

資料 4

大気中の水銀の監視等に関する国際的取組の現状

1. 国連環境計画(UNEP) 水銀パートナーシッププログラム「水銀の大気輸送と運命に関する研究」の活動状況

(1) 目的と背景

水銀の大気輸送と運命に関する研究分野の UNEP 水銀パートナーシップ (UNEP-MFTP: UNEP Global Partnership for Mercury Air Transport and Fate Research) は、イタリアを議長国として、日本、米国、カナダなどのパートナー国の協力を得て、2006 年に発足した。

本パートナーシップは、以下の取組によって国際的な水銀の排出源、運命及び輸送に関する理解を地球規模で増進することを目的としている。

- 1) 地球規模の水銀の循環とそのパターンに係る科学的な情報蓄積の促進
- 2) 科学的情報の科学者間、科学者と政策決定者の間での共有の強化
- 3) 情報の蓄積を支援するための技術的支援及び研修の提供

(2) パートナーシップ活動状況

【これまでの主な成果】

- 2008 年 7 月に、報告書 'Mercury fate and transport in the global atmosphere: Measurements, models and policy implications' を公表。同報告書は、同年 12 月に UNEP より公表され 2009 年 2 月の第 25 回 UNEP 管理理事会に提出された「世界大気中水銀アセスメント報告書」('Global Atmospheric Mercury Assessment: Sources, Emissions and Transport') の作成に活用された。
- 2007 ~ 2008 年に、UNEP 水銀排出量の把握・算定のためのツール・キット(2005 年 11 月版) のアジアにおける試行事業を実施 (カボ・ヴェルデ、パキスタン、フィリピン、シリア、イメンが試行対象国。2008 年 3 月に、日本国環境省の主催により東京にて成果報告ワークショップを開催)。

【今後の活動に求められている事項】

- 1) 水銀管理に関する条約の交渉に関連する事項
 - 排出削減対策の対象となる発生源の優先順位付け (インベントリ及びモデリングの活用)
 - 様々な水銀発生源とそれらに由来する排出量の現在と将来のトレンドに係る情報提供
 - 水銀排出抑制のための技術及び措置のコストと効果に関する分析評価への貢献 (モデルの活用)
 - 国別インベントリの作成、普及啓発への貢献
- 2) パートナーシップの目的に照らして求められる事項
 - 石炭燃焼分野、セメント分野等の他のパートナーシップとの連携
 - 非点源からの排出量など排出源情報におけるギャップに対応した情報の提供
 - 研修、普及啓発等の能力向上のための活動の検討

【パートナーシップ参加各国の活動】

パートナーシップ参加各国の作業計画 (Work Plan) や活動状況の概要は次のとおりである。なお、計画及び活動状況の詳細はパートナーシップのウェブサイトに掲載されている (http://www.chem.unep.ch/MERCURY/Sector-Specific-Information/Fate_and_Transport.htm)。

参加国	活動計画・内容
日本	<ul style="list-style-type: none"> ➢ バックグラウンド地域における大気中有害金属類のモニタリング事業 環境省では、アジア太平洋地域における有害金属類の長距離輸送の実態解明を進めるとともに、国際的な環境監視システムの早期構築に向け、監視手法、監視項目等について検討するため、<u>沖縄県辺戸岬にある国立環境研究所辺戸岬大気・エアロゾル観測ステーションで、2007年2月より試行調査を開始した。</u> ➢ 環境中長距離輸送モデルの検討 国立環境研究所では、水銀の化学形態変化を的確に考慮し、大気と水、地表面など環境媒体間の動態や輸送を、包括的に取り扱う多媒体モデルの構築に取り組む。多媒体輸送モデルでは、大気中では Hg (0)、Hg²⁺、Hg (p) の 3 種、他の媒体中では Hg (0)、Hg²⁺、MeHg の 3 種の動態に注目し、G-CIEMS をベースに用いてモデル評価を行う。
イタリア	<p>2006年から2008年まで地中海地域、欧州、中国、北極において、以下の活動を実施。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ MED-OCEANOR プログラム イタリア科学審議会と欧州委員会 (MERCYMS project) の支援により、フランス、スロベニア、ギリシャ、スペイン、エジプト、イスラエル等の地中海諸国が参加し2000年にスタート。<u>水銀化学種の循環に影響を与える大気と海洋間の交換プロセスや、媒体中の化学形態変化に関する調査研究を実施。</u> ➢ ESPREME プロジェクト 欧州委員会の資金で、水銀を含む大気中有害金属類の汚染に関し、<u>他大陸から長距離輸送される水銀と欧州諸国起源の寄与を相対的に評価する。</u> ➢ AMSUCY プロジェクト イタリア環境省及び国立大気汚染研究所 (CNR-IIA) とは中国国家環境保護総局 (現環境保護部) と共同で、<u>中国蘇州市において3年間 (2006~2009年) の水銀監視パイロットプロジェクトを計画。</u> ➢ UNECE 長距離越境大気汚染条約・半球移動タスクフォース水銀ワーキンググループ (イタリアが議長国) 水銀の半球・全球規模で、<u>水銀排出に占める自然源および人為起源の寄与について、また、排出削減対策の効果の評価について、モデルの相互比較を行う。</u> ➢ 極地研究プログラム 2008年、国際極観測年の活動の一環として、スバルパール諸島ニーオルセンのイタリア観測所において調査活動を実施。極地における大気から雪氷面への水銀輸送と沈着に関する機構について調査研究を実施。
米国	<p>環境保護庁 (USEPA) が中心となり、海洋大気庁 (NOAA) 、エネルギー省 (DOE) 、地質調査所 (USGS) 、電力研究所 (EPRI) がパートナーとして連携。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ USEPA は、中国蘇州市でのイタリア CNR-IIA が実施するプロジェクトと連携し、<u>中国側技術者の研修や技術トレーニングを担当する。</u> ➢ USEPA は、<u>ハワイ島マウナロアの NOAA 高地観測所において、大気中の形態別水銀の観測を継続して実施する。</u> ➢ 米国政府機関はパートナー間で以下の情報共有化を図っていく。 <ul style="list-style-type: none"> ・ USGS は世界石炭成分質インベントリーを共有化する。 ・ NOAA は、<u>米国内で3カ所の新たな長期水銀観測所における形態別水銀の大気中濃度や沈積量データの共有化を図る。</u> ・ DOE の国立環境技術研究所 (NETL) は、<u>大気観測データ、及びサンプリングとモニタリング方法に関する情報を共有化する。</u> ・ DOE/NETL は、中国科学技術部と浙江大学とのパートナーシップにより、石炭火力発電所の排出係数の整備等を実施。

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ EPRI は、<u>大気中水銀の越境輸送を解明するための観測プログラムを拡張</u>（オレゴン州における継続的な高地監視、航空機による海洋と大陸環境での雲中の水銀化学プロセスに関する研究等）。また、<u>全球及び地域規模のモデル研究を継続するとともに、山火事、火山など自然排出源からの水銀フラックスの調査、水銀沈着観測ネットワーク（MDN）のデータ解析や情報管理を支援。</u>
カナダ	<p>国内数カ所で大気や降水中の形態別水銀の観測を継続して行うとともに、北アメリカにおける水銀観測ネットワークの整備に関し、引き続き米国やメキシコと連携していく。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>降水中の水銀レベルを推定する水銀沈着観測ネットワーク（MDN）の連携に加え、乾性沈着に関しても観測ネットワークの整備について、米国との協力を継続。</u> ➤ <u>北極圏のノルウェイ、デンマーク、ロシア、米国といった諸国と、北極圏水銀観測ネットワークの整備のために協力。</u> <u>水銀の大気中越境輸送を推定し、排出 - 受容関係を明らかにする全球及び地域規模モデル（GRAHM）の開発。UNECE 長距離越境大気汚染条約・半球移動タスクフォースなどにおける相互モデル比較への参加。</u>
南アフリカ	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>南アフリカ水銀アセスメント（SAMA）プログラム</u> <ul style="list-style-type: none"> ・科学産業研究審議会（CISR）が産業界と協力して、石炭燃焼等の発生源からの水銀放出に係る研究、水銀インベントリーと排出シナリオ開発、水銀汚染とその影響に関する調査研究に着手。 ・CISR は米国コネチカット大学と協力し、河川における水銀排出源及び運命と輸送プロセスに関する調査研究を継続。 ・水・森林省は、国家監視計画を通じて、水資源の水銀モニタリングを継続。

2 . 東アジア諸国の水銀観測状況

(1) 調査内容

東アジア地域における大気中水銀観測状況と以下の事項について、文献調査を行った。

- ・ 定期的、継続的に大気中の水銀モニタリングを実施しているか
- ・ Tekran 等の自動観測装置による水銀種の連続測定を行っているか
- ・ 観測状況、データ等が報告されているか
- ・ 他国、国際機関等と連携しているか
- ・ 過去の大気中水銀の報告事例

(2) 調査対象国

韓国、中国、台湾の東アジア諸国

(3) 調査結果

中国、韓国、台湾においては、2000 年代初頭から研究者を中心として、大気中水銀のモニタリング事例が報告されているが、ここ 2, 3 年では、自動測定装置を用いた長期観測が行われている。

中国

- 中国では、環境保護部(MEP)等の政府機関による測定データの公表は行われていない。
- 中国科学技術院 地球化学研究所の Xinbin Feng (冯新斌) 1) 2)によって、中国における大気水銀モニタリングに関する調査研究が報告されている。
- Feng を中心とする研究者は、貴州省において、水銀排出フラックスやインベントリーの作成、大気中水銀種の観測といった研究プロジェクトを実施している 1) 2) 3)。貴州省は水銀、亜鉛等の金属鉱山があり、石炭産地でもあることから、水銀による汚染レベルは他の地域のバックグラウンド濃度と比較して高い。
- 中国でも、2005年頃から Tekran 2537A 等の水銀種自動測定装置により、ガス状水銀(0 価)、二価水銀、粒子状水銀の長期連続観測が実施されている 2)。

● 観測状況

場所	測定時期	水銀種			全水銀 ng m ⁻³	分析方法 測定装置	出典
		ガス状水銀 Hg(0) ng m ⁻³	二価水銀 RGM pg m ⁻³	粒子状水銀 TPM ng m ⁻³			
貴陽市 (貴州省)	Dec/ 1996 Oct/ 1999	11 ± 4 13 ± 9	ng m ⁻³	-	-	*1	4)
中国科学院 地球化学 研究所	Apr19-30/2000	8.56					5)
	2001 ・Feb26-Mar14 ・ Jun 26- Jul20 ・ Oct 9- Nov22	7.45 5.20 8.33	ng m ⁻³	-	-	Gardis 1A & Tekran 2537A*1	
	Nov23/2001 -Nov30/ 2002	Ave. 8.40 Max. 550	(n= 77,541) ng m ⁻³	-	-	Tekran 2537A*1	6), 7), 8)
	October/1999 March/ 2002	- 7.09*1	450 37.5	- -	- -	KCl coated tubular denuders & Tekran 2537A	2) 9)
貴州省 (貴陽市他) ・住宅地 ・商業地域 ・工業地域 ・観光地 ・農村部	2005 - 2006	*2 10.29 (91) 9.64 (92) 10.66 (83) 6.01 (92) 5.90 (88)	*2 140 (1) 160 (2) 140 (1) 90 (1) 100 (1)	*2 0.93 (8) 0.67 (6) 2.02 (16) 0.46 (7) 0.76 (11)	*2 10.29 9.64 10.66 6.01 5.90	Tekran 2537A 等	2)
贡嘎雪山 Gongga Mt. (四川省)	May/2005 -May/2006	4.56 ± 2.02 ng m ⁻³		-	-	Tekran 2537A*1	2)
長白山 Changba Mt. (吉林省)	Aug/2005 -May/2006	4.16 ± 4.44 ng m ⁻³		-	-	Tekran 2537A*1	2)

(備考) *1: 全ガス状水銀 (TGM) として測定

*2: 全水銀に占める水銀種の比率 (%) 2)

*3: 全水銀は計算により合計したもの

➤ 特徴

- ◇ Feng ら 2)は、貴陽市の大気中ガス状水銀濃度が、世界のバックグラウンド濃度 (1.5 2.0 ng m⁻³) と比較してかなり高いことを報告している。

- ◇ 貴陽市において、ガス状水銀濃度の季節的な変化は、冬、春、秋、夏の順で低くなり、Feng ら⁶⁾は、冬季は暖房用に石炭が使われるためとし、人為的排出源の影響を受けていると報告している。
- ◇ 中国南西部及び北東部の山間部での観測では、ガス状水銀バックグラウンド濃度は高い²⁾。
- ◇ ガス状水銀のうち二価水銀の割合は 1%程度であるが、貴陽市では石炭燃焼に起因している。湿度との相関が高く、雨季には濃度が減少する²⁾。

● 他の水銀観測報告例

場所	測定時期	全ガス状水銀 ng m ⁻³			粒子状水銀 TPM ng m ⁻³	分析方法	出典
北京市 観光スポット	1985	平均 20 (1 87)			-	CVAFS	2)
北京市	1998	住宅地郊外	都市地域	郊外	-	Tekran 2537A	10)
	冬(1月、2月)	8.6 10.7	24.7 8.3	3.1-5.3			
	夏(9月)	6.2	10 12.7	4.1-7.7			
重慶市	1996	平均 34.4 (9.2 101.5)			-	-	2)
北京市	-	-			0.36 - 0.44	-	2) 2002
市街部	2003 & 2004	-			平均 1.18 ± 0.82 (0.18 - 3.51)	-	11)
郊外					平均 0.68 ± 0.62 (0.13 - 2.40)		
蘭州市 (6 か所)	1995	-			0.1 - 1.0	-	2)
長春市 (5 か所)	July/1999 - Jan/ 2000	-			日中平均 0.022- 1.984	-	2) 12)

➤ 特徴

- ◇ 中国都市部の粒子状水銀は、世界のバックグラウンド地域と比べて相当に高い。
- ◇ Feng²⁾は長春市、蘭州市では、冬季は石炭燃焼に起因して TPM が高く、夏季は飛砂の影響で高くなると報告している。

韓国

- 韓国では、延世大学、ソウル国立大学を中心とする研究者が水銀排出インベントリー作成や排出防止技術開発、大気中水銀種の観測及びモデル構築といった研究プロジェクトを実施している¹⁾。
- 大気中の水銀モニタリングについては、2005年から Manual Annual Denuder と Tekran 2537A/1130/ 1135 により、ガス状水銀(0 価)、二価水銀、粒子状水銀を連続観測¹⁾。降水中の全水銀濃度と沈着量についても、Tekran 2600 で測定している。
- 観測サイト
ソウル国立大学公衆衛生大学院 Lee Seung-mook, professor
(Seoul National University, Graduate School of Public Health)
ソウル市鍾路区蓮池洞 (Yeongeong-dong, Jongno-gu)

● 観測状況

場所	測定時期	水銀種			全水銀 ng m ⁻³	分析方法 測定装置	出典
		ガス状水銀 Hg(0) ng m ⁻³	二価水銀 RGM pg m ⁻³	粒子状水銀 TPM pg m ⁻³			
ソウル 国立大学	Feb/2005 - Feb/2006	3.21 ± 2.15 (n = 25,623)	26.59 ± 18.93 (n = 76)	18.93 ± 19.91 (n = 74)	-	Tekran	13)
Si Hwa	summer winter	6.41 ± 2.61 (n = 7) 2.89 ± 1.65 (n = 7)	20.66 ± 17.63 (n = 14)	39.78 ± 16.16 (n = 14)	-		13)
Ju Am Lake		2.87 ± 0.41 (n = 433)	23.56 ± 17.42 (n = 11)	16.60 ± 15.60 (n = 12)	-		13)
		降水中全水銀					
ソウル 国立大学	June/2005 - May/2006	・平均濃度 14.93 ± 16.17 ng L ⁻¹ (最大濃度：春季 25.02 ± 21.45 ng L ⁻¹) ・累積沈着量 9.59 µg m ⁻² (最大沈着量：夏季 4.11 × 10 ³ µg m ⁻²)				Tekran	15)

➤ 特徴

- ◇ 朝鮮日報 (2007年4月23日)¹⁴⁾によると、2005年2月よりソウル市内(鍾路区蓮池洞)にあるソウル国立大学で、大気中の水銀モニタリングを開始。Hg(0)濃度は1年間平均すると3.21 ng m⁻³であった。2006年1月末から2月初めにかけて、38 ng m⁻³まで濃度が上昇した。トラジェクトリ解析によって中国から気塊が到達したためと報告している。
- ◇ また、ソウル大学公衆衛生大学院6階屋上における降水中の水銀濃度の観測¹⁵⁾では、春季が最大で、沈着量(Flux)は降水量の多い夏季に高かった。

● 他の水銀観測報告例

場所	測定時期	全ガス状水銀 (ng m ⁻³)			分析方法	出典
ソウル市 Yang Jae	1997-2002 (6年間)	5.32 ± 3.53 (n = 27,170)				16)17)
ソウル市 他		住宅地	商業地域	遠隔地		18)
		5.25 (n=1992) 期間 '99-'00	5.34 (n=2576) 期間'99-'00	4.47 (n=32) 期間'87-'93		
		5.26(n=11572) 期間'99-'00	6.54 (n=349) 期間 '98	7.03 (n=358) 期間'97/'98 3.15 (n=323) 期間'01/'02		
ソウル市 5,10,15km 圏内	April/1988 - March/1989	5km : 平均 31.2 10km : 平均 27.6 15km : 平均 19.2 バックグラウンド地域 1.0 - 7.0 ng m ⁻³ (平均 3.8)			Gold trap amalgamation followed by CVAAS	19)

- ◇ Kim らの報告¹⁶⁾¹⁷⁾では、夜間の水銀濃度が日中よりも高く、例えば冬季の夜間で、9 ng m⁻³あった。季節では冬季が最も水銀濃度が高く(平均 6.12 ng m⁻³)、次いで春、秋、夏の順であった。
- ◇ Kim (2004)¹⁸⁾によれば、ソウル市の都市中心部では、石炭燃焼の顕著な影響がみられた1980年代の大気中全ガス状水銀濃度は10 ng m⁻³を超えていたが、2000年前後では、およそ5ng m⁻³まで低下した。

台湾

- 台湾では米国との環境協力の一環で、2006年4月より、台湾中央部の鹿林山(23N28'07", 120E52'25", 2862 m asl)の高度バックグラウンド大気観測所(LABS: Lulin Atmospheric Background Station)にて、水銀、エアロゾル等観測をしている^{21) 22) 23)}。
- 水銀については、2006年4月からTekran 2537A/1130/1135により、ガス状水銀(0価)、二価水銀、粒子状水銀を連続観測。
- LABSは下記などに参加。
 - UNEP ABC Project (Figure 1 参照)
Site scientists: N.-H. Lin, C. J.-L. Wang (National Central University)
 - WMO/Global Atmosphere Watch (GAW) 全球大気監視計画サイト
- 2009年6月に大気観測技術等に関する国際シンポジウムを開催。

● 観測状況

場所	測定時期	水銀種			全水銀 ng m ⁻³	分析方法 測定装置	出典
		ガス状水銀 Hg(0) ng m ⁻³	二価水銀 RGM pg m ⁻³	粒子状水銀 TPM pg m ⁻³			
LABS	July/2005				3.27		21)
	Sep/2005				4.31		
	April/2006 -April/2007	1.83 (±0.65) 月平均	17.85 (±18.70)	6.12 (±7.36)		Tekran	24)
	2006/July 2006/Oct	1.10 (最低) 2.43 (最高)					
	20/Oct/2007				日平均3.01 (最大4.02)		26)

➢ 特徴

- ◇ Sheuらの報告²¹⁾では、Hg(0)濃度の季節変化が見られ、春から秋にかけて濃度が高い。トラジェクトリ解析によって、5-7月は太平洋から気塊が到達し、秋から春にかけては、東アジア大陸からのものである。LABSにおけるSheuらの予備調査では、7月は主に東(海洋)から、9月は西(大陸)からの気塊が到達したと報告している。
- ◇ Sheuらの報告²¹⁾では、二価水銀RGMスパイクが、深夜から早朝にかけてたびたび観測された。これと同時にHg(0)濃度、相対湿度が減少、オゾン濃度が増加していたことより、自由対流圏でHg(0)の酸化によりRGMが形成されたことを示唆するとしている。
- ◇ Wangら²²⁾は、高度にあるLABSではCOとHgは午後にピークがあり深夜に最低になり、オゾンの日変動と逆になること。また、低地におけるCOとHgの日変動と逆になることを報告している。これは、鹿林山における山谷風の影響により、昼間は低地の高CO、高Hg、低O₃の境界層が吹き上げられ、夜間は、対流圏の高O₃、低CO、低Hgの山風によると説明している。

出典

● 中国

- 1) Feng, Xinbin, "Mercury Pollution in China – An Overview," *Dynamics of Mercury Pollution on Regional and Global Scales -Atmospheric Processes and Human Exposures around the World*, Edited by Pirrone, N and Mahaffey, K.R., Springer, 2006.
- 2) Feng, Xinbin, "Mercury Emissions, Transport and Deposition in China and Other Asian Countries," Second Meeting of the Task Force on Hemispheric Transport of Air Pollution, UNECE-LRTAP, Moscow, June 2006.
- 3) Feng, Xinbin, "Mercury Pollution in China – An Overview of the Past and Current Sources of the Toxic Metal," *Environmental Science & Technology*, June 15, 2006.
- 4) Feng *et al*, "Occurrence, Emissions and Deposition of Mercury during Coal Combustion in the Province Guizhou, China," *Water, Air, and Soil Pollution* 139, 2002.
- 5) Feng *et al*, "Total gaseous mercury in the atmosphere of Guiyang, PR China," *The Science of the Total Environment* 304, 2003.
- 6) Feng *et al*, "Temporal variation of total gaseous mercury in the air of Guiyang," *Journal of Geophysical Research* 109, 2004.
- 7) Feng *et al*, "Mercury Pollution in Guizhou, China – A Status Report," Pacific Basin Consortium 2005 Conference, Honolulu, Hawaii.
- 8) Feng *et al*, "Mercury Emissions and Ambient Air Monitoring of Mercury Species in a Few Locations in China," Eighth International Conference on Mercury as a Global Pollutant 2006.
- 9) Shang *et al*, "Preliminary study of the distribution of gaseous mercury species in the air of Guiyang City, China," *Journal de physique IV*, 2003.
- 10) Liu *et al*, "Atmospheric Mercury Monitoring Survey in Beijing, China," *Chemosphere* 48, July 2002.
- 11) Wang *et al*, "Mercury concentrations in size-fractionated airborne particles at urban and suburban sites in Beijing, China," *Atmospheric Environment* 40, 2006.
- 12) Fang *et al*, "Atmospheric particulate mercury in Changchun City, China," *Atmospheric Environment* 35, 2001.

● 韓国

- 13) Seo *et al*, "Emission Characteristics of Mercury from Coal Power Plants and Other Combustion Facilities with the efforts to Manage Mercury in Korea," Mercury Emissions from Coal 4th International Experts' Workshop, June 2007, Tokyo, Japan.
- 14) "China Blamed for Half of Korea's Mercury Pollution," Digital Chosunilbo (朝鮮日報英語版), April 23 2007, <http://english.chosun.com/w21data/html/news/200704/200704230024.html>.
- 15) Lee *et al*, "Characteristics of Atmospheric Wet Deposition of Total Mercury (TM) and Identifications of Source Locations Using Hybrid Receptor Model in Seoul, Korea," Proceeding of the 43rd Meeting of Korean Society for Atmospheric Environment 2006.
- 16) Kim *et al*, "Changes in Atmospheric Mercury Concentrations in Seoul, Korea and its Significance: A Case Study Between 1997 and 2002," *Journal of Korean Society for Atmospheric Environment*, 21, E 1, 2005.
- 17) Kim *et al*, "Atmospheric Mercury Concentrations from Several Observatory Sites in the Northern Hemisphere" *Journal of Atmospheric Chemistry* 50, 1, 2005.
- 18) Kim, K-H, "The Signature of Diversification of Source Processes in Controlling Atmospheric Mercury Levels in East Asia," *TAO* 15, 2, 2004.
- 19) Sohn *et al*, "Distribution of Total Mercury in the Ambient Atmosphere of Seoul and Its Diurnal, Monthly and Altitudinal Variations," *Japanese Journal of Toxicology and Environment Health* 39, 6,

1993.

20) Shon *et al*, “Modeling Study of Reactive Gaseous Mercury in the Urban Air,” *Atmospheric Environment* 39, 2005.

● 台湾

21) Sheu *et al*, “Measurements of Atmospheric Mercury at a High Elevation Site (Lulin Atmospheric Background Station, LABS) in Taiwan,” Eighth International Conference on Mercury as a Global Pollutant 2006.

22) Wang *et al*, “Preliminary Measurements of Atmospheric Pollutants at Lulin Atmospheric Background Station (LABS) in Taiwan,” American Geophysical Union, Fall Meeting 2006.

23) Lin *et al*, “Observations at Lulin Atmospheric Background Station (LABS, 2,862 M) In Taiwan,” 富士山プロジェクト「山岳極地高所研究拠点」の実現に向けてワークショップ, 2006年11月

24) Sheu *et al*, “Measurements of Atmospheric Mercury at a High Elevation Site (Lulin Atmospheric Background Station, LABS) in Taiwan,” American Geophysical Union, Fall Meeting 2007.

25) UNEP/Atmospheric Brown Cloud (ABC) Gosan Campaign: East Asian Regional Experiment 2007, <http://abc-gosan.snu.ac.kr/plat.html>

26) 行政院大陸委員會、「中國追求經濟發展 造成中國內部及國際環境污染之問題探討(英文版)」、 “China’s Economic Development Creates Domestic and International Environmental Pollution,” <http://www.mac.gov.tw/big5/rise/>.

27) Kuoa *et al*, “Atmospheric gaseous mercury in Northern Taiwan,” *Science of The Total Environment*, vol. 368, 2006.