

タイ

## PEA 送電網拡充事業 (7-2)

外部評価者：OPMAC 株式会社 飯田利久、宮崎慶司

### 0. 要旨

本事業は、タイ北部地域 9 県で配電用変電所および連結する送電線を整備することにより、同地域の電力需要の伸びに応じた電力安定供給、供給信頼度向上を図り、もって同地域の地方産業振興および民生安定に寄与することを目的としている。本事業は、タイの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。本事業対象地域の変電所は安定的な稼働率で稼働しており、また、電圧降下も大幅に改善しているほか、停電時間・回数的大幅改善も見られ、タイ北部への電力の安定的な供給、電力システムの信頼度向上が図られている。加えて、地域経済へのインパクトも認められることから有効性は高い。事業費は計画内に収まったものの、関係機関との調整、送電線ルート変更に伴う設計変更等に時間を要したことによる事業遅延があり、効率性は中程度である。また、本事業の維持管理は、体制、技術、財務状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本プロジェクトの評価は非常に高いと言える。

### 1. 案件の概要



案件位置図



本事業で建設された変電所(ハンチャット変電所)

#### 1.1 事業の背景

タイの電力供給体制は、タイ発電公社 (Electricity Generation Authority of Thailand: EGAT) がタイ全土の発送電を担当し、送電及び配電については、バンコク都および隣接 2 県 (サムットプラカン県、ノンタンブリ県) への一部は首都圏配電公社 (Metropolitan Electricity Authority: MEA) が、その他 73 県へは地方配電公社 (Provincial Electricity Authority: PEA) が担当している。PEA は、従来より、地域の電力安定供給の維持、送配電損失および信頼度の向上を目的として送配電網の継続的な設備増強を行ってきた。PEA による送配電網整備を支援するために、1970 年以降、継続的に円借款が供与されてきており、その結果、1970 年代に 20% 以下であった地方電化率が 1999 年には 99% 近くにまで改善した。そのため、第

7次国家経済社会計画（1991-1995年）では政府の電力政策は電力普及拡大という量的な面に重点が置かれていたが、第8次計画（1996-2001年）では電力供給の質的改善に重点をおいた政策へと移行した。

タイ国内の最大電力需要は、好調な経済状況を反映して、経済危機の影響を受けた1998～1999年以前の1991年から1997年の間には年平均10.8%といった大幅な増加率を記録し、2000年には過去最大電力需要を更新した。国家エネルギー政策事務局(National Energy Policy Office: NEPO<sup>1</sup>)によれば、最大電力需要は2001年以降も年率6%以上増加することが予想されていた。タイ北部においても、一般家庭用・産業用需要とも、タイ全体の電力需要予測と同様、年率6%以上の伸びが想定されていた一方、停電時間については、タイ北部と首都圏間に依然として地方間格差が生じていた。そのため、タイ北部地域の安定電力供給の維持、電力システムの信頼度向上、送配電損失低減のため電力需要の伸びに応じた効率的な設備形成が必要となっていた。

## 1.2 事業概要

タイ北部地域<sup>2</sup>のうち9県（チェンマイ、チェンライ、ランパン、カンペンペット、ピサヌローク、プラエ、チャイナット、シンブリ、ナコンサワン）を対象に、11の配電用変電所を新設するとともに、既設の11変電所から各配電用変電所に電力を供給する送電線を新設することにより、同地域の電力需要の伸びに応じた電力安定供給および供給信頼度向上を図り、もって同地域における地方産業振興および民生の安定に寄与するものである。

円借款承諾額／実行額	2,326百万円／1,337百万円
交換公文締結／借款契約調印	2002年3月／2002年3月
借款契約条件	金利2.2%、返済25年（うち据置7年） 一般アンタイド
借入人／実施機関	地方配電公社／同左（タイ国政府保証）
貸付完了	2009年7月
本体契約	—
コンサルタント契約	なし
関連調査（フーズビリティー・ステイ：F/S）等	なし
関連事業	なし

<sup>1</sup> 2002年10月1日施行のタイ省庁再編法に基づいてエネルギー省が新設され、NEPOはエネルギー省エネルギー政策計画局（Energy Policy and Planning Office: EPPO）となった。

<sup>2</sup> PEAの事業地域は北部、東北部、中部、南部の4地域に分割されており、PEA事業地域のタイ北部とは、行政区分の北部エリア17県のほかに3県（チャイナット、ロップリ、シンブリ）を加えた全20県。

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

飯田 利久 (OPMAC 株式会社)

宮崎 慶司 (OPMAC 株式会社)

### 2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2011年8月～2012年8月

現地調査：2012年1月8日～1月25日、2012年4月1日～4月6日

### 2.3 評価の制約

特になし。

## 3. 評価結果 (レーティング：A<sup>3</sup>)

### 3.1 妥当性 (レーティング：③<sup>4</sup>)

#### 3.1.1 開発政策との整合性

審査時点におけるタイの国家計画である第8次国家経済社会開発計画(1997～2001年)では、「地方、農村部でのインフラの改善、拡張」が目標の一つとして掲げられていた。当該国家計画期間の国家エネルギー政策事務局(National Energy Policy Office: NEPO)策定のエネルギー政策では、「電力需要の伸びに応じた安定的な供給力と妥当な価格確保」および「効率的、経済的なエネルギー利用の推進」を含む4つの重点政策が提唱されており、その戦略の一つとして発電能力強化および送配電システムの信頼度の向上が掲げられていた。また、MEAとPEAに対して信頼度向上に係る具体的な目標値が掲げられていた<sup>5</sup>。実施機関であるPEAは、第8次計画に対応したPEA送配電開発計画(1997～2001年)を策定し、その中で6分野への投資計画が提言されており、本事業はその6分野のうちの「送電網拡充事業」に含まれていた。

事後評価時点の第10次国家社会経済開発計画(2007～2011年)では、その目的に「貿易、投資における公正競争の確保、人口の全階層に対する開発便益の公正な配分に係るメカニズムの構築」が提唱されており、その戦略の一つとして「インフラ整備を、公平でバランスのある方法で、地域需要に対して十分且つ適切に提供する」が掲げられている。また、第10次計画に基づくエネルギー省のエネルギーセクター政策<sup>6</sup>では、「環境保護に配慮したエネルギー開発、生産、利用の推進」が謳われている。さらに、PEA送配電開発計画(2007～2011年)では、①標準化された高品質、安定的で信頼できる電力供給システムの構築、

<sup>3</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>4</sup> ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

<sup>5</sup> 第8次計画では、PEAの1需要家当たり停電回数(回/年)の目標値(2001年)は17.5、1需要家当たり停電回数(分/年)は1,050であった。

<sup>6</sup> 2008年2月18～20日、国会でのサマック首相によるエネルギー政策に係る政府政策ステートメント。

②顧客の電力需要を充足する高品質の電力供給システムの構築、③政府政策に沿った農業地域への電力サービス提供の拡張、がその目標として掲げられている。

審査時点および事後評価時点において、地方、農村部のインフラ整備というタイ政府の開発政策に変化はない。本事業は、タイ北部で増加する電力需要に対応するための送電インフラを整備する事業であり、審査時点および事後評価時点にかけてのタイ政府基本方針との整合性を有していると判断される。電力セクター政策でも効率的なエネルギー利用が引き続き謳われており、電力の安定供給を目的とする本事業との整合性を引き続き有していると判断される。また、PEA 送配電開発計画では、電力の安定的供給、電力供給の信頼度向上、農業地域への電力サービスの提供拡張が評価時点でも優先事項となっており、本事業の目的は現在の整備計画の目的にも合致するものである。

このように、本事業は審査時点および事後評価時点における開発施策の重点事項との整合性を有していると判断される。

### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

審査時点では、タイ北部の 2000 年における最大電力需要は 1,457MW であり、2001 年以降、一般家庭・産業需要とも年平均 6%以上の伸びが想定されていた。一方、電力供給信頼度に関する指標の一つである停電時間は、2001 年時点で首都圏の年間 63.6 分に対しタイ北部では年間 958.5 分と依然として大きな格差が生じていた。また、本事業対象エリアの電力需要増加により既設配電用変電所への過負荷の発生や基準以上の電圧降下が発生しており、タイ北部の経済発展促進や民生の安定化を図るためには、電力供給安定化、送配電損失改善、供給信頼度向上をするための設備増強が必要であった。

事後評価時点では、タイ北部の 2001 年から 2010 年の間の電力需要は、審査時点見込みとほぼ同じ年平均 6.6%の伸びを示した。また、本事業対象となった 9 県の一般家庭用・産業用電力需要は、同期間にそれぞれ年平均 3.5~6.1%および 4.1~11.2%増加した。特に本事業対象 9 県中 7 県において産業用電力需要が年平均 7%超の高い伸びを示すなど、地元企業の生産量増、新規企業参入等の影響などにより産業用電力需要は増加している。PEA では、2011 年以降 10 年間のタイ北部地域の電力需要増加率を年平均 4.4%と想定しており、引き続き旺盛な電力需要が見込まれている。下表 1 はタイ北部と首都圏における 1 需要家あたりの年間停電回数および 1 需要家あたりの年間停電時間の比較を示したものである。2001 年に比して 2010 年時点のタイ北部の停電回数・時間は大幅に改善されているが、未だ首都圏との格差を有しており安定的電力供給のために更なる施設整備が必要である。

表 1：タイ北部と首都圏の年間停電回数/時間

	2001			2010		
	全国 (首都圏除く)	北部	首都圏	全国 (首都圏除く)	北部	首都圏
停電回数 (回数/年)	16.0	17.2	2.8	8.9	8.76	1.72
停電時間 (分/年)	921.5	958.5	63.6	350.1	291.7	46.9

出所：PEA 提供資料

注：首都圏は MEA の電力供給地域であるバンコク都、サムットプラカン県、ノンタンブリ県。

上記のように、本事業審査時点および事後評価時点においても、タイ北部の電力需要は高く、安定的な電力供給、電力供給信頼度の地域間格差縮小を図るためには引続き施設設備増強等の必要性が高いことから、本事業の必要性は事後評価時点でも認められる。

### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時点における外務省の対タイ国別援助計画（2000年5月）では、地域間格差、経済インフラ整備が重点分野として取り上げられていた。また、海外経済協力業務方針（1999年12月）では、急速な経済成長に伴う地方間格差の是正、産業・経済の急速な発展に伴い不足している経済インフラ整備が重点項目の中に挙げられていた。本事業はタイにおける経済インフラ整備を通じて、地域間の電力供給信頼度格差縮小を目的とするものであることから、日本の援助政策との整合性を有していると判断される。

以上より、本事業の実施はタイの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

## 3.2 有効性（レーティング：③）

### 3.2.1 定量的効果（運用・効果指標）

#### (1) 変電所稼働率

本事業により新設された 11 変電所の、完成時<sup>7</sup>における各対象地域内の変電所稼働率平均<sup>8</sup>は 32～73%であり、いずれの対象地域も目標値である 75%以下を達成しているとともに、PEAの通常時運用基準内<sup>9</sup>でもあり、安定的な電力供給が実施されていると判断される。2010年時点での実績値を見ると、対象 11 地域のうち 10 地域で変電所稼働率平均率は 38～64%と安定的な稼働率となっている。残り 1 地域の変電所稼働率平均が 84%になっているが、これは既設変電所の電力供給地域が広範なために 100%超の稼働率となっていることによるものであるが、2010 年末に近隣に変電所が新設され、さらにもう一つの変電所が 2014 年までに近隣に新設される予定であり、当該対象地域の変電所稼働率平均は 75%以下になることが見込まれている。

<sup>7</sup> 本事業による各新設変電所完成、運転開始は 2005 年 12 月～2007 年 12 月。

<sup>8</sup> 定格容量に対する最大負荷の割合。

<sup>9</sup> PEA における安定的電力供給実施のための通常運用時での最大稼働率基準は 75%、最低基準は設定されていない。

表 2：本事業対象地域内の変電所稼働率平均

単位：%

	2001年8月 (基準値)	目標値 (完成時)	実績値 (各変電所完成時) (2005～2007年)	実績値 (2010年)
本事業で新設された変電所の配電地域の変電所稼働率平均	42～90%	75%以下	32～73%	38～84%

出所：PEA 提供資料

なお、本事業により新設された 11 変電所の稼働率は、表 3 に示す通り 2010 年時点で 22～94%となっている。そのうち、1 か所が 94%、1 か所が 22%と両極端な稼働率になっているが残りの 9 変電所については 44～73%の負荷状況であり安定的な電力供給を実施していると判断される。高稼働率となっているロンクワン変電所のその要因は、経済性を考慮して、EGATから廉価な電力を安定的な電力供給が可能な範囲内でロンクワン変電所系統を通じて購入しているためである<sup>10</sup>。

一方、22%と低稼働率のチンダオ変電所は、連結する配電網が一部未整備であることから、当該変電所対象の一部地域への電力供給を別系統から供給していることおよび実際の電力需要が予想需要を下回ったことによるものである。このように、接続配電網の未整備により新設変電所稼働率が低いなど、本事業のインパクト発現の制約となる可能性となる要因はあるものの、評価時点では他変電所からの電力供給により対象地域へは安定的な電力供給が実施されていることから、当初想定した事業効果の発現を妨げてはいない。なお、稼働率が 94%超となっているロンクワン変電所のほか、チャンコン変電所、ハンカ変電所は PEA 第 11 次送配電整備計画（2011～2016 年）で変圧器の増設が予定されている。

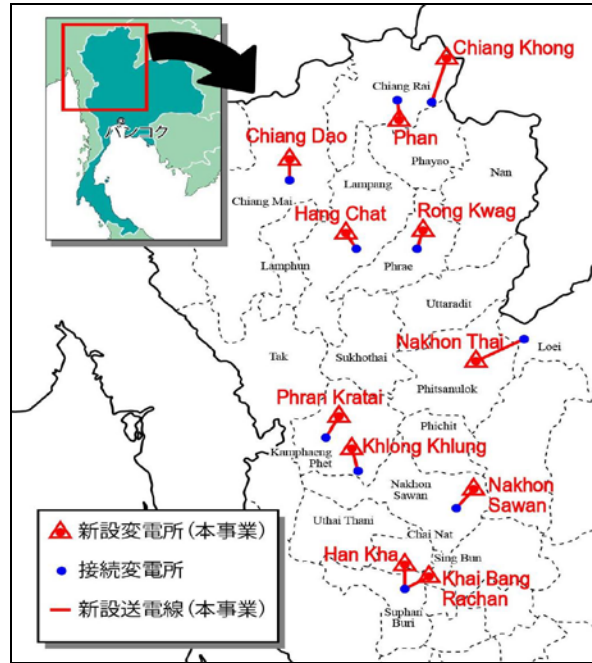


図 1：本事業で建設された変電所、送電線位置図

<sup>10</sup> 当該地域では、PEA は EGAT から 115kV と 22kV の電力を購入しているが、115kV の方が買電価格が割安であることから、電圧を 115kV から 22kV に降下するロンクワン変電所を通じて主に電気を購入している。

表 3：本事業により新設された変電所の稼働率

単位：%

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
チンダオ変電所（チェンマイ県）	-	27.96	15.29	14.93	17.11	22.44
チャンコン変電所（チェンライ県）	-	-	46.47	53.78	64.00	71.11
ファン変電所（チェンライ県）	-	-	39.78	43.56	47.56	49.78
パンチャット変電所（ランパン県）	-	-	41.07	54.40	65.24	64.53
クロクワン変電所（カンペンハット県）	-	49.33	57.78	57.33	52.22	57.33
ブランクタイ変電所（カンペンハット県）	-	39.11	56.89	53.78	70.67	69.33
ナコンタイ変電所（ビッサヌローク県）	20.44	32.89	37.33	41.33	43.11	44.89
ロンクワン変電所（フラー県）	51.60	78.80	86.40	87.20	83.60	94.40
パンカ変電所（チャイット県）	-	56.44	66.22	68.89	73.78	73.78
カイハソラチャン変電所（シブプリ県）	-	-	50.00	53.33	55.83	57.22
ナンブア変電所（ナンソワン県）	-	-	29.78	59.38	68.09	69.87

出所：PEA 提供資料

## (2) 電圧降下率

過去のデータが入手困難であったため、事後評価時点で入手可能なデータのみによる分析であるが、2012年2月時点での対象地域の通常時電圧降下率（最終需要家での電圧降下率）は2～9%であり、審査時（2001年8月）の7～23%に比して、大幅に改善され電力供給信頼度が向上されたと言える（表4）。現在のPEAおよびエネルギー省エネルギー政策計画局の通常時における電圧変動許容基準<sup>11</sup>は、送電および高圧配電レベル（22kV以上）の電圧変動許容率は±5%、低圧配電部分（220Vおよび380V）のそれは±10%となっている。審査時設定の目標値<sup>12</sup>である電圧降下率5%以下を満たすのは11変電所中1変電所のみであるが、全新設変電所の電圧降下率が現在のPEAおよびエネルギー政策計画局基準の範囲内に収まっており、本事業による新設変電所建設およびそれに連結する配電網整備事業<sup>13</sup>と併せて、本事業が電力供給信頼度向上に貢献していると判断される。電圧降下率の更なる低下には、自動電圧調整装置等の設置など配電網の更なる整備が必要である。

表 4：対象地域の電圧降下率

	基準値 (2001年8月)	目標値 (完成時)	実績値 (各変電所完成時) (2005～2007年)	実績値 (2012年2月)
対象地域の電圧降下率	7～23%	5%以下	NA	2～9%

出所：PEA 提供資料

<sup>11</sup> 現在のPEAおよびエネルギー省エネルギー政策局の電圧変動許容基準は以下のとおり。①115kV：通常時（±5%、109.25kV-120.75kV）、非常時（±10%、103.5kV-126.5kV）、②22kVおよび33kV：通常時（±5%、20.9kV-23.1kV、31.35kV-34.65kV）、非常時（±10%、19.8kV-24.2kV、29.7kV-36.3kV）、③220Vおよび330V：通常時および非常時（±10%、200V-240V、342V-418V）

<sup>12</sup> JICA 審査時資料によれば、PEAの電圧変動許容基準は、NEPO（現EPPO）基準に沿って、全ての電圧において±5%であった。

<sup>13</sup> 本事業11新設変電所のうち9変電所に連結する配電網については、第9次、第10次PEA送配電開発計画で改善整備が実施されている。



チンダオ変電所



クロン克蘭変電所



プランクラタイ変電所

### 3.2.2 定性的効果

今次事後評価では、本事業の受益が想定される大口電力需要家 15 件（主に製造業、農業関連産業）へのインタビューを実施した。需要家からは、5 年前と比較して、①停電、短時間停電<sup>14</sup>に関しては、従前は月 2～3 回程度の停電、月 5～10 回程度の短時間停電が発生していたが、現在では、月 1 回の停電、月 1～2 回の短時間停電とその頻度は大幅に減少している。但し、雨季には引続き短時間停電が頻繁に発生している。②電圧変動は、従前は月 4～7 回程度発生していたが、現在は年数回の発生と電圧は安定している。③電力供給量は現在十分に確保されており、現状の電力供給事情には概ね満足しているとの回答があった。この結果は、上記の安定的な負荷率による変電所稼働による安定的電力供給および電圧低下率の減少による電力供給信頼度向上を裏付けるものである。

### 3.3 インパクト

#### 3.3.1 インパクトの発現状況

##### (1) タイ北部の電力供給信頼度の向上

タイ北部の 2010 年の 1 需要家当たりの停電回数および停電時間は、審査時点の 2001 年に比して、それぞれ 49.0% および 69.9% 減少しており、いずれも大幅な改善が図られている。同期間のタイ北部の停電回数および停電時間の改善率は、PEA 全体の改善率（それぞれ 44.3% および 62.0%）、MEA 全体の改善率（38.8% および 26.3%）に比していずれも高く、地域間格差は依然として存在するものの、その電力供給信頼度に係る地域間格差の縮小が図られている（表 5 および表 6 参照）。この停電回数・時間の減少要因として、①本事業による変電所新設により、増加する電力需要へのシステム対応力が強化されたこと、および変電所から電力利用者までの配電線の距離が短縮されたことにより、送配電線の維持管理が容易になったこと、②世銀支援により導入された監視制御システム（Supervisory Control Data Acquisition : SCADA）および本事業により設置されたコンピュータベース変電所制御システム（Computerized System Control System : CSCS）の稼働により問題箇所把握が即時可能となり、修理人員派遣がより迅速化されたこと、などが挙げられる。本事業がタイ北部の一部地域を対象にしていることから<sup>15</sup>、本事業のタイ北部の停電回数・時間減少への寄与は限定的ではあるが、上記の理由により、本事業がタイ北部の電力供給信頼度向上およびその地域間格差縮小に一定の貢献を果たしていると判断される。

<sup>14</sup> 需要家へのインタビュー調査では、短時間停電を数秒間程度の短い時間の停電と定義した。

<sup>15</sup> 本事業により新設された 11 変電所の 2010 年における総電力供給量は約 918GWh であり、北部全体の総電力供給量 14,436GWh（98 変電所）の約 6.4% を占める。



表 5 : 1 需要家当たりの停電回数の推移

単位：回数/年

	2001	2006	2007	2008	2009	2010	改善率 (2001-2010)
全国（首都圏除く）	16.01	11.82	11.32	10.31	9.57	8.85	44.3%
北部	17.16	11.82	10.90	10.37	9.00	8.76	49.0%
首都圏	2.81	1.67	2.39	2.30	1.87	1.72	38.8%

出所：PEA 提供資料

注：首都圏は MEA の電力供給地域であるバンコク都、サムットプラカン県、ノンタンブリ県。

表 6 : 1 需要家当たり停電時間の推移

単位：分/年

	2001	2006	2007	2008	2009	2010	改善率 (2001-2010)
全国（首都圏除く）	921.51	552.74	508.27	442.64	385.93	350.06	62.0%
北部	958.51	500.16	461.85	382.03	313.99	291.27	69.6%
首都圏	63.65	37.10	59.65	50.65	47.06	46.92	26.3%

出所：PEA 提供資料

注：首都圏は MEA の電力供給地域であるバンコク都、サムットプラカン県、ノンタンブリ県。

## (2) 地域経済の持続的発展への貢献

下表 7 にあるように、本事業対象県の一般家庭用・産業用電力需要は 2003 年～2010 年にかけて、それぞれ年平均 5.0%、7.5%増加している。特に、本事業対象 9 県中 5 県における産業用電力需要は、地元企業の生産拡大や新規企業参入等の影響により、年平均 8%超の高い伸びを示すなど、本事業対象地域の電力需要は引き続き旺盛である。地元商工会議所、中央政府県事務所のインタビューでは、概して、近年地域経済活動が活発化しており、従前の農業関連産業の生産活動拡張に加え、繊維業、自動車部品産業、ロジスティクス産業、電器機器産業、ホテル業、加工冷凍食品工場、ショッピングセンター、レストラン、給油所等の新たな製造・サービス企業の地域参入、企業数、雇用数の増加が認められ、安定的電力供給、電力供給信頼度向上がこの地域経済活動活性化の一要因として貢献しているという認識であった。

表 7 : 本事業対象 9 県の電力需要年平均増加率

	電力需要年平均増加率 (2003-10 年)			電力需要年平均増加率 (2003-10 年)	
	一般家庭用	産業用		一般家庭用	産業用
チェンマイ県	6.1%	5.8%	プラエ県	4.2%	7.5%
チェンライ県	4.9%	10.1%	チャイナット県	4.2%	10.3%
ランバン県	3.5%	4.1%	シンブリ県	3.9%	11.2%
カンペンペット県	4.9%	8.2%	ナコンサワン県	4.9%	8.0%
ピサヌローク県	5.1%	7.9%	本事業対象 9 県	5.0%	7.5%

出所：PEA 提供資料

下表 8 は、本事業対象 9 県の 2003 年から 2010 年までの実質県内総生産（Gross Provincial Product: GPP）成長率を示している。経済成長には様々な要因が影響していることや、本事業対象地域が各県の一部に限定されているため、本事業による電力供給安定の各県経済成長率への効果を測定することは困難である。しかしながら、前述したように、各県商工会議所や中央政府県事務所からは、電力供給安定化により新規企業参入等産業活動が活発化しているという意見が聞かれたことや、産業用電力需要が大幅に増加したチェンライ県、チャイナット県、シンブリ県などでは、その電力需要増加を反映するように、製造業生産高が大幅に増加しており、本事業が対象県の経済成長の下支えの役割を果たしていると考えられる。

表 8：本事業対象 9 県経済成長率

	実質 GPP 年平均成長率 (2003-10 年)			名目 GPP 年平均 成長率 (2003-10 年)
	実質 GPP	うち製造業	うち農業	
チェンマイ県	2.36%	3.33%	-0.14%	6.43%
チェンライ県	4.08%	21.49%	0.81%	11.42%
ランパン県	1.08%	2.36%	0.49%	7.13%
カンペンペット県	0.17%	-2.42%	0.88%	8.12%
ピサヌローク県	2.00%	6.29%	0.16%	8.59%
プラエ県	1.59%	3.28%	1.92%	7.09%
チャイナット県	0.21%	2.40%	-2.59%	8.25%
シンブリ県	2.75%	5.96%	-3.14%	7.96%
ナコンサワン県	1.48%	2.05%	-0.04%	8.59%
本事業対象 9 県	1.72%	1.37%	-0.15%	
タイ全体	4.15%	5.30%	0.75%	

出所：タイ国家経済社会開発庁

### (3) 住民の生活の質の向上

県自治体や地元商工会議所によれば、電力供給信頼度向上に伴い、電圧降下等による電気製品の故障の心配が薄れたことや、地域経済活性化による収入増等により、テレビ、コンピュータ、洗濯機、冷蔵庫等の高額家電の購買が可能となり、人々の生活水準が向上しているという意見が聞かれた。

### (4) 送電損失減少に伴う発電量低減による二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）排出削減効果

PEAが行った試算（推計）<sup>16</sup>によると本事業のCO<sub>2</sub>削減効果は 5,949 トン/年であった。本推計によるCO<sub>2</sub>削減効果は、対象送配電線の送配電損失をシミュレーションで推計する等利用可能データの制約により複数のシミュレーションが用いられているため、あくまでも参考程度の数字と考えられる。しかしながら、本事業による新設変電所設置により送配電線

<sup>16</sup> JICA 地球環境部気候変動対策室、「JICA 気候変動対策支援ツール(Climate-FIT) (緩和策)：試行版 Ver1.0」、2011 年 6 月。本ツールは途上国の気候変動対策を支援する際の方針検討やプロジェクト形成に役立つための参考資料（JICA ホームページより）。

が短縮されたことに伴う送配電損失の減少を通じて、ある程度のCO<sub>2</sub>削減効果が存在すると推測される。

#### 【コラム】受益者へのインタビュー

今次事後評価では、本事業の企業活動へのインパクト等を把握するために、本事業の受益が想定される大口電力需要家 15 先（主に製造業、農業関連産業）へのインタビューを実施した。本事業による電力供給事情の変化は **3.2.2 定性的効果** で述べたとおりであるが、電力供給事情の改善に伴い、企業生産性向上、施設破損減少、製品の質向上等企業活動に対する正のインパクトが確認された。具体的なインパクトは以下のとおりである。

- ① 停電、短時間停電により生じていた生産ライン停止に伴う作業アイドリング時間の減少、生産ライン再稼働に要する時間節約を通じた生産性の向上、
- ② 停電、短時間停電や電圧変化の際に発生していた欠陥商品製造の減少およびそれに伴う製品納期遵守など、製品品質の均一化およびサービスの質の向上、
- ③ 電圧変化に伴う製造機器への損害の減少、
- ④ 自家発電機利用頻度減少、利用時間短縮に伴う燃料費の節約、
- ⑤ 上記による製造量増加、品質向上に伴う新販路の拡張

このように、必ずしも本事業のみの効果だけではないものの、電力の安定供給、および信頼度向上を目的とする本事業が当該地域のビジネス活動発展に一定の貢献を果たしていると判断される。

### 3.3.2 その他、正負のインパクト

#### (1) 自然環境への影響

PEA によれば、本事業による自然環境への負のインパクトは認められない。変電所の騒音は 77 デシベル以下にすることが義務付けられており、変電所騒音等に関する苦情もない。送電線、変電所点検の際には、変圧器からのオイル漏れや騒音等に係るチェックをしており、これまで問題は認められていない。

#### (2) 用地取得及び住民移転

本事業では新設変電所建設用地として 9 カ所において合計 198,400m<sup>2</sup> の用地が、総額 43.9 百万円で取得されている。そのうち、民間からの用地取得面積は 15,200m<sup>2</sup> であり、残りは政府から取得されている。民間からの用地取得の場合、新設変電所建設予定地域から入札により民間用地提供者を募集する方式を実施しているため、全ての用地取得は地権者同意の下で実施されている。また、住民移転は発生していない。なお、PEA は送電線を道路沿いに優先的に使用する権利を有しているため、送電線建設に係る用地取得は無い。

以上より、本事業実施により概ね計画通りの効果の発現が見られ、有効性・インパクトは高い。

### 3.4 効率性（レーティング：②）

#### 3.4.1 アウトプット

本事業の計画アウトプットは、タイ北部 9 県（チェンマイ、チェンライ、ランパン、カンペンペット、ピサヌローク、プラエ、チャイナット、シンブリ、ナコンサワン）において、①115kV 送電線敷設（11 ルート、総亘長 455 km）、②115/22kV 配電用変電所建設（11 変電所（変圧器 11 台）、総変圧器容量 375MVA）であった。実績アウトプットは、②については計画通り、①については送電線総亘長が 362 km に短縮された以外はほぼ計画通りであった。送電線総亘長の短縮要因は、①事業実施中に、本事業による新規変電所近隣に EGAT による変電所が新設されたことに伴い、送電線距離の短縮による送電損失および送電線敷設費用減少を考慮して、接続変電所を当該変電所に変更したこと、②実測により、予定送電線ルートでの送電線建設が困難と判断されたため、新設変電所建設地が変更となったこと、③事業実施中に新規大口電力需要家が現れたことに伴い送電線ルートが変更されたこと、④計画段階では地図上で距離を測定しているが、実測されたことによる送電線距離の変更、等が挙げられる。

PEA の複数の送配電線整備、変電所整備事業は、単一の送配電線建設というよりも、むしろ電力供給ネットワーク構築という側面が強いため、ネットワークとして効率の最も良い送配電線経路、変電所建設地が選択される。特に、事業実施期間が長い場合には新規大口電力需要家の出現等に合わせて、建設コスト、送配電損失等を総合的に考慮して最も効率的な経路が選択されることから、計画と実績では送配電線経路が異なる場合が多い。本案件の送電線距離の変更も、同様の理由により実施されているものであり、送電線総亘長の変更は適切であると考えられる。



115kV 送電線



50MVA 変圧器



蓄電器

#### 3.4.2 インプット

##### 3.4.2.1 事業費

計画事業費は 9,048 百万円（うち円借款承諾額 2,326 百万円）であったのに対して、実績事業費は 6,742 百万円（うち円借款実行額 1,337 百万円）と計画比 75%であり、事業費は計画内に収まった（表 9 参照）。実施機関によれば、送電線総亘長が計画から短縮されたことに伴う資材購入費減額および入札者間の競争激化に伴う落札価格の減少が事業費減少の主な要因として掲げられている。

表 9：計画および実績事業費の比較

単位：百万円

項目	計画						実績					
	外貨		内貨		合計		外貨		内貨		合計	
	全体	うち 円借款	全体	うち 円借款	全体	うち 円借款	全体	うち 円借款	全体	うち 円借款	全体	うち 円借款
建設工事	2,124	2,124	4,529	-	5,653	2,124	1,337	1,337	5,380	--	6,717	1,337
プライスエスケレーション	72	72	438	-	510	72	-	-	-	-	-	-
予備費	130	130	611	-	741	130	-	-	-	-	-	-
税金等	-	-	295	-	295	-	-	-	25	-	25	-
合計	2,326	2,326	6,722	-	9,048	2,326	1,337	1,337	5,405	-	6,742	1,337

出所：JICA 審査時資料および PEA 提供資料

注：交換レート：1 バーツ=2.87 円（2001 年 8 月）（計画）、1 バーツ=2.98 円（2002 年 3 月から 2009 年 7 月の平均）（実績）

## 3.4.2.2 事業期間

計画事業期間は 2002 年 3 月（借款契約調印）から 2005 年 9 月（建設工事完了）までの 43 か月であったのに対し、実績事業期間は 2002 年 3 月から 2007 年 12 月までの 70 ヶ月と計画比 163%（27 ヶ月の遅れ）であり、計画を大幅に上回った（表 10 参照）<sup>17</sup>。遅延の主な要因として、①タイ高速道路局、タイ国鉄、EGAT等の関係機関からの送電線建設認可が必要であり、その調整に想定以上の時間を要したこと、②アジア通貨危機に伴う外貨不足に対応するため、政府機関が輸入品を調達する場合には、閣議承認が必要となり、その手続きに時間を要したこと<sup>18</sup>、③現状の電力需要に合わせた送電線ルート変更に伴うルート設計、費用見積作業、関係機関との調整に時間を要したこと、④変電所建設コントラクターの選定手続きの遅延、が挙げられる。

表 10：計画および実績事業期間の比較

	計画	実績
借款契約調印	2002 年 3 月	2002 年 3 月
調達	2002 年 3 月～2003 年 7 月（17 ヶ月）	2002 年 1 月～2003 年 12 月（24 ヶ月）
送電線建設	2002 年 7 月～2004 年 3 月（21 ヶ月）	2001 年 3 月～2006 年 4 月（注）（55 ヶ月）
変電所建設	2003 年 2 月～2005 年 9 月（32 ヶ月）	2003 年 7 月～2007 年 12 月（54 ヶ月）
事業完成	2005 年 9 月	2007 年 12 月

出所：PEA 提供資料

注：調達、送電線建設が借款契約前から開始されているが、これは PEA が借款契約前に自己資金で実施した送電線建設を本事業スコープにそのまま含めたものであり、建設に要した費用は円借款ポジションから外されている。

<sup>17</sup> 本事業の変電所建設の一部を担当していたコントラクターが変電所建設完了、電圧テスト完了後、資金繰悪化により維持管理保証提供が困難となったことにより、PEA からの最終支払いができないまま、2009 年 12 月に裁判所に再生手続きが申請された。維持管理保証期間（2 年間）における当該変電所の修理に要した費用は PEA から当該コントラクターへの最終支払留保分（10%）から支出されており、実質的に維持管理保証が提供されている。そのため、事業完了月は最終変電所工事完了月（変電所運転開始月）とした。

<sup>18</sup> 本措置は 2007 年 5 月まで継続された。

### 3.4.3 内部収益率（参考数値）

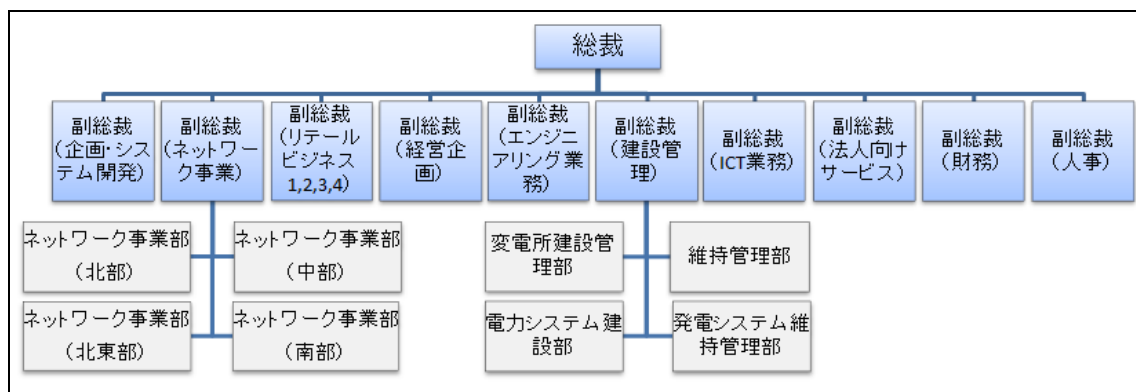
財務的内部収益率（FIRR）、経済的内部収益率（EIRR）のいずれについても、本事業に帰属する便益を合理的に推測することが困難なことから審査時において計算されておらず、そのため評価時点でも計算は行わない。

## 3.5 持続性（レーティング：③）

### 3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業施設の運営・維持管理機関は地方配電公社（PEA）である。PEAはタイ政府が100%保有する国営企業である。タイの送配電分野では、MEAがバンコク都および隣接する2県（サブプラカーン県、ノンタブリ県）の送配電事業を担当し、PEAはそれ以外のタイ全土73県における送配電事業を実施している。本事業の送電施設の運営、予防保守（Preventive maintenance）および是正保守（Corrective maintenance）はネットワーク事業部、変電所施設の運営、予防保守および是正保守は変電所建設管理部が担当しており、北部地域事務所<sup>19</sup>にはこれら2部署からそれぞれ100名（うち技術者40名）および40名（うち技術者15名）の運営維持管理要員が配置されている。

通常送電線維持管理は地域事務所に配置されたネットワーク事業部職員、通常の変電所維持管理は変電所職員および地域事務所に配置された変電所建設管理部職員により実施されている。送電線、変電所施設に特に重大な修理が必要な場合には、本部から人が派遣されて地域事務所変電所建設管理部職員と共同で修理にあたる。なお、PEAではSCADAシステムおよびCSCS活用により変電所無人化計画を試験的に実施している最中であり、変電所には通常4名の常駐体制となっているが、本事業で整備された11変電所の常駐職員数は0～3名であった（0名：1カ所、1名1カ所、3名9カ所）<sup>20</sup>。体制面で維持管理に影響を与える課題は見当たらない。なお、現時点で政府のPEA民営化計画はない。



出所：PEA 提供資料

図2：PEA 組織図

<sup>19</sup> PEAは全国12カ所に地域事務所（北部、東北部、中部、南部各3カ所）を有し、本事業対象地域である北部ではチェンマイ、ピサヌローク、ロップリに地域事務所が設置されている。

<sup>20</sup> 評価時点では、PEA全490変電所のうち、2名以下の職員常駐変電所は117変電所となっている。なお、0名常駐変電所では、PEAの各県事務所に変電所維持管理担当職員を配置させている。

### 3.5.2 運営・維持管理の技術

維持管理に従事する変電所職員のトレーニングは、地域事務所の維持管理担当部署職員により、地域事務所で年 1 回の座学研修および変電所でのオン・ザ・ジョブトレーニング (OJT) が実施されている。座学研修後にはテストを実施し研修者の技術習得状況についても確認している。本事業の維持管理に係る座学研修コースは以下のとおりである。

- 送電線維持管理：年 1 回、合計 40 名
- 電力系統保護：年 1 回、合計 30 名
- 活線維持管理：年 1 回、合計 60 名

変電所職員からは、研修内容や講師の技術的知識に問題なく、有効な研修であるとのことであるが、新たに導入されている SCADA 等の高度設備の取扱いに係る追加的な研修ニーズが高いことが確認された。また、本部、地域事務所では変電所職員の技術スキルに満足している他、変電所職員自身も自分達の技術的スキルに自信を持って運営維持管理業務に従事していることが確認された。

### 3.5.3 運営・維持管理の財務

PEAの過去 5 年間の財務指標等は下表 11 のとおりである。過去 5 年間で手元流動性は安定且つ安全と判断とされる水準で推移しており、また、負債比率は減少傾向であり、借入金負担能力は向上している。収益面でも売上高の順調な増加に伴い、当期利益は 2008 年を除き順調に増加しており、問題は認められない。なお、2007、2008 年の当期利益減少の主な要因は、外貨借入に係る為替レート変動に伴う為替差損益である<sup>21</sup>。

表 11：PEA 財務指標

単位：億パーツ

	2006	2007	2008	2009	2010
流動比率 (倍)	1.22	1.21	1.18	1.19	1.23
当座比率 (倍)	1.00	1.01	0.95	1.00	1.07
負債資本比率 (倍)	1.75	1.76	1.64	1.59	1.50
総資産収益率 (%)	5.93	4.84	4.15	5.50	5.57
売電収入	2,456	2,530	2,572	2,809	3,136
税引前当期利益	129	113	102	140	148

出所：PEA 年次報告書 (2006 年～2010 年)

PEA 全体の過去 5 年間の維持管理費用の予算、実績 (表 12) では、2008 年を除き、いずれの年度も実績が予算を上回っている。維持管理に係る予算は、予防保守費用を基に作成されており、是正保守に係る予算は予想が困難であることから予算計上されていないことから、実績が予算を超過する年度が発生している。維持管理費用は、売電収入の 0.3～0.4%、当期利益の 3～6%程度であり財務上大きな負担ではない水準であるとともに、その比率は

<sup>21</sup> 2006 年には為替差益が約 19 億パーツ発生していたが、2007 年には為替差益は 8 百万パーツに縮小し、2008 年には逆に約 15 億パーツの為替差損を計上している。この為替差損益発生の主要因は外貨借入の年度末時価評価益(損)によるものである。

低下傾向にあることから、維持管理費用面での本事業持続性には支障はないと判断される。

表 12：PEA 全体の維持管理費用

単位：百万円

	維持管理費用		(A)/売電収入	(A)/当期利益
	予算	実績 (A)		
2006	516.8	774.2	0.3%	6.0%
2007	540.9	1,131.4	0.4%	10.0%
2008	937.1	701.7	0.3%	6.9%
2009	581.0	597	0.2%	4.3%
2010	587.9	596.9	0.2%	4.0%

出所：PEA 提供資料、PEA 年次報告書

### 3.5.4 運営・維持管理の状況

本事業により整備された施設、機材の維持管理は良好である。本事業で整備された施設のうち新設変電所に設置された変圧器 1 台が機器不具合により故障したが、予備用変圧器を別変電所から当該変電所に移転設置して変電所を速やかに再稼働させており、また、故障した変圧器も修理後は別変電所で適切に稼働していることから、実施機関の変圧器故障に対する対応は適切であると認められる<sup>22</sup>。

変電所施設は、変電所職員が維持管理マニュアルに沿って、目視により毎日設備をチェックしている。常駐職員がいない変電所では、PEA 県事務所職員（曾ての変電所常駐職員）が週 1 回設備点検を実施している。送電線施設は、地域事務所のネットワーク運営部システム維持課職員が月 1 回、目視による送電線点検を実施している。点検等に関する頻度、その内容は下表 13 のとおりである。

表 13：定期点検状況

施設	頻度	内容
送電線	毎月	目視による送電施設点検
	年 4 回	回線コンダクター点検
変電所	毎日	SCADA システムによる監視、変電所オペレータによる目視点検。
	週 1 回	無人変電所の場合の変電所施設目視点検。
	年 4 回	リレー設備点検
	年 1 回	変圧器、遮断器、断路器、変成器、開閉設備、バッテリー等清掃、点検

出所：PEA 提供資料

なお、各変電所の配電盤の維持管理につき、統一的な維持管理マニュアルに基づく維持管理方法に加え、配電盤への維持管理マニュアルの掲示や配電先、毎時間の配電量の提示等、各変電所が独自に考案した最良の維持管理方法を構築して維持管理強化を図っている。

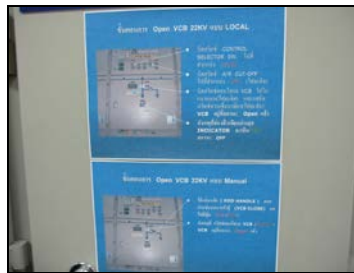
<sup>22</sup> 本事業により整備されたカイバン・ラチャン変電所に設置された 50MVA 変圧器が 2009 年に内部コイル接触により破損。原因は機器不具合であり、サプライヤーが保証期限経過後にも拘わらず無償で修理実施。ただし、修理に 2 年の時間を要することが判明したため、他変電所にバックアップ用として設置されていた変圧器を当該変電所に設置。破損変圧器は修理後、別の変電所に設置され現在適切に稼働中である。



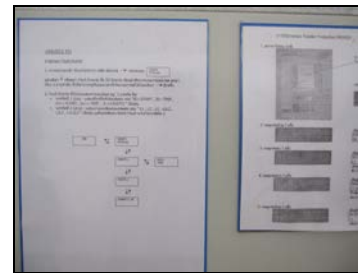
以上より、本事業の維持管理は、体制、技術、財務状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。



チンダオ変電所配電盤



クラン克蘭変電所配電盤



ハンカ変電所配電盤

## 4. 結論及び提言・教訓

### 4.1 結論

本事業の実施は、タイの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。本事業対象地域の変電所は安定的な稼働率で稼働しており、また、電圧降下も大幅に改善しているほか、停電時間・回数的大幅改善も見られ、タイ北部への電力の安定的供給、電力システムの信頼度向上が図られている。加えて、地域経済へのインパクトも認められることから有効性は高い。事業費は計画内に収まったものの、関係機関との調整、送電線ルート変更に伴う設計変更等に時間を要したことによる事業遅延があり、効率性は中程度である。また、本事業の維持管理は、体制、技術、財務状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本プロジェクトの評価は非常に高いと言える。

### 4.2 提言

#### 4.2.1 実施機関への提言

- (1) 各変電所では業務効率化、無人化を推進するために、地域事務所のディスパッチセンターからネットワークを通じて送電線、変電所の運営管理が可能な監視制御システム（SCADA や CSCS）の導入が進展している中、これらの高度設備の運営に関して職員の技能強化ニーズが高まっている。無人変電所化への移行も踏まえ、引き続き職員の能力強化を進め、本事業で整備したインフラの一層の活用を図ることが望ましい。
- (2) 変電所配電盤の運用維持管理に関し、各変電所では配電盤維持管理マニュアル、配電先、時間毎の配電量等を配電盤に添付する等、各変電所職員が維持管理マニュアルに指示がある以上に、各自考案したより最良な方法で配電盤の維持管理を実施している。各変電所でのこれらの実際の維持管理実践状況を変電所間で共有を図ることにより、維持管理のベストプラクティスを構築し、運営維持管理強化を進めていくことが望ましい。

#### 4.2.2 JICA への提言

なし

#### 4.3 教訓

- (1) 本事業では、事業実施期間中の電力需要変化などに合わせた送電線ルート変更に伴うルート設計、費用見積作業、関係機関との調整に時間を要し、それが事業遅延の一因となっている。このような案件では、連結する設備整備状況や新規大口需要家への対応等と調整を図りながら送配電システム全体として最も効率の良い経路で送配電網を構築することが望ましいため、事業実施期間中に変電所設置場所や送電線ルートの変更が発生しがちである。そのため、同様の案件では、既往案件の実際の事業期間を参考に、電力需要事情等に伴う実施中の計画変更の可能性も十分に考慮した現実的な事業実施スケジュールを検討することが必要である。
- (2) 本事業では、事業サイトが広域に跨るためタイ高速道路局、タイ国鉄、EGAT との調整に想定以上の時間を要したことが事業遅延の一因として掲げられている。そのような複数の関係機関との調整が必要な案件では、計画設計段階から、関係機関間調整が円滑に進められるよう、関係者との定期的会合の開催或いは関係者協議会などを通じて、事業設計情報、問題点等の関係者間共有、緊密な調整を図ることにより、事業を円滑に進めることが必要である。
- (3) 本事業で整備された一部変電所では、連結する配電網整備が実施されていないこと等から新設変電所の稼働率が低くなっている。送電網整備の効果を最大限に発現させるためには、連結配電網設備も同時に整備することが望ましく、案件審査時点で連結配電網の整備計画等を十分確認して事業効果発現の障害を取り除く必要がある。

以上

主要計画／実績比較

項目	計画	実績
①アウトプット	<p>対象地域：タイ北部のうち9県 (チェンマイ、チェンライ、ランパン、カンペン ペット、ピサヌローク、プラエ、チャイナット、 シンブリ、ナコンサワン)</p> <p>(1) 115kV 送電線建設：11ルート (1回線送電)、総亘長 455km</p> <p>(2) 115/22kV 配電用変電所：11 変電所(変圧器11台)、 総変圧器容量375MVA</p>	<p>計画通り</p> <p>(1) 11ルート(1回線送電)、 総亘長362km</p> <p>(2) 計画通り</p>
②期間	2002年3月～2005年9月 (43カ月)	2002年3月～2007年12月 (70カ月)
③事業費		
外貨	2,326百万円	1,337百万円
内貨	6,722百万円 (2,342百万パーツ)	5,405百万円 (1,814百万パーツ)
合計	9,048百万円	6,742百万円
うち円借款分	2,326百万円	1,337百万円
換算レート	1THB=2.87円 (2002年3月現在)	1THB=2.98円 (2002年3月～2009年7月平均)