

## 2009年度「リフレッシュ理科教室 (北陸・信越支部)」実施報告

平成21年度北陸・信越支部では、三会場です計4回のリフレッシュ理科教室を実施した。

福井会場(福井大学産学官連携本部研修室)では、「太陽エネルギーと太陽電池」と題し、12月19日(土)に小中高教員を対象に開催した。

新潟会場(新潟大学五十嵐キャンパス工学部)では、「磁界とそのはたらきを体験しよう」と題し、2回実施した。1回目は8月21日(金)に開催し、小・中学校の先生方を対象とした。また、2回目は10月17日(土)に行い、小・中学生を対象とした。

長野会場(浦里小学校)では、東海支部と共催で「ドリームスペースミッション2009」と題し、7月2日(木)に小学生を対象に開催した。

### 1 福井会場報告

1.1 講義「環境と太陽エネルギー」(参考資料: 勝木 渥 著「環境の基礎理論」海

鳴 社 ( 1 9 9 9 )

本講義のねらいは以下の通りである。  
地球環境とそこに生きる生態系の破壊が  
猛スピードで進行している。これをスト  
ップさせ、生命が存続し続けることので  
きる惑星として地球を維持することが、  
我々人類の最重要課題ではないだろうか。  
我々生物にとって環境というのはどのよ  
うな存在なのだろうか？「生きている地  
球」という言葉があるが、それはどのよ  
うな意味なのか？これらを理解する鍵、  
それが「エントロピー」である。この概  
念を通して、生命と環境の関係について  
深い認識を持ったうえで、環境問題の本  
質を考えてみよう。本講義では、エント  
ロピー増大則について実例を用いて分か  
りやすく説明するとともに、エントロピ  
ー的視点からみた生命の特徴、環境の階  
層的多重構造、水循環、地球の諸条件と  
水の特異性との奇蹟的な巡り合わせ等  
について説明し、太陽エネルギーの意義・  
価値を考察した。エントロピーに関して  
深い理解を得るまでには行かなかつた  
と思われるが、強い拒否反応はみられな  
かつた。少なくとも、「太陽エネルギーによ

って生かされている地球」に関してはある程度明確なイメージを持ってもらえたものと思われる。

## 1.2 実験「太陽電池とその仲間たち」

Si、InP、InGaP/InGaAs/Geなどの各種太陽電池を用意し、それらの電流-電圧特性の測定を通じて、太陽電池がダイオードの一種であることを確認してもらった。さらに、InGaP/InGaAs/Ge タンデム太陽電池に乾電池 2 個を順バイアス状態に接続したときに赤色発光が得られることを示し、参加者を驚かせた。これによって、太陽電池と発光ダイオードとは構造的同じであり、太陽電池でも外部からエネルギーを与えると光を出すことを示すとともに、違いは使用される半導体材料と使用方法が異なるだけであることを理解してもらった。次に、フレネルレンズ付きの 5mm x 5mm のタンデム太陽電池 6 枚を集光型動作させた携帯電話充電器を提示し、太陽電池にとっての集光動作の利点について説明した。当日は十分な太陽光が得られなかったので、白熱光源を用いて携帯電話の充電が可能であることをデモンストレーションした。最後に、

半 導 体 レーザーと太陽電池を用いた光通信模擬実験を実施した。ここでは、図 4 に示すように、CD プレーヤーのイヤホン端子からの音声信号をレーザーポインター電流に重畳させ、出射光を通常の教材用 Si 太陽電池で受けて電気出力をラジカセの外部マイク端子に接続した。このような簡単なシステムでも美しい音楽が聴けることを実感してもらった。実際の光通信では、信号が歪むことのないように、ダイオードを逆バイアス状態にした「フォトダイオード」が使用されていることを説明した。このように、現在の光通信システムのなかでは太陽電池の仲間たちが光源側、受講側のキーデバイスとして活躍していることを説明した。この模擬実験は好評で、自校に帰って生徒一緒に同様のシステムを是非作ってみたいという教員が数名いた。

### 1.3 講義「太陽電池はなぜ電気を発生できるのか？」

以下の手順で太陽電池というデバイスの構成と機能について説明した。

(1)「半導体とは何か」：太陽電池は半導体と呼ばれる材料によって作られている。

(2) 「最外郭電子と共有結合」：半導体材料の代表例である Si を例にとって、互いの電子を共有することで原子同士がくっつくことを模式的に説明した。結合に預かる電子は、通常は自由に動けない束縛状態にあるが、一定値以上のエネルギーを持った光が当たると自由に動ける状態になるとともに、電子が抜けた跡には正の電荷の穴（正孔）ができること、この状態では自由になった電子は元の位置に戻ることができ正孔は消滅する。

(3) 「pn 接合の形成と空乏層」：正のドナーイオンと過剰の自由電子をもった n 型半導体と負のアクセプターイオンと自由正孔を持った p 型半導体を接触させた場合、その境界部に強い電界が発生し、そこには動ける電子や正孔が存在しない空乏層が形成される。

(4) 「水力発電の発電原理と太陽電池の発電原理の類似性」：水力発電の発電容量は単位時間に落下する水量と落差との積である。類似の絵が太陽電池に対しても描け、この場合の落差は p 層と n 層との間の電位差であり、水量に相当するのが電流である。発電電力は両者の積である。

(5)「太陽電池における二大損失：透過損と過剰励起損」：様々なエネルギーの光の集合である太陽光には、吸収されずに半導体を透過してしまう光（透過損）と、束縛電子に対して自由電子にするのに必要なエネルギーよりも大きなエネルギーを与える（過剰励起損）光がある。太陽電池として最適の材料は、両損失の和が最小になるような禁止帯幅（約  $1.5 \text{ eV}$ ）を持った半導体である。

(6)「タンデム化」：両損失を同時に低減できる方法がタンデム化であり、各種の材料を用いてタンデム太陽電池の研究開発が進められている。

## 2 新潟会場報告

第1回目は、昨年度と同様に新潟市教育委員会の教職員研修に組み入れていただき、小学校から10名、中学校から18名の先生方に参加いただいた。午前中は、「①ローレンツ力を用いた動く理科工作実験（走るモーター）」をテーマとして、手軽に製作できるモーターを数種類紹介し、実際に動作させるとともに原理説明を行った。その後、超電導に関連した研究室

(新潟大学工学部・工学力教育センター、岡徹雄研究室)の見学会を実施した。午後には、小中学校における理科教育の現状と問題点等について懇談した後、「②磁界可視化装置の製作と実験」をテーマに工作・実験を行った。磁界の向きと大きさを視覚的にとらえられる装置を製作し、磁石により動作を確認した。

理科教室実施後にアンケートを行ったところ、テーマ①に関しては、実際に授業に使用したいというコメントが多く寄せられた。テーマ②についても、製作した磁界可視化装置を用いて授業内容を説明したいという方がおられた他、実際に電子回路の製作を行ったことに刺激を受けたという意見が多かった。なお、今年度は研究室見学を行ったが、非常に好評であったので今後も続けていきたい。

第2回目は、昨年度同様、小学生(高学年)および中学生対象とした新潟大学工学部主催事業「見て、さわって工学技術」と共催で実施した。全8テーマの内、リフレッシュ理科教室関係のテーマは、「③かみコップでスピーカーをつくろう!!」と「④磁石を使った自動分別」の

2 テーマで，延べ 93 名の児童・生徒の参加があった．実験・体験時間は 30 分で，入れ替え制で 3 回実施した．テーマ③では，自作コイル，磁石を使ってスピーカーを組み立てた後，ラジオ等に接続して音が出ることを体験した．テーマ④では，うず電流によってコインが転がる速度を抑制することに基づいたコイン分別器の作製と，実際の実験を行った．子供たちからのアンケートの結果によると，次回参加希望者の割合は 85% と高率で，また 5 段階評価（5：とてもおもしろかった～1：つまらなかった）では，リフレッシュ理科教室関係の 2 テーマの平均評点が 4.7 と高く，好評であった．

### 3 長野会場報告

各教室で指導員が行なう演示実験および生徒自身に取り組ませる工作・実験とし，午前中に終了するようにした．

前半は体育館に全生徒を集め低学年と高学年の 2 班に分け，液体窒素を使った極低温実験とバンデグラフを用いた静電気実験を交互に行なった．

#### (a) 極低温実験



低温で見られる様々な実験を披露した。  
透明容器に入れた液体窒素を見せてから、  
シャープペンの芯を液体窒素中に入れて  
電流を流すと強烈に輝き続けるが、  
空気中では酸素があるために直ぐ燃え尽  
きてしまう状況を見せた。また、金属を  
この液体窒素に入れて低温にすると良く  
電気を流し、まめ電球が輝く現象には感  
動していた

#### (b) 静電気実験

バンデグラフを用いた静電気の実験を  
披露した。髪の毛を逆立たせた実験、学  
年毎に手を繋ぎ百人脅しを行なうなど電  
気の世界に触れ、普段目に見えない電  
気を実験により体感することができ、驚く  
生徒が多かった

後半は各教室で指導員が行なう演  
示実験および生徒自身に取り組ませる  
工作・実験とした。生徒の能力レ  
ベルに合わせてテーマを低学年用と  
高学年用に分けて実施した。

低学年（1－3年生） 工作テーマ：行  
ったりきたり 一輪車  
参加者数：生徒（18+17+17）52名+先生  
3名  
高学年（4－6年生） 工作テーマ：電  
磁力スペースシャトル

参加者数：生徒（22+21+24）67名+先生3名

低学年（1～3年生）

一輪車をテキストに従って作製した。  
一輪車の中の人形は本理科教室のタイトルであるドリームスペースミッションに因み宇宙飛行士が一輪車に乗っている図柄を用意した。その図柄が印刷された紙をはさみで丁寧に切り抜いた。以後手順に従い、合図をしながら順番に作業を進めさせた。手順の分からない場合は、指導員や担任の先生が付添ってテキストを用いて教えたり、隣の友達に聞くようにしたりして対処した。基本的に、進行は指導員あるいは先生の合図に従って作業を進め、自分勝手にせずに協調して行なうように注意した。はさみや千枚通しなどの危険な道具を使用するため、怪我をしないように十分注意した。最後に完成した一輪車を教室の床や廊下で走らせ、皆楽しそうに遊んでいた。特に1年生は1時間以上の工作を行なった事が無い生徒がほとんどであったため、集中力が持つか心配であったが真剣に楽しく取り組んでくれた。

## 高 学 年 （ 4 ～ 6 年 生 ）

磁石と導線・乾電池からなる単極モータをテキストに従って作製した。単極モータに取り付ける模型もドリームスペースミッションに因みスペースシャトルと地球の図柄を用意した。電流を流す銅線の加工が難しく設計通りにならない生徒が何人かいたため、分かり易く指導員が指導した。高学年生では、配布されたテキストを見ながら、自分で工作を進める生徒が多いが、個人差が大きく、全員が終了するには時間が掛かった。本工作実験の単極モータは電池を銅線で短絡させる状態になるため、長時間動かしていると電池および銅線が発熱する。この注意点を動作確認後に伝えた。電池と磁石と銅線だけでモータを作ることができ、不思議そうにまた興味深そうに自作のモータを眺めていた。

今回は複数の地元企業より指導員としてご参加頂き、お陰で昨年度に引き続き大きな成果を上げることができ、浦里小学校のみならず上田市からも大変感謝された。

【 福 井 会 場 】



図 1. 参加者募集用ポスター



図 2. “光る太陽電池”の実験風景

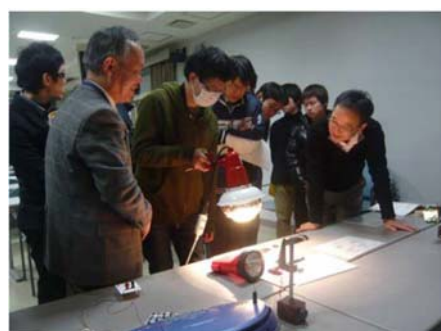


図 3. 太陽電池を用いた携帯電話充電  
実験風景

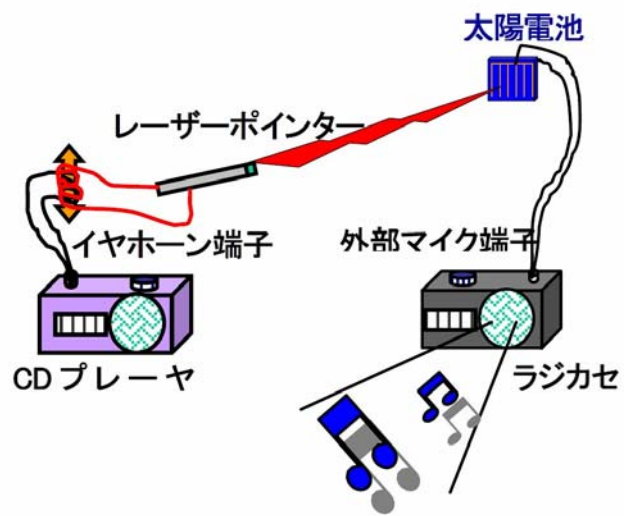


図 4. 光通信模擬実験システムの構成



図 5. 太陽電池に関する講義風景

【新潟会場】



図 1 「ローレンツカを用いた動く理科工作実験（走るモーター）」の風景



図 2 「研究室見学」の風景



図 3 「磁界可視化装置の製作と実験」  
の風景



図 4 (a) 「かみコップでスピーカーをつ  
くろう!!」の風景



図 4 (b) 「④ 磁石を使った自動分別」の風景