

# インド省エネルギー達成認証制度 PAT (Perform, Achieve and Trade) と省エネバリア低減への貢献

Outline of the PAT (Perform, Achieve and Trade) scheme introduced in India and its contribution to overcome barrier to Energy Efficiency activities

柳 美樹\*・野田冬彦\*・青島桃子\*\*

Miki YANAGI, Fuyuhiko Noda, Momoko Aoshima

The Perform, Achieve and Trade (PAT) scheme led Ministry of Power in India, Bureau of Energy Efficiency have launched its verification and monitoring phase since 1 April 2012. Ministry of Power notified the targets for energy efficiency improving under the Energy Conservation Act, 2001 for 478 energy intensive industrial units and thermal power stations on 30th March, 2012. These targets are to be achieved by the units up to 2014-15. The scheme provides the option to trade certified energy savings as the Energy Savings Certificates (ESCerts) issued to those who exceed their saving targets, will be tradable.

This paper assesses the latest PAT role notified in March, 2012, which examined by few existing thesis. Regarding non-compliance, we find the toe (ton of oil equivalent) based penalty formula weighted by energy mix of all designated consumers in base year not be completely reflected actual market energy cost and marginal abatement cost. Therefore, misleading price signal may affect the price of future ESCerts market and DCs behavior to investment. Also the verification and monitoring system including energy audit activities under PAT scheme contribute to overcome technology barrier as first step. We find further ex-post analysis on PAT systems

**Keywords** : India, Energy Efficiency, PAT (Perform, Achieve and Trade), Barrier to energy efficiency

## 1. 研究の背景と目的

インドにおける効率改善義務を課す省エネ達成認証スキームの PAT (Perform, Achieve and Trade) は、2012 年 4 月 1 日から実際の対策を要するモニタリング (計測)・ペリフィケーション (検証) 期間に移行した。

これに際し 2012 年 3 月に公表された改正省エネ法 (Ministry of Power 2012 a, c) を踏まえた先行研究は殆ど見られず、事前評価に留まっている (Paul 2011, Tanushree 2011)。このため本稿では改正法を踏まえ PAT 制度の概要を確認し、本制度が省エネルギー政策のバリア (障壁) の解消に向け如何に機能しうるのか、検討を行なう。ここでのバリアとは、①補助金が支える「低エネルギー価格」による省エネメリット低減のバリア、②技術の未導入、技術情報の未整備による「技術のバリア」、③高利子率に付随する「資本のバリア」の 3 つである。

## 2. エネルギー利用の効率化の動向

PAT スキームの対象業種である電力、エネルギー多消費型産業の過去 20 年間の効率化の推移を確認する (表 1)。IEA 統計によると、粗鋼・セメント・紙パ等のエネルギー効率を示す原単位は、改善傾向にある。セメント産業は 2000 年比 5 割以上改善している。他方で、電力部門、特に 7 割を占めている石炭火力発電の平均効率は変化が見られず、30% の水準で推移している。日本の効率に比べ、約 10%

程度の低い水準のまま、20 年間改善していない。2012 年 7 月に起きた 6 億人が影響を受けたとされる大停電にて露呈した通り、電力会社、州政府の抱える発電・配電事業は、赤字体質から抜け出せず、設備投資の多くが停滞している<sup>1</sup>。

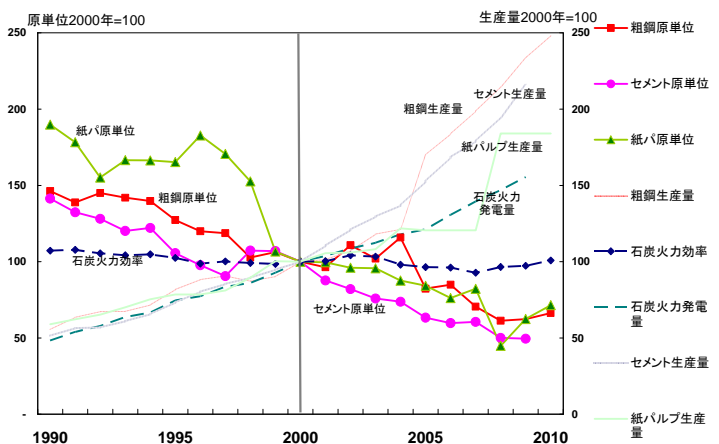


図1 火力発電・エネルギー多消費産業におけるエネルギー効率の推移(2000年=100)

注: 1 エネルギー原単位は業種別エネルギー消費量を生産量で除した値。鉄鋼はエネルギー転換・コークス製造用エネルギーも算定。出所: 鉄鋼統計要覧, World Statistical Review, ForesSTAT (FAOSTAT), OECD/IEA Energy Balances of Non-OECD Countries 等より筆者作成。

## 3. PAT 制度の概観

### 3-1 制度構築に向けた法整備と産業界の反応

PAT 制度は、2001 年に制定された省エネ法<sup>2</sup>を根拠法とする効率改善のための省エネルギー達成認証取引制度である。インド政府は、省エネ法で定めた指定エネルギー消費者

\* (財)日本エネルギー経済研究所  
地球環境ユニット 主任研究員  
〒104-0054 東京都中央区勝どき 1-13-1 e-mail [yanagi@tky.ieej.jp](mailto:yanagi@tky.ieej.jp)  
\*\* 同 計量分析ユニット 主任研究員

<sup>1</sup> 本蔵 (2012)

<sup>2</sup> Ministry of power (2001)

(Designated Consumers : DCs) に対して、省エネルギー達成認証取引を行うための法改正を2010年に行なった<sup>3</sup>。2012年3月31日に、電力省エネルギー効率局 (Bureau of Energy Efficiency:BEE) は、2年間の審議期間を経て、PATの詳細ルールを規定した省エネ法改正文書<sup>4</sup>、及び、DCsの個別の原単位目標<sup>5</sup>を省の通達 (notification) として公表した。

その後、energy auditを含むDCsの省エネルギー計画文書の提出が遅れ、BEEによる制度開始式典は7月となった<sup>6</sup>。当局は、「2年間の審議を経て、大胆かつ、シンプルな制度設計がなされた」と評価している (Chakarvarti 2012)。一方、表1に示す削減量の48%を負担<sup>7</sup>する最大の規制対象となる火力発電セクターのステークホルダーである中央電力局 (Central Electricity Authority : CEA) の議長は、「TATAなどの民間事業者はPATの目標に対応できるだろうが、州営の発電所は見通しが立たない。州の電力委員会は、資金も人材もない。」とした。その後、CEAは、設備投資を促進する利子補給システムの構築を検討する予定としている<sup>8</sup>。

セメント業界では、設備拡張に伴う技術導入によって、目標を達成することが展望されている。現状の生産キャパシティは、年産3.23億tであるが、2020年には、同6億tへの到達が予測されている。これに対して、世界銀行グループで民間融資を担当するIFC (International Finance Corporation)、インド最大の民間金融機関の1つであるICICI銀行等も投資の意向を示している<sup>9</sup>。

### 3-2 業種別の削減量の概要

省エネ法に定められた指定エネルギー消費者のうち、産業部門の8業種 (火力発電、鉄鋼、セメント、アルミニウム、塩素アルカリ、肥料、紙パルプ)、478のDCsが選定されている<sup>10</sup>。

表1に示されるBEEの公表データでは、対象期間である2012年から2015年までに、“年間エネルギー消費量 (①)”との比較において、国家大のエネルギー消費の削減量“National Target”は669万toe (石油換算トン) とされる<sup>11</sup>。しかしDCsに課せられた目標は、原単位に基づく効率目標であり、過去の活動量に基づいた総エネルギー削減量は政策立案上のビジョンに留まる可能性が高い<sup>12</sup>。

<sup>3</sup> Ministry of power (2010) 14A. Government may issue the energy savings certificate to the designated consumer

<sup>4</sup> Ministry of power (2012a)

<sup>5</sup> Ministry of power (2012c)

<sup>6</sup> Energy auditor による検証文書。省エネルギー計画を含むForm B (Ministry of power 2012c) , (Times of India 2012)。

<sup>7</sup> 筆者推計では、基準年エネルギー消費量比3%の削減。

<sup>8</sup> 火力発電部門は、設備容量の1/4程度の2500万kWの設備改修を前提として、300億ルピー (1ルピー=1.5円程度) の燃料費の削減という経済効果が期待されていた (Economic Times 2012)

<sup>9</sup> Business Line (2012)

<sup>10</sup> 省エネ法の閾値、火力発電、鉄鋼業、セメント業でエネルギー消費量が3万toe/年以上の事業者など (Ministry of Power 2012a)

<sup>11</sup> 協議用説明書BEE(2011)では、10Mtoeの削減量が提示されていたが、協議過程で表1に示される6.69Mtoeで合意した模様。

<sup>12</sup> 現地DCへのヒアリングでは、著しい増産 (図1) により目標

表1 PATの業種別削減量 (政府試算)

セクター	PAT対象事業者数 (DCsの数)	年間エネルギー消費量* (Million toe)	消費量シェア (%)	PAT	
				Cycle-1で課せられた削減量 (Million toe)	Cycle-1で課せられた削減量のシェア (%)
		①	①シェア%	②	②シェア%
1 火力発電	144	104.6	63%	3.21	48.0%
2 粗鋼	67	25.3	15%	1.49	22.2%
3 セメント	85	15.0	9%	0.82	12.2%
4 アルミニウム	10	7.7	5%	0.46	6.8%
5 肥料	29	8.2	5%	0.48	7.1%
6 紙パルプ	31	2.1	1%	0.12	1.8%
7 繊維	90	1.2	1%	0.07	1.0%
8 塩素アルカリ	22	0.9	1%	0.05	0.8%
合計	478	165.0	100%	6.69	100.0%

注：・実際の目標は原単位目標である。年間エネルギー消費量①に特定年をさす情報は無い。

・課せられた削減量②の合計値669万tはPATによる“National Energy Saving Targets”とする値に等しく、②のシェア (%) も同構成比として明記 (いずれも Chakarvarti 2012)。

出所：Chakarvarti(2012),BEE, Ministry of power

### 3-3 PAT制度概要-罰則規定の与える市場への価格シグナル

PATは事業者が原単位目標をもとに、toeで表される証書・クレジット化を行なう新たな制度である (表3)。

DCsは、特定エネルギー消費量 (Specific Energy Consumption:SEC) と呼ばれるエネルギー消費効率・原単位 (或いは発電効率) 及び、ベースラインの活動量となる生産量 (発電量) が報告に基づいて規定されている<sup>13</sup>。

#### ● Specific Energy Consumption (SEC)

$$\text{SEC} = \frac{\text{Net energy input into the designated consumers' boundary}}{\text{Total quantity of output exported from the designated consumers' boundary}}$$

原単位目標の設定にあたっては、業種別にサブセクターが設定され、製造工程・技術、原材料の違いが加味されている。例えば、最も詳細な技術分析がなされているセメント産業では、高炉スラグを活用した省エネ型の“スラグセメント”など7様式を考慮の上、目標を定めている<sup>14</sup>。この他、火力発電所の場合はエネルギー源、鉄鋼の場合は、一貫製鉄所、直接還元鉄 (海綿鉄) 等のプロセスの違いが考慮されている<sup>15</sup>。

未達成時の規定によると、DCsは未達成相当量に対し、エネルギーコスト (罰金) を支払うのか、ESCertsを購入するのを選択する。不遵守量 (toe) は、未達成の効率目標 (原単位) にベースライン生産量を乗ずることで総量が算

達成可能な点が指摘された。

<sup>13</sup> Ministry of Power (2012c)

<sup>14</sup> Chakarvarti(2012)を参照。PAT Bookletでは、日本のセメント業のエネルギー消費原単位 (650 kcal/kg-クリンカー) が、参照されている。インドの最新式のセメント工場の原単位は658 kcal/kg-クリンカー (Ministry of Power 2012a)。

<sup>15</sup> Ministry of Power (2012ab)

定される。さらに、BEE により定式化された罰金算定用のエネルギーコスト（ルピー/toe, Pp 次式）を乗じて罰金の総額が決定される<sup>16</sup>。

$$\bullet Pp = Wc \times Pc + Wo \times Po + Wg \times Pg + We \times Pe$$

- Wc (Weightage of Coal) 石炭 ウェイト = 基準年 (2007-2009 年) に、全対象事業者 (DCs) が消費した総エネルギー消費量に占める石炭消費量の割合。
- 以下同様に、(Wo) 石油ウェイト、(Wg) ガスウェイト、(We) 電力ウェイトも算出。
- Pc= 平均石炭価格 (delivered cost)  
Po= Oil Corporation Limited によって定められた石油価格  
Pg= Gas Authority of India Limited のガス価格  
Pe = Chattisgarh 州, Gujarat 州, Maharashtra 州, Madhya Pradesh 州, Tamil Nadu 州の電力規制委員会で定められた産業用平均電力価格  
(価格情報はどれも 4 月 1 日)

PAT 制度では、「エネルギーコストを内部化する」ことが強調され、2011 年度の罰金算定用のエネルギーコストは、10,154 ルピー /toe と決定された<sup>17</sup>。そこで、本稿では、エネルギー価格との相対関係を数値的に確認するために、同式を適用し、以下のデータを用いて再現計算を行なう。

- エネルギー源シェアに基づいた“ウェイト”:  
DCs のエネルギー消費量データは公表されていないため、IEA エネルギーバランス表 (基準年となる 2007-2009) の対象業種のエネルギー消費量にて推計
- エネルギー価格:  
Pc(2009)、Po(2010): OECD/IEA Prices & Tax(2012)  
Pg (2009)= Gas Authority of India Limited によって定められたガス価格(Corbeau 2010,IEA)  
Pe = 指定 5 州の重工業用平均電力価格(CEA 2011)

表 2 罰金算定のためのエネルギーコスト (公表データによる試算値) とエネルギー価格

単位: ルピー/toe				
石炭	石油	天然ガス	電力	罰則金 (推計値)
4,706	25,077	9,481	59,349	10,646

注: 罰則金 (推計値) は政府公表の 2011 年度の 10,154 を 4.8% 上回る。

出 所: 筆者推計 CEA(2011), OECD/IEA Energy Balances of Non-OECD Countries, OECD/IEA Prices & Tax (2012 1<sup>st</sup> quarter), Corbeau (2010) に基づく。

表 2 の再現計算の結果、罰金算定のためのエネルギーコストは、電力価格の 1/6、石油価格の 1/2 となっていることが確認され、このエネルギー源の消費が多い産業にとっては、エネルギーコストが反映された罰金が規定されたとは言いがたいことが見て取れる。

また、PAT 制度は市場取引を前提としていて、罰金 (Pp)

は、ESCerts クレジットの上限価格となりうる<sup>18</sup>。上限価格を上回る対策は、実施に移されにくい。BEE へのヒアリングにより PAT 制度の事前評価研究を行なっている Paul (2011) は、「市場価格を反映したエネルギー価格は、罰則として甘い」点を問題提起している。

このため、ここでは限界対策費用と罰金算定用のエネルギーコストの比較を行う。本来参照すべき全 DCs による対策のポテンシャルと、その限界費用は不明である。そのため、代替的に省エネルギー大賞事例から算定された限界削減コスト (図 2) を用いた比較では、何れの対策も罰金算定用のエネルギーコスト (10,154 ルピー /toe) を、大幅に上回っている。従って、少なくとも優秀事例とされた技術導入を促すには至らない点が推察される。

この事例から、規制対象者全体の限界削減費用を推し量ることは限界がある。同時に、慎重な限界削減コストのデータを用いた比較分析がさらに必要であるが、エネルギーコストの反映を念頭に置いた罰金設定は、結果的に限界対策コストについての誤った価格シグナルを市場に与えている可能性がある。

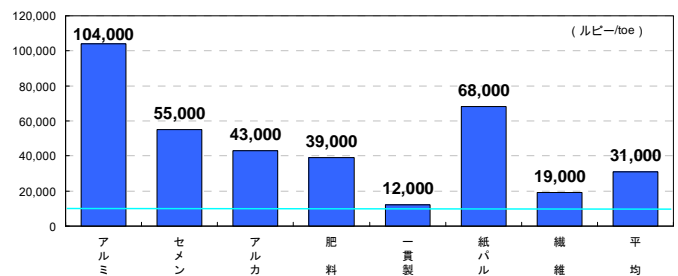


図 2 省エネルギー大賞事例に見る限界削減コスト

注: 一貫製鉄は、「一貫製鉄及びミニ炉」と記載

出 所: National Energy Conservation Award, GOI, Gernike, BEE, Ministry of Power <sup>19</sup>

表 3 PAT の制度概要

期間	概要
第 1 期 Cycle (2012 年 4 月 1 日 ~ 2015 年 3 月 31 日)	
基準年	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2007 ~ 2009 年度</li> <li>• 過去 3 年度 (2007~9 年度) の平均エネルギー消費原単位 Specific Energy Consumption: SEC (kcal/kWh, toe/t of product) を事業者 (DC) 別に規定。</li> <li>• 過去 3 年度 (2007~9 年度) から算定した生産量 (活動量) をベースライン生産量として事業者 (DC) 別に規定。</li> </ul>
期待される削減量	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 原単位目標であり、総量は不明。</li> <li>• ベースライン原単位、及び、同生産量に基づいた政府想定で総削減量は 669 万 toe</li> </ul>
不遵守時の対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 原単位目標の未達成分についてエネルギーコストを支払うか、ESCerts を購入するか選択する。</li> </ul>

<sup>18</sup> 省エネ法の不遵守時の罰金 100 万ルピーの運用の厳格性にも左右される。2011 年に公表された協議用報告書では、省エネ法に明記されている百万ルピーの罰金運用が明確に記載されていたのに対し、2012 年 7 月に開催された式典中の BEE 局長の資料では、罰金は州の電力規制委員会が裁定する形として報告されている。

<sup>19</sup> Gernike (2012)

[http://www.iipnetwork.org/sites/iipnetwork.org/files/file\\_attachments/resources/PAT-ppt\\_BEE%20Doc%209.pdf](http://www.iipnetwork.org/sites/iipnetwork.org/files/file_attachments/resources/PAT-ppt_BEE%20Doc%209.pdf)

<sup>16</sup> Ministry of Power (2012a)

<sup>17</sup> Ministry of Power (2012a)



罰則規定	<ul style="list-style-type: none"> <li>不遵守量の算定式： PAT サイクルの最後である 2015 年 3 月 31 日に verification report によって決定される。 不遵守量=原単位目標の未達分 <math display="block">\frac{\text{原単位目標の未達分}}{\text{ベースライン生産量}}</math></li> <li>不遵守による罰金総額の算定式： 省エネ法に規定されたエネルギーコスト算定式に基づく。 罰金総額=エネルギーコスト(ルピー/toe) <math display="block">\frac{\text{エネルギーコスト(ルピー/toe)} \times \text{不遵守量}}{\text{不遵守量}}</math></li> <li>※2011 年度の場合、エネルギーコストは 10,154 ルピー /toe</li> <li>罰金は州の電力規制委員会 (State Electricity Regulatory Commission) が最終的に裁定<sup>16</sup> (Mathur 2012)</li> <li>省エネ法違反の(懲罰的)罰則 10 lakh (10<sup>5</sup>) ルピー (1 ルピー=1.5 円) が規定されている (Ministry of Power2010)</li> </ul>
取引	<ul style="list-style-type: none"> <li>2015 年 4 月 ~ 2016 年 3 月 (Ministry of Power2012)</li> <li>Indian Energy Exchange(IEX) および Power Exchange India(PXIL) で取引される (Chakarvarti, BEE 2012)</li> </ul>
クレジットの発行	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energy Savings Certificates: ESCerts 算定式(1 ESCerts= 1 toe)： 効率目標の達成原単位×ベースライン生産量 (×80%)</li> <li>クレジットは、第1年、第2年については、上式の 80% まで発行可能。</li> </ul>
Banking	<ul style="list-style-type: none"> <li>次期間へのバンキングのみ可能</li> </ul>

出所：Mathur(2012),Ministry of power (2012 abc) , Chakarvarti, BEE (2012)等により筆者作成

#### 4. 結論と今後の課題

省エネルギー政策の推進を阻む3つのバリアの軽減の観点から、制度の特徴を再整理したい。

PAT は ESCerts クレジットを活用したエネルギー価格の市場評価制度ともいえるので、第1にエネルギー価格のバリアの軽減効果について検討したい。効率目標の不遵守時において、事業者が ESCerts を購入、或いは、政府が定めたエネルギーコストに基づく罰金の支払いを選択する点に注目し、分析を行った。政府の定める罰金を算定するエネルギーコストは、証書市場の上限価格となり、事業者にとっては、限界対策コストの上限値として認識される。分析で得られたインドの限界対策コストは、何れも、この罰金のコストを上回っていて、省エネルギー投資の促進に至り難い点が推察された。今後の省エネルギー法の懲罰的罰金規定(100万ルピー<sup>20</sup>)の運用にもよるが、バリアの軽減への働きかけが限定的であろう点が推察される。

現在、PAT 対象事業者の限界費用は不明であるが、今後、より包括的な省エネルギー技術と対策コストの情報収集、それに基づいた比較分析が研究課題となるだろう。

第2に、資本コストのバリアの解消にむけ、支援策の構築の端緒となりつつある点は評価される。インドに構造的に存在する問題ではあるが、設備投資が滞っていた国営州営等の事業者にとって、負担が重いだろう点が確認された

ため、今後、市場取引等から発生する事務手数料や罰金を基金化し、遵守のインセンティブを損なわない形で活用する仕組みの構築が期待される。

第3に技術バリアの低減に関して検討したい。PAT 制度構築のための製造プロセス別の効率指標の策定・ベンチマーキング、および省エネルギー促進事例の収集は、技術バリアの低減につながるものである。IEA 統計では、産業用のエネルギー消費量の 60%が業種未分類となっている現状において、統計の整備はもとより対象事業者のプラントの技術レベルを把握する技術情報の第一歩となりうる。事業者には1年に1度のデータの報告義務が課されていて<sup>21</sup>、継続的なモニタリング・ベリフィケーション等の制度の整備は、省エネルギー対策を推進する上で大きな第一歩となるだろう<sup>22</sup>。

PAT 制度の実行性に係る事後評価、そのほか罰則規定の運用、クレジット市場の動向等の分析が要される。省エネルギー政策を推進する上で、同様の課題を抱える途上国にとって、PAT は一つの参照事例となりうるだろう。

#### 参考文献

- 1) 本蔵満:インドの電力政策の課題: IEEJ,9月(2012)
- 2) 柳美樹, 上野貴弘: 鉄鋼業における省エネ技術コース乾式消火設備(CDQ)—日中の競争関係とインド市場の開拓,上野貴弘, 本部和彦編「狙われる日本の環境技術」,3章,エネルギーフォーラム社,(2013)
- 3) Business Line; “Energy-intensive sectors turn to saving,”, 5.15.(2012)
- 4) Bureau of Energy Efficiency, Ministry of Power, PAT Consultation Document 2010-2011,10 January,(2011)
- 5) Central Electricity Authority; Annual report 2010-2011,p215 (2011)
- 6) Corbeau A C;2010 Natural Gas in India, IEA working paper,20p (2010)
- 7) Economic Times; “Energy efficiency may save thermal power stations Rs 3000 cr in 3 years” 6.4.(2012)
- 8) Mathur.A; Perform Achieve and Trade (PAT), Bureau of Energy Efficiency Ministry of Power, PAT Scheme inauguration 7.4 (2012)
- 9) Ministry of power; The Energy Conservation Act, 2001,No 52 OF 2001”, (2001) 29th September.
- 10) Ministry of Power; PAT Consultation Document 2010-11” As on 10th January (2011)
- 11) Chakarvarti.K.K; Bureau of Energy Efficiency Ministry of Power “Perform Achieve and Trade(PAT)-Methodology-Targets and M&V” 4th July,(2012).
- 12) Ministry of Power; “The Energy Conservation (AMENDMENT) Bill, 2010” Bill No. 18 of 2010, (2010)
- 13) Ministry of Power; “Ministry of power Notification” (To be published in the Gazette of India, Extraordinary, Part II, Section 3, Sub-section (i)), PAT rule, 30th March, (2012a)
- 14) Ministry of Power; “Government of India Perform Achieve and Trade(PAT)”, PAT Booklet, July, (2012b)
- 15) Ministry of Power; “Ministry of power Notification” (To be published in Part-II Section-3, Sub-Section (ii) of Gazette of India, Extraordinary, 30th March, 2012) (2012c)
- 16) Paul, A.; The proposed Perform Achieve and Trade (PAT) scheme in India: A policy evaluation, IIIEE These, Lund University, (2011).
- 17) Times India; Bureau of Energy Efficiency’s energy efficiency scheme hits hurdles, July.4. (2012)
- 18) Tanushree Bhattacharya, Richa Kapoor; Energy saving instrument – ESCerts in India, Renewable and Sustainable Energy Reviews 16, (2012), 1311– 1316.

<sup>21</sup> プラントの境界を定めるバウンダリーの定義が曖昧な点も散見され、詳細な分析を要する。

<sup>22</sup> カタログ値の表面的な技術情報に現れない、実稼動に優れる日本の技術普及にも、制度的な継続的モニタリング支援が重要である(柳・上野 2013)。

<sup>20</sup> 1ルピー=1.5円程度 2012年11月現在