

第32回 理工学部門研究談話会

日時 : 令和 2年 10月21日(水) 13:30~15:00

方法 : Microsoft Teams によるオンライン配信

話題及び提供者

『快適性と耐震性をキーワードとした
木造住宅(建築)の技術開発』

野口 昌宏

『極低温原子気体で極限世界を探る』

田島 裕之

『白鳳丸世界一周航海 HEAW30 と
南大洋の古海洋変動研究』

池原 実

教職員, 大学院生, 学生, 一般の方々のご参加をお待ちしております
(お問い合わせ: ryooka@kochi-u.ac.jp)

1) はじめに

「木造」と聞くと、何をイメージするでしょうか？住んでいる家、実家、大きな地震が来るたびにニュースでみる倒壊した古い昭和の木造住宅の映像、または、新国立競技場や住友林業が発表した超高層木造ビル構想でしょうか？木造をやっているというと、「後ろ向きだね」といわれることもあります。しかし、「前を向いて」やっています。「木造住宅の地震防災や新しいビル建築の開発を通して、安全で快適な建築・街・社会の実現を目指します。」を大事にして、現在、学生さんと企業と共同で行っている、「住んでいる人の目線に立った木造住宅の耐震補強法の開発」と「部材の高強度化を切り口にした木造ビルを目指した技術開発」を紹介いたします。

2) 目標：「DIY 感覚で自分できる安くて簡易な耐震補強方法を開発し、木造住宅の耐震性の問題の解決」

高知県も、南海トラフの巨大地震が来るといわれて久しいですが、昭和に建てられた古い木造住宅のほとんどは耐震性が低いにもかかわらず、耐震補強は一向に進んでいません。耐震補強が進まない理由は、耐震補強工事の費用が高いこと、工事によって生活環境を乱されたくないことなどが言われていますが、熊本地震の被害調査に行ったときに、住んでいる人の視点（ニーズ）と建築構造技術者や技術開発を行っている研究者の視点（シーズ）が思いっきりずれていることが根っこにあることに気づきました。技術者側は、50年から60年前の古い昭和のかなり劣化した住宅を、その後2回も耐震基準が変わった、現在の耐震基準や工法に合わせるように補強しようとするため、耐震補強には約200万円程度かかる。住んでいる人は、住宅の耐震補強に100万円以上だせるとする人は4%、平均すると20~30万円程度の自己負担ならだせるといふ、高知県のアンケート調査もあります。ニーズとシーズの間に10倍程度のお金のギャップがあります。耐震補強にかかる費用のうち、人件費がかなりの割合を占めていますので、今の「大工が耐震補強の工事する」から、「自分で日曜大工気分（DIY）で耐震補強工事をする」に文化を変えることができると、20~40万円くらいで耐震補強が出来る可能性があります。4年くらい前から、そういうコンセプトで行っている技術開発を紹介します。

3) 目標：『木造に限界はない！？コンクリートで作れるものは木造でも作れる、快適で安全な木造ビル建築をビル建築の標準に。』

CO2の削減や軽量化による耐震性向上、健康な空間の実現などの観点から、ここ数年で、海外で17階建てのマンション、国内で10階建てのマンションが木造で建てられ、一部の建築家やゼネコンの中で木造建築物の高さを競う競争が起こっています。しかし、木材は、戸建て住宅の建築材料としては、十分なかたさや強度はありますが、鉄筋コンクリートや鋼材に比べて柔らかく・弱いので、複数階を持つ中大規模木造建築の場合には、鉄骨の2倍以上の過大な断面となり、外見はいいが、内部に大きすぎる部材がきて、空間としてせまく重たい印象の快適とは言えない空間・部屋になる場合があります。また、試設計すると、木造にすることで軽量化できると思っていたが、逆に鉄骨より重くなってしまい、耐震性が落ちてしまうこともあります。木造ビル建築を目指した部材の高強度化の開発例も一部紹介します。

極低温原子気体で極限世界を探る

田島裕之(数学物理学科)

私たちの身の回りの物質は、電子やクォークといった素粒子によってできています。こうした素粒子は量子力学に従うことが知られており、その性質を明らかにすることが現代物理学の中心課題の一つと言えます。20 世紀に提唱された量子力学は、今や超伝導体や半導体などのように工学分野に大きな影響を与えている他、中性子星のような高密度天体の命運をも左右します。

近年、極低温原子気体と呼ばれる人工量子気体を用いることでその性質を探るという新しいアプローチが注目を集めています。この気体は温度、密度、粒子間相互作用などに対し高い制御性を誇り、2001 年には極低温原子気体を用いたボース・アインシュタイン凝縮を実現したケターレ、コーネル、ワイマンらにノーベル物理学賞が贈られました。実験の進展は目覚ましく、その 3 年後にあたる 2004 年にはフェルミ粒子系の超流動も実現されました。さらに、フェルミ粒子間の引力相互作用を強くすることで弱結合フェルミ超流動から強束縛分子ボース気体のボース・アインシュタイン凝縮へクロスオーバー的に移り変わるという極限状態の性質も明らかとなりました。こうした強結合フェルミ超流動は、高温超伝導体や中性子星内部の超流動体と本質的に近いものであることが期待されており、極低温原子気体の物性と他の系への応用が国内外で精力的に研究されています。

本談話会では、極低温原子気体および他の量子物質への応用に関するこれまでの理論研究をご紹介します。

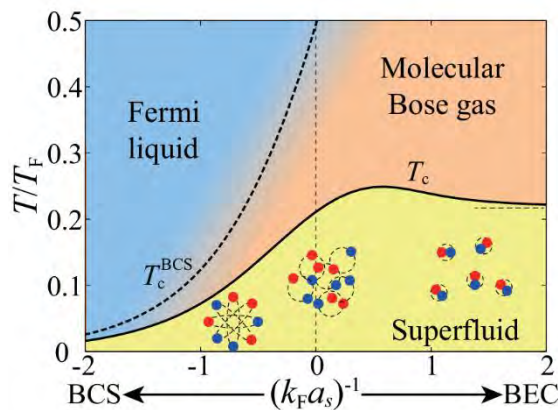


図 1: 2 成分フェルミ原子気体の相図。縦軸は温度 T 、横軸は成分間引力相互作用を特徴づける散乱長 a_s の逆数であり、右側が弱結合 (Bardeen-Cooper-Schrieffer, BCS) 領域、左側が強結合 (Bose-Einstein condensate, BEC) 領域に対応する。実線は超流動相転移温度 T_c を表しており、弱い引力の元での BCS 理論の結果 T_c^{BCS} から分子ボース気体の BEC 転移温度へ移り変わる。 T_F 、 k_F はフェルミ温度、フェルミ運動量であり、粒子数密度から決まる平均粒子間距離を特徴づける量。

白鳳丸世界一周航海 HEAW30 と南大洋の古海洋変動研究

池原 実 (海洋コア総合研究センター)

学術研究船「白鳳丸」の2度目の世界一周航海(HEAW30)が2019年度に行われました。最初の世界一周航海は白鳳丸が就航した1989年に行われており、今回は就航30周年記念航海として提案されたものです。私は提案者の一人としてこの航海を企画し、全国の研究者からボトムアップで提案された多くの課題と観測項目を基に航海計画を調整し、延べ100名以上の研究者と技術者が乗船した世界一周航海が実現しました。白鳳丸は2019年10月に東京港を出港し、約5ヶ月間かけて東回りで南半球を一周して、海洋表層の動植物プランクトンや微生物組成、マイクロプラスチックなどの分布を調べたり、南極大陸の周りで作られる南極底層水の広がり方や気候変動との関係を明らかにするための調査を行いました。南極半島からスコチア海に至る海域は未探査の海溝や断裂帯も多く、いくつかの断裂帯において行われた深海カメラ付き岩石ドレッジでは、テクトニクス解明のための貴重な岩石試料とともに深海に生息するナマコなどの底生生物も回収しています。これらの生物標本の中からは、ゴカイ類のクマノアシツキ科の新種が発見され、早速白鳳丸にちなんで *Flabelligena hakuhoae* という名前がつけられました(Jimi et al., 2020)。

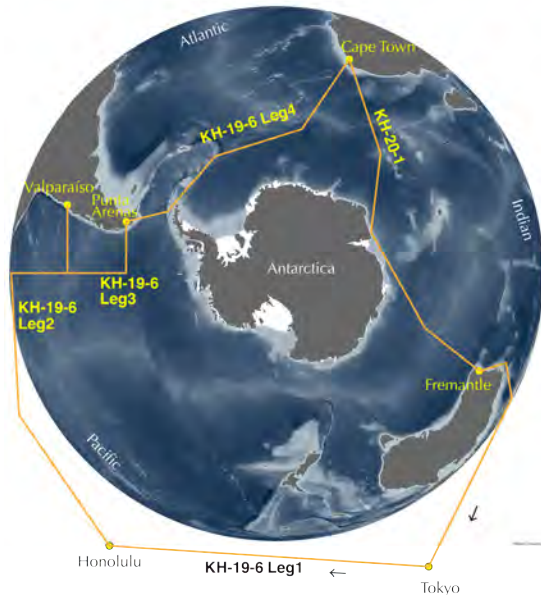
私が乗船した後半の2つの航海(KH-19-6 Leg4, KH-20-1)では、南大洋の古海洋変動研究のための観測と試料採取が実施され、計12地点で延べ130m近い長さの海洋コアを採取して持ち帰りました。コロナ禍の影響でコアの解析は遅れ気味ですが、海洋コア総合研究センターにおいてX線CTスキャナやマルチセンサーコアロガーなどの非破壊計測を行うとともに個別の分析試料のサンプリング作業を行い、本格的な研究に取り組み始めているところです。特に、南極半島西方の西ブランスフィールド海峡で採取されたコアPC01は、完新世における南極半島氷床の変動の復元が期待され、サウスサンドイッチ海溝の東方で採取されたPC07やPC08では、Iceberg Alleyと呼ばれるウェッデル海灣奥部から流出する東南極氷床由来の氷山の増減、つまり、南極氷床の融解変動史の復元が期待されています。一方、東南極ケープダンレー沖では、南極底層水生成域周辺からセジメントトラップ沈降粒子と海洋コアの採取に成功しました。今後、これらの試料を活用して南極氷床、海氷生産、底層水などの変動を復元することで、南大洋と南極氷床の変動と全球環境変動との関連を理解する研究を行っていく計画です。

白鳳丸就航30周年記念世界一周航海 HEAW30

HEAW30

R/V Hakuho-maru Expedition Around the World, 30th Anniversary

2019/10/16 - 2020/3/5



KH-19-6 Leg1: 2019/10/16 Tokyo ~ 2019/10/26 Honolulu
 KH-19-6 Leg2: 2019/10/29 Honolulu ~ 2019/11/23 Valparaiso
 KH-19-6 Leg3: 2019/11/27 Valparaiso ~ 2019/12/16 Punta Arenas
 KH-19-6 Leg4: 2019/12/20 Punta Arenas ~ 2020/1/16 Cape Town
 KH-20-1: 2020/1/20 Cape Town ~ 2020/2/16 Fremantle
 Transit: 2020/2/19 Fremantle ~ 2020/3/05 Tokyo

2019/10/16 東京出港

KH-19-6 Leg 1 PI 濱崎

KH-19-6 Leg 2 PI 津田

KH-19-6 Leg 3 PI 津田

KH-19-6 Leg 4 PI 池原

KH-20-1 PI 大島

(回航)

2020/03/05 東京帰港

<計 145日間>

<共同利用課題>

- 池原、津田、山口ほか：ウェッデル海～南太平洋における海洋地球科学総合横断観測：白鳳丸30周年記念世界一周航海の実現
- 大島ほか：南大洋インド洋区における熱塩・物質循環の実態と変遷史の解明：ケープダンレー底層水を中心として