

平成 27 年度我が国循環産業海外展開事業化促進業務  
タイ王国を中心とした貴金属残存めっき廃液等のリ  
サイクル事業

---

報告書

平成 28 年 3 月

大谷化学工業株式会社



## はじめに

調査名称：平成 27 年度我が国循環産業海外展開事業化促進業務タイ王国を中心とした貴金属残存めっき廃液等のリサイクル事業

### ■背景と目的

本事業は、電解・無電解ニッケルめっき廃液等を対象として、水酸化ニッケル、貴金属含有灰、亜リン酸カルシウムのリサイクル事業可能性を調査、検討した。なお、日本国内ではすでに商業水準でリサイクルが行われているが、タイ国内では有力な非鉄製錬業等が立地していないため、これらは部分的にしかリサイクルされていない状況である。そこで、タイ国内における製錬・肥料原料等の生産、また必要に応じてこれらを日本へ輸出することで資源循環の拡大を目指した。

### ■調査結果

タイ全体の無電解ニッケル廃液の発生量は、2015 年には約 14,700kL、2020 年には約 18,500kL まで増加すると推計された。また、同様に電解ニッケル廃液の発生量は、2015 年には約 28,700kL、2020 年には約 33,600kL まで増加すると推計された。ここから回収可能な資源を推計したところ、無電解ニッケル廃液から回収可能なニッケル、亜リン酸量は、2020 年にそれぞれ約 90t、約 1,100t となった。一方、電解ニッケル廃液から回収可能なニッケル量は、2020 年には約 190t となった。このほか、アクチベータ液から回収可能なパラジウム量は、2020 年に約 11.2kg となった。

めっき廃液の処理方法としては、廃液のまま処理事業者に処理委託を行う場合と自社工場内で沈殿処理を行い、そのスラッジを処理委託に回す場合の 2 種類存在する。後者の場合、めっき洗浄廃水の処理と同時に行われているため、ニッケルめっき以外に由来する成分もしばしば含まれる可能性がある。なお、タイ国内ではニッケル品位の高い一部のスラッジについて処理事業者が有価で買い上げている場合がある。めっき廃液については、めっき事業者が処理手数料を払い、処理事業者が有価で引き取りを行っている場合が多い。

タイ現地にニッケルやパラジウムの製錬所は存在しないため、リサイクル事業で生産される水酸化ニッケルやパラジウム灰は最終的にタイ国外へ輸出せざるを得ないとみられる。一方、亜リン酸カルシウムについては、タイ国内の肥料メーカーに販売できる可能性がある。タイ国内において、亜リン酸カルシウムを肥料として登録する制度は存在しないものの、農薬等の農業用化学薬品として登録できる可能性がある。

タイ現地におけるめっき廃液等の集荷パートナーとして、現地の産業廃棄物処理事業者等 4 社を選定し、JV 立ち上げに向けた交渉を行ったところ、複数社が強い関心を示した。しかし、調査期間内に JV 設立に向けた覚書交換までには至らず、今後も引き続きの協議が必要である。現地パートナー候補企業やタイ政府 OB を交えた現地ワークショップでは、日本側が保有する技術はタイ現地に存在しない独自技術であり（現地では回収されていないリンや貴金属の回収が可能）、これを事業協力の前提とすることで各種許認可、また現地パートナーとの事業協力についても優位に議論を進めるべきとの意見が得られた。これらを踏まえ、めっき廃液等の集荷、また環境アセスメントの済んだ用地提供等で協力してくれ

る現地パートナーとの協議を進め、覚書交換を急ぐこととなった。

#### ■実現可能性及び今後の海外展開

事業採算性の試算結果を踏まえると、本事業は収益性の高い事業であることが見込まれる。収益性を左右するのはめっき廃液の処理手数料、再生品である水酸化ニッケル、亜リン酸カルシウムの売価である。現在のところ、水酸化ニッケル、亜リン酸カルシウムを日本の需要家へ販売することを想定しているが、タイ国内または周辺国の需要家へ販売することができればさらに収益性を高めることができる見込みである。

一方、タイ国内で発生するニッケルめっき廃液は、めっき事業者で一次処理が行われ、スラッジの状態産業廃棄物処理業者に処理を委託するケースが多い。最終的には埋め立て処分されているものと見られる。めっき事業者は処理手数料を安く抑えるために、輸送コストを抑えることができる近隣の現地企業を選択するケースが多く、めっき廃液の集荷ではこれら現地企業との競争に劣後しないための戦略立案が必要である。

今後の海外展開では、めっき廃液集荷先の具体化、再生品の現地における販売可能性の検討、事業の本格実施を念頭においた採算性向上などが重要な課題になる見込みである。事業化に際しては、ラヨーン県などの工場集中地域を対象として電解・無電解ニッケルめっき廃液の回収網を構築し、我が国技術を導入したリサイクル設備で業務拡大へとつなげていくことが必要である。事業開始に先立ち、めっき廃液の回収ネットワークを有するような現地パートナー企業との事業協力に関する覚書を急ぎ交換し、集荷先の具体化、現地における再生品（水酸化ニッケル、亜リン酸カルシウム等）販売計画を立案する必要がある。

## Summary

Title of survey: Overseas expansion and commercial promotion of Japanese recycling enterprises in 2015; commercial recycling of plating wastewater with precious metal residue and other waste in Thailand and other countries

### ■ Background and purpose

The present business project studied and evaluated the feasibility of commercial recycling of nickel hydroxide, ash containing precious metals, and phosphorous acid calcium salt contained in electrolytic/electroless nickel plating and other wastewater. Although these compounds are commercially recycled in Japan, they are only partially recycled in Thailand because there are no major non-ferrous smelters in operation. The project aims to expand resource recycling by smelting and producing fertilizer materials in Thailand and export the products to Japan as needed.

### ■ Results

The electroless nickel wastewater generated for all of Thailand was approximately 14,700 kL in 2015, and the amount is estimated to increase to approximately 18,500 kL by 2020. Similarly, the electrolytic nickel wastewater generated in 2015 was approximately 28,700 kL, and the amount is estimated to increase to approximately 33,600 kL by 2020. Based on these figures, the amounts of nickel and phosphorous acid resources recoverable from electroless nickel wastewater in 2020 were estimated to be approximately 90 t and 1,100 t, respectively. On the other hand, the amount of nickel recoverable from electrolytic nickel wastewater in 2020 was estimated to be approximately 190 t. In addition, the amount of palladium recoverable from activator solutions in 2020 was estimated to be approximately 11.2 kg.

Plating wastewater is either treated as is by a treatment service provider to which the treatment is outsourced or processed by the precipitation method on-site into sludge, which is then further processed by a contractor. Because wastewater is treated simultaneously with the plating washing wastewater in the latter case, compounds other than those derived from nickel plating are often present. In some cases in Thailand, treatment service providers purchase part of the high-grade nickel bearing sludge. Plating companies often pay the costs to treat the plating wastewater; treatment service providers collect the wastewater at cost.

Because there are no nickel or palladium refineries in Thailand, the nickel hydroxide and palladium ash produced by commercial recycling must eventually be exported from Thailand. In contrast, phosphorous acid calcium salt could be sold to fertilizer manufacturers in Thailand. Although there are no systems for registering phosphorous acid calcium salt as a fertilizer in Thailand, it may be registered as an agricultural chemical, such as a pesticide.

After negotiating joint venture agreements with four industrial waste treatment service providers in Thailand selected as candidates for plating wastewater collection partners, more than one company showed strong interest in a partnership. However, this did not result in an exchange of memorandums for establishing a joint venture during the survey period; therefore, further negotiations will be necessary. In the workshop in Thailand in which the partner company candidates and ex-Thai government officials participated, the opinion was that Japan should play the dominant role in negotiating approvals and business cooperation with the partners in Thailand on the premise that it offers these technologies because the technologies owned by Japan are proprietary and do not

exist in Thailand. (The technologies allow recovery of phosphorus and precious metals, which are not recovered in Thailand.) Considering these factors, the conclusion was that Japan should proceed with negotiations with the partners in Thailand who will cooperate in collecting plating wastewater and provide environmentally assessed sites in order to accelerate the exchange of memorandums.

#### ■ Feasibility and future overseas expansion

Based on the business profitability analysis results, the present project is expected to be highly profitable. The factors that affect profitability are the costs of plating wastewater treatment and the selling prices of recycled nickel hydroxide and phosphorous acid calcium salt products. Presently, profitability assumes that the nickel hydroxide and phosphorous acid calcium salt are sold to Japanese consumers. The expectation is that profitability will be further enhanced if the products could be sold to consumers in Thailand and neighboring countries.

On the other hand, the nickel plating wastewater generated in Thailand is primarily processed by plating companies, and in most cases, processing of the resulting sludge product is outsourced to an industrial waste treatment service provider. Such waste is eventually landfilled. To reduce treatment costs, plating companies often select nearby service providers to reduce transportation costs. Taking into account that fact, it is necessary to develop a strategy for collecting plating wastewater designed to gain a competitive advantage over local competitors.

In future overseas expansion, specifying the companies from which plating wastewater is collected, studying of sales feasibility of recycled products, and improving of the profitability and other factors in view of full-scale operation of the business will be critical. In launching the business, it is necessary to build a network for collecting electrolytic and electroless nickel plating wastewater in the plant-concentrated areas of Rayong and other provinces and to expand the business leveraging the recycling facilities that introduced Japanese technologies. Before starting the business, it is necessary to accelerate the exchange of business cooperation memorandums with Thai business partners who have a plating wastewater collection network, specify the companies from which plating wastewater is to be collected, and develop sales plans for selling recycled products (nickel hydroxide, phosphorous acid calcium salt, etc.) in Thailand.

## 目次

<b>1. 事業の目的・概要</b> .....	<b>1</b>
1.1 背景と目的.....	1
1.2 実施概要.....	2
<b>2. 海外展開計画案の策定</b> .....	<b>5</b>
<b>3. 対象地域における現状調査</b> .....	<b>8</b>
<b>4. 現地政府・企業等との連携構築</b> .....	<b>59</b>
<b>5. 現地関係者合同ワークショップ等の開催</b> .....	<b>63</b>
<b>6. 実現可能性の評価</b> .....	<b>67</b>
7.1 事業採算性.....	67
7.2 環境負荷削減効果.....	76
7.3 社会的受容性.....	81
7.4 実現可能性の評価.....	82
<b>7. 今後の海外展開計画案</b> .....	<b>884</b>

## 1. 事業の目的・概要

### 1.1 背景と目的

現状、タイ国内で発生したニッケルめっき廃液は、電解めっき廃液・無電解めっき廃液ともにニッケルをイオン交換して除去しているものの、これをニッケル製錬原料としてリサイクルに回しているものは少ないと見られ、中には他の金属めっき廃液と混合処理されてしまい、全くリサイクルされずに無機汚泥としてそのまま処理されているケースも多いと見られる<sup>1</sup>。

また、ニッケルを抽出した後の残液には、リンや貴金属類が含まれるが、これらはほとんど処理されずに放流される(リンをリサイクルしても採算性を確保できるほどの手数料徴収が困難であること、イオン化していない貴金属は酸溶出しないために ICP 発光分析等でも検出できずに現地でその存在に気がつかれていないこと等が背景にある)、また処理されたとしても汚泥としてそのまま埋立している可能性もある。貴重な資源が回収されずにいることのほか、リンについてはしばしば河川や湖沼に流出して富栄養化の原因になることが懸念される。

そのため、本事業ではタイ国内でも自動車産業や電気電子機器産業由来のニッケルめっき廃液の発生密度が高いと思われる地域を対象として、電解・無電解ニッケルめっき廃液等を対象として、水酸化ニッケル、貴金属含有灰、亜リン酸カルシウムの回収を目指すリサイクル事業の可能性を調査、検討した。なお、これらのリサイクル事業は、日本国内ですでに商業水準に達しており、最終的に日本国内の非鉄製錬業等を通じて自動車向け部品原料等に再生されているが、タイ国内に有力な非鉄製錬業等が立地しておらず、タイ国内で最終製品向け部品原料等へ再生することが困難であるため、タイ国内で製錬・肥料原料等を生産し、これらを日本へ輸出することで資源循環の達成を目指した。また、ニッケルめっき廃液のリサイクル事業だけでは採算性の確保が難しい可能性も想定されることから、ニッケルめっき廃液回収事業者が同時に集荷していることの多いリードフレームくずやコネクターくずの集荷、処理、再生についても併せて可能性を検討した。

---

<sup>1</sup> 経済産業省「平成 26 年度インフラシステム輸出促進調査等事業（リサイクルビジネス海外展開可能性調査（マレーシア・タイ・シンガポールにおけるめっき廃液・非鉄金属スクラップ等からの金属・肥料原料リサイクル事業展開可能性調査）」



## 1.2 実施概要

本事業では、以下項目について調査、検討を実施した。

### (1) 海外展開計画案の策定

タイ王国ラヨーン県等において電解・無電解ニッケルめっき廃液等からのニッケルやパラジウム等を回収するリサイクル事業について、導入規模を仮に設定した上で、事業計画案を作成した。また事業計画案には、事業規模、事業運営計画、事業展開スキーム、事業実施体制、事業化スケジュール案等を含めた。

### (2) 対象地域における現状調査

事業の実現可能性を評価するために必要と考えられる以下の現状調査を実施した。

#### ■電解・無電解ニッケルめっき廃液の処理等に係る現地法令・政策動向調査

タイで施行されている有害廃棄物関連法令、工場からの排水・廃棄物処理に関する各種法令について精査を行った。特に将来的に現地で廃棄物処理業を営むことを視野に入れているため、どのような手続きが必要となり、環境アセスメント等の手続きでどのぐらいの時間を要するかについても実態情報を収集した。

#### ■電解・無電解ニッケルめっき廃液の発生及び処理現状調査

調査対象地域（ただし、電解ニッケルめっき廃液はマレーシアからの回収・中間処理後の処理等について視野に含める）における電解・無電解ニッケルめっき廃液等の発生状況および処理状況を調査し、回収に際しての課題や処理に際して留意すべき事項を検討した。

#### ■事業採算性の検討に必要な基礎調査

現地での光熱費、労務費、肥料原料、製錬原料の販売価格等を調査した。

#### ■再生品の市場動向調査

現地における工業排水から生産された製錬・肥料原料の販売や輸出に際して満たすことが必要な国家基準や各種法令のほか、実際にサンプルを提供して需要家（日本国内の弊社取引先やタイ・マレーシアにおける肥料メーカー、非鉄製錬事業者等）のニーズを調査した。

### (3) 廃棄物の組成・性状等調査

現地で発生する廃棄物の具体的な性状等を把握するため、以下の調査を実施した。調査にあたっては、現地の規定がある事項はそれに、ない事項は可能な限り環整 95 号等に、準ずることとした。

○対象廃棄物：電解・無電解ニッケルめっき廃液及びその他リードフレームくず等

○サンプリングの方法：電解・無電解ニッケルめっき廃液やリードフレーム等の性状分析及び簡易実証

○調査項目等：分析項目として「まず電解または無電解いずれのNiめっき廃液であるのかの調査、その上で主成分としてのNi濃度、P濃度の分析、更に無電解Niめっき廃液であ

るならば、肥料原料としての禁忌成分(A s、C d、C r、H g、P b、T i)の各濃度の分析を行った。

#### (4) 現地政府・企業等との連携構築

現地パートナー候補企業との合弁事業化に向けた議論、またタイ現地の状況に応じた技術仕様の具体化を行うために開催した。また、タイの廃棄物行政における特性の一つとして、中央政府の影響が極めて大きいという特徴があることから、必要に応じて工業省担当官などをオブザーバーとして招聘したり、また議論の内容を報告して助言を得たりすることで、許認可手続き等がスムーズに展開するように配慮した。

#### (5) 現地関係者合同ワークショップ等の開催

現地パートナー企業との MOU 締結、また現地実態に関する情報収集を目的として、事業関係者による「関係者合同ワークショップ」をバンコクにて開催した。

#### (6) 実現可能性の評価

上記の調査結果に基づき、本事業について以下の通り、実現可能性を評価した。

##### ■事業採算性

現状調査で得られた各種データのほか、現地でプラントを建設する場合の仕様などを検討の上、事業採算性の試算を行った。まずは第1期投資計画（電解・無電解ニッケルめっき廃液のリサイクル事業）で想定されている処理量でのプラント建設を念頭に置きながら試算を行った。競合他社にて検討しているリサイクル技術との比較優位性の確保に十分配慮を行い、必要に応じて現地で調達するパーツの見直しや技術仕様の見直しも行った。

##### ■環境負荷低減効果

現状調査で得られたデータ等のほか、従来技術を導入した場合の環境負荷データを整理の上、弊社技術を導入することで得られる環境負荷低減効果を分析した。なお、無電解めっき廃液中に含まれる還元剤としてのリンは、現状把握している限りにおいては、河川・湖沼の富栄養化の要因となっている可能性があり、一般的な省エネ効果や温室効果ガス排出削減効果のみならず、水質汚濁の抑制効果についても整理を行った。

##### ■社会的受容性

中央政府及び地方政府が進めている工業団地整備計画や工業排水処理の適正化や取り締まり強化に向けた政策、タイ国内で発生する各種リサイクル資源の再資源化促進に向けた政策整理（現状調査）に基づき、政策方向性と合致しているか否かの検討（必要に応じて政府関係者やバンコク周辺の学識者などにヒアリングを実施）を行った。

##### ■実現可能性の評価

現地調査、合同ワークショップ、事業採算性の評価等を通じて得られた本事業の実現可能

性について考察した。現地パートナー候補を通じた必要十分な量のめっき廃液の回収可否（現地パートナー候補企業との MOU 締結可否を含む）、めっき廃液中に含まれるニッケル、リン、貴金属含有量と現地処理コストを加味した場合の事業採算性、現地で再生された肥料原料及び製錬原料の販売可能性から判断を行った。

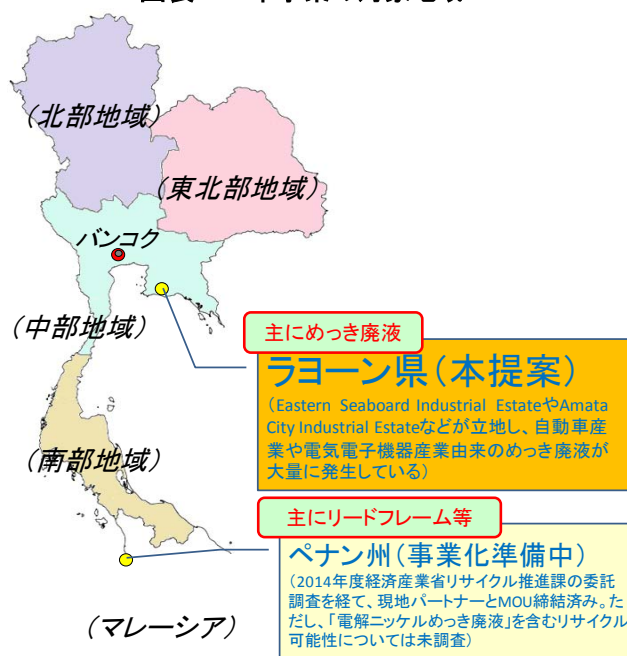
## 2. 海外展開計画案の策定

タイ国内を処理施設設置場所として想定し、以下のような事業計画を立案した。

### (1) 対象地域

- ・ 処理施設設置場所：タイ王国ラヨーン県
  - ✓ タイでも自動車産業や電気電子機器産業由来のニッケルめっき廃液の発生密度が有数と思われる同地域での立地を想定
- ・ 廃棄物の収集対象エリア：タイ王国全域（一部マレーシアでのニッケルめっき廃液の回収・一次処理等も視野に含める）
  - ✓ 初期段階では中部地域を中心として次第に東北部や北部への拡大を予定

図表 1 本事業の対象地域



### (2) 処理対象廃棄物種類

- ・ 電解・無電解ニッケルめっき廃液（水酸化ニッケル、パラジウム灰、亜リン酸カルシウムの回収を想定）

### (3) 利用技術

- ・ 電解・無電解ニッケルめっき廃液にイオン交換及び分離液の中和沈殿処理を施すことで、ニッケル製錬原料（水酸化ニッケル）及び肥料原料（亜リン酸カルシウム）を回収する
- ・ 同様にイオン交換及び分離液の中和沈殿処理を施すことで、ニッケル製錬原料（水酸化ニッケル）を回収するほか、残液に特殊活性炭を用いた吸着処理を施すことで

コロイド状貴金属（パラジウム等）の回収を行う。

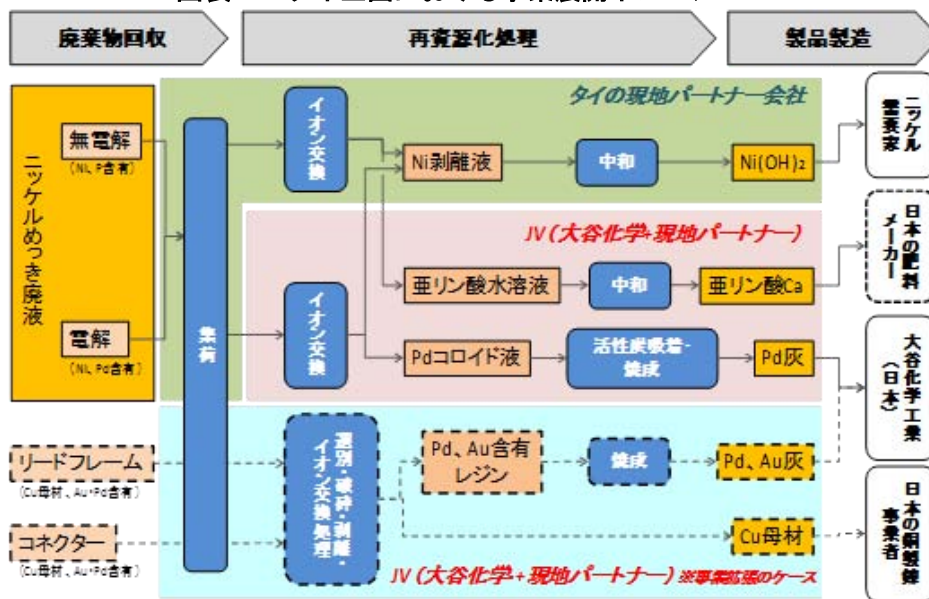
(4) 導入規模

- ・ 電解ニッケルめっき廃液の処理能力：2 t / 月
- ・ 無電解ニッケルめっき廃液の処理能力：500 t / 月
- ・ アクチベータ用 Pd めっき廃液、Zn 廃液等の集荷・リサイクルが可能であれば処理ラインの導入を検討

(5) 事業の実施体制

- ・ 現地で既にニッケルめっき廃液（電解・無電解）の集荷を行っている現地パートナー企業と連携し、当該企業が回収するめっき廃液のイオン交換やその残渣液等からの有用物質の回収を行う
- ・ 回収されためっき廃棄物の処理・再生資源の生産は現地パートナー企業（上述の集荷企業）との合弁会社を立ち上げて実施する予定

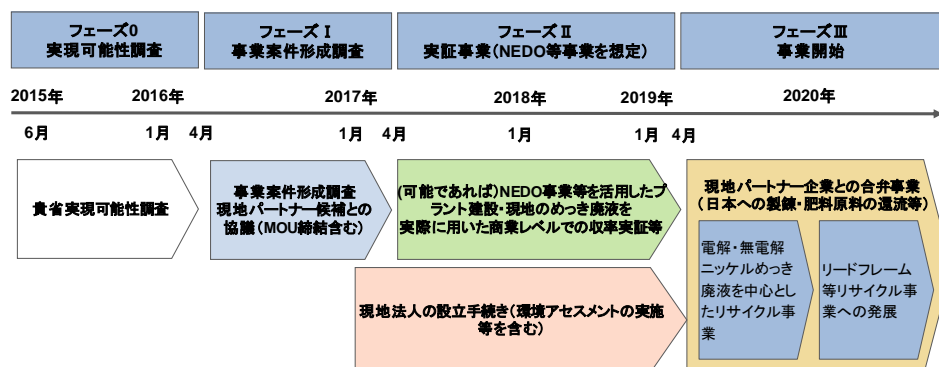
図表 2 タイ王国における事業展開イメージ



(出所) 大谷化学工業株式会社

## (6) 事業化スケジュール

- ・ 本調査において、事業の実現可能性を評価するためのタイ国の現状調査を実施（フェーズ0）
- ・ 次年度以降は、事業実施に向けた案件形成調査、現地パートナー企業との協議（MOU 締結含む）を進め（フェーズⅠ）、NEDO等の事業化支援を活用して実証事業を実施する（フェーズⅡ）。
- ・ 事業の開始は2020年頃、現地パートナー企業との合弁事業の形で進めることを予定している（フェーズⅢ）。



### 3. 対象地域における現状調査

#### (1) 現地法令・政策動向調査

##### ① 必要なライセンス

タイにおけるカテゴリ105号、106号に分類される産業廃棄物事業を行う施設は、一定の申請を行う必要がある。105号、106号に基づく施設の詳細は下記のとおりである。

タイで産業廃棄物処理事業を営むには、申請者は通常の事業と同様の申請に従うことが必要である。しかしながら、申請者は工業省（DIW）の担当者の意見を求めることとされ、当該意見は工場許可の追加条項として適用される。

105号に分類される工場	廃棄物の分別又は埋め立てを事業とする工場
106号に分類される工場	産業廃棄物を加工して再生産を行う工場を対象としている。すなわち、全てのリサイクル工場は106号に属することになる。

なお、工場運営の申請については、下記の二種類に大別される。

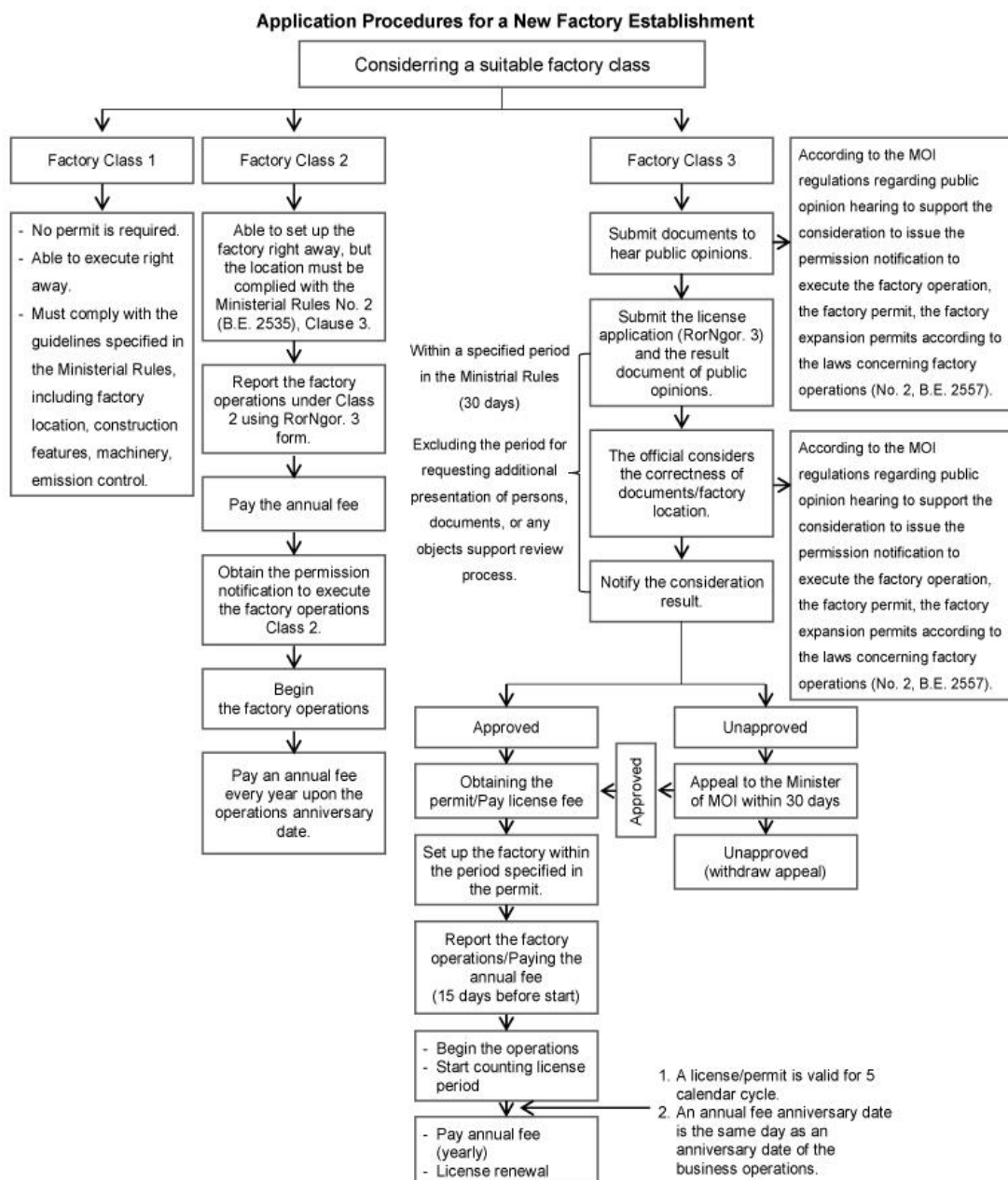
タイプ1	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ C タイ工業団地公社が管理する工業団地（industrial estate）以外の場所にて工場を運営する事業者。例えば、自社の土地や上記以外の工業団地（industrial park）、工業地区に建てた工場で運営する事業者が該当する。</li><li>▶ タイプ1については、運営者は工業省の監視下に置かれなければならない、全ての許可は工場がある県の工業管理事務所（Provincial Industrial Office）またはDIWにより直接監督される。</li></ul>
タイプ2	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ タイプ2はタイ工業団地公社が管理する工業団地の内にて運営される工場に適用される。タイプ2については、運営者は、工場が設置されている工業団地庁（Industrial Estate Office）に全ての許可証を登録することができる。例えば、外国人がタイ国に居住や就労許可を得るための登録や、税およびその他免税の権利を得ること、フリーゾーンでの認定事業者となること</li><li>▶ フリーゾーンに機械や設備を持ち込むための許可の要求等も、全て工業団地庁で行うことができる。</li></ul>

105号・106号の工場の運営許可申請手続きは、一般的な工場の許可申請と類似する。しかし、書面にてリサイクル工程が明確に記載されていないこと、工場近隣の居住地や他の工場に影響を与えない環境マネジメントシステムの所有が要求される。環境影響評価（EIA）報告書が要求される場合は、当該工場のタイプと設備容量を考慮して判断される。今回のリサイクル工場において、EIA報告書が必要かどうかを判断するには、天然資源環境省の通知による、プロジェクトの規模や活動内容、規制やガイドラインにより、判断が異なる。さらに、追加の通知により変更されることもある。本資料では、タイプ1とタイプ2の工場の申請手続きの概要を図によって説明する。両者の主な違いは下記のとおりである。タイプ1とタイプ2の違いは、建設許可の申請段階で異なる。タイプ1では1979年の建設

法に基づき、運営者は当局に対し、建設許可の申請を行わなければならない。これは、タイ工業団地公社 (Industrial Estate Authority of Thailand) の監督下の Industrial Estate (工業団地) において、Industrial Estate Office の内部で手続が実施できるのとは異なる。

図表 3 タイプ 1 の DIW に対する申請手続き.

Illustration No. 1 – Type 1  
The application procedures of the factory operations permit with the Department of Industrial Works.

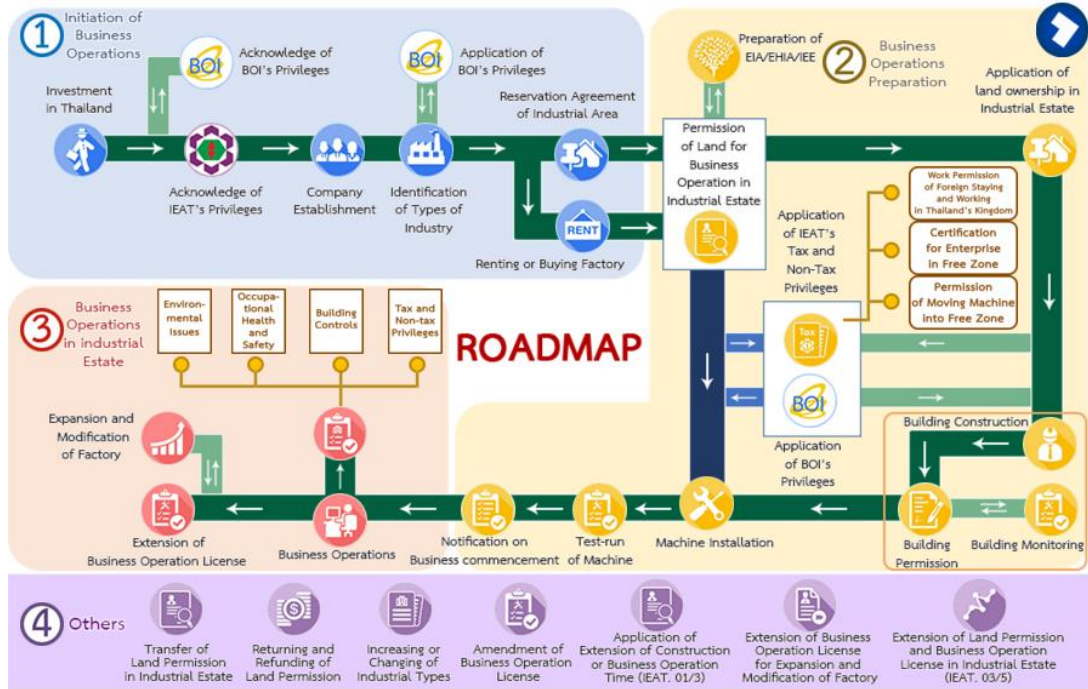




図表 4 タイプ2の工場（タイ工業団地会社に対する許可申請手続き）

Illustration No. 2 – Type 2

The application procedures of the factory operations permit with the Industrial Estate Authority of Thailand.



## ②タイにおける産業廃棄物の産業廃棄物の処理及び輸送価格

タイでは、産業廃棄物のリサイクル価格が設定されている。一般廃棄物(危険物ではない)で売買ができないものについては、1 トンあたり 1,000-2,500 バーツが相場である。売買できない危険廃棄物については、最低料金が1 トンあたり 2,500-4,000 バーツで、危険のレベルや前処理の難しさ等により金額が変化する。また、輸送コストは廃棄物の排出者と処理事業者の距離や運搬車両により異なる。特に危険廃棄物の輸送については、一般的な廃棄物に比べ厳格に管理されている。詳細は下記のとおり。

- The recycle cost of non-hazardous waste (including general waste) that is unable to trade, starting from 1,000 – 2,500 Baht/ton
- The recycle cost of hazardous waste that is unable to trade, starting from 2,500 – 4,000 Baht/ton. The cost is fluctuated depending on the hazard of the waste and the pre-treatment process difficulty.
- The transport rate is depending on the distance between the waste generator and the waste processor, as well as the type of vehicle used, and the type of waste to be transported since the regulated law is more strict with the hazardous waste transportation than non-hazardous waste transportation.
  - For example, the rate to transport non-hazardous waste from Chonburi to dispose at the rotary cement kiln in Saraburi is 13,500 Baht.
- The waste transport pricing may be according to the contract's condition between partners, which can be varied based on the fuel price.

### ③廃棄物排出者、廃棄物輸送業者、廃棄物処理事業者に課される義務

タイにおいては、廃棄物の排出者（WG）、輸送業者（WT）、処理事業者（WP）にそれぞれ義務が課されている。概要は下記のとおり。

- 廃棄物排出者（WG）は、産業廃棄物を 90 日以上保存することはできない。それ以上保管するには、「SorGor 1」のフォームを提出する必要がある。また、産業廃棄物を許可なく工場外へ移動することはできない等の制限が課されている。
- 危険廃棄物輸送者（WT）については、有害廃棄物の排出者や有害廃棄物の処理事業者は、これらの廃棄物の収集や輸送をするための担当者を任命しなければならない。担当者は工場局（DIW）により指示されたルールや手続きを遵守しなければならない。なお、任命者は、担当者の輸送業務中に一緒に責任を負うものとし、工業省に対し、翌年の 3 月 1 日までに年間報告として「SorGor 4」フォームを提出しなければならない等のルールを遵守して廃棄物の輸送が実行されることを保証しなければならない。
- 廃棄物処理者（WP）は、工場許可で指定された工場の操業許可条件に応じて許可廃棄物の処理・処分サービスを提供しなければならないし、許可された事業のカテゴリーや取扱うことができる廃棄物の種類に関し、書面で顧客に通知しなければならない。通知時には、許可証のコピーを添付しなければならない。

#### <廃棄物排出者（WG）に課される義務>

Obligations of the Waste Generator (WG)
1. The WG is not allowed to keep the industrial waste longer than 90 days, otherwise required to submit the SorGor.1 form.
2. The WG shall have a waste management control officer and shall train any relevant staff to be capable to perform their duties correctly.
3. The WG shall provide the emergency response plan to handle emergency situations.
4. The WG is not allowed to transfer waste out of the factory area without any permission from the Department of Industrial Works.
5. The WG shall coordinate to manage waste with the WP/WT that is certified by the Department of Industrial Works.
6. The WG shall execute according to the hazardous waste manifest system.
7. The WG shall examine and responsible for the liability when there are problems caused by the industrial waste.
8. The WG shall submit SorGor.3 form to the Department of Industrial Works annually within March 1 <sup>st</sup> of the following year.
9. In the event that the WG transport waste outside the country, the regulations or international laws shall be enforced.

<危険廃棄物輸送者（WT）に課される義務>

**Obligations of the Hazardous Waste Transporter (WT)**

1. In the event that the hazardous waste generator or the hazardous waste processor appoints a representative to collect and transport such waste, the representative shall comply with the rules and procedures determined by the Department of Industrial Works.
2. The appointer shall be liable together with the representative during the transport operations and shall be ensured that the waste transporter is executed as follows:
  - (1) Must comply with the Notification of the Ministry of Industry regarding the documentation system for transport of hazardous waste B.E. 2547 (2004).
  - (2) Must comply with the resolutions of the hazardous substances committee regarding the land transportation of hazardous substances B.E. 2545 (2002).
  - (3) Must submit SorGor.4 form to the Department of Industrial Works annually within March 1<sup>st</sup> of the following year.

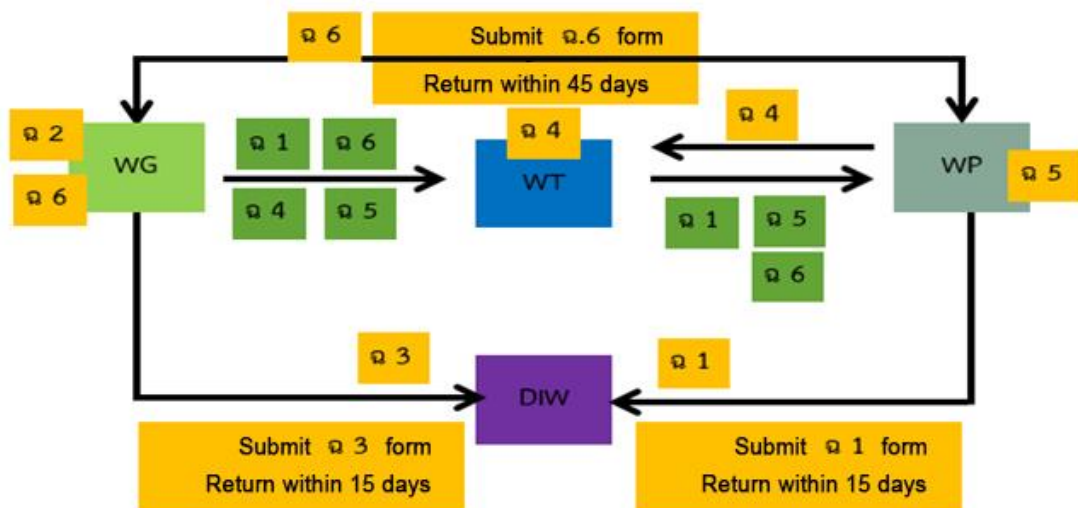
< 廃棄物処理者 (WP) に課される義務 >

Obligations of the Waste Processor (WP)	
1.	The WP shall offer the waste treatment and disposal services for the specifically permitted waste according to the factory operations permission conditions in the factory permit and shall notify customers in writing regarding the category of the permitted business and the type of waste that can be treated. A copy of the factory permit shall be attached to such notice.
2.	The WP shall use the waste manifest form and comply with the resolutions of the hazardous substances committee regarding the land transportation of hazardous substances B.E. 2545 (2002). Upon receiving of any waste into the factory area, the WP is responsible to report such transaction to the Department of Industrial Works via electronic media.
3.	The WP shall be liable to the waste once accepted to execute the waste treatment and disposal, as well as signed off the waste manifest form.
4.	The WP shall have a result of the chemical and physical analysis of the waste either from the business operator laboratory or the government laboratory or the laboratory registered with the Department of Industrial Works before proceeding the treatment or disposal services, and shall keep such result for at least 3 years for examination purpose.

Notification of the Ministry of Industry

RE: The documentation system for transport of hazardous waste B.E. 2547 (2004)

Internet submission is available



#### ④産業廃棄物管理に関する法令リスト

法令リスト	適用対象
The Notification of MOI B.E. 2545 (2002), dated 5 Apr 2002,. RE: Determination of factory types and sizes, determination of procedures for controlling the discharges of wastes, pollutants, or any substances that impact the environment, determination of qualifications of the supervisor of the full-time operator, and criteria for registration of the supervisor of the pollution prevention system.	WG / WP
The Notification of MOI B.E. 2545 (2002), dated 2 October 2002, RE: Determination of the emission standard for industrial hazardous waste incinerators.	WG / WP
The Notification of MOI B.E. 2545 (2002), dated 6 November 2002, RE: Consideration criteria to approve the factory operations under category 105 and 106.	WP
The Notification of MOI B.E. 2546 (2003), dated 22 September 2003, RE: List of hazardous substances	WG / WP
The Notification of MOI B.E. 2546 (2003), dated 8 December 2003, RE: Being exempted from complying with the Hazardous Substances Act B.E. 2535 (1992) in relation to producing, possess, exporting, hazardous substance registration (the used electrical and electronic equipment) under the supervision of the Department of Industrial Works.	WG / WT / WP
The Notification of MOI B.E. 2547 (2004), dated 26 July 2004, RE: Determination of the processed used oil and synthetic fuel standards to use as the substitution of furnace oil for the industrial furnaces.	WP
The Notification of MOI B.E. 2547 (2004), dated 17 December 2004, RE: Criteria and methods to report details of the factory waste via electronic media (internet).	WG / WT / WP
The Notification of MOI B.E. 2547 (2004), dated 27 December 2004, RE: Documentation system on the transportation of hazardous waste.	WG / WT / WP
The Notification of MOI B.E. 2548 (2005), dated 27 December 2005, RE: The disposal of waste.	WG / WT / WP
The Notification of MOI B.E. 2549 (2006), dated 26 January 2006, RE: List of Hazardous Substances (No. 4)	WG / WT / WP
The Notification of DIW B.E. 2548 (2005), dated 28 June 2005,. RE: Criteria for consideration to appoint a representative to be the waste transporter of hazardous waste pursuant to the Notification of MOI regarding the disposal of waste.	WG / WT / WP
The Notification of DIW B.E. 2550 (2007), dated 24 May 2007, RE: Criteria and practices for the waste processor in handling the waste.	WP

The Notificaiton of DIW B.E. 2550 (2007), dated 13 September 2007,. RE: Conditions to permit importing the used electrical and electronic equipment declaring as a hazardous substance into the Kingdom of Thailand.	WG / WT / WP
The Notification of DIW B.E. 2551 (2008), dated 13 Nov 2008, RE: Criteria and practices in relation to the waste management.	WG / WT / WP

⑤タイにおける環境管理に関する法令

タイにおける環境管理に関する法令	
非有害廃棄物及び一般廃棄物 (Non-hazardous Waste and Community Waste)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Public Health Act B.E. 2535 (1992)</b></li> <li>● <b>Public Health Act (No. 2) B.E. 2535 (2007)</b></li> </ul>	
非有害廃棄物及び有害廃棄物 (Non-hazardous Waste and and Hazardous Waste)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Notification of the Ministry of Industry</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ RE: Insurance of hazardous substances transportation, B.E. 2549 (2006)</li> <li>➤ RE: The disposal of waste, B.E. 2548 (2005)</li> <li>➤ RE: Hazardous wastes manifest system B.E. 2547 (2004)</li> <li>➤ RE: Criteria and methods to report details of the factory waste via electronic media (internet), B.E. 2547 (2004)</li> <li>➤ RE: List of hazardous substances (No. 5), B.E. 2556 (2013)</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Notification of the Department of Industrial Works</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ RE: Criteria and practices for the waste processor in handling the waste, B.E. 2550 (2007)</li> <li>➤ RE: Prescribing fine for violation of industrial effluent discharge that are not in compliance with the Ministerial Notification issued pursuant to the Factory Act B.E. 2535 (1992)</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Notification of the Industrial Estate Authority of Thailand</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ RE: The waste management practices in the Industrial Estate (No. 79/2544).</li> </ul> </li> </ul>	



## ⑥廃棄物分類コード (Codes of Waste Types)

廃棄物分類コード (Codes of Waste Types)		
The first 2 digits represent:	The following 2 digits represent:	The last 2 digits represent:
XX	XX	XX
The operation type or the waste type under 19 categories.	The specific operational process that produced waste or the waste type.	The characteristic of waste.

<通達関係>

### 2004年 (B. E. 2547) の工業省 (Ministry of Industry) による通達

**The Notification of the Ministry of Industry B.E. 2547 (2004)**

**RE: Criteria and methods to report details of the factory waste via electronic media (internet)**

1. The WG shall report to DIW via internet in details regarding the quantity of waste to be transferred out of the factory, including the name of the waste transporter using a specific form of DIW. The WG must submit a report immediately upon any waste transfer out of the factory.
2. The WG that decides to deliver the waste to the waste transporter shall consider the execution ability and trustworthiness of the waste transporter carefully. In the event that the operations are not reliable, upon receiving a notification from the officer, the WG shall consider hiring a new waste transporter.
3. The Waste Processor who takes the waste from WG to perform the treatment or disposal is required to report to DIW via internet in details regarding WP/WT everytime of receiving any waste from WG.

### 工業省 (Ministry of Industry) による通達

**RE: Consideration criteria to approve the factory operations under category 105 and 106.**

- **Category 105**
  - The factory that operates the waste separation.
  - The factory that operates the waste landfill.
    - **The landfill of waste produced from the factory operational process** does not require any permit to operate under category 105. In the event of any expansion outside the original factory, the new location is required to register a permit under category 105.
- **Category 106**

- The factory that operates to reproduce products from the industrial waste using manufacturing process that is unable to classify under the Factory Act B.E. 2535 (1992)
- The factory that operates to recycle industrial waste.
  - The EIA or IEE submission is to be a part to support the consideration.

**工場局 (DIW) による通達 (The Notification of the Department of Industrial Works)**

**RE: Criteria for consideration to appoint a representative to be the waste transporter of hazardous waste pursuant to the Notification of MOI regarding the disposal of waste B.E. 2548 (2005)**

1. Only the waste generator (WG) and the waste processor (WP) are able to appoint a waste transporter (WT) as their representative. Those who are registered license and are granted ID numbers from DIW pursuant to the Notification of the MOI, RE: The hazardous waste manifest system, B.E. 2547 (2004).
2. The appointed representative to collect and transport hazardous waste shall be the waste transporter (WT) that is registered license and granted ID numbers from DIW pursuant to the Notification of the MOI, RE: The hazardous waste manifest system, B.E. 2547 (2004).
3. The appointed representative to collect and transport hazardous waste must have the establishment/business operations venue and area to temporarily park the waste collected vehicle. The parking area must be safe and cause no harm to human, animal, plant, asset or environment. The WT shall have a proof of ownership or an evidence of rights to use the location and the parking area for transport hazardous waste.
4. The appointed representative to collect and transport hazardous waste shall have a proof of ownership or an evidence of rights of the waste collected vehicle. Including the Possession of Hazardous Substances License (WorAor. 8) if required to be permitted (for transportation purpose).
5. The appointed representative to collect and transport hazardous waste shall have the preventive and control accidents or emergency measures while collecting and transporting hazardous waste.

## (2) 排出基準及び管理

タイにおける環境に関わる排出基準には、(1) 騒音、(2) 土壌品質維持、(3) 排気等がある。これらはタイにおける全ての工場に適用される。

### ①騒音基準 (Noise Level)

一般的な騒音と特定騒音により測定方法が異なる。特定騒音については、10 デシベルまでとなっている。

Noise Level Standard	Measuring background noise level and specific noise level
The difference of specific noise level with background noise level ( $L_{90}$ ) Setting the specific noise level at 10 dbA	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Case of continuous specific noise over 1 hour, measuring the average sound level of 1 hour (<math>L_{eq\ 1\ hr}</math>)</li><li>2. Case of continuous specific noise less than 1 hour, measuring the sound level of actual time.</li><li>3. Case of noncontinuous specific noise more than a period and the period is less than 1 hour, measuring the sound level every 1 hour.</li><li>4. Case that the measuring area is required tranquility, such as hospital, school, and/or happening during 22.00 – 06.00 hrs., measuring the average sound level of 5 minutes (<math>L_{eq\ 5\ min}</math>) plus 3 dbA.</li></ol>

[Adapted from the Notification of the Ministry of Natural Resources and Environment, No. 29 \(B.E. 2550\) RE: Noise level standard. Published in the Royal Government Gazette, Volume 124, Special Part 98D, dated 16 August 2007.](#) Published in the Royal Government Gazette, Volume 124, Special Part 98D, dated 16 August 2007.

**Cancelled** [The Notification of the Ministry of Natural Resources and Environment, No. 17 \(B.E. 2543\) RE: Noise level standard.](#) and [The Notification of the Pollution Control Department RE: Method to measure the background noise level and specific noise level, calculation of specific noise level and specific interference level.](#) Published in the Royal Government Gazette, Volume 117, Special Part 117D, dated 15 November 2007

## ②農業や住居以外に使用される土壌品質基準

土壌品質基準により、土壌に含まれる①揮発性有機化合物、②重金属、③農薬、④その他毒素・有害物質について、それぞれ基準値と測定方法が定められている。

Soil quality standards to utilize in other aspects beside habitation and agriculture			
土壌品質指標 Soil Quality Index	単位 Unit	基準値 Standard Rate	測定方法 Measurement Methods
<b>1. Volatile Organic Compounds</b>			
1) Benzene	mg/ kg	Not exceed 15	Apply Gas Chromatography method or Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) method or other methods approved by the Pollution Control Department.
2) Carbon Tetrachloride	"	Not exceed 5.3	"
3) 1,2-Dichloroethane	"	Not exceed 7.6	"
4) 1,1-Dichloroethylene	"	Not exceed 1.2	"
5) cis-1,2-Dichloroethylene	"	Not exceed 150	"
6) trans-1,2-Dichloroethylene	"	Not exceed 210	"
7) Dichloromethane	"	Not exceed 210	"
8) Ethylbenzene	"	Not exceed 230	"
9) Styrene	"	Not exceed 1,700	"
10) Tetrachloroethylene	"	Not exceed 190	"
11) Toluene	"	Not exceed 520	"
12) Trichloroethylene	"	Not exceed 61	"
13) 1,1,1-Trichloroethane	"	Not exceed 1,400	"
14) 1,1,2-Trichloroethane	"	Not exceed 19	"
15) Total Xylenes	"	Not exceed 210	"
<b>2. Heavy metals</b>			
1) Arsenic	mg/ kg	Not exceed 27	Apply Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry method or Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry method or Atomic Absorption, Furnace Technique method or Atomic Absorption, Gaseous Hydride method or Atomic Absorption, Borohydride Reduction or other methods approved by the Pollution Control Department.
2) Cadmium and compounds	"	Not exceed 810	Apply Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry method or Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry method or Atomic Absorption, Direct Aspiration method or Atomic Absorption, Furnace Technique or other methods approved by the Pollution Control Department.
3) Hexavalent Chromium	"	Not exceed 640	Apply Coprecipitation method or Colorimetric method or

			Chelation/Extraction or other methods approved by the Pollution Control Department.
4) Lead	"	Not exceed 750	Apply Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry method or Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry method or Atomic Absorption, Direct Aspiration method or Atomic Absorption, Furnace Technique or other methods approved by the Pollution Control Department.
5) Manganese and compounds	"	Not exceed 32,000	"
6) Mercury and compounds	"	Not exceed 610	Apply Cold-Vapor Technique or other methods approved by the Pollution Control Department.
7) Nickel, soluble salts	"	Not exceed 41,000	Apply Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry method or Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry method or Atomic Absorption, Direct Aspiration method or Atomic Absorption, Furnace Technique or other methods approved by the Pollution Control Department.
8) Selenium	"	Not exceed 10,000	Apply Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry method or Atomic Absorption, Furnace Technique method or Atomic Absorption, Gaseous Hydride method or Atomic Absorption, Borohydride Reduction or other methods approved by the Pollution Control Department.
<b>3. Pesticides</b>			
1) Atrazine	mg/ kg	Not exceed 110	Apply Gas Chromatography or other methods approved by the Pollution Control Department.
2) Chlordane	"	Not exceed 110	Apply Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) or other methods approved by the Pollution Control Department.
3) 2,4-D	"	Not exceed 12,000	Apply Gas Chromatography method or High Performance Liquid Chromatography/Thermal Extraction/Gas Chromatography/Mass Spectrometry (TE/GC/MS) or other methods approved by the Pollution Control Department.
4) DDT	"	Not exceed 120	Apply Gas Chromatography method or Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) or other methods approved by the Pollution Control Department.

5) Dieldrin	"	Not exceed 1.5	"
6) Heptachlor	"	Not exceed 5.5	"
7) Heptachlor Epoxide	"	Not exceed 2.7	"
8) Lindane	"	Not exceed 29	"
9) Pentachlorophenol	"	Not exceed 110	Apply Gas Chromatography method or Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) method or Gas Chromatography/Fourier Transform Infrared (GC/FT-IR) Spectrometry method or other methods approved by the Pollution Control Department.
<b>4. Other toxin or poisonous substance</b>			
1) Benzo (a) pyrene	mg/ kg	Not exceed 2.9	Apply Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) method or Thermal Extraction/Gas Chromatography/Mass Spectrometry (TE/GC/MS) method or Gas Chromatography/Fourier Transform Infrared (GC/FT-IR) Spectrometry or other methods approved by the Pollution Control Department.
2) Cyanide and compounds	"	Not exceed 35	Apply Total and Amenable Cyanide: Distillation method or Total Amenable Cyanide (Automated Colorimetric, with off-line Distillation) method or Cyanide Extraction Procedure for Solids and Oils or other methods approved by the Pollution Control Department.
3) PCBs	"	Not exceed 10	Apply Gas Chromatography or other methods approved by the Pollution Control Department.
4) Vinyl Chloride	"	Not exceed 8.3	Purge and Trap Gas Chromatography method or Purge and Trap Gas Chromatography Mass Spectrometry or other methods approved by the Pollution Control Department.

(注) Test Methods of Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods (SW-846) of the United States Environmental Protection Agency

The method to store and maintain soil samples as stipulated in the Annex hereto.

土壤のサンプル検査方法 (Method to maintain soil samples)

土壤サンプル維持方法 (Method to maintain soil samples)			
パラメーター Parameter	容器 Container	防腐剤 Preservative	保持時間 Holding Time
1) Volatile Organic Compounds	Glass	Chilled at 4° ±2 °C	14 days
2) Heavy metals (Except Hexavalent Chromium and Mercury and compounds)	Plastic or Glass	"	180 days
3) Hexavalent Chromium	"	"	- 30 days before sample preparation - 4 days after sample preparation
4) Mercury and compounds	"	"	28 days

5) Pesticides	Glass	"	- 14 days before sample preparation - 40 days after sample preparation
6) Benzo (a) pyrene	"	"	- 14 days before sample preparation - 40 days after sample preparation
7) Cyanide and compounds	Plastic or Glass	"	14 days before sample preparation
8) PCBs	Glass	"	- 14 days before sample preparation - 40 days after sample preparation
9) Vinyl Chloride	"	"	14 days

(注 1) Divides the area into plots, each plot size is depending on the size of the area and geographical to get a sample that represents the whole area.

(注 2) The number of drilling holes are depending on the area size. In the area of 10 – 25 Rai, drilling 10 – 20 holes all over the plot.

(注 3) On each hole, drilled from the surface to a depth of 12 – 18 inches (30 – 45 cm.) approximately to get a sample, using undisturbed drilling method. However, the purpose of soil sampling is to primary monitor soil quality. In the event that the proof of contamination for recovery purpose is needed, the public health and environmental risk assessment is required respectively.

(出所) Notification of the National Environment Board No. 25 (B.E. 2547) issued under the Environmental Quality Act B.E. 2535, RE: the soil quality standards. Published in the Royal Government Gazette, Volume 121, Special Part 119, dated 20 October B.E. 2547 (2004).

### ③工場の排気基準

工場の排気基準は、不純物の種別と発生源ごとに、生産工程で燃料の燃焼を伴わない場合と伴う場合の数値が定められている。

不純物の種別 Type of Impurities	発生源 Substances Source	生産工程で燃料の燃焼を伴わない場合 Manufacturing process without fuel burning*	生産工程で燃料の燃焼を伴う場合 Manufacturing process with fuel burning**
1. Dust/airborne (mg/ m <sup>3</sup> )	1. Boiler or source that uses these types of fuel : 1. Fuel Oils 2. Coal 3. Biomass 4. Other types of fuel 2. Smelting, forging, stretching and/or aluminum 3. General Manufacturing	- - - - Not exceed 300 Not exceed 400	Not exceed 240 Not exceed 320 Not exceed 320 Not exceed 320 Not exceed 240 Not exceed 320
2. Sulfur dioxide (ppm)	1. Boiler or source that uses these types of fuel : 1. Fuel Oils 2. Coal 3. Biomass 4. Other types of fuel 2. General Manufacturing	- - - Not exceed 500	Not exceed 950 Not exceed 700 Not exceed 60 Not exceed 60 -
3. Oxides of nitrogen (ppm)	Boiler or source that uses these types of fuel : 1. Fuel Oils 2. Coal 3. Biomass 4. Other types of fuel	- - - -	Not exceed 200 Not exceed 400 Not exceed 200 Not exceed 200
4. Carbon monoxide (ppm)	General Manufacturing	Not exceed 870	Not exceed 690
5. Hydrogen sulfide (ppm)	General Manufacturing	Not exceed 100	Not exceed 80



6. Hydrogen chloride (mg/m <sup>3</sup> )	General Manufacturing	Not exceed 200	Not exceed 160
7. Sulfuric acid (ppm)	General Manufacturing	Not exceed 25	-
8. Xylenes (ppm)	General Manufacturing	Not exceed 200	-
9. Cresols (ppm)	General Manufacturing	Not exceed 5	-
10. Antimony (mg/m <sup>3</sup> )	General Manufacturing	Not exceed 20	Not exceed 16
11. Arsenic (mg/m <sup>3</sup> )	General Manufacturing	Not exceed 20	Not exceed 16
12. Coppers (mg/m <sup>3</sup> )	General Manufacturing	Not exceed 30	Not exceed 24
13. Lead (mg/m <sup>3</sup> )	General Manufacturing	Not exceed 30	Not exceed 24
14. Chlorine (mg/m <sup>3</sup> )	General Manufacturing	Not exceed 30	Not exceed 24
15. Mercury (mg/m <sup>3</sup> )	General Manufacturing	Not exceed 3	Not exceed 2.4

(注) \* To be calculated at a pressure of 1 atm or 760 mmHg, at temperature 25 °C on Dry Basis.  
The volume of air pollution in the oxygen at the actual condition while measuring.

\*\* To be calculated at a pressure of 1 atm or 760 mmHg, at temperature 25 °C on Dry Basis.  
The volume of air pollution in the oxygen is 7 percentage.

(出所)

1. Adapted from the Notification of the Ministry of Natural Resources and Environment, Vol. 123 Part. 50D, RE: The emission standards for industrial plant, dated 18 May 2549.
2. Adapted from the Notification of the Ministry of Natural Resources and Environment, Vol. 123 Part. 50D, RE: The industrial plan is designated as Pollution Point Source which its emission must be controlled.

#### ④一般的な環境排気基準 (Ambient Air Standard in General Atmosphere)

排気基準については、汚染物質により平均時間あたりの排出上限値が定められている。例えば、一酸化炭素 (CO) については、1 時間あたりに 30ppm (34.2 mg/m<sup>3</sup>) を超過しないこと、8 時間あたりに 9ppm(10.26 mg/m<sup>3</sup>)を超過しないこと、上限値が定められている。

汚染物質 Pollutants	平均値 Average	規格 Standard	出所 Source
1. Carbon monoxide (CO)	1 hr.	Not exceed 30 ppm. (34.2 mg/m <sup>3</sup> )	1
	8 hr.	Not exceed 9 ppm. (10.26 mg/m <sup>3</sup> )	
2. Nitrogen Dioxide (NO <sub>2</sub> )	1 hr.	Not exceed 0.17 ppm. (0.32 mg/m <sup>3</sup> )	1,3,4
	1 year	Not exceed 0.03 ppm. (0.057 mg/m <sup>3</sup> )	
3. Ozone (O <sub>3</sub> )	1 hr.	Not exceed 0.10 ppm. (0.20 mg/m <sup>3</sup> )	1,3
	8 hr.	Not exceed 0.07 ppm.(0.14 mg/m <sup>3</sup> )	
4. Sulfur Dioxide (SO <sub>2</sub> )	1 year	Not exceed 0.04 ppm. (0.10 mg/m <sup>3</sup> )	1,2
	24 hr.	Not exceed 0.12 ppm.(0.30 mg/m <sup>3</sup> )	
	1 hr.	Not exceed 0.3 ppm.(780 µg/m <sup>3</sup> )	
5. Lead (Pb)	1 month	Not exceed 1.5 µg/m <sup>3</sup>	1
6. TSP (Particulate Matter Ø < 100 µm )	24 hr.	Not exceed 0.33 mg/m <sup>3</sup>	1,2
	1 year	Not exceed 0.10 mg/m <sup>3</sup>	
7. PM-10 (Particulate Matter Ø < 10 µm )	24 hr.	Not exceed 0.12 mg/m <sup>3</sup>	1,2
	1 year	Not exceed 0.05 mg/m <sup>3</sup>	
8. PM-2.5 (Particulate Matter Ø < 2.5 µm )	24 hr.	Not exceed 0.05 mg/m <sup>3</sup>	5
	1 year	Not exceed 0.025 mg/m <sup>3</sup>	

(注)

1. Short term average standard (1, 8 and 24 hrs.)is to prevent acute effect on for human health
2. Long term average standard (1 month and 1 year ) is to prevent long term or chronic effect on human health

(出所)

1. [Notification of National Environmental Board No. 10 , B.E 2538 \(1995\)](#) under the Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Act B.E.2535 (1992), published in the Royal Government Gazette No. 112 Part 52 dated May 25, B.E.2538 (1995)
2. [Notification of National Environmental Board No. 24, B.E. 2547 \(2004\)](#) under the Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Act B.E.2535 (1992), published in the Royal Government Gazette No. 121 Special Part 104 D dated September 22, B.E.2547 (2004)

3. [Notification of National Environmental Board No. 28 , B.E 2550 \(2007\)](#) under the Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Act B.E.2535 (1992), published in the Royal Government Gazette No. 124 Part 58 dated May 14, B.E.2550 (2007)
4. [Notification of National Environmental Board No. 33 , B.E 2552 \(2009\)](#) under the Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Act B.E.2535 (1992), published in the Royal Government Gazette No. 126 Part 114 dated August 14, B.E.2552 (2009)
5. Notification of National Environmental Board No. 36 , B.E 2553 (2010) under the Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Act B.E.2535 (1992), published in the Royal Government Gazette No. 127 Part 37 dated March 24, B.E.2553 (2010)

一般的な環境下における 1 時間あたりの二酸化硫黄の基準 (Sulfur Dioxide Standard in Ambient Air in 1 hour)		
Pollutant	Concentration/time/area	Standard value
Sulfur Dioxide (SO <sub>2</sub> )	1 hr./area	Not exceed 0.30 ppm (780 µg/m <sup>3</sup> )

(出所)

1. [Notification of National Environmental Board No. 12 \(1995\) under the Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Act B.E.2535 \(1992\)](#) published in the Royal Government Gazette No. 112 Special Part 27 D dated July 13, B.E.2538 (1995)
2. [Notification of National Environmental Board No. 21 \(2001\) under the Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Act B.E.2535 \(1992\)](#) published in the Royal Government Gazette No. 118 Special Part 39D dated April 30, B.E.2544 (2001)

年間の揮発性有機化合物 (VOCs) に対する基準 (Volatile Organic Compounds (VOCs) Standard in Ambient Air in 1 year)	
Pollutants	Standard
1. Benzene	Not exceed 1.7 µg/m <sup>3</sup>
2. Vinyl Chloride	Not exceed 10 µg/m <sup>3</sup>
3. 1,2 - Dichloroethane	Not exceed 0.4 µg/m <sup>3</sup>
4. Trichloroethylene	Not exceed 23 µg/m <sup>3</sup>
5. Dichloromethane	Not exceed 22 µg/m <sup>3</sup>
6. 1,2 - Dichloropropane	Not exceed 4 µg/m <sup>3</sup>
7. Tetrachloroethylene	Not exceed 200 µg/m <sup>3</sup>
8. Chloroform	Not exceed 0.43 µg/m <sup>3</sup>
9. 1,3 - Butadiene	Not exceed 0.33 µg/m <sup>3</sup>

(注) 1. One year Volatile Organic Compounds (VOCs) in Ambient Air is determined from the Arithmetic Mean of VOCs analysis from continuously 24 hour ambient air sampling (at least

once a month)

2. In case of the collected ambient air sample(s) was unable to be analyzed, the new sampling and analysis must be done within 30 days from the previous sampling date.

3. Reference Condition is 25 degree Celsius at 1 atm or 760 mmHg

(出所) [Notification of National Environmental Board No. 30, B.E 2550 \(2007\)](#) under the Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Act B.E.2535 (1992), published in the Royal Government Gazette No. 124 Part 143 dated September 14, B.E.2550 (2007)

1 日 (24 時間) における VOCs の監視基準 (Surveillance Standard for Volatile Organic Compounds (VOCs) in Ambient Air in 24 hrs.)	
Pollutants	Standard
1. Acetaldehyde	Not exceed 860 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2. Acrylonitrile	Not exceed 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
3. Benzene	Not exceed 7.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
4. Benzyl Chloride	Not exceed 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
5. 1,3-Butadiene	Not exceed 5.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
6. Bromomethane)	Not exceed 190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
7. Carbon Tetrachloride	Not exceed 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
8. Chloroform	Not exceed 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
9. 1,2-Dibromoethane	Not exceed 370 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
10. 1,4-Dichlorobenzene	Not exceed 1100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
11. 1,2-Dichloroethane	Not exceed 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
12. Dichloromethane	Not exceed 210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
13. 1,2-Dichloropropane	Not exceed 82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
14. 1,4-Dioxane	Not exceed 860 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
15. 2-Propenal/acrolein	Not exceed 0.55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
16. Tetrachloroethylene	Not exceed 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
17. 1,1,2,2-Tetrachloroethane	Not exceed 83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
18. Trichloroethylene	Not exceed 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
19. Vinyl Chloride	Not exceed 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

(出所) Adapted from

Notification of the Pollution Control Department, RE: Surveillance Standard for Volatile Organic Compounds in Ambient Air in 24 hours.

年間の二酸化炭素 (CS <sub>2</sub> ) の排出基準 (Carbon Disulfide Standard in Ambient Air in 1 year)	
Pollutants	Standard
Carbon Disulfide (CS <sub>2</sub> )	Not exceed 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

(出所) Adapted from

Notification of the Pollution Control Department (B.E. 2555), RE: Carbon Disulfide Standard

for Volatile Organic Compounds in Ambient Air, under the Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Act B.E. 2535 (1992), published in the Royal Government Gazette No. 129 Special Part 92D, dated 11 June B.E. 2550 (2007).

## ⑥工場や工業団地から排出される排水品質基準

工場や工業団地からの廃水については、水質指標により、基準や分析方法が定められている。

工場や工業団地から排出される排水品質基準 (Quality Standard of Waste water from Industrial factory and Industrial Estate)		
水質指標 Water Quality Index	基準 Standard	分析方法 Analysis Method
1. pH value	5.5-9.0	pH Meter
2. TDS or Total Dissolved Solids value	<ul style="list-style-type: none"> <li>Not more than 3,000 mg/l depending on receiving water or type of industry as agreed by the PCC, but not exceed 5,000 mg/l.</li> <li>Not more than 5,000 mg/l exceed TDS of receiving water having a salinity of more than 2,000 mg/l or TDS of sea if discharge to sea.</li> </ul>	Evaporate at 103-105°C for 1 hour
3. Suspended Solids	Not exceed 50 mg/l depending on receiving water or type of industry or wastewater treatment system as agreed by the PCC, but not exceed 150 mg/l	Glass Fiber Filter Disc)
4. Temperature	Not exceed 40°C	Using a thermometer to measure while collecting water sample
5. Color or Odor	Not abhorrent	n/a
6. Sulfide as H <sub>2</sub> S	Not exceed 1.0 mg/l	Titrate
7. Cyanide as HCN	Not exceed 0.2 mg/l	Distill and follow by the Pyridine Barbituric Acid method
8. Fat, Oil and Grease	Not exceed 5.0 mg/l depending of receiving water or type of industry as agreed by the PCC, but not exceed 15.0 mg/l	Extract with solvent, then separates to measure weight of oils and fats
9. Formaldehyde	Not exceed 1.0 mg/l	Spectrophotometry
10. Phenols	Not exceed 1.0 mg/l	Distill and follow by the 4-Aminoantipyrine

11. Free Chlorine	Not exceed 1.0 mg/l	Lodometric Method
12. Pesticide	Not detectable using specified method	Gas-Chromatography
13. Biochemical Oxygen Demand : BOD value of 5 days at 20°C	Not exceed 20 mg/l depending on receiving water or type of industry as agreed by the PCC, but not exceed 60 mg/l	Azide Modification at 20°C for 5 days
14. TKN or Total Kjeldahl Nitrogen value	Not exceed 100 mg/l depending on receiving water or type of industry as agreed by the PCC, but not exceed 200 mg/l	Kjeldahl
15. Chemical Oxygen Demand : COD value	Not exceed 120 mg/l depending on receiving water of the type of industry as agreed by the PCC, but not exceed 400 mg/l	Potassium Dichromate Digestion
16. Heavy Metal		
1. Zinc (Zn)	Not exceed 5.0 mg/l	Atomic Absorption Spectro Photometry method, type Direct Aspiration or Plasma Emission Spectroscopy method, type Inductively Coupled Plasma : ICP
2. Hexavalent Chromium	Not exceed 0.25 mg/l	
3. Trivalent Chromium	Not exceed 0.75 mg/l	
4. Copper (Cu)	Not exceed 2.0 mg/l	
5. Cadmium (Cd)	Not exceed 0.03 mg/l	
6. Barium (Ba)	Not exceed 1.0 mg/l	
7. Lead (Pb)	Not exceed 0.2 mg/l	
8. Nickel (Ni)	Not exceed 1.0 mg/l	
9. Manganese (Mn)	Not exceed 5.0 mg/l	
10. Arsenic (As)	Not exceed 0.25 mg/l	
11. Selenium (Se)	Not exceed 0.02 mg/l	
12. Mercury (Hg)	Not exceed 0.005 mg/l	Atomic Absorption Cold Vapour Technique

(出所)

Notification of the Ministry of Science Technology and Environment, No. 3 (B.E. 2539), RE: Effluent control standards for the wastewater generated from industrial factory and industrial estate, published in the Royal Government Gazette No. 113, Part 13D, dated 13 February B.E. 2539 (1996).

科学技術環境省の通達「A.産業工場や工業団地からの排水基準に関する決定事項」により、下記が定められている。

- 産業用工場第二グループと第三グループについては、排水の BOD 値（生物化学的酸素要求量：Biochemical oxygen demand）が 60ml/l を超過しなければ、排出を認めている。
- 第二グループ、第三グループについては、生産品目について規定されている。例えば、下記のものがある。
  - 動物の仕上加工工場、ただしカテゴリー4（1）に基づく水産物の仕上げ加工工場は除外とする。
  - カテゴリー9（2）に基づくデンプン工場。
  - デンプン工場より生産される食品で、カテゴリー10に含まれるもの 等

「B.廃水のサンプリング方法-産業工場と工業団地のサンプル採取の頻度と期間」については、下記のとおり記載されている。

- 公共の水資源や工業工場・工業団地等の周囲への排水量の地点でサンプルを収集する。複数の排水口がある場合は、その全てのスポットからサンプルを収集する。
- 廃水サンプル採取の方法、頻度及び期間については、下記のとおり。
  - 産業工場グループ2とグループ3には一度グラブサンプリング（つかみどり採取）を行う。
  - 産業工場や工業団地から、2時間おきに 500ml を続けて採集し、合計4回の複合サンプル採集を行う。

#### A. Determining the standards for effluent from industrial factory and industrial estate sources

1. Allow the industrial factory Group 2 and Group 3 to effluent discharge the wastewater with BOD not exceed 60 ml/l. The industrial factory Group 2 and Group 3 are described as follows:

- Animal finishing factory, excluded aquatic animal finishing under category 4(1)
- Starch factory under category 9(2).
- Food from starch factory that produce one kind of product or many under category 10
- Animal food factory that produce one kind of product or many under category 15
- Textile, yarn or fiber factory, excluded Asbestos that produce one kind of product or many under category 22
- Tanning factory under category 29
- Pulp and paper factory that produce one kind of product or many under



category 38

- Chemical factory, excluded fertilizer that produce one kind of product or many under category 42
- Pharmaceutical factory that produce one kind of product or many under category 46
- Cold storage under category 92

2. Within 1 year from the date that the Notification of the MOSTE, No. 4 (B.E. 2539) is enforced, the industrial factory Group 2 and Group 3 according to the Annex of the mentioned notification can effluent discharge the wastewater with TKN not exceed 100 ml/l, except the industrial factory under Clause 3.

3. Within 2 years from the date that the Notification of the MOSTE, No. 4 (B.E. 2539) is enforced, the industrial factory Group 2 and Group 3 as specified below must effluent discharge the wastewater with TKN not exceed 200 ml/l.

- Food seasoning or ingredients factory that produce food flavor or color under category 13(2)
- Animal food factory that produce mixed animal food or instant food for animal feeding under category 15(1)

4. The industrial factory Group 2 and Group 3 as specified below are allowed to effluent discharge the wastewater with COD not exceed 400 ml/l.

- Food seasoning or ingredients factory that produce food flavor or color under category 13(2)
- Animal food factory that produce mixed animal food or instant food for animal feeding under category 15(1)
- Textile, yarn or fiber factory, excluded Asbestos that produce one kind of product or many under category 22
- Tanning factory under category 29
- Pulp and paper factory that produce one kind of product or many under category 38

Source: [The Notification of the Pollution Control Committee, RE: Determining the industrial factory type that allowed to effluent discharge by applying different standards from the standards as specified in the Notification of the Ministry of Science Technology and Environment, No. 3 \(B.E. 2539\), RE: Standards for effluent from industrial factory and industrial estate sources](#), dated 20 August B.E. 2539 (1996), published in the Royal Government Gazette No. 113, Part 75D, dated 13 September B.E. 2539 (1996)

**B. Effluent sampling methods, the frequency and period to store samples of the industrial factory and industrial estate.**

1. Collect samples at the point of effluent discharge to public water resource or the surroundings outside the industrial factory or industrial estate location. Collect samples from all discharged points if there are more than one effluent discharging points.
2. Methods to store samples, the frequency and period to store effluent samples are as follows:
  - To do 1 time grab sampling for the industrial factory Group 2 and Group 3.
  - To do 4 times composite sampling for the industrial estate, during each time collecting 500 ml every 2 hours continuously.

Source: [The Notification of the Pollution Control Committee, RE: Effluent sampling methods, the frequency and period to store samples of the industrial factory and industrial estate](#), dated 28 October B.E. 2539 (1996), published in the Royal Government Gazette No. 113, Part 91D, dated 12 September B.E. 2539 (1996).

### (3) めっき廃液の発生及び処理現状調査

#### ①タイ等におけるめっき産業の現状および将来動向

タイにおけるめっき業では、自動車部品へのめっきが大きい割合を占めるため、自動車の盛況に産業の動向は依存する。また、宝飾関係のめっき業も盛んであるとの情報が得られている。

現状は、タイ国内における自動車流通が減少していることから、めっき製品の生産量も減少傾向とのことである。ただし、自動車の輸出は好調であるため、輸出自動車部品のめっき需要は堅調だと考えられる。

今後のタイ国内におけるめっき業の展開については、自動車の輸出業に大きく依存するものと見られる。自動車輸出の見通しについては意見が分かれており、現地調達が進むために先行きは厳しいとの見方と、燃費や排出ガスなどの観点から輸出は伸びるとの見方がある。また国内市場においても、税制の変更や自動車規制次第では自動車への需要が拡大する見込みもあり、それに伴いめっき製品の生産が拡大する可能性もある。

**図表 5 めっき産業の現状および将来動向についてのヒアリング調査結果**

#### ◆タイ等におけるめっき産業の現状

- タイでは宝飾関係のめっき業が盛んであるため、金めっきを取り扱っている企業が多い。
- タイ国内の自動車流通の減少から、自動車の生産が減っており、めっき製品の生産量も減少してきている。最盛期よりも20%程度低下している。
- タイ王国内での日系自動車関係が停滞傾向の兆しがある。他のアジア諸国への輸出は好調である。

#### ◆タイ等におけるめっき産業の将来動向

- 今後は海外への自動車の輸出次第であるが、インドネシア等では現調化が進んでいることもありあまり伸びないのではないかと。
- 今後タイ国内で、税制が変更になるため、乗用車のディーゼル車が人気になる可能性がでてきた。それに伴い、自動車部品も好調になることで、めっき廃液類も多くなる傾向になる。
- タイ国内の自動車におけるCO2の規制が来年変更になるため、日系自動車関係が停滞傾向の兆しがある。
- 自動車の完成品における輸出においては他のアジア諸国よりも燃費・排出ガス規制が優れているため、数年伸びる傾向にある。
- タイ国内における人件費の上昇、自動車規制次第で、まだまだ市場は伸びる余地がある。

## ②めっき廃液等の処理に関する規制強化の動向

めっき廃液の処理については、現状重金属、COD などについての廃水処理基準が設けられている。廃水の処理基準を違反した事業者に対しては、基準値を超えた廃水の量に対して罰金が科せられる規定となっている。また工場の立地についての規制もあり、工業団地に排出事業者を集積させる政策的な誘導がなされている。操業のためにはライセンスが必要となっている。

今後の規制の動向については、これまでのタイ国における規制強化の潮流を考慮すると、規制の更なる強化が行われることも視野に入れるべきであることがうかがえる。特に、チャオプラヤ川の汚染が悪化するに伴い、チャオプラヤ川上流の9県では工業排水の規制強化を検討しており、この規制が具体化すればチャオプラヤ川流域に立地するめっき産業も排水処理の強化を求められる可能性が高い。

**図表 6 めっき廃液等の処理規制に関するヒアリング調査結果**

- 廃水処理の方法は工業団地のルールで決められている。重金属を扱っている工場は必ず工業団地の排水処理を通さなければならない。
- 工業団地の処理プロセスに排出する廃水には、重金属の濃度基準が定められており月1回濃度の測定を行っている。
- 工業団地の集中処理場は各工場と配管でつながっている。工場団地の廃水基準（工場から工業団地の集中処理へ送る廃水）は工業省が規定している。
- 工場内による一次処理が不適切で基準値を超えた場合は罰金がある。廃水基準を超えた廃水量に応じて3倍、5倍まで罰金の設定がある。
- 罰金については省令に定められているため、どの工業団地でも発生する。ただし運用は工業団地によって多少異なる。
- 廃水基準の対象であるCODの規制が年々厳しくなっている。
- 工業団地は工業省の管理下にあり、定期的な検査を受けることが必要である。
- めっき工場は廃水の問題もあり、工業団地内に立地することが多い。めっき工場の立地規制は色々とあり、細かい許可をとる必要がある。
- めっき工場の設立、操業に関する規制はかなり厳しいものである。めっき工場からの廃水による環境被害が問題視されており、マニフェストが必要である。

#### (4) めっき廃液の発生量および再生可能量推計

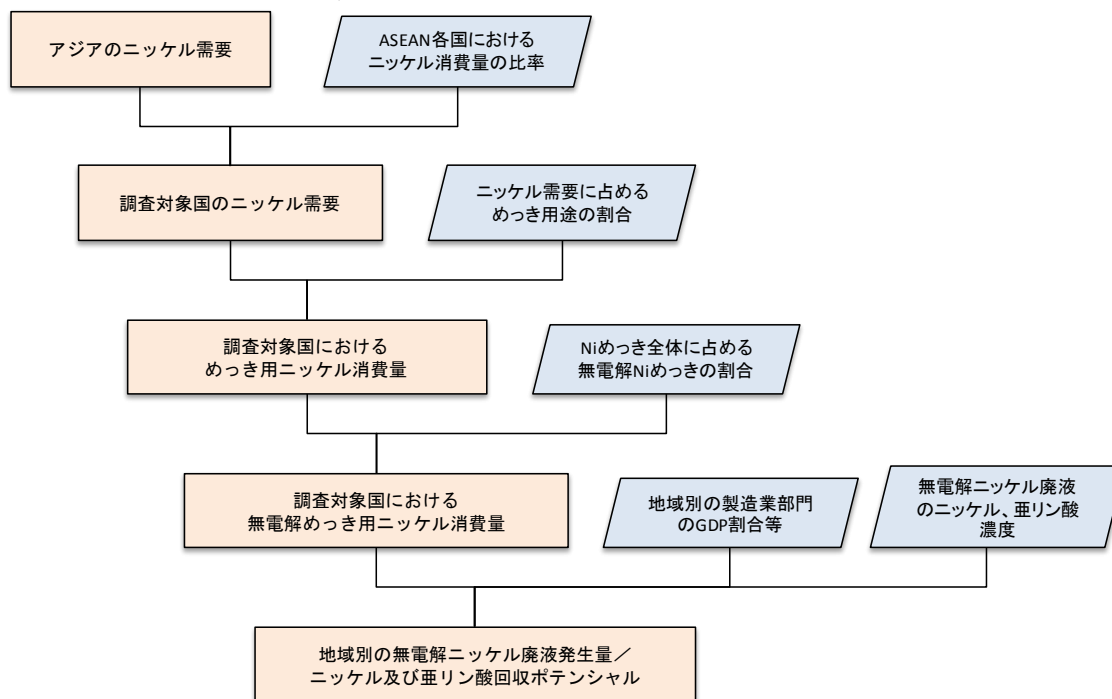
##### ①推計の考え方

タイ、マレーシアを対象として、以下の推計方法により、無電解ニッケル廃液の発生量および廃液から回収可能なニッケル (Ni)、亜リン酸 (H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>) の量の推計を実施した。

無電解ニッケルめっきは、電源を使用せずにめっきを施す処理方法である。電気を通さないプラスチックなどの素材にもめっきを施すことが出来ることが特徴である。無電解ニッケルめっきでは、還元剤の働きにより液中のニッケルイオンを還元し、析出させることでめっきを施す処理となる。還元剤として用いられることが多いのが、次亜リン酸 (H<sub>3</sub>PO<sub>2</sub>) であり、次亜リン酸の反応後に残される亜リン酸が回収できると考えられる。

以下に本調査で用いた推計方法を示す。過去の国別のニッケル需要量をもとに、既知のASEANにおけるニッケル需要を按分し、国別のニッケル需要を推計した。ニッケル需要に占めるめっき用途の割合や、ニッケルめっき全体に占める無電解ニッケルめっきの割合、めっき廃液の濃度、また州別、地域別の製造業部門のGDP割合等、既存のデータ等を活用し、州別、地域別の無電解ニッケル廃液の発生量、ニッケル及び亜リン酸の回収ポテンシャルを推計した。なお将来の発生量、回収ポテンシャルは、BAU (Business as usual) で予測を行った。

図表 7 推計フロー (無電解ニッケル)

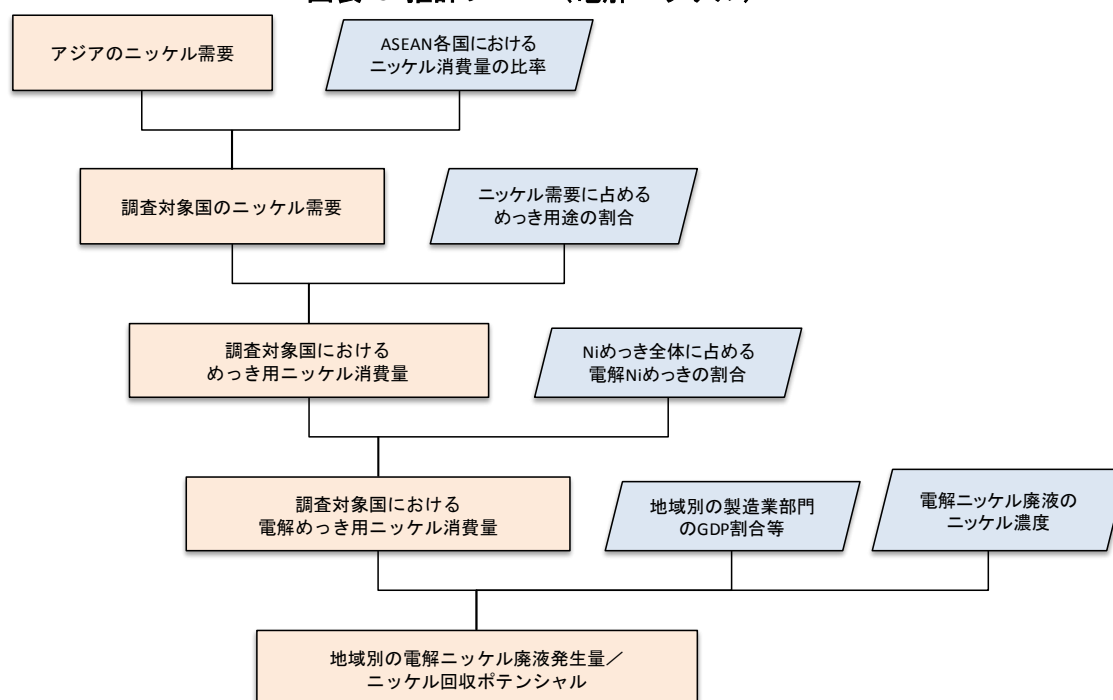


(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

同様に、タイ、マレーシアを対象として、電解ニッケル廃液の発生量および廃液から回収可能なニッケル (Ni) の量の推計を実施した。上述したように、電解ニッケルめっきでは無電解ニッケルめっきと反応のプロセスが異なるため、リン酸の回収は見込めず、ニッケルのみを回収可能物とした。

国別のめっき用ニッケル消費量の推計は無電解ニッケルのケースと同様とし、ニッケルめっき全体に占める電解ニッケルめっきの割合、めっき廃液の濃度、また州別、地域別の製造業部門の GDP 割合等、既存のデータ等を活用し、州別、地域別の電解ニッケル廃液の発生量、ニッケル及びパラジウムの回収ポテンシャルを推計した。なお将来の発生量、回収ポテンシャルは、BAU (Business as usual) で予測を行った。

図表 8 推計フロー (電解ニッケル)



(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

また、めっきの前処理として、アクチベータと呼ばれるスズとパラジウムが含まれる溶液により、樹脂の表面にパラジウムを吸着させ、活性化させる処理が必要となる。この処理が行われた後に残ったアクチベータ廃液からは、パラジウムなどの貴金属が回収できることが見込まれるため、その回収ポテンシャルについても同様に推計を行った。

## ②賦存量 (めっき廃液発生量) の推計結果

### i. タイ

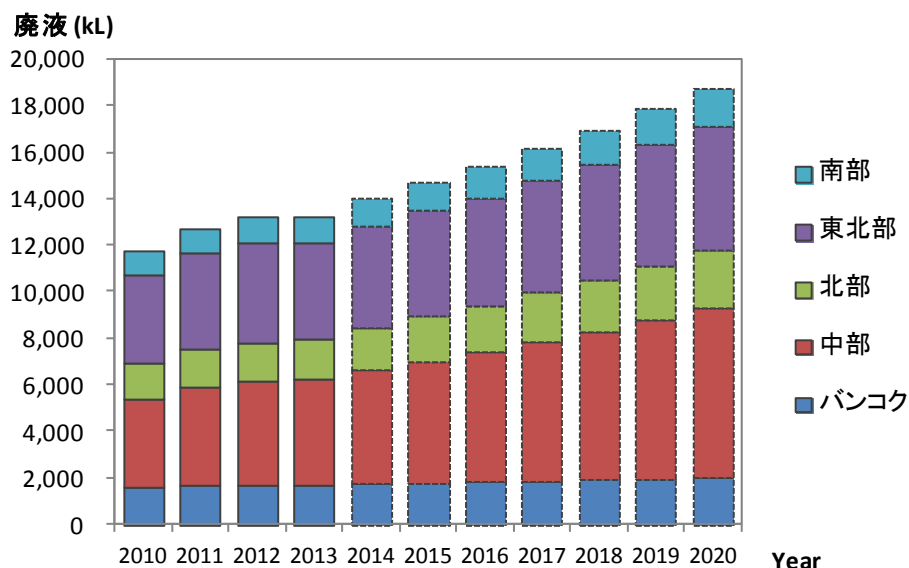
#### 無電解ニッケル廃液

ASEAN 地域におけるニッケル需要や、過去の各国別のニッケル需要をもとに、タイにお

ける無電解ニッケルめっき需要を推計し、それらの結果をもとにタイの無電解ニッケル廃液量の推計を実施した。タイ全体の無電解ニッケル廃液の発生量は、2015年には約14,700kLで、2020年には約18,500kLまで増加すると推計された。

タイの地域別無電解ニッケル廃液量の推計結果を以下に示した。本事業の対象地域であるラヨン県が属する中部地域の2015年の廃液発生量は、約5,200kLと推計された。これはタイ国内で最も廃液発生量が多い。今後もラヨン県を中心に、工業生産量が増加すると見込まれ、2020年には中部の廃液発生量が約7,300kLに達すると予測される。

図表 9 タイ地域別の無電解ニッケル廃液発生量推計



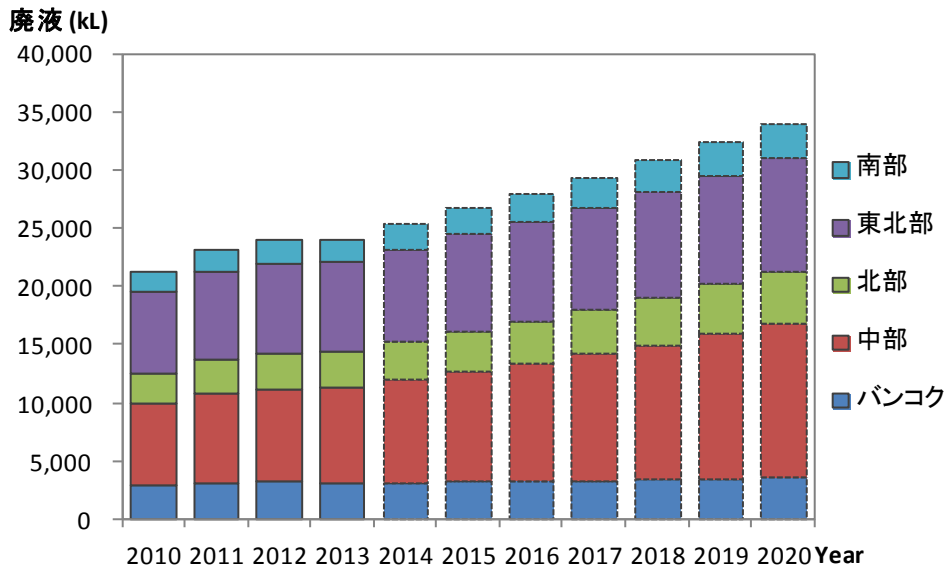
(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

### 電解ニッケル廃液

同様に、ASEAN 地域におけるニッケル需要や、過去の各国別のニッケル需要をもとに、タイにおける電解ニッケルめっき需要を推計し、それらの結果をもとにタイの電解ニッケル廃液量の推計を実施した。タイ全体の電解ニッケル廃液の発生量は、2015年には約28,700kLで、2020年には約33,600kLまで増加すると推計された。

タイの地域別電解ニッケル廃液量の推計結果を以下に示した。本調査の対象地域であるラヨン県が属する中部地域の2015年の廃液発生量は、約9,500kLと推計された。これはタイ国内で最も廃液発生量が多い。今後もラヨン県を中心に、工業生産量が増加すると見込まれ、2020年には中部の廃液発生量が約13,300kLに達すると予測される。

図表 10 タイ地域別の電解ニッケル廃液発生量推計



(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

ii. マレーシア

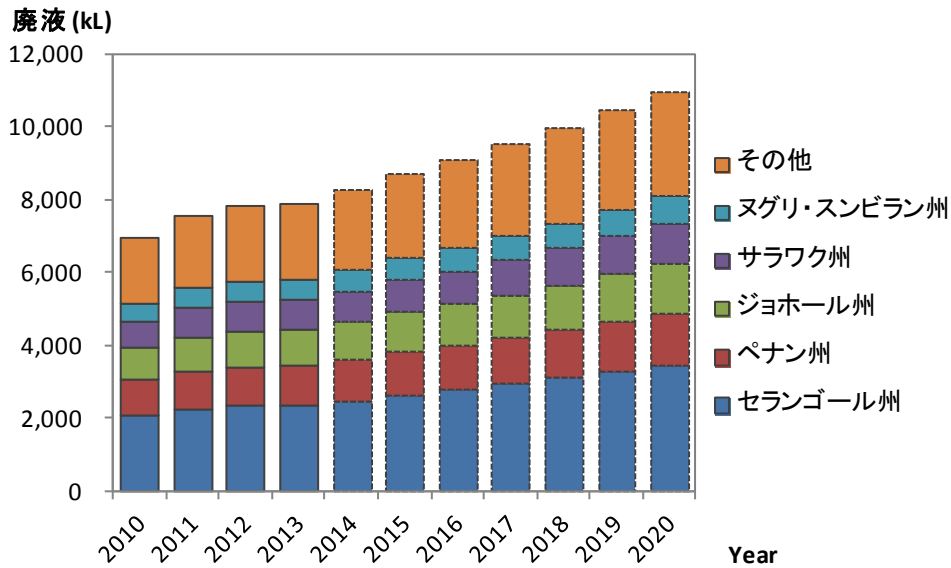
**無電解ニッケル廃液**

ASEAN 地域におけるニッケル需要や過去の各国別のニッケル消費量、ニッケル需要に占めるめっき用途の割合をもとにマレーシアにおける無電解ニッケルめっき需要を推計し、その結果等をもとにマレーシアの無電解ニッケル廃液の発生量の推計を実施した。マレーシア全体の無電解ニッケル廃液の発生量は、2015年には約 8,700kL で、2020年には約 11,000kL まで増加すると推計された。

本調査の対象国であるペナン州の 2015 年の廃液発生量は、約 1,200kL と推計された。これはマレーシアの州内で最も発生量が多いと推測されるセランゴール州に次ぐ廃液発生量である。今後も工業生産量が増加すると見込まれ、2020 年にはペナン州の廃液発生量が約 1,400kL に達すると予測される。



図表 11 マレーシア州別の無電解ニッケル廃液発生量推計



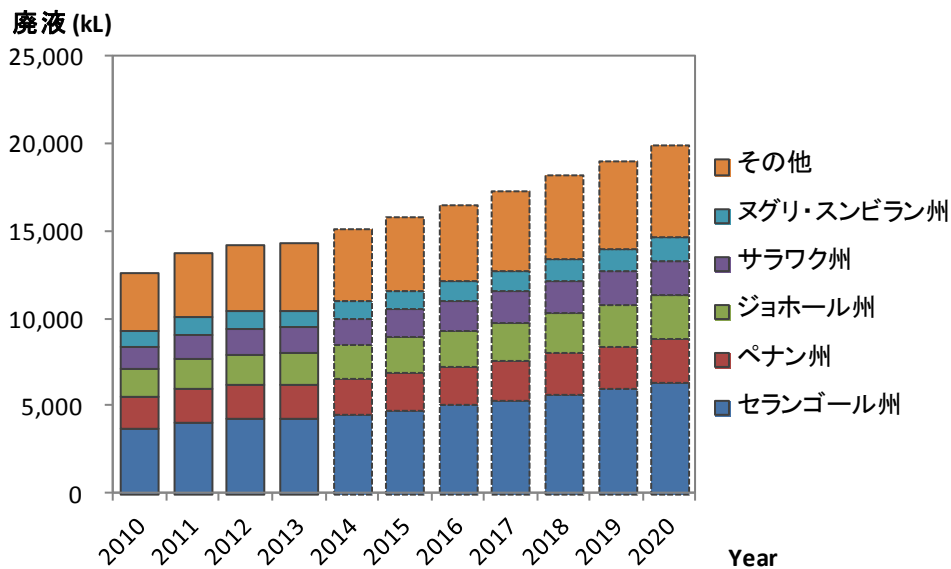
(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

### 電解ニッケル廃液

ASEAN 地域におけるニッケル需要や過去の各国別のニッケル消費量、ニッケル需要に占めるめっき用途の割合をもとにマレーシアにおける電解ニッケルめっき需要を推計し、その結果等をもとにマレーシアの電解ニッケル廃液の発生量の推計を実施した。マレーシア全体の電解ニッケル廃液の発生量は、2015年には約 16,000kL で、2020年には約 20,000kL まで増加すると推計された。

本調査の対象国であるペナン州の2015年の廃液発生量は、約 2,100kL と推計された。これはマレーシアの州内で最も発生量が多いと推測されるセランゴール州に次ぐ廃液発生量である。今後も工業生産量が増加すると見込まれ、2020年にはペナン州の廃液発生量が約 2,600kL に達すると予測される。

図表 12 マレーシア州別の電解ニッケル廃液発生量推計



(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

### ③再生可能量（水酸化ニッケル・亜リン酸カルシウム・パラジウム等）の推計結果

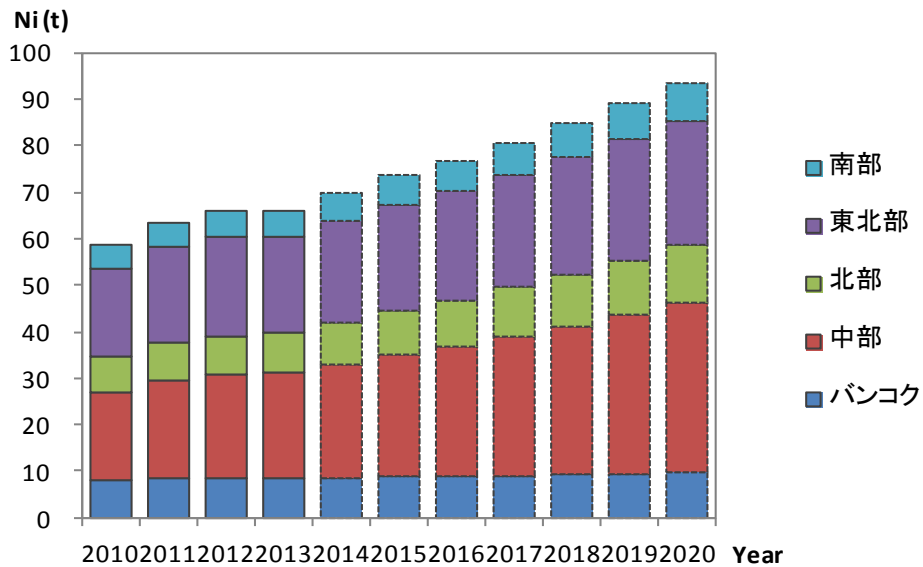
#### i. タイ

##### 無電解ニッケル廃液からの再生資源

無電解ニッケル廃液から回収可能なニッケル、亜リン酸量(推計値)は以下の通りである。タイ全体で見ると、2020年には約90tのニッケル、約1,100tの亜リン酸回収ポテンシャルとなる見込みである。

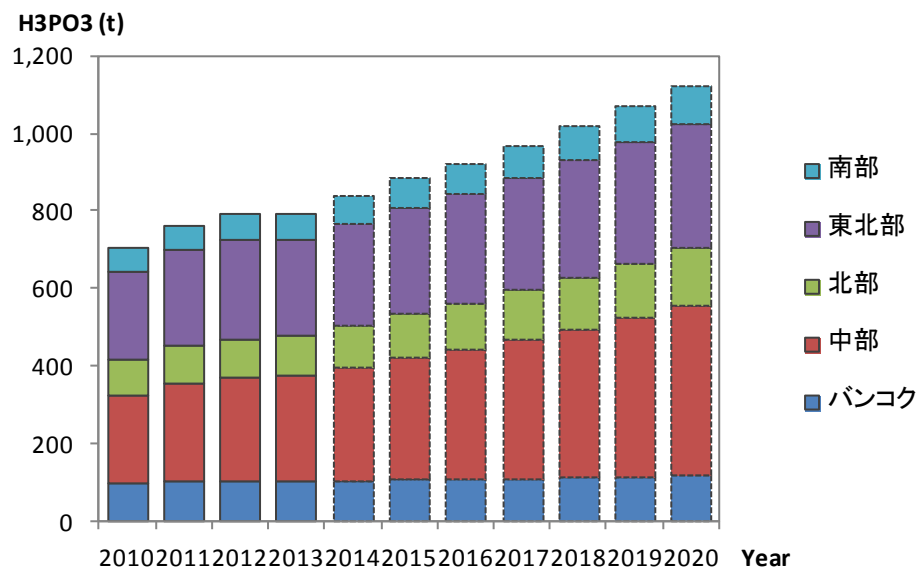
ラヨーン県が属する中部地域の回収ポテンシャルは、ニッケルの場合約26t(2015年)から約37t(2020年)に、亜リン酸の場合は約314t(2015年)から約439t(2020年)に達する見込みである。タイ国内でも最も回収ポテンシャルが高い地域である。

図表 13 タイ地域別の無電解めっき廃液からのニッケル回収ポテンシャル推計



(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

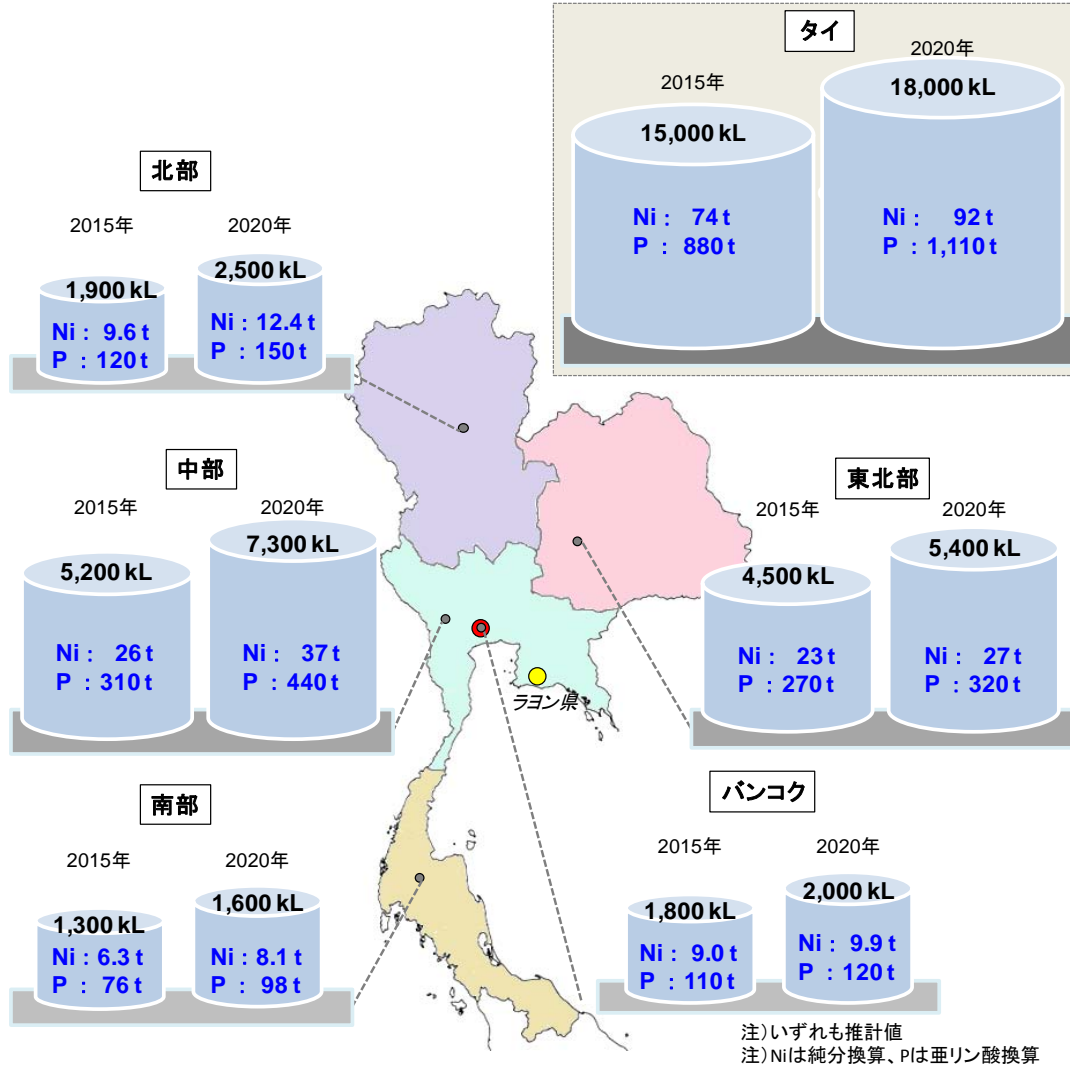
図表 14 タイ地域別の無電解めっき廃液からの亜リン酸回収ポテンシャル推計



(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

以下にタイ全体及び地域別の無電解ニッケル廃液の発生ポテンシャル、ニッケル、亜リン酸の回収ポテンシャルを図示した。

図表 15 タイの無電解ニッケル廃液及び資源回収ポテンシャル



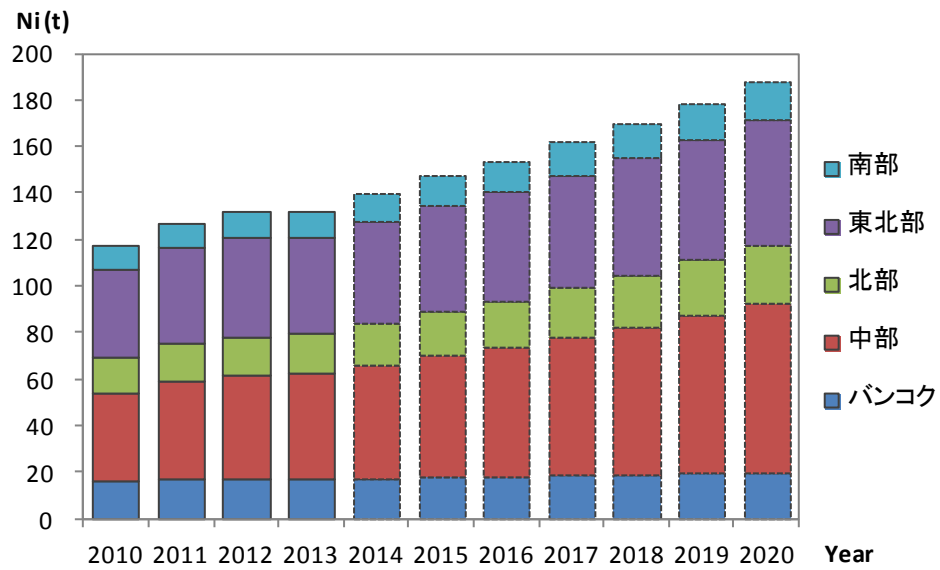
(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

### 電解ニッケル廃液からの再生資源

電解ニッケル廃液から回収可能なニッケルの量（推計値）は以下の通りである。タイ全体で見ると、2020年には約190tのニッケル、約3,400kgのパラジウム回収ポテンシャルとなる見込みである。

ラヨーン県が属する中部地域のニッケル回収ポテンシャルは約52t（2015年）から約73t（2020年）に達する見込みである。タイ国内でも最も回収ポテンシャルが高い地域である。

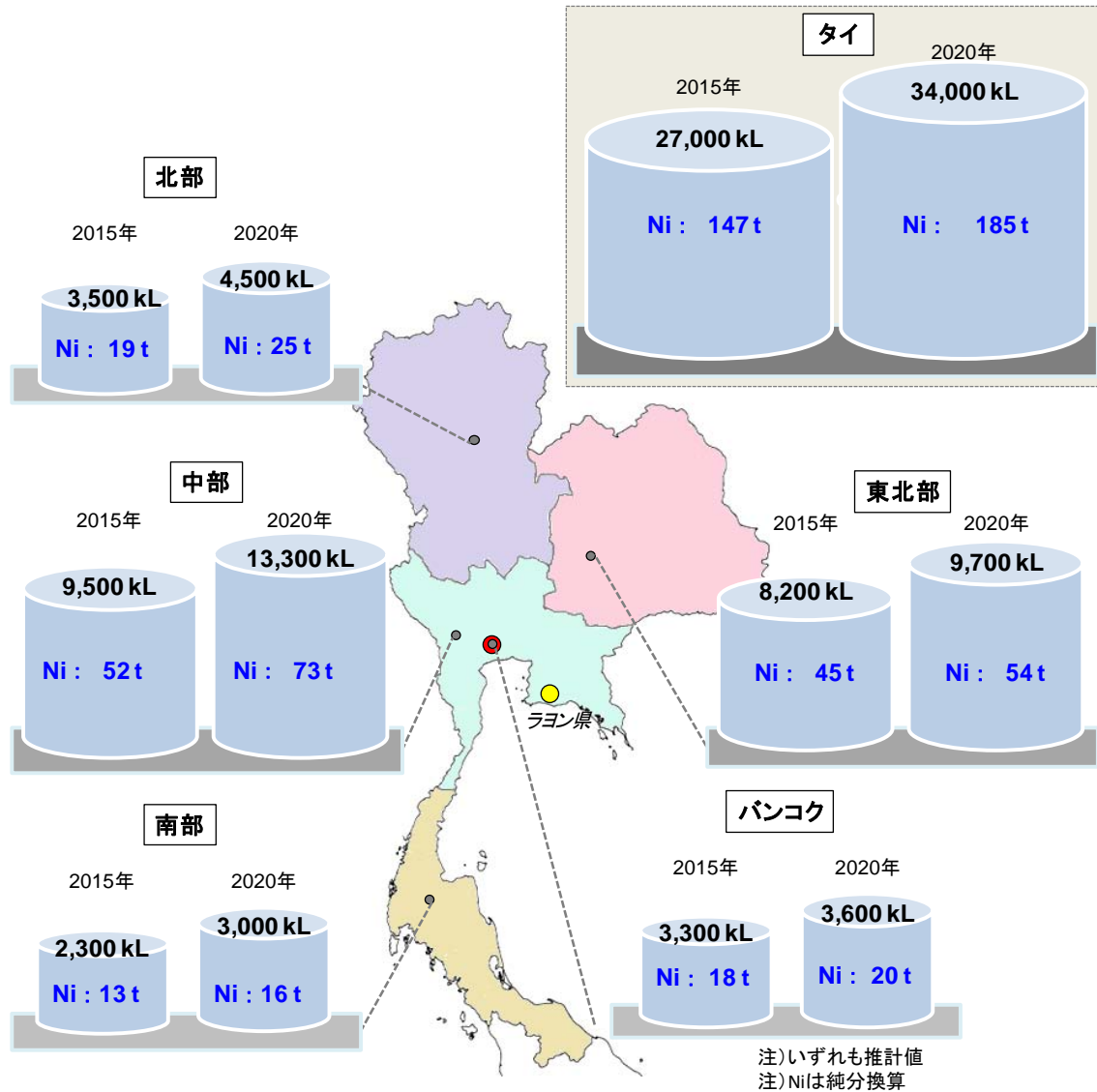
図表 16 タイ地域別の電解めっき廃液からのニッケル回収ポテンシャル推計



(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

以下にタイ全体及び地域別の電解ニッケル廃液の発生ポテンシャルおよびニッケルの回収ポテンシャルを図示した。

図表 17 タイの電解ニッケル廃液及び資源回収ポテンシャル



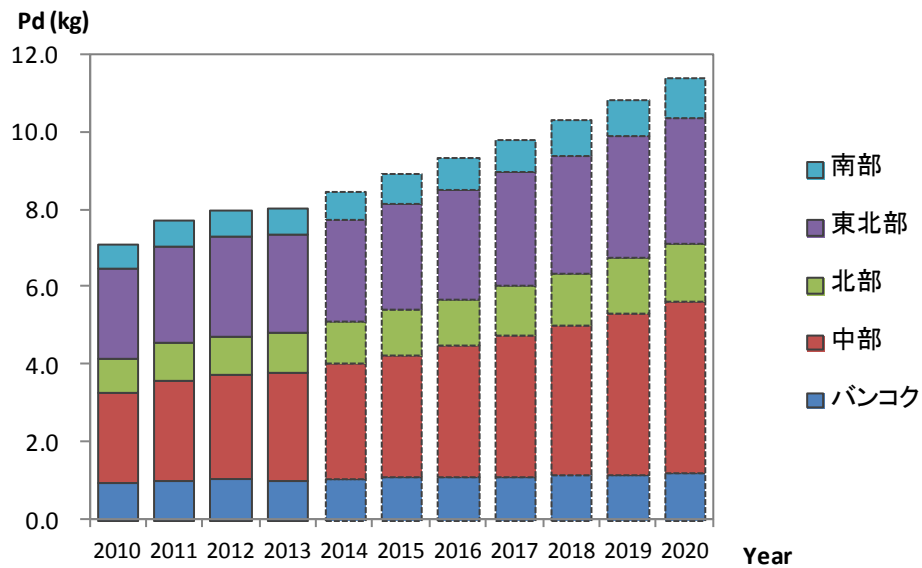
(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

### アクチベータ液からの再生資源

アクチベータ液から回収可能なパラジウム量 (推計値) は以下の通りである。タイ全体で見ると、2015年には約8.9kgのパラジウム回収ポテンシャルがあり、2020年には約11.2kgの回収ポテンシャルとなる見込みである。

ラヨーン県が属する中部地域のパラジウム回収ポテンシャルは、約3.2kg (2015年) から約4.4kg (2020年) に達する見込みである。タイ国内でも最も回収ポテンシャルが高い地域である。

図表 18 タイ地域別のアクチベータ廃液からのパラジウム回収ポテンシャル推計



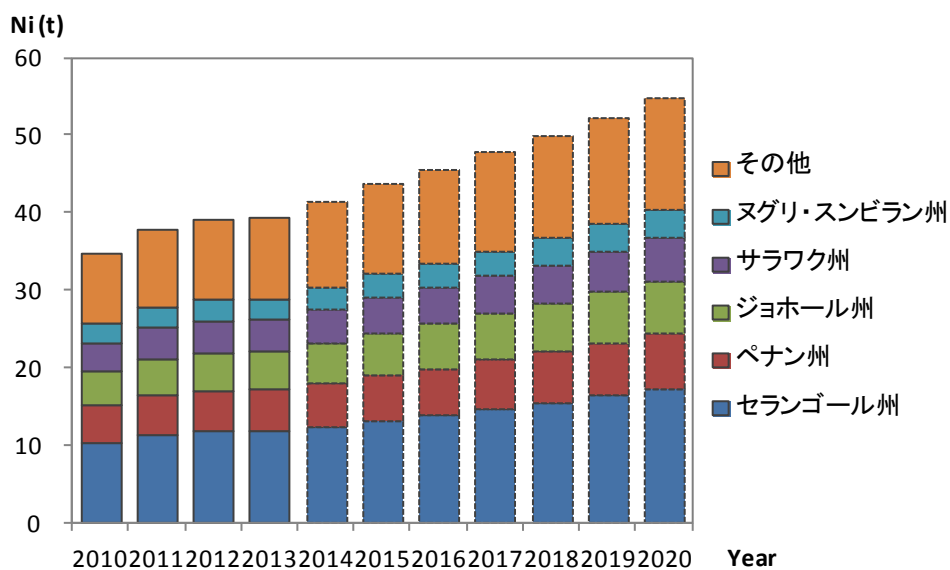
(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

ii. マレーシア

無電解ニッケル廃液からの再生資源

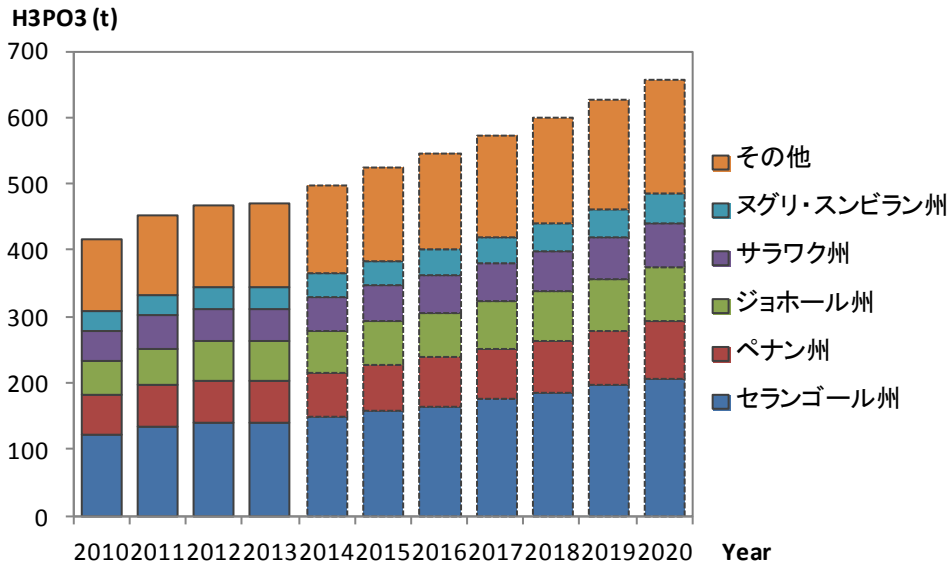
無電解ニッケル廃液から回収可能なニッケル、亜リン酸量(推計値)は以下の通りである。ペナン州の回収ポテンシャルは、ニッケルの場合約 6t (2015 年) から約 7t (2020 年) に、亜リン酸の場合は約 71t (2015 年) から約 86t (2020 年) に達する見込みである。これらは無電解ニッケル廃液の発生量に比例するため、ペナン州のニッケル、亜リン酸回収ポテンシャルはセランゴール州に次ぐ規模である。

図表 19 マレーシア州別の無電解めっき廃液からのニッケル回収ポテンシャル推計



(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

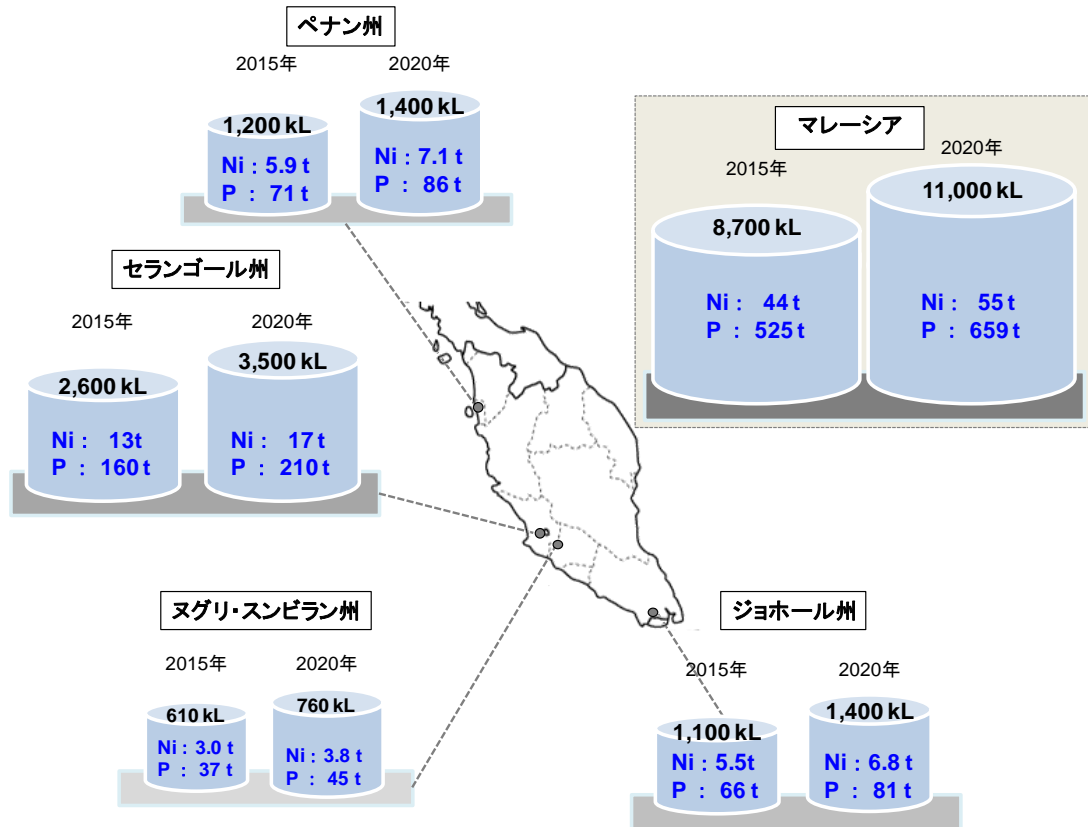
図表 20 マレーシア州別の無電解めっき廃液からの亜リン酸回収ポテンシャル推計



(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

以下にマレーシア全体及び主要な州別の無電解ニッケル廃液の発生ポテンシャル、ニッケル、亜リン酸の回収ポテンシャルを図示した。

図表 21 マレーシアの無電解ニッケル廃液及び資源回収ポテンシャル



注)いずれも推計値  
注)Niは純分換算、Pは亜リン酸換算

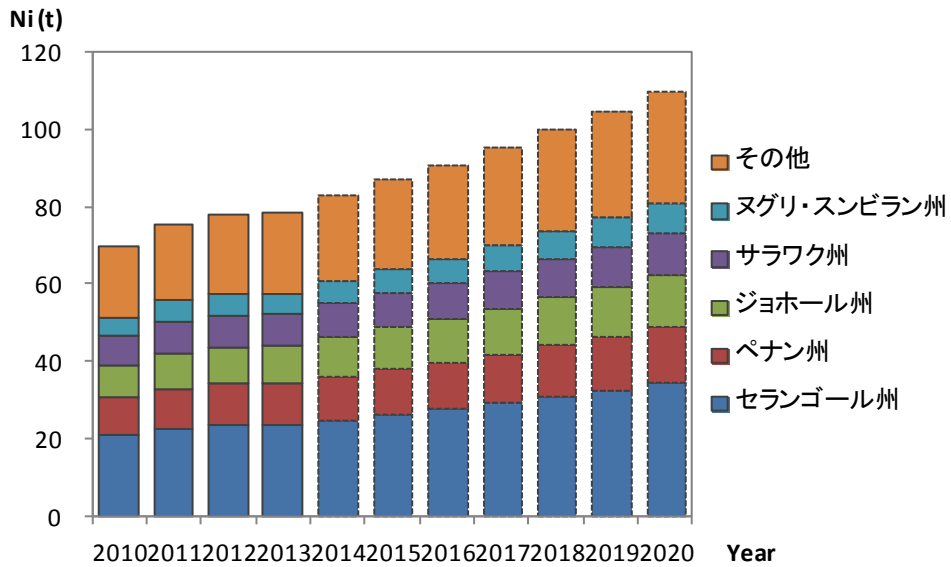
(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成



## 電解ニッケル廃液からの再生資源

電解ニッケル廃液から回収可能なニッケル（推計値）は以下の通りである。ペナン州の回収ポテンシャルは、約 12t（2015 年）から約 14t（2020 年）に達する見込みである。これらは電解ニッケル廃液の発生量に比例するため、ペナン州のニッケル回収ポテンシャルはセランゴール州に次ぐ規模である。

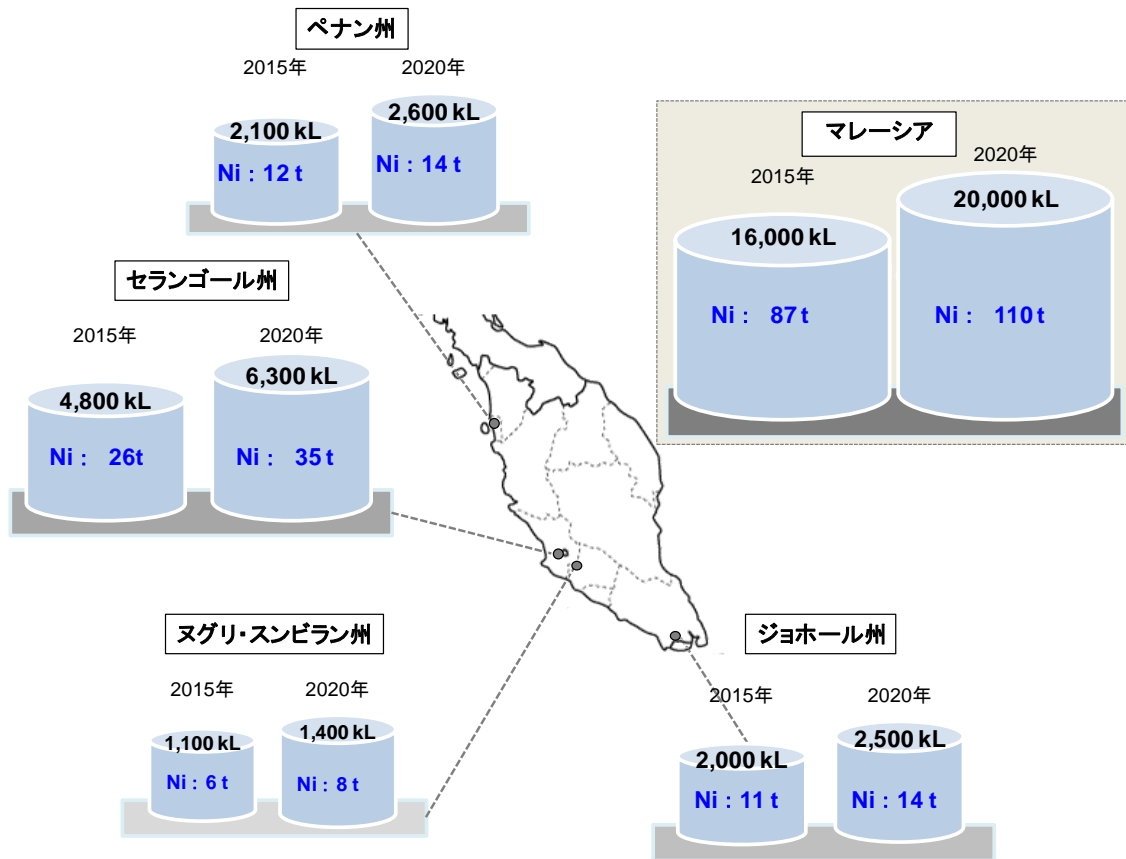
図表 22 マレーシア州別の電解めっき廃液からのニッケル回収ポテンシャル推計



（資料）三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

以下にマレーシア全体及び主要な州別の電解ニッケル廃液の発生ポテンシャルおよびニッケルの回収ポテンシャルを図示した。

図表 23 マレーシアの電解ニッケル廃液及び資源回収ポテンシャル



注)いずれも推計値  
注)Niは純分換算

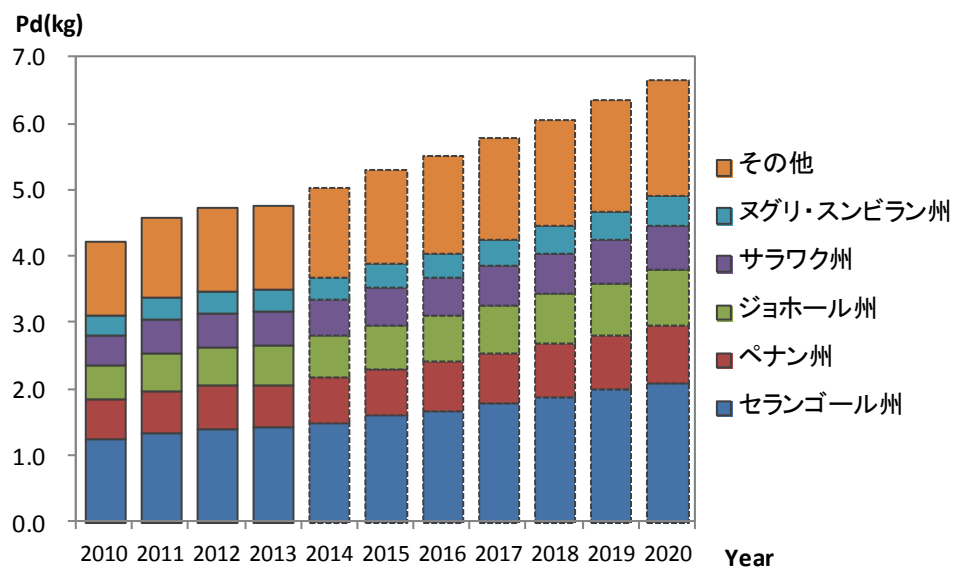
(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

### アクチベータ液からの再生資源

アクチベータ液から回収可能なパラジウム量(推計値)は以下の通りである。マレーシア全体で見ると、2015年には約5.3kgのパラジウム回収ポテンシャルがあり、2020年には約6.7kgの回収ポテンシャルとなる見込みである。

ペナン州のパラジウム回収ポテンシャルは、約0.7kg(2015年)から約0.9kg(2020年)に達する見込みである。マレーシア国内でセランゴール州に次いで回収ポテンシャルが高い地域である。

図表 24 マレーシア州別のアクチベータ廃液からのパラジウム回収ポテンシャル推計



(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

(5) 廃液の発生及び処理現状調査（現地ヒアリング調査）

以下に示すタイ国現地企業に対してヒアリングを行い、めっき事業の操業実態や廃液処理のプロセス、めっき廃液の発生・処理状況についての情報を入手した。

日時	訪問先及び実施概要
2015年 10月29日	<u>NEXAS ELECHEMIC CO., LTD.</u> タイ・アユタヤ県で無電解ニッケルめっきを実施している工場を訪問し、ニッケルめっき廃液の発生実態をヒアリングした。
	<u>B. S. Kamiya Co., Ltd.</u> タイ・アユタヤ県で無電解ニッケルめっき、電解亜鉛めっき、電解亜鉛ニッケルめっき、銅めっきを実施している工場を訪問し、ニッケルめっき廃液等の発生実態をヒアリングした。 このほか、ニッケルめっき廃液のサンプルを入手した。
10月30日	<u>KONSEI (THAILAND) CO., LTD.</u> タイ・チョンブリ県で無電解ニッケルめっきを実施している工場を訪問し、ニッケルめっき廃液の発生実態をヒアリングした。 このほか、ニッケルめっき廃液のサンプルを入手した。
	<u>TEIKURO (THAILAND) Co., Ltd.</u> タイ・チャチェンサオ県でクロムめっきを実施している工場を訪問し、めっき廃液の処理実態等をヒアリングした。
11月25日	<u>Thai Airways International</u> 航空機メンテナンスの一貫として各種めっきを行っている工場を訪問し、廃液及びスラッジ等の発生実態をヒアリングした。 このほか、めっきスラッジのサンプルを入手した。
11月26日	<u>TEIKURO (THAILAND) Co., Ltd.</u> めっき廃液及びスラッジ類の処理状況を確認するため、再度ヒアリングを行った。
	<u>Ya Thai Chemical CO., LTD.</u> タイ・チャチェンサオ県で電解亜鉛めっき、銅めっき、クロムめっき等を実施しているほか、電解・無電解ニッケルめっき向け薬剤の生産・販売を実施している工場を訪問し、めっき廃液の処理実態等をヒアリングした。
11月27日	<u>SIAM HIKIFUNE CO., LTD.</u> タイ・チョンブリ県で電解・無電解ニッケルめっき、クロムめっき、銅めっきを実施している工場を訪問し、めっき廃液の処理実態等をヒアリングした。
	<u>TOHO MEKKI (THAILAND) CO., LTD.</u> タイ・チョンブリ県で亜鉛めっき、クロムめっき、無電解ニッケルめっき（ただし試作品のみで実施）を実施している工場を訪問し、めっき廃液の処理実態等をヒアリングした。
12月15日	<u>B. S. Kamiya Co., Ltd.</u> 再訪。めっき廃液処理に対する具体的なニーズについてヒアリングを行った。
12月16日	<u>THAI MEKKI CO., LTD.</u> タイ・チョンブリ県で無電解ニッケルめっき、金めっき、パラジウムめっきを実施している工場を訪問し、めっき廃液の処理実態等をヒアリングした。
12月17日	<u>THAI SANMEI CO., LTD.</u> めっき・表面処理関連資材を取り扱う専門商社。タイ国内でのめっき溶液の取引の状況、廃液処理の状況についてヒアリングを行った。
12月18日	<u>OKUNO-AUROMEX (THAILAND) Co., LTD.</u> めっき機材の専門商社。タイ国内でのめっき溶液の取引の状況、廃液処理の状況についてヒアリングを行った。
	<u>Gildaon(Thailand)CO.,LTD.</u> 脱脂剤、電解脱脂剤等の金属表面処理剤を製造。タイ国内での表面処理剤の取引の状況、廃液処理の状況についてヒアリングを行った。

現地ヒアリング調査で得られた情報を以下にヒアリング項目別に整理する。

### ①めっき事業者の操業実態

- ・ 当社で行っているのはニッケル無電解めっき。めっき対象物は HDD、エレクトロニクス製品、プリンターのシャフト等である。HDD の生産量は約 20~30 万台/月。ニッケルめっき溶液の消費量は 30 トン/月で溶液中のニッケル濃度は約 5.8g/L(NEXAS ELECHEMIC)。
- ・ 当社が行っているめっきの種類は、無電解ニッケルめっき（リン濃度は 8~10%）、電解亜鉛めっき、電解亜鉛ニッケルめっき、その他に銅めっきのラインも保有。原料のニッケル溶液の消費量は 10~12 トン/月である。溶液の消費量の比率は電解：無電解=1：9。ニッケルめっき槽内のニッケル濃度は約 5.6g/L。めっき対象は主に電子機器の部品、自動車及びバイクの部品である。製品は主にタイ中部、チョンブリ県、ラヨン県の企業向けに納入している（B.S. Kamiya）。
- ・ 自動車ブレーキ部品の無電解ニッケルめっきを行っている。ニッケルめっき溶液の消費量は、3 種類のニッケル溶液を各 4 トン/月使用している。ニッケルめっき溶液内の濃度は 6 g/L 程度（KONSEI）。
- ・ 無電解ニッケルめっき：1t 槽×2 槽で 3 ターン使用（Ni 濃度：7.5 g/L、P 濃度 8%、中リンタイプ）。電解ニッケルめっき：1t 槽×2 槽（Ni 濃度：200~300 g/L）。めっき対象物としてはカメラ部品、外資系自動車部品（SIAM HIKIFUNE）。
- ・ 無電解ニッケルめっきは試作分が多い。ニッケル濃度 6.7g/L、リン濃度 7%で調整、100L/Batch で 3~4 ターン使用（TOHO MEKKI）。
- ・ 当社が行っているのは無電解ニッケルめっき、金めっき、パラジウムめっき。めっき対象物は HDD 40%、自動車部品（特殊）20%、基板 40%。無電解ニッケルめっきの濃度は Ni：5g/L、P：35~40g/L（THAI MEKKI）。

### ②めっき工場における廃液処理プロセス

- ・ めっきプロセス（脱脂洗浄、酸洗い、水洗等）から出てくる廃液はひとまとめに処理をしている。古くなったニッケルめっき溶液（めっき槽の溶液）は少しずつこの廃液に加えて処理を行っている。めっき工程から出る廃液処理は工場内で PH を調整し、ポリ塩化アルミニウム（PAC）を加えて重金属類の沈殿処理を行った後に工業団地の集中処理施設に送られる。（NEXAS ELECHEMIC）
- ・ 工場から出てくる廃液は、ニッケルめっき廃液（めっき槽の廃液、サンプル入手）、ニッケル以外のメッキ廃液（めっき槽の廃液）、酸・アルカリ廃液（洗浄工程等で出る廃液）の 3 つに分けて回収。それぞれの廃液を一次処理したうえで、工業団地の廃水処理に流している。一次処理により出てくるスラッジケーキはニッケルを含有するものとその他の重金属を含むものの 2 種類（B.S. Kamiya）。
- ・ ニッケルめっき廃液（古くなっためっき槽の溶液）は工場内での処理は行わず、液体のまま外部に処理を委託。洗浄工程から出る酸、アルカリ廃液は工場内で樹脂等（凝

集剤)を加えて一次処理をし、発生した沈殿物はフィルタープレスをかけてスラッジケーキにして外部に処理を委託 (KONSEI)。

- ・ 廃液保管タンクは 4 種類。10t タンク : 酸系、硝酸(1+1)、10t タンク : アルカリ系、脱脂剤、6t タンク : ニッケル系、6t タンク : クロム系 (SIAM HIKIFUNE)。

### ③めっき廃液 (めっき廃液スラッジ) の発生状況

- ・ 廃液の発生量は 800 m<sup>3</sup>/day。スラッジの発生量は、直近 2・3 か月は増加しており約 10 トン/月で、以前は約 8 トン/月であった (フィルタープレス後重量)。(NEXAS ELECHEMIC)
- ・ 3 つの廃水処理のラインから出てくるスラッジ重量は 12~14 トン/月。ニッケルめっき廃液を中和処理して出てくるスラッジの色は薄い緑色をしているが、分析の結果、ニッケルの含有率が 10%に満たない (B.S. Kamiya)。
- ・ ニッケルめっき廃液の発生量は 5-6 トン/月である。生産量が増えれば 8 トン/月程度 (KONSEI)。
- ・ 航空機メンテナンスでの超音波検査の際に廃液 (ニッケル : 2000ppm、銅 : 2500ppm、亜鉛 : 5000ppm) が発生 (Thai Airways)。
- ・ 老化液 : 無電解ニッケル老化液で 2.2t/月 (SIAM HIKIFUNE)。
- ・ ニッケルめっき廃液の発生量は 15~18 t/月、スラッジは 5~8 t/月発生。その他剥離硝酸 (濃硝酸 35% : Ni 含有 5g/L) が約 6 t/月発生 (THAI MEKKI)。

### ④めっき廃液 (めっき廃液スラッジ) の処理状況

- ・ 廃液処理で発生するスラッジは売却。スラッジの売値は少なくとも 1,000 バーツ/トン、売却の頻度はおおよそ月 1 回 (NEXAS ELECHEMIC)。
- ・ スラッジは外部に手数料を支払って処理している。処理費用は 2,300 バーツ/トン+運送費 8,200 バーツ/トンで計 10,500 バーツ/トン (B.S. Kamiya)。
- ・ ニッケルめっき廃液は液体のまま外部に処理に出している。処理には 3,400 バーツ/トンの処理費用を払っている。輸送費用は別途、1 回当たり 10,000 バーツで 5 トンが最低量 (KONSEI)。
- ・ 廃液の処理は外部に委託 (Thai Airways)。
- ・ めっき溶液老化液の排出頻度は 3 ヶ月に 1 回 (最低ロット 7t)、処理費用は 80,000 バーツ/車。(SIAM HIKIFUNE)。
- ・ 無電解ニッケルめっき廃液は殆ど発生しないが、発生した場合は産廃処理業者に委託 (TOHO MEKKI)。
- ・ 廃液の処理は手数料を支払って外部に委託。ニッケルめっき廃液の処理費用は 4,000 バーツ/t、スラッジは 6,000 バーツ/t。最終的には埋立処理をされている。

(6) 事業採算性の検討に必要な基礎調査

現地調査及び各種文献調査から事業採算性の検討に必要なデータを整理した。

図表 25 事業採算性分析の基礎情報

	単位	金額	出典
<b>【為替】</b>			
為替相場(円/バーツ)	円/バーツ	3.18	直近為替相場から概算設定
為替相場(円/ドル)	円/US\$	113	直近為替相場から概算設定
<b>【変動費等】</b>			
重油	円/L	32,754	JETRO「投資コスト比較」参照 ※バンコク
電力(工業用:基本料)	バーツ/月	312	〃
電力(工業用:従量料)	バーツ/kWh	3.4	〃
ガス(工業用)	バーツ /kg-LPG	24	〃
用水(工業用:基本料金)	バーツ/月	90	〃
用水(工業用:従量料金)	バーツ/m <sup>3</sup>	13	〃
埋立処分	円/t	1,200	スラバヤ付近における手数料の例 (ネットから)
廃水処理費用	円/m <sup>3</sup>	96	ジャカルタ GIIC 工業団地
<b>【借地料】</b>			
工業団地購入費	バーツ/m <sup>2</sup>	4,375	JETRO「投資コスト比較」参照 ※バンコク
工業団地借料	バーツ/m <sup>2</sup> ・ 月	220	〃
<b>【その他】</b>			
運賃	円/m <sup>3</sup>	3,180	現地調査から推定
労務費(管理)	バーツ/人・ 月	48,250	JETRO「投資コスト比較」参照 ※バンコク
労務費(作業)	バーツ/人・ 月	11,975	〃
名目賃金上昇率	%	8%	〃
法人税	%	20%	〃

図表 26 再生品の販売価格（想定）

【再生品】			
水酸化ニッケル	円/kg	450	2016年1月時点のLMEニッケル地金価格1,000円/kg、精錬原料としての水酸化ニッケルの価格を地金の約45%として設定
亜リン酸カルシウム	円/kg	37	タイ国「Office of Agricultural Economics」公表資料から、2009～2014年のタイ国の化学肥料輸入単価平均値



## (7) 再生品の市場動向調査

タイ現地においてニッケル及びパラジウムの製錬所は存在せず、違法な事業者を除き、海外に輸出せざるを得ないものとみられる。そのため、これらについては国外市場への販売が中心になるものと考えられる。なお、これらの輸出については、有価物の運搬に関するライセンス「WOR AOR 8」の取得、インプットとアウトプットを管理するライセンス「SK2」の取得、また年間報告書の提出が義務付けられる。また、輸出先政府の受入許可も提示することが求められる。

一方、亜リン酸カルシウムについては、タイ国内の肥料メーカーに販売できる可能性がある。タイ農業省の肥料担当部局によれば、亜リン酸カルシウム肥料に関する登録制度は存在せず、現行法令下における肥料登録は不可能であることとのことである。しかし、農薬等に関する登録制度はあることから、そうした部門での登録可能性はあることを確認できた。

登録手続きとしては、亜リン酸カルシウムの利用方法、食害試験（LOFA）、効果テスト（GLP ラボ）、OECD 諸国等への輸出許可等が必要になるとのことである。また、実際にタイ国内で異なる季節に複数個所で半年ほどずつ亜リン酸カルシウムの使用実績を確認する調査も行う必要がある。

## 4. 現地政府・企業等との連携構築

### (1) 現地パートナー候補

タイ現地におけるめっき廃液等の集荷パートナーとして、The General Environmental Conservation Public Company Limited (GENCO) 社、OKUNO-AUROMEX 社、THAI MEKKI 社、Alliance Environmental Conservation (AEC) 社を候補として選定し、意見交換を行った。

このうち、GENCO 社が強い関心を示している、MOU 締結に向けた協議を行っている（ただし、細部等で合意に至ってはならず、引き続きの協議が必要）。同社は、タイ王国における産業廃棄物の増加傾向と適正処理の推進を目的として、同国政府の意向を受け、1974 年に民間投資家、タイ国工業省及び工業団地公社の資本投資により設立され、その後、株式公開企業となっている。主要な事業は、有害産業廃棄物及び非有害危険産業廃棄物の収集運搬とバンコクの南西部に位置するサメエダム (Samaedum) にある自社工場で処分事業を行っている。

図表 27 現地パートナー候補（1）

	GENCO 社	OKUNO-AUROMEX 社	THAI MEKKI 社	Alliance Environmental Conservation (AEC) 社
立地場所	本社：ノンタブリ県 支社・工場：バンコク都、ラヨーン県、ラムプーム県	本社：バンラック県(バンコク)、 支社・工場：サムットプラカーン県	本社：バンラック県(バンコク)、 支社・工場：チョンブリー県	本社・工場：チョンブリー県
事業概要	化学分析、廃水処理、産業廃棄物処理（収集・運搬、有害廃棄物の安定化、管理型埋立）、廃油リサイクル、不動産売買	表面処理薬品の製造販売・各種めっきに関する分析・技術サービス、各種添加物・日持向上剤・改良剤（製菓製パン・冷凍食品・水産加工・製麺用）・消毒剤・洗浄剤の販売	金属表面処理、めっき処理	工業用廃水処理事業、工業団地内の環境アドバイザー事業等、旅行業 不動産、その他
資本金・従業員数	資本金：2,230 百万バーツ （株主構成） タイ工業省：14.41% タイ工業団地公社：1.44% その他民間：84.15% 従業員数：－	資本金：5 千万円 株主構成： 従業員数：115 名（2012 年 6 月現在）	資本金：12 百万バーツ 株主構成：100%（タイローカル） 従業員数：241 名	
売上		約 10 億円（2007 年度）	18 百万バーツ(2013 年度)	
主な集荷物	○ニッケル廃液 ・ 月 500 トン（最大で 2,000 t / 月ほどのマーケットがあると考えられる） ○ニッケルスラッジの集荷 ・ 月あたり回収量不明 ・ 売上高は約 2,200 万円 / 年	各種めっき前処理剤、めっき薬品、奥野製薬工業の食品添加剤（日持向上剤、品質改良剤など）、ガラスカラーなど	無電解ニッケル廃液、金めっき廃液（旧工場）、パラジウム廃液（旧工場） 月 15-18 トン（旧工場合わせて 20 t / 月ほどのマーケットがある） ニッケルスラッジの排出 月 5-8 トン	飲料水リサイクル、コンサルティング、マッチングビジネス等、

図表 28 現地パートナー候補（2）

	GENCO 社	OKUNO-AUROMEX 社	THAI MEKKI 社	Alliance Environmental Conservation (AEC) 社
主な販売先	—	自動車関連企業、電子部品企業、HD 関連企業等	自動車関連企業、電子部品企業、HD 関連企業等	タイ航空、コベルコ、
保有技術	○ニッケル廃液・スラッジ ・受け入れた廃液は自社で沈殿処理を実施 ・スラッジは自社の埋立処理場等で埋立処分しているか。	表面処理剤・機械メンテナンス等 搬入先に合わせた表面処理剤の搬入、及びメンテナンスを含むコンサルティング。	無電解ニッケル 無電解ニッケルでは珍しく、超薄な膜厚を実現し、自動車部品の特殊部分を受注できる技術。	
JV への関心	・現状では情報が少なく、JV のメリットを判断できずにいる。 ・日本政府の助成金や補助金なども活用することで早急かつ正確な事業化を期待する。 ・調査については可能な限り協力を惜しまない。ただし、調査内容に関する MOU（覚書）や相互情報開示のために NDA（機密保持契約）の締結を希望する。	・タイ国においてのリサイクルに関して、注目している。 ・理由としては、タイ国内において自動車緩和による減少により、企業ごとのコスト削減が注目されている為。 ・搬入先に説明できるよう、自社内に大谷化学が進める設備を導入しても良いとのこと。	・無電化ニッケル（リン系）の肥料化に大変興味を持っており、タイ国内での協力体制を提供してくれる可能性あり。 ・まずは自社内の無電解ニッケルでのリサイクル実験をしたいとのこと。 ・自社内でのニッケルリサイクルを確立するための土地・事務所を提供してもよいとのこと。	・タイ国内において、リサイクルへ関心を持っている。 ・水のリサイクルや、飲料水事業も経験しており、産業廃棄物のリサイクルにも興味がある。 ・また、農業国であるタイ国内で認知されていない、亜リン酸カルシウムの肥料化、製品化に特に興味を示している。

図表 29 現地パートナー候補（3）

	GENCO 社	OKUNO-AUROMEX 社	THAI MEKKI 社	Alliance Environmental Conservation (AEC) 社
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>長期契約のめっき廃液排出元に対する処理料金徴収は、1,000～2,000 パーツ/t程度である。</li> <li>運送費用は、3,500～4,000 パーツ/回である（10t 程度のローリー車使用）。</li> <li>主要な発生元と考えられる自動車産業関連事業者は、チョンブリ県に多く点在し、GENCO 社の処分場があるサメイダムとは距離があることから、近隣のローカル企業と比べて、価格競争力に乏しい点が課題</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>タイ国では 2016 年度の水源渇水問題が重要視されており、製造に使用される水にも悩みを抱えている。</li> <li>そのため、タイ国内で、様々なリサイクル（水、活性剤、洗浄剤など）可能性を秘めているとのこと。</li> <li>アクチベータ（Pd）のろ過吸着剤のリサイクルに、大変興味を持たれていた。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>硝酸剥離廃液のリサイクルにも大変興味を持っており、タイ国内での実行に興味を持たれている。</li> <li>自社ではなかなか、技術確立ができない部分を、大谷化学に協力してほしいとの声も伺っている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>タイ国内における大手企業から、ローカル企業まで、幅広いネットワークを持っており、JV 設立には欠かせないリサイクル許可、産廃に関する許可などの知識にも詳しい。</li> </ul>

## 5. 現地関係者合同ワークショップ等の開催

### (1) 実施概要

現地パートナー候補企業との合弁事業化に向けた議論、またタイ現地の状況に応じた技術仕様の具体化を行うため、2016年2月3日にバンコク都で現地側関係者との合同ワークショップを開催した。タイの廃棄物行政における特性の一つとして、中央政府の影響が極めて大きいという特徴があることから、工業省担当官 OBなどをオブザーバーとして招聘し、また議論の内容を報告して助言を得る等して、許認可手続き等がスムーズに展開するような出席要請を行った。また、現地調査においてもヒアリング調査のアポイントメント確保などについても現地政府からの要請が効果的であることから、ワークショップの開催を通じて調査への協力要請も行った。

現地の電解・無電解ニッケルめっき廃液の発生・回収状況、性状に関する意見交換のほか、肥料原料化・製錬原料化に向けた課題、進出形態、集荷・リサイクル可能性、タイ国内他地域への集荷エリア拡大、日本側との連携可能性などについて幅広く意見交換を行った。

### (2) 開催日時及び意見交換事項

開催日時	平成 28 年 2 月 3 日 (水) 13 : 30~16 : 30
開催場所	Jasmine City Hotel (ジャスミンシティホテル) 2 SUKHUMVIT 23, KLONGTOEY-NUE, WATTANA, BANGKOK SAKURA ルーム (L フロア)
主 催	大谷化学工業株式会社、Alliance Environment Conservation Co.,Ltd.
参加者	40 名 (自治体、大学、無電解 Ni めっき加工会社 (無電解 Ni めっき廃液回収)、樹脂めっき加工会社 (Pd 廃液回収))

#### (A Register and Project Opening).

01:00 to 01:30 hrs.	Registration.
01:30 to 01:40 hrs.	Opening Ceremony by Mr. Prasong Nilbunchong Deputy Director of the Department of Industrial Promotion.
01:40 to 01:50 hrs.,	Was honored by Mr.Kotaro Shimizu. Representatives from Mitsubishi UFJ Research and Consulting Japan.
01:50 to 02:00 hrs.	Recommended the implementation of a project in Japan (Japan Desk). The advisory boards Mr.Kiyoshi Murakami, Japan.
02:00 to 02:05 hrs.,	Thanked the Mr.Shinichiro Kawagoe. Representative Office in Bangkok Local governments, Fukuoka Prefecture. Japan
02:05 to 02:10 hrs.	Souvenir / Photo.
02:10 to 02:50 hrs.	Introducing project "Recycling Business of Precious Metals Remaining Plating Waste Water in Thailand". By Otani Chemical Industry Co., Ltd. - Mr.Katsumi Otani - Mr.Tsuyoshi Kibe
02.50 to 03:00 hrs.	The question - Answer.
03:00 to 03:15 hrs.	Rooms snacks (Coffee Break).(During the workshop).
03:15 to 04:20 hrs.	Start Workshop (Workshop).
04:20 to 04:30 hrs.	Expressed his gratitude to the participants and the completed work.

図表 30 来賓及び主催者の顔触れ



中央 : Department of Industrial Promotion Deputy Director General Mr.Prasong Nibanchong  
右 : Department of Industrial Promotion Advisor,Japan Desk Mr.Kiyoshi Murakami  
左端 : 福岡県パンコク事務所 所長 川越信一郎様  
左 : 大谷化学工業株式会社 代表取締役社長 大谷勝巳氏  
右端 : 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 環境・エネルギー部 主任研究員 清水孝太郎氏

図表 31 事業紹介の様子



右 : 大谷化学工業株式会社 取締役営業部部長 木部剛氏  
左 : 大谷化学工業株式会社 資源リサイクル部リーダー 本多正憲氏

図表 32 現地関係者との合同意見交換会の様子



図表 33 閉会挨拶



中央：大谷化学工業株式会社 営業部リーダー 遠藤隆允氏



### (3) 今後の展開

タイでは、ニッケルめっき廃液リサイクル事業の可能性があるとみられるが、現地で集荷を行うためのネットワークもしくはこれを支援してくれる現地パートナーとの協力について早急に合意を取り付ける必要があることを確認した。また、実証や事業を行う場合、タイの現行規制では、環境アセスメントの済んだ用地で行うことが必須となることがタイ政府鉱業省 OB から助言され、これについても現地パートナーとの協議事項に含めることとなった。なお、タイ現地側からの意見として、日本側が保有する技術はタイ現地に存在しない独自技術であり（現地では回収されていないリンや貴金属の回収が可能）、これを事業協力の前提とすることで各種許認可、また現地パートナーとの事業協力についても有意に議論を進めるべきとの助言があった。これらを踏まえ、めっき廃液等の集荷、また環境アセスメントの済んだ用地提供等を含めた協力の得られる現地パートナーの確保、また MOU 締結に向けた協議を急ぐこととなった。

## 6. 実現可能性の評価

### 6.1 事業採算性

事業採算性を試算するにあたり、本事業で想定している事業概要（処理対象廃棄物、設備の導入規模）を以下に再掲する。

- 対象地域
  - ・ 処理施設設置場所：タイ王国ラヨン県
  - ・ 廃棄物の収集対象エリア：タイ王国全域
- 処理対象廃棄物種類
  - ・ 電解・無電解ニッケルめっき廃液（水酸化ニッケル、亜リン酸カルシウムの回収）
- 導入規模
  - ・ 電解ニッケルめっき廃液の処理能力：2 t / 月
  - ・ 無電解ニッケルめっき廃液の処理能力：500 t / 月

現地ヒアリング調査結果に基づき、ニッケルめっき廃液の処理手数料用について高位ケース、中位ケース、低位ケースの3パターンを設定し、本事業の事業採算性分析を実施した。図表 34 に各ケースでのニッケルめっき廃液処理手数料の設定値を示す。

現状タイではめっき廃液の排出元が処理費用（手数料＋運賃）を支払って、外部に処理を委託している。本事業では、排出元から徴収するめっき廃液の処理費用を現状よりも低くし、廃液からの水酸化ニッケル、亜リン酸カルシウムの回収・販売により事業全体として収益を得ることを想定している。

現地調査から得られためっき廃液の処理手数料は約 3,000 バーツ/t（約 9,600 円/t）であることから、3,000 バーツ/t（9,600 円/t）を高位ケース、2,000 バーツ/t（6,400 円/t）を中位ケース、1,000 バーツ/t（3,200 円/t）を低位ケースとして設定した。

図表 34 ニッケルめっき廃液処理手数料の設定値

	高位ケース	中位ケース	低位ケース
処理手数料 [円/t]	9,600	6,400	3,200

（出所）現地ヒアリング調査

その他採算性分析に必要となるユーティリティコストや人件費等の設定値を図表 35 に示す。処理設備の設備投資規模は約 7,240 万円、全額を借り入れて調達し金利は 3.5%、設備の減価償却は 5 年と設定した。

図表 35 事業採算性分析の前提

	単位	値	出所
為替			
円-パーツ	円/パーツ	3.18	直近為替相場から概算設定
円-US\$	円/US\$	113	〃
再生品売価			
水酸化ニッケル	円/kg	450	現地ヒアリング調査、市況価格より設定
亜リン酸カルシウム	円/kg	37	〃
変動費等			
電力（工業用：基本）	パーツ/月	312	JETRO「投資コスト比較」より
電力（工業用：従量）	パーツ/kWh	3.4	〃
ガス（工業用）	パーツ/kg	24	〃
用水（工業用：基本）	パーツ/月	90	〃
用水（工業用：従量）	パーツ/m3	13	〃
借地量			
工業団地借地料	パーツ/m2・月	220	JETRO「投資コスト比較」より
労務費			
労務費（管理者）	パーツ/人・月	48,250	JETRO「投資コスト比較」より
労務費（作業員）	パーツ/人・月	11,975	〃
法人税率	%	20	

事業採算性分析における、コスト（イニシャルコスト、ランニングコスト）及び収入の費目内訳を図表 36 に示す。

図表 36 コスト及び収入の費目内訳

	対応する費目
イニシャルコスト	施設整備費（イオン交換設備、工事費）
ランニングコスト	材料費（イオン交換に必要な薬剤）
	労務費（プラント運転員人件費）
	ユーティリティ費用（電気、ガス、水）
	減価償却費
	修繕費（イオン交換樹脂）
収入	再生品販売（水酸化ニッケル、亜リン酸カルシウム）
	スラッジ、廃液処理手数料

上述の前提の下での事業採算性の試算結果を図表 37 に示す。ニッケルめっき廃液の処理手数料高位ケースでは、事業初年度の税引き前経常利益は約 45,800 千円となり、5 年後における内部利益率は約 61%、NPV（正味現在価値、割引率 5%）は 5 年後で約 127,100 千円、10 年後で約 266,200 千円、回収期間は約 1.4 年となる。

ニッケルめっき廃液処理手数料中位ケースでは、事業初年度の税引き前経常利益は約 26,600 千円、5 年後における内部利益率は約 36%、NPV（正味現在価値）は 5 年後で約 63,700 千円、10 年後で約 153,200 千円、回収期間は約 2.1 年となる。

ニッケルめっき廃液処理手数料低位ケースでは、事業初年度の税引き前経常利益は約 7,300 千円、5 年後における内部利益率は約 5%、NPV（正味現在価値）は 5 年後で約 50 千円、10 年後で約 39,600 千円、回収期間は約 4.3 年となる。

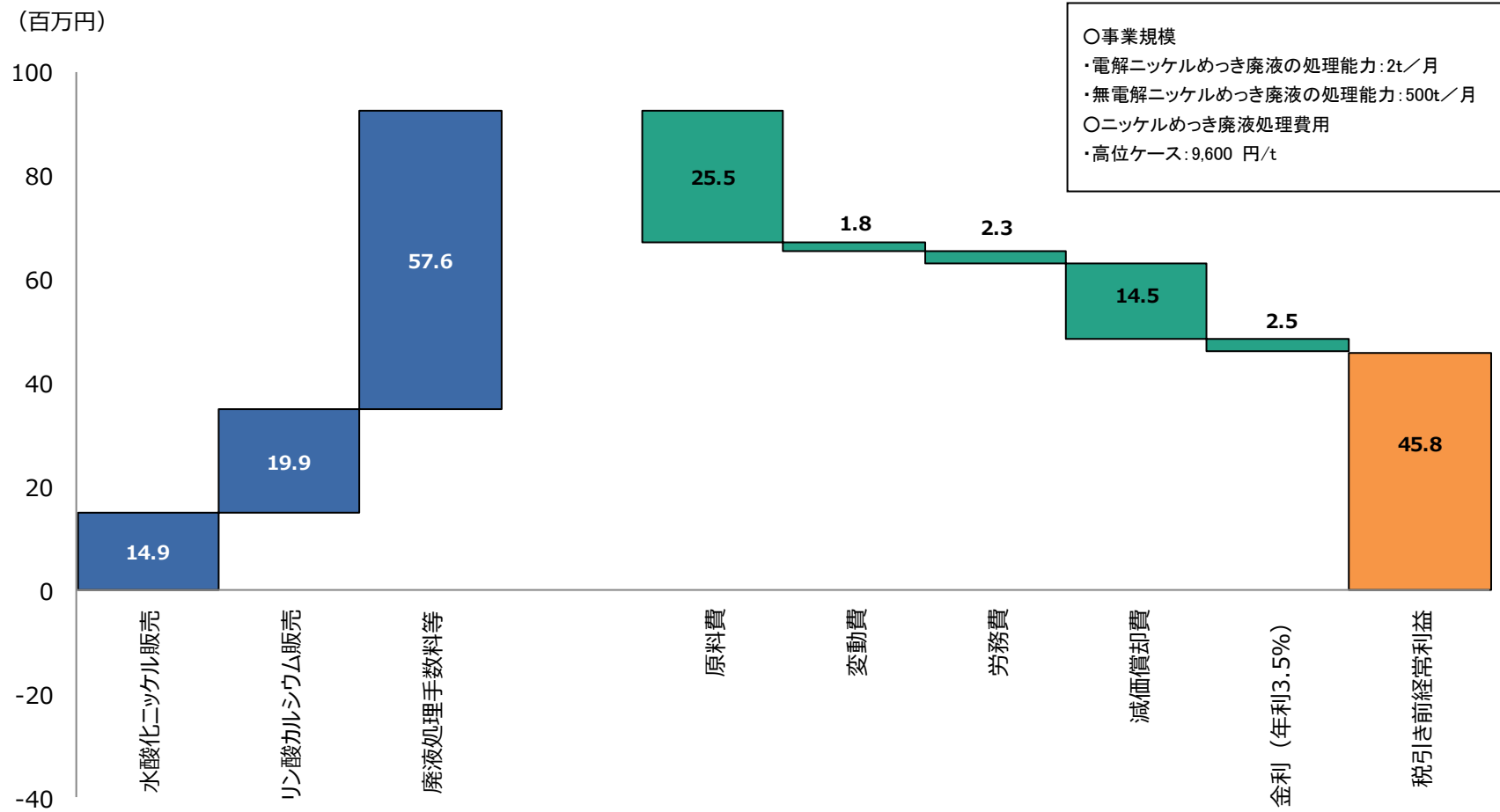
ニッケルめっき溶液処理手数料のいずれのケースにおいても初年度から利益が確保でき、短期での投資回収が行える見通しであり、本事業は収益性の高い事業であると見られる。

**図表 37 事業採算性の試算結果まとめ**

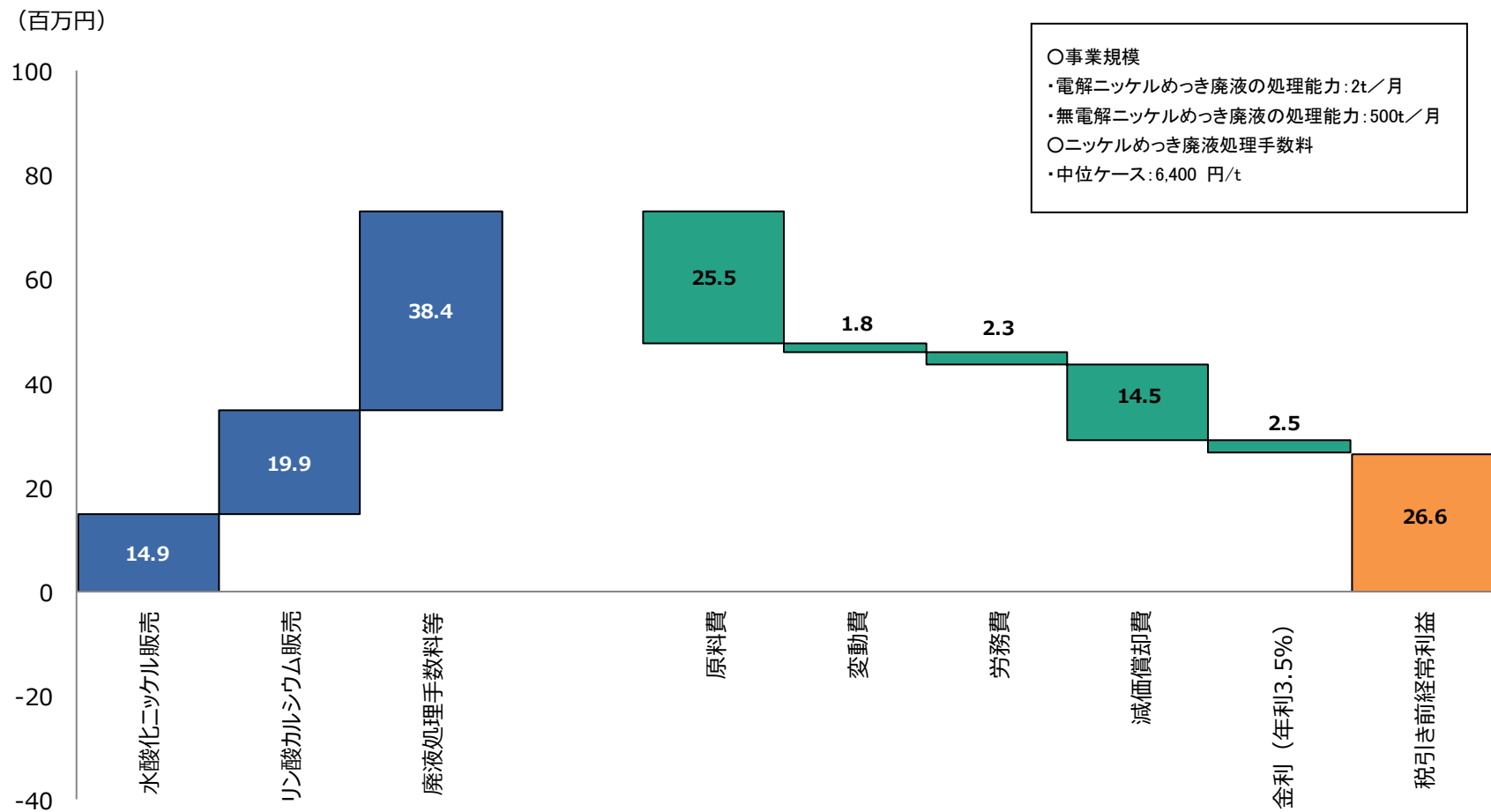
	めっき廃液処理手数料		
	高位ケース (9,600 円/t)	中位ケース (6,400 円/t)	低位ケース (3,200 円/t)
事業初年度税引き前経常利益 [千円]	45,814	26,614	7,306
IRR (5 年) [%]	61 %	36 %	5 %
NPV (5 年) [千円] <sup>(注)</sup>	127,078	63,744	54
NPV (10 年) [千円]	266,201	153,243	39,649
回収期間 [年]	1.4	2.1	4.3

(注) 割引率は 5% と設定

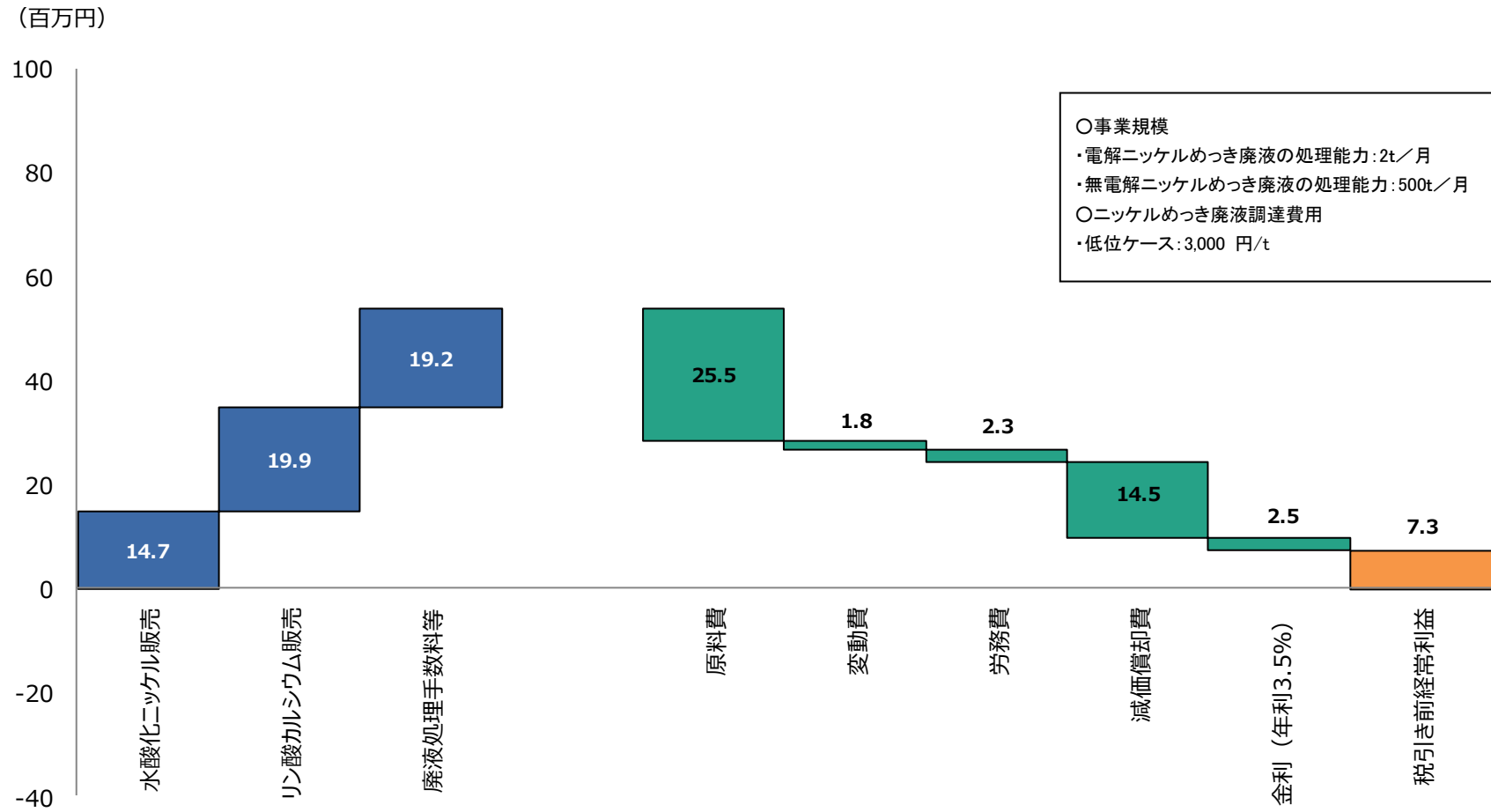
図表 38 事業初年度の事業採算性の試算結果（ニッケルめっき廃液処理手数料高位ケース）



図表 39 事業初年度の事業採算性の試算結果（ニッケルめっき廃液処理手数料中位ケース）



図表 40 事業初年度の事業採算性の試算結果（ニッケルめっき廃液処理手数料低位ケース）



図表 41 5 年分収益計算結果（ニッケルめっき廃液処理手数料高位ケース）

■各年度損益計算(単位:千円)		投資年	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
売上高(千円)			92,376	92,376	92,376	92,376	92,376	92,376	92,376	92,376	92,376	92,376
	水酸化ニッケル(再生品)		14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850
	リン酸カルシウム		19,926	19,926	19,926	19,926	19,926	19,926	19,926	19,926	19,926	19,926
	廃液、スラッジ処理手数料		57,600	57,600	57,600	57,600	57,600	57,600	57,600	57,600	57,600	57,600
製造原価(千円)			44,028	53,028	53,028	53,028	53,028	38,548	38,548	38,548	38,548	38,548
	材料費		25,500	25,500	25,500	25,500	25,500	25,500	25,500	25,500	25,500	25,500
	労務費		2,298	2,298	2,298	2,298	2,298	2,298	2,298	2,298	2,298	2,298
	経費		16,230	25,230	25,230	25,230	25,230	10,750	10,750	10,750	10,750	10,750
	ユーティリティ		1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750
	減価償却費		14,480	14,480	14,480	14,480	14,480					
	修繕費		0	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000
売上総利益			48,348	39,348	39,348	39,348	39,348	53,828	53,828	53,828	53,828	53,828
営業利益			48,348	39,348	39,348	39,348	39,348	53,828	53,828	53,828	53,828	53,828
営業外収益												
営業外費用(借入金金利)			2,534	2,027	1,520	1,014	507	0	0	0	0	0
経常利益			45,814	37,321	37,827	38,334	38,841	53,828	53,828	53,828	53,828	53,828
特別利益												
特別損失												
税引き前当期利益			45,814	37,321	37,827	38,334	38,841	53,828	53,828	53,828	53,828	53,828
法人税			9,163	7,464	7,565	7,667	7,768	10,766	10,766	10,766	10,766	10,766
税引き後当期純利益			36,651	29,856	30,262	30,667	31,073	43,062	43,062	43,062	43,062	43,062
■CF計算(単位:千円)												
税引き前利益			0	45,814	37,321	37,827	38,334	38,841	53,828	53,828	53,828	53,828
減価償却費			0	14,480	14,480	14,480	14,480	14,480	0	0	0	0
運転資本の増加												
法人税の支払い			0	△ 9,163	△ 7,464	△ 7,565	△ 7,667	△ 10,766	△ 10,766	△ 10,766	△ 10,766	△ 10,766
営業CF			0	51,131	44,336	44,742	45,147	45,553	43,062	43,062	43,062	43,062
固定資産取得による支出			△ 72,400									
固定資産売却による収入												
投資活動によるCF			△ 72,400	0	0	0	0	0	0	0	0	0
資本金												
借入金による収入			72,400									
借入金返済による支出				△ 14,480	△ 14,480	△ 14,480	△ 14,480	△ 14,480	0	0	0	0
財務活動によるCF			72,400	△ 14,480	△ 14,480	△ 14,480	△ 14,480	△ 14,480	0	0	0	0
現金及び現金同等物の増減			0	36,651	29,856	30,262	30,667	31,073	43,062	43,062	43,062	43,062
FCF(営業利益×(1-税率)+減価償却+投資CF)			△ 72,400	53,158	45,958	45,958	45,958	45,958	43,062	43,062	43,062	43,062



図表 42 5カ年分収益計算結果（ニッケルめっき廃液処理手数料中位ケース）

■各年度損益計算(単位:千円)

		投資年	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
売上高(千円)			73,176	73,176	73,176	73,176	73,176	73,176	73,176	73,176	73,176	73,176
製造原価(千円)	水酸化ニッケル(再生品)		14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850
	リン酸カルシウム		19,926	19,926	19,926	19,926	19,926	19,926	19,926	19,926	19,926	19,926
	廃液、スラッジ処理手数料		38,400	38,400	38,400	38,400	38,400	38,400	38,400	38,400	38,400	38,400
			44,028	53,028	53,028	53,028	53,028	38,548	38,548	38,548	38,548	38,548
	材料費		25,500	25,500	25,500	25,500	25,500	25,500	25,500	25,500	25,500	25,500
	労務費		2,298	2,298	2,298	2,298	2,298	2,298	2,298	2,298	2,298	2,298
	経費		16,230	25,230	25,230	25,230	25,230	10,750	10,750	10,750	10,750	10,750
	ユーティリティ		1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750
	減価償却費		14,480	14,480	14,480	14,480	14,480					
	修繕費		0	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000
売上総利益			29,148	20,148	20,148	20,148	20,148	34,628	34,628	34,628	34,628	34,628
営業利益			29,148	20,148	20,148	20,148	20,148	34,628	34,628	34,628	34,628	34,628
営業外収益												
営業外費用(借入金金利)			2,534	2,027	1,520	1,014	507	0	0	0	0	0
経常利益			26,614	18,121	18,627	19,134	19,641	34,628	34,628	34,628	34,628	34,628
特別利益												
特別損失												
税引き前当期利益			26,614	18,121	18,627	19,134	19,641	34,628	34,628	34,628	34,628	34,628
法人税			5,323	3,624	3,725	3,827	3,928	6,926	6,926	6,926	6,926	6,926
税引き後当期純利益			21,291	14,496	14,902	15,307	15,713	27,702	27,702	27,702	27,702	27,702

■CF計算(単位:千円)

		投資年	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
税引き前利益		0	26,614	18,121	18,627	19,134	19,641	34,628	34,628	34,628	34,628	34,628
減価償却費		0	14,480	14,480	14,480	14,480	14,480	0	0	0	0	0
運転資本の増加												
法人税の支払い		0	△ 5,323	△ 3,624	△ 3,725	△ 3,827	△ 3,928	△ 6,926	△ 6,926	△ 6,926	△ 6,926	△ 6,926
営業CF		0	35,771	28,976	29,382	29,787	30,193	27,702	27,702	27,702	27,702	27,702
固定資産取得による支出		△ 72,400										
固定資産売却による収入												
投資活動によるCF		△ 72,400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
資本金												
借入金による収入		72,400										
借入金返済による支出			△ 14,480	△ 14,480	△ 14,480	△ 14,480	△ 14,480	0	0	0	0	0
財務活動によるCF		72,400	△ 14,480	△ 14,480	△ 14,480	△ 14,480	△ 14,480	0	0	0	0	0
現金及び現金同等物の増減		0	21,291	14,496	14,902	15,307	15,713	27,702	27,702	27,702	27,702	27,702
FCF(営業利益×(1-税率)+減価償却+投資CF)		△ 72,400	37,798	30,598	30,598	30,598	30,598	27,702	27,702	27,702	27,702	27,702



## 6.2 環境負荷削減効果

めっき廃液の回収可能量の推計を実施した対象国（マレーシア、タイ）における資源回収ポテンシャルをもとに、ニッケル、パラジウムの2つについて環境改善効果を試算した。

考え方としては、本事業で回収されるニッケル、パラジウムが、鉱石由来の資源を置き換えると考え、採掘段階や製錬前処理段階等で消費されるエネルギー及びこれに伴う温室効果ガスの排出量を計算し、環境改善効果とした。

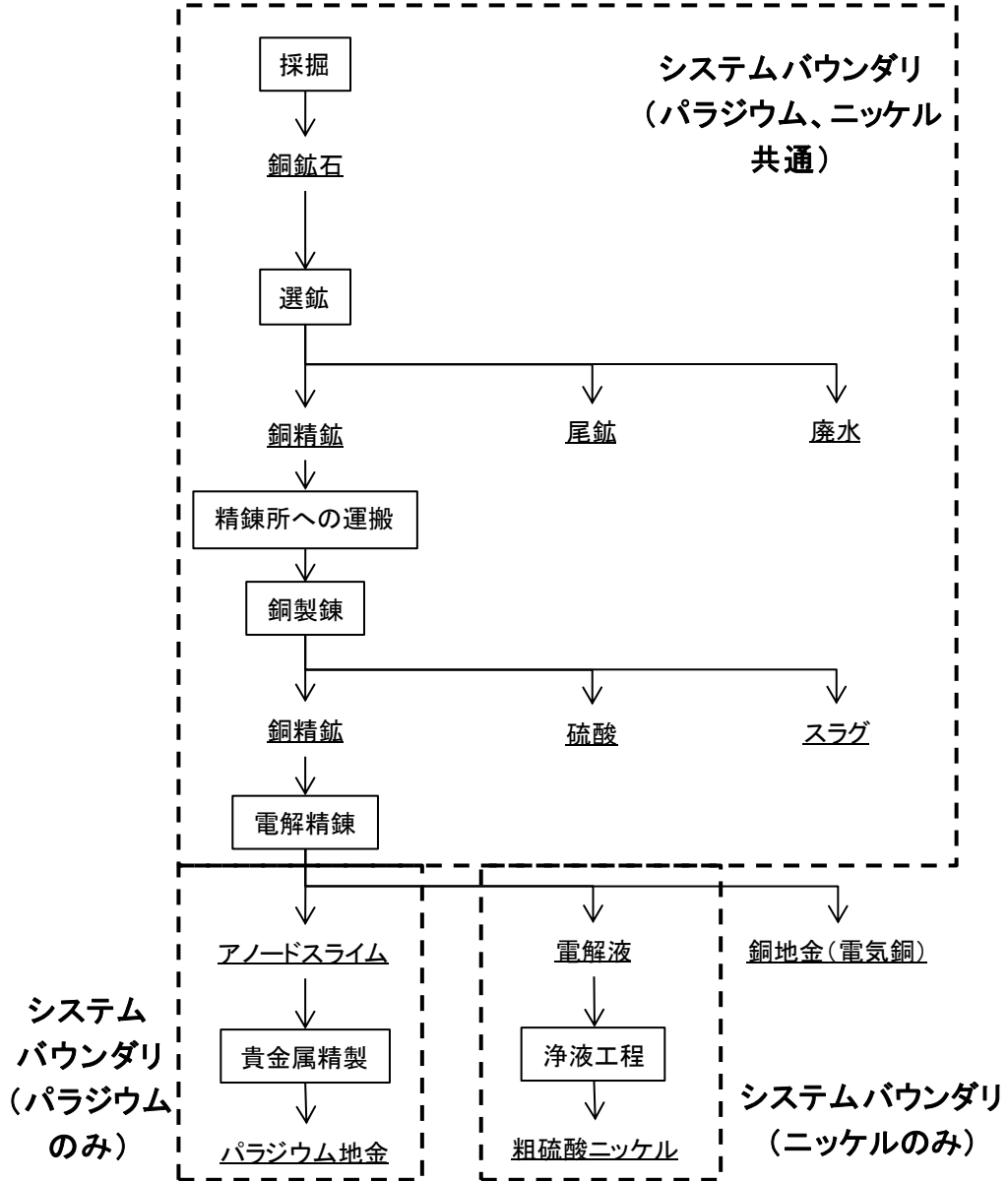
### (1) 機能単位

粗硫酸ニッケル1 t、パラジウム地金1 tとした。

### (2) バウンダリ（分析境界）

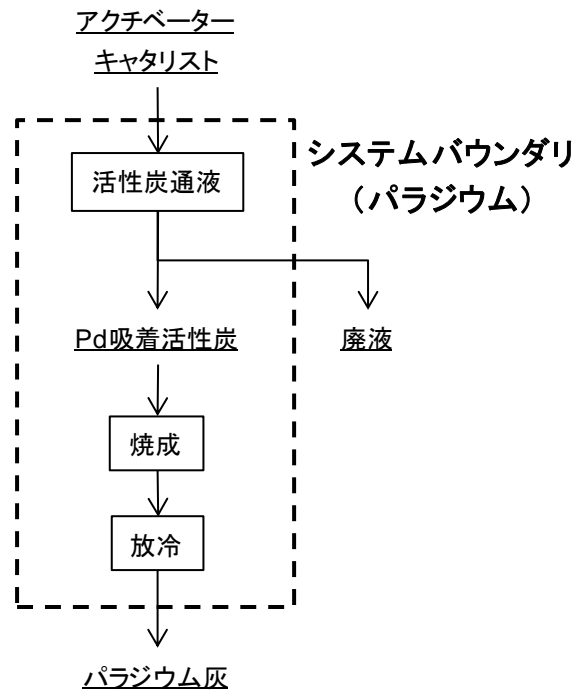
比較プロセスとして、海外産の銅鉱石について、現地での選鉱・輸送後、製錬、貴金属精錬、除液等の工程からニッケル及びパラジウムを得ることを想定した。製錬プロセスでは、乾式製錬及び電解精錬によって電気銅を生産し、副産物のアノードスライムからパラジウムを分離精製し、電解液の浄液工程で粗硫酸ニッケルを回収することを想定した。パラジウムが得られるプロセスは金・銀と同様とし、採掘段階や製錬前処理、貴金属精製で消費されるエネルギー及びこれに伴う温室効果ガスの排出量は、重量比を用いて概算した。原料以外のマテリアル投入については、特にその製造段階の環境負荷等を特に考慮しないものとした。

図表 44 比較プロセス



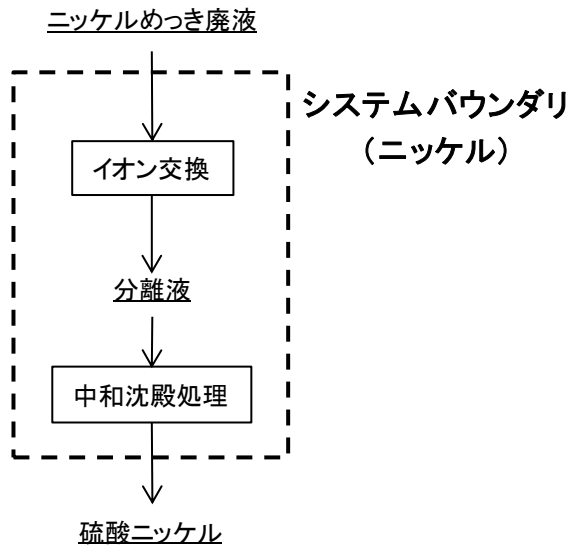
(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

図表 45 本事業におけるプロセス(パラジウム)



(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

図表 46 本事業におけるプロセス (ニッケル)



(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

### (3) インベントリデータ算定の考え方

#### 【比較プロセス】

	投入 (Input)	排出・生産 (Output)
銅鉱石の採掘・選鉱・製錬所への運搬 ／銅製錬／電解精錬	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電力：3,190 (kWh)</li> <li>● ガソリン：4.2 (L)</li> <li>● 軽油：161 (L)</li> <li>● A重油：0.44 (L)</li> <li>● C重油：164 (L)</li> <li>● 一般炭：2.0 (kg)</li> </ul> ※ (参考：文献 a、b) ※ニッケル、パラジウム共通のプロセス	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 二酸化炭素排出量：2.54 (t)</li> </ul> ※二酸化炭素排出量は、金属の生成重量比で按分して算出
貴金属精製	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電力：6,559 (kWh)</li> <li>● 灯油：416 (L)</li> <li>● A重油：438 (L)</li> </ul> ※ (参考：文献 a) ※パラジウムのみプロセス	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 二酸化炭素排出量：5.84 (t)</li> <li>● パラジウム地金：1 (t)</li> </ul> ※二酸化炭素排出量は、同時に精製されると想定した金、銀との発生量比で按分して算出。発生量比は文献 c におけるアノードスライム中のパラジウム含有量を参考に算出
浄液工程	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電力：16,548 (kWh)</li> <li>● A重油：187 (L)</li> </ul> ※ (参考：文献 a) ※ニッケルのみプロセス	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 二酸化炭素排出量：9.62 (t)</li> <li>● 粗硫酸ニッケル：1 (t)</li> </ul>

a) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング「平成 22 年度希少金属等高効率回収システム開発事業に係る希少金属等のライフサイクルアセスメント (LCA) 調査」

b) J L C A-L C Aデータベース 2015 年度 4 版

c) 特許文献：特開 2011-195935

#### 【本事業におけるリサイクルプロセス】

	投入 (Input)	排出・生産 (Output)
活性炭通液	<ul style="list-style-type: none"> <li>● アクチベータ廃液：20,614 (kL)</li> <li>● 吸着活性炭：8.93 (t)</li> </ul> ※パラジウムと活性炭の交換容量を 0.112g/g (活性炭) として推計。 ※廃液中のパラジウム濃度を 50ppm として推計。 ※通液に用いるポンプの電力消費量は微細なため無視した。	
焼成	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電力消費量：139 (kWh)</li> <li>● C重油：379 (L)</li> </ul> ※文献 a におけるネオジウム・ジスプロシウムの焼成に用いるエネルギー	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 二酸化炭素排出量：1.20 (t)</li> <li>● パラジウム地金：1 (t)</li> </ul>

	ギーを参考に、生成物の重量比から算出した。	
--	-----------------------	--

a) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング「平成22年度希少金属等高効率回収システム開発事業に係る希少金属等のライフサイクルアセスメント（LCA）調査」

計算結果は下表のとおりで、2015年の環境改善効果は、CO2削減量が約487 t-CO2、エネルギー削減量が約3,662 GJと試算された。2020年にはCO2削減量が約612 t-CO2、エネルギー削減量が約4,600 GJに達すると予想される。

**図表 47 環境改善効果の試算結果（2015、2020年概算）**

	2015年		2020年	
	CO2削減量 (t-CO2)	エネルギー削減量 (GJ)	CO2削減量 (t-CO2)	エネルギー削減量 (GJ)
<b>ニッケル</b>	<b>487</b>	<b>3,662</b>	<b>612</b>	<b>4,600</b>
タイ	305	2,296	384	2,885
マレーシア	182	1,366	228	1,716
<b>パラジウム</b>	<b>0.03</b>	<b>0.3</b>	<b>0.04</b>	<b>0.3</b>
タイ	0.02	0.2	0.02	0.2
マレーシア	0.01	0.1	0.01	0.1
<b>合計</b>	<b>487</b>	<b>3,662</b>	<b>612</b>	<b>4,600</b>

(注1) 回収可能な資源量(対象国の3割)が鉱石由来の資源を置き換えると考え、採掘段階や製錬前処理段階等で消費されるエネルギー及びこれに伴う温室効果ガスの排出量を計算した

(注2) パラジウムの環境改善効果は、金のエネルギー及びCO2排出原単位をもとに概算

(注3) ニッケルのリサイクルプロセスでは、エネルギー消費量および二酸化炭素排出量は無視できるものとして試算した。

(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング試算

## 6.3 社会的受容性

### (1) 工場排水処理規制の強化

タイでは1992年に「国家環境保全推進法」、「工場法」、「地下水法」、「工場排水基準」が公布されたが、こうした法令・基準の遵守状況をチェックする政府体制は年々厳しくなっており、めっき産業で発生する重金属やリン含有廃水の適正処理についてもモニタリング制度の導入等を通じて強化される方向にある。そのため、ニッケルめっき廃液の適正処理を推進し、また埋立処分場からの重金属やリン漏出のリスクを低減させる観点から本提案技術は現地で積極的に受け入れられる可能性がある。

特に2014年度の経済産業省調査で断片的に得られている情報等を参考にするかぎり、タイ現地ではめっき廃液の適正処理が必ずしも十分に浸透していない可能性があること、まためっき廃液事業者においても十分な技術が導入されていない可能性があることから、本提案技術が受け入れられる可能性は高いと見ている。また、タイ現地においてニッケルめっき廃液の処理に際しては発生者から処理手数料を徴収することが一般的であるが、これまで十分に回収されていなかった有用資源を回収・リサイクルすることで手数料の面でも高いコスト競争力を発揮する可能性がある。

このほか、タイではチャオプラヤ川の汚染が悪化にするに伴い、チャオプラヤ川上流の9県で工業排水の規制強化を検討しており、この規制が具体化すればチャオプラヤ川流域に立地するめっき産業も排水処理の強化を求められる可能性が高い。

### (2) 危険廃棄物の適正処理推進・最終処分量の削減強化

タイでは、上述に加えて同じく1992年に「有害物質法」を公布しており、重金属等を含む汚泥は有害廃棄物として指定の許認可を有する事業者が適正に回収、処理等行うことを要求している。しかし、現状では無許可事業者が不適正に処理しているケースも多いとみられ、本提案事業が現地で根付けばタイ政府が考える有害廃棄物の適正処理促進にも貢献することができると考えられる。

また、タイでは経済水準の情報に伴い都市廃棄物や工業廃棄物の埋め立て削減を強化する方向に動き出そうとしているほか(廃棄物発電のFIT買い上げ価格が高く設定されていることも追い風となっている)、中国等へ各種リサイクル資源が違法に流出していることを懸念しており、自国内でリサイクル資源の回収(場合によっては活用)が行われることについて、大変前向きに捉えている(2014年度経産省調査における工業省関係者等へのヒアリング等から判断)。



## 6.4 実現可能性の評価

本事業の可能性を以下の5つの点から評価し、事業の本実施に向けた課題を整理する。

### ① 事業採算性

事業採算性の試算から本事業は収益性の高い事業である結果が得られている。収益性を左右するのはめっき廃液の処理手数料、再生品である水酸化ニッケル、亜リン酸カルシウムの売価である。

現地ヒアリング調査をもとに、再生品である水酸化ニッケル、亜リン酸カルシウムの売価は現地市場の流通価格とし、めっき廃液の処理手数料現状よりも低い状況(約1/3)を想定して試算を行った結果、この場合においても事業初年度から利益が得られる結果となった。

現在は、めっき廃液から回収した水酸化ニッケル、亜リン酸カルシウムは日本国内の需要家への販売を想定しているが、タイ国内または周辺国の需要家へ販売することができればさらに収益性を高めることができ、この点が今後の課題としてあげられる。

### ② 回収可能性

タイ全体の無電解ニッケルめっき廃液の発生量は2015年時点で約14,700 t、電解ニッケル廃液は約28,700 tと推計され。その内、初期の対象地域である中部地域は排出量が最も多く、無電解ニッケルめっき廃液が約5,200 kL、電解ニッケルめっき廃液が約9,500 kLと推計される。

事業計画では年間約6,000 tの無電解ニッケルめっき廃液の処理を想定していることから、安定的に十分な量のめっき廃液を確保するためには、集荷の対象地域は中部地域を中心に東北部及び北部地域に拡大させる必要がある。十分な量のメッキ廃液の効率的な集荷のためには、既にめっき廃液、スラッジの具体的な集荷先を持っている現地企業との連携が重要となる。

### ③ 現地市場での競合の可能性

現地調査結果より、タイ国内で発生するニッケルめっき廃液は、めっき事業者により一次処理が行われ、スラッジの形で産業廃棄物処理業者に処理を委託するケースが多く、最終的には埋め立て処分がなされていると見られる。めっき事業者は処理手数料を安く抑えるために、輸送コストが低くできる近隣のローカル企業を選択するケースが多く、めっき廃液を集荷ではこれらのローカル企業とのコスト競争が発生すると見られる。

本事業はめっき廃液の排出元から徴収する処理手数料は現状よりも低い額とし、めっき廃液からのリサイクル品の売却により全体として収益を得る事業モデルであり、これが実現できればコスト面でローカル企業に対して優位に立つことができる。処理手数料を現状並みに徴収しなければ利益が得られない場合は、運賃が安く、埋め立て処理を行うローカル企業に処理コストでは分があることから、リサイクルにより手数料を抑えることに加え、その他の廃液処理方法の改善による工場全体の処理費用の削減等の複合的な提案が必要である。

#### ④ 現地政策との整合性

タイでは廃水処理に係る各種法令・基準の遵守状況をチェックする政府体制は年々強化される方向にある。めっき廃液のように重金属等を含む汚泥は有害廃棄物として指定の許認可を有する事業者が適正に回収、処理等行うことが必要とされており、有害廃棄物の適正処理促進も進められているところである。また、タイ国政府は、廃棄物の埋め立ての削減を強化する方向に動き出しているほか、自国内でのリサイクル資源の回収を推進している。

本事業はニッケルめっき廃液の適正処理を推進し、埋め立て処分量の削減、埋め立て処分場からの重金属やリン漏出のリスクを低減させる観点から現地政策の方向性に合致していると考えられる。

#### ⑤ 現地社会との整合性

タイでは河川や湖沼の水質汚濁が問題視されている。チャオプラヤ川の汚染が悪化にすに伴い、上流9県で工業排水の規制強化を検討しており、この規制が具体化すればチャオプラヤ川流域に立地するめっき産業も排水処理の強化を求められる可能性が高い。河川の富栄養化も問題の一つとされている。めっき廃液のイオン交換処理後のリン酸含有廃水の処理が十分に行われないうまま河川に流されている場合もあると見られ、富栄養化の一因となっている可能性がある。

本事業においてめっき廃液の適正な処理を行い、ニッケル成分を取り出すことに加え、リンの回収も同時に行うことで河川や湖沼における富栄養化の抑制に貢献することができる。

図表 6-48 事業実現可能性の評価

評価項目	各項目評価	
①事業採算性	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>十分なめっき廃液の集荷を前提とすると収益性の高い事業</li> <li>更に収益性を高めるために、リサイクル品のタイ国内又は近隣国の需要家への販売を検討する必要あり</li> </ul>
②回収可能性	△	<ul style="list-style-type: none"> <li>十分な量のめっき廃液の確保のためには中部地域に加え、東北部、東部からの回収も必要</li> <li>既にめっき廃液、スラッジの具体的な集荷先を持っている現地企業との連携が重要</li> </ul>
③現地市場での競合の可能性	△	<ul style="list-style-type: none"> <li>めっき廃液の集荷にあたってはローカル企業との価格競争が発生する可能性が高い</li> <li>現状並みの処理費用を徴収する場合は、工場全体での処理費用削減等、複合的な提案が必要</li> </ul>
④現地政策との整合性	◎	<ul style="list-style-type: none"> <li>排水規制の強化、有害廃棄物の適正処理の推進、埋め立て処理量の削減、自国内でのリサイクル資源の回収促進の観点で、本事業と方向性が一致</li> </ul>
⑤現地社会との整合性	◎	<ul style="list-style-type: none"> <li>めっき廃液からのリン回収により河川・湖沼の富栄養化の抑制に貢献することができる</li> </ul>

## 7. 今後の海外展開計画案

現地調査や実現可能性評価から、事業採算性、めっき廃液の回収可能性、現地市場での競合可能性について以下の課題が抽出された。

### 【事業実施に向けて想定される課題】

#### ○事業採算性

十分なめっき廃液の集荷を前提とすると収益性の高い事業であるが、収益性を更に高めるために、水酸化ニッケル、亜リン酸カルシウムをタイ国内又は近隣国の需要家への販売を検討する必要あり

#### ○回収可能性

十分な量のめっき廃液の確保のためには中部地域に加え、東北部、東部からの回収も必要、既にめっき廃液、スラッジの具体的な集荷先を持っている現地企業との連携が重要

#### ○現地市場での競合の可能性

めっき廃液の集荷にあたってはローカル企業との価格競争が発生する可能性が高い、現状並みの処理費用を徴収する場合は、工場全体での処理費用削減等、複合的な提案が必要

抽出された課題を解決するための施策としては以下のものが考えられる。今後の事業に向けてはこれらの点についてこれらの点を重点的に検討していく必要がある。

### 【課題解決のための施策】

#### ○めっき廃液集荷先の具体化

- ・ 集荷ルートを保有する現地パートナー企業との MOU の締結（今年度事業から継続）
- ・ めっき廃液集荷先の具体化、集荷量の詳細見積もり
- ・ 集荷対象とするめっき廃液の組成の把握

#### ○再生品の現地での販売可能性の検討

- ・ 水酸化ニッケル、亜リン酸カルシウムの現地需要家への販売可能性の検討
- ・ 再生品の形態を変えての現地需要家への販売可能性の検討（例：めっき溶液原料（硫酸ニッケル）としての販売可能性）

#### ○事業の本格実施に向けた採算性の精緻化

- ・ テストプラントの設置、リサイクル処理試験の実施
- ・ リサイクルによる資源回収量、回収に必要なユーティ等のコストの確認
- ・ リサイクル工場の立地の検討、集荷先との距離を踏まえた調達コストの精査

上記の施策を踏まえた今後の海外展開案を以下に示す。

【今後の海外展開案】

(対象地域)

- ・ 処理施設設置場所：タイ王国ラヨン県
- ・ 廃棄物の収集対象エリア：タイ王国全域
  - 現地パートナー企業が有する集荷ネットワークを中心に集荷先を具体化
  - 中部地域を中心として東北部や北部へ集荷エリアを拡大

(処理対象廃棄物種類)

- ・ 電解・無電解ニッケルめっき廃液
- ・ 有価物の回収が見込めるその他の廃液（例：アクチベータ用 Pd めっき廃液、Zn 廃液等）についても回収可能性を検討

(利用技術)

- ・ 電解・無電解ニッケルめっき廃液にイオン交換及び分離液の中和沈殿処理を施すことで、ニッケル製錬原料（水酸化ニッケル）及び肥料原料（亜リン酸カルシウム）を回収する。
- ・ 他の形態（例：硫酸ニッケル）での需要の有無も含めて、再生品のタイ国内での販売可能性を検討。
- ・ 同様にイオン交換及び分離液の中和沈殿処理を施すことで、ニッケル製錬原料（水酸化ニッケル）を回収するほか、残液に特殊活性炭を用いた吸着処理を施すことでコロイド状貴金属（パラジウム等）の回収を行う。

(導入規模)

- ・ 電解ニッケルめっき廃液の処理能力：2 t / 月
- ・ 無電解ニッケルめっき廃液の処理能力：500 t / 月
- ・ アクチベータ用 Pd めっき廃液、Zn 廃液等の集荷・リサイクルが可能であれば処理ラインの導入を検討

(事業化スケジュール)

- ・ 現地パートナー企業との MOU 締結を優先して進め、集荷先の具体化、再生品の現地での販売可能性の検討を行う
- ・ 併行してテストプラントでのリサイクル実験を実施し、資源回収量、各種コストの確認を行い、採算性分析の精緻化を行う

