



高圧下で合成された微小試料の常圧および高圧その場回折測定 ：ニリン化ランタン LaP_2 の高温高圧安定性 II

AichiSR

丹羽 健, 小泉 知也, 佐々木 拓也, 長谷川 正
名古屋大学工学研究科

キーワード：超高压, ダイヤモンドアンビルセル, 希土類金属リン化物

1. 背景と研究目的

我々は新規なリン化物の超高压合成に取り組んでいる。過去に $3d$ および $4d$ 遷移金属のリン化物の超高压合成に成功し、結晶構造およびその相安定性の解明に取り組んできた。最近では La-P 系化合物の高圧相に着目して研究に取り組んでいる。 LaP_2 は 1974 年に合成報告された物質であるが、研究例は少なく、高圧相の存在はおろか、常圧相の物性すら明らかになっていない^[1]。近年報告された理論計算による研究によると、 LaP_2 に圧力をかけると 7 GPa 以上の圧力で MgB_2 型構造に相転移し、最大 22 K で超伝導を示すことが予測された^[2]。 MgB_2 は従来型超伝導体の中で最も高い超伝導転移温度を有する物質であるが、同じ構造を有する物質で 10 K 以上の超伝導転移温度を有する物質は存在せず、上述の計算による予測結果は非常に興味深い。レーザー加熱式ダイヤモンドアンビルセルと放射光その場 XRD 測定により、 LaP_2 の超高压力下における相安定性を調査した。

2. 実験内容

既に 2023N2001 課題で報告している実験概要と同一であるが、 La 塊から削り出した粉末と赤リン粉末をグローブボックス内で秤量、混合し、BN カプセルに充填したのちに DIA 型マルチアンビルセルを用いて 2.8 GPa, 900 °C の条件下で 1 時間加熱を行うことで LaP_2 常圧相を合成した。超高压実験にはレーザー加熱式ダイヤモンドアンビルセルを用いた。予備加圧をした SUS ガスケットに直径約 140 μm の穴をあけ、NaCl 粉末で挟み込むように LaP_2 常圧相を充填した。圧力の測定にはルビー蛍光法及び、NaCl 状態方程式を用いた。目的の圧力まで室温下で加圧し、ファイバーレーザーを用いて加熱を行い、Aichi SR の名大ビームライン (BL2S1) にて高圧その場 XRD 測定を行った。

3. 結果および考察

まずは今までの実験結果の再現性を確認するため、 LaP_2 常圧相を室温下で加圧し、高圧力 (2~45 GPa) 下での結晶構造を調査した。その結果、 LaP_2 常圧相のピークが 45 GPa まで残存しており、相転移等を示唆する追加のピーク変化は確認されなかった。次に、約 20 GPa の圧力下でレーザー加熱を行うことで LaP_2 の相安定性を調査した。レーザー加熱前及び加熱後の試料について、室温高圧その場 X 線回折測定を行った。加熱前は LaP_2 常圧相のピークが観測されたが、レーザー加熱を行うことにより LaP_2 常圧相のピークが消失し、新たなピークが出現した。また、加熱の温度を上げることで、低温加熱で出現したピークとは異なるピークが出現した。いずれのピークも既存の La-P 系化合物及び計算で予測されている MgB_2 型 LaP_2 で同定することができなかった。また、高温加熱後に生成した新規ピークについて解析を行ったところ、立方晶で指数付けすることができた。以上の結果より約 20 GPa 高温下で新規なニリン化ランタンが生成することが明らかになった。今度は高温加熱により生成した立方晶ニリン化ランタンの結晶構造の解析を行う予定である。

4. 参考文献

- [1] S. Ono *et al.* *J. Less Common Met.*, **38**, 119 – 130 (1974)
- [2] X. Li *et al.* *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **24**, 6469-6475 (2022)