



岡山大学記者クラブ

文部科学記者会

科学記者会

御中

令和2年7月30日

新物質 Q カーボンの作製を再現 エネルギー材料としての展開に期待

◆発表のポイント

- ・世界に先駆けて、新しい炭素材料 Q カーボンの再現に成功しました。
- ・Q カーボンの作製には、原料炭素の熱的性質と照射レーザーの強さを適切に調整することが重要であることを示しました。
- ・Q カーボンを用いた省エネやエネルギーに関する研究が加速されると期待されます。

岡山大学異分野基礎科学研究所の村岡祐治准教授らの研究グループは、世界に先駆けて、作製が非常に難しい新しい炭素材料 Q カーボンの作製を再現することに成功しました。また、Q カーボンの作製方法を確立するための指針を示しました。

研究成果は、2020年6月25日、科学雑誌「Carbon」電子版に掲載されました。

Q カーボンは2015年に報告された新しい炭素同素体です。室温強磁性、わずかなエネルギーでの発光、ダイヤモンドを凌ぐ硬度、ホウ素ドーピング（添加）による超伝導などの特性を示します。これらの特性は省エネやエネルギー問題を解決するうえで有用であるために、世界中で Q カーボンを再現するための研究が繰り広げられています。しかし、Q カーボンはレーザーを使った極短時間のプロセスにより生成されるためその作製が難しく、これまで発見者グループ以外に Q カーボンの作製例はありませんでした。今回、岡山大学の村岡祐治准教授らの研究グループはナノ秒^{*1}レーザーを使用した作製プロセスにおいて、冷却度に着目して実験を行いました。その結果、熔融炭素の急冷度を厳密に制御することにより Q カーボンを作製することに成功しました。また、Q カーボンの作製には、原料炭素の熱的性質と照射レーザーの強さを適切に調整することが重要であることを明らかにしました。

本研究成果は、Q カーボンを作製するための指針を示すものです。この成果により今後、Q カーボンの作製方法を確立する研究や Q カーボンを用いた省エネやエネルギーに関する研究が本格化すると期待されます。



PRESS RELEASE

◆研究者からのひとこと

Q カーボンの作製に成功したときには研究室の学生たちと大喜びしました。失敗続きの後に巡ってきた、うれしい瞬間でした。



村岡准教授

■発表内容

<現状>

Q カーボンは2015年に発見された非晶質の炭素同素体です。室温での強磁性的振舞い、わずかなエネルギーでの発光、ダイヤモンドを凌ぐ硬度、ホウ素ドーピングによる超伝導などの特性を示すため、Q カーボンは省エネやエネルギー問題を解決するための有力材料になると期待されています。新材料としての可能性の高さから、現在Q カーボンの作製を再現するための研究が世界的に繰り広げられています。しかし、その作製は容易ではなく、これまでにQ カーボンの研究は発見者グループに限られていました。Q カーボンの研究推進のためには、Q カーボン作製の再現とあわせて、作製方法を明らかにすることが望まれていました。

Q カーボンはレーザーを使った極短時間のプロセスにより生成されます。原料にダイヤモンドライクカーボン(DLC)^{*2}と呼ばれる炭素膜を用い、この原料膜にナノ秒レーザーを照射します。レーザー照射によって溶けた炭素膜が超過冷却^{*3}状態となり、その後超高速急冷されるとQ カーボンが得られます。レーザー照射によってDLCからQ カーボンができるまでの時間は数百ナノ秒といわれています。Q カーボンの作製を再現するには、溶けた炭素膜の過冷却度と急冷度を実験パラメータによって適切に調節することが重要となります。

<研究成果の内容>

岡山大学異分野基礎科学研究所の村岡祐治准教授、脇田高德特任講師、横谷尚睦教授の研究グループは、溶けた炭素膜の過冷却度と急冷度が照射するレーザーの強さ(レーザー密度)とDLC膜の熱的特性に強く依存することに着目し、これらを調整することでQ カーボンを作製できると考えました。実験を行った結果、作製した試料においてQ カーボンの特徴であるフィラメント形状(図1)、および、室温で強磁性的振る舞いを観測し(図2)、Q カーボンの再現に成功したことが分かりました。また、Q カーボンができる組み合わせは複数あり、Q カーボンの作製にはレーザーのエネルギー密度とDLCの熱的性質を適切に調節することが重要であることを明らかにしました。

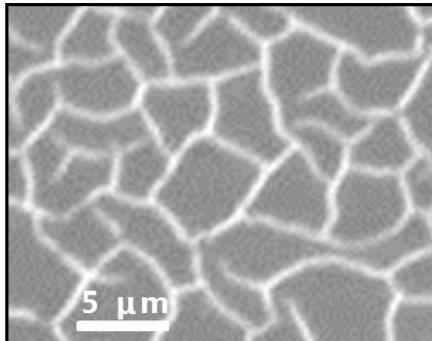


図1. Qカーボンの表面像。フィラメント状の明るい部分がQカーボン。

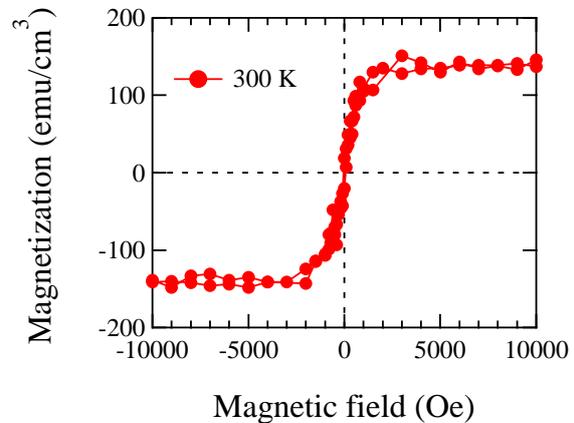


図2. Qカーボンの室温強磁性的振舞い。

<社会的な意義>

本研究成果はQカーボンを作製するための指針を示すものです。今後は作製方法を確立するための研究を行っていきます。また、Qカーボンの示す強磁性、わずかなエネルギーでの発光、超伝導などの特性に関する研究や、それらの特性をエネルギー分野に応用するための研究を進めていきます。

■論文情報

論文名: Formation of Q-carbon by adjusting sp^3 content in diamond-like carbon films and laser energy density of pulsed laser annealing

邦題名「ダイヤモンドライクカーボンの sp^3 量とパルスレーザーアニールのエネルギー密度の調整によるQ-カーボンの形成」

掲載紙: *Carbon*

著者: Hiroki Yoshinaka, Seiko Inubushi, Takanori Wakita, Takayoshi Yokoya, Yuji Muraoka

DOI: 10.1016/j.carbon.2020.06.025

発表論文はこちらからご確認できます。

URL: <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2020.06.025>

■研究資金

本研究は、独立行政法人日本学術振興会（JPSJ）「科学研究費助成事業」の支援を受けて実施しました。



PRESS RELEASE

■補足・用語説明

- 1) ナノ秒：単位の名称に着ける接頭語のひとつで、 10^{-9} 倍（十億分の一）を意味します。1 ナノ秒は十億分の一秒になります。
- 2) ダイヤモンドライクカーボン(DLC)：主として炭化水素、あるいは、炭素の同素体からなる非晶質の硬質膜。本研究では水素を含まない DLC を用いています。
- 3) 過冷却：液体が凝固しないで、凝固点よりも低い温度まで冷却された状態のことです。水であれば、 0°C 以下でも凍結しない状態を指します。Q カーボンを作製するためには、1000 K の過冷却温度が必要といわれています。

<お問い合わせ>

岡山大学異分野基礎科学研究所

准教授 村岡 祐治

(電話番号) 086-251-7898

(FAX) 086-251-7903

(メール) ymuraoka@cc.okayama-u.ac.jp



岡山大学
OKAYAMA UNIVERSITY



岡山大学は持続可能な開発目標 (SDGs) を支援しています。