

■ 特 集 ■ エネルギー経済・エネルギーシステム

地域エネルギー

Regional Prospects of Energy

— A Case Study of Osaka Prefecture —

鈴木 胖*

Yutaka Suzuki

1. はじめに

石油危機以降、わが国でもそれまでのエネルギー供給、消費のあり方に反省が加えられ、さまざまな対策が講じられてきた。対策は大別すると、石油から他のエネルギーへの転換（脱石油）とエネルギーのより有効な利用（省エネルギー）である。

脱石油は電力における石油火力から原子力、それに LNG、石炭火力への移行、鉄鋼、セメントにおける石油から石炭への移行、都市ガスにおける LNG の積極的導入など、大口需要家を中心にこの数年間に著しく進展した。これをさらに一般に広めて行くためには、石油製品需要に大きな比率を占める加熱、暖房および輸送用燃料を新種の燃料や自然系エネルギー、人工系回収エネルギーで代替して行くことが必要である。新種の燃料は、一般に石油代替燃料とも呼ばれており、その代表格は石炭液化油、オイル・シェールやタール・サンドからの回収油である。石炭からの高カロリーガス（SNG）もこれに入るが、これは主に都市ガス用である。

自然系のエネルギーの代表格は、わが国では古くは薪炭（バイオマスの1つ）、水力であり、これから利用が期待されるのは、太陽エネルギーと地熱エネルギーである。人工系回収エネルギーは、ごみや下水汚泥からの回収エネルギーと廃熱回収エネルギーである。

省エネルギーは、まず個別のプロセスや機器の効率向上、運転方法の改善という形で行われた。たとえば、この数年の間に冷蔵庫の効率は約60%、ルームクーラーのそれは約40%向上した（電気学会雑誌、昭和56年5月号）。工業プロセスでのエネルギーのむだ使いを省くエネルギー管理も、内容と制度の両面でかなり進んだ。この方向に沿った省エネルギー化は今後も着実に進展してゆくであろう。なかでも、発電効率と輸

送機関の効率の向上があれば効果は大きい。今後さらに省エネルギーを徹底させてゆくためには、エネルギー使用環境の改善、たとえば住宅の断熱化や住居のつくり自体を合理化すること、用途に応じてそれに適合したエネルギーを使いわけること（供給と需要の最適結合）が必要である。

さて、脱石油のために自然系エネルギー、人工系回収エネルギーを現在のわれわれのエネルギーシステムの中に導入し、省エネルギー化を推進するために需要と供給の最適結合を計ろうとすると、いくつかの困難な問題に遭遇する。

太陽エネルギーは密度が薄く、夜は利用できないし、昼は気象条件によって利用度が著しく変化する。晴天日でも雲が通ればたちまち変化する。そしてわが国のように、土地利用が進んだ国ではコレクターを据え付けるスペースの確保が大きな問題である。廃熱は一般に温度が低く、しかもそれが大規模に排出されるのは、発電所や工場である。エネルギー需要のかかなりの部分は、暖房や給湯に見られるように、比較的低温の熱源があれば充足可能である。需要の質に応じた供給の適合性という観点から見れば、これらの用途に太陽エネルギーや廃熱回収エネルギーを用いることは、きわめて理にかなっている。

しかし、太陽エネルギーの利用では、昼と夜の供給と需要の時間差をどう埋めるか（需要と供給の時間的ギャップの解消）、曇や雨の日が続いたらどうするか（バックアップ）という問題がある。

廃熱回収エネルギーの利用では、広く散在する需要家に回収熱をどのようにして輸送、分配するか（需要と供給の空間的ギャップの解消）という問題がある。このような問題は、大規模集中基地（発電所、都市ガス製造工場、精油所など）から、質の高いエネルギー（電気、ガス、石油製品）を供給するという従来のエネルギーシステムでは出てこなかった問題である。

自然系エネルギー、人工系回収エネルギーを利用し

*大阪大学工学部電気工学科教授
565 吹田市山田丘2-1

| | | |
|---------------------------------|----------------------------|--|
| 大 阪 府 | | |
| ネット移入電力 192 億 kWh 自給率 49% | 石油消費 1040万kl | ネット移出 都市ガス 20 億 m ³ 自給率 157% |
| | 電力消費 377 億 kWh | |
| | 都市ガス消費 35 億 m ³ | |
| 石油備蓄能力 550 万kl | | |

図-3 大阪府のエネルギー移出入

大阪府の年平均日射量はおおよそ 3100 kcal/m²・日であり、季節的変動を見ると表 3 の通りである。府内での地域差はほとんどない。したがって地域ブロック毎の年間日射量は上記の値に面積と日数をかければ算出できる。もちろんそのすべてが利用できるわけではなく、コレクターを設置できる面積や技術的条件(コレクターの効率など)、経済的条件(特に他のエネルギーとの競合関係)によって利用できる量は大きく変ってくる。議論を明確にするために図-4のように太陽エネルギーについて潜在賦存量、期待可採量、利用可能量を定義しよう。潜在賦存量は地域に降りそそぐ太陽エネルギーの総量である。これは単純に面積に比例すると考えてよい。これに利用上の地理的、技術的制約条件を加味したものが期待可採量である。さらに現実的(特に経済的)制約条件を考慮したものが利用可能量である。

期待可採量

大阪のように土地利用が高度化した地域では、地価が高く、コレクターを地上に並べることはまず無理であろう。たがってコレクターが設置できる場所は主に建物の屋上あるいは屋根になる。土地利用現況から宅地(住宅、工場等、事務所店舗等)、その他(教育、交通施設など)を拾い出し、建ぺい率を考慮し

て屋根面積を推定すると、大阪府全体で約 23,000 ヘクタール(そのうち住宅の屋根が 7 割)になる。これは大阪府総面積の約 12%にあたる。表 3 にあるように大阪の年平均水平面全天日射量は 3,120kcal/m²日であるから、屋根にふりそそぐ太陽エネルギーの総量は年間約 260 兆 kcal という大きさになる。

コレクターを適当な傾き角で(大阪では 30°前後)屋根に取付け、熱回収あるいは光電池による発電を行ったとすると、現在の技術水準では

熱回収については年間集熱量はコレクター効率、利用率から考えて受光面日射量の 6 割程度
光電池(シリコン)についてはモジュール面積効率 63%、光電池変換効率 12%、回路効率(インバータを含む) 93%として、総合で 7%

となる。屋根のすべてにコレクターを取付けた場合(スペース・ファクタを 0.9とする)を期待可採量とすると

$$\text{熱期待可採量 (kcal/年)} = 3120 \text{ kcal/m}^2\text{日} \times 365 \text{ 日/年}$$

$$\times \text{総屋根面積 m}^2 \times 0.9 \times 0.6$$

$$\text{電力期待可採量 (kWh/年)} =$$

$$\frac{3120 \text{ kcal/m}^2\text{日} \times 365 \text{ 日/年} \times \text{総屋根面積 m}^2 \times 0.9 \times 0.07}{860 \text{ kcal/kWh}}$$

である。大阪府全体では

$$\text{熱期待可採量} = \text{約 } 140 \text{ 兆 kcal/年}$$

$$\text{電力期待可採量} = \text{約 } 190 \text{ 億 kWh/年}$$

となる。

地域別の熱期待可採量を示したのが図-5である。最も大きいのは大阪市で、これは都市化が一番進んでいるからである。図-2と対比すれば明らかのように、少なくともカロリーの上では、期待可採量は需要量の相

表 3 大阪府の水平面全天日射量

(単位 Kcal/m²日)

| 月 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 年平均 | 備考 |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 大阪 | 1,880 | 2,390 | 3,080 | 3,840 | 4,120 | 3,830 | 4,160 | 4,360 | 3,280 | 2,670 | 2,090 | 1,720 | 3,120 | 1941~1970 |

出典:「サンシャイン計画 気象調査 S 51 年報告別冊」

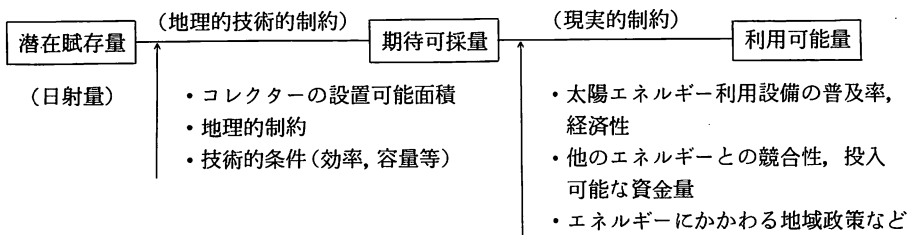


図 4 太陽エネルギーの潜在賦存量, 期待可採量, 利用可能量

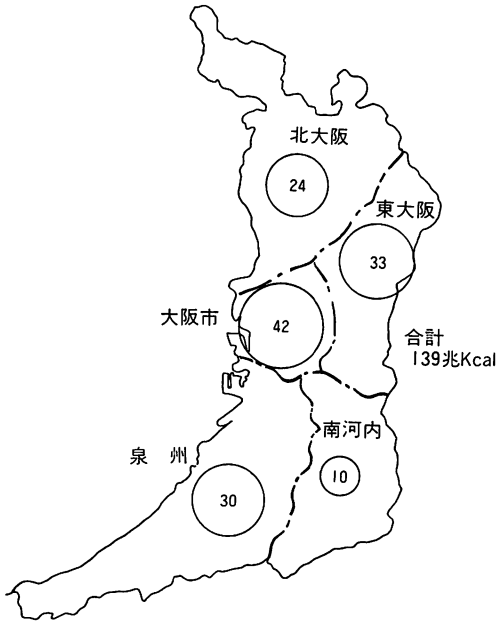


図-5 大阪府太陽エネルギー期待可採量(昭和54年)

当部分をカバーしている。大阪市では期待可採量は需要量を少し下回っている。工業地帯をかかえる泉州では、期待可採量は需要量の35%しかない。残りの地域では期待可採量が需要量を上回っている。

電力期待可採量はすべての屋根に光電池を敷きつめたとしても大阪府の電力需要の半ばしか満たせない。

利用可能量

期待可採量は現実的制約を全く無視して計算された量である。最も重要な制約は言うまでもなく経済的制約である。シリコン光電池を屋根に敷きつめるというようなことは、シリコン光電池が高価な現在では、経済的に全く不可能である。したがって電力期待可採量は将来の夢を託す目標でしかない。光電池が安く量産されるとしたら恐らくシリコン単結晶ではなくて、アモルファスになるであろう。その時は量産される代りに、光電池としての効率は下がり、期待可採量は上で求めた数値よりもかなり小さくなるであろう。

太陽熱コレクターを屋根に敷きつめることも現実的ではない。

熱コレクターは光電池に比べれば、はるかに安価でうまく使えば既存のエネルギーと競争できる。実際多くの家庭で給湯用に熱コレクターが使われている。しかしこれを暖房用に用いようとする、たとえば大阪では暖房期は11月～4月であり、コレクター面積を

増せば増すほど熱、コレクターの利用率が低下し、これは当然のことながら経済性を悪化させる。冷房になるとさらに大きな熱量が必要になり、しかも冷房期は6月から9月と短いので問題はさらに難しくなる。たとえ決心してそのような設備を置こうとしても既存の住宅では配管をやり直す必要があり、これも大きな問題になる。これらが太陽熱の利用をはばむ現実的制約の代表例である。

それゆえに現実的制約を考えた利用可能量は、期待可採量よりもはるかに小さくなる。大阪府のローカルエネルギー調査では、10年後の65年時点でも利用可能量は期待可採量の1～2%であると推定している。

太陽熱利用の高度化

現在考えられている太陽熱利用は主に住宅やオフィス・ビルの給湯、冷暖房への利用である。大阪府では給湯、冷暖房需要は家庭でエネルギー需要の6割、業務で4割である。したがって総エネルギー需要に占める給湯、冷暖房需要の割合は表1より

$$0.104 \times 0.6 + 0.088 \times 0.4 = 0.095$$

すなわちおよそ1割である。

したがって太陽熱利用をそれ以上に拡大してゆくには、工場などへの利用を計らなければならない。そのためには太陽熱によりプロセス用スチームを発生するなど、太陽熱のより高温での利用が必要である。太陽熱を高温で収集するには一般にコンセントレータ(集光器)が用いられており、そのコスト・ダウンも太陽熱利用の拡大をはかる重要な鍵である。

3.2. 廃棄物

人工系回収エネルギーとして、現在のところ利用可能性が高いのは都市ごみ、可燃性産業廃棄物、下水汚泥などである。ごみ処理の必要上、都市ごみを収集・輸送するシステムはすでに出来上っている。これは地方自治体の仕事である。産業廃棄物は企業の責任において処理されている。

大阪府の都市ごみ発生量(昭和54年)は年間約300万トンと推定されている。現在都市ごみの低位発熱量は1000から2500kcal/kgの間にあり、平均すると1500kcal/kgを少し上回る程度である。したがって大阪府で排出される都市ごみの総カロリーは年間5兆kcal程度である。

可燃性産業廃棄物には木くず、紙くず、繊維くず、ゴムくず、廃油、廃プラスチック類、建設廃木材などがあり、大阪府ローカル・エネルギー調査によれば、その総カロリーは都市ごみの1/5程度約1兆kcalと推定

される。

下水汚泥は下水処理の結果として出てくる。現在大阪府の下水普及率（人口比）は約60%であり、年間に発生する汚泥量（97%含水率）は約6百万 m^3 である。カロリー換算では約0.2兆kcalであり、都市ごみのそれに比べて $1/20$ 以下である。今後普及率が上がったとしても、下水汚泥の総カロリーは都市ごみよりおよそ1桁小さいと考えてよいであろう。下水汚泥は現在脱水してそのまま埋めるか、あるいは焼却されている。この汚泥処理には相当量のエネルギー（油）が使われており、下水汚泥についてはむしろこの処理に要するエネルギーをいかに減らすかが今後の問題である。

さて、ごみからエネルギーを回収するには次のようにいくつかの方法がある。

1. ごみ→焼却→蒸気
2. ごみ→焼却→蒸気→発電
3. ごみ→熱分解→ガス→燃焼→蒸気→発電
4. $\left\{ \begin{array}{l} \text{生ごみ} \rightarrow \text{消化} \rightarrow \text{ガス} \rightarrow \text{燃焼} \rightarrow \text{蒸気} \rightarrow \text{発電} \\ \text{下水汚泥} \\ \text{し尿等} \end{array} \right.$

これらは代表例であって、これらの組合せや変形もいくつか考えられる。たとえば熱分解ガスあるいは消化ガスを用いてガス・エンジン発電をすることも考えられる。

1のごみの焼却熱を蒸気の形で利用する方法には大きな制約がある。1つは輸送の問題である。蒸気を輸送するには配管が必要であり、配管網がなければ利用はきわめて限定されたものとなろう。ヨーロッパの多くの都市では地域に熱を供給するための配管網が張りめぐらされており、ごみの焼却熱は蒸気あるいは高温水の形で地域熱供給に利用されている。日本では地域熱供給の本格的な例は未だない。もう1つの問題は供給と需要のミス・マッチである。ごみ焼却工場は普通年間を通じて昼夜連続運転される。熱を暖房と給湯に用いるとしたら夏期には熱が余ってしまう。これはヨーロッパにおいても悩みの1つになっている。このためデンマークでは、ごみ焼却工場から出る夏期の余剰熱を地中に蓄え、冬期に取り出して利用するという季節蓄熱が計画されている。

2のごみを燃やして蒸気を発生し、その蒸気で発電をする方法では輸送の問題はなくなる。この方法の弱点は、焼却炉の温度を高くすると炉が傷むので蒸気温度をあまり上げることができず（270℃程度）、このため発電効率がかなり低いことである。ごみ焼却発電の

効率は最高でも14%程度である。

3の熱分解は効率の改善とごみ処理残渣の減容化を狙った新しい方法である。

期待可採量

都市ごみからエネルギーを蒸気あるいは電力の形で回収する場合の期待可採量は大阪府についてはおよそつぎのようになる。

蒸気期待可採量

ごみの焼却率を85%、ボイラ効率を70%として約3兆kcal

電力期待可採量

ごみの焼却率を85%、発電効率を14%として約7億kWhである。

利用可能量

大阪府における昭和53年のごみ発電量はわずかに8,300万kWhである。しかし最近建設されているごみ処理工場はエネルギーを回収し、発電を行う形式のものが増加している。今後新設されるごみ処理工場で規模が100トン/日以上のもはすべて発電を行い、既設のものも適宜ごみ発電が出来るよう改造してゆくとすると昭和65年における大阪府のごみからの電力利用可能量はおよそ10億kWhに達すると推定されている。推定にあたって昭和65年のごみの排出量は年間480万トン、焼却率は100%と想定されている。

3.3. 廃熱

技術的に見て利用の可能性のある廃熱は燃料を燃焼させたときの排ガスの廃熱、冷却水の廃熱などである。排ガス廃熱はつぎのような手順で推定できる。

1. 各種燃料の施設別使用比率を調べる。
2. 施設別排ガス顕熱損失率を調べる。
3. 燃料種別加重平均排ガス損失率

$$= \sum \text{施設別排ガス顕熱損失率} \times \text{当がい燃料の施設別使用比率}$$
4. 排ガス廃熱

$$= \sum \text{燃料種別使用量} \times \text{燃料種別加重平均排ガス損失率}$$

2はおおむね表4のように仮定できる。昭和51年度燃料利用状況調査（大阪府、大阪市）をもとに、表4を参照して加重平均排ガス損失率を求めると表5のようになる。これを用いて大阪府排ガス廃熱量を推定すると、約8.5兆kcalになる。その地域分布は図-6の円グラフのようになり、排ガス廃熱の大半は泉州、大阪府地域から発生していることがわかる。

冷却水廃熱は主に電力会社や自家用の発電所からの

容易に推定できる。大阪府の冷却水廃熱は40兆kcalのオーダーであり、その大半がやはり泉州、大阪市地域で発生している。

表4 施設別排ガス顕熱損失

| | 排ガス顕熱損失 % | 排ガス温度 °C |
|---------|-----------|----------|
| ボ イ ラ | 10 | 180~200 |
| 金属加熱炉 | 25 | 500 |
| 熱延加熱炉 | 38 | 600~800 |
| 分塊加熱炉 | 25 | 600~800 |
| 転 炉 | 5 | 1,400 |
| 高炉, 熱風炉 | 13 | 250 |
| コークス炉 | 1 | 200 |
| 焼 結 工 場 | 18 | 170 |
| 石油精製所 | 9 | 200 |
| 人工骨材乾燥炉 | 25 | 95 |

表5 産業用各種燃料の用途および排熱損失 (昭和51年)

| | 原重油 | | 軽灯油 | | 都市ガス | | LPG | | 排ガス 顕熱 損失率 % |
|---------------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|--------------|---------|-----------------------|
| | 消費量 千 Ki | 比率 % | 消費量 千 Ki | 比率 % | 消費量 百万cc | 比率 % | 消費量 千 ton | 比率 % | |
| ボ イ ラ | 4,868 | 87.0 | 403 | 47.2 | 240 | 42.9 | 36 | 14.6 | 10 |
| 溶 鉱 炉 ・ 転 炉 等 | 47 | 0.8 | 微 | — | 微 | — | 微 | — | — |
| 金 属 溶 解 炉 | 39 | 0.7 | 4 | 0.5 | 54 | 9.6 | 5 | 2.0 | — |
| 金属製品用加熱炉 | 205 | 3.7 | 332 | 38.9 | 58 | 10.4 | 30 | 12.2 | 25 |
| 石油製品用加熱炉 | 81 | 1.4 | 微 | — | 14 | 2.5 | 87 | 35.2 | 10 |
| 窯業製品用焼成炉 | 224 | 4.0 | 10 | 1.2 | 18 | 3.2 | 26 | 10.5 | — |
| 乾 燥 炉 | 46 | 0.8 | 50 | 5.9 | 31 | 5.5 | 41 | 16.6 | 25 |
| 廃棄物焼却炉 | 23 | 0.4 | 12 | 1.4 | 微 | — | 微 | — | — |
| そ の 他 | 66 | 1.2 | 42 | 4.9 | 145 | 25.9 | 22 | 8.9 | — |
| 合 計 | 5,599 | 100 | 853 | 100 | 560 | 100 | 247 | 100 | — |
| 加重平均排ガス損失率% | 10 | | 17 | | 13 | | 14 | | — |

表7 グレード別廃熱比率(%)

| グレード | 内容 | 業種 | 繊維等 | 食料品 | ゴム等 | 紙等 | 窯業 | 非鉄 | ガス | 化学 | 石油石炭 | 鉄鋼等 | 電気 | 事業場 | 備 考 |
|----------------|----------|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|------|-----|----|-----|-------------|
| G ₁ | 250°C> | | 20 | 27 | 13 | 11 | 53 | 10 | 14 | 11 | 7 | 10 | 11 | 20 | 排ガス |
| G ₂ | 250°C≤ | | | 4 | | 2 | 1 | 4 | 11 | 1 | 15 | 15 | | | 排ガス |
| 温 風 | 50~250°C | | | | | | 28 | | | | 13 | | 1 | | ガスクー ラー等 |
| L ₁ | 35°C> | | | 50 | 28 | 44 | 2 | | 9 | 18 | 40 | 42 | 88 | | 冷却水 |
| L ₂ | 35°C≤ | | | 17 | 59 | 31 | 14 | 86 | 28 | 58 | 22 | 17 | | | 冷却水 |
| 温熱水 | 35~180°C | | 52 | | | | | | | | | | | | 作業水 |
| S | 約1000°C | | | | | | | | | | | 6 | | | 鉄塊等 |
| その他 | | | 28 | 2 | | 12 | 2 | | 38 | 12 | 3 | 10 | | 80 | 蒸気等 |

表6 廃熱の種類とグレード

| 廃熱のグレード | 温度範囲 | 備 考 | |
|---------|----------------|----------|-----------|
| 気 体 | G ₁ | 250°C> | 燃焼排ガス |
| | G ₂ | 250°C≤ | ” |
| | 温 風 | 50~250°C | ガスクーラ等からの |
| 液 体 | L ₁ | 35°C> | 冷却水 |
| | L ₂ | 35°C≤ | ” |
| | 温熱水 | 35~180°C | 作業水 |
| S (固体) | 約1,000°C | 鉄塊等 | |
| そ の 他 | | 蒸気等 | |

ものであり、これも年間発生電力量が分っているので当然のことながら、これらの気体、液体の廃熱は比較的低温のものが大きな割合を占めているので、廃熱利用を考えるときは廃熱のグレードを把握することが重要である。各種の廃熱に対して表6のようなグレードを考えてみよう。工場廃熱の広域的利用に関する調査報告(大阪科学技術センター, 昭和51年)ではグレード別廃熱を業種別に調査しており、表7のような結果を得ている。これをもとに大阪府の地域別、業種別、グレード別、廃熱量(昭和53年)を求めたものが表8である。

表8で廃熱量の最も大きいのは電気業からのものであるが、これは常温に近い35°C以下の発電所からの冷却水(L₁)である。もう1つ特徴的なことは化学工業における廃熱量が各地域で相当大きな割合を占めていることで、しかもこれは比較的温度的の高い冷却水(L₂)である。大阪府全体では総廃熱量は約60兆kcalとなり、構成比は図-7(a)のようになる。同図(b)はこれをエクセルギーで評価したもので、エクセルギーの概念も導入して廃熱の質も考えると、気体廃熱の方がウ

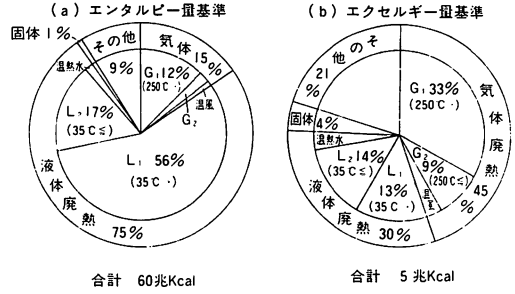
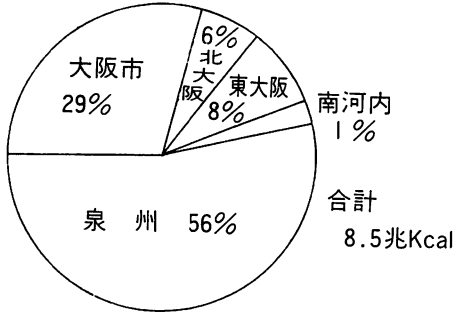


図-6 大阪府産業排ガス廃熱の地域分布 (昭和53年)

図-7 大阪府産業廃熱の形態と比率 (昭和53年)

表8 大阪府地域別, 業種別, グレード別廃熱量 (昭和53年)

| 地区 | 業種 グレード | 単位 10 ¹⁰ Kcal | | | | | | | | | | | 計 |
|-----|----------------|--------------------------|-----|-----|----|----|----|-----|-----|------|-------|-------|-------|
| | | 繊維等 | 食料品 | ゴム等 | 紙等 | 窯業 | 非鉄 | ガス | 化学 | 石油石炭 | 鉄鋼等 | 電気 | |
| 北大阪 | G ₁ | 2 | 6 | — | 3 | 9 | — | 7 | — | 6 | — | 8 | 41 |
| | G ₂ | — | 1 | — | 1 | — | — | 1 | 1 | 8 | — | 12 | |
| | 温風 | — | — | — | — | 5 | — | — | — | 1 | — | 6 | |
| | L ₁ | — | 11 | — | 13 | — | — | 11 | 2 | 24 | — | 61 | |
| | L ₂ | — | 4 | 1 | 9 | 2 | 1 | 34 | 1 | 10 | — | 62 | |
| | 温熱水 | 6 | — | — | — | — | — | — | — | — | 3 | 6 | |
| | S | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 6 | 3 | |
| その他 | 3 | — | — | 4 | — | — | 7 | — | — | — | 33 | 53 | |
| 小計 | 11 | 22 | 1 | 30 | 16 | 1 | 60 | 5 | 57 | — | 41 | 244 | |
| 大阪市 | G ₁ | 12 | 4 | 1 | 12 | 8 | 6 | 10 | 21 | — | 19 | 83 | 202 |
| | G ₂ | — | 1 | — | 2 | — | 2 | 8 | 2 | — | 28 | — | 43 |
| | 温風 | — | — | — | — | 4 | — | — | — | — | 8 | — | 12 |
| | L ₁ | — | 8 | 2 | 47 | — | — | 6 | 34 | 1 | 78 | 661 | 837 |
| | L ₂ | — | 3 | 5 | 33 | 2 | 52 | 19 | 110 | — | 32 | — | 256 |
| | 温熱水 | 32 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 32 |
| | S | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 11 | — | 11 |
| その他 | 17 | — | — | 13 | — | — | 26 | 23 | — | 19 | 105 | 203 | |
| 小計 | 61 | 16 | 8 | 107 | 14 | 60 | 69 | 190 | 1 | 187 | 752 | 1,566 | |
| 東大阪 | G ₁ | 6 | 2 | — | 4 | 6 | 2 | 5 | — | 11 | — | 8 | 44 |
| | G ₂ | — | — | — | 1 | — | 1 | 1 | 1 | 17 | — | — | 21 |
| | 温風 | — | — | — | — | 3 | — | — | — | — | — | — | 4 |
| | L ₁ | — | 4 | 1 | 15 | — | — | 9 | 2 | 47 | — | — | 78 |
| | L ₂ | — | 1 | 1 | 10 | 2 | 17 | 28 | 1 | 19 | — | — | 79 |
| | 温熱水 | 16 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 16 |
| | S | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 7 | — | 7 |
| その他 | 8 | — | — | 4 | — | — | 6 | — | — | 11 | 33 | 62 | |
| 小計 | 30 | 7 | 2 | 34 | 11 | 20 | 49 | 5 | 112 | — | 41 | 311 | |
| 南河内 | G ₁ | 1 | 1 | — | 1 | — | — | — | — | 1 | — | 2 | 6 |
| | G ₂ | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — | 1 |
| | 温風 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0 |
| | L ₁ | — | 2 | — | 3 | — | — | — | — | 4 | — | — | 9 |
| | L ₂ | — | 1 | — | 2 | — | 3 | 1 | — | 2 | — | — | 9 |
| | 温熱水 | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 3 |
| | S | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 | — | 1 |
| その他 | 2 | — | — | 1 | — | — | — | — | — | 1 | 8 | 12 | |
| 小計 | 6 | 4 | — | 7 | — | 3 | 1 | — | 10 | — | 10 | 41 | |
| 泉州 | G ₁ | 25 | 8 | 3 | 1 | 15 | 2 | 2 | 83 | 9 | 20 | 242 | 416 |
| | G ₂ | — | 1 | — | — | — | 1 | 2 | 8 | 20 | 29 | — | 61 |
| | 温風 | — | — | — | — | 8 | — | — | — | 17 | — | 22 | 47 |
| | L ₁ | — | 14 | 7 | 5 | 1 | — | 2 | 136 | 53 | 82 | 1,939 | 2,239 |
| | L ₂ | — | 5 | 15 | 3 | 4 | 22 | 5 | 437 | 29 | 33 | — | 553 |
| | 温熱水 | 66 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 66 |
| | S | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 12 | — | 12 |
| その他 | 35 | 1 | — | 1 | 1 | — | 7 | 91 | 4 | 20 | 24 | 184 | |
| 小計 | 126 | 29 | 25 | 10 | 29 | 25 | 18 | 755 | 132 | 196 | 2,203 | 3,578 | |

エイトが大きいことがわかる。特にボイラ等からの燃焼排ガス (G₁) は全廃熱量の約1/3を占め、これだけで冷却水廃熱の合計に匹敵している。

実際の廃熱利用にあたっては上記の条件以外に発生源ごとの廃熱の大きさ、発生する廃熱の時間的、季節的変動、発生源のある工場内での廃熱回収利用の進み具合 (それだけ外部のユーザが利用できる廃熱量が減少する。)、ユーザの熱需要量の大きさと質、その時間的、季節的変動、廃熱発生源とユーザの距離などを考慮する必要がある。わが国において廃熱の地域的利用はこれからの大きな課題である。

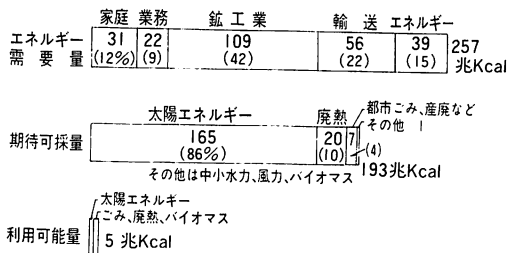
発電所からの冷却水は常温に近く、現在の技術では利用は困難である。むしろヨーロッパで広く採用されている熱併給発電方式を導入し、冷却水廃熱量自体の削減を計るべきであろう。

4. 大阪府における将来のエネルギー需要とローカル・エネルギーの利用可能性

大阪府の昭和 65 年のエネルギー需要量、ローカル・エネルギーの期待可採量、利用可能量の推定結果を対比させてみよう。

図-8に示すように大阪府の昭和 65 年のエネルギー需要量は約 257兆 kcal と推定され、その部門別構成を昭和 54 年のそれと比較すると家庭が 10.4%から12%へ、輸送が19%から22%と増加し、鉱工業が46%から42%に低下している。

ローカル・エネルギーの期待可採量は太陽エネルギー 165兆 kcal、廃熱20兆 kcal (昭和 53 年総廃熱量の 1/3 とした)、都市ごみ、産業廃棄物、下水汚泥、し尿を合わせて7兆 kcal、その他1兆 kcal である。その他には中小水力、風力、各種のバイオマスが含まれるが、大阪府では中小水力、風力はごくわずかで、1兆 kcal のうちの 8割強は端材である。太陽エネルギー



期待可採量の増大は大阪府における宅地化の進行を反映したものである。利用可能量は期待可採量に較らればごくわずかで、全部合わせても 5兆 kcal である。そのうち太陽エネルギーが 2.5兆 kcal、都市ごみ 1兆 kcal (1 kWh = 860kcal 換算)、廃熱 0.6兆 kcal その他 (主に端材) 0.9兆 kcal である。

5. おわりに

ローカル・エネルギーの利用を拡大してゆくには、様々な難関がある。一番大きなものはもちろん経済性であるが、そのほかにも既存のエネルギー・システムの中にどう融和させて埋込むか、エネルギーの供給と利用にかかわる現行の制度をどう改めればよいか、従来のエネルギー・システムに慣れた需要家のマインドをローカル・エネルギーの利用に向けてどう啓蒙するかなどがある。したがってローカル・エネルギーの利用戦略はきわめて長期の数十年にわたる展望のもとに策定されなければならない。

本稿は筆者がとりまとめを行った大阪府ローカル・エネルギー開発利用調査委員会の報告書 (大阪府; 昭和 56 年) から適宜必要なデータを抜萃して執筆したものである。特に 3.3 の廃熱は報告書の記載内容のかなりの部分をそのまま引用した。この機会に調査に御協力いただいた委員会ならびに、ワーキング・グループのメンバー各位に衷心より御礼を申し上げる。

図-8 大阪府における昭和 56 年のエネルギー需要およびローカル・エネルギー期待可採量、利用可能量