

(別 紙)

ゼロカーボン・イノベーション導入支援事業 設備等導入概要

市町村名 幌加内町

1 補助事業名

ゼロカーボン・イノベーション導入支援事業

「そば殻を原料に用いた低コストバイオコークス製造技術の実証事業」

2 コンソーシアム名

幌加内町バイオマス有効活用コンソーシアム

3 事業期間

令和 5(2023)年 9 月 11 日～令和 6(2024)年 3 月 31 日

4 事業の目的：

バイオマス固体燃料であるバイオコークスが商用化に至らない主要因である「製造コスト高」を解決するために、日本一のそばの産地である幌加内町にて、製造コストが極めて低く済む「そば殻」を主体原料とし、原料の乾燥方法や製造速度改善を行い、市場に受け入れられる低コストバイオコークス製造技術を実証する。

5 補助金の交付額

65,870,446 円

6 事業の概要

バイオコークスは近畿大学の井田教授が開発したあらゆる植物由来のバイオマスを原料に製造できるバイオマス固体燃料である。また、密度が高く 1,450℃を超える温度でも使用できる固形燃料であるため、現時点では代替脱炭素燃料の開発が遅れている石炭コークスにとっては最も実現性の高いバイオマス固体燃料として大きな期待が寄せられている。加えて、バイオコークスは固体燃料の問題点である自然発火が発生せず吸湿性も低いため長期保存に適し、災害用保管燃料にも最適で、製造技術は他の脱炭素燃料と比較すると技術ハードルが低く、設備投資も低い、「ローテク+ローコスト脱炭素燃料」である。しかしながら開発から 20 年経過しながらも社会での普及が進んでいない。この原因は石炭コークスを燃料として取り扱う事業者は気体・液体燃料とは異なり、実生産の使用量規模が大きく、気体・液体の脱炭素燃料はグリーンプレミアム価格が加わった単価でも受け入れられるのに対し、石炭コークス代替には現状発熱量ベース単価と同等以下の価格でないと受け入れられないことが主原因である。

本実証事業地である幌加内町はそばの作付け面積、収穫量を誇る一方、人口は減少が続き 1,200 人強の町になっている。冬期は気温が低く積雪量多く（最低気温、最高積雪も日本一）、日照時間も短いため、そば以外の農作物を育てることが難しく、町の農業発展のためにはそばをブラッシュアップする必要がある、行政としても「総合振興計画」や「そば振興計画」を基にそばの発展と町の振興を結び付け、

さらには令和 4(2022)年 3 月にはゼロカーボンシティ宣言を行い、そば資源を活用した脱炭素にも取り組むことを掲げている。

そばの生産過程で発生するそば殻は水分が 15%前後で大きさも 5mm 以下であるためバイオコークス原料の前処理（破碎、乾燥）の必要がなく、かつ、灰分含有量も極めて少ないために単位重量当たりの発熱量が高く、バイオコークスの原料としては最も適したバイオマスである。そこで本事業では日本一のそばの産地である幌加内町にて、そば殻を主体原料とし、バイオコークスの生産工程のうち原料の乾燥方法やバイオコークス製造速度を改善し、石炭コークスと発熱量ベース単価が同程度となる低製造コストのバイオコークス製造技術を実証することとした。実証事業の開発内容概略を図 1 に、開発スケジュール概略を図 2 に、実証装置概略プロセスフローを図 3 に示す。



図 1 実証事業の開発内容概略

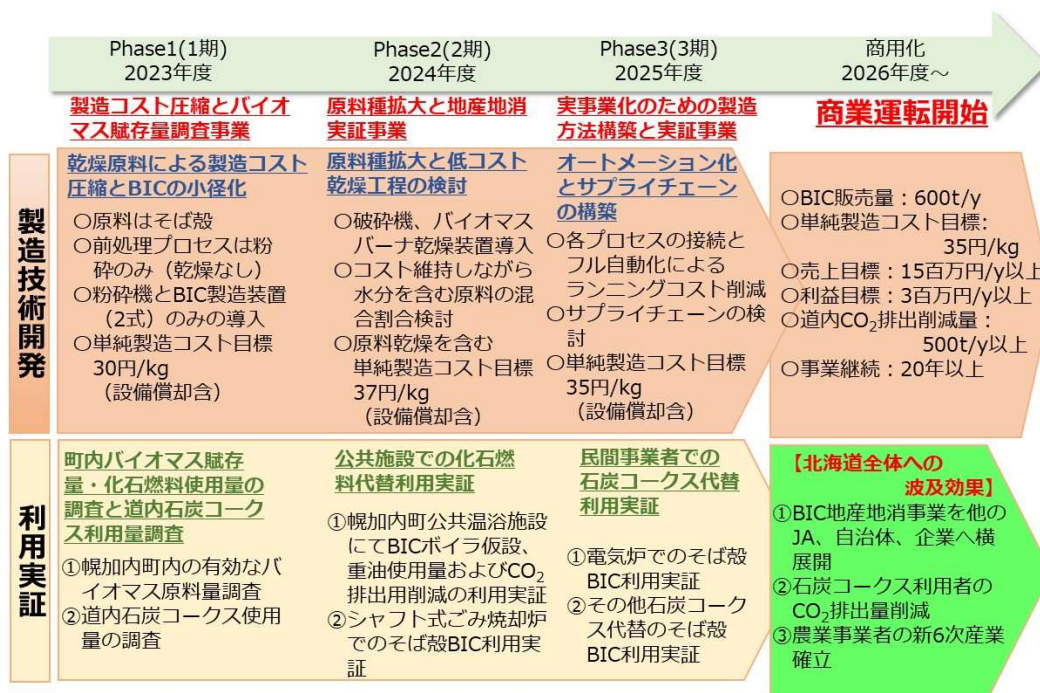


図 2 開発スケジュール概略

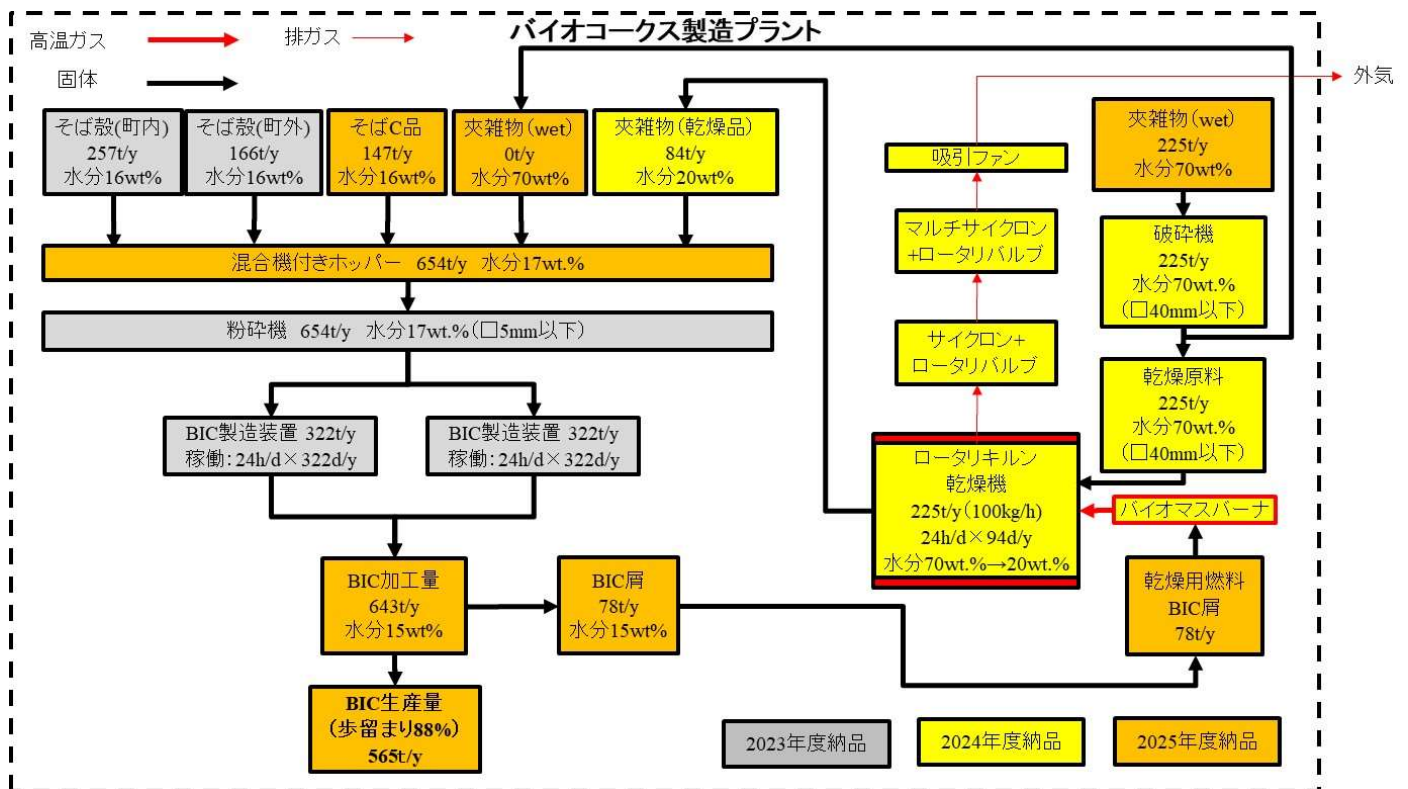


図 3 実証装置概略プロセスフロー

本実証事業では開発内容を大きく「製造技術開発」と「利用実証」の2つに区分している。製造技術開発では低コストバイオコークス製造を目指すために「原料種の見直し(そば殻の主体化)」「乾燥プロセスの見直し」を掲げ、さらに石炭コークスユーザーからのバイオコークスサイズに対する要求を満たす拳大程度の大きさφ60mm-L60mm程度(既存装置ではφ100mm-L150mm以上)のバイオコークスを製造しながらも製造速度改善として製造装置1基/1日当たりの製造量を300kg/d→1t/dを達成できる装置を導入装置して、バイオコークスの製造実証を行う。製造コストの最終目標値としては設備償却費を含むバイオコークス製造コスト35円/kgとした。

利用実証ではサンプル製造したバイオコークスを利用し、町内公共温浴施設にて重油ボイラの代替燃料利用の実証を行う他、道内自治体のシャフト式ごみ焼却炉での石炭コークス代替、民間鉄鋼製造事業者での電気炉操業における石炭コークス代替の利用実証にて、本実証事業で製造したバイオコークスが実際の操業装置で利用できることを確認する。

7 事業の実施結果及び期待される効果

R5(2023)年度(Phase1)(以下、「1期」という。)は以下の内容を実施した。

○製造技術開発

- ・Pre-Heat-BIC製造装置(粉砕機含む)の導入

○利用実証

- ・幌加内町内バイオマス賦存量の調査
- ・北海道内の石炭コークス代替市場の調査

また、目標値としては設備償却費を含むバイオコークス製造コスト35円/kgとした。

(1) 製造技術開発

1 期では粉砕機および Pre-Heat-BIC 製造装置（図 3 に示す灰色の区分の装置）を導入した。図 4 に機器フロー図を示し、1 期の設置分は赤い背景で示す。機器の写真については後述の 9 項に粉砕機の試験写真を写真 1～写真 3 に、導入した粉砕機の写真を写真 4～写真 5 に、Pre-Heat-BIC 製造装置の写真を写真 6 に記載する。設備の導入費用は特注フォークリフトも含めて 88,900,000 円(税抜き)であった。設備導入後のコスト試算した結果を表 1 に示す。バイオコークスの年間製造量は販売ベースの 565t/y を用いて計算している。バイオコークス製造コスト試算の結果、23.8 円/kg と目標の 35 円/kg を大きくクリアできた。

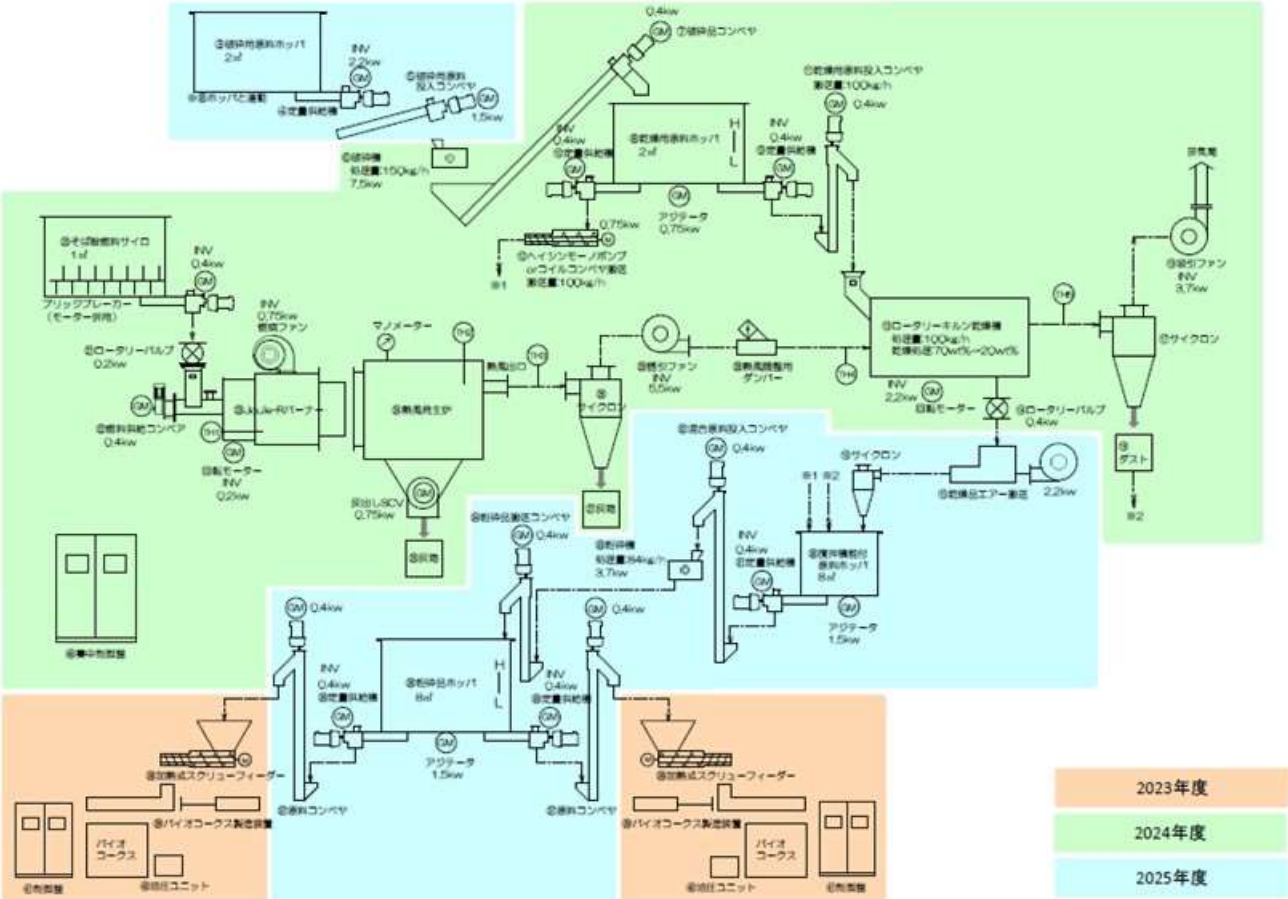


図 4 機器フロー図

表 1 1 期工事内容も含めた BIC 製造コスト試算結果

項目	詳細	製造コスト【円/kg-BIC】
ユーティリティ	電気、水道、保安用ガス、他	12
人件費	平日日中のみ×1 人	8
設備投資	破砕機、乾燥装置、粉砕機、Pre-Heat-BIC 製造装置	3.8
合計		23.8

(2) 利用実証

① 幌加内町内のバイオマス賦存量調査

幌加内町内のバイオマス賦存量を調査するために、JA きたそらち幌加内支所の営農残渣と幌加内町の廃棄物発生量について調査を行った。調査結果を表 2（R5(2023)年度実績報告書から「そばわら」「麦稈」の水分値を見直し）および表 3 に示す。ただし BIC 換算重量は水分値 16wt.%換算値。

表 2 JA きたそらち幌加内支所の営農残渣

		含水分 [wt.%]	R1 2019	R2 2020	R3 2021	R4 2022	R5 2023	平均
稲資源	もみ殻	9	574	587	629	564	490	569
	稲わら	11	2,270	2,320	2,487	2,232	1,938	2,249
そば資源	そば殻	16	97	169	67	103	85	104
	夾雑物	70	298	296	315	271	308	298
	そばわら	33	5,544	5,396	5,260	5,048	5,220	5,294
小麦資源	麦稈	33	335	335	1,298	1,375	1,224	913
大豆資源	茎莢	70	32	51	87	114	131	83
合計[t/y]			11,235	11,234	12,529	12,031	11,823	11,770
BIC 換算重量[t/y]			8,576	8,567	9,513	9,143	8,907	8,941
石炭コークス代替可能量[t/y]			4,099	4,095	4,548	4,371	4,258	4,274
CO2 排出削減可能量[t/y]			12,994	12,982	14,416	13,855	13,497	13,549

表 3 幌加内町内の廃棄物発生量

		R1(2019)	R2(2020)	R3(2021)	R4(2022)
人口[人]/世帯数[世帯]		1,410/742	1,359/729	1,309/709	1,286/698
資源ごみ③	生ゴミ	72.34	81.73	67.36	63.77
	新聞	15.65	18.60	15.27	15.41
	雑誌	26.63	27.48	30.18	18.62
	衣類	0.36	0.26	0.30	0.18
	発泡スチロール	0.41	0.49	0.47	0.2
資源ごみ②	段ボール	35.74	31.21	41.32	31.46
	飲料包装	0.52	0.87	0.63	0.66
資源ごみ①	白トレイ	0.35	0.35	0.33	0.19
	PET ボトル	5.90	6.24	6.16	6.35
資源ごみ以外	燃やせるごみ	153.29	129.95	179.35	165.71
	燃やせないごみ	17.46	5.09	7.36	6.06
	粗大ごみ	1.54	18.29	15.27	15.41
下水汚泥	脱水ケーキ	55.69	93.52	81.91	43.43
合計[t]（総重量；水分含）		385	414	446	367
BIC 換算重量[t]		288	278	330	280

調査の結果、JA きたそらち幌加内支所管内だけでも年間 9,000t 前後のバイオコークスが製造できるバイオマス賦存量が存在し、これらを石炭コークスに置換すると年間 13,000t 以上の CO₂ 排出量削減が可能であることが分かった。多くの有用なバイオマス資源があることが分かった。

一方、幌加内町内で発生する廃棄物は人口が 1,300 弱と少ないこともあり、水分を含んだ状態でも年間 400t 前後しかなく、2021 年度の調査事業の結果から生ごみ(水分 74.8wt.%)、下水汚泥(86.5wt.%)をそれぞれバイオコークスに最適な水分に換算した場合のバイオコークス換算重量は 300t/y 程度であった。今回調査した廃棄物については既に分別回収が進んでいる物であるため、将来的にはバイオマス原料としての活用が見込める。ただし、資源ごみのうち「白トレイ」「PET ボトル」「発泡スチロール」は化石燃料から製造されたものであるため「リサイクル」が最優先で(総重量は 6t/y 前後と少ない)、それ以外のバイオマスはバイオコークスとして有効な資源となる。

② 道内石炭コークス使用量調査

バイオコークスの最も有用な利用方法である石炭コークス代替の北海道内での市場を知るために、道内石炭コークスの使用量を調査した。道内での主な石炭コークス使用産業は「鉄鋼製造用電気炉」「鉄鋼製造用キューポラ」「シャフト式ごみ焼却炉」「石灰製造炉」であることが分かった。各社あるいは各社関係者でご協力頂けるところへヒアリングを行った。この結果、北海道内だけでも「鉄鋼製造用高炉」で 300,000t/y、「鉄鋼製造用電気炉」で 10,000t/y 以上、「ごみ焼却炉」で 1,000t/y 以上、「石灰焼成炉」で 3,500t/y 以上の石炭コークス消費があることが分かった。

高炉用石炭コークス代替としてバイオコークスを活用する場合、熱量以外にも加炭効果や還元雰囲気中の水素濃度などが必要で現時点でのバイオコークスでの置換は難しい。

これに対し、「鉄鋼製造用電気炉」「シャフト式ごみ焼却炉」「石灰焼成炉」に用いる石炭コークスは熱量供給が主目的であるため、バイオコークスで代替する場合のバイオコークスに対する要求事項は「発熱量」が主体であり、使用量も 10,000t/y 弱の団体が多く、バイオコークスでの代替が現実的である。同業種での北海道内での石炭コークス使用量は 17,500t/y あり、CO₂ 排出量に換算すると 55,475t/y の排出量に相当する。この業種での石炭コークス使用量全量をバイオコークスに置き換える場合、バイオマスの必要量は 37,000t/y 以上を必要とし、北海道内でなくては供給不可能となるバイオマス使用量となっている。

8 今後の展開

技術開発では破砕機、乾燥装置を導入し、バイオコークス製造プロセス全体でのコスト評価を実施する。これまでのバイオコークス製造技術では原料バイオマスの乾燥に最も製造コストを掛けており、その要因は化石燃料で乾燥していることにあった。本実証事業では「製造したバイオコークス」、「原料バイオマス自身」、「未完成バイオコークス(バイオコークス製造時の屑)」などを燃料に原料バイオマスを乾燥するための乾燥装置を導入し、これによってバイオコークス製造プロセス全体の製造コスト削減を図る。

利用実証では幌加内町にある公共温浴施設「ルオント」にて使用している重油ボイラの代替としてバイオコークスボイラを用いて、バイオコークスでの重油代替の利用実証を行う。さらに、道内自治体が所有するシャフト式ごみ焼却炉にて、バイオコークスによる石炭コークス置換の利用実証を実施する予定である。

9 状 況 写 真

以下に導入したバイオコークス製造プラントおよび利用実証試験の写真を示す。



写真1 マキノ式粉砕機外観



写真2 マキノ式粉砕機内部



写真3 粉砕前後のそば殻



写真4 導入したマキノ式粉砕機



写真5 マキノ式粉砕機の制御盤



写真 6 Pre-Heat-BIC 製造装置外観

以上