

## Ⅱ. 非鉄金属製造業

### 1. アルミニウムの生産

#### ①RUSAL 社

2000年に設立されたRUSAL社は民間企業としては唯一世界のトップ3に入る企業となっている。2004年のアルミニウム生産量は270万t、年間取引高は54億ドルを記録した。生産される製品の63%は最終消費者に直接納入されており、その中には38カ国の大手工業企業が含まれる。2004年の投資額は5億3,400万ドルで、そのうち2億7,800万ドルは生産施設の近代化、拡張に使われている。ロシア国内の7地域、世界10カ国に広がる同社の工場では合計6万人以上の従業員が働いている。同社のアルミニウム工場はいずれも、国際環境基準であるISO14001の認証を受けている。

**会社の構成：**RUSAL社は2000年3月30日に、「シベリア・アルミニウム」（「バーゾヴィ・エレメント」）と「シブネフチ」のアルミニウム、アルミナ工場を合わせる形で設立された。

2000年：ホイル圧延工場アルメナル（アルメニア）、ベロカリトヴァ冶金生産合同（BKMPPO）の支配株を取得。

2001年：採鉱コンビナートKBK（ギニア）がRUSAL社の支配下に移る。ノヴォクズネツク・アルミニウム工場（NkAZ）の支配株を取得。

2002年：フリエ（ギニア）のアルミナ工場がRUSAL社の支配下に移る。RUSALエンジニアリング技術センター設立。

2003年：全ロアルミニウム・マグネシウム研究所（VAMI）を入手。RUSAL社内の「バーゾヴィ・エレメント」の比率が75%にまで増大。

2004年：アルミ製容器を生産する新しい工場ROSTAR（ヴセヴォソシスク）が操業を開始。ボクシトゴルスクアルミナ工場（BGZ）を買収。RUSAL社内の「バーゾヴィ・エレメント」の比率が100%にまで増大。

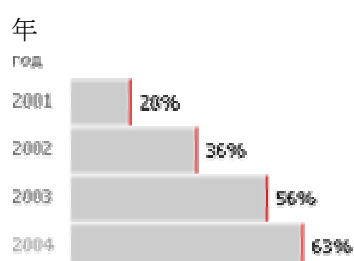
2005年：サヤノゴルスク圧延工場（SMZ）とBKMPPOの2つの圧延工場をAlcoa社に売却する取引が完了し、RUSAL社は主たる事業としての一次アルミニウムと合金の生産に集中できるようになる。

#### 今後10年間の戦略

- ・アルミニウムの年間生産量500万tを達成する。
- ・アルミナの年間生産量を800万tまで増加する。
- ・世界の10大アルミニウム企業の中で、アルミニウム1t当たりのコストにおいてベスト3に入る。

- ・労働生産性を2倍に向上させる。
- ・総生産量中の合金の比率を50%にまで増加させる。

RUSAL 社はロシア国内で生産されるアルミニウム総量の75%を占めるロシア最大のアルミニウム企業であり、世界のアルミニウム生産において10%のシェアを持つ。RUSAL 社の主要製品は一次アルミニウムと合金であり、BrAZ（ブラーツク・アルミニウム工場）、KrAZ（クラスノヤルスク・アルミニウム工場）、SAZ（サヤノゴルスク・アルミニウム工場）、NkAZ（ノヴォクズネツク・アルミニウム工場）の4工場が生産を行っている。一次アルミニウムのほか、RUSAL 社は半製品、多様な最終製品を生産し、それらは工業のさまざまな分野で利用されている。



2001年～2004年の最終需要者への販売比率

### 1) ブラーツク・アルミニウム工場（BrAZ）

世界最大の一次アルミニウム生産工場で、ロシアの生産量の30%、世界の生産量の4%のアルミニウムを生産している。アルミニウム生産能力は年間91万5,000tである。2004年に95万6,000t以上の一次アルミニウムを生産した。RUSAL 社はBrAZの株の98.6%を保有している。工場ではおよそ6,000人の従業員が働いている。BrAZはブラーツク水力発電所のそばに位置し同発電所が生産する電力の75%を消費している。

**組織構成** アルミニウム部門、アルミナ部門、圧延部門、包材部門、容器部門、アルミニウム製建築構造物部門。

**技術** 工場は自焼成陽極工法（Soderberg technology）を採用している。2001年には中間工程を「セミドライ」陽極法に切り換えた。2005年には25の電解設備全てがより効率的で環境保護の点でも望ましい「ドライ」陽極工法に切り換えられた。

**投資** RUSAL 社の2005年の投資計画にはBrAZにおける以下のプロジェクトの実施が含まれている：新たな鋳造ラインの設置、合金生産の拡大、生産工程管理自動化システムのさらなる改良(ASUTP)、エネルギー機器の改良、電解槽の生産性向上等。

## 2) サヤノゴルスク・アルミニウム工場 (SAZ)



サヤノゴルスク・アルミニウム工場（ハカシヤ）は、年間生産量が 48 万 3,000 t を超えるロシアでも三本の指に入るアルミニウム生産工場で、同工場ではロシア生産量の 11%以上、世界の生産量の約 1.5%のアルミニウムを生産している。この工場は 1985 年に世界最大級のサヤノ-シュシェンスコエ水力発電所のすぐそばに建設された。

SAZ は同発電所が生産する電力の約 30%を消費している。工場の株の 99.2%は RUSAL 社が保有している。従業員数は 3,700 人以上である。

**技術** SAZ では一次アルミニウムの生産に既焼成陽極を用いた最先端の電解技術が採用されている。工場敷地内にドイツ企業 KHD との協力の下で陽極製造ショップが建設された。2002 年には工場の電解設備の全てが新しい工程自動管理システム (ASUTP) に移行した。投資プログラムの枠内で、以下のプロジェクトが実施された：鑄造ショップ近代化の第一段階－Hydro Aluminium 社（ノルウェー）のビレット鑄造用設備の設置－完了；焼成陽極製造ショップで仏企業 Proseideir 社製の乾燥式ガス浄化装置（浄化率 99%以上）が稼動開始。

**Hydro Aluminium 社と RUSAL 社の協定** 10 年以上前に結ばれたこの協定では、Hydro Aluminium 社が SAZ 鑄造ショップの近代化に参加することが定められている。近代化の結果、インゴット鑄造能力は年間 16 万 t にまで増加した。改良の第一段階は成功裏に終了した。RUSAL 社の戦略は、プレス用円筒形ビレット、圧延用スラブ、一次鑄造合金を含む高度な加工を要する鑄造製品の比率を大きくすることにある。Hydro 社は自社製の鑄造設備を納入し、RUSAL 社が Hydro 社のスペックに適合するインゴットを製造できるようノウハウを伝える。高い生産効率は同時に世界的先進技術やノウハウへの扉を開くことにもつながる。Hydro Aluminium 社はプレス用円筒形ビレット製造の分野では世界をリードする企業である。南シベリアに位置する SAZ は世界市場、特に成長しつつあるアジア市場へ製品を供給することができる。

### 3) クラスノヤルスク・アルミニウム工場 (KrAZ)



クラスノヤルスク・アルミニウム工場 (KrAZ) は世界第2位の規模を持つアルミニウム工場で、ロシアの生産量の27%、世界の生産量の3%のアルミニウムを生産している。生産能力は86万5,000tである。2004年には93万t以上の一次アルミニウムを生産した。RUSAL社はKrAZの株の95.7%を保有している。

工場はクラスノヤルスク水力発電所のすぐそばにあり、同発電所が生産する電力の70%を消費している。従業員数は約6,000人である。

**技術** 工場では主として自焼成陽極工法 (Soderberg technology) が用いられている。2000年から、徐々に「セミドライ」陽極法からより効率的で環境保護の面からも望ましい「ドライ」陽極法への移行が始まっている。現在では電解設備の約70%で「ドライ」陽極法が採用されている。いくつかの電解設備には既に焼成陽極技術が導入された。陽極製造のもうひとつの改良策は生産工程自動管理システム(ASUTP)の導入である。現在このシステムは1号炉に採用されており、2005年には2、3、4号炉にもASUTPが導入され、石油コークスの煅焼工程の品質向上が図られる予定である。

**投資** RUSAL エンジニアリング技術センター (ITC) のスタッフにより「ドライ」陽極への移行を含めた総合的な KrAZ 近代化プログラムが策定された。このプログラムは2008年までの期間をカバーしている。RUSAL社はKrAZの近代化に2億7,000万ドルを投資する予定である。最も重要な投資プロジェクトとしては KrAZ の主要生産設備の近代化、さらに鑄造設備の近代化が挙げられる。

**環境保護** 2004年に8号棟の電解槽が改良され、13号棟では乾燥式ガス浄化装置が稼動を開始したほか、ガス浄化装置4基が設置中、5箇所 of ガス洗浄装置用スペースで工事開始準備が整っている。産業排水循環システム導入等の水資源保護のための諸策用として60万ドルが割り当てられたほか、廃棄物処理には360万ドルが費やされている。アルミナ自動供給システムの設置を含む工場近代化プログラムが完了すると、大気中へのフロン、樹脂製物質、ベンゾピレンの排出量を大幅に低下させることができるものと期待されている。

#### 4) ノヴォクズネツク・アルミニウム工場 (NkAZ)



ノヴォクズネツク・アルミニウム工場 (NkAZ) は年間 30 万 5,000 t 以上のアルミニウムを生産している。NkAZ ではクズネツク熱併給火力発電所が生産する電力の約 18%を消費している。工場の従業員数は 3,500 人である。RUSAL 社はノヴォクズネツク・アルミニウム工場の株の 94%を保有している。

**技術** 同工場では自焼成陽極工法 (Soderberg technology) によってアルミニウムを生産している。現在「ドライ」陽極法の試験的導入プロジェクトが進行中である。2004 年末には 11 棟ある電解施設のうちのひとつが「ドライ」陽極法による生産を開始した。RUSAL 社は 2004 年に NkAZ に対して 1,350 万ドルの投資を行った。投資プログラムには、鑄造ショップへの回転式ミキサー 2 基の新規導入、工程自動管理システムの強化、電流容量の増大、一連の自然保護対策が含まれている。

**環境保護** 2003 年に NkAZ で実施された重要な自然保護対策としては下記が挙げられる：コアンダ効果を用いた集塵装置の製造と稼働、面積 1.1ha の産業廃棄物処理場の再肥沃化、沈殿池の防水システム修理 (その結果 2003 年に NkAZ からの汚水排出量は 155 万 5,000m<sup>3</sup> 減少した)。

#### 5) 新技術

RUSAL 社はクラスノヤルスク・アルミニウム工場 (KrAZ) において Soderberg 式電解槽へのアルミナ自動供給 (APG) システムの設置を開始した。APG システムを電解槽に導入することにより大気への有害物質排出量が 15~20%減少し、電解槽の生産性が 1.5%向上する。2004 年に 6、20 号棟での APG システム設置第一期工事が完了した。2007 年 3 月末までには工場の全ての電解槽へのアルミナ自動供給装置設置作業が完了する予定である。アルミナ自動供給装置のベースとなる新システムの開発は 2003 年にクラスノヤルスクにある RUSAL のエンジニアリング技術センターで開始された。技術者たちが取り組んだ課題はアルミナ投入システムの信頼性向上、陽極被覆の粉塵化と過熱の防止であった。新たな APG システムの開発にあたり既存の全ての APG システムが詳細に研究され、外国の同種の技術に何ら劣るところのない独自のシステムが開発された。この APG を効果的に導入するために、アルミナ供給システムを取り付けるだけでなく、工程自動管理システム (ASUTP) の改良、乾燥式ガス浄化装置の設置、

古いアルミナ供給機の改良と Hencon 社製の新たな機械の購入が行われる。電解槽への APG システム設置が工場全体で行われるのはロシアでは KrAZ が最初である。

## ②SUAL グループ

SUAL グループは世界でも十指に入るアルミニウム生産企業である。グループ企業では 6 万 2,000 人の従業員が働いている。グループにはロシアの 9 つの地域に散らばる 19 の企業が属している。ボーキサイト採掘企業、アルミナ、シリコン、アルミニウム半製品・完成製品生産企業がその傘下に統合されている。グループ企業は生産サイクル全体をカバーし、年間 500 万 t 以上のボーキサイトを採掘し、約 210 万 t のアルミナ、92 万 t 以上の一次アルミニウム、約 6 万 t のシリコン、13 万 5,000 t 以上のアルミニウム製品を生産している。

**SUAL グループに属する企業：**デミドフスキー工場、イルクーツク工場、ウラル工場、ボゴスロフスク工場、カンダラクシャ工場、ナドヴォイツィ工場、ヴォルホフ工場、サヤヌィ工場、ヴォルゴグラード工場（いずれもアルミニウム工場）、ピカリョヴォ「アルミナ」合同、コミ・アルミニウム、SibVAMI（シベリアアルミニウム・電極科学設計研究所）他。

### 1) デミドフスキー工場（カメンスク・ウラルスキー市）

SUAL グループに属するロシア有数のアルミニウム製つや消し・光沢・焦げ付き防止食器（調理器具）製造企業で 2000 年 10 月に設立された。「デミドフスキー」は米国 DuPont から世界的に有名な焦げ付き防止被覆 TeflonClassic 及び TeflonPlatinum を採用した調理器具を生産するライセンスをロシアで最初を取得した企業である。ScovO というブランド名を持つ同工場の製品は、全ロシアでのコンクール「年間最優秀商品」、「ロシアの商品ベスト 100」で何度も入賞を果たしている。

### 2) ScovO 工場（モスクワ州）

焦げ付き防止被覆を施したアルミニウム製調理器具を生産する新規工場で、建設は 2005 年 3 月に開始され完成には 12 ヶ月を要する。従業員数は 200~250 人となる予定である。2007 年には調理器具の数で 550 万~600 万個の設計生産能力が達成される。2006 年の生産量はその 50%の 275 万個とされている。計画では 2009 年までに、デミドフスキー工場と ScovO 工場との合計で 1,000 万個の焦げ付き防止被覆付調理器具が生産される予定である。

**技術** プレス加工とコーキング。焦げ付き防止加工は世界的に見ても最高の技術によって行われる予定である（高価格帯製品－蒸着法、一般向け製品－「スクリーン」方式、低価格帯製品－ローラーコーティング）。年間生産量は高価格帯製品は 200 万個、一般向け製品は 150～170 万個、ネット販売用低価格帯製品は 200 万個が予定されている。生産設備のサプライヤは入札で選ぶことが決まっている。カメンスク・ウラルスキー冶金工場、サマーラ冶金工場、ストゥピノ冶金コンビナートというロシアを代表するアルミニウム半製品製造企業 3 社が原料サプライヤとなる見込み。ScovO 工場に焦げ付き防止コーティングを納入するパートナーはデミドフスキー工場の場合と同じく DuPont コンツェルン（コーティング材 TeflonClassic、TeflonSelect、TeflonPlatinum）及び Akzo Nobel 社（コーティング材 Skandia、Matirix）である。この新しい工場は DuPont と Akzo Nobel の認証を受けた上で両社のブランドによる焦げ付き防止コーティングを使用した製品を市場に販売するライセンスを取得する。工場は ISO9001:2000 の品質管理システム、ISO14001 の環境保護管理システムが導入される。

### 3) 研究開発

SUAL グループの最重要課題となるのが生産効率の向上で、そのためにはグループ所属企業の近代化も必要となる。SUAL 傘下企業の技術革新プログラムが既に策定されている。このプログラムは長期的な SUAL グループ発展戦略の一環として実施されるもので以下の諸策を含んでいる：生産設備の刷新、機器の更新、現有設備の改良と近代化、新たな生産施設の追加、最新の効率の良い技術を導入することによる工程の改善。プログラムではグループの投資資金の大部分を、アルミナと一次アルミニウムを生産する諸工場（イルクーツク工場、ウラル工場、ボゴスロフスク工場、カンダラクシャ工場、ナドヴォイツィ工場、ヴォルホフ工場、ヴォルゴグラード工場、ピカリョヴォ「アルミナ」合同）の拡充と近代化に充てることが定められている。グループの採鉱基盤発展にも相当の資金が投資される予定である。その際、大部分はセヴェロ・ウラリスクのボーキサイト鉱床でのノヴォ・カリヤ鉱山の建設、さらにスレドネ・ティマンボーキサイト鉱山の開発継続、「コミ・アルミニウム」プロジェクトの立ち上げに充てられる。アルミニウム・アルミナ総合施設「コミ・アルミニウム」の建設には最新の革新的が使用される。この施設は、技術、設備の観点からロシアの冶金分野で最も完成された工場となるだろう。

SUAL グループの競争力を支える要素のひとつに、グループ内に公開型株式会社 "SibVAMI" という自らの研究開発拠点を持っていることが挙げられる。この研究所には 15 の開発部門、9 つの研究ラボ、パテントライセンス・発明部門

がある。このほかにも SUAL グループは、アルミナ関連技術・設備の研究開発に携わる「ウラルアルミニウム」と緊密な協力関係を築いている。SUAL グループの最重要投資プロジェクトである「コミ・アルミニウム」では、コミ共和国にユーラシア地域最大のスレドネ・ティマンボーキサイト鉱床をベースにして最新のボーキサイト・アルミナ・アルミニウム工場を計画、建設、稼動することを目指している。計画年間生産量はボーキサイト最大 600 万 t、アルミナ 140 万 t、一次アルミニウム 30~50 万 t となっている。「コミ・アルミニウム」プロジェクトの実現により、ロシアのアルミニウム産業の外国サプライヤーへの原料依存度を大幅に低下させることができる。

#### 4) ボゴスロフスク・アルミニウム工場（スヴェルドロフスク州）

SUAL 傘下の同工場では、上半期中アルミナ生産・電解設備の改良作業が続いていた。工場の電解設備改良作業は、最新の技術・輸送・ガス浄化設備を装備した焼成陽極を用いた電解槽を新たにセットで導入し、アルミニウムの生産量を約 15%伸ばすことを視野に入れて行われる。現在、電解槽第 5、6 棟の改良計画が策定段階にある。このアルミナ生産設備の改良作業が実施されれば、「サンド」タイプのアルミナ生産が可能になり、労働生産性が向上する。このほか、新たな分解（decomposition）ショップの建設も続けられている。

### ③採鉱・冶金企業「ノリリスク・ニッケル」

採鉱・冶金企業「ノリリスク・ニッケル」は、ロシア最大、世界でも最大級の貴金属、非鉄金属生産企業である。世界のニッケル生産量の 20%以上、コバルト生産量の 10%以上、銅生産量の 3%以上を同社が占めている。ロシアにおける生産量で「ノリリスク・ニッケル」が占める割合はニッケル約 95%、銅 55%、コバルト 95%に達する。「ノリリスク・ニッケル」に属する諸企業は、非鉄金属（ニッケル、銅、コバルト）、貴金属（金、銀、プラチナ属の金属）、セレニウム、テルル、工業用硫黄、石炭、その他工業・技術用の諸製品を生産している。「ノリリスク・ニッケル」は多分野にまたがる巨大な経営体を成している。グループはロシア連邦の GDP の 1.9%、鉱工業生産の 2.8%、そのうち非鉄金属分野では 27.9%を占めている。「ノリリスク・ニッケル」はロシアの有価証券発行者の中で最高の債務格付けを受けている。

**生産** 「ノリリスク・ニッケル」とその子会社（以下、グループ）はパラジウムとニッケルの生産量では世界一であり、プラチナの生産者としても世界最大手のひとつで、さらに金と銅の生産でも世界のトップテンに入る。非鉄金属の



ニッケルと銅、プラチナ属金属のプラチナとパラジウム、それに加えて金が 5 大主要製品であるが、そのほかにも副産物としてコバルト、ロジウム、銀、イリジウム、ルテニウムの生産も行っている。

**グループの主要生産拠点** 北極点支部(タイミル半島)、コラ採鉱・冶金企業(ペチェンガニッケル、セヴェロニッケルの両コンビナートを含む)、ポリュス(クラスノヤルスク)。北極点支部ならびにコラではニッケル、銅、プラチナ、パラジウムなどの鉱物を含むする鉱石を採掘しており、ポリュスは金を含むする鉱石の採掘を行っている。

### 新技術関連作業

- ・将来的な北極圏支社での再精錬工程への導入を視野に入れた、精銅工場での二酸化硫黄利用技術の改良
- ・焼結工場プレスフィルタ"Larox"のディスク状真空フィルタ DU-102 の交換(32 個)
- ・アンギドリット鉱山での換気扇を地下に配した東部換気ピット配管暖房装置
- ・坑道強化用空圧「テクフレックス」2 台の導入
- ・ニッケル工場新ニッケル精錬設備技術ユニット改善コンセプトに関する提案
- ・設備の金属構造物及び建物、建築物の建設構造物の防護効果向上総合プログラム
- ・企業内技術工程の条件下での銅製陽極製造におけるニッケル被覆付銅製鋳型の利用
- ・鉄のコバルト・ニッケル溶液洗浄再精錬における鉄コバルト鉱泥量の低減
- ・生産試験の実施、鉱石予備精製及び計画外技術起源副産物の X 線放射線分離工程への高効率方式の導入

## 2. 銅の生産

ロシアでは「ノリリスク・ニッケル」(市場占有率 55%)、UGMK(ウラル採鉱・冶金企業)(同 36%)、クィシティム銅電解工場(同 8%)、中部ウラル精銅工場(SUMZ)などの企業が銅を生産している。

### 1) 中部ウラル精銅工場(SUMZ)

SUMZ はロシア最大の銅生産工場のひとつであり、主要生産施設として選鉱工場(専ら廃棄スラグの加工を行っている)、精銅、硫酸製造、過燐酸石灰ショッ

プ、キサントゲン酸塩ショップを持つ。

**精銅ショップ** SUMZ の中心的施設であり、粗銅年間 13 万 t の設計生産能力を有する。精銅ショップ内には、挿入物準備部、流動層焼結炉、溶湯精錬設備、水平転炉、集塵システム、反射炉精錬部がある。ショップでは銅精鋼の炉（流動層）内での焼成、銅かすの反射炉精錬、転炉吹錬という流れで生産が行われる。このショップで生産されるのは粗銅、鉛ケーキ、精銅工場用のファインダストである。ロシアで使用されている非鉄金属の溶解炉の一種であるヴァニニコフ炉設備の導入も続けられる。

**硫酸製造ショップ** 精銅ショップにおける焼成、ヴァニニコフ炉での精錬、転炉吹錬時に発生する硫黄含有ガスを利用している。このショップの設計生産能力は年間酸 62 万 t である。

**重過磷酸石灰ショップ** 地元産の硫酸と購入される燐含有原料（燐灰石、粉末状燐鉱石）を原料として使用している。ショップの設計生産能力は年間過磷酸石灰 50 万 t である。従来の製品に加えて、合成洗剤の原料となる三燐酸ナトリウムを生産するための技術が開発され、このショップで採用されている。

**キサントゲン酸塩ショップ** ここで使用される原料は全て他から購入されるものである（二硫化炭素、苛性カリ、ブタノール）。このショップで生産されるものは鉱石の選鉱に欠かせない試薬であるブチルキサントゲン酸カリウムである。設計生産能力はキサントゲン酸塩年産 8,000 t である。

現在、工場全体の化学・冶金施設の主要技術設備の近代化作業が続けられている。

SUMZ が生産している製品は、粗銅、硫酸（濃硫酸）、発煙硫酸、ブチルキサントゲン酸カリウム、三燐酸ナトリウム、顆粒状重過磷酸石灰である。1998 年の銅含有原料の主要サプライヤは、南ウラル及びバシキール地方の採鉱企業、さらにモンゴルであった。SUMZ では現在、酸素ステーションの拡張と硫酸生産設備の改良が進められている。

## 2) クィンティム銅電解工場（KMEZ）

KMEZ はロシア（ソ連）で最初に精銅を生産した工場である。

**事業** 銅の精錬と加工。二次貴金属硫酸銅、建設資材、大衆消費財の生産。建設据付作業。

**製品** 金・銀インゴット。工業用テルル、セレンウム。銅製品（線材、ストリップ、粉末、ホイル、陰極）。ステンレス製品（台所用品、食器）。生コンクリート(ready-mixed concrete)、多孔性コンクリート、モルタル、組み立て式鉄筋構

造物等。

**生産施設** 精銅ショップ、銅電解ショップ、銅ホイル電解ショップ、エコロジー、工場中央ラボラトリー、大衆消費財ショップ、建築部門。

### 3) 新技術

コラ採鉱・冶金企業において銅生産用の新しい湿式冶金施設の稼働を開始した。セヴェロニッケルでは年間生産能力 15,000 t の湿式冶金銅生産施設の商業稼働が始まった。コラ採鉱・冶金企業の銅生産全体の約 15%がこの設備によってまかなわれる。国内外の諸企業が設備を納入し、ラインの整備と施設の建設作業は米国のエンジニアリング会社 Minproc が実施した。Minproc 社はこの施設で使用される銅の焼きかすや冶金ユニットの粉塵を加工（多段浸出）する新技術も開発した。この新技術により銅生産の際のコストが大幅に低減でき、乾式冶金（精錬）処理の回数が減ることにより大気中に排出される排ガス量が削減できる。銅生産で使われている銅かすの浸出及び電気抽出技術により、粗銅を作るための大量のエネルギーを消費する反射炉精錬、転換炉吹錬の必要がなくなり、その結果硫黄ガスの排出量も削減できる。従来 70%だった硫黄ガスの再利用率は 90%に向上する。陽極銅の自動注入新技術も導入される。全面的に改良された 4 号陽極炉の稼働開始が計画されている。新しい技術により重量が均一な陽極の生産が可能になり、銅電解ショップの作業を改善することができる。また、この自動システムは注入に要する時間を短縮し、炉の生産性を向上させる。このシステムは新たに設置した米企業「アレン・ブラッドリー」社の銅注入プロセスコンピュータ制御装置により可能になったものである。

UGMK（ウラル採鉱・冶金企業）に属する公開型株式会社「ウラルエレクトロメチ」は、東部降水集水装置網の建設を完了した。グルンドフォス社（フィンランド）製の最新装置を装備した可変容量ポンプステーションが作られ、さらに地上、地下に金属製配管が敷設された。UGMK は、「ウラルエレクトロメチ」の化学・冶金ショップに新しいガス浄化装置を設置する作業に着手した。この新しいガス浄化装置では、排出ガスの再利用率 99.5%を実現するために、新世代機器とプロセス自動制御システムを装備し 4 段階からなる浄化設備を設置する予定になっている。ここで特殊なノウハウとなるのが、国内非鉄金属分野で初めて使用される調整可能な開口部スリットを持つベンチュリスクラバーである。この新しい装置を導入することにより、同社はテルル、セレンウム、貴金属といった有用成分をガス洗浄生成物から追加抽出するという課題を実現することができる。「ウラルエレクトロメチ」の支部「多金属生産」（キーロフグレード市）では反射炉の修理が完了しようとしている。反射炉の修理は今回

が最後となるはずである。なぜなら 2005 年にブリケット生産が開始されるのに伴い、同社は反射炉精錬が不要で大気への有害物質排出量を大幅に削減できるより進んだ粗銅生産技術を採用するからである。古いガス管、噴出口、上記発生冷却装置が撤去され、新しいものが設置される。耐火レンガが積み、コンベア、マット（鉋）用カートの修理、乾燥用ドラムの調整、ライニング、炉の屋根を支える 3 本の支柱の交換が実施される。「ウラルエレクトロメチ」で今後の発展を目指す上での事業のひとつとなるのが、粉末冶金ショップの建設である。

### 3. 錫その他の金属の生産

#### 1) 錫の生産

##### ノヴォシビルスク錫コンビナート（NOK）

60 年以上にわたって錫及び鉛をベースにして合金、はんだを生産し、冶金、防衛、自動車、食品、無線電子、機械製造といった分野の産業に製品を提供している企業である。同社は独自の技術工程や設備を用いて、錫、鉛、アンチモン、銅、インジウム、ガリウム、砒素、タングステン、タンタル、ビスマスその他の金属を含有する複雑な組成の鉱石、精鉱、金属被覆を施した原料、そうでない原料を、技術的にも経済的にも効率よく加工している。

**製品** さまざま純度の錫。チューブ状、線材状、棒状、シリンダ状、インゴット状の錫、鉛、アンチモン、ビスマス、インジウムをベースにしたはんだ。鉛を含まないはんだ。錫粉末及びはんだ粉末。可融性はんだ、合金。スチール、非鉄金属はんだ用のフラックス使用はんだペースト。錫、鉛、銅、アンチモンをベースにしたさまざまな等級のバビット。高純度のガリウム、インジウム。

同社は自前の原料基地（採鉱・選鉱コンビナート「ヒンガンスク・オロヴォ」、「ダリオロヴォ」、「ティヤニ・シャニオロヴォ」）を持つほか、ロシア最大手の錫採掘企業である公開型株式会社「デプタツクオロヴォ」の株を大量に保有している。

**冶金生産上重要な工程技術** 硬亜鉛、アルミニウム、鉛、錫の遠心精錬。アンチモン、ビスマス、鉛、錫その他混合物の真空精錬。設備として使用されているのは自動精錬遠心装置 PAFVS-650-9U である。この装置は精錬ボイラーと特殊なプレート状フィルタを備えた遠心分離機からなり、このフィルタが精錬さ

れる金属の中に沈められる。装置は自動モードで稼動する。これにより粗錫を鉄含有量 0.0005%、砒素含有量 0.01%まで、粗鉛を銅含有量 0.001%、砒素 0.2%まで、熔融亜鉛メッキ浴後の鉄含有量 0.5-5%の硬亜鉛を同 0.1%にまで精錬することができる。この装置は金属の抽出量をスラグとして排出される量を減らすことにより 4~4.8%向上させる。直径 1.5~2.5m、容量 5、10、15~30 t の精錬ボイラーで順調に使用されている。この装置については発明証明書及びパテントが認められている。遠心分離装置 OP-5 は硬亜鉛の精製に使用される。

錫真空精錬装置：粗錫の真空精錬装置は粗錫中のインジウムを 0.01%から鉛錫合金中の 0.1~0.2%にまで濃縮する。インジウムを含有する合金を 20 t ボイラーで溶解し、特殊装置により粗鉍の形でインジウムを抽出する。抽出されたインジウム粗鉍は溶湯中での電解洗浄にかけられる。この結果、85%の歩留まりで不純物の含有量が  $1 \times 10^{-4}$  -  $1 \times 10^{-5}$  の製品が得られる。この装置では初期含有量 0.1%以上のインジウム廃棄物を処理することができる。電力消費量はインジウム 1 t あたり 300kW である。

錫・鉛原料からのインジウムの抽出装置：当初の各々の含有量とは無関係に、鉛 0.02%、ビスマス 0.01%、アンチモン 0.03%の錫を製造することができる。真空チャンバ、ヒータ、蒸気発生プレート、フィーダ付錫原料ボイラー、精錬錫・不純物コンデンセートレシーバ（真空チャンバからの取り出し装置付）から構成される。この装置は発明証明書とパテントを取得している。

## NOK 新製品

**低温はんだ POSKInTs-01** スチール表面の無火花溶接に使用される。低温はんだ POSKInTs-01 は錫をベースにした多成分合金である。このはんだは稼動中の幹線パイプライン、コンデンセート配管、容器その他の発火・爆発性媒体（主として炭化水素系の）の保存、輸送に使用される金属製品、構造物での火を使わない低温はんだ付け作業の際に使用される。はんだ付けによる接合部分の強度は  $\sigma = 15 \text{ kg/cm}$  である。ユーザーの注文により作られたこのはんだは、陰極制御端子の無火花溶接装置にはなくてはならないものとなった。POSKInTs-01 はさまざまなタイプ、あらゆる耐用期限のスチール管と端子の溶接を可能にする。

**はんだ POSSu40-2** 鉛、錫、アンチモンをベースにしたはんだで、最近までは専ら冷却装置、薄い包材の錫メッキ、はんだに使用されてきた。化学組成はそのままに多少の変更が施され、現在では精密測定機器の製造にも使用されている。直径 0.38mm の線材、1mm×10mm のストリップとして生産される。このはんだ独自の特徴は特殊な設備での使用を可能にするその外見とサイズにある。

はんだ 34A TU 1-92-46-92 用途としては、冷蔵庫生産の際のはんだ（溶接）での使用が有望である。このはんだはアルミニウムをその組成に含む異質の材料をはんだ付けするためのものである。はんだ 34A を使用した新しいはんだ付け手法を試験した結果、アルゴンアーク溶接に比べて多くの長所が見つかった。

**カルシウムバビット BK2** スライド摩擦が生じる部品（ベアリング、ライナー、ブッシュ）には不可欠な材質である。特殊な使用分野においては減摩材として亜鉛に替えてカルシウムを用いる。速いスライド運動が生ずる絶え間ない負荷、打撃性の負荷のもとで稼動する部品の製造にはバビット BK2 が欠かせない。この合金の主なユーザーは鉄道関係の設備を製造、使用する企業である。鉄道車両・テンダーの軸箱用摩擦ベアリングへの注入、ディーゼル、ガスエンジンのメイン・ロッドベアリングブッシュへの注入、ディーゼル、ガスエンジンのメイン・ロッドベアリングブッシュへの注入の際の合金添加配合用のバビットを選択する際には多成分性とアルミニウムを含まないことが重要な規準となるが、BK2 はまさにそうした特性を備えている。

## 2) チタンの生産

### ヴェルフネサルディンスク冶金合同（VSMPO）

VSMPO では現在生産能力をフル稼働させて主要製品であるスポンジチタンの加工が行われている。Boeing、Airbus という 2 大チタンユーザーが合計で世界のチタン需要の 40%以上を占めている。チタン生産企業である VSMPO は生産能力と原価の点で外国の類似企業に対して断然有利な立場にある。ヴェルフネサルディンスク冶金生産合同は、2004 年には生産量を 13.8%増の 18,077 t まで増大させようと計画している。最大の子会社として「VSMPOーアヴィスマ」がある。

## 3) マグネシウムの生産

### 株式会社「ソリカムスク・マグネシウム工場」(SMZ)

公開型株式会社「ソリカムスク・マグネシウム工場」（ペルミ州、ソリカムスク市）はロシア第 2 の（1 位は公開型株式会社「アヴィスマ」）マグネシウム生産企業であり、国内唯一最大の希土類金属生産企業である。SMZ の株主は公開型株式会社「シルヴィニト」（56.54%）、スイス企業 Minmet Financing Company（26.14%）、非公開型株式会社「FTK カンパニー」（5.5%）である。「シルヴィニト」は工業用塩生産の大手企業であり、SMZ にマグネシウム生産用の原料を供給している。希土類金属生産用の原料を供給しているのは FTK である。SMZ の技

術工程の核になるマグネシウムの生産は、マンガン塩の電気分解により金属マグネシウムと塩素を得る方法で行われている。塩素は組成の複雑な希土類金属原料を処理するための試薬として用いられ、そうした原料の効果的な再利用に貢献している。SMZ は長い間この分野の中心的企業として活動し、電気分解によるマグネシウム生産技術やそのための機器の改良が続けられていた。ソリカムスク・マグネシウム工場で開発された技術や機器は、旧ソ連のチタン・マグネシウム企業全ての設計、建設の基礎となっていた。

希土類金属原料（ロパライト精鉱）を SMZ に供給しているのは、FTK 傘下の非公開型株式会社「ロヴォゼロ採鉱・選鉱企業」（ムルマンスク州）である。

#### 4) 亜鉛の生産

##### チェリャビンスク亜鉛工場（ChTsZ）

ロシア、CIS 最大の金属亜鉛及びその合金の生産企業である。年間 20 万 t の亜鉛を生産する能力を有する。現在同社は世界の亜鉛総生産量の約 2%、ロシアでの 60%以上を生産している。他の製品としてはカドミウム、インジウム、硫酸、硫酸亜鉛、酸化亜鉛がある。

**製品** 亜鉛鑄造合金 TsAM4-1、亜鉛、熔融亜鉛メッキ用亜鉛アルミニウム合金、インジウム、カドミウム、工業用硫酸亜鉛、工業用硫酸。

ChTsZ では 2003 年に世界の亜鉛生産工業界でも最新の技術設備を装備した自動亜鉛電気分解施設が稼動を開始した。2004 年にはロンドン金属市場は同社の亜鉛、CZP SHG を正式に登録したが、これはこのブランドの亜鉛含有量 99.995% 以上の純度を裏付けるものである。2005 年には SHG 亜鉛をベースにした高品質合金の生産が同社の活動の中心となったが、これにはニッケル、アルミニウム、アンチモンを添加物として含む熔融亜鉛メッキ用合金、鑄造亜鉛合金が含まれる。工場の大々的な改造後、硫酸ショップ 5 号ラインが設けられ、硫酸製造分野の最新の技術を用いた設備が設置された。2003 年には新しい高性能大型ベルツ(Waelz)回転炉の設置作業が開始された。生産技術の近代化により、生産量が増加し、作業が容易になっただけでなく、工場による環境への負担も軽減された。2003 年から同社は公開型株式会社「チェリャビンスクパイプ圧延工場」、非公開型株式会社「ChTPZ 総合パイプシステム」、金属取引企業非公開型株式会社「総合調達システム"MeTriS"」を統合する ChTPZ グループの傘下に入った。同グループでは現在 12,000 人以上が働いている。亜鉛電解装置、亜鉛ケーキろ過部門では、「オウトクムク」、「ズリツェル」社のフィンランド製装置が使用さ

れている。

## 5) 鉛の生産

ロシアの鉛総埋蔵量は 96 の鉱床について評価されており、そのうち 25 は多金属タイプに、33 は鉛・亜鉛タイプに、残りは金鉱、錫、モリブデンタイプに分類される。鉛埋蔵量が一番多いのは東シベリアで、そのゴレヴォ、ホロドヌィ、オゼルノエ鉱床でロシア全体の埋蔵量の 67.1%を占めている。極東にはニコラエフスク鉱床、アルタイ地方にはコルバリヒンスク鉱床がある。

再評価の結果、47 の鉱床にある合計 73%の鉛埋蔵量が確認埋蔵量と分類された。ノヴォ・シロキンスク、ルプツォフスク、ニコラエフスク（沿海地方）鉱山の生産施設の完成、さらにオゼルノエの大鉱床（ブリヤート共和国）の開発により、2005 年には金属精鉱の生産量を 6 倍に増加させることが可能である。ロシアで精錬鉛を生産しているのは、株式会社「ダリポリメタル」（生産能力年産 1 万 4,500 t）、株式会社「エレクトロツィンク」（3 万 8,600 t）、株式会社「ヴェルフネイヴィンスク工場」（二次鉛 1 万 700 t）、株式会社「リャズツヴェトメト」（二次原料からのアンチモン鉛年産 1 万 1,400 t）である。UGMK（ウラル採鉱・冶金企業）はキーロフグラードに冶金工業の廃棄物を処理する工場を建設することを計画している。試算によると、UGMK は毎年廃棄物として亜鉛 5 万 t、鉛 1 万 t、錫 1 t を無駄にしている。ハバロフスク地方ではコモソモリスク・ナ・アムーレの電池製造工場のために、年間 8,000 t の生産能力を持つ二次鉛精製工場をハバロフスク地方に建設する計画がある。

### 採鉱・冶金企業「ダリポリメタル」（沿海地方）

ロシア全体の鉛精鉱、亜鉛精鉱の生産量のそれぞれ 70%、14%を生産する企業であるダリポリメタルは、生産能力 7 万 t の精錬工場を建設中である。この工場では精錬鉛、亜鉛、銀、金、硫酸が生産される予定である。ロシアの鉛精鉱供給先はカザフスタン（年間 9,000～1 万 t）、韓国（3,000～4,000 t）、日本（7,000～1 万 t）で、日本はロシア産の鉛・亜鉛精鉱の消費国のひとつである。公開型株式会社「ダリポリメタル」は、ニコラエフスク、パルティザンスク、ヴェルフネエ、ユジュノエ鉱床の開発を進めている 4 つの鉱山、選鉱工場、輸送ユニット、地質調査チーム、港湾荷役作業ユニット、副次生産ショップを持っている。また、マイミノフスク銀・多金属鉱床でも地質調査作業が実施されている。同社には今後 25 年間の必要を満たすに足る鉱物資源基盤がある。中でもニコラエフスク鉱山、第 2 ソヴェーツキー鉱山が有望である。調査隊の地質学者は主として稼働中の鉱山での探査、地質調査行を行っている。マイミノフスク



鉱床のサンプル試験の結果は肯定的なものだった。試験によって、亜鉛、鉛の精鉱が得られ、鉛精鉱では銀の含有量が高かった。

### ゴレヴォ鉛・亜鉛鉱床

アンガラ川河口 36km の左岸にあるモトウイギノ地区に位置する。1956～58 年に発見された。3 つの近接した鉱脈に、鉛 810 万 t、亜鉛 198 万 t、銀 6,420 t、カドミウム 5,700 t が集中しており、その平均含有率は各々 7.05%、1.36%、55.44g/t、0.004% である。鉱石は亜鉛を 1% 未満含む鉛鉱石と、亜鉛を 1% 以上含む鉛・亜鉛鉱石の 2 つのタイプに分かれる。最大の鉱脈は鉛鉱石、鉛・亜鉛鉱石からなり、残りの 2 つの鉱脈は鉛・亜鉛鉱石タイプである。鉛鉱石に鉛の 30%、亜鉛の 6%、銀の 28%、カドミウムの 8% が集中しており、その含有率は 7.6%、0.37%、58.6g/t、16.3g/t である。この鉱床は株式会社「ゴレヴォ選鉱コンビナート」が運営しており（1978 年から）鉛精鉱、鉛・亜鉛精鉱を生産している。

## Ⅲ. 研究機関

### 1. 鉄鋼関連

#### ①バイコフ記念冶金学・材料学研究所 (IMET)

本研究所は鉄鋼、非鉄金属、希少金属及びこれらをベースとする有望材料の物理化学と技術分野における大規模な基礎的問題の解決を目的として 1938 年に設立され、国家科学技術プログラムに従って有望材料の開発、超伝導体製造技術、冶金プロセス環境学の分野で研究を行うとともに、研究事業の調整を担当している。研究所では鉄鋼、非鉄金属、希少金属、合金の物理化学及び製造プロセス技術、新構造鋼・合金開発の物理化学的基礎といった冶金学の伝統的な問題だけでなく、金属間化合物、単結晶、アモルファス・微結晶構造材料、複合材料、粉末及びその成形法、被覆処理などの研究開発にも取り組んでいる。

#### 新技術・新材料分野のいくつかの有望研究分野

**構造用材料** 高い強度と特殊な物理化学特性が組み合わされた新タイプの鋼の開発に関する理論的基礎が研究されている。高いプロセス特性を持ち経済的に有利な次のような鋼の開発が進められている。

- ・動的負荷の作用条件下での耐久性を持つ熱処理可能な超高強度中合金鋼
- ・窒素を「超平衡」的に含有するマルテンサイト系及びオーステナイト系鋼
- ・硫化水素ガスや炭酸ガスなどの腐食環境中で耐久性を持つ低合金鋼
- ・大形構造用の高強度非磁性ステンレス鋼
- ・ニッケルクロム基、クロムマンガン基、ニッケルマンガン基オーステナイトエージング鋼
- ・炭素鋼あるいは低合金鋼と同等の腐食電位を持つオーステナイト高強度鋼
- ・弾性要素用の超高強度安定オーステナイト鋼
- ・中性子線によって誘導された放射能が急速に低下する性質を持つ高安定性のオーステナイト耐熱鋼

**高温金属間化合物** 既存「超合金」よりもさらに高温下で使用可能な金属間化合物をベースとする軽量 ( $3.6\sim 3.7\text{g/cm}^3$ ) で耐熱強度と耐熱耐久性の高い新タイプの材料の開発に関する理論的基礎が次の方向で研究されている。

- ・状態図の作成
- ・原子配列、電子構造
- ・構造強化と相強化

次のような金属間化合物をベースとする宇宙航空機器・エネルギー機器用材料の製造技術開発に関する応用研究が行われている。

- ・アルミニウム化ニッケル ( $\text{Ni}_3\text{Al}$ ,  $\text{NiAl}$ )、アルミニウム化チタン ( $\text{Ti}_3\text{Al}$ ,  $\text{TiAl}$ )、

アルミニウム化ニオブウム ( $Nb_3Al$ ,  $NbAl$ )

以上の他に次のような開発や研究方向がある。

- ・被覆処理を行い、プラズマ化学反応の進行と被覆材の急速焼入れ硬化の結果により出発材料と異なる物理化学特性を持つ材料を得るためのプラズマ法及びイオンプラズマ法が開発されている。
- ・高温超伝導材料に関する技術開発
- ・凝固時における合金のバルクアモルファス化現象の利用も含め、新たなアモルファス材料とナノ結晶材料に関する理論研究とラボ試験が進められている。
- ・新複合材料の創出に関する理論的基礎が研究されている。
- ・宇宙航空機器用、機械製造用、エネルギー機器製造用の液相-固相共存による新たな KM 成分製造技術を開発するため、その応用研究が行われている。
- ・高分散性・超高分散性粉末のプラズマ化学的・冶金化学的製造法が開発されている。
- ・宇宙船上及び磁場内での単結晶成長法の利用によるマイクロエレクトロニクス用半導体材料の創出を目的とする理論研究と応用研究。

## 科学技術協力のために提案されている開発対象

### 新技術分野

- ・気体酸素精錬法による高合金鋼製造技術
- ・スクラップを 30~100% 利用する転炉製錬技術
- ・電気製鋼用及び連続铸造用の新組成スラグ
- ・連続铸造時の鋼のフロー真空処理
- ・分散性の鉱石原料及び産業廃棄物からの金属のプラズマ液相還元
- ・低リンマンガンフェロアロイ製造技術
- ・プラズマ冶金技術（プラズマ還元製錬、再生及び合金元素添加のための再溶解、廃棄物処理）
- ・銅からの鉄・炭素溶湯精錬法
- ・冶金製造過程で熔融金属の実際温度を測定するための新型高温計
- ・起泡した槽内でのバブリング精錬によるシリケート酸化物原料からの亜鉛、スズ及び鉛の抽出法
- ・多金属硫化銅・硫化ニッケル原料からのニッケル、銅及びプラチナ族金属混合精鉱の直接製造法
- ・電子部品スクラップ、超伝導ケーブル、触媒及び化学工業、石油・天然ガス産業廃棄物からの非鉄金属、希少金属及びプラチナ族金属の回収・抽出
- ・酸化ニッケル貧鉱及び海底ニッケル団塊の処理技術

- ・製鋼用銑鉄からの高品質の鉄・鋼低合金粉末の製造技術
- ・化学的に活性なプラズマ中におけるプラズマ水素還元・合成法及び特殊特性を持つ粉末の製造法
- ・単結晶を含む高純度の難溶解性金属及び希少金属の研究・製造法
- ・スカンジウムを含む高純度希土類金属の製造法
- ・難溶解性金属（W, Mo, Re, Ta）大形単結晶の製造法
- ・無重量条件下での磁場を利用した熔融物補給法による均質単結晶（アンチモン化インジウム、ビスマス・アンチモン・ケイ素のテルル化物・セレン化物固溶体）成長法
- ・多孔性グラファイト・セラミックスカーカスをベースとする金属含浸複合機能材料（摩擦部品、集電部品）の製造法
- ・金属及びその化合物（炭化物、窒化物、シアン化物）の超高分散性粉末の製造法
- ・微細分散性粉末材料からの射出成形法による製品製造法
- ・コンピューターモデル化に基づく複合材料の強度特性予測方法
- ・プラズマスパッタリングによる複合材料製造技術
- ・電磁放射遮蔽用のアモルファス難磁性被覆製造技術
- ・ガスタービンエンジンの羽根への耐熱被覆処理技術
- ・ガラス・金属・セラミックスへの装飾用イオンプラズマ被覆処理技術
- ・幅広い機能用途を持つ被覆のマグネトロンスパッタリング用複合ターゲット
- ・各種材料のレーザー処理法
- ・金属材料の低エネルギーイオン処理技術
- ・難成形性金属の電気刺激圧延（electrostimulated rolling）
- ・水素貯蔵材料製造技術
- ・化学的相互作用を持たない複数材料による高接着強度の被覆形成技術
- ・切削工具及び医療用具用の熱力学的に不安定な化合物、ダイヤモンド様薄膜及びアモルファス薄膜の合成法
- ・結晶学的な方位を与えられた高耐摩耗性多層 TiN-Ti 被覆処理法
- ・軽元素分析用の回折格子式マイクロアナライザー

## 新金属材料分野

- ・粉末冶金法によって熔融物からの急速結晶化を利用して得られるアルミニウム基耐熱合金
- ・混練法によって得られる「アルミニウム合金－炭化ケイ素粒子」タイプの複合材料

- ・鉄、銅、ニッケル、コバルト、タングステン、モリブデン、シアン化チタン、酸化アルミニウム、ジルコン、チタン等の粉末（超高分散性粉末、複合粉末、球状粉末を含む）及びその適用方法
- ・ホウ素繊維で強化された金属ポリマーマトリックスを持つハイブリッド複合材料
- ・食品工業・製薬工業で使われる触媒用及び水素精製フィルター用のプラチナ族金属をベースとする材料
- ・高温水素・窒素含有環境中で安定した高触媒活性を持つタングステン・レニウム合金及びモリブデン・レニウム合金
- ・磁石、ノンフロン冷却装置等を用途とする希土類元素をベースとする合金・化合物
- ・高純度・単結晶で難溶解性の貴金属及び希土類金属
- ・水素に対してのみ選択透過性を持つパラジウム合金
- ・成形性アルミニウム合金
- ・希土類元素（Scを含む）を含有する低密度マグネシウム合金並びにリチウムを含有する低密度アルミニウム合金及び低密度マグネシウム合金
- ・チタン基減衰合金
- ・金属間化合物をベースとする耐熱強度・耐熱耐久性の高い金属
- ・温度 1000～2400℃において高い比強度を持つ真空処理された高耐熱性タングステン粉末合金
- ・耐熱性分散強化ニオブ合金
- ・高い耐酸化性と高い比強度を持つニオブ・チタン・アルミニウム合金
- ・宇宙航空機器用の高強度ナノ結晶材料
- ・形状記憶効果を持つアモルファス結晶合金
- ・食品工業用のニッケル基耐摩耗性・耐食性合金
- ・高い耐食性と機械強度を持つ非磁性鋼
- ・窒素マルテンサイト構造を持つ高強度構造鋼
- ・鉄-クロム-コバルト系をベースとする永久磁石用高強度合金
- ・センサー用の軟磁性アモルファス材料
- ・ビデオヘッドの磁心用新合金
- ・ガスタービン航空機エンジンその他の装置の羽根のプラズマ多層保護被覆用材料

## ②バルジン記念中央鉄鋼研究所

本研究所は鉄鋼業に関する中心的な研究所である。研究所の機構には大規模研究センターや研究所が複数含まれている。

### バルジン記念中央研究所試験センター「メタルテスト」

#### 事業分野

- ・鉄鋼生産用原料・材料（鉱石、鉄鋼、非鉄金属、合金、圧延材及びこれらによる製品）の基準書要求事項との適合性を判断するための化学組成の判定、試験及び分析（認証や仲裁手続を目的とする場合もある。）
- ・鉄鋼、非鉄金属、ガラス、クリスタル、プラスチックを材料とする食器、装飾品、食卓用具、台所用品、生活用品、容器の基準書要求事項との適合性試験（認証を目的とする場合もある。）
- ・環境対象物（工業地区や作業場の空気、天然水、排水、土壌、降水、浄化施設のスライム）の分析
- ・鉄鋼部門の度量衡管理に関する中心機関として鉄鋼部門の試験・実験企業における計測業務状況についてのアセスメント（部門別認定）を行っている。
- ・鋼、合金、銑鉄その他の鉄鋼生産用材料から作られる金属製品の検査方法ならびに生産の過程における金属製品検査方法の標準化に関する業務

## ③冶金学研究所（NIIM）

#### 生産品

- ・各種のフェロアロイ、接種剤、母合金
- ・新フェロアロイのテストロット
- ・金属製品のテストロット
- ・難成形性高合金鋼製を含む各種用途の条鋼
- ・非鉄金属・鉄鋼スクラップの再溶解と加工

**実用試験業務の拠点施設** 冶金学研究所にはフェロアロイ工場、実用試験冶金区域、圧延工場が含まれている。

- ・フェロアロイ工場－市場向けの製品（フェロアロイ、接種剤、母合金）を生産している。工場は出力 1～5MVA のフェロアロイアーク炉 3 基とるつぼ容量 500kg の誘導炉を備えている。
- ・実用試験冶金区域－一連の溶解炉（アーク炉、誘導炉、真空アーク炉、真空誘導炉）を備えている。
- ・圧延工場－条鋼生産用の圧延機と鋼帯冷間圧延用の圧延機を備えている。

## 研究分野

- ・鉄鋼、非鉄金属、これらの製品及びその生産用原料の特性
- ・金属・合金の微細構造、及び微細構造と物理的・機械的特性の関係性
- ・新たな冶金プロセスの理論的基礎

## 開発分野

- ・新種フェロアロイ
- ・熱延合金及び冷延合金の鋼板・条鋼生産技術
- ・機械製造用の経済性の高い合金鋼（切削加工性が高いもの、冷間型鍛造用のもの）
- ・ニッケルを含有しないステンレス鋼・合金、合金元素が微量添加された高加工性鋼、耐摩耗性銑鉄
- ・必要な元素の抽出を目的とする原料（廃棄物を含む）の湿式冶金処理技術
- ・合金鋼・高合金鋼の電気溶解・造塊技術
- ・高品質合金鋼・合金の溶解・炉外処理用設備
- ・新冶金技術・新材料の開発に関する理論的基礎
- ・材料の構造・組織状態の新たな制御方法

## ④特殊冶金実験所（有限会社 LASMET）

本格的な研究作業を行うことができる設備を備えている（溶解炉、熱処理炉、実用試験用圧延機、試料の機械特性試験用及び金属微細構造分析用設備）。

## 主な研究分野

- ・難成形性ニッケル基耐熱合金（高い特性を実現しうる最適微量組成と各種技術案）
- ・原子力発電用、宇宙航空産業用、マイクロエレクトロニクス用のニッケル基及び鉄ニッケル基の超高純度鋼・合金の製錬
- ・真空誘導溶解による窒素含有鋼・合金製造技術
- ・非金属介在物の最適化と制御——脱酸・造塊技術（有限モデル法による）
- ・真空アーク溶解及び真空誘導溶解自動制御システム
- ・金属熱処理の最適条件
- ・真空アーク再溶解に関するいくつかの開発
- ・真空誘導炉による製錬の場合におけるニッケル合金微量組成の最適化
- ・超高純度鋼・耐熱合金の効率的製造技術
- ・鋼の脱酸・結晶化の際に生成する非金属介在物の最適化と制御

- ・ロシア全体及びウラル地域における製鋼部門の現状と発展の見通し

## ⑤ロシア科学アカデミーウラル支部冶金学研究所

### 主な研究分野

- ・ 溶融金属、溶融酸化物及び固溶体の構造と物理化学組成の研究、物質凝縮状態理論の開発
- ・ 冶金反応の熱力学、動特性及び反応機構の研究
- ・ 多金属鉱物原料及び産業廃棄物総合利用の科学的・技術的・経済的根拠の検討及び環境問題の解決
- ・ 金属、合金、金属粉末、複合材料及び被覆の乾式冶金法、湿式冶金法及び気相法に関する基礎理論の開発

### 新技術

- ・ 高炉の熱状態のクローズド制御法
- ・ VTS-07 型機械の AVIAZh ヘッドブッシュ製造技術
- ・ 軟磁性粉末の製造技術
- ・ 最小限の客土投入による尾鉱貯蔵場の土壌回復技術
- ・ 黄銅鉱床の非採算分散鉱石の選鉱技術
- ・ 組積を持つ傾斜チャンバによる鉱山開発法
- ・ 粉末混合物中における取付具その他の小形鉄鋼製品の少廃棄物熱拡散亜鉛メッキ処理技術
- ・ 溶融塩電解によるモリブデン製品製造技術
- ・ 非鉄金属及び貴金属鑄造用の高精度石膏型・中子製造技術
- ・ 採鉱業・貴金属採鉱企業の廃棄場土壌回復・貧鉱選鉱技術とその装置
- ・ 耐火ボーキサイトの利用による耐亀裂性コランダムセラミックス及び研磨剤製造技術
- ・ コンベア下部空間へのこぼれ落ちを減少させるための装置
- ・ ノズルに凹部のないボックスフィーダー
- ・ コンテナ配管式空気圧送
- ・ 高温及び低温材料輸送用のベルトバケットエレベーター
- ・ 鉄溶融亜鉛メッキ工程から出る亜鉛廃棄物の処理法
- ・ チタン合金その他の材料からの直径 100 ナノメートル以下の微細繊維製造技術
- ・ 腐食性溶融金属用の磁性流体ポンプ
- ・ 金属材料からの空気環境中での製品焼入れ技術



- ・石灰焼成技術
- ・石炭の液体燃料・電力への加工・変換
- ・発塵性材料用のパイプベルトコンベヤ
- ・スラグアルカリセメント及びコンクリート
- ・アルミニウム、チタン、タンタル及びタングステンと鉄とのハーメティック化合物製造技術
- ・破碎選鉱機による廃棄平炉スラグ処理技術
- ・金属スラグの空気選別技術
- ・スラグ鍋の無衝撃式クリーニング
- ・小容量の装置から出る熔融スラグの処理設備と処理技術
- ・金属スラグを材料とする研磨剤製造法
- ・ステンレス鋼ストリップ表面の電気化学的浄化
- ・アルカリ性排水からの非鉄重金属除去
- ・アルミナ生産設備から出るスライムからのスカンジウム抽出技術
- ・コンクリート用多孔質骨材製造技術
- ・鋼のカロライジング
- ・タングステンからの単結晶製品電解製造法
- ・熔融塩中における鋼製部品のゼロエミッション・ボロナイジング技術
- ・金属繊維製造技術
- ・二次耐火物からの高品質耐火製品製造
- ・鉛、鉛・アンチモン合金及び鉛含有母合金の製造を目的とする蓄電池鉛スクラップの処理技術と装置
- ・金属アルミニウム及びその合金の製造を目的とするアルミニウムスクラップの処理技術と装置

## 2. 非鉄金属関連

### ①ギプロニッケル研究所

冶金分野ではロシア最大級の科学・設計研究所である。この研究所の設計や開発成果にもとづいて、ニッケル・コバルト分野の工場、アルミニウム工業採鉱企業、タングステン・モリブデン工業企業、水銀・アンチモン工業施設など、非鉄金属分野の 80 を超える工場、施設が建設された。

**事業内容** 公開型株式会社「ギプロニッケル研究所」は冶金分野ではロシア最大級の科学・設計研究所で、公開型株式会社「GMK ノリリスク・ニッケル」の研究設計部門である。研究所の主たる顧客は採鉱冶金コンビナート、採鉱選鉱

コンビナート、化学冶金、化学企業、焼結工場などの冶金・化学工業部門の企業である。そのほか、研究所では建設、自然保護、機械製作関連組織の発注も受けている。顧客、取引先には米国、南アフリカ、ドイツ、ノルウェー、オーストラリア、フィンランド、中国、モンゴル、その他の外国企業も含まれている。

**組織構成** 研究所は、設計部門、科学技術部門の主要二部門で構成されている。設計部門では、10の技術セクション、ひとつの保守セクションで、24人の設計チーフエンジニアを含む約300人のスタッフが働いている。科学技術部門のスタッフは190人で、彼らは10の科学ラボ、5つのセクションに配属されている。

**科学技術部門・鉱山事業** 科学技術部門の中で鉱山事業に携わる主要セクションは採鉱ラボと原料地質技術研究ラボである。採鉱ラボのスタッフは新しい鉱山技術、機器の理論研究、開発に従事している。原料地質技術研究ラボの主要な成果として挙げられるのは、鉱物組成を含む物的組成、鉱物原料の対照特性の研究とそれに基づいた非鉄金属及び貴金属原料の選鉱方法開発、合理化技術、選鉱性指標、現有工場技術の分析、改良、技術工程の最適化、アルゴリズム開発である。

## ②国立科学センター「ギンツヴェトメト」

ロシア連邦国立科学センター「ギンツヴェトメト」は、非鉄金属及びそれに付随する貴金属などの金属に関する冶金工業の科学技術基盤の確立、新しい高性能技術・機器の開発を目指す基礎研究、探査、応用研究を実施している、非鉄金属分野で唯一の、基礎研究、総合的、多面的研究所である。

**目的** 非鉄金属、貴金属生産のための選鉱、原料精製に使用する革新的技術・設備の開発。原料の乾式・湿式冶金処理、溶液からの金属抽出（吸着、抽出(extraction)、交換膜技術）工程の研究。環境保護技術の開発（廃水浄化、廃ガス浄化、固体廃棄物の再利用・処理）。様々な製品の分析方法の開発、非鉄金属関連原料、生産物、工業製品の認証。

**活動** センターが開発する新技術は、基礎研究の成果、関連部門の技術開発（高エネルギー物理学、化学、電子工学）、軍民転換の結果利用可能になった汎用技術等に基づいている。センターは、二酸化硫黄除去ガス浄化試験装置、ビスマス、テルル、アンチモン、セレンウムベースの合金合成装置、高純度金属製造

用帯域精製装置、プラズマ生成媒体帯域可変式小型プラズマアーク溶解炉など、国家的価値のある 28 のユニークな設備を有している。センターでは冶金工業プロセス、原料、中間生成物、最終生成物の新しい調査、分析管理方法の開発が行われている。冶金分野における品質保証、標準化、認証システムの開発と運用も重要な意味を持ち、実際的な成果をもたらしている。

**戦略** 「ギンツヴェトメト」は、非鉄重金属、アルミニウム及びそれに付随する金属に関する冶金工業の科学技術基盤の確立、新しい高性能技術・機器の開発を目指す基礎研究、探査、応用研究を実施している、非鉄金属分野で現在唯一の基礎研究、総合的、多面的研究所である。センターの目下の戦略は、ロシア及び外国の非鉄金属主要生産企業との相互協力をベースとするものである。すなわち、センターが契約に基づいて様々な業務を提供している公開型株式会社「コラ採鉱・冶金企業」、Euromin 社、公開型株式会社"SUAL"、公開型株式会社「採鉱・冶金企業「ノリリスク・メタル」」、採鉱・選鉱工場、冶金工場との協力事業であり、またノランダ（カナダ）、エニ（イタリア）、インコ（カナダ）、オウトクンプ（フィンランド）、BRIGMM（中国）、ジャムシェドプル国家冶金研究所（インド）、合弁企業「エルデネット」（モンゴル）との協力である。

**業績** 流動層で非鉄金属の様々な金属を焙焼する技術及び設備を世界で最初に開発した。流動層（KS）商業炉は 1951 年に「エレクトロツィンク」工場で亜鉛精鉱焙焼用に導入された。KS 工程は、非鉄金属分野のみならず化学、建設分野にも技術革命をもたらした。60 年代初めから世界中の改造または新築される亜鉛湿式冶金工場では専らこの技術が採用されてきた。50 年代終わりから 60 年代初めにかけて、アルマリク精銅工場（ウズベキスタン）で、国内最初の自溶酸素トーチ精錬技術・設備が開発・導入され、ソ連内での自溶技術の普及発展につながった。今日ではロシアの 80%以上の銅が様々な自溶技術を用いて生産されている。70 年代の終わりにはノリリスク採鉱企業のナデジディンスク冶金工場に他に類を見ない独自の磁流鉄鋼精鉱のオートクレーブ加工技術が開発・導入され、環境保護状況が著しく改善された。集塵、ガス浄化技術に関連する一連の研究が行われ機器が開発された。ノリリスク GMK の銅工場、ギンツヴェトメトが開発し、製品遊離硫黄製造を伴うヴァニョコフ炉での天然ガスによる SO<sub>2</sub> 直接高温還元工程技術が、世界で初めて実地に採用された。

### ③公開型株式会社「SibVAMI」

公開型株式会社「SibVAMI」の前身は VAMI 研究所イルクーツク支部である。

SibVAMI は、SUAL、RUSAL 両社に属する企業、公開型株式会社 VAMI、ロシア科学アカデミーウラル支部冶金研究所、ロシア科学アカデミーシベリア支部地質化学研究所、国際エコロジー生命保護科学アカデミー (IAELPS) などの国内外の企業、機関と長年にわたって生産、研究創造上の協力関係を築いている。この研究所には 5 つの研究ラボ、15 の設計セクション、パテントライセンス及び発明セクションがある。また、技術文書書庫、科学技術文献、パテント集、参考資料電子システムといった膨大な資料・情報データを保有している。