

天然ガス関連のエネルギー教育への取り組み

Challenge to Natural Gas Related Energy Education

町井 令 尚*

Norihisa Machii

1. はじめに

天然ガスはわれわれの日常生活の中で非常に身近な存在であるにもかかわらず、その中身（化学的物理的性状、資源量、生産地、輸送、利用形態など）についてはあまりよく知られていないもののひとつである。われわれが20分間天然ガスで沸かしたお湯のシャワーを浴びるとき、われわれが感じるシャワーの爽快感と引き替えに、炭素換算0.5kgの二酸化炭素と40MJの熱エネルギーを周囲の環境に放出することになる。放出された二酸化炭素と熱は大気に拡散し、大気中の二酸化炭素濃度を増加させ、大気温の上昇をもたらす。このように、エネルギーの消費は必ず環境に対して何らかの影響を与える。これは天然ガスに限らず、他のどのような化石燃料にもつきまとう宿命である。これは人類が火を使うことを学んで以来、数十万年にもわたって無自覚的にせよ積み重ねてきた経験である。科学技術のめざましい発達により、数十年前には夢物語であったことが今では当たり前のこととなっている。しかし、この夢物語の現実化はエネルギー消費量の急激な増加なしにはありえなかった。その結果、数百年前には目に見えなかったエネルギー消費に起因する様々な問題が現代のわれわれの眼前につきつけられることになった。地球環境に関連する諸問題の危機化とエネルギー資源枯渇問題の顕在化を背景として、われわれ都市ガス事業者は、日々の事業活動や、新聞、ラジオ、テレビ等を通じて天然ガスの安全で効率的なご使用法のPRを行ったり、小学生から一般の消費者を対象としたガス科学館・ガスエネルギー館や、ガス製造所の見学やイベントを通じて、天然ガスを身近に理解していただくための恒常的努力を払っている。しかし、末端のユーザーにエネルギーを供給するという社会的に

重要な事業を担っているガス事業者は、天然ガスエネルギーの安全で効率的な利用法の教育だけでなく、より高度で専門的なエネルギー教育の推進に協力する義務を負っている。エネルギー教育は、エネルギーと人類との関わりからエネルギー評価の工学的な手法・エネルギー利用と地球環境にいたるまでの総合的な理解を構築することである。人類が知らず知らずのうちに何百年にもわたって引き起こしてきた地球環境破壊とエネルギー資源枯渇の顕在化の問題には速効的な解決は考えられず、人類の英知を集めて取り組んで行く以外に解決の道はあり得ない。これらの問題の解決を担うのはやはり将来の科学技術者を志す学生諸君である。このような観点から、われわれ都市ガス事業者は大学側の理解と協力を得て、大学におけるエネルギー教育に積極的に関わってきた。政治・経済・文化といった切り口からのエネルギー教育も重要で意義深いことは言うまでもなく、われわれも精力的に取り組んできたが、本稿では工学的な側面からのエネルギー教育に限って、筆者の経験を含めたいくつかの事例を紹介することにする。

2. 工学特殊講義「エネルギー工学概論」

これは1995年以来、専門課程への導入教育の一環として、大阪府立大学工学部において2年次の専門進学前の学生を対象にして前期の集中講義（5コマ×3日）として開講されており、受講者には卒業単位2単位が与えられる。受講者は約80名程度、学科別に見るとエネルギー機械、航空宇宙工学、電気電子システム、化学工学、材料工学、機能物質科学、海洋システム、数理工学と幅広い分布を見せており、このテーマが広範な学生達の興味を集めていることがうかがえる。

講師陣はエネルギー工学を専門とする大学教官（大阪府立大学伊東弘一教授、徳島文理大学大岡五三実教授）と大阪ガスの現役のエンジニア（片山紘一、町井令尚）の計4名である。講義の目的は「あらゆる社会

*大阪ガス(株)エンジニアリング部長
〒554-0051 大阪市此花区西島6-19-9

経済活動に必要な不可欠なエネルギーに関する工学的知識について概説する」ことにある。エネルギー工学は化学、機械、電気、資源、環境、原子力等の工学のみならず、政治、経済、文化といった非常に広い分野に深い関連性を持っているため、限られた講義時間内にそのすべてを概論することは事実上不可能に近い。このような制約の解消を補完するために、講師陣は当初、適当な教科書を探したが、われわれの目的に合致するものは見当たらなかった。そのため、2年がかりで講師陣自ら「エネルギー工学概論」(1997年コロナ社)を執筆・発行し、教材として用いることにした。執筆にあたっては、電気の専門家として大阪府立大学武田洋次教授を共著者に迎え、講義をイメージしながら、本書の内容・基本的な考え方について討議を重ねた。

講義は次のような構成となっている。

- ① エネルギー問題を考える
- ② エネルギーの発生と変換
- ③ エネルギーの評価
- ④ エネルギーの精製と加工
- ⑤ 熱エネルギー変換サイクル
- ⑥ 発電設備
- ⑦ コージェネレーションシステム
- ⑧ エネルギーの輸送・供給
- ⑨ エネルギー貯蔵
- ⑩ 省エネルギー
- ⑪ 地球環境保全技術

この講義の特徴は、専門分野を異にする4人の講師がそれぞれの専門によって講義を分担していることである。これにより現役の企業人によるコージェネレーション、LCA、ヒートポンプなどに関する最新の生き生きした技術情報や技術課題の紹介が可能となっている。また、単にそうした技術の理解にとどまらず、個々の技術がエネルギー利用と環境という視点から見てどのような意味があるのかを考えさせることを狙っている。学生にとっては新鮮な講義も講師にとっては毎年同じであり、常にマンネリ化するおそれがある。これを避けるために講義資料は最新の研究成果、統計資料、新聞やインターネット情報等を利用して毎年更新されている。この講義の特徴的トピックスは、熱エネルギーのカスケード利用の代表例としてのコージェネレーションと、エクセルギーの概念を用いたエネルギーの質的評価手法である。(エクセルギーについては本誌1998年9月号に特集が組まれているので参照されたい。)われわれの身の回りには、熱力学第一法則の誤解に起因

する「電気を用いてお湯を沸かすと効率が高い」といったエネルギーの質を無視した議論を見かけることがあるが、エクセルギー概念の導入によってこうした曖昧な理解を避けることが出来るようになり、さらにコージェネレーションシステムなどのより複雑なエネルギー利用システムの熱力学的な評価を行うことが可能になる。学生に講義の感想を求めると、やはりこのエクセルギーの概念によるエネルギー評価手法のポイントが高いようである。

この講義では「エネルギー工学」に止まらず、1992年のリオデジャネイロでの国連地球サミットで高らかに唱えられた地球主義(earthism)を提言して、学生達にエネルギーを取り巻く諸問題への取り組みを訴えている。

3. 特殊講義「エネルギーにおける天然ガス利用」

これは立命館大学工学部において機械系学科学生約80名を対象として3年次の後期に開講されている講義である。前述の「エネルギー工学概論」が工学を学ぶ学生一般を対象としたイントロダクションであるのに対して、これはより機械工学の側からの専門的な講義である。

講師陣はエネルギー工学を専門とする教官(立命館大学西脇一字教授、吉原福全教授)と大阪ガスの社員(片山紘一客員教授)及び大阪ガスOB(関西新技術研究所社長石丸公生氏)の4名からなる。

この講義の目的は「天然ガス利用技術の教育を通じて、エネルギーの有効利用と都市ガスに対する理解を深める」ことである。この講義の特徴は、エネルギーに関わる問題を天然ガスという切り口から考察する点にある。特に機械系の学生を対象としているために、ハード・天然ガスのエネルギー利用システムが中心トピックとなっている。

講義の構成概容は、エネルギー資源、エネルギーにおける天然ガスの役割、蒸気の性質と蒸気サイクル、冷凍機、熱機関、空気調和、コージェネレーションシステム、燃料電池、発電機・原動機である。冷凍機や燃料電池のように学生達に比較的馴染みのうすいシステムが、逆に興味の対象となっているようである。

工学を志す学生に対して、各種熱機関・熱サイクル・熱のカスケード利用の工学的意義を理解することと天然ガスの側からみたエネルギーにかかわる諸問題の理解が講義の成果として期待されるものである。

4. 「環境設備」

これは大阪大学工学部において、主として3年次学生20～30名を対象として行われている講義である。講師陣は3名の教官（大阪大学水野 稔教授，片山紘一教授（大阪ガス），徳島文理大学大岡五三実教授）からなる。

「環境設備」は、「都市生活を支え、環境悪化を防止する様々な都市基盤施設や設備」と定義される。講義の主旨は、「環境設備の基本的な考え方、歴史的な発展の経過やその評価、今後のあり方などを講義する。環境設備は都市や社会のあり方と密接な関係があり、社会システムというべきであるが、基本は技術システムであり、技術的側面の理解がなければ正しく論じることができない。したがって、講義では、技術的側面を中心として解説が行われ、社会システムとしての考え方が補足される」とされており、環境設備のハードから運用に至るまでの技術的側面とともに、その社会的側面が講じられている。また、この講義では講義内容の具体像を明確にするため、実際のプラント見学を重視しており、2～3ヶ所の見学が含まれている。見学先のプラントには、堺市クリーンセンターのスーパーごみ発電や、大阪ガス泉北製造所等がある。このように、この講義では環境設備に対する生きた教育を目的としており、単位認定には出席点を重視している。

講義は、インフラストラクチャ論として、

- ①原論：基本的考え方、歴史的現状認識
 - ②ハードに関する知識：エンジニアリング
 - ③システムズアプローチ：ソフト（使い方・管理）、システムの最適構成
 - ④評価：経済的側面、資源的側面、環境的側面、公平性等
- という構成になっている。①原論では、環境設備の定義、縦割り都市設備など現状の位置づけ、エコトピア構想などのアーバンマネジメントシステム構想、広域共同熱供給幹線構想などの未利用エネルギー活用システムが論じられ、②ハードに関する知識では、エネルギー変換、コージェネレーション、冷凍機等、③システムズアプローチでは、熱源システムの構成と運用、④評価では、LCAや省エネルギー論が講じられる。

これからのインフラを考えるキーワードとして、

- (1) 21世紀を見越したインフラ計画
- (2) 高齢社会のインフラ
- (3) パブリックアクセプタンス（社会的容認）の問

題

- (4) 情報を出すインフラ
- (5) 住民参加のインフラ
- (6) 評価体系の構築
- (7) 巨大集中システムと分散システム
- (8) インフラの統合・多目的の最適利用が挙げられている。

5. 東京ガス、東邦ガスの取り組み

ここまで大阪ガスの取り組みを紹介してきたが、東京ガス、東邦ガスにおいても同様のエネルギー教育への精力的な取り組みの努力がなされているので簡単に紹介する。

「エネルギーシステム」

これはお茶の水女子大学被服学科において、東京ガスエネルギー技術部部长岡本洋三氏が講じている大学院特別講義である。これは、コージェネレーションシステムに関する同氏の最先端の知見と豊富な経験を背景にした講義である。

同氏はまた慶應義塾大学招聘教授として同大学工学部システムデザイン工学科で「コージェネレーションシステムを中心としたエネルギーシステム」を講じている。ここでは、エネルギー有効活用の一手段として注目をあびているコージェネレーションシステムを熱機関や熱サイクルなどの構成要素とシステム総体としての評価を行っている。さらに同氏は、名古屋大学理工学総合研究センター客員教授として、電気工学科および建築工学科においてヒートカスケディングやコージェネレーションシステムに係わる学生の研究指導を行っている。これらは大学院レベルの高度の専門性を持つ教育であり、学部の教育とは内容的に異なり、エネルギーエンジニアの育成を目指しているが、エネルギーに対する取り組み姿勢には共通するものが一貫してあるのは当然のことである。

東邦ガスでは、専務取締役奥田 求氏が名古屋大学工学研究科機械学科において「重要エネルギー天然ガスに関する技術の一端」を講じている。

また、同社都市・産業営業部長松崎雅人氏も名古屋大学大学院多元数理科学研究科において、「社会数理解論」の中で「ガス配管の最適化」を講じている。これらも大学院院生を対象としており、学部におけるエネルギー教育よりも細分化された専門分野教育であるが、ガス配管という現場の問題を数理学で取り扱う中から間接的にエネルギーに関する問題提起を行っている

ると言える。

ここでは東京ガスと東邦ガスにおける事例を紹介したが、その他のガス事業者や社団法人日本ガス協会においても同様に様々な形でエネルギー教育を進めている。

6. その他

ここまで大学におけるエネルギー教育について紹介してきたが、その他にも様々なスタイルでのエネルギー教育が進められている。

④社会経済生産性本部に設置されているエネルギー環境教育情報センターの中学校向け講師派遣プログラムがある。講師としてこのプログラムに登録された大阪ガス社員が、中学校において「エネルギーと地球温暖化」をテーマとして、生徒および先生方を対象として、地球温暖化問題、世界・日本のエネルギー状況、都市ガス事業などについての講演を行い、地球温暖化防止のために何をなすべきかを生徒達に考えさせる機会を提供した事例もある。

また、大阪ガスの姫路ガスエネルギー館における「親子環境教室」や、泉北ガス科学館における「リサイクル工作教室」などの例も、小学生と保護者を対象にしたやさしくわかりやすいエネルギー教育として位置づけられよう。

7. おわりに

ガス事業法では、ガス事業者に次のような(教育の)義務を負わせている。

「ガス事業者は、ガスを消費する場合に用いられる機械又は器具を使用する者に対し、ガスの使用に伴う危険の発生の防止に関し必要な事項であって通商産業省令で定めるものを周知させなければならない。」(ガス事業法第40条の2)

ガス事業者にはガスユーザーへの、ガスの安全なご使用法の教育義務があるということである。しかし、これは法律である以上、ガス事業者に課せられた最低レベルの教育でしかない。

天然ガスという重要なエネルギー供給に携わっているガス事業者にとって、天然ガスエネルギーの安定供給と環境の保全は、最優先のキーワードである。これらは単にガス事業だけでなく、同時に社会全体にとってのキーワードでもある。規制緩和を契機として、都市ガス、電力、石油等のエネルギー間の競争がますます激化している現在こそ、それぞれの業界の個別的利

害に立脚した狭隘な主張を行うのではなく、地球主義的観点に立ってエネルギーを考える必要性がますます大きくなっていると言えよう。エネルギー資源と環境という全人類の問題を考える時、もはやどのエネルギーが優れており、どのエネルギーが劣っているというような議論は本質的に成り立たないのである。今日の科学技術が高度に発達した情報化社会においては、大学教育が担う役割は従来にも増して重要になってきている。われわれの将来に予見される環境破壊やエネルギー資源枯渇の危機を正しく認識し、それを回避するための技術開発や社会的合意形成を可能とするためにわれわれが関わっているエネルギー教育に課せられた責任は重大である。将来の科学技術を担う若い学生達が、これらのエネルギー教育を通じて、エネルギーと人類の関わり合いについての真摯な問題意識を獲得し、エネルギー問題への明確な解答を実現する長い道程を踏破することを期待するものである。エネルギー工学はエネルギー資源からエネルギー消費に至る地球的規模の広汎な領域にまたがっている。科学技術の発達は人類に多くの利便性とより豊かな生活環境をもたらしてきたが、反面、地球環境の危機化とエネルギー資源の枯渇という難問をもたらした。著書「コスモス」で有名なCornell大学教授故Carl Sagan氏は数年前に東京で行った地球温暖化問題に関する講演を“*We are not wise enough.*”という科学技術に対する自戒の言葉で結んだ。エネルギー工学を学ぶ学生も、エネルギー教育に関わるわれわれも、この言葉を忘れてはならないであろう。また、Oscar Wildeがその戯曲の初演が大失敗に終わったときに語った“*The play was a success : the audience was a failure.*”という言葉は、教育を行う側のわれわれへの警句として、忘れてはならないと筆者は自戒するものである。