

平成28年度
低炭素社会実現のための都市間連携に基づく
JCM案件形成可能性調査事業委託業務
(モンゴル・ウランバートル市における都市間連携による再
生可能エネルギーセクターのJCM案件形成可能性調査事業)

報告書

平成29年2月

一般社団法人 海外環境協力センター

平成 28 年度低炭素社会実現のための都市間連携に基づく

JCM 案件形成可能性調査事業委託業務（モンゴル・ウランバートルにおける都市間連携による再生可能エネルギーセクターの JCM 案件形成可能性調査事業）

平成 29 年 2 月 17 日

一般社団法人 海外環境協力センター（OECC）

目次

I.	業務の概要	1
1.	業務の目的	1
2.	業務の内容	2
	(1) 導入技術、システム及びサービスの実現可能性調査	2
	(2) 現地及び国内におけるワークショップ開催	4
	(3) 会議への出席及び月次報告書作成、進捗報告会	4
II.	導入技術、システム及びサービスの実現可能性調査	6
1.	ウランバートル市周辺のメガソーラープロジェクト	6
	(1) プロジェクトの概要	6
	(2) 実現可能性の検討	8
	(3) CO2 削減量の検討	16
	(4) MRV 方法論の策定・PDD 等の作成	17
	(5) 今後の課題	18
2.	風力発電への大型蓄電池の導入	19
	(1) プロジェクトの概要	19
	(2) 実現可能性の検討	33
	(3) CO2 削減量の検討	34
	(4) MRV 方法論の策定・PDD 等の作成	36
	(5) 今後の課題	37
III.	現地及び国内におけるワークショップ開催	38
1.	現地（ウランバートル）ワークショップ	38
	(1) ワorkshopの目的	38
	(2) 講演内容	38
	(3) 成果と課題	40

(4) ワークショップに関連した面談、協議	41
2. 国内（札幌）ワークショップ	46
(1) ワークショップの目的	46
(2) 講演内容	46
(3) 成果と課題	48
(4) ワークショップに関連した面談、協議	49
IV. 会議への出席と発表	51
1. JCM 都市間連携セミナー（北九州）	51
(1) セミナーの概要	51
(2) 発表内容	54
(3) セミナーでの成果と感想	54
2. JCM 都市間連携セミナー（東京）	55
(1) セミナーの概要	55
(2) 発表内容	56
(3) セミナーでの成果と感想	57

付属資料

1. 現地（ウランバートル）ワークショップ関連資料
 - (1) アジェンダ
 - (2) 参加者リスト
 - (3) 講演資料

2. 国内（札幌）ワークショップ関連資料
 - (1) アジェンダ
 - (2) 参加者リスト
 - (3) 講演資料

3. JCM 都市間連携セミナーでの発表資料
 - (1) 北九州セミナー
 - ・札幌イベント
 - ・北九州セミナー
 - (2) 東京セミナー

4. MRV 方法論及び PDD 案（ドラフト）

I. 業務の概要

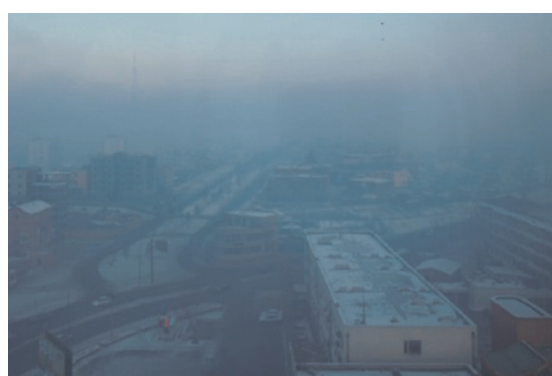
1. 業務の目的

モンゴルの首都であるウランバートル市は、資源価格の高騰等を背景とした経済発展のため、2000年以降、急激に人口増加がみられた。2000年には70万人だった人口は2016年には139万人と、15年ほどで約2倍になっている。

このような人口増加は深刻な大気汚染問題を引き起こし、さまざまな社会問題を引き起こしている。大気汚染の主な要因としては、モンゴルで最も安価に入手できる燃料であり、発電、暖房、炊事等で燃料消費量の90%以上を占めている石炭の消費量増大に伴う大気汚染物質排出の増加である。特にゲル地区と呼ばれる低所得者層が多く居住する地域で使用される石炭焚きストーブ（ゲルストーブ）による排煙が大気汚染の主原因といわれている。モンゴルの気象・環境調査庁は、PM2.5、PM10、二酸化硫黄、二酸化窒素量が世界基準をはるかに超える数値が観測されたと2015年12月に報告しており、今日では、ウランバートルは世界でも有数の大気汚染都市であるといわれるようになった。



(2014年8月)



(2015年2月)

ウランバートル市の大気汚染の状況

モンゴルの持続可能な開発を推進するには、直近の課題となる個々の環境問題に対して対応をしていくと同時に、急激な人口増・都市化により引き起こされる複合的な問題に対処をしていく必要がある。これらに有効な解決策を提示するためには、かつての高度経済成長期に同様の複合的問題を抱え克服した日本の地方自治体からの知見の提供と、それらの中で投入された施策や環境・省エネ技術の導入が行われることと考えられる。

北海道及び札幌市は日本の寒冷地における最大の自治体で、札幌市の2015年の推計人口は約195万人である。札幌市も1960年代には道内で豊富に産出していた石炭を主要な燃料としており、排煙による大気汚染が社会問題となっていた。しかしながら1970年代に石炭から石油への燃料転換や環境対策を実施することで大気汚染問題を解決した。1980年以降も省エネルギー事業の推進等を実施し、現在は有数の環境保全都市となっている。

札幌市とウランバートル市は、世界の10ヶ国21都市が会員となっている「冬の都市市

長会」のメンバーである。2012年1月にウランバートルで開催された第15回会議では、「ウランバートル宣言」と決議が採択され、宣言には温室効果ガスの排出抑制とエネルギー消費量の削減及び環境への負荷の少ない都市活動の実現が盛り込まれている。

北海道はモンゴルエネルギー省と2015年3月にエネルギー分野における経済・技術交流の覚書に署名し、モンゴルと北海道の民間企業との技術協力を一層推進するとしている。



「ウランバートル宣言（2012年1月）」
札幌市・ウランバートル市の都市間連携枠組



「北海道・モンゴルエネルギー省との覚書署名（2015年3月）」

これらの状況を背景として、本事業ではウランバートル市と北海道及び札幌市との間の一層の都市間連携を進め、二国間クレジット制度（JCM）を通じた我が国の優れた低炭素技術普及を図る。具体的には温室効果ガス（GHG）削減を行なうと同時に、環境汚染物質やエネルギー使用量を削減する設備を導入するプロジェクトの実施を、都市間協力の枠組みのもとで実施していくことを目指すものである。

2. 業務の内容

(1) 導入技術、システム及びサービスの実現可能性調査

本事業においては、北海道及び札幌市との都市間協力のもとで、ウランバートル市周辺で実施予定の以下の2件のプロジェクトについて調査を行った。

- ① ウランバートル市とその周辺地域でのメガソーラープロジェクト
- ② 風力発電への大型蓄電池の導入

実現可能性の主な検討項目は以下の通りとした。

① ウランバートル市とその周辺地域でのメガソーラープロジェクト

(ア) 実施体制

モンゴルでメガソーラープロジェクトを計画しているモンゴルと日本の事業者を調査し、JCMプロジェクトを実施可能な事業者を選定した。また事業者とともに国際コンソーシアムの形成、JCM設備補助事業への対応を協議した。合わせて自

治体の連携による、モンゴル及び日本の関係者の協力体制の構築に努めた。

(イ) モンゴル側技術導入企業および日本側パートナー等の財務体制

モンゴル及び日本の代表事業者候補の財務体質、資金借入能力、借入状況等の情報を入手し、プロジェクトの確実な履行が可能であることを確認した。

(ウ) 太陽光パネルの選択

モンゴルの代表事業者候補は事業計画を作成しており、太陽光パネル及び電力供給設備の検討を行っている。しかし今回は日本側の代表事業者候補はパネルメーカーであり、事業化の際は自社製のパネルを使用することとした。

(エ) 蓄電池の導入

電力の平準化と安定供給のため、蓄電池の導入の可能性を検討した。蓄電池を導入した場合の優位性とコストの検討を行ったが、売電収入との費用対効果を考慮すると、蓄電池の導入にメリットはないと判断した。

(オ) 事業性及び経済性の検討

プロジェクトを実施した場合の電力買い取り制度の継続性について検討した。また電力購入価格 (Fee-in Tariff) の幅による IRR (Internal Rate of Return) のシミュレーションを行った。

② 風力発電への大型蓄電池の導入

(ア) 実施体制

蓄電池を導入予定の対象発電所 (サルヒット風力) の事業者から蓄電池の容量を決定するためのデータを手入れし、蓄電池メーカーに容量の検討を依頼した。検討結果をもとに事業者と協議したが、投資額が大きく今回のプロジェクト形成は断念した。

(イ) 客先及びパートナー等の財務体制

蓄電池の導入先はモンゴル国内における優良企業であることを確認している。しかしながらプロジェクトの形成における課題があり、財務諸表を手入れするまでに至らなかった。

(ウ) 蓄電池の活用方法の検討

今回のケースでは投資額が大きく、民間企業の資金で蓄電池の導入は難しいとの結果になった。今後はエネルギー省などの公的機関と協議し、国のエネルギー政策での蓄電池の導入の可能性を模索する。

(エ) 許認可手続きの確認

今回はプロジェクトの形成を断念したため、許認可に関する検討は実施していない。

(オ) 設備のサポート体制の検討

上記と同じ理由で、サポート体制についての検討は実施していない。

(2) 現地及び国内におけるワークショップ開催

早期の案件形成促進及び新規の案件組成のため、日本側及びモンゴル側双方の関係者によるワークショップを以下の通り実施した。

① 現地ワークショップ

現地でのワークショップは平成 28 年 10 月 27 日にウランバートル市で開催した。

ワークショップには北海道ならびに札幌市から専門家に参加頂き、省エネルギーの事例紹介を行って頂いた。

② 国内ワークショップ

国内でのワークショップは、下記の国内会議（東京）の開催（平成 29 年 1 月 23 日）に合わせて 1 月 20 日に開催した。ワークショップにはウランバートル市の環境局の専門家を招聘した。

(3) 会議への出席及び月次報告書作成、進捗報告会

① 国内会議への出席

環境省から指定があった以下の 2 件の国内会議に、北海道ならびに札幌市の方々とともに参加した。

- 低炭素社会実現のための都市間連携に基づく JCM 案件形成可能性調査
北九州セミナー（平成 28 年 10 月 20 日～21 日）

- 低炭素社会実現のための都市間連携に基づく JCM 案件形成可能性調査
東京セミナー（平成 29 年 1 月 23 日）

事務局からウランバートル市の関係者 2 名の招聘の要請があり、環境関係の部局（大気汚染削減局、環境局）の専門家にご参加頂いた。

③ 月次報告書の作成

調査の実施期間（平成 28 年 4 月～平成 29 年 1 月）の間、応募時に提出したガントチャートによる調査進捗管理を行い、月次レベルの進捗状況を毎月メールで報告した。

③ 国内打合せ

調査の実施期間中に、以下の通り国内打合せを開催した。進捗状況報告会には北海道ならびに札幌市の方々の出席をお願いした。

- キックオフ（平成 28 年 5 月 10 日）
- 進捗状況打合せ（平成 28 年 7 月 6 日）
- 第 1 回進捗状況報告会（平成 28 年 8 月 10 日）
- 進捗状況打合せ（平成 28 年 9 月 15 日）
- 進捗状況打合せ（平成 28 年 11 月 25 日）
- 第 2 回進捗状況報告会（平成 29 年 1 月 12 日）
- 最終進捗状況報告会（平成 29 年 2 月 9 日）

II. 導入技術、システム及びサービスの実現可能性調査

1. ウランバートル市周辺のメガソーラープロジェクト

モンゴルで 2005 年に発表された「国家再生可能エネルギープロジェクト」によると、モンゴルでは 1 年のうち 270 日から 300 日が晴天で、年間の日照時間が 2250 時間から 3300 時間に及ぶことから、太陽光の活用につき大きな可能性がある。またモンゴルの国土の 10% に相当する 16 万平方キロメートルが風力エネルギーの活用に適しているといわれる。

また、2012 年 1 月、モンゴル国立再生エネルギーセンターとアメリカ国立再生可能エネルギー研究所の共同調査の結果、モンゴルの太陽光、風力などによる再生可能エネルギーの潜在能力が 260 万 MW（メガワット）に達し、世界中で稼働しているすべての原子力発電所の発電能力の 7 倍に相当することが判明したとのことである。

モンゴルでは、エネルギー全体における再生可能エネルギーの割合を 2020 年までに 25-30% に引き上げることを目標としている。また、2020 年までにエネルギーのロス を 10% 削減させる計画である。

この計画に基づき、モンゴル政府は民間の再生エネルギーのプロジェクトに対し、積極的に発電設備の設置許可を与えているが、プロジェクトの多くは用地の確保、資金計画、PPA（電力購入契約）の見通しなどの検討が不十分で、具体化に至っていない。

これらのプロジェクトの中から、今回の調査ではモンゴルの民間配電会社である D 社による 20MW の太陽光発電に着目し、D 社や日本側のパートナー会社との協議を通じて JCM モデルプロジェクトとしての具体化を進めることとした。

(1) プロジェクトの概要

D 社は約 50 年前に配電の国営企業として設立された。2003 年にロシア資本とモンゴル現地資本との合弁会社となり、現在では CEO のファミリーが当該会社の 80% の株式を所有している。

主な業務内容は以下のようである。

- * 41,400 の家庭及び 4,600 の事業所に電力を供給している。
- * 2015 年の売上高は 25millionUSD であり、430millionkWh の電力を供給した。
- * モンゴル国北部の 74,000km² の地域をカバーしている。これはアイルランド国をしのぐ面積である。
- * 国内に 7 支店があり、従業員は 420 人である。
- * モンゴル国エネルギー省及びエネルギー規制委員会から 9 つの営業許可を取得している。

D 社のプロジェクトは、Dalkhan から南西方向に 15 キロほど離れた場所に 20MW の太陽光発電所を建設し、モンゴルの中央電力グリッドへ電力を供給するものである。この 20MW のプロジェクトでは Dalkhan－Erdenet－ウランバートルの送配電網への

接続に関する技術的な信頼性を満たすことが条件となる。

D 社は Dalkhan に 60 ヘクタールの建設予定地を確保している。土地の状況を以下に示す。



図 1-1 建設予定地の位置 (Dalkhan)

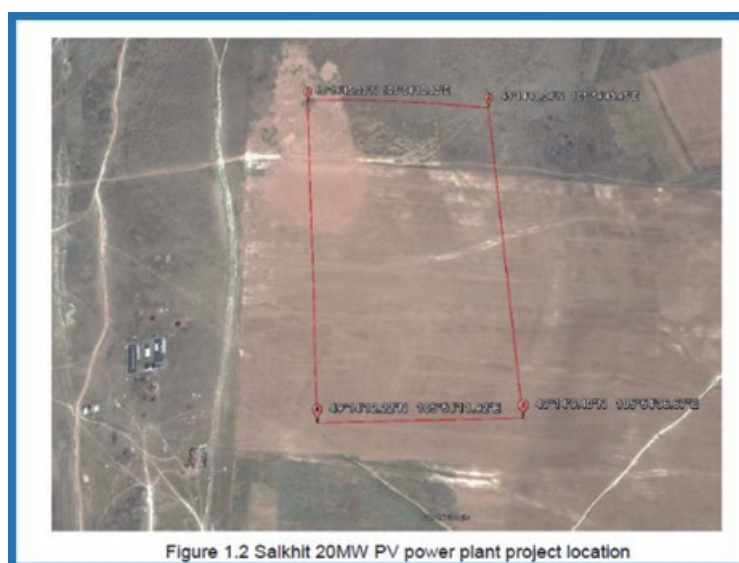


図 1-2 建設予定地の形状



図 1-3 建設予定地の現在の状況

(2) 実現可能性の検討

① 実施体制

D 社では後述のように本プロジェクトの事業性及び経済性の評価を実施し、資金協力の相手先を募集している。OECC では日本の S 社がモンゴルでの太陽光発電事業の拡大を検討しているとの情報を得ていたことから、D 社と S 社との協議の場を提供した。協議の結果、S 社は D 社を事業投資の対象として検討することとなり、両社間で NDA を締結した。S 社の検討結果によるが、今後はプロジェクトを以下のように進める。

- 両社の財務状況に問題がなければ、日本側関係者とともに具体化に向けた協議を進める。
- 今後のモンゴル情勢を把握して、認可等への影響がないかを確認する。

なお S 社では、可能なら平成 29 年 4 月の設備補助事業に応募したいとのことである。

本件の実施体制は以下のように考えている。

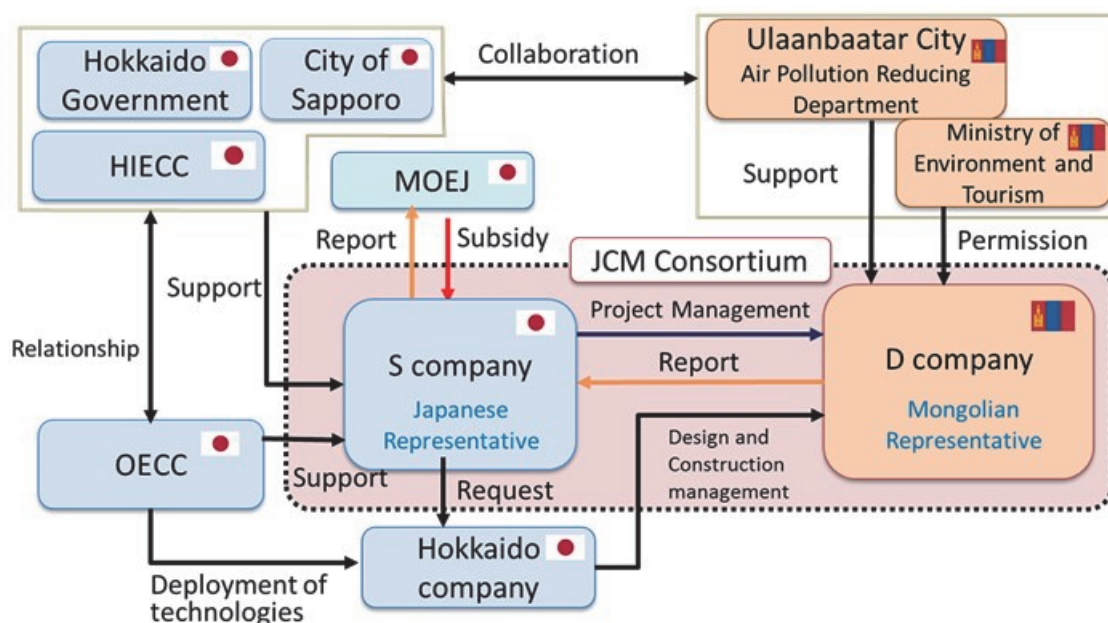


図 1-4 実施体制の一例

② 客先およびパートナー等の財務体制

財務分析の前提条件は以下の通りである。

- ・プロジェクト費用：40 million USD
- ・プロジェクト期間：25 年
- ・インフレ率：3%
- ・年間の運転およびメンテナンス費用：390,000 ドル
- ・年間発電量：30.9million kWh
- ・売電価格：0.17USD/kWh

(参考) 電力源としての太陽光の分析の基礎データ。

- ・晴天日数：年平均 223 日 (夏季：月間 7~19 日、冬季：21~29 日)

過去 30 年間の Dalkhan 地域の直達日射量は 2,411 mdj/m² であり、全天日射量は 4,360 mdj/m² である。

主な技術的な変数および経済的な調査は以下の通りである。

表 1-1 キャパシティ等の詳細

No	Parameter	Amount
1	Capacity	20 MW
2	Annual production of electric power	30.9 million kWh
3	Investment	39 million USD
4	Plant area	60 hectares
5	Capacity of solar panel unit	320 Wh
6	Relevant substation	Darhan 220/110/35
7	Length of power lines	5 km
8	Capacity of transformers	2xТДН-16000/110/10
9	Internal electricity consumption	10 kW

プロジェクト費用の 40million USD は 10%を自己資金で充当し、90%は外部から調達する計画である。2016 年の年初から国内の出資者を募っていたが、現在のモンゴルの経済状況から有力な候補となる投資家は出ていない。しかし 2015 年と 2016 年には本来業務での改善が見られることから、出資先の検討を始めている(2016 年の財務関係数字は依頼済み)。

なお、当該の取引銀行である Golomt Bank は今後、ファイナンスでの進展が見られるようであれば貸付対象としての相談には応じる意向であることは確認している。

この状況に対し、日本の S 社がモンゴルでの事業拡大を視野にいれ、D 社との協議に応じることとなった。S 社の財務内容は、東京証券取引所上場会社であることから、当面の問題はないと判断できる。

No	Type	2014	2015
1	Owners' Equity		
	a) Asset	29,642.63	29,077.34
	b) Working capital	2,873.77	2,884.05
2	Sales income	24,187.45	25,040.01
3	Total profit	-1,767.85	774.94
4	Profit (loss)	-1,768.99	732.06
5	Loan	744.22	17.30
6	Account receivable	1,794.59	1,255.75
7	Account payable	2,044.30	2,334.30

表 1-2 D 社の過去 2 年の主な財務内容

③ 太陽光パネルの選択

D 社では事業計画で太陽光パネルの購入について検討している。以下にそれらの仕様を示す。

PV module type	Standard
Technology	Polycrystalline

パネルメーカーは JA Solar (中国) の JAP6-72-320/330 のモジュールタイプで、320Wp の高効率モジュールを使用する。

Nominal power	20MW
Load profile	Grid-connected system (CES)

太陽光パネルの選択に当たって考慮した点は、モジュールのコスト性能と保証期間である。コスト性能では、大容量の発電ということから、多結晶タイプが望ましいと判断した。当該プロジェクトではかなりの数のモジュールを検討した。その結果、JAP6-72-320/330 を選んだ。この結論に至った根拠は以下の通りである。

表 1-3 モジュールの検討内容

Type of PV module	Poly
PV module type, model	JAP6-72-320/3BB
Nominal capacity of Photovoltaic module, Wp	320
The maximum capacity current of Photovoltaic module, V	37.56
The maximum capacity current of Photovoltaic module, A	8.52
Open-Circuit Voltage of PV module, B	45.82
Short-circuit Current of PV module, A	9.03
Efficiency of PV module	16.51
Temperature coefficient of open circuit voltage, %/°C	-0.330%/°C
Temperature coefficient of short-circuit current, %/°C	+0.058%/°C
Size of Solar cell, mm	156*156
PV Module dimension	1656*991*45
PV module weight (kg)	19.3/19.5
Quality Standards for PV module	IEC- 61215
Photovoltaic performance depreciation (%)	±2%

The above performances was measured according to the International Standard M1.5 where solar radiation level 1000W/m², ambient temperature were 25°C, air mass is 1.5

Table 4.4 Temperature coefficient of photovoltaic module electric indicator

Usage standard (°C)	45 ±2
Efficiency coefficient of photovoltaic module (%/°C)	- 0.07 ±0.01
Temperature coefficient for photovoltaic module capacity (%/°C)	- 0.43 ±0.05
Temperature coefficient of open circuit voltage (%/°C)	- 0.34 ±0.05
Temperature coefficient of short-circuit (%/°C)	- 0.065 ±0.05

Table 4.5. PV Module electrical performance

PV Module electrical performance	1000W/m ²	800W/m ²	400W/m ²
Nominal capacity of PV module, W	320	200.6	100.00
Nominal voltage capacity of photovoltaic, B	37.41	36.8	35.8
A short-circuit of PV module, A	8.9	7.10	3.33
Open circuit voltage of PV, B	47.0	45.0	43.0
Efficiency coefficient of PV, %	16.41	15.32	15.27
Temperature coefficient of PV module	-0.43%/°C	-0.43%/°C	-0.44%

Table 4.4, 4.5 and 4.6 shows the details about the PV module used in this system.

当該プロジェクトのインバーターは 2 種類ある。中央インバーターとマルチストリングインバーターである。マルチストリングインバーターは中央インバーターと比較して技術的に有利な面があるが、価格が高い。また大規模発電においては中央インバーターが広く使われている。この結果、中央インバーターを選択した。

次に当該プロジェクトでは、モジュールの列とインバーターは同時に計られなければならない。限定された容量のインバーターの選択と合わせた最大のモジュールは投入される電圧と電流を考慮する必要がある。20 メガワットの太陽光発電では、2MW のインバーターを 10 列に配置する。発電のピークにおいてはモジュールの容量は 320W_p である。このことから 2MW のインバーターのシステムは 2 個の中央インバーターで制御し、インバーター

一容量は 1000kW となる。

これまでに SMA、ABB、Siemens や Schneider Electric 社等が中央インバーター、インバーターステーションおよび大規模発電プラント用のメガワット級のパワーステーションを提案してきた。

当該プロジェクトでは、最大効率が 96.5%となる ABB PV800-57-C タイプの ABB Megawatt Central インバーターを選択した。

以下に ABB PV800-57-C の仕様を記載する。

表 1-4 インバーターの検討内容

Type code PVS800-57 and Nominal capacity	-1000kW-C, 1000kW
Input (DC)	
Maximum input power ($P_{PV, max}$)	1200 kWp
DC voltage range, mpp ($U_{dc, mpp}$)	600 to 850 V
Maximum DC voltage ($U_{max (DC)}$)	1100 V
Maximum DC current ($I_{max (DC)}$)	1710 A
Number of protected DC inputs	8, 12, 16 (+7-)
Output (AC)	
Nominal power ($P_{N(AC)}$)	1000 kW
Maximum output power	1200 kW
Power at $\cos\phi = 0.95$	950 kW
Nominal AC current ($I_{N(AC)}$)	1445 A
Nominal output voltage ($U_{N(AC)}$)	400 V
Output frequency	50/60 Hz
Harmonic distortion, current	< 3%
Distribution network type	TN and IT
AVK	
Maximum	98.8%
Euro-eta	98.6%
Power consumption	
Own consumption in operation	630 W
Standby operation consumption	45 W
External auxiliary voltage	230 V, 50 Hz
Environmental conditions	
Protection level	IP22 / IP42
Environmental temperature range	From -20°C to +40°C
Maximum environmental temperature	+50°C
Relative humidity	15-95%
The highest above sea level	2000 m
The maximum noise level	75 dB
Cooling air flow	3760 m ³ /h
Protection	
Grounding	Yes
Network control	Yes
DC reverse current protection	Yes
AC short circuit protection	Yes
Over-voltage, current and temperature protection (AC and DC)	yes
Communications	
Customer relations	Control panel
Analog input	2*PT100, 2*A in
Power isolation relay	2
The maximum noise level	75 dB
Cooling air flow	3760 m ³ /h

上記の検討は、D 社が太陽光パネルを購入することを前提として行ったものである。しかし現在事業化を検討しているパートナーはパネルメーカーであり、事業化の際のパネルは自社の製品を使用する。

④ 蓄電池の導入

太陽光発電では天候により電力出力が変動し、送電システムの不安定につながる。蓄電池を導入すると出力の変動を抑制することができるので、本プロジェクトでも可能性を検討した。しかしながら大容量の蓄電池は高価で、売電収入との費用対効果を考慮すると、蓄電池の導入にメリットはないと判断した。このため本プロジェクトでは蓄電池の導入は見送りとした。

⑤ 事業性および経済性の検討

(ア) 事業性

モンゴルに於ける太陽光発電の事業性は、買取制度の継続性にあると考える。モンゴルの電力需要の見通しを示す。



出典：「Mongolian National Energy Agenda and Policy Measures -Scope for Sub regional Cooperation」
エネルギー省（2013年）※単位はMW

図1-5 モンゴルの電力需要の見通し

エネルギー需要予測によると、2020年の電力需要は2,321MWと見込まれている。

また、発電量に占める化石燃料、原子力および再生可能エネルギーの占める割合を周辺国と比較すると以下のようなになる。

表 1-5 モンゴルと周辺国の発電量 (発電量：TWh)

Power Source	Japan		Mongolia		Russia		China	
Fossil Fuel	711	65.7%	5.32	96.7%	708	68.1%	2,788	80.6%
Nuclear	258	23.8%			163	15.7%	68	2.0%
Hydro	83	7.7%	0.06	1.1%	167	16.1%	585	16.9%
Solar	2	0.2%	0.01	0.1%				
Wind	3	0.2%	0.15	2.7%			13	0.4%
Biofuel	22	2.0%			13	1.3%	14	0.4%
Total Power	1,082		5.52		1,040		3,457	

2008/2016 IEA/OECD

モンゴルの水力を含めた再生可能エネルギーの割合は、周辺国に比べて低い。従ってモンゴルでは国家再生可能エネルギープログラム 2005 - 2020 (2005) を国会で承認し、エネルギー分野において再生可能エネルギーの開発を優先事項の一つとした。再生可能エネルギー源として水力・太陽光・風力・地熱を挙げている。具体的な目標としては、再生可能エネルギーの総エネルギー生産量におけるシェアを徐々に増やし、2020年までに20から25%とするとしている。

従って、モンゴルにおける太陽光発電は再生可能エネルギーの増加に対応する。また、他のエネルギー源である水力と地熱は開発に時間がかかることから、太陽光および風力が占める割合は大きくならざるを得ない。こうしたことから買取制度の継続性は十分に高いものである。

以下は、この間の法律環境の経過を示すものである。

再生可能エネルギーに関する法律環境 1

準拠法と政策方針	成立した年	改正された年
法律		
エネルギー法	2001	2015
再生可能エネルギー法	2001	2015
省エネルギー法	2015	
政策		
エネルギー国家政策	2015	

再生可能エネルギーに関する法律環境 2

■ エネルギー法

独立発電事業者(IPP) と電力販売契約(PPA) に関する条項を新しく導入する

第5条 1.6. 政府は IPP に対して必要な支援を行う。

第6条 1.16. エネルギー省は PPA を締結する権利を関連する機関に与える。

■ 再生可能エネルギー法

固定買取価格の設定 – Feed-in Tariff

✓ 風力 – 80~95 USD/MWh

✓ 太陽光 – 150~180 USD/MWh

■ エネルギー国家政策

再生可能エネルギーの占める割合：

- ・ 2020 年までには **20%**、2030 年までには **30%**を達成する

再生可能エネルギー生産量を増やし、投資を増加させるために法律と税制環境を良好にする。

- ・ 免税される再生可能エネルギー関連機器リストを 2015 年に決定する

(イ) 当該プロジェクトの経済性

以下に PPA 締結における価格の幅による IRR のシミュレーション結果を示す。

表 1-6 IRR の検討

Feed-in Tariff (USD/kWh)	0.15(\$/kWh)	0.16(\$/kWh)	0.17(\$/kWh)	0.18(\$/kWh)
NPV (USD)	7,486,079	8,851,390	10,210,785	12,012,010
IRR (%)	8.2	9.1	9.9	10.8
Payback period (year)	13	12	11	9
LCOE*, USD/kW hour	0.165	0.165	0.165	0.165

LCOE -Levelized Cost of Electricity

以下に借入金利を年 7% (対 USD) と仮定した返済計画を示す。実際にこの金利レベルでの借入れが可能であるかの判断は控える。

Loan term	Outstanding balance	Interest repayment	Principal loan repayment	Total	No of days
1	39,150,330.0	2,740,523.1	3,915,033	6,655,556.1	365
2	35,235,297.0	2,466,470.8	3,915,033	6,201,593.8	365
3	31,320,264.0	2,192,418.8	3,915,033	5,107,451.5	365
4	27,405,231.0	1,918,366.2	3,915,033	5,833,399.2	365
5	23,490,198.0	1,644,313.6	3,915,033	5,559,346.9	365
6	19,575,165.0	1,370,261.0	3,915,033	5,285,294.6	365
7	15,660,132.0	1,096,209.2	3,915,033	5,011,242.2	365
8	11,745,099.0	822,156.9	3,915,033	4,737,189.9	365
9	7,830,066.0	548,104.6	3,915,033	4,463,137.6	365
10	3,915,033.0	274,052.3	3,915,033	4,189,085.3	365
Grand total	15,672,877.1	15,672,877.1	39,150,330.0	54,223,207.1	

Loan amount	39,150,330.0	USD
Annual interest rate	7.00%	
Discount period	0	Years
Loan term	10	Years

図 1-6 10年の返済計画

Factors used in financial analysis	Amount	Measuring unit
1. Capacity of the plant	20	MW
2. Project duration	25	Annually
3. Investment share of the implementing organization	30	%
4. Total investment	39,150,330	USD
5. Maintenance cost	300,000	USD/annually
6. Annual depreciation	300,000	USD/annually
7. Annual production	30,900,000	kWh/kW
9. Sale price to grid	0.15	USD/kWh
10. Inflation (of USD)	1.5	%
11. Discount rate calculation	4	%
12. Income tax	10	%
13. Annual loan interest rate	7	%
14. Loan duration	10	annually
15. VAT	10	%
16. Customs tax	5	%
17. Decline of solar panel efficiency	0.7	%/annually
18. MNT rate	1 USD =2008.46 MNT	

図 1-7 事業性検討のための関連指数等

(3) CO2 削減量の検討

プロジェクトの実施により実現する年間 GHG 削減量(REy)は以下のように算定した。

$$\begin{aligned}
REy &= \text{プロジェクトによりグリッドに供給される電力量}(EGy) \times \text{プロジェクトにより} \\
&\quad \text{代替されるグリッド電力の排出係数}(EFy) \\
&= \text{導入システムの発電容量}[kW] \times \text{年間稼働率}[\%] \times 24 \text{ 時間} \times 365 \text{ 日} \times EFy \\
&\text{年間稼働率：15.8\%、グリッド排出係数}(EFy)：1.1298 \text{ tCO}_2/\text{MWh} \\
&= 20,000 \times (0.158 \times 24 \times 365/1000) \times 1.1298 \\
&= 31,275 \text{ tCO}_2/\text{年}
\end{aligned}$$

年間稼働率[%]は以下の公式で算出した。

$$\begin{aligned}
&\text{年間稼働率} = \text{年間発電量} \div 24 \text{ 時間 } 365 \text{ 日稼働時の発電量} \\
&= (\text{日射量}[kWh/m^2/\text{日}] \times \text{総合設計係数} \times \text{システム発電容量}[kW] \times 365[\text{日}]) \\
&\div (\text{システム発電容量}[kW] \times 24[\text{h}] \times 365[\text{日}]) \\
&= (4.74 \text{ kWh}/m^2/\text{日} \times 0.8 \times 20,000 \text{ kW} \times 365 \text{ 日}) \div (20,000 \text{ kW} \times 24 \text{ h} \times 365 \text{ 日}) \\
&= 27,681,600 \text{ kWh} / 4,204,800,000 \text{ kWh} = 15.8 \%
\end{aligned}$$

(4) MRV 方法論の策定・PDD 等の作成

MRV 方法論（案）の作成については英文ドラフトを資料として別途添付する。また、適用範囲、適格性要件、リファレンス排出量等々の算定方法手法は以下に示す。

① 範囲

本方法論はモンゴル国内に太陽光発電システムを導入することにより系統の電力の消費量を削減し、温室効果ガス排出量を削減するプロジェクトに適用される。

② 適格性要件

- (ア) プロジェクトにより太陽光発電システムが設置される。
- (イ) 太陽光発電システムは系統に連系され、系統の電力を代替する。
- (ウ) 太陽光電池モジュールは性能保証と安全性認証を取得している。
- (エ) 太陽光電池モジュールの変換効率は 15%以上、重量は 6.5kg/m² 以下である。
- (オ) プロジェクトサイトに太陽光発電システムに発電量と日射量を監視する設備が設置される。

③ リファレンス排出量

本方法論のリファレンス排出量は太陽光発電システムにより発電された電力量が既存のシステム（系統）により供給されて場合に発生したであろう温室効果ガス排出量とする。

④ プロジェクト排出量

本方法論のプロジェクト排出量は太陽光発電システムの温室効果ガス排出量 (0 tCO₂/年) とする。

⑤ 温室効果ガス排出量の算定方法

温室効果ガス排出削減効果の算定式は以下のとおりである。

(ア) リファレンス排出量

$$RE_y = \sum_i EG_{i,y} \times EF_{RE}$$

(イ) プロジェクト排出量

$$PE = 0$$

(ウ) 排出削減量

$$ER_y = RE_y - PE_y = RE_y$$

リファンレンス排出量の試算に用いるデフォルト値

パラメータ	内容	値	出典
EF _{RE}	系統の電力の排出係数	0.797	

(5) 今後の課題

① 投資のリスク

現在のモンゴルの経済情勢から判断して、国内で資金力のある投資家は極めて少ない。現在の国内借入れ金利が 20%（トゥグルグ建て）であることから判断すれば、太陽光発電の IRR を上回る国内での貸付に金融資本が向かうであろう。一方、USD でのファイナンスが可能である国外の投資家が、20 年の投資対象として売電を選択することは可能である。しかし USD での出資であろうが貸付であろうが、受領は現地通貨、特に売電料金は現地通貨支払いとなるため、出資者は常に為替リスクを負うことになる。この点での何らかの為替リスクの回避策が検討されねばならない。もちろん現地通貨で現地への再投資先があるのであれば、リスク回避になるのは言うまでもない。

② 出資者の限定

モンゴル国のカントリーリスクがシングル B 以下であるため、機関投資家は太陽光発電を投資対象と認めない可能性が高い。出資者の候補は民間事業者、特にオーナー企業に限定されるかもしれない。また、現況での地場銀行の自己資本比率の改善を国際機関から求められた場合、民間銀行は貸出しを縮小することで自己資本比率の改善を図るであろう。このことから国内資本には限界がある。

③ 売電価格の変更の可能性

電力購入契約による購入期間は 20 年と固定されているが、売電価格の変更のリスクがあることが指摘されている。また今後、新規の売電価格が現状の価格で維持されるかどうかのリスクがある。

以上、上記のリスクに対しての回避策としては以下が考えられる。

- 日本貿易保険の海外投融資保険の適応を検討し、保険適応の条件としてモンゴル国財務省の保証書を得る、または売電契約をエネルギー省とする。
- 為替リスクの回避として、月次での買い取り金の受け取り時に USD に交換する。

2. 風力発電への大型蓄電池の導入

(1) プロジェクトの概要

① 本プロジェクト提案背景

サルヒット風力発電所(定格 50MW)は 2013 年 6 月より稼動しているが、その拡張プロジェクト(定格 50MW)が計画されている。現状、サルヒット風力の昼間の平均出力は 15MW (定格出力の 30%) 程度であるが、夜間は NDC (National Dispatching Center) の指示でその出力を抑制されている。それは、一般に風力などの再生エネルギーによる発電は出力変動が大きく、過剰な導入は送電系統の不安定化を引き起こす要因となるためである。特に夜間は電力の需要が小さいため、系統容量の小さなモンゴルのグリッドにおいて再生可能エネルギー (風力や太陽光) による電力が与える影響は大きく、系統の安定維持のため出力抑制は必要な措置であるといえる。

一方、昼間は電力需要が大きく、現有の発電所だけでは供給不足となるため、不足分の電力の供給はロシアからの買電に頼っている状況である。

このように電力の需給のアンバランスと風力発電設備の電力供給能力が十分活かせていない状況の中で、風力発電所の新たな建設が計画されており、前述のサルヒットの 50MW の増設もその一環である。OECC は新たな風力発電の建設によって、現在運転中のサルヒットやモンゴルの電力事情全体が抱える問題 (設備能力の夜間抑制と昼間のロシアからの買電) の解消のために、日本の蓄電池、特に大容量の NAS : ナトリウム-硫黄電池の導入の提案を行った。

日本企業 G 社が開発した NAS 電池は、全世界で 200 ヶ所以上導入の実績があり、電力負荷の平準化や最近急増している再生エネルギーの変動吸収に貢献可能な技術である。サルヒット風力発電所を所有する N グループは夜間の発電量が増やせること、利益率の向上が図れる可能性があり、本取組に積極的であるため、実現可能性は高いといえる。また、サルヒット風力は事業開始時から米 General Electric 社、欧州復興開発銀行の出資を受けており、与信面の不安も少ないと言えることで提案を実施した。

② NAS 電池の概要説明

以下に、NAS 電池自身の概要と NAS 電池活用による ESS(Energy Storage System) の概念について説明する。まずは NAS 電池の特徴を簡潔に下記に示す。端的に言えば、大容量・長寿命・高速応答性などである。

(ア) 大容量 : メガワット規模の電力貯蔵システム。定格出力 x 7 時間相当のエネルギーを貯蔵することが可能であり、複数の NAS 電池モジュールを直並列化することで大容量化が容易である。

(イ) 高速応答性 : 瞬時電圧低下 (瞬低) 対策兼用システムでは、瞬低を検出した場合、

- 瞬時に生産ラインやオフィスなどへ電力を供給し、設備停止を回避する。
- (ウ) 保守性：メンテナンスが容易で、システムのリモート監視サービスが可能である。
 - (エ) コンパクト：エネルギー密度は鉛蓄電池の約 3 倍でスペースの有効利用が可能。
 - (オ) 信頼性：電解質にセラミックスを使用し、長期耐久性に優れ、自己放電もなく、耐熱性と絶縁性を強化、品質管理を徹底し、安全性をより高めている。

World One Products only proven in Large-Scale and Long-Term operation applications in commercial field.	
Application features	<ul style="list-style-type: none"> ■Applicable for large-scale and long-term operation (More than 300MW/2000MWh , 10 years experience) ■Compact in size ■Longer life expectancy ■Economically compatible per kWh
Technical features	<ul style="list-style-type: none"> ■High energy density : Approx. 2 to 3 times of lead acid battery ■Quick response : 0.002 sec. ■No self discharge : by using solid electrolyte ■No emission : No CO₂/NO_x/SO_x Gas in operation ■Higher efficiency : Approx. 75% (AC-AC total)

図 2-1 NAS 電池の特徴

次に NAS 電池の構造・原理を以下に示す。

NAS 電池は負極にナトリウム (Na)、正極に硫黄 (S)、両電極を隔てる電解質にファインセラミックスを用いた蓄電池 (二次電池) で、Na イオンと S の化学反応で充放電を繰り返すという原理である。

上記原理をもう少し詳細化すると、NAS 電池の単電池 (セル) は円筒状の完全密封構造。活物質としてのナトリウム (Na) と硫黄 (S)、電解質のファインセラミックスで構成されている。Na は負極活物質、S は正極活物質。300°C に保たれたセル中で、Na と S は液体、電解質は固体の状態です。固体電解質のセラミック材料は Na イオン伝導性のあるベータアルミナを使用している。

動作原理について説明を加えると、放電時は、負極のナトリウム (Na) が電子を放出して Na イオンになり、固体電解質を通過して正極に移動する。正極の硫黄 (S) が外部回路からの電子で Na イオンと化学反応し、多硫化ナトリウム (Na₂S_x) に変化

する。負極の Na は消費されて減少する。

充電時は外部からの電力供給によって放電の逆反応が起こる。外部から電圧が加わると、正極の Na_2S_x は Na イオン、S、電子に分かれ、Na イオンは固体電解質を通過して負極に移動する。Na イオンは負極で電子を受け取って Na に戻る。負極から外部回路に放出されて正極に移動する電子の流れが電力になるというのが動作原理である。

NAS Battery = Sodium (Na) + Sulfur (S) Battery

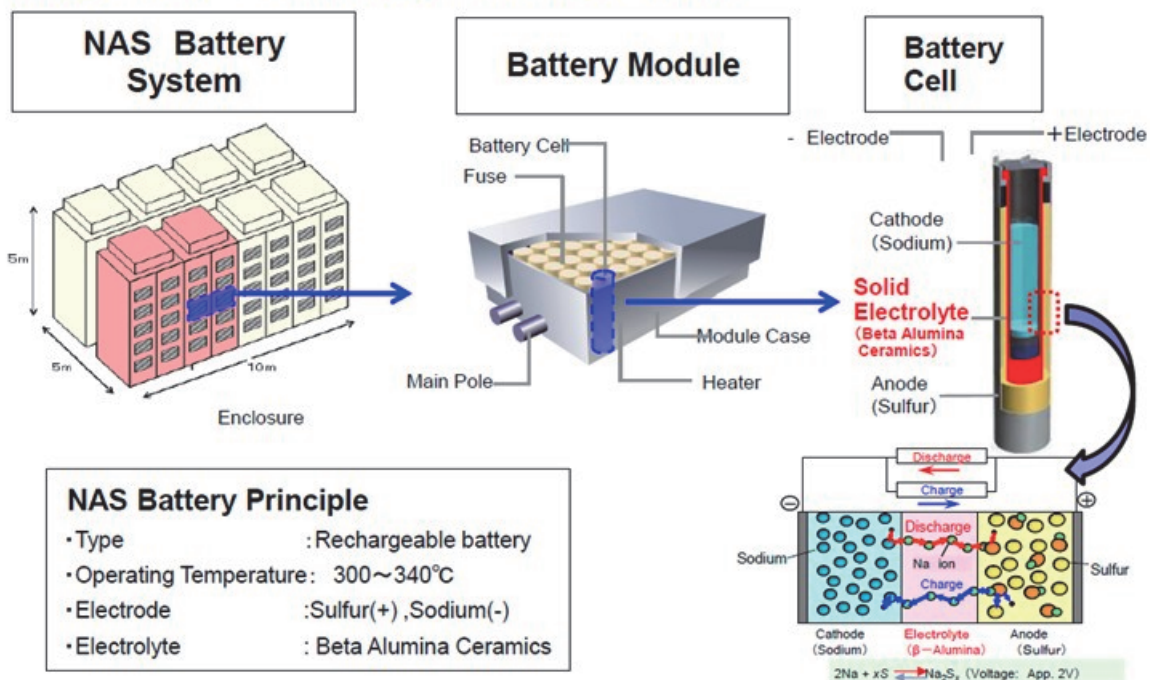


図 2-2 NAS 電池の構造

③ NAS 電池と他電池との比較

NAS 電池と他の主な電池との比較を下記に示す（メーカーG 社調べである）。

	NAS	レドックス フロー	リチウム イオン	鉛 (長寿命型)	ニッケル水素
エネルギー密度	◎	△	◎	△	△
充放電効率	○ AC 75%	○	◎	○	◎
期待寿命	◎ 15年 (4,500サイクル)	◎	○	○	○
自己放電	◎ 無い	△	○	△	○
システム価格 電力量 (kWh) あたり	◎ 安い	○	△	○	△
設置スペース	◎ コンパクト	△	○	△	△
適用規模 (出力)	大規模 600kw~数万kW	大規模	中規模	中規模	小規模
持続時間	◎ 6時間	◎	△	○	△
設置実績 (容量)	◎ 300万kWh	△	△	△	△

図 2-3 NAS 電池と他主要電池の比較

④ NAS 電池の活用例

Site	Application	Merits by using NAS
Factory, Office	1. Peak cut, Load leveling	<ul style="list-style-type: none"> Customer : Electricity fee saving (Reduce maximum demand and peak time use) Power utilities: Investment deferral
	2. Emergency power/ Stand-by power for moment interruption	<ul style="list-style-type: none"> Power security against line interruption(Quick back-up) Avoid Products damage of plant
Power Producer	3. Absorption of fluctuated renewable energy	<ul style="list-style-type: none"> Clear grid connection code Increase grid connection capacity Time shift (Solar: Daytime to Evening, Wind: Night to daytime)
Power Utilities	4. Stabilization of Power Grid	<ul style="list-style-type: none"> Avoid curtailment of Renewable Energy from grid Avoid additional investment of Transmission line Ancillary Service (Adjust power supply and demand)
	5. High efficiency operation of turbine	<ul style="list-style-type: none"> Reduce fuel consumption Reduce CO2 gas emission
	6. Network stabilization for Smart grid, local grid	<ul style="list-style-type: none"> For Smart grid ,Local grid (Islands, Isolated grid etc.) Utilization of renewable energy. Harmonization of current power source and renewable energy, distributed power sources etc.

次に NAS 電池が活用される事例についてまとめたものを下記に示す。

図 2-4 NAS 電池の活用事例

(ア) ピークカット：本来の意味は電力の尖頭的な需要を緩和し、平準化するための手法のひとつ。ピークカットはその名称の通りピーク負荷を「カット」する手法である。

NAS 電池の活用例として、夜間余った電力を電池に充電し、電力が不足する昼間のピーク時に放電するという用途である。

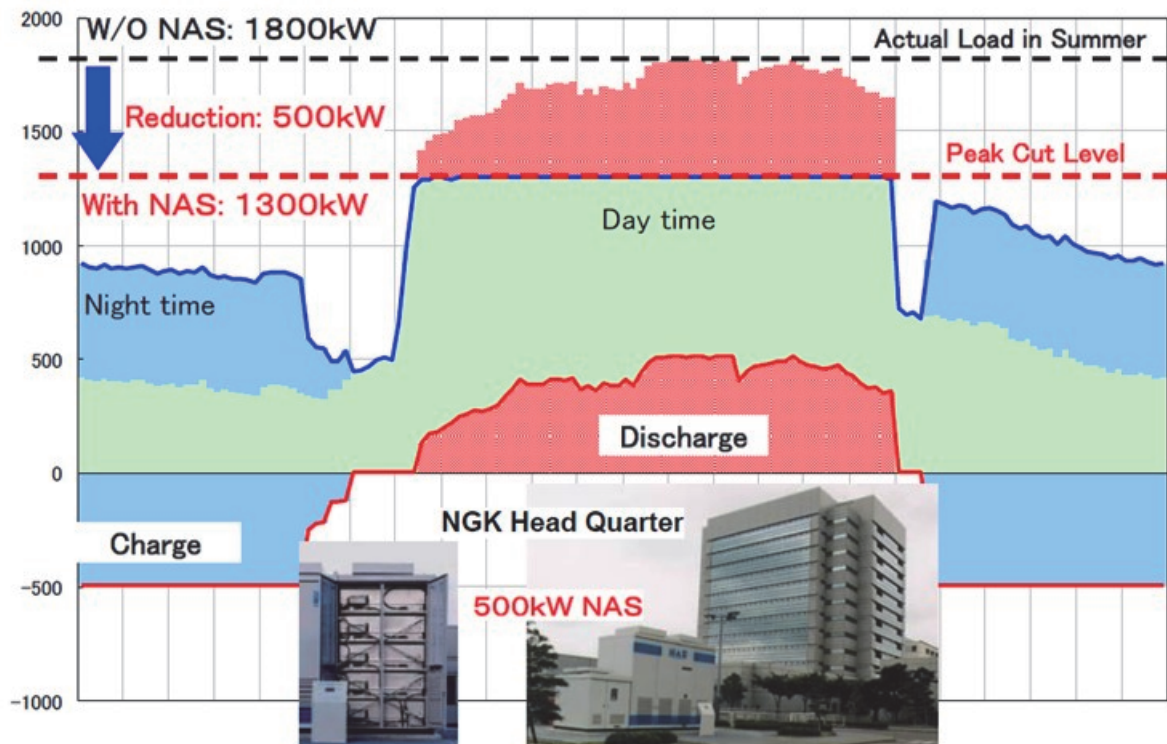
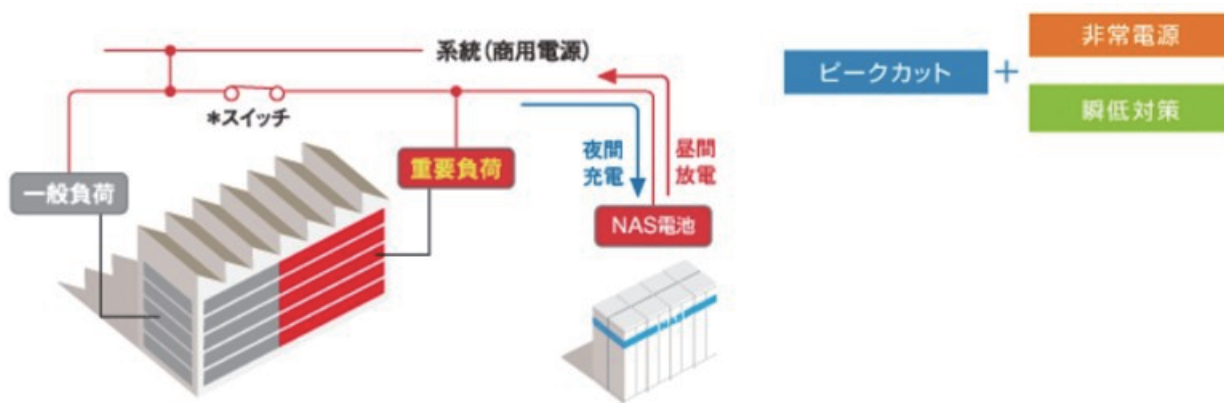


図 2-5 NAS 電池によるピークカット例

(イ) ピークカット+非常電源/瞬停対策



*瞬低対策兼用システムの場合は高速遮断器を使用

図 2-6 ピークカット+非常電源/瞬停対策例

(a) 非常電源兼用システム

- ・ 停電発生時に重要負荷のバックアップが可能。
- ・ 排ガスフリーで、手間のかかる燃料補給も不要。
- ・ 可動部品が少なく、メンテナンスが容易。

(b) 瞬低対策兼用システム

- ・ 雷害による瞬時電圧低下時に、生産ラインやオフィスを一括して守る。
- ・ 短い時間で繰り返し発生する電圧低下・停電にも有効に機能。

(ウ) 再生可能エネルギーの安定化

化石燃料に頼らず CO₂ も排出しない再生可能エネルギー（風力や太陽光）に関し、気象に左右される不安定なエネルギーであるが故、出力の変動を NAS 電池による充放電で吸収し、電力供給を安定化させることが可能である。



図 2-7 NAS 電池による再生可能エネルギーの安定化

(エ) アンシラリーサービス

アンシラリー (Ancillary) とは、「補助的な」「付属の」という意味である。

電力用語のアンシラリーサービスは、電力品質（周波数や電圧）を維持するために電力系統運用者が日々行っている、周波数制御などの系統運用サービスのことであり、電力ビジネスにとって非常に重要なサービスのことである。

アンシラリーサービスをおろそかにすると、周波数や電圧が変動し、家庭の照明が明滅したり、モーターを使う工場では製品の品質にムラが発生したりするなど、様々な悪影響が発生する。

かつては、電気エネルギーの供給機能とアンシラリーサービス機能は一体不可分のものとされ、垂直統合型の電力会社がアンシラリーサービスを独占的に担うのが一般的だった。その後、発送電分離を進めてきた海外では、アンシラリーサービス機能を細かく分類し、取引市場を通じて売買する仕組みが発達した。

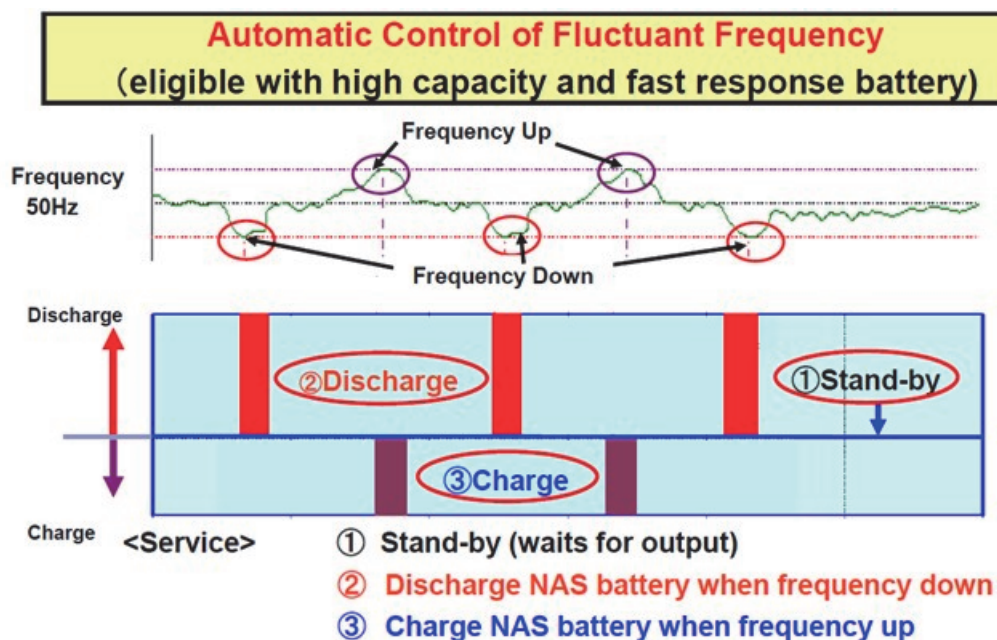


図 2-8 NAS 電池によるアンシラリーサービス

⑤ NAS 電池のコンテナレイアウト

NAS 電池のレイアウト例を下記に示す。

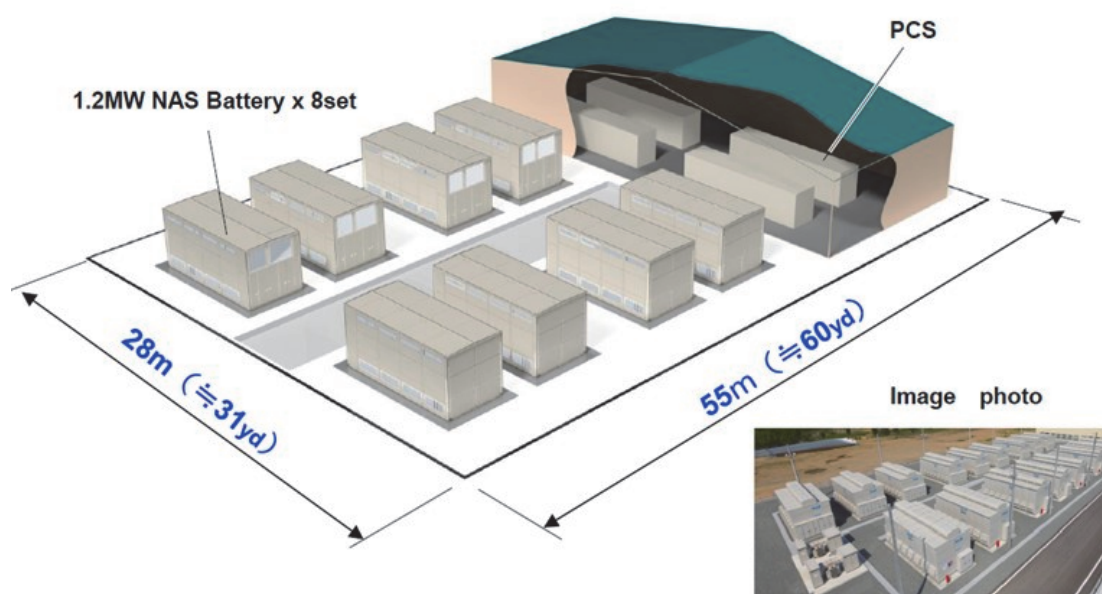


図 2-9 10MW(9.6MW) NAS 電池のレイアウト例

⑥ 第 1 回現地出張（平成 28 年 6 月）

平成 28 年 6 月中旬に、NAS 電池メーカーの技術者を招聘し、サルヒット風力発電の管理運営を実施している現地 N グループの傘下にある CE 社を訪問した。

CE 社が自ら運営しているサルヒット風力（50MW）が PPA で定格出力の 3%分を出力抑制（Curtailement）することが定められている。この抑制分を大容量電池に充電し、その分を電力系統に放電することによって、設備の利用率の改善、収益性の拡大、CO₂ 削減に寄与を図ることを検討していた。

その蓄電池として NAS 電池をかねてより提案していたが、今回の出張期間に NAS 電池の日本側メーカー技術者も同席の上、具体的な議論の場を持ち JCM 案件化の実現に向けて働きかけを行った。

主な議論内容を下記に示す。

(ア) 打ち合わせに先立って、CE 社と G 社との間で実データをベースに意見交換を実施していたが、その深堀をおこなった。具体的には、Curtailement の実態を踏まえて投資効果と効率性を最大限に高めるために、NAS のサイズをいくりにするか、議論を重ねた。結論としては、CE 社側からすでに提供されている Daily の運転実績データ、特に Curtailement に係わる運転実績を 10 分間隔で数日分を再度提供してもらい、G 社サイドで最適な NAS の容量の見積もりをおこなうことになった。

(イ) 打ち合わせの中で、Curtailement の詳細がある程度明らかになった。Curtailement は定格の 3%ということになっているが、具体的には日々の NDC（National Dispatching Center）からの Demand に対する電力供給分担がベースにあり、必要に応じて NDC から発電量の指示があり、その値を超える分が Curtailement としてカウントされる。PPA で 3%と定められている意味は、結果として Curtailement が年間を通して 3%程度になるという意味であるらしい。そして、3%を超えた Curtailement 分の料金（9.5¢/kWh）は CE 社に支払われることになっている。

(ウ) 夏場は CHP-3, 4 の電力供給および熱供給に余力があるので、Curtailement はおこなわれていない。

冬場の夜間は、CHP-3 や CHP-4 によって電力と熱供給が夜の 0 時ごろまではおこなわれていて、Curtailement は必要ないが、夜中を過ぎると電力需要は大きく減るが熱供給は相変わらず必要なので、熱供給量に見合う電力を供給し続ける必要

がある。その分はそのままだと余剰電力となるので NDC はサルヒットに対して **Curtailment** をかけている。時間帯としては基本的に 0 時から朝の 6 時ないし 8 時ごろまでである。NAS 設置に当たっては CHP が担う熱供給の役割の重要性や今後の CHP による電源開発計画や系統運用の考え方を踏まえておくことが求められる。

(エ) **Curtailment** の実施の状況は NDC の系統全体の電力供給と熱供給の安定的な維持が大きく関係しているため、必ずしも冬の季節の夜間だけに限られているわけではなく、いつでもおこなわれる可能性があり、それは過去 **Curtailment** 実施の履歴データからもはっきりしている。ここで問題となるのは、NAS 電池は継続的に 100%の充・放電を繰り返していないと電池の効率低下をもたらす点である。まったく **Curtailment** が実施されない期間が長く続くことは好ましいことではなく、NAS 電池に求められる稼働特性がどのようなものになるかを予測して、最適なサイズを決定する必要があるが、この作業は極めて困難なものとなることが予想される。

(オ) CE 社は蓄電池として、NAS だけでなく Li-ion battery と Vanadium redox flow cells の導入検討も平行して実施しており、**Cost-performance** の比較をおこなっている。NAS の場合 JCM を適用する前提で考えたとき、他のタイプの蓄電池よりかなり高い評価を得ているようであるが、充・放電がどのような状況下でおこなわれるかの前提条件が必ずしも実際的ではないので、その評価結果（とくに **Payback years**）の妥当性はいまのところ未知数である。実際的な前提条件をどう定めるかが今後の大きな課題である。

(カ) 打ち合わせの翌日、CE 社のご好意でサルヒット風力サイト見学した。SCADA の機能を詳細に説明してもらい、**Curtailment** がどのように実施されているかを理解できた。

風力タービンは中国 GE 社製で 1.6MW/機で、全部で 31 機（1.6MW x 31 = 50MW）、風速 12.5m/s で定格の 1.6MW、平均風速は 8.5m/s ということであった（8.5m/s のとき、出力はほぼ 0.9MW）。

導入している風力タービンのカットイン Speed は 3.5m/s、カットアウト Speed は 25m/s、風速が 25m/s 以上となったとき、翼を風と平行にして（**Feathering**）トルクを 0 としダメージを回避している。（発電力 = トルク × 翼の回転数、回転数の最大値は 19rpm）

(キ) SCADA の機能の中で注目したのは、1 週間先までの発電量を予測し、リアルタ

イムで実際の発電量と予測値をトレンドグラフで表示していた点。実績を見るとかなりの精度で予測していることが分かった。この予測値は、リアルタイムで風車と同じ高さに設置されたセンサで風速、気圧、気温などのデータを計測し、測定値を、SCADA を経由して Spain の Operation Service 会社へ送信され、シミュレーションモデルが発電量を予測し、SCADA に送り返すというもの。

(ク) サルヒット風力は運転中の 50MW に加えて、Expansion として 50MW を計画している。実現は少なくとも 5 年先になりそうである。まず既設の 50MW 向けに設置するよう考え直すよう促し、最後には場合によってはあり得るという言葉を聴くことができた。当然のことであるが、実現するためには投資家を説得する必要がある。そのためにも今後、先方のキーパーソンや G 社とともに実施する実現可能性の評価は重要である。

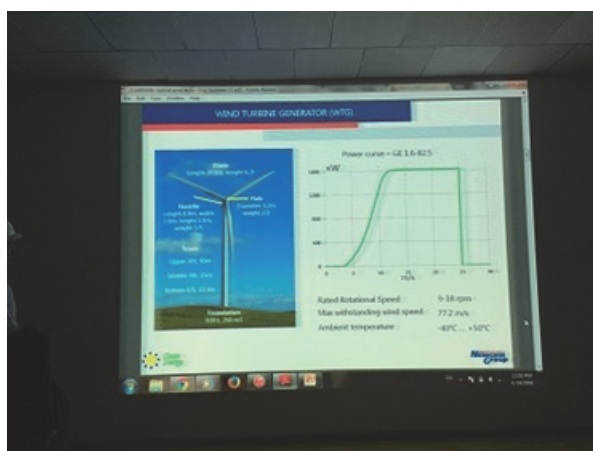
サルヒット風力発電所 (SWF) 視察での画像を下記に示す。



i) SWF(50MW)の遠景



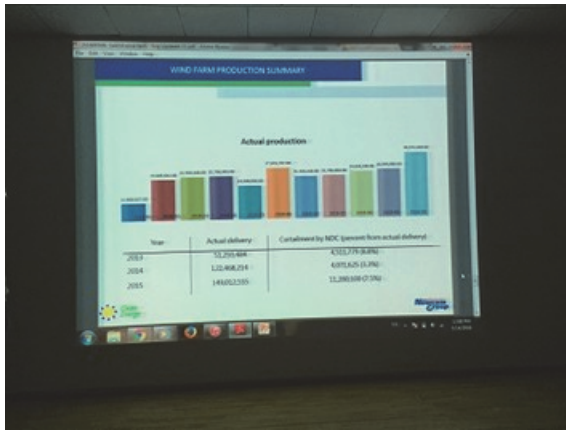
ii) 風車及び発電機



iii) SWF でのプレゼン 1



iv) SWF でのプレゼン 2



v) SWF でのプレゼン 3



vi) SWF コントロール室

図 2-10 サルヒット風力発電所視察画像

⑦ サルヒット風力発電のデータ分析

第 1 回現地出張（平成 28 年 6 月）に CE 社より入手した 10 分間隔で記録した発電量および Curtailment のデータを持ち帰り、G 社で分析を実施した。

分析結果を順追って下記に示す。

- Daily averages of Generated Energy is 200 - 600MWh.
- Curtailed Energy is about 3 - 18% of Generated Energy.
- Generated Energy and Curtailed Energy were increased on 2016 from 2015, comparing the data from January to April of each year.

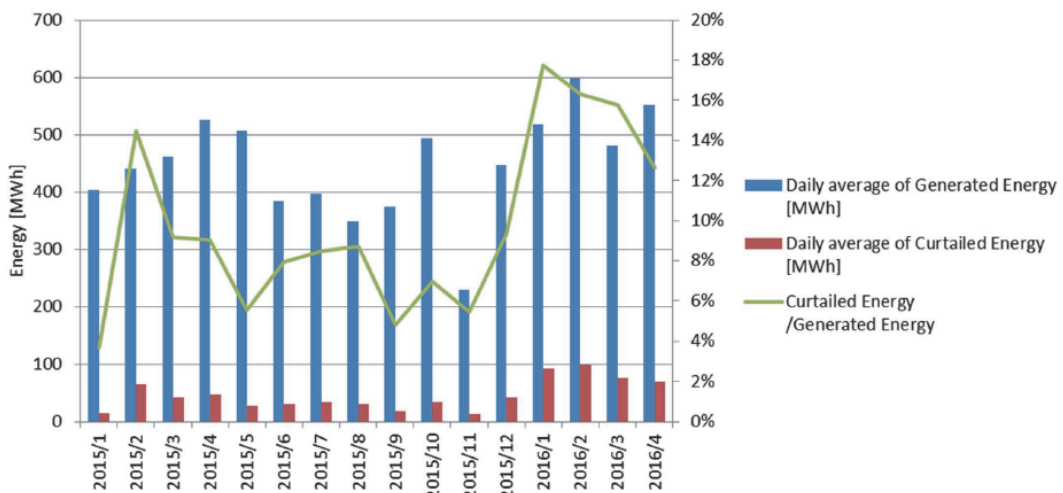


図 2-11 月別発電量と Curtailment 変化

- Daily averages of Curtailed Energy is 15 - 90MWh. (It is equivalent to the energy capacity of the NAS Battery of which system size is 2 - 15 MW.)
- Daily average of Duration of Curtailment is about 5 hours at maximum. The charging time of NAS Battery is about 8 hours. On most days, the Energy Capacity of NAS Battery is not fully utilized because the available charging time (Duration of Curtailment) is too short.

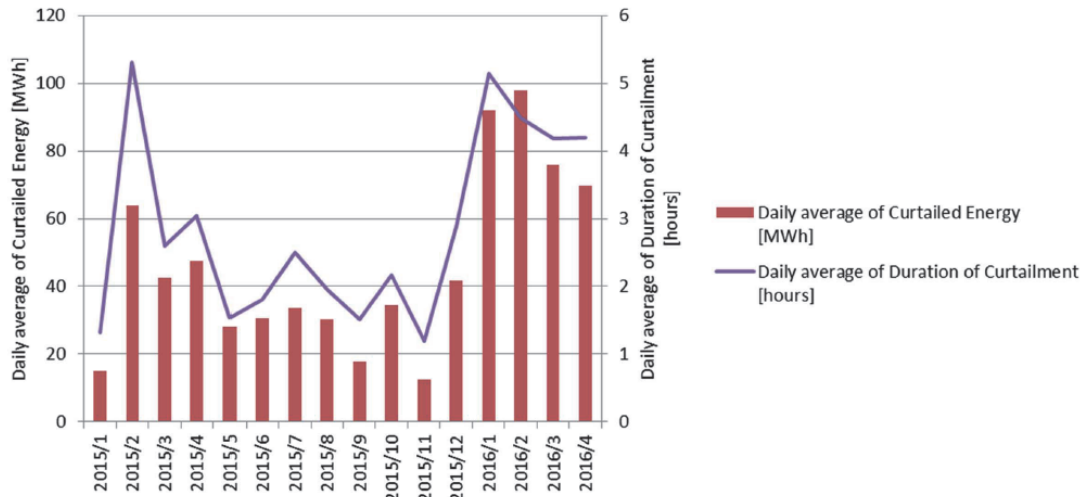


図 2-12 月別 Curtailment と Curtailment 時間変化

- Simulated operation:
 - The battery is charged when curtailed power is available.
 - The battery is discharged so as the sum of the generated power and discharged power does not exceed 50 MW.

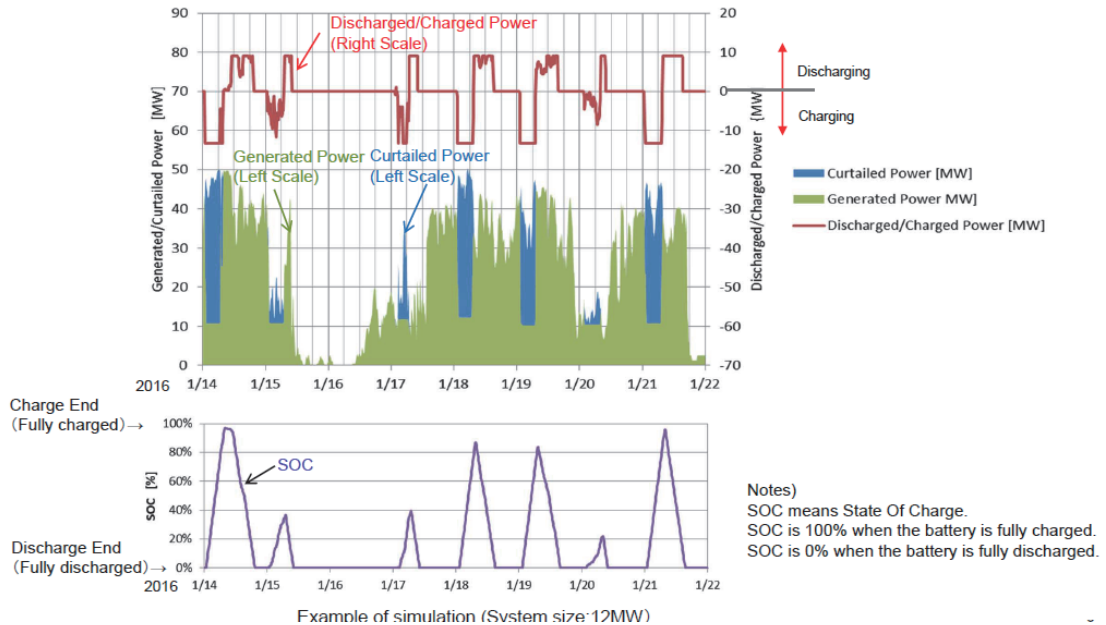
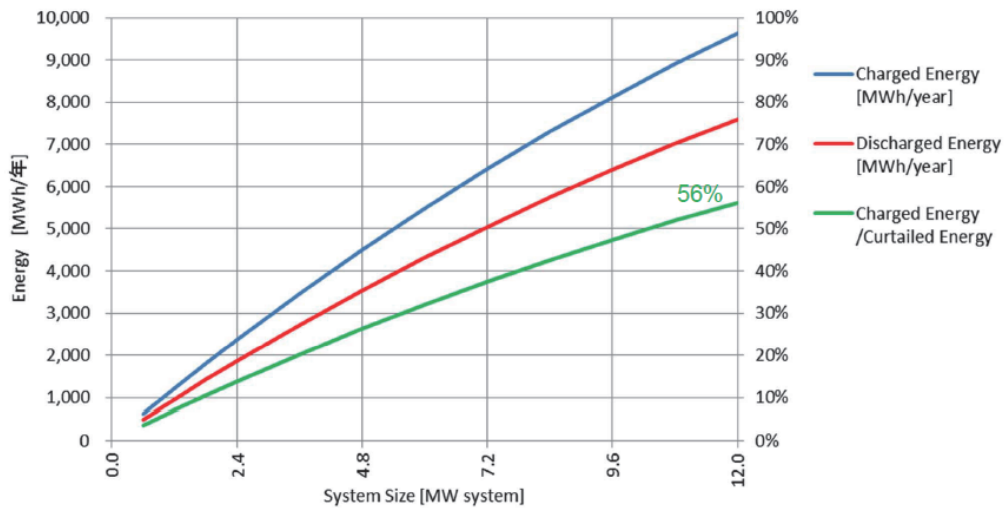


図 2-13 入手データによる NAS 電池シミュレーション結果

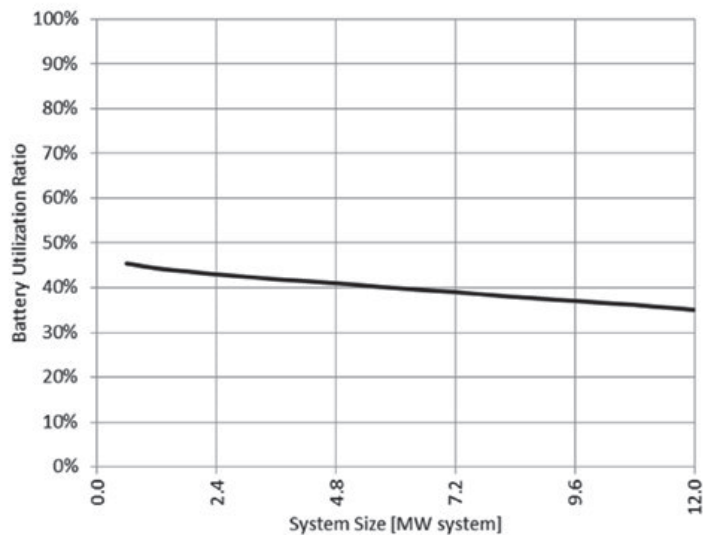
- The larger the System Size is, the larger amount of energy can be charged.
- It is estimated that 56% of Curtailed Energy can be recovered (be charged to the battery) in case the System Size is 12 MW.



Notes)
This graph is calculated from the data from May 2015 to April 2016.

図 2-14 シミュレーション結果に基づく NAS 電池容量

- The smaller the System Size is, the higher Battery Utilization Ratio will be achieved.
- The calculated Battery Utilization Rate is less than 50 % even the smallest System Size (0.6MW).



Notes)
 (1) Battery Utilization Ratio = Discharged Energy per year / Rated Discharging Energy per year
 = Discharged Energy per year / (System Size x 6 hours x 300 cycles)
 (2) This graph is calculated from the data from May 2015 to April 2016.

図 2-15 システムサイズと NAS 電池容量活用率

⑧ 分析結果に関する議論

CE 社より入手したデータを分析した結果をもって、CE 社の親会社である N グループ CEO との面談を行った。

議論の主な内容は下記の通り。

(ア) 運用実績の紹介

G 社技術者よりより NAS 電池の日本の国内での運用方法と実績を紹介した。内容は以下の通りである。

- ピーク時の Demand に対して NAS の充電電力を放電することによって、一部を分担し、ロシアからの輸入電力削減にも寄与する。
- 上記を実行しつつ、周波数変動を NAS 電池によって平準化し、電力の品質の向上に寄与する。

(イ) 質疑

G 社技術者から、Curtailement が終了した後も充電時間を引き延ばし、フル充電する系統運用への変更の可能性を打診したが、N グループの回答は以下の通りであった。

- CE 社は民間企業であるため、運用を変更できる立場にはない
- FIT の関係で運用の変更は現実的でない（電気料金が支払われる電気をバッテリーに蓄電する意味はないという考え）

(ウ) NAS 電池の導入

モンゴルでの電力供給の最大の課題はデマンドギャップ（冬季で 350MW、夏季でも 250MW）、このギャップ対応はロシアからの輸入で対応している。輸入に頼らないためには、NAS 電池の容量が最大で 100MW と非常に大きくなってしまう。そこで現実的な対応策として以下を提案した。

- ピーク時の電力を輸入と NAS 電池で分担する。
- 最初は NAS 電池容量を 10MW 程度とし、逐次容量を拡大する

しかしながら一民間企業である CE 社ではそれでも投資額が大きく、対応は難しいとの判断であった。

(エ) 政策的な導入

エネルギー省の局長が蓄電池に関心を示しているので、機会を見て彼が現状をどう考えているか確認してみることにした。OECC から必要に応じて G 社のサポートという形で協議を進める。ただし NDC (National Dispatching Center) は電力の平準化について調査をしており、NAS の導入には否定的であった。

面談の結果、サルヒット風力に NAS 電池を導入するには解決すべき点が多いと判断した。

(2) 実現可能性の検討

① 実施体制

本案件ではプロジェクト形成に高いハードルが存在するが、提案時の実施体制図を再掲する。

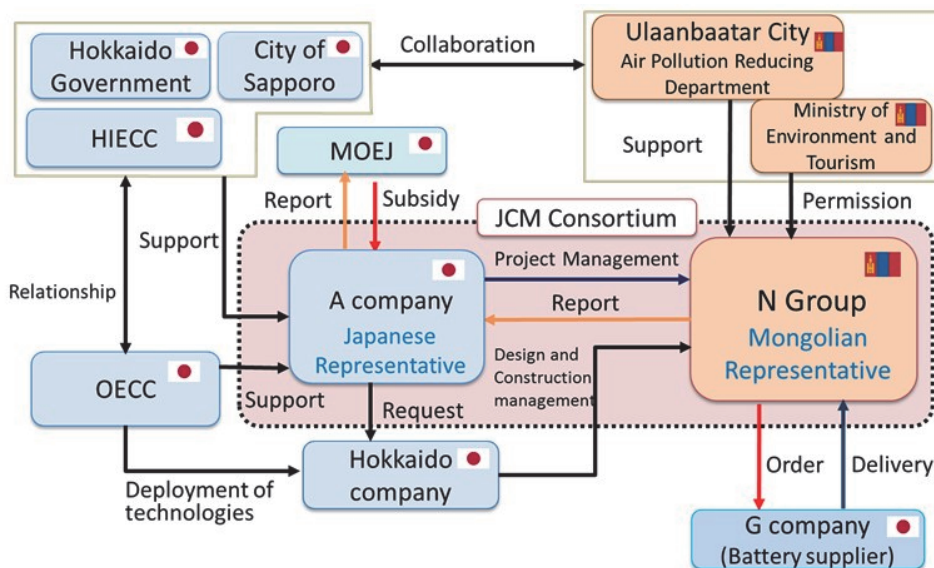


図 2-16 プロジェクト実施体制図

② 客先及びパートナー等の財務体制

N 社はモンゴルのインフラ投資会社。傘下に電気通信事業、航空事業、従来型エネルギー事業や自然エネルギー事業などを担うグループ企業を有する。

モンゴルにおける自然エネルギー開発のリーダーであり、モンゴル初の事業用ウィンドファーム「サルヒットウィンドファーム」(出力規模 50MW) を建設・運営している。

以上のように、モンゴル国内における優良企業であることは確かであるが、本プロジェクト形成における課題があり、財務諸表を入手するまでに至っていない。

③ 蓄電池の活用方法の検討

N 社のような民間企業では、収益性を重んじるあまり、NAS 電池の導入に難色を示した。

従い、エネルギー省などの公的機関を巻き込み、国としてのエネルギー政策の中で、蓄電池の導入が出来ないかを模索した。

12 月の第二回現地調査に元エネルギー省の幹部と面談した。モンゴルの昼夜の電力需給のギャップ (300MW) の問題はエネルギー規制委員会の訪問時にも話題になっ

た。この問題の解消の手段として大容量蓄電池の導入は必須と考えている人間が居ることも確かである。

現状のモンゴルの経済状況を考えると、すぐに動き出すことはないと思われるが、地道な関係省庁と関わりを深めて、少しでも前進するようにしたい。

④ 許認可手続きの確認

③にて記述したように、国としてのエネルギー政策をウォッチしつつ蓄電池導入を推進していきたい。

⑤ 設備のサポート体制の検討

本案件ではサポート体制の構築までには至らなかった。他の案件の状況をみながら、現地代理店や蓄電池の納入ルートを検討する。

⑥ 事業性および経済性の検討

先に述べたように、年間運転データをもとに本案件での導入する蓄電池の容量を検討した。その結果容量が最大で 100MW となることが判明した。蓄電池の導入コストは 3,000USD/kW であるので、事業性が低いとの判断となった。精査していないが、必要な容量の 10%(10MW)を導入するケースでも投資額は 30million USD となり、事業性及び経済性は厳しいと思われる。また電池の寿命(約 15 年)を勘案すると、サポートにかかる費用も負担となる。現状では政策的な導入以外に具体化の方策はないとの結論に達した。

(3) CO2 削減量の検討

本件での CO2 削減量の考え方を以下に示す。

- 夜間電力(22時から翌朝6時まで)の8時間の風力発電を蓄電池で貯蔵し、昼間の6時間に放電する。
- 夜間に貯蔵される電力は 10MW とする。これは夜間にサルヒット発電所の出力が容量(50MW)の20%程度に制限されるため。
- 貯蔵された電力は第4火力発電所(CHP-4)の発電量を代替する。代替した電力分は CHP-4 で発電のため消費される石炭から発生する CO2 量を削減する。
- CHP-4 による石炭消費量は、最も効率のよい7号発電機(2014年稼働、120MW)で出力するための値とする

以上の考え方にに基づき、以下の値を用いて CO2 削減量を計算する。

- Emission factor of coal /EF_{coal,c} : 0.0258 [tC/GJ] (IPCC default value)
- Heat calorific value of coal /HCV_{coal} : 3,500 [kcal/kg]

- Specific calorific value of coal /SCV_{coal} : 3,500 kcal/kg×4.2 GJ/kcal = 14.7 GJ/ton
- Emission factor of coal /EF_{coal,CO2} = 14.7×0.0258×44/12 = 1.39kgCO₂/kg
- Yearly CO₂ emissions by coal consumption /RE_{CO₂,coal} = 88,800×1.39 = 123,430tCO₂
- Yearly CO₂ emissions by project /PE_{CO₂,coal} = 73,920×1.39 = 102,749 tCO₂

Data of Grid Emission Factor: 0.797 tCO₂/kG (Mongolian default value)

Yearly Electricity Discharge to Grid: 10 MW×6 hours/day×300[days/y] = 18,000 MWh/y

Reference Emissions (RE_y)

$$RE = 18,000 \text{ MWh/y} \times 0.797 \text{ tCO}_2/\text{MWh} = 14,346 \text{ tCO}_2/\text{y}$$

$$RE_y = RE_{CO_2,coal} + RE = 123,430 + 14,346 = 137,776 \text{ tCO}_2$$

Project Emissions (PE_y)

$$PE_y = PE_{CO_2,coal} = 102,749 \text{ tCO}_2$$

Emission Reductions (ER_y)

$$ER_y = 137,776 - 102,749 = 35,027 \text{ tCO}_2$$

(4) MRV 方法論の策定・PDD 等の作成

① モニタリングポイント

発電用石炭消費量：CHP-4

送電電力量：蓄電池（電力量計）

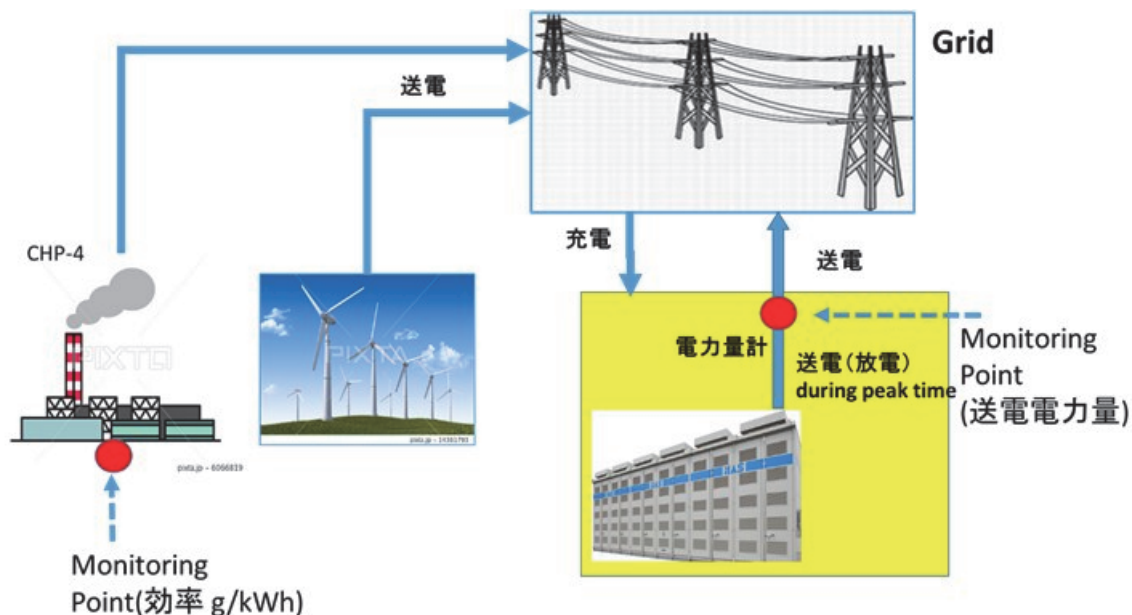


図 2-17 モニタリングポイント

② 蓄電池の充放電パターン

10MW の電力を夜間（8 時間）風力から貯蔵し、昼間（6 時間）放電する。

この繰り返しを年間 300 日行う。

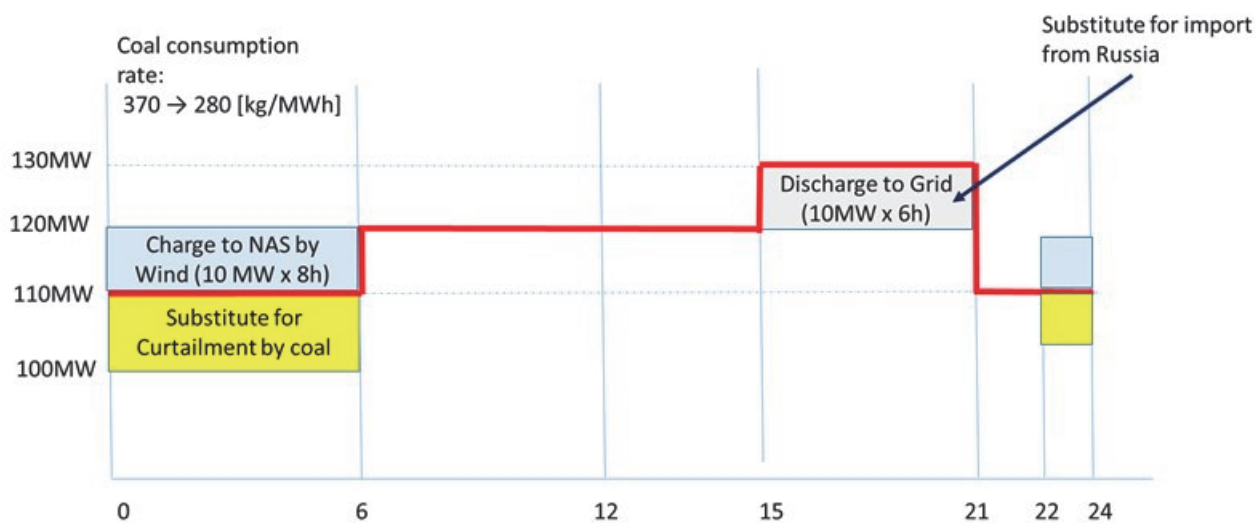


図 2-18 充放電パターン

③ CHP-4 による石炭消費量

最も新しく、発電効率のよい 7 号タービン（2014 年稼動、120MW）で出力する際の石炭消費量とする。

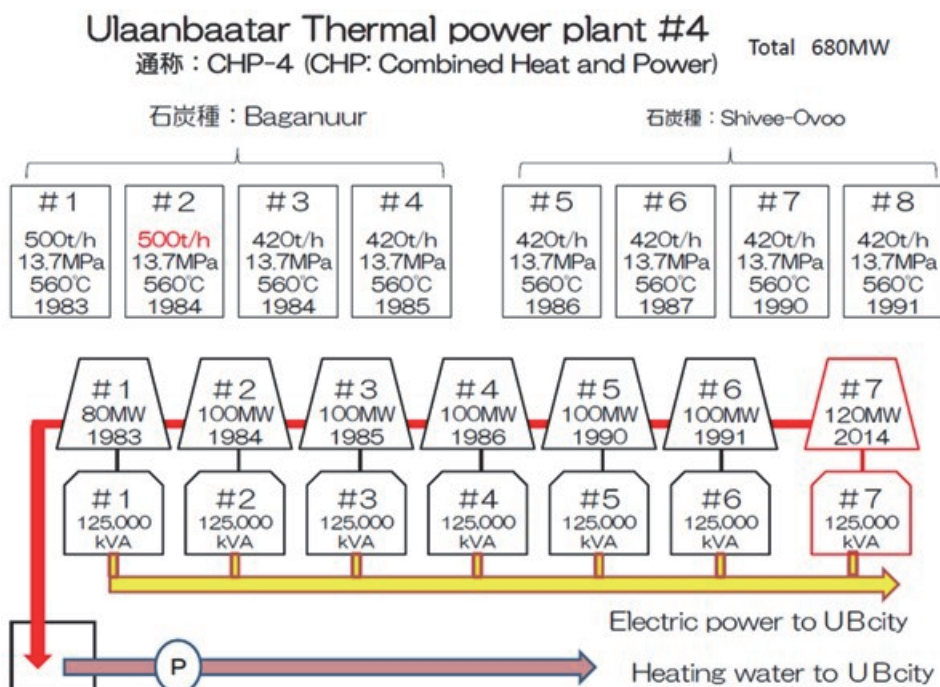


図 2-19 CHP-4 の設備構成

上記を MRV 方法論の策定・PDD 等の作成の際のレファレンスシナリオとする。

(5) 今後の課題

民間企業への NAS 電池導入は、モンゴル国の経済事情を考慮すると難しいと判断せざるを得ない。導入にあたっては、国のエネルギー政策の次元での会話が必要となる。今後エネルギー省などとも協議して、政府の援助で導入の可能性を探っていく。

III. 現地及び国内におけるワークショップ開催

1. 現地（ウランバートル）ワークショップ

(1) ワークショップの目的

二国間クレジット制度（JCM）及び関連事業の紹介及びウランバートル市と北海道／札幌市との都市間連携事業の紹介をウランバートル市の現地関係者に対してワークショップ形式で開催し、JCMの仕組みや概要を身近に解説することで、実施中のプロジェクトへの協力と今後の新規案件形成を目指す。

(2) 講演内容

① スケジュール

日時： 平成28年10月27日（木）09:00～12:00

場所： モンゴル環境観光省(MET)「Khaan」ホール

出席者： モンゴル環境観光省（気候変動&国際協力室、環境保護部、自然保護基金ほか）
ウランバートル市大気汚染削減局、ほかウランバートル市関係機関、企業
札幌市、HIECC、OECC

出席者の詳細は、付属資料を参照のこと

② プログラム

時間	講演題目	発表者
09:00-09:10	挨拶	MET
09:10-09:35	JCM事業と都市間連携調査の概要	OECC
09:35-10:00	環境観光省／自然保護基金によるJCM事業の状況	MET／Nature Conservation Fund
10:00-10:25	ウランバートル市での温室効果ガス削減の課題と対策	大気汚染削減局
10:25-10:40	コーヒープレイク	
10:40-11:05	札幌市における省エネルギー事業	札幌市
11:05-11:30	北海道企業との協力による省エネルギーの実証事業	モンゴル国立大学
11:30-11:40	閉会の挨拶	北海道 (HIECC)

③ 講演概要

1) 挨拶（環境観光省）

- ・ 本年9月にモンゴル最初のJCMプロジェクトの登録が承認され、クレジット発行となった。これに続いて太陽光発電2件の方法論が承認され、設備の建設が進

められている。

- ・ 今回のワークショップで JCM への理解を進め、これらに続くプロジェクトの成立を進めていきたい。

2) JCM 事業と都市間連携調査の概要 (OECC)

- ・ 今回のワークショップ開催の経緯
- ・ JCM の概要と設備補助事業
- ・ 都市間連携調査の概要

3) 環境観光省／自然保護基金による JCM 事業の状況

(MET/Nature Conservation Fund)

- ・ JCM の概要とこれまでのモンゴルでの調査案件の紹介
- ・ MRV の概要と第三者機関 (モンゴルでは NREC が現地機関として登録)

4) ウランバートル市での温暖化ガス削減の課題と対策 (大気汚染削減局)

- ・ ウランバートル市における温暖化ガス削減対策の導入例
- ・ 再生可能エネルギー (太陽光、風力、水力、地中熱、太陽熱) の事例と課題

5) 札幌市における省エネルギー事業 (札幌市)

- ・ 札幌市の紹介 (人口: 約 190 万人、面積はウランバートル市の 1/4)
- ・ 札幌市の温暖化ガス年間排出量の推移
(2006 年から減少傾向、2011 年の震災で増加)
- ・ 省エネルギー対策への取り組み
- ・ 再生可能エネルギーと次世代自動車導入への補助

6) 北海道企業との協力による省エネルギーの実証事業 (モンゴル国立大学)

- ・ 北電力設備工事の蓄熱温風ヒーターの事例紹介
- ・ 太陽熱温水器の試験状況の説明

7) 閉会の挨拶 (北海道 (HIECC))

- ・ HIECC の紹介 (モンゴル語で説明)
- ・ 50 年前の北海道の状況とウランバートル市の比較。
- ・ 環境対策は時間がかかるが着実に進めることで効果が上がる。今後も協力していきたい。

④ 質疑応答

1) 石炭からガスへの燃料転換は有効か (モンゴル水パートナーシップ)

世界の大气汚染改善は段階的に進めてきている。都市の経済状況などでも変わる。モンゴルでは現在ガス燃料が電気の 2 倍、石炭の 4 倍のコスト差があるが、大气汚染改善には長期的にガス転換を進めていく必要がある (環境観光省)

2) 大口の太陽光発電は市として今後も実施するのか。小口の太陽光発電が系統に接続された場合の対応はどう考えているか (エネルギー規制局)

大口は今後も予算が許す限り対応する。太陽光発電は変動が大きいので、平準化対応を進めていく（大気汚染削減局）

3)蓄熱ヒーターのコストはいくらか

2kWで12万円程度で、安いものではない。今後量産すれば価格は下がると思う（モンゴル国立大学）

4)モンゴル国内でこの蓄熱ヒーターを製造することは可能か。

ハイテク製品ではないので、長期的には可能。日本では夜間電力の根差がなくなったので、ヒーターのニーズがほとんどない。製造ラインごとモンゴルに移転できれば可能性はある（モンゴル国立大学）

5)暖房の調節や停止は可能か

蓄熱量によるが連続運転が基本。熱容量を大中小で切り分けることできる（モンゴル国立大学）

(参考) ワークショップの状況



(3) 成果と課題

① 成果

- ・今回のワークショップで、これまで関係していなかった環境観光省ならびにウランバートル市の組織との接触を図ることにより、新たなビジネスチャンスの機会を作ることができた。

- ・ワークショップに関連して、今回の新任の政府関係者や企業に JCM 事業を PR することができた。

② 課題

- ・事業の具体化を希望する機関や企業は今回の出席者以外にも多数あり、さらなる普及活動が必要である。
- ・事業の具体化には日本、特に北海道の機関や企業の参加が望ましい。札幌でのワークショップで、北海道の企業に事業の紹介を行う。

(4) ワークショップに関連した面談、協議

① 環境担当副市長との面談（10月27日）

ワークショップ終了後、ウランバートル市大気環境局のアレンジで、環境担当副市長と意見交換した。意見交換の場には市の大気汚染削減局長、自然環境局長の他、市の環境関係の専門家が同席した。

1) 副市長からの説明

- ・ウランバートル市の人口は 130 万人、郊外からの通勤者を含めると 170 万人が居住している。
- ・ウランバートル市の世帯の半数（19 万世帯）がゲル地区に居住している。ゲル地区の居住環境の改善が喫緊の課題。
- ・2016 年は選挙の年で、政府、市区の議員が多数交代した。これから 4 年間はこれまでと異なる政策を進めていくことになる。
- ・モンゴルは経済不況であるが、環境対策は必須事項と考えており、具体化にあたって協力してもらいたい。

2) OECC からの説明

- ・OECC は 2013 年から本格的にモンゴルの環境改善、特に温暖化ガスの削減対策案件の具体化に向けた取組を行っている。
- ・JCM の設備補助事業による具体化を進めており、モンゴルでは昨年から今年にかけて 3 件の事業を OECC の関与で成立することができた。
- ・今年は北海道と札幌市の都市間連携による事業の成立を進めており、その一つに夜間電力を利用した蓄熱温風暖房機がある。北海道の企業とモンゴル国立大学で連携しており、ぜひ来年度の導入計画に含めてほしい。
- ・また別件の調査で HOB の改良を進めているメーカーのガス焚き温風機も HOB の代替として検討してもらえるとありがたい。

3) 副市長からの回答

- ・これから市議会で環境対策予算の折衝を行う。折衝にあたり、基本的に OECC からの提案は計画に含まれている。

- ・計画にはいくつかの選択肢があるので、OECC の提案の採択にあたっては今後さらに大気汚染削減局と話を進めてほしい。



副市長との面談

② ウランバートル市自然環境局との打合せ

副市長との面談の際に同席していた自然環境局の局長から、JCM 事業について打合せの依頼があった。ワークショップの翌日に、局長に代わって自然環境資源部の部長と意見交換を行った。

1) 部長からの説明

部長から自己紹介及び自然環境資源局の説明の後、市の環境分野における問題と課題の説明があった。

- a) 郊外別荘地（旧社会主義時代に従業員の厚生施設として会社が休暇中の滞在施設を作った）やゲル地区のインフラ（井戸、下水道など）の未整備の問題
- b) 再生可能エネルギー法に規定された系統連系買電引取り制度では、太陽光・風力・水力の 3 分野に限定されている。地熱や熱供給における再生可能エネルギーの利用などは対象外。また、系統連系では 35kV の高圧が求められており、配電系統の 350V まで拡張されていないので、都市部の住宅屋根上の太陽光からの Grid 接続へのインセンティブが働かない。
- c) 配電系統は老朽化が進んでいる。このため、電気式の蓄熱ヒーターが一斉に稼動すると Grid Instability の問題が生じる。
- d) 2050 年には水不足となることが予測されている。市の東部近くでの井戸から地下水をポンプで吸い上げている。これが更に奥地へポンプを移動して水量の確保をしている。CHP-5 の着工が開始できない理由の一つが水の確保、井戸の問題。
- e) 水資源～食物～排泄～分解～土壌...このような自然の循環サイクルの輪が切れており、ゲル地区の土壌汚染問題を誘発している。土壌汚染対策プロジェクトは、米国 Million Development Fund で自然環境局に支援している。

2) 意見交換

- JCM の都市間連携の説明 (OECC)
- 札幌市の下水処理システムの説明 (札幌市)
 - 下水道は 99.8%整備済み。93 万世帯をカバーし、10 ヶ所の下水処理施設がある。平均すると 10 万戸に 1 つの下水処理場がある。札幌市の面積は 1,120m²、水洗化比率は 99.9%。
- 下水処理問題について (自然環境局)
 - ウランバートル市の下水処理の問題は、施設の改良・省エネ化と郊外のゲル地区等の下水処理システムの構築の 2 面ある。
- 排水処理システムの提案事例 (OECC)
 - OECC ではエルデネットでの排水処理システム設置により、井戸からの取水動力を削減することで温暖化ガスの削減ケースを検討した

3) JCM 案件の可能性

a) 下水処理システム

- 空港地域のマンション開発が進められており、既存の下水処理システムとは連結していないと思われるので、このような Stand Alone の下水処理システムへの JCM 化は検討できるのではないか
- 市の下水処理システムの計画を自然環境局で調査する

b) 排気ガス対策

- 大気汚染の原因として車の排気ガスの問題もある。車検は 1 年おきに実施しているものの、排気ガスの試験測定自体が未整備である。車検の検査場の建設と排ガス測定方法の確立が必要か。
- OECC では過去に電気自動車の導入による JCM プロジェクトの可能性を検討した。

c) REDD+

- 自然環境局で市内の川沿いに 4,000ha の緑化計画がある
- 緑化計画は別の部署で担当しているが、REDD+の適用を検討してほしい。
(本件はモンゴル環境観光省に担当者があるので相談してほしいと回答済み)

d) ごみ処理

- ごみは現在すべて埋め立て処分である。処分場は市の北西と南東の 2 ヶ所。北西側に市内 4 地区から日量の 80%が運び込まれている。
- 北西の処分場ではごみのバイオマス化の計画があるようだ。
- ごみ発電はミャンマーで JCM プロジェクトの実績があるが、モンゴルでは規模的に採算が合うか検討する必要がある。

③ ウランバートル市長との面談

モンゴルの有力企業の社長のアレンジで、市長との面談を行った。概要は以下の通り。

1) 社長からの説明

- ・ウランバートル市では市中心部への地下鉄の建設計画があると聞いている。
- ・地下鉄は建設コストが高く、建設期間が長い。それに比べて路面電車は安いコストで短期間に建設できる。
- ・先月札幌で北海道（HIECC）と会い、札幌市とともにウランバートルに来ることを知ったので、面談をアレンジして市長への説明を依頼した。
- ・市長が路面電車の建設に興味があるなら、札幌市に協力の手紙を書いて送ってほしい。

2) 札幌市の路面電車の状況説明

- ・北海道（HIECC）と札幌市から、現在の路面電車の総延長、運用やメンテナンスの状況等について説明した。

3) 市長からの回答

- ・路面電車の建設は大いに興味がある。とてもよい案だと思う。
- ・ADB と 10/31 バス専用軌道（BRT）の建設プロジェクト（5000 万ドル）について協議を行う。可能であれば BRT に路面電車を走らせたいが、ADB と協議する必要がある。
- ・路面電車の敷設を円借款などで援助する可能性はあるか。
- ・札幌市への協力依頼は来週にも送ることは可能だが、どこへ送ればよいか。

4) 札幌市からの回答

- ・協力依頼はまず「冬の都市市長会」の事務局に送ってほしい。
- ・今回来ているメンバーは本件についての回答できる立場ではないし、札幌市の関係先（国際部や交通部など）にまだ話をしていない。
- ・いきなり手紙が来ても関係先は困惑するだろうから、今回の出席者が来週早々に本件を説明しておくので、送付は少し待ってほしい。
- ・札幌市としても協力できることはしたいので、詳細は別途ウランバートル市と協議したい。

5) 今後の対応

- ・路面電車の導入の可能性はウランバートル市と札幌市で協議してもらおう。
- ・円借款等の資金援助の可能性は、札幌市から JICA 等へ問合せをお願いする。
- ・本件の JCM 事業の適用は、バスのディーゼル燃料とモンゴルの電力の CO2 排出係数が逆転しているため、燃料の代替案件とするのは難しい。
- ・ウランバートル市の都市計画は、アルメック VPI が経産省等から受託して調査を行っているので、路面電車の導入可能性について意見交換する。



市長との面談

2. 国内（札幌）ワークショップ

(1) ワークショップの目的

本年度に調査を実施していくにあたり、以下の点が課題であると認識した。

- ・北海道の団体（企業や研究機関等）が有する寒冷地の環境対策技術の把握の不足
- ・北海道の団体への JCM 事業の普及活動の不足
- ・モンゴル側が要望している環境対策技術の PR の不足

以上から、自治体の協力を得て札幌でワークショップを開催し、団体との関係構築や直接の意見交換を行うこととした。

(2) 講演内容

① スケジュール

日時： 平成 29 年 1 月 20 日（金） 13:30～15:30

場所： 北海道札幌市 TKP 札幌ビジネスセンター カンファレンスルーム

出席者： 北海道、札幌市、HIECC、ウランバートル市の関係者、北海道の一般企業、
団体

出席者の詳細は、付属資料を参照のこと

② プログラム

時間	講演題目	講演者（敬称略）
13:30	開会	HIECC
13:33	JCM 制度と都市間連携調査の概要	OECC
14:30	JCM 事業によるモンゴルへの蓄熱暖房機の導入の可能性について	北電力設備工事(株)
14:50	寒冷地の技術による JCM 事業の可能性	北電総合設計(株)
15:10	総括質疑	進行：HIECC
15:40	閉会	

③講演概要

a) 開会（HIECC／吉村）

- ・当初予定のウランバートル市大気汚染削減局の Delgerekh 局長の講演は中止となった。理由はウランバートル市の大気汚染の緊急対応で不参加となったため。
- ・Delgerekh 局長の講演資料は届いているので、OECC／西村が代理で説明する。
- ・今回はウランバートル市の自然環境局の Bolortuya 部長が参加されているので、OECC の講演の後にご挨拶頂く。

b) JCM 制度と都市間連携調査の概要 (OECC/西村)

以下について説明を行った。

- ・今回のワークショップ開催の目的
- ・JCM の概要と設備補助事業
- ・都市間連携調査で進めている案件の概要
- ・ウランバートル大気汚染削減局の説明資料 (大気汚染の現状と対策)

c) 挨拶 (ウランバートル市自然環境局/Bolortuya)

d) JCM 事業によるモンゴルへの蓄熱暖房機の導入の可能性について (北電力設備工事/伏木)

以下について説明を行った。

- ・北電力設備工事の会社概要
- ・モンゴルとの関わりについて
- ・蓄熱暖房設備とは
- ・モンゴルへの蓄熱暖房設備導入の可能性について

e) 寒冷地の技術による JCM 事業の可能性 (北電総合設計/篠原)

以下について説明を行った。

- ・寒冷地の技術と JCM 事業を結びつけるもの
- ・具体的な寒冷地技術の紹介

f) 総括質疑 (進行: HIECC/吉村)

- ・質疑の内容は下記

g) 閉会の挨拶 (HIECC/吉村)

④総括質疑

a) 寒冷地以外で JCM 事業となる技術はあるか (エルコム/前田)

今回の技術紹介は寒冷地で有効な技術の紹介をテーマとした。寒冷地以外でも有効な技術では、飲料工場の加熱冷却ラインへのヒートポンプ導入技術などがある

(OECC)

b) 鶏糞のガス化発電の方式は (セテック/鏡)

当初はメタン醗酵で発生するガスで発電する方式を目指したが、種々の理由で断念した。現在は鶏糞の炭化の際に発生する熱を利用したバイナリ発電を提案している

(OECC)

c) 北電力設備工事のモンゴルでの建設系の実績はあるか (積水化学北海道/井出)

まだ実績はない。モンゴルの経済情勢が好転すれば、建設会社とともに参加する可能性はある (北電力設備工事)

d) 今回の JCM 候補案件の具体化にあたっての注意事項は

例えば太陽光発電の案件では、日本側事業者はすでにモンゴルで設備補助事業の実績がある。事業を実施するにあたって、モンゴル政府との許認可や電力購入契約などのクリアすべき事項はあるが、スムーズに実施されると思う。あとはモンゴル側と日本側の協力体制が確立すれば、来年度初めの事業申請もありうる（OECC）

(3) 成果と課題

(成果)

- ・ 今回のワークショップで、北海道の機関及び企業に JCM 事業の説明ならびに事業の可能性の検討をお願いすることができた。
- ・ 参加者から活発な質疑があり、事業を進めたいとの意欲を感じた。

(課題)

- ・ 自治体からも要望されたが、本件を継続的に進めることが事業化につながる。引き続き調査を進められるよう努力する。
- ・ 事業の具体化による日本の技術の伝承も必要だが、人的な交流も積極的に行ってほしいとの要望があった。今後の調査で訪日研修等の実施を検討する。

(参考) ワークショップの開催状況



(4) ワークショップに関連した面談、協議

ワークショップに合わせて、昨年 10 月に札幌で実施したイベントでも説明を受けた北海道熱供給公社の中央エネルギーセンターを訪問し、バイオマスによる温水供給の状況について説明頂いた。

出席者：北海道 環境生活部、北海道熱供給公社（3名）

ウランバートル市自然環境局、HIECC、OECC

① 中央エネルギーセンターの概要

- ・ 1971 年に札幌市の都心地域の地域暖房設備として運転を開始
- ・ 当初は石炭焚きボイラーが主体だった。1986 年から灯油や天然ガス焚きのボイラーを増設し、現在はこれらのボイラーからの熱供給が主体。
- ・ 石炭焚きボイラーはバイオマスを混ぜていたが、2009 年からバイオマスのみの燃焼とした。

② バイオマスボイラー

- ・ ボイラーはストーカー（移動炉床）による燃焼方式。
- ・ ボイラーの燃料は木質バイオマスで、建設廃材、間伐材や木材加工時の枝など。
- ・ 発生熱量は 113GJ/h、バイオマスの消費量は 5t/h。
- ・ バイオマスは水分が多いので、熱量の調整用として天然ガスボイラーを備えている。
- ・ 温水は 190℃で供給、100℃で戻り。これは温水配管の直径と供給熱量で決まる。

(質疑)

- ・ バイオマスはどこから調達しているか
 - 札幌市周辺の建設業者、製紙会社、セメント会社などから調達している。セメント会社には燃焼灰を有償で供給している。
- ・ バイオマスの調達は十分か
 - 年間で約 4 万トン进行調達している。札幌市周辺で年間 10 万トンの建設廃材が発生する。これ以外にも間伐材などの発生があるので、現状では十分である。
- ・ バイオマスによる発電は検討しているか
 - 敷地が狭く、発電設備を増設するのは難しい。また周辺に住宅があり、環境対策の点から検討はしていない。

(参考) 視察の状況



バイオマス（建設廃材が主体）



ボイラー燃焼部（日立造船製）

IV. 会議への出席と発表

1. JCM 都市間連携セミナー（北九州）

(1) セミナーの概要

① 札幌でのイベント開催

北九州セミナーの前後で、ウランバートル市の関係者と都市間連携先への訪問とイベントの実施を行うことが計画された。北海道庁（HIECC）で開催されたイベントならびに質疑の概要は以下の通りである。

日時： 2016年10月18日（火）13:00～15:00
場所： 北海道庁別館／HIECC（北海道国際交流協力センター）12階会議室
出席者： ウランバートル大気汚染削減局
モンゴル国立大学
北海道 環境生活部、政策部国際局（2名）
札幌市 （2名）、HIECC（2名）、OECC

プログラム

時間	講演題目及び講演者（敬称略）
13:15-13:25	挨拶 OECC 出席者紹介
13:25-14:00	地中熱ヒートポンプをはじめとする道内の省エネルギーの取り組み 北海道立総合研究機構
14:00-14:20	札幌市都心地域における地域熱供給について 北海道熱供給公社（2名）
14:20-14:40	Q & A and discussion
14:40-14:45	閉会の挨拶 北海道



講演者（工業試験場及び熱供給公社）



質疑応答風景

1. 地中熱ヒートポンプをはじめとする道内の省エネルギーの取り組み

(1) 水平再熱式地中熱ヒートポンプ暖房システムについて

- ・地中熱ヒートポンプの利点と課題（短工期だが、温度差は10℃程度）
- ・研究の概要（樹脂製の熱交換器と浅い部分（1.5～2m）への埋設）
- ・樹脂製柵状地中熱交換器の概要
- ・実験住宅における採熱実験

(2) 温泉地域による給湯予熱システムについて

- ・温泉熱利用研究の背景（未利用泉や使用後の排湯の利用）
- ・従来の熱交換器(金属製、樹脂製円形)の課題
- ・樹脂製柵状熱交換器の概要
- ・温泉施設における給湯予熱システムの概要と熱回収実験

(質疑)

- ・熱交換器の埋設に要する時間はどの程度か → 重機があれば数時間で終了する。
- ・樹脂性柵状熱交換器は、今回紹介した会社以外はできないのか。
→ 特許等を押さえていると聞いている。

2. 札幌市都心地域における地域熱供給について

(1) 札幌市都心地域における熱供給

（中央エネルギーセンターは190℃で供給、100℃で戻り）

(2) コージェネを活用した取り組み

(3) 未利用エネルギー等の活用（温冷水だけでなく、融雪水（45℃）も供給）

(4) エネルギーの面的展開による効果

(5) 札幌市都心地域の今後の取り組み（エネルギー供給地点を増やす）

(質疑)

- ・エネルギー供給地点の増加箇所は決定しているのか
→ 1ヶ所は決定している。他の地点は大規模な建設計画があった場合に打診する。
熱供給プラントは10万㎡以上の敷地がないと設置は難しい。
- ・設置には自治体の指導は行われないのか → 公社から民間に設置の可能性を依頼するやり方。

(成果)

- ・地中熱ヒートポンプは積水化学がウランバートルで実施した例がある。
- ・今回は北海道立総合研究機構と公的機関で、設備補助事業の日本側の代表事業者となってもらえる可能性がある。
 - ・地域熱供給はウランバートル市の中心部で実施していて、今後の熱供給地域拡大の際にシステムの導入の可能性がある。

② 北九州セミナー

札幌で開催されたイベントの後、北九州市に移動してセミナーに参加した。スケジュールとプログラムは以下の通りである。

日時： 2016年10月20日（木）09：30～17：40
 場所： リーガロイヤルホテル小倉「オーキッド」（北九州市小倉北区）
 出席者： 環境省 国際協力室 水谷室長、小澤専門調査員、佐井専門調査員
 モンゴル、インドネシア、ベトナム、タイ、ミャンマー、カンボジア、マレーシアの関係者
 都市間連携日本側関係者（神奈川県、横浜市、川崎市、福島市ほか）
 IGES（地球環境戦略機関）北九州アーバンセンター
 北海道 政策部国際局、OECC

プログラム

時間	講演題目
09:30-09:35	開会挨拶 環境省／水谷室長
09:35-10:10	JCM 都市間連携事業及び JCM 資金支援スキーム
10:10-10:50	JCM 事業の案件化事例（北九州市、横浜市）
10:50-11:05	Coffee Break
11:05-11:45	一般廃棄物処理における技術選択と予算化 北九州国際技術協力協会 竹内技術協力部長専門員（前北九州市環境局）
11:45-12:30	平成 28 年度都市間連携事業に参加の海外自治体の取組事例紹介（その 1） （カンボジア（2 例）、インドネシア、マレーシア）
12:30-13:30	昼食
13:30-14:30	平成 28 年度都市間連携事業に参加の海外自治体の取組事例紹介（その 2） （モンゴル、ミャンマー（2 例）、タイ、ベトナム）
14:30-15:40	ディスカッション 1「調査実施の状況及び事業化等における課題」 （北海道、福島市、神奈川県及び関係者）
15:40-16:00	Coffee Break
16:00-17:30	ディスカッション 2「調査実施及び事業化等における課題と解決策」 （川崎市、横浜市、北九州市及び関係者）
17:30	閉会の挨拶

(2) 発表内容

ウランバートル市の環境関係者として、大気汚染削減局とモンゴル国立大学に参加頂いた。

「海外自治体の取組事例紹介」で説明した内容は以下の通り。

「ウランバートル市の大気汚染状況」（大気汚染削減局）

- ・ウランバートル市の大気汚染原因
- ・ばいじんのモニタリング
- ・大気汚染状況の推移

国内自治体として、北海道に代表として参加頂き、「調査実施の状況及び事業化等における課題」にOECCとともに説明頂いた内容は以下の通り

「札幌市都心地域における地域熱供給について」

- ・調査実施の背景
- ・調査体制と調査対象（3セクター）
- ・北海道及び札幌市での実施事例

今回は最初の参加で事業化の事例がないこともあり、モンゴルに関する質問はなかった。

(3) セミナーでの成果と感想

(成果)

- ・今回のワークショップで、他国での自治体連携の状況や具体的な事例等の情報を得ることができ、今後の案件への対応への参考となった。
- ・各自治体の対応体制について意見交換ができた。

(感想)

- ・各国や自治体の発表原稿枚数が多く、また原稿中の記載内容も多いので説明が早口になり、すべての内容の聞き取りや理解をするのは厳しかった。
- ・各国の発表では、都市間連携事業への期待からか要望事項が多かった。各自治体がこれらの要望に対応するのは難しいと感じた。
- ・具体化の事例でも、日本企業の現地法人への対応が主体とならざるを得ないという意見があった。

2. JCM 都市間連携セミナー（東京）

(1) セミナーの概要

東京／新橋で開催された環境省主催の都市間連携調査のセミナーに、モンゴル／ウランバートル市の関係者とともに参加した。今回は午前が非公開、午後が公開セミナーであった。午前のセミナーでは2グループに分かれ、本年度の案件の進捗状況が報告された。午後は自治体によるパネルディスカッションを行った。

日時： 2017年1月23日（月）09：00～11：00、14：00～17：00

場所： TKP 新橋カンファレンスセンター（午前）

イイノホール&カンファレンスセンター（午後）

出席者： 環境省 国際協力室 水谷室長、小澤専門調査員、佐井専門調査員
 モンゴル、インドネシア、ベトナム、タイ、カンボジア、ミャンマー、マレーシア関係者
 都市間連携日本側関係者（神奈川県、横浜市、川崎市、福島市ほか）
 IGES（地球環境戦略機関）北九州アーバンセンター
 北海道 政策部国際局、札幌市 経済観光局、OECC

プログラム

午前（非公開セミナー）

時間	講演題目	
09:00-09:05	主催者挨拶 環境省／水谷国際協力室長	
09:05-09:10	会場移動（グループ B は別室へ）	
09:10-10:10	第1部：案件報告会	
	グループ A ・カンボジア／シェムリアップ市 ・インドネシア／バリ州 ・ミャンマー／エーヤワディ管区 ・タイ／ラヨン県 ・カンボジア／プノンペン郡 ・ベトナム／ハイフォン市 ・マレーシア／イスカンダル開発区	グループ B ・インドネシア／バタム市 ・ミャンマー／ヤンゴン市 ・タイ／バンコク都 ・モンゴル／ウランバートル市
10:10-11:30	Coffee Break	
10:30-11:00	第2部：資金支援スキームの概要説明 ① 設備補助事業 Global Environment Centre Foundation／Mr. Bannai	

	② JCM 日本基金 (JFJCM) Asian Development Bank / Mr. Teshima ③ 緑の気候基金 (GCF、Green Climate Fund) Mitsubishi UFJ Morgan Stanley / Mr. Maruyama
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

午後 (公開セミナー)

14:00-14:10	主催者挨拶 環境省 / 梶原地球環境審議官
14:10-14:25	都市間連携を活用したアジアの都市の低炭素化を進める取組 (環境省 国際協力室 佐井専門調査員)
14:25-15:00	アジアの都市の低炭素化を進める資金支援スキーム及び事例の紹介 ① 設備補助事業 ② JCM 日本基金 (JFJCM) ③ 緑の気候基金 (GCF)
14:25-15:50	第1部「都市間連携事業の参加都市による取組事例紹介」 ① インドネシア / バリ州 (東京都) ② タイ / ラヨン県 (横浜市) ③ ミャンマー / エーヤワディ管区 (福島市) ④ ベトナム / ハイフォン市
15:50-16:00	Coffee Break
16:00-17:20	第2部「パネルディスカッション」 国内自治体：北海道 / 札幌市、川崎市、神奈川県、北九州市 海外自治体：ウランバートル市、ラヨン県
17:20	閉会の挨拶

(2) 発表内容

- 午前

OECC で説明した内容は以下の通り。

- ・ 今回の調査で実施した内容 (調査及び面談)
- ・ 3 セクター (再生可能エネルギー、省エネルギー及び廃棄物処理) の提案案件
- ・ 提案案件の状況と今後の取組

- 午後

国内自治体として北海道と札幌市、海外自治体としてウランバートル市の自然環境局に代表として参加頂き、以下のポイントについて発表頂いた。

- ・ 自治体の政策における JCM 案件形成調査の位置づけ
- ・ 今年度の案件形成調査の活動を振り返って見えてきたこと
- ・ 都市間連携の意義、自治体にとってのメリット、課題と対応策

(3) セミナーでの成果と感想

(成果)

- ・ 今回のワークショップで、以下のことを各国の自治体から直接聞くことができ、今後の案件への対応への参考となった。
 - 自治体連携における支援の考え方
 - 計画作りにあたっての注意事項（高すぎる目標を作らない）
 - 地元の民間企業への支援組織や活動
- ・ 各自治体での JCM プロジェクトへの取組状況について把握できた。

(感想)

- ・ 今回は具体的な事例紹介が主で、発表はほとんど日本側から行われた。内容は比較的わかりやすかったが原稿の枚数が多く、限られた時間では割愛されていた。
- ・ 原稿は記載事項が多く、一見して記載内容のすべてを把握するのは難しい。後日読んで理解してくれという内容になっている。
- ・ 環境省／水谷課長の以下の意見は共感できるものであった。
 - 各自治体及び関係者は、日本の 50～40 年前の環境を他国で繰り返さないという姿勢で本事業に取り組んでいる。
 - 環境の改善は短期では成果をあげにくい。継続的な支援を必要とする。



午前のセミナーの状況



午後のセミナーの状況



パネルディスカッション