- ・ 出張等の金銭報告が厳しく、フットワークの良さを阻害していた感じ。
- ・ 大変有意義な実験でした。テーマについてはもっと学生が主体的に決めるとよりよいと感じました。
- ・ もともと第1志望は商品のデザインだったが、第2志望の魅力ある都市のデザインというテーマとなった。全く専門も異なるテーマに戸惑ったが、DP 含め、建築土木を専門とする TA から簡単な講義を行ってもらい非常に親切丁寧であった。魅力という漠然とした概念を具体的なアイデアに表し、実在する市を舞台にして動画にまとめるまでの過程は、実験や分析などとは全く異なり、研究室で行うことが出来ない貴重な体験だった。ただ、自分の専門である化学を活かすことがあまり出来なかった。また、数値解析のような形で貢献したいと思ったが、モデリングソフトでの作業がとても難しかったため、検証を行うことは出来なかった。しかし、建設コンサルタント会社で海外に飛び回っている DP のお話を聞いたことや、他専攻の学生・TA と交流できたことは非常に有意義であったと思う。就職を考えるうえで、参考になることが沢山あったので、後輩たちにも是非この創造実験をすすめてほしい。



以上(順不同、一部抜粋)

高度総合工学創造実験 平成 29 年度実施報告書

2017 年 12 月 1 日発行

編集：創造工学センター

発行：国立大学法人名古屋大学大学院工学研究科

創造工学センター センター長・酒井康彦

〒464-8603 名古屋市千種区不老町

<http://www.cplaza.engg.nagoya-u.ac.jp>

© 2017 名古屋大学工学研究科創造工学センター