

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

|   |         |   |          |          |               |
|---|---------|---|----------|----------|---------------|
| 研究テーマ<br>(和文) AB  |         | ナノ秒時間分解パルス X 線回折による超高ひずみ速度変形下の降伏機構の解明   |          |          |               |
| 研究テーマ<br>(欧文) AZ  |         | Investigation of yield mechanism under ultra-high-strain-rate deformation by nanosecond time-resolved x-ray diffraction |          |          |               |
| 研究氏<br>代表名<br>者   | カナ CC   | 姓)カワイ   | 名)ノブアキ   | 研究期間 B   | 2015 ~ 2016 年 |
|   | 漢字 CB   | 川合  | 伸明       | 報告年度 YR  | 2016 年        |
|   | ローマ字 CZ | Kawai   | Nobuaki  | 研究機関名    | 熊本大学          |
| 研究代表者 CD<br>所属機関・職名   |         | 熊本大学パルスパワー科学研究所 准教授   |          |          |               |
| 概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)   |         |   |          |          |               |
| <p>衝撃波の伝播により生じる高応力・超高ひずみ速度変形下での降伏機構を、結晶格子ダイナミクスの視点から評価・解明することを最終的な目的として、本研究では、放射光パルス X 線とテーブルトップ型ハイパワーパルスレーザーとを組み合わせたポンプ・プローブ型衝撃圧縮下ナノ秒時間分解 X 線回折実験を、CaF<sub>2</sub> 単結晶に対して行った。CaF<sub>2</sub> 単結晶は(100)および(111)にそって切り出されたもの(以後それぞれ CaF<sub>2</sub>[100], CaF<sub>2</sub>[111]と表記)を用いた。パルスレーザーの集光照射により試料内に生じる格子ひずみの状態を、ピークエネルギー16 keV, エネルギー幅 15%, パルス端 100 ps の放射光パルス X 線による透過白色ラウエ回折により測定した。CaF<sub>2</sub>[100], CaF<sub>2</sub>[111]いずれの試料においても、照射レーザー強度が 1 J/pulse の条件においては高回折角側への X 線回折ピークのシフトが観測され、結晶構造が1軸方向に歪んだ弾性変形状態であることが分かった。一方、照射レーザー強度を 16 J/pulse とした条件では、回折ピークはシフトせず大きくブロードニングする結果となった。このことから、同圧縮条件においては結晶格子が1軸ひずみを維持できず、結晶子の回転や不均一変形により応力・ひずみを緩和させている状態、つまり塑性変形状態であることが分かった。以上のように、本実験により、レーザー誘起衝撃圧縮下における降伏前後の状態における格子応答の様子を、X 線回折により直接観察することに成功した。今後は、本測定結果から得られる結晶の回転やすべりの情報を基に、高ひずみ速度変形下における塑性変形メカニズムを解明していく予定である。</p> |         |   |          |          |               |
| キーワード FA  | 衝撃圧縮    | 時間分解 X 線回折  | レーザーショック | 高ひずみ速度変形 |               |

(以下は記入しないでください。)

|            |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------|--|--|--|--|-----------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 助成財団コード TA |  |  |  |  | 研究課題番号 AA |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 研究機関番号 AC  |  |  |  |  | シート番号     |  |  |  |  |  |  |  |  |

| 発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。） |                    |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|-----------------------------------|--------------------|---|-------------------|--|--|--|--|--------------------|--|
| 雑誌                                | 論文標題 <sup>GB</sup> |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | 著者名 <sup>GA</sup>  |   | 雑誌名 <sup>GC</sup> |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | ページ <sup>GF</sup>  | ～ | 発行年 <sup>GE</sup> |  |  |  |  | 巻号 <sup>GD</sup>   |  |
| 雑誌                                | 論文標題 <sup>GB</sup> |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | 著者名 <sup>GA</sup>  |   | 雑誌名 <sup>GC</sup> |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | ページ <sup>GF</sup>  | ～ | 発行年 <sup>GE</sup> |  |  |  |  | 巻号 <sup>GD</sup>   |  |
| 雑誌                                | 論文標題 <sup>GB</sup> |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | 著者名 <sup>GA</sup>  |   | 雑誌名 <sup>GC</sup> |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | ページ <sup>GF</sup>  | ～ | 発行年 <sup>GE</sup> |  |  |  |  | 巻号 <sup>GD</sup>   |  |
| 図書                                | 著者名 <sup>HA</sup>  |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | 書名 <sup>HC</sup>   |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | 出版者 <sup>HB</sup>  |   | 発行年 <sup>HD</sup> |  |  |  |  | 総ページ <sup>HE</sup> |  |
| 図書                                | 著者名 <sup>HA</sup>  |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | 書名 <sup>HC</sup>   |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | 出版者 <sup>HB</sup>  |   | 発行年 <sup>HD</sup> |  |  |  |  | 総ページ <sup>HE</sup> |  |

欧文概要 EZ

To understand the deformation and structural transition mechanisms under shock compression, the in-situ observation of lattice dynamics during shock compression is desired. We archive the in-situ X-ray spectroscopic measurement by the combination of pulse laser and synchrotron radiation X-ray pulse. Shock wave is generated by laser irradiation and time-resolved X-ray diffraction (TRXRD) measurement is performed by means of pump-probe technique. In this study, we have performed the TRXRD measurements on laser-shocked CaF<sub>2</sub> single crystals. In this experiment, Laue diffraction pattern have been measured using broad band X-ray. In the case of 1 J/pulse laser irradiation, diffraction peak shift to high angle direction. In contrast, a diffraction peak after 16 J/pulse laser irradiation dose not shift but broaden. From these results, it is indicated that the CaF<sub>2</sub> irradiated by 1 J/pulse laser is elastically compressed, and 1 dimensional lattice strain is generated and the one irradiated by 16 J/pulse laser is isotropically compressed as the plastic deformation.