

目 次

◆第2回「学生ものづくり・アイデア展 in 富山」プログラム……………	1
◆第2回「学生ものづくり・アイデア展 in 富山」の開催……………	2
富山大学工学部教授 長谷川 淳	
◆会場案内図……………	3
◆基調講演……………	5
基調講演(1)：「大学におけるものづくり教育」	
講師： 宇都宮大学工学部教授 淵澤 定克	
基調講演(2)：「企業におけるものづくり」	
講師： アイシン軽金属（株）	
取締役技術開発研究所 副所長 村上 哲	
◆展示作品リスト……………	9
◆展示作品の概要	
・新潟大学の作品……………	10～15
・長崎大学の作品……………	16～18
・富山大学の作品……………	19～38

第2回「学生ものづくり・アイデア展 in 富山」

プログラム

12：45 開会式

第一部 「ものづくりアイデアコンテスト」

13：00 ものづくり教育の概要説明

13：20 展示作品の概要説明

14：20 ポスターセッション

第二部 「創造工学シンポジウム」

15：40 基調講演

(1)「大学におけるものづくり教育」

講師：

宇都宮大学工学部教授 淵澤 定克

(2)「企業におけるものづくり」

講師：

アイシン軽金属（株）

取締役技術開発研究所 副所長 村上 哲

16：40 パネルディスカッション

「企業で役立つ大学のものづくり教育は如何にあるべきか」

コーディネーター

富山大学工学部教授 長谷川 淳

17：20 コンテスト表彰式

17：40 閉会式

18：00 懇親会（工学部生協1階食堂）

平成 16 年度「特色ある大学教育支援プログラム（特色 GP）」

第 2 回「学生ものづくり・アイデア展 in 富山」の開催

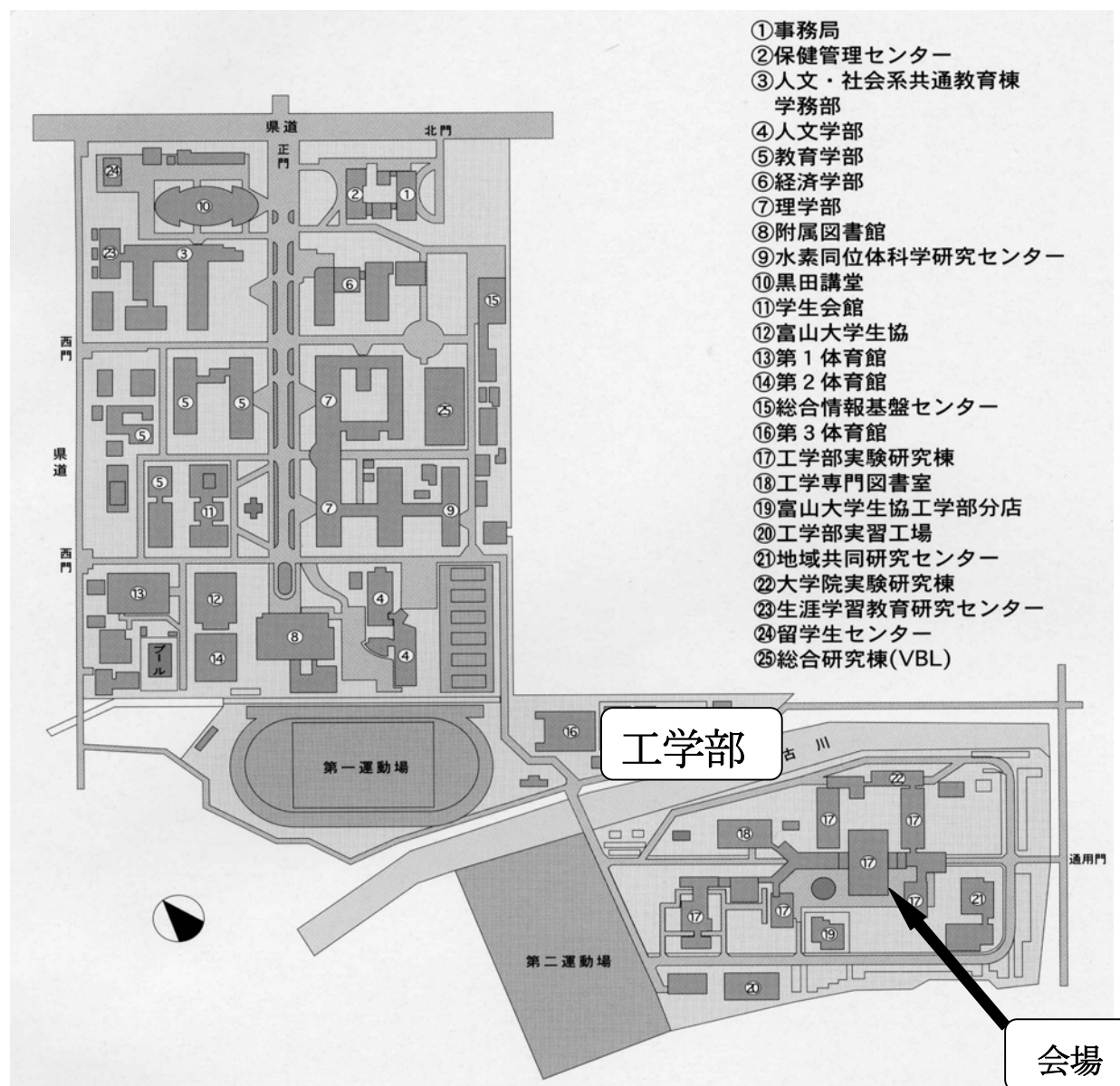
平成 15 年度の文部科学省事業「特色ある大学教育支援プログラム（教育 COE）」に、新潟大学工学部、長崎大学工学部および富山大学工学部が共同で申請した「ものづくりを支える工学力教育の拠点形成～創造性豊かな技術者を志す学生の連携による教育プログラム」が採択されました。その事業の一環として、平成 15 年 12 月 19 日に 3 大学工学部共催による「ものづくり・アイデアコンテスト in 富山」が開催され、300 名の教職員、学生、県内の 7 工業高校の先生、および県内企業の代表者の参加を得て盛会に開催されました。

平成 16 年度に「特色ある大学教育支援プログラム」が特色 GP（Good Practice）と呼び方が変わったことおよび学生が主体の取組であることを明確にするために、タイトルを第 2 回「学生ものづくり・アイデア展 in 富山」と変更することになりました。工学部長をはじめ、創造工学センター運営委員の先生、ものづくりを指導された先生、作品発表の学生および支援していただきました教職員の方々に対して感謝を申し上げます。また、3 大学共催に駆けつけていただきました新潟大学工学部および長崎大学工学部の教職員、作品発表の学生に対してお礼を申し上げます。

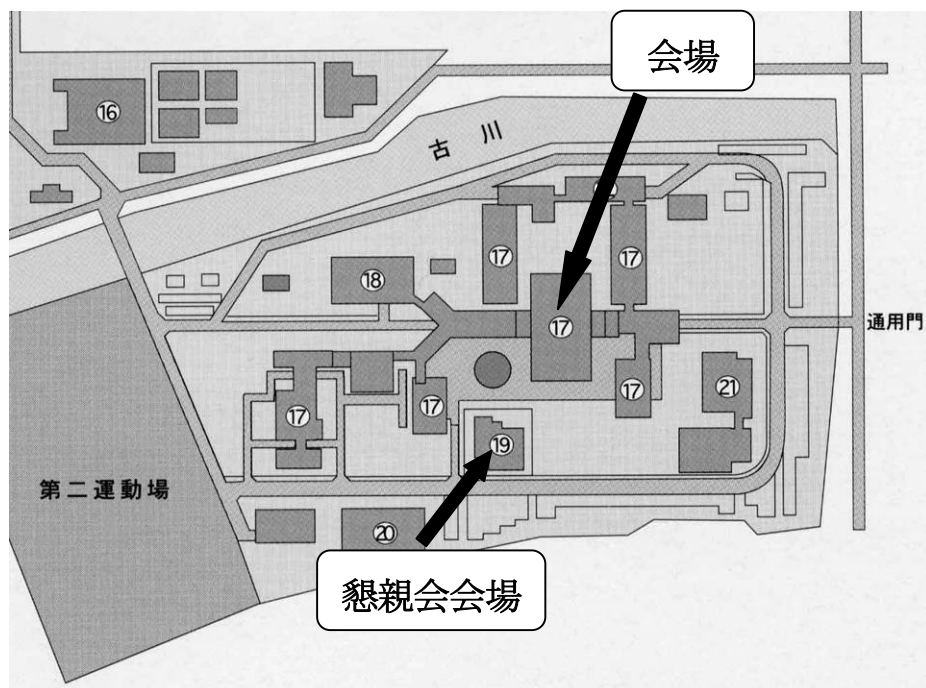
富山大学工学部では入学後の早い時期にもものづくり教育を行うことが創造性を育む上で重要と考えて、平成 9 年度から学科ごとのものづくり教科（自由課題製作実験、自由演習等）を課してきました。学科提案型のテーマと学生提案型のテーマがありますが、いずれも学生のアイデアと自主性を尊重して先生は支援するという立場は同じです。これらのものづくり教科に加えて、平成 16 年度から学科、学年横断型の創造工学特別実習を特論で開講することにしました。企業の製品開発から販売の過程では、いろいろの分野の社員がプロジェクトを組んで専門を生かして取り組んでいます、その大学生版を試行するものです。非常に難しい試みでありましたが、希望した 35 名の学生を 10 テーマにグループ分けをして取り組みました。学生が提案したテーマはごく少数でしたので、最終的にはアドバイザーの先生が提案したテーマの中から学生が選択する方法をとりました。創造工学特別実習の成果を評価するには時期尚早であり、息の長い取組が必要と考えています。

第 2 回「学生ものづくり・アイデア展 in 富山」ではものづくり教育で 3 大学の学生が取り組んできた成果が発表されます。富山大学工学部からは 20 件、新潟大学工学部からは 6 件、長崎大学工学部からは 3 件のものづくり作品が発表されます。コンテストは第一部が作品の概要説明、第 2 部の創造工学シンポジウムでは 2 件の基調講演とパネルディスカッションから構成されています。第 2 部では「大学におけるものづくり教育」と「企業におけるものづくり」について大学と企業から立場から講演をいただいた後で、「企業で役立つ大学のものづくり教育は如何にあるべきか」について討論していただきます。実り多い成果が得られることを期待しています。

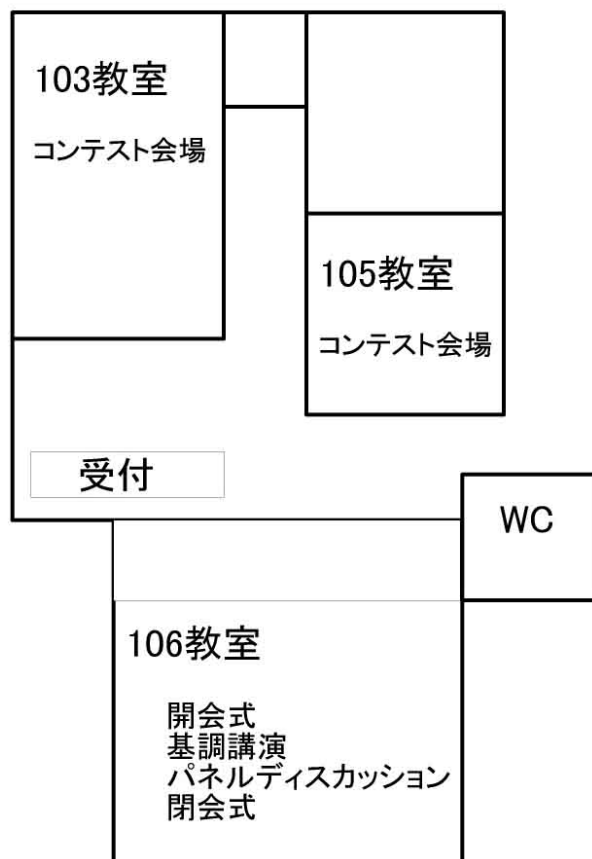
富山大学キャンパスマップ



工学部マップ



会場の概略



宇都宮大学工学部 附属ものづくり創成工学センターの活動とその狙い

淵澤 定克

宇都宮大学工学部附属ものづくり創成工学センター

Innovation Center for Research and Engineering Education

1. はじめに

平成 14 年 4 月、工学部附属ものづくり創成工学センターが発足した。近年「もの」を自分の手で作り出すという「創造」の原点を若者が体験する機会が少なく、そのために本物を知らない若者が育ってきている、という見方がある。平成 10 年度に実施した本工学部外部評価においても「ものづくりの楽しさが解った学生を育てることの必要性」が指摘されている。このように大学の教育現場や企業におけるものづくりの実践現場において、若い技術者達の自主性、創造性、問題解決能力の欠如が問われ、今日の工学教育における最大の問題として認識されている。本センターはこうした課題に取り組むべく、「21 世紀のものづくり・人づくり」をテーマにスタートした。

以下ではセンターの理念、組織および活動などについて紹介する。

2. ものづくり創成工学センターの理念

本センターは以下の三点を理念として掲げている。

1. 座学でなく体験型、教えるのではなく学ばせる、専門性ではなくものづくり感性の涵養をモットーに、自主性と創造性を発現するためのトリガーをかけることを目指し、ベストな教育プログラムを研究開発する。
2. 幅広い専門分野と連携を図りながら、21 世紀に向けた「ものづくりシステムの創出」などの技術研究に取り組む。
3. 研究設備の製作等を通して、世界をリードするような研究成果の達成を支援する。

3. センターの構成と活動

本センターは「創成工学教育」「技術研究」「教育・研究支援」の 3 部門から構成されている (Fig. 1)。

創成工学教育部門

創成工学教育部門は本センターの要の部門であり、「創成工学実践分野」「インターンシップ分野」「プロジェクト創作活動支援分野」の 3 分野からなる。

創成工学実践分野では、ものづくり体験学習を通し

「自主性」「創造性」「問題解決能力」を育む教育プログラムを開発・実践する。具体的には、工学部 1 年生 (約 430 名) 全学生を対象に、共通専門基礎科目として「創成工学実践」を学科横断で必修科目として実施する。足で歩く機械の製作、ミニチュア橋などのものづくり体験テーマに対して、4~5 名のグループ毎に取り組み、創意工夫をこらし協力しながらひとつのものを作り上げる過程を経験する PBL を行う。授業には担任教員がつくが、製作するものの構想、製作活動などは学生自身が自主的に進めることを旨とし、教員は質問に対するアドバイスをしたり、機器や工具の使い方など必要最小限の指導をするにとどめる。1 年生であるがためにまだ専門的知識がないため、できあがった物は必ずしも高度であったり高性能のものではないかもしれないが、学生が自由に創造力の翼をはばたかせ、工夫と試行錯誤を重ねて自分達なりの結果を出す、という「頭の体操」と「手の体操」ができればよいと目論んでいる。年度の終わりにはグループ毎の発表会などを通じた成績評価も行うが、評価の主な視点は結果の善し悪しというよりは、学生がいかにテーマに取り組みものを完成させたかという活動過程に置く。さらにこのようにして実施した各テーマの達成度評価を行うことがセンターの大きな任務である。すなわち所期

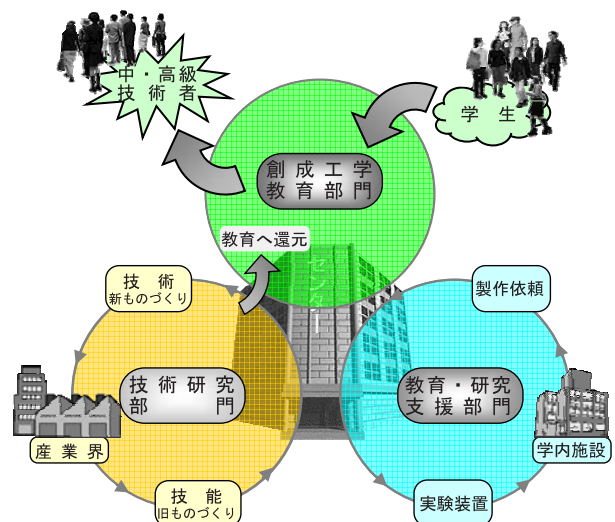


Fig.1 ものづくり創成工学センター

の教育目標に対する実施効果について評価し、これを次年度以降のテーマの設定や授業形態に反映することにより、「創成工学実践」に関するよりよい教育プログラムの開発を目指す。

インターンシップ分野では、工学部におけるインターンシップの窓口として、学生と企業との仲立ちをし、インターンシップ活動の促進と学生のものづくりに対する職業意識の啓発を行う。工学部においては、以前より「学外実習」などの科目で学生が企業での業務体験を行うことを推進してきたが、近年インターンシップ活動の重要性が社会的により広く認知され、受け入れ側企業の数も増え、職種も広範囲にわたるようになってきた。センターは、こうしたインターンシップに関する情報の収集と工学部学生に対する周知、手続きなどの業務を担当している。センターの発足以来、インターンシップに参加する学生数は倍増している。

プロジェクト創作活動支援分野では、フォーミュラSAE など、学生がものづくりを実践する課外プロジェクトを創成工学教育の一環として支援するとともに、新たなプロジェクト活動を促進する。

技術研究部門

技術研究部門は、学内外の技術者・研究者と連携しながら「技能の技術化」に取り組む。久しく前から産業界においては熟練者の高齢化と引退に伴う熟練技能の不足が叫ばれている。一般に熟練者の技能やノウハウは明文化、定量化することが困難であり、その継承には膨大な時間と訓練が必要であると考えられている。しかし、近世および現代の日本の製造業の発展はこうした熟練者の技能によるところが大きいことには疑問の余地がなく、これが失われてしまうことは大きな損失である。そこで本センターでは、ものづくり技能の実践的な研究に取り組み、高度な熟練技能につい

て記録、理解し、継承することが目指すとともに、これらを活用しながら 21 世紀に向けた「ものづくりシステムの創出」にも取り組む。

教育・研究支援部門

最後に教育・研究支援部門では、研究実験装置の製作の支援、学生および教職員に対する技術研修を行う。研修受講者にはライセンスを発行している。学生にはこうした研修を通して機器・機械の技術・技能を修得してもらうことにより、自ら授業や卒業研究のための装置を製作したり、プロジェクト創作活動などの自主製作を行う自信と意欲を涵養する。

4. センターの運営組織

センターの運営には、センター長、副センター長、専任教員と工学部各学科からの委員をもって運営委員会を組織し、これにあたる。さらにセンターの 3 部門の活動には Fig. 2 に示すように、センター教職員と各学科の担当教員が、創成工学実践専門委員会、インターンシップ専門委員会などを組織し、責任を持つ体制をとっている。各部門においては、シニア・テクニカル・アドバイザーの登用を積極的に行ってゆく予定である。

工学部全学科横断的に学生に対してのものづくり教育を推進するために、このように全学科体制でセンター運営に取り組む組織となっている。

5. 終わりに

宇都宮大学工学部附属ものづくり創成工学センターについて紹介した。本センターはまだ小さな施設ではあるが、過去 2 年間の活動成果を踏まえ、今後新しい工学教育のありかたの開拓に向けて鋭意取り組んで行く予定である。

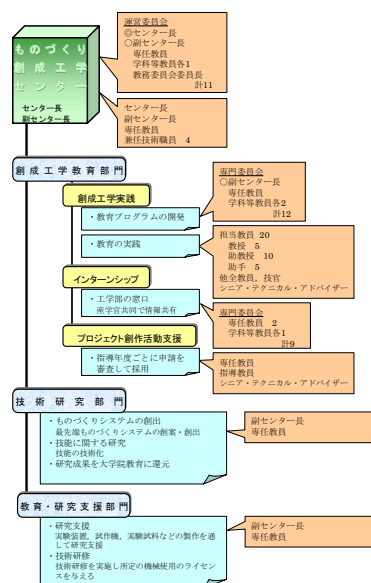


Fig.2 ものづくり創成工学センターの運営組織

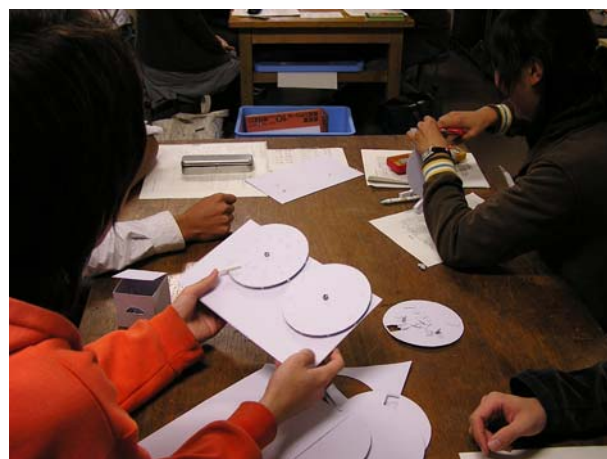


Fig.3 創成工学実践：足し算できる機械をつくろう

企業におけるものづくり

アイシン軽金属(株) 村上 哲

21世紀を迎え、国際的な企業間競争は益々熾烈化を増してきている。日本経済が長期的将来に向けて空洞化していくのか、産業構造の高度化を進め日本再浮上化を図る事が出来るかは、ここ数年の舵取りにかかっていると思われる。

このような状況の下、グローバルなコスト競争に勝ち抜くため、安価な労働力を求めて生産拠点の海外シフトが進んでおり、海外の技術力が高まれば国内に開発部門や工場を設置する意味はなくなってしまおうおそれがある。日本の製造業の存在意義・強さはものづくりにあり、技術に根ざしたもののづくりの強みは国内に残すべきで、ものづくりの確かさこそ日本のブランドそのものである。

そのため、ものづくりを日本で復活させようという機運が高まっている。設計・生産準備・製造は中国・アジアで行い、商品企画・開発は日本という分業体制がこれまで進んできたが、もう一度日本で競争力のある製品を作ろうという、ものづくりの原点へ回帰する動きが見られ、政府も「ものづくり基盤技術振興基本法」などで、その強化を図る政策を打ち出している。

日本製造業の強みは、小型・軽量化、材料や部品の新技術といった製品技術だけでなく、多様化するニーズに対応した多品種少量生産方式、製品開発期間、製造期間の短さも強みの一つである。また、仕事の進め方の手法についても、QFD（品質機能展開）、タグチメソッド（品質工学）、TPS（トヨタ生産方式）などの手法が強みとなっている。

ものづくりで勝ち抜くには、仕事の進め方を統計的手法等の活用により効率的に行い、魅力的で優位性ある技術・製品を、いかに早く・安くつくるかがポイントとなる。

活動事例として、当社におけるものづくり技術の修得4ステップはFig.1に示されるようである。また実活動において「アルミドアフレームでの光沢面仕上げ精度・工数 1/2 に挑戦」して、優位性あるドアフレームのものづくり強化を図った活動事例を次ページに示す。

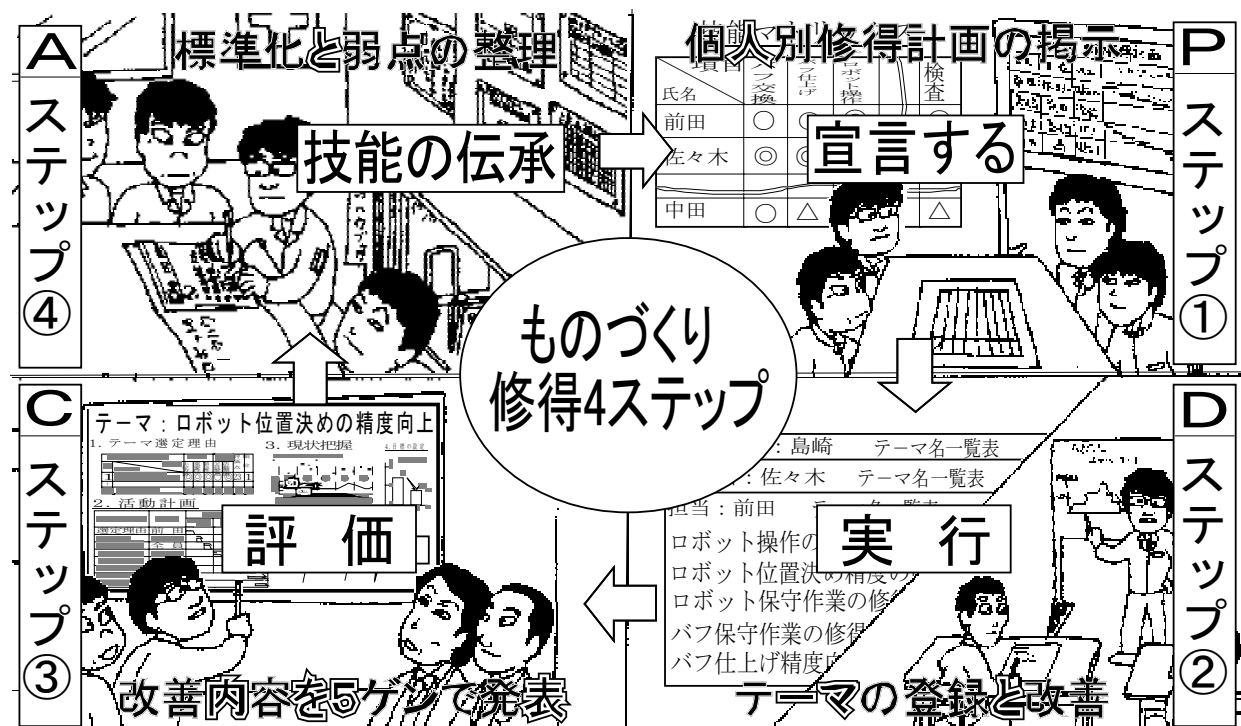


Fig.1 ものづくり技術の修得4ステップ

テーマ： ドアフレーム光沢面仕上げ 粗さ・工数1/2に挑戦



1. テーマ選定理由

1-1. 課題の明確化

位置	コスト	品質	納期	効果	得点
コスト	課題				
品質		課題			
納期			課題		
効果				課題	
得点					課題

1-2. テーマ名の決定

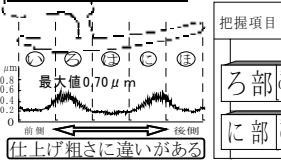
面仕上げ粗さ・工数1/2に挑戦

1-3. 活動計画

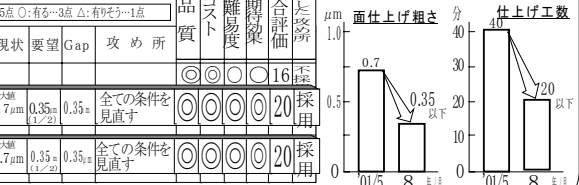
ステップ	担当	6月	7月	8月
選定理由	A			
目標設定	B			
方策の立案	全員			
シナリオ追求	全員			
シナリオ実施	全員			
効果の確認	B			
標準化	B			
今後の進め方	B			

2. 攻め所と目標の設定

2-1. 攻め所の明確化

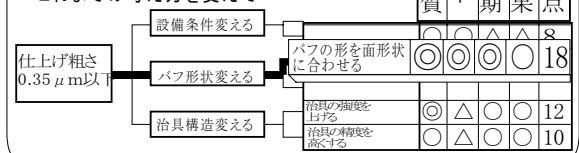


2-2. 目標の設定



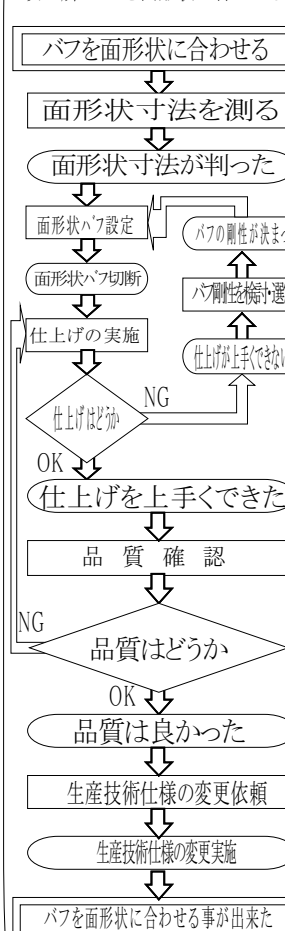
3. 方策の立案

これまでの考え方を変えて...



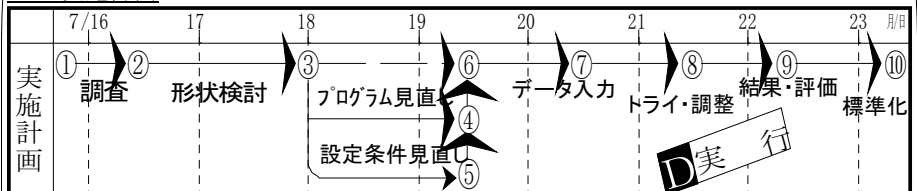
4. 成功シナリオの追求

攻め所：パフを面形状に合わせる

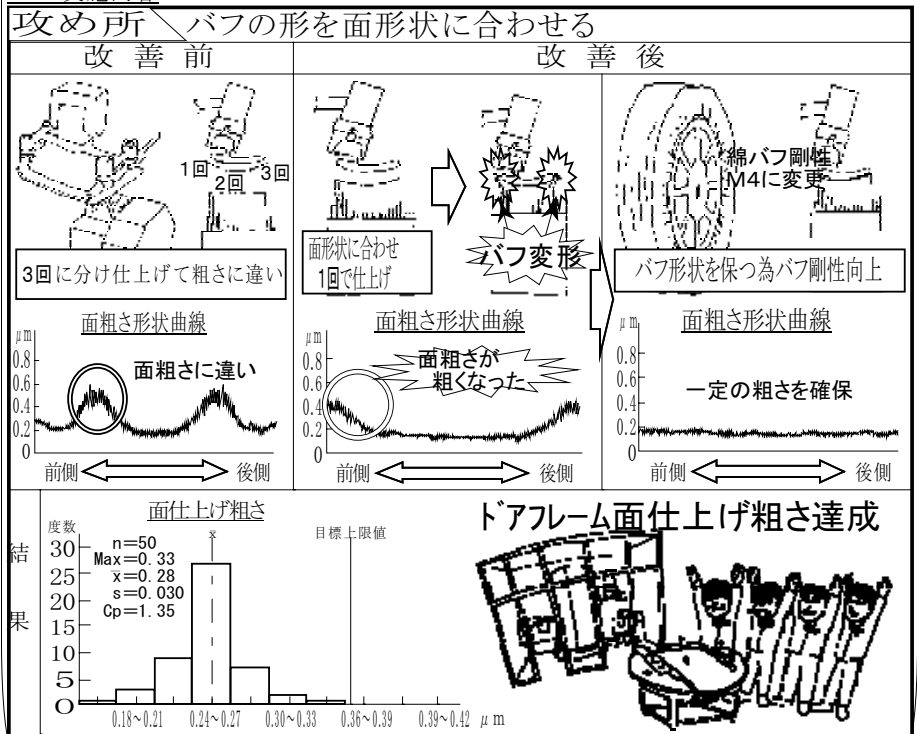


5. 成功シナリオの実施

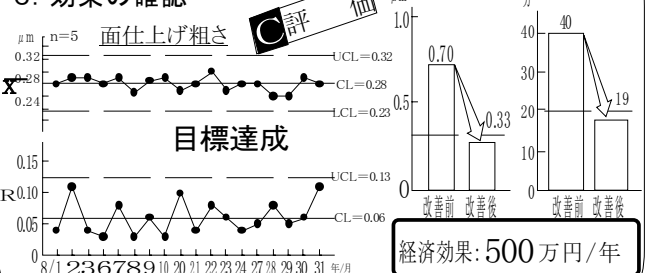
5-1. 実施計画



5-2. 実施内容



6. 効果の確認



7. 標準化と管理の定着

誰が	いつ	どこで	何を	なぜ	どうする
標準化	組長	8/9	パフの形状変更	パフの交換基準	パフの表面状態
維持・管理	作業員	1/日	現場	仕上げ粗さ状態	

8. 今後の進め方

テーマ名	スケジュール			
	9月	10月	11月	12月
リパネル 仕上げ				
技能の伝承				
廃材量 削減				

第2回 「学生ものづくり・アイデア展 in 富山」展示作品リスト

No.	展示作品名	大学	所属	学生氏名(学科, 学年)	ページ
1	ラジコン操舵式ウインドカー	新潟大学	機械システム工学科(機)	阿部 学(機2), 鑑 友基(機2), 島田 晃一(機2), 春山 裕輝(機2)	P10
2	模型外燃エンジンの工作	新潟大学	機械システム工学科(機)	大谷浩明(機2), 伊藤千宏(機2)	P11
3	燃料電池の作製と実験	新潟大学	機能材料工学科(材)	水口幸雄(材4), 斎藤功(材4), 八木康博(材4)	P12
4	進化するベンズアルデヒド	新潟大学	化学システム工学科(化)	猪狩義勝(化4), 猪口英幸(化4)	P13
5	ポリ酢酸ビニルの合成と合成条件の収率、 分子量への影響	新潟大学	化学システム工学科(化)	田中 毅(化3), 塚越 正志(化3)	P14
6	電子レンジを使った無機蛍光体の急速合成	新潟大学	化学システム工学科(化)	阿部 翔(化修1), 落合 あゆみ(化), 細梅 雅史(化4)	P15
7	動く骨組み(アコーディオン式可動橋)	長崎大学	構造工学科(構)	鶴田聡(構4), 浜岡広(構4), 日高哲郎(構4), 宮本恵子(構4), 森下喬(構4), 山根広知(構4)	P16
8	アーチ橋の回転式工法	長崎大学	社会開発工学科(社)	岩切匠(社4), 江藤亮太(社4), 大石雄己(社4), 木村剛(社4), 黒木義治(社4), 田中寿和(社4), 榊田太一(社4)	P17
9	資源ゴミ自動分別ゴミ箱	長崎大学	機械システム工学科(機)	柴田 昌知(機4), 鈴 宗一郎(機 4), 中 紀行(機4), 菅 真澄(機4), 相川 和徳(機4)	P18
10	マイナスイオン発生器	富山大学	電気電子システム工学科(電)	矢島 英明(電2), 石見 恵(物1), 桜井 与之(物1)	P19
11	ステッピングモータによるラビリンス競技	富山大学	電気電子システム工学科(電)	水上 裕輝(電1), 山田 恭弘(電 1), 山本 達也(電1)	P20
12	太陽電池飛行機— クリーンプレーン —	富山大学	電気電子システム工学科(電) 機械知能システム工学科(機) 物質生命システム工学科(物)	高堂良平(電3), 原 広明(電3), 山本明央(電1) 森本 聡(機2) 井口明則(物2)	P21
13	円盤が飛び出すオブジェ	富山大学	電気電子システム工学科(電)	梅田和幸(電1), 大橋裕樹(電1), 大山洋平(電1), 梶野哲史(電1), 勝野剛進(電1), 小倉史也(電1), 野呂涉豪(電1), 程 東旭(電1)	P22
14	LEGO Mindstormsによるじゃんけんボット	富山大学	知能情報工学科(情)	和田晋一(情3), 栗山琢也(情3), 山本英貴(情3)	P23
15	物理学習支援のためのシミュレーションソフト	富山大学	知能情報工学科(情)	Park Jun-young(情3), 本林 恒一(情3), 安本 真也(情3)	P24
16	マイクロカープロジェクト	富山大学	機械知能システム工学科(機) 電気電子システム工学科(電)	山下 幸司(機3), 山口 洋平(機 3), 獅子原 敬(機2), 佐藤 正規 (機2), 横川 壘(機1) 堀尾 吉延(電3)	P25
17	風力発電装置	富山大学	機械知能システム工学科(機) 電気電子システム工学科(電)	山本紘之(機3), 川口洸樹(機3) 大江 隆(電2), 上野誠司(電2)	P26
18	ホログラフィによる三次元画像	富山大学	機械知能システム工学科(機)	高嶋 靖(機2), 朝倉裕輔(機2), 網 拓也(機2), 鈴木照史(機2)	P27
19	マグネシウム特性を利用したもの作り体験 ～設計から加工まで～	富山大学	機械知能システム工学科(機)	河合修平(機2), 木渡裕輔(機2), 野村公宏(機2)	P28
20	いやし式ししおどし	富山大学	物質生命システム工学科(物)	谷 真一(物3), 鈴木 直樹(物3)	P29
21	カンでアート	富山大学	物質生命システム工学科(物)	中川麻美(物3), 丹羽陽子(物3)	P30
22	水の中の環境汚染物質を壊しちゃえ！	富山大学	物質生命システム工学科(物) 知能情報工学科(情)	浜田瑛莉子(物1), 水谷学(物1), 滝内聡(物1) 高畑浩美(情1)	P31
23	雑草の利用法を考える	富山大学	物質生命システム工学科(物)	近藤 真結美(物2), 中村 美里(物2), 東小蘭 恵(物2)	P32
24	光合成を利用した太陽電池を作ってみよう！	富山大学	物質生命システム工学科(物)	横山大輔(物3), 坂井俊介(物1), 野本洸介(物1), 比護貴洋(物1), 松井健朗(物1)	P33
25	「水をきれいに」 転ばぬ先の杖— 流す前にきれいにしてしまえ	富山大学	物質生命システム工学科(物) 知能情報工学科(情)	野田 知紗(物2), 前馬 恵美子(物 2), 福永 有沙(物1) 伊藤 純平(情3)	P34
26	ゼリー作りで見るタンパク質分解酵素の働き	富山大学	物質生命システム工学科(物)	賀子宏和(物2)	P35
27	人、環境にやさしい石けん作りを楽しもう	富山大学	物質生命システム工学科(物)	武田 尚久(物2)	P36
28	茶葉さん、教えて！！	富山大学	物質生命システム工学科(物)	櫻井 佳代(物2), 関谷 知子(物 2), 高井 歩(物2)	P37
29	冷凍模型によって工程を短縮した 新しい砂型鋳造法	富山大学	物質生命システム工学科(物)	北田慎太郎(物4), 蔵田将吾(物4), 清水章平(物4), 杉江範久(物4), 藤本康寛(物4), 松本裕幸(物4), 松本純一(物4), 宮崎健一(物4)	P38

1 ラジコン操舵式ウインドカー（創造工学実習）

新潟大学 工学部 機械システム工学科 2 年

阿部 学，鑑 友基，島田 晃一，春山 裕輝

（アドバイザー教職員 鳴海 敬倫，坂本 秀一，白井 健司）

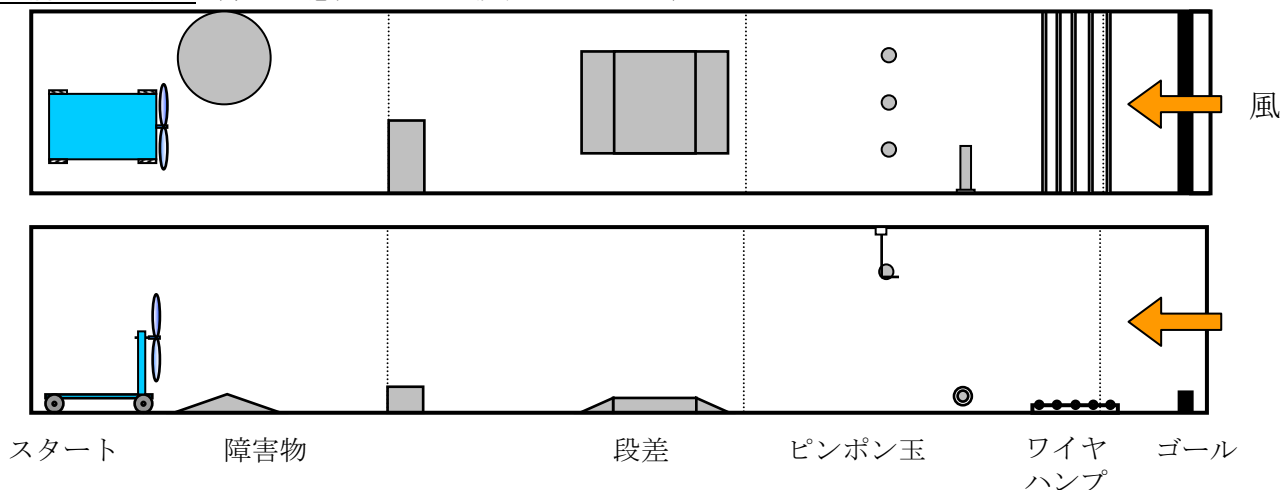
概 要

扇風機の風による風洞（約 50cm×50cm）の中を，その風のエネルギーだけで風上に走る模型（ウインドカー）を作製し，そのアイデアなどを競う。走行距離は約 3 m，風速は約 3 m/s とし，本創造工学実習のオリジナルとして，操舵にラジコンを用い，風洞の中の障害物，段差，ボール取りなどの課題が設定されている。そのアイデア，機構，機能と操作性を競った。

条件および競技方法

- ・ 風力だけを動力源として走行する。ラジコンは 2 チャンネルとし，サーボモータにより操舵，特殊機能をつける。ベアリング 1 2 個以内など。
- ・ 障害の置き方，段差の高低，ボールの確保数，ワイヤハンプの難易度，速さなどを得点化して，優勝，準優勝を決定。

風洞レイアウト（学生の意見も入れて設計されている）



作品の概要と特徴（アピールする点）



作品（優勝）

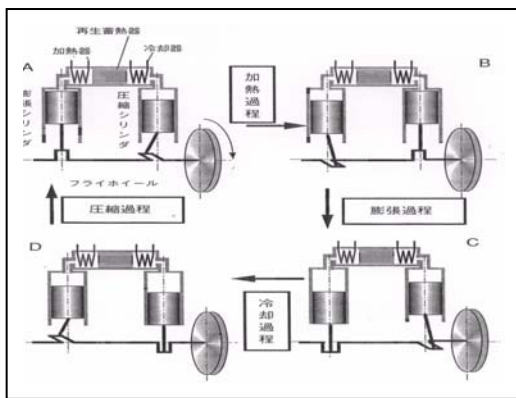
- ①自作のクロスフロー風車を縦に取り付けた
 - ・ 省スペース化を実現、コース内でのスムーズな走りが可能になった
 - ・ 風車を軸方向に長くすることで、クロスフロー風車のトルクが小さいという弱点を克服
 - ・ 風車を垂直に立てることで、風に対する角度によらず、一定の動力が得られる
- ②ラックピニオン式操舵・アンカーマンジャントの原理を採用
 - ・ 実車の仕組みに近づけた
- ③クラッチとブレーキを備えた
 - ・ 軌道修正(前進・後退・停止)が可能になり、操縦の自由度が向上
 - ・ 従来の「前進のみのウインドカー」とは一線を画すものとなった

2 模型外燃エンジンの工作

新潟大学工学部機械システム工学科2年 大谷浩明、伊藤千宏
(アドバイザー教職員：松原幸治、小沼静代、松平雄策)

○概要 スターリングエンジンや蒸気タービン等の外燃エンジンは、燃料が何でもよく、騒音が少ないことから、環境にやさしいエンジンと言える。模型外燃エンジンによる船を工作し、エネルギー工学の基礎を学び、工夫して工作する楽しさを体験した。

○スターリングエンジン船 スターリングエンジンは、気体の圧縮と膨張によって駆動する熱エンジンです。ここでは、スターリングエンジンで動く船を作りました。工夫したところは、クランクの製作法と全体的にエンジンを軽量化したことです。加熱部はステンレス、フライホイールは真鍮、その他はアルミニウム合金としています。このスターリングエンジンをスクリューに直結し、これを木製の船に搭載しました。水上では、安定に、速く、進むことを確認しました。約3mの水槽を、約20秒で完走しました。



スターリングエンジンの仕組み

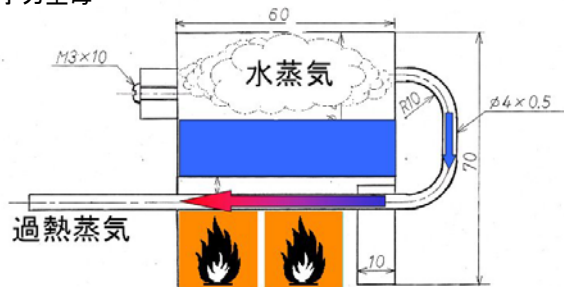


スターリングエンジン船

○蒸気タービン船 蒸気タービンは、原子力空母、原子力潜水艦、火力発電所、原子力発電所で利用される熱エンジンです。ここでは、模型の蒸気タービンで駆動する船を工作しました。工夫したところは、蒸気を再加熱し、過熱蒸気とし、高温高压でタービンに導いたこと、タービン翼の形状を半円状にしたこと、タービン翼を厚さ0.3mmのアルミ板で作ったことです。絶えず開放するタイプなので、安全弁は省略しています。このタービンは、回転数、トルクともに良好であり、安定に運転できました。このタービンを船に積んで、プーリーを介して動力をスクリューに伝えることで、水上では、ゆっくりではあるものの、力強く進みました。



原子力空母

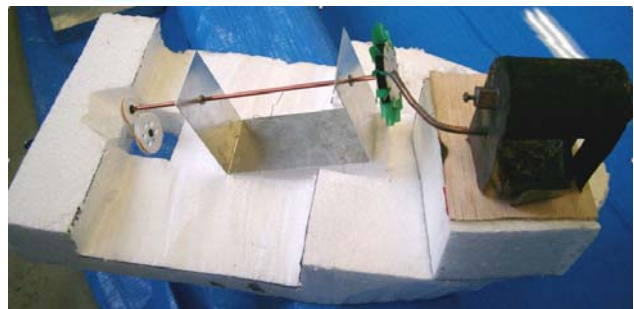


過熱式ボイラー



改良後のタービン→

←改良前のタービン



蒸気タービン船

3 燃料電池の作製と実験

—ものづくり教育推進授業から—

新潟大学 工学部 機能材料工学科

学生：水口幸雄 斎藤功 八木康博

教職員：須田剛 岩崎政行 原田修治

1. 目的

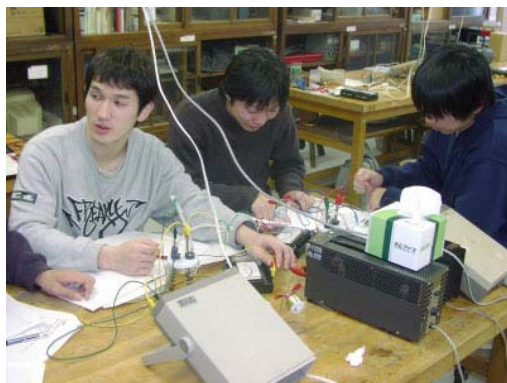
水素はクリーンな次世代のエネルギーとして着目されている。この水素の持つ化学エネルギーを高い効率で変換する方法として燃料電池が知られている。

この実験ではこのような社会背景を基に燃料電池を取り上げ、その仕組み、原理・特徴について学び、実際に燃料電池を作製し、その物性を調べることで燃料電池について理解を深めることを目的とする。また、この実験を通して、エネルギー問題や環境問題についても考えたい。

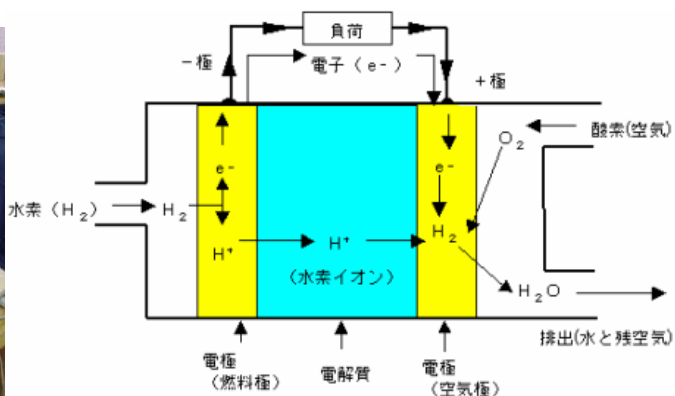
2. 作製・実験

燃料電池は様々なタイプのものが開発されているが、今回の実験では燃料電池の基本でもある、水酸化カリウムを電解質とした燃料電池の作製を行った。

負極に水素を供給することで、写真のように電気エネルギーを取り出すことができた。



測定の様子



燃料電池の原理図

本実験では、さらに、太陽電池を利用し電気分解法によりエネルギー源となる水素と酸素を取り出した。この燃料をパラジウムメッキした電極を使った燃料電池に導入することで、水素エネルギーの利用サイクルのモデルを試みた。実験では作製した燃料電池の特性として電流、電圧、時間を測定し電力-時間の関係を調べた。また、燃料電池のエネルギー変換効率の計算などを行った。

3. まとめ

今回、我々の作製した燃料電池では電極には反応をより速く進めるため触媒作用のあるパラジウムをメッキし、示量性の量である電流を多く得るため電極の面積を大きくするなどの工夫をした。この実験を通して燃料電池の理解が深まりより身近に感じた。

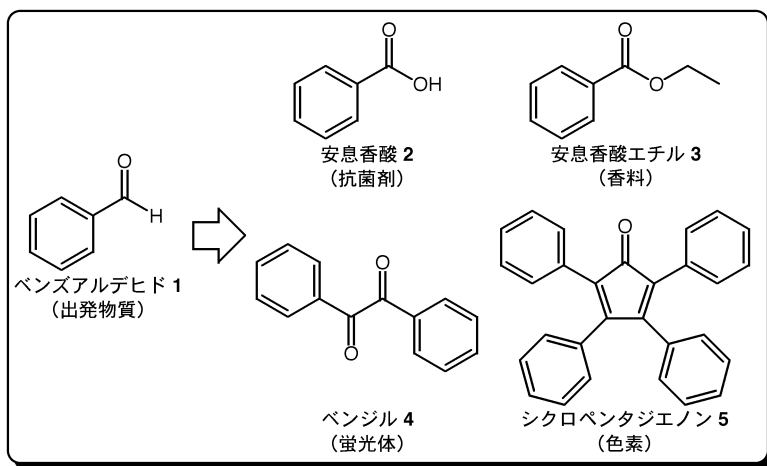
4 進化するベンズアルデヒド

新潟大学工学部化学システム工学科

猪狩義勝 (B4)・猪口英幸 (B4)・アドバイザー (坂井淳一・星 隆)

作品の概要と特徴

現在知られている有機化合物の種類は1600万種とも言われており、その多様性に起因した様々な性質は私たちの生活の至る所で役立てられています。従って、欲しい有機化合物を効率的に得るための工夫は非常に重要であると言えます。私たちは、工夫の1つとして安価で入手しやすい出発物質を有機化学反応によって欲しい有機化合物へと化学変換させる方法を考えました。出発物質にはベンズアルデヒド **1** を選びました。ベンズアルデヒド **1** は梅漬けの風味の正体としても知られている有機化合物で比較的安価に手に入れることができます。また、その構造はベンゼン環に反応性の高いアルデヒド基が置換しているため、授業で学習した有機化学反応により種々の有機化合物へ変換出来ると考えました。ベンゼン環の電子的性質を光の吸収や発光に利用可能な点も、ベンズアルデヒド **1** を選んだ理由の一つになりました。目的物質には、安息香酸 **2** (抗菌剤)、安息香酸エチル **3** (香料)、ベンジル **4** (蛍光体)、シクロペンタジエノン **5** (色素) を選びました。



合成実験

ベンズアルデヒド **1** を酸化し安息香酸 **2** を合成しました。さらに、安息香酸 **2** を酸触媒でエタノールと脱水縮合させて安息香酸エチル **3** を合成しました。また、ベンズアルデヒド **1** を触媒に KCN を用いてベンゾインに変換した後に硝酸酸化させることでベンジル **4** を合成しました。さらに、ベンジル **4** を触媒に KOH を用いてジフェニルケトンとアルドール縮合させることによりシクロペンタジエノン **5** を合成しました。

アピールポイント

- 様々な有機化学反応を利用することにより、少ない工程で効率的に目的物を得ることが出来ました。
- 反応混合物から目的物を単離精製する際には、各目的物に適した単離方法 (抽出、蒸留、再結晶、沈殿濾過) を適宜選びました。
- 高純度の目的物を得るために、物理的性質 (沸点、融点) の測定や各種クロマトグラフィー (TLC、GC) による分析、さらには NMR を用いた構造決定を行いました (右図)。



NMRによる構造決定実験

5 ポリ酢酸ビニルの合成と合成条件の収率、分子量への影響

新潟大学 工学部 化学システム工学科 応用化学コース 3年

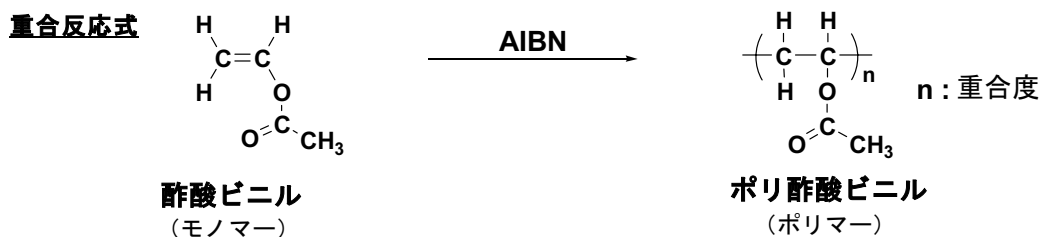
田中 毅、塚越 正志

(アドバイザー教員 青木 俊樹、金子 隆司、寺口 昌宏)

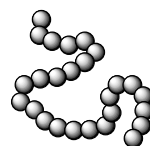
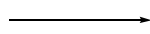
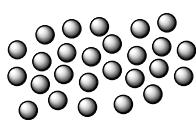
1. 概要

合成高分子材料は、生活の身の回りの身近なところで使われています。ペットボトルやスチロール容器としてなじみのあるポリエチレンテレフタレートやポリスチレンなど、これらは石油などの原料からモノマーを合成し、重合という化学反応によって作られています。たかだか数十～数百程度の分子量のモノマーが重合により結合することで、数十万以上の分子量まで大きくなります。分子量が増えること(下図の重合度(n)が大きくなること)で気体や液体だったモノマーが固体やガラス状態になったりと、その性質は全く違うものになります。従って高分子材料の性質も分子量によって大きく異なることになります。

本実験では、接着剤や水性塗料、チューインガムなどに使われるポリ酢酸ビニルを酢酸ビニルをモノマーとするラジカル重合により合成しました。重合の際の条件を様々に変えて合成し、合成収率、分子量、外観にどういった違いがみられるかについて検討しました。



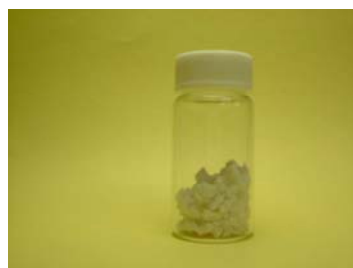
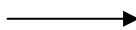
重合反応の模式図



実物写真



酢酸ビニル (モノマー)
液体



ポリ酢酸ビニル (ポリマー)
固体

2. アピールポイント

三年生の学生実験の自由課題実験として、手持ちの実験器具と試薬の範囲内で学生自ら調べたい課題を設定し、探求のための実験条件および解析手段を決定して実験を行いました。一般的に市販品のモノマーは重合禁止剤を含んでいるため、重合前にそれを除く操作を行います。本実験では、重合禁止剤を含んだ条件での重合や重合開始剤を加えず加熱による重合などについても検討し、重合禁止剤や重合開始剤の役割、効果についても実際に体験できるように設定しました。

6 電子レンジを使った無機蛍光体の急速合成

新潟大学工学部化学システム工学科

阿部 翔、落合 あゆみ、細梅 雅史（アドバイザー 上松 和義、戸田 健司、佐藤 峰夫）

作品概要

「電子レンジを使ったことはありますか？」このように聞かれたら、ほぼ 100%の人が「はい」と答えるのではないのでしょうか。それだけ電子レンジは、現在の生活において必要不可欠なものになっていると言えます。しかし、電子レンジを使ったことのあるすべての人は、電子レンジがものを温める原理を正確に答えることが出来ないでしょう。簡単に説明すれば、物質がマイクロ波を吸収して熱に変えるのですが、実際には様々な要因や条件が関係します。マイクロ波とは光や電波と同じ電磁波であり、電磁波はその周波数によって呼び方が異なります。その関係を下図に示します。

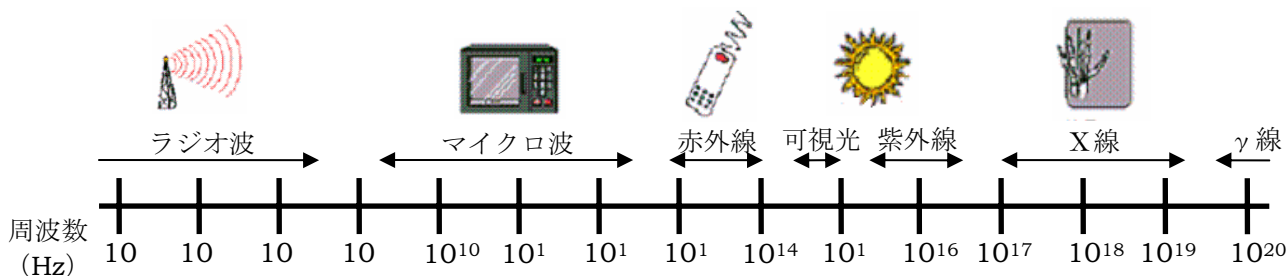


図 電磁波と周波数の関係

本作品では、家庭用の電子レンジで用いられている周波数が 2.45GHz のマイクロ波で、無機蛍光体の急速合成を試みました。無機蛍光体とは、蛍光灯はもちろんですが、ブラウン管型テレビやプラズマテレビなど、他にもたくさんのところに用いられている材料です。これらには、電子線や紫外線を照射すると、それぞれ光の三原色（青、緑、赤）に光る 3 種類の蛍光体が用いられています。通常、無機蛍光体は 1000℃以上の高温にした炉で数時間～数十時間の長い間焼成することで得られますが、今回は、三原色に黄色を加えた 4 色の光り輝く蛍光体を電子レンジで 10 分という短時間で合成することに成功しました。

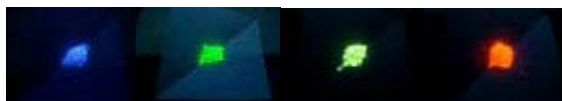
問題点とその解決法

- マイクロ波の吸収は物質により異なり、まったく吸収しないものから良く吸収するものまで様々です。よって、原料にマイクロ波を良く吸収する物質を選定することが必要不可欠です。
- マイクロ波による合成は、炉による「外部発熱」とは違い「内部発熱」により行われます。そのため、外部との温度差が大きく温度勾配をつくり外部に熱伝導してしまい、効率よく温度を上げることが出来ませんでした。そこで、試料を円盤状に成型し、さらに断熱材で覆うことで、外部との熱伝導を取り除くことができました。
- 電子レンジ内部でのマイクロ波は内壁に反射しながら存在していますが、場所によってマイクロ波の集中度合がかなり違っていました。そこで、マイクロ波がたくさん集中している場所の探索を行い、常にその場所で合成することで実験の再現性が得られました。また、他の場所よりマイクロ波が集中しているので、より急速合成を行うことが出来るようになりました。

マイクロ波による合成の利点

- 内部発熱のため熱効率が低い
- マイクロ波の吸収の有無で選択加熱が可能
- 合成に要する時間が短い
- 低温で合成できるので粒形制御が容易

以上より、マイクロ波による合成は**省エネルギー**で**環境にやさしい**方法であることがわかります。さらに、粒形制御が容易であるなど、従来の方法よりも**高機能**または**高品質**の材料開発が可能であると考えられます。



実際に合成した蛍光体
(左から青、緑、黄、赤)

7 動く骨組み（アコーディオン式可動橋）

長崎大学工学部 構造工学科

4年：鶴田聡，浜岡広，日高哲郎，宮本恵子，森下喬，山根広知

（アドバイザー教職員：松田 浩，山下 務）



ゴッホの跳ね橋



諸富鉄橋（佐賀県）



ブルーウィング門司（福岡県）

作品概要

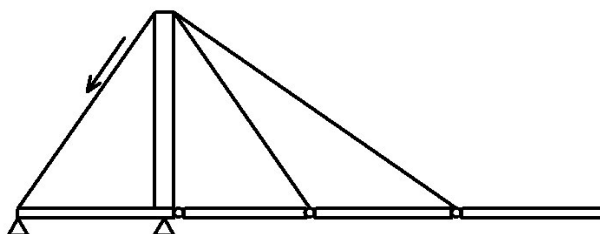
橋は交通の利便性を図るために建造される。しかし、場所によっては人や車にとっては便利であっても、船舶にとっては妨げになることもある。可動橋とは、このように大型船舶が航行するときに橋体を動かして、桁下空間を確保する橋のことである。ゴッホの跳ね橋に代表され、現在も諸富鉄橋（昇開橋）、ブルーウィング門司のように航路付近に可動橋が建造されている。

可動橋は桁が動く方向から、以下の4種類に分類できる。

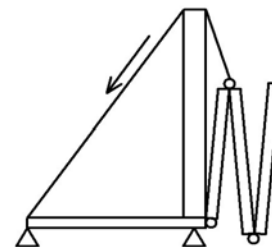
- (1) 旋回橋（桁が水平方向に回転する）
- (2) 跳開橋（はね橋、桁が跳ねあがる）、
- (3) 昇開橋（桁が上下方向に昇降する）
- (4) 引き込み橋（桁が岸の方へ引き込まれる）

多くの可動橋において、(1)～(3)が主流である。私たちは可動橋製作にあたって、跳開橋のようにありふれた形式ではなく、全く新しい形式の橋作りを目指した。そこで、あまり例が無い引き込み形式の橋に注目してみた。今回取り入れた構造を下図に示す。この橋はケーブルによって支持されたアコーディオン式の床版を用いている。3本の支持ケーブルを巻き取ることによって床版を支柱側に引き上げる構造となっている。以下に、本構造の特徴を示す。

- (1) 新しいアイデアを取り入れた可動橋である。
- (2) 片側の岸へ床版を引き込むため、航行スペースを大きく確保できる。
- (3) 折りたたむことで、水害による被害を受けない。



可動前



可動後

8 アーチ橋の回転式工法

長崎大学 工学部 社会開発工学科 4年

岩切匠・江藤亮太・大石雄己・木村剛・黒木義治・田中寿和・梶田太一

アドバイザー教員 高橋和雄・中村聖三・呉慶雄・永田正美

作品の概要と特徴

今回アーチ橋模型の架設に採用した回転式工法は、陸上の空間にアーチリブを製作し、鉛直回転と水平回転により所定の位置にアーチを架設するものである。この工法は現在日本で採用されている工法と比較すると、施工コストの縮減や工期の短縮に寄与できる可能性が考えられる。しかし、まだ日本では施工例が少ない。そこで回転式工法の理解を深めるために写真-1のような模型を製作した。

本作品の最大の特徴はアーチが写真-2のように鉛直回転、写真-3のように水平回転することである。鉛直回転を実現するためにアーチリブと橋台部分の結合部を蝶番で製作し、架設ケーブルをローラーで巻き上げている。水平回転は橋台部分に市販のテレビ台を加工して取り付けることによって実現している。

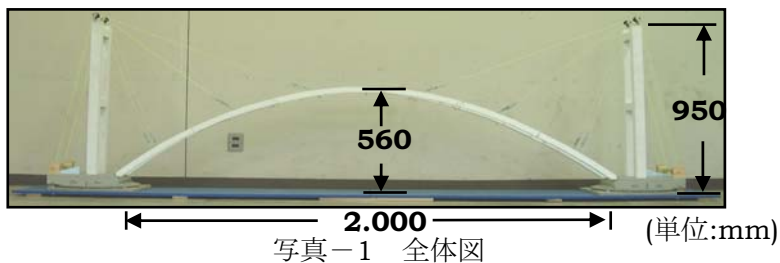


写真-1 全体図



写真-3 水平回転(側面図)



写真-2 鉛直回転(側面図)



写真-2 鉛直回転(平面図)



写真-3 水平回転(平面図)

アピールしたい点

製作したアーチ橋の回転式工法では、上記で述べたように工期の短縮や施工コストの縮減を目的としたアーチリブの鉛直回転と水平回転が最大のアピールしたい点である。

鉛直回転を行うためのケーブル巻き取り部分は、2本のアーチリブのねじれを抑えながらも長さの異なるケーブルを巻き取る必要があった。そこで径の異なるローラー(写真-4)がひとつの軸で同時に回転するように工夫をした。



写真-4

水平回転を行う構造としては、架設支柱とアーチリブの重さを支持しながら滑らかに水平回転をさせる必要があった。そこでメンバー全員でアイデアを出し合い検討した結果、回転可能なテレビ台(写真-5)を加工して使用した。



写真-5

アーチリブ(写真-6)の製作にあたって、最初は放物線をどのように作り出すかという点で迷った。そこで放物線を直線近似化し、厚みのある木材を切り抜き、それらをつなぐことによってうまく放物線を作り出すことができた。



写真-6

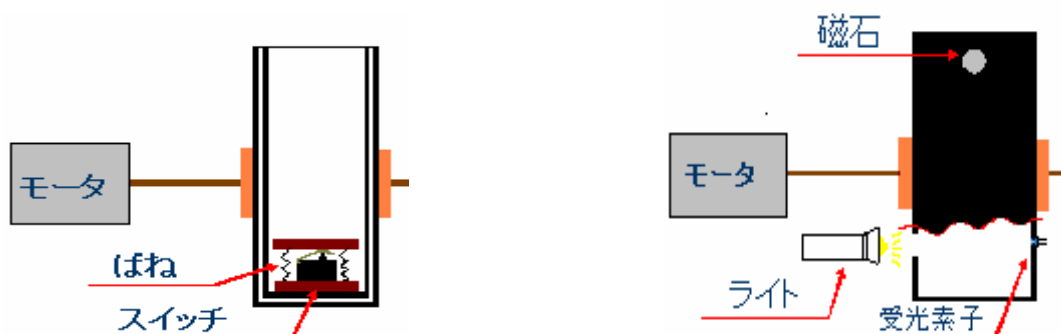
9 資源ゴミ自動分別ゴミ箱

所属 : 長崎大学機械システム工学科加工システム学研究室
グループメンバー氏名 : 柴田 昌知 鈴 宗一郎 中 紀行
菅 真澄 相川 和徳
アドバイザー教員氏名 : 扇谷 保彦 矢澤 考哲

1) 作品の概要と特徴

今回、私達が作成した作品は、ビン、缶(スチール、アルミ)、ペットボトルを自動で分別することが可能で、よりそれら資源のリサイクルをしやすくすることを目的としています。

この作品の構造は下図のようになっていて、まず、装置1に取り付けてあるばねを利用することによって、比較的重いビンとそれ以外の資源ゴミを分別することができます。(モータはビンの場合、反時計回転し、それ以外のゴミの場合は、時計回転します。)その後、レールを伝って流れてきたゴミは装置2の中に入り、横の穴から光を照射されます。その際、光はペットボトルの時のみ透過し、それを受光素子によって感知するとモータは反時計方向に回転します。そして、スチールとアルミの場合には、光は受光素子に届かず、モータは時計方向に回転します。この時さらに、磁石によってアルミとスチールの落ちるタイミングを分けることができます。



2) アピールする点

現在、この作品に似た装置が存在しますが、それはビン、缶(スチール、アルミ)だけしか分別することができず、今回、私達が作成した作品はペットボトルが光を透過させる性質を利用することによって、新たにペットボトルを含めた分別を可能にしました。

10 マイナスイオン発生器

富山大学 工学部 電気電子システム工学科、物質生命システム工学科

矢島 英明(電電2年)、石見 恵(物生1年)、桜井 与之(物生1年)

アドバイザー教員 升方 勝己、北村 岩雄、TA 島木英之(電電M1)

作品概要

最近よく「マイナスイオン」という言葉を耳にするが、それが一体どういう物なのかはよくわからない。そこで我々はマイナスイオンについて知るために、マイナスイオン発生器を製作し、マイナスイオンが発生するかどうか実験する事にした。また、発生したマイナスイオンの測定するために測定器も製作することにした。

原理

マイナスイオン発生器は図1のように、網状の電極と円盤状の電極からなっている。電極間に-20kVの高電圧を印加すると、電極周囲の気体分子が電離し、マイナスイオンが発生する。発生したマイナスイオンは電極後方のファンによって、前方へと放出される。

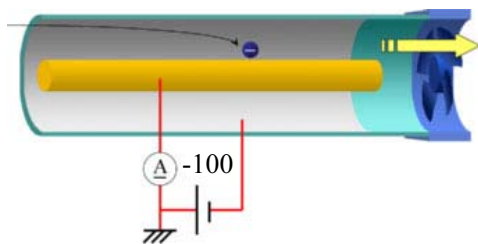


図2 測定器原理

計測器は、ゲルディエン法と呼ばれる方式である。あらかじめ同軸円筒内に一定の空気を流しておき、外導体と内導体の間に高電圧(-100V)の電圧を印加する。するとマイナスイオンは導体間の電界により、内導体に引き寄せられ、導体間に電流が流れる。その電流を測定することで、マイナス

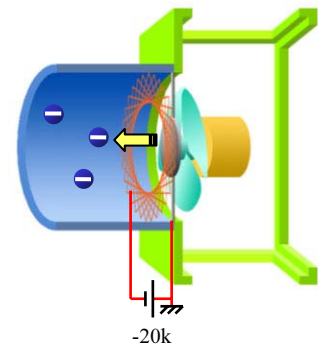


図1 発生器原理図

イオンを測定することができる。

特徴

電気的な放電現象を利用しているため、確実にマイナスイオンを発生させることができる。また、ファンを使うことでイオンの発生量を調整でき、イオンを遠くまで送れる。更に、少しの改造で逆のプラスイオンを発生させることも可能である。



図3 マイナスイオン発生器



図4 マイナスイオン測定器

11 ステッピングモータによるラビリンス競技

富山大学 工学部 電気電子システム工学科 1 年

水上 裕輝、山田 恭弘、山本 達也

(アドバイザー教職員 女川 博義、岡田 裕之、中 茂樹、柴田 幹)

概要

ラビリンス(迷路)を傾斜ステージに乗せ、その傾斜ステージをパソコンでステッピングモータを制御することによって、ボールをゴールまで運びます。ステッピングモータの動作原理、パソコンでの制御法を学び、自由な発想で制御プログラムを作成し、ゴールまでの時間を競います。傾斜ステージは3点支持とし、そのうち1点を固定、残り2点は偏心プーリを持つステッピングモータのプーリ上に載せ、2つのステッピングモータを独立に回転させることでステージが傾斜し、ボールが動きます。制御プログラムは Visual Basic で作成し、プリンタポートから信号を出力し、自作したインタフェース回路を介して、ステッピングモータドライバに入力しました。

競技方法および規定

- 指定されたスタートからゴールまでの時間を競う。ただし、5回までのトライを認める。
- スタート、ゴール位置でボールは静止状態であることとする。
- 傾斜ステージへのラビリンスプレートの取付け方位は自由とする。
- 時間計測中はステージ及びラビリンスプレートに手を触れてはいけない。
- スタートからゴールまでプログラムによる自動制御とする。

アピールする点

- 傾斜ステージを3点支持とすることで、複雑な機構を持たずにモータと偏心プーリのみであらゆる方向にステージを傾斜させることが出来た。
- ラビリンスプレートには何カ所かのトラップが設けてあり、そのトラップを避けるため、パソコンの処理能力とボールの移動速度を考慮し、プログラミングした。

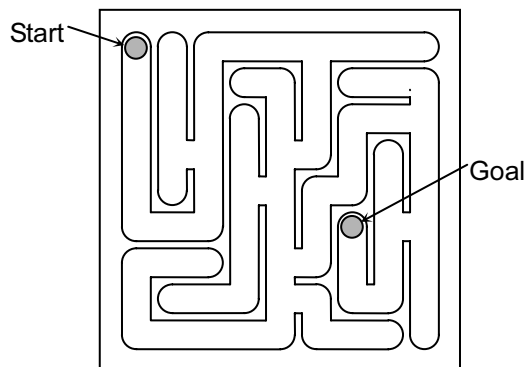


図1 ラビリンスプレート

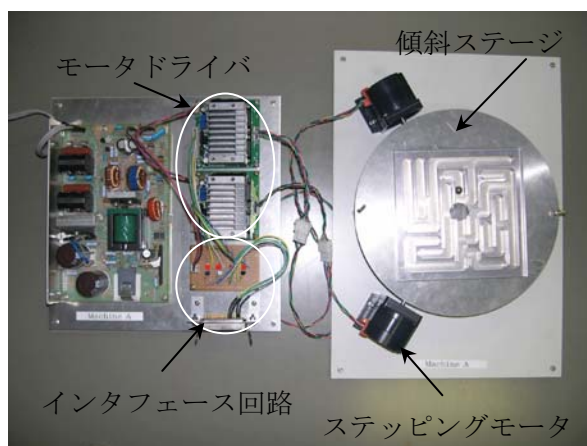


図2 競技用機材

12 太陽電池飛行機

— クリーンプレーン —

富山大学工学部

電気電子システム工学科 高堂良平(B3)、原 広明(B3)、山本明央(B1)
機械知能システム工学科 森本 聡(B2)、物質生命システム工学科 井口明則(B2)
(アドバイザー教員 岡田裕之・飴井賢治・柴田幹)

■概要

創造工学特別実習の実施内容を検討した結果、クリーンエネルギーである太陽電池を使って飛行機を作ることになりました。目標は「太陽電池の電力だけで飛ぶクリーンな飛行機」を作ることです。

■基本設計

太陽電池の電力だけで飛ぶクリーンプレーンを考えた場合、太陽電池を張り付けるための広い主翼が必要です。しかも模型飛行の 1/10 程度の推力しか得られない事が予測されます。今回は少ないエネルギーで飛行できる効率の良い機体を目指して、以下に示す基本仕様を決定しました。

- ◇太陽電池 BCS1808P6(TDK) 3.0V 160mA サイズ 186×86mm 重量 5g 10 枚
- ◇予定推力 30～45 gf (発電電力 3 W、変換効率 10～15 gf/W を仮定)
- ◇機体総重量 150～225 g (主翼の揚抗比は 5 を仮定)
- ◇主翼形状 翼幅 約 200 cm 翼弦長 10 cm アスペクト比 20

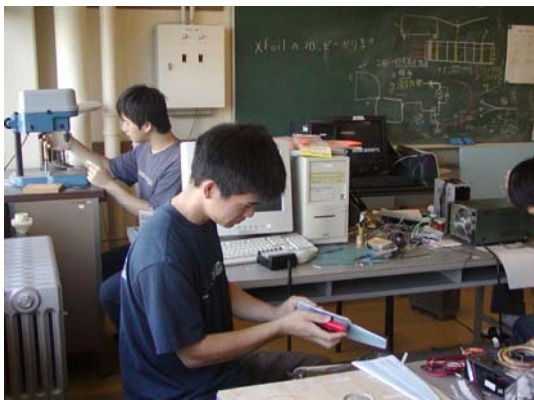
■機体製作とテスト飛行

使用するモータやプロペラ、印加する電圧により得られる推力と変換効率は変化します。バネ秤を使って推力を測定し、モータとプロペラの組み合わせ、印加電圧の最適化を行ないました。モータとプロペラの総重量は約 30g、使用する太陽電池の重量は配線を含めると約 70g でしたので、機体(主に主翼と尾翼)は揚抗比の制約から 125g 以内で製作する必要がありました。軽量化のため翼はバルサ材や発泡材を加工して製作しました。主翼は人力飛行機の設計手法を参考に製作しました。

乾電池を電源としてテスト飛行を繰り返し、機体の改良と最適化を行ないました。必要な揚力や安定性が確保された機体にフィルム状の太陽電池を張り付けて、屋外でテスト飛行を実施しました。

■結果と感想

製作した太陽電池飛行機は約 30m の飛行に成功しました。体育館でのテスト飛行と比べると屋外では風の影響が大きく、もっと機体強度が必要な事が分かりました。



製作風景



機体全景

13 円盤が飛び出すオブジェ

富山大学工学部 電気電子システム工学科 1 年

梅田和幸，大橋裕樹，大山洋平，梶野哲史，勝野剛進，小倉史也，野呂渉豪，程 東旭

(アドバイザー教員：飴井賢治 TA：桶谷充宏，手島健司，藤井善成)

1. 作品の概要

本学科では1年生を対象とした「自由課題製作実験」が開講されており，我々のグループでは“商品開発プロジェクト”と称する実務的実習を行なっております．それは商品開発の企画から始まり設計，部品発注，製作，商品紹介プレゼンテーションなどの一連の業務を学生一人一人に体験してもらうという内容です．ここでは，提案されたアイディアの一つである“空飛ぶカップ円盤”を「学生ものづくり・アイディア展」向けにオブジェにアレンジした作品の例を報告します．

2. 開発目標と装置の構造

本来“静”なる物体に対し何らかの動きを与えることによって，その物体を独創性や意外性のあるオブジェに作り変えることができないものかと考え，雑誌からヒントを得た“空飛ぶカップ円盤”をオブジェに組み込んでみました．設計にあたっては，

- (1)円盤が飛び出す筒を数本用意して，活発な動きを描き出す．
- (2)円盤はワイヤーレスでありながら，真上に浮上したのち元の位置に着地する．
- (3)複数の円盤がそれぞれ異なる動きを行えるように，非干渉に制御する．

ということを開発の目標とし，検討を始めました．

オブジェの筒の部分は，ペットボトル等から切り出したプラスチック容器を使用しました．その中にプロペラを取り付けた模型用のモータを設置し，下方から送風することにより円盤を浮上させる方法を採用しました．円盤の浮上と着地を安定して行うため，モータの制御にはチョッパ回路を組み込み，風量を自由に調節出来るようにしました．

3. アピール点

- (1)チョッパ回路を用いてパルス幅変調制御を行なうことによって，風量をきめ細かく調節することが可能になりました．
- (2)複数の円盤を高機能に制御するため，ワンチップマイコンによるソフトウェア制御を導入しました．
- (3)発光ダイオードによるライトアップ回路を組み込み，マイコン制御によって円盤の動きに同期した点灯を行なうことで，夜間での使用と省電力性を実現しました．



図1 装置の写真（製作中）

14 LEGO Mindstormsによるじゃんけんロボット

富山大学 工学部 知能情報工学科

グループメンバー氏名 和田晋一 栗山琢也 山本英貴

アドバイザー教員氏名 田村宏樹

作品の概要と説明

レゴ社から発売されているマインドストーム基本セットを使用して、人と「じゃんけん」をするじゃんけんロボットを作成する。じゃんけんロボットは、人工知能のアルゴリズムを RCX 呼ばれるマイコンに搭載する事で、対戦すればするほどより強くなることを目的としている。

アピールする点

「じゃんけん」は50%以上の勝率を得る事が非常に難しい(引き分け無しの場合)。「じゃんけん」における最も有利な戦略は、全ての手を完全なランダムによって選ぶ事である。しかし、人間同士の対戦においては、そんな単純な話ではない。相手に対して心理的な揺さぶりをかけ、己に有利な状況を作る事ができる。ゲームが単純になるほど、個々の手の選択は意味を失われていき、純粋に心理的な攻防が戦略の核となる。コンピュータはどの程度の心理的な攻防ができるのか？それをじゃんけんロボットで体験してもらいたい。

実装したアルゴリズムについて

今回実装したアルゴリズムは、相手の「じゃんけん」の手決定の癖を読み、相手の出した手のパターン（グーの後チョキを出しやすい等）から次に出す手に勝つ確率の高い手を選択する。相手の手傾向を状態図として図2に示す。対戦相手が過去に出した手を状態とし、次に次出される手の状態は表1に示したような確率テーブルに従い遷移する。対戦結果により学習を行い、確率テーブルを修正する。

このじゃんけんロボットは、知能情報工学自由製作実験の課題として製作しているものであり、最終的な目標は2005年2月を完成予定として鋭意製作中である。

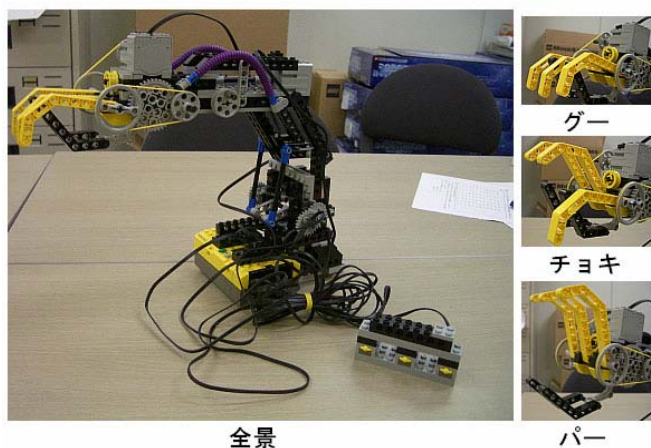


図1:じゃんけんロボットと手の動作

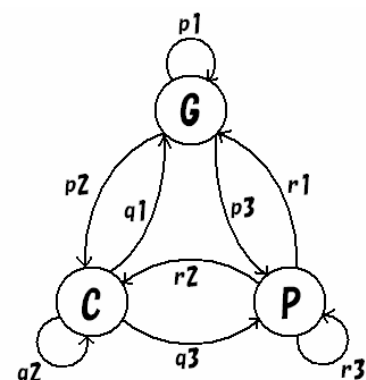


表1. じゃんけんの確率テーブル

前の手/次の手	G	C	P
G	$p1$	$p2$	$p3$
C	$q1$	$q2$	$q3$
P	$r1$	$r2$	$r3$

図2:じゃんけんの状態遷移図

15 物理学学習支援のためのシミュレーションソフト

富山大学 工学部 知能情報工学科

グループメンバー

Park Jun-young

本林 恒一

安本 真也

アドバイザー教員

堀田 裕弘

作品の概要と特徴

本システムは主に、物理を学ぶ高校生のための学習を主眼としています。現在、高等学校で物理の授業では、物理の実験に割かれる時間が少ないというのが現状です。加えて、実験室での実験では準備や片付けに手間が掛かります。そこで、本ソフトはこれらの問題点を解決し、物理を学ぶ人の高校生のための物理学学習の支援を行います。

物理学学習を単なる数式での計算だけではなく、仮想空間上で再現することであたかも実験室で実験をしつつ理解するというように、より効果的な学習を提供します。

本ソフトは、学習者に主体性を与え「個別学習」を効果的なものにして学習の支援になることを目指します。

アピールする点

我々がこのソフトでアピールする点は、物理実験を正確にコンピュータ上で正確にシミュレートできる点です。これにより、以下の利点があります。

- 実験の準備が簡単にできる

実際の実験を準備する時は、道具の組み立てなどに非常に時間がかかります。このソフトでは、あらかじめ道具を組み立てておいて、実験を行う時にすぐに実験を行うことができます。もちろん、あらかじめ組み立てた実験装置を自分で組替えることも可能です。

- 実験の結果を正確に検出することが可能

実際の実験には、誤差が発生しやすいため、正確なデータを得るのが困難です。このソフトでは、厳密な数値解析による仮想空間上で実験を行うため、正確なデータを検出することが可能です。

他にも、以下のような機能を加え、拡張することができます。

- e-ラーニングソフト

ネットワークを利用したe-ラーニングによって学習者により効果的な学習を提供します。

- 実験の幅の拡大

実験室で実験できない実験もコンピュータ上で実験できます。真空中や水面の中、無重力の宇宙空間上の実験もできます。

16 マイクロカープロジェクト

富山大学工学部 機械知能システム工学科 電気電子システム工学科

Engine: 1年 横川 壘
2年 獅子原 敬

Chassis: 3年 山下 幸司
3年 堀尾 吉延

Body: 2年 佐藤 正規
3年 山口 洋平

アドバイザー: 森田 昇 山田 茂 高野 登 大山 達雄

横川: エンジン部門は、中でも早い段階に組上がらなければならない部門であったため、迅速な作業が必要とされ、且つ、些細な失敗であっても不良の原因に直接関係するので細心の注意を払いました。

獅子原: エンジンの組立には多くのギヤを使う。ひとつひとつ丁寧にグリスを塗る必要があり、ピストンにおいてはキズが付かないよう細心の注意を払った。エンジンの試運転はシャシーを組上げた後の事なので、実際に動くまでは、かなり不安だった。

ENGINE



微笑みのメカニック

CHASSIS



Inspiration & Feeling

山下: 一番難しかったのは、ハーネス(電装部品)の取付です。形の合うのを見つけて、他の部位と干渉しないよう配線するのに苦労しました。ブレーキパイプの取付が緩くてブレーキオイルが大量に漏れてしまいました。完成した車がちゃんと走ったのは嬉しかったです♪

堀尾: 特に苦労した点は、ブレーキパイプの取付でした。オイル漏れを起こしたり、上手く部品の間を通らなかったりと何度か手直しをしました。最後まで調整の連続でしたが、なんとか形になり楽しく組立てることが出来ました。

佐藤: 組立過程では気付かなかったミスが、オイルを注入してみても漏れてきたり、ヘッドライトが灯らなかったり等で現れてきました。また、タイヤのミリ単位の調整や、ブレーキ調節にとっても苦労しました。

山口: すべてを組上げたあとの最終調整に一番時間がかかり、難しい作業でした。ブレーキオイルが漏れたり、トイインの調整がなかなかうまく行かなかったり、かなり時間がかかり苦労しました。実際に走っている姿を見たとき車を動かす大変さを改めて実感しました。

BODY



黙して語らず
まかしくさんしゃい



December 2004



17 風 力 発 電 装 置

富山大学工学部 機械知能システム工学科 3 年 山本紘之、川口洗樹

富山大学工学部 電気電子システム工学科 2 年 大江 隆、上野誠司

アドバイザー教員 奥井健一、作井正昭、川口清司、渡辺秀一

■作品の概要と特徴

近年、地球温暖化防止ならびに化石燃料の枯渇に対処するために、太陽光、風力、地熱といった自然エネルギーの有効利用が活発に行われるようになってきた。とりわけ、風力発電は太陽光発電と並んで将来有望な発電方式である。そこで、今回創造工学特別実習の課題テーマとして、ダリウス型風車を用いた風力発電装置を実際に製作した。

作品は、図 1 に示す 3 枚翼のダリウス型風車(外径 400mm)を用いた風力発電装置である。風力発電にはプロペラ式、ダリウス式、サボニウス式などがあるが、風向が変化する日本の風況にはプロペラ式のような水平軸タイプよりも垂直軸タイプの風車が適しており、その中でもエネルギー変換効率の高いダリウス型風車が有望である。しかし、ダリウス型風車はプロペラ型風車と比較して、若干変換効率が低いことや自己起動できないという欠点がある。そこで、図 1 に示すようにダリウス風車を上下に 2 段設けて、上側風車と下側風車をそれぞれ逆方向に回転させることによって、発電機の回転数を増大することにより発電量を増大させた。また、上側風車と下側風車の上端部の翼断面形状を変えることにより、自己起動できるようにした。

■アピールする点

①上側風車と下側風車をそれぞれ逆方向に回転させることにより発電量を増大させたこと

ダリウス型風車のエネルギー変換効率を向上させるために、上側風車と下側風車をそれぞれ逆方向に回転させることによって、図 2 に示す磁石を設けた外側ロータとコイルを巻いた内側ロータを反対方向に回転させた。その結果、発電機の回転数を増大することができるので、発電量を増大できる。

② 上側風車と下側風車の上端部の翼断面形状を変えることにより自己起動できるようにしたこと

ダリウス型風車は自己起動できないので、上側風車と下側風車の上端部の翼断面形状を変えて、風の抗力の差による力を受けて自己起動できるようにした。回転数が増大すれば、ダリウス型風車による回転が始まり、定常的に発電を行うことができる。



図1 風力発電装置

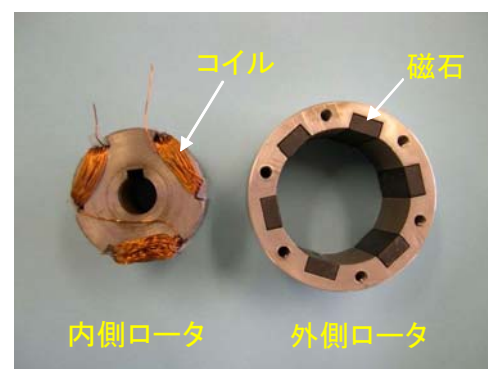


図2 発電機の構造

18 ホログラフィによる三次元画像

富山大学工学部 機械知能システム工学科

高嶋 靖

朝倉裕輔

網 拓也

鈴木照史

(アドバイザー 田代発造)

1. 概要と特徴

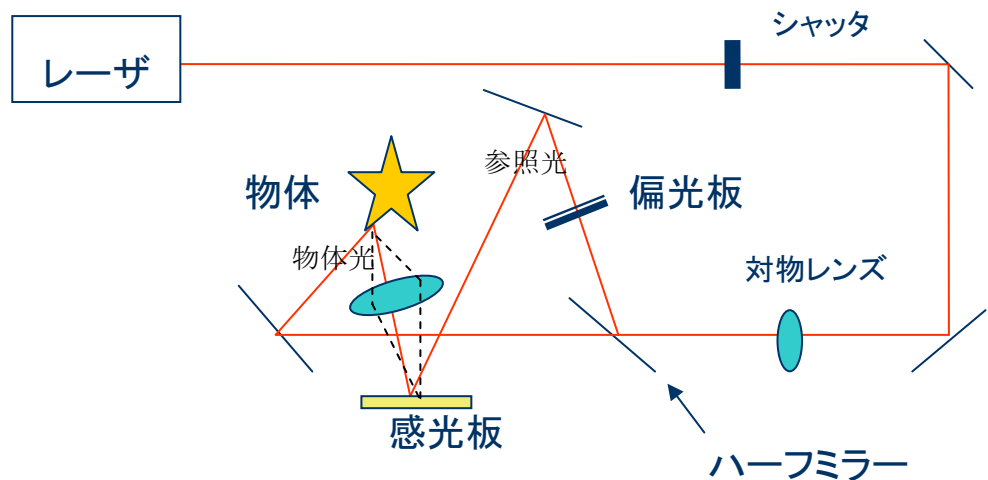
ホログラフィは3次元画像を記録・再生できる技術である。フレネルホログラフィでは撮影および再生にはレーザが必要であるが、イメージホログラフィでは再生時にレーザではなく普通の光（白色光）があれば十分である。我々は後に自分たちで見るようにイメージホログラムを作ることにした。（ホログラムはホログラフィ技術によって作られた物のこと）

2. イメージホログラフィの光学系

ホログラフィの光学系では物体からの光とは別に参照光が必要である。この参照光と物体光が干渉してできた複雑な干渉縞によってホログラムが作られる。イメージホログラフィの光学系を図に示す。イメージホログラフィでは物体の像を写真乾板上に作るような配置とすることが特徴で、フレネルホログラフィではそのためのレンズが無い。再生するときは参照光の方向から白色光（電球など）を照射し、ホログラムを見れば、ホログラム付近に立体像を見ることができる。2つの再生像は顔に焦点があったものと、足元に焦点があったものである。



実験装置 (撮影時)



19 マグネシウム特性を利用したもの作り体験 ～設計から加工まで～

富山大学 工学部機械知能システム工学科

河合修平

木渡裕輔

野村公宏

アドバイザー教員 会田哲夫

作品の概要と特徴(作製する意義)

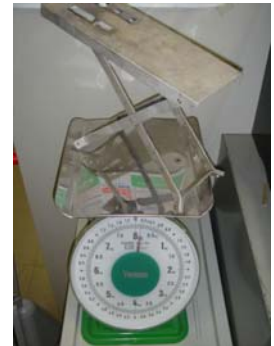
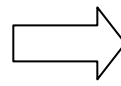
マグネシウム合金は構造材料の中で最も軽量であることから、最近、携帯端末の筐体や自動車部品として利用されつつある。そこで自由演習の課題として、次世代を担う軽量マグネシウム合金部材を用いて、身の回りで問題となっている点を探し出し、自らが設計から製作・加工までを行なう。これにより加工手段、機械加工機の操作方法、材料特性の基礎を習得するとともに、もの作りの楽しさを学ぶことを目的とした。

【携帯移動用ギター足台】

持ち運びに便利な軽量足台を作製
鉄製 640g → マグネシウム製 147g
なんと約 77%の軽量化に成功！



鉄製



マグネシウム製

【弾性変形を利用した軽量な扇子】

弾性変形を利用した、しなやかさを実現
竹製 → マグネシウム製
振動吸収特性が良好なセンスの良い扇子を製作！

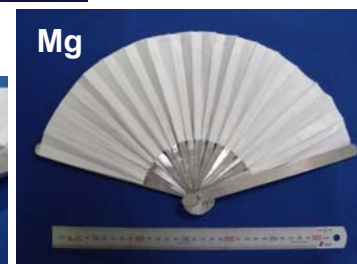


竹



【安全性重視型の軽量な子供玩具】

プラスチック→太陽熱により劣化
ハンドルの劣化 → 損傷破損→ 怪我危険
高比強度・高靱性のハンドルを提案・作製



アピールする点

- ・軽量であるマグネシウム特性を利用し、持ち運びに便利で安全な製品を設計した。
- ・結晶構造が稠密六方晶(hcp)であるため、室温における成形加工が困難である。
そこで、温間による圧延で板材を作製し、電気炉にて繰返し温間成形加工を行なった。
- ・押出比 $R=100$ 、厚さ 0.7mm の押出板材を作製した。この軽量板材をフライス盤にて加工した。
将来有望な軽量マグネシウム合金を利用し、世の中にない新しい「もの作り」を実際の加工や工作機械を通して、体で経験することが出来た。

20 いやし式ししおどし

富山大学 工学部 物質生命システム工学科 3 年

メンバー氏名 谷 真一, 鈴木 直樹

アドバイザー教員 石井 雅博

作品の概要と特徴

このししおどしは、パソコンのヒューマンインタフェース（キーボード, マウス）の使用量を、水量にみたてて操作し、ししおどしを動かす。たとえば、無機質なオフィスにあれば、安らぎを得ることができます。

制御方法

1. マウスの移動量やキーボードの打つ数からししおどしを動かす。
☆パソコンをつかって働いている量がヴィジュアル的にわかる。ボスにアピール！ ☆
2. タイマーとして使う。
☆パソコンをつかって働いている時間がヴィジュアル的にわかる。また、熱中しすぎて、働き過ぎないようにする。 ☆

アピールする点

1. パソコンから流れる音と実際に聞こえるししおどしの音による、リラクゼーション効果があります。
2. 廃材等を利用し環境を考えました。
3. プログラムや機構学など幅広く使いました。
4. 伝統と先端技術を融合しました。



図 1 現物

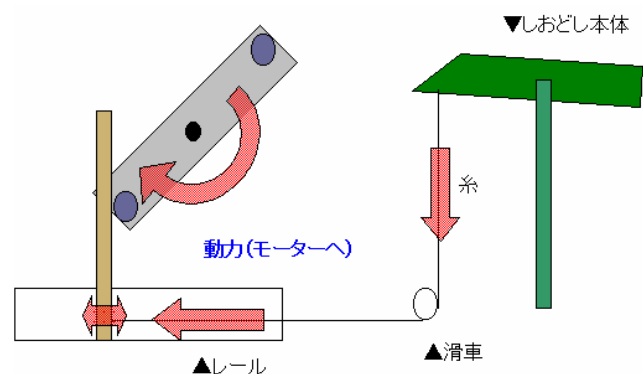


図 2 機構

- ①モーターで糸を引き、ししおどしを下げる。
- ②重力によってししおどしが自然に持ち上がる

21 カンでアート

富山大学工学部 物質生命システム工学科 3年

メンバー 中川麻美、丹羽陽子
アドバイザー教員 佐伯 淳

作品概要と特徴

空き缶を使って感性を生かし、そしてちょっぴり勘を働かせて作ったアート作品？が完成しました。限られた時間と人数での制作だったため完製ではありませんが、これと思った方は是非感声、歓声？喚声？を上げてください。

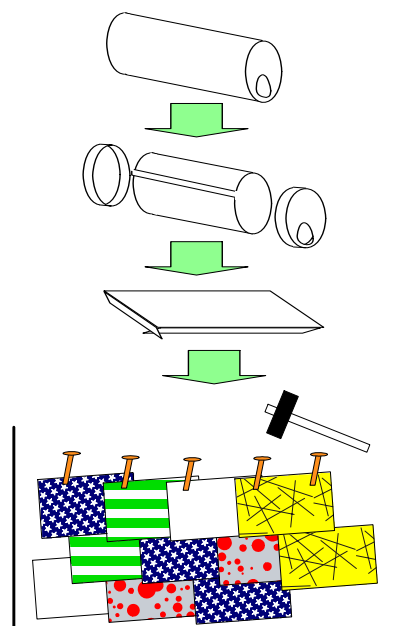
身の回りにあふれているジュース、お茶、ビール等に使用されている飲料缶にはいろいろなものがあります。目立つこと及び内容物を分かりやすくするための表面デザイン、強度、デザイン性を考慮した型押し等による表面形状、持ったときの感触に変化を与える表面光沢やざらつき感、内容物に応じた缶の肉厚、材質（アルミ、鉄）の選択、飲料物の変化を防ぐための内部コーティングなど缶には様々な工夫が盛り込まれています。これらの技術が詰め込まれた空き缶をただ捨てるのではなくリユースして生まれ変わらせることを計画しました。色も鮮やかで耐食性も十分であるので、各缶を開いて鱗状に重ねて屋根を葺くように施工する手法を用いました。さらに各缶のベースとなる色を生かし、富山を代表するモチーフの一つであるチューリップをデザインしてみました。

アピールする点

空き缶を分解し、広げて折り曲げ加工した板を瓦に見立てて、屋根を葺くようにして配置していますので多少の雨等では問題なく外の展示が出来、缶特有の光沢で太陽の光を受けて光り輝きます。大きさは幅 3.6m、高さ 2.7m で、使われている缶は 30 種類、ピース数は 1097 枚、配色の関係で使用しなかったものまで含めると約 1500 本の空き缶を収集・加工して使用しました。本作品では今年の夏前後に発売されていた缶を中心に使用していますがデザインは季節と共に少しずつ変更されるため既に市場から消えた缶もあります。そんな意味でもしばらくたつと何となく懐かしみを覚える作品になるのではないかと思います。遠く離れてから作品全体のバランスを、また近くからはどんな缶が使用されているかを探してみてください。

使用した色（頻度順）

白	430
銀	232
赤	191
緑	115
青	109
クリーム	18
オレンジ	2
計	1097



22 水の中の環境汚染物質を壊しちゃえ！

所属： 富山大学工学部

グループメンバー： 浜田瑛莉子、水谷学、高畑浩美、滝内聡

アドバイザー教員： 星野一宏、宮部 寛志

概 要

私達の周りには様々な廃水が存在しています。例えば、工業廃水、農場廃水などです。その中には生態系を崩す物質である環境汚染物質などが含まれています。そこで、私達のグループではオゾン処理法とマイクロバブルをあわせた処理法を考え、汚染物質の分解実験を行いました。この実験のターゲットとして、衣服等に使用される染料の分解を行いました。

会場では、実際に染料の一種であるメチレンブルーの分解を実演します。

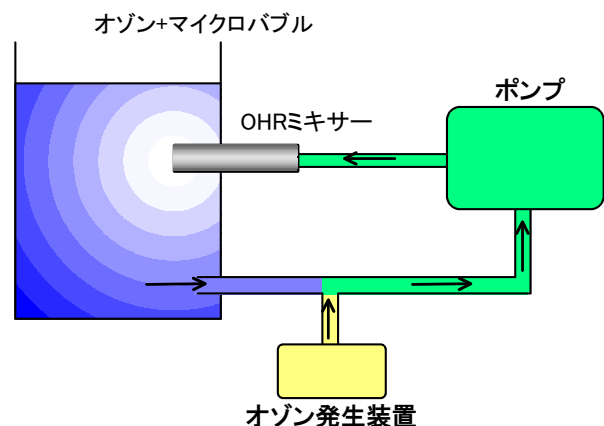
マイクロバブルってどんなもの？

マイクロバブルは直径 $10\ \mu\text{m}$ 程度の小さな泡で、通常の泡と異なり約 6 分間消えずに滞留しつづけます。この性質を利用すると、オゾンの表面積を増やすことができ、分解したい物質を効果的に分解することができると思っています。

染料を分解しよう

メチレンブルーは染料のひとつで、絹や羊毛、木綿の染色色素として使われています。メチレンブルーは色素の中でも特に壊れにくく、この色素を壊すことができれば他の物質も分解することができると思っています。実際の実験では右図のような実験装置で 1 ppm のメチレンブルーの溶液にオゾンのマイクロバブルを発生させました。するとメチレンブルーの青色色素が約 15 分で消えました。

この結果から、マイクロバブルとオゾンを組み合わせるによりメチレンブルーをより効果的に分解できることが分かりました。



アピール点

最近注目されているマイクロバブルは低コストである上、安全に発生させることができます。さまざまな分野に利用できる可能性をもっているため、現在さかんに研究されている最先端の技術です。ただの泡を小さくするだけで泡の特性が変わることが驚きでした。今回、ポンプの力・オゾンの量などによって発生量が著しく異なるマイクロバブルを、どのように安定に発生させるかということが苦労した点です。

23 雑草の利用法を考える

富山大学工学部物質生命システム工学科 2 年

近藤 真結美、中村 美里、東小菌 恵

アドバイザー教官 小野 慎

作品の概要と特徴

年中いたる所で見られる雑草、今まで私たちは大変な時間と労力をかけてこれらの雑草を刈り、また生えては刈るというように雑草と闘ってきました。しかし刈られた雑草のほとんどがゴミとして処分されているのが現状であり、私たちは大量のゴミを生み出すためにたくさんのエネルギーを使っているのです。これは大変無駄の多いことではないでしょうか？

そこで私たちはこの雑草から何か作ることにはできないだろうか？という思いから、園芸用の苗植用ポットを作ることを試みました。今回、デンプンをベースにした合成のりと雑草を混ぜ合わせ、これを適当な大きさに成型しました。さらに、

土に埋めた後のポットの分解の様子についても検討し、より速い速度で分解するポット製作も試みました。



作成風景

アピールポイント

雑草を材料としてどのように加工するか、糊との混ぜ方や成型方法はどのようにすれば良いかなどの点を検討した結果、予想以上に美しく、また風合いある第 1 号ができました。雑草の加工程度や雑草以外の添加物により、土の中での分解の様子が異なることも観察しました。身近にある雑草を利用するというテーマは親しみやすく、今後このような問題に対して考える足がかりになると思います。



完成後のポット

24 光合成を利用した太陽電池を作ってみよう！

富山大学工学部・物質生命システム工学科 横山大輔（3年）、

坂井俊介（1年）、野本洸介（1年）、比護貴洋（1年）松井健朗（1年）

（アドバイザー教員 篠原寛明， T A 藤井 朗）

作品概要

植物や緑藻はその細胞の中に光合成器官である葉緑体を有し、太陽の光を吸収して還元物質NADPHを作り出し、二酸化炭素を糖に還元固定化しています。私たちはこの葉緑体のチラコイド膜において、クロロフィルなどの光合成色素に光が吸収され、電子が流れて還元物質が作られる仕組みに着目し、電子メディエーターと呼ばれる試薬を用いて光をあてた葉緑体からその電子を横取りし、半導体電極で集電して、対極の水素発生反応と組み合わせることで電流を流す太陽電池を作ってみました。図1にはその光電池の構成と原理を示します。

またこの光電池では、葉緑体チラコイド膜の種類、電子メディエーターの種類、集電体の材質などが、効率を左右すると考え、より大きな光電流が得られるよう改良を検討しました。

＜葉緑体を取る材料を替えてみました＞ 葉緑体を取る材料として、葉肉が柔らかく取りやすいことからほうれん草が良く用いられるのですが、市販のほうれん草の他、自家菜園の里芋の葉、理学部生物圏環境科学科の中村研究室からいただいた緑藻から葉緑体を取り出し、光電池を作ってみました。ほうれん草葉緑体を用いた場合が最も高い光電流を得ました。

＜電子メディエーターを替えてみました＞ 用いる電子メディエーターとして、メチルビオロゲン、アントラキノンスルホン酸、ヒドロキシナフトキノンなどを検討してみました。同濃度で比較すると光をあてた葉緑体チラコイド膜から電子を受け取り集電体に電子を渡すのにアントラキノンが最も優れている結果が得られました。

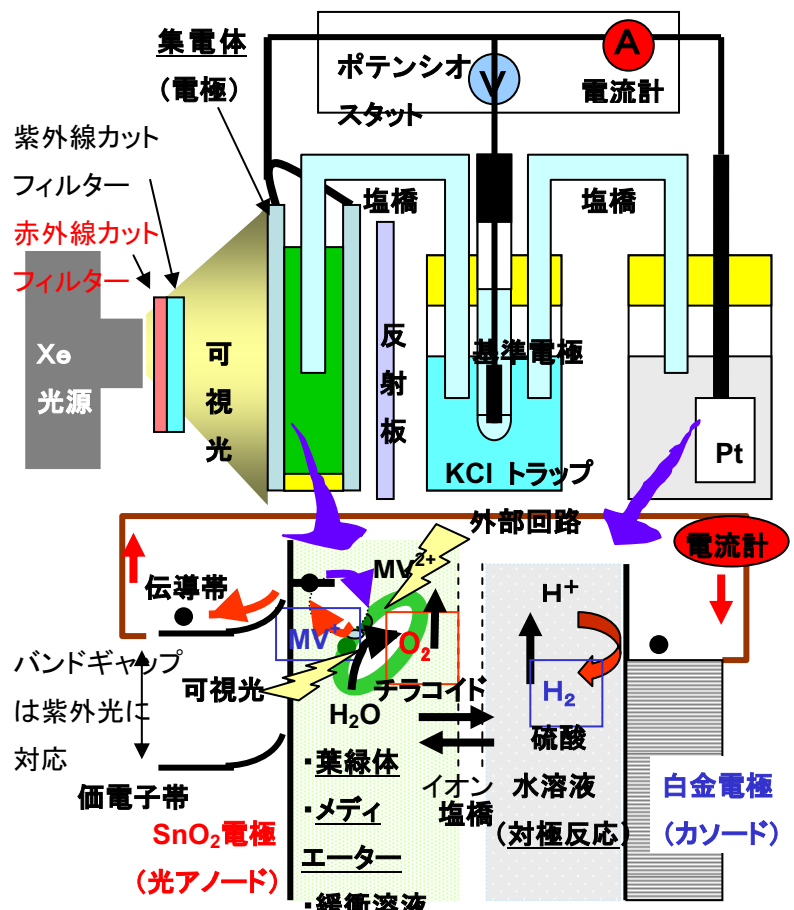


図1 葉緑体太陽電池の構成

25 「水をきれいに」 転ばぬ先の杖 一流す前にきれいにしてしまえ！

富山大学工学部物質生命システム工学科¹・知能情報システム工学科²

野田 知紗¹, 前馬 恵美子¹, 福永 有沙¹, 伊藤 純平²

(アドバイザー教員 加賀谷 重浩¹, 山本 辰巳¹, 長谷川 淳¹)

作品の概要と特徴

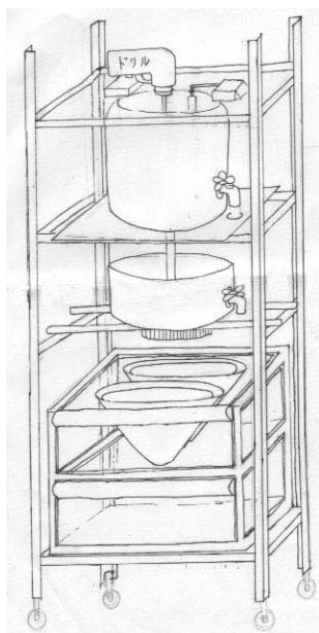
「水をきれいに」することを目的とし、汚れた水を流す前にきれいにする装置を製作することにした。今回は、人間の体に多くの害を与える重金属類を廃液中から除去する廃液処理装置を製作することにした。この装置では、できるだけ簡単な操作で廃液をきれいにすることを目指し中和凝集沈殿方式を採用することにした。

まず、カドミウム及び鉛を含むモデル廃液を用いて、中和凝集沈殿のビーカースケール実験を行い、pH と重金属類の除去率の関係などを調査した。また、沈殿を凝集させるために高分子凝集剤を加えて沈殿の沈み具合を観察した。

これらの結果から、装置各部のアイデアを練り、それらが実際にうまくいくか検証し、試行錯誤を重ねた上で装置を設計した。

アピールポイント

この装置では、できるだけ自分たちの身の回りにあるものを利用することにした。攪拌にはホームセンターで購入できる電動式ドリルを、ろ過にはろ紙の代わりにコーヒーフィルターを、そして処理後の水を溜めるものにはプラスチック衣装ケースを利用した。また、生成した沈殿のろ過をスムーズに行うために、沈殿と上澄み液を分離させるタンクを2段にした。なお、「廃液処理装置」というイメージが暗く、また装置自体の色も地味だったので、さわやかさを醸しだすためにアクアブルー色に塗装した。



26 ゼリー作りで見るタンパク質分解酵素の働き

富山大学工学部 物質生命システム工学科 2年

賀子宏和

(アドバイザー 宮武滝太)

作品の概要

パイナップルやキウイフルーツなどの果物を生のまま使ってゼリーを作ると失敗するという話はよく耳にする。これは、パイナップルに含まれるタンパク質分解酵素に原因があるといわれているが、それでは実際どのようにうまくできないのか、他の果物ではどうなのかという点に興味を持ち、分解酵素の働きを調べる実験を行なった。

特徴

家庭でゼリーを作る要領でゼラチンを溶かし、果物の果肉をペースト状にしたものを加えて、ゼリーを作製した。分解酵素が含まれるパイナップルやキウイフルーツなどではゼラチンの凝固が起こらなかったのに対し、アボカドやプルーンではきちんとゼリーができたことから、アボカド、プルーンには分解酵素は含まれていないと考えられる。一方、パイナップルと同様に分解酵素を含むとされるパパイアでは、ゼリーがうまくできるという意外な結果となった。また、加熱殺菌を行っている缶詰やジュースなどの製品となったもの、あるいは高温で加熱したペーストを用いると、うまくゼリーを作ることができた。

アピールポイント

酵素は生体内での化学反応を司る重要な物質であり、工業的にもさまざまな所で用いられている。しかしながらその働きについてはなかなか知る機会がなく、酵素を扱った実験についても、処理を行った上で生化学的に活性を測定するようなものがほとんどである。このテーマでは、ゼリーの作製という簡便な方法で調べるという点が面白いと考えられる。



分解酵素が作用した例（キウイ）



分解酵素が作用しなかった例（マンゴー）

27 人、環境にやさしい石けん作りを楽しもう

富山大学工学部 物質生命システム工学科

2年 武田 尚久

アドバイザー教員 高瀬 均

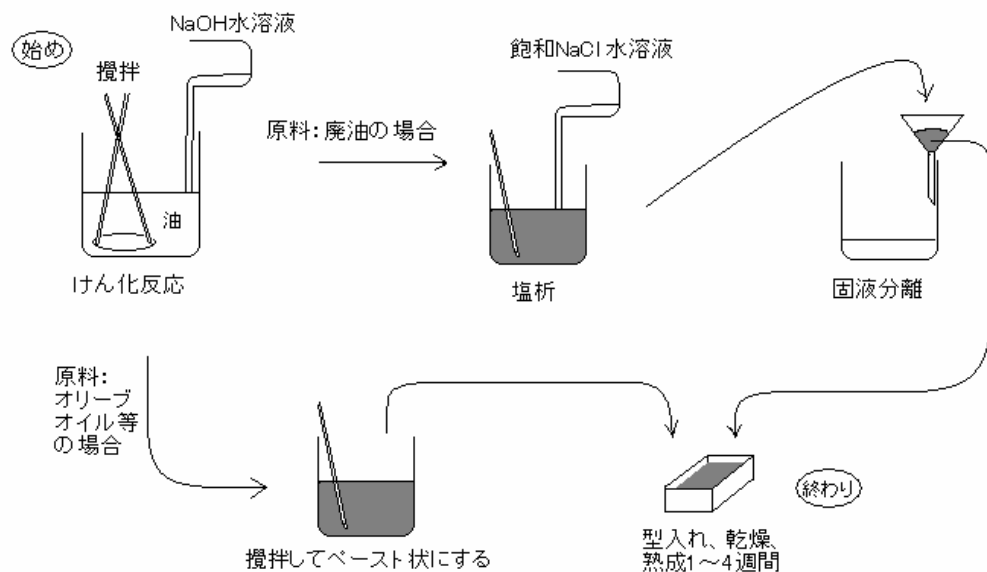
石けんを作った理由

家族にアトピーになっている者がいて、体を洗うときは石けんが良いと聞き、人の肌にあまり刺激を与えない石けんを作ることになりました。また、使用済み天ぷら油など廃油からも石けんを作ることにより、資源の回収と環境への負担の軽減を図れると考えました。一石二鳥です。いろいろな石けんを作って楽しみました。

石けんの作り方

石けんの原料となる油、すなわち油脂はグリセリンと脂肪酸のエステルであり、脂肪酸は主にオレイン酸、リノール酸、パルミチン酸等です。石けん作りは、油脂をけん化して脂肪酸ナトリウムを生成することで行われます。下図に石けん作りの主要な手順を示します。オリーブオイルなどを原料とする場合はけん化率を90～95%とし、保湿効果のあるグリセリンを石けん中に含ませるようにしました。廃油を原料とする場合にはけん化率を100%とし、次いで塩析により石けん分を回収しました。更に、香りや色などをいろいろ工夫することにより好みのmy石けんが作れます。

石けんの製法



工学部生協からもらった使用済み大豆油から作った石けん



肉屋でもらった牛脂から作った石けん

28 茶葉さん、教えて！！

富山大学工学部物質生命システム工学科 2 年

櫻井 佳代 関谷 知子 高井 歩

(アドバイザー教員 長谷川 淳)

作品概要

お茶は健康にいいと知られている。その成分の 1 つはカテキンである(図 1)。私たちはそのカテキンに注目し、お茶の種類(緑茶・ウーロン茶・紅茶)と抽出条件(温度・抽出時間)を変えてお茶の中に含まれるカテキンの量を調べた。また、カテキンの抗菌作用を調べ、健康によいお茶の抽出方法を求めた。

アピールしたいこと

実際に茶葉からお茶をいれた。温度を一定にするため恒温槽など使用した(図 2)。そのお茶を HPLC でカテキンの濃度分析をした(図 3)。3 種類のお茶の中で、緑茶に一番多くカテキンが含まれていた。

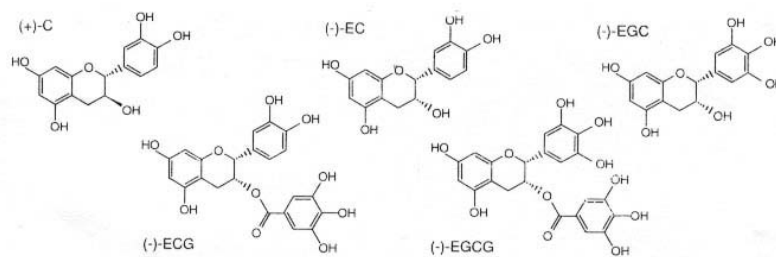


図 1. カテキンの構造

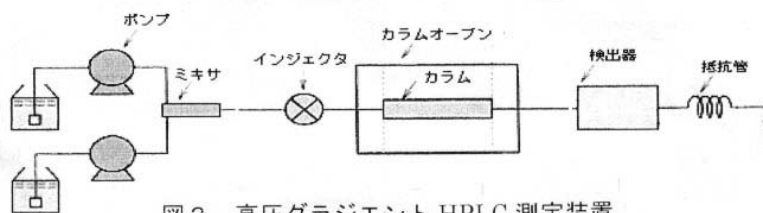


図 3. 高圧グラジエント HPLC 測定装置



図 2. 恒温槽実験装置

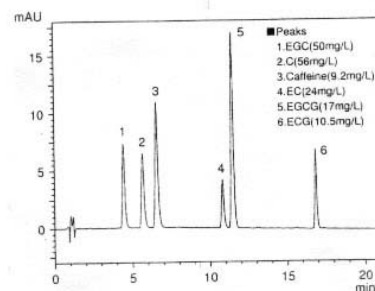


図 4. カテキン類の標準混合物の HPLC クロマトグラム

29 冷凍模型によって工程を短縮した新しい砂型鑄造法

富山大学工学部物質生命システム工学科 4 年生

北田慎太郎、蔵田将吾、清水章平、杉江範久、藤本康寛、松本裕幸、松本純一、宮崎健一

(アドバイザー教員 穴田 博教授、古井光明助手)

概要と特徴

小麦粉と水を利用して模型を作製するユニークな鑄造体験を通じて、創造性豊かに鑄造凝固を学ぶと共に、ものづくりを支える工学力を養うことを目的としている。

アピールする点

鑄造模型は一般に木材や金属、ロウなどで作られるが、もっと簡単に、しかも身近にあるものでできないかとの疑問がこの製作課題の出発点である。アドバイザー教員との疑問に関するディスカッションから生まれた創意・工夫をまとめて、ものづくりとして具現化したのが「小麦粉を模型に利用した鑄造」である。本法の特徴としては、①作りたいものがすぐにできる、②クリーンな模型、③再生可能な模型などが挙げられる。この新しい砂型鑄造法の開発を通して、メンバー全員でものを作り出す喜びと共に、自然環境や人にやさしい工学技術の重要性を認識した。

鑄造手順その他

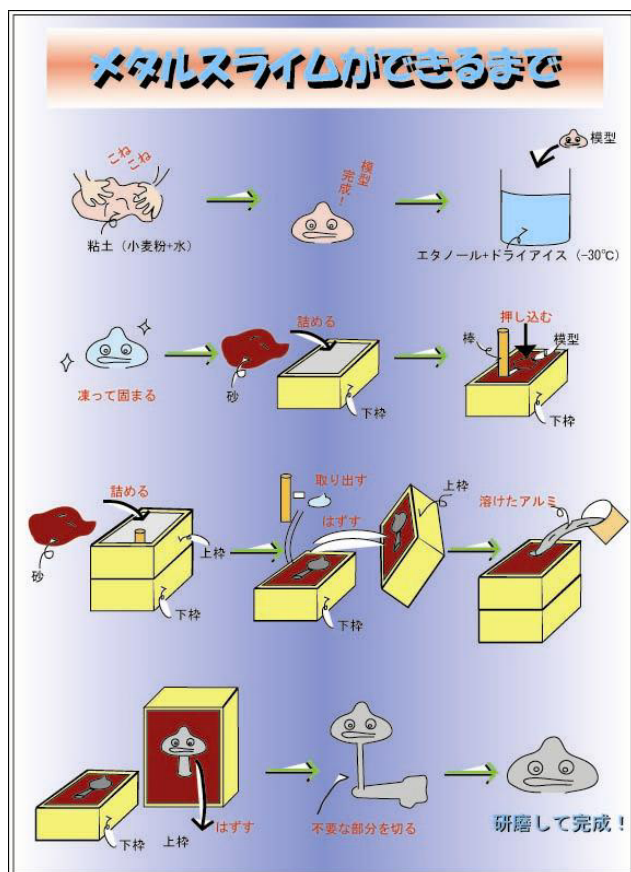


図1 鑄造手順



図2 木枠の製作



図3 アルミニウム溶湯の鑄込み

富山大学工学部 創造工学センター運営委員会

委員長 長谷川 淳

電気電子システム工学科	作井 正昭	升方 勝己	丹保 豊和
知能情報工学科	河崎 善司郎	石井 雅博	
機械知能システム工学科	小泉 邦雄	森田 昇	川口 清司
物質生命システム工学科	黒田 重靖	篠原 寛明	星野 一宏
	松田 健二	加賀谷 重浩	

第2回「学生ものづくり・アイデア展 in 富山」

発行者

富山大学工学部

〒930-8555 富山市五福 3190

電話 (076)445-6691

編集者

富山大学工学部 創造工学センター運営委員会

ものづくり教育部門
