

# 環境・省エネルギー計画エンジニアリング

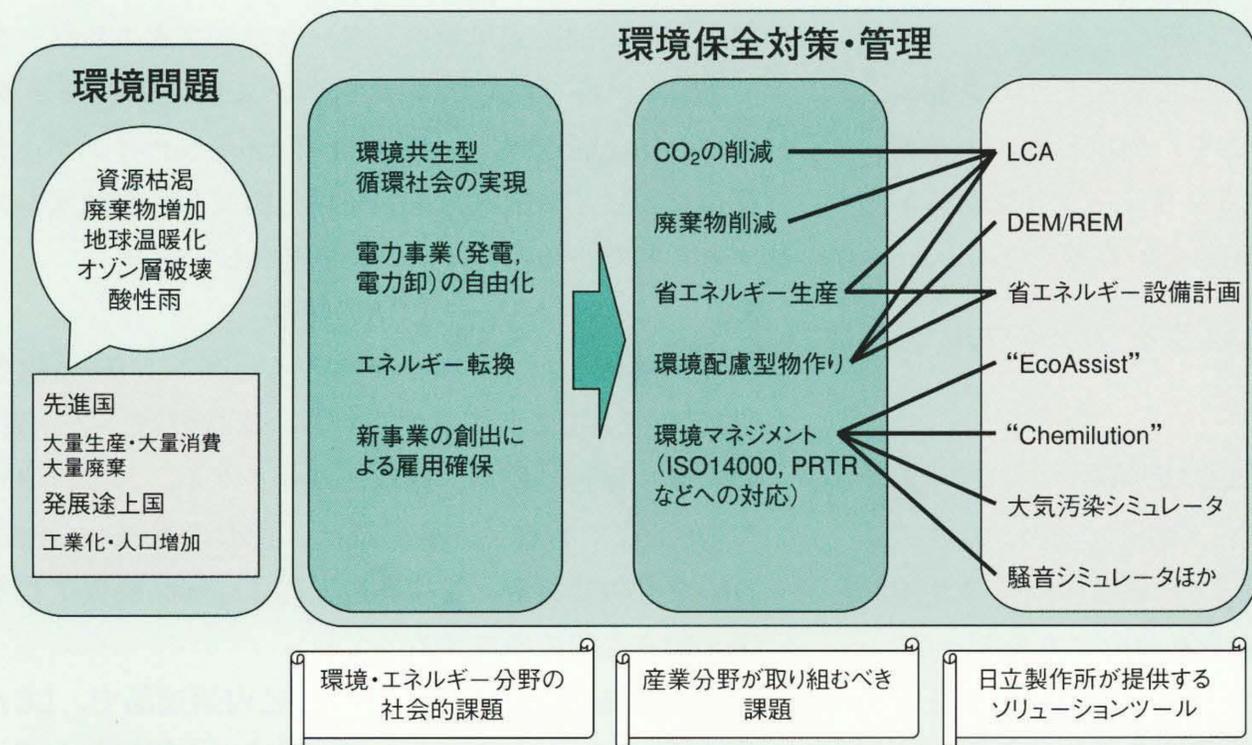
Engineering for Environmental and Energy Saving Systems

国井茂樹 Shigeki Kunii

織田隆士 Takashi Oda

下田 誠 Makoto Shimoda

岩瀬嘉男 Yoshio Iwase



注：略語説明

PRTR (Pollutant Release and Transfer Register)  
LCA (Life Cycle Assessment)  
DEM (Disassemblability Evaluation Method)  
REM (Recycling Evaluation Method)

**環境・エネルギー分野のニーズとエンジニアリングのテーマ**

環境・エネルギー分野における重要課題の一つは、地球温暖化防止策としてのCO<sub>2</sub>排出量の削減である。そのためには、これまでも増して環境・エネルギー関連システムの改善・充実が必要とされている。このような産業界が取り組むべき課題に対するソリューションとして、日立製作所は、すでに開発したツールをベースにして環境マネジメントや省エネルギーシステムの開発を推進し、産業界のニーズに的確にこたえられるエンジニアリング技術の提案を目指している。

環境・エネルギー分野に関する今後の重要課題は、京都議定書に代表される地球温暖化防止である。技術革新によって人類の夢が次々と実現されていく一方、酸性雨、オゾン層破壊などの環境破壊が進行し、現在では顕著な温暖化が記録されている。このように、地球規模的対策が必要とされる今こそ、わが国でも産官民一体の取組みが重要である。環境保全に必要な社会的なコストを明確化し、社会全体のコンセンサスが得られる新しい環境配慮型の社会システムを構築していく必要がある。

日立製作所は、循環型社会の実現に向け、みずから低環境負荷製品の開発に取り組んでいるほか、システム計画エンジニアリング力を生かして、エネルギーの有効利用が図れるコージェネレーションシステムや、環境保全マネジメントのための環境情報システムを開発し、社会に提供している。さらに今後は、これらを流通なども含めた環境配慮型循環システムとして成長させていく。

## 1 はじめに

2001年は、省庁再編で発足した環境省によって環境元年と位置づけられ、容器包装リサイクル法や家電リサイクル法など、循環型社会構築のためのさまざまな法規制が整備、施行された。さらに、2001年7月に独ボンで開催された地球温暖化防止会議(COP再開会合)では、京都議定書の運用ルールで合意し、今後わが国は議定書の定める温暖化ガス削減の目標達成に向け、産官学の協力による削減対策強化を図らなければならないことが明確になっている。

ここでは、このような環境・エネルギー分野が抱える課題を解決するためのシステム計画エンジニアリングの

うち、特に環境負荷の低減とエネルギー・コスト削減を両立させるために有効な手段と考えられるLCA (Life Cycle Assessment)と、サービス事業への取組みを含むエネルギー システム エンジニアリングについて述べる。

## 2 環境・省エネルギー システムソリューション

上述した背景の中で、廃棄物削減や省エネルギーの推進は、事業改善対策の不可欠な要素として定着しつつある。

ここで問題となるのが、改善・充実化が望まれる環境・エネルギー関連システムをいかに構築するかである。例えば、設備の導入や運用のエネルギー・コスト評価比較にとどまらず、製造から廃棄に至るまでの製品のライ

フサイクルにおけるCO<sub>2</sub>や、環境影響因子・汚染物質の排出量の削減を考慮した設計・運用・管理が求められる。最近では、LCAから環境会計、環境経営といった概念・手法が発展し、ISO14001の取得や、今後予想される環境税対策と排出量取り引きを実施するための評価管理手法が欠かせないものとなっている。

このため、日立製作所は、これまで蓄積したエンジニアリング経験と情報管理システムを、環境・省エネルギーシステム構築のために生かせるソリューションツールとしてさらに発展させた形で提案していく考えである。

### 3 産業分野におけるLCA(ライフサイクルアセスメント)

#### 3.1 LCAの概要と日立製作所のLCAの特徴

LCAとは、原材料調達から設計・製造、使用、リサイクル、そして最終的な廃棄処分まで(製品のライフサイクル)にわたって、製品に使用する資源やエネルギーと、製品が排出する環境負荷を定量的に推定、評価し、さらに、製品の潜在的な環境影響を評価する手法である。

日立製作所のLCAの特徴を図1に示す。日立製作所のLCAでは、ライフサイクルを11工程で固定し、製造時の加工と組立工程でのユーティリティの削減効果を評価することができる。また、加工方法を変更したときの環境負荷の変化も検討でき、評価結果を設計へ反映することも可能である。さらに、購入部品については、解析した結果を新たな原単位とし、部品レベルでも登録できるようにしてあるので、解析した結果を設計者が共有できるという特徴がある。

#### 3.2 LCAの目的と対象製品

日立製作所は、環境負荷を低減するために、環境情報

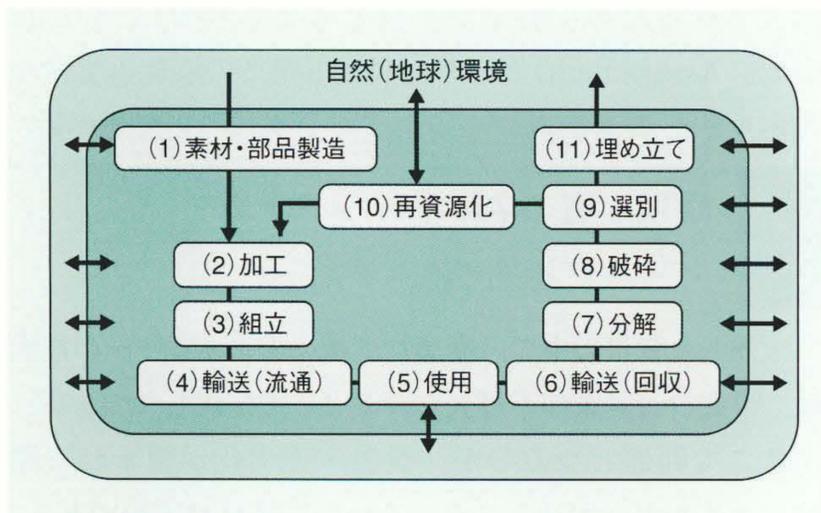


図1 日立製作所のLCAの特徴

11の固定された工程から成り、製造では加工と組立工程がある。部品単位で評価でき、部品・ユニットの原単位を内蔵している。

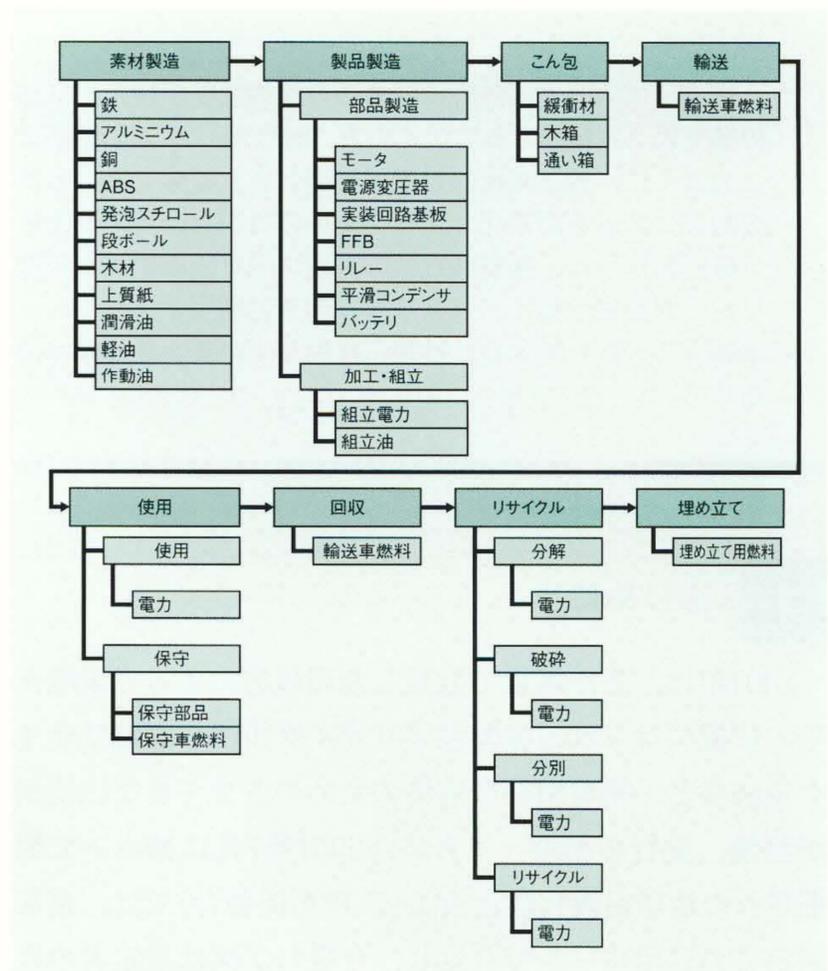
開示制度を設け、「環境適合設計アセスメント」を実施することにより、環境適合製品の開発を進めている。

その一つとして、エレベーターのライフサイクルでの環境負荷、特にCO<sub>2</sub>排出量を比較した。比較対象としたエレベーターは、低階床の事務所などで使用する、運転回数が多油圧式エレベーターとロープ式エレベーターである。ロープ式では、ギヤレス永久磁石モータとIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)インバータの採用によって消費電力を50%以上削減し、機械室レスとすることで20%の省スペースを達成している。

#### 3.3 インベントリーとLCAの特徴

今回解析したエレベーターのインベントリー(調査項目)範囲を図2に示す。すなわち、素材製造、製品製造、梱包、輸送、使用、回収、リサイクル、および埋め立ての8工程である。素材製造は、資源の採掘から輸送を含めたものである。製品製造工程は、部品製造工程と加工・組立工程で構成する。

部品製造工程では、購入品と社内調達品で、LCA内蔵の標準データおよびその素材構成から算出したデータ



注：略語説明  
 ABS (Acrylonitrile-butadiene-styrene)  
 FFB(Fuse Free Braker)

図2 エレベーターのインベントリー

製造工程では部品製造に起因する環境負荷を考慮し、さらに使用時には、保守点検のための部品交換および輸送車の燃料を含めて評価している。

を用いた。加工・組立工程で用いたのは、エレベーター製造工場での単位生産台数当たりの消費電力と重油使用量である。

使用工程では、使用時の消費電力と保守時に使用する交換部品、および保守に使用する保守車の燃料を考慮した。主要交換部品の寿命を10年とし、ライフサイクルごとに1回交換するものとした。リサイクル工程は、分解工程、破碎工程、分別工程、およびリサイクル工程から成る。ただし、今回の評価では、リサイクルしないものとして評価した。

全体的に、CO<sub>2</sub>排出量は使用時が圧倒的に多く、素材製造がそれに次ぎ、ほか(製造、組立、回収など)ではほとんど排出がないことがわかる(図3参照)。

エレベーターの制御は、油圧式では釣合いおもりがない、かご自体を持ち上げる方式なので、消費エネルギーが大きい。一方、ロープ式は釣合いおもりを持つ「つるべ構造」で、使用エネルギーは、かご側とおもり側の質量差分だけ必要である。図3から、ロープ式のCO<sub>2</sub>排出量が油圧式の $\frac{1}{4}$ 程度と小さいことがわかる。これにより、ロープ式の制御方式のほうが省エネルギーで、環境負荷が小さいことがわかる。

すなわち、常時使用している機器では、使用時の環境負荷が大部分を占めており、使用時での省エネルギーを図ることで、ライフサイクルにおける環境負荷を削減することができる。

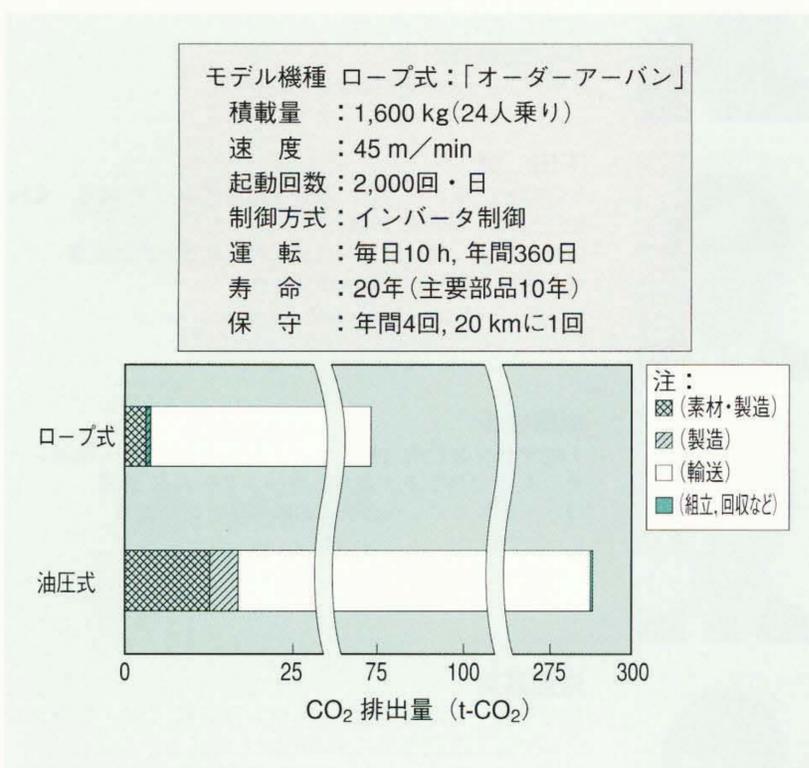


図3 エレベーターのライフサイクルでのCO<sub>2</sub>排出量

ロープ式では、釣合いおもりとインバータ制御の採用により、油圧式に比べて $\frac{1}{4}$ 程度と、約75%の削減になる。

## 4 産業分野におけるエネルギーシステムエンジニアリング

### 4.1 産業分野の状況

産業界では、省エネルギー法(エネルギーの使用の合理化に関する法律)の改正などに代表される省エネルギー強化措置に対応するため、省エネルギー関連投資は比較的堅調である。

### 4.2 近年の省エネルギー関連投資の特徴

電力と熱の有効利用を目的としたコージェネレーションの導入により、中・大規模の産業分野では、大きな省エネルギー効果が期待できる。また、需要家のために、エネルギー設備の設置や必要な燃料の調達、設置後の運転・保守を一貫して提供する“BOO(Build, Own, Operate)”方式のビジネスや、エネルギーの必要な場所でエネルギーを作って供給する「オンサイト エネルギー サービス」と呼ばれる事業形態が導入されつつある。2001年10月に日立製作所が設立した特別目的会社が契約を締結した東京都水道局朝霞・三園浄水場のPFI(Private Finance Initiative: 民間資金による社会資本整備)事業も、BOOによるエネルギー供給を含む新事業である。

業種別に見ると、電子デバイス製造工場に導入される分散電源設備では、省エネルギー・省コストと同時に、電力の品質安定を図ろうとする動きが目立つ。これは、半導体などの微細化・高付加価値化に伴い、瞬時の電圧低下でも多量、多額の損害が生じる場合があるからである。現在、この業種では、数千から数万キロワットクラスのBOOの計画が控えている。

### 4.3 BOO事業への対応

省エネルギー効果が供給側の効率に依存することから、エネルギー需要に応じた供給システムの最適化が求められることは、従来のエネルギーシステム構築と同じである。BOO事業では、日立製作所は、200件以上の各種自家発電システムの納入で培ったノウハウと、オーダーメイド方式の効果試算を活用している。さらに、BOO事業では以下のような項目に対するエンジニアリングが必要である。

#### (1) 環境への影響評価

大規模なシステムとなる場合は、環境基準の順守とともに、近年各自治体で施行されている環境アセスメント条例への対応が必要となる。

コージェネレーション設備の設置にあたり、排出ガスの拡散状態をシミュレーションした結果の例を図4に示

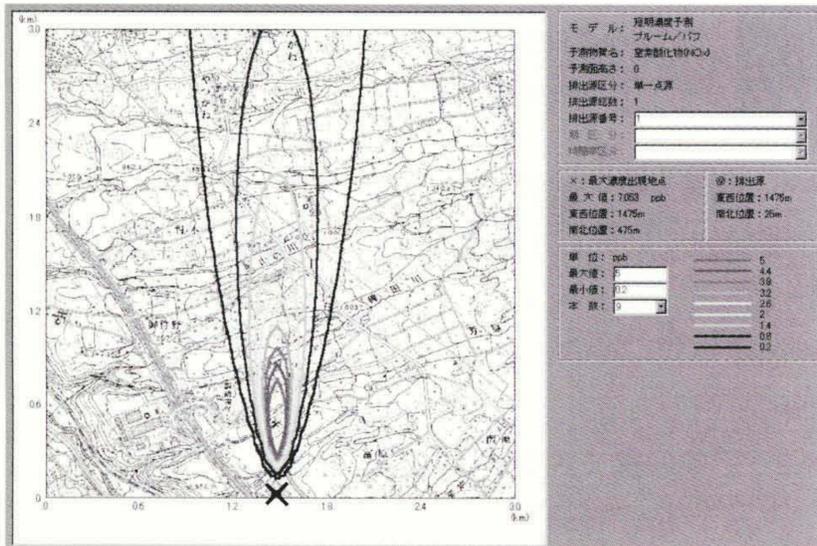


図4 排出ガスの拡散シミュレーション結果の例  
×地点が排出源である。排出口の高さ、排出速度、風向き、風速などから排出ガスの拡散状態を計算した。

す。環境アセスメントが不要な場合でも、設置するシステムの環境負荷の評価は重要な要素になっている。

(2) 事業性評価

長期間(一般的には10年以上)にわたり、需要家に対してメリットがあると同時に、BOO事業自体を安定的に継続できる契約条件を提示する必要がある。

このため、候補となるシステムについて運転パターンを設定し、1年間の運転量のシミュレーションから需要家が省エネルギーを実現し、かつ事業が成立する条件を試算した例を図5に示す。

(3) 運転・保守計画

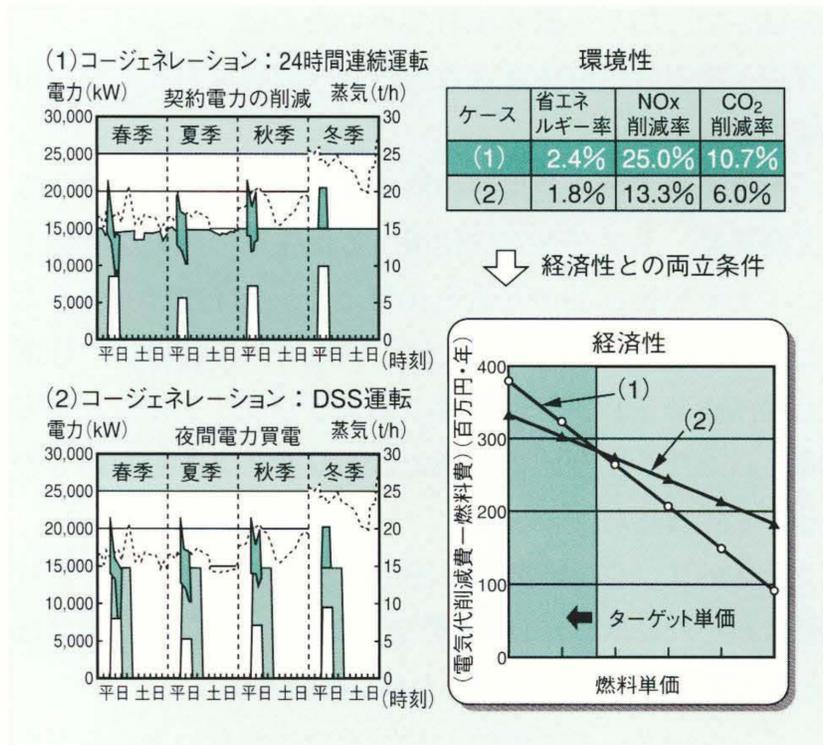
一般電力事業者のような設備の多重化による信頼性確保には限度があるので、綿密な運転・保守計画の立案と実行が不可欠である。

日立製作所は、電力卸売発電所の運営実績や、近年開始したESCO(Energy Service Company)事業の運営ノウハウを生かしたエンジニアリングを提供している。

5 おわりに

ここでは、産業分野の環境・省エネルギー計画におけるエンジニアリングについて、LCA技術とエネルギーシステム計画の観点から述べた。

環境・エネルギーを取り巻く社会システムは、今後も続けて大きな進化をしていくものと考えます。日立製作所は、これらの社会システムの変革をいち早くとらえ、エンジニアリングツールのいっそうの充実を図るとともに、社会に有用なソリューションを、タイムリーに提案するための努力を続けていく考えです。



注：略語説明 DSS(Daily Start and Stop)

図5 BOO事業計画の事業性検討結果の例

候補となるエネルギー供給システムの運転パターン(1)、(2)について、環境性に優れた(1)のパターンが、経済性(事業性)でも有利となる燃料単価のターゲットを算出した例を示す。

参考文献

- 1) COP6再開合評価と概要、環境省ホームページ：  
<http://www.env.go.jp/earth/cop6-sai/hyoka.html> (2001.7)
- 2) 特集：日立グループ総合環境事業の新展開、日立評論、82, 8(平12-8)

執筆者紹介



国井茂樹

1979年日立製作所入社、システム事業部 公共・社会システム本部 環境情報システムセンター 所属  
現在、環境情報システムの開発・拡販取りまとめに従事  
技術士(電気・電子部門)  
廃棄物学会会員  
E-mail: kunii@siji.hitachi.co.jp



下田 誠

1975年日立製作所入社、電力・電機グループ 電力・電機開発研究所 第四部 所属  
現在、LCA、環境情報システムの取りまとめに従事  
電気学会会員、日本機械学会会員  
E-mail: makoto\_shimoda@pis.hitachi.co.jp



織田隆士

1992年日立製作所入社、システム事業部 産業・流通システム本部 プラント・エネルギーシステム部 所属  
現在、エネルギーシステムの取りまとめに従事  
E-mail: t-oda@siji.hitachi.co.jp



岩瀬嘉男

1982年日立製作所入社、システム事業部 公共・社会システム本部 環境情報システムセンター 所属  
現在、環境情報システムの開発・拡販取りまとめに従事  
ECS(Electro chemical Society)会員  
E-mail: iwase@siji.hitachi.co.jp