

集団における個人の意識を考慮した自主的 CO₂ 削減行動に関する基礎的研究

岐阜大学 ○佐藤慶和
岐阜大学 正会員 高木朗義

1. はじめに

地球温暖化を抑制するためには、産業における技術開発だけでなく家庭における自主的な CO₂ 削減が必要不可欠である。そのため、様々な促進策が政府により実施されている。例えば、2007 年夏に岐阜市では「ぎふ省エネチャレンジ市民運動」が実施されたが、参加者は非常に少ない状況であった。

そこで本研究では、個人が自主的に CO₂ 削減することを促進するための施策に資することを目的として、個人の自主的 CO₂ 削減行動について分析する。特に、個人は集団の中で影響を受けており、他人の行動により、自身の行動を変化させしめることに着目する。したがって、個人の意識と他人による影響を考慮した行動モデルを構築して分析する。

2. 全国、岐阜市での CO₂ 排出量の現状

表-1 に岐阜市と全国の部門別 CO₂ 排出量の推移を示す。表-1 の最右列は、2000 年の一世帯当たりの CO₂ 排出量における全国平均に対する岐阜市の比率である。全国と岐阜市の CO₂ 排出割合を比較すると、岐阜市は運輸、家庭部門の割合が高く、CO₂ 排出量としても、家庭部門や運輸部門（自家用車）が全国平均より多いことがわかる。すなわち、ここに焦点を当てれば、岐阜市では多くの CO₂ 排出量の削減が期待できる。例えば、全岐阜市民が自主的な CO₂ 削減行動をしていないという仮定の下、環境省で提案されている「みんなでできる 10 のコマメ」¹⁾ をすべて実践した場合、家庭部門で約 11%、運輸部門（自家用車）で約 7.6% の CO₂ 排出量が削減可能になる。これは岐阜市全体の CO₂ 排出量の約 5.2% に相当する。

これらのことより、岐阜市の家庭における CO₂ 削減行動に着目して検討する。

3. 自主的 CO₂ 削減行動モデルの構築

不完全情報下において、他人による影響を受けながら個人が自主的な CO₂ 削減行動をするか否かの意思決定プロセスを表現できる自主的 CO₂ 削減行動モデ

表-1 岐阜市と全国の部門別 CO₂ 排出量

部門	岐阜市(単位 万トン- CO ₂)				全国(単位 百万トン- CO ₂)				世帯あたりの比率
	1990年 排出量	2000年 排出量	2000年 構成比	増減率	1990年 排出量	2000年 排出量	2000年 構成比	増減率	
産業	39.8	32.3	14.9%	△18.8%	490.0	495.0	40.2%	1.0%	20.9%
運輸 (事業車)	80.7	32.9	15.2%	△5.8%	129.3	132.8	10.8%	2.7%	79.4%
運輸 (自家用車)		43.1	19.9%		82.7	123.2	10.0%	49.0%	112.1%
家庭	56.8	71.9	33.2%	26.6%	138.0	166.0	13.5%	20.3%	138.8%
業務	25.3	28.1	13.0%	11.1%	124.0	152.0	12.3%	22.6%	59.2%
エネルギー 転換	0.0	0.0	0.0%	0.0%	77.0	86.0	7.0%	11.7%	0.0%
廃棄物	8.2	8.3	3.8%	1.2%	15.0	24.0	1.9%	60.0%	110.8%
工業 プロセス	0.0	0.0	0.0%	0.0%	57.0	53.0	4.3%	△7.0%	0.0%
合計	210.8	216.6	100.0%	2.8%	1,113	1,232	100.0%	10.7%	56.3%

ル（以下、行動モデル）を構築する。ここで、個人が他人の行動を予測し自身の期待利得が最大となるよう行動をする、すなわち、ゲーム理論的思考^{2), 3)}により意思決定すると仮定する。なお、個人は以下の 3 要素に基づいて自主的な CO₂ 削減行動をするか否か決定するものとする。

C : CO₂ 削減行動に対するコスト（時間、労力等）

B : CO₂ 削減行動による便益（節約金）

λ : CO₂ 排出量削減による遺産価値の増大分（将来に亘って発生する地球温暖化抑制効果等）

以上のことを定式化すると(1)式ようになる。

$$Ef_i(C, B, \lambda, P_i) = (\alpha C + \beta B + \gamma \lambda) \cdot P_i(c_{-i} | c_i) \quad (1)$$

ここで、 c_i はプレイヤー i の属性であり、 c_{-i} はプレイヤー i 以外のプレイヤーの属性である。属性とは、選択行動に関係する個人の環境意識とし、地球温暖化等に関する情報量（以下、情報量）に比例すると仮定する。不完全情報下では個人は他人の属性を完全には知らないため、自身の属性から相手の属性を確率的に予測する。 $P_i(c_{-i} | c_i)$ は、プレイヤー i が他のプレイヤーの属性を予想した場合の同時確率分布である。また、パラメータは $\alpha (< 0)$ 、 $\beta (> 0)$ 、 $\gamma (> 0)$ とし、それぞれプレイヤーの情報量等の属性によって変化すると仮定する。プレイヤーが 2 人の場合、相互に期待利得を最大とする行動を予想することによって、各プレイヤーの行動がベイジアン均衡点 $\pi^* = (\pi_1^*, \pi_2^*)$ （以下、均衡点）として得られる。これを(2)式に示す。

$$Ef_i(\pi^* | c_i) \geq Ef_i(\pi_i, \pi_{-i}^* | c_i) \quad (2)$$

ここで、 $\pi=(\pi_1, \pi_2)$ はプレイヤー1, 2の行動を表す。(2)式は、他のプレイヤーの行動選択が均衡点をとる場合、プレイヤー*i*が均衡点と異なる行動をしても、期待利得は増加しないことを示す。つまり、いかなるプレイヤーも均衡点から離脱するインセンティブをもたないことを意味する。したがって、均衡解 π^* を求めることで個人の行動選択が算出可能となる。

4. 自主的 CO₂ 削減行動に関する分析

プレイヤーは1, 2の2人とし、行動モデルに仮想パラメータ、仮要素および利得を代入し、ベイジアン均衡点を求めることにより CO₂ 削減行動を分析する。

(1)式のパラメータをそれぞれ表-2 のように仮定する。各パラメータは個人の属性によって変化するが、ここでは分析の焦点を絞るために γ のみが変化するとした。これは、情報量が多くなると将来の状況を正確に判断し、遺産価値が大きくなることを意味する。また、行動選択に対する各要素の仮定およびこれらから算出される利得を表-3 に示す。

一方、プレイヤー1, 2は互いの属性として情報量が多いと予想する確率を40%、少ないと予想する確率を60%と仮定する。なお、合理的なプレイヤーは同じ予想をすると仮定する。したがって、これらの行動選択(意思決定)は、表-4 に示すように4つの組み合わせが考えられる。

() の場合、表-5 のような利得行列となり、プレイヤー1, 2は混合戦略をとり、1/9の確率で CO₂ 削減行動をとり、8/9の確率で CO₂ 削減行動をとらないという均衡解が得られた。すなわち、プレイヤー1, 2は互いの行動を考慮しないならば100%行動するが、他人の行動によって自身の行動が変化するという結果を得た。また(), (), () の場合、プレイヤー1, 2は純戦略をとり、両者とも CO₂ 削減行動しないという均衡解が得られた。以上の結果より、最終的にプレイヤー1, 2は()~() の場合の行動選択確率と互いの属性を予想する確率を掛け合わせるにより、約1.8%の確率で CO₂ 削減行動をとり、約98.2%の確率で行動をとらないという結果となった。したがって、情報量の少ないプレイヤーが周りにいることによって、自分だけなら自主的な CO₂ 削減行動をするプレイヤーも行動しないという均衡解に陥ってしまう可能性があるこ

表-2 自主的 CO₂ 削減行動モデルのパラメータ設定

	α	β	γ
情報量 多	-3	7	2
情報量 少	-3	7	1

表-3 行動選択に対する要素の仮定と利得の算出

プレイヤー1	プレイヤー2	C	B	λ	利得
情報量 多	する	5	1	12	16
		8		8	-1
	しない	0	0	4	8
		0		0	0
情報量 少	する	5	1	12	4
		8		8	-9
	しない	0	0	4	4
		0		0	0

表-4 各プレイヤーの属性の組み合わせ

		プレイヤー2	
		情報量 多	情報量 少
プレイヤー1	情報量 多	(i)	(ii)
	情報量 少	(iii)	(iv)

表-5 () の場合の利得行列

		プレイヤー2	
		する	しない
プレイヤー1	する	(16 , 16)	(-1 , 8)
	しない	(8 , -1)	(0 , 0)

とがわかった。

本試算では、CO₂ 削減行動をとる確率が非常に低い値となった。この原因として互いの情報量、すなわち γ の値が小さいことにより遺産価値が小さいことが挙げられる。例えば、情報量を非常に多く持つ($\gamma=5$ の)プレイヤー*i*が存在すると仮定すると、他のプレイヤーの行動による影響だけでは CO₂ 削減行動は変化しないという解が得られる。一方、他のプレイヤーもある程度情報量を持っていれば、プレイヤー*i*の行動により影響を受け CO₂ 削減行動をとる均衡解が得られる。これらのことから、より多くの情報を持ったプレイヤーを増加させる施策や、一部またはすべてのプレイヤーの情報量を増加させるような施策をとれば、より多くのプレイヤーが CO₂ 削減行動をとるという均衡解に移行する可能性がある。

5. おわりに

本研究は自主的 CO₂ 削減行動モデルを定式化し、他人の行動による影響と情報量による遺産価値の評価の差に焦点を当てて分析を行った。その結果、情報提供効果が確認された。今後は様々な属性のプレイヤーが混在する状況に対する分析を行い、個人が自主的な CO₂ 削減行動をとるための促進策について検討する。

参考文献

- 1) 環の暮らし、環境省地球温暖化対策課国民生活対策室発行：http://www.wanokurashi.ne.jp/
- 2) 岡田章：ゲーム理論、有斐閣、1997。
- 3) 渡辺隆裕：図解雑学 ゲーム理論、ナツメ社、2004。