# 地方自治体の下水道事業における革新的技術導入のためのレベニューボンドの有効性に関する研究

京都大学大学院　教授　小林潔司

**概要：**

本研究は，地方自治体の長期的な財務的健全性に配慮した，下水汚泥エネルギー化技術導入のための資金調達スキームについて検討することを目的とする．そのためにはまず，現状のような地方政府財政の悪化が生じた本質的な要因を明らかにする必要がある．その上で，本研究が対象とする新技術導入にあたって，財政悪化の要因を可能な限り排除するための方策を検討する．具体的には，下水汚泥エネルギー技術の新規導入のために必要な資金を調達するために，当該技術の導入によって新たに生じたレベニュー（収益）を裏付けとした債券であるレベニューボンドを活用した事業スキームを提案し，その有効性について理論的立場から検討を行う．また，レベニューボンドを用いた資金調達スキームの試案を提案する．

*キーワード：下水道事業，資金調達，レベニューボンド，下水汚泥エネルギー化技術*

## １．はじめに

2010 年 12 月 17 日には「バイオマス活用推進基本計画」が閣議決定された．近年，下水処理によって発生する下水汚泥の再利用化が進む一方，下水汚泥中に含まれる有機物（バイオマス）のリサイクル率は，約 23%にとどまっている [1)]．バイオマスの活用が求められる背景には，我が国が化石資源の乏しい国であるため，太陽，大地，海等の自然の恩恵によってもたらされる枯渇することのない資源を有効に活用することによって，エネルギーを確保できるという期待が存在する．

下水汚泥のエネルギー化技術導入の意義として，1）下水汚泥のバイオマスとしての長期的かつ安定的な有効活用，２）エネルギー価値を利用した技術による経営改善，温室効果ガスの削減を挙げている．下水汚泥エネルギー化技術は，上記のような社会経済的価値が存在するものの，下水汚泥エネルギー化技術の導入にあたっては，新たな投資が必要となる．下水道事業の運営主体は，地方自治体であるが，多くの地方自治体が財政的に逼迫している．地方財政の逼迫により，下水道事業のみならず，その他の公的サービス水準にも影響を与える．そのため，これらの地方自治体の財務担当者は，財政的な健全性を確保するために，新たな公的債務負担をできるだけ軽減したいと考えている．したがって，下水汚泥エネルギー化技術の導入に際して，地方政府財政に対する考慮が必要となる．税収が減少傾向にある中で，少なくとも，本技術の導入により，地方政府財政に追加的な負担を要求することは避けなければならない．

本研究は，地方自治体の長期的な財務的健全性に配慮した，下水汚泥エネルギー化技術導入のための資金調達スキームについて検討することを目的とする．そのためにはまず，現状のような地方政府財政の悪化が生じた本質的な要因を明らかにする必要がある．その上で，本研究が対象とする新技術導入にあたって，財政悪化の要因を可能な限り排除するための方策を検討する．具体的には，下水汚泥エネルギー技術の新規導入のために必要な資金を調達するために，当該技術の導入によって新たに生じたレベニュー（収益）を裏付けとした債券であるレベニューボンドを活用した事業スキームを提案し，その有効性について理論的立場から検討を行う．また，レベニューボンドを用いた資金調達スキームの試案を提案する．

## ２．下水汚泥エネルギー化技術の特徴

下水汚泥エネルギー化技術は，次のような特徴を有する．

- 大規模投資を伴う．
- 下水汚泥廃棄費用の軽減をもたらす．
- 再生産されたエネルギーを売却することにより，追加的な収入・収益をもたらす．
- 温室効果ガス排出量の削減に寄与する．

一方で，投資の成否において，最も重要なのは，投

資に見合っただけの価値を実際に得られることができるかどうかという点である．新技術が生み出す便益が投資費用を上回る場合にのみ，新技術への投資が実施されるべきである．しかし，仮に失敗の可能性が高いことが予想されているにもかかわらず，投資が実施されてしまうケース，あるいはその逆に，便益が高いと判断されるにもかかわらず，投資が実行されないようなケースは望ましくない．

下水汚泥エネルギー化技術の便益は，外部経済便益が比較的小さく，いずれもキャッシュフローとして回収可能であるということが特徴として挙げられる．この点は，事業の経済的効率性に関する事前評価（事業を実施するかどうかの意思決定）に関して，民間の市場ベース，すなわち，金融市場の介入が効果的であることを示唆する．新技術の便益がキャッシュフローとして回収が比較的容易な点は，以下で提案するレベニューボンドを導入するメリットを支持する重要な要因となる．

一方で，事業のファイナンス組成に影響を与える最も本質面な技術的要因はリスクである．下水汚泥に関する技術的特徴として，下水汚泥発生の制御不可能性が挙げられる．下水汚泥は，その時々の人々の活動の状況に依存する．通常の経済学が想定する企業は，市場における生産物の需要に応じて，生産量を決定する．しかし，下水汚泥固形化燃料の生産は，市場の需要にかかわらず，下水汚泥は発生し続けており，これらの汚泥は常に処理されつづけられなければならない．したがって，需要に応じた生産量の制御を行うことができないというリサイクル技術という特有の技術的特徴が存在する．エネルギー市場における他の原油や石炭といった代替的なエネルギーの価格は変動する．したがって，固形燃料の需要も時々によって変化する．仮に，固形燃料に対する需要が下がった場合には，固形燃料の在庫がかさむ．売りさばくためには，販売価格を予定よりも値下げする必要に直面するかもしれない．市場における需要リスクに対して弾力的に生産量を調整できない場合には，予定した収益を回収することができないという経済的帰結に至る可能性がある．このような，リスクを需要リスクと呼ぶ．本研究では，下水汚泥固形化というリサイクル技術特有の需要リスクの存在を明示的に考慮し，新技術導入のためのファイナンスモデルとして，事業収益を返済原資の裏付けとするレベニューボンドを活用した事業スキームを提案し，その有効性について検討する．

## ３．下水道財政の仕組みと問題点

### (1) 下水道事業の財政システム

地方財政法施行令第三十七条により，下水道事業は，地方公共団体の経営する公営企業として，そのサービスが提供されていることになっている．地方財政法第６条に定められるように，公営企業とは，その経理が一般会計から切り離された，その事業のみを対象とした特別会計を有する組織を意味する．すなわち，公営企業が提供するサービスから得られる料金収入によって経費をまかなう独立採算を基本とするが，客観的な理由により料金収入のみに依存した独立採算が難しい場合は，使用料収入以外の収入を経費に充てることも可能である．

下水道事業の場合，第一次下水道財政研究委員会（昭和 36 年）の提言により，雨水排除施設については公費が，汚水の排除，処理施設については利用者が，それぞれ負担すべきとする「雨水公費・汚水私費の原則」を基本とした財政措置が講じられている．その後の第五次提言（昭和 60 年）では，下水道の公共的役割に鑑み，汚水に係る費用の一部（水質規制費，高度処理費用の一部，高料金対策に要する経費等）を公費負担とすることが適当であるとの報告がなされた．この原則は，現在でも堅持されており，一般会計からの繰り入れによる経費負担を説明するための根拠となっている．また，原則が打ち出された背景として，下水道整備が遅れており，雨水処理の公共性を名目として公的資金を投入したと指摘する文献もある[2)]．

### (2) 地方公営事業法と事業ガバナンスの問題点

上述の通り，公共下水道事業は，地方財政法上の公営企業と位置づけられている．公営企業は，その事業に伴う収入によって，その経費をまかない，自立性を持って経営することが求められる．地方公営企業には，強制的に地方公営企業法の適用対象となる事業と適用対象にならない事業が存在する．簡易水道事業を除く水道事業および工業用水道事業は地方公営企業法の適用対象となっているが，下水道事業への適用については，地方自治体の自主的な判断に任されている（地方公営企業法第２条）．

地方公営企業法では，地方公共団体が経営する企業の組織および財務等，経営に関する根本基準が定められている．事業が地方公営企業法の対象となった場合，事業の会計ルールとして企業会計方式が採用される．通常の特別会計では，単年度予算の考え方に基づく単式簿記および現金主義が採用される．しかし，単式簿記では，事業全体の資産と負債に関する情報が明示的に現れないという問題がある．複式簿記かつ発生主義を採用する企業会計方式を導入することにより，長期的な財務上の持続可能性を明らかにすることが可能となる．平成 19 年度現

在では，地方公営企業法の対象となっている下水道の公営企業（法適用企業）は，全体の 10.1%（特定環境保全公共下水道を含む）である[3]．

石原・菊池[4]は，下水道事業への地方公営企業法適用が任意適用であり，自治体にとって，法適用化のインセンティブが欠如しており，任意適用である限りは，法適用は遅々として進まないと指摘している．法を適用せず，官庁会計を維持している事業では，長期的な財務的サステイナビリティに関する情報を把握することができない．公営企業は，本来，独立採算を前提とした組織である．したがって，長期的な経営の健全性の維持を求められる組織にとって，複式簿記による財務会計情報は必要不可欠である．にもかかわらず，法非適用の単式簿記を採用し続けることが可能であるという事実は，下水道事業の地方公営企業が，独立採算による経営上の責任を実際は負っていないことを意味する．

下水道事業財政の運営の実態では，下水道事業債の返済義務を果たすために，基準内繰入金では不十分であるため，基準外繰入によって，公営企業で支出の超過が発生しないように調整しているケースが多い[4]．仮に，厳密に独立採算原則にしたがって経営が行われていれば，地方公営企業会計は，破綻するリスクが伴う．しかし，本来，民間企業であれば，債務不履行となり得る場合であっても，基準内および基準外繰入金によって，下水道事業債の債務が果たされるであろうという暗黙の政府保証が下水道事業財政の実態である．

### (3) 下水道事業の財政システム

公共経済学の理論では，政府は慈善的（benevolent）であることが前提とされる．慈善的な政府は，当該政府が管轄する地域の住民の社会的厚生を常に最大化することを目的として意思決定する．公共経済学で前提とされる慈善的な政府が実際に正しければ，政府は常に最も効率的な事業運営の仕方を選択する．さらに，長期的な財務の持続可能性に配慮するであろう．しかし，政府は必ずしも社会的厚生を最大化するように意思決定が行われる仕組みになっていないことは，理論研究でも実証研究でも指摘されている．例えば，政府との談合や別契約（side-contracting）によって，公共事業を受注するような行動が挙げられる[6)-9)]．

また，公費負担の増加は，ガバナンスの欠如がもたらした帰結である可能性も指摘されている[3]．公共事業が，しばしば地元や利益団体の影響を受けることで，特定の集団に対する利益誘導が行われ，その結果，社会厚生最大化の目的から逸脱する点についても指摘されている（pork-barrel politics）[10)—11)]．また，このようなモラルハザードの問題は，政治家だけに限らず，支出官庁は自らの支配力や所属する官僚の天下り先がその官庁の予算の大きさに関係するため，国の財政状況や財源問題を考慮するよりも，自らの官庁の予算額を最大化するインセンティブを持つ．このとき，やはり財政規律に対する放漫さを強める傾向にあると指摘している．

予算制度は，常に政治的な圧力から，財政運営は放漫になりがちである．したがって，政府は，法律により，コミットメントで規律づけをおこなうことが重要である．

## 4．レベニューボンドの仕組みと特徴

### (1) レベニューボンドとは

本章では，本研究が下水汚泥再利用技術導入スキームとして検討の対象とするレベニューボンドについて，既存の研究事例および適用事例を踏まえて詳説し，本研究との関連性について明らかにする．レベニューボンドは，事業目的別歳入債券と訳されるように，ある特定の事業のみを目的として発行され，当該事業から発生する歳入のみを返済原資として発行される債券である．したがって，レベニューボンドで調達された資金は，目的とする事業以外の使途に投資されることはない．また，レベニューボンドの返済原資は，あくまでも特定の事業のみから生じるキャッシュフローであり，原則としてその他の事業からの繰入等はできない．レベニューボンドは主に米国で多く使われており，空港，港湾，道路，上下水道といったインフラの整備・管理・運営に適用されている．

### (2) レベニューボンドの特徴

地方債で調達された資金の投資先は，建設資金のように，おおまかには決められているものの，具体的にどの事業に投資するかまでは規定されない．さらに，地方債の返済原資は，地方自治体が得る収入（税および公営企業体の収入）が基本となる．すなわち，地方債は，地方自治体の財布全体が担保となっている．レベニューボンドを地方債と比較したとき，

- 調達された資金の投資先が明確に定義されている．
- 返済原資が当該事業から発生する歳入のみに限定されている．

という 2 点に特徴付けられる．この点は，企業金融におけるプロジェクトファイナンスとコーポレートファイナンスの違いと対応している．企業がある投資事業に必要な資金を調達する際，コーポレートファイナンスでは，企業全体の信用力を担保に借り入れる．したがって，当該事業が仮に十分な収益を上げることができない場合であっても，企業がその他の事業から十分な収益を上げていれば，借入金を返済することができる．一方，プロジェクトファイナンスでは，法的に企業本体から完全に独立した特別目的会社（Special Purpose Company；SPC）を設立する．資金は当該事業のみを目的として調達される．すなわち，投資対象事業から発生するキャッシュのみを担保として，資金を

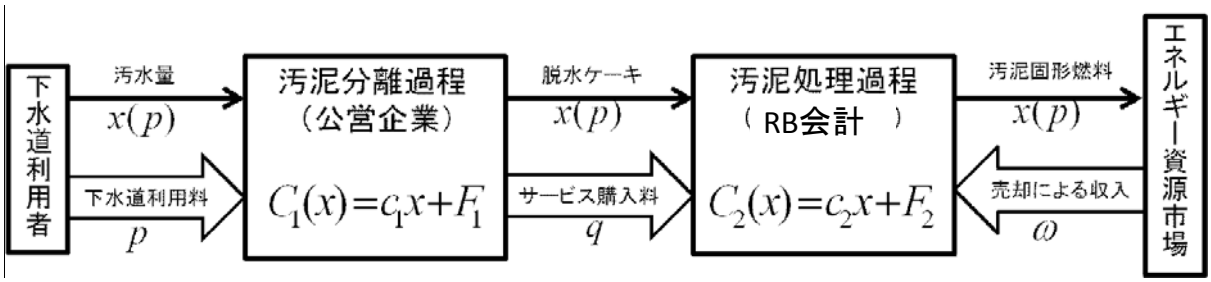


**図-1**　レベニューボンドを活用した下水汚泥エネルギー化事業のスキーム

借り入れる．したがって，仮に当該事業が返済にするために十分なキャッシュを生み出すことができなければ，債券はデフォルトすることになる．プロジェクトファイナンスでは，当該事業が失敗したとしても，企業本体に対して債務返済請求を遡及することができない．この点は，レベニューボンドの購入者が，仮に対象事業から十分なキャッシュが発生しない場合であっても，地方自治体が債務保証しないという点で共通している．

PFI 事業とレベニューボンドを活用した事業では，投資家が負うファイナンス上のリスクという意味では，全く同一である．しかし，PFI 事業の事業主体が民間企業であるのに対して，レベニューボンドを活用した事業の事業主体は，公的組織である．この点は，事業経営者の努力インセンティブに影響を与えるかもしれない．すなわち，一般的に公的組織の被雇用者は，民間組織の被雇用者よりも，身分が保障されている．したがって，PFI 事業の場合に，返済ができない場合には，事業の経営者は，民間企業の人事の中で，公的組織よりも，より厳しいペナルティーを負うかもしれない．逆に，レベニューボンドの事業では，事業経営者は公的組織の被雇用者であるために，仮にボンドの債務不履行が生じたとしても，仕事を失う可能性が民間企業と比して小さいであろう．一方で，経営者が民間であるか，公共であるかは，事業運営上の公共利益の配慮に対して影響を与える．PFI 事業とレベニューボンドの事業との比較する際，より公共利益に対する配慮が必要な事業では，PFI 事業よりもレベニューボンドによる資金調達が望ましいと言える．

## 5．モデル分析によるレベニューボンド活用のガバナンス効果

### (1) 分析目的

以上で見てきた通り，レベニューボンドによる資金調達の本質的な特徴は，債権者が地方自治体に対して，デフォルトの際に，債務履行請求を遡及することができない点（ノンリコース性）にある．レベニューボンドが有するノンリコース性に着目し，下水汚泥エネルギー化技術レベニューボンドの活用が事業のガバナンスに与える効果について，プリンシパル・エージェントモデルに基づいて分析する．

### (2) レベニューボンドを活用した事業スキーム

レベニューボンドを活用した事業スキームを**図-1** に示す．$p$は下水道利用の単位あたりの下水道料金を表す．下水道利用者による下水利用量（汚水発生量）は下水料金$p$に依存して需要関数$x(p)$と表す．汚泥分離過程の費用関数を$C_1 = c_1x + F_1$，汚泥燃料化過程の費用関数を$C_2 = c_2x + F_2$と表す．また，発生した汚泥を一定期間保存することもできず，汚泥固定燃料の生産を制御することはできないと仮定する．汚泥１単位から生産できる汚泥固定燃料の売却価格を$w > 0$と表す．このとき，汚泥固形燃料の売却による収入は$wx(p)$である．以下の分析では，水道料金$p$の設定は，取引構造についてすべての情報が明らかになっていると仮定する．しかし，実際には需要関数$x(p)$や汚泥固形燃料の売却価格$w$に関する情報をあらかじめ確定的に知ることができない．

$q$はサービス購入料を示しており，$w$については従来方式のものと同等である．レベニューボンド方式では，下水道料金$p$と公営企業から，レベニューボンド会計への汚水単位あたりから発生する脱水ケーキ（脱水処理した下水汚泥）を引き取る対価 $q$が決定される．第一段階では，公営企業がラムゼイルールに従って，下水道料金$p$を決定する．第二段階では，下水道料金 $p$を所与として，下水汚泥処理対価として，レベニューボンド会計に対して，サービス対価$q$が支払われる．$q$は，従来の技術の下で，脱水ケーキを処分するのに必要な費用より小さい費用が支払われる．

### (3) 分析から得られた命題

以上の分析から，得られた命題は以下の通りである．

- 下水汚泥エネルギー化によるキャッシュフローに関して，将来の不確実性が存在しない場合には，従来型の公営企業方式による資金調達と，レベニューボンドによる資金調達の間に，ガバナンス効

果に関する相違はない.

- 下水汚泥エネルギー化によるキャッシュフローに関して，将来の不確実性が存在し，事業者の運営責任者のリスクマネジメント努力によって，期待収益が向上する場合には，レベニューボンドを活用することにより，事業運営のリスクマネジメントに対するインセンティブを与えることができる.

## ６．政策的示唆

以上の分析から得られた政策的示唆は，以下の通りである.

- レベニューボンドは，対象とする事業から生まれるキャッシュフローを返済原資とする．したがって，レベニューボンドによる資金調達が可能な事業は，当該事業からキャッシュフローが発生し，かつ外部経済便益が比較的小さいことが必要条件となる.
- 下水汚泥エネルギー化技術事業のおもな社会的価値は，リサイクルによって生成されたエネルギー価値および，従来技術の下で発生していた下水汚泥廃棄処分費用の削減分である．以上の社会的価値は，エネルギー売却および公営企業からの下水汚泥処分サービス収入としてキャッシュフローに変換可能である．したがって，下水汚泥エネルギー化技術の外部経済便益は比較的が小さく，レベニューボンド対象事業としての親和性が高い.
- レベニューボンドの財務的特徴は，事業主である地方自治体への不遡及（ノンリコース）性にある．不遡及性により，下水汚泥エネルギー化技術事業の事業リスクは，投資家に帰着する.
- 政府は，必ずしも社会的厚生を最大化するわけではなく，しばしば経済的採算性が小さい事業へ，予算を割り当てることがある．レベニューボンドを活用する場合，政府による恣意的な投資配分ができないため，財務的採算性が期待できない事業への投資を防ぐことができる.（事前のガバナンス効果）したがって，レベニューボンドは，地方自治体の長期的な財務健全性を維持するために有効な資金調達手法であると言える.
- レベニューボンドの不遡及性は，事業運営責任者に事業リスクマネジメントを通じた事業価値の向上のインセンティブを与える.（事後のガバナンス効果）事後のガバナンス効果は，結果的に事業の成立可能性を高める.
- 財務的特徴の側面から，事業主への不遡及性という意味では，PFI 事業とレベニューボンドを活用した事業は，同一である.
- PFI 事業では，事業運営責任者が民間企業に属しているのに対して，レベニューボンドを活用した事業の運営責任者は，地方自治体に属している．地方自治体の職員が，民間企業の職員よりも，身分が保障されているため，事後のガバナンスについては，レベニューボンドを活用するより，PFI 事業として実施する方が効果は大きい.
- 一方で，PFI として下水汚泥エネルギー化技術事業を民間事業者に委託する場合，契約の不完備性に伴い，事後的に公益性が損なわれるような民間事業者の行動を抑制することができないリスクがある．契約の不完備性に伴うリスクが大きい場合には，レベニューボンドを活用することが望ましい.

## ７．おわりに

本研究は，近年，地方自治体財政が逼迫する中で，真に必要な下水汚泥エネルギー化技術の導入を実現するために，望ましい資金調達手法について考察した．望ましい資金調達手法は，地方自治体の長期的な財務的健全性を維持しなければならない．さらに，社会的に必要な事業については，実際に事業として成立することが必要である．本研究で着目したレベニューボンドは，下水汚泥エネルギー化技術の導入に際して，従来の公営企業の下で資金調達，実施するより，以上の財務的健全性の維持，および社会的に必要な事業の成立可能性という観点から望ましいと，理論的に結論づけることができる.

一方で，PFI を活用することによっても，レベニューボンドと同様の効果が得られることも示された．したがって，下水汚泥エネルギー化技術の導入にあたっては，レベニューボンドか PFI の２つのオプションを検討することが必要である．すでに，PFI 事業による下水汚泥エネルギー化技術の導入も検討，実施例が存在しており，運営期間中に公益性に関する問題が顕著でないことが確認されれば，レベニューボンドよりも，PFI を活用する方が望ましい.

参考文献


1) 日本下水道協会 HP：各種統計（http://www.jswa.jp/data-room/data.html）[アクセス日 2012 年 3 月 21 日]
2) 南慎二郎：下水道財政における公費負担問題ー「今後の下水道財政の在り方二関する研究会」報告の検討を中心としてー，政策科学，Vol. 14, No.1, pp.79-88，2006.
3) 赤井伸郎：行政組織とガバナンスの経済学，有斐閣，2006.
4) 石原俊彦，菊池明敏：地方公営企業経営論：関西学院大学出版会，2011.
5) 石橋剛：負担区分のルールづくり―下水道事業の視点から―，自治大阪，p.39-47，2009.

6) Grossman, G. and Helpman, E.: Protection for sale, *American Economic Review*, Vol. 84, pp. 833-850, 1994.
7) Laffont, J.J. and Martimort, D.: Separation of regulators against collusive behaviour, *Rand Journal of Economics*, Vol. 30, pp. 232-262, 1999.
8) Laffont, J.J. and Tirole, J.: The politics of government decision making: a theory of regulatory capture, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 106, pp. 1089-1127, 1991.
9) Martimort, D.: The life cycle of regulatory agencies: dynamic capture and transaction costs, *Review of Economic Studies*, Vol. 66, pp. 929-948, 1999.
10) Maskin, E. and Tirole, J.: Public-private partnerships and government spending limits, *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 26, pp. 412-420, 2008.
11) 青木昌彦, 鶴光太郎編: 日本の財政改革, 東洋経済新報社, 2004.