

量子クラスターで読み解く物質の階層構造

Clustering as a window on the hierarchical structure of quantum systems

領域ニュース

vol.10 2021/3/31 発行



新学術領域 D01 班の研究成果が論文として出版されました

本新学術領域研究 D01 班 研究分担者である Pascal Naidon 氏らの国際共同研究チームは、量子気体と呼ばれる極低温に冷却された気体において、混合バブルと呼ばれる新しい物理現象が起きることを理論的に予言しました。この研究成果は、米国物理学会の学術誌「Physical Review Letters」誌に掲載され、同時にプレスリリースも行いました。

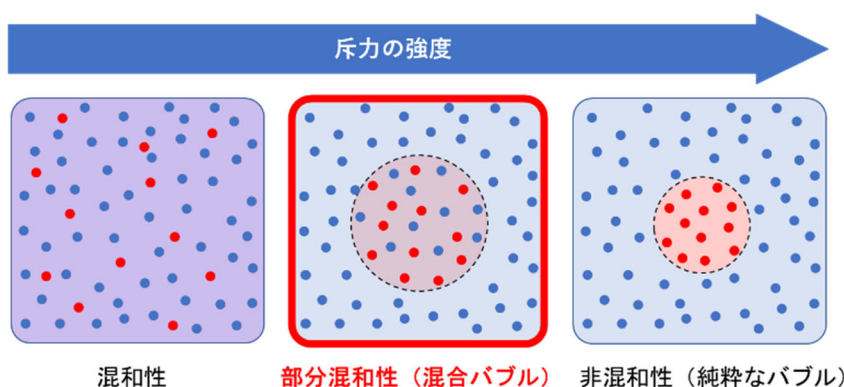
論文：Pascal Naidon, Dmitry S. Petrov, “Mixed bubbles in Bose-Bose mixtures”, Physical Review Letters **126**, 115301 (2021).

DOI:[10.1103/PhysRevLett.126.115301](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.115301)

プレスリリース 極低温での新しい量子相“混合バブル”を予言

— 混和性・非混和性の中間に存在する部分混和性の発見 —

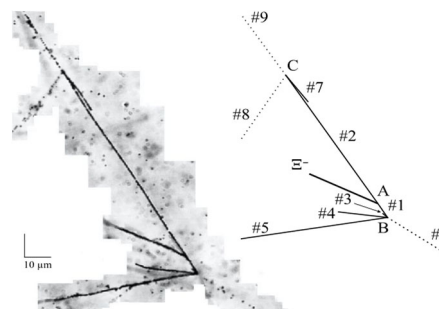
https://www.riken.jp/press/2021/20210322_1/index.html



2種類の量子気体（青と赤）の斥力が弱い場合は、左のように異なる気体が完全に混じり合った「混和性」の状態となる。反対に斥力が十分に強い場合には、右のように一方の気体（赤）はバブルを形成して、2種類の気体が完全に分離した「非混和性」の状態となる。斥力が2種類の気体が混ざり合わないギリギリの強さ（臨界斥力強度）の場合は、中央のように「部分混和性（混合バブル）」となる。混合バブルの中では、2種類の気体の粒子（青と赤）が束縛されている。（プレスリリースの抜粋）

新学術領域 B01 班の研究成果が論文として出版されました

本新学術領域研究 B01 班の「エマルジョンによるダブルストレンジネス原子核の研究」で、 Ξ 粒子が窒素 14 原子核に束縛したグザイハイパー核を新たに観測し、 Ξ 粒子の束縛エネルギーを 1.27 ± 0.21 MeV と初めて一意に測定しました。この成果は、「Physical Review Letter」誌に掲載され、Editors' Suggestion に選ばれ、解説記事として Physics Synopsis でも紹介されました。岐阜大、JAEA 先端研、東北大、J-PARC センター、KEK よりプレスリリースもされました。



観測されたグザイ核事象の写真。
IBUKI event と命名された。

論文： S.H.Hayakawa et al., “Observation of Coulomb-Assisted Nuclear Bound State of ${}^{\infty}\text{N}$ System”, Physical Review Letters. **126**, 062501 (2021)

DOI: [10.1103/PhysRevLett.126.062501](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.062501)

解説記事： Physics Synopsis: Doubly Strange Nucleus Observed

<https://physics.aps.org/articles/v14/s15>

プレスリリース (岐阜大学)： 稀少な超原子核「グザイ核」の質量を初めて決定

— 原子核の成り立ちや中性子星の構造を理解する新たな知見 —

<https://www.gifu-u.ac.jp/news/research/2021/03/entry02-10631.html>

国際会議 The 8th Asia-Pacific Conference on few-body problems in physics を開催しました

2021年3月1日～5日の日程で、The 8th Asia-Pacific Conference on few-body problems in physics (APFB2020)を金沢市、文化ホールで開催しました。本会議は、本新学術領域および山田科学振興財団の主催で開催しました。当初は、2020年8月に開催予定でしたが、COVID-19の感染蔓延に伴い、延期をしました。今年に入っても感染の終息が見えないため、対面およびオンラインのハイブリッド型形式での開催となりました。海外からの参加はすべてオンライン、国内に限り対面もしくはオンラインのどちらかを選択してもらうこととしました。参加者は約300名、内対面参加者は約50名、オンライン参加者は250名でした。ほとんどがオンラインであり、国際会議ということもあり、参加者の時差に配慮し、プレナリーセッションは午前の早い時間（アメリカからの参加者に対応）と午後の遅い時間（ヨーロッパ参加者に対応）とに分け、それ以外の時間に平行セッションを組み込みました。またオンライン参加者のためにネットワークを増強することにも気を配りました。本会議では多くの活発な意見交換がなされ、成功裏に終了しました。



日本物理学会 第76回年次大会で共催シンポジウム「量子クラスターで読み解く物質の階層構造」を開催しました

本新学術領域では、自然界に厳然と存在するクォークから分子に至る物質の階層構造の起源や物質の階層相互をつなぐ法則を、新奇のクラスターの研究を通じて探究してきました。その三年目の年度を終える令和3年3月、日本物理学会第76回年会（オンライン開催）において、実験核物理領域、素粒子論領域、素粒子実験領域、理論核物理領域、領域1との共催の形でシンポジウム「量子クラスターで読み解く物質の階層構造」を開催しました。

プログラムは下記の通りです。中村領域代表による簡単な趣旨説明の後、初田氏（領域外からの

招待講演)は中性子星内部で実現されている高密度核物質中での物理現象、特にダイクォーク凝縮発現と中性子物質の状態方程式に関する最新の理論的研究結果に関する議論を行いました。志垣氏 (A01 班) は CERN-LHC における ALICE 実験の成果を踏まえ、クォーク物質からハドロン物質への相転移についての議論を行いました。大西氏 (A01 班) はエキゾチックハドロンの視点からクォーク・ハドロン、ハドロン・原子核セミ階層解明に向けた最新の実験結果、研究計画を紹介しました。中村氏 (B02 班) は不安定核中に現れるダイニュートロンと呼ばれる新奇の中性子クラスターに関する最新の実験を紹介し、関連する核構造についての議論を展開しました。三輪氏 (B01 班) は J-PARC で実施した最新のハイペロン-核子散乱実験の結果を紹介し、原子核クラスター理解の鍵となる核力に関する議論を行ないました。Schaefer 氏 (C01 班) はクラスター構造に関する量子シミュレーションと言える冷却原子実験を紹介、特に質量差のある少数原子系についての議論を展開しました。大橋氏 (C02 班) は量子流体中での“ずり粘性”に関する最新の理論計算を紹介し、粘性が階層をつなぐ重要な指標となることを示しました。最後に肥山氏 (D01 班) により、エキゾチックハドロンを中心にした理論的研究展開を紹介、特にペンタクォーク候補である Pc が Meson-Baryon 分子、もしくはコンパクトな構造なのかに注目した研究成果についての報告がありました。

シンポジウムは 180 名を超える聴講者があり、階層構造の謎の鍵となるセミ階層やクラスター構造に関する活発な討論が行われ、今後の本領域研究の展開にも繋がるシンポジウムとなりました。

シンポジウムプログラム

- ・ はじめに 中村隆司 (東工大理・物理) 5min.
- ・ 物質階層と中性子星 初田哲男 (理研数理創造プログラム) 40min.
- ・ 高エネルギー原子核衝突で探るクォーク階層とハドロン階層 志垣賢太 (広大理) 25min.
- ・ エキゾチックハドロンやハドロン分子から迫るハドロンセミ階層 大西宏明 (東北大電子光) 25min.
- ・ ハイペロン核子相互作用から探る階層構造 三輪浩司 (東北大理) 25min.
- ・ ダイニュートロンから多中性子クラスターへ 中村隆司 (東工大理・物理) 25min.
- ・ *New frontiers in large mass-imbalance ultracold mixture systems* Schaefer Florina (Kyoto U. Graduate School of Science) 25min.
- ・ フェルミ原子気体におけるずり粘性率と *Kovtun-Son-Starinets* 予想 大橋洋士 (慶大理工) 25min.
- ・ 少数多体系問題の観点からの階層構造 肥山詠美子 (東北大理) 25min.

お知らせ

- ストレンジネス核物理研究会 (7月13—15日)
新学術領域主催の研究会を対面+オンラインのハイブリッド形式で東北大学青葉サイエンスホールで開催予定です。詳細は2021年4月末にアナウンス予定です。