

途上国におけるガソリン無鉛化政策について^{*1}

—バンコク、ジャカルタの事例—

Leaded Gasoline Phase Out Policy in Indonesia and Thailand

—Case Studies of Bangkok and Jakarta—

廣田 恵子^{*2}

Keiko HIROTA

1. はじめに

アジア諸国では経済成長、都市への人口集中、自動車保有台数の増加により、大気汚染が深刻化している。世界保健機関（WHO）では大都市の大気汚染による死者が毎年80万人に達し、その内訳の2/3はアジア地域での被害と推定している。

大気汚染改善のためには移動発生源と固定発生源からの排出ガス削減が求められている。アジア各国政府は移動発生源からの大気汚染削減のため、自動車の排出ガス規制強化に取り組んでおり、2008年までにEURO2、2012年までにEURO4を導入することを共通目標としている。

EURO2対応車から排出ガス後処理装置の装着が必要とされており、装置の劣化防止のためにはガソリンの無鉛化が必須である。オクタン価向上添加剤であるアルキル鉛の添加は、オクタン価を確保するために最も安価で有効であったが、1970年以降、有鉛ガソリンは大気汚染と中枢神経性の鉛中毒症状等の健康被害をもたらすことが先進国で認識され、ガソリン無鉛化が開始された。

本報ではタイとインドネシアにおけるガソリン無鉛化政策導入の経緯を紹介し、都市部（バンコク、ジャカルタ）におけるガソリンに含まれる鉛の総量、大気中の鉛濃度、平均血中鉛濃度等により評価し、タイ、インドネシアの無鉛化政策の導入経緯から得た知見をまとめる。

2. 世界の無鉛化政策の共通要因

無鉛化政策を進めてきた先進国に共通するプロセスは、供給体制の整備、円滑な普及促進である¹⁾。

具体的には、経済インセンティブにより製油所における技術改善を促進²⁾するとともに、排出ガス後処理装置装着車の導入を促進する政策が進められてきた。

まず、政府主導で関係機関と無鉛ガソリンに対する正しい認識を共有し、完全無鉛化および排出ガス規制導入の目標年を設定することが第一歩となる。

完全無鉛化目標年が合意された後、無鉛ガソリンの燃料規格について検討される。燃料規格に適合した無鉛ガソリンを供給するために、製油所では必要な技術が選択され、技術導入に伴う資金調達が行われる。

無鉛ガソリン普及促進のためには経済インセンティブが有効な手段であり³⁾、代替添加剤の輸入関税引き下げや燃料税による燃料価格の差別化、および排出ガス後処理装置装着車に対する優遇税制による車両価格の抑制などの対策を講じることで、競争力のある商品としての普及が図られている。

タイ、インドネシアでも同様に技術、政策、市場を融合させながらガソリン無鉛化を推進してきたが、各国の社会経済的背景の違いから無鉛化に要した年数、技術導入タイミングに相違が見られる。3章でタイ、4章でインドネシアにおける導入プロセスについて比較検討し、5章で都市部における大気汚染や健康影響の視点から政策効果分析を行う。これらの検討結果から、今後のエネルギー政策に適用できる成功要因について導き出す。

* 1 原稿受理 2007年12月3日

* 2 (財)日本自動車研究所 総合企画研究部

3. タイの無鉛化政策について

3.1 導入に関する施策

1992年から1998年にかけて、バンコクの経済成長率は平均4.8%/年、自動車保有台数は平均7.8%/年で増加しており、モータリゼーションに伴う大気汚染が社会問題となっていた。1994年、タイ国会では1995年を目標にガソリンの完全無鉛化を達成することが承認された。国会での承認後、エネルギー局（NEPO）がイニシアティブを取り、石油業界、自動車業界との連携で無鉛化を進めた⁴⁾。

1989年以降、石油業界に対して、低金利での融資や補助金により製油所の技術改善を促す政策が実施された。商業省は、鉛に替わる代替基材となるMTBE（Methyl-Tertiary-Butyl-Ether）に対する輸入関税を引き下げた。Fig. 1は鉛添加剤と代替添加剤の輸入量、MTBEの原料となるC4留分（BB留分：Butane-Butane Fraction）の国内需要量を示している。Fig. 1では鉛添加剤が1999年でゼロとなり、代替添加剤の輸入が国内需要量を補完する形で増加している。これは、政府による補助および関税の引き下げなどの政策が有効に機能し、無鉛化が確実に推進されたことを示していると考えられる。

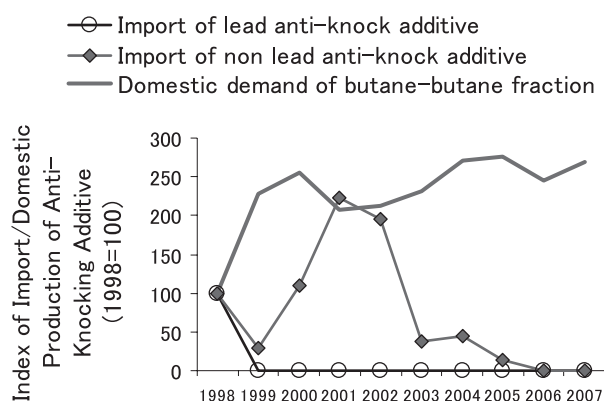


Fig. 1 Imports of Lead/non-lead additives and domestic production of butadiene-butadiene fraction in Thailand
Data Sources : Import Statistics of Thailand 1998-2007, 東アジアの石油産業と石油化学工業 2002-2006

1991年には無鉛ガソリン（オクタン価 91, 95）が導入され、税制インセンティブにより段階的に需要量が増加している。

有鉛ガソリン仕様車のバルブシート保護のため、1995年から1998年までバルブシートトリセション防止添加剤が加えられた⁵⁾。

3.2 普及促進に関する施策

タイの普及促進策は税制インセンティブによって進められてきた。1990年代、排出ガス後処理装置価格は、US\$1,200前後で、車両価格の7～10%を占めていた。税制インセンティブに関する施策無しの場合、排出ガス後処理装置装着車の車両価格が上昇し、競争力の弱い商品になることが懸念されていた。商業省では車両価格上昇を抑えるため、排出ガス後処理装置を装着した車両の輸入に対して減税措置を行った。

燃料への税制インセンティブとして、財務省は1991年以降、無鉛ガソリンの普及促進のため、無鉛ガソリンの燃料税を引き下げた（Fig. 2）。これにより、無鉛ガソリンの燃料価格が有鉛ガソリンよりも低くなり、無鉛ガソリンの普及が促進された。無鉛ガソリンが最も低価格であった1994年以降（Fig. 2）、普及速度が高まっていることがFig. 3で確認できる。

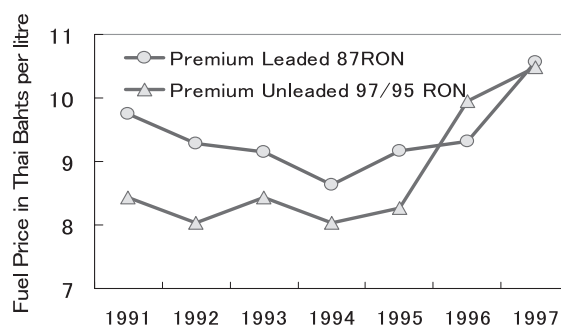


Fig. 2 Average Prices of Leaded/Unleaded Gasoline in Thailand
Data Sources : IEA Energy Prices & Taxes 1991-1997

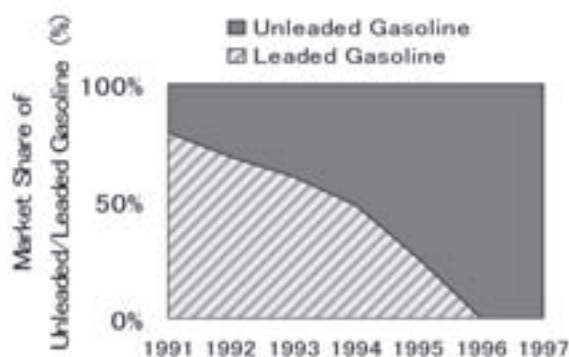


Fig. 3 Market Share of Leaded/Unleaded Automotive Gasoline in Bangkok
Data Source : Estimation based on JICA report

公共事業局は無鉛ガソリンへの有鉛ガソリンの混入を避けるために、ガソリンスタンド内における有鉛、無鉛ガソリンのステッカー表示、給油ノズルの変更、貯蔵タンクに関する規則を徹底した。同時に、消費者向けのキャンペーンでは、有鉛仕様車でも無鉛ガソリンを使用できることをアピールしたため、消費者の理解が得られ、無鉛ガソリンの普及が進んだ要因の一つと考えられる。

4. インドネシアの無鉛化政策について

4.1 導入に関する施策

1996年から2004年にかけて、ジャカルタの経済成長率は平均2.27%/年、保有台数の成長率は平均6.5%/年となっており、バンコクに比べて成長率が低いにもかかわらず、大気汚染は深刻化している。

1996年、当時のスハルト大統領がガソリン無鉛化政策の導入を試みたが、石油生産を独占していた国営石油会社プルトミナの資金不足が原因で製油所における改善が停滞し⁶⁾、全国で無鉛化を同時に進めることは不可能であった。

1997年、大統領法No.31/1997によりプルトミナの独占下にあった製油所に外資導入を許可する法律が定められた。これにより、外資導入が可能となり各製油所の技術改善が進み、2001年7月よりジャカルタ市内、2001年10月に西ジャワ島地域、2002年11月バリ島、2003年6月バタム島地域、2004年9月スラバヤ地域に無鉛ガソリンの供給、販売が可能となった⁷⁾。

Fig. 4はインドネシアにおける鉛添加剤、代替添加剤輸入量とプルトミナの製油所における代替基材HOMC (High Octane Monogas Component) 需要量を示す。

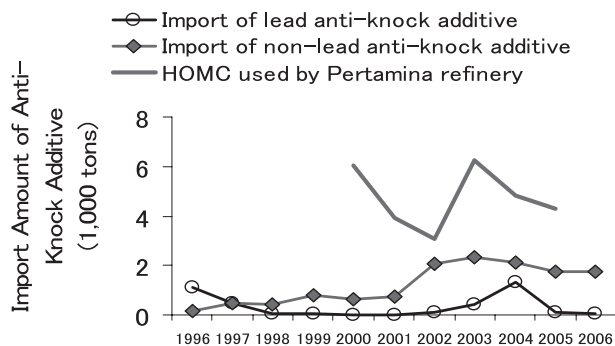


Fig. 4 Imports of Lead/non-lead additives and HOMC used by Pertamina refinery in Indonesia

Data Source : Import Statistics 2006

インドネシアにおける無鉛化政策が始まった1996年以降、鉛添加剤の輸入量は低下している。2001年、代替添加剤輸入量が急増し、2002年、プルトミナ製油所におけるHOMC需要量が急増している。2003～2004年には、一時的に鉛添加剤の輸入が上昇しているが、その要因は不明である。

2004年の鉛添加剤輸入増加後に、環境省と環境NGOにより行われたガソリンスタンドでの燃料モニタリング⁸⁾によると、燃料サンプルの38%から基準値以上の鉛が検出されている。これは、燃料品質確保システムの重要性を示唆しているものと思われる。

4.2 普及促進に関する施策

インドネシアにおける燃料価格政策は貧困層への経済的配慮から補助金により低価格に抑えられている。

しかし、環境の視点から見ると、他の旧社会主義国や産油国に見られる事例と同様に、燃料消費量の節約や燃費向上のインセンティブと逆行した影響が見受けられる。

インドネシアではオクタン価の異なる3種類のガソリン（オクタン価 88, 92, 95）が販売されている。オクタン価88のレギュラーガソリンには有鉛/無鉛ガソリンが同時に販売されていた。Fig. 5にインドネシアのオクタン価 88のレギュラーガソリンの有鉛/無鉛ガソリン燃料価格を示す。

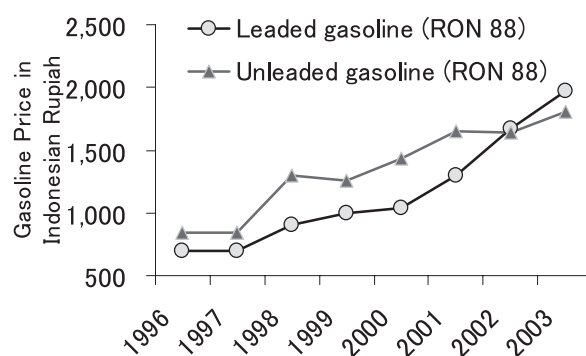


Fig. 5 Prices of Led and Unleaded Gasoline in Indonesia 1998-2002

Data Sources : IEA 2002, GTZ2003

1997年以前は政府により燃料価格が設定されており、しかも補助金は有鉛、無鉛にかかわらず一律額のため、生産コストの高い無鉛ガソリンが有鉛ガソリンより高価格であった⁹⁾。

1997年、大統領法No.31/1997では国際価格に基

づいてプルタミナが価格を設定することが定められた。その影響で1997年以降は価格が上昇している。2001年には、石油ガス法で燃料価格を国際石油価格に連結させることが義務付けられ、2002年には有鉛と無鉛ガソリン価格が逆転している。

最近の国際燃料価格の上昇に伴い、補助金総額が膨らみ、財政が悪化していることから、補助金の廃止がインドネシア・エネルギー省より提案されている。しかし、急激な燃料価格の上昇は国民生活への打撃を与える危険性もあるばかりでなく、燃料モニタリング結果⁸⁾が示す様に、規格外燃料の流通、販売を増加させる可能性もある。

インドネシアでは環境NGOが環境省と連携し、燃料モニタリング結果の公表、無鉛化キャンペーンを展開し、政府関係機関、プルタミナを動かす原動力となっていることが特徴となっている。

5. 大気汚染、健康影響評価

5.1 大気汚染度比較

大気中の鉛濃度の差は、無鉛化政策導入時期、燃料消費量、完全無鉛化までの期間を反映していると考えられる。

Table 1は、WHO基準に対するバンコク、ジャカルタにおける大気中の鉛濃度の推移である。

Table 1 Lead Concentration in Air in Jakarta and Bangkok with the Criteria of WHO Guideline (2000)

City	Jakarta	Bangkok
1990	C	C
2004-2005	D	B

A	50 % below from WHO standard
B	Within WHO standard
C	Within 200 % over from WHO standard
D	Within 300 % over WHO standard
E	300 % over from WHO standard

Data Sources : WHO 2000, Asian Development Bank 2006

バンコクにおける1990年の大気中の鉛濃度はWHO基準値～2倍の範囲であった。2004年にはWHO基準値の50%以下となり、1996年以降の完全無鉛化の政策効果が表れている。

一方、ジャカルタにおける1990年の鉛濃度はWHO基準値～2倍の範囲であったが、完全無鉛化前の2005年にはWHO基準値の3倍以上に悪化している。

5.2 バンコクにおける健康影響評価

タイにおけるガソリン無鉛化は1991年から1995年末にかけて約4年半を要した。

Fig. 6はバンコクにおけるガソリン中の鉛使用量(総量)と保有台数を示している。完全無鉛化を達成した1996年におけるバンコクの保有台数は91年比で72%増加している。しかし、1996年のガソリン中の鉛使用量は91年比で94%削減されている。

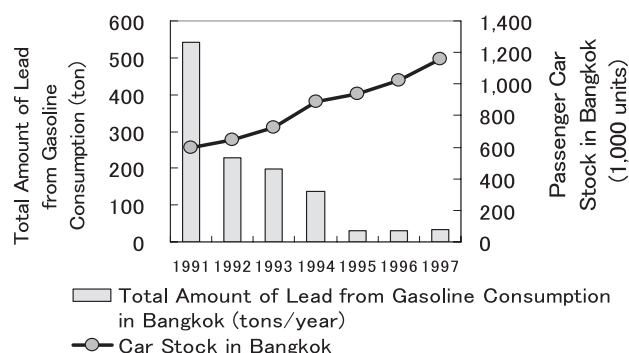


Fig. 6 Total Amount of Lead in Gasoline and Number of Registered Passenger Car in Bangkok

Data Sources : JICA report JARI Database, IMSAPGVER 2002¹⁰⁾

Fig. 7にタイ国内の無鉛ガソリンの基準とバンコク市内在住の小学生の平均血中鉛濃度を示す。1996年以降、完全無鉛化に対して時間差はあるが、2000年には平均血中鉛濃度が発育や行動、IQ低下に影響を及ぼさないとされる $10 \mu\text{g/dl}$ 程度まで低下している。先進国の事例から、無鉛化政策の効果は血中鉛濃度で確認することができるが、タイにおいても、無鉛化達成後の血中鉛濃度の低下が見られ、無鉛化政策の効果が確実に現れている。

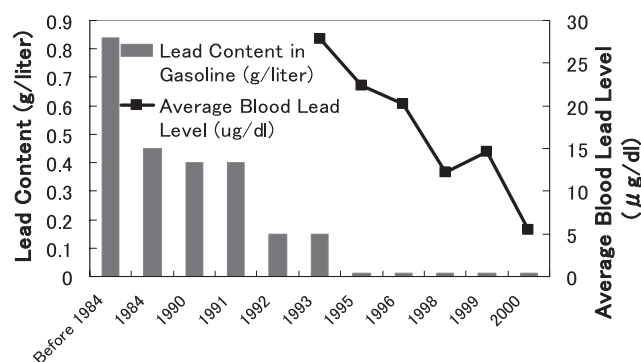


Fig. 7 Lead Content in Gasoline Standard and Average Blood Lead Level in Bangkok

Data Sources : JICA, JARI 2005, Sayeg, 1998 Wangwongwatana 2004

5.3 ジャカルタにおける健康影響評価

インドネシアにおける無鉛化政策は1996年から開始されたが、その後、経済危機、政治的不安定等を背景に、2007年7月の全国展開開始まで約11年を要した。有鉛ガソリンの販売はすでに終了しているが、既存のパイプラインや貯蔵タンクに残留する鉛の除去にはまだ時間を要する。

Fig. 8にジャカルタにおけるガソリン中の鉛使用量（総量）と保有台数を示している。無鉛化政策が導入される2000年以前は保有台数とともに鉛使用量も増加している。2000年におけるジャカルタの保有台数は1998年比で12%増加しており、ガソリン消費量の増加に伴い、ガソリン中の鉛含有量（総量）も96年比で4.26倍増加している。鉛含有量増加の理由は不明である。

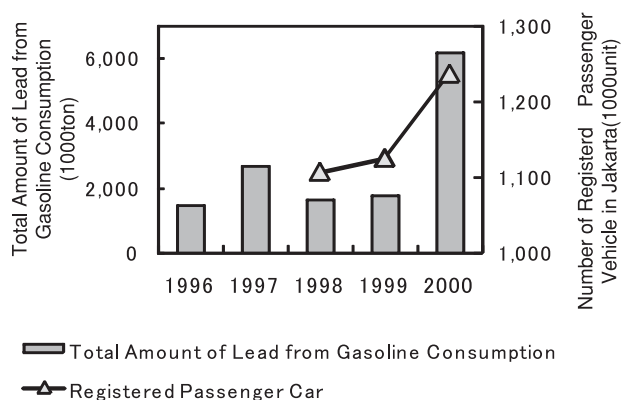


Fig. 8 Total Amounts of Lead in Regular Gasoline and Passenger Car Stock in Jakarta
Data Sources : BPS Statistical Yearbook, KPBB report⁹⁾

無鉛化政策の効果としてジャカルタでも血中鉛濃度の調査が行われた。2001年、米国疫病未然防止センター（US Disease Control and Prevention: CDC）がジャカルタ在住の小学2年生と3年生を対象に行った血中鉛濃度の調査では、約35.4%の小児の血中鉛濃度が $10 \sim 20 \mu\text{g/dl}$ 以上と報告され¹¹⁾、発育や行動、IQ低下への影響が懸念されている。2001年のジャカルタにおけるガソリン無鉛化政策導入後、時間差はあるが、バンコクの事例と同様に、血中鉛濃度が低下することが期待されている¹²⁾。

6. まとめ

有鉛ガソリンは排出ガス低減装置の機能を低下させ、中枢神経系の鉛中毒症状等の健康被害をも

たらす。ガソリンの無鉛化は排出ガス後処理装置装着のための必須条件である。

タイ、インドネシアの事例から完全無鉛化の要件について以下の2点にまとめることができる。

- (1) 製油所の技術改善のために、政府からの補助金、外資導入により、無鉛ガソリン供給体制を整備する。
- (2) 適合燃料対応車への税制優遇、燃料税政策による燃料価格の差別化により技術導入や普及促進を図る。

途上国では経済成長率が不安定なため、補助金や外資導入による資金調達や環境保全目的の税制優遇等は困難な場合がある。また、無鉛化政策の施策導入時期の遅れや、完全無鉛化まで長い時間を要する場合も考えられる。しかし、これらの政策効果の差はガソリン中の鉛の総量、大気中の鉛濃度、血中鉛濃度の差となって確実に表れる。

将来、必要となる費用を考慮すると、無鉛化政策の導入が遅れるほど、消費者への費用負担が増加することが予想される。有鉛ガソリン使用に伴う自動車の不具合に関しては、ユーザが修理費用を負担することになる。鉛中毒症状に関する健康被害も消費者が医療費を負担することになる。消費者への費用負担の増大は将来の経済発展の阻害要因になりかねない。

モータリゼーションが始まる前に、完全無鉛化を行うことができれば、鉛による健康被害を最小限に食い止めることができる。有鉛ガソリン使用国に対して無鉛化政策の早期導入が望まれる。

先進国での公害の経験をアジアで繰り返さないために、先進国としては無鉛ガソリンに関する技術やノウハウで協力する必要がある。まず、各国特有の問題を明らかにし、具体的な提案で支援していく必要がある。途上国政府がイニシアティブをとり、政策を円滑に導入、普及できるように支援していくことがJARIの任務と考える。

7. あとがき

途上国の燃料価格政策には貧困層への経済的配慮から燃料が補助金等により低価格に設定されている。環境やエネルギー消費量への配慮と燃料税、貧困層への経済的配慮と社会保障制度のあり方について議論されるべきである。

国連開発計画（UNEP）によると、2007年1月

現在、有鉛ガソリンが供給されている国は全世界21カ国となっている。アジア諸国の中では少なくとも、アフガニスタン、フィジー、ミクロネシア、北朝鮮、ミャンマー、ソロモン諸島、トンガ、モンゴルにおいて有鉛ガソリンが使用されている。

今後、アジア諸国における無鉛化の経験がアジア以外の途上国でも有効活用されることを期待する。

参考文献

- 1) Ministry of Environment and Energy Denmark and Danish Environmental Protection Agency: UN/ECE Task Force to Phase Out Leaded Petrol in Europe, Fourth Ministerial Conference Environment for Europe Main Report, Denmark, Ministry of Environment and Energy Denmark and Danish Environmental Protection Agency, p.23-25 (1998)
- 2) Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe (REC) :Chapter 4, <http://rec.org/REC/Publications/LeadOut/>
- 3) Hirota, K., and Poot, J.: Taxes and the Environmental Impact of Private Car Use: Evidence from 68 Cities, in Aura Reggiani and Laurie Schintler (eds) , Methods and Models in Transport and Telecommunications, Cross-Atlantic Perspectives, Berlin: Springer Verlag, p.299-317 (2005)
- 4) Sayeg, P.: Successful Conversion to Unleaded Gasoline in Thailand, World Bank Technical Paper, No. 410, Washington D.C.,The World Bank, p.10-44 (1998)
- 5) Wangwongwatana, S.: Thailand Experiences in Fuel Conversion and Alternative Fuels, paper presented at CAI-Asia Meeting, 33. www.cleanairnet.org/caiasia/1412/article-36926.html
- 6) Embassy of the United States of America: Petroleum Report Indonesia 2002-2003/2005-2006, Jakarta, Embassy of the United States of America, p.29 (2004) p.6-35 (2005-2006)
- 7) Joint Committee for Leaded Gasoline Phase-Out (Komite Penghapusan Bensin Bertimbel: KPBB) :Why did Indonesia Failed to Phase-out Leaded Gasoline for Whole Country?, Jakarta; KPBB, 2003, p.2. <http://www.kpbb.org>
- 8) State Ministry of Environment and KPBB: Indonesian Fuel Quality Report 2006, Jakarta, KPBB (2006)
- 9) International Energy Agency (IEA) :Energy Prices and Taxes, Paris, IEA, p.435 (2000)
- 10) Indonesian Multi-Sectoral Action Plan Group on Vehicle Emission Reduction (IMSAPGVER) : Integrated Vehicle Emission Reduction Strategy, RETA 5937, p.39-40 (2002)
- 11) Asian Development Bank (ADB) : Country Synthesis Report on Urban Air Quality Management, Indonesia. Discussion Draft, ADB, December, Part 4, p.7- 8 (2006)
- 12) Hirota, K. : Review of Lead Phase Out for Air Quality Improvement in the Third World Cities Lessons from Thailand and Indonesia; Journal of Studies in Regional Science, Special Issue on Urban Quality of Life, The Japan Section of the Regional Science Association, (Japan Society of Regional Science) Journal of Regional Studies, Tokyo, PRSCO, Vol.36 No.2, p.527-541 (2006)