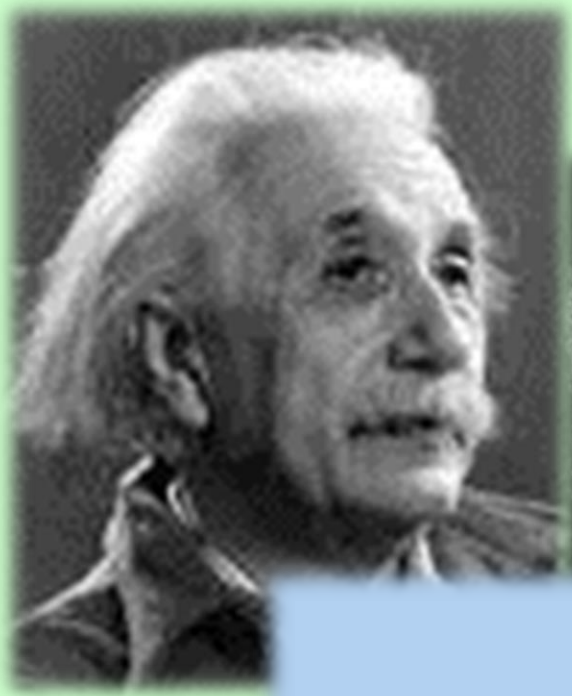


科学論Bのまとめ

ベンツ　ヴォルフガング
東海大学・理学部・物理学科

Ludwig Boltzmann (1844 – 1906) とウィーンの物理

ここで一緒に少し物理の勉強をしましょう。。。

Boltzmann の夢:

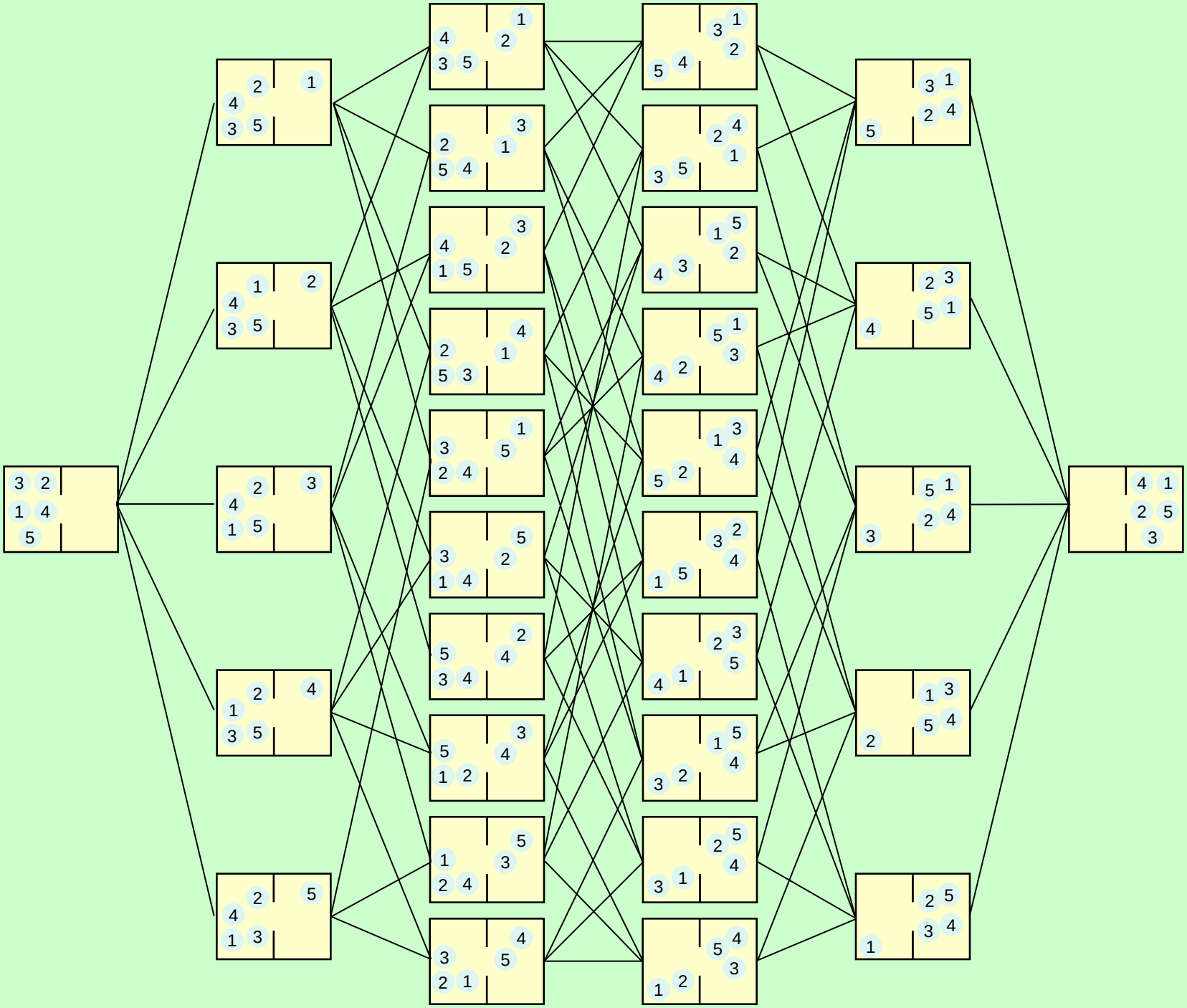
気体の温度、圧力など「熱力学的な性質」を分子の運動で説明したい。

Boltzmann の考え方：

分子の運動によって、「確率が低い状態」が「確率が高い状態」へ変わる。ただし:

「確率が高い状態」が、数多くのミクロ状態で実現可能である。
「確率が低い状態」が、数少ないミクロ状態で実現されている。

具体例として、部屋の中に分子が４個および５個が存在する場合を考えましょう。。。



Marie Curie
(1867 – 1934)

放射線の発見

ノーベル物理学賞の受賞(1903)…

→夫婦で共同受賞

1894年に彼女がピエールに会いに行くきっかけとなった問題はその後の二人の研究により、放射性物質によるものであることが想像されてきた。
→1898年その新しい放射性元素を特定することができた

→大量のウラン鉱からポロニウム(polonium)とラジウム(radium)を発見した

7月18日　ポロニウムが発見
12月26日　ラジウムが発見

→オーストリア国はウラン鉱を大量に用意した
→二人はポロニウムとラジウムについて更に研究を進めることができた。

マリー・キュリーの遺産…

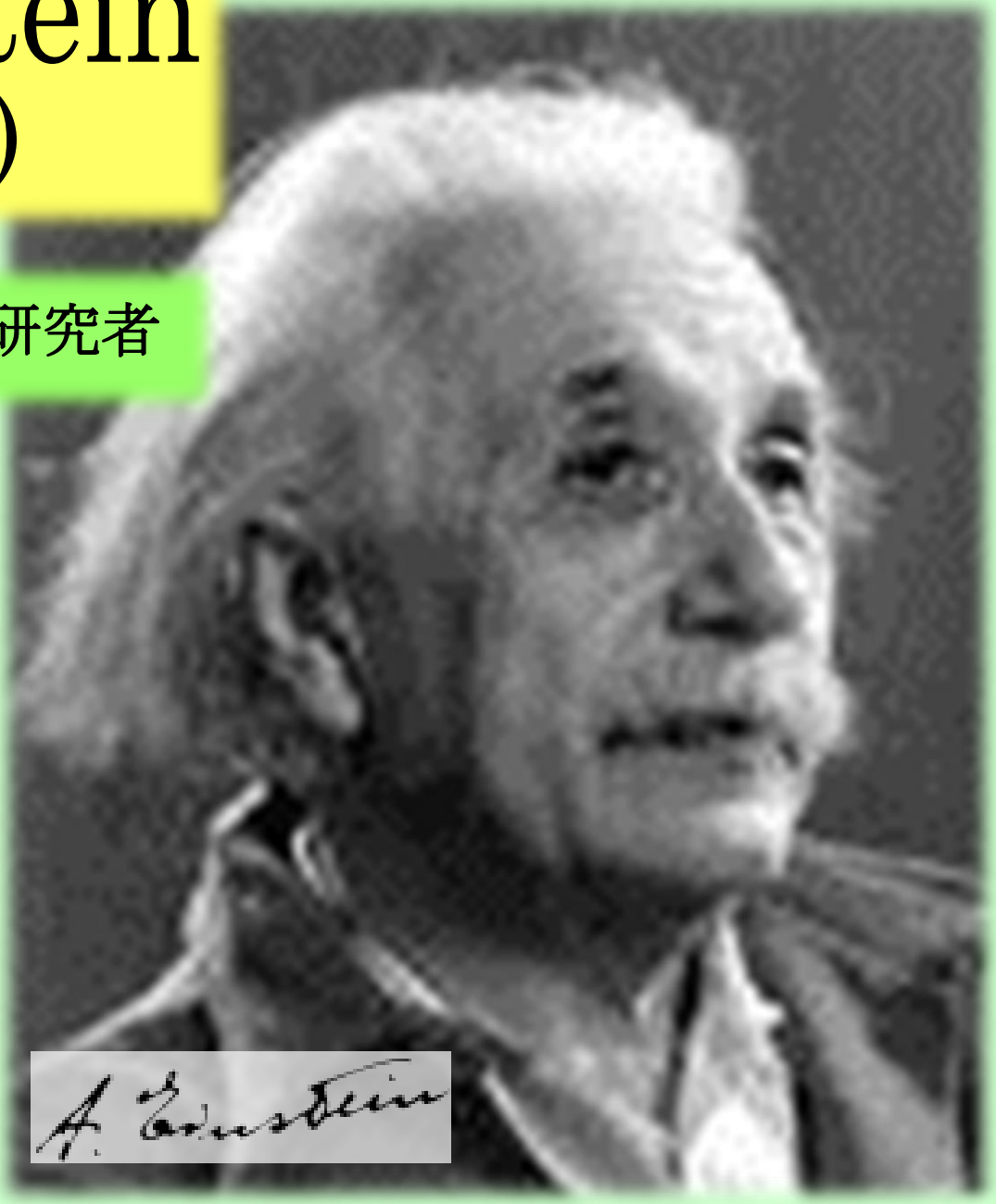
なぜ、ラジウム精製技術の特許を取得しないのですか？

「人生最大の報酬は、知的活動によって得られる」
→自分の研究成果が多くの人の役に立つことが、彼女にとっての報酬
→彼女の研究成果によって今でも多くの人が救われている

→彼女は亡くなってもなお報酬を得ている

Albert Einstein (1879-1955)

思考力で世界像を変えた研究者



1905 年: 奇跡の年（Annus Mirabilis）

3 月： 光電効果の説明
5 月： ブラウン運動の説明
6 月： 相対性理論
9 月： $E = mc^2$

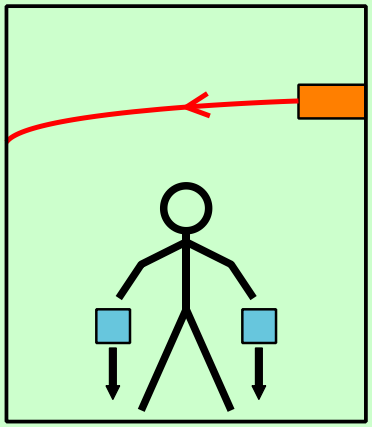
4 月：博士論文：
アボガドロ数および分子の半径について
17 ページの短い大作品！

ところで、1905年前後はどんな時代でしたか？

1905 年頃の
Mercedes Benz(レプリカ)

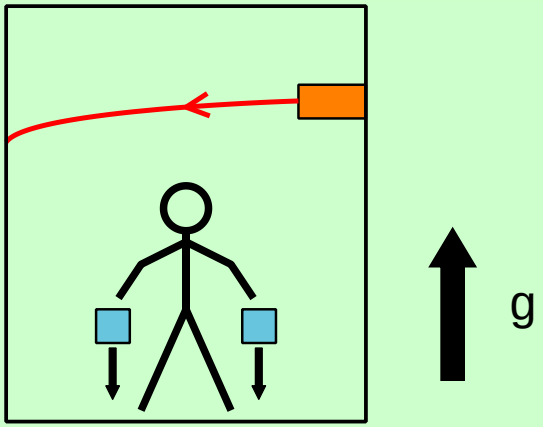
Wright 兄弟達
の初飛行（1903）

Einstein と一緒に、完全に閉じた**エレベータ中の人**について考えよう！
その人が手で持っていた荷物を放しているときの様子：

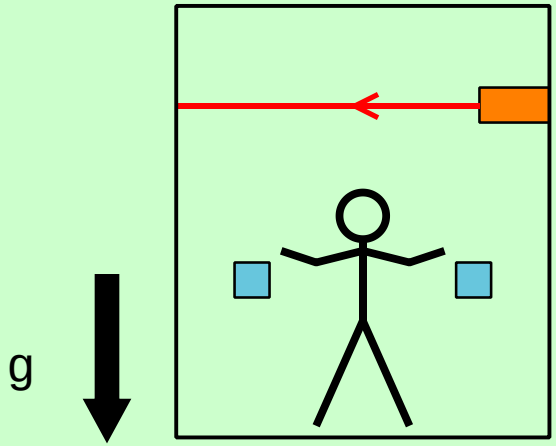


重力場がある（重力加速度はg)。
静止状態。

＝

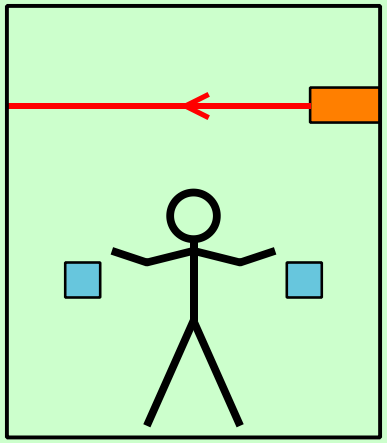


重力場がない。
上向きの加速 g 加速運動。



重力場がある。
重力加速度 g で落下運動。

＝



重力場がない。
静止状態。

Ernest Rutherford

ラザフォード

1871-1937

原子核の発見者

主な業績

・アルファ線の散乱の現象を研究

・「白金箔に8000個当てると一個が90度以上曲がる．」

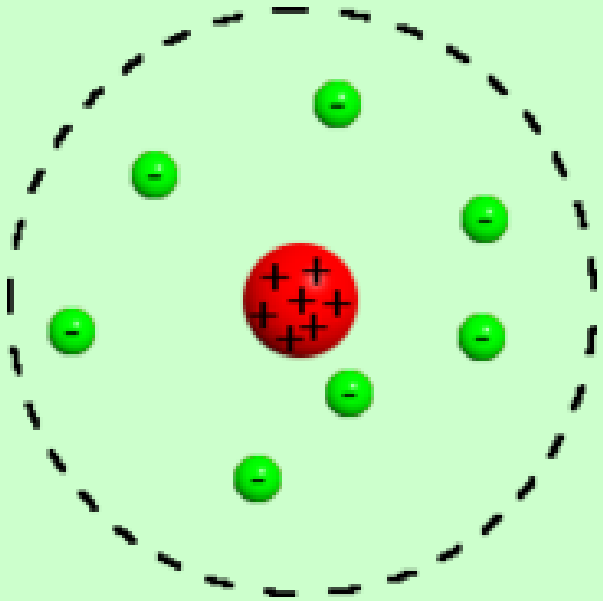
・1911に論文発表

「原子には，それ自体の大きさに比べて極めて小さくて，至近距離まで近づくことのできる中心粒子があり，その中に原子の質量のほとんど全部が集まっているに違いない」

（原子核の発見，　1911）

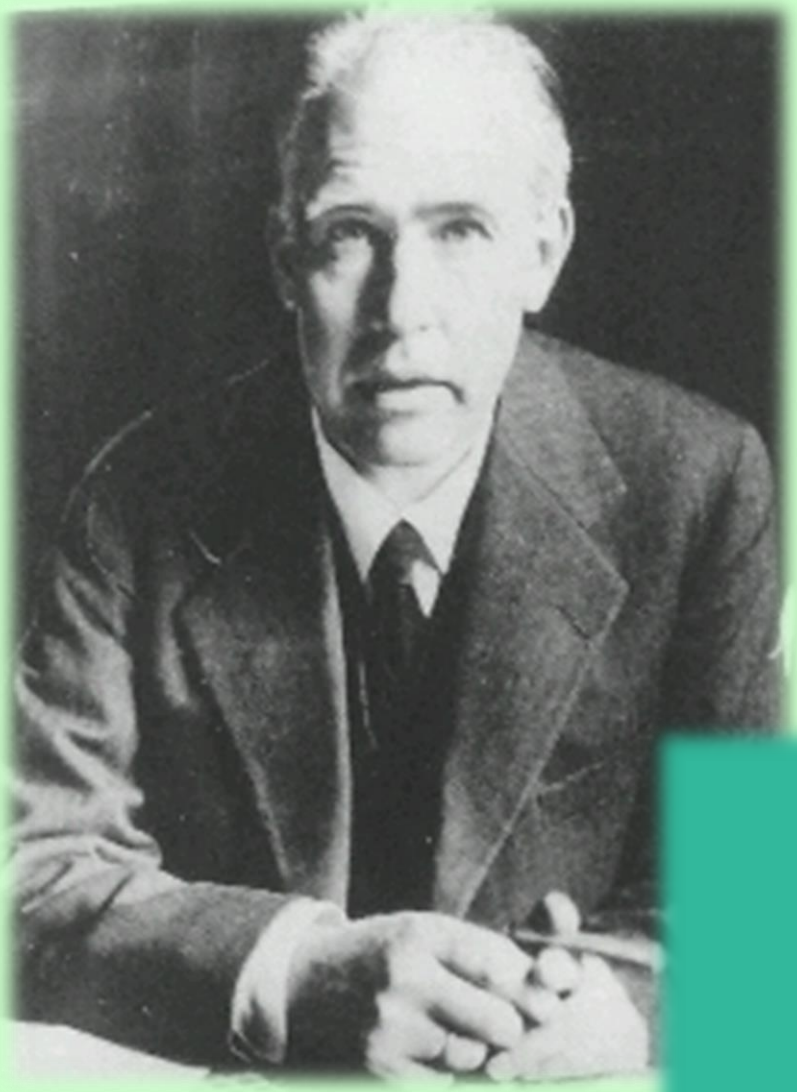
・散乱法則を発見　　(Rutherford’s cross section)

- 1913　著書「放射性物質とその放射線」出版
- 1919　から、Cavendish 研究所の所長。
- 1937 66才　庭仕事中，木から落ちて亡くなる



Rutherford の原子模型

始めに、原子核は「重電子」と呼んだ。電子の軌道は明記しないが、原子核から比較的遠いところで回る。

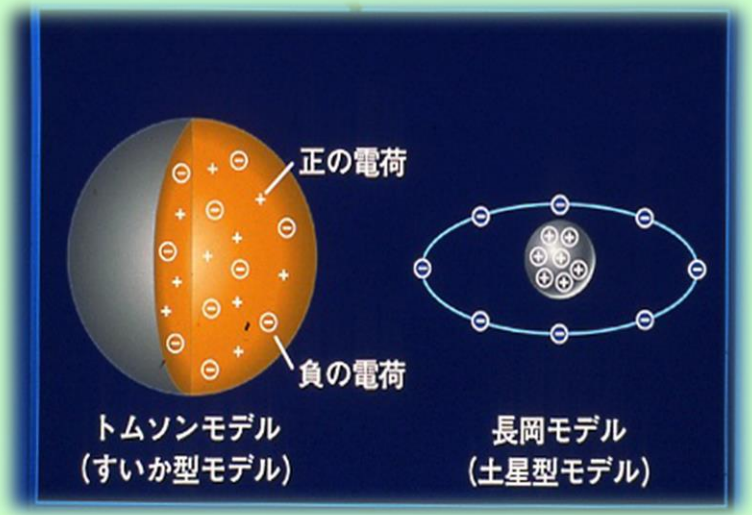


Niels Bohr
(1885 – 1962)

原子の父

1903 年、２つの原子模型が提唱された：

J.J. Thomson
(Cambridge)
1897 年：電子の発見



長岡　半太郎（東大）
原子核の存在を始めて推定！

数千個の電子が正の媒質（質量ゼロ）の中を運動する。

重い正の電荷を中心に、電子が同一円の軌道に回る。

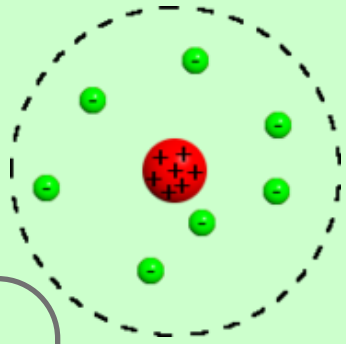
XV. *Kinetics of a System of Particles illustrating the Line and the Band Spectrum and the Phenomena of Radioactivity.* By H. NAGAOKA, *Professor of Physics, Imperial University, Tōkyō* *.

The system, which I am going to discuss, consists of a large number of particles of equal mass arranged in a circle at equal angular intervals and repelling each other with forces inversely proportional to the square of distance; at the centre of the circle, place a particle of large mass attracting the other particles according to the same law of force. If these

長岡の論文
Phil. Mag. 7 (1904 年)

円の中心に、他の粒子を同一の引力で引っ張る重い粒子を置いておこう。

E. Rutherford:
アルファ粒子散乱実験で、原子核の発見（1912 年）. 原子核と原子の大きさを定量的に求めた。



Rutherford の原子模型。
始めに、原子核は「重電子」と呼んだ。電子の軌道は明記しないが、原子核から比較的遠いところで回る。

J.J. Balmer が、水素原子が放出する光について次の公式を提唱した：

$$\nu = R\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right) \quad (n=2,\ m=3,4,5,6)$$

Balmer が、定数 R を 0.1% の正確さで求めた。

J.J. Balmer (1825-1898)

スイスの女子高校で数学を担当。

定年後、初めての論文を発表。合計３通の論文。

The Structure of the Nuclear Atom with Quanta

1913

On the Constitution of Atoms and Molecules

N. Bohr,
Dr. phil. Copenhagen
(Received July 1913)

Introduction

In order to explain the results of experiments on scattering of α ray
matter Prof. Rutherford[1] has given a theory of the structure of ato
According to this theory, the atom consist of a positively charged nuc
surrounded by a system of electrons kept together by attractive forces
the nucleus; the total negative charge of the electrons is equal to the p
charge of the nucleus. Further, the nucleus is assumed
the essential part of the mass of the

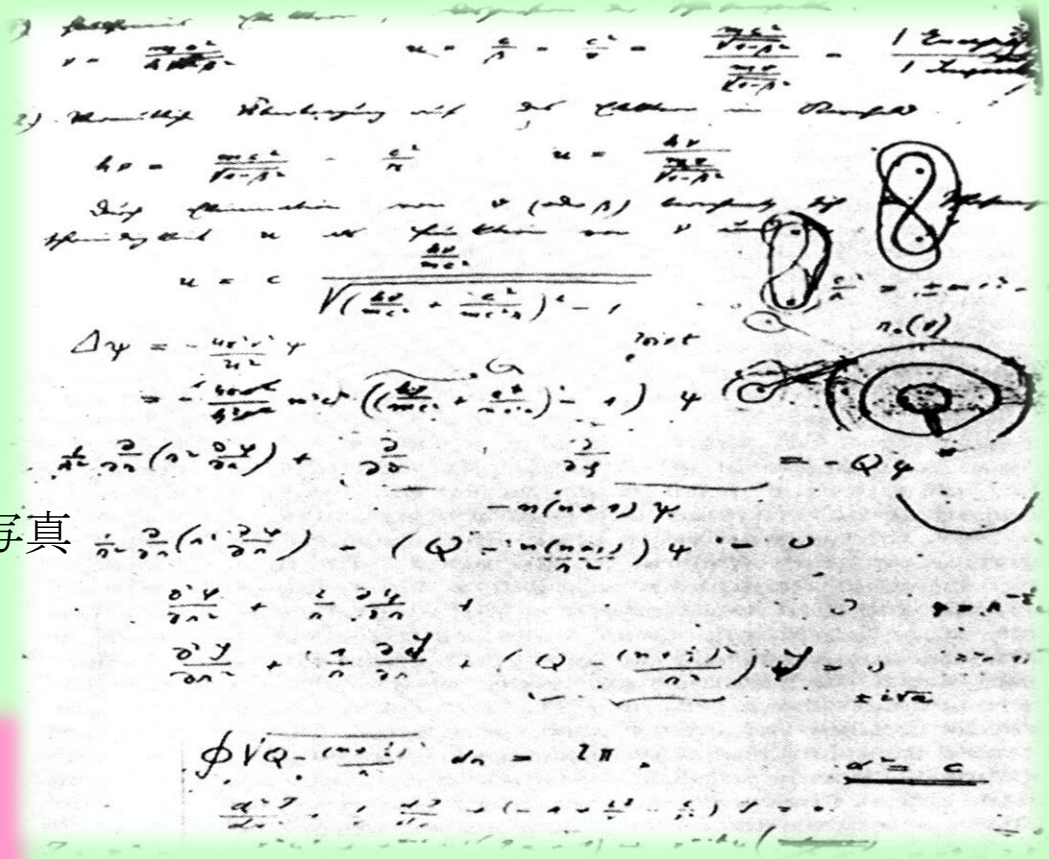
Erwin Schrödinger (1887 – 1961)

波動力学の発見者

1925 年 11 月：Schrödinger が Debye のグループでセミナーを行い、de Broglie の仕事について報告した。そのときの Debye のコメント：
「この理論がなんらかに役に立つため、粒子が満たす波動方程式が必要だ。
でも、そんなことは有り得ないね…」

1925 年の冬休に、奥さんを Zürich に残し、「昔のウィーン時代のガールフレンド」と一緒に **Arosa** へ行った。**そこで波動方程式を発見した。**

Arosa　湯治場（スイス）　当時の写真



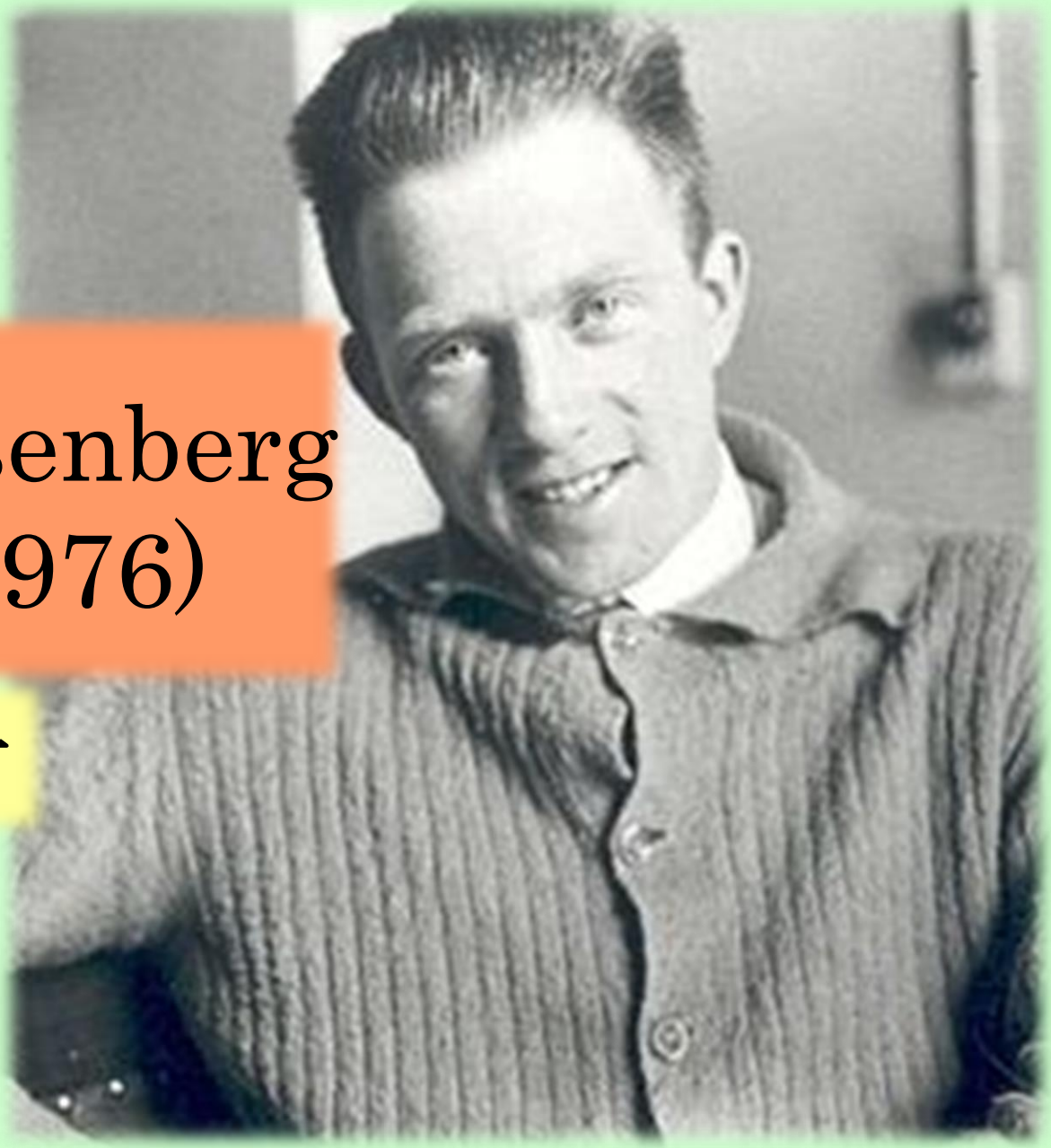
Arosa の計算ノート

この冬休みの研究結果：
水素原子の Schrödinger 方程式

$$\Delta\Psi + \frac{2m}{\hbar^2}\left(E + \frac{e^2}{r}\right)\Psi = 0$$

Werner Heisenberg (1901 – 1976)

運が強い物理学者



量子力学の発見

だれ？

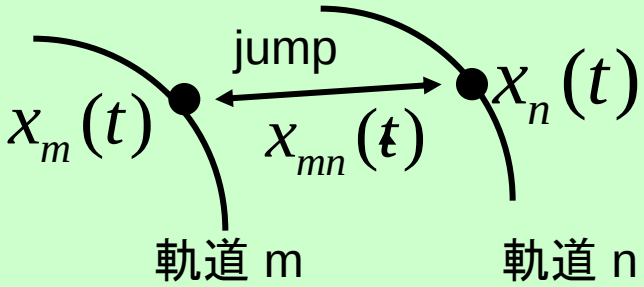
W. Heisenberg
1925 年 6 月

E. Schrödinger
1925 年 12 月

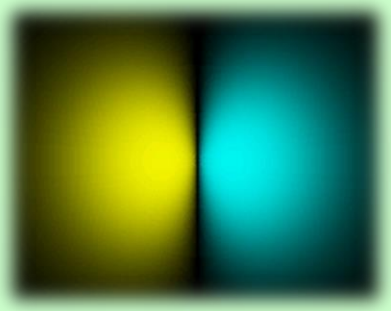
どこ？

Helgoland
ドイツ北海の島

Arosa
スイス湯治場



電子は「粒子」である.
ときどき「量子飛び」が起こる



解釈に対立

電子は「波」である.
ときどき振動モードが変わる

Bohr の意見：両方が正しい！ (**Complimentarity**, particle-wave duality)

Hideki Yukawa (1907-1981)
Prediction of pi-meson

Yoichiro Nambu(1921～)
Prediction of quark color and confinement

8×25 = 101
12×31 = 372

DEPARTMENT OF PHYSICS
OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

1

Kyoto University, Kyoto 606, Japan

E01100P01

DATE Nov. 1, 1934

NO. 1

On the Interaction of Elementary Particles. I.

By Hideki Yukawa.

§1. Introduction

At the present stage of the quantum theory little is known about the nature of interaction between elementary particles. For example, the ~~force acting~~ interaction between a neutron and a proton ~~We are not sure~~ whether is an ordinary attraction ~~force~~ or an ~~exchange interaction~~ "Platzwechsel" first proposed by Heisenberg. Recently Fermi[1] has treated the problem of β-ray disintegration on the hypothesis of ~~the existence of~~ "neutrino". According to this theory a neutron and a proton can interact by emitting and absorbing a neutrino and an electron. Unfortunately the energy of interaction calculated on ~~this~~ such assumption[2] is much too small to account for the binding of neutron and protons in the nucleus. To remove this defect we can (many) modify the theory of Heisenberg or (have to) Fermi in the following way.

The transition of a heavy particle from a neutron state to a proton state is not always accompanied

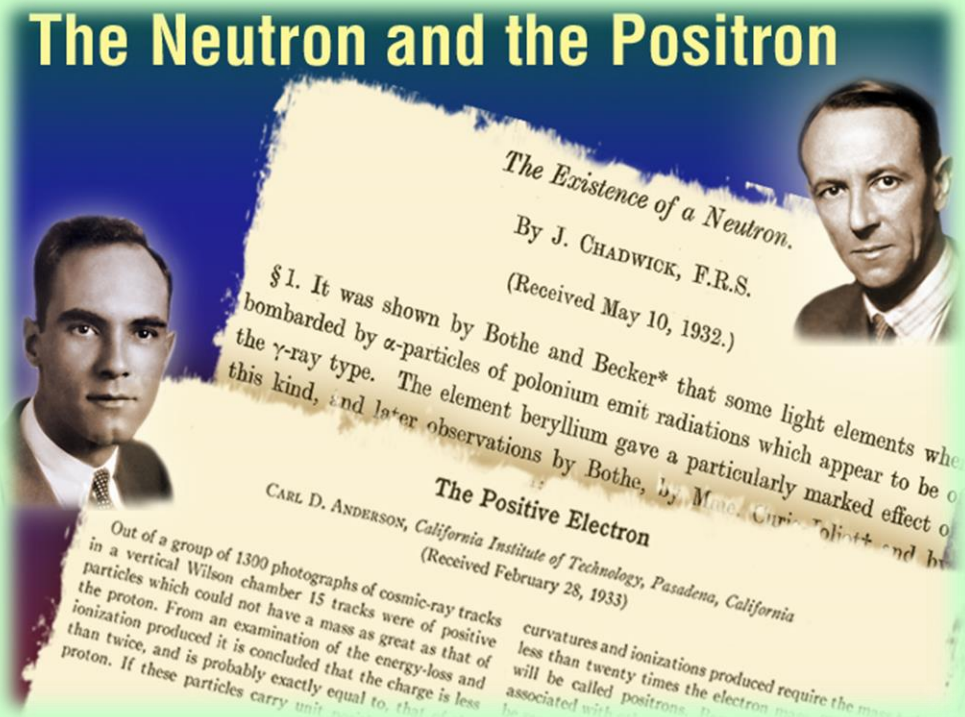
(1) E. Fermi, Zeits. f. Phys. 88, 161 (1934).
(2) Ig. Tamm, Nature, 133, 981 (1934); D. Ivanenko and

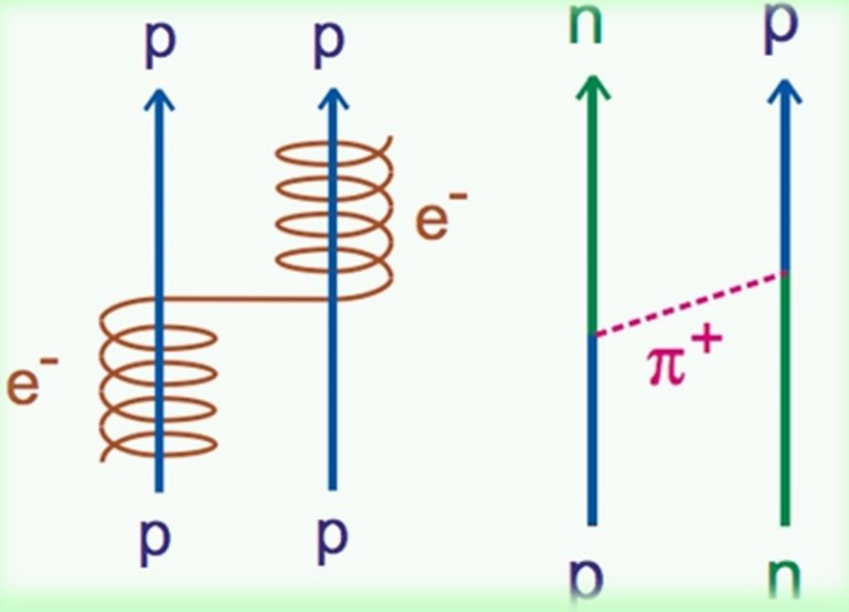
Yukawa's paper: Prediction of pion (1934)

1932 年 3 月 ： Chadwick が中性子を発見。

当時は、**中性子が陽子と電子から成ると思われた。**

1932 年に、Heisenberg が初めて「**原子核が中性子と陽子から成る**」と提唱し、原子核物理学の誕生！

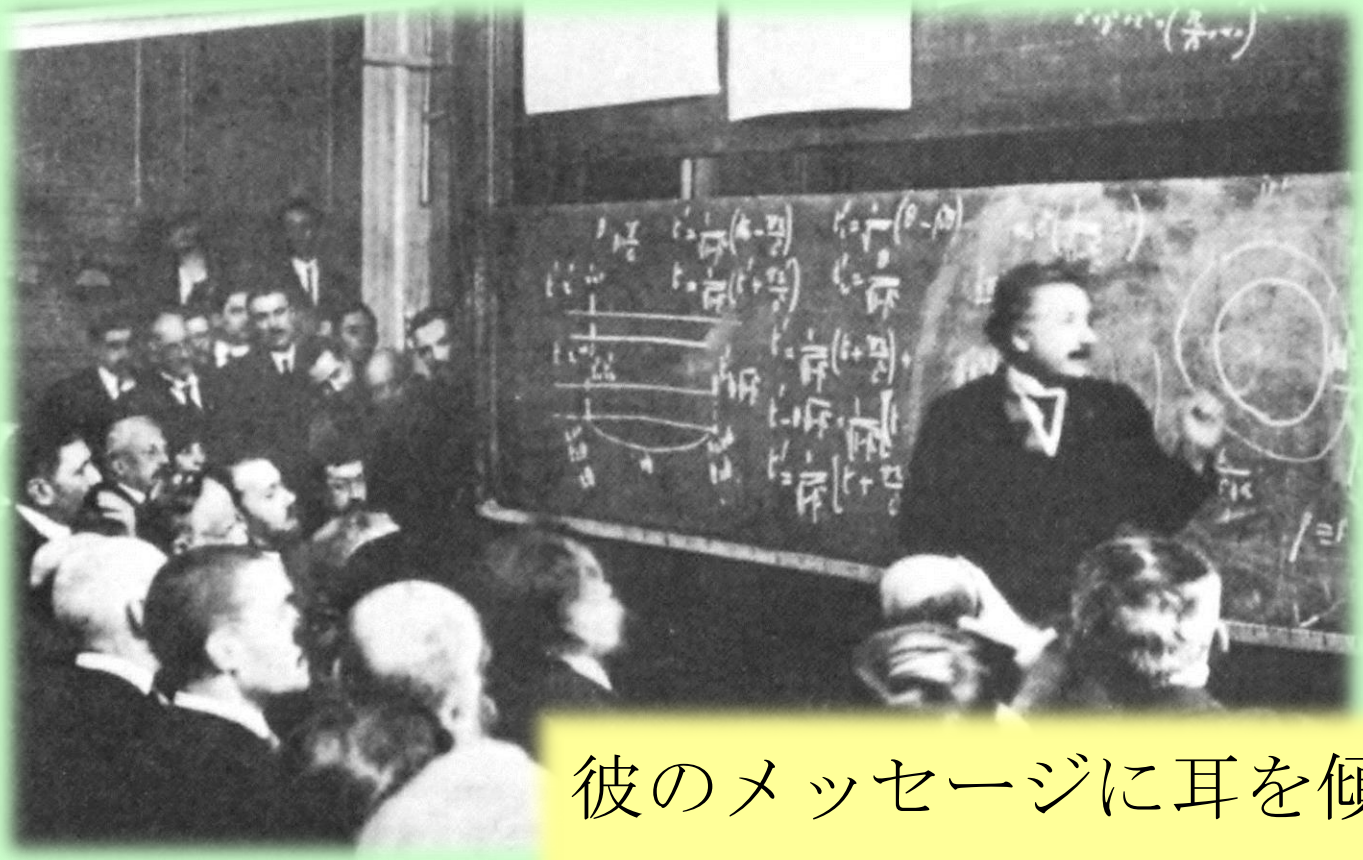




Heisenberg の核力の理論 (1932)

Yukawa の核力の理論 (1935)

当時も現在も夢を与えて下さった Einsteinの姿



彼のメッセージに耳を傾けましょう！

- 直感を信頼し、好奇心を持つ
- 自由を大切にする
- 平和へ貢献し、人を助ける