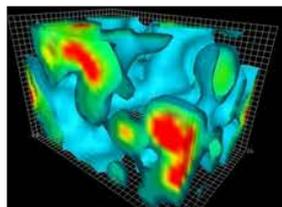


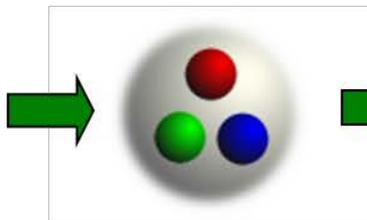
分野5 研究開発課題(1)

「格子QCDによる物理点での バリオン間相互作用の決定」

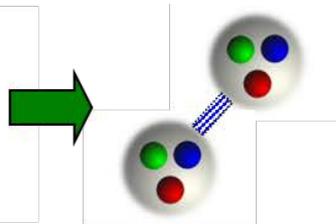
理化学研究所・仁科加速器研究センター
課題(1) 初田哲男



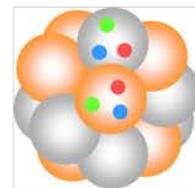
QCD Vacuum



Baryon



Few-Body



Nuclei



Neutron Star / Supernova



課題(1)の目標

<http://www.jicfus.jp/field5/jp/research/questions/q-1/> より

「格子量子色力学(格子QCD)計算は、強い相互作用におけるクォークから原子核にわたるマルチスケールの物理を、第一原理に基づいて統一的に解明する礎を与えます。我々は**物理的クォーク質量上での格子QCDシミュレーション**を実現し、微細化とマルチスケール化を鍵とする新しい展開を目指します。

微細化とは、電磁相互作用やアイソスピン対称性の破れの効果を取り入れたシミュレーションの実現を意味します。**マルチスケール化**とは、クォーク⇒ハドロン⇒原子核という強い相互作用における階層構造の物理を探ることを意味します。

とくに、格子QCDシミュレーションは原子核間に作用する核力の未知の姿を明らかにしてくれる強力な手段を提供しており、実験データが少ないハイペロン力や3体核力などについては計算でしか得られない革新的な成果が期待されます。**核力やハイペロン力は、研究開発課題(2)の中心テーマである不安定原子核・ハイパー核・中性子星の構造の解明の鍵**であり、バリオン多体系に関する原子核の大規模計算においても重要な役割を果たします。(後略)」

関連分野の現状

○宇宙物理学

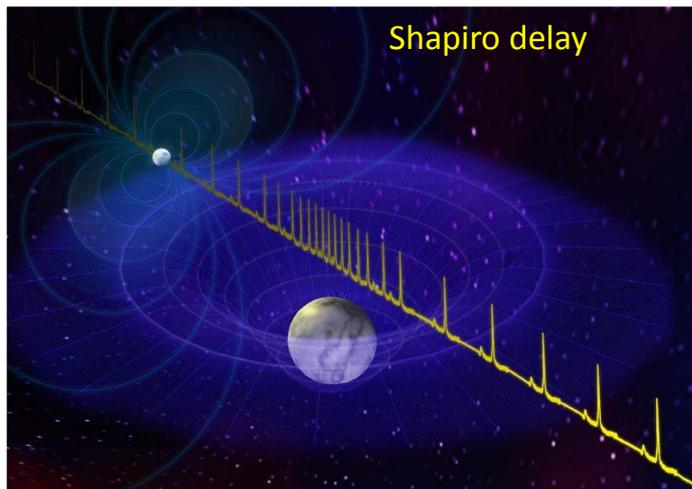
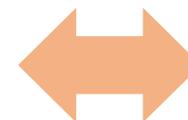
- 2010年 $2M_{\odot}$ 中性子星の発見
- 2018年～ 重力波観測(中性子星連星合体)

○ハイパー核物理学

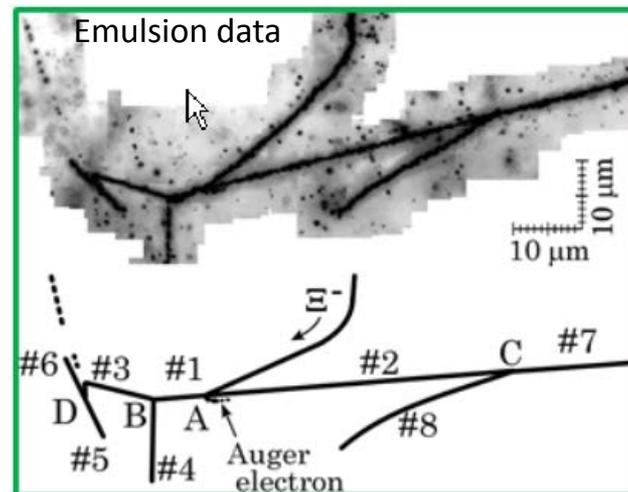
- 2014年 Ξ ハイパー核の発見(KISO event)
- 2015年～ J-PARCハイペロン実験の再開

格子QCD

短距離での核力
ハイペロン力
多体力
状態方程式



PSR J1614-2230 : $M=1.97(4) M_{\odot}$ (2010)



KISO event : Ξ - ^{14}N 束縛状態 (2014)

課題(1)の戦略



京を用いた計算の現状と今後



- 当初計画の(1+1+1)フレーバーQCD+QED, 3体力本格計算 ⇒ 2016年度以降へ
- 主な他計算資源: HA-PACS

これまでの成果

1. 平成24年9月末の共用開始とともに、物理点近傍におけるゲージ配位生成 (格子サイズ=96⁴)を京を用いて行い、平成26年6月に完了した。
2. 安定なハドロン質量に対して、統計誤差 0.1%程度に達した。
物理点直上へは、reweighting法を用いた外挿をHA-PACSで行っている。
3. 上記ゲージ配位の一部を用い、NN, YN, YY相互作用の予備計算を行い、大規模格子上でも統計的に有意な結果が得られることを確認した。

平成27年度の達成目標

平成26年度に生成を完了したゲージ配位を用い、H27年度に課題1に配分された京の全資源(14Mノード時間) + ~~重点課題申請分~~ + 他資源(HA-PACS)を用いて、予備計算に対して統計精度を一桁上げて、YN, YY相互作用の中心力およびテンソル力を決定し、ハイパー核や中性子星の構造解明に必要な物理成果を出す。

最終目標達成の見通し

1. reweightingによる物理点でのハドロン質量決定は、1%以下の精度を目指してHA-PACSを用いた計算が進行中。
2. ハドロン間相互作用については、14Mノード時間x2の資源により、O(1)MeVの誤差でYN, YY相互作用の導出が期待できる。

2014年度における京の計算資源使用状況

配分資源： 14Mノード時間 (11M+2M+1M)

20% ゲージ配位生成(前期) 完了

65% 直接原子核計算

15% 核力・ハイペロン力 予備計算

2015年度(最終年度)における京の計算資源使用計画

	H27年度配分案		
	上期	下期	年間
核力・ハイペロン力の 本格計算	7.45M	6.70M	14.15M
合計	7.45M	6.70M	14.15M

ノード時間