

あなたと恋する物理学

電磁気学

Chapter 5 あなたと恋する電磁気学

$$y_i = \mu$$

2019年6月16日

1 一緒に行こう

6月28日、日曜日。

駅前であかりを待っている間、私は電磁気学の本を読んでいた。先週、本屋に寄って、買ってきたのだ。

ページをめくる。

……今月勉強したことが、たくさん載っていた。

大学で勉強することだ。高校ではやらないことだ。高校の教科書に、Maxwell 方程式は載っていない。

難しいのだろう。高校でやらない数学が山のようにあるから。数学の授業では追いつけないから。だから、やらない。やらせてもらえない。

しかし、大学生になったらやるのだろう。あかりも、春さんも数学を当然のように扱っていた。この差はなんだろう？ 大学と、高校。そこには大きな違いがあるように感じた。

受験のために、問題を解くための高校数学。

興味のために、問題を考えるための大学数学。

……という分け方は、本質を見抜いていない気はするけど。数学は一つだし、物理は広がっている。

「……Maxwell 方程式」

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \quad (1.1)$$

$$\nabla \times \mathbf{E} + \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = \mathbf{0} \quad (1.2)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho \quad (1.3)$$

$$\nabla \times \mathbf{H} - \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} = \mathbf{j} \quad (1.4)$$

あの頃は何もわからなかった。電場も磁場も、物理の問題を解くための、よくわからないものでしかなかった。

今でも、わからないことはある。

なぜ、Maxwell 方程式が成り立つのか。

本当に、電場と磁場は基本的な量なのか。

……だけど、わかったこともある。

「あおい、お待たせ」

あかりがバス停の方向からやってきた。私は手を振って応える。

「何読んでたの？ ……電磁気？」

「うん。今まで何をやってきたのかなって思って」

まずは、高校の電磁気をやっていたんだ。クーロンの法則……そう、なぜ逆 2 乗なのか、というのが始まりの疑問だった。そこから、Maxwell 方程式に使われている文字について調べたのだ。

「私が数学を教える前からほとんどわかってたけどね。あおいは」

「そんなことないよ！ あかりが数学を教えてくれなきゃ、全くわからなかったよ！」

物理は数学により記述される。記述される数学がわからなければ、何もわからない。当たり前の話だ。直感的な考えだけで進めては、限界がある。矛盾があっても、気づけない。マクスウェルの変位電流のように。

「春さんに教えてもらって、Maxwell 方程式がどんな意味なのかわかったよね」

「そうだね。でもそれは始まりでしかなかった」

あかりの言う通りだ。Maxwell 方程式はあくまでも基礎方程式。より厳密に言い換えに過ぎない。これがわかったからといって、電磁気の全てがわかるわけじゃない。

電磁気は光を生み出す。 $c = 1/\sqrt{\epsilon_0\mu_0}$ だ。

電磁場はエネルギーも、運動量も持つ。ポインティングベクトルで伝播していく。

電磁場はポテンシャルを持つ。そしてゲージ変換により様々な形になる。

「あおいの疑問は、解決した？」

「まあ、あかりの言う Poisson 方程式の解がひとまずの逆 2 乗の理由にはなるんだろうけ

ど……グリーン関数なんて私わからないし。もっと勉強しないと。それに物理として根源的なのは、どうして Poisson 方程式が成り立つのかだしね」

数学によって記述されると言っても、物理は物理だ。

「多分、春さんが言ってたけど、ゲージってのが大事なんじゃないかなって思う」

「ゲージ……幾何学的に、どうなるんだろ。多様体？」

あかりは考え込む。私にはどう考えればいいのか、わからない。

でも、私にはまだできることがある。カバンから、もう1冊取り出す。

「実はさ、さっき本屋寄ってきて、これ買ったんだ！」

本のタイトルは……『相対性理論』。

「これやらないと、電磁気ってわからない気がしてさ！」

春さんが言っていたことだ。相対論をやらないと Maxwell 方程式を正当化できない。電磁誘導の法則がローレンツ力と関係しているとか、そういう話だった。

「じゃあ、あおいは次に、それをやるんだ」

「うん！ まあやれるところまでね！」

という話をしていると、春さんがやってきたのが見えた。私は手を振ってアピールする。

「春さん！ こんにちはー！」

「やつほ！ 遅れてごめんね。あかりちゃんも誕生日おめでとう！」

「あ……ありがとうございます」

「そうだった！ 誕生日おめでとう！ あかり！」

あかりは顔を赤くして、口元を掻く。

「……どうも、ありがとう、ございます」

「……そういえば、春さん、相対性理論って高校生にもわかりますか？」

「おっ、興味あるんだ」

あかりの質問に対し、春さんはにやんとする。私は胸元に本を掲げ、あかりに向き直る。

「できるよあかり！ 電磁気だってできたんだもん！ きっとできるよ！」

「そうだね。それほど難しい数学も使わないから。……その本なら、高校生だってできると思うよ」

春さんは私の持つ本を指差して言った。

「物理は誰のものでもある……やるのに早すぎるということはないし、遅すぎることはない。もちろん、難しかったら立ち止まる必要はあるけどね」

「じゃあ、挑戦するのは自由ですよね！」

「うん。もちろん！ さあ、行こうか」

「はい！ あかり、行こう！」

「……わかった。行こうか」

あかりの誕生日会に。

もっと物理を、楽しむために。

2 あなたと一緒に

その日の夜まで誕生日会は続いた。あかりと春さんとゲームをして、持ってきた物理の本について話していた。次はやっぱり相対性理論。そのためには光について考察が必要ということも。

あかりの本棚を見せてもらったが、あかりはとても勉強していたようで、ものすごい数の本を持っていた。もちろん数学の本だ。随分ボロボロになっている本もあれば、買ったばかりのような本もあった。英語の本もあった。やはりあかりはすごい。

「これ、全部読んだの？」

春さんは翌日の準備があるからともう帰ってしまった。

食べ物や飲み物は全て片付けが終わって、私ももう帰るところだった。荷物をまとめている最中だった。

「……ボロボロになってるのは何回かね。まだ読めてないものもある」

と、あかりは言った。

「ん、あかりって中学の時からやってたの？ 大学の数学」

「……うん。ただ高校に入ってからあんまり」

「へえ。まあ、高校忙しいからね……あああ、受験どうしよう……大丈夫かなあ」

高校から、勉強が難しくなる。そして高校3年生、もうすぐ受験だ……夏休みはそのため大事な期間となる。

本来ならば、電磁気学、とか、相対論、とか……勉強している場合ではないのだ。あかりが数学の勉強を切りやめたのも無理ないというものだ。

「あおいなら大丈夫でしょ。成績悪くないんだし」

「あかり数学できるじゃん……」

「そんなにできるとは思っていないけどね……確かに高校の範囲は少しなら」

「少して……あかり、こんなに勉強してるのに……」

と、棚にあるボロボロになった本を見る。あれで勉強してない、というのは嘘だ。あかりは……昔からすごかったのだ。

私よりも、数段。

「んー、でも、やっぱり物理、大学入ってからやりたいなあ」

「物理学科か」

「春さんと同じ大学に行きたいなーって思ってるよ。私は」

私自身、物理をもっと学びたいというのは事実だ。

けれど、もう一つ。

あかりを見る。

「……そうだと思ってたけど」

私は……あかりに、認められたい。

あかりが数学をするなら、私は物理で……あかりに、見てもらいたい。

教えられるだけじゃなくて、物理を教えられるようにもなりたい。

「もっと勉強したい……物理を、もっと知りたい！」

そして、あかりに。

いや……あかりと。

「相変わらずだね。今月の頭から、変わってない」

と、あかりは微笑んだ。

「私も」

柔らかい表情を浮かべて。

「あおいの行く大学の、数学科に行く」

と言った。

「……私の行くところに？」

「うん。だって……」

「私がもう一度、数学をしようと思えたのは——あおいが電磁気を始めたからなんだよ？」

……見つめあう少女が二人。机には、ベクトル解析と電磁気学。

彼女たちは手探りながら物語を紡ぐ。

物理学という恋の物語を。

