

研 究 成 果

サブテーマ名：廃棄物の高温ガス変換分散型エネルギーシステムの研究開発 小テーマ名：廃棄物の高温ガス変換燃料電池発電プロセスの研究開発
サブテマリーダー：名古屋大学 森 滋勝 研究従事者：(財)科学技術交流財団 朴 桂林 名古屋大学 板谷義紀、小林信介、小林 潤、羽多野重信 トヨタ自動車(株) 浜井満彦、近藤元博、山口正隆
<p>研究の概要、新規性及び目標</p> <p>①研究の概要 地域分散型有機廃棄物と木質バイオマス高温ガス変換燃料電池発電システムとして、地域に分散して発生・回収される有機廃棄物と木質系バイオマスを原料とし、環境負荷を抑制しながら高効率で小規模発電を行うシステムを提案するとともに、実用化に向けた研究開発を行った。具体的には、開発が進められている次世代型燃料電池発電を中心とした新たなエネルギーシステムを実現するうえで、主要な高効率小型ガス変換技術および燃料電池の燃料として十分活用しうる品質を有するガス精製技術の研究開発を行う。ガス化装置にはダウンフロー式高温ガス変換炉方式を採用し、10～20kg/h規模のガス化試験装置において、ポリプロピレン (PP)、ポリエチレン (PE) と PET等のプラスチック系有機廃棄物および木質系バイオマスの60メッシュアンダーの微粉からの高温ガス変換特性と操作パラメーターの影響を検討した。また、Ca系吸収剤を用いて、生成ガス中の塩化水素を燃料電池に影響を与えないレベルにまで除去するプロセスを開発する。</p> <p>②研究の独自性・新規性 本研究での高温ガス化炉は、これまでの廃棄物のガス化やガス化溶融技術とは異なり、一炉で熱分解および部分燃焼によりガス化させ、さらには燃料電池用燃料となる水素と一酸化炭素へ変換する改質機能を有している。このため、純酸素で1200℃～1300℃の高温でガス化して、CH₄や不飽和炭化水素を殆ど分解させ、燃料電池に必要なH₂、COを主成分とする高品質なガスを高効率で回収できる。また、製造されたガスから選択的に有害成分である塩化水素だけを吸収除去する消石灰吸収剤による簡易的なガス精製プロセスを開発した。このようなシステムを提案して、実用化を目指した研究開発である点に、独自性および新規性を有している。</p> <p>③研究の目標 (各フェーズ毎に数値目標等をあげ、具体的に) 高温ガス変換プロセスの実証機を設計するための基礎データの収集とガス変換メカニズムの解明するために、①有機廃棄物の熱分解、部分酸化反応メカニズムを解明する。②燃料電池に対して性能劣化要因となる物質の排出量、排出形態 (例えば H₂S と COS の生成率) の定量的把握。③炉内圧力、温度、原料組成、投入カロリー等の運転条件が変動した時の、ガス変換特性に及ぼす影響を定量的に把握する。④原料安定供給技術を開発する。⑤カーボンガス化率と (CO+H₂) の含有率をそれぞれ 80%以上と 70%以上にする。一方、脱塩化水素によるガス精製技術では、⑥燃料電池性能劣化を抑制しうると考えられる塩化水素濃度 10ppm 以下にするための Ca 系吸収剤の化学平衡・速度論的検討。⑦流動層式脱塩化水素プロセスのラボスケール実証試験を実施する。</p> <p>研究の進め方及び進捗状況 (目標と対比して)</p> <p>① 流動性の極めて低い木粉のような繊維質微粒子状物質を原料としてガス化する場合に、原料供給が不安定になり、ガス化運転へ多き影響を与えるため、木粉の供給技術を開発した。</p> <p>② 有機廃棄物を原料とするガス変換では、タール等の不純物を発生せず燃料電池の燃料に利用可能な高品質ガスを得るために、1200℃以上の高温領域を保持する操作方法を検討し、高いガス変換効率を得るために搬送窒素を含む不活性ガスを削減する手法を検討し、一炉型ダウンフロー式有機廃棄物高温ガス変換炉を開発する。</p> <p>③ バグフィルターなどの設備の閉塞原因となる生成ガス中のタールを制御するために、不活性粒子 (本研究では微粉炭燃焼灰を使用) をガス化炉下部 (1000℃程度) に供給して、タルルの吸着を行いプラントの連続安定運転を確保する。</p> <p>④ 低カロリーを持つ物質のガス化では、メタンガスを助燃ガスとして炉内に投入して、1200℃以上の高温領域を確保する。</p> <p>⑤ 石灰石、消石灰、生石灰などの塩化水素との反応性を化学平衡論および速度論の観点から検討し、各種燃料ガス成分が共存する系で塩化水素を10ppm以下にまで精製することが可能な反応系および操作条件を解明する。</p> <p>⑥ ラボスケールの流動層型脱塩化水素試験装置を用いて、塩化水素の吸収破過特性の検討ならびにガス精製</p>

の実証試験を行うことによりガス精製技術の確立を図る。

- ⑦ 木質系廃棄物活用高温ガス化ガス利用燃料電池コージェネレーションシステムについてフィージビリティスタディーを行い、事業化の可能性について検討する。

主な成果

具体的な成果内容：

- ① 木質系バイオマスのような繊維質微粒子の供給技術を開発
- ② 一炉型タウンフロー式有機廃棄物高温ガス変換炉を開発
- ③ タール吸着粒子導入によるバグフィルターのタール閉塞抑制技術を開発
- ④ 生成ガス中の塩化水素を除去するガス精製プロセスを開発
- ⑤ 木質系廃棄物活用高温ガス化ガス利用燃料電池コージェネレーションシステム事業化の有効性を確認

以上の成果により、ガス変換温度1200℃以上の高温ガス化が可能となり、PPおよびPEのガス化率が95%以上、PETおよび木質バイオマスのガス化率が90%以上を達成した。またCO+H₂の生成率は、PPやPEで80%、PETや木質バイオマスで60%以上が得られ、木粉のガス化でも生成ガスの発熱量が2000kcal/m³となった。ガス精製は、消石灰を吸収剤に用いて200～300℃程度の温度で操作することにより、10ppm以下に塩化水素を低減することが可能になることを明らかにした。また吸収剤の反応率が約60%までは十分早い反応速度を示し、本流動層型精製装置の有効性を確認するとともに、装置設計のため基礎データが得られた。本研究で提案しているシステムでは、処理量3.4t/日の小規模でも送電端効率10.4%、総合効率80.2%の高い効率が得られ、これの10倍および30倍のスケールアップでは、その効果を加味して送電端効率が24.0%に向上することが明らかとなった。

特許件数：3 論文数：41（主要論文は別途提出ください） 口頭発表件数：33

研究成果に関する評価

1 国内外における水準との対比

- ・廃棄物を対象として、1炉で熱分解、部分酸化ガス化、灰溶融さらにはガス改質を実現している例はない。
- ・回収された生成ガスを燃料電池で利用する研究例も少ない。
- ・消石灰を吸収剤に用いてガス中の塩化水素を10ppm以下に低減するガス精製プロセスに関する研究例はない。

2 実用化に向けた波及効果

研究対象としている都市系廃棄物だけではなく、産業廃棄物、バイオマス等、すべての有機廃棄物に適用可である。

残された課題と対応方針について

有機廃棄物高温ガス変換技術の研究で開発された成果に基づき、実用化（フェーズⅢ）へ向けて、現在の20kg/hの実験室規模からスケールアップして100kg/h(2.4t/d)レベルの規模の実証プラントでの検討を行い、スケールアップの方式や発電設備を組み込んだ総合評価が必要である。一方、木質バイオマスの高効率粉碎技術、その他の発電システムへの転化などの周辺技術や応用技術開発に加えて、本システムの事業化にとって大きなインセンティブとなるバイオマス総合利用センター構想を目指して、木質から高機能材料への転換技術のような要素技術開発が今後の課題であり、その一部については、提案公募事業の一環として実施を開始している。

	J S T 負担分 (千円)							地域負担分 (千円)							合計
	H11	H12	H13	H14	H15	H16	小計	H11	H12	H13	H14	H15	H16	小計	
人件費	1489	9110	8981	9875	9536	4794	43,785	100	100	200	100	100	50	650	44,435
設備費	22625	16123	2496	5063	0	0	46,307	0	0	2500	8000	5000	0	15,500	61,807
その他研究費	2160	17647	54836	47881	44313	15654	182,491	1000	1000	1000	1000	1000	500	5,500	187,991
旅費	67	565	920	257	282	42	2,133	0	0	200	200	200	100	700	2,133
その他	6101	337	748	1325	972	696	10,179	0	0	0	0	0	0	0	10,179
小計	32442	43782	67981	64401	55103	21186	284,895	1100	1100	3900	9300	6300	650	22,350	306,545

代表的な設備名と仕様 [既存 (事業開始前) の設備含む]

J S T 負担による設備：有機廃棄物高温ガス変換試験装置(リース)、高速オートガスクロ、排ガス分析装置
 地域負担による設備：塩化水素分析装置、流動層式脱塩化水素試験装置

※ 複数の研究課題に共通した経費については按分する。