

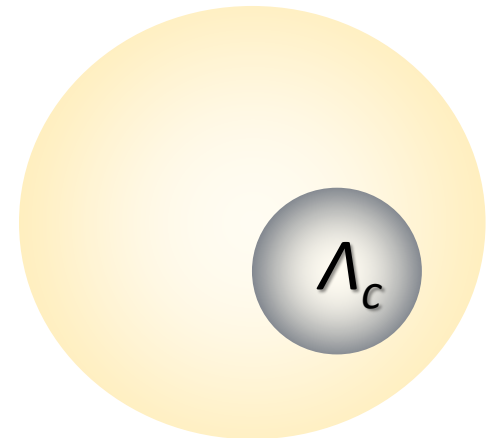
Λ_c hypernucleus は面白いのか？

- $\Lambda_c N$ 相互作用

- Λ_c は重い

$$M_N = 940 \text{ MeV}, M_\Lambda = 1116 \text{ MeV}, M_{\Lambda_c} = 2246 \text{ MeV} \quad M_{\Lambda_c} > M_N \times 2$$

核子多体系に重い不純物 Λ_c が加わることで、新しい運動様式？

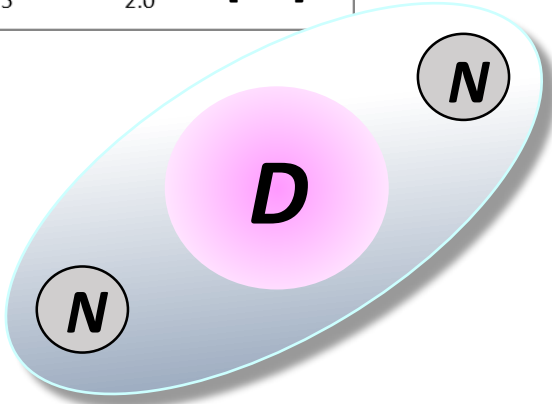
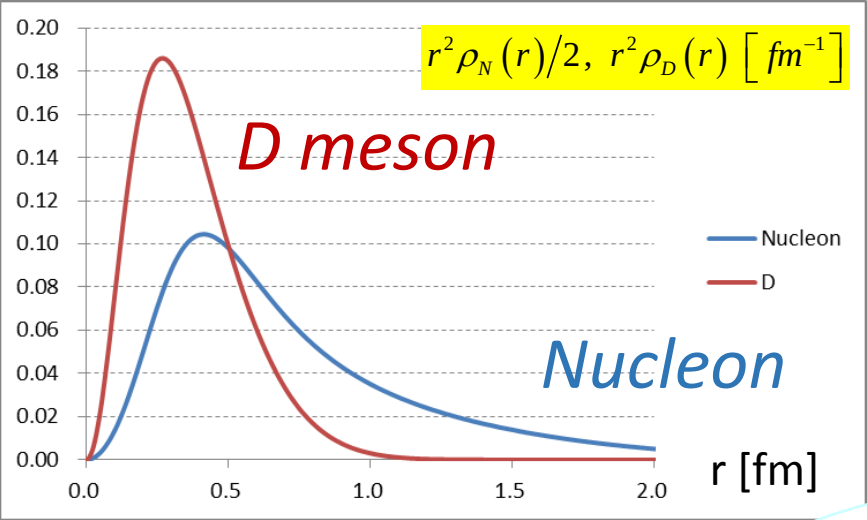


粒子が重いことの影響 *ex)* DNN

M. Bayar, A. Doté, T. Hyodo, M. Oka,
C. W. Xiao, E. Oset, PRC86, 044004 (2012)

$M_D = 1870\text{MeV}$

構造 (one-body density)



エネルギー

<u>DNN vs $K^{bar}NN$</u>		NN pot.: HN1R
	$K^{bar}N$ potential	DN potential
M_K	<u>$K^{bar}NN$</u> Total B.E. = 28 MeV Γ = 67 MeV	Total B.E. = 40 MeV Γ = 11 MeV
M_D	Total B.E. = 187 MeV Γ = 180 MeV	<u>DNN</u> Total B.E. = 225 MeV Γ = 26 MeV

$\Lambda_c^5\text{He}, \Lambda_c^9\text{Be}$ のAMDでの簡単な計算

✓ *Antisymmetrized Molecular Dynamics*

一核子波動関数

$$\begin{aligned}\langle \mathbf{r} | \varphi_i \rangle &= |\phi_i\rangle \otimes |\chi_i\rangle \otimes |\tau_i\rangle \\ \langle \mathbf{r} | \phi_i \rangle &= \left(\frac{2\nu}{\pi} \right)^{3/4} \exp \left[-\nu \left(\mathbf{r} - \frac{\mathbf{Z}_i}{\sqrt{\nu}} \right)^2 \right] \\ |\chi_i\rangle &= \left(\frac{1}{2} + \beta_i \right) |\uparrow\rangle + \left(\frac{1}{2} - \beta_i \right) |\downarrow\rangle, \\ |\tau_i\rangle &= |\text{Proton}\rangle \text{ or } |\text{Neutron}\rangle.\end{aligned}$$

反対称化

$$|\Phi(\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2, \dots, \mathbf{r}_A)\rangle = \frac{1}{\sqrt{A!}} \det [\varphi_i(\mathbf{r}_j)],$$

ハイペロン波動関数をくっつける。

$$|\Psi\rangle \equiv |\Psi_N\rangle \otimes |\varphi_Y\rangle$$

パリティ、角運動量射影

エネルギー最小となる波束配位サーチ。。。

原子核研究 Vol.53 Suppl.2 March, 2009

反対称化分子動力学法を用いたエキゾチック原子核構造研究入門

木村 真明^{†,1}, 土手 昭伸^{††,2}, 大西 明^{*,3}, 松宮 浩志^{**,4}

[†] 北海道大学 創成科学共同研究機構, ^{††} 高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所,

^{*} 京都大学 基礎物理学研究所, ^{**} 北海道大学大学院理学院

要旨：ハイパー核や K^- 中間子原子核などエキゾチック原子核の構造を、反対称化分子動力学法 (AMD 法) を用いて調べる。最終的には各自で出来るように細かく、そのための方法を説明した。通常原子核に適用されてきた AMD 法の形式、基本原理を説明した後、エキゾチック原子核を調べるために、どのように AMD 法を拡張すべきか説明した。そして実際の計算手順を細かく紹介し、その手順に従って各自でエキゾチック原子核の構造がどのようになっているか？を確認してもらう。これから原子核物理の研究を始めようとする学部4回生・修士課程1回生が、AMD 法を用いた研究の雰囲気を経験し、エキゾチック原子核の構造を”目で見て”楽しみ、これらの研究分野に関心を持って貰うことを目的とした。

はじめに

平成 17 年度から始まった科研費特定領域「ストレンジネスで探るクォーク多体系」(領域代表者：永江知文)の活動の一環として、平成 18-20 年度にかけて KEK 及び理研にてこれまでに 3 回サマースクールが行われた。このスクールは、これから本格的に稼働する J-PARC に備え、ストレンジネス・エキゾチックハドロン物理の裾野を広げるべく、主に学部4回生、修士課程1回生を対象にしたものであった。そのスクールのコースの一つとして、反対称化分子動力学法 (以下 AMD 法) を用いたストレンジネス原子核の研究 “AMD コース” が設けられた。本稿は過去 2 回⁵開講された AMD コースで使用したテキストを修正し、必要と思われる内容を加筆したものである。

Λ_c - ${}^5\text{He}$, Λ_c - ${}^9\text{Be}$ のAMDでの簡単な計算

Λ_c の重さの影響？

「相互作用は ΛN のまま、 Λ の質量を Λ_c に置き換える」

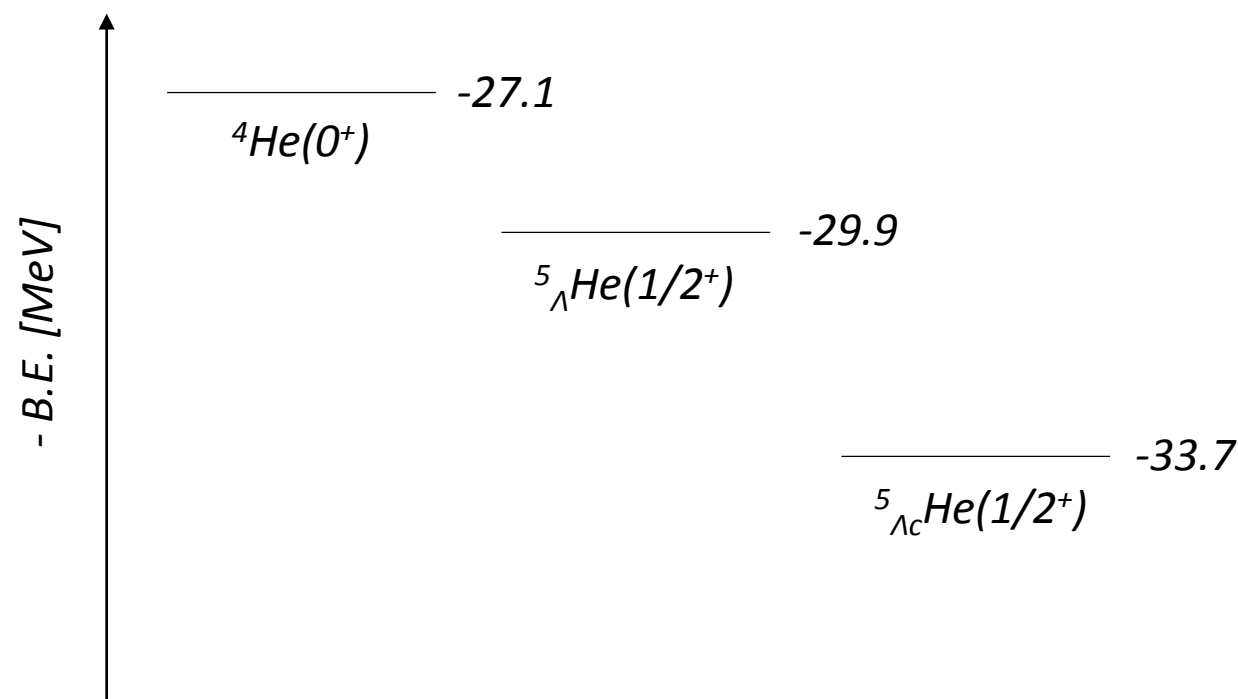
H. Bando, M. Bando,
PLB109, 164 (1982)

ハミルトニアン: $\hat{H} = \hat{T}_N + \hat{V}_{NN} + \hat{T}_Y + \hat{V}_{YN} - \hat{T}_G$

NN: Volkov No.1

ΛN : One-Range-Gaussian potential (Serber-type)
(tuned by A. Ohnishi)

${}^4\text{He} + \Lambda_x$



	4He	Λ 5He	Λ_c 5He
Kinetic	50.0	68.5	69.4
NN pot.	-77.9	-81.8	-83.4
NN Coul.	0.8	0.8	0.9
XN pot.	0.0	-17.4	-22.4
XN Coul.	0.0	0.0	1.8
Rrms	1.45	1.39	1.37
v	0.27	0.29	0.30

Λ_c ⁵He, Λ_c ⁹Be のAMDでの簡単な計算

Λ_c の重さの影響？

「相互作用は ΛN のまま、 Λ の質量を Λ_c に置き換える」

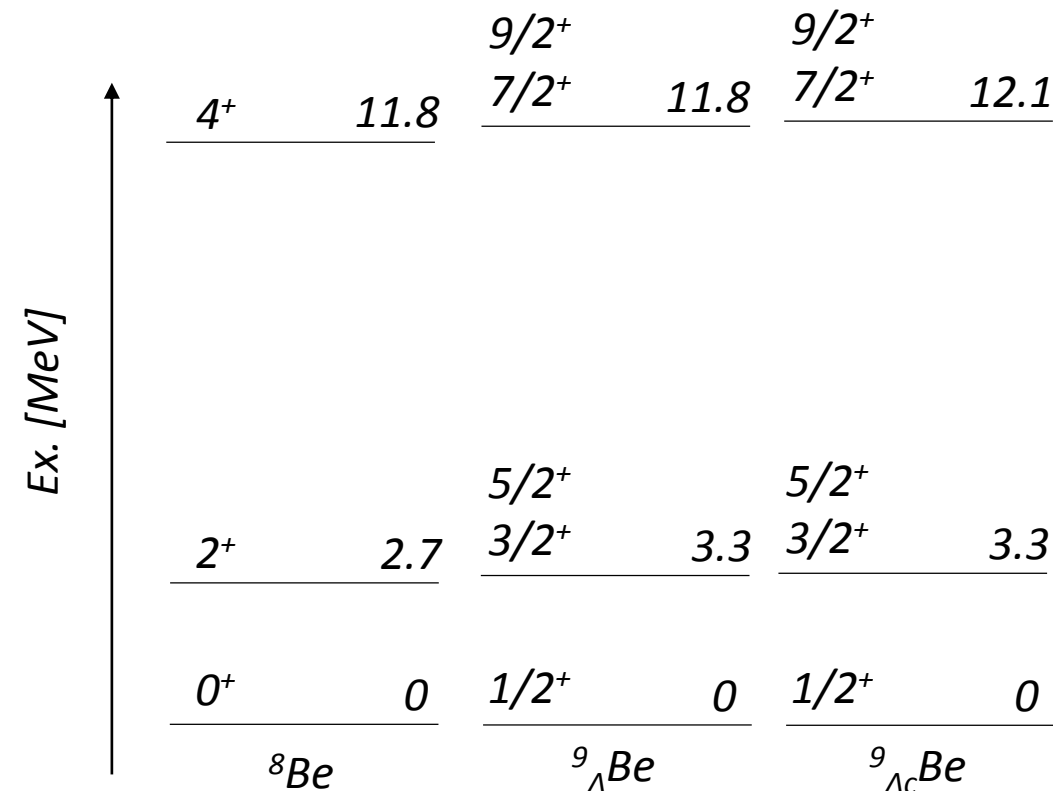
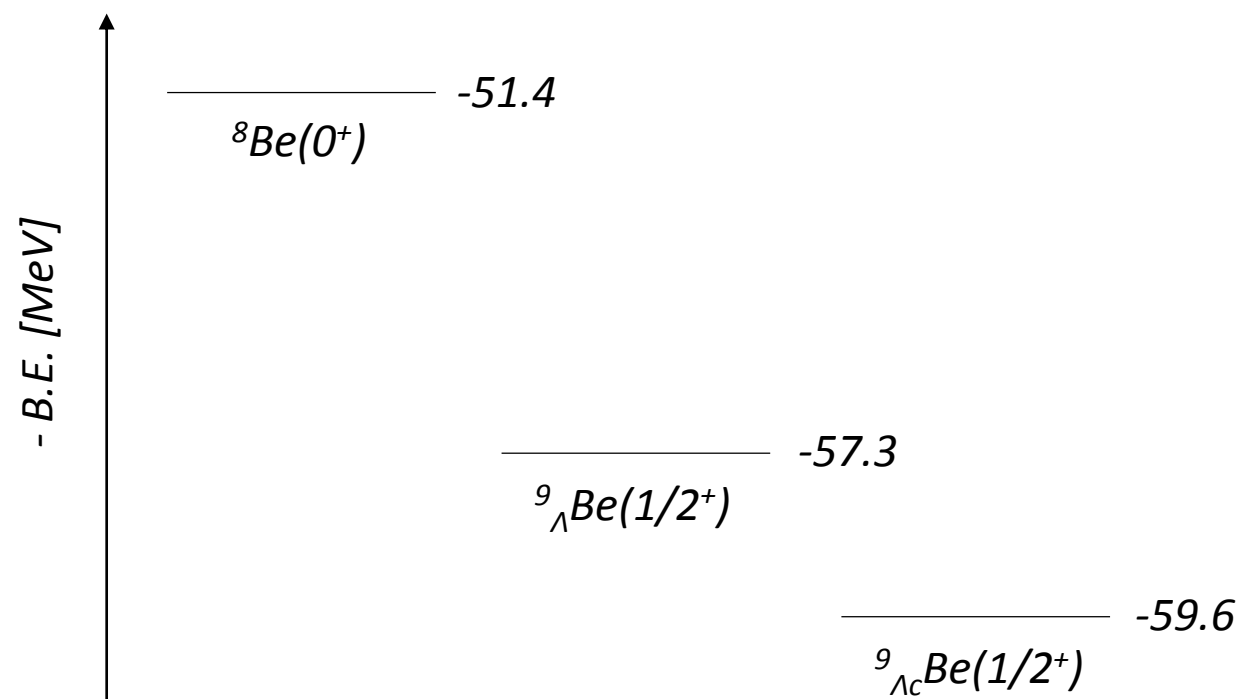
H. Bando, M. Bando,
PLB109, 164 (1982)

ハミルトニアン: $\hat{H} = \hat{T}_N + \hat{V}_{NN} + \hat{T}_Y + \hat{V}_{YN} - \hat{T}_G$

NN: Volkov No.1

ΛN : One-Range-Gaussian potential (Serber-type)
(tuned by A. Ohnishi)

${}^8\text{Be} + \Lambda_x$



Λ_c hypernucleus は面白いのか？

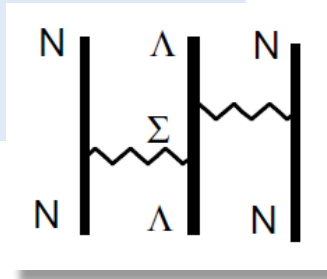
• $\Lambda_c N$ 相互作用

YN : ΛN - ΣN coupling

$\Sigma(1/2^+) - \Sigma^*(3/2^+)$: ~ 200 MeV

“Coherent ΛN - ΣN coupling”

Y. Akaishi et al, PRL84, 3539 (2000).



$Y_c N$: $\Lambda_c N$ - $\Sigma_c N$ - $\Sigma_c^* N$ coupling

$\Sigma_c(1/2^+) - \Sigma_c^*(3/2^+)$: ~ 70 MeV

“Charmed deuteron” M. Oka, Y.-R. Liu, W. Meguro

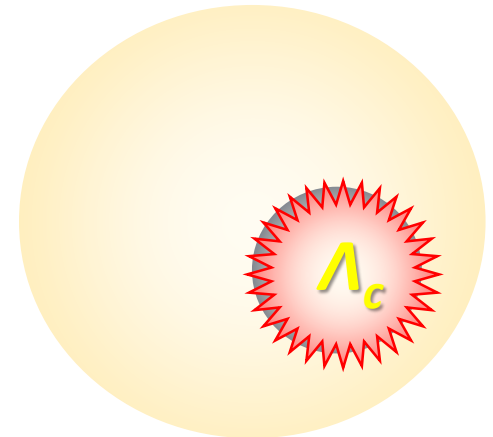
Coherent $Y_c N$???

• Λ_c は重い

$M_N = 940$ MeV, $M_\Lambda = 1116$ MeV, $M_{\Lambda_c} = 2246$ MeV

$M_{\Lambda_c} > M_N \times 2$

核子多体系に重い不純物 Λ_c が加わることで、新しい運動様式？



Λ_c hypernucleus は面白いのか？

おもしろき

いともなき世を

おもしろく

高杉 晋作

