

(第6号様式)

## 学位論文審査の結果の要旨

氏名	FADHIL BIN SYAHRIAL
審査委員	主査 野村 信福 副査 豊田 洋通 副査 中原 真也

### 論文名

Hydrogen Energy Production from Biomass-derived Polysaccharides using Radio Frequency In-Liquid Plasma

### 審査結果の要旨

セルロースは地球上で最も豊富に存在する有機物である。雑草や木材などの非食バイオマスから糖を生成し、これを分解処理して燃料や化成品に変換する研究が試みられている。セルロースはグルコシド結合を含む極めて安定した化合物であるため、分解には酵素の利用が一般的である。また、酵素反応によって得られた糖は、有機溶媒や金属触媒を加えて加熱分離したり、超臨界水による処理や糖を酸と触媒反応させたりして化成品の原料に合成できることが報告されている。しかし、エネルギーコストや環境負荷など解決しなければならない問題は多い。

一方、液中プラズマとは液体中の気泡中に数 1000K の化学反応場を提供する技術である。気液界面の存在が様々な活性種を生成し、通常環境では合成困難なナノテク材料の合成や有害物質を分解することができる。主な天然由来物質について液中プラズマ反応が及ぼす影響を調べた結果、セルロースを水中プラズマで分解すると、水素とプラスチックやポリエステルなどの原料として使える様々な物質に分解・合成できることが実験的に明らかになってきている。従来、高温の熱プラズマでは最終反応生成物は固形炭素と水素などの可燃性ガスになるが、液中プラズマでは、条件によって化成品の原料となる物質が生成することが最近明らかになった。この詳しい分解メカニズムはよくわかっておらず、学術的な解明が望まれている。

本論文はバイオマスなどの難分解物質を分解するために、液中プラズマと超音波振動を併用した方法を提案し、その効果とメカニズムを解明している。論文は第1章から第5章までの構成となっている。

第1章では、研究の背景と目的および、本論文の概要を述べている。第2章ではバイオマスからのエネルギー抽出方法について従来の研究を紹介している。第3章では液中プラズマと超音波を重畳させた糖類の分解実験を実施している。セルロースを液中に分散させた場合とグルコースを溶解させた分解実験を実施し、水素ガスが回収できることを明らかにした。液中に分散しているセルロースはラジカル反応による間接分解、グルコースはプラズマによる熱分解とラジカル分解が分解メカニズムであることを述べている。また、超音波によって発生する音響流が電極から発生する気泡を攪拌し、反応を促進させることを明らかにした。第4章ではグルコースの分光測

定を実施し、分解メカニズムを考察・確認している。その結果、OH ラジカルと H ラジカルは分解に寄与していることを明らかにした。グルコースの分解反応に 1.6MHz と 29KHz の超音波を液中プラズマに照射すると 30% 増までの水素生成量の促進効果が得られることを明らかにした。第 5 章では、これまでの結果を統括的に述べて結論としている。

本論文の成果は、糖類をプラズマ分解によって燃料ガスの水素が生成できることを明らかにしたのみでなく、生物分解に頼ることなく、バイオマスを原材料として水素を回収できることを示した成果は大きい。学術的には、液中プラズマ中に作用する超音波の効果を明らかにしており、今後、新しい応用分野が開拓されていくことも期待できる。本論文は今後の非食バイオマスをエネルギーに転換する技術として有望な方法の一つとなる可能性がある。

以上の結果により、審査員全員一致して本学学位論文が博士（工学）を授与するに値する論文であると評価した。