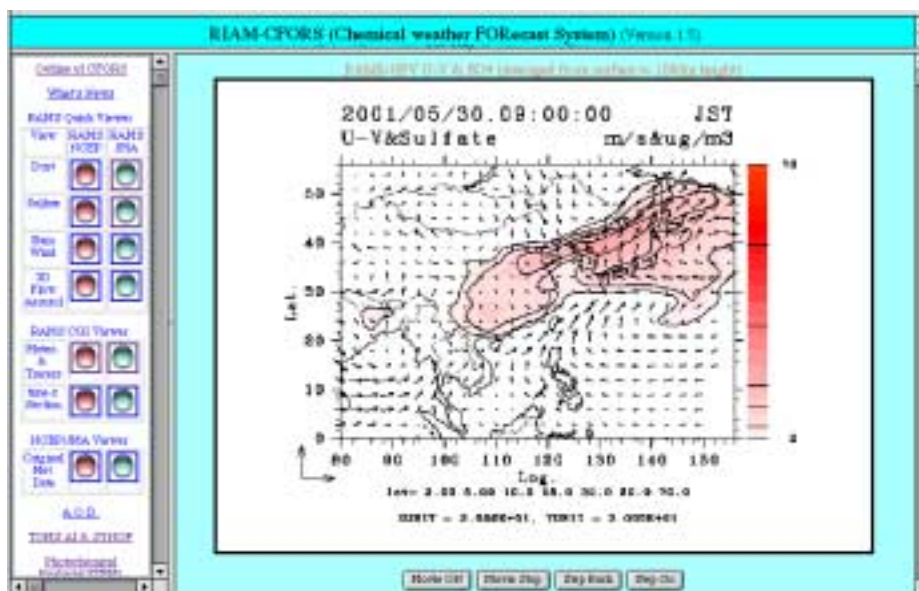


国立環境研究所

地球環境研究センターニュース

Center for Global Environmental Research



化学天気予報システムのweb画面の一例(硫酸塩の輸送予報の表示)：鶴野氏提供(本文参照)

2001年(平成13年)7月号(通巻第128号) **Vol. 12 No. 4**

目次

化学天気予報システムの開発 - 現状と将来 -

九州大学応用力学研究所 教授 鶴野 伊津志

エジプト環境庁からの報告

エジプト環境庁環境モニタリング研修プロジェクト JICA専門家 橋本 正雄

地方の時代：自治体は地球環境問題にどう取り組む？

エコエネルギー都市・大阪をめざして
大阪府環境農林水産部環境管理課 技師 土谷 朋子

E F F 研究者の紹介：楊 宏偉

地球環境研究センターを一から知ろう

地上モニタリングステーションにおける大気中の酸素濃度の観測
大気圏環境研究領域大気動態研究室 主任研究員 遠嶋 康徳

お知らせ

「陸域生態系の吸収源機能に関する科学的評価についての研究の現状」国際ワークショップ

環境省だより

酸性雨問題の現状と課題について 地球環境局環境保全対策課 海東 聡

地球環境研究センター活動報告(6月)



独立行政法人 国立環境研究所 地球環境研究センター

Homepage: <http://www.nies.go.jp>

<http://www-cger.nies.go.jp>

化学天気予報システムの開発 - 現状と将来 -

九州大学応用力学研究所

教授 鶴野 伊津志

1. はじめに

例年の観測史上もっとも早い黄砂が、今年は1月2日に西日本の広い範囲で観測された。福岡での黄砂の観測日数は、黄砂についての統計が始まってから過去最多の記録を更新している。黄砂は、アジア大陸の内陸の砂漠域で巻きあがった砂が、春の強い偏西風に乗って数千kmの長距離を飛んで来る現象で、古来「春がすみ」の一因となっている物質である。黄砂は肉眼でも見分けられるが、黄砂と同時にアジア域の人間活動に伴って排出される大気汚染物質が流れてくることは意外と知られていない。

アジア域は、年々増加を続ける多量の大気汚染物質の排出に伴う大陸から日本域への長距離越境大気汚染や、自然起源の黄砂の飛来を代表例とした、東アジアから北西太平洋の汚染質(エアロゾル)の流れ出しに起因する大気環境問題が山積する領域である。特に、中国大陸上で大量の二酸化硫黄(SO₂)の排出に起因する硫酸塩エアロゾルによる負の大気放射効果は、同地域の温暖化のシグナルをキャンセルする可能性があり、地球温暖化問題の重要な未確定要因となっている。

これらの物質の大気中の振る舞いは、人為・自然起源の発生強度・地域分布、大気運動による輸送、大気境界層内の鉛直拡散、積雲対流による鉛直輸送、化学反応(変換)、乾性・湿性沈着による除去等の多くの物理・化学的要因によって決まっている。そのため野外観測事実の蓄積と同時に、流体・気象要素を含む数値モデルを用い、これらの要因を総合的に解析し、アジアスケールの化学物質輸送の問題点と特徴を考えていく必要がある。

以上の背景をもとに、九州大学応用力学研究所では、大気中に漂う黄砂や汚染物質である硫酸塩粒子などの物質の流れを予測できる「化学天気予報システム」の研究・開発を進めている。従来、「天気」予報は、気圧配置や降水などの気象要素のみを対象としているが、このシステムでは、3次元

の気象状況(温度、水蒸気、風向・風速、雲、降水など)の時間変化予報をもとに、人為起源物質(一酸化炭素、二酸化硫黄、硫酸塩粒子、燃焼によるスス成分)と自然起源物質(黄砂、海塩粒子、ラドン、火山ガス)等の大気中の約20の化学成分の流れを、アジアの東西8000km、南北7200km、上空23kmまでの範囲でシミュレーションし、「化学天気(化学成分の濃度)」予報を行うものである。以下では、アジア域を対象とした化学天気予報システムの仕組み、開発の現状、将来の展望について述べることにする。

2. 化学天気予報システムの開発

アジア域は熱帯から亜寒帯までの広緯度にわたり、チベットやヒマラヤに代表される複雑な地形的背景を持ち、アジアモンスーンによる明瞭な雨期と乾期の気候的な特徴を示す地域や、日本のように四季の変化が特徴的な地域が混在している。そのため、各地域の気象変化を反映した気象データやモデルを用いることが化学物質輸送モデルに非常に重要となる。

このような観点から、「化学天気予報システム(CheMical weather FORecast System; CFORS(注1))」は、最新の知見に基づく地域気象モデルとオンライン結合した化学物質輸送モデルを用いて構成し、気象の変化に伴う人為起源・自然起源の物質の輸送を予報するために設計された。ここで、地域気象モデルには、コロラド州立大学で開発された地域気象モデリングシステム(Regional Atmospheric Modeling System; RAMS)を用い、3次元の気象成分(温度、水蒸気、風向・風速、降水、降雪、雲など)の時間変化をシミュレートする。これらの気象情報をモデル内でオンラインに利用して、化学物質の輸送、拡散、反応、除去過程を予報する。

表1にCFORSの構成を示した。

RAMSは領域型の気象モデルであるため、その初期化と横方向の境界条件には、気象庁アジア域モ

表1 化学天気予報システムの概要

モデル構成	地域気象モデリングシステム (RAMS, Pielke et al., 1992) 化学輸送モデル (Uno et al., 2000)
輸送対象物質	人為起源 :SO ₂ /SO ₄ , NO _x , CO, 黒色炭素、有機炭素, CO, 非メタン炭化水素 自然起源 :土壌性ダスト(12 粒径), ラドン, 火山性ガス, DMS, 海塩粒子(2bins), 雷よるNO _x
化学反応	線形反応、除去を仮定
アジア域の計算領域	N 25, E115 をポーラステレオ中心とする8000km × 7200km の範囲 (水平グリッド 80km; 鉛直 23km まで)
気象データ境界条件)	全米環境予報センター (NCEP)の全球データ - AVN 解析値と予報値 気象庁 JMA-GPV-Asia モデルの解析値と予報値
結果の公開方法	CGI(Common Gateway Interface)による会話型 web base で公開
計算機環境	ペイオウルフ型 Linux Cluster (Pentium III 17nodes)

デル(JMA-GPV)と全米環境予報センター(National Center for Environmental Prediction ; NCEP)のAVNモデル(航空管制用)の結果を用いている。気象庁やNCEPの予報値(6時間ごと、72時間先まで)をRAMSモデルの外側の境界条件として用いているが、主計算領域については、RAMSがオリジナルに有する物理モデルが計算している。そのため、気象庁とNCEPのモデル結果は時間(6時間)と水平方向(約1度)と鉛直方向(1000m程度)の比較的粗い分解能しかもたないのに対して、この化学天気予報システムは、時間分解能、空間分解能の両者において、気象庁とNCEPよりも高分解になっている。

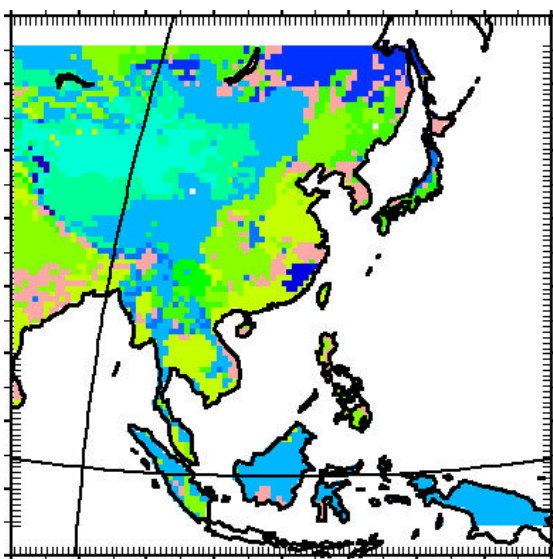


図1 アジア版化学天気予報システムの予報領域

現在運用中のモデルの領域を図1に示す。東アジア域をすべて含む東西8000km、南北7200km(80km格子)の範囲で構成されている。鉛直方向には対流圏をすべて含む上空23kmまでを範囲とし、アジア域の対流圏内の化学物質輸送の特徴を網羅する。

輸送成分の地域的な発生源強度の推定は化学天気予報の正否に関わる重要な課題である。人為起源物質の発生源は共同研究者である、米国アルゴンヌ国立研究所David Streets博士とアイオワ大学G.R. Carmichael教授の作成した緯度経度1° × 1° 分解能の推計値(http://www.cgrer.uiowa.edu/ACCESS/EMISSION_DATA/ED_index.htm)を用いている。一方、自然起源の発生源強度は、地上付近の風速、大気安定度、積雪の有無、積乱雲の有無を気象モデル内で診断して与える。例えば、黄砂は砂漠域で、積雪と降水が無く地上の摩擦風速が設定値を超えたときに、砂が摩擦風速の4乗で舞い上がるスキームを用いる。

予報計算は、NCEPと気象庁の予報値の更新スケジュールに合わせ、1日1回行い、3日先までの予報計算を行う。この化学天気予報システムの計算は、大気の流れ、乱流拡散、化学反応などの膨大な計算が必要となるが、Linux クラスタ 計算機 (Pentium -600 MHzのPC17台をネットワークで結合した並列計算機 ; 写真1) を活用すると、96時間分の予報計算は約2時間半で行われ、最新の予報結果を午前9時までのホームページ上に公開可能で



写真1 化学天気予報を行うPCクラスター並列計算機

ある(表紙に運用期間のwebのスナップを示す)。このシステムの開発は、科学技術振興事業団の特定研究として、1998年10月に着手し、実現までに約2年を要した。

3. 化学天気予報システムの応用

- ACE-Asia観測期間 -

2001年4月に地球大気化学国際協同研究(IGAC)の一環で、日本、韓国、台湾、米国などから100人以上の研究者が参加した大気中の浮遊粒子(エアロゾル)の国際共同観測(ACE-Asia(注2))が大型の航空機、船舶、地上観測網を用いて過去最大級の規模で行われた。この化学天気予報システムは、航空機の観測計画の立案に積極的に用いられた。

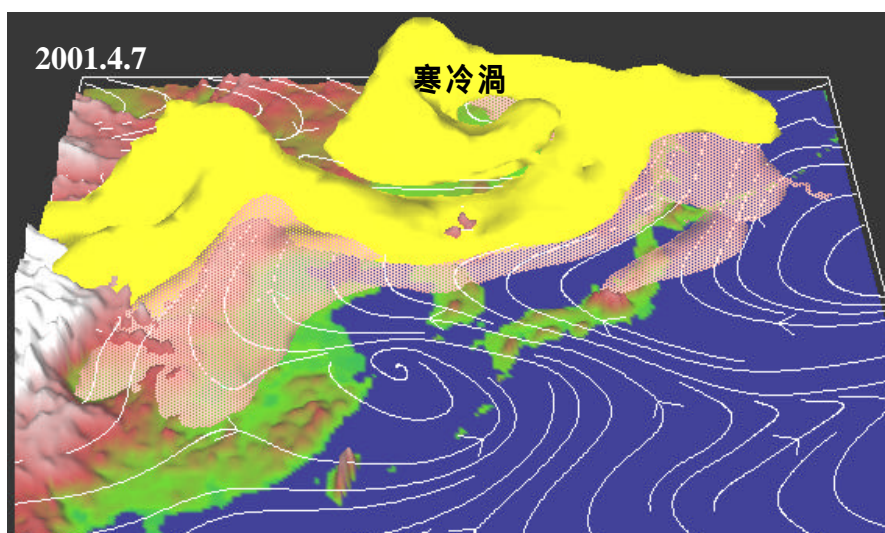


図2(a) 化学天気予報システムで計算された寒冷渦に取り込まれ北日本に流れだす黄砂(黄色)と硫酸塩(ピンク)

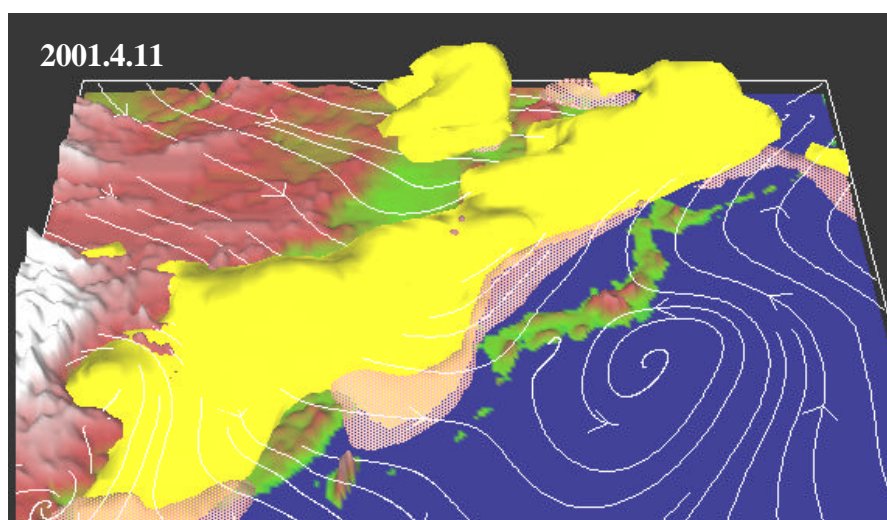


図2(b) 化学天気予報システムで計算された西日本に流れだす黄砂(黄色)と硫酸塩(ピンク)
(a), (b)とも白い矢印は高度500mでの風の流れを示す

ACE-Asiaの観測期間中には数度の大規模な黄砂が発生し、特に、4月6日から8日にかけて中国の砂漠で発生した黄砂は、沿海州北部の寒冷渦(低気圧)に巻き込まれ、高濃度のまま、北太平洋を横切り北米東岸まで達した(図2(a))。また、その翌週には黄砂が西日本を覆う様子が予報された(図2(b))。これらの予報結果はアメリカ航空宇宙局(NASA)の海色センサー衛星SeaWiFSの観測結果と一致していた。

観測とモデルの結果を解析することで、黄砂が硫酸塩に数時間の遅れを持って日本に飛来することや、従来知られていなかった、東南アジアの焼き畑に伴うススや一酸化炭素が日本に輸送されることが明らかにされつつあり、今後の詳細な解析が待たれている。

4. 今後の展望

このシステムの具体的な用途としては、越境大気汚染研究・観測、黄砂による環境影響の事前把握、航空機・船舶等への視程等の情報の提供などが考えられる。特に、越境大気汚染の野外観測には多額の費用とマンパワーが必要となるが、このシステムを活用することで汚染濃度の上昇が予想される日時と地点に細かな観測を展開し、越境汚染の起こらない時には、測定頻度を減らす観測に切り替えることが可能になる。そのため、従来の観測態勢を根本的に変えるような利用が考えられる。

開発されたシステムは現在アジア域を対象としているが、このシステムは任意の地点、任意の空間分解能に変更することが可能である。より具体的には、関東地域の広域光化学大気汚染予報、原子力発電所等の事故発生時の拡散予測、桜島や三宅島等の活火山からの火山性ガスの拡散予測などへの適用があげられる。また、過去の現象を再現すること(Hindcast)も可能であり、大気質濃度につ

いての「化学気候図」の作成も考えられている。

このような化学天気予報システムの開発は世界的に端緒についたばかりである。米国では、全米大気研究センター(NCAR)が中心となって、次世代の地域気象モデルWRF(Weather Research Forecast model)に化学物質輸送モデルを組み込む形での化学天気予報システムの開発プロジェクトが2002年秋のリリースを目指して開始されている。同様の研究プロジェクトは、ヨーロッパでもドイツのマックスプランク研究所が中心となって提案されている。

ここで述べた化学天気予報システムCFORSも、今後は、精密な対流圏化学反応の導入、全球大気輸送モデルとのネスティング、エアロゾル・雲核形成・大気放射とのフィードバックの導入、衛星観測データを用いたデータ同化、生態系モデルとの結合によるCO₂やCH₄濃度変化の導入など、将来的に大きな発展の必要性と可能性を持っている。このような化学天気予報の結果が通常の天気予報と同じように公表される日は比較的近いと考えられる。



(注1)CFORS(シーホースと呼ぶ)：九州大学応用力学研究所のシンボルマークであるタツノオトシゴ(Sea Horse)との発音の韻から命名された。

(注2)ACE-Asia：地球圏-生物圏国際協同研究計画(IGBP)のコアプロジェクトの一つである地球大気化学国際協同研究計画(IGAC)が計画しているACE(Aerosol Characterization Experiments)の観測プロジェクトで、2001年から2005年に西部北太平洋域にて行われる。

エジプト環境庁からの報告

エジプト環境庁環境モニタリング研修プロジェクト

JICA専門家 橋本 正雄

国立環境研究所地球環境研究センター 地球環境モニタリング活動報告(<http://www-cger.nies.go.jp/moni/report/2000/0710egypt.html> : 2000年7月14日掲載)にてエジプトの大気汚染の状況について概観を報告した。今回はその第二弾としてこの国の大気環境モニタリングの規模と測定結果の概略について報告する。なお、この報告はエジプト環境庁(EEAA)のホームページ(<http://www.eeaa.gov.eg/>)とその関連リンクで読みとれるものに基づいている。

1. エジプトアラブ共和国の地勢

この国の地勢は地中海と紅海を上辺および右斜辺とし、リビア、スーダンとの国境を左斜辺、底辺とする台形で、紅海よりの斜辺に沿って砂漠の真ん中をほぼ南北にナイル川が縦断している(図1は外務省ホームページ(<http://www.mofa.go.jp/>)より)。他には水系がなく、国土の95%は砂漠である。年間降水量は平均22mmと皆無に近いので、風が弱いことと相乗してダストに対する洗浄効果がない。母なるナイル川の流域およびデルタ地帯には5,500万以上の人々が生活しており、年2.3%の割合で増加している。その人口密度はニューヨーク市のマンハッタン地域に相当すると言われている。

1960年以降の急激な工業化政策の結果、全人口の3分の1が集中する大カイロ圏と地中海に面したアレキサンドリア周辺に全工業の77%が集中しており、鉄鋼、セメント、肥料、化学工場等から排出される高濃度の粉塵とその中に含まれる鉛などの重金属による大気汚染が深刻な問題になってきた。このため、1994年には新環境法を制定し、環境基準を設定した。1998年2月よりEEAAを施行機関と定め、同基準の遵守状況を査察している。

1983年から1992年の経済成長率は年

4%であったが人口増加に追いつかず、国の収入は伸びていない。というのも、都市部の給料生活者の3分の2は公共部門で、うち65%が政府関係機関、35%が政府経営企業であり、極めて効率が悪い。これ以上の解説はIMFや世界銀行の分野なので割愛するが、環境対策費は外国援助に頼らざるを得ないことは理解できる。

2. モニタリングの実施機関

EEAAには環境情報センターというセクションがあり、環境の状況のデータベースを作成している。データを供給しているのは1996年1月に期間5年間、14.9百万米ドルでスタートした環境情報モニタリングプログラム(EIMP、<http://www.eimp.net/>)である。翌1997年10月、デンマーク国際開発庁(DANIDA、日本のJICAに相当する)がプログラムを見直し、2.1百万ドルと3年半を上乗せして総

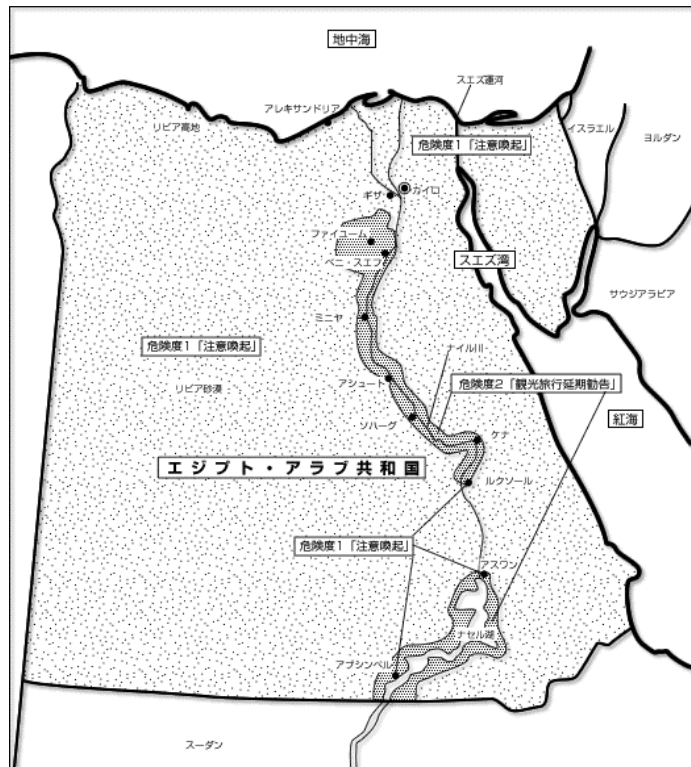


図1 エジプトアラブ共和国の地勢

額17.0百万ドルで活動している。ちなみに報告者の属する環境モニタリング研修プロジェクト(EMTP、<http://www.jicaegypt.com/emtp/>)にはJICAが1997年以来、5年間で総額28億円強を来年8月のプロジェクト終了時まで注入する。

一方、米国国際開発庁(USAID)が1993年から1994年にかけて行った、大カイロ圏における環境問題と健康リスクの調査プロジェクトの報告を発端とするプロジェクト(CAIP、<http://caip.chemoics.net/>)が、浮遊粒子状物質と鉛濃度に特化してモニタリングを実施してデータを供給している。このようにエジプトのいくつかのモニタリング機関がモニタリングデータの質的向上を目指したシステムを開発するためEEAAに召集され、これを支援するためにセントラルラボラトリー(カイロ中央センター、CCC)が設立された。

EMTPはCCCが管轄する日本資金供与のプロジェクトであり、CCCの経験浅いスタッフを化学分析の段階から機器分析まで育成し、環境モニタリングを自力でできるようになることを主な目標にしている。CCCは将来的にこれらモニタリング機関のラボに対してリファレンスラボラトリーとして技術指導、自動モニタリング装置の検定、品質評価/品質管理(Quality Assessment/Quality Control: QA/QC)とこれらの機関のスタッフにモニタリングの技術指導をすることが役割であるが、現在、そこまでは成長していない。彼等自身で計画してモニタリングを行い、解析し、因果関係をもとにした政策提言をするという理想にはほど遠く、やっと発生源への査察や初步の大気モニタリングができるようになった段階である。

この辺の事情は、初めからモニタリングに特化された即戦力の現地スタッフを採用する欧米流の援助にするのか、それとも該当分野には素人な者をじっくりと教育して、援助終了後も彼等が自助努力でモニタリングを続行できるような日本流の援助にするのかの考え方の相違であろう。欧米流の場合、即実績に結びつき、いわゆる『顔の見える援助』として説明がつく。しかし、援助終了とともに機能を停止するか、あるいは他の援助プロジェクトが発生すれば形を変えてそこに引き継がれるかのいずれかになる。日本流の場合、援助が

どこで終了するのか極めて曖昧になり、プロジェクト発足の段階でしっかりと目標を定めないと成果も客観的に判定しづらくなる。

エジプトは産油国ではないが中東の要であり、あらゆる分野・方面からの援助を得る機会が多いので、どの形にするかは、援助する側もされる側も為政者の判断となる。以上、長々と述べたのは、ODAへの風当たりが強い昨今の日本の経済情勢を考えると援助のあり方をプロジェクト現場の専門家といえども考えざるを得ず、どのような組織でどのように活動しているかを関係各位に理解していただくことも仕事の一つかと思っているからである。

3. EIMP大気質月報から読むエジプトの大気質

図2で緑色の楔形は2000年8月の大カイロ圏における風向の頻度分布を示した。赤色の三角は表1の観測サイトの一部を示す。この月、風は北、北北東、北北西から吹いていることがわかる。冒頭の地勢に述べたように、比較的単純な地形なので1月

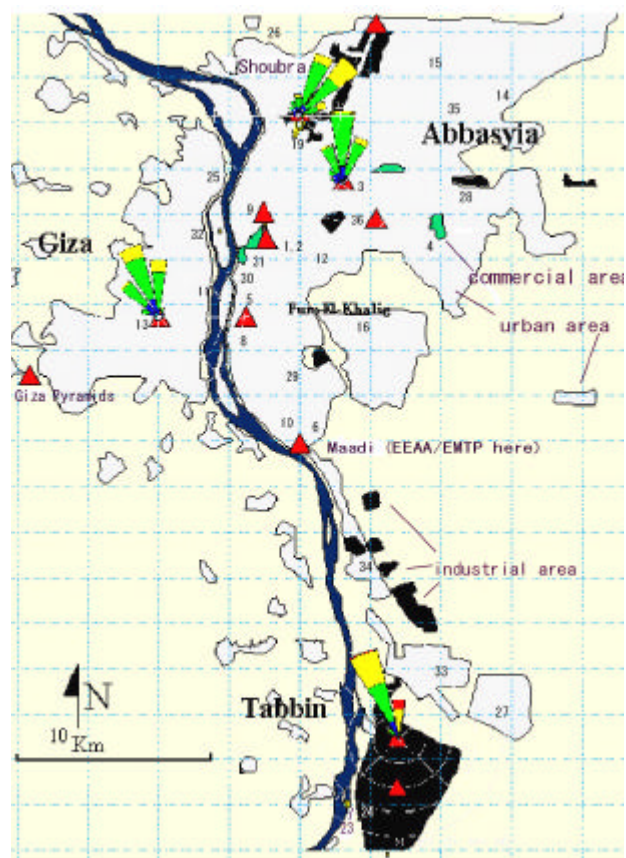


図2 2000年8月の大カイロ圏における風向の頻度分布

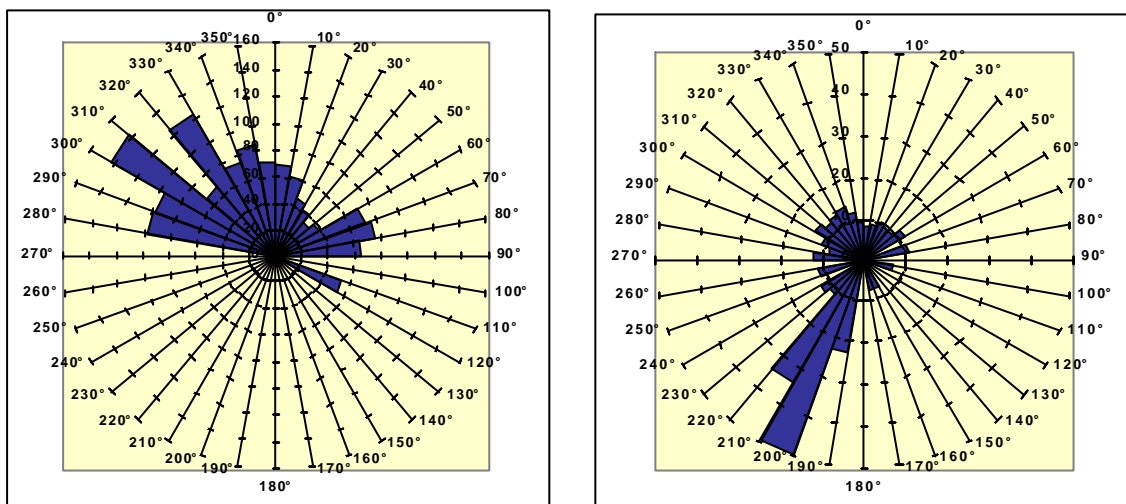


図3 Shoubra(左)とTabbin(右)におけるSO₂濃度

表1 2000年8月にエジプトで観測された24時間平均の濃度最大値

Site	SO ₂	NO ₂	PM10	Ozone*	CO*	Soot
CAIRO						
1 Qualaly	124	125	247			
2 Gemhoroya street	124	104			11	
4 Nasr City	36	114	144?			
5 Maadi	53	75	112?			
6 Tabbin	17	42	160			
7 Tabbin South	74					
8 Fum Khalig	113	82	263		8	
10 Shoubra ElKheima	112	94	274A			
11 Giza, Cairo Univ.	75	36		127		
13 6 Oct.	9	11	213?			
14 10 Ramadan	6		80?			
CANAL AREA						
15 Suez	12	38				
16 Ismailia			194A			
17 Port Said			126A			
UPPER EGYPT						
20 Minya			471A			
21 Nag Hammadi			261A			
23 Luxor	24					
24 Aswan	33			134		
25 KomOmbo	62		332A			
SINAI AREA						
27 Sharm ElSheikh				141		
ALEXANDRIA						
28 Abu Keir		111				
29 El Max	67	73				48
30 IGSR	20	50	461		7	
31 Azafra	5		121?			19
32 Gheat Inab	11	26				32
33 Alex. Regional				110		
DELTA AREA						
34 Mansoura	13	23				
36 Tanta	7		253?			173
37 Kafr ElZayat	70	30	449			
39 Domyat	10					159
40 Kafr Dawar	15		235?			64
41 ElShouhada square	54	64	144?			
Air quality Limit value	150	150	70	120	10**	150

* 8時間平均の濃度の最大値. ** CO(mg/m³)を除く測定単位: μg/m³. 観測頻度: 1回/週.
A: エアマトリックス

から3月の間は主として西または南西から、残り9カ月は北の方角からの風が吹く。風速は平均2~4mである。国立環境研究所地球環境研究センターで開発したヨーロッパ中期天候予報センター(ECMWF)の客観解析気象データを用いたエアーマスのトラジェクトリ解析はこれとよく一致しているがスペースの関係上割愛する。

灰色の部分は居住区を、緑色は商業地区を、ナイル川を除いて黒色の部分は工業地帯を示している。カイロ中心部に対して、風下に位置するTabbinなどの工業地帯の影響が及ぶことはあまりないと考えられる。風上のShoubra El Kheima区域の影響は常に存在するであろうが、以下のようにカイロ市内のディーゼルバスによる汚染がそれを上回っている。

汚染指標として二酸化硫黄(SO₂)の月平均濃度を汚染で悪名高いShoubra(19)とTabbin South(7)の観測地点についてBreuer Diagramで示した(図3)。風向きと濃度の方角依存性より、原因はShoubraでは金属精錬工場、Tabbinでは煉瓦工場と特定されている。

年平均の最大値の基準値60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ より月平均の規準値を80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 見積もるとカイロ中心部を除く全観測地点で平均はこの値以下であった。Shoubra地域はカイロ市内のディーゼルバスの排気ガスによる(その根拠は一酸化炭素(CO)濃度が比較的低いこと)汚染地帯Qualaly(1)やGemhoroya(2)や

FumElKhalig(5)に匹敵している。ただし、表1より24時間平均の最大値で見ると、汚染指標の濃度は大カイロ圏でも基準は超えていない。

シナイ半島のSharm El Sheikhのような保養地でもオゾン(O₃)の濃度が高いのは夏場ということで説明できる。しかし、粒径10 μm 以下の浮遊粒子状物質PM10はデルタ地帯を含む全エジプトで基準値を大幅に上回っている。風が弱いことと降雨による洗浄がほとんどないことにより、自然、金属精錬やセメント工場、車両等に起因するダスト粒子が堰底状のナイル川流域上に停滞浮遊しているためと考えられる。検証するには、Sharm El ShakeやAswanなどの上流地区でのモニタリングが必要であり、これらの地域を管轄する地方支局が建設中であることに期待する。

以上、限定されたデータからはエジプト全土の大気質について明快な結論を得ることは難しいが、少なくともPM10が規準値を大幅に超えていることからその中に含まれる2.5 μm 以下のPM2.5が鉛濃度との関連で着目され始めた。CAIPのデータによるとPM10濃度が高いとPM2.5濃度も高くなり、健康に対してその影響が懸念されるが、詳細は機会があれば水環境や廃棄物の報告と合わせて、次回にしたい。

* 図2は印刷発行されたものから変更されています。



地方の時代

自治体は地球環境問題にどう取り組む？



大阪府

エコエネルギー都市・大阪をめざして

大阪府環境農林水産部環境管理課

技師 土谷 朋子

1. はじめに

地球温暖化問題は、主に先進国での大量のエネルギー消費が主要因といわれている一方で、その影響は気候変動にとどまらず、動植物の生態系へ

の影響、農作物や畜産物への影響、食糧難、海面上昇による砂浜の減少や国土の消滅の恐れもあるとされており、人類全体の重要な問題として緊急の対応が求められています。

大阪府においても1995年3月に「大阪府地球温暖化対策地域推進計画」を策定し、対策を推進してきましたが、1997年の気候変動枠組条約第3回締約国会議(COP3)や1998年の地球温暖化対策推進法の制定等を受け、地球温暖化対策の基本的計画である同計画を2000年3月に改定しました。

また、地球温暖化対策の主要な柱であるエネルギーについて、「エコエネルギー都市・大阪計画」を2000年3月に策定しました。この計画は、四半世紀先を見据えた長期的展望に立ち、省エネルギー・新エネルギー技術を導入したまちづくりなどのハード面からライフスタイルなどのソフト面までの対策をなるべく具体化し、その将来像を示すとともに、その将来像に向けての大阪府、市町村、事業者、府民のみなさんそれぞれの果たすべき役割について示しています。

以下、1999年度に策定した「エコエネルギー都市・大阪計画」の内容と、この計画の導入目標達成のために2000年度に行いました「エコエネルギー都市・大阪誘導方策基礎調査」について紹介いたします。

2. 「エコエネルギー都市・大阪計画」について

(1) 計画策定の背景

大阪府のエネルギー需給の特徴は、民生部門の占める割合が全体の36%と全国値(26%)と比べて大きいこと、府域は鉄道など公共交通機関の整備が比較的進んでいるため、自動車のエネルギー消費量の割合が全国値に比べて低いものの、自動車の寄与率は増加していること、大阪の夏の気温が他の代表都市にくらべて高く、ルームエアコンの保有率が100世帯当たり256台と全国値(192台)を大きく上回っており、夏の電力消費量が高いことなどがあげられます。

1997年度の大阪府の二酸化炭素排出量を推計したところ、1,468万トン(炭素換算)で、全国の4.4%を占めています。また、一人当たりの排出量は、1.67トン(炭素換算)で全国平均の2.66トンを下回っています。部門別でみると、産業部門が45.8%と最も多いのですが、1990年度からの伸び率は、9.7%の減少となっています。伸び率が最も高いのは民生部門で、なかでも業務系は対1990年度

31.1%の増加となっています。

1999年度に大阪府が実施した府政に関する世論調査の結果では、「地球温暖化」ということばを聞いたことがある人は9割以上、また、今後普及を望む環境にやさしいエネルギーシステムとして「クリーンエネルギー自動車」、「ソーラーシステム」、「太陽光発電」があがりました。

一方、新エネルギー等のシステムが使われない理由としては「費用が高そう」が8割を越えており、新エネルギー等の利用の費用負担については、8割の人が費用が増加しても利用すると回答しているものの、ほとんどがその額は1か月3,000円以下であり、システム導入に対する補助金の交付を望む回答が6割近くありました。この調査から、地球温暖化問題に対して、経済的出費の削減につながる省エネルギー行動は比較的定着していること、その一方で一定の費用負担を必要とする新エネルギーについては導入されにくい傾向があることがわかりました。

このことから、地球温暖化対策を進めていくためには、社会がどういう方向に向かっているか、つまりエネルギー使用のあり方についての方向性を明確に示す必要があること、また、経済的に見合うエネルギー技術の開発とともに、費用分担のしくみ等社会システムの整備や府民の意識の変革が必要であることがわかります。そこで、私たちの目指すべき姿の一つとして「エコエネルギー都市・大阪」を提案したいと思います。

(2) エコエネルギー都市・大阪とは

大阪府のような大都市が、「持続的な発展・開発」を進めるには、環境への配慮と経済性の両立が不可欠です。図1に示すようにエネルギーを使い過ぎず、無駄にせず、環境にやさしいエネルギーを積極的に活用するなど、エネルギー消費の観点から望ましい姿を実現することによって、環境面と経済面の両立を図る都市を「エコエネルギー都市」と呼びます。

(3) 大阪府におけるエネルギー利用の将来像(2025年を想定)

地球温暖化対策としてエネルギー消費量を抜本的に削減するために、長期的な視点にたった考察の一例として、2025年を想定し、グリーン購入な

持続的発展の可能な都市の形成モデル

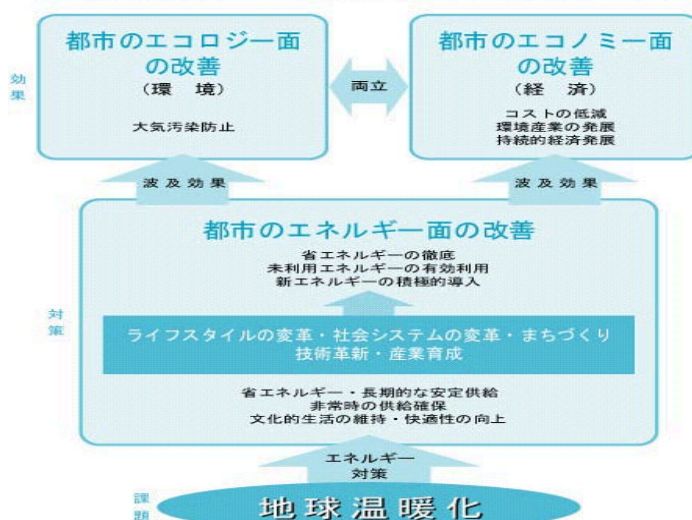


図1 エコエネルギー都市の概念図

大阪府におけるエネルギー利用の将来像

(1) ライフスタイルの変革

環境にやさしい暮らしの率先実行

人々が、大量生産・大量消費・大量廃棄という社会通念から意識の変革を促し、エネルギー消費量の抑制につながる行動として、省エネルギー行動や環境配慮した物品を選択して購入するといった行動を、日々の暮らしで実践している。

環境の価値の再認識

従来人々が行ってきた、自然と調った生活や四季の移り変わりに定まった生活が、人間だけでなくエネルギー消費の少ない生活でもあることを再認識し、日常生活のなかにも無理なくとり入れられている。

(2) 社会システムの変革

生産・流通システムの整備

日用品から、材料や機械部品に至るまで、あらゆる物品が環境配慮した理念で生産され、消費者まで届かれる。さらに、情報ネットワークの活用により、消費者の選択がなされるとともに物流が効率化している。

法制度等の整備

製造・流通・利用・廃棄の各段階において、環境配慮する取組が社会的に評価されるような法制度や規制が整備されている。

社会経済システムの整備

自主的・環境部里など法律や各種の制度として定められていないものでも、社会通念上の常識となっている、あるいは物を長く使うといった風潮を多数の人々が愛着するよう社会システムが成熟している。

(3) 環境に配慮したまちづくり

環境効率のよいまち

快適空間の創造を個人のエネルギー消費に頼るのではなく、地域単位で、効率がよく環境負荷の少ないエネルギーシステムが導入されている、あるいは、まちそのものが個人のエネルギー消費を自然に抑制させる構造をもっている。

歩きたくなるまち

路面電車や自転車道が整備されているなど環境への負荷の少ない移動システムが整備・運用されており、さらに親しみのある街路・公園が整備されているなど、行ってみたい、歩いてみたいと思われるほどにまちそのものが人々から親しまれている。

ヒートアイランド現象の解消されたまち

まちに、自然な風がとおり、みどりや水といった潤いも確保されることにより、人工的に空調装置で快適性を生み出すのではなく、自然の力で大阪の夏の夜の暑苦しさも軽減されている。

(4) 技術革新

エネルギーの有効利用技術の開発

化石燃料の燃焼などにより生じた熱エネルギーを、より効率高く活用するための技術開発が進み導入可能な割合で提供されている。

省エネルギー技術の向上

工場のみならず、自動車や電気機器における省エネルギー化の技術開発が進んでいる。また、生産技術の開発や建築物の断熱など関連して省エネルギーが図られるものに対する技術開発も進んでいる。

良質燃料への転換 新エネルギー技術の開発

利用する燃料を、重油から天然ガスに、さらには水素へと二酸化炭素の排出量の少ないクリーンな燃料への転換を可能にする技術開発が進んでいる。また、自然エネルギーやリサイクルエネルギーの活用を可能にする技術開発が進み、導入可能な割合で提供されている。

(5) 環境産業を中心とする新産業分野の発展

自主的環境管理の促進

多くの組織が自ら環境管理を徹底し、省エネルギー、新エネルギー対策についてより高い目標に向かい継続的に努力する社会が実現しており、また、それを支える専門的な産業分野が発展している。

産業構造の転換

エネルギー多消費型基礎素材製造を中心とした産業構造から環境に配慮した高付加価値型産業を中心とした環境負荷の少ない産業構造に転換している。

静脈産業の発展

人々が、ごみを減らし、再利用を促進し、廃棄物を再資源化した物品を積極的に使用する社会を支える静脈産業が発展している。廃棄に要するエネルギーが削減されているとともに、新しい物の製造・取得に要するエネルギーが削減されている。

図2 大阪府におけるエネルギー利用の将来像

表1 大阪府での新エネルギー等の導入目標

種 類	2010年度の導入目標 (注1)	目標の考え方	国の導入目標 (2010年) (注2)
太陽光発電	40万kW	国の導入目標に対し、世帯数の全国比(7%) +10%増	約500万kW
風力発電	—	気象条件が合致しないため本格的な導入目標は設定しない。	約30万kW
クリーンエネルギー自動車	6万台	大阪府自動車排出窒素酸化物総量削減計画(平成5年11月策定)における普及目標から設定	約3.4百万台
廃棄物燃料製造	4万kL (原油換算)	廃棄物発電を見込まないごみ処理量から推定	約189万kL (原油換算)
廃棄物発電	30万kW	廃棄物処理施設の更新計画から推計	約500万kW
廃棄物熱利用	1.4万kL (原油換算)	国の導入目標に対し、ごみ焼却量全国比(10.5%)	約14万kL (原油換算)
温度差エネルギー (河川、海水、下水)	0.5万kL (原油換算)	国の導入目標に対し、1級・2級河川数の全国比(0.8%) +10%増	約58万kL (原油換算)
天然ガス コージェネレーション	72万kW	国の導入目標に対し、工業製品出荷額等の全国比(6.5%) +10%増	約455万kW
燃料電池	14万kW	国の導入目標に対し、工業製品出荷額等の全国比(6.5%)	約220万kW
太陽熱利用	35万kL (原油換算)	国の導入目標に対し、世帯数の全国比(7%) +10%増	約450万kL (原油換算)

注1 導入目標には、導入済み分を含む。

注2 「国の導入目標」は、「新エネルギー利用等の促進に関する基本方針」(平成9年9月19日閣議決定)に掲げる新エネルギー利用等の種類別の導入目標

どのソフト面から、まちづくりなどのハード面までについて、将来の都市(エコエネルギー都市・大阪)の望ましい姿を項目ごとに学識経験者の意見をもとに予想しました(図2)。

(4) 2025年に向かっての2010年度までの取り組み目標

2025年の将来像を実現するにあたって、2010年までは地球温暖化対策の基本計画である「大阪府地球温暖化対策地域推進計画」に沿って対策を進めます。この地域推進計画は、2010年度までに温室効果ガスを1990年度を基準として9%、なかでもエネルギー消費に係る温室効果ガスである二酸化炭素については5%削減することを目標としています。いくつかの対策メニューのうち、特に新エネルギー等の導入については、国が定めた「新エネルギー利用等の促進に関する基本方針(1997年9月19日閣議決定)を基本として、新エネルギー等の特性や大阪府の状況から導入目標値を表1のように決めました。

また、エネルギー別の新エネルギー等導入促進施策メニューは、表2のとおりです。

(5) 府・市町村・事業者・府民の果たすべき役割

さらに、大阪府は、2000年3月に策定した「大阪府温室効果ガス排出抑制等実行計画」に基づき、大阪府自らの事務事業活動において、省エネルギーや新エネルギー等の取り組みを率先して実行するよう努めるほか、府域における地球温暖化防止に関する様々な対策を推進します。特に、府民一

人ひとりの自発的な行動を促す取り組み、さらには環境に配慮した府民のライフスタイルの変化に柔軟に対応できる産業構造の転換に向けた取り組みなどが重要だと考えています。また、「個々のまちづくり」の基本は住民と市町村の役割とされていますが、広域にまたがる開発やインフラ整備には、府民や地元市町村の意見を聞きながらエネルギー効率のよいまちづくりについて誘導していく必要があると考えております。

市町村につきましては、大阪府同様省エネルギーや新エネルギー等の取り組みを進めるとともに、住民に対する環境教育の実施や、地域の現状にあった土地利用を考える際にエネルギー利用に配慮した計画とすることなどが求められます。

事業者の皆さんには、府・市町村同様省エネルギーや新エネルギー等の導入を進めるとともに、省エネルギーや新エネルギーの普及促進のための技術開発や、省エネルギーなど環境に配慮した商品を府民に提供するなどご協力をお願いしたいと思っております。

府民の皆さんには、省エネルギーを心がけるとともに、ライフスタイルの見直しを行うこと、さらに環境にやさしい暮らしの実践活動として、新エネルギー等の利用を行ったり、環境に配慮した商品を積極的に選択するグリーンコンシューマーとしての役割を期待しております。

表2 エネルギー別の新エネルギー等導入促進施策メニュー

種 別	施策メニュー
太陽光発電	府の率先導入 国の導入補助金の周知など関係機関の導入支援対策(経済的・技術的)の情報提供 融資等の導入支援制度の検討 導入効果の具体的な情報提供
風力発電	関係機関の導入支援対策(経済的・技術的)の情報提供 導入効果の具体的な情報提供
クリーンエネルギー 自動車	府の率先導入 中小企業に対する融資制度の周知 導入誘導方針の検討 関係機関の導入支援対策(経済的・技術的)の情報提供 導入効果の具体的な情報提供
廃棄物焼却余熱等 利用	市町村等廃棄物処理施設の整備における発電、熱の有効利用施設整備について指導 関係機関の導入支援対策(経済的・技術的)の情報提供 導入効果の具体的な情報提供
温度差エネルギー	未利用エネルギーを利用した地域冷暖房の促進 下水処理施設における下水処理水温度差エネルギーの有効利用の推進 関係機関の導入支援対策(経済的・技術的)の情報提供 導入効果の具体的な情報提供
天然ガスコージェネ レーション・燃料電池・ 太陽熱利用	府の率先導入 関係機関の導入支援対策(経済的・技術的)の情報提供 導入効果の具体的な情報提供

3. 「エコエネルギー都市・大阪 誘導方策基礎調査」 について

先に掲げた「エコエネルギー都市・大阪計画」に定める新エネルギー等の導入目標の達成に向けて、大阪府が積極的に取り組むべきこととして、府有施設に新エネルギー・省エネルギー技術を導入することが考えられます。

そこで太陽光発電、風力発電、ESCO(Energy Service COmpany)事業について先行事例調査、導入効果の試算、課題の整理など、導入のための基礎調査を行い、その結果を「エコエネルギー導入のための手引き」としてとりまとめました。内容の詳細は近く大阪府のホームページ上(<http://www.pref.osaka.jp/>)でも紹介する予定ですが、ここでは概要について紹介させていただきます。

(1)太陽光発電編

太陽光発電については、技術的にはほぼ確立されており、これを経済的にかつ効果的に設置することが求められています。ここでは、府有施設への太陽光発電導入のシナリオ・手順をまとめ、環境保全効果、経済性についてケーススタディを行いました。

(2)風力発電編

大阪府域において風力発電の設置可能性を探るため、風況などの調査を行い、自然条件や周辺の

土地利用などの検討課題をまとめ、ケーススタディにより環境保全効果、経済性の評価を行いました。

(3)ESCO事業編

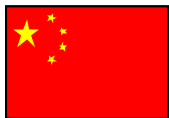
府有施設においてESCO事業の導入が可能な施設の調査を行うとともに、自治体が民間資金活用型ESCO事業を行う際の法的課題の整理を行い、ESCO事業標準提案募集要項、ESCO事業者応募資格要件、ESCO事業標準契約書を作成し、ESCO事業のフローを提案しています。

この検討結果を受けて、大阪府立母子医療センターにて、自治体初の民間資金活用型ESCO事業の提案公募が2001年1月にスタートしました。また、2001年度には約20施設について省エネルギー診断を行い、省エネルギーマスタープラン(仮称)を作成し、ESCO事業の導入に積極的に取り組んでいく予定です。

4. おわりに

先に示した大阪府におけるエネルギー利用の将来像を実現するためには、府や市町村などの行政であっても、事業者であっても、府民個人の立場であっても、それぞれに果たす役割は大きく、行うべきことはたくさんあります。

2025年の将来像を見据えて、それぞれができるところから実践を始めることがなにより大切だと考えております。



E F F 研究者の紹介：楊 宏偉

- エネルギー消費と環境保護のディレンマから抜け出す道をさぐる -

エコフロンティア・フェローシップ研究員としてつくばに滞在し、国立環境研究所(NIES)で研究する機会をいただいたことを大変嬉しく思います。私は中国出身で、首都北京に住み、働いていますが、生まれは雲南省です。雲南省は中国南西部に位置する美しい町で自然景観と変化に富んだ植物で有名です。雲南省特有の気候と地理的環境は、熱帯、亜熱帯、温帯および寒冷地の多種多様な植物に適しています。現在は、2076属、274科に属する17000種が生息し、それは中国の全植物種の60%以上にもおよびます。なかには雲南省でしか見られない種もあります。このため、雲南は「植物の王国」とも呼ばれています。1999年の国際園芸博覧会は雲南で開催されました。

私は清華大学を卒業し、1995年に同大学で工学博士の学位を得ました。実社会に根ざした研究をしたいと考え、国家開発計画委員会(SDPC)中国エネルギー研究所(ERI)に就職しました。ERIの主な仕事は、エネルギー政策を研究することと、SDPCや他の国家機関のエネルギーに関係した政策決定プロセスを学術的に支援することです。キープロジェクトであるエネルギー戦略に関する中国第9次5カ年計画に参加し、中国エネルギー研究協会のメンバーになりました。NIESとERIとの共同プロジェクトである気候変動に関する「アジア太平洋地



域統合評価モデル(AIM)」の開発に1996年から参加し、AIM中国モデルを開発してきました。

近年、中国におけるエネルギー消費量は増加していますが、エネルギーを使うことにより大気汚染を引き起こし、温室効果ガスを排出します。環境保護の立場からはエネルギー消費行動を抑制することが求められています。先進国が1960年代後半に経験した深刻な環境汚染を避けながら経済発展を達成するwin-winの方策を見つけ出すことは途上国にとって非常に大切なことだと思います。NIESでの私の研究は、対策が必要とされている地域の優先順位を調べ、クリーン開発メカニズム(CDM)の効果を評価することです。地域環境と地球環境を組み合わせた評価モデルを開発しました。CDMに関する私の研究は、京都議定書で定義されたCDMの2つの目的、温室効果ガスの排出削減とホスト国における持続可能な開発のどちらも視野に入れた解決方法を見出すことです。北京を対象として、エネルギーと環境活動に関するモデルを使って、日中間のCDM協力について分析しました。

今回東京と京都を訪問しましたが、日本の郊外での公共交通システムがとても印象に残りました。また、京都の名所の一つである詩仙堂を訪れた時に、唐や宋時代のもっとも有名な詩人の名前と詩を見つけてとても感動しました。つくばも美しい町で、研究者にとって住みやすい所です。つくばの人は親切で、NIESでの私の受け入れ研究者であ



写真 北京市房山区にある燕山石油化学総公司是、エネルギー集約型企業の一つで、地方における大きな排出源の一つになっています。

る甲斐沼先生やそのグループの人たちと仕事をするのはとても楽しい毎日でした。今後はコミュニケーションをもっととれるよう、つくばで日本語

を勉強する時間を持ちたいと思っています。
(滞在期間：2000年9月21日～2001年3月31日、2001年度は8月17日～2002年3月31日まで滞在予定)

*本稿は楊 宏偉さんご自身が書かれた原稿を事務局で和訳したのですが、原文(英語)はニュースの最後に掲載しています。

地球環境研究センターを一から知ろう

地上モニタリングステーションにおける大気中の酸素濃度の観測

大気圏環境研究領域大気動態研究室

主任研究員 遠嶋 康徳

1. はじめに

地球環境研究センターでは地球環境モニタリング事業の一環として、北海道落石岬および沖縄県波照間島にモニタリングステーションを建設し、二酸化炭素やメタン、亜酸化窒素など温室効果気体の大気中濃度を連続観測しています。大気中の温室効果気体のモニタリングは世界中の様々な場所で、各国の研究機関によって行われています。このようにして得られた観測結果は、将来の地球環境の予測や物質循環解明のための基礎的なデータとなります。

ステーションにおける温室効果気体の濃度の連続観測は決して容易なものではありませんが、業務的な色彩の強いものといえます。落石岬・波照間モニタリングステーションはこのような業務的観測だけでなく、より研究的側面の強い観測のプラットフォームとしても機能すべきとの考えから、研究の最前線に位置付けられる観測も行われています。例えば、二酸化炭素やメタン、亜酸化窒素の同位体組成の分析や、代替フロン類の濃度の分析、酸素濃度の分析などが国立環境研究所や大学の研究者によって始められています。ここでは、大気中の酸素濃度の観測について紹介したいと思います。

2. なぜ酸素濃度を分析するのか？

ご存知のように、人類が化石燃料をエネルギー

源として使うようになってから大気中に二酸化炭素が蓄積してきました。この200年で大気中の濃度は80ppm以上増加したとされており、現在も年間1～2ppm(年によって増加率は変動しています)増加しています。ところが、大気中の増加量はこれまで化石燃料の消費で放出された量のおよそ半分でしかありません。残りの半分はどこに消えたのでしょうか？ 消えた二酸化炭素の行き先の一つは海洋、もう一つは陸上生物圏(主に森林等の植物圏)と考えられています。現在多くの研究者が海洋と陸上生物圏のそれぞれの吸収量を見積もろうとしています。大気中の酸素濃度の観測はこの問題を解くための一つの方法として最近注目を集めています。では、酸素濃度の観測からどうやって二酸化炭素の循環がわかるのでしょうか？

二酸化炭素の増加ばかりがクローズアップされますが、化石燃料を燃やす際には酸素が消費されますから、大気中の酸素は逆に減っているはずですよ！ 化石燃料に含まれる炭素原子1個(C)に酸素分子1個(O₂)が結合して二酸化炭素(CO₂)ができることを考えると、予想される酸素の消費量は二酸化炭素の放出量とほぼ同じ程度であるはずですよ。

仮に、化石燃料起源の二酸化炭素を陸上植物が吸収したとしましょう。これは、光合成が呼吸(植物自身の呼吸と土壌有機物の微生物による分解を含めたもの)を上回ったことを意味しています。この場合、吸収された二酸化炭素とほぼ同量の酸素

が大気中に放出されるため(光合成では二酸化炭素と水から有機物と酸素が生成することを思い出して下さい)大気中酸素濃度の減少率が緩和されます。一方、海は二酸化炭素を物理的に溶解させることによって吸収源として働きます。しかし、酸素については発生源にも吸収源にもならないと考えられています。そのため、二酸化炭素が海に吸収される場合は大気中の酸素の減少量は化石燃料の燃焼によって失われる量のままです。つまり、化石燃料の消費から予想される大気中酸素濃度の減少率と実際の減少率のずれから、陸上植物の吸収量を見積もることができるのです。

数式を用いてももう少し詳しく説明しましょう。大気中の二酸化炭素および酸素の濃度が年間に変化する割合を DCO_2 、 DO_2 とします。酸素は実際には減少していますから負の値を取ります。また、化石燃料起源による二酸化炭素の年間排出量を F 、陸上植物圏および海洋の二酸化炭素の年間吸収量を B 、 O とします。このとき、大気中の二酸化炭素および酸素濃度の年変化率 DCO_2 、 DO_2 は次式のように表されます。

$$DCO_2 = k(F - B - O) \quad \text{----- (1)}$$

$$DO_2 = k(-aF + bB) \quad \text{----- (2)}$$

ただし、 k は二酸化炭素の放出量を大気中の濃度に変換する係数です。また、 a は光合成や呼吸の際の、 b は化石燃料が燃焼する際の二酸化炭素と酸素が交換する割合を表します。 a と b の値は、陸上植物や化石燃料の平均的な元素組成から推定が可能で、およそ $a=1.1$ 、 $b=1.4$ と見積もられています。また、化石燃料起源の二酸化炭素の放出量については経済統計から推定できます。したがって、大気中の二酸化炭素濃度および酸素濃度の変化率が観測できれば式(2)から陸上生物圏の吸収量 B がわかり、それを式(1)に代入すれば海洋の吸収量 O も求められます。

3. 分析法の開発

先述のように、化石燃料の燃焼以外に酸素の発生源も消滅源もなければ、酸素は年間数ppm程度減少するはずですが、これをppmで表示すると210000ppmです。かりに酸素濃度2ppmの違いを検出するために

は、210000ppmと210002ppmの違いがわからなければなりません。つまり、0.001%の分析精度が要求されるわけです。

大気中の酸素濃度の変動を検出することは長い間不可能と考えられてきました。ところが、アメリカのRalph Keeling (ハワイのマウナロアにおける二酸化炭素の観測で有名なCharles Keelingの子息)が世界で最初にこの分析法の開発に成功し、さらに大気中の酸素濃度が減少していることを示したのです。Keelingが開発した分析方法は酸素濃度の違いによって生じる空気の屈折率の変化を干渉計を用いて測定するものでした。現在ではこの他にも、質量分析計や磁気力式酸素計などを用いた方法が開発されています。国立環境研究所でもガスクロマトグラフを用いた方法で大気中の酸素濃度の変動を検出することに最近成功しました。

ここでは、分析方法について説明は省略しますが、酸素濃度の分析は単に高感度の検出器があればそれで十分というわけにはいきません。というのは、大気中の酸素濃度の変動が非常に小さいために、分析装置に導入するまでの過程で酸素濃度が容易に変化してしまうからです。ですから、大気試料の採取から保存、分析計への導入までの操作に細心の注意を払う必要があります。例えば、分析の標準ガスとして高圧ポンペに充填した空気を使うのですが、ポンペは横に寝かせて置く必要があります。というのは、縦に置くと重力の影響でポンペの上と下でほんのわずかの圧力差が生じ、圧力の高い底の方が酸素濃度が高くなってしまいます。

4. 地上モニタリングステーションでの観測結果

実際に大気中の酸素濃度の変動を観測するために、1997年7月より波照間モニタリングステーションで大気試料のサンプリングを開始しました。当初は月1回の定期整備の際にガラスフラスコに空気を採取しました。その後、落石岬モニタリングステーションでは1998年12月から、波照間モニタリングステーションでは1999年11月から自動サンプリング装置による大気試料の採取も始まり大気の採取頻度が飛躍的に高まりました。

図には1997年7月から2000年6月までに波照間モ

ニタリングステーションで採取された大気試料の二酸化炭素濃度と酸素濃度の変化を示しました。二酸化炭素は陸上植物の光合成が卓越する夏に濃度が極小になります、酸素濃度は逆に極大を示します。酸素濃度の減少率は3年間(1997年7月～2000年6月)の平均で約3.8 ppm/yrでした。また同じ期間の二酸化炭素濃度の平均増加率は2.1 ppm/yrでした。したがって、この3年間における化石燃料起源の二酸化炭素の放出量がわかれば(現時点では、観測期間での化石燃料の消費量の統計が公表されていません)式(1)、(2)から陸上生物圏および海洋のそれぞれの吸収量が計算できることになります。また観測期間が短いので酸素濃度の経年減少率の誤差も大きく炭素収支を正確に求めることができませんが、今後観測を長期間継続し酸素濃度の減少率の精度を高めていく必要があります。また、

式(1)、(2)は厳密には濃度変化率の全球平均値について成立するものですから、測定地点を増やすことも必要と考えられます。

5. おわりに

Keelingが最初に大気中の酸素濃度の減少を報告してから早くも10年の月日が経とうとしています。当時、その論文を見たときに受けたコロンブスの卵的な衝撃を今でもはっきりと覚えています。地球規模の環境問題を解くために、新たな発想に基づく観測項目がこれからも生まれてくる可能性があります。したがって、地球環境研究センターの地上モニタリングステーションが研究のプラットフォームとしても機能することは、今後も重要であると思われます。

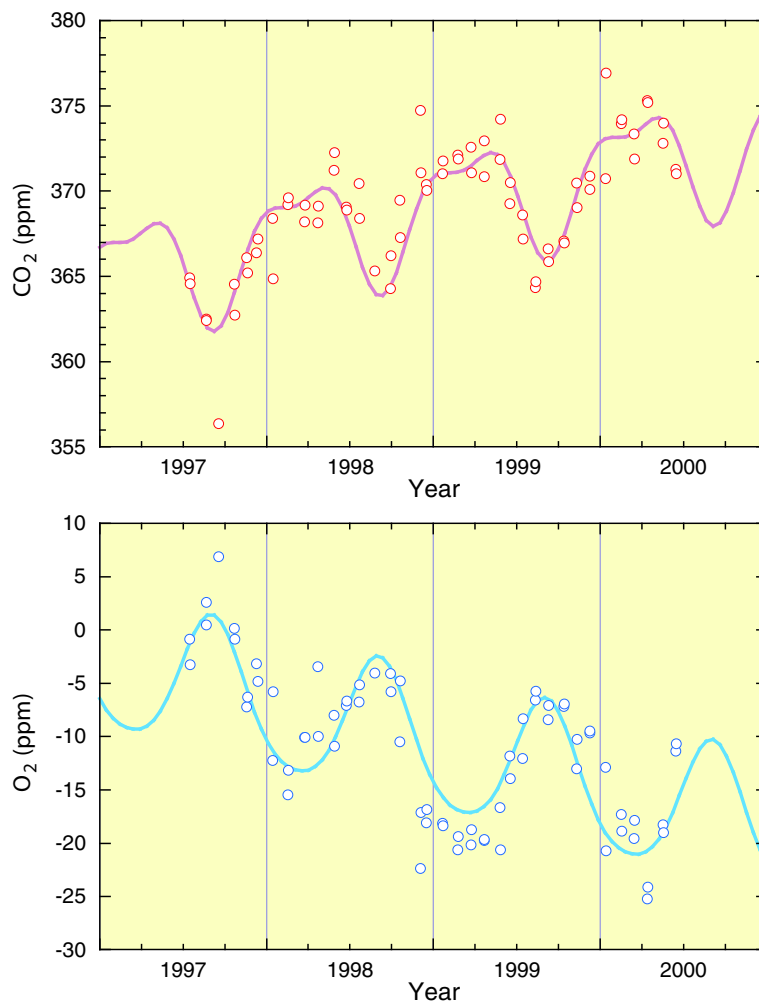


図 波照間で観測された大気中の(上)二酸化炭素濃度と(下)酸素濃度の変動
酸素濃度は任意の標準空気からの差として示されている。



「陸域生態系の吸収源機能に関する科学的評価についての研究の現状」 国際ワークショップ



国立環境研究所・森林総合研究所は、京都議定書吸収源に関する研究を1998年以降、環境省地球環境研究総合推進費プロジェクトとして実施し、吸収源に関する多くの知見を蓄積してきました。地球温暖化の防止を目的とした京都議定書の動向は米国の離脱もあって予断を許しません。温暖化防止策の一つとしての吸収源の働きは議定書の行方如何にかかわらず、地球温暖化防止のためには重要です。京都議定書の運用方法を定めるため、京都でのCOP3以降、様々な検討が国際会議でされてきました。その中で吸収源は各国の解釈が異なったり、国ごとの炭素吸収キャパシティにも大きな差があることから、国際間で合意を得るのが難しい項目の一つでした。そこで、吸収源に関連した森林・木材分野の研究の現状を紹介するワークショップを開催し、今後の地球温暖化対策を考える一助にしたいと思います。研究分野においても国際間の協調性を保つことが重要であり、今回のワークショップは日米欧の研究情報を交換する場を提供するとともに、行政官、企業、一般市民の方に吸収源に関する研究の現状を理解してもらうことを目的としています。

日 時 平成13年8月30日(木) 10:00~17:00

場 所 早稲田大学国際会議場 井深大記念ホール (東京都新宿区西早稲田1-20-14)

地下鉄東西線 早稲田駅より徒歩8分

JR山手線・西武新宿線 高田馬場駅より徒歩20分

主 催 国立環境研究所・森林総合研究所

参加費無料

同時通訳あり

参加申込方法

参加ご希望の方は、住所、氏名、年齢、職業、電話番号、FAX番号、E-mailアドレスを明記の上、下記宛にハガキ、FAXまたはE-mailにてお申込み下さい。

後日、「申込受付通知ハガキ」をお送り致しますので、ワークショップ当日に受付までお持ち下さい。

社団法人 国際環境研究協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-1-13 アーバン芝公園4F

FAX: 03-3432-1975

E-mail:sympo@airies.or.jp

* なお、会場定員に達した時点でお申込みを締め切らせて頂きますので、予めご了承下さい。

お問い合わせ先

社団法人 国際環境研究協会

TEL: 03-3432-1844

プログラム

10:00-12:00

開会の挨拶

池田 俊彌（森林総合研究所）

キーノートアドレス

「吸収源を巡る国際的動向と研究に期待すること」

木村 祐二（環境省地球環境局）

「地球規模の気候変動を緩和する生物圏のはたらき - IPCCの結論とその意味」

Roger Sedjo（米国・将来資源研究所）

「二酸化炭素純排出量を削減する経済効率的手法 - 森林と木材燃料の役割について」

Bo Hektor（スウェーデン農科大学）

「木材製品の炭素勘定」

Justin Ford-Robertson（ニュージーランド森林研究所）

13:00-17:00

研究発表

航空レーザー測距による森林バイオマスと葉面積の広域モニタリング

末田 達彦（愛媛大学）

炭素吸収源としての森林土壌の役割

高橋 正通（森林総合研究所）

林業統計を利用した炭素蓄積量推定手法の改善

松本 光朗（森林総合研究所）

木材利用による二酸化炭素排出軽減への寄与

林 和男（愛媛大学）

建築物中の木材炭素ストック量の評価

外崎 真理雄（森林総合研究所）

木造住宅およびリサイクル利用による炭素貯蔵と耐用年数

有馬 孝礼（東京大学）

モンsoonアジアでCDMを実施する場合の人工林の炭素固定量評価

森川 靖（早稲田大学）

大規模造林が地域の社会経済に与える影響

横田 康裕（森林総合研究所 東北支所）

座長：天野正博（森林総合研究所）、山形与志樹（国立環境研究所地球環境研究センター）





酸性雨問題の現状と課題について

地球環境局環境保全対策課 海東 聡

1. 酸性雨問題とは

酸性雨とは、主として化石燃料の燃焼により生ずる硫黄酸化物(SO_x)や窒素酸化物(NO_x)などの大気汚染物質が大気中で硫酸や硝酸などに化学変化して、雨や雪などに溶け込んだ形で沈着したり(湿性沈着)、ガス・エアロゾルの状態で直接地上に沈着(乾性沈着)する現象のことをいう。

酸性雨による被害としては、湖沼や河川等が酸性化し魚類等へ影響を与えること、土壌が酸性化し森林等への影響を与えること、また酸性雨が直接、樹木や文化財等に沈着することにより、これらの衰退や崩壊を助長することなどの広範囲な影響が懸念されており、欧米においてはすでに酸性雨によると考えられる森林衰退や湖沼の酸性化の報告例がある。

また、酸性雨は、SO_xやNO_xの発生源から数百キロから千キロ以上も離れた地域にも沈着する性質があり、国境を越える問題であることが大きな特徴の一つである。

2. 酸性雨問題への取り組み状況

(1) 国内での取り組み

昭和58年から平成12年まで、第1～4次酸性雨対策調査を実施し、酸性雨の実態把握(湿性沈着・乾性沈着、陸水、土壌・植生)や機構解明、影響予測などに関する調査を行ってきた。

すでにとりまとめが終了している第3次酸性雨対策調査(平成5～9年度)においては、

第3次酸性雨対策調査期間中の降水中のpH(年平均値の全国平均)は4.7～4.9であり、第2次調査の結果と同レベルで推移している(これはすでに被害が顕在化している欧米と、ほぼ同程度である)、

酸性雨による陸水、土壌・植生系への影響については、明確な影響は確認されなかったものの、いくつかの調査地点において原因不明の樹木の衰退が確認されており、また酸性雨の影響に敏感な湖沼や土壌の存在が確認されていることから、今後も同程度の酸性雨が継続した場合には影響が顕在化する可能性もあり、今後の変化を注意深くモニタリングすることが必要である、等の結果が得られている。

(2) 東アジア地域での取り組み

東アジア地域は、多くの人口をかかえていること、今後の経済成長が見込まれること、石炭等硫黄分を多く含む化石燃料へ依存していること、等の状況から、近い将来に酸性雨問題が深刻化する恐れがある。

このような背景のなか、1992年の「環境と開発

に関する国連会議(地球サミット)」で採択された「アジェンダ21」を受け、我が国は「東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)」を提唱し、東アジアの10カ国(中国、インドネシア、日本、マレーシア、モンゴル、フィリピン、韓国、ロシア、タイ、ベトナム)の参加のもとで、平成10年からの試行稼働を経て、平成13年1月から本格稼働を開始している。

EANETの主たる目的は、東アジア地域における酸性雨の状況に関する共通の理解を形成し、また酸性雨による環境への悪影響を防ぐため国や地域レベルでの政策決定に有益な情報を提供することなどにある。このため共通の手法を用いた酸性雨モニタリングを行い、質の高いモニタリングデータを得るための品質評価/品質管理(QA/QC)活動を重点的に実施している。

3. 今後の取り組みについて

今後は、EANETの活動をより一層拡充、強化していくことにより、東アジア地域での酸性雨の状況を把握するとともに、将来における酸性雨対策の国際的な枠組みづくりを目指している。

また、国内的にはEANETと密接に関連しつつ、長期トレンド、広域的モニタリング、生態影響モニタリングなど、沈着量の時・空間的变化と、その影響を長期にわたりモニタリングするための体制をとるとともに、国内を含む東アジア地域をフィールドとする東アジア酸性雨対策調査・研究を推進することとしている。

地球環境研究センター(CGER)活動報告(6月)

所外活動(会議出席)等

2001. 6. 4 環境省ヒートアイランド現象実態解析調査検討委員会出席(一ノ瀬主任研究員/東京)
- 5～8 国連環境計画GEO-3レポート東アジア地区コンサルテーション会合出席(一ノ瀬主任研究員/中国)
- 12 環境省ヒートアイランド現象実態解析調査検討委員会出席(一ノ瀬主任研究員/東京)
- 12～13 平成13年度第1回全国環境研協議会酸性雨調査研究部会出席(井上係員/兵庫)
自治体の公害研究所等からの出席者22名により、全国環境研協議会の過去の酸性雨調査の経緯の報告、第3次酸性雨共同調査のとりまとめ方針と今後の予定について等の議論が行われた。当センターはオブザーバーとして出席。
- 21 落石岬ステーションにて道主催のエコスクール開催(藤沼研究管理官・高田主幹・井上係員/北海道)
根室市落石小学校5、6年生13名を対象に、北海道根室支庁主催によるエコスクールを開催し、落石岬ステーションの見学と教室での学習会を行った。
- 23 新宿御苑熱環境観測準備会合出席(一ノ瀬主任研究員/東京)
- 27～29 農業環境工学関連4学会2001年合同大会(藤沼研究管理官・小熊主任研究員・勝本特別流動研究員・鳥山NIESフェロー/茨城)
表記大会は、日本農業気象学会、日本生物環境調節学会、日本植物工場学会、CELSS(制御型生命維持システム)学会の農業環境工学分野の4学会が合同で開催した年次大会であり、筑波国際会議場(エポカルつくば)に約500名の参加者を得て開催された。当センターからは、苫小牧カラマツ林でのフラックス観測研究にかかわる5件の発表を行うとともに、大会事務局として大会の運営に当たった。
- 28 土木学会環境システム委員会論文審査小委員会出席(一ノ瀬主任研究員/東京)

見学等

2001. 6. 14 JICA有害金属汚染対策コース研修団(6名)
- 15 中国遼寧省環境保護局副局長一行(6名)
- 18 水海道市「こども広報みつかいどう」豆記者一行(8名)
- 21 千葉県技術・市場交流プラザ一行(7名)
- 22 つくば宇宙センター一行(13名)
- 25 海外技術者研修協会・民間技術協力研修員一行(15名)
- 28 宮城県環境保健センター所長一行(3名)

2001年(平成13年)8月発行

編集・発行 独立行政法人 国立環境研究所
地球環境研究センター

連絡先 総合化・交流

〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2

TEL: 0298-50-2972

FAX: 0298-58-2645

E-mail: cgercobo@nies.go.jp

Homepage: <http://www.nies.go.jp>

<http://www-cger.nies.go.jp>

このニュースは、再生紙を利用しています。

発行者の許可なく本ニュースの内容等を転載することは禁じられています。

*Find a way out for the dilemma of energy use and
environmental protection*

-- My research experience in NIES - Tsukuba

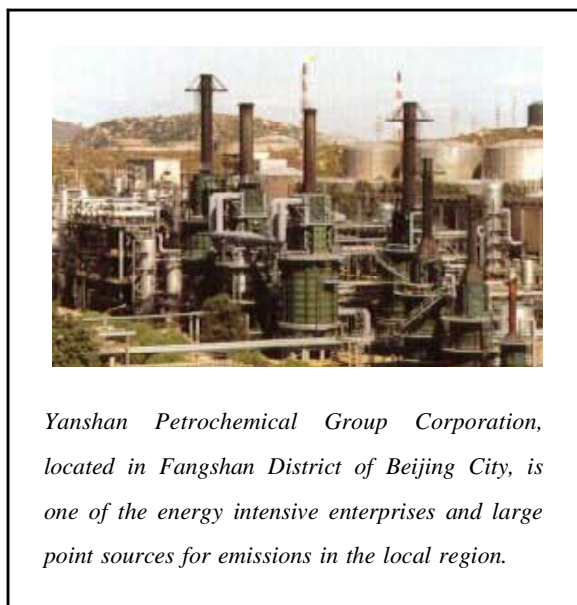
HONGWEI YANG

I am very glad to have this opportunity of working at the National Institute for Environmental Studies (NIES) and staying in Tsukuba as an Eco-Frontier fellow. I come from P.R. China, and work and live in Beijing, the capital city of China. My hometown is Yunnan Province, a beautiful place located in the southwest of China. My hometown is famous for its natural sceneries and large variety of natural plants. The unique climate and geographical



environment of Yunnan makes it a proper place for various plant species of tropical, subtropical, temperate and frigid kinds. At present, more than 17,000 species belonging to 2,076 genera and 274 families are growing there, covering more than 60% of the total plant species in China. Some species can only be found in Yunnan Province. Because of this, Yunnan has gained a name of “kingdom of plants”. Expo'99 ('99 International Horticultural Exposition) was held in Yunnan.

I graduated and obtained a Doctor degree of engineering from Tsinghua University in 1995. After careful consideration, I realized that it's significant to connect my researches more closely to the real world. So I joined Energy Research Institute (ERI) of State Development Planning Commission (SDPC), whose major duty is to study energy policies and academically support the energy related policy-making processes in SDPC and other state government organizations. I participated the so-called key project for China's ninth five-year plan on energy strategy and became a member of China Energy Research



Yanshan Petrochemical Group Corporation, located in Fangshan District of Beijing City, is one of the energy intensive enterprises and large point sources for emissions in the local region.

Society. My researches focus on energy and environment. Since 1996, I have been participating the cooperative project between NIES and ERI on Asian-Pacific Integrated Model (AIM) for global climate change studies.

As we know, energy use has a side effect of emitting air pollutants and greenhouse gases. On the other hand, environmental protection raises additional requirements to energy use activities. I think it's very important for developing countries to find win-win opportunities to achieve economic development and in the meanwhile avoid severe environmental pollution, which the industrialized countries experienced in the later 1960's. My research at NIES focuses on identifying the priority areas and

evaluating the effects of Clean Development Mechanism (CDM). An assessment model that combines the local environment and the global environment was developed. My study for CDM aims to cover both the two objectives of CDM as mentioned in the Kyoto Protocol: greenhouse gas emission reductions and the host country's sustainable development. The situation of CDM co-operation between China and Japan were analyzed in the case of Beijing City based on the modeling study for Beijing's energy and environment activities.

I have visited Tokyo and Kyoto where I got a deep impression about the public transportation system in Japan's urban areas. To my surprise, I found the names of the most famous Chinese poets in Tang and Song Dynasty and their works of poems when I visited the Shisendo, a historical spot in Kyoto. Tsukuba is a beautiful city and a convenient place especially for researchers. People in Tsukuba are very friendly. I am very happy working with Dr. Kainuma, my advisor at NIES, and other gracious coworkers here. I hope in the future I can manage some time to take Japanese language lessons in Tsukuba to facilitate more communications.

Hongwei YANG
