

【課題名】コーヒー抽出滓の汎用固形燃料化とグリーン焙煎技術の開発(補助)

【代表者】関西アライドコーヒーロースターズ(株) 石崎 昇

【実施年度】2021~2022年度(令和5年6月終了)

(1)課題概要

①【課題の概要・目的】

国内では年間約3-4万トンのコーヒー抽出滓(以下、コーヒーグラウンズ)が廃棄される。コーヒーグラウンズは高含水率のため、収集・運搬・乾燥に多大な費用やエネルギーが必要である。肥料や飼料としての利用はあるものの、十分に利活用されていない。当社の調査によれば、コーヒーグラウンズは以下の特性を持つ。

- 木質バイオマスより2割~3割程度発熱量が高い
- カリウムの含有率が低い
- 灰分も木質バイオマスと同等である

コーヒーグラウンズを固形燃料化し、上記の特性を活かして、コーヒーの焙煎を化石燃料から代替した焙煎技術の開発(以下、グリーン焙煎)を行うことで、コーヒー業界の低炭素化に貢献する。

②【技術開発の内容】

○重要な開発要素

A1.【コーヒーグラウンズ燃料を利用した、コーヒーグラウンズ乾燥機の開発】

化石燃料を使用することなく、コーヒー滓自身を熱源とした、乾燥効率60%以上の高効率コーヒー滓乾燥システムを開発する。

A2.【コーヒーグラウンズの固形燃料化技術の開発】

固形燃料化技術としてバイオコークスがあるが、製造費用が高くまた小型の焙煎機でしか使用できないという欠点がある。よって、安価に量産が可能なペレットをコーヒーグラウンズから製造可能な成型機を新規に開発する。

A3.【コーヒーグラウンズの固形燃料を利用できる焙煎機の開発】

ペレット燃料を焙煎燃料とした使用する焙煎機はない。ペレットはガス等と異なり熱風温度制御が困難であるため、ペレット専焼バーナーと焙煎に適した温度制御技術を開発する。

B.【A1~A3のシステム統合と実証】

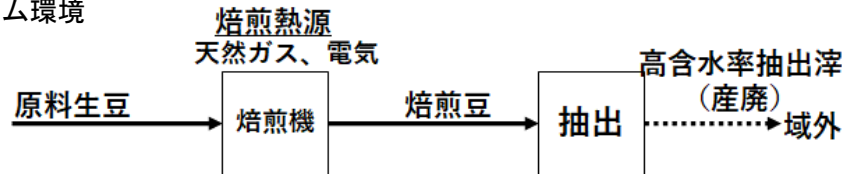
A1~A3を機能的に組み合わせるために、システムを一箇所に統合するのではなく、抽出工場に乾燥システム、焙煎工場に成型機と焙煎機を設置し、コーヒー滓の効率的なハンドリングを考慮した検証を行う。

C.【事業化シナリオの策定】

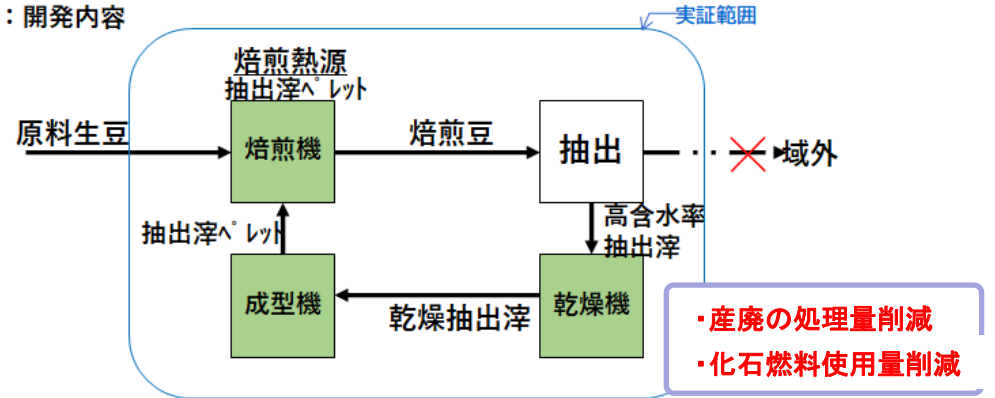
Bの結果を基にグリーン焙煎を事業化していくシナリオや余剰ペレットの販売によるCO2削減率と経済性の向上に関する可能性調査を行う。コーヒー焙煎以外にも使用方法に沿ったペレットの規格検討も行う。

③【システム構成】

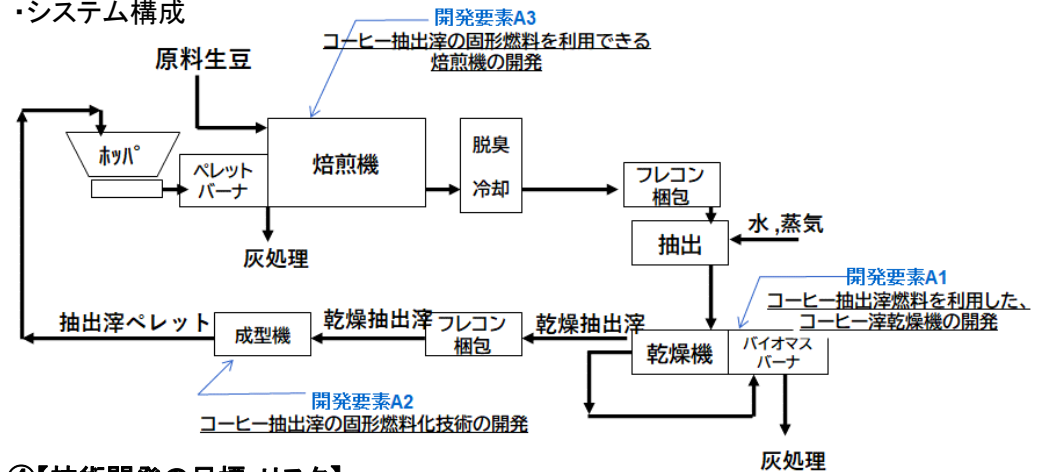
・システム環境



■ : 開発内容



・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: グリーン焙煎システムのユーザは主にコーヒー抽出を行う飲料メーカーでもあり同時にグリーン焙煎したコーヒー豆の消費者でもある。CO2排出削減に寄与したいというユーザーニーズを満たすコーヒーを提供できる。

○目標となる仕様及び性能コーヒー滓ペレットの目標仕様:

コスト: 製造単価 31円/kg以下(熱量単価では天然ガスと同等)

強度: 機械的耐久性85%以上(搬送ラインで詰まらず送り込み可能な強度)

*非木質系ペレットの要求値は機械的耐久性がAクラス97.5以上、Bクラス96.5以上

*コーヒー抽出滓は「果実系バイオマス」のためISO分類では非木質系のカテゴリー

*機械的耐久性はISO17831-1:2015の測定に則って測定

○開発工程のリスク・対応策: A1~A3の各開発工程はシーケンシャルに繋がっているため、上流工程の開発状況を詳細に把握し、次工程の的確な修整を行う。

(2) 技術開発・実証の実施内容

①【実施体制】

技術開発代表者

以下、協力者	関西アライドコーヒーロースターズ	(事業総括) コーヒー焙煎分野で47年の実績
	石光商事	営業・コーヒー商社として69年の実績
	ハニー珈琲	飲料メーカー・将来的に乾燥機を設置予定
	PEO技術士事務所	技術開発面のコンサルティング
	ラブ・フォレスト	A3ペレットバーナの開発
	富士珈機	A3焙煎機の開発
	新興工機	A2成型機の開発
	北陽實業	A1乾燥機の開発
	神戸市環境局	行政面アドバイザー

②【実施スケジュール】

	2021年度	2022年度	2023年度
要素技術A1の開発	→		
	41,450千円 (補助金:20,725千円)	6,847千円 (補助金:3,420千円)	0,000千円 (補助金:0,000千円)
要素技術A2の開発	→		
	23,287千円 (補助金:11,644千円)	11,858千円 (補助金:5,920千円)	0,000千円 (補助金:0,000千円)
要素技術A3の開発	→		
	16,895千円 (補助金:8,448千円)	74,585千円 (補助金:37,290千円)	0,000千円 (補助金:0,000千円)
B.システムの統合と実証	→		
	0千円 (補助金:0千円)	4,002千円 (補助金:2,000千円)	0,000千円 (補助金:0,000千円)
C.事業化シナリオの策定	→		
	0千円 (補助金:0千円)	13,554千円 (補助金:6,770千円)	0,000千円 (補助金:0,000千円)
合計	81,632千円 (補助金:40,816千円)	110,846千円 (補助金:55,400千円)	0,000千円 (補助金:0,000千円)

③【成果発表・特許取得状況】

- ・2021.12月、2022.12月にエコプロ展で公表。
- ・開発技術を「グリーン焙煎」として商標登録し、認証マークを制定
- ・2023.01 専門誌on-site-reportに掲載
- ・2023.05 NEW環境展で公表。
- ・2023.08.21循環経済新聞に掲載
- ・2023.09の月刊廃棄物に掲載
- ・2023.11.08日本清涼飲料研究会にて、下記題目で発表予定
「コーヒー抽出残渣の汎用固形燃料化とグリーン焙煎技術の開発」
- ・ペレット化技術と焙煎機の特許取得を進行中。2023年中に出願見込



(3) CO2削減効果の評価

【提案時当初計画】 ※実施期間中における分科会等で計画変更が認められた場合等はその設定値

グリーン焙煎手法による、単年度CO2削減量 (t-CO2/台・年)	0.12t-CO2/式・年			
開発品(装置/システム)の耐用年数	12年			
年度	2023	2026	2030	2050
単年度CO2削減量 (千t-CO2/年)	0	2.1	4.8	48.0
累積CO2削減量 (千t-CO2)	0	2.5	7.3	350
CO2削減コスト (円/t-CO2)	0	14千	10千	10千

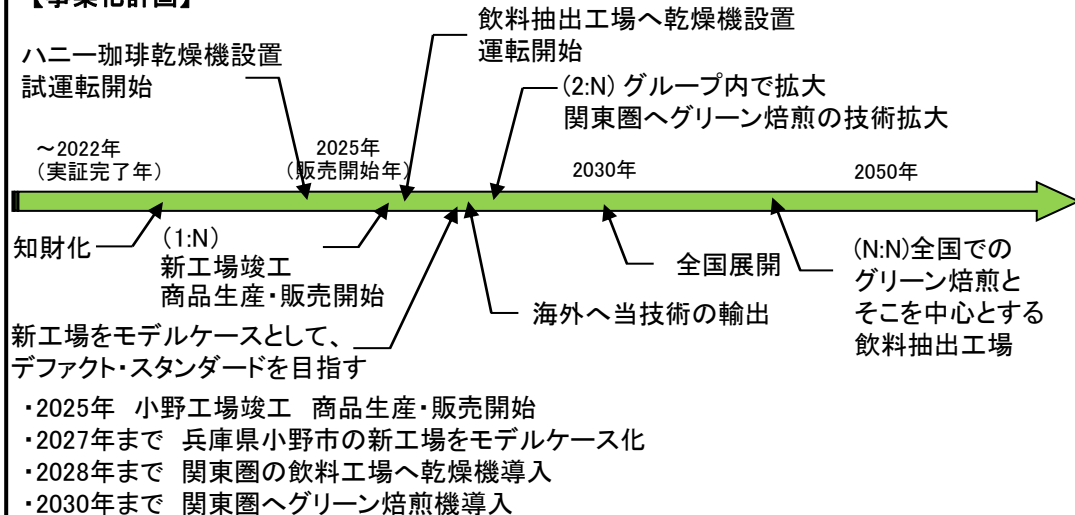
注釈:2023年は試験運転のため削減量は「0」

【現時点(2023.09)見込み】

開発品1システム当たりのCO2削減量 (t-CO2/年)	サーキュラエコノミ内 0.20 t-CO2 サーキュラエコノミ外 0.29 t-CO2			
開発品(装置/システム)の耐用年数	12年			
年度	2025(販売開始年度)	2026	2030	2050
単年度CO2削減量 (千t-CO2/年)	0.40	2.1	4.8	48.0
累積CO2削減量 (千t-CO2)	0.40	2.5	7.3	350
CO2削減コスト (円/t-CO2)	33千	14千	10千	10千

(4)事業化について

【事業化計画】

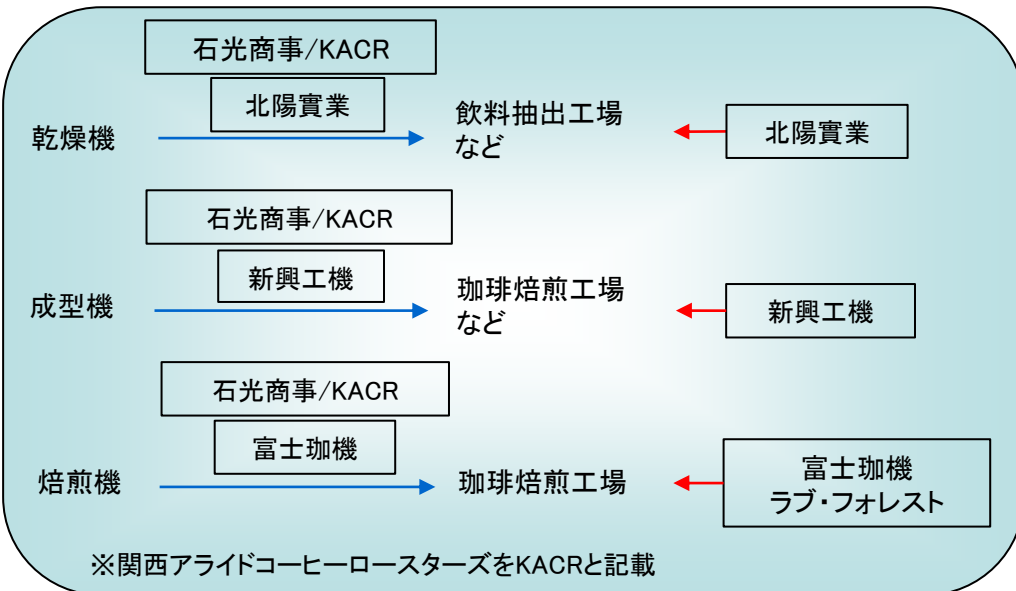


○事業化の体制

社内外体制：石光商事コーヒー・飲料部門コーヒー製品チームにグリーン焙煎専用のプロジェクトチームを結成する。本事業協力社とは緩いサプライチェーンを結び、主に下記の通りの役割分担で事業拡大を図る。

営業/設置・保守、及びサプライチェーンの関係性

→ 営業
→ 設置・保守



グリーン焙煎のスキームとして、石光商事/KACRで営業を行う。
加えて、各開発案件は単体でも販売ができるよう各機械メーカーからも営業を行う。

○事業展開における普及の見込み、及び、量産化・販売計画

A:2025年まで

- ・兵庫県小野市に土地の取得が完了。新工場竣工を進める
- ・コーヒーペレットの規格化、及び、技術の海外展開の検討を進める

B:販売開始年(2025年)～

- ・新工場に本案件で開発した焙煎機をスケールアップし、120kgを2025年に、250kgを2026年に、500kgを2027年に順次設置予定
- ・販売想定数量：コーヒー豆約1,000トン(2025年)、2,400トン(2026年)
- ・国内潜在市場規模：コーヒー豆約26万トン(酒類食品統計月報23.03月号より)

C:2030年時点

販売想定数量：コーヒー豆約12,000トン(グループ内焙煎機5台合計)

D:2050年時点

- ・販売想定数量：コーヒー豆100,000トン
- ・石光商事グループ以外の焙煎業者に、グリーン焙煎の技術が普及する
- ・グリーン焙煎のシェアは30%以上となり、コーヒー業界の低炭素化を牽引する

○年度別販売見込み

【提案時当初計画】※実施期間中における分科会等で計画変更が認められた場合等はその設定値

年度	2023	2026	2030	2050
目標単年度販売システム数	1	1	1	0
目標累積販売システム数	1	2	4	30
目標販売価格(百万円/システム)	-	175	175	175

【現時点見込み】※コーヒー生豆の相場変動が大きいので、販売金額の計算を加工賃のみに変更

年度	2023	2025 (販売開始年度)	2030	2050
目標単年度販売システム数	0	1	0	0
目標累積販売システム数	1	1	3	21
目標販売価格(百万円/システム)	0	155	195	195

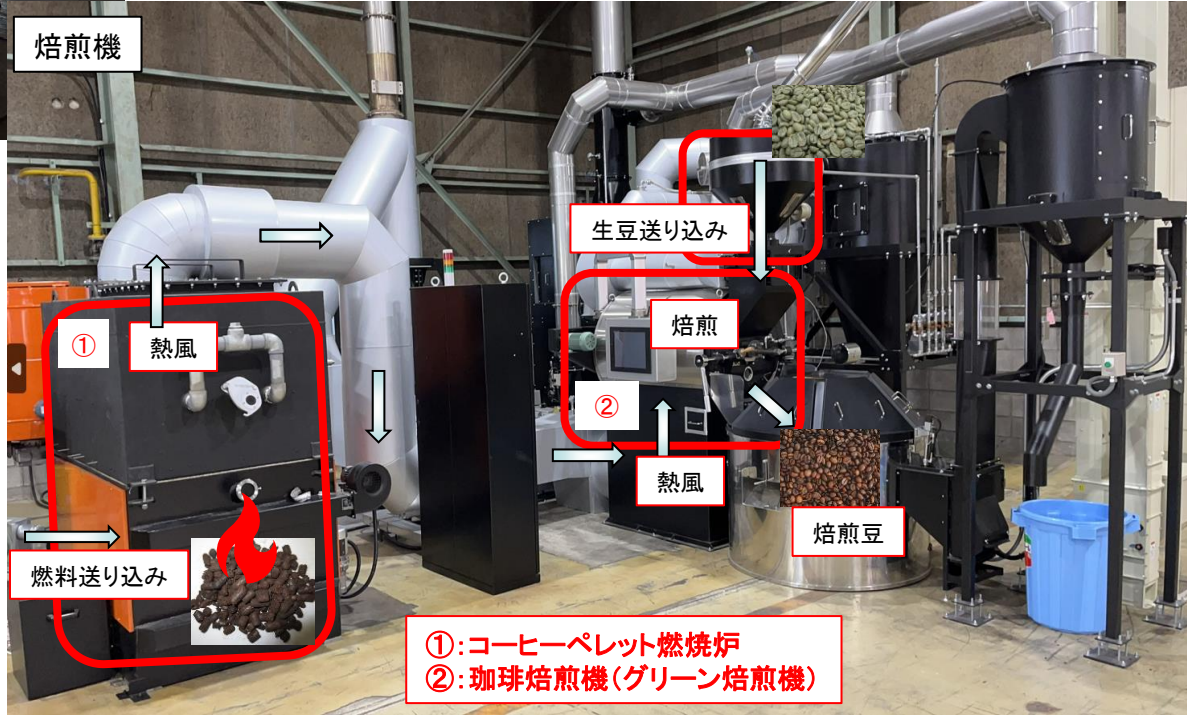
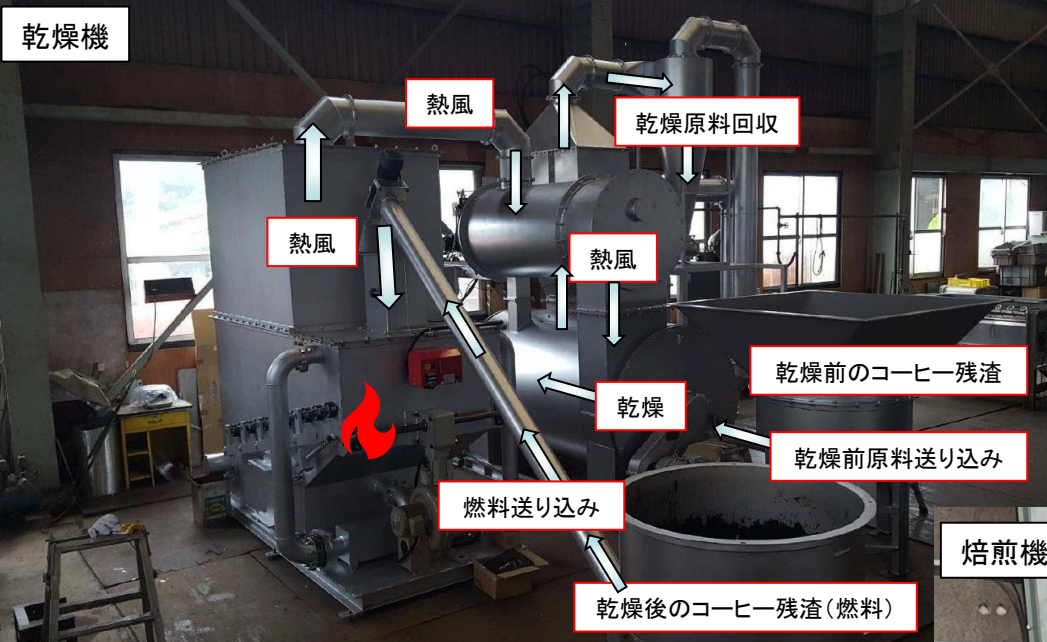
○事業拡大シナリオ

年度	2025～	2028	2030
低コスト化 技術開発	スケールアップした焙煎機 と成型機の稼働	500kg焙煎機が稼働	
販売網による販 売拡大	コーヒー豆の販売拡大	関東圏の飲料抽出工場から 抽出残渣の回収スタート	関東圏の向上にもグリーン 焙煎の技術導入
海外への事業 展開	モデルケースを作り、海外 輸出の検討	海外での取り組みがスタート している	海外で事業がスタートして いる

○シナリオ実現上の課題

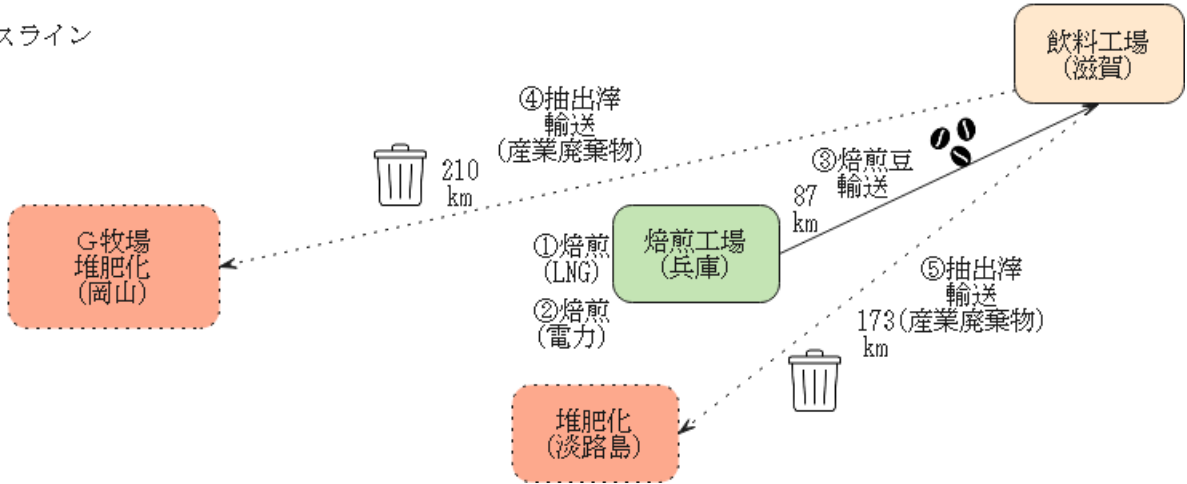
コーヒーペレットの規格化がまだできておらず、余剰分のコーヒーペレットの使用先が未確定である。さらに、コーヒーペレットの生産は、世界的でもほとんど実績が無いので、効率的な生産方法の検討が必要であること

開発機器の写真と実証試験の様子



システム統合と実証 温室効果ガス削減率がベースラインシナリオと比較し50%以上

ベースライン

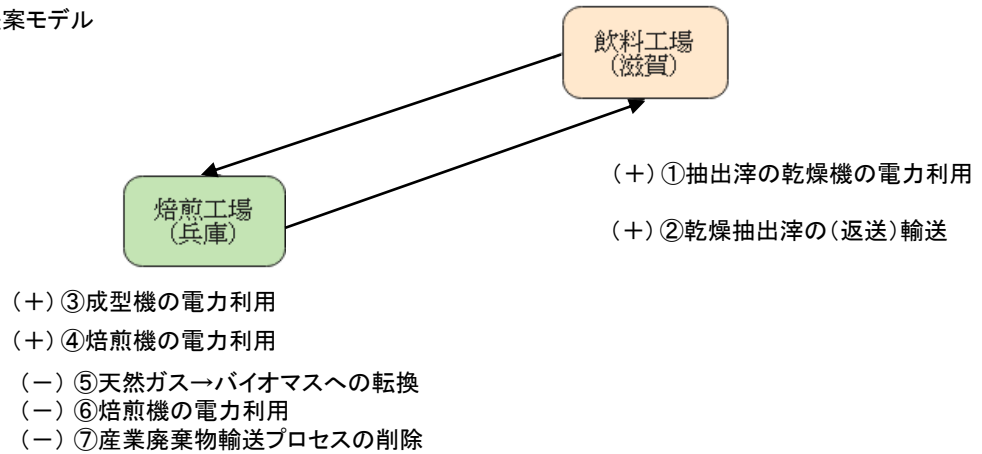


ベースラインにおける主なCO₂排出要素 (単位:t-CO₂/y)

- ① 焙煎燃料天然ガスによる排出 (28)
- ② 焙煎機の電力利用による排出(6.72)
- ③ 焙煎豆輸送による排出 (4.75)(往復分、帰り便は空)
- ④ 産業廃棄物(抽出滓)輸送による排出 (17.32)
- ⑤ 産業廃棄物(抽出滓)輸送による排出 (0.59)

A(排出量): 57.41 t-CO₂/年

提案モデル



ベースラインと比較した場合の、増加および削減要素

提案モデルにおける主なCO₂排出増加要素 (単位:t-CO₂/y)

- (+) ①抽出滓の乾燥機の電力利用による排出(3.55)
- (+) ②乾燥抽出滓の(返送)輸送による排出(1.67)
- (+) ③抽出滓成型機の電力利用による排出(3.58)
- (+) ④焙煎機の電力利用による排出(2.69)

提案モデルにおける主なCO₂削減要素 (単位:t-CO₂/y)

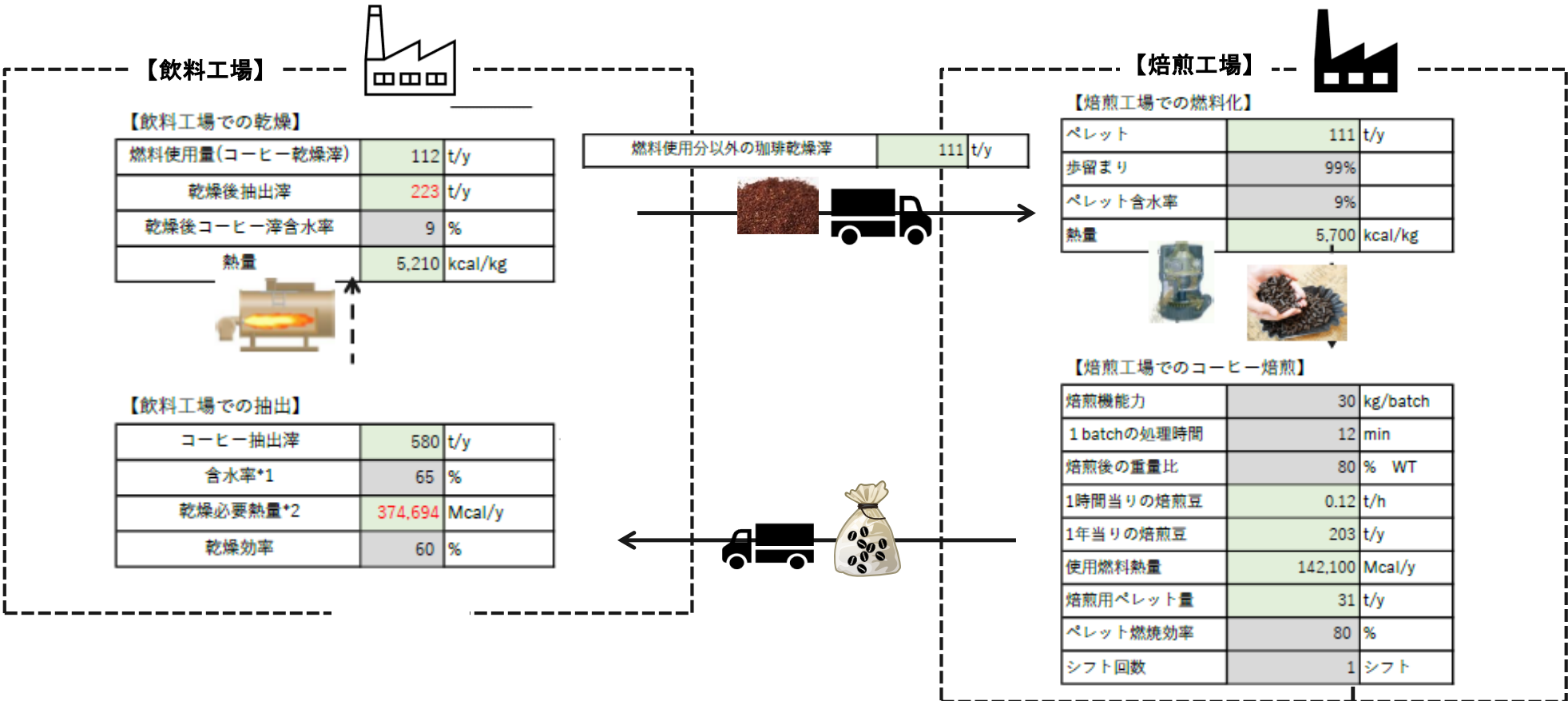
- (-) ⑤天然ガス→バイオマスへの転換 (-28.03)
- (-) ⑥焙煎機の電力利用による排出(-6.72)
- (-) ⑦産業廃棄物輸送プロセスの削除 (-17.91)

B(削減量): 41.17 t-CO₂/年

CO₂排出削減率

C(=B/A): 71.7 %

サーキュラーエコノミ内外のマテリアルバランス



【CO2削減面の優位性】

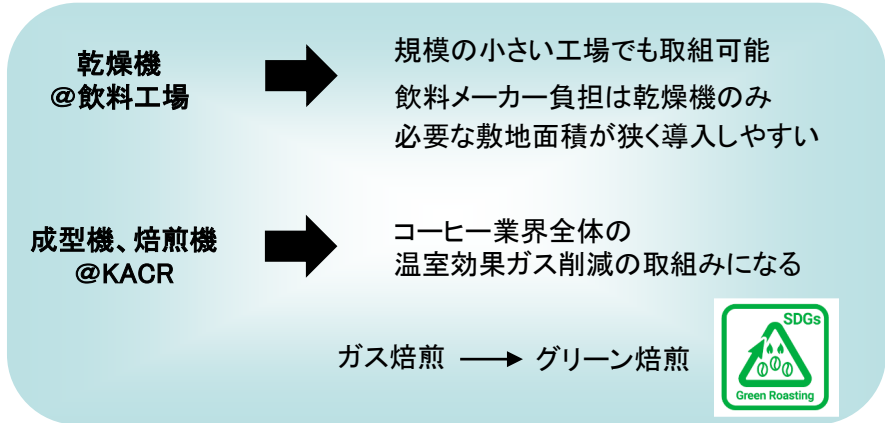
- ①. クローズドなシステムによるCO2削減率
※111トン中31トンがクローズドなシステム

CO2排出削減率
C(=B/A): 71.7 %



余剰ペレットの市場性調査の状況報告 コーヒーグラウンズの処理方法の優位性に関して

【本提案の優位性】

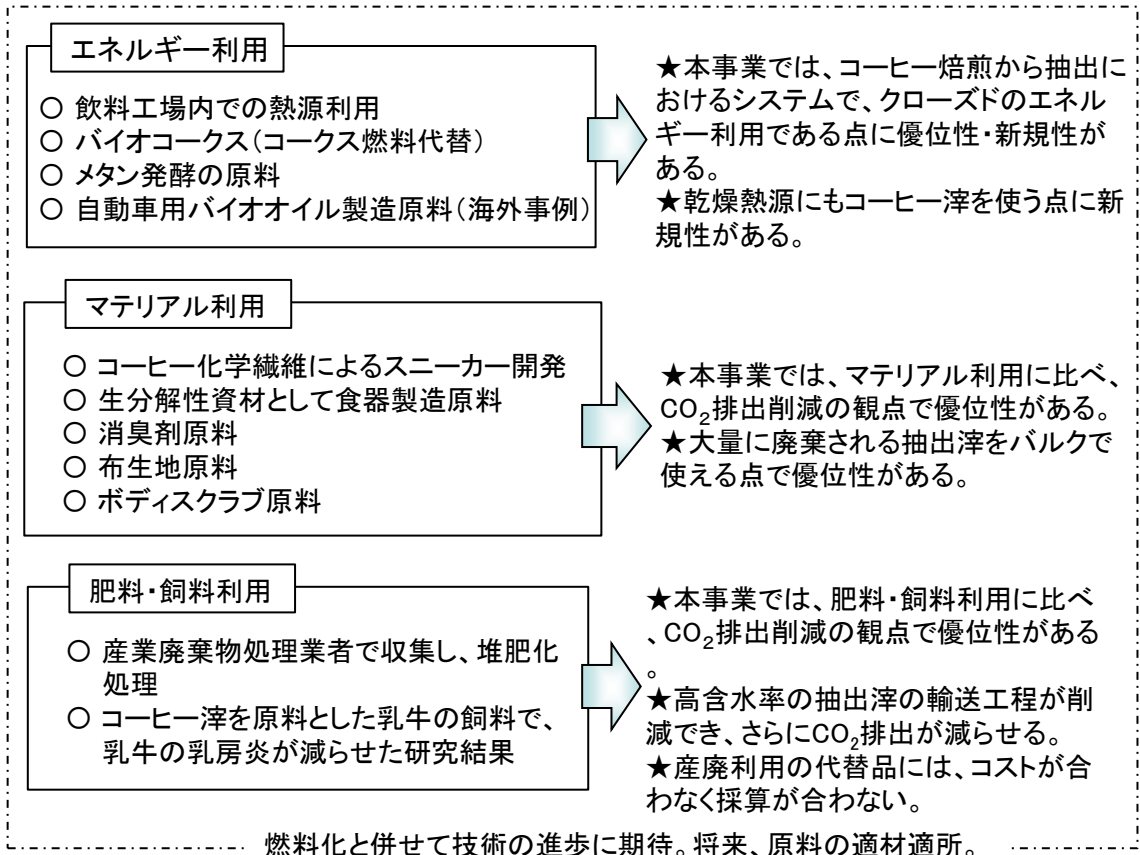


【コスト面の優位性】

焙煎機サイズ	燃料	ガス焙煎とのコスト比較	加工賃
a. 220kg	ガス	1.00	14
b. 30kg	ペレット	2.71	37
c. 120kg	ペレット	2.47	34
d. 250kg	ペレット	1.35	18
e. 500kg	ペレット	0.80	11
f. 60kg	バイオコークス	2.85	39

【国内外の事例】

(国内)全日本コーヒー協会では、コーヒーかすの活用が進むよう、普及・啓発を図る。その際、抽出後のコーヒー粉は、「コーヒーかす」といわれることも多いが、様々な有効活用が可能のため、「抽出後のコーヒー粉(コーヒーグラウンズ)」と呼ぶことにした。



【CO2削減面の優位性】

- ①. クローズドなシステムによるCO2削減率
※1111トン中31トンがクローズドなシステム

CO2排出削減率
C(=B/A): 71.7 %



- ②. クローズドなシステムで発生した余剰分コーヒーペレット
※1111トン中80トンが余剰分

80トン全量熱源利用した場合、132 t-Co2/y 削減可能

A(排出量): 57.41 t-CO₂/年
B(削減量): 41.17 t-CO₂/年

事後評価結果

評価点 6. 6点 (10点満点中。(10点:特に優れている、8点:優れている、6点:問題ない、4点:多少問題がある、2点:大きな問題がある))

評価コメント

[評価される点]

- ・ 消費者にもイメージしやすいコーヒーグラウンズ(コーヒー抽出滓)乾燥機、ペレット成型機、焙煎機を開発し、CO2 削減効果を含め技術開発目標を達成できたことは評価できる。

[今後の課題]

- ・ 余剰生産される高熱量のコーヒーグラウンズペレットを蒸気ボイラー等の熱源に利用するなど需要先の拡大が重要である。原料として業務用コーヒーから排出されるコーヒーグラウンズに拡大するとしているが、茶殻など他の廃棄物への拡大に向けた検討も望まれる。また、余剰コーヒーグラウンズペレットを焙煎及び乾燥以外の用途に用いる場合には、保管時における発火や腐敗防止策を検討することも望まれる。

- ・ 実用化のために15 倍以上の焙煎機のスケールアップを目標としているが、製品の品質を損なわないスケールアップ技術の開発が望まれる。

[事業化に向けたコメント]

- ・ コーヒー愛飲家にはフェアトレード等の社会問題への関心が高い層が一定数存在しており、コーヒー製造に伴うCO2 排出量を削減できる本技術は消費者からの支持が得られる可能性がある。そのためにも企業の関心を高めるような、アピール方法や流通までを含めた商品展開方法などの検討が望まれる。