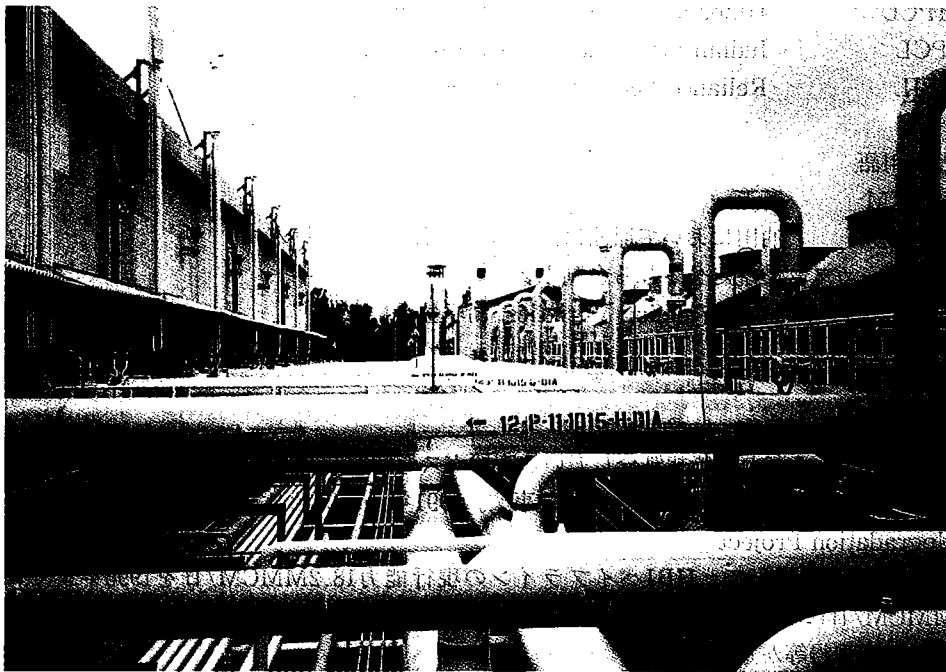


| | |
|-------|--------------------------------------|
| 国名 | インド |
| 事業名 | ボンベイ・ハイ天然ガス・インパクト調査 (関連案件 計13件) |
| 借入人 | インド国大統領、他 |
| 実施機関 | GAIL (Gas Authority of India Ltd.)、他 |
| 調印 | 1980年3月～1993年12月 |
| 貸付承諾額 | 総額173,674百万円 |
| 通貨単位 | インド・ルピー (Rp) |
| 報告 | 1994年3月 (実査: 1993年8月) |



天然ガスパイプライン ハジラ・コンプレッサーステーション

【用語説明】

1. 関連会社名

①肥料関係

| | |
|---------|--|
| IFFCO | Indian Farmers Fertilizer Cooperative Ltd. |
| KRIBHCO | Krishak Bharati Cooperative Ltd. |
| NFL | National Fertilizers Ltd. |
| RCF | Rashtriya Chemicals & Fertilizers Ltd. |
| IGFC | Indo Gulf Fertilizers & Chemical Corporation Ltd. |
| CFC | Chambal Fertilizers & Chemicals Ltd. |
| DFPC | Deepak Fertilizers & Petrochemicals Corporation Ltd. |
| BINDAL | Bindal Agro Chemicals Ltd. |
| TATA | Tata Chemicals Ltd. |
| FAI | Fertilizer Association of India |

②電力関係

| | |
|------|---|
| NTPC | National Thermal Power Corporation Ltd. |
| MSEB | Maharashtra State Electricity Board |
| DESU | Delhi Electric Supply Undertaking |
| TEC | Tata Electric Companies |

③石油化学関係

| | |
|------|---|
| ONGC | Oil and Natural Gas Commission |
| GAIL | Gas Authority of India Ltd. |
| BPCL | Bharat Petroleum Corporation Ltd. |
| HPCL | Hindustan Petroleum Corporation Ltd. |
| IPCL | Indian Petroleum Corporation Ltd. |
| RPIL | Reliance Petrochemicals Industries Ltd. |

2. 専門用語

- ①MMCM 百万m³
- ②随伴ガス 油田において原油に混じって産出される天然ガス
- ③フレアーガス 燃焼処分される余剰ガス
- ④HYV High Yielding Varieties, 高収量品種

3. 新規事業

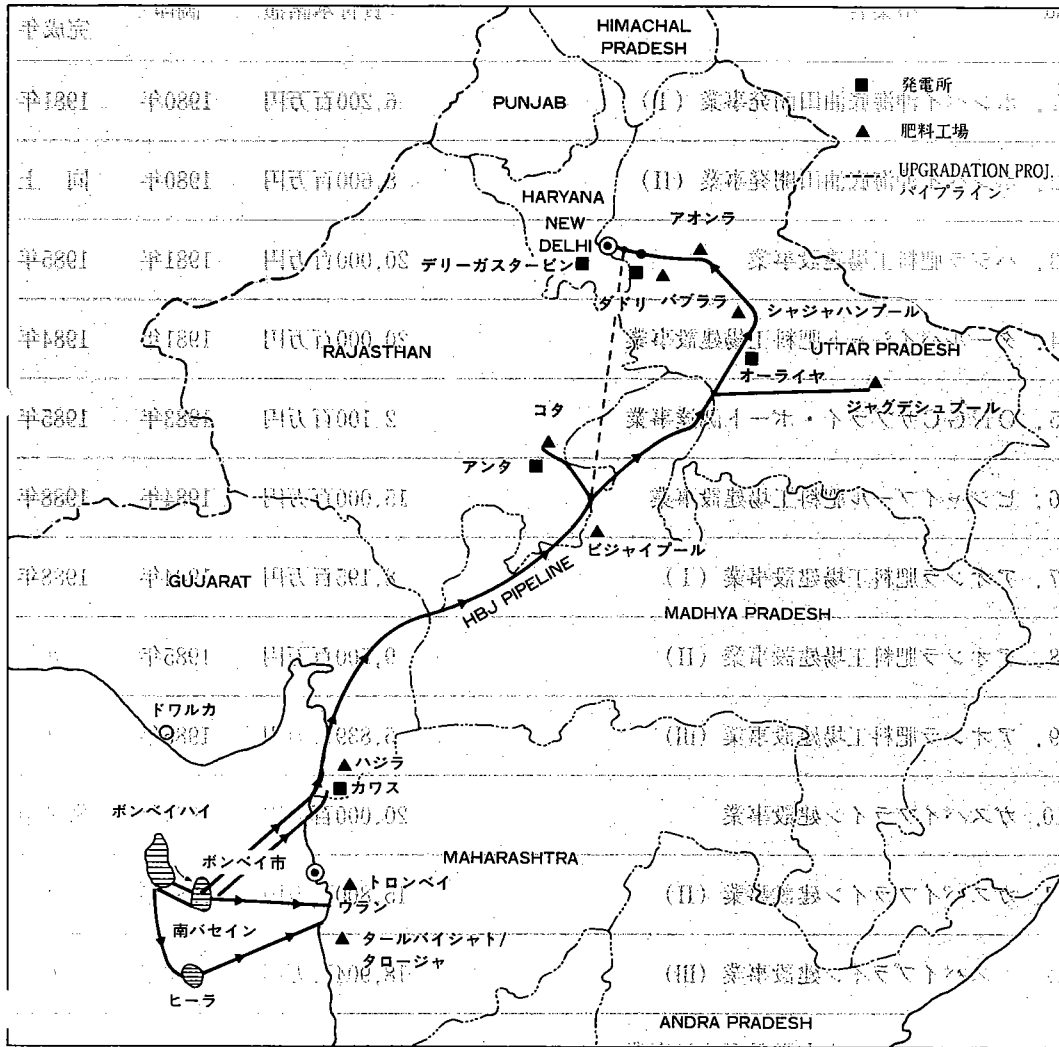
①Gas Flaring Reduction Project

ボンベイ・ハイ海上で焼却処分している天然ガスを回収し有効利用を図る計画でプラットフォームや海底パイプラインを増設する事業。1991年から開始し、1996年完成を目指している。

②Upgradation Project

上記事業に関連して、HBJパイプラインの現行能力18.2MMCM/日を1996年までに33.4MMCM/日に増強し、新たにビジャプール〜ダドリ間にパイプラインを建設する事業。すでに用地取得等が進行中。

事業地



調査対象基金借款案件

| No. | 事業名 | 貸付承諾額 | 調印 | 事業 完成年 |
|--|-------------------|-----------|------------|-----------|
| 1. | ボンベイ沖海底油田開発事業（I） | 6,200百万円 | 1980年 | 1981年 |
| 2. | ボンベイ沖海底油田開発事業（II） | 8,600百万円 | 1980年 | 同上 |
| 3. | ハジラ肥料工場建設事業 | 20,000百万円 | 1981年 | 1985年 |
| 4. | タールバイシャト肥料工場建設事業 | 20,000百万円 | 1981年 | 1984年 |
| 5. | ONGCサプライ・ボート調達事業 | 2,100百万円 | 1983年 | 1985年 |
| 6. | ビジャイプール肥料工場建設事業 | 15,000百万円 | 1984年 | 1988年 |
| 7. | アオンラ肥料工場建設事業（I） | 8,195百万円 | 1984年 | 1988年 |
| 8. | アオンラ肥料工場建設事業（II） | 9,500百万円 | 1985年 | 〃 |
| 9. | アオンラ肥料工場建設事業（III） | 5,839百万円 | 1986年 | 〃 |
| 10. | ガスパイプライン建設事業 | 20,000百万円 | 1984年 | 継続中 |
| 11. | ガスパイプライン建設事業（II） | 15,800百万円 | 1985年 | 〃 |
| 12. | ガスパイプライン建設事業（III） | 18,904百万円 | 1986年 | 〃 |
| 13. | ファリグバード火力発電所建設事業 | 23,356百万円 | 1994年 | 〃 |
| | | 総額 | 173,674百万円 | |
| 注：上記の他、セクター関連として以下の3件のノンプロジェクト借款が供与され、ボンベイ・ハイ油田の資機材購入等にそれぞれ一部が使用された。 | | | | |
| 14. | 商品借款（III） | 20,000百万円 | 1977年 | 1980年 |
| 15. | 緊急援助商品借款 | 20,256百万円 | 1991年 | 1991年 |
| 16. | 石油・天然ガス・セクターローン | 33,085百万円 | 1992年 | 継続中 |

要約

1. 基金は1980年の海底油田開発事業借款を始めに、インド側各機関によるボンベイハイ天然ガスの開発と利用を継続的に支援してきた。事実、同ガス関連の貸付は13件、1,737億円(承諾ベース)と、基金の対インド承諾累計額の16%に達する(1993年度末時点)。

本調査の目的は、ガスの供給利用が一応軌道にのった現段階において、全体としてガス開発利用の実績と現状を把握し、将来のための課題と示唆を得ることであった。

2. これまでの本事業に関する基金の協力を振り返ってみると、ほぼ当初の目的は達成され、物理的運用状況に大きな障害はなく、ガス・システムとしても一応のサステナビリティは確保されていると言える。

1991年度において、約29MMCM/日の天然ガスが供給され、これはインド全体の天然ガス供給量の7割と中心的役割を占めている。利用状況を見ると、34%が尿素肥料生産、32%が発電、34%がその他産業用、民生用となっている。

しかし、将来は潜在的需要の大きさに比べ、ガス埋蔵量・供給がネックになる可能性がある。

3. 尿素肥料生産について見ると、本天然ガスを原料とする6工場の生産(1991年度5,767千トン生産)は、インド全体の尿素肥料生産量の44%を占めており、主としてインド北部西部地域に供給されている。一定の前提下の計算によると、6工場から供給される肥料による農産物増産効果は、1991年度ベースで年産約3,000万トンと試算される。6工場の稼働・維持管理に関しては、特段の問題は見当たらず良好である。

4. 発電への寄与については、7火力(設計出力計3,824MW)に対する燃料として供給され、これはインド全体の発電設備能力の約5.5%に相当する。これら発電所は概ね良好に運転されている。

その他のユーザーとしては、民生用のLPG・都市ガスの利用が始まっており、環境保護的見地からも今後の拡大は期待できる。また、石油化学工業の開発を検討する余地がある。

5. 環境面については、石油・石炭・薪等の代替エネルギーとして、大気汚染の防止・森林の保護に寄与していると認められる。また、本ガス関連の主要施設だけでも約2万人の生産的な雇用機会が創出され、関連地区において新たなコミュニティが生まれる、生活水準が向上するといった波及効果が確認された。

I 事業概要

1 本調査の背景と目的

1979年にボンベイ市南方25kmのウラン地区で商業運転が始まったボンベイ・ハイの天然ガスは、現在では内陸深くデリー市内までパイプラインを通して送られている。その供給先も合計8つの肥料工場、7つの発電所をはじめとする多くの工場、施設があり、それらはインド西部、北部6州にまたがって広く点在している。

基金も現在までに、これら関連施設に対して計13件、総計1,737億円(承諾ベース)と、対インド承諾累計額の16%に達する多額の借款融資(1993年度末時点)を実施してきているが、各種施設が生産する肥料、電力、等はその地域およびインド全体の経済・社会に多大の影響を与えている。今回の調査は、これらボンベイ・ハイ天然ガスに関連する各事業、産業の直接的・間接的な効果を把握することを目的として実施されたものである。

2 調査範囲

ボンベイ・ハイ油田の天然ガス供給設備および肥料工場をはじめとするユーザー。

- (a). ボンベイ・ハイ油田、南バセイン・ガス田、等のボンベイ沖200km近辺の海底で産出される天然ガス(総称してボンベイ・ハイ天然ガス)の供給設備。
- (b). 天然ガスの海上、陸上パイプライン。陸上へはグジャラート州ハジラとマハラシュトラ州ウランの2ヵ所から上陸しており、ハジラからはHBJパイプラインがデリー市内までの約1,800kmを走っている。
- (c). 天然ガスを原料、燃料とする諸設備(肥料工場、発電所、LPG供給設備、等)。詳細は添付表参照。

3 ボンベイ・ハイ天然ガス開発の歴史

(1) ボンベイ沖海底油田

1973年のオイルショックにより石油輸入額の高騰、貿易収支悪化の事態に陥ったインド政府は自国での石油エネルギー源開発に力を入れはじめた。その結果、以前から探索されていたボンベイ市沖200km付近に有望な油田を発見し(1974年)、1976年からONGCにより商業生産が開始された。このボンベイ・ハイ油田から産出される随伴ガスは当初、海上にて燃焼処分されていたが1979年に海底パイプラインが完成し、陸上に天然ガスが輸送されるにおよんで肥料工場などの建設計画が本格化した。一方、ボンベイ・ハイ油田近くでは南バセインなどの新たなガス田も発見されており、この地域の総埋蔵量は約4,800億 m^3 にのぼると言われている。1991年度の産出量は114億 m^3 。

(2) 陸上の天然ガス処理設備

ボンベイ・ハイで産出される天然ガスはグジャラート州ハジラとマハラシュトラ州ウランの2ヵ所に海底パイプラインで運ばれており、陸上受入れ施設はそれぞれ1985年、1981年に完成した。この2ヵ所ではONGCの硫黄分除去プラント、気液分離プラント、等が稼働しており、これらで不純物等を除去してから各ユーザーへ供給している。

(3) H B J天然ガスパイプライン

肥料の大消費地であるインド西部、北部の穀倉地帯に肥料工場を建設するため、その原料である天然ガスを送る目的で計画されたパイプライン。

現在、ハジラを起点として内陸部のデリー市内まで総延長1,800kmのパイプラインが敷設され、その途中に立地されている肥料工場、発電所などに天然ガスを供給している。中段にはガスの供給圧力を維持するためコンプレッサーステーション4ヵ所が設けられている。1983年に事業が開始され、1987年から一部地域でガス供給を開始した。

注：H B Jとは本パイプラインが通る地名Hazira, Bareilly(Aonla), Jagdishpurの頭文字をとったものである。

4 ボンベイ・ハイの天然ガス開発・利用の年表

| | |
|-------|---|
| 1962 | ◇ボンベイ・ハイ原油探鉱開始 |
| 1974 | ◇ボンベイ・ハイ油田発見 |
| 1976 | ◇南バセインガス田発見 |
| 1976 | ◇ボンベイ・ハイ原油商業生産開始 |
| 1979 | ◇ボンベイ・ハイ天然ガス商業生産開始/ウラン地区へ供給 |
| 1983 | ◇HBJ パイプライン事業開始 |
| 1984 | ☆タールバイシャト肥料工場運転開始 ◇ハジラ地区へガス供給開始 |
| 1985 | ☆ハジラ肥料工場運転開始 |
| 1987 | ◇HBJパイプラインによるガス供給開始 (一部) |
| 1988 | ☆ビジャイプール肥料工場運転開始/アオンラ肥料工場運転開始/ ジャグディシュプール肥料工場運転開始 |
| 1989 | ★アンタ発電所運転開始/オウライヤ発電所運転開始/ デリー・ガスタービン発電所運転開始 |
| 1992 | ★ダドリ発電所運転開始/カワス発電所運転開始 ・ビジャイプールLPGプラント運転開始 ・ビジャイプール石油化学工場建設工事着工 |
| 1993 | ☆コタ肥料工場運転開始 |
| 1994 | ☆バブララ肥料工場運転開始 |
| 1996 | ◇Gas Flaring Reduction Project完成 ◇Up-Gradation Project完成 |
| ↓1999 | ◇オマーンからハジラまでの海底天然ガスパイプライン完成 |
| 将来計画 | |

◇： 天然ガス処理、輸送関係
☆： 肥料関係
★： 発電関係
・： その他

5 インドのエネルギー事情

インドの広い国土には石炭をはじめとする各種化石エネルギー源が豊富に埋蔵されている。そのうち石炭の確認埋蔵量は1000年分以上と膨大である。石油の確認可採埋蔵量は1992年度で8億100万トン(可採年数17年)だが、探査努力で可採埋蔵量は毎年増加している。また、天然ガスの1992年度における可採埋蔵量は7,355億 m^3 で石油換算6.6億トンである。因みにボンベイ・ハイ地帯の天然ガスはこのうち約2/3を占める4,798億 m^3 である。これら商業エネルギーの全消費エネルギーに占める割合は約6割であり、そのうち天然ガスは1割弱であるが、その割合は年々増加している。

インドでは、この他にも水力、原子力、さらには薪炭、牛糞などのエネルギー源が利用されているが、インド人の一人当たりのエネルギー消費量は石油換算で217kg/年と少なく(注)、経済・社会の発展のためにはさらなる開発が必要とされている。

(注)：マレーシア862kg/年、中国604kg/年、タイ366kg/年。

6 ボンベイ・ハイ天然ガス開発と国家計画との係わり

インド政府は各次5ヵ年計画において農業、石油エネルギー、電力等に力をいれており、本ボンベイ・ハイ天然ガス開発もこの政策に則した事業である。

(1) 第6次5ヵ年計画(1980～1984年度)

石油セクターでは探鉱の加速化、生産量拡大、天然ガス資源の有効利用が進めるとされ、HBJパイプライン計画が具体化した。石油自給率は、国産の石油開発により1978年度の45%から1982年度は50%へ引き上げることを目指し、これは十分達成された。この結果、石油輸入額の対GDP比が4.6%(1980年)から3.2%(1984年)へと低下した。一方、農業セクターでは灌漑率の向上、高収量品種の普及、施肥量の拡大を図るとされたが、1983年度に史上最高の生産実績を記録するなど好調であった。このGNPの約4割を占める農業の好調に支えられて同計画期間中のGDP成長率は目標の5.2%を上回る5.5%を達成した。

(2) 第7次5ヵ年計画(1985～1989年度)

農業・エネルギー部門での成長維持、民間部門の役割重視、輸出入政策に係わる各種規制緩和が目標とされた。その結果、農業は1986/87年に天候不順による生産低下に見舞われたものの、その後は順調に推移した。また産業の地方分散による雇用機会の創出のため、インフラ整備と電力等の公共投資重視がいわれ、本計画中に22,245MWの新規電力を建設するとされたが、実績もほぼ同じ21,401MWとなった。なお、同計画期間中のGDP成長率は目標の年平均5%をほぼ達成したものの、貿易収支・経常収支が大きく悪化し、1990年度には、それぞれ-79億ドル、-88億ドルにもなった。

(3) 第8次5ヵ年計画(1992~1996年度)

食糧の自給・輸出を可能とするような農業の成長と多様化を推進し、穀類は193百万トンの年の生産目標(年4%の増加率)を立てている。電力は新たに約30GWの発電所を完成し設備出力を計画前の1.43倍にするという大きな目標をたてている。

下記の分野別投資額を見ると、第5次から一貫して電力の整備に力が注がれている一方、大きなシェアを占めてきた農業のシェアは灌漑も含めて全体的に下降きみである。

表 I-1. 各5ヵ年計画の分野別投資額

(単位: 億ルピー、() 内はシェア%)

| | 1974年~1978年 | 1980年~1984年 | 1985年~1989年 | 1992年~1996年 |
|--------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| | 第5次 | 第6次 | 第7次 | 第8次 |
| セクター | 投資額(実績) | 投資額(実績) | 投資額(実績) | 投資額(計画) |
| 農業 | 486 (12.3) | 662 (6.1) | 1,279 (5.8) | 2,247 (5.2) |
| 灌漑・治水 | 388 (9.8) | 1,093 (10.0) | 1,659 (7.6) | 3,253 (7.5) |
| エネルギー | — — | 3,075 (28.1) | 6,169 (28.2) | 11,556 (26.6) |
| { [電力] | [740] [19.8] | [1,830] [16.7] | [3,790] [17.3] | [7,959] [18.3] |
| { [石油] | [—] [—] | [848] [7.8] | [1,601] [7.3] | [2,400] [5.5] |
| { [新規] | [—] [—] | [16] [0.1] | [66] [0.3] | [147] [0.3] |
| その他 | 2,329 (59.1) | 6,099 (55.8) | 12,766 (58.7) | 26,354 (60.7) |
| 合計 | 3,943 (100.0) | 10,929 (100.0) | 21,873 (100.0) | 43,410 (100.0) |

(出所) India Economic Survey, 他

(注1) [電力] [石油] [新規]ともエネルギーセクターに含まれる。天然ガスは石油に含まれる。新規は原子力などが対象。

(注2) 第5次のセクター分類には石油、新規が無く、その他に含まれる。

7 石油化学産業と外資導入規制緩和

1991年に発足したラオ新政権は、これまでの国内産業保護政策から外資導入緩和などの自由経済政策路線へと大きく方針転換した。その結果、外国企業による同国への投資は飛躍的に増大し(注1)、分野別では一位の石油精製が全体の1/3を占め、二位が石油化学と、石油部門が総投資額の過半を占めている。

また、外資導入だけでなく国内民間資本の参入も初めて認められるようになり、石油精製部門では1993年春に民間のビルラ・グループが国営のHPCL社とJ/Vを設立し、カルナータカ州マンガロールに製油所を建設中であり、1993年10月時点で計4社の民間会社が認可され、3件の民間・公営のJ/Vの認可が最終段階にある。

なお、同国の現在の石油化学部門はエチレン生産能力で51万^{トン}/年(注2)、国営化率は約80%であるが、政府は2000年過ぎには同能力を280万^{トン}/年に上げ、国営化率を46%に引き下げる方針であり、現在エチレンプラント新設計画は9件、計240万^{トン}/年が建設中、あるいは認可取得済である。

(注1) : 1991年8月～1992年12月までの外国提携承認金額は前年比同期の約7倍にあたる429億ルピーに達し、承認件数も1520件に上った。

(注2) : 日本 708万^{トン}/年、ブラジル 200万^{トン}/年、(1993年)

II 天然ガスの利用状況

1. 天然ガス供給とユーザー

(1) 天然ガス生産量

ボンベイ・ハイ天然ガスは商業生産が開始されてから、ほぼ一貫して生産量は増加しており、1991年度において当該供給量のインド全体の供給量に占める割合は73%にのぼる。なお、下表の洋上燃焼分とは海底パイプラインの容量不足などにより、随伴ガスが有効利用されず、洋上で処分されている量であり、現在この無駄を無くすため世銀等の融資によるGas Flaring Reduction Projectが進行中である。

表II-1. インド天然ガス生産量の推移 (単位：MMCM/年)

| 年度 | ボンベイ・ハイ天然ガス | | | インド 全体の 供給量 |
|------|-------------|-------|--------------|-------------------|
| | 総生産量 | 洋上燃焼分 | 供給量 | |
| 1975 | — | — | — | 1,124 |
| 1976 | 48 | 48 | 0 | |
| 1977 | 229 | 229 | 0 | : |
| 1978 | 386 | 182 | 204 | : |
| 1979 | 542 | 170 | 372 | |
| 1980 | 673 | 365 | 308(20.2) | 1,522 |
| 1981 | 1,345 | 673 | 672 | |
| 1982 | 2,359 | 959 | 1,400 | : |
| 1983 | 3,259 | 1,424 | 1,835 | : |
| 1984 | 4,409 | 1,894 | 2,515 | |
| 1985 | 5,180 | 2,114 | 3,066(61.9) | 4,950 |
| 1986 | 6,705 | 1,673 | 5,032(71.2) | 7,072 |
| 1987 | 8,259 | 2,409 | 5,850(73.4) | 7,968 |
| 1988 | 9,731 | 2,774 | 6,957(75.2) | 9,250 |
| 1989 | 13,088 | 4,354 | 8,734(78.2) | 11,167 |
| 1990 | 14,082 | 4,050 | 10,032(78.6) | 12,766 |
| 1991 | 14,393 | 3,014 | 11,379(73.4) | 15,497 |
| 1992 | 13,352 | — | — | — |

(出所) Indian Petroleum & Natural Gas Statistics

(注) ・総生産量－洋上燃焼分＝供給量 (含む海上消費分)

・() 内はインド全体の供給量に占めるボンベイ・ハイ天然ガスの割合%

表II-2. ガス田別生産量

(単位：MMCM/年)

| | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 |
|-----------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| ボンベイ・ハイ油田 | 48 | 229 | 386 | 542 | 673 | 1,345 | 2,359 | 3,259 | 4,408 |

| | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| ボンベイ・ハイ油田 | 5,180 | 6,705 | 8,229 | 9,135 | 10,460 | 10,339 | 9,169 | 6,025 |
| 南バセイン・ガス田 | — | — | — | 596 | 2,828 | 3,682 | 6,225 | 7,277 |
| ヒーラ・ガス田 | — | — | — | — | — | 314 | 566 | 465 |
| 合計 | 5,180 | 6,705 | 8,229 | 9,731 | 13,288 | 14,335 | 15,960 | 13,767 |

(出所) 石油天然ガス省資料

(注) 情報ソースが異なるので前頁の表のボンベイ・ハイ天然ガス総生産量と一部食い違いがある。

ボンベイ・ハイ関係のガス田別生産量をみると、同ガス田の中心であるボンベイ・ハイ油田からのガス生産量が頭打ちになっている一方、新しく発見された南バセイン等は生産量を順調に伸ばしている。

(2) 運用状況

ボンベイ・ハイの天然ガスが有効に利用され、インド経済・社会に貢献するためには生産施設が順調に稼働し、ユーザーへ十分な天然ガスを供給することが大前提である。運用状況を知る一つの指標として、関連会社から過去5年間に起こしたトラブルに関してヒアリングした。

①ONGC (洋上プラットフォーム、海底パイプライン)

今回の報告によれば、過去5年間で起きた事故は洋上施設の爆発や火災が2件とのことである。

それ以外には1993年5月にボンベイ・ハイ油田のプラットフォーム近くの原油パイプが腐食による亀裂が入り、約2,000トンの原油が洩れた事故が起きている。この事故に伴い天然ガスの供給も一時ストップし、肥料工場などが一時操業停止を余儀なくされた。供給ラインの一番上流に位置するONGCの施設の事故は多くのユーザーへ影響を与えるので、その運転には細心の注意が必要である。

②GAIL (陸上パイプライン)

今回、報告されたトラブル件数は操業以来(1987年～)全部で17件であり、このうちガス供給に支障を与えたのは2件だけで、それも計7日間だけである。ほとんどのトラブルはコンプレッサーステーションで発生しており、原因はコンプレッサー機器関係が最も多い。また、原因の中には初期トラブルによるものが多く見受けられる。事故件数のわりに供給にあまり支障を与えて

いないのは、予備機のコンプレッサーを持っていることと、油田からのガス圧力が高いのでコンプレッサーを動かさなくても末端までガスを十分に送れるためと思われる。

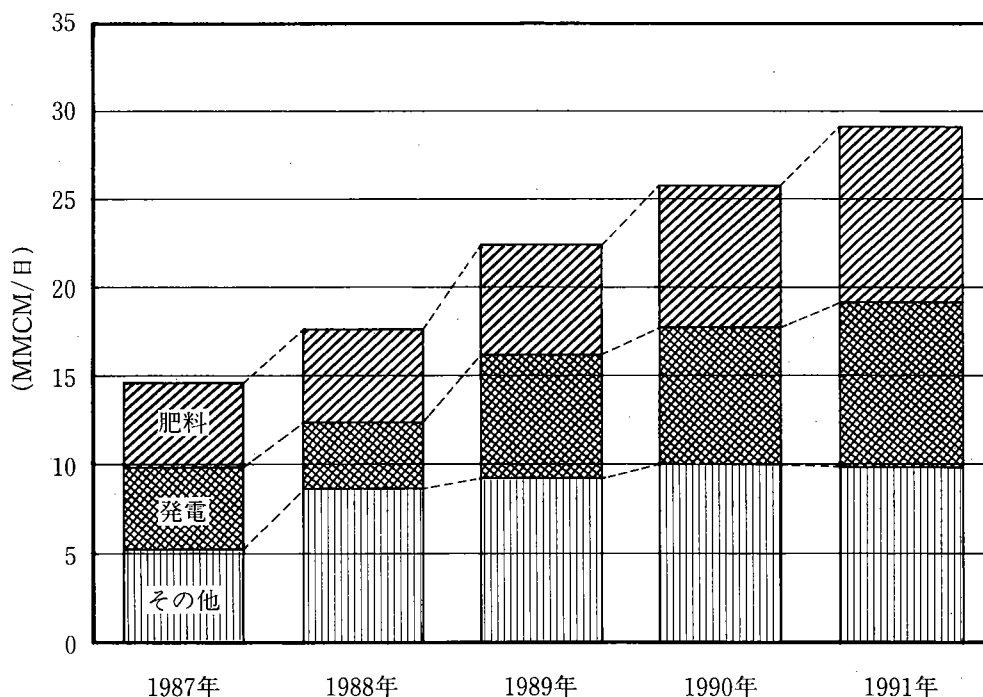
ガス供給施設関係はGAILは概ね良好な維持管理状況を示しているが、ONGCは事故を何回か経験しており、今後の維持管理体制に留意する必要がある。

(3) 天然ガスのユーザー

ボンベイ・ハイ天然ガスのユーザーの消費量の割合は肥料工場34%、発電所32%、その他34%であり(1991年度)、単独では肥料工場が最も多い。これは農業生産増加と国産エネルギーの有効活用の方針に沿って、インド政府が一貫して天然ガスの肥料工業利用を推進する政策を採っているためである。

次章ではユーザーを肥料、発電、その他に分類し、それぞれのセクターにおけるボンベイ・ハイ天然ガス利用状況の現状について取りまとめた。特に肥料については、最大のユーザーであり、基金も4カ所の肥料工場に融資していることから、当セクターの抱える問題点、さらには農作物収穫に与える影響についても調査した。

図II-3. ボンベイ・ハイ天然ガスの分野別利用状況



(収集資料より作成)

2 肥料/農業

(1) 肥料

①ボンベイ・ハイ天然ガスを原料としている肥料工場

当該肥料工場は1993年11月現在7カ所あり、建設中は3カ所、さらに計画中で政府の認可待ちも2カ所ある。

表II-4. ボンベイ・ハイ天然ガスを原料とする肥料工場

| | 工場名 | 会社名 | 生産品/生産量 | 運転開始 | 注記 |
|-------------|------------|---------|---------------|-------------|----|
| 操 業 中 | タールバイシャト | RCF | 尿素 1,485千トン/年 | 1985/ 7 | * |
| | トロンベイ I~V | RCF | 尿素 429千トン/年他 | 1979~82 | 注1 |
| | ハジラ | KRIBHCO | 尿素 1,452千トン/年 | 1986/ 3 | * |
| | アオンラ | IFFCO | 尿素 726千トン/年 | 1988/ 7 | * |
| | ビジャイプール | NFL | 尿素 726千トン/年 | 1988/ 7 | * |
| | ジャグディシュプール | IGFC | 尿素 726千トン/年 | 1988/11 | |
| | タロージャ | DFPC | アンモニア 90千トン/年 | 1983/12 | 注2 |
| 建 設 中 | コタ | CFC | 尿素 726千トン/年 | 1993/12(予定) | |
| | シャジャハンプール | BINDAL | 尿素 726千トン/年 | 1994/12 " | |
| | バブララ | TATA | 尿素 726千トン/年 | 1994/ 1 " | |
| 計 画 | アオンラ-II | IFFCO | 尿素 726千トン/年 | 認可待ち | |
| | ビジャイプール-II | NFL | 尿素 726千トン/年 | " | |

(出所) Fertilizer Statistics

(*) 基金融資事業。

(注1) トロンベイ I~IV (1960年代から操業。1979年ボンベイ・ハイ天然ガスに切り換えられた) とトロンベイ V (1982年完成) があり、尿素以外に化成肥料等を製造している。

(注2) 最終生産品は磷硝安。

② 生産量

1991年度にインドが生産および輸入した窒素肥料全体に占めるボンベイ・ハイ天然ガスを利用している肥料工場の生産量は約30%である。

表II-5. 窒素肥料生産別割合 [1991年度]

(単位：窒素一千トン)

| 国内生産量 | | | 輸入量 |
|--------------|--------------|--------------|------------|
| 国内全体 | 尿素肥料 | ボンベイハイ関係* | |
| 8,515(93.8%) | 5,902(65.0%) | 2,717(30.0%) | 566 (6.2%) |
| 合計 | | 9,081(100%) | |

(出所：Fertilizer Statistics, 他)

ボンベイハイ関係*：尿素以外の窒素肥料（化成肥料等）も含む。

(a)尿素の生産量

窒素肥料の中核である尿素肥料（注）に焦点を当てると、工場はインド全体で30カ所が稼働中であり、その内ボンベイ・ハイ天然ガスを利用する6カ所の尿素工場（以下、本6工場と呼ぶ）で全体の40%以上の生産量を上げている。これは本6工場が大型で、なおかつ良好な運転が成されているためである。他の工場は中型、小型規模が多く老朽化も進んでおり、また石炭を原料とする工場は運転が難しいため生産性が低い。その低生産性はインドでも問題視されており、工場のリハビリの必要性、原料の選択（石炭・石油・天然ガス）も含めて肥料工業のあり方について検討されるべき項目であろう。

表II-6. 尿素製造工場 [1991年度]

| 工場数 | | 生産能力（千トン） | | 生産実績（千トン） | |
|--------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| 全国 | ボンベイハイ関係 | 全国 | ボンベイハイ関係 | 全国 | ボンベイハイ関係 |
| 30 | 6 | 15,190 | 5,544 | 12,832 | 5,767 |
| (100%) | (20%) | (100%) | (36.5%) | (100%) | (44.9%) |

(出所) Fertilizer Statistics, 他

(注) 尿素肥料は1960年代に製造技術革新により製造コストが大幅に低減出来るようになったこと、また窒素成分含有量が大きいため、窒素単位当たりの輸送コストも安く済むことから、最も経済的な窒素肥料として世界的に需要が多い。窒素肥料としては他に硫安、NPK,化成肥料などがある。

(b)尿素生産量・輸入量の推移

下記の表で示されているように本6工場の尿素生産量は年々大きく増加してきており、近年はインド国内全体の40%以上を占めている。一方、尿素的の輸入量が1986年度の217万トンから1989、1990年度はゼロ（1991年度は39万トン再び輸入している）へと大きく減少したのは、この本6工場が漸次、運転を開始したことが大きく貢献していると考えられる。

表II-7. インドの尿素肥料生産量と輸入量 (単位：千トン)

| 年度 | 国内生産量 | 輸入量 | 合計 | 本6工場生産量 | 本6工場運転開始 |
|------|--------|-------|--------|--------------|-------------------------------|
| 1981 | 5,384 | 1,999 | 7,383 | 48* (0.7) | |
| 1982 | 6,020 | 868 | 6,888 | 229* (3.3) | トロンベイ-V |
| 1983 | 6,074 | 1,305 | 7,379 | 401 (5.4) | |
| 1984 | 6,688 | 3,686 | 10,374 | 366 (3.5) | |
| 1985 | 7,467 | 2,828 | 10,295 | 1,512 (14.7) | タールバイシャト、ハジラ |
| 1986 | 9,577 | 2,166 | 11,743 | 2,892 (24.6) | |
| 1987 | 9,835 | 380 | 10,215 | 3,285 (32.2) | ビジャイプール アオンラ ジャグディシュプール |
| 1988 | 11,867 | 111 | 11,978 | 4,566 (38.1) | |
| 1989 | 12,486 | 0 | 12,486 | 5,620 (45.0) | |
| 1990 | 12,853 | 0 | 12,853 | 6,103 (47.5) | |
| 1991 | 12,832 | 391 | 13,223 | 5,767 (43.6) | |

(出所) Fertilizer Statistics, 他

(注) () 内は合計に占める本6工場の比率%

(*) 1982年までのトロンベイI~IVは原料がガス/ナフサ併用なので、生産量の半分をガスによる生産として計上した。

③外貨節約効果

インドは肥料の輸出をしていないため国内工場生産された肥料は全て輸入肥料の代替であると考えられるので、どれだけ外貨を節約できたかを表II-9.に示す。最近3年間は毎年10億ドルも節約効果があり、累計でも約62億ドルにも上っている。これは本6工場建設に使われた外貨約16億ドル(推定)を大きく上回っており、今後もこの節約効果が期待できることから、インドの国際収支に与える効果は極めて大きいと言える。

なお、最近のインドの貿易収支は以下の如くである。

表II-8. インドの貿易収支

| 年度 | 輸入 | 輸出 | 収支 | (単位：億ドル) |
|-------|-----|-----|-----|------------|
| 1987 | 172 | 121 | -51 | |
| 1988 | 195 | 140 | -55 | |
| 1989 | 213 | 166 | -41 | |
| 1990 | 241 | 181 | -59 | |
| 1991 | 194 | 179 | -15 | |
| 1992 | 217 | 184 | -33 | |
| 1993* | 245 | 214 | -31 | 1993*: 予想値 |

(出所: India Economic Survey)

表II-9. ボンベイ・ハイ天然ガスによる尿素肥料の外貨節約額

| 年度 | 本6工場の 尿素生産量 | 尿素国際価格 FOBトン当たり*1 | 海上運賃等 トン当たり*2 | 外貨節約額 |
|------|----------------|----------------------|------------------|-----------|
| 1979 | 54 千トン | 162 円 | 32 円 | 10百万ドル |
| 1980 | 52 | 207 | 32 | 12 |
| 1981 | 48 | 185 | 32 | 10 |
| 1982 | 229 | 127 | 32 | 36 |
| 1983 | 401 | 127 | 32 | 64 |
| 1984 | 366 | 160 | 32 | 70 |
| 1985 | 1,512 | 121 | 32 | 231 |
| 1986 | 2,892 | 87 | 32 | 344 |
| 1987 | 3,285 | 96 | 32 | 420 |
| 1988 | 4,566 | 134 | 42 | 804 |
| 1989 | 5,620 | 115 | 42 | 882 |
| 1990 | 6,103 | 137 | 42 | 1,092 |
| 1991 | 5,767 | 157 | 45 | 1,165 |
| 1992 | 5,848 | 133 | 45 | 1,041 |
| 累計 | 36,743 千トン | | | 6,181百万ドル |

(注) *1: US Gulf FOB 価格年平均 (FAI, Fertilizer Statistics 1991/92より)

*2: 世銀等の資料による。

このようにボンベイ・ハイ天然ガスはインドの肥料セクターにおいて極めて重要な役割を担っている。さらに、現在インド国内で建設中の4カ所の尿素工場の内ボンベイ・ハイ関係は3工場もあり、これらが計画通り2年以内に完成すると生産能力で44%、生産実績は50%を越えると推定される。

④販売地域

ボンベイ・ハイ関係の各工場ごとの各州における販売実績を次頁に示すが、西部、北部地域において、当該工場の生産する肥料の占める割合は大きい。特に大消費地であるウッタープラディシュ州、マハラシュトラ州では半分以上が当該工場産である。

しかし、これら販売量は政府によって、各肥料工場の販売地域と地域ごとの許容最大販売量が決められており、さらには販売価格も統一されていることから、肥料会社間の販売促進に関するインセンティブや競争が生まれにくい制度となっている。僻地農村への安定した肥料供給の方策は確保しながらも、販売制度の見直しは必要であろう。

表II-10. 州ごとの各工場別尿素肥料販売量 [1991年度]

(単位：千トン)

| 州名 | 占有率 | 合計 | ハジラ | ビジャイ プール | アオンラ | タール | トロンバイ | ジャグティシ |
|------------|------|-------|-------|-------------|------|-------|-------|--------|
| ウッタープラディシュ | 6.9% | 2,251 | 475 | 422 | 588 | 248 | 46 | 472 |
| パンジャブ | 2.6 | 511 | 238 | 0 | 163 | 92 | 0 | 18 |
| ハルヤナ | 2.3 | 238 | 111 | 0 | 57 | 52 | 0 | 18 |
| グジャラート | 2.2 | 218 | 218 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| マディヤプラディシュ | 5.7 | 575 | 43 | 419 | 0 | 80 | 33 | 0 |
| ラジャスタン | 1.8 | 114 | 80 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| マハラシュトラ | 6.3 | 991 | 248 | 0 | 0 | 557 | 186 | 0 |
| アンダープラディシュ | 2.3 | 495 | 158 | 0 | 0 | 296 | 41 | 0 |
| カルナタカ | 1.4 | 141 | 50 | 0 | 0 | 71 | 20 | 0 |
| タミルナドゥー | 0.8 | 72 | 53 | 0 | 0 | 19 | 0 | 0 |
| ケララ | 0.1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ビハール | 1.6 | 145 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 145 |
| 西ベンガル | 0.9 | 73 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 73 |
| ジャム&カシミール | 0.5 | 4 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| ヒマカルプラディシュ | — | 4 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 総計 | — | 5,834 | 1,676 | 875 | 808 | 1,415 | 326 | 726 |

(出所) Fertilizer Statistics及び各工場からのヒアリング

占有率： その州で販売された尿素肥料のうち当該工場産の占める割合。

注： 上表で一部の工場は、生産量=販売量として計上した。

⑤運用状況

各肥料工場の生産量は、公称能力を越えているものも多く、概ね高い稼働率を示している。一方、事故等によるシャットダウンについても調査した。

(i)アオンラ工場 (IFFCO)

- ・1992年度実績817千トン、稼働率116% (1990~92年度3年間の生産実績平均/公称能力)
- ・操業以来、トラブルによる工場シャットダウンは年0.6~29日(平均16.3日)となっている。主な原因はボイラー等の機器故障によるものであり、停止日数の73%を占めている。

(ii)タールバイシャット工場 (RCF)

- ・1992年度実績1,432千トン、稼働率93%(同上)
- ・ここ5年間のトラブルによるシャットダウンは、部分停止も含めると総計314日となる。原因は

回転機の振動によるものがのべ182日であり、次はボイラー関係である。これらトラブル以外に、ガス供給ストップなどの外部要因によるものが計145日ある。

(iii) ハジラ工場 (KRIBHCO)

- ・ 1992年度実績1,687千トン、稼働率117% (同上)
- ・ 特に報告無し。

(iv) ビジャイプール工場 (NFL)

- ・ 1992年度実績842千トン、稼働率119% (同上)
- ・ 1988年の操業以来のトラブルによるシャットダウンは、総計140日になり年平均28日となる。

(v) ジャグディシュプール工場 (IGFCC)

- ・ 1991年度実績716千トン、稼働率109% (同前頁。ただし1989~91年度実績)
- ・ 最近5年間でのトラブルシャットダウンは総計で21週間となっている。原因はボイラー、回転機に係わるものが15週間となっている。

(vi) タロージャ工場 (DFPC)

- ・ 報告なし。
- ・ 1989年の操業以来のトラブルによるシャットダウンは、総計22.5週になり、このうち半分の11.5週が、原料の天然ガス供給停止によるものと報告されている。

肥料工場でのトラブル件数は各会社によってまちまちであるが、その主原因はコンプレッサーなどの大型回転機とボイラーに係わるものが多い。これらは一般的にトラブルを起こしやすい機器ではあるものの、件数は他の国と比べて若干多いように思われる。

ただし、インドの肥料産業は1960年代からの大型肥料工場操業以来の経験豊かなエンジニア、経営者の多くが各肥料工場で運営に携わっており、その技術レベルの裾野は広く、維持管理において深刻な問題は無いと思われる。

(2) 農業

ボンベイ・ハイの天然ガスを原料とする肥料はインド西部、北部を中心とする広範囲な穀倉地帯で消費されている。これら作物収穫に与える肥料の効果について調査、検討した。

①インドの食料需給の現状

インドは政府の農業振興政策により1970年代に大きな作物増産に成功した結果、統計上では、ほぼ自給体制が確立していると言われている(注)。しかし、一人当たりの栄養摂取量は約2,100カロリー/日で先進国の平均値3,366カロリー/日の2/3以下であり、同国政府の目標値である2,400カロリー/日にも未だ届いておらず、8億を越す人口を抱え年平均2%以上で増加を続ける同国の現状を鑑みると、今後も鋭意作物の増産努力を続けることが要求される。しかし、農地拡大の余地はあまりなく、作物増産のためには土地生産性向上を目指す必要があり、肥料の重要性は益々高まると考えられる。

②肥料消費状況

肥料3栄養素のN(窒素)、P(リン)、K(カリ)のうち、天然ガスから生産できるのは窒素肥料のみであり、インドの場合、他のP・K肥料は原料、副原料をほぼ100%輸入に頼っている。

作物増産には3栄養素をバランス良く与えることが重要であるが、インドにおける理想的な消費配分はFAO(Food and Agriculture Organization of United Nations)によるとN:P:K=4:2:1とされている。これに対して現状はおおよそ4:1.7:0.7(1991年度)であり、リンおよびカリ肥料が不足気味となっている。これはインド政府が肥料投入量の増加推進だけでなくバランスのとれた栄養素の配分も考慮して肥料/農業政策を進める必要があることを示していると言えるだろう。

表II-11. 作物別窒素肥料消費割合

| 作物 | 消費割合 |
|---------|--------|
| 水稲 | 39.3% |
| 小麦 | 27.6 |
| 砂糖もろこし | 8.4 |
| 綿花 | 5.7 |
| とうもろこし | 2.1 |
| ピーナッツ | 1.9 |
| ソルガム・ヒエ | 2.9 |
| その他 | 12.1 |
| 合計 | 100.0% |

次にインドにおける窒素肥料の作物別窒素肥料消費割合を左表に示すが、40%弱は水稲向けであり、次いで小麦向けが30%弱とこの2つで全体の2/3を占めている。このようにインドでは主要作物である水稲、小麦の生産への窒素肥料の寄与が大きい。

(出所) Fertilizer Demand Study, NCAER

(注) : 1984~86年における同国の食料自給率は以下の如くである。
・穀類: 103% (内、米: 106%、小麦: 100%)・野菜: 101%・豆類: 97%

③作物収量と窒素肥料投入量の関係

インドの水稻、小麦の単位面積当たりの収量は年々改善されてきており、1990年度の水稻の収量は1.75トン/haと1980年度の1.34トン/haの約30%増収を示した。小麦も同じく1.63から2.27トン/haと約40%増収であり、食用穀物平均でも1.02から1.38トン/haへと約35%の増加となった。

この収量増に寄与した要因は、肥料投入増、灌漑面積拡大、HYV(高収量品種)の使用農薬の普及、農作慣行の変化、等が互いに影響しあって複合効果をもたらしたことによる。

表II-12. NPKの年間消費量と単位耕地面積当たりの投入量

[単位：千トン/年、()内はkg/ha]

| 年度 | N [N] | P [P ₂ O ₅] | K [K ₂ O] |
|------|---------------|------------------------------------|----------------------|
| 1980 | 3,678 (21.22) | 1,214 (7.00) | 624 (3.60) |
| ： | ： | ： | ： |
| 1985 | 5,661 (31.65) | 2,005 (11.22) | 808 (4.52) |
| ： | ： | ： | ： |
| 1988 | 7,251 (33.27) | 2,721 (12.73) | 1,068 (5.12) |
| 1989 | 7,386 (40.26) | 3,014 (15.11) | 1,168 (5.93) |
| 1990 | 7,997 (44.40) | 3,221 (17.88) | 1,328 (7.37) |
| 1991 | 8,046 (44.67) | 3,321 (18.44) | 1,361 (7.55) |

(出所) Fertilizer Statistics

ここでインドの農業試験場の圃場試験結果から、窒素肥料による作物増収効果の把握を試みた(統計資料FAI, Fertilizer Statistics 1991/92より)。試験場などが実施する圃場試験は、収量に影響する多くの条件を一定に設定し、窒素肥料投入量だけを変化させてその効果測定を行っている。その試験結果によれば窒素肥料1kg追加投入により水稻と小麦では12kg、ソルガムとヒエでは5.6kg、トウモロコシでは7.7kgの増収が期待できるとの結果が得られた。しかし、実際の農家では圃場試験のように厳密な条件での作物育成は期待できないので、仮定としてこれらの値の0.9倍の増収効果があるとした(表II-13参照)。

表II-13. 窒素肥料投入による各作物の期待増収量

(単位：作物-kg/N-kg)

| 水稻 | 小麦 | ソルガム | ヒエ | トウモロコシ |
|------|------|------|----|--------|
| 10.8 | 10.8 | 5 | 5 | 6.9 |

この仮定の裏付けのために、インドの実際の農地における単位面積当たりの窒素肥料投入量と作物収量の相関式を、同FAI統計資料から求めると下の式が得られた。

$$Y = 675 + 11.2 \cdot X$$

Y = 単位面積当たりの食用穀物収量 (kg/ha)

X = 単位面積当たりの窒素肥料投入量 (N-kg/ha)

この結果から窒素肥料1kg追加投入することによって11.2kgの穀物増収が期待できることになる。この式には肥料だけでなく、灌漑等、先程述べた他の増収促進要因の効果も併せて含まれていると考えるべきであるが、前述の試験場のデータによる想定と近い値を示している。

④ボンベイ・ハイ天然ガスを原料とする窒素肥料と作物の増収との関係

今までの検討を踏まえて1991年度にボンベイ・ハイ天然ガス関係の肥料工場で生産された肥料の主要作物生産高へ与える影響を試算した。結果は次頁の表の如く約3千万トンの作物増収効果が得られたとされている。特に水稲、小麦は生産量の実に20%近くが、ボンベイ・ハイの天然ガスの恩恵を受けていることになる。

表II-14. ボンベイ・ハイ天然ガス関係の肥料工場により生産された窒素肥料による農業生産物増産効果の推定 [1991年度]

| 作物 | 投入量 | 期待増収量 | 増収量 (A) | 総生産量 (B) | A/B | |
|--------|-------|-----------|---------|----------|------|------|
| (単位) | N-千トン | 作物kg/N-kg | 千トン | 千トン | — | |
| 水稲 | 1,392 | 10.8 | 15,034 | } 30,000 | 0.21 | |
| 小麦 | 1,215 | 10.8 | 13,122 | | 0.23 | |
| ソルガム | 70 | 5 | 350 | | } | 0.04 |
| ヒエ | 56 | 5 | 280 | | | |
| とうもろこし | 94 | 6.9 | 649 | | | |
| 合計 | 2,827 | — | 29,435 | 158,500 | 0.19 | |

- ・投入量……ボンベイ・ハイ天然ガス関係の肥料工場で1991年度生産された窒素肥料（尿素だけでなく化成肥料も含む）が、その年度に全量、標記5大作物へ投入されたと仮定した。
- ・総生産量……1991年度のインド全体での生産量（Fertilizer Statisticsより）。

3 その他のユーザー

(1) 電力

①インドの電力事情

インド全体の発電設備出力は69,618MW (1992年) であり、その運営はSEB (州電力公社) が全体の約70%、NTPC等の中央政府機関が約26%、民間が約4%の割合となっている (注)。

インド政府は電力の安定供給を長期計画の中の主要項目として掲げ続けているが現状は供給量、ピーク対応ともに不十分であり社会・経済発展の阻害要因の一つとなっている。

なお、電力供給システムは全国を5つの送電地域に分け、それぞれ独立した送電線網によって成り立っているが、最近では地域間をつなぐ送電線の建設も進められている。

(注)：これ以外に自家発電設備が推定で9,000MWある。

②ボンベイ・ハイ天然ガス利用の発電所

ボンベイ・ハイ天然ガスを利用している発電所は1993年8月現在、7カ所あり、その総発電設備能力は3,824MWにのぼる。これはインド全体の5.5%に相当する。なお、7発電所のうち、NTPCの4カ所の発電所は全てコンバインドサイクルを採用し、発電効率の向上を図っている。また、NTPCはUpgradation Projectに関連してハリヤナ州ファリダバードに約400MWのコンバインドサイクル発電所を計画しており、基金も融資を決定している。同様にDESUもデリー近郊バワナにコンバインドサイクルの発電所を計画している。

この他にもボンベイ・ハイ天然ガスは供給先の中の肥料、石油化学等、10工場以上で自家発電用として利用されている。

表II-15. ボンベイ・ハイ天然ガスを利用している発電所

[1993年度]

| | カワス | オウライヤ | アンタ | ダドリ | タタ | ウラン | デリー | 合計 |
|------|---------|---------|--------|---------|---------|-------|-------|---------|
| 設備能力 | 645MW | 652MW | 413MW | 262MW | 1,000MW | 672MW | 180MW | 3,824MW |
| 会社名 | NTPC | NTPC | NTPC | NTPC | TEC | MSEB | DESU | — |
| タイプ* | GT(CC) | GT(CC) | GT(CC) | GT(CC) | ST | ST | GT | — |
| 拡張計画 | 1,295MW | 1,302MW | 843MW | 1,225MW | 1,180MW | 912MW | — | — |

(注) タイプ*：GT：ガスタービン、GT(CC)：コンバインドサイクル、ST：汽力、
 なお、タタはガス/石油/石炭の混焼タイプ。

ボンベイ・ハイ天然ガスの消費先に占める発電所の割合は約1/3と大きいですが、全国あるいは地域の総発電量に占める当該発電所の発電量の割合は6%以下と必ずしも大きくない。しかし、既設の増強、新設計画分も含めると将来の総発電量は現状の2倍以上の8,000MW強になり、今後ボンベイ・ハイ天然ガスの役割は相当増すものと思われる。

③発電所の運用状況

当該発電所の送電実績をNTPCの4発電所について調査した。まだ運転開始して間もない発電所もあるが北部電力地域内に占める当該3発電所（ダドリ、オウライヤ、アンタ）の発電量は約7.5%にのぼっており、今後これら設備の拡張計画が実現すれば、その割合はさらに増える見込みである。

なお、カワス発電所は1993年8月にGAILから代金不払いを理由に天然ガス供給を止められた。NTPCは資金不足の理由として、同公社の電力の卸売り先の州電力公社（SEB）からの支払いの遅延をあげている。

表II-16. 各発電所送電実績

(単位：GWh/年)

| 年度 | カワス | オウライヤ | アンタ | ダドリ |
|------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1988 | — | — | — | — |
| 1989 | — | — | 1,439 | — |
| 1990 | — | 2,015 | 1,783 | — |
| 1991 | — | 3,752 | 2,351 | — |
| 1992 | 1,441(1.5%) | 3,133(3.5%) | 2,007(2.3%) | 1,475(1.7%) |
| 1992 | 94,330[注1] | 89,105 [注2] | | |

(出所) 本調査質問状に対するNTPC回答

(注1) 西部電力地域の発電量実績

(注2) 北部電力地域の "

(%) 各電力地域内で占める当該発電所の送電実績

(2) その他のユーザー

ボンベイ・ハイ天然ガスのユーザーとしては肥料工場、発電所以外にもLPGプラント、都市ガス、石油化学工場などが稼働、あるいは計画中である。

①LPGプラント

LPG（液化石油ガス）の成分であるプロパン、ブタンを天然ガス中から分離抽出しボンベに詰め込むLPGプラントが当該天然ガス関係で以下の4カ所あり、総生産能力は1993年度で約128万トン/年になる。また、これ以外に4カ所の計画がある。LPGのインド全体での生産実績は1991年度で249万トンなので当該プラントで、その半分近くを生産していると思われる。

表II-17. ボンベイ・ハイ天然ガスを原料とするLPGプラント

| プラント名 | ウラン | ハジラ | ビジャイプール I & II | バゴイダ |
|---------------|---------|---------|----------------|--------|
| LPG生産量 (トン/年) | 380,000 | 440,000 | 406,000 | 73,000 |
| 会社名 | ONGC | ONGC | GAIL | GAIL |
| 運転開始年 | 1981年 | 1987年 | 1992年 | 1993年 |

(出所) GAIL, ONGC年報, 他

LPGは一般家庭やレストランなどの火力源あるいは自動車の燃料として需要があり、インド政府もLPG利用を推奨しているがユーザーが全国で100万世帯(1992年度)とインドの総人口と比較すると微々たるものである。しかし待機中が960万世帯に上っており、スムーズなLPGボンベの配送システムなどが確立されれば今後も需要は大きく伸びると思われる。

②都市ガス

都市の地下にパイプラインを張りめぐらしホテルやアパートに天然ガスを供給する事業がボンベイで進行中である。事業主はGAILとBritish Gas Co.の共同体で1993年8月現在、コンプレッサーステーションの建設および一部のパイプライン埋設工事が進められている。予定では1994年から部分営業開始とのことであるが進捗状況を見る限り若干遅れると思われる。

| | | |
|--------------------|-----------|--------------------|
| ボンベイ都市ガス 供給計画概要 | ・主幹パイプライン | 112km |
| | ・供給面積 | 430km ² |
| | ・供給ガス量 | 1.5~1.8MMCM/日 |
| | ・ユーザー数 | 約150 (すでに11件申込み済み) |

ボンベイ以外にハジラ近郊のスラート市で同様の都市ガス計画があるが、まだF/S段階であり具体的な進展は無い。

③石油化学工場

すでにボンベイやハジラ地区で石油化学工場に天然ガスが供給されているが、これらは発電用の燃料としてであり、石油化学製品の原料として利用されていない。原料用としては以下の大型石油化学工場が計画中である。

(i) ウッタープラディシュ石油化学コンビナート

GAILが実施機関となりウッタープラディシュ州オウライヤにポリエチレン、ポリスチレン工場を建設する計画。総事業費約29,410百万ルピー。すでに政府の承認取得し、一部、工事着工済み。

(ii) マディヤプラディシュ石油化学コンビナート

IPCLが実施機関となりマディヤプラディシュ州ビジャプールにポリプロピレン等の製造工場を建設する計画。現在ほとんど進展なし。

(iii) ハジラ・エチレンプラント

IPCLが実施機関となり、ハジラにエチレンプラントを建設する計画。原料としてボンベイ・ハイ天然ガスの利用を希望しているが、政府からの割当認可が少ないので、ナフサとの併用を考慮中である。

④その他

日本との資本・技術提携で有名なマルチ自動車製造工場を始めとするデリー市近郊の24の工場に天然ガスが供給され、発電用燃料などに利用されている。

それ以外でも、ウランとハジラなどで製鋼所をはじめとする各種工場で利用されている。

4 地域社会インパクト

本事業が関連地域に与えたインパクトを、「地域社会」と「環境」に分類して調査した。

(1) 地域社会インパクト

①雇用創出

(i)建設

関連事業の建設工事に係わる雇用数としては正確な集計データはないが以下の情報が得られた。これ以外の肥料工場、発電所、パイプライン工事などを加えると数十万人・月の雇用がなされたと推測され、さらに多くの新規工事が現在進行中である。

- ・海上油田関係(ONGC) ⇒ 総計約38,300人・月。ピーク時2~3,000人
- ・ビジャイプール肥料(NFL) ⇒ 概略50,000人・月。ピーク時7,000人
- ・アオンラ肥料(IFFCO) ⇒ ピーク時5,000人。

(ii)運転

運転関係の雇用人数については、主な施設の総計が約2万人弱であり、その中には高度技能者や管理者などが多く見られる。また、間接部門や周辺産業（従業員家族用の商店等）の人々も加えれば、その雇用創出、さらには所得増大など本事業による波及効果は相当大きいものがあると言える。

主な関連施設の従業員数

| | | | |
|----------------|--------|-----------------|--------|
| ・ハジラ肥料 | 1,150人 | ・パイプライン(GAIL全体) | 1,612人 |
| ・アオンラ肥料 | 981 | ・海上油田(ONGC) | 6,133 |
| ・タール肥料 | 1,696 | ・NTPC アンタ発電所 | 227 |
| ・トロンベイ肥料 | 3,990 | ダドリ // | 66 |
| ・ジャグディッシュプール肥料 | 1,159 | カワス // | 257 |
| ・ビジャイプール肥料 | 606*1 | オウライヤ // | 295 |

*1(管理とO/M関連者のみ)

総計 18,172人

(出所) 各関連機関資料

②農業振興

肥料の販売価格は補助金制度の下、どの工場産も同じなので各工場、会社間の競争は肥料の品質や農民への使用方法説明会などのサービスで行われている。これらのサービスは農業のレベルアップに十分貢献している。

一例として、タールバイシャトやトロンベイなどの肥料工場を持つRCFの販売促進業務実績の一部を挙げるが、これ以外の当該各肥料会社も全国の販売地域で同様のサービスを実施している。

| | | |
|-------------|------------|----------------|
| ・デモンストレーション | 16,874件 | |
| ・トレーニング | 750〃 | |
| ・土壌テスト | 668,000〃 | |
| ・フィルム上映会 | 7,426〃 | |
| ・肥料使用要領書 | 3,336,000枚 | (1978~1990年累計) |

③地域発展

地域発展への貢献としては、地域農民との繋がり深い肥料工場を中心として、多くの事例を挙げることができる。特にHBJパイプライン沿いの6ヵ所の肥料工場（建設中も含む）の立地場所選定には、穀倉地域への肥料輸送の利便性ととも、人口が少なく開発が遅れた地域であることが考慮されていた。これら地域は大型工場の操業により、直接・間接の雇用、新たなコミュニティの創出、収入の増加、生活レベル向上などが実現しており、貢献度は大きい。

(i) ビジャイプール

肥料工場、LPGプラント、パイプライン・コンプレッサー基地などがあるマディヤプラディッシュ州グナ地区内ビジャイプール地域の人口変動を示す。

このグナ地区は同州で最も開発が遅れている地域であり、本事業により周辺地域の開発効果が期待されていたが、この10年間の人口増加をみると、その効果は十分発揮されたと思われる。

| | 1981年 | 1991年 | 増加率 |
|---------|---------|----------|--------|
| グナ地区全体 | 64,659人 | 100,389人 | 55.3% |
| ビジャイプール | 1,605 | 6,435 | 300.9% |
| ラゴガール | 9,596 | 17,859 | 86.1% |

(ii) ジャグディシュプール

当地に肥料工場を持つIGFCによると、1987年に「地域開発トレーニングセンター」を開設し、電気品や自動車の修理、皮革衣料制作技術を地元の若者に無料で教えている。また農民に対しての無料土壌試験場、相談所、各種デモンストレーションの提供を通じて、持続的な収穫量増大を実現しているとのことである。

(iii)アオンラ

IFFCOでは工場近くに「農民サービスセンター」を開設し、農業の発展に寄与している他、近隣7カ所の村落の開発プログラムに参加しており、ポンプ所や道路の建設に参加している。またIFFCOレディース・クラブでは「早朝教育センター」を開き、貧しい子供達に教育を施している。

(iv) タールバイシャト

RCFによると工場の周囲半径7.5kmのエリアでは、人口が33,470人(1981年)から49,411人(1993年)へと増加した(年平均増加率4%)。また、消費財普及率も下記のように大幅に増えた。

| TV | 冷蔵庫 | バイク | 車 | (1985年を100とした時の 1993年の実績) |
|-----|-----|-----|------|------------------------------|
| 241 | 533 | 490 | 1186 | |

これ以外にも、RCFは半径5km以内の全ての村落および同社の2カ所の社宅までの沿線の村落全てに水道水を供給するなどの地域貢献をしている。

(2) 環境

本調査では環境に対して以下の2項目に分けて調査した。

- (1)建設過程、操業中における環境問題とその対策。
- (2)クリーンエネルギーである天然ガスを利用することによる環境保護効果。

①建設過程/操業中

(i)建設過程における問題点について関連会社に質問、調査した中から主なものを下記した。

・コタ肥料工場 (CFCC社)

当初、この工場はラジャスタン州のサワイに建設が予定されていたが、近郊の森林公園への影響が問題視されたため、サワイから数十km南方のコタにサイトが移された。この工場の完成が、一年以上遅れている一番の原因はこの移転問題によるものと言われている。

・住民移転

関連するガス供給、肥料会社によると施設建設に伴う住民移転については円滑に実施されたとのことである。当該関連施設が集中しているハジラは、もともと湿地帯で殆ど住民がいなかったとのことであり、本調査ミッションが現地訪問した際も周囲に民家は殆ど存在していなかった。HBJパイプラインは人家の少ない高原地帯を貫通しており、肥料工場等の関連施設もその周囲に建設されているものが多い。

(ii) 操業に関しての各施設の公害対策、あるいは問題点等は以下の如く。

- ・肥料工場、ガスパイプラインなどは予め環境アセスメントを実施し、政府の承認を受けている。
- ・肥料工場は定期的に各州のPollution Control Boardに水質・大気の分析結果を送付して承認を受けている。
- ・ハジラ地区の関連施設（ガス処理設備、肥料工場、パイプライン設備）を訪問したが石油でなく天然ガスを原料としているため各施設内は油による汚れが無く清潔に保たれていた。施設外部もグリーンベルトが設けられるなど環境保全に配慮してる様子が感じられた。
- ・ハジラ肥料工場をもつKRIBHCOは1990年度にFAIから「ベスト公害防止賞」を、インド商工会議所から「大気・水質公害防止賞」を受賞している。
- ・現在、ボンベイ・ハイ油田では、採掘されている石油に対して随伴してくる天然ガス量が多いため陸上に輸送できない分を洋上で燃焼焼却しており、その量は年間4,047MMCM(1990年度)にも上っている。これは資源の無駄遣いであると同時に炭酸ガスの大量放出でもあり地球環境の観点からも好ましいとは言えない。これに対し、ONGCでは焼却分の天然ガスを回収し有効利用を図るGas Flaring Reduction Projectを遂行中である。

天然ガス自身は硫黄などの不純物が少なく、単位熱量当たりの排出炭酸ガス量が少ないクリーンエネルギーであり、石油や石炭と比較して環境に優しい炭化水素といえる。このエネルギーを利用している限り、深刻な大気・水質汚染を引き起こすことは少ないと考えられるが、肥料や石油化学製品を生産する工程から排出される廃水は、水質汚染を引き起こす可能性があり、監視システムの適正な運用が不可欠である。関連施設の排出基準と実測値を添付資料に載せたが、実測値はすべて基準値内に納まっている。

②クリーンエネルギー利用効果

一方、クリーンエネルギーである天然ガスを利用することによる環境保護については定量的なデータを示しにくいのが、以下の点が指摘できる。

- (i) ウラン地区では、ボンベイ・ハイからの天然ガスの受入れ設備完成に伴い、周辺の発電所や肥料工場が燃料（原料）を石炭や石油から天然ガスに切り換えた結果、当地区の大気がきれいになったとの報告がある。
- (ii) LPGの利用拡大により、それまでの火力源の一つであった薪炭の消費が抑制されたと推定されるが、それは森林保護に貢献している。
- (iii) 新設の当該発電所はコンバインドサイクル型のため発電効率が高く(注)燃料節約効果が高い。

(注)：発電効率 ①ボイラー発電 約38%、②ガスタービン発電 約25%、
③コンバインドサイクル 約42%

III 将来の需要・供給予測

ボンベイ・ハイ天然ガスの利用状況と現状を前項までで述べてきた。本章では、今後の需要・供給の予想についてまとめた。

1 天然ガス

ボンベイ・ハイ油田の産油量はすでにピークに達していると言われており、従って随伴ガスの産出量も一時的には増加することはあっても今後は減衰していくものと予想されている。また、南バセイン・ガス田の産出量のピークは2000年以前に到来するとの見解が現地の関係者から多く聞かれた。このように天然ガスの産出量はすでに一部のガス田で頭打ちになっており、各種のレポートでも将来の供給不足を予想している。

表III-1. ボンベイ・ハイ関係ガス田埋蔵量 (単位：10億 m^3)

| | 総可採埋蔵量 | 累積産出量 | 残可採埋蔵量 |
|-----------|--------|-------|--------|
| ボンベイ・ハイ油田 | 219.8 | 67.4 | 152.4 |
| 南バセイン・ガス田 | 205.0 | 12.1 | 192.9 |
| その他のガス田 | 58.0 | 4.4 | 53.6 |
| 総計 | 482.8 | 83.9 | 398.9* |

(出所) ONGC資料

(注*) インド石油・天然ガス省の予測では約480×10億 m^3 あるとされている。

表III-2. ボンベイ・ハイ天然ガス需要供給バランス (単位：MMCM/日)

| 年度 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
|--------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 潜在需要 | — | — | 39.5 | 48.0 | 57.1 | 67.7 | 74.0 | 74.0 | 74.0 | 74.0 | 74.0 |
| 可能供給 | 25.2 | 29.2 | 31.0 | 31.0 | 41.7 | 53.8 | 54.0 | 50.4 | 47.4 | 46.2 | 44.2 |
| 需給ギャップ | — | — | -8.5 | -17.0 | -15.4 | -13.9 | -20.0 | -23.6 | -26.6 | -27.8 | -29.8 |

実績 ← → 予想

(出所) ONGC資料

一方、ボンベイ・ハイ天然ガスの各ユーザーへの割当は政府によって決められており、現在すでに認可を取得した各種新設工場は、鋭意建設が進められている。このようにボンベイ・ハイ天然ガスの供給割当は政府のコントロール下にあり、それには政府の基本方針である天然ガスの肥

料、発電への優先配分が反映されている。現状でも、各ユーザーへの供給割当て量に余裕がないために、ガス焼きボイラーを石油/ガス対応型に改造し、天然ガスの代替として石油を利用している工場も多い(注)。しかも、認可待ちの設備は相当数に上り、これらの需要全てに対応できないのが現状であり、今後このギャップはますます大きくなる方向に進んでいる。

上記の残可採埋蔵量に基づいて、今後の供給可能年数を予測すると、現状の生産量(約30 MMCM/日)では36年、需要予測の最大値(約74MMCM/日、表Ⅲ-2.参照)では15年となる。

(注)：ハジラ肥料工場では1993年に自家発電用ボイラーをガス単焼型から石油/ガス混焼型に改造し、天然ガス不足に対応できるようにした。ピジャイプール肥料工場も工場建設中に同じく混焼型に設計変更した。

2 肥料/農業

インドでの尿素肥料は、ボンベイ・ハイ天然ガスを原料とする肥料工場の相次ぐ完成によりほぼ国産で需要を賄える状況になっている。しかし、肥料消費量は近隣のバングラデシュ、スリランカ、パキスタンと比較しても8割以下であり、今後さらに消費量が増える可能性は高い。

FAIのデータによると、インドの肥料消費量は灌漑との間に高い相関関係があり、経営規模との相関関係はあまり見られない。灌漑の普及はHYVの作付けを可能にし、そのHYVは収量上の効果を得るために多量の肥料を必要とする。灌漑開発は今後もインド各地で進められる予定であり、肥料の需要も増加していくことは間違いないであろう。そこで、以下の仮定で窒素肥料の潜在需要を推定した。

仮定(a)……現時点で単位面積当たりの窒素肥料消費量が多い上位10州の平均値(63.9N-kg/ha)より低い州が全てこの値まで引き上げられる。

仮定(b)……現時点の単位面積当たりの窒素肥料消費量全国平均値(46.4N-kg/ha)より低い州が全てこの値まで引き上げられる。

1992年度の実質消費量約8,000N-トンに比べ、仮定(a)の場合は47%増の11,700N-トン、仮定(b)の場合は25%増の10,000N-トンの需要が生じることになる。今後、灌漑その他、肥料投入を促す諸要素が開発・改善されるに伴い、この潜在需要が喚起されれば大幅な供給不足に陥る可能性を秘めている。

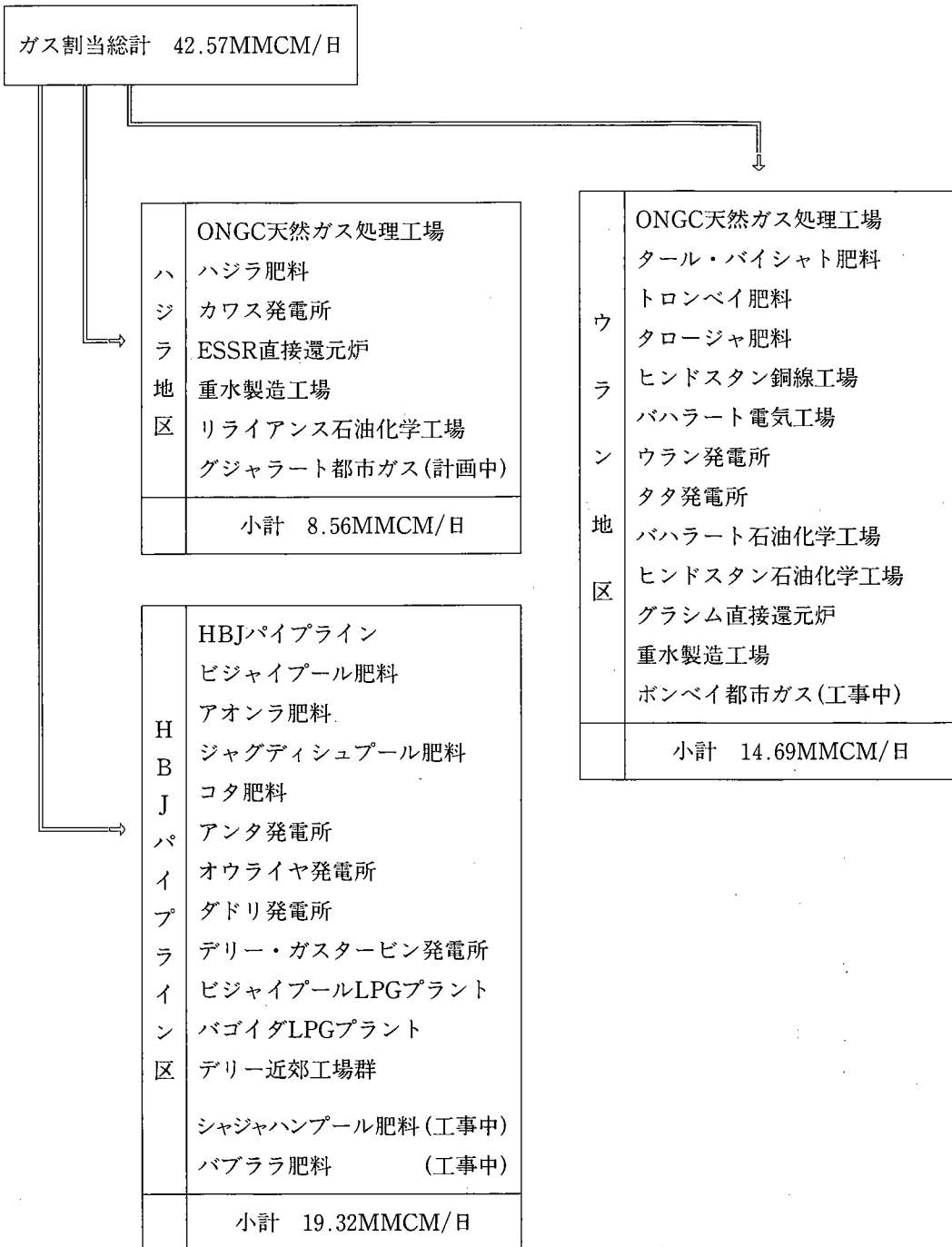
3 電力

インドの電力不足率は7.8%（1991年度）、ピーク電力不足率は19%（1992年度）と絶えず需要が供給を上回っている状態が続いている。さらに、電力消費増加率は近年、年10%以上の高い伸び率を示しており今後もその傾向は続くと予測されている。これは慢性的な電力不足を解決するには、まだ相当の努力と投資が必要であることを示している。このような状況を鑑みると、今後も電力不足解消のため、発電所建設の要求が止むことはないであろう。

4 LPG/石油化学

LPGはユーザー100万世帯に対して、待機中の希望者が960万世帯と約10倍もいることから、今後も相当大きな需要の伸びが見込まれると考えられる。石油化学も、国民一人当たりの国内エチレン生産能力が日本の約1%と極めて低く、その潜在需要は計り知れないものがある。

〈添付資料-1〉 ボンベイ・ハイ天然ガスのユーザー一覧表 (1993年)



(出所：ONGC-Gas Balance Offtake およびGAIL資料))

・ガス割当：1993年度にインド政府より各ユーザーに与えられた最大割当量。実際の消費量は検修等で、これよりも少ない。

〈添付資料-2〉 環境 (排出基準/実測値)

§ 1. 油田 (スタック出口における排出基準)

| 測定物質 | 単位 | 許容限度 | 実測値 (1992/7~93/6) |
|------------------|--------------------|-------|-------------------|
| S P M | mg/Nm ³ | 2 5 0 | 0. 0 9 ~ 3 2. 3 |
| S O ₂ | PPM | 1 0 0 | 0. 0 0 4 ~ 5. 5 4 |
| N O _x | PPM | 5 0 | 0. 0 0 8 ~ 9. 4 |
| H C | PPM | 2 5 | < 0. 3 ~ 2. 8 3 |

(出所：ONGC資料)

測定・分析は公認の専門機関であるMaxwell Engineersに依頼している。基準値はAPI/EPAに準拠しているGujarat Pollution Control Board, No. PC/NOC/SRT-210/9734(1988)による。

§ 2. 肥料工場 (タールバイシャト工場)

| | 測定物質 | 単位 | 許容限度 | 実 測 値 |
|--------|-------------------------------|--------------------|-------------|-----------------|
| 大 気 | S P M | mg/Nm ³ | 5 0 0 | 5 7 ~ 1 1 8 |
| | S O _x | PPM | 1 2 0 | 2 ~ 1 0 |
| | N O _x | " | 1 2 0 | 1 0 ~ 2 7 |
| | N H ₃ | " | - | 6 ~ 4 7 |
| 水 質 | P H | PPM | 6.5~8.5 | 7 ~ 8 |
| | B O D | " | 1 0 0 | 8. 1 5 ~ 1 2. 5 |
| | C O D | " | 2 5 0 | 1 5 ~ 1 9. 6 |
| | O I L / G R E A S E | " | 1 0 | < 7 |
| | S S | " | 1 0 0 | 6 0 |
| | N H ₄ ⁺ | " | 5 0 | 1 2 ~ 6 0 |
| | C r | " | 0. 1 | < 0. 0 6 2 |
| | T o t a l C r | " | 2. 0 | < 0. 0 8 |
| D O | " | > 5 | 5. 4 ~ 6. 2 | |
| 騒 音 | 職場ゾーン | d B | < 9 0 | 9 0 |
| | その他 (昼) | " | < 7 5 | 6 4 ~ 8 8 |
| | " (夜) | " | < 7 0 | 5 0 ~ 5 9 |

(出所：RCF資料)

最近、環境コントロール・チームを組織化した。大気・騒音は工場境界3カ所に連続分析装置を設置し、環境分析専門家を配員しており、水質分析はAPHA/ISI (Bureau of Indian Standard) 方法に基づいて測定している。

これら実測結果は州のMaharashtra Pollution Control Boardに送付し承認を得ている。

§3. 発電所

| 発電所名 | | ア ン タ | | オウライヤ | | カ ワ ス | | グ ド リ | | |
|------|-----------------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|----|
| 測定物質 | 単位 | 規定値 | 実測値 | 規定 | 実測値 | 規定値 | 実測値 | 規定 | 実測値 | |
| 大 気 | SO _x | PPM | 無 し | — | 無し | — | 100 | — | 無し | — |
| | NO _x | ” | ” | — | ” | 48 | 100 | — | ” | 40 |
| 水 質 | BOD | ” | 30 | 6 | 30 | 4 | 30 | <1 | 無し | 2 |
| | COD | ” | 250 | 57 | 10 | 14 | 100 | 46 | ” | — |
| | OIL | ” | 10 | — | — | — | 10 | 6 | ” | — |
| 騒 音 | dB | 無 し | — | 無し | — | 無 し | — | 無し | — | |

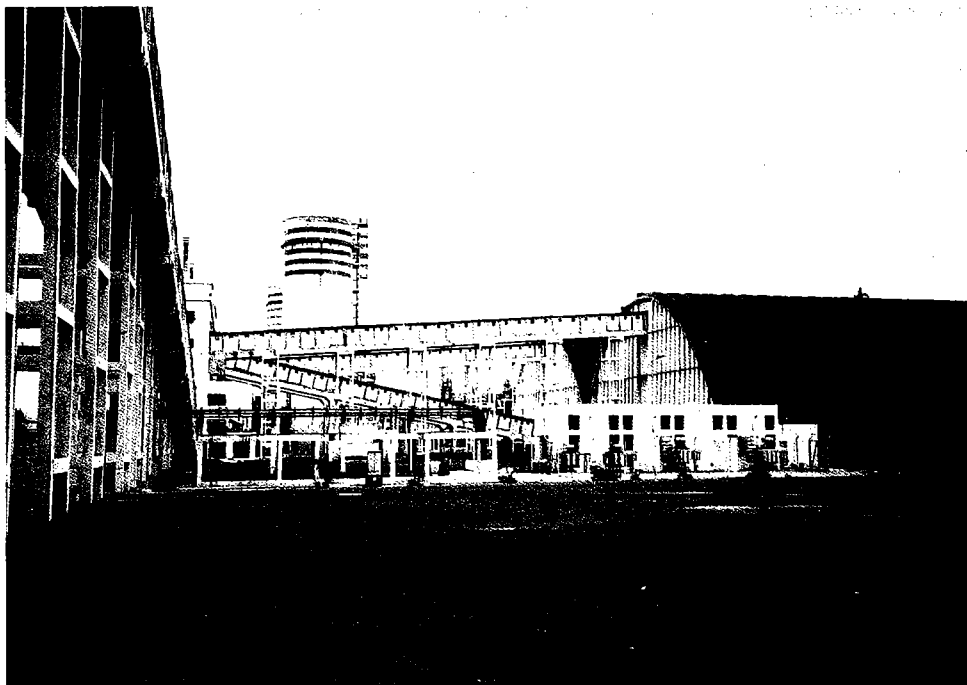
(出所) NTPC資料

(注) 実測値は1992年度における値)

NTPCは環境問題を重視してEMGs (Environmental Management Groups) を発足させ、石炭火力を中心にEIA (Inhouse Environmental Impact Assesment) を実施しており、すでにいくつかの設備に対しては公害対策設備の装着を開始している。



LPGプラントで順番待ちのタンクローリー



ハジラ肥料工場