

カンボジア国

カンボジア国
活性炭・活性炭製造技術導入にかかる
ニーズ確認調査

調査完了報告書

2024年1月

満栄工業株式会社

目次

略語表.....	i
図表番号.....	i
I. 事業計画書-----	1
1. 自社戦略における本調査の位置づけ-----	1
2. 市場環境-----	1
2.1 ビジネスモデルと市場規模・推移-----	1
2.2 競合動向-----	3
3. ターゲット顧客・ニーズ-----	4
3.1 ターゲット顧客-----	4
3.2 ターゲット顧客のニーズ（顧客の直面している問題）-----	4
4. 製品・サービス概要-----	4
5. フィージビリティ（技術／運営／規制等の実現可能性）-----	5
5.1 技術・価格の現地適合性-----	5
5.2 市場性-----	8
5.3 法規制・その他障壁-----	8
6. 将来的なビジネス展開、ロードマップ-----	9
6.1 事業規模のイメージ-----	9
6.2 進出形態・実施体制のイメージ-----	10
6.3 事業化に向けたスケジュール-----	10
6.4 事業化の条件・課題・リスク-----	11
II. ロジックモデル-----	12

略語表

略語	英語	日本語
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
SAJ	School Aid Japan	公益財団法人スクール・エイド・ジャパン

図表番号

図番号	タイトル	ページ
図 1	椰子殻活性炭事業ビジネスモデル	5
図 2	椰子の分解図	2
図 3	活性炭製造の炭化と賦活	5
図 4	高機能活性炭事業ビジネスモデル	11

表番号	タイトル	ページ
表 1	現地椰子殻を使用した賦活テスト	6
表 2	活性炭事業の数値計画	10

I. 事業計画書

本報告書冒頭に記載の調査を実施した結果として満栄工業（以下、当社）が作成した事業計画書を以下に示す。

1. 自社戦略における本調査の位置づけ

当社では、「水と空気とこどものために」というスローガンを掲げている。カンボジア国（以下、カ国）の井戸水に含まれるヒ素除去について公益財団法人 School Aid Japan（以下、SAJ）から相談を受け、椰子殻活性炭による水質改善、健康問題に取り組んだことがきっかけである。水質改善に向け、自社で調査を進める中で現地に訪問した際に活性炭の原料である椰子の木が一般家庭の庭や田んぼの周辺で多く栽培されていることがわかった。椰子殻活性炭の製造技術を導入し、椰子を高付加価値化することで新たな産業・市場が創出され、貧困問題の一助になるとともに、現地の水質や健康問題の課題解決にもなる。今後は石炭などの他の活性炭原料に代わり、自然由来の椰子殻活性炭に移行していくものと予想され、カ国が椰子殻活性炭の安定した調達先になると考えている。

2. 市場環境

2.1 ビジネスモデルと市場規模・推移

①ビジネスモデル

活性炭・活性炭製造技術導入に関するニーズ確認調査（以下、本調査）において、カ国における活性炭市場は確認できていない。

本調査の中で活性炭を知っている現地人をほとんど確認できなかった。椰子市場は、用途として椰子ジュースが占めており、椰子に付加価値がつかない形で市場に出されている。椰子ジュース向けの椰子は成熟していないヤング椰子の方が美味しいため、ヤング椰子の状態で作られている。カ国では、椰子の有効活用方法が認知されておらず、生産されている椰子の多くがジュースとして消費され、椰子の単価も成熟椰子よりもヤング椰子の方が高い。

一方、近隣のタイやベトナムでは、成熟椰子を原料にして生産する高付加価値の活性炭産業が存在する。カ国では、椰子の用途を知ることができなかったため、早くお金になるジュース用途として若い状態であるヤング椰子で収穫されているが、付加価値を示すことで成熟椰子を活用したバリューチェーンを構築することはできると考える。

具体的には、椰子オイル加工業者を中心に据えたバリューチェーンを構築して、椰子に関係する事業者により収益を生み出させるビジネスモデルを整備する（図1）。「胚乳」箇所（図2）を利用する椰子オイル加工業者は、椰子オイルやミルクの用途として利用されない「椰子殻（内果皮、シェル）」、「ハスク」も有効活用することで、新たな製品を産出し、収益の増加に繋がる。

図1 椰子殻活性炭事業ビジネスモデル

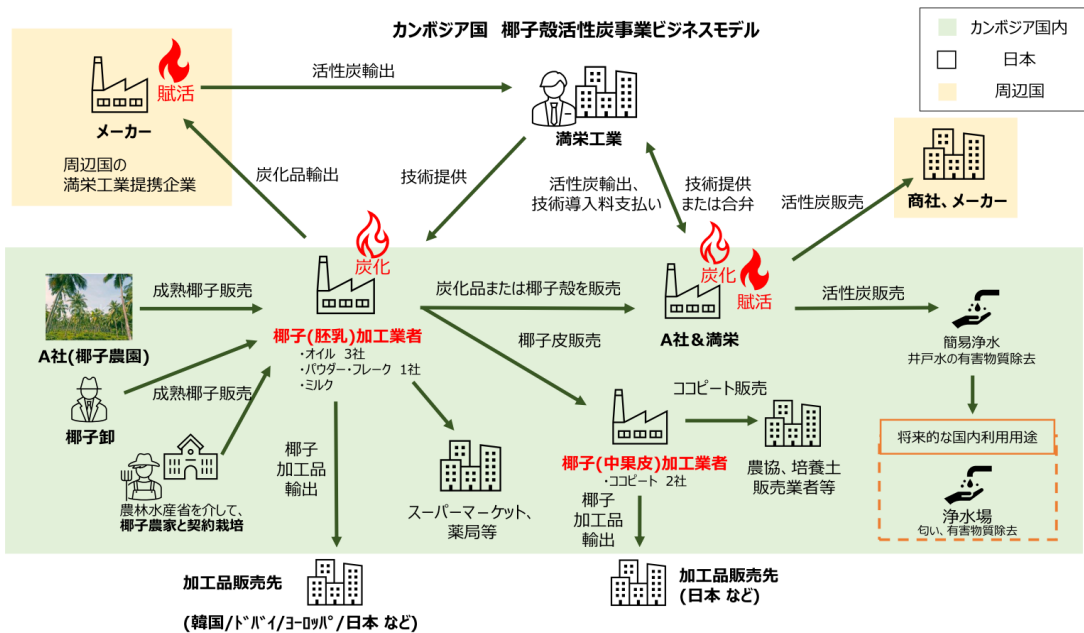
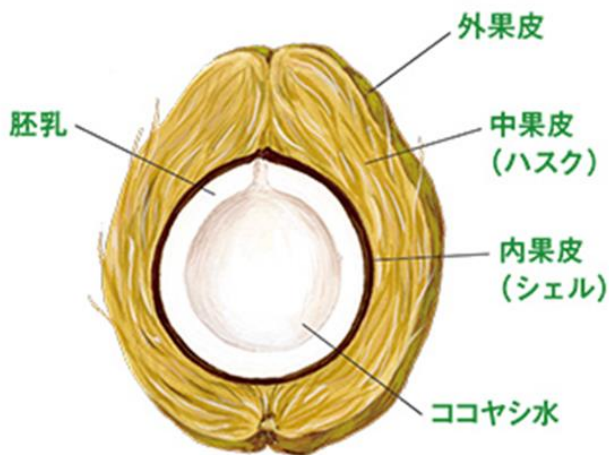


図2 椰子の分解図



椰子オイル加工業者は、椰子卸から成熟椰子の調達ルートを持っている。また、地元の農家に金額的なメリットを示した上で、ヤング椰子栽培から成熟椰子栽培に変えてもらい契約栽培を行っている。このビジネスモデルでは、椰子オイル加工業者は椰子卸からさらに成熟椰子を安定的に多く調達し、地元の農

家にもより多くの契約栽培を行ってもらおう。また後述する椰子ジュースのための椰子農園をもつA社からも成熟椰子を新たに調達し、成熟椰子の調達量を拡大し、原料の増加を図る。

次に、より多くの量の成熟椰子を加工し、椰子の実はより多くの椰子オイルへ加工する。増産した椰子オイルが国内需要を満たした場合は、韓国、ドバイ、ヨーロッパ、日本への輸出を図る。椰子中果皮（Husk）は椰子（中果被）加工業者へより多く販売する。

さらに、今まで燃料としてただ同然で農家等に販売していた椰子殻は、A社へより高く販売するか、当社から炭化技術を導入し、炭化品に加工しA社に販売する。（あるいは、周辺諸国の当社提携企業に販売する）。

最終的には、A社で賦活、あるいは炭化・賦活の両方を行い活性炭生産を行い、当社満栄工業に輸出する。A社は椰子ジュース生産のための農業ビジネスに加えて、賦活等の高度な加工を施した活性炭生産という新たな事業を創出することにより、より多くの収益の拡大を図れる。以上により、椰子に関する事業者への新たな収益獲得モデルが実現する。

②ビジネスモデルにより創出される市場規模・推移

今後、当社が現地企業のバーベキュー用の炭を生産しているB社、椰子オイルを生産しているC社、椰子ジュースを生産しているA社に成熟椰子殻を調達あるいは栽培させ、活性炭製造の技術導入を行う。初期は100t、中期300t、長期1,000tの生産を予定している。販売先は当社満栄工業であり、長期的には1,000t全数買い取ることができる。当社の年間の椰子殻活性炭の購入数量が2,000tであり、十分購入可能な数量である。

活性炭の価格は、規格（性能）により変動するが、活性炭の一般品の販売単価 $US\$1.58/\text{kg} \times \text{活性炭の生産数量 } 1,000\text{t} (1,000,000\text{kg}) = \text{活性炭の売上高 } \$1,580,000$ となり、その分の生産市場規模が算出される。販売単価は当社が実際に他社から購入している価格である。

2.2 競合同行

本調査を通じて、カ国では活性炭は生産されておらず、多くの人々が活性炭の効能を知らず、輸入競合製品も現在のところ存在していないことを確認している。上記のB社のように成熟椰子殻を原料にしたバーベキュー用の炭を生産・販売する企業はあるが、サンプルや設備を見たところ、活性炭向きの炭化にはほど遠く、活性炭を製造することはできない。B社から預かったサンプルを賦活して吸着性能を見たところ、活性炭用に炭化したものより吸着性能が悪かった。原因はいくつか考えられるが、現地の設備で炭化した場合、製造工程で酸素が多く含まれることが原因と考えられる。空気が入らないように設備に改良が必要となる。

現状、カ国内で消費されている成熟椰子の椰子殻をベトナムへ輸出しているケースがある。原料を確保する際の競合があるかもしれない。カ国内で当社が、ベトナム側の調達先と競合した場合は、ベトナム側は輸送コストが当社の

カ国内での輸送コストより高いと考えられるので、当社の調達の方が有利である。

3. ターゲット顧客・ニーズ

3.1 ターゲット顧客

ターゲット顧客として①製品の販売先、②椰子殻活性炭の製造技術提供先の二つがある。①製品の販売先は、上述の通り、当社満栄工業である。当社の年間の輸入数量 2,000 トンは、カ国での椰子殻活性炭の長期の想定製造数量 1,000 トンを大きく上回っており、安定した販売先として考えられる。当社としても、自社の技術で製造された製品を購入することは安心できる。②椰子殻活性炭の製造技術提供先としては炭化技術の導入を行う会社、炭化・賦活の両方の技術の導入を行う会社である。前者は、上述の C 社、B 社及び椰子オイル企業の D 社である。後者は A 社を想定している。A 社は椰子農場を持ち、資本力があり、多くの事業を多角的に行うコングロマリット企業である。よって、技術提供だけでなく当社との合併会社設立も視野に入れている。

3.2 ターゲット顧客のニーズ（顧客の直面している問題）

①製品の販売先（当社）

当社は、活性炭を製造・販売しているが、その多くは輸入品で活性炭となっている原料を用途に合わせ、加工し日本国内で販売している。活性炭の原料となる、椰子や石炭は日本国内にはないため、海外で活性炭になったものを自社製品の原料として輸入している。「新型コロナウイルス」、「円安基調」、「コンテナ不足」、「戦争」等の問題で不安定な情勢の中、カ国で椰子殻活性炭が製造できた場合、安定した原料の調達先になると考えている。

②椰子殻活性炭の製造技術提供先

1) 成熟椰子の有効活用

自社加工品用途外の成熟椰子実については廃棄もしくは、ただ同然で販売してしまっている。今後、有効活用することで新たな事業創出に繋がる。

2) 成熟椰子の安定供給

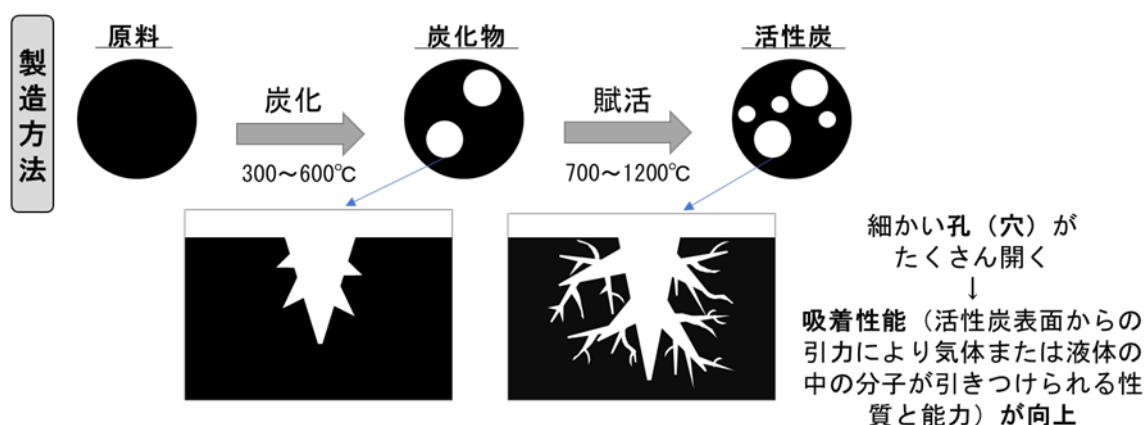
成熟椰子の栽培が増えれば椰子加工企業にも成熟椰子が安定供給されることとなる。現在は成熟椰子の栽培数量が多くなく、雨季や乾季で取れる数量も変わるため安定していない。そのため、成熟椰子の輸入品を加工している椰子加工企業もある。

4. 製品・サービス概要

当社は、椰子殻を使った活性炭を日本で最初に量産化し、活性炭製造技術に関して長年蓄積されたノウハウを持つ。活性炭は椰子殻のほか石炭・木などを原料とし高い吸着性能を持つ。水や空気のような小さな分子の吸着に最適で、水質改善、空気浄化の用途で利用されており、環境保全にも貢献している。水質浄化、空気改善以外にも、食品精製や蓄電などにも利用され、用途は多岐に

渡る。活性炭は「炭化」、「賦活」の二つの工程により、製造される。炭化は炭素物質を無酸素状態で 300～600℃で蒸し焼きにし「炭化物」を製造することである。賦活は、炭化処理によってできた孔にさらに多くの細孔をつくることで表面積を大きくし、炭化物に比べて非常に大きな吸着性能を持たせることができる。特に椰子殻を原料として作られる活性炭は、ミクロ単位の微細な孔が高密度で分布し活性炭の中でも特に吸気吸着性能が優れている。

図3 活性炭製造の炭化と賦活



当社は 1921 年に創業し 2021 年に 100 年を迎えた。活性炭製造は 1948 年から開始し 74 年の長い歴史の中で活性炭製造に係る技術やノウハウを培ってきた。近年では研究開発に力を入れ、高機能活性炭「鷹の羽」シリーズの開発に成功した。その中で、「鷹の羽 MOA-M」は、腎臓病の毒素吸着、腎臓病患者の負担軽減に役立つ。カ国では、生活習慣病が増加し問題になっている。「鷹の羽 MOA-M」が上市されることで、現地の課題解決や負担軽減に貢献できると考えている。

5. フィージビリティ（技術/運営/規制等の実現可能性）

5.1 技術・価格の現地適合性

① 技術

現地の椰子殻の賦活テストを日本で行った結果、活性炭の性能は出せている。吸着試験の項目は様々あるが、ここでは、よう素吸着性能を主に評価対象としてみている。下記は A 社から預かった椰子殻を炭化・賦活した際の試験結果をまとめた表である。粒状の一般品のように吸着性能が通常 1,000～1,100 程度である。A 社の椰子殻を賦活したものは、それ以上の値を示しているのので、よう素吸着性能が十分あることがわかる。

表 1 現地椰子殻を使用した賦活テスト

ココナッツシェルを乾燥し、約20mm程度に粉碎し、炭化と賦活試験を行った。
 成果物は J I S 試験方法に従い分析を行った。

1. 試験結果

		A社ココナツ品								市販品		
		生ヤシ殻	炭化		賦活		炭化		賦活		type1	type2
			750°C	900°C-30min	900°C-50min	600°C	900°C-30min	900°C-40min	900°C-50min			
温度	°C	-	750°C ^{※1}	900	900	600°C ^{※1}	900	900	900	-	-	
保持時間	min	-	30	30	50	30	30	40	50	-	-	
雰囲気	-	-	窒素	水蒸気		窒素	水蒸気		窒素	水蒸気		
シェル厚み	mm	2~4	約2mm	約1.5mm	約1.5mm	約2mm	約1.5mm	約1.5mm	約1.5mm	-	-	
収率 ^{※2}	%	-	19.5	75.8	62.5	21.0	53.0	49.8	42.2	-	-	
粒子サイズ	mesh	-	-	-	-	-	-	-	-	4~8	8~32	
乾燥減量	%	23.7	-	-	-	-	-	-	-	5 以下		
強熱残分 ^{※3}	%	0.4	1.5	1.8	2.4	1.7	1.9	1.9	2.7	5 以下		
揮発分 ^{※4}	%	79.1	5.6	4.4	4.5	6.6	4.4	2.9	4.2	-	-	
固定炭素 ^{※5}	%	20.5	92.9	93.8	93.1	91.7	93.7	95.2	93.1	-	-	
かさ密度 ^{※6}	g/ml	-	-	0.41	0.31	0.32	0.31	0.29	0.26	0.40~0.50	0.40~0.55	
硬度 ^{※7}	%	-	-	-	-	-	-	-	-	90 以上		
よう素吸着性能 ^{※8}	mg/g	-	440	960	1,320	420	1,210	1,270	1,370	1000 以上		
メチレンブルー吸着性能 ^{※9}	ml/g	-	-	100	260	-	210	240	270	150 以上		
糖液脱色率 ^{※10}	%	-	-	7.0	31.6	-	33.5	46.9	55.8	-	-	

2. 情報

- ※1 直線昇温
- ※2 生ヤシ殻から炭化と炭化から賦活の収率
- ※3 不純物量の評価
- ※4 有機物量の評価
- ※5 有効炭素量の評価
- ※6 単位体積当たりの重量。粒子径に依存する。フレキシブル・コンテナ等の容量を決定する要素。
- ※7 活性炭の硬度評価方法。(硬度が低いと粉化する。輸送時の重要な要素)
- ※8 ヨウ素の吸着量から活性炭の吸着性能を評価する方法。
- ※9 活性炭の脱色性能を評価する際の評価方法(メチレンブルーを使用)
- ※10 活性炭の脱色性能を評価する際の評価方法。(ショ糖使用)

燃焼時間や温度などの細かい設定は今後必要になるが、現地に技術導入することで活性炭を製造することはできる。また、カンボジア工科大学で、賦活のラボ試験を行ったが、次頁に示す通り、活性炭は生産できなかった。従って、ビジネス化実証事業では、日本から賦活を行える試験装置を現地に持っていく必要がある。既に、試験装置の手配の準備は進めている。

カンボジア工科大学における賦活ラボ試験について

1. 目的

電気炉を用いた、活性炭生産のプレ実証試験

2. 試験方法

ヤシ殻炭（満栄工業で炭化）と水道水を容器に入れ、マッフル炉で加熱し、放冷後に取り出した。

条件は下記を参照

	条件A	条件B
ヤシ殻炭 g	70	70
水道水 g	140	210
加熱温度°C	900	900
加熱時間	40	40

※室温～900°Cまでは直線昇温。昇温速度は不明

3. 分析結果

ヤシ殻炭及び電気炉賦活品の分析結果を下記に示す。

	原料	条件A	条件B
ヨウ素値	440	400	380

単位 mg/g

4. 結論

マッフル炉での活性炭生産はできなかった。

原因として1) 加水不足、2) 規定温度到達までの水の蒸発、3) 容器の肉厚のため、内部への熱伝導不足等が考えられる。

上記2)、3)を検証するため、高速昇温炉で同様の試験（※1）を行った結果、ヨウ素値が370から440mg/gに上昇することを確認した。

※1 ヤシ殻炭60g、水30g、900°Cで40分加熱。昇温速度は約30°C/分。容器の肉厚は約1mm。

よって、電気炉で賦活する場合は、加水量も重要だが、昇温速度及び炭化品への熱負荷の最適化が必要だと考えられる。

一方で、マッフル炉上部にベント口がある場合、その口を介して加水できれば、昇温速度に依存することなく賦活できる可能性あり。

以上

② 価格

椰子殻の購入市場価格は、US \$0.07/kg、炭化品（賦活を行うための前段階の炭化処理を行った製品）の購入市場価格はUS \$0.27/kgである。当社の炭化・賦活技術の導入を行った活性炭の一般品の販売価格はUS \$1.58/kgであり、当社の技術導入を行った会社は利益を獲得できると推察する。

5.2 市場性

販売予定先の当社満栄工業が年間 2,000t の椰子殻活性炭を購入しているため、初期 100t、中期 300t、長期 1,000t の製造量を全量日本へ輸出・販売できる。年間 2,000t を超えるような製造が可能となることを見据えて周辺諸外国への輸出も検討する。カ国内の市場としては、中長期的に現地で安価な浄水器システムが出来た際には、ヒ素や一般細菌の除去用に活性炭が利用されることが予想され、さらなる市場拡大に繋がる。

5.3 法規制・その他障壁

① 炭化品、活性炭のカ国から他国への輸出

国際連合が「危険物輸送に関する勧告」を定めている。危険物の輸送における安全性を確保するために国連は危険物・危険品に番号をつけ、その物品が何であるか、どのような危険性があるか、またどのように取り扱うべきかをルール化している。その中で、炭素は国連番号 1361 であり、活性炭は国連番号 1362 である。炭化品、活性炭は国連番号に割り当てられる特別規定の SP925 の「(3) 水蒸気賦活工程により製造された活性炭」の要件を満たしており、一般貨物扱いとすることができる。

②輸出関税

輸出関税が課せられるのは、次の品目であり、炭化品、活性炭は含まれておらず、輸出関税は課せられないといえる。

＜輸出関税が課せられる品目＞

魚、甲殻類、軟体、硫黄、土石類、鉱石、ゴム、木材およびその製品

③外資規制

カ国は、広範な外資規制はなく、外国人投資について広く開放されている。その中で、診療所、病院、法律事務所、海外人材派遣業、警備事業については、カンボジア人が株主または代表者であることを条件としているが、活性炭事業はそのような事業として挙げられていない。また、上述の事業を除き、原則として 100%外資が可能である。従って、規制上、当社の資本 100%で現地法人を設立することが可能であり、現地資本を入れたとしても 50%超の当社資本を維持しマジョリティを取ることも可能であると考えられる。

④技術提供（ロイヤルティー）

投資法により、ロイヤルティー支払いのための外貨購入および外貨の外国への送金については、明確に認められている。ただし、カンボジア非居住者へのロイヤルティーの支払には 14%の源泉徴収税が課される。

⑤原料調達確保

カ国内で新たに成熟椰子を栽培する、あるいは今までヤング椰子の状態で収穫していたものを成熟椰子まで栽培し、成熟椰子の生産量を増やすために、高付加価値化のメリットを顧客に示す必要がある。そのためには、農村開発省のコントラクトファーミング部署や商業省など省庁関係の理解も得て推進に力添えをいただく必要がある。現地調査で農村開発省等には訪問を行っており、ビジネスモデルの構築を進めていくにあたり、協力いただけると回答を頂いている。

⑥薬品に関する規制

高機能活性炭に関するサプリメントを含めた薬品に関して保健省の許可が必要である。また、その販売に関しても同省の販売許可を取得する必要がある。当該製品を生産・販売する企業がカ国の現地法人である必要がある。カ国の現地企業への出資については、形式が2つあり、既に許可を取得している企業に出資した場合はそれで許可を得られるが、出資先企業が未登録の場合は保健省に登録する必要がある。また、同企業に、薬剤師が最低1名は登録されている必要がある。

6. 将来的なビジネス展開、ロードマップ

6.1 事業規模のイメージ

導入する設備の規模から年間 100t～300t の椰子殻活性炭の製造を想定している。下表は、中期の販売数量 300t で試算を行ったケースである。

表 2 活性炭事業の数値計画

費目	費目内訳	金額(千\$)	売上高比率	備考
売上高		474.0		年間生産量×活性炭(運賃込み)
売上原価		327.3	69%	
	椰子殻	120.0	25%	US\$0.07\$/kg×年間に必要な椰子殻数量
	人件費	50.0	10%	
	原価償却	77.2	16%	(炉の9年に合わせて)炉5000万、建物5000万
	その他	80.1	17%	燃料、輸送費(輸出)、他
売上総利益(粗利)		146.7	31%	売上高－原価
販管費		94.8	20%	
営業利益		51.9	11%	売上総利益－販管費
法人税(20%)		10.4		営業利益－営業外損益
当期純利益		41.5		経常－税金
当期純利益率(%)			9%	

6.2 進出形式・実施体制のイメージ

賦活工場については、合弁もしくは技術提供でのカ国への進出を想定している。当社の社員から1～2名が現地に常駐し、技術指導と生産マネジメントを行う。製造スタッフとして、2～3名のスタッフを現地で採用することを予定している。

6.3 事業化に向けたスケジュール

椰子殻活性炭事業ビジネスモデル(図1)では、椰子オイル加工業者が活性炭製造バリューチェーンの中心と位置づけられる。なぜならば、椰子卸から成熟椰子の調達ルートを持ち、成熟椰子を加工し、椰子の実は椰子オイルへ加工し、椰子中果皮(Husk)は椰子(中果被)加工業者へ販売し、椰子殻はA社へ販売するか、当社から炭化技術を導入し、炭化品に加工し販売できるからである。

一方、高機能活性炭事業ビジネスモデルでは、素材(原材料)として高機能活性炭を日本の当社からカ国の製薬企業に供給し、製薬企業は病院、薬局に販売する。あるいは、当社が日本の製薬企業に素材(原材料)として高機能活性炭を供給し、日本の製薬企業が規格加工品にしてカ国の製薬企業に販売することが考えられる。

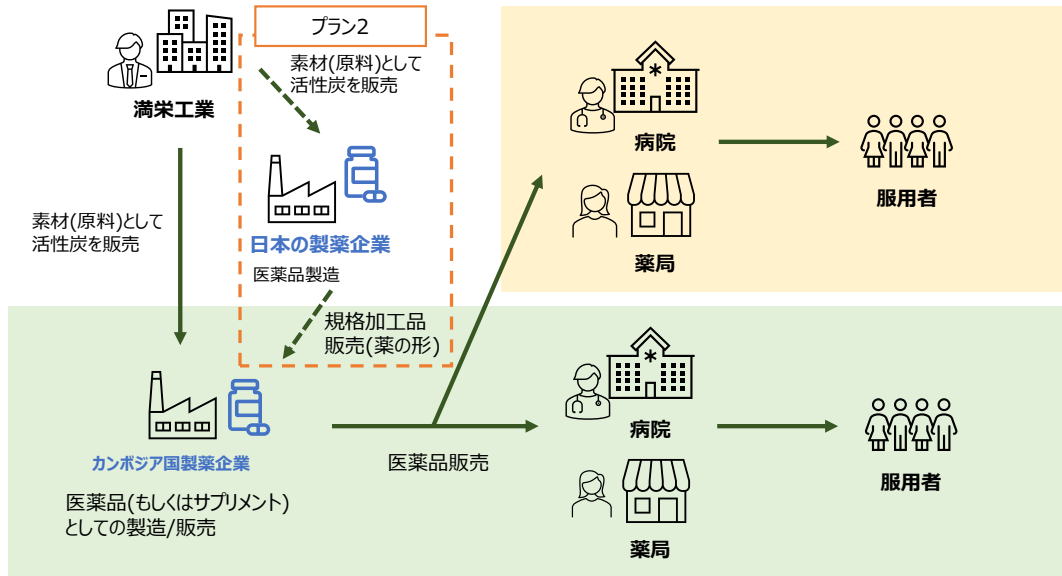
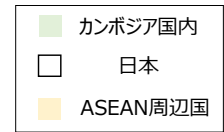
事業化に向けたスケジュールとしては、ビジネス化実証事業で調査活動も継続して行い、現地提携先となる候補企業の調査と原料調達先の確保を引き続き進める。ビジネス化実証事業に採択されなかった場合は当社で年に1度か2度現地に渡航して事業化に向けた調査を重ねる。早期に事業化の目途がたった場合は、2025年10月から事業化に向けた投資などを行う。

図4 高機能活性炭事業ビジネスモデル

カンボジア国 高機能活性炭事業ビジネスモデル

高機能活性炭(鷹の羽MOA-M)

- ①カンボジア国における腎臓病患者向けとして医薬品販売
- ②ASEAN周辺国での販売(インドなど対象)



6.4 事業化の条件・課題・リスク

①条件

当社単独での事業展開ではなく、合弁形態または技術提供での事業化を検討している。合弁での企業設立の場合は、当社の経営方針に沿った事業展開を行いたいため、出資比率は当社がマジョリティをとる比率で実施したい。

②課題

課題としては、安定した原料調達先を確保できるかである。そのためには、カ国で新たに成熟椰子を栽培してもらうか、または成熟椰子まで栽培してもらうかである。さらに、ビジネスモデル参画企業を確保できるかである。これらの課題を解決するためには、現地のビジネスモデル関係者に新たな収益等をもたらすことが求められる。最終的には、当社の技術・製品によりカ国の国民、経済等に裨益できるかどうかを肝要と考える。

③リスク

合弁企業を設立する場合は、現地企業との意思決定手続きや経営資源の配分に留意する必要があり、合弁契約書等で合意の上明示し、互いに役割を明確にしておく必要がある。

II. ロジックモデル

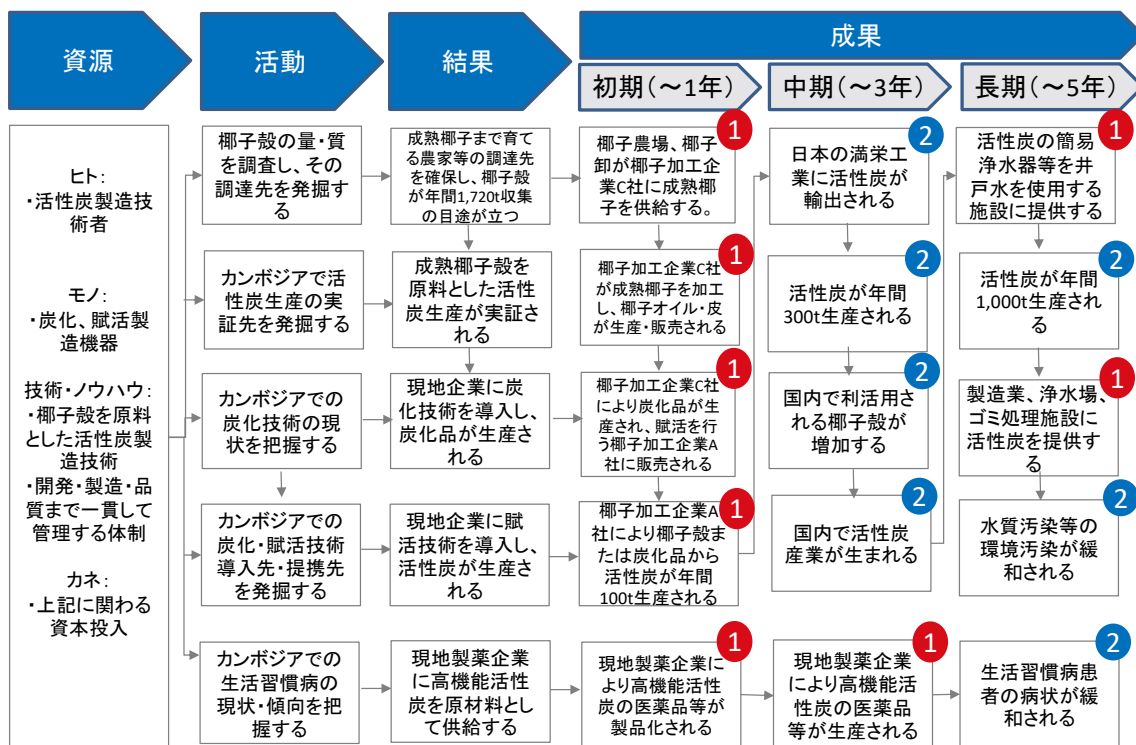
事業目標：

椰子殻を活用した活性炭をカ国で生産し、活性炭産業が生まれる。長期的には活性炭を活用しカ国の水質汚染等の環境汚染が緩和され、高機能活性炭による薬やサプリメントを通じて生活習慣病を持つ患者の病状が緩和される。

裨益者	裨益の種類	裨益者の種類	ロジックモデル上の表現
現地企業（椰子卸・農場・加工企業、製薬企業）	直接	企業	現地企業
カ国経済及び国民全般	間接	社会	カ国経済及び国民全般

課題解決の筋書(ロジックモデル) ① 現地企業(椰子卸・農場・加工企業、製薬企業) ② カンボジア経済及び国民全般

カンボジア国活性炭・活性炭製造技術導入にかかる
ニーズ確認調査(満栄工業株式会社)



以上