



Title	マクロ環境会計による経済社会の持続可能性評価に関する実証的研究
Author(s)	山本, 充; Yamamoto, Mitsu
Citation	北海道大学大学院農学研究院邦文紀要, 31(2), 87-188
Issue Date	2010-02-26
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/42741
Type	departmental bulletin paper
File Information	MRFA31-2_002.pdf



マクロ環境会計による経済社会の持続可能性評価に関する 実証的研究*

山 本 充

(小樽商科大学大学院商学研究科アントレプレナーシップ専攻)**

An Empirical Study on Macro Environmental Accounting for Evaluation of Sustainability

Mitasu YAMAMOTO

(Graduate School of Business, Otaru University of Commerce, Otaru, 047-8501, Japan)

目 次

第 I 章 序論	88	可能性の分析	117
A. 背景	88	a. フロー勘定	118
B. 本論文の目的と意義	90	b. スtock勘定	121
C. 分析課題と本論文の構成	91	c. デカップリング指標による北海道経 済の評価	122
第 II 章 マクロ環境会計の理論	93	B. 北海道廃棄物勘定の推計による廃棄物 処理とその環境負荷の評価	123
A. 環境会計の定義と目的	93	a. 廃棄物勘定の位置付けと作成方法	123
a. 環境会計の定義	93	b. 北海道廃棄物勘定の推計結果	124
b. 環境会計の目的	94	c. 廃棄物処理活動の環境効率	129
B. 環境会計の種類	95	d. 小括	132
a. 会計単位からみた環境会計の種類	95	C. 廃棄物勘定による農業部門の環境負荷 と資源循環システムの評価	132
b. 分析領域の特徴による分類	96	a. 農業廃棄物勘定の推計	133
C. マクロ環境会計の理論的枠組み	97	b. 農業廃棄物勘定の推計結果	134
a. 貨幣評価によるマクロ環境会計の枠 組み	97	D. まとめ	134
b. 物的評価を導入したマクロ環境会計 の枠組み	103	第 IV 章 環境便益の貨幣評価によるマクロ 環境会計の拡張	136
D. 環境効率指標とデカップリング指標	112	A. 経済活動と環境便益	136
a. 環境効率指標	112	a. 環境の機能	136
b. デカップリング指標	113	b. 環境の便益	137
E. まとめ	115	c. 持続可能性における自然資産と人工 資産の代替性	137
第 III 章 貨幣評価によるマクロ環境会計の 地域と廃棄物問題への適用	117	d. 農業と環境便益	138
A. メゾ環境会計による北海道経済の持続		B. マクロ環境会計における生産境界の拡 張と環境便益の評価方法の検討	140
		a. マクロ環境会計における生産境界の 拡張	140
		b. マクロ環境会計における環境便益の 評価方法の検討	141

*本論文は北海道大学博士論文(2008年)の一部である。
Doctoral thesis submitted to the Graduate School
of Agriculture, Hokkaido University (2008).

**〒 047-8501 小樽市緑 3 - 5 - 21

C. マクロ環境会計による農林業の環境便 益の評価 ……………	143
a. 農林業の多面的機能 ……………	143
b. マクロ環境会計による環境便益・環 境負荷の評価範囲 ……………	146
c. マクロ環境会計のフレームワークの 拡張 ……………	146
d. 環境便益を明示した農林業のマクロ 環境会計の推計 ……………	149
D. マクロ環境会計における環境の貨幣評 価の意義と限界 ……………	152
第V章 物的環境勘定を導入したハイブ リッド型マクロ環境会計の適用に よる地域経済の持続可能性評価 ……	154
A. エコロジカル経済学の概念の導入 ……	154
a. エコロジカル経済学の概念 ……	154
b. 持続可能性指標 ……………	157
B. ハイブリッド型マクロ環境会計フレー ムワークの地域への適用 ……………	159
a. ハイブリッド型メゾ環境会計の推計 結果 ……………	160
b. 環境効率の変化 ……………	166
c. エコロジカル・フットプリントによ る環境負荷の総合化 ……………	166
C. ハイブリッド型マクロ環境会計の地域 農林業への適用 ……………	169
a. 農林業へ適用したフレームワーク ……	169
b. 北海道農林業ハイブリッド型メゾ環 境会計の推計結果 ……………	170
c. エコロジカル・フットプリントによ る持続可能性評価 ……………	171
D. まとめ ……………	174
第VI章 要約と結論 ……………	175
A. 要約 ……………	175
B. 結論 ……………	177
参考文献 ……………	178
謝辞 ……………	184
Summary ……………	186

第I章 序 論

A. 背 景

我々は、海岸や森林、湖沼、河川など自然の中へ出かけることで風景を楽しみ、快適さを感じ

て満足感を得る。あるいは、こうした自然の近隣に居住する場所を選択することも少なくない。これは生態系*1(以下、環境)が提供するアメニティという環境サービスを消費したいという欲求に基づく行動である。この環境サービスを生み出す機能をアメニティ供給機能という。また、環境が居住地やレクリエーションの場を提供する機能を空間機能という。さらに、経済システムは財・サービスの生産のため環境から天然資源*2を取り出し、加工し、消費し、そして廃物を環境へ戻すことで処分している。この経済のスループット*3は、環境の資源供給機能、廃物の吸収機能*4に依存している。これらの機能は自然資本の質と量、および環境の物質循環に規定される。それゆえ、これらの環境の機能は相互に独立ではなく、相互依存関係にある。さらに重要なことは、これらの機能は環境の生命維持機能なしには存在しえないということである。つまり、経済システムは環境の生命維持機能と、これを基盤とする資源供給機能、廃物の吸収機能、空間機能およびアメニティ供給機能に依存している。経済システムは、環境に対して物質・エネルギー的に開かれたシステム*5である。それゆえ環境から制約を受け、環境に対して影響を及ぼすのである。

我々は、環境をどのように使用しているのだろうか。

人間が経済活動で環境を使用する形態は多様であるが、大きく2つに大別できる。1つは、量的使用(quantitative use)である。量的使用とは、環境から必要な天然資源を取り出し経済システムに投入することである。量的使用は、自然資本の減耗(depletion)すなわち量的減少をもたらす。この典型的な例が、地下資源などの枯渇性天然資源の使用である。もう1つは、質的使用(qualitative use)である。質的使用とは、環境サービス*6を消費することである。環境サービスの消費は、量的に自然資本は減少しないが、その質的劣化(degradation)を招くことがある。例えば、廃棄物の最終処分場は環境の処分サービス(disposal service)を消費している。廃棄物の排出により土地面積は変化しないが、造成および廃棄物の蓄積により環境の状

態は変化する。

経済システムは、常に環境から物質を取り入れ、環境へ物質を排出している。環境へ排出された物質は、環境の物質循環の流れに入り、その過程で分解・固定・拡散作用などにより状態を変化させていく。経済システムから環境へ排出された物質は、基本的に経済システムでは不要か、あるいは利用不可能な状態であるが、環境の物質循環の流れにより再び利用可能な状態へと変化する。これは、環境が経済システムにとって有用な天然資源の再生産力を有している*7とみることができる。しかしながら、経済システムからの物質排出が量的に、あるいは質的に環境の廃物吸収能力を超える場合、環境は質的に劣化し、環境の機能は低下する。環境の資源供給量と廃物吸収量の再生産速度の限界量を環境収容力 (carrying capacity) といい、経済システムの環境の量的使用と質的使用が環境収容力を超えると、環境の機能低下を招くことになるのである。それゆえに、我々は環境の量的および質的使用状況を適切に把握する必要がある。

それでは、これまで我々は環境の使用状況はどのように把握してきたのであろうか。環境に関係する情報は環境情報と呼ばれる。環境情報は、環境の状態、環境への負荷の状況および負荷を与えている原因活動の状況、環境の影響を受ける人々の健康や生活に関する情報、環境保全などに関連する政策・施策に関する情報など、多種多様である。環境情報は、情報の発信側と受信側の相互理解を深めるためのコミュニケーション手段である。それゆえ、適切な分類軸をもって整理することがコミュニケーションを円滑にするために必要である。

代表的な分類軸としては、環境を構成する圏域 (sphere) や環境問題領域がある。前者は大気圏や水圏、地圏などの分類が用いられ、後者では大気汚染や水質汚濁、地球温暖化、オゾン層破壊などの分類が用いられる。こうした分類軸は、問題現象の空間的、地理的スケールからの分類である。一方、環境問題は種々の要因が複雑に絡み合ったシステム的な問題であるため、環境問題の因果関係の流れ、すなわち原因

から結果への流れからの分類軸も重要視されている。この分類では、①環境変化の原因となる人間活動、②環境への負荷の状況、③環境変化の状態、④環境変化による人間や生態系への影響、という4つの段階での分類が一般的である。この4段階において、これまで環境情報として整備されてきた情報の大部分は②と③に関する情報である*8。これらの情報の多くは、問題現象の空間的、地理的スケールからの分類で整理されている。一方、①に関しては、環境情報としてではなく、社会・経済統計として整備されている。④に関しては、公害問題に起因する健康被害の観点からの情報や、絶滅危惧種等に関連する科学的調査研究情報が挙げられるが、マクロ的な視点から環境問題をとらえる情報としては相対的に少ない。それゆえ、この④に関する環境情報を、いかに理解容易な形で提供するかが課題である。

さて、環境情報は種類・量ともに膨大であるので、それを理解容易な表現とすることを目的に開発されてきたのが環境指標である。環境指標とは「環境に関するある種の状態を可能な限り定量的に評価するための物差し*9」と定義されている。一般に「指標*10」とは、ある事象を記述する多くの変数の中から、その事象の特性をよく表すために、もとの情報に含まれる内容をなるべく失われないようにしながら、より少数の変数を選んだり、加工してより少数の変数に集約したものである。環境指標でも、最も重要な、あるいは最も代表的な汚染物質の濃度や排出量を用いて表現されることが多い。例えば、地球温暖化については、二酸化炭素 (以下 CO₂ と略す) の温室効果を基準に種々の温室効果ガス (以下 GHG: Green House Gas と略す) の影響を地球温暖化係数という指標値に集約して環境への負荷の状況を表現している。また、マクロ的に前述した環境問題の因果関係の流れを表現する方法として、経済協力開発機構 (OECD) において開発された PSR フレームワークがある。PSR フレームワークは、経済活動と環境の関係を「環境への負荷: Pressure」, 「負荷による環境の状態: State」, 「それに対する社会的な対策: Response」という流れで包括

的にとらえようとするもので、環境の状態の推移を把握しようとするコアセット指標体系^{*11}が提案されている。近年では、国連の持続可能な開発委員会による検討が加えられ、負荷Pは負荷を与える力という意味合いから駆動力(Driving force)に置き換えたDSR指標、あるいは駆動力を加えたDPSR指標とした環境指標体系が提案されている。しかしながら、これらの指標体系は、個別の環境指標を体系化したものであり、総合化されたものではない^{*12}。環境指標の総合化は、わが国では地域環境管理計画の策定過程でみられる。そこでは、市民とのコミュニケーション手段として重要度の高まりに呼応した集約化が行われている。マクロレベルで国際比較が可能となるように集約化された指標としては、生産プロセスにおけるマテリアルフローの総量を環境への負荷の総体として表現するエコロジカル・リュックサックや、ある地域の人間活動を持続的に維持してゆくために必要な土地の総面積として表現するエコロジカル・フットプリント(Ecological Footprint, 以下EFと略す)がある。

環境の状態を測る物差しとして環境指標が有用なものであるためには、その尺度が重要である。とりわけ、総合化された環境指標は、一般市民にも理解容易な尺度で構成されることが必要である。エコロジカル・リュックサックやEFは、重量や面積という物量単位により集約化が行われており比較的理解容易な尺度である。こうした物理的尺度を使用する指標は、第V章で述べるエコロジカル経済学概念に基づいている。それゆえ、本論文ではエコロジカル経済学概念に基づく方法論をエコロジカル経済学アプローチと呼ぶ。もう一つの慣れ親しんだ尺度として貨幣尺度が挙げられる。日常的に様々な財貨・サービスの価格を情報として、われわれは意思決定を行っており、経済発展の状況を知る指標としても生産された付加価値の総額を表すGDP(国内総生産)の成長率などのマクロ経済指標を参照している。貨幣尺度により環境指標を構成する場合、指標が伝える意味を十分吟味する必要がある。なぜなら、多くの場合、経済に対する環境の影響は市場の外部効果とし

て扱われているため市場による価格付け、つまり貨幣評価が行われていないからである。こうした貨幣尺度による環境評価の方法論を発展させてきたのが環境経済学である。そこで本論文では環境の貨幣評価法を用いるものを環境経済学のアプローチと呼ぶ。

いずれにせよ、人々が経済活動の意思決定において環境の状態を意識できる指標であることが重要で、それにより経済社会における環境の位置付けを明確にすることが必要である^{*13}。前述した環境の機能が持続的に利用可能であることを一般市民にも理解容易な環境指標として示すこと、指標値がある状態(範囲)にあることが持続可能な状態を表し、それを目標値とした経済活動を促すことが重要と考えられる。

こうした環境指標を導出するには、その情報源が必要である。それが環境会計である。つまり、環境会計は環境情報の帳簿であるとも言えよう。企業会計システムから環境情報を抽出し、企業活動における環境配慮を促進する目的で作成されるミクロ環境会計は、わが国でも環境省がガイドラインを作成するなどの取り組みにより導入が進んでいる。また、国民経済計算体系(System of National Accounts, 以下SNAと略す)を基盤にしたマクロ環境会計については、第II章で記述するように国連やEUを中心に開発が進められており、わが国でも試算が行われている^{*14}。しかしながら、国家を構成する部分地域である地方自治体での導入はほとんど見られない。その理由は、理論フレームワークの確立を見ていないためと思われる。前述の地域環境管理計画における環境指標の作成状況は、自治体により様々な形態であり地域間比較ができない。「Think globally, act locally」という標語もあるように、国家の構成員でもある地方自治体が国家の環境戦略と整合的な地域経営を主導するためにも、また地域の環境特性や経済構造に応じた環境政策を実践するためにも環境情報を可能な限り整合的、包括的な統計のフレームワークの中に記述する必要がある。

B. 本論文の目的と意義

本論文の目的は、地域の様々な構成員に対して環境に対する地域経済活動の影響を評価し、

持続可能な経済活動を考察するための環境指標と、それを提供するマクロ環境会計のフレームワークを考察することにある。

地方自治体などの行政セクターにおいては、地域環境と地球環境の保全に資する政策立案の根拠となる環境情報や、実施された政策の効果や達成度を評価する環境情報が必要である。また、企業においてはその社会的責任（CSR：Corporate Social Responsibility）が重視されている中、環境会計の導入が進んでいるものの、ミクロ環境会計からもたらされる情報では経済社会全体との関係や環境との関係は把握困難である。このため、地域社会全体に対する環境貢献の度合いや環境全体からの受ける影響や制約を把握するにはマクロ環境会計との関連づけ、あるいはマクロ環境会計の情報を参照することが有効と考えられる。さらには、専門的知識を持たない一般市民にも環境の状態が理解可能な情報として伝達することが必要である。

1992年の国連環境開発会議における「環境と開発に関するリオ宣言」の第10原則には「環境問題は、それぞれのレベルで、関心のあるすべての市民が参加することにより最も適切に扱われる。国内レベルでは、各個人が有害物質や地域社会における活動の情報を含め、公共機関が有している環境関連情報を適切に入手し、そして、意思決定過程に参加する機会を有しなくてはならない。各国は、情報を広く行き渡らせることにより、国民の啓発と参加を促進し、かつ奨励しなければならない。賠償、救済を含む手法及び行政手続きへの効果的なアクセスが与えられなければならない。」と記述されている。そうした環境情報を提供できる情報提供源としてのマクロ環境会計システムを、地域においても構築することは意義あるものとする。

C. 分析課題と本論文の構成

本論文では、SNA統計との整合性からサテライト勘定として提案されているマクロ環境会計のフレームワークを用いて環境・経済情報を集約し、地域経済の持続可能性を表す理解容易な環境指標の導出可能性とマクロ環境会計に導入される環境情報を吟味し理論フレームワークの課題を明確にする。具体的には次の4つの課

題を設定している。第1に環境指標を提示し経済活動の持続可能性を明確にすること。第2に経済活動による環境の使用状況を貨幣評価するマクロ環境会計の理論フレームワークを適用し、環境費用の全貌を明らかにすること。第3に環境の使用状況を物量単位で評価するマクロ環境会計の理論フレームワークを適用し、環境容量に対する経済による環境の使用状況を明らかにすること。第4にマクロ環境会計において経済活動に伴う環境便益の発生を明示すること。なお、これらの分析において、マクロ環境会計の理論フレームワークを適用する理由は、前節で述べたように環境情報を可能な限り整合的、包括的な統計のフレームワークの中に記述するためである。

これらの課題に対する本論文の構成は以下の通りである。

第II章では、まず、環境会計を明確に定義づけ、その目的を明らかにするとともに、その分類整理を行い本論文で適用する理論フレームワークの位置付けを明確にする。次に、本論文で適用する貨幣評価と物的評価による2つのマクロ環境会計の理論フレームワークについて整理する。そして、一般に使用が広まっている環境効率指標とデカップリング指標について整理を行う。

第III章では、貨幣評価によるマクロ環境会計のフレームワークを用いた北海道地域のメゾ環境会計を推計し、環境費用の全貌を明示し、北海道経済の環境効率性の評価を行う。次に、北海道の廃棄物問題に焦点を当てた廃棄物勘定を推計し、廃棄物処理に関係する環境費用を明確にするとともに、廃棄物処理活動の環境効率性の評価を行う。さらには、農業系廃棄物を対象に廃棄物勘定を適用し、資源循環による環境負荷削減効果を明確にする。

第IV章では、農林業の多面的機能として知られる環境便益に着目し、SNAの生産境界を拡張して第III章で適用した貨幣評価によるマクロ環境会計のフレームワークを改良し農林業の環境便益を明示する。そして、環境の貨幣評価方法を使用する環境経済学のアプローチの意義と限界について整理する。

第V章では、物的評価を導入したハイブリッド型のマクロ環境会計のフレームワークを用いた北海道地域のメゾ環境会計を推計し、物量単位からみた北海道経済の環境の使用状況を明らかにするとともに、持続可能性指標として有用なEFを適用して環境容量に対する北海道の資源・エネルギー使用状況を明らかにする。また、同様のフレームワークに環境便益を導入し、北海道地域の農林業の持続可能性を評価する。

第VI章では、本論文の全体の要約と結論を述べる。

注

- *1 生態系 (ecosystem) とは、「ある地域の生物の群集とそれらに関係する無機的環境をひとまとめにし、物質循環・エネルギー流などに注目して機能系としてとらえたもの。生物・無生物環境全体を指して使われることもある。」(広辞苑第四版, 岩波書店より), 一方, ISO 14001 では環境を「大気, 水, 土地, 天然資源, 植物, 動物, 人およびそれらの相互関係を含む, 組織の活動を取りまくもの。」(JIS Q14001, 3.5) として定義しているように, 一般に環境という表現はある主体を取り巻く周囲という意味合いで使用されるが, 本論文では経済社会を包含する全体システムとしての意味合いから, 人と人工資本を除く生物・無生物環境全体を機能系としてとらえたものを生態系(環境)と定義する。さらに, この機能系は有形な物質的概念と無形なサービスの概念を統合した概念として本論文では使用する。
- *2 天然資源 (natural resource) とは, 環境から経済活動に投入(使用)される物質である。天然資源という表現も同義語である。本論文では天然資源はフロー概念で使用する。また, ストック概念としては, 「直接的・間接的に人間活動の影響を既に受けているか, あるいは潜在的に受ける可能性のある自然環境の資産を自然資産, または自然資本と呼ぶ。」(United Nations^[118] para. 27) という定義に従い自然資本または自然資産と表現する。また, United Nations^[118] para. 27 で

は, 「自然資産は, (生産された, ないしは野生の)生物資産, 土地と水域及びその生態系, 地下資産と大気に分けられる。」としている。これは自然資本が生態系を意味するとも見受けられるが, ストック概念は物質的概念である。前記注1で定義したように本論文では生態系を機能系としてとらえているので, 本論文では生態系と自然資本は概念的に異なるものとして取り扱う。

- *3 原料の投入から原料の製品への転換, 廃棄物の排出に至る一連のフロー。マテリアルフローとも言う。
- *4 この機能を浄化機能と呼ぶこともあるが, 本論文では吸収機能 (sink function) と呼ぶ。
- *5 開放系 (open system) と呼ばれる。
- *6 環境サービスとは, 土壌 (生態系を含む), 水および大気の特定の質的な(空間的なものを含む)機能のことである。環境サービスは, 処分サービス, 土地の生産的サービスおよび消費者サービスの3つに分類される。これらと環境の機能との対応は, 処分サービス: 吸収機能, 土地の生産的サービス: 空間機能, 消費者サービス: アメニティ機能と生命維持機能, のように考えられる。United Nations^[118] para. 356~357
- *7 この再生産力により経済システムに有用な物質を提供する環境の機能を, 本論文では資源供給機能 (resource function) と呼んでいる。
- *8 土木学会環境システム委員会編^[23] p.96
- *9 内藤正明ほか^[86] p.3
- *10 指標に相当する英語は, indicator または index であるが, これらの意味は同じではない。前者は, 多数の変数の中から選ばれた代表的な変数であり, 一般にもとの変数固有の単位をもつ。これに対して後者は, 変数や indicator を時系列のある時点や全体の平均を分母として規準化 (normalize) したり, 異なる単位をもつ変数や indicator を共通の尺度に投影することにより単位をそろえて加算を可能としたものである。したがって index は一般に無次元か, もとの変数とは異なる単位を持つ。しかし, この両者の境界は

必ずしも明確ではなく、混同して使用されていることが多い。本論文では、index は indicator を集約した総合的指標と整理し「指標」は両者を含むものと表現する。

*11 環境省⁽⁵⁴⁾

*12 オランダは、PSR フレームワークのPに焦点を当て、政策目標の達成度に応じて重み付けすることで集約化された総合指標を算出している。環境庁⁽⁴⁷⁾ pp.261~264

*13 1992年の国連環境開発会議で採択されたアジェンダ21の第40章にも、意思決定に必要な情報として持続可能な開発の進捗状況を把握できる指標が環境勘定から導出できるように開発される必要性が記述されている。United Nations⁽¹¹⁹⁾ pp.442~448

*14 アジェンダ21の第8章においては、環境と経済を統合するマクロ環境会計システムを構築する必要性が記述されている。United Nations⁽¹¹⁹⁾ pp.94~97

第II章 マクロ環境会計の理論

地球環境問題の深刻化に伴い経済*1が環境に及ぼす悪影響を抑制する必要性が高まってきた。経済は環境から資源を採取し製品に転換、あるいはサービスを産出した後に不要物を環境へ排出している。この経済の資源スループットから発生する汚染物質や廃棄物が、時には資源採取の行動そのものが、環境の劣化や破壊を引き起こしている。経済は環境に包含されているものであり、環境が経済の制約条件となる*2。環境を破壊・劣化させることにより、経済は自らの制約条件を強めている。このような経済による環境破壊を抑制するには、全体システムである環境とそれに包含される経済システムとの間の物質交換に関係する物量情報と貨幣情報を経済データとして適切に把握しなければならない。環境会計とは会計単位の経済活動が環境に与える影響を定量的な会計情報として計測・評価し、会計単位とそのステイクホルダーの経済活動と環境との相互関係を整理することにより、環境問題を発生させない経済活動のあり方を分析する方法である。

本章では、最初に広義の環境会計に関する定

義付けを行い、環境会計の分類を行う。次に、SEEA (System for integrated Environmental and Economic Accounting: 環境経済統合会計)、および NAMEA (National Accounting Matrix including Environmental Accounts: 環境勘定を含む国民会計行列) についてわが国の試算例を参照しつつ、マクロ環境会計の理論について述べる。

A. 環境会計の定義と目的

本節では、広義の環境会計について定義付けを行いその目的を明確にする。なお、本稿では“Accounting”を体系的な計算プロセスにより問題探究を行う意味合いから「会計」と呼び、“Accounts”を「会計」に包含される構成要素としての計算書や計算プロセスの意味合いから「勘定」として呼称を統一する。

a. 環境会計の定義

Paton⁽¹⁰⁶⁾は、広義には会計は経済データの計測・整理とこのプロセスの結果をステイクホルダー*3に伝達するという二つの段階により経済活動を管理するという基本的機能を持つとしている*4。宮崎⁽⁷⁵⁾は、会計情報について「定量的情報としての貨幣的(数量)情報および非貨幣的(数量)情報、そして定性的情報としての叙述・説明情報という3つの異なる性格の情報から構成されると考えることができる。」*5としている。上述の経済と環境間の物質交換に関する物量情報は、非貨幣的情報であるので会計情報となりうる。従って、経済と環境間の会計情報を取り扱う会計を環境会計と呼ぶことができよう。本稿では経済と環境の相互関係を表す定量的・定性的会計情報を環境情報と表すことにする。

河野⁽⁵⁷⁾は「環境会計は経済システムによる環境への働きかけによって生じる経済的生態的影響を定量的に測定し、伝達するプロセスである。」*6と定義し、環境会計で取り扱う会計情報を環境情報のうち定量的会計情報に限定している。これは、定性的会計情報すなわち記述的な環境情報を環境会計の対象から除外することにより環境報告と環境会計を明確に区別していると見られ宮崎⁽⁷⁵⁾も同様な区別が必要としている*7,*8。本稿でも定性的会計情報を環境報告と

考え除外することとする。

そこで、本稿では広義の環境会計を次のように定義する。環境会計は、経済と環境の相互関係を物量情報および／または貨幣情報として定量的に計測・整理してステイクホルダーに伝達するプロセスである。上記の河野の定義との相違点は、第一に環境が経済に与える影響も含め相互関係と表現している。第二に河野は上記の定義を企業や自治体等のマイクロ経済レベルにおける環境会計を対象として物量情報は財務情報を補完する情報としている。しかし、本稿では天然資源勘定など物量情報のみの環境会計をも包含して考えているため、物量情報および／または貨幣情報を会計情報とすることとした。

b. 環境会計の目的

前記の定義に従えば、環境会計の目的は環境情報をステイクホルダーに伝達することとなる。そこで環境情報の利用面からみてみよう。環境情報の発信者は自らの環境保全活動が適切であったかを評価し、さらなる改善策を追求するための情報として環境会計を管理面で活用する。この場合、環境会計は会計単位の環境保全活動を促進させる目的で環境マネジメントツールとしての役割を有している。

環境情報の受け手であるステイクホルダーは、会計単位が適切な環境保全活動を行っているかを評価するであろう。逆に発信者の立場からは、ステイクホルダーが適切な環境保全活動を探る意思決定を行うことを期待している。従って環境会計は、その会計期間における環境と経済の状態、および会計単位の環境保全活動に関する環境情報をステイクホルダーに伝達しなければならない*9。例えば、消費者は製品・サービスの環境負荷に関する情報とその価格から費用対効果の高い製品・サービスの購入選択を行うので環境情報を必要としている。また、企業においては投資家や金融機関でも効率的な企業運営が行われていることを示す情報が必要であり、SRI (Socially Responsible Investment: 社会的責任投資*10) の観点からも環境保全活動に関する情報が重視されている。従って、企業の環境情報が企業努力の1つの指標となり、消費者の選択行動やSRIの意思決定情報

の一つとなる。

さらにマクロ経済を対象とした環境会計では、そのステイクホルダーは集計範囲に属する経済主体のみならず他国にまでおよび、広範なステイクホルダーに対して集計範囲の経済と環境の状態とその相互関係に関する環境情報を提供し、マクロ経済システムの環境保全情報に関するアカウントビリティがある。以上より環境会計は、会計単位がステイクホルダーに対する環境保全行動の説明責任を果たす目的で、ステイクホルダーとの環境コミュニケーションツールとしての役割を有している。

以上のことより、環境情報の利用形態は大きく2つに大別できる。1つは、情報の受け手であるステイクホルダー側での利用、もう1つは情報の発信源である会計単位における利用である。いずれの利用形態も個々の経済主体の環境保全活動を促進させるために利用されていることに相違は無い。ここに環境会計の目的がある。すなわち、広義に環境会計の目的は、その会計単位とステイクホルダーの環境保全活動を活性化させ経済システム全体の環境保全機能を高めることに貢献するため、経済と環境の相互関係に関連する情報、つまり環境情報を提供することと考えられる。

さて、もう少し環境会計の目的を掘り下げてみよう。環境会計の主たる関心は、経済活動が環境に与える影響であろう。なぜなら、経済システムは環境機能に依存しているからである。その環境機能の源泉はストックとしての自然資本である。このストックである自然資本から供給される天然資源と環境サービスというフローを消費することで経済は運営されている。この量的使用が過剰であると自然資本は減耗し、質的使用が過剰であると自然資本は劣化し、環境問題が発生するのである。

このため、われわれは環境機能の源泉である自然資本の状態を監視し、経済活動を管理しなければならない。よって、環境会計では自然資本というストックに関する情報を示すことが求められる。同時に、この自然資本を変化させている経済による量的・質的使用状況を示すことも必要である。すなわち、ある会計期間におけ

る環境の量的・質的使用がどのように行われたのかというフロー情報を経済活動を示す情報と整合的に示すことが求められるのである。

また、必然的にこのフロー情報は自然資本に関するストック情報とも整合的でなければならない。つまり、環境の量的使用が自然資本をどれだけ減耗させているのか、質的使用がどれだけ自然資本を劣化させているのかを明確に示すことが必要とされる。

こうした環境情報を示すことは、いわば環境と経済との間の貸借対照表を作成することと同義である。経済運営のために、つまり人間の福祉・厚生のために持続的に環境から資源・サービスを得るためには、その源泉である自然資本の減耗・劣化を防止しなければならない。また、自然資本の減耗・劣化に対しては、それを回復させることが求められるので、そうした環境修復についても環境会計は明示することも重要であろう。

従って、環境会計においては自然資本に関するストック勘定を作成すること、天然資源と環境サービスの使用に関するフロー勘定を作成すること、およびストック勘定とフロー勘定の整合性、フロー勘定と経済勘定の整合性を持たせることが必要なことと言えよう。しかしながら、自然資本に関するストック情報を詳細に計量評価することには困難が伴うため、間接的にでもストック情報が反映される指標などを利用することが有用であろう。

B. 環境会計の種類

環境会計は、明確な線引きは困難なものの、そのフレームワークや会計単位により幾つかに分類できるが、ここでは会計単位および対象とする問題領域の特徴からの分類を試みる。

a. 会計単位からみた環境会計の種類

一般に、マクロとは個別的な経済主体の行動や財・サービスの市場あるいは産業を分析上有意な方向に集計し、国民所得、物価水準、雇用量など集計的経済変数を用いて経済全体の運動法則を明らかにする視点である。一方、ミクロとは経済を構成する個々の企業や消費者、さらにそれら経済主体が取引対象とする財・サービスの市場を分析上有意な範囲で細分した上

で、個々の経済主体の行動とその相互関係が経済全体にもたらす成果を分析する視点である。

環境会計における会計単位を考えると国家、地域、企業や家計などがあげられる。国家や地域という会計単位はマクロ的視点に立つものであり、企業や家計はミクロ的視点に立つものである。しかし、都道府県などの地域を国家の部分地域として定義するならば、国家と地域は密接に関連するものの産業構造や気候特性等による生態系の違いなどから環境保全の取組にも必然的に差が生じる。従って、地方自治体の環境政策は地域の産業構造や環境特性により異なる場合があり、その目的や目標も異なるので国全体の政策とは重要度の置き方に差があるべきで、環境会計のもつ意味や価値が異なる。そこで、本稿では国家の部分地域を集計範囲とした環境会計を、マクロとミクロの中間規模のメゾとして以下のように環境会計を区分する。

1) マクロ環境会計

マクロ環境会計は、国家全体を会計単位として環境情報を集計し、国家全体の経済と環境の相互関係を明らかにしようとする環境会計と定義する。なお、EU (European Union: 欧州連合) など複数国家を対象とした場合もマクロ環境会計に含めるものとする。マクロ環境会計の代表的なものとしては、国連の SEEA, オランダの NAMEA, EU の SERIEE (European System for the Collection of Economic Data on the Environment の仏語頭文字: 環境に係わる経済データの収集に関する欧州体系) などがある。こうしたマクロ環境会計が使用する経済データは基本的に SNA に基づくものである。

2) メゾ環境会計

メゾ環境会計は、国土の部分地域を会計単位として環境情報を集計し、地域の経済と環境の相互関係を明らかにしようとする環境会計と定義する。ここで部分地域の定義は、州や都道府県など行政境界による形式的地域区分や、都市圏や大都市圏などの経済活動に即した実質的地域区分など種々の地域区分の定義により集計範囲は異なる。メゾ環境会計の例としては、SEEA^{*11} のフレームワークを使用した富山県

(青木ほか^[5]), 北海道(林ほか^[29], 山本ほか^{[137][138]}), 東京都(東京都職員研修所^[114])における試算がある。メゾ環境会計が用いる経済データも, 基本的には全体地域である国のSNAデータと整合的な県民経済計算であるので, やはりSNAが経済情報となっている。

3) ミクロ環境会計

ミクロ環境会計は, 企業や地方自治体, 家計などの個別的な経済主体を会計単位とし, その活動に関係する環境情報を集計し, 個々の経済主体が環境に及ぼす影響を明らかにしようとする環境会計として定義する。なお, 地方自治体が作成する環境会計でも庁舎管理型の環境会計はミクロ環境会計として明確に分類できるが, 地域管理型はミクロとメゾの両方の場合がある。庁舎管理型とは庁舎運営活動に伴う環境費用やその効果を対象とするものであり, 地域管理型は行政区域での施策による環境費用や効果を対象とするものである。本稿では地域管理型において自治体の負担する費用とその効果のみを対象とした場合はミクロ環境会計, 自治体のみならず行政区域の経済活動全般を対象にした場合はメゾ環境会計に分類する。例えば, 前述の東京都の環境会計は, SEEAのフレームワークに基づき都内の経済活動と環境の相互関係を集計的に扱ったものでありメゾ環境会計に分類できる。一方, 東京都水道局^[115]は, 公営企業の環境保全対策のコストと効果を中心に集計されたミクロ環境会計である。ミクロ環境会計が使用する経済データは, 財務会計で使用される企業会計データが基本となっている。

b. 分析領域の特徴による分類

環境会計には, 会計単位の環境情報を包括的に捉える統合型の環境会計と, 廃棄物問題や森林資源, 水資源など特定の環境テーマや資源に特化したものや, 特定の産業に特化したものもある。特化型には, 包括的な統合型環境会計に密接にリンクした勘定も多い。

例えば, わが国でも試算された廃棄物勘定(Waste Account)は, 統合型であるSEEAの中の廃棄物関連の計数を分割し, 明示する付表的なサブ勘定として位置付けられ, 廃棄物問題に焦点を当てている。一方, EPEA (Environ-

mental Protection Expenditure Accounts: 環境保護支出勘定)は, EUのSERIEEでは中心的なモジュールとして位置付けられており, わが国でもSEEAと関連付けられてはいるもののSEEAとは独立的な勘定として位置付けられ, 環境保護のための国民支出に焦点が当てられている^{*12}。また, 国立環境研究所ではMFA (Material Flow Accounting: マテリアルフロー会計)の研究が行われており, MFAは物量情報により経済による物質の流れと天然資源や環境負荷との関係をフローとストックの両面から把握する環境会計で物質の流れに焦点が当てられたものである。

ミクロ環境会計は, 一般に会計単位の内部管理を目的とした内部機能と, 外部のステイクホルダーへの環境情報提供を目的とした外部機能を持つ。内部機能に対応するものを内部環境会計あるいは環境管理会計と呼ばれ, 外部機能に対応するものを外部環境会計と呼ばれる。両者の関係は, 内部環境会計の情報をステイクホルダーのニーズに合わせて平易な表現や理解容易な指標などを使用して編纂したものが外部環境会計である。このため, ミクロ環境会計の中心部は内部環境会計であり, 内部環境会計は組織の環境会計情報を網羅的かつ包括的に記述する。従って, 一般的なミクロ環境会計(内部環境会計)は会計単位となる経済主体が関係する環境問題について網羅的に作成するという点でマクロ・メゾ環境会計の統合型と同類と考えられる。

ミクロ環境会計の特化型としては, MFCA (Material Flow Cost Accounting: マテリアルフローコスト会計^{*13})とFCA (Full Cost Accounting: フルコストアカウンティング^{*14})を挙げることができる。MFCAは, 製品の生産に投入される原材料のうち製品を構成しないマテリアルロス(物量)と費用情報をもとにマテリアルロスを削減し, 環境負荷と費用削減を達成しようとする目的で作成される環境会計である。すなわち, 企業の経済活動のうち製品生産のプロセスにおける環境負荷と費用削減という問題領域に焦点を当てた環境会計であり, ミクロ環境会計の特化型環境会計である。また,

FCA は製品の LCA (Life Cycle Assessment : ライフサイクルアセスメント) に経済的視点を加えたライフサイクルコストと、製品のライフサイクルで発生する環境影響を経済的に評価した外部不経済を統合する手法であり、これも企業の経済活動のうち、製品生産のライフサイクルにおける環境負荷と費用削減という問題領域に焦点を当てた環境会計であり、マイクロ環境会計の特化型環境会計である。

このようにモジュールとしての環境勘定をもつ環境会計は、会計単位の情報情報を網羅的に集計した統合型と、特定の問題領域に焦点を当てた課題特化型に大別できる。小口⁽⁶⁵⁾ はマクロ環境会計を統合型システムと課題特化型システムに分類しているが^{*15}、本稿では会計単位とは区別して分類する。以上の会計単位による分類と問題領域による分類の二軸から環境会計を分類すると表 2-1 のようになる。なお、メゾ環境会計は部分地域を会計単位として、マクロ環境会計やマイクロ環境会計の理論枠組みを適用したものであり一般的な呼称がないため、具体的な適用事例を示した。

C. マクロ環境会計の理論的枠組み

本節では、マクロ環境会計の理論的枠組みについて国連の SEEA およびオランダの NAMEA を取り上げ概説する。

a. 貨幣評価によるマクロ環境会計の枠組み

1) SNA のサテライト勘定

SNA は一国の経済活動による経済循環を計測する会計システムで、1953年に国際連合により公刊されマクロ会計の国際基準となった。その後、1968年の改定を経て、現行の SNA は1993年に改訂されたものである^{*16}。SNA は、

中枢体系とサテライト勘定 (satellite accounts) から構成されている。中枢体系は、生産、消費、所得、蓄積などの経済活動の諸現象を記述する体系であり、国際比較を可能とするため概念、定義および分類は同一なものとなるよう整合性 (勘定規則) が維持されている。

例えば、SNA の中枢体系で採用されている「生産境界」^{*17} は、市場で取引される財とサービス (市場生産) はすべて境界内に含む^{*18} が、家計で行われている家事や育児などのサービスは境界外に置かれ生産とはみなされていない。家計のサービスで生産境界内とされているのは住宅サービスであり、帰属家賃^{*19} として境界内に置かれている。また「資産境界」^{*20} は、家計、法人企業、政府や NPO により所有され、所有者がそれを保有あるいは使用することにより経済的利益を獲得することができるもの^{*21} が境界内の資産とされている。従って、自然資産でも所有権を設定できるものは資産として扱われる。しかしながら、経済と環境の相互関係を考えて場合、SNA が資産として取り扱っていない大気や公海における各種資源などへの影響も考慮しなければならず、SNA の中枢体系の資産境界では環境問題へ適切な対応ができない。そこで、こうしたことに対応するため^{*22} SNA では第 XXI 章に「サテライト分析とサテライト勘定」が設定された。サテライト勘定は機能指向型と拡張型に大別される。なお、勘定表が構築されない場合をサテライト分析と呼ぶ。

a) 機能指向型サテライト勘定

機能指向型は、SNA 中枢体系の諸概念の大幅な変更をせずに中枢体系を基礎として特定の問題領域に焦点を当てた分析を可能とするものである。対象とする問題領域としては、教育、社会的保護、保健・医療、研究開発、環境保護等があげられる。機能指向型では、SNA 中枢体系とのリンクを保ちながらこうした問題領域に関わる経済活動の状況を多面的に把握することを主眼としている。対象とする問題領域によっては、中枢体系の概念を代替する補完的要素を導入する場合もある。機能指向型サテライト勘定としては EPEA、および SEEA の I 版と II 版がある。例えば、企業内部における公害防止活

表 2-1 環境会計の種類と例

会計単位	統合型	特化型
マイクロ	統合型マイクロ環境会計	特化型マイクロ環境会計
	内部・外部環境会計 庁舎管理型環境会計	MFCA, FCA
メゾ	統合型メゾ環境会計	特化型メゾ環境会計
	富山県 SEEA, 北海道 SEEA 東京都 SEEA, 長崎県 SEEA, 岩手県環境会計, 北海道ハイブリッド型メゾ環境会計	北海道農業ハイブリッド型メゾ環境会計, 北海道廃棄物勘定, 宮崎県国富町バイオマス勘定, 兵庫県ハイブリッド型環境経済統合勘定
マクロ	統合型マクロ環境会計	特化型マクロ環境会計
	SEEA, NAMEA, SERIEE 等	SEEA 多面的機能勘定, MFA, 廃棄物勘定, 森林資源勘定, 水資源勘定, エネルギー勘定等

動は、SNA 統計では内部費用化されていて明示されない付随的活動であるが、EPEA や SEEA ではこれを外部化して表示することで企業の環境保護に対する費用負担の状況を明確にしている。このように機能指向型のサテライト勘定は、SNA 中枢体系の内在的数値を明示的なものにすることで問題領域の分析を可能としている。

b) 拡張型サテライト勘定

拡張型は、SNA 中枢体系の概念を拡張することで、あるいは代替的な概念を導入することで特定の問題領域に焦点を当てた分析を可能とするものである。つまり、拡張型は SNA 中枢体系の概念や枠組みを抜本的に見直し、対象とする問題領域に関わる経済活動の状況を多面的に把握することを主眼としている。拡張型の例としては、無償労働の貨幣評価と SEEA がある。例えば、無償労働とは対価の無い家事や育児、家族の介護などの労働であり、このような無償労働は SNA の生産境界の外に置かれている。しかし、技術発展や経済社会の変化により無償労働と市場サービスとの代替関係や、社会保障制度や社会負担との関係を分析するには SNA の生産境界を拡張して無償労働を計測・評価する必要が生じる。また、環境と経済の相互関係を分析する SEEA では空気や水などの天然資源のストックを自然資産として扱い、その資産の減耗や復元を経済的価値で計測・評価する必要が生じる。このためには SNA の資産境界を拡張して天然資源のストックを資産として扱うことで環境と経済の相互関係を包括的に分析することが可能となる。なお、SEEA ではⅢ版以降が拡張型に分類される。このように拡張型のサテライト勘定は、SNA 中枢体系の概念や枠組みを拡張することにより問題領域の分析を可能としている。

2) SEEA のフレームワーク

SEEA は、この拡張サテライト勘定に相当するものとして SNA に記述されている。ただし、SEEA にはいくつかの版 (version) があり (図 2-1 参照)、I 版とⅡ版は機能指向型で、Ⅲ版以降が概念の拡張と変更をもつ拡張型サテライト勘定となっている。以下では、United

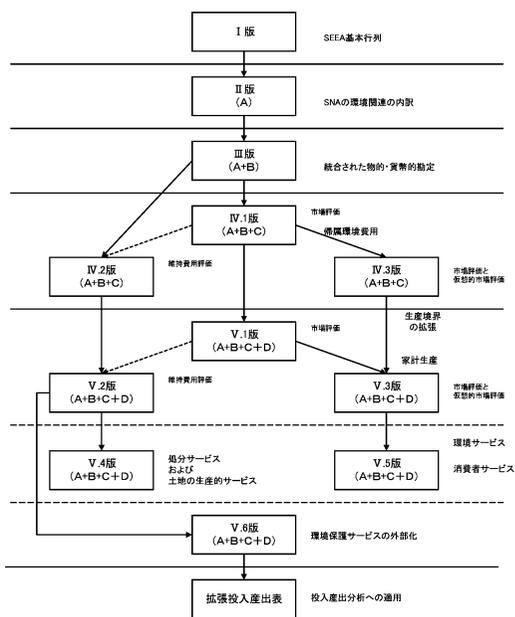


図 2-1 SEEA の各種版出所: United Nations⁽¹¹⁸⁾

Nations⁽¹¹⁸⁾ (以下、『SEEA ハンドブック』と略す) に基づき SEEA のフレームワークを概説する。

SEEA は、次の(A)から(D)の 4 つの部分から構成されており、図 2-1 に示した各版はその組み合わせと評価方法、生産境界の拡張方法が異なっているが、一つの共通した会計体系の拡張ないし変更として取り扱われている。

(A) SNA から環境関連の項目を抽出して表示する部分。

SNA フロー計数から環境保護支出、環境関連消費、天然資源の利用など^{*23}を抽出し、ストック計数から地下資源、水、大気、野生生物など非生産自然資産を区別して計上する。このような環境関連計数とそれ以外の経済活動を区別して表現しているのが SEEA II 版である。この II 版から、環境保護活動と環境保護資産について再整理・精緻化したものが EPEA であり、このような計数だけで構成されるものが機能指向型サテライト勘定である。

(B) 環境と経済の相互関係を物量単位で記述する部分。

経済による資源・エネルギーのスループット

の物質・エネルギー収支のフローと、生物資産、地下資源、水、大気や土地などのストック変化を天然資源勘定として記述する物的勘定の部分である。

(C) 環境の経済的利用を追加的に貨幣評価する部分。

大気汚染や水質汚濁などの経済活動による環境負荷（外部不経済）を帰属計算により貨幣評価し、帰属環境費用として計上する部分である。『SEEA ハンドブック』では、帰属計算方法として市場評価法（Ⅳ.1版）、維持費用評価法（Ⅳ.2版）、CVM（Contingent Valuation Method：仮想評価法）（Ⅳ.3版）の3つの評価法を示している。

(D) SNAの生産境界を拡張することにより得られる追加的情報の部分。

ここではSNAの生産境界外に置かれている家計活動と環境が提供する環境サービスに生産境界を拡張して、環境と経済の相互関係を記述する部分である。環境サービスは、(a)土地、大気や水などの自然環境が経済活動の結果生じる廃物を吸収する処分サービス、(b)農業目的を含め生産を目的とする土地、水域の空間的および

経済的機能としての生産的サービス、(c)レクリエーションを含め、人々の生存に必要なものを供給する環境の基本的機能としての消費者サービス、の3つに区別される。これらの評価方法は(C)と同様の方法が『SEEA ハンドブック』では示されている。

次にSEEAの表示形式を見てみよう。SEEAはフロー勘定とストック勘定を含む行列形式で表示される。上述の4つの構成要素のうち(B)部分のみが物量情報で他はすべて貨幣情報として表示される。表2-2は貨幣情報についてSEEAの拡張段階を表すSEEA行列で行列の構成は縮約されている。表2-2の構成は投入産出表と同様の特徴を有するが、列5～7にストック勘定が追加されており、その行2～10でフロー計数と関連付けられている。

表中、黒色部はSNA計数を環境関連活動(上記(A))とそれ以外の経済活動に分解した部分である。この部分では、廃棄物処理や下水道処理等の実際環境費用と、公害防止施設や廃棄物処理施設等の環境関連の人工資産および土地や地下資源等の非生産自然資産のストック額と資産形成額が明示される。

表2-2 拡張の異なる段階のSEEA行列（貨幣情報）

番号		1.国内生産			2.最終消費	3.非金融資産 (資産の使用と資産ストック)			4.輸出	5.総用途
		1.1 産業	1.2 その他 の家計活動	1.3 環境 サービス		3.1 生産資産		3.2 非生産 自然資産		
					3.1.1 産業	3.1.2 耐久消費財	(4)		(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	1. 期首ストック									
2	2.1 産業の生産物の使用	■			■					■
3	3.3.1 産業の生産固定資産の使用									
4	2.2 その他の家計産出の使用									
5	3.3.2 耐久消費財の使用									
6	2.3 環境サービスの使用									
7	3.1 非生産自然資産の使用	■								■
8	3.2 廃物の経済的処理	■								■
9	4.1 市場評価に直すための調整									
10	4.2.1 エコ・マージン									
11	4.2.2 純付加価値/NDP	■								
12	5. 総産出	■								
13	6. その他のボリューム変化					■				
14	7. 市場価格変動による再評価									
15	8. 期末ストック									

■ SNAの分解（Ⅱ版） ■ 帰属環境費用（Ⅳ版） ■ 生産境界の拡張（Ⅴ版）

出所：United Nations⁽¹¹⁸⁾

斜線を施した部分は帰属環境費用（上記C）を計上する部分である。行7～8は経済活動とそれによる自然資産の量的変化を追加的な費用として記録する部分である。フロー勘定では経済活動による環境負荷を貨幣評価した帰属環境費用が計上され、ストック勘定では経済活動による自然資産の減耗がマイナス計上される。行9～10はSNA計数と帰属環境費用との調整項目である。

濃い陰影を施した部分はSNAの概念拡張に対応する部分である。表2-2では家計生産活動に関する拡張概念が列2と行4に示され、対応する生産資産概念の拡張による耐久消費財のストック勘定（列6）とその使用に関する費用が行5に計上される。さらに、生産境界を拡張して環境サービスを生産活動として取り扱う場合は列3と行6にその推計値が計上される。このように概念の拡張に従いSEEA行列も拡張される。

3) 帰属環境費用と維持費用評価法

わが国で試算されたSEEAはIV.2版である（以下J-SEEAと呼ぶ）。そこで、具体的な試算例の前に帰属環境費用について解説しておく。『SEEAハンドブック』では「環境費用とは、経済活動による自然資産の実際のあるいは潜在的悪化に係る費用である。」^{*24}と定義されている。この環境費用は、経済単位の活動により実際のあるいは潜在的に環境悪化を引き起こしているとき、その経済単位に係る費用である「引き起こされた費用 (costs caused)」と、経済単位が環境悪化を実際に引き起こしたか、あるいは潜在的に引き起こすかに関係なく経済単位により「負担された費用 (costs borne)」という2つの概念に分けられる。いずれの概念も実際環境費用と帰属環境費用を含んでいる。『SEEAハンドブック』では、帰属環境費用の推計方法について「引き起こされた費用」概念を適用する場合は維持費用評価法、「負担された費用」概念を適用する場合は市場評価法とCVMが提案されている。

さて、SEEAは経済活動による環境変化を監視し、経済面と環境面を統合した政策に向けた情報基盤となることを目的としている。このた

め、自然環境の悪化に対して誰が責任を負うべきかという問題に焦点を当て、環境費用と環境悪化を引き起こす経済活動とを結びつけることに高い優先度を与えている。この考え方には「引き起こされた費用」概念を適用することが整合的である。J-SEEAでもSNAとの関連で「引き起こされた費用」概念に基づく維持費用評価法を使用することが現実的で有効とし、SEEA IV.2版をベースとした推計を行っている。

「維持費用とは、国内および世界の自然環境の長期的な量的および質的水準の低下が起きないように、ある会計期間の国内経済活動を修正することができ、あるいは国内経済活動のもたらす影響を軽減することができたとした場合に生ずるであろう、追加的な帰属費用のことである」^{*25}。ここで、自然環境の長期的な量的および質的水準を維持するということは、(a)自然資産の量的使用、(b)土地、景観、生態系の空間的および質的使用（廃物の捨て場としての使用を除く）、(c)自然資産の処分機能の使用、という自然環境の機能の持続可能性を維持するということを意味している^{*26}。つまり、維持費用とは環境を持続可能な水準に維持するために実際に支出されるべきであった環境費用である。

『SEEAハンドブック』ではこのような帰属環境費用の算定手順を次のように示している^{*27}。

- (i) 経済活動に起因する自然環境の物的な変化を記述すること。
- (ii) これらの物的変化によって、どの程度自然環境が量的に減耗し、質的に劣化したかを分析すること。
- (iii) これらの減耗や劣化を回避するために監視する必要がある量又は質的な基準を決定すること。
- (iv) 決められた基準を満たし得る活動^{*28}を選択すること。
- (v) これらの活動のための費用を算定すること。

このような手順を踏む場合、環境の持続可能な水準をどのように設定するか、その水準を維持するためにどのような活動を選択するかが帰属環境費用の大きさに影響する。さらに、選択

された活動のための費用算定では費用はその時点における技術水準に依存する。とりわけ、持続可能な環境水準に関しては、どのような環境状態を「原初」と設定するかが重要となる。

4) J-SEEA における帰属環境費用の算定方法

ここで J-SEEA における帰属環境費用の算定方法を概観してみよう。なお、地球環境への影響については CO₂ 発生量から森林による自然吸収量を控除した超過排出量を対象に費用原単位を乗じて帰属環境費用を算定しているが、その除去量が膨大であることなどから非現実的であり J-SEEA への計上は行われていない。また、アメニティの低下など自然資産のその他の使用については具体的な帰属環境費用の推計が行われていない。

a) 廃物の排出

NO_x (窒素酸化物), SO_x (硫黄酸化物) による大気汚染, BOD (Biochemical Oxygen Demand: 生物化学的酸素要求量), COD (Chemical Oxygen Demand: 化学的酸素要求量), N (窒素) および P (リン) による水質汚濁, 廃棄物の最終処分に伴う土地の劣化が対象となっている。算定方法は、基本的に各汚染物質の排出量および廃棄物の最終処分量を推計し、これに除去費用原単位を乗じることで帰属環境費用を算定している。なお、水質汚濁物質については N と P は富栄養化原因物質であるので全国ベースの排出量を対象とすることなどに疑問があることから最終的な計上対象からは除外されている。また、BOD と COD は同じ処理装置で同時に除去可能であるため帰属環境費用の大きい方を計上対象とし、最終的に COD の帰属環境費用が計上されている。

b) 土地・森林等の使用

土地については、林地から宅地や工業用地等の都市的土地利用への転換、林地から農地への転換といった特定の土地開発面積、および自然公園と自然保全地域面積の減少分を対象に土地造成費を基礎とした費用原単位を乗じるにより当該土地開発を断念した場合の遺失額を帰属環境費用として算定している。また、森林については自然成長量と伐採量の差である超過伐

採量を対象に生産額に基づく費用原単位を乗じることにより算定している。

c) 資源の枯渇

石炭, 石灰石, 亜鉛を対象に生産量と可採埋蔵量から残存年数を算定し、ユーザーコスト法により帰属環境費用を算定している。ユーザーコスト法とは、再生不可能な天然資源の販売から得られる毎期の所得の一部を他に再投資することにより、天然資源の枯渇後も枯渇前と同様の所得(恒常的所得)が得られると仮定し、恒常的所得を超える毎期の所得分を帰属環境費用とする方法である。

d) 自然資産の復元

水環境については、公害防止計画に基づく浚渫・導水事業費を、土壌環境については公害防止計画に基づく農用地の土壌汚染を改善するための公害対策土地改良事業費を帰属環境費用として計上している。

5) J-SEEA の試算結果

それでは J-SEEA の統合表(貨幣表)を参照しながら、そのフレームワークと試算結果をみてみよう。J-SEEA の統合表は、大項目での行列構成は行 12 項目, 列 9 項目からなり(表 2-3 参照), 合計欄を含めた全体は 41 行 43 列の構成となっている。表 2-4 に示した 1995 年の統合表は簡略化したものである。列 4~5 の産業と政府の生産活動は、本来、それぞれ環境保護活動とその他の活動に二分されており、さらに産業の環境保護活動は内部的環境保護活動と外部的環境保護活動^{*29} に区分されているが本表では

表 2-3 J-SEEA の行列項目

行の大項目	列の大項目
a. 期首ストック	a. 産出額(生産者価格)
b. 生産物の使用	b. 輸入(CIF 価格+輸入税)
・環境関連の財貨・サービス	c. 運輸・商業マージン
・その他の財貨・サービス	d. 需要(供給)
c. 生産される資産の使用	e. 生産活動
d. 自然資産の使用(帰属環境費用)	f. 最終消費支出
e. 自然資産の復元(帰属環境費用)	g. 非金融資産の蓄積とストック
f. 帰属環境費用の移項	・生産される資産
g. 環境関連の移転支出	・生産されない資産
h. 環境調整済国内純生産	h. 輸出(FOB 価格)
i. 産出額	i. 不突合
j. 自然資産の蓄積に関する調整項目	
k. その他の調整項目	
l. 期末ストック	

出所：経済企画庁⁽⁶⁰⁾

省略されている。行2～15までの行列から帰属環境費用の行6～14を除いた行列は、投入・産出形式の行列となっている。行3の環境関連の財貨・サービスは、リサイクル製品、下水処理や廃棄物処理サービスなどがどのような活動に投入されているかを表しており、実際環境費用を記録している。つまり、1995年では生産活動において実際に負担された環境費用は、3兆1,738億円であり、消費活動では5兆1,924億円が負担されていたことを示している。

次に中心部である帰属環境費用を見てみよう。行7～11には5つの環境負荷要因が示されており、その列4～6および列8～9が環境負荷を引き起こす活動となっている。また、列11～17が5つの環境負荷によって影響を受ける環境媒体を示している。例えば、行7の廃物の排出はNO_x、SO_xによる大気汚染、BOD、COD、NおよびPによる水質汚濁、廃棄物の最終処分に伴う土地の帰属環境費用であるが、生産活動により2兆2,561億円(列3)の環境費用が、消費活動からは1兆9,361億円(列7)の環境費用が引き起こされており、経済活動全体ではこの合計の4兆1,922億円の環境費用が引き起こされていることになる。これらの帰属環境費用は、最終的に環境中へ排出された上記の汚染物質の推計量を対象として、その除去に必要な費用に基づき算定されている。つまり、この帰属環境費用はこれらの廃物の排出を防止するためには追加的に4兆1,922億円の費用が必要であったことを示している。そして、この廃物の排出により大気(列13)、水(列14)および土地(列16)が影響を受けており、これらの自然資産の劣化費用として帰属環境費用がマイナス計上され環境媒体の劣化を表している。つまり、列10～17の行2～12には自然資産の期中フローが記録され、経済活動による自然資産への影響が帰属環境費用の大きさで示されるようになっている。また、行13の帰属環境費用の移項は、政府部門が行ったし尿・下水道処理に伴う水質汚濁の帰属環境費用9,626億円(列5行7)をその原因行為を行った産業と家計へ帰属させるために設けられた行である。従って、産業と家計の帰属環境費用はこの移項分として

それぞれ1,882億円(列4)、7,744億円(列9)が加算され、政府からは控除するため負値で列5に記録されることとなる。行14のエコ・マージンは帰属環境費用の合計を負値として計上したものであり、経済活動による環境負荷額を表している。これを国内純生産(NDP: Net Domestic Product)から控除することで環境調整済国内純生産(EDP: Environmentally adjusted Domestic Product)が算出される。以上がJ-SEEAの概略であるが、ここでいくつかの問題点と課題をあげておく。

第1に環境情報の利用可能性の問題である。2002年度から環境省は環境統計集を刊行しているもののマクロ・メゾ環境会計を推計するには不十分であり、物量および貨幣情報の双方に関する環境情報基盤の整備が求められる。環境影響の定量化・集計過程における不確実性や誤差の拡大をできるだけ小さくできる自然科学分野の研究成果などを援用した精度の高いデータ整備が必要である。

第2に維持費用の推計に係わる環境水準の問題である。生態学的に持続可能な環境水準の設定と、各会計期間における環境対策の目標を設定し、それに対する帰属費用を算定することがより望ましいと考えられる。ただし、環境の不可逆的变化については維持費用評価法では貨幣評価できない。また、目標とする環境水準への復元時間が大きい場合もあり、時間軸をどのように評価するかという問題も残されている。

第3に輸出入などによる会計単位の外部に与える環境影響の問題である。とりわけ、途上国など環境弱者に与える影響とその環境責任が適切に反映できる概念とフレームワークの検討が必要と考えられる。

第4にSEEAから得られる指標の問題である。J-SEEAからはEDPが算出されているが、EDPの変化と環境変化が連動しないのである。環境の多様性を考慮すれば、包括的な指標へと総合化するよりは、体系的な環境指標システムのフレームワークを構築することが有効と思われる。SEEAでも物量表は作成されており、その拡充と有効利用により物量と貨幣の両側面を反映させた指標の構築は可能であろう。環境指

標の導出という点では次に述べる NAMEA の方が優れている。

b. 物的評価を導入したマクロ環境会計の枠組み

1) NAMEA のフレームワーク

NAMEA は、オランダ中央統計局にて開発され 1993 年にパイロット版が初めて作成された。その後、環境指標構築に対する有効性が認められ、オランダの国民会計では毎年正規に作成されるようになっていく。また、スウェーデン、ドイツ、英国、イタリア、ギリシャなど多くの国でも作成がみられる。NAMEA は、国民会計と環境勘定を 1 つの行列形式にまとめた統計情報システムである。NAMEA は経済と環境の傾向を即座に観察できる総合的指標を提供すること、環境と経済政策・予測・理論などを吟味あるいは立案しやすいような統合され首尾一貫した分析枠組みを提供することを目的としている。わが国でも、オランダのフレームワークを基礎として改良を加えたものが日本版 NAMEA (以下、J-NAMEA と呼ぶ) として試算されている^{*30}。

図 2-2 は NAMEA の概念図である。NAMEA は多くの小勘定行列から構成されるが大きくは貨幣勘定と物量勘定に分けられ、図の薄い陰影を施した部分が貨幣勘定で SNA に基づく国民会計行列 (National Accounting Matrix: NAM) となっており、その外側には物量勘定である環境勘定 (Environmental Accounts: EA) が配置され、各種環境問題に関係する物量データやエネルギーなどに関するデータを物量単位で NAM と連関するように示される。NAM は供給使用表のように行に使用 (受け取り)、列に供給 (支払い) が貨幣単位で示される。NAM は、財・サービス勘定、家計消費支出、生産と中間投入・付加価値、所得発生、所得の分配と使用、資本、金融収支、税、海外との経常取引、海外との資本取引の 10 の小

勘定で構成される。

EA は、図 2-2 に示したように物質勘定と環境テーマ勘定に分割されている。物質勘定は、CO₂、亜酸化窒素 (以下 N₂O と略す)、メタン (以下 CH₄ と略す)、フロン、NO_x などの汚染因子のほか、石油や天然ガスなどの天然資源のストック変動 (フロー) についても示される。環境テーマ勘定は、地球温暖化、オゾン層破壊、酸性雨、富栄養化などの環境問題ごとに汚染因子を等価係数などにより単一の指標に集約して示される。つまり、NAMEA は NAM との連関で経済活動による汚染因子の排出を関係付け、さらに経済活動がどのような環境問題に影響を及ぼしているかを示すように設計されているところに最大の特徴がある。表 2-5 には、J-NAMEA で取り上げられている汚染物質および環境負荷項目を示した。J-NAMEA ではオランダ版 NAMEA では取り上げていない項目が追加されている。自然資産勘定では石炭、森林資源、水資源、漁業資源が追加され、土地利用勘定と隠れたマテリアルフロー^{*31} 勘定が導入されている。これにより J-NAMEA の物質勘定は 28 項目、環境テーマ勘定は 17 項目となっている^{*32}。

SEEA と NAMEA の違いは、SEEA が生産境界の拡張によるフロー勘定の拡張と非生産自然資産の勘定によるストック勘定の大幅な拡張に焦点を当てているのに対し、NAMEA ではストック勘定は計上されておらず環境データの利用可能性と政策情報の提供等の観点からフロー勘定に焦点を当てている。また NAMEA は、環境問題により加重調整された物質の集計値を計上しているが、SEEA では環境問題による集約化は行ってはいないところも大きな違いである。NAMEA では、環境政策が環境水準に基づき形成されることと、状態変化よりも負荷 (圧力) に関するデータの方がより利用しやすいことから各種の環境問題の負荷指標に連関するようになっている。また、越境する環境フローや焼却施設における廃棄物処理や物質のリサイクルなどの排出された汚染物質の経済プロセスへの再吸収も組み入れている。さらに NAMEA は、SEEA にみられる帰属環境費用に関する計

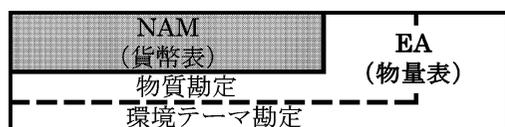


図 2-2 NAMEA の概念図

表2-4 J-SEEA 1995年統合表 (簡略版)

(単位: 10億円)

	産出額			輸入 (控除)	生産活動 (産業分類)	産業	政府	対家計民間 非営利団体		最終消費 支(部門別)			政府現実最 終消費	家計現実最 終消費
	1	2	3					4	5	6	7	8			9
期首ストック	1	2	3											
生産物の使用	2	810,141.0	-40,473.5		406,898.5	387,946.5	15,295.9	3,656.1	347,878.5	32,615.9	315,262.6			
環境関連の財貨・サービス	3	6,904.8	..		3,173.9	2,698.9	493.0	52.0	5,192.4	4,383.2	809.2			
その他の財貨・サービス	4	800,959.2	-40,473.5		403,724.6	385,317.6	14,802.9	3,604.1	342,686.1	28,232.7	314,453.4			
生産される資産の使用(固定資本減耗)	5	-	-		88,442.3	78,699.8	8,900.8	841.7	-	-	-			
自然資産の使用(備属環境費用)	6	-	..		3,640.2	2,677.6	962.6	..	1,936.1	0.6	1,935.5			
廃物の非出	7	-	..		2,256.1	1,293.5	962.6	..	1,936.1	0.6	1,935.5			
土地・森林等の使用	8	-	..		1,381.9	1,381.9	0.0	..	..	..	..
資源の枯渇	9	-	..		..	..	..	..	..	..	..
地球環境への影響	10	-	..		..	..	..	..	..	..	..
地球環境への影響	11	-	..		..	..	..	..	..	..	..
自然資産の復元(備属環境費用)	12	-	..		..	..	..	..	-18.1	-18.1	..		
備属環境費用の移項 (環境関連の移転支出)	13	-	..		-774.4	188.2	-962.6	..	774.4	..	774.4			
エコ・マージン(一備属環境費用)	14	-5,558.2	-		-2,865.8	-2,865.8	0.0	0.0	-2,692.4	17.5	-2,709.9			
国内純生産(NDP)	15	405,875.1	-		429,319.5	388,621.8	32,654.3	8,043.4	-	-	-			
環境調整済国内純生産(EDP)	16	400,316.9	-		426,453.7	385,756.0	32,654.3	8,043.4	-	-	-			
産出額	17	925,640.4	-		924,660.3	855,268.1	56,851.0	12,541.2	-	-	-			
自然資産の蓄積に関する調整項目	18	-	-		-	-	-	-	-	-	-			
その他の調整項目	19	-	-		-	-	-	-	-	-	-			
期末ストック	20	-	-		-	-	-	-	-	-	-			

(単位: 10億円)

	非金融資産の 蓄積とストック		生産される 資産		生産されない 資産		大気		水		土壌		土地		地下資源		輸出
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
期首ストック	1	3,122,124.6	1,207,444.2	1,914,680.4	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
生産物の使用	2	140,338.6	135,741.0	4,597.6	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
環境関連の財貨・サービス	3	..	-	0.0	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
その他の財貨・サービス	4	140,338.6	135,741.0	4,597.6	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
生産される資産の使用(固定資本減耗)	5	-88,442.3	-88,442.3	-	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
自然資産の使用(備属環境費用)	6	-5,576.4	0.0	-5,576.4	-2,346.1	-894.6	-	-	-894.6	-	-2,333.5	-2.2	-	-	-	-	-
廃物の非出	7	-4,192.3	..	-4,192.3	-2,346.1	-894.6	-	-	-894.6	-	-851.6	..	-	-	-	-	-
土地・森林等の使用	8	-1,381.9	..	-1,381.9	..	..	..	..	..	..	-1,381.9	..	..	..	..	..	..
資源の枯渇	9	-2.2	..	-2.2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
地球環境への影響	10	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
地球環境への影響	11	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
自然資産の復元(備属環境費用)	12	18.1	..	18.1	..	..	..	..	9.2	..	..	..	..	..	..	..	..
備属環境費用の移項 (環境関連の移転支出)	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
エコ・マージン(一備属環境費用)	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
国内純生産(NDP)	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
環境調整済国内純生産(EDP)	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
産出額	17	5,920.1	379.1	5,541.0	2,346.1	885.4	-8.9	-8.9	885.4	-	2,333.5	-15.1	-	-	-	-	-
自然資産の蓄積に関する調整項目	18	-116,346.5	-28,569.2	-87,777.3	..	..	..	..	..	..	-87,777.3	..	..	..	..	..	..
自然資産の復元(備属環境費用)	19	3,058,036.2	1,226,562.8	1,831,483.4	..	..	..	..	..	..	1,830,831.4	..	..	..	..	..	..
期末ストック	20	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

(注1) 表中「-」は概念的に存在しないセルを、「..」は推計できないため数値を計上しなかったセルをそれぞれ示す。
なお、エコ・マージンは備属環境費用の合計にマイナス符号を付けて計上したものである。
(注2) 本表は有吉(6)による簡略版を雛形として内閣府(78)に基づき作成した。

表 2-5 J-NAMEA の環境勘定項目

項 目		物量単位	環境テーマの単位	
地球温暖化	CO2 (二酸化炭素)	千 t-CO2	GWP ¹⁾	
	N2O (一酸化二窒素)	千 t-N2O		
	CH4 (メタン)	千 t-CH4		
	HFCs (ハイドロフルオロカーボン類)	千 t-CO2	千 t-CO2	
	PFCs (パーフルオロカーボン類)			
	SF6 (六フッ化硫黄)			
オゾン層破壊	フロン	-	-	
汚染物質	酸性化	NOx (窒素酸化物)	千 t-NOx	AEQ ²⁾
		SO2 (二酸化硫黄)	千 t-SO2	千 t-SO2
		NH3 (アンモニア)	-	-
	水質	T-P (総リン)	千 t	EEQ ³⁾
		T-N (総窒素)		千 t-PO4 ⁻³
		COD (化学的酸素要求量)		
廃棄物	最終処分	千 t	千 t	
	再生利用			
自然資源	エネルギー資源	ガス (天然ガスと LNG)	千兆 J	千兆 J
		原油 (天然ガス液を含む)		
		石炭		
	森林資源	森林体積	千 m ³	千 m ³
	水資源	水使用	百万 m ³	百万 m ³
漁業資源	水産物	千 t	千 t	
土地利用	農用地	千 ha	千 ha	
	森林・原野			
	水面・河川・水路			
	道路			
	宅地			
その他の土地				
隠れたマテリアルフロー		百万 t	百万 t	

- 1) 地球温暖化係数 (Global Warming Potential)
 - 2) 酸性化等価係数 (Acidification Equivalents)
 - 3) 富栄養化等価係数 (Eutrophication Equivalents)
- 出所：内閣府〔81〕に基づき作成。

数を計上しておらず、仮定的な環境費用の計上に否定的である*33。このように NAMEA はフロー勘定に焦点を当ててはいるもののストック勘定を取り扱えないというわけではない。J-NAMEA ではストック勘定を導入している。そこで J-NAMEA の 2000 年試算結果を参照しながら、NAMEA の詳細なフレームワークをみてみよう。

2) J-NAMEA のフレームワーク

オランダ版 NAMEA から J-NAMEA の修正点は、NAM 関連では社会資本ストック勘定や環境関連資本ストック勘定等のストック勘定を導入していることと、最終消費部門に政府部門を設けていることである。EA でもストック勘定に対応して期首と期末ストックを導入しているほか、自然資産勘定では石炭、森林資源、水資源、漁業資源を追加し、土地利用勘定と隠

れたマテリアルフロー勘定を導入している。また、わが国の輸入依存度を考慮して環境蓄積勘定に輸入による海外資源の変化（海外への環境負荷）を導入している。

図 2-3 に J-NAMEA の記帳方法を示した。図中の矢印は物質・資源のフローを示している。NAM では生産勘定など 10 の小勘定行列で構成され、行方向には収入が、列方向には支出がそれぞれ記帳される。EA は、大きく物質勘定、環境蓄積勘定、環境テーマ勘定の 3 つの勘定行列で構成される。物質勘定は汚染物質や天然資源、用途別土地など 28 の小勘定行列からなる。図中 A の行列では国内および海外部門による国内環境の環境媒体および天然資源への負荷と、国内部門による海外天然資源の復元が記帳される。つまり、国内の生産および消費活動に伴う汚染物質の排出量と天然資源・土地への負荷が

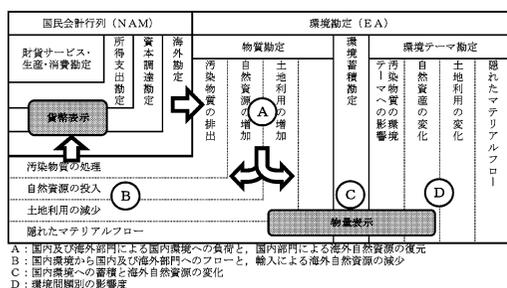


図2-3 J-NAMEAの記帳方法

出所：内閣府^[81]に基づき作成。

項目ごとの物量単位で記帳される。またBの行列では、国内環境の環境媒体と天然資源から経済に取り込まれる国内および海外部門へのフローと、輸入による海外天然資源の減少が記帳される。Cの環境蓄積勘定では、汚染物質の国内環境への蓄積と国内天然資源の変化が列項目で記帳され、さらに輸入と復元による海外資源の変化が列項目で記帳される。

これらの環境影響が環境問題ごとに単位統一され、Dの環境テーマ勘定へ記帳され会計期間における環境影響のフローを示すことになる。また、環境テーマ勘定には期首・期末のストックおよび環境問題ごとに集計された物量を環境指標として行項目が追加されている。

3) J-NAMEAの試算結果

a) 国民会計行列

J-NAMEAの個々の勘定行列を2000年の試算値でみてみよう。表2-6は国民会計行列(NAM)を示している。各行列番号が勘定番号となっており、第1勘定から第8勘定が国内部門、第9、10勘定が海外部門を表している。財貨・サービス勘定(第1勘定)は需要と供給をむすぶ勘定で、行に中間消費434兆8,977億円、最終消費369兆7,695億円、総資本形成134兆3,775億円、輸出55兆2,559億円の需要が、列に産出941兆5,188億円、輸入品に課される税・間接税2,483億円、輸入47兆9,404億円の供給項目と統計上の不突合が記帳される。

生産活動勘定(第2勘定)では、収入となる産出を行に、支出となる中間消費、生産への純間接税の支払いが38兆6,658億円、バランス項目である総付加価値は467兆9,552億円を列に

記帳する。生産活動勘定から収入項目として総付加価値を受け取った所得発生勘定(第4勘定)は、さらに海外からの雇用者報酬289億円を受け取り、固定資本減耗97兆9,951億円が控除され、海外への雇用者報酬293億円が支出され、国民純所得369兆9,602億円がバランス項目として記帳される。

所得発生勘定から国民純所得を収入として受け取った所得の分配・使用勘定(第5勘定)は、各種税の受取82兆6,247億円と海外からの財産所得と経常移転12兆9,696億円を収入に加え、家計と政府の最終消費、所得・富等に課される経常税の支払い44兆2,072億円、海外への財産所得と経常移転7兆4,091億円を支出し、バランス項目として純貯蓄44兆1,683億円が記帳される。純貯蓄は資本勘定(第7勘定)の収入となり、これと海外からの資本移転9,945億円(マイナス計上)を原資とする純資本形成は36兆3,824億円となる。

また、税勘定(第6勘定)は、各勘定からの税の支出として輸入品に課される税・間接税等の支払い、所得・富等に課される経常税の支払い、生産への純間接税の支払いを収入項目とし、一般政府による税の受け取り82兆6,247億円を支出する。

非金融資産勘定(第8勘定)は、純資本形成は36兆3,824億円を収入として、固定資本減耗を控除し、環境保護関連資産5兆4,141億円、社会資本27兆1,538億円、その他の資産101兆8,096億円を形成する。

海外勘定も国内部門と同様にみることができ、經常取引勘定(第9勘定)は、海外部門の収入である輸入、海外への雇用者報酬および海外への財産所得と経常移転を行に、支出である輸出、海外からの雇用者報酬および海外からの財産所得と経常移転を列に記帳する。資本取引勘定(第10勘定)は、經常外収支12兆8,756億円(マイナス計上)、海外からの資本移転9,945億円(マイナス計上)と、バランス項目である海外に対する債権の変動11兆8,811億円が記帳される。

b) 物質勘定

次にEAをみてみよう。表2-7は物質勘定の図2-3のAの部分の行列を示している。この行

表 2-6 J-NAMEA 国民会計行列 (2000 年試算値)

勘定 (分類)	所得支出勘定				資本調達勘定				海外		合計	
	1	2	3	4	5	6	7	8a	8b	8c		9	10
期首ストック	期首ストック											
財貨・サービス (種類別)	1	2	3	4	5	6	7	8a	8b	8c	9	10
財貨・サービス (種類別)	1	2	3	4	5	6	7	8a	8b	8c	9	10
生産活動 (活動別)	2	2	3	4	5	6	7	8a	8b	8c	9	10
最終消費 (目的別)	3	3	3	4	5	6	7	8a	8b	8c	9	10
所得発生 (付加価値項目別)	4	4	3	4	5	6	7	8a	8b	8c	9	10
所得の分配・使用 (制度部門別)	5	5	3	4	5	6	7	8a	8b	8c	9	10
税 (種類別)	6	6	3	4	5	6	7	8a	8b	8c	9	10
資本 (制度部門別)	7	7	3	4	5	6	7	8a	8b	8c	9	10
環境保護関連(種類別)	8a	8a	3	4	5	6	7	8a	8b	8c	9	10
社会資本(種類別)	8b	8b	3	4	5	6	7	8a	8b	8c	9	10
その他	8c	8c	3	4	5	6	7	8a	8b	8c	9	10
経常取引	9	9	3	4	5	6	7	8a	8b	8c	9	10
資本取引	10	10	3	4	5	6	7	8a	8b	8c	9	10
合計												
調整勘定	R											
期末ストック	CA											
単位		10億円										

出所：内閣府(81)

列では、国内および海外部門による国内環境の環境媒体および天然資源への負荷と、国内部門による海外天然資源の復元が記帳される。生産活動および消費活動による汚染物質の排出が行2～3に記帳される。例えば、GHGであるCO₂(列11a)は、生産活動から10億1,728万t、消費活動により2億2,142万t排出されていることが記帳されている。また、CH₄(列11c)では、生産活動92万tと消費活動9,000tのほか、施設からの漏出などその他の原因による排出6万4,000tが記帳されている。

天然資源勘定においてはエネルギー資源については確認埋蔵量の変化が記帳されるが、ゼロ計上されているので確認埋蔵量に変化が無いということである。また森林資源勘定などでも、資源量の変化が記帳され、森林資源については国内森林の成長量が約7,284万m³記帳されている。土地利用勘定では用途別にその変化量が記帳され、農用地は4万haの減少が、森林・原野は1万haの増加などが記帳されている。

表2-8は物質勘定の図2-3のBの部分の行列を示している。この行列では、国内環境の環境媒体と天然資源から経済に取り込まれる国内および海外部門へのフローと、輸入による海外天然資源の減少が記帳される。水質勘定では各物質の排出量がエンドオブパイプで算定されているとしてゼロ計上されている。エネルギー資源勘定や森林資源勘定をみるとわが国が海外資源に大きく依存していることが列9から分かり、ガス2,970PJ^{*34}、原油9,715PJ、石炭は4,128PJ、森林資源では8,124万m³の海外の天然資源を使用していることが記帳されている。また、建設残土や不要鉱物など国内生産活動に伴い発生している隠れたマテリアルフローは10億9,500万t発生しており、輸入に伴い海外で発生する隠れたマテリアルフローは28億2,600万tと大きいことが記帳されている。

c) 環境蓄積勘定

表2-9は環境蓄積勘定(C)と環境テーマ勘定(D)を示している。環境蓄積勘定の列X1は国内環境への汚染物質の蓄積^{*35}と国内天然資源の変化、国土の土地利用の変化量、隠れたマテリアルフローの蓄積を、列X2は海外における天

然資源の変化と隠れたマテリアルフローの蓄積を記帳している。例えば、森林資源は国内環境においては物質勘定Aで国内森林の成長による約7,284万m³の増加量となっており、そのうち、物質勘定Bで記帳されている1,802万m³が経済活動により利用され、残りの5,482万m³が蓄積量として記帳されている。一方、海外の森林資源は国内部門による復元が推計されていないこともあり、輸入に伴う使用量がそのままマイナス計上されているため海外の森林資源に対する負荷が大きい結果となっている。

d) 環境テーマ勘定

環境テーマ勘定は、各汚染因子の環境問題への影響度を測るため環境蓄積勘定における国内環境に蓄積される汚染因子を等価指標などにより単一の指標に集約して示されている。そして、その合計値が各環境問題の環境指標として示されている。また、天然資源と土地については、期首と期末のストックが記帳されており、環境指標は期中の変化量を表している。例えば、地球温暖化への影響を示すGHGの排出量はGWP換算で12億3,870万tであり、この数値からは地球温暖化へ強く影響していることは窺えるが、わが国が持続可能な方向に向かっているかは判断に困る。1990年のJ-NAMEA推計値と比較すると、GHGは生産活動において6.0%、消費活動では36.4%の増加である。また、貨幣データと比較すると、生産活動では産出額当たりのGHGは3.2%減少しているが、消費活動では最終消費額当たりで7.4%増加している。このように環境テーマ勘定に記帳されている環境指標からは単純に持続可能性を判断できない。そこで、J-NAMEAから得られるこうした情報に基づいた環境効率改善指標の作成が試みられている。

e) 環境効率改善指標

環境効率改善指標は、後述する経済的効用と環境的不効用の関連を切り離すことを意味するデカップリングの概念に基づく指標である。デカップリングが実現しているということは、経済的駆動力(Driving Force, 以下DF)の増加率に比べ環境負荷(Environmental Pressure, 以下EP)の増加率が小さいことを表すことに

表 2-8 J-NAMEA 物質勘定 B (2000 年試算値)

物質	汚染物質	大気	地球温暖化	CO2 N2O CH4 HFCs PFCs SF6	オゾン層	酸性化	水質	廃棄物	最終処分 再生利用	エネルギー資源	森林資源(森林体積) 水資源(水使用)	漁業資源(水産物) 農用地	土地利用	その他土地	隠れたマテリアルフロー	資本調達勘定			海外		単位							
																所得発生	所得の分配・使用	税	蓄積活動	非金融資産(種類別)		環境保護関連	社会資本	その他	經常取引	資本取引		
1															2	3	4	5	6	7	8a	8b	8c	9	10			
財貨サービス(種類別)	1															2	3	4	5	6	7	8a	8b	8c	9	10		
生産活動(活動別)	2															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
最終消費	3															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
所得発生	4															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
所得の分配・使用	5															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
税	6															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
蓄積活動	7															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
環境保護関連	8a															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
社会資本	8b															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
その他	8c															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
国内汚染物質の処理施設による処理	国内汚染物質の処理施設による処理															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
国内自然資源の採取(採掘・伐採・使用・漁獲)	国内自然資源の採取(採掘・伐採・使用・漁獲)															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
海外への汚染物質フロー	海外への汚染物質フロー															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
国内環境(環境媒体と自然資源)から国内及び海外部門へのフローと、移輸入による海外自然資源の減少	国内環境(環境媒体と自然資源)から国内及び海外部門へのフローと、移輸入による海外自然資源の減少															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
輸入による海外自然資源の採取	輸入による海外自然資源の採取															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
輸入に伴った隠れたマテリアルフロー	輸入に伴った隠れたマテリアルフロー															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
国内の隠れたマテリアルフロー	国内の隠れたマテリアルフロー															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
隠れたマテリアルフロー	隠れたマテリアルフロー															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11a	11a															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11b	11b															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11c	11c															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11d	11d															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11e	11e															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11f	11f															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11g	11g															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11h	11h															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11i	11i															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11j	11j															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11k	11k															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11l	11l															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11m	11m															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11n	11n															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11o	11o															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11p	11p															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11q	11q															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11r	11r															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11s	11s															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11t	11t															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11u	11u															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11v	11v															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11w	11w															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11x	11x															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11y	11y															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11z	11z															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11aa	11aa															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		
11ab	11ab															NAMの生産勘定と連関										NAMの海外勘定と連関		

(注)表中「-」は推計困難なため記帳されていない項目である。

出所：内閣府⁽⁸¹⁾

表2-9 J-NAMEA 環境蓄積勘定と環境テマ勘定 (2000年試算値)

勘定(分類)	環境蓄積勘定		環境テマ勘定																				
	国内環境への蓄積	輸入と海外による海外自然資源の変化	地球環境	地域的環境		自然資源の減少		土地利用(用途別)				隠れたアクトロワー											
	X1	X2	12a	12b	12c	12d	12e	12f	12g	12h	12i	12j	12k	12l	12m	12n	12o	12p	12q	12r			
汚染物質	CO2	1,238,699	1,238,699																				
	NOx	122	122																				
	CH4	191	191																				
	HFCs	18,378	18,378																				
	PFCS	1,469	1,469																				
	StP	5,740	5,740																				
	オゾン																						
	酸性化																						
	水質																						
	廃棄物																						
物質	最終処分	0	0																				
	再生利用	0	0																				
	ガス	-102	-2,970																				
	原油	-29	-9,715																				
	石炭	-68	-4,128																				
	森林資源(森林体積)	11s	54,822	-81,241																			
	水資源(水使用)	11t	-87,000	0																			
	漁業資源(水産物)	11u	-5,736	-5,883																			
	農用地	11v	-40	-40																			
	森林・原野	11w	10	10																			
水田・河川・水路	11x	20	20																				
道路	11y	10	10																				
宅地	11z	20	20																				
その他土地	11aa	-20	-20																				
隠れたアクトロワー	11ab	-1,095	-2,826																				
CO2																							
NOx																							
CH4																							
HFCs																							
PFCS																							
StP																							
オゾン																							
酸性化																							
水質																							
廃棄物																							
最終処分																							
再生利用																							
ガス																							
原油																							
石炭																							
森林資源(森林体積)																							
水資源(水使用)																							
漁業資源(水産物)																							
農用地																							
森林・原野																							
水田・河川・水路																							
道路																							
宅地																							
その他土地																							
隠れたアクトロワー																							

(注)表中「-」は推計困難なため記載されていない項目である。

出所：内閣府⁽⁸¹⁾

なる。環境効率指標は、期首と期末の DF と EP のデータを用いたデカップリング比率に基づき次式のように定義される。

$$\text{環境効率改善指標} = \left[1 - \frac{\left(\frac{EP}{DF} \right)_{\text{期末}}}{\left(\frac{EP}{DF} \right)_{\text{期首}}} \right] \times 100$$

指標値が正值であれば、 DF の増加率 $> EP$ の増加率であるので環境効率の改善を表し、非正であれば環境効率が悪化していることを表すことになる。表2-10は3つの会計期間における環境効率改善指標の計測結果を示す。1990～1995年の間では地球温暖化と市街地面積で効率の悪化が継続されているが、その後の1995～2000年では改善に転じていることが示されている。しかしながら、この指標はGDP（Gross Domestic Product：国内総生産）を如何に効率よく生み出すか、つまり少ない環境負荷で大きいGDPを生み出しているかを表すものであり、資源投入量に適用してもフロー概念による持続可能性を表現している。しかし、環境的持続可能性は天然資源のストックに規定されるため、ストック概念を導入した指標の開発が課題となっている。

D. 環境効率指標とデカップリング指標

前章でも述べたように、環境会計は環境と経済との相互関係を示す環境指標の情報源でもある。そして、導出される環境指標は、使用目的や利用者に整合したものであることが求められる。本稿では、マクロ的視野から経済活動と環境負荷の相互関係を包括的に示し、一般市民にも理解容易な環境指標の導出を行うことが目的の一つである。

SEEAから導出される環境調整済み国内純生産、いわゆるグリーンGDPの類は経済活動から生み出される価値の総額を計測しようとし

ている。このような試みは第V章でも紹介するように、社会の福祉・厚生に鑑みて便益と考え得るものを加算し、費用すなわち損失と考え得るものを減算する形式で導出され、こうした形で算出される経済価値の総額が増加することを評価しようとしている。しかしながら、後述するように経済価値の産出活動と環境負荷の増大が比例的であれば、活動量自体を抑制するか、活動の効率性を向上させることを実現しなければ価値の増大はない。そこで、環境負荷に対する経済活動の効率性を向上させ、かつ経済価値の産出活動と環境負荷の増大が比例しないような状態を表現できる指標を提示することが行われている。それが環境効率指標とデカップリング指標である。

a. 環境効率指標

企業などが作成するマイクロ環境会計あるいは環境報告書では、環境効率指標がよく使用されている。環境効率性（Eco-Efficiency）とは、環境負荷に対する経済活動の水準と定義される概念である。これは、環境への悪影響を最小化しつつ経済活動から得られる価値を最大化しようとする考え方である。したがって、環境効率性が高いということは、同じ価値を獲得するのに少ない環境負荷で行うことができる活動を実現していることになる。

一般に環境効率指標は次式で表される。

$$\text{環境効率指標} = \text{付加価値} \div \text{環境負荷}$$

物質フロー指標として用いられている資源生産性指標では、環境負荷ではなく総天然資源投入量を使用しているが、資源投入量が天然資源への負荷という観点からは同種の指標といえる。

しかし、この指標は効率性の指標である。環境問題は環境負荷の総量の問題である。このた

表2-10 環境効率改善指標の推移

会計期間	温室効果	酸性化	富栄養化	廃棄物	宅地面積	市街地面積
1990～1995年	▲3.4%	6.5%	9.5%	27.6%	2.1%	▲0.5%
1995～2000年	6.0%	13.1%	16.5%	37.3%	1.8%	0.3%
1990～2000年	2.8%	18.7%	24.5%	54.6%	3.8%	▲0.2%

出所：内閣府⁽⁸¹⁾

め、環境負荷総量が増加しなくとも付加価値が増大すれば、つまり経済活動量が増大すれば、環境効率性は向上する。このことには十分な注意が必要である。個別の経済主体の環境効率性の追求は必要であるが、全体としての環境負荷抑制が実現できているかは、この指標からは判断が困難である。この点については第V章の持続可能性指標において述べるEFが有用である。

b. デカップリング指標

さて、経済学は環境問題を外部不経済としてとらえている。これは、環境が市場の外部的存在として認識されていることを意味する。しかし、経済学は環境を市場と独立した(無関係な)存在とはみなしていない。なぜなら、経済システムには環境からの資源投入が必要であり、経済システムからの廃物を吸収する場として環境が必要であることを認識しているがゆえに外部不経済としているのである。つまり、伝統的な経済学は環境を市場の外部的存在としているが、経済領域としては環境を組み込んで認識しており、環境を経済活動の所与の条件として経済システムに従属する存在と考えられてきたのである。このため、経済成長に伴い環境から投入される天然資源は増加し、経済システムから排出される廃物も増加し外部不経済が拡大してきた。このような経済成長と環境問題が連動している状況では、環境問題を解決することが困難である。そこで、いったん環境を経済領域から分離し、双方の側面から改善することで経済成長と環境保全の両立を図ろうとしているのである。

すなわち、経済成長と物質投入を分離し環境負荷に結びつくことのない経済成長を示すために、経済的効用(Economic goods)と環境的不効用(Environmental bads)の関連を分離することがデカップリングの概念である^{*36}。そこで、この経済領域からの環境の分離の状態を示そうとするデカップリングがどの程度実現できているかを把握できる明確な基準と指標が必要となる。

このデカップリングには、相対的デカップリング(relative decoupling)と絶対的デカッ

リング(absolute decoupling)の2つの形態がある。相対的デカップリングとは経済成長率と環境負荷の増加率が共にプラスであるが、環境負荷の増加率が経済成長率よりも小さい場合を意味する。一方、絶対的デカップリングとは経済成長率はプラスであるが、環境負荷の増加率がゼロあるいはマイナスである場合を意味する。そこで、経済成長、すなわち経済的駆動力を DF 、環境負荷を EP ^{*37}、ある会計期間 t の期首と期末における DF と EP の関係から相対的デカップリングと絶対的デカップリングは次のように表現できる。なお、 DF および EP は非負の数値として定義されている。

- 相対的デカップリング

$$DF_t > DF_{t-1}$$

$$EP_t > EP_{t-1}$$

$$DF_t/DF_{t-1} > EP_t/EP_{t-1}$$

- 絶対的デカップリング

$$DF_t > DF_{t-1}$$

$$EP_t \leq EP_{t-1}$$

しかしながら、このようなデカップリングでは駆動力である経済成長がマイナスである場合、デカップリングが実現しているかを判断することが困難である。そこで、次式のような経済成長と環境負荷の変化率の比を用いてデカップリングを計測・評価することが提案されている^{*38}。

$$Ratio = \frac{(EP_t/DF_t)}{(EP_{t-1}/DF_{t-1})} \equiv DI$$

本論文では、上式で定義される比をデカップリング指標(DI : Decoupling Indicator)と呼ぶことにする。 DF および EP は非負であるので、デカップリング指標も非負である。

デカップリングが実現している状態は、 DI が1未満であり、デカップリングが実現していない状態は DI が1以上のときである。

すなわち、 $0 \leq DI < 1$ のときデカップリングが実現していることから、

$$DI = \frac{(EP_t/DF_t)}{(EP_{t-1}/DF_{t-1})} < 1$$

$$(EP_t/DF_t) < (EP_{t-1}/DF_{t-1})$$

$$\therefore (EP_t/EP_{t-1}) < (DF_t/DF_{t-1})$$

であるので、経済成長率が環境負荷の増加率よ

りも大きいことになる。また、 $DI=0$ となるのは、期末の環境負荷がゼロのときであるので、このときデカップリングは最大となる。

一方、 $1 \leq DI$ のときデカップリングが実現していないことを表しているのので、

$$DI = \frac{(EP_t/DF_t)}{(EP_{t-1}/DF_{t-1})} \geq 1$$

$$(EP_t/DF_t) \geq (EP_{t-1}/DF_{t-1})$$

$$\therefore (EP_t/EP_{t-1}) \geq (DF_t/DF_{t-1})$$

であるので環境負荷の増加率が経済成長率を上回る場合である。また、 $DI=1$ となるのは、経済成長率と環境負荷の増加率がともに1の場合（つまり経済成長および環境負荷の変動が無い場合）、あるいは両者の増加率が等しい場合である。

図2-4は、水平軸を環境負荷の増加率、垂直軸を経済成長率とした場合に陰影を施した部分、およびその垂直軸上がデカップリング実現状態を表している。

ここで、前述の相対的デカップリングと絶対的デカップリングを DI と照合すると絶対的デカップリングは、

$$DF_t/DF_{t-1} > 1$$

$$EP_t/EP_{t-1} \leq 1$$

であるので図の濃い陰影部分である。

また、相対的デカップリングは、

$$DF_t/DF_{t-1} > EP_t/EP_{t-1} > 1$$

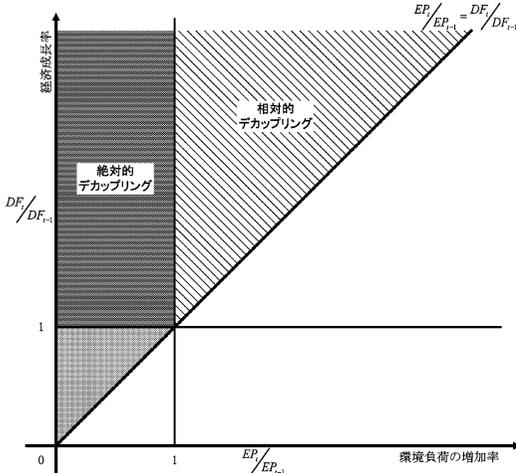


図2-4 デカップリングの実現領域

であるので図の斜線を施した部分となる。

このように、上記のようなデカップリング指標 DI は経済がマイナス成長時でもデカップリングの発生状況を表現することは可能であるが、相対的デカップリングや絶対的デカップリングが発生しているか否かはその値から即座には判断できないので経済成長率と環境負荷増加率の値から判断しなくてはならない。

さらに、このようなデカップリング指標をより理解容易にするものとして次式で表されるようなデカップリング要因 (Decoupling factor) がある。

$$\text{デカップリング要因} = 1 - DI \leq 1$$

デカップリング要因が正のときデカップリングが実現しており、非正のときデカップリングが実現していない。デカップリングが最大となるのはデカップリング要因が1のときである。前節で示した J-NAMEA の環境効率改善指標はこのデカップリング要因である。

さて、このデカップリング指標であるが経済的駆動力 DF を国内純生産などの付加価値で表し、環境負荷 EP を負荷物質の物量データで表すとデカップリング指標の分母・分子が示すものは環境効率指標の逆数にほかならない。そこである会計期間 t の経済全体の環境効率指標を EE_t とすると、

$$EE_t = \frac{DF_t}{EP_t}$$

である。この会計期間において効率改善が実現されているならば、

$$EE_t > EE_{t-1}$$

であるので、

$$\frac{DF_t}{EP_t} > \frac{DF_{t-1}}{EP_{t-1}}$$

となり、 DF 、 EP ともに非負であるから、

$$DI = \frac{(EP_t/DF_t)}{(EP_{t-1}/DF_{t-1})} < 1$$

が示される。

すなわち、デカップリングの実現は環境効率の改善を意味することにほかならない。したがって、環境効率指標はある時点における経済

活動の効率性を表現し、デカップリング指標はその変化を表現しているのである。

前述したように、こうした効率性指標は環境負荷総量に対する抑制を促すことができない問題点を抱えているが、個々の経済主体にとっては費用対効果的に環境負荷を削減できているかを容易に理解させることが可能である。

また、環境効率性の改善は費用対効果の高い環境技術の出現と普及を期待するものでもある。環境負荷は発生抑制が基本であり、それを効率的に実現するには既存技術の発展、技術革新が必要である。そのため、環境効率性を向上させる技術開発研究を促進させるためにこれら指標は有用と考えられる。

E. ま と め

本章では、まず、環境会計について、“環境会計は、経済と環境の相互関係を物量情報および／または貨幣情報として定量的に計測・整理して、ステイクホルダーに伝達するプロセスである。”と定義づけ、その目的を“経済と環境の相互関係に関連する情報を提供すること”とし、会計単位と分析領域を分類軸として環境会計の分類を行った。この目的をマクロおよびメゾ環境会計に当てはめて表現すると、マクロ・メゾ環境会計の目的は、会計単位となる国や地域における経済と環境の相互関係に関連する情報を提供することとなる。

次いで、マクロ環境会計の理論的枠組みについて SEEA と NAMEA に着目し概観した。SEEA は、国連統計局を事務局としてロンドングループやナイロビグループと呼ばれる専門家集団が改訂作業を行っており、現在、『SEEA ハンドブック』の最終草稿が国連、EC、IMF、OECD および世界銀行の連名で SEEA2003 (United Nations et al^[120]) として提案されている。その中でも中心的なフレームワークとして位置付けられているのがハイブリッドフロー勘定 (Hybrid Flow Accounts) と呼ばれるものである。これは、貨幣的供給使用表に付加価値の部分行列表と対応する物的な部分行列表を付加えたもので、環境勘定を含む供給使用表 (SUTEA: Supply and Use Table including Environmental Accounts) を構成することを基

本としたフレームワークであり、NAMEA が重要な役割を果たしている。従って、本章で例示した J-NAMEA は SEEA の進化形と見ることができる。

さて、マクロ環境会計では市場における環境保全費用の負担状況から環境に対する人々の選好をとらえ、環境状態は物量情報として把握しようとする方法が主流となっている。環境経済学においては、CVM や選択実験などマイクロベースの評価方法により環境の経済的価値をとらえることが主流である。SEEA でも IV.3 版や V.3 版において CVM の適用可能性を持たせている。『SEEA ハンドブック』では、WTP 概念による評価が自然資産の評価法の 1 つとして、特に自然環境が公共消費財として使用される際に適用できるとされており、多くの場合、自然環境のもつ広範囲の機能を近似的に評価しうる唯一の方法としている。しかし一方で、多くの経済学者が市場の存在しないところで人々の選好によって貨幣的評価を与えることが本当に可能であるか疑問を持っているとも記述し、マクロ環境会計において慎重な取り扱いが必要であると示唆している*39。鶴野^[122] は、消費者余剰が含まれていることから CVM などによる評価が SNA 中枢体系の概念と整合的ではないため、直接的なリンクを回避すべきであると述べている。しかしながら、これでは市場価値をもたない環境に対する人々の選好をマクロ環境会計情報として取り扱うことができないため、現実の環境問題の多様化とマクロ環境会計情報のギャップが拡大している。貨幣評価による直接的リンクを回避しつつ、このギャップを埋めることが可能な情報の開発が必要となっている。

このような課題は、マクロ環境会計が人々の環境に対する価値を会計情報として示すことに由来するものである。環境経済学では、環境の機能と価値を認識し従来の経済学のツールを環境問題に適用することで、環境の価値を貨幣的に評価し環境問題を社会的意思決定の中に取り込むことに貢献してきた。一般的な市場財と同様に環境の価値に貨幣尺度を持たせることで人々の理解を容易にしようとしてきた。しかし、

貨幣評価では劣化した環境による経済への影響、すなわち環境費用を示すことは可能であるが経済活動により劣化した環境の状態を適切に表現することが困難である。また、経済活動の維持のためには、常に自然資本を必要とするという認識の強まりから環境という経済の制約条件をより強く意識することの必要性が高まっている。この制約条件とは、物理的あるいは物質的な制約条件である。このことは、後の第V章で述べるエコロジカル経済学の概念に基づくものである。NAMEAやハイブリッド型のマクロ環境会計が物量勘定を導入していることもマクロ環境会計が経済の物理的限界や、環境の使用状況という環境情報を人々に明示しようとしているからである。すなわち、マクロ環境会計は環境経済学的アプローチからエコロジカル経済学的アプローチへとシフトしつつあるように思われる。

注

- *1 経済とは、人間が行う財・サービスの生産、流通、交換、消費等の諸活動の総体を意味している。
- *2 Daly⁽¹⁷⁾ は、マクロ経済を有限な自然の生態系(環境)の中の開かれた下位システムとして想定することで経済がそれを包含する生態系に比べて大きくなるのが不可能であると、経済の規模には上限があり、それは生態系の再生力と吸収力のうち、いずれか小さいほうの能力によって規定されるとしている。
- *3 stakeholder: 利害関係者とは、金銭的な関係のみならず地域住民、官公庁、金融機関や従業員も含めた組織の活動に関わるすべての人々を意味する。國部⁽⁶⁷⁾ pp.5~7は、ステイクホルダーについて環境コストの負担関係からの分類を行っている。原著では interested parties とされている。
- *4 Paton⁽¹⁰⁶⁾ p.1
- *5 宮崎⁽⁷⁵⁾ p.199, さらに宮崎は「非貨幣(数量)情報はさらに物量情報と係数情報に区別できる。」として定量的情報を3つに区分しているが、本章では定量的情報は貨幣的信息と非貨幣的信息の区分にとどめる。
- *6 河野⁽⁵⁷⁾ p.8
- *7 宮崎⁽⁷⁵⁾ p.201 は、物量情報と叙述的信息を本来の会計情報とはみなさず、貨幣的信息と係数的情報を基本的な会計情報としている。
- *8 さらに河野⁽⁵⁷⁾ は、企業等のミクロの経済主体における環境会計では、「環境関連の物量情報のすべてが会計情報であることは広義に過ぎる。環境会計といえども、会計分野での環境問題の対応であること考慮し、物量情報は財務情報を補完する情報とみるべきであろう。」としている。
- *9 ステイクホルダーが求める環境情報については、経済産業省⁽⁶³⁾において環境情報に対するニーズ特性から6つのステイクホルダーグループに区分し整理されているので、参照のこと。
- *10 財務的な投資基準に加え、社会的公正や倫理、環境配慮などについて社会的責任を果たしているかも投資基準として投資行動をとること。
- *11 1993年のSNA改訂時に提案されたフレームワークをSEEAと表現する。
- *12 経済企画庁⁽⁶¹⁾ p.5
- *13 MFCAについては國部⁽⁶⁸⁾ pp.36~70を参照のこと。
- *14 FCAについては國部⁽⁶⁸⁾ pp.71~82を参照のこと。
- *15 小口⁽⁶⁵⁾ pp.32~34
- *16 わが国では、2000年10月末に1993年版SNAへの移行作業が終了している。
- *17 何が生産であり、何が生産ではないかを識別する境界 (production boundary)。
- *18 市場生産ではないが発展途上国などで自家消費向けに生産される農産物なども自給農業として生産の境界内に置かれている。
- *19 一般に持家では実際に家賃の支払いが発生しないが、持家でも賃貸住宅と同様のサービスが生産され消費されるものと仮定して、持家の住宅サービスを市場の賃貸住宅の家賃により評価した「みなしの家賃」としている。このような現実に行われていない取引を、あたかも行われたかのように計算することを

- 帰属計算という。
- *20 何が資産であり、何が資産ではないかを識別する境界 (asset boundary)。
- *21 これを所有権基準 (the ownership criterion) という。
- *22 SNA では、サテライト勘定は「社会的関心をひく特定の分野について、中枢システムに過大な負担を負わせたり、これを混乱させたりせず、国民経済計算の分析能力を弾力的に拡張することが必要になっている」(United Nations et al^[124] para. 214) ことを強調するとしている。
- *23 SEEA では、SNA から抽出された環境関連計数は、環境保護のためにある会計単位が実際に負担した費用であることから実際環境費用 (actual environmental cost) という表現を使用している。
- *24 United Nations et al^[118] para. 253
- *25 United Nations et al^[118] para. 298
- *26 United Nations et al^[118] para. 304
- *27 United Nations et al^[118] para. 394
- *28 これは、経済活動による環境悪化の防止または復元のための活動であり、United Nations et al^[118] para. 307 に5種類の方法が提示されている。
- *29 内部的環境保護活動とは事業所内部で当該事業所自身が自己のために行う廃水処理や廃ガス処理などの環境保護活動であり、外部的環境保護活動とはリサイクル製品の生産や廃棄物処理サービスの提供等の狭義のエコビジネスである。
- *30 最初に J-NAMEA の推計を行ったのは Ike^[45] である。本章では内閣府^{[79]~[81]} の試算概要を紹介する。
- *31 「隠れたマテリアルフロー (hidden flow)」とは、建設工事に伴う残土や地下資源採掘時に発生する不要鉱物など、環境から取り出されるが一度も利用されることの無い物質フローのことである。
- *32 フロンなどのオゾン層破壊物質と酸性化のアンモニアについては推計されていない。
- *33 Alfieri and Bartelmus^[2] は、各種の環境問題に対して先見的にその重要性を与えるこ

ととなるので、単一指標に集約化することを批判している。

- *34 ペタ・ジュール (peta-joule) の略、ペタは10の15乗で千兆を意味する。
- *35 地球温暖化に影響する GHG については国内環境というより環境への蓄積という意味を持つ。
- *36 OECD^[104] p.11
- *37 OECD^[104] では、経済成長が DPSIR 指標のフレームワークより環境負荷の駆動力 (Driving Force) であることから *DF*、環境負荷 (Environmental Pressure) を *EP* と表現している。
- *38 OECD^[104] p.19
- *39 United Nations et al^[118] para. 46~47

第III章 貨幣評価によるマクロ環境会計の地域と廃棄物問題への適用

本章では、貨幣評価によるマクロ環境会計の理論フレームワークを用いて地域経済の環境的側面を明確にし、その環境対応の状況を検証する。また、物質消費の出口問題である廃棄物問題に着目し、廃棄物処理活動による環境負荷低減の状況を検証する。具体的には、北海道を対象として環境負荷の貨幣評価によるマクロ環境会計の理論フレームワークを適用した統合型メゾ環境会計 (北海道 SEEA) と、その課題特化型である廃棄物勘定のフレームワークを適用した特化型メゾ環境会計 (北海道廃棄物勘定) を推計し、北海道経済の環境効率を検証する。

A. メゾ環境会計による北海道経済の持続可能性の分析

北海道 SEEA は、統合型マクロ環境会計の SEEA IV.2 版を北海道地域に適用したメゾ環境会計である (以下、H-SEEA と略す)。H-SEEA は、1985 年と 1990 年版が林ら^[29] と山本ら^[137] により推計されたもので、わが国におけるメゾ環境会計としては青木ら^[5] による富山県版に次いで2番目に作成されたものである。H-SEEA は、山本ら [135] で 1995 年版が追加され、本論文では 1990 年と 1995 年版についてデータの精緻化と推計方法の修正を加えた*1。表 3-1 には、H-SEEA の 1995 年版統合表の簡

略版を示した。

一国の部分地域を対象としてマクロ環境会計のフレームワークをメゾ環境会計に適用する場合、国内他地域との取引（移出入）を加えるだけで基本的な構造は変わらない。表3-1の上段はフロー勘定、下段がストック勘定を示している。

a. フロー勘定

産業と政府の生産活動は、環境保護活動とその他の生産活動に分割され、さらに産業の環境保護活動は内部的環境保護活動と外部的環境保護活動に分割される。内部的環境保護活動とは企業や事業所の事業活動における排ガスや排水処理などの公害対策活動を表し、外部的環境保護活動は民間の産業廃棄物処理やリサイクル活動などの事業活動としての環境保護活動を表している。また、政府の環境保護活動は公営の廃棄物処理や下水道処理等の政府サービスの生産である。このため、政府の環境保護活動に伴い発生した帰属環境費用は後述するように廃物を発生させた部門に帰属させるようになっていく。表3-2には1990年と1995年のJ-SEEAとH-SEEAの主要な計数を示した。

統合表行3が環境関連の財貨・サービスの産出状況、つまり負担された実際環境費用を示している。1995年の北海道における実際環境費用の総額は1,974億円で産出額の約0.6%である。全国では0.9%であるのに対してやや低い。その内訳は、生産活動では約855億円であるのに対し、消費活動では約1,119億円と約1.3倍であり、さらに政府部門の支出が大きい。この政府の最終消費支出は、下水道処理と廃棄物処理に係る自己消費であり家計から発生した廃棄物と水質汚濁物質の処理費用を表すこととなる。つまり、消費活動における物的消費が大きく環境に配慮した生活スタイルやリサイクル、グリーン調達の一層の推進が必要であることを示唆している。

最終消費額に対する実際環境費用の割合は、全国では1.5%であるのに対し北海道は0.7%と低い。また、中間投入額に対する実際環境費用の割合は全国平均が0.8%、北海道はさらに低く0.6%である。製造業などの二次産業の生

産が低い北海道の産業構造も影響しているが、北海道の生産・消費活動における環境保護支出が全国平均よりも低いことを示している。

実際環境費用は、わが国全体では対1990年比で37.5%の増加であり国内純生産の伸び率の倍以上に増加している。北海道では対1990年比で10.2%増であり、付加価値（道内純生産）の伸び（12.8%）に比べて低い。

こうした北海道の環境保護支出が全国平均よりも低い理由としては、表3-3および表3-4を用いて後述するように次の2つのことが考えられる。1つは、北海道において経済活動に伴い発生する環境負荷が増加していないこと。もう1つは、環境関連財・サービスの価格が北海道では低下していること、あるいは価格自体が低いことである。環境関連財・サービスの価格が低いことは生産要素の価格が安いことが第一の要因として考えられるが、環境保護支出の場合、環境負荷の削減に対して費用対効果の高い対策を導入していることが求められる。より多くの環境負荷を削減できている場合、同じコストをかけても発生する環境負荷が少ないので環境負荷1単位当たりの実際環境費用は大きくなる。例えば、100万円のコストで1トンの環境負荷発生を、100kgに削減できる場合と500kgにしか削減できない場合を比較すると、前者では環境負荷1単位(1kg)当たりの実際環境費用は1万円、後者は2,000円である。この逆数では、1万円のコスト負担で1kgの環境負荷、後者は5kgの環境負荷の発生となる。後者の場合、すなわち費用対効果の低い費用負担では、同量の環境負荷にとどめるためには追加的に5倍のコストを負担する必要がある。そこで、環境負荷の除去費用に基づいて環境負荷を貨幣評価した帰属環境費用の発生状況を見てみよう。

帰属環境費用は、維持費用評価法により環境に与えた負荷を貨幣評価したものであり、さらに環境負荷を削減するために負担すべきである環境費用の大きさを表すものである。この帰属環境費用の大きさはその環境負荷の貨幣価値ではなく、環境責任の大きさを貨幣尺度で表現したものと見えよう。行6~12が環境負荷の種類別帰属環境費用である。J-SEEAでは地球環

表 3-1 北海道 SEEA 統合表 簡略版 (1995 年名目値)

フロア勘定	産出額	輸移入 (控除)	生産活動 (産業分類)	産業			政府		対家計民間 非営利団体	最終消費 支出 (部門別)			輸移出
				環境保護		その他	環境保護	その他		政府現実 最終消費	家計現実 最終消費		
				外部	内部								
1	—	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
期首ストック	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
生産物の使用	34,652,658	-9,981,645	13,705,625	32,022	11,897	12,937,717	47,089	507,570	169,330	15,484,442	1,734,613	13,749,829	6,502,816
環境関連の財貨・サービス	221,937	..	85,539	17,637	..	66,708	186	17,637	732	111,902	74,586	37,346	..
その他の財貨・サービス	34,430,721	-9,981,645	13,620,086	31,746	11,897	12,871,009	46,903	489,933	168,598	15,372,540	1,660,027	13,712,483	6,502,816
生産される資産の使用 (固定資本減耗)	—	—	—	4,102	1,450	2,652,173	45,194	640,988	34,344	—	—	—	—
自然資産の使用 (帰属環境費用)	6	..	301,655	861	..	234,329	64,537	1,927	..	50,940	0	50,940	..
廃物の排出	7	..	85,267	..	..	22,016	63,251	0	0	18,693	0	18,693	..
土地・森林等の使用	8	..	45,899	0	..	45,899	0	0	0	..	0	..	..
資源の枯渇	9	..	0	..	..	0	0	0	0	..	0	..	..
地球環境への影響	10	..	170,489	861	..	166,414	1,286	1,927	..	32,247	..	32,247	..
地球環境への影響	11	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
自然資産の還元 (帰属環境費用)	12	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
帰属環境費用の移項	13	..	-61,139	..	..	3,398	-64,537	..	..	-719	..	61,139	..
エコ・マージン (-帰属環境費用)	14	-351,877	-240,515	-5,380	..	-237,727	0	-1,927	0	-111,361	719	-112,080	..
道内純生産 (NRP)	15	16,892,565	17,430,124	41,258	2,283	15,025,873	41,920	1,979,366	339,424	—	—	—	—
環境調整国内純生産 (ERP)	16	16,540,688	17,189,609	35,878	2,283	14,788,146	41,920	1,977,439	339,424	—	—	—	—
産出額	17	34,608,739	34,494,000	77,383	15,629	30,595,763	134,203	3,127,924	543,098	—	—	—	—
自然資産の蓄積に関する調整項目	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
その他の調整項目	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
期末ストック	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(単位：百万円)

ストック勘定	非金融資産 の蓄積とス トック										生産されない 資産												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
																						大気	水	土壌	地	地下資源
期首ストック	88,003,984	47,939,102	40,064,882	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
生産物の使用	5,408,243	5,328,798	79,445	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
環境関連の財貨・サービス	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
その他の財貨・サービス	5,408,243	5,328,798	79,445	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
生産される資産の使用 (固定資本減耗)	-3,369,827	-3,369,827	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
自然資産の使用 (帰属環境費用)	-352,595	0	-352,595	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
廃物の排出	-47,010	0	-47,010	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
土地・森林等の使用	-102,849	..	-102,849	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
資源の枯渇	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
地球環境への影響	-202,736	..	-202,736	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
地球環境への影響	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
自然資産の還元 (帰属環境費用)	719	..	719	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
帰属環境費用の移項	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
エコ・マージン (帰属環境費用)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
道内純生産 (NRP)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
環境調整国内純生産 (ERP)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
産出額	333,939	-1,159	335,098	236,243	13,138	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
自然資産の蓄積に関する調整項目	-2,401,517	-1,124,540	-1,276,977	-1,276,977	-353	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
その他の調整項目	87,960,519	49,007,099	38,953,420	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
期末ストック	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

(単位：百万円)

(注1) 表中「-」は概念的に存在しないセルを、「..」は推計できないため数値を計上しないセルをそれぞれ示す。
なお、エコ・マージンは帰属環境費用の合計にマイナス符号を付けて計上したものである。

表3-2 J-SEEA と H-SEEA の主要計数

単位：10 億円

		北海道		全 国			
		1990	1995	1990	1995		
中間投入		13,149.7	13,705.6	413,498.2	406,898.5		
最終消費		13,408.7	15,484.4	284,977.2	347,878.5		
環境関連財・サービスの産出	産業	52.0	77.4	3,589.3	2,521.6		
	政府	103.4	144.6	2,426.0	5,621.3		
	計	155.4	221.9	6,015.3	8,142.9		
実際環境費用	生産・消費計		179.1	197.4	6,084.9	8,366.3	
	生産活動	産業	53.7	67.0	3,556.6	2,628.9	
		政府	35.2	17.8	341.8	493.0	
		NPISH	1.4	0.7	34.3	52.0	
		計	90.3	85.5	3,932.6	3,173.9	
	最終消費	政府	64.2	74.6	1,607.3	4,383.2	
		家計	24.6	37.3	545.0	809.2	
		計	88.8	111.9	2,152.3	5,192.4	
	帰属環境費用	廃物の排出		139.3	104.0	3,048.6	4,192.2
		土地・森林等の使用		73.9	45.9	1,140.7	1,381.9
資源の枯渇		0.0	0.0	7.7	2.2		
地球環境		185.0	202.7	—	—		
帰属部門別		生産活動	284.9	240.5	2,424.5	2,865.8	
		最終消費	84.1	111.4	1,761.8	2,692.4	
合計		369.0	351.9	4,186.4	5,558.2		
道内・国内純生産		14,970.3	16,892.6	366,873.3	429,319.5		
環境調整済道内・国内純生産		14,601.3	16,540.7	362,686.9	426,453.7		
産出額		30,967.3	34,608.7	865,964.4	924,660.3		

(注1) NPISH：Nonprofit Institutions Serving Households, 対家計民間非営利団体

(注2) 全国の1990年値については経済企画庁⁽⁶⁰⁾、1995年値については内閣府⁽⁷⁸⁾より抽出したものである。

境に与える影響の勘定表へは記帳されていないがH-SEEAでは記帳している。

1995年の北海道全体の帰属環境費用は3,519億円であり対1990年比で4.6%減少しているが、地球環境への影響を除くとわが国全体の帰属環境費用の約2.7%を占めている。生産活動の産出額に対する帰属環境費用(地球温暖化を除く)の比率をみると、わが国全体では0.3%であるのに対し北海道では減少しているものの0.7%と高く、追加的な環境費用負担の必要性が高いことを示唆している。

次に、部門別の帰属環境費用をみてみよう。行6～12に計上された部門別の帰属環境費用は環境負荷の発生源として記帳されている。しかし、その原因となった廃物を発生させた部門に環境責任を帰属させる必要がある。例えば、列7の政府部門の環境保護活動の帰属環境費用約645億円は一般廃棄物処理や下水道処理等の環境保護サービスの生産に伴うものであるが、廃物の処理義務があるという視点からは政府部門に環境保護サービスの生産における環境負荷

削減努力が求められ、廃物を発生させた責任という視点からは帰属部門である家計と産業に削減努力が求められる。

そこで統合表では後者の視点から行13において帰属環境費用の移項を行っており、一般廃棄物処理と家庭排水の処理に伴う帰属環境費用約611億円は家計に移項し、公共下水道における産業の水質汚濁寄与分の帰属環境費用約34億円については産業のその他の生産活動に移項することにより廃物の発生部門へ環境責任を帰属させている。また、公共事業による浚渫工事等による環境復元については行12において帰属環境費用約7億円をマイナス計上することで環境負荷の帰属環境費用を相殺している。こうした移項を行ったうえで各部門の環境責任の大きさを表しているのが行14のエコ・マージン(帰属環境費用のマイナス計上)である。

エコ・マージンを見ると、最終消費部門が約1,114億円、生産部門が約2,405億円であり生産活動における環境責任が消費活動の約2倍強であることが分かる。しかし、地球温暖化の帰属費用を除外すると、わが国全体では生産活動の帰属環境費用は2兆8,658億円、最終消費は2兆6,924億円であり生産部門がやや大きい。北海道では生産活動で約732億円、消費活動では約785億円となり消費活動による帰属環境費用の方が大きくなる。すなわち、大気汚染や水質汚濁などの環境負荷については消費活動の環境責任は生産活動と同等以上に重く、地球温暖化については生産活動の環境責任が重いことが分かる。

一方、環境問題別では廃物の排出と土地利用による帰属環境費用は減少しているが、地球温暖化の帰属環境費用は増大している。地球温暖化の帰属環境費用を除くと、北海道では全体として帰属環境費用は減少しており全国的には逆に増大している。北海道では廃物の排出と土地利用の帰属環境費用の減少分が地球温暖化の帰属費用の増加により相殺され、帰属環境費用総額が1990年とほぼ同レベルとなっているのである。生産活動においては地球温暖化の帰属環境費用の割合が大きく、消費活動では廃物の排出の帰属環境費用が大きい。

この廃物の発生と土地利用の貨幣評価の基礎となっている除去費用は、北海道における処理費用や土地造成費用である。このため、実際環境費用と同様に全国平均との価格差の影響が帰属環境費用の大きさに表れている可能性がある。そこで、次に物量単位での環境負荷の発生状況を確認してみよう。

表3-3は、帰属環境費用の算定に使用した大気汚染物質であるNOxとSOx、水質汚濁物質であるCOD、GHGおよび都市地域面積の物量データを示している。SOxの排出量がわずかに増加しているが大気汚染物質、水質汚濁物質ともに減少している。SOxは主に生産部門の固定発生源が排出源であり、削減率は改善傾向にあるが北海道では発生源の数が増加しているため微増している。また、NOxは固定発生源と自動車等の移動発生源からの排出であるが、移動発生源からの排出量は排ガス規制などの効果により減少傾向にあるが、固定発生源からの排出は発生源の数が増加しているため微増している。

一方、都市地域面積とGHGの排出量は増加しており、生態系の破壊と地球温暖化への影響が拡大していることが分かる。つまり、帰属環境費用との関係では廃物の排出と地球温暖化への影響については物量データでも環境負荷との関連が確認できるが、土地利用に関しては逆の傾向が示されている。この原因は貨幣換算に使用する費用原単位、すなわち土地造成価格の低下にある。森林については成長量が伐採量を上回っていることから帰属環境費用はゼロであるので、表3-2の土地・森林の使用に関する帰属環境費用と表3-4の都市地域面積から原単位とした土地造成価格が算出でき、それはヘク

表3-3 J-SEEAとH-SEEAの物量データ

		北海道		全 国	
		1990	1995	1990	1995
NOx	千トン	85.6	64.6	2,212.0	2,237.0
SOx	千トン	81.8	82.3	996.0	847.0
COD	千トン	40.9	35.4	2,173.4	1,410.3
都市地域	千ha	620.3	644.9	9,539.0	9,853.5
GHG	千トン-C	21,927.2	22,884.9	232,976.9	258,378.8

(注1) 全国の1990年値については経済企画庁⁽⁶⁰⁾、1995年値については内閣府⁽⁷⁸⁾より抽出したものである。

表3-4 単位環境負荷当たりの実際環境費用

		北海道		全 国	
		1990	1995	1990	1995
NOx	円/kg	1,816	3,436	2,719	3,640
SOx		1,901	2,697	6,039	9,614
COD		3,801	6,268	2,768	5,774
廃物全体		746	1,218	1,118	1,812
都市地域	百万円/ha	251	344	631	826
GHG	円/C-kg	7	10	26	32

タル当たり1990年は約12万円であったが1995年は約7万円に低下していることがわかる。これは、環境への影響が増大しても環境保護サービス価格が低下した場合、環境責任が過小評価されるという貨幣評価の問題点を示している。

さて、廃物の排出に関して物量データでは、公害型の環境負荷である大気汚染や水質汚濁が減少傾向にあることが確認できたが、地球温暖化や土地利用に関しては環境への影響は増大している。これは従来の公害対策は行われていても、地球温暖化や生態系破壊という環境問題に十分対応できていないことを示唆している。また、土地利用の帰属環境費用からは価格変化の問題もみられる。このため、北海道において実際環境費用の伸び率が低いことは環境費用の費用対効果が悪いことが考えられる。つまり、環境負荷を削減するための費用負担が小さいことが推察されるのである。そこで、物量データと実際環境費用から環境負荷1単位当たりの実際環境費用を算出すると、表3-4に示す通り北海道では水質汚濁物質を除き、実際環境費用すなわち環境保護支出は増加傾向にあるが、全国平均よりも低いものであることが分かる。例えば、GHGでは全国平均はGHG排出量1kg当たり32円の費用負担であるが、北海道では10円となっているので、同じ1円の費用負担では約3倍のGHG排出となる。したがって、北海道ではより費用対効果の高い環境費用の負担(支出)が必要であることが分かる。

b. ストック勘定

ストック勘定では自然資産のストックの貨幣評価が課題となっており、データ制約も加わり推計困難な状況にある。行2～5は経済活動によるストック額の変化を示しており、行6～12

では自然資産の質的変化を帰属環境費用のマイナス計上で表している。土地の質的変化は廃棄物の最終処分と土地の都市的利用によるものである。また、浚渫工事等による自然資産の復元約7億円はフロー勘定ではマイナス計上され、ストック勘定ではその内容により水と土壌の質的改善として行12にプラス計上されている。これらの帰属環境費用は調整項目により相殺されて期末ストックには影響しないが、会計期間における経済活動がどの自然資産にどの程度影響を与えているのかが示され、北海道ではGHGによる大気環境への影響と、土地に対する圧力が大きいことが分かる。

c. デカップリング指標による北海道経済の評価

最後に道内経済全体の方向性を見てみよう。1995年の道内純生産(Net Regional Product: NRP)は1990年の約1.1倍に増加しており、帰属環境費用は廃物の排出で25.4%減少、土地の使用で37.9%減少、地球環境への影響は9.6%増加している。これらの帰属環境費用を道内純生産から控除したものが環境調整済み道内純生産(Environmentally adjusted net Regional Product: ERP)で1995年は16兆5,407億円である。NRPに対する帰属環境費用の比率は2.1%であり、1990年の2.5%から減少している。一方、実際環境費用は1990年から約183億円増加しているがNRPに対する比率はほとんど変化していない。このため、ERPは対1990年比で約13.3%増加しているため、この環境負荷の貨幣評価に基づく指標(ERP)では北海道経済が環境に配慮した形で成長しているものと判断される。

しかしながら、物量データを見る限り地球環境への悪影響や土地利用による生態系への圧力から楽観的な判断はできない。すでに述べたようにERPのような指標では、付加価値の生産つまり経済成長が環境負荷の増大を上回るような場合や、環境保護サービスの価格が低下するような場合には環境影響を過小評価してしまう懸念がある。そこで、経済成長と環境負荷の増大を分離して、経済の環境効率が向上しているかを判断できる1990~1995年のデカップリン

グ指標を算出してみよう。表3-5は環境負荷として帰属環境費用を使用したデカップリング指標を示し、表3-6は環境負荷の物量データを使用したデカップリング指標を示している。帰属環境費用では貨幣単位により尺度が統一されているため環境負荷全体を総合的に示すことができるが物量データでは環境負荷ごとに算定される。また、経済的駆動力としては実質化した道内(国内)純生産額を使用し、帰属環境費用についても実質化した値により算定している。

帰属環境費用に基づくデカップリング指標では北海道はデカップリングが実現されていることを示し、わが国全体ではデカップリングが実現できていないことを示している。つまり、全国的には追加的に負担すべき環境費用の増大と経済成長は分離できておらず、経済成長と環境費用が連動していることを示している。一方、物量データに基づくデカップリング指標では地球温暖化への影響についてはデカップリングの実現ができていないが、廃物の排出や土地利用についてはデカップリングが実現していることを示している。

以上のことをまとめると、北海道経済は地球温暖化対策をさらに強化する必要があることと、環境保護サービスの費用対効果をさらに高めることで、環境負荷を低減でき持続可能性を

表3-5 デカップリング指標
(帰属環境費用)

	北海道	全国
全体	0.845	1.135
廃物の排出	0.702	1.248
土地利用	0.601	1.131
地球環境	0.956	-

表3-6 デカップリング指標
(物量データ)

	北海道	全国
NOx	0.724	0.935
SOx	0.965	0.786
COD	0.830	0.600
開発地域	0.997	0.955
地球環境	1.001	1.025

向上させることが可能となると評価できる。

B. 北海道廃棄物勘定の推計による廃棄物処理とその環境負荷の評価

a. 廃棄物勘定の位置付けと作成方法

1) 廃棄物勘定の位置付け

統合型のマクロ環境会計は、1国あるいは特定地域の経済活動と環境負荷や自然環境の状態等との相互関係を包括的に表すものであるのに対して、ある特定の経済活動や環境領域、資源に着目して作成される森林勘定やエネルギー勘定、廃棄物勘定、環境保護支出勘定などの特化型がある。これらの勘定は、個別の環境問題の解決や政策評価等のために統合型を分割・表示して統合表よりも詳細に表現しようとするもので統合型マクロ環境会計のサブ勘定とみなすことができる。わが国でも、内閣府経済社会総合研究所により環境保護支出勘定と廃棄物勘定が作成されており、そこでは統合型に対してより独立色の強い環境保護支出勘定をサテライト勘定として位置付け、廃棄物勘定は付表的な位置付けでサブ勘定としている*2。本稿でも同様に前節に示した北海道 SEEA のサブ勘定として北海道廃棄物勘定を位置付け、循環型社会を目指した地域の廃棄物問題の解決に資するため北海道を対象とした廃棄物勘定の試算を行い、廃棄物処理サービスとリサイクル財の生産状況、廃棄物処理活動に伴い発生する環境負荷の状況を明確にして北海道経済の廃棄物問題と環境問題への対応状況を検証する。

2) 廃棄物勘定の作成方法

廃棄物勘定は、廃棄物処理・リサイクルに関する実際の生産・消費活動を SNA 概念に従いマクロ経済統計として把握するとともに、あわせて廃棄物処理に伴う環境負荷を帰属環境費用として貨幣換算し、これを実際の廃棄物処理に要した費用（廃棄物に関する環境保護支出あるいは実際環境費用とも呼ぶ）と比較しようとするものである。したがって、廃棄物の処理に関して実際に支出された費用と、本来支出されるべきであったが支出されなかった費用の全容を明示しようとしている。

廃棄物勘定表としては、廃棄物・リサイクル関係の計数を明示する「廃棄物勘定基本表」（以

下、廃棄物勘定表と呼ぶ）と、それらの計数を生産部門別等に細分表示した「部門分割表」が作成されている。しかしながら、これらの計数は金額表示のものであり、その計数の大きさは必ずしも環境の状態を反映するものではない。これら金額表示の数値は、環境質の状態に直結する物量データと併せることによってはじめて環境・経済分析に役立つものとなるため、廃棄物処理・リサイクルに関する物量データを集めた物量表もあわせて作成されている。廃棄物処理に伴う環境負荷の貨幣換算については SEEA と同様の維持費用評価法によって推計している。維持費用評価法による環境負荷の貨幣換算値の持つ意味は、環境負荷を費用原単位によりウエイト付けることで現に生じている環境負荷を削減するために必要な費用規模のイメージを表し、異なる環境負荷をその削減に要する費用の面から比較可能なものにするにある。したがって、環境問題に対する費用負担の大きさからの比較であり、環境に与えるダメージの大きさや深刻さに基づく環境問題解決の優先度等を比較できるものではない。

廃棄物の法律上の定義は、「ごみ、粗大ごみ、燃え殻、汚泥、ふん尿、廃油、廃酸、廃アルカリ、動物の死体その他の汚物又は不要物であつて、固形状又は液状のもの（放射性物質およびこれによって汚染されたものを除く。）」（廃棄物の処理及び清掃に関する法律第2条第1項）とされている。廃棄物勘定の作成においても、基本的にこの定義に従っているが「ふん尿」及び「汚水として公共用水域に排出される液状廃棄物（動物のふん尿を含む）」は水質汚濁原因物質として既に統合型の北海道 SEEA において水質汚濁にかかる帰属環境費用の推計対象としているため、水質汚濁を環境負荷の範囲から除外している。また廃棄物勘定では、廃棄物の処理過程において発生する次の3つの環境問題に主眼を置いている。

a) 処理・再生過程に伴う環境汚染

排水溝や煙突から環境中に放出される環境汚染物質によるもの

b) 最終処分に伴う環境悪化

最終処分が適正に行われる限り原則として最

終処分地外に環境悪化が生ずることはないはずであるが、少なくとも最終処分地からの排水による水質汚濁が検討の対象となるほか、最終処分地としての土地利用自体を環境の悪化と見ることも考えられる。

c) 不法投棄による環境悪化

最終処分に伴う環境悪化と同様のことが考えられるが、加えて不法投棄された場所自体の土壌・地下水汚染が検討の対象となる。しかしながら、不法投棄に関するデータの利用可能性が低いいため、現時点では試算対象から除外されている。

環境費用には、実際に経済主体が環境保全のために負担した環境保護支出（実際環境費用）と経済主体が与えた環境負荷を貨幣換算した帰属環境費用がある。

環境保護支出額は、廃棄物処理サービスの生産・消費のデータとして産業連関表の投入・産出表から廃棄物処理（産業）と廃棄物処理（公営）の計数を使用する。産業部門については廃棄物処理（産業）サービスの利用額およびリサイクル製品（ガラス屑・ガラスビン等、古紙、鉄屑、非鉄金属）の投入産出額が計上されるが、リサイクルの状況を表すデータは非常に乏しいのが現状であり、加えて産業連関表の全国表では付帯表として屑・副産物表があるが地域表では作成されていない。そこで、地域産業連関表からガラス屑・古紙・鉄屑・非鉄金属屑といった「リサイクルされる財」の投入・産出データを推計することで「屑・副産物表」を作成し、それを使用した。また、政府の環境関連の財貨・サービスの最終消費支出や固定資本形成は93SNAの一般政府目的別支出のうち環境保護の計数を使用している。これは68SNAの「経済サービス」のうち公益事業分と「住宅・地域開発」のうち環境衛生分が移行したものであり、下水道サービス、環境行政及びその他の環境サービスを含んでいる。政府の環境関連の財貨・サービスの中間消費等の生産活動にかかる計数は、廃棄物処理（公営）と下水道の政府サービスを推計し計上している。

一方、統合型において帰属環境費用は、自然資産の種類別・環境影響の範囲別に、①廃物の

排出（大気汚染、廃棄物の最終処分）、②土地・森林の使用、③資源の枯渇、④地球環境への影響、⑤自然資産のその他の使用を推計の対象としているが、②③⑤については廃棄物処理と直接関係しないため推計値を算出していない。①については、廃棄物の焼却に伴い発生する大気汚染物質としてSO_xとNO_xの排出量、および廃棄物の最終処分量を対象としており、④については地球温暖化の原因物質としてCO₂、CH₄及びN₂Oの3種類のGHG排出量を対象としている。

勘定表においては、屑・副産物発生および投入表中のいわゆる屑（ガラス屑・ガラスビン等、古紙、鉄屑、非鉄金属）を行に「リサイクル（される）財」として掲げる。これらが、各列の生産・消費活動などに投入されるので各列にその投入額が計上される。屑・副産物発生および投入表とは屑および副産物がどの部門でどれだけ発生したか、または消費されたかを表にまとめたものである。全国表の屑・副産物発生および投入表は、産業連関表の生産物の生産および投入が区別できるように取引基本表の付帯表として作成されたものである。しかしながら、この表は地域表では作成されていないため古紙、鉄屑、非鉄金属屑については全国の産業連関表のデータを利用し、産業連関表にデータがないその他のガラス製品、その他の窯業原鉱物については全国の生産額における屑・副産物の発生および投入の比率を求め、北海道の生産額に乗じて値を推計して北海道の屑・副産物発生および投入表を作成し勘定表へ使用した。一方、これらのリサイクル財は、各列の生産・消費活動などに伴って発生するものであるため各列の中に「リサイクル財の産出」の列を新設し、その産出額のみをその列に計上している。

b. 北海道廃棄物勘定の推計結果

表3-7に1995年北海道廃棄物勘定統合表の簡略版を示す。この廃棄物勘定は、H-SEEAのサブ勘定として地域の廃棄物・リサイクル問題に焦点を当てた特化型メゾ環境会計である。従って、記帳されている計数は廃棄物処理サービスに関する生産活動とリサイクル財の産出及び廃棄物処理に伴う環境負荷（帰属環境費用）

である。リサイクル財とは、生産活動に伴い発生する屑・副産物のうち従来からリサイクルされているガラス類、古紙、鉄類及び非鉄金属のリサイクルされる財であり、家畜ふん尿の堆肥化等の自己処理やリユースである中古品の販売は記帳されていない。また、リサイクル財は主たる生産物ではないためリサイクル財の産出に関する中間投入が不明であるので列(列14, 19, 27, 37, 38)を新設し、産出額のみが記帳されている。ストック勘定におけるリサイクル財の産出は在庫純増と資本形成に伴う発生である。

1) 廃棄物処理サービス

表3-7勘定表の行4~6は廃棄物処理サービスの利用額を記帳しており、行5は産業による廃棄物処理サービス、行6は公営の廃棄物処理サービスを示している。また、行8は廃棄物処理サービス生産の中間投入を示している。

1995年の北海道における廃棄物処理サービスの利用総額は999億17百万円であり、対1990年比で約1.9%の増加と微増である。その供給内訳は、産業部門が提供する民間廃棄物処理サービス額が532億22百万円(構成比53.3%, 対1990年比1.8%減)、政府部門が提供する公営廃棄物処理サービス額が466億95百万円(構成比46.7%対1990年比6.4%増)であった。

全国と比較すると、わが国全体で1995年の廃棄物処理サービスの利用総額は約3兆900億円(対1990年比17%増)で、産業部門が提供する廃棄物処理サービス額が1兆8,700億円(構成比60%, 対1990年比18%増)、政府部門が提供する廃棄物処理サービス額が1兆2,200億円(構成比40%, 対1990年比15%増)であることから、北海道における廃棄物処理サービスの供給は政府部門すなわち公営の廃棄物処理サービスの割合が高く、その伸び率は低いことが分かる。

一方、需要の内訳は生産部門における中間需要が493億53百万円(対1990年比2.7%減)であり、このうちサービス業・その他の部門が187億58百万円で最も多く、次いで政府サービスの生産者が139億77百万円であり、製造業は30億58百万円である。全国と比較すると生産部門

における需要は全国の構成比が約56%であるのに対して北海道は49.4%とやや低く、製造業に関しては全国の構成比7%よりさらに低く3.1%であり製造業の立地が少ない北海道の産業構造を反映した結果となっている。

次に、最終消費額は政府と家計を合わせて505億64百万円で50.6%を占めており(全国平均44%)、この政府の最終消費分は公営部門における廃棄物処理事業に係る自己消費であることから一般廃棄物の処理費用を表している。このため、家庭から排出されるゴミの処理が北海道全体の廃棄物処理サービスの利用額の過半数を占めていることとなる。このように、廃棄物処理サービスの利用額は物が消費される場であるサービス業や家計において多いことが分かる。

この廃棄物処理サービスの利用総額を人口一人当たりの費用に換算すると1995年の道民一人当たりの費用は17,471円(対1990年比1.2%増)であり、国民一人当たりでは24,644円(対1990年比14.9%増)であり全国平均よりもかなり低いこととなる。これを税金で処理が行われる一般廃棄物についてみると、1995年の道民一人当たりの費用が8,165円、全国平均は9,737円であり一人当たりの廃棄物処理サービス費用が北海道は低いことが分かる。

次に、物量当たりの費用で比較してみよう。物量に関しては、一般廃棄物についてはすべて処理されることから排出量ベースで算定し、産業廃棄物については自家処理分や自己再生利用分などの廃棄物処理サービスを利用しない分を除外して比較するため最終処分量ベースで算定した。その結果、1995年の一般廃棄物1トン当たりの費用は北海道で15,107円(対1990年比23.9%増)、全国平均は24,119円(対1990年比14.8%増)であり全国平均の6割強と低い。一方、産業廃棄物では、1995年の1トン当たりの費用は北海道で24,397円(対1990年比118.3%増)、全国平均は27,129円(対1990年比51.6%増)であり価格上昇率が高く全国平均の約9割である。

以上をまとめると、北海道において廃棄物処理サービスの生産の伸び率は低く、その需要は家

計など最終消費部門が過半数を占めており、全体的にサービス業や家計などの物的消費の多い部門での利用が大きい。また、利用額すなわち廃棄物処理費用の負担額では、道民一人当たり、廃棄物1トン当たりの費用が全国平均より低いものとなっている。

2) リサイクル財の産出

1995年の北海道におけるリサイクル財の産出総額は約143億4百万円で、廃棄物処理サービス利用総額の約14%、道内生産額の約4%（ただし、道内生産額にリサイクル財の産出額は含まれていない）に相当すると推計された。わが国全体では、約6,490億円で廃棄物処理サービス利用総額の約21%に相当する。産出額の48.7%が産業部門の固定資本の更新に伴うもので、30.6%が生産部門の生産活動に伴う産出である。製造業は廃棄物処理サービス利用額が30億58百万円であるのに対してリサイクル財の産出額は22億92百万円であり、差し引き7億66百万円の赤字である。一方、わが国全体では製造業はリサイクル財の産出額が廃棄物処理サービスの利用額を上回っており、差し引き約200億円の黒字となっている。この点についても北海道における製造業立地の低さが影響していると考えられる。

また、製造業に次いでリサイクル財の産出が多いのはサービス業で17億25百万円であり、これは飲食店等から発生する飲料容器などのガラス類である。家計からのリサイクル財の産出は15億62百万円でサービス業に次いで多く、その内訳は鉄屑などの金属類が65.0%、飲料容器などのガラス類が30.3%を占めている。

さらにリサイクル財の産出額は対1990年比で北海道では51.6%の減少となっており、わが国全体でも33.4%の減少となっているが、これはリサイクル財の産出量のみならず市場価格の変化の影響も受けているものと推測される。

産出されたリサイクル財は、行7においてその投入が記帳され、輸移入されたリサイクル財29億65百万円とともに道内の生産活動に約8割の136億30百万円が再投入され、約2割の35億66百万円が輸移入されている。このようなりサイクル財の投入・産出活動に伴い発生す

る環境負荷は廃棄物処理サービスの生産など各部門の主たる経済活動から発生する環境負荷に含まれており、リサイクル財に関連する部分を分離することが困難であるため勘定表には記帳されていない。

3) 廃棄物処理に伴う環境負荷の貨幣評価額

帰属環境費用は、廃棄物処理活動に伴い発生する環境負荷をH-SEEAと同様に維持費用評価法にて貨幣評価したものである。具体的には廃棄物の焼却に伴う大気汚染、GHGの排出、廃棄物の最終処分に伴う土地占有の帰属環境費用である。

a) 最終処分量の帰属環境費用

廃棄物の最終処分量の帰属環境費用は、最終処分量をさらに削減することで最終処分場による土地占有を軽減できると考えられることから上述のように表現されているのであるが、その推計方法は廃棄物の再生利用と減量化に必要とする費用から貨幣換算されており、その意味では最終処分量の削減のために負担すべき費用の大きさを表しており、さらなる最終処分量の削減努力の目安となる金額の大きさである。

1995年の北海道における廃棄物最終処分量の帰属環境費用は、615億13百万円(対1990年比17%増)であり帰属環境費用総額の96.0%を占め、同年の廃棄物処理サービス利用総額の61.6%に達している(表3-10参照)。排出源の内訳は、家計(一般廃棄物)が569億93百万円で92.7%と大半を占め、これに対して生産活動(産業廃棄物)は45億19百万円で7.3%である。一般廃棄物の最終処分に伴う帰属環境費用は対1990年比で39.5%の増加となっているが、物量では最終処分量は対1990年比で22%減少しており、廃棄物の減量化の費用が上昇したため(費用原単位で78.7%上昇)帰属環境費用が増加したのである。一方、産業廃棄物の最終処分に伴う帰属環境費用は対1990年比で62.5%の減少となっており、物量でも25.1%の減少となっている。これは一般廃棄物とは逆に減量化費用が低下(費用原単位で49.9%低下)したためである。

全国と比較すると、廃棄物処理サービス利用総額に対する廃棄物最終処分量の帰属環境費用

の割合はわが国全体で30.7%であるのに対して北海道では61.6%と大きく、排出源内訳では全国では一般廃棄物65.5%、産業廃棄物34.5%の構成であるが、北海道では上述のように一般廃棄物が9割強を占めている。また、一般廃棄物について排出量から資源化量と最終処分量を控除した減量化量の排出量に対する割合を減量化率として算出すると、表3-9に示すように1995年では全国平均が67.7%、北海道が40.4%で、1990年では全国平均が63.3%であるのに対して北海道では35.4%と低く、減量化率は全体的に向上しているものの北海道ではかなり低いことが分かる。同様に資源化率も向上はみられるが全国平均よりも低く、北海道では一般廃棄物へのさらなる減量化対策が重要であることが示唆され、北海道では公営廃棄物処理部門における処理効率の向上を図ることが必要で、とりわけ処理費用の高騰がみられることより家計などから排出される廃棄物の排出抑制をさらに促す努力が重要と考えられる。

b) 大気汚染の帰属環境費用

大気汚染物質の帰属環境費用は、廃棄物焼却炉から排出されたNOxとSOxを対象にそれらの除去費用を原単位として貨幣換算したものであり、廃棄物処理に伴う大気汚染物質削減努力の目安となる金額である。

1995年の北海道における大気汚染の帰属環境費用は3億90百万円で対1990年比18.5%増加し、排出源の内訳は一般廃棄物処理から85.5%、産業廃棄物処理から14.5%となっている。物量では、SOxが対1990年比で27.4%の

表3-9 廃棄物の資源化率と減量化率

		北海道		全国	
		1990	1995	1990	1995
資源化率	全体	17.6%	57.5%	34.3%	33.7%
	民間	19.3%	61.3%	38.3%	37.3%
	公営	1.6%	2.4%	3.3%	5.5%
減量化率	全体	64.0%	31.2%	41.9%	47.7%
	民間	66.9%	30.5%	39.2%	45.2%
	公営	35.4%	40.4%	63.3%	67.7%

(注1) 資源化率=資源化量/排出量

(注2) 減量化率=減量化量/排出量

表3-8 廃棄物処理活動に伴う付加価値と環境負荷量

			北海道		全国		
			1990	1995	1990	1995	
付加価値	全体	百万円	65,930	59,988	1,909,800	1,948,300	
			民間	38,443	33,282	1,171,400	1,189,100
			公営	27,487	26,706	738,400	759,200
環境負荷	大気汚染 (北海道:トン) (全国:千トン)	全体	NOx	2,515	2,921	54	63
			SOx	1,624	2,068	37	47
		民間	NOx	372	432	-	-
			SOx	215	274	-	-
		公営	NOx	2,143	2,489	-	-
			SOx	1,409	1,795	-	-
	地球温暖化 (北海道:Cトン) (全国:千Cトン)	全体	CO2	162,063	221,259	3,484	5,408
			民間	52,654	88,705	1,314	2,280
			公営	109,409	132,554	2,170	3,128
		排出量	全体	38,609	47,892	445,177	444,506
			産業廃棄物	35,009	44,801	394,736	393,812
			一般廃棄物	3,600	3,091	50,441	50,694
廃棄物 (千トン)	最終処分量	全体	7,117	5,402	105,810	82,602	
		産業廃棄物	4,848	3,631	89,000	69,000	
		一般廃棄物	2,268	1,771	16,810	13,602	
	資源化量	全体	6,799	27,556	152,683	149,782	
		産業廃棄物	6,741	27,483	151,000	147,000	
		一般廃棄物	58	73	1,683	2,782	

(注1) 全国版廃棄物勘定では大気汚染物質の部門分割が困難なため一括計上している。

(注2) 全国値については、内閣府⁽⁷⁸⁾より抽出している。

増加、NO_x が 16.1% の増加である。一方、処理費用は SO_x では 1990 年より約 1.5 倍に上昇しているが、NO_x の処理費用は約 1.5 割低下している。

大気汚染物質の帰属環境費用は、わが国全体でも 10.4% の増加がみられるが、北海道の増加率が高く、ここでも公営部門による一般廃棄物処理の改善必要性が示唆できる。

c) 地球温暖化の帰属環境費用

地球温暖化の帰属環境費用は、廃棄物処理過程から排出された CO₂, CH₄, N₂O の 3 種類の GHG を対象に、それらの除去費用を原単位として貨幣換算したものであり、廃棄物処理に伴う GHG 削減努力の目安となる金額である。1995 年の北海道における地球温暖化の帰属環境費用は 21 億 47 百万円であり対 1990 年比で 42.8% の増加となっている。排出源の内訳は公営廃棄物処理部門から 59.9%、民間廃棄物処理部門から 40.1% である。排出源別の対 1990 年比増加率は、公営廃棄物処理部門で 26.7%、民間廃棄物処理部門では 76.2% の増加となっており全体的により一層の温暖化対策が必要であるが、とりわけ民間廃棄物処理部門では緊急な課題であることが分かる。

以上の帰属環境費用は発生した環境負荷をさらに削減するための目安となる費用規模を表しており、1995 年における北海道の帰属環境費用の総額は 640 億 50 百万円で廃棄物処理サービス産出総額の 64.1% の大きさで、わが国全体では廃棄物処理に伴う帰属環境費用が廃棄物処理サービス産出総額の 32.3% の大きさであることと比較するとほぼ倍近くの大きさである。

北海道では実際の費用負担（廃棄物処理サービスの利用総額）はわが国全体の 3.2% であるが帰属環境費用としてはわが国全体の 6.4% を占めている。つまり、北海道では安い費用で廃棄物処理が行われているものの、その処理活動に伴う環境負荷が大きいことを示唆している。

c. 廃棄物処理活動の環境効率

これまでみてきたように、廃棄物処理活動は資源循環と最終処分量の削減に向けて改善されつつあるが、一方ではそうした活動に伴う環境負荷は増加傾向にある。そこで、生産活動の経

済面と環境面の効率性を評価する指標として使用されている環境効率指標を算定し、北海道の廃棄物処理活動が環境対策を実施しながらも経済的生産を生み出しているかを検証してみよう。

企業の事業活動などの環境効率指標は、一般に次式のような単位環境負荷当たりの付加価値の産出状況を表すものとして定義される。

$$\text{環境効率指標} = \frac{\text{付加価値}}{\text{環境負荷}}$$

これは、より少ない環境負荷で同じ活動を実現できているかという効率性を評価する指標である。付加価値としては道内純生産（市場価格表示）を用い、環境負荷としては帰属環境費用と各環境負荷の物量の 2 種類のデータを用いた場合について算出する。

1) 帰属環境費用を用いた環境効率

表 3-10 に示した環境効率は、環境負荷のデータとして帰属環境費用を用いたものであ

表 3-10 廃棄物に伴う帰属環境費用と環境効率

		北海道		全国	
		1990	1995	1990	1995
付加価値	全体	65,930	59,988	1,909,800	1,948,300
	民間	38,443	33,282	1,171,400	1,189,100
	公営	27,487	26,706	738,400	759,200
帰属環境費用 (百万円)	全体	54,736	64,050	895,700	1,000,700
	民間	12,583	5,437	375,700	353,500
	公営	42,153	58,613	520,000	647,200
	大気汚染	329	390	7,700	8,500
	民間	48	56	-	-
	公営	281	333	-	-
	地球温暖化	1,504	2,147	24,600	40,700
	民間	489	861	9,300	17,200
	公営	1,015	1,286	15,300	23,500
最終処分	全体	52,904	61,513	863,400	951,500
	民間	12,047	4,519	358,700	327,800
	公営	40,857	56,993	504,700	623,700
環境効率	全体	1.20	0.94	2.13	1.95
	民間	3.06	6.12	3.12	3.36
	公営	0.65	0.46	1.42	1.17
環境効率	全体	200.42	153.92	248.03	229.21
	民間	807.26	590.92	-	-
	公営	97.70	80.10	-	-
	大気汚染	43.85	27.94	77.63	47.87
	民間	78.69	38.66	125.96	69.13
	公営	27.08	20.76	48.26	32.31
	地球温暖化	1.25	0.98	2.21	2.05
	民間	3.19	7.36	3.27	3.63
	公営	0.67	0.47	1.46	1.22

(注 1) 付加価値 = 国内（道内）純生産

(注 2) 環境効率 = 付加価値 / 帰属環境費用

(注 3) 全国表では大気汚染物質の部門分割が困難なため民間に一括計上している。

(注 4) 全国値については内閣府⁽⁷⁶⁾より抽出している。

る。1995年の北海道における廃棄物処理部門全体の環境効率は0.94であり同年の全国平均1.95を大きく下回るものであることが分かった。処理部門別にみると、民間部門による廃棄物処理サービスでは6.12、公営部門では0.46であり、全国平均では民間3.36、公営1.17であり、北海道の廃棄物処理の環境効率は民間部門では全国平均よりかなり高く、公営部門では全国平均より低いことが分かる。1990年の環境効率は、北海道では廃棄物処理部門全体で1.21、民間部門で3.06、公営部門で0.65であり、民間部門の効率は改善されているが公営部門では悪化しており、同年の全国平均も同様の傾向を示している。

また、環境問題領域別では、1995年の北海道で大気汚染が153.92、地球温暖化が27.94、最終処分が0.98となり対1990年比でいずれも低下している。全国平均も同様に低下しているが、大気汚染と最終処分については北海道の低下率が大きくなっている。これを処理部門別にみると、大気汚染と地球温暖化については民間部門、公営部門ともに効率性は低下しているが、民間部門の効率性低下が大きく1995年の地球温暖化では38.66と対1990年比で半減している。一方、最終処分に関しては民間部門の効率性はかなり向上しており、1995年で7.36と全国平均3.63の倍以上に改善されている。しかし、公営部門では1995年で0.47と全国平均1.22より低く、対1990年比で約3割低下している。

以上のことより、北海道の廃棄物処理活動の環境効率性は、民間部門では最終処分に関する効率性の向上はみられるものの大気汚染と地球温暖化については効率性が低下しており、公営部門では総じて環境効率性が低下していることが分かる。また、北海道の廃棄物処理活動全体の環境効率性は一般廃棄物の処理に伴う環境負荷の割合が大きいことから公営部門の環境効率性の低さが影響し、全体として低い効率性となっている。

さらに、実質化した付加価値と帰属環境費用の変化率の比からデカップリング指標を算出すると表3-11に示すようにわが国全体では

表3-11 廃棄物処理活動のデカップリング指標 (帰属環境費用)

		北海道	全 国
全体	全体	1.277	1.109
	民間部門	0.517	0.910
	公営部門	1.308	1.213
大気汚染	全体	1.463	1.275
	民間部門	1.655	—
	公営部門	1.257	—
地球温暖化	全体	1.686	1.771
	民間部門	2.466	2.045
	公営部門	1.246	1.564
最終処分	全体	1.278	1.080
	民間部門	0.433	0.900
	公営部門	1.309	1.202

1.109、北海道では1.277となり、1990～1995年の期間ではデカップリングが実現しておらず、廃棄物処理活動の環境的持続可能性がみられないことが分かる。これを処理部門別に算定すると、公営部門のデカップリング指標は北海道1.308、全国1.213でデカップリングは実現していないが、民間部門では北海道0.517、全国0.910となりデカップリングが実現している。また、環境問題領域別では大気汚染、地球温暖化、最終処分のいずれにおいてもデカップリングは実現していないこととなるが、処理部門別にみると民間部門の最終処分に関するデカップリング指標が1未満でありデカップリングの実現を示している。

以上をまとめると、北海道の廃棄物処理活動は、全体的に環境効率が低く環境的持続可能性も低いといえるが、これは公営の廃棄物処理部門の環境効率の低さが主たる原因であり民間の廃棄物処理部門の環境効率性は改善されつつある。しかしながら、大気汚染と地球温暖化対策については不十分であることが分かる。したがって、廃棄物の適正処理の強化とともに廃棄物処理に伴う環境負荷の発生をさらに抑制していくことが強く望まれ、とりわけ一般廃棄物については廃棄物自体の発生抑制 (Reduce) を強化することが必要である。

2) 物量データを用いた環境効率

次に、環境負荷を帰属環境費用ではなく環境負荷物質の物量データを用いて環境効率を算定

した結果を表3-12に示した。物量データでは環境負荷物質により単位が異なるため廃棄物処理活動全体の効率性をみることができないので環境問題領域別の環境効率性をみることとなる。

大気汚染物質のNO_xについては、北海道の廃棄物処理全体で26.21百万円/トンから20.53百万円/トンへ低下、SO_xでは40.60百万円/トンから29.00百万円/トンへ低下しており、全国平均も同様に低下傾向を示している。処理部門別にみても同様に環境効率性の低下がみられ、民間および公営廃棄物処理部門のいずれにおいてもNO_xよりもSO_xの環境効率性の低下が大きく効率性の低下率は民間部門の方が公営部門よりも大きいのは帰属環境費用を用いた環境効率指標の変化と同様である。

地球温暖化については、北海道の廃棄物処理全体で0.41百万円/Cトンから0.27百万円/Cトンへ低下しており、全国平均も同様に低下傾向を示している。処理部門別では、北海道も全国平均においても民間および公営廃棄物処理部門のいずれの部門も低下しているが、民間部門の方が低下率は大きい。とりわけ、北海道の民間部門の低下率が大きく帰属環境費用を用いた環境効率指標の変化と同様ほぼ半減している。

表3-12 環境負荷の物量データによる環境効率

			北海道		全 国		
			1990	1995	1990	1995	
環境効率	大気汚染 (百万円/トン)	全体	NO _x	26.21	20.53	35.37	30.93
			SO _x	40.60	29.00	51.62	41.45
		民間	NO _x	103.24	76.96	—	—
			SO _x	178.94	121.64	—	—
		公営	NO _x	12.83	10.73	—	—
			SO _x	19.51	14.88	—	—
	地球温暖化 (百万円/Cトン)	全体	GHG	0.41	0.27	0.55	0.36
		民間	GHG	0.73	0.38	0.89	0.52
		公営	GHG	0.25	0.20	0.34	0.24
	廃棄物 (千円/トン)	排出量	全体	1.71	1.25	4.29	4.38
			産業廃棄物	1.10	0.74	2.97	3.02
			一般廃棄物	7.64	8.64	14.64	14.98
最終処分量		全体	9.26	11.11	18.05	23.59	
		民間	7.93	9.17	13.16	17.23	
		公営	12.12	15.08	43.93	55.82	

(注1) 全国版廃棄物勘定では大気汚染物質の部門分割が困難なため民間部門に一括計上している。

(注2) 環境効率：環境負荷1トン当たりの付加価値

(注3) 全国値については内閣府⁽⁷⁸⁾より抽出している。

また、北海道の環境効率性は全国平均よりも低いことも同様である。

廃棄物については排出量と最終処分量を用いて算定したところ、排出量では産業廃棄物、つまり生産部門から排出される廃棄物の環境効率性の低下がみられる。これは、北海道の産業廃棄物の構成に起因するものと考えられる。すなわち、北海道では主要産業である農業部門から排出される家畜ふん尿が排出量の過半数を占めており1995年の排出量に対する家畜ふん尿の割合は53.2%であり、わが国全体では18.5%であるのに対して大きな割合を占めている。この家畜ふん尿のほとんどは堆肥化等で自家処理されるため、廃棄物処理サービスの対象とならない。一方、最終処分量は廃棄物処理サービスを経て最終的に環境中へ排出される物量であることから廃棄物処理活動の環境効率性を評価するには有効である。つまり、一般廃棄物については、基本的にすべて公営部門により処理されることから排出量、最終処分量のいずれを用いても良いが産業廃棄物については最終処分量に基づき環境効率性を評価することが妥当である。

1995年の北海道の最終処分の環境効率は11,105円/トンで、全国平均23,587円/トンの半分以下であるが、効率性は向上している。部門別では、民間部門が9,165円/トン、公営部門が15,084円/トンで、いずれも効率性は改善されている。全国平均は民間部門17,233円/トン、公営部門55,815円/トンであることから北海道の効率性の低さが分かり、特に公営部門の効率性は全国平均の1/3以下と低い。全国と比較した北海道の最終処分に関する環境効率性の低さは、帰属環境費用を用いた環境効率指標と比較して公営部門では同様であるが民間部門では逆転している。これは貨幣評価に使用する費用原単位に起因するもので、1995年における民間廃棄物処理部門の再生・減量化費用(価格)が大きく低下したためである。また、公営部門の環境効率性は帰属環境費用を用いた環境効率指標では低下しているが、物量データによる環境効率性は改善されており逆の現象を示している。この点も同様に貨幣評価に使用する費用原単位に起因するもので、1995年における公営部門の

再生・減量化費用（価格）が大きく上昇したためである。

さらに、実質化した付加価値と環境負荷の変化率の比からデカップリング指標を算出すると表3-13に示したように大気汚染と地球温暖化に関しては、デカップリングは実現しておらずこれは全国も同様である。しかし、廃棄物の最終処分に関しては貨幣評価した帰属環境費用による結果と異なるものとなった。帰属環境費用を用いた北海道のデカップリング指標では民間部門のみデカップリングが実現していたが、物量データによるデカップリング指標では公営部門でデカップリングが実現し民間部門ではデカップリングが実現していないことが示された。この原因は環境効率性指標と同様に費用原単位つまり価格変化にある。つまり、物量データでは北海道でもわが国全体でも、民間部門でも公営部門でも最終処分量が減少しているが、貨幣評価では全国の費用原単位はすべて増加しているが北海道の民間部門の費用原単位が下がっていること、公営部門では費用原単位の上昇率が高いことがこのような差を生み出している。廃棄物の最終処分にかかわる問題は最終処分場の土地問題でもあるため最終処分量という物量データが重要となる。それゆえ、環境指標に用いる環境負荷情報としては価格変化の影響を受けないデータを用いることが適切と考えられる。したがって、経済成長と環境負荷の分離を表すデカップリング指標では物量データを環境

表3-13 廃棄物処理活動のデカップリング指標
(物量データ)

		北海道	全 国
大気汚染 (NOx)	全体	1.391	1.307
	民間部門	1.576	-
	公営部門	1.195	-
大気汚染 (SOx)	全体	1.526	1.423
	民間部門	1.729	-
	公営部門	1.311	-
地球温暖化	全体	1.636	1.739
	民間部門	2.287	2.009
	公営部門	1.247	1.537
最終処分	全体	0.909	0.875
	民間部門	1.017	0.897
	公営部門	0.803	0.863

負荷データとして使用することが適切であると考えられる。

d. 小括

以上の北海道廃棄物勘定の推計結果をまとめると次の通りである。

1990～1995年において、北海道の廃棄物処理活動は廃棄物の再利用・資源化の効率性を高め、同時に減量化の効率性も高めて廃棄物の最終処分量の削減を実現しており資源循環型社会に進展しつつある。しかしながら、こうした処理活動に伴う大気汚染物質や温室効果ガスの排出量が増加しており環境効率性が低下している。また、経済成長と環境負荷増加を分離することが不十分であることがデカップリング指標により明確になった。

北海道において廃棄物処理サービス生産の伸び率は低く、その需要は家計など最終消費部門が過半数を占めており全体的にサービス業や家計など物的消費の多い部門での利用が大きい。また、利用額すなわち廃棄物処理費用の負担額では道民一人当たり、廃棄物1トン当たりの費用が全国平均より低いものとなっている。

これらのことから、廃棄物処理部門では環境負荷削減への対策を強化し適正な費用負担を生み出すことが必要であろう。とりわけ、北海道では家計やサービス業など物的消費が多い部門からの廃棄物に対する処理活動が大きいことから、費用負担の増大は廃棄物の発生抑制に結びつくことが期待できる。一般廃棄物の発生抑制と公営部門の処理活動における環境負荷の削減が最重要課題であるといえよう。

また、民間の廃棄物処理活動では付加価値の産出が低下しているが、これは価格低迷の影響である。廃棄物を発生させている生産部門に対する適正な費用負担を求め環境対策の源泉を確保する必要性が高く、環境効率性を高める努力が必要である。

C. 廃棄物勘定による農業部門の環境負荷と資源循環システムの評価

農業部門においては古くから家畜ふん尿のたい肥化や稲わらの家畜敷料への利用など既に資源の循環が機能的に行われている部分も存在する。しかしながら、このような部分について経

経済的な側面から分析する際の問題点として家畜ふん尿や稲わらが副産物として取り扱われていること、家畜ふん尿と稲わらのようにバーター取引や無償取引、あるいは自己消費が行われていることなどの理由により廃棄物や有機性資源の処理や活用が経済指標に明示的に反映されないということがある。したがって、特定の制度部門に関して課題特化型の環境会計を作成し環境と経済活動との関係を明確にすることで問題点とその対応を把握することが可能となる。そこで本節では、前節で適用した廃棄物勘定のフレームワークを用いて農業部門における廃棄物および有機性資源の物質的なフローとそれに伴う環境負荷を明示的に表し、問題点の抽出を行い農業部門の環境効率の改善可能性を検討する。

前節の北海道廃棄物勘定が地域に特化した廃棄物勘定であるのに対し、本節の廃棄物勘定は部門に特化した廃棄物勘定である。

ア. 農業廃棄物勘定の推計

廃棄物勘定は物量表、貨幣表、部門分割表の3つに大きく分けられるが、本節では物質フローに着目しているため物量表の推計を行っている。また、農業部門への適用のため図3-1に示したような行列数を17×15の形式に修正している。部門設定は耕種農業と畜産業の2部門

を農業部門とし、これらの部門の通常の生産活動に伴う環境負荷を図中D部分に、廃棄物の発生をA部分に計上する。また、この廃棄物自体の発生に伴う環境負荷がE部分に計上される。例えば、ふん尿が排泄された段階で発生するメタンガスなどがここに計上される。

また、廃棄物の処理活動を明示するために図中B部分でリサイクル活動による有効利用量を、C部分で処理活動による最終処分量を処理部門別に計上する。これらのリサイクル活動と処理活動に伴い発生する環境負荷が、それぞれ図中FとG部分に計上され処理活動による環境負荷削減がある場合はここにマイナス計上される。

推計対象となる農業部門由来の廃棄物は、家畜ふん尿(牛・豚・鶏)、家畜の死体、稲わら類、廃プラスチックの4項目として、それぞれ発生量、リサイクル量、最終処分量を計上する。

一方、環境負荷物質は、SPM(浮遊粒子状物質)、NOx、SOx、CO2、CH4、N2O、NH3(アンモニア)、T-N(総窒素)、T-P(総リン)、BOD、CODの11項目である。

勘定の推計方法は、廃棄物の発生量および処理量については環境省^[52]、農林水産省^{[92]~[98]}からデータ引用して推計している。また環境負荷量の推計は、基本的に前節までのH-SEEAや

	主産物の生産		廃棄物の発生		廃棄物の処理									輸入 (参考)	
	耕種農業	畜産業	耕種農業	畜産業	リサイクル活動					最終処理					
					耕種農業	畜産業	その他産業	耕種農業	畜産業	その他産業					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
廃棄物の発生・処理 (千トン)	1			A 農業部門による 廃棄物の発生量		B 農業由来廃棄物の リサイクル量					C 農業由来廃棄物の 最終処理量				
家畜のふん尿	2														
プラスチック	3														
動物の死体	4														
わら類等	5														
環境負荷の発生 (トン)	6														
SPM	7	D 農業部門の生産活動に伴って発生する環境負荷		E 農業部門の発生に伴って排出される環境負荷		F 農業由来廃棄物のリサイクルによって排出・削減される環境負荷					G 農業由来廃棄物の最終処理によって排出・削減される環境負荷				
NOx	8														
SOx	9														
CO2	10														
CH4	11														
N2O	12														
NH3	13														
T-N	14														
T-P	15														
BOD	16														
COD	17														

概念的に存在しないセル

図3-1 農業廃棄物勘定物量表のフレームワーク

北海道廃棄物勘定と同様に粗生産額や家畜飼養頭数、農地面積、廃棄物処理量などの活動量データに環境省⁽⁴⁹⁾⁽⁵⁰⁾、南齋ほか⁽⁸⁴⁾等による単位活動量当たりの環境負荷発生源単位を乗じて推計している。なお、動物の死体の処理量については、畜産業とその他産業における最終処理量の個別のデータが得られなかったため、まとめて畜産業の最終処理量に計上した。また、動物の死体の処理に伴う環境負荷発生量についてもデータの制約により数値を計上していない。推計年次は2000年である。

推計した農業廃棄物勘定全国版を表3-14に示す。

b. 農業廃棄物勘定の推計結果

耕種農業部門の生産活動に伴う環境負荷の発生状況は、大気汚染物質のNO_xが約1.7万トン、SO_xが約9千トン、SPMが約7千トンで、GHGとしてCO₂約366万Cトン、CH₄約43万トン、N₂Oが約8千トンである。また廃棄物の発生状況は、プラスチック類が約13万トン、稲わら類が約1,205万トンである。一方畜産部門では、大気汚染物質のNO_xが535トン、SO_xが84トン、SPMが37トンと少ないが、GHGとしてCO₂約11万Cトンである。また廃棄物の発生状況は、家畜ふん尿が約9,062万トンと最も多く、動物の死体が約17万トンである。この家畜ふん尿の排泄とともに発生する環境負荷は、CH₄が約8千トン、N₂Oが約5千トン、NH₃が約8万トンであるが、水質汚濁物質はBODが約455万トン、COD約256万トン、T-N約143万トン、T-Pが約6万トンと多い。

これら発生した環境負荷と廃棄物の処理と利用状況は、耕種農業で発生した稲わら類は鋤込みによる自家利用が約915万トン、畜産部門での敷料や堆肥原料としての利用が約219万トン、他産業で約16万トンの利用があり、約95%が循環利用されている。そして残余分約55万トンの処理（焼却）に伴いSPMが約4千トン、CH₄約3千トン、N₂O約100トンが発生している。

また、家畜ふん尿については、発生量の約45%を自家利用により活用しており、全体で54%がリサイクルされているが、発生量の約

46%に相当する4,126万トンが最終処分され、発生量の約44%（3,966万トン、最終処分量の約96%）は自家処理されている。そして、その自家処理に伴いCH₄が約2万トン、N₂Oが約1万トン発生している。つまり、図3-2に示すように家畜ふん尿はリサイクルと最終処分により水質汚濁物質としての環境負荷は約8~9割除去されているが、その循環・処理活動に伴いGHGの排出量を増加させていることが分かる。水質汚濁は、特に閉鎖性水域において環境悪化を招く地域的な環境問題であるが、地球温暖化は地球規模の環境問題である。これは、環境問題が地域環境問題から地球環境問題へとシフトしていることを示している。

このように、廃棄物の物質フローにしたがって廃棄物勘定を作成することで、資源循環活動の盲点である環境問題のシフト*3が明確に示されたことは有用であり、農業部門における資源循環活動の包括的な環境対策の必要性を指摘することができる。

D. まとめ

本章では、環境経済学的アプローチである貨幣評価によるマクロ環境会計のフレームワークを地域経済と廃棄物問題へ適用することで、地域経済の包括的な環境側面と廃棄物問題への対応状況を明らかにするとともに、農業部門における廃棄物処理と資源リサイクル活動に由来する環境負荷の把握による資源循環の評価への適用についても検証した。その結果、次のようなことが明確にされた。

第1に、統合型メゾ環境会計の推計結果から、北海道を対象とした地域経済は大気汚染や水質汚濁といった地域的な環境問題に対してはデ

家畜ふん尿 発生 (千トン)	発生	リサイクル	最終処分	合計	発生に対する比率	
90,619		40,935	39,661	80,595	89%	
環境負荷 (トン)						
CH ₄	8,157	27,738	19,483	55,378	679%	温室効果
N ₂ O	4,525	34,592	9,657	48,774	1078%	
NH ₃	83,523	21,904	203	105,630	126%	
T-N	1,425,961	-709,169	-520,224	196,568	14%	水質汚濁
T-P	629,512	-312,539	-174,066	142,906	23%	
BOD	4,549,168	-2,464,179	-1,161,695	923,295	20%	
COD	2,560,641	-1,309,331	-726,234	525,076	21%	

注：各発生量、削減量とも畜産部門内における値である。

図3-2 家畜ふん尿の処理と環境負荷の変化

表 3-14 農業廃棄物勘定物量表 (2000 年)

	主産物の生産			廃棄物の発生			廃棄物の処理						最終処理			稲わらの輸入		
	稲種 農業		畜産業	稲種 農業		畜産業	リサイクル		稲種 農業		畜産業	その他 産業	稲種 農業		畜産業	その他 産業	稲種 農業	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
廃棄物の発生・処理 (千トン)																		
家畜のふん尿			90,619	90,619	90,619	90,619	49,356	0	40,935	8,421	41,263	0	39,661	1,602				
プラスチック			132	132	132	46	0	0	0	46	86	0	0	86				
動物の死体			172	172	172	148	0	0	0	148	24	0	→	24				
わら類等			12,049	12,049	12,049	11,497	9,149	2,188	0	160	551	551	0	0				
環境負荷の発生 (トン)																		
SPM(浮遊粒子状物質)	7,444	37	...	...	...	4,252	...	...	...	...	4,252	4,252	...	...	...	...	...
NOx(窒素酸化物)	17,024	535	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
SOx(硫黄酸化物)	9,443	84	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
CO2(二酸化炭素)	3,659,277	105,166	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
CH4(メタン)	425,069	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
N2O(亜酸化窒素)	7,791	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
NH3(アンモニア)	4,525	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-N(窒素)	83,523	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-P(P)	1,425,961	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
BOD(生物化学的酸素要求量)	629,512	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
COD(化学的酸素要求量)	4,549,168	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	2,560,641	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

.....データが得られなかったため、値を計上しないセル
 ←データが得られなかったため、統合した値を左側のセルに計上するセル
 ■概念的に存在しないセル

カップリング指標から環境効率の改善が図られ経済成長と環境負荷削減のデカップリングが実現しており、持続可能な方向に進展していることが明らかとなった。しかしながら、地球温暖化問題への対処、すなわち GHG の排出抑制が不十分であり早急な対策が必要であることが示された。また、生産活動と消費生活の両側面においても全国平均より高い環境負荷でありさらなる環境費用の負担による改善が必要であること、土地利用の都市的利用形態の増加による環境への圧力も強いことが明らかとなっている。

第2に、北海道廃棄物勘定の推計結果から、北海道では廃棄物の減量化と資源化効率の向上により最終処分量の削減を実現しているが全国平均と比べ廃棄物処理費用の負担が少なく、廃棄物処理に伴い発生する大気汚染物質や温室効果ガスの排出が増加し環境効率が低下していることが明らかとなった。

第3に、農業廃棄物勘定の推計結果から、家畜ふん尿の処理と循環利用により水質汚濁物質の削減が実現されているが処理活動とリサイクル活動に伴う GHG の排出が増加し、環境問題のシフトが生じていることが明らかとなった。

以上のことより、帰属環境費用で表された外部不経済をできるだけ内部化し、地域環境問題のみならず地球環境問題に対しても費用対効果の高い環境負荷削減行動を実現することが必要であることを指摘できる。すなわち、帰属環境費用という貨幣評価アプローチは、今後の環境費用の負担の大きさを認識する点で有用であると言える。しかしながら、貨幣評価では市場価格の変動の影響を受けるため環境負荷の状態を適切に反映することが困難である。このため、環境負荷については物量情報を用いて評価することが適切であり、環境効率性やデカップリング指標などの環境指標の算定にも物量データを用いることが有効である。さらには、農業廃棄物勘定の分析結果からも明らかなように環境負荷の物質フローを捉えることも重要である。これにより、経済システム内における物質循環の環境効率を評価することが可能となる。

注

- *1 1985年の H-SEEA については山本ほか⁽¹³⁸⁾を参照のこと。
- *2 廃棄物勘定の詳細は内閣府⁽⁷⁸⁾を参照のこと。
- *3 一般に「シフト」とは状態変化を表す言葉として使用されるが、環境経済学ではある環境問題に対する対策が別の環境問題を生じさせることを「環境問題のシフト」と呼んでいる。

第IV章 環境便益の貨幣評価によるマクロ環境会計の拡張

A. 経済活動と環境便益

a. 環境の機能

経済活動は、財貨・サービスを生産し、それらを消費することで生活の質、国民の健康、教育水準など総合的な社会的福祉の向上を目的としている。このため経済活動は人間の福祉の向上に寄与するものであると考えられる。財貨・サービスの生産のため経済活動は環境から資源を採取し生産と消費に投入する。資源は経済の中で原材料や燃料、製品などに変換され消費されるが、これらのプロセスで廃水や廃棄物などの廃物と廃熱を環境中へ排出する。工業化の進展とともに経済活動量が増大し、技術の高度化による経済のグローバル化に伴い環境から大量の資源を採取し大量の財貨・サービスを生産・消費するとともに、不要となった物質を大量に環境中へ排出することにより環境の劣化を招くことになっている。

環境は、経済活動に対する資源供給機能と経済から排出される廃物の吸収機能（環境の処分サービス）、人間の心理的欲求を充足するアメニティ機能、および経済活動の場としての土地を提供する空間機能を有する（以下これらを総称して環境機能と呼ぶ）。これらの機能は相互関係にあることに留意すべきである。こうした環境の人間に対する資源・環境サービスの提供は自然環境の生産活動とみなすことができよう。しかしながら、経済活動の拡大に伴う大量生産・大量消費・大量廃棄がこれら機能の低下、すな

わち環境の生産性の低下を招いているのである。

近代工業化する以前の経済活動は、農林水産業を中心とした環境が提供する資源や環境サービスに強く依存する経済であったため、こうした環境機能を維持する必要があった。しかし、技術発展に支えられた人間の環境改造能力の飛躍的な向上により環境機能を維持する努力を怠ってきたのである。現在、化学物質に依存する食糧生産が食の安全性を脅かしているという懸念がある。健全な食糧生産を行うため農林水産業は依然としてこうした環境機能の維持を直接的に図る必要がある。

前述のように経済活動は必ず廃物・廃熱を環境中へ排出するが、環境機能を低下させない程度にそれを最小化することを迫られている。つまり、環境の廃物の吸収機能の範囲内に排出をとどめることと、その機能を維持・確保することで廃物・廃熱によるマイナスを相殺する努力が求められている。地球環境問題の深刻化により農林水産業のみならずあらゆる経済活動において環境負荷を削減し、環境機能を向上させる方向に軌道修正しなければならなくなっている。

b. 環境の便益

ダニエル・ブロムリーは、「[「便益」とはわれわれをある種の目的や目標に近づけるものであり、「コスト」とはそれらから遠ざけるものであるとすることができる。したがって、問題は共通の目的や目標とは何かということになる。]^{*1}と述べている。これを環境問題に適用した場合、環境の状態を良好な水準に保つことで環境から提供される資源やサービスの享受が目的となり、経済活動により環境の状態がその水準を超えたときに環境便益がもたらされると考えることができる。この水準は一般的には前述の環境機能が損なわれない水準とすることができるが、これを人間の手が加えられていない原始の自然レベルで考える必要はないものの、ある数量的な基準値で示すことはかなり困難であるように思われる。また、現在、多くの地域で環境機能の大幅な低下が見られるなか短期間に回復させることは非常に困難である。しかしながら、

環境機能の復元努力は必要不可欠であるのでこうした場合は一定の期間内で社会が必要と考える水準まで環境機能を回復させることが目標と考えられ、それを達成するような行動は環境便益をもたらすと考えることができよう。

図4-1には外部効果を含めた経済活動と便益・負荷の様態を示す。廃棄物処理活動は負荷をもつ廃棄物の負荷を無負荷の状態とすることで便益を増加させており、再資源化は廃棄物を発生させないことで潜在的な負荷を消失させ便益を発生させており公害防止活動も同様である。コストと環境負荷は厳密には同義ではないが、環境負荷は環境便益の享受という目的から遠ざけるものという意味では同義と考えられる。こうした便益増加の方向へ向かう活動を促進し、経済的便益と環境便益の双方を増大させることが持続可能性を実現することになると考えられる。

c. 持続可能性における自然資産と人工資産の代替性

ただし、ここで次のことに留意する必要がある。環境便益は自然資産によりもたらされるだけでなく、人工資産によってももたらされる場合もあることである。持続可能な発展は、「環境と開発に関する世界委員会」の報告書によれば、その意味は「将来世代が自らの欲求を充足する能力を損なうことなく、現在世代の欲求を満たすような発展」というものである。このため「将来世代に引き継がれる資産が、現在世代の行動によって減少した場合には現在世代は将来世代に補償すべきである。」という考え方が根底にあ

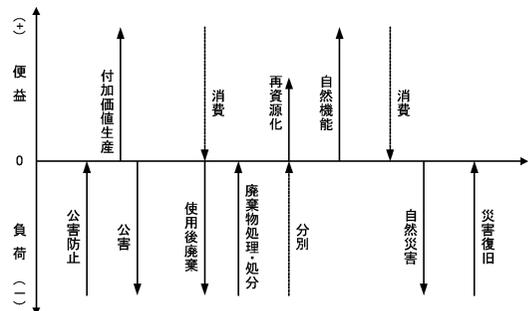


図4-1 経済活動と負荷・便益の様態
出所：地球環境財団⁽¹⁵⁾

る。

この将来世代に対する補償については、次の2つの主要な見解が存在する。

- ① 将来世代への補償は、現在世代が後に続く世代に自分たちが受け継いだのと少なくとも同じだけの人工資産を残すように保証すること。
- ② 将来世代に対する補償は人工の富だけに限られるべきではない。環境という富にも特別の関心を払うべきであり、将来世代が相続すべき環境資産は現在世代が受け継いだ環境資産を下回ってはならない。

①の見解によれば、どの世代でも人工資産としての富によって穴埋めするならば自然環境を悪化させることは許容されることになり、そこでは人工資産と自然資産が相互に代替可能であることを前提にしている*2。しかしながら、特に自然資産の中には人工資産による代替が不可能であるものが多く存在する。また、代替可能であれば現在世代は人工資産と自然資産の総計としての富が前世代から相続した富の総量より下回らなければ良いということにもなり、そこでは人工と自然のそれぞれの重み付けが曖昧となる。さらには、後続する次の世代に対してのみ引き継ぐ資産について考慮すればよいという考えも浮かび上がり、ここでは放射性廃棄物の蓄積や生物の多様性の喪失など将来まで影響が及ぶ活動に対する姿勢が明確でない部分もみられる。このようなことを考え合わせると、この解釈においては、実行可能な限り不可逆的な変化を避けることを絶対的な条件とすべきであることが重要となる。人工資産と自然資産とのトレードオフは必然的に存在するがトレードオフに際しては不可逆的な変化について十分考慮した行動と選択すべきである。

②の見解では人工の富の創造の重要性にも増して環境としての富、すなわち自然資産のストックが特に重要だということになる。自然資産に焦点を合わせ、いつまでも自然資産が減少してはならないとしている*3。ここでは、可能な限り自然資産の回復を行うことで自然資産の総量を減少させることなく次世代へ受け渡すことを暗黙の前提としている。つまり、人工資産に

関しては問題の外に置いており自然資産のみを対象としてそのあり方を定義している。人工資産の必要・不必要については全く議論していない。これは、自然資産があれば人工資産は何らかの形で存続していくであろうということを考えの中に入れて含んでいるのである。

すなわち、廃棄物処理施設や下水処理施設、あるいは都市公園緑地のような人工資産も環境便益をもたらすが、これをもって森林、河川や土壌のような廃物の分解機能を持つ自然資産の減少を容認することがないように留意しなければならない。農業の多面的機能のような環境便益を積極的に評価することは費用対便益の視点も重要ではあるが、それにも増して経済活動の持続可能性を評価するという視点で重要である。例えば、耕作放棄等により農業が衰退し農地が自然地に戻される場合を考えてみると自然資産のストックが増加するため、この土地利用変化は環境的には一般に望ましいと考えられる。しかし、一方では農業生産が別の土地で(例えば国外)で行われることにより全体として農業生産が維持されるのであれば、問題が単に別の土地に移動しただけであり農業が持続的になったとは判断できない。1国の農業等の生産面積にはおのずと限界があり、その生産量を上回る需要量がある場合には国外依存量が発生する。したがって、その国外依存分が生産地の環境劣化を招くことが無いような配慮が求められる。

d. 農業と環境便益

上述のように環境機能を維持・向上させ環境便益を発生させる経済活動もあるが、経済活動は環境に対して正負の影響を常に有している。それゆえ、ネットとして経済活動が環境機能を増進させているかを判断する必要がある。そこで経済活動の中でも特に環境との相互依存関係が顕著な農業を例として取り上げ、経済活動の環境に対する正負の影響を簡潔にみることにする。農業の環境便益に関しては OECD やわが国で活発に研究され、定量的な便益評価も行われている。表4-1には農林業・農村の環境便益(公益的機能あるいは多面的機能とも呼ばれる)と環境負荷を示す。農業の環境サービスは農産物

表4-1 農林業・農村の環境便益と環境負荷

項 目	内 容	
環境便益	国土の保全機能 洪水防止 土壌浸食防止 土砂崩壊防止 風害、雪害、雪崩等防止 など	水田、畑、森林が雨水を一時的に貯留することで河川の増水を緩和・遅延させ、洪水被害を防止・軽減する機能。水田けい畔等の適切な管理、農地面の平坦化、森林の下層植生等により土壌浸食を抑制する機能。傾斜地帯の森林、農地や用水路を適切に維持することにより土砂の崩壊を防止する機能など国土を安全に保つ機能。
	水源涵養機能 河川流況の安定 地下水の涵養 水質の浄化 洪水防止など	水田、畑、森林が雨水を貯留し、地下へ浸透させ、地下水を涵養する機能。長時間かけて河川に流れ込むことにより、流況を安定させ、渇水を緩和する機能。地下浸透等の過程で不純物をろ過し、水質を浄化する機能。
	自然環境の保全機能 大気保全（大気浄化、二酸化炭素吸収、酸素供給など） 野生鳥獣保護 生物多様性保全 生態系保全 有機性廃棄物分解 気候緩和・騒音防止 雪崩防止・落石防止・防風 など	農業生活活動や森林の営みに伴って微生物活動による大気、水、土中の汚染物質が分解・付着等により除去される機能。有機性廃棄物を分解する機能。光合成による二酸化炭素の吸収、酸素の供給によって大気組成を安定させる機能。森林、水田・溜め池、水路等の野生生物の生育・生息環境を保全する機能。樹木・作物の遮蔽吸音により騒音を緩和するなどの自然環境を保全する機能。 水田・畑及び森林が蒸発散により高温時には気温を低下させ、低温時には土壌に含まれる水が温度低下を緩和するなど気候を緩和する機能。 滑り落ちようとする積雪や岩石を森林の幹などによって支持し、雪崩や落石を防止する機能。樹木の枝葉などの抵抗によって風速を緩和する機能。
	良好な景観の形成機能	農林業の営みや、大地に作物や樹木が育つ姿、家屋、その周辺の水辺や森林が一体となって醸し出す独特の雰囲気や有する景観が形成される機能。
	保健休養機能	農林業及び森林により存在する澄んだ大気、きれいな水、美しい緑、四季の変化などが、訪れたものに安心感を与え、気分を落ち着かせ、精神を癒すなどの保健休養の場を提供する機能。
	文化の伝承機能	農・林業の古来からの継続によって伝えられてきた自然の営みや災害の忌避等を祈念し、あるいは感謝して行われる芸能・祭り、様々な農・林業上の技術、地域独自の様々な知恵などの文化的なものが伝承される機能。
	情操涵養機能	農・林業により継続して動植物が養育されていることの見聞き、それらへの接触により生命の尊さ、自然に対する畏敬や感謝の念など複雑で高次な感謝が、接するものに養われる機能。
環境負荷	国土保全への負荷 土壌浸食と劣化 土砂崩壊の発生	農地・森林などの減少に伴う国土保全にかかわる環境便益の減少。化学肥料・農薬の不適切な使用による土壌の劣化等。
	水源涵養などへの負荷 汚染 水質の悪化、汚濁	畜産・養鶏農業などの排出物の不適切な処理による水質汚濁など。
	自然環境の保全機能などへの負荷 大気に対する汚染物質の拡散 野生生物、生態系へのリスク拡大 農林業の複合型公害 非分解性などの廃棄物の処理	農耕に関わる藁等資材の同時多発的燃焼による煙害、木材などの加工後処理での燃焼処理、畜産、養鶏など廃棄物による悪臭。 耕作などの生産活動での外来種の使用などによる自生種に対する影響、在来種との交雑による影響、遺伝子資源の減少。 農林業で使用する農機具、器材、ビニールハウスなどの不適切な処理による不法投棄、廃棄物の不適正処理による被害。

(注) 食料・農業・農村基本法解説（食料・農業・農村基本政策研究会）
 農業・農村の公益的機能の評価結果（農林水産省農業総合研究所H 10.6）
 森林の公益的機能の評価額について（林野庁H 12.9）

出所：地球環境財団⁽¹⁵⁾

とともに生産されるものであり農業による環境便益は農産物との結合生産物である。このため農産物の生産水準が変化すると一体的に供給される環境サービスの生産水準も変化する。一方で、農業における生産の集約化が環境問題を招くことになった。限界地を含む農業的土地利用

の拡大による生物種の多様性と野生生物の生息地・自然景観の消失、化学肥料による土壌の質的劣化、過放牧や家畜排泄物の不適切処理による水質汚染などがそうである。しかし、これらの環境負荷は農業の変化の方向次第で最小化することは可能である。したがって、持続可能な

農業への移行は環境負荷を最小化することで持続可能な資源利用を実現し、最大限の環境便益の獲得を目指すものとも考えられる。

持続可能な農業の確立のための政策立案には、上述のような農業の持つ環境便益と環境負荷の両側面を同時に明示的に評価し、持続的でない理由を分析して是正するための情報を得る必要性がある。このことは他の経済活動についても当てはまる。また、森林や湖沼などの自然生態系等の環境財は存在するだけで環境維持となり公共財としての供給が必要である。このため、公共部門が市場の補完的供給システムとして提供するサービスの1つである環境維持サービスを公共支出サービスにより供給する必要がある。この場合にも費用負担により確保される環境便益を評価しておくことが望まれる。こうした評価は、国や地域の経済活動がネットで持続可能な方向に進展しているかを観察する1つの情報になり得ると考えられる。また、1つのプロジェクト展開で考えれば費用便益分析や費用効果分析の情報提供を可能とする。ただ、どのような場合でも経済活動が人工資産と自然資産のどちらにストック変化をもたらしているのか、それが環境便益とどのような関係を有するのかを評価できることが重要である。すなわち、経済活動—資産形成—環境便益—環境負荷の相互関係が評価できるシステムが求められる。

環境サービスは、(a)土地、大気や水などの自然環境が経済活動の結果生じる廃物を吸収する処分サービス、(b)農業目的を含め生産を目的とする土地、水域の空間的および経済的機能としての生産的サービス、(c)レクリエーションを含め、人々の生存に必要なものを供給する環境の基本的機能としての消費者サービス、の3つに区別される*4。このうち、本章で着目する環境便益と関係するものは(a)と(c)である。

B. マクロ環境会計における生産境界の拡張と環境便益の評価方法の検討

a. マクロ環境会計における生産境界の拡張

第III章で適用した貨幣評価によるマクロ環境会計の理論フレームワークにおいて環境便益を記録するには、第II章で示したSEEAのV版(図2-1参照)のようにSNAの生産境界を拡

張する必要がある。第III章で適用した理論フレームワークはSEEAのIV.2版であり、ここでは(A)SNA推計値より環境情報を抽出し分割表示したものと、(B)経済と環境の相互関係に関する物量情報を示すもの、および(C)環境の経済的使用を維持費用評価法により経済活動の帰属的費用として評価したものが取り上げられている。この(C)に関する帰属環境費用は、環境の経済的使用に伴う環境の減耗・劣化を経済活動の追加的費用としてみなし、環境の減耗・劣化を防止あるいは軽減するために必要な費用(維持費用)として明示したものである。これは、市場に基づくSNAの評価概念ではとらえられない物的フローの貨幣評価額を示すものである。ここではSNAで定義されている生産や資産の境界には何も変更を加えられてはいない。しかし、農業が生み出す環境便益のように生産活動により供給される環境サービスをマクロ環境会計のフレームワークの中で明示するには環境サービスが生産物として扱われる、つまり生産の定義に含まれるように生産境界を拡張する必要がある。

SNAの生産境界に含まれる活動は、①他の経済主体に供給される財貨・サービスの生産、②自己使用目的の財貨の生産、③持家住宅サービスおよび有給使用人による家事サービスの生産、である。ここでは家計活動と環境が提供する環境サービスは生産境界外に置かれている。農業の環境サービスなどは、環境が提供する環境サービスと同様と考えることができよう。すなわち、農業が生産を行えるのは環境(土地)の生産的サービスを消費できるからで、SNAではこの環境サービスの消費*5を生産活動、そこから産出される農産物を財貨として扱っている。農地の場合、農業以外の目的でこの生産的サービスは消費できないが処分サービスや消費者サービスという環境サービスは供給される。このことは、農業の多面的機能を認識していることから明白である。そこで本章では、このような環境サービスを環境の生産活動の成果とみなすことで、生産境界を拡張して、マクロ環境会計に追加記録する方法を検討する。

b. マクロ環境会計における環境便益の評価方法の検討

第Ⅲ章で適用したようなマクロ環境会計では、経済活動による環境負荷の発生、言い換えれば経済活動による goods の生産により発生する bads を記録することが中心になっている。しかしながら、前述の農業のように経済活動の中には環境保全を推進し、環境便益を発生させる活動もある。マクロ環境会計は、推計対象地域における経済活動が環境に対してどのような影響を及ぼしているかを評価し、地域の持続可能性に関する情報提供を可能とすることが望まれる。既に SEEA では、内部経済(市場経済)において産出される財貨・サービスのうち廃棄物処理サービスや下水道処理サービスなどの環境関連の財貨・サービスを分別し、生産活動も環境保護活動を分別している。こうした活動による環境負荷低減の便益は環境負荷量の推計時に相殺されており、勘定表では明示されていない。例えば、森林による CO₂ の吸収は環境便益であるが、排出量の推計時に発生量から吸収量を控除することで相殺されている。しかし、これでは費用を投じた森林保全事業がどの程度の環境便益を発生させることになったのかは評価できない。したがって、農林業のように外部効果として環境サービスを産出する産業は、環境関連の財貨・サービスの産出との関連からエコビジネスと同様に処理することが必要である。なお、以下では供給される環境サービスを環境負荷と分別するために環境便益と表現する。

さて、マクロ環境会計の SEEA を利用した環境便益の評価に関する先行研究には、地球環境財団⁽¹⁰⁾が農業の多面的機能と森林の公益的機能について行ったものがある。そこでは、代替法による機能評価を行い公益的機能を環境資産とみなしストック額として記録する勘定構造と、農地や林地が各種の公益的機能を生産しその環境便益が農林業を含む各種産業や家計に帰着すると考えフローとして記録する勘定構造の2つのタイプが提案されている。本章はこの研究を踏まえ、環境便益の発生を一般化した次のような考え方に基づく勘定構造のフレームワー

クを検討する。

既に述べたように環境便益は、自然資産からも人工資産からも発生する。例えば、農業集落排水施設は洪水防止や土砂崩壊防止など自然災害を抑止する国土保全機能を発揮する。そこで自然資産と人工資産から発生する便益を分割して記録することを考える。発生した環境便益は外部効果であるので各種資産の期首と期末のストック額には影響しないため、資産額の調整項目を設ける必要がある。また、発生した環境便益は産業や家計ですべて消費され、当期の環境便益は次期に繰り越すことはできない。しかし、資産の量と質が変化しない限り次期では当期と同様の環境便益が享受できるものとする。さらに自然資産はその存在によって環境便益を発生させるが、勘定の目的は経済活動と環境便益に焦点を当てるため経済活動により直接・間接に発生したと考えられる環境便益のみを記録するものとする。表4-2にはSEEA統合勘定表を簡略化したものを用いて環境便益を記録する枠組みを数値例で示したものである。従前のSEEA統合表との大きな違いは行4から行6に挿入された環境便益を記録する部分と、列3と列4にある環境便益を環境サービスとして生産する仮想的な生産部門である。

表4-2の列6には生産される資産として人工資産と育成資産が記録され、列7には生産されない資産として農林地や大気、水、その他の土地等の自然資産が記録される。環境便益については行4から行6に記録され、行7には帰属環境費用が記録される。資産から発生した環境便益は列6と列7の行6(数値例では60と100)に記録され、一般財による資産形成額および資産減耗額としての帰属環境費用(マイナス計上)と合わせて行12に期中の資産変化額が記録される(数値例では100と55)。列7に着目すると、環境便益である公益的機能100に対して、資産の質的劣化を表す帰属環境費用が-45となっている。つまり経済活動により100の便益が発生したのであるが、同時に経済活動が与えた環境負荷が45あり、この分だけ資産価値を低下させているので結局55の便益効果しかないこととなる。しかし、帰属環境費用と環境便益

は実際の資産額には影響しないため行13の資産額の調整項目により相殺処理され期末ストック額には反映されない。

次に発生した環境便益は、列3と列4に示す仮想的な生産部門により生産されたサービスとみなして記録される。つまり、環境便益を発生される資産の機能を環境サービスの生産活動とみなして人工資産等の生産される資産からの環境サービスを自然保護施設部門(列4)、生産されない資産からの環境サービスを自然資産部門(列3)としている。この環境サービスの生産は中間投入なしで行われるので便益額が付加価値として行9に記録される(数値例では60と100)。生産された環境サービスは当期ですべて消費されると考え、言い換えれば資産が生み出した環境サービスが生産部門と最終消費部門に無償で転嫁され消費されたとするためその消費を行4と行5で記録する。表4-2の数値例では自然資産の環境サービスはその他の産業(列1)に70が、最終消費部門に30が消費されることとなっている。人工資産等の環境サービスについても同様である。このような環境サービス消費の帰属は、環境サービスが集合消費財という公共財の性質を有する理論とは整合的ではないが環境投資と受益者との関係を明示できるため政策情報として有意義と考え各経済主体に帰属させるものとしている(ただし、帰属方法は今後の課題である)。

さて、各部門で消費される環境サービスは現実の生産・消費額には影響を与えないため行6には各列の環境サービスの合計値をマイナス計上して相殺処理している。列1を例に見てみると、自然資産と自然保護施設から転嫁された環境サービスは95であり、これが通常の間接投入財(市場財)であれば産出額に加えられるが、帰属環境費用と同様に現実の生産額には無関係であるためその合計値のマイナス計上値が行6に-95と記録して産出額では相殺されている。以上のような処理により、資産が生み出す環境便益を環境費用とともに統合表に記録することで総合的な評価が可能となる。

さて、上述の処理では次の3つの仮定を置いているのでここで整理しておく。

第1の仮定は、環境便益は農林業関連の資本ストックからも発生するフローであるというものである。農林業の生産活動自体も林地や農地というストックが活動の場であり、農林業の生活の場でもある農山村における集落排水施設などのストックも農林業活動と分離することが困難であり一体的な機能として景観形成などに寄与するものと考えられるからである。

第2の仮定は、ストック形成は過去からの資本投資の蓄積によるものであるため、過去の資本蓄積が当該会計期間の環境便益を発生させているというものである。これは当該年度の資本投資が当該年度の環境便益を発生させていると想定することはやや現実的ではなく、資本投資と便益発生との間にタイムラグがあるとの考えに基づいている。ある会計期間 t 期の期首ストックは $t-1$ 期の期末ストック A_{t-1} である。これは $t-1$ 期までの資本投資の蓄積と捉え、これにより t 期の環境便益 B_t が発生するとの考え方である。 t 期の資本投資 ΔA_t は、期首ストックから通常の生産活動による資本減耗 D_t が控除され期末ストック A_t に加えられる。この A_t が次の会計期間 A_{t+1} 期の環境便益 B_t を発生させることとなる。

第3の仮定は、環境便益の発生により資本ストックは減耗しないということである。これは、環境便益が資本ストックの通常の生産活動への使用の副次的な便益として発生するという考えに基づくものである。このため、資本減耗は通常の生産活動により生じるが環境便益つまり環境サービスの使用では減耗しないというものである。

以上より、環境便益と農林業関連の資本ストックとの関係は次式が成立することを仮定しているのである。

$$\begin{aligned} B_t &= f(A_{t-1}) = f(A_{t-2} - D_{t-1} + \Delta A_{t-1}) \\ &= f\left(\sum_{i=1}^{t-1} \Delta A_i - \sum_{i=2}^{t-1} D_i\right) \end{aligned}$$

C. マクロ環境会計による農林業の環境便益の評価

a. 農林業の多面的機能

本来、農林水産業は環境調和型産業である。

しかしながら、市場原理と国際分業論による大農圏輸出国の貿易政策が中小農圏農業を脅かし、中小農圏の食料自給率の低下、農山村の衰退、農地と森林の地域管理の停滞を招いている。例えば、小農圏農業国であり経済大国でもあるわが国は、農林水産物の多くを輸入に依存し輸出国の環境破壊を促進している。その一方で、国内では農業や化学肥料の投入量の増加、施設化やその大型化による農業の工業化などにより自然の物質循環を攪乱、環境負荷の増大を引き起こし多面的機能の喪失を招いている。さらに、こうしたことは国民の食の安全性に対する不安、農山村域における地域社会・文化の崩壊をも生み出した。こうしたことを背景に20世紀末から地球環境・地域環境の改善と生活の質の向上を図るため中小農圏諸国では農林業・森林の多面的機能に注目するようになってきた。

多面的機能の内容としては、食料保障、国土保全、環境保全、景観形成などが挙げられる。これらの多面的機能は外部経済であるとともに、農林業の生産活動において農産物等の主生産物とともに生産される結合生産物でもある。それゆえ、多面的機能は市場メカニズムにより供給調整できず社会的な適正水準を確保することができない*6。さらに、多面的機能による便益は公共財的性格を有するため人々は無差別にその便益を享受することができるのである。

しかしながら、本章では市場経済活動である農林業の生産活動と外部効果である環境負荷と環境便益を環境勘定という1つの土俵に上げ、さらには便益帰着を試みている。これは生産活動が外部不経済を最小化し、外部経済を最大化する方向にあるかを検証する情報を見いだすことと、集合消費される農林業の環境便益の国民経済への環境的貢献を明示するためである。

ただし、環境便益のすべてを定量化することは極めて困難であること、加えて本研究では貨幣勘定として試算しているがいかなる貨幣価値によっても環境便益を完全に評価することは不可能である。したがって、本章で定量化・貨幣化して示したものは農林業の環境便益の一部であるが、わが国の農林業の質的・量的衰退を回避するための情報抽出に貢献しうる枠組みを追

究している。以下では、農林業の多面的機能を概観し、次に本章で対象とした環境便益と環境負荷について記す。

1) 農業・農村の多面的機能

わが国の農山村地域は、生産活動と日常生活が同じ空間で営まれており、同時にそこには二次的な自然生態系が展開している。つまり、1つの空間に生産・生活・生態環境が統合された地域環境システムが形成されているのである。したがって、ここでの農業の環境便益は単に農産物の生産活動という意味での農業にとどまらず農村と周辺環境を含めた地域システムの産物として捉えることが重要である。

日本学術会議⁽⁸⁸⁾は農業の多面的機能の発現機能を次の5つに大別している。

- ①国民生活に長期的な安心・安全をもたらす食料保障の機能
- ②農業的土地利用が周辺の自然生態系の物質循環系に組み込まれ、それを補完しつつ発揮される機能
- ③農業が里山、畑地、水田、水路、畦畔等の形態を取り独自の自然生態系を構成し、そこから発現される機能
- ④生産・生活・生態環境を一体化した持続的農業が地域社会・文化の形成・維持に果たす機能
- ⑤農業・農山村の存在が都市的緊張を緩和する機能

ここで①の機能は農業の本来的機能であるが、長期的な未来に対する食料供給の信頼性を与える安心機能が多面的機能として捉えられている。これらの要素機能のうち、環境便益を発現する機能としては次の機能が挙げられる。

まず②に関連する水循環を制御して地域社会に貢献する機能として、

【洪水防止機能、土砂崩壊防止機能、土壌浸食（土砂流出）防止機能、河川流況の安定機能、地下水涵養機能】

がある。また、環境に対する負荷を除去・緩和する機能として、

【水質浄化機能、有機性廃棄物分解機能、大気調節（大気浄化、気候緩和等）機能、資源の過剰な集積・収奪防止機能】

がある。

③に関連する機能としては生物多様性を保全する機能として、

【生物生態系保全機能、植物遺伝資源保全機能、野生動物保護機能】

があり、土地空間を保全する機能として、

【みどり空間の提供機能、人工の自然景観形成機能】

が挙げられる。

④に関係する機能では農業による地域社会・文化の形成・維持に関わるものとして、地域社会を進行する機能に

【社会資本の蓄積機能、地域アイデンティティーの確立機能】

があり、伝統文化を保存する機能として、

【農村文化の保存機能、伝統芸能継承機能】

が挙げられる。これら④に関係する機能の多くは環境に直接的に作用するものではないが、用水・排水施設等の環境施設あるいは水源林などは農村の持続的発展に必要な社会資本要素であり環境便益を発生させるものでもある。しかし、こうした機能は自然と共生する地域づくりを目指す計画策定や農林業により培われた技術や知恵が温故知新として活かされ間接的に環境便益を生み出す機能である。

さらに⑤に関係する以下の機能は環境教育や人間性の維持に資する重要な機能でもある。

【保健休養機能、高齢者アメニティー機能、機能回復リハビリテーション機能、自然体験学習機能、農山漁村留学機能】

以上のような機能が環境便益をもたらすと考えられるが、④と⑤に関連する機能の多くは定量的に評価することが極めて難しい。

2) 林業・森林の多面的機能

日本学術会議⁽⁸⁸⁾は、「現代の日本では林業地以外の森林も含めて適切な管理なしには森林はどのような機能も発揮し得ない。」として林業地以外の森林を含めた全ての森林の機能として以下の8つに大別している。

①生物多様性保全機能

②地球環境保全機能

③土砂災害防止・土壌保全機能

④水源涵養機能

⑤快適環境形成機能

⑥保健・レクリエーション機能

⑦文化機能

⑧物質生産機能

このうち⑧の機能は木材やバイオマス生産の機能であり、森林の利用に関する経済的機能で林業の主たる生産活動であるが、環境容量内での森林利用（持続的利用）が行われないと環境便益を損なうものである。⑧の機能のうち長期的な未来に対する木材・バイオマス資源供給の信頼性を与える安心機能が多面的機能として捉えられている。また、森林の機能の特徴として「階層性」が挙げられる。これは①と③の機能および⑧のバイオマス生産機能が発揮されることを前提として④～⑥の機能および⑧の木材生産機能が成立し、さらにはこれらの機能発揮に広域的な森林の存在が加わることで②と⑦の機能が有効になるということである。これらの要素機能のうち、環境便益を発現する機能としては次の機能が挙げられる。

①の生物多様性保全機能については河川や沿岸域の生態系を含めて、

【遺伝子保全機能、生物種保全機能、生態系保全機能】

が挙げられる。②の機能については化石燃料の代替資源としての利用を含めて、

【地球温暖化緩和機能、地球気候システム安定化機能】

が挙げられる。また③の機能については、

【表面侵食防止機能、表層崩壊防止機能、土砂流出防止機能、土壌保全機能、その他の土砂災害防止機能、その他の自然災害防止機能】

がある。その他の土砂災害防止機能、その他の自然災害防止機能と④の水源涵養機能を併せて国土保全機能とも呼ばれる。

④の機能については雨水の地中浸透による河川流量の安定化機能を含めて、

【洪水防止機能、水資源貯留機能、水質浄化機能、水量調節機能】

が挙げられる。また⑤の機能については生活環境を対象に、

【気候緩和機能、大気浄化機能、快適生活環境形成機能】

があり、⑥は森林と人間の肉体的・精神的ふれあいから生み出された機能であり、

【保養健康維持機能，レクリエーション機能】が挙げられる。⑦の機能は地域の多様な風土形成をもたらすものでもあり、

【景観形成機能，学習・教育機能，芸術・伝統文化等育成機能】が挙げられる。

以上のような機能が環境便益をもたらすと考えられるが、⑦の文化機能は精神や文化に関わるものであり本質的に定量的に評価することが極めて難しい。

b. マクロ環境会計による環境便益・環境負荷の評価範囲

上記のような環境便益を生み出す多面的機能のうち定量化可能なものは基本的にマクロ環境会計で取り上げることができる。本章では環境便益の供給源を農業生産活動，林業生産活動そして農林業公共施設の3つとしており，環境便益はこれらの生産活動の副産物として供給されると考えている。農業の生産活動は，土地を主な生産要素として行われており，農業生産活動と農地は基本的に切り離せない関係にあるだろう。そこで本章では，農業生産活動が行われることにより農業の環境便益が農地から供給されると仮定する。また，林業の環境便益については森林から供給されると仮定する。森林は人工林と天然林に大別されるが林業生産活動とより密接な関係にあるのは人工林である。よって本章では人工林すなわち林業地から供給される環境便益を林業からの環境便益と定義する。ただ，先述したように林業地以外の森林も環境便益を生み出すためには適切な管理が必要とされることから，すべての森林管理を森林経営活動として林業の範疇に含めると考えることができるならば天然林から発揮される機能による環境便益も評価対象とすることが可能である。

さらに近年，農林業公共施設には集落排水施設など環境保全のための施設や，自然生態系への影響を最小限に抑えたダム施設，親水公園機能を併設した水利施設など環境便益を供給する機能を持っているものが数多く見受けられる。そこで，このような農林業公共施設による環境

便益もマクロ環境会計による評価対象とする。

一方，環境負荷については，農林業および農林業公共施設における生産活動から発生する環境負荷を評価対象とし，それ以外の生産活動から発生する環境負荷は評価対象から除外する。

以上のことと評価データの利用可能性より本章で環境勘定に計上した環境便益と環境負荷は以下のものである。

・環境便益

洪水防止機能，水源涵養機能，水質浄化機能，土壌浸食防止機能，土砂崩壊防止機能，有機性廃棄物分解機能，大気浄化機能，気候緩和機能，野生生物保護機能，保健休養機能

・環境負荷

大気汚染，水質汚濁，温室効果ガス，土地利用

c. マクロ環境会計のフレームワークの拡張

1) 環境便益発生部門（生産活動）の設定

本章では，農林業を対象として特化型のマクロ環境会計を構築するが環境負荷の評価だけでなく環境便益の評価も取り入れた勘定体系の構築を目的としているため，従来のSEEAのフレームワークを変更する必要がある。ここでは，生産活動と環境便益の供給の関係について述べ本章で導入した産業部門設定について言及する。

図4-2には，本章の勘定における産業部門の設定の概念が示されている。農林業では農産物・林産物の生産活動と同時に，環境便益という副産物を供給している。農産物・林産物の生産活動は通常の入産出構造を用いて記述できる。他方，環境便益は副産物として取り扱われるため通常の入産出構造を用いた記述は困難である。さらに，環境便益が農地や林業地等のストックから発生すると考えている。そこで，本章で提案するマクロ環境会計では，農産物・林産物の生産活動と環境便益の供給という性質の異なる二つの活動を分離して記述することで環境便益を明示的に評価する。同様に農林業公共施設からのサービスについてもサービス生産活動と環境便益の供給を分離して記述する。

すなわち，環境便益を供給する部門を通常の

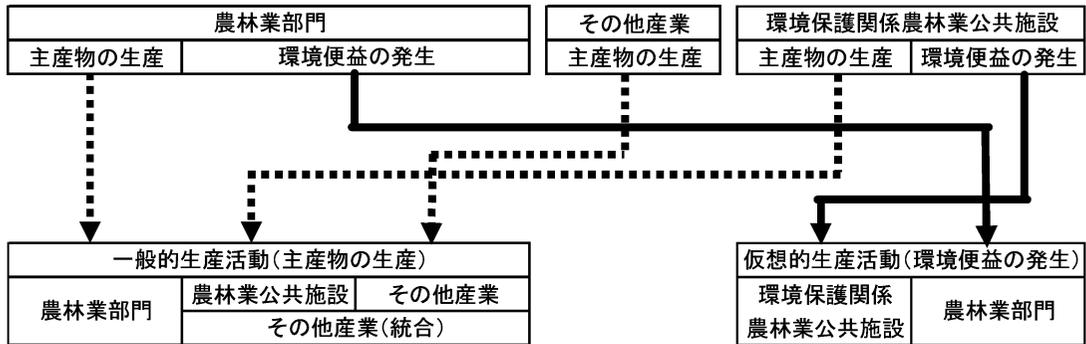


図 4-2 産業部門の設定

財・サービス生産部門と区別し独立した仮想的生産活動を行う部門として考え、この部門が帰属便益を生産するとみなす。例えば、農地が洪水防止機能という環境便益を供給しているとする。この場合の環境便益は、農産物の生産活動から直接的に生み出されるものではなく、農産物の生産活動に付随して行われるもう一つの生産活動から生み出されると考える。

このように、通常の農産物生産部門とは別に、洪水防止サービスを生産する仮想的な産業部門を仮定し、当該部門に環境便益を帰着させるのである。

新設した仮想的部門は、副産物である環境便益の供給のみを行う部門である。なお、環境便益の供給に寄与する中間投入があると考えられるが環境便益の供給に必要な中間投入物と主産物生産に必要なそれを区別することは困難であると同時に、この部門はストックが発生させる環境サービスの生産部門でもある。よって、ここでは中間投入物は全て主産物の生産に用いられると仮定し、付加価値を投入するのみで環境便益が供給されると考える。

また、供給された環境便益は、農林業、その他の産業、政府、家計の各部門で利用されると仮定しており、各部門に帰属する環境便益についても評価を試みている。

2) 環境便益の計上方法

既に述べたように本章では生産活動の副産物として供給される環境便益は農地や林業地、農林業公共施設というストックから発生するフローと考え、これを仮想的な環境サービス生産

部門に帰属させることにより環境便益（環境サービス）の生産としている。そしてこの仮想部門の生産物である環境便益が生産部門と最終消費部門で消費するという便益帰着を行い、帰属便益の内訳を示している。

このような環境便益評価額の計上方法について表 4-3 に示した。環境便益は、期首ストックに基づき発生すると考えるため表 4-3 の A1~A3 の部分に種類（機能）ごとにプラスの値で計上される。これにより各資本ストックの環境機能とその大きさが明示される。これらの便益額はストックごとに集計され図中 B1~B3 に示される。

次に、これらのストックごとの便益額をフロー勘定へ移項する。仮想的な環境サービス生産部門、すなわち環境便益の発生部門として農林業公共施設からの環境便益を移項させる部門と人工林や農地からの環境便益を移項させる部門の 2 部門を設定し、B1~B3 の便益額を C1 と C2 に集約して移項する。この C1 と C2 の総和（=B1~B3 の総和）が農林業において発生した環境便益総額である。これらの環境便益が生産部門と最終消費部門でどの程度享受されるかを示すため D1 と D2 に配分され、投入費用として示されるため環境便益額はマイナス計上されることとなる。この D 部分に計上された環境便益を便益享受部門に帰属させたことから帰属環境便益と呼ぶ。これにより会計期間に発生した環境便益はすべて消費されることとなる。一方、環境負荷については、SEEA と同様に帰属環境費用として貨幣評価し環境問題ごと

表 4-3 環境便益と環境負荷の統合表への計上方法

	フロー勘定												ストック勘定					
	生産活動			最終消費支出			輸入			生産される資産			生成される資産					
	環境便益の発生		政府最終消費支出	国内家計消費実最終消費支出		輸出	その他最終需要		人工資産		生成される資産		生成されない資産					
	農林業	農林業共施設	農林業	農林業共施設	農林業	農林業共施設	農林業共施設	農林業共施設	農林業共施設	農林業共施設	農林業共施設	農林業共施設	農林業共施設	農林業共施設				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
期首ストック																		
財・サービスの使用																		
農林業																		
その他財貨サービス																		
農林業共施設からの環境便益																		
農林業からの環境便益																		
生産される資産の使用(固定資本減耗)																		
環境負荷の帰着(帰属環境費用)																		
廃物の排出																		
土地・森林の使用																		
資源の枯渇																		
地球環境への影響																		
自然資産のその他の使用																		
環境便益の帰着(帰属環境便益)																		
洪水防止																		
水資源涵養																		
水質浄化																		
土砂浸食防止																		
土砂崩壊防止																		
有機性廃棄物処理																		
大気浄化・保全																		
気候緩和																		
野生動物植物保護																		
保健休養・やすらぎ																		
帰属環境費用マージン																		
帰属環境便益マージン																		
国内純生産(NDP)																		
その他付加価値(家計外消費支出)																		
産出額																		
期中の資産変化額																		
資産額の調整																		
期末ストック																		

発生した環境便益を各部門に帰着させる(符号転換)

ストックから発生した環境便益をフロー計数部分に移項

概念的に存在しないセル
 - 推計できないため数値を計上しないセル
 他のセルの合計値を計上するセル
 (-), (+) 計上する数値の符号

に発生部門に帰属させて図中H部分に計上される。発生部門ごとの帰属環境費用の総額は図中Iに集計される。そして、これらの帰属環境費用は影響を与える自然資産別に集計され図中F1～F3へ移項しマイナス計上される。

d. 環境便益を明示した農林業のマクロ環境会計の推計

1) 帰属環境便益

帰属環境便益は、農業総合研究所^[91]における農業の多面的機能評価額、林野庁^[108]における森林の公益的機能の評価額そして環境保護関連農林業公共施設からの環境便益については、農村環境整備センター^[99]の評価額を引用する。農業総合研究所^[91]と林野庁^[108]では、代替法により環境便益の評価額を算出している。代替法は市場価値を持つ財・サービスに代替させることで環境便益を評価する方法であるため、市場評価が取り入れられ会計の基礎となるSNAの市場評価原則にも整合的である。一方、農村環境整備センター^[99]はCVMを用いて評価額を算出している。CVMなどの余剰測度と市場評価原則は相容れない関係であるが、全ての環境便益が市場評価できるものではなく、環境便益を網羅的に評価するためには余剰測度を取り入れることも必要である。また、費用対効果の面からは、最小の費用で最大の効果が得られているかを検証するためには余剰測度による評価も有効と考えられる。ただし、どのようにSNA準拠の会計に余剰測度を導入するかは今後の課題であり、ここではSNAの市場評価原則と非整合的な余剰測度による評価額は、代替法による評価額と別計上としカッコ付きの数値で表す。

また、CO₂の排出と吸収といった、環境負荷と相殺できるような環境便益の評価については各部門での環境便益の帰着額を算出する際、環境便益を利用する第一優先権は農林業にあり、残りの便益の部分をその他の産業や家計が享受するという仮定を置く。これは、農林業は環境便益の供給に対する費用負担を行っている以上、環境便益を利用する第一優先権は農林業にあるという「負担者受益」の考え方を採用しているということである。このような仮定を置くのは費用負担者である農林業とフリーライダー

であるその他の部門における環境便益受益の違いを明確化するためである。例えば、農林業において森林によるCO₂吸収の便益と農林業の生産活動によるCO₂排出の環境負荷があるとしよう。上記の仮定の下では、森林によるCO₂吸収の便益でまず農林業のCO₂排出分が相殺され、残りのCO₂吸収便益がその他の産業および家計部門で利用されると考える。

ただし、農林業で発生する環境負荷があまりにも大きい場合、農林業での供給される環境便益を上回る量の環境負荷を発生させることも考えられる。負担者受益の考え方の下では、このような状況は農林業で環境便益の供給に対する費用負担が不足しているため、当該部門で発生する環境負荷を相殺できない状況と考えられ他部門でも一切便益を得ることができない。このような場合における帰属便益の計算では、農林業に供給された環境便益の全額を計上し、その他部門はゼロ計上とする。

2) 帰属環境費用

環境負荷については、H-SEEAと同様にSEEA IV.2版の維持費用評価法を適用した山本ら^[137]における評価額を利用する。山本ら^[137]では、J-SEEAに取り入れられた環境負荷物質の他にいくつか新たな項目を加え、SPM、NO_x、SO_x、CO₂、CH₄、N₂O、NH₃(アンモニア)、T-N、T-P、BOD、CODの11項目を評価対象としている。帰属環境費用の推計の際には帰属環境便益との二重計算にも注意が必要である。帰属環境費用の推計の際に使用する費用原単位には、環境便益による環境負荷の低減分を控除しているものがある。例えば、CO₂の排出に関しては、帰属環境費用の計算の際に森林による吸収分を控除して計算しているため、帰属環境便益で森林による吸収分を利益として計上すると二重計算が生じてしまう。このような場合には、CO₂吸収量を帰属環境便益に移項する作業が必要となる。なお、林ら^[33]は農業から発生する環境負荷のみを評価している。林業および農林業公共施設からの環境負荷は評価額として利用できるデータが得られなかったため、一部を除いて評価の対象から除外する。

3) 推計結果

表4-4には推計されたマクロ環境会計の統合表を示した。

ストック勘定では、農業（農地）から洪水防止機能が2兆8,789億円（行15列14）、水資源涵養機能が1兆2,887億円（行16列14）など合計6兆8,788億円（行14列14）の環境便益が発生していることが示されている。また、林業（人工林）からは洪水防止機能が3兆265億円（行15列13）、水資源涵養機能が4兆7,490億円（行16列13）など合計4兆7,470億円（行14列13）の環境便益が発生していることが示された。さらに、農林業関係の公共施設（人工資産）からもそれぞれ378億円（行14列10）、1,769億円（行14列11）の環境便益が発生している。その他の農林業公共施設（列11）の値がカッコ書きなのはCVMによる評価額であり、市場評価と区別するためである。

これら農林業および農林業関連公共施設からの環境便益総額は47兆6,636億円となっており、この値は行29列3および行29列4の値の合計に等しい。統合表では列1, 2, 5, 6の行14~24において、これらの環境便益がどの経済部門によって享受されているかを表している。表4-5に便益発生と帰着先の一覧を示した。帰着先は生産部門として農林業およびその他の産業、最終消費部門として政府最終消費支出（政府部門）、国内家計現実最終消費（家計部門）が示されているが。政府部門の最終消費は結局家計に帰属することとなるためすべてゼロ計上としている。

また、帰着先に振り分けられた金額のうちCVM評価額については、家計を対象として算出した評価額を使用しているため全額家計に帰着させている。また、洪水防止機能は農業地帯か住宅が多い市街地など洪水がどのような場所で起こるのかによってその便益享受主体は変わってくる。同様に、水質浄化機能、野生動植物保護機能も帰着先が明確でないため前述のように集合消費として家計に帰属させている。さらに保健休養・やすらぎ機能は家計が享受するものであるため、全額家計部門に計上している。

一方、環境負荷を貨幣評価した帰属環境費用

は、農林業から発生する帰属環境費用のみが示されている。これらの数値は表4-4における行8~13に計上されており、フロー勘定では発生部門である農林業部門（列1）において環境問題別に計上され、ストック勘定では列14~16で影響を与える資産別に計上されている。

以上の推計結果を総括すると、農林業は10兆700億円の環境費用を発生させているものの、環境費用を上回る環境便益を発生させており、そのため他の経済部門へその便益を配分することで外部経済効果をもたらしていることが分かる。とりわけ、土壌浸食防止や水源涵養など国土保全機能とも呼ばれる機能発揮が顕著である。

しかしながら、大気汚染や水質汚濁に関しては環境負荷が便益を上回っており、これらの汚染物質を削減する必要がある。大気汚染ではNO_x発生量が222,310トンに対し吸収量は69,316トン、SO_xでは123,092トンの発生に対し49,388トンの吸収であるため、便益額99億円はすべて農林業部門へ帰着させている。一方、水質汚濁についてはBOD、T-N、T-Pの発生量から約10兆円の帰属環境費用を発生させているのであるが、環境便益は生活用水レベルの水質を確保できた流域貯留機能から代替法により便益額を約7兆円と試算している。このため負荷物質による相殺は困難であるため貨幣評価額に基づき負荷が便益を上回っていると見なし、便益額はすべて農林業部門へ帰着させている。これらの便益は農地や林業地などの生産基盤から発生していると考えたのではあるが、そこで経営される農業や林業が環境負荷の少ない持続的な方法で行われることにより、より多様な外部経済効果をもたらすことが期待できる。

こうした環境便益が、市場経済に与える影響を計量的に示すことは非常に困難であるが、こうした環境便益を無償で消費することにより現実の環境状態が実現していると考えられる。また、自然資産から供給される環境便益についても同様なことが言える。ただ、自然資産は環境負荷による劣化があり、これが環境便益の減少になることが問題である。本章で試みた環境便益の評価を、自然資産に適用し、自然資産ストックの質的評価を行い、経済による影響を明示で

表4-5 帰属環境便益の発生と帰着

(10億円)

	便益の発生源				合計		便益の帰着先			
	農業	林業 (人工林分)	農林業公共施設 環境保護	その他	市場評価値	CVM値	農林業	その他産業	政府最終 消費支出	国内家計現実 最終消費
洪水防止	2,878.9	3,026.5		(19.0)	5,905.4	(19.0)	0.0	0.0	0.0	5,905.4(19.0)
水資源涵養	1,288.7	4,749.0		(6.1)	6,037.7	(6.1)	3,907.5	985.2	0.0	1145.0(6.1)
水質浄化	0.0	6,960.5	37.8		6,998.3		6,998.3	0.0	0.0	0.0
土壌浸食防止	285.1	15,355.5			15,640.6		15,640.6	0.0	0.0	0.0
土砂崩壊防止	142.8	4,586.0		(5.7)	4,728.8	(5.7)	4,728.8	0.0	0.0	(5.7)
有機性廃棄物処理	6.4	0.0			6.4		0.0	1.0	0.0	5.4
大気浄化・保全	9.9	2,792.9			2,802.8		306.2	2,190.8	0.0	305.8
気候緩和	10.5	0.0		(4.3)	10.5	(4.3)	0.0	0.0	0.0	10.5(4.3)
野生動物保護	0.0	2,053.9		(85.4)	2,053.9	(85.4)	0.0	0.0	0.0	2,053.9(85.4)
保健休養・やすらぎ	2,256.5	1,222.6		(56.3)	3,479.1	(56.3)	0.0	0.0	0.0	3479.1(56.3)
合計	6,878.8	40,747.0	37.8	(176.9)	47,663.6	(176.9)	31,581.5	3,177.0	0.0	12,905.1(176.9)

注：四捨五入の関係で勘定の数値と一致しない部分がある。

農林業公共施設の環境保護関連施設とは集落排水施設のことである。

括弧付きの数値はCVMによる評価額である。

きる可能性がある。

D. マクロ環境会計における環境の貨幣評価の意義と限界

ここで、第III章と本章にて適用したマクロ環境会計における環境負荷・便益の貨幣評価の意義とその限界について整理する。

環境負荷や環境便益は市場の外部効果として認識される。そのため価格評価されないものである。一般にわれわれは便益をもたらす財・サービスの特性を比較考量して効用最大化をもたらす便益を持つ財・サービスの選択を行っている。これが市場財であれば、その価格、質や量といった利用可能な情報に基づく評価と選択を行っている。価格は受益者（財・サービスの購入者）にとって費用であるので経済的な損失と獲得できる便益（経済的価値）を比較考量していることになる。よって、市場財であれば市場価格を観察することで、その経済的価値を推し測ることが可能となる。しかし、価格を持たない多くの環境財・サービス（非市場財）ではその経済的価値を推し測ることが困難であるため、選択問題における意思決定の際に比較考量できるように何らかの形で価値を帰属させる必要がある。

環境問題は環境便益の減少を意味する。持続的に環境便益を享受するためには、人々が環境便益に対して明確な選好を持つことが必要である。つまり、社会の意思決定の順序付けの中に人々の環境財・サービスに対する選好を組み込む必要がある。このとき人々にとって最も比較

容易な尺度を適用することが求められる。これが貨幣尺度である。したがって、環境負荷や環境便益を貨幣評価して明示することは、その重要性を社会に認識させ環境負荷を削減し環境便益を増大させるような意思決定を誘うことには大きな意義がある。

次に、マクロ環境会計における帰属環境費用と帰着環境便益について述べる。

帰属環境費用は維持費用評価法により貨幣評価された環境負荷である。すなわち、発生した環境負荷の削減費用を表している。この意味から、次の会計期間以降において環境に蓄積される当該会計期間の環境負荷を削減するために負担すべき環境保護支出の最大額を示していると言えよう。この支出を軽減するにはより費用対効果の高い環境保護対策の導入が必要となる。このことが環境効率の向上に結びつく。つまり、企業などの生産部門においては費用対効果の高い環境技術の導入に対する誘因となり、政府部門に対しては環境政策費用の必要性を認識させる情報となるのである。

また、農林業の帰着環境便益は環境面における一次産業の重要性を認識させる情報であるとともに農林業自体の環境効率性を見直す情報ともなる。経済のグローバル化により素材から製品、食料など種々の市場財が輸入されるようになってきている。農林業の生産基盤は国土であるので農林産物の輸入は輸出国の国土に依存していることにほかならない。しかし、途上国が一次産業を輸出産業化し、その環境対策が不十分で

あることから環境悪化を招き貧困と環境問題の悪循環が生じている。つまり、自国の持続可能な農林業の維持は国内環境の保全と同時に、可能な限り輸入に依存しないことで他国の環境負荷を背負い込むことを回避できる。いわゆるエコロジカル・リュックサック^{*7}や「国家の重さ」^{*8}を軽減できる可能性がある。

しかし、一方ではその貨幣評価方法に課題がある。

維持費用評価や代替評価などの貨幣評価法はその基本情報に市場価格を使用している。このため、市場価格の変動による影響を受けて評価額が変動する。この変動が環境問題と連動しないため環境効率性を適切に評価することが困難となる。これは市場が環境の稀少性を未だ適切に評価していないので当然である。ここに環境の貨幣評価の限界がある。帰属環境費用を環境問題の重要性を表現するように貨幣評価しようとするならばLIME^{*9}に提案されているような環境悪化による被害額を表現する換算方法が有用であろう。この場合、前述のような環境保護支出の目安となる情報とはならない。

また、環境問題は物理次元の問題である。それゆえ、環境効率は環境負荷の物量情報に基づいて計測することが適切である。第Ⅲ章で推計した農業廃棄物勘定の結果からも明らかなように物量情報で物質フローを捉えることで環境問題のシフトのような異なる環境問題間の因果関係を発見でき、より包括的な環境対策の重要性を強調することができる。したがって、市場経済の状況を貨幣単位で表現し、環境問題の状況は物量単位で表現し、貨幣情報と物量情報が連関する形式で勘定表を表現することで経済活動の環境効率性を観察することが容易になる。

問題は環境効率性をどこまで向上させることができるのかという点である。経済活動に伴い発生する環境負荷つまり廃物をゼロにすることは不可能である。排出される環境負荷が環境劣化を引き起こさないということは、環境負荷量が自然資産による廃物の吸収機能の範囲内にあるということである。また、天然資源の減耗問題が発生しないのは天然資源の再生能力の範囲内での資源利用にあるということである。これは、

物理次元での量的な限界があることを意味する。しかし、付加価値は貨幣情報であるので上限は無いため単位環境負荷当たりの付加価値という環境効率は無限に向上させることができる。個々の経済主体の環境効率が向上しても経済主体の数がそれ以上に増加すると環境負荷量自体も増大する。これはまさにジェボンズのパラドックスである。つまり、貨幣情報を用いて効率性の追求を訴えることで環境負荷削減を推進しようとしても物理次元での量的限界内に環境負荷を抑制することを実現しなければ環境の劣化と減耗を阻止することが困難となるのである。貨幣情報は市場経済社会においては重要な情報ではあるが、環境問題の抑制には限界があり経済活動の環境に対する影響や環境面での社会的含意について不完全な情報しか与えることができない。

注

^{*1} OECD⁽¹⁰⁰⁾ p.48

^{*2} 自然資本と人工資本の完全代替性を仮定することによる持続可能性の解釈を弱い持続可能性 (weak sustainability) という。

^{*3} 自然資本と人工資本の完全代替性を否定することによる持続可能性の解釈を強い持続可能性 (strong sustainability) という。

^{*4} United Nations⁽¹¹⁸⁾ para. 357

^{*5} なお、SEEA V版では、環境の生産的サービスの消費に対する費用を環境費用として取り扱っている。

^{*6} いわゆる「市場の失敗」である。

^{*7} エコロジカル・リュックサックとは、ある製品の全ライフサイクルを通じて必要となる一次原料およびエネルギーの投入総量のこと、ドイツのブッパタール研究所が提唱した概念である。

^{*8} 「国家の重さ」とは世界資源研究所を中心に行われた国際共同研究成果で「The Weight of Nations」としてまとめられた報告書であり、ドイツ、オランダ、オーストリア、アメリカ、日本の先進工業国の経済活動から環境への排出物フローの総量とその内訳を明示している。そこでは、オーストリアを除く4

カ国の総物質需要量が年間一人あたり45～80トンに上ることが明らかにされ、経済に投入された物質は汚染物質や廃棄物となり環境への潜在的脅威になっていることが示されている。World Resources Institute⁽¹²⁴⁾

*9 LIME (Life cycle Impact assessment Method based on Endpoint) とは、環境影響による被害量を植物の1次生産、生物多様性、人間の健康影響、社会資産の4つの保護対象に集約し、これらをコンジョイント分析により経済価値に換算して統合化する被害算定型手法である。詳細は伊坪ら⁽⁴⁶⁾を参照のこと。

第V章 物的環境勘定を導入したハイブリッド型マクロ環境会計の適用による地域経済の持続可能性評価

第III章と第IV章の実証的分析を通じて環境を貨幣評価する環境経済学のアプローチの意義と限界を明らかにした。その結果から、マクロ環境会計により経済の環境側面を評価するには物理次元で環境情報を捉え、経済情報との連関を示すことが有用であることが明確となった。このようなフレームワークを持つマクロ環境会計としては、第II章で示したNAMEAフレームワークがある。そこで、本章ではこのNAMEAフレームワークを適用したマクロ環境会計の推計を行いその有用性を検証する。

第II章で示したように、このNAMEAフレームワークの最大の特徴は環境側面をすべて物量情報として計上する環境勘定とSNAに基づく経済情報を計上する国民会計行列を統合したところにある。環境側面を物量情報で把握しようとする考え方の根底には環境すなわち地球生態系には物理的な規模の限界があり、その範囲内で経済社会を運営すべきであるというエコロジカル経済学の概念を垣間見ることができる。そこで、本章ではこのエコロジカル経済学の概念をまず整理し、その上でNAMEAフレームワークを適用したマクロ環境会計（ハイブリッド型マクロ環境会計）の推計を行い、そこにEFを導入することで、対象とした地域経済の環境側面の評価を試みる。具体的には、

SEEAと同様に北海道地域を対象としてNAMEAフレームワークを適用したマクロ環境会計とEFによる評価と、農林業を対象とした同様のアプローチを行い、地域経済と農林業の環境側面の評価を行う。

A. エコロジカル経済学の概念の導入

a. エコロジカル経済学の概念

1) エコロジカル経済学と他の経済学の相違点

エコロジカル経済学の概念的基礎は、経済システムが地球の物質的有限性という制約下にあることである。したがって、エコロジカル経済学を次のように定義することができる。『エコロジカル経済学とは、経済システム（マクロ経済全体）を有限で成長することのない生態系*1の下位にある部分システムとして認識し、全体システムである生態系と経済システムの相互関係を研究する学際的な経済学である。』

そこで、エコロジカル経済学の従来の経済学との相違点について整理してみよう。Daly and Farley⁽¹⁹⁾は「伝統的な経済学は、マクロ経済自体を全体として見なしている。森林や漁業資源、草地、鉱物、井戸、エコツーリストの観光地などの自然あるいは環境は、マクロ経済の一部分あるいは一部門として考えられている。』*2としている。この見方は、生態系の構成要素（天然資源）を経済システムにおける一種の生産要素として取り扱うものである。そして、従来の経済学では相対的稀少性*3の情報を提供する市場価格をシグナルとして稀少資源の最適配分を追究する。つまり、従来の経済学は経済システムに取り込まれる天然資源をマクロ経済全体において市場メカニズムによりいかに効率的に配分するかを追究してきたのである。そこでは、人間の厚生(welfare)に貢献する特定の天然資源の賦存量と技術が物理的な制約条件として認識されてはいたが、その天然資源を包含する生態系全体の機能と物理的な制約条件は考慮されていない。

一方、環境経済学では生態系（＝環境）の機能と価値を認識している。そこでは、従来の経済学のツールを環境問題に適用することで環境の価値を貨幣的に評価し、環境問題を社会的意

思決定の中に取り込むことに貢献してきた。Kolstad^[70]は、「環境経済学は環境問題を考えるためにそのパラダイムを拡張してきた経済学である。」*4としている。Turnerら^[116]は、環境の機能を資源供給機能、廃物の吸収機能、アメニティ供給機能、およびそれらの源泉となる生命維持機能という多面的機能として捉えている*5。そして生態系とその生命維持機能、すなわち健全な生態系全体に対する価値を一次的価値(primary value)、そこからもたらされる3つの機能に関連する利用・非利用価値を二次的価値(secondary value)と呼んでいる。環境経済学が価値評価の対象とする環境の総経済的価値は二次的価値の様々な要素で、一次的価値は含まれていない*6。Turnerらは、一次的価値の直接的評価は困難としながらもこれは生態系の真の総経済的価値を過小評価しており、一次的価値の概念を受け入れることで強い持続可能性がより指示されることになると指摘している。生態系の真の総経済的価値が評価困難であることは科学的分析の限界が存在するためと貨幣評価の限界があるためである。環境経済学が評価する経済的価値は人間中心的な価値である。それは、従来の経済学では社会にとっての価値が社会を構成する人々の個人的価値から導出するからである*7。このように、環境経済学では生態系の機能と価値を認識しパラダイム拡張を行ってきたが、一次的価値を有する生態系全体による経済システムの物理的な制約条件を考慮するまでには至っていない。

2) エコロジカル経済学と物理学の法則

次に、先のエコロジカル経済の定義を確認してみよう。まず、先の定義の中で『有限で成長することのない生態系』と表現されているが、ここでの「成長(growth)」とは物質の量的増加を意味する。つまり、生態系は物量的な増加はないので無限ではなく有限であるということである。それでは、物量的な減少はあるのか。人類は地球外との貿易は行っていないので減少もしない。物量的な増減に関係するとすれば、隕石や宇宙開発に伴うロケット類程度であるので基本的に量的な変動はないと考えられる。このため、生態系は宇宙に対して物質的にほぼ閉じ

たシステム(closed system:閉鎖系)であると考えられるが、唯一、太陽エネルギーに対しては開いたシステム(open system:開放系)である。生態系は、太陽エネルギーのフローにより生産を行い廃熱を宇宙に放出している。この熱放出を阻害しているのがGHGである。

このことは2つの物理学の法則により説明される。1つは熱力学の第一法則である。それは宇宙における物質とエネルギーの総和は一定であり増減することなく、物質が変化するのはその形態だけで本質が変化することはないという物質・エネルギー保存則(あるいは質量保存則*)である。この考え方に基づく研究手法としては、物的な投入物と産出物の間にマテリアル・バランス(物質均衡)が成立するように物質フローを計測するマテリアル・フロー分析などがある。

もう1つは熱力学の第二法則のエントロピー増大の法則である。エントロピー(entropy)とは物質や熱の拡散度あるいは乱雑度を表す状態量である。物質は濃度の高い状態から低い状態へと拡散し、熱は温度が高い状態から低い状態へ拡散していく。このことは水に落としたインクが自然と拡散していくことや水に入れた氷が解けていくことなどから説明でき、水に混じったインクは元のインクより、水は氷より高いエントロピーを持つ。こうした物質や熱の自然な変化を自発的变化と呼び、自発的变化は不可逆的、つまり自然には逆の方向に進行しないのである。物質の拡散の程度は物エントロピー、熱の拡散の程度を熱エントロピーという表現が適用され、自発的变化のような不可逆的過程ではエントロピーは増大していくのである。これがエントロピー増大の法則である。経済とエントロピー増大の法則との関係の重要性を示したのはGeorgescu-Roegen^[19]である。

エントロピー増大の法則が重要なのは生態系が物質的には閉鎖系であるが、エネルギー的には開放系であることと関係する。上述のようにエントロピーは一方的に増大するのであるが、生物や生態系は物エントロピーを熱エントロピーに変換し系外に放出することで定常状態を維持しているのである。例えば、我々人間は食

物や水、空気を取り入れて生命を維持しているが、同時に排泄物と老化物として物質を排出し呼吸や体表面からの蒸散により水分と熱を放出している。これは低エントロピーの物質を取り入れて、高エントロピーの物質と熱を排出していることである。つまり、エントロピー増大の法則により増加した余分な高エントロピーを体外に捨てることで生命（定常状態）を維持しているのである。これは生物が物質的・エネルギー的に開放系であるために可能なことである*9。このとき、体内に取り込んだ食物や空気と体外に排出した排泄物や廃熱を比べると、人間にとっての利用可能性は低下していることは明白である。したがって、エントロピー増大の法則とは物質・エネルギーは使用可能な状態から使用不可能な状態へと一方向のみに変化することも表現できるので、エントロピーが高いことは物質・エネルギーの利用可能性が低く、エントロピーが低いということは利用可能性が大きいということを意味する。生態系が物質的には閉鎖系であるが、エネルギー的には開放系である。このため物エントロピーを熱エントロピーに変換して、つまり廃熱として高エントロピーを宇宙へ放出し低エントロピーの太陽エネルギーを得ている。この変換プロセスが生態系の物質循環プロセスである。生態系では分解などの物質循環プロセスにおいて、物エントロピーは熱エントロピーに変換され系外へ放出されるので生態系は低エントロピー状態を維持でき、低エントロピーの物質・エネルギーを供給できるのである。これが生態系の生命維持サービス機能である。

3) エコロジカル経済学における経済システムの位置づけ

また、エコロジカル経済学では経済システム（マクロ経済全体）を生態系の下位にある部分システム（サブシステム）として位置づけている。経済システムを維持するには常に生態系からの資源投入と生態系への廃物産出が必要である。これは経済システムが開放系であることを意味するとともに、経済システムは生態系から低エントロピーの資源を必要とし高エントロピーの廃物（物エントロピー）を生態系に吸収

してもらい必要があることを意味する。これは経済システム内では低エントロピー資源を供給できない、つまり生態系のように物質循環により太陽エネルギーと無機物から資源を作り出すことができないためである。また、前述のように生態系は有限であるため経済システムは物理的に生態系の規模を超えることはできない。経済システムの規模が増大し生態系の規模に近づくにつれ、生態系の資源ストック量が減少するため生態系から供給される低エントロピーの資源は減少する。経済システムの維持のために自然資本ストックの維持が必要不可欠である。このことは、経済システムは人間の意思から独立している生態系により強い制約を受けていることを意味するので、経済システムは生態系の下位に位置するシステムで生態系に包含される開放系のサブシステムである。

これまでの説明により経済システム内で生産される人工資本と、生態系の自然資本とは基本的に補完的關係にある*10ことは明白である。2つの資本の補完性は両資本を必要とすることを意味する。つまり、人工資本と自然資本のそれぞれを減耗させずに維持しなければならない。代替財であれば一方の減耗は問題にならないが、補完財では一方が減耗により供給が不足するならばその要素は限定要因となる。人工資本は自然資本から生産されるため、より多くの人工資本は自然資本に対してより多くの補完的需要を生じさせることになるので、自然資本が減耗し限定要因となるならば人工資本の産出は自然資本に制限される。経済システムを維持するには減耗する人工資本を修復するために自然資本を必要とする。

このようなことから、エコロジカル経済学のパラダイムが「有限で成長することのない生態系を全体システムとして、経済システムを生態系の下位システムとして認識する」ことと理解できる。そうすると物理的に有限な全体システムの中で、サブシステムである経済システムはどの程度まで大きくなるのが可能であるのかが問題となる。生態系の生命維持機能を低下させることがない最適なマクロ経済の規模、換言すれば生態学的に持続可能な経済システムの規

模を追究しなければならない。これがエコロジカル経済学の主たる目標であり、エコロジカル経済学はこのための政策に有用な情報を提供する経済学である。

Daly^[16]は、経済システムも定常開放系である生態系の下位にある定常開放系であることから“定常状態の経済 (Steady-State Economy)”を提唱した。定常状態の経済とは、「最初生産段階 (生態系からの低エントロピー資源の投入) から消費の最終段階 (高エントロピー廃物の生態系への排出) に至るまでの物質・エネルギーのフロー (これをスループット*11 と呼ぶ) を可能な限り最低限度の水準に抑制し、そうした低率のスループットにより人口および人工物が適切で十分な水準に維持される定常状態にあるストック経済」と定義している*12。低率のスループットとは、生態学的に持続可能な水準として生態系の再生力と吸収力の範囲内にスループットが収まっていること*13、定常状態の経済においてスループットの総量はこの水準で一定である。経済システムを維持するために必要な低率のスループットは生態系の自然資本ストックを維持する。生態系と比べた場合の経済システムの規模、つまり物理的大きさは経済システムの総資源使用量で測定され、これは生態系が下位システムである経済システムを維持するために必要な資源・エネルギーのスループットの量である*14。したがって、生態学的に持続可能な経済システムの (最適) 規模とはスループットが生態系の再生力と吸収力の範囲内にあることとなる。これまで見てきたことから、エコロジカル経済学では物質的概念を非常に重視していることが理解できる。このため、先の定義にあるようにエコロジカル経済学は必然的に自然科学の知見を必要とする学際的な領域となる。最適規模を実現する経済制度や政策手段等の追究がエコロジカル経済学の重要な課題となっている。

4) エコロジカル経済学の目標

さて、従来の経済学でもエコロジカル経済学でも究極の目標は人々の生活の質の向上である。従来の経済学では、効率的な資源配分と公正な所得分配の達成を主たる目標として人々の

生活の質の向上を目指してきた。これら最適配分の問題は経済システム内の問題である。最適規模と最適配分は別の問題である。経済システムの最適規模、つまり生態学的に持続可能な規模の達成がエコロジカル経済学の第一義的目標であることは既に見てきた通りである。

これは経済システムの維持に物理的な制約条件を加えることになる。この制約条件下において市場は効率的な資源配分を達成しなければならない。しかしながら、市場の交換メカニズムが稀少資源の効率的配分を促進することに有用なメカニズムであるが、市場価格はただ相対的な稀少性に関する情報を提供するだけで経済過程を維持するのに必要な天然資源など代替不可能な物の絶対的稀少性は計測できない。同様に、公正な所得分配を行う機能も市場は持っていない。つまり、市場は生態学的に持続可能な天然資源の使用割合と公正な所得分配を保証するには不完全なのである。また、市場メカニズムが効率的資源配分を達成するには、希少となった資源に新たに適正な価格づけを行う必要がある。それゆえ、エコロジカル経済学においても公正な所得分配の達成と効率的な資源配分の達成が目標となる。

b. 持続可能性指標

1987年環境と開発に関する世界委員会により公刊された“*Our Common Future*”の中で使用された持続可能な発展 (Sustainable Development) の実現可能性を指すものが持続可能性 (Sustainability) である。この概念は多様な解釈がされているが、経済・環境・社会という3つの評価軸において調和的な発展を展望することが共通な認識となっている。これは、従来の経済システムを環境と社会の2軸において調整し、環境的適正と社会的公正を実現することである。

したがって、持続可能性指標は経済・環境・社会という3つの評価軸を適切に取り込んで持続可能性を表現する指標であることが求められる。

SEEAでは、付加価値生産のマクロ経済指標である国内純生産 (NDP) を環境面で修正するために環境負荷を貨幣評価して NDP から控除

することで環境調整済み国内純生産 (EDP) を算出している。こうした経済指標を持続可能性の面から修正したものを一般にグリーン GDP (GGDP) と呼んでいる。EDP の発展版としては、後述する ISEW (the Index of Sustainable Economic Welfare: 持続可能な経済福祉指標) や GPI (Genuine Progress Indicator: 真の進歩指標) がある。また、世代間公平性が時間を通じて各世代の効用が低下しないことを持続可能性条件として、自然資本と人工資本の減耗以上に資本増加を実現していることを示す GS (Genuine Saving: 真の貯蓄) なども世界銀行により計算されている。このように持続可能性指標として種々のものが提案されているが、Patterson⁽¹⁰⁷⁾ は次の 8 つの評価軸を用いて GPI を含む GGDP や GS, EF など 9 つの指標を評価し、EF と GPI に高い評価を与えている。

Patterson が使用した 8 つの評価軸は、①明快性 (Clarity of the message), ②科学的・理論的基礎 (Scientific and theoretical basis), ③理性 (倫理) 的基礎 (Philosophical basis), ④適切なデータ変換 (Appropriate data transformation), ⑤対照年表の作成 (Timeline), ⑥データコストと利用可能性 (Data cost and availability), ⑦概念の効果的表現 (Efficient representation of concept), ⑧適切設計 (Design for appropriate audience) である。ここで、⑦の概念とは理論的根拠となる概念を、⑧の適切設計とは科学者や専門家、政策立案者、市民などターゲットとする利用者に対しての適切性を意味している。

Patterson は EF は独立した生態学的持続可能性の主要指標として適用すべきで、より包括的な持続可能指標は生態系システムの機能とサービスを縮約して EF により補完されるべきであると述べている。また、GPI は単一の指標値に持続可能な発展に関する経済・社会・環境の各側面を包含するように計算し、合成された持続可能性指標は国家などの経済・社会・環境の各側面の進歩状況を明示的に計測することが重要と指摘している。

そこで、EF と GPI について概観してみよう。GPI は SEEA の EDP の進化版であり

GGDP の一種である。GDP の修正は 1970 年代から提唱され、Nordhaus and Tobin⁽⁸⁹⁾ が作成した MEW (Measure of Economic Welfare: 経済福祉指標)、わが国で開発された NNW (Net National Welfare: 国民福祉指標) や EDP が計算されてきた。さらに、Daly et al⁽¹⁸⁾ は ISEW を開発し、アメリカの NPO の Redefining Progress が中心となり ISEW を改良し GPI に進化させた。表 5-1 にはこれらを比較するため指標算定に使用される構成要素を示した。

ISEW は、家事労働や政府の公道サービスや健康・教育への支出などを福祉・厚生に寄与するものとして加算し、通勤コストや交通事故、環境汚染などを減算している。GPI では、ISEW の構成項目をさらに改良してボランティア活動を評価し、一方で犯罪や家庭崩壊、原生林の喪失など福祉・厚生にマイナスな項目を追加している。こうした計算は、すべて貨幣単位で行われており、家事労働などは第 IV 章の環境便益の評価で行ったような SNA の生産境界を拡張することで貨幣評価して取り込んでいる。

しかしながら、ISEW の開発者の一人である Daly はエコロジカル経済学の先駆者でもあるが、ISEW や GPI には物理的次元の制約条件が十分に反映されているとは言えない。また、前章で確認したように貨幣評価の限界は依然として残されている。大橋⁽¹⁰⁵⁾ も述べているように GPI は弱い持続可能性の指標である。前節で述べたエコロジカル経済学の概念は強い持続可能性の概念であり、物理的次元での生態系の限界を反映させる指標ではない。ただ、前章で述べた貨幣評価の意義として、政策や事業の持続可能性に対する予算配分などの意思決定情報としては有用である。

一方、EF とは Wackernagel and Rees⁽¹²³⁾ により開発されたもので、現時点の技術を前提として、「ある特定地域の経済活動、またはある特定の物質水準の生活を営む人々の消費生活を持続的に支えるために必要とされる生産可能な土地および水域面積の合計」と定義されている。つまり、消費されるすべての物質を生産し、排出されるすべての廃物を吸収するために必要と

表5-1 貨幣尺度による持続可能性指標の構成要素

NDP	EDP	NNW	ISEW	GPI
個人消費(+)	生産物の使用(国内家計現実消費)(+)	個人消費(+)	個人消費(+)	個人消費(+)
-	-	-	所得分配の不等等(+)	所得分配指数(+)
-	-	-	所得分配を加重した個人消費(+)	所得不平等調整後個人消費(+)
-	-	市場外活動(主婦の家事労働)(+)	家事労働サービス(+)	家事労働と子育ての価値(+)
-	-	-	-	ボランティア活動の価値(+)
-	-	個人耐久消費財サービス(+)	耐久消費財のサービス(+)	耐久消費財のサービス(+)
-	-	政府資本財サービス(+)	高速道路と街路のサービス(+)	高速道路と街路のサービス(+)
政府消費(+)	生産物の使用(政府現実最終消費)(+)	政府消費(+)	健康と教育への公共支出(+)	-
-	-	-	-	犯罪の費用(-)
-	-	-	-	家庭崩壊の費用(-)
-	-	余暇時間(+)	-	余暇時間の喪失(-)
-	-	-	-	不完全雇用の費用(-)
-	-	個人耐久消費財購入費(-)	耐久消費財への支出(-)	耐久消費財への支出(-)
-	-	-	防脚的個人支出(健康と教育)(-)	-
-	-	都市化に伴う損失(通勤時間の増大)(-)	通勤に伴う費用(-)	通勤に伴う費用(-)
-	-	環境維持経費(-)	個人の環境汚染管理費用(-)	家計の環境汚染除去費用(-)
-	-	都市化に伴う損失(交通事故の増大)(-)	自動車事故の費用(-)	自動車事故の費用(-)
-	自然資産の使用(廃物の排出:水質汚濁物質)(-)	環境汚染(水質汚濁)(-)	水質汚濁の費用(-)	水質汚濁の費用(-)
-	自然資産の使用(廃物の排出:大気汚染物質)(-)	環境汚染(大気汚染)(-)	大気汚染の費用(-)	大気汚染の費用(-)
-	自然資産の使用(廃棄物)(-)	環境汚染(廃棄物)(-)	-	-
-	-	-	騒音公害の費用(-)	騒音公害の費用(-)
-	自然資産の使用(土地利用)(-)	-	湿地の損失(-)	湿地の損失(-)
-	-	-	農地の損失(-)	農地の損失(-)
-	自然資産の使用(地下資源)(-)	-	再生不能資源の枯渇(-)	再生不能資源の枯渇(-)
-	自然資産の復元(+)	-	-	-
-	地球環境への影響(-)	-	長期の環境破壊(-)	長期の環境破壊(-)
-	-	-	オゾン層破壊の費用(-)	オゾン層破壊の費用(-)
-	自然資産の使用:育成資産(森林)の使用(-)	-	-	原生林の喪失(-)
国内総資本形成(+)	人工資産の純蓄積, 育成資産, 土地, 地下資源の新発見(+)	純投資(+)	純資本成長(+)	純資本投資(+)
輸出(+)	輸出(+)	-	国際的地位の純変化(+)	純対外借入・貸付(+)

出所:大橋^[105] pp.82~83 を加筆修正

される土地と水域面積を表すのがEFである^{*15}。これは、経済活動が必要とする環境財・サービスの需要量を生態系システムが供給するために必要な面積に換算したものである。一方、供給側では物理的にその面積は規定され地球の表面積を超えることはできない。つまり、生態系面積という環境の物的な制約条件のもとで経済システムがどれほどの物的需要を求めているかをみることができる。EFが生態系面積を超過していれば、供給能力を超えた需要が発生していることとなる。生態系の許容量を環境収容力(Carrying Capacity)と呼び、これを超過することをオーバーシュート(超過需要あるいは生態学的赤字)と言う。つまり、環境収容力は生態系の資源供給力、廃物吸収力の限界量を意味している。

EFの概念は、このように生態系の物理的次元の限界に基礎をおいておりエコロジカル経済学の概念と整合している。つまり、強い持続可能性の指標である。さらに、Pattersonが評価したように面積という尺度により経済活動の環境への負荷を表現しているため貨幣尺度と同様に

理解容易である。例えば、ある地域の人口一人当たりのEFが当該地域の利用可能な土地と水域の人口一人当たりの面積を超えていればその地域の生態系が支えることができる扶養人口を超えていることが分かり、生態学的持続可能性の評価が可能となる。そこで、次節ではマクロ環境会計の環境勘定に計上される環境負荷をEF換算し環境側面の評価指標として導入する。

B. ハイブリッド型マクロ環境会計フレームワークの地域への適用

本節では、北海道地域を対象として貨幣単位による経済会計と、物量単位による環境会計を統合したハイブリッド型の地域(メゾ)環境会計の推計を行い北海道の持続可能性の評価を試みた。また、単位の異なる環境負荷を総合化するため環境負荷をEF換算し、さらには農業の多面的機能を環境便益として取り入れた。その結果、1995年から2000年にかけて持続可能な方向性は持つものの北海道経済の持続可能性は低く、その要因としてGHGの排出量の増加とエネルギー資源の採取が大ききなものであること

が明確となった。

本節で使用したフレームワークは、北海道地域の基幹産業である農林業の環境面での貢献を明示するため、物質勘定では農林業の多面的機能のうち、CO₂と大気汚染物質の削減量、水資源の涵養量を明示するように改良した。また、環境テーマ勘定では、持続可能性指標であるEFを用いて環境負荷の総合化を行った。

a. ハイブリッド型メゾ環境会計の推計結果

1) 経済勘定

表5-2には2000年の道民会計行列を、表5-3に1995年の道民会計行列を示した。2000年の道内総生産は対1995年比で約0.3%の増加の約20兆2,739億円であるが、1997年以降は減少傾向にあり、名目では1999年以降、実質でも2001年以降マイナス成長となっている。産業では農業のシェアが0.5%減少し、林業は0.2%の減少、建設業では2.4%減少である。一方で、サービス業は2.0%の増加、不動産業では0.7%の増加など経済のソフト化が進展している。支出面では、民間最終消費支出は増加しているが総資本形成は民間需要、公的需要ともに減少している。道民所得も減少傾向が継続しており全国平均との差が開きつつあり、北海道経済は厳しい状況にあることが分かる。

2) 環境勘定

a) 物質勘定

表5-4に2000年、表5-5に1995年の物質勘定(1)を、表5-6に2000年、表5-7に1995年の物質勘定(2)を示した。物質勘定はGHG 6種類、酸性化原因物質 2種類、水質汚濁物質 3種類、廃棄物の排出量（最終処分列）と再生利用量、天然資源はエネルギー資源 3種類と水資源、森林資源を取り上げ、土地利用は6種類に分類して24項目について計上している。

天然資源と土地利用については資源量と土地利用面積の変化量を計上している。また、CO₂と酸性化原因物質については森林や農作物による吸収量を、水資源については森林や水田の水資源涵養量を明示するようになっている。具体的には、これらの吸収量は非金融資産である森林や作物によるものであるが、農林業の生産活動とこれらの機能は不可分であることから農林

業の生産活動の行に移行して計上している。

また、物質勘定(1)は経済活動から排出された環境負荷と使用された自然資本の変化量が計上され、同時に農林業による廃物(CO₂, NO_x, SO₂)の吸収量も計上している。このため、排出量から吸収量を控除した量が環境中への超過排出量となる。

[1] 温室効果ガス

北海道におけるGHG 3種(CO₂, N₂O, CH₄)は、エネルギー消費量の増加傾向に比例して1992年以降増加傾向にある。2000年のCO₂発生量は、約7,427万トンと対1995年比で約1割増加している。N₂Oも微増しており約17,000トンの発生がある。一方、CH₄は減少して約15万トンの発生となっている。農林業による吸収量は森林蓄積量の増加により増えており、2000年ではCO₂発生量の約19% (1,435万トン-CO₂)を農林業の多面的機能により削減できるものとなっている。

吸収量を控除しない6種のGHGの総発生量は約83,015万トン-CO₂ (GWP換算)であり、対1995年で7.4%の増加となっている。道民一人当たりの発生量は1995年13.6トン-CO₂、2000年14.6トン-CO₂であり、全国平均の1.37倍(2000年)と多い。図5-1には、1990年、1995年、2000年におけるGHG 3種(CO₂, N₂O, CH₄)の部門別発生量を示した。北海道全体で発生量は対1990年比で約13%の増加であり、部門別では産業部門が4.3%、廃棄物処理部門が2.9%の減少であるが、エネルギー転換部門29.1%、民生部門30.1%、運輸部門37.4%と発生量は増加している。

[2] 酸性化

酸性化原因物質 2種(NO_x, SO₂)はいずれも減少しており、2000年のNO_x排出量は75,271トンと対1995年で7.5%の減少、SO₂排出量は30,283トンと対1995年で12.8%の減少となっている。これら酸性化原因物質の農作物による吸収量はNO_xが5,715トン、SO₂が9,255トンであり、それぞれ排出量の7.5%、30.6%を農林業の多面的機能により削減できるものとなっている。

表5-2 経済勘定（道民会計行列）（2000年）

単位：百万円

勘定 (分類)	財貨・サービス		生産活動勘定		最終消費勘定	所得発生勘定	所得の分 配・使用勘	税勘定	資本調達勘定		道外勘定	
	1	2a	2a	2b					蓄積活動	非金融資産	経常取引	資本取引
財貨・サービス勘定	1				3	4	5	6	7	8	9	10
生産活動勘定		1,164,327	640,184	13,412,701	16,199,445					5,217,145	5,048,515	
最終消費勘定		33,229,853										
所得発生勘定			575,841	18,499,546			16,199,445					
所得の分配・使用勘定						15,292,577		2,599,101			3,259,180	
税勘定												
資本調達勘定							1,400,598					
蓄積活動												
非金融資産							3,293,284					1,232,550
経常取引									1,423,006			
資本取引							257,531					
道外勘定									1,903,924			
												道外

(注) 表中「-」は推計困難なため記帳されていない項目である。

表5-3 経済勘定（道民会計行列）（1995年）

単位：百万円

勘定 (分類)	財貨・サービス		生産活動勘定		最終消費勘定	所得発生勘定	所得の分 配・使用勘	税勘定	資本調達勘定		道外勘定	
	1	2a	2a	2b					蓄積活動	非金融資産	経常取引	資本取引
財貨・サービス勘定	1				3	4	5	6	7	8	9	10
生産活動勘定		1,271,633	615,280	13,786,562	15,484,442					6,395,648	5,049,887	
最終消費勘定		33,381,025										
所得発生勘定							15,484,442					
所得の分配・使用勘定						15,843,839		2,440,179			10,090	
税勘定												
資本調達勘定												
蓄積活動												
非金融資産												1,325,375
経常取引									3,037,397			
資本取引												
道外勘定									1,338,837			
												道外

(注) 表中「-」は推計困難なため記帳されていない項目である。

表 5-6 物質勘定(2) (2000 年)

物質	勘定 (分類)	財貨・サービス勘定		生産活動勘定		最終消費勘定	所得発生勘定	所得の分配・使用勘定	税勘定	資本調達勘定		道外		単位
		1	2a	2a	2b					3	4	5	6		7	8a	9	10
汚染物質	大気関連	C02												千 t-C02
		N20												千 t-N20
		CH4												千 t-CH4
		HFCS												千 t-CF4
	酸性化	PFCS												千 t-C02
		SF6												千 t-C02
	水質汚濁	NOX												t-NOx
		S02												t-S02
		T-P												t
	廃棄物	T-N												t
COD													t	
エネルギー資源	最終処分												千 t	
	再生利用												千 t	
自然資源	ガス												千兆J	
	原油												千兆J	
	石炭												千兆J	
	森林資源(森林体積)												千m3	
土地利用	水資源(水使用)												百万m3	
	農用地												千ha	
土地利用	森林・原野												千ha	
	水面・河川・水路												千ha	
	道路												千ha	
土地利用	宅地												千ha	
	その他土地												千ha	

(注) 表中「-」は推計困難なため記載されていない項目である。

道内環境(環境媒体と自然資源)から道内及び道外部門へのフローと、輸移入による道外自然資源の減少

道外への汚染物質フロー

輸入による道外自然資源の採取

道内汚染物質の処理施設による処理

道内自然資源の採取(採掘・伐採・使用・漁獲)

NAMの道外勘定と連

表 5-7 物質勘定(2) (1995年)

勘定 (分類)	物質	財貨・サービス 勘定		生産活動勘定		最終消 費勘定	所得発 生勘定	所得の分 配・使用勘 定	税勘 定	資本調達 蓄積・非金融資 産	道外		単位					
		1	2a	2b	3						4	5		6	7	8a	道外	
																	農林業	その他	経常取引	資本取引
大気 関連	地球温 暖化	CO2	11a										千 t-CO2					
		N2O	11b										千 t-N2O					
汚染物質	酸性化	CH4	11c										千 t-CH4					
		HFCs	11d										千 t-CO2					
		PFCS	11e										千 t-CO2					
		SF6	11f										千 t-CO2					
		NOx	11g										t-NOx t-SO2					
	水質汚濁	T-P	11h											t				
		T-N	11j											t				
		COD	11k											t				
		最終処分	11l											千 t				
		再生利用	11m											千 t				
エネルギー 資源	ガス	11n											千兆J					
	原油	11o											千兆J					
	石炭	11p											千兆J					
	森林資源(森林体積)	11q											千m3					
土地 利用	水資源(水使用)	11r											百万m3					
	農用地	11s											千ha					
	森林・原野	11t											千ha					
	水面・河川・水路	11u											千ha					
その他	道路	11v											千ha					
	宅地	11w											千ha					
	その他土地	11x											千ha					

道内環境(環境媒体と
自然資源)から道内及
び道外部門へのフロー
と、輸入による道外
自然資源の減少

道外への
汚染物質
フロー

輸入による
道外自然
資源の採取

道内汚染
物質の処
理施設に
よる処理

道内自然
資源の採
取(採掘・
伐採・使
用・漁獲)

(注) 表中「-」は推計困難なため記載されていない項目である。

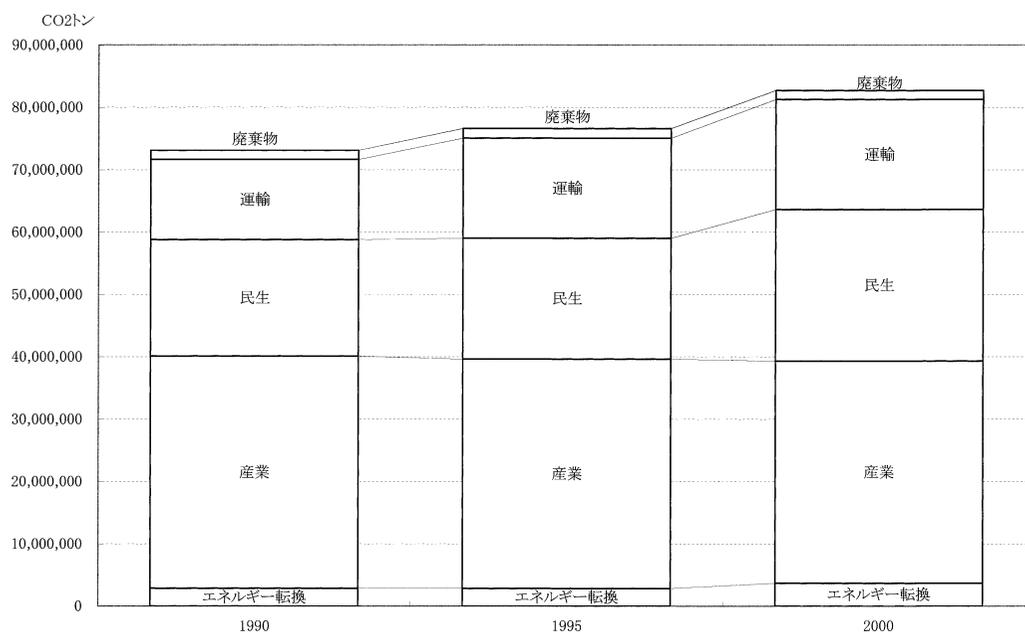


図5-1 部門別温室効果ガス発生量の推移

[3] 水質汚濁

水質汚濁物質3種(T-N, T-P, COD)は、いずれも減少しており、2000年のT-N排出量は1,760トンと対1995年で24%の減少、T-P排出量は31,261トンと対1995年で5.6%の減少、CODは30,938トンと対1995年で12.6%の減少となっている。

[4] 廃棄物

2000年の廃棄物の排出量は、一般廃棄物が282万トンと対1995年で10.8%の減少が実現されているが、産業廃棄物は3,716万トンと対1995年で6%の増加となっている。排出量のうち中間処理され減量化された量が表5-6の廃棄物最終処分(行11i)に計上されている。この減量化量は、その一部が廃棄物処理活動から排出される環境負荷物質へ転換され、残りは無害化されて環境中へ放出されている。一方、廃棄物の再生利用量は増加しており一般廃棄物処理では18万トンと対1995年で78.8%の増加、産業廃棄物処理では1,895万トンと対1995年で38.6%の増加がみられ、資源循環の進展がうかがわれる。再利用量は、表5-6の廃棄物再利用(行11m)において資源化された廃棄物の再利用部門に帰属させて計上されている。

[5] 天然資源

エネルギー資源3種(天然ガス、原油、石炭)の確認埋蔵量の変化は無く、表5-4ではゼロ計上され、表5-6において道内エネルギー資源の使用量と道外から輸移入されたエネルギー資源の使用量が計上されている。北海道においては天然ガスと石油資源の生産が増大しており、2000年では天然ガスが11,939万 m^3 、原油が111,711 kl と大幅な増大が見られるが、道外資源の使用量は減少しておらずエネルギー消費の拡大が示されている。このことがGHGの増大に結びついていると考えられる。森林資源については成長量が2000年で1,317万 m^3 と対1995年で3.3%の増加がみられ、表5-6では林業による森林資源の採取量と海外の森林資源の使用量が計上されており、森林資源の使用量は減少している。

水資源については資源量が確認できないため、表5-6では農林業による水資源涵養量を42,827 m^3 を計上しているが単位を百万 m^3 としていることから見えなくなっている。表5-6では、上水、工業用水、農業用水の使用量が計上されており、若干の水資源使用量の増加が見られる。

[6] 土地利用

土地利用については、前年からの土地利用面積の変化量を計上しており、2000年では農用地が9,300 ha 減少、森林・原野が9,000 ha 増加、水面・河川・水路が9,100 ha 増加、道路2,000 ha 増加、宅地が800 ha の増加となっている(表5-6)。この道路・宅地への土地利用増加が地域生態系への圧力となっている。

b) 環境蓄積勘定

表5-8には2000年の環境蓄積勘定と環境テーマ勘定を示した。環境蓄積勘定では、最終的に環境中へ排出された汚染物質の量や天然資源の変化量、土地利用については物質勘定と同様に前年からの変化量が計上されている。GHGや酸性化原因物質などの汚染物質は、農林業の多面的機能による吸収量を控除した値が計上されている。汚染物質はCO₂とN₂Oの蓄積量が微増しているが、その他の蓄積量は減少している。天然資源の蓄積量は増加量から使用量を控除した値が計上され、負値は資源減少量を正値が蓄積量を示している。天然資源は石炭生産以外は使用量の増加がみられ、エネルギー資源の使用量の増加が著しい。

c) 環境テーマ勘定

環境テーマ勘定では14の環境テーマに従い環境負荷をまとめている。地球温暖化についてはGWP(地球温暖化係数)、酸性化についてはAEQ(Acidification Equivalent:酸性化等価係数)、富栄養化についてはEEQ(Eutrophication Equivalent:富栄養化等価係数)により単位統一化されている。なお、土地利用については期首と期末の利用区分ごとの土地利用面積をストックとして計上している。

地球環境に対する影響は、GHGの吸収量の増加によりわずかな減少である。しかし、エネルギー資源の使用量の増加と連動したGHG発生量の増加は潜在的な脅威であり、発生量自体を抑制する必要がある。また、酸性化や富栄養化、水質汚濁など地域環境への負荷も減少しており環境負荷の低減が進展している。

b. 環境効率の変化

以上の推計結果に基づき、1995年～2000年における北海道経済の環境効率の変化をみてみよ

う。第III章でも算定したように環境効率指標は単位環境負荷当たりの付加価値の産出額で計算される。算定に使用した付加価値額は、表5-2および表5-3に示した経済勘定の行5列4に示される道民純所得を用いた。道民純所得は対1995年比で約3%減少している(要素費用表示の道内純生産も同様)。また、環境負荷量は表5-8および表5-9に示した環境テーマごとに総合化された物量値を使用した。

表5-10に環境効率指標を示す。環境効率の低下がみられるのは、地球温暖化への影響とエネルギー消費、道路・宅地への土地利用である。これは付加価値の減少よりGHGの減少が小さく、環境効率性の改善がみられないことが明確になっている。

また、この環境効率の変化によりデカップリング指標を算定し、経済的効用と環境的不効用の分離状況をみると表5-11に示すように地球温暖化への影響とエネルギー消費、道路・宅地という都市的土地利用においてはデカップリングが実現していないことが分かる。

c. エコロジカル・フットプリントによる環境負荷の総合化

さて環境テーマ勘定では、環境問題ごとに負荷が総合化されるものの地域全体としての総合的な環境負荷を表現することが難しい。そこで、強い持続可能性概念に基づく持続可能性指標として有用なEFを適用し、各種の環境負荷をEF換算して総合化することを試みた。

表5-8および表5-9に示した環境テーマ勘定の右側に汚染物質等の環境影響を面積換算したEFを計上した。本節では、寒冷地である北海道を対象としているためEF化を行う際に森林によるCO₂吸収量については世界平均を使用せず、スカンジナビア、カナダ、ロシアなどの寒冷地域の森林によるCO₂吸収量を適用した。このため、世界平均よりも0.3～0.17の割合まで森林機能が低下するため世界平均を使用したEFよりも大きな値となる。

EFは、森林・原野および水面・河川・水路を除外した期末の土地利用面積とGHG、大気汚染および水質汚濁物質の蓄積量に基づき集計した。廃棄物の最終処分場やエネルギー消費など

表5-10 環境効率指標

環境効率指標	1995年	2000年
地球温暖化 円/kg	230	223
酸性化 千円/kg	139	156
富栄養化 千円/kg	755	826
汚染排水 千円/kg	20,340	22,468
廃棄物 円/kg	2,933	5,439
道路 千円/ha	94,196	86,350
宅地 千円/ha	146,702	134,028
エネルギー 円/GJ	26,068	22,822

表5-11 デカップリング指標

環境問題	DI
地球温暖化	1.035
酸性化	0.889
富栄養化	0.914
汚染排水	0.905
廃棄物	0.539
道路	1.091
宅地	1.095
エネルギー	1.142

は上記カテゴリーのEF値に含まれるため参考値として計上している。なお、温室効果ガスのフロン類についてはEF換算が困難であるので除外している。これらの物質は生態系の吸収機能による浄化が困難であるため除去に必要な生態系面積の算定ができないことによる。

EF算定の結果、2000年の北海道のEFは約5,247万haと北海道の総面積の6.7倍となり、道民一人あたりでは9.2haとなる。1995年では約7,329万haで道民一人あたりでは12.9haであり、EFは縮小している。しかしながら、WWF⁽¹²⁵⁾によると世界平均のEFは1999年では約1.9ha/人であり、日本のEFは約4.7ha/人と世界平均を上回っており、寒冷地である北海道はさらに大きなフットプリントを残していることとなる^{*16}。環境容量に対するオーバーシュートの度合いを試算すると、わが国全体では1995年で6.0倍、1999年で6.8倍となり、北海道では1995年で3.8倍、2000年で2.7倍となることが分かった^{*17}。EFは森林などの環境負荷吸収能力が向上すると、環境負荷物質の減少率よりも高い割合で縮小するため、北海道のように広大な森林や農地面積を有する地域には

有利な傾向を示す。このため、EFを用いて環境問題ごとの環境効率性を評価すると効率性の改善を示すこととなった。しかしながら、前述のように各環境負荷物質による環境効率性はGHGや土地利用、エネルギー消費において改善の必要性を示している。こうした環境効率を向上させることは持続可能性をさらに進展させることになる。このため、より堅実に持続可能性を追究するには排出された環境負荷量をベースとするか、あるいは環境便益による吸収量を考慮しないEFにより環境効率性を評価することが適切と考えられる。

C. ハイブリッド型マクロ環境会計の地域農林業への適用

本節では、前節で適用したハイブリッド型環境会計のフレームワークを北海道の農林業に適用し、同時にEFを導入することで、地域農林業の持続可能性評価を試みる。基本的には、前節で推計した北海道のハイブリッド型マクロ環境会計の農林業版であるが、農林業に特化したため廃棄物や土地利用などを特定のものに限定している点が主たる変更部分である。

a. 農林業へ適用したフレームワーク

農林業ハイブリッド型マクロ環境会計の基本的構造を図5-2に示す。基本的には、前節と同様に経済指標を計上する経済勘定部分と環境負荷を計上する環境勘定部分に分けられる。このうち環境勘定では第IV章と同様に環境便益も計上され、農林業の持続可能性を評価するためのEFの計算もこの中で行われる。

廃棄物是他部門でリサイクルや最終処理が行われる場合には経済勘定の下側部分の物質勘定に計上される。これは他部門でリサイクルおよび最終処理される廃棄物は当該部門への投入物と捉えるためである。一方、農林業において最終処理する場合には蓄積勘定へ計上される。これは農林業が廃棄物を最終処理することにより周辺環境への廃物の蓄積をもたらしとされるためである。廃棄物の処理に伴う環境負荷、および農林業の生産活動に伴う環境負荷、さらに農林業による環境便益も蓄積勘定へ集計され計上される。蓄積勘定は農林業の生産活動によりどのくらい周辺環境へ負荷を与え、便益を供

表5-12 環境効率指標（発生量ベース）

		1995	2000
プラスチック		107.48	48.78
家畜ふん尿	千円/kg	0.030	0.026
稲わら		0.382	0.330
石油	円/リットル	0.558	0.521
GHG	千円/kg-CO ₂ eq	0.094	0.079
酸性化	千円/kg-SO ₂ eq	16.679	14.682
T-N	千円/kg	2.329	2.018
T-P	千円/kg	9.934	8.776

表5-13 環境効率指標（排出量ベース）

		1995	2000
家畜ふん尿	千円/kg	57.07	48.93
稲わら		8,349.94	7,205.56
GHG	千円/kg-CO ₂ eq	0.09	0.08
酸性化	千円/kg-SO ₂ eq	16.68	14.68
T-N	千円/kg	1.97	1.71

したためであり、この状態では生産活動の活性化に伴い環境負荷は増大する危険性を秘めている。生産活動自体の環境効率性を改善することが必要である。農林業は自らの環境便益に依存していることは明らかであるが、その公益的機能をより大きくするには生産活動の環境効率を改善する必要がある。さらに、農林業の生産活動をより環境負荷の低いものに改善することで、生産物である農林産物のエコロジカル・リュックサックも軽くなる。このことは、農林産物を原材料とする加工製品のLCA分析に影響する。LCA分析では、高次加工品の環境負荷を軽減するには、物質フローの上流域における環境負荷が製品の評価に影響を及ぼす。これは、物質フロー全体における環境負荷を低下させ、生産活動全体の環境効率を改善しようとするからである。

c. エコロジカル・フットプリントによる持続可能性評価

表5-15の最右列には環境負荷と環境便益を面積換算したEFの値を計上している。なお、農地・林地面積は作物の作付けという環境負荷という土地利用の視点で計上されている。また、期中の土地利用変化については、期末つまり次の会計期間において計上されるため合算していない。さらに、廃棄物の中間処理により発生す

る大気汚染と水質汚濁については温室効果ガス、大気汚染物質、水質汚濁物質との二重計上を回避するため合算せず、同様に森林の使用と蓄積についても林地との二重計上を回避するため合算していない。

EF換算の方法は、環境負荷の場合は発生した環境負荷を吸収・浄化するために必要な土地面積を計算するものである。例えば、GHGは温暖化係数によりCO₂換算された負荷量を吸収するために必要となる土地面積を、人工林の森林蓄積量当たりのCO₂吸収量と単位面積当たりの森林蓄積量から人工林から原単位5.327(t-C/ha, 2000年値)を求め、負荷量をこれで除すことでEF換算を行った^{*18}。同様に大気汚染物質についても農産物の作付面積当たりのNO_x, SO_x吸収量を4.86 kg/ha, 7.87 kg/haとして算定した。水質汚濁物質については家畜ふん尿由来であるため、簡易堆肥醗酵施設を設置することで除去するものとしてその設置面積と処理に必要なエネルギー量によりEF換算している。

一方、環境便益は推計時点の人工林面積と農地面積が吸収できるGHGとNO_x, SO_x吸収量を規定する。また、水資源については水稻作付水田と畑地が涵養できる水量と森林が涵養できる水量を用いて農地と人工林面積として推計した。

2000年の農林業の生産活動による環境負荷のEFは、列62に示され5,654,841 haであり、対1995年比で8.1%減少している。また、環境便益のEFは列63に計上されており、便益は対1995年比でわずかに0.3%の減少となっている。この収支が列64に計上され、環境便益EFが環境負荷EFを上回れば環境負荷は相殺され、便益の余剰は社会全体で消費されることとなる。この考え方は第IV章のSEEAにおいて環境便益を評価した方法と同様である。2000年のEF収支は3,795,152 haの黒字であるので北海道の農林業の環境側面では持続可能である。しかし、これは前述のように生産活動の減退の影響が強いと考えられる。そこで同様に環境効率指標とデカップリング指標を算定して確認してみよう。

表 5-14 北海道農林業ハイブリッド型メゾ環境会計 1 (縮約版 2000 年)

単位		農業者経済勘定											物質勘定			
		資本金調定											廃棄物			
		非金融資産											プラスチック			
		環境保護関連											家畜ふん尿			
		社会資本											稲わら			
		所得発生勘定											その他 (1000t)			
		蓄積											その他 (1000t)			
		最終消費											その他 (1000t)			
		生産物											その他 (1000t)			
		農林業											その他 (1000t)			
		財・サービス											その他 (1000t)			
		道外勘定											その他 (1000t)			
		道外勘定											その他 (1000t)			
期首ストック	OA	373,661											30,653,275			
財・サービス	1	1,164,284											442,158			
農林業	2	640,385											103,576			
農林産物	4	192,943											16,445			
最終消費	5	****											8.7			
所得の分配・使用勘定	6	423,996											16,445			
資本	8	52,041											1,286			
環境保護関連	9	16,274														
社会資本	10	-11,381														
その他	11	-7,541														
廃棄物	25	0.0											8.7			
プラスチック (1000t)	25												8.7			
家畜ふん尿 (1000t)	26	6,718											1,062			
稲わら (1000t)	27	1,210											17			
石油資源 (1000t)	28	814														
自然資源	29															
森林 (1000m ³)	29															
水資源 (百万 m ³)	30															
大気	14															
温暖化 CO ₂ eq (t)	14															
汚染物質	17															
酸性化 SO ₂ eq (t)	17															
水質	21															
T-N eq (t)	21															
土地	31															
農地 (1000ha)	31															
林地 (1000ha)	32															
調整項目	R	-2,472											-592,734			
期末ストック	CA	387,463											30,053,000			

付加価値は前記と同様に農林業の純所得を駆動力と考え、環境負荷としては環境便益を考慮しない環境負荷量のEFを使用する。前記と異なる点はEFでは農地と林地の生産地としての土地利用が負荷として計算される点である。その結果、環境効率指標は1995年で約87百万円/ha、2000年で約75百万円/haとなり、環境効率の低下がここでも明らかとなった。それゆえ、デカップリング指標は1.16となりデカップリングが実現していないことが分かる。すなわち、北海道の農林業は環境負荷と経済成長が分離されておらず、1995～2000年では生産の減退で環境負荷は低下したが潜在的には環境効率性が改善されていないため、経済成長とともに環境負荷が増大する状況である。ただ、独自の環境便益が大きいと、環境負荷は相殺され環境側面だけでは持続可能性は認められる。

D. まとめ

本章では、経済活動の環境側面を適切に評価するには汚染物質などに関する物理的次元の情報を使用することが重要であること認識し、経済活動を貨幣情報として把握する経済勘定と、それと連動する環境側面を物量情報で把握する環境勘定を統合したハイブリッド型マクロ環境会計のフレームワークを地域経済と農林業に適用した。また、物量情報の環境情報を総合化し、持続可能性を評価する指標として優れているEFを導入した。

その結果、北海道経済を対象としたハイブリッド型メゾ環境会計からは、環境容量に対してその約3倍の生態学的赤字であること、人口一人当たりのEFが全国平均よりも大きいことが明らかとなった。しかし同時に1995年～2000年にかけてEFは減少しており持続可能な方向に向かっていることも明らかとなっている。ただこのような評価は北海道内の天然資源をベースとしている。わが国のように海外への資源依存度が高い場合には、ほぼ確実に生態学的な赤字が発生する。これは北海道も同様であり、環境負荷の原因を生み出すエネルギー資源の道外への依存度が高いからである。しかし一方では、北海道は広大な森林面積と農地を有するため全国よりも生態学的赤字は小さくなっている。こ

うしたことからEFを使用したデカップリング指標は1未満となり、EFの減少と同様に持続可能な方向に向かっていることを示す。

この方向性をより確実に維持するには、各環境負荷物質の排出量をベースとした環境効率指標を見て判断することが有効である。これによると、大気汚染や水質汚濁といった地域的環境側面では環境効率性の改善がみられる。しかしながら、GHGの排出とエネルギー消費、土地利用の面では環境効率性が低下していることが示された。これは、第III章の農業廃棄物勘定の分析結果のように農業が基幹産業である北海道で地域環境問題への対応が地球環境問題へのシフトを生み出している可能性を示唆している。

この可能性は、北海道の農林業を対象として推計したハイブリッド型メゾ環境会計の結果からも伺うことができる。この推計結果からは、北海道の農林業の生産活動が廃棄物、温室効果ガス、大気汚染、水質汚濁の環境側面で環境効率性は低下していることが示された。環境負荷総量は生産活動量の低下から減少しており、その意味では環境への影響は低減しているのであるが環境効率の低下は生産活動の増大により環境負荷も増大する可能性を示しており、デカップリング指標がそれを裏付けるものとなった。

以上のことから、北海道ではエネルギー消費の拡大、地球環境問題への対応の遅れと土地利用の効率化が持続可能性への課題として指摘することができる。また、環境指標としては、環境容量との関係から総合的な指標としてはEFが有用であること、経済活動の効率性評価の視点からは環境負荷量に基づく環境効率指標とデカップリング指標が有用であることが明らかとなった。

さて、上記のような環境問題間の連関を明示するには経済内で循環する物質フローをも示すマテリアルフロー勘定を明示的に導入したフレームワークが有効であろう。本稿で適用したハイブリッド型マクロ環境会計では、経済から環境中へ流れる物質フローをマテリアルフロー勘定として示している。しかし、循環型社会推進では経済内でのリユースやリサイクルも推進されるため現状では経済内部での物質循環は明

示されず、そうした活動が生み出す環境負荷も明示されない。この経済内の物質循環フローを明示することにより、環境問題のシフトや経済内における物質循環の環境効率性を明確にすることが可能と考えられる。こうした取り組みは既に行われており、内閣府⁽⁸³⁾と有吉⁽⁸⁾に兵庫県の廃棄物処理活動を対象とした推計結果が示されている。しかしながら、そこでは環境効率性に関する指標算出は行われているが、本章で導入したEFのような強い持続可能性の指標導入はみられない。本章の第1節に記したように、生態系の物理的限界を認識した概念をもつエコロジカル経済学的アプローチが重要と考える。

注

- *1 ここで、全体システムとしての生態系は、生物の相互作用とその生息環境を構成する大気、水、土壌などの非生物との相互関係を含めた地球システムという意味で使用している。
- *2 Daly & Farley⁽¹⁹⁾ p.15
- *3 Lawn⁽⁷²⁾ p.4 では「石炭と比較した石油の稀少性」を例に挙げている。
- *4 Kolstad⁽⁷⁰⁾ (邦訳 p.6)
- *5 Turner et al⁽¹¹⁶⁾ p.17
- *6 Turner et al⁽¹¹⁶⁾ p.113
- *7 Kolstad⁽⁷⁰⁾ (邦訳 p.6)
- *8 核反応を伴わない化学反応では、相対論的効果による質量変化を無視できるので、近似的に質量保存則が成立する。
- *9 このような系(システム)を定常開放系という。
- *10 これは強い持続可能性の概念に結び付く。
- *11 別な表現では、生態系という全体システムと、経済という下位システムの境界をまたいで行われる物理的な交換と言える。Daly⁽¹²⁾ (邦訳 p.70)
- *12 Daly⁽¹⁶⁾ pp.27-28
- *13 Daly⁽¹⁷⁾ (邦訳 p.37), これが生態学的持続可能性である。
- *14 Daly⁽¹⁷⁾ (邦訳 p.225)
- *15 Wackernagel and Rees⁽¹²³⁾ p.61
- *16 本章で推計したEFは、環境負荷と環境便益

のみをEFとして示している。

また、EFは推計時点により変化するため、このような比較は厳密には困難である。より包括的なEF化を行うには土地カテゴリーごとの評価と輸移入分の加算、輸移出分の減算、等価係数によるグローバル・ヘクタールへの変換によりEF化を行う必要がある。

*17 日本の国土面積は377,835 km²であるが、大陸棚などの水域部分も含んでいるため環境収容力(=利用可能な生物生産能力)を873,000 km²としている(Chambers et al⁽¹⁴⁾ pp.122~123)。また、北海道の環境収容力はこれを面積比で適用している。

*18 本稿のEF換算については、出村ほか⁽²¹⁾ pp.403~411と同様であるので参照されたい。

第VI章 要約と結論

A. 要約

本稿では、地域の経済活動の環境・経済情報を集約し経済社会の持続可能性を表す理解容易な環境指標の導出可能性と、マクロ環境会計に使用される環境情報を吟味し、理論フレームワークの課題を明確にすることを目的として次のような分析を行った。

はじめに環境会計の定義と目的を明確にするとともにその分類整理を行い、本稿で適用した理論フレームワークについて解析・整理した。そして、環境会計から導出される環境効率指標とデカップリング指標について整理を行った。

次に、貨幣評価によるマクロ環境会計のフレームワークを用いた北海道地域のメゾ環境会計を推計し、環境費用の全貌を明示し環境効率性の評価を行った。そして、そのメゾ環境会計を廃棄物問題に焦点を当てたものに特化させた勘定と農業系廃棄物を対象とした廃棄物勘定を推計し、廃棄物処理に係る環境費用と廃棄物処理活動の環境効率性の評価を行った。また、SNAの生産境界を拡張したマクロ環境会計のフレームワークにより経済社会における農林業の環境便益を明確にした。

さらに、物的環境勘定を導入したハイブリッド型のマクロ環境会計のフレームワークにEF

を適用したメゾ環境会計を推計し、環境の物理的使用状況に基づく環境効率性により北海道経済と農林業の持続可能性評価を行った。以下に、その結果を要約する。

本論文では、環境会計を「経済と環境の相互関係を物量情報および／または貨幣情報として定量的に計測・整理して、ステイクホルダーに伝達するプロセスである。」と定義した。それゆえ広義に環境会計の目的は、その会計単位とステイクホルダーの環境保全活動を活性化させ、経済システム全体の環境保全機能を高めることに貢献するため経済と環境の相互関係に関連する情報を提供することと考えられる。とりわけ、環境に関する情報は環境問題が物理的次元の問題であることから物量情報が重要となる。また、環境の量的使用が自然資本をどれだけ減耗させているのか、質的使用がどれだけ自然資本を劣化させているのかを明確に示すことが必要とされる。このため、環境会計においては自然資本に関する物的なストック勘定を作成すること、天然資源と環境サービスの使用に関する物的なフロー勘定を作成すること、および経済勘定を含めた勘定間の整合性を持たせることが重要となる。

環境会計は、会計単位によりマクロ環境会計とミクロ環境会計に二分されることが多い。これは基本とする経済データが前者はSNA、後者が企業会計であることによる。しかし、本論文では環境会計の目的に照らして会計単位が国家レベルのものをマクロ環境会計、都道府県などその部分地域レベルのものをメゾ環境会計、そして個々の経済主体レベルのものをミクロ環境会計に分類した。さらに、その会計単位の経済と環境に関する情報を網羅的に集計したものを統合型とし、ある特定の環境問題等に焦点を当てたものを(課題)特化型として区別した。この分類に従うと本稿で推計・分析を行った環境会計は、統合型メゾ環境会計(北海道SEEAとハイブリッド型環境会計)、特化型メゾ環境会計(北海道廃棄物勘定、北海道農林業ハイブリッド型環境会計)、特化型マクロ環境会計(農林業SEEA、農業廃棄物勘定)である。

SEEAとは環境経済統合会計と呼ばれるマクロ環境会計システムで、1993年のSNA改訂時に環境問題や家事サービスなどSNAの生産・資産境界では取り扱われていない領域の問題に対応するために提案されたサテライト勘定である。SEEAの特徴は、SNAから環境関連の情報を抽出して実際に環境保護のために支出された費用(実際環境費用)を示すことと、環境負荷量を貨幣換算することにある。これは、グリーンGDPを導出するためである。

SEEAがこのように環境を貨幣評価して計上するのに対して、ハイブリッド型と呼ばれるマクロ環境会計はオランダ統計局により開発されたNAMEAと呼ばれるものが原型である。このNAMEAの特徴は、環境負荷に関する情報はすべて物量情報として計上するところである。つまり、経済勘定を貨幣勘定として、環境勘定は物的勘定として両者を整合的に統合する。また、環境勘定は経済活動から排出された環境負荷を表す物質勘定と、環境から経済へ取り込まれる資源を明示する物質勘定、経済から環境へ排出され環境中に蓄積される環境負荷を明示する環境蓄積勘定、および環境問題を地球温暖化やオゾン層破壊など問題領域(環境テーマ)別に単位統一して集計する環境テーマ勘定の4つの勘定から構成される。

北海道を対象地域としたSEEAフレームワークを適用したメゾ環境会計の推計結果からは、北海道の生産・消費活動における環境保護支出(実際環境費用)が全国平均よりも低いことが明らかとなった。また、環境負荷を貨幣評価した帰属環境費用からは負担すべき環境費用が大きく、大気汚染や水質汚濁などの環境負荷については消費活動の環境責任が生産活動と同等以上に重く、地球温暖化については生産活動の環境責任が重いことが明らかとなった。

さらに、帰属環境費用をNRPから控除したものがグリーンGDPと呼ばれるERPであるが、1995年は対1990年比で約13.3%増加しているため、この環境負荷の貨幣評価に基づく指標(ERP)では北海道経済が環境に配慮した形で成長しているものと判断されることになった。しかしながら、環境効率性の改善を評価す

るデカップリング指標では、北海道も全国も地球温暖化への影響についてはデカップリングの実現が否定され、その他の大気汚染や水質汚濁に関してはデカップリングの実現が示された。つまり、GHG ガスについては環境効率性が改善されていないことが明らかとなった。

以上のことより、北海道における環境保護費用は全国平均と比較して費用対効果が低く、適切な費用（価格）で環境負荷の削減が行われていないこと、大気汚染や水質汚濁といった地域環境問題への対応は改善されているが地球環境問題への対応が遅れていること、また消費活動の環境負荷が大きいことが明らかとなった。

SEEA フレームワークを適用した北海道の廃棄物勘定の推計結果からは、北海道における廃棄物処理活動は家庭から排出されるゴミの処理が北海道全体の廃棄物処理サービスの利用額の過半数を占めており、人口一人当たりの費用では全国平均よりもかなり低いことが明らかとなった。一方、廃棄物の減量化と資源化は進展しているが、廃棄物処理に伴う環境負荷の帰属環境費用は一般廃棄物の最終処分に伴うものが非常に大きいことが明らかとなっている。また、全国平均と比較して環境効率性が低く大気汚染と地球温暖化についてはデカップリングが実現していないことが明らかとなった。すなわち、北海道の廃棄物処理活動は廃棄物の再利用・資源化の効率性を高め、同時に減量化の効率性も高めて廃棄物の最終処分量の削減を実現しており資源循環型社会に進展しつつある。しかしながら、こうした処理活動に伴う大気汚染物質やGHGの排出量が増加しており環境効率性が低下している。また、経済成長と環境負荷増加を分離することが不十分であることが示された。

次に、農業部門の廃棄物勘定の推計結果からは家畜ふん尿の処理と循環利用により水質汚濁物質の削減が実現されているが、処理活動とリサイクル活動に伴うGHGの排出が増加し環境問題のシフトが生じていることが明らかとなった。とりわけ、家畜ふん尿の自家処理から発生するGHG対策が緊急の課題であることが指摘された。

一方、農林業の環境便益を評価した農林業

SEEAの推計結果からは農林業自体が発生させている環境負荷をほぼ相殺でき、その余剰便益を社会全体に還元しており外部経済効果が発生していることが明らかとなった。ただし、大気汚染については改善の余地が残されており、農林業の生産活動をより環境調和型へ移項させることで社会への便益供給はより大きなもののできる事が明らかとなった。さらには、こうした環境便益の評価は自然資産への適用可能性を秘めており、経済活動による自然資産の劣化を明示的に表現することで自然資産の重要性を社会に認識させることに貢献できると考えられる。

物的環境勘定とEFを導入したハイブリッド型メゾ環境会計の推計結果からは、環境容量に対して生態学的赤字にあることが明らかとなった。しかし、EFが減少していることから北海道経済は持続可能な方向に進展していることも示された。北海道では大気汚染や水質汚濁といった地域的環境側面では環境効率性の改善がみられるが、GHGの排出とエネルギー消費、土地利用の面では、環境効率性が低くデカップリングが実現されていないことが示された。これは、農業廃棄物勘定の分析結果のように農業が基幹産業である北海道で地域環境問題への対応が地球環境問題へのシフトを生み出している可能性を示唆するものと考えられる。

一方、北海道の基幹産業である農林業に関するハイブリッド型メゾ環境会計の推計結果からは、環境便益の大きさから地域社会全体のEFを減少させることが可能であることが確認できた。しかし、農林業自体の生産活動と環境負荷発生との関係はデカップリング指標から環境効率性の改善が必要であることが明らかとなった。

B. 結 論

本論文では、SNA統計との整合性からサテライト勘定として提案されているマクロ環境会計のフレームワークを用いて環境・経済情報を集約し、地域経済の持続可能性を表す理解容易な環境指標の導出可能性と、マクロ環境会計に導入される環境情報を吟味し、理論フレームワークの課題を明確にした。次の4つの課題を設定した。第1に環境指標を提示し経済活動の

持続可能性を明確にすること。第2に経済活動による環境の使用状況を貨幣評価するマクロ環境会計の理論フレームワークを適用し環境費用の全貌を明らかにすること。第3に環境の使用状況を物量単位で評価するマクロ環境会計の理論フレームワークを適用し、環境容量に対する経済による環境の使用状況を明らかにすること。第4にマクロ環境会計において経済活動に伴う環境便益の発生を明示することである。

これらの課題に対する本論文の結論は、次の通りである。

環境指標を提示し経済活動の持続可能性を明確にすることについては、環境効率指標とデカップリング指標が個々の経済主体にとって効率性のベンチマークとなる指標とすることができる。しかし、持続可能性指標としては強い持続可能性概念に基づくEFが優れている。すなわち、総合的環境指標としては経済活動の環境に対する影響の規模を表すEFを適用し、経済活動の持続可能性を推進させる指標としては環境効率指標とデカップリング指標が有用と言える。

一方、環境を貨幣評価することで得られるグリーンGDPは持続可能性指標としては不十分であるが、帰属環境費用などの貨幣情報は環境対策費用の意思決定には有用であると言える。つまり、SEEAのような貨幣評価法を用いる理論フレームワークはグリーンGDPのような環境コスト指標を導出するには有用である。

また、環境容量に対する経済による環境の使用状況を明らかにするには、物量表示の環境勘定を導入したハイブリッド型マクロ環境会計のフレームワークが有用である。環境容量との関係を明示するにはEFを導入することが有効である。これにより面積的に環境容量に対するオーバーシュートをみることができからである。ただし、地球規模での社会的公平性の評価を可能とするには等価係数によるグローバル・ヘクタールへ変換したEFを導入する必要がある。環境容量とEFの推計の精緻化を行い、EF勘定を構築することが本論文の課題となっている。

経済活動に伴う環境便益の発生を明示するこ

とについては、環境負荷との相殺効果を明確にできるという点で物量表示の環境勘定を導入したハイブリッド型マクロ環境会計のフレームワークが有用であると結論づけることができる。

以上のことより、環境の貨幣評価を行う環境経済学的アプローチに基づくマクロ環境会計は、環境政策や環境対策事業の予算的意思決定においては有用な情報を提供することが可能である。しかし、経済活動の環境効率性や持続可能性評価を行うには環境側面を物量情報で表現するハイブリッド型マクロ環境会計のフレームワークが優位である。さらにEFを導入することで、強い持続可能性指標を導出できる。つまり、エコロジカル経済学的アプローチに基づくマクロ環境会計のフレームワークが社会全体や特定部門の持続可能性を把握するためには優れていると結論づけることができる。

最後に、マクロ環境会計の発展性について触れておく。大気汚染や水質汚濁といった環境問題への対応や、資源循環という資源枯渇への対応が地球環境問題へと変化していることを明確に表すには、物的な環境勘定が対象とする物質フローが経済から環境へ排出された物質フローに加え、経済内部での物質フローを環境勘定に導入することが有効である。これは経済内部を循環する物質フローと環境へ排出される物質フローを明示するマテリアルフロー勘定を環境勘定に導入することで対応できると考えられる。このような形態で、マクロ環境会計を進展させることで環境容量の許容範囲内において経済社会をより高い環境効率で運営するためのシグナルを発信できるものとするのが可能となる。

参考文献

- [1] Agriculture and Agri-Food Canada (2005) Environmental Sustainability of Canadian Agriculture Agri-Environmental Indicator Report Series Report # 2, Agriculture and Agri-Food Canada.
- [2] Alferi, A. and Bartelmus, P., (1995)

- “Valuation of the environment and natural resources - some unresolved issues” Conference papers from the 2nd meeting of London Group on natural resources and environmental accounting, US Bureau of Economic Analysis.
- [3] Alfsen, H., K., and Greker, M., (2007) “From natural resources and environmental accounting to construction of indicators for sustainable development” ECOLOGICAL ECONOMICS, Vol.61 No.4, pp.600~610.
- [4] Ariyoshi, N. and Moriguchi, Y. (2003) “The Development of Environmental Accounting Framework and Indicators for Measuring Sustainability in Japan”, Proceedings of the Workshop on Sustainable Development held on 14-16, May 2003, at the OECD, Paris.
- [5] 青木卓志, 桂木健次, 増田信彦(1997)「地域における環境・経済統合勘定——富山県の場合——」『富山大学日本海経済研究所研究年報』, 第 22 巻, pp.1~57.
- [6] 有吉範敏 (2001)「日本の環境・経済統合勘定について」西日本理論経済学会編『国民経済計算の新たな展開』, 勁草書房, pp. 98~119.
- [7] 有吉範敏 (2002)「わが国における環境・経済統合勘定体系の展開とその課題」『熊本大学法学会叢書 5 時代転換期の法と政策』成文堂, pp.313-344.
- [8] 有吉範敏 (2008)「わが国における環境経済統合勘定の展開」環境共生 Vol.15, 日本環境共生学会, pp.55-65.
- [9] Azqueta, D., and Sotelsek, D., (2007) “Valuing nature: From environmental impacts to natural capital”, ECOLOGICAL ECONOMICS, Vol.63 No.1, pp. 22~30.
- [10] Bartelmus, P., (2007) “SEEA-2003: Accounting for sustainable development?” ECOLOGICAL ECONOMICS, Vol.61 No.4, pp.613~616.
- [11] Barry C. Field (1997) Environmental Economics: An Introduction 2nd ed., McGraw-Hill (邦訳: 秋田次郎, 猪瀬秀博, 藤井秀昭訳(2002)『環境経済学入門』日本評論社).
- [12] Bohringer, C., and Jochem, P. E. P. (2007) “Measuring the immeasurable: A survey of sustainability indices”, ECOLOGICAL ECONOMICS, Vol.63 No.1, pp.1~8.
- [13] Boyd, J., and Banzhaf, S., (2007) “What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units”, ECOLOGICAL ECONOMICS, Vol.63 Nos.2-3, pp.616~626.
- [14] Chambers, N., Simmons, C., Wackernagel, M. (2001) Sharing Natures Interest, Earthscan (邦訳: 五頭美知訳 (2005)『エコロジカル・フットプリントの活用』インターシフト).
- [15] 財団法人地球環境財団(2001)『平成 12 年度 環境勘定を利用した農業の多面的機能および森林の公益的機能の新たな評価手法の開発等に関する検討調査報告書』.
- [16] Daly, Herman E., (1992) Steady State Economy, Routledge.
- [17] Daly, Herman E., (1996) BEYOND GROWTH: The Economics of Sustainable Development, Beacon Press (邦訳: 新田功, 藏本忍, 大森正之共訳『持続可能な発展の経済学』, みすず書房).
- [18] Daly, Herman E., Cobb, Clifford W. and Cobb, John B. Jr. (1989) For the common good: redirecting the economy toward community, the environment, and a sustainable future Beacon Press.
- [19] Daly, Herman E., and Farley Joshua (2004) Ecological Economics: principles and applications, Island Press.
- [20] 出村克彦, 吉田謙太郎編著 (1999)『農村アメニティの創造に向けて——農業・農村の公益的機能評価——』大明堂.
- [21] 出村克彦, 山本康貴, 吉田謙太郎編著

- (2008)『農業環境の経済評価——多面的機能・環境勘定・エコロジー』北海道大学出版会。
- [22] Dietz, S., and Neumayer, E., (2007) “Weak and strong sustainability in the SEEA: Concepts and measurement”, *ECOLOGICAL ECONOMICS*, Vol.61 No.4, pp.617~626.
- [23] 土木学会環境システム委員会編(1998)『環境システム——その理念と基礎手法』, 共立出版。
- [24] 福土正博 (2001)『市民と新しい経済学——環境・コミュニティ』日本経済評論社。
- [25] Georgescu-Roegen, Nicholas (1971) *The Entropy Law and the Economic Process* Harvard University Press (邦訳: 高橋正立, 神里公訳 (1993)『エントロピー法則と経済過程』みすず書房)。
- [26] Haan, de M. and Keuning, S. J. (1996) “Taking the environment into account: The NAMEA approach”, *Review of Income and Wealth*, 42 (2), pp.131~148.
- [27] Hartridge, O. and Pearce. D. (2001) *Is UK Agriculture Sustainable? Environmental Adjusted Economic Accounting for UK Agriculture*, CSERGE-Economics University College London.
- [28] 林岳 (2004)「地域における第一次産業の持続可能な発展に関する分析——北海道地方を事例とした環境・経済統合勘定の構築と推計——」『農林水産政策研究』第8号, pp.1~22.
- [29] 林岳, 山本充, 出村克彦 (1999)「北海道における地域環境・経済統合勘定の推計——実際環境費用の推計を中心として——」『北海道大学農学部農経論叢』, 第55巻, 1999, pp.29~49.
- [30] 林岳, 山本充, 出村克彦 (2002)「環境経済統合勘定による農業の多面的機能評価手法の開発」環境経済・政策学会 2002年大会報告要旨集 pp.240~241.
- [31] 林岳, 山本充, 増田清敬 (2003)「廃棄物勘定による農業の有機性資源循環システムの把握」『2003年度日本農業経済学会論文集』 pp.338~340, 農山漁村文化協会。
- [32] 林岳, 山本充, 有吉範敏 (2003)「公共事業評価勘定による公共事業の評価」, 環境経済・政策学会編『環境経済・政策学会年報第8号——公共事業と環境保全』 pp. 82~93, 東洋経済新報社。
- [33] 林岳, 山本充, 合崎英男, 出村克彦, 三橋初仁, 國光洋二 (2004)「マクロ環境勘定による農林業の多面的機能の総合評価に関する研究」『小樽商科大学商学討究』, 第54巻第4号, pp.107~130.
- [34] Hayashi T., Takahashi Y. & Yamamoto M., (2005) “How We Can Evaluate the Sustainability of Agriculture? An Evaluation by NAMEA and the Ecological Footprint”『小樽商科大学商学討究』, 第56巻第2・3合併号 pp.131~144.
- [35] Hayashi, T., Yamamoto, M. and Masuda, K., (2004) “Evaluation of the recycling of biomass resources by using the waste account”『地域学研究』, 第34巻第3号, pp.289~295.
- [36] Hayashi T., Takahashi Y. & Yamamoto M., (2006) “Developing an indicator for environment improvement potential in the agricultural sector” Contributed paper for presentation at the International Association of Agricultural Economists Conference, Gold Coast, Australia, August 12~18, 2006.
- [37] Heal, G., (2007) “Environmental accounting for ecosystems”, *ECOLOGICAL ECONOMICS*, Vol.61 No.4, pp. 693~694.
- [38] 北海道(1998),『一般廃棄物処理事業概要』平成7年度。
- [39] 北海道(1999),『産業廃棄物実態調査報告書』平成8年3月。
- [40] 北海道 (2002)「一般廃棄物の排出及び処理状況等(平成12年度速報値)について」。
- [41] 北海道(2005)「平成17年度温室効果ガス

- 排出量実態調査」。
- [42] 北海道経済産業局(2000),『平成7年北海道地域産業連関表』。
- [43] 細田衛士(1999)『グッズとバズの経済学』東洋経済新報社。
- [44] Huijbregts, A., J., M., Hellweg, S., Frischknecht, R., Hungerbuhler, K., and Hendriks, A., J., (2008) “Ecological footprint accounting in the life cycle assessment of products”, ECOLOGICAL ECONOMICS, Vol.64 No.4, pp.798~807.
- [45] Ike, T., (1999) “A Japanese NAMEA” Structural Change and Economic Dynamics Vol.10, No.1, pp.123~149.
- [46] 伊坪徳広, 稲葉敦(2005)『ライフサイクル環境影響評価手法』社団法人産業環境管理協会。
- [47] 環境庁(1996)『平成8年版環境白書 総説』。
- [48] 環境庁(1998)『環境勘定に関する基礎調査および包括的環境勘定体系(CASE)の開発』平成10年3月。
- [49] 環境省(2002a)『平成14年度温室効果ガス排出量算定方法検討会農業分科会報告書』。
- [50] 環境省(2002b)『平成14年度温室効果ガス排出量算定法封検討会廃棄物分科会報告書』。
- [51] 環境省(2002c)『循環型社会白書 平成14年版』。
- [52] 環境省(2002d)『平成14年事業 産業廃棄物排出・処理状況調査報告書』。
- [53] 環境省(2005)『環境会計ガイドライン 2005年版』。
- [54] 環境省(2008)『平成20年版環境統計集』。
- [55] 桂木健次(2005)「環境からの豊かさ計算」桂木健次, 増田信彦, 藤田暁男, 山田國廣編著『新版 環境と人間の経済学』, ミネルヴァ書房, pp.20~39.
- [56] 河野正男(1998)『生態会計論』, 森山書店。
- [57] 河野正男(2001)『環境会計——理論と実践——』, 中央経済社。
- [58] 河野正男編(2005)『環境会計 A to Z』ビ
オシティ。
- [59] 経済企画庁(1995)『国民経済計算体系に環境・経済統合勘定を付加するための研究報告書』(財団法人日本総合研究所, 平成6年度経済企画庁委託調査)。
- [60] 経済企画庁(1998)『環境・経済統合勘定の推計に関する研究報告書』(財団法人日本総合研究所, 平成9年度経済企画庁委託調査)。
- [61] 経済企画庁(1999)『環境・経済統合勘定の確立に関する研究報告書』(財団法人日本総合研究所, 平成10年度経済企画庁委託調査)。
- [62] 経済企画庁(2000)『環境・経済統合勘定の確立に関する研究報告書』(財団法人日本総合研究所, 平成11年度経済企画庁委託調査)。
- [63] 経済産業省(2001)『ステークホルダー重視による環境レポーティングガイドライン 2001』。
- [64] Keuning, S. J., and Haan, M. D., (1998) “Netherlands: What’s in a NAMEA? Recent results” Uno, K. and Bartelmus, P. (eds.) “Environmental Accounting in Theory and Practice” Kluwer Academic Publishers, pp.143~156.
- [65] 小口好昭(2002)「マクロ環境会計の歴史的展開」小口好昭編著『ミクロ環境会計とマクロ環境会計』, 中央大学出版部, pp.19~51.
- [66] 小口好昭(2002)「オランダのNAMEA」小口好昭編著『ミクロ環境会計とマクロ環境会計』, 中央大学出版部, pp.225~238.
- [67] 國部克彦編著(2001)『環境会計の理論と実践』, ぎょうせい。
- [68] 國部克彦編著(2004)『環境管理会計入門』, 産業環境管理協会。
- [69] 國部克彦「環境会計」(2005)桂木健次, 増田信彦, 藤田暁男, 山田國廣編著『新版環境と人間の経済学』, ミネルヴァ書房, pp.147~162.
- [70] Kolstad, C., D. (1999) Environmental Economics, Oxford University Press.

- [71] 倉阪秀史(2006)『環境と経済を再考する』ナカニシヤ出版。
- [72] Lawn, Philip (2001) *Toward Sustainable Development: An Ecological Economics Approach*, CRC Press.
- [73] Lawn, Philip (2006) *Sustainable Development Indicators in Ecological Economics*, Edward Elgar.
- [74] 三菱総合研究所 (2001)『地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的な機能の評価に関する調査研究報告書』。
- [75] 宮崎修行(2001)『統合的環境会計論』, 創成社。
- [76] 森口祐一 (1997)「わが国のマテリアルフローの推計と欧米諸国との比較」, 環境経済・政策学会 1997 年大会報告要旨集, pp. 207~212.
- [77] 森口祐一編著 (1999)『マテリアルフローデータブック~日本を取りまく世界の資源のフロー』国立環境研究所地球環境研究センター。
- [78] 内閣府 (2001)『環境・経済統合勘定の確立に関する研究報告書』(財団法人日本総合研究所, 平成 12 年度内閣府委託調査)。
- [79] 内閣府 (2002)『SEEA の改訂等にもなる環境経済勘定の再構築に関する研究報告書』(財団法人日本総合研究所, 平成 13 年度内閣府委託調査)。
- [80] 内閣府 (2003)『SEEA の改訂等にもなる環境経済勘定の再構築に関する研究報告書』(財団法人日本総合研究所, 平成 14 年度内閣府委託調査)。
- [81] 内閣府 (2004)『SEEA の改訂等にもなる環境経済勘定の再構築に関する研究報告書』(財団法人日本総合研究所, 平成 15 年度内閣府委託調査)。
- [82] 内閣府 (2004)『新しい環境・経済統合勘定について』, (<http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/sateraito/041012/honbun.pdf>)。
- [83] 内閣府 (2007)「地域版ハイブリッド型統合勘定作成マニュアル」季刊国民経済計算, No.133.
- [84] 南齋規介・森口祐一・東野達 (2002)『産業連関表による環境負荷原単位データブック (3EID) —— LCA のインベントリデータとして ——』, 国立環境研究所地球環境研究センター。
- [85] National Institute of Agricultural Economics (2004) *Measuring Sustainability Indicators for Italian Agriculture*, National Institute of Agricultural Economics.
- [86] 内藤正明, 西岡秀三, 原科幸彦(1986)『環境指標』, 学陽書房。
- [87] 日本ダム協会 (1999)『ダム年鑑 1999』。
- [88] 日本学術会議 (2001)『地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的な機能の評価について (答申)』。
- [89] Nordhaus, W., and Tobin, J. (1972) *Economic Growth*, NBER.
- [90] 農林水産省 (1993)『森林の公益的機能の評価検討調査報告書』。
- [91] 農林水産省農業総合研究所「農業・農村の公益的機能の評価検討チーム」.(1998)「代替法による農業・農村の公益的機能評価」, 『農業総合研究』第 52 号第 4 巻, pp.113~138.
- [92] 農林水産省統計情報部 (2000)『家畜排せつ物等のたい肥化施設の設置・運営状況調査報告書』。
- [93] 農林水産省統計情報部(2001a)『農林水産関連廃棄物等の利用・処理について』。
- [94] 農林水産省統計情報部 (2001b)『平成 12 年耕地及び作付面積統計 (平成 8 年~11 年累年統計)』。
- [95] 農林水産省統計情報部(2002a)『家畜飼養者によるたい肥化利用への取組状況調査報告書』。
- [96] 農林水産省統計情報部(2002b)『2000 年世界農林業センサス第 6 巻経営部門別農家統計報告書第 2 集』。
- [97] 農林水産省農業環境技術研究所編 (2000)『農業を軸とした有機性資源の循環利用の展望』。
- [98] 農林統計協会 (2003)『ポケット肥料要覧

- 2002/2003』.
- [99] 農村環境整備センター (2000) 『農業農村に対する公共投資の効果とコスト負担の在り方に関する調査』.
- [100] OECD (1998) 『農業の環境便益—その論点と政策』(農林水産省農業総合研究所監訳) 家の光協会.
- [101] OECD (2001a) 『OECD リポート 農業の多面的機能』農山漁村文化協会.
- [102] OECD (2001b) Environmental Indicators for Agriculture Volume 3 Methods and Results, OECD publications.
- [103] OECD (2001c) Sustainable Development Critical Issues OECD publications.
- [104] OECD (2002) Indicators to Measure Decoupling of Environmental Pressure from Economic Growth.
- [105] 大橋照枝 (2005) 『「満足社会」をデザインする第3のモノサシ』ダイヤモンド社.
- [106] Paton, William A. (1949), Essentials of accounting (Rev. ed.), p1, Macmillan.
- [107] Patterson, Murray (2006) “Selecting headline indicators for tracking progress to sustainability in a nation state” Philip Lawn edit (2006) Sustainable Development Indicators in Ecological Economics, Edward Elgar, pp.421~445.
- [108] 林野庁「森林の公益的機能の評価額について」, 林野庁 ホーム ページ (<http://www.rinya.maff.go.jp/PURESU/9gatu/kinou.html>).
- [109] 作間逸雄 (2003) 「SNA の基礎」作間逸雄編著『SNA がわかる経済統計学』, 有斐閣アルマ, pp.27~73.
- [110] 佐藤勢津子 (2003) 「サテライト勘定」作間逸雄編著『SNA がわかる経済統計学』, 有斐閣アルマ, pp.265~295.
- [111] シュミット・ブレイク (1997) 『ファクター10』, 佐々木健訳, シュプリンガー・フェアラーク東京.
- [112] Smith, R., (2007) “Development of the SEEA 2003 and its implementation” ECOLOGICAL ECONOMICS, Vol.61 No.4, pp.592~599.
- [113] 高橋義文, 林岳, 山本充, 出村克彦 (2008) 「エコロジカル・フットプリントを用いた持続可能評価と環境収容力の推定——土地資源に注目した Carrying Capacity の静学的評価——」出村克彦, 山本康貴, 吉田謙太郎編著 (2008) 『農業環境の経済評価——多面的機能・環境勘定・エコロジー』北海道大学出版会 pp. 413~444.
- [114] 東京都職員研修所調査研究室 (1999) 『H10 年度東京都環境経済統合勘定の試算に関する調査研究報告書』.
- [115] 東京都水道局 (2004) 『環境会計 (平成16年度予算版)』.
- [116] Turner, R. K., Pearce, D., and Bateman, I. (1993) Environmental Economics: An Elementary Introduction, The John Hopkins University (邦訳: 大沼あゆみ (2001) 『環境経済学入門』東洋経済新報社).
- [117] 植田和弘 (2000) 「循環型社会の公共政策」政策科学, 7-3, pp.77~88.
- [118] United Nations (1993a) Handbook of National Accounting Integrated Environmental and Economic Accounting (邦訳: 経済企画庁経済研究所 (現内閣府経済社会総合研究所) 『国民経済計算ハンドブック 環境・経済統合勘定』).
- [119] United Nations (1993b) 『アジェンダ 21——持続可能な開発のための人類の行動計画』(邦訳版).
- [120] United Nations, European Commission, International Money Fund, Organization for Economic Co-operation and Development, World Bank (2003), Handbook of National Accounting Integrated Environmental and Economic Accounting -Final draft circulated for information prior to official editing.

- [121] United Nations (1994), Commission of the EC, IMF, OECD & World Bank, System of National Accounts 1993, (邦訳：経済企画庁『1993年改訂 国民経済計算の体系』).
- [122] 鶴野公郎 (2003) 「環境経済統合勘定」吉田文和, 北畠能房編『岩波講座環境経済・政策学第8巻 環境の評価とマネジメント』, 岩波書店, pp.39~66.
- [123] Wackenagel, M., and Rees, W. E. (1996) OUR ECOLOGICAL FOOTPRINT, New Society Publisher (邦訳：和田喜彦監訳『エコロジカル・フットプリント』合同出版).
- [124] World Resources Institute (2000) The Weight of Nations: Material Outflows from Industrial economics.
- [125] World Wide Fund for nature (2004) Living Planet Report 2002, WWF.
- [126] 山本充 (2001) 「環境・経済統合勘定の展望」『小樽商科大学商学討究』, 第52巻第2・3合併号, pp.247~271.
- [127] 山本充 (2002a) 「NAMEA フレームワーク」『小樽商科大学商学討究』, 第52巻第4号, pp.165~187.
- [128] 山本充 (2002b) 「廃棄物勘定に関する考察(1)」, 小樽商科大学商学討究, 第53巻, 第1号, pp.307~341.
- [129] 山本充 (2002c) 「廃棄物勘定に関する考察(2)」, 小樽商科大学商学討究, 第53巻, 第2・3合併号, pp.165~186.
- [130] 山本充 (2003a) 「廃棄物勘定に関する考察(3)」, 小樽商科大学商学討究, 第53巻, 第4号, pp.137~153.
- [131] 山本充 (2003b) 「北海道における廃棄物勘定の推計とその検討」『地域学研究』, 第33巻第1号, 2003, pp.33~44.
- [132] 山本充 (2004) 「北海道 NAMEA の試算」『草地生態系の物質循環機能を考慮した酪農の持続的生産体系と LCA 分析』(平成13年度~平成15年度日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究(B)(2))研究成果報告書(第2報) 研究代表：出村克彦), pp.69~112.
- [133] Yamamoto, M. (2006) Developing an environmental indicator including environmental benefits, Otaru University of Commerce Center for Business Creation Discussion Paper Series No.105.
- [134] 山本充 (2007) 「環境価値と環境評価」時政勲, 藪田雅弘, 今泉博国, 有吉範敏編『環境と資源の経済学』, pp.141~161.
- [135] 山本充, 林岳 (2008) 「メゾ環境会計による地域経済と農林業の持続可能性の分析」出村克彦, 山本康貴, 吉田謙太郎編著 (2008) 『農業環境の経済評価』北海道大学出版会, pp.294~333.
- [136] 山本充, 林岳, 有吉範敏 (2003) 「マクロ環境勘定による環境便益の評価方法に関する研究」『小樽商科大学商学討究』, 第54巻第1号, pp.233~248.
- [137] 山本充, 林岳, 出村克彦 (1998) 「北海道における環境・経済統合勘定の推計——北海道グリーン GDP の試算——」『小樽商科大学商学討究』, 第49巻第2・3合併号, pp.93~122.
- [138] Yamamoto, M., Hayashi, T. and Demura, K. (1999), "Estimation of Integrated Environmental and Economic Accounting in Hokkaido" 『地域学研究』, 第29巻第1号, pp.25~40.
- [139] 山本充, 高橋義文, 林岳 (2008) 「ハイブリッド型環境勘定とエコロジカル・フットプリントによる北海道の持続可能性評価」『小樽商科大学商学討究』, 第58巻第4号, pp.65~80.
- [140] 吉田文和 (1998) 『廃棄物と汚染の政治経済学』岩波書店.

謝 辞

本論文をとりまとめるにあたり, 懇切な御指導を賜った北海道大学大学院農学研究院農業環境政策学研究室 出村克彦教授 (現:北海道大学名誉教授), 山本康貴准教授, 中谷朋昭助教に深甚なる感謝の意を捧げます。さらには, 有益な御助言を頂戴した波多野隆介教授, 長南史男

教授，飯澤理一郎教授，志賀永一准教授には心からお礼申し上げます。

また，農林水産省農林水産政策研究所の林岳主任研究官，北星学園大学経済学部の高橋義文講師，滋賀県立大学環境科学部の増田清敬助教には，これまでの共同研究の成果を本論文の一

部として使用することを快諾して頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

最後に，本論文の投稿に当たり有益な御指摘を頂戴した匿名レフェリーに深く感謝を申し上げます。

Summary

Environmental deterioration has expanded from local environmental pollution to global environmental disruption with economic modern industrialization and globalization. We have to break the link between economic activity and environmental deterioration, and have to preserve the ecosystem.

The purpose of this thesis is to consider a framework of macro environmental accounting that can provide an environmental indicator by which the sustainability of economic society can be evaluated appropriately.

Environmental accounting is applied as a tool for analyzing the correlation between economical activities and their environmental impacts. The theoretical framework is classified roughly into two basic accounting approaches. One is a macro environmental accounting based on SNA, which is accounting at a national level. The other is a form of micro environmental accounting based on corporate accounts. The former describes productive activities and consumption activities comprehensively, and the latter places emphasis on productive activities.

Up to the present, indicators of economic growth have been measures of total value-added, such as GDP. However, conventional indicators regard activities which have negative impacts on environments and human welfare as positive contributions to growth. Attempts were made to construct indicators which deduct from the measure of growth that portion of value-added that results in declines in human welfare. This is the so-called study of Green GDP. However, it is doubtful whether Green GDP is a comprehen-

sive indicator that takes environmental preservation into account. It is because Green GDP is shown as monetary information. Environment is not evaluated in a market. For this reason, when economic growth is larger than the reduction of environmental impacts, an indicator has the problem that a upgrowth is shown.

So, the theoretical framework of macro environmental accounting is applied to a regional economies, agriculture and forestry, and this thesis aims to construct an indicator which evaluates sustainability, and to construct a theoretical framework for macro environmental accounting.

Chapter I describes the background of this thesis, its purpose and states an analytic problem.

In Chapter II, environmental accounting is defined as a process that is communicated to stakeholders with the correlation between the economy and the environment, which is quantitatively measured as a physical and/or monetary term. And, the purpose of environmental accounting is to provide a correlation between the economy and the environment so as to improve the environmental preservation function of the accounting unit and its stakeholders. Moreover, methods of environmental accounting are categorized based on their accounting unit and their environment information. In addition, two theoretical frameworks of macro environmental accounting are described; one is the System for integrated Environmental and Economic Accounting (shortened to SEEA), and the other is a hybrid environmental accounting, which integrates monetary accounts and the

physical accounts.

In Chapter III, three macro environmental accountings which applied the SEEA framework were estimated. One is a macro environmental accounting for the economy of Hokkaido Prefecture. The second is a waste account for the waste-treatment activities in Hokkaido Prefecture. The third is a macro environmental accounting for agriculture and forestry throughout Japan. As a result, it became clear that the cost effectiveness of environmental activity in Hokkaido is lower than the national average. This suggests that reduction of environmental impacts is not performed at suitable costs. And, it became clear that countermeasures against local environmental problems such as air pollution and water pollution, improves with the eco-efficiency indicators and the decoupling indicators. However, it became clear that the countermeasures against global environmental problems are lagging and that the environmental impact of consumption activities is large. Moreover, the waste-treatment activities in Hokkaido to improve the performance of reuse and recycling of waste products, and realize a reduction in the amount of final disposals was shown as an estimation result of the waste account of Hokkaido. However, because emission of air pollutants and greenhouse gases resulting from waste-treatment activities were increasing, it became clear that eco-efficiency is falling. From these results, it was shown that it is insufficient to decouple growth of the economy from environmental impacts. Next, it became clear from the estimation result of an agricultural waste account that reduction of water pollution is realized by appropriate disposal and circulation of livestock feces and urine. However, emission of greenhouse gases by disposal and recycle activities increased, and it became clear that

the environmental problem has been shifted.

In Chapter IV, it became clear from the estimation result of the agriculture and forestry SEEA which extended the production boundary of SNA and evaluated the environmental benefit of agriculture and forestry that agriculture and forestry offset their environmental impact by the environmental benefit, returned the excessive benefit to society, and the external economy effect has occurred. Where, it is necessary to improve about air pollution. As mentioned above, it became clear that the environmental benefit to society can be increased by reducing the environmental impacts of the productive activity of agriculture and forestry.

In Chapter V, the ecological footprint (shortened to EF), based on the concept of ecological economics was introduced into the macro environmental accounting as an indicator. EF recognizes an environmental physical limitation, is understanding the physical use state of the environment by an economic activity, and can evaluate the strong sustainability. And it became clear from the estimation result of the hybrid environmental accounting which introduced the physical account and EF for Hokkaido prefecture that the Hokkaido economy is in an ecological deficit to an environmental carrying capacity. However, because EF was decreasing, it was also shown that the Hokkaido economy is progressing in the sustainable way. Moreover, in Hokkaido, the improvement of eco-efficiency is found on local environmental aspects, such as air pollution and water pollution. However, in emission of greenhouse gas, and energy consumption and a land use, it was shown that eco-efficiency is low and the decoupling has not been realized. On the other hand, from the estimation result of the hybrid environmental accounting for the agriculture and forestry of Hokkaido, it was

determined that it was possible to decrease EF of a local society by the environmental benefit of agriculture and forestry.

However, it became clear with decoupling indicators that productive activities of agriculture and forestry need the improvement of eco-efficiency.

From the result of the above empirical study, it is desirable to apply EF as a comprehensive environmental indicator to clarify the sustainability of economic activities. And it became clear that eco-efficiency indicators and decoupling indicators are useful as indicators which drive the sustainability of economic activities.

On the other hand, the Green GDP based on environmental monetary valuations is useful as environmental-costs indicators, such as environmental expenditures. And, the hybrid framework which introduced the physical-environment account which clarifies

the use state of the environment by the economy for environmental carrying capacity as a framework of a macro environmental accounting is useful. That is, environmental-improvement indicators and sustainability indicators can be derived by introducing EF into the framework of the hybrid environmental accounting which integrated a monetary account and physical environmental accounts. Therefore, it was identified that the information about the environmental pressure for environmental carrying capacity and the information about the performance of economic activities can be provided using these easy indicators. And the framework of a macro environmental accounting can be improved by introducing a material flow account. This improvement enables finding of a shift of environmental problems, and evaluation of the eco-efficiency of resource circulation activities.