

第5章 MFCA 高度化研究テーマ4

『外部環境経営評価指標としての MFCA の研究』 (主な環境影響統合評価手法の活用ガイダンス)

5-1 調査概要

(1) 背景

企業の環境経営が促進されるにつれて、企業全体の環境経営の有効性を示す環境経営指標の必要性が高まってきている。

環境経営指標には様々なものがあるが、異なる環境負荷を統合的に評価した総合的な環境経営指標への期待が高まっている。多くの企業は、統合的な環境経営指標を環境報告書で開示しているが、現状では評価手法の活用方法に対する理解が十分ではなく、改善の余地は大きいと言える。特に、環境経営の環境面を評価する手法として、LIME、JEPIX、限界削減費用法（MAC）などの環境影響統合評価手法が開発されているが、企業経営のどの場面でどの手法を活用するべきかについてのガイダンスはなく、企業がそれぞれ判断して活用している状況である。

(2) 目的

ワーキンググループ3（以下、WG3 と記す）では、上記の背景を受け、環境影響統合評価手法の専門的知見を結集し、企業にとって、どのような目的にどのような環境影響統合評価手法を活用することが望ましいかを検討する。そして MFCA 及び環境影響の統合的な評価手法を中心に、環境経営指標を有効活用するガイドラインを開発することを目的とする。

(3) 調査方法と進め方

MFCA 及び環境影響の統合的な評価手法の研究者及び導入事例企業を集め、各手法の概要説明及び導入事例報告を踏まえて、ガイダンスの検討を行った。

WG3 の検討会（全4回）は表5-1に示す日程及び議題で開催された。

(表5-1 WG3 の開催日程)

検討会	開催日	議題
第1回検討会	平成18年8月30日	討議の方向性
第2回検討会	平成18年10月17日	環境負荷の統合評価手法（LIME、JEPIX、MAC）
第3回検討会	平成18年11月7日	企業における環境負荷の統合評価手法の活用事例
第4回検討会	平成19年1月16日	WG3における検討のまとめ及び報告書の内容

以下に各検討会の概要を記す。

① 第1回検討会

- ・ 國部委員長より WG3 の目的に関する説明があり、引き続き、事務局から LIME、JEPIX 及び MAC の 3 手法が企業において実際にどのように活用されているかについての調査結果の報告があった。
- ・ 各手法の課題や今後の WG3 での討議の方向性についてフリーディスカッションが行われた。

② 第2回検討会

- ・ 國部委員長より WG3 の第2回検討会の目的に関する説明があった。
- ・ 伊坪委員より LIME、魚住委員より JEPIX、石川委員より MAC についての説明が行われた。
- ・ 各手法についての質疑及びフリーディスカッションが行われた。

③ 第3回検討会

- ・ 國部委員長より WG3 の第3回検討会の目的に関する説明があった。
- ・ 事務局よりマテリアルフローコスト会計（MFCA）と本事業に関する説明があった
- ・ 白鳥委員から積水化学における JEPIX の活用方法、則武委員よりリコーにおける EPS の活用方法、岡崎委員より荏原製作所における MAC の活用方法、伊坪委員より産業環境管理協会での LIME に関する取組についてそれぞれ説明が行われた。
- ・ 事務局より各手法の活用方法のたたき台に関する説明があった。
- ・ 報告書のまとめ方等についてフリーディスカッションが行われた。

④ 第4回検討会

- ・ 事務局より、報告書素案の説明があった。
- ・ 各委員より、事務局素案についての意見及びフリーディスカッションが行われた。

5-2 環境影響統合評価手法

5-2-1 対象とする環境影響統合評価手法

環境影響を統合評価する方法には、いくつかの考え方がある。環境への被害の大きさを評価する「被害算定型法」、実際の環境負荷物質の発生量と規制値からの距離に基づき評価する「目標への距離（Distance to Target）法」、環境負荷物質を削減するコストに基づき評価する「限界費用削減法」などが主だったものである。それぞれの考え方に基づいた手法が世界各国で開発されている。今回は、これらの3つの考え方を採用した方法のうち、日本で開発された手法として、それぞれ LIME、JEPIX、MAC を取り上げることとし、各手法の開発に携わった方々に委員として参加いただいた。

本報告書では、「被害算定型法」を代表して LIME を、「目標への距離（Distance to Target）法」を代表して JEPIX を、「限界費用削減法」を代表して MAC を取り上げているが、5-3 の各手法の活用ガイダンスなどにおいて、LIME、JEPIX、MAC という記述を、3つの方法分類に含まれるその他の手法（例えば、LIME と同じ被害算定型法の EPS など）に読み替えていただいても大方は対応できると思われる。

5-2-2 各環境影響統合評価手法の概要

WG3 の第2回検討会での委員からの発表及び既存の文献に基づき、LIME、JEPIX 及び MAC の各環境影響評価手法の概要を以下に整理する。

(1) LIME

LIME（Life-cycle Impact assessment Method based on Endpoint modeling）は、産業技術総合研究所ライフサイクルアセスメント研究センターと LCA プロジェクト（正式名：製品等ライフサイクル環境影響評価技術開発；新エネルギー・産業技術総合開発機構、委託先 産業環境管理協会）との連携を通じて開発された日本版被害算定型環境影響評価手法である。

海外の被害算定型環境影響評価手法として、オランダで開発された Eco-indicator 99、スウェーデンで開発された環境優先戦略（EPS）、EU の主導で開発された ExternE が代表的なものとして挙げられる。しかし、これらの手法は海外のバックグラウンドデータに基づいて開発されていることから、環境条件の異なる我が国で活用するにあたっては課題が存在する。LIME は我が国の環境条件に基づいて開発されているという意味で、我が国での企業活動への適用により適した手法であると言える。

LIME では、異なる種類の環境負荷物質について、人間健康などのいくつかの共通のエン

ドポイントに被害量が集約され、最終的に複数のエンドポイント間の重要度が勘案された上で統合化指標が得られる。環境負荷物質の被害量を評価するプロセスにおいては疫学や生態学をはじめとする自然科学的知見が、複数のエンドポイント間の重要度を勘案して単一指標化するプロセスにおいては経済学をはじめとする社会科学的知見が活用されている。

LIME では、現世代の社会的選好が適切に反映されるよう、コンジョイント法¹及び AHP 法²を用いてエンドポイント間の重み付けが行われている。特性化係数³、被害係数⁴及び統合化係数の三通りの係数が用意されているが、環境負荷物質を単一指標化する際に用いられる統合化係数としては、無次元数の係数と貨幣単位の係数のいずれを選択することも可能である。したがって、環境負荷物質の外部コストを貨幣単位で評価する目的で LIME の貨幣単位の統合化係数を用いることも可能である。

LIME では地球温暖化、オゾン層破壊、都市域大気汚染をはじめとする 11 の環境領域が考慮されており、1000 の環境負荷物質について評価対象とすることが可能である。

単一指標は次式を用いて求められる（コンジョイント法の場合）。

$$\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I s_i \times DF_{i,j} \times WTP_j = \sum_{i=1}^I s_i \times \left[\sum_{j=1}^J DF_{i,j} \times WTP_j \right]$$

ここで

s_i = 物質 i のライフサイクルインベントリ

$DF_{i,j}$ = 保護対象 j における物質 i の被害係数

WTP_j = 保護対象 j の 1 指標単位の被害の回避に対する支払意志額（Willingness-To-Pay）

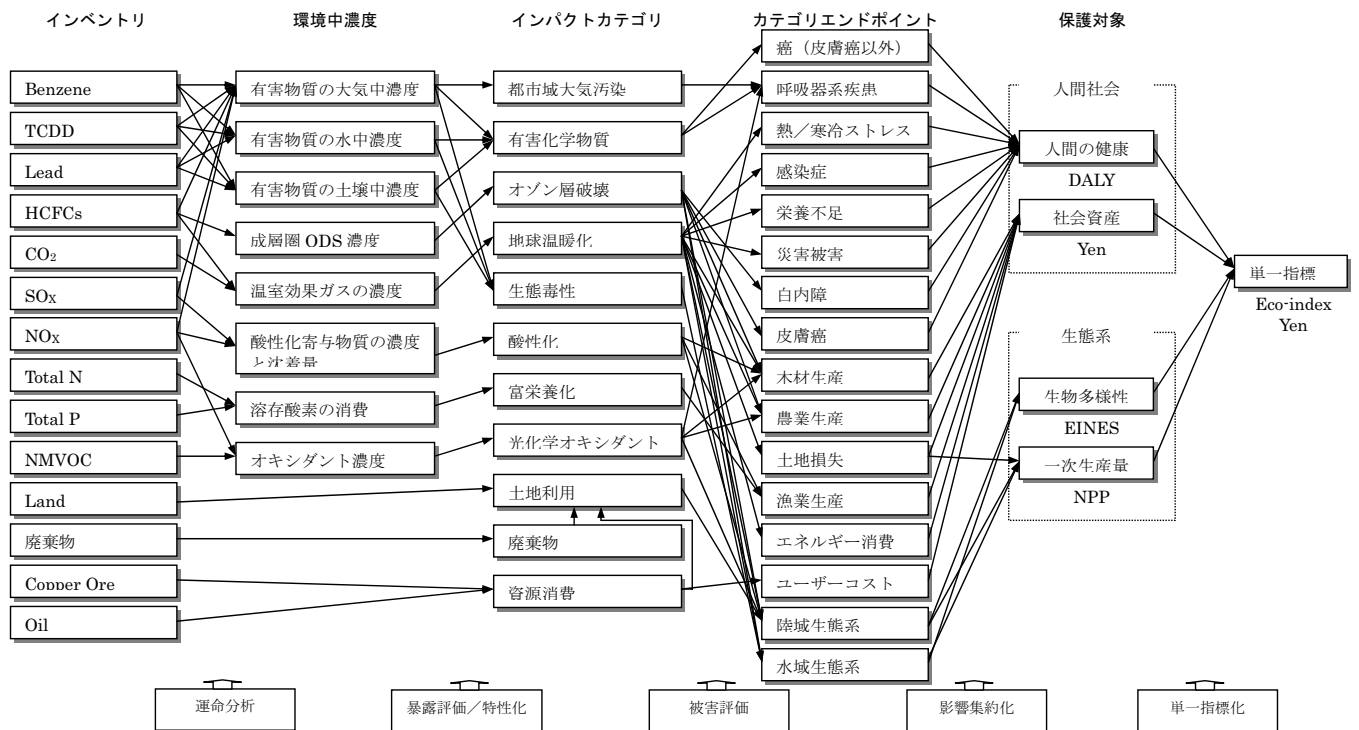
なお、LIME のインベントリから統合化の流れを図 5-1 に示す。

¹複数の選択肢を回答者に提示し、好ましさについて質問することで、選択肢の属性別に回答者の選好を評価する手法

²意思決定過程を階層構造に分解して単純な対比較とし、この判断を統合して全体としての優先順位や配分率決定する手法

³ 環境領域に対する影響度を表す係数。この係数を用いることで環境領域ごとに基準物質の等価量に換算される。

⁴人間健康や生物多様性といったエンドポイントに対する影響度を表す係数。



(図 5-1 LIME のインベントリから統合化の流れ)

(2) JEPIX

JEPIX (Environmental Policy Priorities Index for Japan : 環境政策優先度指数日本版) は、環境技術振興事業団 (JST) の資金援助を受け、環境会計、環境マネジメント、環境報告書作成、環境格付、エコバランス及び LCA などの分野に従事する団体・個人のイニシアティブとして実施されたプロジェクトを通じて開発された、Distance-to-Target (DtT) 型の環境影響評価手法である。DtT 法とは、実際の環境負荷発生量と政策目標との距離に基づいて重み付けを行う考え方であり、政策目標から実際値が乖離していればいるほど、統合化係数の値は大きくなる。JEPIX の開発は、国際基督教大学の宮崎教授を中心とする環境経営格付機構の環境会計専門家チームの監督と理論指導のもとに行われた。

JEPIX では、スイスで開発された DtT 型の環境影響評価手法である BUWAL SR297 にならない、DtT 法の考え方に基づいて算出された係数 (エコファクター) が採用されている。しかし、JEPIX には、我が国での実際の環境負荷発生量と我が国の環境政策で設定された (あるいは我が国の環境政策から推定される) 目標との距離 (Distance-to-Target) が反映されているため、その意味で、日本における企業活動への適用に適していると言える。

エコファクターに反映される「目標までの距離」以外の点で JEPIX が BUWAL SR297 と異なる点として、環境カテゴリーの集約度が挙げられる。BUWAL SR297 では環境カテゴリーの集約度が低かったが、JEPIX では環境カテゴリーが 12 に集約されている (温室効果ガス、オゾン層破壊ガス、ダイオキシンを含む有害物質、光化学オキシダント、窒素酸化物、SPM₁₀、COD、BOD、窒素、リン、廃棄物、道路騒音)。各物質はいずれかのカテゴリーに割り当てられた上で重み付けが行われる。したがって、JEPIX の場合のエコファクターは次式を用いて求められる。

$$\text{物質 } i \text{ のエコファクター } (w_i) = \sum_{j=1}^J CF_{i,j} \times \frac{F_j}{F_{k,j}} \times \frac{1}{F_{k,j}} \times cons$$

ここで

$CF_{i,j}$ = 環境カテゴリー j における物質 i の特性化係数 ($j=1, \dots, J$)

F_j = 環境カテゴリー j における基準物質の実際フロー

$F_{k,j}$ = 環境カテゴリー j における基準物質の合計の政策的目標フロー

$cons$ = 定数

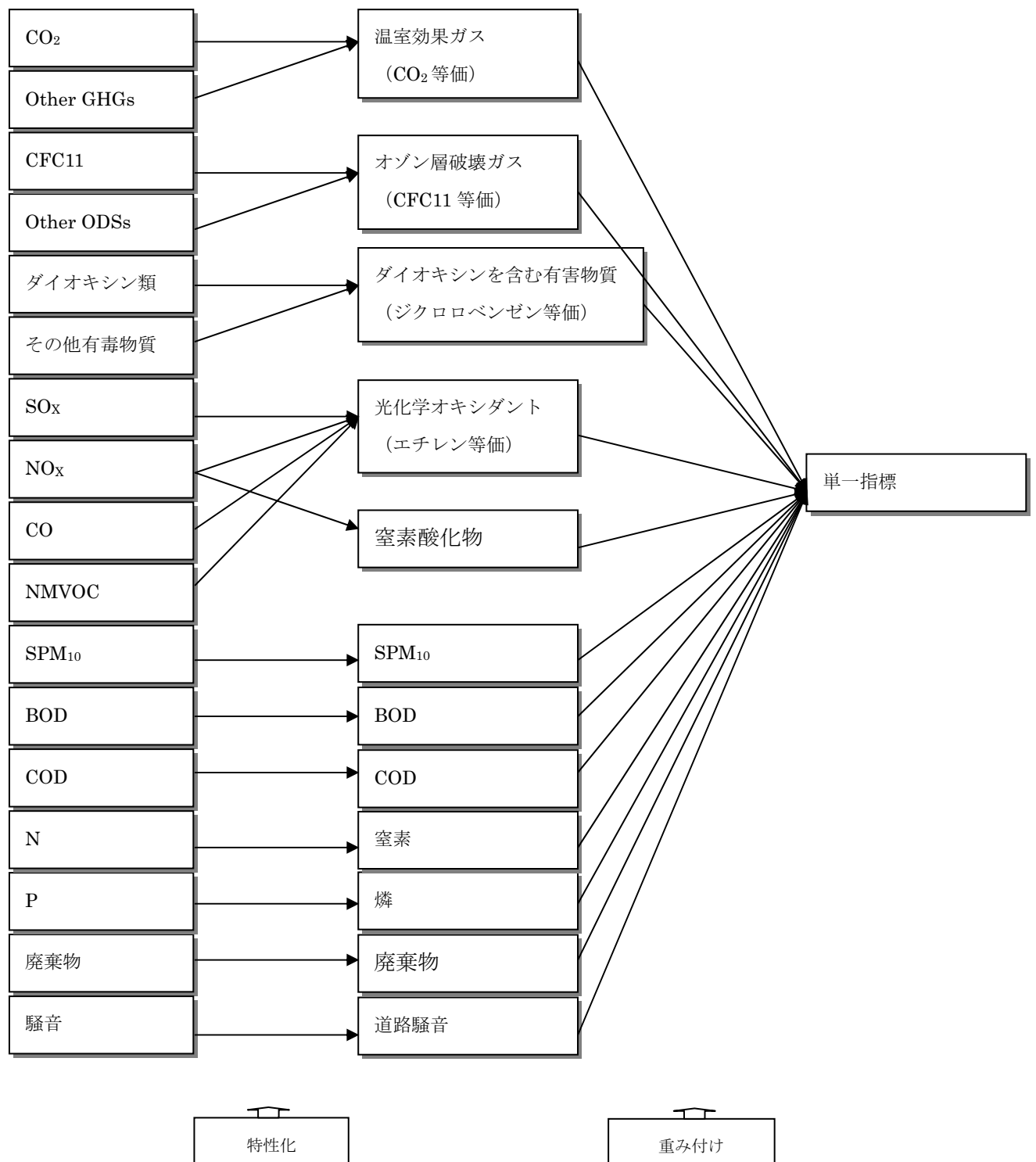
第 2 項 ($F_j/F_{k,j}$) は、個々の環境負荷物質の実際の排出量と政策的に目標とされている排出量の比率である。例えば、実際の排出量が目標とする排出量の半分であればこの値は 0.5、実際に排出量が目標とする排出量の 2 倍であればこの値は 2.0、実際の排出量が目標とする排出量に等しければこの値は 1 となる。したがって、目標とする排出量に対して現実の排出量が小さければ小さいほど、エコファクターの値は小さくなる。また、逆の捉え方

をすれば、目標とする排出量が小さければ小さいほど（つまり、政策的な削減目標が実際の排出量に対して厳しければ厳しいほど）、エコファクターの値は大きくなる。

これに対して、第3項（ $1/F_{kj}$ ）は、目標とする排出量について正規化を行うための項である。少量でも有害になる物質 i_1 と大量に排出されてはじめて有害になる物質 i_2 がある場合、この第3項（ $1/F_{kj}$ ）によって正規化が行われるため、第2項（ F_j/F_{kj} ）の値が同じく 0.5 であったとしても、比較可能な重み付けが可能になる。

なお、JEPIX のインベントリから統合化の流れを図 5・2 に示す。

インベントリ



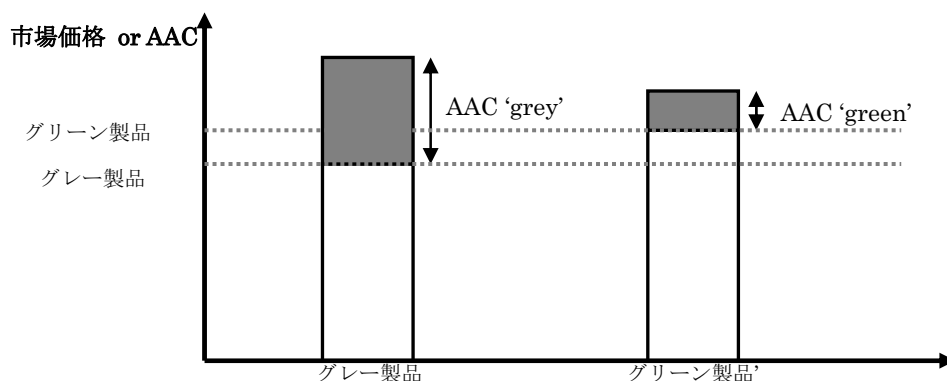
(図 5-2 JEPIX のインベントリから統合化の流れ)

(3) MAC

MAC (Maximum-Abatement Cost method : 限界削減費用法) は、福井県立大学大学院の岡教授、神戸大学大学院の石川教授、文教大学の藤井美文教授らによって開発された環境影響評価手法である。

MAC の開発の背景として、異なる環境負荷物質の異なるエンドポイントに対する影響の重要性あるいは影響の低減の価値を、何らかの方法で導き出した社会的選好などによって統合することについて、現時点として合意を形成することが難しいという課題認識がある。

MAC は、このような価値判断を回避するため、ある環境負荷物質について、「社会のどこかでその物質の排出量を 1kg 減らすためにかけている費用のうち最大のものを」を限界削減費用として定義し、単一指標化するための係数として提示している。この係数は、現実の技術費用にのみ依拠したものであり、エンドポイントに対する影響についての価値判断に伴う不確実性は回避されている。また、単一指標化された値は貨幣単位で表されてはいるものの、LIME の場合とは異なり、環境負荷物質の外部コストを貨幣評価して単一指標化するものではない。なお、MAC で対象とする環境負荷物質は CO₂ や NO_x をはじめとする 15 物質である。



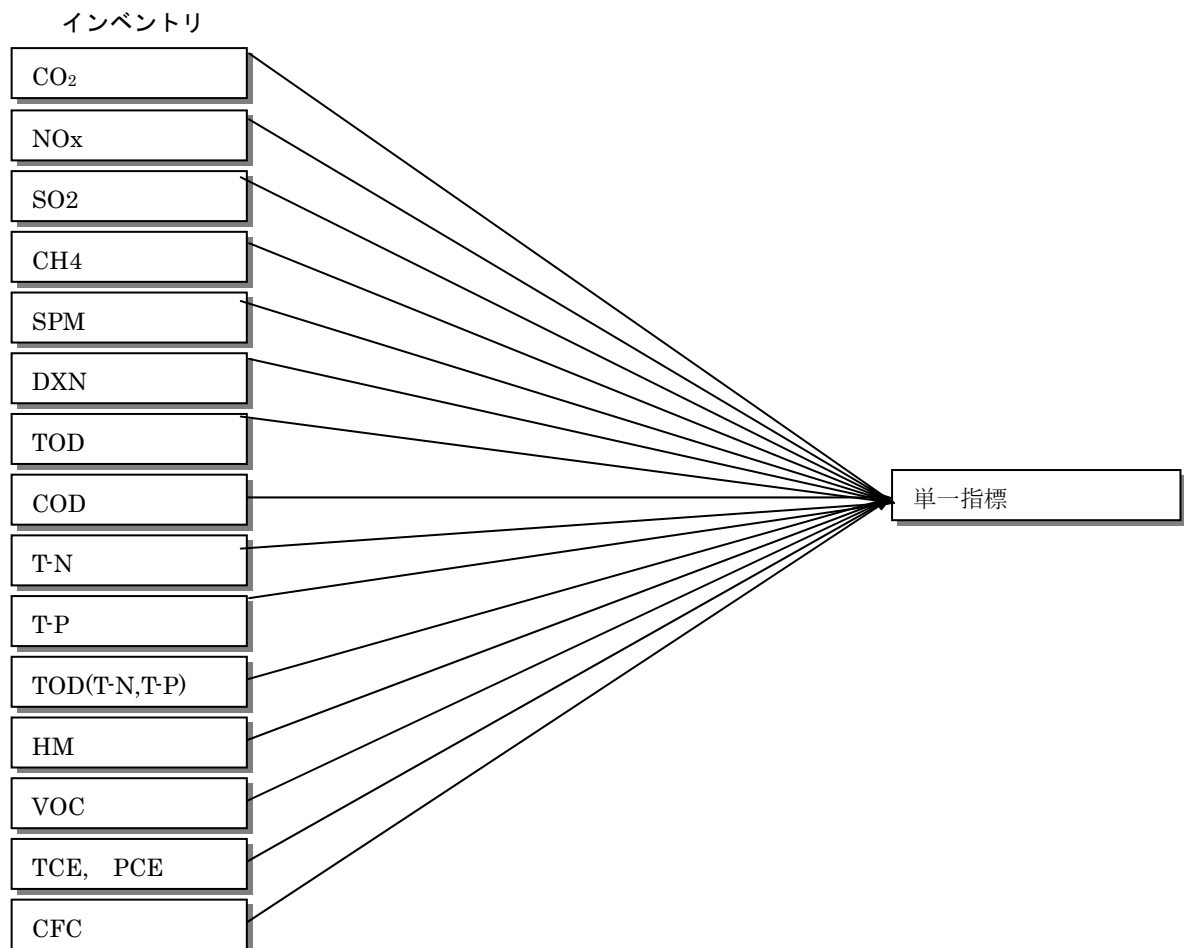
(図 5-3 市場価格と環境負荷物質削減費用の合計額による比較)

MAC の係数が用いられる場合、異なる複数の代替案（例えば、製品の調達についての代替案）について、市場価格と回避可能削減費用（AAC: Avoidable Abatement Cost）⁵の合計額が比較される。図 5-3 は環境負荷の小さい製品（グリーン製品）と環境負荷の大きい製品（グレー製品）の調達を比較したものである。市場価格としては、グリーン製品のほうがグレー製品よりも高価であるが、回避可能削減費用を加味すれば、グリーン製品のほうが「安価」となる。民間企業の場合とは異なり、公共部門における調達の意思決定においては、市場価格が割高であっても政策的に回避可能削減費用の小さい物品を選択することは合理性があり、現実的にありうる。したがって、MAC の適用は、公共調達等において、こ

⁵排出量を一定の水準にまで削減するための費用

うした意思決定がなされる場合に活用されている。

なお、MAC のインベントリから統合化の流れを図 5-4 に示す。



(図5-4 MACのインベントリから統合化の流れ)

5-2-3 各環境影響統合評価手法の比較

(1) 3手法の特筆すべき相違点

LIME、JEPIX 及び MAC の 3 手法は、インベントリ分析を行った後、各インベントリデータにそれに該当する評価係数を乗じ、それらをすべて加算することで統合化を行うという点で共通している。しかし統合化に対する基本的な考え方や範囲など異なる点も多い。各手法間で特筆すべき異なる点を以下に要約する。

① 統合評価に対する考え方

統合評価に対する考え方は 3 つの手法間で全く別である。LIME の場合、被害算定型の環境影響評価手法であり、自然科学的知見と社会科学的知見を用い、環境負荷物質の外部コストを直接的に評価しようとする手法であると言える。JEPIX の場合、我が国における実際の環境負荷物質の発生量と政策目標との距離に基づいて重み付けを行うという考え方であり、政策目標から実際値が乖離していればいるほど、統合化係数の値は大きくなる。しかし、統合評価の考え方は異なるものの、LIME、JEPIX とも、環境負荷物質の外部環境影響を評価しようとする手法であると言える。これに対し、MAC は、環境負荷物質の削減費用に着目した手法である。したがって、例えば、環境負荷削減のための投資の意思決定において、削減のための費用と削減による便益を比較しようとする場合、MAC を便益の測定に用いることは誤った用い方であると言える。

② 対象とする環境負荷物質

対象とする環境負荷物質は、表 5-2 に示すように、共通している部分も多いが、大きく異なる部分もある。例えば、JEPIX と MAC の場合、環境負荷物質のアウトプットしか評価の対象としていない。また、MAC はアウトプットの中でも廃棄物は評価の対象としていない。LIME では資源のインプットも評価の対象として含まれている。したがって、意思決定にあたって天然資源の枯渇の影響も考慮に入れようとする場合、LIME が望ましい選択肢となる。

また、意思決定にあたって考慮したいと考えている環境負荷物質について、統合評価するための係数が用意されていない場合、その手法を用いることは難しくなる。

③ 単一指標の単位

統合化によって得られる単一指標の単位も 3 手法間で異なる。単一指標の単位は、LIME の場合は「無次元数」又は「円」、JEPIX の場合は「無次元数」、MAC の場合は「円」である。無次元数の場合、「企業の創出する付加価値」のような貨幣単位の指標と組み合わせようとするれば、環境効率指標のように、除算によって計算するほかない（図 5-5）。

$$\frac{\text{企業の創出する付加価値}}{\text{環境負荷の単一指標}} = \text{環境効率指標}$$

（図 5-5 無次元数の指標と貨幣単位の指標の組み合わせの例：環境効率指標）

しかし、「円」のような貨幣単位の指標であれば、例えば、「企業の創出する付加価値」から貨幣単位の環境負荷の評価額を差し引くようなことも可能である（図 5-6）。

$$\text{企業の創出する付加価値} - \text{環境負荷の単一指標（金額）} = \text{環境負荷の影響を控除した付加価値}$$

（図 5-6 貨幣単位の指標どうしの組み合わせの例：環境負荷の影響を控除した付加価値）

（２）各手法の比較表

3 手法を比較した結果を表 5-2 に示す。

(表 5-2 LIME、JEPIX 及び MAC の比較表)

	LIME	JEPIX	MAC (TLCC)
背景・経緯	・LCAのインパクトアセスメント手法として開発(LCI→LCIAの流れの中で) ・日本の環境条件を反映した被害算定型手法をLCA国家プロジェクト(経産省1998～2003年)インパクト評価研究会において開発 ・第2期LCAプロジェクト(2003～2006年)において、旧版を改定したLIME2を開発	・環境技術振興事業団(JST)の資金援助を受け、環境経営学会・環境経営格付機構の環境格付研究の一環として開始 ・国際基督教大学(ICU)の宮崎修行教授をプロジェクトリーダーとし、2001年から2003年にかけて実施、2003年度から2007年度まで文部科学省21世紀COEプログラム(ICU[平和・安全・共生研究])として実施 ・スイスのeco-scarcity method(環境希少性評価手法)をもとに開発	・環境対応型製品のコストと環境負荷を統合して定量的に評価する手法として、荏原環境基金の資金援助を受け、1999年より開発開始。 ・LCCとの統合を考え、測定可能な客観的手法であることを目指して開発。 ・2004年、2006年 Eco-Efficiency国際会議 主催。環境効率の国際的議論の場を提供し、MACの更なるブラッシュアップ。 ・2005年度 NEDO調査事業にて適用可能性検討。
目的・狙い	・LCA、環境会計、環境効率など、製品や企業活動における環境情報を定量的に表現するツール、手法を円滑に、かつ、高精度に実施することを支援する手法として開発 ・日本版の被害算定型環境影響手法の策定 ・自然科学の最新の知見と社会科学の最先端の手法を活用 ・LCA実施者の多様な目的に応じた評価手法の提示	・環境パフォーマンス評価手法として、環境会計、企業のエコバランス、環境格付、エコエフィシエンス分析等への適用期待	・TLCCの基本思想は、経済性、環境面の異なる二つの要素を単一のコストで表し、環境に配慮した経済活動の意思決定の判断材料を提供すること ・TLCCは、環境影響についての単一指標を得るものではない。 ・TLCCは、環境コストのみによって、複数商品の比較したりしない。環境コストは、LCCと足し合わせて初めて意味を持つ。
統合評価の考え方	・エンドポイント評価 ・エンドポイント間の重み付けは、コンジョイント分析及びAHP法で設定又は環境影響の回避に対する支払い意思(WTP)に基づき設定	Distance-to-Target (目標への距離法)	経済評価(LCI分析結果に境界削減費用法による境界削減費用を乗じ、環境負荷の発生を回避するために必要な費用と実際にかかる対策費用との費用効果分析)
対象とする環境負荷物質の数	・インプット(資源投入)及びアウトプット(エミッション)両方を対象 ・11環境影響領域 ①オゾン層破壊、②地球温暖化、③酸性化、④都市域大気汚染、⑤光化学オキシダント、⑥有害化学物質、⑦生態毒性、⑧富栄養化、⑨土地利用、⑩資源消費、⑪廃棄物 ・対象環境負荷物質：1000物質(Appendix3統合化係数リストより) *1	・アウトプット(エミッション)のみ対象 ・12環境影響領域(簡易シートでは騒音を除く11) ①温室効果ガス、②オゾン層破壊物質、③有害大気汚染物質、④光化学オキシダント、⑤NOx、⑥SPM10、⑦河川へのBOD、⑧海域・湖沼へのCOD、⑨海域への窒素、⑩海域へのリン、⑪埋立廃棄物、⑫騒音 ・対象環境負荷物質：数百物質	・アウトプット(エミッション)のみ対象 ・対象環境負荷物質：15物質 ①CO2、②Nox、③Sox、④CH4、⑤SPM(浮遊粒子物質)、⑥DXN(ダイオキシン)、⑦TOD(富栄養化原因物質)、⑧COD、⑨T-N、⑩T-P、⑪TOD(T-N、T-P)、⑫HM(重金属)、⑬VOC(揮発性有機化合物)、⑭TCE(トリクロロエチレン)、PCE(テトラクロロエチレン)、⑮CFC *2 p2-8
金額換算の有無	金額換算あり。環境対策の社会的影響(一般市民への影響)を金額で評価するときに用いる。	金額換算なし。	金額換算あり。環境対策の費用(企業内部で発生する費用)を比較するときに用いる。
現在の主な使われ方	LCAのインパクトアセスメント手法として、製品の環境影響評価に使われることが多い。最近では事業所全体の影響評価にも使用されている。	事業所全体の環境影響評価に使われることが多い(事業所の環境効率など)。	公共調達の順位付けに使われる場合が多い。グリーン購入や予算が決まっている場合の投資対象の選択肢の優先順に付けに活用される場合が多い。
計算式	Σ (環境負荷量 × 統合化係数)	Σ (環境負荷量 × エコファクター)	$LCC + \Sigma$ (環境負荷量 × MAC) ※ Σ (環境負荷量 × MAC)とLCCを足し合わせ、環境面を考慮した経済性評価。
係数の意味	係数：特性化係数、被害係数、統合化係数 自然環境・人への影響の大きさ(環境保全にいくら支払う意思があるか)	係数：エコファクター 規制目標と実際の排出量との比率(目標までの距離) 目標までの距離が大きいほど環境影響が大きいと考え、係数値が大きくなる	係数：MAC(境界排出削減費用) 社会のどこかでその物質の排出を1kg減らすためにかけている費用のうち最大のものの。 *2 p1-2
係数比較(一例)	CO2 1.74円/kg CFC-11 19,000円/kg NOx 141円/kg(点源) T-N 82.5円/kg *1 CDROM統合化係数リストVer.1	CO2 894.989EIP/千t-CO2 CFC-11 429.282.094EIP/ODP-t NOx 675.917EIP/t-Nox T-N 7.973.166EIP/t-N	CO2 7円/kg CFC-11 24,000円/kg NOx 2,500円/kg T-N 5,900円/kg *2 p2-8
視点	市民の視点：環境負荷削減にいくら払うか	政策者・企業の戦略的リスク管理者の視点：	企業の視点：環境負荷低減にいくらかかるか。
リスクについて	自然環境、人間健康、植物生長、社会資本についてのリスク	企業の法的/規制リスク(企業価値の低下)	・公害防止規制の変化、技術開発などによる(削減費用の変化)のリスク。
その他特徴(他手法との比較において)	・資源消費を含めた、環境負荷統合手法 ・事前科学的知見に基づいて環境影響量(被害量)を定量化 ・環境影響の統合化は統計的有意性について検証済み(母集団の代表性について検証されたデータを利用)	・企業の戦略的環境経営実施のための情報ツール	・価値(便益)を比較するのではなく、便益を同じになるようにそろえて、費用を比較する手法

第2回WGでの配布資料(伊坪氏、魚住氏、石川氏)及びディスカッションを元に作成
それ以外は次の資料を参照した。 *1 ライフサイクル環境影響評価手法 伊坪・稲葉 産環協

*2 「経済・環境両側面を配慮した簡易的な環境影響評価手法(TLCC)の導入可能性調査」報告書 平成18年3月 NEDO

5-3. 企業の目的に応じた活用場面と各環境影響統合評価手法の活用ガイダンス

現在では、企業の目的に応じたいろいろな場面で被害算定型の LIME、Distance to Target 型の JEPIX、限界削減費用形の MAC などの環境影響統合評価手法が利用できるようになっている。それらの手法をやみくもに使うのではなく、どんな場面でどの手法を用いることが望ましいか、また活用する上で留意すべき点などを認識することは重要である。

ここでは、企業における各環境影響統合評価手法の活用場面を想定し、各活用場面において各手法を活用する場合のガイダンスを述べる。

またその前に、企業が意思決定を行う場合には、企業の内部コストと外部環境影響の両面を捉えることが重要であるので、この両者の関連についても触れておくこととする。ここでは、企業の内部コストを見える化するツールである MFCA と、外部環境影響を見える化するツールである環境影響統合評価手法の融合的な活用について述べる。

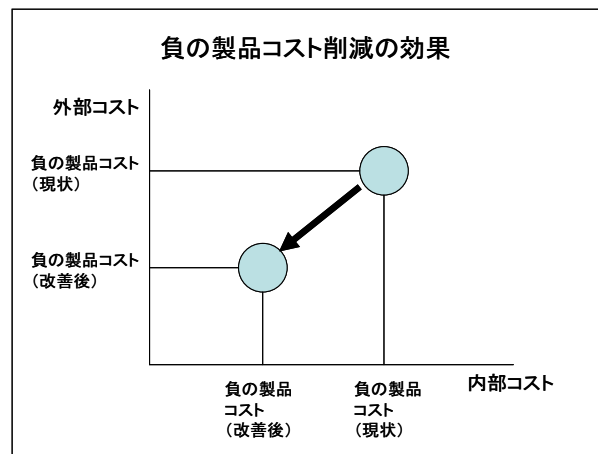
5-3-1. MFCA と環境影響統合評価手法との融合的利用の可能性

MFCA は、企業の意思決定に有用な情報を提供する環境管理会計として位置づけられている。環境管理会計であるからには、環境面の評価と経済面の評価の両方が必要であるが、現在のところ日本では主に経済面の評価手法として活用されている。具体的には、廃棄物に含まれるロスを経済面で「見える化」するツールとして活用されている場合が非常に多い。

それは、MFCA がマテリアルのフローとストックを物量と金額単位で算出するという計算方法をとっていることに起因する。MFCA では廃棄物の環境面の影響は、物量でしか評価できず、具体的にどれだけ環境影響を与えているかは算出ができないのである。

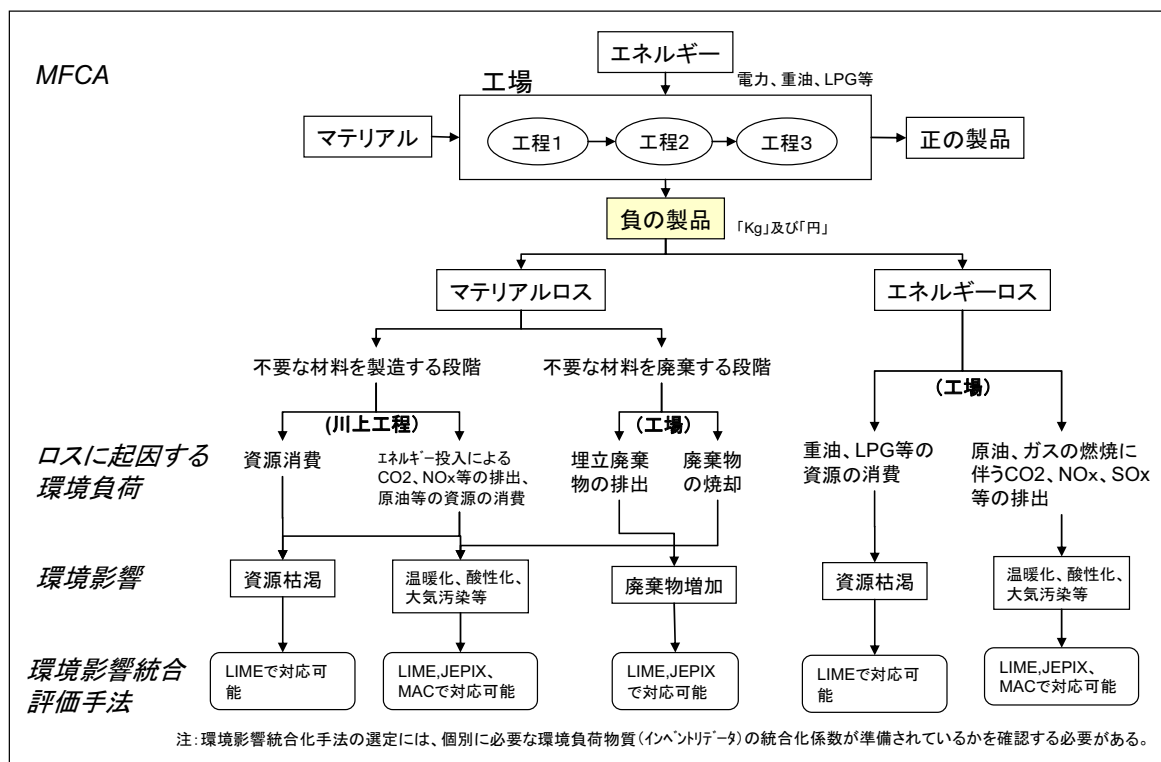
一方、LIME、JEPIX、MAC などの環境影響統合評価手法では、外部環境影響を統合した単一ポイントや単一金額で得ることができる。従って、MFCA と環境影響統合評価手法を同時に用いることにより、負の製品（マテリアルのロス）による経済的なロス金額と外部環境影響に関する情報を同時に得ることができ、この 2 つの情報を利用することで、より有益な意思決定が可能となる。

例えば、負の製品を削減することは、企業の内部コストを削減すると同時に負の製品が外部（環境）へ及ぼしている外部コストの削減にも寄与しているため、MFCA を活用することで内部コストを、LIME などの環境影響統合評価手法を用いることで外部コストの削減金額を明らかにすることができる（図 5-7 参照）。



(図 5-7 負の製品コスト削減の効果)

正の製品についても無論、環境に影響を与えているが、製品が存在する限りゼロにすることは不可能である。一方、廃棄されるマテリアルによって生じる環境影響は、本来はゼロであることが望ましいものと考えることができる。よって、ここでは、負の製品に注目して、負の製品が与えている不要な外部環境影響を明確にし、また各手法がどの様に活用できるかを整理する。製品の種類によって詳細は異なるが、概論的に負の製品が与える環境影響とその評価手法を、図 5-8 にまとめた。



(図 5-8 MFCA (負の製品) と環境影響統合評価手法)

負の製品には、マテリアルロスとエネルギーロスが含まれている。負の製品には、システムロスも含まれているが、環境影響には直接関連しないのでここでは割愛する。

負の製品のマテリアルロスは、次のように環境影響を引き起こしている。

廃棄されるマテリアルという不要物を製造するために、そのマテリアルの原料メーカーなどの川上工程では、天然資源が消費され、電力や水、化学物質などが投入され、CO₂やNO_xなどが排出されている。これらは、資源枯渇や地球温暖化、酸性雨、大気汚染など様々な環境影響を増大させている。一方、工場で廃棄されたマテリアルが産廃として埋立られれば、廃棄物の増加という環境影響を、焼却されれば大気汚染などの環境影響を引き起こしている。

また、製造工程で負の製品を製造するためにエネルギーが無駄に消費されている。この無駄なエネルギー消費により、石油、石炭、天然ガスなど天然資源の枯渇という環境影響を引き起こし、同時に CO₂、NO_x、SO_x など環境負荷物質の排出により地球温暖化や酸性雨、大気汚染などを引き起こしている。

環境影響統合評価手法は、これらの外部環境影響を統合的に評価することを可能にする。LIME、JEPIX は廃棄物の環境影響についても考慮されている。また、資源枯渇に関する環境影響も評価対象とするのであれば、LIME により金額換算することも可能である。

一方、エネルギーロスについては、MFCA を活用することで、負の製品を製造するために使われたエネルギーロスの内部費用を金額換算でき、環境影響統合評価手法を用いることにより、重油、ガスの消費や CO₂、NO_x などの排出の影響などエネルギーロスに伴う不要な外部環境影響を評価することができる。インプット側の資源の枯渇までを考慮するのであれば、資源枯渇の統合化係数を持つ LIME が活用できる。また、排出物側の評価を行うのであれば、LIME、JEPIX、MAC とともに主な環境負荷物質（インベントリデータ）を評価対象としていると考えれば、概ね対応が可能である。しかしより厳密に評価を行う場合には、評価対象のインベントリデータ（環境負荷物質）に関する統合化係数が準備されていることが必要である。評価対象のインベントリデータの統合化係数が準備されていない場合、そのインベントリデータは評価しない、もしくは他のインベントリデータで代替するなどが必要となる。この意味では、LIME が最も広範囲なインベントリデータに対応可能であり、続いて JEPIX、MAC の順である。

このように、環境影響統合評価手法を活用することで、MFCA で計算された負の製品に伴う企業内部のロスコストを明確化するとともに、外部環境影響をあわせて評価することができる。表 5-3 に各手法のまとめを示した。

(表 5-3 負の製品に関する MFCA と環境影響統合手法まとめ)

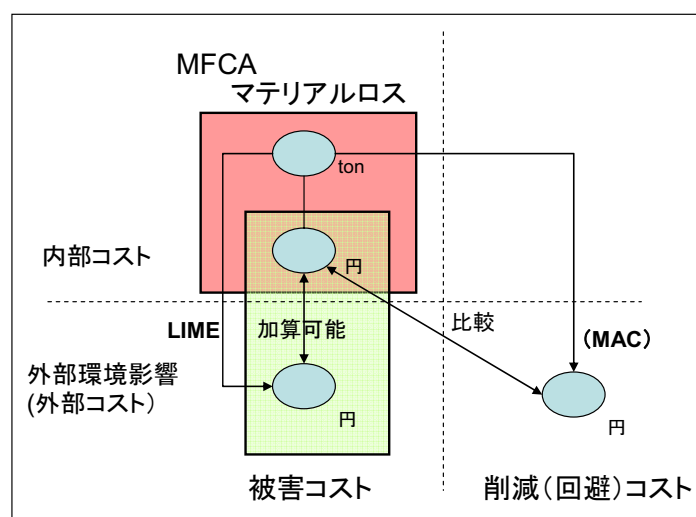
区分	環境 影響	MFCA	LIME	JEPIX	MAC	備考
マテリ アルロ ス	資源枯渇	内部ロ スの金 額換算 可能	対応可能（金額 換算可能）	考慮せず	考慮せず	3 手法とも必要 な環境負荷 物質（インベ ンタリデー タ）に対応 する統合化係 数が準備され ていることが 前提。 用意されてい る統合化係数 の種類の多さ は、LIME、 JEPIX、MAC の順。
	温暖化、酸 性化、大気 汚染等		対応可能（金額 換算可能）	対応可能	対応可能（金 額換算可能）	
	廃棄物増 加		対応可能（金額 換算可能）	対応可能	考慮せず	
エネ ルギー ロス	資源枯渇	内部ロ スの金 額換算 可能	鉱物資源の減少 影響も考慮	考慮せず	考慮せず	
	温暖化、酸 性化、大気 汚染等		対応可能（金額 換算可能）	対応可能	対応可能（金 額換算可能）	

企業の目的・目標に応じて、環境影響をどこまで捉えるか、金額換算の要否などが決まってくる。例えば、資源消費も含めたトータルでの環境影響を評価したいのであれば、LIME の使用が最も適している。一方、温暖化対策と酸性化対策の目標を掲げ、活動成果を CO₂ と SO_x に換算した指標で評価するのであれば、すべての手法が活用可能である。この時に、CO₂ と NO_x の排出による影響を環境被害の度合いで評価をしたいのであれば LIME を、遵法リスクの観点で評価したいのであれば JEPIX を、CO₂ と NO_x 削減にかかる費用面からの観点で評価したいのであれば MAC を活用することが最も望ましい選択になる。また、負の製品コストと外部環境影響度合いを加えるなどして金額によるトータルの評価を考えたいのであれば、金額換算可能な LIME か MAC の活用になる。

以上は工場内の全工程トータルでのマテリアルロスと環境影響について述べたが、MFCA では、工場内の全工程トータルを算出する過程で各工程ごとのマテリアルロスが明確になる。各工程ごとに前述と同様に環境影響統合評価手法を用いることで、工程ごとの外部環境影響が明確になる。これにより社内コスト的に改善が求められる工程（すなわち MFCA でロスコストの大きな工程）と外部環境影響面から改善が求められる工程（すなわち環境影響統合評価値が大きな工程）についての情報が得られる。この 2 つの観点で評価した改善すべき工程順位は同じとは限らない。こうした経済と環境の両面の情報を得ることで、企業の目的によっては、どちらか一方の情報しかない時とは異なる意思決定がなされる可能性がある。

また、別の観点から重要なことは、金額換算可能な LIME と MAC では、その意味合い

が異なるため使い方にも違いがあるということをよく認識しておくことである（図 5-9 参照）。MFCA で算出されたマテリアルロス、物量値（Kg やトン）と金額で表示され、この物量値を使って、環境影響統合評価手法により外部環境影響を金額換算することが可能となる。この場合、LIME を用いると、マテリアルロスによる環境影響を社会的コストとしてマテリアルロスの金額に加算することができるし、その削減量は「便益」として計算できる。一方、図の右側の企業の削減コスト（MAC は図の右側に位置付く）を用いると、マテリアルロスとしての環境負荷を削減するときに発生する「コスト」が得られる。理論的には、MFCA のコストと LIME の金額は同じディメンションであるため加算することが可能であるが、削減コスト（または回避コスト）はロスを削減もしくは回避するためのコストなのでディメンションが違うことに注意が必要である。つまり、MFCA で算出されたマテリアルロスコストは LIME の金額と加算することは、理論上は可能であるが、MAC の金額とは加算すべきではなく、削減するためのコスト金額としてそのことによって削減される効果と比較することが望ましいと考えられる。



（図 5-9 MFCA、LIME、MAC の比較）

なお、MFCA と LIME を統合したモデルの評価・検討は、「MFCA 高度化研究テーマ 1」で具体的な事例研究が行われているので、詳細は本報告書第 3 部第 2 章を参照されたい。

なお、5-3-3 以降では、企業の活用目的に応じた各手法の活用場面ごとに具体的な活用例を示しているが、すべての場面にわたりここで述べた考え方は同様に適用できる。

5-3-2. 企業目的に応じた各手法の活用場面

近年、環境影響統合評価手法を活用している企業が増えている。今のところ使い方は限定的のようであるが、企業が何らかの経営上の意思決定のため、あるいは、外部に対する報告目的で環境影響統合評価手法を用いる場面としては様々なものが考えられる。ここでは、環

環境影響統合評価手法が意思決定に用いられることが想定できる場面を検討する。

企業が環境影響評価手法を用いる場合、その目的は、何らかの経営上の意思決定のために評価結果を利用する「内部管理」目的と、説明責任の履行又は自らの活動や製品等の訴求のための「外部コミュニケーション」目的に大別できる。

また、企業が環境影響評価手法を活用する場合の適用対象としては、「製品」と「事業所（工場）」が考えられる。「製品」に関しては、「設計・開発→購買→生産→販売」というモノづくりに直接関連する機能ごとに手法を用いる場面が考えられる。具体的には環境配慮設計、グリーン調達、生産管理、環境情報による製品の訴求などが手法の活用場面として考えられる。一方、「事業所（工場）」に関しては、事業所全体としての **P-D-C-A** の環境管理システムに則り、手法を活用しうる場面が考えられる。具体的には、事業所における環境目標設定（環境効率、環境経営指標含む）、設備投資、環境パフォーマンス評価、環境報告（事業所のエコバランス、環境効率等含む）などが手法の活用場面になり得る。

この二軸、つまり、環境影響評価手法の「活用目的」と「適用対象」でマトリクスを作成すると表 5-4 のような活用場面の体系ができる。

(表 5-4 環境影響評価手法の活用が想定できる場面)

			内部管理			外部コミュニケーション
企業	製品	モノづくりに直接関連する機能	設計・開発 → 購買 → 生産 →			販売
		主な活用場面	(1)環境配慮設計 ・環境負荷の小さい製品の開発 ・環境負荷の小さいサービスの開発	(2)グリーン調達 ・環境負荷の小さい資材等の調達 ・環境に配慮した企業の選定	(3)生産管理 ・プロセスにおける環境負荷削減余地の特定	(4)環境情報による製品・サービスの訴求 ・製品等のライフサイクル全体で生じる通じて生じる環境負荷を提示することによる製品等の訴求 ・製品等のライフサイクル全体で生じる環境負荷を示す環境ラベリング
	事業所(工場)	事業所全体の環境マネジメント	環境マネジメントシステム Plan → Do → Check & Act →			環境情報の開示
		主な活用場面	(5)環境目標設定 ・企業・事業所における環境負荷削減目標の設定	(6)設備投資 ・環境負荷削減を目的とする設備投資の意思決定	(7)環境パフォーマンス評価 ・企業・事業所における環境パフォーマンスの測定・評価	(8)企業・事業所の環境報告 ・企業・事業所の環境パフォーマンスについての外部報告

5-3-3. 各手法の活用ガイドンス

以下に表 5-4 で示した活用場面ごとに、活用場面の説明とどういう状況でどの環境影響統合化手法を用いることが望ましいかをガイドンスとしてまとめる。また、MFCA 結果と連携した活用が有効と考えられる場合はその考え方を合わせて記述した。

<製品>

(1) 環境配慮設計

現在、製品のライフサイクル全体で生じる環境負荷を評価するツールとしてライフサイクルアセスメント (LCA: Life Cycle Assessment) 手法が用いられている。環境先進企業の開発部門では開発目標項目の一つに環境負荷の低減を掲げ、製品の開発・設計の各段階のデザインレビューなどで開発製品の環境配慮の評価が実施されている。

この場合、環境負荷の捉え方は各社様々である。エネルギー消費量、温室効果ガス排出量、資源投入量、用水使用量、オゾン層破壊物質排出量、酸性化物質排出量、廃棄物排出量などの代表を一つ又は複数選定し、環境負荷をそれぞれ個別に評価するに留まっている場合も多い。開発部門と環境部門が連携し、環境影響統合評価手法を用いることで環境負荷を統合的に評価することが可能となる。

また、単に環境負荷総量を単独で評価するのではなく、製品の環境効率（機能・仕様の向上／製品の環境負荷）などを開発目標に掲げ、評価をしながら開発を推進している企業もある。何れにせよトータルの環境負荷を算出する上では、環境影響統合評価手法が活用できる。

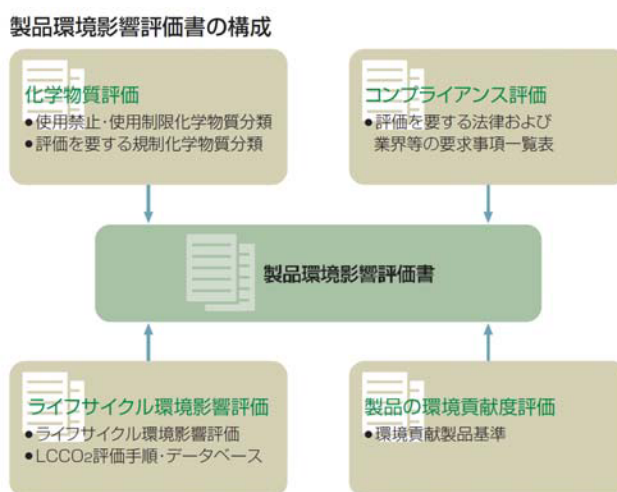
◆ 活用ガイドンス

環境配慮設計を行うことを目的にして環境負荷を統合的に算出・評価する場合、必要なインベントリデータに対する統合化係数が各手法に設定されていれば、LIME、JEPIX 及び MAC のいずれの手法を用いることも可能である。この場合、企業の業種や製品の種類または企業の考え方により手法の選択が異なることがある。自然環境や人間への被害度合いという観点からの評価をするのであれば LIME、企業の法的／規制的リスク（企業価値の低下）を考慮するのであれば JEPIX、技術開発などによる削減費用変化のリスクを考慮したいのであれば MAC の活用が有効である。また、こうした各手法の評価視点の違いは、以下（2）以降のすべての場面においても共通である。

また、製品の省資源化も環境配慮設計の重要な要素の一つであることを考えるのであれば、製品を小型化するなどによる資源枯渇の環境影響を評価できる LIME が望ましい選択肢となる。無論、資源枯渇についての環境影響を評価する必要はないと判断される場合は

この限りではない。また、LIME の場合、評価できる環境負荷物質（インベントリデータ）の数が他手法に比べて圧倒的に多いため、詳細なインベントリ分析を行って評価したい場合も LIME が望ましい選択肢になると考えられる。

積水化学工業では、製品の開発段階に「製品環境影響評価制度」を導入している。この制度は、全ての製品とその製造プロセスを対象に、開発から廃棄に至る全ライフサイクルでの環境影響を評価し、その評価に基づき環境負荷がより小さな製品や、環境の維持・改善に役立つ製品を開発することを目的としたものである（図 5-10 参照）。ここでの環境影響統合評価指標として、LIME を活用している。



（図 5-10 積水化学工業の製品環境影響評価（環境・社会報告書 2006 p29 より抜粋））

JEPIX については、資源消費よりも排出側の環境影響を重視する製品（例えば、使用段階でエネルギーを比較的多く消費する製品など）において、従来機種との比較を行う場合などに活用がされている。

環境効率やファクターなどを用いて製品の評価を行う場合も、環境負荷総量を計算するためには、上記と同じ考え方が適用できる。

更に、こうした環境影響統合評価手法と MFCA を組み合わせて活用することも考えられる。設計段階で量産時のマテリアルロスを検討できる製品も多い。例えば、打抜き工程や切削工程をもつ製品では、製造工程で出る端材や削り代（負の製品）は設計段階で決まる。薬品などのプロセス産業の場合は、開発そのものが工程設計に近く、マテリアルロスの少ない工程を設計するなど、開発時に製造ロス削減を検討する場合もある。また半導体など不良率が非常に高い業種では、不良率の低減が開発目標にもなり得る。こうした製品の設計・開発では、MFCA 手法を活用することにより、前述の環境影響統合評価手法による環境面からの評価に加えて、内部的なロスの金額換算が可能になり、より有用な情報を提供することができる。

（２）グリーン調達

環境に配慮した企業から環境に配慮した製品を優先的に購入するグリーン調達は、資材部門が中心となり多くの企業で実施されている。「環境に配慮した企業」や「環境に配慮した製品」を評価するために、環境部門と連携し企業や製品の環境負荷を算出する手法として環境影響統合評価手法を活用することが想定できる。

◆ 活用ガイダンス

ここでは、環境負荷量と価格は異なっているがそれ以外の特性が同一である二つの製品について、どちらを購入するかという意思決定を行う場合を考えてみることにする。それぞれの製品のライフサイクルでの環境負荷量と価格が表 5-5 に示すとおりであるとする。

（表 5-5 比較する製品の環境負荷量及び価格）

		製品 A	製品 B
環境負荷量	電力使用量 (MWh)	30	25
	燃料使用量 (GJ)	100	90
	水資源投入量 (m³)	30	35
	CO ₂ 排出量 (t-CO ₂)	19	16
	キシレン大気排出量 (t)	1	1.2
	廃棄物埋立処分量 (t)	0.2	0.3
価格 (千円)		500	600

この場合、購入の意思決定において価格のみを考慮するとすれば、製品 A は製品 B と比して安価であるため、製品 A を購入することになる。しかし、購入の意思決定において製品の環境負荷量を考慮することが許容されるようなケースでは（例えば、環境負荷の低い製品を優先的に購入するという組織の方針が存在する場合）、価格以外に環境負荷量が考慮に入れられる。

意思決定にあたって環境負荷量を考慮に入れる場合、ある製品の環境負荷量が全ての評価項目について比較対象の製品よりも優れているような場合、意思決定は比較的容易である。しかし、上記の例のように、電力使用量、燃料使用量及び CO₂ 排出量は製品 B のほうが小さいものの、水資源投入量、キシレン大気排出量及び廃棄物埋立処分量は製品 A のほうが小さいというような場合、「環境に与える影響が小さい製品はどちらか」という判断は難しくなる。このような場合、環境影響統合評価手法を用いることで個々の環境負荷量を統合評価し、その結果として得られる単一指標を比較することで「環境に与える影響が小さい製品はどちらか」という判断を行うことになる（表 5-6）。

(表 5-6 比較する製品の環境負荷量及び価格：統合評価結果)

		製品 A	製品 B
環境負荷量	電力使用量 (MWh)	30	25
	燃料使用量 (GJ)	100	90
	水資源投入量 (m ³)	30	35
	CO ₂ 排出量 (t-CO ₂)	19	16
	キシレン大気排出量 (t)	1	1.2
	廃棄物埋立処分量 (t)	0.2	0.3
	統合評価結果 (ポイント)	600	240
価格 (千円)		500	600

単一指標の比較からは、「環境に与える影響が小さい製品は製品 B である」という結論が導き出される。単一指標と価格を単純に個々に比較して意思決定を行うことも可能である。しかし、統合評価の結果として得られる単一指標が貨幣単位で表されていれば、環境負荷量と価格とのトレードオフをより明示的に示した上で比較を行うことができる (表 5-7)。

(表 5-7 比較する製品の環境負荷量及び価格：統合評価 (貨幣単位))

		製品 A	製品 B
環境負荷量	電力使用量 (MWh)	30	25
	燃料使用量 (GJ)	100	90
	水資源投入量 (m ³)	30	35
	CO ₂ 排出量 (t-CO ₂)	19	16
	キシレン大気排出量 (t)	1	1.2
	廃棄物埋立処分量 (t)	0.2	0.3
	統合評価結果 (千円)	200	80
価格 (千円)		500	600
統合評価結果+価格 (千円)		700	680

一例としては、環境負荷の統合評価結果 (貨幣単位) と市場価格との合計額を比較することによって、外部環境コストを考慮した意思決定が可能になる。上記の例の場合、外部コストを考慮に入れた場合は、製品 B のほうが「安価」であるという結論を導き出すことができる。ただし、製品の価格と環境影響統合評価手法で算出された金額は、円という同じ単位であるが意味合いは異なるので、単純にこの様に足し算をして評価すべきかは議論されるべきである (図 5-9 MFCA、LIME、MAC の比較参照)。

このように、環境負荷の小さい資材等の購入の意思決定に環境影響統合評価手法を用いる場合、環境特性のみを比較するのであれば LIME、JEPIX 及び MAC のいずれの手法も用いることができる。この場合の選定の考え方は、「環境配慮設計」で述べたことが準用できる。環境特性と価格の両方を同じ次元で考慮に入れるとすれば、統合評価の結果として得られる単一指標を貨幣単位で表すことのできる LIME 及び MAC が活用できる。また、投入する資源枯渇による環境影響についても考慮したいという場合は、LIME が活用できる。

（３）生産管理

生産現場では、永遠のテーマであるコストダウン活動を続けている。プロジェクトチームを組んでの活動から日常的な QC サークル活動などまで推進方法も様々である。コストダウン活動の主だったものは、不良削減や歩留まり向上、生産タクトの改善などである。これらは、ロスを削減する活動でもあるため、コスト低減のみならず、環境負荷低減にも同時に役立っている場合が多い。MFCA を活用することでマテリアルロスにかけられたコストを明確にすることがきるが、環境負荷低減効果については、廃棄物の重量でしか算出していない場合が多い。環境部門と連携し環境影響統合評価手法を用いてマテリアルロスの削減に伴う環境負荷の削減効果を金額評価することができれば、マテリアルロスの低減活動に拍車をかける有益な情報になり得る。

◆ 活用ガイダンス

ロス削減と環境影響統合評価手法の組み合わせた活用については、「５－３－１ MFCA と環境影響統合評価手法との融合的利用の可能性」で詳しく述べたので、そちらを参照いただきたい。

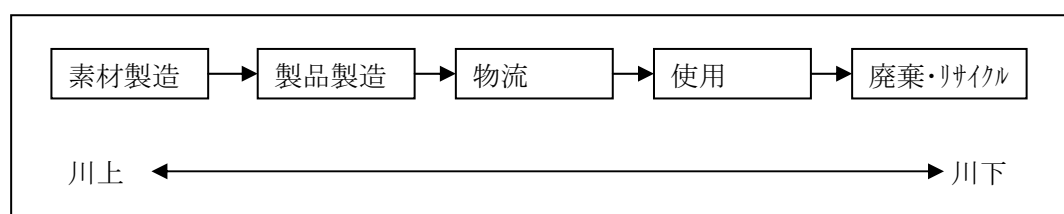
（４）環境情報による製品・サービスの訴求

製品やサービスに関して、機能、性能、品質、コスト、デザインという視点だけでなく、「環境性能」という視点で訴求を行う場合には、技術部門と環境部門が連携し、環境負荷総量の定量化のために環境影響統合評価手法を活用することが考えられる。家電製品などにおいては、環境報告書などで従来機種に対して新機種はこれだけ省エネ性能が向上した、リサイクル性を向上させた、などの事例紹介が列挙にいとまがない。また、使用段階での環境負荷が大きな製品（エネルギー消費量が多い製品など）については、ライフサイクルコストに外部環境コストの金額を加算したトータルライフサイクルコストにて、当該製品の優位性を主張し得る。その他、機能・性能の向上に伴い製品の環境影響が大きくなる場合には、環境効率やファクターといった指標を用いて、環境負荷の上昇は機能・性能の向上よりも小さいことをアピールしている例もある。

また環境負荷が小さいということを「環境ラベル」という形で訴求が行われることもある。ISO では、環境ラベルを Type I（第三者認証型）、Type II（自己宣言による環境主張）、Type III（製品の環境負荷の定量的データの表示）に分類している。Type II や Type III においては、環境影響統合評価手法を用いて統合評価された環境影響量（単一指標）についても開示情報として加えるということも考えられる。

◆ 活用ガイダンス

企業は、こぞって環境配慮製品であることを顧客にアピールするようになってきている。この場合、ある一面だけを取り上げてあたかも環境配慮製品であるかのように訴求している場合も少なくない。混乱を招かぬように、ライフサイクルトータルでの環境影響を示す必要がある。図 5-11 にライフサイクルステージの概要を記した。



（図 5-11 ライフサイクルステージ）

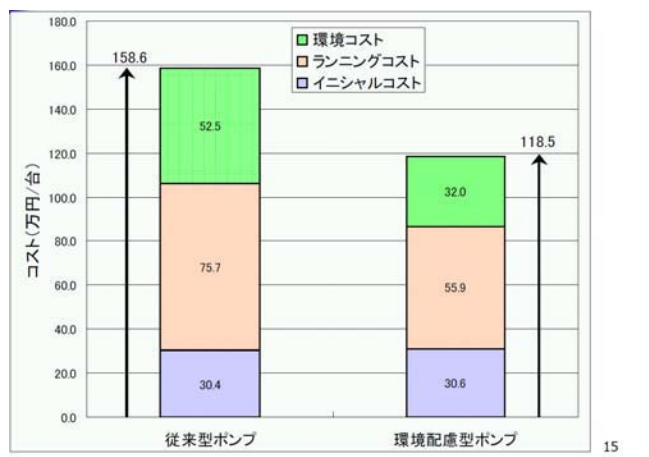
素材製造や製品製造などいわゆる川上のステージでの環境負荷が高い製品の場合、製品を構成する部材等の環境影響を的確に把握する必要がある。そのため一般的には天然資源を含めた評価可能な環境負荷物質の種類が他手法に比べて多く準備されている LIME の使用が有利になる。また LIME は一般消費者の意向を反映して統合化係数を決定しているので、一般消費財など消費者が手にする製品の評価には向いているともいえる。

一方、製品の使用段階など川下のステージの環境負荷が川上ステージに比べて十分に大きい製品（排水処理設備等使用段階が長く、多くのエネルギーを使う生産財など）の場合は、運用（使用）にかかる環境負荷、すなわちエネルギーや排出物などが主な環境影響になる。こうした環境負荷物質の種類は、比較的限定されることが多いため、用意されている対象負荷物質（インベントリデータ）の統合係数の種類が LIME に比べて少ない JEPIX や MAC であっても、対応可能な場合が多い。

MAC は、環境価値の統合を避けているので、環境影響についての価値観の違いに伴う無意味な議論を飛び越えて金額換算できるというメリットがある。また元々 MAC は TLCC（Total Life Cycle Cost）手法の環境面の評価のために開発されたこともあり、外部環境影響も加味した製品トータルのライフサイクルコスト算出に使われている。

荏原製作所では、製品のライフサイクルコストと MAC を用いた環境コストを加算してトータルライフサイクルコスト（TLCC）としての優位性を訴求している。図 5-12 は、従来型のポンプに対して環境配慮型のポンプはインシャルコストは若干高いが、ランニングコ

スト、環境コストがはるかに低いため、トータルライフサイクルコストは、従来型の 158.6 万円に対し、環境配慮型ポンプは 118.5 万円となることをアピールしている。



(図 5-12 従来型と環境配慮型ポンプの TLCC)

また、環境法規制に関連することが多い生産財の製品の場合、将来の規制措置から生じる費用を最小にするという観点から複数の製品を比較するなどの場合に、JEPIX による評価は顧客の納得性を得られやすいと思われる。

<企業・事業所>

(5) 環境目標設定

多くの企業では、環境部門が中心となり、事業所、企業あるいは企業グループ単位で環境負荷削減の目標を設定している。この際、CO₂ 削減など個々の環境負荷物質について削減目標を設定する場合だけでなく、複数の環境負荷物質について統合評価した単一指標で目標を設定することは十分に考えられる。また、単に総合的な環境影響そのものを目標にするのではなく、環境効率（企業の創出する付加価値／環境負荷）や企業独自の環境経営指標を開発し、環境目標の一つとして設定し活動する企業も増えているが、環境負荷総量を捉える場合には上記と同様に環境影響統合評価手法が活用できる。

◆ 各手法の活用ガイドンス

企業が、複数の環境負荷物質について統合評価した単一指標で目標を設定する場合、最初に、どの環境負荷物質について統合評価するかを決定する必要がある。この際、重要な環境負荷物質が網羅的に評価対象となっていることが重要である。例えば、表 5-8 の例のような場合、VOC 排出量を評価対象から除外することは、重要な環境負荷物質が漏れてしまうことになるため、好ましくない。逆に、SO_x 排出量のように全体に占める構成比が小さい環境負荷物質については、統合評価の対象から除いてしまうという判断もありえる。

表 5-8 の場合、環境影響統合指標は 335 であり、これを環境目標として毎年改善してゆくことで、事業所（工場）トータルの環境負荷の削減が効果的な取り組みになる。

（表 5-8 企業の環境負荷の統合の例）

	インプット量／ アウトプット量	統合指標（無次元）	構成比
水資源投入量（千 m ³ ）	80	30	9%
CO ₂ 排出量（千 t-CO ₂ ）	200	150	45%
SO _x 排出量（t）	10	2	1%
NO _x 排出量（t）	50	15	5%
VOC 排出量（t）	80	100	30%
廃棄物埋立処分量（t）	300	30	9%
COD 負荷量（t）	10	8	2%
計		335	100%

統合指標の絶対値で目標設定する以外に、環境効率指標で目標設定を行うという選択肢もある。この際、「企業の創出する付加価値」のような貨幣単位の指標と統合指標（無次元）の比率によって、環境効率指標を求めることが一般的である。例えば、「企業の創出する付加価値」が 600 億円、統合指標の値が 335 であれば、環境効率指標は 1.8（= 600/335）と計算される。

その他、企業独自に環境効率指標をベースにアレンジして、環境経営度を示す指標を設定することも行われている。その場合でもトータルの環境負荷総量を必要とする場合が多く、上記と同様の考え方が必要になる。

以上のように複数の環境負荷物質について統合評価した単一指標を用いて目標を設定する場合、LIME、JEPIX 及び MAC のいずれの手法も適用可能である。製品のライフサイクルでの詳細な影響評価でなく、事業所全体の年次変化をマクロ的に把握するといった活用では、JEPIX や MAC は比較的シンプルで活用しやすい。但し、対象とするインベントリデータに対応する統合化係数が準備されているという前提がある。

積水化学工業では、積水化学グループの環境経営指標として「セキスイエコバリューインデックス」を設定している（図 5-13 参照）。この指標を用いて、環境経営の効率を、2010 年度に 2004 年度比で 2 倍にすることを目標としている。ここでは、グループの総合環境負荷の算出に JEPIX を用いている。

$$\text{「セキスイエコバリューインデックス」} = \frac{\text{環境付加価値} \quad \text{(環境貢献製品の売上高+外部経済効果)}}{\text{グループの総合環境負荷} \quad \text{(JEPIXによる統合値)}}$$

(図 5-13 セキスイエコバリューインデックス)

また、MFCA を用いることで別の情報を提供し、異なる目標値を設定することも考えられる。現在多くの会社で環境経営指標として、環境効率、すなわち、「企業の創出する付加価値／環境負荷総量」をベースにしている。ここで「企業の創出する付加価値」は、売り上げ又は利益を使う場合が多い。事業所全体で MFCA を導入していれば、事業所全体の「正の製品コスト」と「負の製品コスト」が算出できる。MFCA から得られるこうした情報を踏まえ指標の検討もできる可能性がある。例えば、上記の環境効率の式の分子「企業の創出する付加価値」を、「正の製品コスト」や「負の製品」に置き換えることで、異なる意味合いの指標も考えられる。

(6) 設備投資

設備投資の意思決定は、一般的に回収期間法、ROI (投資利益率)、NPV (正味現在価値)、IRR (内部利益率) などを用いて投資採算性に基づいて行われる。

新規設備導入により、排出物の量も大きく変化することが考えられ、MFCA を活用することで、廃棄物の排出量の変化にともなう本当のコストメリット又はコストロスが算出できるので、より正確な投資採算性の評価が可能になる。

また、新規設備導入により、環境影響も大きく変化することが考えられる。どの様に環境影響を考慮するかは別にしても、環境配慮を推進する企業であれば、環境影響をまったく考慮しないわけにはゆかないであろう。まして、環境法規の基準をクリアするなど環境配慮のための設備投資であれば、なおさらである。環境影響統合評価手法は設備投資の意思決定に有用な情報を与え得る。

◆ 活用ガイドンス

経済性評価は、通常既存の設備をそのまま使い続けた場合に予想される資本投資（追加設備導入や修理のための投資）や運用費用の見積額と、考慮中の設備投資プロジェクトを実行した場合の資本投資、運用費用の比較で行われる。この投資採算性を評価するために、いくつかの投資採算性評価手法が用いられているが、ここでは、計算が容易な ROI を用い

て、①経済性評価、②MFCA 結果を加味した評価例、③環境影響統合評価を経済性評価に入れ込んだ仮想例を示す。

① ROI による経済性評価

投資評価に用いられる場合、ROI は単純に「 $\text{ROI} = \text{利益（あるいは原価節約額）} \div \text{投資} \times 100$ 」として求められる。表 5-9 は、仮想的な設備投資プロジェクトの利益、投資額を示したものである。この場合、代替案 A の ROI は 122 ($=720/590 \times 100$)、代替案 B の ROI は 115.7 ($=810/700 \times 100$) となり、通常、ROI の大きい代替案 A が選択される。

(表 5-9 仮想的な設備投資プロジェクトの利益、投資額及び経常支出)

(単位：百万円)

年		0	1	2	3	4	5	計	ROI
代替案 A	利益（原価節約額）	0	120	150	150	150	150	720	122
	投資額	590						590	
代替案 B	利益（原価節約額）	0	130	170	170	170	170	810	115.7
	投資額	700						700	

② MFCA 結果を加味した評価例

新規設備の投入により、排出物の量も大きく変化することがある。MFCA を活用することで、排出物に起因するシステムコストやエネルギーのロスを含め、それまで見えていなかったコストが明らかになる。表 5-10 は、新規設備の導入に伴って、排出物が低減された部分を MFCA で計算することにより、従来 of 計算による利益（原価節約額）には含まれていなかったコストメリット（原価節約額）が得られる場合の例である。

このコストメリットを加味すると、代替案 A の ROI は、126.3 ($= (720+25)/590 \times 100$)、対代案 B は、126.4 ($= (810+75)/700 \times 100$) とほぼ同等の値になる。

(表 5-10 仮想的な設備投資プロジェクトの利益、投資額及び経常支出)

(単位：百万円)

年		0	1	2	3	4	5	計	ROI
代替案 A	利益（原価節約額）	0	120	150	150	150	150	720	126.3
	MFCA による従来 見えていなかった コストメリット		5	5	5	5	5	25	
	投資額	590						590	
代替案 B	利益（原価節約額）	0	130	170	170	170	170	810	126.4
	MFCA による従来 見えていなかった コストメリット		15	15	15	15	15	75	
	投資額	700						700	

③ 環境面の考慮

ここで、設備投資によって想定される環境負荷物質の削減についても更に考慮に入れる場合について検討することにする。ここでは、一例として「CO₂ 排出削減による便益」を加算したうえで ROI を計算することにする。表 5-11 に仮想例を示す。なお、この例では、CO₂ 排出削減による便益を便宜的に LIME の統合化係数値 1.74 千円/t・CO₂ で計算している。この場合（環境負荷削減の便益をそのまま利益と同等に考慮に入れた場合）では、代替案 A の ROI は 219.2 (=1293/590×100)、代替案 B の ROI は 233.6 (=1635/700×100) となり、代替案 B が選択される可能性が高い。

(表 5-11 仮想的な設備投資プロジェクトの利益、投資額、経常支出及び環境負荷削減)

(単位：CO₂ 排出削減量以外は百万円)

年		0	1	2	3	4	5	計	ROI
代替 案 A	利益（原価節約額）	0	120	150	150	150	150	720	219.2
	MFCA による従来見えていなかったコストメリット		5	5	5	5	5	25	
	投資額	590						590	
	CO ₂ 排出削減量 (t)	0	60,000	64,000	64,000	64,000	64,000	316,000	
	CO ₂ 排出削減による便益	0	104	111	111	111	111	548	
	利益+MFCA+CO ₂ 排出削減による便益	0	229	266	266	266	266	1293	
代替 案 B	利益（原価節約額）	0	130	170	170	170	170	810	233.6
	MFCA による従来見えていなかったコストメリット		15	15	15	15	15	75	
	投資額、経常支出	700						700	
	CO ₂ 排出削減量 (t)	0	70,000	90,000	90,000	90,000	90,000	430,000	
	CO ₂ 排出削減による便益	0	122	157	157	157	157	750	
	利益+MFCA+CO ₂ 排出削減による便益	0	267	342	342	342	342	1635	

なお、この例では簡略化のため CO₂ 排出削減量のみを金額換算評価しているが、統合化手法を使っているため、CO₂ 以外の複数の環境負荷物質についても統合して金額換算評価し、ROI を計算することも可能である。

金額単位で環境負荷を評価できる環境影響評価手法としては LIME 及び MAC がある。しかし、MAC の場合、LIME のように環境負荷物質の外部コストを金額評価して単一指標化しようとするアプローチではなく、環境負荷物質の市場での削減費用によって単一指標

化しようとするアプローチであるため、便益としての計算に用いるには無理があると思われる。このため、このような費用と便益を比較する投資の意思決定の場合において、外部環境影響の削減による便益を求めるのであれば、**LIME** が適切な選択肢になると考えられる。

（７）環境パフォーマンス評価

多くの企業では、環境部門が音頭をとり、事業所、企業あるいは企業グループ単位で環境パフォーマンスの測定・評価を行っている。「事業者の環境パフォーマンス指標ガイドライン 2002 年度版」によれば、インプットとして、①総エネルギー投入量、②総物質投入量、③水資源投入量を、アウトプットとして、④温室効果ガス排出量、⑤化学物質排出・移動量、⑥総製品生産量又は総製品販売量、⑦廃棄物等総排出量、⑧廃棄物最終処分量、⑨総排水量を事業者が把握すべきコア指標として設定している。

この際、個々の環境パフォーマンス指標について測定・評価を行うだけでなく、複数の環境パフォーマンス指標を統合評価した単一指標で測定・評価を行うことは十分に考えられる。

また、事業所全体で **MFCA** を実施している場合は、事業所から出る排出物（負の製品）の経済価値を図り知ることができるので、この値と統合化した環境パフォーマンスを組み合わせての評価ができる可能性がある。

◆ 活用ガイダンス

基本的に個々の環境パフォーマンス情報について、環境影響統合評価手法を用いて単一指標にして管理する場合は、（５）環境目標設定で述べたガイダンスが準用できる。つまり物質投入量や廃棄物処分量による影響を除外して、環境パフォーマンスの年次変化をみてゆくのであれば、**LIME**、**JEPiX**、**MAC** の何れも活用可能である。但し、上記の環境パフォーマンス指標ガイドラインに従い、9 項目のパフォーマンスについての環境影響統合指標を得たいのであれば、投入物質や廃棄物の環境影響を加味できる **LIME** が選定され得る。

また、**MFCA** との関連についても、（５）環境目標設定で述べたとおりである。

（８）企業・事業所の環境報告

近年では、多くの企業の環境部門を中心として「環境報告書ガイドライン」や「GRI サステナビリティガイドライン」などを参考にして環境目標や環境パフォーマンス指標などを含めた環境報告を行っている。また、化学物質排出把握管理促進法（**PRTR**）に基づく化学物質排出移動量届出など規制に基づいた報告が行われている。ここでも環境負荷総量を

単一指標で表現するためには、環境影響統合評価手法が活用され得る。

◆ 活用ガイダンス

企業・事業所の環境報告の内容は、環境目標、環境パフォーマンスデータ及び環境配慮製品などが中心的であるが、この場合の手法活用ガイダンスは「(5) 環境目標設定」、「(7) 環境パフォーマンス評価」及び「(4) 環境情報による製品・サービスの訴求」に述べたとおりである。

ここでは、環境経営指標に関して少し異なる考え方を紹介する。環境効率や多くの企業の環境経営指標は、付加価値と環境負荷を割り算形式で表現する場合が圧倒的に多く、引き算形式にしている例もある。イギリスの SIGMA (Sustainability Integrated Guidelines for Management) ガイドラインが提唱する環境会計はその一つである。SIGMA 環境会計の特徴は次のとおりである。

- ・ 環境への負荷について法律や規制あるいは科学的根拠に基づいて設定された排出上限を決め、
- ・ 企業の排出したその上限を上回る量を「サステナビリティ・ギャップ」とし、
- ・ それを削減すべくために企業が支払うべきコストを「サステナビリティコスト」として算出し、
- ・ その額を企業の税引後利益から控除する。

このようにして、外部環境影響も考慮した「環境持続可能調整後利益」を算出している。その雛形を表 5-12 に示す。

SIGMA 環境会計のように企業の利益から控除する場合は、LIME と MAC が金額換算されるという点から対応可能である。SIGMA 環境会計では、「サステナビリティコスト」の算出は、算出の容易性から回避コストによって行うことが望ましいとしており、その点からは規制ターゲットを達成するために市場でかけられている対策費用を元に算出する MAC の活用は親和性が高い。しかし、一方で環境への影響という面で評価するならば被害コストを基準とするほうが望ましいという議論もあり、LIME の活用も期待される。

また、SIGMA の例では、売上高から製造原価を引いて税引後利益を出しているが、MFCA を利用し、ロスを削減することで製造原価が削減すれば、当然税引後利益が向上する。それと同時に環境への影響であるサステナビリティコストも削減される可能性が高い。つまり、MFCA を活用しマテリアルロスを削減することは、環境持続可能性調整後利益を税引後利益の向上とサステナビリティコストの削減という両面から向上させることが可能となる。

(表 5-12 SIGMA の環境会計)

排出/環境影響	排出量(t)	サステナビリティ・ギャップ(t) A	適切な項目を設定	
			回避・回復費用の 原単位 B	回避・回復総費用 $C=A \times B$
大気への影響				
直接的なエネルギー消費	X	A	B	C
製造関連排出量	X	A	B	C
輸送	X	A	B	C
土壌への影響		X		X
水域への影響		X		X
サステナビリティコスト				XXX
税引後利益				XXX
環境持続可能調整利益				XXX