

【課題番号】 3MF-2302

【研究課題名】空間電力合成マイクロ波加熱を利用した有機廃棄物の高速炭化システムの開発

【研究期間】 2023年度（令和5年度）～2025年度（令和7年度）

【研究代表者（所属機関）】 椿 俊太郎（九州大学）

#### 研究の全体概要

本課題では従来のマグネトロンに代わり半導体式発振器で精密制御されたマイクロ波により高密度な電磁場を形成することで、廃プラスチックやバイオマスなどの有機炭素資源を瞬時に変換する。半導体発振器は、真空管に代わる省エネルギー電子デバイスとして、マイクロ波化学プロセスのゲームチェンジャーである。マイクロ波の位相や周波数、出力、波形を厳密に制御し、有機廃棄物上でマイクロ波を空間電力合成させた、高強度マイクロ波照射装置（～kWクラス）を開発し、有機廃棄物の「超」急速熱分解技術のスケールアップ（～kgスケール）を達成する。本技術では複数のマイクロ波源（250W×2～4台）から位相差をつけてマイクロ波を照射して互いに干渉させることで、マイクロ波を有機廃棄物上に局所集中し、マイクロ波電磁界の高強度化する。続いて、熱分解により分画されたタールとチャーを、マイクロ波により高活性化する固体触媒を用いて、機能性炭素材料に高選択的な変換を実現する。さらに、マイクロ波加熱中の複雑な伝熱を制御する手法を確立し、反応に求められるエネルギーのみを供給した、「超」省エネマイクロ波熱化学変換を実現する。

具体的には下記の目標を達成する。

#### <具体的目標>

1. 空間電力合成マイクロ波装置の開発と有機廃棄物の熱化学変換法の開発（サブテーマ1・九大院農 椿）
2. マイクロ波応答性選択分解触媒の開発（サブテーマ2・九大院総合理工 永長）
3. マイクロ波による局所伝熱制御法の開発（サブテーマ3・九大院工 大野）

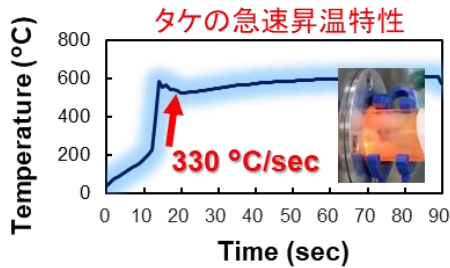
## 空間電力合成マイクロ波加熱を利用した 有機廃棄物の高速炭化システムの開発

＜研究代表者＞九州大学大学院 農学研究院 生命機能科学部門 准教授 椿 俊太郎

### 背景

#### 3RF-1801「マイクロ波加熱を利用した未利用バイオマスの高速炭化システムの開発」の研究成果

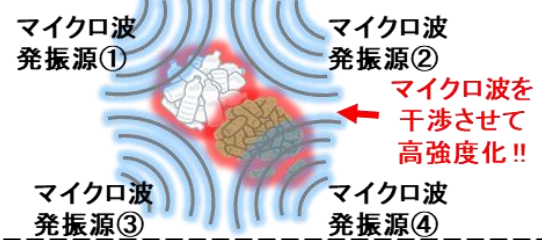
1. 半導体バイオマス炭化炉を開発し、高い有効性を実証（タケの最大昇温速度 330 °C/sec）
2. 迅速な急速熱分解により、熱分解ガス、タール、炭素材料に分離
3. スケールアップの可能性を実証



Green Chemistry  
Tsubaki et al.,  
Green Chem.,  
22, 342-351, 2020

#### 本提案課題 マイクロ波空間電力合成による 電磁界高強度化とスケールアップの達成

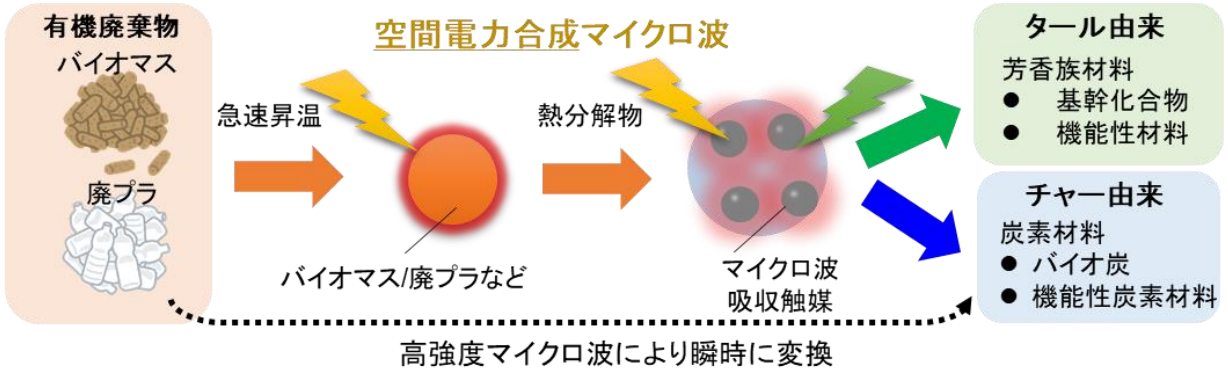
- **マイクロ波の位相制御**によって干渉させ、局所の電磁界を高強度化
- 高強度マイクロ波により有機性廃棄物を瞬間変換
- **マイクロ波応答性触媒**による高選択的にタール・チャーを変換
- **局所伝熱制御**によるエネルギー効率最適化



### 本研究課題の概要

#### 「瞬間」熱分解 1000 K/sec

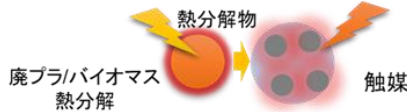
#### 触媒的改質 活性点選択加熱・高生成物選択性



### サブテーマの検討事項

#### ①空間電力合成マイクロ波による急速熱分解

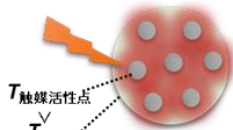
九大院農 准教授 椿 俊太郎



空間電力合成マイクロ波とマイクロ波応答性触媒により有機廃棄物を瞬時に急速熱分解

#### ②マイクロ波応答性選択分解触媒

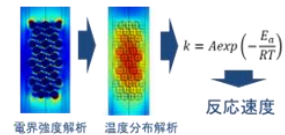
九大院総合理工 教授 永長 久寛



マイクロ波照射により瞬時にタールやチャーを改質する新固体触媒を開発

#### ③局所伝熱制御

九大院工 教授 大野 光一郎



マイクロ波加熱による複雑な伝熱を制御し、加熱効率を最適化