

平成 29 年度全国理科教育大会（埼玉大会） 報告

平成 29 年 8 月 8 日（火）～10 日（木）（ウエスタ川越、川越高校）
北海道札幌南高等学校 稲子 寛信（第 2 部第 1 分科会②意見提示者）

〇8 月 8 日（火） 記念講演

演題 「神岡での基礎科学研究」 講師 東京大学宇宙船研究所長 梶田 隆章 氏

神岡での 30 年以上にわたる基礎研究生活を通して、高校の理科教育の今後を考える上で、高校生に伝えてほしいヒントを、5 点にまとめて講演されていた。

（1）「本物に触れる体験を大切にしてほしい」…梶田先生も、大学時代は第一線の研究をすることを全く想像していなかった。しかし、大学院でカミオカンデの立ち上げに関わることで、これが物理学の発展への貢献に繋がるとやりがいを感じ、研究者として生きる決意を固めたとのことだった。

（2）「一度くらいは、時間を気にせず何かを探究する体験をしてもらいたい」…1986 年、カミオカンデにおいて本格的な検出実験を行うために、梶田先生は検出プログラムを新しく書き上げた。その動作テストのためにニュートリノの数を検出したところ、電子ニュートリノは計算値通りに検出できたが、 μ ニュートリノが予想の半分ほどになっていた。プログラムを何度も確認して誤りを探したが発見できず、どうやらプログラムのミスではなく、実際にこうした現象（ニュートリノ振動）が起きているのではないかと考えるようになった。当時、この実験成果は世界的にあまり評判のよいものではなかったが、梶田先生にとっては、「謎を探究するワクワク感」に満ちた経験であった。

（3）「学校の理科でも、チームワークで何かを成し遂げる体験を積んでほしい」…現在稼働しているスーパーカミオカンデは、国籍を問わず 150 名程のスタッフで運用している。現在の科学研究は共同研究が基本であるので、ぜひ高校時代にもこうした体験を積んでもらいたい。

（4）「世の中には、成果が出るまでに長い時間がかかる仕事もあると知ってもらいたい」…梶田先生がニュートリノ振動の観測に成功したのは 1998 年なので、10 年程で結論を得られた訳だが、このような短期間で結論にたどり着いたのは幸運だったと話されていた（太陽ニュートリノ振動の観測には 30 年かかった）。大学入試のように一刻を争って効率よく解答する世界とは全く別次元の仕事もあり、研究とはそうした時間のかかる地道な積み重ねであると理解してもらいたい。

（5）「純粋に知ること（知的好奇心）の大切さを知ってもらいたい」…ノーベル賞受賞後に、高校生を対象とした講演を数多くするようになったが、その際に必ずと言っていいほど高校生から「ニュートリノに質量があることが、何の役に立つのか？」と質問されるそうだ。確かに短期的、直接的には有用に感じられないかもしれない。しかし、ニュートリノに質量があるということは、私たちが生きる宇宙の成立過程や宇宙の膨張の仕方を理解するきっかけになる。有用性だけにとらわれず、知的好奇心を持つことの重要性を理解してほしい。

〇8 月 9 日（水） 研究協議

第 1 部第 1 分科会：「アクティブラーニング型授業等による物理教育の充実」

議題趣旨：生徒が主体性を持って多様な人々と協力して問題を発見し解を見だしていく、物理教育の在り方について研究協議する。

（座長：東京都立国立高等学校 森田 有宏、埼玉県立上尾橋高等学校 青木 光男）

（1）意見提示 「ICT 機器を用いた学習の個別化とアクティブラーニング」（東京都立多摩科学技術高等学校 猪鼻 真裕）

アクティブラーニングを導入する手始めとして、PowerPoint で教材作成し、授業を行っている。これにより、板書時間が大幅に短縮され、教員の活動時間が減り、机間巡視の時間が増えた。板書を写す速さは生徒によって異なるので、裏面に簡単な演習問題のついた授業プリントを配布することで、生徒主体の作業時間が増えた。

（2）意見提示 「力を合わせて実例問題を開発しよう」（群馬県立藤岡中央高等学校 岡田 直之）

主体的・対話的で深い学びを実現するために、授業内の課題の質の転換が求められている。注目しているのは、「実例問題」と呼ばれるもので、現実の場面に即した文脈に基づく推論問題のことである。例として、とあるラーメン店の石焼き容器の温度と調理について、比熱・熱容量の観点から考察させる課題等の実践を紹介した。こうした実例問題により、生徒はより集中し、活発に学習している。今後は、他の先生方と協力しながら実例問題の数を増やし、質を高めていく必要がある。

第 2 部第 1 分科会②：「未来を拓く物理教育」

協議議題趣旨：思考力、判断力、表現力を育み、科学的な自然観を育成するために物理教育はどうあるべきか、探究する力をいかに育むべきかについて研究協議する。

（座長：大阪府立教育センター附属高等学校 八木 秀浩、新潟県立十日町高等学校長 鈴木 重行）

（1）意見提示 「パフォーマンス課題とルーブリックを用いた評価に関する取組」（愛知県立丹羽高等学校 平野 将也）

アクティブラーニングの視点を踏まえ、具体的な達成目標を示したパフォーマンス課題を 3 つ作成し、それぞれの達成目標を評

価に反映させるためのループリックを作成し、授業実践を行った。達成目標を具体的に示すことにより、生徒の学ぶ姿勢が変化した。生徒は評価されることで改めてその能力を意識し、自分を高めようとする原動力になっているようだ。

(2) 意見提示 『理科としての、物理としての』思考力・判断力・表現力を育成する実践について(札幌南高等学校 稲子 寛信)
文部科学省が提示する『理科における見方・考え方』を物理でどのように取り入れるか、ワークシートを用いた実践を行った。また、科学的な自然観を育成する観点から、「実験の事実や再現性を重んじる姿勢」について考察し、実験教材として実践した。その他、物理ならではの思考力・判断力・表現力の育成として、類推(アナロジー)や思考実験、近似的思考の実践例を紹介した。

8月10日(木) 研究発表 第1分科会(物理①)

(座長:東京都立戸山高等学校 村田 律子、富山県立雄峰高等学校教頭 木下 正博、助言:日本理化学協会顧問 大室 文之)

(1)「いろいろな音源による気柱の共鳴」(東京都立八王子東高等学校 野口 禎久)

気柱共鳴の音源としてスピーカーを用いると、外部の音が共鳴点で大きくなる場合と小さくなる場合がある。これは音源の構造によって異なるようで、スピーカーの箱あり・なしによって共鳴音が変化している。スピーカーの表と裏で検出される音は位相が 180° 異なる。生徒実験では共鳴管の外側で音を聞いているため、聞こえる音の大きさは音源の仕組みに依存してしまう。

(2)「スマートフォンのオーディオ機能を用いた音波の実験～アプリケーションの開発と音速測定、気柱共鳴への応用～」(東京都立蔵前工業高等学校 安達 照)

音波発生、音波記録、簡易分析が可能なスマートフォン用のアプリを開発した。パルス状の音波を用いた音速測定や、音波発生と記録を同時に行った気柱共鳴の実験が可能となった。生徒にとっても手軽で教育効果が高い。

(3)「比熱の測定を、『分銅』が劇的に変える！」(群馬県立前橋女子高等学校 茂木 孝浩)

比熱測定用金属を用いずに分銅を用いることで、分銅を構成する金属の主成分が何か同定する、探究的な実験を行うことができた。これにより、生徒も主体的・協働的に試行錯誤する様子が見られた。比熱測定には簡易的にサーモカップを使用する方法を採用した。比熱は物理基礎の単元であるが、基礎の内容でも十分探究的な実験は可能であると考えた。

(4)「逆二乗発生装置による惑星運動の演示」(茨城県立土浦第二高等学校 小林 義行)

ケプラーの法則を実際に測定することはない。そこで、惑星運動を演示するため、糸を引き出した長さの逆二乗に比例する力で引く仕掛けを製作し、それによって糸でつったおもりを中心向きに引かせる装置を製作した。回転アームを用いた簡便な方法も見したので、現在は装置の改良に取り組んでいる。

(5)「アマチュア無線機を利用した電磁波の演示実験～光が電場と磁場の振動であることをどのように伝えるか～」(東京都立国立高等学校 佐藤 正隆)

八木アンテナを送信アンテナに用いて、受信アンテナとして半波長ダイポールアンテナ、ループアンテナを自作した。受信アンテナには豆電球をつけて、アンテナの向きにより明るさが変化することを示して、電場と磁場の方向を考察させた。また、格子を自作して電波の透過度合いを観察させることで、偏光板との対比を演示した。なお、アマチュア無線機で実験を行うには、アマチュア無線技士の資格が必要である。

(6)「実用的な実験装置製作の取り組み～冷却剤不要の霧箱、コードレスのヴァン・デ・グラフ、力要らずの圧縮発火器～」(大谷中学・高等学校 豊田 将章)

科学部の指導をする中で、部員達と協力して、スターリング冷却器を利用した霧箱装置の開発、リチウムイオン電池を電源ユニットとしたコードレスのヴァン・デ・グラフ装置の開発を行った。また、ガラスの代替材料としてポリカーボネートパイプを用いた長さ100mm程の圧縮発火器を製作したことで、非力な子どもでも座ったままで紙片を発火させることができた。

(7)「ワイヤレス・マイコン速度計の開発」(岩手県立総合教育センター 村上 弘)

20年前に作成した、ワンチップマイコンを用いた速度計は、RS-232Cを用いて計測データをPCに送信していた。今回はデータをUSBから取れるようにUSBユニットを自作し、更にBluetoothユニットも自作して無線対応させた。これによりスマートフォンでも測定結果を表示できるようになった。

(8)「仕事とエネルギーの物理解釈と指導～『摩擦力のする仕事』はpseudoworkなので扱うのをやめよう～」(埼玉県立本庄高等学校 西尾 信一)

仕事の定義は「力×作用点の変位」であるが、教科書の記述の中に、「力×重心の仕事(pseudowork)」を本来の仕事として扱ってしまっている事例がある。例えば粗い面上を動摩擦力によって減速しながら進む物体の説明である。これらは正しい「仕事とエネルギーの関係」の理解に混乱をもたらすので、不必要なものではないか。実際には摩擦力によって熱も発生し物体の内部エネルギーも変化するため、熱的変化も考慮した仕事とエネルギーの関係を考察しなければならない。

