

6-5 光分子科学研究領域

光分子科学第二研究部門

大 森 賢 治（教授）（2003 年 9 月 1 日着任）

DE LÉSÉLEUC, Sylvain（特任准教授）

富田 隆文（助教）

周 鳥居 諭来（特任助教）

松原 卓也（特任助教）

田村 光（特任助教）

BHARTI, Vineet（特任研究員）

CHAUHAN, Vikas Singh（特任研究員）

JAUNET-LAHARY, Titouan（特任研究員）

岡田 満哉（特別訪問研究員）

藤川 武敏（特命専門員）

川本 美奈子（特任専門員）

鈴木 光一（特任専門員）

牧野 茜（特任専門員）

松尾 友紀子（特任専門員）

犬飼 和久（特任専門員）

酒井 志帆（特任専門員）

伊神 賢人（特任専門員）

POITRINAL, Martin（インターンシップ）

TETTEKPOE, Jean-Samuel（インターンシップ）

MARTIN, Romain（インターンシップ）

VILLELA ESCALANTE, Rene Alejandro（インターンシップ）

DENECKER, Tom（インターンシップ）

梅岡 雅人（インターンシップ）

PRAVONGVIENGKHAM, Methkam（インターンシップ）

北出 聡太（インターンシップ）

渡部 元輝（インターンシップ）

GUILLEMANT, Oscar（インターンシップ）

DUBON, Joaquin（インターンシップ）

GANESAN, Karthikeyan（インターンシップ）

MAITY, Arnab（インターンシップ）

CHAUHAN, Anjali（インターンシップ）

STAINER, Lea-Marina（インターンシップ）

WEDOWSKI, Roxana（インターンシップ）

KOCIK, Robin（インターンシップ）

KETAIAM, Kittisak（インターンシップ）

SIRIWORAKOONCHAI, Phatwarach（インターンシップ）

BRAUN, Eduard（インターンシップ）

TRAUTMANN, Arno（インターンシップ）

WEBER, Sebastian (インターンシップ)
ROUSSEL, Mathis (インターンシップ)
LERICHE, Axel-Ugo (インターンシップ)
TIRUMALASETTY PANDURANGA, Mahesh (大学院生)
田中 愛登 (大学院生)
中井 愛里 (技術支援員 (派遣))
片岡 賢輔 (技術支援員 (派遣))
西岡 稚子 (事務支援員)
越田 陽子 (事務支援員)
山岸 芽衣 (事務支援員)

A-1) 専門領域：量子物理学，量子コンピュータ，量子シミュレータ，原子分子光物理学，物理化学

A-2) 研究課題：

- a) アト秒精度のコヒーレント制御法の開発
- b) 量子論の検証実験
- c) コヒーレント分子メモリーの開発
- d) 分子ベースの量子情報科学
- e) 強レーザー場非線形過程の制御
- f) バルク固体の極限コヒーレント制御
- g) 超高速量子シミュレータの開発
- h) 超高速量子コンピュータの開発

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) コヒーレント制御は，物質の波動関数の位相を操作する技術である。その応用は，量子コンピューティングや結合選択的な化学反応制御といった新たなテクノロジーの開発に密接に結び付いている。コヒーレント制御を実現するための有望な戦略の一つとして，物質の波動関数に波としての光の位相を転写する方法が考えられる。例えば，二原子分子に核の振動周期よりも短い光パルスを照射すると，「振動波束」と呼ばれる局在波が結合軸上を行ったり来たりするような状態を造り出す事ができる。波束の発生に際して，数フェムト秒からアト秒のサイクルで振動する光電場の位相は波束を構成する各々の振動固有状態の量子位相として分子内に保存されるので，光学サイクルを凌駕する精度で光の位相を操作すれば波束の量子位相を操作することができる。我々はこの考えに基づき，独自に開発したアト秒位相変調器（APM）を用いて，二つのフェムト秒レーザーパルス間の相対位相をアト秒精度で操作するとともに，このパルス対によって分子内に発生した二つの波束の相対位相を同様の精度で操作する事に成功した。さらに，これらの高度に制御された波束干渉の様子を，ピコメートルレベルの空間分解能とフェムト秒レベルの時間分解能で観測する事に成功した。
- b) APMを用いて，分子内の2個の波束の量子干渉を自在に制御する事に成功した。また，この高精度量子干渉をデコヒーレンス検出器として用いる事によって，熱的な分子集団や固体中の電子的なデコヒーレンスを実験的に検証した。さらに，固体パラ水素中の非局在化した量子状態（vibron）の干渉を観測し制御する事に成功した。
- c) 光子場の振幅情報を分子の振動固有状態の量子振幅として転写する量子メモリーの開発を行なった。ここでは，フェムト秒光パルス対によって分子内に生成した2個の波束間の量子位相差をアト秒精度で操作し，これらの干渉の結果生成した第3

の波束を構成する各振動固有状態のポピュレーションを観測することによって、光子場の振幅情報が高精度で分子内に転写されていることを証明することができた。また、フェムト秒光パルス対の時間間隔をアト秒精度で変化させることによって波束内の固有状態のポピュレーションの比率を操作できることを実証した。さらに、固体パラ水素中の振動量子状態 (vibron) の位相情報の2次元分布を操作し可視化することによって、固体2次元位相メモリの可能性を実証することに成功した。

- d) 分子メモリを量子コンピュータに発展させるためには、c) で行ったポピュレーション測定だけでなく、位相の測定を行う必要がある。そこで我々は、c) の第3の波束の時間発展を別のフェムト秒パルスを用いて実時間観測した。これによって、ポピュレーション情報と位相情報の両方を分子に書き込んで保存し、読み出すことが可能であることを実証した。振動固有状態の組を量子ビットとして用いる量子コンピュータの可能性が示された。さらに、分子波束を用いた量子フーリエ変換を開発した。
- e) 分子の振動波束を構成する振動固有状態の振幅と位相を強レーザー場で制御することに成功した。
- f) バルク固体中の原子の超高速2次元運動をフェムト秒単位で制御し画像化する新しい光技術を開発した。
- g) ほぼ絶対零度 (~50 ナノケルビン) まで冷やした極低温のルビジウム原子をミクロンレベルで整列させた人工原子結晶にアト秒精度のコヒーレント制御法を適用することによって、3万個の粒子の量子多体問題を近似無しに1ナノ秒 (ナノ = 10^{-9}) 以内でシミュレートできる世界唯一・最速の「超高速量子シミュレータ」を開発することに成功した。それぞれ異なる研究分野で発展してきた「超高速化学」と「極低温物理」の手法を融合させた世界初の試みであり、材料科学・固体物理・溶液化学など広範囲の領域に波及効果を及ぼす新しい方法論として期待されている。
- h) 上記の人工原子結晶とアト秒精度のコヒーレント制御法を組み合わせた世界唯一・最速の「超高速量子コンピュータ」の開発を進めており、新規特許出願3件を行っている。

B-1) 学術論文

V. BHARTI, S. SUGAWA, M. MIZOGUCHI, M. KUNIMI, Y. ZHANG, S. DE LÉSÉLEUC, T. TOMITA, T. FRANZ, M. WEIDEMÜLLER and K. OHMORI, “Picosecond-Scale Ultrafast Many-Body Dynamics in an Ultracold Rydberg-Excited Atomic Mott Insulator,” *Phys. Rev. Lett.* **131**, 123201 (12 pages) (2023). DOI: 10.1103/PhysRevLett.131.123201

V. BHARTI, S. SUGAWA, M. KUNIMI, V. S. CHAUHAN, T. P. MAHESH, M. MIZOGUCHI, T. MATSUBARA, T. TOMITA, S. DE LÉSÉLEUC and K. OHMORI, “Strong Spin-Motion Coupling in the Ultrafast Quantum Many-Body Dynamics of Rydberg Atoms in a Mott-Insulator Lattice,” *arXiv* 2311.15575 (2023). DOI: 10.48550/arXiv.2311.15575

B-3) 総説、著書

富田隆文, シルヴァン ド レゼルック, 大森賢治, 「単一原子をレーザー制御する超高速量子コンピュータ 特集 “2022 年日本の光学研究”」, *光学*, **52(6)**, (2023).

富田隆文, 松原卓也, シルヴァン ド レゼルック, 大森賢治, 「冷却リユードベリ原子列の超高速レーザー制御 超高速量子コンピュータへの展開」, *応用物理*, **93(2)**, 89–95 (2024).

B-4) 招待講演 (* 基調講演)

大森賢治, 「量子スピード限界で動作する冷却原子型・超高速量子コンピュータ」, 第3回量子コンピューティング EXPO (春), 東京ビッグサイト, 東京都江東区, 2023年5月.

大森賢治, 「量子スピード限界で動作する冷却原子型・超高速量子コンピュータ」, 第7回 SEMI 量子コンピュータ協議会, SEMI Japan, 東京都千代田区, 2023年5月.

大森賢治,「Ultrafast quantum simulation and quantum computing with ultracold atom arrays at quantum speed limit」, 13th RIKEN QUANTUM COMPUTING (RQC) Colloquium, 理化学研究所, 埼玉県和光市, 2023年6月.

大森賢治,「量子スピード限界で動作する冷却原子型・超高速量子コンピュータ」, マイクロフotonics研究会 第10回レーザー学会「小型集積レーザー」専門委員会, 分子科学研究所, 愛知県岡崎市, 2023年9月.

大森賢治,「量子スピード限界で動作する冷却原子型・超高速量子コンピュータ」, あいちモノづくりエキスポ 2023, Aichi Sky Expo, 愛知県常滑市, 2023年10月.

大森賢治,「量子力学に残された100年の謎に迫る」, 真和中学・高等学校文化記念講演会, 真和中学校・高等学校, 熊本県熊本市, 2023年10月.

大森賢治,「量子スピード限界で動作する冷却原子型・超高速量子コンピュータ」, VACUUM2023真空展併設真空フォーラム・シンポジウム, 東京ビッグサイト, 東京都江東区, 2023年12月.

大森賢治,「量子力学100年の謎と超高速量子コンピュータへの挑戦」, 第32回豊田理研懇話会, 豊田理化学研究所井口洋夫記念ホール, 愛知県長久手市, 2023年12月.

大森賢治,「アト秒ナノメートル領域の時空間光制御に基づく冷却原子量子シミュレータの開発と量子計算への応用」, 光・量子飛躍フラッグシッププログラム (Q-LEAP) 第6回シンポジウム, 伊藤国際学術研究センター, 東京都文京区, 2024年2月.

大森賢治,「世界に羽ばたく大森量子コンピュータ・スタートアップいよいよ始動へ」, 三菱UFJ銀行, 麹町ガーデンタワー, 東京都千代田区, 2024年3月.

大森賢治,「アト秒ナノメートル領域の時空間光制御に基づく冷却原子量子シミュレータの開発と量子計算への応用」, ムーンショット目標6公開シンポジウム 2024, ベルサール秋葉原, 東京都千代田区, 2024年3月.

K. OHMORI, “Ultrafast Quantum Computing with Ultracold Atom Arrays at Quantum Speed Limit,” 17th International Conference on Squeezed States and Uncertainty Relations (ICSSUR 2023), Taipei (Taiwan), June 2023. * (オープニングセレモニープレナリー講演)

K. OHMORI, “Ultrafast quantum simulation and quantum computing with ultracold atom arrays at quantum speed limit,” Colloquium Lecture, Institute of Atomic and Molecular Sciences (IAMS), Taipei (Taiwan), June 2023.

K. OHMORI, “Japan’s Policy on Quantum Technology and Innovation,” Online Training: Quantum Technology for Policymakers, EU Quantum Flagship, Online, July 2023.

K. OHMORI, “Large-scale and high-coherence fault-tolerant quantum computer with dynamical atom arrays,” Moonshot Goal 6 International Symposium 2023, Tokyo (Japan), July 2023.

K. OHMORI, “Ultrafast quantum simulation and quantum computing with ultracold atom arrays at quantum speed limit,” ICPEAC (International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions) 2023, Ottawa (Canada), July 2023. * (オープニングセレモニープレナリー講演)

K. OHMORI, “Ultrafast quantum simulation and quantum computing with ultracold atom arrays at quantum speed limit,” The 15th Femtochemistry Conference—Dynamics of Complex Molecular Processes in Chemistry, Biology & Physics (FEMTO15), Berlin (Germany), August 2023.

K. OHMORI, “Ultrafast quantum simulation and quantum computing with ultracold atom arrays at quantum speed limit,” 11th Bonn Humboldt Award Winners’ Forum 2023 “Quantum Science: from Foundations to Instrumentation,” The Wolfgang Paul Lecture Hall, Kranz Parkhotel Siegburg, Bonn, Siegburg (Germany), October 2023.

K. OHMORI, “Ultrafast quantum simulation and quantum computing with ultracold atom arrays at quantum speed limit,” Friedrich-Alexander-Universität Physics Colloquium, Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen (Germany), November 2023.

K. OHMORI, “Ultrafast quantum simulation and quantum computing with ultracold atom arrays at quantum speed limit,”
Extraordinary invited talk, Peter Grünberg Institut Forschungszentrum Jülich, Jülich (Germany), November 2023.

B-5) 特許出願

US2023/0281498A1, 「量子シミュレーターおよび量子シミュレーション方法 (Quantum Simulator and Quantum Simulation Method)」, 酒井寛人 (浜松ホトニクス), 大森賢治 (自然科学研究機構), 安藤太郎 (浜松ホトニクス), シルヴァン ドレゼルク, 富田隆文, 素川靖司 (自然科学研究機構), 大竹良幸, 豊田晴義 (浜松ホトニクス), 2021 年. (公開日 2023 年 9 月 7 日)
US2023/0317309A1, 「量子シミュレーターおよび量子シミュレーション方法 (Quantum Simulator and Quantum Simulation Method)」, 酒井寛人 (浜松ホトニクス), 大森賢治 (自然科学研究機構), 安藤太郎 (浜松ホトニクス), シルヴァン ドレゼルク, 富田隆文, 素川靖司 (自然科学研究機構), 大竹良幸, 豊田晴義 (浜松ホトニクス), 2021 年. (公開日 2023 年 10 月 5 日)

B-6) 受賞, 表彰

Sylvain de LÉSÉLEUC, 第 12 回自然科学研究機構若手研究者賞 (2023).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

European Science Foundation (ESF), ESF College of Expert Reviewers (2018–).

European Commission, HORIZON 2020, EU Future and Emerging Technologies, Scientific and Industrial Advisory Board (SIAB) (2017–).

Center for Quantum Engineering, Research and Education (CQuERE), TCG, CREST (India), Scientific Advisory Board (2021–).
日本分光学会代議員 (2022–).

欧州研究会議 (European Research Council: ERC, EU) パネル評価者／外部評価者 (2007–).

学会の組織委員等

原子・分子・光科学 (AMO) 討論会プログラム委員 (2003–).

iSAP HAMAMATSU (International Symposium on Advanced Photonics) 組織委員 (2016–).

米国ゴードン研究会議 (Gordon Research Conference: GRC, USA) “Quantum Control of Light and Matter,” 2023 議長 (2019–2023) (2021 議長にて開催予定が Covid-19 パンデミックのため 2023 年に延期).

文部科学省, 学術振興会, 大学共同利用機関等の委員等

文部科学省 科学技術・学術審議会 専門委員 (2015–).

文部科学省 科学技術・学術審議会 量子科学技術委員会 主査代理 (2015–2023), 主査 (2023–).

文部科学省 研究計画・評価分科会 臨時委員 (2023–).

科学技術振興機構・戦略的創造研究推進事業 (CREST) 研究領域「量子状態の高度な制御に基づく革新的量子技術基盤の創出」(研究総括: 荒川泰彦) 領域事後評価委員 (2023–2024).

日本学術振興会 特別研究員等審査会委員等 (2022–2023).

学会誌編集委員

Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics, IOP, UK, Section Editor for Quantum Technologies (2019–) and Executive Editorial Board (2021–).

競争的資金等の領域長等

内閣府「ムーンショット型研究開発制度」,「大規模・高コヒーレンスな動的原子アレー型・誤り耐性量子コンピュータ」,プロジェクト・マネージャー (PM) (2022-).

内閣府「ムーンショット型研究開発制度」,「大規模・高コヒーレンスな動的原子アレー型・誤り耐性量子コンピュータ」,「大規模冷却原子型量子コンピュータプラットフォームの開発および統合」,課題推進者 (PI) (2022-).

文部科学省「光・量子飛躍フラッグシッププログラム (Q-LEAP)」量子情報処理・大規模基礎基盤研究,「アト秒ナノメートル領域の時空間光制御に基づく冷却原子量子シミュレータの開発と量子計算への応用」,研究代表者 (2018-).

理科教育活動

講演講師「量子力学に残された 100 年の謎に迫る」真和中学・高等学校文化記念講演会 (2023).

その他

大森賢治個人で年額 (換算) およそ 17 億円にも上る極めて高額的外部資金を獲得 (上記の「競争的資金等の領域長等」および下記「B-10」競争的資金」の項を参照) することで, 分子研の財政に多大な貢献をもたらすとともに, 分子研の世界的なプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献.

分子研大森グループの量子コンピュータ開発の成果を用いた事業化のニュースが日本経済新聞・朝刊 (2024 年 2 月 27 日) 1 面トップ記事, および日本経済新聞・電子版 (2024 年 2 月 27 日) トップ記事としてハイライトされるとともに, 同日の日本経済新聞・電子版のアクセスランキング「総合」および「朝刊・夕刊から」の両方で首位にランクされた。その他にも読売新聞, 中日新聞, 産経新聞, FNN ニュースなど, 多くのメディアで大々的に報道された。また, 欧米中等, 海外の多くのメディアでも大々的に報道された。これによって分子研の世界的なプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。自然科学研究機構本部と分子科学研究所が中心となり, 分子研大森グループの量子コンピュータ開発の成果を用いた事業化のための協議体「事業化検討プラットフォーム」を立ち上げ, 日本政策投資銀行 (DBJ), 日立製作所, 富士通, NEC, 浜松ホトニクス, 豊田通商, 岡崎信用金庫をはじめとする 12 社の参画を得ている。これによって, 国内外の産業界における分子研のプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

4-6 新聞報道に記載されている通り, NHK, 読売新聞, 日本経済新聞などを始めとする全国区の主要なニュースメディアに度々露出している。特に最近では, 研究成果だけでなく, 読売新聞, 日本経済新聞, NHK, 日経サイエンスなど主要メディアの「人もの記事」に次々に登場している。つい最近にも日本経済新聞の名物インタビュー記事「人間発見」において, 大森の半生を辿った 5 回連載記事が掲載され, 全国的に大きな反響を呼んだ。これらの極めて頻繁な全国区の報道によって, 一般社会に対する分子研のプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。(web ニュース等については, <https://ohmori.ims.ac.jp/kenjiohmori/> を参照)

文部科学省 科学技術・学術審議会 量子科学技術委員会の主査代理 専門委員 (2015-2023), 同委員会の主査 (2023-現在), ならびに文部科学省 研究計画・評価分科会 臨時委員 (2023-現在) として, 量子テクノロジー開発および分子研 UVSOR を含む量子ビーム (放射光施設・大型レーザー施設) 利用推進に関する政策検討に大きく貢献。

量子科学技術分野における世界最高レベルの学術会議である米国ゴードン研究会議 (Gordon Research Conference: GRC, USA) “Quantum Control of Light and Matter” の 2023 年会議 議長, 2021 年会議 議長 (Covid-19 パンデミックのため 2023 年に延期), 2019 年会議 副議長, および GRC の評議会メンバー (2019-2021) として 2017 年から 2023 年の長年に渡り, GRC の運営に貢献することによって, 量子科学技術分野における分子研の国際的なプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。冷却原子型・量子コンピュータ開発において従来技術を一気に 2 桁上回る超高速 2 量子ビットゲート (量子コンピュー

ティングの心臓部である計算素子)を達成し、*Nature Photonics* 2022年10月号の表紙を飾るとともに、日米欧中を中心に世界中の200件以上のニュース報道(2023年10月以降～現在も継続)でハイライトされが、この報道は2023年10月以降も継続している。これらの報道によって分子研の世界的なプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。上記の超高速2量子ビットゲートの成果を受けて、日本の学術会議はもとより、米国を代表する量子技術開発コンソーシアムであるChicago Quantum Exchange (CQE)、シカゴ大学、マサチューセッツ工科大学(MIT)、ハーバード大学などの米国の量子技術開発の最重要拠点の数々や、ドイツのフンボルト財団、ユーリッヒ研究機構、原子物理分野で由緒ある大規模な国際会議ICPEAC(今年の開催地:オタワ)などから、次々にコロキウムや全体講演(Plenary Lecture)等に招待され、世界のアカデミアで大反響を呼んでおり、分子研の世界的なプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。上記の超高速2量子ビットゲートの成果を受けて、応用物理学会機関誌「応用物理」や日本光学会誌「光学」に解説記事が掲載された他、「日本物理学会誌」、自動車技術会誌「自動車技術」などからも、次々に解説記事を依頼されるなど、物理学、光学、自動車技術など様々な研究分野に強烈なインパクトを与え、分子研の全国的なプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

分子研・大森グループと米国を代表する量子テクノロジー企業であるColdQuanta(現Infleqtion)社(<https://coldquanta.com>)との間で量子コンピュータ開発における協業を進めており(2022年2月18日-)、米国の産業界における分子研のプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

NHKより量子をテーマにした取材を継続的に受け、この過程で大森を主役としたNHKテレビ番組(大森グループの超高速量子コンピュータの開発秘話・特集:2023年6月26日おはよう東海「愛知発! 量子コンピューター」/2023年6月20日まるっと「Google超え超高速コンピューター 岡崎発! 量子コンピューター技術」)に出演するなど、一般社会に対する分子研のプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

東京ビッグサイトで開催された第3回量子コンピューティングEXPO(春)(2023年5月11日)において、大森グループの超高速量子コンピュータに関する特別講演を行うことによって、日本の産業界における分子研のプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

2023年5月17日にSEMI Japan(東京・千代田区)に招かれ、大森グループの超高速量子コンピュータに関する招待講演を行うことによって、日本の産業界における分子研のプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

経済産業省からの依頼で、量子コンピュータ開発の現状と展望に関するインタビュー(2023年5月29日)を受けることによって、経済産業省における分子研のプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

理研量子コンピュータセンター(RQC)コロキウム(2023年6月21日)に日本人として初めて招かれ、コロキウム講演を行うことによって、日本の学術界における分子研のプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

EU量子フラッグシッププログラムが主催する各国の政策立案者を対象にした研究会(2023年7月6日)において、米国ホワイトハウスOSTP代表者と共に、日本政府代表者として招かれ、日本の量子技術政策に関する招待講演とパネル討論を行うことによって、世界の量子技術関係者に対する分子研のプレゼンス向上に大きく貢献。

自然科学研究機構・研究基盤戦略会議メンバーに対して、大森グループの超高速量子シミュレータ・量子コンピュータラボの研究開発状況に関するレクチャーおよびラボツアー(2023年9月14日)を行うことによって、自然科学研究機構全体に対する分子研のプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

文部科学省・基礎基盤研究課に対して、大森グループの超高速量子シミュレータ・量子コンピュータラボの研究開発状況に関するレクチャーおよびラボツアー(2023年9月19日)を行うことによって、日本政府に対する分子研のプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

インドを代表する新しい研究機関TCG CREST, The Center for Quantum Engineering Research and Education (CQuERE)のScientific Advisory Board メンバー (2021-) (2024年よりArtur Ekert 英オックスフォード大教授の後任として委員長に就任予定)として、分子研のプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

あいちモノづくりEXPO (2023年10月5日)で招待講演(特別講演)を行うことによって、東海地方の産業界における分子研のプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

熊本市の真和中学校・高等学校で「量子力学 100年の謎と超高速量子コンピュータへの挑戦」に関する招待講演を行うことによって、小中高生世代の啓蒙と分子研の知名度向上に貢献。

中部経済連合会と北海道経済連合会に対して大森グループの超高速量子シミュレータ・量子コンピュータラボの研究開発状況に関するレクチャーおよびラボツアー (2023年10月11日)を行うことによって、中部地方と北海道の産業界・財界における分子研のプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

名古屋市経済局に対して大森グループの超高速量子シミュレータ・量子コンピュータラボの研究開発状況に関するレクチャーおよびラボツアー (2023年11月29日)を行うことによって、名古屋市行政における分子研のプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

日本表面真空学会と日本真空工業会が主催するVACUUM2023 真空展「真空フォーラム・シンポジウム」(東京ビッグサイト, 2023年12月1日)において招待講演を行うことによって、国内の真空関連業界における分子研のプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

豊田理研懇話会において招待講演(2023年12月12日)を行い、史上最多の354名の聴講者に対して「量子力学 100年の謎と超高速量子コンピュータへの挑戦」に関する招待講演を行うことによって、トヨタグループをはじめとする産業界における分子研の知名度向上に大きく貢献。

特許庁からの依頼で、量子コンピュータ開発の現状と展望に関するインタビュー (2024年1月2日)を受けることによって、分子研のプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

真空工業会技術フォーラムに対して、大森グループの超高速量子シミュレータ・量子コンピュータラボの研究開発状況に関するレクチャーおよびラボツアー (2024年2月15日)を行うことによって、分子研のプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

ムーンショット目標6の国際的な知名度向上、世界の研究者への広報活動強化のため、Natureにムーンショット目標6の特集記事が掲載された。その中で、ムーンショット事業の認知度向上に大きく貢献し、注目を浴びている大森プロジェクトは、独立して2ページにわたり取り上げられ(「Orchestrating a quantum leap using cold atoms」, Focal Point on Quantum Computing in Japan, *Nature*, Vol. 626, No. 8001, 雑誌及びオンライン掲載 2024年2月29日), ムーンショット目標6及び分子研のプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

三菱UFJ銀行に対して、大森グループの超高速量子シミュレータ・量子コンピュータラボの研究開発状況に関するレクチャー (2024年3月15日)を行うことによって、分子研のプレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

B-8) 大学等での講義, 客員

Heidelberg University (ドイツ), 客員教授(フンボルト賞受賞者), 2012年-。

B-10) 競争的資金

内閣府「ムーンショット型研究開発制度」, 「大規模・高コヒーレンスな動的原子アレー型・誤り耐性量子コンピュータ」, 大森賢治 (2022年度-2030年度)。

内閣府「ムーンショット型研究開発制度」,「大規模冷却原子型量子コンピュータプラットフォームの開発および結合」, 大森賢治 (2022年度-2030年度).

内閣府「ムーンショット型研究開発制度」,「Novel techniques and tools for high-fidelity operation of a cold-atom based, fault-tolerant, quantum computer」, Sylvain de LÉSELEUC (2022年度-2030年度).

内閣府「ムーンショット型研究開発制度」,「高忠実度ゲート操作および誤り訂正のための光学的・量子制御技術の開発」, 富田隆文 (2022年度-2030年度).

文部科学省「光・量子飛躍フラッグシッププログラム (Q-LEAP)」量子情報処理・大規模基礎基盤研究,「アト秒ナノメートル領域の時空間光制御に基づく冷却原子量子シミュレータの開発と量子計算への応用」, 大森賢治 (2018年度-2028年度).

B-11) 産学連携

共同研究, 浜松ホトニクス (株),「高精度光技術を用いた量子シミュレータの研究」, 大森賢治 (2016年-).

(株) 日立製作所,「動的量子ビットを用いた量子コンピュータの研究」, 大森賢治 (2023年度-).

ColdQuanta, Inc. d.b.a. Infleqion (米国),「超高速量子コンピュータの開発」, 大森賢治 (2023年度-).

C) 研究活動の課題と展望

今後我々の研究グループでは, APM を高感度のデコヒーレンス検出器として量子論の基礎的な検証に用いると共に, より自由度の高い量子位相操作技術への発展を試みる。そしてそれらを希薄な原子分子集団や凝縮相に適用することによって, 「アト秒量子エンジニアリング」と呼ばれる新しい領域の開拓を目指している。当面は以下の5テーマの実現に向けて研究を進めている。

- ① デコヒーレンスの検証と抑制: デコヒーレンスは, 物質の波としての性質が失われて行く過程である。量子論における観測問題と関連し得る基礎的に重要なテーマであるとともに, テクノロジーの観点からは, 反応制御や量子情報処理のエラーを引き起こす主要な要因である。その本質に迫り, 制御法を探索する。
- ② 量子散逸系でのコヒーレント制御の実現: ①で得られる知見をもとにデコヒーレンスの激しい凝縮系でのコヒーレント制御法を探索する。
- ③ 原子・分子ベースの量子情報科学の開拓: アト秒精度の超高速コヒーレント制御技術によって, 原子・分子内の電子・振動固有状態を用いるユニタリ変換とそれに基づく量子情報処理の確立を目指す。さらに, 単一原子・分子の操作・読み出し技術の開発を進める。
- ④ 超高速量子シミュレータの開発: ほぼ絶対零度 (~50 ナノケルビン) まで冷やした極低温のルビジウム原子をミクロンレベルで整列させた人工原子結晶とアト秒精度の超高速コヒーレント制御技術を組み合わせた世界唯一・最速の「超高速量子シミュレータ」のさらなる高機能化を目指す。
- ⑤ 超高速量子コンピュータの開発: 極低温のルビジウム原子をミクロンレベルで整列させた人工原子結晶とアト秒精度の超高速コヒーレント制御技術を組み合わせた世界唯一・最速の「超高速量子コンピュータ」の開発を進める。

これらの研究の途上で量子論を深く理解するための何らかのヒントが得られるかもしれない。その理解はテクノロジーの発展を促すだろう。我々が考えている「アト秒量子エンジニアリング」とは, 量子論の検証とそのテクノロジー応用の両方を含む概念である。