

平成 28 年度我が国循環産業海外展開事業化促進業務  
が、マダガスカル共和国における製鋼スクラップリサイクル事業  
成果報告書

平成 29 年 3 月 31 日

豊田通商株式会社

豊通マテリアル株式会社

日本磁力選鉱株式会社

## 概要

我が国は戦後の経済発展とともに、公害問題などの環境問題の解決に取り組み、経済対策と環境対策の両立に注力している。日本の限られた土地の中で自然環境の保護と人々が安心して暮らせる環境を守るため、法制度の整備と普及、発生元責任の明確化と適切な処理技術の開発により、高度な環境保護体制を築いている。

一方、今回の事業で対象とするガ'フタ'共和国、'ア'連邦は一人当たりの名目 GDP が1万ドル(2015年:IMF推計値)付近で推移し、両国政府は国内産業の発展と経済成長に注力している。両国は1991年に'レ'ト連邦が崩壊して以降も、政治、経済において強い繋がりを持ち、環境対策においても類似した状況にある。鉄鋼分野においては、ソ連時代からの製鋼副産物が堆積され、処理が追いついていない状況である。中には人体に有害な物質も含まれており、周辺地域に住む住民に健康被害が発生する恐れも否定できない。

今回、豊田通商、豊通マテリアル、日本磁力選鉱は日本で培った製鋼副産物の高度な選別技術を両国に導入できるか実現可能性を調査し、事業展開により両国の環境対策とCO2排出削減に貢献しようとするものである。具体的にはスラグに含まれる金属を回収・高品位化し、原料として鉄鋼メーカーに販売(リターン)する。事業の全体像は下図の通りである。

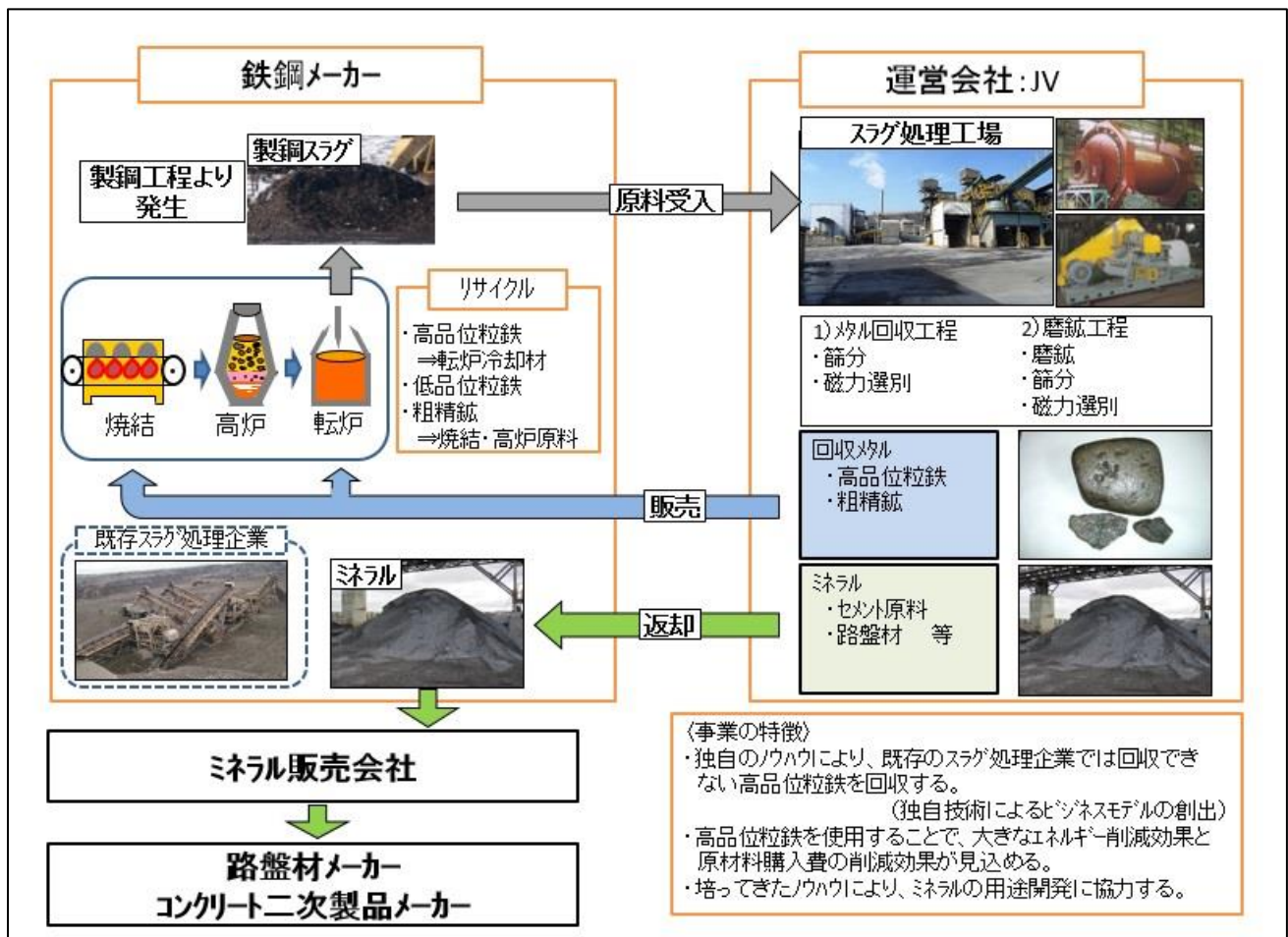


Fig. X-1 事業の全体像(出典：自社作成)

本調査では、両国にある以下の3企業を主な対象としている。一つはカザフスタン共和国唯一の高炉メーカーである ArcelorMittal Temirtau (AMT) 社である。同社は約 4000 万 t の普通鋼スラグを堆積している。また、Eurasian Resources Group で世界第 2 位のフェロクロム (FeCr) メーカーである Kazchrome 社は低炭素 FeCr スラグを約 1200 万 t 山積みになっている。同社のスラグには人体に有害な六価クロムが含まれている。加えてロシア連邦のステンレスメーカーである Mechel 社は、普通鋼スラグとステンレススラグが混在した状態で約 2000 万 t のスラグを堆積している。同スラグにも六価クロムが含まれている。

両国の投資環境、環境政策を踏まえ、各社の状況に応じてスラグからの金属回収の事業化を検証した。その結果、AMT 社は 4,000 万 t のスラグの中に約 9%の金属が含まれると推定された。それらを回収し、不純物を取り除くことで鉄スクラップの代替品として販売するモデルを試算したところ、カザフスタンの鉄スクラップの市況が国際市況に比べ大幅に安く抑えられていることもあり、我々の製品は現材使われている鉄スクラップより 20%高いことが判明した。また、原材料の数量保証、並びに金属の粒度分布保証など、事業の継続性を考える上でのボトルネックが明らかになった。加えて、我々の提案に前向きであった社長が 2016 年 5 月に交代して以降、同社とは打合せをすることも叶わない状況となっており、サブプライなどの必要なプロセスも停滞している。その他、カザフスタンの投資環境など様々な点を考慮した結果、AMT 社との事業化の実現は困難と判断した。

Kazchrome 社は約 1200 万 t の低炭素 FeCr スラグを堆積しており、現状より回収率の良い金属回収を提案した。同社は我々の提案に興味を持っているが、スラグに含まれる六価クロムの適正処理に目処をつけることを優先しており、金属回収の協議は後回しとしている。そのため、我々としては可能な範囲で六価クロムの課題解決に協力し、金属回収の打合せを開始できる様、協議を重ねていく方針である。

Mechel 社は普通鋼スラグとステンレススラグが混在したスラグを約 2000 万 t 堆積している。本調査では同社から堆積したスラグに含まれる金属の数量、粒度分布のデータを入手し、試算を行った。その結果、回収できる金属の内、普通鋼とステンレスの割合によって採算が大きく変わることが判明した。このためスラグに含まれる普通鋼とステンレスの割合を調査しない限り、採算性の有無は明確に判断できない状況である。また、事業スキームについて当初 Mechel 社は我々との事業化を希望していたが、打合せを重ねていく中で、最終的に設備購入に希望が変わった。そのため、事業化の可能性は低いと思われ、今後は設備販売での対応を検討する。

今回の調査を進めていく中で、スラグリサイクルに対する日本と両国の考え方や状況の違いが明らかになった。それらの違いは我々が事業化をする上でハードルとなっており、処理状況やコスト、法制度等、スラグリサイクルに関わる各種条件が緩和しない限り、我々の事業化は難しいことが分かった。本調査の内容が、同国での投資を考えている事業者に参加になれば幸いである。

## SUMMARY

Japan has experienced economic development after World War II, and at the same time our country has struggled with environmental pollution. The government and companies have cooperated and made an effort to solve the issue in order to preserve environment for our life and nature. Now, we have built a solid foundation of environmental operation with our legal system and our technology.

In this report, we researched the current environmental situation and investment condition of the Republic of Kazakhstan and Russia. Both countries have been developing and their nominal GDP have remained around 10 thousand USD in these years. Kazakhstan and Russia have actively accepted investment from overseas to develop domestic industries. These two countries were Soviet Union and even after collapse of the union, they have strong ties in politics and economy. Also, they have a same character in environmental issues; these countries have huge amount of stockpiled slag (by-product) from Soviet era. In addition, there is a harmful substance in those slags and it can cause health damage to neighborhood.

Toyota Tsusho, Toyota Tsusho Material, and Nippon Magnetic Dressing conduct a feasibility study for exporting our high-level separating technology. In particular, we will recover metals from slags and refine them to reuse as raw materials. We think our technology will help both countries solve the issues and can contribute to reducing carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions.

In this feasibility study, we verified the business possibility for the following three companies.

ArcelorMittal Temirtau (AMT) has about 40 million tons of stockpiled slag, and according to our research, we estimated about 9% of steel metals are contained in these mountains of slag. We built our business model to recover those metals, remove impurities from the metals, and sell them as substitution for iron scraps to AMT. We calculated the profitability and in order to make a profit, we found we need to sell recovered metals by 20% higher price than iron scraps. Also, on making judgement of feasibility, we found there are some bottlenecks like securing quantity of raw materials and obtaining assurance of particle size distribution. In addition, we could not have the opportunity to meet the new CEO after the previous CEO, who agreed with our proposal, changed in May 2016. We had to suspend necessary processes like a sample test. We considered these points including investment environment of Kazakhstan, we concluded that we have difficulties in developing business with AMT.

Kazchrome has about 12 million tons of low-carbon ferrochrome slag. We suggested recovering metals from the slag with more efficient way. Kazchrome has a strong interest in our technology, but they have another urgent issue of establishing appropriate disposal of hexavalent chromium (Cr<sup>6+</sup>). Currently, they prioritize the issue of Cr<sup>6+</sup> over our recovering metal. In order to start discussing our business, we plan to work with Kazchrome to solve Cr<sup>6+</sup> and keep contact with them.

Mechel accumulates about 20 million tons of mixed slag with steel slag and stainless steel slag. We obtained information about the ratio and particle size distribution of metals in slag. We calculated the profitability and found it is depended on the partition ratio of steel and stainless steel in the accumulated slag. We still need to research the ratio to make a judgment. Also, Mechel intended to have a joint stock company with us at the beginning, but through discussions they changed their idea to purchase the facilities and operate by themselves. We think the possibility of joint venture is little, and we will change our proposal to selling the facilities.

In this research, we found many differences between Japan, Kazakhstan, and Russia in terms of the approach towards issues on slag recycling. Those differences are hurdles for our business. And unless those hurdles are alleviated, we will face difficulties in developing our slag recycling.

We hope this report will contribute to those who consider starting business in Kazakhstan and/or in Russia.



用語集

英語	日本語（類語）	意味	ロシア語
Aging	エイジング	スラグを屋外に山積みし、一定期間大気中に保持または蒸気等によって性状を安定させる処理方法	старение
BF: Blast Furnace	高炉	鉄鉱石から銑鉄を作る溶融炉	доменная печь
BOF: Basic Oxygen Furnace	転炉 (LD-converter)	銑鉄を精錬する炉	Кислородный конвертер
Basel Convention	バーゼル法	有害廃棄物の輸出入時の国際条約	Базельская конвенция
Blast furnace slag	高炉スラグ	高炉で銑鉄を生成する際、同時に生成する副産物	Доменный шлак
CIS: Commonwealth of Independent States	独立国家共同体	ソ連邦崩壊後に構成される国家連合体	Содружество Независимых Государств
Cr6+ : Hexavalent chromium	六価クロム	クロムの化合物のうち、酸化数が+6を含むものの総称	Шестивалентный хром
EAEU: Eurasian Economic Union	ユーラシア経済連合	ロシアと周辺諸国が市場統合のための経済共同体	Евразийский экономический союз
EU: European Union	欧州連合	ヨーロッパの地域総合体	Европейский Союз
Excavator	エクスキャベーター (掘削機)	大型シヤベルを油圧で作動させる装置をもった工事用作業車両	Экскаватор
F/S: Feasibility Study	事業可能性調査	事業化・事業続行の可能性を探る調査	Технико-экономическое обоснование
Flexible Containers	フレコン (フレコンバック)	粉末や粒状物の荷物を保管・運搬するための袋状の包材	Мягкий контейнер (биг-бэг)
GDP: Gross Domestic Product	国民総生産	一定期間に国内で生産された財貨・サービスの価値額の合計	Валовой внутренний продукт
Granulated slag	水砕スラグ	溶融スラグを加圧水の噴射あるいは水槽に注入して急冷、粒状化したもの	гранулированный шлак
Grinding	磨鉱	本文ではミネラル分を分離させて高品位粒鉄に精製する	шлифовка
H. S. Code : Harmonized System Code	HSコード	国際貿易商品の名称及び分類を世界的に統一する目的のために作られたコード番号	Коды ТНВЭД

英語	日本語（類語）	意味	ロシア語
Hand Tester	ハンドテスター	本文では電磁石により磁性のあるものを分離する簡易試験装置	Тестер руды
Iron and steel slag	鉄鋼スラグ	鉄鋼を生産する際に生成する副産物で、高炉スラグと製鋼スラグの総称	Железо и сталь шлака
KAZNEX INVEST	カズネックスインベスト	カズフスタン投資発展省傘下の輸出・投資国家庁	KAZNEX INVEST
Lifting Magnet	リフティングマグネット（リフマグ）	強力な電磁石により磁性のあるものを吸い付ける装置	подъемный магнит
MOU: Memorandum of Understanding	基本合意書	当事者間の決意を整理した覚書	Меморандум о соглашении
Mag: Magnetics	磁着物（粗精鉱）	磁性のある金属鉄	Предметы обладающие магнитными свойствами
Magnet pulley	マグプーリー（マグネットプーリー）	ベルトコンベアのヘッドプーリー内に永久磁石を設置しており、原料を磁性物と非磁性物に選別する機械。	Магнитными шкив
Magnetic separation	磁力選別	磁力を利用して磁性の異なる物質を分離する選別技術	Магнитная сепарация
Material balance	マテリアルバランス（マテバラ）	事業活動で必要とされる資源・エネルギーの量と、それに伴う廃棄・排出量との関係	Материальный баланс
Mineral	ミネラル	スラグから金属鉄を除去後の酸化物	минерал
NIS: New Independent States	新独立国	旧ソ連邦から独立した諸国	Новые независимые государства
Non Mag: Non Magnetics	非磁着物	磁性のないミネラル分	Не магнитящиеся предметы
OECD: Organization for Economic Co-operation and Development	経済協力開発機構	欧州と北米が対等のパートナーとして自由主義経済の発展のために協力を行う機構	Организация экономического сотрудничества и развития
Pilot plant	パイロットプラント	本格的な工場を建設する前に影響を調べる実験工場	опытный завод



英語	日本語（類語）	意味	ロシア語
Random sampling	ランダムサンプリング	無作為抽出法	случайная выборка
SCO : Shanghai Cooperation Organization	上海協力機構	中国とロシア及び周辺諸国による協力機構	Шанхайская организация сотрудничества
Stamp Mill	スタンプミル	臼のなかに材料を入れ、杵（きね）を上下させて固体原料を粉砕する装置	Штамп мельница
Steelmaking slag	製鋼スラグ	溶銑、スクラップ等を精錬し鋼を製造する際に同時に生成する副産物	сталеплавильный шлак
Time Study	タイムスタディ	作業者がいる作業を行うのにどれだけ時間がかかるか測定する分析手法	хронометраж
USA composite price	USA コンポジット価格	USAにおける鉄スクラップの3地域の平均炉前価格	Американские цены на черный лом
WTO: World Trade Organization	世界貿易機関	自由貿易促進を目的として創設された国際機関	Всемирная торговая организация
kg/steel ton	kg/st (スラグ発生原単位)	製鉄用語で、1トンの鋼を製造する時に生成されるスラグの重量キログラム	Кг/ Сталь тонн



## 目次

1 事業の目的・概要	1
1.1 目的と背景	1
1.2 基本方針	3
2 海外展開計画案の策定	4
2.1 事業の推進体制	4
2.2 海外展開事業の概要	5
2.3 課題を解決する為の処理技術	7
2.4 競合他社とその処理技術	8
2.5 ビジネススキームと処理方法の検討	9
2.6 日本磁力選鉱の製鋼スラグ処理技術の優位性	11
2.7 事業化までの流れ	13
2.8 日本国内関係機関訪問-1	14
2.9 工程表	17
3 事業実現可能性評価のための現状調査	18
3.1 ガダフタンの基本調査	18
3.2 現地関係機関訪問	30
3.3 ArcelorMittal Temirtau (AMT) 社	33
3.3.1 基本情報	33
3.3.2 事業計画案の策定	39
3.3.3 AMT 社における競合・協力関係となりうる企業とその処理技術	43
3.3.4 F/S 実施に必要なデータ	46
3.3.5 パイロットプラント試験-1	51
3.3.6 パイロットプラント試験-2	53
3.3.7 チェリアブギプロムス社への見積照会	56
3.3.8 AMT 社の事業採算性の評価	57
4 海外展開計画の見直し-1 (対象製鉄所及び特殊鋼メーカーの拡大)	66
4.1 事業の連携体制	66
4.2 海外展開事業の概要	67
4.3 ロシアにおける課題を解決するための処理技術	69
4.4 ロシアにおける競合・協力関係となりうる企業とその処理技術	70
4.5 ビジネススキームと処理方法の検討	71
4.6 事業化までの流れ	73
4.7 日本国内関係機関訪問-2	74

5	カザフスタンでの事業実現可能性評価のための追加調査	77
5.1	カザフスタンと日本の連携	77
5.2	現地関係機関訪問	78
5.3	Kazchrome 社	81
5.3.1	基本情報	81
5.3.2	事業計画案の策定	83
5.3.3	F/S 実施に必要なデータ	84
5.4	ワークショップ	85
5.4.1	現地行政機関との連携構築及びワークショップ 事前説明と開催協力の依頼	85
5.4.2	ワークショップ の実施	87
6	海外展開計画の見直し-2 (特殊鋼・電気炉メーカーの追加検討)	90
6.1	KSPsteel 社	91
6.2	Temirtau Electro-Metallurgy Plant (TEMK) 社	92
6.3	Casting 社	94
6.4	Aktau Foundry 社	95
6.5	各社へのフォロー	96
7	ロシア連邦チリビンスク州での事業実現可能性評価のための現状調査	97
7.1	ロシア連邦の基本調査	97
7.2	Mechel 社	103
7.2.1	基本情報	103
7.2.2	事業計画案の策定	106
7.2.3	F/S 実施に必要なデータ	107
7.2.4	事業採算性の評価	109
7.3	チリビンスク電気冶金コンビナート (ChEMK) 社	110
7.4	RICO 社	111
8	実現可能性の評価	112
8.1	カザフスタン	113
8.1.1	ArcelorMittal Temirtau (AMT) 社	113
8.1.2	Kazchrome 社	116
8.2	ロシア	118
8.2.1	Mechel 社	118
9	課題	120
10	海外展開計画の今後の方針	122
付録 1	カザフスタン及びロシアの環境関連法	123
付録 2	シメント鉛汚染対策	146

## 表目次

Table 2-1	ガザスタン及び周辺地域の主要な製鉄所	5
Table 2-2	日本磁力選鉱の国内外での実績	12
Table 2-3	国内関係機関訪問結果	14
Table 3-1	ガザスタンの税率	21
Table 3-2	ガザスタンの資産償却率	21
Table 3-3	ガザスタンにおける投資所得に対する限度税率	21
Table 3-4	ガザスタンにおける土壌中の有害物質の最大許容濃度	25
Table 3-5	ガザスタンにおける漁業用水の最大許容濃度	25
Table 3-6	ガザスタンにおける人口密集地域の空気中の不純物の最大許容濃度	25
Table 3-7	2016年9月調査時の職種別賃金水準	27
Table 3-8	現地関係機関訪問結果	30
Table 3-9	AMT社訪問結果	37
Table 3-10	LIRA社重機保有状況	44
Table 3-11	LIRA社処理量	45
Table 3-12	AMT社粗鋼生産能力・生産量及び製鋼スラグ発生量	46
Table 3-13	AMT社製鋼スラグ貯鉱量回答	47
Table 3-14	AMT社スラグ成分	47
Table 3-15	粗精鉱のサイズ別回収比率	47
Table 3-16	各社の粗精鉱納入単価と生産量(2016年9月28日ヒアリング)	48
Table 3-17	施設設備の処理能力と概算見積	49
Table 3-18	現地重機見積価格	50
Table 3-19	マテリアルバランス(LIRA社ヒアリング結果)	51
Table 3-20	マテリアルバランス(2015年6月16日実測)	51
Table 3-21	マテリアルバランス(2015年6月17日実測)	51
Table 3-22	産物の金属鉄含有率(第1回検定)	52
Table 3-23	産物の金属鉄含有率(第2回検定平均)	52
Table 3-24	HSコード表 第26類	53
Table 3-25	HSコード表 第72類	54
Table 3-26	供試料別試験	55
Table 3-27	チェリアブギプロミス社見積比較	56
Table 3-28	各社の粗精鉱販売単価(2016年9月28日ヒアリング)	57
Table 3-29	①一次処理(MRP)のみ行う場合の前提条件一覧	58
Table 3-30	②二次処理(RMP)のみ行う場合の前提条件一覧	61
Table 3-31	③一次処理(MRP)と二次処理(RMP)を行う場合の前提条件一覧	65
Table 4-1	対象製鉄所・特殊鋼メーカーと処理対象	67
Table 4-2	国内関係機関訪問結果	74

Table 5-1 現地関係機関訪問結果	78
Table 5-2 Kazchrome 社訪問結果	82
Table 5-3 ワークショップ 内容	87
Table 5-4 ワークショップ 参加企業・団体	87
Table 6-1 対象製鉄所の評価	90
Table 6-2 FeSiMn 試料の分析値	93
Table 7-1 ロシアにおける土壌中の有害汚染物質の最大許容濃度	100
Table 7-2 漁業水域のための有害物質の最大許容濃度	101
Table 7-3 人口密集地域の空気中の不純物の最大許容濃度	101
Table 7-4 Mechel 社製造所(チェリアブギンプロムス 冶金工場)情報	104
Table 7-5 Mechel Material 社訪問結果	105
Table 7-6 製品販売単価	107
Table 7-7 Mechel 社のマテリアルバランス	108
Table 7-8 ChEMK 社訪問結果	110
Table 8-1 F/S 実施判定表	112
Table 8-2 AMT 社におけるボトルネック	115
Table 8-3 Kazchrome 社におけるボトルネック	117
Table 8-4 Mechel 社におけるボトルネック	119

## 図目次

Fig. X-1 事業の全体像	i
Fig. 1-1 基本方針イメージ	3
Fig. 2-1 ガダフスタン F/S の推進体制	4
Fig. 2-2 対象地域	5
Fig. 2-3 事業の全体像	6
Fig. 2-4 日本磁力選鉱の技術導入による処理フロー 1	7
Fig. 2-5 日本磁力選鉱の技術導入による処理フロー 2	7
Fig. 2-6 構内工場と構外工場	9
Fig. 2-7 日本磁力選鉱のスケッチ 処理概要	11
Fig. 2-8 調査から事業化までの流れ	13
Fig. 2-9 工程表	17
Fig. 3-1 ガダフスタン国家機構図	19
Fig. 3-2 ガダフスタン行政地区	19
Fig. 3-3 ガダフスタンにおける環境法体系	24
Fig. 3-4 AMT 社所在地	33

Fig. 3-5 AMT 社組織図	34
Fig. 3-6 AMT 社の製鉄法の特徴	35
Fig. 3-7 事業の全体像	39
Fig. 3-8 日本磁力選鉱の技術導入による処理フロー 1	41
Fig. 3-9 日本磁力選鉱の技術導入による処理フロー 2	41
Fig. 3-10 調査から事業化までの流れ	42
Fig. 3-11 LIRA 社処理フロー図	44
Fig. 3-12 AMT 社スラグ貯鉱場マップ	46
Fig. 3-13 LIRA 社設備スケッチ案	48
Fig. 3-14 MRP 図面	49
Fig. 3-15 RMP 図面	49
Fig. 3-16 MRP フローシート	49
Fig. 3-17 RMP フローシート	49
Fig. 3-18 検定試験フロー図	52
Fig. 3-19 ①一次処理(MRP)のみ行う場合の事業試算	59
Fig. 3-20 ②二次処理(RMP)のみ行う場合の事業試算	62
Fig. 3-21 ③一次処理(MRP)と二次処理(RMP)を行う場合の事業試算	65
Fig. 4-1 ガザフスタン(AMT 社)での連携体制	66
Fig. 4-2 ロシア(Mechel 社)での連携体制	66
Fig. 4-3 ガザフスタン共和国及びロシア連邦チェリアビンスク州近郊	67
Fig. 4-4 事業の全体像	68
Fig. 4-5 日本磁力選鉱の技術導入による処理フロー 1	69
Fig. 4-6 日本磁力選鉱の技術導入による処理フロー 2	69
Fig. 4-7 構内工場と構外工場	71
Fig. 4-8 プラント建設に掛かる工程と期間	73
Fig. 6-1 対象製鉄所所在地	90
Fig. 6-2 TEMK 社 FeSiMn スラグデータ	92
Fig. 6-3 各社へ送付した質問状	96
Fig. 7-1 ロシアにおける環境法体系	100
Fig. 7-2 Mechel 社チェリアビンスク冶金工場所在地	103
Fig. 7-3 Mechel 社スラグ貯鉱状況	106
Fig. 7-4 Mechel 社スラグ貯鉱場マップ	107
Fig. 7-5 No.1 スラグ貯鉱場状況	107
Fig. 7-6 Mix スラグ処理事業試算結果	108
Fig. 7-7 Mechel 社スラグ処理ビジネスフォーメーション	109
Fig. 8-1 現行のバリューチェーン	115
Fig. 8-2 事業参入時のバリューチェーン	115
Fig. 8-3 現行のバリューチェーン	117

Fig. 8-4 事業参入時のバリューチェーン	117
Fig. 8-5 現行のバリューチェーン	119
Fig. 8-6 事業参入時のバリューチェーン	119
Fig. X-1 シムケト市における鉛汚染状況	147

## グラフ目次

Graph. 3-1 カザフスタンの政策金利(Base interest rate)	20
Graph. 3-2 WTI(West Texas Intermediate)原油取引価格	22
Graph. 3-3 カザフスタンテンゲ 為替相場	22
Graph. 3-4 USA コンポジット価格	27
Graph. 3-5 カラガンダ市の 2015 年の平均気温	29
Graph. 7-1 ロシアの政策金利(Key Rate)	98
Graph. 7-2 WTI(West Texas Intermediate)原油取引価格	99
Graph. 7-3 ロシアルーブルの為替相場	99
Graph. 7-4 チェリアピンスク市の 2015 年の平均気温	102

## 写真目次

Photo. 2-1 製鋼スラグ-1	6
Photo. 2-2 製鋼スラグ-2	6
Photo. 2-3 LIRA 社スラグ 処理設備	8
Photo. 3-1 投資発展省	32
Photo. 3-2 貯蔵スラグ	35
Photo. 3-3 移動式選別機	43
Photo. 3-4 LIRA 社スラグ 処理設備	44
Photo. 3-5 積載量調査	51
Photo. 3-6 製品回収量調査	51
Photo. 3-7 スタンプミル	52
Photo. 5-1 2016 年 11 月ザルバトフ大統領来日	77
Photo. 5-2 KAZNEX 会合	79
Photo. 5-3 Kazchrome 社ワークショップ	82
Photo. 5-4 ERG アスタナ本社	82
Photo. 5-5 ワークショップ-1	89



Photo. 5-6 ワークショップ-2	89
Photo. 6-1 KSPsteel 社-1	91
Photo. 6-2 KSPsteel 社-2	91
Photo. 6-3 TEMK 社-1	92
Photo. 6-4 TEMK 社-2	92
Photo. 6-5 FeSiMn 試料	93
Photo. 6-6 粉碎試料磁着試験	93
Photo. 6-7 塊状試料磁着試験	93
Photo. 6-8 Casting 社	94
Photo. 6-9 Aktau Foundry 社-1	95
Photo. 6-10 Aktau Foundry 社-2	95
Photo. 7-1 貯蔵スラグ採掘状況	104
Photo. 7-2 Mechel Material 社スラグ処理プラント	104
Photo. 7-3 Mechel Material 社訪問	105
Photo. 7-4 Mechel 社スラグ貯蔵状況	106
Photo. 7-5 ChEMK 社	107
Photo. 7-6 ChEMK 社会合	110

## 1 事業の目的・概要

### 1.1 目的と背景

経済成長や人口増加に伴って世界規模で廃棄物の発生量が増加し、その質も多様化していることから、適正な廃棄物処理が世界的な課題となっている。この傾向は、経済成長が著しいアジアをはじめとした途上国で特に顕著であり、廃棄物の急増・多様化に加え、廃棄物処理体制も未整備・未成熟であることから、廃棄物の不適正な処理に伴う環境汚染が懸念されている。加えて、廃棄物の適正処理とともに、CO<sub>2</sub>やメタンなどの温室効果ガスを削減するポテンシャル効果への期待が高まっている。

一方、我が国は、これまで廃棄物処理やリサイクルに係る社会的要請に応じるため、廃棄物処理・リサイクルに関する有効活用技術を向上させてきたところである。その結果、我が国の廃棄物処理・リサイクルに係る循環産業は環境保全及び資源循環において先進的な技術を有している。こうした先進的な我が国循環産業を、廃棄物問題を抱える国々に対して海外展開し、世界規模で環境負荷の低減を実現するとともに、我が国経済の活性化につなげる必要がある。

製鉄所から発生する製鋼スラグ（高炉スラグを除く）は、適正処理を行えば金属鉄とミネラル分に分離可能で有効活用が可能となる。ところが発展途上国の鉄鋼業界では、鉄鋼スラグ中に有用な金属が含まれていることが十分に理解されていない。回収する技術ノウハウもなく、一部は簡易処理されているがスラグの発生量に対し処理が追いついておらず、大部分は野積みされているのが現状であった。一部の者はスラグ中に有用な金属が含まれることを理解しているが、回収することが難しいことを問題視している。

鉄鋼業が地下資源を守りながら順調に拡大していくには、製鉄過程で発生する副産物の有効活用（スラグ中のメタルリサイクル）が不可欠であり、中でも活用に制約の多い製鋼スラグの適正処理（有効活用）は極めて重要な課題と考えている。過去には韓国・中国・台湾・インドネシア・タイ・インド・トルコなどにおいて製鉄副産物の製鋼スラグは野積み状態であり、日本磁力選鉱が一部の国に対してリサイクルシステムの構築を行ってきた。

1991年に旧ソ連邦が崩壊し、ロシア CIS 諸国では製鉄副産物の製鋼スラグが負の遺産として現在まで受け継がれている。2012年のJETRO（日本貿易振興機構）のRIT（Regional Industry Tie-Up）事業による北九州市・KITA（北九州国際技術協力会）が実施したカザフスタン共和国（以下、カザフスタン）の一貫製鉄所 ArcelorMittal Temirtau 社（以下、AMT 社）の現地調査では、発生スラグの一部は簡易処理されてはいたが、未処理分と合わせて約3600万tのスラグが製鉄所構内に野積みされていた。適正な処理には程遠い状態にあり、今後のカザフスタン製鉄産業の健全な発展には、これら先送り状態の副産物の処理（スラグ中のメタルリサイクル）は優先すべき課題である。

現状のカザフスタンのリサイクル技術においては、低品位金属鉄（粗精鉱）の回収しかされておらず、回収産物を焼結・高炉に戻している。この場合、大量のコークスと水の使用が必要となり、大量のエネルギー消費とCO<sub>2</sub>発生に繋がる。我々が事業提案している回収メタル高品位化では、高品位粒鉄（High Quality Metal; 以下 HQM）を転炉でスクラップ代替として使用可能であり、エネルギー削減とCO<sub>2</sub>の発生抑制が可能である。

カザフスタンでの製鋼スラグの処理技術の水準は高いものではなく、日本磁力選鉱の製鋼スラグの処理技術は限りある資源を有効活用し、副産物を適切に処理することが可能であり、カザフスタン政府及び同国企業の技術向上・資源保護に貢献できるため、カザフスタン政府及び同国企業に受け入れられると考え、本件の事業実現可能性調査に着手した。

現行のスラグ処理会社の処理内容は、簡易プラントにも満たない内容であり、ごく一部のメタル（粗精鉱）のみを回収し残渣は野積み状態である。本事業がカザフスタン及び同国企業に理解され実証されれば、同国内の製鉄

所へ水平展開される可能性が高い。

そこで、今回の調査ではガスタンの普通鋼の副産物処理実現可能性調査のみならず、特殊合金メーカー等の副産物処理、さらには同様の問題を抱えていると考えられるロシアNIS諸国の普通鋼並びに特殊鋼メーカーの副産物処理にまで踏み込み、単なる調査ではなく、相手国の循環型社会に向けた取り組みの実情と目的に即した実現可能なビジネスモデルを構築することを目指す。

## 1.2 基本方針

本調査は単なる調査ではなく、対象国における製鋼スラグからの HQM 回収事業の実現を目標に、対象国の循環型社会に向けた取り組みの実情と目標に即した実現可能なビジネスモデルを構築することを基本方針とする。

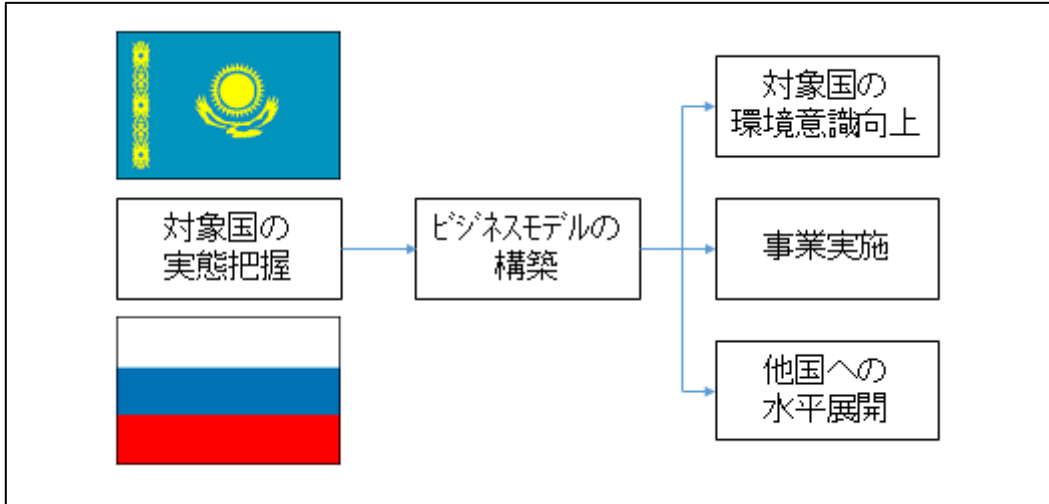


Fig. 1-1 基本方針イメージ (出典：自社作成)

## 2 海外展開計画案の策定

### 2.1 事業の推進体制

調査の実施体制は豊田通商・豊通マテリアル・日本磁力選鉱の3社からなるコンソーシアムとした。

豊田通商・豊通マテリアル・日本磁力選鉱の3社は、2015年5月11日付で秘密保持契約及び業務提携協定を締結している。

豊田通商は、会長が在名古屋ガザフスタン名誉領事を務めるなど、ガザフスタンと強い関係を築いている。同社は2015年10月の安倍総理大臣のガザフスタン訪問時にも同行し、大きな役割を果たしている。ガザフスタン内に事業所を持ち、迅速な業務履行が可能である。

豊通マテリアルは、豊田通商より分社化した鉄鋼・非鉄の専門商社であり、高い専門性を発揮している。

日本磁力選鉱は、製鋼スラグ処理において国内トップのシェアを誇るサイクルの総合企業である。自社開発の選別機器・破碎システムや60年に渡る操業ノウハウにより、高い技術力を保有している。

本事業の関係者の協力の下、2015年4月現在の推進体制を下記の通り構築した。

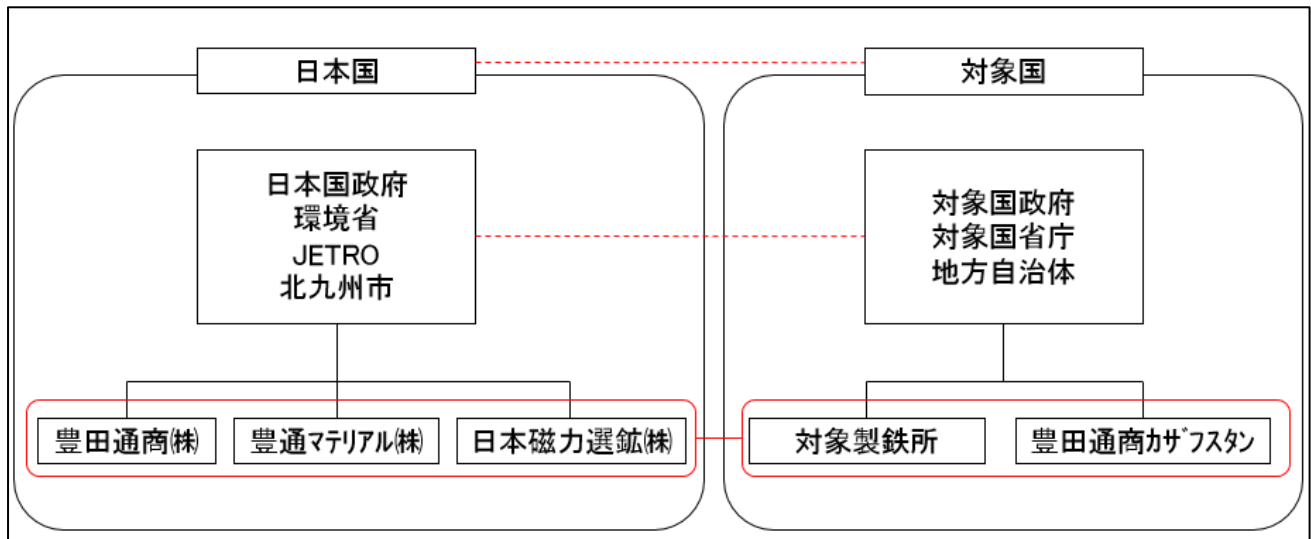


Fig. 2-1 ガザフスタンF/Sの推進体制(出典：自社作成)

## 2.2 海外展開事業の概要

### (1) 対象地域

#### (7) 主対象

カザフスタン共和国カラガンダ州を主対象に設定する。



Fig. 2-2 対象地域(出典 : Google)

#### (4) 展開を計画すべき地域

特殊鋼生産工場のあるアクトベ州及びカザフスタン周辺地域であるロシア連邦チェリャビンスク州を、展開を計画すべき地域として設定する。カザフスタン共和国アクトベ州は同国の大手合金鉄メーカーである Kazchrome 社が製造拠点を置いている。また、ロシア連邦チェリャビンスク州は、日本磁力選鉱と協力関係にあるチェリアブギプロムズ社より製鉄所のスラグ処理状況について情報を得た地域である。

Table 2-1 カザフスタン及び周辺地域の主要な製鉄所

製鉄所名	地域	対象
ArcelorMittal Temirtau 社	カザフスタン共和国カラガンダ州	○
Kazchrome 社	カザフスタン共和国アクトベ州	○
Mechel 社	ロシア連邦チェリャビンスク州	○
マグニトゴルスク製鉄所	ロシア連邦チェリャビンスク州	△
Ural Steel 社	ロシア連邦オレンブルグ州	△
ニジニタギル冶金コンビナート	ロシア連邦スヴェルドロフスク州	△
グリエフスカ冶金工場	ロシア連邦ケメロヴォ州	△

(2) 処理対象廃棄物種類

製鉄副産物(製鋼スラグ)



Photo. 2-1 製鋼スラグ-1



Photo. 2-2 製鋼スラグ-2(出典：自社撮影)

(3) 利用技術・導入規模

(ア) 利用技術：物理選別技術(日本磁力選鉱独自開発)

(イ) 導入規模：各製鉄所の規模に合わせた工場設置

(4) 事業内容

製鉄所から発生する製鋼スラグ(高炉スラグを除く)は、適正処理を行えば金属鉄とミネラル分とに分離可能で有効利用が可能である。対象地域の製鉄所では簡易プラントによる粗精鉱の回収のみが行われており、適正処理が行われていない状況であった。

発生スラグと貯蔵スラグの有効活用を目的に破碎・磁力選別・篩分・磨鉱処理し、金属鉄は高品位化し製鉄所でリサイクルもしくは外販する。

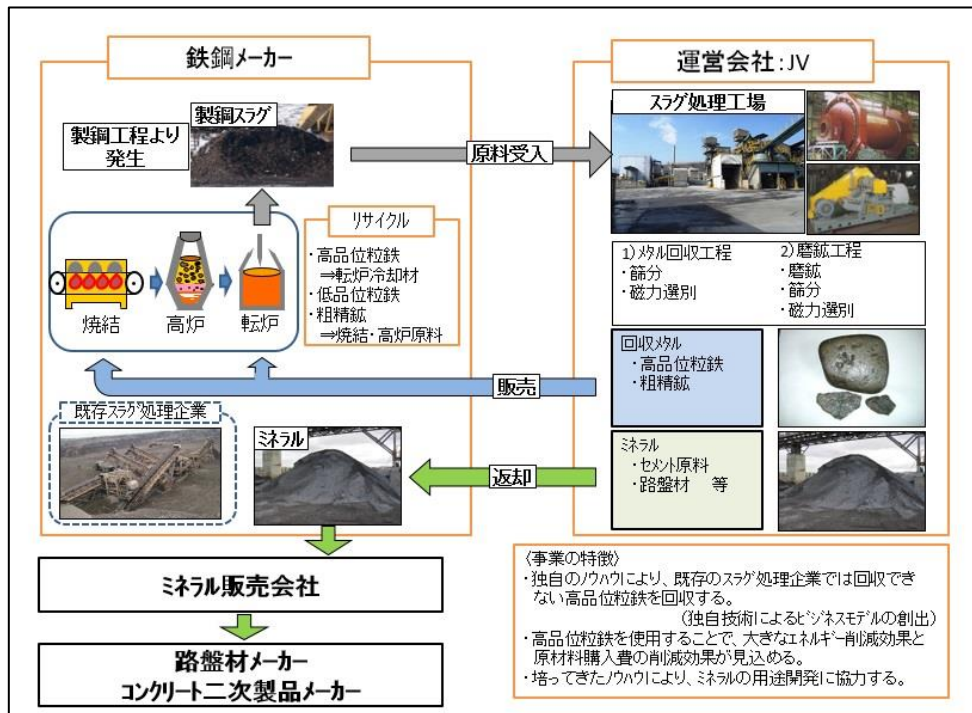


Fig. 2-3 事業の全体像(出典：自社作成)

### 2.3 課題を解決する為の処理技術

自社開発の選別機器・破碎システムや操業ノウハウを駆使することで、製鋼スラグの有効活用化を達成する。

- ・ 磁力選別：用途に応じた選別機的设计・製作・設置・最適条件設定
  - ・ 磨 鉢：独自の磨鉢ノウハウの提供による他社が実現不可能な回収率の高品位化
- 日本磁力選別技術を導入した場合の処理フローを以下に記載する。

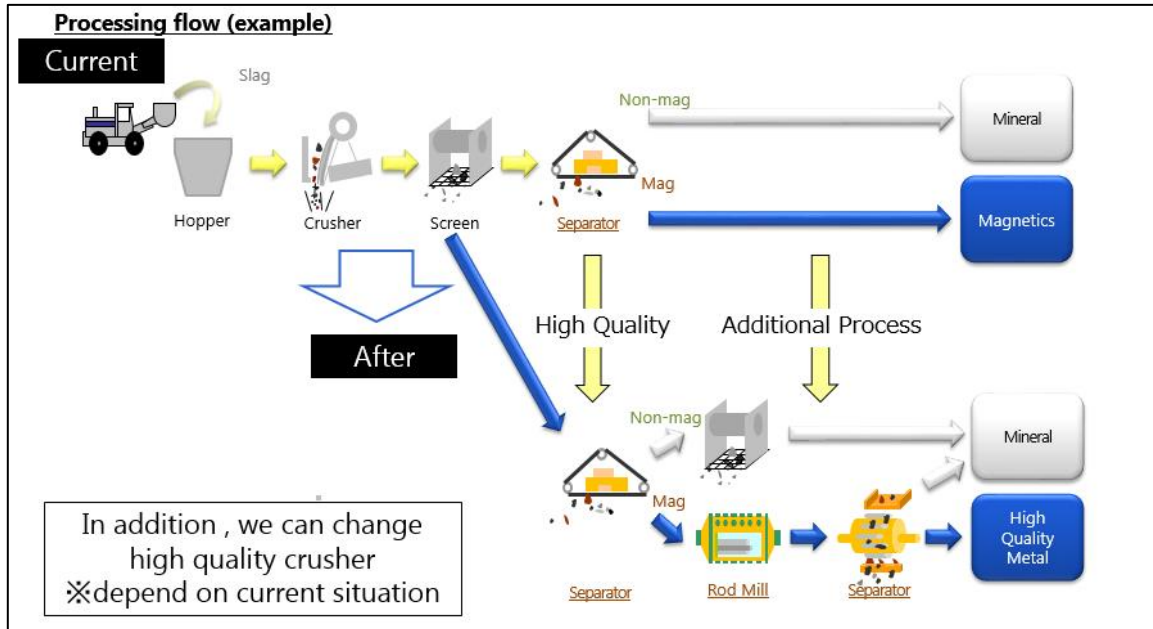


Fig. 2-4 日本磁力選別の技術導入による処理フロー 1 (出典：自社作成)

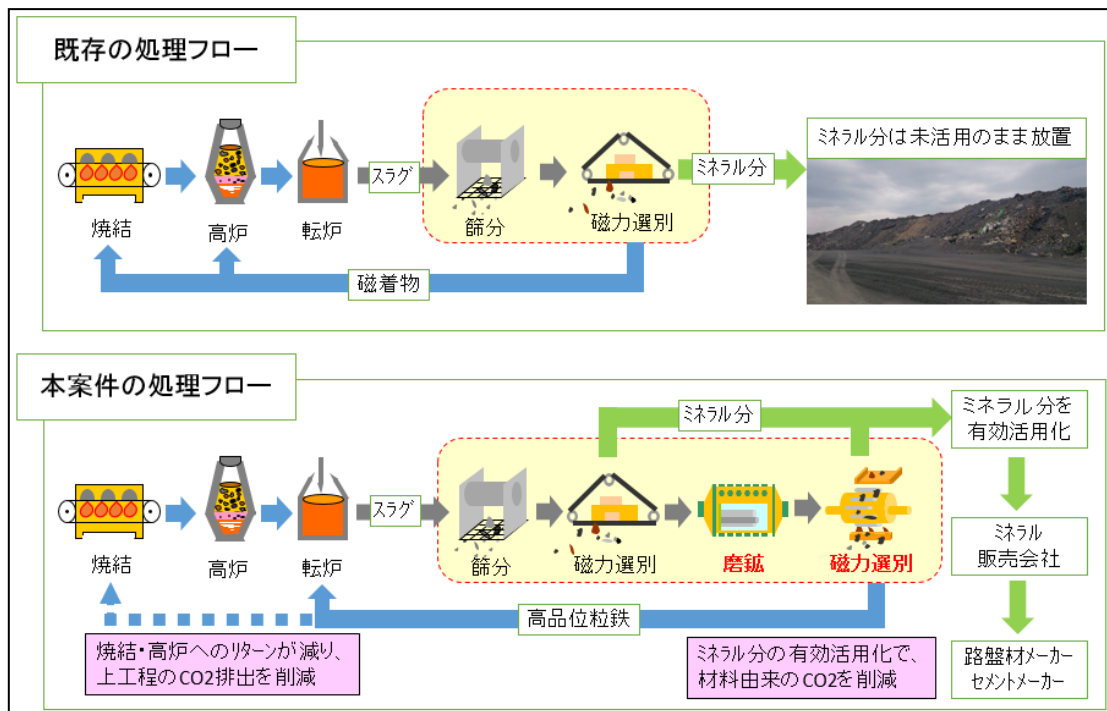


Fig. 2-5 日本磁力選別の技術導入による処理フロー 2 (出典：自社作成)



## 2.4 競合他社とその処理技術

### (1) LIRA 社

同社の処理は、サイズに応じた篩分けと簡易な磁力選別である。破碎・磨鉱設備を有していないため、回収する製品の品位は低い。



Photo. 2-3 LIRA 社スラグ処理設備(出典：自社撮影)

### (2) GRAND SMITHY WORKS KAZAKHSTAN (GSWKZ) 社

同社の処理は、サイズに応じた篩分けと簡易な磁力選別である。破碎・磨鉱設備を有していないため、回収する製品の品位は低い。また、移動式の篩分け設備を保有している。

### (3) MITSAR 社

同社の処理は、サイズに応じた篩分けと簡易な磁力選別である。破碎・磨鉱設備を有していないため、回収する製品の品位は低い。

## 2.5 ビジネススキームと処理方法の検討

### (1) ビジネススキーム

現地における事業化を確実にするため、いくつかの基本ビジネススキームを考慮する。

基本のビジネススキームとしては、プラント販売方式ならびに出資方式がある。プラント販売方式には、(ア)知財化・ライセンス供与、(イ)ターンキー方式のプラント供与があり、出資方式とプラント販売方式の中間として、(ウ)BOT (Built Operate Transfer)方式がある。出資方式には、日本側の独資方式と日本-ガザフスタン合併方式に分けられる。

なお日本磁力選鉱は、ロシア連邦チリヤピンスク州に所在するエンジニアリング企業であるチリアブギプロミス社と契約を締結し、協力関係にある。

#### (ア) 知財化・ライセンス供与

製鋼スラグの有効活用化技術を知財化し、ライセンスとして現地企業(製鉄所、スラグ処理会社)に供与する。

#### (イ) ターンキー方式のプラント供与

現地企業(製鉄所、スラグ処理会社)に製鋼スラグの活用化プラントを供与する。

EPC方式: Engineering + Procurement + Construction、又はEP方式

現地合併会社を設立した上で、日本磁力選鉱-合併会社間のEPC契約

#### (ウ) BOT 共同事業の展開(出資等)

製鋼スラグの有効活用化事業への出資、技術者派遣(SV)等により現地での事業の発展を確実にする。

### (2) 処理方法の検討

処理の方法に関しては、製鉄所構内のスラグ転倒場所またはスラグ貯鉱場で処理する場合の事業化と、製鉄所構外で処理する場合の事業化の2種類の処理方式が想定される。構内事業と構外事業での処理方式の主たる違いは環境への法的要求事項である。

構外の場合、敷地調査を始めとして環境法規制(大気・水質・騒音・振動・粉塵等)の対応のために環境対策費(集塵機等)の増強費用が必要となるため、環境対策が及ぼす設備投資額、減価償却費、ランニングコストの影響を実現可能性調査に加える。

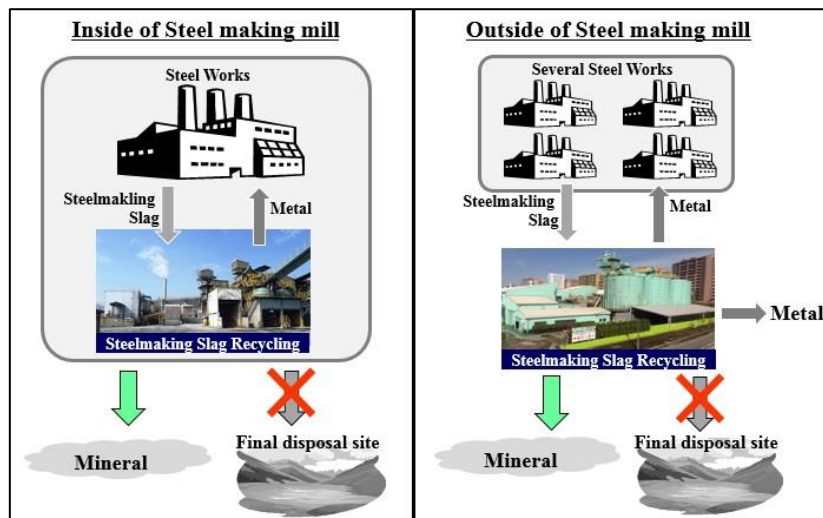


Fig. 2-6 構内工場と構外工場(出典: 自社作成)

(3) リサイクルで回収する製品

現地での法規制、要望に応じて対応できる技術を日本磁力選鉱は有している。

(7) メタル分

製鋼原料(転炉向)、焼結原料(高炉向)とする。

(1) ミネラル分

本件にはミネラル分の活用を持ち込まず、全量返却とする。対象製鉄所がミネラル分の有効活用化を行う場合は協力する。

活用の可能性としては、路盤材、肥料化がある。土質改良材としては、ガブスタンのアルカリ土壌では見込みがない。

## 2.6 日本磁力選鉱の製鋼スラグ処理技術の優位性

現状の対象国の製鋼スラグリサイクル技術は低く、簡易プラントによる粗精鉱回収にとどまっている。半世紀以上に亘り培った日本磁力選鉱のスラグ処理技術には大きな優位性があると考えられる。

以下に、日本磁力選鉱の製鋼スラグ処理に関する優位性を記載する。

### (1) スラグ処理技術・設備の自社開発力

- (ア) 製鋼スラグ処理技術のパイオニア、半世紀に亘る業界のトップランナー
- (イ) 処理技術と処理設備(破碎機、磁力選別機等)の自社開発力

### (2) 顧客ニーズへの柔軟対応力と工場運営で培う技術開発力

- (ア) スラグ性状と産物用途に応じた処理技術の開発力と処理条件の最適化力
- (イ) 簡易処理からミネラル分とメタル分の高度利用(HQMとセメント原料)までの幅広ニーズへの対応力と処理実績
- (ウ) 製鋼スラグの日本国内処理シェアNo.1を継続中

以下に日本磁力選鉱のスラグ処理概要を示す。

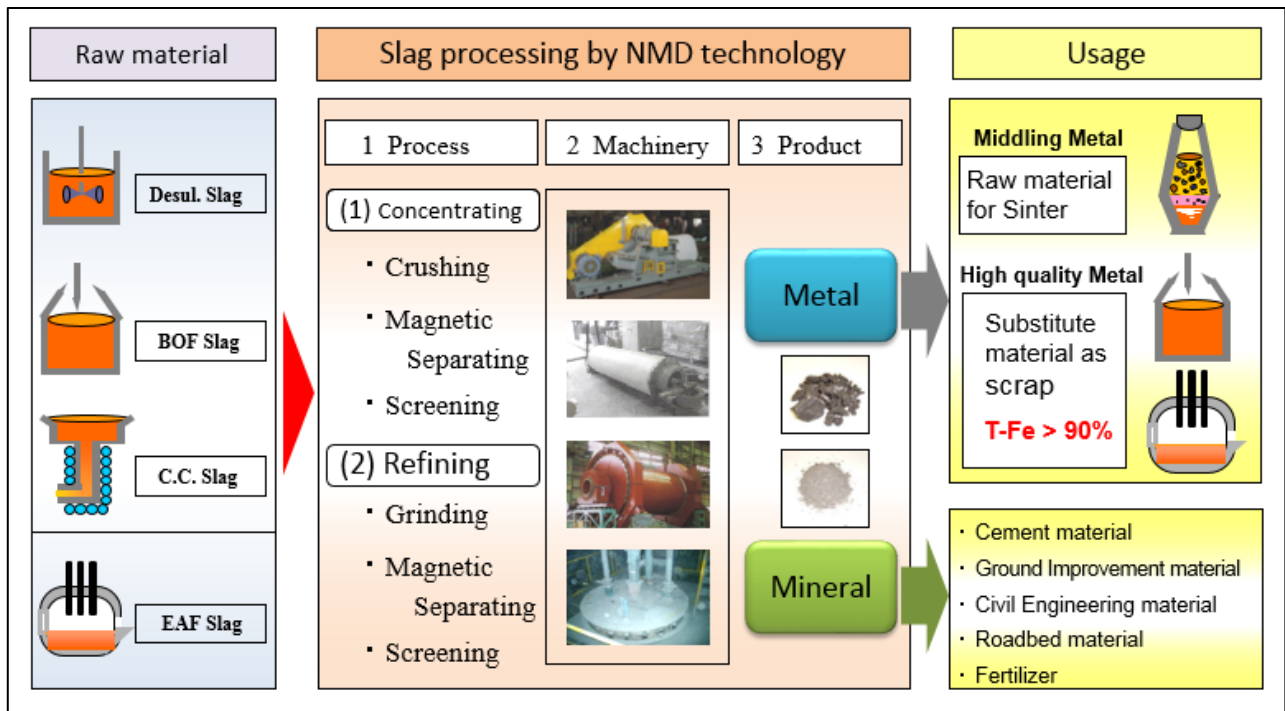


Fig. 2-7 日本磁力選鉱のスラグ処理概要(出典：自社作成)

### (3) 海外製鉄国への技術供与実績と高い知名度

- (ア) 海外製鉄国へのスラグ処理技術の供与(韓国、中国、ウクライナ)
- (イ) 新規製鉄国からの技術供与要請に対応(インド、ロシア、トルコ)

以下に日本磁力選鉱の国内外での実績を記載する。

Table 2-2 日本磁力選鉱の国内外での実績

	国内	海外
スラグ処理事業	1967 トーカイ(若松)	2007 上海開拓磁選公司
	1970 日新製鋼 周南製鋼所	
	1970 日本磁力選鉱 荻田工場	
	1973 JFE スチール 西日本(倉敷)	
	1975 日本磁力選鉱 泉大津工場	
	1977 新日鐵住金(大分)	
	7	1
技術協力	1996 JFE スチール 京浜	1993 マキエカ
	1996 JFE スチール 福山	2002 POSCO
		2005 上海第一鋼鉄
		2006 中国中鋼集団
		2007 フェリミアギプロマス
	2	10
プラント建設	15	6
合計	24	17
	41 工場	

## 2.7 事業化までの流れ

事業化までの流れは、次の3つの段階を考慮する。

第一段階として、基本情報の収集を行い、実現可能性を評価する。第二段階として、対象となるスラグの貯鉱・発生量や性状調査を実施する。これらから事業化の可能性がある場合は対象製鉄所との覚書を締結し、最終段階として実際のプラント設計を行い、詳細F/Sを実施する。

最終契約から操業開始までは18~24ヶ月を想定している。日本磁力選鉱はウクライナでのプラント建設の経験があるが、寒冷仕様への対策が必要である。厳冬期は労働条件で工事が中断するため、プラント建設工事期間が長くなる。

調査から事業化までの流れを下記に記載する。

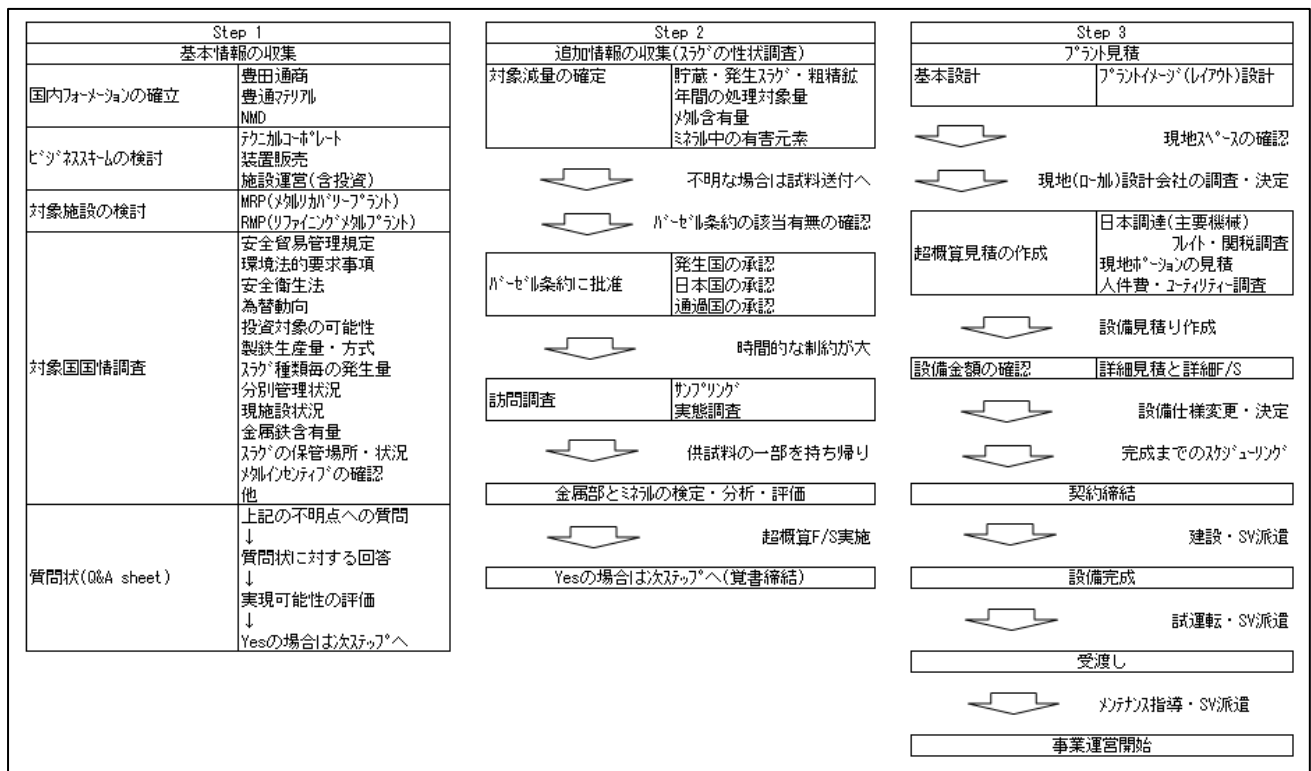


Fig. 2-8 調査から事業化までの流れ(出典：自社作成)

## 2.8 日本国内関係機関訪問-1

本事業を実施するにあたり、対象国事情に精通した機関を訪問し、情報収集や協力依頼を行っている。以下に国内関係機関への訪問・ヒアリング結果を記載する。

Table 2-3 国内関係機関訪問結果

年月日	訪問先	概要
'15/02/07	JETRO 北九州	1) ｶﾞﾌﾞｽﾀﾝのｽﾗｸﾞ 処理に関するヒアリング 助成制度などについての情報受け
'15/02/07	JICA 九州	1) ｶﾞﾌﾞｽﾀﾝ情勢ヒアリング 同国の政治情勢、文化、気候、インフラ整備情報取得
'15/04/30	在日ｶﾞﾌﾞﾌﾞ大使館	対応者：一等書記官 1) 中国企業のｶﾞﾌﾞｽﾀﾝへの大規模投資について 製品の品質等が違えば既存製鉄所に与える影響は少ないとの認識 2) 日本企業のｶﾞﾌﾞｽﾀﾝへの投資 中国企業参入はﾌﾟﾗｽだが、技術力のある日本企業の参入を望むとの回答
'15/10/27	ROTOBO	1) ｶﾞﾌﾞｽﾀﾝの投資環境ヒアリング 同国はユーラシア経済連合に加盟し、ロシア等の国との間に関税が発生しない。OECD 制裁によるルブル安も投資にはﾌﾟﾗｽに働くのではないかとの見解 2) Kazchrome 社に関する情報収集依頼
'15/12/15	ROTOBO	1) ｶﾞﾌﾞｽﾀﾝ・ロシアの投資環境ヒアリング ロシア経済に関しては全体としては悪いが、一部では軍需や設備更新などの内需が好調である。

### (1) ROTOBO(ロシア NIS 貿易会：日本)

ROTOBO は日本とロシア・NIS 諸国との経済関係を促進するために事業活動を行う経済産業省認可の公益法人である。以下に訪問日時と内容を記載する。

#### (ア) 2015 年 10 月 27 日

ｶﾞﾌﾞｽﾀﾝは親日的な国であり、中央アジアの中では取引を行いやすい国である。安倍首相の訪問により、日本の積極的な協力が開始する。工場建設を行う場合、ｶﾞﾌﾞｽﾀﾝはユーラシア経済連合に加盟しているので、ロシア・ベラルーシ・アルメニア・キルギスとの間に関税が発生しない。さらに OECD 制裁によるルブル安がﾌﾟﾗｽに働くのではないかとのことである。工場建設は国内価格の二分の一ないし三分の一で可能ではないかとの見解であった。

同会には、ｶﾞﾌﾞｽﾀﾝ国内での水平展開のため、同国で FeCr の生産を行っている Kazchrome 社の情報収集を依頼した。

#### (イ) 2015 年 12 月 15 日

ロシア経済に関しては、全体としては悪いが、一部地域では軍需や設備更新などの内需が好調で人手不足のところもあり、輸出によって好調な製鉄所もある。資源には目が向けられており、日本の技術にも注目が集まっているが、時勢としてロシア国内のものを使用するという機運がある。ロシア国内にないものや、ロシア国内でローカライズしているものであれば時代に適したものだと考えられる。

投資に関しては、リスクがプラスであり、日本の商社はウクライナ問題やトルコ問題で投資をためらっているが、外国企業には投資に向けて動いているところもある。

AMT 社のスラグ処理事業について、F/S のために現地での設備見積が必要になっていることから、日本磁力選鉱と協力関係にあるフェリアギプロス社に連絡を取ってもらうよう依頼した。

## (2) JETRO 北九州

JETRO は中堅・中小企業の輸出や海外展開の支援を主な業務とする、国内外に多数の拠点を持つ経済産業省所管の独立行政法人である。ガブスタンでのスラグ処理に関するヒアリングのため、北九州事務所を訪問した。

(ア) 2015 年 2 月 7 日

対応者は所長である。

現地当局へのネットワークや情報を持っている人物が JETRO ウズベキスタンにいる可能性があるとのことで、調査を依頼した。

経済産業省の助成事業に、1 週間程度の期間で専門家を派遣する制度がある。また、インフラ・プラントに関するチームがあり、新年度で予算化の可能性がある。

## (3) 在日本ガブスタン共和国大使館

本調査への協力要請と、2015 年 3 月に中国政府が製鉄所建設を含む総額 236 億 USD の投資についてガブスタン政府と合意した件についてのヒアリングを実施した。

(ア) 2015 年 4 月 30 日

対応者は一等書記官である。

中国企業のガブスタンへの大規模投資に関するヒアリングを行った。既存製鉄所よりも大規模な製鉄所ができる可能性はあるが、製品の品質等が違えば既存製鉄所に与える影響は少ないと考えているとのことであった。ガブスタンとしては、中国企業の参入は嬉しいが、できれば技術のある日本企業の参入を望んでいる。

プラント試験のサンプルの日本持込については、特別に手配することはできないとの回答であった。

## (4) JICA 九州

同機構は途上国事情に詳しく、過去にガブスタンに現地事務所を設置していた。ガブスタンは国民一人当たりの GDP が 10000USD を超え、JICA が主な支援対象とする 3000USD (BOP: Base of the Pyramid, 貧困層) を上回っている。JICA は同国現地事務所を廃止し、現在は同国をキギス事務所が管轄をしている。ガブスタン全般に関することをヒアリングするため訪問した。

(ア) 2015 年 2 月 7 日

対応はガブスタン現地駐在経験者、他 1 名である。

ガブスタンは共和制ではあるが、一党独裁政権である。現大統領は高齢であり、後継者問題が浮上している。

スラグの肥料化については、現地当局の工業省（現在の投資発展省及びエネルギー省）の管轄となる。ガブスタンはイスラム教徒が多いが、ロシア文化に近い。朝鮮系も 10～15 万人いる。



交通状況については、道路はよく整備されており、基幹道路は旧ソ連邦時代に整備された。アタ-テミル外間は車で3時間程度である。空路についてであるが、カカンドには空港があるが、霧が発生する場合があります、飛行機が飛ばないこともある。

湿度は60～70%と乾燥している。冬季は屋内外で温度差が激しい。屋内は薄着、屋外は隙間のない厚着がよい。

アルマトイのカフ大学に日本センターがあり、英語・ロシア語のプロフェッショナルがいる。

## 2.9 工程表

本調査実施にあたり、以下の通り計画を作成している。

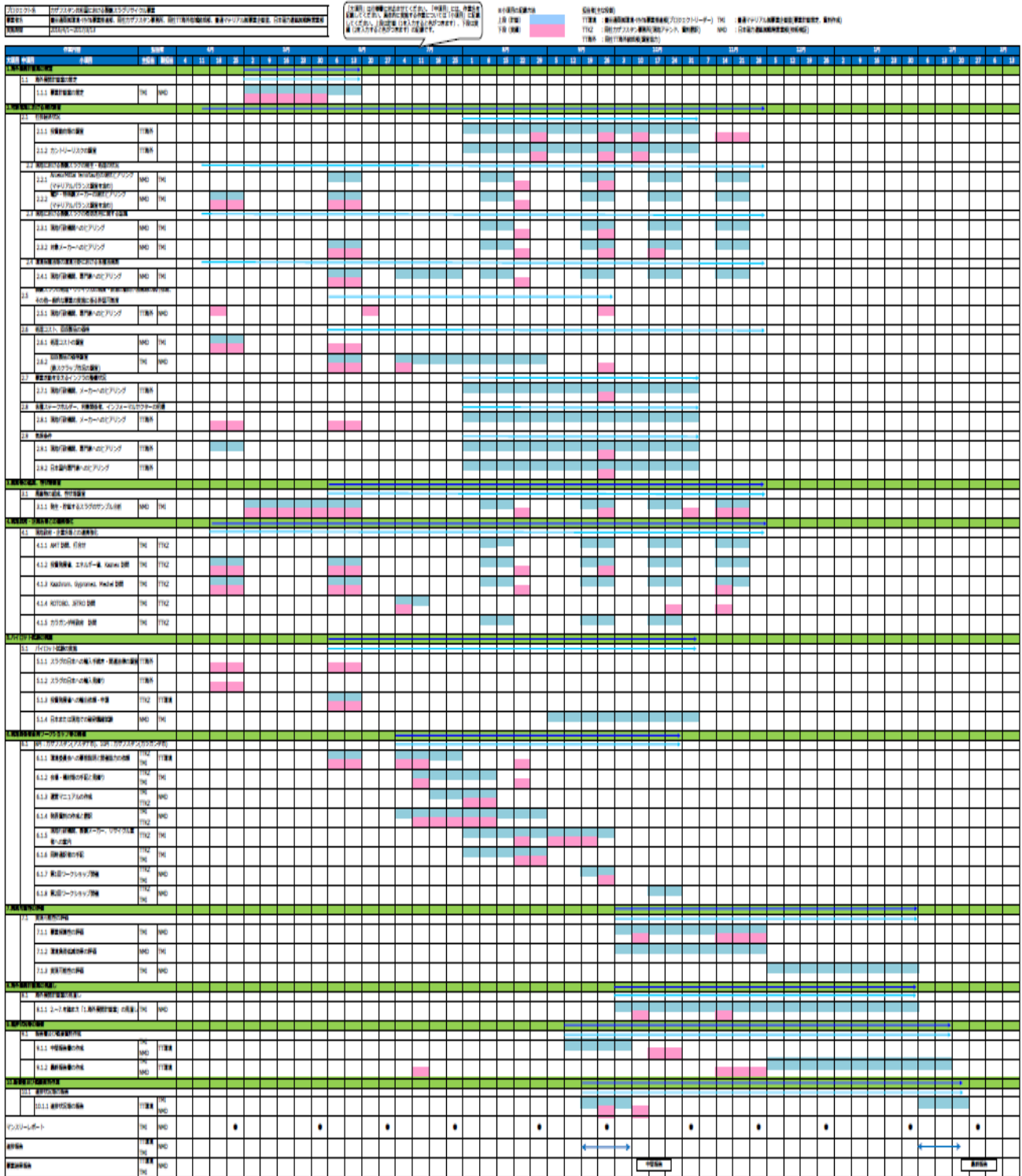


Fig. 2-9 工程表(出典：自社作成)

### 3 事業実現可能性評価のための現状調査

#### 3.1 カザフスタンの基本調査

##### (1) 基本情報

##### (7) 国情

カザフスタンは中央アジアにあって世界9位の広大な面積を有し、東は中国、南はキルギスタンとウズベキスタン、北と西はロシア、北西部の一部がカスピ海に接している。豊富な地下資源は石油・天然ガスに加えてウランやレアメタルなどで、これらの開発が注目されている。

旧ソ連邦の崩壊により、1991年12月にカザフスタン共和国として独立宣言。1997年に首都をアルマトイよりアスタナに遷都した。日本はJICAによる新首都アスタナの建設計画作成支援を実施した。

内政面では、ソ連邦カザフスタン共和国共産党第一書記・大統領からそのままカザフスタン共和国大統領に就任したザルトルグン大統領が、一貫して強力なリーダーシップを発揮して政治・経済改革をすすめ政権を運営しており、エネルギー資源の輸出による収益などを背景に、政情は安定している。

外交面では、国境を接し、政治・経済面で密接な関係を有するロシアとの良好な関係維持を重視。ロシアを中心とするCIS(Commonwealth of Independent States: 独立国家共同体)関連の国際機関(ユーラシア経済同盟・集団安全保障条約機構など)にはあまねく参加している。中国との関係も重視しており、上海協力機構(SCO: Shanghai Cooperation Organization)に創立時(2001年)より加盟。米国・EU・日本とも良好な関係を維持している。

2015年10月には、安倍総理大臣がカザフスタンを訪問し2006年以来となる首脳会談を行っている。経済関係の強化を資源の安定確保につなげるとともに、同地域で影響力を増す中国をけん制し、官民協力によるインフラ整備の支援などに軸足を置いた関係強化の考えを示した。

加えて、2016年11月にはザルトルグン大統領が公式実務訪問賓客として来日。天皇と会見、安倍首相との会談、広島訪問、第6回日本・カザフスタン経済官民合同協議会の開催等を通じて、2017年には国交樹立25周年を迎える両国間をつなぐ友好と協力の絆が一層強まった。

経済面では、豊富な地下資源を有しているが、近年では資源依存型経済からの脱却を目指し、均衡の取れた持続的経済成長を実現する為に産業の多角化に力を入れている。

環境面の問題として、旧ソ連邦時代の製鉄副産物といった負の遺産が現在まで受け継がれており、公害や社会問題を引き起こしている。

- ① 面積 : 272万4900平方メートル(日本の約7倍)
- ② 人口 : 1660万人(日本の約1/7)
- ③ 首都 : アスタナ
- ④ 言語 : カザフ語が国語(ロシア語は公用語)
- ⑤ 宗教 : イスラム教(70.2%)、ロシア正教(26.3%)
- ⑥ GDP : 1732.1億USD(2015年: IMF)
- ⑦ 一人当たりGDP : 10508USD(出典: JETRO)
- ⑧ 物価上昇率 : 6.5%(出典: 外務省HP)

(イ) 国家組織

① 国家機構

カザフスタンの政治体制は共和制であり、国家元首ならびに最高責任者はヌルタン・ナザルバエフ大統領である。議会は上院・下院の2院制である。

環境に関する行政は日本の環境省に当たるエコロジー省が、経済に関する行政は日本の経済産業省に当たる投資発展省が行っている。

下記にカザフスタン国家機構図を示す。

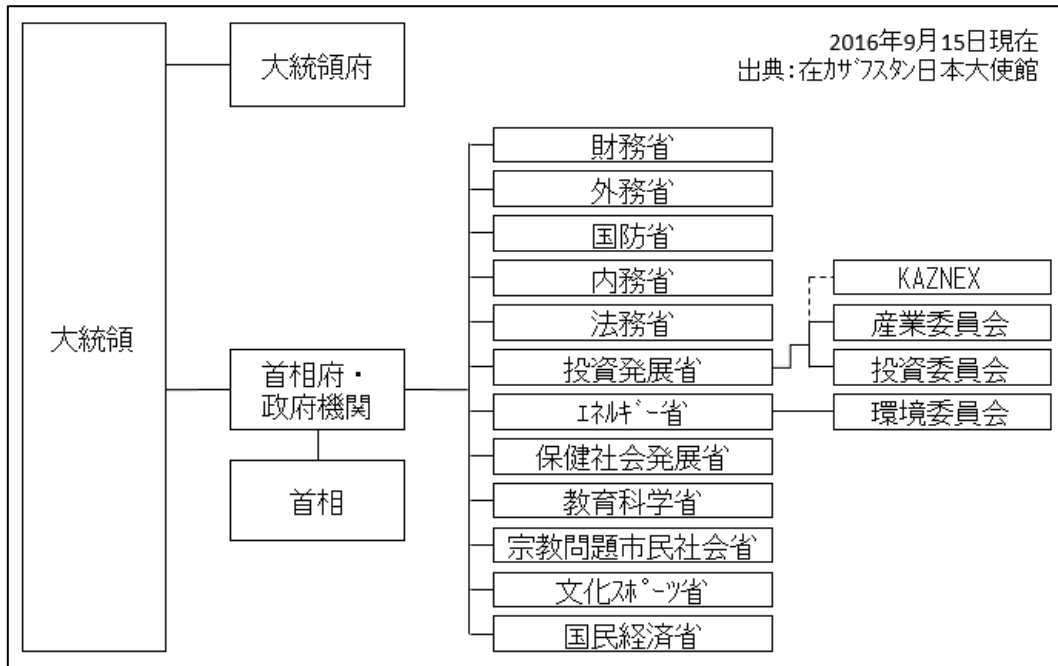


Fig. 3-1 カザフスタン国家機構図(出典：自社作成)

② 行政区画

カザフスタンには14の州と3つの政令指定地区(アスタナ、アルマトイ、バイコヌール)がある。政令指定地区は州とは独立した地位を持つ。

下記に行政区画を示す。

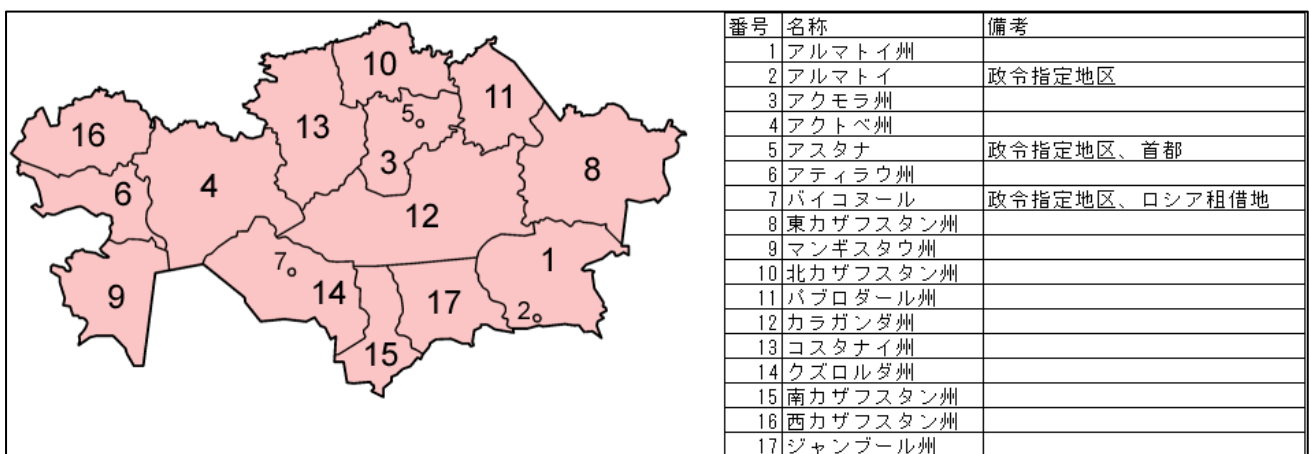


Fig. 3-2 カザフスタン行政地区(出典：WIKIPEDIA)

(ウ) 投資動向

カザフスタンは資源依存型の経済から脱却するため、技術力の高い外資企業の誘致に積極的である。2015年3月には、中国政府が製鉄所建設を含む総額236億USDの投資について、カザフスタン政府と合意している。鉄道や発電所などインフラ整備とそれに伴う原材料の工場建設を中国が行う。しかしカザフスタンとしては、高い技術力を持つ日本企業の投資に対しても歓迎する意向を示している。

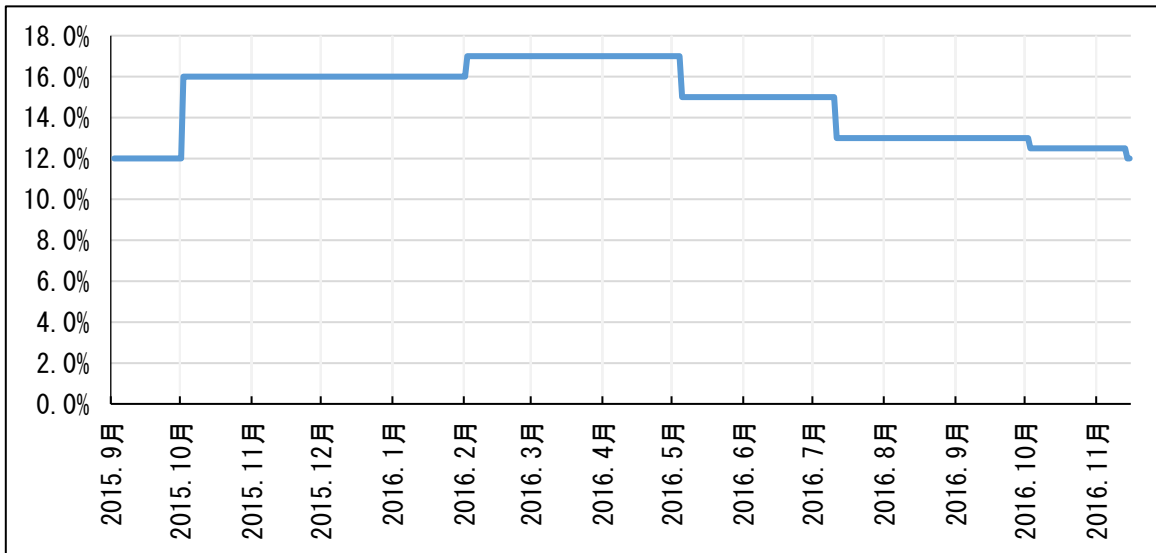
また投資時期としては、近隣国ロシアのルーブル相場下落と、それに連動した現地通貨テンゲの相場下落(P21参照)により、投資コストを抑えられるというメリットがあるという声もある。

(エ) 金利

カザフスタンにおける市中金利は、カザフスタン国立銀行が決定する政策金利(Base interest rate)に大きく影響される。2015年9月から2016年11月までの政策金利は12~17%であり、直近では利率が下がる傾向にある。

市中貸出金利は政策金利に比べ変動が激しく、2016年1月には法人向け貸出金利が25%を超えるなど高利率であり、事業採算性に大きく影響する。

政府系の金融機関は利率が低く、鉄鋼関係の事業であれば使用できる。また、カザフスタン政府が国内金利の50%を負担するプログラムもある。



Graph. 3-1 カザフスタンの政策金利(Base interest rate) (出典：カザフスタン国立銀行)

(オ) 税金

① 税制(出典：Ernst&Young「Doing business in Kazakhstan」)

カザフスタンでは、法人税、固定資産税、付加価値税などの税制がある。

法人税は現地法人では全世界源泉の利益に、非現地法人ではカザフスタンを源泉地とする利益に賦課される。税率は原則として20%である。なお、カザフスタンにおける恒久的施設(支店等)を通じてビジネスを行う非現地法人については、基本的に現地法人と同様の扱いとなる。

固定資産税は、残存簿価に対して課税される。資産の償却は原則として定率法で、資産の種類に応じて10~40%の償却率である。

付加価値税は、商品の売買取引及びサービスの供給に対し賦課される税金である。取引額に対し

12%課税される。なお、消費税が別途設定されており、航空燃料を除くあらゆる精油製品、アルコール、煙草などの製品に課税される。付加価値税については、2017年1月1日より消費税(又は売上税)への変更が検討されている。

また、カザフスタンでは10地区の経済特区(Special Economic Zone)が設定されている。本件の調査対象地区であるカガンダ州にも冶金・金属加工業の開発を目的とした特区が設定されている。経済特区はインフラ設備が整っており、各種の免税制度がある。加えて、10年間の土地の無料貸借、外国人雇用手続きの簡略化の制度もある。

Table 3-1 カザフスタンの税率(出典：KAZNEX HP)

税の種類	経済特区外	経済区内
法人税(Corporate Income Tax)	原則として20%	0%
土地税(Land Value Tax)	土地ごとに課税	0%
固定資産税(Property Tax)	0.5-1.5%	0%
付加価値税(Value added Tax)	12%	0%

Table 3-2 カザフスタンの資産償却率(出典：Ernst&Young「Doing business in Kazakhstan」)

設備の種類	償却率
建物及び構築物(油井・ガス井・送電機除く)	10%
機械及び設備(油井・ガス井・情報処理設備除く)	25%
コンピューター・ソフトウェア及び情報処理設備	40%
油井・ガス井、送電装置、石油ガス製品用設備、他	15%

日本とカザフスタンは2008年12月に租税条約を締結しており、投資所得に対して限度税率が設定されている。以下に投資所得に対する限度税率を記載する。

Table 3-3 カザフスタンにおける投資所得に対する限度税率(出典：財務省 HP)

投資所得		限度税率
配当	株式割合10%以上	5%
	その他の場合	15%
利子		10%
(技術等の)使用料		10%

なお、カザフスタンはユーラシア関税同盟に加盟しており、ロシア・ベラルーシからの輸入に対して関税がかからない。また、2015年11月にWTOに正式加入したことで、他国の関税率も引き下げられる。

## ② 免税措置

カザフスタン政府の定める Priority activity に該当した場合、10年間の法人税免除及び設備輸入関税の免除を受けることができる。なお、10年以内に撤退した場合の取扱に関しては確認できていないので、調査が必要である。

自動車・鉄鋼・化学等の6業種で、投資額が2000万USD以上であれば10年間の免税措置が受けられる。

また、2100万USD以上の投資を行う場合に限り、投資額の30%の返金をカザフスタン政府より受けることができる。2015年7月時点で、投資発展省としては基準額を500万USDに引き下げたいと

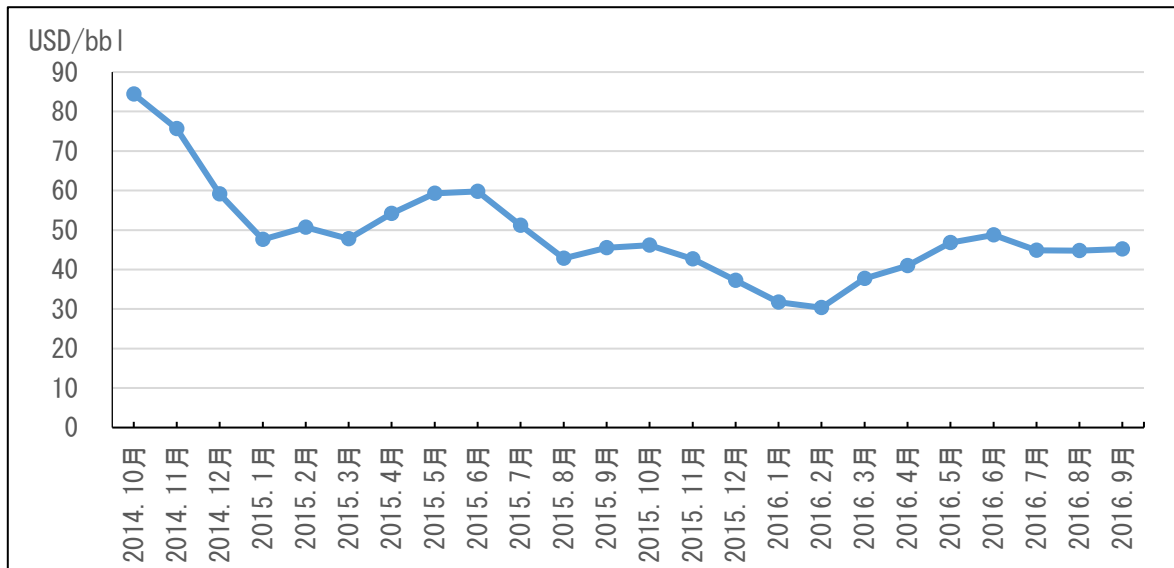
いう意向がある。以後の動向に関しては調査中である。

(カ) カントリーリスク

カザフスタンは共和制で、実質は一党独裁政権だが政治的には安定している。ただし現大統領が高齢のため、後継者問題が持ち上がっている。

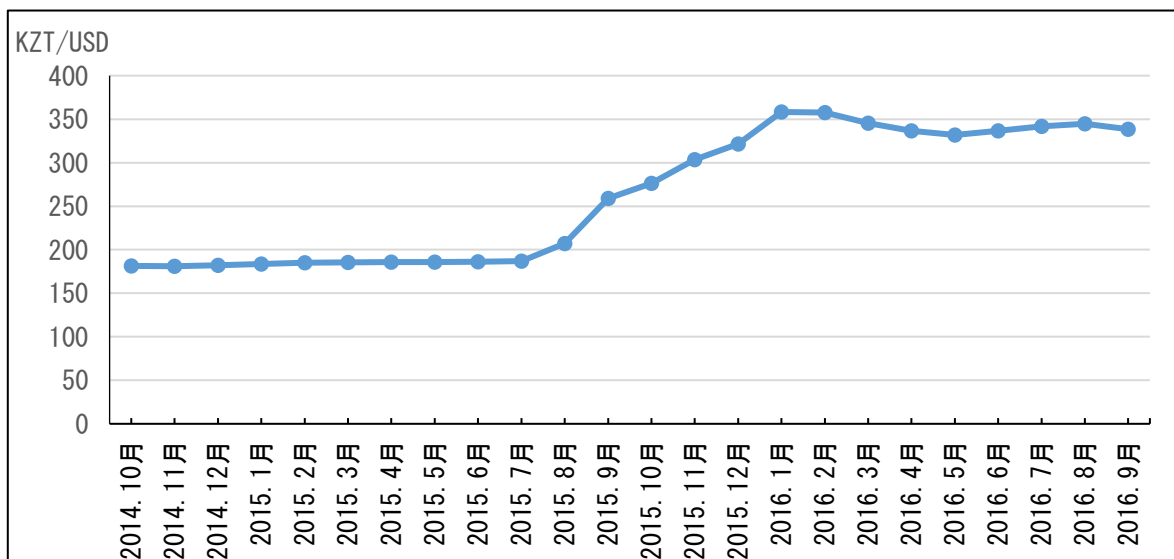
豊富な地下資源を有しているが、資源依存型の経済から脱却するため産業の多角化に力を入れている。しかし産業構造は依然として石油・ガスをはじめとした資源エネルギー分野に大きく偏っている。

安定した経済成長を続けていたが、近年の資源価格急落により、経済状況は大きく変化している。



Graph. 3-2 WTI (West Texas Intermediate) 原油取引価格 (出典：IMF「Primary Commodity Prices」)

為替に関しては、テングの相場が2015年8月に完全変動相場制へと移行した。これにより為替水準は180KZT/USDから365KZT/USD(2016年1月時点)と大きくテング安へ振れることとなった。2016年9月時点で330KZT/USD前後で推移しており、今後も為替リスクを考慮に入れる必要がある。



Graph. 3-3 カザフスタンテング為替相場 (出典：http://fxtop.com/)

## (2) 製鋼スラグの有効活用に関する認識

カザフスタンは資源国であり、製鋼スラグの有効活用に関する認識は非常に希薄である。旧ソ連邦が崩壊し、製鉄副産物である製鋼スラグが負の遺産として現在まで受け継がれており、具体的な処理・活用に関して方策を有していない。

2017年に環境をテーマとした万博が同国で開催されるなど、近年は環境問題に関して取り組む姿勢を見せているが、政府の関心は再生可能エネルギーであり、製鋼スラグのリサイクルにはスポットは当たっていない。しかしながら、本調査事業を通して政府関係者と意見交換を積極的に行ってきたことで、政府関係者の製鋼スラグの有効活用に関する意識は着実に向上している。



(3) 環境保護分野における各種法規制

(7) 環境法体系

カザフスタンの環境分野の法律は、下記に示す体系となっている。

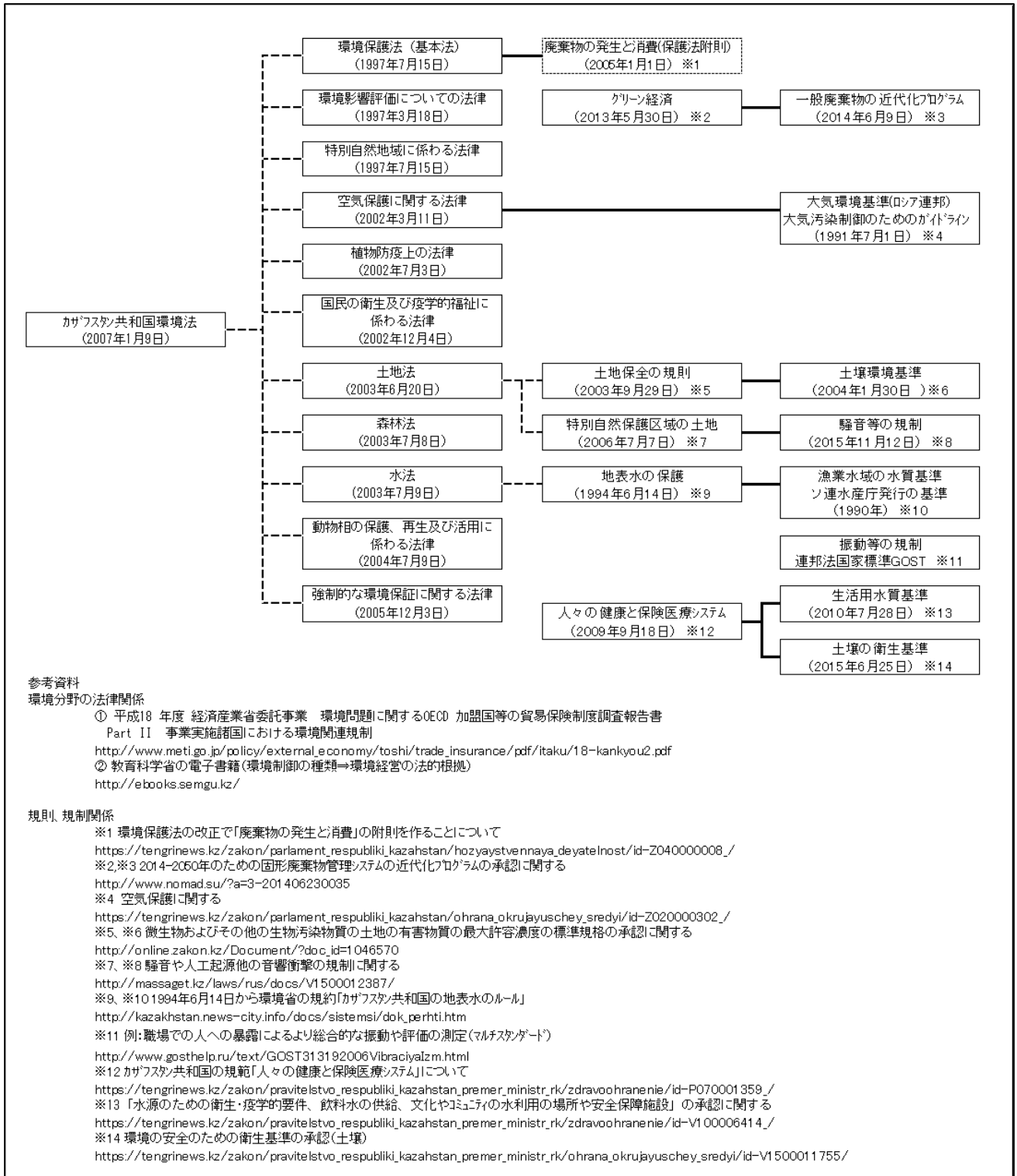


Fig. 3-3 カザフスタンにおける環境法体系(出典：自社作成)

(イ) 土壌

ガスタンでは、土壌中の有害物質の最大許容濃度(MPC)が法律で規制されている。  
現時点で判明している土壌汚染の基準を下記に示す。

Table 3-4 ガスタンにおける土壌中の有害物質の最大許容濃度(出典：Kazchrome 社資料)

化学物質	MPC(mg/kg)	化学物質	MPC(mg/kg)
鉛	32.0	ニッケル	4.0
銅	3.0	亜鉛	23.0
クロム	6.0	カドミウム	0.5
六価クロム	0.05	ヒ素	2.0
マンガン	1500		

(ウ) 水質

ガスタンでは、漁業用水及び生活用水について有害物質の最大許容濃度(MPC)が設定されている。  
現時点で判明している、環境基準である漁業用水に係る基準を下記に示す。

Table 3-5 ガスタンにおける漁業用水の最大許容濃度(出典：Kazchrome 社資料)

物質	MPC(mg/l)	物質	MPC(mg/l)	物質	MPC(mg/l)
アンモニア塩	0.5	マグネシウム	40.0	硫酸塩	100.0
杓素(3+)	0.017	マンガン(2+)	0.01	フッ化物	0.05
鉄(2+)	0.005	ナトリウム	120.0	塩化物	300
鉄	0.1	亜硝酸塩	0.08	六価クロム	0.02
カドミウム(2+)	0.005	硝酸塩	40.0	亜鉛(2+)	0.01
銅(2+)	0.001	ニッケル(2+)	0.01	フェノール類	0.001
ヒ素	0.05	水銀(2+)	0.00001	石油製品	0.05

(イ) 大気

ガスタンでは大気中の不純物の最大許容濃度が設定されている。  
現時点で判明している大気汚染に係る基準を下記に示す。

Table 3-6 ガスタンにおける人口密集地域の空気中の不純物の最大許容濃度(出典：Kazchrome 社資料)

物質	MPC (mg/m <sup>3</sup> )		物質	MPC (mg/m <sup>3</sup> )	
	時間値	日平均値		時間値	日平均値
一酸化炭素	5	3	フッ化水素	0.02	0.005
一酸化窒素	0.4	0.06	オゾン	0.16	0.03
二酸化窒素	0.085	0.04	塩化水素	0.2	0.1
浮遊物質	0.5	0.15	六価クロム	-	0.0015
フェノール	0.01	0.003	鉛	0.001	0.0003
ホルムアルデヒド	0.035	0.003	カドミウム	-	0.0003
アンモニア	0.2	0.04	ヒ素	-	0.003
二酸化硫黄	0.5	0.05	クロム	-	0.0015
硫化水素	0.008	-	銅	-	0.002
塩素	0.1	0.03			

(4) 製鋼スラグの処理・リサイクルの制度・政策の動向や本規制の執行体制・その他一般的な事業の実施に係る許認可制度

(ア) 製鋼スラグの処理・リサイクル制度・政策の動向（環境委員会へのヒアリング）

ジャフスタンでは鉄鋼スラグに対する法律は調査中であるが、現時点では鉄鋼スラグに対する特別な法律は確認できていない。なお、旧カガング製鉄所（現 AMT 社）のスラグを全量処理する計画があったが、スラグの所有権が AMT 社にあると認められたため計画は中止となった。

ジャフスタン国内ではスラグの使用を禁止していないが、有害成分が検出されれば使用禁止となる。本件に関し、ミナル分は廃棄物に該当しないのではないかと、との見解があった。

また、2012 年に政府が旧国営カガング製鉄所のスラグを処分する計画をしていたが現在も計画中の問いに対しては、所有権が民間に移ったため政府はノータッチと思われるとの回答があった。

(イ) 事業実施に係る許認可（環境委員会及び投資委員会へのヒアリング）

事業立上に必要な手続きについて、外資のみでの事業許可取得は可能である。事業許可申請は① F/S（環境負荷試算）時、② 建築申請時、③ 事業開始時の 3 回で、各 1 ヶ月程度の期間を要する。申請フォーマットは環境コンサルタントが所有しているが、個別のコンサルタントは紹介できず、ライセンスを保有している企業の一覧であれば提示可能との回答であった。製鉄所の使用しているコンサルタントが良いのではないかと、との助言があった。

(ウ) 助成・免税制度等（投資委員会及び KAZNEX へのヒアリング）

自動車・鉄鋼・化学等の 6 業種について、投資規模 20 百万\$ で、契約後 10 年間の免税処置がある。免税の許可は申請から 1 ヶ月程度の期間を要する。

事業実施エリアであるテリタリ市の近隣に経済特区があり、電力・水道などのコストが受けられる。特区での事業であれば投資額の 30% の還付制度もある。

本事業は投資発展省の定める Priority activity に該当し、10 年間の法人税免税と、プラント等輸入時に発生する関税の免税処置が受けられる。また 21 百万 USD 以上の投資に限り、投資額の 30% をジャフスタン政府より受けることができる。21 百万 USD の基準については、同年 9 月の審議で 5 百万 USD に引き下げたいというのが投資発展省の意向である。

ジャフスタンでは、将来の投資を目的とした調査等により現地で業務を行う外国人に対して Investor Visa の発行が可能である。Investor Visa では同国に 60 日以上滞在が可能となる。また Investor Visa の発行による投資義務は発生しない。本調査に関しジャフスタンに 60 日以上滞在が見込まれる場合は、KAZNEX で Investor Visa の発行可能である。

(エ) 外資規制

外資による投資に関しては、投資委員会が定めた事業リストの内容に符合している必要がある。事業リストの内容は毎年見直される。

事業内容として認可されない分野として下記のものがある。

- ① ギャンブル
- ② 地下資源を利用する分野
- ③ 消費税対象となる Commodity 分野（ただし、バス用のエンジンなどは除外）
- ④ Concession 分野（採掘権等）

2015 年 11 月のジャフスタンの WTO 加盟により、資源開発等での規制が緩和される見込みである。

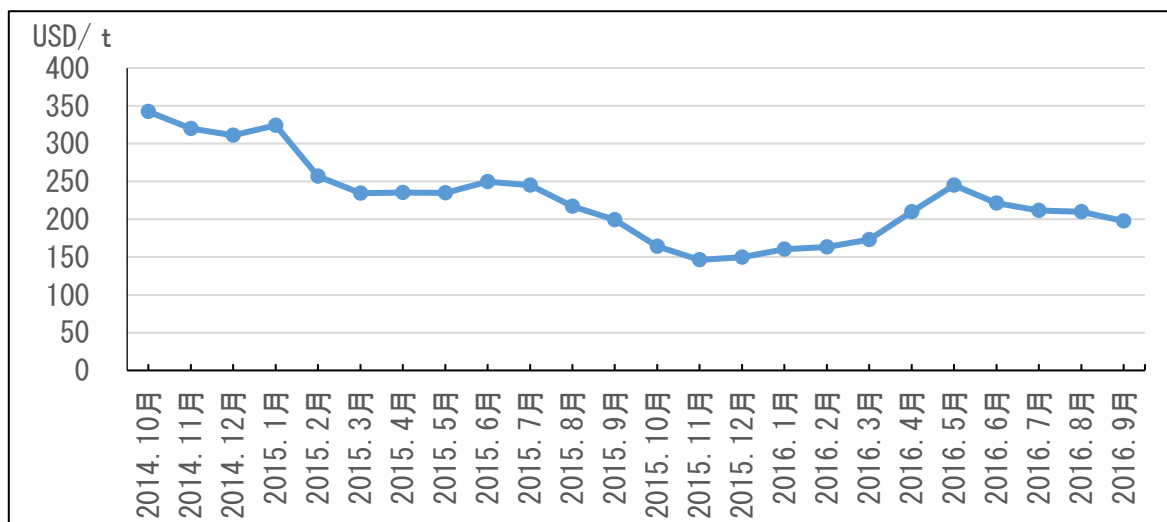
(5) 回収製品の価格・処理コスト

(ア) スクラップ 価格

HQM 回収事業において、製品の評価額はスクラップ 価格の影響が大きい。調査を開始した 2014 年 12 月以降、国際スクラップ 価格は大きく下落しており、2016 年 9 月現在で 200USD/t で推移している。

カザフスタンでは鉄スクラップ の禁輸措置が取られており、国際相場と比較して非常に低い価格で取引されている。2015 年 11 月の WTO 加盟により一時的に輸出が解禁されたが、カザフスタン国内のスクラップ 不足を理由に 2016 年 8 月に再び禁輸措置を行っている。

参考として、以下にスクラップ の国際相場の指標のひとつである USA コンポジット価格を記載する。



Graph. 3-4 USA コンポジット価格 (出典：日本鉄リサイクル工業会)

(イ) 人件費

以下に 2016 年 9 月時点での調査結果を示す。

Table 3-7 2016 年 9 月調査時の職種別賃金水準 (単位: KZT/月, 1USD=180KZT)

職種	賃金	職種	賃金
工場長	260000	機械修理工	170000
重機運転手	150000	トラック運転手	150000
作業員	110000	手選別作業員	110000
事務員	80000	雑役	70000
食事係	75000	送迎用運転手	80000
経理担当	150000	法務担当	150000

(ウ) 電力料

電力料金はカザフスタン国内で一律でなく、地域ネットワークごとに異なる。対象地域での 2016 年 9 月時点の電力単価は 30KZT/kWh である。

(E) 燃料費(2016年9月時点)

軽油単価：148KZT/ℓ

石炭：12000KZT/t

(F) 水道料金(2016年9月時点)

カザフスタンの一般的な水道料金は上水・工業用水ともに 350KZT/1000cubicL である。

(6) 事業活動を支えるインフラの整備状況

(7) 土地賃借

カザフスタンにおける土地賃借については調査中である。

(i) 道路状況

よく整備されている。基幹道路はソ連邦時代に整備されたものである。2008年現在で、道路合計 9万3612km に対し舗装路は 8万4100km である。(出典：中央アジア・コーカサス研究所 HP) また、アジア開発銀行が進める中央アジア横断6ルートのほとんどがカザフスタンを通過するなど、交通の要衝として中継貿易の一大拠点形成しつつある。(出典：浅間サーチエクステンションセンター HP)

(ii) 電力

多くの発電所は旧ソ連邦時代に建設され老朽化が進んでおり、国土が広大で都市部以外は集落が広く散在しているため、未電化地域が少なくない。また、発電所から消費地までが遠く、送電線の老朽化や気候の影響による放電で送電時の電力ロスが多い。(出典：JETRO「2015年2月カザフスタン BOP 層実態調査レポート(電力事情)」)

製鉄所は自家発電施設を保有している場合が多く、既存のスラグ処理業者は製鉄所から電力の供給を受けている。

(7) 各種ステークホルダー・利害関係者・インフォーマルセクターの把握

(7) AMT 社

現時点でインフォーマルセクターの情報は掴んでいないが、現地訪問調査時に所属不明のトラックがスラグ貯鉱場へ乗り入れているのを確認している。

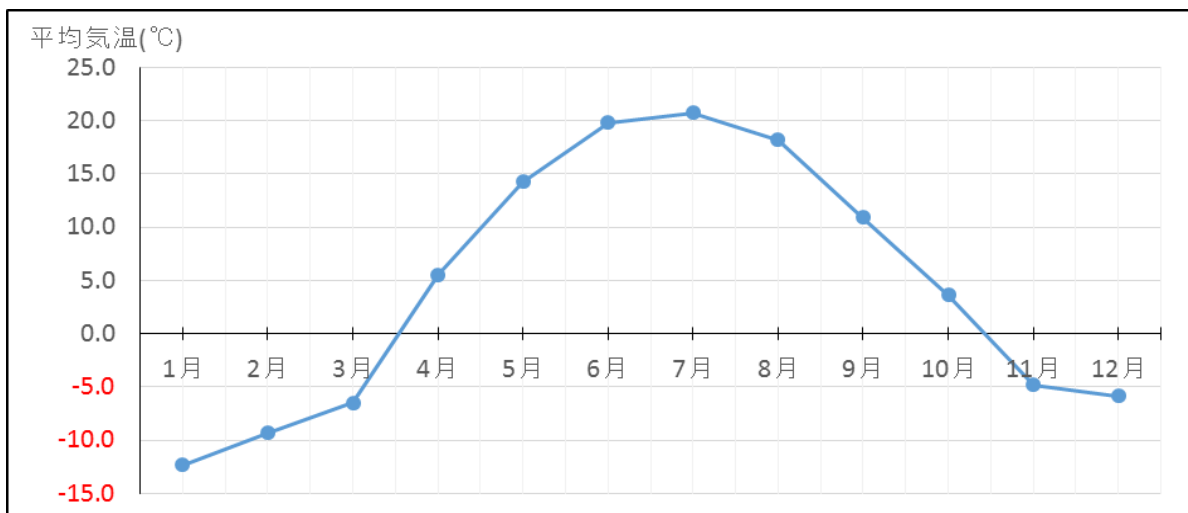
(8) 気候条件

海洋から遠く離れており国土が広大なため大陸性で、気温の年較差が大きく1月の平均気温はマイナス19度～マイナス4度、7月の平均気温は19度～26度に達する。冬季の最低気温はマイナス45度に達し、夏季の最高気温は30度に及ぶ。(出典：在日本カザフスタン大使館 HP)

湿度は60～70%と乾燥しており、年間降水量は2015年では520ミリと少ない。日中の寒暖の差は夏季では20度以上になることもあり、冬季は屋内外で温度差が激しい。

AMT社所在地であるカガンダや同国最大都市アルタイ市では霧が発生する場合があります、飛行機の遅延・欠航には注意が必要である。

日本磁力選鉱はウクライナでプラント建設を行った実績がある。経験上、冬季においては、機械装置の耐寒温度以下に気温が下がる恐れがあるため、機械装置には高い耐寒性能が要求される。また、気温が大きく下がった場合は労働条件での休止による操業率の低下も予測される。



Graph. 3-5 カガン'市の 2015 年の平均気温(出典 : <http://www.pogodaiklimat.ru/>)

### 3.2 現地関係機関訪問

現地関係機関との合同検討会の開催結果を以下に記載する。

Table 3-8 現地関係機関訪問結果

年月日	機関	概要
'15/03/18	投資発展省 投資委員会 KAZNEX	対応者：(投資委員会)委員長、(KAZNEX)副会長、他 1) 事業説明 2) 協力要請 投資規模に応じた免税制度、インフラの特が受けられる 経済特区に関する情報取得
'15/03/19	エルク省 環境委員会	対応者：廃棄物削減部門副部門長、他 1) スラグに関する法制度のヒアリング 同国に鉄鋼スラグに関する特別な法律はない。 事業立上は外資のみで事業許可取得可能。許可申請は F/S時、建築申請時、事業開始時の3回である。
'15/07/23	KAZNEX	対応者：担当者2名 1) 事業に関する制度のヒアリング 投資を目的とした調査等の業務を行う外国人に、60日 以上滞在可能な Investor Visa 発行制度あり。本調査で 必要な場合は VISA 発行の協力が可能との回答
'15/07/23	投資発展省 投資委員会	対応者：副委員長 1) 事業に関する制度のヒアリング 本事業は同省の定める Priority activity に該当し、 免税措置が受けられる。投資額 21 百万 USD 以上の案件 には、投資額の 30%の還付制度あり
'16/06/10	エルク省 環境委員会	対応者：担当者1名 1) ワークショップ開催への協力要請 ワークショップを開催するにあたり、必要な許可と協力を依頼
'16/06/10	投資発展省 産業委員会	対応者：副委員長 他5名 1) 事業概要説明と協力要請 本事業の概要説明と AMT 社への窓口を依頼
'16/08/24	エルク省 環境委員会	対応者：委員長 他10名 1) ワークショップ開催の案内 ワークショップ開催の案内と参加者の紹介を依頼
'16/08/25	投資発展省 産業委員会	対応者：副委員長 他9名 1) ワークショップ開催の案内

#### (7) 投資発展省

##### ① 投資委員会(Committee of Investment ; ｶﾞﾌﾞｽﾀﾝ)

同委員会はｶﾞﾌﾞｽﾀﾝ投資発展省に係る組織である。以下に訪問日時と内容を記載する。

##### 1) 2015年3月18日

対応者は同委員長、他2名である。

自動車・鉄鋼・化学等の6業種について、投資規模20百万\$で、契約後10年間の免税処置がある。免税の許可は申請から1ヶ月程度の期間を要する。

事業実施エリアの近隣に経済特区があり、電力・水道などの特が受けられる。特区での事業であれば投資額の30%の還付制度もある。

外資に対する規制については、本事業は外資だけで問題ないとのことであった。

日本チームからは、本事業の投資規模及び実施エリアの説明を行い、協力を要請した。

2) 2015年7月23日

対応者は同副委員長である。

本事業は投資発展省の定める Priority Activity に該当し、10年間の法人税免税と、プラント等輸入時に発生する関税の免税処置が受けられる。また21百万USD以上の投資に限り、投資額の30%をガブラスン政府より受けることができる。21百万USDの基準については、同年9月の審議で5百万USDに引き下げたいというのが投資発展省の意向である。

3) 2016年6月10日

対応者は同副委員長、他5名である。

2016年5月末に社長が替わりアポイントが取れなくなっている AMT 社に対し、交渉の窓口として協力を依頼。我々のビジネスの中身について資料を用意し、その中身を見て判断することで合意した。また、別件になるが、シムケト地方で広がる鉛汚染に関し、協力の可否について返答の要請があった。同汚染に関しては、帰国後に調査し、対象範囲が広大で一企業の対象として扱うことは困難と判断した。同問題を解決するには、国家プロジェクト級の対応が必要と思われる。(詳細は巻末の参考資料を参照)

4) 2016年8月25日

対応者は同副委員長、他9名である。

投資発展省の働きかけにより、AMT社の他、既存のスクラッパーなど関係者に対し、ワークショップの開催を案内。発表内容として、金属を回収した後のスクラを日本でどのように活用しているか知りたいとリクエストがあった。

## ② KAZNEX INVEST

KAZNEXは投資発展省に関係する組織である。以下に訪問日時と内容を記載する。

1) 2015年3月18日

対応者は副会長他1名(投資委員会除く)である。

自動車・鉄鋼・化学等の6業種について、投資規模20百万USDで、契約後10年間の免税処置がある。免税の許可は申請から1ヶ月程度の期間を要する。

事業実施エリアの近隣に経済特区があり、電力・水道などのサポートが受けられる。特区での事業であれば投資額の30%の還付制度もある。

外資に対する規制については、本事業は外資だけで問題ないとのことであった。

日本チームからは、本事業の投資規模及び実施エリアの説明を行い、協力を要請した。

2) 2015年7月23日

対応者は2名。

ガブラスンでは、将来の投資を目的とした調査等を現地で業務を行う外国人に対して Investor Visa の発行が可能である。Investor Visa では同国に60日以上滞在が可能となる。また Investor Visa の発行による投資義務は発生しない。本調査に関しガブラスンに60日以上滞在が見込まれる場合は、KAZNEXでInvestor Visa の発行に協力可能とのこと。



日本チームからは調査の進捗報告を行い、再度協力要請を行った。



Photo. 3-1 投資発展省(出典：自社撮影)

#### (イ) エネルギー省

##### ① 環境委員会(Committee of Environment;カザフスタン)

同委員会はカザフスタン共和国エネルギー省に関係する組織である。以下に訪問日時と内容を記載する。

###### 1) 2015年3月19日

対応者は廃棄物削減部門副部門長、他2名である。

カザフスタンでは鉄鋼スラグに対する特別な法律はなく、一般的な廃棄物に対する法律があるのみである。スラグは使用を禁止していないが、有害成分が検出されれば使用禁止となる。本件に関し、ミネル分は廃棄物に該当しないのではないかとの見解であった。

事業立上に必要な手続きについて、外資のみでの事業許可は取得可能である。事業許可申請はF/S(環境負荷試算)時、建築申請時、事業開始時の3回で、各1ヶ月程度の期間を要する。申請フォーマットは環境コンサルタントが所有しているが、環境委員会としては個別のコンサルタントは紹介できず、ライセンスを保有している企業の一覧であれば提示可能である。製鉄所の使用しているコンサルタントが良いのではないかとのアドバイスを受けた。

また、2012年に政府が旧国営カガング製鉄所のスラグを処分する計画をしていたが現在も計画中の問いに対しては、所有権が民間に移ったため政府はノータッチと思われるとの回答であった。

###### 2) 2016年6月10日

対応者は一般廃棄物の担当者1名である。

ワークショップ開催にあたり、必要な許可、並びにカザフスタンの環境基準について情報提供を依頼する。

###### 3) 2016年8月25日

対応者は環境委員会委員長の他10名である。

ワークショップの開催案内と、発表内容について概略を説明。発表内容として、日本の環境基準と政策を盛り込んで欲しいと依頼あり。

### 3.3 ArcelorMittal Temirtau (AMT) 社

#### 3.3.1 基本情報

##### (1) 調査背景

2012年のJETRO(日本貿易振興機構)のRIT(Regional Industry Tie-Up)事業による北九州市・KITA(北九州国際技術協力会)が実施したAMT社の現地調査では、発生スラグの一部は簡易処理されてはいたが、未処理分と合わせて約3600万tのスラグが製鉄所構内に野積みされていた。適正な処理には程遠い状態にあり、今後のカザフスタン製鉄産業の健全な発展には、これら先送り状態の副産物の処理(スラグ中のマルチサイクル)は優先すべき課題である。

カザフスタンでのスラグ処理技術の水準は高いものではなく、日本磁力選鉱の製鋼スラグの処理技術は限りある資源を有効活用し、副産物を適切に処理することが可能であり、カザフスタン政府及び同国企業の技術向上・資源保護に貢献できるため、カザフスタン政府及び同国企業に受け入れられると考え、本件の事業実現可能性調査に着手した。

##### (2) 製鉄所情報

AMT社は首都アスタナより約200km弱南下、カザフスタン第二の都市カラガンダ市街地より約50km北のテムルタウ南東部に位置する、カザフスタン唯一の一貫製鉄所である。

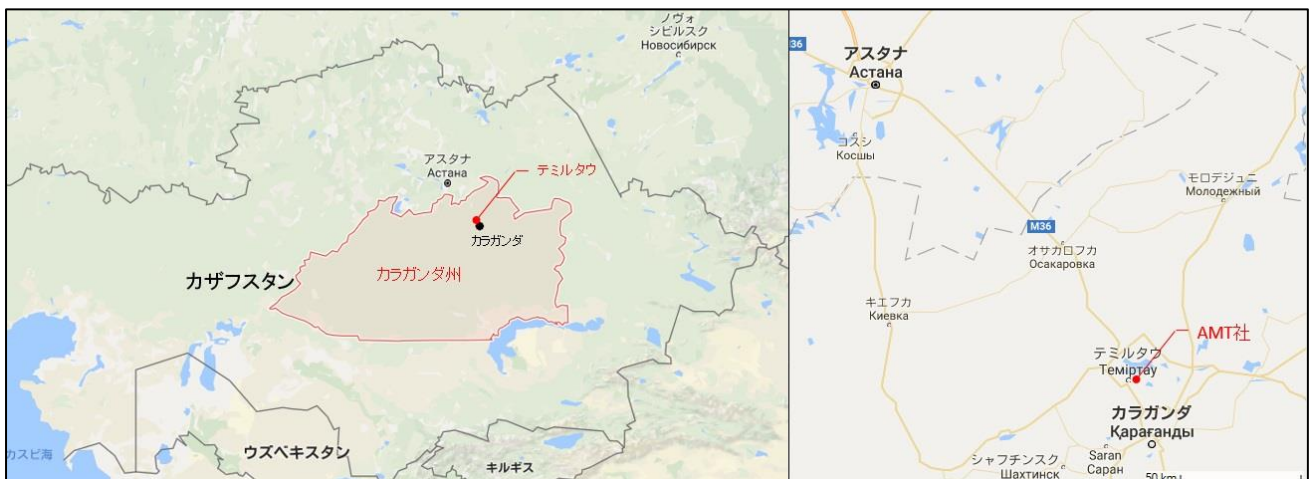


Fig. 3-4 AMT社所在地(出典: Google)

1960年に建設された旧国営カザフスタン製鉄所を1995年にMittal社が買収し設立した。製鉄所には2基の火力発電所と4つの鉄鉱石鉱山が付随している。2000年代に入り設備増強が行われているものの、省エネ・環境設備技術では日本のレベルと比べて30~40年程度遅れている状況である。

粗鋼生産能力は600万tpy、製品として熱延~冷延~表面処理(錫・亜鉛メッキ鋼板)及び棒・形鋼まで幅広く生産する。製品の96%を世界65カ国へ輸出している。なお、2015年の粗鋼生産量は300万tと、稼働率は50%にまで低下している。

AMT社は1960年に建設された旧国営カザフスタン製鉄所を1995年にMittal社が1億2000万ユーロ(120億円)で買収し設立した同国唯一の一貫製鉄所である。Mittal社としては、同製鉄所が保有する鉱山も含めての買収であり、そこで発生した利益はMittal社本体へと流れている。

同製鉄所に貯蔵されているスラグの所有権について、カザフスタン政府と係争した。製鉄所買収時の契約書

にスラグの所有権は AMT 社に帰属する旨が明記されており、製鉄所を買収した 1995 年以前のスラグも含め所有権は AMT 社のものとなった。

立地するテリルナ市は人口約 18 万人で、AMT 社従業員は約 4 万人である。家族を含め、地域住民は AMT 社となんらかの関係を有していると思われる。

製鉄所周辺には、鉄鉱石鉱山・石炭炭鉱以外にさしたる産業はない。

### (3) 組織

本調査事業に関しては、購買責任者 (Head of Purchasing) が CEO 直轄として対応する。品質管理部長 (GM Quality Control) は日本チームへ強く協力してくれている。

以下に AMT 社組織図を示す。

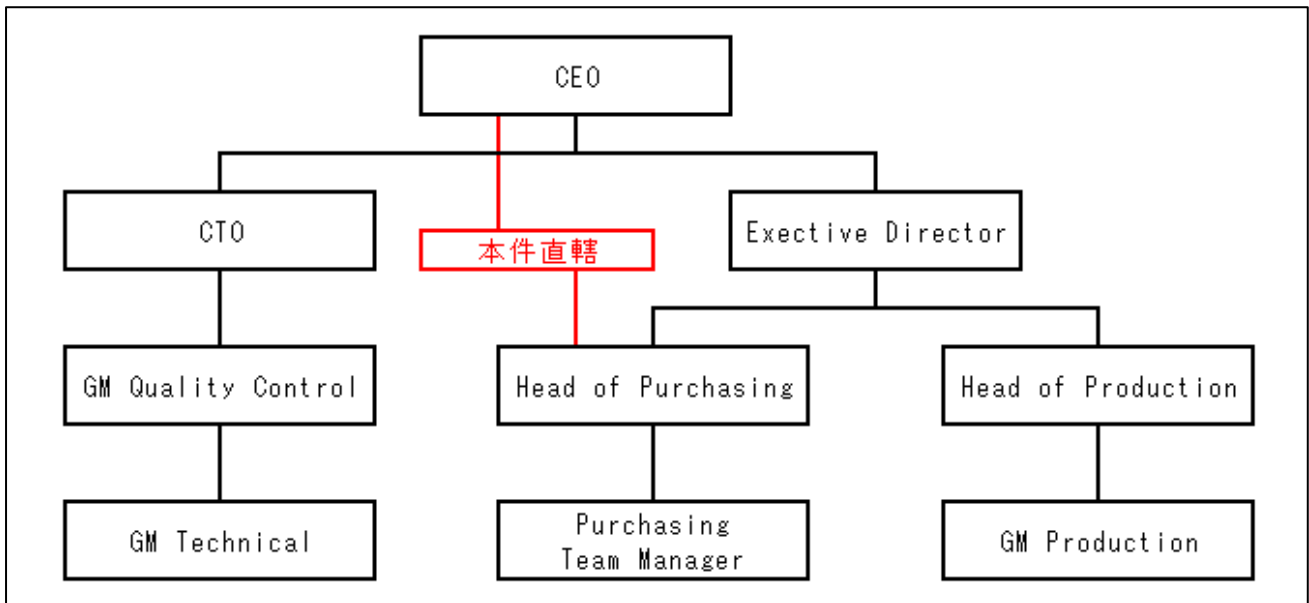


Fig. 3-5 AMT 社組織図 (出典：自社作成)

### (4) 製鋼法

ガスタンの高炉一貫製鉄所は民営の AMT 社のみである。AMT 社における製鉄法は高炉+転炉法を特徴とし、

・鉄鉱石⇒高炉⇒転炉⇒連続鋳造等の造塊

といった工程であり、日本との大きな相違点は溶銑予備処理を行わず転炉にて脱珪・脱リン・脱硫を行う点である。また、脱ガス設備を有していない。国営時代は平炉を使用していたが現在は使用されおらず、貯蔵されているスラグには平炉スラグが混在している。

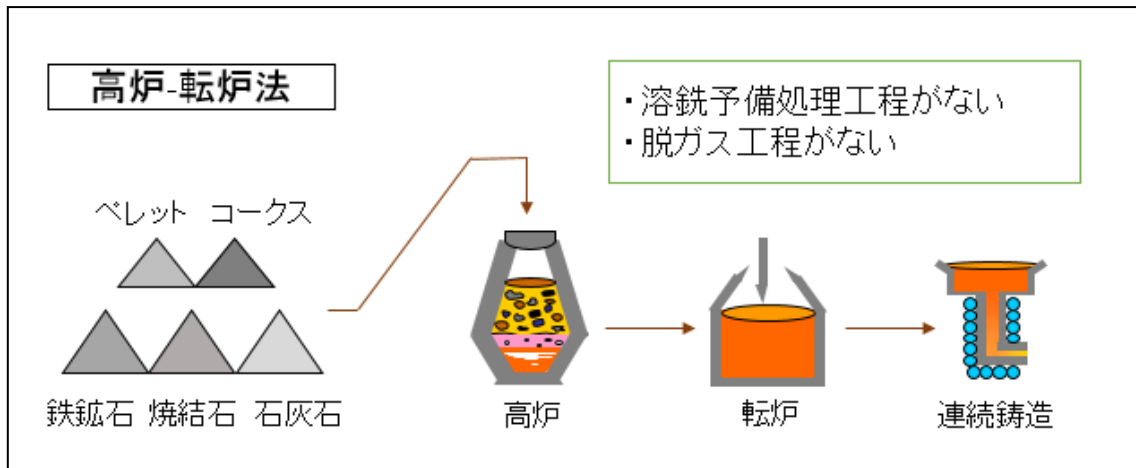


Fig. 3-6 AMT 社の製鉄法の特徴(出典：自社作成)

使用する鉄鉱石の矽の含有率が高く、発生するスラグも矽の含有率が高い。現状の簡易処理では矽の含有率の高いメタル分が回収されるため、再度工程に投入されることで矽の濃縮が起こるといった悪循環に陥っている。

(5) 事業の必然性

(7) 適正処理されていない多量の野積み状態の製鋼スラグの存在

発生するスラグの一部は簡易処理されているが、AMT 社では 2015 年 7 月時点で約 3900 万 t もの未処理スラグが構内に野積みされている。スラグ中のメタル含有率は 10%程度であり、約 390 万 t の鉄分が貯蔵されている計算となる。現状の簡易処理で回収される製品は鉄鉱石と同等の品位で、評価は 50\$/t とすれば 1 億 9500 万\$となる。しかし、高品位化技術を用いスクラップと同等の品位で、100\$/t の評価とすれば、3 億 9000 万\$となり、2 億\$近い収益改善効果を生み出すことが可能である。



Photo. 3-2 貯蔵スラグ(出典：自社撮影)

(イ) 製鋼スラグからのメタル回収率向上の製鉄所からの要請

現状のスラグ処理プラントは処理量・メタル回収量がともに少なく、回収する粗精鉱の品位も低い。AMT社は現行のスラグ処理会社に回収粗精鉱の増量と品位の向上を指示している。目標値をクリアできない場合は、現行のスラグ処理会社との契約の打ち切りを考えている。

(ウ) リンの低減

AMT社は鉄鉱石中のリンの含有率が高いことを問題視している。現状の回収粗精鉱はスラグの付着が多く、工程でリンが濃縮され系外に排出されない。1975年以降の鉄鉱石にはリン(P)が1.5%(P2O5で約3.4%)含まれ、転炉への回収粗精鉱の直接投入は1万2000t/月の数量制限がある。ミネラルの付着の少ないHQMを回収することで、ミネラルに含まれるリンが製鋼工程に戻ることを防ぐことができる。

(エ) 省資源、省エネルギー、CO2排出量削減の観点より環境負荷の低減

本ビジネスモデルが採用されれば、回収メタルの活用による鉄鉱石及び還元コークスの使用量減が図れる。さらに回収メタルの品位を上げることでメタルに付着するミネラルが減少する。ミネラル分の工程への再投入量減少により、ミネラル分溶解に係るエネルギー削減が図れる。

(6) 製鋼スラグの有効活用に関する認識

AMT社は国営製鉄所時代のスラグの所有権についてカナダ政府と係争した過去があることから、製鋼スラグにある程度の価値があるものと認識している。しかしスラグから回収する粗精鉱の品位は低く、回収メタルの高品位化でより価値が生まれ出すという認識を持っているのは同社でも一部の人間だけである。

なお、同社はミネラル分の活用に興味を持っていない。また、ミネラル分を同社の敷地から持ち出すこともできない。ただし、有価であれば外販が可能である。

## (7) 現地訪問・打合せ実施状況

同社訪問の結果を以下に記載する。

Table 3-9 AMT 社訪問結果

年月日	会社名	概要
'15/02/26	AMT 社	対応者：品質管理部長 1) 事業提案 事業の概要説明 2) スラグ発生量、在庫量確認 3) 既存スラグ処理業者の製品規格確認
'15/03/17	AMT 社	対応者：社長、他 1) プレゼンテーション 高品位粒鉄回収事業の詳細説明 2) スラグに関するヒアリング スラグ貯鉱状況確認、既存のスラグ処理業者状況確認
	LIRA 社	1) スラグ処理状況確認 現場確認、設備見学
'15/05/14	AMT 社	対応者：品質管理部長、購買責任者 1) スラグ処理状況ヒアリング 2) 製品使用量、評価額に関する意見交換
'15/05/15	LIRA 社	対応者：工場長 1) 保有設備・重機、人員等のヒアリング
'15/06/17	LIRA 社	処理量の確認(実地測定)
'15/06/18	AMT 社	対応者：社長、最高技術責任者、品質管理部長、他 1) 事業提案 高品位粒鉄のサンプルを提示し、非常に高い評価を得る。 F/S 開始の MOU 締結の承諾を得る。
'15/07/22	AMT 社	1) F/S 開始の MOU 締結
	LIRA 社	対応者：工場長 1) 処理状況のヒアリング 設備能力、稼働状況の確認。品質問題により一時的に受入停止となっていた。 2) 日本チームとの協業意思確認
'15/07/23	AMT 社	対応者：社長、購買責任者 1) 日本向けサンプル輸出合意 2) 製品の価格についての意見交換
'15/09/22	LIRA 社	1) 設備スケッチ実施
'15/09/23	AMT 社	対応者：購買責任者、通関担当者 1) 製品の価格についての意見交換 2) サンプル輸出進捗確認 AMT 社は対象物の輸出に際しライセンス取得の必要あり。ライセンス取得のための書類準備が滞っている。
'16/08/25	AMT 社	対応者：前品質管理部長 1) 投資発展省と合同会合 本調査に協力していた品質管理部長は定年を迎えていたが、シニアマネージャーとして現在も在籍している。
'16/09/28	LIRA 社	対応者：工場長 1) 現状ヒアリング AMT 社トップ交替による影響は特になし。

AMT 社に対しては、2015 年秋頃よりコンタクトが難しくなり、訪問・打合せができない状況が続いている。当初交渉の席についていた環境対策に前向きであった CEO が 2016 年 5 月に交替した。

CEO 交替以降、情報統制が厳しくなっており、新 CEO に会えない状況が続いている。AMT 社のスラグ処理企業である LIRA 社訪問時には、パスポートの提示を求められるなど関係会社への影響も出ている。

同社に対しては、投資発展省を通じ交渉の場を設けてもらうよう働きかけを行っているところである。

### 3.3.2 事業計画案の策定

#### (1) 事業イメージ

##### (7) 処理対象種類

AMT 社で発生・貯蔵する製鋼スラグ（転炉スラグ及び平炉スラグ）とする。

##### (4) 選定理由

AMT 社は唯一の高炉一貫製鉄所であり、現状で 3900 万 t ものスラグが適正に処理されず野積みされている。現在のスラグ処理は簡易プラントによる一部の粗精鉱の回収にとどまっている。

AMT 社は月間 3~6 万 t のスクラップを外部購入しており、自社のスラグから HQM を回収するニーズは極めて高い。また、現在回収している粗精鉱の品質に問題を抱えており、HQM を使用することで問題を解決することができる。

以上から、AMT 社で発生・貯蔵する製鋼スラグ及び既存スラグ処理企業が回収する粗精鉱を処理対象物として選定した。

なお、ボーリング調査によるメタル含有量の試験も検討したが、費用は概算で 2000 万円以上と膨大なこと、調査の精度に疑問があったことから実行していない。

2015 年 7 月時点で、未処理の製鋼スラグ 3900 万 t が構内に野積みされていた。簡易プラントによる粗精鉱の回収のみが行われており、適正処理が行われていない状況であった。

以下に製鋼スラグからの HQM 回収事業の全体像を示す。

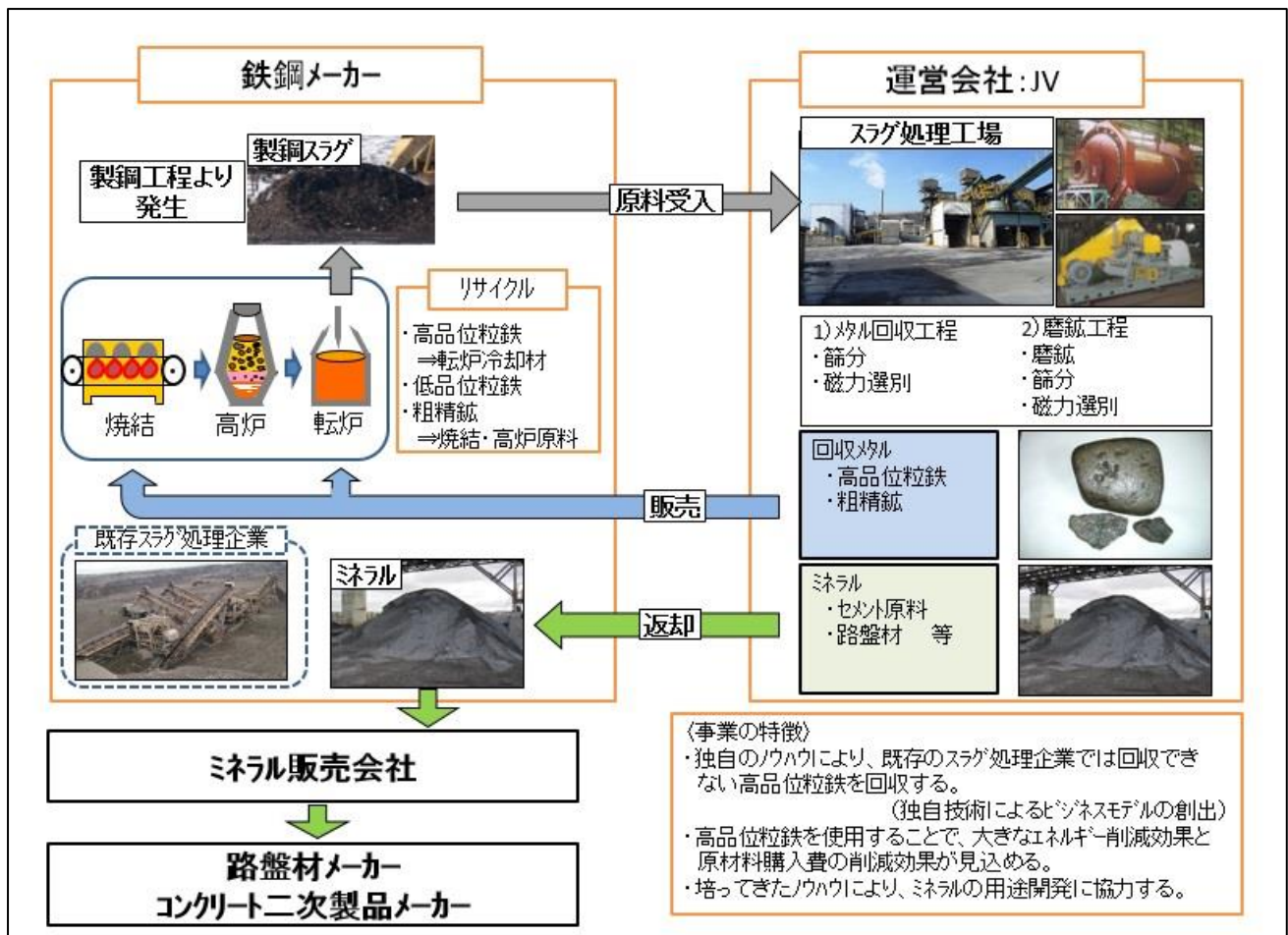


Fig. 3-7 事業の全体像(出典：自社作成)



## (2) 事業化検討

ガスタンでの製鋼スラグの有効活用化事業を展開するには、現地の発生状況、関連する制度を熟知し、事業を実際に行える信頼できるパートナーが不可欠である。具体的なビジネスパートナーとしては、現在スラグ処理を行っているLIRA社が顕在化している。

なお、本件に関してAMT社は投資・出資を行う意思はなく、J/Vを設立した場合にも資本参加する意志がないことを明言している。

### (ア) AMT社スラグ処理ビジネスモデル

- ① 製鉄法の特徴 : 高炉→転炉方式
- ② ビジネススキーム : 合弁(BOT)方式  
: 条件付売買(回収製品を販売、ミネル分は返却)
- ③ 対象製鋼スラグ : 転炉スラグ及び平炉スラグ
- ④ 工程 : MRP(Metal Recovery Plant)+RMP(Refining Metal Plant)
- ⑤ 回収製品 : HQM、粗精鉱
- ⑥ 販売先 : AMT社(全量)
- ⑦ 潜在的パートナー : LIRA社

HQMをAMT社が全量買い取ることはメリットだが、外販できないというリスクがある。

AMT社がミネル分の有効活用化を行う場合には協力する。しかしAMT社はミネル分の活用に興味を持っていない。また、ミネル分をAMT社の敷地から持ち出すこともできない。ただし、有価であれば外販が可能である。

### (イ) スラグ貯鉱場所処理方式

製鉄所のスラグ貯鉱場所にスラグのリサイクルプラントを設置する方式である。

発生スラグはAMT社が貯鉱場まで運搬するため、発生・貯鉱スラグの運搬距離、環境規制等が有利である。回収したメタルは貯鉱場からの貨車での運搬を想定し、回収ミネル分は貯鉱場近隣へ再度貯鉱するものと想定する。ともに運搬距離が有利である。

また、スラグの発生量によらず安定した量を処理できるという利点がある。

### (ウ) 契約期間

スラグ置場を5年ないし10年借りるというリース契約を打診したが、AMT社はコントラクターとは1年毎の契約更新としている。

(3) 課題を解決する為の処理技術

自社開発の選別機器・破碎システムや操業ノウハウを駆使することで、製鋼スラグの有効活用化を達成する。

(7) 磁力選別：用途に応じた選別機的设计・製作・設置・最適条件設定

(1) 磨 鉢：独自の磨鉢ノウハウの提供による他社が実現不可能な回収メルの高品位化

日本磁力選別技術を導入した場合の処理フローを以下に記載する。

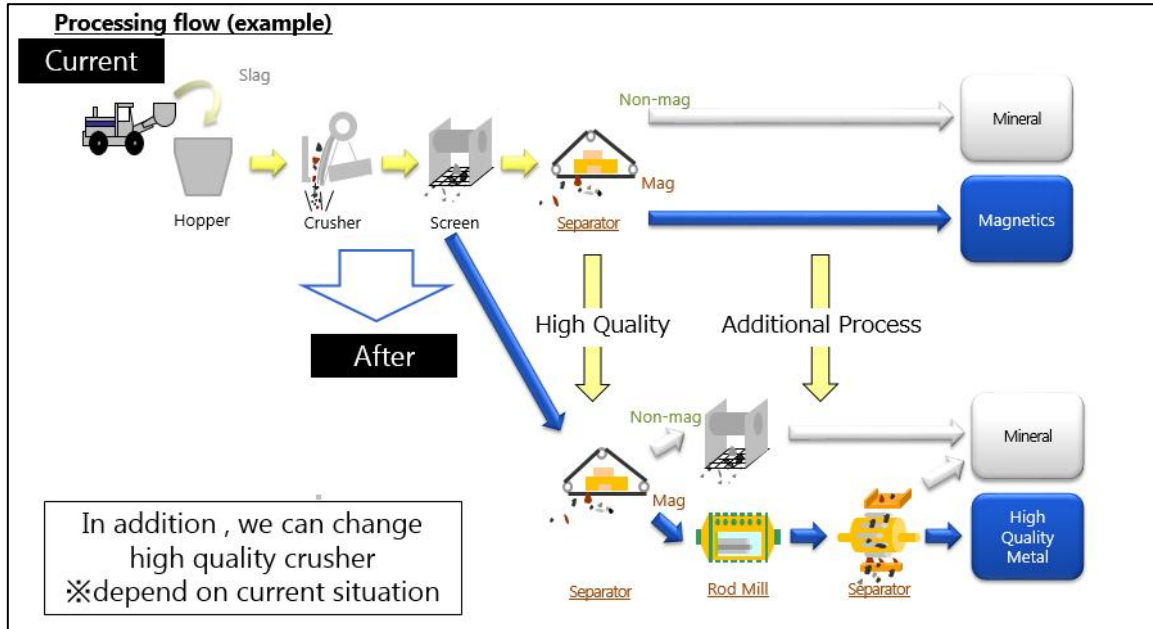


Fig. 3-8 日本磁力選別の技術導入による処理フロー-1(出典：自社作成)

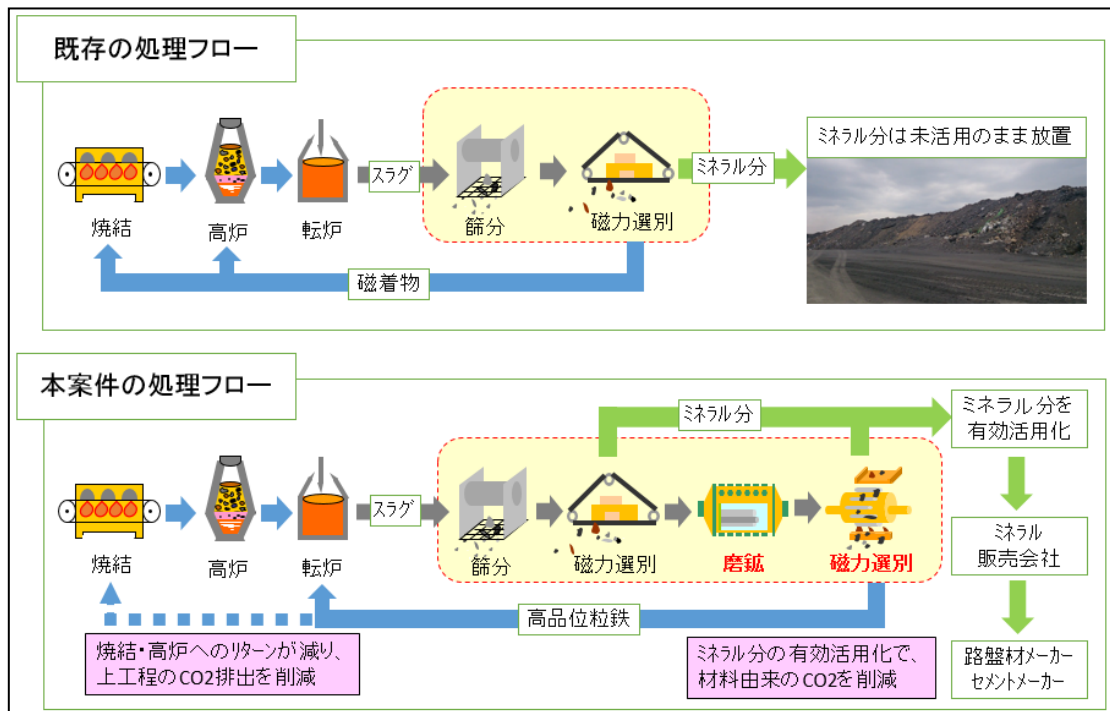


Fig. 3-9 日本磁力選別の技術導入による処理フロー-2(出典：自社作成)

(4) 事業化までの流れ

事業化までの流れは、次の3つの段階を考慮する。

第一段階として、基本情報の収集を行い、実現可能性を評価する。第二段階として、対象となるスラグの貯鉱・発生量や性状調査を実施する。これらから事業化の可能性がある場合は対象製鉄所との覚書を締結し、最終段階として実際のプラント設計を行い、詳細F/Sを実施する。

調査から事業化までの流れを下記に記載する。

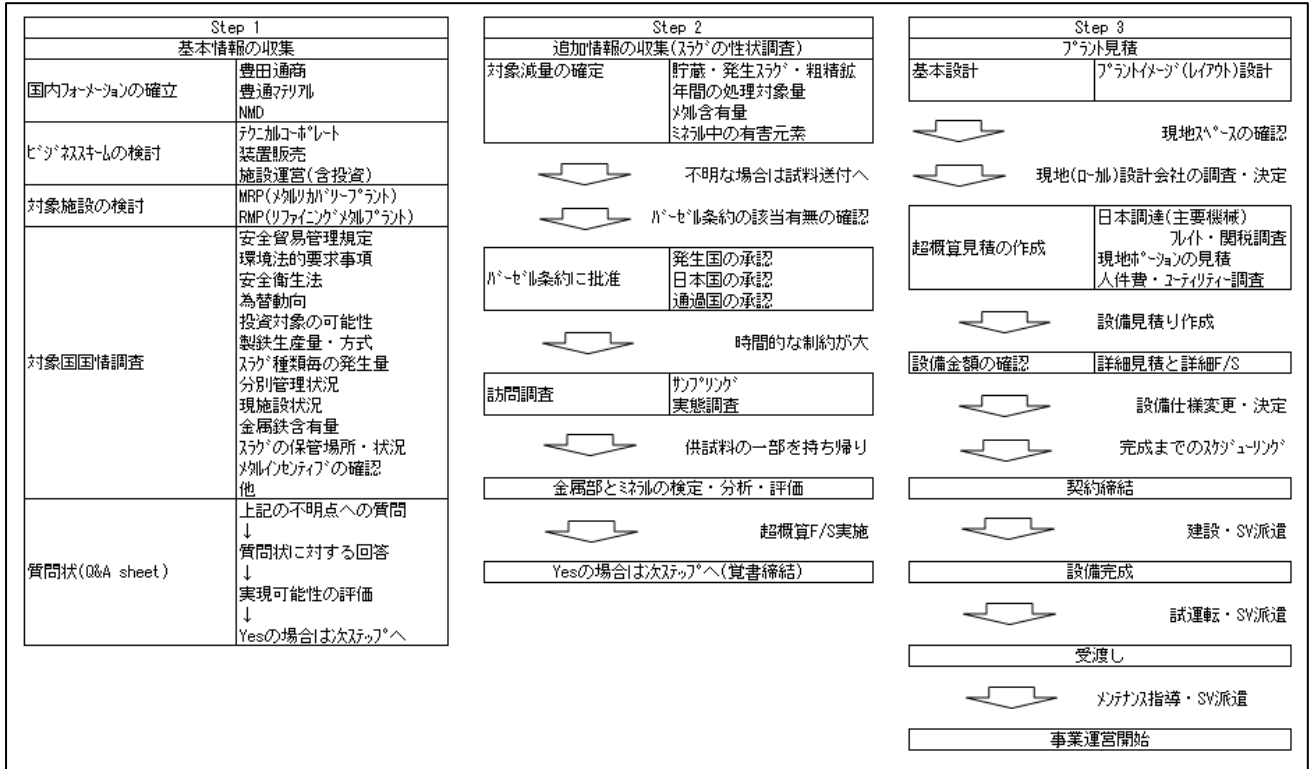


Fig. 3-10 調査から事業化までの流れ(出典：自社作成)

契約から操業開始までは18~24ヶ月を想定している。日本磁力選鉱はウクライナでのプラント建設の経験があるが、寒冷仕様への対策が必要である。厳冬期は労働条件で工事が中断するため、プラント建設工事期間が長くなる。

契約から操業開始までの期間について、日本側の想定は長すぎるとAMT社は考えている。2015年7、8月頃には事業提案をして欲しい旨を購買マネージャーより伝えられた。

### 3.3.3 AMT 社における競合・協力関係となりうる企業とその処理技術

#### (1) 競合すると考えられる企業

##### (7) VETA 社

ウラケ系企業。貯鋳スラグを処理している。

2016年9月の訪問時には、貯鋳スラグの処理工場に MITSAR 社の看板が立てられており、MITSAR 社に変更になった可能性がある。

##### (4) MITSAR 社

VETA 社の子会社。発生スラグを処理している。

処理方法はサイズ分けと磁選のみ。

AMT 社の購買の責任者は、同社について「特別なことはしていないので、止めてもよい」と考えている。

MITSAR 社の設備は簡単なものであるが、発生スラグは非常に良いスラグのため処理したい企業がたくさんいるとのことだった。購買責任者に MITSAR 社の設備と発生スラグの状況を見学することを依頼していたが、別の場所に案内され、実際の設備の確認はできなかった。

##### (ウ) GSWKZ 社

インド資本のスラグ処理会社 Grand Smithy Works とガスタンの実業家による合併企業。2016年1月より AMT 社の貯鋳スラグを処理(4月より本格稼働)している。

工程は選別のみで、破碎は行わない。移動式の選別機を保有している。



Photo. 3-3 移動式選別機(出典: SOIL RECYCLE INDUSTRY 社 HP)

##### (E) アラジヤル社

インド資本のスラグ処理会社である。

製鋼スラグの貯蔵場とは別に平炉スラグの貯蔵場があり、そこで平炉スラグの処理を行っている。処理は3~4年で終了する見込みである。

##### (オ) KAZAKH Recycling Resource 社

フィンランドのサイクル企業。AMT 社にミネル分の活用を含めたスラグ処理設備の導入提案を行ったが、AMT

社に投資の意思がないため提案は通らなかった。

(カ) その他

企業名は不明であるが、メタル品位 63%で 58USD/t の提案をした中国系企業がある。

(2) 協力すると考えられる企業

(ア) LIRA 社

LIRA 社は AMT 社のスラグ処理会社の内の一社である。日本チームの調査に対して非常に協力的であり、協業の意思を示している。

① 設備

LIRA 社は破碎工程のない篩分・磁力選別のみの設備で粗精鉱を回収している。AMT 社にて発生した製鋼スラグは冷却された後、貨車にて貯鉱場まで運ばれ貯鉱される。LIRA 社では、過去に貯鉱され風化が進んだスラグを処理している。

以下に LIRA 社のスラグ処理フローと設備全景を記載する。

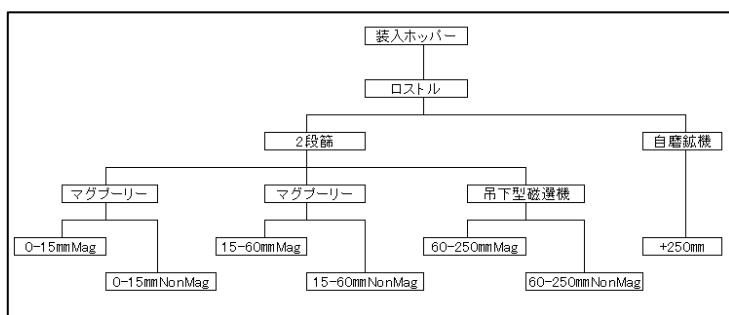


Fig. 3-11 LIRA 社処理フロー図

Photo. 3-4 LIRA 社スラグ処理設備(出典：自社撮影)

LIRA 社の設備投資金額であるが、2003 年頃に 60 万 USD で購入し、輸送・据付に 25 万 USD かかっている。設備はロシアから輸入したものである。ガフスタンで同様の設備が作れるかはわからないが、ガフスタンは部材の質が良くないとのことである。毎年のインフレーションを考慮すると、現在(2015 年)では 120 万 USD 程度というのが LIRA 社の見解である。

受電設備は 1000kWh、630A、380V である。設備は 250kWh で稼働する。

② 重機

LIRA 社の保有する重機の種類と台数を以下に記載する。

Table 3-10 LIRA 社重機保有状況

種類	台数	種類	台数
エクスカベーター(1.1~1.6 m <sup>3</sup> )	2 台	フォークリフト	2 台
リフティングマグネット	1 台	トラクター	1 台
バケットローダー	1 台	14.5t 積トラック	8 台
ブルドーザー	2 台	移動式選別機(2016 年導入)	1 台

### ③ 処理量

LIRA 社の処理量は下記の通りである。

Table 3-11 LIRA 社処理量

	2015 年 5 月 15 日	2015 年 6 月 17 日	2015 年 7 月 22 日
処理量	2.8 万 tpm (33.6 万 tpy)	1.8 万 tpm (21.5 万 tpy)	2.2 万 tpm (26.4 万 tpy)

設備処理能力は、修理・増強を行えば 3Shift・24 時間稼働であれば 10 万 tpm(120 万 tpy)の処理が可能と LIRA 社は回答している。修理・増強には 3 ヶ月かかる。

また、冬季も 24 時間の稼働が可能だが、マイナス 25 度を下回った場合や強風が起こっている場合は稼働を停止している。

AMT 社のスラグ処理会社が 2 社稼働時について、LIRA 社が AMT 社より任されている処分可能数量は 2200 万 t との回答であった。

### ④ 付帯情報

#### 1) 処理費未払い

回収粗精鉱の品位が低いため、AMT 社より納入制限があり、処理費の未払いが 3 ヶ月続いたことがあった。産物は AMT 社の所有物のため、他社への売却もできなかった。磁選機の仕様変更により、現在は回収粗精鉱の品質が改善し、納入が再開している。

#### 2) 鋼隗

スラグ採掘時に、旧ソ連邦時代の鋼塊(最大 8t)が採掘されることがある。3 時間以上かけて 1t 未満の大きさに切断するが、利益性は非常に大きい。

#### (イ) KPK 社

塩ビパイプメーカーで、電炉や鉱山の事業も行っている。処理費を低く抑えられていたことを理由に、本調査開始後に AMT 社スラグ処理事業から撤退した。

これらの利害関係者との協調により、彼らの回収する粗精鉱(低品位物)を購入し、高品位化することも視野に入れる。

### 3.3.4 F/S 実施に必要なデータ

#### (1) スラグの処理・発生状況

現行のスラグ処理会社の処理内容は、簡易プラントにも満たない内容であり、ごく一部のメタル(粗精鉱)のみを回収し残渣は野積み状態である。

スラグ貯鉱場には現状で発生する製鋼スラグのほか、国営時代の平炉スラグも貯鉱されている。下記に AMT 社の生産データを示す。

Table 3-12 AMT 社粗鋼生産能力・生産量及び製鋼スラグ発生量

調査時期	粗鋼生産能力	粗鋼生産量	製鋼スラグ発生量	スラグ発生原単位
2012年5月	600万 tpy	400万 tpy	30万 tpy	75 kg/st
2012年8月	-	-	-	300 kg/st
2014年11月	600万 tpy	400万 tpy	-	-
JETROレポートまとめ	600万 tpy	300万 tpy	90万 tpy	300 kg/st
2015年3月	600万 tpy	353万 tpy	100万 tpy	283 kg/st

※2012年5月のスラグ発生原単位は数値ミスと考えられる。

AMT 社の製鋼スラグ発生原単位は概ね 300 kg/st と、日本の一般的な製鋼スラグ発生原単位 130~150 kg/st に比べて非常に高い。これは鉄鉱石中のリンの濃度が高いこと、及び溶銑予備処理を行わず転炉で脱珪・脱リン・脱硫を行うことに由来すると考えられる。

#### (2) スラグ貯鉱状況

在庫スラグ量調査として、LIRA 社にスラグ山の高さのヒアリングを行った。マッピングした面積とヒアリングの高さから、スラグ貯蔵量の算出を行った。

下記に AMT 社のスラグ貯蔵場のマップを記載する。



Fig. 3-12 AMT 社スラグ貯鉱場マップ (出典：自社作成)

スラグ貯蔵量について AMT 社にヒアリングを行い、上記結果と乖離がないかの確認を行った。結果、AMT 社の回答と大きな乖離がないことを確認している。また、LIRA 社にヒアリングした貯蔵量見積りも AMT 社回答と大きな乖離がないことを確認した。

下記に製鋼スラグ貯蔵量に関する調査実施時期と AMT 社回答を示す。

Table 3-13 AMT 社製鋼スラグ貯蔵量回答

調査時期	貯蔵量
RIT 事業調査時(2012 年 7 月)	3000 万 t
JETRO レポートまとめ(2012 年)	3600 万 t
2015 年 3 月	3800 万 t
2015 年 6 月	3900 万 t

貯蔵スラグは平炉スラグが混在していると思われるが、別の場所に貯蔵しているという情報がある。処理はアラヴァル社(インド系企業)に委託しており、処理は3~4年で終了する。

なお、AMT 社は製鋼スラグとは別の場所に高炉スラグを 3000 万 t 貯蔵している。アルバストロイド社に処理を委託しており、建築材料・路盤材向けに使用している。

### (3) 処理対象物の成分

製鋼スラグの成分及び粗精鉱のサイズ別回収比率について下記に示す。

Table 3-14 AMT 社スラグ成分

成分	2012 年調査	2015 年ヒアリング	【参考】日本実績
SiO <sub>2</sub>	9.7%	9-12%	13.8%
CaO	41.5%	40-45%	44.3%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	データなし	2-3%	1.5%
T-Fe	25.6%	18-30%	17.5%
MgO	7.2%	8-10%	6.4%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4.7%	3-6%	3.0%
MnO	6.5%	2-3%	5.3%
M-Fe	7~7.5%	データなし	10.0%

Table 3-15 粗精鉱のサイズ別回収比率

サイズ	比率	M-Fe	評価	使用先
0-15 mm	54.8%	≥40%	6USD/t	焼結
		<40%	評価なし	未使用
15-60 mm	38.0%	≥55%	12USD/t	高炉
>60 mm	7.2%	≥80%	30USD/t	転炉



(4) 原材料費

貯蔵スラグを処理する場合は基本的に原材料費がかからない。しかし、他のスラグ処理会社から磨鉱工程(Refining Metal Plant)の原料となる粗精鉱を購入する場合は原材料費を勘案する必要がある。

下記にスラグ処理会社のAMT社に納めている粗精鉱の単価を記載する。

Table 3-16 各社の粗精鉱納入単価と生産量(2016年9月28日ヒアリング)

回収製品	LIRA社		GSWKZ社		MITSAR社	
	単価	生産量	単価	生産量	単価	生産量
0-15 mm	3000KZT/t (9\$/t)	5000t/月	5000KZT/t (15\$/t)	7000t/月	3500KZT/t (10.5\$/t)	10000~ 11000t/月
15-60 mm	4000KZT/t (12\$/t)	4000t/月	8100KZT/t (24\$/t)	5000t/月	5000KZT/t (15\$/t)	18500t/月
60-350 mm	8000KZT/t (24\$/t)	750t/月	10000~ 10500KZT/t (30~32\$/t)	7000t/月※	10000~ 11000KZT/t (30~33\$/t)	3500t/月

※GSWKZ社の60-350mm生産量は数値ミスの可能性あり。要検証

(5) 設備投資額

(ア) 基本設計と概算見積

MRP(Metal Recovery Plant)とRMP(Refining Metal Plant)の2工程について基本設計を行った。

基本設計を行うにあたり、現行のスラグ処理会社であるLIRA社の設備スケッチを実施し、参考としている。

下記にスケッチ案を記載する。

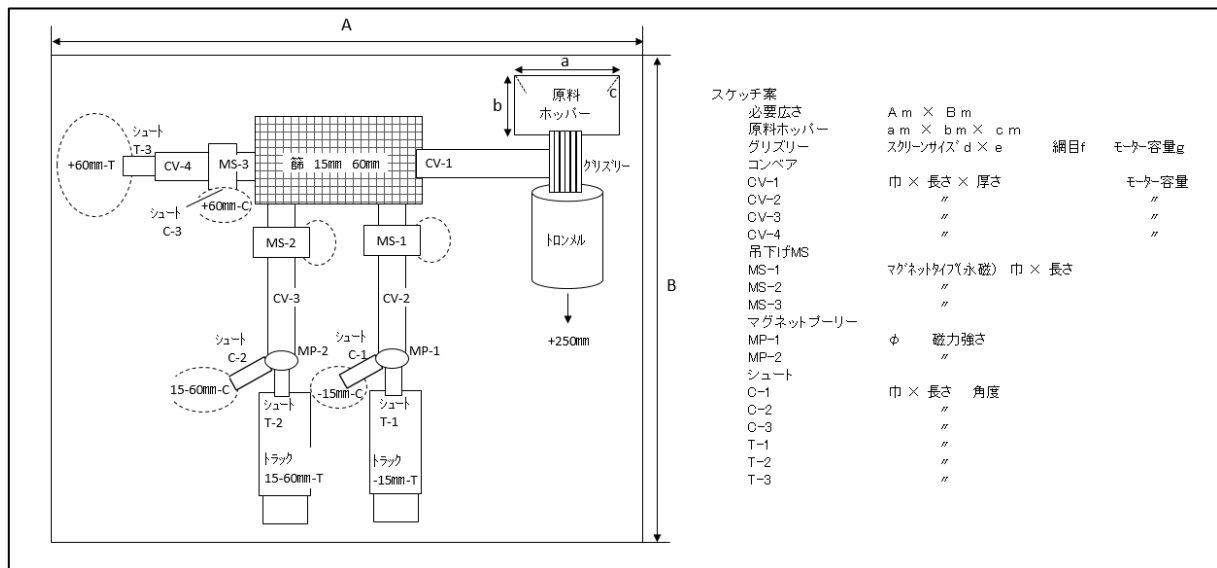


Fig. 3-13 LIRA社設備スケッチ案(出典：自社作成)

① 基本設計

2015年9月22日にLIRA社設備の仕様確認とスケッチを行った。その結果を基に基本設計を行った。

基本設計でのMRPの処理能力は180tph(稼働率80%で126万tpy)、RMPの処理能力は45tph(稼働率80%で30万tpy)である。MRPの0-15mm Magについては、磁選機を選定し金属鉄回収歩留を

90%に引き上げる。

また、LIRA 社のトラックの積み込み時間等からトラックのタイムスタディを行い、トラック台数及び重機能力を精査した。

下記に MRP と RMP の図面及びフローシートを記載する。

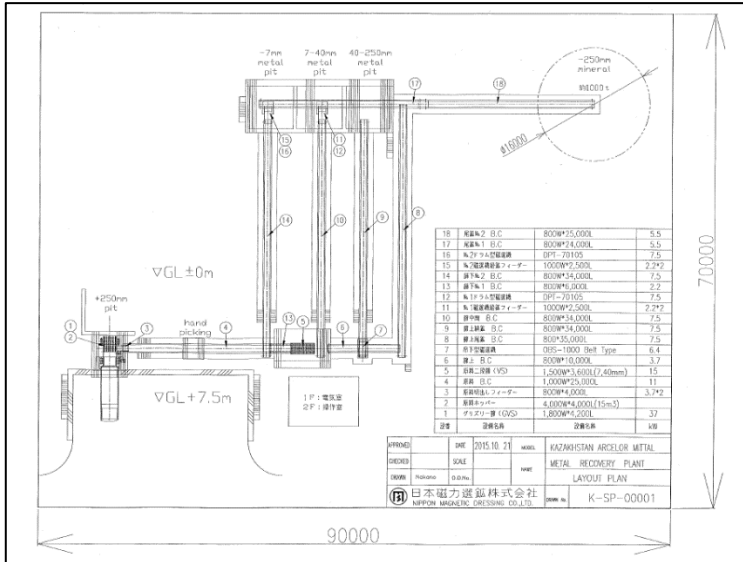


Fig. 3-14 MRP 図面

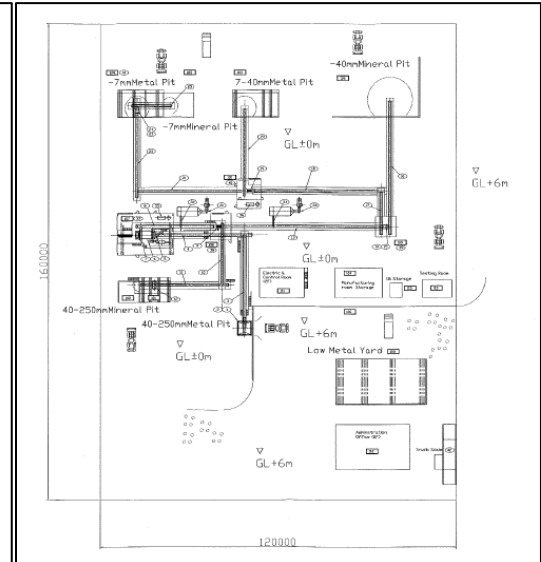


Fig. 3-15 RMP 図面 (出典：自社作成)

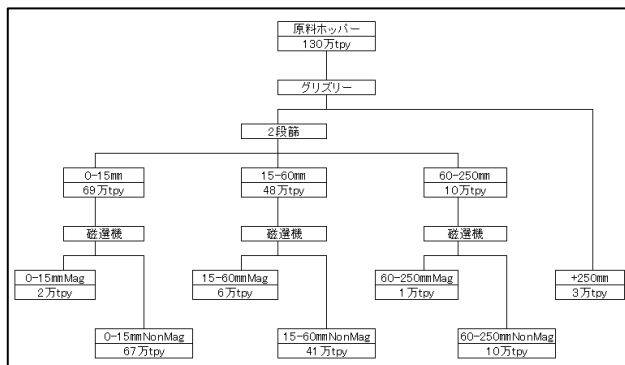


Fig. 3-16 MRP フローシート

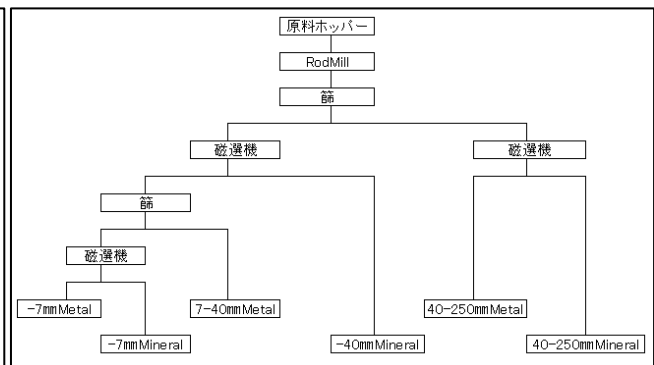


Fig. 3-17 RMP フローシート (出典：自社作成)

② 概算見積

各設備について、日本で建設した場合のコストを算出した。その上で現地相場・為替動向などを勘案し、現地で調達できる設備・設置工事などを想定する価格に置き換えて概算見積を行った。なお、重機・トラック価格は別途現地で見積を行うものとし、概算見積時点では日本と同等価格とした。

見積に伴い、ガ钢厂製の鋼材は質が良くないためロシア製の鋼材を使用するよう LIRA 社より勧められた。

Table 3-17 施設設備の処理能力と概算見積

	処理能力	日本見積 (1USD=120JPY)	現地予想価格
MRP	125 万 tpy	597 万 USD	430 万 USD
RMP	30 万 tpy	1166 万 USD	798 万 USD
MRP+RMP	-	1762 万 USD	1228 万 USD

また、処理能力から更なるタイムスディを実施し、重機・トラック台数の適正化を行い、上記金額より投資額の絞込みを行っている。

(イ) 現地重機見積

一部重機について、現地での見積価格が判明している。以下に当初の見積予想価格との差を記載する。

Table 3-18 現地重機見積価格

	見積予想 (百万\$)	内訳			現地見積 (百万\$)	内訳			差額 (百万\$)
		名称	台数 (台)	単価 (千\$/台)		名称	台数 (台)	単価 (千\$/台)	
MRP設備	2.6	-	-	-	調査中	-	-	-	-
RMP設備	7.4	-	-	-	調査中	-	-	-	-
MRP重機+トラック	1.5	トラック バックローダー エクスカベーター リフマク ブローカー フォークリフト	4 1 1 1 1 1	167 225 208 208 208 15	1.0	トラック バックローダー エクスカベーター リフマク ブローカー フォークリフト	4 1 1 1 1 1	46 215 127 208 208 15	-0.6
RMP重機+トラック	0.6	トラック バックローダー	1 2	167 225	0.5	トラック バックローダー	1 2	46 215	-0.1
合計	12.1	-			-	-			-0.7

※青字は現地見積により価格が変わった部分

### 3.3.5 パイロットプラント試験-1(マテリアルバランス調査)

今回の調査ではパイロット試験としてLIRA社の粗精鉱を日本に輸入し、日本磁力選鉱の既存の設備で高品位化し、AMT社に使用の可否を確かめることを計画していた。しかし、3.3.6で後述する理由からその実施には至っていない。環境省の委託事業の範囲外ではあるが、2015年6月に我々が独自に実施したマテリアルバランス調査の内容を参考情報として記載する。

試験実施日：2015年6月16-17

日試験場所：LIRA社

概要：LIRA社保有のプラントを借用し、不足する器材を日本から持ち込みパイロットテストを実施

#### (1) 粗精鉱発生割合調査

粗精鉱の発生割合は現地にトラックスケールを持ち込み、時間当たりの発生量を調査することで決定した。また、LIRA社へのヒアリングを行い、測定結果の正確さを判定した。



Photo. 3-5 積載量調査



Photo. 3-6 製品回収量調査(出典：自社撮影)

以下にマテリアルバランス調査結果を記載する。

2015年6月17日の+250mmの比率については、2015年6月16日の比率を使用している。

Table 3-19 マテリアルバランス(LIRA社ヒアリング結果)

	0-15 mm	15-60 mm	60-250 mm	+250 mm	Total
Mag	6.3%	3.0%	1.7%	2.2%	100.0%
NonMag	49.5%	30.3%	7.0%	-	

Table 3-20 マテリアルバランス(2015年6月16日実測)

	0-15 mm	15-60 mm	60-250 mm	+250 mm	Total
Mag	9.4%	3.6%	1.8%	2.6%	100.0%
NonMag	47.0%	28.9%	6.7%	-	

Table 3-21 マテリアルバランス(2015年6月17日実測)

	0-15 mm	15-60 mm	60-250 mm	+250 mm	Total
Mag	1.2%	4.8%	0.5%	2.6%	100.0%
NonMag	51.8%	31.8%	7.3%	-	

(2) メタル含有量調査

スラグ処理後の粗精鉱をランダムサンプルリングにて採取した。

供試料全量をスタンプミル試験粉砕機にて粉砕した。粉砕後、0.5 mmの円形篩にて篩分けした。篩上(+0.5 mm)は再度スタンプミルにて粉砕し、篩下(-0.5 mm)の発生が無くなるまで繰り返した。+0.5 mmは金属鉄である。

以下にスタンプミルによる金属鉄含有率の検定フローとスタンプミル写真、及び測定結果を示す。

なお、マテリアルバランスは2015年6月17日測定結果を使用した。

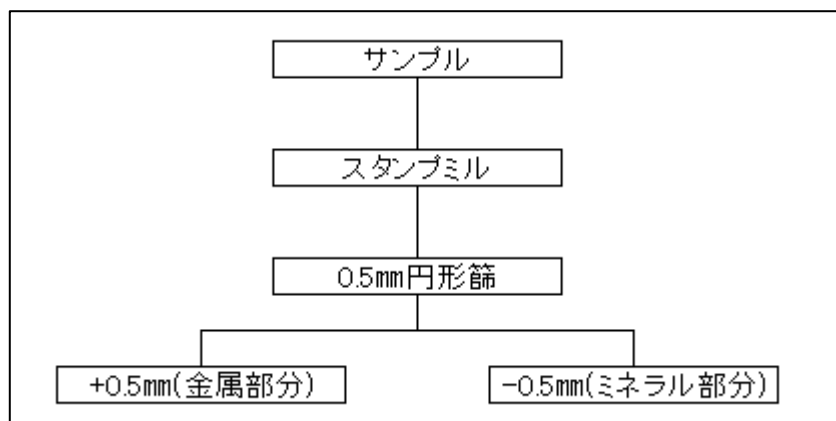


Fig. 3-18 検定試験フロー図(出典：自社作成)



Photo. 3-7 スタンプミル(出典：自社撮影)

Table 3-22 産物の金属鉄含有率(第1回検定)

	0-15 mm	15-60 mm	60-250 mm	+250 mm	Total
Mag	58.0%	52.5%	48.5%	80.0%	9.1%
NonMag	2.4%	0.3%	0.3%	-	

Table 3-23 産物の金属鉄含有率(第2回検定平均)

	0-15 mm	15-60 mm	60-250 mm	+250 mm	Total
Mag	51.5%	56.6%	62.9%	80.0%	8.1%
NonMag	4.1%	0.7%	0.0%	-	

上記結果について、+250 mmの金属鉄含有率はAMT社のヒアリング結果を採用している。第1回検定の+250 mmサンプルは金属鉄含有率が1.3%と低く、ミスサンプルであったと考えられる。

第1回検定は供試料が全サイズ合計で5 kgと少量だった。

第2回の検定は供試料が全サイズ合計で32kgだった。第2回検定では、Magの金属鉄含有率はサイズが大きいほど高いという結果だった。破碎工程を経ずにこのようなメタル含有率が得られることから、貯鉱期間中にスラグが風化し、金属分とミネラル分の分離が進んだことが推測される。

### 3.3.6 パイロットプラント試験-2(高品位化テスト)

LIRA社の粗精鉱を輸入し、日本で高品位化したものをAMT社へ納入・評価することをパイロットプラント試験として計画した。しかし、パイロット試験は、粗精鉱を日本に輸入するための手続きが進まず、実施出来ずにいる。その理由として、ガブスタ国内法でスラグの輸出が原則禁止されており、例外的に輸出の許可を取るに当たり有害物質が含まれていないことを証明し、関係省庁に許可を取らなければならないためである。許可の取得に当たりAMT社にも協力を依頼しているが、CEO交替以降は自社だけでなく投資発展省経由でも同社とのコンタクトが難しくなった。その為、有害物質の有無を確認するためのサンプル取得・分析も出来ない状況である。以下に、スラグ(粗精鉱)の輸入に際し、調査して分かったことを記載する。

#### (1) スラグの日本への輸入手続き・関連法令の調査

##### (ア) バーゼル法

バーゼル法において、「鉄又は鉄鋼の製造に伴い生ずる粒状スラグ」及び「鉄又は鉄鋼の製造に伴い生ずるスラグ」は原則として規制対象にならないものとして設定されている。

ガブスタ及びロシアはバーゼル条約加盟国であり、上記のルールが適用される。ただし、ガブスタ国内では廃棄物の輸出に関しては登録・許可が必要となる。対象物が廃棄物に該当するか否かは個別の事案となる。

##### (イ) HSコード

事業で処理対象スラグまたは粗精鉱、メタルなどを輸入する場合、HSコードの確定が必要となる。

HSコードの確認については、税関に事前教示制度があり、照会が可能である。受理から30日以内に回答があり、回答は管区に関わらず3年間有効である。事前教示制度は輸入者が照会を行い、その際に通関業者の署名が必要となる。

##### (ウ) 対象粗精鉱輸入及びメタル輸出に関する諸手続き

###### ① HSコード

対象粗精鉱のHSコードでの分類について、税関への相談を行った。

対象粗精鉱が第72類の「7205.10.000 銑鉄、スピゲル又は鉄鋼の粒及び粉」または「7205.29.000 その他のもの」に該当しないかの問いに対し、第72類には-5mmの粒が90%以上と定義されており、該当しないとの回答だった。7205.29.000は粉に関するものであり、該当しないとの回答だった。

対象粗精鉱のHSコード分類は「第26類 鉱石、スラグ及び灰」の「2619.00.000 スラグ、ドロス、スケールその他のくず」に該当するとの判断であった。

Table 3-24 HSコード表 第26類

統計番号 Statistical code		品名 Description	単位 Unit	
番号 HS code			I	II
2619.00.000		スラグ、ドロス(粒状スラグを除く。)、スケールその他のくず(鉄鋼製造の際に生ずるものに限る。)		MT

また、プラント試験で回収したメタルは「第 72 類 鉄鋼」の「7203.90.000 鉄又は非合金鋼のインゴットその他一次形状のもの その他のもの」に該当するとの判断であった。

Table 3-25 HSコード表 第 72 類

統計番号 Statistical code		品名 Description	単位 Unit	
番号 H.S.code			I	II
72.06		鉄又は非合金鋼のインゴットその他の一次形状のもの(第72.03項の鉄を除く。)		
7206.10	000	－ インゴット		KG
7206.90	000	－ その他のもの		KG

② バ－ゼル法

対象粗精鉱輸出入に関し、バ－ゼル法の規制への該非判定を行った。規制対象物である場合、輸出国から輸入国への事前通告、輸入国から輸出国への同意回答が必要となり、手続きが煩雑になる。

バ－ゼル法において、「鉄又は鉄鋼の製造に伴い生ずる粒状スラグ」及び「鉄又は鉄鋼の製造に伴い生ずるスラグ」は原則として規制対象にならないものとして設定されている。経済産業省、及び環境省の下部組織である地方環境事務所に事前相談を行ったところ、当該粗精鉱に対する各所の見解は「バ－ゼル法規制対象物に非該当」であった。しかし、バ－ゼル法非該当を証明する文書の発行はできないとのことであった。

③ 廃棄物の処理及び清掃に関する法律(以下、廃掃法)

対象粗精鉱の廃掃法への該非について検討する。対象物が有償取引である場合、産業廃棄物とはならない。廃掃法は国内法であり、対象粗精鉱を輸入するまでの費用は考慮されないため、国内で有償取引となるスキームを検討する。

地方環境事務所より、本件では利益が発生しないため、実証試験の妥当性の相談が必要であると回答を受けた。廃掃法の非該当証明のためには、環境省本省への相談が必要である。通常は地方環境事務所で行うため、環境省本省へ相談を行う際は地方環境事務所へ連絡して欲しいとのことであった。

④ 対象国での取り扱い

ガブスタンでの対象粗精鉱の HSコード分類は「第 26 類 鉱石、スラグ及び灰」である。同国では国内方でスラグの輸出が原則禁止されており、過去にスラグを輸出した例もなく、当局も手続きに戸惑っている様子であった。同国では HSコード「第 26 類」の物品は廃棄物であり、輸出にはライセンスが必要であるが、AMT 社は必要なライセンスのうち 2 用件を取得していない。ライセンスの取得には登録に 3 ヶ月、許可に 6 ヶ月の時間がかかることが判明した。また、輸出資料には日本側で準備が必要なものがある。

## (2) スラグの日本への輸入見積

対象は LIRA 社で回収する粗精鉱とする。対象数量は 120t、荷姿はフレコン詰め又はパレット積みでのコンテナ輸送とする。コンテナは 20t 積み 6 本とする。

AMT 社近くのカガシマ駅からロシア経由で鉄道輸送し、ロシアより船輸送にて大阪港で荷揚げを行う。

## (3) 日本または現地での破碎濃縮試験

### (ア) 試験概要

実現可能性調査の精度向上の為にスラグ品質調査、現地または日本での破碎濃縮試験及び日本でのパレット試験を実施する。具体的には下記の通りを行う。

- ・対象製鉄所のスラグのより効率的な利用を目的として現地または日本での破碎濃縮試験を行う。
- ・パレット試験では、対象製鉄所の製鋼スラグもしくは濃縮物を日本国内の研究所または工場にて品質調査及び処理試験を実施する。その際、関連する法規制等の調査を行う。
- ・品質調査においては、マテリアバランスや回収金属鉄の品質、回収ミネラル分の分析を行い、経済性評価のデータベースとする。なお、回収した HQM は製鉄所への見本サンプルとしても使用する。

本件では現地にパレットプラントを建設せず、粗精鉱を日本へ輸入し、既存設備での処理試験を計画した。試験は粗精鉱の磨鉱試験とし、LIRA 社にて回収される粗精鉱を対象とする。回収された HQM 及び 0-7 mm 粗精鉱は製品サンプルとして AMT 社へ出荷し、ミネラル分は日本国内法に従い処理する。

### (イ) 試験計画

試験の実施工場は日本磁力選鉱の泉大津工場とする。磨鉱処理能力は 20tph である。泉大津工場はコンテナでの受入ができないため、荷揚げ港での開梱及び積み替えが必要となる。

供試料別の試験は以下の通りである。

Table 3-26 供試料別試験

	試験① 0-250 mm	試験② 0-60 mm	試験③ 15-250 mm	試験④ 0-15 mm	計
60-250 mm Mag	10t	-	10t	-	20t
15-60 mm Mag	10t	10t	20t	-	40t
0-15 mm Mag	20t	20t	-	20t	60t
計	40t	30t	30t	20t	120t

## (4) 現地行政機関への輸出依頼・申請

2016 年 6 月に投資発展省、エネルギー省を訪問し、有害物質が含まれていないことを証明するなど輸出に必要な手続きを確認した。

同年 9 月にガブラス外国立分析センターを訪問し、有害物質が含まれていないことを証明するための分析依頼を行った。分析を行うには TAA (Technical Assistance Agreement : 技術支援契約) の締結が必要であり、手続きに 4~6 週間かかるとのことであった。現在、その手続きは完了している。ただし、分析を行うに当たっては AMT 社でサンプルを入手する必要がある。2016 年 5 月に新 CEO に交代して以降、自社だけでなく投資発展省経由でも同社とのコンタクトが取れず、輸入手続きが進まずにいる。



### 3.3.7 フェリアブギブロムズ社への見積照会

#### (1) パートナー選定

事業の採算性の評価に関して、設備投資額の精度は重要な要因となる。設備投資額の算出には、現地事情に精通したエンジニアリング企業の選定が重要である。

本調査において、設計・現地調達・建設を総合的に推進できる協力パートナーとして、ロシア連邦のチェリアビンスク州に本社を置くフェリアブギブロムズ社を選定した。

選定理由として

- ・ 日本磁力選鉱と協力関係にあること
- ・ スラグ処理設備に精通していること
- ・ AMT社と比較的距離が近いこと

が挙げられる。

#### (2) フェリアブギブロムズ社の基本情報(出典：フェリアブギブロムズ社 HP)

1941年に創業し、従業員1000人以上を雇用するエンジニアリング企業である。ロシア連邦チェリアビンスク州の鉄鋼関連企業を中心にロシア国内外で20社以上の取引実績がある。

同社の主な事業は下記の通りである。

- ・ 鉄鋼生産設備の総合設計
- ・ 土壌・地下水を含むエンジニアリング調査
- ・ 環境施設設計及び環境影響分析、廃棄物管理
- ・ 各種建築物の構造調査

#### (3) 現地制作設備・構築物の見積

フェリアブギブロムズ社で見積を行った結果、建設コストは日本の60～70%に抑えることが可能だが、許可申請費用・寒冷期のコストが30%程度追加が必要となる。

Table 3-27 フェリアブギブロムズ社見積比較

		日本見積	フェリアブギブロムズ社	備考
MRP	プラント	513万\$	259万\$	
	重機	204万\$	96万\$	現地見積による。
RMP	プラント	1325万\$	1211万\$	
	重機	74万\$	48万\$	現地見積による。
事務所		62万\$	62万\$	日本見積と同等とする。
合計		2176万\$	1676万\$	

### 3.3.8 AMT 社の事業採算性の評価

#### (1) 一次処理 (MRP) のみ実施する場合

##### (7) 試算総括

AMT 社を対象とした事業採算性の評価を 3 通りのスキームを想定し実施した。想定したスキームは下記の通りである。

- ①豊田通商、日本磁力選鉱の合併会社がスラグから粗精鉱を回収(一次処理(MRP)のみ行う)
- ②豊田通商、日本磁力選鉱の合併会社が粗精鉱から高品位粒鉄を回収する(二次処理(RMP)のみ行う)。ただし、原料となる粗精鉱は既存業者の LIRA から購入
- ③豊田通商、日本磁力選鉱の合併会社がスラグから粗精鉱を回収し、さらに粗精鉱から高品位粒鉄を回収する(一次処理(MRP)+二次処理(RMP)を行う)。ただし、粗精鉱は既存業者の LIRA から購入

①のスキームは自社でスラグを磁選・篩い分けし、主に粗精鉱(15-250mm)を AMT 社へ販売するものである。前提条件として、年間約 100 万 t のスラグを処理し、粗精鉱を約 4.5 万 t 回収する。また、粗精鉱を回収する際に同時に回収される 0-15mm、>250mm 大の金属は、約 8.4 万 t、約 2.0 万 t 回収する。これらの数量は 3.3.5 及び 3.3.6 で行ったパイロット試験から得られたデータを基に算出した。

回収した金属の内、0-15mm、>250mm の金属の販売価格は既存 3 業者の平均価格を適用し、11.2\$/t、27.4\$/t とした。その他、操業に掛かる人件費、水道光熱費、法人税、金利等はガフスタンでのヒアリングをベースに設定した。

その場合、10 年間事業を継続し利益と費用が一致する損益分岐点は、粗精鉱を 19.6\$/t で販売する場合である。また、我々が設定している投資基準を満たすのは、粗精鉱を 47.2\$/t で販売する場合である。

既存業者の販売価格と比較した場合、損益分岐点は GSWK 社の販売価格(23.8\$/t)に収まっている。しかし、我々の投資条件をクリアするには既存業者の販売価格より約 2 倍の価格で粗精鉱を販売する必要があり、AMT 社がこの条件を飲む可能性は低いと思われる。

Table 3-28 各社の粗精鉱販売単価(2016 年 9 月 28 日ヒアリング)

	LIRA 社	GSWKZ 社	MITSAR 社	3 社平均
回収製品	単価	単価	単価	単価
0-15 mm	3000KZT/t (8.8\$/t)	5000KZT/t (14.7\$/t)	3500KZT/t (10.5\$/t)	3833KZT/t (11.2\$/t)
15-60 mm	4000KZT/t (13.2\$/t)	8100KZT/t (23.8\$/t)	5000KZT/t (15\$/t)	5867KZT/t (17.2\$/t)
60-350 mm	8000KZT/t (23.5\$/t)	10000KZT/t (29.3\$/t)	10000KZT/t (29.3\$/t)	9333KZT/t (27.4\$/t)

(イ) 試算の前提条件

試算に用いた前提条件は下表の通りである。

Table 3-29 ①一次処理(MRP)のみ行う場合の前提条件一覧

対象母材量		10,000 千t	4千万tの貯鉱スロツの内1/4を対象
事業期間		11 年	正確には10年10ヵ月
スロツ処理量	MRP投入量	1,000 千t/年	
マテリアル (粒度)	0-15mm	9.4 %	※「マテリアル」参照
	15-250mm	5.0 %	※「マテリアル」参照
	>250mm	2.2 %	※「マテリアル」参照
回収歩留		90 %	
製品の鉄品位	0-15mm	65 %	
	15-250mm	65 %	
	>250mm	80 %	
最終製品の生産量	0-15mm	84.3 千t/年	1,000千t/年×マテリアル×回収歩留
	15-250mm	45.1 千t/年	1,000千t/年×マテリアル×回収歩留
	>250mm	19.8 千t/年	1,000千t/年×マテリアル×回収歩留
処理能力(スロツ)	MRP	1,261.4 千t/年	180t/h×24h×365日×80% (約420千t/年)
スロツ	MRP	3 ヶト	※年間通じて (処理量: 1,000千t/年)
稼働日		292 日	365日×80%
製品販売単価	0-15mm	11.2 t/USD	※「他社粗精鉱」既存3社平均値
	15-250mm	17.2 t/USD	※「他社粗精鉱」既存3社平均値
	>250mm	27.4 t/USD	※「他社粗精鉱」既存3社平均値
売上	0-15mm	94.8 万USD/年	生産量×製品販売単価
	15-250mm	77.6 万USD/年	生産量×製品販売単価
	>250mm	54.2 万USD/年	生産量×製品販売単価
為替	¥=USD	102.98 円/USD	※「経費単価」参照
	kzt=USD	341.00 kzt/USD	※「経費単価」参照
プラント	MRP	265.9 万USD	ギア 0社見積り
共通費	事務所等	89.0 万USD	ギア 0社見積り
重機		96.0 万USD	NMD概見積り
設備償却期間	プラント	10 年	
	事務所、重機	5 年	
減価償却費		63.6 万USD/年	※「減価償却費」参照
労務費(年間)		24.3 万USD/年	※「人件費」参照
水道光熱費(年間)		8.3 万USD/年	※「水道光熱通信費」参照
燃料費(年間)		34.8 万USD/年	※「燃料費」参照
研究開発費(年間)		3.6 万USD/年	3千t/月×12ヵ月
SV費用	初年度	70.0 万USD/年	※NMD概見積り
	2年目以降	9.2 万USD/年	※NMD概見積り(9.5百万×為替)
消耗品・修理費(年間)		8.0 万USD/年	※「修理消耗品費」参照
間接人件費(年間)		6.2 万USD/年	※「人件費」参照
駐在員(年間)		29.1 万USD/年	※「人件費」参照
その他間接費(年間)		2.5 万USD/年	※「間接費」参照
心算率		9 %	※IMF World Economic Outlook Database, October 2016
金利		16 %	※BTMU資料
借入金		287 万USD	
法人税		20 %	



## (2) 二次処理 (RMP) のみ実施する場合

### (7) 試算総括

②のスキームは既存業者の LIRA 社から原料となる粗精鉱を購入し、磨鉱することで主に HQM (7-250 mm) を回収・販売するものである。

前提条件として、年間約 4.8 万 t の粗精鉱を処理し、約 1.9 万 t の HQM を回収する。また、HQM を回収する際に同時に回収される 0-7 mm 大の金属は、約 1.3 万 t 回収する。これらの数量は 3.3.5 及び 3.3.6 で行ったパロット試験から得られたデータを基に算出した。

回収した金属の内、0-7 mm の金属の販売価格は既存 3 業者の平均価格を適用し、11.2\$/t とした。この他、操業に掛かる人件費、水道光熱費、法人税、金利等はガフスタンでのヒアリングをベースに設定した。

その場合、10 年間事業を継続し利益と費用が一致する損益分岐点は、HQM を 173.3\$/t で販売する場合である。また、我々が設定している投資基準を満たすのは、HQM を 247.2\$/t で販売する場合である。

2016 年 9 月時点のヒアリングでは、AMT 社は外部からスクラップを約 120~130\$/t で購入している。このスクラップの代替として HQM を提案するにしても、我々の投資条件をクリアするには現状より約 2 倍の価格となる。

AMT 社がこの条件を飲む可能性は低いと思われる。

(イ) 試算の前提条件

試算に用いた前提条件は下表の通りである。

Table 3-30 ②二次処理(RMP)のみ行う場合の前提条件一覧

		：他社粗精鉱に該当	
他社母材量	3社分	40,000 千t	繰貯鉱量 <sup>1)</sup>
事業期間		11 年	正確には10年10ヵ月
回収歩留		90 %	
他社粗精鉱購入量	15-60mm	48.0 千t/年	※「他社粗精鉱」シート参照
処理量	RMP	48.0 千t/年	※ $\frac{\text{RMP}}{\text{粗精鉱}}$ から投入量(購入量)に変更
サイト	RMP	1 サイト	※年間通じて
稼働日		292 日	365日×80%
他社由来の $\text{Fe}_2\text{O}_3$ (粒度)	0-7mm	18.8 %	※「 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 」参照 粗精鉱の数量に対して、鉄純分
	7-250mm(HQM)	38.2 %	※「 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 」参照 粗精鉱の数量に対して、鉄純分
製品の鉄品位	0-7mm	65 %	
	7-250mm(HQM)	85 %	
他社由来の生産量	0-7mm	12.5 千t/年	処理能力×回収歩留×他社 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ +製品の鉄品位
	7-250mm(HQM)	19.4 千t/年	処理能力×回収歩留×他社 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ +製品の鉄品位
製品販売単価	0-7mm	11.2 t/USD	※「他社粗精鉱」既存3社平均ベース
	7-250mm(HQM)	250.0 t/USD	$\frac{\text{粗精鉱}}{\text{製品}} \times \text{鉄品位} \times \text{品位} \times \text{品位}$ 係数
売上	0-7mm	14.1 万USD/年	他社由来の生産量×製品販売単価
	7-250mm(HQM)	485.3 万USD/年	他社由来の生産量×製品販売単価
為替	¥=USD	102.98 円/USD	※「経費単価」参照
	kzt=USD	341.00 kzt/USD	※「経費単価」参照
他社粗精鉱仕入単価	15-60mm	13.2 USD/t	※「他社粗精鉱」シート参照
他社粗精鉱仕入原価	15-60mm	63.3 万USD/年	他社粗精鉱購入量×他社粗精鉱仕入単価
プラント	RMP	1,032.4 万USD	ギア 0.5社見積り
事務所		89.0 万USD	ギア 0.5社見積り
重機	RMP用	48.0 万USD	NMD概見積り
設備償却期間	プラント	10 年	
	事務所、重機	5 年	
減価償却費		130.6 万USD/年	※「減価償却費」参照
労務費(年間)		5.0 万USD/年	※「人件費」参照
水道光熱費(年間)		6.1 万USD/年	※「水道光熱通信費」参照
燃料費(年間)		1.7 万USD/年	※「燃料費」参照
研究開発費(年間)		3.6 万USD/年	3千\$/月×12ヵ月
SV費用	初年度	43.5 万USD/年	※NMD概見積り
	2年目以降	9.2 万USD/年	9.5百万×為替
消耗品・修理費(年間)		35.1 万USD/年	※「修理消耗品費」参照
間接人件費(年間)		4.1 万USD/年	※「人件費」参照
駐在費(年間)		29.1 万USD/年	※「人件費」参照
その他間接費(年間)		2.5 万USD/年	※「間接費」参照
インフラ		9 %	
金利		16 %	※BTMU資料
借入金		万USD	
法人税		20 %	

