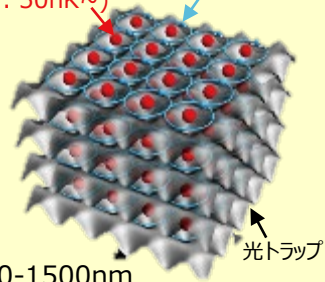


【実施内容】「アト秒ナノメートル領域の時空間光制御に基づく冷却原子量子シミュレータの開発と量子計算への応用」

Q-LEAP量子情報処理技術の「基礎基盤研究課題」として、超伝導や磁性の発現、量子化学計算などの多くの重要な物理科学的な現象解明に応用するため、**冷却原子型量子シミュレーションを実現**（「**超高速量子シミュレータ**」&「**高機能ハバード量子シミュレータ**」）

冷却原子型量子シミュレータ

極低温ルビジウム原子 (温度：50nK) リュードベリ電子



500-1500nm

光トラップ

「超高速量子シミュレータ」

3次元立方格子状に規則配列した⁸⁷Rb原子集団をリュードベリ準位に励起する世界で初めて「リュードベリ原子結晶」を実現。このリュードベリ原子の電子そのものを使って、実在する強相関系物質（固体材料など）の多体電子ダイナミクスシミュレーションの実現に取り組む。



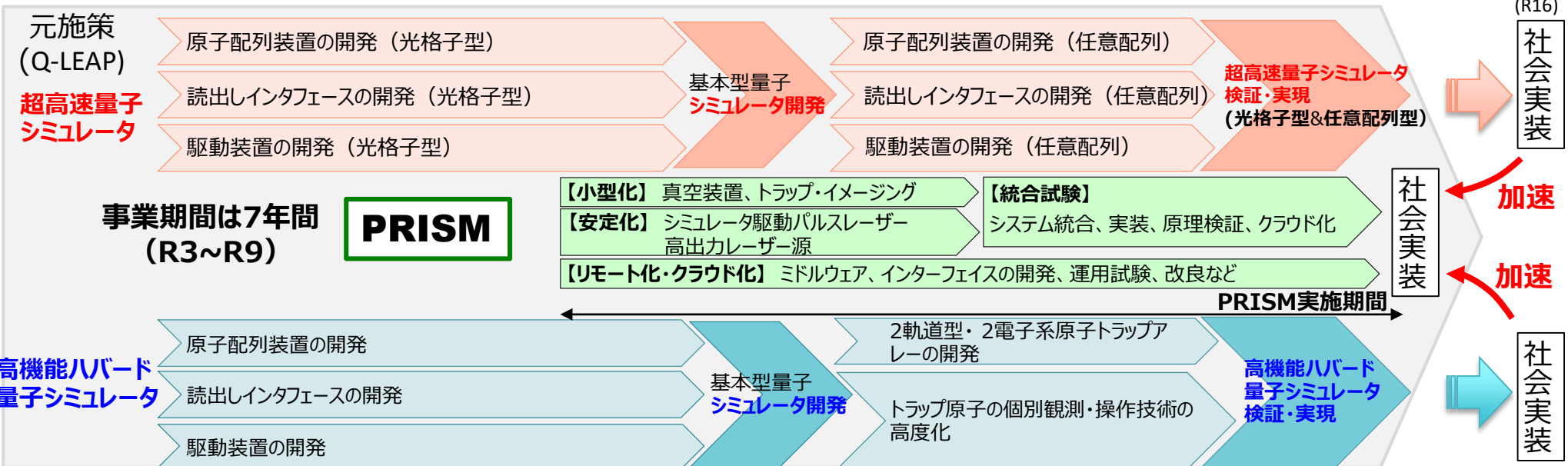
光格子にトラップした超低温イッテルビウムSU(N)フェルミ原子 (温度：～nK)

「高機能ハバード量子シミュレータ」

ハバードモデルに代表される強相関量子多体系のモデルシステムを、光格子中の冷却フェルミおよびボース粒子の量子気体を用いて実装する「高機能ハバード量子シミュレータ」を実現。（原子を電子と見立て、電子のシミュレーションを実施）

「二つの相補的な冷却原子量子シミュレータの開発により定常状態から非平衡ダイナミクスに至る様々な量子多体問題のシミュレーションを実現」

【ロードマップ】 2018 2019 2020 2021(R3) 2022(R4) 2023(R5) 2024(R6) 2025(R7) 2026(R8) 2027(R9) 2034(R16)



元施策 (Q-LEAP) 目標では、冷却原子型量子シミュレータ (超高速量子・高機能ハバード) の実現まで
→ **PRISM導入により「社会実装」を加速 (140百万円/年)**

【背景・現状・実施内容】

Q-LEAP量子情報処理技術領域「基礎基盤研究課題」において、超伝導、磁性、化学反応などの多くの重要な現象のメカニズム解明を目指し、長距離相互作用を利用して動的な非平衡ダイナミクスをシミュレートする「**超高速量子シミュレータ**」や基底状態の短距離相互作用を利用して静的な平衡状態をシミュレートする「**高機能ハバード量子シミュレータ**」を開発中。

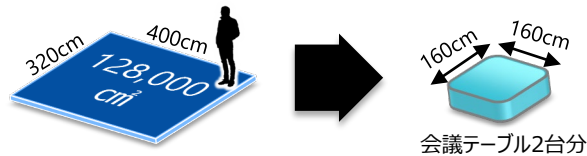
PRISMでは、**装置の小型化、レーザーの安定化、リモート・クラウド化の技術を開発**、さらに用途もシミュレータから量子コンピュータに拡大し、**社会課題解決に応用することを目指す**。

	超高速量子シミュレータ	高機能ハバード量子シミュレータ
特徴	原子内の電子をリドベリ状態にして制御、物質内でおきる多体電子間相互作用によるダイナミクスをシミュレーション	原子を電子と見立て、スピン相関や、高温超伝導など電子間相互作用の効果で性質が大きく変わる物質の電子状態をシミュレーション
対象例	・強相関電子系のダイナミクス ・外部刺激後の非平衡ダイナミクス (光誘起相転移 etc.)	・強相関電子系の相図予測 ・高温超伝導体

【研究開発目標】

量子シミュレータを小型化・安定化・クラウド化して共用、それを応用した量子コンピュータを開発し、社会実装

- 【小型化】装置の小型化 (5分の1に)
→ デスクサイズを実現・ノイズ耐性の向上



導入のハードルを下げる
(自社運用化)

- 【安定化】高出力レーザー安定化技術の開発
→ 計算精度の向上、長時間安定化、自動調整機構の構築
メンテナンスフリーに



- 【リモート・クラウド化】リモート・クラウド化技術の開発・適用問題の拡大
→ クラウド化実現、自社運用化の促進

ユーザー拡大



量子シミュレータ装置製造・販売

冷却原子量子シミュレータ (理科学メカ)

ソフトウェア開発

量子アプリケーション開発 (スタートアップ企業)

学術・産業利用

- ・電子の挙動の解明 (電子材料メカ)
- ・化学反応プロセス解明 (製薬会社)
- ・分子物性の予測 (材料製造会社)
- ・輸送経路の最適化 (物流/配送会社)
- ・最適な信号操作による渋滞緩和 (交通)

【出口戦略】

装置小型化では、真空容器、光学機器のメーカーの参入、高安定レーザー光源の開発では、光学機器メーカーの参入が期待される。また、実問題のシミュレーションが可能になれば、磁性・超伝導材料開発、触媒化学への貢献、量子コンピュータとして物流/配送の組合せ最適化問題の解決など、**産学の幅広い利用が実現**。

【戦略の位置づけ】

「量子技術イノベーション戦略」は、**統合イノベーション戦略**に基づく各種戦略の必要な施策として、AI、バイオに続く量子技術についての国家戦略。令和2年1月に作成された同戦略に基づき、「**統合イノベーション戦略2021**」に反映。