

プログラム

11月25日(月)

12:45-13:00 はじめに 中村 一隆 (東京工業大学応用セラミックス研究所)

セッション1 座長：中村 一隆

13:00-13:30 西村 博明、藤岡 慎介 (大阪大学レーザーエネルギー学研究中心)

「高出力レーザー駆動キャパシター・コイルターゲットを用いたキロテスラ磁場の発生とその応用の可能性」

13:30-14:00 野尻 浩之 (東北大学金属材料研究所)

「パルス磁場下の量子ビーム、レーザー利用実験」

14:00-14:30 松田 康弘 (東京大学物性研究所)

「一巻きコイル法を用いた超強磁場下での物性研究」

14:30-15:00 中村 大輔、嶽山 正二郎 (東京大学物性研究所)

「1000 テスラ超強磁場での物性物理」

コーヒープレイク (15:00-15:30)

セッション2 座長：猿倉 信彦

15:30-16:00 阪部 周二 (京都大学化学研究所)

「フェムト秒レーザー電子線源」

16:00-16:30 関根 利守 (広島大学理学研究科)

「衝突実験と地球惑星科学」

16:30-17:00 一柳 光平 (東京大学大学院新領域創成科学研究科)

「放射光 X 線パルスを用いたレーザー衝撃超高压下における構造ダイナミクス計測の現状と可能性」

懇親会 (17:30-東大キャンパス内)

2013年11月26日(火)

セッション3 座長：関根 利守

9:30-10:00 兒玉 了祐 (大阪大学工学研究科)

「光量子ビーム技術によるテラパスカル科学」

10:00-10:30 末元 徹 (東京大学物性研究所)

「シングルショット時間分解軟 X 線イメージングと干渉計測」

10:30-11:00 武田 淳 (横浜国立大学大学院工学研究院)

「超高速光誘起過渡現象のシングルショット時間・周波数実時間イメージング」

11:00-11:30 腰原 伸也 (東京工業大学大学院理工学研究科)

「電子線回折と時間分解分光で見た光誘起相転移初期構造変化」

昼食 (11:30-12:30)

セッション4 座長：萱沼 洋輔

12:30-13:00 上床 美也 (東京大学物性研究所)

「強相関係物質における圧力効果と装置開発」

13:00-13:30 荻野 拓 (東京大学大学院工学系研究科)

「鉄系超伝導体の物質系及び圧力効果」

衝突実験と地球惑星科学

関根 利守 (広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻)

パルス超高压は、地球惑星科学にとって 2 つの大切な面がある。一つは地球惑星内部の圧縮状態を再現させる為の方法となっている。静的圧縮法では原理的にアンビル材料強度以上の圧力発生が困難であるので、動的圧縮を利用する。もう一つは物質の動的挙動、特に衝突による物質進化を模擬する目的を有する。無論のことであるが、材料開発、材料評価或は医療などの分野でも衝撃波の応用は広く使われ、重要である。最近の高圧地球科学はマントル下部や外核の圧力をダイヤモンドアンビル DAC で実現でき、物性測定も行われている。地震波解析の結果との直接比較の為に、圧力-密度関係だけでなく、音速測定や粘性測定等の物性も知る必要がある。同時に巨大惑星内部やスーパーアースなど系外惑星の内部構造の理解には更に TPa 領域での軽元素物質やケイ酸塩に関するデータが必要である。この為にパルス超高压は必要である。一方、衝突に関する理解の進展には固体の動的挙動を研究する必要がある。高速歪み変形による固体の振る舞いは固体自体の性質そのものであり、未解明な点が多い。現象自体に初期状態依存性が強くかつ手法的にも高時間分解高空間分解が必要であり、手法の開発とともに今後の進展が期待できる。衝突が誘起する化学反応も隕石の海洋衝突のような局所的な特殊な反応場を提供する意味で生命有機分子の生成に不可欠である。

- [1] 関根 利守 (2011) 日本惑星科学会誌 20, 139-146.
- [2] T. Sekine et al. (2012) J. Geophys. Res. 117, doi:10.1029/2011JB008439.
- [3] Y. Furukawa et al. (2009) Nature Geosci. 2, 62-66.

放射光 X 線パルスを用いたレーザー衝撃超高压下における構造ダイナミクス計測の現状と可能性

一柳 光平 (東京大学大学院新領域創成科学研究科)

X 線パルス光源は、衝撃超高压下における原子レベルの構造ダイナミクス研究に必要不可欠である。特に衝撃圧縮下の圧力誘起相転移ダイナミクスは、衝撃波駆動の高強度パルスレーザーと短パルスかつ高強度の放射光 X 線光源を組み合わせることでその衝撃圧縮誘起の構造変化の様子を切り取ることができる。これまで、大強度パルス放射光リング・PF-AR の NW14A ビームラインにおいて、シングルショットの時間分解 X 線回折・散乱測定装置の開発から、レーザー誘起衝撃圧縮下における物質の構造変化の直接測定を行ってきた。

通年シングルバンチ運転される PF-AR の白色 X 線パルスのフォトン数は 10^9 photons/pulse と高く、シングルショットの時間分解 X 線回折・散乱測定に適している。このプローブ光となる白色 X 線源のエネルギー幅を調整し単結晶、多結晶やアモルファスの約 10 GPa までの衝撃圧縮下の構造ダイナミクスを明らかにしてきた[1-4]。本講演では、これまで行ってきた実験例を紹介するとともに、より高い圧力の衝撃圧縮下における相転移ダイナミクスを明らかにするための今後の展開についても議論する。

- [1] K. Ichiyangi, et al., Appl. Phys. Lett. **91**, 231918 (2007).
- [2] J. Hu et al., J. Appl. Phys. **111**, 053526 (2012).
- [3] K. Ichiyangi, et al., Appl. Phys. Lett. **101**, 181901 (2012).
- [4] J. Hu, et al., Appl. Phys. Lett. **103**, 161904 (2013).

超高速光誘起過渡現象のシングルショット時間・周波数実時間イメージング

武田 淳 (横浜国立大学大学院 工学研究院)

フェムト秒ポンプ・プローブ分光法は、物質の超高速過渡現象を捉える最も有効な手法の1つとして確立してきた。一方、この分光手法は、原理的にポンプ光・プローブ光間の遅延時間を変えながら繰り返し測定を行う必要があるため、光誘起相変化などの不可逆光誘起現象の解明や(サンプルが壊れる)極限励起下における非線形・非調和性の検出などには不適である。

我々はこのような背景のもと、マイクロステップ構造を持つ反射型エシエロンを作製し、これを光学遅延時間発生素子として用いることにより、高時間分解、スポット集光、広帯域すべてを満たすシングルショット時間・周波数2次元イメージング分光技術を構築してきた[1-3]。また、この技術を駆使することにより、フェムト秒光パルスのFROG計測、フォノンポラリトン波束伝播の実時間イメージング、生体系有機分子の超高速内部転換やDVD記録材料Ge₂Sb₂Te₅の相変化ダイナミクスの広帯域イメージングに成功した。本講演では、反射型エシエロンを用いた広帯域シングルショット分光技術を紹介するとともに、その物性応用に関する結果をいくつか紹介したい。

- [1] I. Katayama, H. Sakaibara and J. Takeda: *Jpn. J. Appl. Phys.* **50** (2011) 102701.
- [2] 武田 淳, 片山郁文, レーザー研究 **40** (2012) 598 ; H. Sakaibara, Y. Ikegaya, I. Katayama and J. Takeda: *Opt. Lett.* **37** (2012) 1118.
- [3] Y. Minami, Y. Hayashi, J. Takeda and I. Katayama: *Appl. Phys. Lett.* **103** (2013) 051103.

電子線回折と時間分解分光で見た光誘起相転移初期構造変化

腰原 伸也 (東京工業大学 理工学研究科 物質科学専攻)

強い電子-格子相互作用を内在させている有機電荷移動錯体結晶(EDO-TTF)₂PF₆では、光による局所的電荷移動励起をきっかけとして、100fs以内に電荷秩序状態の組み換えを伴う相転移が、その後約100ps程度をかけて電荷秩序の融解による金属相化が起きることが、分光学的観測から報告されてきた[1,2]。しかしながら、実際にどのような構造変化が起きているかの知見は、有機結晶特有のX線回折強度の弱さから全く得られていなかった。フェムト秒レーザー誘起パルス電子線回折法を用いた実験から、光誘起相転移に伴う構造変化の観測に初めて成功した。結果はその時間変化は高速分光測定結果ともよく一致している[3]。一方で、構造変化はコヒーレントフォノン構造から予測されたものとはかなり様相を異にしており、直接的構造観測と分光観測の組み合わせが、今後の超高速光応答材料開発の上で鍵となることが明らかとなった。

- [1] M. Chollet et al., *Science* 307, (2005) 86.
- [2] K. Onda et al., *Phys. Rev. Lett.* 101, (2008) 067403
- [3] M. Gao et al., *Nature* 496, (2013) 343

テラパスカル物質科学と惑星内部物理学

土屋 卓久 (愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

テラパスカルに達する巨大惑星内部の様子を解明するためには、極高温高压条件下での物質の挙動について理解する必要がある[1]。しかし極高温高压下における物性に関する知見は、主に実験の困難さなどのため、極めて限定的である。そこで我々は、密度汎関数法に基づく計算物理学的方法を用いて、惑星内部の圧力温度条件下における地球惑星物質の挙動について研究を進めている。この際、温度圧力相平衡、状態方程式、熱特性、機械特性などが、惑星内部のダイナミクスを支配する重要な性質となる[3]。本講演では、これらの中から特に相平衡、熱伝導率、粘性率に関する我々の計算結果[4,5]と、地球型太陽系外惑星「スーパーアース」の内部構造に対する考察について紹介する。

- [1] Guillot, *Science* **286**, 72 (1999).
- [2] Sasselov, *Nature* **451**, 29 (2008).
- [3] Stamenkovic et al., *Astrophys. J.* **748**, 41 (2012).
- [4] Tsuchiya and Tsuchiya, *PNAS* **108**, 1252 (2011).
- [5] Dekura, Tsuchiya, and Tsuchiya, *Phys. Rev. Lett.* **110**, 025904 (2013).

レーザー誘起アモルフォス-結晶転移の時間分解構造解析

高田 昌樹 (RIKEN SPring-8 Center)

放射光施設は、単なる高輝度 X 線の光源としての時代は終り、ナノビーム集光によるナノアプリケーションが主流となった。新設の施設はもとより、既存の施設も、光源の低エミッタンス化への動きが加速している。SPring-8 も 2013 年に 3.6nmrad から 2.4nmrad へと高度化し、地盤の固さに担保された、世界一安定な低エミッタンス光源の地位を堅持している。一方で、光を創る光学系でも、大阪ミラーと呼ばれる超平滑ミラーの開発により 7nm を切るビームサイズを実現し [1]、現在は、共用としての 100nm のナノビームラインの利用も開始している。この SPring-8 でのナノアプリケーションの先駆けとなったのが、ビームサイズに起因する時間分解のボケを避けるため「ナノビーム(100nm)と時間分解(40ps)の統合」したピンポイント構造計測法の開発である[2]。

発表では、ピンポイント構造計測による DVD 材料の標題の研究成果を中心に、その後の高速チョッパーによる 208KHz でのパルス放射光の強誘電体のパルス電場応答の時分割実験[3]、偏光ナノビームによるキラリティドメイン分布の 3 次元観測[4]など、最近の SPring-8 での先端活用を紹介する。また、パルス極限環境での固体物性研究への応用についても展望する。

- [1] *Nature Physics*, **6**, 122 - 125 (2010)
- [2] *Appl. Phys. Express*, **1**, 045001 (2008)
- [3] *Japanese Journal of Applied Physics*, **50**, 09NE05 (2011)
- [4] *Angewandte Chemie Int. Ed.*, **52**, 8718–8721(2013)

