



## レーザー核融合と化学系学生向け電磁気学の講義

村田 博司†

### Laser Fusion and Lecture of Electromagnetic Theory for Chemistry Student

Hiroshi MURATA†

近年、物理学における根源的な相互作用である、「重力」および「核力」について、レーザーを用いた歴史的な研究成果のニュースが世界中を駆け巡った。重力波の検出と核融合の臨界である。どちらも、レーザーの優れた特長を巧みに利用した素晴らしい研究成果である。これらについては、本誌レーザー研究でも詳しい特集記事が既に報告されている。

一方、卑近な話で恐縮であるが、小生が大学で担当している講義に関して、図らずもこれらの根源的な相互作用について自分自身が勉強する機会を得た。大学の化学系学科1年生を対象とする電磁気学の講義を担当することになったのである。この講義は、半年間の講義なのだが、クーロン力の復習から、電場・電位、導体とジュール熱、誘電体、磁性体、磁場とインダクタンス、共振回路、さらにはマックスウェルの方程式と電磁波までを扱って欲しいと依頼された。私が所属する電気電子系学科では、2年以上かけて講義する内容を、極めてコンパクトに纏めて講義するという難題に直面した。しかも、受講するのは半年前まで高校生であった学生諸君である。思い切って、化学反応とクーロン力という切り口で、ポイントを絞って講義内容を考えた。

初心に戻って調べてみると、化学反応を左右するさまざまな過程・作用を決めているのは、自然界における4つの基本的な力(重力、電気力(クーロン力)、2つの核力(強い相互作用と弱い相互作用))のうちで、ほぼすべてがクーロン力に帰着することがわかった。当然のことではあるが、陽子と電子の間にはたらく相互作用としては、クーロン力が重力に比べて圧倒的に強く、両者の大きさの比は10の30乗を超える。まさに桁違いである。重力が化学反応を左右することは有り得ないことを再認識した。化学結合・化学反応を決定しているのは、本質的にクーロン力である。(もちろん、量子力学的効果、多体効果、遮へい等によって反応や現象、振舞いはかなり変わる。)また、電磁気学の教科書では、通常、数個程度までの帯電体があるときの相互作用を議論するが、化学反応ではアボガドロ数という途方もない数の帯電体を扱うことになる。それゆえ、「化学の方が遥かに難しく高尚であり、電磁気学の方が遥かに平易である」と説明して、彼らのプライドを擽ることにした。実際に、地球や月などの天体の運動および都市や街の建物・構造物の設計や安定性を決めているのは「重力」であり、化学反応や原子・分子の結合、生命現象を決めているのは、「クーロン力」である。それゆえ、化学を学ぶ上で電磁気学はとても重要である、と説明することにした。

一方、原子核の内部では、クーロン力を圧倒する「核力」がはたらくために、複数の陽子間の強烈なクーロン反発力を抑え込んで安定な状態が形成される。「最近ニュースで報道されているレーザー核融合が普及して、核力をコントロールできるようになれば、さまざまなエネルギー問題を解決できる可能性がある」という説明も付け加えた。また、「核力は中性子と陽子の相互作用が本質であり、中性子と陽子がパイ中間子を介して引力を及ぼし合っていると考えることができる」、「中性子がパイ中間子を放出して陽子に変化し、パイ中間子を受け取った陽子が中性子に変化するという描像が成り立つ」、「このパイ中間子モデルを提唱したのは、湯川秀樹博士で、第2次大戦直後に日本人として初めてノーベル賞を受賞した科学者である」、このような説明をすると、一定数の学生が興味を示してくれた。さらに、「現代物理学では、粒子を遣り取りすることで相互作用がはたらくと考える」、とも付け加えた。

すると、講義の後で、ある学生が「クーロン相互作用ではどんな粒子を遣り取りしているのか?」と尋ねてきた。もちろん、「光子」と答えたが、あることに気が付いた。光子放出過程には、誘導放出と自然放出があるが、クーロン相互作用との対応はどうなるのだろうか? まだ、学生からこのような質問を受けていないので、事無きを得ているが、まだまだ勉強せねばならないと痛感した…。

20世紀はレーザーの時代と言われたが、21世紀はレーザー技術を駆使して新しい科学技術や現象の真髄を切り拓いて行く時代になるのかもしれない。大学1年生向けの講義の内容についても、さらに進化させねばならない気がしている。難題が増えてしまったが、もう一度、初心に戻って考えてみたいと思っている。

† 三重大学 工学研究科 (〒 514-8507 三重県津市栗真町屋町 1577)

† Graduate School of Engineering, Mie University, 1577 Kurima-Machiya-Cho, Tsu-City, Mie 514-8507