

未来社会創造事業 探索加速型
「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域
年次報告書(探索研究期間)

令和2年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名:河本 晴雄]

[国立大学法人 京都大学大学院エネルギー科学研究科・教授]

[研究開発課題名:熱化学反応制御によるバイオマスからの高機能素材合成]

実施期間 : 令和4年4月1日～令和5年3月31日

§1. 研究開発実施体制

(1)「京都大学」グループ(京都大学)

① 研究開発代表者:河本 晴雄 (京都大学大学院エネルギー科学研究科、教授)

② 研究項目

- ・構成成分分離
- ・糖化技術とバイオプラスチック生産
- ・BTX およびファインケミカルス生産
- ・基盤技術開発
- ・プロセス設計とLCA 評価

§2. 研究開発成果の概要

本研究開発課題では、非可食性で膨大な資源量を誇る木質バイオマスから、バイオプラスチック及びその他有用な高機能性素材を高収率かつ高選択的に製造するプロセスの開発を目指す。構成成分分離に関しては、水添加超臨界メタノール処理において、木質バイオマス中に微量に含まれる金属カチオンの影響を明らかにし、この段階でのケミカルス生産の可能性が示唆された。糖化技術に関しては、実バイオマスとしてのパルプの利用について研究を進め、ごく微量に含まれる無機成分の影響を明らかにするとともにその制御方法を提案した。また、発酵阻害物質として作用するアルデヒド類の混入を低減させるための熱分解制御方法および精製方法を明らかにした。さらに、熱分解工程と加水分解工程を統合した糖化プロセスを提案し、事業化を目指した企業との共同研究体制を整えた。BTX およびファインケミカルス生産に関しては、リグニンより 60%以上の高収率で芳香族モノマーを生産できる開発技術を「熱分解支援接触分解」と命名し、変換機構を詳細に明らかにするとともに縮合の進んだ工業リグニンへの展開の可能性を示した。これらの成果により、気相触媒変換と組み合わせた BTX、シクロヘキサン類、シクロヘキサノール類の生産プロセスの構築に向けて弾みがついた。基盤技術開発に関しては、木材細胞壁のナノ複合構造が熱分解に与える影響、セルロースの熱分解における無機成分の影響、低温プラズマ利用などの検討を進め、熱分解反応制御のための基盤学理をさらに深化させることができた。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Wang J., et al. (2023) Pyrolysis-assisted catalytic hydrogenolysis of softwood lignin at elevated temperatures for the high yield production of monomers, *Green Chemistry* 25:7, 2583–2595.
- 2) Wang J., et al. (2022) Stable oligomer formation from lignin by pyrolysis of softwood in an aprotic solvent with a hydrogen donor, *ChemistryOpen* 11:9, e202200104.
- 3) Wang J., et al. (2023) Role of pyrolysis in pyrolysis-assisted catalytic hydrogenolysis of lignin and mechanistic insights into catalytic conversion, *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 170, 105930.