

バイオジェット燃料生産技術開発事業 技術動向調査

持続可能な航空燃料製造に資する非可食油脂植物 の大規模栽培に係る技術動向調査

発表日： 2024年12月18日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 田中剛 教授

*団体名 (国)東京農工大学

問い合わせ先 E-mail: s-murata@go.tuat.ac.jp TEL: 042-388-7021



採択課題

「持続可能な航空燃料製造に資する非可食油脂植物の大規模栽培に係る技術動向調査」

本調査では、非可食油脂植物に焦点をあて、非可食油脂植物の供給体制確立に向けて、国内外のステークホルダーやサプライチェーン構築での課題を明らかにし、各企業の供給体制への投資・事業開始を促進することを目標とし、以下の3つを実施項目として定め、調査を実施する。

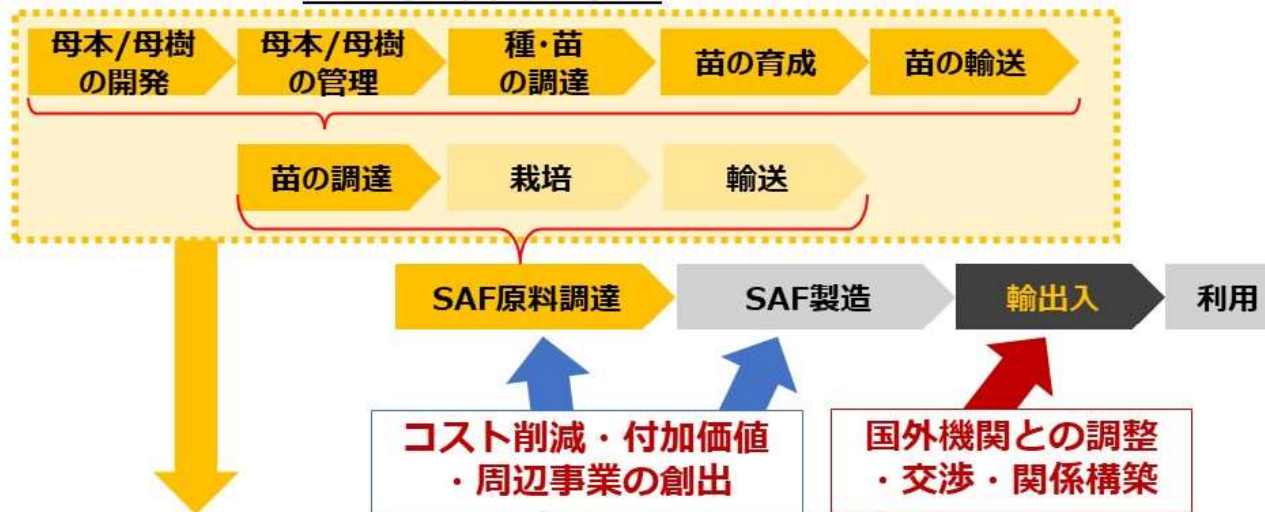
- ① **商業利用に資する原料植物の選定・技術開発ロードマップ策定**
候補植物：ポンガミア、ジャトロファ、カメリナ
- ② **選定した原料の経済性の試算・サプライチェーン構築への戦略策定**
栽培候補地：オーストラリア、東南アジア等
- ③ **CEF（CORSIA Eligible Fuel）認証取得のためのロードマップの策定**



社会実装化課題①

非可食植物油脂の開発輸入サプライチェーン構築・拡大

実施項目 1：商業利用に資する原料植物の選定・技術開発 ロードマップ策定



社会実装化課題②

技術開発を基盤とした 油脂植物関連の権利取得・関係構築

実施項目 2：選定した原料の経済性の試算 ・サプライチェーン構築への戦略策定

社会実装化課題③

CEF認証取得プロセス

- (1) 新規原料・製法登録プロセス
- (2) CEF認証取得プロセス

実施項目 3：CEF (CORSIA Eligible Fuel) 認証取得のための ロードマップの策定



- 1 候補植物の選定と基本情報・権利関係の調査**
- 2 大規模栽培候補地の選定と候補地に関する調査**



油脂生産性のポテンシャルは、ポンガミア> ジャトロファ> カメリナ、の順となる。

Crop	kg-oil/ha
Oil palm	5,000
Pongamia ※	3,750-4,700
Coconut	2,260
Avocado	2,217
Brazil nuts	2,010
Macadamia nuts	1,887
Jatropha ※	750-2,000
Jojoba, Pecan nuts	1,500
Rapeseed, Olives, Castor beans	1,100
Peanuts, Cocoa	900
Sunflower, Tung oil	800
Rice, Safflower	650
Sesame	600
Camelina, Mustard, Coriander, Pumpkin seed, Euphorbia	450-500

※非可食



植物種	栽培試験地域	種子収量	油脂含有量	油脂単収	Ref.
ポンガミア	インド、ハイデラバード	0.8 kg-seedDM/PlantDM	N/A	N/A	[1]
ポンガミア	インド、ハイデラバード	0.4 kg-seedDM/PlantDM	N/A	N/A	[2]
ポンガミア	インド	173.5±2.9 g/100seeds	33.5±1.3%	N/A	[3]
ポンガミア	インド、ハッサン	0.02-45.8 kg/plant	31.0~39.0%	N/A	[4]
ポンガミア	インドネシア	4.2 t/ha (3.8 kg/tree)	N/A	N/A	[5]
ジャトロファ	シンガポール	N/A	N/A	N/A	[6]
ジャトロファ	メキシコ	N/A	N/A	N/A	[7]
ジャトロファ	インド	N/A	N/A	N/A	[8]
ジャトロファ	インド	>1.5 kg/plant (5年目)	N/A	N/A	[9]
ジャトロファ	インド	0.9-1.2 kg/plant (3年目)	N/A	N/A	[10]
カメリナ	中国	2.5 t/ha	42.9%	1.1 t/ha	[11]
カメリナ	中国	1.4 t/ha	46.0%	0.7 t/ha	[12]
カメリナ	中国	2.0 t/ha	41.8%	0.8 t/ha	[13]
カメリナ	アメリカ合衆国	1.1 t/ha	33.5%	0.4 t/ha	[14]
カメリナ	アメリカ合衆国	1.2 t/ha	34.1%	0.4 t/ha	[15]
カメリナ	アメリカ合衆国	0.4 t/ha	27.4%	0.1 t/ha	[16]

[1], [2] Rao, G. R., et al., *Journal of Forestry Research* (2019); [3] Patil, V. K., et al., *Journal of Forestry Research* (2015); [4] Dalemans, F., et al., *Industrial Crop and*

カメリナ (SAF化実績有)において文献値での単収は低く、栽培面積を考慮すると別原料の確保が必須である。

一方で、ポンガミア・ジャトロファにおいて、精緻なデータ取得がされておらず、実証試験に基づく検証が急務である。



DATA Base: "PatentSquare"

対象国: WW (全201か国)

検索期間: 全期間 (2001年以降)

SAF関連出願

- ・ タイトル～請求項に"Sustainable Aviation Fuel"、"bio jet fuel"等の記載がある特許
Or バイオ燃料関係の特許分類 x jet fuel等
Or ASTM D7566 (代替JET燃料) の記載

出願総数2029件 (ファミリー)

Camelina 関連出願

全文に"Camelina"、"False nut" の記載があるWW特許
3931件 (ファミリー)
(航空燃料関連は217件)

PONGAMIA関連出願

全文に"Pongamia"、"Milletia pinnata"の記載があるWW特許
750件 (ファミリー)
(航空燃料関連は57件)

Jatropha 関連出願

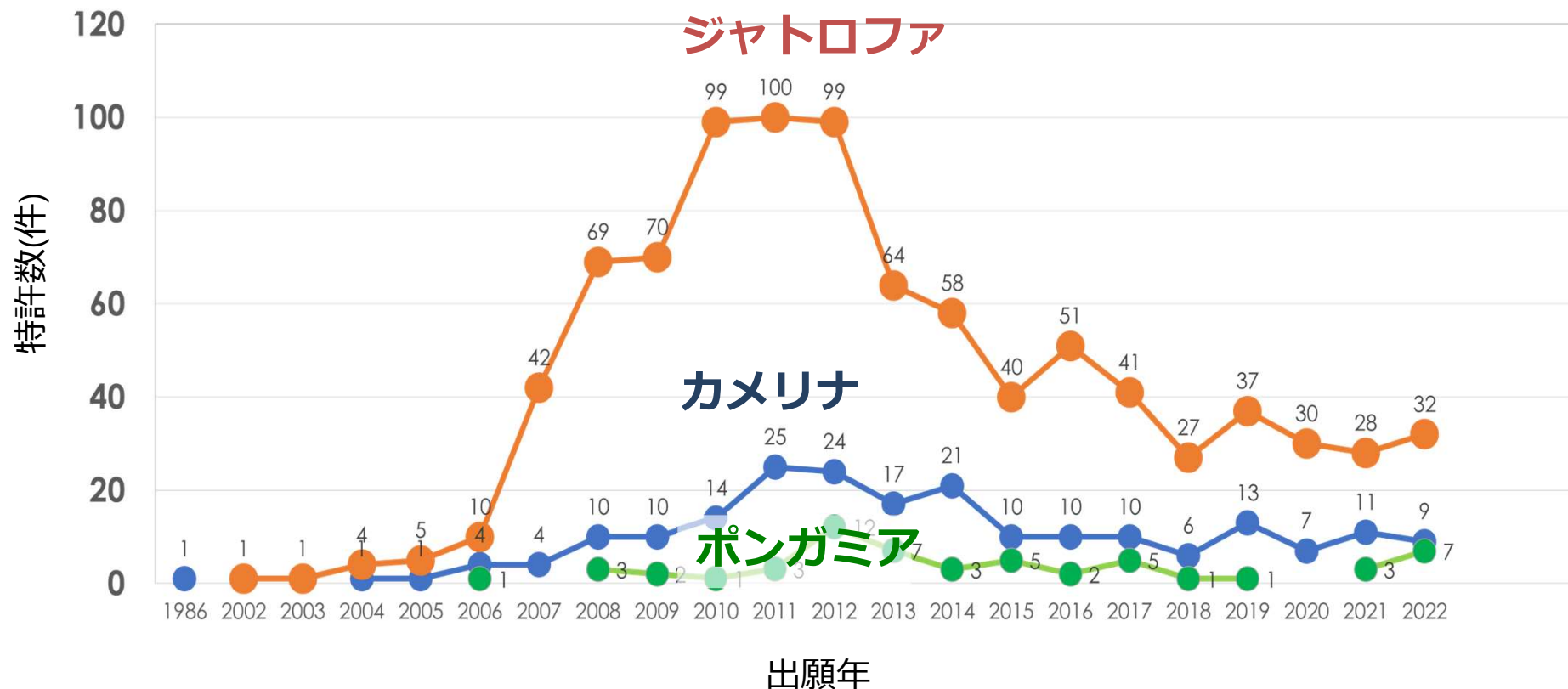
全文に"Jatropha"、"Physic nut"、"Purge nut", "Barbados nut" の記載があるWW特許
6321件 (ファミリー)

HEFA等、
他原料

他植物系



- 航空燃料用途での出願数はJatrophaが圧倒的な出願数
- 出願推移は3種類とも2010年前後をピークとしその後低下傾向
- Jatropha、Pongamiaで近年増加の兆候が伺える





各植物別の出願内容の特徴比較

9

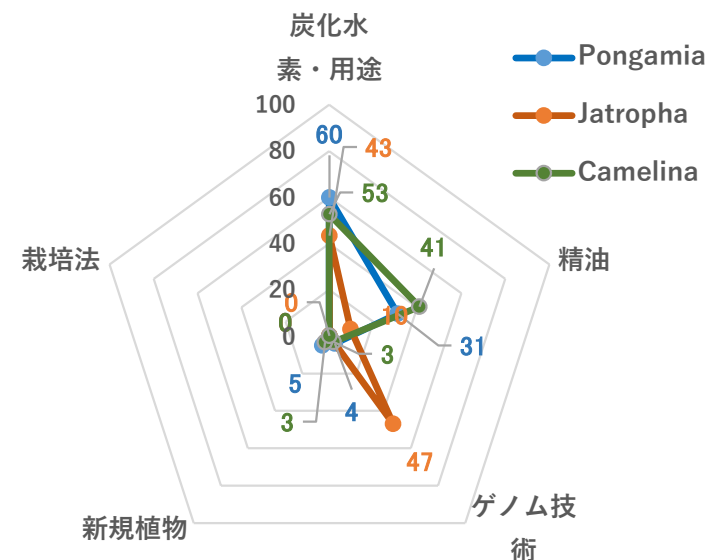
- 「燃料関連」に分類される権利内容を更に精査。全体的に酸化安定性付与などのプロセス・製法、航空燃料以外を含めオイル種（炭化水素種）等の各種用途での配合組成の出願割合が高い傾向
- Jatrophaではゲノム手法の出願割合が高いが、全ての種類で植物育成に関する出願は低調
- 今後の出願として日本の狭小地での果樹栽培で培ってきた効率栽培技術である共生微生物の新規株、特定樹形のための農業資材、栽培地適正拡大・栽培促進のための土壌改良技術等の出願余地が残されてる

		Pongamia	Jatropha	Camelina
育 成	新規植物 栽培法 ゲノム技術	- 種子サイズ、数、種子品質等のエリート品種 - 種苗登録（US、AU）	- 形質転換等のゲノム手法、培養による品種改良 - 既存品種の交配による油脂含有増	- 既存品種の交配による油脂含有増 - ゲノム手法による品種改良
	搾油 精油	回収率増、酸化抑制水素化処理、遊離脂肪酸低減の等の抽出プロセス	- バイオ燃料調整用触媒、低温活性触媒 - エステル交換、メタシス反応等の反応プロセス	- カメリナ油圧搾プロセス、装置 - 抽出プロセス、水素化処理、
	用途	- 炭化水素種 - 配合組成 - バイオディーゼル - ジェット燃料	- 炭化水素種 - 配合組成 - バイオディーゼル - ジェット燃料	- 炭化水素種、 - 配合組成 - バイオディーゼル - ジェット燃料
	主要 出願人 (上位5社)	- UOP - COUNCIL SACCIENTIFIC - TERVIVA - NESTE - UPM - HALLBURTON	- EXXON - UOP - NESTE - COUNCIL SCIENTIFIC - SHELL	- EXXON - UOP - NESTE - CHEVERON - SHELL

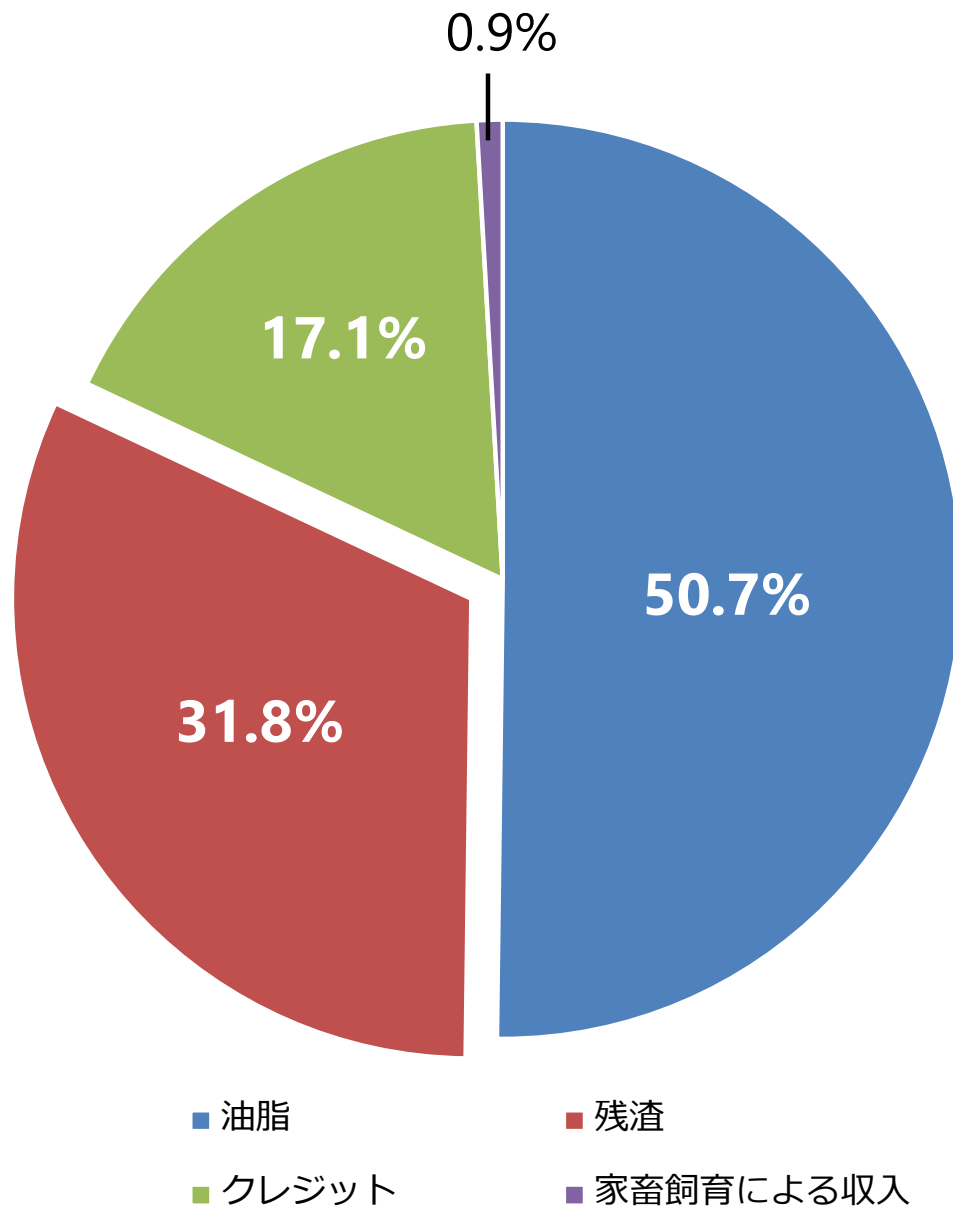
出願割合の高領域

（参考）【出願知財の特徴語*分析の比較】

（国内出願：数字は各出願内訳%）



※特徴語分析：各出願技術用語から他に比べて特徴的に出現する上位語の分析



5,000 ha (3百万本)のポンガミア商用栽培を行う場合の、経済性の試算結果※。油脂が総収入見込みに占める割合は約50%であり、次いで残渣が31.8%と高い。**SAF等の燃料用途だけではなく、残渣の利用のための研究開発が不可欠である。**

※オーストラリアの場合で試算した結果。



	ポンガミア	ジャトロファ	カメラナ
航空燃料関連特許数	57件	415件	217件
種苗登録	12件(うち5件が失効) ^{※1} 日本国内で0件	—	—
食品関連特許数	7件 ^{※2}	28件	12件
動物飼料関連特許数	6件 ^{※3}	16件	21件

※1 現在も有効な特許7件中4件がTerviva社。
残りの3つはSilicon Valley Bankだが、Terviva社
が関与していると考えられる。

※2 うち3件がTerviva社で日本で出願、審査中。その
他取下1件、インド(状況不明)2件、中国1件。

※3 うち5件がTerviva社で日本で出願2件 (1件審査中、
1件登録済)。その他、中国で1件。

オイルの高付加価値化に関する特許、飼料としての残渣活用に関する特許は僅少。
今後の技術開発においては、種苗の権利化に加えて、これらの領域の開発・権利化が急務である。



候補地要件：

- ① 候補作物 (ポンガミアを想定)に適した土壌・気候条件 (詳細条件は調査継続中)
- ② 数百ha以上の土地 (荒地・耕作放棄地等)が確保可能
- ③ 鉄道や道路など港までの輸送に適した土地
- ④ 搾油工場等のインフラがすでに整備されている or 建設可能

オーストラリア北東部



現地企業へのヒアリング、現地調査を基に候補地を検討中。

現状の候補地として**エメラルド**を重点的に調査を進めている。

当該候補地においては、現地パートナーの協力の下、栽培可能地が十分に確保可能であり、沿岸部までの鉄道も存在する。
さらに、クイーンズランド州政府管轄下で工業用地の開発も進んでおり、搾油工場等の設備も整備される予定である。



1 候補植物の選定と基本情報・権利関係の調査

- ポンガミア、カメリナ、ジャトロファを候補植物として選定した。特に、収量が高く期待されるポンガミアに関して、重点的に調査を行っていく。
- 栽培試験に基づく油脂生産量のデータは限定的であり、栽培実証試験の実施が急務である。
- 経済性を成立させるためには、搾りかす等の活用が必須であることが示唆されている。一方で、関連する技術（可食化や動物飼料）は開発が進んでいない。種苗の権利化と合わせて、これらの技術開発も推進する必要性がある。

2 大規模栽培候補地の選定と候補地に関する調査

- 大規模栽培候補地として、オーストラリア北東部（クイーンズランド州）を重点的に調査する方針とした。
- 現地調査、現地企業へのヒアリングの結果、実現性が高い候補地としてエメラルドについて、さらなる深堀調査を実施する方針である。



- 持続可能な航空燃料に関する国際環境認証及び新規原料開発に関するオープンプラットフォーム (SAF-OP)を2024年4月より設立

SAF-OP

持続可能な航空燃料に関する国際環境認証及び
新規原料開発に関するオープンプラットフォーム

ホームページ:
<https://tuat-saf.jp/>

SAFオープンプラットフォームでは主に下記2つを目的とする。

- ① 新規SAF原料(ポンガミア等)の技術開発に関する調査・研究
- ② 国際環境認証に関する調査・研究

プラットフォーム化することで、研究成果の公知化を促進する。
参画事業者と連携し、安定的なSAF供給のための事業開発を加速させる。



実施項目	小項目および調査の流れ	策定目標
1：商業利用に資する原料植物の選定・技術開発ロードマップ策定	1-1：原料植物の基本性質および生産性に係る要因の調査 1-2：原料植物関連の特許等権利情報の調査 1-3：生産性向上に係る技術要素の検討と技術開発ロードマップ策定	候補油脂植物 技術開発 ロードマップ
2：選定した原料の経済性の試算・サプライチェーン構築への戦略策定	2-1：大規模栽培候補地の要件定義と候補地選定 2-2：候補地における課題調査・分析 2-3：候補植物の経済性の試算と課題整理 2-4：今後の方針やビジネスモデル策定	サプライ チェーン構築 戦略
3：CEF認証取得のための課題整理とロードマップの策定	3-1：CEF認証取得に向けた課題整理 3-2：今後の技術開発方針・ロードマップの策定	CEF認証取得 ロードマップ



調査完了または継続中



調査予定