

電力市場と CO₂ 排出権市場の取引 シミュレータの開発

背 景

仮に国内にも CO₂ の排出権市場が創設された場合、電気事業をはじめとする電力市場への参加者には、より複雑な意思決定が求められる。一般に電力の生産には CO₂ の排出が伴うことから、CO₂ 排出権市場でとる行動は、電力市場での行動と密接に関連する。また、新規の発電設備の建設によっても、2つの市場でとる行動は変化する。取引実験はこうした複雑な意思決定を体験・訓練する有効な手段であるが、既開発システム¹⁾を用いて取引実験を行うには、取引に参加する企業の数だけの実験参加者を集める必要があった。

目 的

参加企業の一部をコンピュータエージェントに代行させることにより、さまざまな条件での電力市場と CO₂ 排出権市場での取引実験を簡単に行うことができる、取引シミュレータを開発する。

主な成果

1. 取引シミュレータの開発

以下に示す特徴を持つ、取引シミュレータを開発した。

- (1) 開発シミュレータでは、1人、または複数の参加者が新しい発電設備の導入と、電力市場と CO₂ 排出権市場での取引に関する意思決定を体験できる
- (2) 任意の数のエージェントと参加者とで取引を行うことができる
- (3) エージェントには電力市場での行動、CO₂ 排出権市場での行動、新規発電設備の建設において、以下の行動のいずれかをとらせることができる
 - 既開発システム²⁾を用いたエージェント同士の取引シミュレーションを行い、そこで学習させた行動をエージェントにとらせることができる。なお、過去に行った実験から、エージェントはシミュレーションを通して、ほぼ理論的に最適な行動（ナッシュ均衡解）を学習することが判っている
 - エージェントに実験実施者が指定した行動をとらせることができる。この機能を用いると、過去に参加者同士で行った取引実験での他の参加者がとった行動をエージェントにとらすことができ、開発した取引シミュレータを用いて過去の取引実験を再現し、自分がとった行動の見直しを行うことができる。

2. 取引シミュレータを用いた取引実験

仮想電力会社のうちの4社を参加者に、5社を事前に行動を学習させたエージェントに分担させた取引実験を行った。条件を変えた実験を3回行ったところ、以下の結果が得られた。

- (1) エージェントと参加者との行動比較 事前に学習のためにエージェント同士で取引を行わせた際にエージェントがとった行動と、参加者がとった行動とを比較した。いずれの実験においても、参加者は過剰に設備投資をする傾向があり、工

ージェントと比べ、コスト高となった。また、経済性の如何に関わらず、参加者はいずれの実験においても排出権を遵守する行動をとった。

- (2) 学習効果 個別の会社で見ると多少のコスト増となるケースもあるが、4社合計のコストで見ると実験の回数が進むにつれ、エージェントと参加者の行動のコスト差は小さくなり、開発シミュレータを用いた実験を通して、参加者がより経済的な行動を学習していく様子が見受けられた(図1)。このことから経済的な取引行動を学習するうえで、開発したシミュレータが有効であると考えられる。

今後の展開

現在のシミュレータは当所で実施する取引実験での使用を想定したもので、エージェントの行動学習や、取引シミュレータの操作などに熟練を必要とする。今後はこれらの操作をより簡単に行えるように改良を行う。

注1) 電中研報告(Y02024)「二酸化炭素排出権の市場取引」、2003

注2) 電中研報告(R02014)「電力市場とCO₂排出権市場の相互関連を考慮した取引シミュレーション」、2003

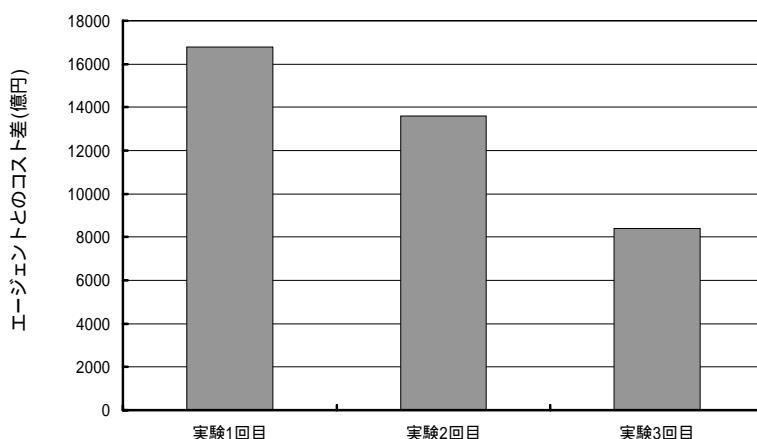


図1 エージェントとプレイヤーの行った行動のコスト差の変化

研究報告 R03022	キーワード：電力取引、排出権取引、マルチエージェント、共進化型アルゴリズム
関連研究報告書	「二酸化炭素排出権の市場取引 - 実験アプローチによる分析 - 」研究報告：Y02024 (2003-4) 「電力市場とCO ₂ 排出権市場の相互関連を考慮した取引シミュレーション - 共進化型アルゴリズムを用いたマルチエージェントシミュレーションの学習方式の開発 - 」研究報告：R02014 (2003-4)
担当者	所 健一 (情報研究所)
連絡先	(財)電力中央研究所 情報研究所 事務担当 Tel. 03-3480-2111(代) E-mail : cil-rr-ml@criepi.denken.or.jp