明るい未来の
ための知識

クラス1ニッケル金属生産に伴うGHG排出量の決定方法

ニッケルのカーボンフット
プリント計算ガイド

Nickel INSTITUTE
knowledge for a brighter future

クラス1ニッケル金属生産に伴うGHG排出量の決定方法

ニッケルのカーボンフットプリント計算ガイド

2022年4月発行

本書に記載されている内容は、読者への一般情報提供を目的としており、しかるべき助言を確保せずして、如何なる特定の目的あるいは用途のために使用もしくは依拠されるべきではない。

ニッケル協会とその会員、職員およびコンサルタントはあらゆる一般的もしくは特定の目的のための適合性について何ら表明または保証するものではなく、また本誌に示されている情報に関して如何なる種類の義務または責任を負うものではない。

本文書は、クラス1ニッケルのGHG排出量の決定に関するニッケル業界およびLCAコミュニティの最新の議論を反映している。GHG排出量の決定に関する広範な産業界およびLCAコミュニティ内での議論は進行中である。手法や基礎となるパラメータは更新され、規制イニシアティブと整合がとられている。したがってニッケル協会は、最新の手法や最新のデータおよび規制要件との整合性を確保するために、今後定期的にガイダンスを見直し更新する予定である。

目次

1. はじめに 4
2. 目的と範囲 4
3. システム領域 5
4. 温室効果ガスの排出 7
5. ライフサイクル影響評価 9
6. モデリングパラメータ 10
6.1. 副産物の配分 10
6.2. 電力 11
6.3. 燃料燃焼 12
6.4. 二次データ 12
7. コミュニケーション、第三者検証 13
用語集 14
参考文献 15

クラス1ニッケル金属生産に伴うGHG排出量の決定方法

1. はじめに

気候変動は、地球社会とって重要な課題である。地球規模および地域レベルでの取り組みは、世界的に観測されている気温上昇の影響を緩和することを目的としている。温室効果ガス（GHG）の排出は、気候変動の主な原因となっている。

そのため、GHG排出量の測定は、GHG排出量が多く発生するホットスポットを特定し、GHG排出量削減努力を実証および測定し、気候変動緩和への寄与度を決定することで、気候変動に影響を与える総排出量を理解するための重要なステップとなる。

金属生産とそれに伴う採掘工程は、世界全体のGHG排出量の8～10%を占めると推定されている[1]。生産量とエネルギー集約量から、炭素鋼は金属生産のGHG排出量の主な原因であり、アルミニウムと銅がそれに続く。ニッケルは、生産量が比較的少ないため、ニッケル協会の推定によるその影響度は約0.27%と比較的小さい。それにかかわらず、ニッケル業界は気候変動の緩和策にも力を入れており、各社はGHG排出量の削減に向けて取り組んでいる。

製品レベルでの気候変動ポテンシャルで、他の環境影響を測定するための最も一般的で世界的に受け入れられているツールは、環境ライフサイクルアセスメント（LCA）である。LCAは、全部で15種類の環境負荷項目についてデータや情報を提供する。このガイダンスは、「気候変動」ライフサイクル環境影響カテゴリーを対象としている。精製されたニッケル金属（いわゆるクラス1ニッケルとして取り引きされている）の生産工程からのGHG排出量と、その製品や前駆体（採鉱されたニッケル鉱石、選鉱と調合によるニッケル精鉱、ラテライトニッケルおよび硫化ニッケルの生産から得られるニッケル中間体）の中間物から出荷までのカーボンフットプリントを定量化・伝達する原則、要件、方法論について規定している。

このガイダンスは、環境マネジメント－ライフサイクルアセスメント－要求事項および指針に関するISO 14044規格に基づくものである。ISO 14044は一般的なものであるため、このガイダンスは精製ニッケル（ニッケル含有量99.8%以上のクラス1ニッケル金属として取引）の生産に適合される具体的なアプローチを示している。また、GHGプロトコル製品のライフサイクル集計報告基準[2]とも整合している。

本ガイダンスを適用することで、ニッケル鉱石・精鉱、ニッケル中間製品の生産者やその顧客、その他の関係者は、クラス1ニッケル金属生産による気候変動への影響（クラス1ニッケル金属のカーボンフットプリントと呼ばれる）を算出することができる。

2. 目的と範囲

ある製品の気候変動への影響とは、関連する製品の生産段階におけるすべての温室効果ガス排出量の合計である。その影響はCO_2換算（CO_2eq）/kg金属として表され、二酸化炭素（CO_2）のほかに、他のいわゆる「気候関連ガス」（すなわち、気候変動に寄与するガス）を含む。

本ガイダンスの目的は、精製されたニッケル金属の関連するすべてのGHG排出量（CO_2eqで表したもの）に関して、気候変動への影響を算出する方法について、LCA実務者とその関係者に標準化されたアプローチを示すことである。また、硫化物およびラテライト鉱石、ニッケル精鉱、および一次Ni生産からのニッケル中間体（ラテライト鉱石および硫化物鉱石の乾式および湿式製錬処理から得られるものを含む）をはじめとする関連前駆体生成物も対象としている。

ISO 14044環境マネジメント－ライフサイクルアセスメント－要求事項および指針 はニッケル業界への適用とその特徴について十分な詳細を提供していないため、この指針はこれを補遺し精緻化するものである。世界的に採用され適用されているISO 14044規格は、ライフサイクルアセスメントの実施方法に関する一般的な指針のみを提供している。本ガイダンスは具体的に、温室効果ガス排出量の計算を精製ニッケル金属（クラス1ニッケル）に適応させるものである。これにより、クラス1ニッケル金属の生産者によって公表されるデータには一貫性があり、同じ計算、方法やパラメータに基づいていることが保証される。

3. システム領域

システム領域には、関連する4つの主要なユニットプロセスと、場合によっては複数のサブプロセスとが含まれる：

- 採掘（露天と地下の両方）
- 鉱石処理（ラテライト鉱）および選鉱（硫化鉱）
- 一次抽出（ラテライト鉱石、硫化鉱の両鉱石および二次原料の湿式製錬・乾式製錬の両工程から成る）
- 金属精錬

次の工程も含まれる：

- 原材料の工程への輸送あるいは工程間の輸送
- オンサイトおよびオフサイトでの発電
- 排水処理、廃棄物処理

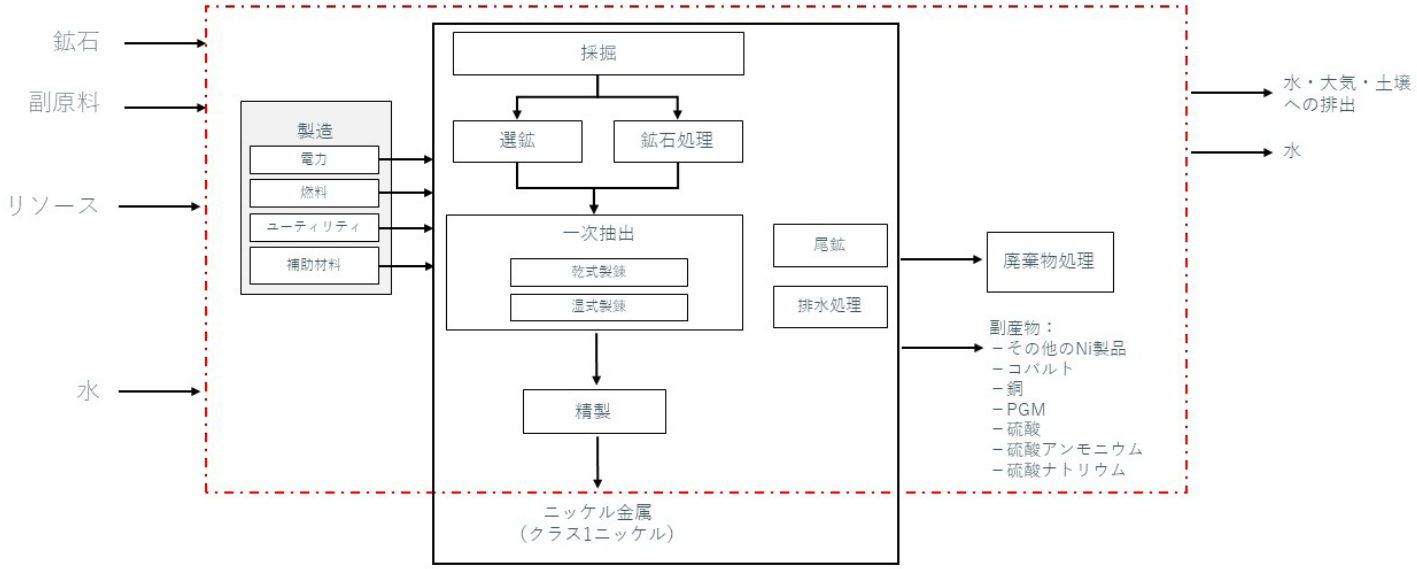
また精製ニッケル金属（クラス1ニッケル）の生産工程全体を通して必要とされる燃料、ユーティリティおよび補助材料の製造も含まれる。生産中に発生する可能性のある副産物も考慮される。これらを計算に含めることについては、6.1節で詳しく説明する。

ニッケルは主にステンレス鋼や合金鋼の生産で合金元素として使用される。したがってニッケルのリサイクルの大部分は、ニッケル業界の外で、特にステンレス鋼工場で、合金レベルで行われる。環境および経済上の理由から、ニッケル含有合金はステンレス鋼または他のニッケル含有合金にリサイクルされる。

新興のEVバッテリー技術など他の用途でニッケルの使用が増加しているため、ニッケルのリサイクル量がニッケル業界内で増加することがと予想される。ニッケルのリサイクルは、一次生産工程に統合されるか、または広範囲の異なる金属が含まれる金属スクラップを処理するリサイクル設備で行われる。ニッケルを含むスクラップ材料は、一次抽出と同様の乾式および湿式製錬工程を経た後、精製される。

図1に、システム領域の簡単なフローチャートを示す。

図1　ニッケル金属（クラス1ニッケル）生産のシステム領域。境界内の工程、境界への入力、境界からの出力が示されている。システム領域は赤で表示されている。



副産物のさらなる処理に関連する精製工程、現場への燃料、材料および人材の輸送、顧客への精製ニッケル金属の輸送、廃棄物の輸送および経営管理に関連する排出など、いくつかの工程はシステム領域から除外されている。

工程の包含および除外は、該当する切り捨て基準に関連している。ニッケル金属生産のうち、GHG総排出量の1%に満たない工程は除外することができるが、除外される工程の量はGHG総排出量の3%を超えない。このアプローチはEU製品環境フットプリントガイダンス に沿っている[4]。

システム領域に含まれる工程とシステム領域から除外される工程を表1に示す。これらの工程は、クラス1ニッケル金属生産のライフサイクルデータの収集と更新の経験に基づいている[5,6]。システム領域から除外された工程は、上記の切り捨て基準を下回っていることが示されている。

表1 システム領域に含まれる工程と除外される工程

含まれる工程	除外される工程
ニッケル鉱石の採掘(オープンピットおよび地下、表土や廃石の除去を含む)	コバルト、銅、PGMなどの副産物のさらなる処理に関連する精製工程
選鉱(硫化鉱)および鉱石処理(ラテライト鉱)	廃石による酸性鉱山の排水量の二次的影響
浸出、分離、か焼、製錬、変換などの工程を含む、精鉱などのニッケル含有中間体をニッケルマットおよび混合硫化物・酸化物に変換する一次抽出 (乾式および湿式製錬工程を適用するものすべて)	燃料、付属/補助材料の現場への輸送
鉱石、精鉱、マットおよび他のニッケル中間体の輸送	顧客への輸送
現場で使用される付属/補助材料	廃棄物の輸送
関連するすべての水の投入と排出	資本設備とインフラの生産
大気へのオンサイト(直接)排出	原料輸送、人材、経営管理
大気へのオンサイト(直接)排出	

表2 最も関連性の高い温室効果ガスのGWP値[8]

温室効果ガス名	化学式	100年間のGWP値
二酸化炭素	CO_2	1
メタン	CH_4	28
亜酸化窒素	N_2O	265
クロロフルオロカーボン(CFC)		2-13.900
ハイドロフルオロカーボン(HFC)		4-12.400
パーフルオロ化合物		6.630-23.500
フッ素化エーテル類		1-12.400
パーフルオロポリエーテル		9.710
炭化水素他		9-376

4. 温室効果ガスの排出

温室効果のメカニズムは、温室内で小規模に観察することができる。入射する太陽光のエネルギーが閉じ込められ、内部温度が上昇する。この効果が、地球規模でも発生する。太陽からの短波長紫外線が地表に到達すると、エネルギーの一部が長波長赤外線として再放射される。赤外線の一部は、直接宇宙に戻るのではなく、対流圏の温室効果ガスに吸収され、地球に戻る方向も含めてあらゆる方向に再放射される。その結果、地表で温暖化が起こる。この自然のメカニズムに加えて、人間の活動が温室効果を高める。

数種類のガスが地球温暖化係数に寄与している。排出される主な温室効果ガスは、二酸化炭素（CO_2）である。二酸化炭素は、燃料（石炭、天然ガス、石油）や廃棄物、バイオマスのような他の炭素含有物質の燃焼を通して大気に入る。またセメントの製造などの化学的工程からも発生しうる。

地球温暖化係数に寄与する他の関連ガスには、石炭や天然ガス・石油の生産および輸送中に排出されるメタン（CH_4）がある。また家畜やその他の農業活動からも排出される可能性がある。亜酸化窒素（N_2O）とフッ素化ガスは、気候変動に寄与するその他の気候関連ガスである[7]。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）は、さまざまな温室効果ガスについて100年間の地球温暖化係数（GWP）を発表した。これらの値を用いて、ライフサイクルインベントリの結果を気候変動への影響の指標（kg CO_2eq）に変換することが推奨される。

最も関連性の高い温室効果ガスとその地球温暖化係数の概要を表2に示す。IPCCは、最も関連性の高い温室効果ガスのGWP値を定期的に更新している。そのため、入手可能な最新のIPCCデータをチェックし、使用することが推奨される。

精製ニッケル金属の生産から排出される主要な温室効果ガスは二酸化炭素（CO_2）である。地球温暖化係数に関連するメタンや亜酸化窒素などの他のガスもまた、ニッケルの採掘、鉱石処理、一次抽出および精製など様々な段階で放出される可能性がある。

GHGプロトコルでは、GHG排出量は、大きく3つのタイプ（スコープ1、スコープ2、スコープ3排出量）に分類される。GHGプロトコルのアプローチは、排出がオンサイトで発生するか、間接的なオフサイトプロセスに関係するか、上流プロセスに関係するかを実証するために当面は一般的に用いられる。スコープ1-3排出量の定義は次の通り[9]：

- スコープ1：「GHGの直接排出量は、企業により所有または管理されている排出源から生じる。例えば、所有または管理されているボイラー、炉、車両における燃焼からの排出量、所有または管理された工程の装置における化学物質生産による排出量がそれに該当する。」
- スコープ2：「スコープ2は、企業が消費する購入電力の発電によるGHG排出量を対象とする。購入電力とは、購入された電力、それ以外で企業の組織境界内に持ち込まれた電力がこれに該当する。スコープ2の排出量は、発電施設で物理的に発生する。」
- スコープ3：「スコープ3の排出量は企業活動の結果によるものだが、企業が所有または管理していない排出源から発生する。スコープ3の活動には、購入材料の抽出と生産、購入燃料の輸送、販売した製品・サービスの利用といった例が挙げられる」。

GHGプロトコルの定義は、企業による排出量の所有と管理に基づいているのに対して、ISO 14044は、評価する金属生産工程を対象としている。業界全体でデータの一貫性と比較可能性を維持するために、GHGプロトコルに基づくスコープ1、2、3の排出量による分類を、生産工程に基づいて行うことが推奨される。

国や地域によっては、上述のとおりに分類されたタイプへのGHG排出量の配分は、国や地域で合意された固有の基準に従わなければならない場合がある。米国EPAは、「スコープ2排出量とは、電力、蒸気、熱または冷却の購入に伴う間接的なGHG排出である」としている[10]。

GHGプロトコルで定義されているスコープ3排出量は、販売された製品の流通、加工や使用、出張、終末処理など、上流および下流の幅広い活動を網羅する可能性がある。製品からのGHG排出量の決定には、上流のスコープ3排出量のみが含まれる。

ニッケル生産に関しては、スコープ3排出量は、投入資材（例えば燃料、補助剤、硫黄、還元剤、爆薬、潤滑剤）、上流での水生産および排水処理、ならびに生産現場内または生産現場間での輸送に限定されることを意味する。

対象範囲に含まれ評価される排出量の概要を表3に示す。

表3 GHGプロトコルに従ったニッケル生産におけるGHG排出量		
工程ステップ	説明	排出量スコープ
直接的な活動	燃料および還元剤やその他の工程の排出(大気および水の排出)に関連する燃焼排出量	スコープ1
オンサイトでの電力	オンサイトでの発電に関連する排出量	スコープ1
電力	国または地域のグリッドからの電力	スコープ2
原材料	第三者からのニッケル含有原料(例:鉱石精鉱、ニッケルマット、MSP、MHP、ブラックマス)	スコープ3
補助原料	化学物質などの補助原料の生産に伴うGHG排出量	スコープ3
硫黄	工程で使用する硫黄の製造	スコープ3
燃料、還元剤	工程で使用する燃料および還元剤の製造	スコープ3
潤滑剤	工程で使用する潤滑剤の製造	スコープ3
爆薬	工程で使用する爆薬の製造	スコープ3
排水	都市下水処理。オンサイトでの水処理に伴う排出量は、直接的な活動に分類される	スコープ3
水	上流での上水生産	スコープ3
輸送	輸送用燃料(その製造)、原材料の輸送、人的資源、関連燃料の燃焼を含む	スコープ3
クレジット	各副産物の従来の生産ルートを想定した副産物のクレジットに伴う影響	スコープ3

5. ライフサイクル影響評価

ISO 1404011および14044によると、ライフサイクル影響評価は、工程への入力および出力が決定されているライフサイクルインベントリに基づいて構築される。

GHG排出に考慮された生産工程と関連物質、および選択された特性化係数を報告しなければならない。世界的に合意された地球温暖化係数に関する特性化係数を表2に示す。

検討対象のシステム（この場合はクラス1ニッケル金属生産）によって排出または除去される各GHGの潜在的な気候変動への影響は、排出または除去されたGHGの質量に、特定のガスについてIPCCが与えた100年間の地球温暖化係数（kg CO_2eq/kg排出単位）を乗じることによって計算される。検討中のシステムの総カーボンフットプリントは、これらの計算された影響の合計である。

経時的な影響を比較する場合、排出量インベントリに適用される特性化係数は、検討中のすべての期間で同一でなければならない。

精製ニッケル（クラス1ニッケル）のカーボンフットプリントのデータは、少なくとも5年ごとに、あるいは生産工程やニッケルの排出原単位に影響を及ぼすその他のパラメータに重大な変化が生じた場合はいつでも更新しなければならない。5年の更新周期は、欧州委員会等が製品環境フットプリント[12]で策定した要件に沿っている。

GHGプロトコルで言及されているように、次のような状況が大きな変化を引き起こすことになる：

1. 操業または技術進歩、原料またはエネルギーにおける大きな工程変化などニッケル生産の構造変化。
2. 計算方法の変更、排出係数や活動データの精度の改善、排出量データに重大な影響を及ぼす新たなタイプの排出源の追加。
3. 重大なエラーの発見、または集合的に重大な累積エラー。

インベントリデータ収集の頻度は、検討中の工程の排出原単位の著しい変化の頻度に合わせるものとする。これらは、排出源によって異なる可能性がある。すべてのインベントリデータは1年間を対象とする。

6. モデリングパラメータ

6.1. 副産物の配分

ISO 14044によると、入出力は、明確に規定された手順に従って異なる製品に配分しなければならない。ISOは段階的な手順を提案している：

- ステップ1：可能であれば、ユニットプロセスを2つ以上のサブプロセスに分割するか、または副産物に関連する追加の機能ユニットを含むように製品システムを拡張することによって、配分を回避する
- ステップ2：配分を避けることができない場合、入出力を、基本的な物理的関係を反映して、異なる製品間で配分するものとする
- ステップ3：配分を避けることができず、物理的関係も確立することができない場合、製品と副産物との間の他の関係（例えば、経済的価値）を反映する方法で、入出力を配分するものとする

入出力は、配分手順と共に文書化し、説明を加えるものとする。ユニットプロセスの配分された入力と出力の和は、配分前のユニットプロセスの入力と出力に等しくなければならない。代替的な配分手順がいくつか適用できる場合には、選択されたアプローチからのずれの影響を説明するために感度分析を実施しなければならない。この分析は、透明性をもって提示および説明し、使用された配分アプローチを正当化しなければならない。

多出力の配分は、一般にISO 14044の要件に従い、工程内で適用される各プロセスステップに最も適した配分ルールが使用される。エネルギー回収、埋め立てや排水処理などの廃棄物処理には、多入力配分を適用する。データ収集フェーズ中に配分が必要になる場合は、各プロセスステップに最適な配分ルールを適用し、文書化するものとする。

精製ニッケル金属の生産では典型的に、いくつかの他の製品が製造される：

- ベースメタルは希少金属でも貴金属でもない（例えばCuまたはCoのような）非鉄金属である。
- 白金族金属（PGM）および希少金属のグループに属する例えば金または銀のような他の貴金属。これらの金属はまた、副産物として生じたり、製造されたりすることがある。一方、ニッケル自体が、例えばCu、CoまたはPGMの製造のような他の金属製造工程で副産物として生じることがある。
- さらに、硫化ニッケル精鉱の製錬中に酸化硫黄を除去することによって生じる硫酸など、特定の非金属副産物が生成される可能性がある。アンモニアと硫酸ナトリウムが精製工程で発生する。

これらのベースメタル、貴金属、非金属製品は、配分によって処理される。

さまざまな製品が同時に発生する分野では、さまざまな配分方法が使用可能であり、一般的に適用されている。最も一般的な配分方法は、（価額による）経済的配分または（重量による）質量配分である。配分方法にはそれぞれ考慮すべき長所と短所がある。査読済み記事[13]に、金属および鉱物業界によって作成された推奨事項が記載されている。

システム拡張では、副産物を生成する代替ルートの存在が考慮される。システム拡張の原則は、副産物が同等の機能を持つ別の製品の削減または回避につながるという事実に基づいている。この場合、この（副産物の）インベントリをシステム領域に含め、反転させる（すなわち、分析されたシステムから差し引く）必要がある。これにより、生成された副産物の量に応じて分析されたシステムの環境クレジットが得られる。銅、コバルトやPGMなどの有価金属の一次生産でも少量のニッケルが産出される可能性があるため、金属副産物の場合にはシステム拡張は使用されない。この工程にクレジットが与えられると、銅の生産だけでなく少量のニッケルの生産も無効となってしまう。これは、ニッケルの全体的なLCAに不合理かつ好ましくない影響を与えうる。

ニッケルの場合、経済的価値と質量配分の組み合わせが一般的に金属副産物に使用される。

- 一緒に発生するのがベースメタルのみの場合、環境プロファイルを定義するために質量配分が使用される。通常、物理的および経済的な違いは大きくない。この配分方法が最良の方法と考えられる
- ベースメタルと貴金属が共存する場合は、経済的配分が用いられる。経済価値や生産量が大きく異なる(例：白金[低生産量・高市場価値]と銅[高生産量・低市場価値])。したがって、質量配分では製品の価額や異なる金属を生産する理由は反映されない。この評価に用いる価格は10年間の平均値である。利用可能な公的情報源[15, 16]を記載するものとする。
- (ベースメタルと貴金属の組合せが一緒に発生するなど)特定の場合は、採掘と選鉱の質量配分と、製錬と精製の経済的配分とが適用される場合もある。このような質量と経済的配分の組み合わせは、例えば、採鉱および製錬の分析データが入手できず、それによって経済的配分が不可能な場合に適用することができる。そのような特定の事例には明確な説明を加え、根拠を記載する必要がある。

システム拡張は、金属業界で合意されたガイダンスによって推奨されているように[17]、硫酸、硫酸アンモニウムや硫酸ナトリウムのような非金属副産物に適用される。非金属副産物のインベントリをシステム領域に含め、分析されたシステムから差し引く必要がある。これにより、生成された副産物の量に応じて分析されたシステムの環境クレジットが得られる。GHGの算定では、クレジットおよびクレジットの種類、すなわち検討された副産物を生産するための従来の方法が何であるかを透明性を持って開示する必要がある。

従来の製造方法に使用されるデータセットの情報源とその基準年を明示する必要がある。その情報源は、信頼性が高く、世界的に受け入れられているデータソースでなければならない。

ISO 14044:2006で推奨されているように、配分方法の選択についての説明や根拠が必要とされ、感度分析の結果を附すのが理想的である。

6.2. 電力

電力はニッケル金属生産工程の主要なエネルギー源である。システム領域に含まれるニッケル生産工程、廃棄物と排水処理、補助工程、およびその他の工程で消費される電力の発電に関連する排出量はインベントリに含めるものとする。電力供給のGHG排出量は、オンサイトの企業または上流の電力供給者によって適用される具体的な発電技術によって大きく異なることがある。

電力は、ISO 14067およびEU PEFガイダンスに定められた要件に従って考慮する。次の階層的アプローチに従うものとする：

a. ある国においてトラッキングシステムが100%整備されている場合、または次の場合には、供給者固有の製品としての電力を使用する：
   i. 使用可能であって、
   ii. 契約文書の信頼性を確保するための一連の最低限の基準が満たされていること。

b. 次の場合は、供給者固有の総電力ミックスを使用するものとする：
   i. 使用可能であって、
   ii. 契約文書の信頼性を確保するための一連の最低限の基準が満たされていること。

c. 「国別の残余ミックス、消費ミックス」を使用するものとする。国別とは、ライフサイクルのステージまたは活動が発生する国を意味する。これは、EUまたは非EUの国である。残余ミックスは、a.とb.で供給者固有の電力ミックスを使用することで二重カウントを防止する。

d. 最後の選択肢として、平均EU残余ミックス、消費ミックス(EU+EFTA)、地域代表的な残余ミックス、消費ミックスを使用するものとする。

a.とb.に関しては、電力のモデル化に使用する契約手段は、GHGプロトコル スコープ2ガイダンスに記載されている基準を満たさなければならない。EU域外で操業している企業では、国の残余ミックスが利用できない可能性がある。データの比較可能性を確保するため、EU域内で事業を行う企業は、国のグリッドミックスを用いてGHG排出量を報告することも可能である。

世界各国のGHG排出係数およびさまざまな発電技術のGHG排出係数が、ライフサイクル データベースまたはIEA などの入手可能な出版物[18]に記載されている。

「GHGプロトコル事業者算定報告基準」[18] で定義されているように、企業は、国別のグリッドミックスを使用し、供給者別の製品と

しての電力/ミックス、または供給者別の製品としての電力/ミックスがない場合は国別の残余ミックスを使用して、スコープ2のGHG排出量を報告することが可能である。

「国別残余ミックス、消費ミックス」のモデル化に関するさらなる指針が、ISO 14067およびEU PEFガイダンス4に記載されている。

オンサイトで発電された電力は、スコープ1排出量（直接オンサイト）と見なされる。オンサイトでの発電による排出量は、燃焼した燃料を基に算出される。

オンサイトでの発電のモデル化に関するさらなる指針は、ISO 14067およびEUのPEFガイダンスに記載されている。

6.3. 燃料燃焼

生産工程で消費される燃料の燃焼に関連する温室効果ガスの排出量は、気候変動に関する国際パネルが2006年の報告書[20]で公表しているデフォルトの排出係数を用いて計算するものとする。他の排出源からの排出係数（例えば、国のインベントリ）を用いる場合には、それらを要約報告書に記載するものとする。

6.4. 二次データ

潤滑剤や硫黄、爆薬、還元剤、または生産工程で使用され、システム領域に入らないその他の材料など、ニッケル生産者がサプライヤーから一次データを取得できない可能性のあるいくつかの補助材料が、ニッケル生産工程で使用される。これらの材料については、公共および/または商用データベースで共通して得られる二次データを使用するものとする。商用および公的データベースの概要は、GHGプロトコルのウェブサイトで閲覧できる。[21]

7. コミュニケーション、第三者検証

透明性のあるコミュニケーションと結果の解釈が極めて重要である。

GHG排出量の決定は常に、使用された方法とモデル化パラメータ、さまざまなスコープとクレジットからの排出量の配分、ならびに感度分析に関する概要を提示しなければならない。これは、ISO-14067[22]に基づく特定の気候宣言を含む国際EPDシステムで策定された要件に沿ったものである。

GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard（GHGプロトコル製品ライフサイクル算定報告基準）は、結果を提示する際の要件をいくつか策定している。製品インベントリのGHG算定と報告は、関連性、正確性、完全性、一貫性や透明性の原則に従わなければならない。これは、ニッケル金属GHG排出量の第三者へのコミュニケーションにも適用される。

ニッケル金属生産からの温室効果ガス総排出量の結果は、生産者が報告するものとする。計算が第三者によって行われた場合は、その旨を報告書に記載しなければならない。

報告書は、1 kgのニッケル金属（クラス1ニッケル）の中間物から出荷までのGHG排出量について報告する。次を含むものとする：

- 本ガイドに記載されているすべての関連パラメータ
- 根拠と説明とともに、適用された配分方法
- 計算の基礎となる電力ミックス
- 燃料燃焼に用いられたパラメータ
- 使用された一次データと二次データの区別
- 適用されたシステム領域の記述。EU Product Environmental Footprint Guidance（EU製品環境フットプリントガイダンス）と比較するために、除外項目と総GHG排出量の推定割合を定義する。

ユニットのフットプリントに含まれるクレジットは、フットプリントにクレジットを含めても含めなくても、読者がフットプリントを容易に計算できるように開示しなければならない。

報告書には、データが収集された基準年を記載する。

報告されたデータには、独立した第三者機関が実施し、GHGデータの計算がこれらのガイドラインに従って行われたことを確認する証明書を添付するものとする。

用語集

略語

CFC	Chlorofluorocarbons（クロロフルオロカーボン）
Co	Cobalt（コバルト）
CO_2eq	Carbon Dioxide equivalents（二酸化炭素換算）
Cu	Copper（銅）
EN	European Norm（欧州標準）
EPD	Environmental Product Declaration（環境製品宣言）
GHG	Greenhouse gas emissions（温室効果ガス排出量）
GWP	Global Warming Potential（地球温暖化係数）
HFC	Hydrofluorocarbons（ハイドロフルオロカーボン）
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change（気候変動に関する政府間パネル）
ISO	International Standardisation Organization（国際標準化機構）
LCA	Life Cycle Assessment（ライフサイクルアセスメント）
LCI	Life Cycle Inventory（ライフサイクルインベントリ）
LCIA	Life Cycle Impact Assessment（ライフサイクル影響評価）
MHP	Mixed Hydroxide Product（混合水酸化物）
MSP	Mixed Sulfide Product（混合硫化物）
Ni	Nickel（ニッケル）
NI	Nickel Institute（ニッケル協会）
PEF	Product Environmental Footprint（製品環境負荷）
PGM	Platinum Group Metals（白金族金属）
US EPA	United States Environmental Protection Agency（米国環境保護庁）

用語

ブラックマス：ニッケル製錬工程で使用することができるリサイクル電池材料の製品。使用済みのリチウムイオン電池を還元すると、リチウム、コバルト、ニッケル、マンガン、銅、アルミニウムやグラファイトなどの重要な電池材料を含む粉体になる。

副産物：主要製品と一緒に発生する生成物。生産工程の主目的以外の製品

特性化係数:特定の介入の相対的重要性の定量的表現。ここでは、気候関連ガスのGWP

クラス1ニッケル：金属含有量99.8%以上のニッケル

排出係数：石油、ガス、石炭などの燃料消費単位当たりのCO_2換算係数

ニッケルマット：ニッケルの含有量が30～60%のニッケル製錬工程の中間体

一次データ：特定企業の入力および出力データに基づくライフサイクルデータ

二次データ：公共および商用データベースに見られるような、いくつかの生産者で平均化された集約ライフサイクルデータ

参考文献

1. https://ourworldindata.org/emissions-by-sector
2. https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Product-Life-Cycle-Accounting-Reporting-Standard_041613.pdf
3. ISO 14044:2006/Amd 2:2020, Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines — Amendment 2. https://www.iso.org/standard/76122.html
4. https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/PEFCR_guidance_v6.3.pdf
5. Mistry M., Gediga J., Boonzaier S.: *Life Cycle Assessment of Nickel Products*. Int J Life Cycle Assess (2016) 21:1559–1572. DOI 10.1007/s11367-016-1085-x
6. *Life Cycle Assessment of Nickel products*. Reference year 2017. Final Report. Report version V1.8. Client Report for Nickel Institute drafted by sphera. May 2020.
7. https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases#carbon-dioxide
8. https://ghgprotocol.org/Third-Party-Databases/IPCC-Emissions-Factor-Database
9. World Resources Institute, "*Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard (Revised Edition)*," Washington DC.
10. https://www.epa.gov/climateleadership/scope-1-and-scope-2-inventory-guidance
11. ISO 14040:2006 Environmental management — *Life cycle assessment — Principles and framework.* https://www.iso.org/standard/37456.html
12. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32013H0179
13. Santero, N., Hendry, J. *Harmonization of LCA methodologies for the metal and mining industry.* Int J Life Cycle Assess 21, 1543–1553 (2016). https://doi.org/10.1007/s11367-015-1022-4
14. EN 15804:2020-03. *Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products.*
15. www.lme.com
16. www.lbma.org.uk
17. Santero, N., Hendry, J. *Harmonization of LCA methodologies for the metal and mining industry.* Int J Life Cycle Assess 21, 1543–1553 (2016). https://doi.org/10.1007/s11367-015-1022-4
18. https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf
19. https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/emissions-factors-2021
20. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf
21. https://ghgprotocol.org/life-cycle-databases
22. ISO 14067:2018, *Greenhouse Gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification.* https://www.iso.org/standard/71206.html

Nickel INSTITUTE

knowledge for a brighter future

ニッケル協会
communications@nickelinstitute.org
www.nickelinstitute.org

2022年4月発行