

プラスチック製容器包装の高炉原料化

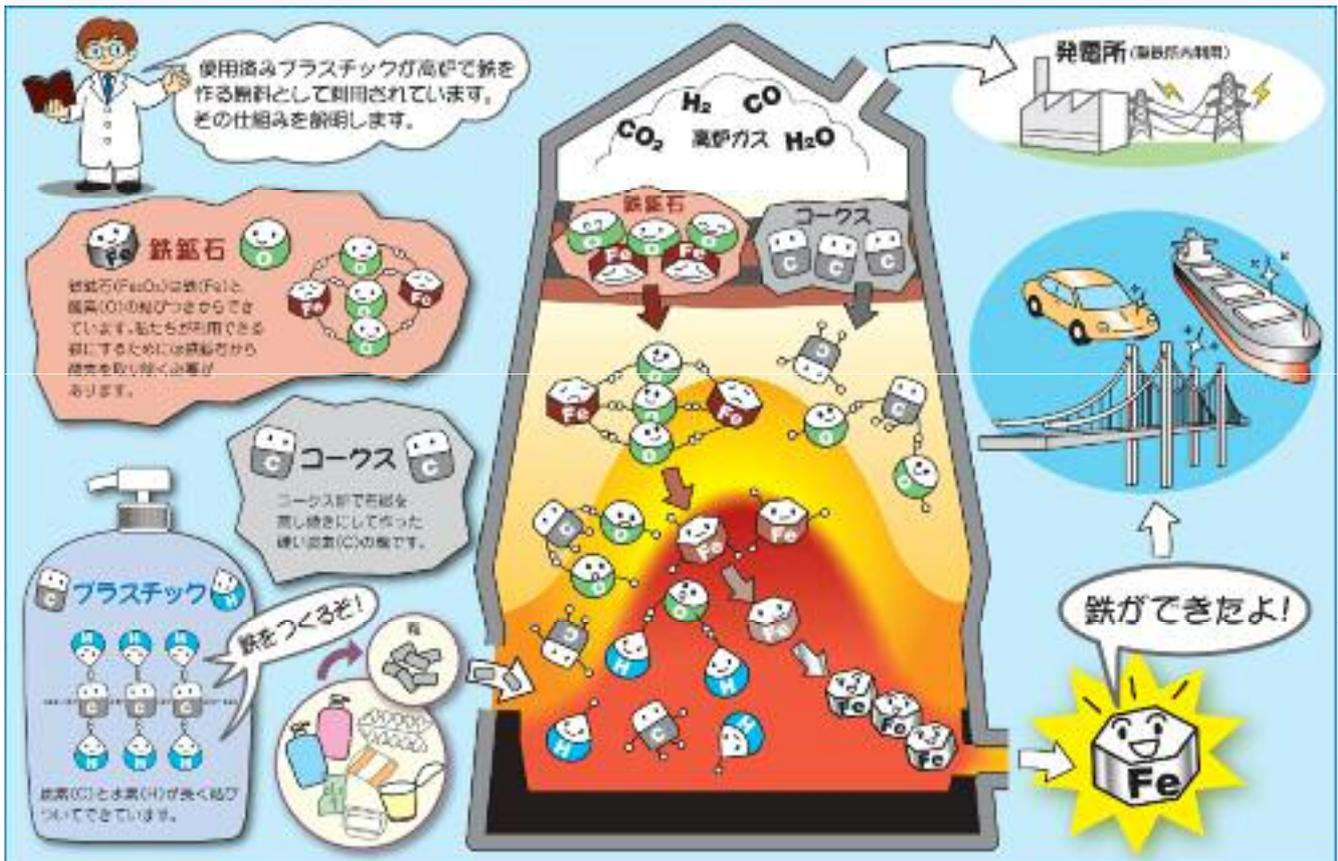


JFE

2010.3.30

JFEスチール株式会社 資源リサイクル部

使用済みプラスチックの高炉リサイクル



高炉でのプラスチックの利用



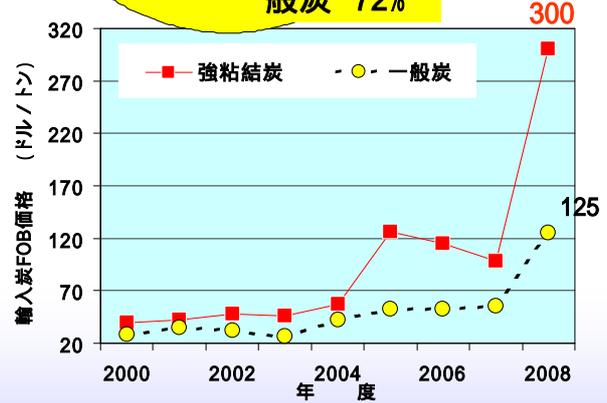
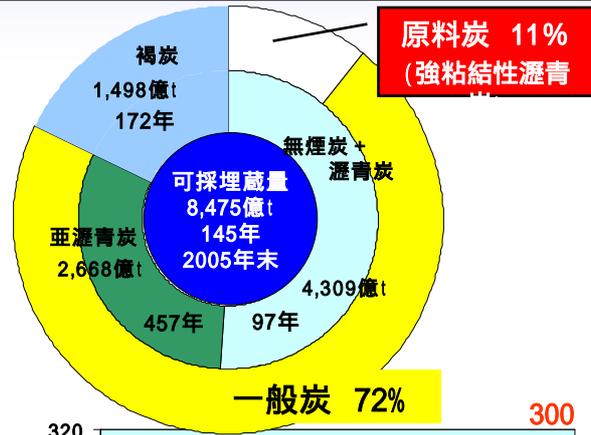
鉄鉱石から鉄鋼製品を製造するため、余分な酸素を引き離す**化学反応***の**原材料**として利用する

循環基本法に規程する基本原則 **第2順位**の“**再生利用**” (第7条第1項二号)に該当

再生利用：原材料として利用 (第2条第6項)

資源代替性：
稀少価値のある
原料炭(強粘結性瀝青炭) **資源の保存**

* 化学反応
1) 鉄鉱石(酸化鉄)を単に高温加熱しても、鉄鉱石が溶融するだけで、金属鉄(Fe)は得られない。**金属鉄(Fe)にするには**、“C”と“H”元素から構成している**プラスチックが原材料(還元材)として必要**。
2) セメントや石灰の焼成炉(サーマル利用)では、石灰石に熱を加えて**高温にすれば**、製品である**セメントや生石灰**ができる。
(極端に言えば、電気で加熱しても製造可能)



出典：“世界と日本の石炭事情”、資源エネルギー庁資源・燃料部 平成21年2月、エネルギー白書2009を元に作成2

他工程利用プラ発生状況



■ 他工程利用プラ

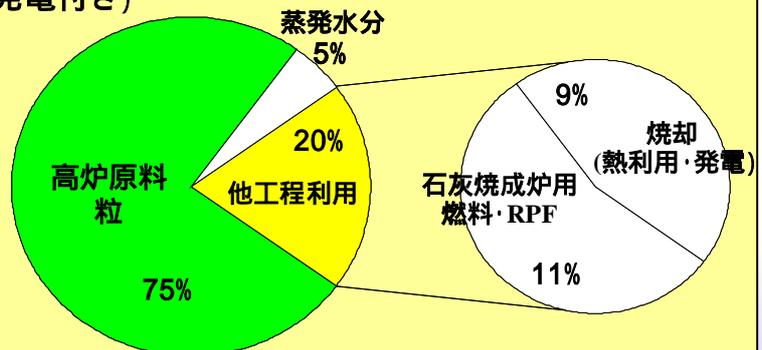
- 製品品質(強度、形状)の確保ため、11%程度のお他工程利用プラが発生しているが、製鉄原料である生石灰を製造するための石灰石焼成炉の燃料等として有効活用し、リサイクル率を高めている。

高炉法で発生する他工程利用プラは、比較的塩素が高くないので、石灰焼成炉での利用が可能

JFEグループの石灰焼成キルンにもプラ吹込み設備を設置し、サーマルリサイクル開始('08年/10月~)、さらに増設による利用増('10年/3月~)を図っている

- 容リプラ以外の可燃性残渣(手選、磁選、風選等で発生) 9%は焼却(エネルギー回収あり、発電付き)

- 水分(5%程度)が再商品化工程で蒸発



■ 再商品化工程中の環境負荷

- 乾燥用熱風発生器は低NO_xバーナーを使用
- 使用する水の循環利用を徹底するとともに、最終排水は焼却処理を行い公共水域への環境負荷を抑えている。

■ 再商品化コスト

- ベール引き取り価格が低下してきているものの、製造業としての通常の合理化（操業改善、補修費低減等）に加え、他工程利用プラの有効活用など、コスト削減に務めている。

■ 再商品化製品品質

- 再商品化製品（高炉還元材用粒）の品質は問題なし

ベール品質等の改善について

■ 現行のAベールは再商品化製品（高炉還元材）の有効利用のために十分な品質である。

- 高炉法であれば、さらなる分別強化（分別のための費用増）の必要はない。
- 過度な品質改善や分別は、有効活用できるプラの収集量の減少を招く。
- ただし、食品残渣の付着や汚れ度の品質改善は、ベール搬送・保管・再商品化工程での衛生面での作業環境改善、臭気対策の低減に繋がり、好ましい。

■ 複合材・ラミネート材の使用は問題ない。

■ 容器包装以外のプラスチック製品（塩ビ製品、金属類を含まないもの）の混入は問題ない。

- ▶ 塩素濃度
 - ✓ 容リプラのべール品質に比べ **塩素濃度**が高い
- ▶ 高炉利用時の還元能力低下
 - C、H含有率の高いIPE、PPが除外されているため、鉄鉱石の **還元能力が低い**
- ▶ 異物混入
 - ✓ 浮上分離、比重分離の重量分であるため **高含水率**
 - ✓ 金属、陶器、石、紙等の **異物混入率が高く**、機器トラブル、破砕刃等の破損・磨耗等 **トラブルの原因**が増える
- ▶ 形状
 - ✓ 溶融固形物は塩ビ除去に対応不可
 - ✓ フラッフ状は輸送、貯蔵、ハンドリングに支障あり
- ▶ 処理コストの増加
 - ✓ 主成分・塩素・異物等品質が悪いため、**落札べール単価以上の処理費**が掛かる
 - ✓ 社会全体の **リサイクルコストの上昇**を招く
(材料Rのお工程プラ処理費 < ケミカルRでの処理費)

高度化に向けての各主体への要望

◆国への要望

- ▶ 現状の容リ需給ギャップを解消し、容リ法の枠組みを維持・継続するため、**収集量増加**へ向けた強力な施策の実施
 - ✓ 容リプラ分別収集 **未実施自治体への参加促進**
 - ✓ 収集量増による **再商品化事業(ケミカル・材料)の安定性確保**
- ▶ 「低炭素社会の実現に寄与する **容リプラリサイクルのCO₂削減効果**」の **定量的評価の実施とその公表**
- ▶ “バランスが取れた再商品化手法のポートフォリオ”の実現
 - ✓ **優先材料リサイクルの合理性**を明確化

◆容リ協会への要望

- ▶ 現行の再商品化事業所、手法ごとの入札を **再商品化事業者単位**へ(事業の安定化)
 - ✓ 複数事業所、複数手法(ケミカル)を **事業者1本での入札**に変更
 - ✓ 優先枠での材料札と一般枠でのケミカル札を同一自治体保管場所へ入札可能とする。

◆ 自治体への要望

- 容リ法 **未実施自治体の参加**
- 部分的実施自治体の **全域展開の早期化**
- 容リ協申し込み量と収集量の **乖離解消**
- 極度に汚れたもの、食品残渣付着物の排除
- 収集対象からラップ類を外す（塩素対策）

◆ 市民の方々への要望

- 地球温暖化対策に有効な **プラスチックリサイクルへの理解と支援**
- 資源である分別プラスチックへの **異物混入回避**
- 再商品化可能な **容リプラ**の可燃・不燃ごみ等の **別区分への混入回避**

ケミカル事業者へのヒヤリング項目

JFE スチール株式会社

1. 再商品化の現状

◆ 再商品化製品は何に代替しているか。燃料としての石油石炭か

==> 製鉄用原料（鉄鉱石還元用原料）であるコークス（原料炭）の代替として利用

高炉でのコークスの役割は鉄鉱石から酸素を奪う還元材としての機能の他、炉内の通気性を確保するためのスペーサーとしての役割が求められる。この機能を担うために製鉄用コークスには高炉内での強度が要求される。

コークスに十分な強度を持たすためには、原料となる石炭は瀝青炭のなかでも、粘結性の強い、高品位な強粘結炭（原料炭）が使用されている。しかしながら、高品位原料炭（強粘結炭）の埋蔵量や埋蔵地域は限られ、近年、その原料炭の確保は年々厳しさを増しており、価格の高騰を招いている。

一方、鉄鉱石の還元機能は高炉内において還元性ガスである、CO や H₂ を発生させることができれば、還元機能を果たすため、炭素（C）と水素（H）を構成成分とするプラスチック等によって、この還元機能を代替することができる。

従って、使用済みプラスチックを代替原料として利用することによって、貴重な原料炭（高品位強粘結炭）資源の保存に貢献することになる。

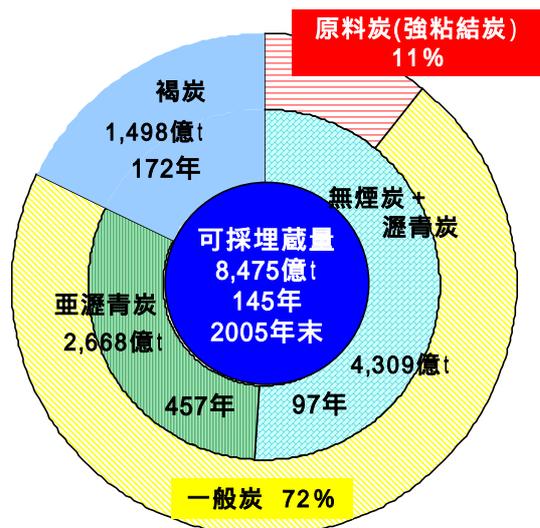


図1 石炭可採埋蔵量

出典：“世界と日本の石炭事情”、資源エネルギー庁
資源・燃料部 平成21年2月、資料より作成

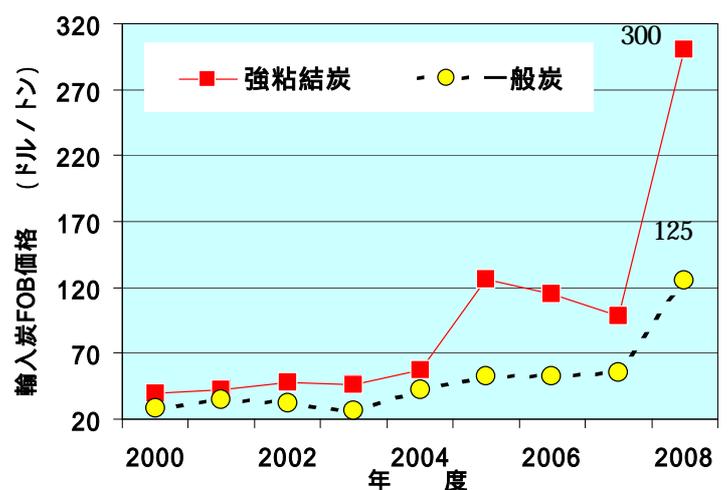


図2 輸入炭のFOB価格の推移

出典“エネルギー白書2009”、資源エネルギー庁より作成

◆ 容器包装プラスチックに含有されているもののうち再商品化されているものは何か。水素か炭素か別のものか

==> プラスチック中の水素と炭素

再商品化製品である高炉用還元材粒は容器包装プラスチックベールから前処理プラントで異物等（金属類、陶器類、水分等）を取り除き、円筒形に圧縮成形したものである。

従って、プラスチックを構成する水素（H）および炭素（C）は高分子化合物としてのプラスチック構造を維持したままの状態である。

再商品化製品は利用先である高炉内で、プラスチックを構成する水素（H）および炭素（C）の両方が鉄鉱石中の酸素を奪うための還元反応の化学原料として利用される。

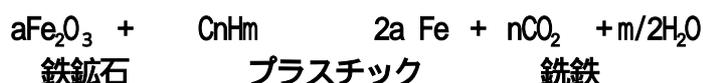
◆ どのような形態変化をして再商品化しているのか（固体のままなのか溶融か等）

==> 固体のまま

固体状態でそのまま圧縮成形したもの。圧縮する過程で、成形時の摩擦熱によって、表面の一部が溶融した状態となっている場合もある。

◆ 化学的にどう位置付けられるか（原料中の酸素の還元なのか、酸化燃焼なのか等）

===> 高炉内で鉄鋼石（酸化鉄）中の酸素を還元し、鉄に化学変化させる。



- 高炉内に吹き込まれたプラスチック（ C_nH_m ）は還元性ガスである一酸化炭素（CO）と水素（ H_2 ）に熱分解された後、鉄鉱石（ Fe_2O_3 ）と反応し、鉄（Fe）原子に結合していた、酸素原子（O）を取り除いて、金属鉄（Fe）を生成する還元反応を行った後、二酸化炭素（ CO_2 ）と水（ H_2O ）に化学変化する。
- 鉄鉱石の還元を行うためには、還元材である炭素（C）、一酸化炭素（CO）、水素（ H_2 ）との還元反応が必須であり、この還元反応を行うための化学原料として、プラスチック中の水素原子（H）と炭素原子（C）が利用される。
- 単に鉄鉱石に高熱を加えるだけでは酸化鉄（ Fe_2O_3 ）は溶融するだけであり、金属鉄（Fe）を生成することはできない。

◆ 他工程利用プラスチックの利用の現状とその高度化の方向性

高炉原料化前処理プラントで発生した他工程利用プラスチックは製鉄原料である生石灰を製造するための石灰石焼成炉等の燃料として有効利用を進めている。

2. 現在ケミカルリサイクルが代替している技術(還元、油化等)の、今後の開発動向。

- 鉄鋼業では、2030年度以降の革新的なCO₂削減技術開発に着手し始めたところである。この中心的技術は、高炉への水素吹込みによる炉内還元を行い、コークス使用量を大幅に削減しようとするものであるが、技術的ハードルが高い。この技術が完成した場合でも、プラスチックの吹き込みは水素源として、水素吹き込み技術と同様にCO₂削減効果を発揮する。

3. 上記のほか、環境負荷やコストの削減にはどのような措置、取組みが効果的と考えるか？

- 容器包装プラスチックリサイクルにおけるCO₂削減効果の高いケミカルリサイクルの安定的なプラ利用量拡大ができるような入札の仕組みへの改善

4. 審議会におけるLCA等のリサイクル手法の評価に関する議論への意見はあるか。

- バラツキが極めて大きい材料リサイクルや参考値として示されている、セメントやRPFのインベントリーデータの精度向上は今後も必要と考える。
- サーマル利用については、現在既に利用されている産廃プラとの代替とならないことが現実的に担保されないと誤った評価となる懸念がある。
- “材料リサイクルの特段な優先性を指し示す結論は得られなかった” および “低炭素化社会の実現に向けて、焼却処理に比べリサイクルすることが優位” という評価結果を持って、LCAによる再商品化手法の評価は既に結論が導かれたと言えるのではないかと考える。

5 . 上記のほか、現在の容器包装リサイクル制度への要望はあるか。

- 再商品化事業者の事業継続性、それを通じた容器包装リサイクル制度の安定継続のためには、現在の需給バランスの改善が必要である。そのためには足踏 みしている容リプラ収集量の増加のための強力な施策の実施が急務である。
- “低炭素社会の実現に寄与するプラスチックリサイクルのCO₂削減効果”の定量的評価とその公表を国が積極的に行い、プラスチック製容器包装分別収集の未実施自治体への容リ制度への参加を国が積極的に促進して頂きたい。
- “適正なバランスが取れた再商品化手法のポートフォリオ”の実現に向け、優先材料リサイクルの合理性を明確化するとともに、優先枠の合理的な数値設定を早期に実現して頂きたい。
- 材料リサイクルとケミカルとのカスケード利用の問題点の明確化
材料リサイクルの他工程プラのケミカルリサイクルとのカスケード利用は、ケミカルリサイクル製品(還元材など)品質の問題や技術的課題をさておいても、社会全体のリサイクル費用を増大させる。すなわち、現在、材料リサイクル事業者の他工程利用プラの処理費用はケミカルリサイクルの限界処理コストを下回っていることから、カスケード利用によるリサイクルコスト総額は増大することになることに十分留意して頂きたい。

以上