

令和7年度の研究（または活動）内容

電気電子工学課程 教授 下位法弘

ストラティファイド型 CdS のバンドギャップシミュレーション

ストラティファイド型 CdS(s-CdS)ナノ粒子(図1)を光触媒として硫化水素溶液に混入し、遠紫外線(UV-C)照射による水素生成に関する量子効率約39%であった。これはUV-A照射時の約2倍である。我々は、当該CdSのエネルギーバンド構造についてUV-C波長(約260nm $\lambda \approx 5.2\text{eV}$)に近いバンドギャップが存在するためだと推測し、密度汎関数(DFT)法を用い s-CdS 構造のエネルギー分布をシミュレーションした。

$$E_{gap}^{QC}(d) \approx E_{bulk} + \frac{\hbar^2 \pi^2}{2d^2} \left(\frac{1}{m_e^*} + \frac{1}{m_h^*} \right) - 1.2 \times \frac{e^2}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_r d}, \quad (1)$$

上記計算式(1)を組み立て、その数式を基に s-CdS 内径および s-CdS の合成上 CdS 表面に担持される Pt の添加量に対するエネルギーバンドギャップの変位をシミュレーションした。その結果を図1に示す。図2(c),(d)より、s-CdS 内径が小さくなる、もしくは Pt 担持量が増加するごとにバンドギャップ値が大きくなるのが判明した。以上より s-CdS は、より高エネルギーな電磁波(光)ほど高効率に s-CdS に吸収され光触媒として活性化する傾向を示すと考えられる。

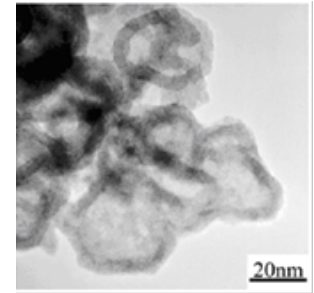


図1 ストラティファイド型 CdS 粒子の電子線透過顕微鏡像

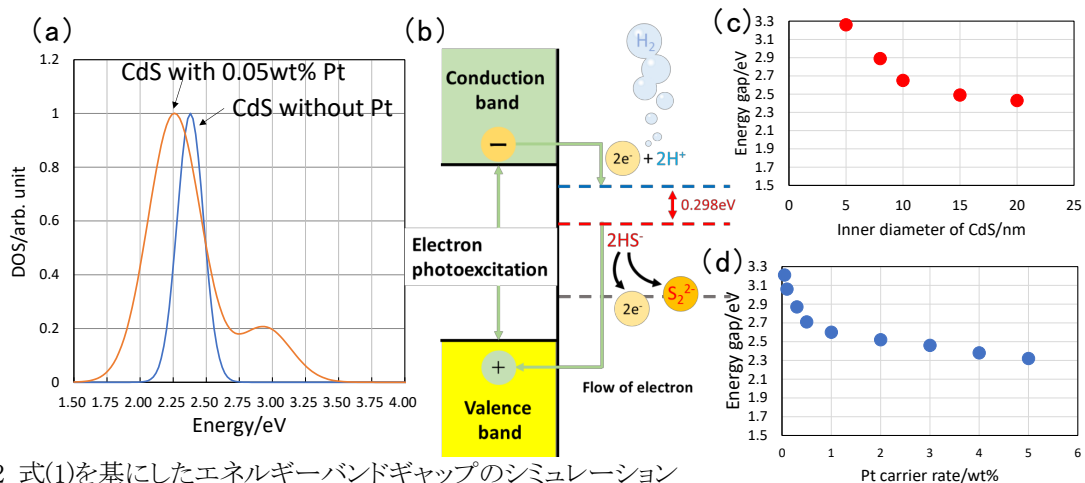


図2 式(1)を基にしたエネルギーバンドギャップのシミュレーション

(a) 0.05wt%のPtを担持したs-CdSの状態密度(DOS)バンドギャップ依存性

(b) 硫化水素分解からのエネルギー遷移のイメージ

(c) 内径5~20nmのs-CdSに関するシミュレーション結果

(d) 内径5nmのs-CdSにおけるバンドギャップ依存性のシミュレーション結果(Pt担持濃度0.05~5wt%)

環境応用化学課程 加藤善大

PEM水電解セルへの適応を目的としたMnO₂触媒の片面電極の作製およびその評価

本研究では、片面に触媒を形成するため片面用治具を作製し、それを用いてIrO₂/MnO₂/Pt-Ti電極を作製した。酸素発生活性、耐久性およびLSV特性を評価した。

片面用治具を使用することで、片面のみにMnO₂触媒を形成することができ、裏面への触媒の回り込みは見られなかった。また、アノード分極曲線よりMnO₂上にIrO₂を焼成したIrO₂/MnO₂/Pt-Ti電極では活性が向上した。

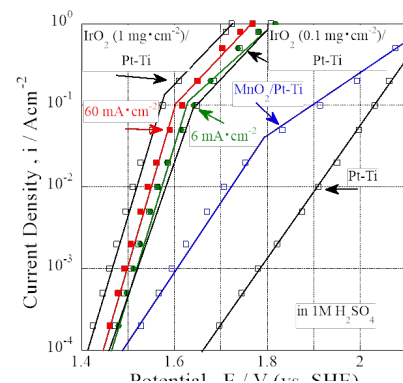


図1 アノード分極曲線

情報通信工学課程 教授 佐藤 篤
植生観測用スーパーコンティニウム光源の開発

近年、レーザー光のスペクトル拡大により得られるコヒーレントな白色光であるスーパーコンティニウム(SC)光を利用した植生観測ライダーが注目されている。従来の SC 光源は、フェムト秒ポンプレーザーが必要であったため、小型化が困難であった。そこで、佐藤研究室では超小型 SC 光源を実現するため、小型ナノ秒レーザーの高ピークパワー化を進めてきた。しかしながら、SC 光発生に必要なピークパワー(>10kW)に到達せずに、昨年度までは最大ピークパワーが数 kW レベルにとどまっていた。今年度は、これまでの共振器設計の改良に加え、新たに励起密度の最適化を行い、目標とするピークパワー化に成功した。図 1 に試作した SC 光源ポンプ用パッシブ Q スイッチ Nd:YAG レーザーの外観を示す。これまで、共振器長の短縮による短パルス化を行い、パルス幅 2.5 ns を得ていたが、パルスエネルギーが低かったため、そのピークパワーは 4 kW 程度であった。今年度は、低励起密度化により発振しきい値を犠牲にする(上昇してしまう)代わりに 1 パルスあたりのエネルギーを高めることを試みた。実験の結果、従来に比べ 5 倍の高出力化に成功し、パルスエネルギー 47 μ J、パルス幅 2.2 ns、ピークパワー 21 kW を達成した(図 2)。一方、SC 光発生に用いる非線形媒質であるフォトニック結晶ファイバーへの結合効率がまだ低く、これを改善することが次の課題となっている。以上の研究テーマに加え、風観測用ドップラーライダーの送信機用パルスレーザーの開発においても多くの成果を得た。

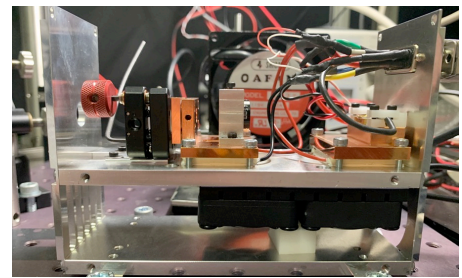


図 1 試作した小型ナノ秒レーザー

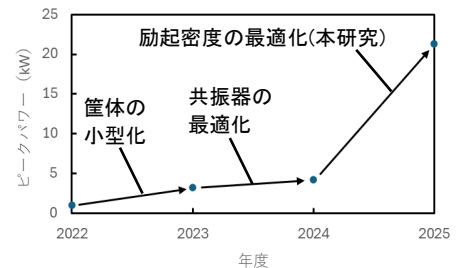
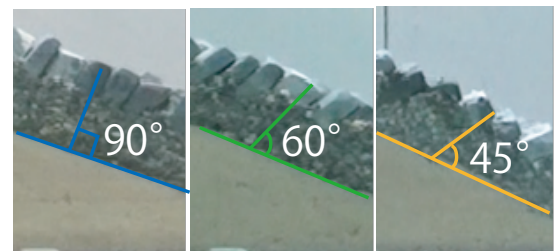


図 2 高ピークパワー化の推移

都市工学課程 准教授 菅原景一
持続可能な河川管理に向けた基礎的研究

当研究室で継続的に進めている石積みによる堤防裏法の保護に関する検討についてです。これまでの検討において、堤防の一般的な法面勾配である2割勾配に対しても根石の固定や天端石の粒径を想定される掃流力に耐える条件にすると、国土交通省が目標としている“越流水深30cmで3時間”を縮尺模型による検討結果ではあるが、石張りによる保護でもクリアできる可能性があることを確認している。そこで、今年度は確実に保護するための条件を模索した。その結果、張り石の設置角度揃えること、さらに現在のところの結果としてはその角度を 90° にすることで確実に目標をクリアできることを確認した。

今後は90° 以上の設置角度についても検討を行い最適な設置角度を見つけることと、裏込め材の層厚を減らすことによる影響について検討を進める予定である。



(a)90° (b)60° (c)45°

図 2 使用した張り石の法面からの角度

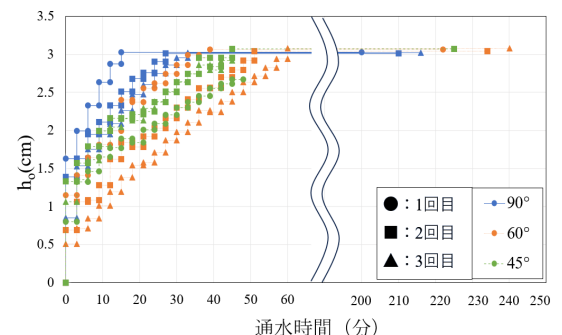


図 3 石張りの越流水深と経過時間の関係