「GENESEED system」エコロジー配電盤

特集

山本 総一郎（やまもと　そういちろう）　鈴木　伸夫（すずき　のぶお）　増田　昌彦（ますだ　まさひこ）

1　まえがき

2001年の循環型社会形成推進基本法の施行や2005年の京都議定書の発効を受けて，各分野での環境配慮への取組みが進んでいる。上下水道事業体においてもISO14000の取得，LCA（Life Cycle Assessment）評価の導入など「エネルギーの使用の合理化に関する法律」（省エネ法）の施行を契機に，単なる省エネルギーだけでない環境負荷低減の取組みがなされている（**図1**，**図2**）。

上下水道施設の建設から廃棄までのライフサイクルにおいて環境負荷をCO_2排出量で評価した結果（LCA評価）では運転段階と建設段階が大部分を占めているとの報告があるなか，今後さらにLCAを重視した，導入設備の選択，建設工法の選定，施設の運用方法の改善などがなされていくものと考えられる。

上下水道施設の運転段階でのCO_2排出量の大半は上下水道施設の動力源である電気エネルギーの消費であり，それを扱っている電気機器も損失を低減し，運転段階でのCO_2排出量を低減するだけでなく，ライフサイクル全般において環境負荷を低減した製品が求められている。

電気機器の一部である配電盤はさまざまな部品を組み立てて製品としているため，部品材料の選定，部品形状・仕様の選択，組立方法などの工夫によってLCA評価のCO_2排出量を低減できる余地が多い。また，欧州連合（EU）のRoHS〈注1〉規制の影響を受け，国内でも鉛，六価クロムなどの有害物質規制の動きがあり，RoHS規制物質の削減とそのほかの廃棄物の発生抑制を合わせたReduce，製品の一部を再使用するReuse，製品を材料やエネルギーとして再資源化するRecycleの三つのRを取った3Rに対応した環境配慮型製品のニーズが高まっている。

富士電機でも2000年から環境配慮型製品としてのエコロジー配電盤の開発・製品化に着手し，すでに製品として納入している（**図3**）。本稿では，これまでの開発の経緯

〈注1〉RoHS：電気電子機器に含まれる特定有害物質の使用制限

図1　水道事業におけるCO_2の排出割合

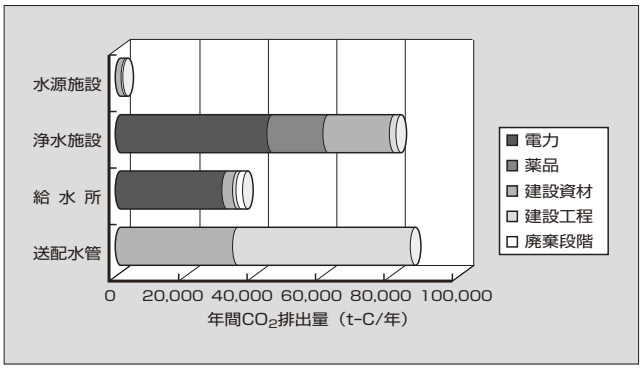


図2　下水道システムのLCA評価に関する調査

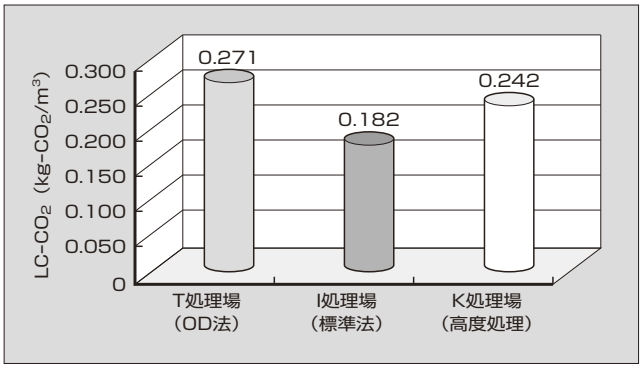


図3　高圧エコロジー配電盤の外観

山本 総一郎

上下水道用電気・計装システムの設計に従事。現在，富士電機システムズ株式会社環境システム本部水処理統括部副統括部長。電気学会会員。

鈴木　伸夫

開閉装置，特高・高圧盤，モータコントロールセンタの開発・設計に従事。現在，富士電機システムズ株式会社生産本部配電盤統括室主任。

増田　昌彦

プリント基板，センサの製造技術，配電盤の設計に従事。現在，富士電機システムズ株式会社生産本部配電盤統括室主任。電気学会会員。

と現状，そして今後の取組みについて紹介する。

2　環境配慮型製品の動向

2.1　環境適合設計と環境ラベル

環境配慮型製品の設計手法は環境適合設計と呼ばれ，ISO/TR14062，JIS/TRQ0007で規定している。また環境配慮型製品の特徴をお客様に示す環境ラベルの種類は，ISO14020シリーズ，JISQ14020シリーズで規定されている（**表1**）。最近の環境配慮型製品は，これらの規格をベースに製品化されている。

環境ラベルにはタイプⅠ，タイプⅡ，タイプⅢの3種類があり，それぞれ**表2**に示す特徴や製品分野がある。環境ラベルの名称に付く番号は取得の難易度などの順番を表すものでなく，それぞれ個々の性格を持つラベルの名称を示すものである。

表2の3Rは経済産業省の提唱する循環型経済システムを構築する「3R政策」の基本概念である。タイプⅠ，タイプⅡの環境ラベルでは3Rが評価項目とされている。

LCAとは製品の素材製造，製品製造，物流，使用，廃棄・リサイクルの各段階における環境負荷を算出する手法である。京都議定書で進める地球温暖化防止はこの手法の一部である「温暖化負荷（CO_2換算）」を用いて評価するため，環境配慮型製品の評価として多く用いられる。今までは複写機やパソコンなどの民生品で多く適用され，LCAデータの第三者認証を行うタイプⅢの環境ラベルを取得している。最近では配電盤などの産業システム機器でもLCAを計算する機種が現れてきている。

表1　ISOによる環境ラベルと環境適合設計の規定

規格名	タイトル	ラベル名	特　徴
ISO 14020	環境ラベルおよび宣言：一般原則	―	―
ISO 14021	環境ラベル：自己宣言による環境主張	タイプⅡ	自己宣言
ISO 14024	環境ラベル：第三者認定による原則と手順	タイプⅠ	第三者認証
ISO 14025	タイプⅢ環境宣言	タイプⅢ	LCAによる環境情報開示
ISO/TR 14062	環境適合設計	―	環境適合設計に関する概念およびその実施

表2　環境ラベルと関連のある環境配慮項目

ラベル名	環境配慮事項		取得製品分野
	3R	LCA	
タイプⅠ	○	△	事務用品，日用品
タイプⅡ	○	△	家電品，複写機，配電盤・制御装置
タイプⅢ	△	◎	複写機，パソコン，低圧モータコントロールセンタ

◎：必須　○：評価項目　△：参考項目

富士電機のエコロジー配電盤は2001年にタイプⅡ（自己宣言）の環境ラベルを適用した低圧盤を開発納入し，2003年には適用機種を特高盤，高圧盤まで拡大した。また，2004年にはLCAデータの第三者認証を行うタイプⅢ（エコリーフ）の環境ラベルを，低圧モータコントロールセンタ2機種で取得した。これらの活動は社団法人日本電機工業会から「業界初のエコロジー配電盤の開発」として平成17年度（第54回）電機工業技術功績者表彰発達賞を受賞するなど先端的な取組みとして評価されている。

2.2　富士電機グループの環境配慮型製品への取組み

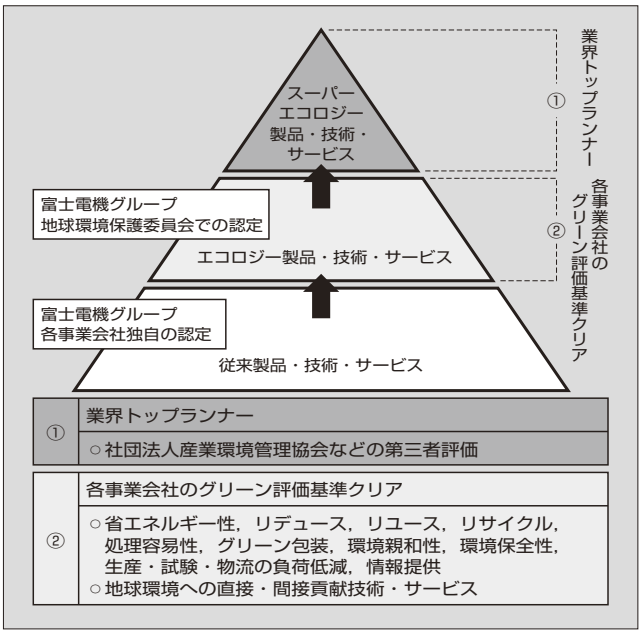
2004年度から富士電機グループの環境に配慮した製品，技術，サービスについて**図4**に示す認定制度を設けた。全体の製品・技術・サービスを，従来の仕様，エコロジー仕様，スーパーエコロジー仕様の3段階に分類している。エコロジー製品は各事業会社独自の認定，例えば自主基準で認定したタイプⅡ（自己宣言）の環境ラベル適用製品が相当し，スーパーエコロジー製品は業界トップランナーまたは第三者評価を受けたもので，タイプⅢ（エコリーフ）の環境ラベル適用製品などが相当する。

エコロジー配電盤はISO14020シリーズの規格や富士電機グループの認定制度を踏まえたうえで，3R，省エネルギー，LCA手法などを取り入れ，多様に変化する環境配慮型製品への要求事項に対応してEUのRoHS規制またはREACH[注2]規制，EuP指令[注3]への対応を進めるなど今後も進化させる考えである。

〈注2〉REACH：化学物質の登録，評価，認可制度で，EUが提案している新しい化学物質規制案システム

〈注3〉EuP指令：エコデザイン（環境配慮設計）に関する新しいEU指令

図4　富士電機の環境配慮製品の認定制度（概要）



特集

3　エコロジー配電盤における環境ラベル実施例

3.1　タイプⅡ（自己宣言）の環境ラベル適用配電盤

3R や省エネルギーへの対応を目的としたタイプⅡの環境ラベル適用配電盤における環境配慮事項を**表 3** に示す。また，**表 4** にタイプⅡ（自己宣言）の環境ラベルが適用可能な配電盤の例を示す。

2000 年のエコロジー配電盤開発当初は電線，端子カバー，ふさぎ板のハロゲンフリー化，取っ手のクロムフリー化，筐体（きょうたい）のリベットファスナ構造などを採用していた。

その後，EU の RoHS 規制対応の影響で国内でも 2003 年ごろから家電製品などで鉛，六価クロム，カドミウム，水銀などの規制が始まった。配電盤は監視制御装置に分類され，現在 RoHS 規制の対象外ではあるが，コスト・品質上問題のないものについては対応した器具，材料を積極的に採用していく方針である。

2005 年には従来の高圧盤に比べ奥行が半分以下になった縮小高圧盤を開発し使用部材の削減を図った。これらのアイテムを盛り込んだ最近の実施例として富士電機の太陽電池新工場に納入した高圧盤がある。

従来の高圧盤の奥行 2,000 mm に対し奥行 1,000 mm とし，質量を 35％，消費電力を 10％削減している。そのほか，電線，保護カバー，ふさぎ板のハロゲンフリー化，取っ手のクロムフリー化，ブレーカなど一部の電気機器を鉛フリー化している。（**図 5**）

3.2　タイプⅢ（エコリーフ）の環境ラベルの認証取得

富士電機では 2004 年 9 月に低圧モータコントロールセンタの新機種を開発した。その時点で**図 6** の新旧機種の環境負荷を比較するため，**図 7** のエコリーフ環境ラベルを取得した。新機種は**図 8** に示すように，旧機種に比べ温暖化

表 3　環境配慮事項

環境配慮項目		目　的	環境配慮適用事項
3R	廃棄物の発生抑制（Reduce）	ハロゲンフリー化	○電線，ダクト，端子カバー，ふさぎ板などに非塩化ビニル材質を使用
		クロムフリー化	○取っ手のクロムめっきの代替に塗装取っ手使用
		鉛フリー化	○リレー，ブレーカなどの一部の機器に鉛フリーはんだを適用
		使用部材削減	○盤寸法縮小化，質量軽量化
	再使用（Reuse）	筐体部材の再使用	○リベットファスナ構造の筐体で柱，コーナー片，側板の再利用が可能
	再資源化（Recycle）	銅再利用の容易化	○EM（エコ）電線を使用
		分別処理容易化	○プラスチックの分別処理名板を表示
			○筐体には解体容易なリベットファスナ構造を適用
省エネルギー		CO_2削減（温暖化防止）	○表示灯，リレーなどに省電力タイプを使用 ○盤縮小化による導体長短縮効果で諸費電力低減
情報公開		環境情報開示	○盤製作仕様書に製品廃棄時の処理情報を記載

表 4　タイプⅡの環境ラベル適用盤での環境配慮実施事項

分　類		低圧エコロジー配電盤			特高・高圧エコロジー配電盤	
適用盤種類		制御盤	計装盤	コントロールセンタ	C-GIS	特高・高圧盤
環境配慮適用項目	EM電線	○	○	○	○	○
	エコダクト	○	○	○	○	○
	保護カバー	○	○	○	○	○
	ふさぎ板	○	○	○	○	○
	鉛フリーはんだ適用機器使用	○	○	○	○	○
	筐体リベットファスナ構造	○	○	－	○	△
	SF_6絶縁ガス代替	－	－	－	○	－
	情報開示	○	○	○	○	○

○：適用　－：適用せず　△：開発予定

図 5　太陽電池新工場向け縮小高圧盤

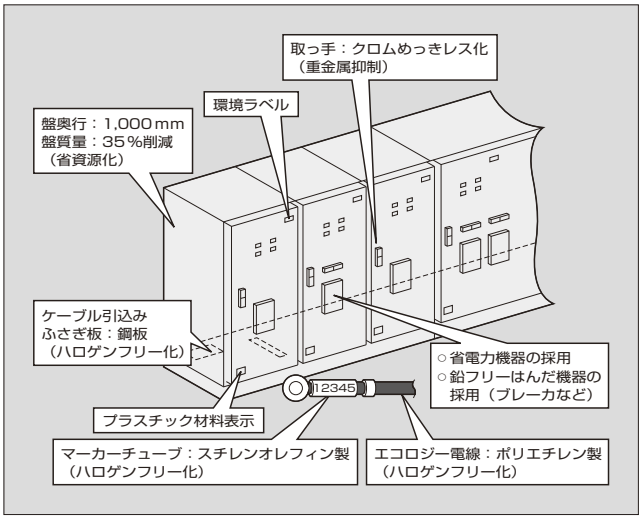
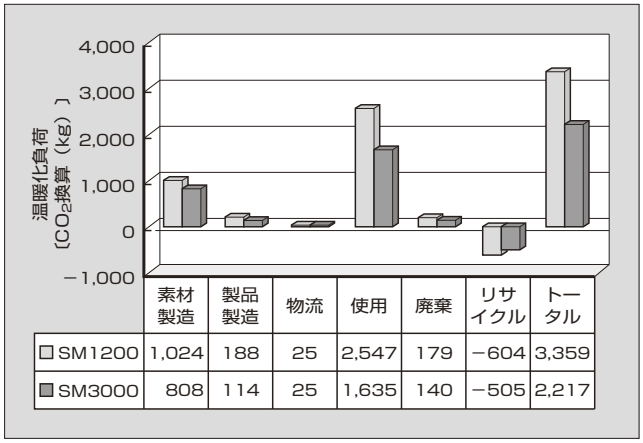


図 6　低圧モータコントロールセンタの外観

図７　エコリーフ環境ラベルマーク

図８　低圧モータコントロールセンタの新旧機種温暖化負荷比較



	素材製造	製品製造	物流	使用	廃棄	リサイクル	トータル
SM1200	1,024	188	25	2,547	179	−604	3,359
SM3000	808	114	25	1,635	140	−505	2,217

負荷ではトータルで 34％，使用段階では 35.8％ 削減できた。

使用段階の温暖化負荷は消費電力に比例するため，このケースではきわめて良好な省エネルギー効果が期待される。

タイプⅢ（エコリーフ）の環境ラベルは**表 1** にあるように LCA による環境情報開示を特徴にしている。LCA の概念が出てしばらくは計算手法や原単位と呼ばれるデータベースの値が各国の研究者によって異なり，データの信頼性に疑問が持たれていた。それを回避するため ISO14040 シリーズで LCA が規定された。日本では当時の通商産業省（現経済産業省）が主導して社団法人産業環境管理協会が主催する「JEMAI プログラム」で，タイプⅢ（エコリーフ）の環境ラベルを試行してきた。その後，「エコリーフ」環境ラベルプログラムとして運用開始された。これは日本国内では唯一のタイプⅢの環境ラベルである。

この認証を受けるためには各製品に「製品分類別基準」（PSC：Product Specification Criteria）を制定する必要があり，基準制定を目的に参加の意思を示した企業が集まり，原案作成とその審議が行われる。これにより，各製品の LCA 計算ルールの基準が決定される。富士電機は提案元として業界をリードし，2005 年は高圧盤についての PSC の制定を推進した。

今後，高圧盤，縮小高圧盤でのエコリーフ環境ラベルの取得を行い，さらに認証取得機種の拡大を狙っていく。

表５　LCA関連用語解説

略　称	正式名称	特　徴	用　途
LCA	Life Cycle Assessment	ライフサイクル全体における温暖化，酸性化などの環境負荷を評価する。	製品・サービスの環境影響を物理化学的指標で評価する。
LCCA	Life Cycle Cost Assessment	ライフサイクル全体におけるコストを投資効果などを評価する。	製品・サービスの経済効果をライフサイクル全体で評価する。
LCT	Life Cycle Thinking	製品設計などでライフサイクル全体にわたり考慮する思考方法。	製品・サービスの価値をライフサイクル全体で思考し意思決定する。

4　ライフサイクルサポートと LCA，LCCA，LCT

「GENESEED」はライフサイクルサポートを基本的概念として持っている。それに関連する LCA，LCCA，LCT について**表 5** にまとめる。LCT は LCA や LCCA を包括的に含んだ概念であり，LCA では温暖化負荷など，評価結果を定量的に示す必要があるが，LCT は各ライフステージの環境配慮事項（タイプⅠの環境ラベルなど）を定性的に示してもよい。従来の製品設計・開発では製品を顧客に納入する時点までの性能・品質・コストを関心の対象にしていたが，環境配慮が定着してきた最近の傾向は LCT で製品の開発・設計をすることが増えている。ライフサイクルサポートは LCT にのっとり，配電盤をお客様に納入した時点で終わるのではなく，お客様の使用段階，廃棄・リサイクル段階，更新時期まで考えて環境負荷と経済性を最適化してサポートするシステムであり，循環型社会実現のために必要な考え方である。

5　あとがき

エコロジー配電盤の開発経緯と現状について述べてきた。LCA をさらに発展させた考え方として，製品・サービスを価値/環境負荷の比（環境効率）で評価する方法や新旧の製品・サービスの環境効率の比（ファクタ）で評価する方法がある。

従来は環境負荷のみで製品を選別するネガティブスクリーニングが主流であったが，製品の価値を評価項目に入れるポジティブスクリーニングの考え方が，これらの手法の特徴である。現在は民生品や情報機器などのように製品寿命が短く開発速度が速いものの評価に使われている。将来は，配電盤などの重電・産業システム機器の評価にも使われると予想される。その際に環境負荷として LCA や LCCA が使われることが多いため，重電・産業システム機器の分野でも LCA，LCCA，LCT の概念が普及することが重要である。

富士電機は今後，「GENESEED system」エコロジー配電盤でエコリーフ認証取得機種を拡大し，常にこの分野でのフロントランナーとして循環型社会の実現に貢献していく所存である。

参考文献

(1)　水道事業におけるライフサイクルアセスメント（LCA）に関する調査 ―水道施設を対象とした LC-CO_2 による評価―．水道協会雑誌．vol.70, no.11（no.806）.

(2)　下水道システムの LCA 評価に関する調査．国際研 下水道研究部 下水道研究室．

(3)　「わが社の環境配慮製品」総括．電機．日本電機工業会刊．

(4)　増田昌彦．電気設備のエコロジー化．電気学会産業応用部門大会．2-S16-6. 2004.

(5)　経済産業省 ホームページ．http://www.meti.go.jp/policy/recycle/index.html（2006-11 現在）

(6)　産業環境管理協会 ホームページ．http://www.jemai.or.jp/ecoleaf/index.cfm（2006-11 現在）

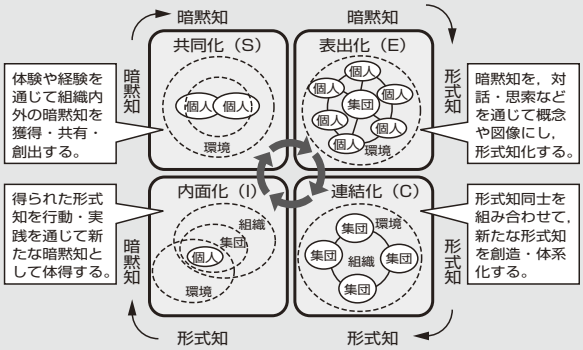
(7)　NEDO 3R 技術データベース ホームページ．http://www.nedo3r.com/index.html（2006-11 現在）

(8)　産業環境管理協会刊．平成 17 年度 情報通信技術（ICT）の環境効率評価ガイドライン．日本環境効率フォーラム事務局．

解　説　知識創造における SECI モデル【関連論文：p.486-489】

野中郁次郎氏と竹内弘高氏が提唱する組織的知識創造プロセスの基礎理論である。知識が，異なる知，特に暗黙知と形式知の社会的相互作用を通じて創造されるという前提に基づき，認識論的次元と存在論的次元に分けて論じたものである。認識的次元では，四つの知識変換モード（共同化，表出化，連結化，内面化）に，五つの組織的要件（意図，自立性，ゆらぎと創造的カオス，冗長性，最小有効多様性）が作用することにより知識スパイラルが生まれる。一方，存在論的次元では，五つのフェーズ（暗黙知の共有，コンセプトの創造，コンセプトの正当化，原型の構築，知識の移転）により，もう一つのスパイラルが生まれる。組織は知識をそれ自体でつくることはできないが，これら二つの次元のスパイラルが相互に絡み合うことにより大規模な組織的知識創造が行われる。

知識創造の一般原理 SECI モデル



出典：野中郁次郎ほか．知的創造の方法論．東洋経済新報社．2003.

e-Front runners

＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。