



Title	Electrical and Structural Properties of Dense Lithium
Author(s)	松岡, 岳洋
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48831
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	まつおかたかひろ 松岡 岳洋
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 22126 号
学位授与年月日	平成 20 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科物質創成専攻
学位論文名	Electrical and Structural Properties of Dense Lithium (高密度状態におけるリチウムの電気的・構造的性質)
論文審査委員	(主査) 教授 清水 克哉 (副査) 教授 北岡 良雄 教授 三宅 和正 教授 鈴木 直 准教授 草部 浩一

論文内容の要旨

本博士論文は、アルカリ金属リチウム(Li)について、超高压かつ低温下での電気抵抗測定、およびX線構造解析によりあきらかになった、高密度状態における特徴的な電気的・構造的物性について述べたものである。

常圧下でもっとも典型的な金属とされる Li の電子状態は圧力下では自由電子モデルから大きくはずれていく。これまでの実験的研究からは、結晶構造が対称性の低い構造へと転移(約 40 GPa, fcc → $\text{hR}1 \rightarrow cI16$)することが報告されていた。また、圧力下で約 20 K と元素としては 2 番目に高い超伝導転移温度(T_c)をもち、その圧力依存性は非常に複雑であることが報告してきた。さらに、理論計算からは原子同士の対形成がおこり半導体に転移することが予測されるなど、Li の超高密度状態における多様な物性変化が注目されている。

本研究では高密度状態にある Li の電気的・構造的性質を明らかにすることを目的として、超高压低温下電気抵抗測定と X 線回折測定実験を行った。X 線回折と電気抵抗を同時に測定することで結晶構造と電気的性質の圧力変化を明確に関係つけることを可能にした。

X 線回折測定において、X 線回折スペクトルの変化から 70 GPa 以上の圧力で 2 つの超高压相(それぞれ hp-I, hp-II と命名)が存在することを見出した。結晶構造の同定には至らないものの、70 GPa 以上で 2 つの高压相の出現の可能性を示唆した最近の Raman 散乱測定実験の結果と一致する。電気抵抗測定によって、電気抵抗が加圧とともに連続的に上昇し、hp-II 相において急激に(4 枝)上昇することを観測した。電気抵抗の温度依存性は hp-I 相では金属的で超伝導転移も観測されたが、hp-II 相では半導体的であった。これは、Li について初めての圧力誘起半導体転移の観測である。超伝導転移温度の複雑な圧力依存性も fcc 構造において上昇、最高値をとった後、 $\text{hR}1$ への構造相転移に向かって減少、 $cI16$ 構造において T_c は再び上昇し、hp-I 相に転移後は減少することが明らかになった。このように、Li における電気的・構造的性質の特徴的な圧力相図を得ることが出来た。

論文審査の結果の要旨

本博士論文は、アルカリ金属リチウム (Li) について、超高压力かつ低温下での電気抵抗測定、およびX線構造解析によりあきらかになった、高密度状態における特徴的な電気的・構造的物性について述べたものである。

常圧下でもっとも典型的な金属とされる Li の電子状態は圧力下では自由電子モデルから大きくはずれていく。これまでの実験的研究からは、結晶構造が対称性の低い構造へと転移（約 40 GPa、 $\text{fcc} \rightarrow \text{hR1} \rightarrow \text{cI16}$ ）することが報告されていた。また、圧力下で約 20 K と元素としては 2 番目に高い超伝導転移温度 (T_c) をもち、その圧力依存性は非常に複雑であることが報告されてきた。さらに、理論計算からは原子同士の対形成がおこり半導体に転移することが予測されるなど、Li の超高密度状態における多様な物性変化が注目されている。

申請者は、本論文において高密度状態にある Li の電気的・構造的性質を明らかにすることを目的として、超高压低温下電気抵抗測定と X 線回折測定実験を行った。X 線回折と電気抵抗を同時に測定することで結晶構造と電気的性質の圧力変化を明確に関係つけることを可能にした。X 線回折測定において、X 線回折スペクトルの変化から 70 GPa 以上の圧力で 2 つの超高压相（それぞれ hp-I、hp-II と命名）が存在することを見出した。結晶構造の同定には至らないものの、70 GPa 以上で 2 つの高圧相の出現の可能性を示唆した最近の Raman 散乱測定実験の結果と一致する。電気抵抗測定によって、電気抵抗が加圧とともに連続的に上昇し、hp-II 相において急激に（4 枝）上昇することを観測した。電気抵抗の温度依存性は hp-I 相では金属的で超伝導転移も観測されたが、hp-II 相では半導体的であった。これは、Li について初めての圧力誘起半導体転移の観測である。超伝導転移温度の複雑な圧力依存性も fcc 構造において上昇、最高値をとった後、hR1 への構造相転移に向かって減少、cI16 構造において T_c は再び上昇し、hp-I 相に転移後は減少することが明らかになった。

以上の通り、申請者が超高密度状態における Li の電気的・構造的性質を実験的に追求した結果、特徴的な圧力相図を得ることに至った。本研究の成果および実験手法の開発はアルカリ金属にとどまらず、高密度の物質科学への寄与が多大である。よって本論文は博士（理学）の学位論文として価値のあるものと認める。