

「超電力使用削減低品位銅電解精製プロセス技術開発」 研究開発プロジェクトの概要

平成30年2月28日

資源エネルギー庁資源・燃料部

鉱物資源課

目次

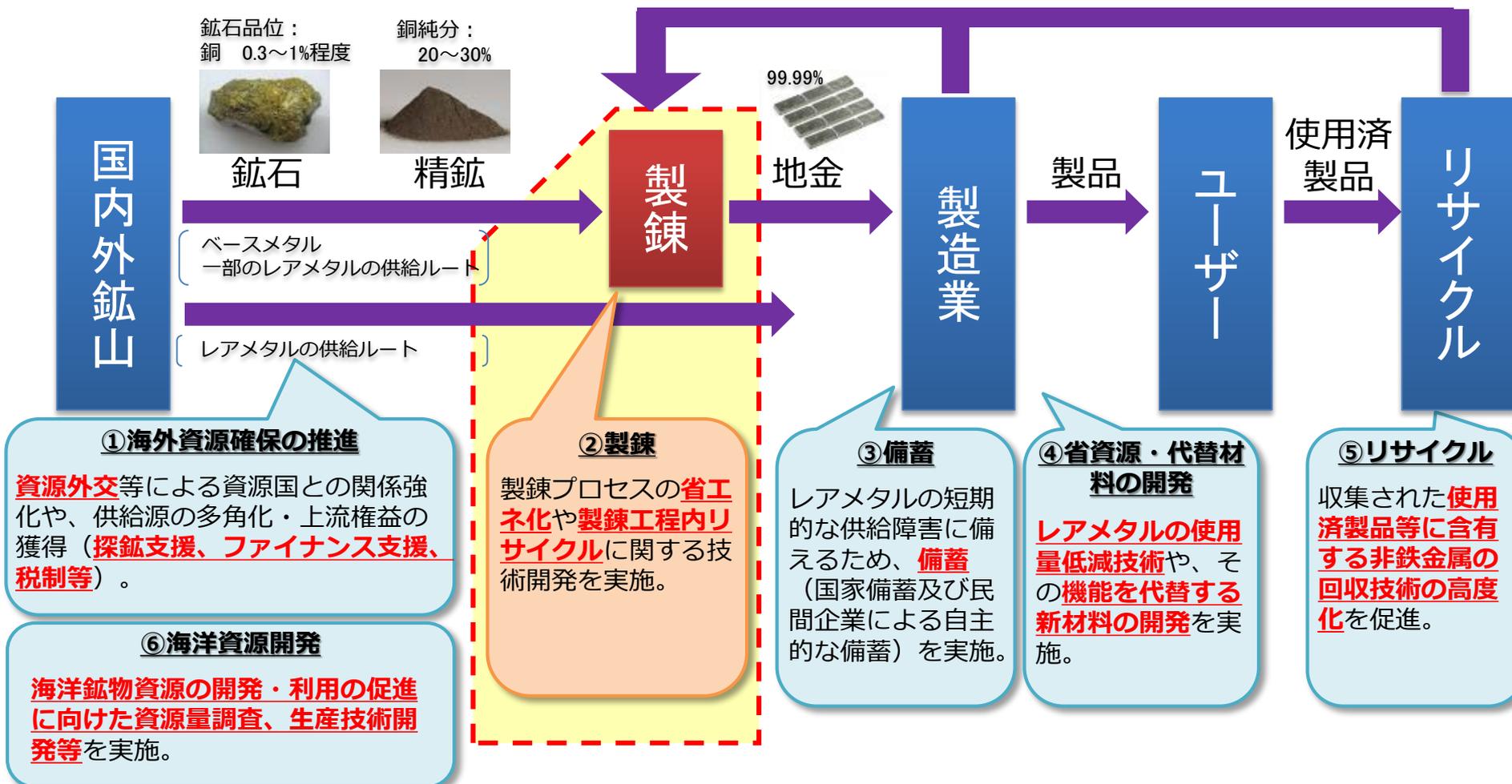
1. 事業の概要
2. 事業アウトカム
3. 事業アウトプット
4. 当省(国)が実施することの必要性
5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ
6. 研究開発の実施・マネジメント体制等
7. 費用対効果
8. 外部有識者の評価等
9. 提言及び対処方針

1. 事業の概要

概 要	銅製錬業は、銅の電解工程において高い電力量を必要とするエネルギー多消費型産業であることから、今後、エネルギー源のシフトにより電力料金が引き上げられた場合は、国内での操業の維持が困難となり得ることが想定される。また、銅製錬の原料事情は、鉱石の低品位化や不純物の増加、リサイクル材の処理量増加により、不純物の供用量が増加傾向にある。このため、プロジェクトの目的としては、鉱石の低品位化・不純物の増加やリサイクル材の処理量の増加により、将来予想される粗銅の低品位化や不純物の増加に対応しつつ、電解工程における電解精製法の適用可能範囲の把握・拡大等を図り、電力を中心とする生産コストの低減に繋がるプロセスを開発し、電解工程での電力使用量の大幅な低減を図る。
実施期間	平成25年度～平成28年度（4年間）
実施形態	国からの直執行 （独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構への委託事業）
予算総額	7.44億円 （平成25年度：1.19億円 平成26年度：2.00億円 平成27年度：2.45億円 平成28年度補正：1.80億円）
実施者	独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構
プロジェクトリーダー	神谷 太郎 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 金属資源技術部 生産技術課課長

鉱物資源政策の全体像

- 鉱物資源の安定供給を確保するため、鉱種ごとの実態を踏まえ、関係機関と連携し、①海外資源確保の推進、②製錬、③備蓄、④省資源・代替材料の開発、⑤リサイクル、⑥海洋資源開発を総合的に実施。



鉱物資源政策関連予算等の全体像

地質構造調査・解析・提供

地質調査・基礎探鉱

- 希少金属資源開発推進基盤整備事業
【一般】 3.8億円（4.0億円）
- 鉱物資源開発の推進のための探査等事業委託費
【特会】 20.0億円（20.0億円）

探 鉱

JOGMEC

出資・融資・債務保証
（財政投融资計画（産業投資））

平成30年度：313.0億円
（自己資金158.0億円を含む）

（平成29年度：268.0億円
（自己資金128.0億円を含む））

- ・探鉱段階における企業への出資・融資
- ・開発段階における企業への出資・債務保証

JBIC融資
NEXI保険

開 発・生 産

製 錬

利 用

リサイクル

レアメタル備蓄

- 希少金属備蓄対策事業
【一般】 3.8億円（4.3億円）

リサイクル・製錬技術等

- 銅原料からの不純物低減技術開発
【一般】 1.4億円（1.0億円）
- 高効率な資源循環システムを構築するためのリサイクル技術の研究開発事業
【特会】 6.0億円（5.0億円）

資源国との関係強化等

- 国際非鉄金属研究会分担金 【一般】 0.1億円（0.1億円）
- （独）石油天然ガス・金属鉱物資源機構運営費交付金 【一般】 36.9億円（36.8億円）

海洋鉱物資源開発

- 海底熱水鉱床探鉱技術開発等調査事業 【一般】 5.6億円（5.0億円）
- 洋鉱物資源開発に向けた資源量評価・生産技術等調査事業委託費
【特会】 87.0億円（108.0億円）

<凡例>

- 【一般】・・・一般会計
- 【特会】・・・エネルギー対策特別会計

<予算額の表示>

30年度予算案額（29年度当初予算額）

税制（減耗控除制度、海外投資等損失準備制度、軽油引取税）

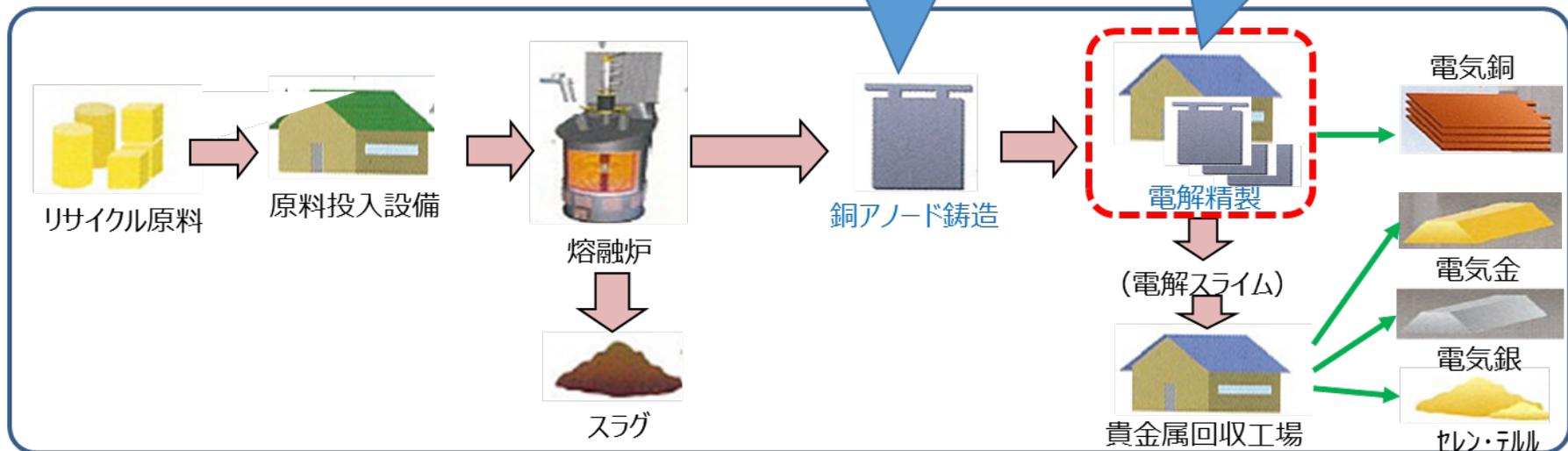
本事業の目的及び目標値

■ アノード鑄造技術の開発

- ・ 強度
- ・ 不純物の除去

■ アノードの電解技術開発

- ・ 電解方法
- ・ 電解液の組成 など



- ・電気銅の国内生産量は年間約150万トン。
- ・スクラップ等のリサイクル原料から生産される銅地金の割合は約1～2割。
- ・不純物の多いリサイクル原料を主体とした銅の精製では、80～90%純度の粗銅が発生するため、不動態化などの影響により電解精製法による電気銅回収が困難。
- ・精鉱を主体とした銅製錬においても、精鉱中の不純物の増加やリサイクル原料比率の増加により、電解精製時に銅アノードの不動態化が起こる可能性有り。
- ・そこで、粗銅の銅品位が低く、不純物が多い場合でも電解精製が可能な技術の開発を行う。

2. 事業アウトカム

事業アウトカム指標 (妥当性・設定理由・根拠等)	目標値(計画)	達成状況 (実績値・達成度)
<p>【アウトカム指標】 リサイクル銅製錬の電解工程における電力使用量を低減させ、CO₂排出量を平成28年度までに9,422 t-CO₂/年削減する。</p>	<p>(事業開始時) リサイクル銅製錬におけるCO₂削減量8,360 t-CO₂/年</p>	<p>—</p>
<p>【アウトカム指標設定の根拠】 低品位・高不純物粗銅を扱っている例として、リサイクル原料を利用する銅製錬においては、粗銅の銅品位が低くなるため、電解採取法(※1)で電気銅を回収しているが、本技術開発では、電解精製法(※2)を可能にするための技術開発を行う。 電解採取法による電気銅回収の場合、電力原単位は2,200 kWh/t-Cu程度であるが、電解精製法では300 kWh/t-Cu程度である。従って、リサイクル原料を利用する銅製錬に電解精製法を適用することにより、1,900 kWh/t-Cuの電力使用量削減が可能となる。モデルケースとしてリサイクル原料による銅生産を9,000 t/年とすると、電力使用量の削減は1,900 kWh/t-Cu × 9,000 t/年 = 17,100 × 10³ kWh/年となり、CO₂排出削減係数を0.000551 t-CO₂/kWhとして、9,422 t-CO₂/年の削減効果がある。</p>	<p>(事業終了時) リサイクル銅製錬の電解工程における電力使用量を低減させ、CO₂排出量を平成28年度までに9,422t-CO₂/年削減する</p>	<p>達成 リサイクル原料を利用する銅製錬において、電力原単位300 kWh/t-Cuである電解精製法を適用するプロセスを開発し、目標を達成。</p>
	<p>(事業目的達成時) 銅のリサイクル製錬で生産されるCu品位80%前後の低品位銅アノードに適用可能な電解精製プロセスを導入し、CO₂排出量を削減する。</p>	<p>—</p>

※1 電解採取法とは、硫酸で化学的に溶解した銅イオンから電気分解によりカソードに銅を析出させる手法。この手法を用いた際の電力原単位は2,200kWh/t-Cu程度。

※2 電解精製法とは、乾式法で得られた粗銅をアノードとしてから直接電気化学的にカソードに銅を析出させる手法。この手法を用いた際の電力原単位は300kWh/t-Cu程度。

3. 事業アウトプット

事業アウトプット指標 (妥当性・設定理由・根拠等)	目標値(計画)	達成状況 (実績値・達成度)
<p>実施する研究テーマ数として4テーマをアウトプット指標として設定した。</p> <p>研究テーマの設定に当たっては、銅のリサイクル製錬で生産されるCu品位80%前後の低品位銅アノードに適用可能な電解精製プロセスの開発を検討したうえで、必要な個別技術開発要素を抽出した。</p> <p>(1)アノード casting 技術の開発及び電解精製技術の開発</p> <p>①低品位粗銅のアノード casting 技術の開発</p> <p>②低品位アノードの電解精製技術の開発</p> <p>(2)高濃度不純物を含有した銅アノードの電解精製に向けた基礎研究</p> <p>①高濃度不純物含有銅アノードの電解特性の調査</p> <p>②高濃度不純物含有銅アノードの力学特性ならびに casting 条件の調査</p>	(事業開始時) 5テーマ	—
	(事業終了時) 4テーマを実施し、不動態化発生までの時間168時間以上とする。	<p>達成</p> <p>4テーマを実施、不動態化発生までの時間168時間を達成した。</p> <p>なお、事業開始時には「新アノード技術の開発」をテーマとしていたが、効果が限定的であったため、平成27年度に開発を中止した。</p>

<共通指標実績>

論文発表数1件、学会発表件数19件。

<国民との科学・技術対話の実施などコミュニケーション活動>

- ・平成27年6月9日 平成27年度第1回JOGMEC金属資源セミナー
- ・平成29年8月29日 平成29年度第4回JOGMEC金属資源セミナー
- ・平成28年11月13～16日 Copper 2016

個別要素技術のアウトプット指標・目標値及び達成状況

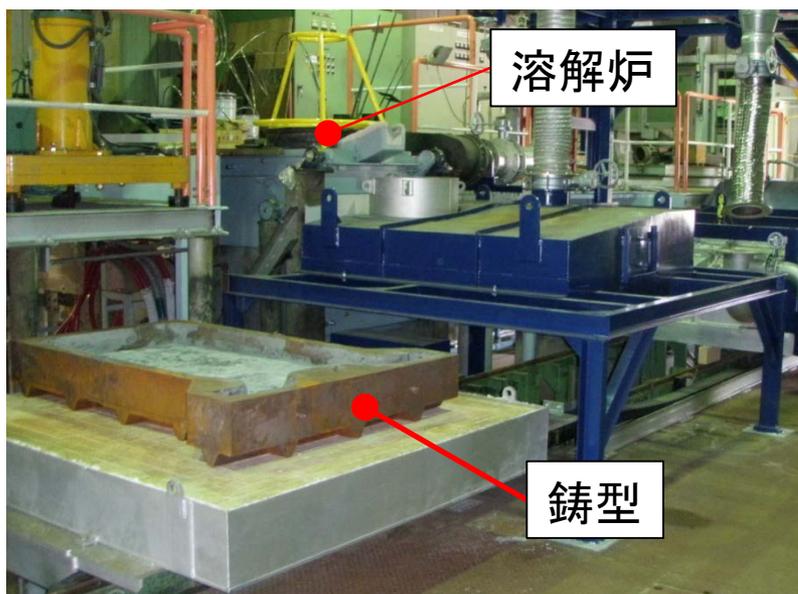
個別要素技術	アウトプット指標・目標値	達成状況(実績値・達成度)	原因分析(未達成の場合)
<p>(1)アノード鑄造技術の開発及び電解精製技術の開発</p> <p>①低品位粗銅のアノード鑄造技術の開発</p>	<p>低品位粗銅に対して、電解槽に懸垂可能な強度を持つアノード鑄造技術を検討する。</p> <p>また、不動態化防止のため、乾式法による低品位粗銅の精製についても検討を行う。</p> <div data-bbox="552 782 942 1293" style="text-align: center;">  <p>アノード</p> </div>	<p>基礎研究の結果、力学的特性及び不動態化防止の観点から、低品位粗銅からSbやPbを除去する必要があることが分かった。</p> <p>低品位粗銅から、炭酸ソーダを用いた酸化精製によりSbを除去し、酸化鉄-シリカフラックスを用いた酸化精製または真空精製によりPbを除去して得た酸化-還元粗銅アノードは、アノードとして実用規模に耐えうる強度を有するとともに、不動態化防止効果があった。</p>	<p>達成</p>

(1) アノード鑄造技術の開発及び電解精製技術の開発

① 低品位粗銅のアノード鑄造技術の開発

実規模試験(酸化精製)

<試験設備>



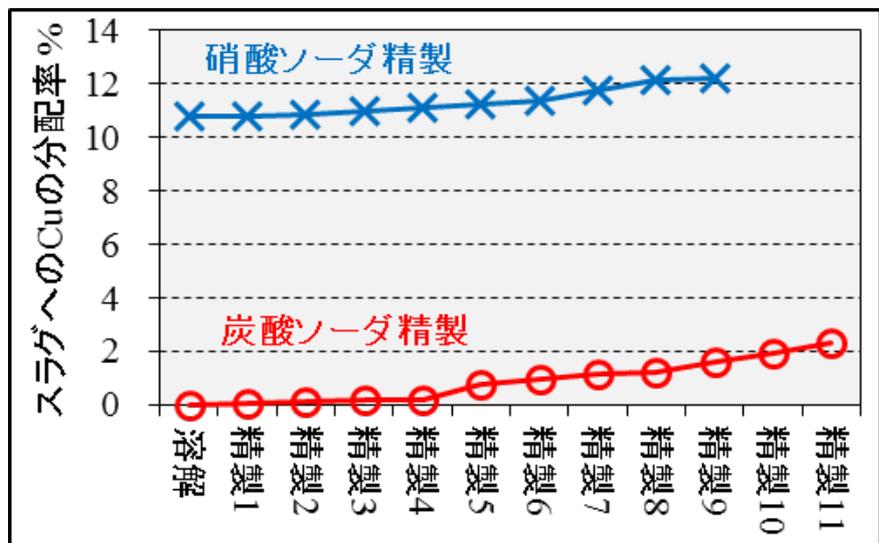
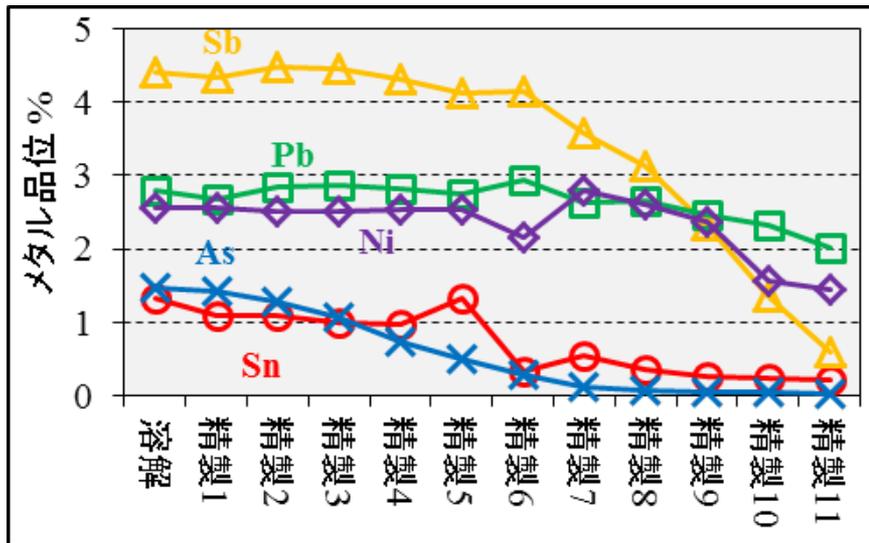
<試験条件>

溶解炉		300kg高周波誘導炉
溶解	原料	銅塊+銅粉 320kg
	添加剤	木炭
精製	反応温度	1300℃
	添加剤	炭酸ソーダ
	雰囲気	O ₂ ガス吹込み 15-30L/min.
	反応時間	20~45min.経過後、スラグ回収
還元	反応温度	1300℃
	添加剤	木炭
	反応時間	酸素ポテンシャル1000ppm低下後
鑄造	出湯温度	1200℃
	鑄型	FC鑄型(底面キャスト施工)
	離型剤	耐火モルタルMGM-15C
	予熱	鑄型温度約50℃
	酸化防止	なし
冷却		放冷

(1) アノード鑄造技術の開発及び電解精製技術の開発

① 低品位粗銅のアノード鑄造技術の開発

酸化精製の試験結果

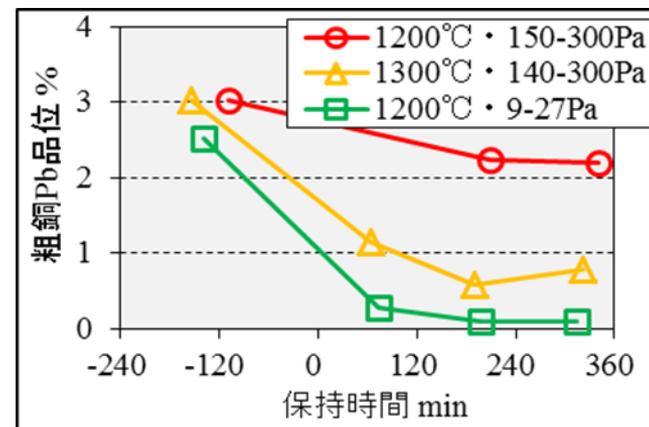
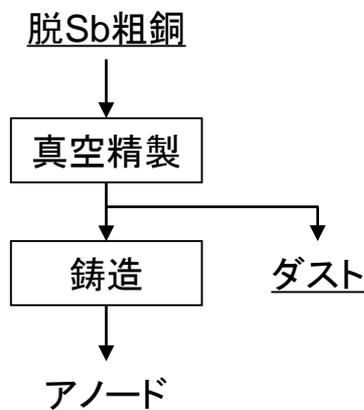


- ・炭酸ソーダによる精製でSb<1%が可能であるが、Pbの除去が進まない。
- ・炭酸ソーダによる精製は、硝酸ソーダによる精製よりも銅ロスが少ない。

(1) アノード製造技術の開発及び電解精製技術の開発

① 低品位粗銅のアノード製造技術の開発

真空精製



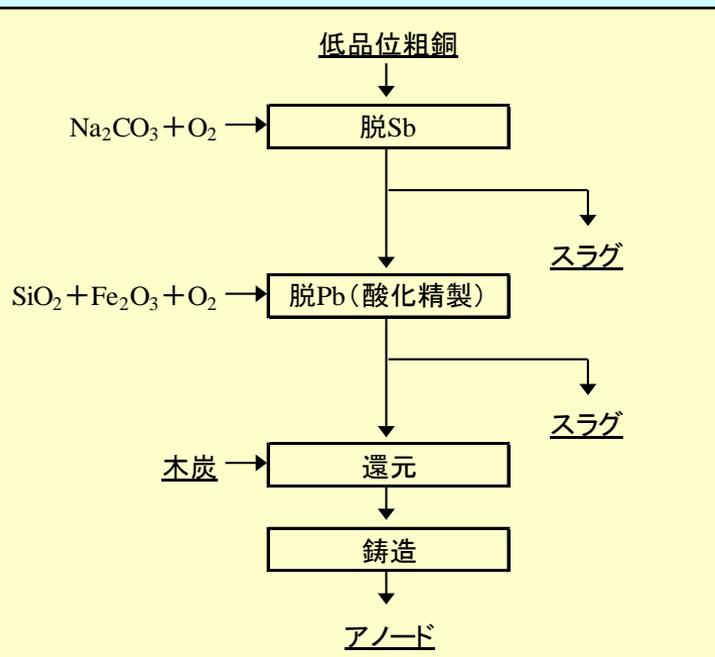
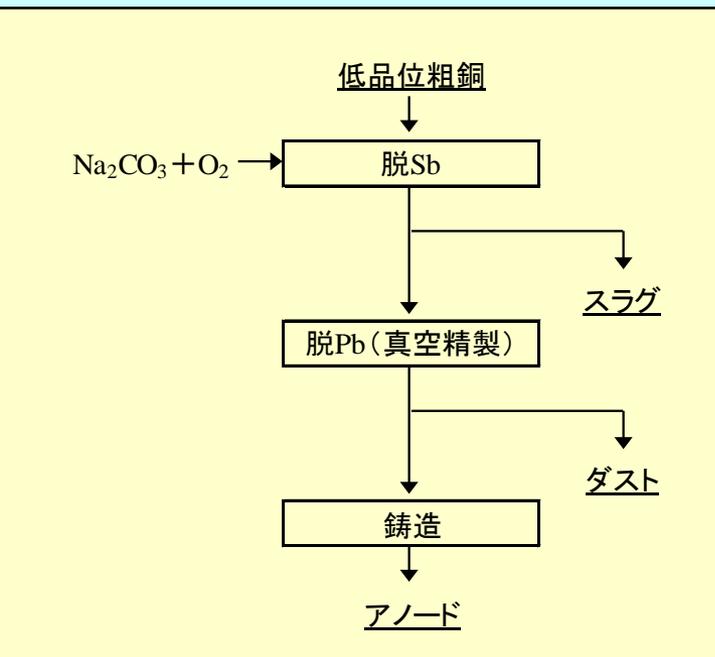
真空精製の溶解炉

溶解炉	100kg高周波誘導加熱式真空溶解炉
坩堝	カーボン
原料	脱Sb粗銅 100kg
反応温度	1200 or 1300°C
雰囲気	真空 10~300Pa
反応時間	300min

- ・ 温度や真空度が高いほどPb除去が進みやすい。
- ・ 試験での反応時間は120min程度が適当である。

(1) アノード鑄造技術の開発及び電解精製技術の開発

① 低品位粗銅のアノード鑄造技術の開発

		1. 酸化精製による脱Pb		2. 真空精製による脱Pb	
フロー					
Q	粗銅Pb,Sb品位	Pb 0.3%、Sb 0.5% (Pb 0.2%まで低減可)	△	Pb 0.2%、Sb 0.5%	○
	粗銅その他品位	As,Sn,Ni,S の除去が進む	○	As,Sn,Bi,S の除去が進む	○
	電解特性	168hrでは電圧上昇が見られる。	△	168hrでは電圧上昇見られず	○
C	薬剤コスト (電気銅換算)	13,685円/t	○	9,131円/t	○
	イニシャルコスト	649百万円	○	1,180百万円	×
D	Cuロス	5.9%	△	2.4%	○
総合評価		○		△	

個別要素技術のアウトプット指標・目標値及び達成状況

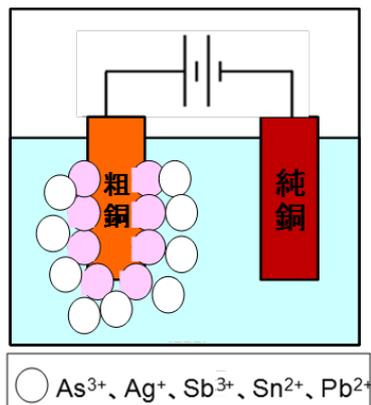
個別要素技術	アウトプット指標・目標値	達成状況(実績値・達成度)	原因分析 (未達成の場合)
<p>(1)アノード鑄造技術の開発及び電解精製技術の開発</p> <p>②低品位アノードの電解精製技術の開発</p>	<p>低品位アノードを用いた電解精製において、不働態化を抑制する技術を検討する。</p>	<p>Sb<1%、Pb<1%(好ましくは0.2%)とした酸化還元粗銅アノードを用いて、そのアノードに液流速5 m/sで電解液を吹き付け、その他電解条件を調整する事により、114時間の電解では、電解電力原単位<300 kWh/t-Cuで、LME (London Metal Exchange: ロンドン金属取引所)グレードの電気銅を得ることができた。また、168時間では、Seを除きLMEグレードの電気銅が得られた。</p>	<p>達成</p>

(1) アノード鑄造技術の開発及び電解精製技術の開発

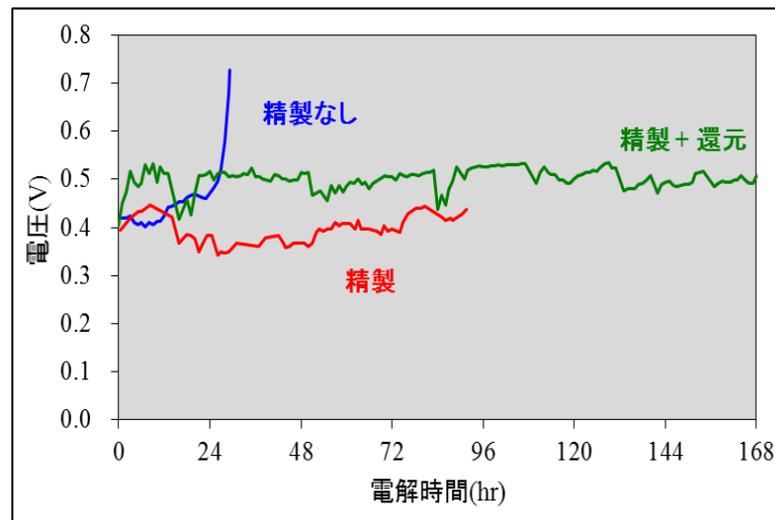
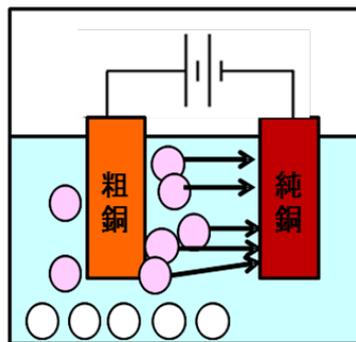
② 低品位アノードの電解精製技術の開発

低品位アノードを用いた電解精製では、電解中にアノード表面に不純物の皮膜が付着し、銅の溶出が阻害されるという問題がある。これが進行すると、アノード表面と皮膜の間の銅イオンが拡散することができなくなり、不動態化が発生し銅の溶解が停止する。

電解精製を構成する要素は、アノード、カソード、電解槽、電解液、電流の5点である。この全てを研究要素として、不動態化を抑制する技術を検討した。



不動態化概念図



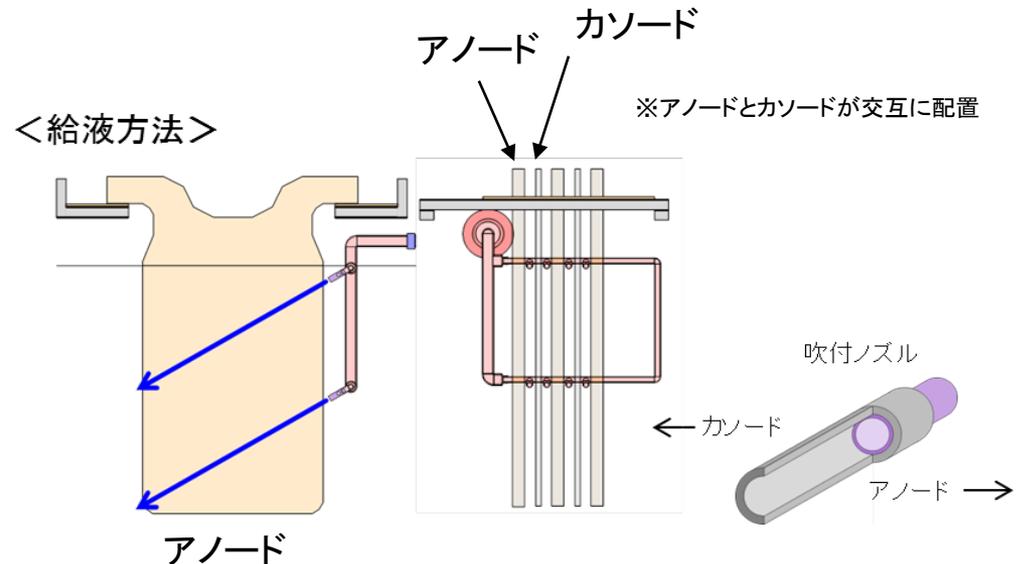
不動態化発生時の槽電圧の変化

(1) アノード鑄造技術の開発及び電解精製技術の開発

② 低品位アノードの電解精製技術の開発

<電解条件>

要因	条件
アノード	脱Sb・Pbした還元アノード Sb,Pb<1.0(好ましくはPb<0.2%) As・Sn・S<0.1%
電流密度	200A/m ²
電極間距離	160mm
給液方法	右図参照
液流速	5m/s (ノズル吐出口)
液温	70℃
液Cu	45g/L
液FA	180g/L
液Ni	<12g/L
液Cl	30mg/L
給液Ag	<0.1mg/L (濾過必要)
ゼラチン原単位	20kg/t-Cu
チオ尿素原単位	2.0kg/t-Cu
NaBr 原単位	3.4kg/t-Cu



カソードに液が直接吹き付けられないようにする。
電圧の上昇による電解液Ag濃度の上昇が見られるので、アノードPb<0.2%が好ましい。

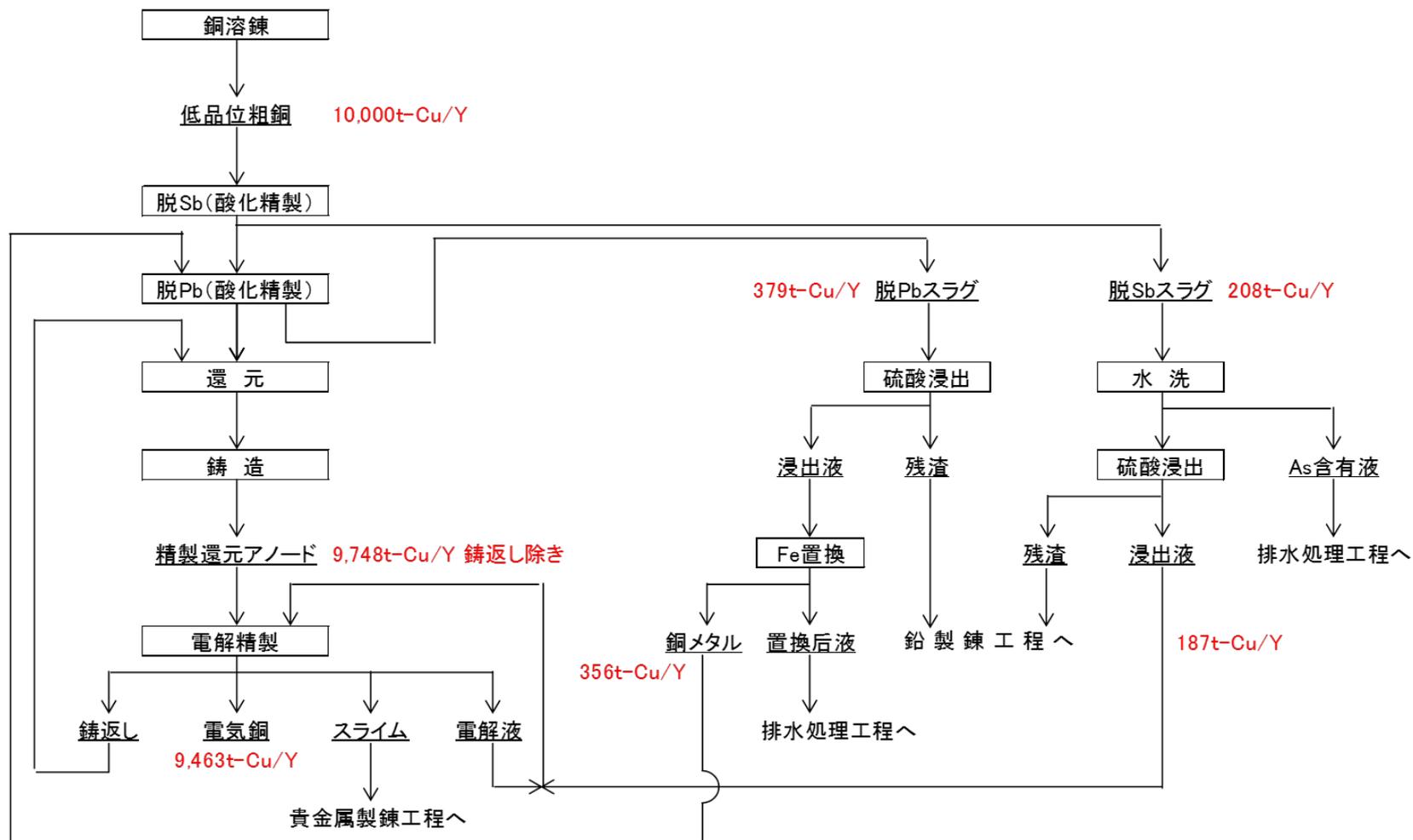
上記の電解条件により、114時間の電解では、電解電力原単位<300 kWh/t-Cuで、LMEグレードの電気銅を得ることができた。また、168時間では、Seを除きLMEグレードの電気銅が得られた(分析値はバルクサンプルの平均値)。

(1) アノード製造技術の開発及び電解精製技術の開発

③ 経済性評価の実施及び全体プロセスの確立

経済性評価(主要原単位)

酸化精製による脱Pbプロセスでは、Cu回収率は94.6%。

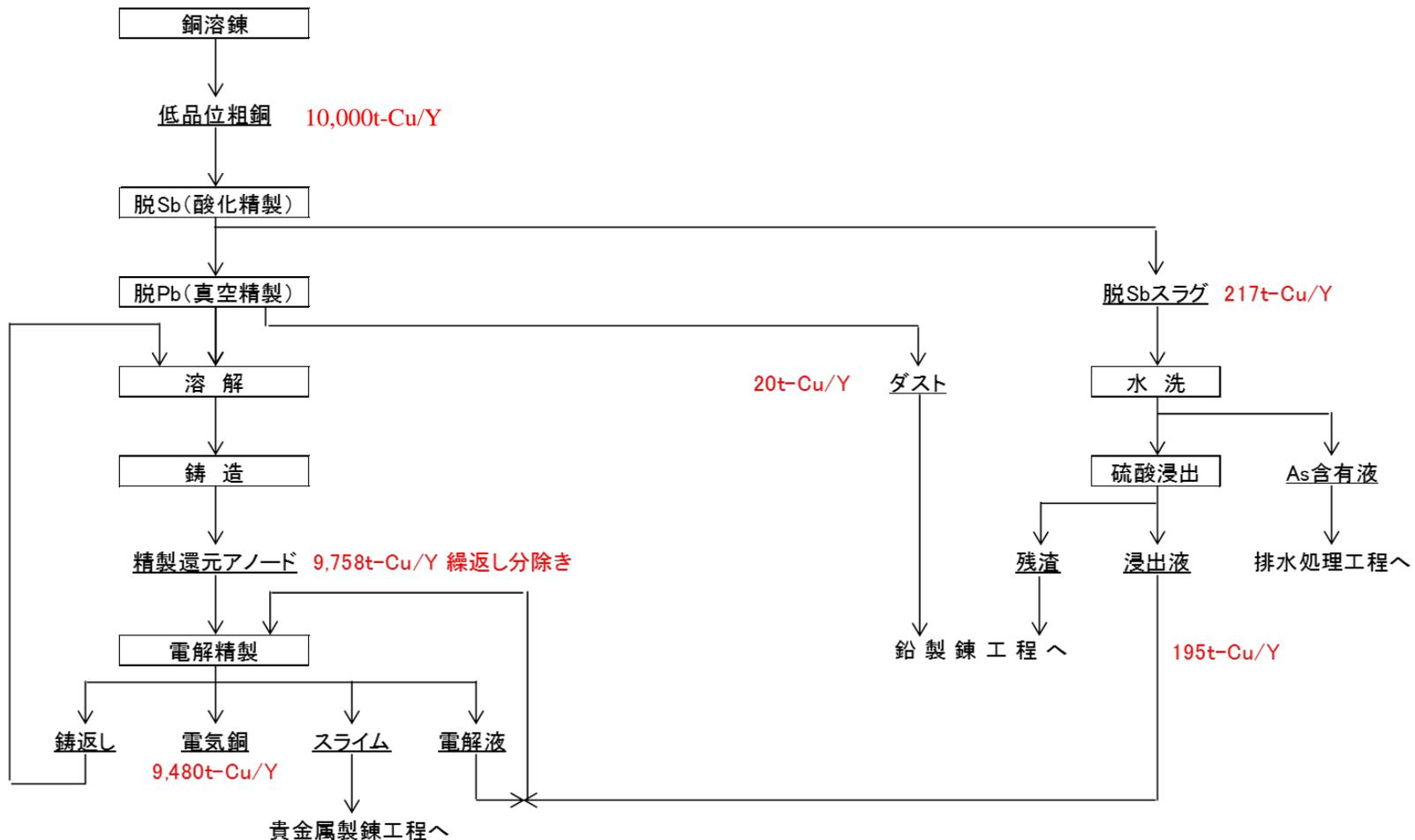


(1) アノード製造技術の開発及び電解精製技術の開発

③ 経済性評価の実施及び全体プロセスの確立

経済性評価(主要原単位)

真空精製による脱Pbプロセスでは、Cu回収率は94.8%。



(1) アノード鑄造技術の開発及び電解精製技術の開発

③ 経済性評価の実施及び全体プロセスの確立

経済性評価(現行プロセスとの比較)

		1. 酸化精製による脱Pbプロセス	2. 真空精製による脱Pbプロセス	特記
ランニング	電解電力費	△235 百万円/Y	△235 百万円/Y	電力単価を13円/kWhと設定
コスト	その他電力費	△41 百万円/Y	△28 百万円/Y	銅粉浸出工程削減分
	物品費	+225 百万円/Y	+184 百万円/Y	鑄造工程の薬剤費増
	その他変動費	△31 百万円/Y	△35 百万円/Y	蒸気、酸素、分析、輸送等
計	計	△82 百万円/Y	△113百万円/Y	電気銅生産量 9,500t/Yと設定
設備投資		849百万円	1,380百万円	酸化精製設備など
投資回収		10.4 年	12.2 年	

- ・電気銅生産量:9,500 t/年、電力単価:13円/kWhとして試算。
- ・現行プロセスと比較して、ランニングコストは、酸化精製による脱Pbプロセスでは82百万円/年の削減、真空精製による脱Pbプロセスでは113百万円/年の削減となる。
- ・一方、真空精製による脱Pbプロセスの方が、設備投資額が大きくなり、投資回収は、酸化精製による脱Pbプロセスでは10.4年、真空精製による脱Pbプロセスでは12.2年である。

個別要素技術のアウトプット指標・目標値及び達成状況

個別要素技術	アウトプット指標・目標値	達成状況(実績値・達成度)	原因分析 (未達成の場合)
<p>(2)高濃度不純物を含有した銅アノードの電解精製に向けた基礎研究</p> <p>①高濃度不純物含有銅アノードの電解特性の調査</p>	<p>補完する基礎研究として実施。</p> <p>不純物であるAu、Agなどの貴金属、ならびにリサイクルで原料に混入する可能性が高いPb、Sbなどの成分を考慮し、それぞれの含有量とアノードとしての組織の関係を明確にする。</p>	<p>銅アノード中の不純物の影響について基礎研究を行った結果、以下の知見を得ることができた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・Ag単独で不動態化する。 ・Agが含まれている場合は不動態化しやすい。 ・Pb単独(<4%)またはSb単独(<4%)では不動態化しない。 ・Ag+Pb及びAg+Sbの組み合わせは不動態化する。 ・Ag+Pb+Sbは不動態化する。 	<p>達成</p>

(2) 高濃度不純物を含有した銅アノードの電解精製に向けた基礎研究

① 高濃度不純物含有銅アノードの電解特性の調査

銅アノード中の不純物の影響

Ag	Pb	Sb	Sn	Ni	不動態化時間[h]	不動態化
2					33	○
5					24	○
	2				109	
	4				110	
	8				27	○
		2			119	△
		4			109	△
			2		87	○
			4		83	○
2	2				21	○
2	4				21	○
2		4			26	○
2		8			25	○
	2			2	90	○
2	2	2			26	○
2	2	4			23	○
2	4	2			22	○
		2		4	146	
2		2		4	33	○
	4	2		4	88	
2	4	2	4	4	24	○
1	4	2	4	4	25	○
0.5	4	2	4	4	23	○
	4	2	4	4	25	○
0.5	1	2	2	2	34	○
0.5	1	4	2	4	30	○
0.5	1	8	2	8	24	○
1	1	2	2	2	35	○
2	1	2	2	2	26	○

- Ag単独で不動態化する。
- Agが含まれている場合は不動態化しやすい。
- Pb単独 (<4%) または Sb単独 (<4%) では不動態化しない。
- Ag+Pb及びAg+Sbの組み合わせは不動態化する。
- Ag+Pb+Sbは不動態化する。

電解液条件

Cu:45 g/L, Ni:20 g/L,
 H₂SO₄:180 g/L (※200g/L)
 20 mA/cm²

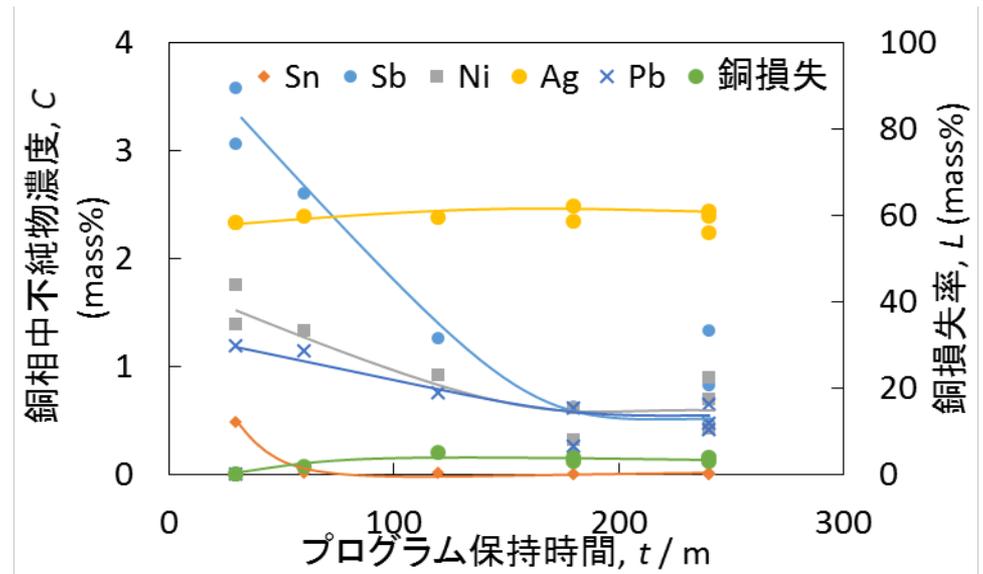
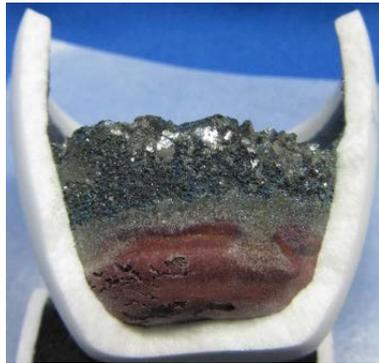
(単位:重量%)

個別要素技術のアウトプット指標・目標値及び達成状況

個別要素技術	アウトプット指標・目標値	達成状況(実績値・達成度)	原因分析 (未達成の場合)
<p>(2)高濃度不純物を含有した銅アノードの電解精製に向けた基礎研究</p> <p>②高濃度不純物含有銅アノードの力学特性ならびに鑄造条件の調査</p>	<p>補完する基礎研究実施。</p> <p>高濃度不純物含有銅アノードは純銅より強度が低く、加工性が著しく悪いため、乾式法による不十分物除去を実施した。</p>	<p>銅に、不純物としてアンチモン、銀、ニッケル、鉛、錫を加えた合金に対して、$\text{SiO}_2\text{-CaO-Na}_2\text{O-FeO}$系フラックスを用いて酸化精錬を行うことで、銅損失を抑え、銀を除く不純物を適正濃度まで除去することができることが示された。</p>	<p>達成</p>

(2) 高濃度不純物を含有した銅アノードの電解精製に向けた基礎研究

②高濃度不純物含有銅アノードの力学特性ならびに鑄造条件の調査
乾式法による不純物除去



左 高温溶融炉

右 溶融試験後の試料の様子

銅損失を抑え、銀を除く不純物を適正濃度まで除去することができることが示された。

4. 当省(国)が実施することの必要性

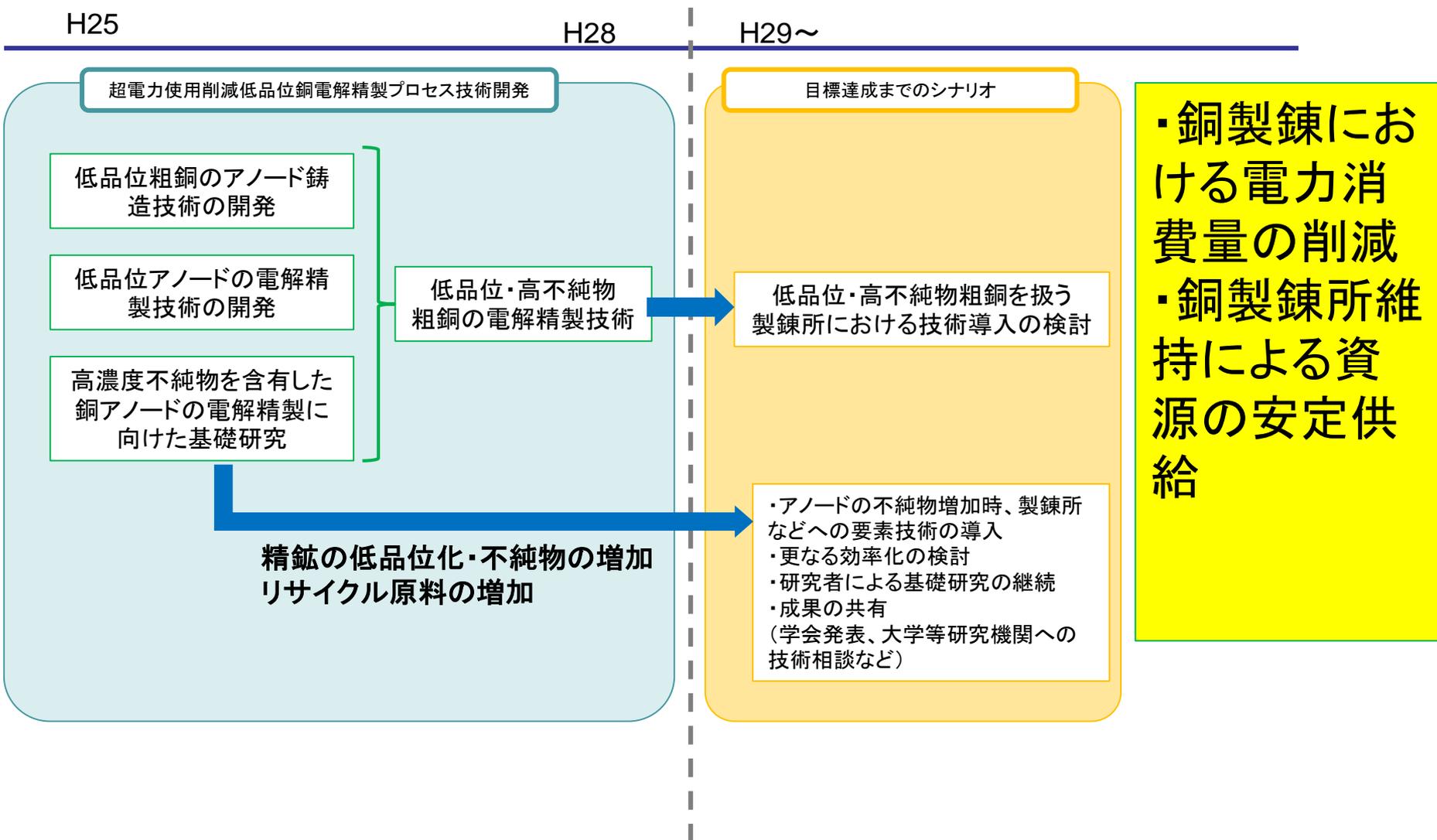
銅製錬業は、銅の電解工程において高い電力量を必要とするエネルギー多消費型産業であることから、今後、エネルギー源のシフトにより電力価格が引き上げられた場合は、操業の維持が困難となり得ることが想定され、結果として、我が国銅製錬業の空洞化が大きく懸念される。

また、銅製錬の原料事情は、新興国での需要拡大による鉱石の低品位化や不純物の増加、リサイクル材の処理量増加等により、不純物の供用量が増加傾向にある。現時点では問題は顕在化していないが、今後もさらにこの傾向が続き、不純物の供用量が増え続ければ、電解工程における不動態化が顕著となり、現状の電解精製法では対応が困難なる可能性がある。

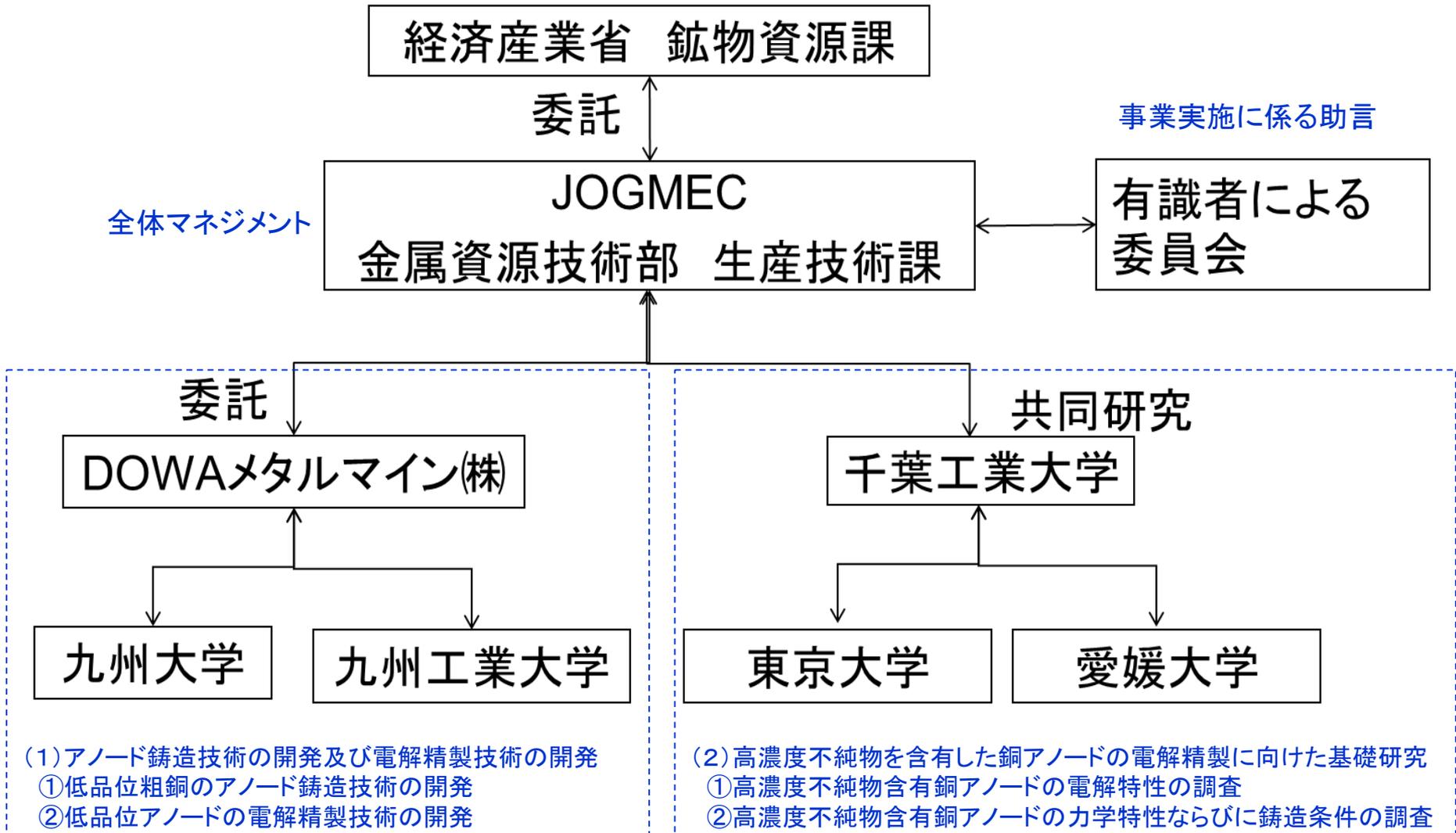
このような背景の中、将来予想される鉱石の低品位化・高不純物化に対応しつつ、リサイクル銅の利用を促進し、さらに、電解工程における電解精製法の適用可能範囲の把握・拡大等を図り、電力を中心とする生産コストの低減が喫緊の課題である。

そのため、低品位・高不純物粗銅においても電解精製が可能なプロセスを開発し、電解工程での電力使用量の大幅な低減を図ることは、わが国の銅製錬業界の競争力強化及び銅製錬の維持のために重要である。

5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



6. 研究開発の実施・マネジメント体制等



7. 費用対効果

モデルケースとして銅生産量を9,500 t/年とした場合、CO₂排出削減量は以下の通り見込まれる。

- ・現状の電力原単位: 2,200 kWh/t-Cu
- ・技術開発後の電力原単位: 300 kWh/t-Cu
 - 単位当たり省エネ量: 1,900 kWh/t-Cu

- ・モデル製錬所におけるCu生産量: 9,500 t/年
 - 省エネ量(電力) = 単位当たり省エネ量 × Cu生産量
 - = 1,900 kWh/t-Cu × 9,500 t/年
 - = 18,050 × 10³ kWh/年

- ・排出係数: 0.000587 t-CO₂/kWh ※
 - CO₂削減量 = 18,050 × 10³ kWh/年 × 0.000587 t-CO₂/kWh = 10,595 t-CO₂/年

※平成27年度の電気事業者ごとの実排出係数(H28.12.27発表)

7. 費用対効果

また、モデルケースを設定して、酸化精製法を用いた場合の本事業の経済性を評価した。

<モデルケース>

- ・全量リサイクル原料による銅生産
- ・銅生産量: 9,500 t/年
- ・電力単価: 13円/kWh

<電力費及びその他コスト削減>

- ・省エネ量: $18,050 \times 10^3$ kWh/年
→電力費削減量 = $18,050 \times 10^3$ kWh/年 \times 13円/kWh = $\Delta 235$ 百万円/年
- ・電解採取において粗銅を溶解するために必要としていた電力費削減 ($\Delta 41$ 百万円/年)
- ・その他変動費削減 ($\Delta 31$ 百万円/年)

<コスト増>

粗銅の精製などに要する薬剤費の増 (+225百万円/年)。

<トータルのランニングコスト削減>

ランニングコスト削減費 = $\Delta 235$ 百万円/年 + $\Delta 41$ 百万円/年 + $\Delta 31$ 百万円/年 + 225百万円/年
= $\Delta 82$ 百万円/年

<投資回収期間>

設備投資費用(粗銅精製設備、電解設備の改造など): 849百万円

→投資回収期間 = 849 百万円 \div $\Delta 82$ 百万円/年 = 10.4年

8. 外部有識者の評価等

8-1. 評価検討会

<p>評価検討会名称</p>	<p>超電力使用削減低品位銅電解精製プロセス技術開発事業 終了時評価検討会</p>	
<p>評価検討会委員</p>	<p>座長</p>	<p>山口 勉功 早稲田大学理工学術院教授</p>
	<p>委員</p>	<p>高崎 康志 秋田大学大学院国際資源学研究科准教授 高島 由布子 株式会社三菱総合研究所主席研究員 高津 明郎 一般財団法人メタル経済研究所主任研究員</p>

8. 外部有識者の評価等

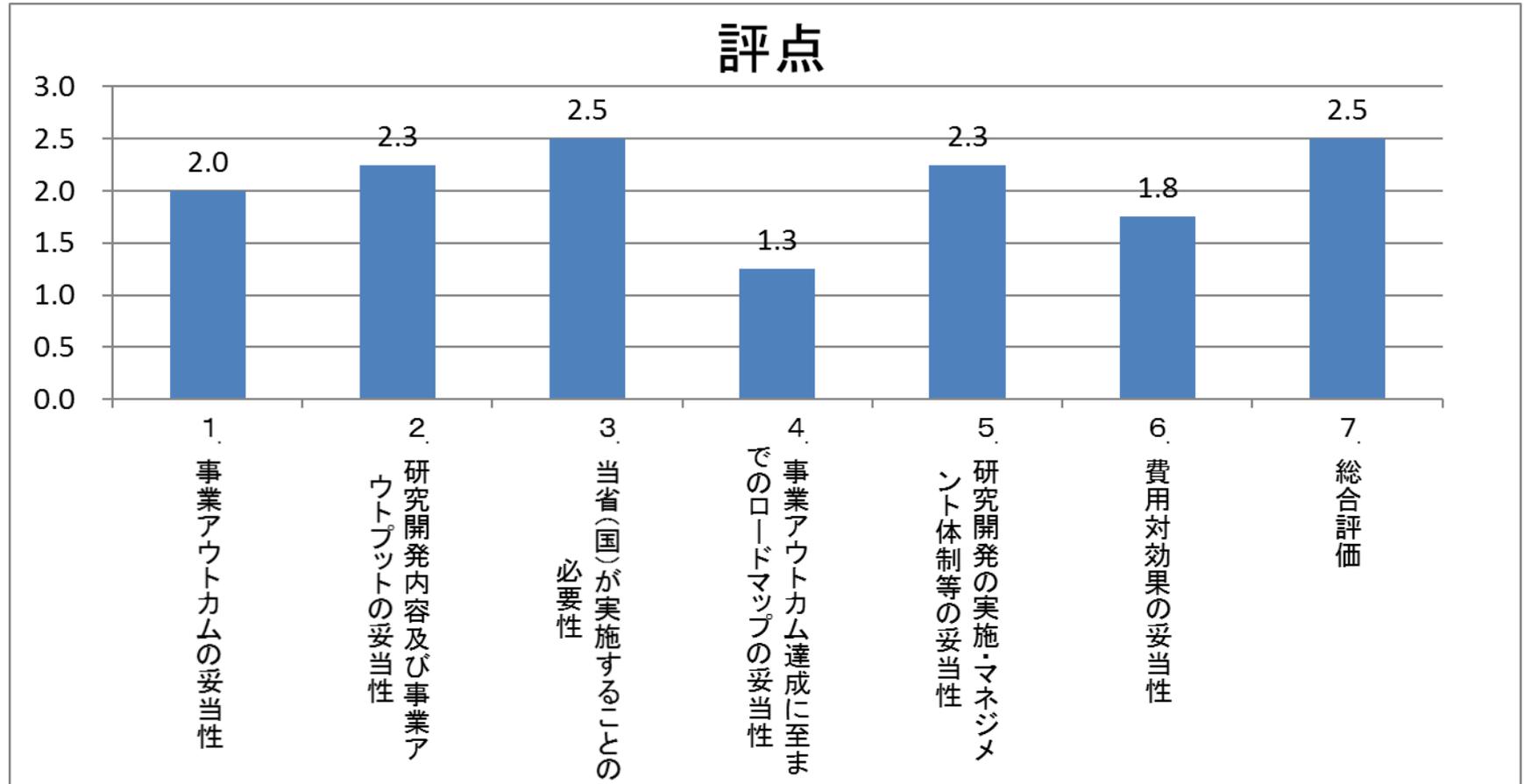
8-2. 総合評価

今後想定される不純物品位の上昇やリサイクル原料の増加に対して、電解採取法ではなく電解精製法で製錬を可能とする技術を確立することは、将来のリスク顕在化を未然に防止するとともに、電力料金の高い我が国における国際競争力の維持にも資するものであり、今後の銅製錬の技術開発において有用な知見が得られたと考えられる。

一方で、将来想定されるリスクへの対応のため不確定要素が多く、顕在化のタイミングを念頭に置きながらメリハリをつけた目標設定をしてもよかったのではないか。また、経済性評価にあたっては、リサイクル原料に含まれる有価金属の価値を含めたアウトカムを考える必要がある。

8. 外部有識者の評価等

8-3. 評価点による評点



【評価項目の判定基準】

<評価項目1.~6.>

- 3点: 極めて妥当
- 2点: 妥当
- 1点: 概ね妥当
- 0点: 妥当でない

<評価項目7. 総合評価>

- 3点: 実施された事業は、優れていた。
- 2点: 実施された事業は、良かった。
- 1点: 実施された事業は、不十分なところがあった。
- 0点: 実施された事業は、極めて不十分なところがあった。

9. 提言及び対処方針

今後の研究開発の方向等に関する提言	提言に対する対処方針
<p>将来における社会的課題が顕在化するまで成果を維持する仕組みが必要であり、不動態化の時間延長やLMEグレードの達成などの課題も残っているようであるため、研究継続・ノウハウの蓄積をする仕組みが必要ではないか。また、国内銅産業が抱えている問題は多岐にわたるため将来のリスク認識が弱いことから、今回のリスク顕在化の確率を何らかの形で検証すべきだったと思われる。このような中、業界全体から見た場合に、今回の事業アウトカムの必要性を感じ得ない関係者が存在しうることを認識すべきであると思われる。さらに、開発された技術の経済性を評価するうえでは、リサイクル原料に含まれる有価金属の回収を行った場合も視野に入れて考えるべきである。</p>	<p>本技術開発の成果については、学会発表や講演会等を通じて大学や産業界での認知度を広めていくことで、社会的課題が顕在化するまで研究継続・ノウハウの蓄積が行われるように努めてまいりたい。また、将来的なリスクについては、今後の鉱物資源の供給安定性を検討していく過程において議論をするとともに、議論の過程を通じて、非鉄金属業界全体に問題意識を共有してまいりたい。さらに、今後のリサイクル政策を進めるにあたっては、リサイクル原料に含まれる有価金属の価値や回収コストも踏まえた議論を行ってまいりたい。</p>