

日本エネルギー学会 編

シリーズ 21世紀のエネルギー 15

# エネルギーフローアプローチで 見直す省エネ

— エネルギーと賢く，仲良く，  
上手に付き合う —

工学博士 駒井 啓一 著

コ ロ ナ 社

---

日本エネルギー学会  
「シリーズ 21世紀のエネルギー」編集委員会

委員長 八木田浩史（日本工業大学）  
副委員長 本藤 祐樹（横浜国立大学）  
委員 木方真理子（東京電力ホールディングス株式会社）  
（五十音順） 永富 悠（日本エネルギー経済研究所）

---

（2019年4月現在）

## 刊行のことば

本シリーズが初めて刊行されたのは、2001年4月11日のことである。21世紀に突入するにあたり、この世紀におけるエネルギーはどうなるのか、どうなるべきかをさまざまな角度から考えるという意味がタイトルに込められていた。第1弾は、小島紀徳先生の『21世紀が危ない—環境問題とエネルギー—』であった。当時の本シリーズ編集委員長は堀尾正韜先生であり、小島先生がその後を引き継がれた。ここでは堀尾先生、小島先生の「刊行のことば」を引きながら、シリーズのその後を振り返りつつ、将来に向けての展望を記す。

『科学技術文明の爆発的な展開が生み出した資源問題、人口問題、地球環境問題は21世紀にもさらに深刻化の一途をたどっており、人類が解決しなければならない大きな課題となっています。なかでも、私たちの生活に深くかかわっている「エネルギー問題」は上記三つのすべてを包括したきわめて大きな広がりや深さを持っているばかりでなく、景気変動や中東問題など、目まぐるしい変化の中にあり、電力規制緩和や炭素税問題、リサイクル論など毎日の新聞やテレビを賑わしています。』とまず書かれている。2007年から2008年にかけて起こったことは、京都議定書の約束期間への突入、その達成の難しさの中で当時の安倍総理による「美しい星50」提案、そして競うかのような世界中からのCO<sub>2</sub>削減提案。あの米国ですら2009年にはオバマ政権へ移行し、環境重視政策が打ち出された。このころのもう一つの流れは、原油価格高騰、それに伴うバイオ燃料ブーム。資源価格、廃棄物価格も高騰した。しかし米国を発端とする金融危機から世界規模の不況、そして2008年末には原油価格、資源価格は大暴落した。本稿をまとめているのは2009年2月であるが、たった数か月前には考えもつかなかった有様だ。嵐のような変動が、「エネルギー」を中心とした渦の中に、世界中をたたき込んでいく。

その後、2011年3月11日、東日本大震災が日本を揺らし、エネルギーをめぐる情勢も大きく揺られて、今日に至っている。原子力発電に対しては、安

全・安心といった面からの見直しが行われつつある。化石燃料から再生可能エネルギーへと舵を切るべく導入された固定価格買取制度は、再生可能エネルギーの導入に対しては大きな効果を上げてきたものの、電力の安定供給と費用負担という観点からは必ずしも十分な成果を上げているとは言い難く、制度の見直しが行われつつある。この間、長年の懸案とされてきた電力・ガスの自由化もスタートした。

地球環境問題に目を転じると、京都議定書から18年、パリ協定は採択からわずか1年足らずというきわめて短期間で発効に至った。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が、産業革命以後の気温上昇を1.5℃に抑えるべきと提言し、温室効果ガスの排出抑制への動きは、より一層高まりつつある。また持続可能な開発目標（SDGs）という将来のあるべき姿に向けて、環境以外の領域を含む目標設定もなされている。

エネルギーは、産業革命以後の人類の発展を支えてきた。21世紀においても、その重要性がなくなることはないであろう。いや、むしろ基本的なインフラとしてエネルギー供給の重要度が増すことは間違いない。

シリーズの発刊から20年近くの時を経て、これまで出版された本シリーズへのご意見やご批判もあろうかと思う。この間の状況の変化に伴い、内容が現在から見た将来とは必ずしも合致しない部分も生じているかもしれない。21世紀という長く、そしてエネルギーにとっては大きな変動の時期を見通すことは難しい。さらに、これからこのようなタイトルを取り上げて欲しいといったご提案もあるかと思う。さまざまご意見・ご要望は、是非、日本エネルギー学会にお寄せいただければ幸甚である。

また、この場をお借りし、これまで多くの労力を割いていただいた歴代の本シリーズ編集委員各位、著者各位、学会事務局、コロナ社に心から御礼申し上げます。加えて現在、本シリーズは、日本エネルギー学会誌および機関誌「えねるみくす」の編集委員会の委員各位からさまざまご意見を賜りながら編集を進めている。改めて関係者各位に御礼申し上げます次第である。

2018年11月

「シリーズ 21 世紀のエネルギー」 編集委員長 八木田 浩史

# はじめに

本書では、省エネルギー（以下、省エネ）についてエネルギーフローからアプローチする。エネルギーフローとはエネルギーの流れのこと示す一般的な用語だが、本書では少し広く、例えばエネルギーの入力の結果得られた種々の便益の流れなども含めてこう呼ぶことにする。したがって、本来は拡張エネルギーフローとも呼ぶべきものかもしれないが、内容自体は別に新規なものではない。従来から知られているさまざまな省エネの方法論を、エネルギーフローからのアプローチという考え方で整理してみたものとお考えいただきたい。

著者が省エネに携わるようになって、いつの間にか15年以上となる。省エネルギーセンターに約10年奉職し、省エネ大賞、省エネ技術戦略、省エネ法判断基準改正、省エネ国際規格（ISO 50001）などのさまざまな事業に参加し、多くの経験をさせていただいた。2011年3月、折しも年間約1000件の省エネ診断、数百件の温暖化ガス国内排出権取引などのとりまとめに奔走していたさなかに東日本大震災に遭遇し、省エネをゼロから見直す貴重な体験もした。

省エネルギーセンター退職後は、出身企業に非常勤研究員として奉職の傍ら、省エネ規格の国際検討チームへの参加、省エネ講座講師、工場等の省エネ実状調査や支援などを通じ、工場等の省エネの最前線で実務に取り組んでおられる多くの方々との交流の機会を得、幾度となく目から鱗の落ちる思いをしている。

元来著者は民間企業で研究開発設計をやっていたエンジニアである。たまたま1970年代の石油危機にリアルタイムで直面した。以来今日に至るまで、大半がエネルギー関連の研究開発、プロジェクト業務、技術企画などに関わることになったが、省エネの専門家というわけではなかった。省エネに携わるようになってから、省エネとは何かがわからなくなってしまったことが何度もある。

省エネが大切だといわれて反対する人はまずいない。だが、これ以上の省エ

ネは難しいという人が多い。具体的に何をすればよいかわからないという人も多い。省エネというと、その効果は限定的で地味なものという印象が強いようだ。また、我慢とか、節約と結びつけられて、後ろ向きのイメージをもたれることも多い。

なかには表だって省エネに異論は唱えないものの、「もっと省エネ効果の大きい別の何か」を優先すべきだと考えている人も多いように思われる。一方で、省エネを専門としている人の中には、「もっと省エネ効果の大きい別の何か」は省エネとは別物だと、自ら守備範囲を狭めてしまっている人も多い。

歴史を振り返れば、石油危機の国難を克服するなど、省エネが果たした役割は非常に大きい。そしてこれからも、地球温暖化対策、パリ協定への対応などに対し、最も大きな貢献が期待されるのは省エネである。省エネを小さな殻に閉じ込めてはいけない。もっと前向きで、発展的で、広い省エネに向けて、できるだけ多くの人々に積極的に参加していただかなければならない。

近年は、省エネからエネルギーのことが次第に忘れられてきている。単にエネルギーを節約するだけではなく、エネルギーを上手に活用することが省エネの原点だったはずだ。このためには、エネルギーのことをよく理解し、エネルギーの流れを把握し、エネルギーと上手に付き合うという知恵と工夫の賢い省エネを今一度思い出すことが必要だと思う。

そもそもわれわれがエネルギーを消費するのは何らかの便益を獲得するためにはずである。必要以上の便益のためにエネルギーを浪費すべきではないだろうが、必要な便益まで諦めるような我慢の省エネは無理もあり、長続きしない。このため、エネルギーフローをエネルギーの流れだけで終わらせずに、最終的に真に必要な便益の確保に至るまでの流れとして把握し、損失エネルギーや無駄の削減を検討していく方法論を整理してみた。

省エネは一人でやっても進まない。多くの人々の参加が重要である。このためには、エネルギーの流れだけ考えていては不十分である。人々が連携、協力する仕組みづくり、省エネ推進のモチベーションの確保、人々の多様な価値観

や行動様式などの検討のように、工学技術では対応の難しい多くの重要な課題がある。しかし、それでもなおエネルギーそのものを忘れるべきではないと思う。

じつは、省エネという工学技術はない。あるとすればさまざまな工学分野からの借り物の雑学である。聞こえよくいうならば、エネルギーに関する広汎な工学技術のほとんどすべてが関係する総合工学ということになるかもしれない。だが省エネは実学でなければならない。高尚な抽象的一般論だけでは役に立たない。多くの関係者の誰もが理解し、協力して省エネを進めることができるような、具体的で単純明快なものが求められる。

じつは本書も当初はこれを目指し試行錯誤を繰り返した。だが著者の非力もあって、残念ながら中途半端な部分が残っていることは否めない。レディメイド型の豊富な省エネノウハウ集が多くの読者のご期待とすると、かなり遠いものになってしまった。願わくは、読者ご自身がカスタムメイド型の省エネを検討される際の気づき、ヒントなどとして少しでも役立てていただければありがたい。

実学としての観点からできるだけ具体例による説明を考えたが、盛り込める数には限りがあり、また内容に偏りも生じてしまった。各部分の一般論をご理解いただくための例示とお考えいただければ幸いである。省エネ法や ISO 50001 に関してはエネルギーフローに関連する参考例としての説明であり、関心をもっていたらそれぞれの専門書を参照いただきたい。

できるだけ多くの方々にご理解いただけるよう平易な説明に努めようとしたが、読者の方々それぞれのご専門の部分に関しては何を今さらくどくどと感じられ、そうでない部分は小難しいことをくくだいわれてもわからないといわれそうである。ご批判はありがたくお受けしたい。

また本書では、冒頭に触れた「エネルギーフロー」をはじめ種々の用語について、説明の冗長化を避けるため独自の定義を行った。具体的内容は各用語が特に関連する各章に「用語の定義」と称するいくつかの図を設けて整理したので参照いただきたい。ただし、まだ便宜的なものであり、完全な用語体系とは

いえないかもしれない。これについてもご批判は歓迎したい。もし本書が一つのたたき台となって、誰にもわかりやすい明快な省エネの方法論の発展に少しでも貢献できれば、望外の喜びである。

終わりに、本書をシリーズの1冊として執筆することをご支援いただいた前編集委員長 小島紀徳先生，現編集委員長 八木田浩史先生，コロナ社に謝意を表したい。編集委員会の本藤祐樹副委員長，永富悠委員，木方真理子委員には草稿全文を丁寧に精読いただき，多くの貴重な助言をいただいた。また，日本エネルギー学会，省エネルギーセンターをはじめとする多くの省エネ関係者からは，種々の活動を通じ，本書の執筆内容の着想に関し多くの示唆や触発を受けたことも付言しておきたい。

2019年4月

駒井啓一



# 目 次

## 1 エネルギーフローから省エネを考えよう

1.1	ますます広がる省エネの役割 .....	1
1.2	省エネが少しわかりにくくなってきた .....	2
1.3	エネルギーフローアプローチとは .....	2
1.4	本書の構成 .....	5

## 2 日本型省エネ手法に見るエネルギーフローアプローチの源流

2.1	日本型省エネの背景を見ておこう .....	8
2.1.1	省エネは資源小国の宿命だった .....	8
2.1.2	日本のエネルギー供給構造 .....	9
2.1.3	石油危機を克服した日本型省エネ手法 .....	10
2.2	省エネ法の概要 .....	12
2.2.1	省エネ法の基本的な視点 .....	12
2.2.2	省エネ法の基本構成 .....	13
2.2.3	省エネ効果のとらえ方 .....	15
2.2.4	エネルギー量のとらえ方 .....	17
2.3	省エネ推進の方法 .....	18
2.3.1	省エネ推進手法の体系 .....	18
2.3.2	工場等判断基準の基本構成 .....	20
2.3.3	判断基準に基づく省エネの進め方 .....	22

## 3 変化する省エネとエネルギーマネジメント

3.1 省エネを取り巻く諸情勢の変化 .....	27
3.1.1 エネルギー消費構造の変化 .....	27
3.1.2 技術進歩と省エネ .....	29
3.1.3 地球温暖化対策と省エネ .....	30
3.1.4 グローバル化する省エネ .....	31
3.2 エネルギーフローのとらえ方の変化 .....	34
3.2.1 エネマネとエネルギーフロー .....	34
3.2.2 エネルギーフローを下流からとらえる .....	34
3.2.3 システムを多変数関数モデルでとらえる .....	35
3.2.4 原単位の重要性がむしろ増大 .....	36
3.2.5 マクロにとらえるエネルギーフロー .....	37
3.3 ISO 50001 エネルギーマネジメントシステムの概要と特徴 .....	38
3.3.1 マネジメントシステム .....	38
3.3.2 エネルギー方針とマネジメントレビュー .....	40
3.3.3 エネルギーパフォーマンス指標 .....	42
3.3.4 エネルギーベースラインと正規化 .....	43
3.3.5 日本型省エネ手法との整合 .....	44

## 4 エネルギーフローの現状把握

4.1 把握すべきエネルギーフローとは .....	46
4.1.1 エネルギーネットワークとエネルギーチェーン .....	46
4.1.2 システムとは .....	48
4.1.3 エネルギーと便益 .....	50
4.2 エネルギーの定量的な把握 .....	53
4.2.1 把握するのは見掛エネルギー量 .....	53

4.2.2 エネルギーフローのチェーン化 .....	55
4.2.3 システムとバウンダリー .....	56
4.2.4 購入エネルギーと内製エネルギー .....	59
4.3 現状把握の方法 .....	61
4.3.1 現状把握の手順 .....	61
4.3.2 全体把握 .....	62
4.3.3 システムの分割 .....	63
4.3.4 モデル工場の設定とエネルギーフローの整理 .....	64
4.3.5 モデル工場のバリューフローの整理 .....	66
4.3.6 モデル工場のバリューフローのチェーン化 .....	68

## 5 損失発見のエネルギーフロー

5.1 エネルギーバランスフローと省エネ .....	71
5.1.1 損失発見のためのエネルギーフロー .....	71
5.1.2 エネルギーバランスフローのチェーン化と特徴 .....	73
5.1.3 エネルギーチェーンにおける効率の乗算則の応用 .....	74
5.1.4 エネルギーチェーンにおける損失の加算則の応用 .....	76
5.2 エネルギーの有効活用と損失 .....	77
5.2.1 損失の分類と発生パターン .....	77
5.2.2 見掛エネルギーと本質エネルギー .....	78
5.2.3 本質エネルギーの量と質 .....	80
5.3 損失発見の着眼点 .....	82
5.3.1 便益の活用は無駄 .....	83
5.3.2 エネルギー利用は無駄 .....	85
5.3.3 エネルギー変換損失 .....	101
5.4 例題の損失の検討 .....	121
5.4.1 原料処理工程の損失の検討 .....	121
5.4.2 加工組立工程の損失の検討 .....	124

5.4.3 事務所の空調の損失の検討 ..... 126

## 6 エネルギーフローで省エネを推進

6.1 省エネ推進の概要 ..... 128

6.1.1 PDCA サイクルとエネルギーフロー ..... 128

6.1.2 省エネ対策立案手順の概要 ..... 129

6.1.3 省エネ対策効果確認手順の概要 ..... 131

6.2 省エネ対策立案の方法 ..... 133

6.2.1 課題選定 ..... 133

6.2.2 方針設定 ..... 134

6.2.3 省エネ対策立案のシステム設定 ..... 136

6.2.4 エネルギーフローによる省エネ対策の影響評価 ..... 138

6.2.5 関係者の連携と影響評価 ..... 141

6.2.6 省エネ対策立案のまとめと費用対効果の検討 ..... 144

6.3 省エネ効果の把握と評価の方法 ..... 145

6.3.1 省エネ量と原単位 ..... 145

6.3.2 便益変動の影響を考慮した省エネ効果の見積 ..... 147

6.3.3 エネルギー消費量の特性関数 ..... 149

6.3.4 省エネ対策効果の実績評価 ..... 151

## 7 これからの省エネを考える

7.1 多面的，総合的な省エネが必要 ..... 154

7.2 スタティックな省エネからダイナミックな省エネへ ..... 156

7.3 再エネを含めたグローバルな省エネ ..... 157

引用・参考文献 ..... 160

# 1

## エネルギーフローから 省エネを考えよう

### 1.1 ますます広がる省エネの役割

省エネルギー、略して「省エネ」という言葉は、1970年代の石油危機当時に使われ始めた。エネルギー資源に乏しいわが国は、世界トップレベルの省エネ技術を確立して、この困難を乗り切った。

21世紀に入り、省エネが少し変化してきた。エネルギー多消費産業などの大規模工場を中心とした日本経済の存亡をかけた省エネは、時には役割を終えたように見え、忘れ去られることもある。しかし国際的なエネルギー情勢はしばしば変動し、そのたびにエネルギー輸入国の日本は大きく揺さぶられる。

東日本大震災に伴う原発停止を受けて、国を挙げて夏場の緊急節電などに取り組んだことは記憶に新しい。産業界のみならず、われわれ個人としても懸命に省エネと節電に取り組んだ。夏場の節電はいまなお続いている。

2016年末にパリ協定が発効し、地球上のほぼすべての国家が参加して温暖化防止に取り組む枠組みが始まった。わが国は、温室効果ガス排出量を2013年比で2030年には26%、2050年には80%削減するという目標を掲げている。温暖化との関連性はいまだ不明確な部分もあるとはいえ、日本でも世界でも異常気象が相次ぎ、いまやほとんどすべての人々が省エネの重要性を実感している。

## 1.2 省エネが少しわかりにくくなってきた

省エネの役割はますます広がってきた。しかし省エネとは何かが少しわかりにくくなってきた。かつての省エネは比較的単純であった。エネルギー効率を向上させることにより、乏しいエネルギーを最大限に活用して生産性を上げ、日本経済が生き延びることが課題だった。しかし今日では、かなり状況が変わってきた。

エネルギー消費構造が多様化し、小規模分散化してきた。大工場の省エネだけでなく、中小工場やオフィスビルなどの省エネも重要となってきた。われわれ個人の省エネも重要となってきたことなどもあり、いかにエネルギー効率を向上させても省エネにはならないという意見も強まっている。人間の欲望は際限がなく、効率を向上させても贅沢を許せばエネルギー消費量が増えるのではないかという疑問を完全に払拭することは難しい。

地球温暖化抑制などの環境保全の重要性を考えれば、経済性や生産性を重視した効率の省エネから脱却すべきとの意見もある。だが一方で、経済的メリットが希薄になった省エネをいかにして推進するかの模索も続いている。省エネの義務化、個人のモチベーションの確保などのための省エネ行動の分析、マーケットメカニズムの創成のための省エネへの経済価値の付与などをはじめ、多くの検討や努力が重ねられている。

## 1.3 エネルギーフローアプローチとは

今日の多様化した省エネは、エネルギー効率だけ追求しては不十分だろう。さまざまな角度から見ていくことが必要だ。しかしエネルギーのことを忘れては、省エネはますますわからなくなる。そこで本書では、エネルギーの流れから、省エネとは何かをもう一度考えてみることにした。

エネルギー効率偏重の省エネには批判的な意見もある。だがわれわれがエネ

ルギーを消費するのは何らかの便益を得るためのはずである。いらない便益のためにエネルギーを消費すべきではないが、必要な便益まで我慢することは無理があり長続きしない。必要な便益を確保するためのエネルギー消費は不可欠であり、効率向上の努力は避けて通れない課題である。

ここで何が必要な便益か、不要な便益とは何かということは重要な問題である。しかし、これは人々の価値観などにもかかわり、ここではあまり深入りしないことにする。だが、せっかく得られた便益の中には役立てられていないものもあることは確かである。また、消費されたエネルギーの中には便益の生成に役立たなかったものもある。こうした無駄や損失を削減していくことが省エネであることは間違いない。このように位置づけて省エネの整理を行っていく。

具体的には、図 1.1 に示すようなエネルギーから便益への流れをエネルギーフローと呼び、エネルギーフローを把握し、分析し、省エネを考えていく方法論について整理していく。われわれのエネルギー消費は何らかのシステム  $S$  にエネルギー  $E$  を入力して、必要な便益  $B$  を出力する構造となっている。システム  $S$  はモータのような機器の場合、工場等の組織の場合、旅行等のわれわれ個人の行動の場合がある。入力エネルギーは電気や燃料等がある。出力便益もさまざまである。モータの回転エネルギーのように出力便益もまたエネルギー

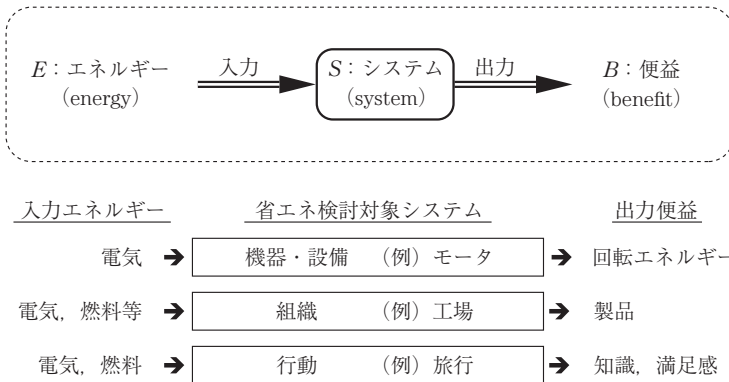


図 1.1 エネルギーフローの基本形

#### 4 1. エネルギーフローから省エネを考えよう

ギーという場合もある。工場の製品のように有形の非エネルギー便益もある。個人の知識や満足感のような無形の非エネルギー便益もある。

図 1.2 に示すように、入力エネルギーは大元をたどれば大半は天然ガス、石油、石炭などの化石燃料に行き着く。ここから長いサプライチェーンを經由して、省エネの検討対象となるシステムに入力されることになる。このサプライチェーンも多数のシステムで構成されている。それぞれのシステムは上流のシステムから入力エネルギーを受け取り、エネルギー便益を出力して下流のシステムに受け渡している。

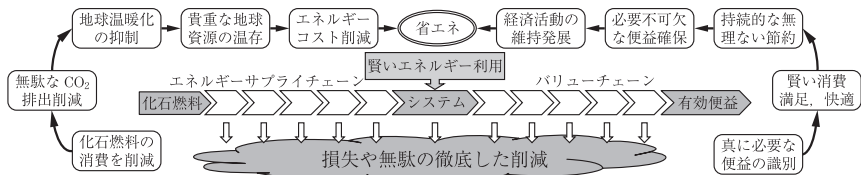


図 1.2 エネルギーフローと省エネ

省エネの検討対象システムから出力された便益も、そこで終わりではない。エネルギー便益であれば、下流のシステムの入力エネルギーとなる。非エネルギー便益もエネルギーを消費した結果として獲得されたものであるから、エネルギーとしての価値（バリュー）をもっていると考えることにする。ここではエネルギーフローを、このような便益のバリューチェーンも含めてとらえる。

化石燃料が消費されて最終的に真に有効な便益となるまでの間には多数のシステムが介在し、さまざまな損失や無駄が発生している。このようなエネルギーフローをできるだけ的確に把握して、無駄や損失を削減していくことで省エネを図っていくことを考える。

なお、本書では説明の便宜のため、エネルギー、システム、バリューなどの種々の用語を独自に定義しているが、これらについては該当する後段の各章で整理しているので参照いただきたい（図 2.4, 図 2.5, 図 3.3, 図 4.3～図 4.7, 図 4.9, 図 4.11, 図 5.2, 図 5.9 参照）。



## 1.4 本書の構成

海外資源国の化石燃料資源から消費者の最終便益に至るエネルギーフローはあまりに長い。専門の研究分野もあるが、本書の手に負えるところではない。ここでは、もう少し現場的、実学的に省エネを考えたい。だが直接の検討対象だけを見た省エネでは見えない部分も多い。したがって、現実的な範囲でできるだけ広くエネルギーフローをとらえていきたい。

省エネにおけるエネルギーフローアプローチといっても、特に目新しいものではない。既存の省エネ手法には、多くの先人が指摘してきた数々の知恵と工夫が盛り込まれている。それを可能な限り活用していきたい。だが省エネを取り巻く諸情勢は大きく変化している。そのために現行の省エネの手法やそもそもの考え方が次第にわかりにくくなり、時には混乱も生じている。そこで、あくまでも著者の視点ではあるが、現在の省エネの状況への適用を考えてエネルギーフローのとらえ方に関する整理を試みた。

**2章**では日本の省エネを振り返る。わが国は石油危機などの国難を克服するため省エネ法を中核とする独特の省エネ手法（以下「日本型省エネ手法」と呼ぶことにする）を確立し、世界に先駆けて省エネを確立し、発展させてきた。その基本は原単位（出力便益当りのエネルギー消費量）の低減、すなわちできるだけ少ないエネルギー消費量で必要な便益を確保することにあった。本書のエネルギーフローアプローチも、日本型省エネ手法を出発点として組み立てている。このため2章では、日本型省エネ手法の中にあるエネルギーフローの考え方についてまず整理しておく。

**3章**では省エネを取り巻く近年の変化について述べる。エネルギー消費構造が複雑化、多様化してきた。エネルギーフローのとらえ方が次第に不明確になりつつあり、原単位の評価が難しくなっている。省エネ法も数次の改正が行われ、つぎつぎと対応策がとられている。飛躍的に進展した情報技術も活用され、大きく貢献している。原単位の低減を中心とした日本型省エネ手法とは

— 著者略歴 —

- 1971年 東京大学工学部資源開発工学科卒業  
1973年 東京大学大学院工学系研究科修士課程修了（資源開発工学専門課程）  
1973年 川崎重工業株式会社勤務（プラントエンジニアリング部門）  
1990年 工学博士（東京大学）  
1996年 川崎重工業株式会社 技術開発本部（エネルギー関連技術開発推進担当部長等）  
2003年 省エネルギーセンター勤務（診断指導部長，技術部長等）  
2005年 熱管理士  
2009年 エネルギー管理士  
2013年 川崎重工業株式会社 水素チェーン開発センター（首席研究員），  
省エネルギーセンター（エネルギー使用合理化専門員，技術調査員），  
その他，エネルギー管理士事務所（自営）にて各種省エネ活動に従事  
現在に至る

エネルギーフローアプローチで見直す省エネ

— エネルギーと賢く，仲良く，上手に付き合う —

©一般社団法人 日本エネルギー学会 2019

2019年6月7日 初版第1刷発行

検印省略

編者 一般社団法人  
日本エネルギー学会  
ホームページ <http://www.jie.or.jp>  
著者 駒井啓一  
発行者 株式会社 コロナ社  
代表者 牛来真也  
印刷所 萩原印刷株式会社  
製本所 有限会社 愛千製本所

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10

発行所 株式会社 コロナ社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替 00140-8-14844・電話 (03)3941-3131(代)

ホームページ <http://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-06835-1 C3350 Printed in Japan

(柏原)



本書のコピー，スキャン，デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられています。  
購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は，いかなる場合も認めていません。  
落丁・乱丁はお取替えいたします。