

## ステンレスとCO<sub>2</sub>:事実と科学的観察





# 目次

はじめに

ステンレスのライフ・サイクル

CO<sub>2</sub> 排出

鉾石とフェロアロイ生産によるCO<sub>2</sub>排出

工場でのステンレス生産に必要な電力に関連するCO<sub>2</sub>排出

直接的生産に関する排出

付属資料

参考文献

## はじめに

2015年6月15日

他の全ての産業と同様、ステンレス業界もCO<sub>2</sub>排出削減に努力しています。この広報資料の目的は、ステンレス業界のCO<sub>2</sub>排出の実態と排出源を明確にすることです。こうした目的を達成する為に、次の3箇所からのCO<sub>2</sub>排出を定量化しました。:

1. 鉍石の採掘と調合、フェロアロイの生産およびこれらのプロセスに関連する電力需要
2. ステンレス業界内で消費される電力
3. ステンレス工場での生産プロセス

この調査により、我々はステンレス生産に関連する主要なCO<sub>2</sub>排出源を特定し、ステンレス生産工場の「ゆりかごから出口まで」のCO<sub>2</sub>排出に関する業界の責任をよりよく理解する事が出来ます。

## 一般的事実

ステンレスは、最低10.5%のクロムを含有する、非常に用途が広い金属群の呼称です。クロムはこれらの金属の「さびない」特性にとり不可欠です。他の合金元素（ニッケル、モリブデンや銅など）が広範な機械的および物理的特性を付与しています。

ステンレスの用途は家庭用刃物から化学産業の反応タンクなど、広範囲に亘ります。ステンレスはその腐食や汚れへの耐性と、低メンテナンス・コストと100%のリサイクル率により、多くの用途で理想的な材料となっています。実際、その優れた機械的性質により、ビルや鉄道、地下鉄、トンネルや橋などにも使われています。またステンレスは洗浄しやすく、非常に衛生的なため、食品の保存庫や輸送車両などにも多く使われます。さらに、蒸気洗浄や殺菌が出来、更なる表面処理が不要なため、業務用厨房や食品加工工場でも使われています（ISSF, 2009）。

ステンレスの製造方法は基本的に2通りあります。鉍石を主原料とする方法とリサイクル材を原料とする方法です。前者の方法は高炉（BF）を使用し、主要原料は石炭と鉍石です。後者の方法は電気炉（EAF）を使用し、主要原料はスクラップと電力です。EAFによるプロセスがステンレスの主要な製造方法となっています。事実、新しいステンレスの80%（推定）以上がEAFを使って作られています（ISSF, 2009）。

ステンレス産業にとって、スクラップは高い本質的価値を持っています。唯一の制約はその発生量ですが、この問題は特に新興国において深刻です。ステンレスには耐久性があるため、スクラップの発生量が制限されます。例えば、ステンレスがビルに使われた場合、何年もそのまま残り、ビルが解体されるまで再利用出来ません。

ステンレスは100%リサイクル可能なので、各種材料の中で最も高いリサイクル率を誇るものの1つです。製品寿命終了後、少なくとも80%がリサイクルされていると推定されます（表 1）。ステンレス・スクラップの種類、場所及び発生量によって、EAFによる製造プロセスには経済的利点が出てきます。更に、ステンレスのリサイクル・システムは非常に効率的で、補助金を必要としません。

過去14年間で、世界のステンレス生産量はおよそ4億トンとなりました（図 1）。世界の年間生産量はこの14年の間に2千万トンから4千万トン以上へと増加しました。世界のステンレス消費の伸びは各主材料の中で最も高いものです（ISSF, 2015）。ステンレスの100%リサイクル率、再使用性、耐久性、低メンテナンスおよび安全性がこの成長の要因と言えるでしょう。

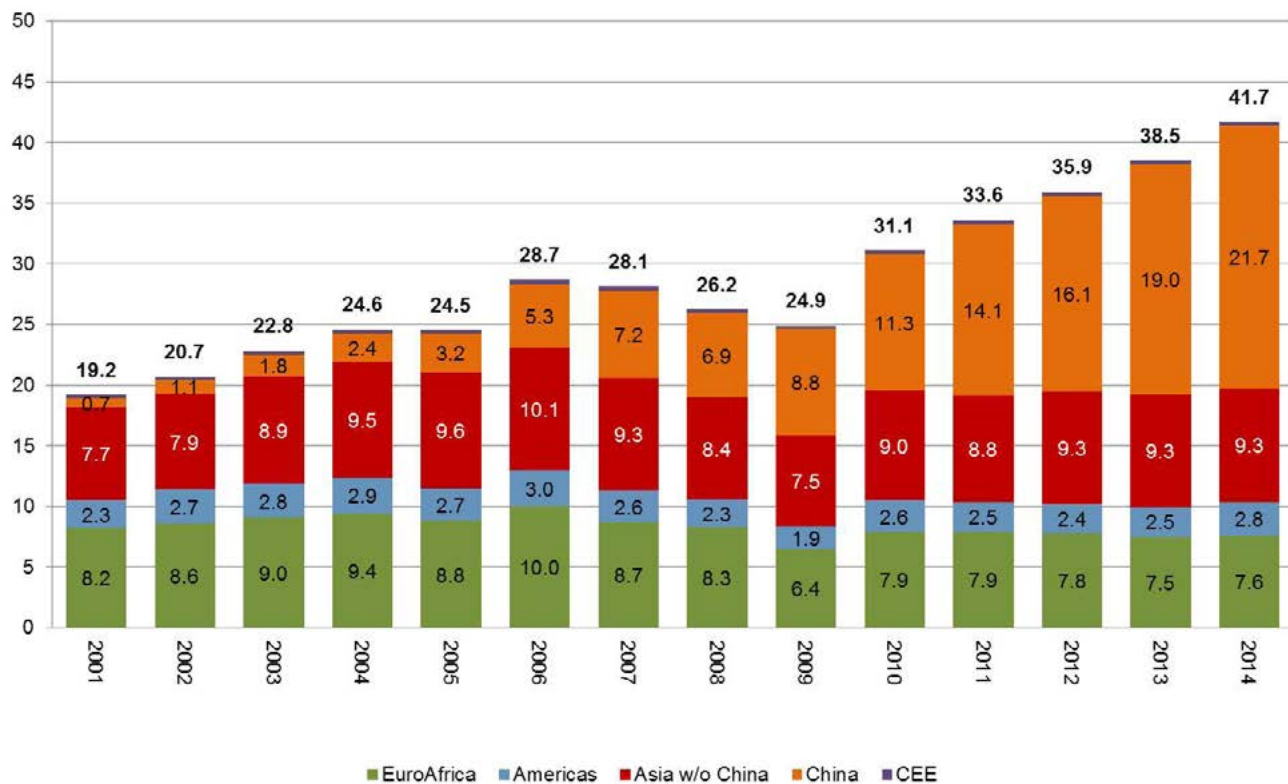


図 1 ステンレスの粗鋼生産（2001-2014、単位＝百万トン）  
出所：ISSF, 2015

## ステンレスのライフ・サイクル

エール大学(2013)がステンレスのライフ・サイクルにおける4つの主要な段階を下記の通り説明しています。

1. 粗鋼から各種製造業で使われる鋼板や条鋼の生産までをカバーする全般的生産プロセス。
2. ステンレス製品が各種需要部門で最終製品を作る為に製造・加工されるプロセス
3. 最終製品がエンド・ユーザーに使われ、ステンレスが1つの製品としてその寿命を終えるまで残存する段階
4. 製品寿命を終えた製品が、リサイクルあるいは埋立地に処分されるリサイクル/回収プロセス

ステンレスの一般的ライフ・サイクルは図 2の通りです。図のデータは2010年の原料、最終製品、リサイクル・廃棄ステンレスの流れを示しています。

図 2はステンレスの流れがスクラップの回収と利用で結びついていることを示しています。エール大学によれば、ステンレスを生産する原料の約50%はスクラップ（ステンレスと普通鋼）であり、フェロアロイはステンレス生産に使われる原料の50%程度です。エール大学による研究（2013）は6つの主要部門におけるステンレス製品の寿命推定も行なっています（表 1）。

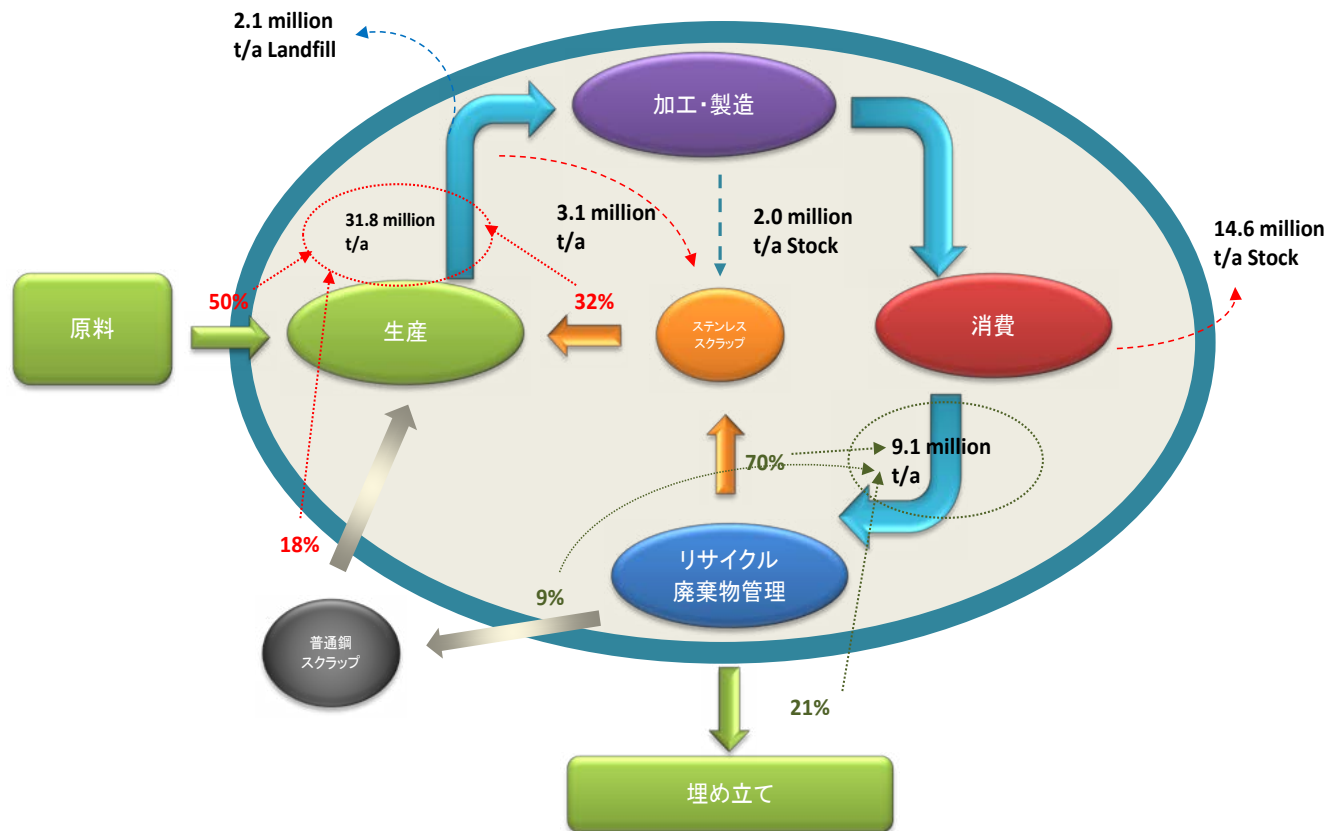


図 2 ステンレスのライフ・サイクル、2010（年間トン数=単位：百万トン）  
出所：エール大学・ISSF ステンレス・プロジェクト、2013



主要用途部門	平均寿命	埋立地へ移送	リサイクル用回収率		
			全体	ステンレスとして	普通鋼として
ビル・インフラ	50	8%	92%	95%	5%
輸送（車）	14	13%	87%	85%	15%
輸送（その他）	30				
産業機械	25	8%	92%	95%	5%
家庭用品 および 電子用品	15	30%	70%	95%	5%
金属製品	15	40%	60%	80%	20%

表 1 主要用途部門におけるステンレスのライフ・サイクル  
出所：エール大学・ISSF ステンレス・プロジェクト、2013

## CO<sub>2</sub> 排出

過去の数十年において、CO<sub>2</sub>排出が社会の主要関心事の1つになってきました。その結果、CO<sub>2</sub>排出量を測定・管理する新しい環境政策が打ち出されました。ステンレス産業も、他の産業と同様に、その排出状況を定量化し、発表しています。最近（2007年から2013年）ISSFが行なった調査は、ステンレスの生産及び使用に関連する排出量が僅かであることを示しています。

ステンレスの生産中に排出されるCO<sub>2</sub>を明確に定量化するために、次の3か所からのCO<sub>2</sub>排出量を特定します。

- 鉍石の採掘、調合とフェロアロイの生産、およびこれらのプロセスに必要な電力需要
- ステンレス生産に必要な発電
- ステンレス工場での生産プロセス

## 鉱石とフェロアロイ生産によるCO<sub>2</sub>排出

ステンレス生産プロセスのこの部分には原料の採掘とバージン・クロムとニッケルの生産に関連したプロセス及び普通鋼のスクラップからのCO<sub>2</sub>排出を含みます。採鉱とフェロアロイ生産に必要な電力もこれに含まれています。

ステンレス生産に必要な主原料はステンレス・スクラップ、普通鋼スクラップ及びフェロニッケル、フェロクロムやフェロモリブデン等のフェロアロイです。各原料の採掘に関連するCO<sub>2</sub>排出量は表 2の通りです。

ステンレスを（スクラップを使わずに）原料だけで生産した場合には、フェロアロイ生産によるCO<sub>2</sub>排出量はステンレス1トン当たり4.2トンになります。しかし、ステンレス・スクラップの使用量が増加するに従い、CO<sub>2</sub>排出量は減少します。

平均して、1トンのステンレスを生産するために、50%のステンレス・スクラップが使われます（ISSF、2013）。その結果、CO<sub>2</sub>排出量はステンレス1トン当たり2.0トンを下回ります。

ステンレスのリサイクル比率が高い為、これはCO<sub>2</sub>排出量の52%削減を意味します（ISSF推定、2013）。

原料 (CO <sub>2</sub> トン/トン)	元素含有量
8.7	フェロニッケル中のニッケル含有量 29%
6.0	フェロクロム中のクロム含有量 56.5%
8.5	フェロモリブデン中のモリブデン含有量 67%
1.4	普通鋼スクラップ中のFe含有量 100%

表 2 ステンレス生産に必要な原料からのCO<sub>2</sub>排出量  
出所: 2014年度フェロニッケル LCAデータは Ni Instituteの2011年度データを修正、2007年度バージン・フェロクロム生産LCIはICDA提供、2005年度フェロモリブデンLCIデータはIMOA提供、CO<sub>2</sub>スクラップ値はWSA 2000年度LCI調査より

## 工場でのステンレス生産に必要な電力に関連するCO<sub>2</sub>排出

2013年のデータコレクションを元にしたISSFの計算では、ステンレス生産に必要な電力に関連するCO<sub>2</sub>排出量はステンレス1トン当たり0.54トンになります。

## 直接的生産に関する排出

PE International (2009) によれば、工場のステンレス生産中に排出されるCO<sub>2</sub>の量はステンレス1トン当たり0.28トンから0.48トンの間です。これにはステンレス生産工場で消費される燃料からのCO<sub>2</sub>排出量も含まれています。正確な排出量は生産される製品のタイプによります。ISSFは平均CO<sub>2</sub>排出量はステンレス1トンあたり0.44トンと計算しています。

## ステンレス産業のCO<sub>2</sub>排出

図 3はステンレス生産プロセスにおける3部門別＝原料の生産（ニッケル、クロム、モリブデン、その他）：電力：および直接生産それぞれのCO<sub>2</sub>排出量シェアを示しています。

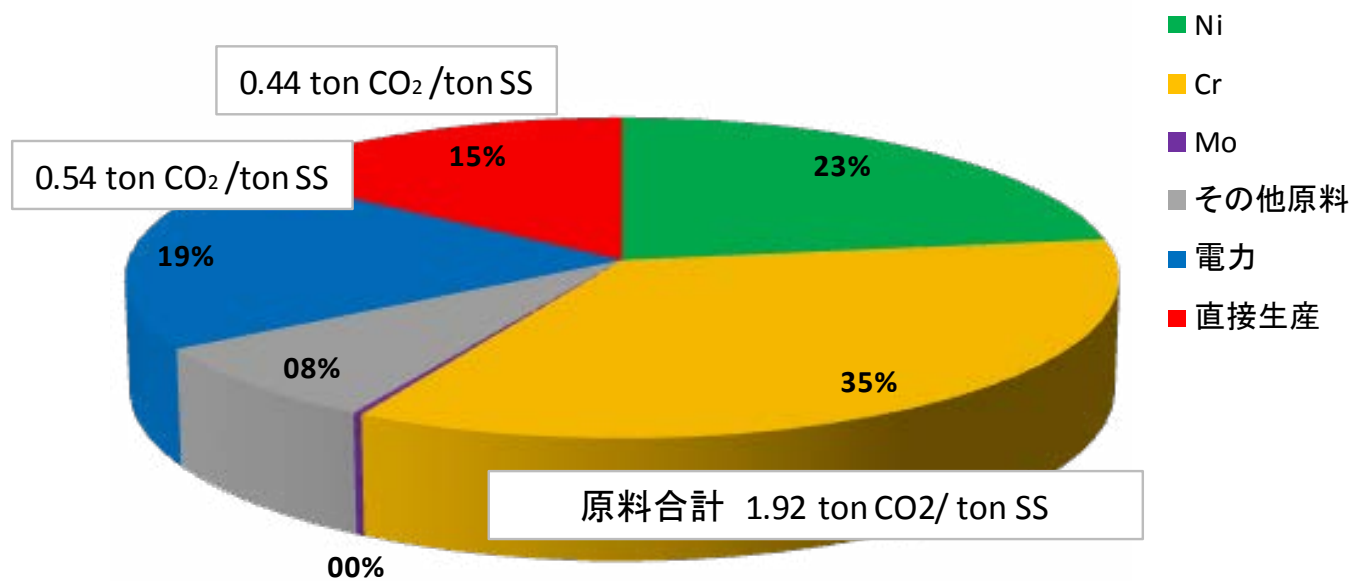


図 3 CO<sub>2</sub>排出量の分布 (ステンレス1トン当たりCO<sub>2</sub>排出量)  
出所: 2013 ISSFデータ, 2015





## 付属資料

% 原料	22%
% 普通鋼 スクラップ	28%
% ステンレス スクラップ	50%

表 4 鉄鋼の配合  
出所: 2013 ISSFデータ、2015

高炉 (BF)	10%
電気炉 (EAF)	65%
複合方法 (BF + EAF)	25%

表 5 製造方法  
出所: ISSFデータ、2014

原料からの排出量 (CO <sub>2</sub> トン/ステンレス1トン当たり)	1.92
電気と蒸気からの排出量 (CO <sub>2</sub> トン/ステンレス1トン当たり)	0.54
直接排出量 (CO <sub>2</sub> トン/ステンレス1トン当たり)	0.44
総CO <sub>2</sub> 排出量 (CO <sub>2</sub> トン/ステンレス1トン当たり)	2.90

表 6 総排出量  
出所: 2013 ISSFデータ、2015



## 参考文献

- [1] Hiroyuki Fujii, Toshiyuki Nagaiwa, Haruhiko Kusuno and Staffan Malm, How to quantify the environmental profile of stainless steel. Paper presented by ISSF at the SETAC North America 26th Annual Meeting, November 2005.
- [2] Julia Pflieger and Harald Florin, Life Cycle Inventory on Stainless Steel Production in the EU. PE International, 2009.
- [3] Pascal Payet-Gaspard, Stainless Steel: Sustainability and Growth. Presentation at the CRU Conference, November 2009.
- [4] Barbara Reck and T.E. Graedel, Comprehensive Multilevel Cycles for Stainless Steel in 2010 Final Report to the International Stainless Steel Forum (ISSF) and Team Stainless, Yale University, 2013
- [5] Barbara Reck, Marine Chambon, Seiji Hashimoto and T.E. Graedel, Global Stainless Steel Cycle Exemplifies China's Rise to Metal Dominance
- [6] LCI/LCA Study: The development of the life cycle inventory. PE International, 2008.
- [7] Scrap Survey. ISSF, 2008.
- [8] What Makes Stainless Steel a Sustainable Material? ISSF, 2009.
- [9] Jeremiah Johnson, B.K. Reck, T. Wang and T.E. Graedel, The energy benefit of stainless steel recycling. Energy Policy, Vol. 36, Issue 1, pp 181-192, 2008.
- [10] Worldsteel Studies: Application of the Worldsteel LCI Data to Recycling Scenarios. World Steel Association, 2008.
- [11] Accounting for steel recycling in Life Cycle Assessment studies. World Steel Association, 2009.
- [12] ISSF Stainless Steel in Figures 2015

## ヘルプ

ヘルプ

目次

前のページへ

次のページへ

戻る

## ISSFについて

国際ステンレスフォーラム（ISSF）は1996年に設立されたステンレス鋼産業の調査・開発において中心的な役割を担う非営利団体です。

### 加盟団体

ISSFはリローラーを含むステンレスメーカーと国内外のステンレス業界団体から構成されており、現在25カ国から65の企業及び団体が加盟しております。ISSFの加盟企業で全世界のステンレス鋼生産量の約80%を網羅しております。

### 展望

ステンレス鋼を通じて日々の生活に役立てる持続可能な方法を提案いたします。

### 詳細情報

ISSFの詳細については、ISSFのウェブサイトをご覧ください。（[worldstainless.org](http://worldstainless.org)）

ステンレス鋼の詳細および持続可能性については、こちらのウェブサイトをご覧ください。

[sustainablestainless.org](http://sustainablestainless.org)

## お問い合わせ

[issf@issf.org](mailto:issf@issf.org)

+32 2 702 89 00（英語のみ）

ご利用について（Disclaimer）

国際ステンレスフォーラムは提供させて頂いている情報が正確であるよう細心の注意を払っておりますが、ISSF、加盟企業団体及びスタッフ、コンサルタントは本パンフレットに記載された情報のご利用によって生じるいかなる損害についても責任を負うものではありません。

[worldstainless.org](http://worldstainless.org)