循環型社会の構築
～一次産業を出発点、再生点として行う考え方～

2024年12月18日

株式会社農林中金総合研究所
リサーチ＆ソリューション第2部
理事研究員　藤島 義之

プロフィール

藤島　義之（Yoshiyuki FUJISHIMA）

◻経歴

1995年4月　味の素株式会社 入社

アミノ酸発酵/利用研究、研究企画管理、加工食品研究開発、健康食品研究開発、技術広報等に従事

2015年7月　（出向）一般財団法人バイオインダストリー協会、バイオ産業人会議兼務

生物多様性、バイオエコノミー等の調査、仕組みづくり等に従事

2018年7月　（出向）国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

バイオエコノミー、サステナビリティ、ESG投資課題等に従事

2023年1月　㈱農林中金総合研究所 入社

主な調査研究分野は、バイオエコノミー、循環型社会、農林水産業における技術課題

◻外部委員等

2022年3月～　（株）ACCA、YOIHI PROJECT技術イノベーションディレクター

2023年4月～　駒澤大学非常勤講師　農業政策 a, b

2024年1月～　OECDのバイオ・ナノ・コンバージングテクノロジー作業部会のビューロメンバー

本日お話しすること

はじめに

1．循環型社会とは？

2．サーキュラーエコノミーとは？

3．化石資源に頼らない議論の推移

4．国内の取り組み事例

5．循環型社会育成を妨げる化石資源補助金

6．今後のあるべき姿

おわりに

はじめに

はじめに（問題意識）

◻ 循環型社会・サーキュラーエコノミーはそもそも何なのか？

- なにをどうとらえれば循環型社会/循環型経済、サーキュラーエコノミーと言えるのか？
- 資源循環が廃棄物３Rであるとして循環型社会であると捉えて良いのか？
- 我々が使うものはどのようなデザインで何から作られなければならないか？
- エコノミーである以上は経済活動としてペイするものになるのか？
- ペイしないのであればその要因はどこにあるのか？
- 我々の生活は化石資源を掘り続け、輸入し続けるもので良いのか？
- リン・カリについても掘り続け、輸入し続けるもので良いのか。
  窒素についても大量の化石資源を使ってハーバーボッシュをやり続けることで良いのか？
- エネルギー安全保障や食料安全保障の考え方は今のもので正しいのか？未来においても有効なのか？

- 化石資源がなかった江戸時代や輸入が無かった戦時中はどのようにして生活を回していたのであろうか？

我々の置かれている状況

今は危機迫る状況ではないか？

- 体感できる気候変動や生物多様性のロスが叫ばれており、環境負荷の低減が目指されている
- 2050年までに先進諸国をはじめとする多くがカーボンニュートラルを目指すことを宣言しているにもかかわらず、化石資源への依存からの脱却は限定的。ロシアとウクライナの戦争や、中近東の政情不安などから、化石資源補助金は1兆ドルを超える水準でエネルギー供給を守っている
- サーキュラーエコノミーを経済政策として挙げているのはヨーロッパだけ
  ASEANはFramework for Circular Economyが始まったばかり
  米国は限定的な感があり、トランプ政権でどうなるかが懸念
- 日本においては、ものづくり用途に対する積極的なバイオマス生産/活用政策は実質存在しない

循環型社会・サーキュラーエコノミー実現のために

経済の上流側（動脈産業）において
- 再生可能資源を用いた原料供給であるか？
- 生産加工のエネルギーは再生可能であるか？
- 流通は環境負荷を与えていないか？
- ３Rに適したデザインであるか？

経済の下流（静脈産業）において
- 消費されたものは次の原料となっているか？
  (アップサイクル、リサイクル、カスケード利用されているか)
- 廃棄の際にGHGの上昇を起こしていないか？
- 生態系に影響を及ぼしていないか？

資料：欧州議会HP
https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20151201STO05603/circular-economy-definition-importance-and-benefits

化石資源/燃料に代わり、一次産業の産物が徹底利用される必要がある
無機物については、土に返すことなく全量を次の利用に回す
（本講演では、有機物の循環にフォーカスを当てます）

１．循環型社会とは？

循環型社会とは？

- 日本政府は、環境省を中心として循環型社会形成推進基本法を2000年に制定
- 「循環型社会」の定義：[1]廃棄物等の発生抑制、[2]循環資源の循環的な利用及び[3]適正な処分が確保されることによって、天然資源の消費を抑制し、環境への負荷ができる限り低減される社会
- 循環型社会形成推進基本法に基づく資源循環推進計画は2003年に第一次基本計画として公表され、その後5年ごとに見直されている
- 循環的利用や適正処分のために、一般廃棄物に係るごみ処理施設、産業廃棄物の中間処理施設、下水道や浄化槽などの汚水処理施設、一般廃棄物や産業廃棄物の最終処分場などの整備を進める

出典：環境省「推進基本計画の策定指針」より抜粋

循環型社会形成推進計画の推移

今の循環型社会形成推進基本計画

□2023年時点の議論

2023 第五次

1. 循環型社会形成に向けた循環経済への移行による持続可能な地域と社会づくり
2. 動静脈連携によるライフサイクル全体での徹底的な資源循環
3. 多種多様な地域の循環システムの構築と地方創生の実現
4. 資源循環・廃棄物管理基盤の強靱化と着実な適正処理・環境再生の実行
5. 適正な国際資源循環体制の構築と循環産業の海外展開の推進
6. 指標・数値目標に基づく評価・点検

□2024年8月に閣議決定された基本計画

今回の計画（第五次計画）

- **循環経済への移行を前面に**打ち出す
- 気候変動や生物多様性保全といった**環境面に加え、産業競争力強化・経済安全保障・地方創生・質の高い暮らしの実現にも貢献**

将来世代の未来につなげる**国家戦略として策定**

5つの柱（重点分野）

1. 循環型社会形成に向けた循環経済への移行による持続可能な地域と社会づくり
2. 資源循環のための事業者間連携による ライフサイクル全体での徹底的な資源循環
3. 多種多様な地域の循環システムの 構築と地方創生の実現
4. 資源循環・廃棄物管理基盤の強靱化と着実な適正処理・環境再生の実行
5. 適正な国際資源循環体制の構築と循環産業の海外展開の推進

出典：環境省「推進基本計画の策定指針」、「第五次循環型社会推進基本計画～循環経済を国家戦略に～概要」より抜粋

２．サーキュラーエコノミーとは？

サーキュラーエコノミーは欧州がリード

サーキュラーエコノミーとは？

- 主として欧州から発生したコンセプト
  - 資源利用の提言と循環利用の徹底を語るもの
- なぜ欧州は行うのか
  - 環境を守るため
    - ✓ 地下資源の依存を減らし、生物多様性ロスを防ぐ
    - ✓ GHG排出を削減する
    - ✓ エネルギーや資源の使用を抑制
  - 原料に対する依存を減らす
    - ✓ 地下資源の量は限りがある
    - ✓ 輸出に比べ輸入が超過
    - ✓ リサイクルにより、輸入原料の価格変動の影響低減
  - 雇用を創出
    - ✓ 競争力を高め、イノベーションを刺激、経済成長を起こして雇用を創出
    - ✓ QOLを改善し、長期的な支出を抑制
  - 何を行うのか
    - ✓ 2050年までにカーボンニュートラルを行うための方策を立案
    - ✓ エコデザイン、パッケージング、グリーンウォッシュ、修繕、廃棄物処理などを重点項目として対応する

Source: European Parliament Research Service

資料：欧州議会HP
https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20151201STO05603/circular-economy-definition-importance-and-benefits

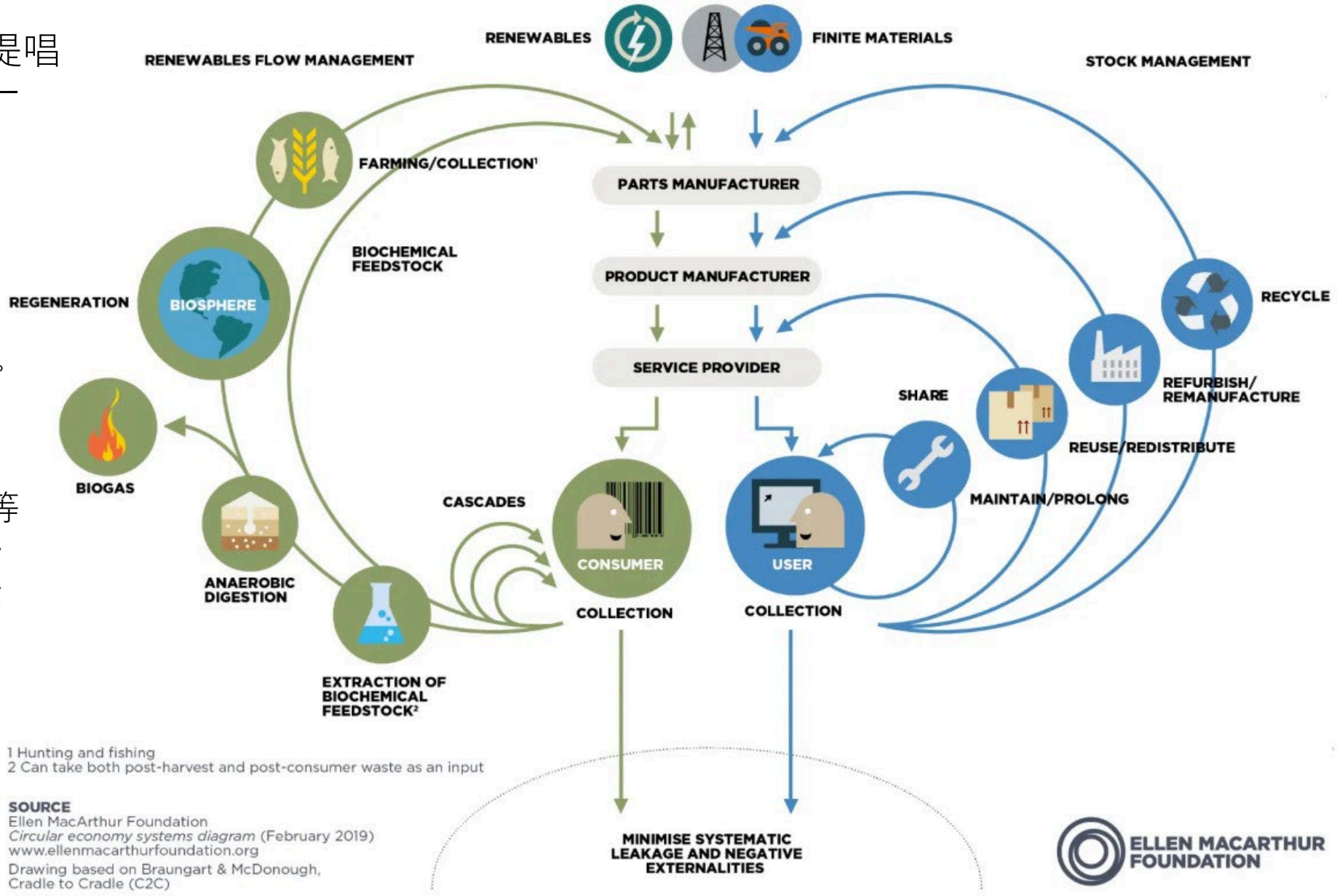
欧州の目指すサーキュラーエコノミー

- 歴史
  - 1972年10月に開催された欧州理事会で、翌年7月までに各関連機関に環境政策の策定を合意
  - 第1次環境行動計画(1973-1976年)から第5次環境行動計画（1992-99年）まではガイドラインとして、第6次環境行動計画（2002-2012年）からは「決定」として採択され、目標達成などEU加盟国に対して拘束力を持つ
  - 2015年のサーキュラーエコノミーパッケージによって、欧州の一連の環境政策は、経済政策（産業政策）として確立
  - 2020年3月に「新サーキュラーエコノミー行動計画」が公表、以下グリーンディール推進につながる
- 欧州グリーンディールのもとに、生物多様性ロスや気候変動を抑えること、持続可能な成長と雇用を作ることを述べている。対象として、電子部品、ICT、電池、乗り物、パッケージング、被服、建築物、食品、水、栄養素等をカバーする（2019）
- 食品においてはFarm to Fork戦略が規定されており、「フードシステムが依拠する土壌、淡水資源、海洋資源の保護・回復」「気候変動の緩和とその影響への適応」「土地、土壌、水、空気の保護、動植物衛生、動物福祉の確保」「生物多様性の回復」を実現し、食料の生産・輸送・流通・販売・消費を含むフードチェーンが環境に中立または良い影響を与えるようにする。」（2020）

出典：ジェトロ、CEHUB　https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2020/a718804066114a95.html
https://cehub.jp/database/eu/

エレンマッカーサー財団の提唱するサーキュラーエコノミー

- バタフライダイアグラムと呼ばれる資源循環
- 欧州委員会、世界経済フォーラム等でサーキュラーエコノミーのコンセプトとしてアピール
- 図の右側が金属/ミネラル等の有限地下資源のサイクルを表し、左側が再生可能資源のサイクルを示す



出典：エレンマッカーサー財団HP

https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram

それほどサーキュラエコノミーに熱心ではない米国

- 2009年からサステナブルマテリアルマネージメント（sustainable materials management、SMM)と称して、持続可能な資源管理を環境保護庁を中心に進める
- 2023年にバイデン大統領のリーダーシップのもと、Advancing a Circular Economy to Meet Our Climate, Energy and Economic Goalsと称する発表があったが、アクションとしてはプラスチック汚染防止戦略のドラフト版を作成することに留まる
- 国際的に目立つ動きは見えていない印象

出典：米国環境保護庁、ホワイトハウス

図：米国環境保護庁Webサイト（https://www.epa.gov/smm/sustainable-materials-management-basics）より抜粋

ASEANも動きはじめている

ASEAN（東南アジア諸国連合）はサーキュラーエコノミーを共通課題として対応することに前向き

- 2021年にアセアンのためのサーキュラーエコノミーフレームワークを採用
- 2023年にアセアンサーキュラーエコノミーステークホルダープラットフォームを設立
- 欧州、日本、中国他と対話を実施し、連携を深める動き
- アセアンサーキュラーエコノミーフォーラム(2023, 2024)などを実施して連帯感、全体感を高める動き

ASEAN Circular Economy Stakeholder Platform

出典：ASEANのHP

https://asean.org/wp-content/uploads/2021/10/Brochure-Circular-Economy-Final.pdf
https://ce.acsdsd.org/news/asean-circular-economy-forum-2024-acef2024/

３．化石資源に頼らない議論の推移

化石資源に頼らない社会の在り方の国際議論

資源活用、環境配慮は今に始まった話ではない

- 1972年国連人間環境会議（ストックホルム会議）
  - ✓ 排ガス、排水、廃棄物の増大。途上国の人口増加→環境汚染、自然破壊
  - ✓ 国連環境計画（UNEP）の設立
- 1992年国連環境開発会議（地球サミット）
  - ✓ 「気候変動枠組条約」、「生物多様性条約」「国連砂漠化対処条約」
- 2015年国連SDGs採択
- 2015年国連気候変動COP-21　パリ協定採択

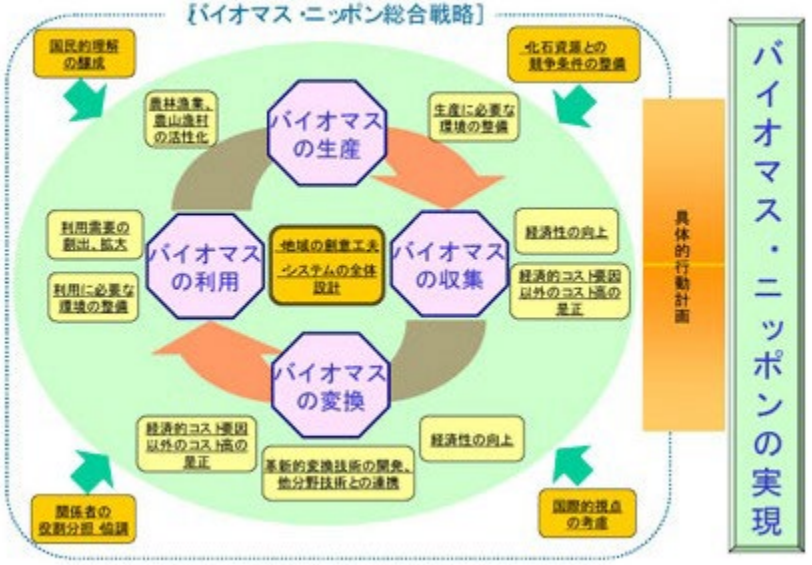
写真：国連人間環境会議（1972,ストックホルム）
国立環境研究所　地球環境研究センターニュース
2023年3月号　Vol. 33 No. 12（通巻388号）より抜粋
（https://cger.nies.go.jp/cgernews/202303/388002.html）
※元出典：UN Photo/A general view of the opening meeting of the Conference at the Folkets Hus

化石資源に頼らない社会の在り方の国内議論

日本国内の議論の推移

- 1970年代のオイルショック
  - 1974年サンシャイン計画
  - 1978年ムーンライト計画
- 2002年　バイオマス・ニッポン総合戦略
  - バイオマスタウン→バイオマス産業都市の構築
- 2019年　バイオ戦略　→　2024年バイオエコノミー戦略
  - 過去は2002年にバイオテクロジー戦略大綱、2008年にドリームBTジャパン
  - 現在はバイオものづくりとバイオコミュニティの構築
- 2020年　カーボンニュートラル宣言
- 2023年　グリーントランスフォーメーション基金

バイオマス・ニッポンの実現



図：農林水産省　東北農政局Webサイト（https://www.maff.go.jp/tohoku/kihon/baio/top6/index.html）より抜粋

４．国内の取り組み事例

国内の取り組み事例

静脈、動脈産業の取組

- 廃棄物の有効活用
  - エコフィード
  - アップサイクル
  - バイオガス
  - ガス化後の嫌気醗酵（開発中）
- 地域自治体の取組
  - バイオマス産業都市
  - 地域バイオコミュニティ
  - 下水からのリン回収
- 大手企業取り組み例
  - 味の素株式会社
  - バイオプラスチック製造（三菱ケミカル株式会社、株式会社カネカ）

廃棄食品を用いたエコフィード事例

エコフィード

- エコフィード（eco-feed）とは、食品製造副産物等を利用して製造された飼料のことである。食品製造産業が焼却等廃棄していたものが飼料として再利用されるもの
- 食品リサイクルによる資源の有効利用のみならず、飼料自給率の向上等を図る上で重要
- 飼料化される対象として、ビールかす、豆腐かす、果汁かす、焼酎かす、日本酒かす、パンくず、菓子くず、製麺くず、野菜くずに加え、学校給食の余りやホテルやレストランの廃棄食品など
- 栄養成分の調整が必要となるが、食品であったものを別の動物の食料にすることは経済的な合理性と栄養ニーズを満たす点で大変有利な活用方法

日本フードエコロジーセンターの活動例

出典：日本フードエコロジーセンター

図：さくマガWebサイト
（https://sakumaga.sakura.ad.jp/entry/jfec/）より抜粋
（図提供元：J.FEC）

国内のアップサイクル事例

アップサイクル

- 通常廃棄されていたような食材の余りや半端なものを別の食品原料や素材としていかすもの。具体例としては、
  - 発生する玉ねぎの残渣を高熱で乾燥させたものをパンの具材の一つとして活用
  - パンの耳ををクラフトビールに活用
  - これまで畑や加工現場で未活用だった食材の加工販売として、様々な加工食品、スナックを作る
  - 廃棄されるリンゴを皮にしてレザー製品を作る、等

ASTRA FOOD PLAN社の加熱乾燥機と玉ねぎ

アサヒユウアス社のアップサイクルビール

オイシックス社のアップサイクル食品

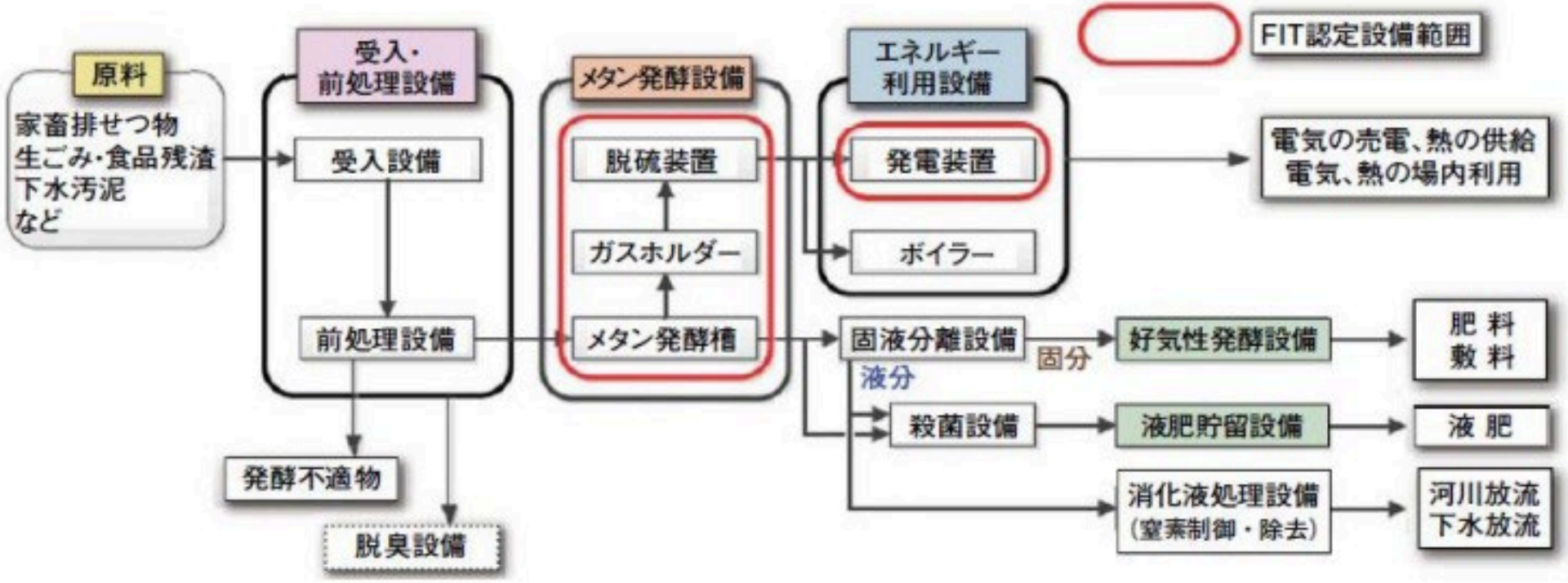
出典：アストラフードプラン株式会社、アサヒユウアス株式会社、オイシックス・ラ・大地株式会社

https://www.astra-fp.com/ https://asahiyouus.shopselect.net/items/68026571?_sm_au_=iVV6r5nbrJLb7k0DkHKsJKsQFW4c0
https://www.oisixradaichi.co.jp/news/posts/20221028upcycle/

メタン発酵/バイオガス

- 食品残渣や畜産糞尿、下水汚泥などの有機物を嫌気状態にすることにより、嫌気分解を起こさせ、CO_2とメタンを発生させるもの
- 発生するメタンを用いて発電等を行うことで、地域が収入を得ながら廃棄物処理が可能。メタン発酵と発電については、FIT認定の範疇
- メタン発酵により副生する消化液は低濃度であるが窒素、リン、カリを含み、肥料として活用可能

日本有機資源協会の示す「地域と共生するバイオマス発電の導入と運営」

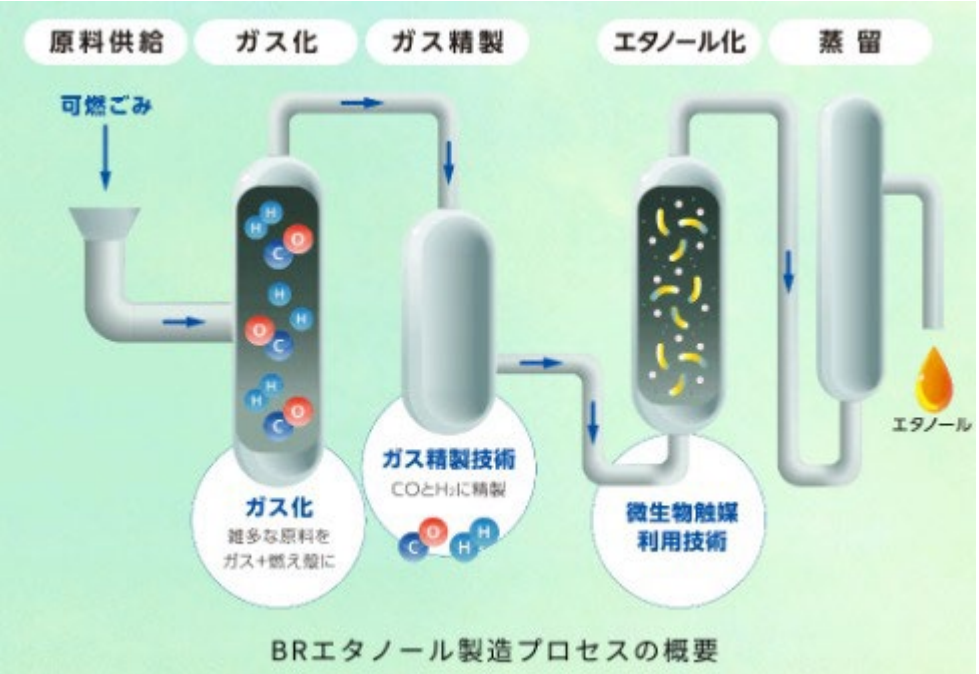


出典：経済産業省審議会資料

国内の先進的な開発事例

（開発中）ゴミのガス化後に微生物発酵をさせる試み

- 家庭ごみ（食品廃棄物を含む）のガス化（酸素を制限して高温で蒸し焼きにして、水素と一酸化炭素を発生する燃焼）したものを嫌気性細菌発酵によりエタノールを生産する実証が進行中
- 積水化学工業株式会社はバイオリファイナリーと称し、岩手県久慈市の施設においてフルスケールの1/10（ごみ量日量20トンからエタノールを1～2 kLを作る）で家庭ごみ（紙ごみ、プラスチック、生ごみ、衣服などの混合物）をガス化して、米国Lanza Tech社のもつ嫌気性発酵菌を用いてエタノールを作るという実証事業を進めている
- ごみの種類にもよるが炭素収率として約50%、エネルギー収率として約70%がエタノールに変換できるといい、フルスケールとなった際には30万人程度の都市のごみをエタノールにできる都市油田となりうる
- 得られたエタノールは、脱水反応させてエチレンにすることが可能であり、様々なプラスチックを製造することに繋げられる



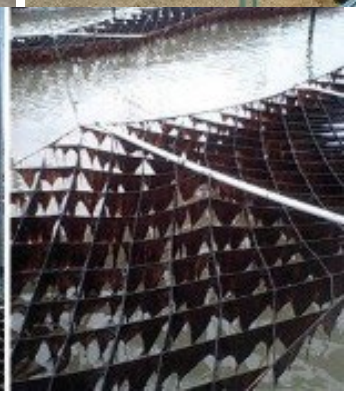
BRエタノール製造プロセスの概要

出典：積水化学工業株式会社HPおよび聞取り情報

https://www.sekisui.co.jp/bio-refinery/

バイオマス産業都市

- バイオマス産業都市は農林水産省が中心となって進める地域自治体の取組
- 地域に存在するバイオマスを原料に、収集・運搬、製造、利用までの経済性が確保された一貫システムを構築し、地域のバイオマスを活用した産業創出と地域循環型のエネルギーの強化により地域の特色を活かしたバイオマス産業を軸とした環境にやさしく災害に強いまち、むらづくりを目指す地域
- 資源循環の好事例としては、佐賀市の取組みが有名。ごみ処理施設と下水処理施設をバイオマス活用のための中核施設として位置づける。市が仲介し、企業間の連携を実現する



出典：佐賀市HPおよび聞取り

自治体の活動（内閣府主体）

バイオコミュニティ

- 内閣府の進めるバイオエコノミー戦略の中で、地方はにおける取組は「地域バイオコミュニティ」としてバイオマス活用、バイオテクノロジー活用で、新事業や新サプライチェーン構築による事業育成を進めるために、内閣府の認定を受けて活動が進められている
- 認定されている例として、長岡市は16の酒蔵、味噌蔵、醤油蔵等の発酵産業を有する地方都市。4つの大学と高専が研究開発のエンジンとして機能。産業総合研究のブリッジ・イノベーション・ラボラトリー（AIST-BIL）が産業化の橋渡しを行い、コミュニティを活性化するために寄与
- 生ごみのガス化発電施設は国内最大規模で、分別により、燃やすごみは3割削減され、年間2千トンのCO_2放出が抑えられている
- 市内産業の代表的な取組みとして、株式会社プラントフォームによるアクアポニックスがある
- ”KOME-DOKORO COI-NEXT” (コメどころ センター・オブ・イノベーション ネクスト)として、文科省の認定も受け、「儲かる農業」「若者に魅力的な農業」を育成

出典：長岡市HPおよび聞取り、
写真はプラントフォーム社の養殖と栽培、筆者撮影

自治体の活動（リンの回収→利用）

下水からリンの回収

- 兵庫県神戸市は、国土交通省の下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト）を活用し、下水からリンを回収する事業を行う
- 回収された「こうべ再生リン」は既に肥料登録され、「こうべハーベスト肥料」、「こうべ旬菜」、「こうべハーベスト水稲一発型」などとして野菜、米、花などに使用
- 東京都でも、国土交通省のB-DASHプロジェクトを活用した実証が開始されており、東京都江東区にある東京都下水道局の砂町水再生センター東部スラッジプラントにて、MAPとしてのリン回収、およびスラッジ焼却灰の肥料化に2024年1月から取り組む
- 神奈川県横浜市においてもMAP製造施設が完成し、肥料の提供が進む
- 他にも島根県、福岡市、岐阜市、鳥取市などでも取り組みが進む

出典：神戸市HP

味の素社の行うバイオサイクル

- 味の素社はグルコース等の糖を原料として調味料に使われるグルタミン酸や飼料に使われるリジンを発酵で作る
- 副生物として出る廃菌体や発酵母液もバイオサイクルと称して、有効活用される
- 廃菌体は有機肥料として活用
- 発酵母液は葉面散布材等としてバイオスティミュラントして活用

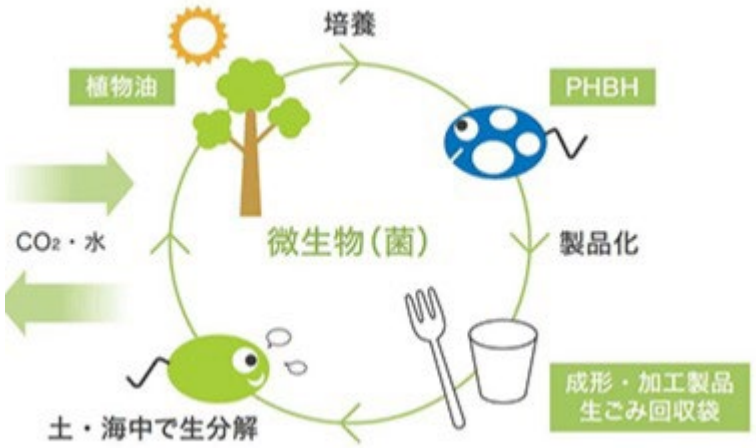
	効果	悪天候時	好天候
核酸	・根張り向上	・干ばつ耐性 ・活着促進 ・根腐れ改善	・肥効UP ・倒伏軽減
アミノ酸	・タンパク合成増加	・ストレス軽減（雲天、低温、高温）	・増収増加

出典：味の素株式社、味の素Gアミノ酸肥料オンライン販売HP

https://story.ajinomoto.co.jp/report/074.html?_gl=1*exs97v*_ga*NjE5MTgyOC4xNzIxMjc3MzA3*_ga_N0S1GD0E7L*MTczNDQ4MzAxNy44LjAuMTczNDQ4MzAxNy42MC4wLjA.
https://agritecno-japan.com/collections/all

バイオプラスチック

- 三菱ケミカルグループ社
  - DURABIO™をグルコースを原料として作っている。優れた透明性、着色性、耐久性を持つことから、光学・エネルギー関連部材や、高機能ガラスの代替部材、電子機器・自動車の筐体・内外装材など、幅広い分野への展開が行われている（バイオベースであるが、生分解能は有していない。）
  - ➢ バイオPBS（ポリブチレンサクシネートは、自然界の土中の微生物の力で水と二酸化炭素に自然に分解される生分解性プラスチック）農業用マルチフィルムなどの生分解性用途に加え、使い捨て食器や紙コップ、ガスバリア包材などの食品包装材用途にも使用されている
- カネカ社
  - ➢ 海洋分解性プラスチックであるGreen Planet（PHBH）は主として油脂を原料として微生物培養で作られる



出典：
三菱ケミカルグループ株式会社、
株式会社カネカ社HP

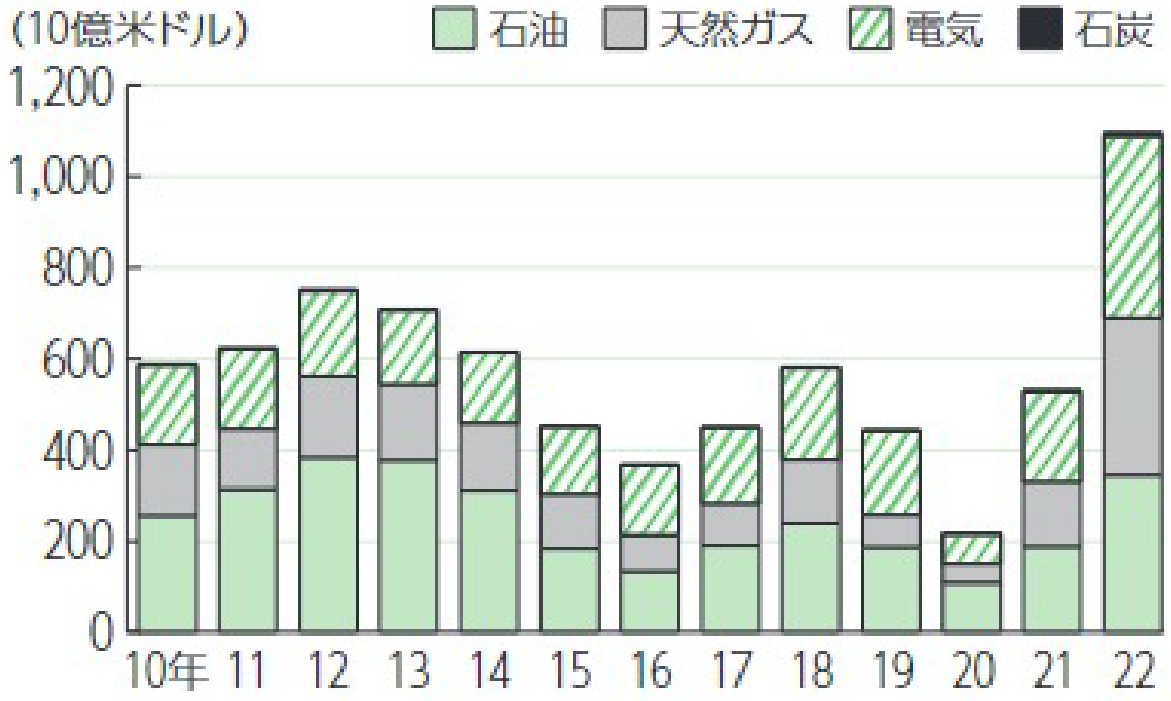
https://www.m-chemical.co.jp/products/departments/mcc/sustainable/product/1200364_7166.html
および1200363_9344.html
https://www.kaneka.co.jp/solutions/phbh/

５．循環型社会育成を妨げる化石資源補助金

化石資源補助金は桁違いに大きい

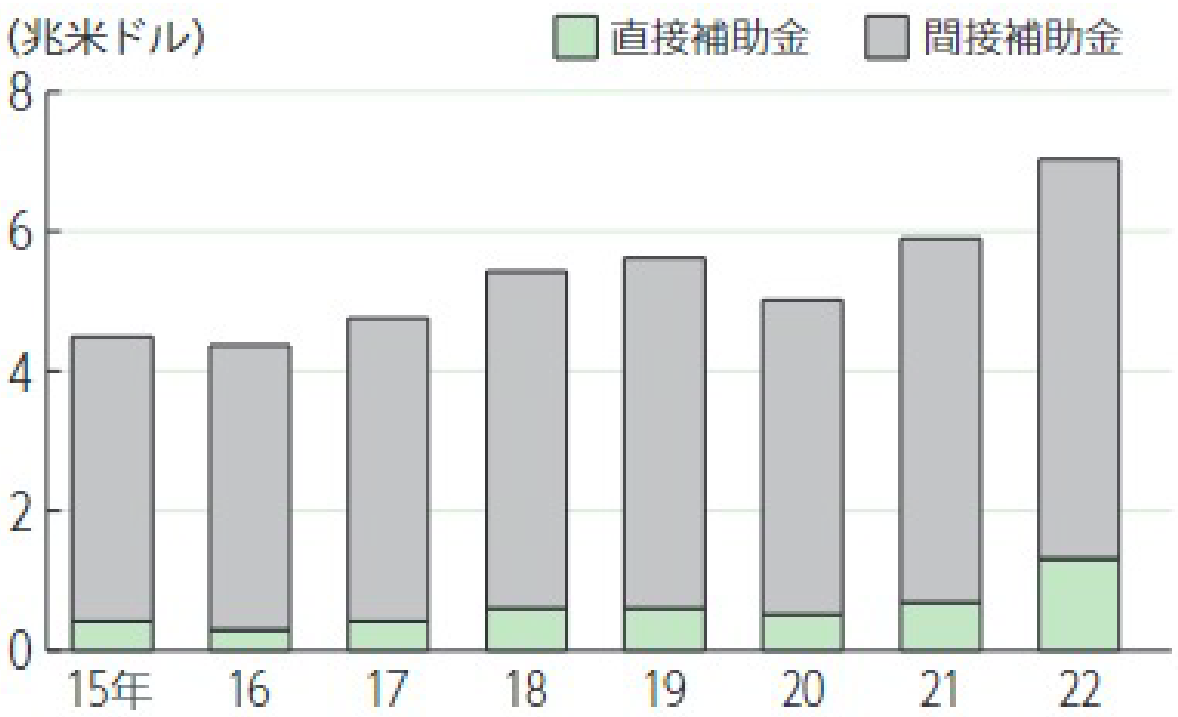
巨大な額の化石資源補助金が世界で投入されている

IEAによる推計



資料　国際エネルギー機関（International Energy Agency）「Fossil Fuel Consumption Subsidies by Fuel」
https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/fossil-fuel-consumption-subsidies-by-fuel-2010-2022

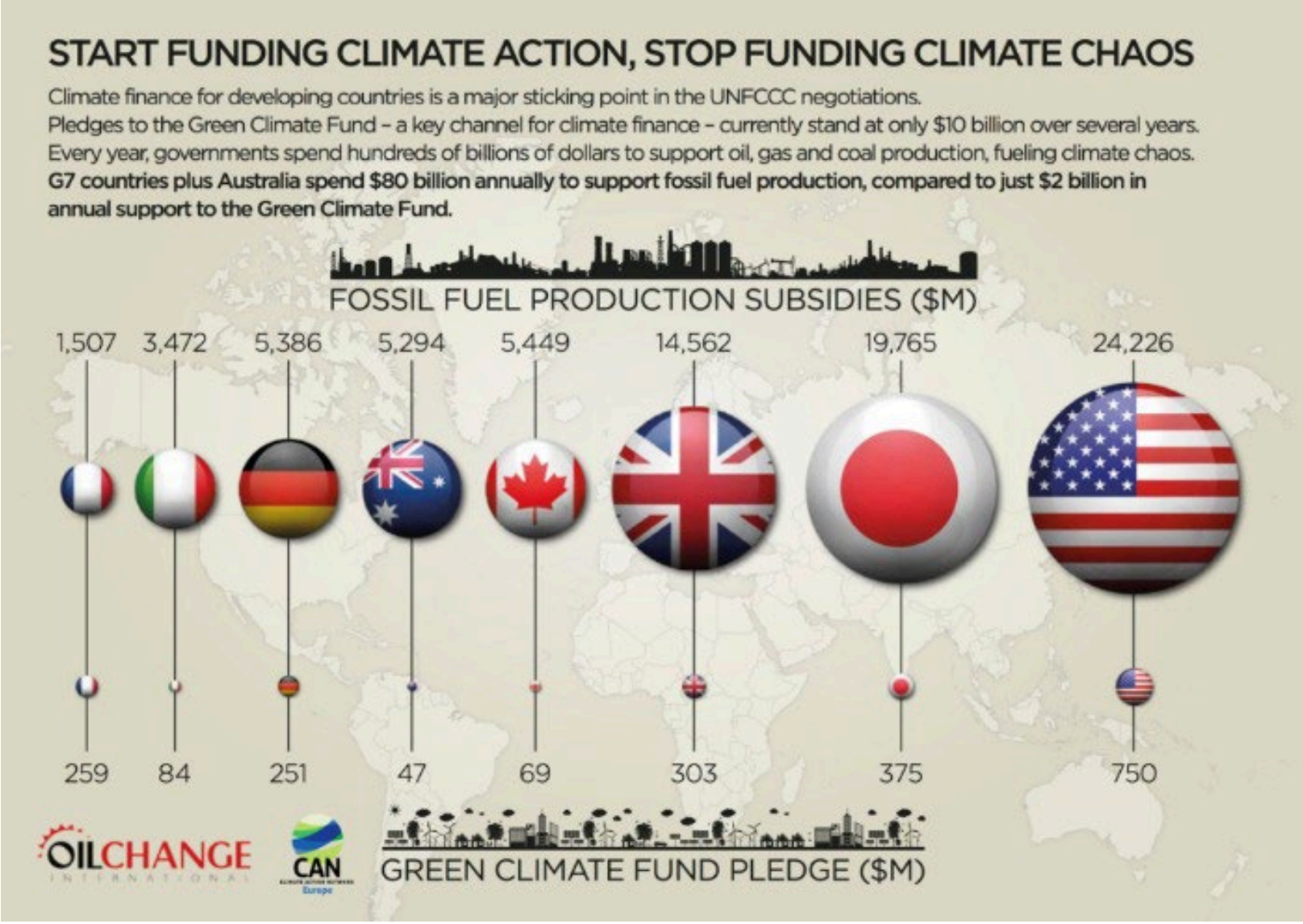
IMFによる推計



資料　国際通貨基金（International Monetary Fund）「化石燃料補助金、過去最高の7兆ドルまで急増」
https://www.imf.org/ja/Blogs/Articles/2023/08/24/fossil-fuel-subsidies-surged-to-record-7-trillion

化石資源補助金 vs 環境配慮補助金　格差は数倍～数十倍

化石資源に対しての環境配慮型の補助金/助成金はどうなっているか？



Oil Change Internationalの2015年情報

他、ヒューマンライツウォッチによる情報では、2017年時点で再生可能エネルギーに対する化石燃料補助金は1/20

世界銀行も2022年時点で環境関連投資が317億ドルということを言うので、化石資源補助金に対しては1/30程度

https://oilchange.org/publications/new-cop21-analysis-start-funding-climate-action-stop-funding-climate-chaos/

６．今後のあるべき姿

動脈産業における資源循環

ものづくりにおける炭素源の在り方

- カーボンニュートラルを目指す社会のためには化石資源を限りなくゼロにする必要がある
  - 化石資源の約９割はエネルギー用途、約１割がものづくり用途
  - エネルギーはバイオマス以外の手段を用いるべきか

- マテリアルニーズに対する、原料供給をナフサに代わるものが必要
  - 発酵によるバイオものづくり原料
    グルコースをベースとする供給は米から
  - 化学産業に対するものづくり原料
    石油をベースに作られる化学産業へバイオナフサを供給

- 輸入に頼る建材についても自給を目指し、バイオナフサの供給源とする
  - 人工林へのアクセスのために林道網を作る（必要に応じ基礎からの研究開発を行う）
  - 重機を用いた自動皆伐、自動運転、早生樹植林をシステム化
  - 植林としては、コウヨウザン、センダン、チャンチンモドキ、ヤナギ、ユーカリ、アカシア等を検討

- コメ作りを見直す
  - コメは食用・飼料用だけと捉えることが主流であるが、発酵産業のためのグルコース源になりうる
  - コメの大増産を行い、海外移転した発酵産業を取り戻す

エネルギーは太陽光、風力、水力で

化石資源に左右されない社会のエネルギー

- 社会構造全体を循環型、循環資源をベースに考える必要あり
- エネルギーについては太陽光、風力、水力等を総動員すべき（右表）
- 一次産業が生産する炭素源を石油・石炭に変わる炭素源として産業に用いるべきか（一次産業のものづくり寄与は次項以降）

自然エネルギー財団の目指す2050年のエネルギーミックス

（単位　GW、TWh、%）

	設備容量	発電量	シェア
太陽光	524	708	48.0
洋上風力	63	271	18.0
陸上風力	88	257	18.0
水力	22	72	5.0
バイオエネルギー	5	28	2.0
地熱	1	14	1.0
輸入	20	118	8.0
その他	*	3	0.2
合計		1,470	100.0

資料　新エネルギー財団「2050年の脱炭素日本を支えるエネルギーミックス―次期エネルギー基本計画の策定にむけて」経済産業省資源エネルギー庁総合エネルギー調査会、基本政策分科会にて2021年6月に発表
https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2021/044/044_006.pdf

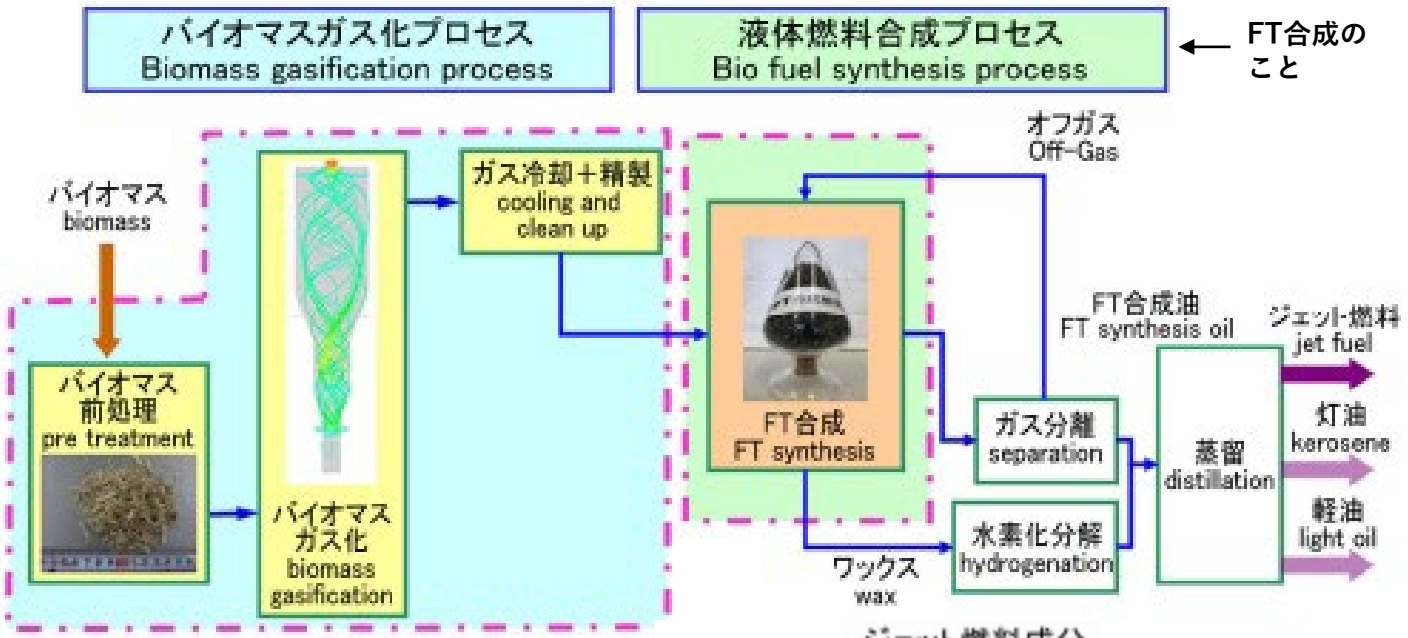
木質バイオマスをバイオナフサへ

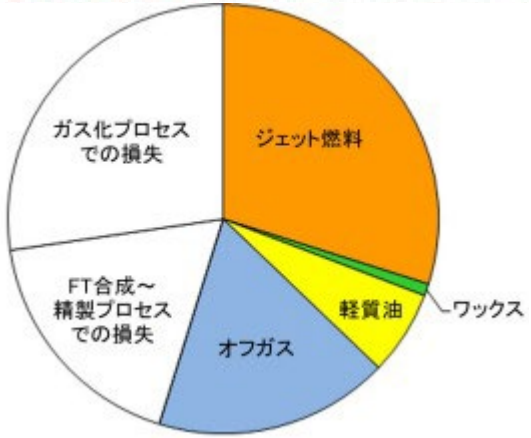
木質バイオマスの貢献

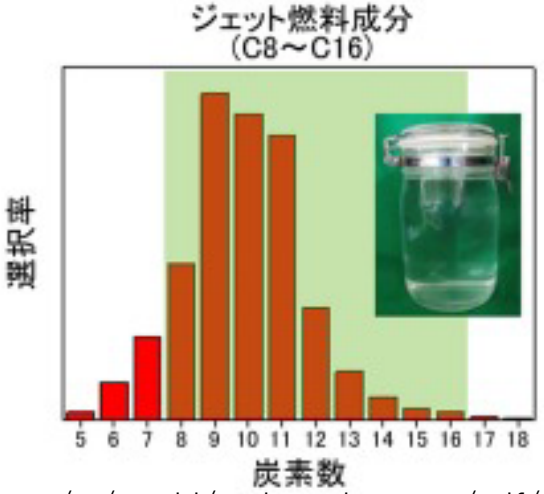
- 日本の森林蓄積は5,560百万立米。内、人工林は3,345百万立米（2022年時点で利用率0.53％）
- この利用率を5％にする（20年でサイクルさせる）。年間177百万立米（乾燥重量で5,560万トン）
- 建材としての需要82百万立米を差し引く（2021年値）と、ケミカル用途に95百万立米（乾燥重量で約3,000万トン）供給可能
- ケミカル用途に供するためにFT合成を収率4割でできると仮定すると、1,200万トンのバイオナフサが生産可能
- プラスチック用途（950万トン）や一部ケミカルについては供給可能なオーダー

計算は筆者が実施

三菱重工技報「木質バイオマスからのジェット燃料製造技術の開発」







出典：三菱重工HP https://power.mhi.com/jp/randd/technical-review/pdf/index_50j.pdf

コメを発酵原料としてのグルコース生産へ

コメ生産の可能性

- 醗酵ものづくりとして、味の素社はアミノ酸を100万トン作る。糖蜜、キャッサバ、タピオカなどからグルコース分を得て、様々なアミノ酸を生合成するものを世界各地で市場ニーズに合う形で行う
- 日本の発酵産業はグルコースを輸入されたものに頼るので、価格的に競争力のあるものづくりが国内でできない。国際的に競争力のある価格でグルコースが生産できれば（米国にてキロ3.90～5.85ドル、欧州で3.58～5.36ユーロ）、国内でものづくりが視野に入る
- そのためにコメをキロ60円で生産することを目指す。グルコースを75円で作れれば、アミノ酸、香料、バイオプラスチック等の発酵産業が国内でも稼働可能。
- コメを糖化してグルコースを抜き、残るタンパク質で肉様物質を作り適価で売ることができれば、肉に対する依存の低減も実現可能
- 超多収米を組換え、ゲノム編集を駆使して改善し、必要な肥料/農薬を投じて再生2期作/3期作等を行うことで、超高単収を目指す。丹精込めておいしい米を作ることと逆の発想をする
- 田んぼの確保を最大限の努力で行う。荒廃農地9万ha、再生困難農地を新たに開拓し、可能な限り広い農地をものづくり用途のコメ生産に当てる。可能な限り機械化、自動化させ、日本におけるコメ作りを革命的に進化させる
- 新産業を生み出すことにより、雇用を作る

出典：農林金融2024年10月号
写真は農研機構

おわりに

持続可能な社会に向かうための私案

ゼロベースで資源循環を見直すマスタープランの作成を行い、実行

- 静脈側の循環は、自治体に依存するところが大きく、やる/やらないの判断は首長の方針次第。コストやスタッフ不足、経験不足を理由に取り組まないとすることは容易。積極的に実施ためには中央省庁からの関与が望まれる
- 動脈側の循環は国のマスタープランが無いと進まない。内閣府のバイオエコノミー戦略、経済産業省のグリーントランスフォーメンション戦略、農林水産省のみどり戦略や食料基本法を超える循環型社会/鉱工業への原料供給を新ビジネスとするようなプランを作る
  また、窒素・リン・カリ・CO2を必要要素とする農林業を循環サイクルの要と考え、食料や建材生産のみならず、バイオマス供給の再生点として認識を作る
- バイオベース製品の優先調達の仕組みを作り、化学産業がバイオものづくりに取り組める市場を作る
- 石油に対する補助金削減を進め、投資をバイオものづくりに転換する金融環境を作る
- これまでになかったサプライチェーンに対する、価格転嫁メカニズムをステークホルダー全体で検討し、実施する

↓

脱化石資源経済という産業革命を日本から興し、社会モデル/事業モデルを輸出する

ご清聴ありがとうございました