

アグリビジネス創出フェア in 東海 Web展示

サボテン・多肉植物活用推進プラットフォーム (中部大学)

我が国におけるサボテンの利活用推進を目指した産学
官連携 -サボテンを日本の食卓に-

- ① 概要
- ② 連携の目的・目指す社会像、実施体制
- ③ サボテンが提供する価値の概要
- ④ サボテンを活用した事業パターン
- ⑤ 既製品の例
- ⑥ 目的・目指す社会像の実現に向けたロードマップ
- ⑦ おわりに

資料：我が国におけるサボテンの利活用推進を目指した産学官連携

-サボテンを日本の食卓に-

中部大学応用生物学部

堀部貴紀

1. 概要

気候変動や人口増加に対する対策が喫緊の課題である現在において、食用ウチワサボテン（以下、サボテンと記す）は汎用性と持続性の高い作物として近年世界的な注目を集めている。現在サボテンは我が国ではマイナー作物であるが、この作物の利活用推進は、国内における耕作放棄地の再活用・化学肥料や農薬の低減・食品産業の競争力強化などにも貢献する。

中部大学ではこれまでサボテンの基礎・応用研究を実施し、2021年にはサボテンの利活用推進を目的としたプラットフォーム「サボテン等多肉植物の潜在能力発掘と活用推進プラットフォーム」を設立するなど、サボテンの活用推進に向けた基盤を構築してきた。

この度、中部大学で新設予定の「サボテン・多肉植物研究センター（仮称。以下、サボテン研究センターと記載）」を中軸とし、サボテンを我が国で作物として根付かせ利活用を推進する計画を立案したので提案したい。

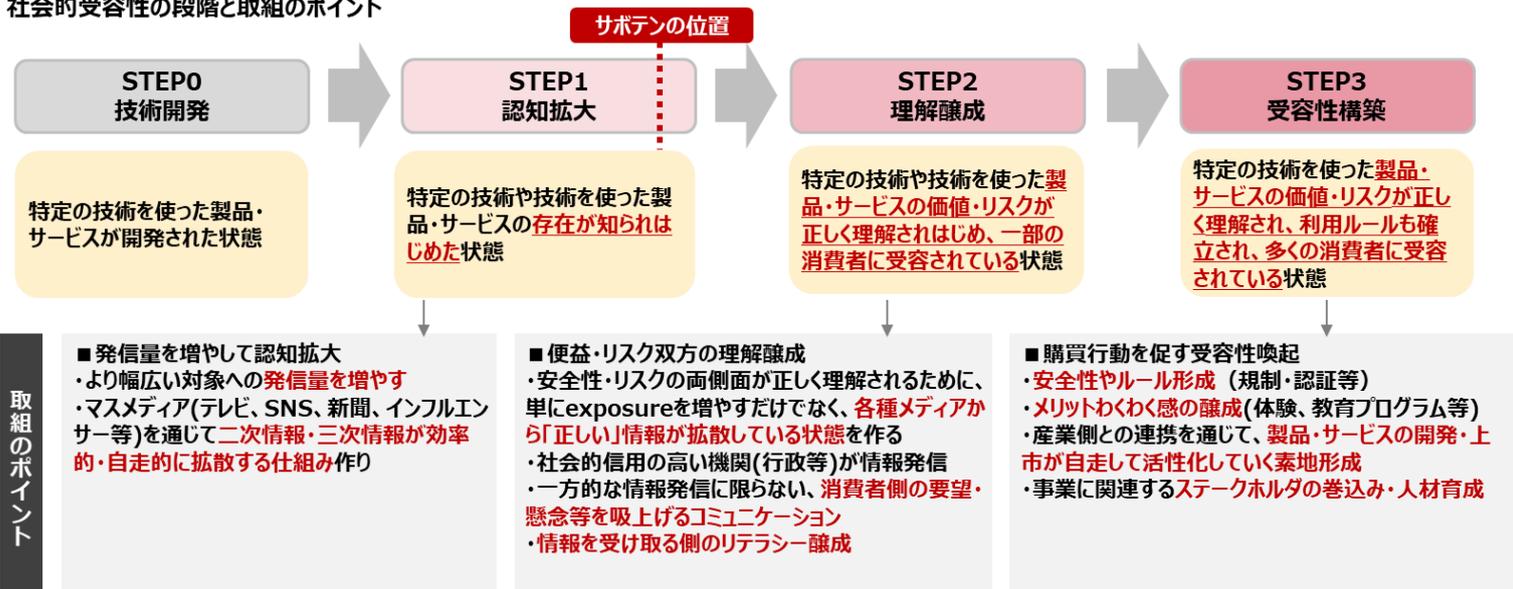
2. 連携の目的・目指す社会像

- ① サボテンの学術的基盤を構築する他、産学協同研究および事業化を推進する。
- ② 情報の収集・整理・発信、科学的根拠に基づく製品開発、サボテンに係る課題解決を通じて、地域との連携を促進し、我が国の農業・食品産業の活性化に寄与する。
- ③ サボテンの潜在能力を活用し「持続可能な社会」を実現する。

まずは「サボテンを日本の食卓に」

- ・日本においてサボテンは「認知拡大」段階（春日井市内では「理解醸成」段階）
- ・連携によりサボテンの社会的受容性を向上させたい（下の図の右側に移行させる）

社会的受容性の段階と取組のポイント



2. 実施体制

(1) 中部大学（サボテン研究センター）

役割と提供価値：国内やアジア地域におけるサボテン利活用を推進するエンジンの役割を担う。具体的には独自に基礎・応用研究を実施する他、民間企業・自治体・農家・その他機関と多様なレベルで連携を実施し（産官学・産学・官学等）、製品開発、事業化支援等を行う。センターはサボテンに関する情報を国内で最も有しており、あらゆる情報を提供することができる。またセンターの協力機関同士（自治体・企業・団体・農家等）の連携・商談を推進する。

(2) 国内企業、農家

サボテンを活用した事業の実施主体。具体的には、原料となるサボテン（茎・果実等）の生産と供給、製品の開発・販売等、植林や繊維原料への利用など新規事業の立ち上げ等が挙げられる。

(3) 自治体

自治体の状況や希望に応じた取り組みを実施する。例えば愛知県春日井市や広島県庄原市ではサボテンの市民文化や地域活性化に活用する取り組みが見られるが、高知県室戸市では外来種として繁茂しており、その駆除や有効活用が課題となっている。

各自治体には保有するネットワークを基に、サボテンの活用や事業化に関心を持つ自治体・民間企業・団体の紹介や、普及啓発の取り組みを期待する。

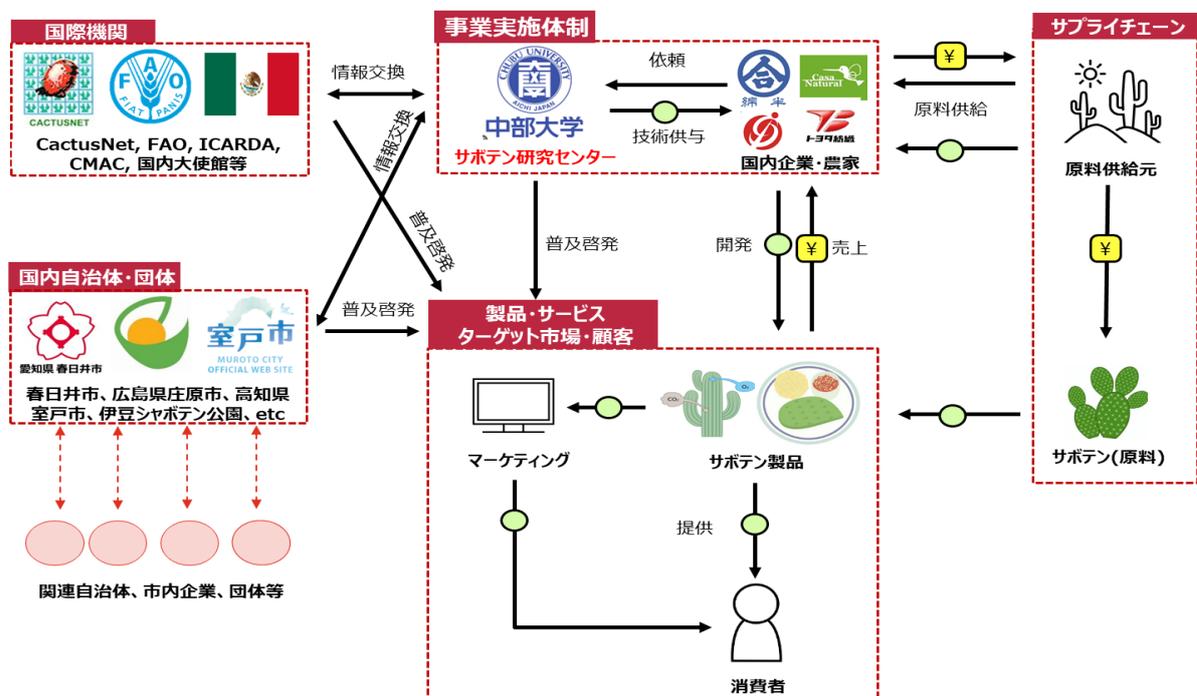
(4) その他団体

CactusNet、FAO、メキシコ大使館など、日本やアジアにおけるサボテンの利活用推進を期待する国際機関・組織等が存在する。情報効果や普及啓発の取り組みを期待する。

※協力機関（企業・農家等）における協調と競争関係について

センターとその協力機関は可能な範囲で情報交換を行い、特にサボテンの普及啓発面において協調した取り組みを行う。各機関独自の製品販売については、それぞれが独立して行う。

【国内におけるサボテンの利活用推進体制】



【社会実装に向けた5つの観点の現状・課題とサボテン研究センターの役割】

	AI-IS	3年後のTO-BE	サボテン研究センターで取組むべき課題
技術開発	サボテンの効率的栽培技術、品種改良、機能性研究、最適調理法開発等が中部大学主導で行われている (オープンイノベーション研究・実用化推進事業)	技術開発を経て事業化	国の助成事業で技術開発を推進
事業	・サボテンを使用した製品、サービスが増加傾向にある ・ただし、市場は局所的(綿半トレーディング、TOPPAN等)	サボテンを使った製品・サービスが多岐にわたって出てきている 多様な消費者に届いている	サボテンに係るステークホルダー(自治体・企業・団体・農家等)同士のマッチングを推進 資金提供機能(VC、行政、消費者) 研究センター収益モデル
法規制・インフラ	・サボテン事業を行うにあたり、対応が必要な法規制等はあるか(食品衛生法等) ・機能性表示食品の届出	対応すべき規制の対応方法が協調資産として共有されている	対応が必要な法規制の洗い出し 輸出入時の検疫対応マニュアル
人材育成	・春日井市にサボテン農家が2件 ・サボテンの栽培技術、調理法を研究しているアカデミアも一部	サボテン栽培農家が増えている 新規就農者が増加している	サボテン生産農家の企業への紹介 栽培技術マニュアル作成(農家育成) 産業向けの利用方法マニュアル 消費者のリテラシー向上
社会受容性	・海外(メキシコ)では一般家庭に普及 ・日本でもサボテンを使った商品(食品、化粧品等)が売られていて認知は拡大傾向 ・中部大・名城大、一部企業等が春日井市と連携して普及活動を推進	社会的にサボテンの認知・理解が醸成されている 海外に向けた情報発信 (アジアの新規マーケット)	サボテンに関する情報発信 普及啓発に資する場づくりを実施 消費者のリテラシー向上

内閣府「次期戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)の検討状況について」2022
https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/taskforce/smartbousai_3/siryos5.pdf

3. サボテンが提供する価値の概要

#	提供価値	詳細	備考
1	健康機能性	<p>■ ダイエット効果（食物繊維&ネバネバ成分）</p> <ul style="list-style-type: none"> サボテンに含まれるペクチンや粘液などの食物繊維により消化管での食物の粘性が上昇し、脂肪や糖の吸収が緩やかになる。血糖値上昇抑制、コレステロール値減少、高脂血症予防、抗炎症作用に関しては、ヒトを対象とした研究でも効果が確認されている。 <p>■ その他の機能性報告</p> <ul style="list-style-type: none"> 抗潰瘍作用、抗酸化作用、抗ウイルス作用、肝臓保護作用、骨密度上昇作用、インスリン感受性改善、二日酔い症状の軽減など、多様な生理作用の研究報告がある。 <p>■ 主な一般成分</p> <ul style="list-style-type: none"> 可食部100g当たりの含量では、カルシウム(200-300mg:牛乳の2倍以上)、マグネシウム(60-100mg:オクラと同等~2倍)、有機酸(1.0-1.2g:ミカンやオレンジと同等)、食物繊維(2.1-2.5g:キャベツより20-40%多い)などの成分を豊富に含む。 	<p>ウチワサボテンは紀元前から中南米の先住民によって、痛みの緩和、胃疾患、肝障害、アルコール依存症などの治療を目的とした伝統医療において使用されてきた。</p> <p>今後の研究により、新規の生理作用や生理活性物質が発見される可能性が高い。</p>
2	美容成分	<p>■ スキンケア効果（美白・美肌・保湿）</p> <ul style="list-style-type: none"> サボテンにはメラニン生成抑制に関与する抗酸化物質（ベタレイン・ビタミンC・フェノール化合物）や水分保持への作用が報告されている脂肪酸（リノール酸）などの成分が含まれる。またスキンケア作用（皮膚バリア機能維持、傷の治癒促進、抗炎症作用等）の研究報告も散見される。国外（メキシコ・韓国・地中海地域）では化粧品の原料に広く利用されている。 	<p>ウチワサボテンは火傷、皮膚疾患、傷の治療を目的として中南米の伝統医療において長期間利用されている。</p>
3	食感・味	<p>■ 飲み込みやすい（嚥下促進作用）</p> <ul style="list-style-type: none"> 生食の場合は、粘液に由来するヌルヌル・ネバネバとした食感と、有機酸に由来する酸味が特徴 粘液による嚥下促進作用があり、肉料理などの相性が良い。 高齢者の嚥下障害（食べ物が喉に詰まる）の改善に利用できる可能性がある。 	<p>新規製品の可能性あり</p> <ul style="list-style-type: none"> 嚥下補助食 トレーニー向け鶏ムネ肉料理
4	原料価格	<p>■ 原料が比較的安価</p> <ul style="list-style-type: none"> 食味の類似するオクラよりも安く販売されている（1000-1200円/kg）。 量産による低価格化は十分可能。 	<p>他の食品(オクラ等)と比較すると？事業性は？→後述</p>
5	高加工性 用途の広さ	<p>■ 高加工性・歩留まりの高さ</p> <ul style="list-style-type: none"> 新芽は柔らかく様々な調理が可能（△課題はトゲ処理の必要性）。 生食、加工食品原料、加工品原料（レザー等の繊維）、化粧品等として使用でき、植物体のほぼ全ての部位を利用できる。 	<p>例えば同じ多肉植物のアロエは、主に化粧品・加工食品（ヨーグルト・飲料）に使用が限定されている。</p>
6	栽培が容易	<p>■ 栽培可能地域が広く、栽培が容易（省力栽培が可能）</p> <ul style="list-style-type: none"> -3℃~50℃の幅広い温度帯での生育が可能。 栽培における環境負荷が小さく、省力栽培可能で初期投資も小さい（大型農機が不要）。 苗を自分で増殖でき（毎年種子を買う必要がない）、長期間連続的な栽培が可能。 水やりが不要(降雨があっても問題なく生育)。 	<p>どんな栽培方法が可能か？→後述</p>
7	環境負荷低減	<p>■ CO2吸収、土壌保全</p> <ul style="list-style-type: none"> 生育しているサボテンは、他の植物に比べてCO2吸収量が大きく、環境負荷低減が期待。 多年生作物であり、土壌流出等の悪影響が少ない。 	<p>CO2吸収能力を有する。</p> <p>スギ・ヒノキ：1-3t/ha/year サボテン：2-30t/ha/year</p>

【参考：類似・競合製品と比較した優位性】

	オクラ	アロエベラ	サボテン
販売価格 (植物体1kg)	1500~2500円/kg (輸入冷凍品は450円前後)	500~1500円/kg (国産全葉)	1000~1400円/kg (国産・輸入品)
収量(1ha)	15~25t	20000~25000本/haで 15~40t(最大で80t程度) ※葉肉重量は全葉の40%程度	10000~12000本/haで 30~50t(最大で200t程度)
播種と収穫	毎年播種し、その年に収穫	定植3年後から収穫 ※宮古島アロエベラ生産組合	定植1年後から収穫 (10年以上連続収穫可能)
生育適温	20-30℃	20-35℃	20-40℃以上
生存可能な温度	降霜で枯死 30℃以上で生育不良	-3~40℃程度	-3~50℃以上
主な用途	生食用	加工食品(ヨーグルト等)、 健康食品、化粧品 ※薬事法の規制により食品や 化粧品には葉肉部分を使用	生食用、加工食品、健康食品、 加工品、化粧品、家畜飼料

4. サボテンを活用した事業パターン

(1) 野菜・半加工品（カット野菜、カット冷凍野菜）

(a) ターゲットと用途

- ・ トレーニー向けの食材：鶏ムネ肉との相性（オクラ代替品）、ダイエット効果、
- ・ 健康野菜：新しいねばねば系食品として。健康機能性を売りにする（研究成果まちの部分も）。
- ・ 環境配慮型の野菜：「健康」「味」に加えて、「持続性や環境」の要素を売りにできないか？
- ・ 新規用途（嚥下補助食）：肉など他の食品を飲み込みやすくする添え物。

(b) 優位性

- ・ 栽培における環境負荷が小さく、省力栽培可能で初期投資も小さい（大型農機が不要）。
- ・ 苗を自分で増殖でき（毎年種子を買う必要がない）、長期間連続的な栽培が可能。
- ・ 地球温暖化に対応した作物：気温 40 度以上でも問題なく生育できる。
- ・ 健康機能性に関する報告が多数（例：脂肪吸収抑制、血糖値上昇抑制、便秘の解消等）
- ・ 食味の類似するオクラよりも安く販売でき、栽培可能な地域が多い。

(c) 事業性（コスト）

- ・ 初年度に必要な費用（1 a 当たり）は 14～20 万円程度。
- ・ 2 年目以降に収穫が可能となり、35～50 万円の売り上げが見込まれる。

	100㎡当たり概算	価格
畝本数	10m × 10本	
苗数	12本 × 10枚	
苗数	120本	
稼働	4月～11月	
肥料	牛糞堆肥 (20-30kg)	3000円
草抑シート	180 m	15,000円(耐用5年)
苗単価	@1000-1500円/苗(輸入)	120,000-180,000円
経費 (1年目)	100㎡当たり費用	138,000-198,000円
収穫量 (2年目～)	350-500 kg	
売上げ (2年目～)	1000円/kg × 350-500kg	350,000-500,000円

※2年目以降は苗を購入する必要がない(自分で苗を増やせる)

図 1.1 a に植栽した際の初期費用と収益予想



図 2. 国内圃場の様子（愛知県春日井市）

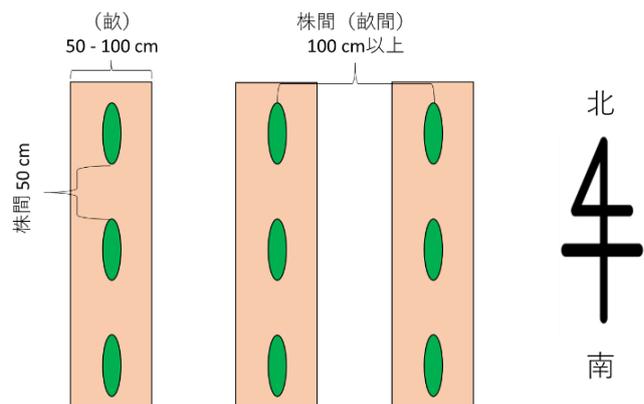


図 3. 圃場デザインの例

(2) 加工品（加工品は種類が多いため、種子オイル生産の例を以下に紹介）

(a) ターゲットと用途

- ・化粧品製造企業（アルガンオイルの上位互換品）
- ・美容に関心が高い消費者への直接販売

(b) 優位性

- ・販売価格が非常に高価（日本：約 30 万円/L）。
- ・YSL の美容液など高級化粧品に既に採用されている。
- ・環境負荷が他の作物に比べ小さい（荒廃地で栽培が可能）。
- ・主な産地が北アフリカで、アジアに産地がない。



図 4. 種子オイル(モロッコ産)

(c) 事業性（コスト）

※アジア地域での生産事例がなく、収量が不透明（現在カンボジアにて栽培試験を実施）。

- ・初年度に必要な費用（1 a 当たり）は野菜生産と同等（14～20 万円程度）。
- ・4～6 年目以降に収穫でき、アジア地域でも収量 10t/ha (販売額 150-450 万円) 以上の見込み。
- ・種子を採る際に収穫した果実部分も加工品（ジュースや菓子類等）に利用が可能。
- ・植林事業を進める際の副産物としても生産可能（後述）。

(3) 植林事業（カーボンクレジット事業） ※国内企業と JCM 案件化を目指した取り組みが進行中

(a) ターゲットと用途

- ・国内企業

(b) 優位性

- ・乾燥～湿潤地域まで、世界の広い地域で実施が可能（降水量 200mm～2000 mm 以上で生育）
- ・樹木と比較しても CO₂ 固定量が多く、乾燥地域においても火災リスクが非常に低い。
- ・栄養繁殖するので、増殖が非常に容易（放置すれば増える）。
- ・国内における炭素税の本格的な導入が追い風になる可能性。
- ・固定した炭素の一部をバイオミネラルに変換（炭素を土壌中に長期間固定できる可能性）

※注意：乾燥地では在来種を圧倒するので、適切な管理をしないと大繁殖する可能性が高い。

(c) 事業性（コスト）

- ・主なコストは定植に必要な苗の費用だが、増殖も容易。
- ・果実や種子オイルなどの副産物が得られ、それらからも収益が出る可能性（ルール次第）。
- ・国内企業と初期費用と想定される売り上げは算出済み（非公開データ）。



図 5. サボテンは 5 m 以上に成長

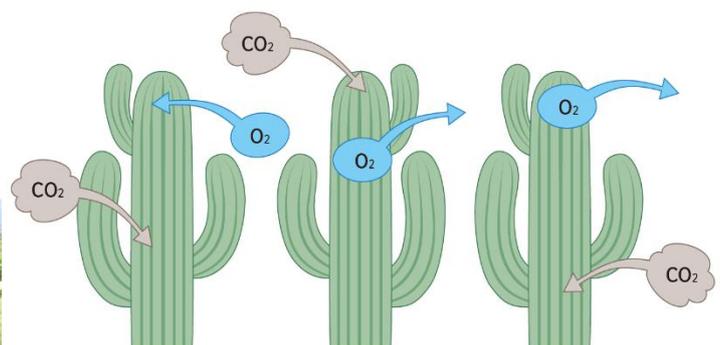


図 6. 植林事業のイメージ

5. 既製品の例

サボテンは世界 30 カ国以上で商業栽培されており、近年では持続性の高い作物として利用が拡大している。主な用途としては、生食用の野菜（若い茎）、果実、家畜飼料、加工食品（粉末利用、飲料、菓子類等）、健康食品、化粧品等が挙げられる。以下に既製品の事例（写真）を紹介する。

【野菜（若い茎）】



1. 国内で販売



2. メキシコのスーパー



3. 家畜の飲水量が減少する（節水効果）

【料理の例】



4. 肉料理の添え物



5. タコスの具材



6. サラダ



7. サボマ（ネギの代用）



8. 串カツ



9. 半加工品（冷凍品も）

【果実とその加工食品】



10. 圃場での様子



11. 市場で売られる果実



12. ソースを使ったデザート

【果実とその加工食品(つづき)】



13. ケーキ



14. 飲料



15. ソフトクリーム



16. チョコレート



17. 酒類

【加工食品(茎)、サプリメント】



18. 乾燥粉末



19. 野菜・フルーツジュース



20. 菓子類



21. お茶



22. プロテイン



23. サプリメント



24. サボテンレザーとその加工品（バッグ、シューズ、etc..）



25. 化粧品（美容液、石鹸、クリーム、etc..）

6. 目的・目指す社会像の実現に向けたロードマップ

以下の表にサボテン研究コンソーシアム、連携企業や自治体との取り組みをまとめた。

それぞれの取組を確実に進めることで、掲げた目的・社会像を実現する。

	2023年 (令和5年)	2024年 (令和6年)	2025年 (令和7年)	2026年 (令和8年)	2027年 (令和9年)	2028年 (令和10年)	2029年 (令和11年)	2030年 (令和12年)	2031年 (令和13年)	2032年 (令和14年)
スケジュール	サボテンの圃場拡大??			オープンイノベーション事業での研究開発			オープンイノベーション事業開発研究段階（採択の場合）			研究成果の社会実装段階
①サボテン研究コンソーシアム (綿半トレーディング&中部大学)	栽培・生育特性の解明 栽培実証、品種間差、機能性向上技術			栽培・生育特性解明、育種研究、社会実装促進 繁殖・栽培技術、育種技術開発、環境耐性研究、etc 販路と生産者の拡大、企業や自治体等との連携強化						
	食品機能性と調理・加工特性の解明 機能性解析、調理法、加工品の開発			食品機能性と調理、化粧品、加工食品、飼料等の開発 機能性表示食品への届出、販売可能な製品の開発						
②綿半トレーディング &カサナチュラル	試験栽培の実施と加工品開発、 圃場の拡大、商品開発、新規利用検討、カンボジア事業への参画、			植林事業の実施						
③トヨタ紡織	栽培試験を開始、2030年までの事業化を検討（候補：サボテンレザー）									
④広島県農家と商工会議所	栽培試験 小規模栽培	栽培の実施・拡大と加工品開発（地域特産品） 圃場の拡大、商品開発、販売促進、								
⑤IOS &カンボジア地雷対策センター	カンボジアにて茎・果実栽培の実施、植林事業の実施、加工品開発、新規事業の検討 圃場の拡大、商品開発、採油技術の確立、JCM案件化、日本企業へのシードオイルの輸出、etc...									
⑥C社	栽培試験（事業化検討段階）									
⑦名鉄観光サービス	サボテンバスツアー企画（春日井市内）									
⑧春日井市（自治体）	サボテンの市民文化化を目指した取り組み									
⑨T社	事業化検討段階									
⑩室戸市（自治体）	室戸岬（国定公園）の保護とサボテン活用の取組									

7. おわりに

国内外において気候変動への対応が重要視される現在において、今後サボテンの利活用が国際的に増加・推進される事は間違いないと思われる。アジア地域はサボテンの利活用が国際的に最も遅れている地域の1つであり、またサボテンの製品化や社会実装が進んでいる地域（例えば中南米や地中海沿岸）には魅力的なマーケットである。春日井市との連携により、アジアでのサボテン利用・産業の発展を我が国がリードするための基盤を構築したい。

ご検討の程、よろしくお願い申し上げます。

堀 部 貴 紀

中部大学 応用生物学部 堀部研究室 准教授

TEL : 0568-51-9123(内線 5546)

E-mail : t-horibe@isc.chubu.ac.jp

参考. サボテンの利活用を推進する意義（国内外における課題とサボテンの貢献）

サボテンの活用は気候変動、農業従事者の減少と高齢化、農作放棄地の拡大等、農林水産業・食品産業における課題の解決に貢献する。以下に具体的事例を列記する。

(1) 地球温暖化・世界人口の増加：世界の気温が 21 世紀末には最大 2.6～4.8℃上昇し、作物の結実阻害と品質低下、病虫害の大量発生を招く（政府間パネル IPCC 予測）。2050 年には世界人口は約 100 億人に達し、食料増産（現在の 1.6 倍）の必要性が生じる。

→サボテンは 40℃を越える高温下・乾燥～多雨環境で生育可能であり、地球温暖化に対応できる。また世界 30 ヶ国で食材として利用されており、2017 年には国連食糧農業機関（FAO）が「サボテンが世界の食料危機を救う作物になりうる」との見解を表明（食料としての国際的な位置づけ）。

(2) 我が国における農地面積の減少、農業者の高齢化：農地面積は最大であった 1961 年に比べて約 172 万 ha 減少し、一方で耕作放棄地面積は増加している。（主観ベース；2015 年、42.3 万 ha）。また我が国の基幹的農業従事者は、2015 年の 175.7 万人から 2022 年には 122.6 万人へと 30%減少し、その平均年齢は 68.4 歳へと高齢化が進んでいる（農林水産省統計）。

→サボテンは種子ではなく成熟茎節から栄養繁殖するため、毎年播種する必要がない（生産管理の軽減）。また農機や不要で初期投資が安く、かつ省力的な栽培が可能であり、高齢化が進む地域での栽培も可能である（荒廃農地・耕作放棄地の再活用）。

(3) 我が国の食料自給率の長期的低下傾向：農林水産省統計 2021 年度ではカロリーベースで 38%（食料・農業・農村基本計画 2030 年目標：45%）、生産額ベースで 69%（同目標 75%）、飼料自給率 25%（同目標 34%）。

→サボテンは過酷な条件で栽培できる有用な野菜・飼料の候補となる（農産物自給率の向上）。

(4) 化学農薬および化学肥料の使用量低減。

→作物栽培には病虫害防除のための農薬が不可欠であるが、我が国では病害虫によるサボテンの被害はほとんど報告されておらず、化学農薬の散布を必要としない。またサボテンは低栄養土や岩場でも栽培が可能であり、化学肥料の施肥を必要としない（化学農薬と化学肥料の使用量削減）

(5) 農林水産業の CO₂ゼロエミッション化の実現

→荒廃農地・耕作放棄地の再活用による CO₂吸収の増加が可能。ウチワサボテンは 5m 以上に生育しバイオマスが大きい。また CO₂吸収量はスギやヒノキと比較しても高く、森林火災のリスクが非常に低い。さらに乾燥地だけでなくカンボジア等の多雨地域でも旺盛に生育できる。

【サボテンの食料としての位置づけと SDGs 目標達成への貢献（14 の課題に寄与）】

