

東京工業大学電気電子工学創造実験

=大岡山ふれきてるコンテスト 2004=

Tokyo Institute of Technology

Creative Experiments on Electrical and Electronic Engineering

= TIT EleCon 2004 =

阿部 正紀, 嶋田 隆一, 川上 寛児, 炭谷 英夫,

○高橋 宏治, 山田 明, 廣川 二郎, 西窪 恵一, 宮林 久雄, 北原 忠幸, 松井 七五三男

M. Abe, R. Shimada, K. Kawakami, H. Sumitani,

○K. Takahashi, A. Yamada, J. Hirokawa, K. Nishikubo, H. Miyabayashi, T. Kitahara and N. Matsui

東京工業大学 工学部 電気電子工学科

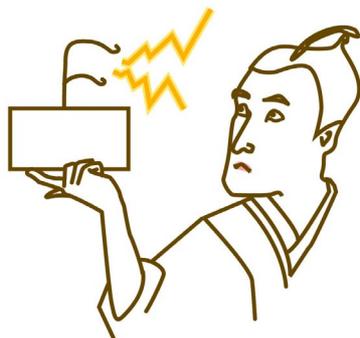
Dept. of Electrical and Electronic Engineering, TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY

The Department of Electrical and Electronic Engineering, Tokyo Institute of Technology has established a new undergraduate course "Creative experiments on electrical and electronic engineering" aiming to enhance the student's creativity. As part of it, its first contest named "O-okayama EleContest 2004" was held. In the contest, ten pairs of students, mostly sophomores, competed their handmade man-powered generators integrating the law of electromagnetic induction and the most advanced technology.

1. はじめに

東京工業大学工学部電気電子工学科では、創造性育成のための授業科目として「電気電子工学創造実験」を今年度から開講し、その成果を競う公開競技会「大岡山ふれきてるコンテスト 2004」を開催した。この科目は、主に学部2年生が、電気電子工学の原理を応用した装置やシステムを創意工夫して手造りし、その性能を競うものである。今年度は、「電磁誘導の原理と、現代の先端技術を応用し、独創的な『人力発電機+変換制御回路』を手造りし、発電能力を競う」というテーマを設定して実施したので報告する。

『君は、現代の平賀源内になれるか?』



TOKYO
INSTITUTE OF TECHNOLOGY

2. 授業科目の概要と特徴

まず、本授業科目の概要は以下のとおりである。

[科目名と単位]

電気電子工学創造実験 1単位

[開講学期]

平成16年度前学期 夏期集中授業

[受講対象と定員]

電気電子工学科2年生

20名(定員を超えた場合は選抜)

余裕があれば3年生も可とする。

[科目の目的]

電気電子工学の原理を応用した実験装置・システムを実際に製作する体験を通して、創造的思考法を修得するとともに電気電子工学の基本的原理への理解を深める。

[テーマ]

平成16年度は、「人力発電機、変換制御回路を組み合わせた装置」を、学生が自ら設計・製作し、モータ負荷に対する発電能力を競う。

[関連科目・履修の条件等]
意欲とチャレンジ精神のみ。

[成績評価]
創作品の性能(競技成績)、アイデア(学術的価値のみならず“奇抜さ”、“遊び心”なども含む)、克服した困難度や取組の姿勢などから総合的に評価する。

[授業日程]
4月13日 開講案内
6月3日 受講オリエンテーション
7月8日 準備のための講義
8月4～6日 解説および基礎製作
9月13日～16日 独創製作
9月22日 テストラン
9月28日 競技会予行
10月3日 公開競技会
「大岡山ふれきてるコンテスト」
10月5日 技術報告会

本授業科目の特徴として、産業界から協力と支援を頂いて「産学連携創造性育成教育支援プログラム」として実施したことが挙げられる。すなわち、高性能発電機製作に必要な最先端材料の提供、変換制御回路に必要な半導体素子の提供、性能計測に必要な計測機材の提供、製作材料の加工など、物的、技術的、人的、経済的な支援を頂いた。

3. 授業の実施状況

次に、授業の実施状況を概観する。

[受講者とチーム数]
合計21名が本授業を受講した。内訳は、2年生=15名、3年生=4名、協力会社新入社員=2名。うち女子学生=1名。また、留学生=4名である。
チームは、2名班×9チーム + 3名班×1チーム の計10チームを構成した。

[学生に与えた課題]
人力発電機により、3台の直流扇風機を負荷として、3分間の積算電力を最大にせよ。

- [学生に与えた材料]
- ネオジム磁石 30個
 - コイル用エナメル線 3リール
 - 回転磁界円盤 2枚
 - 電機子固定版 1枚
 - クランクハンドル 1個

- 主軸 1本
- ベアリング 2個
- 側板 2枚
- 台座 1枚
- 整流用ダイオード 4本
- プリント基板 1枚
- その他 金具類 など

これらは、プロトタイプを組み立てる材料として全チームに共通に支給された。ただし、そのまま使用する必要はなく、改造および転用自由である。その他に必要なものは、学生からのリクエストに応じて教員の決裁により支給される。

[進捗過程]

(1) 8月の解説および基礎製作

教員が、まず、創造性や独創性に関する一般的講演を行い、学生を触発した。その後、発電機や磁気回路の基本の解説を行い、支給した材料を用いて、プロトタイプを製作させた。学生は、基本原理を理解し、特段の工夫なしで製作したときの出力状況を把握した。同時に、このままでは出力が微弱であることも認識した。

(2) 9月までの間<実験室は時間外も開放>

学生はこの間を利用して、チームごとにどのような発電機を製作するかを検討し方針をたてた。そして、必要な部品や材料等を請求をする。

(3) 9月の独創製作<実験室は時間外も開放>

各チームが独自に考えたアイデアに基づいて、コンテスト用の発電機の製作を行った。

(4) テストラン

本番と同じ条件で、負荷を接続し、電力や電圧・電流などのデータを測定した。ただし、継続時間は1分間とした。(本番は3分間)

(5) 競技会までの間<実験室は時間外も開放>

テストランの結果から、各チームは改良すべき点を見つけて、競技会本番に向けて、最後の仕上げを行った。

(6) 競技会(ふれきてるコンテスト)

コンテストでは、各チームが作製した人力発電機の出力をデジタル電力計で計測し、「3分間で発生した電力エネルギー」や「瞬間最大パワー」などをトーナメント方式で競う。デジタルデータは瞬時に会場の大画面に表示され、また、各チームがその電力で小型扇風機3台を回して、その上にある「風船入り円筒」から風船を飛ばすなど、観客がそのパワーをビジュアルに楽しめるようにした。当日は、100名以上の外来の一般観客を含めて約150名が出席した。

(7) 技術報告会

コンテスト終了の2日後、各チームが製作した発電機について、工夫した点や失敗した点などの技術的な報告をする会合を開き、結果について反省を行った。

4. コンテスト

コンテストの様様を、写真を交えて紹介する。



2チームごとの対戦で出力を競う
トーナメントで勝ち残ったチームが学長賞

発電機の出力状況をわかりやすく見せるために、
負荷として扇風機を回して風船を飛ばしている



デモンストレーションとして、
参加マシンの出力でテレビを写す



参加した学生たち



表彰式
協力企業より各賞が授与された



【学長賞】

自転車の変速機構を活用したチェーン駆動

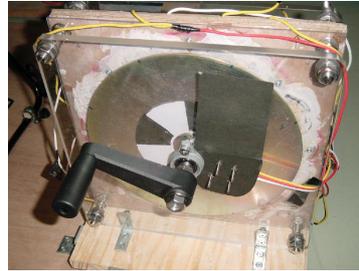


「最大エネルギー賞」「最大パワー賞」同時受賞

積算電力：6.14Wh 最大電力：321W

最大電圧：134V 最大電流：2.4A

発電機の回転角度を検出し、変換回路の制御を行うパワーエレクトロニクスを導入



【優秀技術賞】

自転車の後輪でローラを駆動

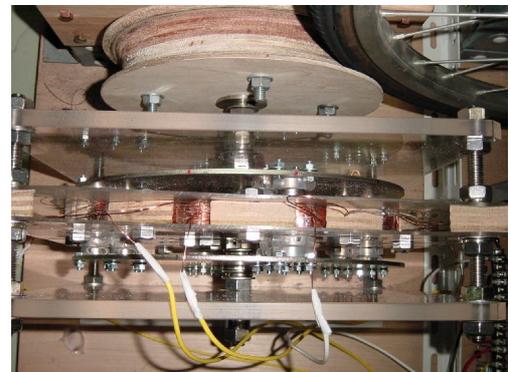
強力回転を利用できる磁石やコイルを構成

積算電力：4.23Wh

最大電力：232W

最大電圧：115V

最大電流：2.0A



【優秀システム賞】

ハンドル手回しでプーリー駆動

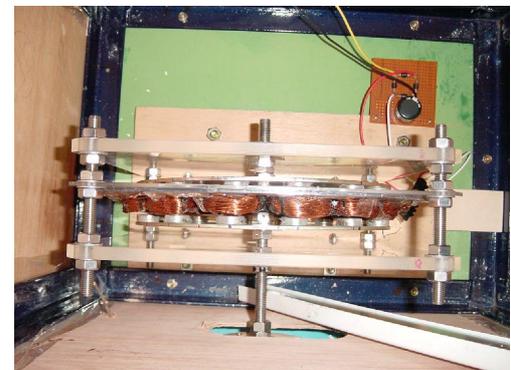
軽く回せるように磁石とコイルを構成

積算電力：3.12Wh

最大電力：116W

最大電圧：83V

最大電流：1.4A



【パワーエレクトロニクス賞】

ハンドル両手回しでプーリー駆動

薄型コイルで手回しでも高出力

積算電力：2.81Wh

最大電力：157W

最大電圧：97V

最大電流：1.8A



【チームワーク賞】

自転車後輪でプーリー駆動

電流を多く取れるコイルを構成

積算電力：2.73Wh
最大電力：94W
最大電圧：31V
最大電流：3.3A

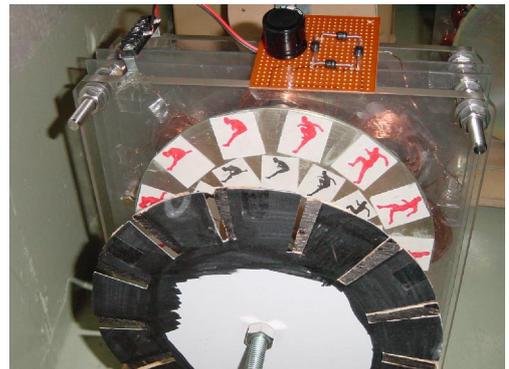
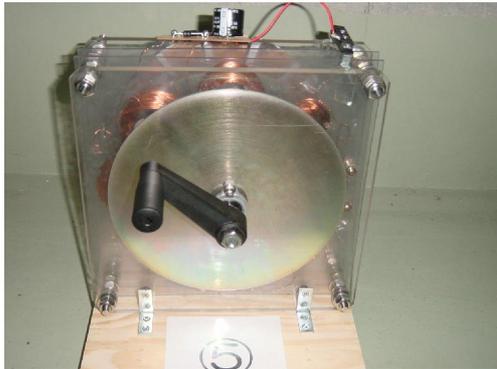


【アイデア賞】

ハンドルで直接回転

裏側にはアニメーション機構が付属

積算電力：0.32Wh
最大電力：17W
最大電圧：32V
最大電流：0.7A

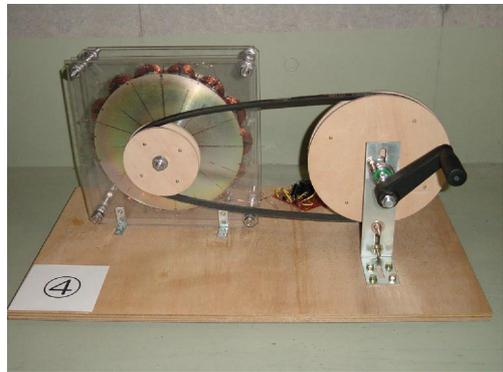


【Inspire Next 賞】

0.06Wh 3.6W 15V 0.3A

【参加賞】

0.41Wh 19W 35V 0.5A



【参加賞】

0.16Wh 8W 22V 0.4A

【参加賞】

0.01Wh 8W 17V 0.5A



各チームの各試合におけるデータ一覧

回戦	班	ニックネーム	特徴	積算電力 wh	最大電圧 V	最大電流 A	最大電力 w	平均電力 w
2回戦	7班	硫酸カルシウム号	自転車チェーン駆動	4.525	134.6	2.398	321.68	90.51
2回戦	2班	立ちこぎ1号	自転車ローラー駆動	4.040	115.1	2.039	232.45	80.81
決勝	7班	硫酸カルシウム号	自転車チェーン駆動	5.917	115.4	1.948	224.47	118.34
準決勝	7班	硫酸カルシウム号	自転車チェーン駆動	6.138	113.2	1.925	215.50	122.76
準決勝	2班	立ちこぎ1号	自転車ローラー駆動	4.230	108.5	1.901	202.44	84.61
2回戦	9班	エレキング	ダブルハンドルプーリー駆動	2.434	96.6	1.815	157.39	48.69
決勝	8班	草原と川	ハンドルプーリー駆動	3.071	83.6	1.394	116.64	61.42
準決勝	8班	草原と川	ハンドルプーリー駆動	3.120	82.9	1.390	114.60	62.41
1回戦	9班	エレキング	ダブルハンドルプーリー駆動	2.813	77.3	1.404	99.01	56.25
2回戦	3班	猛牛	自転車プーリー駆動・負荷並列接続	2.728	30.9	3.280	93.77	54.55
2回戦	8班	草原と川	ハンドルプーリー駆動	2.533	69.1	1.128	77.70	50.66
2回戦	4班	NeM	ハンドルプーリー駆動	0.320	35.3	0.534	18.69	6.40
2回戦	5班	駄目末	ぱらぱら漫画形式	0.318	31.6	0.701	17.14	6.35
準決勝	4班	NeM	ハンドルプーリー駆動	0.412	32.7	0.488	15.25	8.24
1回戦	10班	KS発電機	標準	0.163	22.4	0.435	8.10	3.26
1回戦	1班	対N(twin)	ボール状	0.005	16.5	0.489	7.73	0.11
2回戦	10班	KS発電機	標準	0.138	20.2	0.393	6.42	2.75
1回戦	6班	うま	足こぎ	0.061	15.0	0.278	3.64	1.21

※ 積算電力は3分間

5. おわりに

電磁誘導の原理を応用して、日本で発明された世界最強の磁石、ネオジム磁石と電力変換・制御回路などの最新テクノロジーを駆使して発電するのが今回のねらいであったが、製作過程では機械工学的な要素も必要となった。出来上がった10台の人力発電機は、自転車等を使って足でこぐ、ハンドルを手で回すなど様々な工夫がこらされ、中にはデザインや隠れたアートにこだわったチーム、意外性を求めたチームなどもあり、創造性ととともに学生たちの豊かな個性が引き出された。

3分間の発生電力で勝負を競うトーナメントで優勝したチームに、学長賞が贈られ、また企業から副賞として「北海道の風力発電所見学旅行」へ招待された。その他に、いろいろな企業賞も授けられた。

優勝チームは、最大瞬間電力322ワット、平均電力123ワットという驚異的な値を出し、最先端材料であるネオジム磁石の威力が、学生が工夫して製作した電氣的・機械的システムによって見事に引き出されている。

詳細は <http://www.taka.ee.titech.ac.jp/elecon/> を参照頂きたい。

電気電子工学科の創造性育成科目として、また、産学連携プログラムとして、初めての試みであったが、参加した学生諸君および担当の教職員、そして協力企業の連携により、目的を達成できたものとする。今回の実績を基にして、来年度以降も継続することを予定している。今回の詳細な分析や、今後の方針や課題などについては、別の機会に報告したい。

なお、本企画をご支援頂いた次の各社に御礼申し上げます。

NTT 北野精機 クリーンエナジーファクトリー
J-Power 東京電力 東芝 日立金属
日立製作所 富士電機 横河電機 (五十音順)