

モンゴル・ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第3次詳細計画策定調査			
会議名	調査の団長帰国前報告		
訪問機関	JICA モンゴル事務所		
日時	2009年8月28日(金) 16:30-17:00	場所	JICA モンゴル事務所
出席者	先方	石田所長 小貫次長 南所員 トゥギー所員	
	調査団側	調査団：山田 泰造 佐上 裕俊 深山 暁生 中嶋 靖史 荒金 煉	
配布資料	第3次詳細計画策定調査現地調査報告		
筆記者	中嶋 靖史 団員		

(1)「第3次詳細計画策定調査現地調査報告」に沿って、団長および各団員からこれまでの調査結果の報告をおこなった。

(2)主な報告事項は次のとおりである。

- ・モンゴル側はプロジェクトを早く開始して欲しいという感触である。
- ・排ガス計測の実施時期は、当初計画通りで実施する事となった。(先に本邦でトレーニングを行い、現地計測は翌年初めに実施)
- ・自動車の排ガス計測の要望もあったが、鉛入りガソリンに対応できる計測器がないとして断った。また、灰中の放射能測定に対するNIAからの要望があり検討することになった。
- ・第5発電所の建設は、FSも含めた一括丸投げで今春に入札を行ったが失敗し、次はFSだけを分離して入札を行うとの事で、かなり遅れそうである。また着工に漕ぎ着けても、冬季はほとんど工事が止まるのと、プラントの大型コンポーネント輸送に時間がかかるので、5～6年は要すると思われる。
- ・MMERのエネルギー政策局長から、第3、4発電所は、この先10年間は閉鎖しない、第2発電所はコークス製造工場などに転換して残すことも考えているとの発言があった。

(3) 石田所長から、このプロジェクトが完了する頃までに、別途ハード面での支援を行い、大気汚染問題が実感として改善されれば、JICAに対する評価が高まるのではとの期待が述べられた。(他のドナーは色々やっているが、実効があがっていない。発電所への電気集塵器の設置や、道路清掃車の供与等が考えられる)

モンゴル・ウランバートル市大気汚染管理能力強化プロジェクト第3次詳細計画策定調査			
会議名	会議 UB市都市開発計画局でのヒアリング		
訪問機関	UB市都市開発計画局		
日時	2009/08/31 (月) 9:50-11:00	場所	UB市都市開発計画局
出席者	先方	Mr. TSOGTSAIKHAN	
	調査団側	調査団：深山 暁生 中嶋 靖史 荒金 煉 アマル	
配布資料			
収集資料			
筆記者	深山 暁生団員		

(協議内容)

- ・発電用以外のボイラは都市開発計画局で管理していると聞いたが、登録方法やリストについて教えてほしい (中嶋団員)。
- ・UB市の発電用以外のボイラの許可は、GM、エンジニアリング施設局、監査局の3名から成るエネルギー調整委員会が出す。これまでの許可については、人材と運転能力があるかを最優先に審査することにはなっているが、現実には申請してライセンス料さえ払えば、許可がおりるといった甘い点があったと思う。これからは従業員の教育レベルを調べる必要がある。(Mr. TSOGTSAIKHAN)
- ・ボイラ技士制度はあるか (中嶋団員)。
- ・以前は専門学校があり、暖房関係の1級、2級といった資格があったが、1990年頃から無くなった。ワークショップでも発言した通り、プロジェクトのセミナーに最低2人は参加させるといったことを絶対にやるべきである。(Mr. TSOGTSAIKHAN)
- ・エネルギー法では1.5MW以下は地方の管理になっているが、下限の数値が無い。自分以外に1ヶ所か2ヶ所に供給して対価を得ているボイラとか、自分だけの場合100kW以上とかといった要件を議論中である。(Mr. TSOGTSAIKHAN)
- ・1.5MWというのは、出力か、石炭使用量か (中嶋団員)。
- ・石炭使用量ではなく、出力エネルギーの能力であり、エネルギー法の12.5条に書いてある (Mr. TSOGTSAIKHAN)
- ・根拠法はエネルギー法か (中嶋団員)。
- ・エネルギー法だが、法律は大雑把で、細かい所が無い。現在の許可は財務能力が優先されている (Mr. TSOGTSAIKHAN)。
- ・細かい規則を作ろうとしたら、市長令か、法律の改定か。日本では法律に加えて、地方の条例がある (中嶋団員)。
- ・モンゴルでも同じで、法律に加えて、条例であり、条例案を市長に提出して、市長が認めれば市議会に諮る。市議会に諮るのは年間予算との関係があるからである (Mr. TSOGTSAIKHAN)。
- ・現在は、条例は無いのか (深山団員)。
- ・現在は無い。HOB調査に基づけば個人の家に1000以上のボイラがあり、登録条件を決めて実施しなければならない (Mr. TSOGTSAIKHAN)。
- ・ライセンス数はいくつか (荒金団員)。
- ・ライセンスを会社に与えており、17社に与えたが、つぶれた会社もあり、現在、持っているのは4社で、申請中が7社ある。ビール工場のMCS等1.5MWに近いボイラは特別許可であり、特別許可は81件。個人の中規模のものが1020台である (Mr. TSOGTSAIKHAN)。
- ・設置・廃止は把握していないのか (荒金団員)。
- ・Heating Stove Utilization Authorizationが管理しており、パスポートがある (Mr. TSOGTSAIKHAN)。
- ・許可をもらう時だけ許可料を払う。最大5年間は有効。2008年11月18日に調整委員会ができて、昨年までにライセンスを出したところを再確認中である (Mr. TSOGTSAIKHAN)。

- 学校や幼稚園のボイラでは、校長や園長が許可を取らずにやっている場合があり、再調査中である。(Mr. TSOG TSAIKHAN)。
- 排出基準の遵守もライセンスの条件か(深山団員)。
- 測定が無いので排出基準に関係なくライセンスを出している (Mr. TSOG TSAIKHAN)。
- 操業停止の措置はあるか(深山団員)。
- 国家監査庁の法律にある。許可を無効にする。許可にあたっては、悪い環境で運転されないか、市民生活に悪影響を及ぼさないかを審査することになっているが、実際は基準通りになっていない。(Mr. TSOG TSAIKHAN)。
- しかし、現実には汚染を引き起こしているボイラを停止すれば、多くの世帯の市民生活に影響を与えるので、操業停止は現実には難しい。ボイラを更新したことで良くなつたが、排出基準は満たしていないと思う。今年も市の予算で5~6ヶ所のボイラを更新した。子供病院は更新したが、精神病院は所有権の関係で更新されなかった。資金は国の所有には出るが、民間には出ない。(Mr. TSOG TSAIKHAN)
- 料金はどこで決めるのか(深山団員)。
- HOBについてはUB市のエネルギー調整委員会が、年度の資料に基づいて業者と話し合いを行って、調整する (Mr. TSOG TSAIKHAN)。
- HOBによって料金は違うのか(中嶋団員)。
- 違う。性能が悪ければ赤字になる。財務資料を見て判断する (Mr. TSOG TSAIKHAN)。
- 料金は公開か(中嶋団員)。
- 公開される。(Mr. TSOG TSAIKHAN)。
- 発電所とHOBとどちらが高いか(荒金団員)。
- 月当たりの暖房代の平均価格では、HOBが468Tg/m<sup>2</sup>で、発電所が196Tg/m<sup>2</sup>(VATを除く)である (Mr. TSOG TSAIKHAN)。
- 暖房の供給時期は条例で決まっており、HOBは10/1、発電所は9/15開始で、法律上は5/15までだが、温暖化の影響もあり、5/1までの所が多く、もっと早く止める所もある。止める場合には2週間前までにユーザーに伝えなければならない (Mr. TSOG TSAIKHAN)。
- HOBの定期点検は行っているか(中嶋団員)。
- 国家監査庁やエンジニアリング施設部が行く。我々は、作業安全面や機械、石炭の量を確保しているかの確認で、騒音・振動などは国家監査庁が管理している (Mr. TSOG TSAIKHAN)。

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染管理能力強化プロジェクト第3次詳細計画策定調査			
会議名	HOB 訪問		
訪問機関	ウランバートル市内の HOB		
日時	2009/08/31 (月) 12:00-17:00	場所	ウランバートル市内
出席者	先方	大気質庁 Mr. Seded Choijil Khatagin	
	調査団側	調査団：深山 暁生 中嶋 靖史 荒金 煉	
配布資料			
収集資料			
筆記者	中嶋 靖史 団員		

ウランバートル市内の8ヶ所のHOBを調査した。(1,2,5のみ運転中)

(1) 伝統医療施設

中国製(CLSG18、18：暖房面積18,000m<sup>2</sup>の意味)の古い固定床ボイラが1缶設置されており、ボイラの手入れや、ボイラ周りの清掃は非常に悪く、使用炭も安い粉炭で、取り出された灰中の未燃分も非常に多く、燃焼状態の悪さが窺われる。運転は全て手動で、ボイラで加温された水は直接建物に送られ、給水の補給はヘッドタンクのレベルを目で見て、減ってくれば弁を開いて補給している。煙突はボイラの上部に直接つけられ、通風機や、除塵装置は何もついていない。火格子は鉄板に穴を開けたもので、灰や、粉炭が目詰まりすると燃焼不良がいかにも起こりそうな構造である。目詰まり防止の為、穴を大きくすると、粉炭が燃えないまま灰受けに落ちて、未燃分となってしまう問題もある。

このボイラは、早期に更新すべきカテゴリーに属するボイラである。更新までは、粒径の大きい石炭や、豆炭のような燃料を使い、大気汚染を最小限に抑えるようにして運転する必要がある。

(2) 鉄道の修理工場

古いボイラ4缶(BZUI-100)と昨年設置したボイラ1缶(DTH)が設置されており、暖房用の熱水と給湯用の温水を供給している。ボイラはモンゴル製で、火炉は耐火材で囲まれており、内部に伝熱管が配置されている。火炉下部の風室にはファンで空気が送られ、火格子の下から噴出すようになっている。外部には高い煙突が設けられており、その通風力で、投炭口の扉を開いても燃焼ガスが噴出すことはない。除塵装置は設置されていない。缶廻りはきれいに清掃されており、この種のボイラの運転としては模範的なボイラである。火格子の構造を改善すれば、もう少し燃焼状態が良くなると考える。

(3) RVR Co., Ltd.

BZUI-100型2缶があり、MZ-1500型の1台は既に新しいボイラに更新され、もう1台も更新予定である。押込通風機があるのみで、誘引通風機や除塵装置はついていない。ボイラの周辺は清掃が不十分で劣悪な雰囲気である。

(4) 学校 (#58 2nd School)

中国製のボイラ(CWNG)で、高性能を売りにコンパクトに設計されている。ボイラの右半分が燃焼炉と伝熱管で、左半分が除塵用のサイクロンとなっている。サイクロンは排熱回収を考え、給水チャンパーの中に入れており、ここから漏水して修理をしており、華奢なボイラと評判が悪い。

(5) 学校 (JICA 支援で建設、#117 2nd School)

モンゴル製のHP30Jが2缶設置されている。固定床式で、石炭投入は人力で行う。ボイラの上に煙突が直接ついており、除塵装置はない。温度計、圧力計がついているのを除けば(1)のボイラと大差はない。現在は設置したばかりで綺麗であるが、本格的に稼働するとどうなるか分からない。

(6) 学校 (#72 Primary School)

チェコの Ekofekt-600 ボイラが 2 台設置されている。暖房用の温水はボイラからの熱水と熱交換するようになっており、ボイラ系と暖房系が切り離されており、暖房用の配管の錆がボイラに入らないようになっている。給水は熱交換器出口の水が循環して使われるので 55℃以上となり、排ガス中の硫黄酸化物による硫酸腐食の防止をはかる事が出来る。移動床式のストーカ（円筒状の火格子がゆっくり回転する）が設置されており、給炭量も暖房側の負荷に応じ自動的に調整される。ボイラ出口には 2 段にサイクロンが設置されており、誘引通風器で煙突へ送られる。煙突は腐食防止を考えステンレス製である。ボイラ廻りは、自動給炭なので、炭塵による汚れも無く清浄である。

(7) 学校 (#49 2nd School)

ハンガリーの CARBOROBOT-300 のボイラが設置されている。構造は(6)とよく似ているが発生熱量は 300kW で(6)の半分で、多量の熱量を必要とする所では多数のボイラを設置する必要がある。

(8) 地域暖房 (#17 2nd School)

ハンガリーの Viadrus VSB IV で固定床式ストーカである。ただし、ストーカは灰が堆積した場合に手で格子を動かして灰を落とせるようになっている。

(所感)

- ・今後ボイラを更新する場合は移動式ストーカを備えた自動給炭式のボイラが望ましい。
- ・ただし、自動化設備が故障すると簡単には直せないのも、メンテの出来る専門会社と予備品の確保が必要である。
- ・費用を考えると固定床式となるが、火格子の構造について、空気が均一に供給される事、粉炭や灰による目詰まりを起こし難い事(または、手で除ける事)に対し配慮が払われている必要がある。
- ・ボイラ回りを清浄に保つことは衛生面、火災防止の安全面、機器に異常があった時の早期発見、設備をきちんと動かすという精神面からも必須である。
- ・サイクロン(除塵装置として性能は少し劣るが最もシンプル)は、それほど設置スペースも要らず、効果も明白であることから設置は必須である。(サイクロンを設置するには誘引通風機を設置し圧力損失をカバーすることになるので、排煙ダクトを引き回すことも可能であり、実際、可撓管で接続したものもある。)
- ・“Best Practice”を普及すれば、運転面では、かなりの改善が期待できる。保守に関しては、専門会社に委託するか、設備診断の基準(整備点検マニュアル)を作成するのが望ましい。

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染管理能力強化プロジェクト第3次詳細計画策定調査			
会議名	第2火力発電所訪問		
訪問機関	第2火力発電所		
日時	2009/09/01 (火) 9:30-16:00	場所	第2火力発電所
出席者	先方	Mr. Tumurkhuyag, Executive Director Mr. Batbaatar, Manager of engineering department 大気質庁: Ms. Tsolmon	
	調査団側	調査団: 深山 暁生 中嶋 靖史 荒金 煉	
配布資料			
収集資料			
筆記者	中嶋 靖史 団員		

### (調査結果)

#### 1. 会社の取り組み

最初に Tumurkhuyag 社長よりコークス製造計画などについて話があった。

- ・ 環境対策面では万全とは思っていない。灰捨て場はもっているが、散水をしていないので春先には舞い上がる。排ガスの集塵については不完全で、燃焼も問題があると考えている。
- ・ 大気汚染に関しては、20年前(1989～90年)の生産がピークだった時期でも今のような大気汚染の問題はなかった。もし発電所が原因であれば、設備の大きい第3、4発電所に電気集塵機器をつけたほうがよい。第2は設備容量が小さいので設備費が高くつく。第2はUB市の電力の10%(1億kWh)を受け持っているに過ぎない。おおまかに言って、モンゴル国の発電量はウランバートル市用の10億kWhと銅鉱山のあるエルデネット市の10億kWhの合計約20億kWhである。
- ・ 古い35t/h 2台は今後CWM(微粉炭と水の混合物)を燃やす実験を開始したいと考えている。(CWMは一見液状で油と同じように扱えると宣伝されるが、石炭には変わりなく、冬季の凍結や、微粉炭と水の分離や、灰の発生や磨耗の問題もあり、導入には注意するよう勧告した。)
- ・ コークス製造設備については、今年の1月に入札し業者の選択まで行ったが、2月の国家予算会議で削られた。実施方法について、UB市やMMREで意見が合わない点があるのではと思っている。ロシアのSIBTERMOの技術を導入するつもりでいた。これは、既設ボイラを、低温のFBC(流動床ボイラ)に改造する案で流動床の上部では、ガス成分が燃焼し、下部ではコークス化する。ロシアにバガスール炭を送り実験もした。しかし、MMREは大量生産の実績がないので心配している。一方、中国の技術でコークス炉を発電所構内に作ろうと言う案もあるが、これはバッチ方式で、加熱、冷却に時間がかかり、発生ガスの処理で環境に問題がある。タールは中国が買取ると言うがあてにならない。ロシア方式を導入すべく関係先に働きかけを続けるつもりである。あとで、両方の資料をメールで送る。
- ・ JICAプロジェクトではモンゴルに何を提言するのか。政府も日本の言うことには耳を貸す。ワークショップに出席し、プロジェクトは人材育成と聞いて落胆した。(PDMで大気汚染対策強化に対する色々な提言はすることになっている。資金の支援の約束はできないが。と説明した。)

#### 2. 現場調査

Batbaatar 部長の案内で現場を調査した。

##### ボイラの概要

蒸気量 (t/hr)	台数	温度	効率(%)	集塵機	使用炭	石炭消費	製造
35 t/h	2	440	73	サイクロン2基	Baganuur	7 t/hr	中国製
75 t/h	2	440	87	水膜式サイクロン	Baganuur	15 t/hr	ロシア製

				2基		
--	--	--	--	----	--	--

- ・ 設計上排ガス測定モニター装置はない。過去には酸素濃度のモニターがあったが、今は使えない。
- ・ 35 t/h ボイラは、当初移動床式ストーカがついていたが、故障が多いので固定床ストーカに改造している。75 t/h ボイラはチューブミルを使い粉砕した微粉炭をサイクロンで分級後に一旦ホッパーに貯め燃焼するピンシステムによる微粉炭焚き（ミル出口は55℃で低め）である。
- ・ 火炉は耐火材壁。（35 t/h ボイラの外壁はレンガ積み、75 t/h ボイラは銅板製）
- ・ 計器類は、ボイラ運転に必要な最小限の水位計、圧力計と蒸気温度、蒸気流量、空気流量のみ。燃料流量計はない。記録計は水位、圧力、蒸気流量のみが設置されている。
- ・ #3の75 t/h には上記のほかガス温度を表示する液晶パネルのディスプレイがあるが、メータをディスプレイに替えただけ見やすくなったほかは、運転管理上あまり意味がない。
- ・ 石炭は貨車輸送；65 トン貨車 12 両編成で受け入れ（入構前後に走りながら計量し差で受け入れ量を算出。山元でも計量するが、途中で、盗まれることもあり、積み出し量と受け入れ量に差がでる。昨年この設備を設置したが、一年でもとがとれたとの事である）
- ・ 貯炭場は3万トンあるが、実際使えるのは石炭採取用クレーンの関係で1万トンが最大。
- ・ 蒸気タービン発電機；合計：21.5MW  
No.1：3.5kW（背圧）、No.2：6kW（抽気、復水）、No.3：12Kw（復水）
- ・ 煙突関連（煙突高さ100m、旧煙突は使用せず。口径4.11m、排ガス温度150℃）
- ・ 非常に古いボイラではあるが、いろいろと工夫しながら運転を続けている様子が伺える。清掃もよく行き届いている。
- ・ 燃焼改善には、大型ボイラは運転員教育だけでは限界があり、燃焼装置の更新（35t/h ボイラの微粉炭焚きへの改造、75t/h ボイラのピンシステムから直接燃焼方式への更新、高性能バーナへの更新）や、燃焼監視計器の設置などが必要と考える。特に35t/h は大型ボイラであるにもかかわらず、固定床式ストーカであり、燃焼効率が悪い。訪問時、昨日停止したと言っていたが、現場では押込通気開放されており、故障した模様である。
- ・ 電気集塵器を設置するとすれば、サイクロンを撤去しダクトを延長して（サイクロンの設置場所はスペースが不足、また基礎荷重も不足の模様）ボイラ建屋の外に設置することになる。（旧煙突付近に用地の確保は可能と思われる。）

### 3. 現場視察後、質問表にそって質疑応答を行った。

- ・ 国営会社なので上に取締役会（MMRE の人が多い）があり社長は事業報告をここに行く。その上に国営企業所有者委員会（MOF、MMRE、国家財政委員会で構成）があり、取締役会の推薦でここが社長を任命する。
- ・ 第2発電所の組織構成  
燃料調達部（石炭の調達と、燃料受け入れ設備の保守）、ボイラ部（Mazut 油の調達と保守、保守はボイラ本体を基本課、周辺設備を補機課が担当）、タービン化学部（タービンと水質管理）、電気暖房部（計器類の保守も担当）、エンジニアリング部（技術事項）、財務部（事業計画、給料）、調達部（資材調達）、総務部と監督（所長、技師長）で構成している。従業員は270名。
- ・ エネルギーの販売  
エネルギーの生産、販売には、エネルギー生産、暖房生産、電力供給、暖房供給の4つのライセンスが必要である。  
電力は中部地域電力供給ネットワークへ販売、暖房用熱水はUB市暖房供給ネットワークへ販売する。価格は原価計算をもとに国家エネルギー調整委員会（首相が直接任命。General 調査員一名、調査員2名とスタッフで構成。価格調整部と特別ライセンス部がある。）が決定する。価格は発電所

毎に違う。第2は効率が悪いので高めとなっている。燃料価格も国家統制である。蒸気は近隣の工場へ売るが、直接契約で最終的には同委員会の承認が必要である。(これが昔はフル操業であったが最近では減ってきており、経営を圧迫している。) なかなか値上げは認められない。昨年、石炭の値上げが認められたので、電気料金も値上げしないと厳しい。

- 補修費用  
補修費用は、原価計算で資産の8~10%を認められており、今年は資産の再評価をしてもらい(古い設備で残存価値が下がっていた)7億Tgの修理費が獲得できた。緊急に対応が必要な故障は銀行から借金し後は国と相談するしかない。
- 環境担当部門  
エンジニアリング部に環境担当がいるが、特別な組織はない。定期的な計測は実施しておらず、法律で決められた環境評価(大気、水質、土壌についてCLEMに依頼し実施)を4半期毎に行い、自然環境観光省へ報告する。計測を実施するのは、ボイラの大修理をした時で、科学技術大学に依頼し、O<sub>2</sub>、CO、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、煤塵の測定を行う。石炭の分析や末燃分はタービン化学部でやっている。
- 電気・暖房代  
電気代、暖房代(蒸気、温水)があり、ユーザー側のメータの有無、メータの種類で課金方法が異なり、ユーザー側の料金表はWebで公表されているとのことであったので、同行していた大気質庁のMs. Tsolmonに調査を依頼した。
- 設備投資費  
ボイラの大規模改造や、環境設備のような大きな投資は、今のような原価計算による電気料金設定ではあり得ない。国家投資か、ドナー投資しかない。発電用の石炭は18000Tg/tonと安いので、これでコークスを作り、その利益で投資回収を考えている。既設設備の改造で投資額を少なくする。ただし、燃料代は上がると、コークスも値上げせざるを得ず、売れないと困るので難しい。また、コークス価格の設定には国が関与してくると思われる。
- 灰処理  
灰捨て場は2ヶ所あり、どちらも余裕がある。両方同時に使うと新しく持ち込んだ灰が飛散するので、今は一ヶ所に捨てている。幸いバガスール炭は灰分が少ない。
- 設備の能力  
100%発揮できるように保守しているが、バガスール炭では75t/hが65t/hに出力が落ちる。
- 運転パターン  
年間発電量は1億kWhで月別の生産実績はまとめている。月間はほぼ一定である。8月は600万kWhで75t/hボイラ1台、35t/hボイラ1台の運転、12月は75t/hボイラ2台、35t/hボイラ1台の運転となる。  
75t/hボイラの年間運転時間は6000~7000時間、35t/hボイラは4000~5000時間である。
- 補修計画  
補修履歴もまとまっており、それに基づく補修計画も立てている。ボイラの大修理(10年に1回ほどの耐火材更新、チューブ交換、ファンの更新、ミルの修理)は発電所ではやらずに、外部の会社に委託して実施する。
- 燃焼管理、効率管理  
特別な組織はない。燃焼管理は運転員の感と経験(現場監督の判断)Mazutの消費量がグラハン、エルデネットの発電所より多いのは、バガスール炭を使用しているためで、冬季の水分の影響だと思っている。
- 直面している問題
  - ・工場へ蒸気を送る背圧方式のタービンの稼働率は年間100時間程度で、電力を多く出そうと復水方式に更新しようにも金がかかりすぎる。(第2には第3、4のようなクーリングタワーがなく、地下水を池に貯めて復水器を冷却している)
  - ・電気設備が老朽化しており更新が必要だが、発電単価が上がると第3、4とますます差がつき生産



を減らさせられる傾向にある。したがって設備投資も容易ではない。  
・蒸気を直接取引できる相手がいない。一時は大住宅地の計画もあったが、今は頓挫している。

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染管理能力強化プロジェクト第3次詳細計画策定調査			
会議名	第3火力発電所訪問		
訪問機関	第3火力発電所		
日時	2009/09/02 (水) 9:30-16:00	場所	第3火力発電所
出席者	先方	Mr MYAGMARSUREN Executive Director, Mr. BOLDSAIKHAN Ecological Engineer 大気質庁: Ms. Tsolmon	
	調査団側	調査団: 深山 暁生 中嶋 靖史 荒金 煉	
配布資料			
収集資料	第3火力発電所パンフレット		
筆記者	中嶋 靖史 団員		

#### (調査結果)

#### 4. 発電所の取り組み

最初に Myagmarsuren 社長より発電所について紹介があった。

- 第3発電所は1968年に建設された古い発電所で石炭を焚いて電力と暖房の熱供給を行っている。設計はソヴィエト連邦のウクライナが行い、設計出力は148MWであるが、発電機冷却の発電機に水素を使用したことはなく、空気冷却で実質136MWに抑えて運転している。ボイラ13缶とタービン8機を設置しており、中圧と高圧とに分かれている。石炭は当初はボイラの設計炭であるシャリンゴル炭を使っていたが、生産が減少したことから、最近では130km先の炭田から供給されるバガヌール炭を使用している。
- 従業員は945名である。設備はADBの支援で1996～2000年にかけて改修を行った。内容は高圧のボイラ4缶をバガヌール炭の燃焼に適するようにバーナ、制御装置の更新を行った。中圧ボイラ2缶については自己資金で流動床ボイラに改造した。また、設備の寿命延長工事も実施した。
- 電力需要は季節により使用量の差が大きい。12月、1月はボイラ9缶運転となるが、夏場は2缶運転である。発電所の主な役割はUB市への暖房用の熱供給と、工場への蒸気供給で、暖房用の熱水は年間96～97万トンである。
- 環境問題に関与しているのは事実である。しかし、煙突も高いのでその影響は軽微ではないかと考える。1950年代に作られた設備であり、当時の設計は環境の事をどこまで考えていたかと言うと、必ずしも環境にやさしい設備とは言えない。色々やろうと思っても、エネルギー価格が国により統制されており、資金の面で自由な提案ができないのが実情である。発電所として隠すものは何もないので自由に見て頂きたい。

#### 2. 現場調査

- 1966年12月3日に建設開始、1968年12月10日に最初のボイラが熱供給開始したプラントでボイラは中圧の75t/hが6缶、高圧の220t/hが7缶、タービンは中圧の12MWが4機、高圧の25MWが4機で構成されている。75t/hボイラの内2缶が中国の技術(旧ABBのライセンス)で微粉炭焚きボイラから、流動床ボイラ(FBC; Fluidized Bed Combustion)に改造され、また、高圧の220t/hボイラの内4缶がイタリアのABBライセンスの手でバガヌール炭焚きのためのバーナ改造と、制御装置の改造が行われている。
- 2000～2003年に自己資金で微粉炭焚きから流動床ボイラ(\*1)に改造した75t/hボイラは、改造後COは11%減、NOXは41%減、Fly Ashは半分に低減し、また燃焼不安定となった時に補助燃料として投入するMazut(残渣油)も不要となり、環境面、効率向上面で大きな成果を上げている。改造方法は、火炉の下半部を取り外し、そこに流動床を設置したのみでボイラの他の部分はそのまま流用されている。石炭は10mmほどに砕けばよく、微粉炭機は撤去されている。

通風機は流動床上の砂と石炭を持ち上げるため、風圧の高いブロワーに更新されている。改造費用は当時の金で100万ドル/缶、工事期間は2年（現地工事は1年）とのことである。またミルが不要となったことから消費電力も低減できたとの事である。

- ★1；鋼板にノズルを取り付け、下の空気室に燃焼用の熱風を導入して、床上に投入された砂と石炭の層にノズルから空気を噴出す事でこれらが、流体の如く流動して燃焼する。燃焼温度は850℃～950℃と比較的低温で燃焼するのでNOxの生成も少なく、石灰石を投入すれば、石膏になってSOxを除去することも可能な燃焼技術である。煤塵量も完全燃焼による未燃分の低減と、灰は元の石炭サイズが微粉炭に比べ大きいので粗粒のとなりFly Ashが減ることも期待できる。
- ・ボイラの炉壁は、75t/hボイラが耐火材、220t/hボイラは蒸発管からなる水冷壁で構成されている。燃焼方式は75t/hの流動床ボイラ2缶以外は全て微粉炭焚きで、75t/hボイラには各1台、220t/hボイラには各2台のチューブミル（内部に鉄球の入った横型のドラムが回転し、中で鉄給が落下して石炭を粉砕する。）が装備されている。ミルに投入された石炭はミル内で熱風により乾燥、粉砕され、Exhaust Fanで吸い出され、75t/hボイラはサイクロンで微粉炭を分離しホッパーに一時蓄えた後バーナへ、220t/hボイラはExhaust Fan出口から直接バーナへ投入されて燃焼する。
- ・ボイラ制御盤は、旧75t/hボイラは第2発電所と同様にボイラ運転に必要な最小限のものしかついておらず、流動床ボイラ、改造された220t/hボイラは一応の計器がついている。220t/hボイラにはNOx、SOx、CO、O2などの連続環境モニタが設置されているが、残念ながら動いていなかった。これらも記録をとっているだけで、最適燃焼のための運転ツールとして使われている様子はない。
- ・ABBが改造した高圧の220t/hボイラは火炉の側壁にバーナが各3個設置されている。丸型バーナとしては旧式で、最新鋭の低NOxバーナとは思えない。（ABBは火炉の隅にバーナを配置したTangential Firingが主流でこの手のバーナは苦手な経験も少ない）
- ・石炭の燃焼が不良となったときには、Mazut（残渣油）を蒸気で噴霧して助燃するが、油の燃え切りが悪く、黒煙が発生するとの事である。（微粉炭バーナの中心部から油を投入するが周囲の石炭に遮られ空気が油滴に供給されない事が原因である。助燃は独立したバーナでする方が望ましい）
- ・燃焼用の空気はボイラの節炭器出口の高温排ガスと、チューブラ式の熱交換器（管の中を排ガスが流れ、外面を空気が流れる）で熱交換して300℃ほどの温度でバーナへ送られる。一方、排ガスは熱交換器で150℃程度に冷却されて、サイクロンへ送られる。
- ・集塵器は水膜式のサイクロンで、75t/hボイラには2基、220t/hボイラには4基設置されている。サイクロンは第2発電所の75t/hボイラと同一であるが、第3発電所の場合はボイラを出た排ガスは直接サイクロンに入れず、ダクトで上に上った後、下降する際にダクトの絞られた個所で加速したガス流に水を噴霧して、サイクロン底部の入口ダクトの底に衝突させて除塵する装置が付加されている。（ベンチュリスクラバーの原理に従い、水のスプレー方法や、適切な水量、ダクト形状に工夫すればかなりの除塵効率が期待出来るようである。）
- ・現場には「5S；整理、整頓、清掃、清潔、躰」のスローガンが掲げられており、発電所構内、ボイラ廻りは清掃が行き届いている。また、現場視察用に、ヘルメットと汚れ防止用コートが用意されている。
- ・もし将来、電気集塵器を設置するとすれば、ボイラ室の中では、水膜式サイクロンと誘引通風機を撤去し、その跡地になんとか収納できようである。その際、誘引通風機はボイラ室後方の屋外に移設し、寒冷対策としてその個所だけボイラ室の外壁をずらす案が考えられる。もし収納できない場合でも、ボイラ室の後方に電気集塵器と誘引通風機を設置するスペースは十分確保できる。

### ボイラの仕様

項 目	単 位	中 圧	高 圧
1 型式		BKZ-75-39 FB	BKZ-220-100 4C
2 台数	缶	6	7
3 蒸発量	t/h	75	220
4 ドラム圧力	kg/cm <sup>2</sup>	44	12
5 過熱器出口圧力	kg/cm <sup>2</sup>	39	100
6 過熱器出口温度	□	440	540
7 燃料消費量	t/h	16	35
8 給水温度	□	145	215
9 火炉温度	□	1200	1200
10 排ガス温度	□	128	130
11 ボイラ高さ	m	22.2	35.7
12 燃焼炭		バガヌール炭	バガヌール炭
13 石炭消費量	t/h	15-16 t/hr	40-45 t/hr
14 集塵装置		水膜式サイクロン(2基/缶)	水膜式サイクロン(4基/缶)
15 煙突高さ	m	150m (旧煙突は 100m)	
16 煙突口径	m	6.2 m	
17 排ガス温度	□	140-170℃ (集塵器前)	70-80℃ (煙突入口)
18 排ガス温度	□	140-170℃ (集塵器前)	70-80℃ (煙突入口)

### タービンの仕様

項 目	単 位	中 圧	高 圧
1 型式		PT-12-35/10M	PT-25-90/10M
2 台数	機	4	4
3 出力	MW	12	25
4 蒸気圧力	kg/cm <sup>2</sup>	35	90
5 蒸気温度	□	435	535
6 送気圧力	kg/cm <sup>2</sup>	8-13	8-13
7 ヒータ蒸気圧力	kg/cm <sup>2</sup>	0.7-2.5	0.7-2.5
8 復水器真空	%	91	91
9 復水器型式		T-2-12-2	TBC-32
10 冷却塔		空冷	空冷
11 出力電圧	V	6000	6000

### 3. 質疑応答

- ・ 発電所の組織は、4部（生産、補修、制御、総務）と3課、9工場からなり、従業員数945名で、65%は35才以下、45%学卒である。
- ・ 1990年まではロシア人が130人いて技術指導にあっていた。その後、各国から支援を得たが今は途絶えている。ADBへの返済も来年から始まる。（第4発電所のような技術支援があれば、技術力の向上が期待できると考える）
- ・ Mazut（残渣油）は1996年ころの電力生産がピークの時期に、燃料もバガヌール炭焚き時に多量に使用した。これを焚くと黒煙鉛が発生する。2,000年ころに改修工事が完了し使用量は減少している。
- ・ 貯炭場は17万トンの容量（ピーク時の2ヶ月分）がある。義務としては20日分あればよい。自然発火（雨の多い時に温度があがる）は昔にあったが、最近はない。経済性や、自然発火防止の観点からあまり沢山貯蔵しないようにしている。（冬場で5万トン貯蔵）
- ・ 灰捨て場は新しく1ヶ所建設中である。灰捨て場は完成時に国の検査が必要である。満杯になった灰捨て場は表面を土で覆い、散水して植林している。問題はそこへゴミを不法投棄する者がいる事で

ある。

- ・ 41年運転して150万トンの灰を出した。再利用の希望はあるが、外に出すと管理が出来ず環境破壊につながるのでは、発電所としては認めていない。2004年にモンゴル大学のPhysical Technology研究所で分析してもらったら放射能が検出された。したがって人口の多い所では使えず、郊外の地方道路でしか使えない。シャリンゴル炭で500Bq/kg程度であるが、バガヌール炭は1698Bq/kgある。韓国でやった分析でも同じレベルである。付近でアパートを建設しているスルガ建設が再利用を検討するために日本で分析をしたらしいが、その後、連絡が無いので、おそらく再利用には適さなかったのではないかと。
- ・ 大気関係の計測装置は、ポータブルの計器として2006年に購入したTESTOがある（大気質庁所有のものと同型）。この計器の校正は上海に送りやってもらう必要がある。昔からあるものとして、ロシア製の計器（ACPK）が燃焼管理用として高圧ボイラ7缶に設置されているが、2007年に壊れ、昨年修理した。復水器複雑でよく詰まり、保守が難しく、2～3人が着き切りにならねばならない。HORIBAの計器はよいので使いたい、プロジェクトが始まったら、どうしたら導入できるか教えて欲しい。
- ・ 計測データ（NO、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>）は、CLEMやNAQOに出した。大気質庁にも出したが最近はお世辞言っていない。言われれば提出する。ダストの計測はやっていない。機器もない。CLEMはたまに測る。基準を作るときには何度も来た。そのデータをもとにMNS 5919/2008が出来た。今の基準は現在使われているボイラに合うようになっている。2年後には厳しくなる見込みである。第3発電所では4種類のボイラがある。（41300、1200、10800、5700mg/Nm<sup>3</sup>となっている）
- ・ 環境関係は技術部門の環境担当者がやっていたが、2005年に環境のポジションが置かれた。
- ・ バガヌール炭はS分が低いので、脱硫用の流動床ボイラに石灰石は入れていない。
- ・ 発電所の2008年の生産量は、電力5.26億kWh、蒸気暖房168万Gcalである。季節間変動は、12月、1月がピークで7000万kWh、7月、8月の夏場はボトムで2400万kWhである。ピーク時には1台のボイラは発電を行わずに温水・蒸気のみを送る。一日の変動幅は4MWである。復水器は夏場の6～8月の暖房がなく、電力が必要な時にフル稼働し、暖房が始まるとタービン抽気のみでは暖房用蒸気が不足で、ボイラ1缶分は減温、減圧して暖房用の蒸気を確保している。
- ・ 今後の設備改善計画（希望）

設備投資を進めるには、電力料金の統制、鉱山との借金制度、新しい資金調達の問題であるが次のような改良工事を行いたいと考えている。

- ・ チューブは10年前に更新したので、2020年までは大丈夫だろう。
- ・ 高圧パイプは10万時間で更新することになっており、今年の夏に完了した。
- ・ 高圧ボイラが1缶停止しており、復旧が必要である。
- ・ 冷却塔は夏場に電力を多く出すため、もう1基欲しい。タービンの能力アップも行いたい。
- ・ ADBプロジェクトでミルを更新したかったが手がついていない。
- ・ 電気設備が老朽化しており更新が必要である。
- ・ 石炭コンベアの修理も必要である。

#### 4. 調査団所感

- ・ 発電所が自己資金で行った流動床ボイラへの改造は大きな成果を上げている。幸い、旧式のボイラも残っており、本格調査において双方の排ガス測定を実施することも可能であり、その結果に基づいた評価が可能である。燃焼方式の違いによるFly Ashの性状に差があることは知られており、既存の水膜式サイクロンの能力向上で煤塵排出量が許容値に収まれば、流動床ボイラへの改造も一つの案と考える。
- ・ 世銀のCDMを取得するには6万トン/年のCO<sub>2</sub>の削減が必要で、これを満たすには75t/hボイラ4缶を流動床ボイラに改造する必要がある。とのことであり流動床ボイラの改造を採用する場合にはCDMの獲得についても検討に含める必要がある。

モンゴル・ウランバートル市大気汚染管理能力強化プロジェクト第3次詳細計画策定調査			
会議名	第4火力発電所訪問		
訪問機関	第4火力発電所		
日時	2009/09/03 (木) 9:30-14:00	場所	第4火力発電所
出席者	先方	Mr. AMARTUVSHIN; Manager of Engineering Dept. Ms. Enkhtsetseg Devsee, Inspector-Engineer of environment Protect 大気質庁: Ms. Tsolmon JICA シニアボランティア; 佐藤聡	
	調査団側	調査団: 深山 暁生 中嶋 靖史 荒金 煉	
配布資料			
収集資料	第4発電所パンフレット 質問に対する回答(モンゴル語)		
筆記者	中嶋 靖史 団員		

(協議内容)

#### 1. 発電所概要

Amartuvshin 部長から下記の説明があった。

- ・ 第4発電所の従業員は1390人で技術関係の7部門と工場、人材、総務を含む23部から構成されている。ボイラ7缶、タービン6機が設置されており、設備容量は560MWで、夏場は220MW(ピーク時の19時~22時は330MWに上がる)、冬場は430MWで運転している。冬にロードが高いのは電気ヒータを使う所もある為である。
- ・ 電気集塵器は8缶のボイラにそれぞれ1基設置されており、80kVで荷電し、集塵効率は99.8%である。捕集した灰は水によるスラリー輸送で3.5km先の灰捨て場に運ばれ、水は回収し再利用している。NOX、SOXは測定しているが、削減装置はない。NOX削減は燃焼状況の改善で努力している。  
灰には放射線が含まれており、再利用はしていない。灰中の放射線の分析は、モンゴル大学のDr. Lodoisamba 教授に依頼している。
- ・ 環境の面では国の施策に沿い、厳しい管理の下で対応している。年間7億Tug.の予算で灰処理場の嵩上げ等に取り組んでいる。排煙については、ボイラの起動時にMAZUTを焚くが、その際には電気集塵器を停止(油煙が付着するとボイラの起動後、排ガス温度が上がった時に発火の危険がる)するので環境(黒煙が出る)に影響を与える。
- ・ 80MWの背圧タービンは改造して100MWの復水式にすべく、上海タービンに工事を依頼している。これに関連し冷却塔を1基追設することになっている。
- ・ 質問に対する回答は別途文書(モンゴル語)で作成した。(JICA事務所で翻訳依頼中)

#### 2. 設備概要(パンフレットより)

- ・ 1979年に建設開始し、1983年に初号機が運転を開始した。1987年以降380MWで運転しており、1988年から1990年にかけて160MW増設し、現在540MWの発電と1185G Calの熱供給を行っている。電力はモンゴル国の電力の70%を担っている。
- ・ ボイラ8缶、タービン6機で構成され、ボイラを出た蒸気は共通のヘダーに集められた後タービンに送られる。
- ・ プラントの総面積は20km先のポンプ所含めて、78haで74の建物があり、毎時282トンの石炭、

1531 トンの水を使って、242MWの電力と 249.4G Cal (温水 239.7G Ca、蒸気 9.4G Ca) の熱を供給している。

#### ボイラの仕様

項目	単位	仕様
1 型式		BKZ-420-130-10 C
2 台数	缶	8
3 蒸発量	t/h	420
4 SH 出口圧力	kg/cm <sup>2</sup>	140
5 SH 出口温度	□	540
6 燃料消費量	kg/h	石炭 75・80t/h, 重油 25/h
7 煙突高さ	m	250
8 灰処理		乾式、3 km 先の灰捨て場へ
9 集塵器		EGA-58-4-6 電気集塵器
10 燃料		褐炭 (Baganuur, Shivee-Ovoo) 3000-500kCal/kg
11 燃料輸送		鉄道 (2 基のダンパ、それぞれ 5 分で 125 トン荷卸し)
12 貯炭場		24 万トン
13 油タンク		5000m <sup>3</sup> 、700m <sup>3</sup>
14 水供給		20km 先の深井戸、
14 水供給		20km 先の深井戸、

#### タービンの仕様

項目	単位	高圧	背圧
1 型式		T-100-130	PT-80-130
2 台数	機	3	3
3 出力	MW+G Cal	100+175	80+220
4 回転数	rpm	3000	3000
6 発電電圧	kv	10.5	10.5
7 励磁		サイリスタ ; 2 励磁機 ; 4	

- ・ 1991～1993 年には資材不足、責任の欠如が原因で故障が多発した。1993 年から国際資金で改修を行った。改修内容は、磨耗したボイラチューブの取替え、微粉炭設備は直接燃焼方式に更新、制御装置の更新 (No.1～4 ボイラは独の SCS、No.5～8 ボイラは日本の DCS に更新)、No.1～4 発電機の励磁機の自動化、温水加圧ポンプの可変速化、給水ポンプの自動化、温水発生装置の自動化、運炭装置の自動化、計器類、壁、天井の修理、遮断器を GIS に更新、AVPA (異常記録装置) の設置などである。
- ・ 発電所が提供できるサービスとしては、発電プラントの診断 (機器・プラントの性能、設備診断、寿命延長)、コンサル、酸素・窒素の供給、図面作成、化学分析、機械加工、車上の物の計量、ベルト修理、溶接、弁類の修理、蒸気の供給などがある。

#### 3. 現場調査結果

- ・ 本館、中央制御室などは清掃も行き届いているが、ボイラが大きい為か清掃が行き届かず、ボイラ廻りは灰が堆積しておりかなり汚い。現場での作業は安全ベルトを着用しておらず、かなり危険である。5S 運動もやっているそうだが、第 3 発電所ほど徹底していない。
- ・ 中央制御盤、電気制御盤は更新され、近代化されている。
- ・ 修理工場は機械設備が完備しており、かなりの修理は独自で実施することが出来る。

#### 4. 所感

第 4 火力発電所では、全てのボイラの燃焼装置を当時の最新鋭のものに更新し、燃焼面では、先進

国なみのレベルで運転ができるようになっている。しかし、すでに更新後 10 年に達しており、独自で修理できるものもあれば、補修部品の供給が不十分でうまく機能していない機器もある。環境装置としては電気集塵器が建設当初から設置されているが、最近では性能が劣化している。

大気汚染の要因である煤塵の排出に関しては、他の発電所と比べて格段に少ないことから、大気汚染対策強化活動の中で順位が低いものとなるが、最大の石炭使用量の発電所であることから、現在の設備の性能維持に対し常に注意を払う必要がある。

また、この発電所は現在も色々な技術支援が続いており、あらゆる分野でモンゴル国の中では最も進んだ発電所である。各発電所間での情報交換は殆ど行われていないようであり、彼らが学んだ成果を他の発電所にも普及させる仕組み作りが必要と考える。

以上



モンゴル・ウランバートル市大気汚染管理能力強化プロジェクト第3次詳細計画策定調査			
会議名	Mr. SEDED の提案		
訪問機関	大気質庁 Mr. SEDED		
日時	2009/09/03 (木) 18:00~18:40	場所	BAYANGOL HOTEL
出席者	先方	Mr. SEDED	
	調査団側	調査団：深山 暁生 中嶋 靖史 荒金 煉 アマル	
配布資料			
収集資料	HOB 関連法令リスト		
筆記者	深山 暁生団員		

(協議内容)

Mr. SEDED から申し入れがありホテルで面会を行った。Mr. SEDED から HOB 登録・管理等に関する GTZ の活動の紹介があり、JICA プロジェクトの内容について意見が述べられた。

(Mr. SEDED の話)

- ・2 日前に GTZ のセミナーがあり、HOB に関する 8 つの法令をまとめたモンゴル語の冊子が配られた。そのタイトルは、「EU-ASIA PRO ECO II PROGRAM European Commission “Hand Book on HOB”」である。
- ・今回、ザイサン近くの近くで見学に行った HOB の様に、何の理論も知らずに勝手に設置・運転している HOB もある。この様な HOB は昔からあったが認知されていない。大学を出たエンジニアは汚い HOB には行きたくないのだから、ボイラマンを育成することが重要である。鉄道修理工場ではエンジニアが運転しているので管理状況も良い。
- ・運転の規定にしても、1~2 万 kW の蒸気・温水ボイラに関するロシアのものを持ってきて使っているので、モンゴルには合わない。本来、蒸気ボイラと温水ボイラは違う。1500 kW の温水ボイラに合う技術の資料を集めて努力している。
- ・ボイラの運転は難しく、ボイラの知識だけでなく、温水パイプや電気系統の知識も必要になる。Heating Stoves Utilization Authorization にしても HOB の知識は浅く、INJINNASH 長官の方が総合的な値知識は豊富ではないかと思う。ANU Service はその面では一歩進んでいる。
- ・ある程度の溶接技術があればボイラは作れる。その様にしてボイラを発明したという人が大気質庁に来て、その様なボイラが適切かどうかの判断を上から求められるが、私 1 人では判断がつかない。いくつかの分野の専門家が 3 人ぐらい集まって判断するべきである。試験運転の記録を基に協議して決めるべきであるが、誰の責任なのかが決められていない。
- ・社会主義時代にエネルギー調整実験工場に参加した経験があるが、国内企業を支援するために、そのボイラが本当に良いのかどうかを判断するべきである。関連する省庁は多く、1 人のエンジニアでは責任が取れない。判断基準について考えていくべきである。日本の経験もモンゴルの事情に合わせて活かしてほしい。
- ・ボイラマンの実態を知っているだけに、教育レベルの低い人に分かりやすい手引を作るべきであると思う。

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染管理能力強化プロジェクト第3次詳細計画策定調査			
会議名	再委託調査見積依頼		
訪問機関	EEC		
日時	2009/09/04 (金) 9:00-9:30	場所	EEC
出席者	先方	Dr. DORJPUREV, Director	
	調査団側	調査団：深山 暁生 中嶋 靖史 荒金 煉 アマル	
配布資料	再委託仕様 (Boiler Visit Survey, Traffic Counting Survey, Travelling Speed Survey)		
収集資料	再委託調査見積 (9/8 にメールで受領)		
筆記者	深山 団員		

(協議内容)

事前にメールで送付していた再委託仕様 (3 件) について説明し、見積を依頼し、併せて、この見積はこれから始まる予定のプロジェクトの予算作成のための資料であることも説明した。

- ・見積作業に対して対価は支払われないのか (Dr. DORJPUREV)。
- ・この見積は予算作成のためのものであり、対価は支払われない (深山)。
- ・いつまでに見積を送れば良いのか (Dr. DORJPUREV)。
- ・1週間以内にお願いたい (深山)。

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染管理能力強化プロジェクト第3次詳細計画策定調査			
会議名	第2週調査報告		
訪問機関	大気質庁		
日時	2009/09/04 (金) 10:00-10:30	場所	大気質庁 4F 打ち合わせスペース
出席者	先方	Dr. BASAIKHAN, Ms. ENKHTUVSHIN, Mr. DAVAADORJ	
	調査団側	調査団：深山 暁生 中嶋 靖史 荒金 煉 アマル	
配布資料	標準ガス仕様 (英文)		
収集資料	大気質庁への質問への回答 (モンゴル語) 電気料金表 (モンゴル語)		
筆記者	深山 団員		

(協議内容)

- ・都市開発計画局を訪問して、ウランバートル市内の発電用以外のボイラは都市開発計画局やエンジニアリング施設庁、Heating Stoves Utilization Authorization 等が管理していることが分かった (深山 団員)。
- ・第3火力発電所で実施した FBC (Fluidized Bed Combustion) ボイラへの改造について図を使って説明した (中嶋 団員)。
- ・第3火力発電所で Mazut を焚いた際に黒煙が排出される原因について、説明した (中嶋 団員)。
- ・第2火力発電所は発電所としての運用は難しいかもしれない (中嶋 団員)。
- ・コークス製造はどうか (Dr. BASAIKHAN)。
- ・コークスを使う側での大気汚染は削減されるが、コークスを製造する際の大気汚染物質を発電所で一手に引き受けることになるので、それなりの対策が必要である。また、CWM (Coal Water Mixture) の提案もあったそうだが、経験上、非常に困難で推奨できないとコメントした (中嶋 団員)。
- ・ナラヘで RDF の実験をやっているが、うまくいっていないと聴いている (Dr. BASAIKHAN)。
- ・一般的に RDF は成分が安定しないので難しい。蒸気ボイラに RDF を使うことは非常に危険である。(中嶋 団員)
- ・C/P-WG のメンバで市長令に入っていなかったところに、副市長から依頼を送っている。来週ぐらいには返事が来るのではないかと期待している。JCC のメンバについても手続を進めている。(Dr. BASAIKHAN)
- ・一つ良くない知らせがあるのだが、GM は JCC には入らないとの回答があった。理由は、副市長が入っていれば GM も入る必要はないとの判断である。ただし、JCC メンバには入らないが、協力はすると言われている。(Dr. BASAIKHAN)
- ・プロジェクト開始時に、エンジニアリング施設庁や Heating Stoves Utilization Authorization 等と専門家チームで会議を開き、その場で、GM がエンジニアリング施設庁や Heating Stoves Utilization Authorization 等に指示をするといった手立ても考えている。GM とは 8 年間も一緒にやってきたこともあり、協力は得られると考えている。また、GM が入らない分、道路運輸局等他の機関を JCC に入れることを考える。(Dr. BASAIKHAN)
- ・PDM の指標で数値が決まっていない部分についてはプロジェクト開始時に決定する (深山 団員)。
- ・了解した (Dr. BASAIKHAN)。

- 標準ガスの仕様を渡し、見積りを依頼した（深山団員）。
- CO は 50000ppm まで測定できるものが望ましいので、代理店に 50000ppm で聴いてみる（Mr. DAVAADORJ）。

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染管理能力強化プロジェクト第3次詳細計画策定調査			
会議名	モンゴル科学技術大学訪問		
訪問機関	モンゴル科学技術大学		
日時	2009/09/04 (木) 11:00-12:00	場所	モンゴル科学技術大学 6F 会議室
出席者	先方	Dr. TSEYEN-OIDOV 教授 大気質庁 Mr. SEDED	
	調査団側	調査団：深山 暁生 中嶋 靖史 荒金 煉	
配布資料			
収集資料			
筆記者	中嶋 靖史 団員		

#### (協議内容)

モンゴル科学技術大学を訪問し、Dr. TSEYEN-OIDOV よりボイラ関係の講義内容などにつき聴取した。

- 大学でのエネルギーに関する講義は、電力供給システム、暖房供給システムについて教えている。電力供給システムの中には発電所に関する技術があり、ここで熱管理、燃焼管理の技術に関する講義もある。暖房供給管理の中に HOB に関する講義もある。
- 教授の専門は、Thermodynamics でボイラの授業としては、燃料、Hydrodynamics, Air Dynamics、燃焼技術、熱交換が含まれている。
- 授業の内容は発電所に関するボイラが主で、学生は発電所で実習もしている。HOB は色々と種類があり、あまり重点がおかれておらず、環境問題を考えると今後 HOB についても取組まねばならないとの意見が学内で出ている。
- ADB の「Community-Based Heating Supply in Rural Remote Areas」のプロジェクトに昨年から参画しており、これは貧困な 4 村を対象にした生活状況改善プロジェクトで、その一環として、HOB を 12 台更新することになっており、昨年に 4 台、今年に 8 台取り替える。国としては MMER、エネルギー調整局があたっており、大学は、更新前後のデータを採取し、ボイラの効率(石炭消費量と Geal あたりの石炭量)と、燃焼効率の計算を行う。国産のボイラに更新するので、これがプロジェクトの要求を満たしていることを確認するためである。計測機材は大学にはなく発電所がラボを持っているので分析にはそれを使わせてもらっている。昨年のレポートはすでに発行されている。("Report on Efficiency Test of Water Boiler" ADB TA-9109 MON, 2008.5)
- HOB のボイラーマンは高いレベルの教育を受けた人はいないので JICA プロジェクトでは、HOB の運転・保守に関するマニュアルの作成を考えている。その際、大学の協力を仰ぐこともあるかもしれないのでよろしくお願い致したい。(JICA 調査団) →はっきり言って HOB は年中動いている訳ではないので専門の運転員はいない。知識のない人が、石炭を投入しているだけである。彼らは難しい解説書を見てもわからない。簡単なガイドラインは必要と思う。色々なボイラが入ってきており、計器を読む能力や調整する能力も必要である。

#### (所感)

大学では、かなり現場に直結した教育がなされているようである。しかし、卒業後に学生が就職する発電用のボイラが主体で、HOB などの小型ボイラについての教育はあまり行われていないようである。本プロジェクトへの大学の参画は、やってもらっても成果は期待薄かも知れない。

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染管理能力強化プロジェクト第3次詳細計画策定調査			
会議名	モンゴルJICA事務所第2週調査結果報告		
訪問機関	JICA モンゴル事務所		
日時	2009/09/4 (金) 14:00-15:00	場所	JICA事務所
出席者	先方	JICA モンゴル事務所：小貫次長 南職員 小椋職員 Tuguldur 所員	
	調査団側	調査団：深山 暁生 中嶋 靖史 荒金 煉	
配布資料	・ コンサルタント団員帰国報告		
収集資料	なし		
筆記者	荒金団員		

(協議内容)

深山団員：

- ・ 第2週の調査日程を報告。
- ・ 大気質庁の状況。C/Pのキーパーソンは確保されている。Batsaikhan 副長官はプロジェクトの内容を正確に理解している。
- ・ C/P-WGに関しては、電力担当が電力政策局の女性に交代した。市長令によるC/P-WGからもれている活動メンバーについては、副市長からのレターで依頼をしてもらうこととなっている。JCCにはUB市のトップが2人並ぶのはよくないとの事で、GMは参加しないが、活動には協力することとなっている。最初に傘下の局長クラスを集めてプロジェクトに全面的に協力するよう指示される予定である。
- ・ 灰の放射線分析については、サンプルを日本に持ち帰り分析することを検討している。なお、第3、第4火力発電所ではPhysical-Chemical Laboratoryで分析を行っており、韓国に出し分析ともよくあっており、ここに依頼する事についても検討したい。
- ・ HOBについて。鉄道修理工場は、設備は古いが整備の状況は良好であり、作業場の清掃も良好である。冬季のみ稼働するHOBの操作員は学歴の低い人が多いが、わかりやすいマニュアルを与えて正しい操作、整備方法を教えるのがよいだろう。
- ・ 火力発電所においては、第3発電所の流動床ボイラへの改造など、改善の効果があり、脱硫もできるので、単に電気集塵器を設置するよりも可能性は高いかもしれない。プロジェクト専門家には、ボイラメーカー出身のエンジニアに参加してもらうなど、実質的なエンジニアリングが必要となる。
- ・ ゲルストーブについては、コークスやセミブリケットへの切り替えなどよりも、ゲルから集団住宅への移転による集中暖房、電化が望ましい。第2発電所の将来についてはさらに検討に余地がある。

中嶋団員：

- ・ HOBは手動のものから自動のものまで多岐にわたっている。自動化の設備は故障すれば直せないという問題があり、自動化がよいとは限らない。小型の固定床の古い設備でも適切に動かしているものもあり、新しくてもそうでないものもある。ボイラ操作に従事する低学歴者が理解できるマニュアルの雛形を作成し、あとはこれにならってC/Pが作成を続行していけばよいだろう。安価なサイクロン式の集塵機で捕捉率が2分の1でもHOBは数が多いので効果はある。ファンとサイクロンがセットとなる。また火格子のしっかりしたものを取り付けるべきである。
- ・ 第2発電所は市内の10%の電力を供給しているのみであるが、コークス製造設備への転換を計画し、ロシアの流動床による連続コークス製造設備を申請した。この方法は試験プラントのみで実績がなく、却下された。一方、中国は従来型のコークス炉を提案しているが、石炭からコークスへの転換によって市内での汚染物質排出は減るが、代わりに発電所が公害物質を排出することとなる。

またコークスの需要は冬季のみに限られ、事業として成り立つか問題である。

- ・ 第3発電所は中圧ボイラ6基、高圧ボイラ7基であるが、中圧ボイラ2基は中国メーカーの流動床ボイラに切替えた。これは100万ドルでNO<sub>x</sub>や煤塵の発生は低下し石灰を添加すれば脱硫も可能で、集塵器を設置するよりも大気汚染対策を総合的に見た場合安価である。一方、高圧ボイラは微粉炭による燃焼バーナーに切替えた。燃焼不良となった時にMazut(残流油)の使用が必要であるが、これが黒煙発生の原因となっている。バーナーの構造に問題があり、それを改善する事が石炭よりも高価なNazut使用量を減らす意味からも先決である。流動床の方は石炭のサイズは10mm程度で灰も粗いので飛び出し難い。微粉炭バーナーの方は灰も細かく煙突から飛散する。
- ・ また、ボイラ起動時にはMazutを使うので、Mazut専用のバーナーを追設してはどうかと考える。
- ・ 第4発電所は、燃焼装置と制御装置は更新されているが、ボイラ周辺は汚れており、修繕工事の安全管理も良くない。また予備品が入手し難いという問題がある。電気集塵器も設置されており環境対策の緊急度は低い、現状の性能を維持するための支援が必要であろう。
- ・ なお、各発電所間には情報交換がないようである。海外から支援を受けて学んだ技術や、それぞれの成功例、問題点などの技術交流が必要だろう。

荒金団員：

- ・ 取りまとめ中の5項目評価の骨子を説明。
- ・ ウランバートル市の大気汚染防止は、解決するべき重要課題として政府レベルでも市民レベルでも認識されている。モンゴル側のアクションプランでも同市の大気汚染削減を取り上げており、日本の援助方針にも合致している。ウランバートル市の石炭消費の70~80%を占める3つの発電所、設備改善や操業方法の指導が横に広がる事が期待されるHOBを対象とし、また他のドナーのゲルに対する燃焼方法改善、燃料転換等との重複を避ける配慮をした。また単なる調査結果の移転ではなく、C/Pへの指導と共同作業によってC/Pの問題解決能力向上を目標としたものである。また調査結果を資金供与など他の援助スキームに結びつける可能性も大きい。プロジェクトの妥当性は大きい。
- ・ 同市の大気汚染に関係する諸機関の利害関係を解消するC/P-WGの結成を市長令で指示していること、プロジェクト開始前の綿密な詳細策定調査の成果を活かした計画となっていること、活動の成果を次の資金調達的基础データとして活用が可能であること、大気質庁、市当局の積極的な姿勢等により、プロジェクトの有効性、効率性、インパクト、自立発展性はいずれも大きいと考えられる。

小貫次長：

- ・ HOBの調査など、現場での活動について…→(深山)大気質庁、都市開発局、観察庁等との協力でアレンジする。

小椋所員：

- ・ 流動床ボイラの場合の日本での発電所での環境対策について…→(中嶋)流動床は60~70tのものが多く、日本ではセメント工場で行われる大きさである。バグフィルターで集塵し、ダストはセメント原料とする。(深山)流動床ボイラはあまり大きくないボイラの改造に適している。電気集塵機が必要かどうかは設置後検討すればよいだろう。

深山団員：

- ・ MNSの発電所に関する基準は、現状の値に合わせて決められている。2年後の改定時にはプロジェクトの成果をもとに決められる可能性もある。

その他：

- ・ アンケートに対する第4発電所の回答(モンゴル語)の翻訳をTuguldur所員に依頼。

以上

9. 火力発電所、HOBの現状

A. HOBの現状

1. 伝熱装置施設



ボイラハウス



中国製(CLSG18)ボイラ



伝熱管



火格子

2. 燃清の物理工場



ボイラハウス



石炭





右側投入口



火格子



熱交換器



説明図

③. RVR Co Ltd.



ボイラハウス



BZ11-100 型ボイラ



押込通風機



ボイラチューブ

4. 学校 (#58 2nd School)



ボイラハウス



中川製 (CANG)ボイラ



火格子



サイクロン

5. 学校 (IICA 支援で建設。#117 2nd School)



煙突



モンゴル製 (HP30J) ボイラ



石炭投入口



熱交換器

6. 学校 (#72 Primary School)



ボイラハウス



チェコ製 (Ekofekt-600) ボイラ



サイクロン



温水制御装置



ストーカ (下から撮影)



給炭機

7. 学校 (#49 2nd School)



ボイタハウス



ハンガリー製 (CANDORODOT-300) ボイラ



ストーカ



誘引通風機

8. 地域暖房 (#17 2nd School)



ハンガリー製 (Vadrum VSB 1V) ボイラ



ストーカ

B. 第2火力発電所



第2発電所全景



煙突（手前は旧煙突）



350kV ボイラ制御盤



350kV ボイラ計器



350kV ボイラ側面（レンガ壁）



350kV ボイラストーカ上部



35t/h ボイラ ストーカー(水冷式)



35t/h ボイラ サイクロン



75t/h ボイラ断面図



75t/h ボイラ表示盤



75t/h ボイラ旧式表示盤



75t/h ボイラ バーナー



750h ボイラ水模式サイクロン



旧煙突 (EP の設置スペース)



貯炭場 (クレーン)



石炭運搬貨車 (手前は石炭)



C. 第3火力発電所



第3発電所全景



発電所本館



75t/h ボイラ制御盤



75t/h 汽動床ボイラ制御盤



75t/h ボイラ水旋式サイクロン



MW 蒸気タービン



220t/h ボイラ制御盤 (改造ボイラ)



220t/h ボイラ制御盤 (旧ボイラ)



環境データ収録装置



5S活動スペース



220t/h ボイラの内



旧煙突 (EPの波脱スペース)



220t/h ボイラ バーナ (開放中)



水循環式サイクロンの灰出し



環境モニタ制御室



75t/h ボイラ用煙突



75t/h ボイラ室背面 (EP 用地)



220t/h ボイラ室背面 (EP 用地)



横渡コンベア



貯炭場

D. 第4火力発電所



第4発電所全景



発電所本館



発電所構内配置模型



中央制御室



電気制御盤



ボイラ最上部



計量給炭機



パーツ (コアファイバリング)



成型機給炭機



成型機排炭機



電気集電器



電気集電器 (例品)



電気集電器入口計測座



電気集電器出口計測座



貯炭場



250m 煙突



整備工場



冷却塔 (手前は熱水供給パイプライン)

## 10. 火力発電所及びHOBに関連するプロジェクト活動・石炭焼却灰及び降下煤塵対策への提案

### (1) 火力発電所および HOB に関連するプロジェクト活動への提案

火力発電所のボイラの運転に関しては、発電設備全体がある程度理解でき、ボイラの燃焼が判断できる技術者が望ましい。

本プロジェクトの場合、排ガス計測を実施するが、現在の運転状態はある程度成り行き任せの状態であり、計測するごとにかかなりのバラつきがでる恐れがある。これが、普段運転している状態のベストに近いと思われる条件設定をする必要があり、燃焼試験を実際に行った経験があり、排ガス測定を行うメンバとの協調がとれる事が欠かせない。

また、設備が完備していない状態でも運転を続ける必要があり、最適燃焼に対する学問的な知見と、限られた設備、機器しかないなかで、どのように工夫したら改善が図れそうか、現地の人達のこれまでの経験を聞きながら相談に乗れば理想であるが、次の段階での技術協力のカテゴリに入るかも知れない。

排ガス測定に関しては、OJT で現地要員を教育すれば、育成は十分可能と考える。特に日本で経験した失敗例や、モンゴルの厳しい環境下で実施する際の注意点などを、マニュアルにして伝える事も重要かと考える。

HOB については問題となるのは手動の HOB で、現在、本邦にはそのような設備は存在しない。ボイラメーカー、製鉄会社、鉄道（蒸気機関車）などで小型の石炭焚きボイラを扱った OB の経験者が居れば望ましいが、居てもかなり高齢で本プロジェクトの目的に沿うのは困難かと考える。燃焼理論が理解でき実践に移す経験を踏んだ技術者であれば、現地で現物をみれば対応可能と考えられ、火力発電所の燃焼を見られる技術者で兼務可能と考える。

ボイラに関する教材は色々あるが、ストーカ焚きボイラについては、かなり古い文献を探る必要があると思われる。（昭和30年代以前）発電用ボイラにかんしては、（社）火力原子力発電協会の「ボイラ講座」等に紹介されており購入可能である。

### (2) 石炭焼却灰および降下煤塵対策への提案

灰捨て場を調査したが、風が強いと猛烈な粉塵が舞い上がる。市内においても安易に灰を投棄すると同様のことが懸念される。

灰捨て場（灰を使った造成地で表土の処理が行われていないものも含む）に関しては、常時散水する等の処置を義務付ける必要があると考える。

市中の灰については、それらを回収するシステムの構築が必要で不法に投棄される事な



いようにすべきである。

一方、道路の巻き上げ粉塵も無視する事は出来ない。舗装や、緑化の対策は継続して進める必要があるが、道路上の粉塵は除去しない限り外部から飛来する粉塵が累積してますます被害が拡大するものと考えられる。効果の見極めは難しいが、道路清掃車を供与し、市民の目に見える形で粉塵を回収する事で、大気汚染防止のために行政としても取り組んでいるとの姿勢を示す事も必要ではないかと考える。