

ISSE 物理

II. 波動・場の物理学

物理カリキュラム 2 年度

ISSE テキスト 編集部
copyright by Akira.TOKUNAGA

はじめに

ファラデーが発電機の原理（電磁誘導の法則）を明らかにしたのは、1831年でした。それまでには、確かに、ボルタの電池のような小規模な電気の利用は可能であったのですが、ここでファラデーがなしたことは、より本格的な電磁気力の解放です。その翌年、ロンドンにあった王立研究所の公開実験の際、

「この実験は何の役に立ちますか。」

と聴衆の一人から質問されたファラデーは、

「今の所は分かりませんね。」

と答えたそうです。ファラデーのような英才をもってしても、今日の電化社会は予想もつかなかったのでしょう。このことと対比的なのは、それから約100年後の核力（単元 I-2 では「強い力」と呼んでいる。）の解放に際してのことです。1938年ウランの核分裂を発見したハーンとシュトラスマンは、一時期は発表を差し控え秘密にしておこうかと考えたと伝えられています。つまり、彼らはこのとき事の重大性を十分認識していて、当然、ヒットラーによる軍事利用を恐れていたことです。

このような科学上の発見にまつわる逸話は、それなりに印象的なものですが、発見の意義は、単にこれによってもたらされる技術革新にあるのだと思い込んでしまうのは誤りです。また、例えばファラデーの伝記を読んで、彼のことを単に個人崇拜したり、製本職人から転じた立身出世物語と受け取るのみでは、彼の残した文化遺産を十分に活用したことにはなりません。ファラデーの遺産を享受することと、この単元 II の第3章を学ぶことはほとんど軌をいつにしています。

第2章までに学んだことは、「力の伝達」そのものを考えて行くために必要な記述形式としての波動の取り扱いについてでした。いよいよここからは「力の場」（これを、ファラデー自身は数式を全く使わずに描き出した。）というものの存在を真正面から学んで行くことになります。ここでの主役は、もっぱら電磁場です。この単元では真空以外の媒質はまだ考えないことにします。まず最初（II-3-1）では、「波立つ性質」であるということ、いったん後退させて、「時間変化しない力の場」から考えて行きます。ここでは、物質粒子が源となって場が作られるのですが、この関係を単元 I の場合と対応的に考えて見ましょう。単元 I の主役である「粒子の運動」については、永い間人々は、

「力を加え続けている限り、物体は運動し続ける。」

と信じて来ました。このような歴史的な事情の故に、ニュートンの運動法則の出発点、第1法則において、力が関わって来ない場合の、独立した粒子の自由運動を記載する必然性があったのでした。既に述べたように、単元 II では粒子と力の場の主役を入れ換えた訳なのですが、対応的に考えて、電気を帯びた物体がない場合に、独立して電場は存在し得ないのでしょうか。この問いに対する答は、II-3-2 の「時間変化する力の場」（電磁場）の所まで持ち越されます。つまり、この問いは

「波源がないとき、波動は存在しないのか。」

という疑問です。

ところで、第3章では、電場は習っても「磁場」は出て来ません。実はその理由も、上に述べた疑問とかなり密接な関係を持ちます。ヒントを提示するだけで、ここでは安易な解答は出しま

せん．しかし，ここまでの話だけでも，ファラデーの法則の重要性が十分浮かび上がって来たのではないのでしょうか．

電磁場の完成された理論は，素粒子の標準理論の中では電磁気的な相互作用以外の所にも，言わばこの理論が真似をされ，拡張されて取り入れられています．その意味ではファラデーの遺産は，継承され，もっと大きな資産になって今でも運用されていると言えるでしょう．

目次

3 場	5
3-1 時間変化をしない場	5
力の場	5
力線	5
ガウスの法則	6
3-2 一様な場	10
場のポテンシャル	11
等ポテンシャル面	15
電場に関する循環の法則	19
3-3 電磁場	20
「磁荷」は存在しないこと	20
アンペールの法則	21
ロレンツ力	24
アンペールの法則の拡張	26
ファラデーの法則	27
電磁波	32
トレンギング A	37
トレンギング B	37