



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道のエネルギーシステムに関する研究（II）：各種のデータとその算定基盤
Author(s)	長谷川，淳；西谷，健一；村井，国昭 他
Citation	北海道大學工學部研究報告，83，101-111
Issue Date	1977-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/41396
Type	departmental bulletin paper
File Information	83_101-112.pdf



北海道のエネルギーシステムに関する研究 (II)

——各種のデータとその算定基礎——

長谷川 淳* 西谷 健一* 村井国昭** 佐藤義則**

(昭和 51 年 9 月 27 日受理)

Studies on the Energy System of Hokkaido; Part II

—Various data and their basis—

Jun HASEGAWA, Ken-ichi NISHIYA, Kuniaki MURAI and Yoshinori SATOH

(Received September 27, 1976)

Abstract

The authors have been carrying out studies on the energy system of Hokkaido, and have developed an energy system model (Model-I) of Hokkaido.

In this paper, the various data which are required for analyzing the energy system of Hokkaido by using Model-I, and their basis, are discussed.

All data were gathered, as a rule, during 1974 (calendar year). The supplies and demands of each energy source and use, the efficiencies in converting one energy source type to another type, and the proportions of products in the coking processes and in the petroleum refineries are determined or estimated. Thus, the energy requirements in end-use are determined and the efficiencies in consuming energy at the end-use were determined or were assumed.

The costs and the emissions of SO_x , NO_x , and dust following energy conversion, transmission, distribution and utilization were determined or assumed.

This paper is part of a series including Part I (First Attempt; Model-I) and Part III (Simulations by Model-I).

1. 緒 言

筆者等は、北海道のエネルギーシステムに関する基礎的な検討を行ってきているが、その最初の試みとして、モデル I を完成し、詳細な内容を発表した¹⁻³⁾。

本論文は、このモデル I によって北海道のエネルギーシステムの解析を行うために必要とされる各種のデータと、その算定の基礎について述べたものである。

データの収集、整理、作成は、昭和 49 年 (1 月～12 月) 時点を念頭において行った。しかし当初からの予想通り、この種の研究に利用できる詳細で信頼性の高いデータの入手にはかなりの困難が付きまとい、一部においては、結局のところ推定値や大胆な仮定に頼らざるを得ない部分も有った。従って、本論文に示される細かい数値は、昭和 49 年断面での北海道のエネルギーシステムの真の姿を表現するものと考えるよりは、1 つの数値例と考える方が妥当かも知れない。しかしこれらの数値は、公表されている各種の統計資料に現われている数値や、多くの研究報文

* 電気工学科 電力工学講座

** 苫小牧工業高等専門学校 電気工学科

第1表 使用単位、平均発熱量等一覧表

項 目	単 位	平均発熱量等	項 目	単 位	平均発熱量等
原 料 炭			工 業 ガ ス	10 ⁶ m ³	1,000 Kcal/m ³ 換算
輸 入 炭	10 ³ t	7,700 Kcal/kg	高 炉 ガ ス	10 ⁶ m ³	800 Kcal/m ³
道 内 産 炭	10 ³ t	7,500 Kcal/kg	自 家 発 電 電 力	10 ⁶ KWh	860 Kcal/KWh
一 般 炭			電 力	10 ⁶ KWh	860 Kcal/KWh
電 力 用	10 ³ t	4,900 Kcal/kg	熱	10 ⁹ Kcal	
鉄道・熱供給用	10 ³ t	6,000 Kcal/kg	輸 入 L N G	10 ³ t	13,300 Kcal/kg
そ の 他	10 ³ t	6,600 Kcal/kg	ご み	10 ³ t	1,250 Kcal/kg 換算
コ ー ク ス	10 ³ t	6,800 Kcal/kg	水 力	10 ⁶ KWh	電力換算(効率100%)
コークス炉ガス	10 ⁶ m ³	4,800 Kcal/m ³	地 熱	10 ⁶ KWh	電力換算(効率100%)
原 油	10 ³ kl	9,400 Kcal/l	原 子 力	10 ⁶ KWh	電力換算(効率 33%)
L P G	10 ³ t	12,000 Kcal/kg	最 終 需 要		
ガ ソ リ ン	10 ³ kl	8,600 Kcal/l	ジ ェ ッ ト 機	10 ³ kl	ジェット油の量
ナ フ サ	10 ³ kl	8,600 Kcal/l	動力・照明・電力	10 ⁶ KWh	電力需要量表示
ジ ェ ッ ト 油	10 ³ kl	8,900 Kcal/l	上 記 以 外	10 ⁹ Kcal	熱量表示
灯 油	10 ³ kl	8,900 Kcal/l	目 的 関 数		
軽 油	10 ³ kl	9,200 Kcal/l	コ ス ト	10 ⁸ 円	
L 重 油	10 ³ kl	9,700 Kcal/l	入力エネルギー	10 ⁹ Kcal	
M 重 油	10 ³ kl	9,700 Kcal/l	エネルギー移入	10 ⁹ Kcal	
H 重 油	10 ³ kl	9,700 Kcal/l	SO _x 総 量	t	SO ₂ 換算
天 然 ガ ス	10 ⁶ m ³	9,000 Kcal/m ³	NO _x 総 量	t	NO ₂ 換算
都 市 ガ ス	10 ⁶ m ³	1,000Kcal/m ³ 換算	ダ ス ト 総 量	t	

の中に示されている数値との整合性が失なわれないように、細心の注意を払って決定したものであり、真の値と大幅に異なるものではない。

主として参考とした統計資料等は、(1) 北海道通商産業統計年鑑(昭和50年版); 北海道通商産業調査統計研究会編、(2) 北海道電力需給概況(第26号, 第27号); 札幌通商産業局公益事業部計画課編、(3) 総合エネルギー統計; 資源エネルギー庁長官官房総務課編(昭和49年)、(4) 燃料便覧; 燃料協会編(昭和49年)コロナ社、である。

各項目の使用単位、各エネルギー源の平均発熱量等は第1表のとおりである。本論文で単位を付していない数値は、同表に示した単位での値である。重油は L 重油(含有硫黄分0~1重量%, 平均0.5重量%), M 重油(含有硫黄分1~3重量%, 平均2重量%) および H 重油(含有硫黄分3重量%以上, 平均3.5重量%) の3分類としている。

2. 需要量, 効率, 製品得率等のデータ

2.1 各エネルギー源について

(1) 石炭, コークス関係

道内のコークス需要は2,215(製鉄用2,169, 産業加熱用46)である⁴⁾。コークス得率は原料炭 t 当たり約 0.75 t(新日鉄室蘭の実績⁵⁾)であり、コークス炉ガス得率は原料炭 t 当たり約 410 m³(自家消費約 100 m³を含む)である⁷⁾。

原料炭必要量は2,953(2,215÷0.75)であるが、輸入実績⁴⁾が1,731なので道産原料炭の道内消費は1,222である。また道内向の全石炭荷渡実績⁴⁾は5,944であるから、一般炭の道内消費量は4,722(産業用581, 電力用2,950, 自家発電用292, 熱供給プラント用27, 鉄道用79, 業務用186, 家庭用607)である^{4), 5)}。

第2表 液体油の生産実績および得率

油 種	生 産 実 績	得 率
ガ ソ リ ン	1,333×10 ³ k ^l	14.30%
ナ フ サ	547	5.87
ジ ェ ッ ト 油	128	1.37
灯 油	939	10.07
軽 油	918	9.84
重 油	4,714	50.55
液 体 油 合 計	8,579	92.00

(2) 原油および石油製品関係

液体油の得率は、道内の昭和49年の生産実績から、第2表のように推定される。但し液体油合計の得率92%は総合エネルギー統計⁶⁾によっている。またLPGの得率は精製原油 k^l 当り0.018 t⁷⁾である⁶⁾。これから道内で精製処理した原油の総量は9,325 (8,579÷0.92) と推定される。

LPGは、道内生産168, 移入72, 道内消費240 (自動車用77, 都市ガス用15, 産業用10, 業務用46, 家庭用92) である。

ガソリンは、道内生産1,333, 道外への移出126, 道内消費1,207 である⁴⁾。

ナフサは、道内生産547, 道外への移出417, 道内消費130 (都市ガス用118, 工業ガス用12) である⁴⁾。

ジェット油は、道内生産128, 移入82, 道内消費210 である⁴⁾。

灯油は、道内生産939, 移入1,394, 道内消費2,333 (産業用40, 熱供給プラント用7, その他運輸部門220, 業務用466, 家庭用1,600) である⁴⁾。家庭用の消費量は北海道消費者協会の調査資料⁹⁾を参考に、全世帯 (約170万世帯⁴⁾) の6割が灯油暖房であり、一世帯平均でドラム缶 (200 l) 8本の消費があるものとして推定したものである。

軽油は、道内生産918, 移入327, 道内消費1,245 (産業用153, 電力用3, 鉄道用248, バス・トラック用669, その他運輸部門172) である⁴⁾。電力用の軽油消費は火力発電所起動時の助燃用であり、実績⁵⁾からみて0.29 l/MWh である。

重油は、道内生産4,714, 移入1,088, 道内消費5,802 (産業用加熱2,560, 製鉄用487, アルミ製造用68, 電力用645, 自家発電用959, 熱供給プラント用6, 業務用832, その他運輸部門245) である^{4), 5)}。苫小牧共同火力発電所の重油消費は、日本軽金属向けの電力供給相当分 (実績より総発電量の49%) を自家発電用に、残りを電力用に算入した。L 重油, M 重油および H 重油の割合は、生産, 移入, 消費のいずれに対しても不明であり、3対4対3と仮定する。

原油の道内生産量は0.026 であり、需要量の9,402 (精製用9,325, 電力用⁵⁾77) はほとんど全て移入されている。

(3) 都市ガス、工業ガス関係

都市ガス販売総量は1,152 (熱供給プラント用9, 業務用433, 家庭用710) であり⁴⁾、輸送効率を98.5%と仮定すると、生産量は1,170 である。また工業ガス供給量は11,959 (自家発電用1,756, 製鉄用7,518, アルミ製造用2,685) であり⁴⁾、輸送効率を99%と仮定すると、生産量は12,080 である。

都市ガスや工業ガスへの変換効率率は、ナフサを原料とする場合82.9% (実績, 聞き込みデータ), 他の原料の場合95%と仮定する。原料としてのコークス炉ガス, 高炉ガス, 天然ガス (坑内ガス) の量はそれぞれ915, 6,314, 372 と推定されるが、高炉ガスについては銑鉄生産 t 当りの発生量 1,580 m³ と銑鉄生産量 3,996×10³ t⁴⁾, また坑内ガスについては石炭生産 t 当りの純

メタン換算発生量¹⁰⁾ 30 m³ と石炭生産量 12,405⁴⁾ とに基づいている。

(4) 熱需要関係

総販売熱量は 172 であり、その内訳は家庭用 40, 業務用 132 である。販売熱量の目的別構成については、札幌都心部における調査データ¹¹⁾をもとに、料理給湯用 35%, 暖冷房用 65%と推定する。調査データは主として業務用についてであるが、家庭用も同一と仮定し、また道内には吸収式冷凍機を使った冷房負荷はほとんどないので、暖冷房用は全て暖房負荷とみなす。

現状では、投入原燃料が、石炭 27, 灯油 7, 重油 6, 都市ガス 9, 都市ごみ 21×10³ t (565 Kcal/kg) であり、低い総合効率を示すのであるが、総合効率のデータは 64% (変換効率 80%, 輸送効率 80%) を使うものとする。

(5) 自家発電電力関係

総発電電力量は 3,841 (産業用 1,419, 製鉄用 486, アルミ製造用 1,936) である^{4), 3)}。発電能力は利用率を 60%と仮定し 6,400 とする。また発電効率は、重油燃焼 35%, 石炭燃焼 28%, 工業ガス燃焼 20%, 灯油燃焼ガスタービン 15%とする。

(6) 電力関係

総発電電力量は 12,438, 総販売電力量は 10,803 (産業用 4,352, 製鉄用 1,358, 鉄道用 90, 融雪用 14, 業務用 1,947 (動力・照明 1,857, 加熱・暖房 60, 冷房需要 30), 家庭用 3,042 (料理・給湯 913, 照明・動力 2,129)), 損失電力量は 1,635 (総合損失率 13.15%) である^{4), 3)}。ここで業務用冷房需要は、49 年度の月別データより、4 月および 10 月に使用された電力量を基準として、夏季における増加電力量相当分として推定しており、暖房についても同様に冬季における増加電力量相当分として推定した (尚、給湯加熱分として暖房需要と同量を見込むこととした)。また家庭用の料理給湯需要は家庭用需要の 3 割とする。

ピーク、ミドル、ベースの各需要期間は全需要期間の 1/3 ずつとし、実績のロードデュレーションを参考に、ピーク需要電力量、ミドル需要電力量、ベース需要電力量は、それぞれ、全需要電力量中の 21.5%, 37.5%, 41%とする。発電効率は、重油、原油、ナフサ燃焼 39%, ベース火力石炭燃焼, LNG 火力 37%, ミドル火力石炭燃焼 34%, 天然ガスおよび LNG 利用のガスタービン 20%, 灯油燃焼ガスタービン 15%, 揚水発電 76%とする。

実績によると送配電損失率は 9.5%であるから、損失電力量のうち 1,181 は送配電損失であり、残りの 454 は発電所などの所内電力等である。送配電損失中に占める各設備の損失の割合は、発電変電所および送電線 61%, 高圧配電線 14%, 柱上変圧器および低圧配電線 25%と見込まれるので¹²⁾、発電変電所および送電線の損失電力量は 720, 高圧配電線のそれは 165, 柱上変圧器および低圧配電線のそれは 296 と推定される。特別高圧需要 (産業用の 58%で、3,364) は所内電力と発電変電所および送電線の損失を、高圧需要 (産業用の 42%と業務用の 60%で、3,604) はさらに高圧配電線の損失を、また低圧需要 (業務用の 40%, 融雪用, 家庭用で、3,835) はさらに柱上変圧器および低圧配電線の損失を、応分に負担するものとして、受電電圧階級別および需要別の総合損失率を推定すると、以下のようになる。

$$\text{特高需要総合損失率 } a = (720 + 454) \div 10,803 = 0.1088$$

$$\text{高圧需要総合損失率 } b = a + 165 \div (10,803 - 3,364) = 0.131$$

$$\text{低圧需要総合損失率 } c = b + 296 \div 3,835 = 0.2078$$

$$\text{産業用, 鉄道用総合損失率 } d = 0.58a + 0.42b = 0.1181$$

$$\text{業務用総合損失率 } e = 0.6b + 0.4c = 0.1617$$

$$\text{家庭用, 融雪用総合損失率 } f = c = 0.2078$$

2.2 最終需要項目について

(1) 照明・動力・電力需要関係

家庭部門の照明・動力需要は2,129であり、業務用動力照明需要は1,857である。また製鉄用電力需要、アルミ製造用電力需要、産業用動力需要は、それぞれ、1,844, 1,936, 5,771である。

(2) 融雪用需要

全融雪需要量は、融雪用電力需要 (14×10^6 KWh) の5割増相当とし、18とする（追加の5割相当分7.5は業務用加熱需要から差引く）。変換効率には、電力および熱からは100%、他のエネルギー源からは80%と仮定する。

(3) その他の家庭部門関係

料理・給湯用に、一般炭607のうちの3割（効率20%）、LPG 92（効率60%）、都市ガス710（効率60%）、熱40のうちの35%（効率100%）、電力913（効率90%）が使われ、暖冷房用に、一般炭607のうちの7割（効率65%）、灯油1,600（効率65%）、熱40のうちの65%（効率100%）が使われるとし、また都市部（都市ガスの供給を受けうる地方）と町村部との配分は世帯数（都市部63%、町村部37%）⁴⁾によるものとすれば、都市部料理給湯需要は1,292、町村部料理給湯需要は758、都市部暖冷房需要は6,996、町村部暖冷房需要は4,108となる。

(4) 運輸部門関係

自動車 I（LPG を使用できるもの）の需要量は、自動車用 LPG 使用量77と効率17%とから、157と推定され、自動車 II の需要量は、ガソリン需要量1,207と効率20%とから、2,076と推定される。またトラック・バスの需要量は、自動車用軽油消費量669と効率25%とから、1,539と推定される。鉄道用需要量は、SL、ディーゼル、電車の効率を、それぞれ、7%、32%、75%として、821と見込まれ、ジェット機用需要量は63と見込まれる。その他運輸用という項目には、船舶、ジェット機以外の航空機、農業用車両での需要が含まれており、効率を灯油および軽油は20%、重油は17%として推定すると、その需要量は1,110となる。

(5) 産業用および業務用の加熱、暖冷房関係

産業用加熱需要量は28,645であり、効率是一般炭、コークス、灯油、軽油および重油85%、LPG および工業ガス 90%、自家発電電力および電力 100%とする。業務用加熱・暖房需要は8,958であり、効率是一般炭50%、灯油および重油60%、LPG および都市ガス85%、熱および電力100%とする。また業務用冷房は26とし、効率是一般炭、灯油および重油については暖房時効率の9割、熱（吸収式冷凍機）については60%、電力（ヒートポンプ）については300%とする。

(6) 製鉄用原燃料およびアルミ製造用燃料需要

製鉄用原燃料需要量は26,991である。但し、コークスは最大で現在の消費量の1/3まで他のエネルギー源に代替できると思われるので、この需要量に占めるコークスの比率を、40~60%に制限する。アルミ製造用燃料需要量は660である。この需要量の10%までは、他のエネルギー源への代替が可能である。

(7) 需要総量の推計

エネルギー消費総合効率の算定基礎として、最終需要項目全体としての総需要量が必要であるが、この値は $88,296 \times 10^9$ Kcal となる。但し、照明・動力・電力需要関係は全体として70%の効率と仮定し、またジェット機は効率25%と仮定する。さらに製鉄用原燃料およびアルミ製造用燃料はともに、需要効率85%（損失15%）と考える。

2.3 第2章関係のデータのまとめ

第3表 y_i と z_i とのデータ一覧表

i	データ	i	データ	i	データ	i	データ	i	データ
y_i		11 B	190	19 A	392	27	3,400	7	2,076
1	2,080	12 A	- 500	19 B	490	28	375	8	1,539
2	5,520	12 B	- 630	20 A	261	29	9.5	9	821
3	4,290	13 A	- 334	20 B	-1,630	30	394.2	10	63
4	6,900	13 B	630	21 A	392	31	230	11	1,110
5	2,170	14 A	66	21 B	1,630	32	10,618.2	12	2,129
6	14,100	14 B	- 120	22 A	348	33	6,314	13	18
7	0.026	15 A	98	22 B	-1,630			14	1,292
8 A	58	15 B	120	23 A	522	z_i		15	758
8 B	- 108	16 A	1,115	23 B	1,630	1	5,771	16	6,996
9 A	86	16 B	-2,090	24 A	261	2	28,645	17	4,108
9 B	108	17 A	1,673	24 B	-1,630	3	1,857	18	26,991
10 A	- 151	17 B	2,090	25 A	392	4	8,958	19	1,844
10 B	- 190	18 A	262	25 B	1,630	5	26	20	1,936
11 A	- 101	18 B	- 490	26	750	6	157	21	660

第4表 α_i のデータ一覧表

i	データ	i	データ	i	データ	i	データ
1	0.75	12, 17	4.56	31	2.09302	48~50	4.39884
2	0.31	13, 18	11.4	32	3.09302	53~55	4.39884
3	0.018	14, 19	7.1294	33	5.7221	56~58	1
4	0.143	15, 20	8.55	34, 46	1.93721	59	0.33
5	0.0587	16, 21	12.635	35, 41	4.26279	60	4.8
6	0.0137	22, 29	0.76	36, 42	3.9	61	7.12
7	0.1007	23	1.59535	37~39	4.39884	62~64	7.76
8	0.0984	24, 30	1.55232	40, 51	2.10814	65	0.8
9, 11	0.15165	25~27	3.9477	43~45	4.39884	66	1
10	0.2022	28	0.23256	47, 52	4.26279		

第5表 β_i , γ_i , η_i のデータ一覧表

i	データ	i	データ	i	データ	i	データ
β_i		11, 12	0.1	4	24,000	η_i	
1	0.55	13	0.6	5	6,400	0401, 0402	1.0101
2	0.215	14	1.03191	6	900	1601~1605	1.0152
3	0.375	15	0.01	7	1,300	1701~1704	1.0101
4	0.41	16, 17	0.5	8	8,000	1919~1922	1.13392
5	3,450	18~21	0.01	9	6,400	1923~1925	1.19289
6	0.11628			10	2,000	1926	1.13392
7	0.086	γ_i		11	1,600	1927~1932	1.26231
8	0.86	1	3,000	12	380	2005~2011	1.25
9	0.086	2	11,900	13	1,830	その他	1
10	0.4	3	3,000				

第6表 ε_{ij} のデータ一覧表

i	j	データ	i	j	データ	i	j	データ	i	j	データ
1	1~2	1	5	4~6	5.238	13	1	7.12	16	4~6	6.305
2	1	5.61	5	7	0.6	13	2~4	7.76	16	7	0.85
2	2	5.78	5	8	2.58	13	5	0.86	16	8	0.86
2	3	10.8	5	9	0.6	13	6	1	16	9	1
2	4	7.565	6	1	2.04	14	1	1.32	17	1	4.29
2	5	7.82	6	2	1.72	14	2	7.2	17	2	10.2
2	6~8	8.245	6	3	2.3	14	3	1.78	17	3	5.785
2	9	0.9	7	1	1.72	14	4~6	1.455	17	4~6	6.305
2	10~11	0.86	7	2	2.3	14	7	0.6	17	7	0.86
3	1	1	8	1	1.72	14	8	0.774	17	8	1
4	1	3.3	8	2	2.3	14	9	1	18	1	6.8
4	2	10.2	9	1	0.42	15	1	1.32	18	2	12
4	3	5.34	9	2	2.944	15	2	7.2	18	3~4	9.7
4	4~6	5.82	9	3	0.645	15	3	1.78	18	5	1
4	7	0.85	10	1	0.3	15	4~6	1.455	19	1~2	1
4	8	0.86	11	1	1.72	15	7	0.774	20	1~2	1
4	9	1	11	2	2.67	15	8	1	21	1	12
5	1	2.97	11	3	2.76	16	1	4.29	21	2~3	9.7
5	2	7.2	11	4~6	2.134	16	2	10.2	21	4	1
5	3	4.806	12	1	1	16	3	5.785			

第3表は、 y_i と z_i との一覧表である。同表において、A のデータは石油製品の移出入の上下限値を現状値の8割～12割とする場合であり、B のデータは-15割～15割とする場合である。また第4表～第6表は、 α_i 、 β_i 、 r_i 、 η_i 、 ε_{ij} に関するデータの一覧表である。（各記号の意味については、本研究の第一報³⁾を参照のこと）。

3. コストおよび公害量関係データ

3.1 コスト関係

コスト関係の信頼できるデータはほとんど公表されておらず、実勢の詳細な把握は困難であった。本節におけるデータは利用可能な情報を土台として推定したものであるが、傾向としては誤りはないと思われる。第7表はコスト関係データの一覧表であるが、以下に主要な流通費等について、その算定の基礎を示す。

(1) コークスおよびコークス炉ガス

原料炭 1t（平均価格 10,341 円/t）から、コークス 0.75t、コークス炉ガス 310 m³ が得られるので、コークスおよびコークス炉ガスの原料費相当分は、10,673 円/t、7,535 円/m³ となる。コークスおよびコークス炉ガスの価格をそれぞれ 20,600 円/t、11.9 円/m³ とすれば、流通費は 9,927 円/t、4,365 円/m³ となる。

(2) 原油および石油製品

原油の価格を精製用 19,770 円/kl（輸入価格と同一）、電力用 26,200 円/kl とすれば、電力用のみ流通費が 6,430 円/kl となる。各石油製品販売価格中の原料費相当分は、精製用原油価格を、2.1 節 (2) で述べた得率で得られる各製品にその熱量に相応して配分することにより得られるが、石油製品の移入価格はこの原料費相当分と同額とする。各石油製品の流通費は、販売価格から原料費相当分を差引いたものである。石油製品は連産品であり、製品全体として利益を得るよ

第7表 コスト関係データ

項 目	デ ー タ	項 目	デ ー タ
原 料 炭		業 務 用, 家 庭 用	126,000 円/t
輸 入 原 料 炭 価 格	10,970 円/t	L P G 移 入 価 格	27,000 円/t
道 内 産 原 料 炭 価 格	9,450 円/t	L P G 流 通 費	
一 般 炭		都 市 ガ ス 用	26,000 円/t
電 力, 自 家 発 電 用	5,700 円/t	産 業 用, 自 動 車 用	43,000 円/t
鉄 道, 産 業, 熱 供 給 用	9,700 円/t	業 務 用, 家 庭 用	99,000 円/t
業 務 用, 家 庭 用	13,100 円/t	ガ ソ リ ン 販 売 価 格	61,190 円/k l
コ ー ク ス 流 通 費	9,927 円/t	ガ ソ リ ン 移 入 価 格	19,370 円/k l
コ ー ク ス 炉 ガ ス 流 通 費	4.365 円/m 3	ガ ソ リ ン 流 通 費	41,820 円/k l
都 市 ガ ス 流 通 費		ナ フ サ 販 売 価 格	21,500 円/k l
熱 供 給 プ ラ ン ト 用	0.475 円/m 3	ナ フ サ 移 入 価 格	19,370 円/k l
一 般 用	2.707 円/m 3	ナ フ サ 流 通 費	2,130 円/k l
工 業 ガ ス 流 通 費	0.475 円/m 3	ジ ェ ッ ト 油 販 売 価 格	22,000 円/k l
熱 需 要 流 通 費		ジ ェ ッ ト 油 移 入 価 格	20,073 円/k l
業 務 用	4,129 円/Gcal	ジ ェ ッ ト 油 流 通 費	1,927 円/k l
家 庭 用	3,309 円/Gcal	灯 油 販 売 価 格	28,250 円/k l
発 電 コ ス ト		灯 油 移 入 価 格	20,050 円/k l
従 来 火 力	2.50 円/KWh	灯 油 流 通 費	8,000 円/k l
排 煙 脱 硫 装 置 付 火 力	4.32 円/KWh	軽 油 販 売 価 格	
ガ ス タ ー ビ ン	10.00 円/KWh	鉄 道, 産 業 用	27,900 円/k l
L N G 火 力	2.50 円/KWh	ト ラ ッ ク, バ ス, 自 動 車	34,450 円/k l
水 力	4.00 円/KWh	軽 油 移 入 価 格	20,722 円/k l
地 熱	7.00 円/KWh	軽 油 流 通 費	
原 子 力 (含 燃 料)	5.00 円/KWh	鉄 道, 産 業 用	7,178 円/k l
電 力 流 通 費		ト ラ ッ ク, バ ス, 自 動 車	13,728 円/k l
産 業 用 需 要	2.08 円/KWh	重 油 販 売 価 格	
融 雪 用 需 要	5.06 円/KWh	L 重 油	26,000 円/k l
業 務 用, 家 庭 用 需 要	8.10 円/KWh	M 重 油	19,800 円/k l
自 家 発 電 電 力 流 通 費	1.04 円/KWh	H 重 油	17,000 円/k l
L N G 輸 入 価 格	39,540 円/t	重 油 移 入 価 格	21,848 円/k l
原 油 輸 入 価 格	19,770 円/k l	重 油 流 通 費	
電 力 用 原 油 流 通 費	6,430 円/k l	L 重 油	4,152 円/k l
L P G 販 売 価 格		M 重 油	- 2,048 円/k l
都 市 ガ ス 用	53,000 円/t	H 重 油	- 4,848 円/k l
産 業 用, 自 動 車 用	70,000 円/t		

うに販売価格が設定されるため、M 重油や H 重油のように、負の流通費もあらわれる。

(3) 都市ガスと工業ガス

都市ガスの原料費は原料使用量と原料価格とから総計 $3,665 \times 10^6$ 円と見積られる（天然ガスの価格は 15 円/m 3 とする）ので、販売された都市ガスの販売価格（売上げの解っているものから推定し、5.88 円/m 3 ）中に占める原料費相当分は 3.173 円/m 3 となる。流通費は販売価格と原料費相当分の差として求められる。但し熱供給プラント用の都市ガス販売価格は 3.648 円/m 3 （実績）とする。都市ガスと同様な計算により、工業ガスの原料費総額は（高炉ガスの価格を 2.2 円/m 3 と見積って） $30,295 \times 10^6$ 円となり、原料費相当分は 2.533 円/m 3 となる。工業ガスの流通費は都市ガスの熱供給プラント用と同一と仮定する。

(4) 熱 関 係

熱供給プラントの原料費総額は 619×10^5 円と見積られる（都市ごみの価格を実績より 350 円/t とする）ので、熱販売価格（実績より、業務用 7,729 円/Gcal、家庭用 6,909 円/Gcal）中に占める原料費相当分は 3,600 円/Gcal となる。流通費は熱販売価格とこの原料費相当分との差額である。

(5) 電力および自家発電電力

第7表中の火力発電の発電コストはいずれも燃料費を含まない数値である。また排煙脱硫装置

第8表 SO₂ およびダスト関係データ

SO ₂ 関 係		ダ ス ト 関 係	
項 目	デ ー タ	項 目	デ ー タ
原 油 精 製 時	1.79 t/10 ³ k/l	一 般 炭	
石 炭 乾 留 時	1.93 t/10 ³ t	産業、電力、熱供給用	3.5 t/10 ³ t
一 般 炭	8.0 t/10 ³ t	鉄 道 用、業 務 用	5.0 t/10 ³ t
原 油	8.6 t/10 ³ k/l	家 庭 用	6.0 t/10 ³ t
ナ フ サ	1.48 t/10 ³ k/l	コ ー ク ス	0.35 t/10 ³ t
L 重 油 (S 分 0.5%)	9.5 t/10 ³ k/l	原 油 (電力用)	0.42 t/10 ³ k/l
M 重 油 (S 分 2.0%)	38.0 t/10 ³ k/l	重 油	
H 重 油 (S 分 3.5%)	66.5 t/10 ³ k/l	産業、電力、熱供給用	0.9 t/10 ³ k/l
灯 油	0.16 t/10 ³ k/l	業 務 用、家 庭 用	2.5 t/10 ³ k/l
軽 油	9.96 t/10 ³ k/l	軽 油	
コ ー ク ス	5.4 t/10 ³ t	自 動 車 I, II	1.24 t/10 ³ k/l
ガ ソ リ ン	0.29 t/10 ³ k/l	鉄道、トラック、バス	2.07 t/10 ³ k/l
排 煙 脱 硫 装 置	90%脱硫	産 業 用、電 力 用	0.05 t/10 ³ k/l

第9表 NO₂ 関係データ

項 目	デ ー タ	項 目	デ ー タ
原 油 精 製 時	0.37 t/10 ³ k/l	都市ガスへの変換時	0.05 t/10 ⁶ m ³
石 炭 乾 留 時	0.144 t/10 ³ t	工業ガスへの変換時	0.02 t/10 ⁶ m ³
一 般 炭		ご み 焼 却 時	0.5 t/10 ³ t
産業、電力、熱供給用	6.8 t/10 ³ t	灯 油	
鉄 道、業 務 用	4.0 t/10 ³ t	産 業 用	3.74 t/10 ³ k/l
家 庭 用	2.5 t/10 ³ t	業 務 用、融 雪 用	2.23 t/10 ³ k/l
原 油 (電力用)	3.95 t/10 ³ k/l	家 庭 用	1.78 t/10 ³ k/l
ナ フ サ (電力用)	4.8 t/10 ³ k/l	軽 油	
ガ ソ リ ン		産 業、電 力 用	3.9 t/10 ³ k/l
自 動 車 I, II	15.6 t/10 ³ k/l	自 動 車 I, II	8.7 t/10 ³ k/l
ト ラ ッ ク、バ ス	26.0 t/10 ³ k/l	鉄道、トラック、バス	14.5 t/10 ³ k/l
L P G		重 油	
自 動 車 I	21.4 t/10 ³ t	産業、電力、熱供給用	4.7 t/10 ³ k/l
産 業 用	3.6 t/10 ³ t	業 務 用、融 雪 用	2.43 t/10 ³ k/l
業 務 用	2.4 t/10 ³ t	家 庭 用	1.94 t/10 ³ k/l
家 庭 用	1.2 t/10 ³ t	都 市 ガ ス	
コ ー ク ス	1.6 t/10 ³ t	業 務 用	0.2 t/10 ⁶ m ³
天 然 ガ ス (電力用)	2.7 t/10 ⁶ m ³	家 庭 用	0.15 t/10 ⁶ m ³
L N G (電力用)	4.0 t/10 ³ t	工 業 ガ ス	0.3 t/10 ⁶ m ³

のコストは、硫黄分を9割除去したのと同等の重油の価格推定値との差額をもとに推定し、1.82 円/KWh とした。電力の平均販売価格は、産業用需要 7.53 円/KWh、融雪用需要 10.51 円/KWh、業務用および家庭用需要 13.55 円/KWh（北海道電力の昭和 49 年度の販売実績より推定）である。また発電原価の平均値は、火力の燃料費を 3.71 円/KWh（実績）と見込み、全需要に対する火力および水力の割合を、それぞれ、65.7%、34.3%（実績）とすれば、燃料費込みで 5.45 円/KWh となる。それ故流通コストは、平均販売価格と平均発電原価の差額として算定される。自家発電電力については、発電コストは電力と同一とし、また流通コストは電力での産業用の流通コストの半分とする。

3.2 公害量 (SO_x, NO_x, ダスト) 関係

エネルギー変換、需要に伴って発生する SO₂ 量およびダスト量についてのデータは第 8 表に示すとおりであり、また NO₂ 量についてのデータは第 9 表に示すとおりである。

ジェット機とその他運輸部門とからの各公害量への寄与は無視するものとしている。

SO₂ の量は各エネルギー源の平均的な含有硫黄分のデータ⁷⁾に基づいて理論的に算定した。

NO₂ の量については、主として、各燃焼装置での札幌の測定データから得られる 10⁷ Kcal 当りの次のような数値¹³⁾を参考にして求めているが、データの判明している一部のものについてはそちらのデータを利用する。

ガス体燃料の場合 小型; 1.5 kg, 中型; 2.0 kg, 大型; 3.0 kg

液体燃料（灯油、軽油、重油）の場合 小型; 2.0 kg, 中型; 2.5 kg, 大型; 4.2 kg

4. 結 言

筆者等の開発した北海道のエネルギーシステムモデル I³⁾ を用いて、シミュレーション計算を実施するために必要なデータを得ることができた。しかしながら、現状を正確に把握するのに十分な程信頼できるデータが得られない部分も多く、一部ではかなり大胆な仮定を行いながらデータの整理を行なわざるを得なかった。この点については、今後とも、残された課題として検討を行い、改善して行く必要がある。

エネルギーシステムの解析を行い、有用な結果を得るには、信頼できる詳細なデータベースの開発が不可欠である。本論文で述べたデータの収集、整理を通して、いかなるデータが不足しているか、あるいはどの程度詳細なデータを収集、整理しなければならないか、またデータの収集にとって何が隘路となっているか、等について把握することができた。これを基にして、今後さらに充実したデータの収集、整理を行いたい。エネルギーシステムに関するデータベースを充実させるためには、行政サイドにおけるデータの整備は不可欠の要素であるが、それと共に、エネルギーに関連を有する諸学の知識の結集もまた不可欠である。

謝 辞

本論文に述べたデータの収集、整理に当っては、非常に多くの方々のご教示、御協力をいただきました。北海道大学工学部 建築工学科 荒谷教授、衛生工学科 落藤助教授、資源開発工学科 樋口助教授、金属工学科 石井助教授、機械工学科 斎藤教授、同 谷口助教授、同 伊藤助教授、応用化学科 伊藤助教授、合成化学工学科 今井助教授には、貴重なデータをお教えいただくとともに、多くの資料をお貸しいただきました。札幌通商産業局公益事業部施設課長 上谷公氏をはじめ関係各課、各係の諸氏、北海道電力営業部需給課 伊東仁氏をはじめ関係諸氏からは多くの有用なデータをお教えいただきました。ここに厚く御礼申し上げます。また紙面の都

台上、芳名を記すことを省略させていただいた他の多くの方々に対しましても、厚く御礼申し上げます。元電力工学講座事務員 前田嬢には、データの整理に際し御協力をいただきました。ここに感謝の意を表します。

また本論文で述べた研究は、昭和50年度の北海道科学研究費（一般研究）補助金をいただいで行ったものであることを記し、関係各位への感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 長谷川淳他；昭和50年度北海道科学研究費一般研究成果報告書（昭51. 3）.
- 2) 長谷川淳他；電気四学会北海道支部連合大会講演論文集（昭51），45.
- 3) 長谷川淳他；北海道大学工学部研究報告，83（昭52），p. 89
- 4) 北海道通商産業調査統計研究会編；北海道通商産業統計年鑑（昭和50年版）.
- 5) 札幌通商産業局公益事業部計画課編；北海道電力需給概況（第26号，第27号）.
- 6) 資源エネルギー庁長官官房総務課編；総合エネルギー統計（昭和49年度版）.
- 7) 燃料協会編；燃料便覧（昭49），コロナ社。
- 8) 燃料協会編；燃料協会誌54（昭50），578.
- 9) 北海道消費者協会；寒地生活調査報告（昭47）.
- 10) 竹内・伊藤・広瀬・谷下監修；火力発電便覧（昭43），オーム社。
- 11) 落藤澄；空気調和・衛生工学会北海道支部セミナー資料，建築設備と省エネルギー。
- 12) 野利本良三；新電気30（昭51），1，p. 42.
- 13) 札幌市環境局公害部；地域冷暖房システム調査報告書（昭50）.