

## 7. 鉄 (Fe)

### 7.1 マテリアルフロー分析

鉄鋼製品は、鉄鉱石を主原料として高炉と転炉を用いる転炉法と、原料として主に鉄スクラップを用いて電気炉で製鋼する電気炉法の 2 種の製鋼法で製造される。国内粗鋼生産量は、1995 年には 1 億 164t であったが、1998 年には 9,355 万 t まで減少。その後回復基調となり、2000 年以降は 1 億 t 台で推移した。しかし、2009 年は前年を大きく割り込み 8,753 万 t となり、2010 年は 1 億 960 万 t と回復している。製鋼法の比率は、転炉法が 78.2%(2009 年は 78.1%)で、電気炉法が 21.8%(2009 年は 21.9%)であり、前年から大きな変化はない。

表 1 に過去 5 年間の粗鋼生産量の推移を示す。世界全体では、2010 年の生産実績が前年比 15.5% 増の 14.1 億 t となった。ほとんどの国の粗鋼生産量が前年から増加しており、BRICs に関しては、中国が 6 億 2,665 万 t (前年比 10.3%増)、インドが 6,685 万 t (前年比 5.2%増)、ブラジルが 3,282 万 t (前年比 23.8%増)、ロシアが 6,702 万トン (前年比 11.7%増)となっている。

世界の粗鋼生産量の拡大については中国の伸びが大きく影響しているが、他の BRICs 諸国のシェアも拡大傾向にあり、2006 年の 45.2%から 2010 年は 56.1%まで上昇している。

表 1 世界の粗鋼生産量

単位：千 t

|           | 2006      | 2007      | 2008      | 2009      | 2010      |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 日本        | 116,226   | 120,203   | 118,739   | 87,534    | 109,600   |
| EU 注 2    | 206,847   | 209,732   | 197,999   | 138,779   | 172,906   |
| CIS 注 2   | 119,906   | 124,169   | 114,345   | 97,525    | 108,425   |
| 中国        | 419,150   | 489,175   | 500,312   | 568,033   | 626,654   |
| アメリカ      | 98,188    | 98,101    | 91,895    | 58,196    | 80,594    |
| 韓国        | 48,455    | 51,517    | 53,625    | 48,572    | 58,453    |
| その他       | 268,597   | 251,096   | 249,481   | 225,096   | 256,964   |
| 合計        | 1,247,178 | 1,351,289 | 1,329,055 | 1,223,735 | 1,413,596 |
| (内 BRICs) | (564,338) | (648,812) | (660,329) | (717,388) | (793,343) |

出典：WSA(World Steel Association)、日本鉄鋼連盟統計

注 2 WSA 資料訂正値を適用。

図 1、図 2 に BRICs ほか主要国の生産推移を示す。

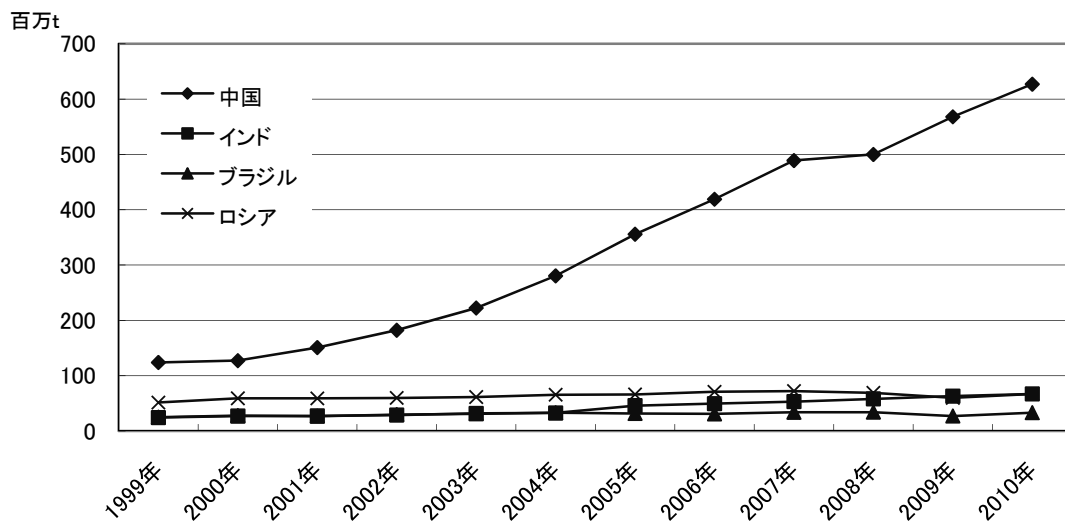


図1 BRICsの粗鋼生産量

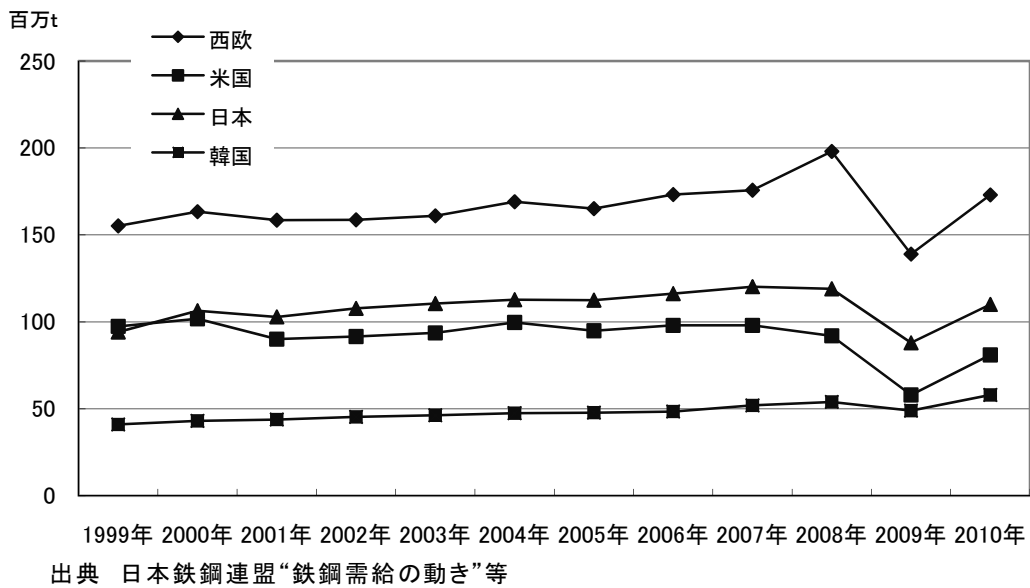
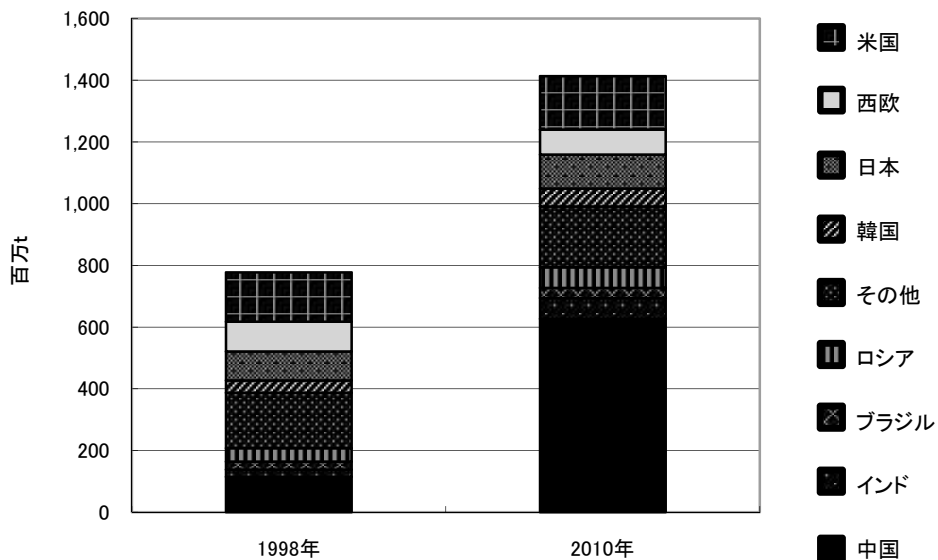


図2 主要な国と地域の粗鋼生産量

図3は1998年と2010年の粗鋼生産量の比較である。1998年には8億トン弱であった世界粗鋼生産量は2010年には14.1億tに達している。BRICsの比率は27%から56.1%まで拡大していることから、生産拠点の主たる地域の重心が変化していることが分かる。



出典 日本鉄鋼連盟“鉄鋼需給の動き”等

図3 1998年と2010年の粗鋼生産量

表2は、我が国の製品である普通熱延鋼材と特殊鋼熱延鋼材の推移を示している。普通熱延鋼材には鋼矢板、形鋼、棒鋼、線材、管、鋼板、帯鋼などがある。特殊鋼熱延鋼材には形鋼、棒鋼、線材、構造用鋼、ステンレス鋼、バネ鋼、軸受鋼、工具鋼などがある。

表 2 銑鉄、粗鋼生産および主要鋼材生産実績推移

単位:千トン

|          |         | 2006    | 2007    | 2008    | 2009   | 2010    |
|----------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|
| 粗鋼生産量    |         | 116,226 | 120,203 | 118,739 | 87,534 | 109,600 |
| 炉別<br>鋼別 | 転炉鋼     | 85,965  | 89,242  | 89,238  | 68,337 | 85,756  |
|          | 電気炉鋼    | 30,261  | 30,961  | 29,501  | 19,197 | 23,843  |
|          | 普通鋼     | 90,700  | 94,079  | 92,572  | 71,407 | 84,929  |
|          | 特殊鋼     | 25,526  | 26,124  | 26,167  | 16,127 | 24,670  |
| 高炉銑鉄生産量  |         | 83,737  | 86,273  | 85,599  | 66,783 | 81,954  |
| 普通鋼熱延鋼材  |         | 83,139  | 86,704  | 84,229  | 63,417 | 77,260  |
| 主要<br>鋼種 | H形・大型形鋼 | 5,981   | 6,410   | 6,048   | 3,973  | 4,180   |
|          | 中小形形鋼   | 1,558   | 1,479   | 1,310   | 893    | 1,016   |
|          | 小形棒鋼    | 12,104  | 11,980  | 10,572  | 8,368  | 8,367   |
|          | 一般線材    | 1,817   | 1,800   | 1,604   | 1,000  | 1,109   |
|          | 中厚板     | 12,211  | 13,211  | 13,987  | 11,362 | 12,583  |
|          | 広幅帯鋼    | 44,577  | 46,917  | 45,959  | 34,286 | 45,759  |
| 特殊鋼熱延鋼材  |         | 20,982  | 21,498  | 21,782  | 13,269 | 20,505  |
|          | 構造用鋼    | 8,724   | 9,203   | 9,344   | 5,205  | 8,475   |
|          | ステンレス鋼  | 3,352   | 3,492   | 3,210   | 2,346  | 3,084   |
|          | パネ、軸受鋼  | 1,384   | 1,428   | 1,557   | 836    | 1,425   |

出典:経済産業省 経済産業局 調査統計部「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計月報」

## (1)転炉法

原料 → 高炉 → 転炉 → 連続鋳造 → 熱間圧延 → 冷間圧延 → 製品

原料は鉄鉱石、石灰石、コークスで、高炉での反応によって、銑鉄(Fe-4%C)が製造され、銑鉄の一部が鋳物用の銑鉄として鋳物業界で使用される。大部分の銑鉄は転炉で酸素吹きにより脱炭されて溶鋼となる。溶鋼を連続鋳造し、その後圧延工程によって板材、棒材、線材等が製造される。連続鋳造や圧延によって発生した工程内スクラップは転炉で再使用される。市中スクラップは、工程内で鉄源を補う程度に使用する。

## (2)電気炉法

スクラップ → 電気炉 → 連続鋳造 → 熱間圧延 → 冷間圧延 → 製品

原料はほぼ100%市中スクラップである。2010年には2,431万tが電気炉で使用された。製品としては、小型棒鋼や軟鋼の線材が多く、高級な広幅帯鋼、パネや軸受鋼は製造していない。

市中スクラップとしては自動車(年間約400万台の廃棄量がある)、建築・土木用材料、造船や産業機械部品等、多種のものがある。市中スクラップは輸出入も行われ、2010年の輸出は646万t、輸入は49万tであった。2009年は韓国、中国等の旺盛な需要により941万tが輸出されていたが、2010年は大きく減少している。主な輸出先である韓国・中国・台湾への輸出量推移を図4に示す。

また、市中スクラップのうち約507万t(鋳物返りくずを含む)は、鋳鉄管(水道管等)や鋳物(鋳鉄、鋳鋼)に使用される。

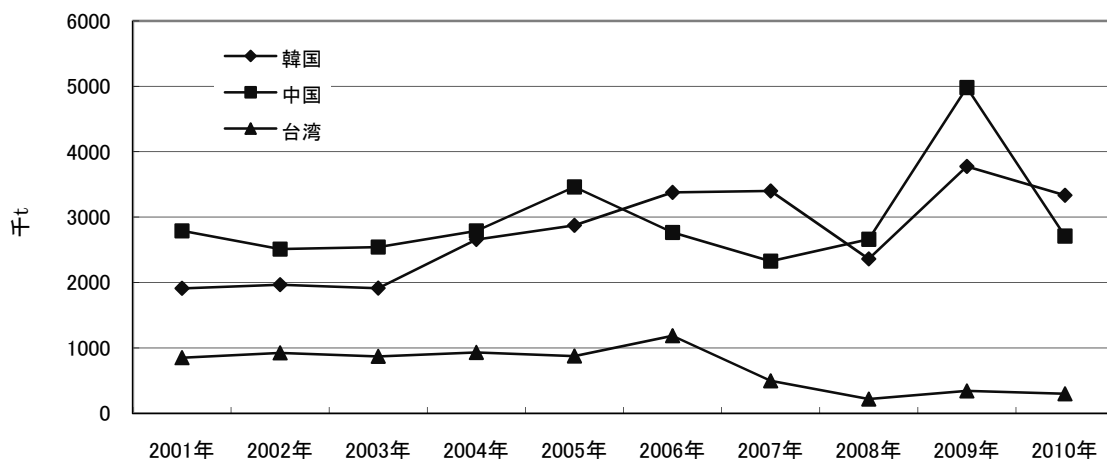


図4 鉄スクラップ主要輸出先推移

・主な供給者

粗鋼生産に係る世界の主要生産社ならびに生産品目は表 3 のとおりである(WSA による粗鋼生産高上位 20 位までを列記 2 位の HBIS は Metal Bulletin 誌等の情報に基づき WSA 情報を改訂した。3 位以降は WSA の資料に対応する)。

2010 年は前年に引き続き Arcelor Mittal の生産量が最大で、中国の河北鋼鉄集団、宝鋼集団、韓国の POSCO、日本の新日鉄が続いている。上位 8 位までの順位は変わらないが、9 位以降については順位が大きく入れ替わっている。

表 3 世界の主要生産者粗鋼生産ランキング

単位:千 t

| 2010 |      | 2009 |      | 生産者 ( )は漢字名と本社所在国                |
|------|------|------|------|----------------------------------|
| 順位   | 粗鋼生産 | 順位   | 粗鋼生産 |                                  |
| 1    | 98.2 | 1    | 77.5 | Arcelor Mittal (ルクセンブルグ)         |
| 2    | 52.9 | 2    | 40.2 | HBIS(河北鋼鉄集団 中国)                  |
| 3    | 37.0 | 3    | 31.3 | Baosteel(宝鋼集団 中国)                |
| 4    | 35.4 | 4    | 31.1 | POSCO(浦項製鉄 韓国)                   |
| 5    | 35.0 | 5    | 26.5 | 新日本製鉄(日本)                        |
| 6    | 31.1 | 6    | 25.8 | JFE スチール(日本)                     |
| 7    | 23.2 | 7    | 20.5 | Jiangsu Shagang Group(江蘇沙鋼集団 中国) |
| 8    | 23.2 | 8    | 20.5 | Tata Steel(インド)                  |
| 9    | 22.3 | 12   | 15.2 | U.S.Steel(米国)                    |
| 10   | 22.1 | 9    | 20.1 | Ansteel(鞍山鋼鉄集団 中国)               |
| 11   | 18.7 | 14   | 14.2 | Gerdau(ブラジル)                     |
| 12   | 18.3 | 15   | 14.0 | Nucor(米国)                        |
| 13   | 18.2 | 10   | 16.7 | Severstal(ロシア)                   |
| 14   | 16.6 | 16   | 13.7 | Wuhan(武漢鋼鉄集団 中国)                 |
| 15   | 16.4 | 20   | 11.0 | ThyssenKrupp(ドイツ)                |
| 16   | 14.9 | 13   | 15.1 | Shougang(首鋼集団 中国)                |
| 17   | 14.0 | 18   | 11.3 | Riva Group (イタリア)                |
| 18   | 13.6 | 17   | 13.5 | SAIL(インド)                        |
| 19   | 13.3 | 19   | 11.0 | 住友金属工業(日本)                       |
| 20   | 12.9 | 26   | 8.4  | Hyundai (現代製鉄 韓国)                |

出典: WSA、Metal Bulletin から作成

## 7.2 リサイクルの現状と評価

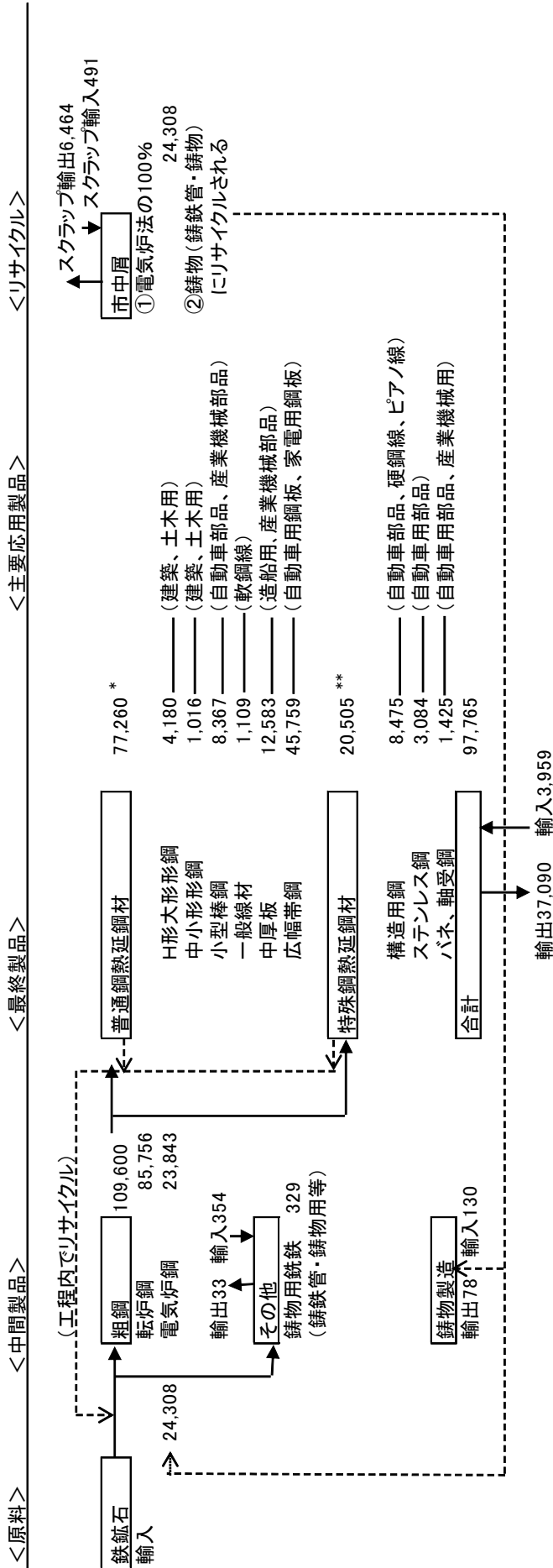
地球環境負荷の低減、省資源・省エネルギーの観点から、材料のリサイクルの徹底が強く叫ばれている。特に、鉄鋼材料については、国内の蓄積量は 12 億 t を超え、それに伴ってスクラップの発生量は年間 5,000 万 t を超えるレベルに達している。従ってこれらスクラップの発生量・蓄積量の増大に対応し、今後もスクラップを多量にリサイクルしていくために、環境に調和した溶解技術とトランプエレメントへの対策技術の進展が求められている。

スクラップをリサイクルする上での大きな課題として、精錬では除去されにくいトランプエレメントの対策が挙げられる。特に銅は鋼製品の品質に悪影響を及ぼしスクラップのリサイクルを阻害することになる。例えば鉄スクラップに、自動車のモーターやワイヤハーネスに多く使用されている銅が混入すると、熱間加工性の阻害や溶接部高温割れの原因となる。悪影響の生じない銅の混入濃度は概ね 0.3%以下であり、モーター類などの比較的銅が多く混入したスクラップが増加していく可能性も考えられ、分別技術の向上が必要となる。さもないと、銅濃度を薄めるために使用する良質スクラップが大量に必要なことになる。今後は、トランプエレメントの無害化技術と事前分別・除去や製鋼圧延技術等との組み合わせにより、スクラップのリサイクル拡大が行われていくと思われる。

鉄スクラップは、電気炉法で再利用されるし、転炉法でも、工程内で発生した鋼材が再利用されている。さらには鋳鉄や鋳鋼も、鉄スクラップが使用され、リサイクル率は 90%程度と思われる。各種リサイクル法に基づく 2010 年の鉄の再資源化量は、容器包装リサイクル法によるスチール缶が 612 千 t (スチール缶の国内出荷量 684 千 t)、家電リサイクル法に基づく家電 4 品目が 218 千 t (回収量は 27,700 千台)、自動車リサイクル法に基づく鉄の再資源化量は公開されていない (自動車の回収台数は 3,926 千台)。しかし、自動車産業の成長国や家電消費の増大によるスクラップ発生状況は、世界の鉄スクラップ需給に今後大きな影響を与えるものと考えられる。

単位:千t

鉄(Fe)のマテリアルフロー(2010)



鉱石埋蔵量(Reserve) 87,000百万t Fe純分(USGS: MCS 2011)

出典: 経済産業省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計月報」  
日本鉄鋼協会統計資料「鉄鋼需給の動き」  
鉄源協会HP「鉄源需給最新情報」

\* 普通鋼用粗鋼としては84,929千t  
\*\* 特殊鋼用粗鋼としては24,670千t

鉄(Fe)

リサイクルの現状

| 主な応用製品   | 利用形態                                 | 使用済みの存在形態 |  | リサイクル形態  |                    |        | リサイクルの現状<br>評価(A~G)<br>(注③) | 備考<br>(注④)   |
|--|--------------------------------------|-----------|--|----------|--------------------|--------|-----------------------------|--|
|  |                                      | 形態        | 量(注①)<br>(t)   | リサイクルの実態 | リサイクルの<br>サイクル(注②) | リサイクル率 |                             |  |
| 普通鋼熱延鋼材<br>H形大形形鋼<br>中小形形鋼<br>小型棒鋼<br>一般線材<br>中厚板<br>広幅帯鋼<br>特殊鋼熱延鋼材<br>構造用鋼<br>ステンレス鋼<br>バネ、軸受鋼 | ・電気炉に鋼材として再使用<br>・転炉法には工程内リサイクル材が再使用 | 使用済み鋼材    | ・電気炉にて、原材料として2,431万tが使用される。<br>・転炉で原材料として使用される場合がある<br>・同上 | リサイクル業者  | (5~20年)            | 90%以上  | G                           | リサイクル材が電気炉で使用される。<br>電気炉は100%リサイクル材が使用される。<br>転炉法による製鋼・圧延の工程内で発生したリサイクル材は転炉で使用される。 |
|  |                                      | 使用済み鋼材    |  | リサイクル業者  | (5~20年)            | 90%以上  | G                           |  |

注 ①の量の単位:

( )は使用量純分  
その他は発生量純分

②サイクル:

( )内は推定耐用年数  
その他は実リサイクル年数

③現状評価

- A. 応用製品が消耗品である
- B. 添加物として使用されている
- C. リサイクルの流通システムがない
- D. 効果的なリサイクル技術がない
- E. 経済性がない
- F. 需要開発が十分にされていない
- G. その他

④リサイクルのボトルネック

と、解決の難易度  
毒性、保管の危険性の有無等