

物理の話(3)

山内齊

2017-10-28

Contents

1	はじめに	2
2	表現と単位	2
2.1	科学的表記法再び	2
2.2	MKSA 単位系再び	2
3	エネルギー	3
3.1	エネルギーの定義再び	3
4	数学を言葉として使うことの入門	3
4.1	第二次世界大戦の時のリーダーたち	3
5	ニュートンの運動の法則	4
6	スカラーとベクトル	4
7	運動エネルギーと位置エネルギー	5
7.1	永久機関について	5
8	重力について	5
8.1	万有引力の法則	5
8.2	ヘンリー・キャヴェンディッシュ(Henry Cavendish)の実験	6
8.3	重力と自分	6
8.4	物理学の一貫性	6
9	本日の終わりに	6

1 はじめに

この会では「わかる物理」をめざす。ここで私の言う「わかる物理」とは、それは簡単だからわかるということではない。1つ1つ順を追うことでわかるような物理の入門ができたらと思う。物理の言葉を少し話すことができることを目標とする。

また、メモは忘備録のようなもので、全ては示さない。特になぜそういう議論をしたのか、どうしてそのような話をしたのかについての詳細は省くことが多い。たとえば、そもそもなぜ物理の話をするのか、などはそうである。実はそこでの議論こそが本質であり、参加者の間で共有できることはすばらしいと思う。しかし、ここでの本質の部分というものをメモとして残すのは難しい。このメモでは議論の内容の詳細は省き、結論の概要となっている。

また、このメモはこの会での議論の時間順になっている。たとえばエネルギーの話は何度もでてくることになる。

本日の参加者: 3名

2 表現と単位

2.1 科学的表記法再び

前回に続き科学的表記方についての話があった。

- 科学的表記法とは何か
- なぜそのようなものが必要なのか
- それがないと何が困るのか

を復習した。

2.2 MKSA 単位系再び

今回もMKSA 単位系のおさらいをした。

- MKSA 単位系とは何か
- なぜそのようなものが必要なのか
- それがないと何が困るのか
- これがどうエネルギーと関係するのか

を復習した。

3 エネルギー

3.1 エネルギーの定義再び

エネルギーとは何かの定義とどうやって測るのか，どうやって導出するのかについて復習した。今回も基本の物が動くとはどういう意味かの話をした。

4 数学を言葉として使うことの入門

数学を知っているかどうかは，「数学が言葉であるか」と言うことを聞いてみればわかることがある。数学を知らない人は，数学が言葉であることを知らない。また，話すこともできない。実は私の経験ではそういう人達に「言葉とは何ですか?」と尋ねても答えがなかったりする。言葉とは何か知らない人に，数学とは言葉かどうか聞いても確かに答えられないかもしれない。ここでは，少なくとも言葉とは何かは考えたことがあるとする。そこで，数学を言葉としてちょっと使ってみてもらうことにする。

4.1 第二次世界大戦の時のリーダーたち

ここではBill the Lizard というブログからのクイズを紹介した。

第二次世界大戦の時のリーダーたちについて，生年の年，1944年の時の年齢，権力の座についた年，そして，1944年の時で何年間リーダーでいたかについての表を以下に示す。この年の合計も示す。リーダーたちのこの合計は皆同じである。

	Churchill	Hitler	Mussolini	Roosevelt	Stalin
Year of birth	1874	1889	1883	1882	1878
Age in 1944	70	55	61	62	66
Took power	1940	1933	1922	1933	1922
Years in office	4	11	22	11	22
Sum	3,888	3,888	3,888	3,888	3,888

質問: これは偶然か?

私がこれを日本語，あるいは英語で考えてもよくわからないが，しかし，これを数学で考えてみせる。参加者たちも，これがいったいどういうものかたちどころにわかったことはなかなか興味深かった。

しかし，この日本語，あるいは英語から数学への翻訳はなかなか難しいようだ。実際，現在でも一度数学に翻訳してしまうと，コンピュータのプログラムがこの問題は何かを解いてしまうことができる。その意味では，この問題はコンピュータにとってはやさしい。現在はこのような問題を数学に翻訳することがさかんに研究されているが，その部分がなかなか難しい。この部分を学んでいきたい。

このような数字の不思議(に見えること)は詐欺の手法で使われることもあるそうだ。

5 ニュートンの運動の法則

ニュートンの運動の法則についての話をした。第二法則についてはエネルギーの導出時に既に話をしていた。

- 第一法則。慣性の法則。力を与えない場合、止まっているものは止まり続け、動いているものはその一定の速さで動き続ける。
- 第二法則。運動方程式 $F = ma$
- 第三法則。作用反作用の法則。ある物体が他の物体に力を及ぼす時、これらの与える力を受ける力は常に大きさが等しく向きが反対である。

第一法則は地上では動いているものが止まる傾向があるので、少し考えないといけない。宇宙空間で動いているものが、力も何も与えないで突然向きを変えて動き出すか？ という話であり、そういうことは起きないという法則である。

第二法則は、力とは何か、ということを行っている。そこには質量と動きの考えがある。

第三法則は、壁を押すと壁から押しかえされるという話である。壁にぶつかっても何も起きないということはないという話である。

第二法則については、ある物体が動かないとは、その物体に作用している力が釣りあっているという意味であるという補足をした。綱引きをしても、同じ力でひっぱっていれば綱は動かないという意味である。また、綱が動かないということは、同じ力でひっぱっているという意味である。もし、ひっぱる力が違うと綱は動き出す。これがニュートンの運動の法則の第二法則の言うことである。そして、その力と物体の動く速さを計算できるところがこの法則のすばらしいところであると思う。ここで、質量の大きなもの、地上では重いものほど動かすことが難しいということが示される。

重いものほど動かすににくい。軽いものほど動かしやすい。これをあたりまえと思うかもしれないので、では宇宙で無重力ではどうか尋ねると、少し考えるようである。重さがないものでも動かすには力はあるのか？ これについての考察をして、重さと質量の違いについても復習した。

6 スカラーとベクトル

スカラーとは何かベクトルとは何かの話をした。

スカラーとは1つの数であり、ベクトルとは順番を考えた複数の数のまとまりである。が、この説明はおそらく難しいので、ベクトルと矢印の関係などの話をした。たとえば、温度はスカラーである。しかし、速度はベクトルである。などの実例もあげてみた。

7 運動エネルギーと位置エネルギー

運動エネルギーと位置エネルギーの定義を復習した。また、これらを相互に変換することと、その例を示した。エネルギーの保存の一例について話をした。

7.1 永久機関について

エネルギーの保存の話は重要なのでそれに関連して永久機関の話をした。

- 永久機関とは何か
- 永久機関はできるのか
- 永久機関詐欺について

永久機関とはある系の中でその系に影響を及ぼさずにエントロピーの低いエネルギーを無限に作ることができるような機械のことであり、人類の夢である。この機械があれば、働かなくても食うことができるからである。そこで、それを売り込む詐欺師がいつの時代にもいた。現在でもいるそうである。何も無いところから電気がいくらでも作れるというような詐欺である。そんなものに騙されないというかもしれないが、現代の詐欺はかなり巧妙になっているそうである。

そこで、エネルギー保存の法則を破っているかどうかを考えることは重要である。一見エネルギー保存則を破っているように見えるものがあるがその例はまた見ていきたい。

8 重力について

重力の話をした。

- 重力とは何か
- ニュートンの万有引力の法則

8.1 万有引力の法則

ニュートンの万有引力の法則をした。これは2つの質量を持つ物体間には次の力が働くというものである。

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

ここで、

- F は働く力
- G は重力定数($6.67 \times 10^{-11} \frac{m^3}{kgsec^2}$)

- m_1, m_2 は物体の質量
- r は物体間の距離

である。

8.2 ヘンリー・キャヴェンディッシュ(Henry Cavendish)の実験

上記の万有引力の式が読めれば、地球の質量がそこにあることがわかる。つまりこれで間接的に地球の質量を求められる。実は私にも地球の質量を測ることは、できないことはないと話をした。それを最初にやったのはキャヴェンディッシュである。キャヴェンディッシュは「weighing the world (世界を測る)」というふうにこれ呼んだ。

(後で調べたら重力定数そのものはキャヴェンディッシュの論文にはでてこないそうだ。)

8.3 重力と自分

ここで、式を読めば明らかだが、まだ数学を言葉として読むことに慣れていないことを考えて、「地球の私をひっぱる力と、私が地球を引っ張る力はどちらが大きいか」という議論をした。これについての結論は、万有引力の法則からでもでる。しかし実は、ニュートンの運動の第三法則からもでることの話もした。

8.4 物理学の一貫性

前節の2つの違う法則から1つの同じ結論がでてくることについては補足をした。つまり、物理学には一貫性がある。前にやった法則でも新しい法則でも同じ結果になる。そうでない場合には、我々には知らないことがあるということである。この学ば学ぶほど世界が1つのまとまりになっていくことについて少し話をした。このことがわかってもらえれば、実は放射線も同じように理解できることが見えてくる。そうすると、新聞記事や政府の発表のどこが正しいのか、間違っているのかなどが見えてくるのである。

9 本日の終わりに

物理の一貫性の話が1つでてきた。物理や数学はそうであるが学べば学ぶほど見えることが増える。それはこれは山という事実があったとき、どの道で登っても頂上にはたどりつけることに似ている。道によっては険しかったりするが、必ず同じ結論にたどりつく。前に学んだことは無駄にならない。

今後もエネルギー保存の法則の例をみていくのがいいか、それとも、もう少し各論に入っていくのが良いかを考えている。物理的現象にはまだまだ様々なものがあり、どれを見ていくかは考えていきたい。