

研究室名
17-2-11 量子エレクトロニクス・形象物理学研究室
最近の研究課題とその取り組みの概要
レーザー光や原子などの量子エレクトロニクス技術を駆使して計測性能を追及する研究を推進し、とくに光領域の原子の精密分光によって実現される超高精度な原子時計である光格子時計の実用化に向けた研究開発と、光格子時計によって実現される超高精度な時間・周波数標準の応用を開拓する研究を行っている。2021 年度は、光格子時計の車載化に向けて、平均化時間 1 秒での周波数安定度 $\delta f = 1 \cdot 10^{-15}$ の小型・低消費電力・可搬型のレーザーを開発した。また、光周波数標準のさまざまな周波数での利用拡大に向けて、ラジオ波で 18 桁精度の信号検出を実現するための低位相雑音信号検出法を評価した。 キーワード：光格子時計、光周波数標準、光周波数コム、狭線幅レーザー 形象物理学の分野では、$L1_0$ 型構造の対称性を考慮したフェーズフィールド法による定式化に、格子歪みの効果を取り入れ、$L1_0$ 型規則相の形成について一般的な取り扱いを行っている。速度方程式の三次元シミュレーション結果から、界面エネルギー項の対称性変化と弾性エネルギーの効果が特定され、$\text{Cu}_{50}\text{Au}_{40}\text{Pd}_{10}$ 合金で観測されるような $\langle 110 \rangle$ 方向に強い異方性を示すドメイン構造を得ることができた。さらに、2019 年からは熱処理中の外部磁場の影響に関しても定式化を進めると同時に、シミュレーションも行なっている。
研究室の構成員
大前 宣昭（准教授）・博士（科学） 小隈 龍一郎（助教）・博士（工学）
2021 年度の大学院生および卒論生の人数と研究テーマ
M1：1 名，4 年次生：4 名 ● 光 AC 結合信号検出によるレーザー干渉計の低雑音化の研究 ● 光共振器安定化用狭線幅レーザーの小型化に向けたレーザーコントローラの開発 ● 緑色半導体レーザーの単一周波数発振化と波長制御 ● 18 桁周波数精度での RF 信号測定に向けた超低位相雑音計測 ● 微小光信号計測の性能向上のための光共振器のフィルタ特性評価
教員の担当科目
大前 宣昭：（学部）物理学基礎ゼミナール、物理科学研究Ⅰ、物理科学研究Ⅱ、卒業論文 解析力学、物理実験学、力学Ⅰ、力学Ⅱ、物理学実験 （大学院）量子エレクトロニクス特論、物理情報計測講義Ⅰ、物理情報計測実験 小隈 龍一郎：（学部）物理科学実験Ⅰ、物理科学実験Ⅱ、物理学基礎ゼミナール
教員の所属学会
大前 宣昭：応用物理学会 小隈 龍一郎：日本金属学会、日本物理学会
最近 5 年間の学術論文
村松尚, 酒井裕也, 古宮哲夫, 高本将男, <u>大前宣昭</u> , 牛島一朗, 香取秀俊, “18桁精度の可搬型光格

子時計を実現したレーザ制御装置の開発,” 島津評論, Vol. 78, No. 3・4, 223 (2022) 高本将男, 牛島一朗, <u>大前宣昭</u>, 矢作智裕, 小門研亮, 真貝寿明, 香取秀俊, “2台の可搬型光格子時計による一般相対性理論の検証,” 光学 Vol. 50, No. 6, 240(14) (2021) <u>N. Ohmae</u>, M. Takamoto, Y. Takahashi, M. Kokubun, K. Araki, A. Hinton, I. Ushijima, T. Muramatsu, T. Furumiya, Y. Sakai, N. Moriya, N. Kamiya, K. Fujii, R. Muramatsu, T. Shiimado, and H. Katori, “Transportable strontium optical lattice clocks operated outside laboratory at the level of 10^{-18} uncertainty,” Advanced Quantum Technologies, Vol. 4, Issue 8, 2100015 (2021) (査読有) T. Akatsuka, K. Hashiguchi, T. Takahashi, <u>N. Ohmae</u>, M. Takamoto, and H. Katori, “Three-stage laser cooling of Sr atoms using the $5s5p\ ^3P_2$ metastable state below Doppler temperatures,” Phys. Rev. A 103, 023331 (2021) (査読有) <u>N. Ohmae</u>, F. Bregolin, N. Nemitz, and H. Katori, “Direct measurement of the frequency ratio for Hg and Yb optical lattice clocks and closure of the Hg/Yb/Sr loop,” Opt. Express 28, 10, 15112 (2020) (査読有) M. Takamoto, I. Ushijima, <u>N. Ohmae</u>, T. Yahagi, K. Kokado, H. Shinkai, and H. Katori, “Test of general relativity by a pair of transportable optical lattice clocks,” Nature Photonics 14, 411 (2020) (査読有) <u>大前宣昭</u>, 高本将男, 牛島一朗, 香取秀俊, “可搬光格子時計の開発と実用化への課題, Development of Transportable Optical Lattice Clocks for Practical Applications,” 小特集「光・時刻リンク技術による高精度な周波数標準のアプリケーション」, 電子情報通信学会誌 Vol. 103, No. 4, 368 (2020)
最近5年間の学術著書
該当なし
最近5年間の学術国際会議での発表
<u>N. Ohmae</u>, M. Takamoto, I. Ushijima, T. Yahagi, K. Kokado, H. Shinkai, and H. Katori, “Transportable optical lattice clocks to test gravitational redshift in a broadcasting tower,” International Symposium on Novel maTerials and quantum Technologies (ISNTT2021), online (2021) <u>N. Ohmae</u>, M. Takamoto, I. Ushijima, T. Yahagi, K. Kokado, H. Shinkai, and H. Katori, “Transportable optical lattice clocks to test gravitational redshift,” International Meet & Expo on Laser, Optics and Photonics 2021 (OPTICSMEET2021), online (2021) <u>N. Ohmae</u>, M. Takamoto, I. Ushijima, T. Yahagi, K. Kokado, H. Shinkai, and H. Katori, “Transportable optical lattice clocks to test gravitational redshift in a broadcasting tower,” 55th Rencontres de Moriond 2021 on Gravitation, virtual conference (2021) <u>R. Oguma</u>, L. Q. Chen, S. Matsumura, “Phase-Field Model for Microstructure Change in $L1_0$ Type Ordering with Lattice Distortion”, The 9th International Conference on Multiscale Materials Modeling (MMM2018), Osaka, Japan (2018)
最近5年間の代表者としての学外資金導入実績
大前 宣昭 : 科研費・基盤研究(C)および独立基盤形成支援「光AC結合信号検出によるレーザ干渉計の低ショット雑音化」(期間2021~2023年度) 直接経費 3,200 + 1,500 千円

最近5年間の代表者としての学内資金導入実績
該当なし
最近5年間の学会等学術団体における役職など
該当なし
最近5年間の一般向け論文と著書、行政報告書など
該当なし
最近5年間の一般（非学術）集会での発表論文
該当なし
最近5年間の学術団体以外の団体での啓蒙活動や社会貢献活動とその役職など
小隈 龍一郎：理科読いづか実行委員、世界一行きたい科学広場 in ふくおか実行委員
その他特筆事項
大前 宣昭： 受賞：理研栄峰賞「18桁精度の可搬型光格子時計の構築と、東京スカイツリーを用いた一般相対性理論の検証実験」（高本将男，牛島一朗，香取秀俊と共同受賞）（2021.3.17）