

物理学IIB(電磁学入門)序論

R.Okamoto(Emeritus prof., Kyushu Inst. of Tech.)
物理学IIB(電磁学入門)序論140414A

科学：物理学を学習する理由

- 工学の専門科目を学ぶための自然科学的な基礎
基礎的な事実、基本法則と概念、発想法
- **自分と家族の命と健康を守るのにも科学的知識は必要！**
例：福島第一原発事故2011.3. 11
例：高速船の運航中は必ずシートベルト着用！
例：落雷や感電から身を守る.
- **だまされないためにも科学的判断能力が必要！**
例：人工衛星打ち上げと弾道ミサイル打ち上げはどこで区別されるか？
例：各種の詐欺に対する懐疑的態度の育成
- **ものごとの成り立ちや仕組みについての好奇心、謎解きへの興味とその達成時の感動は人類特有の資質.**

「必要は発明の母」か「発明は必要の母」か？

発明はどのようになされるか。

これについての一般的な答えは「必要は発明の母」という格言で表現される。「必要は発明の母」で説明できる事例は多く、よく知られている。

しかし、われわれは著名な例に惑わされ、「必要は発明の母」という錯覚に陥っている。ところが、実際の多くは、人間の好奇心の産物であって、何か特定のものを作り出そうとして生み出されたわけではない。

発明をどのように応用するかは、発明がなされた後に考え出されている。

功績が認められている有名な発明家とは、必要な技術を社会がちょうど受け容れられるようになったときに、既存の技術を改良して提供できた人であり、有能な先駆者と有能な後継者に恵まれた人なのである。

ジャレド・ダイヤモンド「銃・病原菌・鉄(下)」草思社文庫, 2012年.

人類史にもっとも影響のあった科学技術の変遷を通じて歴史を理解しようとする試み。
13章「発明は必要の母である」より。

民生技術のハイテク製品が軍事目的に使用される例の増加：
産業用ロボット、高性能カメラなど。

ふしぎと思うこと

これが科学の芽です。

よく観察してたしかめ そして考えること

これが科学の茎です。

そして最後になぞがとける

これが科学の花です。

朝永振一郎(1965年度ノーベル物理学賞受賞)

Sense of Wonder

不思議と
思う心
畏敬の念

科学は

楽しいものであり、かつ
積極的な挑戦(修練)のしがいがあるもの
決して飽くことのないもので、
聡明な精神を生涯とらえて放さない力を

もっていること

わくわくする楽しみ



現実をありのままには考えない態度が大切

critical thinking / thinking in a different way

人のいうことを無批判に鵜呑みにせず、
すでに学んで理解し、納得していることとの整合性を取りながら、自らの知の質と量を高めていくというソクラテスが2400年前にアテネの人々にその必要性を説いたあの能力のことである。

批判的思考力の養成は、学ぶ対象があってはじめて可能になる。教科の学習の中での、必要な知識の十分な習得を抜きにして、批判的な思考力の養成は不可能である。

日常の言葉と物理用語の意味の違い

—使用初めから徐々に意味が変化する場合がある—

空間(space): 空っぽの間

時間(time): 時[時刻)の間、変化の媒介変数

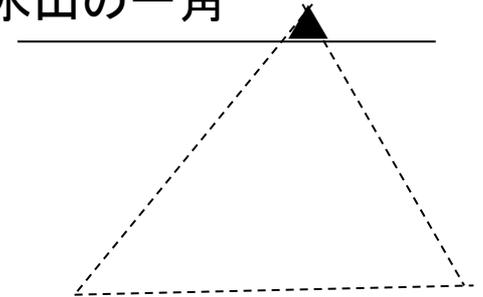
粒子(particle): 小さな粒、空間的局在が

電子(electr**on**), 陽子(pro**on**), 中性子(neutr**on**), 光子(phot**on**)、
フォノン(音子、phon**on**)

真空: ほんとうの空っぽ(空虚), vacuum, empty space。

波動(wave) : 振動が空間的に連続的に(非局所的に)伝わるという運動様式

氷山の一角



物理学における基本的言語は数学である

→真意をゆがめることなく、普通の言葉(自然言語)に翻訳できる(される)かどうか! ?

複雑骨折的な「理解」に要注意!!

物理現象と物理法則

物理法則の2つの検証方法:

- 1) 実験・現象を説明・理解できるかどうか
- 2) 理論的整合性はあるかどうか→数学的方法

法則の発展: それまでの法則を特殊な場合として含むより広い・深い法則へ

ニュートン力学から相対性理論へ

電気学、磁気学、光学から電磁気学(マックスウエル理論)へ

古典物理学から量子力学へ

量子力学から量子場理論へ

物理法則の成り立ちの変化(進化)

現象、実験データ → 実験公式(半経験公式) → 法則



複数の法則の関連 → 統一的法則、背後の原理の存在;
ゲージ原理、対称性の自発的破れなど

科学に対する根拠のない楽観主義

朝永振一郎(1975年)

「・・・公害が出たらそれを科学の力によって防げないはずはないという考え方がそれです。それはおそらく時間をかければできないことはないかもしれませんが。けれども、いまの社会での科学の使われ方といいますのは、非常に複雑であります。すべての現象が絡み合っている。真空の中にロケットを走らせる、宇宙船を走らせるというように理想的な状態にない。そもそも科学は、複雑な絡み合いのない理想的な現象から、あるいは絡み合っている現象をあるところでその絡み合いを切り捨てて理想にできるだけ近いものにすることによって、現象間の隠された脈略を見つけるのが常であります。しかし、その切り捨て方がまちがっていて、切り捨ててならないものを切ってしまったとすれば、いくら精密科学で武装した論理をもち、コンピュータを使ってまちがいなく計算しても、その結果は正しくないということは起こり得るわけです。」

朝永振一郎「プロメテウスの火」みすず書房, 2012年. pp.26-30.
著者は1965年度ノーベル物理学賞受賞.

古代から19世紀までの物質観

古代ギリシャの原子論：物質の不変、不滅の構成要素(実在)としての原子とその運動の舞台としての真空の存在

17世紀：ニュートン力学

不変、不滅の物体(粒子)が空虚な空間を運動する。

力(相互作用)は直接に瞬時に伝わる。

→アキレス腱は光の性質の説明ができないこと

19世紀：電磁気学(マックスウエル方程式)

光は電磁波である。

周囲の物理空間(電場、磁場など場)を通じて電氣的相互作用が有限の速度でつたわる。

ニュートンの(運動方程式+重力)+マックスウエル方程式=古典物理学のすべて

粒子(原子)と場の2元論にとどまる

ニュートン力学：基礎、思想と応用

ニュートン力学(17世紀)――

時間と空間は相互に独立である。

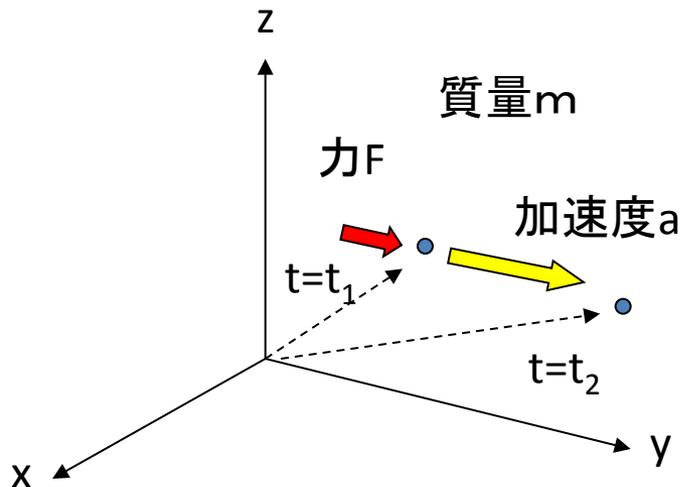
物体(粒子)の運動と時間・空間は独立である。

粒子の情報はある時刻におけるその位置と運動量(速度)である。

「万有引力(重力)は瞬時に(=無限大の速度で)伝わる」とニュートンは考えた。

粒子が主役で、時間や空間は等質無限の媒介変数や舞台(または容器)

(現代から見ると、速度が光速よりもずっと遅く、原子分子よりも小さな構造を見ない範囲で自然界を記述する近似的理論)



$$\vec{m}\vec{a} = \vec{F}$$

$$\Leftrightarrow (ma_x = F_x, ma_y = F_y, ma_z = F_z)$$

→その現代的な応用:

スペースシャトル、弾道ミサイル他

→現代まで引きずるニュートンの遺産(「粒子」概念=質量をもつ幾何学的延長、空間的局在性)

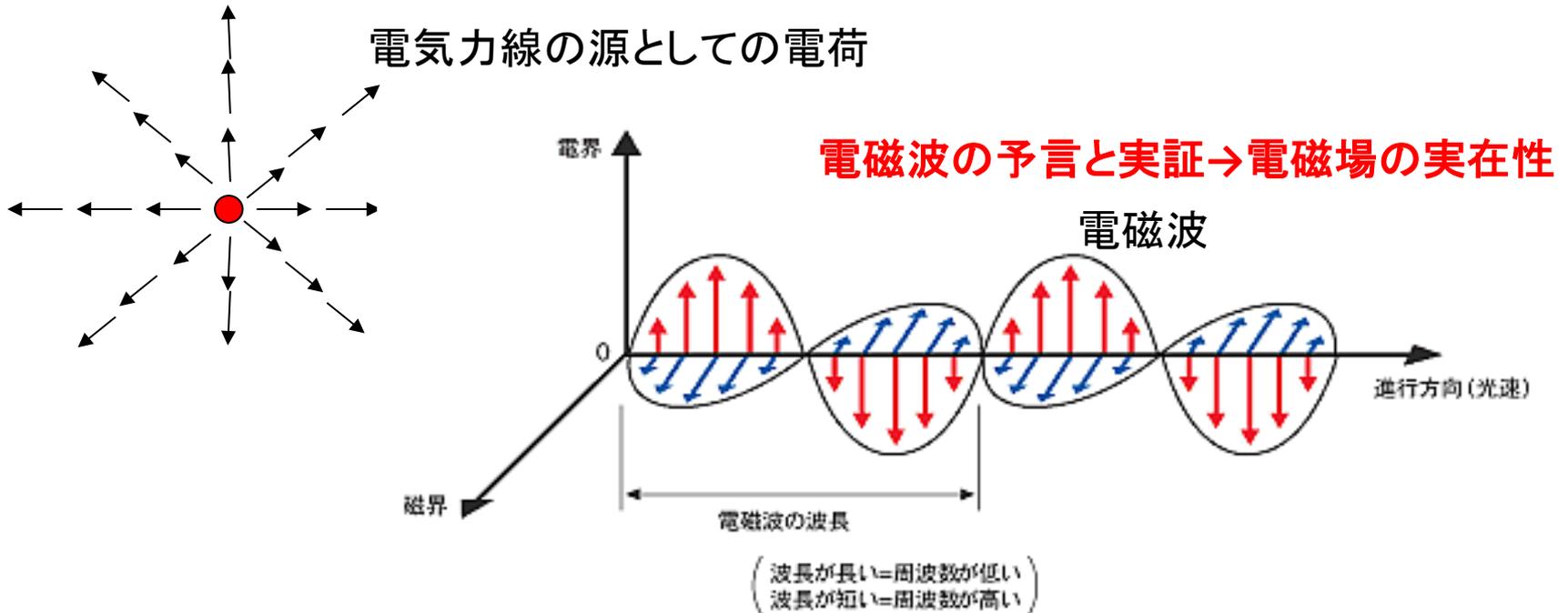
電磁気学: 基礎、思想と応用

電磁気学(19世紀一)

荷電粒子は場(=電磁場)から力を受け、荷電粒子は場を作る。

場の情報は連続的な座標全体である。

場の変動を媒介として電磁的な力が有限の速度(光速)で伝わる。



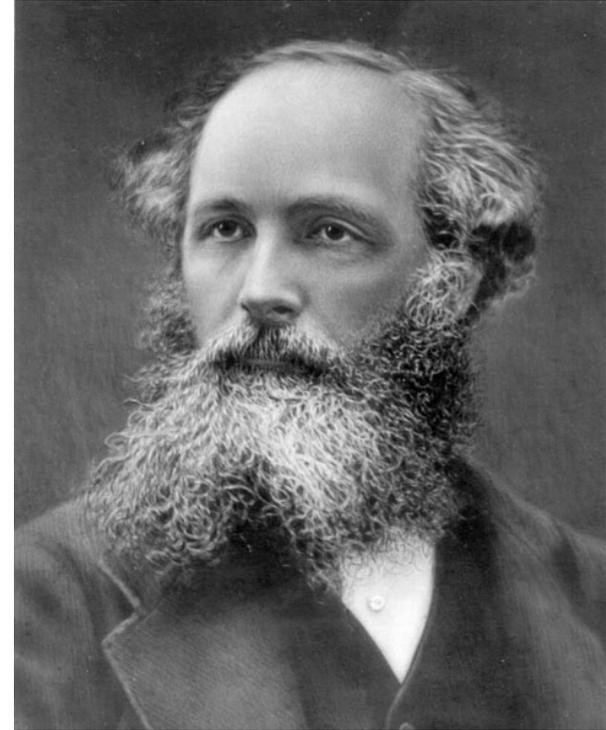
→現代的な応用; モーター、電灯、電磁(IH)調理器、携帯電話など

→(古典的な)場の概念は、古典的原子論、「粒子」概念の対極である



<http://krisscience.blogspot.jp/2012/04/biography-and-profile-of-michael.html>

マイケル・ファラデー (Michael Faraday, 1791年- 1867年) イギリスの化学者・物理学者で、電磁気学および電気化学の分野での貢献。電磁場の概念の創出。



https://search.yahoo.com/search;_ylt=AIVStqgl35jv3NZTCQbsU4.bvZx4?p=maxwell&toggle=1&cop=mss&ei=UTF-8&fr=yfp-t-901

ジェームズ・クラーク・マックスウェル (James Clerk Maxwell, 1831年- 1879年) は、イギリスの理論物理学者。マイケル・ファラデーによる電磁場理論をもとに、1864年にマクスウェルの方程式を導いて古典電磁気学を確立。さらに電磁波の存在を理論的に予想し、その伝播速度が光の速度と同じであること、および横波であることを示した。また、土星の環や気体分子運動論・熱力学・統計力学などの研究でも知られている。

電磁気学の構造

