

# GCOE 国際会議 報告書

2009年7月13日

文責：高橋義朗

開催会議名：Cold Atoms and Molecules：Collisions, Field-Effects, and Applications

開催日時：2009年6月23日～26日

開催場所：京都大学基礎物理学研究所 パナソニック国際交流ホール

主催：National Science Foundation

後援：National Science Foundation

京都大学グローバルCOE

財団法人 松尾学術振興財団

実行委員会メンバー：

Nick Bigelow (ローチェスター大学・教授)

Chad Fertig (ジョージア大学・助教授)

Hossein R. Sadeghpour (ハーバード大学スミソニアン宇宙物理学センター・教授)

Phillip Stancil (ジョージア大学・助教授)

上田正仁 (東京大学大学院理学系研究科・教授)

香取秀俊 (東京大学大学院工学系研究科・准教授)

高橋義朗 (京都大学理学研究科・教授)

参加者数 (合計 81 名)：内訳を必ず下記へ記入のこと

アメリカ (19 人)、日本 (62 人)

主な招待講演者：氏名 所属 出身国

John Doyle (ハーバード大学 アメリカ)

Chad Fertig (ジョージア大学 アメリカ)

Hidetoshi Katori (東京大学 日本)

Takashi Mukaiyama (電気通信大学 日本)

Masahito Ueda (東京大学 日本)

Katsunari Enomoto (富山大学 日本)

Robert Forrey (ペンシルバニア大学 アメリカ)  
Timur Tscherbul (ハーバード大学 アメリカ)  
Eric Hudson (カリフォルニア大学 アメリカ)  
Hossein Sadeghpour (ハーバード大学 アメリカ)  
Hirofumi Sakai (東京大学 日本)  
Yasunori Yamazaki (東京大学 日本)  
Paul Julienne (N I S T メリーランド大学 アメリカ)  
Jonathan Weinstein (ネバダ大学 アメリカ)  
Heather Lewandowski (コロラド大学 アメリカ)  
Gary Douberly (ジョージア大学 アメリカ)  
Hideto Kanamori (東京工業大学 日本)  
Tom Bergeman (ニューヨーク州立大学 アメリカ)  
Shin Inouye (東京大学 日本)  
Brian Sawyer (コロラド大学 アメリカ)  
Nick Bigelow (ローチェスター大学 アメリカ)  
Naduvath Balakrishnan (ネバダ大学 アメリカ)  
Peng Zhang (ハーバード大学 アメリカ)  
Masatoshi Kajita ((独)情報通信研究機構 日本)  
Franco Nori ((独)理化学研究所 日本)

## 会議の意義、内容、成果等の概要

本研究会では、外場操作でマイクロ温度( $\mu\text{K}$ )からナノ温度(nano-K)領域における原子・分子間相互作用の理解とその制御法の確立について最近の成果を報告し情報交換すると同時に、本研究会を通じて、当該分野について若手の研究者を育成しようというものである。

マイクロケルビンからナノケルビン領域における原子間・分子間相互作用制御は現在化学物理や分子物理において最も注目されている課題である。相互作用に深く関与する原子分子の並進運動を外場の導入で操作・制御し、超極低速やあるいはその極限としてのトラップされた分子の実験も実施できるようになった。さらに Stark 減速、光会合や He バッファーガス磁場冷却法などの技術的発展により超極低温且つコヒーレントな化学反応実験も可能となり、いわゆる超極冷却-超化学 (Ultracold- and super-chemistry) と呼ばれる新領域が開発されつつある。分子の振動・回転状態もマイクロ温度領域まで冷却されるようになり、また分子配向・整列制御も可能になり、単一分子の分光や単一分子のみの化学反応の研究も視野に入り、今までの分子配向についての平均化された情報ではなく、より厳密に量子状態を規定した真の反応ダイナミックスの知見を得る事ができるようになった。しかし、上に述べたここ数年の実験技術の大きな飛躍に比べ、マイクロケルビンからナノケルビン領域における化学反応過程とその外場制御による基礎研究は、日米両国がこの分野で世界のトップレベルにあるとはいえ、まだ始まったばかりといっても過言ではない。

4 日間にわたる本研究会における招待講演、ポスター講演、さらに、discussion により、分子制御法の実験技術の優れた日本チームと理論研究の実績のある米国チームとで超極低温領域における単一分子超精密分光や単一分子化学反応の詳細な知見と外場による反応制御・操作についての共同に情報交換を行うことができ、今後も世界のリーダーとして研究を主導していくうえで、大変有意義であった。また、教育面でも、招待講演のうち、チュートリアルなセッションを設けて、大学院生およびポスドク向けに 1.5 時間の講演を 3 つ設けた。これにより、当該分野に興味をもつ若手研究者に、十分な基礎知識を教育する機会となり、本グローバル COE が目指す大学院生の教育にも大きな役割を果たすことができた。さらに、研究会の様子は、ビデオに録画しており、これを、誰でも見るように準備をしている。これにより国内はもとより、世界に向けて成果を発信することを可能としている。また、極性分子のボース・アインシュタイン凝縮が、本研究会の最先端トピックスとなっていたが、これはまさに、「最先端フロンティア推進事業 d) 新量子凝縮相の物理」に相当している。

## 参加者

名前	所属	身分
Naduvath Balakrishnan	Department of Chemistry University of Nevada Las Vegas	助教授
Tom Bergeman	Department of Physics and Astronomy State University of New York	教授
Nick Bigelow	Department of Physics and Astronomy and Laboratory for Laser Energetics University of Rochester	教授
Gary Douberly	Department of Chemistry University of Georgia	助教授
John Doyle	Department of Physics Harvard University	教授
Chad Fertig	Department of Physics and Astronomy University of Georgia	助教授
Robert Forrey	Department of Physics The Pennsylvania State University	教授
Eric Hudson	Department of Physics and Astronomy University of California - Los Angeles	助教授
Paul Julienne	Joint Quantum Institute NIST and the University of Maryland	教授
Heather Lewandowski	JILA University of Colorado	助教授
Hossein Sadeghpour	ITAMP Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics	教授
Brian Sawyer	JILA University of Colorado	博士課程
Timur Tscherbul	ITAMP Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics	研究員
Jonathan Weinstein	Department of Physics University of Nevada Reno	助教授
Peng Zhang	ITAMP Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics	研究員
Phillip Stancil	Department of Physics and Astronomy and the Center for Simulational Physics University of Georgia	助教授
Wesam H. el-Qadi	Department of Physics and Astronomy and the Center for Simulational Physics University of Georgia	博士課程
Patrick Zabawa	Department of Physics and Astronomy and Laboratory for Laser Energetics University of Rochester	博士課程
Josh Hughes	Department of Physics and Astronomy University of Georgia	博士課程
榎本勝成	富山大学理学部	助教
井上 慎	東京大学大学院工学系研究科総合研究機構	准教授
梶田雅稔	(独)情報通信研究機構 次世代ネットワーク研究センター	主任研究員
金森英人	東京工業大学大学院理工学研究科	准教授
香取秀俊	東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻	准教授
向山 敬	電気通信大学 先端領域教育研究センター	特任准教授
Franco Nori	(独)理化学研究所 デジタル・マテリアル研究チーム	チームリーダー
上田正仁	東京大学大学院理学系研究科	教授
山崎泰規	東京大学大学院総合文化研究科	教授
酒井広文	東京大学大学院理学系研究科	准教授
高橋雅裕	岡山大学大学院 自然科学研究科	D3
熊倉光孝	福井大学大学院 工学研究科	准教授
正木晶子	首都大学東京 理工学研究科	D1
Geetha Gopakumar	首都大学東京 理工学研究科	特任研究員
渡辺元太郎	理化学研究所	基礎科学特別研究員
東條 賢	学習院大学理学部	助教
田邊達良	学習院大学 自然科学研究科	M2
田口義久	学習院大学 自然科学研究科	M1
青木貴稔	東京大学大学院総合文化研究科	助教
武村尚友	東京大学大学院理学系研究科	M2
柴藤亮介	首都大学東京 理工学研究科	M2
Peng Zhang	JST ERATO 上田プロジェクト	研究員
Pascal Naidon	JST ERATO 上田プロジェクト	研究員
野口篤史	東京工業大学大学院理工学研究科	M1

Iulia Buluta	(独)理化学研究所 デジタル・マテリアル研究チーム	客員研究員
竹内宏光	大阪市立大学大学院理学研究科数物系専攻	D3
富永真太郎	京都大学大学院 人間・環境学研究科 阪上研究室	M2
大久保章	慶応義塾大学佐々田研究室	D1
大坪望	慶応義塾大学佐々田研究室	M2
田中一将	京都大学大学院 人間・環境学研究科 木下俊哉研究室	M1
柴山均	日本大学大学院 理工学研究科	D2
田熊邦郎	京都大学理学研究科化学	研究員
仲田 光樹	京都大学	M1
川上 則雄	京都大学大学院理学研究科	教授
吉田 恒也	京都大学大学院理学研究科	M1
蔡 恩美	東京大学大学院工学系研究科	D1
作道 直幸	京都大学大学院理学研究科	D2
野田 数人	京都大学大学院理学研究科	D1
藤原 祐介	京都大学大学院理学研究科	D3
畠山 雄気	京都大学大学院理学研究科	M1
矢内 隼人	京都大学大学院理学研究科	M1
足立安比古	京都大学理学部	4回生
小笠原 誠	京都大学	学生
中村 正人	日本大学量子科学研究所	准教授
小若 泰之	京都大学大学院理学研究科	M2
芦澤 則孝	京都大学大学院理学研究科	学生
鋤田 雄介	富山大学	M2
高橋 義朗	京都大学大学院理学研究科	教授
高須 洋介	京都大学大学院理学研究科	助教
植竹 智	京都大学大学院理学研究科	特定研究員
山崎 歴舟	京都大学大学院理学研究科	特定研究員
並木 亮	京都大学大学院理学研究科	特別研究員
岡野 真之	京都大学大学院理学研究科	D3
加藤 真也	京都大学大学院理学研究科	D2
原 秀明	京都大学大学院理学研究科	D1
柴田 康介	京都大学大学院理学研究科	D1
田家 慎太郎	京都大学大学院理学研究科	M2
村松 真臣	京都大学大学院理学研究科	M2
田中 慎一郎	京都大学大学院理学研究科	M1
村上 亮	京都大学大学院理学研究科	M1
濱口 直孝	京都大学大学院理学研究科	M1
Hadrien kurkjian	京都大学大学院理学研究科	招へい研究員

# Program

## June23(Tuesday) Ultracold atoms/Feshbach resonances

8:40- 8:50	Yoshiro Takahashi	Introductory remarks
8:50- 9:00	Phillip Stancil	Mineo Kimura Remembrances
9:00-10:00	1 John Doyle	(Plenary Talk) Cold and Ultracold Molecules and Buffer-gas Cooling
10:00-10:45	2 Chad Fertig	Dipolar spinor Bose gases in optical lattices
10:45-11:00	<b>Break</b>	
11:00-11:45	3 Hidetoshi Katori	Optical lattice clocks toward $10^{-17}$ uncertainty
11:45-12:30	4 Takashi Mukaiyama	Formation of p-wave Feshbach molecules in an ultracold gas of $^6\text{Li}$ atoms
12:30-14:00	<b>Lunch</b>	
14:00-14:45	5 Masahito Ueda	Topological Excitations in Bose-Einstein Condensates
14:45-15:30	6 Katsunari Enomoto	Optical Feshbach resonances of ytterbium atoms
15:30-16:00	<b>Discussions</b>	
16:00-17:30	T1 John Doyle	(Tutorial Talk) Molecules, the Real Basics
18:30-	<b>Conference dinner/reception</b>	

## June24(Wednesday) Collisions and external field effects

9:00- 9:45	7 Robert Forrey	Ultracold non-reactive scattering, predissociation and collision induced dissociation
9:45-10:30	8 Timur Tscherbul	External field control of molecular collision dynamics at low temperatures
10:30-10:45	<b>Break</b>	
10:45-11:30	9 Eric Hudson	Method for the production of ultracold molecular ions
11:30-12:15	10 Hossein Sadeghpour	Formation of ultracold and ultralong Rydberg dimers: a new kind of molecular bond

12:15-14:00	<b>Lunch</b>	
14:00-14:45	11 Hirofumi Sakai	Recent progress in the orientational control of gas-phase molecules
14:45-15:30	12 Yasunori Yamazaki	Antihydrogen Synthesis for the CPT symmetry test: Listen to the whisper of the nature
15:30-17:30	<b>Poster Session</b>	
17:30-19:00	T2 Paul Julienne	(Tutorial Talk) Understanding ultracold atomic and molecular collisions

## June25(Thursday) Ultracold molecules

9:00- 9:45	13 Jonathan Weinstein	Cold collision experiments with anisotropic atoms and molecules
9:45-10:30	14 Heather Lewandowski	Cold Atom-Molecule Collisions
10:30-10:45	<b>Break</b>	
10:45-11:30	15 Gary Douberly	Spectroscopy of Molecular Clusters in 0.4 Kelvin Helium Nanodroplets
11:30-12:15	16 Hideto Kanamori	Cold molecules obtained by He buffer gas cooling and Stark velocity filter
12:15-14:00	<b>Lunch</b>	
14:00-14:45	17 Tom Bergeman	Building Databases of Alkali Dimer Quantum Level Energies to Facilitate Production of Ultracold Molecules
14:45-15:30	18 Shin Inouye	Toward Production of quantum degenerate Bosonic polar molecules $^{41}\text{K}^{87}\text{Rb}$
15:30-16:15	19 Brian Sawyer	Magnetically trapped polar molecules as collision targets
16:15-17:30	<b>Discussions</b>	
17:30-19:00	T3 Nick Bigelow	(Tutorial Talk) Making Cold Molecules from Cold Atoms: the Photoassociation Approach

## June26(Friday) ultracold molecule and beyond

9:00- 9:45	20	Naduvalath Balakrishnan	Ultracold Reactive Scattering
9:45-10:30	21	Peng Zhang	Electronic Structures and Vibrational Spectra of the ground and low-lying excited states of LiYb
10:30-10:45		<b>Break</b>	
10:45-11:30	22	Masatoshi Kajita	Detection of variance in $m_p/m_e$ by the precise measurement of cold trapped molecules
11:30-12:00	23	Student talk	
12:00-12:45	24	Franco Nori	Designing superconducting qubit circuits that exhibit atomic-physics-like phenomena on a chip
12:45-		<b>Workshop ends</b>	