

有機性廃棄物を活かした水素化事業の収益換算

質問：7,000 トンのポリプロピレン樹脂製の点滴パックが7,000 トン/年が廃棄処分、これを水素化したいですが、日量どれほど処理するプラントが必要ですか？

水素化プラントでポリプロピレン樹脂製の点滴パックを処理する際、7,000 トン/年という処理量を日単位に換算すると、以下の計算が必要です。1 年に 365 日稼働すると仮定して：

$$\text{日量} = 7,000 \text{ トン} \div 365 \text{ 日} \approx 19.18 \text{ トン/日}$$

$$\text{日量} = \frac{7,000 \text{ トン}}{365 \text{ 日}} \approx 19.18 \text{ トン/日}$$

したがって、日量約 19.18 トンのポリプロピレン樹脂製の点滴パックを処理できるプラントが必要です。この計算はシンプルに年間稼働日数を 365 日として換算していますが、実際にはメンテナンスやその他の要因で稼働日数が異なる場合があります。その場合、プラントの設計や稼働スケジュールに応じて、日量の処理能力を調整する必要があります。

質問：日量 20 トン処理でどれほどの水素が製造できるのですか？

ポリプロピレン樹脂からの水素製造量は具体的なプロセスや多くの条件に依存しますが大まかな見積もりを提供します。ポリプロピレン樹脂の水素含有量は約 14% です。これは **1 トンのポリプロピレンが約 140kg の水素を含む**ことを意味します。日量 20 トンのポリプロピレンを処理する場合、理論的には以下の計算となります：

$$20 \text{ トン} \times 140 \text{ kg/トン} = 2,800 \text{ kg}$$

$$\text{または約 } 2.8 \text{ トンの水素}$$

$$20 \text{ トン} \times 140 \text{ kg/トン} = 2,800 \text{ kg}$$

$$\text{または約 } 2.8 \text{ トンの水素}$$

これは理論上の最大量であり、実際の生産量は以下の要因により異なります：

1. **プロセス効率**：スチームリフォーミングや触媒分解などのプロセスの効率に依存します。
2. **副生成物**：他の副生成物（例えばメタンや一酸化炭素）も生成される場合があります。
3. **システムのロス**：エネルギー損失や排気ガスなどのシステム損失が発生することがあります。

したがって、実際の水素収率は理論値よりも低くなることが予想されます。例えば **70%の収率を仮定すると**

$$2,800 \text{ kg} \times 0.7 = 1,960 \text{ kg}$$

$$\text{の水素 } 2,800 \text{ kg} \times 0.7 = 1,960 \text{ kg}$$

1,960kg または **約 1.96 トンの水素が一日に生成される**と見積もることができます。

質問：2 トンの水素価格はガソリンが持つエネルギー換算でガソリン価格 165 円/リットルに換算するとどれほどの価格になりますか？

ガソリンと水素のエネルギー換算を比較してみましょう。エネルギー単位に関して、以下の前提を置きます：

- ガソリンのエネルギー密度：1 リットルあたり約 33.7 メガジュール (MJ)
- 水素のエネルギー密度：1 キログラムあたり約 120.1 メガジュール (MJ)

まず、ガソリン 1 リットルのエネルギーを考えると、165 円で約 33.7MJ のエネルギーを供給します。

次に、2 トン（2000kg）の水素のエネルギー総量を計算します：

$$2000\text{kg} \times 120.1\text{MJ/kg} = 240,200\text{MJ}$$

240,200MJ のエネルギーを全てガソリンで供給するために必要なガソリンの量を計算すると：

$$240,200\text{MJ} \div 33.7\text{MJ/リットル} \approx 7,126 \text{ リットル}$$

そして、このガソリン量の価格を計算すると：

$$7,126 \text{ リットル} \times 165 \text{ 円/リットル} = 1,176,690 \text{ 円}$$

つまり、2 トンの水素が持つエネルギーをガソリンで供給する場合、約 1,176,690 円のガソリンが必要になる計算です。

質問：2 トンの水素が持つエネルギーはガソリン 165 円/リットル換算で約 1,176,690 円とのこと、裏を返せば月当たり 120 万円の事業となると考えますがいかがでしょうか？

そうです、そのように考えることができます。2 トンの水素が持つエネルギーをガソリン価格に換算すると、1,176,690 円相当であることを基に、月当たりの事業規模を計算してみましょう。もし、毎月 2 トンの水素を生産・販売する事業があった場合、年間の事業規模は以下のようになります：

$$1,176,690 \text{ 円/月} \times 12 \text{ ヶ月} = 14,120,280 \text{ 円/年}$$

また月当たりの収益が約 120 万円であるとするすると年間の収益の目安としては上述のように約 1,412 万円となる計算です。ただし、この計算は以下の点に留意する必要があります：

1. **運営コスト**：水素製造、貯蔵、運搬、メンテナンス、人件費などの運営コストは収益から差し引く必要があります。
2. **市場価格の変動**：ガソリンや水素の市場価格は変動するため、収益も変わる可能性があります。
3. **需給バランス**：水素の供給と需要のバランスによって、実際の売上金額が変わることもあります。

これらの要素を考慮しつつ、事業の計画と収益予測を立てることが重要です。

質問：札幌市は 10 万トン/年の廃プラスチックを管理しているが、これが全て水素に成ると想定するとどれほどの事業収益を生みますか？

廃プラスチックからの水素製造について理論的な見積もりを提供します。まず、ポリプロピレンの水素含有率を参考に計算します。ポリプロピレンの水素含有率は約 14%です。

年間 10 万トンの廃プラスチックから生成される水素の量：

$100,000 \text{ トン} \times 0.14 = 14,000 \text{ トンの水素}$ $100,000 \text{ トン} \times 0.14 = 14,000 \text{ トンの水素}$

次に、この 14,000 トンの水素が全てエネルギー変換されると仮定し、ガソリンに換算する計算を実施します。

水素のエネルギー変換をガソリン価格に換算：

1. 水素のエネルギー密度は 1 トンあたり約 120.1 メガジュール (MJ)。
2. ガソリンのエネルギー密度は 1 リットルあたり約 33.7MJ。
3. ガソリン価格は 165 円/リットル。

14,000 トンの水素のエネルギー総量：

$14,000 \text{ トン} \times 120.1 \text{ MJ/トン} = 1,681,400 \text{ MJ}$ $14,000 \text{ トン} \times 120.1 \text{ MJ/トン} = 1,681,400 \text{ MJ}$

ガソリンのエネルギーに換算して必要なガソリン量：

$1,681,400 \text{ MJ} / 33.7 \text{ MJ/リットル} \approx 49,900 \text{ リットル}$ $\frac{1,681,400 \text{ MJ}}{33.7 \text{ MJ/リットル}} \approx 49,900 \text{ リットル}$

このガソリン量の価格：

$49,900 \text{ リットル} \times 165 \text{ 円/リットル} = 8,233,500 \text{ 円}$ $49,900 \text{ リットル} \times 165 \text{ 円/リットル} = 8,233,500 \text{ 円}$

したがって、年間 10 万トンの廃プラスチックから生成された水素はガソリン価格に換算すると約 8,233,500 円の事業集積を生む計算となります。これは理論的な見積もりで、実際の事業収益は効率や市場価格、運営コスト、およびその他の要因によって異なる可能性があります。こういった要素を考慮に入れて、事業計画を立てることが重要です。

質問：生産するプラントの管理コストに何がありますか？

おおまかな参考情報とともに考慮すべき要素をご紹介します。

1. **設備コスト**：最新の触媒技術やエネルギー効率の高い設備を導入することで、初期投資やメンテナンスコストを削減することができます。例えば、Auto-Thermal Reforming (ATR) プロセスを利用したブルー水素生産技術では、CO₂の分離が容易であり、エネルギー効率が向上するとされています。
2. **エネルギー消費**：水素製造には多くのエネルギーが必要ですが、効率的な使用や再利用（例えば、スチームメタン改質の排熱回収システム）によってエネルギーコストを抑えることができます。
3. **人件費**：高度な技術と管理が求められるため、専門の技術者やオペレーターの人件費が発生します。
4. **メンテナンスコスト**：設備のメンテナンスや修理にかかるコストも重要です。定期的なメンテナンスを行うことで、設備の長寿命化と効率の維持が可能です。
5. **CO₂管理**：ブルー水素製造において、生成された CO₂の回収・貯留 (CCS) や再利用 (CCU) には追加コストが発生します。

具体的な金額は設置場所や技術の選択、エネルギー価格などによって変動するため詳細な見積りが必要です。

メール頂いた収益換算につきまして、以下私見ですが連絡いたします。

1) 水素 2t と同等エネルギー量のガソリンとの比較について

熱量換算で水素：2t=ガソリン:7,126 リットルは納得です。その際に、「体積」として比較してみるとガソリン:7,126 リットル=H₂: 24,000 リットル(⇒22,250Nm³ 用のタンク)と 3 倍になります。つまり同じ量でみると、「水素はガソリンの 1/3 の価値しかない」とも言えます。

2) 収益面でみると、

2t/月の水素で同エネルギー量のガソリン換算価格が 120 万円/月とのことですが、ガソリン価格(165 円/L)には製造コストだけでなく配送費や税金も含まれると思います。製造コストはさておいて配送費の面からみると上記 1) で記載の通り、水素はガソリンの 3 倍の体積なので配送費はガソリンの 3 倍になると考えられます。

エネルギー事業で燃料油でもガスでも同じですが、配送費はコストに占める割合は非常に大きなモノとなります。そこを考慮すると小規模での水素製造・供給・販売では水素製造場所と水素利用場所で検討しないと成り立たないのではないかと思います。

3) バイオエタノールの水素化について

バイオエタノールを水素に生成するためにエネルギーが必要であり、水素生成の効率も考えるとバイオエタノール自体を燃料として利用する方法を検討するのが良いと思います。

質問：廃棄木材を発酵させてバイオエタノールを生成し、そのバイオエタノールを蒸気改質（スチームリフォーミング）で水素が製造できるとの事ですが、廃棄木材 1 万トンでどれほどの水素ができるのですか？

廃棄木材 1 万トンから生成できる水素の量を計算してみましょう。バイオエタノールの生成と蒸気改質（スチームリフォーミング）による水素製造は、以下のプロセスを経ることが多いです：

1. **木材からバイオエタノールの収率:** 木材からバイオエタノールを生成する際の一般的な収率は約 20-30%² と言われており、仮に 25%の収率を用います。
2. **バイオエタノールからの水素生成量:** 1 トンのバイオエタノールから約 100kg の水素が生成されると仮定します²。

Step 1: 木材からバイオエタノールの生成

木材 1 万トンからのバイオエタノール生成量：

10,000 トンの木材 $\times$ 0.25 = 2,500 トンのバイオエタノール $10,000 \text{ \text{トンの木材}} \times 0.25 = 2,500 \text{ \text{トンのバイオエタノール}}$

Step 2: バイオエタノールからの水素生成

バイオエタノールからの水素生成量：

2,500 トンのバイオエタノール $\times$ 100kg/トン = 250,000kg = 250 トンの水素 $2,500 \text{ \text{トンのバイオエタノール}} \times 100 \text{ \text{kg/トン}} = 250,000 \text{ \text{kg}} = 250 \text{ \text{トンの水素}}$

したがって、廃棄木材 1 万トンから約 250 トンの水素が生成されると見積もることができます。この計算は理論値に基づいており、実際の収量はプロセスの効率や運営条件に依存します

質問：有機性廃棄物を水素化する際の素材ごとの最終的な収率は解りますか？

[バイオマス水素発酵における種汚泥植種量、pH 及び温度の影響](#) 参照

有機性廃棄物を水素化する際の最終的な収率は、素材ごとに以下のような参考値があります。

○**食品廃棄物**:食品廃棄物からの水素収率は嫌気発酵や酵素分解技術を使用することで、1 トンあたり約 50~100kg の水素が得られます。**10%**

○**バイオマス（例：小麦フスマ）**：小麦フスマを基質とした場合、水素収率は鬼く、1 トンあたり約 76~645ml/g-dry の水素が生成されることが報告され、よって**小麦フスマの洗液からの収率は特に優れている**。

○**セルロース（例：紙ごみ）**：セルロース基質は比較的低い水素収率を示し、1 トンあたり約 17~87.6ml/g-dry の水素が生成されることが分かった。

○**ガス化技術を用いた廃プラスチック**：プラスチックのガス化によっても水素が生成されますが水素の生成効率は物の性質や処理技術によって異なります。一般的には**1 トンの廃プラスチックから約 100~200kg** の水素が生成されることが示されています。これらの値は技術の進展や具体的なプロセスの最適化により異なることがあります。いくつかの参考値を基に実際の運用データを収集して詳細な検証を行うことが重要です。

質問：結果、収率の高い有機性廃棄物は何ですか？

収率の高い有機性廃棄物は、一般的に以下のような特性を持つものが多いです。

1. **高水素含有率**: 水素を多く含む物質（例：**食品廃棄物、バイオマス**など）。
2. **容易に分解可能**: バイオ化学的プロセスによって容易に分解される物質（例：果物や野菜の廃棄物）。
3. **エネルギー密度が高い**: **高いエネルギー密度を持つ物質（例：油脂や脂肪含有食品廃棄物）**。

これらの特性を考慮すると、収率の高い有機性廃棄物の例として以下が挙げられます：

食品廃棄物：食品廃棄物はバイオ化学的プロセス（例：嫌気発酵）によって効率よく水素を生成することができます。以下にいくつかの具体例をご紹介します。

- 果物・野菜の廃棄物
- 調理残渣
- 食品加工廃棄物

油脂含有廃棄物：油脂を多く含む廃棄物は高いエネルギー密度を持っており、効率的に水素を生成することができます。

バイオマス（例：糖質およびでんぷん質を含む農業廃棄物）：農業廃棄物、特に糖質やでんぷん質を含む材料も高い水素収率を示します。これらの有機性廃棄物は水素生成に非常に適しています。しかし、実際の収率は技術、プロセス効率、廃棄物の種類によって異なります。具体的な収率を計算するには実際のデータに基づいた評価が必要です。例えば、果物・野菜の廃棄物は比較的高い水素収率を示すことが多いため、バイオマス変換を考える場合、こういった廃棄物を積極的に利用する方が効果的かもしれません。

質問：収率の高い油脂含有廃棄物とは一般的にどんな食べ物がありますか？

収率の高い油脂含有廃棄物として、以下のような食品が一般的に知られています：

油脂含有廃棄物の具体例

1. **調理油とその廃棄物**：使用済みの食用油（揚げ物油、サラダ油など）は、高い油脂含有量を持っています。
2. **動物性脂肪**：肉類の焼き脂、牛脂、豚脂、鴨脂など。一部の食品加工廃棄物（例：ハム加工中の脂身など）も含まれます。
3. **乳製品廃棄物**：チーズ生産の副産物ホエー（乳清）やバター製造中に出る脂肪分残り。
4. **ナッツの廃棄物**：ピーナッツの皮やアーモンドの破片は高い油脂含有率を持っています。
5. **お菓子の廃棄物**：チョコレートや高脂肪クッキー、ペストリーの製造過程での端材。
6. **パンの廃棄物**：特にバターや油を多く使用した製品（クロワッサンやデニッシュなど）。

具体的な食品例

- **フライドチキンの廃棄残渣**：調理後の油脂が多量に含まれます。
- **バタークッキーの端材**：製造過程での切り落とし部分などが該当。
- **チーズのひび割れやかけら**：製造過程で発生する細かい部分。
- **ポテトチップスやスナック菓子の生産廃棄物**：フライ工程での余剰品や砕けたチップス。これらの油脂含有廃棄物は水素製造への利用効率が高いため資源として有効に利用されています。具体的な廃棄物の収集と処理は必要な技術やインフラ設備によって最適化されることが多いです。

質問：油脂含有廃棄物は水素製造への利用効率が高いため資源として有効に利用されているとの事ですが、この企業が事業化していますか？

いくつかの企業が廃棄物を利用した水素製造を事業化しています。以下の企業が代表的な例です：

荏原製作所：荏原製作所はケミカルリサイクル技術を活用して廃棄物から水素を製造しています。加圧二段ガス化システムや内部循環流動床ガス化システムを使用して水素ガスや他の可燃性ガスを生成しています¹。

出光興産：出光興産はアメリカの H-Cycle 社と協力して廃棄物を原料とした水素製造の事業化を進めています。プラズマ化ガス改質技術を使用し日本国内で排出される都市ごみなどの廃棄物を利用して水素を生産します²。

Ways2H とジャパンプルーエナジー：アメリカのエネルギーベンチャー企業 Ways2H と日本のジャパンプルーエナジーは廃棄物から水素を抽出する技術を開発しています。廃棄物を焼却することなく、熱分解と改質器を利用して水素を製造しています。

これらの企業はそれぞれの技術とインフラを活用して廃棄物からクリーンな水素を製造する事業を展開しています。地域ごとに異なる廃棄物を利用しつつカーボンニュートラル社会の実現を目指しています。

質問：荏原製作所は廃棄物から水素を製造しているとの事ですが、日量生産規模は？

荏原製作所のケミカルリサイクルプロジェクトでは、廃棄物を利用して水素を製造しています。例えば、EUP（加圧二段ガス化システム）やICFG（内部循環流動床ガス化システム）などの技術を使用しています。日量生産規模については、具体的な数字は公開されていないようですが、これらの技術は産業規模での運用を想定しています。ICFG システムは、包括的な廃棄物利用が可能で、ターゲットスケールとして廃プラスチックやバイオマスを数千トン単位で処理することを目指しています。一般的に、加圧二段ガス化システムはかなりの量の水素を日々生産する能力があるとされています。具体的な日量生産規模について詳しい情報が必要な場合は、直接荏原製作所の関連部署（例：環境プラント部門）に問い合わせることをおすすめします。

[水素を「つくる」 - 廃棄物から水素製造 - | 荏原製作所](#)

以上