

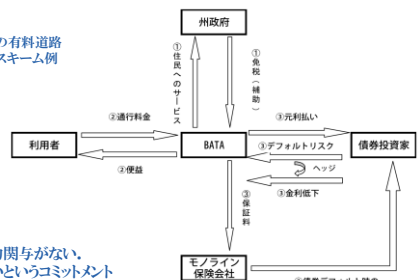
出典：国土交通省・都市・地域整備局ホームページより抜粋

下水汚泥エネルギー化技術の 費用便益計算

- * 下水汚泥エネルギー化技術の社会的価値
 - * 下水汚泥廃棄費用の軽減
 - * 代替的なエネルギー資源としての利用価値
 - * 温室効果ガス排出量の削減
- * 下水汚泥エネルギー化事業の財政的実行可能条件
(燃料製品売却による収益) + (従前の汚泥処理廃棄費用)
≥ (汚泥エネルギー化に要する費用)

レベニューボンドの仕組み

米国サンフランシスコの有料道路
レベニューボンド活用スキーム例

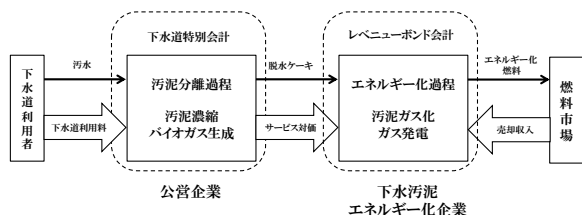


ポイント

政府による財政的関与がない。
債務保証をしないというコミットメント

国土交通政策研究第56号「事業目的側収入債券の有効活用に関する研究」抜粋

レベニューボンドを活用した 下水汚泥エネルギー化事業スキーム



事業成立可能性検討の前提条件

- * 想定する市場環境
 - * 生成された燃料製品は、エネルギー市場で売却
 - * 生成された燃料は、単位熱量あたりの価格が最も安い他のエネルギー源と燃料と代替的
 - * エネルギー価格は、市場変動リスクに晒されている。
 - * 焼却廃棄処分の市場価格は限定的
- * 技術的環境
 - * 下水汚泥発生量を制御することができない。
 - * 発生した下水汚泥は、すべて燃料製品生成に用いられ、焼却施設は廃棄される。

ポテンシャル・キャッシュフロー

ポテンシャル・キャッシュフロー

= 想定する市場条件で獲得可能なキャッシュフローの最大額

$$R_t = R_t^E + R_t^D$$

$$R_t^E = P_t^E \cdot Q \cdot W_t \quad \rightarrow \quad \text{エネルギー売却収入}$$

$$R_t^D = P_t^D \cdot W_t + P_t^B \quad \rightarrow \quad \text{脱水汚泥処理対価}$$

R_t^E : 運営第 i 期における燃料製品売却によるポテンシャル・キャッシュフロー

R_t^D : 運営第 i 期における脱水汚泥処分対価のポテンシャル・キャッシュフロー

P_t^E : 運営第 i 期における競合する代替的燃料の熱量 1GJ あたりの価格

Q : 脱水汚泥 1トン あたりから得られる熱量 $[\text{GJ}]$

W_t : 運営第 i 期における脱水汚泥発生量 $[\text{トン}]$

P_t^D : 運営第 i 期における脱水汚泥 1トン あたりの焼却灰委託処分費

P_t^B : 焼却施設の年間維持管理費 (減価償却費含む)

信用リスク評価モデル

I : 事業のイニシャルコスト (建設費)

満期返済の額面が $I(1+r)^T$ となるレベニュー債を発行

運営期間中の利益は内部留保され、事業終了時に債権者に返済。

事業期間終了時 (運営第 T 期) における債権者のペイオフ

$$\pi = \max[A, I(1+r)^T]$$

$$A = \sum_{i=1}^T X_i e^{r(T-i)} \quad \rightarrow \quad \text{累積ポテンシャル純キャッシュフロー}$$

$$X_i = R_i - C_i \quad \rightarrow \quad \text{ポテンシャル純キャッシュフロー}$$

C_i : 運営第 i 期のランニングコスト

キャッシュフロー変動に伴う 信用リスク評価

$A(t)$: 任意の時点 t における A (累積純ポテンシャルキャッシュフロー)に関する予想

$A(t)$ が幾何ブラウン運動過程に従うと仮定

$$\frac{dA(t)}{A(t)} = \mu dt - \sigma dw(t)$$

Black-Scholes式から導かれるレベニュー債の価格

$$v = \bar{A} \cdot N(-\tilde{d}) + I \cdot N(\tilde{d} - \sigma\sqrt{T})$$

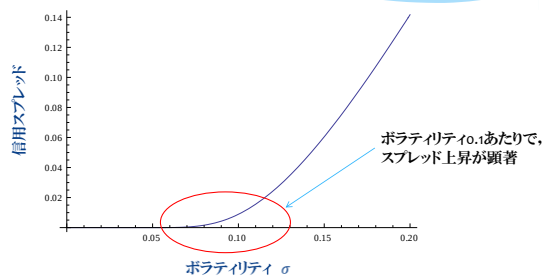
$$\tilde{d} = \frac{\log(\bar{A}/K) + rT}{\sigma\sqrt{T}} + \frac{\sigma\sqrt{T}}{2} \quad N(d) = \int_{-\infty}^d \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) dx$$

ケーススタディ

項目	数値
脱水汚泥処理量能力	50t-脱水汚泥/日
施設の耐用年数	20年
計画脱水汚泥処理量	40t-脱水汚泥/日
稼働日数	330日
年間脱水汚泥処理量(W)	13,200t-脱水汚泥
固形燃料製造量	194kg/t-脱水汚泥
固形燃料単位熱量	16.7MJ/kg-固形燃料
石炭単位熱量	28GJ/t-石炭
代替的燃料の単価価格	10,000円/t-石炭
焼却灰委託処分費(P'')	8000円/t-焼却灰
脱水汚泥1トンあたり焼却灰発生量	0.037t-焼却灰/t-脱水汚泥
焼却施設維持管理費($P''')$	150.10(百万円/年)
イニシャルコスト	20.60億円
ランニングコスト	189,795(百万円/年)

A は、運営期間中を通じて、以上の設定条件が成立として計算

レベニュー債の信用スプレッド



資金調達スキームの選択

	メリット	デメリット
公営企業債(地方債)	・ 安価な資金調達費用	・ 行政の裁量的債務保証による経営規律(リスクマネジメント・インセンティブ)欠如→期待収益 少
レベニュー債/地域レベニュー債(ミニ公募債) PFI	・ 破綻リスクが存在することによる経営規律づけが機能→期待収益 高 ・ 地域レベニュー債:消費者余剰の内部化を通じた資金調達費用の軽減 ・ PFI: 行政関与の軽減	・ 割高な資金調達費用

レベニュー債, PFIの適用

信用スプレッド以上の経営効率化が期待できるかどうかが鍵

おわりに

- ＊ 本研究の成果
 - ＊ 下水汚泥エネルギー化技術事業の事業性は、エネルギー価格に依存
 - ＊ レベニュー債を活用した下水汚泥技術導入事業における信用スプレッドの定量的評価手法の提案
- ＊ 今後の課題
 - ＊ 下水汚泥エネルギー化技術事業におけるキャッシュフローのボラティリティ推定
 - ＊ レベニュー債の規律付け効果に関する実証的知見