

## 中国における環境分析への取り組み

李 虎

1980年代以来、中国では経済の高度成長により重化学工業の産業体制が形成され、環境汚染がひどくなり、その対策の一つとして環境計測に対するニーズが高くなってきている。このような状況のもと、HORIBAは積極的に中国への協力及びビジネスを展開し、煙道、排水等の発生源計測及び環境水質、大気環境モニタリングなどの分野において中国全土で環境計測事業を進めている。特に現地の環境対策、環境計測に関するニーズに対応できる製品及びシステムの開発を進め、環境ビジネスの拡大に備えている。

### 中国の経済発展

中国は1980年代の改革開放以来、この20年間に国内GDPは平均年率10%前後の成長を続けている。特に沿海地方の成長は速く、2008年の北京オリンピック及び2010年の上海万博等が世界から注目を浴びているのは周知の通りである。地域的には広州、深セン、香港を中心とする珠江デルタ経済圏、上海を中心とする長江デルタ経済圏、北京を中心とする環渤海経済圏が形成されつつあり、それぞれの経済圏の域内総生産を合計すると、中国全体GDPの約35%を占めている<sup>[1]</sup>。中国の大手企業は、石油などのエネルギー関係の他、鉄鋼や金属、交通運輸、流通などの業種に多い。重化学工業の産業体制が形成され、特に近年エネルギー消費量が大きく増加してきている。

現在、中国の都市化率は30%強であり、近代化の過程として、日米の70%前後の都市化率まで、これからの20年間に高度成長が続けられると予測されている。

### 中国の環境状況

中国は経済成長と共に、基本国策として環境保全対策に取り組んでいる。例えば、2002年の環境汚染防止投資は1363.4億元（約1.9兆円）、当該年度GDPの1.33%で、2001年より13.5%増となり、発展途上国の中では非常に高い値であった。中国環境産業の成長率も15%以上を続けている。しかし、環境対策は高度経済成長による環境汚染の拡大に対応できなかった部分が多く、特にこの20年間、各地方自治体での水質汚濁、大気汚染、固体廃棄物問題などの環境汚染は深刻化しており、砂漠化、生態系の衰退などの現象が広い範囲で発生している。また、法的にはかなり整備されてきたものの、実際の取り組みは始まったばかりである<sup>[2]</sup>。

## 水環境

現在、中国では工業排水、都市からの生活排水の処理率が低く、河川、湖沼及び近海の水質汚濁が広い範囲で発生している。河川中の水生生物の死滅、養殖業の被害、湖沼、近海の富栄養化現象も多く見られる。都市部の地下水も50%が汚染されており、中国の水資源の不足は更に深刻化している。7大水系のうち、淮河、海河、遼河の汚染がひどく、淮河では沿岸住民の飲み水もない状況である<sup>[3]</sup>。中国政府の第10次5ヵ年計画(2000年～2005年)では、河川、湖沼及び近海の水質汚濁防止に対して力を入れており、更に第11次5ヵ年計画(2006年～2010年)でも同じ政策が続けられると予想されるが、水質改善のためには、長期にわたる流域中の地方自治体政府関係者、企業経営者、農業関係者などの努力が必要である。

## 大気環境

中国における石炭は、主なエネルギー源としてエネルギー消費量の半分以上を占める。近年SO<sub>2</sub>の排出量はアメリカを越え世界一になっており、酸性雨は広い範囲で発生している。工場の都市郊外への移転により、大都市では固定発生源からの大気汚染への寄与の割合は減少している。一方、最近の自動車社会への変化により、いくつかの大都市では、大気汚染の最も重要な原因が自動車の排ガスであることが判明している。

## 固体廃棄物について

生活ゴミ、産業廃棄物、汚泥など固体廃棄物の処理施設が不足しており、都市の郊外に放置されているため、土壌汚染、地下水汚染の現象が見られる。現在全国規模で埋め立て処理が主な手段とされている。最近特に経済発達の著しい沿海地方では、生活ゴミ、産業廃棄物の焼却処理プラントが数多く建設され、電力不足に対応するためゴミ焼却発電のプラントがいくつかの都市で建設されている。

## 中国の環境モニタリングの状況

現在、全国主要水系の河川、ダム、湖沼に設置されている国設自動局は82ヶ所あり、全国新聞紙上でこれら自動局のモニタリング状況が週ごとに公表されている<sup>[4]</sup>。企業排水の連続モニタリングは進んでおり、COD<sup>\*1</sup>、pH、流量などのパラメータが測定されている。全国規模で数千台のCOD計が設置されていたが、製品の品質問題及びメンテナンス体制の未整備によって、安定稼動していない機器も多かった。測定法としては、TOC法<sup>\*2</sup>、UV法<sup>\*3</sup>への転換が進んでいる。

\*1: 化学的酸素消費量(Chemical Oxygen Demand)のことで、水中の還元性有機物を一定の酸化条件で反応させた場合に、消費される酸化剤の量を当量酸素量に換算して表す。

\*2: 水中の有機体炭素(Total Organic Carbon)を、酸化により二酸化炭素に変換し、測定する方法。

\*3: 紫外線(Ultraviolet)吸光度測定法。

2002年には、中国全土179都市474ヶ所の大気環境モニタリング自動局が稼動し、全国規模の酸性雨状況調査が行われている<sup>[5]</sup>。火力発電所など固定発生源の排ガスに対する連続モニタリングでは、企業数は多いが、連続煙道排ガス計測システム(CEMS:Continuous Emission Monitoring System)が設置されている企業はまだ少ない。これから排ガス脱硫装置の設置と共にCEMSを付ける企業が多くなると考えられる。

酸性雨問題に対する関心も高くなっており、中国は東アジア酸性雨モニタリングネットワークに参加し、重慶、西安、アモイ及び珠海の4都市9サイトで酸性雨及び酸性雨影響のモニタリングを行っている。中国国内の全国規模で酸性雨調査も行われた。

さまざまな環境問題に対応するために、国家、省・自治区・直轄市、地区、県の環境モニタリングセンターはラボ機器の整備及び専門人材の育成を進めている。

## 中国環境事業への取り組み

近年、HORIBAは中国環境計測分野に広い範囲で事業展開をしている。

### 社団法人日本環境技術協会(JETA)の活動への参加・協力

近年、社団法人日本環境技術協会(JETA)は国際協力活動に取り組んでいて、特に中国の環境計測分野との交流・協力活動では、多くの成果が挙げられている。HORIBAは協会会員として、積極的にJETAの活動に参加、協力している。

JETAの石田耕三会長(堀場製作所代表取締役副社長)を始めとする代表団は数回にわたって中国を訪問し、中国環境保護連合会副主席、中国環境保護基金会理事長の曲格平先生(中国国家環境保護総局元大臣)、中国国家環境保護総局王心芳副大臣、中国環境モニタリングセンター万本太所長、中国環境保護産業協会韓偉副会長などとハイレベルな対話を実現し、両国間の環境保全及び環境計測に関する意見交換を行い、将来の共同協力及び事業の発展方向について検討した。

この成果として、2004年8月北京で日本の環境省(MOE)と中国国家環境保護総局(SEPA)が共同主催し、中国環境モニタリングセンター(CNEMC)、財団法人日本産業廃棄物処理振興センター(JW)、社団法人日本環境衛生施設工業会(JEFMA)及びJETAなどの団体と協同で“日中危険廃棄物焼却処理ダイオキシン類規制及び計測技術シンポジウム”が開催された<sup>[6]</sup>。筆者は“焼却処理CO/O<sub>2</sub>濃度の制御によるダイオキシン排出削減”というテーマの発表を行い、CO/O<sub>2</sub>濃度の制御によるダイオキシンの排出削減に関する日本の経験及び連続計測システムを紹介した。2004年9月には大連市で、JETAとCNEMC共同主催の“第1回日中環境計測技術シンポジウム”が開催された。このシンポジウムでは、HORIBAは固定発生源排ガスモニタリング及び水質汚濁モニタリングについての発表を行った。また2004年12月には広東省深セン市で、JETAとCNEMC共同主催の“日中水質連続計測技術セミナー”が開催され、HORIBAは中国でのUV法COD計測の研究結果をまとめ、UV法COD計に関する発表を行った。

HORIBAは、1998年4月、東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)の試行稼動以来、ネットワークセンターである酸性雨研究センター

(ADORC)へ研究者を派遣し、現在3代目の派遣者がADORCの生態影響研究部で研究員として活躍している。更に、ネットワークセンターの中国業務として、中国の首都北京及び参加都市重慶、西安、アモイ及び珠海を訪問し、現地調査、技術交流及び技術指導を行い、SEPAやCNEMCの人々と深い友情を築くことができた。

### 排ガス計測及び大気環境計測分野

HORIBAの排ガス計測機器(固定発生源用、移動発生源用)及び大気環境計測機器は、日中環境協力のシンボルである日中友好環境保全センターに導入され、長期にわたり使われている。また、環境協力として、大気観測バスに対する無料アフターサービスも実施し、CNEMCから高い評価を頂いている。

中国の大気汚染対策として、火力発電所など固定発生源の排ガスモニタリングの必要性が高くなっている。このニーズに対応するため、2001年HORIBAは煙道排ガス測定機器の中国計量法認証を取得した。更に、北京のエンジニアリング会社と協力し、中国標準に対応できるCEMSとしてENDA-600ZGシリーズを開発し、2002年9月に青島市黄島発電所に設置し、SEPA認証センターの認証を受けた。2003年3月には、中国環境保護産業協会より発行された認証証書を受領している。2003年春には、円借款プロジェクトの重慶市固定発生源排ガスモニタリング案件を受注、現在重慶市の火力発電所などの事業所で25セットのCEMSが稼働している。更に、北京の現地エンジニアリング会社の協力を得て、年間約100セットの煙道排ガス計測機器を販売している。図1はENDA-600ZGシリーズを設置した山東省棗荘市300 MW火力発電所である。

中国の電力業界では希釈法CEMSもよく使われており、HORIBAが中国の現地エンジニアリング会社に供給している大気計測機器は、高い性能と品質によって、希釈法CEMSの分析機器として広く採用されている。また、現在中国のポータブル排ガス分析計市場には、電気化学式センサーの製品が主として使われているが、赤外線吸収を原理とするポータブル排ガス分析計PG-250は連続性、安定性、正確さなどの特長を持っており、今後の市場ニーズに対応するため、計量法認証及び中国環境保護総局の委託認証を取得した。更に、中国環境保護総局認証センターにもこの製品の性能が認められ、購入して頂いた。今後中国市場での拡販を期待している。更に、大気環境モニタリング分野も積極的に市場開拓している。中国現地の企業と協力し、現地の販売に対応できる大気環境自動モニタリングシステムを構築し、現地販売を進めている。酸性雨問題では乾性沈着の計測に不可欠な酸性ガス及びPM<sub>10</sub><sup>\*4</sup>の自動計測機器も必要としているが、HORIBAはこの分野にも豊富な経験・実績があり、中国酸性雨問題の解決に貢献できるものと考えている。

大都市の大気環境は、中国が自動車社会へ進化することで大きく影響を受けた。自動車排ガス測定局について、2004年SEPAが主催した“全国重要都市自動車排ガス計測会議”で、筆者は自動車排ガス局設置の目的、役割、システム構築に関するプレゼンテーションを行い、会議の参加者から大きな関心が寄せられた。この分野について、HORIBAは世界中のノウハウを活かして、新たな分野として中国の都市大気環境改善へ貢献したいと考えている。

\*4: 直径が10 µm以下の粒子状物質( Particulate Matter )



図1 ENDA-600ZGシリーズを設置した山東省棗荘市300 MW火力発電所

## 水質計測分野

世界最大級の三峡ダムの蓄水にあたって、CNEMCはポータブル水質分析計U-10を用いて、三峡ダムの水質を測定した。HORIBAの部品提供の速さ及び製品の安定かつ正確なデータにより、CNEMCから良い評価を頂いた。企業排水連続計測分野では、中国で企業排水のCOD連続計測は公定法としてCOD<sub>Cr</sub>法<sup>5</sup>が採用されている。しかしながら、COD<sub>Cr</sub>法の連続計測機器は多く設置されているものの、正常稼動している機器は少ないのが現状である。

日本国内では、COD値の連続計測にはCOD<sub>Mn</sub>法<sup>6</sup>、UV法、TOC法、TOD法<sup>7</sup>などが採用されている。特にUV法は、メンテナンスが簡単で、安い維持管理費用などのメリットがあり、COD計の8割近くに採用されている<sup>[7]</sup>。この経験を中国環境保全への貢献として、調査、普及活動を行った。JETAは中国華南環境科学研究所、広州市番禺区環境モニタリングステーションと共同研究を行い、珠江流域の環境水質、広州市都市下水処理場及び4業種企業排水の2年間にわたる比較調査の共同研究に参加した。HORIBAは2人の専門家を派遣し、UV法COD計OPSA-120を用いて、COD<sub>Cr</sub>手分析との比較実験を行い、中国での適用性研究を実施し、珠江の河川水、5種類排水サンプルについて、良い相関を得た<sup>[8]</sup>。

更に、CNEMCのUV法とCOD<sub>Cr</sub>法との比較調査の一環として、深セン市のエンジニアリング会社は染色企業、食品企業、プリント基板企業など10社近くの下処理場排水口にOPSA-120を設置し、深セン市環境モニタリングセンターは数ヶ月間のCOD<sub>Cr</sub>手分析とUV計のCOD計測値とを比較し、良い相関が得られ、設置された機器の高い安定性も認められた<sup>[9]</sup>。稼動状況が安定しているため、広東省環境連続モニタリング関係の排水計測会議で非常に良い評価を頂いた。

2003年夏、HORIBAは雲南省環境モニタリングセンターの協力を得て、現地エンジニアリング会社と一緒に、雲南省の食品化学工場下水処理場に一台のUV計OPSA-120を設置し、COD<sub>Cr</sub>と非常に良い相関を得た。また、設置以来2年近く安定運転した実績があり、雲南省環境保護局から評価され、雲南省企業からの引合いが増加しつつある。現在、中国でのUV計COD連続計測市場では、HORIBAのOPSA-120は市場の50%以上を占めている。環境水質自動測定局について、深セン河の自動局にUV計OPSA-120が設置された。深セン河の水質は黒く、濁度が高く、悪臭もあり、他の計測機器では故障が多く欠測が発生していたが、HORIBAのUV計は安定的にデータを提供している。この実績によって、今後の市場展開を期待している。また、2004年8月深セン市のエンジニアリング会社はHORIBAの水質計測機器の窒素、リン計TPNA-300、UV計OPSA-120、マルチ水質モニタリングシステムU-20シリーズをまとめ、ダムサイトに自動局(図2)を設置し、良いデータを提供している。今後水質自動局の一つのモデルとなり、各地方への拡販に期待を寄せている。



図2 広東省深セン市ダムサイトの環境水質自動局

\*5: 酸化剤として重クロム酸カリウムを用いるCOD測定法。

\*6: 酸化剤として過マンガン酸カリウムを用いるCOD測定法。

\*7: 全酸素消費量(Total Oxygen Demand)で、試料中の有機物が燃焼酸化される際に消費する酸素の全量を測定する方法。

## おわりに

これまでに中国政府、北京市、広東省、重慶市、山東省及び各地方からの数多くの代表団、環境関係者がHORIBAを訪れ、両国の環境保全に関する意見交換をし、HORIBAグループの環境計測技術の中国での活用について多くの検討がなされた。また、HORIBAの中国環境ビジネスの展開には、中国現地のエンジニアリング会社、代理店との連携が非常に重要な要素と認識している。現地状況の理解、現地実行力の確保に不可欠な存在であり、Win-Win体制をいかに作るかが重要なポイントである。

現在、環境市場の規模が経済発展と共に大きくなることははっきりしている。中国は循環型社会への発展を目指しており、HORIBAも将来の循環型社会の環境モニタリングシステム構築への技術的なアプローチを研究している。中国環境保全の全体状況、ニーズ及び発展方向を十分に理解した上で、中国の環境事業に協力し貢献していきたい。

### 参考文献

- [ 1 ] 中国科学アカデミ持続可能発展戦略研究グループ、2004 Strategic Report: China's Sustainable Development、10、科学出版社(2004)
- [ 2 ] 青山 周、環境ビジネスのターゲットは中国・巨大市場、14、日刊工業新聞社(2003)
- [ 3 ] 定方正毅、中国で環境問題にとりくむ、28、岩波新書(2000)
- [ 4 ] 中国環境モニタリングセンター、中国環境新聞、2版、2005年5月18日(2005)
- [ 5 ] 朱建平、中国環境年鑑2003、271、中国環境年鑑社(2003)
- [ 6 ] 財団法人日本産業廃棄物処理振興センター、平成16年度事業廃棄物処理技術移転事業報告書(2005)
- [ 7 ] 水質監視用紫外線吸光度自動計測器改正原案作成委員会、JIS K 0807 水質監視用紫外線吸光度自動計測器、解説、解1、財団法人日本規格協会(1998)
- [ 8 ] 福嶋良助、李虎、中国華南・珠江流域の水質管理充実に資する水質測定技術・支援調査 - 化学的酸素要求量(COD)汚濁測定方法、社団法人日本環境技術協会、日中水フォーラム(2004)
- [ 9 ] 深セン市環境保護モニタリングセンター、深セン市環境自動計測システムCODプロジェクトUV法機器とラボ手分析比較実験レポート(2004)



李 虎

Hu Li

海外本部  
ビジネスストラテジー室  
マネジャー  
工学博士