

# 琉球大学学術リポジトリ

給湯機器を用いたエネルギー教育の教材開発：  
電気ポット及びやかんでお湯を沸かす場合の熱効率  
及び二酸化炭素排出量の比較

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学教育学部 公開日: 2007-07-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 清水, 洋一, Shimizu, Yoichi メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/1174">http://hdl.handle.net/20.500.12000/1174</a>

# 給湯機器を用いたエネルギー教育の教材開発

—電気ポット及びやかんでお湯を沸かす場合の熱効率及び二酸化炭素排出量の比較—

清水 洋一

Development of Teaching Materials on the Energy Education Using Hot-water Appliances  
— comparison of heat efficiency and carbon dioxide exhaust between  
an electric pot and a kettle on a gas range when water is boiled in them—

Yoichi SHIMIZU \*  
(Received Nov. 4, 2005)

## Summary

To show a guide to energy-saving promotion activities for household use, demonstration experiments were carried out. The consumption rates of electricity and fuel were measured when 2 liters of water was boiled in an electric pot and in a kettle on a butane gas range. Net heat efficiency and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) exhaust factor were calculated from the experimental and related electric power plants' data. The results are as follows;

Net heat efficiency ; 30% (an electric pot), 61% (a kettle on a butane gas range)

CO<sub>2</sub> exhaust factor; 179g (0.94kg-CO<sub>2</sub>/kWh) (an electric pot)

71g (0.26kg-CO<sub>2</sub>/kWh) (a kettle on a butane gas range)

When we need hot water, therefore a kettle on a butane gas range is about two times more energy saving and 60% less CO<sub>2</sub> emission compared with an electric pot.

## 1. 緒言

地球の温暖化は、現代社会の経済活動や日常生活を支えている化石燃料の燃焼に伴い発生する二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) が主な原因と考えられている [1]。CO<sub>2</sub> など温暖化ガスの排出削減を義務付ける地球温暖化防止・京都議定書が2005年2月16日発効した。日本が負う削減義務は2008~2012年に1990年比で6%、2003年比では14%である。2003年にかけて産業部門の排出量は横ばいだが、家庭は29%増加、運輸部門は19%増加している。生活が便利になった結果、家電や自動車の保有台数も増えている [2]。

家庭における省エネルギーの対象となる主な機器には、エアコン、テレビ、電気冷蔵庫、照明器具等が挙げられている。国民生活センターの報告書 [3] によると、電気冷蔵庫 (平成14年製; 内容積320L) の年間消費電力量493~535kWh/年に対して、電気ジャーポット (以後電気ポットと呼

ぶ) のそれは、397~657kWh/年でほぼ同じである。二酸化炭素排出量が増加傾向にある家電製品等機器において、二酸化炭素削減対策としての省エネルギーへの取組みが求められている。なお、省エネルギーとは、「効用を落とすことなく、エネルギーの消費を減らすこと、つまりエネルギーを合理的・効率的に使用すること」である [4]。省エネに取り組む上で、化学エネルギー、熱エネルギー及び電気エネルギー等、エネルギーの種類、エネルギーの変換、変換効率等について学ぶことが重要である。

本報では、身近な家庭用給湯機器である電気ポット及びやかんでお湯を沸かす場合の、消費エネルギー、熱効率、二酸化炭素排出量等の違いについて実験的に検討した。

## 2. 実験装置及び測定法

実験装置の概略を図1に示す。電気ポットでお

\* 琉球大学教育学部技術教育教室

Department of Technology Education, Faculty of Education, University of the Ryukyus.

湯を沸かす場合、電気ポット（容量：2.6L、ヒーター容量：700W）を電子天秤に載せ、2Lの水が沸騰するまでの消費電力量を測定した。やかんでお湯を沸かす場合、熱源として卓上カセットコンロ（火力：3.5kW(3000kcal/h)、燃料：液化ブタンガス）を用いた。やかん（容量：2.6L）を卓上カセットコンロと共に電子天秤に載せて、2Lの水が沸騰するまでの重量変化を測定した。電気ポットの消費電力量の測定にはワットアワーメーター（最小測定値：0.01kWh）、燃料消費量及び水の重量の測定には電子天秤（秤量：6kg、読取限度：0.1g）を用いた。

学生が本実験を行うことを想定し、実験の手順について詳しく述べる。

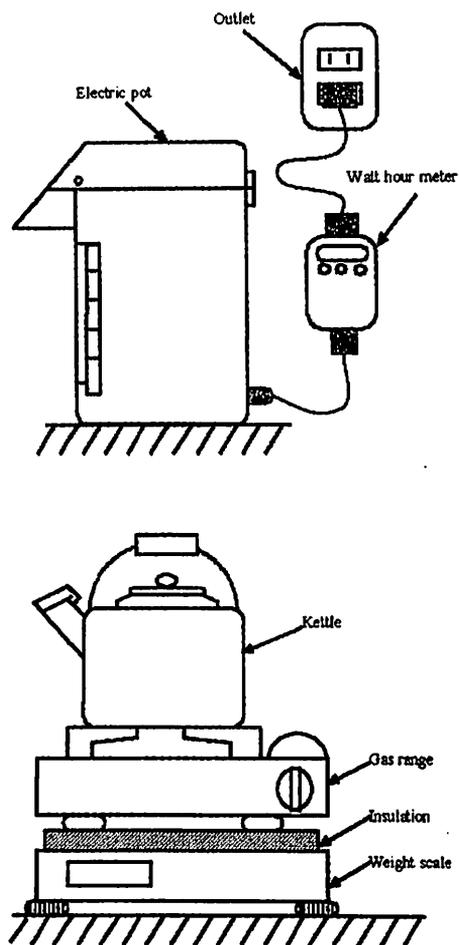


図1 実験装置の概略

## 2. 1 電気ポットでお湯を沸かす場合の実験手順

- ① 空の電気ポットの重さを電子天秤で量る。
  - ② 予めガラス温度計で水温を測っておいた2Lの水を電気ポット入れ、再び重さを量る。
  - ③ 先ず電力量計にポットのプラグを差込み、その後電力量計のプラグを電源のコンセントに差し込む（通電時間の誤差をなくする為）。
  - ④ 水が沸騰するまで、30秒又は1分毎に電力量計の読みを記録する（沸騰は、気泡の発生によるポットの振動により電子天秤の指示値が変動して読めなくなることで確認できる）。
  - ⑤ 電気ポットのプラグを抜き、沸騰直後の電子天秤の読みを記録する。
- ここに、②と⑤で測定した重量の差は水蒸気として外部に逃げた水の量と見なすことができる。

## 2. 2 やかんでお湯を沸かす場合の実験手順

- ① 空のやかんと断熱材の重さを電子天秤で量る。
  - ② 予めガラス温度計で水温を測っておいた2Lの水をやかんに入れ、再び重さを量る。
  - ③ 電子天秤の上皿に断熱材、カセットコンロ及びやかんを載せ、重さを量る。
  - ④ コンロに着火すると同時にストップウォッチで時間を計る。水が沸騰するまで、30秒又は1分毎に電子天秤の読みを記録する（沸騰は、気泡の発生によるやかんの振動により電子天秤の指示値が変動して読めなくなることで確認できる）。なお、火力は実験の再現性を考慮し、とろ火の位置でダイヤルを固定する（コンロにはとろ火の位置でロック機能が付いている）。
  - ⑤ 火を止めて、沸騰直後のやかんと断熱材（電子天秤の保護）の重さを量る。
- ここに、②と⑤で測定した重量の差は水蒸気として外部に逃げた水の量と見なすことができる。

## 3. 測定結果及び考察

表1及び図2に、それぞれ実験データ及び実験結果の一例を示す。表より、カセットコンロの

平均火力は2.17kW(表1-2参照)、電気ポットのヒーターの平均消費電力は、0.633kW(表1-1参照)で、加熱能力はカセットコンロの方が、とろ火の場合でも、電気ポットのヒーターに比べて3.4倍高い。図より水が沸騰するまでの時間は、電気ポットはコンロの約2倍となっている。水を沸かすのに消費された熱量は、コンロが0.344kWh、電気ポットが0.19kWhであり、コン

表1-1 実験データ (電気ポット)

加熱時間 (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
消費電力量 (kWh)	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
加熱時間 (min)	10	11	12	13	14	15	16	17	18
消費電力量 (kWh)	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19

平均消費電力は、0.19kWh×60/18=0.633kW

表1-2 実験データ (やかん)

加熱時間 (min)	全重量 (g)	見かけの燃料消費量		消費熱量		備考
		積算値(ω)	g/min	kJ	kWh	
0	4655.0	0.0		0	0	
1	4652.9	2.1	2.1	89.4	0.025	
2	4650.0	5.0	2.9	212.8	0.059	
3	4647.2	7.8	2.8	332.0	0.092	
4	4644.4	10.5	2.8	451.1	0.125	
5	4641.6	13.4	2.8	570.3	0.158	
6	4638.9	16.1	2.7	685.2	0.190	
7	4635.9	19.1	3	812.9	0.226	
8	4632.6	22.4	3.3	953.3	0.265	
8.5	4630.9	24.1		1025.7	0.285	
9	4629.0	26.0	3.6	1106.6	0.307	
9.5	4625.9	29.1		1238.5	0.344	

平均火力は 1238.5kJ / (9.5×60) = 2.17kW

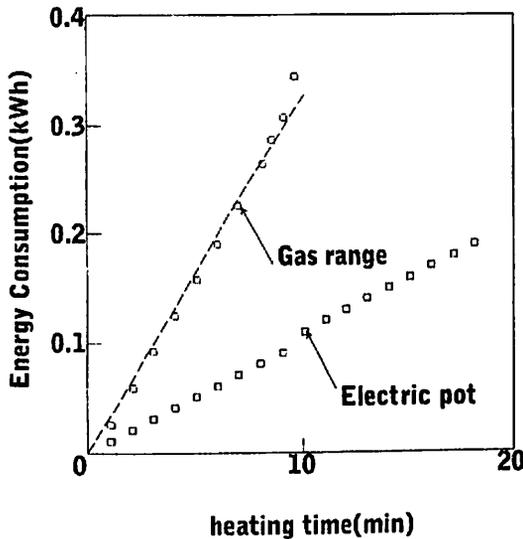


図2 消費エネルギー

ロの方が1.8倍、見かけの消費エネルギーは多い。

### 3.1 熱効率

次に、熱効率の値の算出に必要な式を挙げておく。熱効率 $E_r$ は次式で表される。

$$E_r = (\text{理論熱量}) / (\text{消費エネルギーの測定値}) \quad (1)$$

理論熱量 $Q$ は次式で求める。

$$Q = mc(100 - t) + m_v L \quad (2)$$

ここに、 $m$ は水の質量の測定値、 $c$ は水の定圧比熱(4186J/kg)、 $t$ は加熱前の水の温度、 $m_v$ は蒸発して散逸した水の量、 $L$ は水の蒸発の潜熱(539kcal/kg=2256kJ/kg)である。

#### 3.1.1 電気ポットの熱効率

理論熱量 $Q$ を求める。電気ポットに入れた水の量は、手順①と②との差から2000.6g、水温は29.0℃、蒸発した水の量は、手順②と⑤との差から3.2g(=4157.3g-4154.1g)。これらの値を式(2)に代入して、

$$\begin{aligned} Q &= 2000.6 \times 4.186 \times (100 - 29.0) + 3.2 \times 2256 \\ &= 601.8 \times 10^3 \text{ (J)} \\ &= 601.8 \text{ (kJ)} \end{aligned}$$

消費電力量は、表1-1より0.19kWh(=684kJ)。

式(1)より電気ポットの見かけの熱効率は、

$$E_r = 601.8 / 684 \times 100 = 88.0 \text{ (\%)}$$

蒸発の潜熱を無視した場合、熱効率は、

$$E_r = 594.6 / 684 \times 100 = 86.9 \text{ (\%)}$$

熱効率に及ぼす散逸した水蒸気量の影響は約1%である。

電気ポットの真の熱効率は、発電所の発電効率も考慮しなければならないので、効率は上記の値よりかなり小さくなるはずである。これについては、後の3.3節で検討する。

#### 3.1.2 やかんの熱効率

同様にして、理論熱量 $Q$ を求める。やかんに入れた水の量は、手順②と①との差から2000.1g、水温は28.3℃、蒸発した水の量は、手順②と⑤との差から5.6g(=2578.1g-2572.5g)。これらの値を式(2)に代入して、

$$\begin{aligned} Q &= 2000.1 \times 4.186 \times (100 - 28.3) + 5.6 \times 2256 \\ &= 612.9 \times 10^3 \text{ (J)} \\ &= 612.9 \text{ (kJ)} \end{aligned}$$

カセットコンロの燃料はLPG(液化ブタン)で、発熱量は表2のブタンの低位発熱量の値を用い、計算により求めた。

正味の消費熱量は、表1-2の値0.344kWh(=1238.5kJ)ではなく、水蒸気蒸発量(5.6g)を差し引いた(29.1g-5.6g)×42.56kJ/g=1000.2kJである。式(1)より熱効率は、

$$E_r = 612.9 / 1000.2 \times 100 = 61.3 (\%)$$

やかん(コンロはとろ火)の熱効率は約61%である。蒸発の潜熱を無視した場合は、

$$E_r = 600.6 / 1000.2 \times 100 = 60.0 (\%)$$

熱効率に及ぼす水蒸気の潜熱の影響は1%と小さいが、水蒸気蒸発量の燃料消費量補正への影響は約20%(5.6g/29.1g=0.19)でかなり大きい。燃料消費量の測定方法は改善した方がよい。

### 3. 2 二酸化炭素排出量の比較

表2に純粋ガス、表3に主な燃料の発熱量、燃焼時の二酸化炭素排出量を示す[5]、[6]。ただし、表2のCO<sub>2</sub>排出係数は文献[5]の低位発熱量の値を用いて計算により求めた(附録1参照)。炭化水素の単位発熱量あたり排出される二酸化炭素量は、炭素数の多いもの程多い。石炭のCO<sub>2</sub>排出量を基準にとると、C重油はその74%~86%、LNGは53%~59%である。

#### 3. 2. 1 やかんでお湯を沸かす際に排出されるCO<sub>2</sub>

表1-2より見掛けの燃料消費量(29.1g)から水の蒸発量(5.6g)を差し引いた正味の値を用いなければならない。消費したブタン(分子量:58.123)は、(29.1-5.6)/58.123=0.404 (mol)なので、発生量したCO<sub>2</sub>(分子量:44.01)は、

$$0.404 \times 4 \times 44.01 = 71.12 \text{ g-CO}_2$$

表2 純粋ガスの発熱量及びCO<sub>2</sub>排出係数 (排出係数は計算により算出した(附録1参照))

物質名称	分子式	分子量	高位発熱量 (MJ/m <sup>3</sup> <sub>w</sub> )	低位発熱量 (MJ/m <sup>3</sup> <sub>w</sub> )	CO <sub>2</sub> 排出係数 (g-CO <sub>2</sub> /MJ)
メタン	CH <sub>4</sub>	16.043	39.940	36.020	54.511
エタン	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	30.069	70.470	64.550	60.836
プロパン	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44.096	101.400	93.390	63.074
ブタン	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58.123	134.300	124.100	63.288
イソブタン	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58.123	133.100	122.960	63.905

注) 高位発熱量は燃焼ガス中の水蒸気の凝縮潜熱を含む。低位発熱量はそれを含めない。

表3 主な燃料の発熱量及びCO<sub>2</sub>排出係数 (参考文献[5]、[6]のデータより作成)

燃料の種類	高位発熱量 (MJ/kg)	低位発熱量 (MJ/kg)	CO <sub>2</sub> 排出係数 (g-CO <sub>2</sub> /MJ)	密度 (kg/lit.)
ガソリン	45.96 ~ 46.31	42.93 ~ 43.150	68.01 ~ 69.07	0.73
軽油	45.08 ~ 46.05	42.07 ~ 43.02	68.87 ~ 70.44	0.83
石炭	27.46 ~ 30.39	26.33 ~ 29.39	87.11 ~ 92.99	
C重油	-	42.74 ~ 45.51	68.7 ~ 75.0	0.89~0.99
灯油	45.99 ~ 46.13	42.81 ~ 42.99	68.36 ~ 68.65	0.79
LNG	39.20 ~ 39.40	-	49.36 ~ 51.09	
LPG	51.48 ~ 51.82	47.62 ~ 47.75	57.90 ~ 59.0	

### 3. 2. 2 電気ポットでお湯を沸かす際に排出されるCO<sub>2</sub>

電気ポットでお湯を沸かす際、目の前でCO<sub>2</sub>は発生しないが、電気エネルギーを消費した分、間接的に、発電所から発生していることになる。発電所では、石炭・石油・天然ガス等の化石燃料のもつ化学エネルギーは、ボイラーで熱エネルギーに変換され、蒸気タービンで運動エネルギーに変わり、それに接続された発電機で電気エネルギーに変換される。従って、発電所の発電方式・発電構成比率によって、消費電力量1kWhあたりCO<sub>2</sub>発生量は異なる。

沖縄電力の場合、CO<sub>2</sub>排出原単位（使用電力量1kWhあたりのCO<sub>2</sub>排出量）は、2004年実績で0.94kg-CO<sub>2</sub>/kWhである[7]。従って、電気ポットの場合、消費電力量0.19kWhで発生したCO<sub>2</sub>は、 $0.94 \times 0.19(\text{kWh}) = 0.179\text{kg-CO}_2$  間接的ではあるが、実際のCO<sub>2</sub>排出量は、電気ポットの方がやかんでお湯を沸かす場合よりも約2.5倍多いことが分かる。

なお、日本全国には、沖縄電力を含めて電力会社は12社(電気事業連合会10社、電源開発、日本原子力)ある。参考までに、日本の全電力会社平均のCO<sub>2</sub>排出原単位は0.39 kg-CO<sub>2</sub>/kWh、火力発電の発電効率は約40%である[10]。

仮に、九州電力[11]（発電電力量構成比は、原子力45%、石炭22%、LNG17%、石油5%、その他11%）で作られた電気により、電気ポットでお湯を沸かす場合、九州電力のCO<sub>2</sub>排出原単位は0.379kg-CO<sub>2</sub>/kWhなので、CO<sub>2</sub>排出量は、

$$0.379 \times 0.19(\text{kWh}) = 0.072 \text{ kg-CO}_2$$

となる。この値は、先のブタンガスの燃焼によるCO<sub>2</sub>排出量とほぼ同じである。

### 3. 3 電気ポットの正味熱効率

前述の3.1.1節で検討した電気ポットの正味の熱効率を求めるには、発電所の発電効率の値が必要である。沖縄電力の発電効率をデータ[8]を用いて試算(附録2参照)した結果約35%（発電所内所要動力は無視）であった。火力発電効率33.2~36.5%、送配電損失率4.4%[9]とすると、電気ポットでお湯を沸かす場合、正味の熱効率E<sub>r</sub>は、

$$E_r = 88.0 \times (0.332 \sim 0.365) \times (1 - 0.044)$$

$$= 27.9 \sim 30.7 (\%)$$

正味熱効率は約30%であり、真の熱効率はコンロ（本実験の場合61%）の方が、約2倍も良いことが分かる。

## 4. まとめ

身近な家庭用給湯機器を用いて簡単な伝熱学的実験と計算等を行った。電気ポット及びやかん（燃料は液化ブタン）で、2リットルのお湯を沸かす場合、正味熱効率及び二酸化炭素排出量は以下の通りである。

正味熱効率：30%（電気ポット）

61%（ガスコンロ）

CO<sub>2</sub>排出量；179g(0.94kg/kWh)（電気ポット）

71g(0.26kg/kWh)（ガスコンロ）

お湯を沸かす場合、現在の沖縄県内の発電所の電源構成では、電気よりもガスの方が省エネ性、環境性共に優れている。言い換えれば、熱エネルギーを電気エネルギーから得るより、直接、燃料（化学エネルギー）の燃焼から得る方が、消費エネルギーは約50%、CO<sub>2</sub>排出量は60%少ない。

省エネルギーを考える場合、使用時の熱効率だけではなく、電気の場合は、発電所の電源構成・使用燃料を考慮しなければならない。便利さを多少犠牲にすることが出来れば、電気ポットよりもガスコンロでお湯を沸かすほうが良い。但し、その場合は従来通り、沸かしたお湯をやかんから魔法瓶などに移しかえて使うか、あるいは、必要な時に必要な量だけお湯を沸かす方が良いかも知れない。いわゆるライフスタイルの問題が関係してくる。本実験を通して、地球温暖化問題・エネルギー問題への興味・関心が高まり、家庭での省エネルギー行動の推進に役立てられたらと考える。

なお、本実験で用いた燃料消費量の測定方法では、水蒸気の蒸発量の補正が約20%と大きい。カセットコンロからやかんを浮かして燃料消費量のみを測定できるようにすることが、より簡単で正確である。更に、ガス流量計で燃料消費量を測定することができれば、カセットコンロはもとより、家庭の台所にあるLPガス・都市ガス用のガスレンジでも同様な実験ができる。しかし、流量計は一般的に高価である。

最後に、本実験は学部3年次学生の実験実習のテーマの一つとして、平成16年度から取り入れている。

### 附録1 主な気体燃料のCO<sub>2</sub>発生量の計算

メタンの場合：

メタンが完全燃焼する場合の反応式は次の通りである。



表2よりメタンの低位発熱量は、36.020MJ/m<sup>3</sup>。1MJあたり発生するCO<sub>2</sub>をGとすると、

$$G = 44.01 \times (1000/36.02) / 22.414 \\ = 54.511 \text{ g-CO}_2/\text{MJ (methane)}$$

エタンの場合：



同様にして、

$$G = 2 \times 44.01 \times (1000/64.55) / 22.414 \\ = 60.836 \text{ g-CO}_2/\text{MJ (ethane)}$$

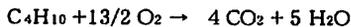
プロパンの場合：



同様にして、

$$G = 3 \times 44.01 \times (1000/93.39) / 22.414 \\ = 63.074 \text{ g-CO}_2/\text{MJ (propane)}$$

ブタン、イソブタンの場合：



同様にして、

$$G = 4 \times 44.01 \times (1000/124.1) / 22.414 \\ = 63.288 \text{ g-CO}_2/\text{MJ (butane)}$$

$$G = 4 \times 44.01 \times (1000/122.9) / 22.414 \\ = 63.905 \text{ g-CO}_2/\text{MJ (isobutane)}$$

### 附録2 発電効率及び二酸化炭素排出原単位の推算

沖縄電力の場合を例にとり、その使用燃料・発電構成に関する次のデータ[8]を用いて、発電端熱効率及び二酸化炭素の排出原単位を推算してみる。

燃料消費量：石炭168万トン、石油類48万kL（重油：474千kL、軽油：2千kL、灯油：1千kL）。

発電電力量：火力発電64億kWh、風力発電4650千kWh、太陽光発電54千kWh。

なお、発電電力量に占める風力・太陽光発電の割合は約0.1%と少ない。

#### A2-1 発電端熱効率

発電端熱効率E<sub>r</sub>は、次式で表わされる。

$$E_r = (\text{発電電力量}) / (\text{燃料消費量}) \\ (\text{発電電力量}) = 6,400,000 \text{ MWh} + 4,650 \text{ MWh} + 54 \text{ MWh} \\ = 6,404,704 \text{ MWh} \\ = 2305.8 \times 10^7 \text{ MJ}$$

(燃料消費量)は、表3の低位発熱量の値を用いて、熱量の単位に換算した。

石炭の発熱量：

$$(168 \times 10^7 \text{ kg}) \times (26.33 \sim 29.39 \text{ MJ/kg}) \\ = (4423 \sim 4937) \times 10^7 \text{ MJ}$$

C重油の発熱量：

$$(474 \times 10^6 \text{ L}) \times (0.93 \text{ kg/L}) \times (42.7 \sim 45.5 \text{ MJ/kg}) \\ = (1822 \sim 2005) \times 10^7 \text{ MJ}$$

軽油の発熱量：

$$(2 \times 10^6 \text{ L}) \times (0.83 \text{ kg/L}) \times (42.07 \sim 43.02 \text{ MJ/kg}) \\ = (6.984 \sim 7.142) \times 10^7 \text{ MJ}$$

灯油の発熱量：

$$(1 \times 10^6 \text{ L}) \times (0.79 \text{ kg/L}) \times (45.99 \sim 46.13 \text{ MJ/kg}) \\ = (3.633 \sim 3.644) \times 10^7 \text{ MJ}$$

$$(\text{燃料消費量}) = (6312.0 \sim 6949.1) \times 10^7 \text{ MJ}$$

以上の値を用いて発電端熱効率E<sub>r</sub>は、

$$E_r = 2305.8 \times 10^7 \text{ MJ} / (6312.0 \sim 6949.1) \times 10^7 \text{ MJ} \\ = 0.332 \sim 0.365 (33.2 \sim 36.5\%)$$

#### A2-2 二酸化炭素排出原単位

次に、今求めた各燃料の発熱量及び表3のCO<sub>2</sub>排出係数を用いて、CO<sub>2</sub>排出原単位を推算する。

石炭の燃焼によるCO<sub>2</sub>発生量：

$$(4423 \sim 4937) \times 10^7 \text{ MJ} \times (87.11 \sim 92.99 \text{ g-CO}_2/\text{MJ}) \\ = (385.3 \sim 459.1) \times 10^{10} \text{ g-CO}_2$$

C重油の燃焼によるCO<sub>2</sub>発生量：

$$(1822\sim 2005)\times 10^3\text{MJ}\times(68.7\sim 75.0\text{ g-CO}_2/\text{MJ}) \\ = (129.3\sim 150.4)\times 10^{10}\text{ g-CO}_2$$

軽油・灯油の燃焼によるCO<sub>2</sub>発生量は、石炭・石油の  
その0.2%以下なので無視した。

よって、CO<sub>2</sub>の排出原単位は、発電電力量の単位を換算  
して(1kWh=3.6MJ)、

(CO<sub>2</sub>の排出原単位)

$$=(\text{石炭}\cdot\text{石油の燃焼によるCO}_2\text{発生量})/(\text{発電電力量}) \\ = (514.6\sim 609.5\times 10^{10}\text{g-CO}_2)/(2305.8\times 10^7/3.6\text{ kWh}) \\ = 803.4\sim 951.6\text{ g-CO}_2/\text{kWh}$$

となり、沖縄電力の公表値0.94kg-CO<sub>2</sub>/kWhの値に近い。

以上、発電端熱効率及びCO<sub>2</sub>排出原単位は、電力会社  
からの基本データが入手できれば、まずまずの精度で推  
算することができる。なお、石炭・石油などの化石燃料  
は、産出国やロットの違いにより品質格差が大きいと言  
われている[6]。

## 参考文献

- [1] IPCC Working Group I, Summary for Policymakers, p10, 「<http://www.ipcc.ch/pub/smp22-01.pdf>」。
- [2] 日本経済新聞(日刊)、CO<sub>2</sub>は減らせるか、1、2005年2月7日。
- [3] 国民生活センター、電気ジャーボットの安全、17、平成15年4月。
- [4] 茅陽一他5名編、エネルギーの百科辞典、丸善、2001年。
- [5] 伊東弘一他4名、エネルギー工学概論、228-229、コロナ社、1997年。
- [6] 環境省：温室効果ガス排出量算定方法検討会、平成14年度エネルギー・工業プロセス分科会報告書、平成14年8月。  
「<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/sunteiho/kento/h1408/ene01.pdf>」
- [7] 沖縄電力、環境行動レポート2005、55、2005年6月。
- [8] ibid. 12.
- [9] ibid. 10-11.
- [10] 電気事業連合会、電気事業における環境行動計画、2005年9月。
- [11] 九州電力、環境アクションレポート2005年版、  
「<http://www.kyuden.co.jp>」。