

平成23年度夏学期 力学B

担当: 鳥井 寿夫

<http://maildbs.c.u-tokyo.ac.jp/~torii/lectures/MC/index.htm>

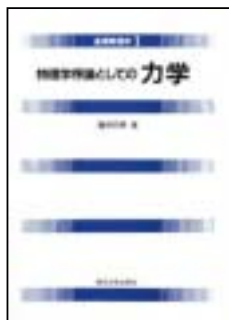
もしくは

<http://physics.c.u-tokyo.ac.jp/> からリンクをたどる

参考書



- 「ファインマン物理学I 力学」(岩波書店)



- 藤原邦夫著「物理学序論としての力学」
(東京大学出版会)

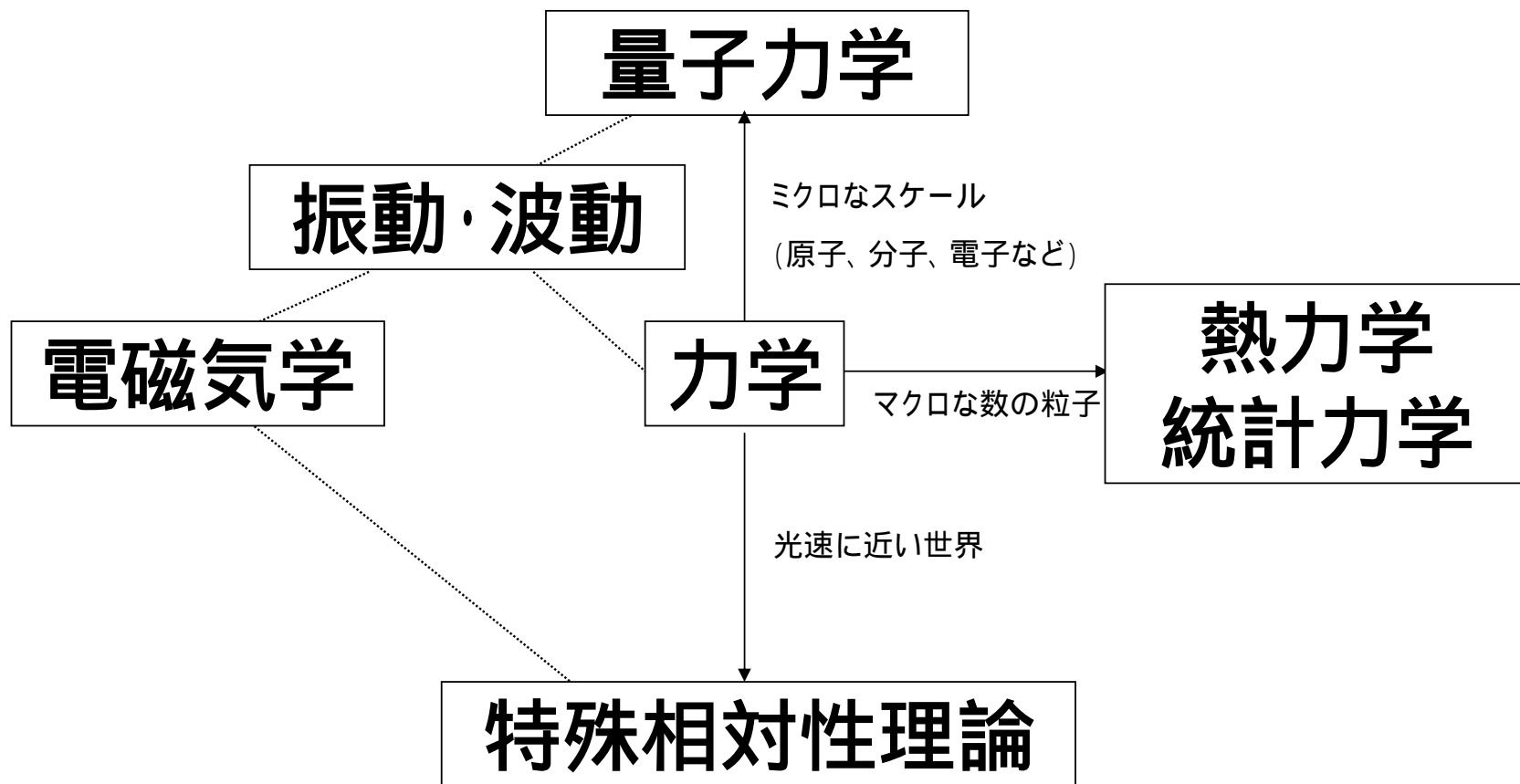


- 兵頭俊夫著「考える力学」(学術図書出版)

物理学とは

- 自然界に見られる現象の法則性を実験または観測で見出し、数学を用いて記述する。
- 物理法則は、実験によってのみ、その正しさが証明される。実験物理学者は、物理法則の適用範囲を日々実験によって拡張している。
- 既存の物理法則で説明できない実験結果、観測結果が得られた場合、それを説明する理論を理論物理学者が提唱する。

力学と他の物理科目との関係



古典物理学の形成

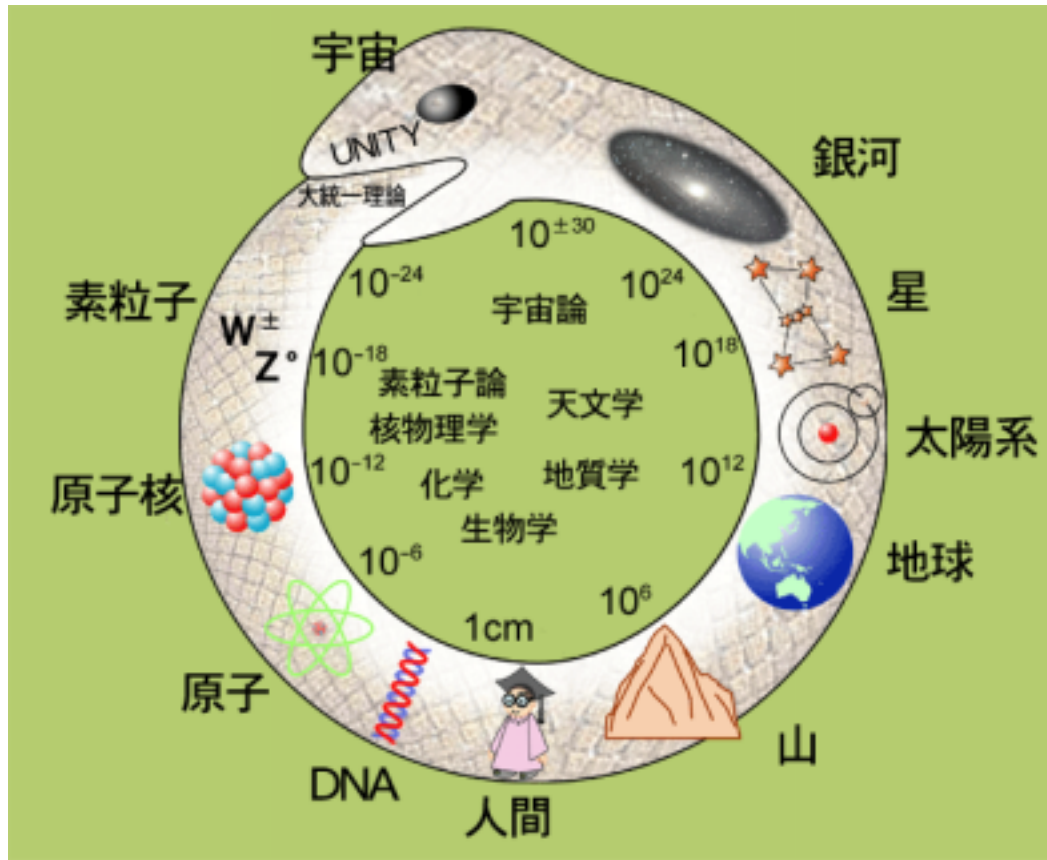
- 1687 ニュートン「プリンキピア」
(運動の3法則、万有引力)
- 1785 クーロンの法則
- 1820 電流の磁気作用、アンペールの法則
- 1831 ファラデーの電磁誘導の法則
- 1864 マクスウェル方程式
- 1897 電子の発見(トムソン)
- 1905 特殊相対性理論(アインシュタイン)

Powers of Ten (1977)

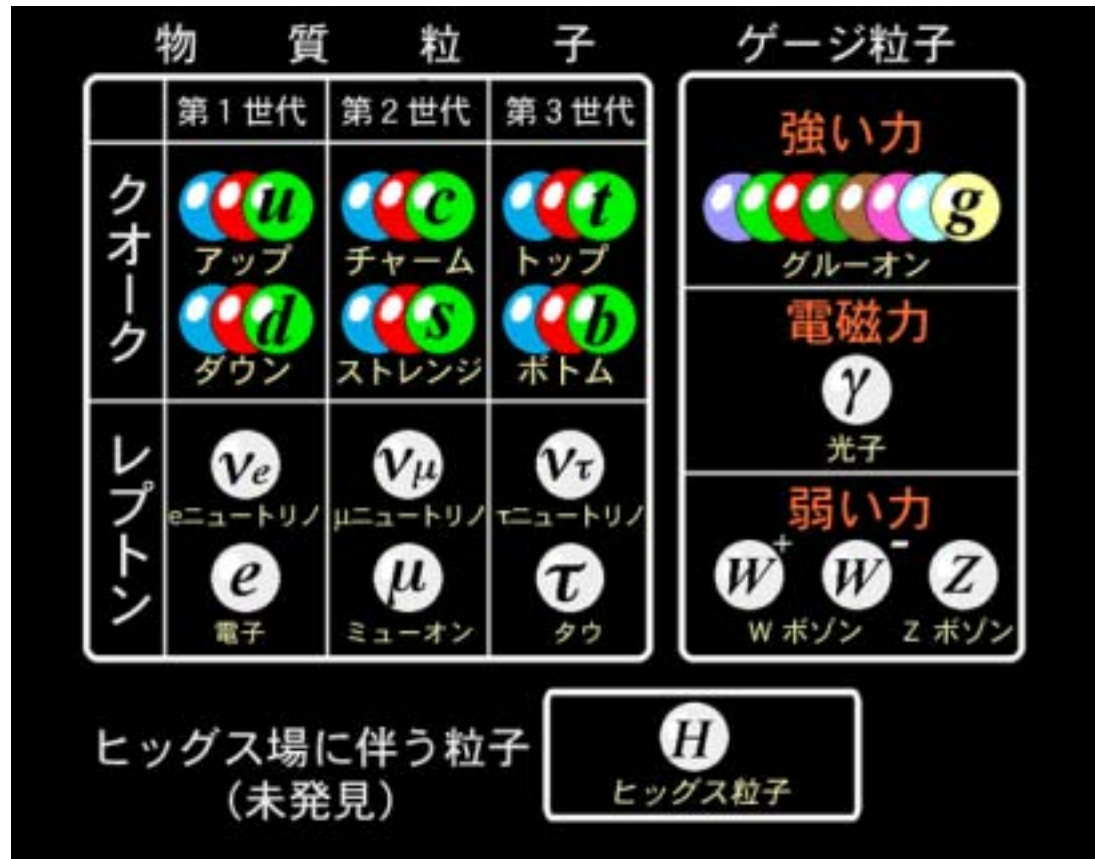


<http://www.powersof10.com/film>

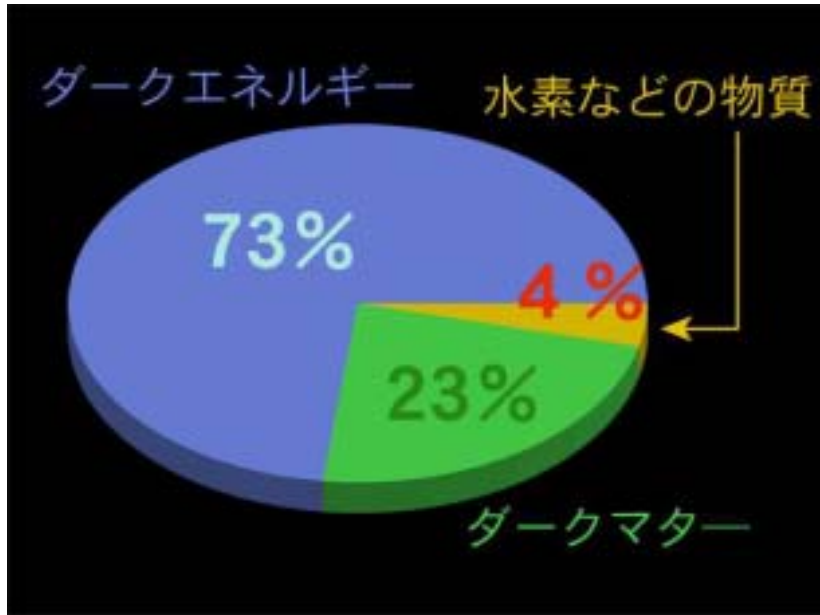
ウロボロスの蛇



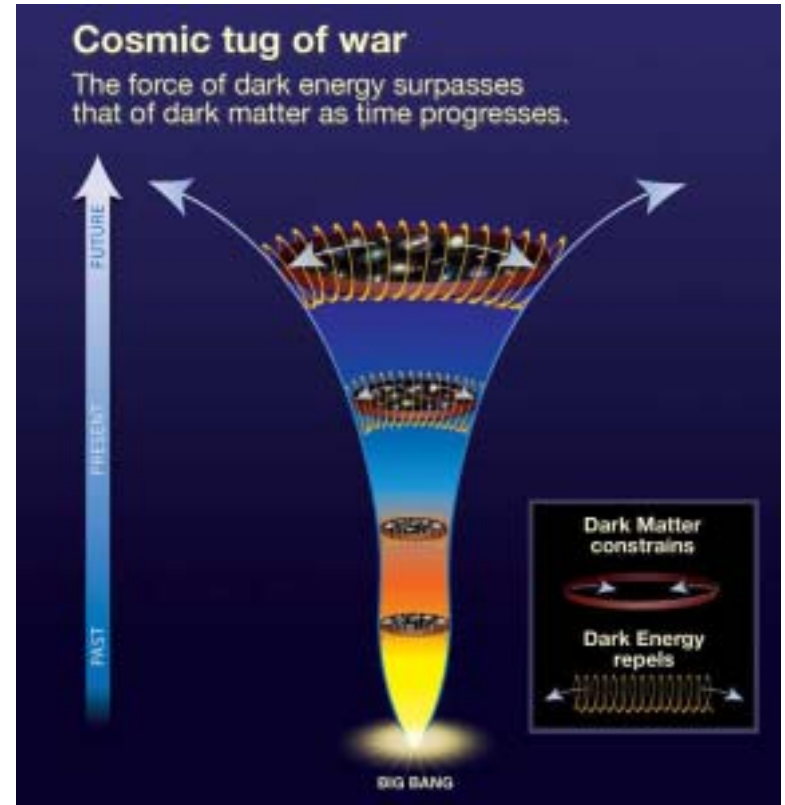
素粒子の標準理論



ダークマター・ダークエネルギー



<http://www.kek.jp/newskek/2010/mayjun/darkmatter.html>



<http://www.space.com/1272-greatest-mysteries-rest-universe.html>

第0章

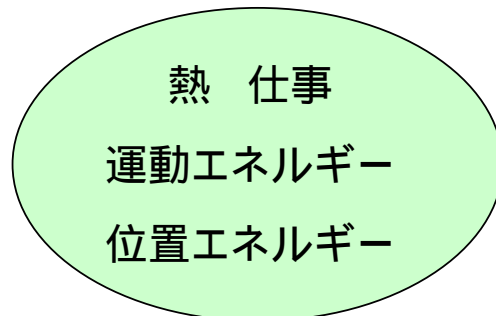
单位系

物理量の次元と単位

- 物理量 (physical quantity) : 測定によって定量化される量
- 単位 (unit) : 各物理量の基準となる大きさ
- 次元 (dimension) : 物理量の質的違いを表す概念
(足すことに意味がある物理量は同じ次元を持つ)
この授業では、物理量Aの次元を[A]と表す。

(例)

エネルギーの次元を持つ物理量



エネルギーの単位



国際単位系 (SI) (基本単位)

	物理量	単位の名称	記号	
基本単位	長さ	メートル	m	MKSA 単位系
	質量	キログラム	kg	
	時間	秒	s	
	電流	アンペア	A	
	温度	ケルビン	K	
	物理量	モル	mol	
	光度	カンデラ	cd	
補助単位	平面角	ラジアン	rad	
	立体角	ステラジアン	sr	

* その他の単位は、上の基本単位の乗除のみで表現できる (組立単位)

国際単位系 (SI) (組立単位)

	物理量	記号	単位の名称	SI基本単位による表現
組 立 単 位	周波数 (1/ 時間)	Hz	ヘルツ	s^{-1}
	力 (質量 × 加速度)	N	ニュートン	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
	圧力 (力/ 面積)	Pa	パスカル	$N/m^2 = m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
	エネルギー (力 × 距離)	J	ジュール	$N \cdot m = m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
	仕事率 (仕事/ 時間)	W	ワット	$J/s = m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
	電気 (電流 × 時間)	C	クーロン	$A \cdot s$
	電圧 (エネルギー/ 電気量)	V	ボルト	$J/C = m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
	静電容量	F	ファラッド	$C/V = m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$

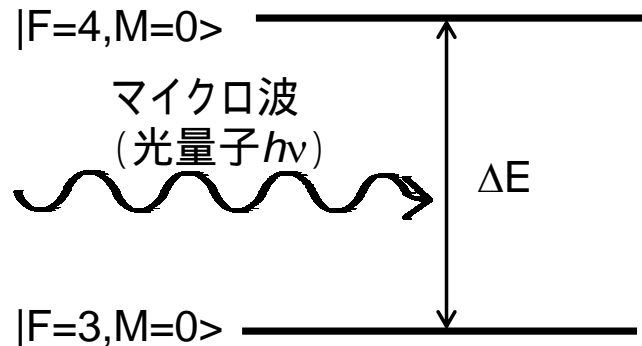
時間の単位（セシウム原子時計）

1sは、 ^{133}Cs の基底状態の二つの超微細構造準位 ($F=4, M=0$ および $F=3, M=0$)の間のマイクロ波遷移に対応する放射の9,192,631,770周期の継続時間



米国立標準技術研究所が開発した超小型原子時計の心臓部 (2004年9月2日朝日新聞より)

< ^{133}Cs , 6S軌道のエネルギー準位 >




マイクロ波がCs原子と共鳴 ($\Delta E = h\nu$) しているときの周波数を9,192,631,770Hzと定義

長さの単位

1mは、光が真空中を $1/299792458$ 秒間に進む距離
(1905年にアインシュタインが提唱した光速度不変の
原理を信じ、光速は 299792458 m/sであると定義)

レーザー



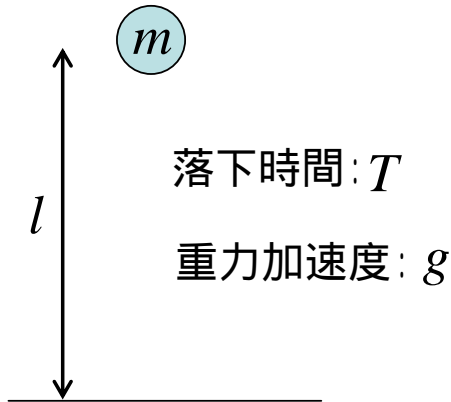
真空中の光速は $299,792,458$ m/s (定義)

質量の単位

1kgは、キログラム原器(直径、高さとも39mmの円柱形で、白金90%、イリジウム10%の合金)の質量



次元解析 (dimensional analysis)



$$[T] = T,$$

$$[m] = M$$

$$[l] = L$$

$$[g] = LT^{-2}$$

$$T = C m^{\alpha} l^{\beta} g^{\gamma} \text{ と置いてみる}$$

↑
係数(無次元)

両辺の次元は等しいはずなので

$$[T] = [m]^{\alpha} [l]^{\beta} [g]^{\gamma}$$

故に、

$$T = M^{\alpha} L^{\beta} \left(\frac{L}{T^2} \right)^{\gamma} = M^{\alpha} L^{\beta+\gamma} T^{-2\gamma}$$

したがって、

$$\alpha = 0, \beta = \frac{1}{2}, \gamma = -\frac{1}{2}$$

巨大なプリンはなぜ壊れやすいか？



<http://www.youtube.com/watch?v=YGyPaZ3DHm8>

ガリレイ「新科学対話」(1638)より

人間が作るにしても、自然が作るにしても、建造物の大きさを無闇な寸法に増すことの不可能なことが容易に分かります。ですから小さなものと同じ寸法で大きな船や宮殿あるいは寺院を造ることは不可能なのです。そんなことをすれば、櫂や帆桁、鉄釘、その他の各部分がばらばらになってしまいます。また、自然も並外れた大きな樹を作ることはできません。もし、そんなことをすれば、幹は自分の重さで折れてしまうでしょう。また、人間、馬、その他の動物の骨格も、もし背の高さを法外に高くすれば、それらが互いにもちこたえて世間並みの働きのできるように作り上げるわけには行かないでしょう。なぜならば、この背丈の増大は、ただ普通より固くて丈夫な材料を使用するか、あるいは骨を太くするかでなければ不可能で、その結果動物の恰好や容貌は化け物を思わせるほど、形を変えるでしょうから。

ガリレオ・ガリレイ「新科学対話」岩波文庫(訳:今野武雄・日田節次)