

高校物理への現代物理の組み入れ・扱い方について

鹿児島実業高等学校 御 領 悟 志

I. はじめに

2012 年 LHC においてヒッグス粒子が確認され、標準理論の実験的検証がひとまず完了した。また、一般相対性理論にて予言される時空間の振動が空間を拡がっていく「重力波」が LIGO にて確認され、一般相対性理論の正しさが改めて検証された。天文学において、「重力波」やブラックホールなどの高密度巨大質量による「重力レンズ」を用いた新たな観測方法の可能性が拓かれた。最近では「量子コンピュータ」の話題が聞かれることも多くなり、現代物理の成果が日常の会話に上ってくることが加速度的に増えてきていると認識する。そのような状況の中で、高校の物理教育においてもそろそろ現代物理を念頭に置いて、「古典物理と現代物理の指導項目の精選整理及び順序の見直し等」を考えてもいい時期なのでは」と強く私は思う。また、大学・大学院に進み将来先端の科学技術を切り開く生徒達はもとより、現代物理に基礎を置く科学技術が身の回りにあふれ出した現在、高等学校を理科教育の最終段階とする生徒達にとっても生活基盤についての正確な判断をする上で、少なからず現代物理の知識が必要になるのではと思う次第だ。以下、ご意見・取り組み等を踏まえながら考察する。

II. 一教師としての授業での取り組み

現代物理学の成果を発展的知識として、少しではあるが授業にて話してみた。

①質量の起源

ヒッグス場の相転移によりヒッグス粒子が充満しもともと質量のなかった粒子に質量が生まれたこと → 慣性の大きさ（動きにくさ）・質量のイメージがつかめる感じがする。

②タイムマシン

高速で移動する物体中での時間の流れ（固有時）と地上での時間の流れが異なることを実際に計算してみる → 具体的に計算ができると知識が残り易いのでは？

この程度の内容であればさほど抵抗なく生徒も受け入れるような感じがした。

III. 大学教育に携わる先生方のご意見

いくつかの大学の先生方に現代物理の高校教育での取り入れについて回答を得ることができた。

(1) 名古屋大学理学部 戸本誠先生

物理教育において留意していることは、

①力学や電磁気、量子力学、統計力学などの基礎は、ずっと徹底的に勉強する。

②基礎をある程度履修した段階で、それらを使えば理解できる先端物理学も積極的に勉強する。

①と②を物理学に携わる限り反復学習して、その時々で理解で物理を楽しむ。

高校生・学部生などは、力学などの基礎から物理の普遍的な概念を徹底的に学習することを決して疎かにするべきではない。ただ先人達が確立した基礎の反復学習だけでは、基礎的で、普遍的な物理概念（バネの単振動、保存則など）の必要性がわからず物理がつまらなく感じる。これらの物理概念が最先端の研究でもなされることを伝える観点から、現代物理学を入れることは必要と考える。

(2) 九州工業大学 鎌田裕之先生

新しい科学技術は、「絶対に正しくためになる」のであれば知識として取り入れたほうが良い。

しかし、それを誰が保証するのか？「正しいだろう」・「ためになるだろう」を決めるのは、本人であるので、決めることのできる能力こそが大切である。この能力は、高校以上の教育で育つものだと考えるが、難しいのは、自発的・啓発的な行動から育つので教育者側からの無理知恵はむしろ弊害になる。従って、「ヒッグス粒子の確認（標準理論の完成）、重力波の確認、量子コンピュータ等々の現代物理学」の知識は、高校レベルでは、「無理知恵」に近くなりはいらないかと危惧する。それを理解するための基礎学力養成に時間を割いて欲しい。

(3) 京都大学工学部 宮寺隆之先生

基礎から応用まで近年幾多の発展にもかかわらず、高校物理の内容が変わらないというのも不思議な話だと思う。高校物理で習うことが、最新科学につながることを示すことは有益だが、その導入の方法は難しい。量子論の形式を抜きにして量子コンピュータを「理解する」ということは不可能で、ただ事実の羅列を紹介するものになる危険性があり、それが入試に直結するようなものになるとただ単に暗記事柄を増やし、高校生の負担増になる。また大学で習う数学を取り入れることは非現実的である。そこで、必要なのは「たくみな話者」である。京大の ELCAS 事業で高校生に量子論の講義をした経験がある。そのときは高校生でも知っている数学でなるべく仮定を導入せず、どのようにしたら量子論の不思議さをわかってもらえるだろうかと考えたが、成功したかはわからない。

IV. 今後の活動及び取り組みについて

現代物理を指導するにおいて、中学・高校の教員だけではなかなか指導事項の全体像等をつかみにくく大学等の先生方との連携を通じて情報の交換・共有をすることは有益である。それを、実現するために共通の学習拠点を構築し、初等力学から現代物理まで滑らかにつながる教材等の研究など教員自身の学習・研修の場としても有効に機能できるようになればと思う。

(1) 県民大学講座の実施

鹿児島県教育委員会事務局かごしま県民大学中央センターと第一工業大学「社会・地域連携センター」の共催により『先端的現代物理講座～素粒子物理学から現代宇宙論まで～』と題した県民大学講座を、平成31年4月から令和元年8月にかけて、月一回（計5回）かごしま県民交流センターにて実施していただいた。航空工学科教授の古川靖先生に、素粒子についてご指導頂けないものかと照会したことがきっかけとなり実現した講座である。理論物理学(素粒子物理学)が目指している宇宙のすべてを説明できる「究極理論」の探求過程とその最有力理論が導く現代の宇宙像について解説された。高校教員等、大学で物理を専門的に学習した受講者も意識して、程よく数式を折り込み提示されながらの講義であった。現代物理の発展の過程や今後学習すべき内容の大枠をつかめたように思う。また、この講座で印象的だったのは、講座のHPでの感想の記載でわかったが、高校時代文系であった40代の女性の方（複数名）が、毎回熱心にノートを取りながら受講されていた姿である。知的好奇心と向上心を持ち学習に励まれる姿は、高校の一教員として背筋をピンとさせられた。令和2年度も、4月から月一回（計5回）「量子をめぐる現代科学の最前線」と題して「量子の世界」にスポットを当てた現代物理の講座が開かれています。

(2) 鹿児島現代物理勉強会の発足

県民大学講座参加者された中学・高校・高専・大学の教員間で、交流及び学習研究の連携・情報の交換を目指して勉強会を発足させた。現在会員は中学1名、高校2名、高専1名、大学1名の計5名である。月一回ほどを目標に、それぞれの課題意識を基にして勉強会を実施している。また、グループLINEを開設し、各会員の疑問に思うこと勉強の進捗状況の報告など情報の交換をしている。また勉強会独自のHPも開設した。そのなかで古典物理から現代物理迄の学習コンテンツの充実を目指して現代物理学の解説をしている。それを材料に現代物理に取り組む高校生や教育現場の先生方に少しでも役に立てば幸いである。 URL <http://www.kagoshimagendai.shop/>

V. おわりに

大学の先生方のご意見でも現代物理の導入の上での課題点を幾つかご指摘がある通り、単に先端の知識のみをそのまま持ち込んだだけでは、あまり教育的だとはいえない。現教科書の内容をうまく発展させる部分は、折に触れ積極的に授業でも扱いたい。高校時代の限られた時間と生徒達が向かうそれぞれの進路選択の中で、いかに主体的に「現代物理」にも取り組んでいくのか？今後本格的に導入される「理数探究」の重要性を再度認識したところである。今回、ご意見をいただいた各大学の先生方や県民大学講座を開講いただいた第一工業大学及び古川靖先生には大変感謝申し上げます次第です。

