

研究テーマ	バナジウム化合物の光吸収発熱機構に関する研究 (第2報)		
担当者 (所属)	塩澤佑一朗 (材料・燃料電池)・上垣良信・宮澤航平・中村聖名・渡辺誠 (繊維)・佐藤哲也 (山梨大)		
研究区分	経常研究	研究期間	令和元年度～令和2年度

### 【背景・目的】

現在さまざまな機能性繊維が開発されており、光を当てたときに温まる「光吸収発熱繊維」もその一つである。こうした発熱繊維は、例えばウィンタースポーツ用のウェアなどに適用されている。

当センターではこれまでに、バナジウム (V) 化合物と染料を組み合わせ、天然繊維に光吸収発熱機能を付与する染色技術を開発してきた。この技術ではすでに特許 (令和2年11月：第6792108号) を取得し、これを活用した製品開発の支援を県内企業に継続して行っている。一方で、バナジウム処理した天然繊維が発熱する仕組みはまだよくわかっていないため、これを調べることで発熱性能のさらなる向上や新たな発熱材料の検討への活用が期待できる。昨年度までの研究で、バナジウム処理した繊維は近赤外光 (波長1000 nm近傍) の照射によって効率的に発熱することがわかっている。そこで本年度は、近赤外光照射下におけるバナジウム化合物またはバナジウム処理繊維の化学状態について調べるため、X線光電子分光 (XPS) および電子スピン共鳴分光 (ESR) 測定を行った。

### 【得られた成果】

近赤外光照射前と照射したときの硫酸バナジル ( $\text{VO}_2\text{SO}_4$ , 4価バナジウム, 青色) の V 2p XPSスペクトルを測定・比較したところ、有意な変化はみられなかった。このことから、バナジウム化合物で光吸収発熱が起きているときに、バナジウムの酸化状態などに変化はみられない可能性が示唆された。

近赤外光照射前と照射したときの硫酸バナジル処理ウール繊維のESRスペクトルを測定した結果、どちらもバナジウムイオン ( $\text{VO}^{2+}$ ) に起因する4価バナジウムのESRシグナルが主に観測されたが、近赤外光を照射することでESRのシグナル強度が減少することがわかった (図1)。ESRは物質中の不対電子を観測するが、バナジウム化合物において光吸収発熱が起きたときにその量が減少したと考えられる。また、光によって物質の電子状態が励起・緩和して熱を発する現象として、例えば無輻射遷移が挙げられるがバナジウム化合物は近赤外光によりそうした遷移が起きている可能性が考えられる。銅系化合物で処理したウール繊維についてもESR測定を行ったところ、図1の結果と同様に近赤外照射によるESR強度の減少が観測され、実際に銅処理布帛が発熱機能を有していることを確認することができた。

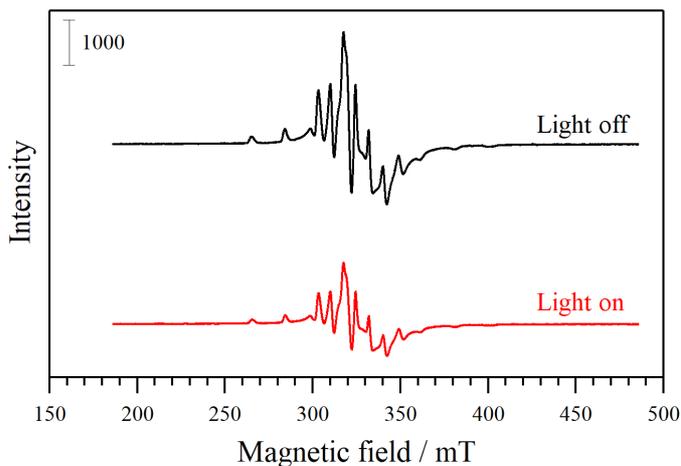


図1 近赤外光照射前後におけるバナジウム処理ウール繊維の電子スピン共鳴分光測定結果、試料温度は120 K

### 【成果の応用範囲・留意点】

本研究では、繊維を金属処理する技術を伝統産業である和紙へ応用する検討を並行して行った。例えば銅処理を和紙原料に適用すると光吸収発熱性や消臭性、抗菌性が得られ、壁紙といったインテリアなどに適用可能である。今後も研究成果を応用した付加価値製品の開発支援を行っていく。