

【事業名】草木質・廃棄物系バイオマスの燃料化による汎用利用技術の開発

【代表者】 (株)マイクロ・エナジー(氏名) 酒井 利夫

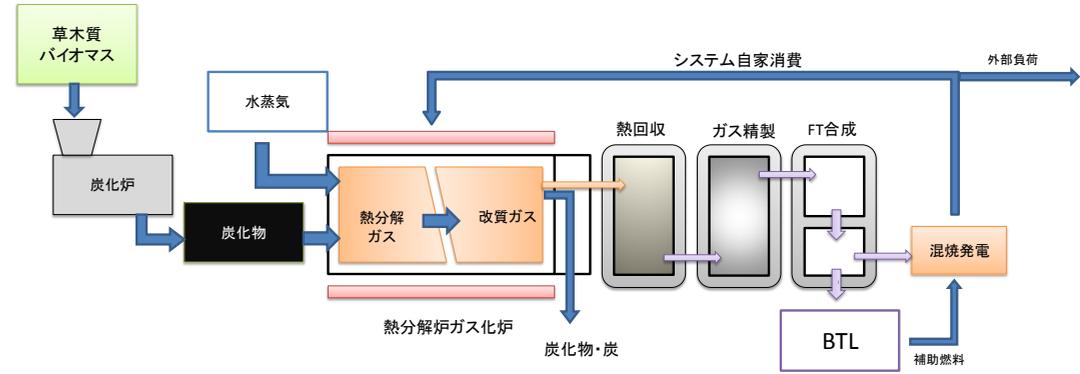
【実施年度】 平成24～26年度

(1)技術開発概要

①【技術開発の概要・目的】

中山間地域の性状・質の面で多種多様な草木質バイオマスを炭化することで均一化し、汎用性の高いBTLを安定的かつ効率的に製造する技術を確立する。また、得られるBTLの実サンプルを用いた試験・分析を通じて、その性状や利用特性を明らかにすることで社会システムへの組み込みを図る。中山間地域や農林業・資源リサイクル分野等でBTLの製造・利用に対するニーズは高い。本技術開発によりBTL導入の技術・制度基盤構築を図りバイオ燃料の普及に貢献する。

③【システム構成】



②【技術開発の詳細】

(1) 草木質・廃棄物系バイオマスの合成ガス原料利用技術の開発

- ・性状が多種多様な草木質・廃棄物系バイオマスを炭化により性状を均一化することでBTL製造用の合成ガスの原料として安定的に利用する技術を開発する。
- ・原料種と炭化条件による合成ガス原料適性の差異を試験運転で把握し最適化する。

(2) 炭化物等のガス化・汎用燃料化技術の開発

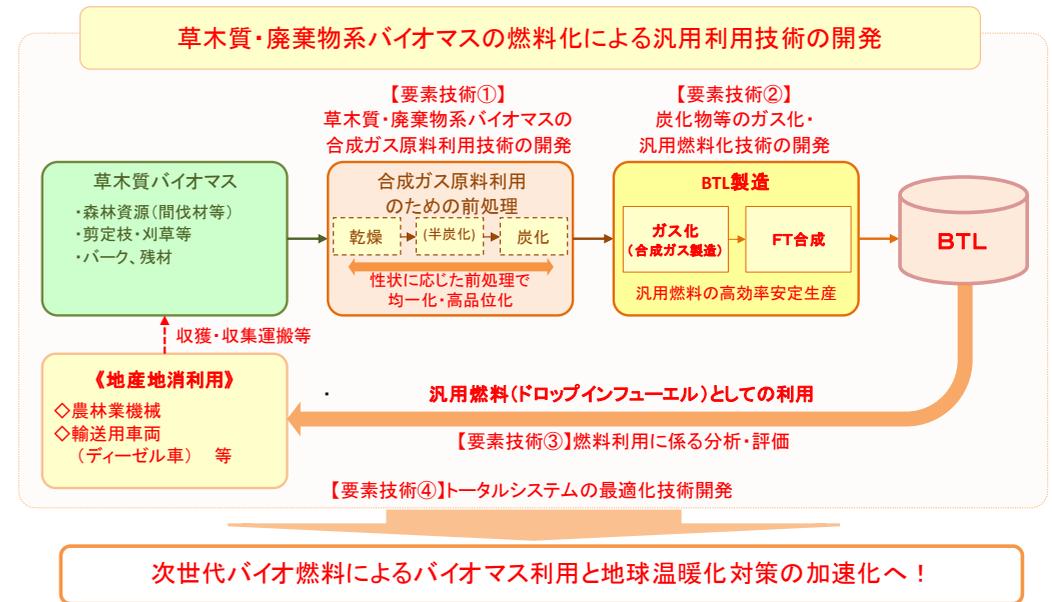
- ・(1)で得られた炭化物からBTLを安定的・効率的に製造する技術を開発する。
- ・ガス化と触媒化学合成の各工程で最適な運転条件を見出すことが課題となる。試験運転と生成物の分析を通じて検証する。

(3) 燃料利用・LCAに係る分析・評価

- ・(1)(2)により得られたBTLの実サンプルを用いた分析や利用試験を通じてBTLをバイオ燃料として利用するための技術を開発する。
- ・(2)の試験運転から得られる実サンプルを用いた軽油代替燃料としての分析・評価を行うとともに、取得データに基づくLCA評価を行う。

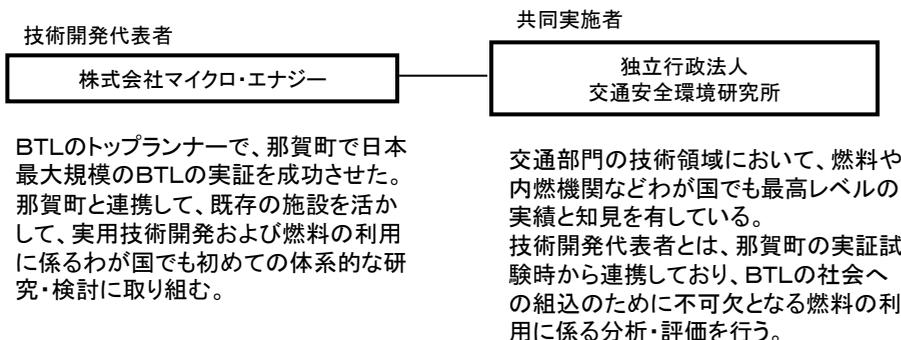
(4) トータルシステムの最適化技術開発

- ・(1)～(3)の技術開発により、原料収集からBTL利用までの全体システムを最適化する。
- ・那賀町の協力を得て、普及モデルの構築を行う。



(2) 技術開発計画

①【実施体制】



②【実施スケジュール】

	H24年度	H25年度	H26年度
1) 草木質・廃棄物系バイオマスの炭素化技術の開発	4,204千円	21,010千円	14,729千円
2) 炭素化物のガス化・汎用燃料化技術の開発	32,852千円	52,525千円	49,099千円
3) 燃料利用に係る分析・評価	5,236千円	9,687千円	9,700千円
4) トータルシステムの運用技術開発	5,823千円	9,338千円	7,610千円
その他経費	9,052千円	7,722千円	11,300千円
合計	57,167千円	100,282千円	92,438千円

③【目標設定】

○最終的な目標:

- ・連続運転(100時間)、BTL製造(1kl以上)、BTL収率15%以上
- ・スケールアップ・最適化検証

【スケールアップしたケースのスペック例】

- ・10dry-t/d級(400kg/h)でBTL60L/h
- ・CO₂削減量: 約600t-CO₂/年(ライフサイクル温室効果ガス削減効果約70%(対軽油))、
- ・BTL・電気・熱を回収することでBTL製造コスト換算100円/L以下(電気・熱の利用メリットを支出から控除)

④【事業化・普及の見込み】

○事業化の見込み

- ・本事業終了時に、地域の幅広い有機資源を受け入れ可能なスケールアップした商用仕様の設計を終了し営業を開始する
- ・2015年に炭化後の原料ベースで100~200kg/h級のスケール(2.5~5t/d程度、炭化の受入原料ベースで10~20t/d程度)の商用実証の実施
- ・2020年には、その10倍規模の炭素化受入原料ベースで100t/dなど、地方都市の一般廃棄物処理用としても利用できる仕様の構築を目指す。

○普及の見込み

本事業により、従来からの森林資源などのバイオマス分野から、廃棄物系バイオマスの分野へと一気にマーケットを拡大できる。汎用性の高いBTLに対するニーズと注目は極めて高いレベルにあり、本事業および前記商用実証を通じて全国に普及拡大が期待できる。

○事業展開における普及の見込み(～2020年)

実用化段階コスト目標: 60円/L(副生エネルギーを収入とみる)

実用化段階単純償却年: 8年程度(炭素化受入原料ベースで100t/d規模)

年度	2016	2017	2018	2019	2020
目標販売 台数(台)	3	5	20	20	60
目標販売 価格(千円/台)	500,000	450,000	400,000	350,000	300,000
CO ₂ 削減量 (t-CO ₂ /年)	1,826	3,043	12,173	12,173	36,520

(3)技術開発成果

①【これまでの成果】

- ・草木質・廃棄物系バイオマス(竹・パルク・木質)の炭素化原料を用いた高品位な触媒反応用合成ガスの安定製造
($[H_2]/[CO] \approx 2$, $[H_2]+[CO]$ 最大90%以上)
- ・累積運転時間800時間以上
- ・連続運転時間50時間以上
- ・累積BTL製造量500L以上
- ・炭素化・ガス化・FT合成によるBTL収率(炭素ベース)25%となる各要素技術確認
(各工程炭素収率 炭素化70%以上、ガス化60%以上、FT合成60%以上の確認)
- ・草木質・廃棄物系バイオマスから製造されたBTLの軽油代替燃料特性、排出ガス特性・燃費特性の確認
- ・LCA評価手法の構築

②【CO₂削減効果】

○2020年時点の削減効果 (試算方法パターン C-Ⅲ)

- ・国内潜在市場規模: 1,200台(10t/d規模)
(バイオマス利活用基本計画の資源量より、本システムに仕向けられる原料量を300万tと想定、10t/d規模(2,500t/年規模)のシステム換算で $300万t \div 2,500t = 1,200$ (台)の市場規模となる)
- ・2020年度に期待される最大普及量: 60台(10t/d規模)
(10t/d級で30基、100t/d級で3基が普及可能とみた)
- ・年間CO₂削減量: 36,520t-CO₂

③【成果発表状況】

- ・交通安全環境研究所 フォーラム2013(平成25年12月5日~6日)
「木質バイオマスから製造したFT(Fischer-Tropsch)合成油(BTL: Biomass to Liquid)の車両適用性に関する研究」(ポスター発表)
- ・第24回日本エネルギー学会(平成27年8月3日~4日)
「原料の異なるBTLの燃料性状が燃費・排出ガス性能に与える影響」(口頭発表)

④【技術開発終了後の事業展開】

○量産化・販売計画

- ・本事業終了時に、地域の幅広い有機資源を受け入れ可能なスケールアップした商用仕様の設計を終了し営業を開始する
- ・2015年に炭化後の原料ベースで100~200kg/h級のスケール(2.5~5t/d程度、炭化の受入原料ベースで10~20t/d程度)の商用実証の実施
- ・2020年には、その10倍規模の炭素化受入原料ベースで100t/dなど、地方都市の一般廃棄物処理用としても利用できる仕様の構築を目指す。

○事業拡大シナリオ

本事業により、従来からの森林資源などのバイオマス分野から、廃棄物系バイオマスの分野へと一気にマーケットを拡大できる。汎用性の高いBTLに対するニーズと注目は極めて高いレベルにあり、本事業および前記商用実証を通じて全国に普及拡大が期待できる。

(事業展開における普及の見込み(~2020年))

実用化段階コスト目標: 60円/L(副生エネルギーを収入とみる)

実用化段階単純償却年: 8年程度(炭素化受入原料ベースで100t/d規模)

年度	2016	2017	2018	2019	2020
目標販売 台数(台)	3	5	20	20	60
目標販売 価格(千円/台)	500,000	450,000	400,000	350,000	300,000
CO ₂ 削減量 (t-CO ₂ /年)	1,826	3,043	12,173	12,173	36,520

○シナリオ実現上の課題

- ・システムの実用・事業ベースでの長時間安定稼働、BTL収率・性状安定化の確認
- ・製造設備の耐久性向上仕様、稼働の省力化仕様の開発
- ・プロセス内熱融通等によるエネルギー収支・物質収支改善技術の開発
- ・触媒の活性・耐久性向上開発
- ・BTL品質の安定確保と利用の社会実装法の確立

○参考資料

・草木質・廃棄物系バイオマスの炭化によるBTL原料化(炭素収率50%以上)の確認

約270°Cの半炭化条件で2時間処理(図1)することで炭素収率が高められることを確認(表1)

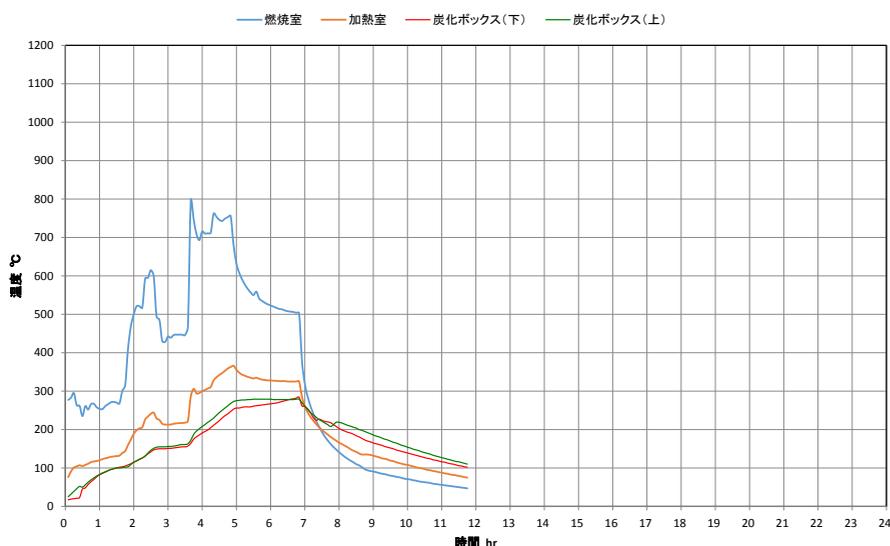


図1 半炭化処理試験

表1 半炭化処理試験

	処理前	処理後
重量(kg)	100	49
(うち炭素割合)	(50.7%)	(72.3%)
炭素収率	—	70.0%
(発熱量)	(18,883J/g)	(27,634J/g)
熱量収率	—	71.9%

・BTL製造試験用原料調製

試験用炭化試料を調製し、BTLを回収



木質(低温炭)

間伐材(中温炭)

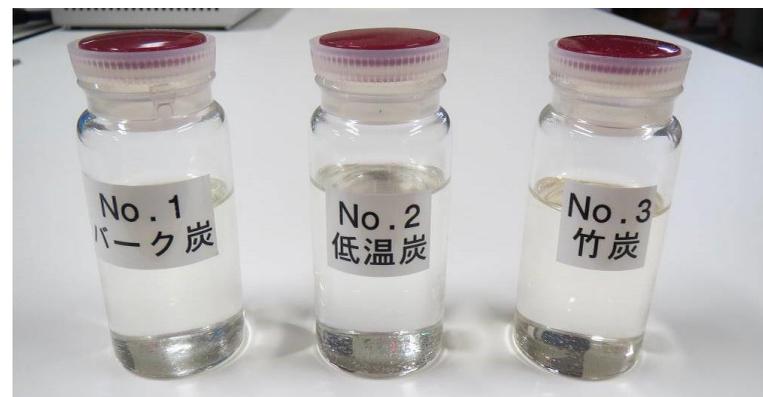
間伐材(高温炭)



竹炭



バーク炭



•炭化物等のガス化・汎用燃料化に関する技術開発(ガス化)

炭化物を原料として用いることで[H₂]/[CO]≒2でかつ[H₂]+[CO]の組成割合が高いガスを安定的に製造できることを確認([H₂]+[CO]の組成比は最大90%以上)

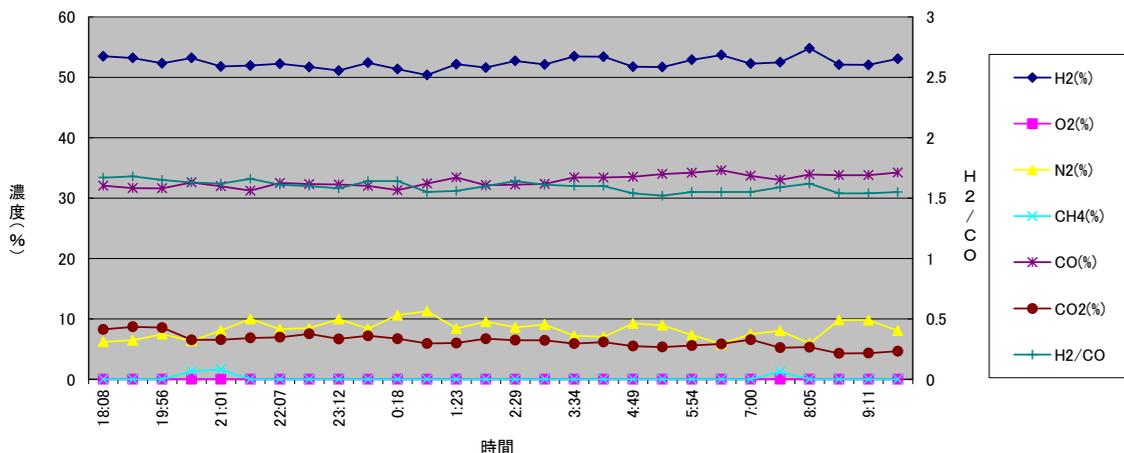


図2 経時ガス組成例

表2 原料別ガス組成例

原料	全体ガス組成(%)						有効ガス	
	H ₂	O ₂	N ₂	CH ₄	CO	CO ₂	H ₂ /C O	H ₂ + CO(%)
樹皮炭化物	50.7	0.0	10.9	1.4	23.9	13.1	2.1	74.5
竹炭化物	58.5	0.0	2.2	1.7	32.8	4.9	1.8	91.3
木質炭化物	53.9	0.3	5.3	0.3	29.0	11.2	1.9	82.9

•炭化物等のガス化・汎用燃料化に関する技術開発(FT合成)

FT合成は、圧力等の反応条件の影響が反応成績に鋭敏に表れる傾向があり、精度向上が重要

表3 触媒量別FT合成反応成績例

		触媒増加前		触媒増加後	
		in	out	in	out
組成	ガス量 (m ³ /h)	13.8	8.9	8.8	3.5
	[H ₂]/[CO]	1.60	1.27	1.85	1.43
活性	[H ₂]+[CO] (%)	85.2	69.8	86.6	53.5
	CO転化率	39.5%		63.8%	
STY(g-oil/kg-cat.h)		160		112	

表4 反応圧力別FT合成反応成績例

		高圧(2.3MPa)		低圧(1.6MPa)	
		in	out	in	out
組成	ガス量 (m ³ /h)	14.4	7.2	13.8	8.9
	[H ₂]/[CO]	1.78	1.36	1.60	1.27
活性	[H ₂]+[CO] (%)	82.5	51.9	85.2	69.8
	CO転化率	67.1%		39.5%	
STY(g-oil/kg-cat.h)		257		160	

CO₂排出削減対策技術評価委員会による終了課題事後評価の結果

- 評価点 5.8点（10点満点中）
- 評価コメント
 - ガス化、炭化、FT合成工程等多くの素工程から成り、生成する燃料油の性能と適用性の評価から全体システムのLCA評価までと大きな構成の研究であるが、未消化の部分が残る結果となった。
 - 多くの技術課題については解決の方向性が示されたものの、利用については実証に至っておらず、当初計画の仕様設計が達成できるよう更なる取組を進めること。
 - 実用化には、原料の多様化や運転時間の長期化、FT合成用の触媒性能の安定、コストの低減などについて更なる努力を期待する。
 - 対外的な公表を積極的に行うことによって、第三者等の評価を受けること。