

VIII. 中国への水環境保全技術移転マニュアル

■1994.10, 中国, 中国国家環境科学研究院, 短期派遣

藤野清治

1. 中国の水環境保全技術等の状況

近年の経済解放政策により、中国経済の発展は、訪中の都度その変化速度と方向に目覚ましいものを感じられる。特に上海地区はこの発展の先に待ち受けているさまざまな公害・環境汚染問題の発生を、我が国をはじめ先進国で実施されてきた対応経験を生かし、隣国の公害問題を速やかに最小限に食い止め、日本における重大な公害問題発生歴史を繰り返さないようにしなければならない。この目的のために中日友好環境保全センターが建設され、公害防止技術部も組織され、これらの組織を通じて中国における各方面での環境問題に重要な役割を演じられる機会が得られるようになってきたのは、誠に環境問題に取り組むものとして時宣を得たものである。

中国では経済が急速な発展を続けており、それから生ずる公害問題は、日本が過去に体験した道を中国もまた歩む可能性があるため、一刻も早く時期を失すること無く対応が必要である。特に実装置の具体的な設計・建設・運転管理への経験が少なく、研究に関しても研究者の最先端技術指向が強く現場の必要性との間に格差がある。この両者を埋める、中国の実情にあった中国の素材・機器技術水準に即した排水処理設備や技術の応用と開発が重要であり、むやみに最先端の機器の組み合わせからなるものを選択してはならない。また、素材や機器そのものの開発を今後加速度的に普及進展させなければならない現在、その指針作りと既存技術の応用と改良には、日本において現在稼働している実施施設の改造や実際の運転条件が、技術の発展動向の生きたお手本となるので、今後ますます隣国日本の技術移転協力は継続的に必要である。

現在中国で早急に必要なのは、設備を建設することであり、それも最先端の素材や機器を使用した高価な排水処理設備の導入ではなく、充分に実証された処理原理と方法である。排水処理技術は古くて新しい技術である。それは、排水中の汚濁物質自体が常に時代の最先端的なものであるためであり、これは産業構造の変化にや、場所により変化するため、排水処理技術は常にそれらの変化に対応しなければならないためである。したがって、現在の中国に必要な水環境保全設備としては、設備自体の効率よりはその多様性にある。

そのためには、設備仕様は原水状態の大幅な変化にも対応ができる運転幅の大きい設備の建設が必要であり、そして、その後は運転技術で対応するのが好ましい。

排水処理設備や方式については、先進諸国の先端技術としてもはやされているものでも原理的には決して画期的なものではなく、使用する制御機器や材料が優れているために高い機能を発揮するものが多い。微生物処理に関しては、原理的には古いものばかりであり、それを他の土木建築・電気・電子・機械・微生物関連新技術の取り込みで新しく感じさせているものがほとんどである。したがって、先端技術の取り込みに関しては、原理的な部分を十分に検討し、中国で充当できる素材・機器で出来るように改良する研究開発を行っていただきたい。つまり、古くて新しいと言う意味は、その時々で作り直すということではなく、原理的に将来性の高いもの選択し、時代の経過と他の技術進歩を待って先端の計測機器や電気・機械設備や電子機器による自動運転化とかを導入すると飛躍的に維持管理費が安くなるシステムを選択することである。特に電気エネルギー状態が悪い現状では、活性汚泥処理とは微生物の選択培養技術であることを充分認識した技術開発を目指すべきである。環境改善設備はまず、設備を設置し対策する事から始まるのが、設置に当たり先端技術を導入を優先しがちであるが、単に技術の進歩性から選択するのではなく、その時々技術水準や経済水準に合致したものを基本原理のしっかりしたものを選択し発展性のある設備を選択する必要がある。

排水処理設備機器は外国製のものばかりが目についた。中国での環境設備会社が多く集まっている宜興市でも、目につくのは外国技術導入会社が主体であった。今後の課題としては、環境保全に対する社会的な風潮と必要性が環境産業分野関連機器の国産技術開発と産業の育成の重要な牽引力として作用するので、中日友好環境保全センターの役割は、経済優先の時勢に対して、先進国での環境問題を実感できるようにして、中国人自らの生活環境保全と防衛の必要性に目覚めさせる必要にある。単に環境保全技術を羅列紹介したり、商業主義的な環境技術の紹介になってはならない。まず、中国人が産業の発展と環境問題とが快適な生活を作りあげる上でどのようにとに係わりあっているかを例を上げて熟知させ、各個人の問題と身じかに感じられるように中国内世論を盛り上げることが環境保全技術の普及と発展への近道であることは言うまでもないことであるが、現在の中国では公害問題を広く問題として取り上げることに問題がある実情も問題解決を遅らせている。この部分に立ち入れれば非常に大きな環境保全への成果となり、大いなる貢献に繋がる重要な活動の一つと考えられるのである。そして、環境保全技術移転の具体的な項目も、何が必要なのではなく、おのずから浮かび上がってくる。

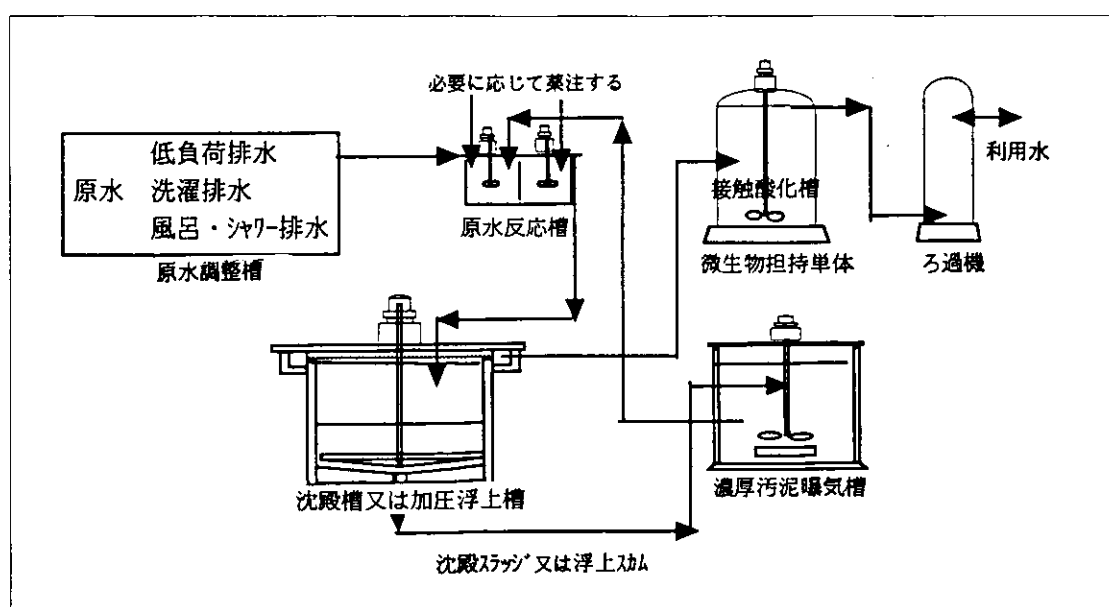
すなわち、中国の実情に合致した処理コストの安価で、中国で調達できる機器を主体にした排水処理設備開発とその設備の設置普及を加速する必要がある。排水処理設備は関連産業全体の総合的な経済・技術水準の適合であるので、先進諸国の最先端材料や設備を駆使しなければ処理できないとか経済競争力が無いというものではなく、その国の水準にあった機器や材料でまずスタートし、関連技術の進歩を待って順次取り込んでいくことが肝要である。

また、設備建設のみならず日本でも維持管理に関しては技術普及に困難な人的な問題があるが、中国でも上海地区では工業の急激な発展にともない、工場排水処理設備の設置と維持管理が問題となりつつあるので、これに関してもバルキング対策をはじめとした運転管理技術水準の向上と普及に日本の現状を踏まえた技術協力が益々必要と考えられる。

2. 効果的な技術移転事例

2.1 中水道技術の移転

(1) 技術概要



現状の設備の改良

し尿以外の比較的低濃度の汚濁排水である洗濯排水ならびにシャワーや風呂の排水を処理して、トイレの水などに再利用するようにする。

将来の設備建設に向けて

トイレならびに厨房排水を含め、排水を有効利用できる割合を向上させられるようにす

ることである。そのためには接触曝気を容易に高負荷タイプの活性汚泥による高級処理ならびに三次処理を付与できるようにしておく。

(2) 導入目的

北京市での床面積が 2,000m² を超える大規模ホテル等では排水を再利用することが義務づけられている。

筆者が北京滞在中に中国国家環境科学研究院のカウンターパートの方から中水道の現状視察と問題解決のための協力要請があった。また、北京市街部での深刻な水不足を回避するためには、排水の再利用度をあげることであり、そのために中水道の整備を行い夏期の水不足時の対策に供する。

現在すでに導入されているが、ほとんどの設備がうまく運転されていないで能力が問われている。

(3) 導入方法

大規模ホテルにはすでに設備が設置されており、その設備機能の回復のために改良ならびに現状の設備の改造を行なう必要がある。

現行設備は原水負荷が低いために接触酸化法を採用しているのが多いが、ほとんどが活性汚泥が生息せず、単に曝気しているために処理水の水質が確保できず電気の無駄使いになっている。これは、しっかりした運転管理方法などがなく単に安く外国の排水処理設備メーカーの設備を導入しているに過ぎないからである。したがって、設備の改良と運転管理指針を十分に使えるように整備することが重要である。

設備に必要な機器はなるべく中国にある部品を使用してできるようにし、壊れたらすぐに修理ができるように配慮することである。

また、運転に関しては電気事情が悪いので、散気方式は空気溶存効率の高い機械攪拌方式が好ましい。しかし、日本で流行しているような水中機械攪拌曝気方式は、日本でもそのメンテナンス費用が高く設置してから多くの問題があるので、このようなものではなく、水槽の上に攪拌機を設置しブローで送風する方式ならば中国でも製造できるし、メンテナンスも簡単である。このように、日本国内に当り前のようにある便利な設備機器をそのまま導入するのではなく、中国での生産が可能でメンテナンスまで含めて、現時点で容易に中国で入手できる機器を用いた運転管理ができる機器で組立てるのが肝要である。

環境技術移転を商社や一部の商業主義の環境ビジネスの道具にしてはならない。しかしながら、経済解放政策によるその商業主義のバイタリティを環境保全にも積極的に参加していただき、環境保全の必要性を多数の人に周知させるためには強力な武器になると考え

られるので、積極的に活用することも重要である。特に、中国では日本のように官職に就いている立場で私企業に就職してはならないという訳ではないので、環境ビジネスの仕方を学ぼうとする立場の人に対して日中合作や、環境技術移転援助等の対応をどのような方法が効果的かを模索する必要がある。問題は、解放経済の中で、環境ビジネスが順調に育てば問題が無いが、現実的には市場開拓を行わないと市場が大きくなり、市場開発自体を実施しなければならない状態であるので、法の整備と熟知徹底をはかることを商業主義の民間エネルギーだけで十分であるとは言えないので、中国国家環境保全センターが、強力に後押ししなければならないが、この部分が少し弱いように思えるので、生産活動に携わるバイタリティ並を期待したいものである。

環境保全技術移転に関してはまずやって見せて、やっていただくしかない。そしてこの大きな推進役は、法律の整備と監視体制作りにある。

(4) 成果、問題と課題

環境技術の良し悪しの評価はランニングコストにある。また、設備建設後の性能維持と点検を十分に行えることが非常に重要である。

中国においては水環境保全と電気代ならびに薬品代の関係が多くの場合問題になる。日本のように捨てるものにお金を掛ける習慣が無いので、薬品処理をすることには特に抵抗がある。

水質保全は排水中に溶存している汚濁物質を気体と固形分に変えて取り出す方法であり、洗浄技術や方法により多様化され、画一的な方法で対処できない。特にホテルでは最先端の洗浄技術を使用している場合が多く、さまざまな界面活性剤が使用されるために、それを除去するためには先端除去技術や先端の薬品が必要になってくる。洗浄用薬品に関しては熱心に国産化を計っているが、それを除去する凝集剤や処理剤の国産化がその需要の高まりが無ければ進まないのである。そのため、排水処理用の薬品が比較的高価になり使用しないで処理せざるを得なくなり設備は例えば先端技術を導入してもなかなか性能が発揮できない状態となる。

ここに上げた技術は薬品添加しないで処理できる方法を提供することが望まれるが、洗剤が多い場合は特に薬品添加しないと困難な場合もある。これは問題となるし、今後の課題となる。

また、汚泥の発生に関してもそれをどのように処分するのかについては、先進諸国と異なった状況下で現状に即した再利用方法を開発する必要がある。日本では近年汚泥の処理に関しては、地球環境保全の見地からは逆行しているように見える。即ち、環境設備の商

業化戦略と固体廃棄物の埋め立て処分場の問題で、焼却技術開発に急速に傾斜しガス化して大気へ放出する方法を選択し始めた。中国においても、ホテルなどではこのシステムを安易に導入しつつあるが、肥料不足問題を考えれば水処理から発生する汚泥に関しては肥料として利用できるようにするのが急務である。これに関しては既存の技術の組み合わせを行うことにより比較的導入しやすいと考えられる。

中水道設備の多くは、現状では高負荷を想定していないために地下に設置している場合が多いため、汚泥処分を取り入れたりすることはなく、臭気の問題ならびに固体廃棄物処理迄を考えたものが少ない。汚泥処理が排水処理の最終処理であることをまず念頭に置かなければならない。現状では中水道処理施設の多くは下水道に入れるか、合併浄化槽に設備に入れており、独自の処理施設が設けられていないのが現状である。

(5) 日本の技術とその他の国の技術の相違

中国に設置されている中水道技術は台湾や韓国や欧米のものが多い。そして、その技術の主要部分は日本の中級処理と呼ばれる簡易処理的なものとはほぼ同じものが使用されているが、価格的には約半分程度である。

日本では中水道技術の普及が無い。合併浄化槽を設けて、その一部を必要なだけ更に3次処理を行い再利用水として使用する方向で進行している。しかしこの方法で施設を建設すると、下水道が既に完備しているところでの使用排水の再利用のため、別途に中水道処理施設が必要となる。それも、できるだけ処理をしなくてもよいような水質汚濁状態の少ない排水を分別し再利用できるよう、できるだけ低いコストで処理する方法が現在の中国での中水道技術として要求されている。しかし、現状では諸外国から導入された技術も、日本のものとはほぼ同様で不十分である。

(6) 当該技術に関する関係情報源情報一覧

負荷が少ない排水をより高度に処理する方法としては接触酸化とか接触曝気方法や、回転円盤方式ならびに散水ろ床等などの微生物処理方式のほかに、凝集沈殿と活性炭吸着塔での吸着処理などの物理化学的処理が採用されている。

接触酸化や接触曝気法は、固体表面（ろ材やろ床）に担持されたバクテリアを利用して高溶存酸素濃度下で汚濁物質を酸化分解する方法である。しかし、界面活性剤などのばあいは固体表面でバクテリアが繁殖したとしても剥離しやすくほとんど付着しないため、処理がうまく行かない場合が多い。

同様に回転円盤方式があるが、これは接触曝気法がろ材を固定し水と酸素をそこに供給するものであるが、円盤をろ床として用いそのうえにバクテリアを固定し、その円盤を汚

水と空気の両方が同時に存在するなかを回転させて処理する方式である。この方法も廃水中に界面活性剤が多い場合は円盤上に担持したバクテリアがほとんどが剥離してしまい効果が薄くなってしまう。

物理化学処理法である凝集沈殿法や凝集浮上法は、近年界面活性剤の進歩にしたがい新しい乳化破壊剤（エマルジョンブレーカー）や凝集剤や油水分離剤が開発されてきている。日本でも大規模洗濯排水処理場では種々の洗剤や有機溶剤が使用されるために微生物処理に種々の問題が出ており、薬品を用いた物理化学処理法である凝集沈殿や加圧浮上処理法ならびに活性炭を用いた吸着処理に転換しつつある。凝集剤に無機の凝集剤、例えば硫酸バンドとか性ソーダならびにアニオン系高分子凝集剤、ポリ塩化アルミと苛性ソーダとアニオン系高分子凝集剤、ポリ硫酸鉄や塩化鉄と苛性ソーダならびにアニオン系高分子凝集剤の組み合わせや、苛性ソーダの代わりに生石灰を用いた組み合わせでは汚泥の発生量が汚濁物質に対して大量に発生するために有機の凝集剤が近年開発され汚泥の発生が著しく削減されるようになってきたが、いずれにしても汚泥の発生量の増加と処理コストの関係で薬品を使用した物理化学処理は実施しにくいのが現状である。

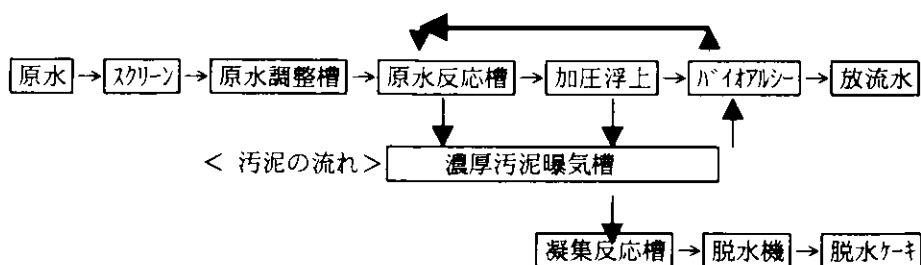
さらに、限外ろ過膜や精密ろ過膜などがあるが、これらの材料費が高くまだ中水道に使用するにはコスト的に実用段階ではない。

2.2 汎用微生物処理技術（バイオアルシーシステム）の移転

(1) 技術概要

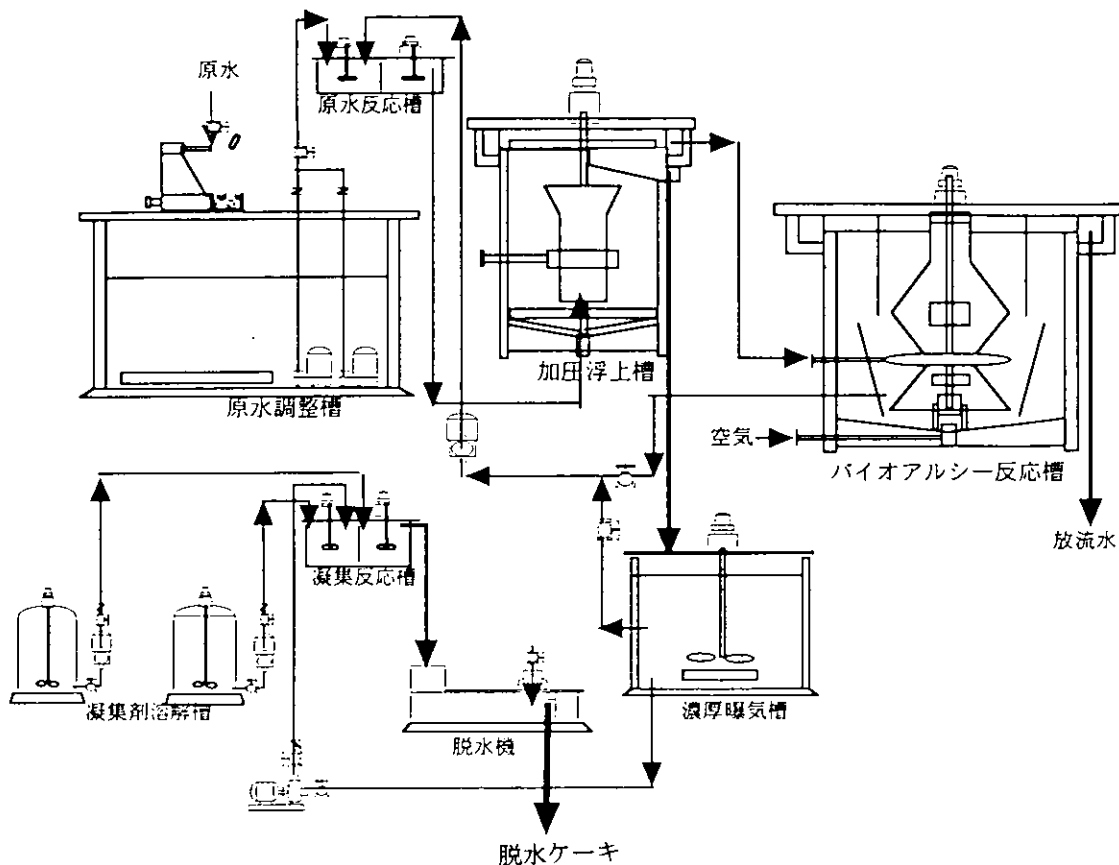
原水の水質に幅広く対応でき、しかも単位水槽容積あたりの処理能力が高いために水槽容積が少なく建設コストが安価であるばかりではなく、建設敷地面積が少なく済む省資源、省スペース排水処理設備である。この設備は、理想的な微生物処理の原理を取り入れたもので、無人自動運転ができるメンテナンスフリーの排水処理設備である。さらに、自然の原理を多く取り入れて、できるだけポンプ台数を減らし、しかも容易に運転の幅を広くとれるような調整機能を盛り込んだ設備である。

原水の流れと汚泥の流れとの関係を以下に示す。



水の流れのなかで加圧浮上を使用しているが原水中に油分が少ない場合は沈殿槽でよい。

フローシート



<詳細は別添資料を付す>

原水反応槽は原水中に含まれる微生物処理に有害な汚濁物質（殺菌剤や界面活性剤や油脂分や pH の異常水など）を直接バイオアルシーの好気部から原水状態に応じて一定量引き抜いた微生物と接触吸着させた後、加圧浮上分離ないしは沈降分離してその影響を除外した処理水を高効率のバイオアルシー微生物処理槽にて、微生物処理するものである。

一方、そのとき分離された沈降汚泥ないしは浮上スカムは濃厚汚泥曝気槽で、微生物分解して菌体に変換し、原水中の汚濁物質が少ないかもしくは流入しない場合は直接この汚泥をバイオアルシーに送り栄養源とする。また、濃厚汚泥曝気槽の汚泥はそのまま菌体

肥料としても使用できるが、臭気の問題があるので脱水後脱水ケーキをコンポスト化して水分調整を行い含水率を16%以下にすると臭気がなくなり、肥料として良好な状態となる。

技術的な特徴等は別紙を参考していただき、ここでは割愛する。

(2) 導入目的

建設コストならびにランニングコストが安価である省エネルギー・省資源型の排水処理設備であり、しかも運転の幅が広いので、原水の水質の変化にも幅広く対応できるため、汎用性の高い排水処理設備として、開発途上国の排水処理設備としては最適であると考えられる。筆者の中国滞在中の講義のなかで紹介したところ非常に興味をもたれ、導入に関して多くの問い合わせがあった。

(3) 導入方法

中国の日中環境保全センター公害防止技術部と共同で水処理メーカーに技術移転を行い、プラント建設からプラント管理までを総合的にフォローできる体制を作る。

土木工事や製缶工事から機械工事まですべてを中国産で対応できるように指導する。また、機械部品で中国で入手できない部分がある場合は、必要に応じて部分手直しや変更ならびに改良を加えて、中国国内の技術水準にあわせた機械設備を導入する。

日本においては無人自動運転制御システムで運転するのに適した設備であるが、中国では、運転を手動にして、どのように運転管理をするのが好ましいかを実際体験できるようにする。そして、将来無人自動運転化が可能であるように設備のフレーム準備しておく。

(4) 成果、問題点と課題

実際の建設は実施していないので、具体的な成果や問題点は述べられないが、課題としては、上海地区やその他工業団地や新設工場への働きかけを日本で行いその実績をもとに普及を計るとともに、中国のプラントメーカーに技術移転を行い普及をはかることが肝要である。又、運転管理に関しては汚泥の処分迄を十分念頭に入れて総合的な見地から部分着工のつもりで将来の追加工事を念頭に入れた設備建設を行うことが重要である。

(5) 日本の技術とその他の国の技術の相違（途上国自身で規定された技術手法は？欧米先進国の技術移転ではどのような手法で？日本との違いは？途上国側の受け入れ方は？）

中国側は最新の水処理技術例えば限外ろ過膜や精密ろ過膜等の排水処理の膜処理の導入等の先進国でのトピックス的な水処理技術に関して非常に関心が高いが、現実的には原材料の調達に輸入に頼らねばならない現状ではかなりのコストアップなり、ランニングコストもかなり割高となるので好ましくない。

排水処理方式に関しては、欧米諸国も日本もほとんど同様であるが、日本の人件費や機械設備費は欧米諸国と比較すると約2倍程度になるため、設備建設に関しては競争力が無い。したがって、欧米諸国で開発されたシステムや既に普及しているシステムの建設コストに対して約半値以下で建設できるシステムでないと普及しない。できるだけ安価な設備であり運転費用もかからないものが好ましい状況である。

設備の建設ならびに機器の製作に当たっては中国のプラントメーカーで技術移転を行えば十分に対応できる状況にある。具体的に上海市西方に位置する環境プラン製作農村工業地帯となっている宜興市を訪問して工場ならびに製作能力を打診したことがあるが、可能な状況にあった。