

## エネルギー需給の動向と石炭利用技術の新展開

山 村 禮 次 郎\*

### 1. アメリカ合州国のエネルギー自給化5か年計画

アメリカ合州国のニクソン大統領は、本年2月4日の1975年度予算教書において、1980年に合州国の全エネルギー需給を完全に自給化しうるための1975~1979年にわたる5か年計画を発表し、政府は5か年間100億\$の集中的開発投資を行うと述べた。

その内容は、きわめて身近かで、現実的な家庭や工場のエネルギー節約対策から、核融合、太陽エネルギー等の将来エネルギーの研究開発に至るまでの広範囲な対策が含まれるが、その中で“大量の石油、天然ガス需要を石炭により代替する技術”の開発企業化に達成可能で貢献度も高い課題として5か年間21億7500万\$の支出を見込んでいる(表-1)。また、このほかに民間資金30億\$を期待し、総額51億7500万\$の巨額の開発投資によって石炭のガス化・液化等の企業化を実現して、以下に述べるエネルギー需給の将来に対する要求を充足しようと計画している。

合州国は世界人口のわずか6%を占めるにすぎないが、現在まで世界の総エネルギー消費量の30%を消費して、きわめて高水準の国民生活と産業活動を維持してきている国であるが、この合州国が今回のような大胆なエネルギー政策を打ち出したことは、大部分のエネルギーを海外に仰ぎながら目ざましい発展を続けてきたわが国のエネルギー需給の将来にも大きく影響を及ぼすもの

として注目し、その実態と背景を適確に把握し、わが国も長期的な施策を推進する必要性を感じさせる。

### 2. エネルギー需給の動向とクリーン化の要求

1950年代に入ってから、ヨーロッパ経済共同体(EEC)、OECD(前身であるOEECも含めて)、国連経済社会理事会等の各種国際機構、あるいは合州国などで将来のエネルギー需給動向について大規模な調査研究が行われ報告書が発表されてきているが、いずれにも共通して認められてきたのがエネルギー需要の大幅な増加予想であり、しかも、これらの予想を消費実績はるかに上回って、いわゆるエネルギー多消費時代をつくってきている。

その特徴としていえることは、以前と違って先進工業国、開発途上国の区別なく、また、自由経済圏、計画経済圏の別なく世界的にエネルギー消費量が目ざましく増加していることであって、その理由は第二次大戦後の全地球的な人間生活の水準向上への要求と、これに伴う広範な産業活動の活発化によるものである。

表-2は、昨1973年2月インドのニューデリーで行われた国連社会経済理事会天然資源委員会によって発表された世界のエネルギー消費の動向を示す統計であるが、全世界のエネルギー伸び率は、年率で1950~1970の20年間で5.1%、1950~1960年間の5.3%、1960~1970年間の4.9%が示すように着実な伸びを示している。とくに、1950~1970年間の開発途上国の伸び率7.4%、計画経済

表-1 アメリカ合州国の石炭による石油、天然ガス代替計画

(単位:100万\$)

区 分	予 算 年 度						1975~1979 所要資金		
	1974	1975	1976	1977	1978	1979	政 府	民 間	合 計
採 掘		45.0	57.0	64.0	77.0	82.0	325.0		
直 接 燃 焼		30.0	35.0	40.0	44.0	51.0	200.0		
高カロリーガス化		35.0	75.0	92.0	81.0	57.0	340.0		
石 炭 液 化		75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	375.0		
低カロリーガス化		30.0	37.0	42.0	48.0	43.0	200.0		
合成燃料バイオエナ計画		100.0	100.0	55.0	50.0	50.0	355.0		
環 境 保 全		70.0	50.0	42.0	45.0	53.0	260.0		
周 辺 技 術		20.0	22.0	24.0	27.0	27.0	120.0		
計	167.2	405.0	451.0	434.0	447.0	438.0	2175.0	3000.0	5175.0

注: エネルギー自給化5年計画, による。

\* (財) 石炭技術研究所 理事

表-2 世界のエネルギー消費の動向

(1) 燃料別にみたエネルギー消費量

(単位: 石炭換算 100 万 t)

年・項目	固体燃料	液体燃料	天然ガス	水力および原子力発電	総計	1人当りの消費量 (kg)	
1950 重量	1569	639	273	41	2519	1054	
率 (%)	62.3	25.3	10.8	1.6	100.0		
1960 重量	2204	1323	620	86	4233	1403	
率 (%)	52.1	31.3	14.6	2.0	100.0		
1970 重量	2419	2850	1418	157	6843	1889	
率 (%)	35.4	41.6	20.7	2.3	100.0		
増加率 (年率)	1950-1960	3.5	7.6	8.5	7.7	5.3	2.9
	1960-1970	0.9	8.0	8.6	6.2	4.9	3.0
	1950-1970	2.2	7.8	8.6	6.9	5.1	3.0

(2) 地域別にみたエネルギー消費量

(単位: 石炭換算 100 t)

地域	1950		1960		1970		平均年増加率 (%)		
	重量	率 (%)	重量	率 (%)	重量	率 (%)	1950/60	1960/70	1950/70

① 市場経済先進国 (北アメリカ, 西ヨーロッパ, 日本, 南アフリカ, オセアニア)

総計	1866.8	100.0	2569.1	100.0	4267.9	100.0	3.2	5.2	4.2
固体燃料	1090.3	58.4	1033.4	40.2	1102.0	25.8	-0.5	0.6	0.1
液体燃料	484.9	26.0	951.8	37.2	2042.5	47.8	7.0	7.9	7.5
天然ガス	255.2	13.7	514.8	20.0	1010.9	23.7	7.2	7.0	7.1
水力および原子力発電	36.4	1.9	69.0	2.6	113.7	2.7	6.6	5.1	5.9
1人当りの消費量 (kg)	3334	—	4065	—	6032	—	2.0	4.0	3.0

② 計画経済圏諸国 (ヨーロッパ, アジア)

総計	512.5	100.0	1364.2	100.0	1990.2	100.0	10.7	3.8	7.0
固体燃料	421.9	82.2	1086.9	79.6	1196.3	60.1	9.9	1.0	5.3
液体燃料	76.8	15.1	191.7	14.1	455.7	22.9	9.6	9.0	9.3
天然ガス	11.6	2.3	75.3	5.5	313.3	15.7	21.0	15.3	17.9
水力および原子力発電	2.2	0.4	10.3	0.8	24.9	1.3	16.7	9.2	12.9
1人当りの消費量 (kg)	598	—	1355	—	1688	—	8.0	2.2	5.3

③ 開発途上国 (アフリカ, アジア, ラテンアメリカ)

総計	139.5	100.0	300.3	100.0	583.9	100.0	8.0	6.9	7.4
固体燃料	56.5	40.5	84.0	28.0	121.7	20.7	4.0	3.8	3.9
液体燃料	74.5	53.4	179.4	59.7	352.8	60.2	9.2	7.0	8.1
天然ガス	6.0	4.3	29.7	9.9	91.8	15.6	17.3	11.9	14.6
水力および原子力発電	2.5	1.8	7.2	2.4	20.4	3.5	11.2	11.0	11.1
1人当りの消費量 (kg)	128	—	220	—	337	—	5.6	4.4	5.0

注: 1973年2月6日~18日, インドニューデリーで行われた国連経済社会理事会天然資源委員会資料による。

図諸国の7.0%が示すように、エネルギー消費は、世界的に平準化の方向で増大を続けていると見ることができると。

このようなエネルギー需要の増加は、主として石油ならびに天然ガスの供給量増大によって賄われ、液体燃料の20年間の年間伸び率は7.8%、天然ガス8.6%と目立ち、絶対量で見ると、石油は1950年の6億3900万t(石炭換算)が1970年には約4倍の28億5000万t(石炭換算)に増大し、天然ガスは2億7300万t(石炭換算)から14億1800万t(石炭換算)と5倍強に急増、いわゆる液体燃料時代に入ったことを示している。

このようなエネルギー需要動向が今後変化する要因はまず考えられず、今後とも、液体燃料需要を主体として年率約5%程度の伸び率で総エネルギー消費の増加を続けるものと国連の同委員会は予測している。

この場合、過去20年間の消費の増大を主として賄ってきた石油が、資源の賦存量の面、生産コストの面、さらには供給源の偏在に伴う政治経済的な面等で長期的安定供給が可能かどうか世界各国にとって重大な関心事であることは当然であり、昨1973年の中東紛争を契機として起った石油価格の高騰、供給制限などの激変は、単なる戦争による混乱とか資源保有国のナショナリズム台頭によるものとしては片付け得ない必然性を持っているものと考えなければならない。

また、ここに、全世界的に分散して最も埋蔵量が多く潜在供給力を大きく有している石炭を原料とした新しいエネルギー供給体制を実現しようとする石炭ガス化、液化等の研究開発が注目され出した大きな背景があると見るべきであろう。

さらに、別の大きな問題は、エネルギーの大量消費、

とくに局地的で集中的な大量消費に伴って発生してきた大気汚染その他の環境破壊にいかに対処するかである。

石油は第二次大戦後世界各地に新しく発見され、とくに中東地域に豊富な大型油田が開発を見て安価大量の供給が可能となった。しかも液体燃料の特徴として輸送取扱いが便利であり、かつ大量処理に不可欠の自動化が容易であることから、世界的に火力発電等ボイラー用燃料として従来の固体燃料石炭の市場を奪って圧倒的に重油が進出するに至った。しかし、その結果として大量消費に伴う  $\text{SO}_2$  による大気汚染問題の解決を迫れるようになり、粉じん、 $\text{SO}_x$ 、 $\text{NO}_x$  等の防止が可能な無公害燃料ないし燃焼の無公害化技術の確立が必須となった。

このエネルギーの無公害化対策は種々あげられ、現実にも実施に移されつつあるが、これを総括的に類別すると次のように整理できる。

① クリーンなエネルギー資源の入手使用：天然ガスおよび液化天然ガス (LNG)、低硫黄石油・石炭等。

② エネルギーの無公害燃焼技術の開発普及：燃焼排煙の脱じん、脱硫、脱硝による無公害化、石炭・重質油のガス化脱硫による無公害化、あるいは無公害な直接燃焼技術の開発企業化等。

③ クリーンエネルギーの製造技術の開発：石油の直接脱硫、間接脱硫、石炭ガス化による合成天然ガス、石炭液化による合成原油、溶剤抽出による脱灰・脱硫を行う溶剤精製炭等。

① のクリーンエネルギー資源の入手、あるいは②の既存の燃焼プロセスならびに設備における排煙脱硫、脱じん等は従来のエネルギー需給消費形態を生かした改善対策として、すでにいろいろと努力が行われているが、抜本的対策とは容易になり得ず、かつエネルギーコストの上昇に結び付かざるを得ず、ここに③に上げたような新しいクリーンエネルギーの製造技術あるいは②に上げている新しい無公害燃焼技術の開発の重要性が目ざされ出したのであり、また、固体燃料のゆえに大きく市場性を失った石炭資源を対象としたガス化、液化等のクリーンエネルギー製造技術が新しい観点からクローズアップしてきたと考えられる。

### 3. アメリカ合州国その他における石炭流体化技術の開発

合州国は将来のエネルギー需給を安定化させるためには石炭を原料とする各種形態のエネルギー供給が不可欠であるとし、1960年(昭和35年)に石炭研究法(Coal Research Act)を制定し、同年に内務省に石炭研究局(OCR: Office of Coal Research)を設置した。

その最も主眼となったのは、石炭液化による合成石油

の製造と石炭ガス化による合成天然ガス(SNG: Synthetic Natural Gas)の製造に関する技術開発の推進である。これによって予想される流体燃料の需要増加に対して供給困難となる石油および天然ガスの不足をカバーしようとするものであり、当時から1970年代に入るとともに、その事態が発生すると各種の予想が発表されている。その後さらに、前述したようなエネルギー消費増大に伴う環境保全上の要求から、クリーンエネルギー化の必要性が、さらに促進されることとなった。

それ以来、巨額の政府資金を投じて、民間企業ならびに団体に開発を委託してきているが、その主なものをあげれば表-3のとおりである。その各開発プロジェクトの詳細を紹介することは別の機会にゆずり、主なる特徴を述べることにしたい。

#### (1) 合成天然ガス(SNG)の製造

石炭の乾留による都市ガスの製造や合成原料としての $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2$ ガスをつくる石炭ガス化は古くから企業化されているが、近年、新しくガス体エネルギーとして大きく需要が伸びてきたのは、高カロリーでクリーンな天然ガスである。

第二次大戦後、オランダ、イギリス等のヨーロッパ各国や合州国その他の世界各地で天然ガス田の発見が相次ぎ、価格の低廉さ、輸送取扱いの簡便さ、無公害性等の優れた特徴から広域の輸送管網が急速に発達した。このため、家庭用などの小規模消費先のみならず、電力用、工場用などの大量消費事業分野にも市場が大きく拡大した。このため、近年天然ガス田の開発と供給が消費量の増大に追付くことが困難となりつつあり、また、資源的にも今後の供給力に不安が予期されてきた。

合州国は、このような変化に対処して、とくに中西部に豊富に埋蔵される未開発炭田を対象として炭鉱山元で石炭により合成天然ガスの製造を行い、既存の配管網を利用して広域供給を行おうと計画している。このため、多くのプロジェクトが並行して開発されているが、総括してその特徴をあげると次のとおりである。

① 企業化の単位規模が大型である：1973年2月、石炭研究局が合州国ガス協会と協議した内容によれば、合成天然ガス製造の開発は1976年に1日当り石炭処理量5000t、ガス生産量1日当り約220万 $\text{m}^3$ のデモンストラーションプラントを完成し、その経験を基本にして1980年代初めには1日あたり石炭処理量1万5000t、ガス生産量1日あたり700万 $\text{m}^3$ の企業化プラントを完成することに決定したと報じている。その開発費は1億2000万\$を見込んでいる。

このように、企業化単位規模を大きく見込んでいるのは、もちろん大容量化による生産原価の低減が大きいため

表-3 アメリカ合州国における石炭ガス化、液化に関する OCR の開発計画

(1973年10月現在)

名 称	機 関 名	開発期間 (年月) 開発資金 (\$)	プロセスの特 徴 開 発 進 行 状 態
Project COED	FMC Corp.	1962.5—1974.4 19 332 000	多段階流動乾留をして水添 1970.9, N.J. のプリンストンに 36 t/日のパイロットプラント完成, 運転中
Project Gasoline	Consolidation Coal Co.	1963.8—1972.2 20 377 000	溶剤抽出して水添 1967.4, W.Va. の Cresap に 20 t/日のパイロットプラント完成, 1970.4, 運転停止して改修
Project Seacoke	Atlantic Richfield Co.	1964.8—1970.2 968 000	石油残渣と石炭の混合物の多段式流動乾留 FMC Corp. (Project COED) の 100 lb/日装置を使用
H-Coal Process	Hydrocarbon Reseach Inc.	1965.2—1968.2 2 063 750	直接水添 3 t/日 プロセス開発装置, その後 Atlantic Richfield Co. と提携開発, 1970 後半より Cresap のパイロットを使用して運転中
Intermediate Coal Hydrogenation Process (旧称 Project Western Coal)	University of Utah	1969.10—1974.10 1 021 331 (旧契約 1962.8—1969.12 827 000)	プロジェクトの目標は各種転化法の開発, 極希薄相極短時間水添法をほぼ確立 2 lb/h 装置を使用, 50 lb/h 装置設計中
Solvent Refined Coal (Project Low ash Coal)	Pittsburg & Midway Coal Mining Co. (当初契約機関 Spencer Chemical Co)	1966.10—1976.10 28 416 000 (当初契約 1962.8—1965.2 1 240 000)	溶剤処理して無灰炭に (PAMCO Process) 70 t/日のパイロットプラントをワシントン州 Fort Lewis に建造決定, H-Oil 法, BI-Gas 法などとの組合わせて Project COG に発展開発中
	The University of North Dakota	1972.3—5年間 3 356 600	褐炭の流体化
Pipeline Gas from Coal	Bitumious Coal Research Inc.	1963.12—1971.2 3 438 900 (契約延長 2 483 万 \$ に)	プロジェクトの目標は各種ガス化法の開発, 2 段高圧酸素吹込ガス化法 (BI-GAS process) を確立 1972.6, Pa. の Homer 市に 120 t/日パイロットプラント建造開始
Molten Salt Gasification	M. W. Kellogg Co.	1964.6—1967.9 1 709 860	炭酸ソーダ媒体を使用して水添 ベンチスケール装置を使用
CO <sub>2</sub> -Acceptor Process	Consolidation Coal Co.	1964.6—1973.9 16 606 202	ドロマイト媒体を使用して水添, 褐炭が主対象 1971.11, S.D. の Rapid 市に 30 t/日のパイロットプラント完成, 運転中
Pipeline Gas by Hydrogasification (別称 HYGAS Process)	Institute of Gas Technology	1964.7—1972.7 16 783 690	水素は eletrogasifier (Iowa state Univ. 開発の Electrofluidic Coal processing) から 1970.10, シカゴに 75 t/日パイロットプラントを完成して運転
Multiple Catalyst Fluidized Reactions	The University of Wyoming Natural Resources Reseach Institute	1968.11—1973.11 613 700	多種触媒で中圧ガス化, 水添とメタン化を 1 段で行う 1 インチ径装置を使用

らいであるが、同時に、将来の大量のエネルギー需要に対して産炭地において集約的にクリーンエネルギーの大量生産を行い、広域にわたりできうる限り濃密な高エネルギーを供給することでエネルギーの輸送効率と経済性を高めようとするものと考えられる。

② メタンリッチガス化とメタネーション：開発の目標がメタンを主成分とする天然ガス同等の高カロリーガスであるから、石炭からいかにして効率的にメタン生成反応を起させるかが開発の主要点となる。

この場合、最初のガス化工程でできうる限りメタン含

量の多いガスが生成されるようガス化剤の選択、反応条件、装置等にくふうをこらして最終のメタン化反応（メタネーション）工程の負担を軽減する方法と、逆に後段のメタネーション工程でメタン化を専ら行わせることとして前段のガス化工程はむしろ単純化させる方法と大きく二方向の開発がありうる。

合州国では、いずれも十分企業化の可能性があるととして並行して開発が強力に進められており、その代表的なプロジェクトを示せば、前者には、表-3 にもあげられている IGT のハイガス法があり、後者に内務省鉱山局

研究所が開発しているシンセン法がある。

③ 流動ガス化方式の採用：石炭のガス化方式は戦前から各種開発されてきたが、近年の傾向として後述する石炭液化技術も含めて、流動層反応の採用が特に目立っている。すでに固定床式ガス化はルルギ方式で実用化を見ているが、流動法は将来の大容量大量生産方式として最も有望と判断されていることが理由であろう。

④ 加圧ガス化方式の採用：いずれのガス化も50~70気圧の加圧ガス化を旨としているが、これによってガス化効率を上げ、しかも高圧ガスパイプラインに直接つなぐことによって輸送系も含めた全体の経済性を高めようとしているものと考えられる。もちろん、高圧装置および材料ならびに高圧反応操作技術が近年著しく進んだことが、その背景となっていることはいうまでもない。

## (2) 石炭液化による合成原油の製造

石炭液化の歴史は古く、すでに1930年代にはドイツにおいて、ベルギウスの直接液化プロセスやフィッシャー・トロプシュ合成液化プロセスの企業化が完成し、大量の内燃機関燃料が製造された。また、わが国でも、朝鮮人造石油、満鉄、三池合成等によって第二次大戦中に企業化が行われた。

これらは、いずれも自動車、航空機、戦車等の発達に伴うガソリン等の内燃機関用燃料の製造を目的として開発された。

しかし、これらは第二次大戦後の石油の圧倒的進出によって中止のやむなきに至り、現在ではわずかに南アフリカ共和国のSASOL社がフィッシャー・トロプシュ合成による石炭液化を企業化している程度である。

これに対して、近年合州国を中心として再び注目された石英液化技術開発の主な特徴を上げると次のとおりである。

① 石炭の基本構造特性を解明して有効な液化を計る：戦前の石炭液化はガソリン等の軽油分の収率をいかにして最大にするかに主たるねらいがあったが、新しい石炭液化においては、石炭の基本構造を明らかにしてその特性を生かし、液化しやすい部分を水素使用量を最小限にして液化し、これによって経済性を高めようとしているのが特徴であり、製品の目標を合成原油にしている。したがって、プロセスの過程でガス体産物、固体産物も当然生成されるが、それらも有効にそれぞれの用途に向けることによって、全体としての収率と経済的効果を上げることがねらっている。

例えば、表-3にあげたFMC社のCOEDプロジェクトは、石炭を数段階の温度で多段流動処理を行い、各温度段階で生成される液化物を水素添加して合成原油をうるとともに、ガス、チャーはそれぞれ発電用燃料と

したり、液化に必要な水素製造源として利用している。

② 企業化単位規模が大型である：上述の合成天然ガス製造においても同様であるが、液化の企業化単位規模は1回あたり石炭処理量2万5000t、合成原油1日あたり生産量10万バレルとし、その企業化完成時期を1980年代後半と見込んでいる。すなわち、石油精製設備の大型化と同様に、将来の液体エネルギーの需要増大に対処するため石炭液化も当然大型化して経済性を高めていくことをねらっている。

③ 溶剤精製炭(SRC)の製造：石炭を低圧の水素雰囲気で溶剤抽出を行い、不溶成分の灰分や硫黄分を除き、高品位な無灰炭を経済的に製造しようとするものである。製品は固体ではあるが、一種の石炭液化プロセスと見ることができ、これによって無公害燃料として直接使用が可能であり、また、電極用原料としてあるいは合成原油、合成天然ガス製造の原料として利用することも可能である。

## (3) ガス化発電

現在、大容量発電設備として広く採用されているスチームタービン発電方式は設備規模、スチームの温度、圧力等について、さらに発電効率の向上を計ることは困難となりつつある。これに対して、高温の燃焼ガスを利用してガスタービン発電を行い、同時にスチームを発生してスチームタービンを駆動するいわゆるガスタービン・スチームタービン複合サイクル発電方式を採用すれば、従来型のスチームタービン発電に比べていっそう高い発電効率を得られ、かつ設備費その他において発電コストの低減を図ることが期待できる。

この発電方式に組み合せて、石炭をガス化し脱硫・脱じんを行って直接供給すれば、総合発電効率が上昇するとともに、無公害な発電が可能となる。

この新しい発電方式について、すでに西ドイツのST EAG社はケラマン発電所において、ルルギ式加圧ガス化設備(石炭処理量70t/h)を設置してガスタービン発電容量7万9000kW、スチームタービン9万6000kW、合計17万5000kWの複合サイクル発電について企業規模による試験を実施し成果を上げている。

また、合州国でも、昨1973年1月ウエスチングハウス社は、石炭研究局と開発委託契約を結び、9年計画8000万\$の資金で流動ガス化とそれに伴うガス化発電方式を企業化すると発表している。

## 4. 今後の展望

以上、述べてきたような世界のエネルギー需給の動向ならびに合州国を中心とした各国の活発な石炭流体化技

術の開発状況から判断して、最近十数年目ざましい経済発展を遂げてきたわが国が、今後ともその水準を維持しあるいは拡大するためには、従来とられてきた石油中心のエネルギー政策から石炭をも含めた多様性を持ったエネルギー対策へと転換することがきわめて肝要となっていて、ということが出来る。その場合、しからば石炭資源の確保、石炭エネルギーの利用形態がどのように予想されるか、二、三の私見を述べて見たい。

### (1) 石炭資源の開発

今後のエネルギー大量需要を充足するためには、どうしても海外炭田の新規開発を自らの手で行うことが必要である。しかも、資源保有国の状況には、わが国が進出して開発することを困難ならしめる要因が、ますます増加しつつある。したがって、今後は単なる資源開発だけではなく、その地域の経済全体の発展に貢献しながら、わが国の必要とする資源を入手するという幅広い活動が必要となると考えなければならない。

### (2) 石炭の入手および輸送

今後のエネルギーはますます大量生産、大量輸送、大量消費の形態とならざるを得ない。このためには、国内外で生産された石炭の内陸輸送、積地揚地の港湾ならびに荷役設備等の新規建設が前提となる。すでに、実例と

して海外原料炭の確保のためにオーストラリア、カナダ等に日本向けのための各種設備が建設された前例が相当残存しており、今後ますます必要性が増してくると見るべきである。

### (3) 石炭ガス化、液化等の基地の建設

エネルギーを大量に消費する既存の工業地域には、今後のエネルギー供給設備の増設が公害対策も含めて困難となっている。したがって、新規に適地を求めて十分な環境保全対策を施した大型エネルギー供給基地を新規建設することが必要となる。

### (4) 合成天然ガス、合成原油の遠隔供給配管網

合成天然ガス、合成原油等の石炭流体化、クリーン化の大型生産設備が建設され、広域にわたり配管網によって供給される。

以上にあげたような想定が実現されるためには、従来のような石炭企業や化学工業企業などが持つ単独の技術のみでは不可能であり、土木建設その他全技術分野にわたる緊密な連携とチームワークがきわめて肝要となってくる。また、近年目ざましい発展をとげたわが国産業界全体が持つ高水準の技術を新しい目的に向けて再統合させるならば、あらゆることが十分可能となろう。

現場技術者のための

## 土留・締切設計再入門 技術士試験

A5判・310頁・定価3,200円・千300円  
首都高速道路公団・工務企画課長 玉置 脩著

土留と締切工の設計・施工に当たってなにか一番重要なことであるかが精細なデータをもとにして、理解しやすく記述されている現場の実践的な再入門書。

主に首都高速道路公団の仮設構造物の設計規準を中心に書かれており、その規準の特長が具体的な設計計算例をあげて解説されている。また、鉄道関係の各企業体の設計規準を一覧表にまとめ、比較設計計算例を取録。

現場技術者のための

## 土圧・土留計算法と実例

B5判・350頁・定価4,200円・千300円  
東大教授・工博 福岡正巳 編

現場で建設技術者が独自に土圧・土留計算を行なわねばならない時の最良の技術書。

新しい土圧理論が現場の具体的な工事に沿って展開されているため、日常現場での応用可能。

土木・建築工事の各分野での代表的な土留計算法が執筆され、かつ土留工法別にも代表的工法が網羅されている。

## (建設・水道部門)の解答例

B6判・230頁・定価1,800円・千150円

仮設ガイドブック

### 第1巻 建設工事の段取り

松尾友也 著 A5判・268頁 ¥2,000・千250

### 第2巻 コンクリート工事の段取り

嶋野二男/高瀬邦夫/小笹太郎 共著  
A5判・380頁 ¥3,000・千250

### 第3巻 建設現場の受電・送気・給排水の設備計画と実例

宮原春樹/森田哲也/野村 醇 共著  
A5判・545頁 ¥3,200・千250

### 第4巻 仮設工事の積算見積り

柴崎健太郎 著 A5判・256頁 ¥1,900・千250

※定価は、改訂になる場合もありますので御了承下さい。  
※総合図書目録呈

東京都千代田区富士見  
1-7-12 千102

近代図書株式会社

電話(263)3871-2  
振替東京 23801