

日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次：第 **4** 回 助成期間：平成 **19** 年11月1日～平成 **20** 年10月31日（期間 **1** 年間）

テーマ： 雷が水をきれいにする

氏名： 颯田尚哉

所属： 岩手大学

登録番号： 07104

1. 課題の主旨

繰り返し動作パルスパワー電源の応用研究が、電気エネルギーの先端利用技術として盛んになってきている。廃ガス処理分野への応用は進んでいるが、廃水処理分野への利用は非常に少ないという現状がある。一方、廃水処理の分野では、化学的な方法や生物学的な方法を組合せた処理プロセスが採用されているが、処理装置の大型化や処理効率の低さが課題として残っており、パルスパワーの利用は、これらの課題の解決に役立つ可能性がある。

本申請は、電気エネルギーの先端利用技術である高速パルスパワーを用いた水中放電現象を環境問題の一つである廃水処理過程に応用することにより、電気的な現象と化学的な現象を視覚的に融合させ、理科に関する興味を引き出し、環境問題への理解を深めようとするものである。

なお、高等学校理科における実験活動において、電気的な現象と化学的な現象を視覚的に同時に融合させて実験展示する方法は非常に少なく、本活動で得られる知見は、高等学校の理科授業デザイン研究に寄与すると考える。

2. 準備

本研究は、実験装置（廃水処理装置）の作成、装置の評価、実践活動で構成されている。

- 1) パルスパワー電源による廃水処理装置を作成：水中で雷をつくる電源の作成とそれを利用した廃水処理装置を作成
- 2) その廃水処理能力の評価と改良：インディゴカルミン溶液を用いた脱色の観測と脱色効率の評価、教室や会議室への運搬や視覚的なデモ効果を考慮して、重量や大きさを小型化するための改良を行う。
- 3) 高校生を対象に公開講座を実施：8月の大学公開で高校生(3年生)に説明する。10月の大学公開で高校生(1,2年生)に説明する。

3. 指導方法

1) 実験装置の作成

家庭用の蛍光灯用電源を利用して、水中で放電可能な高電圧のパルスパワー電源を作成した。水処理に適した形状の電極として、線対平板電極採用し、銅平板で電極距離を変えられるよう加工した。放電破壊電圧を低下させるために、水中に気泡を連行できるような小型エアポンプを使用する。水中で安定して放電を行える電気制御回路を構成する。

2) 実験装置の評価と改良

効率の良い処理に向けた電圧や気泡注入の条件を考慮して、処理水槽を設計製作する。大きさや形状は、教室や会議室への運搬や視覚的なデモ効果を考慮して、小型化する。その後、廃水処理装置は、実験展示の時間内(1時間程度)に、インディゴカルミン溶液の脱色率で9割以上の処理効率を得られるように、電源、電極、水槽、ガス流量などに改良を加える。

3) 実践活動

2) で開発・改良した処理装置および測定結果を用いて、高校生を対象に実践活動を行う。水中で放電の部分に関しては、放電現象の観察とインディゴカルミン溶液を用いた脱色の観測を内容とし、8月の大学公開で高校生に説明する(実践活動1回目)。模擬廃水の吸光スペクトル測定を行い、スペクトルを比較する。スペクトルの変化から物質(インディゴカルミン)が分解するという現象を視覚的に理解できるようにする。10月の大学祭にて、高校生を対象に公開講座を行う(実践活動2回目)

4. 実践内容

1) 参加者

8月の大学公開に参集する生徒のほとんどは、高校3年生である。10月は大学祭と同時開催ということもあり、高校3年生よりも高校1,2年生のほうが多いのが特徴である。

2) 実践方法

高電圧の断続放電が継続するため、電磁波がデモ装置(電源・電極)より発生する。この電磁波はPCに悪影響を及ぼすため、実践活動空間にはPCが存在できないことがわかった。幸いにも建物玄関近くで、PCが近隣にない25m²の実践空間を確保できた。実践場所への運搬や視覚的なデモ効果を考慮して、小型化したデモ装置を2種類(台)用意した。1台では、線香の煙をピーカー内に充満させ、大気中で放電(コロナ放電)させることにより、雷で汚れた空気をきれいにするデモを行った。もう一台では、水中で放電をおこし、放電現象の観察とインディゴカルミン(acid blue64)溶液を用いた脱色の様子を展示した。10月の実践では、参加者にも模擬廃液の水質の吸光スペクトル測定を実施させる予定であったが、分光器付属のPCと処理装置の共存が不可能であり、事前に測定した結果をポスターとして掲示し説明資料とした。

5. 成果・効果

1) 実験装置の作成

当初、家庭用の蛍光灯用電源を利用して、電源を作成したが、電圧の安定供給と処理装置の評価、改良のために、現有の高圧安定電源を使用した。日中のデモであるため、太陽光下では水中ストリーマの進展が観察しにくいいため、処理槽はブラックボックス内に設置した。

2) 実験装置の評価と改良

当初目標は、インディゴカルミン溶液(20mg/L,100ml)の脱色率で9割以上の処理効率を1時間程度で得ることであったが、装置の改良を重ねた結果、銅製の平板一線電極を用いた場合で5分、タングステン(線)ーアルミ(線)を用いた場合30

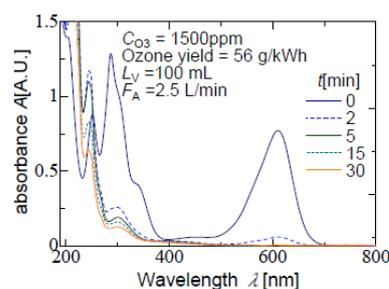


分ていどで、脱色可能な装置を作成できた。銅製の電極で効率よく脱色できるのは、電極から水中に溶け込む銅が触媒の働きをするためということがわかった。排水処理装置としての実用化のためには、銅が水中に溶解しないタングステン・アルミ電極が望ましいが、実践活動では、限られた時間で脱色する

必要があるため、銅製電極を用いた。

3) 実践活動

受講者は、水中放電現象と廃水処理を視覚的に体験、観察可能であり、放電という物理現象や物質の分解という化学現象への興味を深めることができた。スパーク音や光、廃水の脱色変化など、聴覚や視覚に直接訴えるため、興味を持ってもらいやすく、現象を認識し、把握することは容易であった。岩手県は、地域課題として全国最大規模の不法投棄現場を抱えることから、廃水処理技術開発の必要性も含めて説明することも可能であった。廃水処理を実体験しつつ、物理の法則や化学の反応について理解を深められた。10月の実践活動では、吸光スペクトルの変化を掲示したため、スペクトルの変化から、色と光の波長の関係や物質の構成についても、視覚的にとらえ定量的に説明することができた。



6. 所感

自然現象である雷を制御された空間で再現するだけでなく、廃水処理に応用可能なことを提示し、科学技術を社会生活に応用することの意義とおもしろさを多少なりとも伝えられたはずである。

8月は大学説明会ということもあり、多くの人にデモを見せると言うことでは成功であったが、説明の早さや内容をグループごとに同じ水準に保つことが難しい面もあった。定時開催にするなど工夫の余地があると感じた。10月は大学学園祭と共催ということもあり、8月よりは実践場所への訪問者は少なかったが、50名以上の高校生にデモを見せることはできた。5人程度のグループが断続的に来訪したため、結果的に説明の早さや内容を同じ水準に保つことができた。強い電磁波のため、他の研究室紹介と離れて展示せざるを得ず、来訪者の誘導に工夫の余地があると感じた。

7. 今後の課題や発展性について

受講者は、水中放電現象と廃水処理を視覚的に体験、観察し、放電という物理現象と物質の分解という化学現象への興味を深めることができる。しかしながら今後の課題として、現象の科学的な説明を合理的に理解することへ発展させる必要がある。科学技術を社会生活に応用することの意義とおもしろさを伝え、環境問題の解決に役立つ実践装置のプロトタイプを開発できたが、今後も改良を加えてゆく必要がある。

8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

論文

1. 高橋克幸, 佐藤大樹, 内藤潤, 向川政治, 高木浩一, 藤原民也, 颯田尚哉: 水中放電とオゾンを用いた廃水の脱色効率の比較, 環境工学研究論文集, Vol. 45, 印刷中 (2008)

口頭発表

1. 高橋克幸, 佐藤大樹, 内藤潤, 向川政治, 高木浩一, 藤原民也, 颯田尚哉: 水中放電とオゾンを用いた廃水の脱色効率の比較, 環境工学フォーラム, 大阪工業大学, 2008年11月
2. 高橋克幸・佐々木由佳・向川政治・高木浩一・藤原民也・颯田尚哉: 気相放電水中進展型リアクタの形状最適化によるエネルギー損失低減と汚水浄化過程の検討, パルスパワー研究会, 熊本大学, 2008年12月