助成番号 160010	５－２

研 究 成 果 報 告 書

（国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿）

研究テーマ（和文） AB	遷移金属カルコゲナイド原子層材料開発および新規物性開拓				
研究テーマ（欧文） AZ	Fabrication and novel physical properties of atomic-layer transition-metal chalcogenides				
研究代表者氏名 カタカナ CC	姓)スガワラ	名)カツアキ	研究期間 B	2016 ～ 2017 年	
漢字 CB	菅原	克明	報告年度 YR	2017 年	
ローマ字 CZ	Sugawara	Katsuaki	研究機関名	東北大学	
研究代表者 CD 所属機関・職名	東北大学 材料科学高等研究所・助教				

概要 EA （600 字～800 字程度にまとめてください。）

本研究では、分子線エピタキシー装置を用いて様々な遷移金属ダイカルコゲナイド(TMDs)原子層をグラフェン上に作製し、それらの電子状態を角度分解光電子分光によって直接観測することで、原子層化による新規物性解明を行った。

本研究で得られた研究成果を以下に項目ごとに記す。

・原子層化による空間反転対称性の破れた２次元超伝導体の特異物性解明

超伝導および電荷密度波が共存する系として注目を集めているバルク 2*H*-$NbSe_2$ および 2*H*-$TaSe_2$ の原子層化による空間反転対称性の破れに起因したスピン偏極電子状態が２次元超伝導および電荷密度波にどのような影響を与えるかを明らかにする目的で、それらの原子層を作製し、その電子状態を角度分解光電子分光測定を行った。その結果、空間反転対称性の破れに起因したスピン分裂電子状態の観測に成功し、$NbSe_2$ 原子層における上部臨界磁場の上昇の起源がスピン分裂電子状態によるものと実験的に明らかにした。また、$TaSe_2$ 原子層においても $NbSe_2$ 原子層と同様なスピン分裂電子状態の形成を示唆する電子状態の観測に成功し、$TaSe_2$ 原子層における新規２次元超伝導の可能性を示唆した。

・$HfSe_2$ の原子層化による新規物性探索

$HfSe_2$ 原子層を２層グラフェン上に作製し、その電子状態を角度分解光電子分光測定によって調べたところ、関節型半導体的電子状態を形成していることを明らかにした。現在、バルク **$HfSe_2$** の電子状態との比較から太陽光発電素子材料としてのデバイス開発の可能性を検討中である。

キーワード FA	角度分解光電子分光	遷移金属カルコゲナイド原子層	空間反転対称性	

（以下は記入しないでください。）

助成財団ｺｰﾄﾞ TA					研究課題番号 AA									
研究機関番号 AC					シート番号									

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	論文標題GB	Selective Fabrication of Mott-Insulating and Metallic Monolayer $TaSe_2$							
	著者名 GA	Y. Nakata, T. Yoshizawa, K. Sugawara, Y. Umezawa, T. Takahashi and T. Sato	雑誌名 GC	ACS Applied Nano Materials					
	ページ GF	～	発行年 GE	2	0	1	8	巻号 GD	In press
雑誌	論文標題GB								
	著者名 GA		雑誌名 GC						
	ページ GF	～	発行年 GE					巻号 GD	
雑誌	論文標題GB								
	著者名 GA		雑誌名 GC						
	ページ GF	～	発行年 GE					巻号 GD	
図書	著者名 HA								
	書名 HC								
	出版者 HB		発行年 HD					総ﾍﾟｰｼﾞ HE	
図書	著者名 HA								
	書名 HC								
	出版者 HB		発行年 HD					総ﾍﾟｰｼﾞ HE	

欧文概要 EZ

In this research proposal, I have fabricated various transition-metal dichalcogenides (TMDs) atomic-layers on graphene by molecular-beam epitaxy systems and investigated the novel physical properties in atomic-layer TMDs from direct observation of electronic state in these materials by performing angle-resolved photoemission spectroscopy.

・Investigation of anomalous physical phenomena in two-dimensional superconductor without space-inversion symmetry on atomic-layers

To elucidate how the spin-polarized electronic state due to the broken space-inversion symmetry influences two-dimensional superconductivity and charge-density waves (CDW) in atomic layer $NbSe_2$ and $TaSe_2$, which in bulk have been attractive attention since it coexists with a superconductivity and CDW, I have fabricated monolayer $NbSe_2$ and $TaSe_2$ and performed angle-resolved photoemission spectroscopy. As a result, I observed spin-splitting bands due to the breaking of space-inversion symmetry, which indicates that the origin of giant upper critical magnetic field in $NbSe_2$ atomic-layers is in relation to the spin-polarized electronic states. Also, we found the spin-splitting bands in $TaSe_2$ atomic-layers resemble to that in $NbSe_2$ atomic-layers, which suggests the possibility of a two-dimensional superconductivity with the large upper magnetic field.

・Novel physical properties in $HfSe_2$ atomic-layer

I have fabricated $HfSe_2$ atomic-layer on bilayer graphene and elucidated its electronic states by using angle-resolved photoemission spectroscopy. As a result, I found a semiconducting nature with indirect band gap in $HfSe_2$ atomic-layer. Now, by comparing with the experimental band structures in bulk, I'm considering to be a possibility for developing new photovoltaic nano-devices based on $HfSe_2$ atomic-layer.