

日本におけるソフト・エネルギー・パスの可能性

A Study on soft Energy Paths for Japan

梶 屋 治 紀*

エイモリー・B・ロビンスによって提唱されている。ソフト・エネルギー・パス(Soft Energy Paths)の日本における可能性を簡単に述べるのが本稿の目的である。ソフト・エネルギー・パスの基本的な考え方は、⁽¹⁾

①エネルギーの無駄の防止，機器効率の向上，効率のよい利用システムの建設等によって大幅なエネルギー需要の節減をはかり，

②再生可能な自然のエネルギーを最終エネルギー用途の質に合わせて開発導入してゆく。

①と②によって，主要な資本財が交代する時間を経て，自然のエネルギーを基礎にした社会へと移行することを計画する，そして，

③移行期には化石燃料資源を効率的に利用することを考える。

の3点に集約できよう。

このような方向を実現させてゆくためには，技術的な問題だけでなく，社会的政治的な様々な計画が必要になってくる。

以下には，先ず社会的政治的に必要とされる政策について検討し，次に技術的な問題 — とくに日本におけるソフト・パスの物理的可能性 — を考えてみよう。

1. 化石燃料資源に関する政策

化石燃料資源（石油，石炭，天然ガス）は有限であり，近い将来に涸渇することはないとしても，その利用の多様性と価値をよく認識し，単に燃焼させて大気中へ炭酸ガスとして放出し続けることを考え直さなければならない。石油，石炭，天然ガスは，永い世代にわたって使用すべき人類の資産であり，これをただ消費し続けることは，現代の文明あるいは産業社会の基礎が確固たる物理的基盤の上でないことを意味してい

る。

今では，既に化石燃料資源をエネルギー資源として利用するのではなく物質資源として繰り返し利用し続けてゆくことが重要だと認識されるようになっていく。この使い易い資源をわれわれの前後数世代だけが消費し尽そうとしていることが問題になっている。エネルギー資源を自然界にあって環境に対する影響が少なく永続的なものに転換させてゆくことを計画しなければならない。

化石燃料資源の価格がいつまでも低いままであれば（もちろん産油国は引き続き価格上昇をはかるであろうが），次のエネルギー資源へスムーズに移行することはむずかしい。ひたすら，石油や天然ガスを消費してゆきそのままこの文明そのものも燃えつきてしまうことになるであろう。これらの燃料を安く供給しているのは，様々な政治経済的制度であり，長期的に次のエネルギー資源に交代させてゆく政治経済制度を考えてゆくことが必要である。

たとえば，日本が次のような提案を世界に向けて行なうことを試みたとしたらどうだろうか。

①石油・天然ガス・石炭は有限でありこれを人類の未来の世代が循環利用できるように，国際的な総合計画を持つこと。

②化石燃料資源の用途を限定し，地球規模で時間をかけてその用途制限を適用してゆくこと。

③化石燃料資源の価格を段階的にひき上げてゆき，交代し得るエネルギー資源がスムーズに開発されてゆくような国際的価格計画をもつこと。そのためには，将来の価格の引き上げ値とその時期を全ての人々に明示し，必要な行動をとれるようにしてゆくこと。（一般に石油の価格が急に引き下げられたら代替エネルギー開発は無意味になると議論される。市場メカニズムから言えばそれはあり得

* システム技術研究所

ることであるが、より枯渇を早めるだけであり望ましいことではない。

- ④以上を実現するために、産油国と消費国は各々の国の未来のために有効で現実的な政策を協同して立案するべきである。

上記のような提案を国際的な議論にかけてゆくことができれば、化石燃料資源に対する考え方は明確になってくるし、交代し得るエネルギー資源の開発のための国際的基盤が形成されると思われる。とくに、日本のように主要エネルギー資源を海外に依存している国にとってはこのような国際的環境を無視することはできず、先ず第一にこのような手を打つべきである。

2. 限界投資コストによる新エネルギーの評価

ロビンスは、ソフト・エネルギー・パスの論理を展開するにあたって、いくつもの研究成果を検討して、今後新しく投資するエネルギー・システムの経済評価を行なっている。その結果は次のようになっている。⁽²⁾

- ①最も低コストなのは既存の石油・石炭・天然ガスであるが、これらは急速に涸渇しつつあり、価格上昇は避けられない。
- ②次に低コストなのは、多くのテクニカル・フィックス — 現実に既に適用可能で既知のエネルギー節減技術 — である。断熱材、廃熱回収装置、エンジン効率の向上などの様々な技術が、時には既存の石油よりも既に安上りである。これらの技術への投資は安上りであるうえに、リスクがなく確実なものである。
- ③次に低コストなのが、ソフト・エネルギー技術(太陽、風力、バイオマス、水力など)である。これらの技術は、最終用途の質と規模と地理的分布に適合したものであり、わかりやすく、大量生産が可能であり、したがって構造的にさらに低コストになってゆく可能性を有している。
- ④最も高価なのがハード・エネルギー技術である。新規開発の油田・炭坑、石炭からの合成燃料、原子力発電はそのコストが予想を裏切って上昇している。

集中化大規模化による資金フローの悪化、エネルギーの輸送と転換のための莫大なインフラストラクチャーの整備、石炭焼却灰と放射性廃棄物の処分のための費用の増大、環境汚染対策費用の増大など構造的なコスト上昇要因が顕在化してきている。

このような分析は、日本においてはどうか。古典的な経済性の基準からみてもソフト・パスはハード・パスよりも有利であるというロビンスの主張は、日本の将来のエネルギー・システムの選択においてもいずれ確認されるものであろう。比較評価のためのデータを集約して長期的な判断をしてゆくべきである。日本では、ソフト・エネルギー技術の開発は未だ部分的な段階にあり明確なコスト比較は困難かも知れないが、この作業の重要性はより大きくなってきている。

比較評価にあたって重要なのは、今後新しく投資しようとしているオルタナティブについて同一のエネルギーの質を供給するシステムに関する相互比較である。このような比較評価を常に更新してゆき望ましいエネルギー・システムを建設するのに役立ててゆくことが必要である。

3. エネルギー・システムを支える制度の再検討

これまで大規模な化石燃料供給システムや電力供給システムには有形無形の制度的支援がなされてきており、この内容を明確にしてゆくことが、新しいエネルギー・システムを考えてゆくうえで不可欠である。この点についての理解が太陽エネルギーの利用促進のために有効に役立てられると多くの人々が感じはじめて、最近ではソーラー・システムへの税控除などがすこしずつ行われるようになってきた。涸渇してゆく資源と再生可能な資源とを同一の価値基準で比較することは、高度な政治的課題といえるであろう。既に、涸渇してゆく資源に、より多くの制度的支援を与え続けることが問題になっているのは誰の眼にも明らかである。

税制、補助金、優遇措置、融資制度、法律、技術基準などを将来の永続的なエネルギー・システムの建設のために再検討してゆくことが必要になっている。これは、国家レベルから地方自治体から様々な小さなグループにおける活動へと反映される問題提起を生み出すものと思われる。多くの人々がエネルギー問題とかわかっており、単にエネルギーの消費者であった人々が、エネルギーの節約と有効利用あるいはエネルギーの生産者になってゆくような道がそこには開けてくる可能性がある。多くの人々の積極的な参加によって解決する方法は、効率的で民主的で、急速に展開でき、資金を分割負担でき、社会的な不公平を是正してゆくような性格を持っている。社会全体の抱えたエネルギー問題を一部の特定の人々によって解決しようとするのは、非民主的であり、専門家を疲弊させ、大勢の人

々の創造性を失わせてしまうからである。

このような点から、既存のエネルギーに関する諸制度の全面的な再検討を行うことが必要である。

4. 日本におけるソフト・バスの物理的可能性

ソフト・バスを推進するにあたって、その社会経済政治的側面の重要性は大きいですが、ここではもうひとつの側面である技術的実現性を少し検討してみよう。日本は資源の少ない国であると誰もが考えていたが、それは化石燃料資源についてであって、自然エネルギーには恵まれている。国内には太陽熱・光、風力、水力、バイオマス、地熱、波力など多種多様な自然のエネルギー資源が存在する。これらを最終用途に即して効果的に組み合わせ有効に利用すれば、日本のエネルギー需要の多くをまかなうことができ、長期的な確固たる開発計画を、多くの人々の参加によって実施するならばエネルギー独立をすることも不可能ではない。

現状のエネルギー需要をすべてソフト・エネルギー資源によって供給することも充分可能であるが、まず現状の需要を再検討することから出発しよう。表1は、一次エネルギー供給の構成を示すものである。⁽³⁾この表には、供給されたエネルギーの質を区分して示してある。ところで最終用途の側からこれを見とどうなるか。表2に最終エネルギー需要の熱力学的構成を示してある。⁽³⁾この熱力学的特性に沿って将来のエネル

ギー需要を考察してみよう。

(1) 推定される最終エネルギー需要

エネルギーの効率向上を徹底的に推進し、現状の生活水準と産業活動の規模を縮小せず(増大する可能性の方が高い)、主要な資本財(家屋、生産設備、公共システムなど)が交代する時間をかければ、極めてエネルギー効率の高い社会へと移行することができよう。知られている技術、あるいは開発中の技術を基礎にして、現状と同じ水準の生活を支えるのに必要なエネルギー需要を推定してみよう。⁽⁴⁾推定の方法は、2つの独立な要因に基づくものとし、①エネルギー利用システムの変更による需要の増減(α_i)、②機器効率の向上による需要の減少(β_i)、の各項を独立に推定し両者を掛け合わせて推定需要値とする。計算の一例を表3に示す。表中の α_i 、 β_i は各々現状を1.0としたときの変化の度合を示している。以下にその内容を簡単に示そう。

照明用電力は局所照明によって80%へ減少、ランプ効率の向上によって70%の減少、結果として56%のエネルギー需要が見込まれる。家庭用動力は、冷蔵庫、洗濯機、掃除機等であるがかねてからより大馬力のものへと過剰な機能拡大が行われてきた。適正化と効率向上で既に40~60%の消費効率向上を行なった製品が市場に出荷されている。商業動力についても無駄の防止とマイクロコンピュータ制御による負荷管理を行なう効率のよい製品・システムが製造されている。エレクトロニクス分野は通信、コンピュータ・システムなどであるがエネルギー管理システムの建設のために需要は増大するが最近のLSIの機能/エネルギー消費の向上はおどろくべきものがあり機器効率向上の可能性が極めて高い。暖冷房需要は、断熱材の強化によって40~60%低下することはよく知られておりパッシブ・ソーラー・ハウスの建設が積極的に進められればこの値はさらに低下する。機器効率の点からはストーブ効率80%がソーラー・システムによって置換されるだけを見込んでいる。温水需要は無駄の防止と断熱保温、ストーブ効率の置換を見込んでいる。調理については、無駄の防止と圧力容器等の器具の改良が期待できる。次に鉄鋼部門であるが、電力需要は、回収発電による供給と適正化、制御の高度化等によって減少し、加熱需要もインナート・ガスによる排熱回収、断熱強化による熱損失の低下、工程連続化による効率向上などが見込まれる。ここで鉄鉱石還元用の石炭をどのように扱うかは大きな問題である。需要量を論ずる上でこの

表1 日本のエネルギー供給

形態 部門	電力	熱	可搬流体	原材料	合計
民生	36.24 (9.75)	43.62 (11.74)	0	0	79.86 (21.50)
鉄鋼	17.43 (4.69)	8.23 (2.22)	0	30.30 (8.16)	55.96 (15.07)
産業	56.45 (15.20)	49.53 (13.34)	0	33.05 (8.90)	139.03 (37.43)
運輸	3.95 (1.06)	0	49.67 (13.38)		53.62 (14.44)
農林・ 水産	0.34 (0.10)	9.90 (2.61)	0	0	10.24 (2.76)
エネ ルギ ー	8.15 (2.19)	24.54 (6.61)	0	0	32.69 (8.8)
合計	122.56 (33.00)	135.82 (36.57)	49.67 (13.38)	63.35 (17.06)	371.4 (100.0)

1. 上段は供給エネルギー、単位: 10^{13} kcal/年
2. () は全体に対する%
3. 昭和52年度
4. 電力は、水力も原子力も火力も $1\text{ kWh} = 2450\text{ kcal}$ で換算(一次換算)

表2 エネルギーの最終用途の熱力学的構成

部 門	最 終 用 途	電 力	熱	可 搬 流 体	原 材 料
民 生	明 力	2.8			
	家 庭 動 力	1.7			
	商 業 動 力	1.5			
	エレクトロニクス	0.8			
	暖 冷 房		9.55 (L)		
	温 水		2.85 (L)		
	調 理		2.50 (M)		
鉄 鋼	動 力 加 熱 還 元 炭	4.69	2.22 (H)		8.16
産 業	動 力	8.15			
	電 気 化 学	2.70			
	プロセス・ヒート		10.98 (M)		
	加 熱		6.70 (H)		
	石 油 化 学				8.90
運 輸	自 動 車 機			11.58	
	飛 行 船			0.40	
	鉄 道	1.06		1.40	
農 林 産	動 力	0.10			
水 産	保 温		2.61 (L)		
エ ネ ル ギ ー	動 力	2.19			
	加 熱		6.61 (M)		
計		25.69	44.02	13.38	17.06
備 考	熱の最終利用温度で区分したエネルギー構成は、15.01%(L)、20.09%(M)、8.92%(H)であるが、予熱を考慮した構成はおおよそ、24.0%(L)、16.1%(M)、3.8%(H)となる。				

1. 数字は一次換算全エネルギー消費に占める％、全体は 371.4×10^{13} kcal/年
2. 熱の温度範囲は次のように区分した。
L (100℃以下), M (100～350℃), H (350℃以上)
3. 昭和52年度
4. 数値は全て一次換算である。

石炭を国内で代替自給しようとする、森林資源や風力発電からの電解水素ガスによって鉄鉱石還元を行うことが考えられるわけであるが、鉄鉱石を全量輸入し製品としての鉄鋼のかなりの部分を輸出していることを考えると簡単には扱えない。還元炭はエネルギー問題というよりも原材料資源の問題であると考えた方がよいように思われる。したがって、ここでは還元炭を対象外として考えをすすめることにする。次に産業部門である。動力は主として電動機駆動需要であるが、多くの場合過剰定格モータが使われていることはよく知られている。駆動軸損失と負荷の低減によって低定格化し、可変速制御の広汎な適用、小型モータの効率

向上などの可能性が大きい。電気化学需要では新しいプロセスの開発可能性、電解効率の向上などを見込んでいる。プロセス・ヒートおよび加熱は断熱性能の向上と排熱回収の余地が大きい。石油化学原料についてはバイオマスからのメタンやアルコールを使っての化学原料生産も考えられるが、ここでは鉄鉱用還元炭と同様原材料問題であるので対象外とする。原材料資源とエネルギー資源との将来のありかたは複雑な議論を必要とする。次に運輸部門のエネルギーであるが、第一に自動車の飽和による走行距離の低下、公共交通への振替、エンジン効率の向上と軽量化・スーパー・チャージャーなどがあり、すでにテン・モード消費で18

表3 エネルギー需要の推定（一次換算）

(L: 低温熱 100°C以下, M: 中温熱 350°C以下, H: 高温熱 350°C以上)

部 門	i	最 終 用 途	現 在 需 要 A_i (1977年・ 10^{13} kcal)	需 要 の 増 減 α_i	機 器 効 率 向 上 β_i	推 定 需 要 量 $B_i(10^{13} \text{ kcal})$
民 生	1	照 明	10.40	0.80	0.70	5.82
	2	家 庭 動 力	6.31	0.80	0.60	3.03
	3	商 業 動 力	5.57	0.90	0.80	4.01
	4	エレクトロニクス	2.97	1.50	0.30	1.34
	5	暖冷房 (L)	35.47	0.40	0.80	11.35
	6	温 水 (L)	10.58	0.70	0.90	6.67
	7	調 理 (M)	9.29	0.90	0.70	5.85
鉄 鋼	8	電 力	17.42	0.80	0.80	11.15
	9	加 熱 (H)	8.25	0.60	0.90	4.46
	10	還元炭	30.30	—	—	—
産 業 (除 鉄 鋼)	11	動 力	30.27	0.60	0.70	12.71
	12	電気化学	10.03	0.50	0.90	4.51
	13	プロセス・ヒート(M)	40.78	0.80	0.70	22.84
	14	加 熱 (H)	24.88	0.80	0.80	15.92
	15	石油化学原料	33.05	—	—	—
運 輸	16	自動車	43.01	0.80	0.65	22.37
	17	飛行機	1.49	1.00	0.70	1.04
	18	船 舶	5.20	0.70	0.90	3.28
	19	鉄 道	3.94	1.30	0.80	4.10
農 林 水 産	20	動 力	0.37	0.90	0.80	0.27
	21	保 温 (L)	9.69	0.80	0.80	6.27
エ ン エ ル ギ ー	22	送配電	8.13	—	—	—
	23	加 熱 (M)	24.55	—	—	—
合 計			371.40			

km/ℓを越えるものが出現している。ここでの推定値は控え目すぎるかも知れない。飛行機についても大型機で2倍の燃費を実現するものが既につくられている。船舶についても部分的帆船化が進まなくても粘性抵抗の減少、機関効率の改善、複合サイクルの適用など各種の技術の適用があり得るし、効率向上の余地もいくつか残されている。自動車需要の一部を公共交通に振り向け都市内及び周辺に都市交通システムを整備してゆくことを想定し鉄道需要が増大すると見込んでいる。さらに、回生制動、軽量車体の設計、スムーズな速度制御によって効率向上の余地が残されている。農林水産部門では農業機械の動力について産業機械用動力と同様のことが言え、保温需要については断熱強化による節減と、ストーブ効率が太陽化によって無視できると期待される。エネルギー部門の需要は、新しく想定

するエネルギー・システムに即して考える必要があるので後述する。

以上のようにして推定される最終エネルギー需要は、各々の現在需要量の50~70%程度になってくる。最近数年間の省エネルギーの進展ぶりからみれば、年率に換算してみるとこの推定値は保守的なものであるということが出来るかも知れない。漸定値としてこのように推定したエネルギーの最終需要に適應させて自然エネルギーの供給を構成してみる。表4はそのひとつの構成例である。(4) これは決定的なものではないが、おおよその考え方を理解するには有効であろう。

(2) 再生可能なエネルギー資源による供給構成

表4は、前述した需要を国内にある「エネルギー所得」としての太陽熱・光、水力、風力、地熱、波力から供給する構成を示している。この間、石炭を年間

表4 エネルギー供給システムの構成（一次換算）

（単位：10¹³kcal）

i	最終用途	太陽熱		太陽熱電力供給		太陽	バイオマス			地熱		水力	風力利用システム				波力	国内
		低温	中温	電力	低温熱	電池	固体	液体	気体	発電	熱供給	発電	発電	熱変換	動力	電解水素	発電	石炭
1	照明											4.41	1.40				0.01	
2	家庭動力					0.90						1.72	0.39		0.01		0.01	
3	商業動力					0.40						3.01	0.60					
4	エレクトロニクス					0.20						1.04	0.10					
5	暖冷房	8.95			0.80		0.10							1.50				
6	温水	6.67																
7	調理								5.85									
8	鉄鋼・電力											8.15	3.00					
9	鉄鋼・加熱																	4.46
11	産業・動力			1.20		0.80				0.89		4.03	3.11		0.20		2.48	
12	電気化学											4.51						
13	プロセス・ヒート	10.61	9.13		0.40		0.40				0.80			1.50				
14	産業・加熱	0.42	0.84				0.42	1.20	1.30							0.80		10.94
16	自動車							21.81								0.56		
17	飛行機							1.04										
18	船舶								3.28									
19	鉄道											3.50	0.60					
20	農林水産・動力									0.01		0.14	0.02		0.10			
21	農林水産・保温	6.17																
22	送配電											1.22	0.68					
23	バイオマス変換	13.79																
	合計	46.61	9.97	1.20	1.20	2.30	0.92	27.33	7.15	0.90	0.90	31.73	9.90	3.00	0.31	1.36	2.50	15.40

2000万トン国内から供給可能と考えている。表4を簡単に説明しよう。熱需要は最終用途の項で既にそのおおよそ温度分布を示しておいたが、低温から中温へは太陽熱の広汎な適用が考えられてこよう。電力は負荷変動と供給能力変動を吸収できる水力を中心に構成してある。水力発電の包蔵力は5600万KWと報告されているが、とくに1万KW以下の中小規模水力の稼働率は60%近くあり寄与が極めて大きい。民生用の分散的小規模風力発電、太陽電池によって低コストの電力を供給できる可能性がある。両者ともに大量生産によって構造的に低コストになってゆく可能性が認識されている。暖冷房・温水需要は平板型コレクターによって充分な低温熱を供給することができる。プロセス・ヒートは太陽熱による段階加熱、固体バイオマス、風力熱変換などが考えられる。自動車・飛行機・船舶には可燃性の高い液体燃料をバイオマスから供給する。

また民生・産業・農林水産の動力の一部を風力からの直接動力によって得ることを考えている。国内石炭は、鉄鋼及び産業加熱の高温分野に利用する。調理用には気体バイオマスを供給する。産業加熱、自動車の一部へは風力電解水素ガスを利用する。太陽熱発電は熱電力供給として産業用の電力と熱および冷暖房用に利用する。地熱発電も熱電力供給として周辺の熱需要をまかなう。送配電損失は分散型のシステム構成とな

ることから4%を見込み、バイオマス転換工程用低温熱を太陽熱から得るものとし、バイオマス需要の40%をこれにあてる。この割合は最近の研究ではさらに低下してくる可能性が高い。水素の電解効率率は80%とみている。

表5には、表4のようにして構成した自然エネルギーの供給システムの規模を概略示してある。

このように検討してみると、自然エネルギーの供給システムは実現可能な規模であることが了解される。前述したようなエネルギー需要の低減を前提にしなくても、この表5の規模を拡大することで相当のことがやれそうである。使用する土地もそれほど大きなものではない。太陽熱、太陽電池などに必要な面積は既存の建物の屋根を利用するだけで充分であり、新しく土地を囲む必要はない。バイオマスについても各種廃棄物が知られており、有機乾重量で未利用雑木800万トン、林業廃棄物360万トン、製材くず1120万トン、古材3000~6000万トン、農産廃棄物(稲わらなど)1200万トン、都市廃棄物1000万トン、畜産廃棄物630万トンなどがあり、合計8100万~10,000万トンが計算上は利用可能であり、エネルギー量としては、 40×10^3 kcal程度を見込むことができる。この6割程度を利用するものとし、その他を成育のよいエネルギー作物で生産することを考えてみた。バイオマスの利用可能

表5 自然エネルギー供給構成

	形態	供給量 (10^{13} kcal)	設備稼働率 (%)	容量 (万kw)	面積/出力	面積 (km ²)
水力発電	電力	31.73	45%	3,266	—	—
風力	電力	9.90	30	1,551	5 m ² /kw	77.6
	熱	3.00	40	353		17.7
	動力	0.31	40	36		1.8
	水素	1.36	40	399		19.9
波力	電力	2.50	30	390	25kw/m	156 km
地熱	電力	0.90	80	50	7 m ² /kw	3.5
	熱	0.90				
太陽光	電力	2.30	18	600	12 m ² /kw	72.0
太陽熱	低温	46.61	40万kcal/m ² 年	—	—	1165.3
	中温	9.97	35万kcal/m ² 年			284.8
太陽熱発電	電力	1.20	15%	380	14 m ² /kw	53.2
	熱	1.20				
バイオマス	固体	0.92	廃棄物6000万トン/年 24×10^{13} kcal エネルギー作物 11.4×10^{13} kcal		5500 kcal/m ² 年	2.07×10^4
	液体	27.33				
	気体	7.15				

性については、収穫可能量、収集方法、処理技術、コストなど未知数が多いが、国内でかなりの利用が見込めることは注目に値する。

5. おわりに

以上簡単に日本における「ソフト・エネルギー・パス」の可能性について簡単に論じた。この方面の研究はまだ始まったばかりであるが、欧米では研究例が続きと示されるようになった。国際ナショナル・プロジェクト・フォー・ソフト・エネルギー・パス (IPSEP) が組織され、日本ではソフトエネルギーパス研究会が発足した。日本のエネルギー自立と多様性の

ある社会を実現してゆくのにこれらの研究が役立つことを願っている。

6. 参考文献

- 1) A.B. ロビンズ「ソフト・エネルギー・パス」室田、槌屋訳、時事通信社、1979年6月
- 2) A.B. Lovins, 「Soft Energy Technology」 Annual Review of Energy, 1978. 3: 477 - 517
- 3) 槌屋治紀「日本のエネルギー自立計画」技術予測シンポジウム、科学技術と経済の会、1979年7月
- 4) 槌屋治紀「再生可能なエネルギー資源による日本のエネルギー供給」日本太陽エネルギー学会第5回研究発表会講演論文集、1976年11月

新刊図書

「燃料と環境」

著者 渡辺昭二

(内容) 人類が有史以来はじめて資源の有限性と自然の自己浄化作用の限界を認識しはじめたとされる現在、狭小なる国土にエネルギー多消費型の社会を抱え込んでいるわが国において、燃料と環境とのかかわりあい永年燃料の化学的研究にたずさわってきた筆者がだれにでも解るよう解説した啓蒙の書。

(目次) 第1章 省エネルギーへの指向 第7章 接触法による窒素酸化物除去技術の現状
第2章 エネルギー危機と産業構造の転換期 第8章 添加剤の役割と最近の動向
第3章 「公害問題」への提言 第9章 省資源型への石油利用工業の展開
第4章 油濁の問題点 第10章 石油に代るエネルギー源開発の現状
第5章 石油関連産業におけるクローズドシステム化の推進 第11章 これからの燃料工業の展望
第6章 石油精製と触媒法

(体裁) B 6判 254頁 1400円

(発行) 燃料及燃焼社

〒543 大阪市天王寺区北山町21 TEL 06-771-9223

振替口座 大阪67664番