

セッション「低温極限での超流動ヘリウム」

招待講演: 異方的超流動・超伝導体における界面量子現象
東谷誠二 広島大

超流動ヘリウム3に代表される異方的超流動・超伝導体の表面や境界面で特徴的に起こる量子現象に関する最近の話題を紹介する。

招待講演: 超音波で探る固体4Heの結晶成長・超流動3Heの表面状態
野村竜司 東工大

我々が超音波を用いて研究している、固体4Heの結晶成長と超流動3Heの表面アンドレーエフ束縛状態についての、二つの話題を発表する。超流動液体から成長する固体4Heは、通常の結晶成長で律速となる質量輸送や潜熱輸送が無視でき、非常に速く成長する。緩和時間が短いため結晶成長の物理を高精度で実験することが可能であり、多くの基礎的・普遍的性質が明らかにされてきた歴史がある。また高速の結晶成長は、通常無視されている微小な擾乱に対して結晶が敏感に反応することを意味する。高温の古典物質では粘性によって隠されていた新現象が、低温極限の量子固体の成長に現れるのである。結晶表面が成長と融解を繰り返すことによる界面波の伝播（結晶化波と呼ばれる）などはその例である。我々は結晶表面に超音波を照射すると、音響放射圧と呼ばれる微小な力により結晶を自由に成長・融解させること成功した。また放射圧で大変形した後の界面の緩和過程で、針状構造や不規則構造が現れることを見出した。界面運動に伴う超流動流に関連した不安定性と思われるが、まだ明確な説明は出来ていない。その他にも、超音波で誘起する結晶核生成、浮力による負結晶の上昇、乱れた媒質中での成長様式の動的転移などについて報告したい。横波音響インピーダンス測定により明らかになった超流動3Heの表面アンドレーエフ束縛状態についても報告する。異方的超伝導体・超流動体では、表面が大きな対破壊効果を持ち、表面近傍で秩序変数が大きく抑制されることが知られている。その空間変化する秩序変数により準粒子が束縛され、表面近傍に低エネルギー準粒子状態が生じる。これが表面アンドレーエフ束縛状態であり、異方的超伝導体・超流動体に固有な表面状態である。超伝導体においてはトンネル分光が可能であり、ゼロバイアス・コンダクタンスピークとして観測されていた。電荷を持たない超流動3Heの表面状態は、適当な表面プローブが無いためほとんど実験的研究が進んでいなかったが、我々の行った横波音響インピーダンス分光により表面束縛状態の詳細が明らかになってきた。壁の鏡面度を大きくするにしたがい束縛状態のバンド巾が広がることや、準粒子が運動量に線形な分散関係を持つらしいことが分ってきた。近年P波超流動体のアンドレーエフ束縛状態を、量子（スピン）ホール系物質などに現れるギャップレスエッジ状態と対応させて考えることができるとされ、新たに注目を集めている。さらにP波超流動体の表面状態は、粒子と反粒子が等価なマヨラナ粒子と見なすことが出来るとも指摘されている。その線形分散関係はマヨラナコーンと呼ばれている。音響インピーダンス測定により、表面マヨラナ粒子の特徴の一つである線形分散関係が見えていると思われる。

最近の超流動ヘリウムの話題

新しい実験結果により、超流動速度と常流動速度などの2流体モデルの理解が深まったきた。この中での中心的な対象は渦である。超流動ヘリウム3の実験から渦に関する話をいくつかする。

セッション（一般講演）（1）

超伝導磁気浮上を用いた低周波重力波検出器

石徹白晃治 KEK

重力波とは一般相対性理論が予言する光速で伝搬する時空の歪みである。重力波を用いると光で観測できない、初期宇宙の様子や天体内部のコアのダイナミクスを直接観測できると考えられている。現在、100Hz帯域の重力波の直接検出器を目指して世界各地で大型干渉計型重力波検出器の開発が進んでいる。また、宇宙に干渉計型重力波検出器を建設し、1 - 100mHzの重力波を狙う計画もある。そのような背景のもと、我々は独自に0.1Hz帯域の重力波を狙う新しい重力波検出器(振れ型重力波検出器)を提案した。本検出器は特に超伝導磁気浮上を応用することで、実用的な感度(ブラックホール起源の重力波に対して数Gpc程度の観測レンジ)を実現することができると期待される。本講演では、振れ型重力波検出器の原理を述べ、プロトタイプ実験の結果を紹介する。

重力波でみる7億光年先の宇宙 宮川 治

東大宇宙線研

岐阜県神岡の鉱山に基線長3kmの地下重力波検出装置LCGTの建設が始まる。重力波は物質との相互作用が非常に小さいため、その検出実験はいわば究極的な精密測定が必要となる。講演ではその基本技術を分かりやすく説明し、ミクロな精密測定が、マクロな宇宙の重力波にどうつながるかを話すつもりである。

セッション「高圧、強磁場の極限環境と有機伝導体」(1)

招待講演：固体中のディラック電子
小形正男 東大

セッション「高圧、強磁場の極限環境と有機伝導体」(2)

招待講演：超高圧で見られる元素の超伝導
清水克哉 阪大

超高圧の極限環境下では、超伝導現象の普遍性や物質の可能性を見ることができる。講演では、元素における超伝導現象を例にこの普遍性や可能性を追求した研究を紹介する

有機伝導体がみせる高圧、強磁場下の物性
村田恵三 大阪市大

セッション（一般講演）(2)

Vortex lattice for a holographic superconductor
前田健吾 芝浦工大

AdS/CFT対応の物性理論への応用として超伝導体を取り上げ、アブリコソフ渦糸格子解を重力理論を用いて再現する。特に、長波長近似の下では、渦糸格子が三角格子になっているとき最も最適な解であることを示す。また、電場中での渦糸格子の運動に伴う散逸現象を調べ、TDGL方程式との比較を行う。

原子気体ボース・アインシュタイン凝縮におけるタキオン凝縮
竹内宏光 大阪市大

最近の我々の研究により、2成分ボース・アインシュタイン凝縮におけるドメイン壁と超弦理論におけるDブレーンの両者が、良い対応関係にあることが明らかになった。超弦理論において、Dブレーンと反Dブレーンの衝突はタキオン凝縮とよばれる不安定現象によって説明されており、この現象が宇宙の始まりであるビッグバンとして理解できる、という面白い提案がなされている。本公演では、2成分凝縮体におけるタキオン凝縮であるドメイン壁の衝突において何が起こるのかを明らかにする。

セッション「極限サイズとしての金属固体表面」

招待講演：金属表面の科学—薄膜成長と合金相形成—
福田常男 大阪市大

セッション（一般講演）（3）

極限ブラックホールの近くにおいて粒子の衝突エネルギーは本当に無限大に出来るのか？
木村匡志 大阪市大

高速回転ブラックホール付近での天体の高速衝突
原田知広 立教大

最大回転するKerrブラックホールの地平線付近で無限遠で静止している二つの粒子が衝突することを考えると、一方の粒子の各運動量を微調整すると、いくらでも大きな重心系エネルギーが達成されたとする提案が最近なされた。本講演では、この提案を大幅に一般化して、その宇宙物理学的な意義を明らかにする。

ブラックリング周りの粒子の運動
伊形尚久 大阪市大

近年盛んに研究されているブレーンワールドモデルは、我々の住む4次元時空がより高次元時空に埋め込まれた膜(ブレーン)であると解釈し、余剰次元サイズの大きい時空が矛盾なく許容される点で特徴的である。このモデルが注目を集めている理由として、近年運用を開始したCERNのLarge Hadron Collider加速器実験において、陽子衝突により加速器内に高次元ブラックホールの生成の可能性が指摘されていることが挙げられる。加速器実験で形成の可能性が示唆されている高次元ブラックホールは、ブレーンの影響が無視できるほど小さいとすれば、漸近的平坦解(ブラックホールから十分離れると重力場の影響は無視できる)がモデルとして良い近似になる。高次元一般相対論の漸近的平坦なブラックホール解には、球状の回転ブラックホール解とリング形状のブラックリング解が存在する。4次元真空時空の定常ブラックホールは質量・角運動量のみで特徴付けられる球状回転ブラックホール唯一に限られるが、ブラックリング解の存在は、高次元時空においてブラックホールの一意性が成り立たないことを示している。したがってブラックホールを同定するには質量・角運動量の情報のみならず、主に粒子軌道などに反映される周辺の重力場に関する情報が必要である。本研究ではブラックリング時空における粒子の安定束縛軌道に着目した。高次元時空における球状ブラックホール周りを運動する粒子には安定円軌道が存在しないことが知られている一方で、ブラックリング時空には安定束縛軌道が存在し、特にリング形状に依存して任意に大きいサイズの束縛軌道が存在するということが明らかになった。本発表ではブラックリング時空における粒子の安定束縛軌道の存在領域とリング形状パラメーターの関係性や回転ブラックホール時空の粒子軌道との違いについて議論する。