

国際協力事業団

インドネシア共和国

鉱山エネルギー省 電力エネルギー開発総局

インドネシア共和国

新型流れ込み式水力発電導入発展計画調査

最終報告書

(Vol. 2 : 本文)

1999年2月

JICA LIBRARY



J 1147901 [1]

株式会社 ニュージェック
株式会社 EPDCインターナショナル

鉱調資

JR

99-022



1147901 [1]

序 文

日本国政府は、インドネシア共和国の要請に基づき、新型流れ込み式水力発電導入発展計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成9年7月から平成10年12月までの間、6回にわたり株式会社ニュージェックの田村武正氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団はインドネシア共和国政府関係者と協議を行うとともに、現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心から感謝申し上げます。

平成11年2月

藤田 公郎

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎 殿

平成 11 年 2 月

伝 達 状

謹啓 時下益々御清栄のこととお慶び申し上げます。

さて、ここにインドネシア共和国新型流れ込み式水力発電導入発展計画調査の最終報告書を提出致します。本報告書は貴事業団との契約に基づいて、平成 9 年 7 月 18 日から平成 10 年 12 月までの期間に、株式会社ニュージェック及び株式会社 EPDC インターナショナルが実施した調査の結果をとりまとめたものです。

本報告書はインドネシア共和国西ジャワ州を流下するチラキ川をモデルとして取り上げ、ここに 3ヶ地点、合計出力 27.1 MW の流れ込み式水力発電開発のマスタープランを作成するとともに将来流れ込み式水力発電開発を全インドネシアに普及させる為の助言、提案を行ったものです。更に、西ジャワ州および南スラウェシ州に於て流れ込み敷き水力発電開発可能地点を選定しそれぞれ 5ヶ地点を提案しました。

本報告書の作成に当り、貴事業団及び通産省関係各位より賜りました御指導、御支援に心から感謝致しますとともに、現地調査に協力をいただいたインドネシア共和国、鉱山エネルギー省並びに P.T. PLN (Persero) に深く感謝致します。

最後に本報告が近い将来インドネシア共和国における流れ込み式水力発電開発促進の一助となるよう願します。

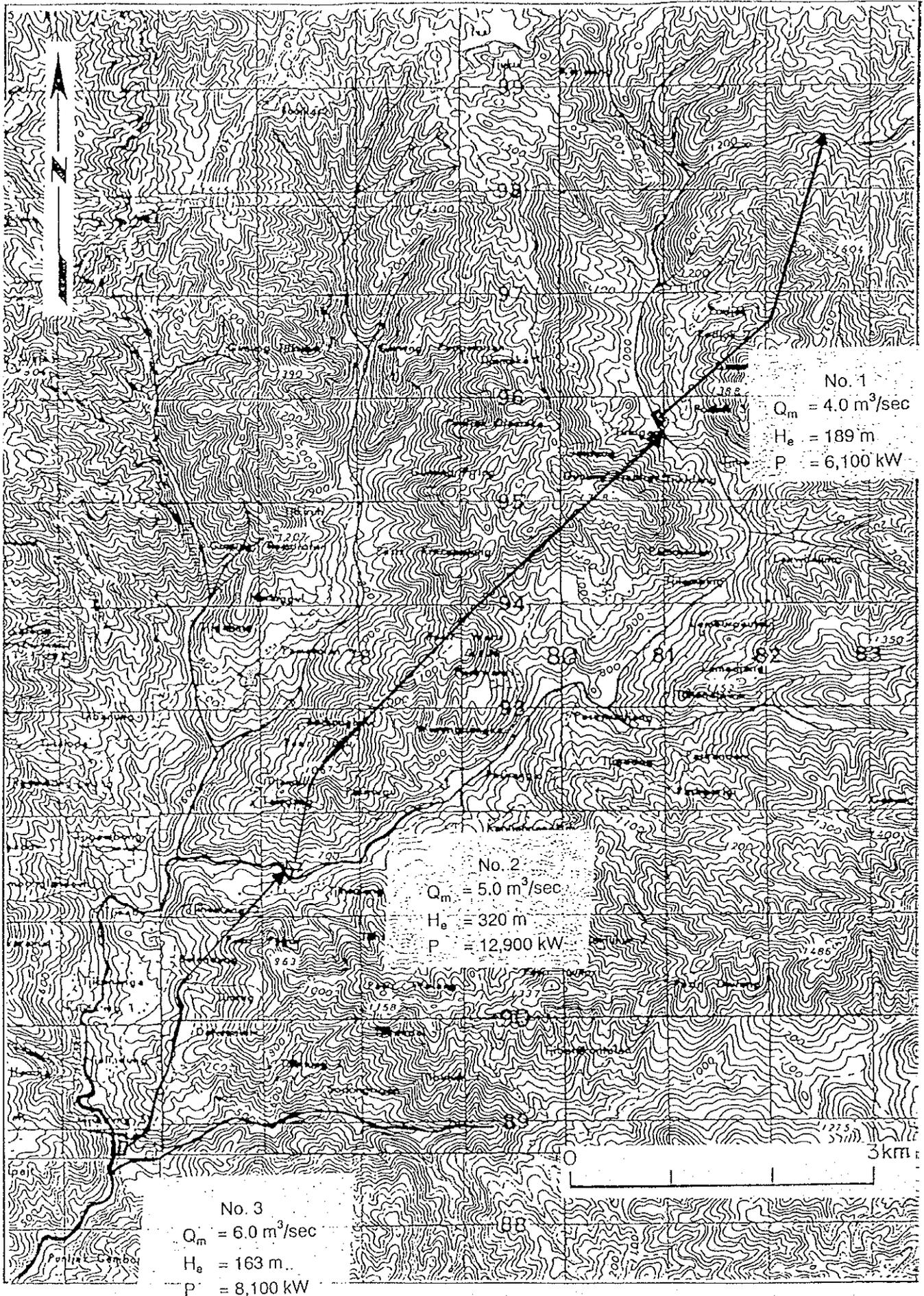
謹 白

田村武正

団長 田村 武正

新型流れ込み式水力発電導入
発展計画調査
株式会社 ニュージェック

Cilaki River Cascade Run-off-river Hydropower Development Schemes



新型流れ込み式水力発電導入発展計画調査

最終報告書 本 文

目 次

結論と勧告

第 I 部 序論およびインドネシア電力事情

- 第 1 章 序 論
- 第 2 章 インドネシアの電力事情
- 第 3 章 電気関連制度

第 II 部 チラキ川流れ込み式水力発電計画のマスタープラン調査

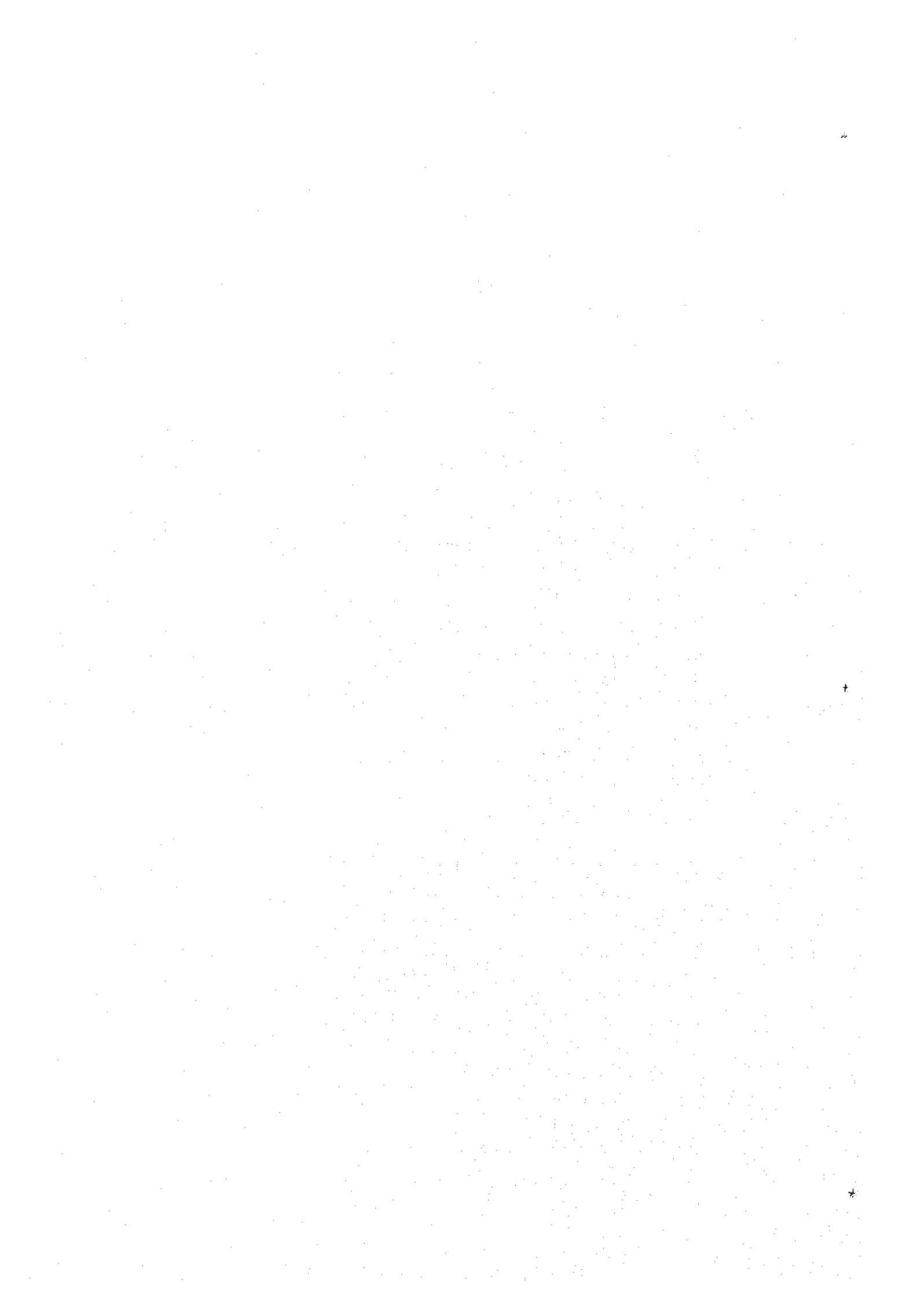
- 第 1 章 序 論
- 第 2 章 電 力 調 査
- 第 3 章 チラキ川流域の一般状況
- 第 4 章 開発計画地点の選定
- 第 5 章 現地調査工事
- 第 6 章 水 文 解 析
- 第 7 章 地 質
- 第 8 章 最適開発計画
- 第 9 章 環境影響評価
- 第 10 章 財 務 検 討

第 III 部 流れ込み式水力発電開発促進政策のための提言調査

- 第 1 章 序 論
- 第 2 章 エネルギー政策上の流れ込み式水力発電
- 第 3 章 流れ込み式水力発電に対する経済性評価手法
- 第 4 章 流れ込み式水力発電開発促進手法
- 第 5 章 新技術、ローカル技術導入の可能性評価
- 第 6 章 流れ込み式水力発電開発地点選定条件の抽出

第 IV 部 流れ込み式水力開発地点の選定

- 第 1 章 序 論
- 第 2 章 対象地域の選定
- 第 3 章 開発可能地点の選定



結論と勧告

インドネシアにおける電力需要の伸びはその急速な経済発展に伴って過去 10 年以上に亘り年率 10%以上の伸び率で増加し、この需要の増加に対処するため、主として火力発電による電源開発が精力的に進められ、インドネシアに豊富に存在する中小規模の水力発電開発は見送られて来た。また最近、火力燃料の枯渇及び火力発電による炭酸ガス排出が問題となり、インドネシアに豊富に存在する水力資源の有効利用が将来のエネルギー政策として重要となる事が認識された。

以上のような背景から将来エネルギー政策としてインドネシアに豊富に存在する水力エネルギーの有効利用を最優先させるべきとの政策が打ち出された。これを実現させるため貯水池又は調整池を持たない中小規模の流れ込み式水力発電開発を広く進めるべく、そのモデルとして西ジャワ州チラキ川を取り上げ、その開発計画を通して、将来の流れ込み式水力開発を全国に展開するための方策について提案した。

チラキ川では予備検討の結果 3 段階の階段状流れ込み式水力開発が提案されているが、これを基に最適開発計画について検討した結果下記の開発案が最適との結論を得た。

	No. 1	No. 2	No. 3
流域面積 (Km ²)	99.9	123.0	166.4
取水位 (m)	1,235	1,005	650
放水位 (m)	1,020	660	470
有効落差 (m)	189	320	163
最大使用水量 (m ³ /sec)	4.0	5.0	6.0
最大出力 (MW)	6.1	12.9	8.1
年間発生電力量 (GWh)	29.3	65.3	46.7
設備利用率 (%)	55	58	66
工事費 (10 ⁶ US\$)	6.996	10.044	7.728
B/C	0.66	1.03	0.96

チラキ川では 3 ヶ所の流れ込み式水力開発案が提案されたが、B/C で見る限り最上流の No.1 サイトは経済的に不利と見られる。ここの B/C は、最適規模を見出すための相対比較の対象としてチラキ川の発電所がジャワバリ系統に連繋される事を考慮して、身替り電源として単機容量 600 MW 級の石炭火力を想定したためであり、これと同程度の流れ込み式水力開発がジャワバリ系統よりずっと小さな系統に連繋される場合には身替り電源も異なり、B/C は 1.0 以上となる場合も充分考えられる。

更に上記チラキ川段階開発案では、チラキ川上流での分水の影響が大きく、使用可能水量が流域面積に比べて小さくならざるを得ず特に No.1 地点はその影響が大きい。
今後チラキ川の水力開発をモデルにして、中小規模の流れ込み式水力開発を全土に普及させるに必要な施策として

1. 鉱山エネルギー省電力エネルギー総局を中心とした流れ込み式水力開発促進の組織作り
2. 人材育成
3. ローカル製品の積極的導入とローカル製造者技術の育成
4. 有利な借款条件の利用

等を勧告した。

以上の検討過程で、1997年6月タイに始まった東南アジア諸国における通貨危機がたちまちインドネシアに波及し、インドネシアの経済情勢が一変し、これによりジャワ・バリ系統の電力需給形態に於て大容量の発電設備余剰を生じ、電力料金水準がUSドルで見ると大幅に落ち込む見通しとなった。更に投資に見合う電気料金収入の見通しが立たない事態に直面した。

このため、チラキ川開発計画調査をこれ以上進めても、その実現性に疑問が生じ、本調査をより有効に利用できるようにするため、何等かの方向転換が望ましいとの意見が出され、本調査の方向を下記の通り転換する事が提案され、1998年10月5日M/Mを以って調査内容の変更が合意された。その内容は下記の通りである。

1. チラキ川の流れ込み式水力開発のフィージビリティ調査は、開発地点の選出と最適規模ならびに基本レイアウト計画で打切る。
2. その代り、今後中長期的観点から必要となる流れ込み式水力開発地点の選定をチラキ川と同じ地域及び南スラウェシの北部の河川について行う。

上記2.について検討の結果、下記の通り有望地点が選ばれた。

討の結果、下記の通り有望地点が選ばれた。

(1) 西ジャワ	チブニ川	2ヶ地点	14.2 MW 及び 12.1 MW
	チカンダン川	3ヶ地点	8.9 MW, 5.9 MW 及び 5.0 MW
(2) 南スラウェシ	ウロ川	2ヶ地点	181.0 MW 及び 178.7 MW
	ハウ川	3ヶ地点	48.2 MW, 36.0 MW 及び 18.9 MW

第 I 部 序論およびインドネシア電力事情

第 I 部 序論およびインドネシア電力事情

目 次

第 1 章	序 論	I-1-1
1.1	結 言	I-1-1
1.2	経緯および背景	I-1-1
1.3	調査の目的、範囲および業務の内容	I-1-1
1.3.1	調査の目的	I-1-1
1.3.2	調査対象地域	I-1-1
1.3.3	調査業務の範囲	I-1-1
1.3.4	調査内容	I-1-1
1.3.5	調査内容の変更	I-1-1
1.4	関係者リスト	I-1-1
1.5	参考資料	I-1-1
第 2 章	インドネシアの電力事情	I-2-1
2.1	既設電力系統	I-2-1
2.1.1	送電系統	I-2-1
2.1.2	配電系統	I-2-1
2.1.3	発電設備	I-2-1
2.1.4	変電設備	I-2-1
2.1.5	発電実績	I-2-1
2.1.6	送配電損失	I-2-1
2.1.7	電化率	I-2-1
2.2	電力系統運用	I-2-1
2.2.1	電力潮流	I-2-1
2.2.2	日負荷曲線	I-2-1
2.2.3	月間負荷曲線	I-2-1
2.2.4	年間負荷曲線	I-2-1
2.2.5	供給責任	I-2-1
第 3 章	電気関連制度	I-3-1
3.1.	改革前の制度の変遷	I-3-1
3.2.	改革検討中の事項	I-3-1
3.3.	そ の 他	I-3-1

List of Tables

Table 1.5-1	List of Collected Data
Table 2.1.1-1	Length of Transmission Lines
Table 2.1.1-2	Transmission Network of Java-Bali System
Table 2.1.2-1	Evolution of Medium and Low Voltage Lines
Table 2.1.2-2	Length of Medium Voltage Lines and Low Voltage Lines
Table 2.1.3-1	Existing Hydropower Plants
Table 2.1.3-2	Existing Mini and Micro Hydropower Plants
Table 2.1.3-3	Existing Thermal Power Plants
Table 2.1.3-4	Installed Capacity and Rated Capacity
Table 2.1.3-5	Installed Capacity of Java-Bali System
Table 2.1.4-1	Number and Total Capacity of Substation Transformer
Table 2.1.4-2	Number and Installed Capacity of Distribution Transformer
Table 2.1.5-1	Historical Data of Energy and Peak Load
Table 2.1.5-2	Energy Production
Table 2.1.5-3	Distribution Capacity of Branch Office
Table 2.1.6	Own Used and Energy Losses
Table 2.1.7	Number of Villages and Electrification Ratio

List of Figures

Fig.2	Operation Region and Location of PLN Region Office
Fig.2.1.1	Transmission Network of Java-Bali System
Fig.2.1.7	Villages Electrified and Ratio of Electrification
Fig.2.2.1-1	Power Flow Map
Fig.2.2.1-2	Power Flow of Existing Transmission Network
Fig.2.2.2-1	Daily Load
Fig.2.2.2-2	Daily Generation of Generating Facilities
Fig.2.2.4	Annual Load Duration Curve
Fig.2.2.5	Actual Frequency Record

第 I 部 序論およびインドネシア電力事情

第 1 章 序 論

1.1 緒 言

インドネシア共和国は、1947 年スハルトが大統領に就任して以来国土開発を積極的に進め目ざましい経済発展を遂げた。この経済発展に伴い電力需要も年々 10%を超える伸び率で増え続け、毎年大容量の新規電源の開発投入を余儀なくされている。

電力供給の唯一の事業者である国营電力公社 (PLN) はこの要請に応えるべく最大限の努力を払っているが自らその能力には限界があり 1993 年からは I.P.P (Independent Power Producer)からの売電も受け入れるようになっている。

この中であって水力発電もその重要な電源の一つとして位置し、水力開発も積極的に進められて来たが、その大部分が大規模貯水池を伴った大規模開発が主流であった。しかし、近年に至り石油資源の枯渇、火力発電により排出される炭酸ガスに起因する地球温暖化に加え、大規模貯水池による環境問題等から従来見過ごされていた中小規模の流れ込み式水力発電が再度評価されるようになり、その積極的な開発の必要性が再認識されるようになった。日本でも同様の気運が高まり、中小水力開発に伴う建設コストを如何に下げるかという努力が払われ、日本政府も中小水力の開発促進の為に積極的な援助を行って来た。この結果をふまえ、インドネシアに於ても未だ豊富に存在するこれ等流れ込み式水力の開発促進に寄与すべく、本調査の実施となったものである。

1.2 経緯および背景

インドネシア共和国政府は、1994 年から開始された第二次 25 ヶ年計画および第六次 5 ヶ年計画に従って、今後急速に増加する電力需要に対して、水力・地熱、石炭火力等の電源開発を一層進め、都市への供給だけでなく地方への供給についても積極的に推進していくこととし、一般家庭の電化率を現状の 39%から 1998 年には 60%に、さらに 2003 年には 70%に引き上げることを目標として掲げている。また、全電源開発の中で水力開発をトッププライオリティに掲げており、今後の計画に沿って約 10,000 MW 以上の電源開発を行えば、これは、石油換算で 10 億トン分の電力生産を可能にするとともにインドネシア国内の大気汚染等の改善対策はもとより、地球温暖化問題

の対策にも大きく寄与するものとなる。

このような状況の下でインドネシア共和国政府は、インドネシア国内に豊富に存在する水力資源を利用し、使い減りせず、環境への問題の内非貯水池式低コスト水力発電所を一千ヶ所以上設置することで、電化地域の拡大と、都市への供給力強化を目指しており、その一環として、新型流れ込み式水力発電導入発展計画に関する調査の実施について、1996年2月に日本政府に対して要請してきたものである。

これに対し JICA は 1996 年 8 月 26 日～9 月 6 日予備調査を、1996 年 12 月 15 日～22 日事前調査を行い、12 月 16 日 S/W に関して合意した。

この合意に基づき、1997 年 7 月 18 日より調査を開始し、これ迄 5 回の現地調査および国内作業の結果をとりまとめ、ドラフト・ファイナルレポートとしたものである。

1.3 調査の目的、範囲および業務の内容

1.3.1 調査の目的

本件調査の目的は、ジャワ島西部のインド洋側のチラキ川水系に 3 ヶ所を連続させた最適と考えられる流れ込み式水力発電開発計画を策定し、これをモデルに経済的、財務的に見合う流れ込み式水力発電開発の手法、条件および最新技術を含めた各種技術の適用性について明らかにし、将来の電力事情を考慮した上で、流れ込み式水力発電開発に関する政策のための提言を行い、あわせて、流れ込み式水力発電開発に関する技術移転をインドネシア側カウンターパートに対して、実施するものである。

1.3.2 調査対象地域

調査対象地域は、ジャワ島西部のインド洋側のチラキ川水系である。

1.3.3 調査業務の範囲

本調査は 1996 年 12 月 19 日にインドネシア国鉱山エネルギー省電力エネルギー開発総局と事前調査団との間で合意・署名がなされた S/W および M/M に基づき実施するものであり、各調査段階および各調査事項は以下のとおりである。

本調査は 2 つの部分から成り、チラキ川水系における流れ込み式水力発電のフィー

ジビリティ調査を実施し、その結果を基に、流れ込み式水力発電開発促進政策のための提言を行う。

(1) チラキ川水系における流れ込み式水力発電のフィージビリティ調査

- 1) 初期調査ステージ
 - (A) 関連データと情報収集、レビュー
 - (B) 背景情報調査
 - (C) 現地踏査
 - (D) 予備検討
 - (E) 現地調査
 - a) 地形調査
 - b) 地質調査と土質調査
 - (F) 水文調査
 - (G) 環境影響調査

- 2) フィージビリティ調査ステージ
 - (A) 最適なレイアウト設計
 - (B) 技術的評価
 - (C) 財務、経済評価
 - (D) 環境影響評価
 - (E) プロジェクト実施のための建設計画

(2) 流れ込み式水力発電開発促進政策のための提言調査

- 1) エネルギー政策における流れ込み式水力発電の位置付け
- 2) 流れ込み式水力発電に対する経済性評価手法
- 3) 流れ込み式水力発電促進のための手法
- 4) 新技術、ローカル技術導入の可能性評価
- 5) 流れ込み式水力発電開発地点選定条件の抽出

1.3.4 調査内容

【第1年次】

(1) 国内準備作業

① 既存資料・情報・文献の収集および分析

予備・事前調査において収集した情報やその他既存資料を分析、検討する。

② インセプション・レポートの作成

調査の基本方針，調査方法，工程，技術移転項目，調査精度等を検討し、調査全般の作業項目および作業分担を明示したインセプション・レポートを作成する。

③ 調査業務計画書の作成および事業団への提出

④ 調査再委託の準備（その1）

本調査の中で、現地業者に再委託すべき調査の内容を吟味し、具体的事項、方法等を検討し、契約書（案），仕様書（案）について JICA と打合せを行う。現地業者の事情（能力，実績等）について日本で収集可能な情報について調べる。

(2) 第1次現地調査

① インセプション・レポートの提出、説明・協議

インセプション・レポートをインドネシア側に提出し、その内容について説明・協議を行い、協議内容およびその結果を協議議事録（M/M）にて相互に内容を確認する。あわせて、技術移転計画を提示し、本件調査における技術移転の概要についてインドネシア側の理解を得る。

また、調査実施体制（作業事務室他先方の便宜供与、カウンターパート、調査協力体制等）の確認をする。

② 現況調査

- 1) 既存データ，報告書，文献その他関連資料の収集・分析
調査を実施する上で必要となる関連データ・情報を収集・分析する。
- 2) 現地踏査
既存資料の検討結果等を基に、現在候補として選定されている地点を含め、流れ込み式水力発電開発候補地の選定のため、地形・地質・水文・環境および社会経済等の観点から現地踏査を行い、開発候補地点を選定する。
- 3) 現地再委託調査
測量・図化，地質調査，水文調査の再委託可能な現地コンサルタントの実態、能力の最終確認および現地調査に当たっての許認可手続について調査を行う。

③ 現地再委託

国内準備作業で JICA と打合せておいた再委託内容について、JICA の承認を得た上で、現地業者に対して説明を行う。

④ 初期環境調査

予備・事前調査で予備的なスコーピング、スクリーニングを行っているが、これを補足実施し、環境影響評価の必要な項目を抽出する。

⑤ 流れ込み式水力発電開発促進政策提言のための基本調査

インドネシア国における流れ込み式水力発電開発政策を調査し、同国の流れ込み式水力発電開発促進の位置付けを確認し、特に中長期のエネルギー政策における流れ込み式水力発電開発の位置付けや、流れ込み式水力発電に対する経済性評価手法および技術についての関連資料・情報等を収集、分析する。

(3) 第1次国内作業

- ① 第1次現地調査収集資料および調査結果の分析

② 電力開発調査

これまでの調査結果を基に以下の項目について検討を行う。

- 1) エネルギー消費予測
- 2) 電力需要および供給予測
- 3) 小水力発電施設の現況（設備、稼働率、運転保守管理状況等）
- 4) 既存小水力発電施設の評価（発電機の修復・更新の状況等）
- 5) 小水力発電開発計画（既存計画の状況等）
- 6) 小水力発電施設の建設コストおよび小水力発電の電力料金
- 7) インドネシアの電気関連法規

③ 予備検討

第1次現地調査にて選定した開発候補地点において、3地点をまとめた流れ込み式水力発電開発計画の概略（予備）検討（経済比較を含む）を行う。

④ 調査再委託の準備（その2）

現地にて再委託する調査に関し、再委託契約締結の承認を JICA に申請する。

⑤ プロGRESS・レポート1の作成

第1次現地調査の結果により得た情報・データを基にプロGRESS・レポート1を作成する。

(4) 第2次現地調査

① プロGRESS・レポート1の提出、説明・協議

プロGRESS・レポート1をインドネシア国側に提出し、説明・協議を通じて報告書の内容を相互に確認する。また、協議内容については、M/Mにて確認する。

② 調査再委託の契約

調査委託契約を締結する。

③ 地形調査，地質調査，水文調査の指導・監督

現地踏査で選定した開発候補地点について以下の調査を再委託により実施するが、担当調査団員は、調査開始より約 10 日間指導・監督するものとする。

1) 地形調査（再委託）

選定地点の主要構造物予定地点の外観、断面測量および図化（1/5,000）

- a) 航空写真撮影
- b) 航空写真図化
- c) 地形測量

(γ) 地形測量

- 1) 目的 地形図の作成（原図、第2原図）
- 2) 位置 調査対象のチラキ川中上流部周辺地域
- 3) 範囲 図化面積 15 km² 程度
- 4) 精度 縮尺 1/5,000
- 5) 手法 航空写真撮影（撮影面積 15 km² 程度，尺度 1/8,000 ~ 1/20,000）

(4) 河川横断測量

- 1) 目的 河川横断図の作成（原図、第2原図）
- 2) 位置 測水所付近（2地点）
- 3) 範囲 測水所付近の代表河川断面
- 4) 測定 河川断面の変曲点毎に、3回/年程度実施
- 5) 手法 横断測量

2) 地質調査（再委託）

a) ボーリング調査（地点毎）

取水施設 2 ~ 3 孔，導水路 1 孔，サージタンク 1 孔，発電/変電所 1 ~ 2 孔総掘進長は 170 m 程度/地点とする。

b) コア試験

室内土質試験，室内岩石試験

3) 水文調査 (再委託)

チラキ川水系の水位観測、流量測定、降雨量測定を実施するための測水所を設け、観測データから河川流量を算出する。

- a) 測水所設置, 水位標尺 (測水所付近), 自記記録計 (キャッチメントエリア内) 2ヶ所
- b) 流量測定
2地点 (数回/年), 1年間 (0.5 ~ 1 m 間隔で4点以上, 1測定各5回以上)
- c) 水位観測
2回/日, 1年間 (午前, 午後の同時刻)
- d) 降雨量観測
2回/月, 1年間 (記録紙取り替え)

(5) 第3次現地調査

① 地形調査, 地質調査の指導・監督

再委託した地形および地質調査の終了段階において、担当調査団員が監督・指導する。

② 水文調査の指導・監督、観測データの収集

再委託した水文調査の監督・指導と観測データの収集。

(6) 第2次国内作業

① 最適計画

作成された地形図を基に、地形解析・地質解析を行い、チラキ川水系流れ込み式水力発電の最適開発計画を策定する。

② 主要構造物のレイアウト

主要構造物 (取水堰, 導水路, ヘッドタンク, 発電所, 放水路, 送電線等) のレイアウトを作成する。

③ 水文観測データの整理，解析

これまでに行った水文観測データの整理，解析を行う。

④ プロGRESS・レポート2の作成

第3次現地調査の結果、流れ込み式水力発電最適開発計画、主要構造物のレイアウト、その他必要な資料等をPROGRESS・レポート2として取りまとめる。

⑤ 技術移転セミナー1の開催準備

第4次現地調査時にセミナーを開催するので、JICAと打合せの上、配布資料の準備、プレゼンテーションの準備を行う。また、日本の流れ込み式水力開発促進政策についてもインドネシア側に参考事例として紹介する。

⑥ 第2年次調査再委託の準備

調査再委託する水文調査の第2年次分の契約のための準備を行う。

【第2年次】

(7) 第4次現地調査

① PROGRESS・レポート2の説明・協議

PROGRESS・レポート2をインドネシア国側に提出し、説明、協議を通じて報告書の内容を相互に確認する。また、協議内容については、M/Mにて確認する。

② 環境影響調査

環境影響評価(EIA)の対象となる項目について、環境インパクトを予測するための資料を作成する。

③ 技術移転セミナー1の実施

PROGRESS・レポートの内容がインドネシア国側関係者に広く理解される

ようにセミナーを開催する。また、流れ込み式水力開発促進政策に関し参考事例等を紹介し、流れ込み式水力開発の意義等も広く理解されるようにする。なお、セミナーの規模（参加人数，開催日数等）については、第2年次目に指示される。

④ 流れ込み式水力発電開発促進のための検討

インドネシア国内における水力発電開発の現況を把握し、インドネシア国側と協議を交えながら電源開発の中の流れ込み式水力発電開発の位置付けや今後流れ込み式水力発電を全国に展開していくための開発方法等について検討する。

⑤ 調査再委託の契約

第2年次分の水分調査の調査再委託契約を締結する。

(8) 第3年次国内作業

① 主要施設の概略設計

② 技術的評価

③ 工事費積算

- 1) 建設資機材市場価格調査
- 2) 工事費積算
- 3) 補償費・環境対策算定
- 4) 運転・補修費算定

④ 経済・財務分析，評価

- 1) 経済分析，評価
- 2) 財務分析，評価

⑤ チラキ川水系流れ込み式水力発電開発プロジェクト事業実施計画の策定

⑥ インテリム・レポートの作成

これまでの調査結果をインテリム・レポートにまとめる。

⑦ 環境影響評価 (EIA)

流れ込み式水力発電所建設が周辺環境に与える影響を予測し、事業の妥当性を評価するとともに、必要な対策計画を検討する。

⑧ 流れ込み式水力発電開発促進政策のための提言 (案)

第3次現地調査の結果を基に、次回現地調査時にインドネシア国側と検討・協議するための流れ込み式水力発電開発のための調査・留意点および同開発促進政策のための提言 (案) をまとめる。

1) 調査留意点

- a) 流れ込み式水力発電に対する経済性評価手法
- b) 流れ込み式水力発電開発促進のための手法
- c) 流れ込み式水力発電開発地点選定条件

2) 流れ込み式水力発電開発促進政策のための提言

- a) インドネシア国のエネルギー政策における流れ込み式水力発電の位置付け
- b) 流れ込み式水力発電の将来開発計画
- c) 流れ込み水力発電開発促進のための組織、人材育成
- d) 融資制度等

(9) 第5次現地調査

① インテリム・レポートの説明・協議

インテリム・レポートをインドネシア国側に提出し、説明・協議を通じて報告書の内容を相互に確認する。また、協議内容については、M/Mにて確認する。

② 水文調査

再委託した水文調査の終了段階において、担当調査団員が監督・指導する。

また、観測データをまとめる。

③ 流れ込み式水力発電開発促進政策のための提言

第 3 次国内作業において作成した流れ込み式水力発電開発促進政策のための提言（案）についてインドネシア国側と検討・協議する。

(10) 第 4 次国内作業

① ドラフト・ファイナル・レポートの作成

これまでの調査結果をドラフト・ファイナル・レポートとしてまとめる。

② 技術移転セミナー 2 の開催準備

第 6 次現地調査時にセミナーを開催するので、JICA と打ち合わせの上、配布資料の準備、プレゼンテーションの準備をする。

(11) 第 6 次現地調査

① ドラフト・ファイナル・レポートの説明・協議

ドラフト・ファイナル・レポートをインドネシア国側に提出し、説明・協議を通じて報告書の内容を相互に確認する。また、協議内容については、M/M にて確認する。

② 技術移転セミナー 2 の実施

ドラフト・ファイナル・レポートの内容がインドネシア国側関係者に広く理解されるようにセミナーを開催する。なお、セミナーの規模（参加人数、開催日数等）については第 2 年次目に指示される。

(12) ファイナル・レポートの作成

ドラフト・ファイナル・レポートに関するインドネシア国側のコメントを受け、必要に応じ修正した上で、ファイナル・レポートを作成し、事業団に提出する。

1.3.5 調査内容の変更

前述 1.3.4 章で記載された調査内容に沿って作業を進めていたところ、1997年6月タイに端を発し、たちまち東南アジアの諸国の波及した経済危機により、インドネシアの電力需給事情も急変し、PLNの財政運営に壊滅的な打撃を与えた。

このような状況下で、チラキ川の水力発電計画を策定するよりインドネシアの将来のエネルギー開発により有益な調査を行った方が得策であるという結論に達し、下記のように調査内容の一部を変更した。なお、この変更については、1998年10月5日インドネシア鉱山エネルギー省と JICA で合意された。即ち、前記 1.3.3.章「調査業務の範囲」に記された“フィージビリティ調査”を“マスタープラン調査”とし、1.3.4.章「調査業務の内容」を下記の通り変更する。

(8) 第3年次国内作業のうち

- ① 主要施設の概略設計
- ② 技術的評価
- ③ 工事費積算
- ④ 経済・財務分析、評価
- ⑤ チラキ川水系流れ込み式水力発電開発プロジェクト事業実施計画の策定

を除外し、

「⑥インテリム・レポートの作成」を「①インテリム・レポートの作成」に、

「⑦環境影響評価 (EIA)」を「②環境影響評価 (EIA)」に、

「⑧流れ込み式水力発電開発促進政策のための提言 (案)」を「③流れ込み式水力発電開発促進政策のための提言 (案)」

にそれぞれ変更する。

さらに、

(10) 第4次国内作業に①として下記項目を加え、

「①ドラフト・ファイナル・レポートの作成」及び「② 技術移転セミナー 2 の実施」は、それぞれ、

「②ドラフト・ファイナル・レポートの作成」及び「③技術移転セミナー 2 の実施」とする。

- ① 流れ込み式水力発電開発可能地点の選定
 既成の 1/50,000 地形図及び水文データに基づき次の地域において流れ込み式水力発電開発可能地点の選定を行う。
- a) 西ジャワ州でチラキ川とほぼ平行してインド洋に流下するチブニ川からチウラン川の間
 の河川
- b) 南スラウェシ州北部（但し、サダン川流域を除く）

1.4 関係者リスト

JICA 東京本部

鉦工業開発調査部長	三平 圭祐
鉦工業開発調査部資源開発調査課長	永田 邦明
鉦工業開発調査部資源開発調査課長代理	千葉 正之
鉦工業開発調査部資源開発調査課	増田 彦男
在インドネシア日本大使館 二等書記官	八山 幸司
JICA インドネシア事務所 所長	諏訪 龍
インドネシア鉦山エネルギー省 電力計画局長	Ir. Soemarjanto. MM
インドネシア鉦山エネルギー省 電力計画局次長	Miss Satya Zulfanita
株式会社ニュージェック 海外本部技師長	田村 武正
東京本社参与	松本 幸雄
海外土木部土木設計室長	松田 康治
海外土木部土木設計室	樋口 正人
EPDC インターナショナル 土木部次長	富田 真平
電気部次長	竹谷 幸照
アジア航測株式会社	後藤 一
日本 NUS 株式会社	工藤 充丈

1.5 参考資料

本調査開始直後に行った現地調査において、調査対象地域の地形、地質、水文に関する資料収集を行い整理した。更に経済、財務、環境、電力需給に関する資料も収集し、以後の検討の参考資料とした。これら資料は表 1.5-1 の通りである。

Table-1.5-1(1/7)

収集資料リスト

主幹部長	文書管理課長	主任課長	情報管理課長	図書資料受付員

平成10年3月16日 作成

地域 国名	東南アジア インドネシア	調査田 等名称	インドネシア国 新型株式会社水力発電導入発展計画調査		調査の種類		地形・地質		作成部課					
			形態	版型	ページ数	オリジナル コピーの別	部数	収集先名称又は発行機関	寄贈・購入 (価格)の別	取扱区分	利用 表示	利用者 所属氏名	納入 予定日	納入 確認欄
			バラ	A4	13	コピー	1	BAKOSURTANAL	購入					
		1 BADAN KOORDINASI SURVEY DAN PEMETAAN NASIONAL	バラ	A4	1	コピー	1	P.T.PLN(PERSERO)	購入					
		2 INSTALLATION OF BENCH MARK PACKAGE III	バラ	A2	1	オリジナル	1	Geological Research and Development Center	購入					
		3 Geology of the Garut and Pameungpeuk, Quadsrange, Jawa(1:100,000)	バラ	A2	1	オリジナル	1	Geological Research and Development Center	購入					
		4 Geological map of the Sindangbarangand Bandarwaru Quadsrange, Jawa(1:100,000)	バラ	A2	1	オリジナル	1	Geological Research and Development Center	購入					
		5 Geological map of the Bandung Quadsrange, Jawa(1:100,000)	バラ	A2	1	オリジナル	1	Geological Research and Development Center	購入					
		6 Geologic map of the Liaojur Quadsrange, Jawa(1:50,000)	バラ	A2	1	オリジナル	1	Geological Research and Development Center	購入					
		7 Topological map of Pengalengan(1:50,000)	バラ	A2	1	コピー	4	BAKOSURTANAL	購入					
		8 Topological map of Gunung Kuda(1:50,000)	バラ	A2	1	コピー	4	BAKOSURTANAL	購入					
		9 Topological map of Tjidaun(1:50,000)	バラ	A2	1	コピー	2	BAKOSURTANAL	購入					
		10 Topological map of Tjwidej(1:50,000)	バラ	A2	1	コピー	2	BAKOSURTANAL	購入					
		11 Topological map of Bandung(1:50,000)	バラ	A2	1	コピー	2	BAKOSURTANAL	購入					
		12 Topological map of Leies(1:50,000)	バラ	A2	1	コピー	2	BAKOSURTANAL	購入					
		13 Topological map of Bandjaran(1:50,000)	バラ	A2	1	コピー	2	BAKOSURTANAL	購入					
		14 Topological map of Bungbuleng(1:50,000)	バラ	A2	1	コピー	2	BAKOSURTANAL	購入					
		15 Topological map of Barut(1:50,000)	バラ	A2	1	コピー	2	BAKOSURTANAL	購入					
		16 Topological map of Pameungpeuk(1:50,000)	バラ	A2	1	コピー	2	BAKOSURTANAL	購入					
		17 Topological map of Tjiliin(1:50,000)	バラ	A2	1	コピー	2	BAKOSURTANAL	購入					

Table-1.5-1(3/7)

収集資料リスト

主任部長	文部管理課長	主任課長	情報管理課長	図書管理課長

平成10年3月16日 作成

番号	資料名	資料の種類	形態	ページ数	オリシナルコピーの別	部数	収集先名称又は発行機関	寄贈・購入(価格)の別	取扱区分	利用表示	利用者所属氏名	納入予定日	納入確認種
	地域 東南アジア	調査団等名称	インドネシア国	調査の種別	水文	作成部課							
	国名 インドネシア		新選流込式水力発電導入発展計画調査	現地調査期間	1997年7月27日～1997年8月15日	担当者氏名	樋口正人						
1	River Discharge data of Cikadu Gauging Station		コピー	10	コピー	1	PLN						
2	Water intake to Plerengan		コピー	5	コピー	1	PLN						
3	Rainfall at Cikajang(1975-1988)		コピー	14	コピー	1	DPMA						
4	Location Map of Discharge and Rainfall Gauging Stations		コピー	1	コピー	1	DPMA						
5	Cilaki-Dam H-Q curve		コピー	1	コピー	1	DPMA						
6	FLOW Hydrograf Cilaki-Cibodas 1990-1991		コピー	2	コピー	1	PLNDAM-CILAKI						
7	Existing Hydropower Stations of Project Vicinity		コピー	1	コピー	1	PLN						
8	Data Curah Hujan Telegaon (1975-1987)		コピー	141	コピー	1	DPMA						
9	Data Curah Hujan Pengalengan (1975-1996)		コピー	130	コピー	1	DPMA						
10	Data Curah Hujan Cikadu (1985-1994)		コピー	120	コピー	1	DPMA						
11	Data Curah Hujan Bayonong (1982-1984)		コピー	36	コピー	1	DPMA						
12	Data Curah Hujan Cikajang (1975-1982)		コピー	78	コピー	1	DPMA						
13	Discharge data at Cikadu(1984)		コピー	1	コピー	1	DPMA						
14	River Discharge data along Cikaki River		コピー	155	コピー	1	PLN						

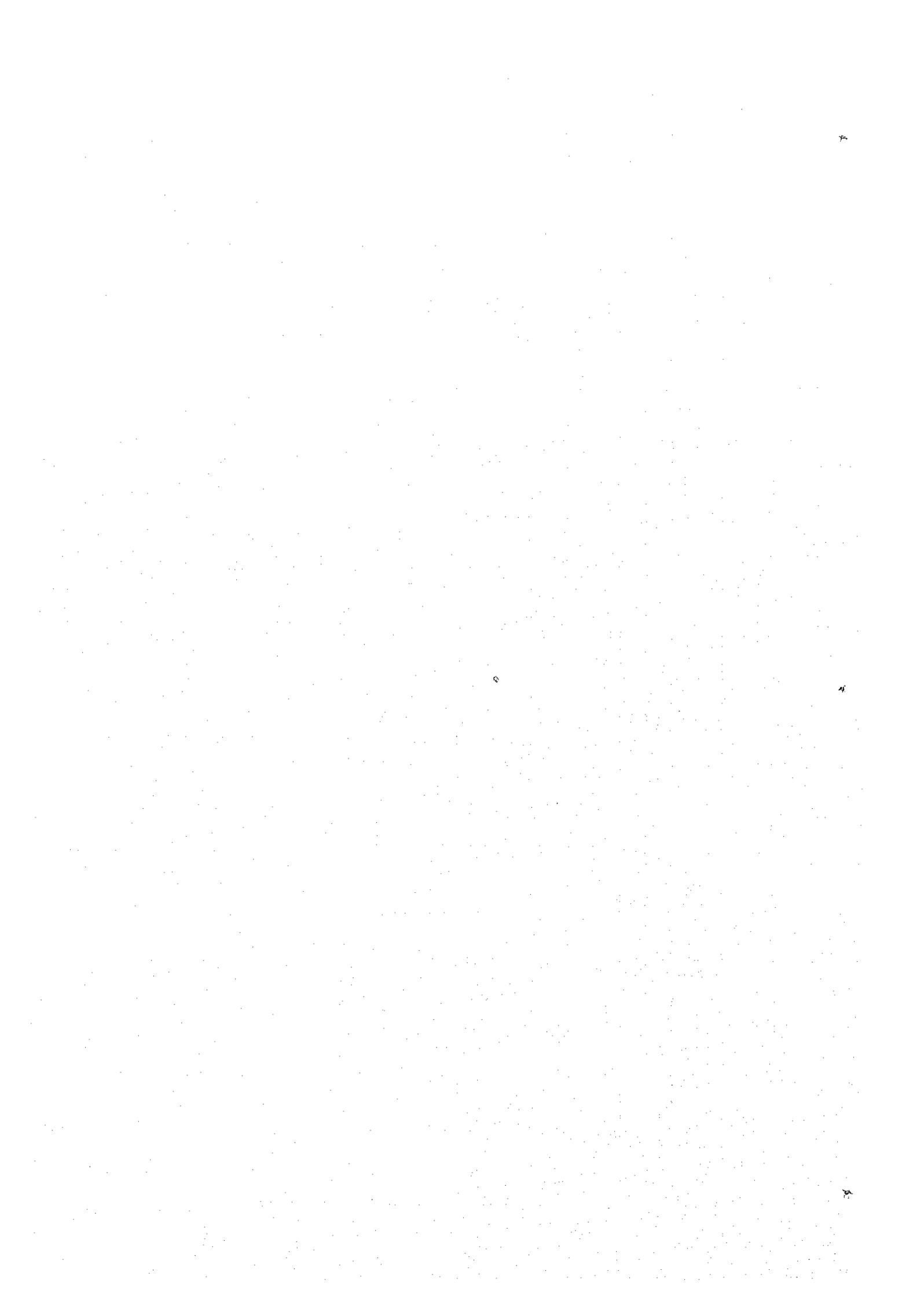
Table-1.5-1(5/7)

収集資料リスト

主任部長	文部管理課長	主任課長	調査資料管理係
------	--------	------	---------

平成10年3月16日 作成

番号	資料名	調査の種類	調査の期間		版型	形態	ページ数	オリジナルコピーの別	部数	収集先名称又は発行機関	寄贈・購入(価格)の別	取扱区分	利用表示	利用者所属氏名	納入予定日	納入確認
			現地	調査期間												
1	PLN STATISTICS 1995	インドネシア国 調査団 等名称	インドネシア	1997年7月27日～1997年8月15日	A4		76	オリジナル	1	PLN Headquarters	寄贈					
2	STATISTIK PLN 1993/1994				A4		60	コピー	1	PLN Headquarters	寄贈					
3	STATISTIK TAHUN 1991/1992				A4		177	コピー	1	Distribusi Jawa Barat	寄贈					
4	STATISTIK TAHUN 1992/1993				A4		176	コピー	1	Distribusi Jawa Barat	寄贈					
5	STATISTIK 1995				A4		90	コピー	1	Distribusi Jawa Barat	寄贈					
6	KATA PENGANTAR 1994				A4		103	コピー	1	Distribusi Jawa Barat	寄贈					
7	KATA PENGANTAR 1995				A4		62	コピー	1	Distribusi Jawa Barat	寄贈					
8	RUKN 1996				A4		33	コピー	1	GDEED	寄贈					
9	PETA SISTEM TRANSMISI DI JAWA BARAT 1/500,000				A1		1	コピー	1	PLN DISTRIBUTI JAWA BARAT	寄贈					
10	PETA JARINGAN WILAYAH AREA II				A0		1	コピー	1	PROYEK JARINGAN BARAT	寄贈					
11	WILAYAH-Jawa(2005/06)				A4		1	コピー	1	PLN headquarters	寄贈					
12	Small Hydro Development				A4		1	コピー	1	PLN headquarters	寄贈					
13	Hydropower Projects Completed in Detailed Design				A4		1	コピー	1	PLN headquarters	寄贈					
14	Hydropower Projects under Feasibility Study Stage				A4		2	コピー	1	PLN headquarters	寄贈					
15	Hyropower Projects under Pre-feasibility Study Stage				A4		1	コピー	1	PLN headquarters	寄贈					
16	Cikalong-Lamajan-Plangan				A3		1	コピー	1	Plengas Power Plant	寄贈					
17	Single Line Diagram				A4		6	コピー	1	Substations around Pangelungen	寄贈					
18	Daily Load Curve (Minggu-Jumat)				A4		2	コピー	1	PLN Headquarters	寄贈					
19	Transmission Line Route Map Region I & II				変形A2		1	コピー	1	PLN Distribusi Jawa Barat	寄贈					
20	Transmission Line Route Map Region I & II				A4		1	コピー	1	PLN Headquarters	寄贈					
21	Transmission Line Route Map Region II				A4		1	オリジナル	1	Cikalong P/S	寄贈					



第2章 インドネシアの電力事情

大小の島々からなるインドネシア国の電力系統は、首都ジャカルタを擁するジャワ島を中心としてそれぞれの島々で独立の電力系統網を構築している。各島々間の系統連系は距離があることもあり、ジャワ・バリ間連系等わずかなものとなっている。Fig.2 はインドネシア国の電力公社 PLN による運用区域及び区域事務所の所在地 (Operation Region and Location of PLN Region Offices)を示したもので、全国を 11 の運用区域と西部ジャワ、中央ジャワ、東部ジャワ島に分け、それぞれに区域事務所を設置し管理するものとなっている。

2.1 既設電力系統

2.1.1 送電系統

インドネシアの送電系統は、500 kV、275 kV、150 kV、70 kV 及び 30 kV の送電電圧により構成される。同国の最大の人口を有するジャワ島の電力系統を Fig. 2.1-1 に示す。下表エネルギー売電実績に示すように、インドネシア国のエネルギー需要の約 80%を占めるジャワ・バリ系統は最も電力開発が進んでおり、電力需要の年平均伸び率も 1988/89 年から 1996 年で 14.5%(全国で 13.9%)と高い。伸び続ける電力需要を満たすため 500 kV、150 kV 及び 70 kV 送電線 (一部に 30 kV 送電線) により電力網が構築されているが、500 kV の下位電圧 275 kV は本系統では採用されていない。

単位：TWh

	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	1994	1995	1996
インドネシア(1)	19.9	23.4	27.7	31.4	34.9	38.9	44.6	49.7	56.9
ジャワ・バリ(2)	15.8	18.7	22.4	25.5	28.3	31.8	36.6	40.9	46.8
比率(2)/(1)	0.79	0.80	0.80	0.81	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82

Table 2.1.1-1 に 1987/88 から 1996 年における送電線亘長の変遷を示す。150 kV 送電線による系統増強が送電線亘長で年平均 8.4%、500 kV 送電線が年平均 7.5%とほぼ同率で高い伸び率を示しており、増加し続ける電力需要に対処するため精力的に進められていることが伺われる。Table 2.1.1-2 はプロジェクト周辺における 150 kV、70 kV 及び 30 kV 送電線の導体サイズ、容量、回線数、亘長及び運転開始年をリストしたもので、近年 ACSR 485.05 mm²導体を利用した 150 kV 2 導体送電線の導入が顕著となっていることがわかる。

第2章 インドネシアの電力事情

大小の島々からなるインドネシア国の電力系統は、首都ジャカルタを擁するジャワ島を中心としてそれぞれの島々で独立の電力系統網を構築している。各島々間の系統連系は距離があることもあり、ジャワ・バリ間連系等わずかなものとなっている。Fig.2 はインドネシア国の電力公社 PLN による運用区域及び区域事務所の所在地 (Operation Region and Location of PLN Region Offices)を示したもので、全国を 11 の運用区域と西部ジャワ、中央ジャワ、東部ジャワ島に分け、それぞれに区域事務所を設置し管理するものとなっている。

2.1 既設電力系統

2.1.1 送電系統

インドネシアの送電系統は、500 kV、275 kV、150 kV、70 kV 及び 30 kV の送電電圧により構成される。同国の最大の人口を有するジャワ島の電力系統を Fig. 2.1-1 に示す。下表エネルギー売電実績に示すように、インドネシア国のエネルギー需要の約 80%を占めるジャワ・バリ系統は最も電力開発が進んでおり、電力需要の年平均伸び率も 1988/89 年から 1996 年で 14.5%(全国で 13.9%)と高い。伸び続ける電力需要を満たすため 500 kV、150 kV 及び 70 kV 送電線 (一部に 30 kV 送電線) により電力網が構築されているが、500 kV の下位電圧 275 kV は本系統では採用されていない。

単位：TWh

	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	1994	1995	1996
インドネシア(1)	19.9	23.4	27.7	31.4	34.9	38.9	44.6	49.7	56.9
ジャワ・バリ(2)	15.8	18.7	22.4	25.5	28.3	31.8	36.6	40.9	46.8
比率(2)/(1)	0.79	0.80	0.80	0.81	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82

Table 2.1.1-1 に 1987/88 から 1996 年における送電線亘長の変遷を示す。150 kV 送電線による系統増強が送電線亘長で年平均 8.4%、500 kV 送電線が年平均 7.5%とほぼ同率で高い伸び率を示しており、増加し続ける電力需要に対処するため精力的に進められていることが伺われる。Table 2.1.1-2 はプロジェクト周辺における 150 kV、70 kV 及び 30 kV 送電線の導体サイズ、容量、回線数、亘長及び運転開始年をリストしたもので、近年 ACSR 485.05 mm²導体を利用した 150 kV 2 導体送電線の導入が顕著となっていることがわかる。

2.1.2 配電系統

Table 2.1.2-3 に 1987/88 年から 1996 年までの配電系統（中間電圧及び低電圧）の亘長実績を示す。中間電圧は 6-7 kV, 10-11 kV, 12 kV, 15 kV 及び 20 kV と多様にわたっているが、近年 20 kV による配電系統の増強が図られてきている。20 kV 配電線亘長の 1987/88 から 1996 年の年平均伸び率は 21.7% と高く、1996 年においても 17.3% と近年 2.1.6 項でも述べられるようにハイペースで電化率の改善が図られていることが伺われる。Table 2.1.2-4 は 1995 年の PLN 管轄区域における配電線亘長を示したもので、ジャワ・バリ区域では、6-7 kV 配電網がわずかに残るものの 10-11 kV, 12 kV 及び 15 kV 配電網の新規建設はもはや行われず、20 kV による配電網の増強に主眼がおかれていることがわかる。

低電圧配電系統の増強も 20 kV 配電系統の増強と合わせて、1987/88 年から 1996 年の年平均伸び率が 9.9%、1996 年においても 11.7% と高いペースで進められていることが Table 2.1.2-3 から伺われる。

2.1.3 発電設備

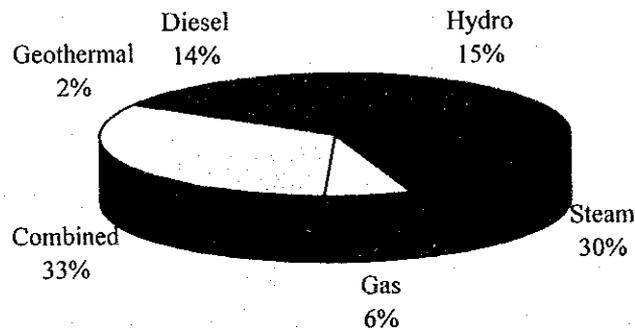
インドネシアにおける発電設備は水力、スチーム、ガスタービン、コンバインドサイクル、地熱及びディーゼルからなる。既設水力発電設備の状況を Table 2.1.3-1 に水力を、Table 2.1.3-2 に小水力を、Table 2.1.3-3 に汽力発電設備をそれぞれ示す。

表 2.1.3-4 は 1987/88 から 1996 年迄のこれら発電設備の設備容量(Installed capacity)及び有効容量(Rated capacity)の変遷を、表 2.1.3-5 は 1992/93 から 1996 年のジャワ・バリ系統における発電設備容量の変遷を示したものである。

下図は Table 2.1.3-4 より 1996 年における既設発電設備容量(有効)比率を示したもので、水力 15%、スチームは 30%、ガスタービンは 6%、コンバインドサイクルは 33%、地熱は 2%、ディーゼルは 14% となっており、スチームとコンバインドサイクルがほぼ同率となっていることがわかる。

既設発電設備の設備容量と有効容量との関連もまた同表に示される。水力発電設備では、1995 年時点で 91.3% となっているが、この原因としては Table 2.1.3-1 から判断されるように設備の老朽化が考えられる。特に西部ジャワのプロジェクト近郊におけるプレングアン、アブラグ、ラマジヤン、クラカックの各発電所は 1920 年代の

設置であり、非常に長い運転歴を有しており、水車の摩耗、土木工作物からの運転制約などによるものと推定される。この状況は 1996 年時点では 99.4%と、著しく改善されていることがわかる。



汽力発電設備のうち、スチーム発電設備は 1995 年時点で有効容量が 94%と、Table 2.1.3-3 からも伺われるように、古い設備があるにもかかわらず比較的良好に維持されているといえる。しかし 1996 年時点では 84.5%と、低下が激しい様相となっている。

ガス発電設備は 1987/88 年から 1995 年の実績からは、有効容量が 73 ~ 76%とかなり低下しており、Table 2.1.2-3 からも判断されるように機器寿命がそれほど長くないのに加えて古い設備が多く、その結果かなりの設備が有効容量の低下となっていることがうかがわれる。1996 年時点では 81%と改善されていることがわかる。

コンバインドサイクルは、新規導入年が 1992/93 年であり 1995 年時点で 99.6%と良好に維持されている。1996 年時点では 93.4%と、低下の様相を示している。

地熱発電設備は極めて良好に維持されているといえる。

ディーゼル発電設備は、ジャワ島設置設備としては極めて少なく、ジャワ島を除く区域に多く設置される。運転開始年も古く、設備の寿命もそれほど長くないこともあり、1995 年における有効容量は設備容量 2,265.4 MW に対して 1,564.1 MW と 69%まで低下しており、今後代替設備の導入など適切に対処することが必要となる。1996 年時点では 81.9%と改善の様相を示している。

全体として、1996年時点の設備容量が16,109 MWに対して有効容量は14,330 MWと89%に低下しているが、1987/88年の86.3%に比して改善がなされてきており継続を図っていくことが求められる。

Table 2.1.3-5は、1992/93年から1996年におけるジャワ・バリ系統の設備容量の変遷を示したものである。1992/93年から1994年の大幅な設備増の実績が顕著であることがわかる。

2.1.4 変電設備

Table 2.1.4-1に変電所変圧器の数量及び総容量を、Table 2.1.4-2に配電用変電所変圧器の数量と設備容量をそれぞれ示す。下表はTable 2.1.4-1より変電所変圧器容量について、ジャワ島を除く区域とジャワ島及びインドネシア全体について抜粋したものである。

	500 kV	275 kV	150 kV	70 kV	<30 kV	合計
ジャワ島以外(MVA) (1)		80	3,115	776	120	4,091
比率(1)/(3) (%)		100	10.9	13.9	1.8	7.8
ジャワ島(MVA) (2)	11,500		25,387	4,802	6,350	48,039
比率(2)/(3) (%)	100		89.1	86.1	98.1	92.2
インドネシア(MVA) (3)	11,500	80	28,502	5,578	6,470	52,130

ジャワ・バリ系統を構成する500 kV、150 kV及び70 kV系変電所変圧器の総容量については、インドネシア全体のそれぞれ100%、89%及び86%となっており、高い比率でこれらがジャワ・バリ系統に集中していることがわかる。

前2.1.2項より、ジャワ島では20 kVによる配電系統の増強が図られてきているが、下表からも判断されるように、インドネシア全体の71.4%と高い比率となっている。12-15 kV及び6-7 kV変圧器は、0.1%及び14%と暫時20 kV用変圧器により置き換えられる傾向を示している。

	20 kV	12-15 kV	6-7 kV	合 計
ジャワ島以外(MVA)(1)	5,491	281.4	207	5,980
比率(1)/(3) (%)	26.9	99.9	85.5	28.6
ジャワ島(MVA)(2)	14,865	0.4	34	14,900
比率(2)/(3) (%)	73.0	0.1	14.0	71.4
インドネシア(MVA) (3)	20,357	281.8	242	20,881

2.1.5 発電実績

Table 2.1.5-1 に 1974/75 年から 1996 年までのジャワ・バリ系統における売電電力量、発電電力量、ピーク負荷、設備容量及びインドネシアの売電電力量の実績を示す。

ジャワ・バリ系統における売電電力量の年平均伸び率は、1979/80 年から 1996 年で 15.1% (インドネシア 14.9%)，ピーク負荷の年平均伸び率は 1979/80 年から 1996 年で 13.9%とどちらも高い伸び率となっている。

Table 2.1.5-2 に 1987/88 年から 1996 年の発電設備毎の発電実績を示す。1987/88 年から 1991/92 年にかけてスチームタービンによる発電が年平均 18.1%と急速に伸びているが、その後は緩やかな低下または横ばいとなっている。インドネシア経済は電力運用面から観察した場合、1985/86 年ころから産業負荷及び家庭用負荷が急速に伸びてきており、このためスチーム発電設備による発電が伸びたものと推察される。

さらに増加し続ける需要に対処するため建設期間の短いコンバインドサイクル発電設備の導入が図られ、増加する需要に対処したことが伺われる。1992/93 から 1996 年の年間平均伸び率 89.8%はスチームの有効設備容量 5,021 MW に対し、コンバインドサイクルが 5,053 MW とほぼ同一容量であるとしても、需要に対する貢献度は大きいものといえる。

水力発電、ディーゼル発電ともに緩やかに増加傾向をしめしているが、ガス発電は横ばい傾向となっている。

下表は表 2.1.5-2 より発電実績を抜粋したもので、負荷率、利用率及び需要率の実績と共に示す。

発電電力量：TWh

	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	1994	1995	1995
発電電力量	22.3	25.6	29.5	34.8	38.7	41.9	46.7	51.4	59.4	67.3
伸び率(%)	14.7	14.9	15.4	18.0	11.0	8.3	11.4	10.2	15.4	13.4
負荷率(%)	63.2	63.3	63.4	67.5	70.1	72.7	74.8	68.0	66.8	68.5
利用率(%)	34.0	33.3	36.0	41.7	41.7	43.1	38.1	39.8	44.3	47.7
需要率(%)	36.3	36.7	37.0	36.5	35.6	34.1	33.5	38.0	29.2	29.4

(註) 負荷率＝一定期間の平均電力／その期間の最大電力
 利用率＝一定期間における発電所の平均出力／認可最大出力
 需要率＝最大需要電力／設備容量

上表より 1987/88 から 1996 年の発電電力量の年平均伸び率は 13.1%となり、多少の低下傾向がみられるものの、依然高い伸び率で推移していることがわかる。このことは今後ともエネルギー需要は高い伸び率を維持していくことが伺われる。負荷率の傾向からは、平均電力の増加すなわち最低電力（負荷）が上昇傾向にあることを示している。このことは利用率の上昇傾向からも理解される。需要率の低下は最大需要電力に対して設備容量が低下していると見ることが出来る。

Table 2.1.5-3 は PLN のジャワ・バリ系統における各ブランチオフィスの配電容量実績を示すが、本表からも理解されるようにエネルギー需要は高い伸び率であることがわかる。本プロジェクトの属するガルトットオフィスにおいても 15.1%、隣接するマジヤラオフィスにおいても 21.6%と高い伸び率で推移している。特にバンテンオフィスにおいては、45.2%とエネルギー需要の伸び率が顕著である。

2.1.6 送配電損失

Table 2.1.6 に送配電網の増強による送配電損失の 1987/88 年から 1996 年までの改善結果を示す。

補助電力量使用は、わずかずつであるが着実に改善を示してきている。1987/88 から 1996 年の補助電力量は年平均伸び率 10.5%で伸びているが、改善効果は 1987/88 年の全発電電力量に対する補助電力量の比率 4.7%に対し 2.2%で低下してきている。1996 年における補助電力量は全発電電力量に対し 3.8%となっており、本比率は諸外国の実績より理解されるレベルにある。

送電線損失は 500 kV 送電線による増強、150 kV 2 導体送電線による増強などの対策の結果年々着実に改善されてきている。損失電力量は 1987/88 年の 749.81 GWh に対し 1996 年は 1,825.4 TWh と年平均 10.4% で伸びてきているが、1987/88 年の全発電電力量に対する送電損失電力量比率 3.4% に対し年平均 2.4% で低下してきている。1996 年の全発電電力量に対する送電損失比率は 2.7% となっており、本比率は補助電力損失比率と同様に諸外国の実績よりは理解されるレベルにある。

配電線損失は、傾向グラフからも判断される通り 1987/88 年から 1992/93 年にかけて劇的な改善状況を示している。1987/88 年から 1996 年の損失電力量の年平均伸び率は 6.6%、1987/88 年の全発電電力量に対する配電損失電力量比率 15.4% に対し年平均 5.7% で低下してきている。1996 年時点の全発電電力量に対する配電損失比率は 9.0% 付近で横ばいとなっている。今後さらに既設配電線の更新利用を図り、また新規配電線導入時を利用し余裕のある導体の採用を図り、損失低下低減対策を図ることが求められる。

補助電力損失、送電損失及び配電損失は合わせた総合損失の 1987/88 年から 1996 年の損失電力量の年平均伸び率は 7.4%、1987/88 年の全発電電力量に対する総合損失電力量比率 18.7% に対し年平均 5.1% で低下してきている。1996 年時点で全発電電力量に対する総合損失比率は 11.7% でほぼ横ばいとなっているが、配電損失の更なる低下を図り総合損失を下げる事が求められる。

2.1.7 電化率

Table 2.1.7 に 1992 年と 1996 年における部落の数、電化された部落の数及び顧客数を示す。電化された部落は、ジャワ島以外では 1992 年 37.16%、1996 年 56.8%、ジャワ島では 1992 年 64.93%、1996 年 90.0%、インドネシア全体では 1992 年 48.09%、1996 年 68.94% と着実に電化計画が進められていることがわかる。プロジェクト周辺においてもコンクリートポールによる工事が進められている。

各区域の電化状況の比較を Fig.2.1.7 に示す。1996 年において 30% 近辺の電化区域は、区域 5 (西カリマンタン) 及び区域 10 (イリアン・ジャワ) であるが、ジャワ島においてはほぼ 80% 以上が電化されている。ジャワ島とともに電化率が高い区域が南スラウェシであり、電力システムの整備も進んでいる。

2.2 電力系統運用

PLN のジャワ・バリ系統の給電運用は、中央給電指令所 (Java-Bali Control center = JCC) のもとに4つの地方給電所 (Area Control Center = ACC)を階層構成し、発電所及び変電所の運用にあたるものとなっている。中央給電指令所と地方給電指令所は電力線搬送回線 (一部は光ファイバ回線) を主体にデータリンクを構成し、地方給電指令所で収集したアナログ、デジタル及び電力量等の運用情報は中央給電指令所の計算機に直接読み込まれるようになっている。中央給電指令所及び地方給電指令所の主な所掌業務は下記の通りである。

中央給電指令所 :	発電所の運用責任(エネルギー管理責任) 500 kV 電力設備の開閉施設の運用監視
地方給電指令所 :	小規模発電所の運用責任 150 kV 及び 70 kV 電力施設の運用監視

上記地方給電指令所の運用責任である小規模発電所として、バンドンに位置する ACC2 : Eastern West Java Area Control Center の運用実績からは、本プロジェクト周辺に位置する発電所として、下記が運用対象となっている。

- プレンガン貯水池式発電所 (5.15 MW)
- ラマジャン流れ込み式発電所 (19.2 MW)
- チカロング流れ込み式発電所 (19.2 MW)

従って、本プロジェクトにおける流れ込み式発電所も当地方給電指令所の運用責任のもとにおかれると考えられる。

給電運用を通じて得られた種々の情報から、以下によりジャワ・バリ系統の運用状況の現況を知ることが出来る。

2.2.1 電力潮流

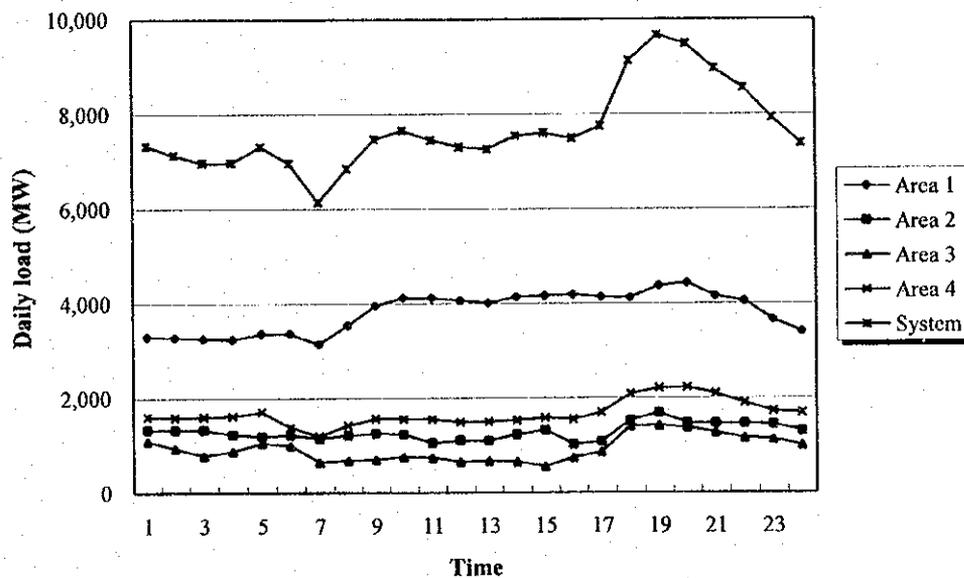
Fig. 2.2.1-1 はプロジェクトの属する地方給電指令所 ACC2 の1997年7月多雨31日19時における電力潮流状況を示したものである。Fig. 2.2.1-2 はプロジェクト周辺の電力潮流状況を抜粋したものである。

プロジェクト周辺の潮流状況は、チカロング発電所、ラマジャン発電所及びプレ

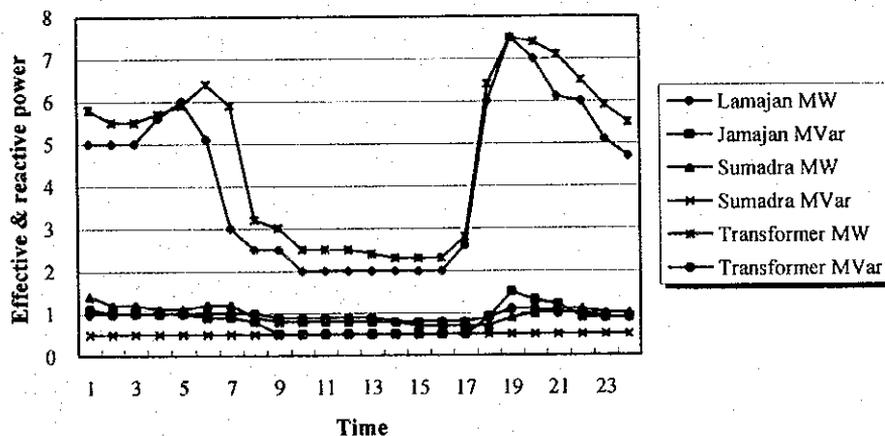
ガン発電所で発生した電力は、発電所近郊の需要が少なく、雨季においてはシレジェリング変電所に向けて送電されている。発電所の母線電圧はチカロング発電所 68.8 kV, ラマジャン発電所 69.2 kV, サントサ変電所 68 kV, スマドラ変電所 69 kV, パメンテウク変電所 67~70 kV と許容値内で運用されている。

2.2.2 日負荷曲線

下図は 1997 年のジャワ・バリ系統の最大負荷 (9,664 MW) を記録した 7 月 30 日水曜日の負荷曲線を地域 1 ~ 4 と全体について示す。17時から19時にかけて負荷の立ち上がりとなる夕方 (evening) ピークタイプであるといえる。朝方ピークはそれほど目立っていない。



下図はプロジェクト近郊のサントサ変電所の変圧器負荷変化を示したものである。



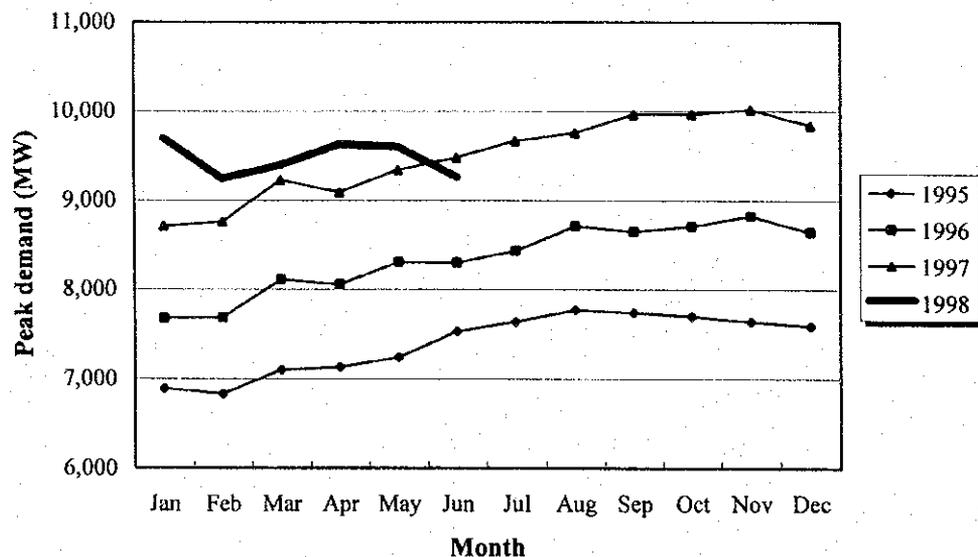
昼間帯の負荷変化がほとんどなく、夕刻に急激に立ち上がる状況を呈している。これはプロジェクト周辺の需要がほとんど住宅用負荷によって占められていることに起因するところが多い。Fig. 2.2.2-1 に 1992 年から 1996 年のイスラム断食明けの祭日 (Idul Fitri) における日負荷変動状況とサントサ変電所の変圧器負荷変化状況を示す。朝方、夕方ピークの傾向がより明瞭になり、さらに昼間帯負荷の伸びに比して夕刻ピークの伸びが大きくなっているのがわかる。

Fig.2.2.2-2 に 1996 年にピーク負荷を記録した 11 月 28 日(雨季)の発電設備毎の運転状況及び 1996 年 8 月 11 日(乾季)の発電設備毎のそれを示す。

流れ込み式水力、スチーム及び地熱発電はベースロードとして発電計画に組入れる。貯水池式水力及びガス発電は負荷変化を吸収するために適用される。コンバインドサイクル発電はベースロード及び負荷変化の吸収源として適用される。

2.2.3 月間負荷曲線

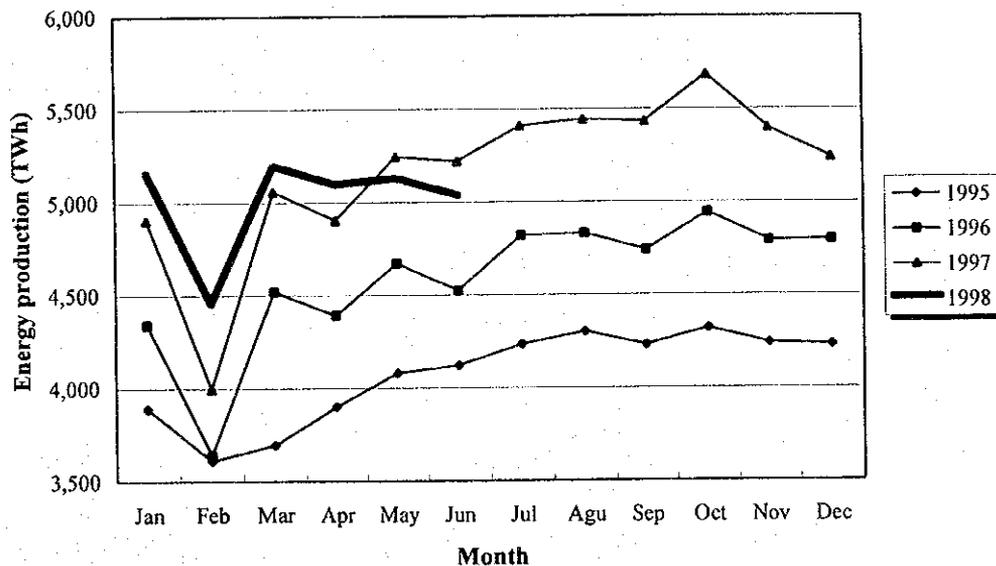
ジャワ・バリ系統における 1995 年から 1997 年の月間負荷曲線を下図に示す。ピーク負荷の発生する月は、多くの国ではほぼ同じ月に発生するが、ジャワ・バリ系統ではその年によって変化している。今後クーラー負荷のような夏型の需要が増大するにつれてピーク負荷の発生する月はサマーシーズンに移ることが予想される。



1994/95年のジャワ・バリ系統のピーク負荷 6,735.4 MW はインドネシア系統 9,080.5 MW の 74.1%であり、ジャワ・バリ島における電力消費規模の大きさが伺われる。上図に示したように、1995年、1996年及び調査時点の1997年7月のそれぞれにおけるピーク負荷は7,773 MW, 8,822 MW 及び9,664 MW となっており、年間100万kW規模でピーク需要が増加していることがわかる。年間のピーク負荷は必ずしも同一月に発生するとは限らず、1995年は8月に、1996年は11月に発生している。供給予備率は、1992/93から1996年において60.3%、70.8%、58.6%、40.7%、29.3%と年々低下してきており、余裕のある供給予備力であるとはいえ近年の急速な需要の伸びを考慮するとき、早期に将来の需給バランスと供給予備率を適正化することは重要であるといえる。

1997年までの様相は1998年に入ると一変することがわかる。1998年に記録したピーク負荷は9,000 MW を割りさらに低下する状況にある。余裕のある発電設備は今後の保守・運用特に給電運用を困難にする。

下図は1995年から1997年におけるジャワ・バリ系統の発電電力量の実績を示す。例年2月に大幅な落ち込みがみられ、最大需要は10月にみられる。1997年の年間の変動は1995年、1996年に比して大きく、この傾向は今後とも続くと予想される。



ピーク負荷と同様1998年は様相を一変することがわかる。1998年のジャバ・バリ系統の発電電力量は年度内に1996年実績を割り込むことが予想される。