

タイ王国  
地方配電自動化技術者養成協力事業  
長期調査員報告書

1992年4月

国際協力事業団



協開鉦

JR

92-25

国際協力事業団

25660

JICA LIBRARY



1109824[1]



## はじめに

PEA (Provincial Electricity Authority) は、タイ王国政府の内務省 (Ministry of Interior) に所属し、MEA (Metropolitan Electricity Authority) の供給区域であるバンコク市とその周辺部を除く、タイ国全地域の配電を行っている公益事業体である。

PEA では、第6次国家経済社会開発計画 (1987~1991) のもとで、地方電化を主体としたプロジェクトを強力に計画・推進した結果、1991年現在での村落電化率は95.3%と、タイ国全土はほぼ電化され、その目標を一応達成した状況にある。しかしながら、産業化を優先とした設備拡張への傾注は、結果として設備の運用・管理システム面での整備を遅れさせ、配電用機材面や電圧管理面等において技術的な問題が顕在化しつつある。特に、近年のタイ国政府の工業化促進政策に伴い、新規工業団地へ進出する国内外の企業より、電力供給信頼度の向上を強く要請されており、PEA は現在、配電用機材の品質向上、耐雷対策の強化、事故発生時の効率的な系統運用等にかかわる効果的な諸対策を模索中である。

この打開策の一つとして、PEA では第7次国家経済社会開発計画 (1992~1996) の中で、電力の供給信頼度向上のため、配電線自動化システムを逐次導入する計画を発表した。この計画実施に先立ち、PEA では配電自動化技術者の早期養成を急務としているが、現在、自社内には配電自動化技術及びエンジニアは皆無に等しく、先進諸国からの技術・経済協力を必要としている状況である。

これらの理由から、PEA では配電自動化技術の分野で最も進んでいる我が国に対し、プロジェクト方式の技術協力を要請してきた。

これを受けて我が国は1991年7月に事前調査団を派遣し、本件協力の可能性、要請内容、協力の妥当性等について詳細に調査し、双方で意見調整を行った。

この事前調査結果を踏まえ、本件技術協力の計画策定に必要な事項について更に詳細な調査及び協議を実施するため、1992年3月に長期調査員を派遣した。

本報告書は、上記の長期調査及び協議の内容をまとめたものであり、ここに、本調査員派遣に際し、ご協力いただいた関係各位に対し、深甚なる謝意を表するものである。

1992年4月

国際協力事業団

鉱工業開発協力部

部長 内 仲 康 夫



# 目 次

はじめに

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 1. 長期調査員派遣の経緯と目的            | 1  |
| (1) 派遣の経緯                   | 1  |
| (2) 派遣の目的                   | 2  |
| 2. 長期調査員の構成、調査日程、主要面談者      | 3  |
| (1) 調査員の構成                  | 3  |
| (2) 調査日程                    | 3  |
| (3) 主要面談者                   | 4  |
| 3. PEAにおける電力消費の実態           | 6  |
| (1) 急激な電力消費の拡大              | 6  |
| (2) 急速な企業進出と工業団地の開発         | 7  |
| (3) エネルギー消費に占める工業（工場）用負荷の増大 | 8  |
| (4) 村落電化率の推移                | 9  |
| (5) 今後の電力消費の動向              | 10 |
| 4. PEAの配電設備実態               | 11 |
| (1) 配電設備一覧                  | 11 |
| (2) 配電設備の特徴                 | 11 |
| (3) リクローザーの使用法（含む Fuse）     | 14 |
| 5. PEAの高圧配電線事故実態            | 29 |
| (1) 事故実績                    | 29 |
| (2) 事故実態の分析                 | 29 |
| (3) ナワナコーン工業団地の事故実態         | 35 |
| 6. PEAにおける配電自動化の方向性         | 36 |
| (1) 配電自動化導入に当たっての留意事項       | 36 |

|  |    |
|--|----|
| ① 設備上の特徴 .....                               | 36 |
| ② 配電線事故の状況 .....                             | 36 |
| ③ 運用上の特徴 .....                               | 36 |
| ④ 配電方式 .....                                 | 36 |
| (2) 配電自動化の具体的な導入ステップ .....                   | 43 |
| ① 自動化システムの導入ステップ .....                       | 43 |
| ② 開閉器遠制化の導入ステップ .....                        | 43 |
| (3) 事故点検出方法 .....                            | 44 |
| (3) - 1 非接地方式または低抵抗接地おける事故点検出方法 .....        | 44 |
| (3) - 2 直接接地方式におけるCTによる事故点検出方法 .....         | 44 |
| 7. 今回プロジェクトサイトの概要（ランシット営業所、ナワナコーン工業団地） ..... | 46 |
| (1) 実証サイトの選定理由 .....                         | 46 |
| (2) 位置関係 .....                               | 46 |
| (3) ナワナコーン工業団地の概要 .....                      | 46 |
| 8. ナワナコーン工業団地への適用システム（研修用設備） .....           | 63 |
| (1) 配電設備の実態 .....                            | 63 |
| (2) 信頼度向上のためのFeeder 区分の考え方 .....             | 63 |
| (3) 配電方式 .....                               | 64 |
| ① 低抵抗接地方式への変更 .....                          | 64 |
| ② 事故区間の検出方式 .....                            | 64 |
| ③ 経済性 .....                                  | 65 |
| (4) 遠制方式 .....                               | 67 |
| ① 遠制方式 .....                                 | 67 |
| ② 信号方式 .....                                 | 68 |
| (5) 全体の研修システム構成 .....                        | 68 |
| ① 系統表示 .....                                 | 68 |
| ② 操作盤 .....                                  | 68 |
| ③ CPU .....                                  | 68 |
| ④ 遠制親局 .....                                 | 68 |
| (6) 研修用シミュレーション .....                        | 69 |
| ① ソフトシミュレーション .....                          | 69 |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| ② 模擬開閉器 RTU によるシミュレーション .....        | 69  |
| (7) 研修設備の総建設費用 .....                 | 70  |
| 9. 全体の今後のスケジュール .....                | 72  |
| (1) 自動化研修設備の構築スケジュール .....           | 72  |
| (2) 自動化教育の内容と日本でのカウンターパート研修の概要 ..... | 73  |
| 10. 参考資料 .....                       | 80  |
| (1) PRA 配電自動化の背景 .....               | 80  |
| (2) PEA への技術的側面からの提言項目 .....         | 81  |
| (3) 配電方式の見直しについて .....               | 81  |
| 〔付 録〕                                |     |
| 配電用遠制システムの主要仕様 .....                 | 85  |
| ① 配電系統自動表示装置 (G - CRT) .....         | 86  |
| ② 開閉器 TC 装置 (親局) .....               | 88  |
| ③ 開閉器 TC 装置 (子局) .....               | 97  |
| ④ 通信ケーブル .....                       | 103 |
| ⑤ 通信ケーブル接続ポット .....                  | 105 |



# 1. 長期調査員派遣の経緯と目的

## (1) 派遣の経緯

### ① PEA プロジェクト要請の経緯

- 地方電化がほぼ完了した現在（1991年現在電化率95.3%）、電力品質の向上等配電近代化が PEA にとって次の最大の事業課題となっている。
- 1986年、PEAは配電線自動化システムを導入した配電指令センターの可能性調査を日本政府に依頼、実施可能との調査結果を得た。
- 1988年、可能性調査に基づいた配電指令センター建設を配電自動化技術の進んだ日本政府に無償協力（総額19億円）を要請した。しかし、タイ国の国民総生産（GNP）が高くなったため無償協力対象案件のしぼり込みの後、対象案件リストから除外された。
- PEAでは、第7次国家経済社会開発計画（1992～1996）で配電線信頼度向上のため、総額110億円（うち外国ローン55億円）で配電線自動化システムを導入する計画を立案（1992～1994年までシステム計画立案、1995年仕様決定、1996年運開の予定）。
- 上記計画の遂行に当たって、PEAには、配電自動化技術及び技術者は皆無であり、自国に適した自動化システム構築のため、自動化技術者の養成が急務となってきた。
- このため、PEAは1990年6月、日本政府にプロジェクト方式の技術協力を要請した。

### ② 派遣の経緯

これを受けて、我が国は上記要請内容がプロジェクト方式技術協力の対象として妥当であるかどうか、また、その必要性について調査するため、次の調査団を派遣した。

#### ○ 事前調査団（計4名） 1991年7月8日～同年7月19日

上記事前調査によると、PEA側は本プロジェクトの推進について非常に強い熱意を持っており、受入れ体制についてもほぼ整備されている現状にあり、同調査団はPEA側との間でプロジェクト方式技術協力実施計画についてM/Mを署名・交換した。

### (参考) 本件プロジェクト早期開始の必要性

- PEAには、配電自動化に対する知識がなく、自動化の技術者は皆無に等しく、自国でこれらの配電自動化システム構築は無理である。既存の外国の配電自動化システムをそのまま受け入れた場合、システムに万が一予期しない事故が発生した場合、外国の技術者の到着を待たねばならず、即応体制に問題が残る。
- したがって、PEAの技術者に配電自動化の概念を理解させ、自国の配電設備形態及び技術者レベルに合った配電自動化システムを構築し、メンテ可能な体制を作るために、

PEAの1996年度配電指令センター建設計画に間に合うよう、プロジェクトを来年度スタートさせ、技術者の早期養成を図る必要がある。

## (2) 派遣の目的

今回の長期調査の目的は、前述の事前調査団によりPEA側との間で合意が得られた「タイ国地方配電自動化技術者養成協力事業」に対する技術協力実施に向けて、具体的な協力計画策定のための詳細な点を調査・確認することにあつた。

特に調査の重点となつたものは、以下のとおりである。

- ① PEAにおける配電設備データの実態把握
  - a. 配電用機材の仕様
  - b. 設備統計資料
- ② PEAにおける配電線運用データの実態把握
  - a. 回線幹線・分岐亘長
  - b. 回線当たりの開閉器数及び関係点数
  - c. リクローザーの運用実態
  - d. 配電線事故の実態（原因別、被害箇所別）
  - e. 安全関係
- ③ PEAにおける配電自動化の方向性
  - a. 配電自動化導入に当たつての留意事項（特に、配電方式）
  - b. 配電自動化の導入ステップ
  - c. 事故点検出方法
- ④ ナワナコーン工業団地への適用システム
  - a. 研修設備
    - (a) 信頼度向上のためのフィーダー区分の考え方
    - (b) 配電方式
    - (c) 遠制方式
    - (d) 全体の研修システム構成
  - b. 研修用シミュレーションの自動化教育スケジュール
- ⑤ カウンターパートの自動化教育スケジュール
- ⑥ PEAへの技術的側面からの提言

## 2. 長期調査員の構成、調査日程、主要面談者

### (1) 調査員の構成

| 氏名    | 担当分野                          | 所属先                     |
|-------|-------------------------------|-------------------------|
| 大島 洋  | 配電技術<br>配電自動化技術               | 九州電力株式会社<br>長崎支店 配電課長   |
| 汐月 慶士 | 配電設備の保守・運用<br>配電技術者教育カリキュラム作成 | 九州電力株式会社<br>北九州支店 配電課副長 |

### (2) 調査日程

| 月/日  | 曜 | AM/PM | 主要調査日程   | 宿泊地  |
|------|---|-------|--|------|
| 3/6  | 金 | (出国)  | ○ 東京 → Bangkok (JAL717)  | バンコク |
| 3/7  | 土 | AM    | ○ JICA 西野専門家との調査日程打合せ  | バンコク |
| 3/8  | 日 | PM    | ○ JICA 西野専門家との調査内容打合せ  | バンコク |
| 3/9  | 月 | AM    | ○ JICA タイ事務所との打合せ<br>(阿部所長、伊藤所員)   | バンコク |
|      |   | PM    | ○ PEA 総裁 (Dr. Vira Pitrachat) 表敬<br>○ PEA 副総裁 (Mr. Sunthorn Tanthavorn) 表敬<br>○ JICA 西野専門家との詳細調査日程打合せ  |      |
| 3/10 | 火 | AM    | ○ PEA 本店 Planning Dept. との協議   | バンコク |
|      |   | PM    | ○ PEA 本店 Dispatching Center との協議   |      |
| 3/11 | 水 | AM    | ○ Rangsit Office 視察<br>○ Navanakhon 工業団地サイト視察<br>○ Ayuthaya Regional Office 視察<br>○ Ayuthaya Dispatching Center 視察<br>○ Ayuthaya エリア内の配電設備視察 | パタヤ  |
| 3/12 | 木 | AM    | ○ Rayong3 変電所視察<br>○ Map Ta Phut 工業団地サイト視察<br>○ Laem Chabang 工業団地サイト視察   | バンコク |
|      |   | PM    | ○ Chonburi Regional Office 視察<br>○ Chonburi Dispatching Center 視察  |      |
| 3/13 | 金 | AM    | ○ PEA 本店 Communication Dept. 及び<br>Engineering Dept. との協議  | バンコク |
|      |   | PM    | ○ PEA 本店 Construction Standard Section<br>及び Safety Section との協議   |      |

| 月/日  | 曜 | AM/PM | 主要調査日程  | 宿泊地   |
|------|---|-------|---|-------|
| 3/14 | 土 |       | ○ 資料整理  |       |
| 3/15 | 日 | AM    | ○ 資料整理  | チェンマイ |
|      |   | PM    | ○ Bangkok → Chiangmai (TG 121)                                      |       |
| 3/16 | 月 | AM    | ○ Chiangmai Regional Office 視察<br>○ Chiangmai Dispatching Center 視察 | バンコク  |
|      |   | PM    | ○ Chiangmai エリア内の配電設備視察   |       |
| 3/17 | 火 | AM    | ○ PEA との今回視察結果に対する協議資料作成  | バンコク  |
|      |   | PM    | ○ PEA 技術関係部長、課長、エンジニアほかとの配電自動化設備構築に関する協議                            |       |
| 3/18 | 水 | AM    | ○ PEA 副総裁への今回調査結果の報告と今後のプロジェクトスケジュールについて協議                          | バンコク  |
|      |   | PM    | ○ JICA 事務所及び在タイ日本国大使館への調査結果報告及び帰国挨拶                                 |       |
| 3/19 | 木 | (帰国)  | ○ Bangkok → 大阪 (TG 622)<br>○ 大阪 → 長崎 (ANA 169)<br>\ 福岡 (ANA 217)    |       |

### (3) 主要面談者

#### (1) PEA (Provincial Electricity Authority)

##### ① Head Office

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Dr. Vira Pitrachat             | Governor                                    |
| Mr. Sunthorn Tanthavorn        | Deputy Governor                             |
| Mr. Pracherd Sook - kaew       | Director of Planning Dept.                  |
| Mr. Pravith Chiradeja          | Director of Engineering Dept.               |
| Mr. Pongsakorn Tontivanichanon | Manager of Project & planning Div.          |
| Mr. Somchai Srirath            | Manager of Distribution Dispatching Center  |
| Mr. Manee Panchinda            | Manager of Communication, Engineering Dept. |
| Mr. Chakchai Chandarasupsang   | Manager of System Development Div.          |
| Mr. Plasook Longsomboon        | Assistant Manager                           |
| Mr. Apirux Luangthuvapraneet   | Assistant Manager                           |
| Mr. Prayad Kruangpradit        | Assistant Manager                           |
| Mr. Tho Kongsagul              | Assistant Manager                           |

- ② Rangsit Office  
 Mr. Somchit Thupwongsin      Manager of Rangsit Office
- ③ Ayuthaya Regional Office  
 Mr. Paichit      Manager of Ayuthaya
- ④ Industrial Estate Authority of Thailand  
 Mr. Manat Chuenkerdlarp      Project Manager
- ⑤ Chonburi Regional Office  
 Mr. Surasak Nuntasiri      Manager of Chonburi
- ⑥ Chiangmai Regional Office  
 Mr. Samuruey Somanaphan      Chief of Technical Div.
- (2) 在タイ日本国大使館  
 桜井和人      一等書記官
- (3) JICAタイ事務所  
 阿部信司      所長  
 伊藤隆文      職員
- (4) PEAへのJICA派遣専門家  
 西野慎吾      専門家

### 3. PEA における電力消費の実態

#### (1) 急激な電力消費の拡大

近年、急速に電力需要が拡大傾向にあり、至近5か年においては、年平均20%と異常と思えるほどの伸びを示している。

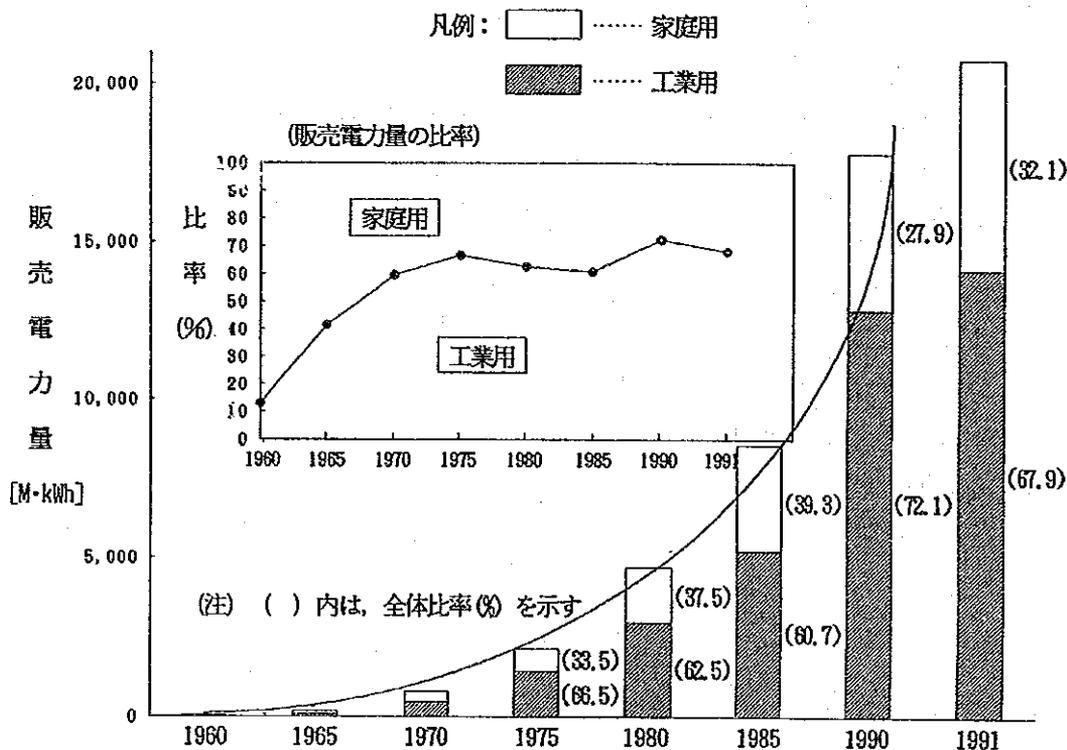


図 3-1-1 家庭用・工業用の電力消費量の推移グラフ

表 3-1-1 家庭用・工業用の電力消費量の推移表

|     |        | 1960  | 1965  | 1970  | 1975    | 1980    | 1985    | 1990     | 1991     |
|-----|--------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|----------|----------|
| 家庭用 | M. kWh | 23.0  | 96.6  | 311.8 | 710.2   | 1,762.5 | 3,360.5 | 4,976.5  | 6,692.1  |
|     | 比率 (%) | 87.1  | 58.6  | 40.5  | 33.5    | 37.5    | 39.3    | 27.9     | 32.1     |
| 工業用 | M. kWh | 3.4   | 68.3  | 457.6 | 1,409.8 | 2,933.3 | 5,196.6 | 12,828.1 | 14,120.3 |
|     | 比率 (%) | 12.9  | 41.4  | 59.5  | 66.5    | 62.5    | 60.7    | 72.1     | 67.9     |
| 計   | M. kWh | 26.4  | 164.9 | 769.4 | 2,120.0 | 4,695.8 | 8,557.1 | 17,804.6 | 20,812.4 |
|     | 比率 (%) | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0   | 100.0   | 100.0   | 100.0    | 100.0    |

(2) 急速な企業進出と工業団地の開発

最近、海外（特に、日本）からの企業進出が盛んに行われており、特に、タイランド湾の沿岸を中心に、数多くの政府及び民間出資の工業団地が形成され、一大工業都市を形成しつつある。

表 3-2-1PEAエリア内の主な工業団地の概要

(1988年度末)

|                                      | 名 称                     | 事業主体      |       | 場 所          |        | 完成時間     | 面 積<br>(㎡)             | 分譲状況   | 備 考  |
|--------------------------------------|-------------------------|-----------|-------|--------------|--------|----------|------------------------|--|--|
|                                      |                         | 略 称       | 国・民間  | 地 域          | からの距離  |          |                        |  |  |
| 政<br>府<br>開<br>発<br>に<br>よ<br>る<br>の | 1. パンチャン工業団地            | IEAT      | ○     | バンコク         | 30km   | 1979     | 677                    | 完売 (1986)  | タイで最初の工業団地。入居68社 (59社操業中)。従業員計13,000人。                             |
|                                      | 2. ラクラバン工業団地<br>第1・2期   | IEAT      | ○     | バンコク         | 35km   | 1979     | 1,290                  | 完売 (1987)  | タイで最初の輸出加工区(EPZ)を設置した。GIE 44社 (30社操業中), EPZ 35社 (17社)。従業員計13,000人。 |
|                                      | 第3期                     | IRD/IEAT  | ○ ○   | "            | "      | 1989     | 1,103                  | GIE, EPZ とも<br>予約残り少。  | 国・民間の共同事業。現在造成工事中。88年 9月, B01 認可。当プロジェクトは第6次5ヶ年計画の一つ。              |
|                                      | 3. バンブー工業団地             |           |       |              |        |          |                        |  | 当団地は TIDC(開発・分譲) と IEAT(運営管理) の共同事業。                               |
|                                      | 第1期                     | TIDC/IEAT | ○ ○   | サムイ          | 34km   | 1979     | 3,733                  | 残り25%  | 100社 (57社操業中)。従業員計13,300人。   |
|                                      | 第2期                     | "         | ○ ○   | "            | "      | 1988     |                        | 残り 5%  | 33社予約済み。従業員 7,500人。  |
|                                      | 第3期                     | "         | ○ ○   | "            | "      | 1989     | 900                    |  | 現在造成工事中。   |
| 4. バンブリー工業団地                         |                         |           |       |              |        |          |                        | 当団地は NIAのニュータウン開発の一環。  |  |
| 第1期                                  | IEAT/NIA                | ○         | サムイ   | 40km         | 1984   | 456      | 完売 (1986)              | 72社 (28社操業中)。従業員 5,500人。                                     |  |
| 第2期                                  | "                       | ○         | "     | "            | 1989   |          | 全部予約済み。                | 37社。現在造成工事中。89年半ば工事建設開始。                                     |  |
| 第3期 (予定)                             | "                       | ○         | "     | "            | 1990   | 700      | 今後予約を受け付ける。            | 第2期工事完了後、第3期着工の予定。   |  |
| 5. 北部工業団地                            | IEAT                    | ○         | ランブ   | ラムイ<br>約25km | 1985   | 1,762    | GIE 残り90%<br>EPZ 残り56% | 地方工業団地の最初のケース。団地工事完了済。88年に GIEの一部をEPZ に切替、EPZを拡張。            |  |
| 6. レムチャバン工業団地                        | IEAT                    | ○         | チョンブリ | 130km        | 1990   | 3,556    | GIE 予約受<br>EPZ 付中      | 東部臨海開発計画の主要プロジェクトの一つ。土地はリース方式。2社が工事建設中。                      |  |
| 7. マブクブット工業団地                        |                         |           |       |              |        |          |                        | 東部臨海開発計画の主要プロジェクトの一つ。土地はリース方式。主に重工業対象の団地。                    |  |
|                                      | 重化学用地                   | IEAT      | ○     | ライオン         | 200km  | 1989(1期) | 6,000                  | 全部予約済み。  | NPC-1 建設中。NPC-2 用地予約済。   |
|                                      | 臨海工業用地                  | "         | ○     | "            | "      | "        | "                      | 残り40%  | NPC 用地が確保されている。臨海型工業向け用地。  |
|                                      | 支援産業用地                  | "         | ○     | "            | "      | "        | "                      | 残り90%以上  | 現在造成工事中。最大20ライの小区画。  |
| 民<br>間<br>開<br>発<br>に<br>よ<br>る<br>の | 1. ナワナコン工業団地            |           |       |              |        |          |                        |  | 当団地は日本企業が多い。   |
|                                      | 第1期                     | NKC       | ○     | バトムクニ        | 45km   | 1984     | 1,600                  | 完売 (1987)  | 84年10月 B01認可。100社操業中。  |
|                                      | 第2期                     | "         | ○     | "            | "      | 1987     | 1,009                  | 完売 (1987)  | 88年 4月 B01認可。約60社。   |
|                                      | 第3期                     | "         | ○     | "            | "      | 1989     | 2,029                  | 予約残り 少   | 88年 4月 B01認可。現在造成工事中。  |
|                                      | 第4期                     | "         | ○     | "            | "      | 1989     |                        | 上に含<br>予約残り 少  | 現在造成工事中。   |
|                                      | 2. シラチャ・<br>インダストリアルパーク |           |       |              |        |          |                        |  | サハバクナ・グループの団地。   |
| 第1期                                  | SPIC                    | ○         | チョンブリ | 110km        | 1977   | 1,202    | 残り 9%                  | 入居企業は原則としてサハGP、と合併事業を行う。                                     |  |
| 第2期 (予定)                             | "                       | ○         | "     | "            | 着工1989 | 約500     | 予約残り60%                | 88年 6月 B01認可。38社操業中。   |  |
| 3. バンカディ・<br>インダストリアルパーク             | BIPC                    | ○         | バトムクニ | 40km         | 1989   | 1,023    | 残り 少                   | 造成工事：89年着工予定。  |  |
| 4. バンパコン・<br>インダストリアルパーク             |                         |           |       |              |        |          |                        | 当団地は日本・タイ合併事業で建設。87年12月 B01認可。現在造成工事中。40社予約済。                |  |
| 第1期                                  | BIPC                    | ○         | サムイ   | 80km         | 1989   | 300      | 全部予約済み                 | モール・グループの団地。モールは入居企業と合併指向。入居企業は台湾が多いもよう。現在所地工事中。             |  |
| 第2期 (予定)                             | "                       | ○         | "     | "            | 着工1989 | 1,400    | 予約受付開始                 | 造成工事：89年着工予定。  |  |
| 5. スラナリ・<br>インダストリアルパーク              |                         |           |       |              |        |          |                        | タイ国民党が支援しているプロジェクト。  |  |
| 第1期                                  | SIZC                    | ○         | サムイ   | 約7km         | 1989   | 530      | 予約残り43%                | 当団地は東北タイ開発拠点として期待されている。                                      |  |
| 第2期                                  | "                       | ○         | "     | "            | 着工1989 | 528      | 予約受付開始                 | 87年 8月 B01認可。現在造成工事中。26社予約済。                                 |  |
| 6. テバラック工業団地                         | M Thai IEC              | ○         | サムイ   | 40km         | 1989   | 824      | 予約残り40%                | EPZ 造成工事：89年着工予定。第3期計画もある。88年 6月 B01認可。場所はバンブリーIEの隣。現在造成工事中。 |  |

(注) 1ライ=1,600 ㎡, GIE:一般工業団地, EPZ:輸出加工区

(3) エネルギー消費に占める工業（工場）用負荷の増大

最近の工場進出は目覚ましいものがあるが、そのほとんどはバンコク周辺に限られている。このため、バンコクを中心とした4支店（C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>、C<sub>3</sub>、S<sub>1</sub>）の電力消費実態からみると、その大半が工業用負荷で占められている。

特に、現在、工業化が一番進んでいるC<sub>1</sub>地域においては、僅か0.2%の顧客数で、全体の8割を超える電力を消費していることになり、これが近代工業地帯と農山村が併存するタイ国の悩める所以であり、工業地域の電力供給信頼度向上を求める根底に横たわる真の理由はここにある。

表3-3-1 需要種別による電力消費の実態

(1991年実績)

| 支店             | 最大電力<br>(MW) | ユ ー ザ ー 数 (戸) |         |       |        |           | 消 費 電 力 量 (M・kWh) |         |          |         |          |
|----------------|--------------|---------------|---------|-------|--------|-----------|-------------------|---------|----------|---------|----------|
|                |              | 家庭用           | 業務用     | 工業用   | その他    | 計         | 家庭用               | 業務用     | 工業用      | その他     | 計        |
| C <sub>1</sub> | 867.5        | (91.3)        | (7.0)   | (0.2) | (1.5)  | (100.0)   | (9.3)             | (6.8)   | (80.5)   | (3.4)   | (100.0)  |
|                |              | 417,203       | 31,790  | 1,059 | 6,888  | 456,940   | 476.1             | 348.4   | 4,117.8  | 173.4   | 5,115.7  |
| C <sub>2</sub> | 545.8        | (88.6)        | (9.7)   | (0.3) | (1.4)  | (100.0)   | (18.1)            | (25.0)  | (51.1)   | (5.8)   | (100.0)  |
|                |              | 366,435       | 40,305  | 1,077 | 5,936  | 413,780   | 532.4             | 736.4   | 1,506.1  | 173.0   | 2,947.9  |
| C <sub>3</sub> | 669.8        | (90.6)        | (7.8)   | (0.3) | (1.3)  | (100.0)   | (14.0)            | (11.8)  | (69.2)   | (5.0)   | (100.0)  |
|                |              | 394,353       | 34,084  | 1,475 | 5,512  | 435,424   | 483.7             | 406.0   | 2,389.1  | 173.9   | 3,452.8  |
| S <sub>1</sub> | 212.6        | (92.0)        | (6.5)   | (0.1) | (1.4)  | (100.0)   | (29.5)            | (19.8)  | (42.9)   | (7.8)   | (100.0)  |
|                |              | 297,629       | 20,895  | 477   | 4,519  | 323,520   | 335.7             | 225.3   | 488.3    | 88.8    | 1,138.1  |
| PEA<br>全 体     | 4,349.6      | (93.8)        | (5.0)   | (0.1) | (1.1)  | (100.0)   | (24.4)            | (18.3)  | (49.5)   | (7.8)   | (100.0)  |
|                |              | 6,639,982     | 357,033 | 6,471 | 78,942 | 7,082,428 | 5,082.2           | 3,816.5 | 10,303.8 | 1,609.9 | 20,812.4 |

(注) ( )内はトータルに占める比率(%)

凡 例

C<sub>1</sub> : Central 1 領域

C<sub>2</sub> : " 2 "

C<sub>3</sub> : " 3 "

S<sub>1</sub> : South 1 "

#### (4) 村落電化率の推移

タイ国の第6次国家経済社会開発計画（1987～1991）において、電化率向上を強力に推進した結果、1991年度末では95%となり、所期の目的を達成した状況にある。なお、第7次計画（1992～1996）では3%増の98%を目指すのみであり、今後は配電線の信頼度向上を目指した設備強化策に、特に重点的に取り組む方針である。

表 3-4-1 村落電化率の推移表

|                  | 1986   | 1987   | 1988   | 1989   | 1990   | 1991   |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 全村落数<br>(A)      | 54,596 | 57,736 | 58,367 | 59,146 | 60,222 | 61,205 |
| 電化済村落数<br>(B)    | 40,947 | 46,766 | 48,931 | 52,446 | 55,851 | 58,334 |
| 電化率 (%)<br>(B/A) | 75.0   | 81.0   | 83.8   | 88.7   | 92.7   | 95.3   |

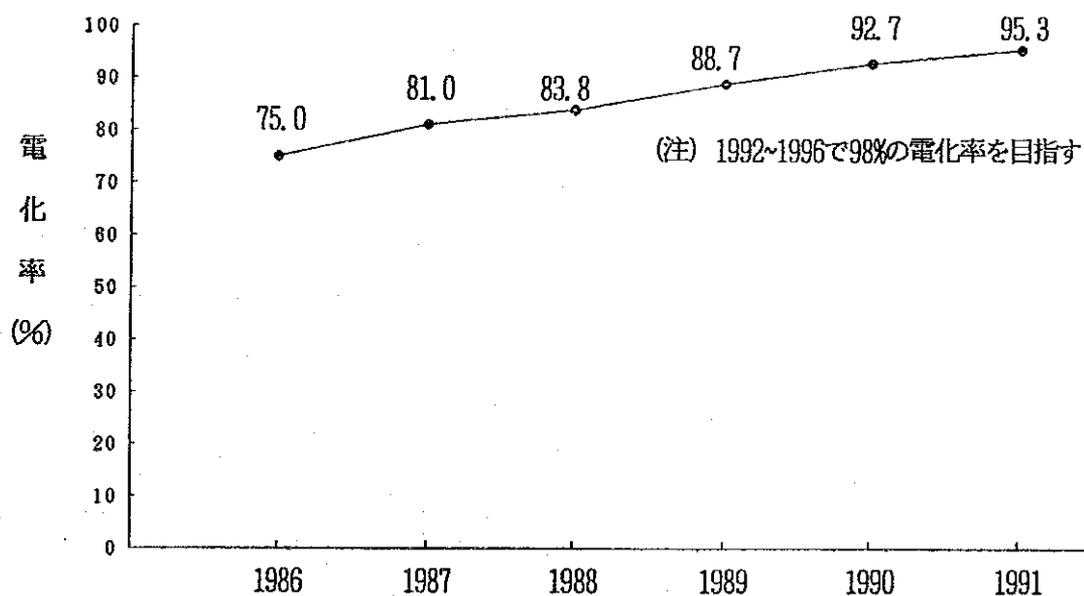


図 3-4-1 村落電化率の推移グラフ

(5) 今後の電力消費の動向

至近年の電力消費の伸びは著しく、最大電力で年平均15%程度であり、特に、工業用電力消費量については、20%程度の伸びを示している。この傾向は、今後とも続くものと考えられ、工業用電力に対する供給力確保が、これから数年の課題といえる。

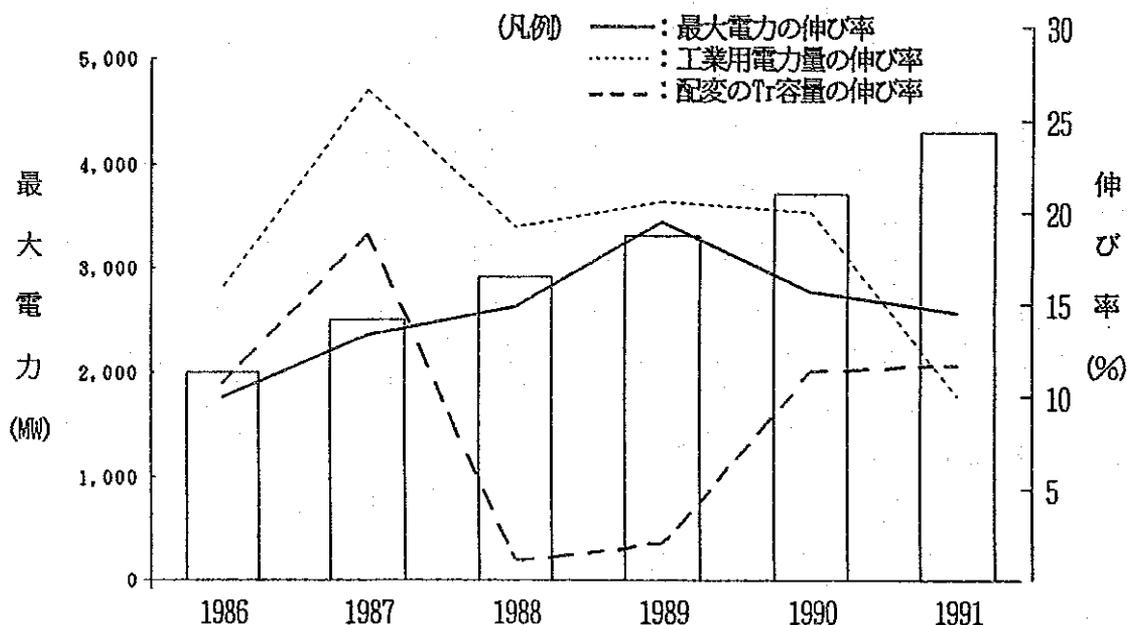


図 3-5-1 最大電力と工業用電力量他の推移グラフ

表 3-5-1 最大電力と配電用変電所のTr容量の推移表

|                 |            | 1986    | 1987    | 1988    | 1989     | 1990     | 1991     |
|-----------------|------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 最大電力            | (MW)       | 2,111.1 | 2,412.2 | 2,769.6 | 3,265.8  | 3,763.2  | 4,282.6  |
|                 | 対前年伸び率 (%) | 8.0     | 14.3    | 14.8    | 17.9     | 15.2     | 13.8     |
| 工業用電力           | M・kWH      | 5,963.6 | 7,628.1 | 8,974.0 | 10,658.8 | 12,828.1 | 14,120.3 |
|                 | 対前年伸び率 (%) | 14.8    | 27.9    | 17.6    | 18.8     | 20.4     | 10.1     |
| 配電用変電所<br>のTr容量 | MVA        | 4,215   | 5,002   | 5,054   | 5,191    | 5,788    | 6,478    |
|                 | 対前年伸び率 (%) | 10.5    | 18.7    | 1.0     | 2.7      | 11.5     | 11.9     |
| 配電用変電所<br>数     | 箇所         | 127     | 135     | 137     | 148      | 159      | 171      |
|                 | 対前年伸び率 (%) | 5.5     | 6.3     | 1.5     | 8.0      | 7.4      | 7.5      |

## 4. PEA の配電設備の実態

### (1) 配電設備一覧

表4-2-1及び付属写真を参照。

### (2) 配電設備の特徴

配電設備の実情を調査する目的で、C<sub>1</sub>~C<sub>3</sub>の主要地域において、それぞれ大都市部・中都市部・郡部の3区分に大別し、それぞれ代表的な4フィーダーを選定（各区分で、Total 14フィーダー）し、分析した結果を以下に示す。（表4-2-1 参照）

これらの結果から、主に次のような配電設備の特徴が考えられる。

- ① 配電線の巨長は、幹線巨長で大都市部 … 10km程度、中都市部 … 20~50km程度、郡部 … 50~200km程度となり、都市部を除けば非常に長い線路巨長を有している。
- ② ピーク負荷については、郡部に行くほど軽くなり、電力使用量の差異が表れている。  
(都市部の電力供給の重要性が結果としてクローズアップ)

表 4-2-2 PEAの代表的な配電線のサンプリング調査結果

| 区 分                 | 地 域            | 配電線巨長 (km) |       | ピーク負荷(MVA) |         | 主要設備数 (フィーダー当たり) |              |              |              |          |       |
|---------------------|----------------|------------|-------|------------|---------|------------------|--------------|--------------|--------------|----------|-------|
|                     |                | 幹 線        | Total | ピーク時       | 1/2ピーク時 | リクローザ            | Air SW       | Oil 他 SW     | ディスコン        | オムタリヒューズ | アレスター |
| 大都市部<br>(Urban)     | C <sub>1</sub> | 5.9        | 7.2   | 5.8        | 0.9     | 0                | (2.3)<br>3.3 | [ 0 ]<br>0   | (0.8)<br>1.3 | 0        | 0.5   |
|                     | C <sub>2</sub> | 7.5        | 9.5   | 9.5        | 3.8     | 0                | [ 0 ]<br>0   | (0.8)<br>1.0 | (2.3)<br>7.5 | 3        | 0     |
|                     | C <sub>3</sub> | 12.5       | 21.3  | 12.5       | 6.3     | 0                | (1.3)<br>2.8 | (0.3)<br>0.5 | (1.0)<br>2.5 | 0        | 0     |
|                     | 平均             | 8.6        | 12.6  | 9.3        | 3.7     | 0                | (1.2)<br>2.1 | (0.4)<br>0.5 | (1.4)<br>3.8 | 1.0      | 0.2   |
| 中都市部<br>(Sub-urban) | C <sub>1</sub> | 6.3        | 11.1  | 7.5        | 1.6     | 0                | (1.0)<br>1.0 | [ 0 ]<br>0   | (0.5)<br>0.5 | 0        | 0.5   |
|                     | C <sub>2</sub> | 13.6       | 118.0 | 7.1        | 2.5     | 1.0              | (0.3)<br>1.5 | (1.8)<br>2.0 | (1.5)<br>4.5 | 12       | 0     |
|                     | C <sub>3</sub> | 40.8       | 99.5  | 5.5        | 2.8     | 1.5              | (1.5)<br>3.5 | [ 0 ]<br>0   | (2.3)<br>6.5 | 0        | 0     |
|                     | 平均             | 20.2       | 76.2  | 6.7        | 2.3     | 0.8              | (1.0)<br>2.0 | (0.6)<br>0.7 | (1.4)<br>3.8 | 4.0      | 0.2   |
| 郡 部<br>(Rural)      | C <sub>1</sub> | 48.4       | 206.9 | 4.8        | 1.6     | 0.8              | (1.5)<br>5.5 | [ 0 ]<br>0   | (0.3)<br>0.3 | 0        | 0     |
|                     | C <sub>2</sub> | 43.1       | 275.9 | 4.2        | 2.1     | 1.0              | [ 0 ]<br>0.8 | (0.8)<br>1.3 | (0.8)<br>2.3 | 18.5     | 0     |
|                     | C <sub>3</sub> | 78.0       | 164.8 | 3.0        | 2.6     | 1.3              | (0.5)<br>1.5 | [ 0 ]<br>0   | (2.0)<br>5.0 | 7.5      | 0     |
|                     | 平均             | 56.5       | 215.8 | 4.0        | 2.1     | 1.0              | (0.7)<br>2.6 | (0.3)<br>0.4 | (1.0)<br>2.5 | 8.7      | 0     |

(注) [ ] 内は、常開分を示す (別紙)

表4-2-1 DISTRIBUTION FACILITIES (配電設備一覽表) (1991)

|                    | SUBSTATION            |                        |                                |                        |                             |  | DISTRIBUTION LINE       |                  |                    |                      |                  |                    | TELECOMMUNICATION             |                               |             |                     |        | NUMBER OF VEHICLE | NUMBER OF STAFF |
|--------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|-----------------------------|--|-------------------------|------------------|--------------------|----------------------|------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|
|                    | NUMBER OF SUB-STATION | NUMBER OF TRANS-FORMER | TOTAL CAPACITY OF TRANS. (MVA) | NUMBER OF FEEDER (CCT) | VOLTAGE (KV)                | DISTRIBUTION LINE LENGTH (cct-km)                  | EQUIPMENTS              |                  |                    | RECYCLED SWITC (1 1) | RECAL-ATOR (1 3) | SH-CAPACITOR (1 4) | TYPE                          | FREQUENCY (MHZ)               | CIVIL-NBL.  | NUMBER OF RADIO SET |        |                   |                 |
|                    |                       |                        |                                |                        |                             |  | RECYCLED SWITC (1 1)    | RECAL-ATOR (1 3) | SH-CAPACITOR (1 4) |                      |                  |                    |                               |                               |             |                     |        |                   |                 |
| CENTRAL            | C 1                   | 18                     | 36                             | 1,043.0                | 128                         | 60, 115<br>22                                      | 73.2<br>11,280.5        | 50               | 404                | 8                    | 12               | VIF<br>UIF         | 163,275<br>457,025            | 171,250<br>460,175            | 1           | 315                 | 230    | 2,162             |                 |
|                    | C 2                   | 16                     | 23                             | 801.3                  | 87                          | 60, 115<br>22<br>3.5                               | 15.7<br>10,569.4<br>5.8 | 71               | 502                | 1                    | 5                | VIF<br>UIF         | 163,375<br>457,025            | 171,300<br>460,175            | 2<br>1      | 318                 | 231    | 1,812             |                 |
|                    | C 3                   | 13                     | 30                             | 923.5                  | 94                          | 60, 115<br>22                                      | 1.0<br>10,501.7         | 65               | 423                | 7                    | 4                | VIF<br>UIF         | 163,400<br>457,125            | 171,350<br>460,275            | 3<br>1      | 297                 | 225    | 1,911             |                 |
|                    | TOTAL                 | 47                     | 89                             | 2,653.8                | 309                         | —  | 32,826.3                | 195              | 1,479              | 16                   | 21               | —                  | —                             | —                             | —           | 870                 | 715    | 5,885             |                 |
| NORTHERN           | N 1                   | 29                     | 37                             | 484.3                  | 82                          | 22<br>33   | 7,643.8<br>3,736.7      | 65               | 581                | 11                   | 31               | VIF<br>UIF         | 163,275<br>457,125            | 171,250<br>460,275            | 1<br>1      | 293                 | 284    | 2,406             |                 |
|                    | N 2                   | 17                     | 20                             | 391.2                  | 53                          | 22   | 12,628.4                | 64               | 313                | 11                   | 20               | VIF                | 163,375                       | 171,300                       | 2           | 286                 | 233    | 1,559             |                 |
|                    | N 3                   | 10                     | 13                             | 342.6                  | 58                          | 22   | 11,551.7                | 66               | 438                | 6                    | 14               | VIF                | 163,400                       | 171,350                       | 3           | 252                 | 228    | 1,844             |                 |
|                    | TOTAL                 | 56                     | 70                             | 1,218.1                | 193                         | —  | 33,824.6                | 195              | 1,315              | 28                   | 65               | —                  | —                             | —                             | —           | 831                 | 745    | 6,239             |                 |
| EAST<br>INTER<br>N | NE 1                  | 16                     | 27                             | 531.4                  | 76                          | 22   | 17,823.4                | 104              | 632                | 13                   | 42               | VIF                | 163,400<br>163,450            | 171,350<br>171,400            | 3<br>4      | 269                 | 273    | 2,117             |                 |
|                    | NE 2                  | 9                      | 15                             | 345.5                  | 45                          | 22   | 20,495.5                | 75               | 488                | 6                    | 29               | VIF                | 163,275                       | 171,250                       | 1           | 257                 | 273    | 2,210             |                 |
|                    | IE 3                  | 9                      | 15                             | 397.5                  | 52                          | 22   | 18,193.0                | 63               | 458                | 17                   | 23               | VIF                | 163,375                       | 171,300                       | 2           | 256                 | 247    | 1,855             |                 |
|                    | TOTAL                 | 34                     | 57                             | 1,274.4                | 173                         | —  | 56,515.9                | 242              | 1,578              | 36                   | 94               | —                  | —                             | —                             | —           | 822                 | 793    | 6,222             |                 |
| SOUTHERN           | S 1                   | 9                      | 14                             | 319.5                  | 44                          | 22<br>115/33                                       | 6,875.9<br>2,0484.9     | 37               | 310                | 4                    | 6                | VIF<br>UIF         | 163,400                       | 171,350                       | 3           | 193                 | 206    | 1,512             |                 |
|                    | S 2                   | 15                     | 23                             | 421.1                  | 41                          | 33<br>3.5  | 11,399.4<br>52.4        | 41               | 324                | 3                    | 3                | UIF<br>VIF         | 457,125<br>163,400<br>163,450 | 460,275<br>171,350<br>171,400 | 1<br>3<br>4 | 199                 | 238    | 1,634             |                 |
|                    | S 3                   | 10                     | 17                             | 380.5                  | 48                          | 33<br>3.5  | 8,897.1<br>2.5          | 47               | 429                | 5                    | 5                | VIF                | 163,375                       | 171,300                       | 2           | 199                 | 215    | 1,707             |                 |
|                    | TOTAL                 | 34                     | 54                             | 1,121.1                | 133                         | —  | 27,762.2                | 125              | 1,063              | 12                   | 14               | —                  | —                             | —                             | —           | 500                 | 659    | 4,853             |                 |
| GRAND TOTAL        | 171                   | 270                    | 6,477.4                        | 808                    | 60/115<br>22<br>3.5<br>33.0 | 152,807.0<br>91.9<br>60.7<br>127,946.3<br>24,508.1 | 757                     | 5,435            | 92                 | 194                  | —                | —                  | —                             | —                             | 3,116       | 2,912               | 23,169 |                   |                 |

REMARK (1) ..... RECLOSER & SECTIONALIZER OF DISTRIBUTION LINE (2) ..... INTERRUPTED TYPE SWITCH & DISCONNECTED TYPE SWITCH EXCLUDE CUTOFF TYPE SWITCH (3) ..... AUTOMATIC VOLTAGE REGULATOR (4) ..... SWITCHING CAPACITOR

単位=CCT-XM

配電線容量(回線容量)

|         | 1981年  | 1982年  | 1983年  | 1984年  | 1985年  | 1986年   | 1987年   | 1988年   | 1989年   | 1990年   | 年平均値 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
| 3500V   | 134    | 134    | 114    | 27     | 18     | 35      | 32      | 58      | 58      | 61      | -8.3 |
| 11000V  | 1,638  | 1,423  | 1,294  | 925    | 921    | 974     | 953     | 55      | 30      | -       | -    |
| 22000V  | 42,261 | 52,162 | 59,511 | 68,158 | 75,379 | 84,923  | 95,610  | 105,284 | 115,724 | 127,946 | 13.1 |
| 33000V  | 6,598  | 7,703  | 9,970  | 11,654 | 12,958 | 15,077  | 16,431  | 20,819  | 22,122  | 24,508  | 15.7 |
| 69000V  | -      | -      | -      | -      | 26     | 26      | 28      | 30      | 30      | 31      | -    |
| 115000V | -      | 2      | 13     | 13     | 27     | 27      | 28      | 28      | 37      | 61      | -    |
| 合計      | 50,653 | 61,424 | 70,902 | 80,797 | 89,369 | 101,062 | 113,062 | 126,274 | 138,001 | 152,607 | 13.0 |

変圧器容量

単位=MVA

|         | 1981年   | 1982年   | 1983年   | 1984年   | 1985年   | 1986年   | 1987年   | 1988年   | 1989年   | 1990年    | 年平均値  |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|-------|
| 3500V   | 27.2    | 21.8    | 21.9    | 17.1    | 12.0    | 4.6     | 6.5     | 12.2    | 11.1    | 13.6     | -7.4  |
| 11000V  | 262.6   | 255.6   | 244.5   | 233.3   | 201.6   | 197.1   | 156.0   | 144.7   | 61.7    | 16.2     | -26.6 |
| 22000V  | 2,748.6 | 3,173.3 | 3,654.4 | 3,929.9 | 4,571.2 | 5,478.2 | 6,049.3 | 6,859.4 | 7,926.7 | 8,897.0  | 13.9  |
| 33000V  | 499.5   | 598.0   | 678.1   | 739.5   | 826.6   | 1,008.2 | 1,120.9 | 1,232.4 | 1,420.1 | 1,684.7  | 14.5  |
| 69000V  | -       | -       | 80.0    | 80.0    | 200.0   | 80.0    | 80.0    | 80.0    | 120.0   | 480.0    | -     |
| 115000V | -       | -       | -       | -       | -       | 120.0   | 120.0   | 120.0   | 132.5   | 588.5    | -     |
| 合計      | 3,537.9 | 4,048.7 | 4,678.9 | 4,999.8 | 5,811.4 | 6,888.1 | 7,532.7 | 8,418.7 | 9,672.1 | 11,680.0 | 14.2  |

一 営業所数(支店12カ所、本店1カ所を除く)

|                          | 1981年             | 1982年             | 1983年             | 1984年             | 1985年             | 1986年             | 1987年             | 1988年             | 1989年             | 1990年             | 年平均値         |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|
| 地方拠点営業所                  | 69                | 70                | 70                | 70                | 70                | 70                | 70                | 70                | 70                | 70                | 0            |
| 地方営業所                    | 512               | 571               | 577               | 581               | 597               | 599               | 501               | 602               | 606               | 608               | 1.9          |
| 階級小規模営業所                 | 384               | 383               | 472               | 559               | 625               | 644               | 664               | 667               | 664               | 662               | 6.2          |
| 合計                       | 965               | 1,024             | 1,119             | 1,210             | 1,292             | 1,313             | 1,335             | 1,339             | 1,340             | 1,340             | 3.7          |
| 【参考】(本営業所)<br>P E Aの従業員数 | (1,098)<br>16,262 | (1,206)<br>16,188 | (1,262)<br>19,605 | (1,350)<br>21,382 | (1,490)<br>22,584 | (1,628)<br>23,502 | (1,827)<br>24,397 | (2,049)<br>25,017 | (2,312)<br>26,116 | (2,419)<br>27,300 | (9.2)<br>6.0 |

- ③ リクローザーは、大都市にはほとんどなく、中都市以下で1~2台/F程度である。
- ④ 開閉器については、負荷遮断可能なものが2~3台/F、ディスコンを含めると5~10台/Fである。
- ⑤ カットアウトヒューズは、大都市にはほとんどなく、郡部で10~20か所/F程度である。
- ⑥ アレスターは都市部を除けば、ほとんど取り付けられていないが、都市部でもごく限られた回線にしか設置されていない。

### (3) リクローザーの使用方法 (含む Fuse)

通常、リクローザーはその設置以降の事故を電源側に波及させないことを主目的とした自動再閉路機能付きの遮断器 (いわゆる変電所CBの遮断容量が小さいもの) で、場合によっては数段 (2~3台が限度) のシリーズで用いられることもあるアメリカのマグローヒル社開発の製品である。

リクローザー取付時の信頼度は向上するが、2台以上取付時は保護協調が難しいため、取付位置が不適當となったり、Fuseとの協調も考慮する必要もあり、電線等の設備更新時に制定値のチェックが必要となるなど、メンテ上も問題点が多い。

このような点を考慮した結果、PEAでの使用方法には以下の特徴がうかがえた。

- ① リクローザーは、都市部 (Urban) と郡部 (Rural) の境界に設置し、事故頻度の高い郡部設備不良による事故を都市部に波及させないように設計されている。したがって、都市部配電線には、リクローザーは設置されていない。

(考察)

現状では、都市部配電線の幹線部分 (巨長が短い) にリクローザーを設置し、信頼度を上げようとする考えは持っていない。

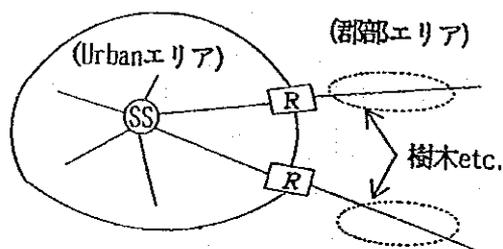


図 2-3-1 リクローザーの取付状況

- ② リクローザーは、郡部で事故が発生した場合、この部分を切離すことを主目的に考えて設計されている。

リクローザー以前の都市部ユーザーは、全て重要負荷と認識し、この重要負荷は、全て統一している。

(考察)

郡部では、やっと電化された所が大半で、小契約の電灯負荷が中心であり、事故時の苦情

がほとんどなく、夜間発生時は翌朝以降に通報するという考え方が主流とのコメントがあった。

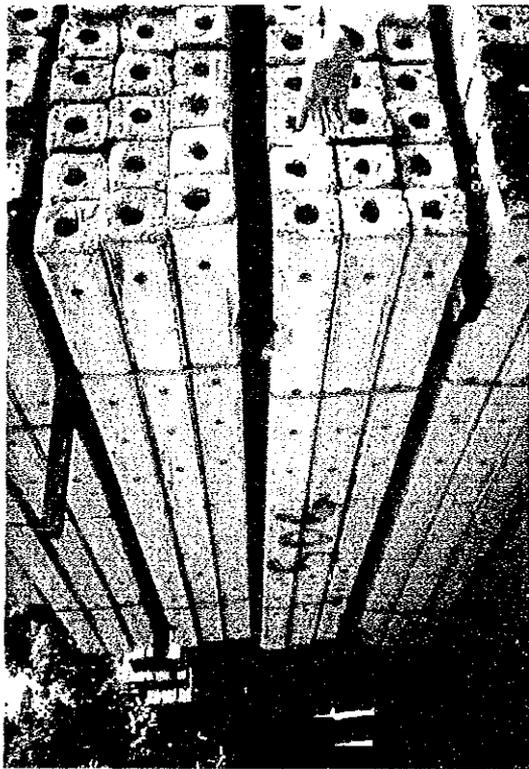
- ③ リクローザーの取付位置は、主に樹木対策を考慮し決定するのが主流である。
- ④ 幹線Fuseは、都市部ではほとんどなく、郡部の末端に見受けられるのみである（幹線というよりは、分岐Fuseとみるのが適当か）。

#### 〔結 論〕

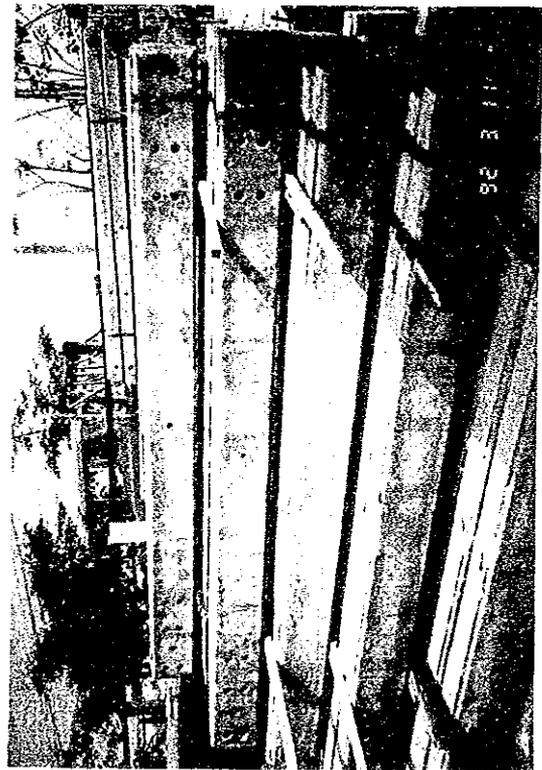
現在、郡部エリアを持つ巨長の長い配電線には、リクローザーが用いられているが、将来的には都市部エリアの拡大とともに、その取付位置は負荷側（郡部側）へ移動することとなり、最終的にはごく限られた箇所でのみの使用となることが推測される。よって、今回の配電自動化導入区域においては、リクローザー取付けによる監視、制御は不要と判断される（リクローザーの設置については将来的な技術蓄積のため、1台のテストケースでの使用が望ましい）。



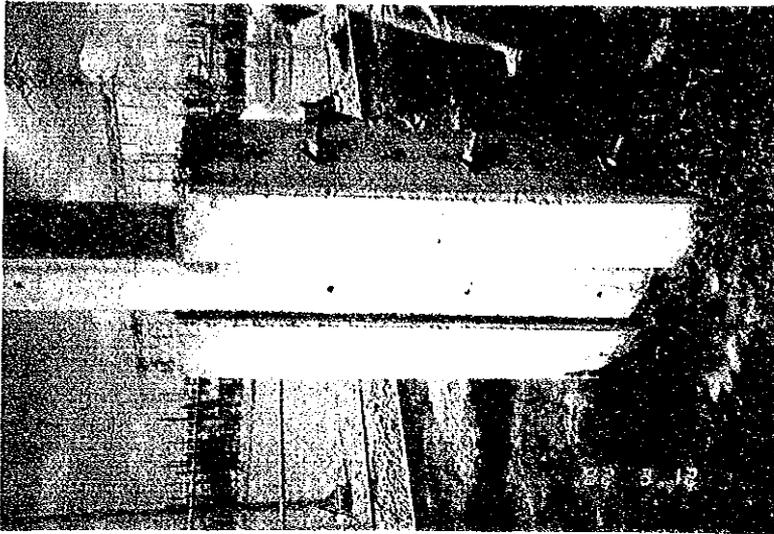
PEA配電設備の概要(その1)



(高圧アーム：コンクリート製で営業防止策なし)



(変圧器用のコンクリート製台座)

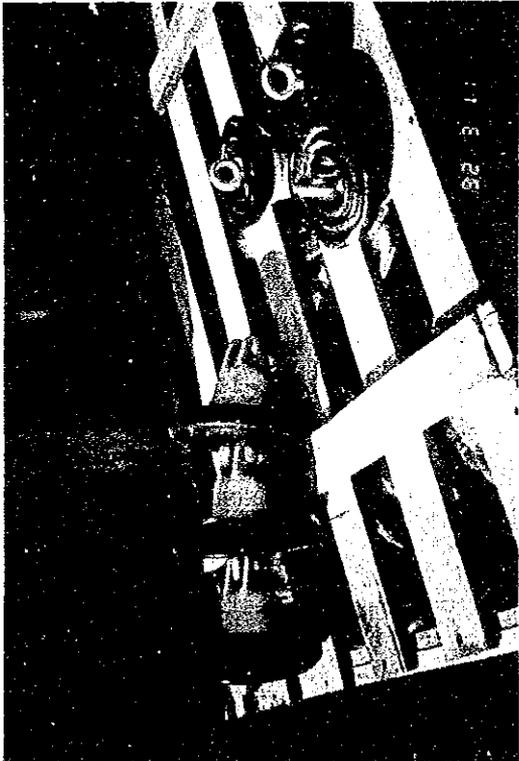


(一般的に見られたコン柱根元部の様子)

(注) 陸面が低く、地盤軟弱地帯が多いため、通常上記のような2本の補助柱(4~6m程度)で本柱を支える方式が一般的



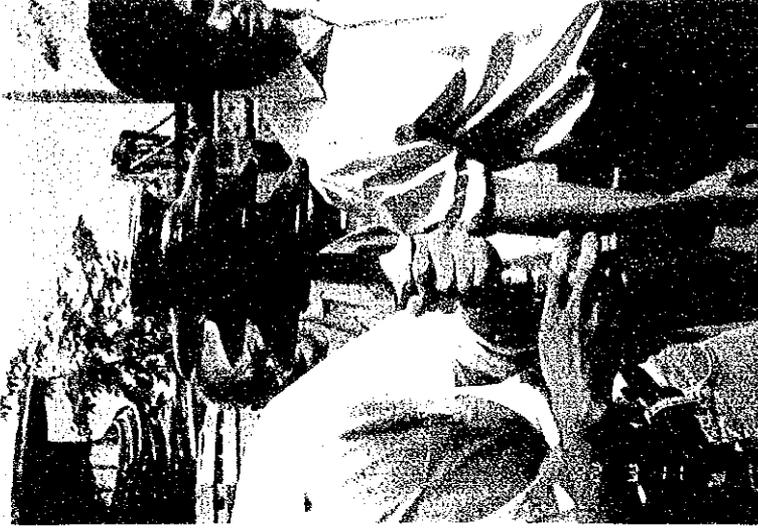
PEA配電設備の概要(その2)



〔耐張碍子：タイプによっては最大4個連で使用〕



〔LP碍子〕



〔一般的なピンタイプ碍子〕

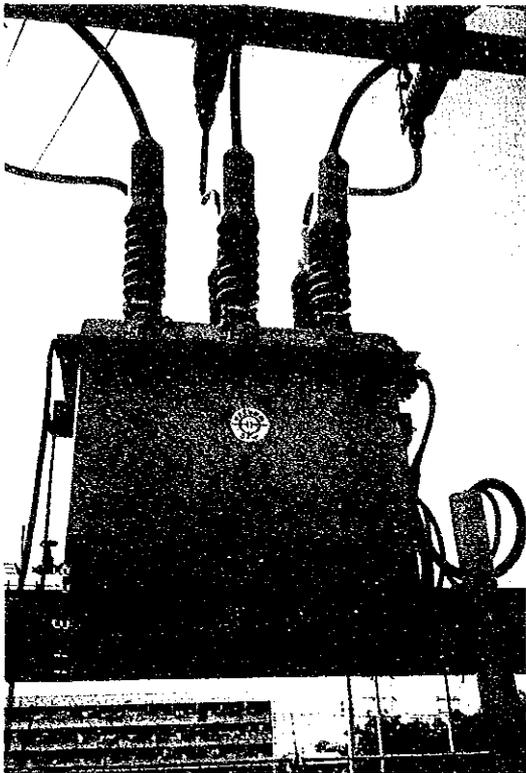
〔注〕

右下写真のようにネジ込み式で使用されるため、ボルト先端と表面との間での絶縁破壊が多く、現在ではピンポストタイプの新製品が使用されている。

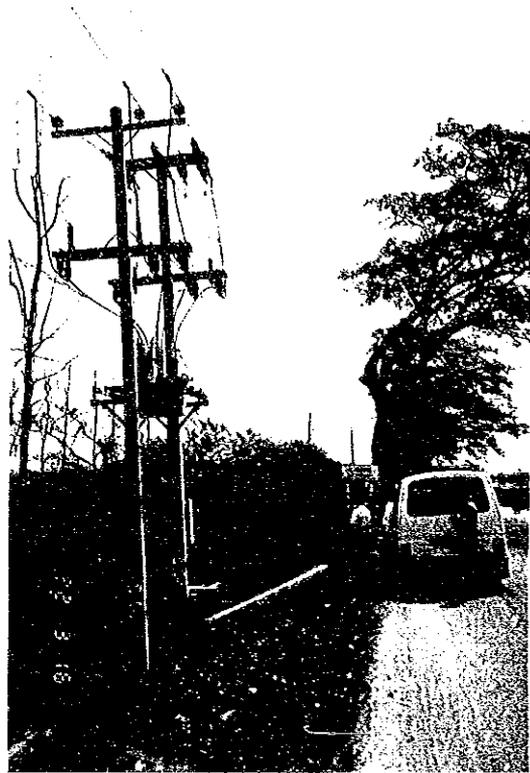




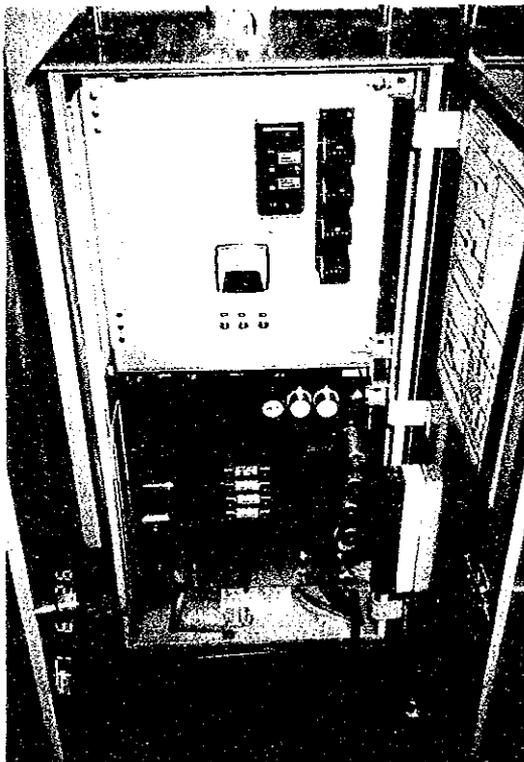
PEA 配電設備の概要 (その3)



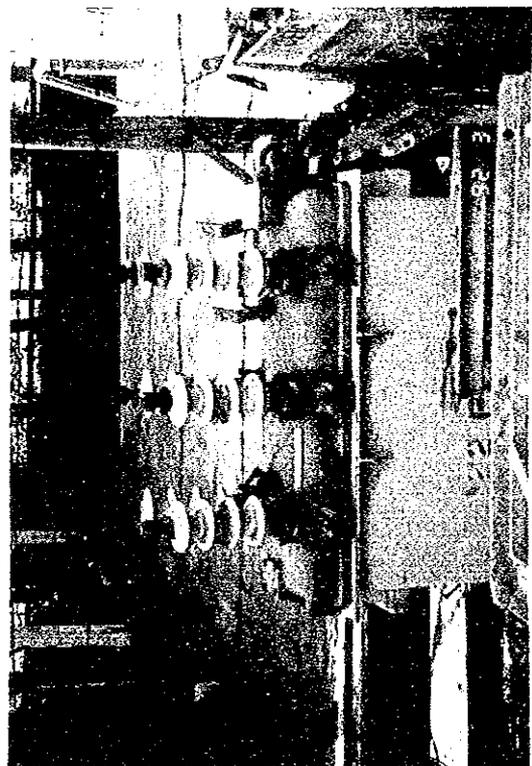
(リロ-ザの拡大図：白い部分は  
事故検出用CT)



(一般的なリロ-ザの装柱状況)



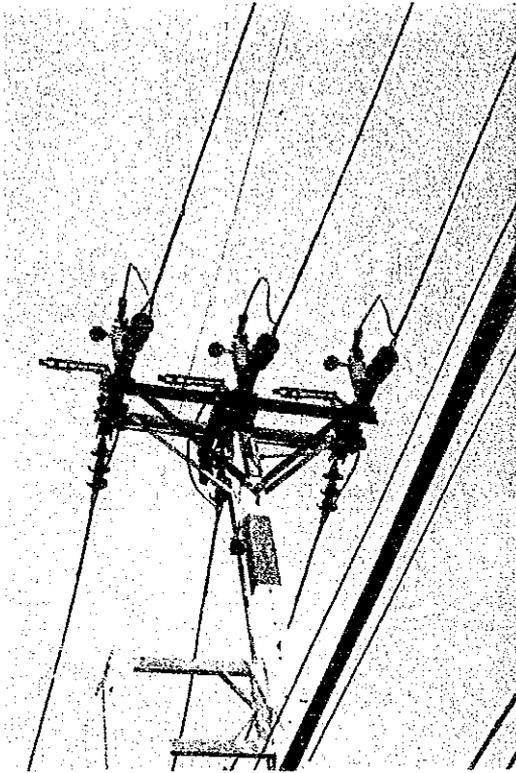
(SS内にあるリロ-ザ制御機器)



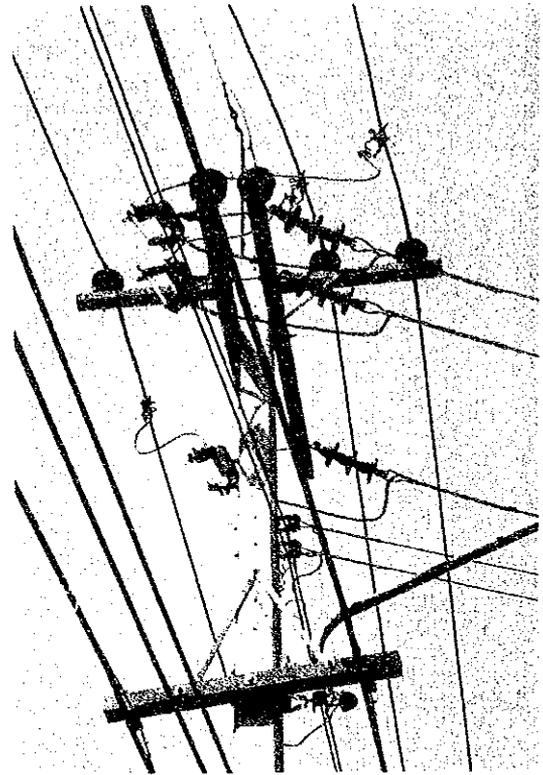
(機械式の旧型リロ-ザ：遠制不能)



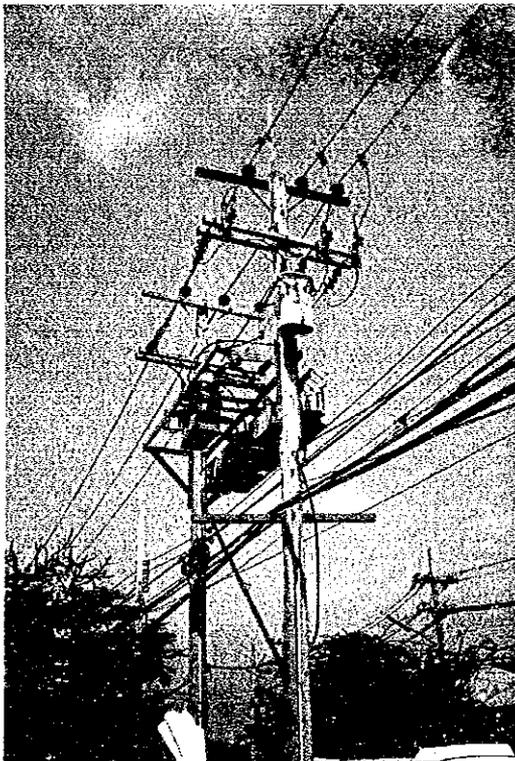
PEA 配電設備の概要 (その4)



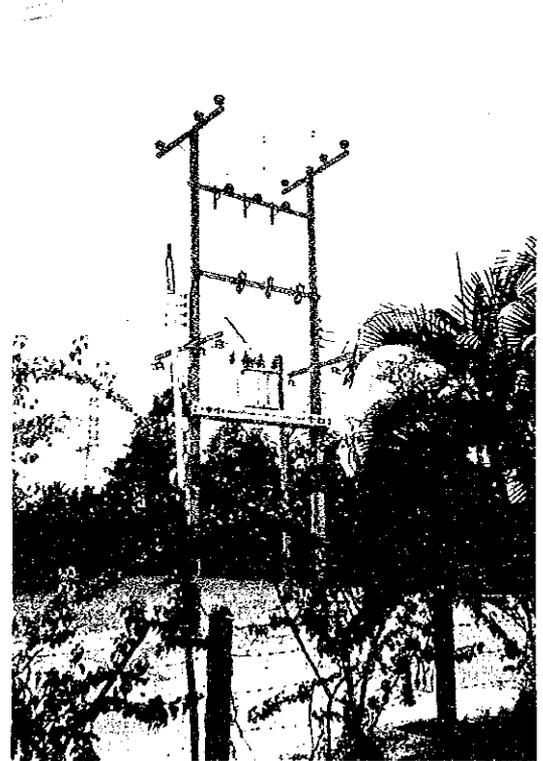
〔気中開閉器の常用タイプ：操作は柱に沿った丸棒を利用し地上で実施〕



〔分岐用カットアウトヒューズの取付状況〕



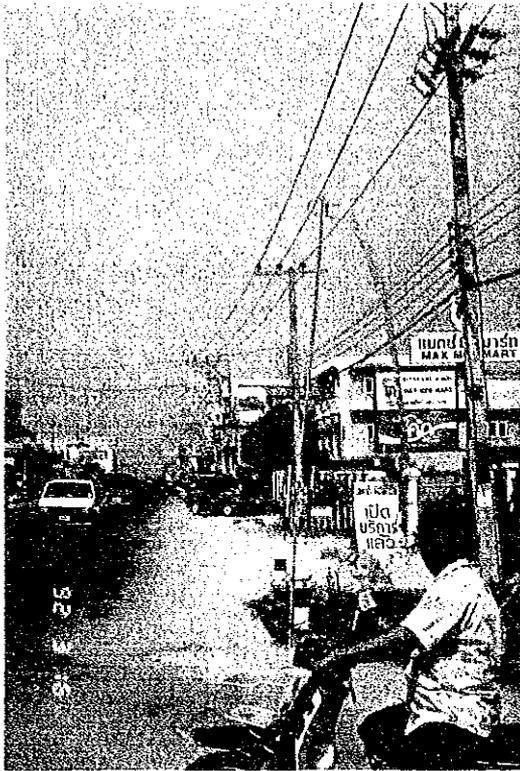
〔コンデンサーバンクの取付状況〕



〔変圧器の一般的な取付状況〕



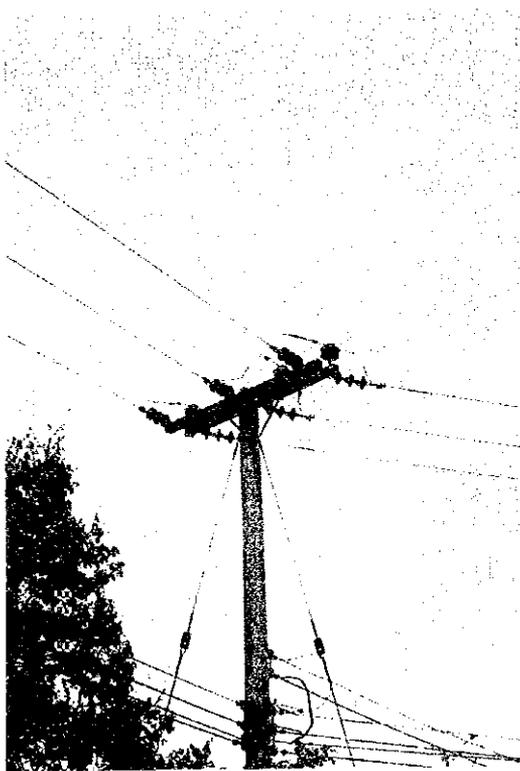
P E A 配電設備の概要 (その5)



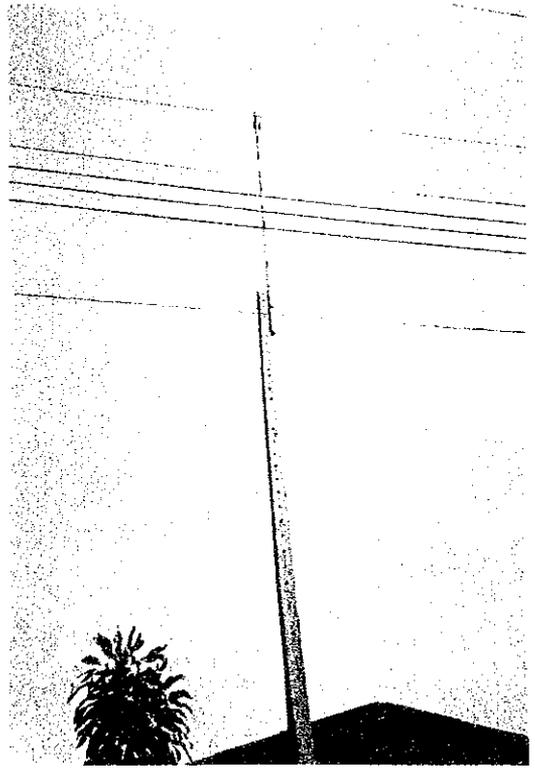
{ チェンマイ から10km程離れた付近での  
設備状況 }



{ 配電線末端近くの小部落付近の  
設備状況 }



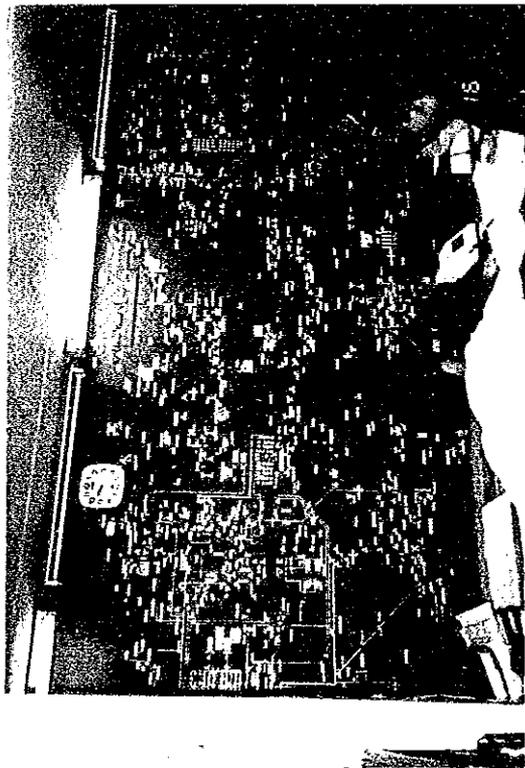
{ 引留柱での電線接続状況：事故時  
は、ここを外した事故点探査も実施 }



{ 郡部のPBA オフィスにある無線アンテナ：電話が  
普及していないため、無線で停電状況等を報告 }



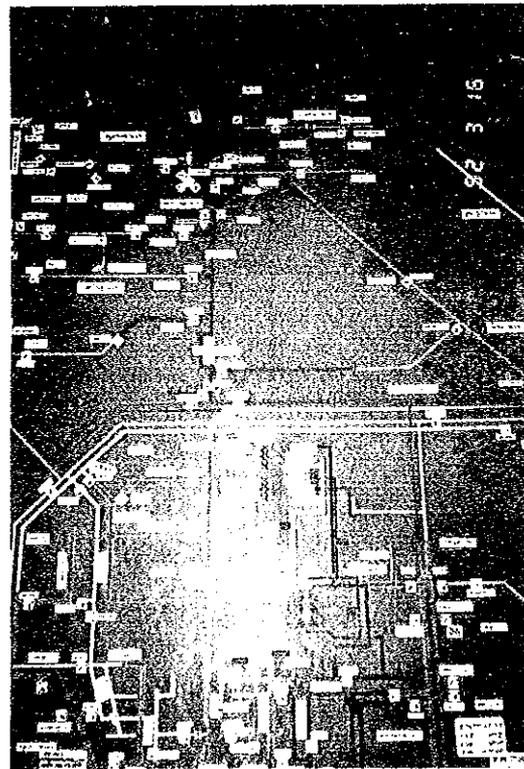
P E A 配電設備の概要(その6)



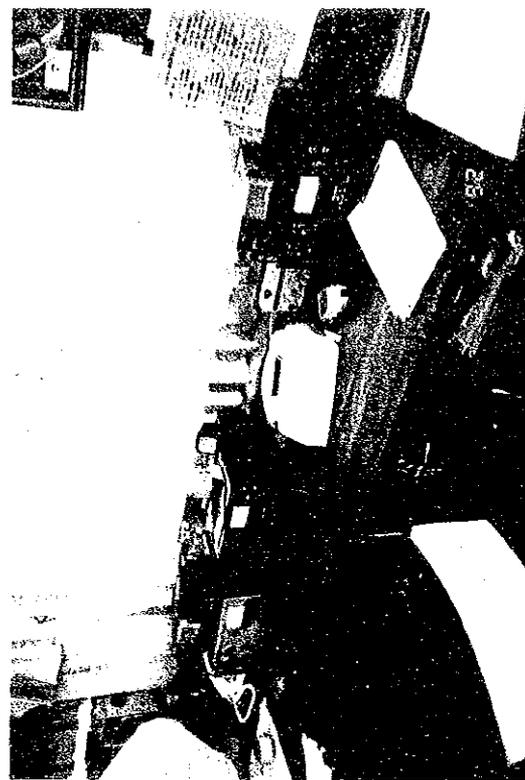
(一般的な高圧配電線系統表示盤)



(一般的な高圧単線図：単線結線図で地区表示なし)



(同上の拡大図)



(支店内の事故操作指令卓の概要：支店内の指令は全てここで行う。)



## 5. PEA の高圧配電線事故実態

### (1) 事故実績

- ① PEA の高圧配電線事故の実態（概要）……………表5-1-1参照
- ② PEA の高圧配電線事故の実態（詳細）
  - a. <sup>(注1)</sup> CB 遮断事故時の停電時間（回数）……………表5-1-2参照
  - b. “ 原因別内訳 ……………表5-1-3参照
  - c. <sup>(注2)</sup> リクローザー及びカットアウトヒューズ以下事故停電時間（回数）……………表5-1-4参照
  - d. 機材不良と判明した全配電線事故の不良機器別内訳 ……………表5-1-5参照

（注1） 変電所のCB動作時のみの停電時間（回数）を示し、PEAの社外に対する公表値（配電線末端及び分岐事故は含まず）。

（注2） リクローザー動作事故及び分岐用カットアウトヒューズ切れ事故時を示しており、（注1）分と合計した値が真の事故時間（回数）となる。

### (2) 事故実態の分析

上記資料から主な特徴を考察した結果は、以下のとおりである。

- ① 永久事故件数は、年間トータルでCB動作……4,000件、リクローザー動作……3,000件、カットアウト動作事故……15,000件の合計22,000回発生しており、フィーダー数（800F）で割ると約30件/年・F（単純当社比100倍）となり、10日間に約1件のハイペースで事故が発生していることになる。

（注） 地絡事故の90%程度は瞬間事故であり、0.3秒の高速再閉路方式でこの分は救済している。

- ② 1事故当たりのフィーダー停電時間は、CB動作時は比較的巨長が短いこともあり、1時間程度、リクローザー動作時は2時間程度、カットアウトヒューズ事故時は3時間程度となっている。

（注） 地絡電流が大きいため、そのほとんどは容易に発見できる（90～95%位）が、事故区間の巨長が長いのと分割用開閉器数が少ないため、多大な時間を要している。

- ③ 機器不良については、電線の圧縮不良等に伴うものが36%、碍子不良（中実型でない）に伴うものが31%とこの両者で約7割を占めている。

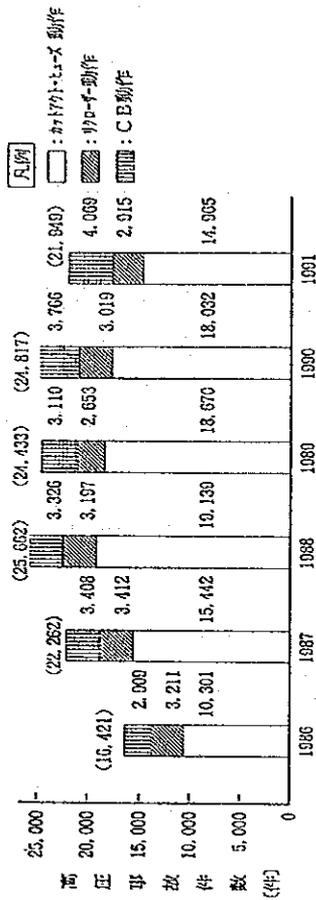
（注） 碍子対策については、現在ピンポストタイプを開発し、変電所周辺より取付拡大中にある。

表5-1-1 PEAの高圧配電線事故の実態

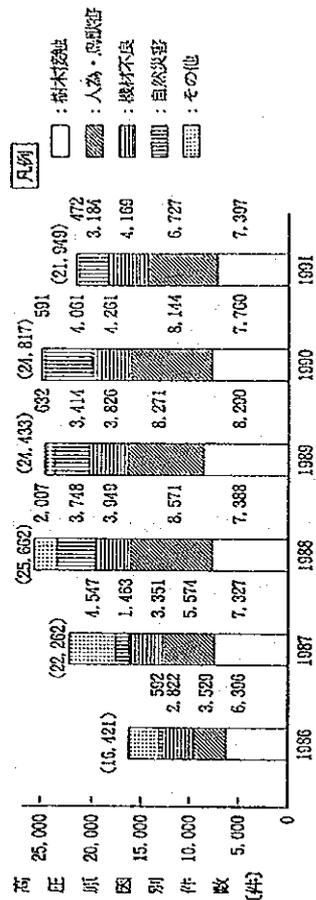
1. PEAの現状 (1991)

|               | 〈件、CCT-km〉 |          |          |        |
|---------------|------------|----------|----------|--------|
|               | C B 動作     | リクローザー動作 | カットアウト動作 | 計      |
| Central       | 1,573      | 633      | 266      | 2,472  |
| Northern      | 835        | 750      | 1,703    | 3,288  |
| North Eastern | 672        | 806      | 2,198    | 3,676  |
| Southern      | 980        | 726      | 10,758   | 12,513 |
| 計             | 4,060      | 2,915    | 14,955   | 21,940 |
|               |            |          |          | 300    |
|               |            |          |          | 103.2  |
|               |            |          |          | 193    |
|               |            |          |          | 173    |
|               |            |          |          | 133    |
|               |            |          |          | 808    |
|               |            |          |          | 188.8  |

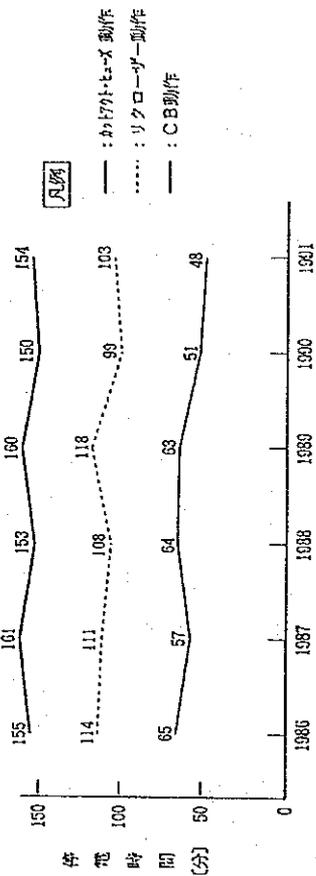
(1) 高圧事故件数の年度別推移



(2) 高圧事故原因の年度別推移



(3) 高圧事故1件当たりの停電時間の年度別推移



(2) 高圧事故原因

| 原因       | 樹木接触  | 人為及び鳥獣害 | 機材不良  | 自然災害  | その他 | 計      |
|----------|-------|---------|-------|-------|-----|--------|
| C B 動作   | 646   | 1,195   | 1,728 | 378   | 122 | 4,069  |
| リクローザー動作 | 1,033 | 492     | 930   | 290   | 158 | 2,915  |
| カットアウト動作 | 5,718 | 5,040   | 1,595 | 2,510 | 192 | 14,955 |
| 計        | 7,397 | 6,727   | 4,169 | 3,184 | 472 | 21,940 |

(注) 雷害は機材不良と自然災害に含まれる

(3) 高圧事故1件当たりの停電時間

| 動作       | 停電時間 | 備考                                  |
|----------|------|-------------------------------------|
| C B 動作   | 4.8  | 再稼働成功事故が含まれている可能性があり、実際はこの値以上と思われる。 |
| リクローザー動作 | 1.03 | 同上                                  |
| カットアウト動作 | 1.54 |                                     |
| 計        | 1.28 |                                     |

(補足)

1. 高圧事故に関するPEAサイドの社外公表値は、C B動作値として、よって、リクローザー動作(配電線劣化)事故及びカットアウト動作(配電線劣化)事故は社内統計としてのみ使用している。

表5-1-2 PEA'S FEEDER AND SUBSTATION INTERRUPTION (変電所および配電線全線停電実績)

|          | Cause by Other's System (F. 位系統)            |             |                |                |                 |  |                |                |               |             | Cause by PEA's System (P.E.A. 配電系統)         |                |               |             |                |  |               |             |                |                |      |      |
|----------|---|-------------|----------------|----------------|-----------------|--|----------------|----------------|---------------|-------------|---|----------------|---------------|-------------|----------------|--|---------------|-------------|----------------|----------------|------|------|
|          | Average time (Min.) per Interruption (計画停電) |             |                |                |                 | Average time (Min.) per Interruption (非故障停電) |                |                |               |             | Average time (Min.) per Interruption (計画停電) |                |               |             |                | Average time (Min.) per Interruption (非故障停電) |               |             |                |                |      |      |
|          | Frequency [A]                               | Time (hour) | Min. (minutes) | Max. (minutes) | Frequency [D/C] | Time (hour)                                  | Min. (minutes) | Max. (minutes) | Frequency [G] | Time (hour) | Min. (minutes)                              | Max. (minutes) | Frequency [H] | Time (hour) | Min. (minutes) | Max. (minutes)                               | Frequency [I] | Time (hour) | Min. (minutes) | Max. (minutes) |      |      |
| FY. 1987 | Central                                     | 79          | 309            | 49             | 268             | 3  | 122            | 69             | 20            | 34          | 394   | 899            | 59            | 151.9       | 1.573          | 1.304  | 9             | 49.9        | 310            | 34,554         | 5.07 | 0.09 |
|          | North                                       | 38          | 67             | 37             | 104             | 0  | 81             | 50             | 55.2          | 487         | 817   | 7              | 120.7         | 1.805       | 689            | 4  | 49.2          | 199         | 37,721         | 4.23           | 0.02 |      |
|          | Northeast                                   | 70          | 359            | 37             | 303             | 2  | 67             | 88             | 34            | 79.0        | 254   | 785            | 47            | 195.1       | 612            | 579  | 41            | 51.9        | 179            | 57,088         | 3.75 | 0.01 |
|          | South                                       | 68          | 324            | 27             | 282             | 1  | 49             | 26             | 53            | 33.0        | 455   | 1,172          | 38            | 151.6       | 889            | 690  | 8             | 41.9        | 127            | 23,916         | 7.73 | 0.03 |
|          | Total                                       | 254         | 1,001          | 27             | 257.8           | 327  | 206            | 30             | 48.3          | 1,472       | 3,609                                       | 28             | 145.6         | 4,169       | 3,218          | 0  | 47.5          | 809         | 169,214        | 5.01           | 0.03 |      |
| FY. 1988 | Central                                     | 42          | 210            | 39             | 300.8           | 116  | 69             | 20             | 35.9          | 404         | 779   | 49             | 115.2         | 1,273       | 1,120          | 38   | 52.8          | 203         | 32,730         | 4.81           | 0.04 |      |
|          | North                                       | 36          | 101            | 37             | 169.4           | 96   | 46             | 42             | 20.5          | 408         | 666   | 7              | 146.9         | 718         | 674            | 20   | 51.9          | 182         | 35,561         | 4.47           | 0.02 |      |
|          | Northeast                                   | 47          | 232            | 7              | 206.3           | 71   | 67             | 19             | 56.8          | 359         | 1,044                                       | 14             | 174.5         | 639         | 701            | 10   | 60.2          | 168         | 56,518         | 4.16           | 0.01 |      |
|          | South                                       | 64          | 217            | 24             | 203.9           | 88   | 24             | 8              | 15.1          | 467         | 1,126                                       | 98             | 144.7         | 1,016       | 783            | 31   | 46.3          | 123         | 27,645         | 8.27           | 0.04 |      |
|          | Total                                       | 189         | 761            | 47             | 241.8           | 370  | 203            | 53             | 33            | 1,640       | 3,940                                       | 46             | 144.5         | 3,786       | 3,241          | 24   | 51.4          | 736         | 152,451        | 5.17           | 0.02 |      |
| FY. 1989 | Central                                     | 42          | 198            | 10             | 240.2           | 83   | 45             | 47             | 33.1          | 297         | 697   | 49             | 141.0         | 1,039       | 1,012          | 21   | 56.8          | 233         | 31,483         | 4.03           | 0.03 |      |
|          | North                                       | 58          | 205            | 31             | 212.4           | 124  | 78             | 10             | 37.6          | 267         | 612   | 11             | 162.0         | 609         | 640            | 3  | 62.1          | 182         | 30,238         | 3.35           | 0.02 |      |
|          | Northeast                                   | 72          | 285            | 31             | 221.3           | 61   | 68             | 21             | 57.2          | 268         | 478   | 34             | 107.1         | 430         | 613            | 15   | 75.1          | 168         | 48,208         | 2.92           | 0.01 |      |
|          | South                                       | 73          | 258            | 53             | 215.8           | 87   | 91             | 4              | 65.0          | 300         | 696   | 18             | 106.1         | 942         | 1,023          | 3  | 65.7          | 123         | 24,922         | 7.03           | 0.04 |      |
|          | Total                                       | 214         | 896            | 11             | 220.4           | 353  | 282            | 7              | 48.0          | 1,182       | 2,704                                       | 59             | 141.4         | 3,110       | 3,283          | 0  | 63.4          | 736         | 137,871        | 4.22           | 0.02 |      |
| FY. 1983 | Central                                     | 51          | 200            | 57             | 233.4           | 83   | 101            | 27             | 73.3          | 414         | 700   | 17             | 102.0         | 1,201       | 1,291          | 0  | 64.5          | 223         | 28,607         | 5.31           | 0.04 |      |
|          | North                                       | 81          | 208            | 35             | 151.3           | 21   | 111            | 43             | 45.4          | 318         | 715   | 31             | 135.0         | 642         | 638            | 37   | 50.1          | 169         | 30,900         | 3.81           | 0.02 |      |
|          | Northeast                                   | 61          | 213            | 42             | 210.2           | 59   | 79             | 17             | 80.0          | 311         | 490   | 48             | 94.7          | 581         | 674            | 41   | 70.0          | 146         | 44,288         | 3.04           | 0.01 |      |
|          | South                                       | 71          | 148            | 105            | 125.1           | 93   | 33             | 47             | 20.9          | 408         | 919   | 40             | 135.4         | 602         | 960            | 32   | 63.9          | 110         | 22,362         | 8.20           | 0.04 |      |
|          | Total                                       | 264         | 771            | 14             | 175.3           | 382  | 286            | 13             | 54.1          | 1,443       | 2,826                                       | 24             | 117.0         | 3,326       | 3,560          | 21   | 64.2          | 644         | 126,157        | 5.11           | 0.03 |      |
| FY. 1987 | Central                                     | 36          | 203            | 57             | 171.5           | 146  | 196            | 35             | 60.8          | 543         | 939   | 23             | 103.8         | 1,238       | 1,219          | 0  | 59.1          | 189         | 27,586         | 6.22           | 0.01 |      |
|          | North                                       | 64          | 100            | 40             | 91.4            | 110  | 52             | 13             | 28.5          | 311         | 694   | 13             | 122.4         | 652         | 414            | 8  | 40.8          | 151         | 29,001         | 4.34           | 0.02 |      |
|          | Northeast                                   | 58          | 87             | 10             | 83.4            | 76   | 14             | 11             | 11.2          | 522         | 461   | 28             | 86.0          | 705         | 737            | 55   | 62.8          | 140         | 17,801         | 5.01           | 0.02 |      |
|          | South                                       | 120         | 223            | 6              | 141.6           | 218  | 96             | 8              | 26.5          | 400         | 721   | 2              | 108.5         | 913         | 831            | 25   | 61.9          | 107         | 18,602         | 7.60           | 0.04 |      |
|          | Total                                       | 334         | 621            | 11             | 110.3           | 550  | 294            | 24             | 25.1          | 1,578       | 2,758                                       | 28             | 105.0         | 3,408       | 3,243          | 54   | 60.7          | 577         | 112,985        | 5.71           | 0.01 |      |
| FY. 1985 | Central                                     | 120         | 472            | 4              | 224.8           | 154  | 92             | 41             | 30.7          | 591         | 1,032                                       | 2              | 181.4         | 1,057       | 1,048          | 24   | 60.7          | 193         | 25,084         | 5.02           | 0.04 |      |
|          | North                                       | 64          | 33             | 14             | 84.8            | 81   | 46             | 34             | 34.1          | 219         | 581   | 44             | 162.3         | 535         | 380            | 13   | 43.3          | 120         | 23,792         | 4.24           | 0.02 |      |
|          | Northeast                                   | 50          | 28             | 3              | 20.1            | 57   | 17             | 17             | 17.0          | 168         | 268   | 40             | 74.1          | 500         | 557            | 31   | 66.3          | 36          | 31,354         | 3.63           | 0.01 |      |
|          | South                                       | 71          | 340            | 41             | 121.6           | 235  | 64             | 17             | 17.0          | 293         | 600   | 37             | 121.2         | 817         | 1,154          | 54   | 84.5          | 109         | 17,181         | 8.17           | 0.05 |      |
|          | Total                                       | 422         | 940            | 34             | 133.7           | 527  | 228            | 24             | 25.8          | 1,207       | 3,030                                       | 11             | 150.4         | 2,900       | 3,183          | 11   | 63.2          | 557         | 101,007        | 5.22           | 0.01 |      |

注：1. 事故停電の原因別内訳は、次ページ 12. 原因別電線事故件数を参照  
 ・事故停電件数は、従電所内動作時の停電回数を示し、PEA の比外に対する公表値 (配電線未端及び分岐事故は含まず)  
 ・2. 1 回当たりの停電時間は、1 線路あたりの停電時間と同値

表5-1-3 REEDOK INTERUPTION RECORD CLASSIFIED BY CAUSDS (原因別配電線全線停電事故件数)

|          | Average time(min.) per Interruption<br>配電線平均停電時間(分) |   |                                   |   |                                   |   |                                   |   |                                   |   |                                   |   |                                   |   |                                   |   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
|----------|---|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
|          | Tree<br>(樹木接触)                                      |   |                                   | Human/Animal<br>(人・動物)  |                                   |   | Equipment<br>(機材不良)               |   |                                   | Naturerisk<br>(自然災害)  |                                   |   | Others<br>(その他)                   |   | Total<br>(合計)                     |   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
|          | Fre-<br>quen-<br>cy<br>[A]<br>[回]                   | Time<br>(時)Min./<br>(分)Fre.<br>quency<br>hour mi-<br>[B/A]<br>[回] | Fre-<br>quen-<br>cy<br>[C]<br>[回] | Time<br>(時)Min./<br>(分)Fre.<br>quency<br>hour mi-<br>[D/C]<br>[回] | Fre-<br>quen-<br>cy<br>[E]<br>[回] | Time<br>(時)Min./<br>(分)Fre.<br>quency<br>hour mi-<br>[F/E]<br>[回] | Fre-<br>quen-<br>cy<br>[F]<br>[回] | Time<br>(時)Min./<br>(分)Fre.<br>quency<br>hour mi-<br>[G/F]<br>[回] | Fre-<br>quen-<br>cy<br>[G]<br>[回] | Time<br>(時)Min./<br>(分)Fre.<br>quency<br>hour mi-<br>[H/G]<br>[回] | Fre-<br>quen-<br>cy<br>[H]<br>[回] | Time<br>(時)Min./<br>(分)Fre.<br>quency<br>hour mi-<br>[I/H]<br>[回] | Fre-<br>quen-<br>cy<br>[I]<br>[回] | Time<br>(時)Min./<br>(分)Fre.<br>quency<br>hour mi-<br>[J/I]<br>[回] | Fre-<br>quen-<br>cy<br>[J]<br>[回] | Time<br>(時)Min./<br>(分)Fre.<br>quency<br>hour mi-<br>[K/J]<br>[回] |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| FY. 1997 | Central   | 132   | 159                               | 11  | 71                                | 48  | 324                               | 2   | 31                                | 717   | 157                               | 118   | 25                                | 45  | 72                                | 28  | 30    | 24    | 1,573 | 1,300 | 9     | 50    |       |       |       |    |
|          | X   | 8.4   | 11.9                              | 142.4   | 31.1                              | 45.0  | 79.2                              | 51.8  | 113.7                             | 10.0  | 9.1                               | 91.2  | 4.1                               | 2.2   | 47.3                              | 100.0   | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |       |       |       |    |
|          | Northern  | 104   | 138                               | 38  | 51                                | 233   | 103                               | 56  | 41                                | 348   | 81                                | 55  | 12                                | 41  | 5                                 | 0   | 31    | 1     | 835   | 648   | 4     | 47    |       |       |       |    |
|          | X   | 16.7  | 21.4                              | 108.9   | 28.7                              | 41.4  | 44.7                              | 107.9   | 9.7                               | 8.5   | 87.2                              | 0.6   | 0.1                               | 13.3  | 100.0                             | 100.0   | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |       |       |       |    |
|          | Nor. East   | 110   | 138                               | 24  | 75                                | 150   | 111                               | 37  | 45                                | 280   | 94                                | 69  | 12                                | 40  | 38                                | 20  | 18    | 32    | 672   | 579   | 41    | 52    |       |       |       |    |
|          | X   | 16.4  | 23.9                              | 145.1   | 22.3                              | 19.3  | 85.3                              | 41.7  | 41.4                              | 59.4  | 14.0                              | 11.9  | 85.2                              | 5.7   | 3.5                               | 62.0  | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |       |       |       |    |
|          | Southern  | 200   | 199                               | 8   | 50                                | 311   | 178                               | 30  | 24                                | 385   | 272                               | 39  | 44                                | 5   | 0                                 | 45  | 0     | 985   | 890   | 8     | 42    |       |       |       |       |    |
|          | X   | 24.4  | 25.9                              | 118.9   | 31.4                              | 25.9  | 82.3                              | 39.4  | 101.3                             | 4.7   | 5.8                               | 123.8   | 0.7                               | 0.1   | 15.4                              | 100.0   | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |       |       |       |    |
|          | Total   | 646   | 631                               | 19  | 59                                | 1,105   | 778                               | 5   | 30                                | 1,728   | 1,475                             | 58  | 51                                | 122   | 50                                | 5   | 25    | 4,063 | 3,218 | 2     | 47    |       |       |       |       |    |
|          | X   | 15.1  | 19.6                              | 123.0   | 28.4                              | 24.2  | 82.3                              | 45.9  | 108.0                             | 9.4   | 8.8                               | 94.7  | 3.0                               | 1.6   | 51.1                              | 100.0   | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |       |       |       |    |
| FY. 1997 | Central   | 95  | 71                                | 57  | 44                                | 439   | 313                               | 54  | 45                                | 573   | 563                               | 30  | 61                                | 132   | 122                               | 17  | 52    | 35    | 29    | 0     | 50    | 1,273 | 1,120 | 38    | 53    |    |
|          | X   | 7.8   | 6.4                               | 82.1  | 34.1                              | 28.0  | 82.7                              | 52.1  | 115.7                             | 10.4  | 10.9                              | 105.2   | 2.7                               | 2.6   | 94.1                              | 100.0   | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |       |    |
|          | Northern  | 106   | 127                               | 12  | 45                                | 243   | 103                               | 10  | 40                                | 267   | 233                               | 40  | 59                                | 64  | 50                                | 28  | 47    | 5     | 2     | 40    | 32    | 778   | 637   | 20    | 45    |    |
|          | X   | 21.0  | 20.0                              | 91.9  | 31.7                              | 25.6  | 82.0                              | 46.1  | 120.8                             | 8.2   | 7.9                               | 93.7  | 0.1                               | 0.4   | 65.1                              | 100.0   | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |       |    |
|          | Nor. East   | 137   | 165                               | 21  | 72                                | 154   | 93                                | 32  | 37                                | 272   | 288                               | 6   | 54                                | 109   | 144                               | 6   | 8     | 32    | 1     | 5     | 13    | 693   | 701   | 10    | 60    |    |
|          | X   | 19.6  | 22.6                              | 126.3   | 21.5                              | 13.3  | 62.7                              | 41.1  | 105.3                             | 15.5  | 20.6                              | 130.0   | 4.1                               | 1.4   | 31.4                              | 100.0   | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |       |    |
|          | Southern  | 238   | 234                               | 29  | 56                                | 342   | 203                               | 11  | 34                                | 350   | 300                               | 40  | 57                                | 50  | 41                                | 9   | 41    | 11    | 0     | 2     | 15    | 1,014 | 742   | 31    | 44    |    |
|          | X   | 24.4  | 31.8                              | 135.8   | 35.1                              | 27.5  | 77.2                              | 40.7  | 118.2                             | 4.1   | 5.6                               | 113.7   | 1.1                               | 0.5   | 34.7                              | 100.0   | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |       |    |
|          | Total   | 641   | 598                               | 59  | 54                                | 1,189   | 773                               | 47  | 26                                | 1,492   | 1,404                             | 50  | 53                                | 354   | 358                               | 1   | 61    | 81    | 45    | 47    | 31    | 3,704 | 3,241 | 24    | 52    |    |
|          | X   | 17.1  | 18.5                              | 108.2   | 31.1                              | 21.9  | 75.1                              | 45.2  | 114.1                             | 9.4   | 11.0                              | 117.9   | 2.3                               | 1.4   | 60.4                              | 100.0   | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |       |    |
| FY. 1989 | Central   | 83  | 90                                | 55  | 53                                | 333   | 301                               | 47  | 50                                | 470   | 488                               | 58  | 62                                | 145   | 140                               | 28  | 58    | 2     | 0     | 23    | 12    | 1,064 | 1,012 | 21    | 57    |    |
|          | X   | 8.3   | 8.0                               | 90.0  | 34.0                              | 20.8  | 87.8                              | 48.3  | 104.9                             | 13.0  | 13.9                              | 102.3   | 0.2                               | 0.0   | 20.2                              | 100.0   | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |       |    |
|          | Northern  | 124   | 76                                | 42  | 37                                | 162   | 174                               | 57  | 65                                | 248   | 319                               | 17  | 73                                | 41  | 45                                | 23  | 57    | 37    | 16    | 38    | 32    | 681   | 530   | 3     | 62    |    |
|          | X   | 20.7  | 12.2                              | 58.3  | 26.6                              | 27.8  | 104.4                             | 50.7  | 125.3                             | 7.4   | 6.7                               | 91.3  | 4.3                               | 2.9   | 53.1                              | 100.0   | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |       |    |
|          | Nor. East   | 87  | 113                               | 11  | 78                                | 104   | 145                               | 18  | 82                                | 184   | 253                               | 9   | 83                                | 59  | 64                                | 34  | 33    | 491   | 3     | 18    | 38    | 33    | 491   | 613   | 15    | 75 |
|          | X   | 17.6  | 18.5                              | 103.1   | 21.1                              | 22.7  | 109.5                             | 41.3  | 109.3                             | 16.1  | 13.5                              | 83.9  | 6.3                               | 3.0   | 43.8                              | 100.0   | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |    |
|          | Southern  | 274   | 403                               | 22  | 87                                | 280   | 203                               | 22  | 44                                | 321   | 382                               | 24  | 71                                | 42  | 34                                | 30  | 49    | 6     | 5     | 58    | 17    | 942   | 1,025 | 35    | 66    |    |
|          | X   | 26.5  | 26.2                              | 132.1   | 20.7                              | 19.8  | 66.5                              | 37.1  | 108.6                             | 7.5   | 3.4                               | 75.7  | 2.2                               | 0.8   | 26.7                              | 100.0   | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |       |    |
|          | Total   | 580   | 674                               | 10  | 70                                | 911   | 825                               | 30  | 54                                | 1,221   | 1,443                             | 33  | 71                                | 311   | 300                               | 26  | 54    | 87    | 1.3   | 27    | 23    | 3,110 | 3,285 | 0     | 67    |    |
|          | X   | 18.1  | 20.5                              | 110.6   | 26.3                              | 25.1  | 85.8                              | 43.9  | 111.9                             | 10.0  | 9.1                               | 91.4  | 2.8                               | 1.3   | 45.1                              | 100.0   | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |       |    |
| FY. 1988 | Central   | 111   | 95                                | 15  | 51                                | 350   | 261                               | 32  | 45                                | 403   | 681                               | 47  | 26                                | 204   | 228                               | 49  | 67    | 33    | 23    | 37    | 34    | 1,204 | 960   | 32    | 49    |    |
|          | X   | 9.4   | 9.9                               | 107.4   | 47                                | 27.2  | 93.3                              | 41.3  | 172.0                             | 17.1  | 23.8                              | 130.0   | 3.2                               | 2.5   | 75.8                              | 100.0   | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |       |    |
|          | Northern  | 124   | 16                                | 24  | 47                                | 124   | 119                               | 43  | 53                                | 395   | 309                               | 20  | 73                                | 32  | 24                                | 29  | 40    | 34    | 22    | 41    | 24    | 674   | 632   | 37    | 53    |    |
|          | X   | 19.3  | 15.2                              | 28.5  | 20.1                              | 8.9   | 91.2                              | 58.4  | 122.9                             | 5.0   | 3.9                               | 77.1  | 8.1                               | 3.6   | 44.1                              | 100.0   | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |       |    |
|          | Nor. East   | 124   | 165                               | 43  | 77                                | 132   | 110                               | 22  | 50                                | 203   | 271                               | 25  | 80                                | 65  | 100                               | 16  | 93    | 55    | 31    | 55    | 38    | 581   | 677   | 41    | 70    |    |
|          | X   | 21.7  | 23.7                              | 103.4   | 22.7                              | 16.3  | 71.7                              | 40.1  | 114.0                             | 11.2  | 14.8                              | 132.2   | 7.4                               | 5.2   | 54.4                              | 100.0   | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |       |    |
|          | Southern  | 247   | 313                               | 41  | 70                                | 303   | 237                               | 0   | 41                                | 268   | 336                               | 13  | 79                                | 43  | 48                                | 35  | 67    | 35    | 24    | 53    | 44    | 902   | 930   | 32    | 64    |    |
|          | X   | 27.4  | 27.7                              | 119.3   | 34.4                              | 24.7  | 72.1                              | 35.0  | 117.8                             | 5.1   | 5.1                               | 101.3   | 3.1                               | 2.6   | 70.3                              | 100.0   | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |       |    |
|          | Total   | 606   | 665                               | 3   | 64                                | 924   | 728                               | 43  | 40                                | 1,272   | 1,658                             | 45  | 76                                | 344   | 400                               | 45  | 93    | 171   | 106   | 6     | 34    | 327   | 3,503 | 22    | 64    |    |
|          | X   | 18.3  | 18.7                              | 102.4   | 27.1                              | 20.5  | 74.0                              | 46.6  | 121.9                             | 10.5  | 11.3                              | 107.7   | 5.7                               | 3.0   | 55.4                              | 100.0   | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |       |    |

表5-1-4 OPERATION OF RECLOSER DROPOUT AND FUSE CUTOUT RECORD  
 (リクローザ及びヒューズ付きカッタウトの動作記録：配電線末端及び分岐事故実績)

| FY. 1990 | Operation of Recloser        |  |   |  |                                       |                                       |                                       |                                       |                                       |                                       | Operation of Dropout Fuse Cutout Record |                                       |                                       |                                       |                                       |                                       |                                       |                                       |                                       |                                       |       |       |       |       |       |
|----------|------------------------------|--|---|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|          | [リクローザ動作] (計画停電)             |  |   |  |                                       | [配電線末端事故] (自然)                        |                                       |                                       |                                       |                                       | [ヒューズ付きカッタウト動作] (計画停電)                  |                                       |                                       |                                       |                                       | [配電線末端事故] (自然)                        |                                       |                                       |                                       |                                       |       |       |       |       |       |
|          | Fre-<br>quency<br>[A]<br>(回) | Sched-<br>uled<br>Inter-<br>ruption<br>(計<br>画)<br>Time<br>(時<br>間)<br>[B]<br>[C]<br>(分) | Min./<br>Fre-<br>quency<br>[B/A]<br>(分/回) | Total<br>Time<br>(時<br>間)<br>[B]<br>[C]<br>(分) | Free<br>Anti-<br>trip<br>[D/C]<br>(回)   | Free<br>Anti-<br>trip<br>[D/C]<br>(回) | Free<br>Anti-<br>trip<br>[D/C]<br>(回) | Free<br>Anti-<br>trip<br>[D/C]<br>(回) | Free<br>Anti-<br>trip<br>[D/C]<br>(回) | Free<br>Anti-<br>trip<br>[D/C]<br>(回) | Free<br>Anti-<br>trip<br>[D/C]<br>(回) | Free<br>Anti-<br>trip<br>[D/C]<br>(回) | Free<br>Anti-<br>trip<br>[D/C]<br>(回) | Free<br>Anti-<br>trip<br>[D/C]<br>(回) |       |       |       |       |       |
| Central  | 138                          | 391  | 2.83                                      | 533  | 1,010                                 | 23                                    | 95.8                                  | 117                                   | 38                                    | 243                                   | 87                                      | 48                                    | 13                                    | 71                                    | 15                                    | 328.4                                 | 268                                   | 309                                   | 27                                    | 69.8                                  | 34    | 75    | 39    | 112   | 6     |
| Northern | 387                          | 523  | 1.35                                      | 750  | 1,305                                 | 23                                    | 104.4                                 | 287                                   | 139                                   | 251                                   | 68                                      | 13                                    | 231                                   | 11                                    | 285.0                                 | 1,703                                 | 4,203                                 | 35                                    | 148.2                                 | 430                                   | 432   | 258   | 588   | 17    |       |
| Northern | 168                          | 622  | 3.72                                      | 803  | 1,647                                 | 37                                    | 122.7                                 | 256                                   | 81                                    | 247                                   | 122                                     | 97                                    | 95                                    | 306                                   | 47                                    | 103.8                                 | 2,198                                 | 7,319                                 | 21                                    | 136.8                                 | 388   | 309   | 287   | 961   | 15    |
| Southern | 273                          | 981  | 3.59                                      | 728  | 1,038                                 | 26                                    | 85.6                                  | 378                                   | 135                                   | 185                                   | 19                                      | 4                                     | 158                                   | 684                                   | 0                                     | 250.7                                 | 19,798                                | 26,455                                | 57                                    | 147.0                                 | 4,868 | 4,194 | 923   | 839   | 6     |
| Total    | 995                          | 3,514  | 3.52                                      | 2,915  | 5,001                                 | 12                                    | 102.1                                 | 35.4                                  | 16.9                                  | 32.1                                  | 10.2                                    | 5.4                                   | 497                                   | 2,159                                 | 18                                    | 230.7                                 | 14,905                                | 38,286                                | 19                                    | 153.5                                 | 5,718 | 5,040 | 1,505 | 2,510 | 192   |
| Central  | 101                          | 242  | 2.40                                      | 510  | 720                                   | 58                                    | 85.3                                  | 100                                   | 132                                   | 194                                   | 58                                      | 21                                    | 20                                    | 77                                    | 11                                    | 231.1                                 | 1,348                                 | 38,286                                | 11                                    | 170.1                                 | 180   | 135   | 158   | 367   | 8     |
| Northern | 313                          | 135  | 0.43                                      | 714  | 1,241                                 | 18                                    | 104.3                                 | 261                                   | 164                                   | 255                                   | 51                                      | 13                                    | 250                                   | 112                                   | 41                                    | 267.1                                 | 2,390                                 | 1,802                                 | 33                                    | 16.6                                  | 615   | 789   | 353   | 551   | 13    |
| Northern | 189                          | 720  | 3.81                                      | 910  | 1,960                                 | 35                                    | 120.3                                 | 269                                   | 114                                   | 218                                   | 105                                     | 121                                   | 150                                   | 531                                   | 24                                    | 212.6                                 | 4,120                                 | 5,651                                 | 3                                     | 82.4                                  | 688   | 804   | 483   | 1,886 | 280   |
| Southern | 223                          | 923  | 4.14                                      | 885  | 1,048                                 | 33                                    | 71.1                                  | 433                                   | 175                                   | 234                                   | 26                                      | 11                                    | 202                                   | 599                                   | 33                                    | 270.2                                 | 10,243                                | 14,347                                | 56                                    | 84.6                                  | 3,588 | 4,151 | 869   | 597   | 74    |
| Total    | 823                          | 3,022  | 3.68                                      | 3,019  | 4,977                                 | 27                                    | 98.9                                  | 35.0                                  | 19.4                                  | 29.8                                  | 10.0                                    | 5.8                                   | 622                                   | 2,830                                 | 54                                    | 253.8                                 | 18,032                                | 45,034                                | 18                                    | 150.0                                 | 43.6  | 35.3  | 10.4  | 18.9  | 1.8   |
| Central  | 76                           | 724  | 9.53                                      | 373  | 507                                   | 33                                    | 81.0                                  | 37                                    | 114                                   | 154                                   | 64                                      | 11                                    | 25                                    | 70                                    | 57                                    | 170.2                                 | 840                                   | 1,131                                 | 11                                    | 80.8                                  | 64    | 303   | 104   | 363   | 6     |
| Northern | 233                          | 754  | 3.24                                      | 622  | 1,210                                 | 22                                    | 139.5                                 | 234                                   | 117                                   | 198                                   | 42                                      | 32                                    | 209                                   | 300                                   | 0                                     | 275.0                                 | 2,527                                 | 6,743                                 | 17                                    | 161.1                                 | 697   | 816   | 419   | 503   | 62    |
| Northern | 261                          | 863  | 3.31                                      | 782  | 2,036                                 | 11                                    | 158.9                                 | 253                                   | 112                                   | 236                                   | 94                                      | 87                                    | 328                                   | 1,356                                 | 24                                    | 248.1                                 | 3,733                                 | 13,423                                | 11                                    | 215.0                                 | 763   | 907   | 439   | 1,358 | 239   |
| Southern | 261                          | 1,124  | 4.31                                      | 878  | 1,431                                 | 25                                    | 58.2                                  | 442                                   | 197                                   | 169                                   | 27                                      | 20                                    | 305                                   | 1,614                                 | 3                                     | 317.5                                 | 11,587                                | 28,383                                | 40                                    | 147.1                                 | 5,200 | 4,758 | 833   | 692   | 74    |
| Total    | 801                          | 2,899  | 3.62                                      | 3,019  | 4,977                                 | 27                                    | 98.9                                  | 35.0                                  | 19.4                                  | 29.8                                  | 10.0                                    | 5.8                                   | 622                                   | 2,830                                 | 54                                    | 253.8                                 | 18,032                                | 45,034                                | 18                                    | 150.0                                 | 43.6  | 35.3  | 10.4  | 18.9  | 1.8   |
| Central  | 135                          | 323  | 2.39                                      | 600  | 900                                   | 4                                     | 118.1                                 | 95                                    | 140                                   | 203                                   | 118                                     | 31                                    | 91                                    | 223                                   | 11                                    | 147.4                                 | 2,481                                 | 4,153                                 | 24                                    | 100.9                                 | 243   | 834   | 280   | 985   | 89    |
| Northern | 258                          | 763  | 2.96                                      | 638  | 972                                   | 24                                    | 91.9                                  | 263                                   | 89                                    | 191                                   | 35                                      | 64                                    | 249                                   | 574                                   | 54                                    | 234.1                                 | 2,302                                 | 6,990                                 | 2                                     | 75.2                                  | 781   | 551   | 506   | 372   | 162   |
| Northern | 307                          | 1,151  | 3.75                                      | 932  | 2,191                                 | 15                                    | 141.1                                 | 345                                   | 88                                    | 264                                   | 70                                      | 157                                   | 376                                   | 1,397                                 | 30                                    | 223.9                                 | 3,779                                 | 12,614                                | 44                                    | 200.7                                 | 947   | 903   | 427   | 1,149 | 653   |
| Southern | 278                          | 1,122  | 4.04                                      | 1,024  | 1,760                                 | 37                                    | 58.4                                  | 517                                   | 223                                   | 182                                   | 35                                      | 70                                    | 521                                   | 3,243                                 | 11                                    | 373.8                                 | 10,487                                | 24,684                                | 1                                     | 142.1                                 | 3,539 | 5,114 | 604   | 830   | 600   |
| Total    | 978                          | 3,368  | 3.44                                      | 3,197  | 5,764                                 | 28                                    | 108.2                                 | 1,220                                 | 549                                   | 840                                   | 284                                     | 324                                   | 1,237                                 | 5,339                                 | 3                                     | 259.6                                 | 19,139                                | 48,740                                | 34                                    | 152.8                                 | 6,744 | 6,820 | 1,825 | 2,876 | 405   |
| Central  | 181                          | 302  | 1.67                                      | 707  | 930                                   | 27                                    | 81.9                                  | 150                                   | 119                                   | 218                                   | 43                                      | 138                                   | 116                                   | 355                                   | 55                                    | 184.1                                 | 2,254                                 | 5,102                                 | 44                                    | 135.8                                 | 421   | 447   | 282   | 602   | 517   |
| Northern | 271                          | 710  | 2.62                                      | 671  | 1,026                                 | 11                                    | 90.4                                  | 271                                   | 64                                    | 201                                   | 22                                      | 122                                   | 241                                   | 1,050                                 | 37                                    | 241.2                                 | 1,354                                 | 4,251                                 | 41                                    | 188.4                                 | 558   | 134   | 340   | 76    | 284   |
| Northern | 239                          | 616  | 2.59                                      | 1,018  | 2,635                                 | 25                                    | 152.2                                 | 324                                   | 62                                    | 223                                   | 22                                      | 417                                   | 304                                   | 857                                   | 31                                    | 171.2                                 | 2,216                                 | 10,472                                | 4                                     | 273.8                                 | 464   | 225   | 210   | 76    | 271   |
| Southern | 264                          | 862  | 3.26                                      | 978  | 1,653                                 | 45                                    | 102.1                                 | 550                                   | 159                                   | 148                                   | 15                                      | 104                                   | 547                                   | 3,123                                 | 4                                     | 319.2                                 | 9,588                                 | 21,587                                | 1                                     | 145.0                                 | 3,952 | 3,426 | 445   | 211   | 524   |
| Total    | 995                          | 2,894  | 2.91                                      | 3,412  | 6,315                                 | 46                                    | 111.1                                 | 1,394                                 | 600                                   | 820                                   | 102                                     | 740                                   | 1,268                                 | 5,397                                 | 7                                     | 255.4                                 | 15,442                                | 41,393                                | 35                                    | 170.8                                 | 5,400 | 4,242 | 1,277 | 1,005 | 3,578 |
| Central  | 152                          | 469  | 3.09                                      | 623  | 977                                   | 14                                    | 76.8                                  | 111                                   | 79                                    | 208                                   | 35                                      | 193                                   | 68                                    | 223                                   | 26                                    | 197.3                                 | 392                                   | 2,086                                 | 17                                    | 23.4                                  | 93    | 102   | 116   | 15    | 630   |
| Northern | 173                          | 536  | 3.09                                      | 530  | 944                                   | 41                                    | 106.1                                 | 265                                   | 43                                    | 254                                   | 11                                      | 103                                   | 294                                   | 1,088                                 | 74                                    | 279.4                                 | 1,178                                 | 3,606                                 | 34                                    | 183.4                                 | 565   | 165   | 191   | 51    | 205   |
| Northern | 223                          | 647  | 2.90                                      | 830  | 2,248                                 | 43                                    | 145.1                                 | 289                                   | 78                                    | 238                                   | 12                                      | 337                                   | 308                                   | 764                                   | 43                                    | 226.6                                 | 1,514                                 | 5,830                                 | 18                                    | 223.4                                 | 300   | 162   | 172   | 62    | 770   |
| Southern | 278                          | 934  | 3.36                                      | 1,128  | 2,120                                 | 14                                    | 112.8                                 | 694                                   | 116                                   | 225                                   | 7                                       | 84                                    | 613                                   | 3,686                                 | 48                                    | 360.1                                 | 6,617                                 | 14,988                                | 24                                    | 135.3                                 | 3,582 | 1,982 | 336   | 95    | 542   |
| Total    | 823                          | 2,958  | 3.60                                      | 3,211  | 6,110                                 | 53                                    | 114.4                                 | 1,279                                 | 317                                   | 835                                   | 165                                     | 714                                   | 1,123                                 | 5,763                                 | 53                                    | 308.4                                 | 10,301                                | 28,580                                | 34                                    | 154.5                                 | 4,585 | 2,412 | 875   | 223   | 2,204 |

表5-1-5 INTERRUPTION BY DAMAGED EQUIPMENT (機器不良にもなう配電線事故の機器内訳)

|          |           | Damaged Equipment (不良機器)     |                           |  |                             |                              |                      |              |                          |                                      |                  |                                       |                |                               |                      |   |              |     |       |
|----------|-----------|------------------------------|---------------------------|--|-----------------------------|------------------------------|----------------------|--------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------------|---|--------------|-----|-------|
| FY.      | Region    | Pole<br>Crossarm<br>電柱<br>腕金 | Con-<br>duc-<br>tor<br>電線 | Insu-<br>lat-<br>ing<br>Arre-<br>ster<br>避雷器 | 配電線保護機器類                    |                              |                      | 配電線区分開閉器類    |                          |                                      | AVR<br>自動<br>調整器 | Trans-<br>Capa-<br>citor<br>電圧変<br>压器 | P. T.<br>C. T. | Cir-<br>cui-<br>le<br>Breaker | Grand<br>Total<br>合計 |   |              |     |       |
|          |           |                              |                           |  | Drop-<br>out<br>Fuse<br>熔断器 | Sec-<br>tion-<br>izer<br>分段器 | Reclo-<br>ser<br>重合器 | total<br>(計) | Discon-<br>Switch<br>分断器 | Air-<br>Break<br>Switch<br>空气<br>断路器 |                  |                                       |                |                               |                      | Load<br>Break<br>Switch<br>(Oil,<br>Vacuum) | total<br>(計) |     |       |
| FY. 1991 | Central   | 55                           | 437                       | 215  | 54                          | 78                           | 0                    | 9            | 87                       | 7                                    | 1                | 1                                     | 3              | 0                             | 13                   | 2   | 4            | 5   | 881   |
|          | Northern  | 50                           | 214                       | 230  | 45                          | 61                           | 0                    | 22           | 83                       | 1                                    | 0                | 4                                     | 5              | 0                             | 6                    | 1   | 1            | 4   | 639   |
|          | Nor. East | 29                           | 230                       | 307  | 32                          | 92                           | 0                    | 9            | 101                      | 1                                    | 0                | 0                                     | 1              | 5                             | 9                    | 0   | 0            | 3   | 717   |
|          | Southern  | 40                           | 253                       | 200  | 106                         | 201                          | 0                    | 3            | 204                      | 2                                    | 4                | 16                                    | 22             | 0                             | 34                   | 1   | 5            | 10  | 875   |
|          | 上段比(%)    | 5.6                          | 36.4                      | 30.6   | 7.6                         | 13.9                         | 0.0                  | 1.4          | 15.3                     | 0.4                                  | 0.2              | 0.7                                   | 1.2            | 0.2                           | 2.0                  | 0.1   | 0.3          | 0.7 | 100.0 |
|          | Total     | 174                          | 1,134                     | 952  | 237                         | 432                          | 0                    | 43           | 475                      | 11                                   | 5                | 21                                    | 37             | 5                             | 62                   | 4   | 10           | 22  | 3,112 |
| FY. 1990 | Central   | 50                           | 395                       | 192  | 46                          | 92                           | 0                    | 17           | 109                      | 8                                    | 3                | 2                                     | 13             | 1                             | 15                   | 4   | 2            | 8   | 835   |
|          | Northern  | 22                           | 113                       | 165  | 31                          | 61                           | 0                    | 15           | 76                       | 4                                    | 0                | 3                                     | 7              | 0                             | 7                    | 2   | 2            | 1   | 420   |
|          | Nor. East | 44                           | 265                       | 348  | 25                          | 175                          | 0                    | 15           | 190                      | 3                                    | 0                | 0                                     | 3              | 2                             | 15                   | 0   | 4            | 0   | 896   |
|          | Southern  | 42                           | 298                       | 188  | 117                         | 153                          | 0                    | 10           | 163                      | 2                                    | 1                | 5                                     | 8              | 2                             | 17                   | 3   | 7            | 1   | 846   |
|          | 上段比(%)    | 5.3                          | 35.7                      | 29.7   | 7.3                         | 16.0                         | 0.0                  | 1.9          | 17.9                     | 0.6                                  | 0.1              | 0.3                                   | 1.0            | 0.2                           | 1.8                  | 0.3   | 0.5          | 0.3 | 100.0 |
|          | Total     | 158                          | 1,071                     | 893  | 219                         | 481                          | 0                    | 57           | 538                      | 17                                   | 4                | 10                                    | 31             | 5                             | 54                   | 9   | 15           | 10  | 3,003 |
| FY. 1989 | Central   | 37                           | 318                       | 174  | 43                          | 65                           | 0                    | 19           | 84                       | 2                                    | 3                | 0                                     | 5              | 1                             | 9                    | 0   | 2            | 3   | 675   |
|          | Northern  | 20                           | 148                       | 258  | 39                          | 85                           | 0                    | 12           | 97                       | 8                                    | 2                | 1                                     | 11             | 1                             | 9                    | 2   | 0            | 2   | 587   |
|          | Nor. East | 41                           | 194                       | 360  | 31                          | 95                           | 0                    | 17           | 113                      | 2                                    | 0                | 0                                     | 2              | 1                             | 19                   | 2   | 0            | 0   | 763   |
|          | Southern  | 45                           | 295                       | 216  | 103                         | 190                          | 0                    | 17           | 207                      | 4                                    | 4                | 2                                     | 10             | 0                             | 28                   | 2   | 1            | 7   | 914   |
|          | 上段比(%)    | 4.9                          | 32.5                      | 34.3   | 7.3                         | 14.8                         | 0.0                  | 2.2          | 17.0                     | 0.5                                  | 0.3              | 0.1                                   | 1.0            | 0.1                           | 2.2                  | 0.2   | 0.1          | 0.4 | 100.0 |
|          | Total     | 149                          | 955                       | 1,008  | 216                         | 436                          | 0                    | 65           | 501                      | 16                                   | 9                | 3                                     | 28             | 3                             | 64                   | 6   | 3            | 12  | 2,939 |
| FY. 1988 | Central   | 59                           | 288                       | 294  | 49                          | 130                          | 0                    | 12           | 142                      | 23                                   | 4                | 8                                     | 35             | 0                             | 31                   | 3   | 9            | 1   | 911   |
|          | Northern  | 41                           | 183                       | 238  | 44                          | 99                           | 0                    | 19           | 118                      | 7                                    | 1                | 2                                     | 10             | 0                             | 17                   | 3   | 4            | 5   | 663   |
|          | Nor. East | 48                           | 166                       | 433  | 22                          | 92                           | 0                    | 0            | 92                       | 0                                    | 1                | 1                                     | 8              | 0                             | 12                   | 0   | 0            | 0   | 781   |
|          | Southern  | 58                           | 224                       | 210  | 81                          | 161                          | 0                    | 22           | 183                      | 9                                    | 6                | 2                                     | 17             | 1                             | 23                   | 4   | 6            | 6   | 810   |
|          | 上段比(%)    | 6.4                          | 27.2                      | 37.1   | 6.2                         | 15.2                         | 0.0                  | 1.7          | 16.9                     | 1.4                                  | 0.4              | 0.4                                   | 2.2            | 0.0                           | 2.6                  | 0.3   | 0.6          | 0.4 | 100.0 |
|          | Total     | 204                          | 861                       | 1,175  | 196                         | 482                          | 0                    | 53           | 535                      | 45                                   | 12               | 13                                    | 70             | 1                             | 82                   | 10  | 19           | 12  | 3,165 |

(3) ナワナコーン工業団地の事故実態

表3-3-1 ナワナコーン工業団地の事故実績 (1990/10月/1991/9月)

| 月  | 原因別事故件数 (件) |        |      |      |     | 計  |
|----|-------------|--------|------|------|-----|----|
|    | 樹木          | 公衆及び動物 | 機器不良 | 自然現象 | その他 |    |
| 10 |             |        |      |      |     |    |
| 11 |             |        |      |      |     |    |
| 12 |             |        |      |      |     |    |
| 1  |             |        |      |      |     |    |
| 2  |             | 1      |      |      |     | 1  |
| 3  |             |        |      |      |     |    |
| 4  |             | 1      | 2    |      |     | 3  |
| 5  | 1           |        | 1    | 2    |     | 4  |
| 6  |             |        | 1    |      |     | 1  |
| 7  |             | 1      | 1    |      |     | 2  |
| 8  |             |        |      |      |     |    |
| 9  |             |        |      |      |     |    |
| 計  | 1           | 3      | 5    | 2    |     | 11 |

(考察)

上記調査期間中の配電線フィーダー数は16回線であり、このことから、年間1フィーダー当たり1回弱の事故が発生していることになり、自動制御導入の意義は充分あると思われる。なお、他地区に比べ事故件数が少ないのは、

- ① 全フィーダーとも4~5kmの巨長で短いこと
- ② 設備が新しく、かつ優良機材を使用していること

などが考えられる。

## 6. PEAにおける配電自動化の方向性

### (1) 配電自動化導入に当たっての留意事項

#### ① 設備上の特徴

- 配電線の距離が長い……平均巨長約200km（最大 800km）
- 開閉器が少なく切り分けが細かくできない（全開閉器数約4,700台：連系分を除く）  
（1回線当たり平均6台）約40km/台）
- 区域を限定した導入が必要
  - ・ Urban Area …… 配電線の巨長が 10km程度と短く、負荷大
  - ・ Rural Area …… 配電線の巨長が 200km程度と長く、負荷小
  - ・ 住宅状況、家庭電化製品（電灯、TV程度）の充足状況から、Rural Areaに重要な負荷は  
なく、かつ停電の影響は非常に小さい

#### ② 配電線事故の状況

- CB動作4,000件、Recloser + Fuse動作18,000件
- 事故原因の第1は樹木接触、第2は機能不良、第3は鳥獣接触である  
これらの原因の発生はRural Areaに集中している
- 雷害も多いが、統計上はあまり明確になっておらず、自然現象及び機器不良でカウント
- 区域をUrbanとRuralに区別すると、配電線事故もUrbanでかなり減少する

#### ③ 運用上の特徴

- PEAではUrban特に工業団地負荷が消費電力も極端に多く、重要負荷が密集している点を最大限に考慮し、設備形成、運用面で改善を図っている
  - a. 工業団地は、団地内に専用変電所を設置し、配電線は団地内負荷しか供給しない（原則）
  - b. 変電所はUrban Areaに多く、変電所から4km以内においては碍子を強化  
22kVピン碍 → 22kVLP碍子
  - c. Urban AreaとRural Areaの境界にはRecloserを設置し、Rural Areaでの樹木接触事故などの影響をUrban Areaに与えないように配慮
  - d. 区域を分けた運用が、結果として、Urban Areaにある重要負荷の信頼度を上げる方策となっている

#### ④ 配電方式

- PEAが採用している中性点の直接接地方式は、地絡事故電流が大きく、柱上開閉器（負荷電流の開閉能力あり）では、事故電流のしゃ断事故区間の切分け時の考慮が必要

- 改善対策① ……配電方式の変更（非接地方式への変更）
  - a. 配電方式の変更…………我が国で広く採用されている非接地方式へ変更し、地絡電流を低減することにより柱上開閉器による事故区間切分けが可能
  - b. 変更によるメリット……○ 地絡電流が低減されるため、大地帰還電流が小さく、通信障害や通信ケーブルの損傷がなくなる
    - 地絡事故時の瞬時電圧低下がなくなる
    - 作業ミスによる誤接地でのアークがないため、作業員、公衆の安全に寄与する
  - c. 変更によるデメリット…○ リクローザ、カットアウトヒューズによる事故点切離が不能
    - 1線地絡時の相電圧上昇（ $\sqrt{3}$ 倍）による機器耐圧不足
    - 高感度地絡リレーが必要
  - d. 変更に必要な機器…………○ 接地抵抗器（バンク単位）…………GPT
    - ZCT（フィーダー単位）
    - 地絡リレー（フィーダー単位）…67G、64V、64Bなど
  - e. 事故点検出方法…………○ 事故区間の再投入によるCB再しゃ断、開閉器投入ロック方式（開閉器投入はDM or CPU制御）
- 改善対策② ……配電方式の変更（低抵抗接地方式への変更）
  - a. 配電方式の変更…………弱電への誘導障害軽減、1線地絡時の電流制御のため、変電所変圧器の中性点を低抵抗（40～90Ω）で設置する
    - この方式により、地絡事故区間切分けが柱上開閉器で可能になる
  - b. 変更によるメリット……・ 地絡電流が数百A以下に低減されるため、柱上開閉器による事故区間切分けが可能
    - ・ 通信障害が問題とならず、通信ケーブルの損傷は小さくなる
    - ・ 地絡事故時の瞬時電圧低下はレベルが小さくなる
  - c. 変更によるデメリット…・ リクローザ、カットアウトヒューズとの保護協調が難しくなる（故障電流が小さくなるため、感度の調整が必要となる）
    - ・ 地絡事故をOCリレーのみで検出できなくなる
    - ・ CTの残留回路を利用する地絡方向リレーが必要
  - d. 変更に必要な機器…………・ 接地抵抗器（バンク単位）
    - ・ 地絡方向リレー（DG）
  - e. 事故点検出方法…………・ 事故電流しゃ断はCBによる
    - 事故区間の再投入によるCB再しゃ断、開閉器投入ロック方式（DM or CPU制御）

- 改善対策③ ……配電方式を変更しない場合の対応策
  - a. 事故区間検出方法の変更……………事故電流検出用CTを開閉器単位に設置して、事故電流通過の有無により事故区間を検出する方式
    - 長所 ○ 開閉器による事故区間の切分けが可能
    - PEAの現行システムに適用可能
    - 短所 ○ 遠制子局にバッテリーを内蔵させる必要あり
    - CTの長期信頼度の保障がない
    - 日本での使用実績なし
  - b. しゃ断器の多段活用……………しゃ断器（リクローザー）を多段に使用して事故電流の開閉を行うことにより、事故区間を検出
    - 長所 ○ 再閉路方式による事故区間の切分けが可能  
(当社と同じ方式の採用が可能)
    - 短所 ○ 通常の開閉器の3倍のコストがかかり、きめ細かな区間分割を行うためには経済的に不利

# P E A の配電方式と自動化方式について

## P E A の現状

22kV高圧配電線は、中継線直接接地方式  
 のため、地絡事故においても事故電流が大き  
 く、変電所から10km以内では1φ地絡でも1000A  
 以上の電流が流れる。

| 距離   | 0 km   | 5 km   | 10 km  | 15 km  |
|------|--------|--------|--------|--------|
| 3φ短絡 | 4.920A | 2.854A | 1.903A | 1.530A |
| 1φ地絡 | 5.416A | 1.563A | 912A   | 643A   |

事故電流しゃ断のため、リクローザ、カットア  
 ウトヒューズを使用

## P E A の機器仕様

全ての機器についてP E A のSpec. を作成  
 規程はANSIに準拠  
 端子の例

|        | P E A  | 当 社                    |
|--------|--------|------------------------|
| 商用耐圧   | 70 kV  | 60 kV                  |
| インシュレー | 125 kV | 150 kV                 |
| 耐汚劣特性  | 規定なし   | 0.35mg/cm <sup>2</sup> |

仕様の異なる機器に適合なし。但しメーカー試験  
 成績書での確認のみで適合を判定しており、P E A  
 としてのテストを行っていない。  
 端子ではネジ切り部での内部絶縁破壊が多い。

## 直接接地方式の問題点

地方電化工事がほぼ完了している中で配電方式に  
 よる問題が生じてきた。  
 ① 地絡事故でも瞬時電圧低下を引き起こす。  
 ② 事故時の電流で地中通信ケーブルを破壊。  
 ③ 事故電流が大きくなり、事故区間検出時、開閉器  
 による大電流投入が必要。  
 今後予想される問題  
 ④ 誘導電圧  
 ⑤ 低圧配電時の電圧上昇が過大

## 非接地方式へ変更する場合の問題点

① 地絡事故がリクローザ、ヒューズで切離しでき  
 ないため、C B動作事故が大幅に増加、重要  
 負荷の信頼度が低下。  
 ② 高感度の地絡リレーを必要とする。  
 また、高感度の地絡リレーを取り付けると、他物  
 接触によるCB Trip が発生することも予想さ  
 れる。  
 ③ 高電圧、長距離配電線では事故電流より充電  
 電流が大きくなり、事故検出不能のケースが出る

## 配電方式と事故検出方式

| 配電方式         | 直接接地方式           | 低抵抗接地方式                 | 非接地方式      |
|--------------|------------------|-------------------------|------------|
| 地絡事故電流       | 大 (500A以上)       | 中 (数百A)                 | 小 (20~30A) |
| 地絡事故時の瞬時電圧低下 | 大                | 中                       | 小          |
| 事故検出方式       | C T による事故電流検出で判定 | 事故区間の開入による事故区間判定 (DM方式) | 向 左        |

## タイに適した方式の推定

(1) 配電方式 ..... 非接地又は低抵抗接地方式は現状のタイの長  
 距離配電線には合わない面がある。  
 低抵抗接地方式は地絡保護方式面で優位で  
 かつ、事故電流が開閉器で区分可能な大き  
 さに抑制される。  
 (2) 低抵抗接地方式とした場合  
 ① 事故検出方式 ..... 地絡事故電流が400A以下のため、柱上開閉器  
 による切分けが可能。  
 DM方式又はCPU順控による事故区間検出。  
 ② 必要な工事 ..... 配電方式変更のための工事は変電所のみで  
 可能  
 ・ 接地抵抗器 ..... (3百万円/台)  
 ・ C.T増加 ..... (3相分が必要)  
 ・ 地絡リレー ..... (DG)  
 ISS当りの工事費 9百万円



PEA 22kV 型配電系統における中性点接地方式について

| 項目                             | 直接接地方式 |    | 低抵抗接地方式 |    | 非接地方式 |    | 補足説明  |
|--------------------------------|--------|----|---------|----|-------|----|---|
|                                | 評価     | 評価 | 評価      | 評価 | 評価    | 評価 |   |
| 1. 1線地絡開放時の健全相の電圧上昇            | ○      | △  | △       | △  | ×     | ×  | <ul style="list-style-type: none"> <li>相電圧の<math>\sqrt{3}</math>倍より大きい電圧が系統に発生するため、開閉及び機器の耐電圧性能向上が必要</li> </ul>               |
| 2. 1線地絡電流の大きさ                  | ×      | △  | △       | △  | ○     | ○  | <ul style="list-style-type: none"> <li>3相一括地絡電流であり小さい</li> </ul>  |
| 3. 保護継電器の動作                    | ○      | △  | △       | △  | △     | △  | <ul style="list-style-type: none"> <li>地絡継電器により速切可能</li> <li>ただし長尺長の場合には地絡継電器の検出感度設定が困難</li> </ul>                            |
| 4. 電磁誘導被害                      | ×      | ○  | ○       | ○  | ○     | ○  | <ul style="list-style-type: none"> <li>小さい</li> </ul>   |
| 5. 瞬時電圧低下                      | ×      | △  | △       | △  | ○     | ○  | <ul style="list-style-type: none"> <li>小さい</li> </ul>   |
| 6. 公衆安全 (低電圧地絡及び特高 (感電時の引込電流)) | ×      | ×  | ×       | ×  | ○     | ○  | <ul style="list-style-type: none"> <li>小さい</li> </ul>   |
| 一般的評価                          | -      | -  | -       | -  | -     | -  | <ul style="list-style-type: none"> <li>低電圧短距離送電線に適している</li> <li>高電圧長距離送電線には不適 (地絡保護が難しい)</li> </ul>                           |
| PEAの一般送電線                      | △      | ○  | ○       | ○  | ×     | ×  | <ul style="list-style-type: none"> <li>PEAの一般的な配電線は長尺のため非接地方式は不適</li> <li>ただし将来、負荷密度が高くなり配電線長尺が短くなれば適用が可能になると考えられる</li> </ul> |
| ナワナコン工業用配電線の配電線                | △      | ○  | ○       | ○  | △     | △  | <ul style="list-style-type: none"> <li>ナワナコン工業用配電線の配電線は長尺が短いため非接地方式適用可能</li> </ul>  |

(注) ○: 優れている △: 欠点ではあるが軽易な旨、 ×: 出題点

22kV配電系統をいかにおぼゆる中圧点接地方式について (電協研究会 告 白)

3. 中圧点接地方式の選定  
 以上の結果を総合考察して中圧点接地方式を考案するとき  
 現状では、高圧点接地方式とすることが妥当であること一層結論  
 される。今後、低圧側接地方式上の昇降の両方ともともづき、  
 系統的に700V(あるいはそれ以上)がなされる場合、そのうち、  
 系統的に低圧側を中圧地上法の開閉はとがはされることを考慮  
 して、地絡保護方式間で保護性能をもつ低圧点接地方式の適用に  
 ついても、十分その可能性があるものと判断される。

1. 中圧点接地方式選定のための検討項目  
 (参考1)  
 20kV配電系統の中圧点接地方式は  
 (1) 系統の地絡レベルに与える影響  
 (2) 保護の感度感度面と与える影響  
 (3) 低圧との連動時における低圧側対地電位  
 (4) 保護方式への影響  
 (5) 保護方式への電圧を適用する場合の断方式の  
 適用方法  
 など幅広い検討の結果選定する必要がある。

| 方 式     | 適用系統<br>(日本での適用)      | 比 較 項 目  |   |  | 回 国   |  | 評価の考え方  |
|---------|-----------------------|--|---|--|---|--|---|
|         |                       | 系統地絡レベル  | 誘導距離  | 低圧連動時の電位上昇   | 地絡保護方式  | 直接接合からの移行  |   |
| 点接地     | 日本では適用なし<br>(タイPEA方式) | 健全相対地電圧の上昇<br>はほとんどない  | 大<br>問題あり                                   | 過大<br>問題あり   | 保護方式が簡単<br>SSRが簡単<br>小容量分岐保護<br>は、保護性能を<br>保つて簡易な<br>保護方式適用可  | —  | 不適<br><ul style="list-style-type: none"> <li>電圧への誘導距離、及び低圧との連動時の電位上昇が過大であるため本方式採用不可</li> </ul>  |
| 低 抗 接 地 | 地中系統および<br>地中架空線用系統   | 異常電圧の問題なし  | 中<br>問題なし<br>(数10%の配電地<br>以上では大きい<br>感度はない) | 大<br><ul style="list-style-type: none"> <li>接地点が小さい<br/>場合には、低<br/>電位による保護<br/>電位上昇の問題が<br/>発生する。</li> </ul> | 保護方式適用の問題<br><ul style="list-style-type: none"> <li>。配電線の形が<br/>なす。地絡<br/>電流が交差する程<br/>度、電位が小さ<br/>くなる。この突<br/>き、結果からみ<br/>ると、中圧側<br/>に電位の上昇が<br/>発生する。この<br/>現象は、<br/>。小容量分岐<br/>からみれば、あ<br/>る程度、ある<br/>程度の上昇が<br/>発生し、<br/>。小容量分岐<br/>からみれば、あ<br/>る程度の上昇が<br/>発生し、</li> </ul> | 適  | <ul style="list-style-type: none"> <li>。配電面からみると、系統地絡電位は高い</li> <li>。低圧側電位上昇は、系統地絡電位は低い</li> <li>。地絡電位の上昇は、系統地絡電位は低い</li> <li>。また、第2電位上昇を抑える手段として、<br/>中圧側接地方式を採用することにより、<br/>中圧側電位の上昇を抑えることが可能である。</li> <li>。また、第2電位上昇を抑える手段として、<br/>中圧側接地方式を採用することにより、<br/>中圧側電位の上昇を抑えることが可能である。</li> </ul> |
|         | 200V配電<br>系統          | 内部異常電圧が発生し<br>やすい。<br><ul style="list-style-type: none"> <li>。開放電位地絡<br/>・ 健全相電位<br/>・ 高電位共<br/>・ 中電位不安定<br/>現象など</li> </ul> | 小<br>問題なし                                   | 小<br><ul style="list-style-type: none"> <li>。開放電位地絡<br/>・ 健全相電位<br/>・ 高電位共<br/>・ 中電位不安定<br/>現象など</li> </ul>  | リレー一瞬不動作の可能<br>性あり<br><ul style="list-style-type: none"> <li>。開放電位地絡<br/>・ 健全相電位<br/>・ 高電位共<br/>・ 中電位不安定<br/>現象など</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>。開放電位地絡<br/>・ 健全相電位<br/>・ 高電位共<br/>・ 中電位不安定<br/>現象など</li> </ul> | 不適<br><ul style="list-style-type: none"> <li>以下の理由から、非接地方式は非接地方式から中圧点接地方式に劣る。</li> <li>① ケーブル系統増加に伴う地絡リレー一瞬不動作</li> <li>② 異常電位地絡対策</li> <li>上記理由から、非接地方式は中圧点接地方式に劣る。非接地方式は中圧点接地方式に劣る。非接地方式は中圧点接地方式に劣る。</li> </ul>   |

【結 論】

- 配電方式の変更についてはPEAの判断ということになるが、将来の拡張性、経済性から低抵抗接地方式への変更を提言する。

〔 今後、配電用機材の耐圧強度アップを重点的に行い、将来的には低抵抗→高抵抗方式への移行が試行されるべきである。 〕

- 特に、ナワナコーン等の工業団地は低抵抗接地方式の採用がbetterと考える。  
(理由) ・ 配電系統が工業団地内に限定されており、他地域への連系がない(または極端に少ない)
  - ・ 変電所からの亘長も短かく、碍子も強化済み (LPまたは中実タイプを使用)
  - ・ 方式変更のために追加が必要なリレー等の機器が、非接地方式に比べ少なくてよい

(2) 配電自動化の具体的な導入ステップ

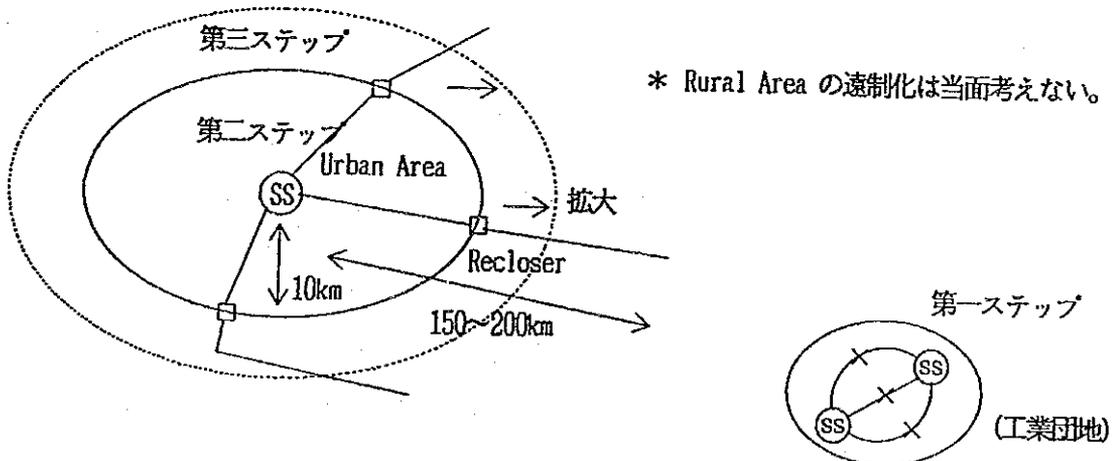
① 自動化システムの導入ステップ

- ・ 第一ステップ…………… 変電所監視・制御
- ・ 第二ステップ…………… 開閉器監視・制御 (Urban Area内)  
リクローザーの監視・制御
- ・ 第三ステップ…………… Urban Areaにおける自動制御

- 技術者、メーカーもない状況で、いきなり自動制御の導入は困難であり、SV - TMの取込み、手動遠制から、まず始めるべきと考える。

② 開閉器遠制化の導入ステップ

- ・ 第一ステップ…………… 工業団地供給配電線
- ・ 第二ステップ…………… Urban Area内配電線
- ・ 第三ステップ…………… Urban Areaから遠制化エリアを順次拡大



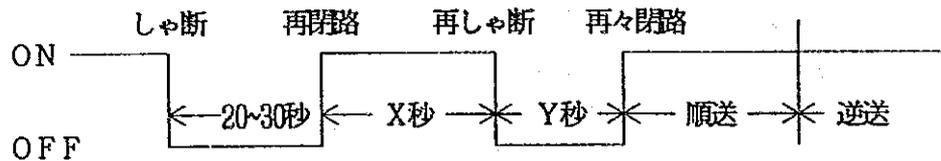
- PEAの供給エリアは日本全土より広い、この広大なエリアを一様に遠制化するには、かなり長期の時間が必要となる。  
したがって、重要負荷の集中するエリアから遠制すべきと考える。  
配電線もそのように形成されており、導入もスムーズと思われる。

### (3) 事故点検出方式

#### (3) - 1 非接地方式または低抵抗接地方式における事故点検出方式

- ① 非接地方式では地絡事故時の電流が20~30A以下と小さく、また、低抵抗接地方式では400A以下程度で我が国で一般的に採用されているDMまたはCPUによる事故区間再投入方式による事故区間検出が適用可能
- ② 事故区間再投入により、事故が継続しておればCBが再しゃ断し、事故区間を確実に検出可能

#### 〔CB動作例〕



- $X+Y$  = 区間数 × 開閉器 1 台の投入時間 (5~10秒) + 10秒
- $X$  = 事故区間までの区間数 × 開閉器 1 台の投入時間 (5~10秒)
- 事故区間検出方法 ……  $X$ 秒を知ることにより事故区間を検出

- ③ DM方式 …… 開閉器に取り付けた遠制子局に内蔵する時限タイマーにより開閉器の投入、ロックを制御する方式

DM …… Delayed time Magnet Switch

- ④ CPU方式 …… 再閉路後の開閉器順次投入を制御用CPUからの指令により行う方式
  - 事故区間の投入をCPU指令で行うため、事故区間の検出が確実、配電系統の変更に柔軟な対応が可能という特徴がある。
  - 当システムは我が国の全電力会社で広く採用され、30年以上の実績があるため、極めて高信頼度のシステムと評価できる。

#### (3) - 2 直接接地方式におけるCTによる事故点検出方法

- PEAの配電方式変更が困難な場合は、直接接地方式において適用可能なシステムを検討する必要がある。

しゃ断器（またはリクローザ）を多段に活用する方式は、将来の拡張性、経済性では不利なため、ここではCTによる事故電流検出による事故点検出方法を検討した。

- ① 直接接地方式のPEA配電方式においては、地絡事故時の電流が大きく（SS近くでは5,000A以上になることもある）我が国で一般的に使用されているDM方式が適用困難である。

（数千アンペアの事故電流を何回も投入するため、開閉器やその他の機器にダメージを与える）

- ② 直接接地方式では、短絡・地絡事故での事故電流が大きいことを利用して、事故点（区間）検出には、CTによる事故電流検出方式が最適と考えられる。

|     |        |      |        |      |       |
|-----|--------|------|--------|------|-------|
| (例) | SS引出口  | 3φ短絡 | 4920A, | 1線地絡 | 5416A |
|     | 5km地点  | 3φ短絡 | 2850A, | 1線地絡 | 1560A |
|     | 10km地点 | 3φ短絡 | 1990A, | 1線地絡 | 910A  |
|     | 15km地点 | 3φ短絡 | 1530A, | 1線地絡 | 640A  |

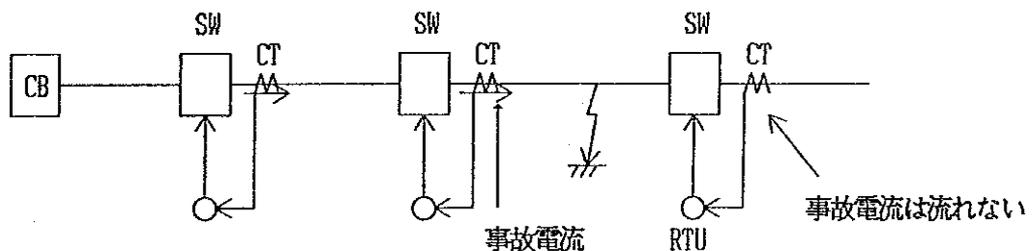
- 負荷電流が250A程度（8MW）であるため、工業団地やUrban内にある巨長の短い配電線においては、感知電流値をかなり大きく設定でき、設定も難しくない。

(例) 500Aに設定すれば、3φ短絡も1線地絡も検出可

- 将来的にエリアを拡大する場合、1線地絡電流が負荷電流を下まわることも起こりうるが、この場合、各相間の差分電流を事故電流値より小さく設定することで検出可能である。

○ なお、問題点としては、通常業務でCT整定タップ管理が必要となり、かつ、電線サイズの変更や配融時に検出感度上、保護協調が取れない場合が生じることが予想されるため、この面での対策も必要となる。

(例) Recloserの設定例では 25, 50…… というように小さな値で設定可



## 7. 今回プロジェクトサイトの概要 (ランシット営業所、ナワナコーン工業団地)

今回のプロジェクト技術強力において、配電自動化システムの基本機能を有したシミュレーターをランシット営業所に設置し、一部、実線路ナワナコーン工業団地で使用する計画である。

この工業団地は、日系の企業が多く進出しており、日本と同様な供給信頼度を要求されている。

### (1) 実証サイトの選定理由

- ① PEAが自ら配電用変電所を建設し、保守管理しているため、変電所内の立ち入り、改造等が容易にできる。

従来は、上位系統の配電用変電所以降は、タイ発電公社(EGAT)が建設、保守管理していたが、最近の負荷の急増からEGATでは、変電所の建設位置等にきめ細かい対応が困難となったため、PEA独自で、工業団地内等に建設している。

- ② 同団地にPEAの変電所が2か所建設され、変電所間の事故時融通等の検証ができる。  
③ シミュレーターを設置するランシット事業所は、PEA本店から一番近い所(約40km)にある営業所で、研修及び実証サイトとして便利が良い。

### (2) 位置関係

PEA本店 ↔ シミュレーター設置営業所 ↔ 工業団地  
40km (ランシット営業所) 5km (ナワナコーン)

### (3) ナワナコーン工業団地の概要

- 敷地面積 …… 960万m<sup>2</sup>
- 進出企業 …… 日本企業を中心に約80社進出済み
- 配電設備の概要

[変電所設備]

- ・ No.1 配電用変電所 (アウトドアタイプ)  
Tr : 40MVA × 2 (115/23.1kV, 17tap) …… ユーゴスラビア製  
CB : 22kV (最大10回線) × 2 …… ユーゴスラビア製

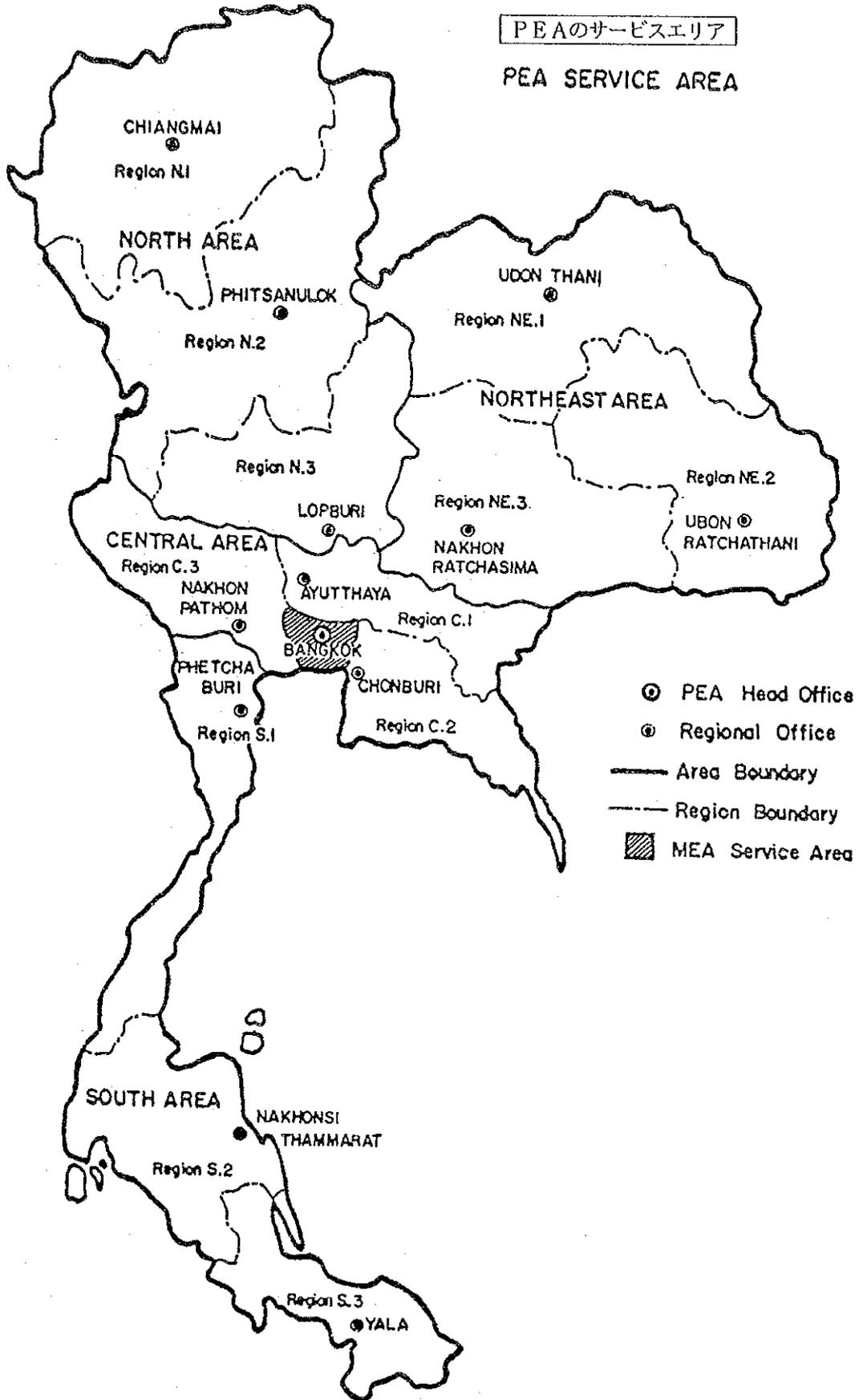
(注) 1. リクローザー及び分岐用カットアウトヒューズの工業団地内取付け無し

2. 配電線の平均巨長は4km程度

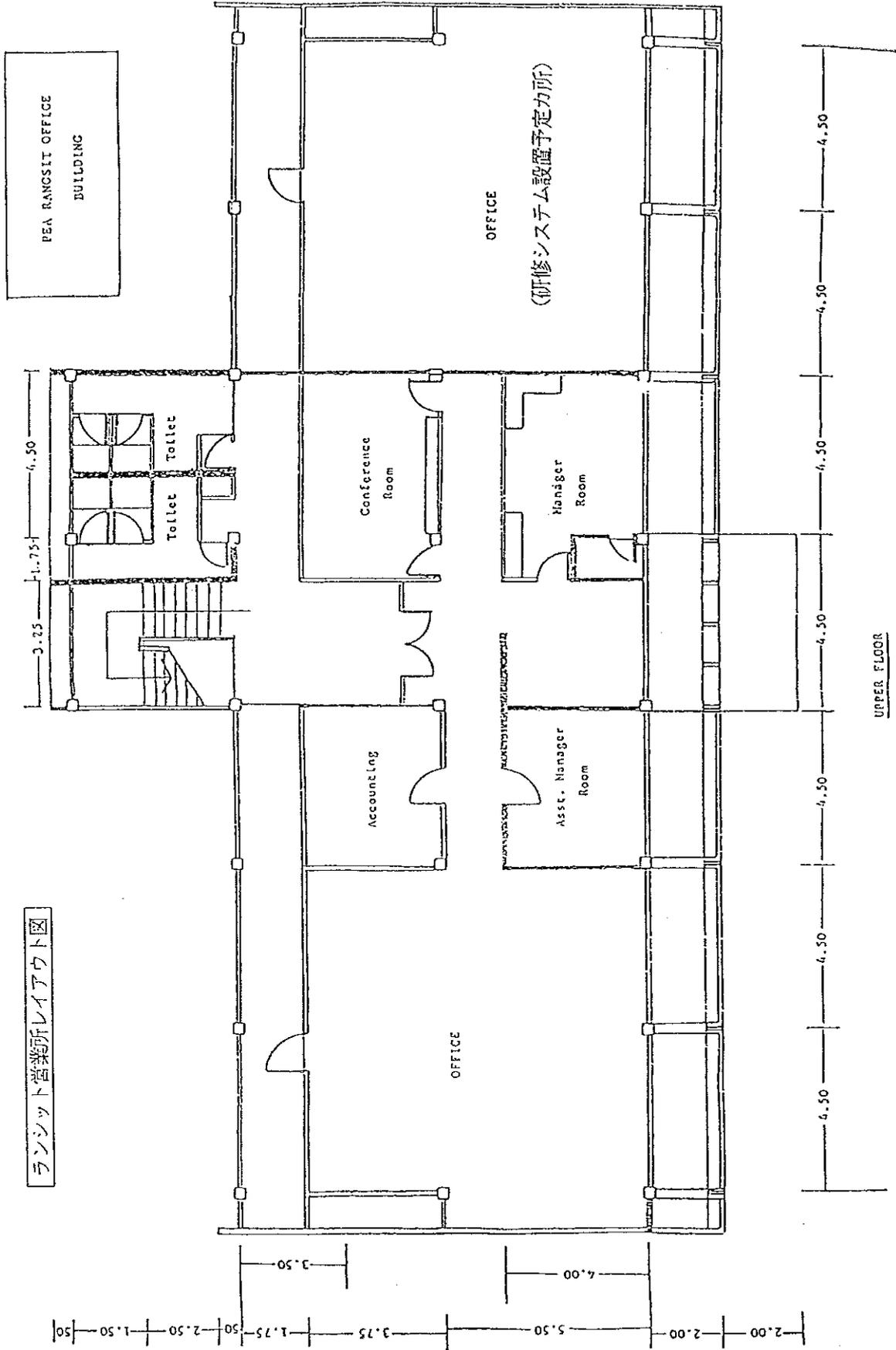
3. No.2 配電用変電所(現在、移動用変圧器で送電中)も基本的な仕様はNo.1に同じ

PEAのサービスエリア

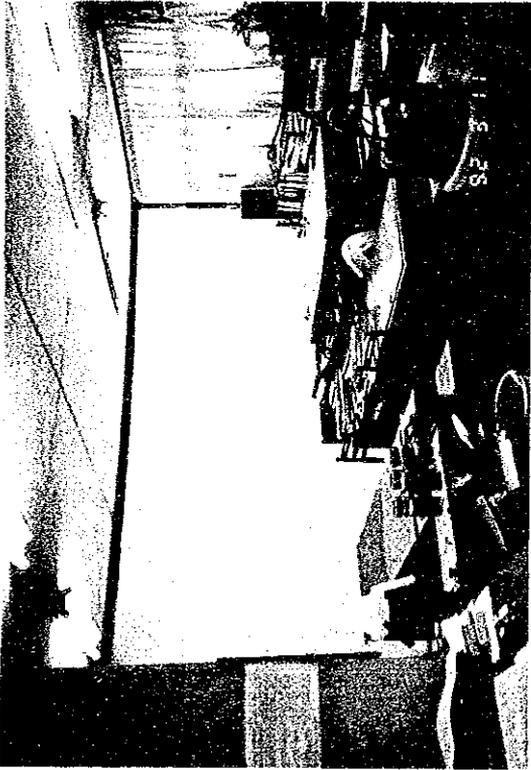
PEA SERVICE AREA



ランシット営業所レイアウト図



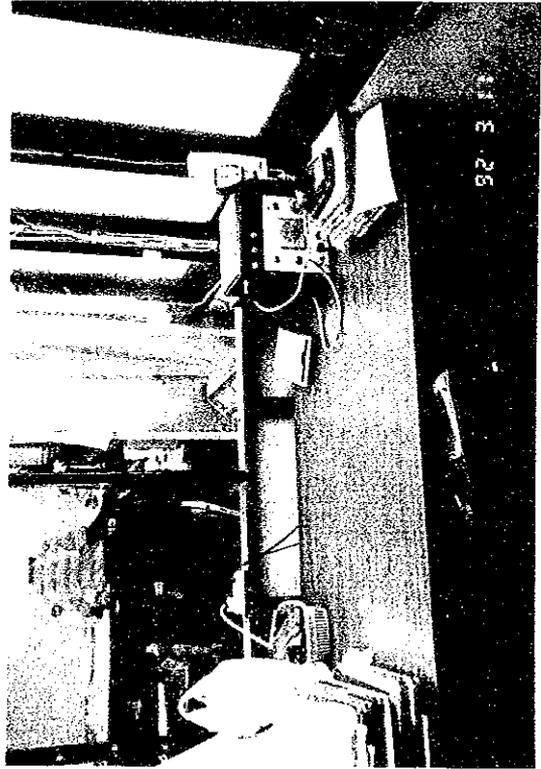
ランシット営業所内風景



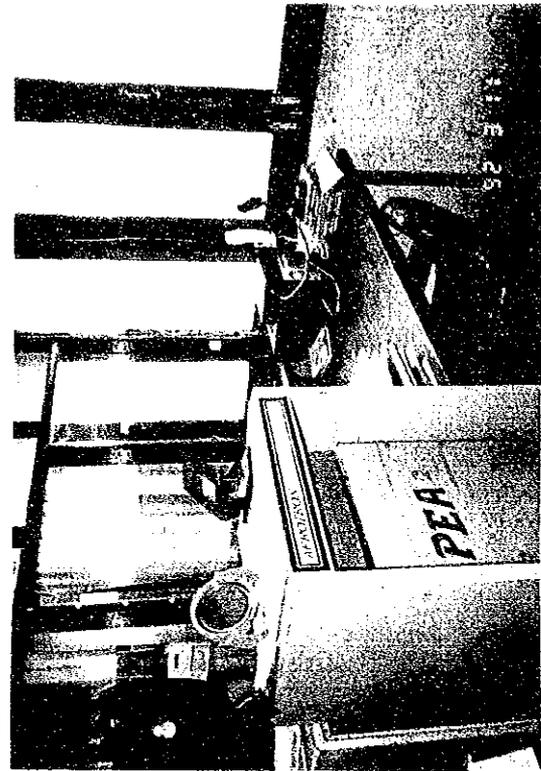
(研修用PC設置地所：現在PCとして使用中)



(同左)



(事故指令用無線操作卓)

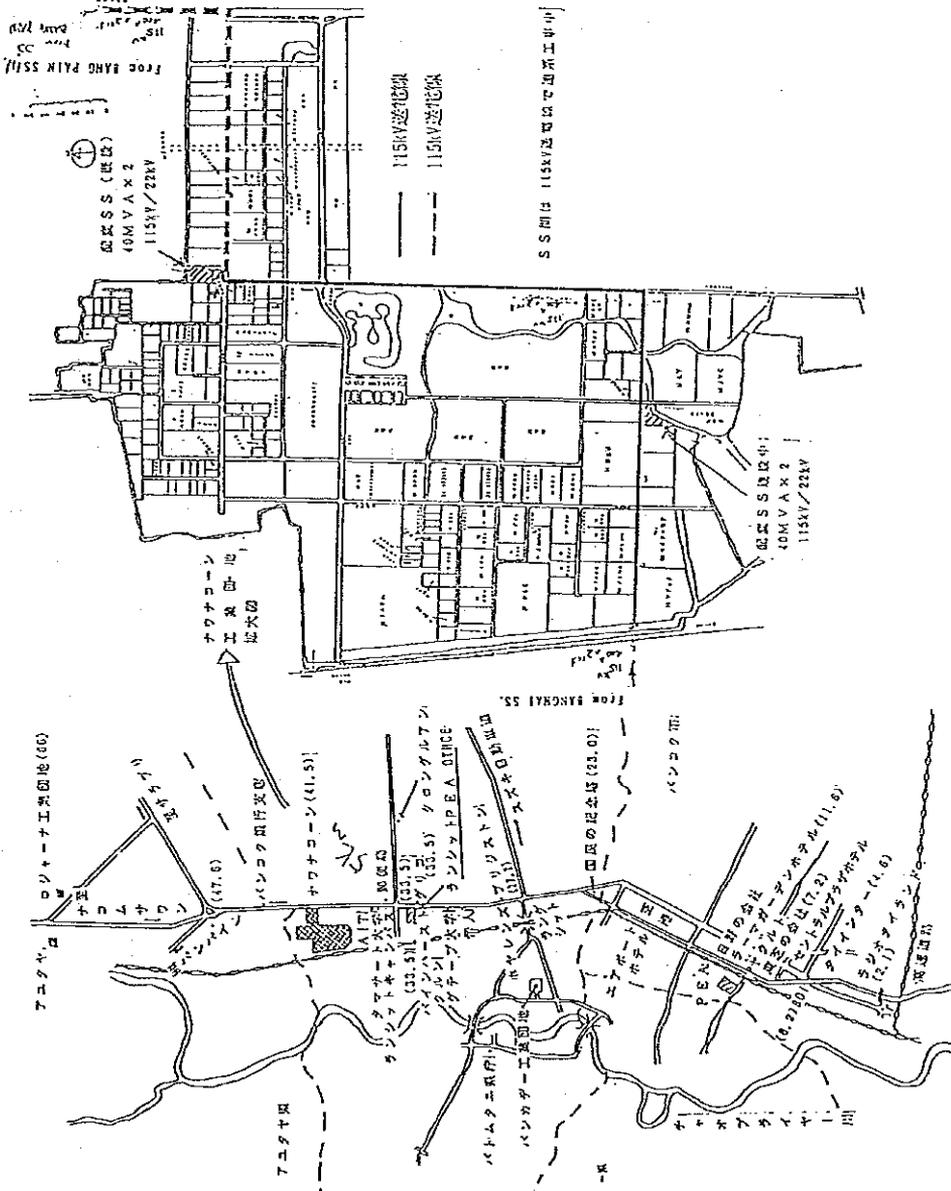


(同左)



# ナワナコーン工業団地配置図

工業団地までの道路紹介



## 1. ナワナコーン工業団地概要

|          |  |
|----------|--|
| 所在地      | バンコック中心街から北へ約55分                             |
| PEAの管轄区域 | アユタヤ支店ランソンシト空架所 (ランソンシト空架所から北へ5 km) (車で約10分) |
| 団地敷地     | 総面積 960万㎡<br>工・場 490万㎡<br>緑地・住宅・道路 470万㎡     |
| 工場数      | 80社 (うち日本系 67社)                              |

## 2. ナワナコーン工業団地の電力設備

|            |               |
|------------|---------------|
| 配電用SS      | 1991          |
| 115KV/22KV | 1か所           |
| 送電線        | 2回線 (1ルート2回線) |
| 配電線数       | 7ccl          |
| 電圧         | 22KV          |
| 線電線長さ      | 40km          |
| 負荷         | 50MW          |

## ナワナコーン工業団地紹介

### 1. 事業主概要

- (1) 会社名 NAVANAKORN CO., LTD.
- (2) 会社設立日 1971年
- (3) 所在地 195, Srapathm Palace, Phayathai, Bangkok 10400, Thailand.
- (4) 事業目的 工業、商業、住宅のための土地開発。
- (5) 株主
- |                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| Commonwealth Development Corp.    | 31% |
| Suvalai Chandawanich.             | 26% |
| Sripravidh Co., Ltd.              | 10% |
| Private, Investment Co. for ASIA. | 8%  |
| その他                               | 25% |

- (6) 役員
- |          |             |
|----------|-------------|
| CHAIRMAN | Usni Pramoj |
|----------|-------------|

(王族の一員であり、王室内幣金のマネージャーである。)

また、政治家の家系であり、父親及び叔父は元首相、本人は現枢密院顧問官である)

- |                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| MANAGING DIRECTOR        | Prakaipetch Indhusophon   |
| DEPUTY MANAGING DIRECTOR | Varee Devahastion         |
| GENERAL MANAGER          | Att Atthakaivalvatee      |
| MARKETING DIRECTOR       | Phantehp Arthakaivalvatee |
| FINANCING DIRECTOR       | Suvalai Chandawanich      |

### 2. 工業団地事業の概要

- (1) 団地所在地 Navabakorn, K. M. 41. 5, Klong Nueng, Klongluang, Pratumtani, Thailand.  
バンコク中心街より50分
- (2) 事業期間
- |      |           |
|------|-----------|
| 造成開始 | 1976年(1期) |
| 造成終了 | 1986年(4期) |

### (3) 面積

全敷地面積は6000ライ

| 区分 | 販売面積                               | 販売済み面積                             | 残面積                            |
|----|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| 1期 | 915ライ (1,464,000m <sup>2</sup> )   | 915ライ (1,464,000m <sup>2</sup> )   | 0 (完売)                         |
| 2期 | 584ライ (934,000m <sup>2</sup> )     | 584ライ (934,000m <sup>2</sup> )     | 0 (完売)                         |
| 3期 | 1,200ライ (1,920,000m <sup>2</sup> ) | 1,200ライ (1,920,000m <sup>2</sup> ) | 0 (完売)                         |
| 4期 | 360ライ (576,000m <sup>2</sup> )     | 250ライ (400,000m <sup>2</sup> )     | 110ライ (176,000m <sup>2</sup> ) |
| 合計 | 3,049ライ (4,878,400m <sup>2</sup> ) | 2,949ライ (4,718,400m <sup>2</sup> ) | 110ライ (176,400m <sup>2</sup> ) |

### (4) 立地条件等

- ① 交通 バンコク市街より車で約50分、バスはあるが、時間がかかるため従業員の通勤用に会社でバスを用意した方が良い
- ② 運搬 バンコク港まで50km  
車両による運搬が主である
- ③ 施設能力
  - (a) 電力 基本的に前面道路まで電気がきており、22kVで供給されている  
ただし、需要量により遠方より引き込むこともある。この場合、負担金支払いの必要あり
  - (b) 水道 (とくに、上水と工場用水の区別なし)  
基本的に前面道路に30mm管が埋設されており、水道2kg/cm<sup>2</sup>以上確保可能
  - (c) 通信 電話、TELEXとも入居者が直接加入申し込みをする。  
ラインはきており、とくに申し込み本数が多い場合は別として、引き込みは容易
  - (d) 排水 (雨水) 団地内の雨水排水路(開きよ)に放流  
(污水) 団地内の生活排水集中処理場(汚水浄化槽)で処理

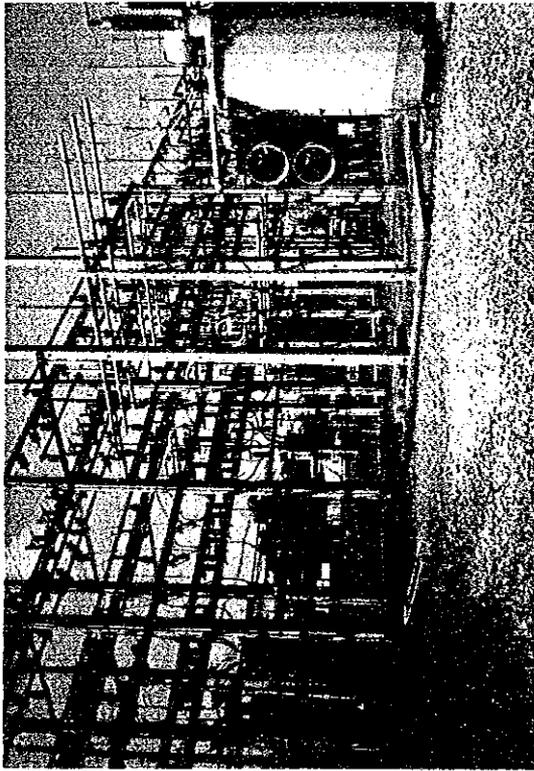
### (5) 規制等

- ① 進出企業の業種規制  
とくに業種の規制はない。しかし、染色、メッキ関係の業種は不可

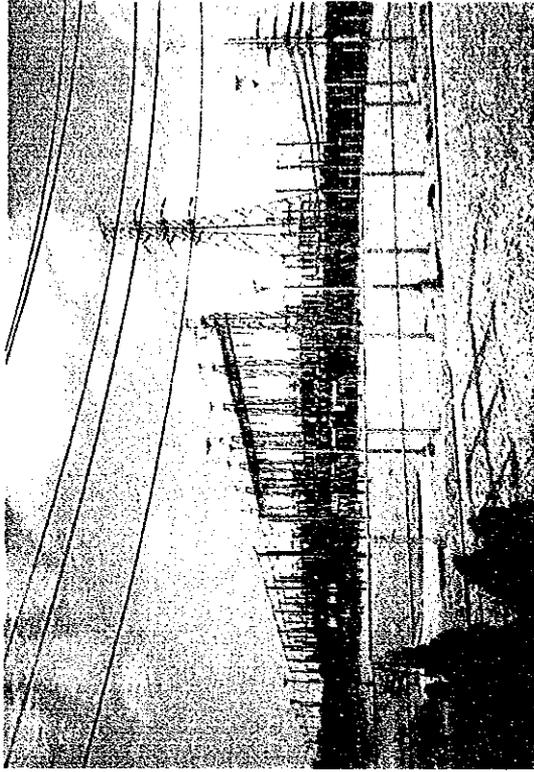
会社名リスト(1988年末現在)

|            |                |          |             |
|------------|----------------|----------|-------------|
| 1 N E C    | 21 ミツワトイ       | 41 コーシン  | 61          |
| 2 フォースト    | 22 モガミ         | 42 山九物流  | 62 カートン光学   |
| 3 大信工業     | 23 D I A       | 43 K D K | 63 ソデック     |
| 4 ニスカ      | 24 日新電機        | 44 大日精化  | 64 セイコー電子   |
| 5 フジクラ     | 25 三洋電機        | 45       | 65          |
| 6 P C T T  | 26             | 46 デンセイ  | 66 フジラテックス  |
| 7 ソニー      | 27             | 47       | 67 松下       |
| 8 サイアムクボタ  | 28 O T G       | 48 マニカ   | 68 J V C    |
| 9 カワスミ     | 29 K E W       | 49 タカチホ  | 69 SEIKOSHA |
| 10 アースケミカル | 30 M I Z U K I | 50 日通工   | 70 ダイヘン     |
| 11 三ツ星ベツト  | 31 SUN HITECHS | 51 T T K | 71 カワスミ     |
| 12 アポロ     | 32 ムサシ         | 52 ダイヘン  | 72 D D K    |
| 13 アデランス   | 33 トミー         | 53       | 73 関西フェルト   |
| 14 マハーチャック | 34 新電元         | 54 がまかつ  | 74 M I C    |
| 15 A U K   | 35 東陶          | 55       | 75          |
| 16 日食      | 36 M I Z U K I | 56 富士通   | 76 物流センター   |
| 17 松下      | 37 N E C       | 57 横浜化工  | 77          |
| 18 トステム    | 38 三ツ知         | 58       | 78 ペーパー&パルプ |
| 19 K D T   | 39 アサヒ         | 59       | 79 タニウチインター |
| 20         | 40 三谷バルブ       | 60 カマタリ  | 80 フジポリメン   |

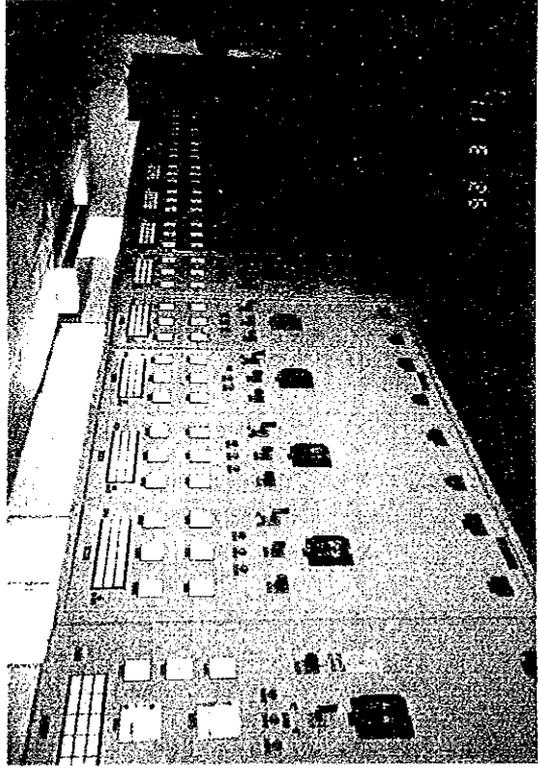
ナワナコーンNo.1 配電用変電所の概要



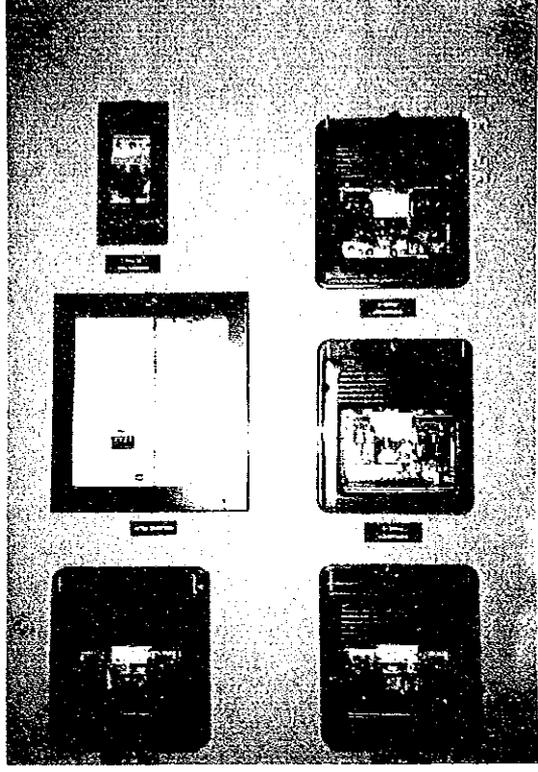
〔配電用TrとCB引出口（現在、仮にワロサ-を代用中）〕



〔115kVからの受電設備〕



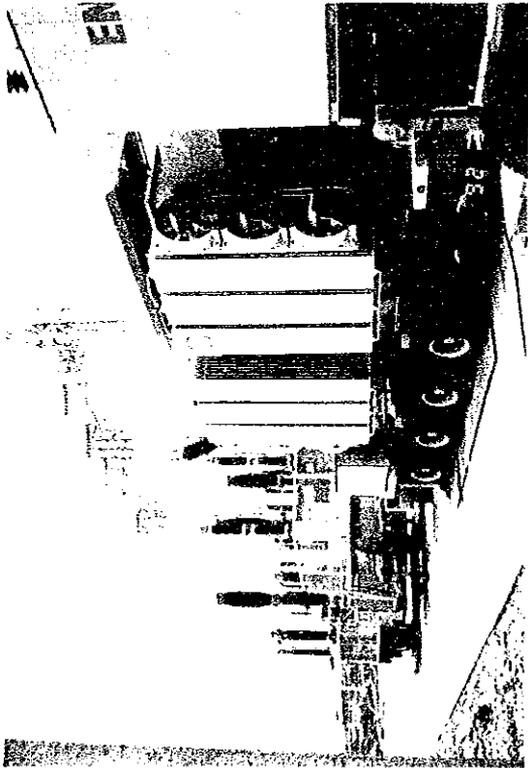
〔変電所内保護系統盤〕



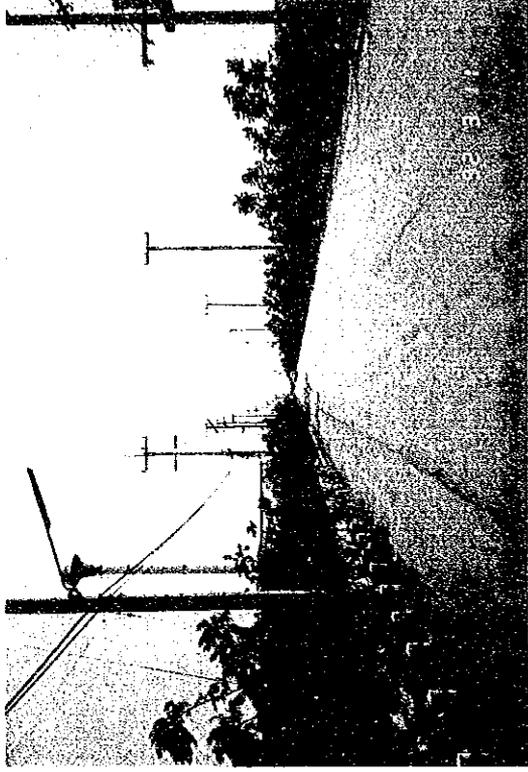
〔保護継電器盤：過電流・不足電圧・再閉路リレー〕



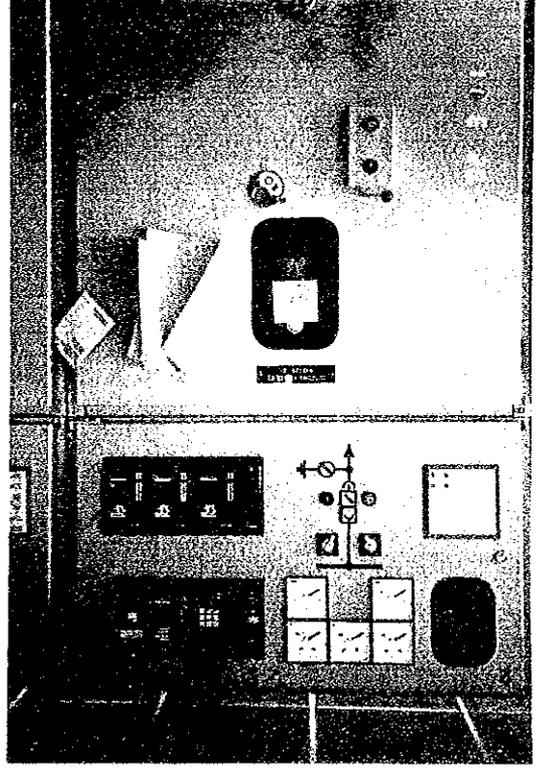
ナワナコーンNo.2 配電用変電所の概要



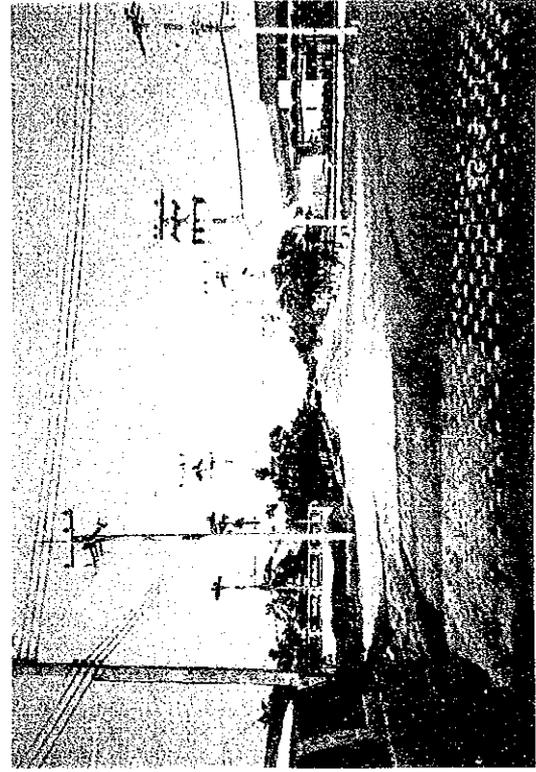
(現在、移動用の仮Tで送電中の様子)



(工業団地内高圧配電線の状況)



(保護継電器盤：過電流・不足電圧・再閉路リレー他)

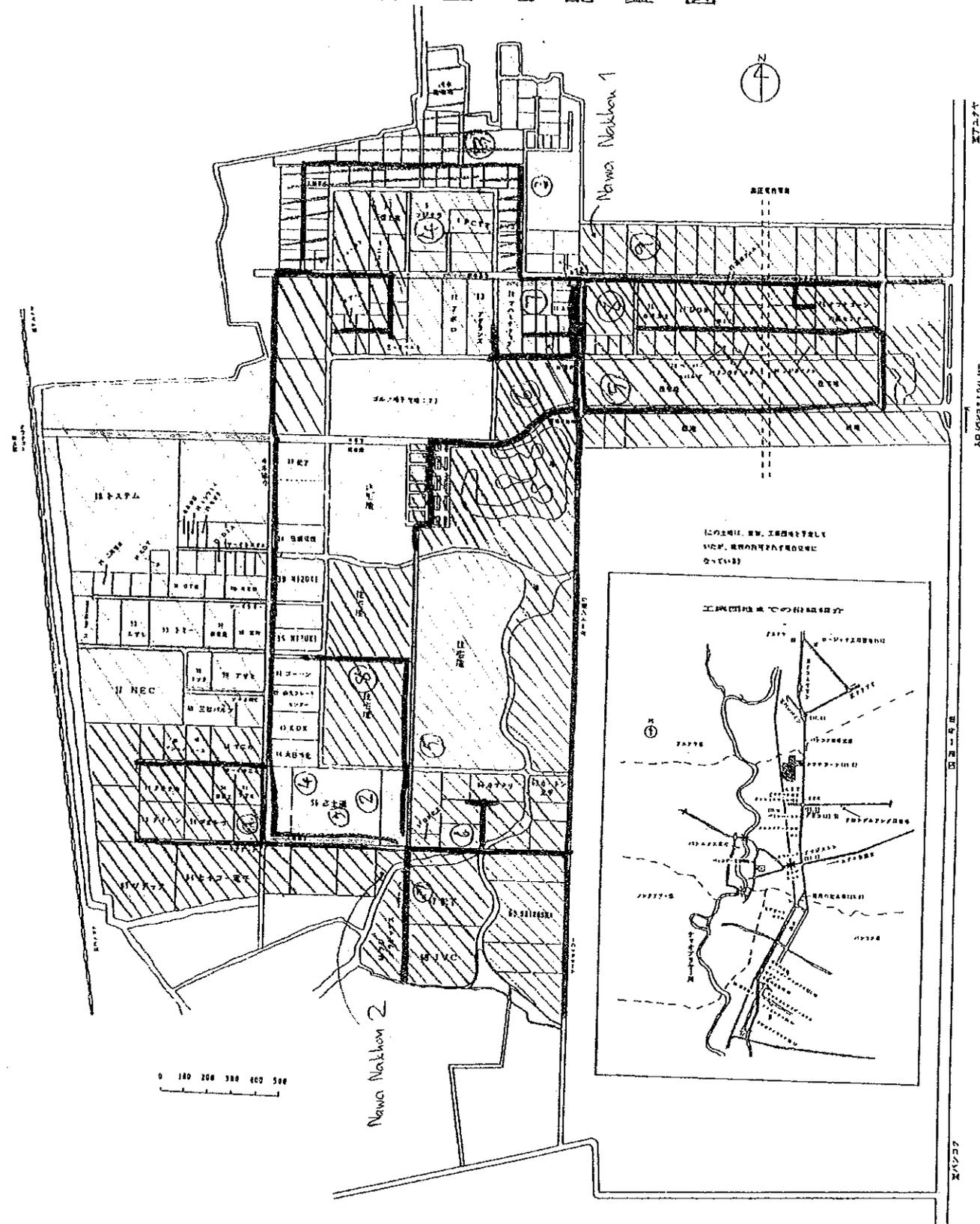


(同上)



1992~1993

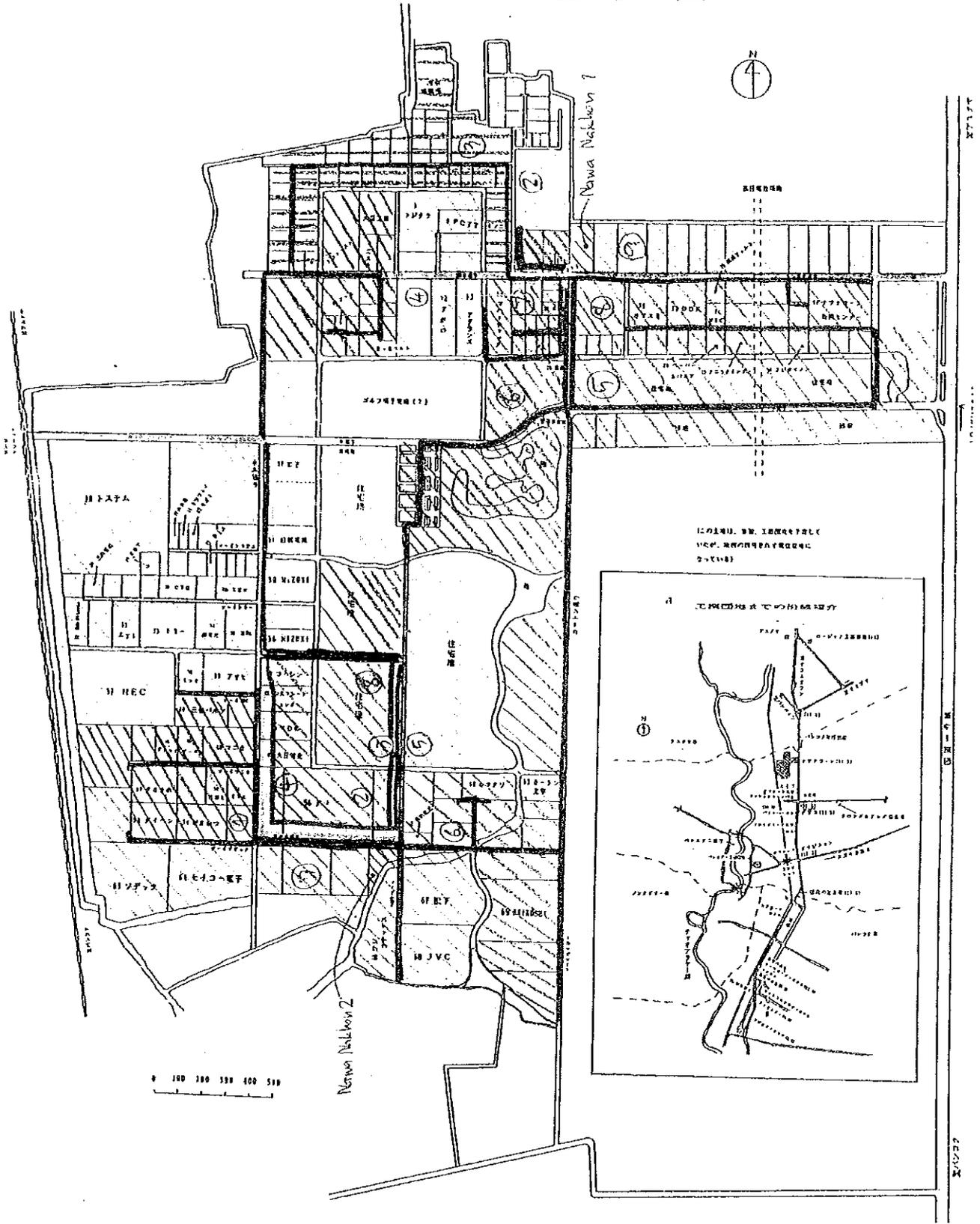
# ナワナコーン 工業団地配置図





1999~2001

# ナワナコーン 工業団地配置図





## 8. ナワナコーン工業団地への適用システム（研修用設備）

### (1) 配電設備の実態

- ナワナコーン1及び2の2SSから工業団地内の負荷へ供給

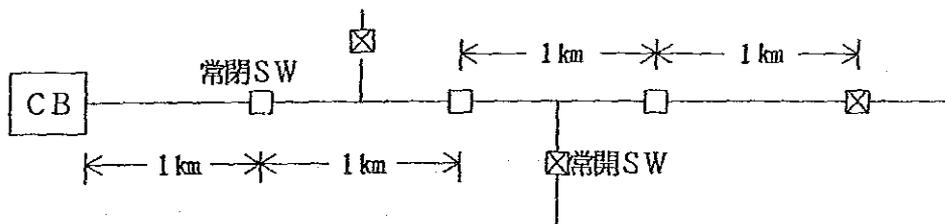
|                  | SS 容量   | Feeder数 | 負荷(Reck) |
|------------------|---|---------|----------|
| 現時点<br>(1992年3月) | ナワナコーン1 80MVA<br>移動用Tr 25MVA<br>他SSより3F(Bangkham) | 11      | 85.2MW   |
| *最終<br>(2001年)   | ナワナコーン1 80MVA<br>ナワナコーン2 80MVA                    | 16      | 142.4MW  |

(\*) 配電自動化導入時までに最終形態(16F)を構築

- ナワナコーン工業団地は工場立地が順調に進展（現地点で、そのほとんどは完売済み）  
最終16回線で全負荷の供給が可能  
この16回線に対して、開閉器遠制システムを導入する

### (2) 信頼度向上のためのFeeder区分の考え方

- 現在PEAには具体的な区分数を定めた基準がない
- 線路を細かく区分することで信頼度は向上するが、多数の開閉器が必要となり、経済的に問題がある
- 基本的な線路分割方式として、当社でもベースとされている4分割3連系方式を採用すると、1区間の巨長が1km程度（工業団地内の1feederの平均巨長は4~5km）となり、系統運用もやりやすく、基準として採用しやすい（4分割3連系）



#### ○ 必要設備数

- ・最終回線数 16feeder (Tr40MVAでは4Feederが標準)
- ・1回線当たりの開閉器数 常閉 3台  
常開 3台×1/2 (1台を2回線で共用)
- ・工業団地内開閉器数  $3 \times 16 + 3 \times 1/2 \times 16 = 72$ 台

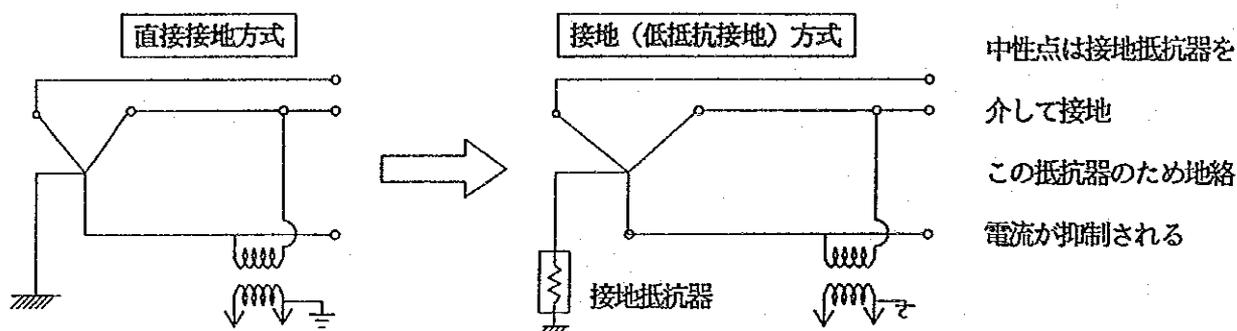
(参考 ……信号伝送路は1フィーダー当たり4km、ただし、重複も多く、この半分程度と考えられる)

(3) 配電方式

- 前述のとおり PEA の直接接地方式では、日本方式の配電自動化方式をそのまま適用できない。  
このためナワナコーンをモデルとして低抵抗接地方式に設備を変更して自動化方式の導入を検討する。

① 低抵抗接地方式への変更

a. 方式図



b. 方式変更のため必要な設備

| 設備名   | 設置単位    | ナワナコーンでの必要数量 | 概算工事費    |
|-------|---------|--------------|----------|
| 設置抵抗器 | バンク単位   | 4 個          | 12.0 百万円 |
| G P T | バンク単位   | 4 個          | 4.0      |
| 地絡リレー | フィーダー単位 | 16 式         | 2.0      |
| 計     | —————   | —————        | 18.0 百万円 |

c. 接地方式変更に伴う工事

接地方式を変更するには、上記設備を変電所に設置する必要がある。

工事としては特別難しいものでないが、既設配電盤内結線替等が生じる。

② 事故区間の検出方式

- 低抵抗接地方式の採用により、再閉路事故区間再投入による事故区間検出が可能となり、「DM 順投」または「CPU 順投方式」が適用できる。
- CB 再閉路後の開閉器順次投入方式としては上述の DM、CPU 両方式があるが、将来の拡張性、保守性を考慮し、「CPU 順投方式 + DM バックアップ方式」が最適である。

|      | D M 順投方式   | C P U 順投方式                                  | CPU 順投方式+DMバックアップ方式                       |
|------|--|---|---|
| 方式概要 | ○CB再閉路後、開閉器を現地のDM機能で順投し、事故点を検出                     | ○CB再閉路後、開閉器を親局のCPUで順投し、事故点を検出               | ○CPU正常時… CPU順投方式<br>○CPU異常時… DM順投方式       |
| 長所   | ○現地の電源有無のみで事故点を検出でき、遠制装置トラブルの影響を受けない               | ○CPU内のデータに基づいて開閉器を順投できるため、配電系統の変更等に柔軟な対応が可能 | ○CPU正常時はCPUで行い、異常時はDMでバックアップできるため事故点検出が確実 |
| 短所   | ○配電系統変更の都度、現地のタイム変更が必要<br>○時限管理を確実に行わないと事故区間の判定を誤る | ○CPU遠制装置のトラブルで事故区間の検出が不可能となる。               | ○両方式の長所を合せており、特別な短所はない。                   |

③ 経済性

- 低抵抗接地方式の採用により変電所の工事費は増加するが、開閉器に特殊な機能が不要となるため、ISS当たり45台以上遠制する場合は、低接地方式の方が有利となる。

|       | 直接接地方式    | 低接地方式     |
|-------|-----------|-----------|
| 変電所機器 | —         | 9.0 百万円   |
| 開閉器   | 0.8 百万円/台 | 0.7 百万円/台 |
| 遠制子局  | 0.65百万円/台 | 0.55百万円/台 |
| 計     | 1.45×n    | 9.0+1.25n |

$$1.45 \times n \geq 9.0 + 1.25n$$

$$n \geq \frac{9.0}{0.2} = 45 \text{台}$$

パワーエレクトロニクス機器の配電方式について

| 項目                  | 開閉器に取付けたCTによる事故区間検出方法   |   | DM (又は連制順投) による事故区間検出方法   |  | 備考   |  |
|---------------------|---|---|---|--|--|--|
|                     | 直接接地方式  | 非接地方式   | 直接接地方式  | 非接地方式  |  |  |
| 事故区間検出方法<br>(地絡事故時) | <ul style="list-style-type: none"> <li>開閉器に内蔵 (又は外付) されたCTの出力により事故区間検出</li> <li>事故区間検出装置をCTで実施</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>同左</li> <li>検出方向性の判定が必要 (検出方向性の判定が必要)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>開閉器を順次駆逐し、事故区間検出装置による検出</li> <li>事故区間検出</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>同左</li> </ul>   |  |  |
| 1. 設備の取付又は取替えが必要    | ○ 不要  | <ul style="list-style-type: none"> <li>SS接地点取付が必要</li> <li>SSの地絡検出用取付が必要 (SSの地絡検出用取付が必要)</li> <li>端子が検出により取替えが必要</li> </ul>                               | ○   | <ul style="list-style-type: none"> <li>SS接地点取付が必要</li> <li>SSの地絡検出用取付が必要 (SSの地絡検出用取付が必要)</li> <li>端子が検出により取替えが必要</li> <li>SSの地絡検出用取付が必要</li> </ul> |  |  |
| 2. 事故区間検出時の留意事項     | ○   | <ul style="list-style-type: none"> <li>事故区間検出のため開閉器による事故区間検出が必要 (CTトリップは初回遮断の1回のみのみ)</li> </ul>   | △   | <ul style="list-style-type: none"> <li>事故区間検出のため開閉器による事故区間検出が必要 (事故区間検出が多いため投入回数が多い)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>非接地方式ではの誘言が大きい場合は、地絡検出が困難</li> </ul>  |  |
| 3. CT取付およびバッテリー取付   | <ul style="list-style-type: none"> <li>× SW毎にCT取付が必要</li> <li>○ SW毎にCT取付が必要</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>× SW毎にCT取付が必要</li> <li>○ SW毎にCT取付が必要</li> </ul>  | ○   | ○  | ○  |  |
| 4. 地絡事故時の瞬時電圧低下     | ×   | <ul style="list-style-type: none"> <li>地絡事故時の事故電流が大きいため、当該SSの地絡線の瞬時電圧低下が発生</li> </ul>   | ○   | <ul style="list-style-type: none"> <li>地絡事故時の事故電流が大きいため、当該SSの地絡線の瞬時電圧低下が発生</li> <li>事故区間検出のため遮断の遅延が原因で瞬時電圧低下が発生</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>地絡事故時の瞬時電圧低下は</li> <li>ただしR.V.感測により樹木倒壊等の瞬時事故増加の可能性がある</li> </ul>                   |  |
| 5. 分岐バックアップ         | △   | <ul style="list-style-type: none"> <li>伝送系統故障時の配電線事故時は全て地絡検出が必要</li> </ul>  | ○   | ○  | ○  |  |
| 6. CT感測管理又はDM感測管理   | ×   | <ul style="list-style-type: none"> <li>地絡電流が樹上により界外流するため、CTの感測管理が必要</li> </ul>  | △   | <ul style="list-style-type: none"> <li>系統変更に伴いDMの制限管理が必要</li> </ul>  | ○  |  |
| 7. バッテリー管理          | ×   | <ul style="list-style-type: none"> <li>5年に1回程度取替えが必要</li> <li>そのため、そのための管理および取替えが必要</li> </ul>  | ○   | ○  | ○  |  |
| 評価                  | 優   | 3   | 4   | 1  | 2  |  |
|                     | 劣   | ×   | ○   | ○  | ○  |  |
| 理由                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>系統変更に伴うCTの感測管理が必要</li> <li>バッテリーの経年劣化に伴う取替えが必要</li> <li>地絡事故時の瞬時電圧低下が発生</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>同左</li> <li>同左</li> <li>各開閉器に取付ける地絡方向検出センサが高価</li> <li>検出方向性の判定が必要</li> <li>事故区間検出のため遮断の遅延が原因で瞬時電圧低下が発生</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>同左</li> <li>同左</li> <li>事故区間検出のため開閉器による事故区間検出が必要 (事故区間検出が多いため投入回数が多い)</li> <li>この点を考慮するため、この検出方式の検討が必要</li> <li>系統変更に伴うDMの制限管理が必要</li> <li>バッテリーの経年劣化に伴う取替えが必要</li> <li>事故区間検出のため遮断の遅延が原因で瞬時電圧低下が発生</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>同左</li> <li>同左</li> <li>検出方向性の判定が必要</li> <li>事故区間検出のため遮断の遅延が原因で瞬時電圧低下が発生</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>同左</li> <li>同左</li> <li>検出方向性の判定が必要</li> <li>事故区間検出のため遮断の遅延が原因で瞬時電圧低下が発生</li> </ul> |  |

(注) ○: 優れている △: 欠点ではあるが軽易な問題 ×: 問題点

(参考) 直接接地方式における事故区間検出方式

- 前述のとおり、PEAの直接接地方式では、DMを使用できない。このため、CT検出方式が必要となる。
- CT検出方式におけるCT精度は、そんなに高いものは必要なく、単に事故電流の有無を判定できればよい。

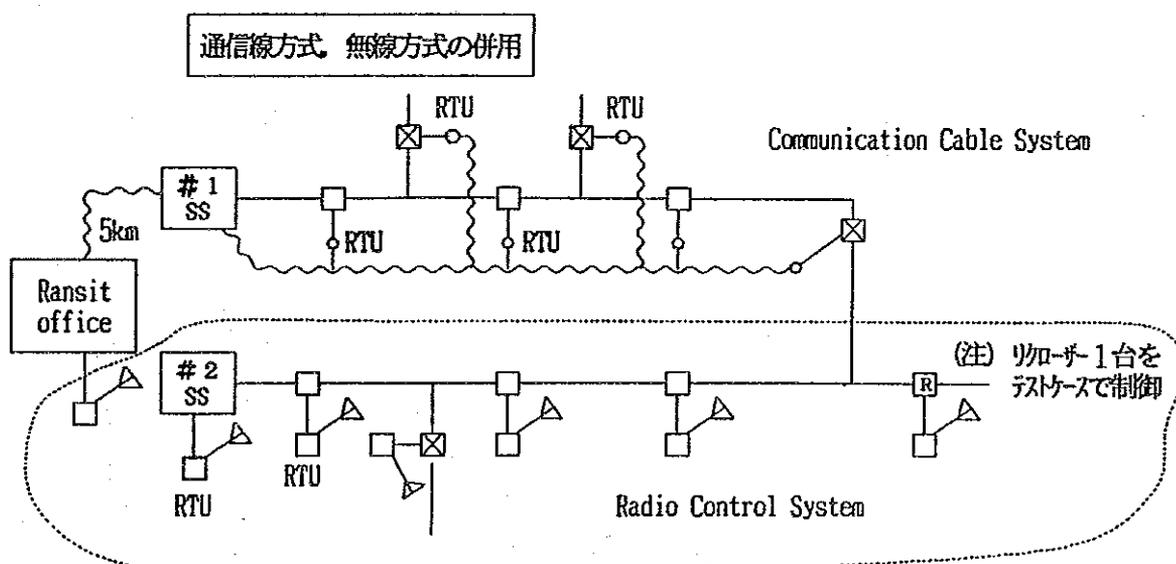
したがって、開閉器ブッシングにコア型CTを取り付けるのが最良と考えられる（内蔵ができない場合は外付けでも可）。



(4) 遠制方式

① 遠制方式

- 広大なPEAエリアを考えた場合、通信線を張りめぐらすことは、設備投資面から困難である。
- 電力線搬送も電圧及び巨長から難しい。
- このため無線方式の採用が最良と考えられる（PEAでも無線を6波確保済み）。
- ただし、無線方式は我が国での使用実績がないため、信頼性の高い通信線方式も併用してテストする必要がある。



## ② 信号方式

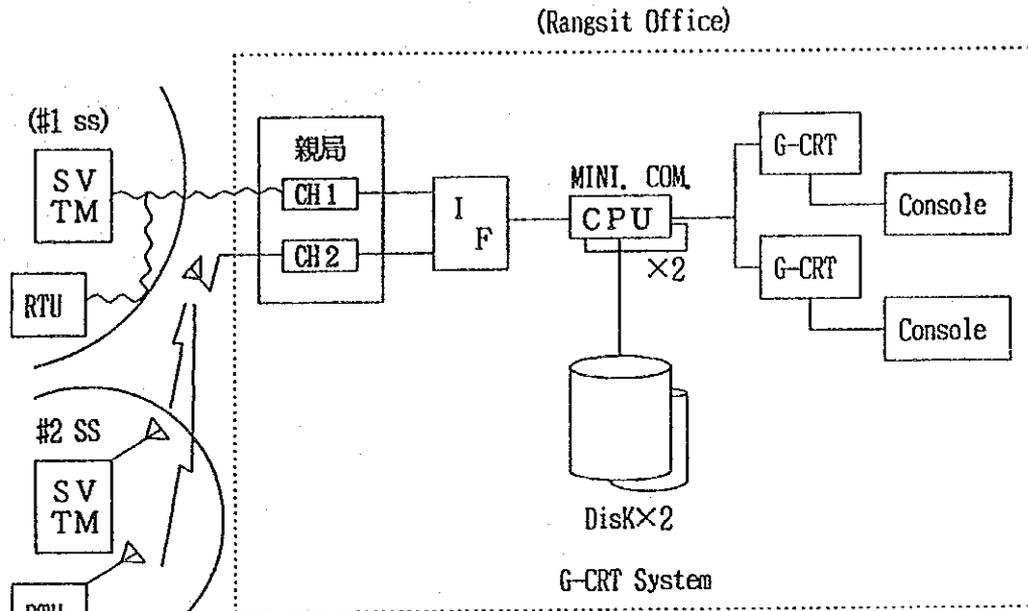
|       | 信号周波数         | 信号伝送速度     | 信号レベル   | 変調方式      |
|-------|---------------|------------|---------|-----------|
| 通信線方式 | 1,000~2,000Hz | 200~600b/s | ± 20dBm | FSKパルスコード |
| 無線方式  | 450MHz~470MHz | 200~600b/s | 1~10W   | FSKパルスコード |

- 信号伝送速度は速いほど制御時間が短縮される反面、モデムの伝送誤りが大きくなり、1ルート当たりの子局台数がたくさんとれない。また、子局が高価になる等の問題が生じる。
- 200b/sでの制御時間2秒が0.5秒に短縮された効果は、通常の運用ではほとんど表わせない(2秒または0.5秒でも大差なし)。したがって、200b/sで十分と考える(価格と信頼度)。
- 九州電力での使用結果、通信線パルスコード方式は完成されたシステムであり、運用面からも何ら問題点のない最良のシステムといえるものである(配電線の遠制システムとして完成したもの)。
- 当システムを無線で適用しても、全く問題ないと考えられる。  
今回は両方式でテストするものとする。

## (5) 全体の研修システム構成

- ① 系統表示……………設置スペース、設置後のメンテナンス、運用面の利便性からGraphic CRTによる表示とする(Graphic CRTのソフトは九州電力で開発済みのものでも可能)。
- ② 操作盤……………開閉器番号(電柱番号)がフィーダー系統の連番となっている現状から、単純な押釦による選択は難しい。  
CRT上のシンボルPickまたはKey board上からの入力による操作とする。
- ③ CPU……………自動制御の必要性は低いため、CPUは配電線状態表示を中心に機能する。  
このため小型のミニコンで十分と考えられる。
  - ・32ビット小型ミニコン
  - ・主メモリー 16MB程度
  - ・ディスク 128MB程度
  - ・計算速度 2~3Mips
- ④ 遠制親局……………CH構成とする。  
1CHは230台の子局を遠制可。  
今回、通信線と無線を併設するため、2CHを準備。

[システム構成]



\*CPU関係の主要機器は2重化

トラブル発生時

{ 日本からのメンテ員が到着するまでの間は、片系で通常の業務ができるようにシステムを構成する。 }

(6) 研修用シミュレーション

○ シミュレーションには、CPUのソフト上で実行するものと、模擬回路を使用して行うものがある。今回の研修設備には、この両方が必要と判断される。

① ソフトシミュレーション

- ナワナコーンの実システムを使用してのシミュレーションは不可。
- ナワナコーンの設備データを使用して、ソフト上でシミュレーション。
  - ・ 配電系統図表示
  - ・ 事故時の事故区間判定
  - ・ 電源側送電操作、負荷側の融通操作
  - ・ 事故区間への復旧後の送電操作
- データメンテナンス法。

② 模擬開閉器、RTUによるシミュレーション

- Ransit 営業所内に模擬開閉器と RTU を設置。
- 遠制時の動作機構について研修。
- 機器のメンテナンス、トラブルシューティング実習。
- 機器の取付け、通信線の工事手法

(7) 研修設備の総建設費用（別添参照）

- 今回のナワコーン工業団地内に建設する研修設備の建設費用について、(i) 今回プロ技協で実施分、と (ii) PEA サイドで実施分、に分けて集約したものを次表に示す。

なお、合計額は約3億円であるが、この内訳は研修用機器・材料費（輸送及び現地据付け調整費用を含む）のみであり、子局取付け等のフィールドでの工事施工は研修の一環としてPEA主体で実施する。

ただし、建設等には長・短期専門家による指導・アドバイスを適宜行うものとする。

ナワナコーン工業団地への研修設備の建設費用

| 分類  | 品名      | 数量          | 単価<br>(百万円) | 合計額<br>(百万円) | 補足説明         | 備考   |  |
|-----|---------|-------------|-------------|--------------|--------------|--|--|
| 所内  | —       | SV表示盤       | 1 式         | 7            | 7            | ○5kVA<br><br>○2CH構成<br><br>○CPU本体, CRT, 操作卓を含む |  |
|     |         | CVCF        | 1 式         | 4            | 4            |  |  |
|     |         | SV・TM(受信)   | 1 式         | 8            | 8            |  |  |
|     |         | 親局          | 1 式         | 8            | 8            |  |  |
|     |         | G-CRT (ハード) | 2 式         | 50           | 100          |  |  |
|     |         | G-CRT (ソフト) | 1 式         | 50           | 50           |  |  |
|     |         | 無線基地局       | 1 式         | 1            | 1            |  |  |
|     |         | 模擬訓練設備      | 1 式         | 5            | 5            |  |  |
| 小 計 |         | —           | —           | 183          |              |  |  |
| 所外  | SS内     | SV・TM (送信)  | 1 式         | 8            | 8            | ○接地抵抗器, GPT, 地絡リレー他                            |  |
|     |         | 無線中継器       | 1 式         | 1            | 1            |  |  |
|     |         | 接地方式切替対応分   | 1 式         | 20           | 20           |  |  |
|     | フィールド   | 子局          | 80 台        | 0.9          | 72           | ○半数は無線方式対応可<br>(予備子局 8 台を含む)                   |  |
|     |         | ケーブル        | 20 km       | 0.4          | 8            |  |  |
|     |         | ポット         | 40 個        | 0.05         | 2            |  |  |
|     |         | 取付金具        | 400 個       | 0.005        | 2            |  |  |
|     | 小 計     |             | —           | —            | 113          |  |  |
| その他 | 保守用計測器類 | 1 式         | 3           | 3            |              |  |  |
|     | 保守用工具類  | 1 式         | 1           | 1            |              |  |  |
|     | 小 計     | —           | —           | 4            |              |  |  |
| 合 計 |         | —           | —           | 300          | ○所内の配線, エア関係 |  |  |
| 所内  | —       | 電源設備確保      | —           | 2            | 2            |  |  |
| 所外  | SS内     | —           | —           | —            |              |  |  |
|     | フィールド   | 開閉器         | 80 台        | 0.8          | 64           | ○予備開閉器 8 台を含む                                  |  |
|     |         | 子局電源        | 80箇所        | 0.5          | 40           | ○Tr及び低圧線                                       |  |
| 合 計 |         | —           | —           | 106          |              |  |  |

(注) 1. 全ての項目について建設工事費用は除く

2. 輸送費用とこれに伴う保険代及び現地据付調整費用は含む

## 9. 全体の今後のスケジュール

### (1) 自動化研修設備の構築スケジュール

|                                 |                   | 92                | 93     | 94 | 95     | 96 | 97 |   |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|--------|----|--------|----|----|---|
| 日<br>本<br>専<br>門<br>サ<br>イ<br>ド | 長期<br>専<br>門<br>家 | ○R/D締結            | ↔ (6月) |    |        |    |    |   |
|                                 |                   | ○タイ国赴任            | ↔ (9月) |    |        |    |    |   |
|                                 |                   | ○機器のスペック決定        | →      |    |        |    |    |   |
|                                 |                   | ○発注               | ▽      |    |        |    |    |   |
|                                 |                   | ○教育プラン作成(最終チェック)  | ↔      |    |        |    |    |   |
|                                 |                   | ○教育テキスト作成         | ↔      | ↔  |        |    |    |   |
|                                 |                   | ○本店21名教育(机上)      | ↔      | ↔  |        |    |    |   |
|                                 |                   | ○建設               | ↔      | ↔  |        |    |    |   |
|                                 |                   | ○操作マニュアル作成        |        | ←  |        |    |    |   |
|                                 |                   | ○検収               | ▽      | ▽  |        |    |    |   |
| P<br>E<br>A<br>サ<br>イ<br>ド      | 短期<br>専<br>門<br>家 | ○建設(通信線工事ほか)      | ↔      |    |        |    |    |   |
|                                 |                   | ○コンピューター調整        |        | ↔  |        |    |    |   |
|                                 |                   | ○保守運用             |        |    | ↔      |    |    |   |
|                                 |                   | ○定期調整             |        |    | ↔      | ↔  | ↔  | ↔ |
|                                 |                   | ○トラブル             |        |    | (都度対応) |    |    |   |
| P<br>E<br>A<br>サ<br>イ<br>ド      | 工事<br>関<br>係      | ○プロジェクトの検証・中間評価   |        |    | ↔      |    |    |   |
|                                 |                   | ○スペック決定(配電指令センター) |        |    |        | ↔  |    |   |
| P<br>E<br>A<br>サ<br>イ<br>ド      | 支店<br>以下<br>教育    | ○発注               |        |    |        | ▽  |    |   |
|                                 |                   | ○建設               |        |    |        |    | ↔  |   |
| P<br>E<br>A<br>サ<br>イ<br>ド      | 支店<br>以下<br>教育    | ○エンジニアのメーカーへの派遣   |        |    |        |    | ↔  |   |
|                                 |                   | ○検収、終了時評価         |        |    |        |    | ▽  |   |
| P<br>E<br>A<br>サ<br>イ<br>ド      | 支店<br>以下<br>教育    | ○オペレータ用テキスト整備     |        |    |        |    | ↔  |   |
|                                 |                   | ○オペレータ研修          |        |    |        |    | ↔  |   |

(2) 自動化教育の内容と日本でのカウンターパート研修の概要

| 項目                                       | 分類                        |       | 内容  |
|--|---------------------------|-------|---|
| 基礎教育 (4ヵ月)                               | 電気基礎理論                    |       | <ul style="list-style-type: none"> <li>○基礎数学</li> <li>○通信工学</li> <li>○計算機基礎</li> </ul>                            |
|  | 配電システムのあり方                |       | <ul style="list-style-type: none"> <li>○系統連系の考え方</li> <li>○フィーダー、SSエリアの考え方</li> <li>○事故時の融通基準の考え方</li> </ul>      |
|  | 自動化設備 (機器) の概要            |       | <ul style="list-style-type: none"> <li>○親局、子局</li> <li>○G-CRT</li> <li>○通信線</li> <li>○SV・TM</li> </ul>            |
| 実務教育 (8ヵ月)                               | 操作・指令方法                   | 通常時   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○各機器の操作方法</li> <li>○負荷融通方法</li> </ul>                                      |
|  |                           | 事故発生時 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○健全区間融通方法</li> <li>○事故点発見方法 (2分割法)</li> <li>○事故復旧工法</li> </ul>             |
|  | 自動化設備 (機器) の概要            |       | <ul style="list-style-type: none"> <li>○各種遠征方式の比較</li> <li>・配電線搬送方式 (リール、スワム)</li> <li>・専用線方式 (パルスコード)</li> </ul> |
|  | 自動化工事方法                   |       | <ul style="list-style-type: none"> <li>○通信ケーブル工事</li> <li>○子局他取付工事</li> <li>○G-CRTの概要</li> </ul>                  |
|  | 自動化設備のメンテナンス<br>(日常処理)    |       | <ul style="list-style-type: none"> <li>○設備の新・増設時の処理</li> <li>○設備除却 (取替) 時の処理</li> <li>○各種機器の保守点検基準</li> </ul>     |
| 実習教育 (3ヵ月)                               | シミュレーター実習                 |       | ○設備完成後3ヵ月間実施  |
| 応用教育 (3ヵ月)                               | 自動化設備のメンテナンス<br>(トラブル発生時) |       | <ul style="list-style-type: none"> <li>○トラブルの種類とチェック方法</li> <li>○同上発生時の応急処理方法</li> <li>○予備機材のあり方</li> </ul>       |
|  | ソフトウェアの概要                 |       | ○G-CRTの動作   |
|  | 自動化設備の設計                  |       | ○各種機器の設計方法  |
|  | 自動化設備の長計作成                |       | ○自動化設備の長期形成のあり方   |
| カウンターパート<br>(C/P)研修<br>(2ヵ月)<br>[年間3名実施] | 九州電力での研修                  | 机上    | ○配電業務と配電自動化の概要 (2W)<br>(本・支店対応)   |
|  |                           | 実務    | ○実務体験研修 (1W)<br>(営業所対応)   |
|  | 工場見学                      |       | ○配電機器工場見学 (2W)  |
|  | メーカー実習                    | ソフト   | ○自動制御処理 (ソフト面) (1W)   |
|  |                           | ハード   | ○自動制御処理 (ハード面) (1W)   |
|  |                           | メンテ   | ○トラブル発生時の処理方法 (1W)  |

PEA 西電自研ハイブリッド支援者養成プロジェクト研修カリキュラム (組案)

| 研修項目   | スケジュール                           |   |                        |                  |      |      |   | 備考 |
|--|----------------------------------|---|------------------------|------------------|------|------|---|----|
|  | 1992                             | 1993  | 1994                   | 1995             | 1996 | 1997 |   |    |
| 1. 材料の仕様検討研修<br>① 通信ケーブル<br>② 無線機器<br>③ 送信機設置<br>④ ミニコンピュータ<br>2. システム建設工事研修<br>① 通信ケーブル<br>② 送別子局 (RTU)<br>③ システム調整・試験<br>(カウンタパートに対する研修)<br>3. 基礎教育 (朝上)<br>4. 実務教育 (朝上)<br>5. 実習教育<br>6. 応用教育 (朝上実習)<br>7. 日本での研修 (1人2か月) | (OJT)<br>(OJT)<br>(OJT)<br>(OJT) | (OJT) 現地工事<br>(OJT) 取付・調整<br>(OJT) 総合調整・予点<br>4か月 | PBAとしての<br>工事チーム作成     | PBAとしてのスキル<br>作成 |      |      | ○研修システム構築機材の仕様を長門県専門家と詳細につめることで、仕様決定のノウハウをOJTで会得する。<br>○研修システムの機材を現地のフィールドに設置する工事の過程で、特殊工事のノウハウを得ると同時に、工スマニュアルを作成<br>○基礎理論、配電系統、自動化設備概要<br>○操作・指令方法、自動化設備、自動化工事方法、自動化設備メンテナンス<br>○シミュレータによる操作指令実習<br>○トラブル発生時のメンテナンス、自動化設備の設計、長期計画、ソフト概要<br>○電力での研修 (朝上、実習)<br>工場見学、メーカー実習 etc. |    |
| (参考)<br>1. PEAの国家プロジェクト<br>2. PEAのオペレータ研修  |                                  | 5年間×3人×2か月<br>8か月<br>3か月<br>3か月                   | PBAとしてのスキル<br>作成<br>研修 | 設備建設<br>研修       |      |      | ○プロ技協の評価もOJT研修と見なせる<br>○PEAの支店 Dispatch Centerにおける Operatorの研修  |    |

| 項目   | 分類                  | 内容   |                | スケジュール                           |   |    |      |   |    |      |
|------|---------------------|--|----------------|----------------------------------|---|----|------|---|----|------|
|      |                     | 机上   | 実習             | 92/4                             | 7 | 10 | 93/4 | 7 | 10 | 94/4 |
| 基礎   | 自動化基礎               | ・通信工学、制御理論、計算機基礎                                     |                |                                  |   |    |      |   |    |      |
|      | 自動化設備(機器)概説         | ・GPIF・SV・TW・遠隔制御、予備                                  |                |                                  |   |    |      |   |    |      |
| 教務   | 配電系統のあり方            | ・系統連線の考え方、・事故の保護通断操作<br>・PLC、SS、MPLの考え方<br>・事故原因調査方法 |                |                                  |   |    |      |   |    |      |
|      | 自動化設備(機器)詳細         | ・制御方式の比較・遠隔機器の仕様                                     |                |                                  |   |    |      |   |    |      |
|      | 自動化工事方法             | ・特付工事・予備設備工事<br>・通信ケーブル工事                            | 工事実習           |                                  |   |    |      |   |    |      |
|      | 自動化設備の設計            | ・保安、事故対策<br>・新機設、取替等の処理                              |                |                                  |   |    |      |   |    |      |
|      | 操作指令方法              | ・機器の操作方法・負荷制御方法                                      | カシメナー実習        |                                  |   |    |      |   |    |      |
|      | 自動化設備メンテナンス(トラブル対応) | ・健全区間保護・事故点発見方法                                      | カシメナー実習        |                                  |   |    |      |   |    |      |
|      | 自動化設備の設計(ソフト)       | ・プログラムの種類とチェック方法<br>・緊急処理方法<br>・予備機材のあり方             | カシメナー実習        |                                  |   |    |      |   |    |      |
|      | 自動化設備の長計            | ・機器設計方法<br>・ソフトウェアの概要                                |                |                                  |   |    |      |   |    |      |
|      | C/P                 | C/P研修  | ・配電業務と配電自動化の機器 | ・配電機器工場研修<br>・メーカー研修(OT、A-F、P/F) |   |    |      |   |    |      |
|      | 建設                  | 自動化バス  | 自動化バス設計        |                                  |   |    |      |   |    |      |
| 仕様書  |                     | 仕様書作成  |                |                                  |   |    |      |   |    |      |
| 設備   | メーカー選定              | メーカー選定   |                |                                  |   |    |      |   |    |      |
|      | 発注                  | 発注書作成  |                |                                  |   |    |      |   |    |      |
| 施工   | 振付                  | 納入～振付  | 振付書作成          |                                  |   |    |      |   |    |      |
|      | 工事業者選定              | 工事業者選定   | 工事現場           |                                  |   |    |      |   |    |      |
| 試験調整 | 工事業者教育、施工           | 工事業者教育、施工  | 試験調整委員会        |                                  |   |    |      |   |    |      |
|      | 試験調整                | 試験調整、手順書作成   |                |                                  |   |    |      |   |    |      |
| 研修   | 検収                  | 検収   |                |                                  |   |    |      |   |    |      |
|      | オペレータ研修             | オペレータ研修用マニュアル作成                                      |                |                                  |   |    |      |   |    |      |
| その他  | 教育資料作成              | 教育資料作成   |                |                                  |   |    |      |   |    |      |
|      |                     |  |                |                                  |   |    |      |   |    |      |

| 項目 | 分類    | 内容  | 備考 |
|----|-------|---|----|
| 基礎 | 自動化基礎 | <ul style="list-style-type: none"> <li>基礎数学 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ベクトル</li> <li>・伝送特性計算</li> </ul> </li> <li>伝送系の構成 <ul style="list-style-type: none"> <li>・送、受信装置</li> <li>・伝送</li> </ul> </li> <li>伝送技術の構成 <ul style="list-style-type: none"> <li>・構成項目</li> </ul> </li> <li>ディジタルとアナログの違い <ul style="list-style-type: none"> <li>・パルスコード</li> </ul> </li> <li>伝送路の種類 <ul style="list-style-type: none"> <li>・無線、有線</li> </ul> </li> <li>伝送路の構成 <ul style="list-style-type: none"> <li>・モジュラム</li> </ul> </li> <li>通信方式 <ul style="list-style-type: none"> <li>・半二重、全二重</li> </ul> </li> <li>変調方式 <ul style="list-style-type: none"> <li>・FSK, PSK</li> </ul> </li> </ul> |    |
|    |       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・通信工学</li> </ul>   |    |
|    |       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・制御理論 <ul style="list-style-type: none"> <li>・制御系の概念 <ul style="list-style-type: none"> <li>・フィードバック</li> </ul> </li> <li>シケンスの組み方 <ul style="list-style-type: none"> <li>・リレーシケンス</li> <li>・ソフトラシケンス</li> </ul> </li> <li>シケンス制御用部品 <ul style="list-style-type: none"> <li>・リレー、半導体</li> </ul> </li> <li>制御機器の一般構成 <ul style="list-style-type: none"> <li>・動作盤、表示盤、状態検出、制御部分</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>   |    |
|    |       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・計算機基礎 <ul style="list-style-type: none"> <li>・コンピュータの構成 <ul style="list-style-type: none"> <li>・メモリ, CPU, 入出力</li> <li>・制御用コンピュータの特徴</li> </ul> </li> <li>ソフトウェア <ul style="list-style-type: none"> <li>・プログラムの作成</li> <li>・高レベル言語</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>   |    |

| 項目 | 分類          | 内容   | 備考 |
|----|-------------|--|----|
| 基礎 | 自動化設備(機器)概要 | <ul style="list-style-type: none"> <li>表示盤の種類と特徴 <ul style="list-style-type: none"> <li>・地図、スケルトン</li> <li>・ラベル、ランプ</li> <li>・盤、CRT</li> </ul> </li> <li>GCRTの構成</li> <li>GCRTの機能</li> <li>GCRTの表示画面</li> <li>GCRTの操作</li> </ul>   |    |
|    |             | <ul style="list-style-type: none"> <li>・SV, TM <ul style="list-style-type: none"> <li>SV, TMの種類と特徴 <ul style="list-style-type: none"> <li>・集中、単独</li> <li>・直送、ディジタル</li> <li>・サイクリック、状態</li> </ul> </li> <li>SV, TMの構成</li> <li>SV, TMの機能</li> <li>SV, TMの表示方法</li> </ul> </li> </ul>  |    |
|    |             | <ul style="list-style-type: none"> <li>・遠制御局 <ul style="list-style-type: none"> <li>遠制の種類と特徴 <ul style="list-style-type: none"> <li>・個別、集中制御</li> <li>・直送、間接制御</li> <li>・F式、バルスコード</li> <li>・搬送、通信線、無線</li> </ul> </li> <li>遠制御器の構成 <ul style="list-style-type: none"> <li>・操作盤、閉路器</li> <li>・子局、送受信</li> </ul> </li> <li>遠制御器の機能 <ul style="list-style-type: none"> <li>・制御項目</li> <li>・監視項目</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |    |

| 項目 | 分類       | 内容   | 備考 |
|----|----------|--|----|
| 基礎 | 配電系統のあり方 | <ul style="list-style-type: none"> <li>系統連係の考え方</li> <li>陸送ルート確保</li> <li>連係方式 <ul style="list-style-type: none"> <li>・4分割3連係</li> <li>・異ベンク、異SS連係</li> </ul> </li> <li>連係上の注意点 <ul style="list-style-type: none"> <li>・位相逆起</li> <li>・無停電切替</li> <li>・異系統SS</li> </ul> </li> <li>自動化の効果</li> <li>融通基準の作成 <ul style="list-style-type: none"> <li>・サービスマラソン</li> <li>・設備突発</li> <li>・幹線分岐</li> <li>・分岐大負荷下</li> <li>・電圧降下</li> <li>・保護</li> </ul> </li> <li>融通基準に基づく自動化方式の適用</li> <li>需要想定方法 <ul style="list-style-type: none"> <li>・地域別需要</li> <li>・配電線需要</li> <li>・電圧別需要</li> </ul> </li> <li>SSの位置と容量、回線数</li> <li>自動化方式の適用</li> <li>検出方法と特徴 <ul style="list-style-type: none"> <li>・DM方式</li> <li>・リクローザ方式</li> <li>・CT方式</li> </ul> </li> <li>検出用機器 <ul style="list-style-type: none"> <li>・DM</li> <li>・リクローザ</li> <li>・CT方式</li> </ul> </li> <li>保護方式との関係 <ul style="list-style-type: none"> <li>・電線容量</li> <li>・保護協調</li> </ul> </li> </ul> |    |
|    |          | <ul style="list-style-type: none"> <li>事故時融通基準</li> <li>ファイアリアSSエリアの考え方</li> <li>事故区間検出方式</li> </ul>   |    |

| 項目 | 分類          | 内容   | 備考   |
|----|-------------|--|--|
| 実務 | 自動化設備(機器)詳細 | <ul style="list-style-type: none"> <li>遠制方式の種類と詳細 <ul style="list-style-type: none"> <li>・パルス</li> <li>・リアップラム</li> <li>・スベクトラム</li> <li>・etc</li> </ul> </li> <li>遠制方式の適用の考え方 <ul style="list-style-type: none"> <li>・対象開閉器数</li> <li>・リリ送</li> <li>・伝送路</li> </ul> </li> <li>遠制機器の仕様 <ul style="list-style-type: none"> <li>○CCR仕様書の詳細</li> <li>○遠制親局仕様書の詳細</li> <li>○遠制子局仕様書の詳細</li> <li>○通信ケーブリング仕様書の詳細</li> </ul> </li> <li>据付工事 <ul style="list-style-type: none"> <li>○事前調査</li> <li>○建物等の整備</li> <li>○工事手配</li> <li>○施工</li> <li>○安全管理</li> <li>○試験</li> <li>○検査</li> </ul> </li> <li>子局取付工事 <ul style="list-style-type: none"> <li>○工事計画</li> <li>○支柱方法</li> <li>○電源工事方法</li> <li>○結線方法</li> <li>○施工</li> <li>○運開試験</li> <li>○検査</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>実習</li> <li>実習</li> </ul> |
|    | 自動化工事方法     |  |  |