

教育課題探究

NATURAL SCIENCE EDUCATION
(Chemistry)

原子構造を理解するためのモデル開発

Development of an atomic model to
teach the structure of the atoms at the basic level of Education

Subject: Current Issues in Science Education

提出者

Kumakura Katushi
Fukunaka Yuko
Kofi・A・J

1.はじめに

Introduction

原子構造は教育の基礎レベルで教えられる。しかし、生徒は関連するトピックスについて理解するのが難しいということに気付く。そこで私たちは、教えるときやこれらのトピックスを簡単に学ぶためや生徒にとって理解可能にするような、シンプルなモデルをデザインすることを試みた。

Related topics Hence our attempt to design a The structure of the atom is taught at the basic level of education but students find it difficult to understand its simplify model to make the teaching and learning of such topics easy and understandable for students.

1-1 原子モデル

原子構造に入る前に先ず原子の歴史（発見）について述べる。

1-1-1 原子についての歴史：トムソンモデル（元素の発見）

A BRIEF HISTORY ABOUT THE ATOM : J.J THOMPSONS MODEL (Discovery of the Electrons)

トムソンは、原子内部の変化を示唆する放射能現象が発見された後、1904年に再び原子モデルを論じた。それは、質量の無視できる一様な正の帯電球の中で、同心の何重もの円周上に等間隔に並んだ多数の電子が、一定角速度で回転するという「干しぶどうプリン」モデルである（干しぶどうが点在するプリンに似ているのでこうよばれる）。

このモデルでは、水素原子でさえ 1000 個以上の電子からなることになり、現実の元素についての電子配置は計算できなかったが、少数の電子について安定な配置を計算すると、電子数が増えるにしたがって内部のリングに周期的な配置のパターンが現れることがわかり、元素の周期律を説明する可能性を示すことができた。トムソンのモデルは、「元素の化学的性質を原子内の電子の配列の仕方の説明すること」を意図する初めての試みであったが、定性的な考察にとどまる仮説であった。

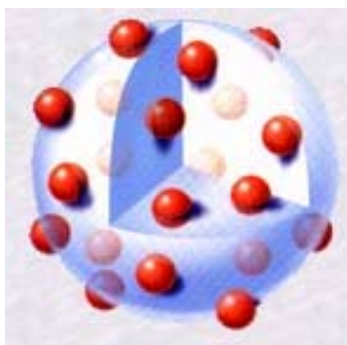


図 1. THOMPSONS MODEL : 「干しぶどうプリン」モデル。

1-1-2 原子核の発見：ラザフォードモデル

Discovery of the Nucleus : RUTHERFORDS MODEL

α 線の散乱実験の結果を説明するために、ラザフォードが 1911 年に提唱した原子構造を、ラザフォードの原子モデルとよんでいる。これは、微小な原子核をもつということが本質的である原子構造なので、単に有核モデルともいう。

(1) 原子の大きさ

Atomic Size

ラザフォードの原子モデルを古典物理学で扱おうと、理論の基礎になる方程式には、原子の構造を決める定数として、電子の電荷 e と質量 m だけが含まれる。しかし、この 2 つをどのように組み合わせても、長さの次元（ディメンション）を作ることができない。つまり、ラザフォードの原子モデルと古典物理学だけでは、原子の大きさを決定できない。

(2) 原子の安定性

Stability of Atoms

ラザフォードの原子モデルでは、原子核の周りを円運動する電子は、加速度運動なので、絶えずエネルギーを電磁波の放射によって失う。そのエネルギーの放出により、電子は力学的エネルギーが減少し、しだいに原子核に引き付けられる。最も単純な水素原子について、そうやって電子が原子核に落ち込んでしまうまでの時間を大ざっぱに見積ると、 $1.6 \times 10^{-11} \text{s}$ という微小な時間になり、原子が安定して存在できることを説明できない。

(3) 原子のスペクトル

Spectrum of Atoms

ラザフォードの原子モデルでは、電子は周期運動を行っているので、その位置座標はフーリエ展開できる。したがって、電子が基本振動数 ν の光を出すなら、必ずその整数倍の振動数（高調波）の光も放出されることになる。しかし、観測される原子のスペクトルは、そうではない。

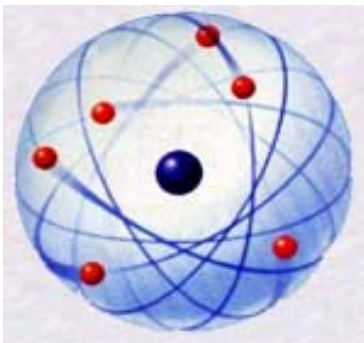


図 2. RUTHERFORDS MODEL : 原子核の発見。核を中心に殻があり、その軌道に沿っ

て電子があることを表している。

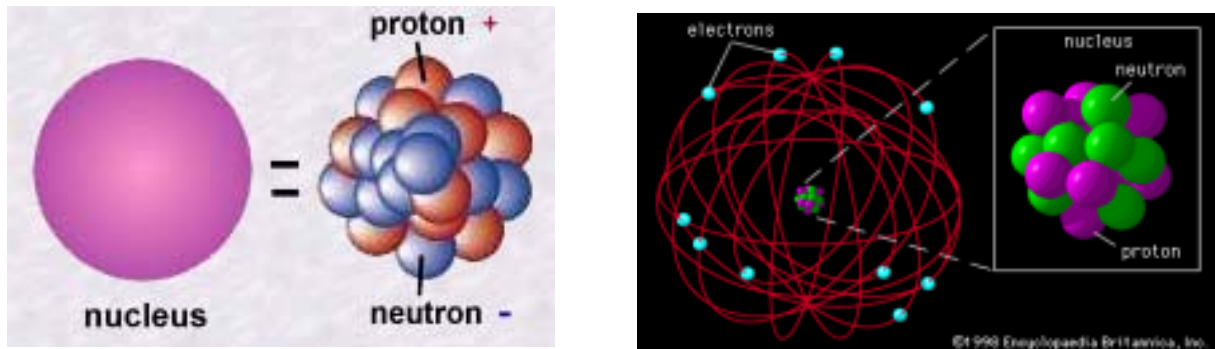


図 3. RUTHERFORDS MODEL : 原子とプロトン⁺ , ニュートロン⁻ がイコールの関係になることを示している。

1-1-3 ボーアモデル

Bohrs Model of the Atom

ボーアが提唱した原子構造と原子スペクトルの理論 (1913)。古典量子論に属する。ラザフォードは原子が正電荷の小さな芯 (原子核) を持つことを確定し、1 個の原子核の周りを何個かの電子が周っているという模型を提唱したが、これに古典磁気学を適用すれば電子は光を放射してしまいエネルギーを失い、ついには核に落ち込むことになるので、原子の安定性も気体の放射する線スペクトルも説明できない。ボーアは、電子軌道は古典力学の運動方程式に従うがそのうち彼の設定した量子条件を満足するものだけが安定な定常状態として実現されるとし、何かの原因で原子が 1 つの定常状態から別の定常状態に遷移するとき、振動数条件に従う光が放出または吸収されると仮定した。この仮定によって水素原子のスペクトルや化学結合、元素の周期律などに一応の説明が与えられたが、古典物理学と量子性の折衷論であって、その間の矛盾を集約する過渡期の理論の役を果たし、やがて量子力学にとって代わられた。

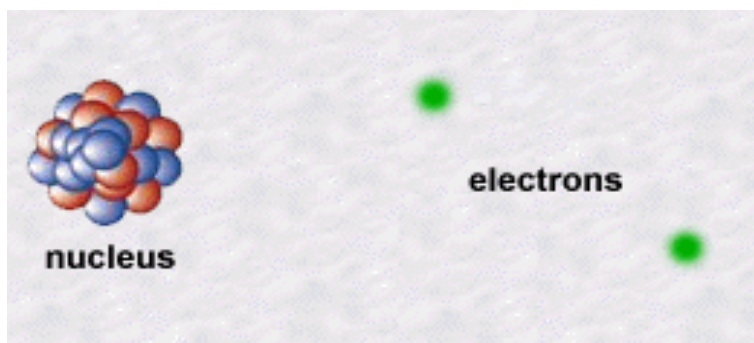


図 4. BOHRS MODEL : ボーアの原子理論。

1-1-4 原子の 3D モデル

The 3D Structure of the Atom

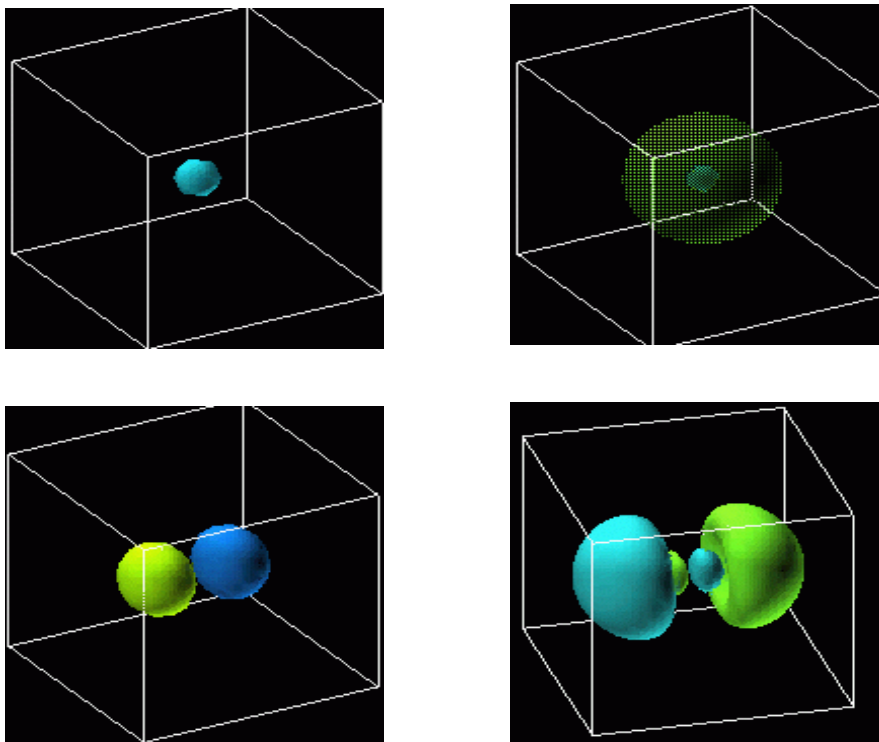


図 5. 3 D MODEL

1-1-5 軌道の 3D 構造

The 3D Structure of the Orbital



図 6. 3D STRUCTURE OF THE ORBITALS : 3D で表した電子軌道。左から順に , 1s 軌道 , 2px 軌道 , 2py 軌道 , 2pz 軌道。

2.目的

Goal of the Study

1-1 に示したようなモデル及び 3D モデル , これらのモデルは複雑であり学校現場におけるレベルでは生徒に理解させることがなかなかできない。また , Kofi・A・J はガーナにおいて教員をしている関係もあり , このモデルをガーナの化学の教材として用いると共に生徒にも作成をさせたいということよりガーナでも手に入る材料を使用し簡単な原子モデルを作成する。対象は Junior high , Senior high School である。

3.この教材を使用し教えることの出来る項目

This can be used to teach topics like

- | | |
|-------------|---------------------------------|
| 1.電子配置 | 1. Electronic Configuration |
| 2.化学結合 | 2. Chemical Bonding |
| 3.周期的性質 | 3. Periodic properties such as: |
| a.電気陰性度 | a. Electro negativity |
| b.原子サイズ | b. Atomic size |
| c.イオン化エネルギー | c. Ionization Energy |
| d.核引力 | d. Nuclear attraction etc. |
| 4.周期表 | 4. Periodic table and |
| 5.イオンの形成 | 5. Formation of ions |

4.準備物

Materials

- | | |
|--------------|---|
| ・板 | Board |
| ・白い塗料 | White lacquer (A paint is used in order to color.) |
| ・ひも | String (A string uses it in order to make atomic .) |
| ・接着剤 | Bond |
| ・マジックテープ | Magic Tape |
| ・はさみ | Scissors |
| ・古新聞 | Such as Newspaper (A newspaper is used in order to prevent dirt.) |
| ・木片 | Piece of Wood |
| ・マジック(三色くらい) | Felt tip pen (3 colors) |

5.作成

Construction of the Model

1. 模型を作製した。〔図6〕
Production of a model
2. 板にラッカーで白く色を塗った。〔図7〕
The board was colored white with lacquer
3. 紐でサークルを作った(殻)。
A circle is made with a string (atomic orbital)
4. マジックテープを貼った(電子配置場所)。
A piece of Velcro is stuck (electronic arrangement place)
5. 木片に着色した(陽子・中性子・電子)〔図8〕

A piece of wood is colored (a proton, a neutron, and electron)



図 7. 模型



図 8. 白板



図 9. 完成図

6. 考察

6-1 利点

ADVANTAGES OF THE MODEL

- ・使用する材料は高価なものではなく安価なもので作成することが出来、簡単に手に入れることが出来る。

It is made from cheap, inexpensive and easily accessible materials from the Environment.

- ・この領域に関する生徒の能力の向上。

It enables the students to develop and improve their affective domain.

- ・原子構造が初めての情報として与えられる。

It gives first-hand information about the structure of the atom

- ・モデルがより具体的である。

It is more of a real object than abstract thinking.

- ・世界中のどの国々においても、用いることが出来る。

Can easily be replicated in all parts of the world whether developed or developing countries.

6-2 欠点

LIMITATIONS OF THE MODEL

- ・このモデルでは本当の原子の3D構造を説明することは出来ない。

It does not give a true picture of the three dimensional structure of the atom.

- ・このモデル全体の規格が真の規格でない。

The model is not to scale i.e. it does not give the true dimensions of the atom.

- ・これらの材料を用いて作成しても高度なものは狙えない。

It is made from local materials hence not considered to be of high technology

- ・本当の原子構造を表しているのではないため、誤概念が生じる可能性がある。

It is a misconception about the true structure of the atom.

7.まとめ

Summary

このモデルはあくまでも簡単なモデルなので、誤概念が生じる原因となるかもしれない。しかし、科学の基礎レベルにおける学習において、教授者にとっても学習者にとっても理解する上で役に立つと思われる。またこのモデルは、両者にとって簡単に作成することができる学習用教材である。

This model even though it has limitations can be used as a teaching learning Material to make the teaching and learning of science at the basic level of Education very simple, Action oriented and Child centered as they will have the chance to play and develop their own models.

8.参考文献

啓林館 <http://www.keirinkan.com/>

理化学辞典第5版 岩波書店 長倉三郎 他編