

4-5 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 LÉSELEUC, Sylvain（准教授（兼任））

富田 隆文（助教）

松原 卓也（特任助教）

田村 光（特任助教）

CHAUHAN, Vikas Singh（特任研究員）

JAUNET-LAHARY, Titouan（特任研究員）

KUMAR SINGH, Pushpander（特任研究員）

SRAKAEW, Kritsana（特任研究員）

TIRUMALASETTY PANDURANGA, Mahesh（特任研究員）

MAGRO, Valentin Nicolas Walter（特任研究員）

LIENHARD, Vincent（特任研究員）

LORANCA CRUZ, Luisa Fernanda（招へい研究員）

岡田 満哉（特別訪問研究員）

仲田 公明（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）

鈴井 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）

西岡 稚子（特任専門員）

越田 陽子（特任専門員）

ANTHOINE-MILHOMME, Valentin Timothée（特任専門員）

SCHMID, Maximilian Otto（インターンシップ）

MEMBREZ, Gaetan（インターンシップ）

PINOCHE, Berengere（インターンシップ）

MICAGLIO, Giorgio（インターンシップ）

KAWATA, Shun（インターンシップ）

PARKPROM, Pongpol（インターンシップ）

DESMURS, Fabien（インターンシップ）

VAN-EIMERN, Moritz（インターンシップ）

UDOMMAI, Parinya（インターンシップ）

MARCELINO, Maximilien（インターンシップ）

SENOUCI, Sami（インターンシップ）

VIDOR, Guilhem（インターンシップ）

GODARD, Theo（インターンシップ）

GIANGRECO, Lorenzo（インターンシップ）

KOCIK, Robin（大学院生）

DENECKER, Tom (大学院生)
HASSANALY, Sapna (大学院生)
KECIR, Omar (大学院生)
ANTONIO, Jorge (大学院生)
渡部 元輝 (大学院生)
小田川 陽陸 (大学院生)
新川 聖也 (大学院生)
鶴田 笑子 (技術支援員 (派遣))
佐藤 琢美 (技術支援員 (派遣))
山岸 芽衣 (事務支援員)
久樂 由莉耶 (事務支援員)
武井 美緒 (事務支援員 (派遣))
八幡 菜穂子 (事務支援員 (派遣))

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 (AMO) 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次元位相メモリーの可能性を実証することに成功した。
- d) 分子メモリー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4件を行っている。

B-1) 学術論文

K. NISHIMURA, H. SAKAI, T. ANDO, T. TOMITA and S. DE LÉSÉLEUC, “Optimization-Based Hologram Design for Fine Optical Tweezer Arrays and Extension of Super-Resolution Criteria,” *Phys. Rev. A* **113**(1), 013119 (2026). DOI: 10.1103/xhb8-jlxh

V. LIENHARD, R. MARTIN, Y. T. CHEW, T. TOMITA, K. OHMORI and S. DE LÉSÉLEUC, “Generation of Motional Squeezed States for Neutral Atoms in Optical Tweezers,” *Phys. Rev. Lett.* **135**(25), 253404 (2025). DOI: 10.1103/3kwz-ny2h

M. KUNIMI and T. TOMITA, “Proposal for Realizing Heisenberg-Type Quantum-Spin Models in Rydberg-Atom Quantum Simulators,” *Phys. Rev. A* **112**(5), L051301 (2025). DOI: 10.1103/c97b-my2w

C. NILL, S. DE LÉSÉLEUC, C. GROß and I. LESANOVSKY, “Resonant Stroboscopic Rydberg Dressing: Electron-Motion Coupling and Multi-Body Interactions,” *Phys. Rev. A* **111**(4), L041104 (2025). DOI: 10.1103/PhysRevA.111.L041104

T. DENECKER, Y. T. CHEW, O. GUILLEMANT, G. WATANABE, T. TOMITA, K. OHMORI and S. DE LÉSÉLEUC, “Measurement and Feedforward Correction of the Fast Phase Noise of Lasers,” *Phys. Rev. A* **111**(4), 042614 (2025). DOI: 10.1103/PhysRevA.111.042614

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中性原子型・超高速量子コンピュータ」, 2026年第73回応用物理学会春季学術講演会, 東京科学大学大岡山キャンパス本館, 東京都目黒区, 2026年3月.

大森賢治,「中性原子型誤り耐性量子コンピュータ」, ムーンショット目標6公開シンポジウム2026～誤り耐性型汎用量子コンピュータの実現を目指して～, ベルサール秋葉原, HALL A/B, 東京都千代田区, 2026年3月.

大森賢治,「将来への展望」,「アト秒の日」(10月18日)登録記念式典, 東京大学先端科学技術研究センター ENEOSホール, 東京都目黒区, 2025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」, JASIS2025分析機器・科学機器総合展トピックスセミナー「量子コンピュータ」, 幕張メッセ, 千葉県千葉市, 2025年9月.

大森賢治,「量子力学100年の謎」, 大阪・関西万博スペシャルトーク『攻殻機動隊×量子コンピュータ』(EXPO2025 SPECIAL TALK『GHOST IN THE SHELL』×『QUANTUM COMPUTER』)特別講義, 大阪・関西万博EXPO メッセ「WASSE」 「エンタングル・モーメントー [量子・海・宇宙] ×芸術」展ステージ, 大阪府大阪市, 2025年8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」, 電子情報通信学会 システムナノ技術に関する特別研究専門委員会主催第6期第2回研究会「量子情報分野におけるナノ構造・制御技術」, オンライン開催, 2025年6月.

K. OHMORI, “Ultrafast quantum computing with ultracold atom arrays at quantum speed limit,” Physikalisches Kolloquium, Emmy-Noether-Campus, Universität Siegen, Siegen (Germany), January 2026.

K. OHMORI, “Ultrafast quantum computing with ultracold atom arrays at quantum speed limit,” International Conference on Quantum Information Science and Technology (ICQIST 2025), CQuERE, TCG CREST, Kolkata (India) (Hybrid), December 2025.* (Plenary talk)

K. OHMORI, “Ultrafast quantum computing with ultracold atom arrays at quantum speed limit,” Optica Incubator on Petahertz Electronics, Optica Global Headquarters, Washington D.C. (USA), November 2025.

K. OHMORI, “Ultrafast quantum computing with ultracold atom arrays at quantum speed limit,” JQI (Joint Quantum Institute) Special Seminar, The Physical Sciences Complex at the University of Maryland, College Park (USA), November 2025.

K. OHMORI, “Ultrafast quantum computing with ultracold atom arrays at quantum speed limit,” 2nd Japan-Denmark Symposium On Practical Quantum Computing, Hillside Terrace, Hillside Plaza, Tokyo (Japan), October 2025.

K. OHMORI, “Ultrafast quantum computing with ultracold atom arrays at quantum speed limit,” 2nd International Workshop on Quantum Information Engineering (QIE2025), Okinawa Institute of Science and Technology, Seaside House, Onna, Okinawa (Japan), October 2025.

K. OHMORI, “Ultrafast quantum computing with ultracold atom arrays at quantum speed limit,” Quantum Control of Light and Matter Gordon Research Conference (GRC), Salve Regina University, Newport (USA), August 2025.

K. OHMORI, “Large-scale and high-coherence fault-tolerant quantum computer with dynamical atom arrays,” Moonshot Goal 6 Session in Quantum Innovation 2025, Congrès Square Grand Green Osaka, Osaka (Japan), August 2025.

K. OHMORI, “Ultrafast quantum computing with ultracold atom arrays at quantum speed limit,” The Rochester Conference on Coherence and Quantum Science (CQS-12), Sloan Auditorium, University of Rochester, Rochester (USA), June 2025.

K. OHMORI, “Ultrafast quantum computing with ultracold atom arrays at quantum speed limit,” Optics & Photonics International Congress 2025, PACIFICO Yokohama, Kanagawa (Japan), April 2025.* (Plenary talk)

B-5) 特許出願

出願

PCT/JP2024/044357, 「パルス光出力システム, パルス光出力方法, 中性原子励起方法及び量子コンピュータ装置」, 松原卓也, シルヴァン ド レゼルック, 富田隆文, 素川靖司, 大森賢治 (自然科学研究機構), 2024 年.

登録

US/12580093, 「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 レゼルック, 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), 2023 年. (登録日 2026 年 3 月 17 日)

B-6) 受賞, 表彰

TIRUMALASETTY PANDURANGA, Mahesh, レーザー学会学術講演会第46回年次大会論文発表奨励賞 (2026).

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–).

Center for Quantum Engineering, Research and Education (CQuERE), TCG, CREST (India), Scientific Advisory Board (2021–), 委員長 (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) (2024–).

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–).

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

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–).

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「先端国際共同研究推進事業 (ASPIRE)」量子技術領域, 「冷却原子型量子コンピュータ」, 日本側研究代表者 (2024–).

経済産業省「ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業」, 「繰り返し量子誤り訂正を可能とする Dual-Yb 型量子コンピュータの開発」プロジェクト, 分子研チーム研究開発統括 (2025–).

理科教育活動

科学技術振興機構日本未来館常設展示「量子コンピュータ・ディスク」監修協力 (2025). (富田隆文)

講演講師「光ピンセット中性原子 量子コンピュータ」文部科学省 第一線の講師陣と量子技術を学ぶサマースクール 2025 (OIST) (2025). (富田隆文)

ワークショップ「Focused workshop on atom move」量子コンピュータ関連研究者及び学生の技術交流 (2026). (Sylvain de LÉSÉLEUC, 富田隆文)

その他

内閣府・ムーンショット型研究開発事業・目標 6「誤り耐性型汎用量子コンピュータ」第 1 期 (2022 年 11 月–2025 年度) および第 2 期 (2026–2030 年度) のプロジェクトマネージャーとして、極めて高額の外部資金を獲得 (「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、分子研の世界的な知名度・プレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

内閣府・ムーンショット型研究開発事業・目標 6「誤り耐性型汎用量子コンピュータ」のステージゲート審査 (2025 年 10 月 6 日) に合格することによって、第 1 期 (2022 年 11 月–2025 年度) に引き続き、第 2 期 (2026–2030 年度) のプロジェクトマネージャーにも任命され、分子研のプレゼンス向上と研究力アピール、および財政に大きく貢献。

文科省・光・量子飛躍フラッグシッププログラム Q-LEAP (2018–2027 年度) の大規模基礎基盤研究の研究代表者として、高額の外部資金を獲得 (「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、分子研の世界的な知名度・プレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

文科省「先端国際共同研究推進事業 (ASPIRE)」において、日本–ドイツ共同研究「量子技術」領域 (2024–2029 年度) の研究代表者に任命され、高額の外部資金を獲得 (「B-10」競争的資金) の項を参照) することで、分子研の国際的なプレゼンス向上と研究力アピール、および財政に大きく貢献。

経産省・ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業における「繰り返し量子誤り訂正を可能とする Dual-Yb 型量子コンピュータの開発」プロジェクトの分子研チーム研究開発統括 (2025–2027 年度) に任命され、高額の外部資金を獲得 (「B-10」競争的資金) の項を参照) することで、分子研のプレゼンス向上と研究力アピール、および財政に大きく貢献。

大森ムーンショットプロジェクト第 1 期の最大の成果の一つとして、日本初・世界でも数少ない中性原子型のフルスタック量子コンピュータを大森が率いる分子研チームが中心となって完成させた。現在、細部の最終調整中であるが、既に社会的に大きな注目を集めており、一般社団法人量子技術による新産業創出協議会 Q-STAR ご一行 (2026 年 2 月 27 日) をはじめとして様々な企業や報道機関らが視察に来所された。これらによって、産学官のさまざまな分野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。

文科省、講談社、自然科学研究機構、分子研の共催によって、2025 年 8 月 15 日、大阪・関西万博における大森と押井守監督 (映画 GHOST IN THE SHELL / 攻殻機動隊) とのスペシャルトークショー (冒頭で大森による「量子力学 100 年の謎」についての講演) が開催された。当日は立ち見溢れる超満員の盛況となった。これによって分子研の世界的な知名度・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、2023 年 10 月よ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 13 社、および 1 国立研究所産総研 G-QuAT の参画を得るとともに、会社設立のためのさまざまな議論や準備活動を進め 2025 年 4 月 1 日、国内初となる中

性原子型・量子コンピュータのハード開発を行う株式会社 Yaqumo の設立に繋がった(これに伴って同協議体は当初目的達成の上、解散)。

8-3 情報発信に記載されている通り、過去 1 年に限っても日本経済新聞(4 度紙面に掲載)、中日新聞などをはじめとする全国的な主要ニュースメディアに度々露出しており、また、米国科学誌サイエンスの中性原子型・量子コンピュータ特集記事に数少ない世界のリーダーとして取り上げられるなど国際的にも大きく注目されている。さらに、大阪・関西万博における攻殻機動隊・押井守監督とのスペシャルトークショーへの大森の出演など、これらの継続的かつ多様な媒体における報道によって、一般社会に対する分子研の知名度・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・科学技術・学術審議会・量子科学技術委員会の主査(2023-2025)、主査代理・専門委員(2015-2023)、ならびに文部科学省・研究計画・評価分科会・臨時委員(2023-2025)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。同審議会での大森の任期は 10 年ルールにより 2025 年度で公式には終了したが、その後も文部科学省からの要請で、同省の科学技術政策へのアドバイザーとして貢献を継続している(2026 年 3 月現在)。これによって、日本政府における分子研の知名度・プレゼンス向上に大きく貢献。

中性原子型・量子コンピュータ開発において従来技術を一気に 2 桁加速する超高速 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(2022 年 8 月以降-現在も継続)でハイライトされ、この成果に関連して、米国 Science 誌 2025 年 7 月 10 日号の中性原子型・量子コンピュータ特集記事で数少ない世界のリーダーの一人としてハイライトされるなど、関連報道が現在も継続している(web ニュース等については、<https://ohmori.ims.ac.jp/kenjiohmori/> を参照)。これらの報道によって分子研の世界的な知名度・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等、大森ムーンショット量子コンピュータの開発の進展を受けて、日本の学術会議や大型の産業展示会等をはじめ、横浜で開催された国際会議 Optics & Photonics International Congress 2025 (プレナリー講演)、ドイツのジューゲン大学コロキウム、インドの TCG CREST にて開催の International Conference on Quantum Information Science and Technology (ICQIST) 2025 (プレナリー講演)、米国ロチェスターで開催された 6 年に 1 度の伝統ある国際会議 CQS-12 Rochester Conference on Coherence and Quantum Science (ボードメンバーとしてアジアから唯一招待)、米国 RI 州ニューポートで開催された Gordon Research Conference on Quantum Control of Light and Matter、米国ワシントン D.C. の OPTICA (米国光学会)本部にて開催された Optica Incubator on Petahertz Electronics、米国メリーランド大学にて開催の JQI (Joint Quantum Institute) Special Seminar などから、次々にコロキウムや招待講演に招かれ、世界のアカデミアや産業界で大反響を呼んでおり、分子研の世界的な知名度・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-現在)、米国の産業界における分子研の知名度・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-現在) (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)として、分子研の知名度・プレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

2024 年度に 3 度の政策アクション会議に招かれ、各省・局長級のトップ官僚、あるいは政府系金融機関・幹部を始めとする政財界の実力者らに向けて、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

発状況や事業化に関するレクチャーを行うとともに、それら実力者らと量子コンピュータ開発の現状と展望および関連政策に関する討論を行った。これを契機に引き続き同幹部との関係が継続、我が国の政財界における分子研の知名度・プレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献大きく貢献。

「欧州研究会議 (European Research Council : ERC)」や量子コンピュータ研究開発コンソーシアム「ミュンヘン量子バレー (Munich Quantum Valley : MQV)」などヨーロッパを代表する研究開発助成機関から量子技術関係の数々の大型研究プロポーザルの審査を依頼されるなど、世界的な科学研究コミュニティから大きな信頼を集めており、分子研の知名度・プレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

大手新聞社による分子研・大森グループ訪問・取材(2025年4月16日;予備取材5月20日オンライン)に際して、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を行うことによって、分子研の知名度・プレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

米国サイエンス誌のAdrian Cho 記者による大森へのオンライン取材(2025年5月2日)に際して、自身の量子コンピュータ研究開発に関するレクチャーを行った。この取材に基づいて、米国サイエンス誌 2025年7月10日号の中性原子型・量子コンピュータ特集記事 (FEATURE ARTICLE) 「Atomic explosion」において、世界でも数少ない中性原子型・量子コンピュータ研究開発のリーダーの一人としてフィーチャーされた。これによって世界的な分子研の知名度・プレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

大手通信会社ご一行の分子研・大森グループ訪問(2025年5月15日)に際して、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を行うことによって、分子研の知名度・プレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

大手報道機関の大森へのオンライン取材(2025年7月18日および9月24日)に際して、大森グループの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を行うことによって、分子研の知名度・プレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

日本政府量子コンピュータ施策関係者ご一行の分子研・大森グループ訪問(2025年8月18日)に際して、大森グループ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を行うことによって、分子研の知名度・プレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

日本政府量子コンピュータ施策関係者らの分子研・大森訪問(2025年9月19日)に際して、大森グループ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を行うことによって、分子研の知名度・プレゼンス向上と研究力アピールに大きく貢献。

海外の量子コンピュータスタートアップからのリクエストで面談を行い(2025年11月5日)今後の協力関係の要請を受けた。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。

国際的ベンチャーキャピタルからのリクエストで面談を行い(2025年11月26日)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。

大手新聞会社の取材(2025年12月8日)を受け、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。

ドイツ初の量子コンピュータ・スタートアップ「eleQtron 社」(Siegen 市)の本社に招かれ、視察・面談を行ない、引き続き創業者Christof Wunderlich 氏が教授を務めるSiegen 大学でコロキウム講演を行った(2026年1月22日)。これにより、ドイツの産業界およびアカデミアに対して、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。日本政府量子施策関係者らと面談を行い(2026年3月13日)、今後の日本政府の量子技術政策の立案に貢献するとともに、文科省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。

分子研フルスタック量子コンピュータに関して大手報道機関の取材の取材(2026年3月17日)を受け、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–2027年度)。

文部科学省 先端国際共同研究推進事業 (ASPIRE) 量子技術領域, 「冷却原子型量子コンピュータ」, 大森賢治 (日本側・研究代表者) (2024年度–2029年度)。

経済産業省「ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業 (量子産業化) / ポスト 5G 情報通信システムの開発 / 繰り返し量子誤り訂正を可能とする Dual-Yb 型量子コンピュータの開発」, 大森賢治 (分子研研究総括) (2025年度–2027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 (2022年–)。

共同研究, (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–)。

共同研究, ColdQuanta, Inc. d.b.a. Infleqion (米国), 「Technologies for cold-atom based fault-tolerant quantum computing : Research and development of Quantum Processing Unit (QPU)」, 大森賢治 (2023年度–)。

共同研究, キュエル (株), 「量子コンピュータの制御装置・ミドルウェアの開発」, 大森賢治 (2024年度–)。

共同研究, (株) Yaqumo, 「高度光技術を用いた量子コンピュータに関する研究」, 大森賢治 (2025年度–)。

共同研究, (株) Yaqumo, 「ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業 (量子産業化) / ポスト 5G 情報通信システムの開発 / 繰り返し量子誤り訂正を可能とする Dual-Yb 型量子コンピュータの開発」, 大森賢治 (2025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。