助成番号　210799

５－２

研 究 成 果 報 告 書

研究テーマ（和文）	二次元原子層材料を用いた環境調和型エネルギーハーベスティング素子の開発		
研究テーマ（英文）	Development of environment-friendly energy-harvesting device with 2D atomic layer materials		
研究期間	2021年 ～ 2022年	研究機関名　東北大学 大学院工学研究科	
研究代表者	氏名	（漢字）	加藤　俊顕
		（カタカナ）	カトウ トシアキ
		（英文）	Toshiaki Kato
	所属機関・職名		東北大学　大学院工学研究科・准教授
共同研究者 ＊２名をこえる場合は、【別紙追加用紙】(P3)に３人目以降を追記してください。	氏名	（漢字）	何　杏
		（カタカナ）	ヘ シン
		（英文）	Xing He
	所属機関・職名		東北大学　大学院工学研究科・助教
	氏名	（漢字）	佐藤　尚郁
		（カタカナ）	サトウ ナオヒロ
		（英文）	Naohiro Sato
	所属機関・職名		東北大学　大学院工学研究科・大学院生

概要 （600 字～800 字程度にまとめてください。）

周囲の環境を乱さない環境調和型のエネルギーハーベスティング素子は、エネルギー及び環境問題の解決に重要な貢献が期待できることから、世界中で開発競争が展開している。本研究では、原子オーダー厚みの二次元材料として注目されている原子層物質に着目し、環境調和型エネルギーハーベスティング素子の一種である可視光平均透過率 80%を超える高透明太陽電池の開発を目的に研究を行った。具体的には、発電層に半導体原子シートである遷移金属ダイカルコゲナイド(TMD)を用い、透明電極(ITO)との間に自発的に形成されるショットキー障壁を活用したショットキー型太陽電池開発を行った。ショットキー型では電極と TMD の界面に形成されるショットキー障壁により励起子が電荷分離され発電が起きるため、左右の電極におけるショットキー障壁を精密に制御する必要がある。そこで、ITO と TMD の間に様々な薄膜金属を挿入した結果、ITO の透明性を損なわずに、ショットキー障壁を自在に制御可能であることを発見した。そこで、発電側と電荷捕集側の電極構造を最適化した結果、明確な太陽光発電の実証に至った。さらに同デバイス構造を大規模集積化し大面積化への拡張を行った結果、可視光透過率 79%のほぼ完全に透明と呼べる 1 cm^2 のガラス基板から 420 pW の発電が可能であることを実証した。本成果は、窓ガラスで発電可能な高透明透明太陽電池として国内外で大きな注目を集め、発表論文 Sci. Rep. 12, 11315(2022) は同雑誌の 2022 年における Materials Science 分野において 2 番目に多く読まれた論文として表彰された。今後実用化に向けた検討を進める予定である。

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	Fabrication of near-invisible solar cell with monolayer WS_2				
	著者名	X. He, Y. Iwamoto, T. Kaneko T. Kato	雑誌名	Scientific Reports		
	ページ	11315-1～8	発行年	2 0 2 2	巻号	12
雑誌	論文課題	Scalable fabrication of graphene nanoribbon quantum dot devices with stable orbital-level spacing				
	著者名	T. Kato, T. Kitada, M. Seo, W. Okita, N. Sato, M. Shinozaki, T. Abe, T. Kumasaka, T. Aizawa, Y. Muto, T. Kaneko, T. Otsuka	雑誌名	Communications Materials		
	ページ	103-1～7	発行年	2 0 2 2	巻号	3
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	

英文抄録（100 語～200 語程度にまとめてください。）

We developed a near-invisible solar cell through a precise control of the contact barrier between an indium tin oxide (ITO) electrode and a monolayer tungsten disulfide (WS_2), grown by chemical vapor deposition (CVD). The contact barrier between WS_2 and ITO was controlled by coating various thin metals on top of ITO (Mx/ITO) and inserting a thin layer of WO_3 between M_x/ITO and the monolayer WS_2, which resulted in a drastic increase in the Schottky barrier height (up to 220 meV); this could increase the efficiency of the charge carrier separation in our Schottky-type solar cell. The power conversion efficiency (PCE) of the solar cell with the optimized electrode (WO_3/M_x/ITO) was more than 1000 times that of a device using a normal ITO electrode. Large-scale fabrication of the solar cell was also investigated. By repeating the experiments on this optimized unit device with an appropriate number of series and parallel connections, the total power could be increased up to 420 pW from a 1 cm^2 solar cell with a very high value (79%) of average visible transmission (AVT). The paper (Sci. Rep. 12, 11315 (2022)) reported these results attracted intense attention from variety of communities and selected as Top 100 papers (actuary top 2) in 2022 Materials Science section in Scientific Reports.

【別紙　追加用紙】

＊記入がない場合は、この用紙を削除してください。

研究代表者名　　加藤　俊顕

共同研究者	氏名	（漢字）	岩本　祐汰
		（カタカナ）	イワモト　ユウタ
		（英文）	Yuta Iwamoto
	所属機関・職名		東北大学　大学院工学研究科・大学院生
	氏名	（漢字）	
		（カタカナ）	
		（英文）	
	所属機関・職名		
	氏名	（漢字）	
		（カタカナ）	
		（英文）	
	所属機関・職名		
	氏名	（漢字）	
		（カタカナ）	
		（英文）	
	所属機関・職名		
	氏名	（漢字）	
		（カタカナ）	
		（英文）	
	所属機関・職名		
	氏名	（漢字）	
		（カタカナ）	
		（英文）	
	所属機関・職名		
	氏名	（漢字）	
		（カタカナ）	
		（英文）	
	所属機関・職名		