

新エネ地域再生研究会

再生エネルギーを軸とした
パブリックファイナンス
(PFI、レベニュー信託・レベニュー債等)
に係わる論点整理

2012年9月5日

大崎電気工業株式会社
広島 輝文

目次

[1] パブリックファイナンスのスキーム

[2] 再生エネルギー全量買取価格制度の基本的な仕組み

[3] ケーススタディ

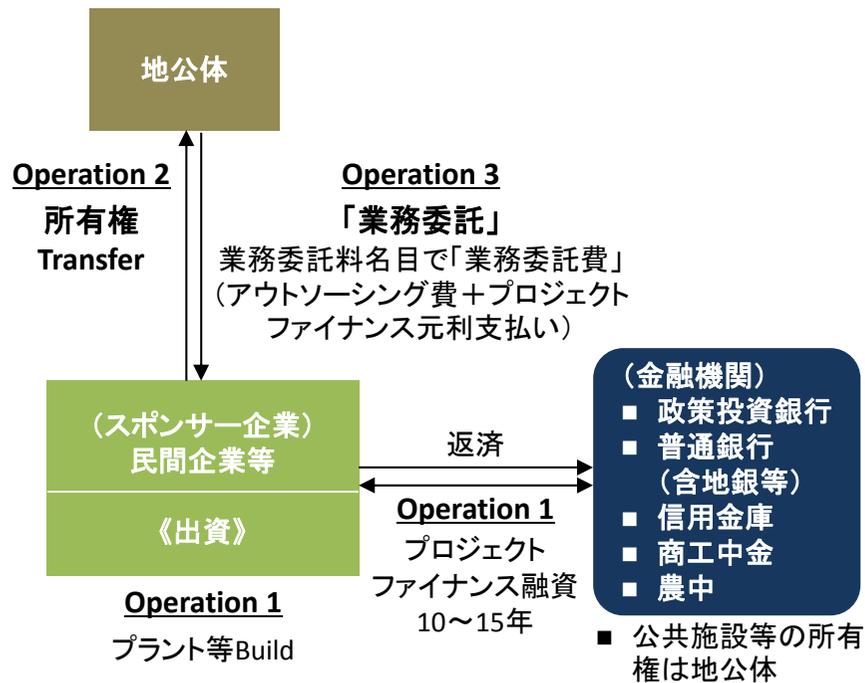
((株)エヌ・エス・ピー／高率化メタンガス生成システムをPFIコンセッション方式にてストラクチャーする場合のフィージビリティスタディー)

(参考資料:国土交通省 LOTUS プロジェクトの概要)

[1] パブリックファイナンスのスキーム

1 PFI(プライベートファイナンスイニシアチブ) サービス購入方式(従来型)

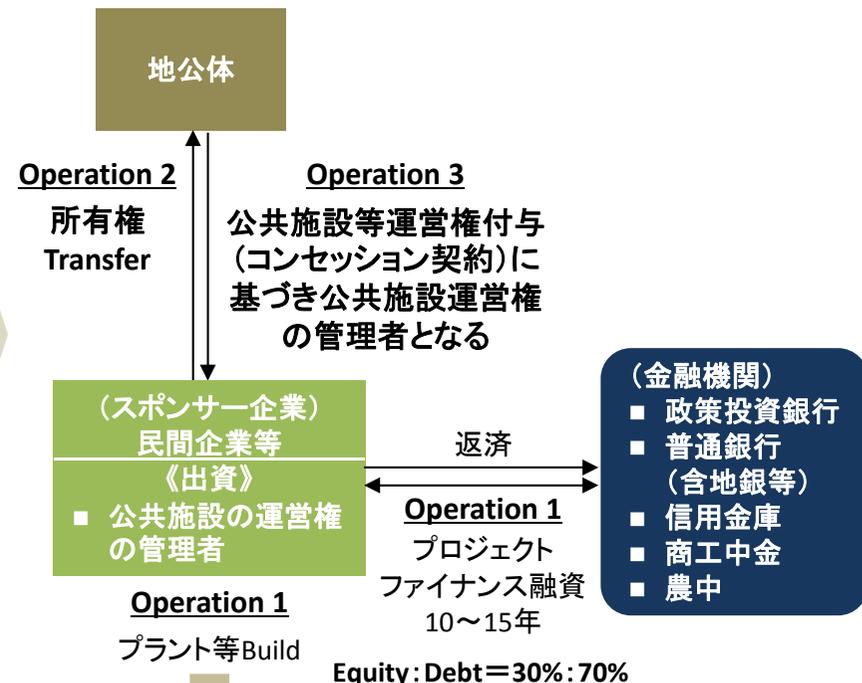
(Build Transfer Operation (BTO)方式サービス購入型)



- 公共施設等の所有者は地公体
- スポンサー企業は地公体より業務委託を受け、一定額のサービス購入料が割賦払いされる
- 業務の損益主体は地公体

2 PFI方式(2011年6月改訂版 コンセッション方式導入)

(改訂BTO方式 コンセッション契約型)

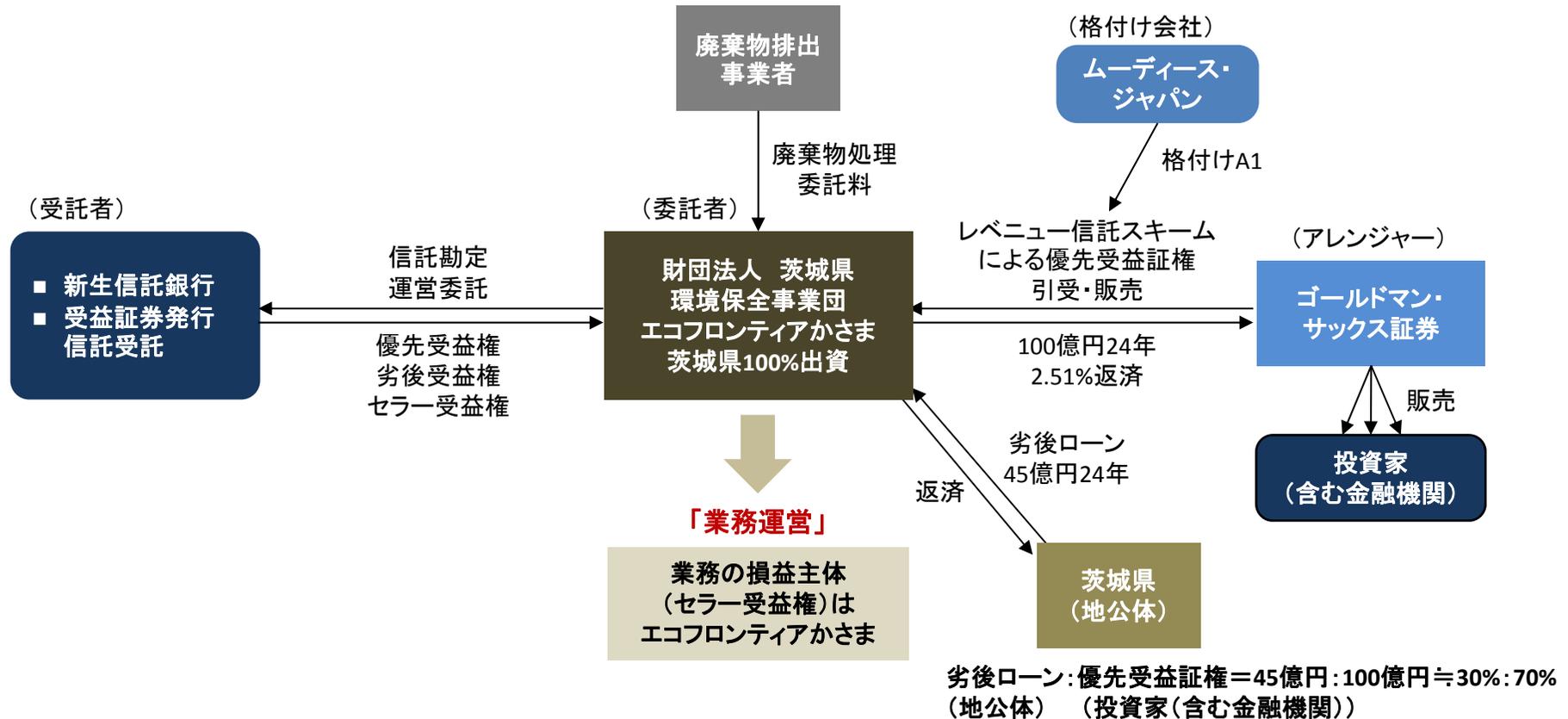


スポンサー企業が「業務運営」

- 公共施設等の所有者は地公体
- スポンサー企業は公共施設の管理者として業務運営権委託を受ける(コンセッション契約)
- 業務の損益主体はスポンサー企業

3 レベニュー信託スキームによる資金調達

- 2007年9月の改正信託法施行に伴い受益証券発行信託の受託が可能となる
- 信託受益証券は金融商品取引法(2007年施行)の有価証券として取り扱われる
- 2011年6月 財団法人茨城県環境保全事業団エコフロンティアかさまがレベニュー信託スキームによる資金調達を実施

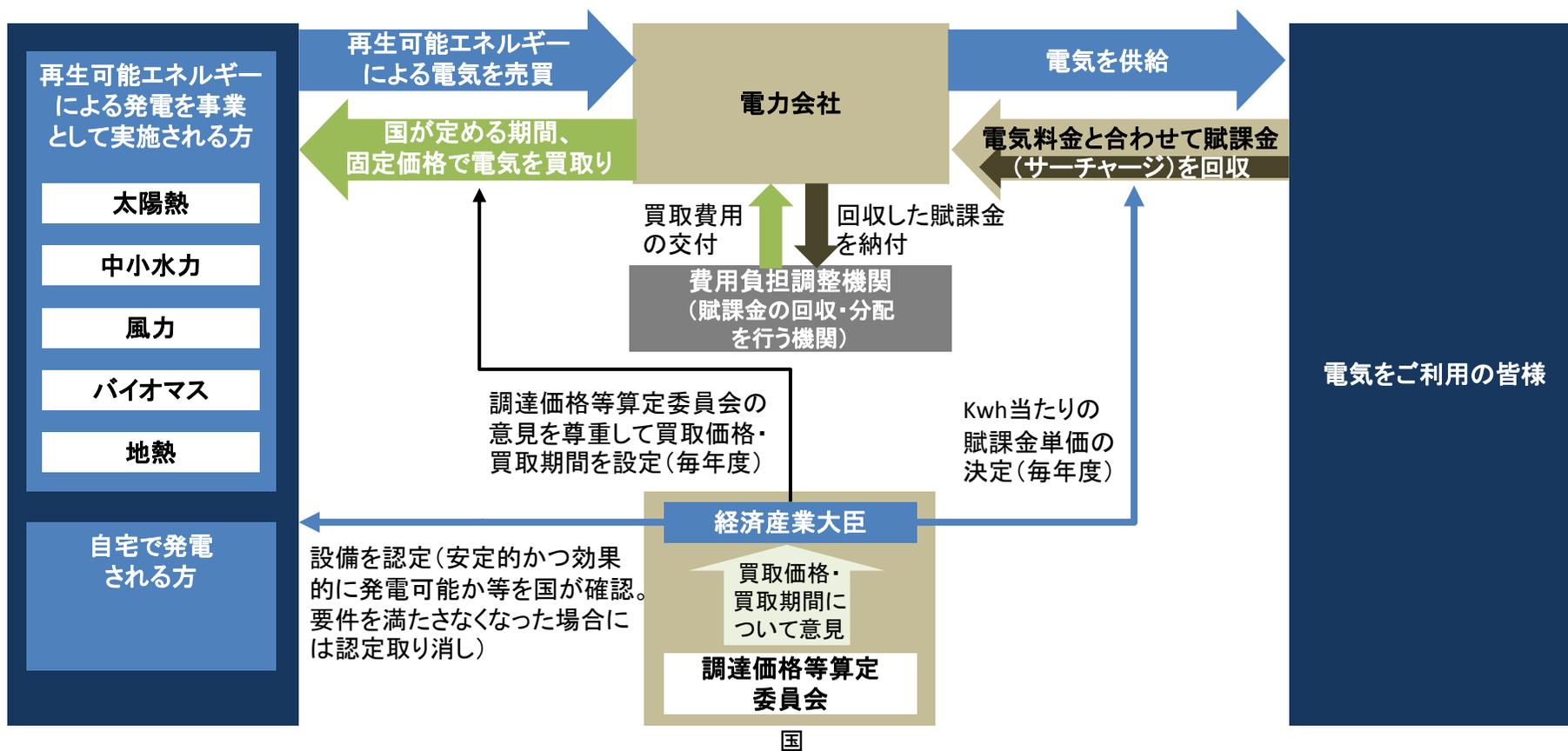


優先受益権: 債権の回収金(売上げ)から、レベニュー証券の元利払い相当額の配当を劣後受益権より優先して受け取れる権利
 劣後受益権: 債権の回収金(売上げ)から配当を受け取る権利が、優先受益権より劣後する権利
 セラー受益権: 優先受益証・劣後受益権に割り当てられた債権以外のすべての債権に係る回収金を受け取れる権利(業務運営経費に充当)

別講参照

[2] 再生可能エネルギー全量買取価格制度の基本的な仕組み(経済産業省資源エネルギー庁)

- 本制度は、電力会社に対し、再生可能エネルギー発電事業者から、政府が定めた調達価格・調達期間による電気の供給契約の申込みがあった場合には、応ずるよう義務づけるもの
- 政府による買取価格・期間の決定方法、買取義務の対象となる設備の認定、買取費用に関する賦課金の徴収・調整、電力会社による契約・接続拒否事由などを、併せて規定



2012年7月1日より実施

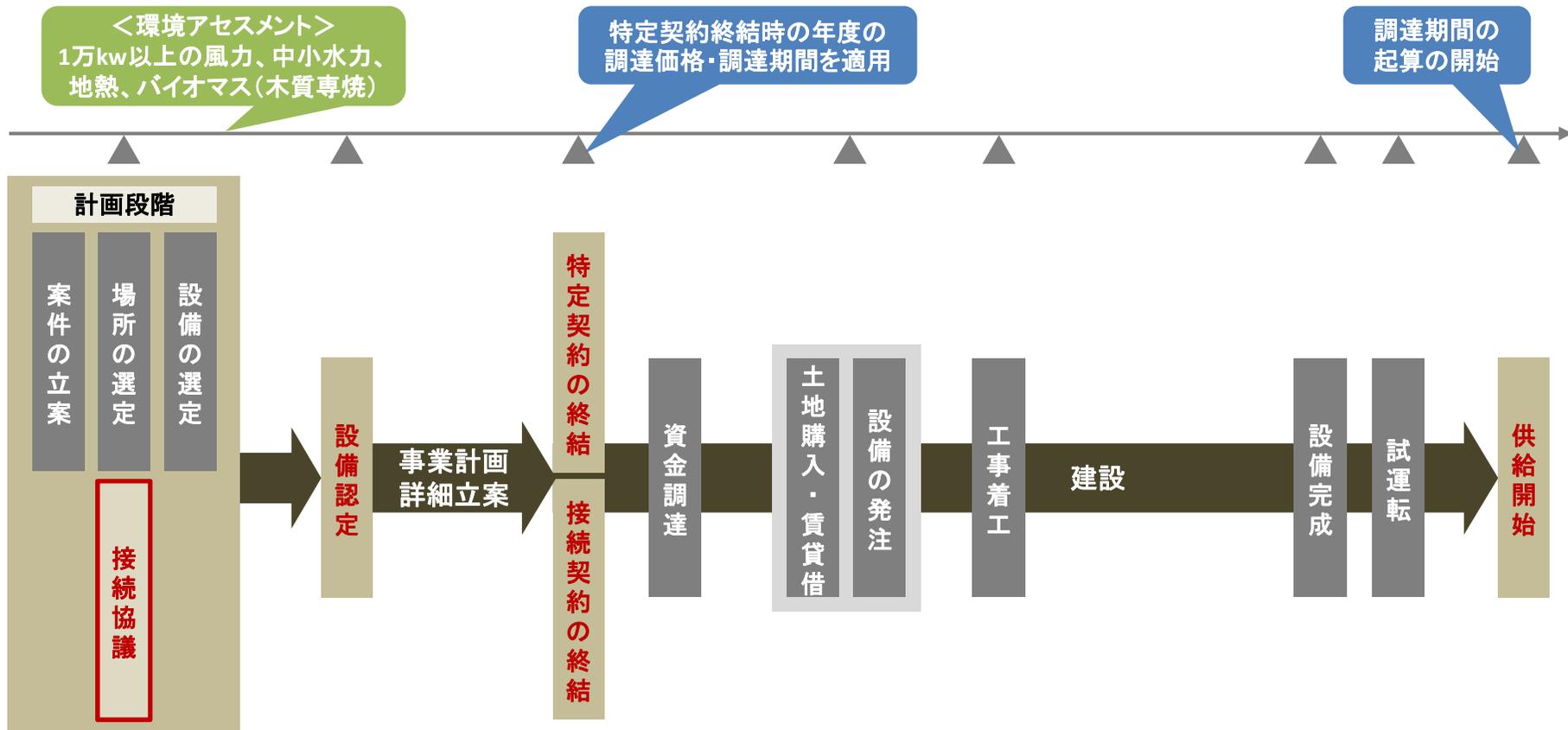
1 調達買取・調達期間

| 電源 | | 太陽熱 | | 風力 | | 地熱 | | 中小水力 | | |
|-----------------------|------------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------------------|----------------------|----------|
| 買取区分 | | 10kW以上 | 10kW未満 | 20kW以上 | 20kW未満 | 1.5万kW以上 | 1.5万kW未満 | 1,000kW以上 3,000kW未満 | 200kW以上 1,000kW未満 | 200kW未満 |
| 費用 | 建設費 | 32.5万円/kW | 46.6万円/kW | 30万円/kW | 125万円/kW | 79万円/kW | 123万円/kW | 85万円/kW | 80万円/kW | 100万円/kW |
| | 運転維持費 (1年当たり) | 10千円/kW | 4.7千円/kW | 6.0千円/kW | - | 33千円/kW | 48千円/kW | 9.5千円/kW | 69千円/kW | 75千円/kW |
| IRR | | 税前6% | 税前3.2%*1 | 税前8% | 税前1.8% | 税前13%*2 | | 税前7% | 税前7% | |
| 買取価格 (1kWh 当たり) | 税込*3 | 42.00円 | 42円*1 | 23.10円 | 57.75円 | 27.30円 | 42.00円 | 25.20円 | 30.45円 | 35.70円 |
| | 税抜 | 40円 | 42円 | 22円 | 55円 | 26円 | 40円 | 24円 | 29円 | 34円 |
| 買取期間 | | 10年 | 10年 | 20年 | 20年 | 15年 | 15年 | 20年 | | |

| 電源 | | バイオマス | | | | | | | |
|-----------------------|------------------|---------------|---------------|-------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------------------|--|
| 買取区分 | | ガス化 (下水汚泥) | ガス化 (家畜糞尿) | 固形燃料燃焼 (未利用木材) | 固形燃料燃焼 (一般木材) | 固形燃料燃焼 (一般廃棄物) | 固形燃料燃焼 (下水汚泥) | 固形燃料燃焼 (リサイクル木材) | |
| 費用 | 建設費 | 392万円/kW | | 41万円/kW | 41万円/kW | 31万円/kW | | 35万円/kW | |
| | 運転維持費 (1年当たり) | 184千円/kW | | 27千円/kW | 27千円/kW | 22千円/kW | | 27千円/kW | |
| IRR | | 税前1% | | 税前8% | 税前4% | 税前4% | | 税前4% | |
| 買取価格 (1kWh 当たり) | 区分 | メタン発酵ガス化バイオマス | | 未利用木材 | 一般木材(含む パーム椰子殻) | 廃棄物系(木質以外)バイオマス | | リサイクル木材 | |
| | 税込*3 | 40.95円 | | 33.60円 | 25.20円 | 17.85円 | | 13.65円 | |
| | 税抜 | 39円 | | 32円 | 24円 | 17円 | | 13円 | |
| 買取期間 | | 20年 | | 20年 | | | | | |

2 調達価格等の適用時期

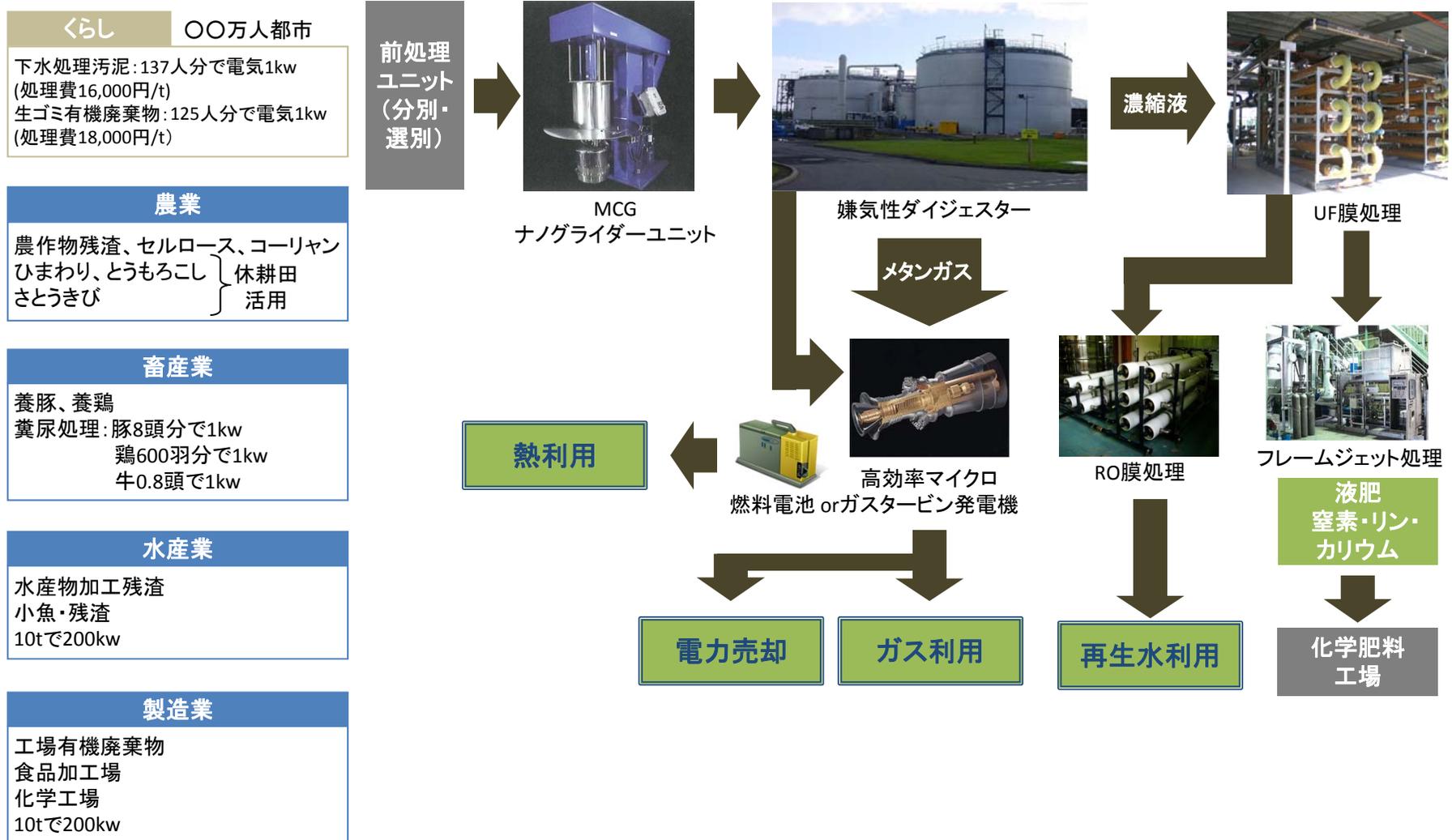
- 適用される調達価格等については、事業計画の円滑な遂行上、極力早期に確定させたいとの要請がある一方、有利な調達価格等を取りあえず確保するため、事業計画策定途上で調達価格等だけ確定させようとする不正事案が生じることも懸念される
- このため、電気事業者との特定契約の終結時を基準時として、当該年度の調達価格・調達期間を適用することとする。ただし、調達期間の起算時期は、特定供給契約に基づき、電力会社に電気の供給を開始した時点からとなる



[3] ケーススタディー

((株)エヌ・エス・ピー/高率化メタンガス生成システムをPFIコンセッション方式にてストラクチャーする場合のフィージビリティスタディー)

1 ○○市バイオマスコンビナート(クラスター)概念図



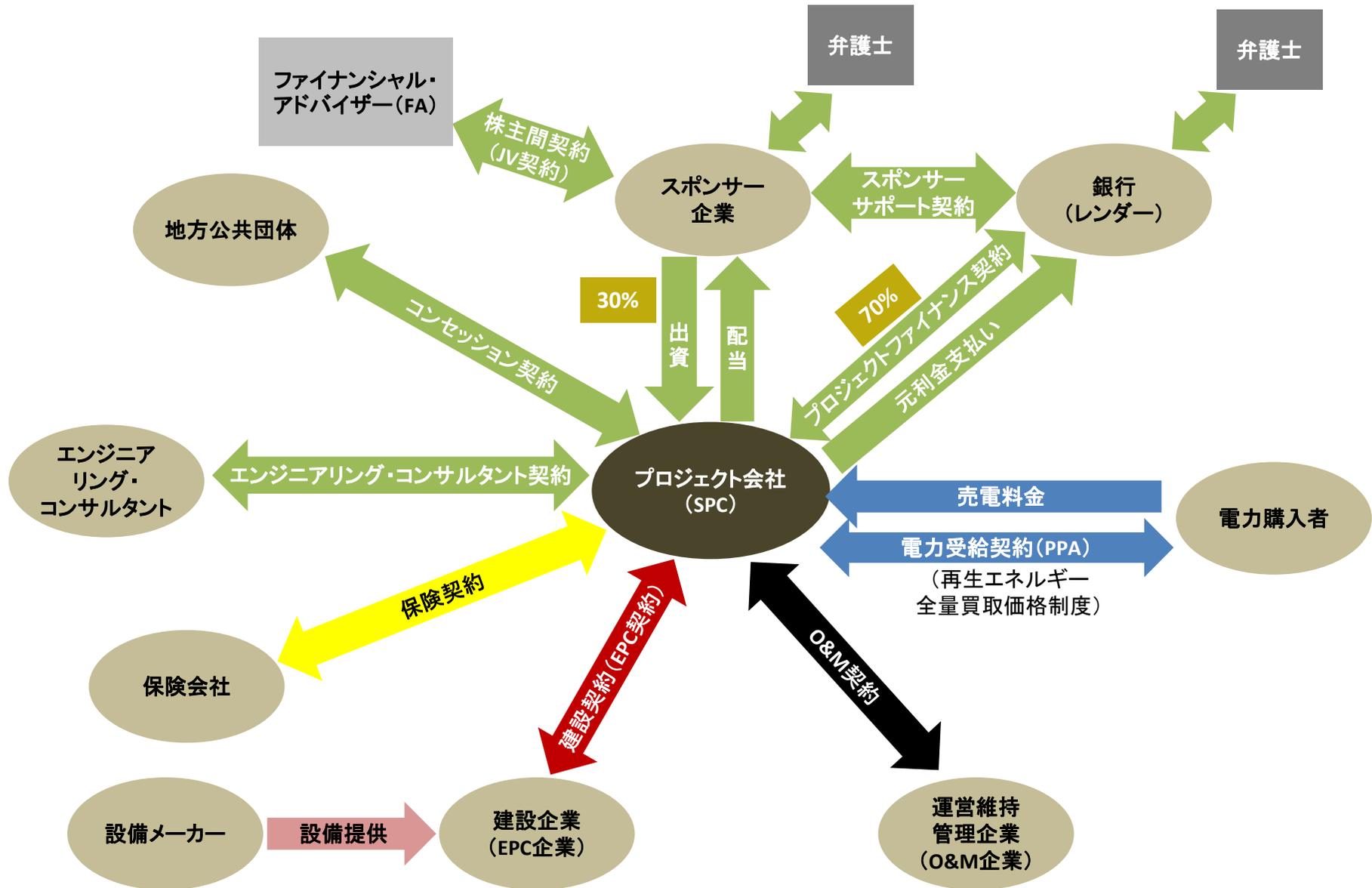
2 本システムのキーテクノロジー

- 本システムは従来に比して大幅に無機物残渣(バイオソリッド)を減少させると共にエネルギー効率(電力・熱)の引き上げを実現
- MILL(ナノグラインデング)ユニット
 - 本ユニットは特許モジュールであり、ペンシルバニア環境保護省の許可のもと導入開始した。大きな個体を粉砕し、ナノレベルに微細化するために使用。ユニット自体は小型
- バイオガスの生成効率を高めるための設計
 - MILLを用いたプロセスで、含水有機物(バイオマス)のナノ化することで、土着微生物菌によるバイオマスの消化率が大幅に上昇
 - 従来の2倍近いバイオガス・エネルギー(電力・熱)が、新たな廃棄物を生成することなく、生成できる
 - 大きな揮発性固形物が減少し、液肥成分と、プラントに従来比大きく減容された無機物残渣が残る
- フレームジェットシステム(空冷式衝撃波乾燥装置)との組み合わせ
 - 液肥成分(p, k他)を乾燥・顆粒化することで肥料製品化、かつ輸送コストも低減
 - 無機物残渣等を土木資材有価物への乾燥転換。埋立て不要でゼロミッション化

| | | 現状 | 本システム |
|------|---|------------------------------|---|
| 技術 | 消費電力 | 大 | 小 |
| | 発酵槽サイズ | 容積大 | 容積小 |
| | VSS消化率 (揮発性浮遊物質消化率) | 30~50% | 80~90%以上 |
| | メタンガス発生量 | 中 | 大 |
| | 年間発電量 | 中 | 大 マイクロガスタービンの発電効率35~37%程度 燃料電池の場合は50%程度 |
| 設備規模 | 40,500m ³ CSTR嫌気性発酵タンク 16,200m ³ の二回発酵タンク (頂上に2,430m ³ の柔性タンク) | 5,300m ³ 嫌気性発酵タンク | |
| 総容積 | 59,130m ³ | 5,300m ³ | |

スペースは約11分の1

3 PFIコンセッション方式のスキーム図



4 ○○市向け“含水有機物”ガス発電事業システム(18万人都市の事業収支)

| | | 現状(1) | 高効率ガス発電システム(2) | EBITDA(3) | 建設費(4) | (4)/(3) | | |
|---|------------------|-----------------|--------------------|-------------------|-----------|------------------|---------|------------------------------------|
| A | 下水汚泥 (パイプライン) | 購入電力量 (年間費用) | 1,080Kw (1.5億円) | 発電電力量 | 1,315Kwh | 電力収益 (4.49億円) | 51.5億円 | 9.3年 (プラント建設 期間(2年間) を除く) |
| | | 汚泥処理量 (年間費用) | 60t/日 (3.5億円) | ----- 1/50 -----> | 1.2t/日 | 汚泥処理費削減 (3.46億円) | | |
| | | | | (別途肥料・熱収入あり) | 小計 5.54億円 | | | |
| B | 生ゴミ | 処理量 (年間費用) | 68m³/日 (4.5億円) | 発電電力量 | 1,450Kw/h | 電力収益 (4.95億円) | 56.8億円 | 10年 (同上) |
| | | 購入電力量 | 88Kw | ----- 1/50 -----> | 1t/日 | 汚泥処理費削減 (3.55億円) | | |
| | | | | | 小計 5.65億円 | | | |
| C | 統合システム (A+B) | | | 発電電力量 | 2,765Kwh | 電力収益改善 (9.44億円) | 108.3億円 | 9.7年 (同上) |
| | | | | | | 汚泥処理費削減 (7.01億円) | | |
| | | | | | | 小計 11.19億円 | | |

- 前提
- ① 1Kw発電出力に必要な含水有機物: 下水汚泥 約137人分*(0.5t/人・日)、生ゴミ 約125人分(0.375Kg/人・日) *鶏糞600羽分、豚し尿8頭分
 - ② 電力収益:再生エネルギー全量買取価格制度に基づき39円/kwh(下水汚泥<含む生ゴミ>)、買い上げ期間20年、下水汚泥処理費16,000円/t、生ゴミ処理費18,000円/t
 - ③ 購入電力価格:電力会社からの一購価格:15.85円/kwh
 - ④ 1Kw発電出力プラント価格:下水汚泥<含む生ゴミ>392万円(12年4月経産省調整価格等算定委員会)
 - ⑤ プラント運転コスト184千円/kw (12年4月経産省調整価格等算定委員会 1年あたり運転維持費)

5-1 (株)エヌ・エス・パイ／高率化メタンガス生成システムはProven Technologyか

本システムはナノ化MILLユニットならびにメタンガス発電ユニット(or燃料電池)よりなり、既存システムに比べ大幅な経済効率アップが期待できるとしているが、本システム技術の性能評価については稼働実績等を通じ、十分な裏付けがなされることが重要である

- (1) ナノ化MILLユニットについては、米国・中米等では、15年の導入実績あり(韓国では2年間のパイロットプラント稼働実績あり)
- (2) 日本では、近い内にPilot Plantが稼働する予定にて、ナノ化Millユニットならびにメタンガス発電ユニット(or燃料電池)の本邦での適合性検証が待たれる

5-2 18万人都市事業収支 A に於けるキャッシュフロー分析(EBITDA分析)

地公体よりスポンサー企業が脱水濃縮汚泥60トン/日の処理につき、コンセッション契約を締結した場合

- (1) EBITDAは金利・税金・償却前利益で、本ケース A ではプラント完成後の建設費/EBITDA(51.5億円/5.54億円)は9.3年となる(プラント建設期間は約2年である為、プラント計画時を起算とすれば約11.3年(9.3年+2年)となる)
- (2) 建設費51.5億円はEquity: Debt=30:70で調達すると仮定すると、スポンサー企業出資額は15.45億円、プロジェクトファイナンス融資額は36.05億円となる(プロジェクトファイナンス融資期間は最長15年程度)
- (3) 本ケースでは建設費・プラント運転コスト・電力収益とも、再生可能エネルギー全量買取価格制度に於いて規定されている数値1kw当たり建設費392万円・年間運転維持費189千円/kw・電力収益税抜き39円/kwを前提として試算されている
その意味では、プロジェクトフィージビリティについては建設費・プラント運転コスト・電力収益につき、上振れ・下振れケースを想定し、感度分析を行う必要がある(肥料・熱収入ならびに発電効率の高い燃料電池に代替する等も含む)
- (4) 地公体とスポンサー企業との間で締結されるコンセッション契約に於いて、地公体が最低60トン/日の下水脱水濃縮汚泥処理を委託することが前提となる

仮に処理量が60トン/日を下回る場合には、不足分を金銭で補填する"Put or Pay"方式が検討されるべきと思われる

また処理委託料については、地公体が現状60トン/日の下水脱水濃縮汚泥関連処理に費やしている運営維持管理費をベースに、銀行団に対するプロジェクトファイナンス元利金・スポンサー企業への配当等を総合的に勘案して決定されるべきものと思われる

5-3 プロジェクトリスクのシェア

各リスクを最もうまくコントロールできるものが、当該リスクを分担する

- (1) 土地所有権上に公共施設等運営権を付与する事によって生ずるコンセッション契約全般については、地公体とスポンサー企業が責任分担
- (2) プラントを期限内・予算内及び性能を達成して完工するリスクは、建設企業(EPC企業)の責任
- (3) 自然災害による工事中断リスクは保険会社が保証
- (4) プラント完工後の下水脱水濃縮汚泥処理ならびに電力受給契約等事業の運営維持管理に関するリスクは、O&M企業の責任

5-4 主要なプロジェクトリスクは制度変更ならびに自然リスク・商業リスクがあるが、この内、制度変更ならびに自然リスク(なかならず不可抗力リスク)については、地公体が負うのが一般的と思われる

- (1) 税制変更を含む規制変更に伴う、事業性悪化リスク
- (2) 建設期間中の不可抗力リスク(自然災害による工事中断リスクは保険会社が保証)
- (3) 処理対象となる下水汚泥の処理量の減少ならびに、質的变化に伴う処理業務に対する支障・経費増加等(5-2 (4)参照)

5-5 主要な商業リスクについての留意点は以下の通り

(1) 建設契約(EPC契約 Engineering, Procurement and Construction Agreement)

完工リスク

- プラント建設に実績かつ信用力のあるEPC企業への一括発注(Turn Key Base)
- EPC契約で期日厳守、予算厳守、性能遵守の条項を入れ、未達の場合には予定損害賠償(Liquidated Damages)を請求できるようにする
- 完工後の瑕疵担保責任(5%程度の留保金)
- 適切な損害保険の付保(建設工事保険)

性能保証(Performance Guaranty)

- 設備設計に起因する場合は、設備メーカー
- プラント建設に起因する場合は、EPC企業
(未達の場合には予定損害賠償条件に基づき賠償額を支払う旨の性能保証ないしは保険)

(2) 運営維持管理契約(O&M契約 Operation and Management Contract)

- 実績かつ信用力のあるO&M業者と長期契約
- O&M業者の運営基準として一定の成果を出すことを、維持することを義務づける
- 十分な保守点検を可能とする内部留保金の確保
- 交換部品の備蓄義務及び交換部品の購入義務
- 損害保険の付保

(3) 電力受給契約(再生可能エネルギー全量買い取り制度に基づくPPA契約: Power Purchase Agreement)

- 設備認定、特定契約・接続契約の締結
- 発電能力・運転継続能力の維持

5-6 スポンサー企業の役割

- (1) プロジェクトファイナンスなので、融資銀行団に債務保証をするものではない
- (2) スポンサー企業は建設費の30%程度の出資をプロジェクト会社に行う
- (3) プロジェクト会社が当事者となる建設契約・電力受給契約に於ける許認可取得義務等に関し、善管義務で指導する
- (4) プロジェクトの適切な完工日ならびにコストオーバーラン回避の指導
- (5) 人員派遣・技術支援を通じて完工後の適切なプロジェクト運営維持管理業務の指導
- (6) 出資比率の維持、関係当事者間の調整
- (7) 代替企業の選定
- (8) スポンサー企業は実態的にプロジェクト全般を統括する 等

以上

参考資料

国土交通省 LOTUSプロジェクトの概要

国土交通省は下水汚泥の資源化についてコストダウンを図る技術開発プロジェクト(下水汚泥資源化・先端技術誘導プロジェクト: LOTUSプロジェクト(Lead to Outstanding Technology For Utilization of Sludge Project))を2005年度から3年間にわたって実施した

下記はLOTUSプロジェクトによって開発された技術の一覧表である

1 スラッジ・ゼロ・ディスチャージ技術の開発

捨てるより安く下水汚泥を全量リサイクルできる技術の開発

| No. | 参加研究者(技術提案者) | 開発技術名称 | 開発技術の概要 |
|-----|-------------------------|-----------------------------------|--|
| 1 | 日立造船株式会社 | 下水汚泥のバイオソリッド燃料化 | 熱エネルギーの利用・回収技術と下水汚泥の乾燥造粒技術とを組み合わせるバイオソリッド燃料を製造する技術 |
| 2 | 石川島播磨重工業株式会社 | 水熱反応、高速嫌気処理を利用した汚泥減容化および汚泥の有効利用技術 | 下水余剰汚泥を中心に水熱処理による可溶化・減容化を行い、りん及びバイオマスを回収するとともに石炭焚きボイラー燃料化を行う技術 |
| 3 | 日本ガイシ株式会社 岐阜市上下水道事業部 | 下水汚泥焼却灰からのりん回収技術 | 下水汚泥焼却灰にアルカリ性溶液を加えてりん酸を溶出させ液肥またはりん酸カルシウム塩として、高付加価値の肥料原料とする技術 |
| 4 | 株式会社神鋼環境ソリューション | 高効率油中乾燥技術による下水汚泥の燃料化 | 熱エネルギーの利用・回収技術と下水汚泥の油中乾燥技術とを組み合わせる高熱効率、連続運転により燃料化を行う技術 |
| 5 | 川崎重工業株式会社 株式会社木村製作所 | 下水汚泥の活性炭化と有効利用による汚泥処理費の低減 | 脱水汚泥から活性炭化物を製造し、汚泥脱水助剤、汚泥改質剤又はゴミ焼却炉のダイオキシン吸着剤等とする技術 |

2 グリーン・スラッジ・エネルギー技術の開発

下水汚泥等のバイオマスを使って買電よりも安く発電できる技術の開発

| No. | 参加研究者(技術提案者) | 開発技術名称 | 開発技術の概要 |
|-----|--|-----------------------------------|---|
| 1 | 月島機械株式会社 | 下水汚泥とバイオマスの同時処理方式によるエネルギー回収技術 | 下水汚泥を超音波可溶化するとともに、その他バイオマスを受け入れて下水汚泥と合わせて消化し、消化ガス発生量を増加させ発電する技術 |
| 2 | JFEエンジニアリング株式会社 アタカ工業株式会社 鹿島建設株式会社 ダイネン株式会社 | 低ランニングコスト型混合消化ガス発電システム | その他バイオマスを受け入れて下水汚泥と合わせて消化し、消化ガス発生量を増加させ発電する技術。生物脱硫設備の導入によるコスト低減等も検討 |
| 3 | 日立プラント建設株式会社 栗田工業株式会社 | 消化促進による汚泥減量と消化ガス発電 | 下水消化汚泥をオゾン化処理することにより消化を促進し、汚泥の減量化を図るとともに消化ガス発生量を増加させ発電する技術 |
| 4 | 株式会社サピエナント | BIPITTA SYSTEMによる下水汚泥削減およびバイオマス発電 | 下水汚泥を加水分解反応により可溶化して消化し、有機物残渣を発生させないとともに消化ガス発生量を増加させ発電する技術 |

3 両技術の一括開発

| No. | 参加研究者(技術提案者) | 開発技術名称 | 開発技術の概要 |
|-----|--------------|---------------------------|---|
| 1 | 川崎重工業株式会社 | 湿潤バイオマスのメタン発酵・発電・活性炭化システム | その他バイオマスを受け入れて下水汚泥と合わせてメタン発酵・発電する技術及び発酵残渣から活性炭化物を製造し、環境浄化剤とする技術 |