

平成 30 年 6 月 22 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K21116

研究課題名(和文)水質取引オークションの制度設計に関する研究

研究課題名(英文)A study on the mechanism design of water quality trading auction

研究代表者

伊藤 伸幸 (Ito, Nobuyuki)

京都大学・グローバル生存学大学院連携ユニット・特定准教授

研究者番号：30742605

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：水質取引オークションとは、主に農地など特定の排水場所を持たず、かつ汚濁物質の削減義務を負わない非点源が水質汚濁物質を削減した場合に、その削減量に応じた水質クレジットを発行し、それらをオークションで取引するという制度である。汚濁物質の削減義務を負った点源がそれらのクレジットを購入することで、全体の削減費用を最小化できる。本研究では、移動係数に異質性が存在する状況を非対称オークションのモデルを応用して定式化し、単一または複数のクレジットが存在する場合について、ラボ実験を用いた実証的な研究に取り組んだ。実験データの分析は未だ途中であるが、本課題に関する実験研究の基本的な枠組みを構築することができた。

研究成果の概要(英文)：The water quality trading auction is a program which tries to minimize social abatement costs of water pollutants by trading water quality credits between non-point sources and point sources. In the study, I modeled a situation in which there are heterogeneous delivery coefficients by applying an asymmetric auction model. I also addressed an empirical study using laboratory experiments on the water quality trading auctions in which a single or multiple water quality credits are traded. Although the analysis of experimental data is ongoing, I have built a fundamental framework of experimental study on the research questions.

研究分野：環境経済学

キーワード：水質取引プログラム 逆オークション 非対称オークション 移動係数 水質汚濁 非点源汚染

1. 研究開始当初の背景

本研究では、閉鎖性水域における非点源起因の汚染を削減するための政策手段として注目されている水質取引オークションについて、各非点源の閉鎖性水域の水質に対する汚染寄与度の異質性に焦点をあて、それらが入札行動に与える影響を明らかにし、効率性や信頼性の観点からオークションメカニズムの制度設計を行うことを目指した。

農林地や市街地などの非点源(面源)による閉鎖性水域(湖沼や湾など)の水質汚濁を効率的に改善するための経済的インセンティブに関する研究は、非点源への汚染者負担の原則の適用を想定しているか否かで2つに分類できる。

非点源に汚染者負担の原則を適用するケース: 非点源に対する汚染者負担の原則の適用を想定したこれまでの研究では、汚染の原因となる生産要素に対する課税(input-based tax)と、閉鎖性水域の社会的最適汚染水準を基準にした汚染に対する課税(ambient tax)、汚染に対する課税と社会的最適汚染水準を超えた場合の補助金(ambient tax/subsidy)、社会的最適汚染水準を超えた場合のグループ罰金(group fine)について、汚染の原因となる生産要素に対する課税、次いで汚染に対する課税が効率性と信頼性(厚生変化の変動幅の小ささ)の基準から最も効果的な制度であることが経済実験によって明らかになっている(Cochard, Willinger, and Xepapadeas, 2005)。

非点源に汚染者負担の原則を適用しないケース: 現実には、非点源が閉鎖性水域の汚染にどれだけ寄与しているのかを自然科学的に実証することは難しい。このような場合、非点源に汚染者負担の原則を適用することが困難となるため、排水規制や排水に対する課税等の政策を実施できない。したがって、水質取引プログラムや排出削減に対する補助金政策などの環境政策が重要となる。

このような非点源に汚染者負担の原則が適用できない状況を想定した研究では、排出規制の課せられた点源(工場など)や汚染の削減目標を持つ政府が非点汚染源から排出削減クレジットを購入する水質取引に関する分析が行われている。水質取引プログラムは、米国のコロラド州やミネソタ州、カナダのオンタリオ州、オーストラリアのニューサウスウェールズ州で導入されているが、国内における導入実績はない。

水質取引プログラムには、温室効果ガスの排出権取引と同様にオークション形式の導入が可能である。これまでの水質取引オークションに関する研究では、一様価格オークションや差別価格オークションといった異なるオークション形式間におけるパフォーマンスの違いや、オークションと排出削減クレジットの価格を一定にした場合(補助金政策)とのパフォーマンスの違いについてラボ実験による分析が行われている。オークション

メカニズムに関する一定の研究成果が得られているものの、研究開始当初、非点源間の汚染寄与度の異質性に焦点をあてた研究は申請者の知る限りでは存在していなかった。

2. 研究の目的

本研究では、非点源と点源や行政当局が水質取引オークションによって閉鎖性水域の水質を改善しようとする際の、効率的かつ信頼性の高いオークションメカニズムの制度設計に関する研究を行う。ここでは、非点源の閉鎖性水域の水質に対する汚染寄与度について異質性が存在することと、点源や行政当局がそれぞれの非点源の汚染寄与度に関する情報を私的情報として保有できることに着目し、そのような私的情報を活用した制度設計の研究に取り組んだ。

3. 研究の方法

水質取引オークションでは、非点源が汚染物質の削減量に応じた水質クレジットの売り手となり、希望するクレジットの売値を入札し、点源あるいは行政当局が買い手となって水質クレジットを購入する。クレジットの売買契約が成立した非点源は、排出削減クレジットの削減量に相当する排出削減の義務を負う。

非点源間では、閉鎖性水域からの距離や土壌の質、天候といった地理的条件が異なることから、閉鎖性水域の水質に対する汚染寄与度には非点源間の異質性が存在する。また、非点源間では、生産される財の多様性や、生産技術の異質性から、排出削減の機会費用にも異質性が存在する。仮にこれらが完全に同一であれば、買い手にとってどの売り手の排出削減クレジットの価値も等しくなり、売り手にとっては排出削減の機会費用が等しくなるので、オークションによる取引は競争的になる。一方で、ある一人の売り手の汚染寄与度が高い場合には、同じ入札額に対して買い手にとっての排出削減クレジットの価値が高くなるため、その売り手にとっては競争が弱まることになる。したがって、汚染寄与度に関する私的情報に基づき、売り手の汚染寄与度が一樣になるように複数のグループに分割できれば、グループ内の競争を促すことができる。本研究では、このような売り手のグループ編成とオークションのパフォーマンスの関係について理論的及びラボ実験を用いた実証的研究を行った。

平成27年度は、単数の水質クレジットが取引される状況を考え、Cantillon (2008)の非対称オークションの理論モデルを逆オークションである水質取引オークションに応用し、落札者が2番目に低い入札額で買い手と取引を行う2位価格オークションに関する理論的分析を行った。

平成28年度は、仮想的な単数の水質クレジットが取引される水質取引オークションのラボ実験を行い、1位価格オークションと

2 位価格オークションにおける売り手の入札行動について分析を行った。ラボ実験における水質クレジットの売り手は、自分の1クレジット当たりの汚染削減費用は分かっているが、他の売り手の汚染削減費用については、それらが確率的に決まることと、どんな分布関数に従っているかしか分かっていない。与えられた取引価格に関するルールの下で、それぞれの売り手には、分布関数に従って抽出された汚染削減費用が与えられる。売り手は与えられた自分の費用に応じて、入札金額を決める。図1と図2はそれぞれ、単数の水質クレジットを1位価格オークションと2位価格オークションによって取引した場合の売り手の費用と入札額の散布図である。

このような実験によって収集されたデータを用いることで、異なる汚染削減費用に対してそれぞれの売り手がどのように入札額を決めるかについて分析を行うことができる。

図1：単数クレジットの1位価格オークションにおける売り手の費用（横軸）と入札額（縦軸）の散布図

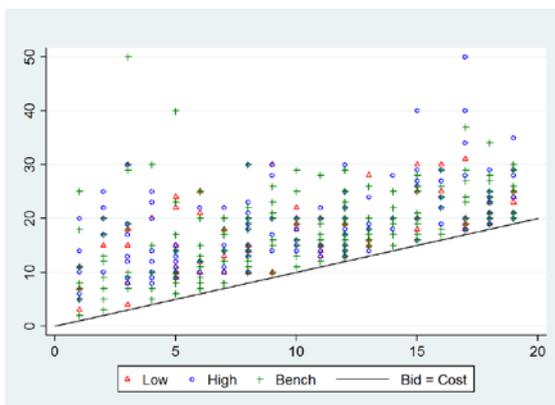
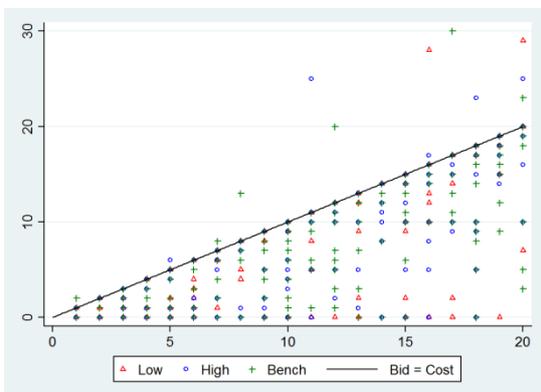


図2：単数クレジットの2位価格オークションにおける売り手の費用（横軸）と入札額（縦軸）の散布図



標準的な逆オークションでは、すべての売り手の費用は同じ分布関数に従い、それぞれの売り手の費用は独立にそれらの分布関数に従って割り当てられる。本研究では、売り手は汚染寄与度の異なる非点源であることから、水質汚濁の発生している閉鎖性水域に

おける1単位当たりの汚染削減で1単位の水質クレジットを定義し、水質クレジット1単位あたりの汚染削減費用が異なる分布関数に従うと仮定したモデルを用いて実験をデザインした。ここでは、(閉鎖性水域から近い)移動係数の高い売り手の移動係数を1に基準化し、(水域から遠く離れた)移動係数の低い売り手の移動係数を0.5とし、それぞれの排水地点における1単位の汚染削減費用は同じ[1, 100]上の一様分布に独立に従っていると仮定した。この仮定により、移動係数の高い売り手の水質クレジット1単位当たりの汚染削減費用は[1, 100]上の一様分布にそれぞれ独立に従い、移動係数の低い売り手の汚染削減費用は[1, 200]上の一様分布にそれぞれ独立に従うというモデルになる。

ラボ実験では、1セッションあたり16名の学生を被験者として集め、オークションで獲得した利得に応じて謝金を支払うことによって理論モデルの利得構造における行動を誘発した。それぞれのセッションでは、8名のグループが無作為に編成され、被験者は計48回のオークションに参加した。

すべての売り手の汚染削減費用の分布関数についての情報があり、かつ移動係数に異質性のあるWAトリートメントと、分布関数についての情報はあるが異質性のないWBトリートメント、分布関数についての情報はないが移動係数に異質性のあるOAトリートメントについて実験を行った。移動係数に異質性のあるWAとOAトリートメントでは、8名のうち半数が移動係数の高い売り手に、残りの半数が移動係数の低い売り手に、それぞれ無作為に選ばれ入札を行った。

平成29年度は、前年度のラボ実験で用いたモデルを複数の水質クレジットが取引される水質取引オークションに拡張し、ラボ実験を行った。

複数の水質クレジットが取引されるモデルでは、買い手は複数の水質クレジットを購入できる予算を持ち、最も低い入札額から順に、買い手の予算制約を超えない範囲で水質クレジットが落札される。ただし、水質クレジットの取引価格はそれぞれの落札者の入札金額(差別価格オークション)とした。

ラボ実験では、売り手を移動係数によって分類して市場細分化を行うトリートメントと移動係数の異なる売り手が混在する統合市場のトリートメントについて実験を行った。市場細分化では、それぞれの市場に参加する売り手の移動係数の大きさに応じて予算の初期配分を行う制度を考えた。さらに、落札後に各市場で余った予算を市場間で合算し、落札されていないクレジットの落札を再び統合された市場で行うという制度を考えた。

ラボ実験には、1セッションあたり16名の学生が参加し、それぞれのセッションでは、市場細分化と統合市場の2つのトリートメントの入札実験を行った。

最終年度の実験データの分析は未だ途中であるが、本研究課題に関する実験研究の基本的な枠組みを構築することができた。

4. 研究成果

単数の水質クレジットが取引される水質取引オークションの分析結果

(1) 1位価格オークション：移動係数に異質性が存在する場合の売り手の入札関数について固定効果モデルを用いて分析したところ、移動係数の高い売り手と低い売り手の間で、有意な差は見られなかった。また、移動係数の高い売り手と低い売り手の削減費用の分布関数はそれぞれ、 $[0, 100]$ と $[0, 200]$ 上に定義されていた。移動係数の低い売り手の費用が100を超えた場合の入札額は、費用が100を下回った場合の入札額と比べて有意に高くなるという結果が得られた。これは、費用が100を超えた売り手が自分の費用が最も低くないことが確実に became ことにより、より低い入札額を入札する動機を失ったと解釈できる。先行研究の Cason, Gangadharan, Duke (2003)では、費用の分布関数の定義域の違いによって、入札額が有意に異なるという結果を得ているが、本研究の分析のように、売り手の費用が最も低くないことが確実に became 場合の入札額に与える影響については分析されていない。

また、売り手の性別やくじ選択実験で測ったリスク態度は、いずれも入札額に有意な影響を与えていなかった。

(2) 2位価格オークション：最も低い入札額の売り手が落札し、落札者の入札額とは独立に価格が決まる2位価格オークションでは、売り手の費用の分布関数が非対称であっても、売り手が自分の費用と有意に等しい金額を入札するという理論的な予測と整合的な結果が得られた。また、1位価格オークションの場合とは異なり、移動係数の低い売り手の費用が100を超えた場合の入札額は、費用が100を下回った場合の入札額と比べて有意な差がなかった。

1位価格オークション同様、売り手の性別の違いは入札額に有意な影響を与えないという結果が得られた。

<引用文献>

Cantillon, Estelle (2008) The effect of bidders' asymmetries on expected revenue in auctions. *Games and Economic Behavior* 62(1): 1-25

François Cochard, Marc Willinger, Anastasios Xepapadeas (2005) Efficiency of Nonpoint Source Pollution Instruments: An Experimental Study. *Environmental and Resource Economics* 30 (4): 393-422

Timothy N. Cason, Lata Gangadharan, Charlotte Duke (2003) A laboratory study of auctions for reducing non-point source pollution. *Journal of Environmental*

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0件)

[学会発表] (計 0件)

[図書] (計 0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤 伸幸 (IT0, Nobuyuki)
京都大学・グローバル生存学大学院連携ユニット・特定准教授
研究者番号：30742605

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4) 研究協力者

()