

## 非鉄製錬業における地球温暖化対策の取り組み

平成 1 9 年 1 0 月 1 1 日

日本鉱業協会

### ・非鉄製錬業の温暖化対策に関する取り組みの概要

#### ( 1 ) 業界の概要

表 1 . 業界の概要

業界全体の規模 (注 1)		業界団体の規模 (注 2)		自主行動計画参加規模	
企業数	1 8 社	団体加盟企業数	1 8 社	計画参加企業数	1 8 社 (100%)
市場規模	売上高 19,040億円	団体企業売上規模	売上高 19,040億円	参加企業売上規模	売上高 19,040億円 (100%)

注 1 ) ここでいう非鉄製錬業とは、銅、亜鉛、鉛、ニッケル、フェロニッケルの 5 つの地金の一次製錬業を意味し、1 0 グループ 1 8 社より構成される。1 8 社の中にはセメント、ステンレス、建材、加工事業、電子材料など多角的に事業を行っている企業もある。このため、売上規模は、企業全体の売上ではなく、業界の市場規模を表す銅、亜鉛、鉛、ニッケル、フェロニッケルの販売額 (各品目の販売量に 2 0 0 6 年度のそれぞれの平均建値を乗じて計算したもの) とした。

注 2 ) 日本鉱業協会に加盟する企業は 5 3 社であるが、加盟企業団体の中には、販売会社、関連コンサルタント業、休廃止鉱山の管理部門などを含む。そのため、非鉄製錬業界に該当する 1 8 社を数値として掲載した。

#### ( 2 ) 業界の自主行動計画における目標

##### 目標

2 0 1 0 年度におけるエネルギー原単位を 1 9 9 0 年度比で、1 0 % 削減する  
上記目標は、2 0 0 8 ~ 2 0 1 2 年度の平均値として達成する。

当該業種に占めるカバー率  
非鉄製錬 (銅、亜鉛、鉛、ニッケル、フェロニッケル) に関しては、生産量カバー率  
1 0 0 % (参加企業数 1 8 社)。

上記指標採用の理由とその妥当性

##### 【目標指標の選択】

エネルギー原単位を採用した理由は、厳しい国際競争にさらされる非鉄金属業界の中で生き残るために、生産量の増加 (経済成長) を前提としたエネルギー使用の効率化による温暖化対策を行う必要があるためであり、需要に応じて生産量が増減する中で省エネ努力を表す指標としては、エネルギー原単位が適している。

非鉄製錬業界では、生産量の増減 (需要) に応じて C O 2 排出量が大きく左右される。生産量 (需要) の目標を設定することは不可能であり、C O 2 排出量を目標に設定するこ

とは不適當。

また、CO<sub>2</sub>排出量は、電力の炭素排出係数をつかって算出しているが、2010年までの見通しが存在せず、増減する可能性もあることから、非鉄製錬業界の純粋な削減努力を図る指標としては不適當。

このため、原単位削減を目標に掲げ努力しているが、現状の見通しではエネルギー消費量が増加するので、CO<sub>2</sub>排出量も増える見通しであり、更なる原単位の削減に向けて努力していく。

#### 【目標値の設定】

自主行動計画スタート時には、非鉄金属（銅、鉛、亜鉛、ニッケル）は - 12%、フェロニッケルは - 5%という目標を立てた。この時点では、非鉄、フェロニッケルともに、削減のための具体的な技術的裏付けがあったわけではないが、将来の技術開発の成果を期待してやや上乗せをした目標を立てた。2003年度より、非鉄金属と、フェロニッケルのそれぞれの目標を一本化するため、それぞれの目標値を合わせたトータルでのエネルギー原単位 - 9.8%相当に0.2%上乗せした - 10%を新たな目標として実現に向けて努力することとなった。

非鉄製錬業界では、鉱石品位が低下する傾向が続いており、特にフェロニッケルにおいては、1990年度のNi品位を100%とすると、2006年度は - 8.3%低下（実績）、2012年度は - 10.8%まで低下の見通しである。鉱石品位低下に伴って鉱石処理量が増加し、エネルギー消費量もそれに伴って増加する。従って、鉱石品位低下によるエネルギー原単位の悪化が予想されるので、大幅な目標引き上げは困難であるが、現在の目標（ - 10%削減）の更なる引き上げを検討している。

#### その他指標についての説明

生産量は鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計月報、エネルギー消費量は石油等消費動態統計月報。但しニッケルとフェロニッケルに関しては業界データ。

(3) 目標を達成するために実施した対策と省エネ効果

2006年度に実施した省エネルギーの対策事例は79件の報告がある。投資額は4489百万円であった。効果は、エネルギー削減量(原油換算)27千kL、CO2削減量69千tとなっている。

表2. 省エネ対策と効果(主要なもの)

実施した対策 (主要なもの)	省エネ効果		投資額 百万円							
	原油換算 千kL	CO2削減量 千t-CO2	99年	00年	01年	02年	03年	04年	05年	06年
銅：廃熱ボイラー熱効率向上	2.95	3.55	635							
銅：硫酸触媒変更	0.47	0.58	171							
銅：繰り返し物削減で燃料削減	1.61	5.64	0							
銅：酸素プラント効率向上	3.89	5.02		2,600						
銅：ASR処理で石炭削減	13.74	48.21		2,000						
銅：コンピューター制御最適化	2.0	2.56		0						
亜鉛：溶鉱炉廃熱回収強化	3.46	4.47			350					
FeNi：キルン燃焼効率向上	2.45	7.66			233					
銅：転炉廃熱ボイラー効率向上	0.34	0.44			230					
亜鉛：焼結機酸素吹き込み	0.78	3.26			160					
FeNi：廃プラ利用で石炭削減	3.96	13.90			0					
亜鉛：整流器更新による効率up	0.12	0.14				400				
銅：ASR処理プラント建設によるサーマルリサイクルの実施	10.0	27.72				2,945				
銅：硫酸プラントシングル化	2.69	7.44				0				
FeNi：廃プラを燃料として利用	3.43	12.06				0				
銅：硫酸転化器ボイラー新設熱回収	3.26	4.21					250			
銅：蒸気タービン増設発電量の増加	2.29	2.97					1,470			
銅：酸素プラント増設による電力原単位の削減	1.46	1.87					1,060			
銅：古いボイラーの廃止集約化	9.0	41.83					0			
銅：各種改善活動によるコークス使用量削減	4.77	19.94					0			
亜鉛：各種改善活動による電解電力原単位の削減	2.74	3.52					0			
FeNi：炉内温度の低温操業による石炭の削減	2.31	8.14					0			
FeNi：キルンの燃料として廃プラスチックを利用	2.83	9.38					0			
銅：精鉱乾燥設備燃料転換(注1)	4.73	13.49					677			
銅：SO3クーラー導入で廃熱回収	3.39	7.55						260		
銅、FeNi：再生油の利用	4.16	11.51						0		
銅：精製炉稼働数集約	2.23	6.16						0		
銅；硫酸SO2プロワインバータ化	3.31	4.94							92	
銅：スーパーヒータ燃料に再生油利用	3.08	8.54							0	
銅：環境集煙排風機インバータ化	0.40	0.59							24	
銅：硫酸転化器ボイラー新設熱回収	1.78	2.66							250	
銅：自熔炉操業改善コークス削減、プレコンバータ設置排熱回収、パーマメントカソード方式導入、再生油の利用C重油削減シュレッター処理石炭削減	7.09	20.22								3,770
亜鉛：予熱炉コークスロス削減電解操業改善電力原単位削減	3.39	10.26								0
FeNi：再生油の利用C重油削減廃プラスチックの利用石炭削減	5.70	16.36								0
その他	*	*	400	337	376	176	93	64	592	719
合計	119.81	336.79	1,206	4,937	1,349	3,521	3,550	324	958	4,489

1990～1998年度の投資額は382億円、1999～2005年度の投資額は203億円

注1：投資年度は2003年、省エネ効果は2004年より

(4) 今後実施予定の対策(主要なもの)

これまでの取組に加え、以下の対策等を行う事により、2010年までに非鉄製錬業界全体で原油換算約20千klを見込んでいる。なお、表3.に掲げる項目以外は個別企業毎の独自の対策であり、削減効果、投資額のデータは公表されていない。

表3. 今後実施予定の省エネ対策と効果

今後実施予定の対策 (主要なもの)	省エネ効果		投資額 百万円				備考
	原油換算 千kl	CO2削減量 千t-CO2	2007年	2008年	2009年	2010年	
銅：プレコンバータ設置による廃熱回収、 電解工場電力削減、燃料の削減	7.88	16.38	1,100				
亜鉛：送風除湿強化、燃料転換、 ファン駆動電動機インバータ化	0.36	1.50	111				
FeNi：石炭粒度変更による燃焼効率向上、 排風機等駆動電動機インバータ化	3.82	10.78	98				
その他(35件)			275				
合計	12.06	28.66	1,584				
銅：自熔炉操業改善コークス削減	1.13	4.68					
鉛：高効率トランスへ更新				50			
FeNi：原料乾燥燃料の低減、キルン他駆動 電動機インバータ化	2.09	4.54		520			
その他(19件)				38			
合計	3.22	9.22		608			
銅：転炉ブロー更新による電力削減	1.17	1.53			550		
鉛：リジェネレーター導入					100		
その他(9件)					30		
合計	1.17	1.53			680		
亜鉛：溶鋳炉排ガス発電(1500KW)、蒸留炉 未燃コークス回収						未定	
FeNi：電気炉電力原単位低減、ドライヤー 乾燥効率改善、ダスト処理最適化に よる燃料原単位削減	4.31	6.73					
その他(27件)						270	
合計	4.31	6.73				270	
総計	20.76	46.14					

( 5 ) エネルギー消費量・原単位、二酸化炭素排出量・原単位の実績及び見通し

表 4 . 生産量、エネルギー消費量・原単位、二酸化炭素排出量・原単位

	1990 年度	1997 年度	1998 年度	1999 年度	2000 年度	2001 年度	2002 年度	2003 年度	2004 年度	2005 年度	2006 年度	2010 年		
												見通し	目標	
生産量														
合計 (千 t)	2,325	2,505	2,482	2,605	2,746	2,699	2,667	2,707	2,660	2,671	2,766	3,047	3,047	
対 90 年度比		7.8%	6.8%	12.1%	18.1%	16.1%	14.7%	16.5%	14.4%	14.9%	19.0%	31.0%	31.0%	
エネルギー消費量														
合計 (千 kl)	2,053	2,101	2,130	2,185	2,203	2,167	2,150	2,155	2,157	2,076	2,062	2,351	2,421	
対 90 年度比		2.4%	3.8%	6.5%	7.3%	5.6%	4.7%	5.0%	5.1%	1.1%	0.5%	14.5%	17.9%	
CO2 排出量 (千 t CO2)	4,865	4,833	4,813	4,937	5,051	5,028	5,024	5,164	5,101	4,972	4,825	5,090	5,200	
対 90 年度比		-0.7%	-1.1%	1.4%	3.8%	3.3%	3.2%	6.1%	4.7%	3.6%	-0.8%	+4.6%	+6.9%	
エネルギー原単位														
合計 (kl/t)	0.883	0.839	0.858	0.839	0.802	0.803	0.806	0.796	0.811	0.777	0.746	0.772	0.7947	
対 90 年度比		-5.0%	-2.8%	-5.0%	-9.1%	-9.1%	-8.7%	-9.8%	-8.1%	-12.0%	-15.5%	-12.5%	-10.0%	
CO2 排出原単位 t - CO2 / t	2.092	1.929	1.939	1.895	1.839	1.863	1.884	1.908	1.918	1.861	1.744	1.670	1.707	
対 90 年度比		-7.8%	-7.3%	-9.4%	-12.1%	-10.9%	-9.9%	-8.8%	-8.3%	-11.0%	-16.6%	-20.0%	-18.4%	

- (注) 1 . 本表は 2010 年度の削減見通し (対策後) と目標を原油換算値と併せて表示したものの。  
 2 . 太枠で囲った部分が自主行動計画において非鉄製錬業業界が目標とする項目及び数値。  
 3 . 2010 年の生産量は現時点の予測に基づいた (毎年修正)。  
 \* 各品目ともに、参加各社の生産予測によるもので、品目により、増減の予測は異なるが最終的にはトータル量で経済指標と大きな乖離はない。  
 4 . 電気の使用に伴う二酸化炭素排出原単位は電気事業連合会の改定発電端に基づいている。  
 5 . 燃料種別発熱量は資源エネルギー庁資料 2 (燃料種別使用料データ様式) に基づいている。2005 年度は燃料の発熱量の改訂があり、その結果、2005 年度のエネルギー消費量が -53 千 kl 減少。2,129 千 kl から 2,076 千 kl に訂正した。  
 6 . 電力の使用に伴う二酸化炭素排出原単位 (炭素排出係数) が、1990 年度まで遡って改訂があり、1990 年 ~ 2005 年度までの CO2 排出量、CO2 排出原単位を訂正した。  
 7 . 生産量は鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計月報、エネルギー消費量は石油等消費動態統計月報。但しニッケルとフェロニッケルに関しては業界データ。  
 8 . 有効数字の関係で合計値があわない場合がある。  
 9 . 2010 年度の CO2 排出量見通しに関しては、購入電力分原単位の改善を見込んでいる。  
 10 . 2010 年度の目標値はエネルギー原単位。他はエネルギー原単位から逆算した数値。  
 また CO2 排出量に関しては、購入電力分原単位の改善を見込んだ数字。  
 11 . 2010 年の CO2 排出量の目標値に関しては、2010 年対策後の CO2 排出量見通しの値をベースにエネルギー原単位の目標値と見通し値で比例配分したものの。また 2010 年度の CO2 排出原単位についても、上記排出量と生産量をベースに算出したもの。

## ．産業部門における取組

### <目標に関する事項>

#### (1) 目標達成の蓋然性

##### 2010年度における目標達成の蓋然性

2006年度は、エネルギー原単位が0.746kl/tと好転し、90年度比-15.5%となった(表4.参照)。

2006年度の銅、亜鉛、フェロニッケルの主要3品目をエネルギー使用の点で個別に見ると、対前年比でエネルギー原単位指数(図2.参照)が、フェロニッケルは1.037 1.068、+3.0%、亜鉛は0.922 0.940、+2%と悪化した。銅は0.730 0.713、-2.3%と好転した。銅のエネルギー原単位(指数)好転の理由は、生産量の増加と省エネ効果がでたことによるもの。

2006年度は、省エネ対策が順調であったことに加えて、原単位が低い銅の生産が好調であったこと、原単位が高いフェロニッケルの生産が一時的に減少(大規模な設備更新計画工事実施による)したことにより、全体のエネルギー原単位削減が好調であった。

しかしながら、非鉄製錬業界では、鉱石品位が低下する傾向が続いており、特にフェロニッケルにおいては、1990年度のNi品位を100%とすると、2006年度は-8.3%低下(実績)、2012年度は、-10.8%まで低下の見通しである。鉱石品位低下に伴って鉱石処理量が増加し、エネルギー消費量もそれに伴って増加する。従って、鉱石品位低下によるエネルギー原単位の悪化が予想されるため、更なる省エネ努力が必要である。

非鉄製錬業では、上述の通り目標の達成に向け、各社毎に積極的に対策を行っているが、今後も更なる省エネ努力及び、特に銅部門での生産性向上等が見込まれる。非鉄製錬業全体では、表3.に掲げる対策等が順調に行われた場合、原油換算-20千klの削減を見込んでいる。

今後実施予定の対策としては、表3.に掲げた対策の他、未利用熱の回収(銅硫酸転化工程での廃熱ボイラの新設、再生油・廃プラスチックの利用)、更なる廃熱回収の効率化(ドライヤー熱風装置効率向上、タービン発電効率向上)、設備対策と操業の工夫による効率向上(電解の電力削減、送風機・排風機などの容量最適化とインバータ化)など、様々な施策が予定されている。

2010年のエネルギー原単位の見通しは以下によって、算出している。

2010年生産量予想値：3,047千t(鉱種毎の業界見通しにて算出)

2010年エネルギー消費量(対策前)：2,371(BAU2,424-発熱量改訂による削減分53)千kl(鉱種・エネルギー種別毎に生産量の増加率を掛けて算出)

2010年までに行う対策による予想エネルギー消費削減量(積み上げ)：-20千kl

2010年のエネルギー消費量=2,371千kl-20千kl=2,351千kl

2010年のエネルギー原単位=2,351千kl/3,047千t=0.772kl/t

以上のことから、2010年のエネルギー原単位は対1990年比で-12.5%(発熱量改訂による削減推定分+省エネ対策による削減分の合計)となることが予想され、目標達成は可能と考えている。

## 目標達成が困難になった場合の対応

上述の対策が順調に行われた場合、目標達成は可能と考えているが、見通し以上の増産等に備え、今後は、新たな省エネ対策他の対応を検討する。

## 目標引き上げに関する考え方

2006年度は、エネルギー原単位削減目標値を大きく上回った。また、CO<sub>2</sub>排出量も対90年度比で、-4万トン減少した。CO<sub>2</sub>排出量は、3度目の90年度比以下であった。これは、更なる省エネ努力の他に、燃料発熱量の改訂（原油換算-53千kl削減に相当）、電力の炭素排出係数の改善及び原単位が相対的に大きいフェロニッケルの一時的な減産（大規模な設備更新計画工事実施による減産）が加わった相乗効果により減少したものである。

フェロニッケルは90年度から継続して増産傾向である。現在、全体のエネルギー消費量の37%を占めており、鉱石品位の継続低下（鉱石品位の低下は、90年度から継続し、2006年度までに-8.3%低下、2012年度は-10.8%低下の見込みである）による生産効率の悪化が省エネ対策努力を上回るため、エネルギー消費が増加している。2006年度は一時的な減産であったが、2008年度以降は増産する見込みであるため、エネルギー消費量の増加にともない、全体の原単位の悪化が予想されている。

従って、大幅な目標引き上げは困難であるが、しかし、これまでの実績と2010年度の見通しを踏まえ、原単位削減目標の更なる引き上げを、検討している。  
（2003年度より目標を一元化した際に、0.2%引き上げて-10%に目標設定した）

なお、2010年度の見通しは、最も順調にいった場合の見通しであり、算定値には鉱種、生産量、鉱種毎に異なる電力構成（電力、ガス、石炭、重油等）、原油換算値、設備の種類等の複数の要素が含まれており、今後の見通しはこれらの要素がそれぞれ変動する可能性があるため、予断を許さない状況にある。このため、省エネ努力他によるCO<sub>2</sub>削減も踏まえながら、引き続きエネルギー原単位削減に努める。

## <業界の努力評価に関する事項>

### （2）エネルギー原単位の変化

#### エネルギー原単位が表す内容

エネルギー原単位は、（エネルギー使用量/活動量）で表せるが、活動量に用いられる単位は、生産量としている。生産量トンあたりのエネルギー原単位（原油換算kl）を指標としている。

品目により原単位のレベルは異なり、また1990年と比較するために、1990年のエネルギー原単位を1とし、指数化し比較する。生産量（トン）を原単位の分母とした理由は、非鉄金属は重量のある金属素材で、価格も重量単位が基本となっている。また価格に関しては毎日ロンドンの取引所（LME）で決められた相場が基準となるが、変動が大きいため、経年変化を見るためには、エネルギー原単位の分母は販売額よりも、生産量を指標とするのが適している。

図1．エネルギー使用量2006年

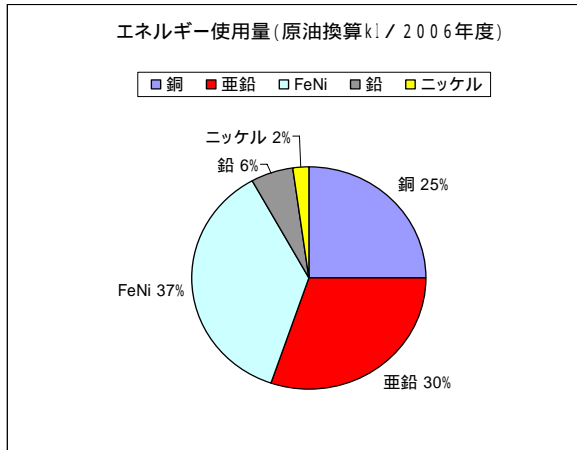
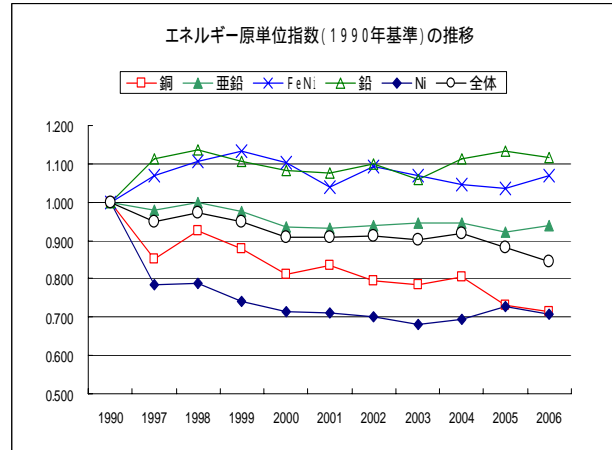


図2．エネルギー原単位指数の推移



エネルギー原単位の経年変化要因の説明

図1．に示すように、エネルギー使用量の比率は銅、亜鉛、フェロニッケルの3品目で90%を超えるので、全体の原単位への影響に関してはこの3品目に注目して分析する。図2．に各品目のエネルギー原単位の経年変化を示す。原単位削減が最も進んでいるのが銅で、ついでニッケルの順となる。逆に原単位削減が思わしくないのがフェロニッケルと鉛である。フェロニッケルは鉱石の品位低下の傾向が続いている。

銅は、廃熱ボイラーの熱効率向上、炉への繰返し物削減や廃プラ処理量の増加による燃料削減、自溶炉のコンピューター管理・プラントの集約化による最適化操業等により、減少傾向が続いている。亜鉛は、溶鉱炉の操業改善、廃熱回収により、減少傾向にある。フェロニッケルは、キルン燃焼効率の向上、廃プラ利用による燃料削減により、原単位が減少するが、鉱石の品位の低下により、全体として原単位が悪化している。

(3) CO2排出量・排出原単位の変化

CO2排出量の経年変化要因

表5．2006年度の1990年度(基準年度)比、CO2排出量の増減に関する評価

	千t - CO <sub>2</sub>	対90年度%
CO <sub>2</sub> 排出量(1990年度)	4865	-
CO <sub>2</sub> 排出量(2006年度)	4825	99.2%
CO <sub>2</sub> 排出量の増減	-40	-0.8%
事業者の少エネ努力分	-829	-17.2%
燃料転換による変化	-274	-5.7%
購入電力分原単位変化	217	4.5%
生産変動分	846	17.6%

2006年度のCO<sub>2</sub>排出量に関しては、燃料の発熱量と炭素排出係数の改訂があり、生産量が増加したものの、購入電力分原単位(電力の換算係数)が1.033→1.004へ好転し、前年比で-147千t、-3%削減となった。

1990年度に対して2006年度のCO<sub>2</sub>排出量増加分は-40千tであった(表5.より)。



このうち、業界の少エネ努力、設備稼働率の変化等による削減量は - 8 2 9 千 t、燃料転換による削減量 - 2 7 4 千 t、購入電力分原単位の変化による増加量は 2 1 7 千 t、生産活動の変化による増加量は 8 4 6 千 t であった。

生産量が 1 9 9 0 年よりも 1 9 . 0 % 増加 ( 表 4 . ) したのに対し、C O 2 排出量は - 0 . 8 % 減少 ( 表 5 . より ) している。

次に、1 9 9 7 年度から 2 0 0 6 年度迄の各年度の C O 2 排出量の増減に関する評価を示す。

図 3 . 生産量と C O 2 排出量の推移

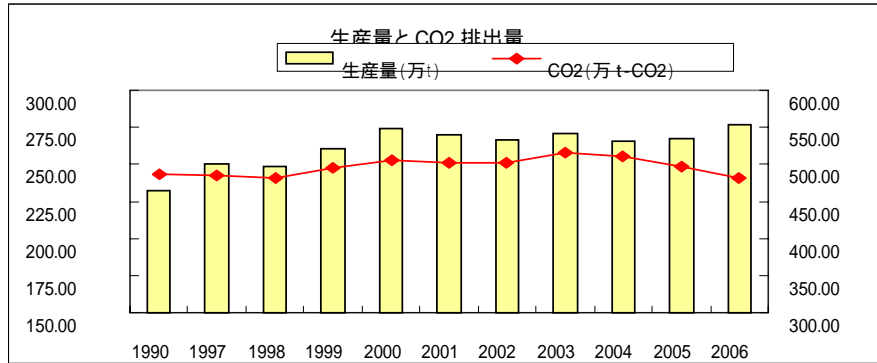


表 6 . C O 2 排出量前年度比 単位 : 千 t C O 2

	97 98	98 99	99 00	00 01	01 02	02 03	03 04	04 05	05 06
C O 2 排出量	-20.0 -0.4%	124.0 2.6%	114.0 2.3%	-22.9 -0.4%	-4.0 -0.1%	140.0 2.0%	-63.0 -1.2%	-129.0 -2.5%	-147.0 -1.0%
事業者の省エネ努力分	110.0	-111.4	-224.6	3.1	19.2	-62.8	94.5	-213.5	-204.5
燃料転換等による変化	-55.0	-153.4	-7.9	125.2	-127.4	-3.8	-25.2	-62.0	-107.0
購入電力分原単位変化	-31.1	152.4	68.0	-64.4	164.0	131.1	-42.3	70.0	-6.20
生産変動分	-43.9	236.4	262.7	-86.8	-59.8	75.5	-90.0	20.8	170.7

= 97 98 =

エネルギー原単位が若干悪化し、C O 2 排出原単位も若干悪化した。原因としては銅製錬の定修が通常よりも多かったことと、フェロニッケルの生産減による効率低下などが挙げられる。C O 2 排出量に関してはフェロニッケル減産の影響で -20 千 t、-0.4% と好転した。

= 98 99 =

電力の C O 2 排出係数は増加したが、エネルギー原単位低下により、C O 2 排出原単位も減少。省エネ要因は排熱ボイラーの熱効率向上、炉への繰返し物減少による燃料削減 ( 以上銅 ) などが挙げられる。生産量は 5.0% 増加したが、C O 2 排出量は +124 千 t、+2.6% 増にとどまった。

= 99 00 =

前年に引き続き、電力の C O 2 排出係数は増加したが、エネルギー原単位の低下により、C O 2 排出原単位も減少した。省エネ要因としては、シュレッダーダスト処理による燃料削減、自

溶炉コンピューター管理による最適化操業など銅部門でのエネルギー削減が貢献した。生産量は5.4%増加したが、CO<sub>2</sub>排出量は+114千t、+2.3%増に留まった。

= 00 01 =

排出原単位に関しては、各種の省エネ努力を行ったが、銅の減産による効率低下の影響と、自家発電量の増加により若干悪化した。CO<sub>2</sub>排出量に関しては減産の影響もあって-23千t、-0.4%と好転した。原単位改善の努力としてはシュレッダーダスト処理による石炭の削減（銅）、熔鋳炉の操業改善、排熱回収（亜鉛）、フェロニッケルのキルン燃焼効率向上などが挙げられる。

= 01 02 =

フェロニッケルのエネルギー原単位が鋳石品位の低下により悪化した。銅の原単位改善によりカバーし、全体的には減産となったものの、前年並みのエネルギー原単位となった。原単位改善の要因としてはシュレッダーダストの処理によるサーマルリサイクルの実施（前年とは別の製錬所）、硫酸プラントの稼働集約化、燃料転換（廃プラスチックその他）などがある。電力のCO<sub>2</sub>排出係数（購入電力分原単位）は悪化、CO<sub>2</sub>排出原単位も-1.1%悪化した。CO<sub>2</sub>排出量は前年より-4.0千t好転した。

= 02 03 =

エネルギー原単位は-1.2%改善された。改善要因としてはボイラーの稼働集約化、硫酸転化器廃熱ボイラーの新設、蒸気タービン増設、酸素プラント新設による効率向上（以上銅）、廃プラスチックの利用（フェロニッケル）などが挙げられる。しかしながら電力の排出係数（購入電力分原単位）の悪化と、生産増によりCO<sub>2</sub>排出量は+140千t、+2.0%増加した。

= 03 04 =

2004年度は対前年比でエネルギー原単位が1.9%悪化した。原因は休転の他に、事故による予定外の操業停止などが重なり、銅の操業度が低下したためである。CO<sub>2</sub>排出量に関しては電力の排出係数（購入電力分原単位）の好転と生産減により、-63千t、-1.2%と好転した。

= 04 05 =

2005年度は対前年比でエネルギー原単位が4.2%好転した。若干の生産増加、電力の排出係数（購入電力分原単位）の悪化があったが、省エネ努力と銅部門の稼働率向上により、エネルギー効率改善によりCO<sub>2</sub>排出量も-129千t、-2.5%と好転した。

= 05 06 =

2006年度は対前年比でエネルギー原単位が4.0%好転した。3.5%の生産増加があったが、更なる省エネ努力の他に、燃料発熱量の改訂、電力の炭素排出係数（購入電力分原単位）の改善にフェロニッケルの減産が加わった相乗効果によりCO<sub>2</sub>排出量も-147千t、-2.9%と好転した。

#### CO<sub>2</sub>排出原単位の経年変化要因

下図にエネルギー原単位とCO<sub>2</sub>排出原単位の推移を示す。

図4 . エネルギー原単位とCO<sub>2</sub>排出原単位の推移

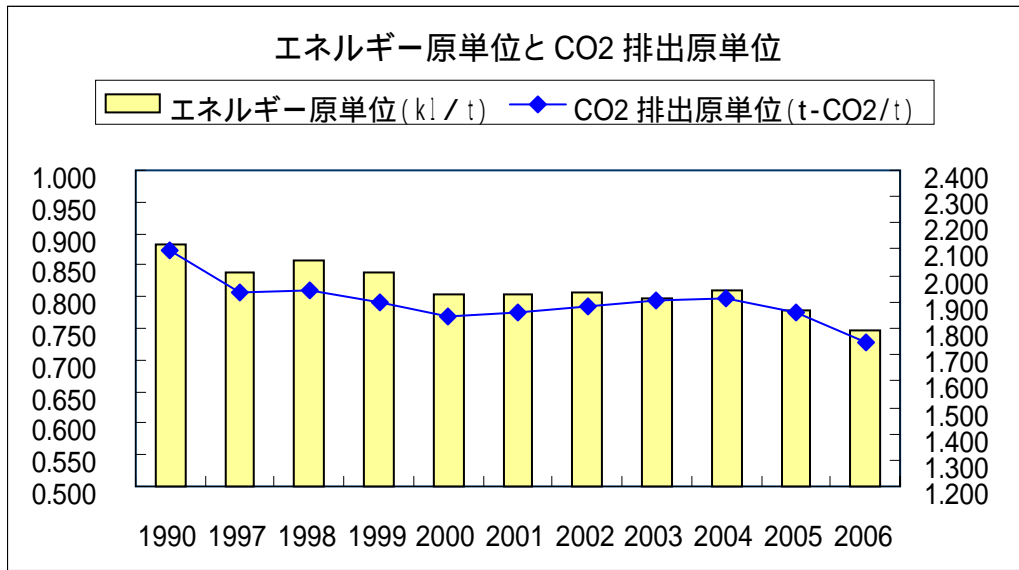


表7 . CO<sub>2</sub>排出原単位増減、下段は%、単位は t - CO<sub>2</sub> / t - 生産量

	97 98	98 99	99 00	00 01	01 02	02 03	03 04	04 05	05 06	90 06
CO <sub>2</sub> 排出原単位の増減	0.010 0.5%	-0.044 -2.2%	-0.056 -3.0%	0.023 1.2%	0.021 1.1%	0.024 1.5%	0.01 0.3%	-0.056 -2.9%	-0.117 -6.3%	-0.348 -16.6%
事業者の省エネ努力分	0.079	0.021	0.188	0.023	-0.025	1.368	-0.047	-0.058	0.070	0.613
燃料転換等による変化	-0.022	-0.060	0.003	0.033	-0.048	-0.001	-0.010	-0.002	-0.039	-0.107
購入電力分原単位変化	-0.047	-0.005	-0.247	-0.055	0.319	-1.343	0.066	0.004	-0.148	-0.855

CO<sub>2</sub>排出原単位は、エネルギー原単位とほぼ同様の傾向を示して、減少してきている（図4）。1997年～2001年度に対して、2002年度～2004年度は購入電力分原単位の悪化によりCO<sub>2</sub>排出原単位が増加傾向を示している（表7）。2006年度に関しては、電力の購入電力分原単位が2005年度より好転した上、事業者の省エネ努力、フェロニッケルの減産が加わり、CO<sub>2</sub>排出原単位は著しく下がった。

（4）取組についての自己評価（2006年度）

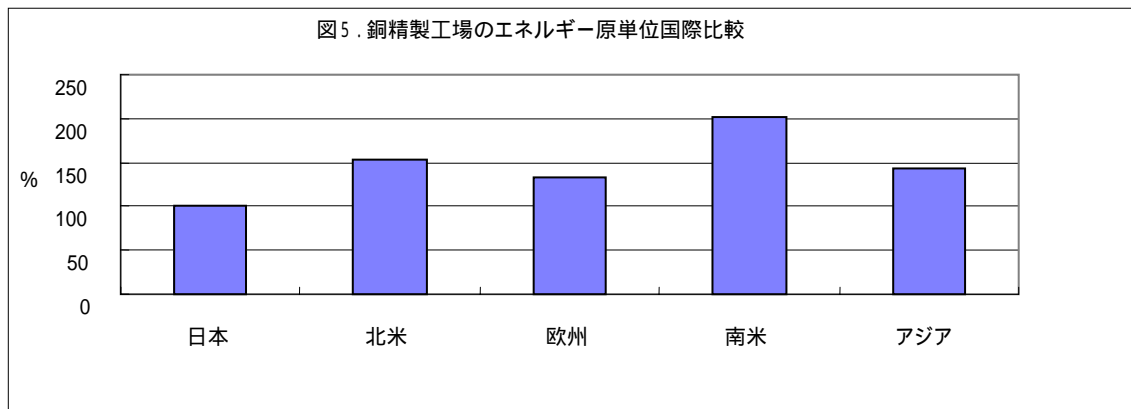
- 銅：プロセスの集約化、大型化の効果が出ており、またプロセスが複雑な分、省エネの工夫の余地も大きいといえる。最近では未利用熱エネルギーの回収の取組が具体化してきている。エネルギー原単位指数（90年を1とする）は90年比0.712、原単位は90年比-28.8%となっている。
- ニッケル：プロセスの抜本的な転換（乾式と湿式製錬を有するプロセスから、オール湿式製錬プロセスに転換。輸入したマットを原料にマットアノードを鑄造して電解精錬していたが、92年以降はマット塩素浸出電解採取法(MCLE法)により精製している。マットを塩素で浸出して電解採取で地金を得る手法で、ニッケル浸出率が高い上にエネルギー消費が少なく生産性が高い)により、大きな省エネ効果が得られた。エネルギー原単位指数は90年比0.702、原単位は90年比

- 29.8%となっている。

3. フェロニッケル：鉱石の品位低下の傾向が続いている。2006年度は減産もあり、エネルギー原単位指数は90年比 1.068、原単位は90年比+6.8%となっている。原単位削減努力の一例としては、再生油を積極的に利用し、C重油を約4kL削減した。また廃プラスチックの利用にも積極的に取組みキルン燃焼用の燃料の石炭を約2千t削減した。
4. 鉛：鉛に関しては、90年以降、生産量が減少しているのと、主な用途である自動車用バッテリーのリサイクル率が上がっているのがエネルギー原単位悪化の要因として考えられる。原単位指数は90年比 1.114、原単位は90年比+11.4%となっている。原単位削減努力の一例としては、熔鉱炉装入原料を変更し、炉内反応に必要な還元剤の必要量を減少させ、コークス使用量を約1.5千t削減した。
5. 亜鉛：ここ数年間はエネルギー原単位の改善が停滞しているが、熔鉱炉装入原料の前処理（焼結）工程安定化や熔鉱炉操業の管理強化等によりコークス原単位を改善し、コークス使用量を670t削減するなど、省エネ努力を積み重ねてきている。エネルギー原単位指数は90年比 0.941、原単位は90年比-5.9%となっている。

#### (5) 国際比較

図5. に銅精製工場（電解工場）のエネルギー原単位の国際比較を示す。



\* 2000年度のデータ（日本鉱業協会調べ）

\* エネルギー原単位（MJ/t）をベースに日本を100とした場合の比較

\* 各地域共に、特定の精製工場の個別ヒアリングにより得られた結果による平均値（全ての工場をカバーできていない）

#### ・ 民生・運輸部門における取組の拡大 等

< 民生・運輸部門への貢献 >

(1) 業務部門（オフィスビル等）における取組

特に目標を定めていない。本データには含まれていないが、各社の本社も ISO14001 を取得するなどして、省エネ活動に取り組んでいる。

昼休み時の消灯、更衣室・廊下の減灯、高効率照明導入、冷暖房設定温度管理、事務所ヒートポンプエアコン導入、クールビズ励行、福利厚生用の風呂用にヒートポンプ給湯器導入、社用車のハイブリッド車へ切替、構内アイドリングストップ、ソーラーパネル設置、緑化推進等

本社ビル等オフィスにおける削減目標と目標進捗状況

【目標内容】

本年度は業界各社がビル管理会社にヒアリングし把握した内容について下記に掲載した。現在、特に目標を定めていないが、目標設定については今後の検討課題とする。

【実績】

オフィス（本社）のCO<sub>2</sub>排出実績（9社計）

	2006年度	2008～2012年度目標
床面積（ ）(千m <sup>2</sup> )	34,058.91	-
エネルギー消費量（ ）(MJ)	59,875,564	-
CO <sub>2</sub> 排出量（ ）(千t-CO <sub>2</sub> )	2.5339	-
エネルギー原単位（ / ）(MJ/m <sup>2</sup> )	1758	-
CO <sub>2</sub> 排出原単位（ / ）(kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	0.0744	-

業務部門における対策とその効果

【業務部門における主な対策の実施状況】

	対策項目	削減効果（t-CO <sub>2</sub> /年）		
		累積分	今年度実施分	今後予定分
照明設備等	昼休み時などに消灯を徹底する。	5.28	-	0.85
	退社時にはパソコンの電源OFFを徹底する。	4.96	0.1	0.21
	照明をインバータ式に交換する。	32.16	-	-
	高効率照明に交換する。	26.49	-	2.37
	トイレ等の照明に人感センサーを導入する。	0.14	-	-
	照明の間引きを行う。	0.08	-	-
	（その他に対策があれば追加）	-	-	-
空調設備	冷房温度を28度に設定する。	17.67	0.4	2.7
	暖房温度を20度に設定する。	12.52	0.28	1.91
	冷暖房開始から一定時間、空調による外気取り入れを停止する。	2.17	0.08	0.55
	室内空気のCO <sub>2</sub> 濃度を管理して、空調による外気取り入れを必要最小限にする。	7.73	-	1.41
	氷蓄熱式空調システムの導入。	278.29	-	-
	（その他に対策があれば追加）	-	-	-
エネルギー	業務用高効率給湯器の導入	45.48	-	-
	太陽光発電設備の導入	-	-	-
	風力発電設備の導入	-	-	-
	（その他に対策があれば追加）	-	-	-
建物関係	窓ガラスへの遮熱フィルムの貼付	0.22	-	-
	エレベータ使用台数の削減	-	-	-
	自動販売機の夜間運転の停止	-	-	0.5
	（その他に対策があれば追加）	-	-	-

（2）運輸部門における取組

運輸部門のCO<sub>2</sub>排出削減に繋がる個別企業の取組について、以下の事例はいずれも、当業界のCO<sub>2</sub>削減量にはカウントされないが、物流業界のCO<sub>2</sub>削減に貢献している。

## 1) 業務提携による物流の効率化

同業者間での業務提携の取り組みが行われており、物流の効率化のため貢献している。業務提携により、複数の工場のうち、よりユーザーに近い工場から柔軟に製品供給を行うことにより物流の合理化を図っている。また船荷の集約化による配船の合理化効果も期待されている。

エム・エスジンク（亜鉛）：三井金属鉱業、住友金属鉱山

アシヅ（硫酸）：住友金属鉱山、DOWAホールディングス

ジンクエクセル（亜鉛）：DOWAホールディングス、三菱マテリアル

パン・パシフィックカッパー（銅）：日鉱金属、三井金属鉱業

上記の例はいずれも合弁企業の形で、業務の効率化を目的としている。一例として、エム・エスジンクについて説明すると、同社は住友金属鉱山と三井金属鉱業の合弁企業で、両者はエム・エスジンクから受託する形で亜鉛を製造する。この業務提携に伴い物流面でも大きな合理化効果が得られている。例えば蒸留亜鉛に関しては、生産拠点は兵庫県の加古川（住友）と青森県の八戸（三井系）の2ヶ所であり、北海道のユーザーに兵庫県から出荷し、また九州の顧客に青森県から出荷するようなことが実際に起こっていた。三井金属が大牟田で行っている製鋼ダストからの亜鉛回収の一部を四阪（住友）に移管し、大牟田は焼却飛灰を原料とすることで、トータル（廃棄物の削減という側面だけではなく、亜鉛原料の確保という点）での削減を見込めた。合弁会社発足後はこのような交差輸送が無くなって、納入先により近い製造拠点から出荷するシステムが出来上がり、実質的な輸送距離の大幅な削減に繋がった。さらに船を利用する場合には、従来別々の船を手配していたものが、船荷の集約化が出来るなどの効果も出ている。

またパンパシフィックカッパー（株）の場合は日鉱金属、三井金属鉱業の合弁企業で、銅の製造、販売における提携だけでなく、原料の調達、資源開発までを含めた業務範囲となっている。銅、硫酸等の販売物流については、パン・パシフィックカッパーにより双方の生産箇所からの最適輸送化が継続的に行われている。また、原料調達物量に於いては、同社と共同で、シッパー、スマルター、輸送会社共同によるサプライチェーンの構築による物流効率化を展開中である。

## 2) モーダルシフト

各社ともモーダルシフトには力を入れており、日鉱金属の場合、佐賀関、日立の両工場からアノードとアノード残滓の復荷輸送を実施し輸送量の削減を図る、佐賀関からの銅スラグとインドネシアからの銅精鉱を往復輸送し空船輸送の距離を短くする取組等が報告されている。

\*モーダルシフト化率：輸送距離500Km以上の区間のうち、鉄道や海運の占める割合

## (3) 民生部門への貢献

特になし

### 環境家計簿の利用拡大

現時点では特に実施していないが、今後、業界の理事会、委員会、部会、機関誌等を通じて環境家計簿の利用についての紹介とPRをしていきたい。

## <リサイクルに関する事項>

### (4) リサイクルによるCO<sub>2</sub>排出量増加状況

- ・ CO<sub>2</sub>排出量抑制対策として廃棄物燃料の利用に積極的に取り組んでいる。
- ・ また循環型社会の実現に向けて、廃棄物からの有価金属の回収、土壌改良事業などに積極的に取り組んでいる。家電リサイクルなどで廃棄物から有価金属を回収する上で、非鉄製錬業は重要な役割を担っている。家電リサイクル事業に於いては、フロンを燃焼するなどにより燃料としてのCO<sub>2</sub>排出量は増加しているが、非鉄金属事業とは別の事業であり非鉄金属のCO<sub>2</sub>排出量には含めていない。

#### 1) 三菱マテリアル

直島エコアイランドプロジェクトで豊島に不法投棄された産業廃棄物を直島製錬所内に設けられた直島町の間処理施設を経て、三菱マテリアルの有価金属リサイクル施設で処理している。北海道エコリサイクルシステムズ、東日本リサイクルシステムズ、関西リサイクルシステムズなどに出資し、家電リサイクル事業に取り組んでいる。

#### 2) DOWAホールディングス

小坂、岡山でシュレッダーダストのリサイクル施設を稼働させ、サーマルリサイクルを含めたリサイクル事業に積極的に取り組んでいる。フロンの回収破壊も行っており、2005年度に破壊処理されたこれらのフロン類はCO<sub>2</sub>換算でPFCが約8,500トン、HFCは約9,500トン、その他フロンが約60,000トンで計78,000トンに相当する。

#### 3) 東邦亜鉛

乾電池のリサイクル事業に取り組んでおり、ニカド電池に関しては全国の約50%をリサイクルしている。

#### 4) 日鉱金属

日鉱環境、苫小牧ケミカルズ、日鉱敦賀リサイクル、日鉱三日市リサイクルなどに佐賀関製錬所を加えた全国ネットワークを構築し、完全リサイクルによるゼロエミッションの実現を目指している。

#### 5) その他

亜鉛製錬各社は自動車用鉛バッテリーのリサイクルに積極的に取り組んでおり、今では鉛の約50%がリサイクルバッテリーを原料としている。リサイクル率の向上はエネルギー原単位悪化の一因になっている。また、製鋼用電炉ダストからの亜鉛回収も、各社で実施している。

## <その他>

### (5) 省エネ・CO<sub>2</sub>排出削減のための取組・PR活動

- 1) 各社環境報告書を積極的に公表しており、以下の企業はインターネット上のホームページで温暖化対策への取組状況を公開している。

表 8 . 2 0 0 5 年度の非鉄各社の環境報告書等における温室効果ガス公表状況

企業名	温室効果ガス (千t-CO <sub>2</sub> )	備 考
住友金属鉱山(株)	1,262	金属製錬部門
三菱マテリアル(株)	3,670	エネルギー起源CO <sub>2</sub> 排出量(セメントも含む 全社) 2010年度CO <sub>2</sub> 排出目標383.2万 トン(90年度比6%削減)
日鉱金属(株)	604	全社(加工部門、リサイクル事業も含む)、20 05年度より電力のCO <sub>2</sub> 排出係数を0.55 5に変更。
DOWAホールディングス	1,220	約47%は廃棄物処理事業
古河機械金属(株)	29	殆どが産業機械部門
三井金属鉱業(株)	1,400	製錬・素材部門 2005年度より電力のCO <sub>2</sub> 排出係数を0. 555に変更。

2) 地熱発電、水力発電などの再生可能エネルギーの開発にも取り組んでいる

地熱開発5ヶ所。地熱開発は、各社の保有する探査技術を活かして取り組んでいるものだが、多くは地元の電力会社に蒸気を供給するか、又は電力を販売している。

澄川発電所：認可出力50,000KW(三菱マテリアル/東北電力に蒸気を供給)

大沼発電所：認可出力9,500KW(三菱マテリアル/東北電力に売電)

上の岱発電所：認可出力28,800KW(秋田地熱エネルギー/東北電力に蒸気を供給)

\* 秋田地熱エネルギー：

柳津西山発電所：認可出力65,000KW(奥会津地熱/東北電力に蒸気を供給)

\* 奥会津地熱：三井金属鉱業の子会社

大霧発電所：認可出力30,000KW(日鉄鹿児島地熱/九州電力に蒸気を供給)

\* 日鉄鹿児島地熱：日鉄鉱業の子会社

3) 森林整備への取組

森林は、災害防止や水資源の貯留をはじめとする多様な公益的機能を有しており、地球温暖化防止に貢献するCO<sub>2</sub>吸収源としての機能も注目されている。

三菱マテリアルの森林経営は、もともと炭鉱・鉱山の坑木生産を目的に開始されていたが、現在では地球環境保全の観点から、森林そのものの維持・整備に注力している。2003年～2005年度の整備状況は、それぞれ453ha、約503ha、約413haであり、2006年度は499.9haを予定するとともに、森林認証の取得準備を開始し、2009年度からの順次取得を目指している。また、直島製錬所では、長年にわたる製錬事業により周辺の植生に少なからず影響を与えてきたことから、毎年緑化を実施してきた。2004年度は7.4haの緑化を実現し、2005年度以降についても毎年5ha以上の植林を目標にしている。また、2003年に発生した山火事跡地への植栽ボランティアにも会社を挙げて参加している。

以上



## 自主行動計画参加企業リスト

日本鋳業協会

企業名	事業所名	業種分類	CO <sub>2</sub> 算定排出量	
第1種エネルギー管理指定工場(原油換算エネルギー使用量3000kl/年以上)				
三菱マテリアル(株)	直島製錬所	(14)銅	256,500(t-CO <sub>2</sub> )	
小名浜製錬(株)	小名浜製錬所	(14)銅	415,800(t-CO <sub>2</sub> )	
細倉金属鋳業(株)		(15)鉛	28,900(t-CO <sub>2</sub> )	
日鋳製錬(株)	佐賀関製錬所	(14)銅	286,000(t-CO <sub>2</sub> )	
	日立精銅工場	(14)銅	49,400(t-CO <sub>2</sub> )	
日比共同製錬(株)	玉野製錬所	(14)銅	244,000(t-CO <sub>2</sub> )	
三井金属鋳業(株)	竹原製錬所	(15)鉛	76,681(t-CO <sub>2</sub> )	
彦島製錬(株)		(16)亜鉛	178,000(t-CO <sub>2</sub> )	
神岡鋳業(株)		(15)鉛、(16)亜鉛	97,000(t-CO <sub>2</sub> )	
八戸製錬(株)		(15)鉛、(16)亜鉛	424,000(t-CO <sub>2</sub> )	
住友金属鋳山(株)	別子事業所	東予工場	(14)銅	310,900(t-CO <sub>2</sub> )
		ニッケル工場		99,000(t-CO <sub>2</sub> )
		四阪工場	(16)亜鉛	102,500(t-CO <sub>2</sub> )
	播磨事業所	(15)鉛、(16)亜鉛	326,150(t-CO <sub>2</sub> )	
(株)日向製錬所		(13)鉄鋼	509,822(t-CO <sub>2</sub> )	
東邦亜鉛(株)	安中製錬所	(16)亜鉛	270,000(t-CO <sub>2</sub> )	
	契島製錬所	(15)鉛	114,909(t-CO <sub>2</sub> )	
小坂製錬(株)	小坂製錬所	(14)銅、(15)鉛	124,373(t-CO <sub>2</sub> )	
秋田製錬(株)	飯島製錬所	(16)亜鉛	410,984(t-CO <sub>2</sub> )	
大平洋金属(株)	八戸本社(製造所)	(13)鉄鋼	736,280(t-CO <sub>2</sub> )	
(株)YAKIN大江山	大江山製造所	(13)鉄鋼	権利保護請求中(t-CO <sub>2</sub> )	
合計			5,060,299	

地球温暖化対策の推進に関する法律(温対法、平成10年法律第117号)の規定により、行政に報告した「エネルギーの使用に伴って発生する二酸化炭素」の算定排出量を事業所毎に記載する。

温対法の温室効果ガス排出量の算定・報告・公表制度において、非開示とされた事業所においてはCO<sub>2</sub>算定排出量の記載は不要。

CO<sub>2</sub>排出量は、各事業所で買電している電力会社の二酸化炭素排出係数を使用し算定している。自主行動計画におけるCO<sub>2</sub>排出量とは必ずしも一致しない。

## &lt;業種分類 - 選択肢&gt;

(1)パルプ	(2)紙	(3)板紙	(4)石油化学製品
(5)アンモニア及びアンモニア誘導品	(6)ソーダ工業品	(7)化学繊維	
(8)石油製品(グリースを除く)	(9)セメント	(10)板硝子	(11)石灰
(12)ガラス製品	(13)鉄鋼	(14)銅	(15)鉛
			(16)亜鉛
(17)アルミニウム	(18)アルミニウム二次地金	(19)土木建設機械	
(20)金属工作機械及び金属加工機械	(21)電子部品	(22)電子管・半導体素子・集積回路	
(23)電子計算機及び関連装置並びに電子応用装置	(24)自動車及び部品(二輪自動車を含む)		
(25)その他			

