

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		マイクロ波を用いた分子ボーズ凝縮体生成			
研究テーマ (欧文) AZ		Molecular Bose-Einstein condensate using microwave association			
研究氏 代表名 者	カタカナ CC	姓) トウジョウ	名) サトシ	研究期間 B	2009 ~ 2010 年
	漢字 CB	東條	賢	報告年度 YR	2011 年
	ローマ字 CZ	Tojo	Satoshi	研究機関名	学習院大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		東條 賢, 学習院大学, 助教			
<p>概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)</p> <p>希薄原子気体においてナノケルビン領域で実現できるボースアインシュタイン凝縮体(ボーズ凝縮体)は100μm程度の巨視的なスケールをもつコヒーレントな物質波として研究に用いられてきた。一方、格段に多くの内部自由度を有する分子のボーズ凝縮体の研究は、一般に磁場や光を用いた遷移を用いるが、高精度磁場制御の困難さや光照射による原子数の減少など問題が多く残っている。本研究では⁸⁷Rb 原子ボーズ凝縮に対しマイクロ波遷移を用いた分子ボーズ凝縮の安定生成を目指し、それを用いた物質波および超流動の研究を行うことを目的とした。</p> <p>安定した分子ボーズ凝縮生成のためには、高安定な原子ボーズ凝縮生成が必要である。原子の内部自由度を利用するための光トラップ改善を行った。多くの原子を非断熱的にトラップするために光源の改良を行い、これまで可能だった2\times10⁵個程度の保持から5\times10⁵個まで改善し、原子数安定度も10%以下まで実現できた。</p> <p>次に分子ボーズ凝縮の実現を目指した。原子ボーズ凝縮から分子ボーズ凝縮への遷移に原子数減少の影響を無視できるマイクロ波を用いたが、近隣を通る電車等による環境磁場変動の影響が大きく安定した分子生成が実現困難であることがわかった。そこでマイクロ波により複数のスピン状態を用意し、特定磁場に操作することで起こるフェッシュバツハ共鳴を利用し分子生成を行い、分子を用いた超流動性の研究を目指した。フェッシュバツハ共鳴時では分子と原子状態が結合し、原子間相互作用を変化させることが知られている。また2成分の原子ボーズ凝縮体間の混合度は原子間相互作用の大小関係によって決まり超流動性を制御できる。この原子-分子間のフェッシュバツハ共鳴を利用して、基底状態2成分の原子ボーズ凝縮体の混合度(相分離か混合か)変化の観測にはじめて実現し、分子ボーズ凝縮体を利用した超流動性の制御に成功した。さらに相分離の可視化と理論計算の比較によって、変化した原子間相互作用を求める新しい手法を提案した。</p>					
キーワード FA	量子エレクトロニクス	ボーズ凝縮実験	低温物性	量子流体	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入して下さい）									
雑誌	論文標題 GB	Controlling phase separation of binary Bose-Einstein condensates via mixed-spin-channel Feshbach resonance							
	著者名GA	S. Tojo 他5名	雑誌名GC	Physical Review A					
	ページGF	033609-1~ 033609-5	発行年GE	2	0	1	0	巻号 GD	82
雑誌	論文標題 GB								
	著者名GA		雑誌名GC						
	ページGF	~	発行年GE					巻号 GD	
雑誌	論文標題 GB								
	著者名GA		雑誌名GC						
	ページGF	~	発行年GE					巻号 GD	
図書	著者名HA								
	書名HC								
	出版者HB		発行年HD					総ページ HE	
図書	著者名HA								
	書名HC								
	出版者HB		発行年HD					総ページ HE	

欧文概要EZ（ワープロ作成原稿の切り貼りで結構です。）

We investigate controlled phase separation of a binary Bose-Einstein condensate in the proximity of a mixedspin-channel Feshbach resonance in the $|F = 1, mF = +1\rangle$ and $|F = 2, mF = -1\rangle$ states of ^{87}Rb at a magnetic field of 9.10 G. The spin states can be prepared by using a microwave transition between different hyperfine states ($F = 1, 2$). The scattering length can be changed by the Feshbach resonance which occurs energy matching between atomic and molecular states. Phase separation occurs on the lower-magnetic-field side of the Feshbach resonance while the two components overlap on the higher-magnetic-field side. The Feshbach resonance curve of the scattering length is obtained from the shape of the atomic cloud by comparison with the numerical analysis of coupled Gross-Pitaevskii equations.

Our method for determination of the scattering length can be used for not only spectroscopic states but also nonspectroscopic states, and it is powerful technique for the high-density regime in both identical and different isotopes. Miscibility control via a mixed-spin-channel Feshbach resonance will open up new possibilities for multicomponent quantum fluids, such as controlled quantum phase transition between miscible and immiscible phases with precise tuned scattering lengths. In addition, this technique can be applied for a precise measurement of a magnetic field below submilligauss range in cases when the scattering length curves are well known. Furthermore, the Feshbach resonance technique can be applied for control of the scattering length of molecular condensates.