環境適合設計および環境効率の統合評価ツール

並河 治*

Evaluation Tool That Integrate "Design for Environment" and "Eco-Efficiency"

Osamu NAMIKAWA*

*株式会社日立製作所環境本部環境推進センタ（〒101-8608 東京都千代田区外神田1-18-13）

*Environment Promotion Center, Corporate Environmental Policy Division, Hitachi, Ltd. (1-18-13 Sotokanda, Chiyoda-ku, Tokyo 101-8608)

1. はじめに

著者らは環境配慮設計への取り組みとして、1999年より「環境適合設計アセスメント」を実施している。基準を満たした製品は、環境に配慮していると考え「環境適合製品」と定義した。環境適合製品の適用率が売上高比2004年度は72%を達成した。引き続き、2006年度は80%、2010年度は100%と高い目標を設定し推進中である。製品機能も含めたエネルギーや資源の利用効率を上げるため、環境への影響を抑制しながら、どれだけ価値を向上させたかを示す指標である「環境効率」、基準年と比べて環境効率がどれだけ向上したかを表す「ファクター」という指標の適用を2003年より開始した。今回、環境適合製品をより拡大するために、環境適合製品の開発・設計時の定量的な目標を設定できる環境効率、ファクター算出機能を追加・統合したツール「環境適合設計アセスメント指針Ver. 3」の開発および推進に関して報告する。

2. 製品環境効率

「環境効率」とは、環境への影響を抑制しながら、どれだけ「価値」を向上させたかを示す指標のことであり、ファクターとは、基準年と比較をし環境効率がどれだけ向上したかを表すものである。1990年代前半にドイツ・ブッパータル研究所が「ファクター」として提唱している。

製品機能も含めたエネルギーや資源の利用効率を上げるため、「環境効率」と「ファクター」という指標の適用を2003年3月より開始した。なお、基準は、複合製品などにおいてもできるだけ同じ種類の製品とし、基準を2000年の主力製品とし温暖化防止ファクターと資源ファクターで示している。

3. 「環境効率」と「ファクター」指標

生み出された価値を製品機能と製品寿命で捉え、環境への影響としライフサイクルでの温暖化ガス排出量として

「温暖化防止効率」と、地球から新しく取り出す資源量と廃棄される量とした「資源効率」の2つの効率を定義した。さらに、温暖化防止効率、資源効率それぞれについて2000年の基準製品と評価製品を比較した結果をファクターとして定義した。環境効率とファクターの定義を図1に示す。

環境効率の算出の中で一番のポイントとなるのが製品機能の選定である。評価対象となるそれぞれの製品の開発コンセプトにより選び方や考え方が異なるため、機能の選定にあたっては、開発コンセプトをしっかりと把握して選定する必要がある。具体的には、顧客である第三者からも客観的に評価のできる機能等、顧客が要求している機能（対象製品がカタログ等でPRしている機能、今後の製品展開を考えたときに主要な開発項目となる機能）を選ぶ。

製品寿命の基本は設定使用時間とし、公知になっているものを活用するが、製品によっては設計寿命や実態寿命も可とした。

資源価値係数とは希少性、利用価値などを考慮した重み係数である。将来的には使用する資源等により設定することを想定するが、現時点では“1”とした。

4. 「環境適合設計アセスメント指針Ver. 3」の開発

今回、環境適合製品をより拡大するために、環境適合製

項 目		定 義
製品	温暖化防止効率	$\frac{\text{製品寿命} \times \text{製品機能}}{\text{ライフサイクルでの温暖化ガス排出量}}$
	資源効率	$\frac{\text{製品寿命} \times \text{製品機能}}{\sum \text{各資源価値係数} \times \text{ライフサイクルでの資源量}}$ <small> ライフサイクルでの資源量＝新規に使用する資源量＋廃棄される資源量 新規に使用する資源量＝使用する資源量－リユース（再使用）・リサイクル資源量 廃棄される資源量＝使用する資源量－リユース（再使用）・リサイクル可能資源量 </small>
製品	温暖化防止ファクター	$\frac{\text{評価製品の温暖化防止効率}}{\text{基準製品の温暖化防止効率}}$
	資源ファクター	$\frac{\text{評価製品の資源効率}}{\text{基準製品の資源効率}}$

（注）基準は原則として2000年の主力（売れ筋）機種とする

図1. 環境効率とファクターの定義

品の開発・設計時に定量的な目標を設定できる環境効率とファクターをこれまでの「環境適合設計アセスメント指針」に新たに追加・統合したツール「環境適合設計アセスメント指針 Ver. 3」を開発した。

環境に配慮した製品を提供するために、製品の開発・設計の構想段階において「環境適合設計アセスメント指針 Ver. 3」の第1回目を実施し、開発製品の環境配慮の不十分な点を把握し対応する。試作品などができたときに第2回目を実施し、環境配慮の妥当性の確認を行う運用する。

1999年より導入を開始した「環境適合設計アセスメント指針」には、LCA (Life Cycle Assessment)でのCO₂排出量計算機能を有していた。「環境適合設計アセスメント指針」を用いた「エネルギー消費量」「CO₂排出量」の算出結果の例を図2に示す。

環境効率、ファクターの算出にあたってはLCA計算を必

図2. 「エネルギー消費量」「CO₂排出量」の結果表示(例)

●比較する製品の概要

項目	製品	基準	評価
製造年		1998	2002
機種名(型式)		MW-6U12F	PW-6U12F
製品寿命(設定使用時間(年))		25	
製品機能	遮断器台数 (台)	2	4
	本体容積 (1/cc)	3.2E-7	8.3E-7
製品質量	(kg)	700	460

●温暖化防止ファクターの評価結果

◆温暖化ガス排出量計算結果 単位:(kg/台)

ライフサイクル ステージ	製品	基準	評価
	製造年	1998	2002
	機種名	MW-6U12F	PW-6U12F
作る	素材製造	2999	2381
	製造	20	20
運ぶ	輸送	94	78
使う	使用(電力・水)	6	4
戻す	回収/リサイクル	48	24
合計	ライフサイクル全体	3167	2507

◆温暖化防止ファクター計算結果

	基準製品	評価製品
単位機能あたりの ライフサイクルでの 温暖化ガス排出量 (kg/単位機能)	31647.4	2507.3
温暖化防止効率	5.05E-9	3.30E-8
温暖化防止ファクター		6.5

●資源ファクターの評価結果

◆使用する資源量等計算結果

単位:(kg/台)

	製品(製造年)	基準(1998)		評価(2002)		
	機種名	使用する	リユース・ リサイクル	使用する	リユース・ リサイクル	リユース・ リサイクル可能
使用材料	資源量(kg)					
製品本体		700.0	187.0	460.0	129.7	410.0
	鉄	500.0	175.0	350.0	122.5	350.0
	ステンレス鋼板	0.0	0.0	0.0	0.0	60.0
	銅	100.0	12.0	60.0	7.2	0.0
	アルミニウム	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	プラスチック	99.0	0.0	49.0	0.0	0.0
	その他	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0
製品の包装材		2.0	0.5	0.3	0.1	0.7
	発泡スチロール	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	その他プラスチック	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	紙/段ボール	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	木材	1.0	0.5	0.3	0.1	0.7
	その他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
取扱説明書(上質紙)		1.0	0.0	1.0	0.0	0.0
使用時に使用する材料		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計		703.0	187.5	461.3	129.8	410.7

◆資源ファクター計算結果

	基準製品	評価製品
資源価値係数	1.0	1.0
新規に使用する資源量 (kg)	515.5	331.6
廃棄される資源量 (kg)	98.7	49.2
単位機能あたりのライフ サイクルでの資源量 (kg/単位機能)	614.2	380.8

資源効率	2.61E-8	2.17E-7
資源ファクター		8.3

高圧スイッチギア(1998)
機種名: MW-6U12F

高圧スイッチギア(2002)
SSG:スーパーコンパクト
スイッチギア
機種名: PW-6U12F

図3. 「高圧スイッチギア」の評価結果

要とするために、環境適合製品評価で実施をする「環境適合設計アセスメント指針」への環境効率、ファクター算出機能の追加・統合が良いと考え、「環境適合設計アセスメント指針 Ver. 3」への取り込みを図った。

「環境適合設計アセスメント指針 Ver. 3」は環境適合製品評価時に入力する製品の基礎データよりファクター等を自動計算で算出する。

次に「環境適合設計アセスメント指針 Ver.3」で算出した環境効率の事例を示す。

(1) スーパーコンパクトスイッチギヤ（日立7.2kV縮小型受変電設備）：オフィスや工場で送電線から受電する6000Vの電気を、安定供給するための高圧スイッチギヤである。

評価製品は、“PW-6U12F”で2002年に製造した機種である。製品寿命は、25年間、製品機能は一般家庭でのプレー

カに相当する遮断器の台数、本体容積と考え評価した。

基準製品は1998年に製造した“MW-6U12F”とした。

先進の絶縁技術を駆使し、設置面積を従来機器に比べて1/3まで縮小でき、省資源化と軽量化（66%従来比）したことにより、全ライフサイクルステージの温暖化ガス排出量は基準製品で3167（kg/台）、評価製品で2507（kg/台）、温暖化防止ファクターは6.5となった。

資源に関しては、製品本体、梱包材等のリユース・リサイクル、リユース・リサイクル可能資源量が算出され、資源ファクターは8.3となった。

高圧スイッチギヤの評価結果を前ページ図3に示す。

(2) 心臓磁気計測システム(MC-6400)：心臓の電気活動により自然に発生する磁気信号を測定し、心臓各部位の電気生理現象を、X線・超音波・強磁場などを一切使わず、安全に検査する装置である。

●比較する製品の概要

項目	製品	基準	評価
製造年	—	—	2003
機種名	—	試作機	MC-6400
製品寿命(設定使用時間(年))	—	6	—
製品機能	液体ヘリウム消費効率	1	2
磁束換算ノイズ(fT/Hz ^{1/2})	50	50	—
最大サンプリング点数(点/チャンネル)	240000	240000	—
製品質量(kg)	787.5	690	—

●温暖化防止ファクターの評価結果

◆温暖化ガス排出量計算結果 単位:(kg/台)

ライフサイクル ステージ	製品	基準	評価
製造年	—	—	2003
機種名	試作機	—	MC-6400
作る	素材製造	3776	3433
	製造	833	694
運ぶ	輸送	167	167
使う	使用(電力・水)	4001	4001
戻す	回収/リサイクル	237	203
合計	ライフサイクル全体	9014	8499

◆温暖化防止ファクター計算結果

	基準製品	評価製品
単位機能あたりの ライフサイクルでの 温暖化ガス排出量 (kg/単位機能)	9014.5	8498.6

温暖化防止効率	3.19	6.78
温暖化防止ファクター	2.1	—

●資源ファクターの評価結果

◆使用する資源量等計算結果

単位:(kg/台)

製品(製造年)	基準(一)			評価(2003)		
	機種名	使用する	リユース・ リサイクル	機種名	使用する	リユース・ リサイクル
使用材料	資源量(kg)	使用する	リユース・ リサイクル可能	使用する	リユース・ リサイクル	リユース・ リサイクル可能
製品本体	787.6	121.1	266.3	690.0	145.1	263.9
鉄	35.5	21.3	35.5	35.5	24.9	35.5
ステンレス鋼板	51.4	23.1	48.8	50.5	25.2	47.9
銅	81.2	32.5	77.1	81.2	40.6	77.1
アルミニウム	109.1	43.6	103.7	107.5	53.8	102.2
プラスチック	5.1	0.0	0.0	4.7	0.0	0.0
その他	505.3	0.6	1.2	410.6	0.6	1.2
製品の包装材	330.7	172.5	318.6	296.8	151.7	285.5
発泡スチロール	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
その他プラスチック	4.3	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0
紙/段ボール	37.6	32.0	37.6	25.5	21.7	25.5
木材	281.0	140.5	281.0	260.0	130.0	260.0
その他	7.8	0.0	0.0	7.3	0.0	0.0
取扱説明書(上質紙)	0.7	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0
使用時に使用する材料	0.8	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0
電力(kWh)	0.8	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0
冷媒(kg)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	1119.8	293.6	584.9	988.7	296.7	549.4

◆資源ファクター計算結果

	基準製品	評価製品
資源価値係数	1.0	1.0
新規に使用する資源量(kg)	826.2	692.0
廃棄される資源量(kg)	484.4	414.7
単位機能あたりのライフ サイクルでの資源量 (kg/単位機能)	1310.6	1106.7

資源効率	22.0	52.0
資源ファクター	2.4	—

日立ハイテクノロジーズ製
MC-6400
心臓磁気計測システム
(2003)
機種名: MC-6400

図4. 「心臓磁気計測システム」の評価結果

評価製品は、“MC-6400”で2003年に製造した機種である。製品寿命は、6年間、製品機能は超電導センサ冷却用の液体ヘリウム消費効率、心臓内の電気現象により自然に発生する磁場を測定するセンサの感度を示す磁束換算ノイズ、最大サンプリング点数と考え評価した。

MC-6400は心臓磁気計測システムとして初めての製品であるため、基準製品は同製品の試作機とした。

ランニングコストの大部分を占める超電導センサ冷却用液体ヘリウムの消費量を装置の断熱性を高めて蒸発量を低減することで従来よりも50%減量し、またコンパクト化により装置の質量も12%低減したことにより、全ライフサイクルステージの温暖化ガス排出量は基準製品で9014 (kg/台)、評価製品で8499 (kg/台)、温暖化防止ファクターは2.1となった。

資源に関しては、製品本体、梱包材等のリユース・リサ

イクル、リユース・リサイクル可能資源量が算出され、資源ファクターは2.4となった。

心臓磁気計測システムの評価結果を前ページ図4に示す。

(3) 10.4形中形 TFT モジュール (TX26D**VM シリーズ)：液晶の光学設計の最適化およびバックライトの輝度効率改善により高輝度・高コントラストを実現し、視認性を向上させた産業、娯楽用途のディスプレイとして最適なB5サイズの高輝度 TFT 製品である。

評価製品は、“TX26D01VM1***”で2004年に製造した機種である。製品寿命は、6年間、製品機能は TFT 製品の性能を表す特性の中で消費電力にかかわる項目として画面輝度 (画面の明るさ)、精細度 (画面表示の細かさ)、消費電力、応答時間と考え評価した。

基準製品は2001年に製造した“TX36D70VC0CAF”とした。

全ライフサイクルステージの温暖化ガス排出量は基準製

●比較する製品の概要

項目	製品	基準	評価
製造年		2001	2004
機種名		TX36D70VC0CAF	TX26D01VM1***
製品寿命 (設定使用時間(年))		6	
製品機能	画面輝度(cd/m ²)	150.0	380.0
	精細度(画素数/画面サイズ)	12.8	9.2
	消費電力(W)	4.3	7.4
	応答時間(ms)	80.0	50.0
製品質量	(kg)	0.435	0.430

●温暖化防止ファクターの評価結果

◆温暖化ガス排出量計算結果 単位:(kg/台)

ライフサイクル ステージ	製品	基準	評価
	製造年 機種名	2001 TX36D70VC0CAF	2004 TX26D01VM1***
作る	素材製造	877.33	596.91
	製造	20.47	13.65
運ぶ	輸送	0.04	0.04
使う	使用(電力・水)	53.84	92.15
戻す	回収/リサイクル	0.13	0.09
合計	ライフサイクル全体	951.80	702.84

◆温暖化防止ファクター計算結果

	基準製品	評価製品
単位機能あたりの ライフサイクルでの 温暖化ガス排出量 (kg/単位機能)	2.34E-3	1.27E-3
温暖化防止効率	14400	44700
温暖化防止ファクター	3.1	

●資源ファクターの評価結果

◆使用する資源量等計算結果 単位:(kg/台)

製品(製造年)	基準(2001)			評価(2004)		
	TX36D70VC0CAF			TX26D01VM1***		
使用材料 資源量(kg)	使用する	リユース・ リサイクル	リユース・ リサイクル可能	使用する	リユース・ リサイクル	リユース・ リサイクル可能
製品本体	0.442	0.103	0.116	0.423	0.052	0.394
鉄	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001
ステンレス鋼板	0.000	0.000	0.000	0.047	0.016	0.047
銅	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.002
アルミニウム	0.018	0.003	0.018	0.010	0.002	0.010
プラスチック	0.209	0.018	0.175	0.216	0.005	0.057
その他	0.215	0.083	0.823	0.147	0.027	0.275
製品の包装材	0.332	0.259	0.487	0.296	0.205	0.329
発泡スチロール	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
その他プラスチック	0.004	0.000	0.000	0.019	0.000	0.000
紙/段ボール	0.280	0.238	0.280	0.230	0.196	0.230
木材	0.044	0.021	0.207	0.042	0.010	0.099
その他	0.004	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000
取扱説明書(上質紙)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
使用時に使用する材料	0.004	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000
電力(kWh)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
合計	0.778	0.362	1.503	0.726	0.258	0.723

◆資源ファクター計算結果

	基準製品	評価製品
資源価値係数	1.0	1.0
新規に使用する資源量 (kg)	0.4	0.5
廃棄される資源量 (kg)	0.26	0.19
単位機能あたりのライフ サイクルでの資源量 (kg/単位機能)	1.65E-6	1.20E-6

資源効率	2.03E+7	4.75E+7
資源ファクター	2.3

図5. 「10.4形中形 TFT モジュール」の評価結果

品で951 (kg/台)、評価製品で702 (kg/台)、温暖化防止ファクターは3.1となった。

資源に関しては、製品本体、梱包材等のリユース・リサイクル、リユース・リサイクル可能資源量が算出され、資源ファクターは2.3となった。

10.4形中形 TFT モジュールの評価結果を前ページ図5に示す。

5. まとめ

持続可能な循環型社会を構築していくために、環境に配

慮した製品を開発・設計し、ステークホルダに環境情報を積極的に提供していく必要がある。

製品の開発・設計段階から、より定量的な環境負荷の把握や目標値の設定として環境効率・ファクターの指標を導入し、環境適合製品を開発している。

今後、この指標を広く展開し、ユーザにわかりやすく提供していくために、指標やLCA データベースの標準化が必要になってくると考えている。この指標の普及に積極的に貢献していく。

(2005.5.23-受理)

先端技術を タイヨー の表面処理技術がサポートします

プラスチック製品

金型製作から成形、装飾めっき、EMIシールドめっき、塗装、印刷、レーザー加工まで、プラスチック製品の一貫生産。

プリント基板

切断、ルーター加工、NC穴明け、テスミア、スルーホールめっき、穴埋め、電解・無電解Ni/Auめっき、Agめっき等のプリント基板加工。

電子部品・半導体

表面実装電子部品、半導体製品、ウエハへの電解・無電解パンプめっき、電鍍めっき等の超精密めっき加工。

金属めっき・アルミ製品

無電解ニッケルめっき、アルマイト・アロジン加工、各種バレルめっき、ラック・バレル亜鉛めっき加工等。

TAIYO

株式会社 太洋工作所

代表取締役社長 辻 隆之

ISO 9001・ISO 14001 認証取得

■本社・化成品事業部・森小路事業部

〒535-0013 大阪市旭区森小路1丁目2番27号

TEL 06(6952)3178 FAX 06(6952)5515

■鶴見事業部

〒538-0054 大阪市鶴見区緑1丁目15番4号

TEL 06(6939)0287 FAX 06(6939)1587

■堺事業部・開発事業部・開発研究所

〒592-8332 堺市石津西町11番地

TEL 072(241)5949 FAX 072(247)1562

■海外拠点

アメリカ、シンガポール、マレーシア、ポルトガル

URL <http://www.taiyomfg.co.jp>