

【課題名】多原料バイオコークスによる一般廃棄物処理施設及び鋳物製造業でのCO2排出量削減の長期実証(委託及び補助)

【代表者】(一財)石炭エネルギーセンター 鈴木孝尚

【実施年度】平成30~31年度

(1)課題概要

①【課題の概要・目的】

秋田県横手市で実証した『多原料バイオコークスによる一般廃棄物処理施設でのCO2排出量25%削減の長期実証(平成27~29年度)』の成果を受け継ぎ、バイオコークス製造事業において新たな技術課題を克服することで、令和2年度からの商用製造を実現し、本格的に社会実装させる。

社会実装にあたって必要な取組みとして、高速製造技術の確立によるコストダウンの達成と、自動車部品用キュポラ向けバイオコークス製造技術の確立によるバイオコークス製造事業の普及や他地域展開を図る。

これまで蓄積してきたバイオコークス製造技術や利用技術と新たに成し遂げる技術確立を以って初の社会実装を実現することで、バイオコークス利用によるCO2排出量削減に貢献することを目的とする。

②【技術開発の内容】

○重要な開発要素

A1.【高速製造技術の確立】

現在の製造設備では、バイオコークス1個あたりの成型に合計約60分を要する。これに対し、各ピストンの動作速度や反応性の向上により製造時間を約50%短縮(約30分)し、成型品性状を維持しながら製造コストの低減を図る。

A2.【自動車部品用キュポラ向けバイオコークス製造技術の確立】

自動車製造業界ではCO2排出量削減が急務となっており、近年関係各社においてその取組みに積極的である。そこで、ガス化溶融炉向け以外の適用先拡大として、この自動車部品製造のキュポラ燃料である鋳物コークスに対し、バイオコークスによる代替利用を可能とするため製造技術を確認し、製造事業の普及を図る。

A3.【バイオコークス用途別規格の整理】

これまで培ってきたバイオコークスの成型技術を整理し、ガス化溶融炉向け・自動車部品用キュポラ向けの販路拡大に寄与させるため、これら用途に応じた要求仕様(見掛密度、冷・熱間圧縮強度等)を精査し、バイオコークスの規格を整備する。

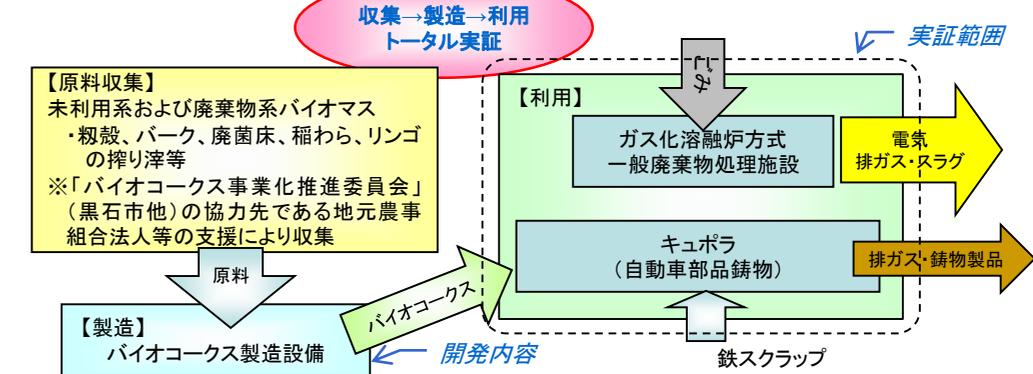
B. 開発要素のシステム統合と、C. その実証

開発要素のシステム統合における課題は、ガス化溶融炉向けバイオコークスの6t/日製造規模で約2万円/tの事業性を実現することと、バイオコークスの普及に向けた製造技術及び用途別規格の整理である。この対応策として、A1の高速製造技術及びA2の自動車部品用キュポラ向け製造技術を確認し連続製造できることを確認する。一方、それぞれバイオコークスの各種分析・評価を通じ用途別の規格整理を行う。

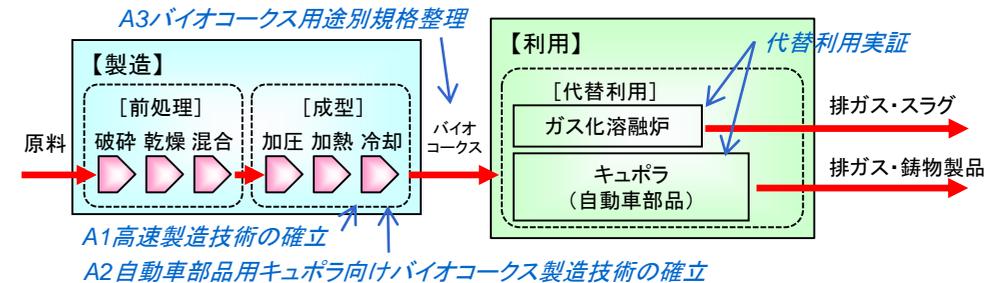
実証における課題は、高速製造技術や分類した成型技術によるバイオコークスを安定して代替利用できることの確認である。この対応策としては、それぞれ確立した技術で製造したバイオコークスを用い、ガス化溶融炉や自動車部品用キュポラにおいて利用実証試験を行い、ガス化溶融炉での実証ではこれまで培ってきた実証運転データとの比較検証、自動車部品製造キュポラでの実証では、キュポラ利用先での操業データについてキュポラメーカー及び鋳物専門家による確認・検証を行う。

③【システム構成】

・システム環境



・システム構成



④【技術開発の目標・リスク】

○想定ユーザ・利用価値:(想定ユーザ)ガス化溶融炉所有者、自動車部品鋳造用キュポラ所有者、鋳鉄管用等その他鋳物製品用キュポラ所有者、(利用価値)ガス化溶融炉では廃棄物処理におけるCO2排出量の削減が可能。一方、キュポラ業界ではCO2排出量削減への取組みがあまり進んでおらず、特に自動車業界ではCO2排出量削減は急務となっており、バイオコークスの利用によりバイオマス燃料の代替利用が可能となることの端緒となる。

○目標となる仕様及び性能:バイオコークス用途別規格整理として、ガス化溶融炉向けはA1の高速製造技術、キュポラ向けはA2の製造技術の計2種類によるバイオコークスとし、それぞれ要求される成型仕様を定めこれを満足する成型技術の確立が目標。いずれも製造装置から形状はφ100×L50~100mmを基本とするが、密度・圧縮強度等はこれまでと異なり用途に応じた仕様を満足するものとする。

○開発工程のリスク・対応策:利用実証で必要なバイオコークス製造量および製造技術確立のための製造量を確保するため原料の確保が必要。対応策としては、実証事業開始時より2年間の必要製造計画量を定め、バイオマス原料供給元と供給確約のための交渉を開始させる。

(2)実施計画等

①【実施体制】

技術開発代表者

(A) (一財)石炭エネルギーセンター

- ・(A)製造・利用実証全般の実施、取纏め
- ・未利用間伐材からのバイオコークス連続製造実績(3年間)
- ・多原料バイオマスからのバイオコークス連続製造実績(3年間)
- ・バイオマスガス化コージェネレーション設備実証運転実績(3年間)
- ・バイオマスガス化液体燃料開発実績(2年間)

研究協力者

JFEエンジニアリング(株)

- ・ガス化溶融炉における実証

共同実施者

(B) 日本砥研(株)

- ・(B)キュポラでの利用実証の取纏め
- ・バイオマス・バイオコークス分野について12年間の研究開発実績あり
- ・同社または同社関連会社が課題終了後の製品化・販売を担当予定

共同実施者

(C) (学法)近畿大学

- ・(C)バイオコークス製造技術の確立
- ・バイオ固形燃料製造分野の基礎研究について10年間の業務実績あり

(株)ナニワ炉機研究所

- ・バイオコークス製造設備メーカーであり、高速製造技術及び自動車部品用キュポラ向け製造技術確立への協力

②【実施スケジュール】

	H30年度	H31年度
A.要素技術A1の開発	→	
	7,000千円	0千円
A.要素技術A2の開発	→	
	11,000千円	0千円
A.要素技術A3の開発	→	
	1,000千円	1,000千円
B.統合システムの最適化	→	→
	66,500千円	26,929千円
C.実証	→	→
	8,271千円	25,000千円
その他経費	6,026千円	2,970千円
合計	99,797千円	55,899千円

③【事業化・普及の見込み】

○事業化計画

事業化を担う主たる事業者 日本砥研(株)または同社関連会社

- ・令和2年度より、バイオコークス商用製造および販売開始

○事業展開における普及の見込み

- ・対象市場規模①:盛岡・紫波地区環境施設組合ガス化溶融炉最大2炉分への供給として、代替率により1炉分あたりバイオコークス使用量約105トン/年(代替率5%)~420トン/年(代替率20%)を見込む。
- ・製品コスト目標①:23,000円/トン(従来品の価格:45,000円/トン)
- ・対象市場規模②:A2技術を確立した場合、鑄物コークスを使用するキュポラ向けも市場として想定する。想定市場規模:約40,000トン/年(キュポラでの利用実証試験結果によるバイオコークス使用量より)
- ・製品コスト目標②:50,000円/トン(従来品の価格:80,000円/トン)

○年度別販売見込み

【提案時当初計画】

年度	①ガス化溶融炉向け			②キュポラ向け		
	2020	2025	2030	2020	2025	2030
目標販売トン数(トン)	105	420	840	520	1,140	1,250
目標累積販売トン数(トン)	105	945	3,465	520	3,740	9,440
目標販売価格(円/トン)	23,000	23,000	23,000	50,000	50,000	50,000

【現時点見込み】

年度	①ガス化溶融炉向け				②キュポラ向け			
	2020	2022	2030	2050	2020	2022	2030	2050
目標販売トン数(トン)	105	105	840	840	520	520	1,250	1,250
目標累積販売トン数(トン)	105	315	3,465	20,265	520	1,560	9,440	32,240
目標販売価格(円/トン)	23,000	23,000	23,000	23,000	50,000	50,000	50,000	50,000

○普及におけるリスク(課題・障害)

- ・バイオマス原料安定供給のためのルールづくり、スキームづくりが必要
- ・バイオコークス製造普及のための関係者間の情報共有化
- ・水平展開として他拠点構築のための情報収集強化

(3)技術開発成果

①【これまでの成果】

○事業の成果

- ・ 高速製造技術の確立、及び同技術バイオコークスによるガス化溶融炉での利用実証試験においてバイオコークス利用時の操業状態確認
- ・ 自動車部品用キュボラ向けバイオコークス製造技術の確立、及び同技術バイオコークスによるキュボラでの利用実証試験においてバイオコークス利用時の操業状態確認
- ・ バイオコークスの用途別規格整理の実施

○開発設備やシステム

- ・ バイオコークスの製造能力について、補助事業によりバイオコークス成型機(定格0.6t/日製造)を整備し、既存成型機と合わせて合計10シリンダ定格3.0t/日とした。
- ・ 前処理設備について補助事業により、乾燥機・粉碎機・コンベヤを整備し前処理能力を増強した。
- ・ バイオコークスへの製造速度向上のため、バイオコークス成型機の反応容器内先端部端面ヒータを120Wから250Wに熱容量増強、及び水冷システムの導入。

②【エネルギー起源CO2削減効果】

【提案時当初計画】

開発品(装置/システム)1台当たりの単年度CO2削減量(t-CO2/台・年)	119.4			
開発品(装置/システム)の法定耐用年数	8年			
年度	2020	2022	2025	2030
単年度CO2削減量(万t-CO2/年)	0.08	0.08	0.21	0.26
累積CO2削減量(万t-CO2)	0.66	1.99	4.97	13.70
CO2削減コスト(円/t-CO2)	68,539	68,539	25,809	18,342

【現時点見込み】

開発品(装置/システム)1台当たりの単年度CO2削減量(t-CO2/台・年)	119.4			
開発品(装置/システム)の法定耐用年数	8年			
年度	2020	2022	2030	2050
単年度CO2削減量(万t-CO2/年)	0.08	0.08	0.26	0.26
累積CO2削減量(万t-CO2)	0.66	1.99	13.70	55.73
CO2削減コスト(円/t-CO2)	68,539	68,539	18,342	18,342

③【成果発表状況】

- ・ エコプロ2018での専用ブースにてポスター展示(平成30年12月6日～8日)「バイオコークス」(ポスター説明者:角間崎純一(石炭エネルギーセンター))
- ・ 日本エネルギー学会誌、第97巻1号、平成30年、「石炭の指標を適用した緑茶の半炭化特性評価」(pp. 1-7; 田上 奈実, 中館 朋江, 水野 諭, 井田 民男(近畿大学))
- ・ Journal of the Japan Institute of Energy 98、2019年、「多原料バイオコークスによる一般廃棄物処理施設及び産業用キュボラでの利用実証」、(pp.340～346; 角間崎純一((一財)石炭エネルギーセンター)ら)
- ・ 第57回燃焼シンポジウム、令和元年11月20日～22日開催、「実用バイオコークスの燃焼特性評価」、金田 奈実、吉國 幸治、矢嶋 尊、水野 諭、澤井 徹、淵端 学、井田 民男、等

④【技術開発終了後の事業展開】

○量産化・販売計画

- ・ 2025年まで、バイオコークスの安定製造及び安定供給に向けた製造体制の構築検討を推進。
- ・ 2025年まで、バイオコークス成型機の装置費低コスト化及び性能改良について成型機メーカーとともに推進。
- ・ 2025年まで、自動車部品製造メーカー関連企業の供給先拡大を視野に販売促進活動を実施。
- ・ 2026年より、バイオコークス製造能力・供給体制をさらに向上し、2030年に向けて量産製造体制を維持

○事業拡大シナリオ

年度	2020	2025	2030 (最終目標)
安定製造体制構築		→	
バイオコークス成型機低コスト化		→	
バイオコークス販売促進活動		→	
バイオコークス量産体制		→	→

○シナリオ実現上の課題

- ・ 製造に必要なバイオマス原料量の確保
- ・ 製造コストの更なる低コスト化の検討
- ・ 製造能力拡大時に備え装置費低コスト化の検討
- ・ 販売網拡大のための営業活動の強化
- ・ 製品品質向上のための開発者である近畿大学との連携

○参考資料1 CO2削減効果について

○2020年時点の削減効果 (試算方法パターン B-a, II-i)

- ・バイオークス販売は下期に予定
- ・バイオークス市場規模(東北地方): ガス化溶融炉向け約840トン/年(石炭ークス20%代替時推計)、自動車部品用キュポラ向け約1,300トン/年(東北地方所在キュポラ規模からの推計)
- ・2020年度までに期待される最大普及量: ガス化溶融炉向け105トン及びキュポラ向け520トン(製造計画に基づく最大製造量)
- ・開発機器(システム、モデル)1シリンダ当たりのCO2削減量: 119.4t-CO2/年(1シリンダ当たりバイオークス0.3トン/日製造)
- ・削減原単位: バイオークス(BIC)1トン当たり年間CO2削減量1.33t-CO2/t-BIC
- ・累積CO2削減量: 0.66万t-CO2
- ・削減コスト: 68,539円/t-CO2

○2022年時点の削減効果 (試算方法パターン B-a, II-i)

- ・バイオークス市場規模(東北地方): ガス化溶融炉向け約840トン/年(石炭ークス20%代替時推計)、自動車部品用キュポラ向け約1,300トン/年(東北地方所在キュポラ規模からの推計)
- ・2022年度に期待される最大普及量: ガス化溶融炉向け105トン及びキュポラ向け520トン(製造計画に基づく最大製造量)
- ・開発機器(システム、モデル)1シリンダ当たりのCO2削減量: 119.4t-CO2/年(1シリンダ当たりバイオークス0.3トン/日製造)
- ・削減原単位: バイオークス(BIC)1トン当たり年間CO2削減量1.33t-CO2/t-BIC
- ・累積CO2削減量: 1.99万t-CO2
- ・削減コスト: 68,539円/t-CO2

○2030年時点の削減効果 (試算方法パターン B-a, II-i)

- ・バイオークス市場規模(東北地方): ガス化溶融炉向け約840トン/年(石炭ークス20%代替時推計)、自動車部品用キュポラ向け約1,300トン/年(東北地方所在キュポラ規模からの推計)
- ・2030年度に期待される最大普及量: ガス化溶融炉向け840トン及びキュポラ向け1,140トン(製造計画に基づく最大製造量)
- ・開発機器(システム、モデル)1シリンダ当たりのCO2削減量: 119.4t-CO2/年(1シリンダ当たりバイオークス0.3トン/日製造)
- ・削減原単位: バイオークス(BIC)1トン当たり年間CO2削減量1.33t-CO2/t-BIC
- ・累積CO2削減量: 13.70万t-CO2
- ・削減コスト: 18,342円/t-CO2

○2050年時点の削減効果 (試算方法パターン B-a, II-i)

- ・バイオークス市場規模(東北地方): ガス化溶融炉向け約840トン/年(石炭ークス20%代替時推計)、自動車部品用キュポラ向け約1,300トン/年(東北地方所在キュポラ規模からの推計)
- ・2050年度に期待される最大普及量: ガス化溶融炉向け840トン及びキュポラ向け1,140トン(製造計画に基づく最大製造量)
- ・開発機器(システム、モデル)1シリンダ当たりのCO2削減量: 119.4t-CO2/年(1シリンダ当たりバイオークス0.3トン/日製造)
- ・削減原単位: バイオークス(BIC)1トン当たり年間CO2削減量1.33t-CO2/t-BIC
- ・累積CO2削減量: 55.73万t-CO2
- ・削減コスト: 18,342円/t-CO2

※CO2削減量及び削減コストは下記で算出。

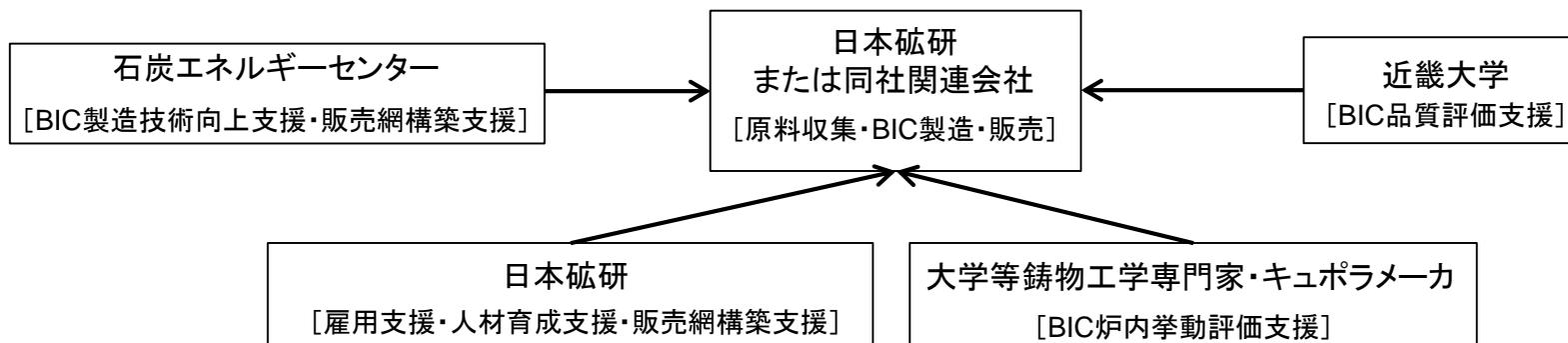
□削減量: 当該年度までの累積販売見込量×製品の単年度削減量×法定耐用年数

□削減コスト: 当該年度断面において、開発品の普及によって見込まれる1台あたりの製品価格(=目標販売価格)÷CO2削減量(開発品1台あたりの単年度削減量×法定耐用年数)

○参考資料2 事業化計画について

○事業終了後の体制

- ・事業終了後の社内外の体制・サプライチェーンの構築・規制当局等関係者との調整
 - 商用事業として製造事業及び販売事業を開始するため、以下のような体制を構築
 - サプライチェーンについて、事業地である青森県黒石市を中心としたバイオマス原料収集の構築、供給先である自動車部品鋳造メーカー(キュポラ)やガス化溶融炉への販売輸送網の構築(参考資料3・図4を参照)
 - 規制当局等関係者調整については、本事業は現行の既存法・許認可手続き等に基づいて実施するため現時点ではなし。今後必要が生じた場合、地元地方自治体関係局または環境省当該局と相談・協議を実施。



- ・開発成果の実用化に向けた設備投資及び工場立地場所
 - 設備投資:建屋の整備、集じん設備の強化、将来的に省人化操業のための必要な措置の追設検討
 - 工場立地場所:実証事業地(旧黒石市し尿処理施設敷地内・青森県黒石市)で事業継続
- ・開発成果に基づいた製品の導入を想定している市場セグメント、ユーザの確保に向けた取組み
 - ①高速製造バイオコークス
 - (一般廃棄物処理施設)ガス化溶融炉での石炭コークス一部代替向けとして実証試験に引き続き利用の推進
 - 顧客である地方自治体または広域清掃組合へのさらなる信頼性向上に向け、適宜バイオコークス投入時操業データの確認、炉メーカーとの検証を推進
 - ②自動車部品鋳造用キュポラ向けバイオコークス
 - 東北地方を中心とした自動車部品鋳造メーカーの所有するキュポラでの鋳物コークス一部代替向けとして十所試験に引き続き利用の推進
 - 代替率維持または向上のための、バイオコークス利用時の操業データ確認及び鋳物工学専門家(大学教授等)からの助言・反映
- ・事業終了後の特許取得の方向性
 - 開発要素A1、A2ともに実用化後の連続利用、連続操業等における品質評価を近畿大学とともに実施。
 - さらなる品質向上に向けた検証を行い、特許取得を検討

○参考資料3 その他



図1. バイオコクス成型機

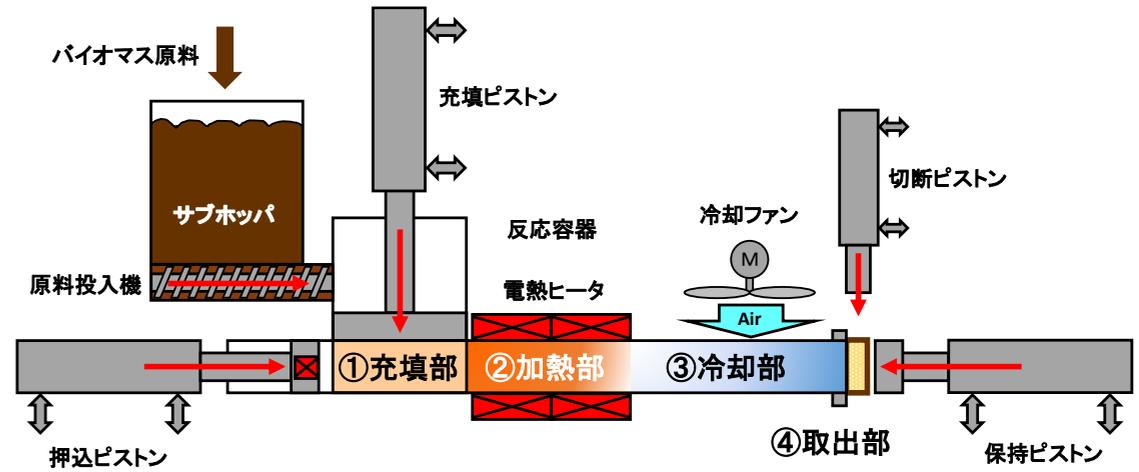


図2. バイオコクス成型機概略構造図(1シリンダ当たり)

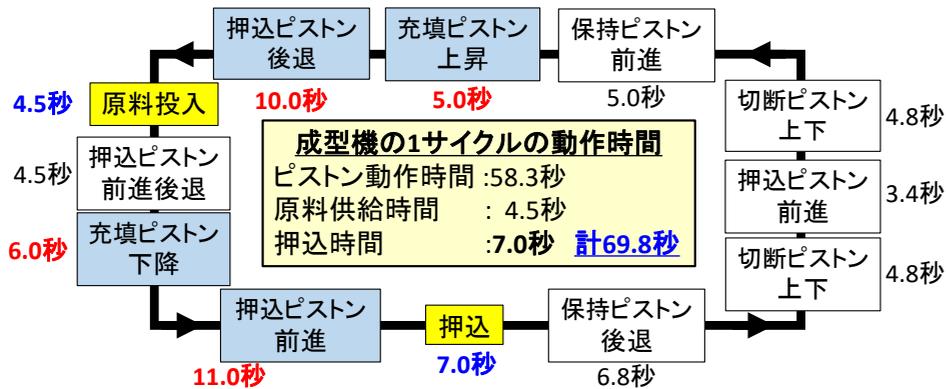


図3. バイオコクス高速製造時のピストン動作検討

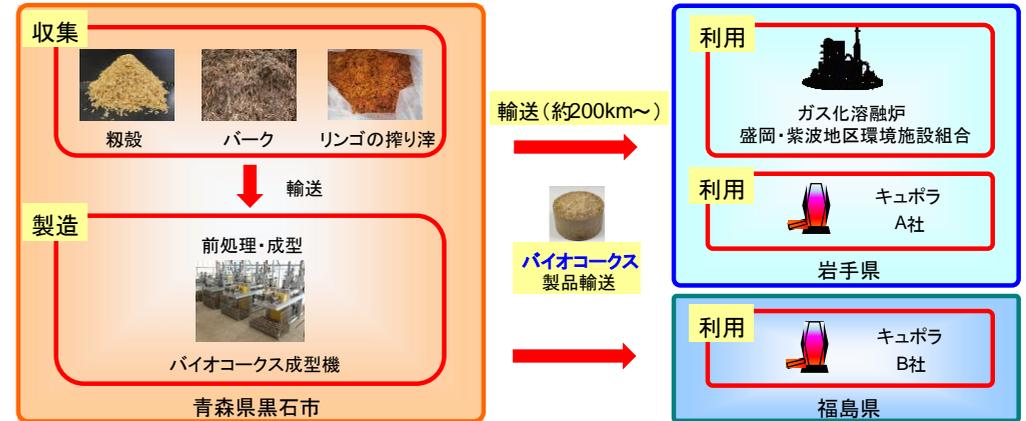


図4. サプライチェーンの構築

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 6.5 点 (10点満点中)

・ 評価コメント

【評価される点】

- バイオコークスの高速製造プロセス及び自動車部品用キュポラ向け製造技術を確立し、ガス化溶融炉向けバイオコークスの製造時間の短縮により所期の製造能力目標(約6t/日)とコスト目標(約2万円/t)を達成したことは評価できる。
- バイオコークスの各種分析・評価を通じて、ガス化溶融炉向けと自動車部品用キュポラ向けの用途別の規格を整備したことは評価できる。
- ガス化溶融炉以外のバイオコークスの利用拡大策として、地場の廃バイオマスを原料とする実証試験を実施し、キュポラでの使用が可能であることを示した点は評価できる。

【今後の課題】

- 社会普及にあたっては、ユーザーが求める品質を有するバイオコークスを、様々な原料から安定的に製造する技術の確立とともに低コスト化が必要である。本事業で対象とした籾殻・バーク・リンゴ搾り滓以外のバイオマスをを用いる際の規格が必要と思われる。また海外からの輸入バイオマス利用、あるいは現地でのバイオコークス化と比較した経済的優位性の実現に向けた検討が望まれる。
- 実証事業を行った青森県黒石市周辺での事業化には一定の成果をあげているものの、仮に事業化が成功してもCO₂削減量は数千トン/年程度に留まる。全国展開を目指すシナリオや事業計画についての検討が不足しており、バイオコークスの販売が、2030年にはガス化溶融炉向けが30倍、キュポラ向けが20倍に拡大するという事業拡大計画を具体化し、実現に向けた積極的取り組みを期待する。
- 事業化に向けては、バイオコークス供給先までの輸送システムの効率化やガス化溶融炉向けとキュポラ向けを併産する場合の生産管理方法の確立が必要であり、実用化に向けてコスト低減も含めて継続的に取り組むことを期待する。

【その他特記事項】

- 一般廃棄物処理用のガス化溶融炉(シャフト炉)は普及設置基数が少ないうえ、技術を提供できる企業は限られている。当該技術を持つ企業において、異なる未利用バイオマスを原料としてコークス代替品を製造する動きがあり、今後の動向を注視する必要がある。