

研究室名
<b>16-2-11 量子エレクトロニクス・形象物理学研究室</b>
最近の研究課題とその取り組みの概要
<p>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。2023年度は、光格子時計を基準として生成する時空間情報の通信分野やモビリティ分野への社会実装に向けた企業との連携研究開発体制の構築を進めた。</p> <p>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</p> <p>形象物理学の分野では、<math>L1_0</math>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、<math>L1_0</math>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、<math>\text{Cu}_{50}\text{Au}_{40}\text{Pd}_{10}</math>合金で観測されるような<math>\langle 110 \rangle</math>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。</p> <p>キーワード：<math>L1_0</math>型規則合金、オーダーパラメーター、連続体近似、TDGL方程式</p>
研究室の構成員
大前 宣昭 (准教授)・博士 (科学) 小隈 龍一郎 (教育嘱託)・博士 (工学)
2023年度の大学院生および卒論生の人数と研究テーマ
<p>M2：1名，M1：3名，4年次生：5名</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 精密光干渉計用高感度・高速光検出器の製作と性能評価</li> <li>● 長距離光ファイバーによる遅延を利用した自己参照型のレーザー線幅の測定</li> <li>● ディレイライン型光速測定実験の性能評価および教材としての活用に関する研究</li> <li>● 高精度周波数信号の位相安定化光ファイバー伝送</li> <li>● キャビティリングダウンによる高反射ミラーの反射率評価</li> <li>● 攪拌時間の違いから見る泡の二次元セル構造の時間発展</li> </ul>
教員の担当科目
<p>大前 宣昭： (学部) 解析力学、物理実験学、力学I、力学B、物理学A、物理学実験、物理科学研究I、物理科学研究II、卒業論文 (大学院) 物理情報計測講究I、物理情報計測講究II、物理情報計測実験 量子エレクトロニクス特論</p> <p>小隈 龍一郎：(学部) 物理科学実験I、物理科学実験II、物理実験学</p>

教員の所属学会
大前 宣昭：応用物理学会、電気学会 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
大前宣昭, 高本将男, 牛島一郎, 香取秀俊, “18桁精度の可搬型光格子時計による重力赤方偏移の精密な検証,” レーザー研究 第51巻第8号 pp.506-510 (2023) (査読有)
R. Oguma, L. Q. Chen, S. Matsumura, “Phase Field Model of L1 <sub>0</sub> -type Ordering Kinetics”, Proceedings of the International Conference on Solid→Solid Phase Transformations in Inorganic Materials 2022, edited by Zhigang Yang et al., Tsinghua Univ. Press, Beijing (2022), 273 ISBN: 978-7-302-60866-0 (査読有)
大前宣昭, “超高精度な光格子時計による東京スカイツリーでの相対性理論の検証実験,” 物理教育通信 No.190, pp.33-36 (2022)
高本将男, 牛島一郎, 大前宣昭, 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)
N. Ohmae, 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 <sup>-18</sup> uncertainty,” Advanced Quantum Technologies, Vol. 4, Issue 8, 2100015 (2021) (査読有)
T. Akatsuka, K. Hashiguchi, T. Takahashi, N. Ohmae, M. Takamoto, and H. Katori, “Three-stage laser cooling of Sr atoms using the 5s5p <sup>3</sup> P <sub>2</sub> metastable state below Doppler temperatures,” Phys. Rev. A 103, 023331 (2021) (査読有)
N. Ohmae, 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, N. Ohmae, 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)
大前宣昭, 高本将男, 牛島一郎, 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
N. Ohmae, and H. Katori, “Simple vibration insensitive support of a rectangular optical cavity with instability of < 10 <sup>-15</sup> for transportable optical atomic clocks,” 2023 IEEE International Frequency Control Symposium and European Frequency and Time Forum (IFCS-EFTF2023), Toyama,

<p>Japan (2023)</p> <p><u>R. Oguma</u>, L. Q. Chen, S. Matsumura, “Phase Field Model of L1<sub>0</sub>-type Ordering Kinetics”, The 8th International Conference on Solid→Solid Phase Transformations in Inorganic Materials (PTM2022), online (2022)</p> <p><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)</p> <p><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 &amp; Expo on Laser, Optics and Photonics 2021 (OPTICSMEET2021), online (2021)</p> <p><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)</p>
<p>最近5年間の代表者としての学外資金導入実績</p> <p>大前 宣昭：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）先進的量子技術基盤の社会課題への応用促進「光格子時計精度の周波数信号の光ファイバ配信インフラストラクチャ技術」（期間：2023~2027年度（予定））総額 1,300,000 千円（予定）</li> <li>・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ー干渉計の低ショット雑音化」（期間：2021~2023年度）総額 6,110 千円</li> </ul>
<p>最近5年間の代表者としての学内資金導入実績</p> <p>大前 宣昭：</p> <p>若手・女性研究基盤構築支援事業「次世代の時間・周波数標準の実用化に向けた超低雑音光電変換手法の研究」（期間：2023~2024年度）総額 2,000 千円</p>
<p>最近5年間の学会等学術団体における役職など</p> <p>該当なし</p>
<p>最近5年間の一般向け論文と著書、行政報告書など</p> <p><u>大前宣昭</u>, 高本将男, 牛島一郎, 香取秀俊, “18桁精度の光格子時計で東京スカイツリー展望台の時間の流れを測定する,” 月刊「技術士」2022年7月特別号「極限環境技術特集」pp.48-51 (2022)</p> <p>村松尚, 酒井裕也, 古宮哲夫, 高本将男, <u>大前宣昭</u>, 牛島一郎, 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ー制御装置の開発,” 島津評論, Vol. 78, No. 3・4, 223 (2022)</p>
<p>最近5年間の一般（非学術）集会での発表論文</p> <p>該当なし</p>
<p>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</p> <p>小隈 龍一郎：理科読いいづか実行委員、世界一行きたい科学広場 in ふくおか実行委員</p>
<p>その他特筆事項</p> <p>大前 宣昭：</p>

(受賞)

- ・電気学会 2022 年電子・情報・システム部門誌 優秀論文賞「光格子時計の高精度周波数伝送の全ファイバ化 (Vol.139, No2, p.126-130, 2019)」(坂間俊亮, 香取秀俊と共同受賞) (2022.9.1)
- ・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)