

排出責任を共有するための環境マイクロ債務 Ecological microdebt system for sharing carbon emission responsibility

山川 宏^{*1}

Hiroshi YAMAKAWA

^{*1} (株)富士通研究所

FUJITSU LABORATORIES LTD.

The ecological microdebt system (eMD system) that incorporates ecorights into the carbon tax system is proposed. We believe that the eMD system can change the capitalistic economy to a resources-circulating society where the sense of fairness for individuals is high in terms of the use of environmental resources and nothing useless is manufactured. Under this system, natural absorption is fairly distributed to every individual as a "natural ecoright". Then, the individual's "natural ecoright" is distributed to goods or services (hereafter "SU") as the reciprocal ecoright proportionate to the utilities that he/she gained while using SUs. The emissions are accumulated for each SU, and those emissions that exceed the reciprocal ecoright are shared by the entities involved in SU as the debt (eMD). To obtain fiscal resources of environmental remediation, every entity has a tax obligation proportionate to their allotted eMD.

1. はじめに

地球温暖化の原因は、人類が発生した CO₂ に代表される温室効果ガスの影響が大きいとされている[IPCC]. 持続可能な低炭素社会を構築するためには、CO₂ の総発生量を地球自身の自然吸収以下に抑制したい、つまり資源消費を抑制しつつその利用の効率化をはかる資源循環型社会を構築したい[Hara 09]. 当然であるが、大量生産・大量消費は望ましくなく、不必要なモノやサービスは予め生産されないことが望ましい。

こうした背景に対し、CO₂ の発生に起因する外部不経済を内部化する有力な制度としてキャップ・アンド・トレード方式による排出権取引制度がある。この制度では、最初に組織や個人等の主体に対して排出枠分の排出権を割り当て、各主体は排出権市場に参加してそれら排出権の自由な取引を行うことで過不足を補う。しかし、この制度には少なくとも三つの大きな問題がある。一つ目には、排出量を抑制する機能を効果的に発揮できるように排出枠を適切に設定することが難しい。実際、欧州で実施された EU-ETS [Ellerman 07]では、排出枠を緩く設定しすぎたことで排出量抑制効果に悪影響を及ぼしたケースもある。二つ目には、排出の意志決定をした責任(以下、直接排出責任と呼ぶ)のみに対して排出権を行使するため、必ずしも商品やサービス等のサービス単位(以下、SU と略する)のライフサイクル全体を通じた排出量の削減を促進できない。三つ目には、経済的弱者はトレードにより排出権を手放しがちとなるため、排出権の行使を通じて自身の効用向上に役立つように環境資源を利用する機会が減少して、不公平感が高まる問題がある。

そもそも有限な地球上で多くの人々が持続的に幸福に生活するには、無駄にモノを作らず、一度作ったモノは長期にわたり有効活用する資源循環型社会へ移行せざるを得ない。ところが資本主義の下での各企業は、商品の販売で得られる余剰価値を追求するため、しばしば商品やサービスを無駄に大量生産して CO₂ を多量に排出し勝ちである[Rees 02, Leahy 07]. つまり現状では商品やサービスの消費者による(長期的な)有効利用が、メーカ企業等の利益に結びついていないことが大きな課題である。

こうした問題を克服するため、排出権に対して炭素税制を有機的に結合する環境マイクロ債務制度(Ecological Microdebt System)(以下、eMD 制度)を提案する。排出権のトレードは行わない eMD 制度の狙いは以下の4つである。

- (狙い 1) 容易な排出枠設定: 排出量を抑制する効果を発揮できるように排出枠を設定することが容易である。
- (狙い 2) ライフサイクル排出量の削減促進: SU のライフサイクル全体を通じた CO₂ 排出量を小さくすることが SU に関わる様々な主体にとって経済的に有利となる状況をつくる。
- (狙い 3) 環境資源利用の公平化: 環境資源(排出権)の利用を通して個人が得られる効用についての公平性を高める。
- (狙い 4) 資源循環型社会への動機付け: SU 提供者にとって、SU が(長期)有効利用されることが望ましい状況をつくる。

2. 環境マイクロ債務(eMD)制度

提案する eMD 制度では、まず各個人に CO₂ の自然吸収量を自然排出権として公平に分配することで適正な排出枠の設定を可能とし(狙い 1)、次に、SU 毎の排出権を上回る排出量の責任を複数の関連主体で共有し、環境の人為的環境回復に必要な税を関連主体間で按分することで SU ライフサイクル全体の排出量削減(狙い 2)を促進する。さらにある個人が所有する自然排出権は、その個人が特定の SU を利用したイベントで得た効用の比率に応じて「イベント毎の返報的排出権」として、特定の SU に配分されることで、メーカ企業などを含む SU に関する主体により共有されることで、環境資源の公平利用(狙い 3)と資源循環型社会への動機付け(狙い 4)を可能とする炭素税制である。以下では図1に従って詳細に説明する。

2.1 自然吸収量分を自然排出権として公平分配

持続可能な世界の実現には CO₂ の総排出量を地球の自然吸収量以下に抑えるべきである。ところが排出権取引によると、企業等の経済主体には排出枠総量の範囲内で全ての経済活動の実施が要請されるため、排出量削減の努力を嫌うことで排出枠の総量は緩まりがちである。すると排出権取引市場での排出権の価格が下落して、削減技術の開発が停滞し、削減努力した主体がむしろ損をする状況になる。こうなると全体として排出量が増大し、制度本来の排出量抑制効果は期待できない。

eMD 制度では排出権を超えた CO2 排出量を債務として扱うので(詳細は次節で述べる), 排出枠の総量を(理想的な)自然吸収量と同量に設定すればよい。

なお一般に排出枠は国や企業などを行った組織に割り当てられることが多い。これに対して我々は自然吸収量を利用して幸福を得る権利は全ての個人に対して平等に与えられるべきであるという立場をとる。この点では個人ベースのキャップ・アンド・トレード制度である TEQ[Fleming 05]と同じである。

そこで eMD 制度では, 下記の(Rule 1)に従い, 全ての個人に CO2 の自然吸収量を自然排出権として公平に分配し, 企業等には分配しない。これにより様々な主体に適切な排出枠を設定する困難さを解消する(狙い 1)。地球全体の CO2 自然吸収量である年間約 110 億トン(全人口の 68 億人分に割り当てた場合)の自然排出権は一人当たり 1.6トン(毎月 0.14トン)である。

(Rule 1) 環境自体が自然吸収する CO2 の総量を, 遍く個人に排出権として公平に割り当て, これを自然排出権とする

2.2 SU毎に共有するeMDへの課税

eMD 制度においても, 個人や企業といった主体毎に責任を負うべき排出量の範囲を設定する必要がある。多くの制度では, 排出する意志決定に係る責任(以下, 直接排出責任と呼ぶ)のみが責任範囲となる。そのため例えば自動車の利用者は利用時に排出量の少ない自動車を選ぶとすが, その自動車の生産時の排出量は気にしない。そのため, もし生産時に多くの CO2 を排出してしまうなら, 商品のライフサイクル全体の排出量は小さくならない。つまり, 直接排出責任だけを考慮しては, 必ずしも商品のライフサイクル全体の排出量を減らせない。

そこで eMD 制度では, 生産者が利用時の排出量の一部に責任をもちたり, 利用者が生産時の排出量の一部を受け持ちたりするという間接的な排出責任(以下, 間接排出責任と呼ぶ)を考慮する。こうして eMD 制度では, 何れの SU 関連主体にとってもそのライフサイクル全体の排出量削減を動機づけられる。

ここで改めて, サービス単位(SU)を定義する。SU は, 少なくとも一つ以上の受益主体とそれ以外の関連主体をもつ市場に存在する選択肢と定義する。SU の典型例である工業製品では, SU 関連主体は生産者・運搬業者・消費者などで, 受益主体はその一部である消費者である。工業製品の他にも, 衣料品, 食料品等の有形物や, 映画鑑賞, タクシー, インターネットサービス等のサービスも SU として扱える。一方で, 植林などの環境回復活動も SU の一種であり, この SU への投資家などを含む関連主体はそこでの活動を通じて共有する排出責任を減らすことができる。

次に, (Rule 2)に示すように, 特定の SU についてのライフサイクル全体に関わる CO2 排出に関わるイベントで発生した排出量の総和を SU 排出量として関連主体間で共有する。さらに (Rule 3)に示すように, ある SU についての返報的排出権を超過した SU 排出量に対する環境債務を環境

マイクロ債務(以下, eMD と記する)とする。ここで SU についての返報的排出権の詳細は後に(Rule 8)で説明する。

(Rule 2) 特定の SU についてのライフサイクル全体に関わる CO2 排出のイベントで発生した排出量の総和を SU 排出量とし, その SU についての関連主体間で共有する。

(Rule 3) SU 排出量から SU についての返報的排出権を差し引いた債務を環境マイクロ債務(eMD)と呼び, その SU についての関連主体間で共有する。

次に(Rule 4)に従い, ある SU において関連主体が受け持つ分担 eMD を決定し, さらに(Rule 5)によりある SU について主体が環境の人為的環境回復のために負担する環境税を決定する。

(Rule 4) SU 毎の eMD を予め定めたプロラタ方式係数に基づいて関連主体間で配分した量を分担 eMD とする。

(Rule 5) 各主体は, 炭素税の総額が人為的な環境回復予算と一致するように, 分担 eMD に比例した炭素税を納税する。(分担 eMD が負値ならば, 同じ計算で報奨金を得る。)

ここで, イベントとは, SU に関わる生産・運搬・利用・廃棄などといった様々な出来事の構成単位である。たとえば自動車という SU を利用して近所に買いものに出かけるのは利用イベントである。また, SU 関連主体間での eMD の分担を決定するプロラタ方式係数は, SU の性質と SU への関連主体の関わり方などから予め政策により決定しておく。

これら(Rule 2~5)により SU として扱える多様な商品やサービスにおいて, 間接排出責任を含めた責任の範囲を決定できる。すると SU は, 関連主体にとっては SU のライフサイクル全体を通じた排出量を小さくすることが経済的に有利になる(狙い 2)。

尚, ある時点での CO2 排出イベントに起因する環境ダメージは未来へ波及するため, その時点では, その排出イベントの影響回復に要する予算の決定は困難である。そこで eMD 制度で

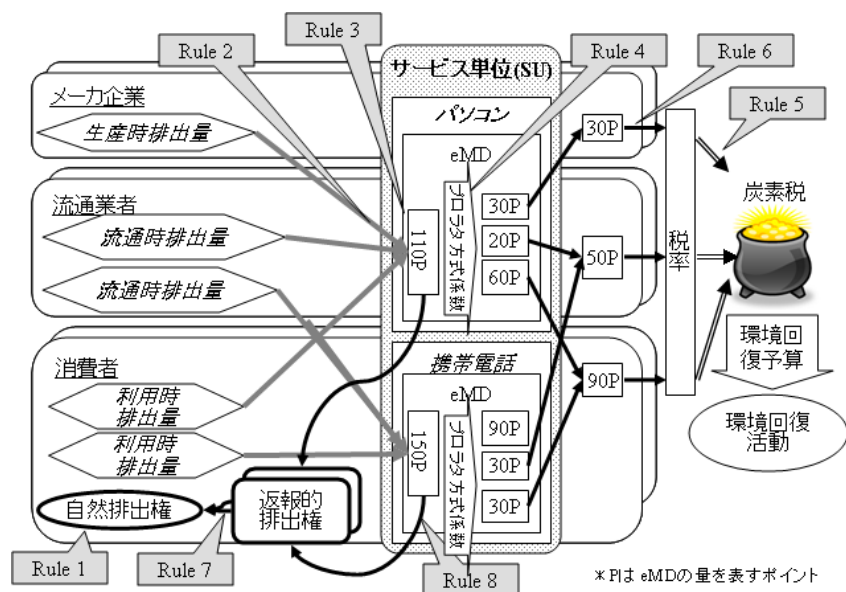


図 1: eMD 制度の概要

は、環境回復に必要な支払額の決定を段階的先送りできるように、eMD を以下の(Rule 6)に従って返済することとし、各時点における課税額は先に説明した(Rule 4,5)に従って決定する。

(Rule 6) 一定期間ごとに、各主体は責任をもつ eMD の一定割合を段階的に返済する。

こうして、eMD とそれに対する納税義務(報奨)に時間的に広がるため、もし将来において環境が悪化して回復予算が増大すると、単位 eMD あたりの税額が増加する。よって環境悪化の懸念が高まるほど eMD を削減しようとする圧力が高まる。

2.3 SU利用時効用にに基づく排出権返礼

原則的に CO2 排出権の価値は温暖化リスクの観点から評価すべきであると考えられる。しかし排出権取引のように、貨幣とのトレードを許すと、CO2 排出権の価値が別の市場価値の観点から評価される。それが排出量の抑制機能を阻害する大きな要因であろう。そこで eMD 制度では、排出権を経済的価値から分離するため、排出権の流通機構としてトレードを採用しない。

その代わりに、現実には排出量が多い企業等の組織が排出権を獲得する仕組みとして、SU 利用時効用にに基づく排出権返礼を提案する。これは以下二つのルールにより、利用者が特定 SU を利用するイベント(SU 利用イベント)で得た効用が多いほど、その返礼として SU 関連主体に多くの排出権を配布する。

(Rule 7) ある個人が所有する自然排出権は、その個人が一定期間内に任意の SU の利用で得た効用の総和に対する特定の SU を利用したイベントで得た効用の比率に応じて「イベント毎の返報的排出権」として、特定の SU に配分する。

(Rule 8) 特定の SU に関わるイベント毎の返報的排出権は、SU 毎に「SU 毎の返報的排出」として蓄積し、それを SU 関連主体で共有する

上記ルールにより、SU 関連主体は、利用者が SU を有効利用することを通じて排出権を獲得するほどに eMD を減らせる。よって SU が有効利用されるほど SU 関連主体の炭素税の課税額は小さくなり、時には報奨金が得られる(Rule 5 参照)。このため SU の提供者は利用者が有効利用すると期待しうる SU の生産と提供に注力することが経済的に動機づけられる。これは SU 利用者から見れば環境資源の利用の点からみた公平感の向上につながる(狙い 3)。また 2.2 節で述べたように、CO2 の超過排出量に対しては課税されるので、メーカー企業などの SU 提供者には排出権の獲得に繋がらない無駄な SU の生産の抑制が動機付けられる。

つまり、排出権返礼の仕組みは、SU の大量生産の傾向に歯止めをかけ、企業の行動を資源循環型社会に向かわせる(狙い 4)。

3. テスト事例での評価

テスト事例での eMD の試算により、eMD 制度の排出量削減効果の一部を確認する。同一グレードの 6 機種のパソコンのラインナップから消費者が一つの商品を選んで購入するシーンを想定する。そして eMD 制度下では、消費者やメーカー企業といった主体は自身が負担する環境税を低減するために SU 毎の総分担 eMD (主体毎の分担 eMD の SU ライフサイクルを通じた総和)が小さなパソコンを選択しやすくなり、それが SU ライフサイクル全体の CO2 排出量削減に結びつき得ることを確認する。ここで CO2 排出量は仮想単位であるポイント(P)で表現する。

3.1 SUライフサイクルにおける総分担eMD

パソコンラインナップ上の一機種を Type C とし、そのライフサイクルにおける所有者の変遷に伴う環境インパクト発生シナリオを以下のように設定する(図2参照)。

- ① メーカー企業所有(1~3ヶ月目): 一ヶ月目では生産による CO2 排出イベントにより 400P の生産時排出量に応じた eMD を負うが、その後は環境税納税により eMD の返済を進める。
- ② 流通業者所有(4~8ヶ月目): 4ヶ月目に輸送のために 10P を排出する。そして図2の中に示すプロラタ方式係数(図中 2 列目)によりメーカー企業と配分した分担 eMD に応じて各々に納税を行い、eMD の返済を進める。
- ③ 消費者所有(9~47ヶ月目): 購入翌月の 10ヶ月目から 45ヶ月目までの 36ヶ月間にわたり SU を利用する。利用期間中は毎月 7P の単位排出量を有するが(36ヶ月間で累計 252P)。同時に SU についての返報的排出権を 3P ずつ(36ヶ月間では累積 108P)を得る。全所有期間にわたり、メーカー企業、流通業者を含む 3 者でプロラタ方式係数(図中 3 列目)により決定した分担 eMD に応じて各々に納税することで eMD の返済を進める。
- ④ 廃棄業者所有(48ヶ月目以降): 49ヶ月目に 20P の廃棄排出量を発生し、その後はメーカー企業、流通業者、消費者を含む 4 者でプロラタ方式係数(図中 4 列目)により決定した分担 eMD に応じて各々に納税することで eMD の返済を進める。

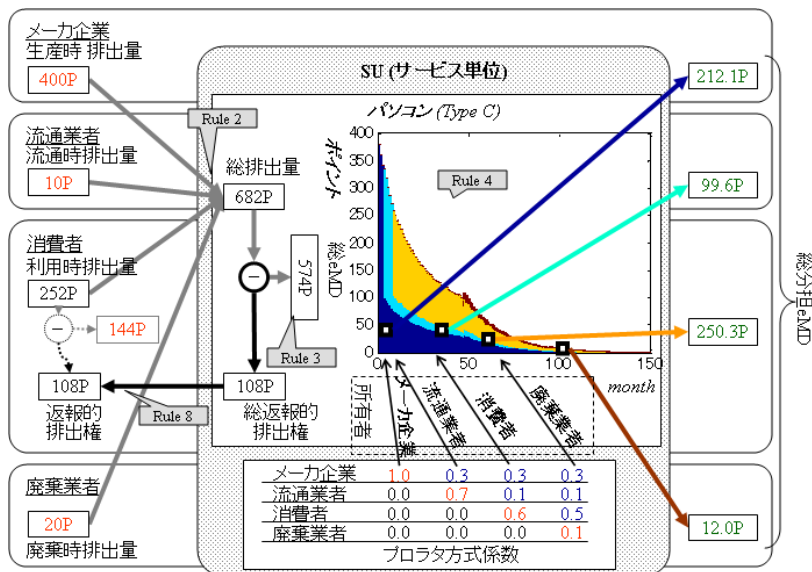


図 2: パソコン(Type C)のライフサイクルにおける eMD と排出量
総分担 eMD は緑文字で、独立採算型債務制度における総債務は赤文字で記載。

本シナリオで、SU ライフサイクル全体における SU 総排出量は生産・流通・利用・廃棄の排出量を合計した 682Pである(Rule 2)。また消費者は SU についての返報的排出権として 108Pを与える(Rule 8)ので、総 eMD はその差の 574Pである(Rule 3)。

ところで排出権取引等の通常の従来制度では、直接排出責任のみを考慮し、排出責任や自然排出権を SU の関連主体間で共有しない。その一例としてここでは独立採算型債務制度を評価する。この制度のもとでは、各主体が分担する責任はメーカー企業、流通業者、産廃業者については主体毎の排出量そのものである、ただし消費者については SU についての返報的排出権を減じた 144Pとなる(図 2 中での赤字及び表 1(a)の Type C 行に示した)。

一方で eMD 制度においても、SU ライフサイクル全体の総 eMD は排出量の合計から SU についての返報的排出権を差し引いた 574Pとなる。そして月々の税金の支払いによる eMD の返済は 5%ずつとし、図 2 中に示したプロラタ方式係数を用いて(Rule 4)に基づいて所有者が変化する毎に主体毎の分担 eMD を決定し、その SU ライフサイクルの総和として主体毎の総分担 eMD を得る(図 2 中での緑字及び表 1(b)の Type C 行に示した)。

3.2 主体毎のSU選択で総eMDの削減を促進する

製造技術の制約により、同一グレード商品では、生産時排出量と単位利用時の排出量の削減にはトレードオフがあると想定し、前記した Type C のパソコンを含む 6 機種の商品 A~F によるラインナップを考える。表 1 に示すように、商品 A は生産時排出量が最大で単位利用時の排出量は最小とし、逆に商品 F は生産時排出量が小さく単位利用時排出量が最大とする。

eMD 制度の下で、商品毎に各主体が負担する債務である総分担 eMD を表 1(b)に示した。ここではメーカーや消費者の総分担 eMD の商品選択に対する振る舞いは総 eMD とほぼ相似形である。このため消費者が節税のために総分担 eMD が最小の商品 C を選択すると、これは総 eMD からみても二番目によい商品にあたる。またメーカーの総分担 eMD が最小となる商品 D を選択すれば、それは総 eMD も最小である。よって各主体が独自に節税をしようとすることで自然と SU ライフサイクル全体の排出量を削減につながる。

比較対象である独立採算型債務制度では消費者にとって総

表1 二つの制度における主体毎の総分担債務
(a)独立採算型債務制度, (b)eMD 制度
主体毎に最小となる商品を赤太線で示す。

SU Type	単位利用時排出量	生産時排出量	総分担債務				総債務
			メーカー企業	流通業者	消費者	産廃業者	
A	5	600	600	10	72	20	702
B	6	480	480	10	108	20	618
C	7	400	400	10	144	20	574
D	9	320	320	10	216	20	566
E	11	280	280	10	288	20	598
F	14	240	240	10	396	20	666

SU Type	単位利用時排出量	生産時排出量	総分担eMD				総eMD
			メーカー企業	流通業者	消費者	産廃業者	
A	5	600	271	133	288	11	702
B	6	480	233	112	261	11	618
C	7	400	212	100	250	12	574
D	9	320	202	91	259	14	566
E	11	280	207	90	284	17	598
F	14	240	224	92	329	21	666

分担債務が最小の商品 A であり、メーカー企業による最適な選択は商品 F になる。そのため総 eMD が最小の商品 D に近い選択肢は何れの主体にも選択されづらい。そのため各主体が個々に節税努力したのでは SU ライフサイクル全体の排出量削減には繋がらない。

つまり、SU 関連主体間で債務を共有する eMD 制度では、消費者やメーカー企業が自己負担する債務(つまりは環境税)を減らそうとして総 eMD が商品を選択しようとするれば、自然と SU ライフサイクル全体の CO2 排出量の削減に繋がるのである。

4. まとめ

提案した eMD 制度では、個人主体のみに CO2 の自然吸収量を公平配分した排出枠を与える(これを自然排出権と呼ぶ)。個人主体がある期間内で得る全ての効用に対する特定 SU から得る効用の比率に応じて、その SU に自然排出権を割り当てたものを返報的排出権とする。さらに SU 毎に累積した CO2 排出量のうち SU についての返報的排出権を超過した分を eMD と呼ぶ債務として SU 関連主体で共有する。人為的環境回復に要する予算総額は SU 毎の eMD に応じて環境税として分担させる。そして特定の SU に関わる主体毎の納税額はプロラタ方式係数に基づいて按分する炭素税制である。

生産時の排出量と利用時の排出量の削減にトレードオフがあるパソコンの 6 機種の商品 SU ラインナップにおける eMD 制度での試算結果では、SU ライフサイクルを通じた総 eMD が比較的小さく環境負荷が小さな SU が、メーカーや消費者等の主体の総分担 eMD も小さくすることを示した。よってそれら主体が炭素税を削減すべく、その算定基準となる総分担 eMD の小さな SU を選択することが、自然と CO2 排出量の削減に結びつく。

今後は、eMD 制度下での SU 取引シーンにおいて取引価格を考慮した上での排出量削減効果についても計算実験等を用いた検証を進めたい。

謝辞: (株)富士通研究所の、ヒューマンセントリックコンピューティング研究所の駒場祐介氏、および環境技術研究部諸氏との議論を通じ、本研究を深められたことを感謝致します。

参考文献

[IPCC] Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report, Working Group I Report, "The Physical Science Basis", <http://ipcc-wg1.ucar.edu/>.

[Hara 09] Keishiro Hara, Michinori Uwasu, Yohei Yamaguchi, Helmut Yabar, Haiyan Zhang, Terukazu Kumazawa and Tohru Morioka, "Future Scenario Approach for Building a Resource-Circulating Society in the East Asia," 7th Int. Science Conf. the Human Dimensions of Global Environmental Change (IHDP Open Meeting 2009), 2009.

[Ellerman 07] Denny Ellerman, Barbara Buchner, "The European Union Emissions Trading System Review of Environmental Economics and Policy 2007.

[Rees 02] William E. Rees, "Globalization and Sustainability: Conflict or Convergence?" Bulletin of Science, Technology and Society 22 (4): 249-268, 2002.

[Leahy 07] Stephen Leahy, "DEVELOPMENT: Can Capitalism Be Green?", TORONTO, 2007 (IPS/IFEJ), <http://ipsnews.net/news.asp?idnews=37712>.

[Fleming 05] David Fleming, "Energy and the Common Purpose: descending the Energy Staircase with Tradable Energy Quotas (TEQs)", The Lean Economy Connection, 2005.