

Bangladesh

Bangladesh
平成25年度第1回 開発途上国の社会・経済開発のための
民間技術普及促進事業
一般家庭向けプリペイドガスメーター普及促進事業

業務完了報告書

JICA LIBRARY



1223814 [3]

平成27年8月
(2015年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

002

株式会社ヘリオス・ホールディングス

民連
JR (先)
15-065

101
62.8
05

バングラデシュ国

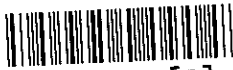
バングラデシュ国
平成25年度第1回 開発途上国の社会・経済開発のための
民間技術普及促進事業
一般家庭向けプリペイドガスメーター普及促進事業

業務完了報告書

平成27年8月
(2015年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社ヘリオス・ホールディングス



1223814 [3]

バングラデシュ国
一般家庭向けプリペイドガスメーター普及促進事業
業務完了報告書

目次

1. 本事業実施の背景	1
2. 業務実施手法	2
2-1 業務内容	2
3. 投入機材概要	5
3-1 機材一覧	5
3-2 機材使用計画	6
4. 機材実証調査	8
4-1 実証調査手法	8
4-2 現地活動報告	8
4-3 実証調査結果	15
5. 業務実施上の工夫	21
6. 業務実施上の課題と対処	24
7. 今後のビジネス展開	25
8. 我が国 ODA 事業との連携可能性	25

添付資料

添付資料 1 工程・要員計画	i
添付資料 2 ガスメーター設置・調査スケジュール	ii
添付資料 3 ガスメーター使用上の注意	iii
添付資料 4 ガスメーター復帰記録表	iv
添付資料 5 検針値記録表 (サンプル)	v
添付資料 6 ロードサーベイデータ (サンプル)	vi
添付資料 7 BUET パイロットプロジェクトレポート	viii

略語集

BUET	Bangladesh University of Engineering and Technology バングラデシュ工科大学
C/P	Counterpart カウンターパート
CP	Contract Price 契約価格
Engr.	Engineer (敬称) エンジニア
HEMS	Home Energy Management System 家庭内エネルギー管理システム
KGDCL	Karnaphuli Gas Distribution Company Limited カルナフリガス公社
LPG	Liquified Petroleum Gas 液化石油ガス
M/M	Minutes of Meeting 議事録
Md.	Managing Director 代表取締役
MCM	Mega Million Cubic Meter
Mw	Magnitude マグニチュード
O&M	Operation and Maintenance 維持管理
ODA	Official Development Assistance 政府公的援助
OJT	On the Job Training 職場内訓練
PDA	Personal Digital Assistant
PGM	Prepaid Gas Meter プリペイドガスメーター
TGTDCL	Titas Gas Transmission & Distribution Company Limited チタスガス公社
TK	Bangladeshi taka バングラデシュタカ

1. 本事業実施の背景

1950年代から大規模天然ガス田の開発が開始されたバングラデシュ国においては、自国に賦存し、またその国内販売価格が安価に設定された天然ガスへの依存度は非常に高く、1次エネルギーの45%、商業エネルギーの72%、発電エネルギーの80%を占めている（2013年7月時点）。また、都市部の一般世帯における都市ガス整備率が93.9%を超えていることから、天然ガスは市民生活を支える重要なエネルギー源であることがわかる。一方、近年、急速な経済発展に伴い急増する天然ガスの需要に対し、その供給が不足する状況が続いている。さらに、2020年以降は各ガス田の枯渇により、天然ガスの総生産量は年々減っていくという予想もされており、代替エネルギーの導入やエネルギーの効率的な利用によるベストエネルギーミックスの実現が重要な課題となっている。

このような状況下において、バングラデシュ国政府の天然ガスセクターに係る中長期開発計画では、主に①天然ガス生産の増強、②天然ガスの効率的な利用、③天然ガス価格の改定が、基本方針として掲げられている。天然ガス生産の増強や効率的な利用については、既にJICAにより「天然ガスインフラ整備事業準備調査」が実施され（2014年3月完了）、その後、有償資金協力による、天然ガス田開発事業、プリペイドガスメーター設置事業等が、実施段階に入っている。

現在、バングラデシュでは従量課金制でガス料金を支払う事業者に対し、一般家庭では定額制料金が用いられており、これが消費者の省エネ意識を妨げ、ガスの過大浪費を引き起こしている。かかる状況を改善するため、バングラデシュではプリペイド式ガスメーターを一般家庭に普及し、従量課金制を導入することで、持続発展性のある天然ガス供給システムを構築することを計画しており、上述のとおり有償資金協力事業においてもプリペイドガスメーターの導入に対する支援が始まっているが、プリペイド式ガスメーターの普及と従量課金制の導入がガスの過大浪費の抑制に有用である事を示す客観的なデータが不足しており、バングラデシュ政府もこの課題の対応に苦慮している。

本事業では、精度・耐久性に優れた日本製プリペイド式ガスメーターを一般家庭宅に試用設置し、ガス使用量ならびに機器の正常稼働を検証することで、一般家庭に対するガス使用料金の従量課金制導入の有用性を確認するとともに、同制度をバングラデシュ政府関係者及び国内最大のガス供給国営企業であるチタスガス公社（Titas Gas Transmission & Distribution Co., Ltd, TGTDCI）に対して技術移転することを目的とする。

チタスガス公社は、バングラデシュ最大のガス販売会社であり、ジャムナ川以東のダッカ管区をフランチャイズエリアとし、会計年度2013/2014年においては、バングラデシュ国の天然ガス全販売量の約63%にあたる14,732MMCMの天然ガスを販売しており、商工業向けを除く一般家庭顧客数は約170万戸に及んでいる。

本事業は、プリペイド式ガスメーターの普及と従量課金制の導入に対するバングラデシュ政府の政策をサポートするとともに、日本製製品の海外展開にむけた足がかりを作ることにつながる。このような機材の設計・製作・設置から運営・管理を一括したシステムの導入は、日本政府の政策「インフラシステム輸出戦略」とも整合するものである。

本事業の将来的な成果として、信頼性の高い日本製製品がバングラデシュで活用され、普及することが期待されるとともに、同国消費者の省エネ・資源の有効利用に対する意識が向上し、一般家庭で効率的なガス利用が行われることで、国家全体として効率的なエネルギー利用の促進と輸入コストの削減という直接的な効果が期待される。

2. 業務実施手法

2-1 業務内容

2-1-1 本事業の達成目標

本事業は以下の目標を達成することを目指し実施した。

目標1 TGTDCCL 社員を中心とした 定額制、従量課金制それぞれの世帯にガスメーターを設置し、ガス節約効果を確認する。

バングラデシュ国一般家庭の正確なガス使用実績値は現在まで把握されておらず、プリペイドガスメーター設置によってどの程度のガスの節約効果が得られるかは、いまだ推定の域を出ない。正確なガス使用量を数値データで示すことで、ガス節約効果が明らかとなり、ガスメーター普及にかかる関係者の理解を向上させる。

目標2 東洋計器製日本製ガスメーターに搭載される保安機能（圧力センサー、感震遮断機能及び長時間使用遮断機能等）の正常作動と有効性を確認する

本事業で使用する東洋計器株式会社製のガスメーターには、マイコン制御の圧力センサー、感震遮断機能及び長時間使用遮断機能といった保安機能が搭載されている。これらの機能がバングラデシュの環境下でも正常に稼働し、一般家庭における安全なガスの使用に貢献することを確認する。

目標3 一般家庭の既存ガス配管状況を考慮し、ガスメーター宅内設置の可能性を確認する。

本邦においては、ガス使用者の実用量に応じた料金を正確に徴収するため、基本的にガスメーターは各使用者世帯に対して1台ずつ設置されており、設置場所は屋外であることが一般的である。しかし、現在のバングラデシュにおいては、各ガス使用者世帯による使用量の差異を考慮しない定額料金制が一般的に用いられており、公平性に欠けているといえる。また、ガス使用者における公平な料金負担（従量課金制）を実現するためには、本邦の例と同様に、各使用者世帯に対して1台ずつガスメーターを設置することが望ましいゆえに、同国の一部の住居、特に集合住宅においては、その構造上の問題から、ガスメーターを宅内に設置する必要性が生じる。そのため、本事業ではガスメーター宅内設置の実現可否、宅内設置時の機器の正常稼働、加えて宅外からの無線機を用いた遠隔検針が容易であることを確認する。

目標4 バングラデシュ政府関係者及びTGTDCCL に対し、プリペイド式ガスメーターの活用に関する理解促進及びOJTによるO&Mおよび保安機能活用技術の移転を行う。

2005年に実施された、1,000台の中国製プリペイド式ガスメーターを一般家庭に試験設置し、各世帯におけるガス使用実績を計るパイロットプロジェクトの失敗に起因して、TGTDCCL内ではガスメーターという製品そのものへの信頼が損なわれつつある。2011年にバングラデシュ工科大学（Bangladesh University of Engineering and Technology, BUET）の教授が発表した報告書¹によると、TGTDCCLパイロットプロジェクトで設置したガスメーターは、その大半に故障・不具合が見つ

¹ バングラデシュ工科大学, Dr. Mohammed Mahbubur Rahman : 「Evaluation of The Pilot Project by Titas Gas Transmission and Distribution Company Limited (TGTDCCL によるパイロットプロジェクト評価報告)」, 2011年12月

かり、この結果、これらの認識が、「東洋計器製ガスメーターの保安機能制御マイコンは誤作動を起こすのではないか」、「宅内へのガスメーター設置はできないのではないか」、といった不安を生み出している。本事業では、東洋計器製ガスメーターを現地に設置し、実際に本製品がバングラデシュでも正常に稼働することを証明することで、本製品に対する TGTDCCL 関係者の不安を解消し、さらには製品の有用性への理解を促す。

目標 5 本事業の検証結果をもって、日本製ガスメーターの優位性に関する理解の向上を図り、日本製製品の海外展開にむけた足がかりを作る。

今回の事業で使用する東洋計器製のプリペイド式ガスメーターは、①10年間の平均故障率が0.1%以下であり、②圧力や感震による保安機能を搭載し、③日本の厳しい計量法にも耐えうる計測精度を誇る。弊社はこれらの高い品質をもって、同国の市場シェアを獲得し、かつバングラデシュの経済発展の基盤となるインフラ整備に貢献したいと考えている。

2-1-2 本事業実施期間

2014年5月下旬～2015年8月下旬

2-1-3 本事業の業務内容

(1) 現地活動の目的と活動概要

現地活動では一般家庭のガス使用量測定と、機材の正常稼働確認を目的とした実証調査が主な活動である。活動計画および実績は添付資料1「工程・要員計画」を参照。

(2) 事業実施体制

本事業では、事業提案企業である株式会社ヘリオス・ホールディングスが調査業務を実施する。また、外部人材として株式会社国際テクノ・センターならびに株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバルの要員が参画する。業務従事者は以下のとおり。

表 2-1 業務従事者表

担当	氏名	所属	種別
業務主任/施工管理	小野田 良男	(株)ヘリオス・ホールディングス	提案法人
開発課題担当 /市場調査・渉外担当	小野田 成良	(株)ヘリオス・ホールディングス	提案法人
チーフアドバイザー	阿部 一博	(株)国際テクノ・センター	外部人材
アドバイザー	長谷川 義次	(株)オリエンタルコンサルタンツグローバル	外部人材
アドバイザー1	岩元 伸一	(株)オリエンタルコンサルタンツグローバル	外部人材
アドバイザー2	河野 一虎	(株)オリエンタルコンサルタンツグローバル	外部人材

本事業における先方カウンターパート機関はチタスガス公社とする。TGTDCCL の本事業担当者は以下のとおり。

表 2-2 カウンターパート一覧

氏名	職位	担当業務
Engr. Md. Nowshad Islam	Managing Director	TGTDCL の代表として、プロジェクトを多角的に支援
Md. Abdul Bari	Deputy General Manager	M/M 署名者であり、本プロジェクトにおける先方責任者。各種管理業務を支援。
Engr. Animesh Chakma	Deputy General Manager	調査内容や手法の勘案、将来の ODA 像の検討など、技術的な協議を担当。
Engr. Md. Fakhrul Islam	Bachelor of Science Engineer, BUET	機材設置世帯の選定や設置工事など、調査フィールドにおける業務を支援。

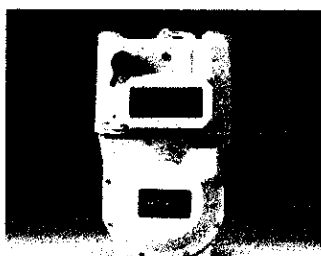
3. 投入機材概要

3-1 機材一覧

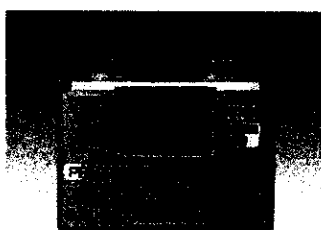
現在、本邦におけるガス使用者世帯においては、下記A～Cの3種のガスメーターが一般的に用いられている。今回の調査においては、全種のガスメーターを導入することで、正確なガス使用量の計測、使用者の安全性を高めるための保安機能の正常作動の確認を行う。

表 3-1 投入機材一覧

機材名	機材の特徴	機材を用いた調査項目 ()内は達成目標番号
A. 膜式ガスメーター (当初投入予定数：178 台)	<ul style="list-style-type: none"> 一般的なガスメーター 「膜式」は古くから使用される安定した気体計量手法 	(1) ガス使用量実態調査 (3) 宅内設置の有効性
B. 超音波式マイコンガスメーター (当初投入予定数：11 台)	<ul style="list-style-type: none"> マイクロコンピューター内蔵 圧力センサー・感震器・長時間使用検知による自動遮断機能搭載 超音波式ガスメーターは可動パーツが無いため、長期信頼性を有する圧力損失が低く、ガス圧力に余裕の無いガス供給システム内においては、ガス供給システム全体コストの低減が期待できる 	(1) ガス使用量実態調査 (2) 保安機能の作動確認 (3) 宅内設置の有効性
C. 膜式マイコンガスメーター (当初投入予定数：11 台)	<ul style="list-style-type: none"> マイクロコンピューター内蔵 圧力センサー・感震器・長時間使用検知による自動遮断機能搭載 	(1) ガス使用量実態調査 (2) 保安機能の作動確認 (3) 宅内設置の有効性
D. データロガー	<ul style="list-style-type: none"> ガスメーターから出力されるパルス(1L/パルス)をカウントし、1時間毎の積算値を5週間分記憶する装置 	(1) ガス使用量実態調査
E. 無線子機	<ul style="list-style-type: none"> データロガーに蓄積された情報を無線で発信する。検針員が居宅内に入ることなく、データロガー内の記録データを読み出すことが可能 	(2) ガス使用量実態調査



A. 膜式ガスメーター



B. 超音波式マイコンガスメーター



C. 膜式マイコンガスメーター

3-2 機材使用計画

3-2-1 機材設置対象

機材設置対象は「プリペイド料金制を導入済みの世帯」を 50 世帯、および「定額料金制でガスを使用する世帯」を 150 世帯、併せて 200 世帯とする。また、後者については、各世帯における平均月収によって富裕層、中間層、および貧困層の 3 グループに区分する。(前者については設置世帯に限られるため、平均月収による区分は行わない。) 事業開始当初の時点においては、下図の当初機材投入予定箇所に記した Utara、Mohammadpur 及び Lalmatia を中心とした機材投入を予定している。Utara 地区は新興住宅地であり、比較的富裕層が多いほか、TGTDC 一般社員世帯(中流層)が居住する社員寮も設立されている。Lalmatia 地区及び Mohammadpur 地区は、富裕層がオーナーである集合住宅に中流層の一般世帯が多く居住しており、「プリペイド料金制を導入済みの世帯」も同地区に多く存在する。なお、下記(表 3-2、図 3-1)は事業開始当初に想定した機材の設置世帯種別および数量を示したものである。実際の設置箇所、数量との比較は本報告書内 4 章で報告する。

表 3-2 機材設置世帯種別および数量 (当初想定)

使用機材	設置場所	機材設置対象	数量
膜式ガスメーター	屋外	定額料金制でガスを使用する世帯	TGTDC 世帯 90 (30 世帯×3)
			一般世帯 30 (10 世帯×3)
	屋外	プリペイド料金制を導入済みの世帯	40 (40 世帯)
超音波式マイコンガスメーター	宅内	定額料金制でガスを使用する世帯	18 (6 世帯×3)
	宅内	プリペイド料金制を導入済みの世帯	5 (5 世帯)
膜式マイコンガスメーター	宅内	定額料金制でガスを使用する世帯	6 (2 世帯×3)
	宅内	プリペイド料金制を導入済みの世帯	5 (5 世帯)

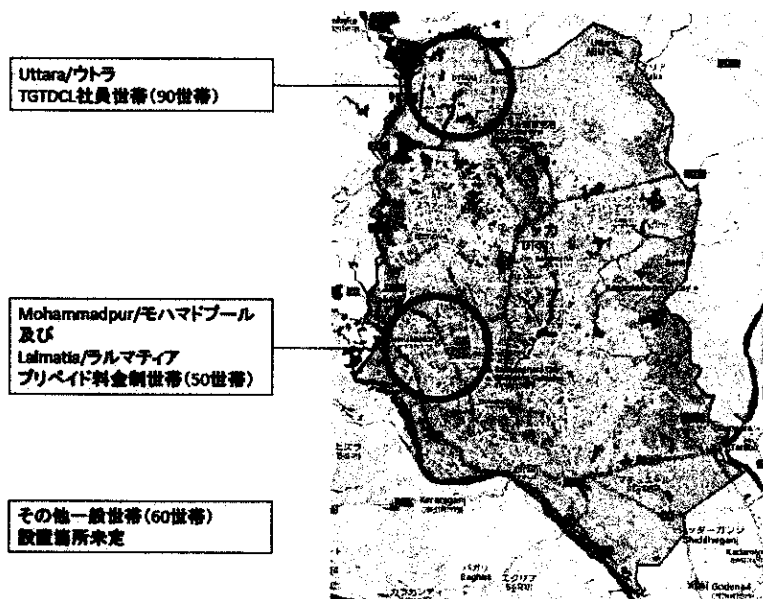


図 3-1 当初機材投入予定箇所

3-2-2 事業終了後の維持管理方法

本事業終了後、設置済み機材は TGTDCI による継続調査のため、バングラデシュ側に譲与し、協力世帯に設置したままとする。保安機能等すべての付加機能を OFF にすれば、追加保守や費用も発生しない。但し、協力世帯が設置機材の撤去を求め、TGTDCI がこれを認めた場合は、本事業の機材設置業者が撤去する。

4. 機材実証調査

4-1 実証調査手法

実証調査の流れを下図に示す

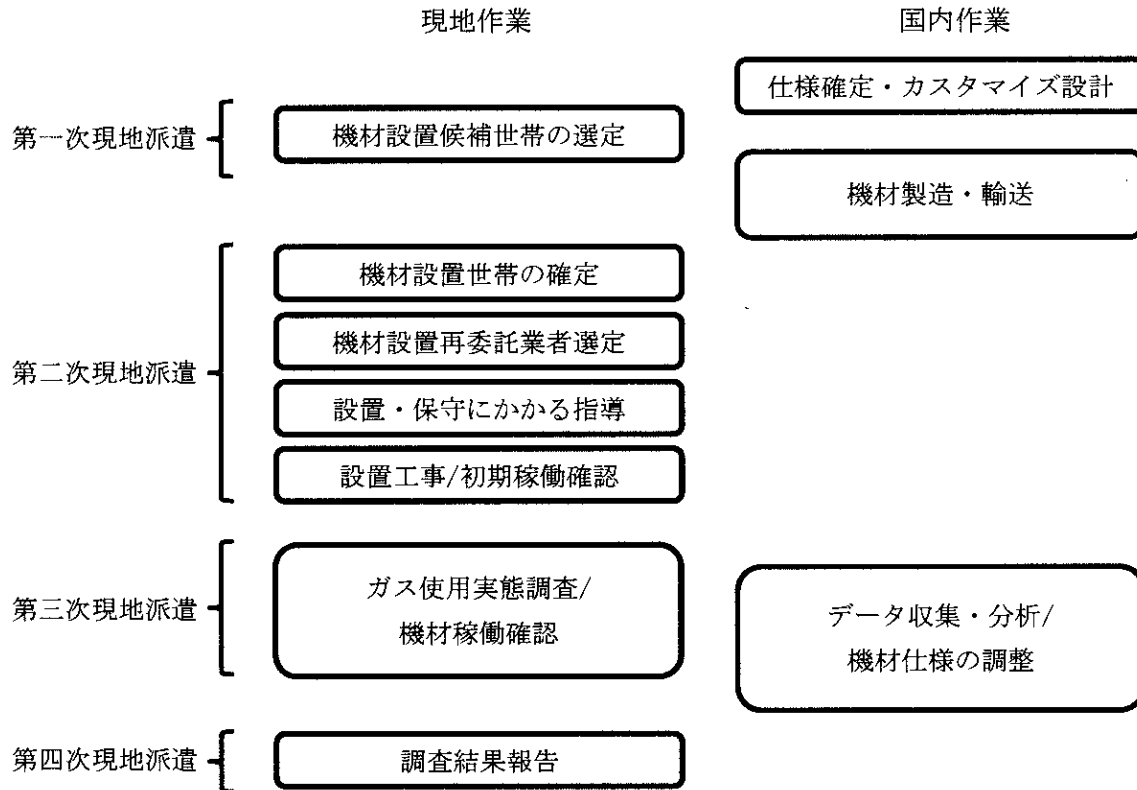


図 4-1 実証調査の流れ

4-2 現地活動報告

4-2-1 第一次現地活動 (2014年5月～6月)

(1) TGTDCCL に対する事業概要・業務説明

2014年5月26日にTGTDCCLを訪問し、業務計画書を用いて事業の概要と今後の業務計画を説明した。TGTDCCL代表のEngr. Md. Nowshad Islam (Managing Director) より、調査業務のカウンターパートとしてEngr. Animesh Chakma (Deputy General Manager, Procurement Division, Vigilance) が指名された。調査を補足する資料として、BUETのパイロットプロジェクト²で取得済のデータの共有をうけた。



写真1 説明会風景

² TGTDCCLはBUETの協力を受け、2005年より1,000台のプリペイド式ガスメーターを実験的に設置し、同メーターの導入によるガス使用量の削減効果を実証しようと試みた。しかし、2011年に同大学教授が発表した報告書によると、同実験にて導入されたメーターの7割以上に不具合が検出されるなど、実証に必要なデータは十分に取得されなかった。(出典：「NATURAL GAS PRE-PAID METERING FOR DOMESTIC CUSTOMERS: EVALUATION OF THE PILOT PROJECT BY TITAS GAS TRANSMISSION AND DISTRIBUTION COMPANY LIMITED」 by M. Rahman (Department of Petroleum & Mineral Resources Engineering, BUET) and G. Sarwar (TGTDCCL))

また、本事業関係者の TGTDCCL サーバー室への入室が許可され、データ収集に用いるパーソナルコンピュータ 1 台を同サーバー室に常設することが決まった。なお、TGTDCCL サーバー室は、通信スピード確保や情報セキュリティ対策が十分になされており、本事業を協働する環境が整っていた。

表 4-1 業務説明会参加者リスト

	氏名	職位
1	Engr.Md. Nowshad Islam	Managing Director (Additional Charge), TGTDCCL
2	Engr.Fakhrul Islam	General Manager, Planning & Development Division, TGTDCCL
3	Engr.Md.Mashihur Rahman	Deputy General Manager, Planning Department, TGTDCCL
4	Engr.Animesh Chakma	Deputy General Manager, Procurement Division, Vigilance, TGTDCCL
5	S M Abdul Wadud	Deputy General Manager, Metro Dhaka Marketing Department-5, TGTDCCL
6	Md.Maksudur Rahman	Deputy Manager, Planning, Project Planning Model Section, TGTDCCL
7	Shukla paul	Assistant Engineer, Planning, PPMS TGTDCCL
8	Engr. Md. Mukbul Ahmed	Manager (Prepaid Gas Meter Project) TGTDCCL
9	小野田 良男 (業務主任/施工管理者)	㈱ヘリオス・ホールディングス 取締役会長
10	小野田 成良 (開発課題担当/市場調査・渉外担 当)	㈱ヘリオス・ホールディングス 代表取締役
11	阿部 一博 (チーフアドバイザー)	㈱国際テクノ・センター 代表取締役
12	長谷川 義次 (アドバイザー)	㈱オリエンタルコンサルタンツグローバル 総合開発事業部 プロジェクト開発部
13	河邊 邦且	㈱ヘリオス・ホールディングス 国際事業部 顧問
14	今泉 優介	㈱ヘリオス・ホールディングス 国際事業部 課長
15	内藤 裕達	㈱ヘリオス・ホールディングス バングラデシュ現地法人 執行役員
16	Hussain Ahammad	㈱ヘリオス・ホールディングス バングラデシュ現地法人 代表取締役
17	Ashma Akter	㈱ヘリオス・ホールディングス バングラデシュ現地法人 アシスタントマネージャー

(2) 機材設置候補世帯の選定

本事業では、「定額料金制でガスを使用する世帯」および「プリペイド料金制を導入済みの世帯」を対象にガスメーター200台を設置し、ガス使用量の測定と機材の正常稼働の確認を行った。世帯収入区別によるガス使用量の差異を確認するため、前述のとおり、富裕層（平均60,000TK/月）、中間層（平均45,000TK/月）、貧困層（平均25,000TK/月）の分類で機材設置候補世帯を選定することとした。ダッカ市内に居住する世帯の収入は同一地区内で概ね同程度であることから、居住地区の分類をもって上述の世帯収入分類を行うこととした。選定された候補世帯の種別、所在地区および世帯数を下表に示す。



写真2 設置場所選定風景

表 4-2 機材設置候補世帯内訳

種別	地区名	地区概要	世帯数
プリペイド料金制を導入済みの世帯	Mohammadpur	中間層	52 軒
	Lalmatia	中間層	
定額料金制でガスを使用する一般顧客世帯	Mirpur	貧困層	55 軒
	Banani	富裕層	40 軒
	Niketon	富裕層	51 軒
	Lalmatia	中間層	19 軒
定額料金制でガスを使用する TGTDCCL 世帯（社員寮）	Demura	中間層	60 軒
定額料金制でガスを使用する一般顧客世帯（宅内設置）	4 地区	富裕層	9 軒
計			286 軒

4-2-2 第二次現地活動（2014年11月～12月）

(1) 業務内容

- ①ガスメーター設置にかかる現地再委託業者の選定
- ②ガスメーターの設置・保守に係るトレーニング
- ③ガスメーター設置工事の施工管理
- ④データ収集システムの設置

(2) 活動結果

①ガスメーター設置にかかる現地再委託業者の選定

本調査で使用する200台の設置を、バングラデシュ国内の民間工事業者に委託した。「コンサルタント等契約における現地再委託契約ガイドライン（平成24年4月）」に基づき、見積り合わせによる業者選定を行った。再委託契約の詳細は以下のとおり

再委託契約名：CONTRACT AGREEMENT ON INSTALLING JAPANESE GAS METER

契約履行期間：2014年9月14日から2014年10月31日まで

②ガスメーターの設置・保守に係るトレーニング

ガスメーターの設置にあたり、本邦より設置工事管理者を1名招聘し、先述の委託工事業者に対して設置・保守に係るトレーニングを実施した。現地にはガスメーターそのものがあまり普及していないことから、当該機材の設置に不慣れな作業員も多く、基礎的な知識・技術（水平度の維持、ガスの漏洩検知、ガス管及び機材の密閉接続）の指導を行った。また、設置工事に係る技術指導には TGTDCCL 関係者も立ち会った。



写真3 設置指導風景

③ガスメーター設置工事の施工管理

表 4-2 に記載の機材設置候補世帯の中から、ガスメーターの設置先となる一般世帯の協力状況を鑑み、最終的な設置世帯（200 世帯）を選定した。特に、当初の予定では「膜式ガスメーターの屋外設置（定額料金制世帯）」の大部分（120 台のうち 90 台）を TGTDCCL 世帯に設置することを計画していたが、同一機関に所属し、類似した生活環境にあると見込まれる TGTDCCL 世帯から得られるデータと、多様な生活環境を背景とする一般世帯から得られるデータでは、後者により高い有意性が存在すると判断し、設置世帯の大幅な修正を実施するに至った。また、超音波式マイコンガスメーター及び膜式マイコンガスメーターについては、その特長である保安機能の作動確認に焦点を置き、全台数を定額料金制世帯の各グループに振り分け設置した。なお、既設 BUET 製プリペイドメーター設置世帯におけるガス消費傾向は、膜式ガスメーターにて分析、把握する。機材 200 台のガスメーター種別設置世帯数一覧を表 4-3 に、世帯所得別ガスメーター設置数一覧を表 4-4 に示す。

表 4-3 ガスメーター種別設置世帯数一覧

使用機材	設置場所	設置対象世帯の料金支払制度	当初予定設置数	実際の設置数
膜式ガスメーター	屋外	定額料金制	<u>TGTDCCL 世帯 90 台</u> (30 世帯×3) <u>一般世帯 30 台</u> (10 世帯×3)	<u>TGTDCCL 世帯 7 台</u> (中間層 7 台) <u>一般世帯 105 台</u> (富裕層 35 台、中間層 2 台、貧困層 68 台)
	屋外	プリペイド料金制	<u>40 台</u> (40 世帯)	<u>48 台</u> (中間層 48 台)
	宅内	定額料金制	<u>18 台</u> (6 世帯×3)	<u>18 台</u> (中間層 12 台、貧困層 6 台)
超音波式マイコンガスメーター	宅内	定額料金制	<u>6 台</u> (2 世帯×3)	<u>8 台</u> (富裕層 4 台、中間層 3 台、貧困層 1 台)
	宅内	プリペイド料金制	<u>5 台</u> (5 世帯)	<u>0 台</u>
膜式マイコンガスメーター	宅内	定額料金制	<u>6 台</u> (2 世帯×3)	<u>12 台</u> (富裕層 7 台、中間層 4 台、貧困層 1 台)
	宅内	プリペイド料金制	<u>5 台</u> (5 世帯)	<u>0 台</u>
合計			<u>200 台</u>	<u>198 台*1</u>

*1・・・設置台数の変更については、次項にて詳述する。

表 4-4 世帯所得別ガスメーター設置数一覧

所得区分	地区名	設置総数	区分小計	設置メーター内訳			
				膜式		膜式マイコン	超音波式
				屋外	宅内	宅内	宅内
富裕層	Niketan	20	46	20			
	Indira Road	2		1			1
	Banani	14		14			
	Baridhara	9				7	2 (3) * ³
	Tallabag	1					1
中間層	Demra	13	76	1	12		
	Lalmatia	44		44* ¹			
	Mohammadpur	12		12* ²			
	Uttara (TGTDC 社員寮)	7				4	3
貧困層	Mirpur	76	76	68	6	1	1
合計		198		160	18	12	8 (3) * ³

*1・・・44 台のうち、36 台を BUET プリペイドメーターと直列設置した

*2・・・12 台すべてを BUET プリペイドメーターと直列設置した

*3・・・括弧内は設置後に計測不能となった数量

なお、11 台設置した超音波式マイコンガスメーターのうち、3 台は設置箇所のガス漏洩による保安機能の作動により、計測が継続不可能となったため撤去し、合計 8 台の設置となった。なお、これにより不足するメーター設置数を補うべく、予備機材として保管していた膜式マイコンガスメーターを 1 台追加設置し、2014 年 11 月時点でのメーター総設置台数は 198 台となった。ガスメーターの宅内設置は現地において初めての試みであったが、滞りなく完了した。設置工事の工程は添付資料 2「ガスメーター設置・調査スケジュール」を参照のこと。



写真 4 宅内設置風景

ガスメーターを設置した世帯に対しては、使用上の注意（添付資料 3）を配布するとともに、保安機能の作動等によるガスメーター停止の状況を報告するための記録票（添付資料 4）を配布した。

④データ収集システムの設置

データ収集システムの作成及び設置を担当するアイテック㈱は、第一回現地活動の際に確約した TGTDC サーバー室へのシステム設置を滞りなく実施し、正常な作動を確認した。

本システムは、TGTDC におけるプリペイド式ガスメーターの導入に向けた、料金支払時のプロセスを模したものである。ガスメーターと本システム間のデータ転送を同カードにて行い、転送の正常作動を実証するとともに現地関係者に対して実用性を周知した。



写真 5 サーバー室内風景

4-2-3 第三次現地活動（2015年4月）

(1) 業務内容

- ① ガス使用実態調査及び機材稼働確認
- ② バングラデシュ国エネルギー省大臣との会談

(2) 活動結果

① ガス使用実態調査及び機材稼働確認

第二次現地活動にて設置したガスメーターの正常稼働を、設置現場にて確認した。また、第4回目になる検針作業も同時に実施し、ガス使用量の計測が滞りなく進んでいることを確認した。

② バングラデシュ国エネルギー省大臣との会談

バングラデシュ国エネルギー省 (Ministry of Power, Energy & Mineral Resources) 大臣、及び事務次官と会談し、当時点までに収集したガス使用量等の調査結果について現状報告を行った。また、現地にて進められているプリペイドガスメーター調達・設置計画については、メーターを宅内設置することにより、ガス使用者における公平性が実現される旨を伝え、大臣もそれに同意した。(宅内設置によるガス使用者の公平性については、「4-3 実証調査結果 目標3」の項目にて詳述する。) さらに、同大臣より、本事業において設置された日本製ガスメーターの品質及び性能について高く評価しているとの賞賛を得た。

4-2-4 第四次現地活動（2015年6月）

(1) 業務内容

- ① 現地関係者に対する業務実施結果報告及びワークショップの開催

(2) 活動結果

① 現地関係者に対する業務実施結果報告及びワークショップの開催

2015年6月11日に JICA バングラデシュ事務所にて現地関係者を招聘し、業務実施報告ならびにワークショップを開催した。今後プリペイドガスメーターを宅内に設置していく事で「ガス使用量の20%削減」、「TGTDCCLの収益増加」、「公平なガス使用の実現」が期待できる事を強調し、参加者一同から大きな賛同を得た。

本案件の担当者である Engr. Animesh Chakma ならびに Dr. Md. Rafiqul Islam (Senior Assistant Chief, Ministry of Power, Energy & Mineral Resources) より日本製の品質の良さを賞賛された。

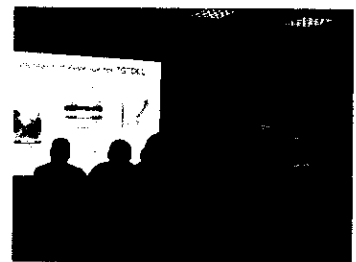


写真6 ワークショップ風景

表 4-5 業務説明会参加者リスト

	氏名	職位
1	Animesh Chakma	Deputy General Manager, Procurement Division, Vigilance, TGTDCCL
2	Md. Quamrul Hassan	Deputy General Manager, TGTDCCL
3	Engr. Md. Anisur Rahman	Manager, TGTDCCL
4	Md. Bodirozzamae	Deputy Manager, TGTDCCL
5	Engr. Md. Nahid Abm	Manager, KGDCL
6	Dr. Md. Rafiqul Islam	Senior Assistant Chief, Energy Division Ministry of Power, Energy & Mineral Resources
7	Engr. A. D. M Fariduzzaman	Deputy General Manager, Petrobangla
8	Pravanjan Biswas	General Manager, Petrobangla
9	Engr. Abul Bashar	Deputy General Manager, Bakhrabad Gas Distribution Co. Ltd
10	Engr. Md. Golam Mostafa	Deputy General Manager, Shundarban Gas Co. Ltd.
11	小野田 良男 (業務主任/施工管理者)	(株)ヘリオス・ホールディングス 取締役会長
12	小野田 成良 (開発課題担当/市場調査・渉外担当)	(株)ヘリオス・ホールディングス 代表取締役
13	宮原 清貴	東洋計器(株) 取締役 総合開発研究所長
14	矢野 亮	東洋計器(株) 総合開発研究所
15	小嶋 健司	アイテック(株) 代表取締役
16	松永 浩	アイテック(株) 部長
17	内藤 裕達	(株)ヘリオス・ホールディングス バングラデシュ現地法人 執行役員
18	Hussain Ahammad	(株)ヘリオス・ホールディングス バングラデシュ現地法人 代表取締役
19	Ashma Akter	(株)ヘリオス・ホールディングス バングラデシュ現地法人 アシスタントマネージャー

4-3 実証調査結果

本実証調査の目標と、その結果を下記の通り報告する。

4-3-1 目標 1 にかかる調査結果

目標 1：TGTDCCL 社員を中心とした定額制、従量課金制それぞれの世帯にガスメーターを設置し、ガス節約効果を確認する。

(1) ガス使用量の分析結果

本事業における調査の結果、調査対象区域の所得別一般世帯グループの平均ガス使用量（1ヶ月＝30日分）が以下の通り判明した。

表 4-6 所得別一般世帯グループの平均ガス使用量

所得別グループ	平均ガス使用量 (漏洩分含む)	推定ガス実使用量 (推定漏洩分除く)	推定ガス漏洩量
富裕層	44.3 m ³	38.8 m ³	5.5 m ³
中間層	46.6 m ³	39.4 m ³	7.2 m ³
貧困層	57.2 m ³	44.1 m ³	13.1 m ³

上記ガス使用量のほぼ全てが調理時に使用されるものである。本邦の一般家庭において調理時に使用されるガス量を、現地で使用されるガス種（天然ガス）との熱量差異を考慮して換算すると 10～20 m³であり、同国の家族構成や料理法等を考慮した場合でも、前記のガス使用量は過多であると考える。また、上表に示した推定ガス漏洩量は、本邦におけるガス漏洩量がほぼ 0 m³であることを踏まえると、看過できないものである。（ガス漏洩については別項目にて後述する。）

(2) BUET による PGM 設置世帯と、非設置世帯（定額料金制世帯）のガス使用量比較

前述した通り、ガス漏洩が多いために精密な分析を行うのは困難であるものの、一定期間の毎時使用データを用いる事で、信頼に足る分析が可能と判断した。本事業で取得したガス毎時使用量データを用い、午前 1 時 00 分～午前 4 時 59 分の間に流れた流量は漏洩しているものと判断し、実使用ガス量は各時間の流量から漏洩ガス量を減じたものとした。

また、分析を進める中で、通常の分布から明らかに乖離する個体（世帯構成人員が 12 名と多い世帯やほとんど留守と推測される世帯）が存在する事が判明し、当該個体は分析対象から除外した。また、一つのガスメーターの下流域に複数世帯が存在するものも見受けられた。これらを除外した結果、BUET プリペイドガスメーターが設置されている 30 世帯、及び定額料金制の 77 世帯が分析対象となった。

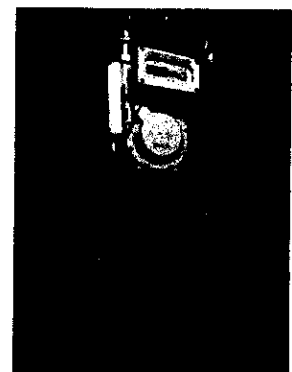


写真 7 BUET による
PGM 設置世帯

検証結果を下表に示す。

表 4-7 課金制度別ガスの使用量

料金制度	ガス使用量 (1ヶ月)
①従量課金制 (BUET/PGM 設置世帯)	38.5 m ³
②定額料金制 (BUET/PGM 非設置世帯)	42.6 m ³
差異 (①-②)	-4.1 m ³
従量課金制による使用量削減割合	10%

従量課金制世帯と定額料金制世帯におけるガス使用量の差異は約 10%となり、PGM 導入（従量課金制への移行）がガス使用者の節約意識を促進していることが明らかとなった。BUET が設置したメーターの計測誤差を調査してみた結果、使用された膜式ガスメーターとの計測値比較誤差が非常に大きいことが判明した。（比較検証に使用可能なガスメーターの組数は、48 組である。）

±5%以内 18 組、±5%~±10% 5 組、±10%を超える誤差のもの 25 組

メーター個体差による過進も遅進もあるため、長期的な使用により誤差が大きくなった要因だけでなく、初期的にも誤差が大きかった可能性が高いと推定する

(3) PGM 導入（従量課金制への移行）に係るメリット

従量課金制世帯と定額料金制世帯のガス使用量に上記の差異が生じたことは、ガスメーターを設置したことそのものにも起因すると考えられる。日本国内の HEMS³検証データによれば、見える化を実施するだけで電力使用量が平均 30%削減された実証試験報告もあり、今回の結果も、純粹にコスト削減を目的とした経済的な要因だけではなく、メーターを設置し、定額料金制（使い放題）から低単価ながらも従量課金制に移行したこと、加えて使用量が把握可能な状態へと変化した効果であると推測される。

また、Natural Gas Efficiency Project における準備調査最終報告書においても指摘されている通り、現地における天然ガスの単価は、他のエネルギー資源と比較して著しく低く設定されている。これが現地におけるガスの節約意識の妨げになっていることも考えられるため、経済的にも使用量の削減を促す単価を設定できれば、ガス事業者の収入を毀損することなく、かつ、消費者の自発的行動によりガス使用量を抑制する事が可能と考える。

このためにも、各ガス消費世帯へのプリペイドガスメーター設置は必須であると判断する。プリペイドガスメーターを設置し、経済的理由においても無駄なガス使用を抑制する意識を定着できれば、ガス使用量を現在の 30%程度下回る水準まで削減可能と考える。

TGTDCI 管轄区における 170 万接続顧客が 12 m³/月削減すれば、2 億 5 千万 m³/年を同国として削減可能である。現在の LPG の CP⁴をベースとして考えると、同国のガスの国際単価は 40 円/m³となる。

³ Home Energy Management System (家庭用エネルギー管理システム)

⁴ Contract Price (サウジアラビアのサウジアラム社が LP ガスを輸出する際の 1t あたりの契約金額)

本推定を用いて、プリペイドガスメーター設置における削減可能なガス量（年換算）を金額推定すると、約 100 億円/年である。

同国において、天然ガスパイプラインの供給範囲外で輸入 LPG を使用している事を考えると、プリペイドガスメーターを設置し、供給範囲を拡大し、現在 LPG を使用している家庭に供給する事が同国の経済的、資源保護において有益であると考ええる。

(4) ガス漏洩問題

データロガーを用いた計測によって取得した時間あたりのガス使用量において、大多数の使用者が就寝中だと考えられる午前 1 時 00 分～午前 4 時 59 分までに計測されたガス流量を「ガス漏洩量」と見なすことができる。同手法によって本事業の調査対象世帯におけるガス漏洩発生率を算出したところ、実に 97%の世帯においてガスの漏洩が発生していることが判明した。1 m³/月までを許容した場合でも 85%の世帯においてガス漏洩が認められる。（本邦におけるガス漏洩量は、ほぼ 0 m³である。）一世帯における平均漏洩量は 11.1 m³/月であり、前記の LPG 単価を用いて TGDCL 管轄区における一年分の損失額を算出すると、約 59 億タカ（約 90 億円相当）となる。

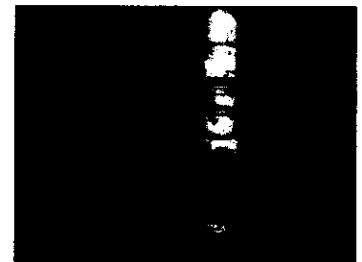


写真8 ガス漏洩

また、ガス漏洩の発生は、従量課金制における「実際の使用分に応じた公平な支払い」の原則を歪めるものである。前述した所得別一般世帯グループのガス使用量に示した通り、計測されたガス流量と、推定漏洩量を除いたガス実使用量には平均で約 23%の差がある。特にガス漏洩が多い世帯では、実使用量の 5 倍近いガス漏洩が認められた。なお、ガス漏洩の主要因と推測されるのはガス配管の老朽化等であり、使用者の責に起因するものではない。これらのガス漏洩が多い世帯の場合、従量制による支払いの際は、使用者は実使用量に応じた料金に漏洩分を加えた不当に高い使用料を支払うこととなる。PGM 導入による従量課金制への移行が進み、使用者の節約意識が高まるにつれて、本件はより大きな問題となると予測される。

本事業によって判明したガス漏洩は、バングラデシュにおける貴重な有限資源の浪費、多額の損失を招く上、国民の省エネ意識を阻害する重大な問題といえる。従って、本件はバングラデシュ政府が国家として対応すべき喫緊の課題であると考ええる。

4-3-2 目標 2 にかかる調査結果

目標 2：日本製ガスメーターに搭載される保安機能（圧力センサー、感震遮断機能及び長時間使用遮断機能等）の正常作動と有効性を確認する。

(1) 保安機能の必要性について

天然ガスは、便利かつ環境負荷も少なく、今や生活に欠かすことのできない優れたエネルギーである一方、可燃性であり爆発事故等を誘発する恐れのある危険物としての一面も有する。本邦では、ガスの漏洩等に起因する事故や地震等の天災における二次災害等の経験を通じて、ガスの安全使用に寄与する技術の研究を続けてきた。その結果として開発された保安機能は、今後更なる発展を遂げるバングラデシュにおいても、ガス使用者の安全を守るために必須であると考ええる。

(2) 圧力センサーの作動について

圧力センサーは、ガス漏洩時などに生じる供給ガスの圧力変動を検知し、事故防止のためにガスの供給を遮断する保安機能であり、本事業においてもその正常な作動が認められた。一方で、日本国内においては、「供給ガス圧は常に一定である」ことを前提として本機能が作動するが、調査対象地における「不安定な供給ガス圧」も本機能の作動対象となり、結果として現地におけるガスの通常使用が一時的に妨げられる事態も発生した。

(3) 長時間使用検出機能について

日本国内においては、継続的にガスが流れる時間に対し、流量区分毎に最大継続時間を規定して、規定を超える継続使用は、異常な使用状態もしくはガス漏洩と判断し、警告もしくはガスの供給を遮断している。本事業においても、その正常な動作が認められ、多くのマイコンガスメーターにおいて、警告が表示された。

さらに、上記警告情報はガスメーター本体に蓄積されるため、プリペイド制に移行した際は、プリペイドカードを通じてガスメーター及びチャージ拠点 (TGTDCL と Web 接続される) 間の通信を行い、漏洩情報が逐次 TGTDCL に集約されることにより、ガス使用状況のみならず供給システムにおける漏洩情報等を把握することが可能となり、安全で効率的なガス供給体制の構築に貢献できると考える。

(4) 感震遮断機能について

感震遮断機能とは、震度 5 弱相当の地震に相当する揺れが発生した際に、ガス漏洩による二次災害を防ぐためにガス供給を遮断する保安機能である。奇しくも、本事業実施中の 2015 年 4 月 25 日には近隣のネパールにおいて Mw7.8 を記録する大地震が発生し、ダッカ市内では当該機能が作動する程の揺れは発生しなかったが、バングラデシュ国内においては 4 名の死亡者を含む 204 名が被災するなど、災害対策の必要性を感じさせた。さらに、バングラデシュ国内ではインドプレートとビルマプレートが交差しており、もとより地震災害のリスクは高いといわれている。

また、2013 年 4 月に発生し、1,100 人以上の命を奪った 9 階建てのビル「ラナ・プラザ」の倒壊事故からもわかる通り、現地における建築物の構造は脆弱であり、耐震性・安全性は低い。加えて、ダッカ市は世界 1 位の人口密度を有することから、二次災害発生時の被害規模も計り知れないものになると推測される。なお、屋外設置メーター、宅内設置メーターともに同機能の誤作動による障害は発生していない。

4-3-3 目標 3 にかかる調査結果

目標 3：一般家庭の既存ガス配管状況を考慮し、ガスメーター宅内設置の可能性を確認する。

(1) ガスメーター宅内設置の可能性

「バングラデシュ国天然ガスインフラ整備事業準備調査」の報告書によると、ダッカ市内におけるプリペイドガスメーター設置可能台数は 20 万台とされており、この内訳は、Case A (1 本のライザーから 1 世帯にガスを供給)：123,000 台、Case B (1 本のライザーから 8 世帯を上限とする複数世帯にガスを供給、同ライザーを各世帯に分岐する工事を実施する必要あり)：77,000 台となっている。

る。

表 4-8 築年数別ガス供給状況

Case	ビルディング条件	ガス供給状況	施工可否
Case-A	直近 5 年以内に建設されたアパート	単一ライザー/単一世帯	問題無し
Case-B	直近 5 年以内に建設されたアパート	単一ライザー/複数世帯 (上限 8 世帯)	困難 既存配管の改修が必要
Case-C	5 年以上前に建設されたアパート	単一ライザー/複数世帯	非常に困難 既存配管の改修が必要だが、 施工に必要なスペースが無く 施工不可

Case C のように、1 本のライザーから複数世帯にガスを供給しているケースがあるが、ライザーを分岐する工事に必要なスペースが無い場合、プリペイドガスメーターの設置は不可能と判断されている。これが、ダッカ市内には 170 万世帯の顧客がいるにも関わらず、上記準備調査においてガスメーター設置可能世帯が 20 万世帯に限定されている要因である。

本事業では、ガスメーター設置世帯候補の拡大に係る可能性を確認すべく、メーターの宅内設置を実施した。メーター設置世帯を選定する際、一般世帯に宅内設置工事の可否を確認したところ、ほぼ全ての世帯において快諾され、本事業に好意的な印象を得ていることを確認した。設置工事の際は本邦から施工技術者を派遣し、宅内の配管設計から施工手順までを、現地業者及び C/P 機関職員に対して実演指導した。結果、宅内へのメーター設置は滞りなく完了し、その後の使用状況においても問題点は見受けられなかった。これにより、上記の Case-C を含むダッカ市内の大多数の世帯においてメーターの設置が可能であることを実証した。

また、前述の通り世帯によっては最大 10 倍ほどのガス使用量の違いがあり、大量使用者と少量使用者が定額料金制によって同じ金額を支払っている現状は、ガス使用の公平性を大きく欠いているといえる。特に、ライザーに設置されたメーターによって算出されるガス料金を世帯数で等分して支払う集合住宅において、この不平等性は如実に現れる。宅内設置によって各世帯にメーターを設置し、使用量に応じた料金支払いを可能にすることが、ガス使用の公平性を守るために必要となる。

更に、将来的にプリペイド料金制に移行した際には、プリペイドカードからメーター本体へ、チャージ残高を移行する作業が必須となる。また、所持しているチャージ残高は通常ガスメーター本体のディスプレイに表示されるため、メーターを屋外に設置した場合、残高を確認するためにはその都度外に出る必要があり、使用者の負担増となる。しかし、メーターを宅内設置することにより、上記の負担増は解消され、使用者の利便性向上につながる。

なお、メーターの宅内設置における懸案事項としては、「宅内に設置されたメーターに関わる事故が発生した場合の、ガス供給者と使用者の間における責任の所在」が挙げられる。宅内設置の実施にあたっては、上記に係る責任分解点を事前に明確化する必要があると考える。

また、メーター宅内設置のためにガス管を宅内（主にキッチンまで）に引き込むにあたり、宅内におけるガス漏洩が発生しないよう細心の注意を払って作業を行う必要もある。

4-3-4 目標4にかかる調査結果

目標4： バングラデシュ政府関係者及び国営ガス供給会社に対し、プリペイド式ガスメーターの活用に関する理解促進及びOJTによるO&M及び保安機能活用技術の移転を行う。

(1) 設置工事立ち会いによる技術移転

設置工事にはバングラデシュにてBUETのプリペイドガスメーター試験設置を担当した現地業者を採用したが、ガスメーター設置に係る経験、技術、知識が不足していることが判明した。例をあげると、ガスの危険性を軽視しているために、ガスメーター設置時に既存ライザーを切断する際、コックを閉めるなどしてガスを止めることなく切断部を指でふさいで対処する、ガスメーターの水平設置の必要性を理解していない、設置工事完了後にガスの漏洩検査を実施しない等、多岐に渡る注意点があった。そこで、ガスメーター設置工事においては、屋外・宅内ともに本邦から派遣した施工技術者が立ち会い、現地業者及びTGTDC職員に実演指導を行った。ガス爆発等の危険性、メーターの正常作動に必要な設置技術や必要部材等について説明し、本邦から持参した自記圧力計を用いたガス漏洩検査の実施など、今後の設置作業において必要となる技術移転を図った。

(2) プリペイドカード模擬実験

本事業で設置したガスメーターに取り付けたデータロガー及びカードリーダーを用いて、プリペイドカードを使用したガス料金チャージを模した検針を行った。この模擬実験のため、TGTDCのサーバー室に専用PCを設置し、必要なプログラムをアイテックが作成・提供した。プリペイド料金制移行時のデータ送受信が容易に行えることを実証、その手法をC/P機関側に指導した。

(3) 無線検針実験

宅内設置したメーターの検針を容易化するため、当該メーターに無線子機を接続し、検針用PDAを用いて無線通信による遠隔検針を試験的に行った。バングラデシュにおけるガス使用については、プリペイド式を順次導入する旨を同国政府が発表しているため、ガス使用における無線検針は実施されない予定ではあるが、同技術はガス以外の事業（水道・電気等）にも導入が可能なため、その有用性を本事業において同国政府関係者に対して実証した。

4-3-5 目標5にかかる調査結果

目標5： 本事業の検証結果をもって、日本製ガスメーターの優位性に関する理解の向上を図り、日本製製品の海外展開にむけた足がかりを作る。

(1) ワークショップ

バングラデシュ国エネルギー省、TGTDC、KGDCL、ペトロバングラ（TGTDC及びKGDCLの上部組織）の幹部一同を対象に、本事業にて判明した課題、ガス漏洩に係る現況と今後必要となる対策について共有するワークショップを開催した。本ワークショップにはJICAバングラデシュ事務所職員も参加し、これまで同国において判明していなかった天然ガス供給に係る問題点、これから進めるべき改善について報告・説明し、非常に高い関心を得た。

5. 業務実施上の工夫

(1) 設置エリアの分散

ガス使用量の実態調査実施にあたり、ダッカ市内の可能な限り広範囲なエリアにて平均的にデータを取得すべく、下図のようにメーター設置エリアを分散した。これにより、取得するデータが一部地域のものに偏ることを避け、より有意性のある実証調査を実施できるよう留意した。

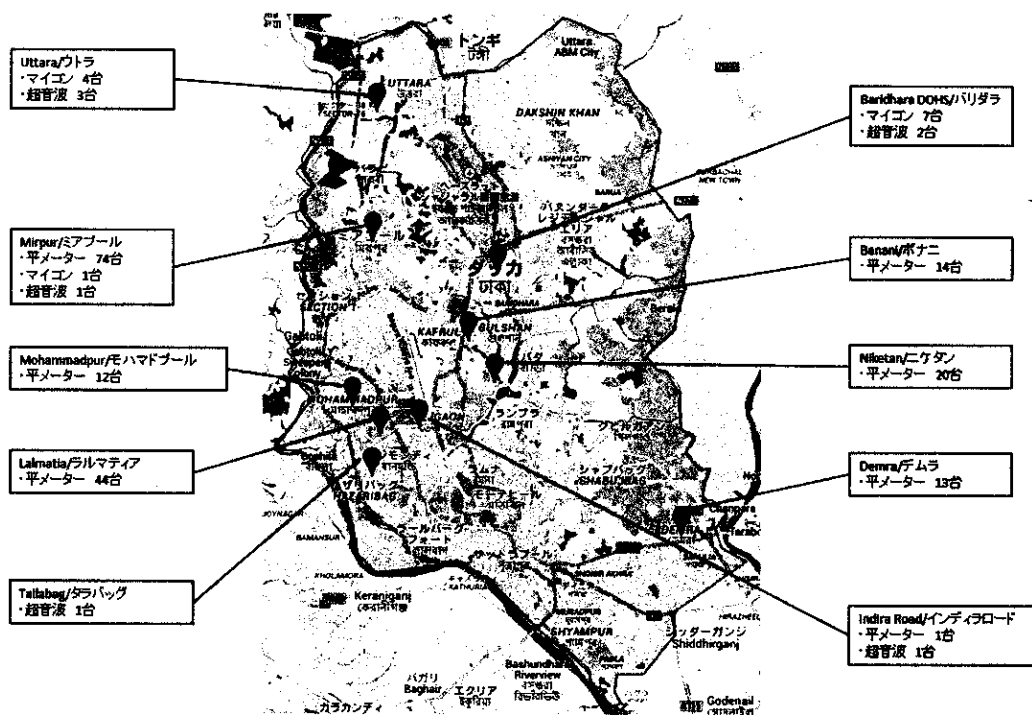


図 5-1 メーター設置エリア

(2) 設置エリアごとの顧客層所得別分類

ダッカ市内に居住する住民の平均所得別分類（貧困層、中流層、及び富裕層）は、その居住するエリアによって概ね振り分けることができる。上述したメーター設置エリア分散の際は、エリア毎の平均所得別分類にも偏りが生じないように留意した。

表 5-1 設置エリアごとの所得別分顧客類

富裕層		貧困層		
Niketan	20	Demra	13	
Indira Road	2	Lalmatia	44	
Banani	14	Mohammadpur	12	
Baridhara DOHS	9	Uttara	7	
Tallabag	1			
合計	46	合計	76	
			合計	76

(3) プリペイドカードの模擬実験

ガスメーターの検針を、プリペイドカードを模した方法により TGDCL 内の専用 PC にインストールしたアイテック製データ管理システムに同じくカードリーダーを用いて指針値を読み出し、PC に保存する方式を採用した。これは、バングラデシュにおけるプリペイド式ガスメーターの導入に向けた、料金支払時のプロセスを模したものであり、ガスメーターと本システム間のデータ転送の正常作動を実証するとともに現地関係者に対して実用性を周知した。

(4) 日本人技術者の立ち会い

メーター設置工事にあたっては、前述の通り本邦より施工技術者を派遣し、自記圧力計の導入等を通じて適切な機材設置を実現するとともに、現地への技術移転を図った。

(5) BUET による試験設置済みプリペイドガスメーターと提案製品の性能比較

BUET によるパイロットプロジェクトによって設置されたプリペイドガスメーターと提案製品の性能比較をするため、本事業では両ガスメーターを直列設置する手法を採用した。これにより両メーターが完全に同一条件にて作動し、計測データの直接的な比較が可能となった。

(6) 集合住宅におけるライザーから各世帯におけるガス漏洩の検知

当初の計画では、ガスメーターは各世帯に設置された上で、その使用量を計測することを目的としていたが、TGDCL からの要望もあり、集合住宅 2 棟においてライザーに提案製品を親メーターとして設置し、同ライザーから繋がる各世帯に同製品を子メーターとして設置することによってライザー/各世帯間の配管におけるガス漏洩の有無を検証した。その結果、2 棟のうち 1 棟では大きな漏洩は無かったものの、もう 1 棟においては実使用量と同等またはそれ以上の多大な漏洩が確認された。参考データの母数としては極少量であり十分とは言えないが、現地におけるガス漏洩の問題性、深刻さを示すひとつの事実であると考えられる。

(7) メーター設置先からの問合せ、クレームに対する 24 時間サポート体制の構築

予期しないガスメーターの誤作動や、前述の圧力センサーの作動によるガス供給停止など、不測の事態に備えた 24 時間サポート体制を、弊社現地法人にて構築し、設置先からの要望に迅速に対応した。

(8) ガスメーター使用上の注意点、及びガス供給停止時の復旧方法に係る説明書作成

現地においては、ガスメーターそのものがいまだ馴染みの無い製品であり、特に保安機能によるガス供給停止時の操作について設置先に不安を抱かせないように配慮する必要があった。本事業においては、現地の言語（ベンガル語）による取扱説明書を作成し、ラミネート加工してガスメーター本体にくくりつけ、必要な情報が常時確認できるよう手配した。（添付資料 3）

(9) 時間あたりの計測値取得によるガス漏洩量算出

ガス使用量の計測にあたっては、データロガーの利用によって時間毎の使用量を計測した。これにより、就寝時などの本来はガスが使用されないと推測される時間帯にも一定量のガス流量が計測されることを確認し、ガスの漏洩量を算出することを可能にした。

(10) Web システムを通じたリアルタイムな情報共有

現地にて取得した検針データ、及び本邦にて同データを分析・解析した結果をスピーディかつセキュアに共有するため、Web システムによるリアルタイムな情報共有を実施した。また、検針データには使用者の住所をはじめとする個人情報も多く含まれるため、上記 Web システムでは関係者以外のアクセスを制限する処置をとり、個人情報の保護に徹底した。

6. 業務実施上の課題と対応

(1) ガス漏洩に係る対応

ガスメーター設置工事の実施を通じて、屋外・宅内ともに大多数の世帯にてガスの漏洩が認められた。使用者の安全性及び測定精度の向上のため、各設置先において必要な配管修繕等を施して対処した。また、本件において更に懸念すべき事項は、ガス使用者及び現地設置工事業者の双方に、ガス漏洩に起因する事故発生などの危険性に関する認識が欠如していたことである。設置工事の際にガス漏洩が認められた世帯では、本邦にて過去に発生したガス爆発の事例等を用いてその危険性を説き、啓蒙活動に努めた。

(2) 圧力センサー作動によるガス停止からメーター撤去への流れ

実証調査結果にて述べた通り、バングラデシュにおける不安定なガス供給圧により、圧力センサーが作動してガスの供給が停止する事例が複数発生した。同機能の作動自体は正常なものであり、本来であればガスメーター前面部の「復帰ボタン」を押下すればガスの供給は再開される。しかし、供給復帰には「復帰ボタン」の押下時に供給停止の要因となった異常が解消されている必要があるため、ガス供給圧の変動（主に低下）が常態化している現地状況では、「復帰ボタン」押下時に必ずしもガスの供給が再開されるとは限らなかった。これを原因として、ガスの使用に支障が発生してしまった一部世帯においては、使用者の要望を受け、設置されたガスメーターを撤去するに至った。

(3) 現地業者の経験、知識、技術、設備不足の対応

これまでに述べた通り、バングラデシュにて過去に実施されたプリペイドガスメーター試験導入（BUET：バングラデシュ工科大学）におけるメーター設置を実施した設置工事業者であっても、設置工事における経験、知識、技術及び設備が著しく不足していた。この事態を想定し、予め本邦より設置技術者を派遣したことは、設置工事に係る問題に即時対応できた点において正しい判断であったと考える。

(4) メーター設置にかかる現地顧客からの要求

集合住宅に居住する複数世帯へのガスメーター設置に際して、一部世帯にのみガスメーターを設置する計画を立てていたところ、本来は設置世帯候補ではなかった世帯からも、ガスメーターを設置してほしいという声が多数上がった。新しい技術の試験的導入に意欲的な住民の姿勢、また、同一集合住宅内での不公平感を生じさせないことを考慮し、設置予定ではなかった世帯にもガスメーターを取り付けるよう計画を変更した。

(5) ハルタルによる事業への影響

2014年に実施された総選挙を受け、現地において断続的にハルタルが実施されており、設置工事や検針において活動を制限される事態があった。事前に公表されるハルタル実施日時に従い、ハルタルのない現地休日（金曜日、土曜日）に検針を行う、またはハルタルの実施されないエリアに限定して活動を行うなど、業務従事者の安全を第一に心がけた。

7. 今後のビジネス展開

2015年2月には、バングラデシュ政府もガス使用をプリペイド料金制に移行する旨を国民に対して発表し、日本政府の融資を受けて実施予定の「天然ガス効率化事業（円借款）」でもガスメーターの導入をコンポーネントに含むと聞いている（詳細は後述の「8. 我が国 ODA 事業との連携可能性」参照）。このように、今後同国ではガスメーターの新規設置が加速度的に増加することとなり、比例して設置工事に係る必要部材の需要も高まる。一方、本事業におけるメーター設置工事にて、配管接続時のガス漏洩を防ぐためのシールテープや漏洩検査時に使用する自記圧力計など、ガス使用者の安全性を確保するために必要な、かつ、現地では入手できない部材、機材等の有用性が非常に高いことも確認している。

本事業の調査結果をもとに、今後のプリペイド料金制移行の障害となるガス漏洩対策の必要性が高まると推測されるところ、弊社は現地にサービスショップを設立し、必要機材や部材（漏洩検用機材やシールテープ等）の販売を実施し、TGTDCCL における天然ガス管理能力強化の一助となるとともに、使用者における安全・公正なガス使用に貢献することを計画している。

また、ガスメーターが普及するのに従い、故障したメーターの交換、修理やメンテナンスの需要も発生する。サービスショップにおいて上記需要を満たすことにより、ガスメーターを低コストで長期間使用可能にすること、及び測定精度の維持を可能とする。

一方、メーターの宅内設置施工先においては、配管のみならずガスコンロからのガス漏洩も多数見受けられた。これは、将来的なプリペイド料金制への移行や、使用するガス種を問わず懸念される事項であり、早急な対策が必要と考えられる。

サービスショップでは上記の他に日本で開発された最新のガス漏洩対策、ガス効率化の技法等を現地のニーズをふまえ、随時バングラデシュ政府へ提案していき、同政府とも協調しながら事業を進めていく。

上記サービスショップに加えて、ガスメーターの設置が継続し、かつ数量が増加する場合には、同国内に組立・調整・検査工場の設立し、技術移転も進め、同国の経済的かつ技術的發展にも寄与することを検討する。

8. 我が国 ODA 事業との連携可能性

(1)円借款事業の拡大

現在、JICA による融資を受けて進められている「天然ガス効率化事業（円借款）」は、1) 既存ガス田へのコンプレッサー設置事業、2) 送ガスパイプライン敷設事業、3) プリペイドガスメーター設置事業（ダッカ市）、4) プリペイドガスメーター設置事業（チッタゴン市）の4事業で構成されており、3) 及び4) のプリペイドガスメーター設置事業は、26万台を対象としている。

上記プリペイドガスメーター設置事業は、2015年末頃に国際競争入札による調達が予定されているが、その応札の際には、実際に現地にてガスメーターを設置した経験は大きな実績として他競合企業に対するアドバンテージになると考える。

また、提案企業では、今回の実証事業の結果、屋内に設置することで26万台以上にメーターを設

置できる可能性を見出し、メーターを導入することでガスの利用者側が限りある天然ガスを浪費しなくなる効果や、メーターの導入がガス利用者の安全性向上に役立つことも証明できたと感じている。よって、提案企業は、天然ガス効率化事業はもちろん、その後も継続的なバングラデシュ全国への展開を念頭に置きつつ、同様の機会があれば、積極的に参画することを検討している。

(2)TGTDCCL 関係者の能力向上

ガスメーターの設置をビジネスベースにて実施する場合でも、ガス管の管理やガスの供給事業に関しては TGTDCCL の役割であることから、TGTDCCL に対する能力強化研修を実施することは、ガス関連施設の設置・維持管理能力の向上につながり、ガスメーターの能力もフルに生かすことが可能となる。政策レベルでの研修に加え、技術者に対する技術指導を日本国内及び現地にて実施することが同国の効率的なガス事業の実現となる。

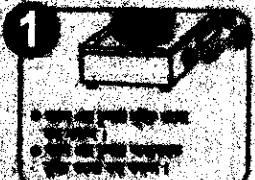
添付資料

添付資料 3 ガスメーター使用上の注意

গ্যাস মিটারের সঠিকভাবে
 কাজ করতে গ্যাস মিটারের
 সঠিকভাবে ব্যবহার করা
 গ্যাস মিটারের সঠিকভাবে
 কাজ করতে গ্যাস মিটারের
 সঠিকভাবে ব্যবহার করা

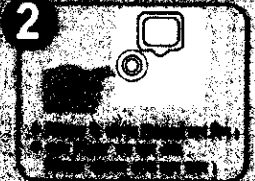
একবার Reset করার
 পরও গ্যাস Flow শুরু
 না হলে পুনরায়
 Reset করবেন না,
 আপনার গ্যাস Service
 Provider এর সাথে
 যোগাযোগ করুন।

1



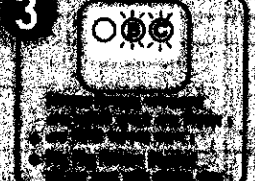
গ্যাস মিটারের সঠিকভাবে
 কাজ করতে গ্যাস মিটারের
 সঠিকভাবে ব্যবহার করা

2



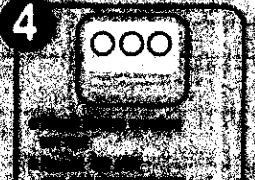
গ্যাস মিটারের সঠিকভাবে
 কাজ করতে গ্যাস মিটারের
 সঠিকভাবে ব্যবহার করা

3



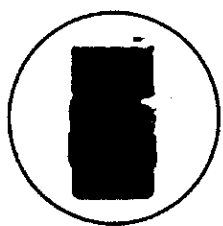

গ্যাস মিটারের সঠিকভাবে
 কাজ করতে গ্যাস মিটারের
 সঠিকভাবে ব্যবহার করা

4





গ্যাস মিটারের সঠিকভাবে
 কাজ করতে গ্যাস মিটারের
 সঠিকভাবে ব্যবহার করা

সাবধানতা
 মিটার বাঁকা করবেন না

মিটার চাপ দিয়ে ধরবেন না অথবা কোন
 কিছু দিয়ে আঘাত করবেন না।

添付資料 4 ガスメーター復帰記録表

メーター復帰記録表

メーター復帰時に、下記記録表に記入をお願いします。

ガス停止時、ディスプレイに調査に必要な情報が表示されます。
ディスプレイをチェックし、以下の例のようにご記入下さい。

例)

	月日	時間	ディスプレイ	備考
1	12月26日	19:00		調理中にガスが止まった。

	月日	時間	ディスプレイ	備考
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

添付資料 5 検針値記録表 (サンプル)

検針データ (通常版)

地区名: Niketan

住所: House#40 Road#02 Block#B

設置年月日: 2014/11/3

アパート名: Eastern Mir House 401

メーター種類: Diaphragm Gas Meter

初期メーター値: 0.05 m³

メーター番号: 1431

家族人数: 4

検針年月日	使用日数	検針数値 (m ³)	当月使用量 (m ³)	平均使用量(日) (m ³)	備考
2014/12/12	39	64.25	64.20	1.65	
2015/1/20	39	145.66	81.41	2.09	
2015/02/					
2015/03/					
2015/04/					
2015/05/					
2015/06/					
合計	78	209.91	145.61	1.87	

添付資料 6 ロードサーベイデータ (サンプル)

メーターID: 1431

時間帯		0時台	1時台	2時台	3時台	4時台	5時台	6時台	7時台	8時台	9時台	10時台	11時台
1	2014/12/16	30	0	0	0	0	10	0	0	80	50	50	80
2	2014/12/17	140	270	60	0	0	0	0	0	0	0	70	130
3	2014/12/18	20	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	70
4	2014/12/19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	160
5	2014/12/20	0	0	0	0	0	10	0	0	0	40	170	220
6	2014/12/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150
7	2014/12/22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	140
8	2014/12/23	180	250	180	0	0	0	0	0	0	0	0	120
9	2014/12/24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	160
10	2014/12/25	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	150
11	2014/12/26	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	210
12	2014/12/27	50	10	0	20	0	0	0	0	0	0	0	160
13	2014/12/28	40	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160
14	2014/12/29	20	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	120
15	2014/12/30	10	50	0	0	0	0	0	0	0	0	70	130
16	2014/12/31	120	280	250	30	0	0	0	0	30	20	110	110
17	2015/1/1	70	0	0	0	0	0	0	0	0	30	50	140
18	2015/1/2	20	0	0	0	0	0	0	0	0	20	110	120
19	2015/1/3	100	260	120	0	0	0	0	0	0	0	90	110
20	2015/1/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	190	80
21	2015/1/5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110
22	2015/1/6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	90	130
23	2015/1/7	50	0	0	0	0	0	0	0	130	60	60	80
24	2015/1/8	0	0	0	0	0	0	0	0	80	110	140	120
25	2015/1/9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	150
26	2015/1/10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	150
27	2015/1/11	200	180	0	0	0	10	0	0	0	0	0	160
28	2015/1/12	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	40	170
29	2015/1/13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	150
30	2015/1/14	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0	60	140
31	2015/1/15	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
32	2015/1/16	260	80	0	0	0	10	0	0	0	0	170	80
33	2015/1/17	160	220	0	0	0	0	0	10	0	0	30	80
34	2015/1/18	50	250	110	0	0	0	0	0	0	0	20	50
35	2015/1/19	0	0	0	0	0	0	10	0	0	40	70	90

メーターID: 1431

時間帯		12時台	13時台	14時台	15時台	16時台	17時台	18時台	19時台	20時台	21時台	22時台	23時台
1	2014/12/16	80	150	80	380	250	130	30	30	90	80	150	20
2	2014/12/17	210	150	90	260	260	120	0	130	40	0	50	0
3	2014/12/18	160	140	30	320	340	410	240	40	170	70	230	0
4	2014/12/19	90	80	0	240	340	130	0	10	60	230	50	10
5	2014/12/20	150	250	290	410	150	50	50	100	100	70	50	50
6	2014/12/21	210	200	90	130	210	290	470	200	80	80	150	0
7	2014/12/22	90	150	100	200	370	190	160	130	70	160	70	70
8	2014/12/23	190	170	70	20	260	280	60	70	170	150	40	0
9	2014/12/24	180	140	200	300	360	140	110	100	150	100	110	30
10	2014/12/25	90	130	40	240	310	310	130	10	110	200	190	240
11	2014/12/26	150	60	20	160	390	360	140	190	180	250	100	60
12	2014/12/27	110	160	80	350	410	210	80	80	130	70	100	60
13	2014/12/28	220	220	90	80	170	210	90	310	350	80	70	80
14	2014/12/29	70	180	160	120	280	100	230	310	130	70	190	230
15	2014/12/30	20	160	130	150	180	240	40	30	50	50	60	50
16	2014/12/31	60	100	260	180	170	300	190	70	30	100	80	80
17	2015/1/1	90	140	40	0	210	240	40	40	120	270	140	170
18	2015/1/2	120	170	150	240	30	90	110	80	70	30	170	20
19	2015/1/3	110	180	80	10	310	160	120	40	100	140	0	0
20	2015/1/4	70	130	250	360	220	140	60	100	250	70	120	0
21	2015/1/5	90	100	110	330	220	130	320	260	170	120	70	80
22	2015/1/6	50	200	30	330	240	80	70	100	120	250	140	170
23	2015/1/7	90	100	130	380	280	160	90	100	90	100	70	0
24	2015/1/8	170	80	60	360	350	280	260	70	70	70	190	40
25	2015/1/9	90	70	370	290	200	390	480	280	40	290	230	20
26	2015/1/10	180	60	40	270	260	220	100	110	200	70	90	90
27	2015/1/11	100	110	70	290	200	170	40	100	200	110	20	0
28	2015/1/12	150	210	240	360	390	360	290	300	60	90	70	10
29	2015/1/13	170	110	90	210	450	140	50	60	150	70	150	0
30	2015/1/14	140	90	280	240	380	250	170	100	180	220	200	160
31	2015/1/15	170	160	130	150	300	80	90	80	130	100	100	300
32	2015/1/16	150	60	120	200	220	210	100	100	70	110	70	50
33	2015/1/17	170	200	120	210	340	200	260	240	60	50	120	70
34	2015/1/18	30	170	140	350	190	70	60	80	130	100	120	90
35	2015/1/19	90	90	160	160	350	80	0	0	90	90	340	310

メーターID: 1433

時間帯		0時台	1時台	2時台	3時台	4時台	5時台	6時台	7時台	8時台	9時台	10時台	11時台
1	2014/12/16	20	20	20	20	20	10	20	20	20	90	180	60
2	2014/12/17	40	20	20	20	20	20	20	20	20	70	200	110
3	2014/12/18	30	20	20	20	20	10	20	20	20	80	200	190
4	2014/12/19	150	20	20	20	20	20	20	20	20	40	50	250
5	2014/12/20	20	20	20	20	20	20	20	20	10	140	210	20
6	2014/12/21	20	20	60	20	20	20	20	10	20	110	210	80
7	2014/12/22	40	20	20	20	20	20	20	20	20	40	30	20
8	2014/12/23	20	10	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
9	2014/12/24	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	10	20
10	2014/12/25	40	30	20	20	20	20	20	20	10	50	270	90
11	2014/12/26	70	20	10	20	20	20	20	20	20	70	270	80
12	2014/12/27	30	20	20	20	20	20	10	20	20	60	240	20
13	2014/12/28	40	10	20	20	20	20	20	20	20	60	100	100
14	2014/12/29	20	20	20	20	10	20	20	20	20	90	180	130
15	2014/12/30	20	20	20	20	20	20	20	20	20	60	90	110
16	2014/12/31	50	20	20	20	20	20	20	20	20	120	250	130
17	2015/1/1	40	10	20	20	20	20	20	20	20	110	190	300
18	2015/1/2	320	40	20	20	10	20	20	20	20	110	150	70
19	2015/1/3	160	20	20	20	20	20	20	20	20	200	260	160
20	2015/1/4	60	20	20	20	20	20	20	20	20	50	240	270
21	2015/1/5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	110	60
22	2015/1/6	50	20	20	20	10	20	20	20	20	60	30	190
23	2015/1/7	30	20	10	20	20	20	20	20	20	70	70	180
24	2015/1/8	30	20	20	20	20	20	20	20	20	110	370	160
25	2015/1/9	100	30	20	20	20	20	20	20	20	40	130	250
26	2015/1/10	170	20	20	20	20	20	20	20	20	210	310	100
27	2015/1/11	200	50	20	20	10	20	20	20	20	20	140	280
28	2015/1/12	10	50	20	20	20	20	20	20	20	20	270	60
29	2015/1/13	20	20	20	20	20	20	20	10	20	140	380	280
30	2015/1/14	70	60	20	20	20	20	20	20	20	120	200	220
31	2015/1/15	60	20	20	20	20	20	20	20	20	50	400	390
32	2015/1/16	20	50	20	20	20	20	20	20	20	70	370	340
33	2015/1/17	340	20	50	10	20	20	20	20	20	70	270	110
34	2015/1/18	100	80	20	20	20	20	20	10	20	60	130	130
35	2015/1/19	240	60	20	10	20	20	20	20	20	100	340	320

メーターID: 1433

時間帯		12時台	13時台	14時台	15時台	16時台	17時台	18時台	19時台	20時台	21時台	22時台	23時台
1	2014/12/16	190	150	230	100	50	20	20	20	20	40	50	10
2	2014/12/17	140	140	170	120	30	20	20	20	20	20	30	130
3	2014/12/18	120	60	150	150	140	20	30	20	10	50	30	180
4	2014/12/19	170	250	140	180	40	320	150	100	120	40	20	60
5	2014/12/20	110	230	100	140	90	20	20	20	140	30	50	30
6	2014/12/21	340	80	180	250	20	20	20	20	20	20	60	30
7	2014/12/22	40	160	100	190	300	20	20	20	20	20	20	20
8	2014/12/23	20	20	20	20	10	20	20	20	20	20	20	20
9	2014/12/24	20	20	20	20	20	20	20	20	30	40	20	40
10	2014/12/25	20	70	260	320	300	80	10	20	20	20	20	20
11	2014/12/26	110	160	120	210	60	60	130	190	40	20	20	20
12	2014/12/27	110	80	160	70	170	100	150	250	60	30	30	30
13	2014/12/28	90	90	190	180	80	80	220	70	60	250	20	60
14	2014/12/29	80	240	160	230	190	20	30	70	70	80	20	40
15	2014/12/30	250	230	100	130	120	100	90	150	260	210	60	80
16	2014/12/31	60	20	10	20	20	20	20	20	20	120	70	130
17	2015/1/1	250	300	220	240	230	70	10	40	10	80	40	190
18	2015/1/2	30	20	20	20	20	20	20	20	20	200	260	220
19	2015/1/3	120	210	160	160	150	60	90	100	90	40	20	20
20	2015/1/4	220	270	20	80	20	20	20	20	20	40	90	270
21	2015/1/5	50	60	150	270	280	260	20	20	50	40	20	80
22	2015/1/6	350	150	230	260	250	20	170	200	100	210	250	40
23	2015/1/7	280	170	320	80	30	20	20	10	20	20	20	60
24	2015/1/8	240	170	160	200	160	90	20	20	170	280	260	250
25	2015/1/9	130	220	220	140	110	80	130	330	110	150	280	300
26	2015/1/10	260	250	200	200	240	140	120	140	280	250	40	50
27	2015/1/11	340	180	60	250	170	70	20	60	250	20	50	20
28	2015/1/12	140	170	110	110	90	100	120	90	60	60	240	130
29	2015/1/13	330	300	280	250	150	90	70	40	110	150	100	160
30	2015/1/14	360	400	230	260	190	220	240	190	120	130	190	240
31	2015/1/15	210	230	190	140	190	180	210	150	130	170	210	70
32	2015/1/16	330	280	220	150	90	20	20	20	20	10	20	210
33	2015/1/17	300	250	290	350	260	220	20	20	80	280	200	100
34	2015/1/18	190	330	250	270	320	100	20	20	80	20	100	140
35	2015/1/19	340	310	240	90	230	260	280	240	210	130	50	300

NATURAL GAS PRE-PAID METERING FOR DOMESTIC CUSTOMERS: EVALUATION OF THE PILOT PROJECT BY TITAS GAS TRANSMISSION AND DISTRIBUTION COMPANY LIMITED

M. Rahman¹ and G Sarwar²

¹Department of Petroleum & Mineral Resources Engineering
Bangladesh University of Engineering & Technology, Dhaka, Bangladesh
²Titas Gas Transmission & Distribution Co. Ltd., Dhaka, Bangladesh

ABSTRACT

There are different types of customers and tariff rates for natural gas in Bangladesh. All types except the un-metered Domestic customers are billed on meters. Un-metered domestic customers are billed at flat rates. They pay a fixed amount, whatever may be their actual gas consumption. As they need not pay for every unit of gas they use, they utilize gas for drying clothes, keeping room warm in winter and saving the expenses of match sticks. For this reason, most of these domestic customers use this nonrenewable fossil fuel inefficiently and they do not use efficient gas appliances to reduce the wastage of gas. This group of customers consumes about 11% of the total gas. Thus there is a scope for wasting a significant amount of gas. Pre-paid metering may reduce such wastage and also eliminate the problem of unpaid dues. Titas Gas Transmission & Distribution Company Ltd. (TGTIDCL) undertook a pilot project in July 2005 to implement pre-paid metering on a limited scale. The outcomes of the pilot project are analyzed and presented in this paper. It is found that most of the customers under the project appear to be indifferent to the new system. The revenue of TGTIDCL was less compared to the same number of un-metered customers. The pilot project was not designed adequately. Calculations are therefore made with assumed parameters. Clear and conclusive results regarding reduction of gas wastage and financial benefits cannot be obtained. More carefully designed pilot projects must be conducted before deployment of metering in a large scale.

Keywords: Natural Gas, Metering, Pre-paid, Domestic Consumption, Wastage.

1. INTRODUCTION

There are different types of customers and tariff rates for natural gas in Bangladesh. All types except the un-metered Domestic customers are billed on meters. For all metered customers, post-paid analogue meters are used for measuring the quantity of gas supplied. The quantity of gas consumed by an individual un-metered customer is insignificant compared to any of the metered customers. For this reason individual domestic metering was not considered worthwhile the extra investment. Rather a flat rate was imposed on them, based on the number of burners/stoves. In recent years however, the rapid demand growth in various sectors, together with the supply shortage, has created a situation where energy conservation has become a national priority. Therefore, metering of all domestic customers is being considered recently.

Though individual consumption is small, the total amount of gas consumed in the domestic sector is high-about 11% of the total gas consumed in the country. The number of domestic customers is increasing at a fast rate-which is directly related to the increasing population of

the cities where piped gas supply exists, and the rapid growth in the housing development sector. The main problems of un-metered customers are wastage of gas and collection of dues. It is generally assumed that most of the customers unnecessarily keep the burners on, even when no cooking or heating activities are taking place. It is also known that in many cases a single stove is used by more than one family, thus significantly exceeding the estimated gas consumption by a single customer. This implies that gas is either wasted, or consumed but not paid for the correct amount. The pilot project was undertaken to quantify actual consumption and the wasted or un-paid for amounts, and test out the concept of pre-paid metering. This paper presents some findings and lessons from this project. A systematic financial analysis is beyond the scope of the paper.

2. GAS MARKETING IN BANGLADESH

Natural gas is produced by three national and four international companies from eighteen gas fields in Bangladesh. Transmission of this gas over long distances is entrusted to a single national company called

Gas Transmission Company Ltd (GTCL). There are four national distribution and marketing companies who supply the gas to the end users. The usage of natural gas is quite diverse, and the types of consumers and quantities consumed also vary greatly. Therefore different types of customers are defined, and corresponding tariff rates are fixed, as presented in the next section.

2.1. Customer Types and Tariff Rates

The Different types of customers and corresponding tariff rates are shown in the Table 1. These rates are reviewed from time to time. In recent years Bangladesh Energy Regulatory Commission (BERC) has been given the authority to conduct hearing, with representatives from all stake holders, regarding the tariff fixation.

Table 1: Tariff Rates for Different Customer Types (Taka/Nm³) [1]

Type of customer		2005	2009	
A. Non Bulk	1. Domestic	Metered	4.59	5.16
		Un-metered (flat rate) Tk/mo	2 Burner Tk 400	2 Burner Tk 450
		1 Burner Tk 350	1 Burner Tk 400	
	2. Commercial	8.23	9.47	
	3. Industrial	5.23	5.86	
	4. Seasonal	8.23	9.47	
5. Ten-stata	5.23	5.23		
6. CNG		2.47/9.97	9.97/16.75	
B. Bulk	7 Power production	Govt.	2.61	2.82
		IPP	4.41	4.41
		CIPP	3.73	4.18
		SIPP	3.73	4.18
	8. Fertilizer	2.24	2.58	
9. Captive power	3.73	4.18		

The CNG tariff was increased again in May 2011 to Taka 25 per Nm³. The work presented in this paper was based on the tariff rates prevailing in 2005.

There is a popular notion that a significant amount of loss occurs in the domestic sector since it is mostly un-metered. There is a scope of gas wastage by unnecessarily keeping the burners on. This fact was believed to be a major contributor to the large amount of unaccounted for gas (UFG) in the past years. However, systematic study to get a realistic estimate of the wastage in the domestic sector was never undertaken. It is remarkable that despite the growth of domestic customers, the overall UFG has gone down in last three years [2].

2.2. Distribution Companies

Four national companies are responsible for distribution and marketing of natural gas in Bangladesh [2]. These are i) Titas Gas Transmission and Distribution Company Limited (TGTDC), ii) Bakhrabad Gas Systems Limited (BGSL), iii) Jalalabad Gas Transmission and Distribution Company Limited (JGTDC), and iv) Pashchimanchal Gas Company

Limited (PGCL). These companies were established at different times to meet the changing demand and requirements, and their sizes and roles also gradually changed. All distribution companies purchase gas from the production companies, and sell to the end users. In the process they are also responsible for laying and maintaining the distribution network, regulating and metering stations, etc., under their franchise areas. Table 2 shows some salient features of these companies.

Table 2: Natural Gas Distribution companies in Bangladesh

Company (Year)	Franchise Area	Total pipe length (April 2011), km	Total no of customers (April 2011)	Annual Gas sales, BCF (2009-10)	Market Share (%)
TGTDC (1964)	Dhaka Division including Brahmanbaria	12,149.15	15,63,289	528.6	74.4
BGSL (1980)	Chittagong Division	3,553.75	1,90,596	105.7	14.9
JGTDC (1986)	Greater Sylhet	3,117.51	1,47,344	50.2	7.1
PGCL (1999)	Northwest region.	444.13	59,116	25.8	3.6

2.3. Overview of TGTDC

Established in 1964, it is the oldest and largest gas marketing company in Bangladesh. Its commercial operation began in April 28, 1968 by supplying gas to the Siddhirganj Thermal Power Station. Its franchise area covers Greater Dhaka, Greater Mymensingh and Brahmanbaria Districts. It buys gas from various gas fields including Titas, Habiganj, Narsingdi, Bakhrabad, Beambazar, Kaleshtala, Jalalabad, Fenchuganj, Bibiyana, Moulvi Bazar, Rashidpur and Bangura Gas Fields. It was listed with Dhaka Stock Exchange (DSE) on June 9, 2008. Currently the company supplies about 74% of the total gas in the country. The pipeline and gas sale figures are mentioned in Table 2. The customer base is shown in Table 3. Figure 1 shows the percent share of gas sold to the different types of customers [1]. From Table 2 and Figure 3, certain interesting points become evident. The power sector has only 34 customers, but it consumes about 39% of the total gas. If the captive generation is

included, about 57% of the total gas is consumed for power generation alone. The industrial sector has fewer than 5 thousand customers, yet it consumes about 19% of the total gas. The captive generation is mainly carried out by/for the industrial customers, thus the total consumption in this sector is about 37%. The commercial sector, despite having relatively high tariff, is very small. It might be worthwhile re-defining this sector and widen the scope of revenue from this sector. CNG is now an important fuel for the transportation sector, accounting for about 5% of total gas consumption.

Table 3: Gas customer status of TGTDC (As of June 30, 2010)

Customers Type	Number of Customers
Power-Public	11
Power-Private	23
Fertilizer	4
Captive power	1,043
Industry	4,557
Commercial	10,893
Seasonal	12
CNG	329
Domestic	1,539,691
Total	1,556,563

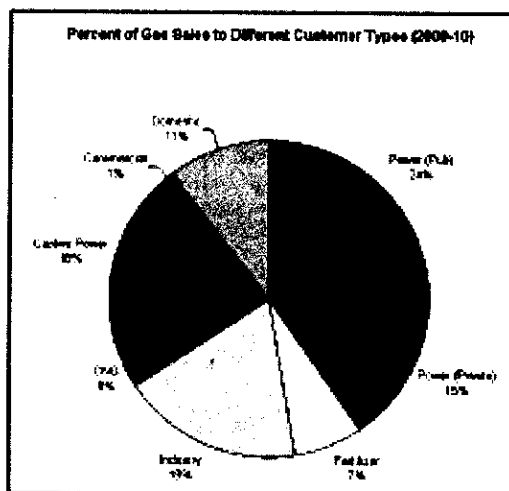


Fig 1. Percent Share of Gas Sales by TGTDC to different Types of Customers (2009-10)

3. THE PILOT PROJECT

The pilot project was implemented in 2005, with pre-paid meters installed in 1,000 kitchens in the Banani residential area of Dhaka city. The desired properties of the meters were meticulously laid out in the project plan. Some important desired properties and features of the meters were:

- i. Intrinsic Safety
- ii. Security Sealing

- iii. Automatic Turning on/off gas supply valve according to the situation of pre-paid amount
- iv. Card Reader (IC-Chip) with high resistance to magnetic interference
- v. Real time calculation and display of the balance
- vi. Mechanical counter for direct reading in Nm³
- vii. LCD display for information of the IC card, messages, etc.
- viii. Index Box to be secured and sealed against any illegal access.
- ix. Back Stop device to prevent the reverse flow of gas.

The IC Chip would generate alarm and make the system inoperative to protect it from pre-set minimum and maximum gas flow rates. It should store information such as cumulative gas consumed, last prepaid volume, volume of gas left, card number, meter number etc. The valve would close instantly to stop the flow of gas when there is no balance from the pre-paid amount. The IC card cannot be pulled out until the storage of card value. After completion of storage the IC card value it would be ejected automatically. When the remaining volume of gas is less than 6 m³ the meter will issue an alarm, then continue to issue alarms for each 1 m³ and for every 0.1 m³ intervals for the last cubic meter of gas left. In case of illegal gas use or meter bypassing the gas flow will be stopped automatically. The meter will have outlet pressure sensor. If the meter is dismantled, the motor valve inside the meter will be closed automatically and store the record in the meter. The meter would not be reusable without the help of Gas Company personnel.

Specifications of the meters used in the project:

Type	Diaphragm meter
Model	G-1.6 A
Q _{max}	2.50 Nm ³ /hr
Q _{min}	0.16 Nm ³ /hr
P _{max}	100 KPa

The meters had both digital and analogue display.

4. FINDINGS FROM THE PROJECT

There was no arrangement for measurement of gas consumption, such as a master meter on the supply main, in the area before the project implementation. Therefore no concrete data was available regarding the gas consumption before metering. Thus the savings of gas cannot be established with certainty; rather the analysis had to rely on assumed parameters.

4.1. Calibration and Testing of Meters

Initially the meters were tested in the Demu workshop of TGTDC before installation and did not reveal any problem. After a few months into operation, a number of problems were found by a thorough inspection by TGTDC representatives. Some randomly selected meters were sent to Institute of Information and Communication Technology (ICT), BUET, for further testing. Their major findings were:

- i. The calibration of the meters was not accurate.
- ii. The quality of the materials used for electronic module was poor.

- iii. Power supply system of the meter was of lower quality.
- iv. LCD display was of poor quality.

4.2. Survey and Inspection

Out of the 1,000 domestic gas customers, only 848 were available for survey. Some surveys were done as routine work. Some inspections were conducted due to complain lodged by customers. Complain included display problems, non-functioning meters, gas supply problems etc. Some customers were also inspected by the author for the study. Data were collected regarding different parameters such as flow condition, installation condition such as the locations of the meter and the stoves, verification of any technical fault, customer feedback etc. Some customers were not available while some refused to allow inspection. Tables 4 and 5 show the number of customers and types of residences under the project. It is noted from Table 5 that about 13% of the customers inspected were not ordinary domestic customers. These households were either being used as offices, or being inhabited by foreign citizens. Therefore the gas consumption pattern of these customers was likely to be quite different.

Table 4: Inspection data of pre-paid meters

Visited	848
Owner not available	105
Nobody resides	26
Refused to allow inspection	13
Staying abroad	8

Table 5: Category of the inspected customers

Home	718
Office	94
Foreigner	36
Total	848

4.3. Technical Faults

The total number of faulty meters was 503. Some meters had a single problem such as consumption error or battery damage etc, while others had multiple problems. Consumption error is defined as the difference between analogue and digital reading. Types of faults that were detected are shown in Table 6.

Table 6: Technical faults found in the meters

Fault Type	Fault Count
Consumption Error	375
Battery Damaged	45
Meter Damaged	18
Negative Digital Reading	4
Display Damaged	6
Meter Lock	112
Card Charging In Meter	178
Total fault count	738

It shows that consumption error is the highest among

the different types of faults. About 44% of the meters were faulty in this regard. Significant number of meters also had card charging and meter lock problems.

4.4. Irregular Activities

A number of irregular activities were also detected in some meters (Table 7). Although the numbers are not very high, it is a matter of concern given the type of area where the project was implemented. It is likely that such activities would be more frequent in the less affluent areas of the city.

Table 7: Irregular activities

Type of irregularity	incident
meter by pass	6
no seal in meter	10
Total	16

4.5. Customer feedback

Satisfied customers commented that their bills were reduced with respect to flat rate billing, and that they were billed just for the amount consumed. Dissatisfied customers mostly pointed to the technical problems of the meters, and the associated hassle. Majority of the customers, however, were indifferent. The reason for indifference should be further investigated, however, it may be related to the usage pattern and income levels of the customers. Table 8 shows the summary of customer feedback.

Table 8: Customer Feedback

Overall Assessment	Number of Customers	% of Customers
Satisfied	162	19.10%
Not Satisfied	122	14.39%
Indifferent	564	66.51%
Total	848	100.00%

4.6. Financial Statement

Revenues earned by selling gas through the pre-paid meters are compared to the equivalent flat rate earnings in Table 9.

Table 9: Revenue Comparison (Oct 05 to April 06)

Month	Cards Sold (Taka)	Flat Rate Basis (Taka)
October 05	2,15,200	4,42,010
November 05	1,68,000	4,42,010
December 05	1,90,400	4,42,010
January 06	2,13,203	4,42,010
February 06	1,62,200	4,42,010
March 06	1,70,800	4,42,010
April 06	1,91,400	4,42,010
Total	13,11,203	3,0,94,070
% Difference		- 57.62%

It shows that in 7 months the actual earning was less by 57.62% compared to flat rate bill. The probable

reasons include error in digital reading (consumption error), and reduced consumption of gas by customers.

6. ESTIMATION OF WASTE GAS

The gas load calculation committee of TOTDCL experimentally determined that gas load for a domestic double burner was 0.6 Nm³/hr. Independent tests by the author showed that at very low opening, gas consumption was about 0.1 Nm³/hr [3]. Burning does not occur below this rate.

Past surveys by TGTDCI indicated that, about 6 to 8 hours a day of burner usage is enough to satisfy the cooking needs of an average domestic customer. This paper made independent calculations based on the following main assumption:

- i. Burners are kept full open for 6 hours and partially open for 4 hours.
- ii. Tariff rates are prevailing at the time of the project implementation (2005)
- iii. Initial calculations are made for a group of 10,000 double burner stoves.

Thus, gas consumed per burner per month is estimated to be about 118.93 Nm³. Flat rate for a double burner stove is Taka 400/month, and metered rate for domestic customer is Taka 4.59/Nm³. Thus a flat rate customer actually paid for (400/4.59) about 87.15 Nm³ of gas. The un-paid for gas is (118.93-87.15) about 31.78 Nm³ per customer per month. This amount is termed as the "Wasted Gas". Annual Wasted Gas for 10,000 customers is about 3.81 MMCM, corresponding to an annual revenue loss of Taka 1.75 crore. If the same assumptions are made for the entire domestic customer base (10,97,478 in 2005), these amounts would be 418.14 MMCM and Taka 30.73 crore respectively.

6. DISCUSSIONS

There was no foreknowledge of the gas consumption in the area where the pre paid meters were deployed. If some special arrangement, such as a master meter was installed on the supply main to the said area, a better indication of gas consumption before and after the project could be obtained. That would have helped to establish the amount of gas wasted or saved with more reliability. Some gas is also wasted through leaks, and during the process of lighting the burners.

The project was implemented in an area where the income levels of the customers are supposed to be high, and their gas usage pattern was perhaps very similar. Moreover, 13% of the customers were offices and foreign citizens, whose gas usage should be quite different than regular domestic customers. It is easily understood that the usage trends between customers at different income levels would vary significantly. To address this problem, a comprehensive survey could be conducted to cover different types of neighborhoods. The pilot project in a medium to low income level neighborhood would yield more realistic results.

The project outcome is also greatly undermined by low quality meters. Reliable, accurate and durable meters are central to the success of such projects.

It is also interesting to note that the revenue of the gas company actually reduced after the project. Perhaps that is an indication of reduced consumption and wastage, but it cannot be quantified with certainty. Reduction of revenue may act as a barrier for a gas company to invest in large scale metering projects, and prompt the company towards tariff hikes.

7. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The results of the pilot projects are inconclusive, partly due to the design of the project, and partly due to the selection of the area. Diversity of customers is a very important point to consider. Low quality meters had a negative effect on the project. Although made on assumed parameters, calculations show significant amount of gas saving.

A comprehensive customer survey covering customers with a wide range of income levels should be conducted to develop a more effective metering program. Real-time measurements at selected points and in households selected at random should be performed. More pilot projects should be undertaken while keeping the above points in mind. Adequate arrangements such as master meters must be incorporated in the project design to reliably estimate the change of consumption before and after the projects. High quality of the meters must be ensured. Large scale deployment of pre-paid meters without sufficient background work would not be a prudent decision.

8. REFERENCES

1. Annual Report (2009-10), Titas Gas Transmission and Distribution Co. Ltd. 105, Kazi Nazrul Islam Avenue, Kawran Bazar, Dhaka- 1215, Bangladesh.
2. Annual Report (2009), Petrobangla, Petrocenter, 3, Karwan Bazar, Dhaka- 1215, Bangladesh.
3. Sarwar, G. (2006). "Study of Pre-paid Metering of Natural Gas in Titas Franchise Area," Master of Petroleum Engineering Project Report, Department of Petroleum & Mineral Resources Engineering, Bangladesh University of Engineering & Technology, Dhaka 1000, Bangladesh.

9. NOMENCLATURE

Symbol	Meaning
MMCM	Million Standard Cubic Meter
Nm ³	Standard Cubic Meter

10. MAILING ADDRESS

Dr. Mohammed Mahbubur Rahman
Associate Professor
Department of Petroleum & Mineral Resources
Engineering
BUET, Dhaka-1000, BANGLADESH.
Phone : 8802 9613897,
88029665630-80 (Ext. 7483)
FAX : 880-2-8613046, 880-2-9613897.
E-mail : mahbuburrahman@purre.buet.ac.bd

