Microgravity Science

熱から電気をつくる素材のヒントは宇宙にあり

微小重力環境下における混晶半導体結晶成長

Alloy Semiconductor

背景

私たち人類にとってエネルギー問題は年々大きくなっています。そこで新しく注目されているのが工場や自動車などから出される排熱を電気に変換する技術です（図1）。これを可能にする素子を製造する上で鍵となる物質がインジウムガリウムアンチモン（InGaSb）結晶です。混晶半導体であるこの結晶を発電用素子に用いることにより、輻射光を効率良く電力に変換することが出来ると考えています。しかし、この結晶はインジウムアンチモンとガリウムアンチモンという異なる2つの半導体結晶が混ざったもの（混晶半導体）なので、その結晶を品質よく作ることは難しいとされています。そのため、結晶が作られていく過程（結晶成長過程）で、どのようなことが起こっているのかを調べる必要があると考えました。

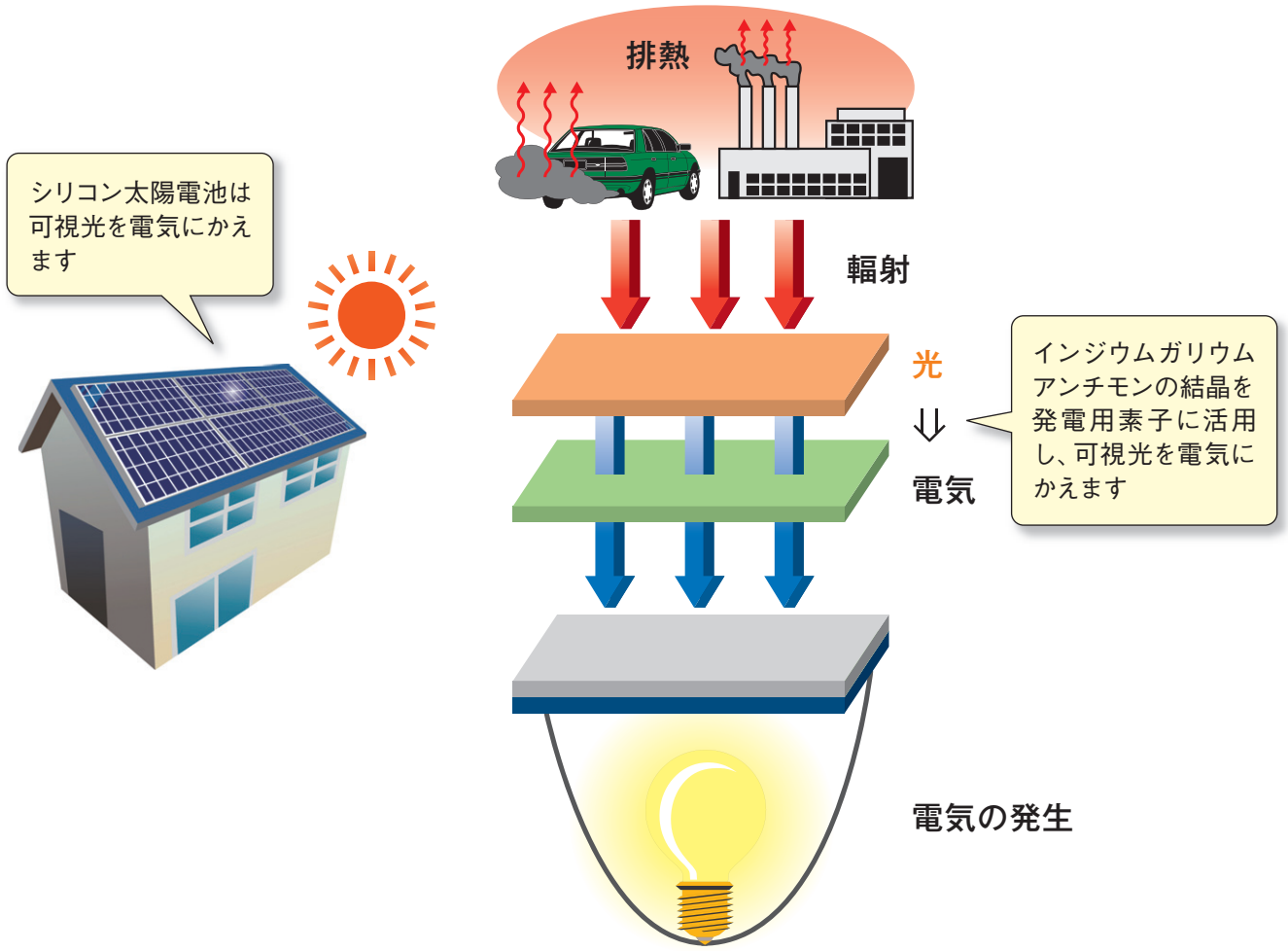

図1　排熱を電気に変えるデバイス

工場や車からの排熱は赤外線で、太陽光発電で利用されている可視光とは違い、目に見えません。
この赤外線は熱光発電素子に照射することで電気に変換することが出来ます。

目的と実験背景

高品位で均一組成を持つインジウムガリウムアンチモンを成長させるためには、どのような要因が必要なのでしょうか。それを知るために地上と宇宙の両方で同じ実験を行い、それを比較することが重要になってきます。

まず調べるのが重力による対流の影響です。結晶ができるときの結晶表面近くへの物質の輸送や熱の出入りは、地上では対流と拡散の2つが関わりますが、宇宙の微小重力環境下ではゆっくりとした拡散だけが司ります。また、結晶には面方位（結晶の幾何学的形状により定まる平面の方向）があって、その方位によって結晶表面での物質の取り込みが異なる可能性があります。

この2点に注目して、「きぼう」に搭載された温度勾配炉を使ってインジウムガリウムアンチモン結晶を作る実験を行います。

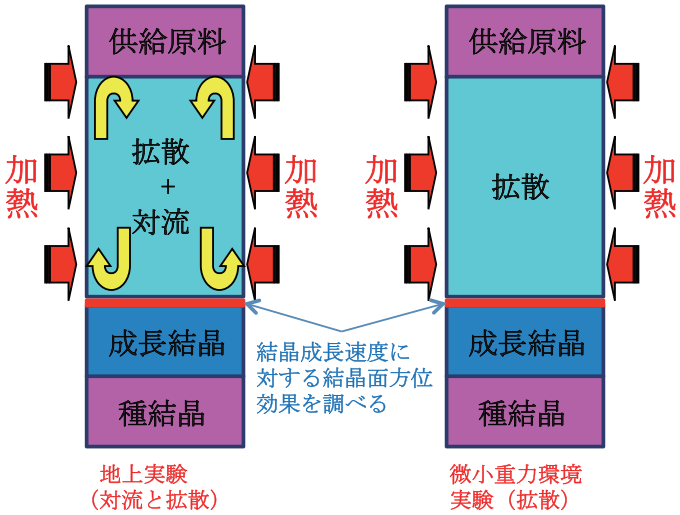

図2　地上と微小重力環境における対流の影響

地上では重力により自然対流や拡散が影響し、微小重力環境（宇宙）では対流の影響が無くなり拡散だけが液体の流れに影響を及ぼします。

ココがポイント!

インジウムガリウムアンチモンは、中赤外線に反応して光を電気に変える性質をもっています。熱光発電装置や各種のガスセンサーにはとても重要な材料ですが、今の段階では結晶育成の難しさが実現化に向けての大きな壁となっています。

しかしこの実験で良質な結晶を成長させることができれば、実社会での利用も大きく進むことが期待されています。それは温暖化の要因となっている二酸化炭素の排出を抑えることになり、地球環境を守ることにもつながっていきます。

図3　収納容器に収まった供試体カートリッジ

供試体カートリッジは、カートリッジ部（試料が封入された部分）、サポート部（カートリッジ部とボス部をつなぐ部品）、ボス部（電気的・機械的インターフェース）、から構成されています。インジウムガリウムアンチモン結晶を作るための原料や石英ガラス製容器は、カートリッジ部（図3の灰色の左側先端）に内蔵されています。

プロフィール

稲富　裕光
宇宙航空研究開発機構
JAXA宇宙科学研究所　准教授

専門：結晶成長

Microgravity Science

©JAXA