

‘ Giant Multipole Resonance in ^{90}Zr Observed by Inelastic Electron Scattering ’

電子非弾性散乱によって観測された
 ^{90}Zr の巨大多重極子共鳴

S. Fukuda and Y. Torizuka,
Phys. Rev. Lett. 29 (1972) 1109

[内容]

1. 背景
2. 実験原理
3. 実験装置
4. 実験結果
5. 結果の分析
6. まとめ

〔 1980年 仁科賞受賞
鳥塚賀治 「原子核の巨大共鳴の研究」 〕

柴田研究室
99-1890-0 根間裕史

1. 背景

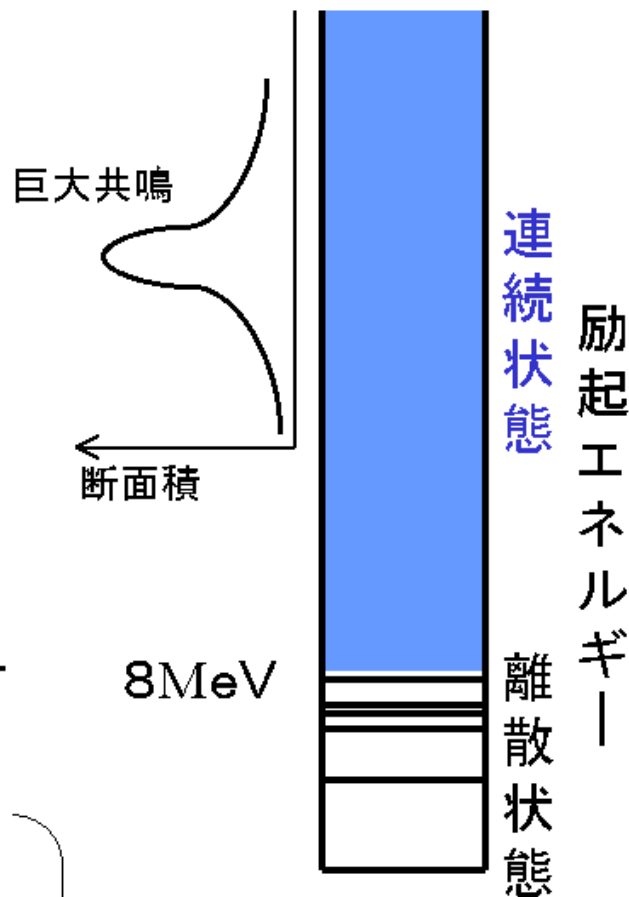
原子核の励起

原子核は γ 線の吸収や、粒子の非弾性散乱によって、励起する。

巨大共鳴

原子核が外部から高いエネルギーを吸収して、原子核全体が集団振動する励起状態。

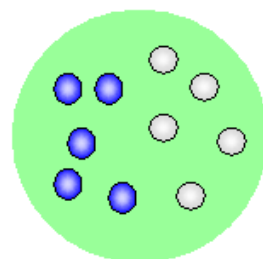
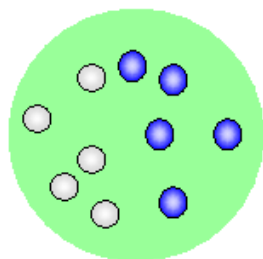
- 励起エネルギーが10~30 MeVの領域で起こる。
- ほとんどの原子核で起こる現象。



原子核の典型的なエネルギー準位

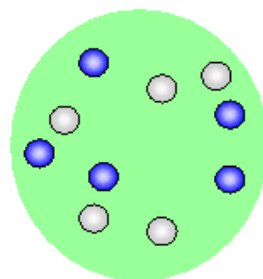
巨大共鳴の種類

巨大双極子共鳴

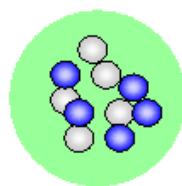


陽子と中性子が
逆位相で振動

巨大単極子共鳴

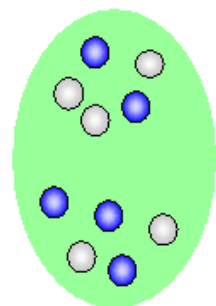


外側へ広がる

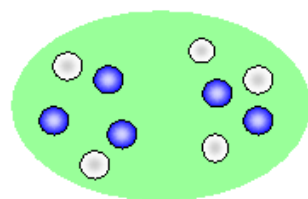


内側へ集まる

巨大四重極子共鳴



縦方向に変形



横方向に変形

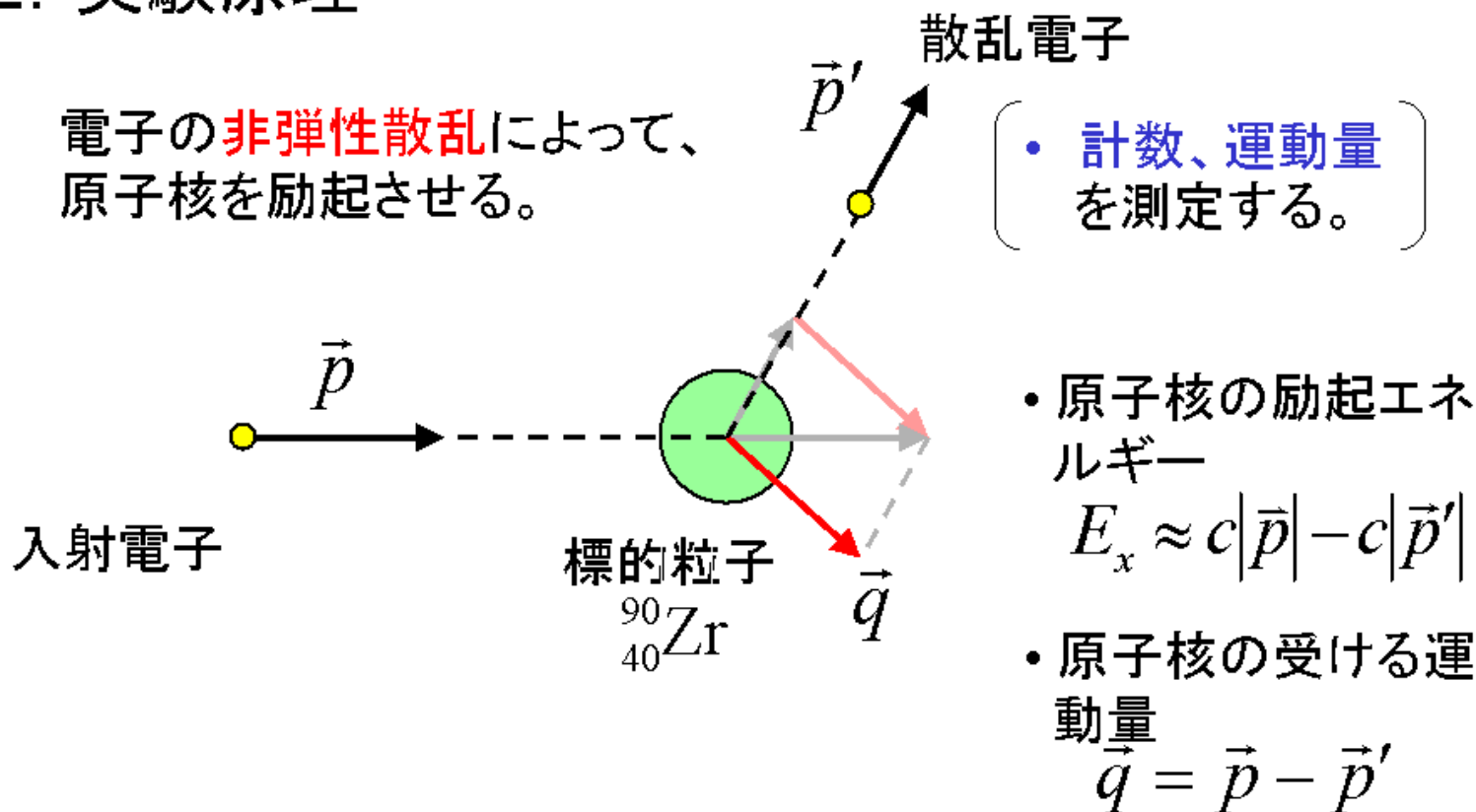
1947年に発見された

(G. C. Baldwin
G. S. Klaiber)

実際に存在するだろうか？

2. 実験原理

電子の**非弾性散乱**によって、
原子核を励起させる。



- 巨大双極子共鳴は既知。
- それ以外の巨大共鳴も観測されるかもしれない。

3. 実験装置

加速器

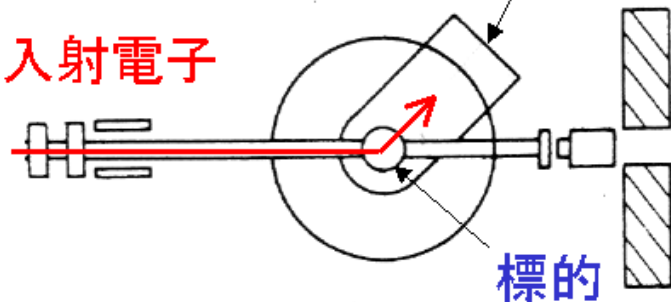
東北大学核理学研究施設
300 MeV 電子線形加速器

測定器

磁気スペクトロメータ
→ 散乱電子の計数、運動量を測定

磁気スペクトロメータ

入射電子



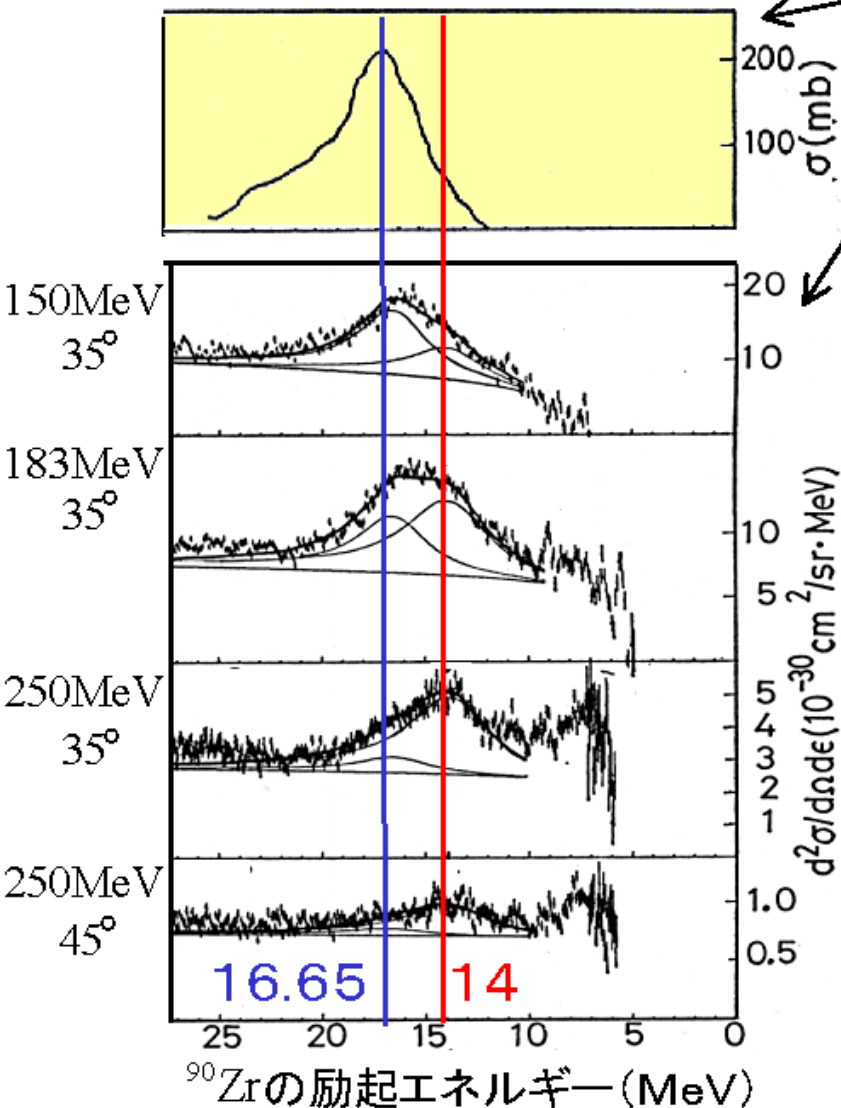
Si(Li)
半導体
検出器

標的

散乱電子

実験装置の概観図(上)と写真(下)

4. 実験結果



γ線吸収による巨大双極子共鳴(別の実験のグラフ)

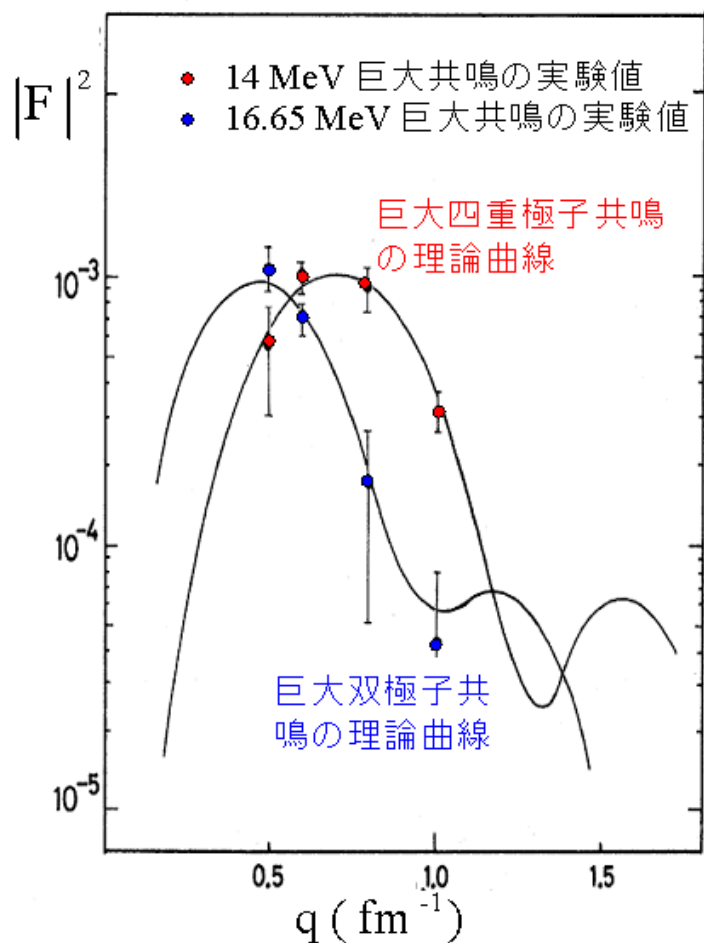
電子の非弾性散乱による巨大共鳴(本実験のグラフ)

- γ線の実験によると、16.65 MeVに巨大双極子共鳴がある。
- ピークの位置がずれているのはなぜか？
- 右図のように二つの巨大共鳴がある、と仮定できる

• 16.65 MeV 巨大双極子共鳴

• 新しい巨大共鳴

5. 結果の分析



形状因子の理論値と実験値

- 形状因子の理論値と実験値を比較

実験値は

$$|F|^2 = \frac{\text{(実験散乱断面積)}}{\text{(モット散乱断面積)}}$$

で計算する。

- 16.65 MeV 巨大共鳴の実験値
→ 巨大双極子共鳴
の理論値と一致
- 14 MeV 巨大共鳴の実験値
→ 巨大四重極子共鳴
の理論値と一致

ただし、

巨大四重極子共鳴の理論値は
巨大単極子共鳴の理論値と
区別できない。

6. まとめ

- 東北大学核理学研究施設で、電子非弾性散乱によって⁹⁰Zr 原子核の巨大共鳴を観測する実験を行った。
- その結果、16.65 MeV の巨大双極子共鳴と 14 MeV の新しい巨大共鳴が存在する、と解釈できた。
- それぞれの巨大共鳴について、形状因子の実験値と理論を比較した。
 - 16.65 MeV に巨大双極子共鳴があることを確認できた。
 - 14 MeV に巨大単極子共鳴または巨大四重極子共鳴があるとわかった。



原子核の巨大共鳴には、巨大双極子共鳴の他に、巨大単極子共鳴または巨大四重極子共鳴も存在する。
すなわち、原子核が変形する巨大共鳴があることが発見された。