

家畜排せつ物等高度利用実態調査 検討会

【検討会議題】

調査結果の評価

目次

1. 目的（調査対象・調査内容）

2. ヒアリング先選定

3. 調査結果

- ・興部町-大阪大学 / メタノール・ギ酸
- ・鹿追町-エア・ウォーター北海道 / 水素
- ・広島大学 / アンモニア（水素）発電効率
- ・スズキ-NDDB-Banas Dairy / 圧縮バイオメタン製造

4. 分析結果

1. 目的（調査対象・調査内容）

目的・調査対象.

農林水産省が策定した「みどりの食料システム戦略」等において家畜排せつ物の有効利用が求められていることから、「家畜排せつ物の高度利用方法」についての調査を行う。

指定の調査対象は、畜産農家の再生可能な副産物収入の確保に資する家畜排せつ物由来の新たな産物（アンモニア、メタン、リン、水素、メタノール、ギ酸等）

調査対象.

国内外の研究・開発事例を文献調査した上で、調査先を決定した。

- ・メタノールとギ酸： 発酵メタンから製造する興部町
- ・水素： 発酵メタンから製造する鹿追町
- ・アンモニア： 鶏ふんからアンモニアと窒素を生成する研究を進めている広島大学
- ・メタン： インドでCNG車の燃料を生産するスズキ自動車

調査内容.

これらアンモニア、メタン、水素、メタノール、ギ酸の開発事業者における以下の項目について実態調査を行った。

- ・技術開発の現状や課題
- ・畜産農家への普及の可能性と導入実績
- ・費用対効果
- ・生産・流通・販売の構造把握
- ・販売先ニーズや販売価格

2. ヒアリング先選定

調査対象期間とヒアリング先

今回調査する家畜排せつ物由来の5産物（メタノール、ギ酸、水素、アンモニア、メタン）の研究・製造を行っている関係組織を調査し、ヒアリング先を決定した。

表中、(*)が、ヒアリング先。

表. 家畜排せつ物由来5産物の研究・製造関係組織

(*)がヒアリング先

	メタノール・ギ酸	水素	アンモニア	圧縮メタン
関係組織	興部町（自治体）(*)	鹿追町（自治体）(*)	広島大学(*)	Maruti Suzuki India Limited(*)
	大阪大学(*)	エア・ウォーター北海道(*)		SUZUKI R&D CENTER INDIA (SRDI)
	エア・ウォーター北海道	鹿島建設株式会社(*)		NDDB（全国酪農開発機構）
	岩田地崎建設	日鉄住金パイプライン&エンジニアリング		Banas Dairy（乳業組合）
	MORESCO	日本エアプロダクツ		

ヒアリング方法はWeb会議とし、興部町、鹿追町に関しては、現地取材も行った。

3. 調査結果 興部町-大阪大学 / メタノール・ギ酸

調査結果（興部町-大阪大学 / メタノール・ギ酸）

大阪大学によるメタンガスから産業的に有用な液体燃料(メタノールとギ酸)を簡便に製造する世界初の技術は、興部町のバイオガスプラントで製造されるメタンガスの高度二次利用として量産化が期待され、市場価格に近付けるための残技術課題解決方法として、化学反応速度の高速化(3倍化)のパイロットプラントによる実験検討段階にある。バイオガスを利用したカーボンニュートラルイノベーションとして、他にも、帯広地区や、本州の酪農家からの相談もあり、反応の効率化完了後は他地域への発展性も見込まれる。

表. 調査結果一覧表 (*)はヒアリング先

対象産物	メタノール	ギ酸
調査対象	自治体 (北海道 興部町) (*) 大阪大学 (*) 関連企業 (MORESCO、岩田地崎建設、エアウォーター北海道)	
技術開発のポイント	・強酸性環境下での二酸化塩素(ClO ₂)によるメタンの酸化 + フルオラス溶媒と光照射によるメタノールとギ酸の抽出 (世界初)	
技術開発の現状	・フラスコレベルからバッチ処理プラントによる【1t/年 生産】: 完了 (2022年) ・連続フロー式プラントによる【10t/年 生産】: 検討実施中 (2023年~)	
技術開発の課題	<ul style="list-style-type: none"> ・市場価格に近づけるため、光触媒による化学反応速度を3倍にする必要あり ⇒ 10gr/1時間 生成の反応速度になれば実用化に進める (ただし、メタノール市場価格50円/kgに対し、現製造コスト1000円/kg) ・建設したバイオガスプラントを維持・管理していくための資金調達 ・FIT売電終了後の産物の適用先の探索 メタノール: バイオディーゼル燃料化、メタノール燃料の防災活用、等考察中 ・ギ酸の余剰発生分の用途と処理方法の作成 (メタノールの5倍の量生成) ギ酸: 家畜飼料の添加剤、水素キャリアとして水素製造利用、 ギ酸燃料電池等 利用法考察中 	
畜産農家への普及の可能性	・メタノール燃料の防災活用等	・サイレージ利用 (家畜飼料添加剤)
費用体効果	・副産物の戻し堆肥 (リサイクル敷料) は農家が購入 ・臭気問題への対策ともなり、後処理の手間も省け、農家として助かっている	
販売先ニーズ	・バイオディーゼル燃料化、メタノール燃料の防災活用、等考察中	・家畜飼料の添加剤、水素キャリア、ギ酸燃料電池、等考察中
販売価格	・市場価格50円/kg (現状製造コスト1000円/kg)	・市場価格400円/kg (水素キャリア化での目標100円/kg)
今後の発展性	・バイオガスを利用したカーボンニュートラルイノベーションとして、他にも、帯広地区や、本州の酪農家からの相談もあり、反応の効率化完了後は他地域への発展性も見込まれる	

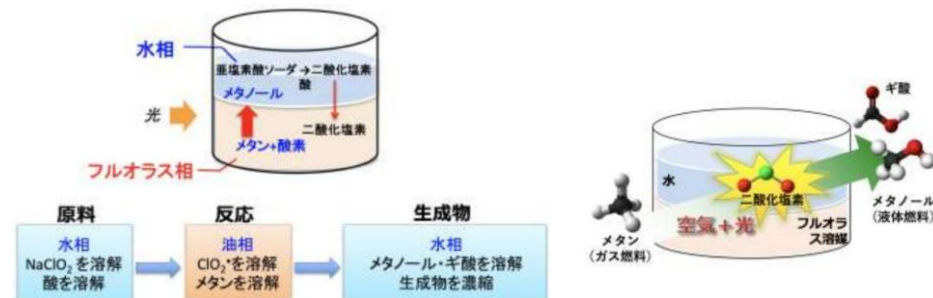


図. メタンからメタノールおよびギ酸を製造するプロセスの模式図

出典: https://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2020/20200715_1

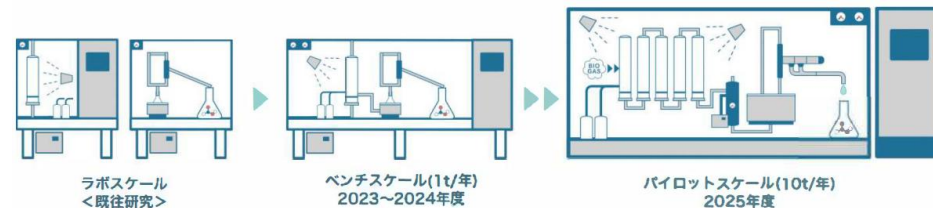


図. 生産量拡大のパイロットプラント経緯

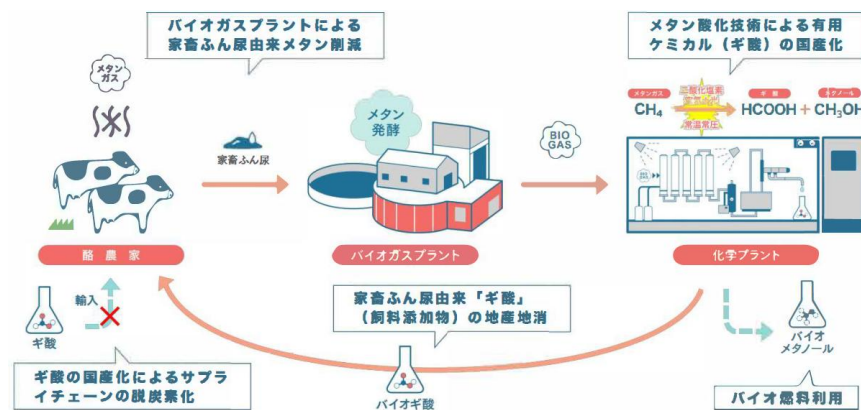


図. 興部カーボンニュートラルイノベーション事業の概要

出典: <https://www.town.okoppe.lg.jp/cms/section/kikaku/npk8cg000006k5j-att/lgdqf5000000cuq.pdf>

3. 調査結果 鹿追町-エア・ウォーター北海道 / 水素

調査結果（鹿追町-エアウォーター北海道 / 水素）

環境省の実証事業の枠組み「低炭素水素の技術開発の実証事業」に応募し、エアウォーター北海道・鹿島建設を含む4社コンソーシアムで、「水素サプライチェーン実証事業」としてスタートしている。現状は、数少ない水素車両・フォークリフト用水素ステーション、チョウザメ養殖設備・動物園向けヒーターの燃料電池としての利用等にとどまり、胆振東部地震による各農家の国の補助による化石燃料の発電機導入等の影響もあり、基幹産業の搾乳や農業用冷蔵での利用ニーズ拡大もなくなり、需要探索の現状。鹿追町の今後のビジョンとしては、【多角的エネルギー利用の模索（水素、プロパンガス、ギ酸）】のうち、町内の主要なガス供給形態であるプロパンガスの製造(古川電工にて実証事業中)への転換を有望視している。

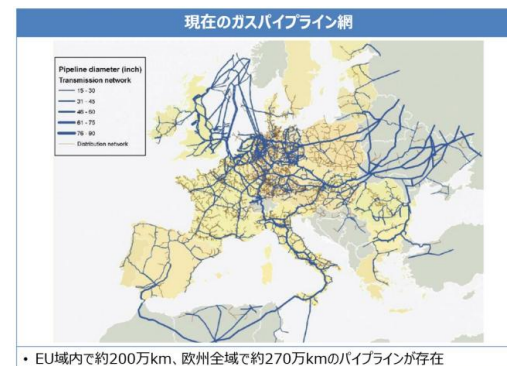
表. 調査結果一覧表 (*)はヒアリング先

対象産物	水素
調査対象	自治体（北海道 鹿追町）(*) 関連企業（エアウォーター北海道(*), 鹿島建設(*)）
技術開発のポイント	・膜分離プロセスによりバイオスからメタンガス抽出⇒水蒸気改質反応により水素とCOを発生⇒COと水蒸気の反応(水性ガスシフト反応)にてさらに水素を発生
技術開発の現状	・製造水素は、水素車両・フォークリフト用水素ステーション、チョウザメ養殖設備・動物園向けヒーターの燃料電池等（現状の出力では、基幹産業の搾乳や農業用冷蔵で使えるレベルでない）
技術開発の課題	・水素利用の発展性：鹿追という地方で、水素需要が延びる用途の開発と水素を供給できるしくみの開発が必要（貯蔵・輸送コスト問題もあり地産地消で検討） ・プラント維持・管理コスト：発電機各部の攪拌装置・配管の修理・更新 ・貯蔵・輸送コスト：気体のままでは容積大で輸送コストが製造コストを上回る（欧州では既存のガスパイプライン網の水素パイプラインへの転用を検討している）
畜産農家への普及の可能性	・可能性は薄い。胆振東部(いぶりとうぶ)地震時にブラックアウトを経験し、農業現場では搾乳できない事象が発生し、9割がたの農家は国の事業を活用し、化石燃料での自家発電機を整備したためニーズも縮小
費用体効果	・量産化前の研究段階で投資額不明
販売先ニーズ	・農村部では人口も少なく、現状の数少ない水素車両燃料、動物園用ヒーター向け燃料電池以外、ドラスティックに水素の需給が伸びることは無い状況 ・水素吸蔵合金カードでの調達可能な施設等のニーズを探索必要
販売価格	・市場価格 2025年 1,115~2,000円/kg ⇒ 2050年 予測223円/kg (現状製造コスト 2,200円/kg (エア・ウォーター水素ステーション))
今後の発展性	・今後のビジョンを検討した結果、【多角的エネルギー利用の模索】(水素、プロパンガス、ギ酸の三択)となり、鹿追町としては、町内の主要なガス供給形態であるプロパンガスの製造(古川電工にて実証事業中)への転換を有望視している。



図. しかおい水素ステーション（プラント各設備）

出典： <https://www.pref.yamaguchi.lg.jp/uploaded/attachment/60417.pdf>



・EU域内で約200万km、欧州全域で約270万kmのパイプラインが存在
出所：Hydrogen Europe, Hydrogen Infrastructure Report: The Recipe for a Hydrogen Grid Action Plan, https://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2024/10/2024_09_HE_Hydrogen-Infrastructure-Report-1.pdf (最終閲覧日：2024年11月13日) から三井物産戦略研究所作成

図. 欧州における水素インフラへの転用が見込める既存インフラ

出典： https://www.mitsui.com/mgssi/ja/report/detail/_icsFiles/afielddfile/2025/01/22/2501_horita.pdf

3. 調査結果 広島大学 / アンモニア（水素）発電効率

調査結果（広島大学 / アンモニア（水素）発電効率）

環境省の環境研究総合推進費により、研究課題「畜産廃棄物由来アンモニアによる大幅な発電効率向上を基盤とする地域循環畜産システム」が採択され、広島大学エネルギー超高度利用研究拠点（HU-ACE）にて、研究が開始された。事例の代表として畜産農家を対象とし、地域におけるバイオマス利用の実現に資する効率化技術の開発が行われた。特に、畜産廃棄物中に存在するアンモニアに着目し、畜産廃棄物からアンモニアを生成する【水熱処理】、生成物からアンモニアを除去しながらメタン発酵する【高温メタン発酵】、生成したアンモニアから水素を得る【アンモニア電気分解】、ガスエンジンにおけるメタン燃焼に水素を混合して高効率燃焼する【希薄燃焼】の4要素技術を組合せ、畜産廃棄物からの発電効率を倍増するシステムを実現した。

表. 調査結果一覧表 (*)はヒアリング先

対象産物	アンモニア（水素）
調査対象	広島大学 (*)
技術開発のポイント	・従来の「メタン発酵 + 発電」に対し、「水熱前処理 + 高温メタン発酵 + 強塩基アルカリ(低電圧)アンモニア電解H ₂ 発生 + H ₂ 添加による高効率希薄燃焼発電」により、発電効率を30%⇒50%に上げた
技術開発の現状	・家畜排せつ物からのメタン発酵は、アンモニアや窒素成分がメタン発酵を阻害する成分となり、発電のための燃焼の効率を低下させるためアンモニアを除去するが、その際に発生するアンモニア水の処理も問題となっており、こうした各課題を解決するだけでなく、上記の4要素技術開発とその連結運転にて、逆に発電効率を大幅に向上できた。
技術開発の課題	・アンモニアの生成量の課題：メタンに対してアンモニアの量は非常に少なく(メタン比数%)、自家消費以外の積極的にエネルギーを利用する側では海外のエネルギー・キャリア等が必ず必要になる。(バイオの立ち位置はごみ処理も含め、最小限の自治体クラスでローカルに処理していくもの)
畜産農家への普及の可能性	・鳥は糞尿と一緒に出てくるので一番アンモニアの問題が顕在化する。養鶏農家から、アンモニアが濃縮されて漏れたりして、一帯の山の木が枯れる等の被害も出てしまった事例もあり、畜産農家ではアンモニアの処理対策でも役立つ。
費用体効果	・量産化前の研究段階で投資額不明
販売先ニーズ(発電以外として)	・アンモニア電解技術に限らず水素を作れば、残ったCO ₂ を水素と触媒反応によりメタンを作り、純メタンにすることができる(=メタネーション)この動きは最近多い。 ・都市ガスに入れる、または工業炉・産業炉にLNGに混ぜて使う等(ガス会社等)
販売価格	・アンモニア：市場 100円/kg、(・水素：市場 1,115~2,000円/kg) (水素は2,200円/kgで水素ステーションまでの搬送費が水素の値段より高い)
今後の発展性	・燃料アンモニアとして利用できる量は無い。バイオ系はスケールメリットが出にくいので分散型プラントで使うことの方がコストメリットは出ると思う。 (・アンモニア・水素だけでなくメタノールという出口も有る。メタノールは船舶業界での重油に対する代替燃料というニーズも開拓されつつある。)

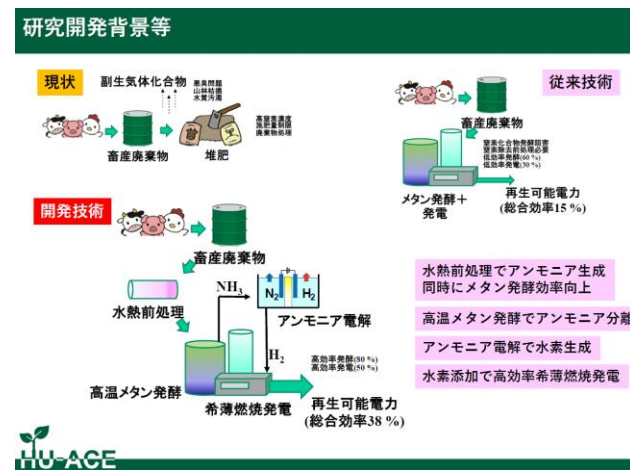


図. 研究開発背景

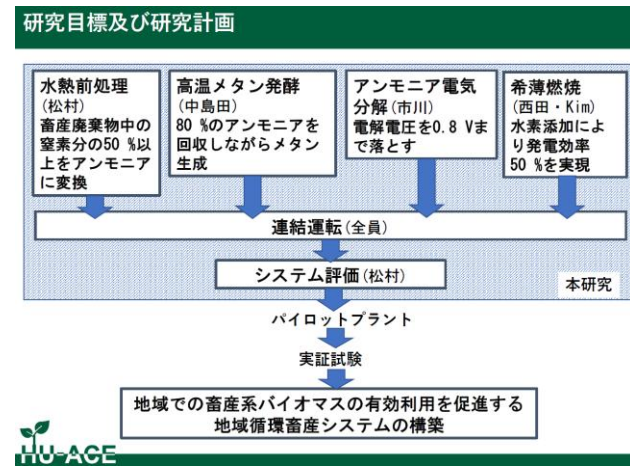


図. 欧州における水素インフラへの転用が見込める既存インフラ

3. 調査結果 スズキ-NDDB-Banas Dairy / 圧縮バイオメタン製造

調査結果 (SUZUKI R&D CENTER INDIAS (SRDI) - NDDB - Banas Dairy / 圧縮バイオメタン製造)

SRDIは、2023年9月にNDDB（全国酪農開発機構）およびアジア最大級の乳業組合Banas Dairyと契約を締結し、グジャラート州でCBG(圧縮バイオガス)プラントの建設を進めてきた。この契約で合意した4つのCBGプラントの内、2つが2025年秋以降に操業を開始した。精製したバイオメタン(CBG)は、天然ガス(CNG)と同等の価格で販売される。インドでは、CNGを燃料とするCNG車(圧縮天然ガス自動車)が近年増加しており、乗用車市場における約2割に達する。本プラントで販売するCBGはそのCNG車にそのまま使用することができる。CNG車が近年普及する背景には、ガソリン車に比べて走行距離当たりの燃料費が4割安いことが理由の1つに挙げられる。インドでは牛糞を固形燃料として利用する文化が存在し、本モデルはこうした伝統的な利用法に新たな経済的価値を付与し、農家の副収入源を創出したものであり、畜産農家にとっても今後も普及していくと考えられる。

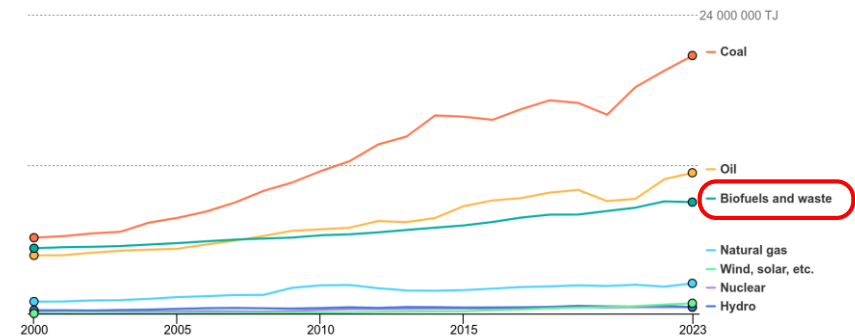
表. 調査結果一覧表 (*)はヒアリング先

対象産物	バイオメタン製造
調査対象	スズキ株式会社 (*) 関連団体 (NDDB(全国酪農開発機構)、Banas-Daily(乳業組合))
技術開発のポイント	<ul style="list-style-type: none"> ・プラントで用いる技術はインドでは確率された量産技術 ・バイオガスの品質は、インド国内の品質基準 (インディアスタンダード) に基づき品質保証。
技術開発の現状	<ul style="list-style-type: none"> ・NDDB、Banas Dairyと連携し家畜排泄物由来のCBGプラントをグジャラート州に建設。 ・地元酪農家の経済支援とCNG車需要の増加 (カーボンニュートラル) に貢献
技術開発の課題	複数年展開を可能とする収益性のある事業化のために、バイオガス・プラントの原価低減、ガス発生効率の向上、有機肥料の付加価値向上技術などを早期に実装することが課題であり、牛糞を原材料として調達し、自動車用CBGと有機肥料を製造し販売する
畜産農家への普及の可能性	<ul style="list-style-type: none"> ・牛糞は地域の酪農家から1 kgあたり1 ルピーで買い取り、これが農家の収入となる。 ・インドでは牛糞を固形燃料として利用する文化が存在し、本バナスマデルは、こうした伝統的な利用法に新たな経済的価値を付与し、農家の副収入源を創出したものであり、今後も普及していくと考えられる
費用体効果	・社外秘で投資額情報取得できず
販売先ニーズ	<ul style="list-style-type: none"> ・CNG車の燃料利用という明確なニーズがある。 ・インド乗用車市場におけるCNG車の割合は約2割であり、増加傾向。 ・スズキがインドで販売する四輪車の約3割がCNG車。
販売価格	・CBGは天然ガス(CNG)と同等の価格で販売している。CNGを自動車用燃料として使用する場合、ガソリンに比べて、走行距離あたりの燃料費が4割ほど安い。
今後の発展性	・インドでは、政府支援とCNG車を中心とした需要拡大を背景に、農村支援と脱炭素を両立するCBG普及の余地が大きい。エネルギー安全保障にも貢献する。長期的成長が期待される。



図. Banas-Daily バイオガスプラントの例

Data source : [KIS Group : WINNER - India's Best BioCNG & Asia's first BioCNG Dispenser Project from Organic waste. - YouTube](#)



Source: International Energy Agency. Licence: CC BY 4.0

図.インド国内におけるエネルギー供給の推移 (IEA, n.d.)

Data source : International Energy Agency. Licence : CC BY 4.0

4. 分析結果

家畜排せつ物からの各生産物の動向

今回調査した「家畜排せつ物からの各生産物」の動向・将来性をまとめた。国内の研究段階のものでは、メタノール・ギ酸が化学反応速度課題を解決できれば将来性有望。水素は地方での用途開発と供給のしくみができないと継続検討は厳しい状況。アンモニア+水素による高効率発電は技術的には完成した段階であるが地方での社会実装には前記の水素の現実的課題もあると考えられる。

	メタノール	ギ酸	水素	アンモニア (水素)	バイオメタン
世界動向	<ul style="list-style-type: none"> 燃料産業のメタノールと燃料と混合された燃料への移行は、気候変動の影響を大幅に遅らせると予想され、海洋産業における重燃料油の代替は、市場の成長にプラスの影響 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料電池や潜在的なエネルギーキャリアとしての技術 水とCO₂との反応で電気を生成し、水素燃料に代わる費用対効果が高く、より安全な代替品を提供し、市場の成長の機会を生み出す 従来も動物飼料防腐剤、抗菌剤、pHレギュレーター等多用途 	<ul style="list-style-type: none"> 世界の水素ガス市場規模は、2040年度に2021年度比2.1倍の53兆8,297億円に拡大すると予測 業界の専門家は、2050年までに水素が世界のエネルギーニーズの約20%を満たすことを予測 	<ul style="list-style-type: none"> 現在、世界の原料用アンモニア生産は年間約2億t程度。そのうち貿易量は1割(約2000万t)しかなく、ほとんどが地産地消されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 世界のバイオメタン市場規模は2024年に142億5000万米ドルと評価され、2032年までに1.8倍に成長予測。 2024年には欧州が45.12%のシェアで世界市場を支配 欧州再生可能ガス登録機関は、国境を越えた欧州管理システムの導入を検討
市場取引価格	<ul style="list-style-type: none"> 2025年平均 49.6円/kg 	<ul style="list-style-type: none"> 2025年 146.3円/kg (北米) 2025年 65.6円/kg (アジア) 2025年 126.8円/kg (欧州) 	<ul style="list-style-type: none"> 2025年現在 1,115~2,000円/kg 2050年予測 223円/kg 	<ul style="list-style-type: none"> 2025年現在 100円/kg 	<ul style="list-style-type: none"> 2024年 93~104円/kg 2050年目標 29~36円/kg
国の政策	<ul style="list-style-type: none"> 経産省のグリーン成長戦略：現在ほぼ全量輸入のメタノール需要の状況から、国内での環境循環型メタノール製造技術の確立と商業化(e-fuel)を2040年までに目指す 船舶燃料としてのメタノール普及推進 	<ul style="list-style-type: none"> 政府：ギ酸を効率的な水素貯蔵・輸送媒体(水素キャリア)として活用する研究開発を推進 	<ul style="list-style-type: none"> 2050年カーボンニュートラル達成を目指し、「水素基本戦略」を軸にサプライチェーンの構築、コスト削減、水素関連産業の育成を推進(官民インフラ投資促進、供給・利用の促進を法的に支援) 	<ul style="list-style-type: none"> 2030年目標：①石炭火力発電への燃料アンモニア20%混焼、②国内供給量想定300万t/年 2050年目標：①アンモニア専焼発電、②世界全体で1億t規模の日本企業アンモニアサプライチェーン構築 	<ul style="list-style-type: none"> 制度整備：「高度化法」で合成メタン・バイオガスの目標値を設定し、調達費用の託送料金参入を検討、環境価値の明確化や証書制度導入の検討
製造プロセス	<ul style="list-style-type: none"> 強酸性環境下での二酸化塩素(ClO₂)によるメタンの酸化 +フルオラス溶媒と光照射によるメタノールとギ酸の抽出(世界初) 		<ul style="list-style-type: none"> バイオメタンから、膜分離・水蒸気改質反応・水性ガスシフト反応で水素を発生 	<ul style="list-style-type: none"> 水熱前処理⇒高温メタン発酵後、強塩基アルカリ(低電圧)アンモニア電解にて水素を発生し、水素添加にて高効率希薄燃焼発電 	<ul style="list-style-type: none"> 現有技術で製造可能
家畜排せつ物由来の現状	<ul style="list-style-type: none"> 現開発プロセスにて国内需給が見えてきた バイオガスは成分の2/3がメタンで量的なポテンシャルはある 	<ul style="list-style-type: none"> 現開発プロセスにて国内需給が見えてきた 	<ul style="list-style-type: none"> 現状は、北海道鹿追町のように、地域内で排せつ物を収集し、製造した水素を地域内で消費する「地産地消」の小規模・地域循環モデルが中心 	<ul style="list-style-type: none"> 鳥は糞尿と一緒に出てくるので一番アンモニアの問題が顕在化し、養鶏農家からのアンモニア漏洩にて山林枯れの被害事例もあり、本技術は有用 	<ul style="list-style-type: none"> CBGは天然ガス(CNG)と同等の価格で販売している。CNGを自動車用燃料として使用する場合、ガソリンに比べて、走行距離あたりの燃料費が4割ほど安い
課題	<ul style="list-style-type: none"> 量産化移行のためには、現開発プロセスの2~3倍の反応スピードにしてコストダウンが必要 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 量産化した時のギ酸余剰問題への対応が必要 ⇒ 水素キャリアや燃料電池化の検討 	<ul style="list-style-type: none"> 地方での水素需要が延びる用途開発と水素を供給できるしくみの開発が必要 プラント維持・管理コスト 貯蔵・輸送コスト 	<ul style="list-style-type: none"> 鶏糞からのアンモニア抽出量は少なく(メタノールの数%)、工業エネルギー利用は無い 	<ul style="list-style-type: none"> 事業性を高めるためのバイオガス・プラントの原価低減、ガス発生効率の向上、有機肥料の付加価値向上技術の実装
将来性	<ul style="list-style-type: none"> バイオガスを利用したカーボンニュートラルイノベーションとして、他にも、帯広地区や、本州の畜産農家をかかえる自治体からの相談もあり、反応の効率化完了後は他地域への発展性も見込める 		<ul style="list-style-type: none"> 今後の多角的エネルギー利用ビジョンでは、水素、プロパンガス、ギ酸のうち、町内の主要なガス供給形態であるプロパンガスの製造への転換を有望視している 	<ul style="list-style-type: none"> 分散型の小型プラントで地産地消が良い 	<ul style="list-style-type: none"> インドで拡大するCNG車市場への利用にてさらなる需要拡大が見込める。 インド政府の政策もバイオガスプラントの普及を後押ししている。

4. 分析結果

国内の3事例と海外の1事例の比較

今回、「家畜排せつ物の高度利用方法」について、国内3事例、海外1事例の調査を行った。

既に量産・市販段階の技術であるスズキのバイオメタン製造・利用事例とまだ研究段階で量産に至るまでには課題のある国内の3事例とでは、現時点のその将来性を見込みに関して大きく異なるものであり、以下表に上げられる差異があると考え。

例えばメタノールの利用者候補の1つである船舶業界は関係省庁も声は上がってきたものの議論が始まった段階で、エネルギー・キャリアの本命論ではまだ過渡期であり、下表縦軸の「製造コスト・市場の受け皿・利用者の参画有無」といった状況差が確認できる。

	海外1事例 スズキのバイオメタン製造	国内3事例 興部町のメタノール・ギ酸、鹿追町の水素、広島大のアンモニア
製造コスト	バイオメタンを天然ガス（CNG）と同等の価格で販売している。	在検討中の製造法ではまだ目標の製造コストに大幅に達していない研究段階である
市場の受け皿	CNG車の燃料利用という明確なニーズ・出口があり、かつCNG車の販売比率が全自動車比現2割に達しており、さらに急速に増大中である	利用先の受け皿、明確な出口が確定しておらず、FIT売電のあてがなくなり現在模索している段階である
利用者の参画	本バイオプラント事業に、ガスの出口を担う自動車を本業とするスズキ自体が参画して進めている	バイオプラント事業には、地方自治体と大学とプラントメーカー等が参画しているが、まだ研究段階であることもあり、ニーズ元である利用者である企業が参画していない

ただし、規模的な問題としては、インド（水牛含め約3億頭）と日本（約400万頭）の圧倒的な牛の頭数差とは関係なく、バイオガスプラントの牛糞処理量が、興部町のプラントが40t/日に対し、グジャラート州のプラント1基は100t/日で約2.5倍の規模である。

前述のようにグジャラート州のプラントでは、収集範囲は、半径10km圏内程度であり、1戸あたり数頭保有の農家から収集してまわり、プラントで生成したバイオメタンガスは、プラントに併設されたガスを車両に充填するためのディスペンサーでその場で販売されている。

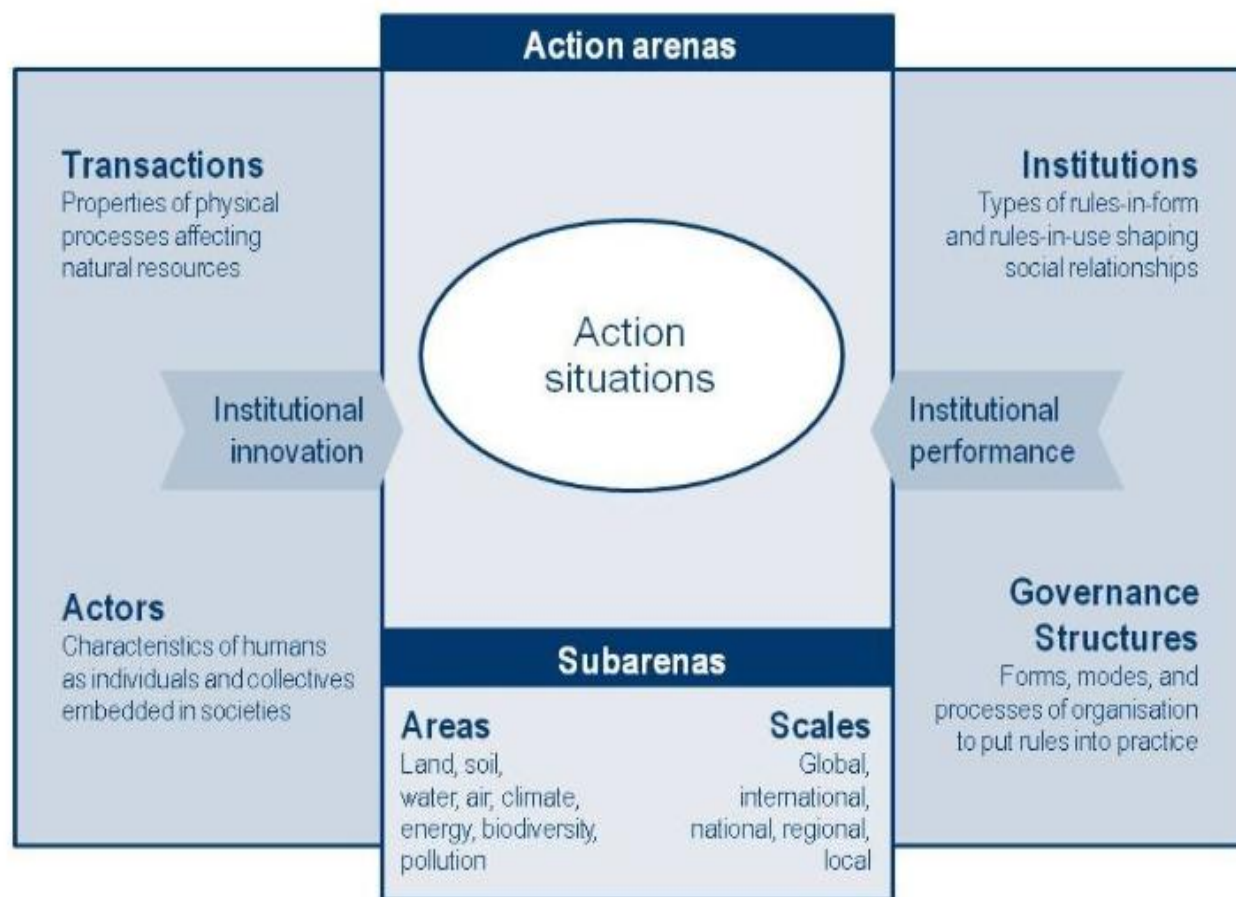
このように、広島大学の市川教授の「バイオ系はスケールメリットが出にくいので分散型プラントで使うことの方がコストメリットは出ると考える。」という見識通りの原則に基づいており、**基本的には地産地消型になると思われる。**

北海道にはバイオガスプラントが100基あるが、インド政府は5,000基建造の計画を打ち出しており、一基当たりの規模は小さいと思われる。

4. 分析結果 IoS分析

これまで家畜排せつ物の高度利用策として、水素、メタノール、ギ酸、アンモニア、圧縮バイオメタンの生産技術を調査してきたが、これらの産物を生産する際に必要とされるプロセスにおいては、その全てでメタン発酵技術がベースとなっていることがわかった。

そこで、ベルリン・フンボルト大学のKonrad Hagedorn 教授が提唱している資源の持続性を自然や社会システムの枠組みでとらえる分析枠組Institutions of Sustainability (IoS) を用いて、家畜排せつ物の高度利用技術を評価し、その普及に向けた可能性を検証する。



4. 分析結果 IoS分析 4要素表

「IoS」分析は、資源取引をとりまく環境と、実施主体の動きを取り扱う区分。また、主体間での取引そのものに影響を与える制度や主体間連携の動向をみる区分の2つに分け、資源そのものが、自然条件や社会システムからどのような影響を受けるのかを分析する枠組み。「IoS」分析の主要構成要素を「取引」、「主体」、「制度」、「ガバナンス」の4要素に分解して整理した。

	取引環境	アクター	制度	ガバナンス
興部町	<ul style="list-style-type: none"> ・興部町が酪農家から排出される家畜ふん尿を専用車両などでプラントへ毎日搬送 ・発酵残渣としての消化液は液肥へ、固形分は戻し堆肥敷料へと加工 ・発酵処理により雑草種子の不活化やアンモニア臭が低減 	<ul style="list-style-type: none"> ＜酪農家＞バイオガス近隣の酪農家 ＜興部町＞原料をプラントへ供給 ＜岩田地崎建設＞プラント建設 ＜MORESCO＞プラント機器開発 ＜大阪大学＞ギ酸・エタノール生産の研究開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・バイオマス利活用・バイオガス事業が支援対象として設定した「みどりの食料システム戦略推進交付金」 ・NEDO事業助成金による先導研究プログラム 畜産系バイオガスのメタノール・ギ酸変換技術の開発 ・北海道庁が助成している「ゼロカーボンイノベーション導入支援事業」 	<ul style="list-style-type: none"> ・興部北興バイオガスプラントの設置や管理条例により主体間の調整・ルールを明確化 ・大学・企業・自治体間の協定等で、研究・高度利用技術の導入・実装に関する調整
鹿追町	<ul style="list-style-type: none"> ・鹿追町が以前から家畜排せつ物の処理を依頼されていた酪農家から鹿追町環境保全センター内のバイオガスプラントへ集約収集 ・バイオガスにより水素を製造し、水素ステーションへ供給 	<ul style="list-style-type: none"> ＜酪農家＞排せつ物処理を依頼している酪農家 ＜鹿追町＞バイオガスプラントの建設運用 ＜エア・ウォーター＞水素ステーションの運用 	<ul style="list-style-type: none"> ・環境省の低炭素水素実証事業 ・脱炭素自動車導入普及促進補助制度 	<ul style="list-style-type: none"> ・鹿追町が先行してバイオガスプラントを整備し、酪農家の負担軽減と地域環境改善を推進 ・官・民・学の連携でプロジェクト推進 ・しかおい水素ファームが商用化後の水素製造・供給・販売を一括管理することで、需給・品質・安全管理（高圧ガス保安法等）の仕組み整備
広島大学	<ul style="list-style-type: none"> ・畜産廃棄物由来アンモニアの生成およびこれを水素とともに投入したことによる大幅な発電効率向上 	<ul style="list-style-type: none"> ＜広島大学大学院先進理工系科学研究科＞ 地域循環共生圏形成に資する廃棄物処理システムの構築に関する研究・技術開発（水熱前処理、高温メタン発酵、アンモニア電気分解、希薄燃焼） 	<ul style="list-style-type: none"> ・広島県で策定した「家畜排せつ物の利用の促進計画」の利用技術の導入・支援 ・「共同研究契約」「産学連携契約」に基づき、発明者が知財権を保有・運用 	<ul style="list-style-type: none"> HU-ACE（広島大学エネルギー超高度利用研究拠点）が、運営委員会や共同ディスカッション会議を設け、技術ロードマップを策定
スズキ	<ul style="list-style-type: none"> ・プラント運営者が近郊10kmの農家から排出される牛糞を定期的に回収。 ・集中処理で精製後のガスは自動車用燃料としての圧縮状態まで処理。 ・残留スラリーは有機肥料として販売。 	<ul style="list-style-type: none"> ＜スズキ自動車＞ インドのNDDB（National Dairy Development Board）および乳業組合と覚書締結。 ＜NDDB（National Dairy Development Board）＞ バイオガスプラント構築に向けて共同でプロジェクトを推進。 ＜Suzuki R&D Center India Private Limited（SRDI）＞ NDDBとバナス・デイリーと共同でバイオガス実証事業を推進。 	<ul style="list-style-type: none"> ・小規模から中規模のバイオガスプラント設置に対して資本補助金（CFA）を出すMNRE（再生可能エネルギー省）のBiogas Programme ・CBG製造事業者に対して市場形成・基準支援するSATAT Scheme（SATAT: Sustainable Alternative Towards Affordable Transportation） ・家畜糞尿・農業廃棄物を資源化するインセンティブ政策を策定しているGOBAR-DHAN（Galvanizing Organic Bio-Agro Resources Dhan） 	<ul style="list-style-type: none"> ・集荷ネットワークはNDDB系組織のスキームの延長として機能 ・精製CBGはCNGの代替燃料として販売され、同時に副産物として有機肥料も商品化されることで、農村経済に還元

4. 分析結果 IoS分析 考察

「IoS」分析の4要素「取引環境」、「アクター」、「制度」、「ガバナンス」における共通点は、家畜排せつ物を地域資源として活用し、長距離市場取引ではなく地域内集約・継続取引を前提とする点にある。安定供給を要する技術特性から、長期契約が不可欠であり、自治体や国の制度とのかかわりが強い。中でも制度面では、産官学が相互補完的に機能している。その意味でガバナンスは、「資源特性に応じた公的関与」と「産官学のネットワーク調整」がカギとなる。

取引環境：

資源の特性に適合した取引範囲、主体間の信頼関係、長期的・関係特定の契約、そして制度による保護がある。その意味で継続性を担保するためには、市場に「任せる」ことをせず、取引環境そのものを意図的に設計することが求められる。

アクター：

技術が確立していないものが多いことから、「優れた主体」が存在せず、特性の異なるアクターが相互補完的に結びついている。

制度：

技術問題を解決するため、「誰が、どのルールで、どのように調整するか」という制度設計に依存している。IoS分析の視点から見れば、自治体、大学、企業、国がそれぞれの特性に応じて異なる制度特性を組み合わせることで、持続可能性を実装していると評価できる。

ガバナンス：

複数主体間の調整や意思決定、ルールに基づいた運用がある。家畜排せつ物は腐敗性・外部性が高く、市場取引に不向きな資源であるため、条例の整備や協同組合の活用などで取引コストを低減する必要がある。