

第5章 カンボディア電力セクターにおける問題点解決
のための技術協力の可能性

第5章 カンボディア電力セクターにおける問題点解決のための技術協力の可能性

5.1 開発調査

鉱工業エネルギー省は電力庁が電気事業免許を発行する際に基準となる技術基準を電力法第5条に基づき作成しなければならない。この基準は、技術的な運用に関する事項、安全の確保に関する事項、環境の保全に関する事項を盛り込まなければならない。現在、鉱工業エネルギー省は、この技術基準を作成する人材、経験を有しておらず、電力法がすでに施行され、電気事業免許の発行が行われているにもかかわらず技術規準制定の目処が立っていない。このため、開発調査を通じて早急に電力法運用の基本となる技術基準及びその解釈、運用に必要なガイドラインを整備することが求められている。

1) 技術基準及びガイドライン作成に当たっての基本的視点

技術基準及びガイドラインは電気事業者の内部規程と異なり、電力法という法体系の中に位置付けられるものであり、法目的との整合性、法規制としての妥当性、科学的な合理性、を有するもので有る必要がある。このためには、次の基本的視点を明確に認識することが重要である。なお、カンボディア国の電力セクターは、発電分野については海外投資家によるIPP、送配電分野については世界銀行、アジア開発銀行等の援助機関の援助に依存しているため、技術基準及びガイドラインは国際的な技術基準との整合性にも十分配慮した内容とする必要がある。

① 法目的との整合性

電力法の目的は第1条及び第2条に規定されている。具体的な目的は第2条に次のように項目を明確にすることであると規定されている。

- (a) 電気事業サービスとして、電気事業者の経営及び免許保持者の活動に係る基本原則
- (b) 投資、商業的経営、電力産業にとって魅力ある環境
- (c) 全国の電力供給サービスの規制に係る基本事項
- (d) 電力需要家が安定的に信頼できる電力を合理的な価格で供給を受けることが出来るという消費者の保護を保護し、民間資本による電気事業を促進させ、電気事業における競争を可能な限り促進させるための原則
- (e) 電気事業者、電力需要家、電気事業に関係する施設の土地所有者の権利と義務に関する原則
- (f) 電力庁が電力供給サービスを規制すること

これらの法目的のうち、技術基準等の作成に当たっては、特に全国の電力需要家に対する安定的で信頼度の高い電力を合理的な価格で供給するために必要な技術的条件、多くの民間投資家（外資を含む）の参入しやすい普遍的な技術的条件、電気事業者間の競争促進を促すための事業者による創意工夫が可能となる技術的条件をどのように反映させるかについて論理的な検討が必要である。調査においてはカンボディア国民及びカンボディア国に対する援助機関及び外国投資家に対して説得力有る論証が求められる。

② 法規制としての妥当性

電力法に基づく技術基準は電気事業者に義務を課すものである。従って、法目的実現のために必要最小限のものでなければならない。また、技術基準を執行するために係る行政費用、事業者側の費用負担に関しても国民及び電力需要家に過大な負担を課する内容にならないようにしなければならない。このためには、技術的な必要性と費用負担とのバランスを慎重に検討する必要がある。

る。このような観点から、将来の有るべき姿と現状を比較して、将来の有るべき姿を実現するまでの経過措置についても検討が必要である。

③ 科学的合理性

電力法に基づく技術基準は科学的な合理性を持たなければならない。現在、電力技術は急激に進展しつつあり、最新の技術動向及び今後の技術進歩を予測して基準作りを行う必要がある。また、電気安全の確保については、安全の定義は世界共通であるが、その水準と達成手法については基本的な考え方（思想）に差異が有る場合がありうる。安全確保に関する基本的考え方は、多様な考え方を組合せると混乱が生じ重大事故の原因となるため、多少の利害関係が絡んでも 1 つの考え方に統一し、一貫した考え方で技術基準体系を作成することが重要である。

2) 技術基準、ガイドラインに盛り込むべき事項

技術基準及びガイドラインに盛り込むべき事項として次のような事項が期待されている。技術基準は法目的達成のために必要最小限の内容とし、電力庁及び電気事業者向けに必要な解説的な事項はガイドラインとして定める。

① 発電施設

カンボディアは現在、蒸気発電、ディーゼル発電、水力発電により発電が行われている。今後の電源開発の動向を考慮すると当面カンボディア国内で建設される見込みの有る発電施設は小規模な再生可能エネルギー施設を除くと水力発電、ディーゼル発電、天然ガス又はナフサを原料とするガスタービン・蒸気タービンコンバインドサイクル発電である。このため、発電施設に関しては水力発電、ディーゼル発電、ガスタービン・蒸気タービンコンバインドサイクル発電（日本のように蒸気タービンとガスタービンの技術基準を別途有してコンバインドサイクルに適用するか、最初からコンバインドサイクルとしての技術基準を作成するかについては検討が必要。）の 3 種類とする。発電施設の技術基準には周辺住民の安全確保の観点から燃料施設の設計及び運転保守、ダムの運転管理等の事項もおり込む必要がある。発電施設の対象範囲は開閉所までとする。

② 送電施設

送電施設は、基本的には送電線、送電用変電所、中央給電指令所で構成される。送電施設の技術基準作成に当っては将来のナショナルグリッド及びインドシナ国際連系線の建設を視野に入れ、電圧体系は 500kV、220kV、115kV とし、当面は 220kV 及び 115kV 送電線、220/115/22kV 変電所を対象とした技術基準を作成する。送電施設の技術基準作成に当っては、インドシナ地域の連系を考慮して近隣のベトナム、ラオス、タイの技術基準との整合性を考慮する必要がある。

③ 配電施設

配電施設は、配電線、配電用変圧器、配電用変電所、配電用給電施設、電力計等で構成される。配電電圧については、22kV 中圧配電線と 220V 低圧配電線を基本とする。配電設備については旧ソビエト連邦の技術で設置されている施設も混在しており、過渡的にそれらの施設も念頭に置いた技術基準とする必要がある。また、プノンペン市内では地中配電線が多用されており、地中配電線に関する基準も必要である。

④屋内配線等電力需要家施設

電力法第5条は電気事業者への免許のための技術基準作成を要求しており、電気事業者の責任範囲外の電力需要家施設については含まれていない。しかしながらカンボディア国においては電力需要家の電気安全に関する規制が無いため、本調査において屋内配線等の需要家施設に関する技術ガイドラインを作成することが期待されている。このガイドラインの電力法との関係については鉱工業エネルギー省と調整を図る必要がある。

また、カンボディア国においては、電力会社の電力供給が不安定であり高価格なため、多くの工場、ホテル等が自家用発電設備を有しており、電力会社の系統にしている事業者と接続していない事業者が混在している。このような自家用発電設備の系統規模に対する比率が極めて高く、自家用発電設備のトラブルが系統に波及するリスクが高い。このような点を考慮して、自家用発電設備を系統に接続する際の系統連系ガイドラインの整備も必要である。

⑤再生可能エネルギー地方電化設備

カンボディアの地方電化用の再生可能エネルギー資源としては、当面、小水力発電、太陽光発電、風力発電のポテンシャルが高い。将来的にはバイオマス発電の導入可能もある。本年中に地方電化委員会を設けて、地方電化ファンドを設立し、地方電化事業者を支援することを予定している。このため、地方電化事業のために必要な再生可能発電技術（小水力、マイクロ水力、太陽光発電、風力発電）についての技術基準を作成する。簡易配電技術、簡易屋内配線技術、電気料金のプリペイドシステム等の技術も技術基準の対象とするか否かについては鉱工業エネルギー省と調整を図る必要がある。また、再生可能電力の計画に当っては、利用可能なエネルギー量の計測が最も重要なポイントとなるため、測水所の設置と流量資料整備、日照データの整備、風況データの整備についても技術基準に織り込むべきである。

3) 技術基準、ガイドライン作成の手順

技術基準は1)に示す視点を踏まえつつ、カンボディアの電力供給システムの現状と将来ビジョンを考慮して作成する必要がある。特にカンボディア国は旧ソビエト連邦の技術支援で建設された電力施設を先進国の技術に更新途上にあること、発電所を中心とする配電システムによる供給から送電網を活用した電力システムに移行途上にあること、ナショナルグリッドによる供給とオフグリッド電力供給が将来とも並存すること、フランスをはじめ各援助機関による技術、施設が混在していること等のカンボディア国の実情を把握して現実的な技術基準を作成することが必要である。このため、技術基準作成に当っては次のような手順で作業を進めることが望ましい。

①電力設備の現状調査及びデータベース化

カンボディア国で現在利用されている電力施設について技術内容、適用されている技術基準等の現状を全国的に調査し、データベース化する。この対象には、IPP、自家用発電設備も含める。

②将来の電力供給システムの把握

カンボディア国では今後、世界銀行の援助等で Cambodia Power Sector Strategy 1999~2016 (CPSS) の見直し、地方電化マスタープランの作成等が予定されている。可能な限りこれらの事業等と情報交換を行いつつ、同国の電力供給システムの将来ビジョンを見据えた技術基準及びその普及・

定着に至るまでの適切な経過措置を考慮する。

③カンボディア国の電力セクターの技術能力評価と人材育成プログラムの検討

技術基準を利用する電力庁及び電気事業者の技術能力の評価を行い、技術基準及びガイドラインの水準と利用する側の人材育成プログラムについて整合がとれるように検討を行う。

④技術基準及びガイドラインの作成

電力法に基づく技術基準は極力簡潔な内容とし、解説的な内容はガイドラインとして整備する。

⑤技術基準の運用、拡充、更新のための政策提言作成

技術基準は適切に理解され運用されなければならない。また、技術進歩や社会経済情勢の変化等に応じて弾力的に拡充、改定等ができる体制を整備する必要がある。このような観点から、技術基準及びガイドラインの整備と併せて、その運用体制等のあり方について必要な政策提言を行う。

4) 技術基準、ガイドライン作成に当たっての留意事項

①技術基準は法律に基づく基準であり、クメール語で記述される必要がある。また、ガイドラインについても利用者の便を考慮すると極力クメール語で記述されることが望ましい。クメール語は語彙が少なく、電力技術用語については適切な言葉がない場合があるためローカルコンサルタントまたはカウンターパートの協力を得て作成する必要がある。なお、この際、フランスの援助で設立されたカンボディア電力会社トレーニングセンターのクメール語の教材を有効に利用することが望ましい。

②一方、鉦工業エネルギー省、電力庁、カンボディア電力会社の幹部職員、各援助機関に技術基準の考え方を理解してもらった報告書については英語で作成することが望ましい。

③カンボディアは幹線道路や集落外では地雷の危険が残されている。このため、電力施設の現状調査においては現地の実情に精通したカウンターパート職員、ローカルコンサルタントに調査を依頼することが必要と考えられる。

5.2 プロジェクト方式技術協力

カンボディアの電力セクターは大きく分けると政策、計画及び基準を担当する鉦工業エネルギー省、規制を実施する電力庁、事業を実施するカンボディア電力会社に分類される。鉦工業エネルギー省の政策及び計画作成に関しては、世界銀行が援助プロジェクトの技術的支援の一環で各種調査、政策ペーパー作成を継続的に支援している。また、技術基準に関しては上記の開発調査により作成されることが期待されている。電力庁は設立されたばかりの組織であり、鉦工業エネルギー省、カンボディア電力会社等から人材を集めている段階であり、実務能力を身につけることが大きな課題となっている。カンボディア電力会社は事業に必要な最低限の人材は確保している。

また、2001年にフランスの援助で職員の訓練施設を整備しておりこの施設を利用して大規模な教育訓練が展開されている。

以上のような電力セクターの現状を考慮すると、人材育成に関して必要性及び緊急性が高い組織は電力庁に特定される。カンボディア国は電力量の施行に当って、技術基準作成等の技術面は日本に、財務・会計・電気料金設計等のマネジメントに関する事項は世界銀行に協力を依頼していることを考慮すると、電気事業免許等に当っての技術的事項の審査能力等を高めることが我が国に期待される最大の課題である。

電力庁は設立間もない状態で技術的事項を担当するエンジニアは5人であり、今後人材の拡充に務める計画であるが、最大でも10~20人程度と予測される。このように人材育成の対象となる人間が極めて限定されているため、プロジェクト方式技術協力としてはミニプロジェクト方式技術協力が現実的な協力方式と考えられる。電気事業の根幹となる技術は系統計画、系統運用、送变电・給電設備であることから、この分野の専門家を長期に派遣するとともに、水力発電、火力発電、配電等の専門家を随時派遣して技術指導することが必要である。

協力の時期については、電力庁の業務は鉱工業エネルギー省が作成する技術基準に基づいて電気事業免許申請を審査することであるため、上記の開発調査により技術基準の内容がある程度明らかになる時期に協力を開始し、技術基準完成と同じに実務を開始できるようにすることが望ましい。また、実務を通じて具体的に技術基準の運用を理解するためには、技術基準整備後一定期間、協力を継続する必要がある。

5.3 専門家派遣

カンボディアの電力セクターには、現在、鉱工業エネルギー省に国際協力事業団から長期専門家1名、電力庁に短期専門家1名が派遣されている。カンボディア電力会社には長期専門家が派遣されていたが、現在は派遣されていない。カンボディア電力会社にはフランス人の専門家が4人雇用されており、トレーニングセンターもフランスと資金援助で設立される等フランス、具体的にはEDFとの関係が伝統的に強い。電力庁に対してはミニプロジェクト方式による協力が実施される場合には、カンボディア電力公社のみが新規の専門家派遣の検討対象となる。

カンボディア電力会社については、EDFとの関係が強く、継続的に支援が行われていることを考慮すると、我が国として協力すべき分野は我が国の資金協力プロジェクトに関連する分野に限定することが妥当である。現在、世界銀行が進めているベトナムからの220kV送電線建設については国際協力銀行の資金協力が有力視されており、この資金協力が実現すると新たに西変電所(220/115)が建設され、カンボディア国として始めて本格的な系統運用が必要となる。カンボディア電力会社は今後20年程度かけて220kV基幹送電網を整備する構想を有しており、この構想を実現するためには系統計画の専門家を育成する必要がある。カンボディアは今後、発電部門は海外からのIPP投資とベトナム及びタイ、ラオスからの電力輸入を活用することになるため、これらの有象無象のIPP提案を審査して信頼度の高い電力供給を行うためには系統計画は必要不可欠な基本技術である。これらの点を考慮すると限られた予算の中でカンボディア電力会社に対する専門家派遣分野としては、系統計画・系統運用の専門家派遣が最も適切である。

5.4 研修事業

電力セクターのうち電気事業に関してはカンボディア電力会社が訓練センターをすでに設立して職員の教育訓練を開始しており、今後、同国で研修が必要な部門は鉱工業エネルギー省の技術基準担当部門及び電力庁の技術的事項の審査担当部門が中心となる。国際協力事業団により、電力技術基準整備についてはラオス国でプロジェクト方式技術協力が実施されており、ベトナム国においても電力技術者の教育訓練施設の整備が行われている。このため、従来のカウンターパート研修に加えて、これら近隣諸国で実施されて同種のプロジェクトとの技術交流を実施することも有効な研修手法と考えられる。

5.5 電気事業と電力技術基準に係る考察

1) 日本の電気事業法と電気技術者

①日本の電気事業法は電力自由化に伴い簡易化されつつあるが、電気工作物の許認可に関する法令は存続している。即ち、

- A. 電気設備技術基準への適合維持義務
- B. 保安規定の作成、遵守
- C. 電気主任技術者の選任

の3ヶ条である。事業用電気工作物であれ、一般用電気工作物であれ、この3ヶ条が認可の条件であり、保安規定の遵守を定期的実施し、設備の電圧により主任技術者を選任しなければならない。この法令により日本の電気工作物は機能の維持を保ち、主任技術者により、点検時の作業管理、事故対応の迅速化を図っている。

②技術基準では、“電気設備技術基準”が、昭和40年に電気事業法に基づいて制定され、権威ある基準としては許認可時の申請書類の審査基準になっている。“電気設備技術基準”の歴史は古く、当初は“逓信省電気工作物規定”と称され、電力用の大容量・高電圧或いは発電所等は補足を要する所があり、これについてはJEAC（日本電気協会）による電気技術規定或いは指針があり、発、送、変、配を網羅している。一方各電力会社、民間会社は自前の技術基準（設計基準）を持っているが、これは公開されない。

③以上の如く電気事業法に関する技術者は申請に対しての許認可時、工作物完成時の使用許可等審査技術が主体であり、従って審査時に工作物の適合性判断には技術基準は欠かせないものである。

2) 如何なる基準、如何なる技術者が必要か

①現在のカンボディアでは技術基準が無く、技術者も少ない。一方で新たにEACを設立してこれからの電力事業の育成を図っていかなければならない。この条件で何が必要か、何を支援するかが今回の主目的である。EACが許認可の主管部門であり、従ってIPPを含めて許認可の審査をしなければならないことは明確である。物件によっては電気だけではなく、機械、建築、土木の技術者、或いは環境、公害の専門家も必要となろう。協力、支援の範囲を決めることが第一の問題となろう。基準は基準で設計のガイドブックではない。基準は設計或いは建設工事の条件規定で設計条件の規定は決めるが、基準が出来れば設計が出来るものではなく、設計、施工の実務エンジニアは別に考えなければならぬであろう。

②実際のプロジェクト時に必要な仕様書の作成を何処がやるのかは、現在のところ、EACの主

管の基、EDC が担当するものと考えられる。このエンジニアに必要なのは、審査技術（行政技術）ではなく、プロジェクトの経験を有し、設計、施工、試験、機器に対する知識を有する者であり、結論的には単独エンジニアではプロジェクトの全てを網羅することは不可能であることから、相当数の技術者が必要である。一般的に途上国ではこの分野はコンサルタントが受け持っている。ベトナムではここ数年前から、自己資金の場合は全て EVN で仕様書を作成し、入札を行っているが、これは長い間のコンサルタントとの接触で得た経験があるからで、すぐにはできない。

- ③即ち、実務者の養成には時間がかかり、技術基準と共に OJT による実際の経験が欠かせないもので、設計段階及び現場で適切な助言を与える指導者の必要性が条件となるであろう。現在でも、ADB、WB、フランス、日本の資金援助で配電の増、改修、新設が行われていたが、技能者は別としてエンジニアが如何なる関係を持ったかの調査は参考になるであろう。
- ④一方、設備の保安、維持に必要なメンテナンスであるが、実態は不明の部分が多い。保守、点検マニュアルが無いことは明確になった。これは既述のフランスによるメンテナンス教育の中でも取りあげられておらず、EDC が自ら作らねばならない。日本の専門家の協力、指導の基に行えば一年程度（ある程度の範囲において）できると考えられ、現在でもプノンペン市内に 333 の Tr-ハウス、GS1、2、3 があり、また許認可の重要な条件である保安規定もあり、地味ではあるが重要な基準である。

參考資料

1 面談記録

●在カンボディア日本大使館（2月26日 9:00～ 在カンボディア日本大使館）

出席者：小川大使、遠藤書記官（在カンボディア日本大使館）

増田所員（JICA カンボディア事務所）

調査団

調査団より、日程及び対処方針の説明後、以下の質疑応答が行われた。

小川大使）対処方針にある電力セクターの全体的な調査はこれまで無かったのだろうか。

蔵方団長）個別プロジェクトの FS 等を行ったことはあるが、これまでセクターの全体的な調査は実施されたことは無かった。これは未だカンボディア国（以下カ国）の電力セクターが周辺国に比べ設備的に規模が小さく、これから整備が行われる段階であったためである。今回の調査ではセクターの全体像を把握し、その中の問題点に対してどのように協力できるかを検討したい。

今回要請されている開発調査「電力技術基準及びガイドライン整備計画調査」は、従来の開発調査とは違ったタイプの調査であるが、必要性が確認できれば積極的に検討したい。

小川大使）カ国の電力セクターでは、ヴェトナムからの買電、天然ガスの開発、北東部の水力開発等、様々な計画があるものの資金面で困難となっているものが多い。

今回の協議では焦点をどこにするのか。

蔵方団長）一般的な話から始めることになると考えられるが、対処方針の説明で述べたとおり先方の抱える問題点及び原因が何であるかを把握し、それに対して可能な対応を検討したい。

将来的なことを視野にも入れたいが、潜在的な電力需要について話を聞きたい。

小川大使）潜在的な需要については、多いにあると考えられるであろう。

シエムリアップには 10MW のディーゼルを入れる予定があり、シアヌークヴィルについては工業地帯であるから需要は今後も伸びるであろう。バタンバン及びコンポンチャムにもある程度の規模の電力設備は存在する。地方部については送電線はないが、設備が整えば需要は増えるであろう。

カ国は内戦が 70 年代に終了し、インフラの整備が本格的に始まったのはほんの 3 年ほど前であるため、今後電力需要は他のインフラ整備同様、伸びていくであろう。全体を見て将来的に日本が将来的にどんな協力ができるかを検討してもらいたい。

蔵方団長）現段階の電力規模の小ささは既存の資料等からよく判る。

BHN を考えた時、様々な分野に協力するにあっても電気は必要なものと考えられる。そのため他分野の整備状況を絡めて電力セクターについて検討していきたい。

松本副団長）プロ技では、今回の調査では人材のキャパシティを確認し何ができるかということを検討したい。3 年、4 年という短期間の視野でなく 5 年、10 年といった長期的視野で検討したい。現在、プロ技に要請が出されている「電力供給管理技術プロジェクト」では計画の策定から電力設備のオペレーションまでと非常に広範囲に渡っており、現実的な範囲に絞り込む必要があると考える。

足立団員）私は 10 年程、カ国に関わってきたが、治安、地雷の危険性により全国電力 M/P 調査が行えなかった経緯があるが、現在はどうかであろうか。

小川大使）地雷の懸念は残っているが、治安は改善されているものとする。

足立団員）カ国にとっては安い電気を供給できる大規模な発電所が必要と考える。その際にはプノンペンディーゼルは予備的に使用すべきであろう。

今後の開発計画を視野に入れた技術基準、人材育成が必要と考える。

●JICA カンボディア事務所（2月26日 11:00～ JICA カンボディア事務所）

出席者：松田所長、増田所員

調査団

調査団より、日程及び対処方針の説明後、以下の質疑応答が行われた。

松田所長) 電力セクターにおいては、ハード面について各ドナーより協力が色々に入っているが、どれも中々進まない。世銀と JBIC の協調融資によるヴェトナムからの買電についても停滞しているようである。どの件にも言えるが、カ国の償還能力が低いことが原因と考えられる。

(具体的に説明があったプロジェクトは以下のとおり)

- ・ カンボット：マレーシアの IPP による石炭火力 300MW
- ・ キリロム：中国の IPP による水力
- ・ プノンペン：日本の無償による第 2 次送配電線拡張
- ・ シエムリアップ：10MW のディーゼル設置、タイからの買電 (6000~7000Kw)
- ・ ADB：プノンペン周辺の 8 州の電力施設リハビリ
- ・ ストゥンアタイ：電源開発によるプロファイ

政府の重点政策の上位 (トップ 3 か 4) に電力セクターは入っている。

蔵方団長) 長期的な視点でカ国には協力をしていきたいと考える。カ国は資金が乏しい国であり、IPP、BOT が必然的に多くなっていくであろう。投資環境の整備といった側面も検討したい。

松田所長) EAC が発足したが、これらは政府として民間をコントロールするためであろう。

五十嵐団員) 2 月の下旬に統一地方選挙が行われたが、その後の治安に変化はあるだろうか。

松田所長) 選挙結果は集計のやり直しがあり、未だ公表されていない。しかし、人民党の勝利という情報が入っており、来年 7 月の下院の選挙と合わせて MIME の大臣が変わる可能性もある。

選挙関係での騒ぎは 98 年に比較して少なくなったものの 15 人くらいの殺人があったとの情報もある。治安に関してはプノンペンは徐所に悪くなってきているが、地方部は改善されている。しかしながら地雷の問題は残っているので、州都及びその近郊、道路以外には立ち入らない指導を事務所はしている。また、地方部では森林関係、狩猟関係の違法行為者との遭遇が危険である。

洪水に関しては年々、発生頻度が上がっている。至近 10 年で 4 回起きている。一昨年のもは 60 年 1 回確率の大きなものであった。

松本副団長) 話は変わるが、教育機関、工学部を有する大学はあるのだろうか。

松田所長) 初等教育~高等教育までであるがどれも低いレベルである。工科大はあるが国際的に観れば低いレベルである。プノンペン大学は総合大学であるが、設備、教師が脆弱である。コンポンチャムに専門学校程度のものはある。

松本副団長) 職業訓練的なものはどうだろうか。

松田所長) 社会福祉省の管轄であるが、人的な力不足である。

カ国では優秀な人材はいるにはいるが援助プロジェクト産業に入ってしまう、省庁に中々、人材が集まらない。

内戦による虐殺で 30 代~40 代の人材が抜けている。

●JICA 専門家打ち合わせ（2月26日 14:00～ JICA カンボディア事務所）

出席者：高岡専門家（EAC）、西脇専門家（MIME）、石畑専門家、加本専門家（メコン委員会）、増田所員、調査団

高岡、西脇両専門家より EAC がこれまでにやってきた活動を中心に、カ国電力セクターについて以下の説明があった。

- ・ MIME は企画、政策決定、方針を所管し、EAC は電気事業許認可、電気料金審査等の電気事業規制主体である。
- ・ 昨年 2 月から発足となっているが、実情は 9 月から事務所を開き、スタッフ数は僅か 22 名である。
- ・ CUPL (IPP) と EDC に免許の交付を行った（今年 2 月）。
- ・ カ国内には 17 の電気事業者（配電のみも含む）が存在する。
- ・ EDC のみ給電免許を持っている。
- ・ 送電線と呼べるものは、昨年、世銀の支援により設置した変電設備を結ぶものだけである。
- ・ 周波数の問題は、竹谷専門家（EDC 派遣）のアドバイスを受け、出力のコントロールにより変動を抑え、改善している。
- ・ 負荷の多い 19 時～21 時にコントロールが困難（出力の）になり、調送用コンデンサが必要である。
- ・ 盗電によるロスが大きい。今後、犯罪と認められたことから減少すると考えられる。
- ・ 設備容量中の自家発が占める割合は 40～50MW でカ国であり、大口の需要家は系統と併用。
- ・ EAC は現在、人的な数不足であり、技術基準を作って、円滑に業務を廻したい。
- ・ 環境に関しては電気の保安に係ること以外は環境法に従うこととしたい。

石畑、加本両専門家からメコン委員会の視点としての周辺の電力情報が以下のとおりあった。

- ・ タイへの電力融通計画
- ・ ラオスからタイへの 450MW（実動 340MW）の電力融通計画
- ・ ラオスからヴェトナムへ 100 万 Kw 供給計画
- ・ タイからカンボディアへの供給計画

- ・ 雲南省からタイへ 300 万 Kw の供給計画
- ・ 雲南省からヴィエトナム（マルータ）への供給計画
- ・ ミャンマーからタイへの供給計画

カンボディアに関する計画が少ないのは、水文データが不足しており、プロジェクトを模索している段階であるため。

カムチャイ水力については、話は何等なし。

洪水の関係では水文データを揃えるため、メコン上流域 17 箇所を観測所を設置した。

● CDC (Council for Development of Cambodia) (3月4日 14:00～ CDC)

出席者：Leaph Vannden, Deputy Secretary General, CDC

Heng Sokun, Director, Bilateral Aid Coordination Dept. Japan-Asia Pacific-America, CDC

安達専門家 (CDC 派遣)、調査団

調査団から調査結果について説明の後、以下の質疑応答があった。

CDC) カンボディア側としても電力分野のプライオリティは高い。開発調査と専門家派遣は一緒にできないだろうか。

調査団) 今回策定したプログラムでは各スキームの実施にかかる速さと、有効な連携を検討した上で提案したので同時というのは困難である。

CDC) ラオス及びヴィエトナムとの技術交換とは、具体的にはどのようなことだろうか。

調査団) ラオスでは JICA の協力により、既に技術基準とガイドラインを策定した実績があるので有益と思われる。また、ヴィエトナムには高圧の系統があるため、技術的に学ぶ部分は多いあると考えられる。

CDC) 開発調査にかかる WB との住み分けについては、どうなっているのか。

調査団) 免許使用料金設定等のビジネスに係る部分は WB で行うこととなっており、JICA の技術基準及びガイドライン整備計画調査については電気工作物保安に係る技術的なものを行う。

● 在カンボディア日本大使館 (3月4日 14:00～ 在カンボディア日本大使館)

出席者：遠藤書記官、調査団

調査団から調査結果について説明の後、以下の質疑応答があった。

遠藤書記官) カンボディア国の電力セクターの問題は、一言で言えば質と量の確保であろう。電力技術基準及びガイドライン整備計画調査については、国際規格等を考慮し日本側の独りよがりなものにならないよう配慮してもらいたい。また、WB と ADB との調整もしっかりとしてもらいたい。

調査団) 国際規格等への考慮はもちろん検討したい。他ドナーへの調整も、作業管理委員会等の設置も検討しており、対応したいと考える。

遠藤書記官) 開発調査の C/P については MIME のみなのか。

調査団) ステアリング・コミッティ等により EAC、EDC からの協力を得られるようにしたい。

● JICA カンボディア事務所 (3月4日 17:00～ JICA カンボディア事務所)

出席者：松田所長、増田所員、調査団

調査団から調査結果について説明の後、以下の質疑応答があった。

松田所長) EAC に対するミニプロ技だが、EAC は現在、準備段階であるから投入時期は流動的になることが考えられる。

技術基準についてだが、各国ごとに違いはあるのだろうか。

調査団) 安全に対するアプローチに違いがある。

松田所長) ADB、WB との調整であるが、実際問題としてカンボディア側の自助努力を望める段階ではない。

調査団) 他ドナーとの調整は重要と考えられるので、国内作業管理委員会等の設置を含め対応を検討したい。

2. 現地踏査報告

1) Load-Dispatch-Center

- ・ SCADA により監視及び制御を行っている。変電所の遮断機、断路器の開閉は行っているが、ディーゼル発電機の制御は行っていない。
- ・ 対象は昨年世銀の支援により整備された変電設備 GS-1,2,3 及び 6 器のディーゼル発電機 (Cambodia-Utilities-PTE-LTD (IPP)) に限定している。
- ・ EDC 屋上のパラボラアンテナにより、無線情報交換を行っており、発電機の負荷状況 (A、MW、MVAR、PF 表示) は On-Time で表示され、EDC と IPP 側で情報交換をして調整している。

2) GS-1 変電所及び NO.6 ディーゼル発電所

- ・ 変電、制御、監視設備は全てフランスのアルストーム社製であり、発電機は WARTSILA-by-ABB (18MVA×3 機) の他に別棟に東芝製 (10MVA×2 機) があり、オーバーホール中であった。
- ・ 変電所操作盤、監視盤にはブスプロ、同期盤、リレー盤等が整備されている。
- ・ 変電設備はオープンタイプであり、2 変電所構成でアルミブス接続で構内架線は無し。
- ・ 変圧器コンバーサータはダイアフラム、P、CT は碍子型である。
- ・ GS-1,2,3 は 115kV で連繫されており、変圧器は GS1 が 22/115kV、30/50MVA のダブル定格 2 台、GS-2、GS-3 はそれぞれ 1 台、全てオートで OLTC 付きである。
- ・ 22kV 線はプノンペン市全域を包んでいるため、GS-1,2,3 は重要な施設である。

3) Cambodia-Utilities-PTE-LTD (IPP)

- ・ 設備は全てイタリア製であり、設備容量は $5.3\text{MW} \times 7 = 37.1\text{MW}$ である。その内 1 機は予備としており、常時稼働しているのは 6 機である。

- ・ 売電先は全て EDC で 15kV で送っているが、3 月始めに 22kV に切り替え予定である。
- ・ EDC との取り合いは同一建物の 2 室に PTE 側、EDC 側の遮断機盤があり、双方をケーブルで接続し、このケーブルの真中で資産、責任の分界点を設定している。Feeder は双方共に 6-Feeder である。
- ・ 従業員は 175 人（カンボディア人×155、イタリア人×1、マレーシア人×6、フィリピン人×11、スリランカ人×1、ミャンマー人×1）である。
- ・ 変圧器は防火壁で仕切る半屋内に設置されている。

4) EDC Training Center

- ・ 設立：2001 年 2 月（設立の準備に 8 ヶ月要した）にフランスの援助で設立された。
- ・ 訓練分野：配電、ディーゼル&メカニック、安全。（今後、送電分野も予定している。教員育成、教材作成等の準備に 8 ヶ月要する。）
- ・ 訓練コース等：1 年間で 17 コース、133 セッションを実施し、905 人の訓練生（EDC のテクニシャンクラス）を受け入れた。いずれも 2~10 日間の短期間コース。終了後、修了書を与えるが昇進等にはあまり影響しない。
- ・ 教員：19 人のカンボディア人講師+1 名のフランス人(EDF)アドバイザー（Training Center の立ち上げから講義まで実施）。
- ・ 教科書等：フランスの教科書をクメール語に翻訳するとともに一部改訂した。
- ・ 訓練機器：22kV 級以下のものは、かなり揃っている。
- ・ 大学生の訓練：Institute of Technology in Cambodia (ITC)の学生を訓練する契約を結ぶ計画がある。
- ・ 訓練生受け入れの拡大：なるべく早く（2 年目から）、需要家等、すべての人を対象に受け入れたい。（授業料を徴収する。）

3. 質問書

MIME、EAC、EDC への質問書	・・・	85 ～ 89
WB への質問書	・・・	90
ADB への質問書	・・・	91

The Joint Project Formation Study for Power Sector in Kingdom of Cambodia

QUESTIONNAIRE

(Please provide us the following information for our joint work)

No	Contents	Remarks
I	Current situation and progress for Electric Power Sector in CAMBODIA	
1	Progress of the Cambodia Power Sector Strategy (CPSS)	
1.1	Establishment of institutional framework of power sector	
1)	Role and mutual relationship of MIME,EAC,EDC	
2)	Organizational chart of each organization	
3)	Budget and personnel resources allocation of each organization, especially newly established EAC.	
4)	Improvement of management of EDC (Please prepare the latest EDC annual report)	
5)	Qualification of personnel resources (management and engineers) and employee training program (technology, safety, environment, management, including technology transfer program from international aid agencies etc.)	
1.2	Implementation of the Electricity Law	
1)	Please provide us regulations, degrees, and sub-degrees under the Electricity Law.	
2)	Please provide us EAC annual financial statement based on the Article 27.	
3)	Activities of EAC for current situation of issues of various licenses such as generation license, transmission license etc.	
4)	Progress of establishment of various standards (technical, safety, environment, etc.) by MIME based on the Article 5.	
5)	Procedures and models for submitting the tariff applications	
1.3	Generation Master Plan for Development Program	
1)	Latest situation of electricity demand (peak demand and kWh), if any update after submission of JICA F/S report on Sihanoukville GTCC last year.	
2)	Latest demand forecast (kW and kWh) until 2016, if any update after submission of JICA F/S report on Sihanoukville GTCC last year.	
3)	Current and future electricity demand by electricity tariff categories (domestic, commercial, industrial, hotels, government offices etc.)	
4)	Daily and yearly duration curve of electricity demand (current and future)	
5)	Progress of generation expansion plan from stage 1 to stage 3	

No	Contents	Remarks
6)	Existing IPP proposal from commercial investors	
7)	Any changes of strategy to optimize operation of IPPs, EDC power plants (thermal, hydro) and electricity import from Vietnam & Thailand in order to secure electricity supply and to reduce electricity cost.	
1.4	Transmission Master Plan	
1)	Progress of expansion and upgrade of transmission lines and substations (stage 1 to stage 3)	
2)	Progress of interconnection line between Phnom Penh and O-Mon in Vietnam.	
3)	Progress of cross border supply from Thailand	
1.5		
1)	Distribution networks and dispatching system	
2)	Present central dispatching command system	
1.6	Commercialization of the Supply of Electricity	
1)	Present electricity tariff	
2)	Grid connection fee, if any	
3)	Number of customers by electricity tariff categories	
4)	Strategy and progress to increase grid connection of factories and buildings which have own generators.	
5)	Please provide us the study report on new marketing strategy and new tariff structure by EDF of France.	
1.7	Rural Electrification	
1)	Please explain the priority of rural electrification among various policies in the Poverty Reduction Strategy Plan in Cambodia.	
2)	Establishment and activities of the Rural Electrification Cell, MIME.	
3)	Progress of establishment of rural electricity cooperatives	
4)	Progress of procurement of financial resources for rural electrification	
5)	Strategy to use local renewable energy and strategy to select electrification methods (grid connection or off grid electrification) in each village	

No	Contents	Remarks
2	Aid program by other donors	
2.1	World Bank	
1)	Progress of the Rural Electrification and Transmission Project by the following categories.	
2)	Rural Electrification	
3)	Transmission (Phnom Penh - Takeo 220kV line)	
4)	Technical assistance (training etc.)	
2.2	AIDB	
	Progress of the Update of power Rehabilitation 2 and the Provincial Power Supply	
2.3	Other donors such as GTZ, CIDA etc	
2.3	Power supply system and technical standards	
II	Existing electric facilities, technical standard include maintenance and engineers in CAMBODIA	
I	Existing electric facilities	
1.1	Electric power generating stations (if any, please explain us following data)	
1)	Kind of Power station (Hydraulic power station, Diesel power station and another)	
2)	Capacity kW per unit and number of generating unit, if any	
3)	Control system for generating voltage and frequency (automatic voltage control or manual control)	
4)	Synchronous throwing panel for parallel operation with other power stations	
5)	In raining season generating power in Hydraulic power station is reducing or not.	
1.2	Transmission line	
1)	Transmission line voltage system	
2)	Facilities by voltage system (route length km and circuit length km for each Voltage system if any)	
3)	If any , wire size mm ² and material for major transmission line concerning increasing demand	
4)	Transmission power Grid Map (if any, include substation and load map)	
5)	Current situation for mutual connection of transmission line for circulation of power energy	
6)	Facility of power dispatching center. (if any , mutual information system, for example telephone, pilot wire etc)	
7)	Estimation of power factor and equipment (kVAR capacitance) for improvement Power factor	
8)	Kind of protective relay (For example earth fault relay, bus protective relay, carrier relay etc)	
9)	Rank of maintenance (routine work, detailed maintenance)	
10)	% Voltage line drop and % line loss	

No	Contents	Remarks
1.3	Primary Substations (Primary substations mean to be directly supplied power energy from transmission line)	
1)	kVA per unit substation and number of substation in whole country (if any, number of transformers per each substation)	
2)	Standard number of feeders at secondary supply side (if any, unit capacity / feeder)	
3)	Kind of protective relay (for example over current relay, under voltage relay, differential relay etc)	
4)	Maintenance same as 1.2-9)	
1.4	Distribution line	
1)	Distribution line voltage system include supply voltage to House hold	
2)	Unit of supply power energy to one House hold kW/house hold (this is necessity for basic design of supply electric capacity)	
3)	If any, wire size mm ² and material (need for increasing demand)	
4)	Rate of Electricity tariff and popularization of tariff meter (kWH meter)	
5)	Current situation for mutual connection of distribution for circulation of supply power	
6)	Estimation power factor and equipment (kVAR capacitance) for improvement Power factor	
7)	Type form of small substation to be supply electric power (pole mounting transformer type, transformer set on the rack type etc)	
8)	Standard unit capacity kVA and Number of phase for transformer	
9)	% Voltage line drop and % line loss	
1.5	Failures	
1)	Transmission line (flash over by lightning, wire broken, earth fault, break down of insulator, short circu- it break down etc)	
2)	Transformers of Primary substation (oil leakage, electric break down, mechanical break down for bushing, puncture by insulation break down, etc)	
3)	Distribution line (load unbalance, flash over by lightning, ire broken, earth fault, short circuit break down etc)	
4)	Demand side transformers (oil leakage, fire burning by over load, puncture by insulation break down)	

No	Contents	Remarks
1.6	Forced outage	
1)	Frequency of outage = Total frequency of forced outage / Total number of households receiving Residential lighting service	
2)	Duration = Total duration of forced outage / Total number of households receiving Residential lighting service	
3)	Cause of electricity outage (by lightning, by generation power station, by transmission line, by primary substation, by distribution line, by end substation, by accident)	
2	Engineering and regulation, technical standard	
2.1	Kind of applied regulation or standard to make a specification, design, construction, testing to electrical facilities for power station, transmission, substation, distribution, maintenance rule in past years	
2.2	Number of engineers concerning design and construction	
2.3	Cooperative foreign engineers concerning design and construction	
2.4	Concrete experience of engineers for any past electrical job	
2.5	Current situation concerning collection of regulation and technical standards in the world	
2.6	Experience for engineering of renewable energy (small hydro, photovoltaic generation, wind mill etc)	

Questionnaire to World Bank

Please explain the following issues on the World Bank power sector cooperation to the Government of Cambodia, in order to identify the necessary JICA technical assistance to enhance the capacity of Cambodia power sector.

1. Achievement of the Phnom Penh Power Rehabilitation Project Phase (1995~2000) and any lesson learned from the projects.
2. Capacity building effort to MIME and EDC through the above mentioned project.
3. Progress on the Rural Electrification and Transformation Project
4. Latest time table of construction of the transmission line between Phnom Penh and O-Mon power plant in Vietnam.
5. Contents and progress of technical assistance of the Rural Electrification and Transformation Project
6. Overall evaluation on progress of power sector rehabilitation in Cambodia

Questionnaire to ADB

Please explain the following issues on the Asian Development Bank power sector cooperation to the Government of Cambodia, in order to identify the necessary JICA technical assistance to enhance the capacity of Cambodia power sector.

1. Progress of the Provincial Power Supply (CAM28191-01)
2. Detail of the capacity building component such as
 - 1) establishment of operating organizations
 - 2) establishment of a Private Power Cell in MIME
 - 3) nation wide tariff study
 - 4) enhancement of power trading
 - 5) training MIME staff to establish and operate stream-gauging stations
3. Overall evaluation on progress of power sector rehabilitation in Cambodia

4 関連施設の状況(写真)



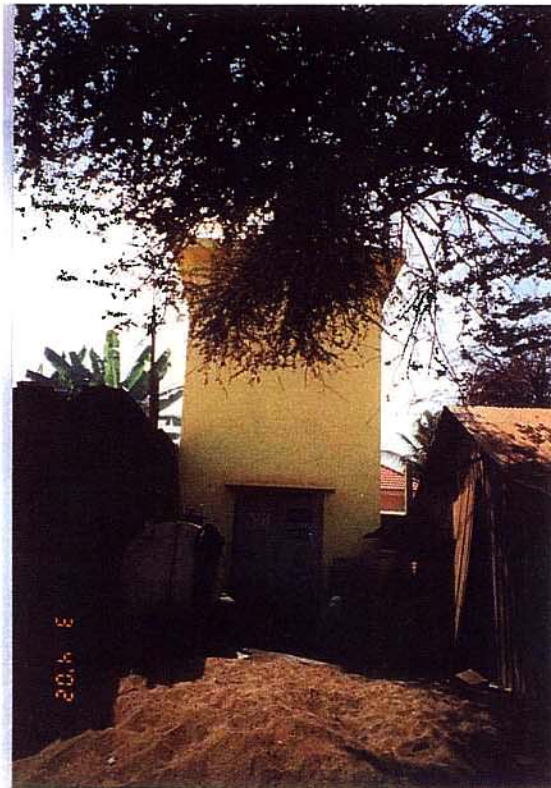
EDCトレーニングセンター



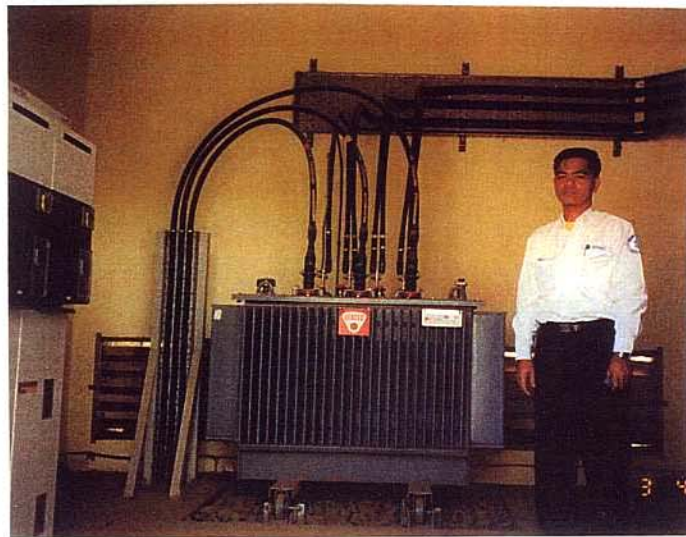
演習場



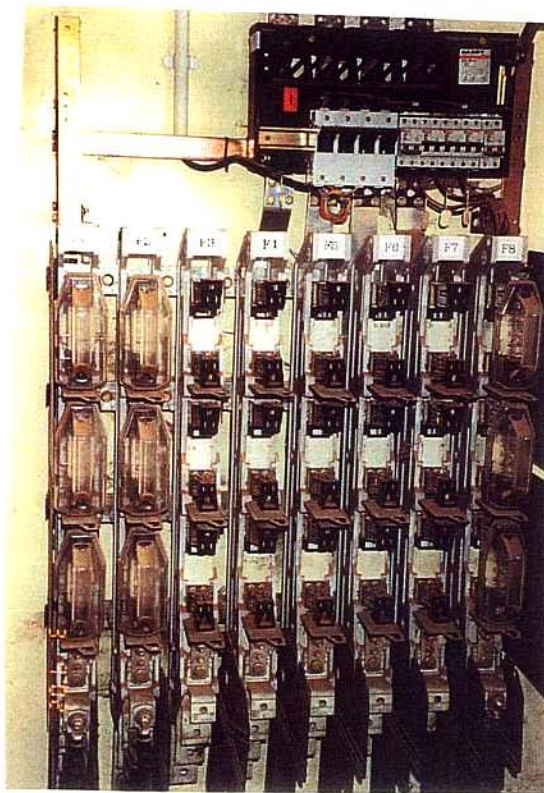
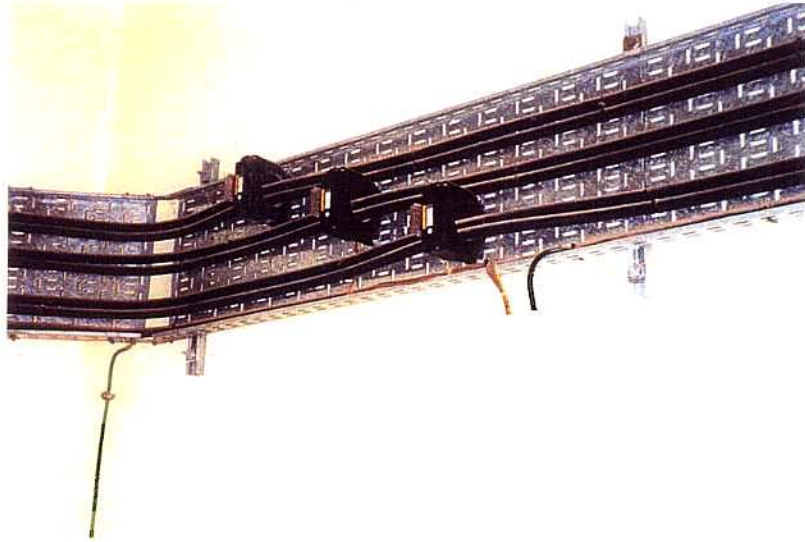
トレーニングルーム



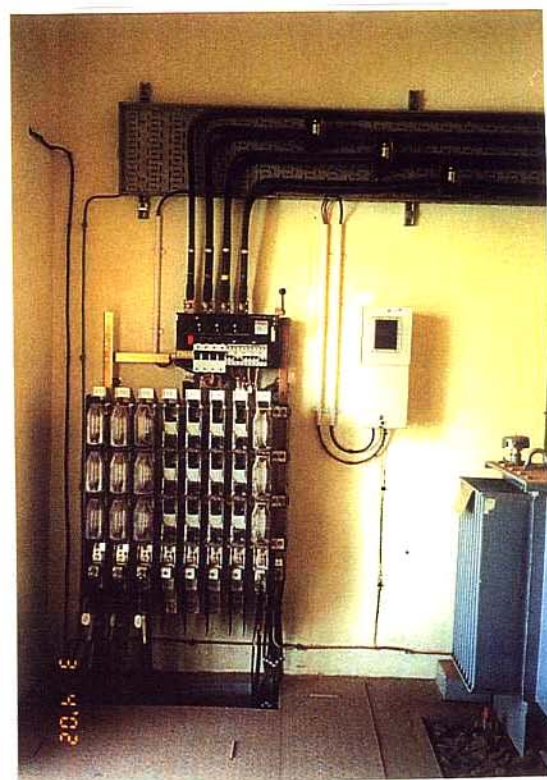
Tr-ハウス No.57 400kVA1 台 Fig2-A の GS1 ブス F10 から出る



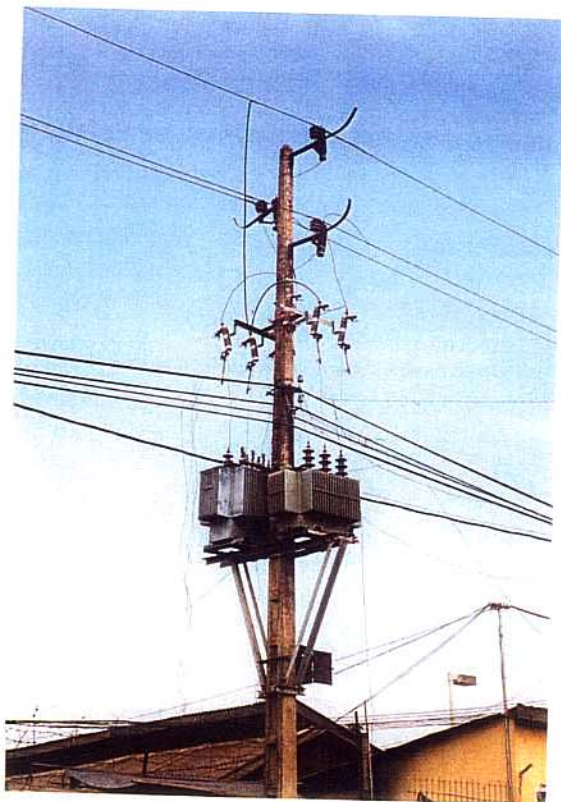
No.58 の Tr-ハウス 400kVA 一台 GS1 ブス F10 から出る
右上は 22kV 遮断機盤左から Incoming, Trans, Outgoing



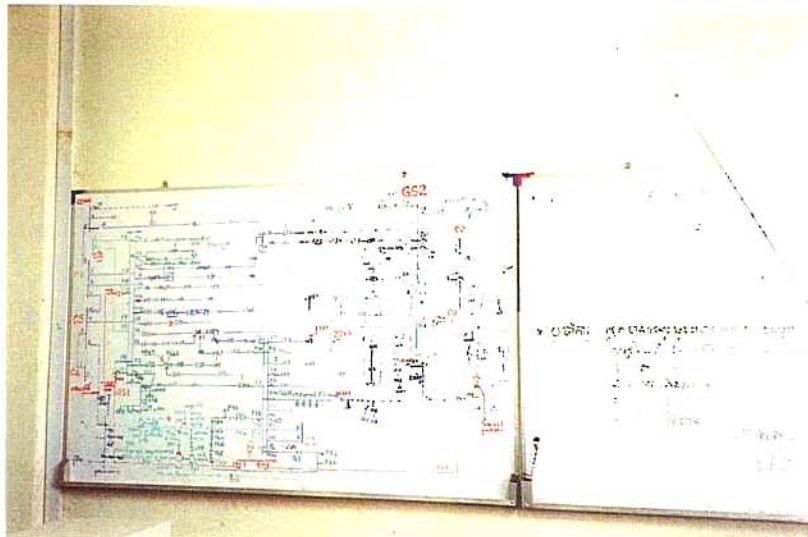
上は CT ラックに取りつけられている 下は 400V フィーダー



No.59Tr-ハウス 同じGS1ブスだがF10とF7の切り替えがあり
GS1F10からも架空線で直結している 左下はSCADA用発信器
本文 Fig2-A 参照



左上はポールマウント 変圧器は新しい ケース入り 4 軒用 右上は WHr プラスチック
左下は旧低圧配電線 右下も同じ



EDC の Load Dispatching Center(SCADA) Network を遠方監視制御する GS1 も含む 本文 Fig2-A の市内の配電予備器は確認していない



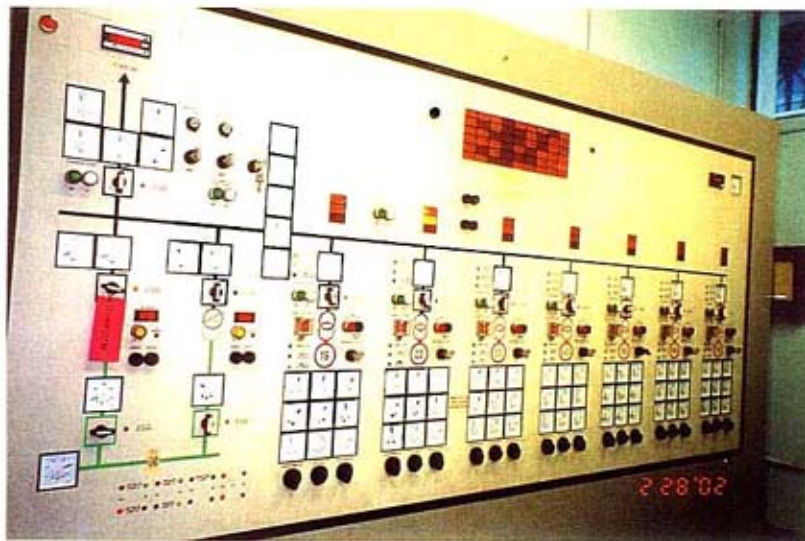
GS1 構内送り出し変電所 上手前が主変圧器 30,30,12/50,50,20MVA
115/22/15,kV On-load-Tapchangingx1 台 左側は 30,30/50,50MVA,
115/22kV NoVoltage-Tapchangingx1 台 下は Switch-Gear-Yard



GS1 構内にある EDC-CVI Diesel-Generator,6.2MWx3 で 18.6MW6.3/15kV
発電機は Wartsila 本文表-1,FGig2-A 参照 上は監視制御盤 中は送,変電保護
-通信盤



同構内にある Diesel-Generator 三菱重工と東芝 5MW x 2 6.3/15kV
下は Diesel 部品のメンテナンス



GS2 近傍の IPP(Cambodia-Utilities-PTE-LTD)-CII'発電機 6 台で 36MW
1 台予備イタリー製 6.3/15kV 上は監視制御中はフィーダー用遮断機盤



送り出し変圧器 下は延焼防止用変圧器隔壁 道路を挟んで右側に EDC の受電用遮断機盤がある 発生電力の全てを EDC に売電する

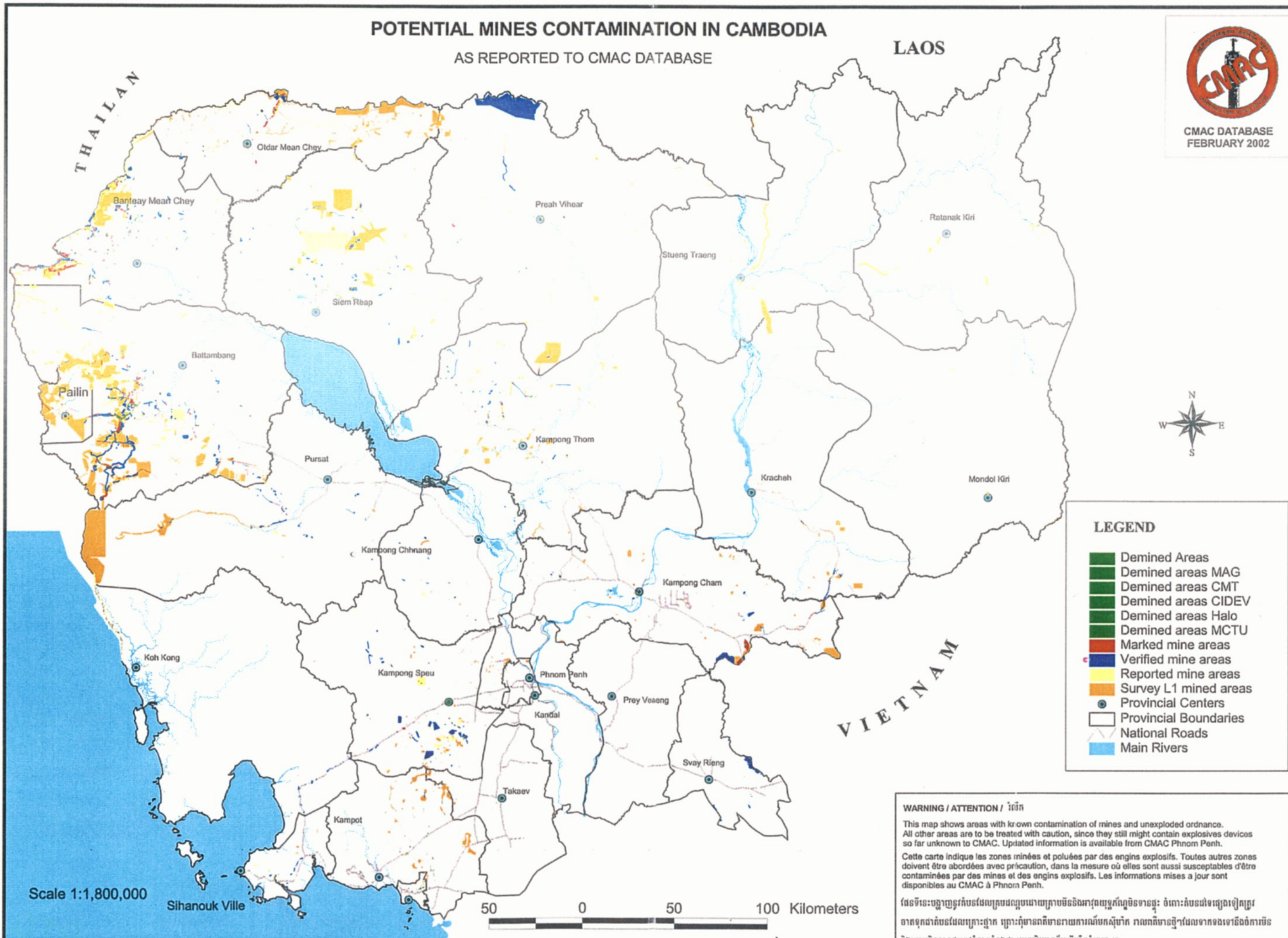
POTENTIAL MINES CONTAMINATION IN CAMBODIA

AS REPORTED TO CMAC DATABASE

LAOS



CMAC DATABASE
FEBRUARY 2002



LEGEND

- Demined Areas
- Demined areas MAG
- Demined areas CMT
- Demined areas CIDEV
- Demined areas Halo
- Demined areas MCTU
- Marked mine areas
- Verified mine areas
- Reported mine areas
- Survey L1 mined areas
- Provincial Centers
- Provincial Boundaries
- National Roads
- Main Rivers

WARNING / ATTENTION / វិបត្តិ

This map shows areas with known contamination of mines and unexploded ordnance. All other areas are to be treated with caution, since they still might contain explosives devices so far unknown to CMAC. Updated information is available from CMAC Phnom Penh.

Cette carte indique les zones minées et polluées par des engins explosifs. Toutes autres zones doivent être abordées avec précaution, dans la mesure où elles sont aussi susceptibles d'être contaminées par des mines et des engins explosifs. Les informations mises à jour sont disponibles au CMAC à Phnom Penh.

ផែនទីនេះបង្ហាញនូវតំបន់ដែលត្រូវបង្ហាញដោយប្រាកដនឹងមានអាវុធស្នូកស្នូមិនទាន់ផ្ទុះ ចំពោះតំបន់ដទៃទៀតត្រូវបានចាត់ទុកថាមានគ្រោះថ្នាក់ ព្រោះពួកវាអាចមានអាវុធស្នូកស្នូមិនទាន់ផ្ទុះ ដែលមិនទាន់ដឹងថាមាន និងប្រាកដនឹងមានផ្ទុះត្រូវទំនាក់ទំនងជាមួយការិយាល័យស៊ីម៉ាភ្នំពេញ ។

Scale 1:1,800,000

50 0 50 100 Kilometers

THIS INFORMATION IS OFFICIALLY DISTRIBUTED BY CMAC DATABASE PHNOM PENH H.Q WITH FREE OF CHARGE

POTENTIAL UXO CONTAMINATION IN CAMBODIA

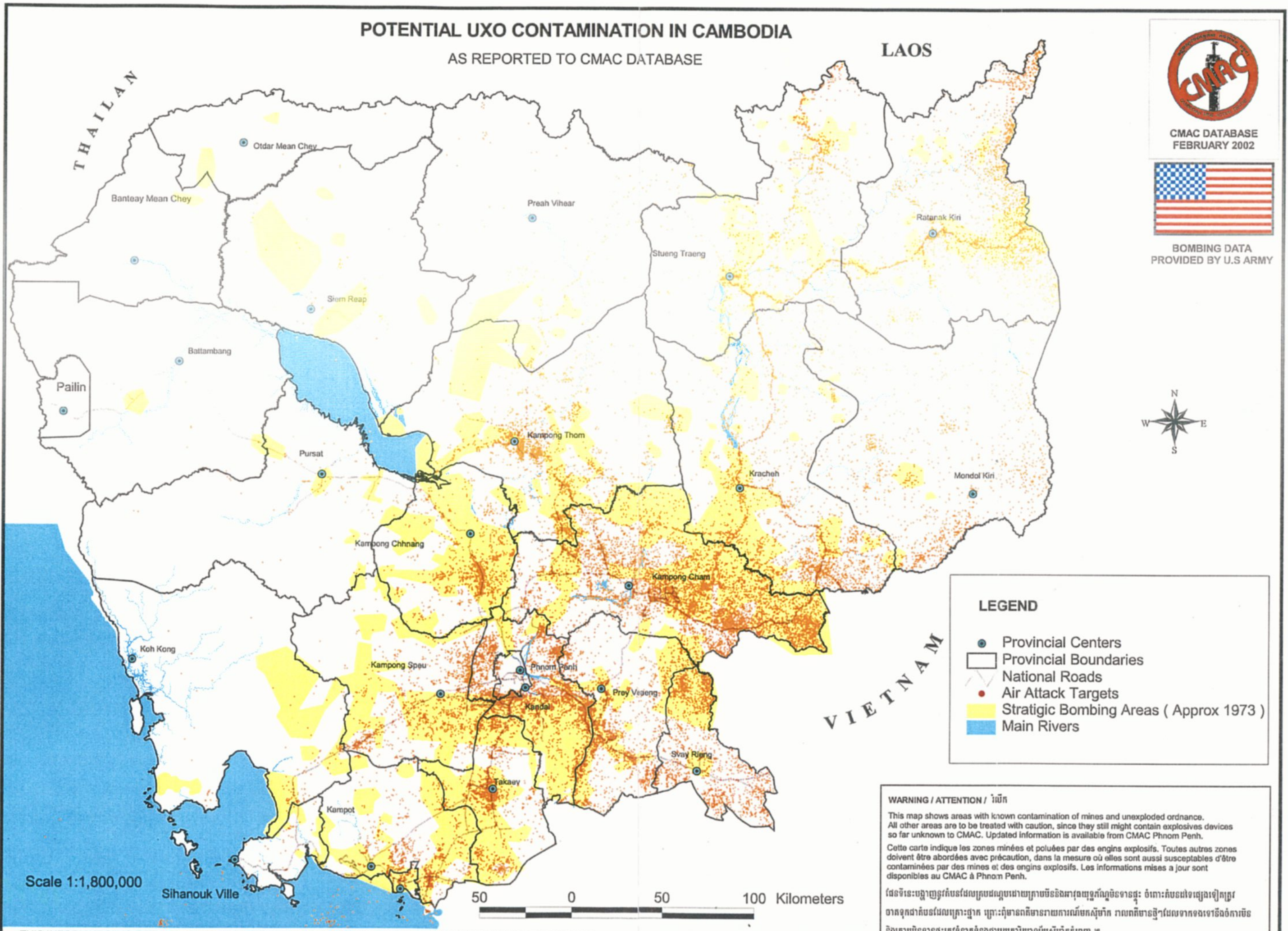
AS REPORTED TO CMAC DATABASE



CMAC DATABASE
FEBRUARY 2002



BOMBING DATA
PROVIDED BY U.S ARMY



LEGEND

- Provincial Centers
- Provincial Boundaries
- National Roads
- Air Attack Targets
- Strategic Bombing Areas (Approx 1973)
- Main Rivers

WARNING / ATTENTION / វិបាក

This map shows areas with known contamination of mines and unexploded ordnance. All other areas are to be treated with caution, since they still might contain explosives devices so far unknown to CMAC. Updated information is available from CMAC Phnom Penh.

Cette carte indique les zones minées et polluées par des engins explosifs. Toutes autres zones doivent être abordées avec précaution, dans la mesure où elles sont aussi susceptibles d'être contaminées par des mines et des engins explosifs. Les informations mises à jour sont disponibles au CMAC à Phnom Penh.

ផែនទីនេះបង្ហាញនូវតំបន់ដែលត្រូវដកដង្ហើមដោយក្រុមមីននិងអាវុធចម្លង់ដែលមិនទាន់ផុះ ចំពោះតំបន់ដទៃទៀតត្រូវ ចាត់ទុកជាតំបន់ដែលត្រូវប្រុងប្រយ័ត្ន ព្រោះពុំមានព័ត៌មានរាយការណ៍មកស៊ើបអើក រាល់ព័ត៌មានថ្មីៗដែលទាក់ទងទៅនឹងចំណុចនេះ គួរត្រូវប្រុងប្រយ័ត្នផ្អែមទៅលើការប្រយោជន៍ជាមួយការិយាល័យស៊ើបអើកភ្នំពេញ ។

Scale 1:1,800,000

Sihanouk Ville

50 0 50 100 Kilometers

THIS INFORMATION IS OFFICIALLY DISTRIBUTED BY CMAC DATABASE PHNOM PENH H.Q WITH FREE OF CHARGE

現地収集資料リスト

1. 法律、政策関係

- 1) Electricity Law of the Kingdom of Cambodia, February 2, 2001
- 2) Procedures for issuing, revising, suspending, revoking or denying licenses, October 1, 2001, Electricity Authority of Cambodia
- 3) Electricity Authority of Cambodia, October, 2001, EAC
- 4) License for providing the electric power services, December 2001, EAC
- 5) Draft The Rule on the Conditions of Supply of electricity to Consumer in Cambodia, EAC
- 6) Consolidated License for Providing Electric Power Generation, National Transmission and Distribution in the Kingdom of Cambodia, February 1, 2002, EAC
- 7) Rural Electrification Fund of the Royal Kingdom of Cambodia Volume 1 Organization and Management of RET, November, 2001, MIME

2. その他資料

- 1) Electricite du Cambodia 2000, Corporate Planning and Project Department, EDC
- 2) Electricite du Cambodia Training Center, EDC
- 3) Organization and Facilities of Power System Operation Part 2 Concrete Plan for an Instruction of Load Dispatch System, April 14, 2000, Yukiteru Takeya (JICA Expert)
- 4) カンボディア電力セクター概要、2000年2月、西川 力 (JICA 専門家)
- 5) Report and Recommendation of the President to the Board of Directors on a Proposed Loan to the Kingdom of Cambodia for the Provincial Towns Improvement Project, November, 1999, ADB
- 6) List of customer that using its private generators, 2001, EDC