

産業構造審議会 産業技術環境分科会
地球環境小委員会 資源・エネルギーWG

非鉄金属製錬事業における 地球温暖化対策の取組み

～低炭素社会実行計画 2017年度実績報告～

平成30年12月
日本鋳業協会

- 0. 昨年度審議会での評価・指摘事項
- 1. 非鉄金属製錬業の概要
- 2. 非鉄金属製錬業界の「低炭素社会実行計画」概要
- 3. **2017年度**の取組実績(国内の企業活動における削減の取組)
- 4. 低炭素製品・サービス等による他部門での貢献
- 5. 海外での削減貢献
- 6. 革新的な技術開発・導入
- 7. その他の取組

粗銅から金銀を分離した南蛮吹き

1691年開坑 別子銅山歓喜坑



住友金属鉱山(株)提供



住友史料館所蔵

- 昨年度フォローアップWGにおける進捗評価

- 主なコメント・指摘事項

目標を達成していることから、目標の引き上げを検討してもらいたい。

- 指摘を踏まえた今年度の改善・追加等

- 検討結果

- ・2020年度、2030年度CO2削減目標を達成していることから目標見直しをするよう指摘を受けたことを踏まえ、当初目標見直し予定であった**2020年度から前倒しで、2030年度CO2削減目標を、18%削減から、26%削減に見直した。**

- ・非鉄業界として不確実性の高い事業環境であっても、PDCAを回し、徹底した省エネ策を継続的に進め、鉱石品位の低下・不純物の増加など、外生要因による生産活動の悪化を乗り越え、目標達成を目指す。

- ・産業界の自主的な取り組みとしての低炭素社会実行計画を、当業界として積極的に推進する姿勢を公表して非鉄業界のプレゼンスを示し、日本の産業技術の国際競争力向上への貢献を図る。

1. 非鉄金属製錬業の概要

非鉄金属製錬企業の役割

我が国の非鉄金属製錬企業は、世界に類を見ないユニークな事業構造（資源の探査・開発にはじまり、非鉄金属の製錬、金属素材・機能性材料の開発・販売、リサイクルと上流から下流までインテグレート）を有し、**我が国の産業界の国際競争ポジション向上に貢献**

1. 非鉄金属製錬企業製品は、**産業界のサプライチェーンで広く活用され**、インフラから最先端分野まで広範囲にわたる業界へ**最高品質の金属素材を安定供給**
 - ICT社会の到来により、生産性改革を見据え、IoT、ビッグデータ、人工知能、ロボティクス、革新的省エネ技術活用等への投資の必要性が指摘される中、継続した技術開発成果を反映した非鉄金属製錬企業製品の重要性と貢献度は増大

	用 途
銅	パソコン・家電・通信インフラ・自動車の導電性材料・部品（コネクター、基板、リードフレーム、ワイヤーハーネス、デバイス、モジュール等）、エアコン・給湯器等の銅管、モーターのコイル、電線、等
亜鉛	亜鉛めっき、ダイカスト、伸銅品等の原料、タイヤの添加材等
鉛	蓄電池材料、放射線遮蔽材料、防音材、等
ニッケル	ステンレス鋼・特殊鋼の原料、ニッケルめっき、自動車用等の電池材料、等

2. 製錬技術を活かした環境・リサイクル事業 → **企業価値の向上、資源循環の拠点**
3. 資源技術の応用による貢献（地熱発電等の開発、等）

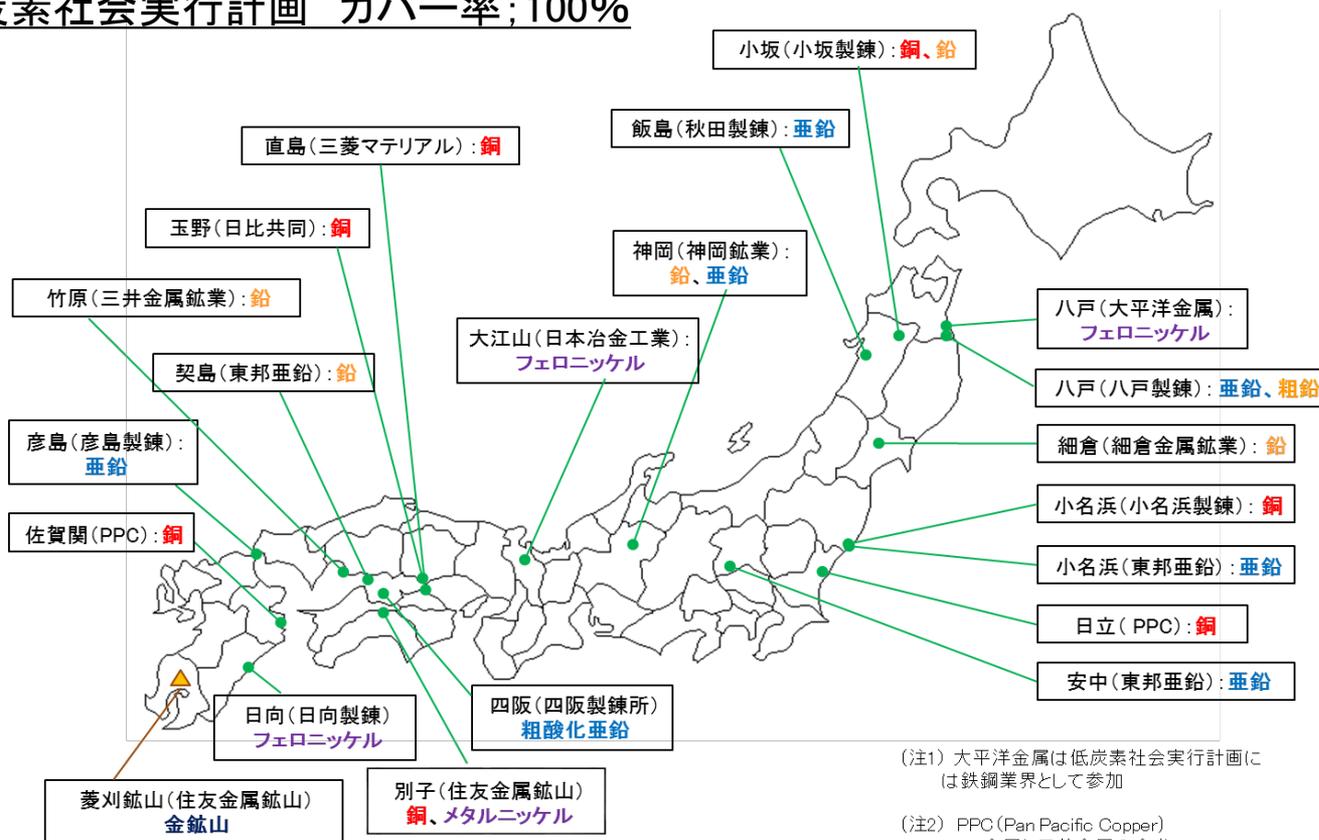
主要な非鉄金属製錬企業

銅、鉛、亜鉛、ニッケル、フェロニッケル地金の製造・販売

(創業は古く、殆どが国内鉱山の山元製錬所、附属製錬所を発祥とする)

■ **主要企業: 16社** ■ **市場規模: 約1兆5,000億円** (地域社会・経済の基盤を下支え)

■ **低炭素社会実行計画** カバー率; 100%



(注1) 大平洋金属は低炭素社会実行計画には鉄鋼業界として参加

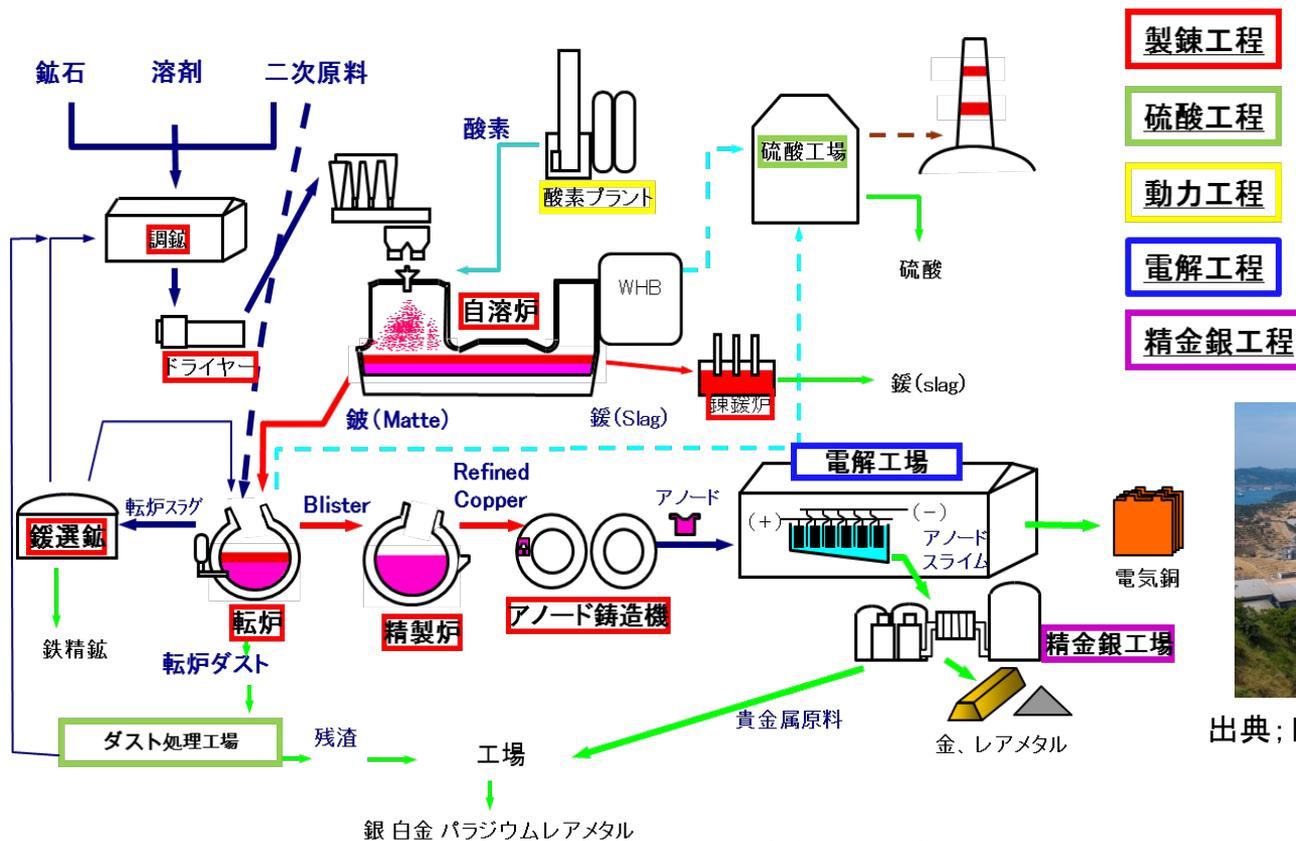
(注2) PPC (Pan Pacific Copper) = JX金属と三井金属の合併

1-3 銅製錬プロセスの概要

銅製錬プロセスの概要

エネルギー消費の分布割合

- 製錬工程: 30%
- 硫酸工程: 20%
- 動力工程: 30%
- 電解工程: 20%

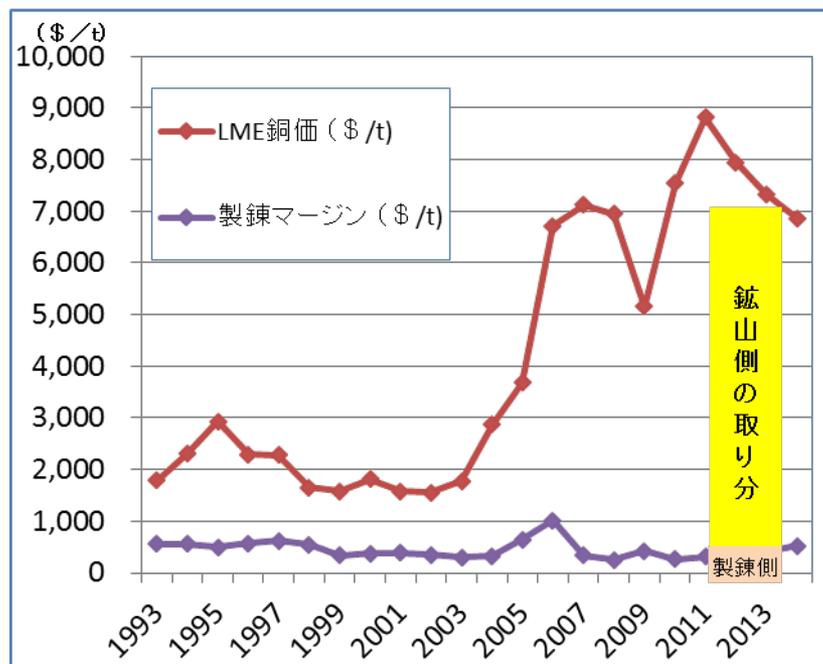


出典: 日本銅業協会HP; 銅製錬所

鉱物資源を輸入に依存 → 原料安定確保の不確実性

- 途上国の経済成長に伴う旺盛な鉱物資源需要による**鉱物資源の獲得競争の激化**
- 資源ナショナリズムの高揚(**資源国の鉱石・精鉱輸出禁止措置**)
- 資源メジャーの寡占化(**マージンの大半(90~95%)は鉱山側に帰属**)

鉱山側と製錬側のマージン配分 (銅の例)



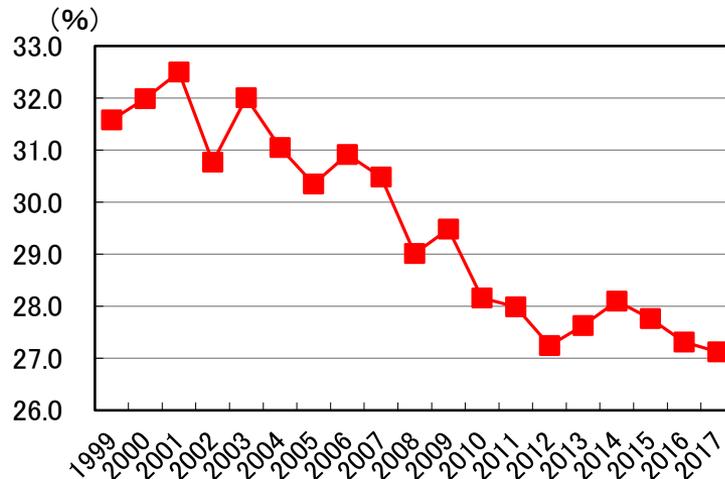
- 中国経済減速による**需要減退**、**金属価格*1**の**下落**(外生要因による損益悪化)
 - 鉱石・精鉱の**品位の低下**、**原料中不純物の増加**(製錬コスト増)
 - 東日本大震災以降の**電力コストの高止まり**(製錬コスト増)
- 原子力発電所の稼働停止、FIT法による賦課金負担の増大

*1:銅、鉛、亜鉛、ニッケル等の非鉄金属の標準価格はLME(London Metal Exchange)等の国際的な取引所において他律的に決定される。**コスト増を価格転嫁できない。**



銅価格の推移

出典:総合資源エネルギー調査会 資源・燃料分科会(第15回)資料



銅精鉱における銅品位の推移

出典:METI生産動態統計に基づき作成

2. 非鉄金属製錬業界の 「低炭素社会実行計画」概要

(1) 国内の企業活動における削減の取組

2020年度目標*1: CO2原単位を1990年度比で15%削減する。

2030年度目標*2: CO2原単位を1990年度比で26%削減する。(旧目標▲18%)

*1: 2013年4月策定、*2: 2014年4月策定目標値を、**2018年9月見直し**

前提条件

- 銅、鉛、亜鉛、ニッケル、フェロニッケルの製錬を対象
- 生産活動量; 256万t/年(金属地金量; 国内製錬所の最大生産能力に基づき想定)
- 設備更新にはBATを最大限導入
電動機のインバータ化、高効率ボイラ採用、廃熱回収・利用の拡充、
操業最適化技術の導入、等
- 電力の炭素排出係数: 0.4913kg-CO₂/kWh(2010年度と2013年度との平均値)を固定

目標設定の背景と潜在課題(「事業環境の変化と課題」参照)

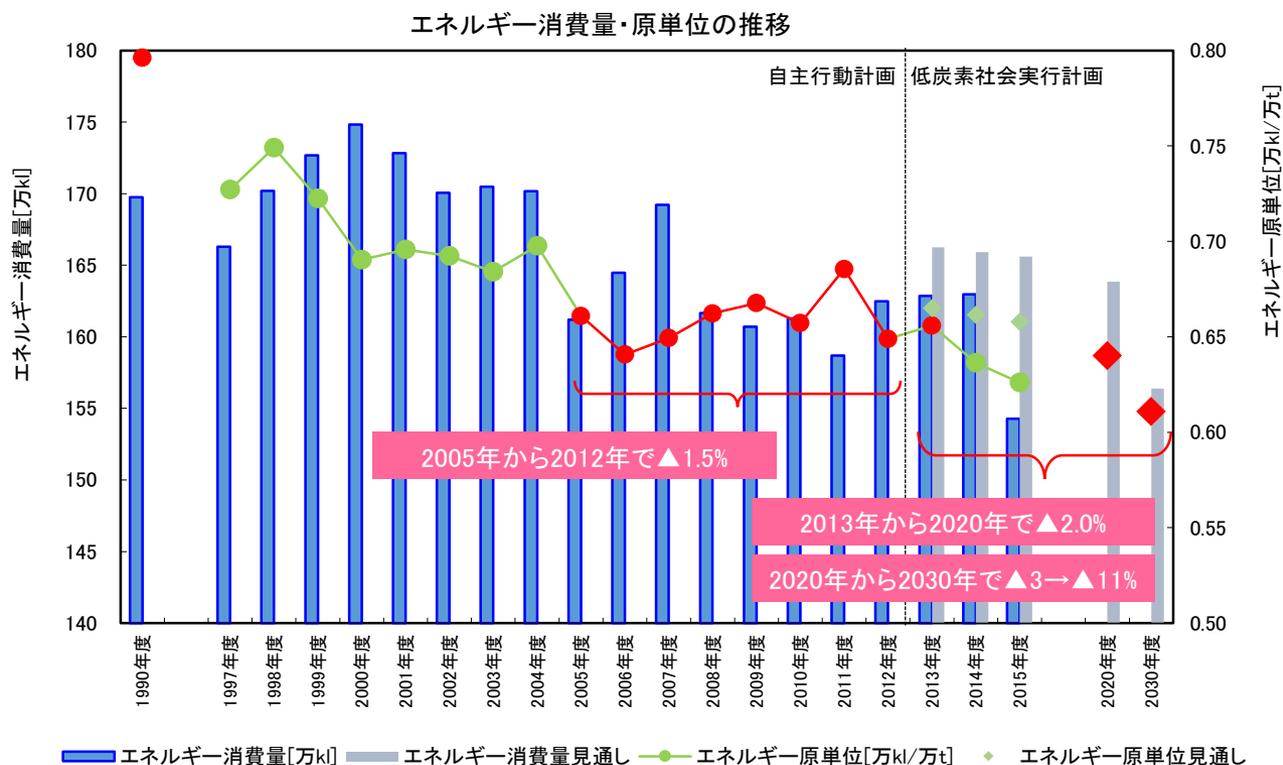
- 原料鉱石の獲得競争の激化、資源ナショナリズムの高揚
- 中国経済減速による需要減退、金属価格の下落、
- 原料鉱石・精鉱品位の低下、不純物の増加、電力コストの高騰、等
- 長年の省エネ努力によって省エネ、CO₂削減対策の余地が減少

目標水準設定の理由とその妥当性

目標設定年度直近7年間のエネルギー原単位の改善実績(1990年比▲1.5%)、厳しい事業環境を考慮して、2020年度および2030年度の目標水準を設定。

2020年度目標を達成するには目標設定年度から7年間でエネルギー原単位を直近7年間の実績を上回る1990年度比▲2.0%を実現させる必要がある。

新規2030年度目標はその後の10年間でさらに▲11%改善を実現させる水準である。



2-3 2030年度 新たな削減目標の選定

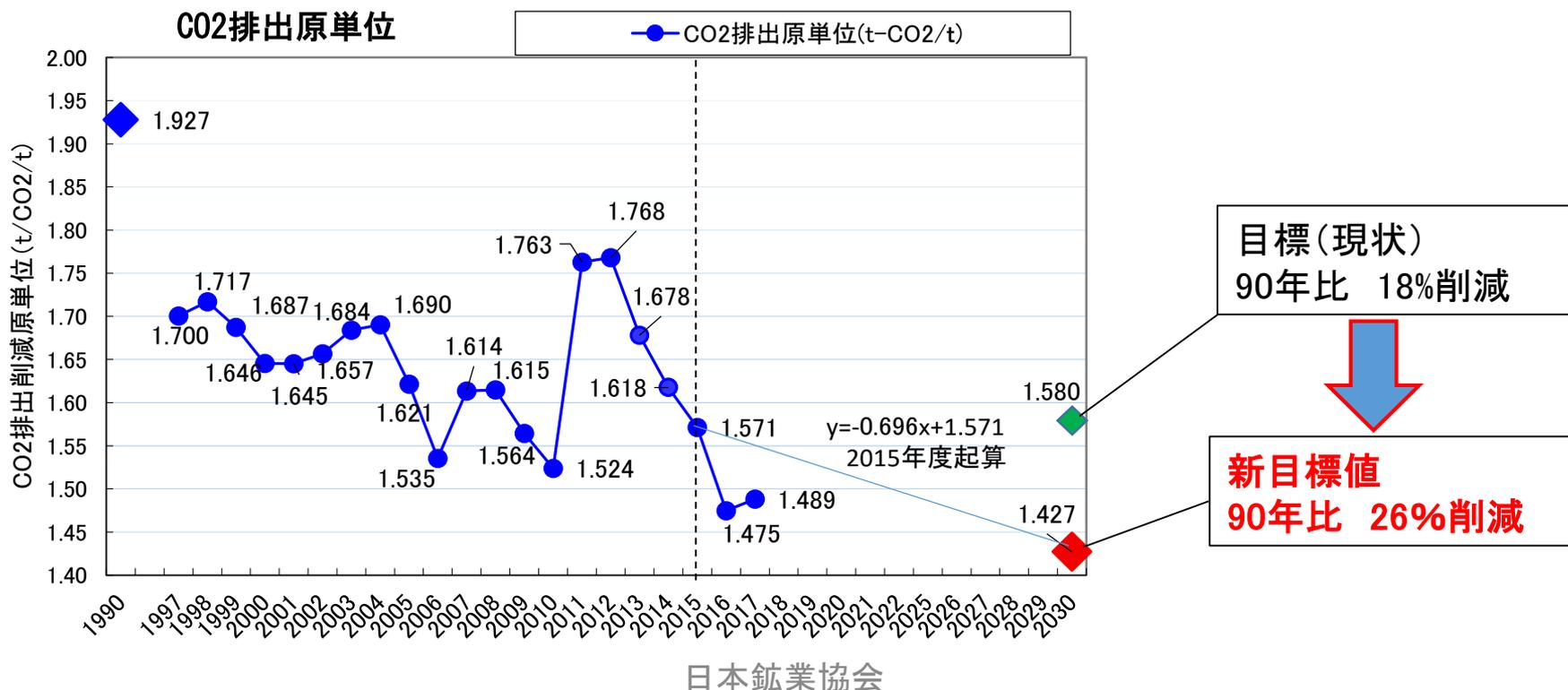
2030年度の新目標値: ▲26%

・基準年度は1990年度比とし、省エネ効果と2006年度から2017年度までの包括的な外生要因を含む

エネルギー原単位トレンドから、改善率を想定: ▲0.696%

今後、年平均 約 0.7% のエネルギー原単位の改善を目指す

・個社の事業環境に応じた、BAT設備への更新、生産管理の強化、プロセス改善を通して、非鉄業界として不確実性の高い事業環境であっても、PDCAを回し、徹底した省エネ策を継続的に進め、鉱石品位の低下・不純物の増加など生産活動の条件悪化を乗り越え、新目標達成を目指す。



(2) 低炭素製品・サービス等による他部門での貢献

- 鉱山開発技術、鉱山跡地を利用した再エネ電源の建設と利用拡大（水力発電、太陽光発電、地熱発電）
- 非鉄金属に不可価値を付与した高品質、高機能、低コストの金属素材の提供（次世代自動車向け二次電池素材等）

(3) 海外での削減貢献

- 海外自社鉱山、製錬所等での再エネ発電の建設、省エネの取組（ペルーの鉱山における水力発電、タイの廃棄物処理施設での余剰熱利用等）

(4) 革新的な技術開発・導入

- 最先端技術を活用した製錬プロセス、電子・機能性材料の開発（銅リサイクルプロセスの電解技術の開発等）

(5) その他

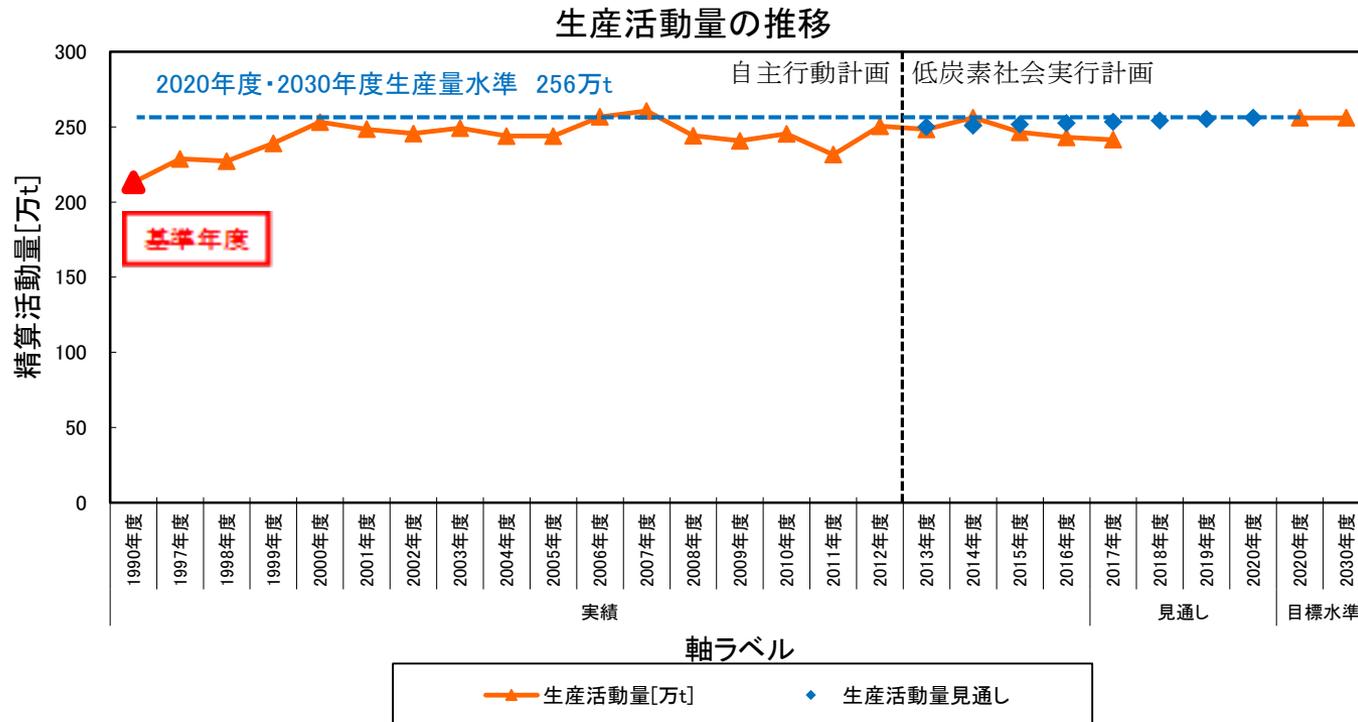
- 環境・リサイクル事業
- 休廃止鉱山跡地への植林活動、社有林の保全活動
- 省エネ、CO2削減のための環境教育、PR活動

3. 2017年度の取組実績 (国内の企業活動における削減の取組)

3-1 生産活動量の推移

— 生産活動量： 241.5万t（基準年度比 13.3%増、2016年度 ▲0.6%）

- 銅、鉛、亜鉛、ニッケルは2016年度とほぼ同じ
- フェロニッケルは2014年インドネシアが鉱石の輸出を全面禁止したことを契機に資源の獲得競争が激化し鉱石価格が上昇、合わせてニッケル価格の低迷を背景に2015年度から減産基調であるが、操業条件の安定化策などの奏功により、若干増加。



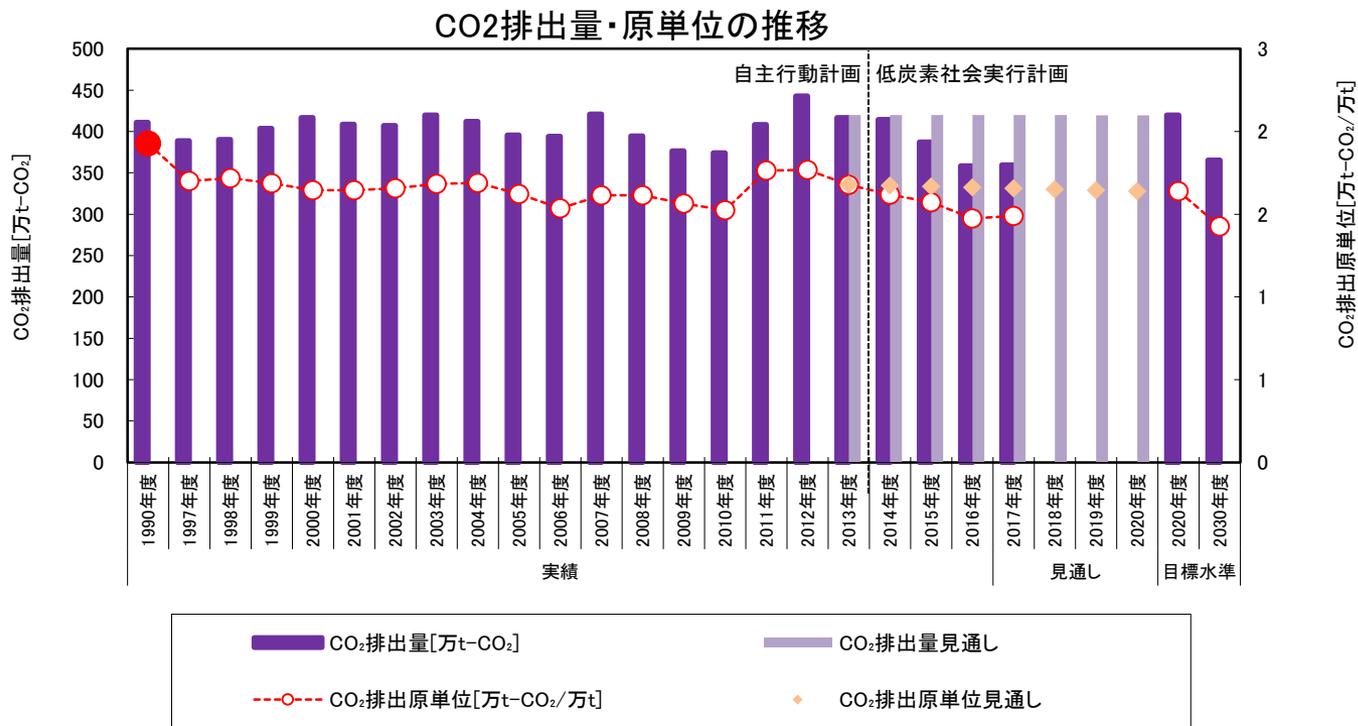
3-2 CO2排出量・原単位の推移

- CO2排出量: 359.5万t-CO₂ (基準年度比 ▲12.5%、2016年度比 +0.3%)
- CO2原単位: 1.489t-CO₂/t (基準年度比 ▲22.8%、2016年度比 +0.9%)

- 省エネ努力は、継続しているものの
低ロード運転影響によるエネルギー
原単位の悪化影響



- CO2排出量の微増
- 全体平均のCO2原単位の微増



継続的な省エネ努力の成果

- BAT機器の導入、電動機のインバータ化、照明のLED化等
- 生産プロセスの合理化、燃焼効率の改善、廃熱の回収・利用、保温の強化、蒸気漏れ対策等
- 燃料転換の取組: 木質ペレット燃料、再生油等の代替燃料への転換

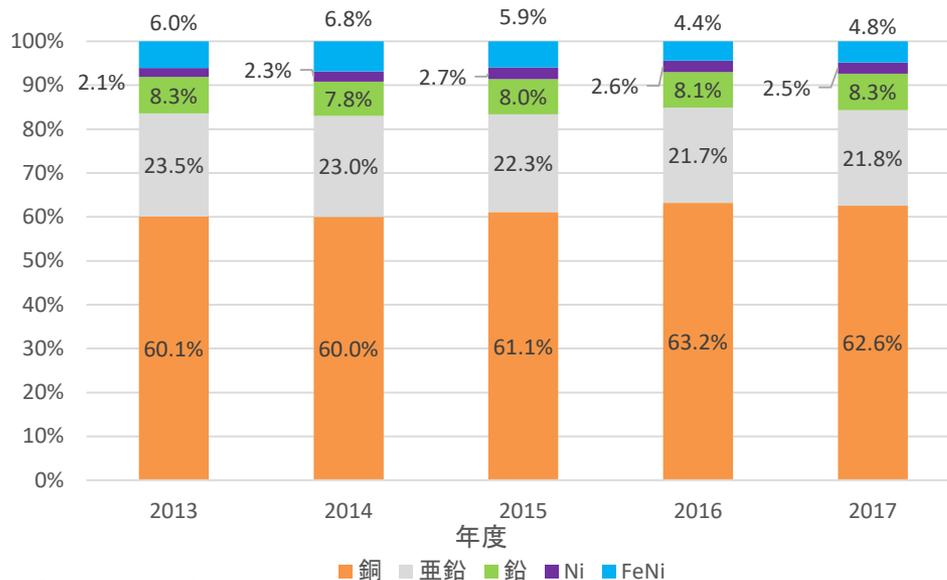
フェロニッケルの減産影響(中期的外生要因)

- 2014年1月、インドネシア新鉱業法(未加工鉱石の全面輸出禁止)の施行
インドネシアに替わってフィリピン、ニューカレドニアからの鉱石輸入
 - 金属品位の低下、不純物の増加
 - 鉱石価格の高騰
- 安定操業による生産活動高効率化

金属別CO2原単位の比較
(銅のCO2原単位を1とした場合)

銅	1.0
フェロニッケル	8.1
ニッケル	3.8
亜鉛	3.4
鉛	2.3

金属の生産割合



CO2原単位の削減目標に関する進捗率

- 2020年度目標：152.1%、2030年度目標：87.7% (旧目標進捗率▲126.2%)

目標達成に向けた今後の進捗率の見通し・課題

- 2017年度実績では、CO2原単位は1990年度比▲22.8%と、2014年度から4年連続で2020年度目標の1990年度比▲15.0%を上回った。これは、省エネの取組の効果に加えて、2015年度からフェロニッケルが外生要因を受けて減産基調となったため。
 - フェロニッケルの各社は原料調達力の強化、生産性向上の施策で、コストミニマムの安定操業の維持、生産量の回復とCO2原単位好転を実現した。
 - 一方、鉱石・精鉱の品位の低下、コスト効率的な省エネ対策余地の減少、電力事情による電力コスト増大、景気低迷・業績不振による省エネコストの抑制等、CO2原単位の悪化要因は潜在するが、2030年度目標を▲18%から▲26%に引き上げた。
- 
- 2030年度目標▲26%に対し、非鉄金属業界は、不確実性の高い事業環境であっても、PDCAを回し、徹底した省エネ策を継続的に進め、鉱石品位の低下・不純物の増加など、外生要因による生産活動の悪化要因を乗り越え、目標達成を目指す。
 - 産業界の自主的な取り組みとしての低炭素社会実行計画を、当業界として積極的に推進する姿勢を公表することにもなり、非鉄業界のプレゼンスを示し、温暖化対策とともに、日本の産業技術の国際競争力向上への貢献を図る。

3-5 BAT・ベストプラクティスの導入状況(1)

BAT、ベストプラクティスの導入状況 (2017年度実績)

- 省エネ投資額は、約19.3億円、
- CO2排出削減のポテンシャルは、1.7万t-CO2/年
- CO2を1t削減するための省エネ投資額：約11.1万円/t-CO2

(参考:CO2の限界削減費用 RITE殿推定値 260\$/t-CO2 (2.9万円/t-CO2))

(出展:経済産業省 長期地球温暖化対策プラットフォーム 第1回討議資料より)

年度	対象	内容	投資額 (百万円)	削減効果 (千t-CO2/年)
2017年度 (実績)	銅製錬	触媒篩別によるフロア電力の削減、転炉ボイラ熱源変更、高効率機器への更新(ポンプ、圧縮機、空調設備、変圧器)、モーターのインバータ化、LED照明化、保温・蒸気漏れ対策強化、電解液の管理強化等	844	5
	亜鉛製錬	硫酸工程の更新、リサイクル燃料の利用、高効率機器への更新(ポンプ、圧縮機、変圧器)、モーターのインバータ化、LED照明化等	933	1.7
	鉛精錬	高効率機器への更新(変圧器)、LED照明化など	44	0.3
	Ni、FeNi製錬	製造ラインの合理化、高効率機器への更新(ポンプ、変圧器)、LED照明化、蒸気漏れ対策の強化、運転条件の改善等	105	10
	計		1,926	17

3-5 BAT・ベストプラクティスの導入状況(2)

BAT、ベストプラクティスの導入状況 (2018年度以降の予定)

- 省エネ投資額(予定)は、約14.7億円
- CO2排出削減のポテンシャルは、約2.8万t-CO2/年
(今後の景気動向、業績状況によって変更も有り得る)

年度	対象	内容	投資額 (百万円)	削減効果 (千t-CO2/年)
2018年度	銅製錬	高効率機器への更新(ポンプ、圧縮機、空調、変圧器)、電動機のインバータ化、LED照明化、保温・蒸気漏れ対策、運転条件の改善等	462	8
	亜鉛製錬	硫酸工程の更新、高効率機器への更新(ポンプ、変圧器)、電動機のインバータ化、LED照明化、リサイクル燃料の利用	55	12
	鉛製錬	高効率機器への更新(変圧器)、LED照明化等	12	0.7
	Ni、FeNi製錬	高効率機器への更新(ポンプ、変圧器)、LED照明化、蒸気漏れ対策等	28	4.2
2019年度以降	亜鉛、鉛、FeNi製錬	自家発電設備の更新、高効率機器への更新、電動機のインバータ化、LED照明化等	915	3.8
		計	1,472	28.7

4. 低炭素製品・サービス等による他部門での貢献

4. 低炭素製品・サービス等による他部門での貢献

23

- 鉱山開発技術に基づく水力発電、鉱山跡地等を有効利用した太陽光発電、地下資源探査技術を活用した地熱開発・地熱発電等、再生可能エネルギー電源の建設・利用拡大
- 次世代自動車、LEDの普及拡大のための高品質、低コストの機能性材料(電池材料、半導体材料など)の安定供給
- 高効率機械の開発・製造(ポンプ) (万t-CO2)

	低炭素製品・サービス等	内容	削減実績 (2017年度)	削減見込 (2020年度)	削減見込 (2030年度)
1	水力発電 (FIT制度活用)	老朽設備の最新設備への更新、 発電能力増強	3.7	12.6	12.6
2	太陽光発電 (FIT制度活用)	遊休地の利用	2.5	2.5	2.5
3	地熱発電	地熱開発 電力会社に売電、蒸気供給	33.5	33.5	42.3
4	次世代自動車向け 二次電池正極材料の 開発・製造	水酸化ニッケル、ニッケル酸リチウムの 開発・製造	74 (部分貢献)	111 (部分貢献)	184 (部分貢献)
5	信号機用LED向け半 導体材料の開発・製 造	高純度金属砒素の開発・製造	0.11 (年度増分)	未定	未定
6	高効率機械の開発・ 製造	高効率スラリーポンプ、高効率粉砕 機の開発・製造	0.12	未定	未定
7	鉛蓄電池の普及拡大	安全で安価な鉛蓄電池(定置型)の 民生部門への普及拡大を通して太 陽光発電安定化及び電力平準化へ の貢献	0	検討中	検討中

5. 海外での削減貢献

海外の自社鉱山・製錬所等における活動事例

- 近年資源調達リスクが増大する中、海外の鉱山開発・製錬所操業等を通して、我が国の**鉱物資源の安定確保と非鉄金属の安定供給**に貢献
- 相手国、地域の持続的発展のため、現地との信頼関係を構築しつつ、**省エネ、CO2排出削減等の環境問題の解決に向けて先導的な役割を果たす**

活動事例	内容	削減実績 (2017年度)	削減見込み (2020年度) (2030年度)	
1	ペルーの 自社鉱山 における水 力発電	ペルーのワンサラ亜鉛鉱山にて 4,500kWの水力発電所を建設し、 鉱山設備に電力を供給の他、地 元近隣村にも無償供給。	1.5万t-CO2	1.3万t-CO2
2		ペルーのパルカ亜鉛鉱山にて 1,000kWの水力発電所を建設し、 鉱山設備に電力を供給。(2015 年2月より運転開始)	0.1万t-CO2	0.2万t-CO2
3	タイの自社 廃棄物処 理施設にお ける余剰熱 利用発電	タイの廃棄物処理施設にて 1,600kWの余剰熱発電設備を 建設し、自社施設に電力を供給。	0.2万t-CO2	0.3万t-CO2



ワンサラ亜鉛鉱山(上)
水力発電設備(下)

6. 革新的な技術開発・導入

省エネルギーに関する技術開発の事例

- 非鉄金属製錬プロセスの歴史は古く、16世紀末創業から長年の開発経緯を経て構築されているため、**現状の非鉄金属製錬プロセスをブレイクスルーするような革新的技術を2020年までに実用化することは難しい。**
- 銅リサイクルプロセスの電力使用量削減を目指した電解技術の開発

開発時期		内容	導入時期	削減見込み
1	2013年～2016年	<p>既存の電解採取法から電解精製方法へプロセスを転換することによって、電解工程の電力消費を7分の1とすることを旨とする。</p> <p>(成果)</p> <p>2016年度迄に実機での実証試験を実施した結果、所定の電解性能を得られたが、設備の入れ替えに巨額のコストが掛かるため、費用対効果がなく実装を見送り。また銅精鉱に比べ、リサイクル原料は不純物が多く電解精製プロセスの実プラント適用は難しいことを確認。</p>	未定	0.9万t-CO ₂ /年
2	2017年	<p>既存の電解採取プロセスにおける電解条件の最適化技術開発 (既存電解精製プロセスの深化・最適電極の選定等の技術開発を継続)</p>	未定	0.2万t-CO ₂ /年

7. その他の取組

業務部門における取組

- 当業界では、エネルギー消費量のほとんどが工場の製造段階に由来しているため、本社等オフィスからのCO2排出量は、全体に比べて無視できる程度である(約0.2万t-CO2/年)。そのため、業界としてCO2排出量削減の目標は定めていない。
- 各社の本社等オフィスは大部分が賃貸ビルの中のテナントであるため、主体的に実施できる取り組みとして以下の対策を行っている。これら対策は既に可能な範囲で実施されている。
 - 自動調光の設定値の見直し
 - 適正照度の見直し
 - 昼休み時の消灯
 - 更衣室、廊下、トイレの照明の人感センサー化
 - 冷暖房の温度の適正管理
 - クールビズ・ウォームビズの励行
 - 社用車更新時のハイブリット車の採用
 - アイドリングストップの励行
 - ソーラーパネルの設置
 - 緑化

運輸部門における取組

- 当業界では、顧客の要求により製品の輸送形態、輸送先が多岐に渡り異なる。また、主に輸送会社に外注であることから各社で事情が異なるため、各社間のデータ調整が難しく、業界の実状を示すデータを取得することができない。そのため、CO2排出削減の目標は定めていない。
- 各社は以下のとおり物流の効率化、CO2排出量の削減に取り組んでいる。
 - 同業他社間の業務提携による物流の合理化(銅精鉱の調達、硫酸の販売)
 - 大型トラック、大型船舶用に荷役倉庫、港湾の整備
 - 工場の周辺地域からの原料調達
 - 海上輸送の積極的採用(モーダルシフト)等

業界団体における取組

- 日本鉱業協会では、会員企業をメンバーとする「エネルギー委員会(役員クラス)」「省エネルギー部会(部課長クラス)」「工務部会(部課長クラス)」等の委員会、部会の活動を通して、**地球温暖化対策、エネルギー政策に対する国への要望、省エネ、環境保全等に関する施策の推進および情報共有、意見交換等を実施**
- 毎年、全国鉱山・製錬所現場担当者会議を主催。会員企業における資源、製錬、工務、分析、新材料の各分野の現場担当者から、最新の開発・改良事例や省エネ事例等が報告される。同会議は**一般参加可能で広く情報を提供**

個社における取組

- 個社の取組事例を自社のHP、CSR報告書、統合報告書、環境報告書、社内報にて紹介することによって、社員およびその家族、地元住民、その他ステークスホルダーに、**地球環境保全や地球温暖化防止対策に係る個社活動の意義と重要性を理解**いただけるよう努めている。

- ・地元自治体の省エネ活動への参画
- ・休廃止鉱山跡地の緑化・森林保全活動
- ・地元の動植物の生息環境の整備活動
- ・工場周辺の美化活動
- ・地元住民向けの工場見学
- ・地元の生徒・学生向けの職業体験学習
- ・環境をテーマにした親子勉強会、等



ご清聴ありがとうございました。

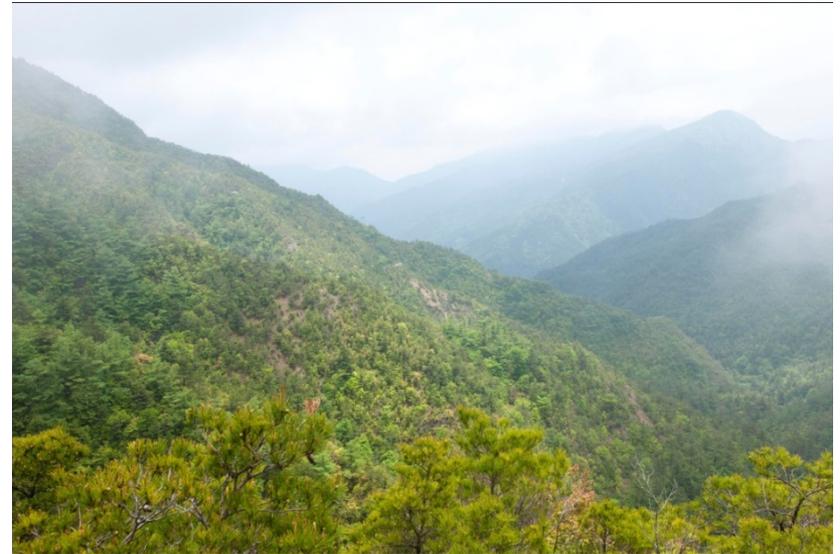
住友・別子鉱山の過去と現在

明治時代



住友史料館所蔵

現在



住友金属鉱山(株)提供