

### 3. 廃棄物の組成・性状等調査

#### 3.1 計画廃棄物質の設定

「平成 27 年度ロシアの 3R 及び廃棄物の適正処理に係る二国間協力に関する調査検討業務」において、モスクワ市北東行政区での家庭からの排出廃棄物を分析しており、その結果は以下のとおりである。

表 3-1 平成 27 年度調査における廃棄物性状分析結果(三成分と低位発熱量)

採取日	水分 (%)	灰分 (%)	可燃分 (%)	低位発熱量 (MJ/kg)
12 月 21 日	42.33	18.34	39.33	7.74
12 月 22 日	38.30	25.20	36.50	7.41
12 月 24 日	42.46	20.98	36.56	7.14
12 月 25 日	38.04	19.60	42.36	8.47
平均値	40.28	21.03	38.69	7.69

このデータは、当該事業の基礎データに資するものであるが、4 検体の分析結果であり、廃棄物質の季節変動等を考慮するには十分とはいえない。

一方で、本調査においては、モスクワ市で実際に稼動しているプラントの設計に用いた廃棄物質データを入手し、これらを以下に示す。

表 3-2 モスクワ市既存工場の計画廃棄物質

項目		春季	夏季	秋季	冬季
可燃分の元素組成 (%)	C	21.02	21.57	15.60	21.18
	H	2.78	2.86	2.02	2.80
	N	0.61	0.62	0.43	0.61
	O	16.12	16.01	11.40	16.26
	S	0.18	0.19	0.14	0.18
	Cl	0.50	0.50	0.50	0.50
	計	41.21	41.75	30.09	41.53
水分 (%)		36.59	35.15	50.63	36.20
灰分 (%)		22.20	23.10	19.28	22.27
合計 (%)		100.00	100.00	100.00	100.00

このデータを用い、低位発熱量を求めるために、三成分の式を用いる。

$$\text{低位発熱量 } H_u \text{ (kJ/kg)} = \alpha \times (\text{可燃分}\%) - 25 \times (\text{水分}\%)$$

ここで、 $\alpha$  : 190~230

係数  $\alpha$  は、各々の廃棄物性状により設定されるが、ここでは、平成 27 年度の調査結果を用いて、以下のとおり  $\alpha = 225$  とした。

$$7,690 \text{ kJ/kg} \doteq 225 \times 38.69 - 25 \times 40.28$$

ここで、左辺と右辺の差異は、8kJ/kgである。

上式を用いて、既存工場の計画廃棄物質を以下のとおり整理した。

表 3-3 既存工場の計画廃棄物質

項目	春季	夏季	秋季	冬季	最小値	最大値	平均値
水分 (%)	36.59	35.15	50.63	36.20	35.15	50.63	39.70
灰分 (%)	22.20	23.10	19.28	22.27	19.28	23.10	21.70
可燃分 (%)	41.21	41.75	30.09	41.53	30.09	41.75	38.60
低位発熱量 (kJ/kg)	8,358	8,515	5,505	8,439	—	—	<b>7,700</b>

上表の平均値を本事業に用いる計画廃棄物質の基準廃棄物質とし、廃棄物データの分布を正規分布と仮定し、80%の信頼区間<sup>11</sup>で低質廃棄物、高質廃棄物を設定する。

計画廃棄物質を、下表にとりまとめた。

表 3-4 計画廃棄物質

	低位発熱量 (kJ/kg)	低位発熱量 (kcal/kg)	水分 (%)	灰分 (%)	可燃分 (%)
高質廃棄物	9,600	2,300	30.2	23.7	46.1
基準廃棄物	7,700	1,800	39.7	21.7	38.6
低質廃棄物	5,800	1,400	49.2	19.5	31.3

### 3.2 各種調査結果と計画廃棄物質の検証

#### (1) 元素組成による熱量の試算

既存工場のデータでは、元素組成が既知となっている（表 3-2）。このデータを利用して、Scheurer-Kestner の式を用い、低位発熱量を試算した。三成分の式との比較は下図のとおりである。

<sup>11</sup> 一般的には、施設の経済性を考慮し、90%の信頼区間で設定することが多いが、秋季の低カロリーの廃棄物に対応するために80%とした。

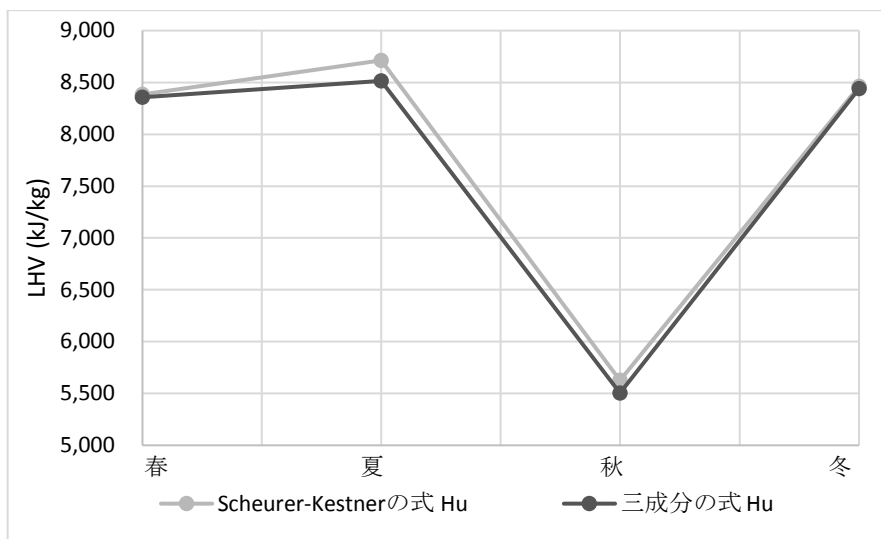


図 3-1 低位発熱量試算結果の比較

各式とも三成分の式と同様の傾向を示し、差異も殆ど無いことが分かる。

(2) 過去の調査結果との比較

ロシアの全国、あるいは都市を対象とした廃棄物性状調査は数多く行われているものの、その殆どが物理組成の調査である。ここでは、平成 27 年度調査の物理組成調査結果を用い試算した低位発熱量を、過去の研究結果から推計した低位発熱量と比較した。

まず、平成 27 年度調査の物理組成調査結果と、低位発熱量の推計値は以下のとおりである。

表 3-5 平成 27 年度調査結果(物理組成)及び熱量推計

品目	重量割合 (%)	低位発熱量 (kJ/kg)
食品廃棄物	24.73	508
紙類	12.44	1,417
草木	2.13	240
繊維	2.67	604
皮革・ゴム	1.36	259
プラスチック類	15.71	3,906
その他容器包装	3.50	420
衛生用品	5.29	390
その他 (未分類)	9.50	
その他	6.70	0
金属等不燃物	15.97	0
合計	100.00	7,744

調査結果での熱量 (7,690kJ/kg) に対し、0.7%の誤差となっている。上表に基づいて、既存の研究結果と以下のとおり比較した。

表 3-6 既存の研究結果との熱量

文献名	著者	低位発熱量の 推計値 (kJ/kg)	備考
Municipal Solid Waste Management in Russian Federation: Status And Perspectives	Sergey Kalyuzhnyi, Department of Chemical Enzymology, Chemistry Faculty, Moscow State University	6,460	1996 年データ (全国)
		7,746	1996 年データ (モスクワ)
		7,463	2001 年データ (Rostov)
Sustainable Development in Russia	Sergei Bobylev and Renat Perelet, Russian-German Environmental Bureau	6,694	2001 年データ (モスクワ)
ロシアのサンクトペテルブルグにおける最適な一般廃棄物処理システム設計と導入による影響評価	ロジオノフ=ミハイル、中田俊彦	6,443	2002 年データ (サンクトペテルブルグ)
Market survey Russia – Waste and Waste Water	EVD international business cooperation	7,407	2009 年データ (全国)
Development of a sustainable Waste Management Concept (WMC) for Khanty-Mansiysk, Russia	Bertram Zwisele et al., ARGUS e.V.	6,084	2010 年データ (Khanty、Mansiysk)
Comparative Analysis of Contemporary Russian and American Solid Waste Management Practices	Maria Liubarskaia, Professor, SaintPetersburg State University of Engineering and Economics	7,069	2010 年データ (サンクトペテルブルグ)
		8,183	2010 データ (全国)
Future of Waste Management in Russian Megacities	Tekes (Finland)	6,709	2013 年データ (モスクワ)
Energy resources recovery on municipal solid waste disposal	N. Sliusar and G. Armisheva, Environmental Protection Department, State National Research Polytechnical	8,357	2013 データ (Perm)

	University of Perm, Russia		
--	----------------------------	--	--

上記では、6,084～8,357kJ/kg と数値に幅があるが、いずれも計画廃棄物質の範囲内に収まっており、統計的な意味は持たないものの、現段階では計画廃棄物質の設定に特段の問題はない。

しかしながら、低位発熱量の幅が広いということは、過剰な設備になる懸念もあるため、基本設計が必要となる次の段階で、更に調査を行うことが望ましい。

#### 4. 現地政府・企業等との連携構築

ロシア天然資源環境省及びモスクワ市との協力関係のもとで、本業務の実現可能性調査に対する承認を天然資源環境省及びモスクワ市より得て調査を実施した。

2016年11月25日に、ロシア天然資源環境省国際協力局のイナモフ局長、モスクワ市の廃棄物を管理する部局であるモスクワ市住宅サービス福祉・再開発局局のピヴォヴァロフ副局長とそれぞれ面談し、業務の実現可能性調査の中間報告を行った。

最終報告は2017年2月10日の“3rd Round Russia-Japan Seminar on Waste Management Exchange Experience”で行った。

## 5. 現地関係者合同ワークショップ等の開催

2017年2月10日、“3rd Round Russia-Japan Seminar on Waste Management Exchange Experience”はロシア天然資源環境省で開催された。ワークショップ開催の目的は、東京とモスクワの相互の廃棄物処理関連の知識と経験を共有すること、本業務の実現可能性調査の結果を発表することである。

ワークショッププログラムは以下のとおりである。

表 5-1 ワークショッププログラム

<b><u>Program</u></b>	
<b><u>3rd round Russia-Japan Seminar on Waste Management Exchange Experience</u></b>	
MoE Russia, February 10, 2017 9.00 Board room	
9.00 – 9.30	<p><b>1. <u>Opening</u></b> <b>Current Situation and Perspective of Russia-Japan Cooperation for Waste Management</b></p> <p><i>Russian side:</i> Ministry of Environment Foreign Relations Department</p> <p><i>Japanese side:</i> Embassy of Japan in Moscow Ministry of the Environment Government of Japan Waste Management and Recycling Department Toyota Tsusho Corporation</p>
9.30 - 10.00	<p><b>Presentation from Japan side</b></p> <p>Russian Federation, Moscow Region Waste to Energy Utilization Integrated Project – Report about F/S for Waste Incineration Plant Reconstruction in Moscow. By Toyota Tsusho Corporation and EX Research Institute Ltd</p>
10.00-10.40	<p>«Establishing waste incineration system» by Clean Authority of Tokyo</p>
10.40-11.00	<p><b>Improving Russian Legislation for Waste Management</b> Ministry of Environment Russia Environmental Protection State Policy Department</p>
11.00-11.10	<p><b>Comments from executive officer of “Clean Country” Association</b> “Improving legislation in the area of waste management. Activity of regional operators”</p>

11.10-11.30	<b>“Green Tariff” for Waste Incineration Plants *cancelled</b> Ministry of Energy electric power development department
11.30-11.50	<b>Waste Management based on Territorial Scheme in Moscow and Waste Incineration Plant Reconstruction Project Status</b> Moscow City Government, Department of housing and communal services and beautification, State unitary enterprise “ECOTECHPROM”
11.50-12.00	<b>Comments from “Khartiya” *cancelled</b>
12:00-12:20	<b>Q&amp;A</b>
12.20-12.40	<b>Closing</b>

ワークショップの参加者は、ロシア天然資源環境省、モスクワ市、ハルティア社、日本大使館等である。

表 5-2 ワークショップ参加者リスト

日本側		
	氏名	所属
1.	—	Embassy of Japan in Moscow, Minister
2.	—	Embassy of Japan in Moscow, Economic Section, First Secretary
3.	—	Embassy of Japan in Moscow, Economic Section, Second Secretary
4.	—	Ministry of Environment Government of Japan Waste Management and Recycling Department, Deputy Director
5.	—	Clean Authority of TOKYO, International Cooperation Division for Waste Management, Manager
6.	—	Clean Authority of TOKYO, International Cooperation Division for Waste Management
7.	—	Toyota Tsusho Corporation, Executive Officer
8.	—	Toyota Tsusho Corporation, Recycling & Environmental Management Department, Project General Manager
9.	—	Toyota Tsusho Corporation, Recycling & Environmental Management Department
10.	—	Toyota Tsusho Corporation, Global Strategy and Management Dept. Emerging Regions Strategy Group, Group Leader
11.	—	Toyota Tsusho Corporation, Global Strategy and Management Dept. Emerging Regions Strategy Group
12.	—	EX Research Institute Ltd., Consultant
13.	—	ANO “The Japan Center”, Director



14.	—	ANO “The Japan Center”
15.	—	Japan External Trade Organization, General Director in Moscow
16.	—	LLC Greenwich +9, Interpreter
ロシア側		
1.	—	Ministry of Natural Resources and Environment, International Cooperation Department, Director
2.	—	Ministry of Natural Resources and Environment, Environmental State Policy and Regulation Department, Deputy Director
3.	—	Ministry of Natural Resources and Environment, International Cooperation Department, Bilateral cooperation section, Deputy chief
4.	—	Ministry of Natural Resources and Environment, International Cooperation Department, Bilateral cooperation section, Consultant
5.	—	Rosprirodnadzor, Supervision, coordination, regulation and licensing activities in the field of air protection, State Supervision in the field of usage and protection of water objects, air and land surveillance, Consultant
6.	—	Moscow City, Economic policy and development department
7.	—	“Clean Country” Association, Executive Officer
8.	—	ECOTECHPROM, General Director/Moscow City Government Department of housing and communal services and beautification
9.	—	Khartiya LLC, Deputy General Director
10.	—	Khartiya LLC, Adviser to General Director in legal questions
11.	—	ECOTECHPROM, Chief engineer
12.	—	Non-commercial Public Organization “Environmental Union”, Chairman
13.	—	“Ecological development technologies”, Deputy Director
14.	—	“Ecological development technologies”, Project Coordinator
15.	—	Public Organization “EKA”, Head
16.	—	Non-commercial Public Organization “Environmental Union”, Chairman
17.	—	Executive Directorate of the Central Council of the All-Russian Society for Nature protection, Executive Director, Orenburg Regional Council VOOP, Chairman

またワークショップにおいて、次のような発言があった。

【発言概要】

- 天然資源環境省 国際協力局：
  - ・経済性分析、IRR 数値改善のためのファイナンス分析が課題。
  - ・テリトリースキームにより廃棄物管理の責任は地方自治体レベルに移管、法律整備が進んでいる。天然資源環境省として今後もプロジェクトをサポートしていく。モスクワ市や地方政府にも支援依頼する。

- 天然資源環境省 環境保護分野国家政策管理局：
  - ・モスクワ市とモスクワ州の関係、廃棄物の流れを考えてプロジェクトを検討する必要あり、市と州、双方のニーズの把握が必要では。
  - ・電気料金についてはエネルギー省との議論が必要。

- 環境省：

今回の会議での指摘を受けて、豊田通商が検討を進めることでプロジェクト実現に向けて前進することを期待。

- 東京 23 区清掃一部事務組合：
  - ・東京では各自治体が廃棄物処理の責任を負っており、都心部で 21 の工場運営を実現している。東京での住民との共存や、環境対策、工場の技術面の仕組みを紹介。

- エコテックプロム社、(モスクワ市住宅公共福祉サービス局兼務)：
  - ・まずは既存工場の改修の検討をすべきではないか。
  - ・経済的なことや、衛生保護ゾーンについては第 2 焼却工場も第 4 焼却工場も同じ状況である。

検討に必要な情報を提供する用意あり。モスクワ市にとって現実的なレベルのタリフであることを期待。

- 環境保護団体（住民代表）：

環境影響や日本での工場運営に対する複数の質問、コメントあり。  
→環境省、東京 23 区清掃一部事務組合から日本、東京の現状を丁寧に説明。

- 豊田通商：

ロシア天然資源環境省、モスクワ市、在ロシア日本大使館、環境省、住民代表へ感謝。  
今回の会議でのコメント、アドバイスをふまえて検討させていただく。

## 6. 廃棄物発電施設・設備調査

モスクワ市での廃棄物管理の調査を継続して行ってきたが、本調査では、具体的な概略設計を実施し、事業可能性についてより具体的な提案をすることを試みた。

我が国の焼却発電プラントメーカーである株式会社 JFE エンジニアリングの傘下にある、ドイツのエンジニアリング企業である Baumgarte Boiler Systems GmbH (BBS 社) による概略設計を行った。

### 6.1 設計諸元

以下のとおりである。

表 6-1 設計諸元

Items	Unit	Value
<b>Project aim</b>		
Electricity generation	[yes/no]	Yes
Steam or heat supply	[yes/no]	No but used only in treatment process
Optimization of cost-structure	[yes/no]	Yes
Avoidance of landfill, material-recycling	[yes/no]	Yes. But as for recycling, only metal recovery from bottom ash is considered
<b>Costumer requirements</b>		
Required steam capacity with parameters (pressure and temperature)	[t/h – bars/°C]	2 x 49.3t/ 50bars/ 420 °C
Required electricity generation	[MW]	20MW
<b>Waste fuel data</b>		
Waste type		Municipal solid waste
Waste composition (see below)		
Waste amount		900t/d 2 x 18.75t/h
Water content (range)	[mass-%(raw)]	30.2-49.2
Ash content (range)	[mass-%(dry)]	19.5-23.7
Calorific value of the fuel, calorific value min. and max.	[kJ/kg(dry)]	5,800-9,800
<b>General project data</b>		
Plant location		55°51'41.44"N 37°34'38.41"E
Site condition, (green or brown field)		Flat and developed, Existing incineration plant is removed before the construction (Not included in the project)
Available space / site dimensions	[m x m]	140m x 160m

Items	Unit	Value
<b>Project aim</b>		
Electricity generation	[yes/no]	Yes
Steam or heat supply	[yes/no]	No but used only in treatment process
Optimization of cost-structure	[yes/no]	Yes
Avoidance of landfill, material-recycling	[yes/no]	Yes. But as for recycling, only metal recovery from bottom ash is considered
<b>Costumer requirements</b>		
Required steam capacity with parameters (pressure and temperature)	[t/h – bars/°C]	2 x 49.3t/ 50bars/ 420 °C
Required electricity generation	[MW]	20MW
<b>Waste fuel data</b>		
Waste type		Municipal solid waste
Waste composition (see below)		
Waste amount		900t/d 2 x 18.75t/h
Water content (range)	[mass-%(raw)]	30.2-49.2
Ash content (range)	[mass-%(dry)]	19.5-23.7
Calorific value of the fuel, calorific value min. and max.	[kJ/kg(dry)]	5,800-9,800
Height above sea level	[m]	159m
<b>Time schedule</b>		
Start of Project	[year]	2017 with various procedures
Start of erection	[year]	2020-2021 after D/D
Time frame of realization (start of erection until hand-over of plant)	[month]	36months
<b>Ambient conditions</b>		
Yearly average temperature	[°C]	6.9
Max. temperature	[°C]	27
Min. temperature	[°C]	-20
Humidity of air	[%]	77
<b>Auxiliary fuels available</b>		
Natural gas	[yes/no]	Yes
<b>Emission limits</b>		
NOx	[mg/Nm <sup>3</sup> dry]	200 as NO <sub>2</sub>
HCl	[mg/Nm <sup>3</sup> dry]	10
SO <sub>2</sub>	[mg/Nm <sup>3</sup> dry]	50
HF	[mg/Nm <sup>3</sup> dry]	1
Dust	[mg/Nm <sup>3</sup> dry]	10
DXNs	[ng/Nm <sup>3</sup> dry]	0.1

To which O<sub>2</sub>-value in flue gas are these emissions related (e.g. O<sub>2</sub> = 11 vol.-%dry)

## 6.2 適用技術

全連続式ストーカ式焼却技術を適用する。現在の第 4 焼却工場も同様の形式である。当該技術を採用した理由は以下のとおりである。

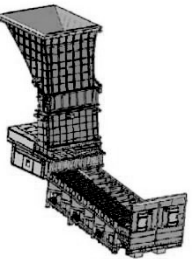
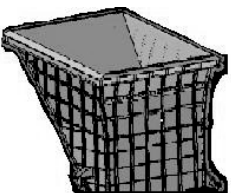

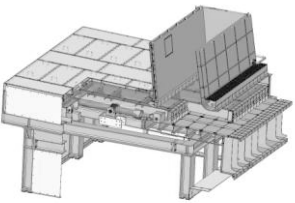
- ✓ モスクワ市で発生する低カロリーの都市廃棄物でも対応が可能。
- ✓ 燃焼工程が比較的長いため、廃棄物質の変動に対応し易い。
- ✓ 日本を含む東アジア、欧州での豊富な実績を有する。

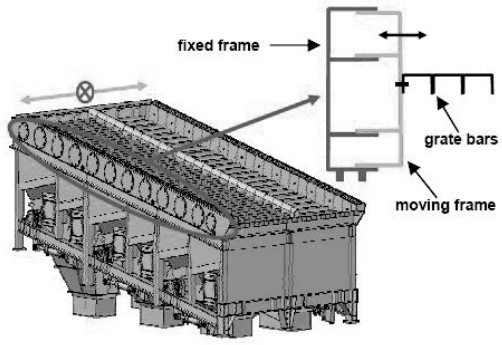
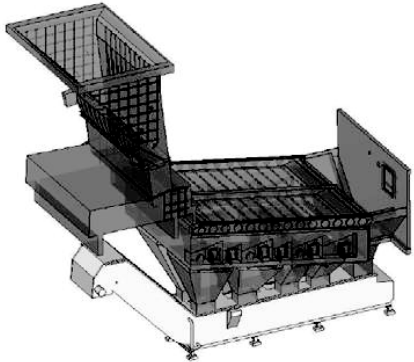
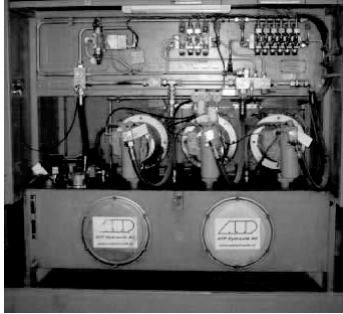
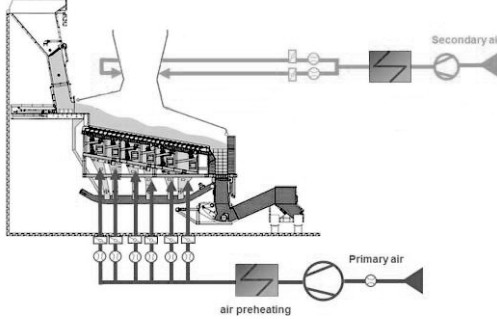
なお、日本特有の技術としては、1960 年代から低カロリー廃棄物の焼却処理を開始しており、技術開発を続けてきた経緯があるため、4.6MJ/kg (1,100kcal/kg) の低カロリー廃棄物から現在の 9.6MJ/kg (2,300kcal/kg) 程度の熱量の廃棄物まで、問題なく燃焼する技術を有していることが強みであり、運転開始後 10 数年経過しても、計画的な維持管理を実践しているため、燃焼・発電の性能が殆ど落ちないことも特長である。

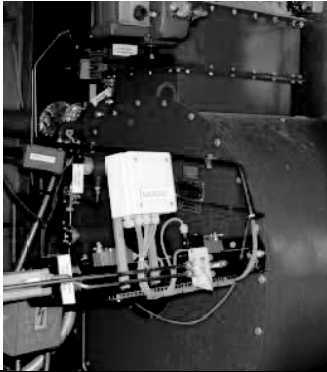
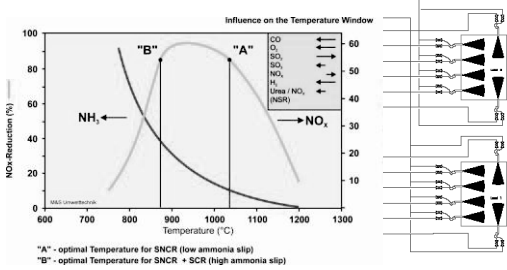
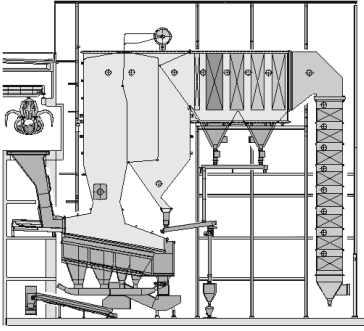
### (1) 使用機器

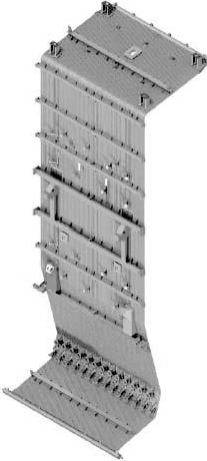
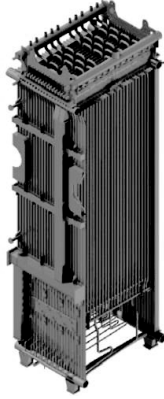
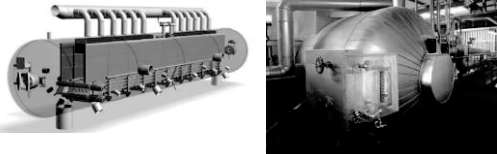

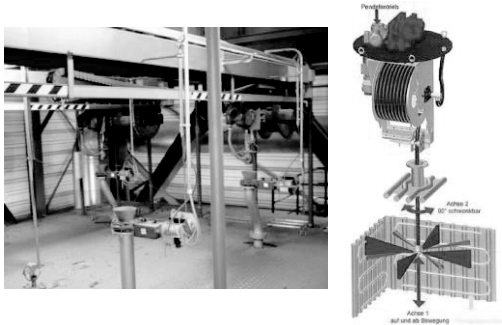
本事業で想定した、主要設備の概要を以下のように示す。

表 6-2 主要設備


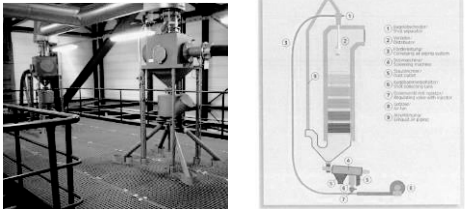

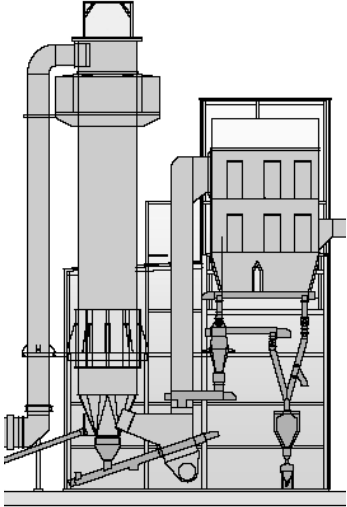
	設備・システム	図
1	火格子燃焼	
1.2	廃棄物ホッパー Inclination of walls of waste hopper supports the waste flow and enable continuous supply of material	
1.3	廃棄物送り軸の下部 double-walled water cooled	
1.4	廃棄物は送り軸から火格子への移動 hydraulically driven pusher, with variable speed depending on firing capacity.	

<p>1.5</p>	<p>火格子</p> <p>Air-cooled moving grate covered with movable and fixed grate bar rows in changing order. In longitudinal direction each line is divided into three separate grate zones.</p> <p>Each zone is equipped with its own hydraulic drive unit, so the grate speed can be adapted individually to the composition of the waste.</p>	
<p>2</p>	<p>ボトムアッシュ搬送システム</p> <p>A steel plate conveyor underneath the grate transport the bottom ash and a part of boiler ashes to the discharge system.</p> <p>The enclosed and water-filled conveying system serves the purposes of transporting residues and dividing the air between combustion chamber and boiler house.</p>	
<p>3</p>	<p>火格子燃焼用の水利システム</p>	
<p>4</p>	<p>燃焼用空気システム</p> <p>The primary air is supplied with a fan, which is installed in the boiler house. For the combustion of fuel with low net calorific value an air pre-heater is required. The primary air is preheated with bleed steam from the steam turbine up to the desired temperature.</p> <p>The secondary air will be extracted below the boiler house roof and conveyed into the combustion zone by a fan. The secondary air ensures a</p>	

	complete burn out of still unburned gases and forms a homogeneous flue gas flow when leaving the combustion area.	
5	点火・予備バーナー Burner management system (BMS): 1) start from cold condition with blocking the waste fuel supply until operating temperature is achieved; 2) support firing switches on automatically if the flue gas temperature falls below the temperature limit value of 850 °C (retention time of >2 sec)	
6	NOx 浄化システム(SNCR) The Selective Non Catalytic Reduction process is based on a controlled injection of additive (ammonia) into a defined temperature range of the flue-gas flow, converting nitrogen oxides into nitrogen and oxygen.	 <p>Influence on the Temperature Window</p> <p>NO<sub>x</sub>-Reduction (%)</p> <p>Temperature (°C)</p> <p>NH<sub>3</sub> →</p> <p>← NO<sub>x</sub></p> <p>"A" - optimal Temperature for SNCR (low ammonia slip) "B" - optimal Temperature for SNCR + SCR (high ammonia slip)</p> <p>CO O<sub>2</sub> SO<sub>2</sub> NO<sub>x</sub> H<sub>2</sub> NH<sub>3</sub> / NO<sub>x</sub> (NSR)</p>
7	蒸気発生器	
	Together with the grate firing system, the boiler forms a complete system.	

7.1	<p>燃焼室</p> <p>Panel walls (membrane walls) in welded tube-fin-tube design form the combustion chamber. Access doors in the sidewalls of the boiler (upper part) and the rear wall of the chamber. Inspections hatches are provide in the front and rear wall of the furnace. Fluctuations in the combustion chamber pressure are absorbed through buck-stays which encircle the pressure parts at several levels.</p>	
7.2	<p>過熱蒸気発生装置システム</p> <p>Multi-stage design, with inspection doors.</p>	
7.3	<p>蒸気ドラム</p> <p>Equipped with baffles and mesh screens (demister) to ensure high steam purity</p>	
7.4	<p>外付けエコノマイザ</p>	
7.5	<p>ボイラ加熱表面掃除装置</p>	
7.5.1	<p>浄水シャワーシステム(SCS)</p> <p>SCS provided for the cleaning of the membrane walls on the 1st, 2nd and 3rd boiler passes.</p>	

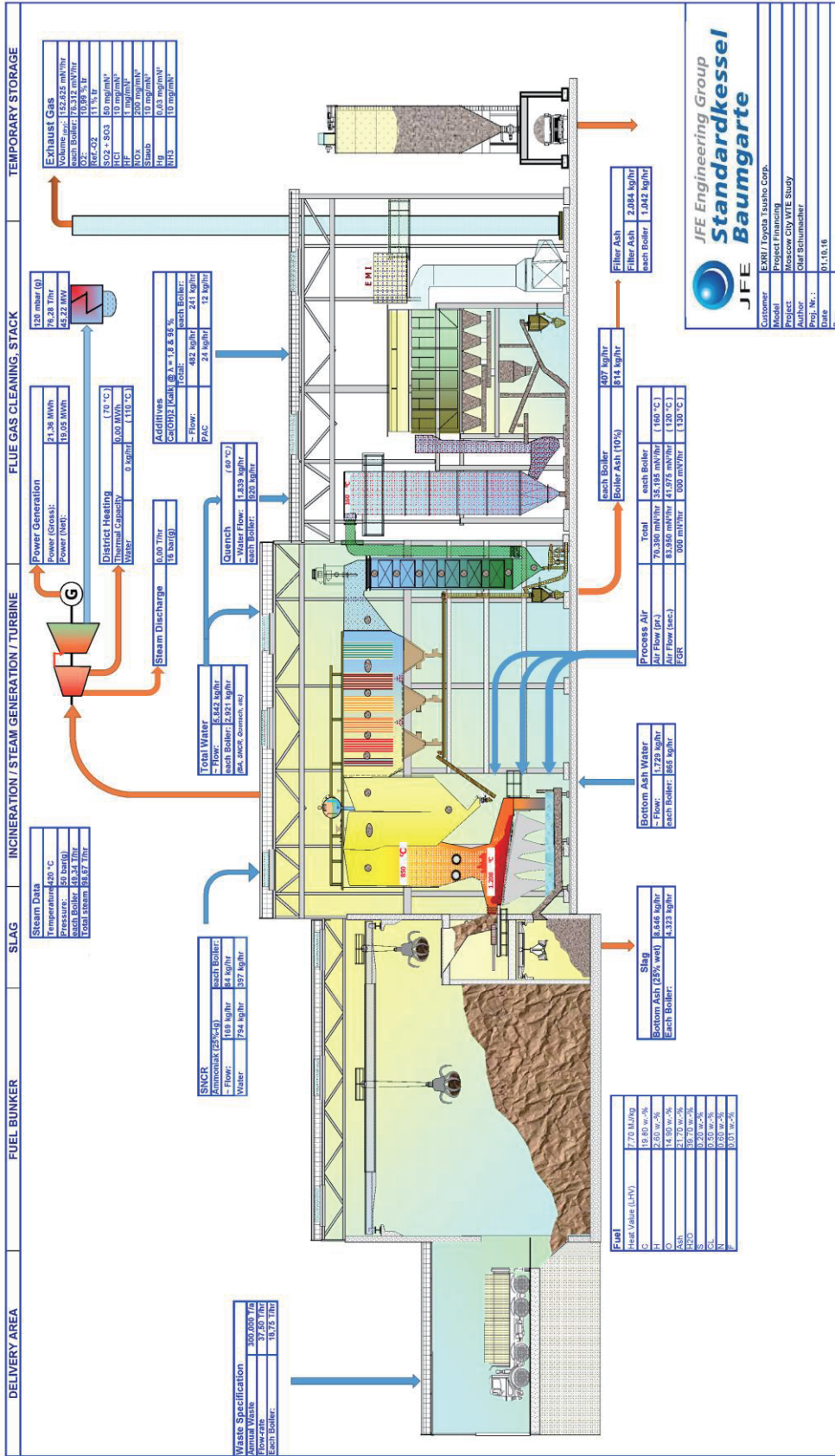


7.5.2	<p>ハンマリング装置</p> <p>Mechanical hammers mounted on an electrical driven shaft generate vibrations that clean deposited combustion residues fall off from the heating surface of the super heater and evaporator.</p>	
7.5.3	<p>ショットクリーニング装置</p> <p>Soft steel balls are used to clean the economizer heating surface. The removal of the pollution of the heating surface is realized by the drop energy of the steel balls.</p>	
7.6	<p>炉材</p> <p>To protect the membrane wall within the combustion chamber against aggressive and unburned flue gas and to ensure residence time of the flue gas, walls are refractory lined.</p>	
8	<p>煙道ガス浄化</p> <p>1st stage: injection of hydrated lime into gas flow to capture hydrogen chloride, hydrogen fluoride and sulphur dioxide.</p> <p>2nd stage: evaporative cooling for adjustment of the optimum reaction temperature necessary for the flue gas fine cleaning with hydrated lime, combined with an increase in the flue gas humidity.</p> <p>3rd stage: conditioned dry adsorption, based on the additive powder qualities hydrated lime and activated carbon.</p> <p>4th stage: Particle filter including particle re-circulation to improve the separation of harmful flue gas components.</p>	

出典：“Design Feasibility Study for WTE Plant in Moscow”, BBS GmbH

### 6.3 物質収支及び熱収支

以下のとおりである。



出典：“Design Feasibility Study for WTE Plant in Moscow” , BBS GmbH  
 図 6-1 物質収支・熱収支