

## 第 8 章

### 家庭用需要予測

## 8. 家庭用需要予測

### 8.1 家庭用エネルギー需給の現状

1994 年のインドネシアにおける家庭部門のエネルギー消費量は全エネルギー消費量 47.29 百万キロ石油換算トン(Mtoe)の 21.2%を占めている。1985 年から 1994 年に掛けて、家庭部門のエネルギー消費量は年率 6.23%の伸びであった。また、1994 年の世帯数は 40.86 百万戸で、一家庭あたりのエネルギー消費量は非商用エネルギーを含めて 0.047 toe であり、これは同年の日本の一家庭あたりのエネルギー消費量の 1/4 から 1/5 であった。

#### (1) 家庭厨房用エネルギー需給構造

インドネシアにおける家庭用エネルギー需要の大部分は厨房用と推定される。そこで、インドネシアの都市部と農村部の家庭における厨房用エネルギー需給構造を Table 8-1-1 に示す。同表によれば、都市部と農村部の家庭における厨房用燃料の需給構造は当然異なっており、都市部では灯油が、農村部ではバイオマスが主要なエネルギー源となっている。都市部の家庭における厨房用エネルギー需給構造をみると、インドネシア全国の都市部の家庭における厨房用エネルギーとしては、灯油が約 66%を占めており、続いてバイオマスが約 16%、ガス（都市ガス及び LPG、以下同じ）が約 10%を占めている。他方、DKI ジャカルタでは、灯油が全エネルギー消費の 72%で、そしてガスが約 19%を占めている。

Table 8-1-1 Fuel-Mix for Cooking by Source

1994

(Unit :%)

| Region      | Electricity | Gas/LPG | Kerosene | Firewood | Charcoal | Others | Total |
|-------------|-------------|---------|----------|----------|----------|--------|-------|
| DKI Jakarta | 5.85        | 19.34   | 72.00    | 0.30     | 0.60     | 1.92   | 100   |
| Jawa Barat  | 6.28        | 12.30   | 73.19    | 6.81     | 0.36     | 1.02   | 100   |
| Indonesia   | 5.73        | 10.47   | 65.91    | 16.21    | 0.47     | 1.21   | 100   |
| Rural       | Electricity | Gas/LPG | Kerosene | Firewood | Charcoal | Others | Total |
| DKI Jakarta |             |         |          |          |          |        |       |
| Jawa Barat  | 3.71        | 0.56    | 7.47     | 87.67    | 0.15     | 0.43   | 100   |
| Indonesia   | 2.85        | 0.71    | 14.37    | 81.37    | 0.36     | 0.33   | 100   |
| City        | Electricity | Gas/LPG | Kerosene | Firewood | Charcoal | Others | Total |
| DKI Jakarta | 5.85        | 19.34   | 72.00    | 0.30     | 0.60     | 1.92   | 100   |
| Jawa Barat  | 5.03        | 5.27    | 49.18    | 39.74    | 0.21     | 0.58   | 100   |
| Indonesia   | 3.85        | 4.10    | 32.24    | 58.78    | 0.40     | 0.63   | 100   |

Source: Housing and Settlement Statistics 1995

## (2) 家計支出別厨房用エネルギー

都市部の家庭における毎月の家計支出と厨房用エネルギー源との関係を Table 8-1-2 に示す。同表によれば、家計支出が50万ルピア以上の家庭では、約42%の家庭でガスを使っている。家計支出が4万ルピア以下の家庭では、ガスの使用率が0%になっている。同表からも、家庭における厨房用エネルギー源の選択が家庭の経済水準と関連していることがわかる。

Table 8-1-2 Fuel-Mix for Cooking by Monthly Expenditure  
(1994)

Urban Area

(Unit:  
%)

| Monthly<br>Expenditure Range<br>Rp | Electricity | Gas/L.P. | Kerosene | Firewood | Charcoal | Others |
|------------------------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|--------|
| <30,000                            | -           | -        | 29.11    | 69.03    | -        | 1.86   |
| 30,000 - 39,999                    | 2.51        | -        | 45.33    | 52.16    | -        | -      |
| 40,000 - 49,999                    | 5.96        | 0.84     | 32.81    | 55.72    | -        | 4.67   |
| 50,000 - 74,999                    | 4.42        | 0.75     | 42.46    | 50.45    | 0.98     | 0.95   |
| 75,000 - 99,999                    | 5.99        | 0.54     | 47.15    | 42.36    | 0.65     | 3.31   |
| 100,000 - 149,999                  | 5.89        | 0.96     | 58.23    | 32.23    | 0.40     | 2.29   |
| 150,000 - 199,999                  | 5.18        | 1.37     | 68.28    | 23.25    | 0.21     | 1.71   |
| 200,000 - 299,999                  | 6.35        | 3.76     | 74.50    | 13.98    | 0.26     | 1.15   |
| 300,000 - 399,999                  | 6.32        | 9.46     | 75.52    | 7.70     | 0.38     | 0.61   |
| 400,000 - 499,999                  | 4.68        | 19.59    | 69.87    | 4.63     | 0.68     | 0.54   |
| >500,000                           | 5.15        | 41.63    | 49.75    | 2.07     | 1.14     | 0.26   |
| Indonesia                          | 5.73        | 10.47    | 65.91    | 16.21    | 0.47     | 1.21   |

Source: Housing and Settlement Statistics  
1995

## 8.2 現地調査の結果

### 8.2.1 調査方法

本調査では、家庭のエネルギー消費量に関する統計データの収集・分析に加えて、①アンケートによる調査と、②家庭訪問による調査を行った。

調査地域の選定については、DKI ジャカルタ地域において大規模な宅地開発が進行しつつあり、その結果人口の集中が見られ、特にタンゲランとブカシ西部及びジャカルタ

南部にその傾向が著しいことから、DKI ジャカルタ、タンゲランそしてブカシの3つ地域を選定した。

アンケートの質問票は、各地区の所得水準、世帯当たりの平均人数、住居様式等に関する、地区分類を行い、PGN と協議した上で決められた 45 ヶ所の居住地区に配布した。

家庭訪問では、33 の地区の 207 軒に対して、各種燃料と電気の使用量及び家庭用器具の使用状況について調査を行った。同時に、各家庭毎に都市ガス使用についての意識調査も実施した。又、インドネシアでは、所得のレベルによってエネルギーの消費状況が大きく異なるので、家庭訪問調査は所得階層を5段階に分けて実施した。

## 8.2.2 調査結果

アンケート調査と訪問調査の結果を踏まえて、家庭部門におけるエネルギー消費の現状を Table 8-2-3 に纏めて示す。Table 8-2-3 の家庭訪問調査の数字からみると、高所得階層（月平均収入が5百万ルピア以上の家庭）の家庭の電力消費量は月平均 1,527 kWh で、ガスを使用している家庭の平均使用量は 33 万 5 千 kcal であった。逆に、低所得階層（月平均収入が 40 万ルピア以下の家庭）の家庭の電力消費量は月平均 150kWh、ガスは 21%の家庭で使用されていた。

Table 8-2-3 Results of Questionnaire Survey and Interview

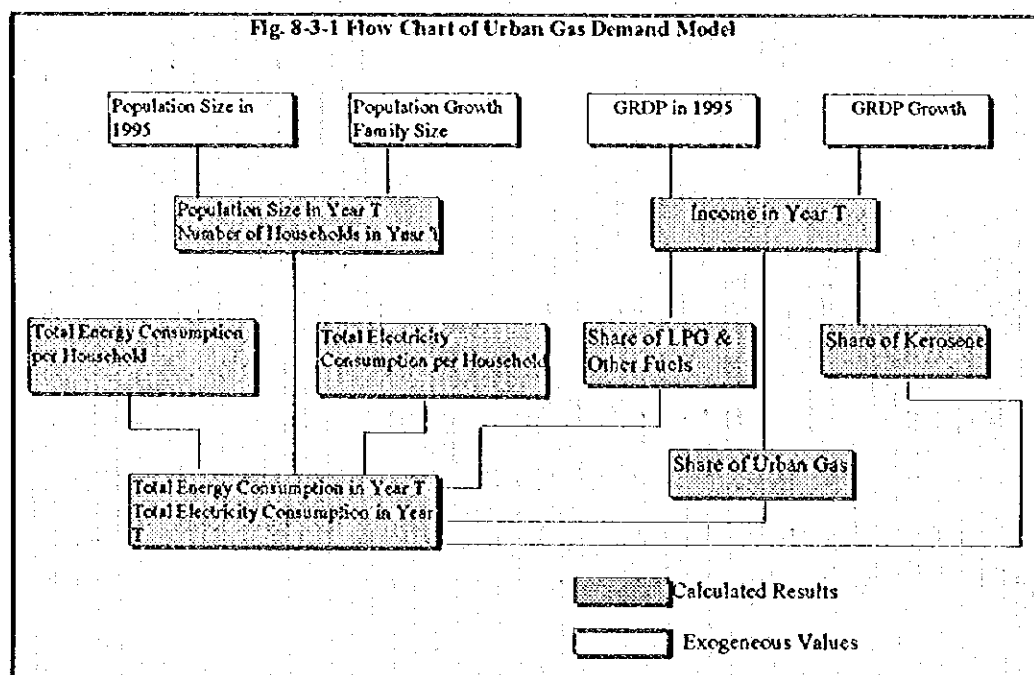
| Questionnaire Survey                   |             |                  |                         |                     |         |           |
|----------------------------------------|-------------|------------------|-------------------------|---------------------|---------|-----------|
| Monthly Income Range<br>Thousand Rupia | Simple Size | Fuel Consumption | Electricity Consumption | Share of each fuels |         |           |
|                                        |             | per Household    | Per Household           | LPG                 | Kerosen | Urban Gas |
|                                        |             | kcal             | kWh                     | %                   | %       | %         |
| <200                                   | 125         | 215,602          | 121                     | 28.45               | 45.69   | 25.86     |
| >200 and < 400                         | 257         | 241,774          | 158                     | 32.78               | 29.46   | 37.76     |
| >400 and <1,000                        | 258         | 244,617          | 291                     | 76.92               | 12.82   | 10.26     |
| >1,000 and <5,000                      | 283         | 332,703          | 903                     | 97.62               | 1.98    | 0.40      |
| >5,000                                 | 67          | 435,875          | 1,649                   | 80.00               | 0.00    | 20.00     |
| Interview Survey                       |             |                  |                         |                     |         |           |
| Monthly Income Range<br>Thousand Rupia | Simple Size | Fuel Consumption | Electricity Consumption | Share of each fuels |         |           |
|                                        |             | per Household    | Per Household           | LPG                 | Kerosen | Urban Gas |
|                                        |             | kcal             | kWh                     | %                   | %       | %         |
| <200                                   | 19          | 245,287          | 150                     | 21.05               | 57.89   | 21.05     |
| >200 and < 400                         | 75          | 269,874          | 160                     | 40.00               | 53.33   | 6.67      |
| >400 and <1,000                        | 61          | 255,004          | 233                     | 73.77               | 21.31   | 4.92      |
| >1,000 and <5,000                      | 25          | 266,356          | 450                     | 88.00               | 12.00   | 0.00      |
| >5,000                                 | 27          | 334,549          | 1,527                   | 59.26               | 0.00    | 40.74     |

Source: By JICA Team

### 8.3 家庭用エネルギー需要予測

#### 8.3.1 需要予測の方法

エネルギー需要予測の方法としては、機器のエネルギー効率と消費原単位の積み上げによるエンジニアリング手法と、マクロなエネルギー指標を用いた計量経済学的な手法に大別されるが、本調査では主として計量経済学的な手法を採用した。Fig. 8-3-1 に需要予測のフロー・ダイアグラムを示す。



#### 8.3.2 エネルギー需要予測モデル

エネルギー需要予測モデルの構築にあたっては、比較的近未来の1997-2004年の都市ガス需要量についてのみ積み上げ方式を採用し、他の燃料等については1995年を基準年とし、需要関数を作成して需要予測を行った。家庭用エネルギー需要予測の手順並びに手法は以下のとおりである。

(1) 積み上げモデル (予測期間：1997-2004)

1) 都市ガス需要量についてのみ、下記の積算方式で需要予測を行っている。

$$\text{都市ガス需要量} = \Sigma (\text{都市ガスの潜在顧客数} \times \text{1戸あたりの燃料消費原単位})$$

2) 求めた都市ガス需要量(1997-2004年)を、次のエコノメトリック・モデルの既知数として与える。

(2) エコノメトリック・モデル (予測期間：1995-2020)

モデルでは、まず家庭用エネルギーを電力と燃料に分けて、それぞれ以下のような関数関係にある超長期需要予測のための需要関数を作成して、需要予測を行う。

1) 電力需要量 = F (GRDP/人、家族数、前年度の電力消費の実績値)

2) 家庭用燃料エネルギー需要量 = F ( GRDP/人、家族数、一戸当たりの燃料消費原単位)

3) 電力需要量と燃料需要量の合計として、家庭用エネルギー需要を求めると同時に、チェックのため総エネルギー自身も、以下の関数関係を使って求めている。

$$\text{エネルギー需要} = F (\text{GRDP/人、家族数、前年度のエネルギー需要量})$$

4) 燃料間競合を考慮し、LPG、灯油、その他燃料の需要を、それぞれのシェアを以下の関数として求めている。

$$\text{各燃料のシェア} = F (\text{GRDP/人、LPG、灯油、その他燃料})$$

5) 最後に、上記のその他燃料の需要量を制約条件として、超長期の需要予測のための需要関数を以下のタイムラグ付き関数として、各調査対象地域の都市ガス需要量を求めている。

$$\text{都市ガス需要量} = F (\text{GRDP、家族数、前年度の都市ガスの需要量})$$

需要予測にあたっては、それぞれ (a)ベース・ケース、(b)ハイ・ケース、(c)ロー・ケースの3つのシナリオを設定し、その外生変数の設定はTable 8-3-1に示したとおりである。

Table 8-3-1 Scenario Setting

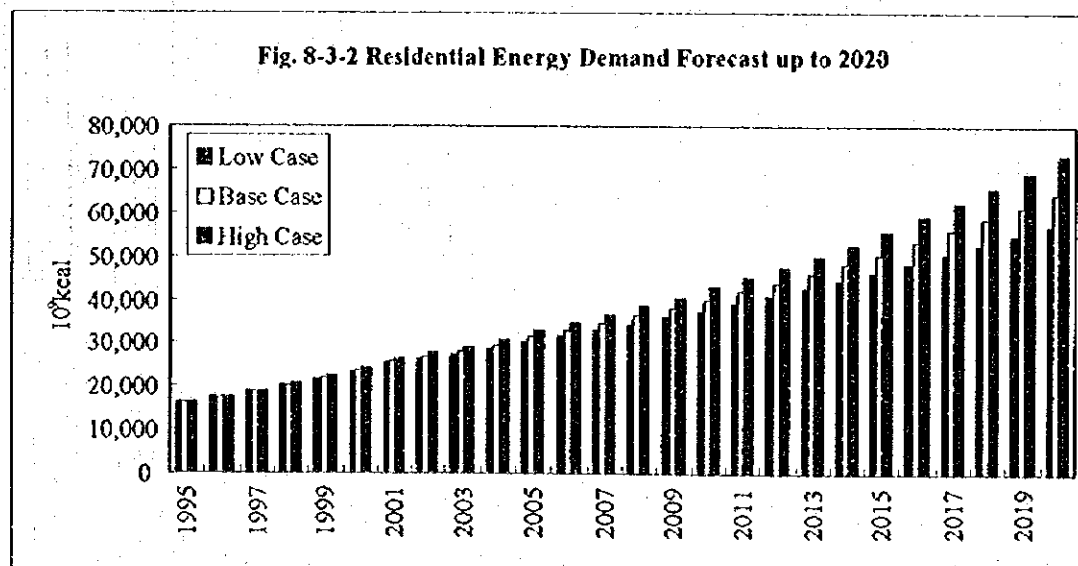
|                        | Until 2000 | 2001-2010 | 2011-2020 |
|------------------------|------------|-----------|-----------|
| Population Growth Rate | 5.0        | 2.5       | 2.5       |
| Family Size            | 4.8        | 4.6       | 4.6       |
| GRDP Growth Rate       |            |           |           |
| High Case              | 8.1        | 8.3       | 10.3      |
| Base Case              | 7.7        | 7.6       | 7.9       |
| Low Case               | 7.3        | 6.7       | 6.3       |

Source: By JICA Team

### 8.3.3 需要予測の結果

#### (1) 家庭用エネルギー総需要量

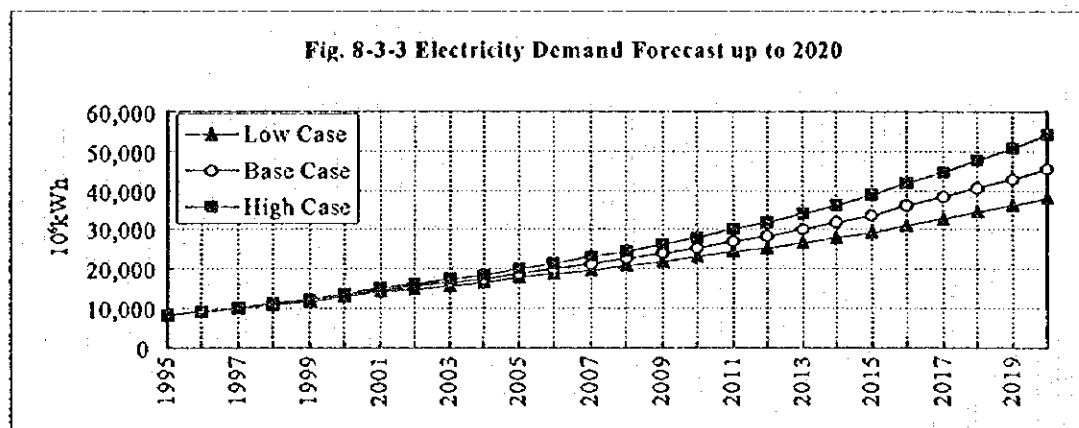
調査対象三地域の家庭用エネルギー需要の予測結果を Fig. 8-3-2 に示す。この結果、ベース・ケースによれば、2020 年におけるこの地域の家庭用エネルギー需要は合計 6.43Mtoe（石油換算トン、1toe=10<sup>7</sup>kcal）に達する。



Source: By JICA Team

## (2) 電力需要

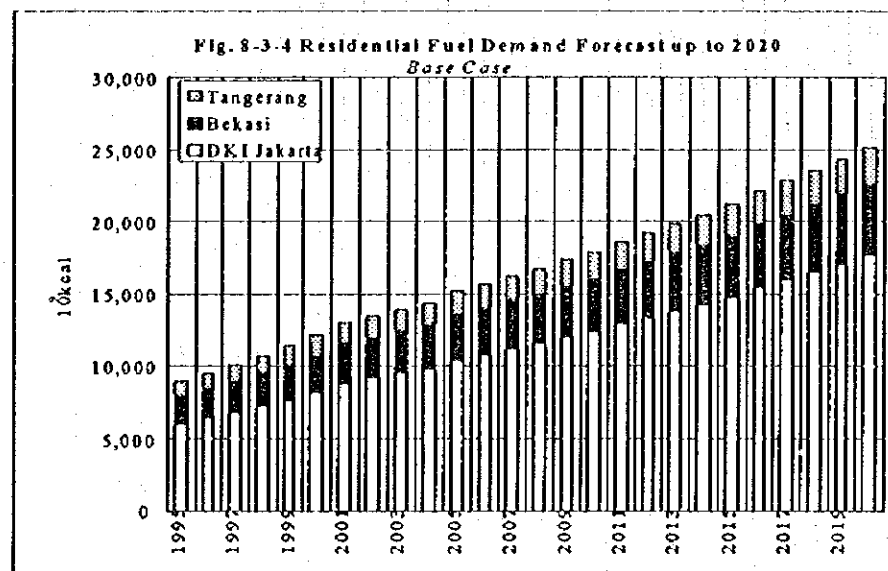
Fig. 8-3-3 は、2020 年まで同地域のシナリオ（ロー・ケース、ベース・ケース、ハイ・ケース）別の家庭用電力需要予測結果を図示している。ベース・ケースにおけるこの地域の家庭用電力需要は、1995 年の 8,389GWh が、年平均伸び率 6.99% で増加して 2020 年には 45,468GWh となる。



Source: By JICA Team

## (3) 燃料需要

地域別の燃料需要を見みると、最も需要の伸びが大きいのはDKI ジャカルタである。ベース・ケースでは 1995 年における燃料需要 0.6Mtoe が、2005 年で 1.4Mtoe（年平均伸び率 5.6%）、2020 年で 1.8Mtoe（年平均伸び率 3.6%）に達するものと見込まれる（Fig. 8-3-4 参照）。



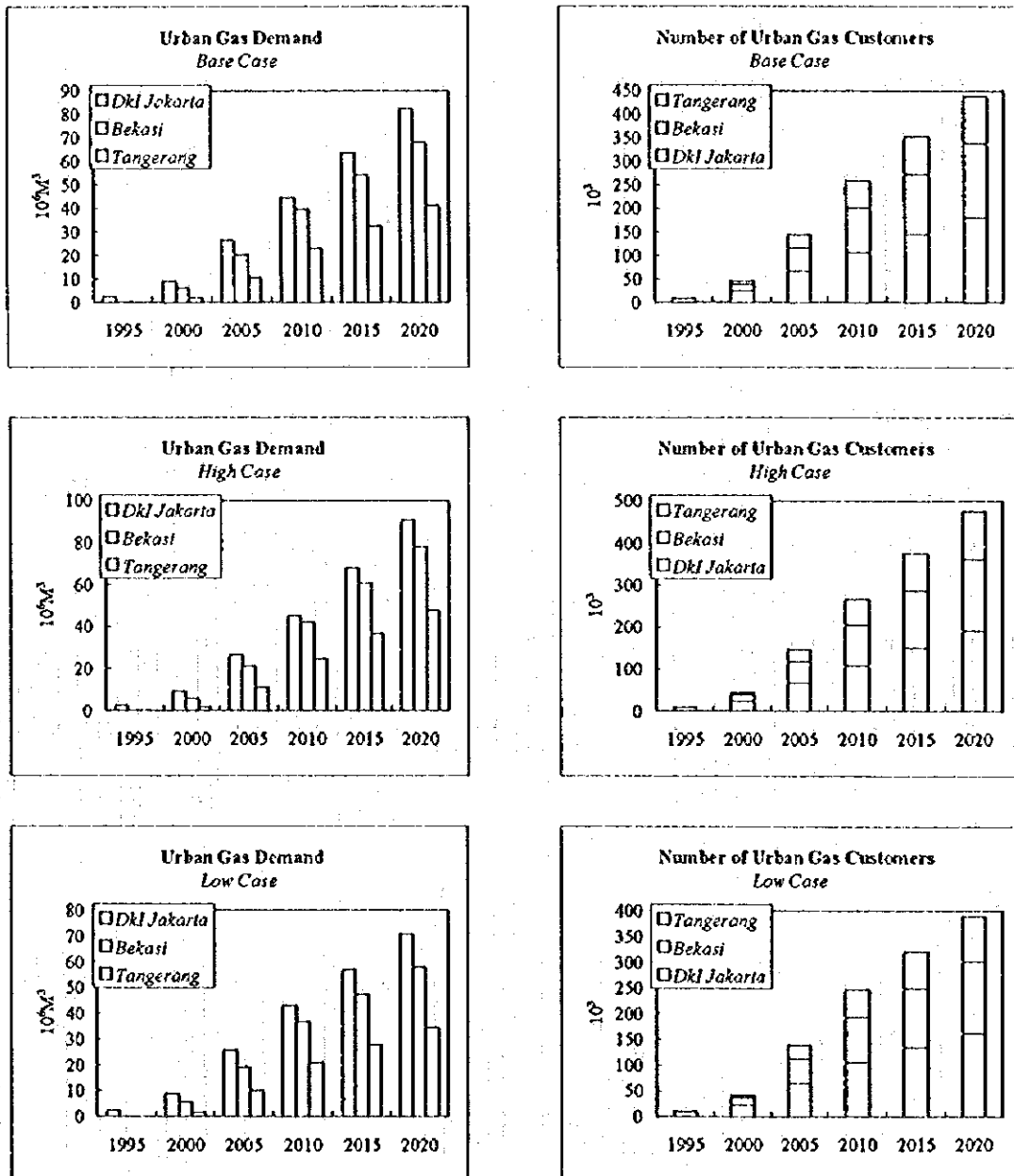
Source: By JICA Team



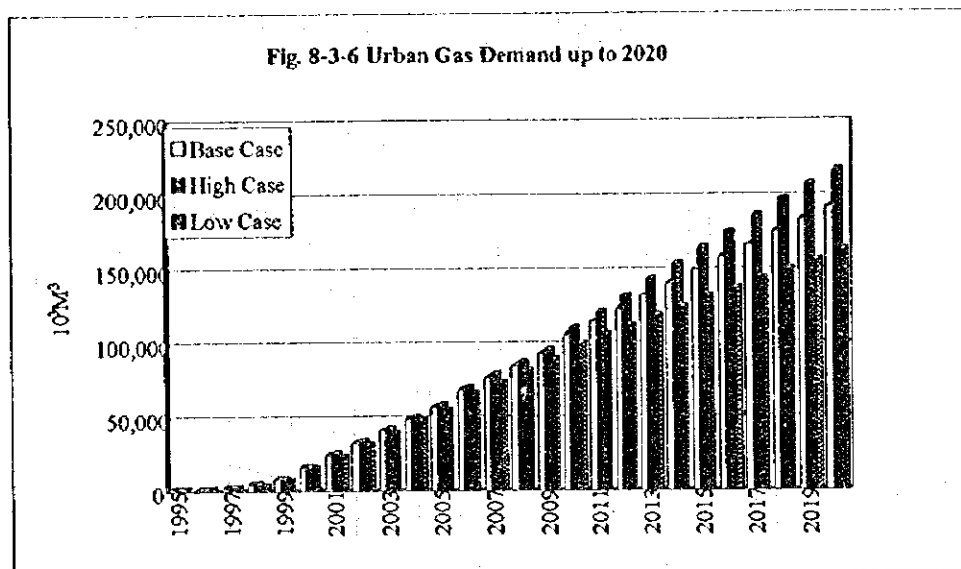
#### (4) 都市ガス需要

地域別の都市ガス需要および顧客数の予想結果を Fig. 8-3-5 に示す。シナリオ別の都市ガス需要の予測結果を Fig. 8-3-6 に、そしてベース・ケースにおける地域別の都市ガス需要の予測結果を Fig. 8-3-7 に示す。

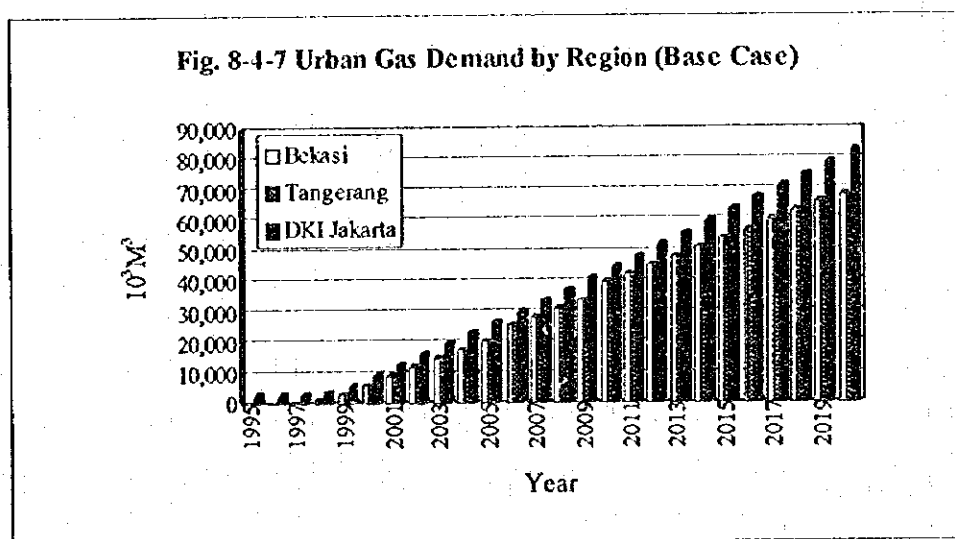
Fig. 8-3-5 Urban Gas Demand Forecast up to 2020



Source: By JICA Team 1996



Source: by JICA Team



Source: by JICA Team

#### 8.4 家庭用需要調査のまとめ

上記予測結果によれば、PGN のジャカルタ支社管内において、家庭部門の都市ガス需要は、ベースケースで年率 36.8% の伸びを示し、1995 年の 2.49Mm<sup>3</sup> から 2005 年には 57.19Mm<sup>3</sup> に達すると予測される。これは 1995 年の 22.97 倍に相当する。2005 年以降になると、年率 8.4% の伸びで 2020 年には 192.04Mm<sup>3</sup> に達し、2005 年の約 3.4 倍に達すると予想される。

地域別の都市ガス需要予測結果の概要をまとめて Table 8-4-1 に示す。

Table 8-4-1 Result of Simulation

Unit: 10<sup>3</sup>M<sup>3</sup>

| Area        | Case | Actual<br>1995 | Projection |        | Growth Rate |       |
|-------------|------|----------------|------------|--------|-------------|-------|
|             |      |                | 2005       | 2020   | 05/95       | 20/05 |
| Bekasi      | Base | 0              | 20,298     | 68,182 |             | 8.4   |
|             | High | 0              | 21,016     | 78,083 |             | 9.1   |
|             | Low  | 0              | 19,195     | 57,881 |             | 7.6   |
| Tangerang   | Base | 109            | 10,536     | 41,386 | 58.0        | 9.5   |
|             | High | 109            | 10,926     | 47,659 | 58.5        | 10.3  |
|             | Low  | 109            | 10,062     | 34,469 | 57.2        | 8.6   |
| DKI Jakarta | Base | 2,381          | 26,353     | 82,475 | 27.2        | 7.9   |
|             | High | 2,381          | 26,585     | 90,713 | 27.3        | 8.5   |
|             | Low  | 2,381          | 25,707     | 70,670 | 26.9        | 7.0   |

Source: By JICA Team

#### 1) DKI ジャカルタ

ベース・ケースを見てみると、この地域の家庭部門向けのガス需要は、2005 年に 26.4Mm<sup>3</sup> になり、需要の伸びは年率 27.18% で伸びると予測される。2020 年の需要は 82.5Mm<sup>3</sup> になり、需要の伸びは年率 7.9% の伸びになると予測される。

#### 2) プカシ

西ジャワの最大の県であるプカシの特徴は、中低所得層向けの住宅団地が既存の都市ガス配管網の近くにあるという点である。この地域の家庭部門向け都市ガス需要は、2000 年に 6Mm<sup>3</sup>、2005 年には 20.3Mm<sup>3</sup> になると予測される。需要の伸びは 年率 8.4% と見られ、2020 年の需要は 68.18Mm<sup>3</sup> と予測される。

#### 3) タンゲラン

タンゲランにはジャカルタの近隣に位置するニュータウンがあり、民間資本によって新しい住宅団地が開発されているところである。市当局は 2010 年までに 4 つの衛星都市を開発することを決めている。家庭部門向け都市ガスの需要は 2005 年に 10.54Mm<sup>3</sup>、2020 年には 41.39Mm<sup>3</sup> に達すると予測され、2005 年から 2020 年までの年平均伸び率は 9.5 % になるものと見込まれる。

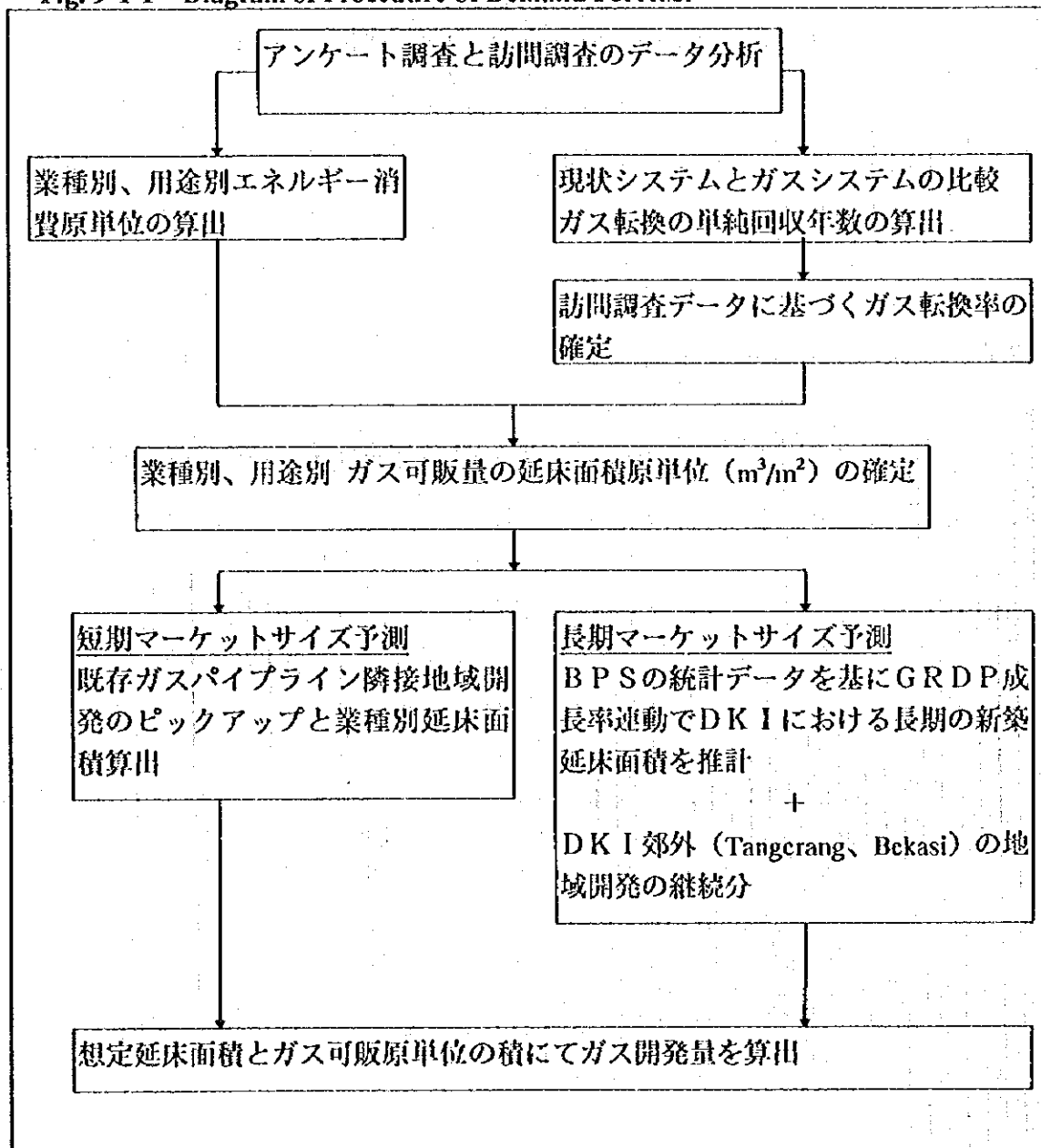
## 第 9 章

### 商 業 用 需 要 予 測

## 9. 商業用需要予測

### 9.1 商業用分野における都市ガス需要予測の手法

Fig. 9-1-1 Diagram of Procedure of Demand Forecast



Source: JICA Team

## 9.2 調査における知見

### 9.2.1 業種別、用途別 エネルギー消費原単位

訪問調査データからエネルギー消費原単位（都市ガス換算量）が次の様に整理される。

**Table 9-2-1 Unit Energy Consumption by Type of Business (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.y)**

|          | Cooking | Boiler | A.C.Abs. | Power Gen. |
|----------|---------|--------|----------|------------|
| Office   | 1.50    | -      | 23.303   | 24.81      |
| Hotel    | 3.45    | 15.93  | 32.006   | 73.72      |
| Hospital | 1.44    | 11.07  | 30.299   | 39.48      |
| Shopping | 3.09    | -      | 38.073   | 70.83      |

Source: JICA Team

### 9.2.2 可販ガス量原単位

床面積当たりのエネルギー消費原単位とガス転換率から可販ガス量原単位が求まる。

**Table 9-2-2 Marketable Gas Sales Per Unit Area (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.y)**

|          | Cooking | Boiler | A.C.Abs. | A.C.GHP | Power Gen. |
|----------|---------|--------|----------|---------|------------|
| Office   | 1.50    | -      | 9.39     | 0       | 0          |
| Hotel    | 3.45    | 13.54  | 27.08    | 0       | 0          |
| Hospital | 1.44    | 4.43   | 13.77    | 0       | 0          |
| Shopping | 3.09    | -      | 27.96    | 3.46    | 0          |

Source: JICA Team

### 9.3. 商業用分野における都市ガス需要量

#### 9.3.1 2000年迄のガス需要開発予測（短期予測）

既存ガス管に隣接する地域開発をピックアップする。

**Table 9-3-1 Land Developments Located Near Existing Pipelines**

|          | Number of sites | Average ha | Total ha | Estimating floor area (m <sup>2</sup> ) |         |          |           |
|----------|-----------------|------------|----------|-----------------------------------------|---------|----------|-----------|
|          |                 |            |          | Office                                  | Hotel   | Hospital | Shopping  |
| Tangeran | 7               | Over 1000  | 16,000   | 2,324,200                               | 386,000 | 439,040  | 2,152,440 |
|          | 3               | 750        |          |                                         |         |          |           |
|          | 2               | 357        |          |                                         |         |          |           |
|          | 4               | 175        |          |                                         |         |          |           |
|          | 4               | 75         |          |                                         |         |          |           |
| DKI      | 1               | 1,000      | 6,625    | 192,125                                 | 172,250 | 212,000  | 470,375   |
|          | 5               | 750        |          |                                         |         |          |           |
|          | 1               | 375        |          |                                         |         |          |           |
|          | 6               | 175        |          |                                         |         |          |           |
|          | 6               | 75         |          |                                         |         |          |           |
| Bekasi   | 2               | 1,000      | 3,475    | 100,775                                 | 90,350  | 111,200  | 246,725   |
|          | 1               | 750        |          |                                         |         |          |           |
|          | 2               | 175        |          |                                         |         |          |           |
|          | 5               | 75         |          |                                         |         |          |           |

Source: JICA Team

(注) 単位: 1,000 m<sup>3</sup>

地域開発は20年間継続するとして、総需要量を20で割ることにより単年のガス開発量とする。

**Table 9-3-2 Short-term Gas Market Development (1,000m<sup>3</sup>/y)**

|      | Cooking | Boiler | Air Con. | Total |
|------|---------|--------|----------|-------|
| 1997 | 0       | 0      | 0        | 0     |
| 1998 | 806     | 608    | 158      | 1,573 |
| 1999 | 806     | 608    | 317      | 1,731 |
| 2000 | 806     | 608    | 475      | 1,890 |

Source: JICA Team

### 9.3.2 2005 年以降のガス需要開発量の予測（長期予測）

郊外地区の需要予測を Table 9-3-3 に纏める。

**Table 9-3-3 Gas Market Development in Suburban Areas (1,000m<sup>3</sup>/y)**

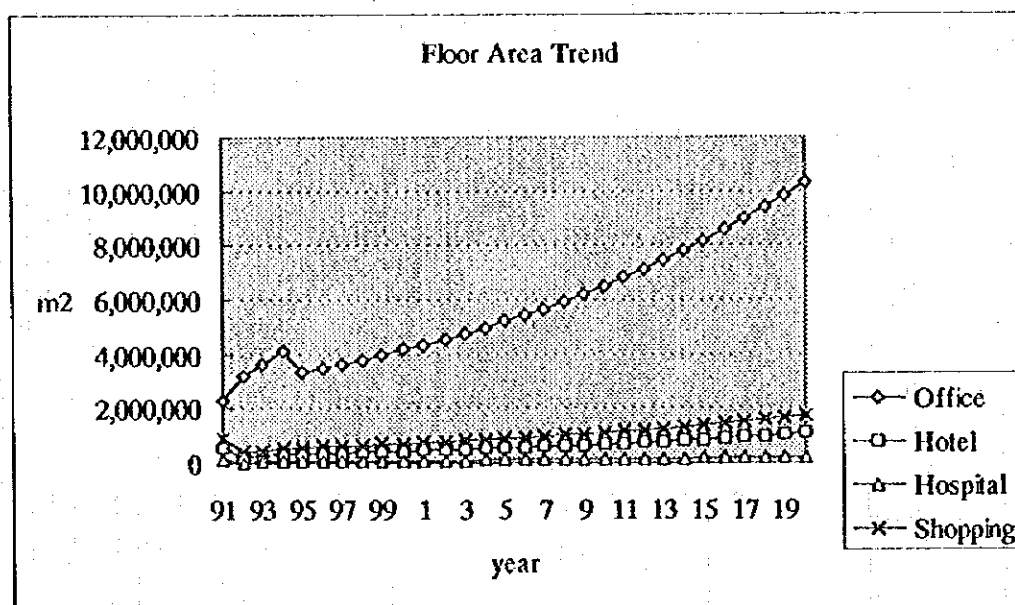
|           | Cooking | Boiler | Air Con. | Total |
|-----------|---------|--------|----------|-------|
| Tangerang | 605     | 359    | 5,297    | 6,261 |
| Bekasi    | 69      | 86     | 634      | 789   |
| Total     | 674     | 444    | 5,931    | 7,049 |

Source: JIKA Team

以下、DKI における需要予測を述べ、その結果に Table 9-3-3 の数値を加算して総ガス需要量を求める。

基準ケースにおける建設予測を業種別に計算し Fig. 9-3-1 に示す。

**Fig. 9-3-1 Construction Forecast in the Base Case**



source : STATISTIK BANGUNAN/KONSTRUKSI 1994

業種別延床面積予測と可販ガス量原単位とパイプライン密度から長期ガス需要開発を計算し、その結果を Table 9-3-4 に示す。



**Table 9-3-4 Long-term Gas Market Development in DKI by Case (1,000m<sup>3</sup>/y)**

| Case | Item            | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2015   | 2020   |
|------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Base | Cooking         | 2,016  | 2,174  | 2,341  | 2,520  | 2,710  | 2,913  | 4,168  | 5,879  |
|      | Boiler          | 1,268  | 1,367  | 1,472  | 1,585  | 1,704  | 1,832  | 2,621  | 3,697  |
|      | Air Conditionin | 14,899 | 16,065 | 17,307 | 18,628 | 20,034 | 21,530 | 30,807 | 43,457 |
|      | Total           | 18,182 | 19,606 | 21,121 | 22,733 | 24,449 | 26,275 | 37,596 | 53,034 |
| High | Cooking         | 2,080  | 2,252  | 2,436  | 2,632  | 2,842  | 3,067  | 4,698  | 7,096  |
|      | Boiler          | 1,308  | 1,416  | 1,532  | 1,655  | 1,787  | 1,929  | 2,955  | 4,462  |
|      | Air Conditionin | 15,376 | 16,646 | 18,005 | 19,457 | 21,010 | 22,669 | 34,729 | 52,451 |
|      | Total           | 18,764 | 20,314 | 21,972 | 23,745 | 25,640 | 27,665 | 42,382 | 64,009 |
| Low  | Cooking         | 1,942  | 2,083  | 2,232  | 2,390  | 2,558  | 2,734  | 3,630  | 4,750  |
|      | Boiler          | 1,221  | 1,310  | 1,404  | 1,503  | 1,608  | 1,719  | 2,282  | 2,987  |
|      | Air Conditionin | 14,353 | 15,396 | 16,500 | 17,669 | 18,904 | 20,210 | 26,828 | 35,109 |
|      | Total           | 17,516 | 18,789 | 20,136 | 21,562 | 23,070 | 24,664 | 32,740 | 42,846 |

Source: JICA Team

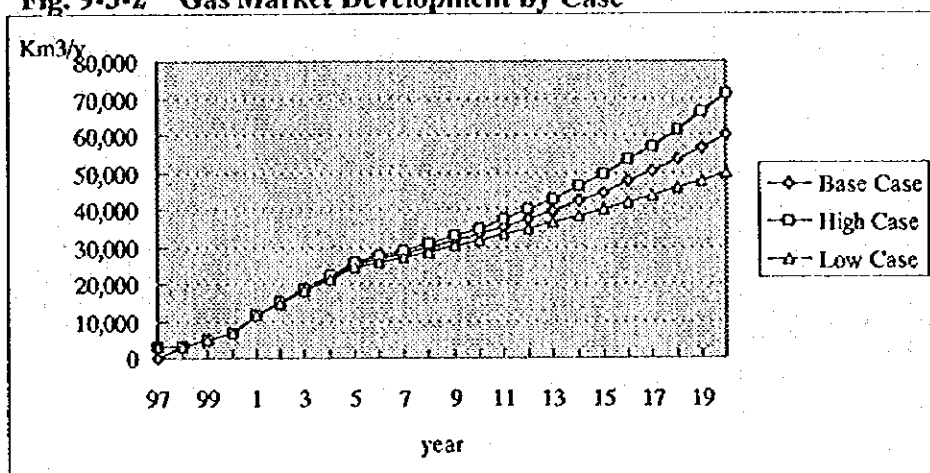
### 9.3.3 1997年から2020年迄のガス需要開発予測

2005年から2020年迄のジャタベックにおける総ガス開発量は、Table 9-3-3とTable 9-3-4の数値を加算して求める。

2001年から2005年のガス需要開発は、その間を結ぶ線上にあるとする。

1997年から2020年迄のガス需要開発量予測を各ケース別に算出して Fig. 9-3-2に示す。

**Fig. 9-3-2 Gas Market Development by Case**

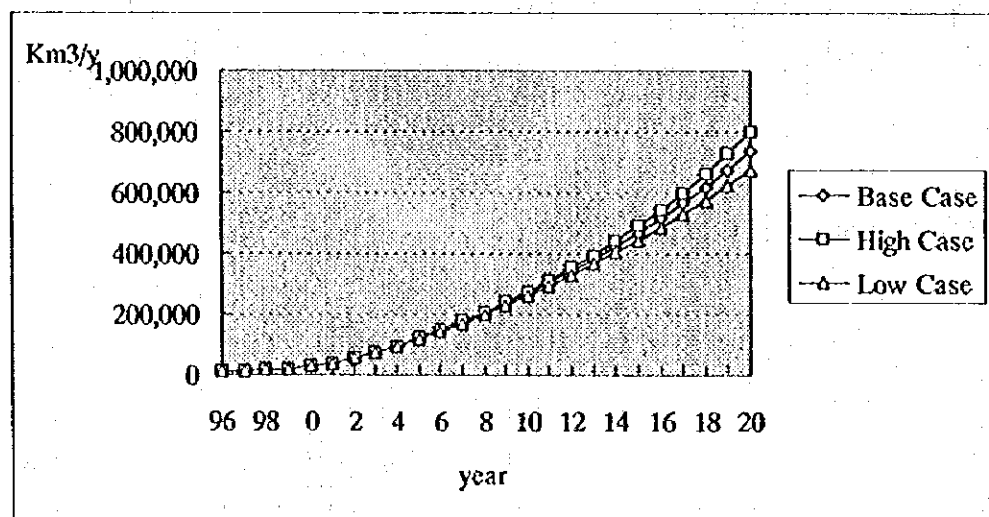


Source: JICA Team; K=1,000

### 9.3.4 ガス需要量予測（累計ガス需要量）

1996年の商業用ガス販売量は1千万 $\text{m}^3$ であり、1997年に13.212百万 $\text{m}^3$ になるとPGNは見込んでいる。1997年から2020年迄の各年のガス需要開発を加算することにより、累積販売量予測が得られる。

Fig. 9-3-3 Projection of Gas Demand by Case



Source: JICA Team K=1,000

### 9.4 商業用主要ガス機器の設置予測

Table 9-4-1 Assumption on Major Gas Appliances

|          |                                             |            | 1997 | 1998  | 2000   | 2005   | 2010    | 2015    | 2020    |
|----------|---------------------------------------------|------------|------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Cooking  | Max. gas flow rate<br>$\text{m}^3/\text{h}$ | Increase   | 0    | 842   | 842    | 2,716  | 3,613   | 4,868   | 6,579   |
|          |                                             | Cumulative | 0    | 842   | 2,526  | 12,357 | 28,514  | 50,186  | 79,449  |
| Boiler   | Ton/h                                       | Increase   | 0    | 6.6   | 6.6    | 16.6   | 21.8    | 29.2    | 39.2    |
|          |                                             | Cumulative | 0    | 6.6   | 19.9   | 83.0   | 181.0   | 311.3   | 485.9   |
|          | Max. gas flow rate                          | Increase   | 0    | 502   | 502    | 1,253  | 1,648   | 2,200   | 2,953   |
|          |                                             | Cumulative | 0    | 502   | 1,505  | 6,257  | 13,656  | 23,482  | 36,649  |
| Air Con. | RT                                          | Increase   | 0    | 1,906 | 5,719  | 24,296 | 32,280  | 43,451  | 58,684  |
|          |                                             | Cumulative | 0    | 1,906 | 11,438 | 98,941 | 243,382 | 436,898 | 697,982 |
|          | Max. gas flow rate                          | Increase   | 0    | 654   | 1,962  | 8,333  | 11,072  | 14,904  | 20,128  |
|          |                                             | Cumulative | 0    | 654   | 3,923  | 33,937 | 83,480  | 149,856 | 239,408 |

Source: JICA Team

## 9.5 顧客数の予測

**Table 9-5-1 Projection of Numbers of Customers**

|          |            | 1997 | 1998 | 2000 | 2005 | 2010  | 2015  | 2020  |
|----------|------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Cooking  | Increase   | 0    | 27   | 27   | 126  | 172   | 237   | 325   |
|          | Cumulative | 0    | 27   | 81   | 513  | 1,278 | 2,325 | 3,762 |
| Boiler   | Increase   | 0    | 4    | 4    | 7    | 9     | 11    | 15    |
|          | Cumulative | 0    | 4    | 11   | 39   | 79    | 130   | 198   |
| Air Con. | Increase   | 0    | 3    | 10   | 57   | 77    | 105   | 144   |
|          | Cumulative | 0    | 3    | 21   | 217  | 559   | 1,025 | 1,661 |

*Source: JICA Team*

## 第 10 章

### 工 業 用 需 要 予 測

## 10. 工業用需要予測

### 10.1 工業用エネルギー需給の現状

#### (1) 調査対象地域と工業用エネルギー需給

本調査の対象地域は、西ジャワの工業地域の中からPGNのジャカルタ支社の所管地域であるインドネシアの首都、DKI Jakartaと、それを囲む西ジャワ州のうちTangerang, Bekasi, Karawang, Purwakartaの5地区を選定した。上記地域以外の工業地域としては、他にはKabupaten SerangとBogorがある。

同地域では近年工業用燃料の需要が急拡大している。その理由として、新興工業地域の立ち上がり、エネルギー多消費型産業（化学、ガラス、紙、煉瓦）の進出などが挙げられる。工業用燃料としては、ディーゼル油/ケロシンが主要な燃料として利用されていたが、1991年以降からC重油と都市ガスが利用されようになり、地域によってはその工業用燃料中に占める割合が70%にも達している所もでてきた。

#### (2) 工業用エネルギー需給の構造変化

本調査の対象地域の各県(Kabupaten)における工業部門の工場用燃料は、現在、ディーゼル油/ケロシンからC重油及び都市ガスとへの代替が急速に進行している。即ち、この地域の工業用燃料として、従来はディーゼル油/ケロシンが主に使われていたが、1980年代の後半から都市ガスへの転換が徐々に進行してきた。さらに最近3年ほど前からC重油が急速にかつ大量に使われはじめ、すでに都市ガスと拮抗するほどの工業用燃料の消費量割合を占めるに至った。

C重油を使う業種はガラスをはじめ食品、繊維、化学、金属加工などの諸工業にわたっており、また用途も炉、ボイラ、自家発電機などに及び、特定の業種、用途に限定されたものでないことが、BPS（統計局）の業種別、県別の工場用燃料の統計資料

(Quantity of fuel and lubricant used by industrial code, 1985-1994)に示されている。

### (3) 燃料選択

ディーゼル油/ケロシンから、C重油或いは都市ガスへの燃料転換が進行してきた基本的な要因は、燃料の価格差にあると思われる。ディーゼル油にはHSD(高速ディーゼル用)とIDO(工業用)の2種類あり、HSDの価格は4.59US \$ /mmBTU(1993)で、IDOの価格は4.25US \$ /mmBTU(1993)である。またケロシンの価格は3.47US \$ /mmBTU(1993)である。

一方PG Nのガス販売価格は2.45～2.85US \$ /mmBTU(1994)であり、重油の価格は2.69US \$ /mmBTU(1993年)であることから、工場にとってディーゼル油/ケロシンからC重油または都市ガスへ燃料を転換する魅力は大きい。

## 10.2. 現地調査の結果

### 10.2.1 調査方法

調査対象地域の工場の燃料使用状況の調査は、質問表を送って回答を得る郵送法と、訪問して面談する面接法の二通りの方法で実施した。調査対象数の内訳は以下の通りである。

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 調査表を送った工場の数        | 300 |
| 調査表の回答を得た工場の数      | 139 |
| 現場訪問調査をした工場の数      | 54  |
| 現場訪問調査をした工場団地事業所の数 | 8   |

### 10.2.2 調査地域の特徴

現在、西ジャワで工場を操業している企業、工場を建設中の企業、あるいは工業団地の管理事務所などを訪問調査した結果、西ジャワにおける今後の工業立地地域の開発は以下のような方向に進みつつあると見られる。

西ジャワ州では、工場の立地場所としては、既存のすでに操業中の団地に立地する事が優先される見通しである。一方Bekasi, Karawang, Purwakarta には数多くの広大な工業団地が認可を受けて開発されつつある。すでに工場が進出して操業を開始している工業団地、土地造成中の工業団地、または原野のままの工業団地等と、各地区に於ける開発状況は様々であるが、今後西ジャワ州の工業開発の殆どが、Tangerang, DKI Jakartaからの移転分の吸収も含めて、Bekasi, Karawang, Purwakarta Serang などの工業団地、工業ゾーンで進められる見通しである。更に、新工場を建設する場合は、西ジャワ州域外にある工業地域に転出する事が望ましいこととされ、その場合でも既存工業団地等に立地する事が優先されている。

以上のように、西ジャワでは整合性のとれた工業開発が、中央および地方政府機関の総合的な、かつ一貫した行政上の指導により進みつつあると認められる。

調査した工業団地の総面積は23,500 ヘクタールで、その内、団地の管理部門、住宅用地など除き、企業に売り出される工場用地の面積は14,100 ヘクタールで全体の60%以下とするように規制されている。今後これ以上の工業団地が西ジャワ州に増えるかどうかについては明らかではない。工業省に於ける概況聴取によれば、Serang西部の工業地帯の製鉄、石油化学などの基礎素材産業と、部品加工・組立・消費財製造産業とのバランスをどうとるか、他の州や島への工業の展開をどのように促進していくか等が政府により検討されている様子である。

### 10.2.3 調査結果

#### (1) 用途による燃料の使い分け

あるガラス工場では、主溶融炉にはC重油を使い、後段の焼鈍炉には都市ガスを利用していた。大型の主溶融炉ではC重油の長炎と輝炎が望ましく、精密な温度制御を必要とする焼鈍炉には都市ガスが適すると言うことがその理由であった。

又、ある布染色工場では、染色後の巻き取り工程の直前で急速乾燥させるために、高温で赤熱させた金属網からの遠赤外線放射を利用しているが、強い火力が必要であることからLPGを使用している。都市ガスでもそれが可能であるかどうかの検討はまだしていないと言うことであった。

ある織布工場の布の巻き取り工程では、品質の均一化の為に工場全館が精密に空気調節されていることが必要で、停電の心配から電気式空調は好ましくないとしてガスを使用している。しかしガスについても供給圧力の低下を懸念していた。

ある食品工場では、ビスケットを焼くオーブン（間接加熱方式）の燃料を、ディーゼル油から都市ガスに転換して、クリーンで操作、制御がし易いという都市ガスの利点を活かしていた。

このようにその工程・用途等からガス燃料の特質を利用している業種を発掘することも都市ガス需要を増やす為には重要である。

## (2) 工場のエネルギー原単位

調査表の回答より得た工場のエネルギー使用状況から、生産量当たりのエネルギー消費原単位を求めて見ると、同じ業種群であってもその原単位のばらつきが2桁（例えば1～100k1/t）に及んでおり、代表的な消費原単位を確定することはできない。

一般に工業でのエネルギー消費量は、工場の製品生産量（または付加価値高）と、その製品の標準的なエネルギー消費原単位から求められるが、まだ建設されていない工場団地の工場についてこの手法で、その工業団地全体のエネルギー消費量を積算・推定しようとしたが、上述のように製品別の標準的なエネルギー原単位を得ることは困難であった為、この手法で工業団地全体のエネルギー消費量を推定することは断念せざるを得なかった。



## 10.3 工業用エネルギー需要予測

### 10.3.1 需要予測の方法

需要予測は二つの方法を組み合わせて行う。1997-2004年については需要家の積み上げ方式によりガス需要量を推定する。超長期の2005-2020年はマクロ手法である計量経済モデル手法によりガス需要量を予測する。

2005-2020年の都市ガス需要の長期予測は、計量経済モデル手法により、DKI Jakartaを含む西ジャワ州全体の工業付加価値高、PGN Jakarta支社所管の各地域の工業付加価値高(ここで“工業用GRDP”と定義)の、いずれも1985-1994年のBPS (インドネシア統計局)等の統計資料を用いて行った。また、工業の立ち上がる初期段階にある県では、予測に必要な年数を持たないため、短期需要推定の期間、1997-2004年の需要推定値を過去の実績期間に継ぎ足して、それを計量経済モデル手法のための実績期間に含めて用いた。

#### (1) 予測期間 (1997～2004年) の予測手順

- 1) 都市ガス需要を、潜在需要顧客の需要見込みを積算して求める。
- 2) 求めた都市ガス需要量 (1997～2004年) を次の2のエコノメトリック・モデルの既知数として与える。

#### (2) 予測期間 (2005～2020年) の予測手順

- 1) 工業用電気エネルギー需要を、工業用GRDPと前年の需要実績の関数として求める。
- 2) 工業用燃料エネルギー需要を、工業用GRDPと前年の需要実績の関数として求める。
- 3) 電気と燃料を合計して、工業用総エネルギー需要を求める。
- 4) 燃料間の競合を考慮し、C重油、その他の燃料の需要を、それぞれのシェアを決めて求める。
- 5) 最後に、上記のその他燃料の需要量を制約条件として、都市ガス需要を工業用GRDPと前年需要実績の関数として求める。

### 10.3.2 需要予測の結果

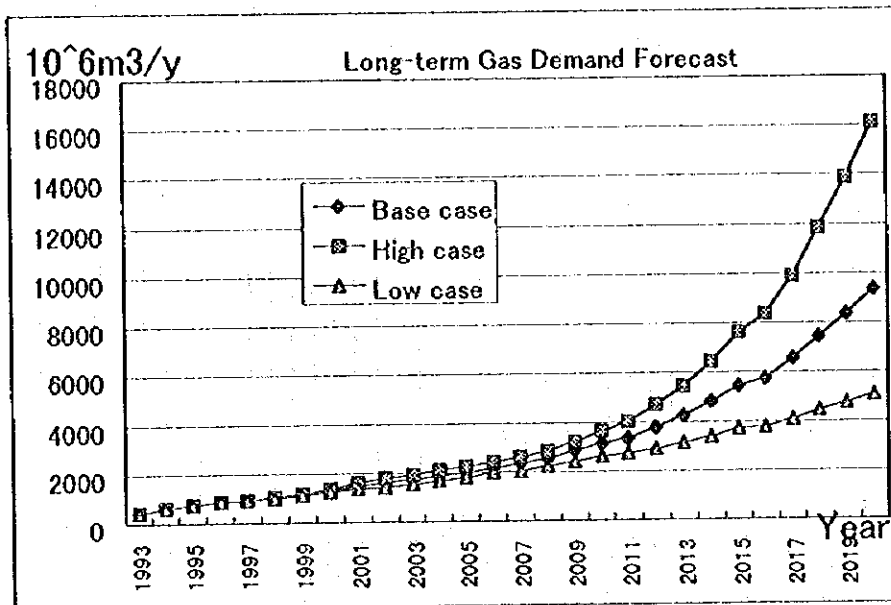
西ジャワ州のPGN Jakarta支社管内の地域において、PGNの将来、販売対象となる都市ガスの需要予測量をTable 10.3-1及びFig. 10.3-1に示す。1995, 1996年はPGNの販売実績であり、1997～2004年が短期の積み上げ方式による需要予測である。

Table10-3-1 Projection of Urban Gas Use in the Industrial Sector  
(単位:  $10^6 \text{m}^3/\text{y}$ )

| 年         | Base Case   | High case   | Low case    |
|-----------|-------------|-------------|-------------|
| 1995      | 751         | 751         | 751         |
| 1996      | 878         | 878         | 878         |
| 1997      | 960         | 960         | 960         |
| 1998      | 1,033       | 1,051       | 1,015       |
| 1999      | 1,135       | 1,178       | 1,091       |
| 2000      | 1,300       | 1,384       | 1,215       |
| 2001      | 1,461       | 1,586       | 1,336       |
| 2002      | 1,622       | 1,786       | 1,456       |
| 2003      | 1,748       | 1,944       | 1,550       |
| 2004      | 1,882       | 2,113       | 1,652       |
| 2005      | 1,982       | 2,217       | 1,802       |
| 2006      | 2,185       | 2,392       | 1,960       |
| 2007      | 2,341       | 2,588       | 2,074       |
| 2008      | 2,548       | 2,847       | 2,228       |
| 2009      | 2,833       | 3,201       | 2,443       |
| 2010      | 3,149       | 3,657       | 2,635       |
| 2011      | 3,365       | 4,019       | 2,701       |
| 2012      | 3,797       | 4,702       | 2,931       |
| 2013      | 4,265       | 5,488       | 3,160       |
| 2014      | 4,829       | 6,465       | 3,430       |
| 2015      | 5,477       | 7,639       | 3,726       |
| 2016      | 5,770       | 8,379       | 3,759       |
| 2017      | 6,562       | 9,949       | 4,086       |
| 2018      | 7,474       | 11,845      | 4,445       |
| 2019      | 8,404       | 13,896      | 4,782       |
| 2020      | 9,376       | 16,157      | 5,111       |
| 2000/1995 | 11.6% (1.5) | 13.0% (1.6) | 10.1% (1.4) |
| 2010/2000 | 9.3 (1.2)   | 10.2 (1.2)  | 8.0 (1.2)   |
| 2020/2010 | 11.5 (1.5)  | 16.0 (1.6)  | 6.8 (1.3)   |
| 2020/1995 | 10.6 (1.4)  | 13.1 (1.5)  | 8.0 (1.3)   |

( )内は、GRDP弾性値

Fig. 10.3-1 Long Term Urban Gas Demand Projection of the Industrial Sector

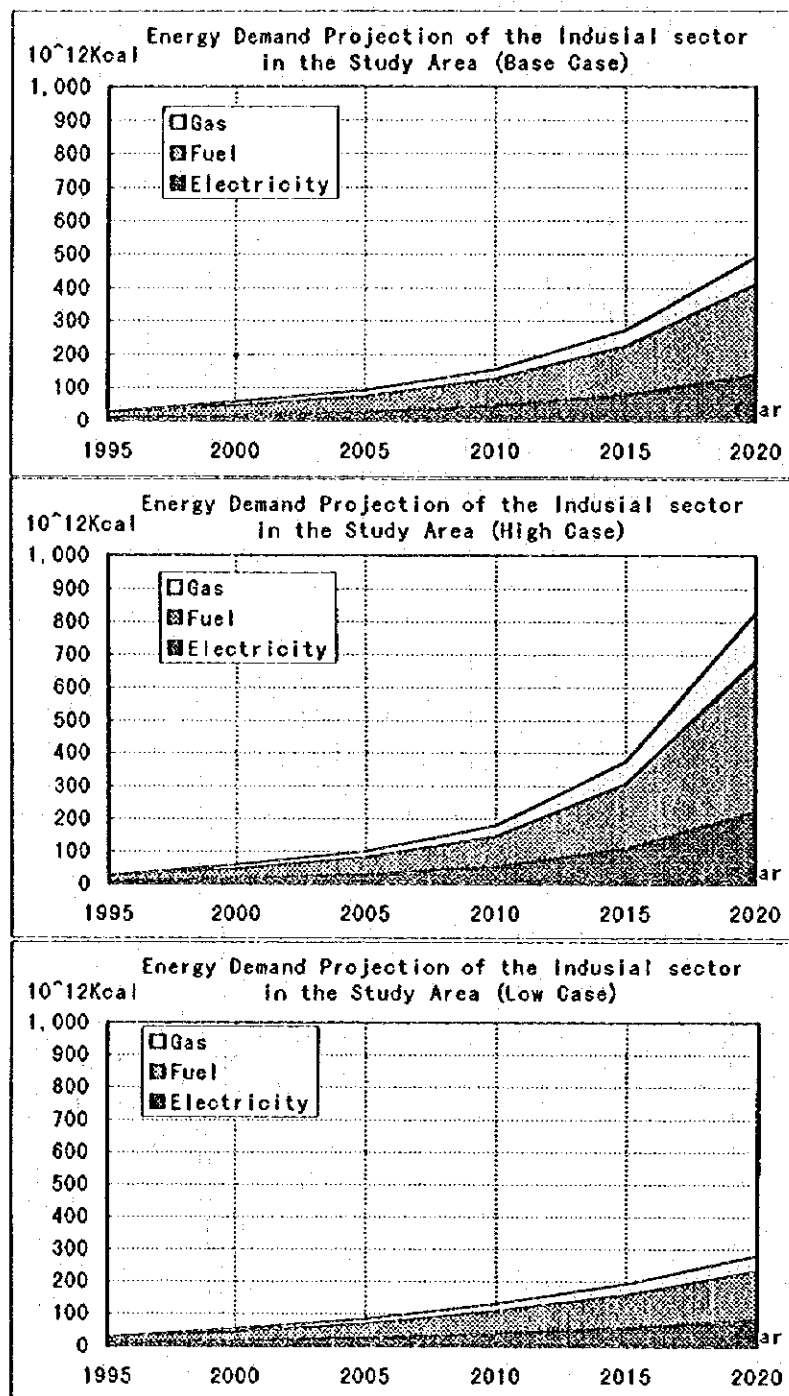


これによると、PGN Jakarta支社管内の工業用都市ガス販売量は、1995年の7.5億m<sup>3</sup>であったものが、2005年にはBase Caseでその2.6倍の19.8億m<sup>3</sup>になり、2010年には4.2倍の31億m<sup>3</sup>/y、2015年には7.3倍の55億 m<sup>3</sup>/y、2020年には12.5倍の94億m<sup>3</sup>/yと予測された。

Low Caseの場合は 2020年には6.8倍の51億m<sup>3</sup>に、High Caseの場合は 同じく2020年には 21.5倍の162億m<sup>3</sup>に達すると予測した。また1995年から2020年までの年平均の伸び率は、Base Caseで 10.6%、Low Caseでは 8.0%、High Caseでは 13.1%となっている。1995年から2020年の間の工業用都市ガス需要のGRDP弾性値は、Base Caseで 1.4、Low Caseで1.3、High Caseでは 1.5であった。つぎに各地域別に特徴を述べる。

a) DKI Jakarta, Tangerangの工業用都市ガス需要量の伸びは2020年頃から鈍化し始め、その後はS字型に成熟して行くガス需要曲線の後半部分を形成してゆくものと思われる。従って、これらの地域の2020年値はその後も含めての上限値と考えてよいと思われる。

Fig. 10.3.2 Energy Demand Projection of the Industrial Sector in the Study Area



Source: Calculated by the Study Team

b) Bekasi, Karawang, Purwakartaの工業用都市ガス需要は、2010-2020年頃は依然、成長を続けている。現在認可されている範囲の工業団地内の工場の殆どは、2020-2025年頃には操業していると思われる。従って、本調査の対象地域全体の工業用都市ガス需要は、DKI Jakarta, Tangerangを抱えているとはいえ、2020年でもまだ成長していると思われる。

c) しかし、他の州、島への工業の展開も促進したいという政府の方針もあることから、西ジャワでさらに今後、新規の工業団地が現在認可されている団地面積の2倍、3倍と大きく増えるとは考えられない。従って、本調査の対象地域合計のガス需要もS字型の成長曲線を形成して行くものと思われる。2020年以降は、その成長曲線の後半部分を辿るものと思われる。

d) 本調査対象の5地域の中では燃料転換の先行しているBekasi, Tangerangでは、Fig. 10-1-1で見ると、工場用燃料の構成比率でディーゼル油/ケロシンと都市ガスとバンカーC重油が3分の1ずつ分割する状態が1994年に既に実現している。しかも依然として一年ごとにディーゼル油/ケロシンの比率は急速に減少しつつあり、その傾向より推定すると、2005年頃には10-15%になる見通しである。

## 第 11 章

### 都市ガス利用促進技術

## 11. 都市ガス利用促進新技術

### 11.1. 概要

都市ガスの効率的な使用を促進するための新技術の経済性を中心に、普及の可能性を検討した。新技術として、吸収式空調機およびガスヒートポンプを含むガス冷房システム、コージェネレーションシステム、自家発電機および天然ガス自動車（NGV）を選定した。

### 11.2. 吸収式空調機

吸収式空調機はターボ式空調機に比べ、環境問題に加え、経済性に優れている。都市ガス利用促進のための新技術として最も期待できる。各施設のモデルケースについての単純資本回収年を Table 11-2-1 に示した。

Table 11-2-1 Pay-back Time for Model Cases

| Facility                         | Pay-back years for model cases |
|----------------------------------|--------------------------------|
| Hotel                            | 2.7                            |
| Office Building                  | 3.6                            |
| Shopping Center                  | 2.1                            |
| Hospital                         | 3.9                            |
| Factory ( case of IPP customer ) | 5.0                            |

Source: JICA Team

本技術がインドネシアでの普及が進んでいないのはこの技術があまり知られていないためと考えられる。インドネシアはCFC全廃の計画を進めており、吸収式空調機は急速に普及する素地がある。早急に、PGNが中心となり、具体的な普及促進策を整備する必要がある。

### 11.3. GHP（ガスヒートポンプ）

このシステムは比較的小さな建物に使われ、パッケージ型空調機と競合する技術である。GHPの比例費はパッケージ型よりも安くなるが、年間の運転費用はパッケージ型よりも高くなる傾向にある。これはGHPの設備費が高く、償却費が高い

ためである。限られたケースに対してはある程度普及が考えられるが、その比率は大きくないであろう。

#### 11.4. コージェネレーションシステム

経済性が期待できるホテルおよび工場についての結果を Table 11-4-1 に示した。この結果からは、単純に経済性だけでのコージェネレーションシステムの普及が期待できる状況とは言い難い。工業用へのコージェネレーションシステムの適用については I P P 電力を使用している場合に、システムがフル稼働し、廃熱のすべてが活用できたとすると、その資本回収年は 4.7 年となる。実際には、このような高い廃熱利用の実現は難しい。P L N 電力を使っている工場では、産業向け電力料金が安いいため、コージェネレーションシステム導入の経済性は期待できない。

Table 11-4-1 Pay-back Time for Model Cases

| Facility                         | Pay-back years for model case |
|----------------------------------|-------------------------------|
| Hotel                            | 5.4                           |
| Factory ( case of IPP customer ) | 4.7                           |

Source: JICA Team

本技術はディーゼルエンジンコージェネレーションとの競合も厳しいものと考えられるが、電力供給の信頼性、環境負荷の小さいことなどが評価され、将来的には普及する技術であろう。

#### 11.5. 自家発電機

熱回収のないガスエンジンおよびディーゼルエンジン発電機のホテルのモデルケースの資本回収年は、各々 6.1 年および 2.5 年となった。燃料油のタンクの設置スペース、より厳しい環境規制などの問題がないかぎり、ディーゼルエンジンに代えて、ガスエンジンが採用される可能性は小さい。

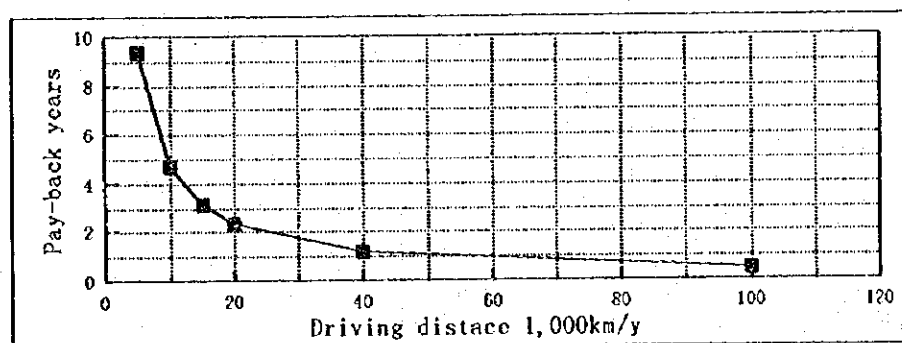


## 11.6. 天然ガス自動車（NGV）

ガソリン車のCNG化は比較的容易に改造できる。転換キットの価格は 2,000cc クラスの車で約 2 百万ルピアである。この転換キットの投資回収年を Fig. 11-6-1 に示した。CNG化が普及するためには資本回収年が 1 年以下であることが必要とされており、走行距離が年間 50,000km 以上であれば経済的であると言える。

Fig. 11-6-1 Pay-back time of Conversion Kit for a Gasoline Engine

up to 2,000 cc



Source: JICA Team

NGV普及策として以下の政策実施が有効と考える。

「タクシー、MIKROLET および政府公用車の 50% を NGV に転換することを義務付ける」

但し、充填所の確保、設備投資に対する低金利・長期間のローンなどの対策が必要となる。

この政策が実施されたときの汚染物質および石油系自動車燃料の輸送部門における削減率は、共に約 3% と推定される。当面の削減率は大きくはない。しかし、タクシー・Mikrolet 以外の車の CNG 化が促進され、普及の大きな第一歩になると考えられる。

## 第 12 章

### マスタープランにおける需要と供給

## 12. マスタープランにおける需要と供給

### 12.1 都市ガス需要の想定シナリオ

マスタープランでは、GRP をベース、高、低の三つのケースに分け(2.2 章参照)需要予測シナリオを作成、都市ガス総需要量の想定を行った。三つのそれぞれのシナリオの特色を Table 12-1-1 に示す。

Table 12-1-1 Demand Projection Scenarios

| 検討案                | シナリオイメージ                                                    | GRP |
|--------------------|-------------------------------------------------------------|-----|
| 検討案 1<br>Base Case | 標準的な経済発展が達成され、それに伴う都市ガス需要普及のための PGN の戦略的投資が計画的に十分に行われるケース   | 中   |
| 検討案 2<br>High Case | 計画値以上の経済発展が達成され、それに伴う都市ガス需要普及のための PGN の戦略的投資が計画的に十分に行われたケース | 高   |
| 検討案 3<br>Low Case  | 計画値以下の経済発展に留まり、PGN の計画的戦略投資がその見合う分だけしかされなかった場合。             | 低   |

Source: JICA 調査団

天然ガスの生産能力および輸送能力は、すべての都市ガス需要に対し無制限に対応できる状況ではない。現在計画中のジャワ島へ天然ガスを供給するためのプロジェクトがすべて計画通り順調に実現する前提に立ち、完成時期を都市ガス需要拡大の制約条件として使用した。また家庭用都市ガス需要量の想定は、PGN がこの計画値を実現するのに必要なガス導管や内管工事を量的に実施が可能であることを前提にしている。現在の PGN ジャカルタ支社の供給戸数が約 10,000 戸であることを勘案すると、今後、年間数万戸単位の供給戸数の増加に対処していくには大幅な組織や業務システムの改革が必要となる。当面の家庭用都市ガスの販売量は、1) PGN の業務組織の受容能力、2) 導管工事の敷設能力により大きく制限される。そのため、家庭用需要では想定した需要量以外に上記制約を加味した販売可能量を想定し、以下の検討にはこの数値を上限として用いた。Table 12-1-2 に、今回のマスタープランで利用した想定需要量を示す。

Table 12-1-2 Gas Demand for Master Plan by Senerio

|             | 1996 | 2000  | 2005  | 2010  | 2015  | 2020   |
|-------------|------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Base Case   | 890  | 1,345 | 2,160 | 3,519 | 6,092 | 10,304 |
| Residential | 2    | 17    | 57    | 101   | 146   | 192    |
| Commercial  | 10   | 28    | 120   | 270   | 469   | 737    |
| Industrial  | 878  | 1,300 | 1,982 | 3,149 | 5,477 | 9,376  |
| High Case   | 890  | 1,430 | 2,397 | 4,037 | 8,282 | 17,160 |
| Residential | 2    | 17    | 58    | 103   | 151   | 203    |
| Commercial  | 10   | 28    | 122   | 277   | 492   | 801    |
| Industrial  | 878  | 1,384 | 2,217 | 3,657 | 7,639 | 16,157 |
| Low Case    | 890  | 1,259 | 1,975 | 2,994 | 4,301 | 5,946  |
| Residential | 2    | 16    | 55    | 98    | 132   | 163    |
| Commercial  | 10   | 28    | 118   | 262   | 444   | 672    |
| Industrial  | 878  | 1,215 | 1,802 | 2,635 | 3,726 | 5,111  |

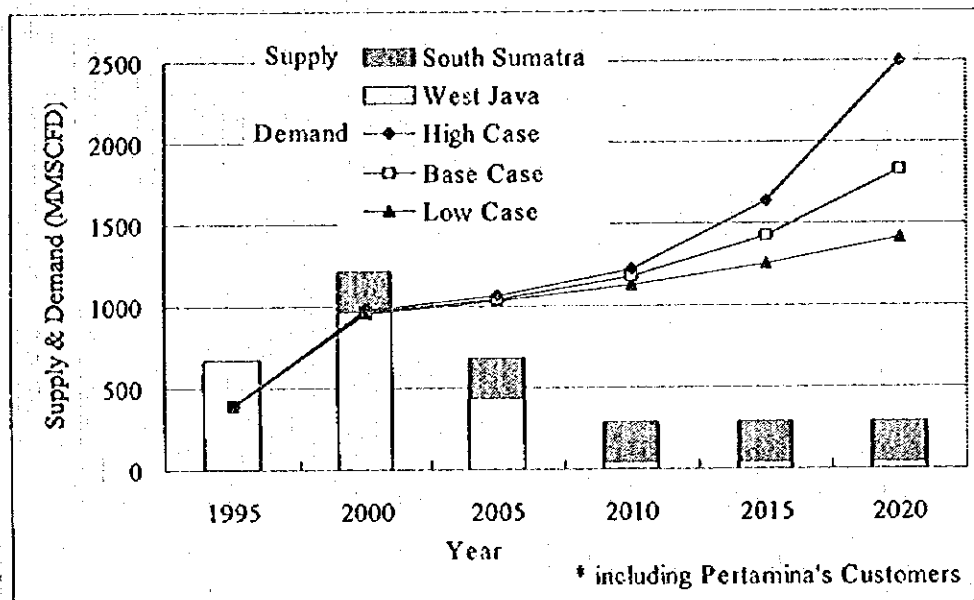
Source: JICA Team

(Million m<sup>3</sup>/Year)

## 12.2 都市ガスの需給見通し

Fig. 12-2-1 にマスタープラン需要量に基づく天然ガスの需給予想を示す。西ジャワのガス生産は2000年以降、減少すると予想され、西ジャワおよび南スマトラ以外のガス源が、ローケースの需要の場合でも、2005年以降には開発される必要がある。

Fig. 12-2-1 Projected Supply and Demand for Natural Gas



Source: JICA Team

2020年時点における他のガス田からの供給必要量は、埋蔵量に換算すると8～17TSCF程度が必要で、ガス供給源としては、Natuna、Sumatra、Irian Jaya等の候補がある。これらのガス田からのガス輸送には、トランス・インドネシア・パイプラインあるいはLNGチェーンの整備が必要である。

### 12.3 供給導管の設計

新規導管網の設計では、技術面からの必要性ならびに工事の経済性を考慮して、高圧導管については溶接鋼管、中低圧導管についてはポリエチレン管を採用する。また、顧客へのガス供給圧力は、安全性ならびにガス消費機器での必要圧力から、Table 12-3-1 に示す供給方式をとることとする。

Table 12-3-1 Basic Distribution System for Each Demand Sector

| 業種  | 基本的な供給方法                                                             |
|-----|----------------------------------------------------------------------|
| 家庭用 | ・ハウスレギュレーターを利用した中圧供給方式<br>・低圧供給方式                                    |
| 商業用 | ・ボイラー、空調や発電用需要に対しては中圧供給<br>・厨房用需要に対してはハウスレギュレーターを利用した中圧供給方式または低圧供給方式 |
| 産業用 | ・高圧供給方式                                                              |

Source : JICA Team

ガス導管網を設計する際の流量公式としては、世界的に広く利用されている一般流量公式 (General Flow Equation) を利用することにし、パラメータとしては、Table 12-3-2 に示す値を使用する。

Table 12-3-2 Values or Formulas for General Flow Equation

| パラメータ             | 値または式                                              |
|-------------------|----------------------------------------------------|
| ガス比重 S            | 0.595 (空気=1.0)                                     |
| ガス温度 T            | 27°C                                               |
| 圧縮係数 z            | (高圧) AGA の式<br>(中低圧) $z = 1.00$ (一定)               |
| 輸送係数 $\sqrt{1/f}$ | (高圧) Panhandle A 式<br>(中圧) IGT 式<br>(低圧) Mueller 式 |

Source : JICA Team

導管の設計に必要となるピーク負荷量は、Table 12-3-3 に示す方法により推定する。

Table 12-3-3 Peak Load Estimation

| 業種  | 負荷の推定方法                                                                                                                                                  |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 家庭用 | (1) 顧客一戸当りのピーク時間負荷量は、 $q = 0.60$ [m <sup>3</sup> /h]とする。<br>(2) 導管のピーク時負荷 $Q$ [m <sup>3</sup> /h] は、 $Q = q \times n \times Y$ により計算する。(n は顧客数、Y は同時使用率) |
| 商業用 | 年間の稼働時間を厨房用は 1 0 0 0 時間、空調用は 3 0 0 0 時間として、年間需要量からピーク負荷を計算する。                                                                                            |
| 産業用 | 年間の稼働時間を 8 7 6 0 時間として年間需要量からピーク負荷を計算する。                                                                                                                 |

Source : JICA Team

#### 12.4 導管計画

輸送幹線網の能力を確認するため、ベースケース需要量に対応する負荷に基づき、導管網解析を実施した。解析結果によると、Subang と Pasir Jadi ガス田からプルタミナの既設のパイプラインにつながる能力増強のための導管が、1 9 9 9 年までに必要となる。南スマトララインが 2 0 0 0 年に Cilegon でプルタミナの既設幹線と接続されると、Cilegon からガスが来るようになるため、Tegal Gede と Bitung のブースターは、稼働させる必要がなくなる。このような状況は 2 0 1 5 年まで継続するが、2 0 1 5 年以降は、需要に対応するため、別の輸送導管が必要となる。

また、供給用の導管網については、調査団では 1 0 9 件の開発目標物件をリストアップし、必要となる新設導管の距離と延長をまとめた。調査団では、これらの物件のうち、既設導管網から近いものから順に開発することを提言している。また、これらの需要に対して既設導管網が供給能力を有しているかどうかを導管網解析により確認した。その結果、目標を全数開発する場合には、Cikande に新設予定のオフテーク・ステーションから Bararaja の既設導管まで新規の導管が必要であることが判明した。

## 第 13 章

### マスタープランにおける事業運営計画

### 13 マスタープランにおける事業運営計画

マスタープランでは PGN が都市ガスネットワークを拡張し、家庭用市場を開拓することを推奨しているが、事業拡張に伴い新たな事業運営上の施策が必要となる。この章では、マスタープランにおける事業運営上の諸課題を提示する。13.1 ではコスト主義に基づいたガス料金のリバランスが必要であることを示し、二部料金の導入による安定的な固定費回収を推奨している。13.2 では家庭用顧客の増大に対応した組織を新設すること、生産性の上昇により要員の増大を抑制すべきことが提案される。13.3 では各市場における販売促進策を提案する。13.4 では導管ネットワークを拡張するための工事会社の施工能力強化、導管事故に対する体制強化の必要性が強調される。13.5 ではこうした販売拡大、工事能力の強化のために工事会社も含めた人材育成プログラムを提案する。また 13.6 では家庭用顧客へのサービス・保安充実のために、需要密集地域ごとに営業センターを配置すべきことが提言される。13.7 ではマスタープラン実現のための技術的課題を指摘する。

#### 13.1 ガス料金体系

エネルギー価格は市場の価格シグナルとして歪められていないことと同時に、その価格政策は国のエネルギー政策と一致している必要がある。従ってインドネシアの場合、ガス価格政策は天然ガスの他燃料に対する価格優位を保つことによって、エネルギー消費者に対して石油から天然ガスへのエネルギー転換のインセンティブを与えるようなものでなければならない。

PGN は 1996 年 5 月に公社(Perum)から株式会社(Persero)へと変わったが、事業はより公共性の高い領域へと拡大しつつある。PGN は公益事業として、より一層の供給安定性と事業の安定性を求められるだろう。このような経営の安定性を実現するためには、ガス料金は原則としてコストベースで設計されるべきである。

現在一般料金と契約料金の水準は約 10%から 20%しか差がないが、コストアプローチで料金を計算すると一般料金顧客への供給コストは契約顧客への供給コストの数倍になるかも知れない。低所得世帯を保護する措置は検討する必要があるが、コストアプローチからは料金リバランスが必要である。

料金を通じてより安定的なコストの回収を実現するには二部料金の導入も検討する必要がある。二部料金は基本料金、従量料金からなる。経済理論によると基本料金、従量料金はそれぞれ固定費、可変費を回収すべきとされている。しかしながら、現実には使用量規模の小さい顧客の負担力を考慮すると、基本料金で回収する範囲は限られるべきであろう。

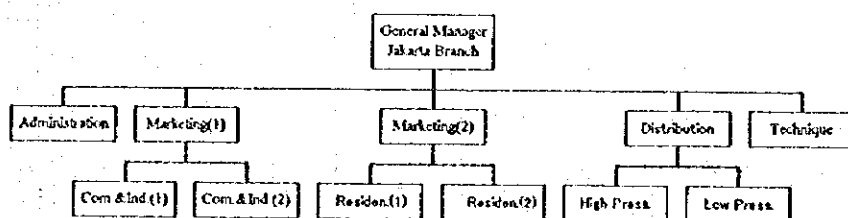


### 13.2 組織と従業員計画

PGNの現状の組織は工業用市場向けのものとなっている。家庭用や商業用市場にガスを拡販するためには、ガス販売戦略の立案能力の向上や、従業員の増員が必要となる。年間2万戸にのぼる新規の家庭用顧客の増加に対応するためには、独立したSection(課)をつくり、受付、検読、料金徴収などの業務をする新たな従業員が必要となるだろう。更に顧客に隣接した場所に新たな営業所の設置、事務所にOA機器を導入し事務の自動化を進める必要があろう。

下記に新しい組織の例を示した。この組織の特徴は家庭用の需要開拓を大口商業用や工業用部門と分離独立させたことである。そのメリットは個別対応中心の商業用・工業用営業の影響を受けることなく、マスとして増大する家庭用顧客へ対応することができることである。

Suggested Organization



Source: PGN modified by JICA Team

### 13.3 ガス販売促進策

#### 家庭用市場

家庭用市場では新設導管網に隣接する多数の顧客を迅速に獲得する事が肝要である。家庭用市場における都市ガスの競合燃料はLPGであるが、以下の点で都市ガスメリットを訴求する必要がある。

- 低廉なランニングコスト
- 高い安全性
- 優れた利便性
- クリーン性

#### 商業用市場

商業用市場の厨房分野では都市ガス使用が経済性、利便性の優位性から受け入れ

られる環境にある。

一方、ボイラー、冷凍機、コージェネ社は、機器単体の設置というよりシステム設置においてガスの使用促進を図るものである。この事から営業上2つの方針が導き出される。まず第一点は、システムを熟知したセールスエンジニアの育成である。第二点はターゲットを新築ビルに絞り、建築計画の早期の段階で営業活動を展開して建物へのビルトインを期す必要がある。そのためには、デベロッパー、設計コンサルタント、建設業者、設備業者との継続的な友好関係の維持と情報収集活動が欠かせない。具体的手法として、関連業者に対するボイラー、冷凍機、コージェネ等のシステム説明会、展示会等を年数回開催する事が薦められる。又、それら機器のメーカー、代理店との協同営業や営業情報交換会も効率的営業手法といえる。

### 工業用市場

工業用市場では顧客のニーズを吸い上げてそれを解決してゆくコンサルティング営業により、ガス化しなれた機器以外の用途開発が望まれる。セールス担当にセールスマインドと新規需要を開拓するエン지니어リングセンスを植え付ける教育が必要である。

さらに新規需要として、加熱分野以外の新分野（冷熱市場、電力市場等）への切り込みが今後望まれる。この事により、一顧客のガス開発量の極大化を目指し、投資導管の有効活用を図る事が期待出来る。また工業団地のデベロッパーとの友好的関係の構築をベースに、緊密な情報交換により、団地内配管をタイムリーに敷設し、遅滞なくユーザーが都市ガスを使用できるようにすることも必要である。

### 13.4 導管工事の管理と運営

現在のPGNのジャカルタ支社管内の工事会社のPE管の施行能力は17社、年間約40kmで、今後このマスタープランを実現するためには施行能力を200km/年まで大幅に強化する必要がある。そのためには現場での厳格な施工管理が必要となる。ガス事業者が現場に常駐する施工管理は効率面から最良の方法といえず、工事会社の自己責任による施工管理が世界的に採用されている。その前提には工事の発注仕様書、工事人資格制度と研修、事故発生時の責任範囲などの整備が必要となる。PGNでは現在でも工事人資格制度を採用しているが、直接管理が困難な数十万の不特定多数顧客に新たに都市ガスを供給するという観点から、導管工事に関する体系自体を見直す必要がある。

同時に、他工事によるガス管損傷防止や導管事故時の体制強化のために、PGN独自のマップシステム導入や工事会社従業員に対する研修が必要となる。

### 13.5 人材開発

毎年2万戸の新規顧客の増加に対応した組織にするためには、作業の基準化・標準化と共に、新規採用者や社内従業員に対して教育研修が必要となる。特に必要な研修項目は1)ガス安全教育、2)販売促進、3)導管敷設関連である。そのためには工事会社も含めた研修プログラムの策定、研修センターの設立が必要である。

### 13.6 事業施設計画

現在ジャカルタ支社はジャカルタ中心部に位置しているが、PGNが新しい顧客を開拓した時には各地域における顧客の増加や密度を考慮して効果的にマーケティングセンターを設立することを我々は推奨する。新しいマーケティングセンターに期待される機能はガス器具販売、保安管理検針・集金などである。マーケティングセンターは顧客ニーズに販売面、保安面の両方でより迅速に対応できるようになるため、サービス水準の改善に貢献することが期待される。同時に支社から顧客までの移動時間が短縮されPGNの運営の合理化も期待される。

### 13.7 実現のための技術課題

LPGから天然ガスへの転換にあたっては、カロリーダウンとなるために調整が遅れるとインプット不足となり顧客からの苦情の対象となると予測される。天然ガス供給とガス機器の調整がタイミング良く実施されるように、ガス機器の天然ガス仕様への転換作業の業務システムを作り上げる必要がある。

また、今後インドネシアでは生活レベルの向上に伴い、冷房が普及し冷房効率を高めるために今まで開放的だった居住空間が気密性の高い物になっていくものと予測される。またジャカルタ市内で建設が進んでいる中・高層住宅も、一戸建てとの建築様式の違いから、より一層気密性の高いものになると思われる。その結果、ガス消費環境は、開放型から気密性の高いものへと変化し、ガス漏れによる爆発事故と給排気事故の可能性が高まると予測される。これらの事故を事前に防止するために、また発生した時に被害を最小限に食い止める意味から「中・高層ビルでのガス設備工事基準」や「気密性の高い住居での機器設置基準」の整備が必要となる。インドネシアの国情に合わせたこれらの基準の作成が、家庭用への都市ガスの普及に合わせ緊急の課題となる。

## 第 14 章

### マスタープランの経済・財務分析

## 14. マスタープランの経済・財務分析

### 14.1 小規模需要拡大における選択肢

#### 14.1.1 価格設定と運営に関する5つのケース

マスタープランとフィージビリティ・スタディにおいて、新規市場の開発に際し、家庭用需要の供給が経済的に成り立つケースを見つけるため、ガス料金の方向性と事業への投資主体に関し、5つのケースを下記の表のように想定した。

Table 14-1-1 Alternative Cases for Pricing & Business Unit

|        | ガス料金          | 投資主体              | 事業主体              |
|--------|---------------|-------------------|-------------------|
| Case 1 | 現行料金体系の継続     | PGN               | PGN               |
| Case 2 | 徐々に競合燃料価格まで上昇 | PGN               | PGN               |
| Case 3 | 現行料金体系の継続     | 政府（公的機関）          | PGN               |
| Case 4 | 徐々に競合燃料価格まで上昇 | 政府（公的機関）          | PGN               |
| Case 5 | 直ちに競合燃料価格に上昇  | 新規事業者<br>(例：関係会社) | 新規事業者<br>(例：関係会社) |

Source: JICA team

ケース1では、政府が価格政策を厳しく守り、かつ供給導管の初期投資に何の援助もない場合を想定している。

ケース2では、家庭用のガス料金をLPGの価格に等しい800Rp/m<sup>3</sup>まで10年間で徐々に上昇させることを政府が認めた場合を想定している。

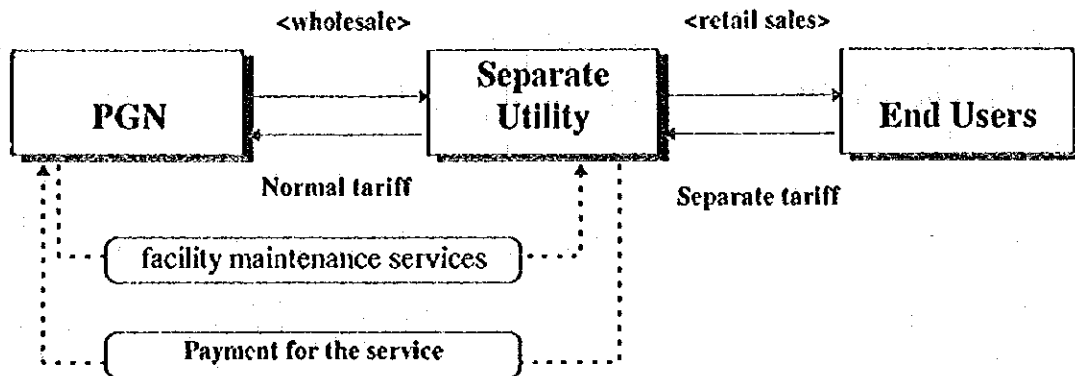
ケース3と4では、家庭用の供給導管は都市インフラ整備の一環として政府によって投資がなされる場合を想定した。

ケース5では、商業用と家庭用のガス需要がPGNとは別の地域限定的なガス会社により供給される場合である。この場合、商業用の厨房需要と家庭用需要へのガス料金が直ちにLPG価格に競合する800Rp/m<sup>3</sup>に設定されることを想定している。

#### 14.1.2 別のガス会社の設立について

別のガス会社設立の考え方は以下の図に示される。

Fig 14-1-1 Separate Utility Entity Concept



財務分析のために、PGNが輸送導管、オフテイク、メータステーション、A ガバナまでの本管に投資することを仮定した。PGN将来の需要の伸びを想定してこれらのガス工作物に戦略的に投資する。

別のガス会社はA ガバナ以降の地域的な中低圧管とBガバナと供給導管に投資する。

別のガス会社は検針と料金徴収に従事するが、ガス供給の保安業務はPGNとの契約においてPGNによって行われる。

別のガス会社の労務費はPGNの平均の2/3であると仮定した。

#### 14.2 マスタープランの結果と評価

##### 14.2.1 プロジェクトのFIRRとNPV

次の表はマスタープランのベースケースのケース1についてキャッシュフロー分析を示したものである。詳細な数値は Appendices 0 に示されている。ケース5についてはPGNと別のガス会社の両方について財務分析を行なった。ケース2について労働生産性が20年で倍になるケースを追加的に分析している。

**Table 14.2-1 Financial Analysis**

**(Base Case, Case1)**

|                                |             |           | 1997     | 2000    | 2005    | 2010      | 2015      | 2020      | resid 2021 |
|--------------------------------|-------------|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Sales                          | Residential | (mil Rp)  | 1,023    | 6,216   | 21,159  | 37,216    | 54,049    | 71,056    |            |
|                                | Commercial  | (mil Rp)  | 1,553    | 2,351   | 5,547   | 10,837    | 17,946    | 27,561    |            |
|                                | Commercial  | Cooking   | (mil Rp) | 2,807   | 8,943   | 34,172    | 78,194    | 136,810   | 215,519    |
|                                | Commercial  | Boiler+AC | (mil Rp) | 4,360   | 9,234   | 39,719    | 89,031    | 154,756   | 243,080    |
|                                | Commercial  | Total     | (mil Rp) | 302,529 | 409,377 | 624,383   | 991,840   | 1,725,147 | 2,953,312  |
|                                | Industrial  | (mil Rp)  | 307,913  | 424,948 | 685,261 | 1,118,087 | 1,933,952 | 3,267,448 |            |
| Total                          |             | (mil Rp)  | 158,550  | 245,724 | 457,618 | 811,051   | 1,535,106 | 2,854,275 |            |
| Gas material cost              |             | (mil Rp)  | 149,363  | 179,224 | 227,643 | 307,036   | 398,845   | 413,173   |            |
| Gross profit                   |             | (mil Rp)  | 0        | 29,861  | 78,280  | 157,673   | 249,483   | 263,810   | 1,589,217  |
| Gross profit (incrementalMMRp) |             | (mil Rp)  | 33       | 138     | 164     | 192       | 233       | 354       |            |
| Property Tax                   |             | (mil Rp)  | 1,183    | 6,211   | 7,789   | 6,254     | 4,323     | 2,615     |            |
| Labor cost (incremental)       | Staffs      | (mil Rp)  | 1,540    | 8,779   | 13,553  | 14,244    | 13,366    | 11,193    |            |
|                                | Workers     | (mil Rp)  | 272      | 1,499   | 2,134   | 2,050     | 1,769     | 1,381     |            |
|                                | Pensions    | (mil Rp)  | 2,995    | 16,459  | 23,477  | 22,548    | 19,458    | 15,188    | 91,496     |
|                                | Total       | (mil Rp)  | 898      | 4,947   | 7,043   | 6,764     | 5,837     | 4,557     | 27,449     |
| Administrative expenses        |             | (mil Rp)  | 747      | 3,741   | 6,463   | 9,606     | 13,571    | 20,953    | 126,224    |
| Maintenance & other expenses   |             | (mil Rp)  | 37,356   | 54,087  | 28,756  | 30,743    | 34,363    | -200      |            |
| Total investment               |             | (mil Rp)  | -42,029  | -49,541 | 12,377  | 87,820    | 176,020   | 222,958   | 1,344,043  |
| Before tax cash flow           | (financial) | (mil Rp)  | 16.6%    |         |         |           |           |           |            |
| IRR of before tax cash flow    |             |           | 259,105  |         |         |           |           |           |            |
| NPV as of 10%                  | (financial) | (mil Rp)  | 35,681   |         |         |           |           |           |            |
| NPV as of 15%                  | (financial) | (mil Rp)  |          |         |         |           |           |           |            |

*Sources: JICA team, Appendices O*

#### 14.2.2 プロジェクトのEIRRとNSB

例として次表にマスタープランのベースケースについて（ケース1より4の場合）社会便益計算を示す。それぞれのケースにおける社会便益分析の詳細は Appendices O に示されている。

Table 14-2-2 Social Benefit and Loss Analysis (Base Case, Case 1 to 4)

|                                              |          | 1997    | 2000    | 2005    | 2010      | 2015      | 2020      | resid 2021 |
|----------------------------------------------|----------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Social benefit for residential customers     | (Rp/m3)  | 800     | 800     | 800     | 800       | 800       | 800       |            |
| Social benefit for commercial cooking        | (Rp/m3)  | 800     | 800     | 800     | 800       | 800       | 800       |            |
| Social benefit for commercial AC             | (Rp/m3)  | 528     | 528     | 528     | 528       | 528       | 528       |            |
| Social benefit for industrial customers      | (Rp/m3)  | 308     | 308     | 308     | 308       | 308       | 308       |            |
| Social benefit for residential customers     | (m\$ Rp) | 2,213   | 13,571  | 45,750  | 80,467    | 116,862   | 153,634   |            |
| Social benefit for commercial cooking        | (m\$ Rp) | 3,765   | 5,700   | 13,447  | 26,211    | 43,506    | 68,815    |            |
| Social benefit for commercial AC             | (m\$ Rp) | 4,491   | 11,108  | 54,676  | 125,111   | 218,856   | 344,830   |            |
| Social Benefit for commercial total          | (m\$ Rp) | 8,256   | 18,808  | 68,122  | 151,382   | 262,402   | 411,645   |            |
| Social benefit for industrial customers      | (m\$ Rp) | 295,807 | 400,280 | 610,508 | 969,799   | 1,686,810 | 2,887,683 |            |
| Total social benefit from gas sales          | (m\$ Rp) | 306,275 | 430,659 | 724,340 | 1,201,648 | 2,066,074 | 3,452,962 |            |
| Social loss for gas supplied                 | (Rp/m3)  | 167     | 167     | 185     | 217       | 242       | 267       |            |
| Total social loss from gas supplied          | (m\$ Rp) | 163,057 | 224,571 | 401,707 | 763,639   | 1,474,190 | 2,751,233 |            |
| Gross social benefit                         | (m\$ Rp) | 143,218 | 206,088 | 322,633 | 438,009   | 591,885   | 701,729   |            |
| Incremental gross social benefit             | (m\$ Rp) | 0       | 62,869  | 179,454 | 294,791   | 448,656   | 558,511   | 1,633,072  |
| Total investment                             | (m\$ Rp) | 37,356  | 54,087  | 28,756  | 30,743    | 34,363    | -200      |            |
| LPG bottle repurchase (residential)          | (m\$ Rp) | 1,186   | 4,244   | 4,114   | 4,000     | 4,000     |           |            |
| In house pipeline installation (residential) | (m\$ Rp) | 2,371   | 8,438   | 8,229   | 8,000     | 8,000     |           |            |
| LPG bottle repurchase (cooking)              | (m\$ Rp) | 5       | 9       | 27      | 37        | 50        |           |            |
| In house pipeline installation (cooking)     | (m\$ Rp) | 94      | 164     | 475     | 649       | 891       |           |            |
| In house pipeline installation (AC)          | (m\$ Rp) | 94      | 344     | 897     | 1,211     | 1,647     |           |            |
| Turbo chiller                                | (1000\$) | 7,124   | 26,138  | 68,195  | 92,038    | 125,229   |           |            |
| Absorption chiller                           | (m\$ Rp) | 16,740  | 61,424  | 160,258 | 216,290   | 294,289   |           |            |
|                                              | (1000\$) | 7,636   | 28,018  | 73,101  | 98,659    | 134,238   |           |            |
| FO tank installation                         | (m\$ Rp) | 17,945  | 65,843  | 171,786 | 231,849   | 315,460   |           |            |
| In house pipeline (industrial)               | (m\$ Rp) | 1,141   | 2,532   | 2,262   | 3,395     | 4,593     |           |            |
| Imported facilities (included)               | (m\$ Rp) | 328     | 724     | 646     | 970       | 1,312     |           |            |
| Imported tax                                 | (m\$ Rp) | 3,937   | 12,631  | 20,387  | 26,665    | 35,487    | 0         |            |
| Net social loss for facilities               | (m\$ Rp) | 0       | 0       | 0       | 0         | 0         | 0         |            |
| Labor cost (incremental) Staffs              | (m\$ Rp) | 39,114  | 61,440  | 44,128  | 49,701    | 58,741    | -200      |            |
| Workers                                      | (m\$ Rp) | 1,183   | 6,211   | 7,789   | 6,254     | 4,323     | 2,615     | 0          |
| Pensions                                     | (m\$ Rp) | 1,540   | 8,779   | 13,553  | 14,244    | 13,366    | 11,193    | 0          |
| Total                                        | (m\$ Rp) | 272     | 1,499   | 2,134   | 2,050     | 1,769     | 1,381     | 0          |
| Income tax (included)                        | (m\$ Rp) | 2,995   | 16,489  | 23,477  | 22,548    | 19,458    | 15,188    | 44,410     |
| Administrative expenses                      | (m\$ Rp) | 331     | 1,810   | 2,524   | 2,362     | 1,985     | 1,512     | 4,420      |
| Maintenance & other Expenses                 | (m\$ Rp) | 898     | 4,947   | 7,043   | 6,764     | 5,837     | 4,557     | 13,323     |
| Value tax (included)                         | (m\$ Rp) | 747     | 3,741   | 6,463   | 9,606     | 13,571    | 20,953    | 61,268     |
|                                              | (m\$ Rp) | 150     | 790     | 1,228   | 1,488     | 1,764     | 2,319     | 6,781      |
| Net social benefit                           | (m\$ Rp) | -43,273 | -21,148 | 102,095 | 210,022   | 354,809   | 521,843   | 1,525,273  |
| EIRR                                         |          |         |         |         |           |           |           | 34.2%      |
| NSB as of 10%                                | (m\$ Rp) |         |         |         |           |           |           | 970,601    |
| NSB as of 15%                                | (m\$ Rp) |         |         |         |           |           |           | 435,187    |

Sources: JICA team, Appendices O

#### 14.2.3 経済・財務分析における公正報酬率

この財務分析において要求資本コスト、FIRRは税引き前、実質ベースで10%から15%であると考え、m3当たりの平均料金は総投資額が実質ベースでプロジェクトのなかで10%から15%のリターンを生み出すレベルに設定されるべきであることを意味している。

EIRRの最低必要ラインはFIRRの公正報酬率を基準に考えれば良いと考える。



#### 14.2.4 マスタープランの結果

下表はそれぞれのケースにおけるマスタープランの経済性の結果である。最初の3つのセクションはそれぞれの需要ケースにおけるマスタープランの結果であり、5つの価格設定と事業運営に関する想定（ケース1より5）ごとに示されている。4つめのセクションはケース5における、別のガス会社の財務分析である。5つめのセクションはケース2において労働生産性が20年で2倍になった場合を労働生産性の感度分析として行なったものである。

Table 14-2-3 Results of the Master Plan

|                                                            | Case 1  | Case 2  | Case 3  | Case 4  | Case 5  |
|------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (%, mil Rp)                                                |         |         |         |         |         |
| 1) Base case demand projections                            |         |         |         |         |         |
| FIRR                                                       | 16.6%   | 20.7%   | 19.5%   | 24.0%   | 27.0%   |
| NPV(10%)                                                   | 259,105 | 456,244 | 326,238 | 523,084 | 432,524 |
| NPV(15%)                                                   | 35,681  | 136,540 | 88,928  | 189,690 | 175,268 |
| (Downside contingency analysis)                            |         |         |         |         |         |
| FIRR                                                       | 13.3%   | 17.5%   | 16.1%   | 20.6%   | 22.8%   |
| NPV(10%)                                                   | 125,346 | 321,918 | 199,668 | 396,590 | 315,861 |
| NPV(15%)                                                   | -38,289 | 61,664  | 20,429  | 120,498 | 112,860 |
| (With in house pipeline installation)                      |         |         |         |         |         |
| FIRR                                                       | 15.7%   | 19.6%   | 18.4%   | 22.6%   | 25.0%   |
| NPV(10%)                                                   | 234,677 | 432,354 | 301,011 | 498,826 | 406,958 |
| NPV(15%)                                                   | 16,150  | 117,186 | 69,134  | 170,216 | 155,363 |
| (Downside contingency with in house pipeline installation) |         |         |         |         |         |
| FIRR                                                       | 12.5%   | 16.6%   | 15.0%   | 19.5%   | 21.1%   |
| NPV(10%)                                                   | 101,086 | 297,379 | 175,019 | 371,238 | 289,529 |
| NPV(15%)                                                   | -57,764 | 42,097  | 826     | 100,664 | 92,703  |
| (Economic analysis)                                        |         |         |         |         |         |
| EIRR                                                       | 34.2%   | 34.2%   | 34.2%   | 34.2%   | 36.0%   |
| NSB(10%)                                                   | 970,601 | 970,601 | 970,601 | 970,601 | 996,676 |
| NSB(15%)                                                   | 435,187 | 435,187 | 435,187 | 435,187 | 455,103 |

Table 14-2-3 Results of the Master Plan (Continue)

|                                                                   | Case 1    | Case 2    | Case 3    | Case 4    | Case 5    |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>2) High case demand projections</b>                            |           |           |           |           |           |
| FIRR                                                              | 21.2%     | 24.5%     | 24.3%     | 27.8%     | 31.5%     |
| NPV(10%)                                                          | 574,686   | 769,704   | 633,940   | 830,235   | 727,665   |
| NPV(15%)                                                          | 172,684   | 273,632   | 223,361   | 324,729   | 305,569   |
| <b>(Downside contingency analysis)</b>                            |           |           |           |           |           |
| FIRR                                                              | 17.9%     | 21.2%     | 20.7%     | 24.3%     | 27.4%     |
| NPV(10%)                                                          | 400,115   | 593,559   | 468,263   | 662,301   | 570,842   |
| NPV(15%)                                                          | 80,235    | 179,930   | 136,947   | 236,837   | 224,914   |
| <b>(With in house pipeline installation)</b>                      |           |           |           |           |           |
| FIRR                                                              | 20.3%     | 23.4%     | 23.0%     | 26.5%     | 29.7%     |
| NPV(10%)                                                          | 552,290   | 748,092   | 612,581   | 807,818   | 704,426   |
| NPV(15%)                                                          | 153,814   | 255,020   | 204,832   | 305,852   | 286,421   |
| <b>(Downside contingency with in house pipeline installation)</b> |           |           |           |           |           |
| FIRR                                                              | 17.1%     | 20.3%     | 19.7%     | 23.1%     | 25.5%     |
| NPV(10%)                                                          | 377,556   | 570,836   | 445,143   | 639,777   | 548,514   |
| NPV(15%)                                                          | 61,311    | 160,952   | 117,839   | 217,925   | 206,067   |
| <b>(Economic analysis)</b>                                        |           |           |           |           |           |
| EIRR                                                              | 40.2%     | 40.2%     | 40.2%     | 40.2%     | 42.0%     |
| NSB(10%)                                                          | 1,353,508 | 1,353,508 | 1,353,508 | 1,353,508 | 1,378,804 |
| NSB(15%)                                                          | 622,282   | 622,282   | 622,282   | 622,282   | 642,015   |
| <b>3) Low case demand projections</b>                             |           |           |           |           |           |
| FIRR                                                              | 10.4%     | 16.1%     | 13.3%     | 19.2%     | 20.8%     |
| NPV(10%)                                                          | 8,837     | 203,656   | 78,171    | 272,378   | 194,685   |
| NPV(15%)                                                          | -77,793   | 20,803    | -24,719   | 73,675    | 63,871    |
| <b>(Downside contingency analysis)</b>                            |           |           |           |           |           |
| FIRR                                                              | 6.2%      | 13.1%     | 9.1%      | 16.1%     | 16.5%     |
| NPV(10%)                                                          | -95,308   | 101,758   | -19,267   | 177,882   | 107,422   |
| NPV(15%)                                                          | -137,353  | -38,707   | -79,056   | 19,618    | 15,646    |
| <b>(With in house pipeline installation)</b>                      |           |           |           |           |           |
| FIRR                                                              | 9.5%      | 15.1%     | 12.1%     | 17.9%     | 18.6%     |
| NPV(10%)                                                          | -15,971   | 178,826   | 52,475    | 247,155   | 167,831   |
| NPV(15%)                                                          | -97,117   | 1,471     | -44,336   | 54,215    | 43,873    |
| <b>(Downside contingency with in house pipeline installation)</b> |           |           |           |           |           |
| FIRR                                                              | 5.6%      | 12.2%     | 8.0%      | 15.0%     | 14.6%     |
| NPV(10%)                                                          | -120,779  | 77,006    | -45,269   | 152,184   | 79,390    |
| NPV(15%)                                                          | -156,895  | -58,013   | -98,773   | 0         | -4,739    |
| <b>(Economic analysis)</b>                                        |           |           |           |           |           |
| EIRR                                                              | 28.1%     | 28.1%     | 28.1%     | 28.1%     | 29.5%     |
| NSB(10%)                                                          | 653,777   | 653,777   | 653,777   | 653,777   | 680,837   |
| NSB(15%)                                                          | 272,395   | 272,395   | 272,395   | 272,395   | 292,281   |

Table 14-2-3 Results of the Master Plan (Continue)

| 4) Financial analysis of separate utility in case 5        |             |             |            |
|------------------------------------------------------------|-------------|-------------|------------|
|                                                            | (Base case) | (High case) | (Low case) |
| FIRR                                                       | 17.5%       | 17.9%       | 17.0%      |
| NPV(10%)                                                   | 120,337     | 130,940     | 106,697    |
| NPV(15%)                                                   | 21,495      | 26,094      | 16,495     |
| (Downside contingency analysis)                            |             |             |            |
| FIRR                                                       | 16.0%       | 16.5%       | 15.6%      |
| NPV(10%)                                                   | 103,655     | 113,644     | 90,454     |
| NPV(15%)                                                   | 9,244       | 13,604      | 4,582      |
| (With in house pipeline installation)                      |             |             |            |
| FIRR                                                       | 15.1%       | 15.5%       | 14.6%      |
| NPV(10%)                                                   | 95,235      | 105,758     | 82,842     |
| NPV(15%)                                                   | 856         | 5,390       | -3,371     |
| (Downside contingency with in house pipeline installation) |             |             |            |
| FIRR                                                       | 14.0%       | 14.4%       | 13.5%      |
| NPV(10%)                                                   | 78,184      | 88,463      | 66,680     |
| NPV(15%)                                                   | -11,517     | -7,099      | -15,258    |
| 5) Case 2 with labor efficiency doubled in 20 years        |             |             |            |
|                                                            | (Base case) | (High case) | (Low case) |
| FIRR                                                       | 17.3%       | 21.6%       | 12.0%      |
| NPV(10%)                                                   | 319,033     | 637,341     | 64,891     |
| NPV(15%)                                                   | 56,721      | 195,305     | -58,718    |
| (Downside contingency analysis)                            |             |             |            |
| FIRR                                                       | 14.2%       | 18.4%       | 8.8%       |
| NPV(10%)                                                   | 183,282     | 460,097     | -39,045    |
| NPV(15%)                                                   | -18,662     | 101,203     | -118,936   |
| (With in house pipeline installation)                      |             |             |            |
| FIRR                                                       | 16.5%       | 20.7%       | 11.2%      |
| NPV(10%)                                                   | 294,391     | 615,479     | 40,354     |
| NPV(15%)                                                   | 37,120      | 176,611     | -77,953    |
| (Downside contingency with in house pipeline installation) |             |             |            |
| FIRR                                                       | 13.5%       | 17.6%       | 8.1%       |
| NPV(10%)                                                   | 158,678     | 438,080     | -63,225    |
| NPV(15%)                                                   | -38,250     | 82,458      | -138,053   |
| (Economic Analysis)                                        |             |             |            |
| EIRR                                                       | 31.0%       | 37.1%       | 24.7%      |
| NSB(10%)                                                   | 846,771     | 1,231,681   | 533,662    |
| NSB(15%)                                                   | 363,457     | 551,119     | 202,611    |

(Source: JICA Team; detail in Appendix O, Master Plan)

#### 14.2.5 結果の評価

ケース1から4の結果より、長期的には家庭用のガス価格は上昇せざる負えないと考える。PGNが家庭用のガス価格を引き上げられるならば、政府は必ずしも家庭用の供給導管に投資する必要は無いといえるであろう。

ケース5においてはPGNの高い収益性が各需要シナリオで見られそれは15%を超えている。別のガス会社のマスタープラン全体での経済性はローケースの感度分析中でも確保されている。

経済分析の結果からは、インドネシアにとって、家庭用と商業用の需要開拓をジャカルタ近郊で始める事は相当な経済便益をもたらすものであることがわかる。

ケース2においてPGNにおいて労働生産性の伸びが20年で倍になる場合を考えたとした場合、ローケースで経済性を確保する事は難しいことがわかる。家庭用のガス価格を上げる事ができたとしても、PGNにとり需要開発を加速させる事と、労働生産性を向上させる事が重要である事がわかる。

#### 14.2.6 m3当たりコストの分析

財務分析の補足的な分析としてそれぞれの需要ケースとしてm3当たりコストの分析を行なった。m3当たりコストの分析に当たっては長期的な限界費用としてこれを見ていった。

それぞれのコストの現在価値を各需要セクター、つまり家庭用、商業用厨房、商業用空調、工業用に配賦し、それぞれの需要セクターのコストの現在価値を求めた。この現在価値を各需要セクターのガス販売量の現在価値で割る事により、それぞれの需要セクターのm3当たりコストを計算した。

次表は分析の結果である。

Table 14-2-4 Per m3 Cost Analyses

| NPV of Gas Demand |             |         |         | (1000m3)   |
|-------------------|-------------|---------|---------|------------|
|                   | Residential | Cooking | AC      | Industrial |
| Base case         | 293,727     | 80,070  | 626,449 | 7,241,758  |
| High case         | 300,993     | 82,896  | 649,115 | 9,917,666  |
| Low case          | 276,616     | 77,005  | 601,871 | 5,018,933  |

## Distribution of NPV of Each Cost

### (Base Case)

(mil Rp)

|                     | Residential | Cooking | AC      | Industrial | Total     |
|---------------------|-------------|---------|---------|------------|-----------|
| Gas material        | 66,601      | 18,155  | 142,043 | 1,642,015  | 1,868,813 |
| Labor               | 67,372      | 12,296  | 810     | 12,724     | 93,202    |
| Pensions            | 6,737       | 1,230   | 81      | 1,272      | 9,320     |
| Property tax        | 217         | 85      | 112     | 461        | 874       |
| Administrative cost | 22,233      | 4,058   | 267     | 4,199      | 30,757    |
| Maintenance         | 8,280       | 3,232   | 4,265   | 17,621     | 33,398    |
| Investment          | 61,891      | 24,156  | 31,883  | 131,710    | 249,639   |
| Total               | 233,330     | 63,211  | 179,461 | 1,810,002  | 2,286,004 |
| Cost per m3(Rp/m3)  | 794         | 789     | 286     | 250        | 277       |

### (High Case)

(mil Rp)

|                     | Residential | Cooking | AC      | Industrial | Total     |
|---------------------|-------------|---------|---------|------------|-----------|
| Gas material        | 67,988      | 18,724  | 146,621 | 2,243,103  | 2,476,436 |
| Labor               | 67,166      | 12,406  | 811     | 13,107     | 93,491    |
| Pensions            | 6,717       | 1,241   | 81      | 1,311      | 9,349     |
| Property tax        | 215         | 85      | 112     | 536        | 948       |
| Administrative cost | 22,165      | 4,094   | 268     | 4,325      | 30,852    |
| Maintenance         | 8,144       | 3,222   | 4,229   | 20,282     | 35,877    |
| Investment          | 61,836      | 24,468  | 32,108  | 154,006    | 272,418   |
| Total               | 234,231     | 64,241  | 184,228 | 2,436,671  | 2,919,371 |
| Cost per m3(Rp/m3)  | 778         | 775     | 284     | 246        | 266       |

### (Low Case)

(mil Rp)

|                     | Residential | Cooking | AC      | Industrial | Total     |
|---------------------|-------------|---------|---------|------------|-----------|
| Gas material        | 63,228      | 17,602  | 137,574 | 1,149,620  | 1,368,023 |
| Labor               | 66,923      | 12,157  | 809     | 10,812     | 90,701    |
| Pensions            | 6,692       | 1,216   | 81      | 1,081      | 9,070     |
| Property tax        | 211         | 84      | 113     | 393        | 800       |
| Administrative cost | 22,085      | 4,012   | 267     | 3,568      | 29,931    |
| Maintenance         | 8,161       | 3,246   | 4,384   | 15,213     | 31,003    |
| Investment          | 58,915      | 23,433  | 31,647  | 109,829    | 223,824   |
| Total               | 226,214     | 61,749  | 174,874 | 1,290,516  | 1,753,353 |
| Cost per m3(Rp/m3)  | 818         | 802     | 291     | 257        | 293       |

Sources: JICA team, Appendices O

これらの結果より、PGNが長期的には家庭用と商業用厨房需要に対する料金を引き上げる事は避けられないものと考えられる。

## 第 15 章

## 環 境 影 響 評 価

## 15. 環境影響評価

ここでは調査対象地区の都市ガス需要増加による環境改善効果を評価するため、インドネシア全体からジャワ島及び調査対象地区までの環境汚染発生源の現況を、燃料消費の面からまず捉え、また収集できた環境状況データから、調査対象地区の環境汚染現況とその主な原因（排出源）を概略把握した。

都市ガス需要増加による将来の環境改善予測量については、セクター毎に今後ガスに代替されると仮定した燃料分から発生する各汚染物質を各々の排出係数より算出し、都市ガス需要増加分の汚染量との差を改善量と推定した。

### 15.1 現況概要

#### 15.1.1 インドネシアの環境問題の現状と将来

インドネシアの環境問題の過去の経緯についてはあらまし次のようになる。経済発展に伴う工業の発展により、環境汚染は工場廃水による河川の汚染から始まった。

次いでエネルギー消費急増に伴う大気汚染（電力、鉄鋼、セメントに依る煤塵・粉塵が中心）が始まり、更には交通量の増大と都市への人口集中により、汚染の質の変化(CO、粉塵、生活排水そしてSO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>)と共に汚染地域が拡大していった。

#### 15.1.2 インドネシアの大気汚染状況

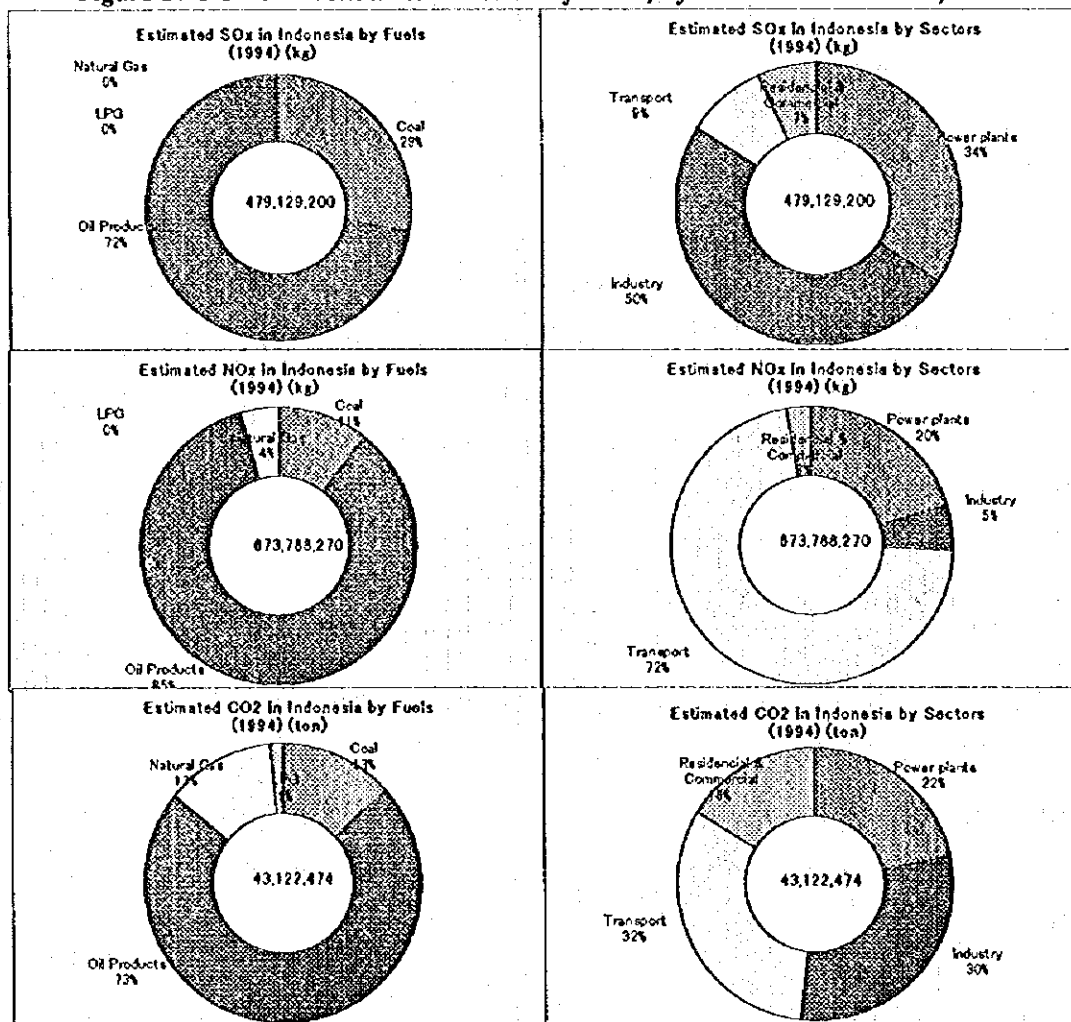
インドネシア及び調査地域の環境汚染（大気）に対して、現状のエネルギー消費による各汚染物質の寄与量を推定し、その中で都市ガスを含む天然ガス燃料の消費による環境汚染の位置づけを行った。検討に使う基礎データとしては、環境汚染の推定を行うために電力向け燃料を含めてデータの整備状況が比較的良い鉱山エネルギー省の統計を用いることにした。

これによればインドネシアの環境汚染源となっているものは、燃料別に見ると圧倒的に石油製品の燃焼によるものが主で、次いで石炭となっている。また、産業別では電力を含めた工業による燃料消費と運輸部門とを併せたものが全体の80%以上を占め、特に窒素酸化物についてはその65%を運輸部門が、32%を工業部門（電力含む）が排出

していることを示している。(Figure 15.1.1)

ここで天然ガス燃焼による現状の環境汚染について見ると、炭酸ガスで全体の中の13%を占めているが、窒素酸化物では4%以下、硫黄酸化物は殆ど問題にならない程度であることが分かる。他方、石油製品燃焼による汚染排出量が75%~85%に達し、大半を占めることがわかる。この意味で石油製品燃料をガス燃料に置き換えれば硫黄酸化物汚染などの環境改善に寄与することがわかる。

Figure 15-1-1 Air Pollutants Emission by Fuels, by Sectors in Indonesia, 1994



Source: Natural Energy Indonesia 1995/1996 by Bina Perencanaan SDB 1995  
Adding Estimation of Air Pollution by JICA Urban Gas Project, 1996

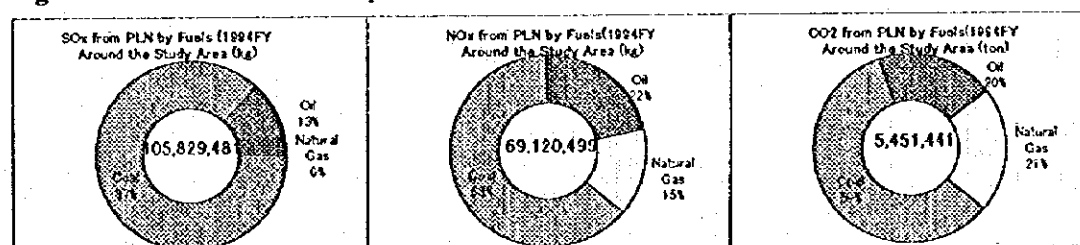


### 15.1.3 電力からの汚染物質の排出状況

調査地域の大気汚染物質排出源のベースを把握するため、排出絶対量の大きい電力部門について、入手した電力向けの燃料統計の詳細から大気汚染物質の排出量の解析を行った。

今回の調査範囲内の発電所からの燃料別汚染排出状況を見ると、石炭使用によるものが圧倒的に多いことが分かる。尚、天然ガス燃料は硫黄酸化物の排出量では極めて少ないが、ガスタービン又はコンバインドサイクルで利用される割合が近年増えたことにより窒素酸化物の排出状況にその影響が見える(Figure 15.1.2)。

Figure 15.1.2 Air Pollution by Fuels from Power Generation around the Study Area, 1994



### 15.1.4 調査地域の大気汚染状況

調査地域とその近傍における環境汚染状況の現状については、統計データが出版されておりこれらを図示すれば(Figure 15.1.3)のように纏められる。

このデータには電力用燃料消費に伴う汚染物質についての記載がないが、各環境汚染物質の1993年の排出状況を見ると、この地域では工業部門よりもむしろ運輸部門からの環境汚染が圧倒的であることがわかる。

即ち DKI において粉塵は工業(セメント)からの排出量が多いがその他の汚染物質はいずれも移動排出源(車両)からのものとなっている。そのほかジャワ西部も含めてこの地域ではゴミ処理からの大気汚染物質の排出が目立つ。

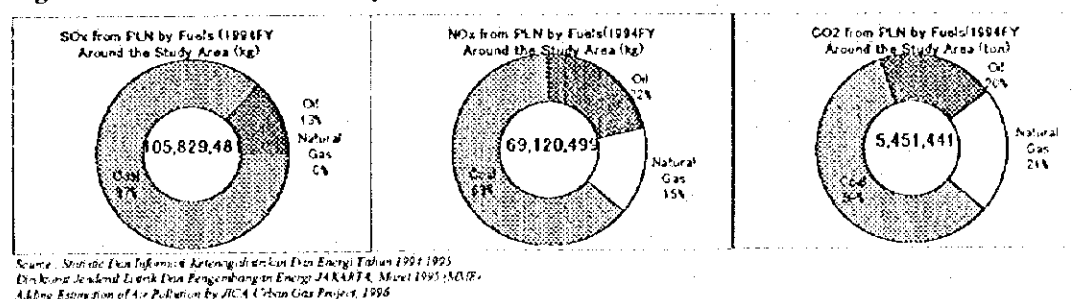
次に調査地域の交通部門による汚染の状況例を示す(Figure 15.1.4)。これによれば、ジャカルタ及びジャワ西部での大気汚染各物質において、モーターバイクによるものをもっとも多く次に乗用車となっている。又、すべての汚染量が最近の2~3年間で急増

### 15.1.3 電力からの汚染物質の排出状況

調査地域の大気汚染物質排出源のベースを把握するため、排出絶対量の大きい電力部門について、入手した電力向けの燃料統計の詳細から大気汚染物質の排出量の解析を行った。

今回の調査範囲内の発電所からの燃料別汚染排出状況を見ると、石炭使用によるものが圧倒的に多いことが分かる。尚、天然ガス燃料は硫黄酸化物の排出量では極めて少ないが、ガスタービン又はコンバインドサイクルで利用される割合が近年増えたことにより窒素酸化物の排出状況にその影響が見える(Figure 15.1.2)。

Figure 15.1.2 Air Pollution by Fuels from Power Generation around the Study Area, 1994



### 15.1.4 調査地域の大気汚染状況

調査地域とその近傍における環境汚染状況の現状については、統計データが出版されておりこれらを図示すれば(Figure 15.1.3)のように纏められる。

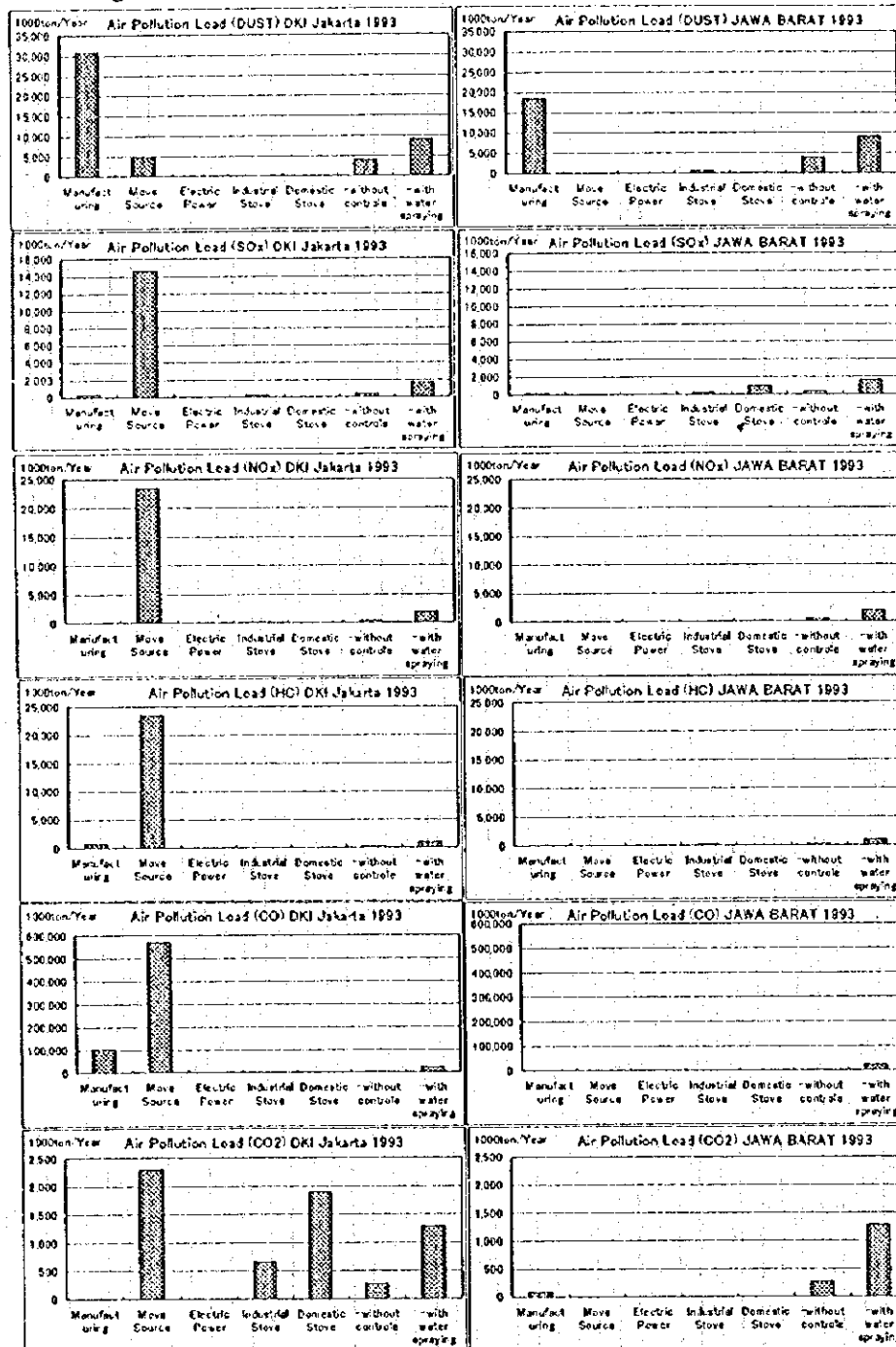
このデータには電力用燃料消費に伴う汚染物質についての記載がないが、各環境汚染物質の1993年の排出状況を見ると、この地域では工業部門よりもむしろ運輸部門からの環境汚染が圧倒的であることがわかる。

即ち DKI において粉塵は工業(セメント)からの排出量が多いがその他の汚染物質はいずれも移動排出源(車両)からのものとなっている。そのほかジャワ西部も含めてこの地域ではゴミ処理からの大気汚染物質の排出が目立つ。

次に調査地域の交通部門による汚染の状況例を示す(Figure 15.1.4)。これによれば、ジャカルタ及びジャワ西部での大気汚染各物質において、モーターバイクによるものをもっとも多く次に乗用車となっている。又、すべての汚染量が最近の2～3年間で急増

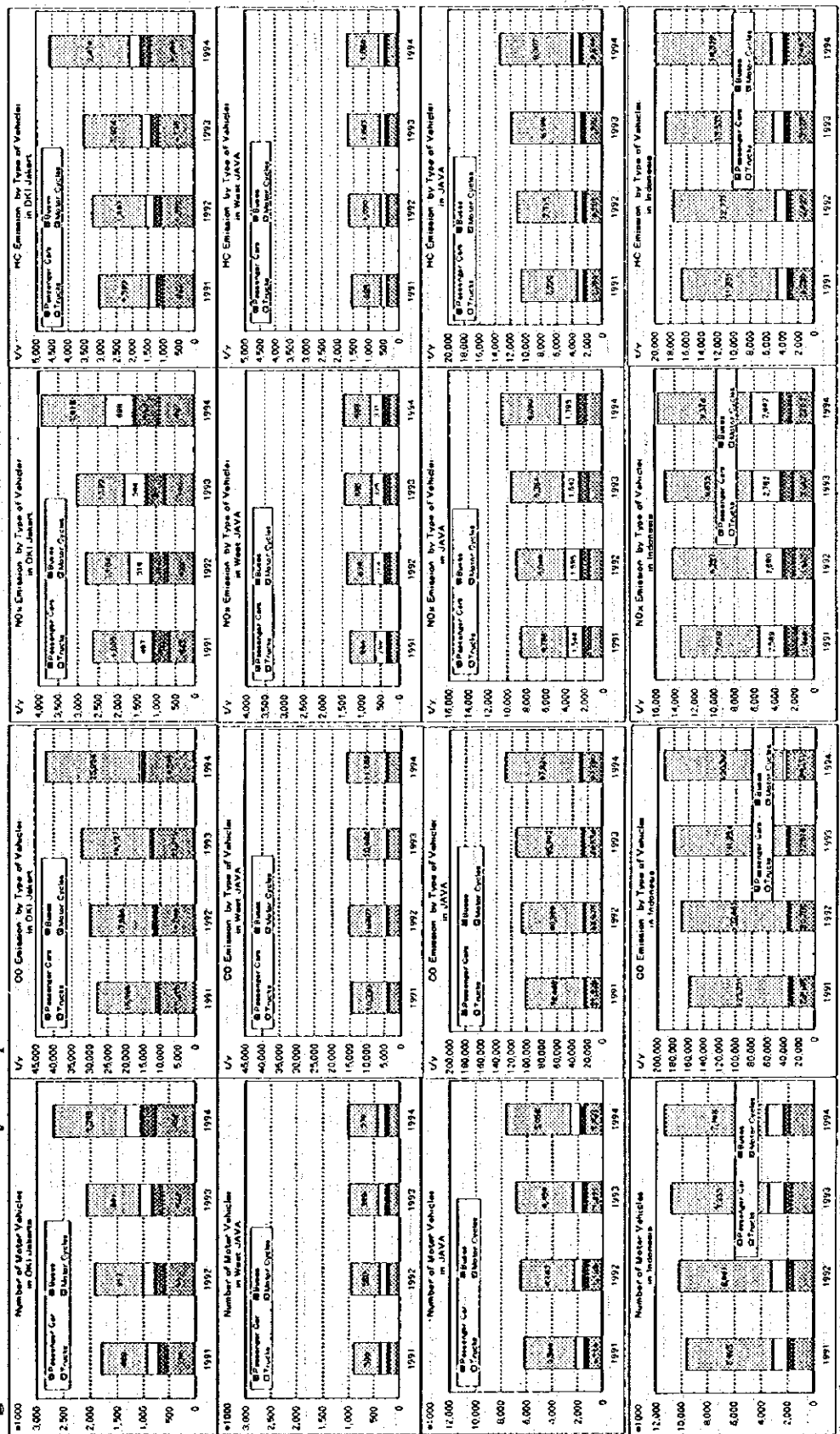
しており、交通による汚染に対する対策の必要性がインドネシア政府においても認識されている。

Figure 15.1.3 Situation of Air Pollutants in West Java and DKI



Source : Environmental Statistic of Indonesia 1995, Regional Account of Quality environmental

Figure 15.1.4 Air Pollution by Transportation Sector in Each District of Indonesia



Source: Environmental Statistics of Indonesia 1995

## 15.2 都市ガス需要予測と環境影響

都市ガス使用による環境影響について、各セクター別の都市ガス需要予測値に従い2020年までの環境改善量を算出した。算出に当たって主要排出係数は科学技術庁科学技術政策研究所編集の数値を、またセクター別・燃料別の詳細排出係数は環境プロジェクトインテリムレポートの数値を適宜採用した。

都市ガス需要増によって代替される燃料は、家庭用では将来需要予測で得られたLPG及び灯油の加重平均を、商業用では設備別に厨房用はLPG、ボイラーはHSD、空調は電力を、工業用では各油種別実績使用量を基にした数値を、それぞれ代替燃料として環境負荷の改善量を算定した。なお、商業用では代替された空調用電力の減少に伴う電力セクターからの環境負荷減を改善効果に含めた。各セクターの都市ガス需要予測に基づく大気汚染改善量を総合すると次の表になる。

Table 15.2.1

Improvement in Air Pollution by Urban Gas Use around the Study Area  
(Based on 1995, Estimated for the Growth of Urban Gas Use since 1995)

| Area                                              | Item |     | 1995      | 2000      | 2005      | 2010       | 2015       | 2020       |
|---------------------------------------------------|------|-----|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| Amount of Improvement                             |      |     |           |           |           |            |            |            |
| Base Case                                         | SOx  | kg  | 0         | 29,670.08 | 47,438.48 | 73,813.18  | 128,448.10 | 219,333.91 |
|                                                   | NOx  | kg  | 0         | 7,115.78  | 11,575.52 | 18,197.84  | 31,672.68  | 53,931.02  |
|                                                   | CO2  | ton | 0         | 331.947   | 529.914   | 820.753    | 1,424.73   | 2,430.29   |
| High Case                                         | SOx  | kg  | 0         | 31,458.04 | 51,046.78 | 85,015.84  | 177,174.31 | 373,069.54 |
|                                                   | NOx  | kg  | 0         | 7,507.69  | 12,361.25 | 20,781.46  | 43,191.39  | 90,504.67  |
|                                                   | CO2  | ton | 0         | 352.970   | 572.182   | 948.298    | 1,971.13   | 4,147.86   |
| Low Case                                          | SOx  | kg  | 0         | 27,613.29 | 42,887.82 | 61,692.76  | 88,009.29  | 121,441.44 |
|                                                   | NOx  | kg  | 0         | 6,592.43  | 10,410.17 | 15,195.81  | 21,863.59  | 30,337.44  |
|                                                   | CO2  | ton | 0         | 309.705   | 480.529   | 687.414    | 976.583    | 1,343.00   |
| Rough Total of Air Pollution                      |      |     |           |           |           |            |            |            |
| Base Case                                         | SOx  | kg  | 34,719.53 | 54,892.08 | 85,484.03 | 137,449.34 | 235,692.69 | 427,127.83 |
|                                                   | NOx  | kg  | 16,790.25 | 26,230.52 | 39,921.85 | 61,825.84  | 102,570.64 | 181,306.90 |
|                                                   | CO2  | kg  | 3,542.42  | 5,235.06  | 7,463.64  | 10,700.03  | 16,424.09  | 27,130.80  |
| High Case                                         | SOx  | kg  | 34,794.29 | 56,045.62 | 90,774.98 | 155,569.55 | 317,441.70 | 715,199.91 |
|                                                   | NOx  | kg  | 16,820.38 | 26,527.27 | 41,899.24 | 68,989.69  | 135,628.50 | 298,218.38 |
|                                                   | CO2  | kg  | 3,546.24  | 5,295.93  | 7,768.71  | 11,706.87  | 20,793.43  | 42,262.66  |
| Low Case                                          | SOx  | kg  | 34,619.21 | 53,661.72 | 79,653.98 | 118,891.76 | 170,755.80 | 249,305.16 |
|                                                   | NOx  | kg  | 16,824.62 | 25,650.89 | 37,482.09 | 54,231.20  | 76,190.57  | 109,155.28 |
|                                                   | CO2  | kg  | 3,544.48  | 5,153.73  | 7,115.23  | 9,654.76   | 12,927.99  | 17,721.61  |
| Ratio of Improvement by Urban Gas Use (Base Case) |      |     |           |           |           |            |            |            |
| Base Case                                         | SOx  |     |           | 35.1%     | 35.7%     | 34.9%      | 35.3%      | 33.9%      |
|                                                   | NOx  |     |           | 21.3%     | 22.5%     | 22.7%      | 23.6%      | 22.9%      |
|                                                   | CO2  |     |           | 6.0%      | 6.6%      | 7.1%       | 8.0%       | 8.2%       |
| High Case                                         | SOx  |     |           | 36.0%     | 36.0%     | 35.3%      | 35.8%      | 34.3%      |
|                                                   | NOx  |     |           | 22.1%     | 22.8%     | 23.1%      | 24.2%      | 23.3%      |
|                                                   | CO2  |     |           | 6.2%      | 6.9%      | 7.5%       | 8.7%       | 8.9%       |
| Low Case                                          | SOx  |     |           | 34.0%     | 35.0%     | 34.2%      | 34.0%      | 32.8%      |
|                                                   | NOx  |     |           | 20.4%     | 21.7%     | 21.9%      | 22.3%      | 21.7%      |
|                                                   | CO2  |     |           | 5.7%      | 6.3%      | 6.6%       | 7.0%       | 7.0%       |

Source : Estimated Air Pollution by JICA Urban Gas Project, 1996

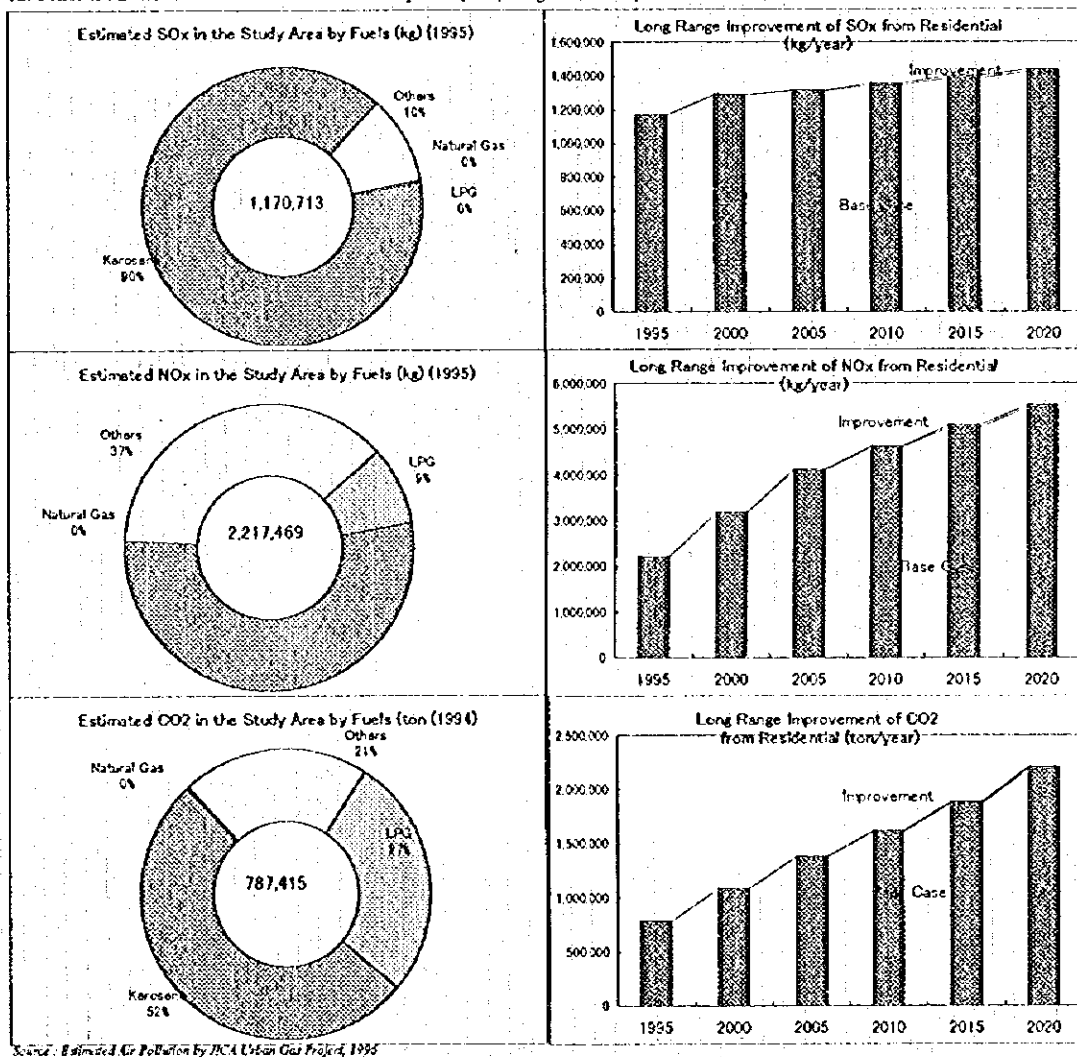
このように、各セクターで都市ガスに代替される燃料から発生すると見られる大気汚染物質排出量から、都市ガスによる汚染物質排出量を差し引いたものが環境改善予測値であるとした。

### 15.2.1 家庭用都市ガス需要による環境影響評価

家庭用需要予測に基づいて3地区(DKI, Tangerang, Bekasi)の環境負荷量改善量を予測した(Figure 15.2.1)。

**Figure 15.2.1**

Air Pollutants Estimation from Residential In the Study Area (DKI, Tangerang, Bekasi) 1995



家庭用長期エネルギー需要予測によれば、家庭用における都市ガス使用割合は 2020

年でも全体の約7%前後と見通されるが、LPGの使用量は近年来急激に伸びており、灯油は今後徐々に減少しその他雑燃料の比率も下がっていくと見通される。硫黄酸化物排出量については、LPG及び都市ガスへの転換等により、今後の排出量は横這い若しくは減少して行くものと見られ環境汚染に対する改善効果は著しい。

家庭用燃料について現状ではケロシン消費量が中心であるが、近年 BSD のような新興都市開発地域等を中心に LPG の消費増が顕著である。

#### 15.2.2 商業用都市ガス需要による環境影響評価

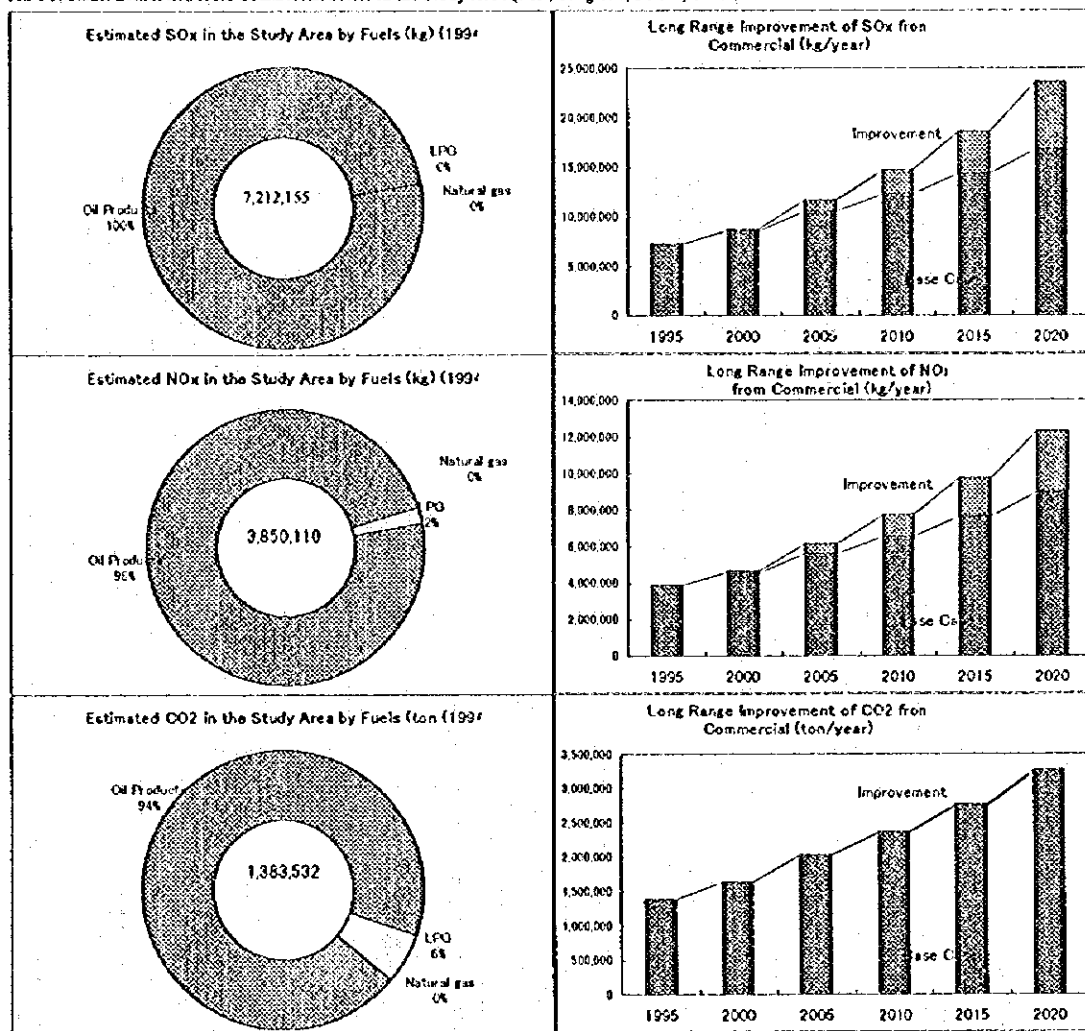
商業用について、都市ガス需要増の代替燃料は用途別に限定されている。調理用は LPG が現在の主要燃料であり、都市ガス代替は LPG で行われていく。

同様にボイラー用は HSD、空調用は電力の代替とした。従って改善効果には電力消費減によるものが含まれている

ガスへの転換により、Base Case で硫黄酸化物削減量が2000年には現状より2.4%、2010年で16.5%、2020年では28.8%になると予想され、窒素酸化物では2000年に2.2%、2010年に15.4%、2020年では27%、また炭酸ガス排出量では2000年に0.1%、2010年には0.6%、2020年になると1.2%の節減が期待できると予想された。(Fig. 15.2.2)

**Figure 15.2.2**

Air Pollutants Estimation from Commercial Sector in the Study Area (DKI, Tangerang, Bekasi) 1994



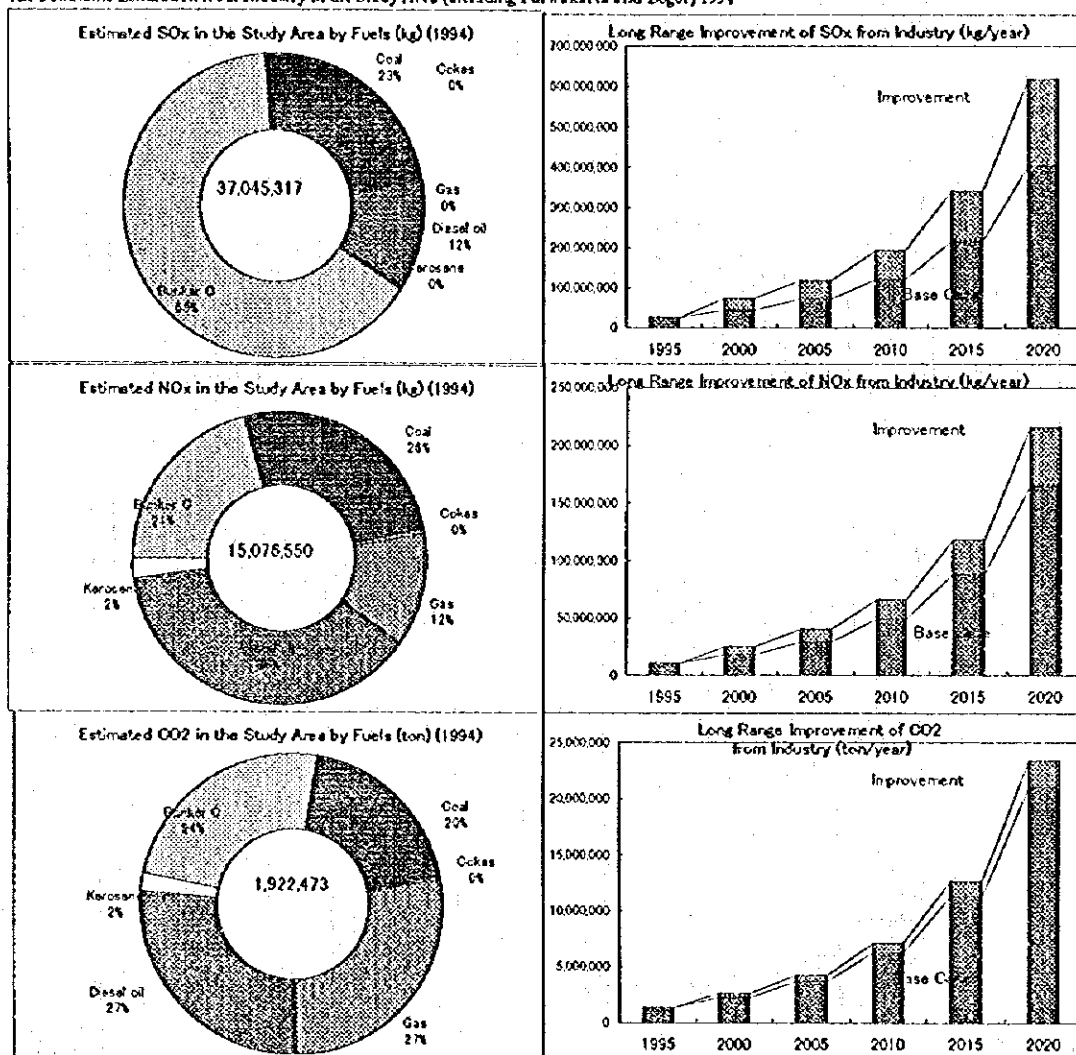
### 15.2.3 工業用都市ガス需要による環境影響評価

工業用需要予測に基づいた環境負荷改善量算定において、都市ガスにより代替される燃料は、調査対象地区（タンゲランからプルワカルタまで）の1994年燃料別消費実績の中から石油製品の加重平均値とした。



**Figure 15.2.3**

Air Pollutants Estimation from Industry in the Study Area (including Purwakarta and Bogor) 1994



Source : Estimated Air Pollution by JICA Urban Gas Project, 1996

改善量は都市ガス（天然ガス）の使用量が現状から将来増加する分について算定し、窒素酸化物については本来その用途において排出係数が異なるが、この調査では設備別の燃料消費予測を行っていないので、科学技術庁科学技術政策研究所編集の産業平均値を用いた。算出した汚染改善状況を（Figure 15.2.3）に示す。

図示した結果から、近年その消費量が急増しているバンカー C による大気汚染物質排出量が、現状ではかなりの割合になってきていることが注目される。

一方都市ガス代替による環境改善期待度は大きく、硫酸酸化物排出量の改善度は都

市ガス需要が現状より増加しなかった場合に比べ、Base Case で 2000 年に 40%、2010 年に 37%、2020 年には 34%が改善されると推定される。窒素酸化物については、同じく Base Case で 2000 年に 28%、2010 年に 26%、2020 年には 23%が改善されると推定され、炭酸ガスについては 2000 年に 13%、2010 年に 11%、2020 年に 10%の改善が推定された。

### 15.3 NGV の環境への影響

交通に関しては今後の NGV への転換次第でその環境改善期待値を推定することになる。NGV に関しては、第 3 次調査期間中でも BAPEDAL から政府機関車両は今後 NGV に切り替えていくと報道された。

PGN の中でも NGV については子細な検討がなされているが、導入のためのシナリオ造りがなかなか描けないのが現状のように受け取れた。

なお、NGV 導入対象車種はタクシー及びマイクロレン（乗り合い小型マイクロバス）と考えられているが、JICA 環境調査の中間報告によれば、これらの車種から発生している環境汚染物質の排出量割合は JABOTABEK 交通全体の 15%から 25%とされ、環境改善もこの範囲が改善の対象となろう。

### 15.4 環境評価まとめ

今回の調査区域の環境汚染対策の全般状況としては、まず水質汚濁による飲料水源確保の問題が最優先で、次いで工業廃水及び生活排水による河川汚染に伴う農産物の汚染の怖れ、更には河川から流れ出る汚染物質による沿岸海洋汚染に伴う海産物汚染問題があげられていれる。また大気汚染に関しては、対象地域の地勢的好影響もあるためか全般汚染ではなく、局所集中型で発生しているとみられる。即ち、交通集中地域での排気ガス汚染、粉塵など汚染発生源工場に近い地域での環境汚染等、その汚染状況と汚染源がある程度特定できる場合が多い。

工業用の環境対策については、たとえば低硫黄燃料である天然ガスに燃料転換すれば大幅に改善できるが、一方発生源対策を確実に行えば天然ガスに同等程度の環境負荷で一般燃料も使用でき、環境対策として必ずしもガス燃料への転換が必須項目ではない。従って、実際には経済評価と環境評価を調和させつつガス燃料への転換を図っていくこ

とになろう。

商業用については、生活レベル向上に伴い、商業モールとオフィスビルに対する急速な需要増大が見通せるが、特に空調方式ではガス燃料使用の吸収式を導入していくことが環境改善の点で有効であろう。定性的ではあるが、ガス空調にすることにより、まず電力消費（特に昼間尖頭負荷）の伸びが抑えられ、電力セクターからの環境汚染排出量が削減できる。さらに使用する冷媒が地球温暖化に影響のあるフロンガスから影響のない臭化物に変わることなど二重に環境改善が期待できよう。

家庭用においては、薪炭燃料から灯油へ、更に灯油から LPG へ等、特に近年生活レベル向上に伴い LPG の使用量の伸びは著しい。これによる硫黄酸化物による環境汚染の改善効果は大きく、この調査の予測でも家庭用燃料使用から発生する硫黄酸化物の排出量は現状程度で推移すると見通される。一方 LPG の現状使用環境からは火災の危険性が否定できず、LPG ボンベの設置位置の変更（屋内から屋外へ）、もしくは都市ガスなどへの変更も求められよう。更に家庭用の燃料転換による改善効果としては、狭い屋内における室内汚染から呼吸器疾病の発生が世銀レポートで報告されている。灯油から LPG あるいは都市ガスへの変更はこの意味においてもかなりの効果があるといえる。

環境面からみた都市ガス需要拡大の必要性について、現在の都市エネルギー供給状況から必ずしも第1優先課題ではなく、これについて定量的に評価することは更に先の課題といえるが、今後都市密集地域に対するエネルギー供給と環境改善との関わりの中では検討する価値があるといえよう。