

2023 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	神戸徹也
研究機関名	大阪大学
所属部署名	工学研究科
役職名	准教授
研究課題名	単原子層からなる Xenes 類縁体の液相化学合成の開発
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本研究において申請者は単原子層からなる無機物質の精密合成の開拓を目指している。最近、水素化ホウ素カリウムを原料としてホウ素間結合の生成と結晶化とを同時に進めることで、ボロフェンに類似した単原子層からなる物質の合成を見出した。この物質の構造に関して、単結晶 X 線分析、赤外分光測定および光電子分光により、ホウ素と酸素からなる単原子層がカリウムカチオンと単層で交互積層していることが明らかとなった。得られた結晶は単原子層物質の積層方向に伸長した柱状の形をしており、積層方向についての物理強度が脆弱であった。この特性を利用し、合成した結晶に対して物理的に圧力をかけると結晶が開裂し、平滑な面が発現することが分かった。また、この結晶を加熱すると単層の積層方向に大きく膨張することを見出した。その膨張率はグラファイトや二ホウ化マグネシウム等よりも大きく、層間の弱い相互作用が示唆された。

この結晶は溶液プロセスにより薄膜化した。ジメチルホルムアミドなどを溶媒として用いることでホウ素シート溶液を作成し、これを基板上にキャストすることで厚さ数ナノメートルの薄膜が得られた。こうした溶液プロセスでの薄膜調整は今後のデバイス展開において有効な手法になり得るものである。

この物質を加熱処理することで液晶になることを見出した。約 100 度から脱水反応が起こり 150 度程度で完全に液晶に変化する様子が観測された。この変化は不可逆であり、液晶に変化させた後に冷却しても結晶には戻らない。本研究で得られた液晶は炭素を使用しない無機元素のみから構成された物質であり、従来の液晶とは全く異なる新物質である。例えば電極を用いた光学デバイスを作成したところ、有機分子を用いた通常の液晶デバイスでは実現不可能な高い熱安定性を示した。最近では構成元素の変更による液晶機能の制御や更なる駆動温度範囲の拡大についても重要な知見を見出している。