

海外における熱回収施設の入札契約制度の調査・検討

Tendering system for construction of waste treatment facilities in foreign countries

川緑匠*、藤原周史**、滝野文哉***

Takumi KAWAMIDORI, Shuji FUJIWARA, Fumiya TAKINO

【要約】

中国における熱回収施設の建設・運営事業の入札契約制度及び建設・運営事業の発注状況について書類調査、ヒアリング及び現地調査を行った。

中国は人口が多く、ごみ発生量が非常に多いことから、都市部において熱回収施設数が増加していること、熱回収施設の建設・運営コストが日本と比較して安価であることなどに着目し、入札契約制度及び廃棄物発電事業の実態を明らかにし、日本との違いを整理し、今後の日本の熱回収施設発注においてより良い方向性を提言するため、調査検討を行った。

キーワード：中国，PFI (Private Finance Initiative) ，PPP (Public Private Partnership) ，廃棄物発電

1. はじめに

日本国内での熱回収施設の発注動向¹⁾をみると、交付金や地方債（交付税措置も含む）等による手厚い国等の支援が受けられることから、熱回収施設の建設及び運営の一括事業の発注方式はDBO事業（公設民営方式）による発注が多い。

一方、海外に目を向けると、熱回収施設は「ごみ発電施設」として、ごみの減容化・無害化処理のみならず、発電による収益を得ることも目的としたPFI事業として事業展開しているものが多い。

こうした中、近年加速度的にごみ発電施設の建設または稼働数が増加している中国に目を向け、発注方法、事業者選定方法、契約方法、発電状況、モニタリング方法などの中国のPFI事業スキームを調査したので報告する。

2. 調査概要

【調査対象者】清華大学、上海康恒环境股份有限公司、中国城市建设研究院²⁾、ごみ発電施設プラントメーカー

【調査内容】①事業発案（所管する官庁等との手続きの流れ）、②F/S調査の実態（所管する官庁等との手続きの流れ）、③事業発注方法（建設・運営の契約実態の把握）、④事業者選定の実態（事業者決定）、⑤建設事業の実態把握、⑥運営事業の実態

把握（運営費の見直しなど）、⑦発電状況の実態把握、⑧その他必要な情報

【調査方法】書類調査、文献調査、現地調査（ヒアリング）

【現地調査】2018年8月21日～24日

3. 中国のPPP/PFIの現状について

中国のPPP/PFIプロジェクトの特徴として、都市インフラ、公共サービス等の地方政府関連事業の分野が極めて広範囲であり、資金需要が高額であること、国有企業が関連していることが多いことが挙げられる。

中国において、PPP方式が初めて導入されたのは1980年代であり、現在に至るまで様々な都市インフラの建設・運営に導入されてきた。

特に近年では、2014年から2017年までの間に30件以上のPPP関連政策を打ち出しており、2017年7月18日に財政部、住宅・都市農村開発部、農業部、環境保護部の通知³⁾では、原則として地方政府が関連する下水処理事業及び廃棄物処理事業はPPP方式として事業を実施することが義務付けられている。

そのため、中国では下水処理事業及び廃棄物処理事業の分野においてPPP方式の普及に力を入れている。

中国の2016年における下水処理事業、廃棄物処理事業、給水事業等におけるPPP案件数は1,600件以上、事業への投資額は1兆円にも上るこ

とから、環境分野だけでも市場規模は日本と比較²⁾してもはるかに大きくなっている。

4. 中国モデルの PFI 事業スキームについて

書類調査及び現地でのヒアリングの結果から得られた情報をもとに作成した中国モデルの PF

I 事業スキーム及び事業発案から特別目的会社設立までのフローを図1及び図2に示す。

熱回収施設の整備・運営事業の発案から建設・運営段階に至るまでの各要点について、その特徴と日本との相違点についてそれぞれ述べていくこととする。

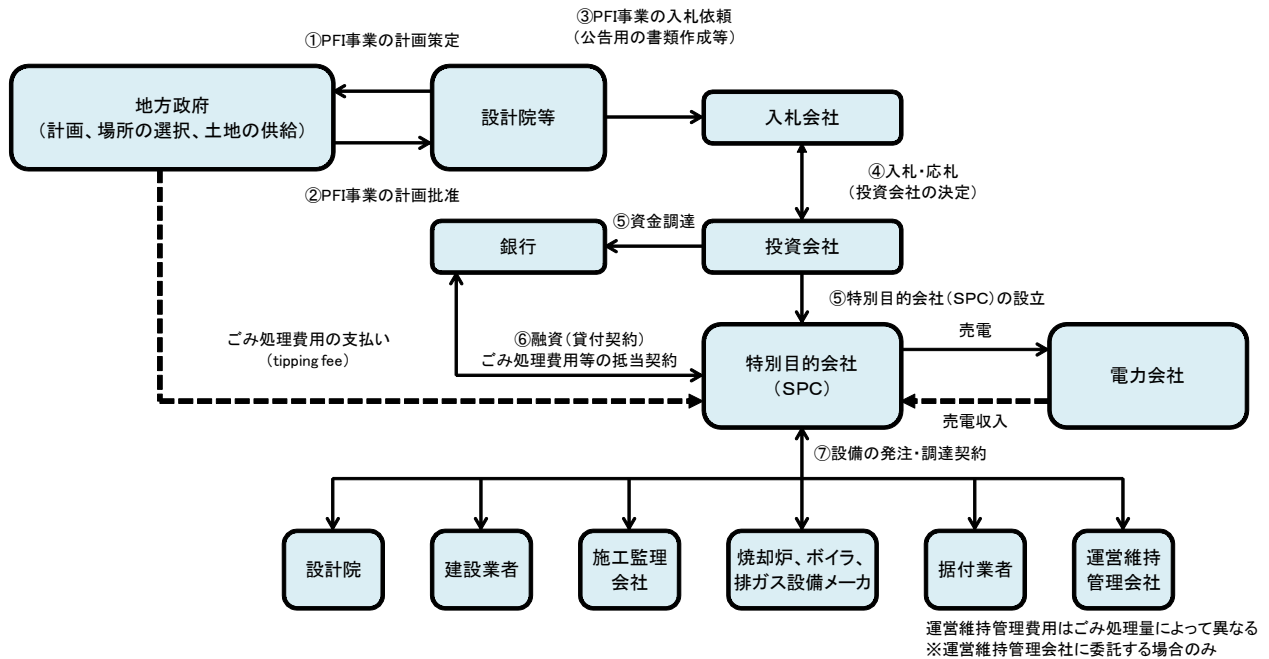


図1 中国モデルの PFI 事業スキーム

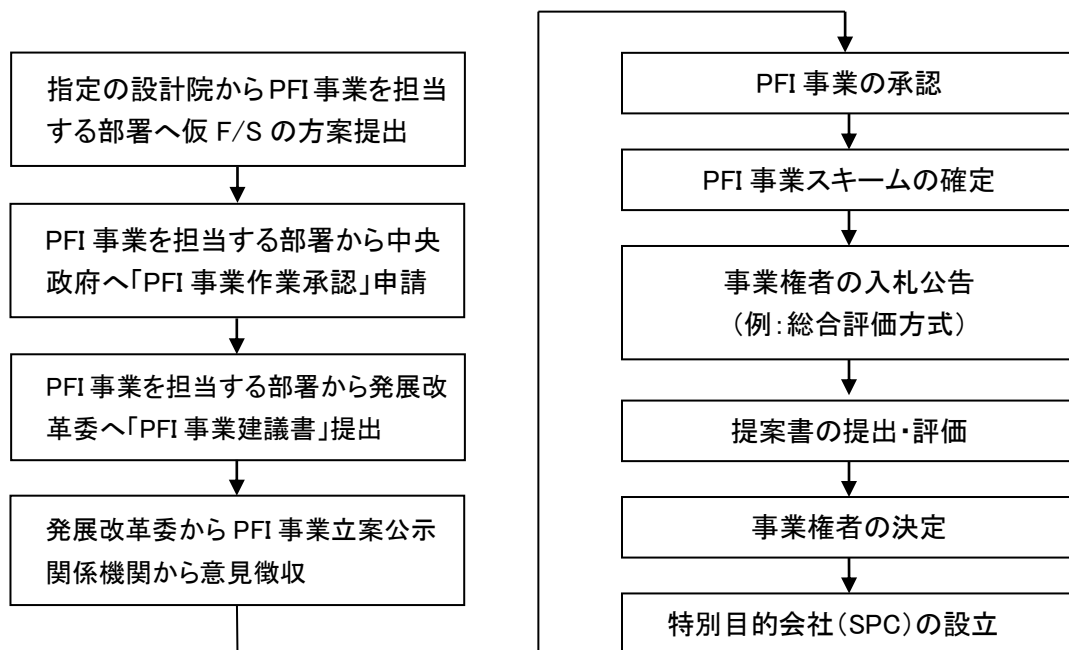


図2 事業発案から SPC 設立までのフロー

4.1 事業発案

事業発案段階において日本と中国の違いは表1に示すとおりである。

中国では、熱回収施設整備・運営事業の発案は設計院が行うとともに、フィージビリティスタディ（以下、「F/S」という。）結果を中国政府へ提案し、F/S結果の内容精査、関連機関からの許可、发展改革委の承認により、事業の入札公告又は公募となる。

表1 日本と中国との事業発案段階の違い

項目	日本	中国
事業発案者	地方自治体	地方自治体の設計院
F/Sの実施者	地方自治体 (又は委託を 請けたコンサル タント)	設計院 (地方自治体発注 F/S)
承認者	地方自治体/ 県/国	国家発改革委
関連機関	-	国家環境保護総局(環境影響評価 など)、建設部、中華人民共和國自 然資源部(土地計画など)

(ヒアリング内容及び各種インターネット情報を基に作成)

4.2 F/S 調査の実態

中国においても事業発案段階では、日本と同様に事業方式の調査を行うことが義務付けられている。

F/Sの内容は都市インフラ及び公共サービスの分野によって異なるが、廃棄物処理事業の一例として、「内江市一般廃棄物処理施設整備・運営事業」を挙げると以下の様な内容であった。

- ①PFI事業の概要
- ②生活ごみ量の予測
- ③建設用地
- ④ごみ処理技術の方策
- ⑤省エネ方策
- ⑥公害防止基準
- ⑦組織労働力
- ⑧事業の実施工程
- ⑨投資額（見積）と資金調達
- ⑩経済的評価

中国のPFI導入可能性調査の場合、PFI事業についての仕様が条件設定されており、その条件に基づく見積を算出し、PFI事業として成立するかどうかの分析が行われている。

日本と比較すると、①～⑩までの内容につい

て、基本的な考え方は同じであるが、日本でDBO方式を採用した場合、費用の算出方法はプラントメーカー等から徴収した参考見積等をベースに行われるのが殆どであるのに対し、中国においては他の事例をベースに施設の建設費ならびに運営費等の算出を行っていた。

4.3 参加資格要件

日本で熱回収施設の整備・運営事業を行う場合、建設段階においては、プラントメーカーが建設工事を担い、運営段階においては、プラントメーカーまたはプラントメーカーと運転維持管理会社（プラントメーカーの関連会社等）が出資した特別目的会社（SPC）が運営維持管理を行うケースが殆どである。

中国では日本と異なる点として投資会社の存在が挙げられる。地方政府が熱回収施設の整備・運営事業を実施する場合、先ず初めに地方設計院が提出したF/S結果及び建議書の内容を受け、入札会社が事業に係る入札書類を作成して入札公告を代行する。入札公告によって整備・運営事業権を得る投資会社の選定を行う。

(図1参照)

投資会社の選定にあたっての参加資格要件は以下の5つに大別される。なお、参加資格要件はそれぞれのPFI事業によって異なるが、日本でも整備・運営事業者の過去の事業実績を参加資格要件で設けているように、中国においても事業権者となる投資家の過去の実績を重視した参加資格要件の設定が行われているとの情報がヒアリングにより得られた。

- ①会社情報
- ②財務状況
- ③実績
- ④信用
- ⑤その他

日本の場合、熱回収施設の整備・運営事業の参加資格要件の例として、指名停止の有無、会社の財務状況、建設業法の許可の有無、熱回収施設の納入・運営実績、企業の技術力などが挙げられることから、中国においても日本の熱回収施設の整備・運営事業の参加資格要件とは大きな差は見受けられないものと考えられる。

4.4 事業者選定プロセス

表2に日本と中国の事業者選定プロセスにおける日本と中国の比較を示す。日本と中国では事業者の選定プロセスにおいては大きく異なることはないが、中国の事業の発注では事業者選定期間が短いこと、評価の視点については、日

本と同様に総合評価が用いられることが多いものの、評価委員については専門のデータベースから抽選で専門の識見者が選ばれるといった特徴が挙げられる。

表2 日本と中国の事業者選定プロセスの比較⁴⁾

事業者選定プロセス	特徴	
	日本	中国
入札公告（公募） ↓ 入札書類に係る質疑 ↓ 参加資格申請 ↓ 対話（ヒアリング） ↓ 提案書の提出	質疑回答を行う 参加資格申請書を提出する 一般的に行うことが多い 価格提案書（事業計画書） 非価格要素提案書 （例：動線計画、配置計画、環境保全計画、情報管理計画、運転計画・教育計画、発電計画、財務リスク評価、地元貢献など） 整備・運営業務仕様書 設計計算書、図面など	事業権入札が行われる 質疑回答を行う 提案書の提出まで期間が短い場合、提案書の確認と同時に行う 日本に比べ実施例は少ない 会社情報、技術資料 技術法案（プロセス、設備、関連施設、総見取図、土建工事、環境保護措置、図面）建設法案（組織機構、スケジュール計画、建設管理、整備試運転）運営方案（組織機構、運営管理、点検保全、リスク評価、応急対策）引渡し法案（引渡し範囲・内容、OH、運転教育）財務方案（投資評価、投資計画と資金調達、融資方案、原価収入、感度分析、リスク評価など）法律方案（入札要求に応じる箇所、逸脱箇所の説明）
提案書の提出 ↓ 評価 ↓ 事業者の決定	非価格要素と価格要素で総合評価を実施 配点の割合は6：4または5：5が多い	非価格要素と価格要素で総合評価を実施 配点の割合は6：4または5：5が多い
事業者選定期間	一般的には入札公告から事業者の決定までは9ヶ月程度	一般的には3～4ヶ月で行う 提案書の提出まで短いと20日程度のケースもある
評価委員の構成	総合評価で行う場合は、地方自治法に基づき2名以上の識見者からの意見を徴収することが必要 （実際には複数名の選定委員が対応）	専門のデータベースが存在し、そのデータベースから抽選で専門の識見者が選ばれる。委員会の構成人数は異なるが、日本と同様に5～7名程度
情報の公開	評価結果の詳細な内容を公表することが多い	評価結果のみ公表し、評価された点や事業者間の詳細な点数の公表は行わない
応募企業数	プラントメーカーを代表企業とする 1～3社が殆ど 構成は、プラントメーカー+ゼネコン+運営会社	過去の事例では投資会社の応札は最低でも2社以上

（ヒアリング内容及び各種インターネット情報を基に作成）

4.5 建設・部品調達事業者について

4.5.1 建設・部品調達事業者決定プロセス

日本では、プラントメーカー単独またはプラントメーカーを代表企業とするゼネコンとのJVが市

町村から建設工事を受注し、下請業者に建設工事の一部を発注して実施するケースが一般的であるが、中国の場合は事業権を得たSPCが建設工事・部品調達を行う事業者を選定することと

なっており、入札書類の作成は設計院や入札会社が実施している。また、建設工事においても日本とは異なり、①建設事業者、②焼却炉、排ガス処理設備などの機械設備調達業者、③据付業者、④施工監理業者の4つの業者に分けられ、実施されることが多い。

このように、中国におけるごみ焼却施設の建設工事は求められた性能を発揮させ、より安価な個々の機械設備部品調達を組み合わせ成り立っているため、日本のプラントメーカーが中国のごみ焼却施設の建設事業へ関与している部分は見かけ上、焼却炉の設計・施工、納品のみというのが現状である。

表3 建設・部品調達及び運営事業者選定の評価例

評価内容		評価の詳細
建設・部品調達	価格	入札価格
	会社情報(商務)	納期、財務状況、実績 納期遅れに対する損害賠償 (liquidated damages)条項への承諾
	技術	全体評価、用役、物質収支熱収支、ごみ受入システム、燃焼システム、廃熱ボイラ、排ガス処理、飛灰搬送処理設備・主灰処理設備、電気設備(ACC)、図面の提出有無、特許取得数など
	その他	品質保証期間への承諾、その他技術サービス(SVの派遣)など
運営事業	価格	入札価格
	運営能力	詳細不明
	運営実績	他箇所での実績
	顧客への報告	詳細不明

(ヒアリング内容及び各種インターネット情報を基に作成)

一般的に焼却炉等の主要設備の事業者選定には総合評価方式が用いられている。一方、それ以外の部品、資材等の調達は価格だけで業者を選定する一般競争入札が用いられる点が特徴である。

4.5.2 建設工事にあたり必要な許認可について

中国も日本と同様に廃棄物処理施設(熱回収施設)の建設工事に際しては、許認可の申請が

必要となってくる。一例を表4に示す。

表4 必要な調査・報告・許可申請の例

項目	具体的例
計画に関する調査・報告・許可申請	場所選択意向書、担当部局のPFI事業の意見書に対する回答、初步設計・計画設計の報告
工事に関する調査・報告・許可申請	PFI事業のF/Sの報告
土地利用に関する調査・報告・許可申請	用地調査、地質災害危険性の評価、土地資源(鉱産物など)に関する評価、地下文化遺産の調査報告、土壌流出を防ぐ方案の報告、建築工事の計画許可申請、建築工事の工事許可申請
その他の調査・報告・許可申請	省エネ評価、洪水影響評価、地震などの危害評価、社会安定リスク評価報告、水利用に関する報告、環境影響評価に関する報告、避雷設置の設計許可申請、緑化設計の承認申請、送電線への接続許可申請、系統接続に関する許可申請など

(ヒアリング内容及び各種インターネット情報を基に作成)

4.5.3 建設工事費について

中国のごみ1t当たりの建設費を表5に示す。

表5 ごみ1t当たりの建設費単価

焼却規模	建設費
3,000t/日	700 ~ 850 万円/ごみ規模 1t
1,000t/日	850 ~ 900 万円/ごみ規模 1t
500t/日	850 ~ 1,000 万円/ごみ規模 1t

(ヒアリング内容及び各種インターネット情報を基に作成)

建設工事に関する特徴として、焼却炉火格子といった主要設備を除き、人材や資材の調達は殆ど現地(中国国内)で調達することが多い。これは海外から資材・機械設備の調達を行った場合、関税がかかるため建設コストの増加の要因となる。中国の場合は投資家が収益事業としてごみ処理事業を実施するため、国内品(中国製)で性能要求を満たすことが出来るのであれば、海外から調達することは基本的に行わない。

また、中国では工事着工から試運転期間を含

めて運営開始まで約2年間で行う。建設工事期間が短期間であれば直接工事費や仮設費等のコストが削減できるというメリットがあるため、建設費が安価になる理由の一つと推察できる。

なお、ヒアリング結果により得られた情報によると、中国全体の建設費単価については800～850万円/ごみtで推移しており、前述した工期の短縮化や大規模化（スケールメリット）に伴って建設費が日本と比較して安価になる傾向にある。

中国では、日本と比較して建設費を非常に安価にできる要因として、筆者らはごみ処理施設を構成する数々の機械部品をほとんど国内から調達し、それらを基に設計を行う企業の技術力とマネジメント力によるものだと考えている。ごみ処理施設の建設費（ごみ1tあたりの建設費単価）をみると、日本と中国ではおおよそ10倍の差が表れており、日本が今後のコスト競争で打ち勝っていくためには、中国のごみ処理施設の建設・運営のノウハウに学ぶべき点が多いと考える。

4.6 運営事業について

4.6.1 運営事業の情報公開

2005年1月1日の中華人民共和国環境保護法（環境保護法）の改正及び法の要求に従って、熱回収施設の維持管理情報を地方政府の環境保護部に情報開示を行って監査を受けている施設が多い状況にある。

筆者らが現地視察を行った黎明プラント、金山プラント、天馬（松江区）プラントにあつては、排ガス（NO_x、SO_x、CO）及び燃焼温度、排ガス滞留時間等の情報開示を行っていた。

ごみ発電施設によって公開している情報に差

は見受けられるが、その多くは日本と同様にごみ発電施設を運営している企業（SPC）のホームページ等で施設の維持管理情報及び公害防止基準値との適合状況を情報公開⁵⁾している。

4.6.2 運営費について

中国のごみ1t当たりの運営費を表6に示す。

表6 ごみ1t当たりの運営費単価

焼却規模	運営費
3,000t/日	500～1,600円/ごみ規模1t
1,000t/日	600～2,000円/ごみ規模1t
500t/日	900～2,500円/ごみ規模1t

（ヒアリング内容及び各種インターネット情報を基に作成）

運営費は発注条件等によって異なるものの、日本と比較して10分の1程度の処理費用である。これは運営費の大半を占める人件費（運営費の20～30%）及び維持補修費（運営費の15～20%）が日本と比較して安価であることが要因であると考えられる。

4.6.3 運営モニタリングについて

中国ではごみ発電施設の運営状況の監査を行う中国城市环境卫生协会（中国都市環境衛生協会）という第三者機関と地方政府の環境保護局がそれぞれ存在する。

中国都市環境衛生協会は中国全土のごみ発電施設を対象とし、建設及び運営の評価を行っており、評価方法はGB規定⁷⁾で定められている。

評価方法は表7に示すとおりであり、評価は書類、提供データ及び現地調査により実施している。

表7 国内廃棄物処理施設（熱回収施設）評価基準⁸⁾

評価項目	具体的な評価のポイント	配点
建設面の評価		100
ごみ計量及び搬入設備	プラントホーム、ごみピットの密閉、プラントホームでの臭気対策（焼却炉停止の際の制御方策）	10
ごみ焼却設備	自動燃焼制御システムの有無、炉の燃焼温度（設計上）、排ガス滞留時間（設計上）	30
余熱利用	エネルギー利用率、省エネ方策	10
排ガス処理設備	排出ガスの排出基準値（国家基準よりも厳しいか）	35

	どうかなど)、ごみ焼却事業技術仕様との適合、排出ガスのオンライン監視、飛灰処理技術	
汚水処理	再利用水の使用の方策	10
全体設計	配置動線、建築設計、植物緑化設計	5
運営面の評価		100
稼働時間/ごみ処理量	年間稼働時間(8,000h/年)	20
ごみ焼却効果	年間平均炉内温度が 850°C以上か	30
排ガス浄化と汚染制御	排ガス中の重金属、DXN 量、活性炭噴霧量、飛灰性状	40
精度管理と安全管理	安全管理、住民からの苦情の有無など	10

(ヒアリング内容及び各種インターネット情報を基に作成)

上記を合計し、建設面を 60 点換算、運営面を 40 点換算し、合計 100 点満点で評価を行う。なお、95 点以上の場合、AAA 級（国内最高水準）の評価が与えられる。

日本のモニタリングと異なる点は、第三者の立場で運営事業を評価する検査員が書類調査と現地調査を年に 1 度、実施を行う点である。

地方政府の環境保護局が行う評価の指標としては、地域により異なるが、ヒアリングで得られた情報では①ごみ輸送車両の入場と計量の管理、②ごみピットのクレーン操作員が行うごみ投入とごみピットレベルの管理、③焼却炉運転管理、④排ガス系統運転管理、⑤ごみ滲出水運転管理、⑥工場安全管理の 6 項目で評価を行っているとのことであった。

4.7 日本のプラントメーカーの参入状況

中国における日本のプラントメーカーの参入状況を図 3 に示す。

中国では第 12 次五ヵ年計画（2011～2015）の目標規模（223,000t/日）を達成しており、第 13 次五ヵ年計画（2016～2020）では、更にごみ処理施設の規模を増加させる方針である。

図 3 に示すとおり、中国におけるごみ焼却施設を建設する企業は複数社あるものの、日本のプラントメーカーのシェア率は全体の 1 割～2 割程度である。

現在、中国では新たに 500t/日以上のごみ処理施設を建設する場合、海外製品の使用には多額の関税が課せられるため、日本のプラントメーカーは中国国内に工場を設立する動きがあり、今後、日本のプラントメーカーは中国市場への積極的な参入も予想される。

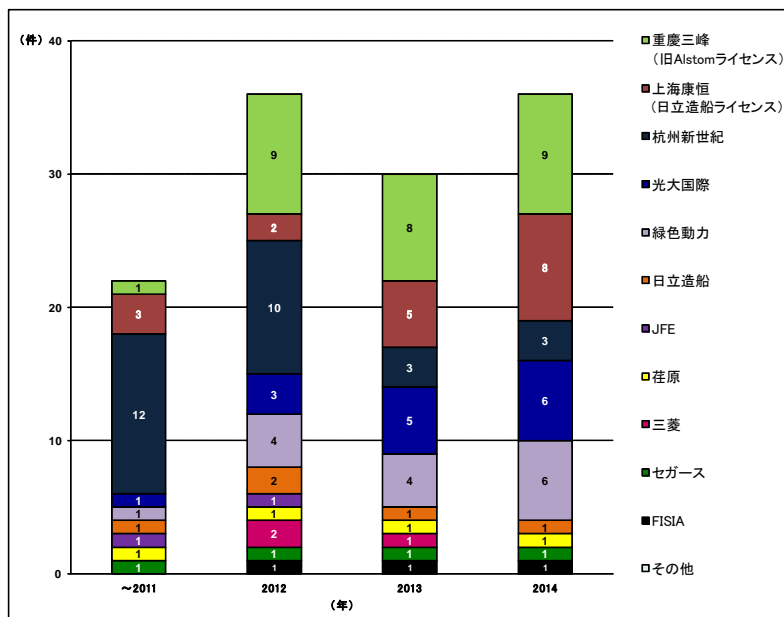


図 3 中国におけるごみ焼却処理施設の建設実績(件数)の推移

5. 総括

本研究では、中国での熱回収施設における建設・運営事業の入札契約制度について書類調査、現地調査を行い、情報整理並びに日本の熱回収施設における建設・運営事業の入札契約制度の違いについて調査検討を実施した。

日本と中国では、廃棄物処理に伴う目的（非営利事業または営利事業）は異なるが、日本のごみ処理技術は相当高い水準にあり、反面、建設費及び運営費等については諸外国と比較して高額になる傾向にある。

日本のPFI事業又はDBO事業による熱回収施設の整備・運営事業では、総合評価における事業者選定が殆どであり、発注者側の要求水準のレベルが高く、非価格要素審査基準の複雑化（項目数や要求する提案書枚数の増加）、受注者側（プラントメーカー等）の非価格要素提案書内での過度な提案によって、価格面での競争が働きにくい事例が多くなってきている。

中国における入札契約制度や建設・運営コスト削減方策等を参考にすると、価格要素では性能発注であることを踏まえた自由度の高い設計・建設、海外製品の活用、工期短縮に向けた工夫、非価格要素面では、ポイントを絞った審査基準の考案を実施することで、価格要素・非価格要素での競争がより働くものと考えられる。

日本では、PFI事業またはDBO事業による熱回収施設の整備・運営事業が増加している。現在は整備・運営事業者を選定する際の評価内容が重要視される傾向にあるが、施設整備後の運営事業が事業契約書や提案書に基づいて適切に履行されているかどうか。また、その評価に客観性はあるかどうか。といった点が今後、より注視されていくものと考えられる。

本報告が今後の廃棄物処理施設に関する入札契約制度等の調査・研究の一助となれば幸いである。

6. 謝辞

本研究は、一般財団法人日本環境衛生センター研究奨励制度の助成を受けて実施しました。本研究にあたってヒアリング及び現地調査の御協力を頂きました皆様に深く感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 川緑ほか：「廃棄物処理施設の事業者選定における非価格要素について」平成29年9月廃棄物資源循環学会研究発表会
- 2) 中国城市建设研究院 ウェブページ (<http://www.cucd.cn/>)
- 3) 《关于政府参与的污水、垃圾处理项目全面实施PPP模式的通知》(财建[2017]455号)
- 4) 内閣府「PFIの現状について」(2018)
- 5) 廃棄物処理施設建設工事等の入札・契約の手引き(平成18年7月)環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部
- 6) ごみ焼却施設プラントマップ ウェブページ (<http://www.waste-cwin.org/cwinmap>)
- 7) (中華人民共和国行業標準)CJJ/T-137-2010 生活垃圾焚烧厂评价标准(国内廃棄物処理施設(熱回収施設)評価基準)
- 8) 生活垃圾焚烧厂评价标准 ウェブページ (<http://www.envsc.cn/file/201811261518091796.pdf>)

Summary

As China's population continues to grow, the amount of waste produced is also increasing.

As a result, the number of waste treatment facilities is increasing annually.

Two important points regarding Chinese waste disposal facilities are as follows:

1: Waste treatment facilities in China have lower construction and operational costs compared with those in Japan.

2: Many private companies have started selling in the electricity market.

Given these situations, we investigated the current payment system and the actual state of the waste treatment industry in China.

The points that are applicable to the Japanese bidding contract system based on this survey have been organized and reported.

