助成番号　210816	５－２

研 究 成 果 報 告 書

研究テーマ（和文）	液体流動を利用した新たな電気伝導制御の開拓		
研究テーマ（英文）	Investigation of novel electronic transport control by flowing water		
研究期間	2021年 ～ 2022 年	研究機関名　東北大学	
研究代表者	氏名（漢字）	岡田 健	
	氏名（カタカナ）	オカダ タケル	
	氏名（英文）	Takeru Okada	
	所属機関・職名	東北大学・准教授	
共同研究者（１名をこえる場合は、別紙追加用紙へ）	氏名（漢字）		
	氏名（カタカナ）		
	氏名（英文）		
	所属機関・職名		

概要　（600 字～800 字程度にまとめてください。）

グラフェン上を水が流れるとき、流れの方向に沿って固相材料中に電位勾配が生じ電流が流れる特異な現象がある。申請者はこの現象が発電デバイスとして機能することを見出し、流動によって創電するデバイスとしての機能を実証してきた。本申請では新たな展開として固体電子材料と液体流動がつくる固液界面において電子材料の電気伝導を担うキャリアの振る舞いを液体流動によって制御することを目的とし研究を行った。

・ナノ流路の作製と流路内へのグラフェンと電極のアッセンブリ

流動状態に擾乱を起こさない平坦な流路を作製するため、リソグラフィ技術を用いた加工を行った。シリコン基板上のドライレジストに露光・現像を行うことで鋳型を作製した。鋳型にポリジメチルシロキサンを流し固化することで流路を作製した。流路幅や流入口形状が異なる流路を複数作製し、次項に記載する発生電圧波形と流動状態の比較検討に用いた。また流路内へのグラフェンを転写後、独自に開発した表面清浄化プロセスを行うことでほぼ全ての残渣を除去することができ、ナノスケールで平坦なグラフェンを内壁に持つ流路の作製に成功した。また電極の厚みによって流動状態が変化することを抑制するため、電極は流路外に設置した。

・電気シグナル計測

流動による出力を最大化する外部抵抗を接続し、その両端に発生する電圧を 20 ミリ秒間隔で測定した。発生するシグナルは流動状態を反映し、層流のみが存在する流路では起電力が極端に減少することが明らかになった。また、乱流の状態と電圧シグナルの分散には相関があることも明らかになった。

以上のように、当初の研究目的であるナノ流路作製とその発生電圧計測に成功し、流動状態と電気シグナルの分散に相関があることを明らかにした。

発表文献 （この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）

雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ﾍﾟｰｼﾞ	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ﾍﾟｰｼﾞ	

英文抄録 （100 語～200 語程度にまとめてください。）
I have found that mechanism of flow-induced voltage generation on graphene can be applied for novel electricity generation system. In this research, I have investigated the correlation between electron transport properties in graphene and flow conditions. First, I have tried fabrication of nano flow channel by photolithography technique that uses graphene as an inner wall of the channel. The smooth surface was obtained our surface cleaning method after graphene transfer onto the flow channel. In addition, gold electrodes were deposited in the flow chip without inhibiting flow condition in the in the channel. Second, we have measured the generated voltages from graphene using the load resistance that maximizes output power. The generated voltages are affected by the flow conditions, resulting in the laminar flow reduces the voltages. In addition, the turbulence conditions correlate with the variance of the generated voltages.
In summary, this study that aims measurement of the generated voltages using custom-made flow-channel achieved measurement process of the flow-driven voltage generation, and we revealed that the correlation of flow conditions and the variance of the electrical signals.