報告記

中国リサイクル・環境ビジネスの現状
(繊維・プラスチックリサイクルを中心に)

木村照夫，大橋庸二，城山義見，稲葉英彦，森川正生

KIMURA Teruo, OOHASHI Youji, JOHYAMA Yoshimi, INABA Hidehiko, MORIKAWA Masao

繊維リサイクル技術研究会

1. はじめに

世界のものづくりが中国に集中するようになり，現在の中国は世界の工場とも呼ばれている．その理由は種々あるが，中でも安価な労働力ならびにマーケットの広さが大きな理由と考えられる．プラスチックと繊維に目を向けても多くのプラスチック成形加工企業や繊維素材ならびに繊維製品製造企業が日本から中国に進出している．さらには日本のプラスチック廃材や繊維廃材の多くが中国に流れているといわれている．今後の日本のものづくりのあり方ならびに循環型社会形成を加速させるためには中国のリサイクル・環境ビジネスの現状を知ることが非常に重要と考えられる．

このような折，(財)ふくい産業支援センターが中国リサイクル・環境ビジネス調査事業を主催することになり，筆者の一人である木村がコーディネータを勤めた関係で本学会の繊維リサイクル技術研究会が共催することになり，公募の結果，参加者17名中，本研究会からは5名の会員が調査旅行に参加した．調査期間は1週間と非常に短かったが内容的に充実したものであり，多くの情報が得られたので学会員への情報提供を目的に参加メンバーによって調査内容をまとめることにした．

2. 調査事業の概要

調査期間は平成18年10月29日から11月4日までの7日間で，短期間でより多くの調査を行う目的で上海を中心に車で3時間以内の領域にターゲットを絞り，①中国の環境政策を知ること②中国企業の環境への取り組みを知ること③中国進出の日系企業の取り組みを知ること，および④中国の大学における環境関連研究の現状を知ることの4点に焦点を当てて調査を行った．主な訪問先(訪問順)は以下の通りである．

- ①日華化学上海ソリューションセンター(焦点：①，③)
- ②江陰宮元塑料有限公司(焦点：③)
- ③国際環境保護製品・E技術取引センター(ETC)(焦点：①)
- ④蘇州国家高新技术産業開発有限公司(NEP)(焦点：①)
- ⑤蘇州国家高新技术産業開発区管委會 環境保護局(焦点：①)
- ⑥栗田工業(蘇州)水処理有限公司(焦点：③)
- ⑦世聯汽車内飾(蘇州)有限公司(焦点：③)
- ⑧蘇州同和資源综合利用有限公司(焦点：③)
- ⑨常熟市金泉化纖製造有限責任公司(焦点：②)
- ⑩上海思聚特殊纖維材料有限公司(焦点：②)

図1 調査団メンバー(江陰宮元塑料有限公司にて)

図2 蘇州国家高新技术産業開発区管委會 環境保護局長(中央)との会談

- ①上海聚東工貿有限公司（焦点：③）
 ②上海交大辛德環保有限公司（焦点：④）
 ③上海交大化学工学院及び環境学科学与工程学院
 （焦点：④）

3. 中国の環境政策と繊維リサイクル

ここでは、①中国の「第11次5カ年計画」における環境保全の取り組み、②日本と中国の環境関連法の対比、③ポリエステル繊維の生産量と再生ポリエステル繊維について述べる。

3.1 「第11次5カ年計画」における環境保全の取り組み

「第11次5カ年計画」は、昨年3月に開かれた第10期全国人民代表大会の第4回会議に提出、採択された。中国では改革・解放政策が始まって20年が経ち、世界の工場としてGDP（国内総生産）世界第2位の国になるまでに経済発展を遂げた。その一方で、工業発展のマイナス面である環境問題が一気に表面化している。中国とし

1. 指導原則

経済発展方式の変換を促進し、資源を節約する事を国策とする。生態環境の保護と循環経済の発展をさらに促進し、資源節約型、環境有効型社会の実現を目指す。

2. 主要な数字目標（2010年まで）

資源投入型の経済発展方式を改め、資源利用率の向上を通じ経済の発展を実現する。

- (1) GDP当たりの資源消費率を20%低下させる。
- (2) 工業固体廃棄物（産業廃棄物）のリサイクル率を60%にあげる。
- (3) 汚染物排出を10%減少させる。

表1 第11次5カ年計画における環境保全の取り組み

水汚染の防止	飲み水源の保護の強化。 都市污水处理施設の建設を進め、污水处理費用を徴収する。 2010年までに都市污水处理率を70%以上に引き上げる。
大気汚染の防止	都市部およびその近郊に火力発電所、製鉄場、冶金などのエネルギー消費量が高い企業の新設を禁止。 都市部の排気、粉塵および自動車排気ガスなどに関する管理を強化する。
個体廃棄物汚染の防止	危険廃棄物の処理施設の建設を進め、危険廃棄物と医療廃棄物を適切に処理する。 危険化学品の管理強化。 都市ゴミ処理施設の建設を進め、ゴミ回収費を高める。 2010年までに都市ゴミの無公害化処理率を60%以上に引き上げる。
外資投資方向	ハイテク技術型、現代サービス業、基礎施設、生態環境保護などの分野への投資を促進する。

ては、高度成長路線を維持しながら成長に追いつく速度で環境問題にも対処するという困難な道を行くことを求められている。日本は初めに公害問題が生じ、市民→メディア→行政というボトムアップ方式の経過をたどった。それに対し、中国は中央政府が指示し、省以下の地方政府がそれを受け、企業が動くというトップダウン方式である。現状は、公害・環境対策が末端まで行きわたらないのが実状であるが、中国の環境政策は表1に示す「第11次5カ年計画」の中に集約されている。

「指導原則」で方針が示され、「主要な数字目標」で2010年までの数字目標が明記されている。具体的には、

- ・ GDP当たりの資源消費率を20%低下させる。
- ・ 工業固体廃棄物（産業廃棄物）のリサイクル率を60%に上げる。
- ・ 汚染物排出を10%減少させる。

などである。主要なポイントは表2に示す通りである。

3.2 日本と中国の環境関連法の対比

日本と中国の環境関連法を対比すると、表3に示す通り中国も順次整備されてきている。グリーン購入については、2007年1月1日に制度としてスタートした。中国はこうした対策にもかかわらず環境問題は依然悪化傾向にある。これは環境改善への技術的、資金的な問題もあるが、環境保護団体を非営利団体として組織することが規制されている等、一般市民に環境保全意識が浸透しにくいという政治体制に起因するところも大きいと思われる。

新資源の開発と利用	空中水資源、太陽光、風力など新しい資源の開発と利用を促進する。
資源の節約	自動車燃費の向上および新型燃料の開発。 海水の淡水化。 省エネ型公共住宅の建設—2010年までに粘土レンガの使用を禁止。 過度包装を禁止し、使い捨て用品の生産と利用を減少させる。
資源の再利用	金属廃棄物、廃紙、廃棄タイヤ、廃棄電子製品などの回収と再利用および生活ゴミと泥の資源化を進める。
技術発展方向	飲み水源の安全保障および水質改善に関する技術。 大気汚染の防止および排気ガス処理に関する技術。 土壌汚染防止および修復に関する技術。 個体廃棄物汚染防止に関する技術。 危険廃棄物保管、リスク管理および処理処置に関する技術。 化学品の環境への影響およびリスク評価に関する技術。 核施設安全評価およびリスク管理に関する技術。 汚染物排出量統計に関する技術。

表2 第11次5カ年計画の主要ポイント

3.3 ポリエステル繊維の生産量と再生ポリエステル繊維

(1) ポリエステル繊維の生産量

ポリエステル繊維の生産量は、表4に示すように世界全体では、前年比2%増の2470万t。構造調整が続く韓国では21%減、台湾では14%減と、2桁減になっている。中国は前年比14%増で、世界シェアが5割を越えている。ポリエステル繊維には、長繊維と短繊維があるが、表5に示すように長繊維が、1435万t。短繊維が、1035万tであり、いずれも中国が約50%を生産している。

(2) 再生ポリエステルの生産量と用途

再生ポリエステル生産能力は、表6に示すように約400万t/年、生産量は、約200万t/年である。長繊維はごく僅かしか生産されていない。再生ポリエステルの用途は、大半が繊維関係で、成形品用途は、約10万t/年と少ない。中国のポリエステル短繊維の生産量は約480万tであるが、その生産量の約40%が再生糸となっている。

(3) 繊維リサイクル事業の形態

「繊維リサイクル事業の形態」については、表7に示

すように再生型と回収循環型に分けられる。再生型は、再生原料を使用し、エコ商品として展開しているもので、再生原料は、繊維工程屑・フィルム工程屑・ボトル屑などである。日本の繊維メーカーの大半がこの手法での事業展開をしている。日本では、再生原料を50%以上使用していれば、エコマークが取得でき、10%以上使用していれば、グリーン購入の調達品目になる。

表4 ポリエステルの主要国・地域別生産量

	2005		前年比 増加率
	生産量	シェア	
日本	496	2.0%	-5%
韓国	1,389	5.6%	-21%
台湾	2,007	8.1%	-14%
中国	12,545	50.8%	14%
その他アジア	4,501	18.2%	-1%
米国	1,367	5.5%	-7%
西欧	784	3.2%	-6%
東欧	291	1.2%	1%
トルコ	456	1.8%	-6%
その他	866	3.5%	-11%
計	24,701	100.0%	2%

出所：Fiber Organon (単位：千t/年)

表3 日本と中国の環境関連法の対比

日 本		中 国	
法律名称	施行日	法律名称	施行日
【環境基本法】	1994年8月	【中華人民共和国環境保護法案】	1998年12月
【循環型社会形成推進基本法】	2001年1月	【循環経済促進法】	草案レベル
【廃棄物処理法】	1970年12月 順次改正	【中華人民共和国個体 廃物汚染環境防止法】	1996年5月 順次改正
【資源有効利用促進法】	2001年4月	【中華人民共和国節約エネルギー法】	1998年1月
【容器包装リサイクル法】	2000年4月	【食品用プラスチック製品及び 原材料衛生管理弁法】	1990年11月
該当法律無し		【城市市容と環境衛生管理条例】	1992年8月
【家電リサイクル法】	2001年4月	【包装資源回収利用暫定管理弁法】	1999年1月
【建設リサイクル法】	2002年5月	【電子情報機器生産污染防治管理弁法】	2004年1月
【食品リサイクル法】	2002年5月	【廃旧家庭用電気器具回収利用管理法】	2003年8月
【自動リサイクル法】	2005年1月	【中華人民共和国クリーン生産促進法】	2003年1月
【グリーン購入法】	2001年4月	【建設項目環境保護管理条例】	1998年12月
		【建材工業環境保護工作条例】	不詳
		【中華人民共和国食品衛生法】	1995年10月
		【廃棄自動車回収管理弁法】	2001年6月
		【自動車廃棄標準】	1997年7月
		該当法律無し	

表5 ポリエステルの主要国・地域別生産量

①P-FY (長繊維)

	2005		前年比 増加率
	生産量	シェア	
日本	282	2.0%	-5%
韓国	866	6.0%	-28%
台湾	1,2275	8.9%	-15%
中国	7,754	54.0%	14%
その他アジア	2,456	17.1%	3%
米国	451	3.1%	-15%
西欧	385	2.7%	-3%
東欧	118	0.8%	-1%
トルコ	319	2.2%	-5%
その他	448	3.1%	-12%
計	14,354	100.0%	2%

②P-SF (短繊維)

	2005		前年比 増加率
	生産量	シェア	
日本	214	2.1%	-3%
韓国	523	5.0%	-7%
台湾	732	7.1%	-13%
中国	4,790	46.3%	14%
その他アジア	2,046	19.8%	-5%
米国	916	8.9%	-2%
西欧	399	3.9%	-9%
東欧	173	1.7%	3%
トルコ	137	1.3%	-10%
その他	418	4.0%	-11%
計	10,347	100.0%	2%

出所：Fiber Organon (単位：千t/年)

表6 中国の再生PETの生産量と用途

＜繊維関係＞ ※95%以上が繊維用	
生産能力400万t／年程度 → 生産量200万t／年程度(2004年)	
用途：短繊維	不織布（車両用など）
	ぬいぐるみ用
	詰め綿
長繊維	ごく僅か（0.1%程度）
＜成品＞	
生産量：10万t／年程度（2004年）	
用途：雑貨（100円ショップ品など）	

※日本化学繊維協会調査

回収循環型は、繊維製品を使用後に、回収・再使用することを前提にして、事業展開するものである。ナイロン6やポリエステルでは、組成が100%に近いものは、ケミカルリサイクルにより原料まで戻したり、マテリアルリサイクルにより、副資材（ボタン・ハンガー・中綿等）などの再生商品をつくる。

この事業形態を中国に当てはめれば、再生型は日本などからの繊維屑を原料にして、ポリエステル短繊維を生産する事業が旺盛である。ただし、エコマークのような環境ラベルはまだないようである。一方、回収循環型はほとんど事業化されておらず、使用済み衣料品は、都市から農村に有価で流れ、中古衣料として、リユースされる場合が多いとのことである。

4. 中国での環境ビジネスの現状と課題

それぞれここではビジネスの立場から中国のリサイクル・環境ビジネスの会社を見学して入手した情報を整理して問題点を明らかにし、今後の中国での環境ビジネスの方向を考える。

4.1 繊維・プラスチック汎用材料のリサイクル企業

1) 江陰宮元塑料有限公司（日系企業）

創業は2000年10月、従業員は210名で日本人は社長ただ一人である。事業内容は台所用の水切り袋、自治体のごみ袋、スーパーのレジ袋など種類が多く、日本のOEM生産も手がけている。また原料についてPETボトルやポリエチレンのリサイクル事業も同時に行い、原料のコスト低減にも取り組んでいる。企業経営では技術を日本から導入し、機械は日本、中国の両方から購入し設備コストを安くする工夫をしている。また過去の経験から中国政府に精通した人を幹部に登用して中国人による経営を目指している。

事業にとって重要な原料価格はポリエステル繊維屑が75円/kg、オレフィン系屑が105円/kgといわれ、原料価格が高いことに注目する必要がある。（当時の為替相場から1元＝15円として円に換算して記す。以下同じ）

表7 繊維リサイクル事業の形態

1. 再生型

再生原料を使用し、エコ商品として展開しているもの。再生原料は、繊維工程屑・フィルム工程屑・ボトル屑。繊維メーカーの大半がこの手法での事業展開。

2. 回収循環型

繊維製品の使用後に、回収・再使用を条件に事業展開しているもの。

固形燃料や副資材（ボタン・ハンガー等）への再生と、ナイロン6、ポリエステルは、ケミカルリサイクルにより、回収製品を粗原料まで戻す事業展開。

※東レの定義

図3 水切りネットの製作（江陰宮元塑料有限公司にて）

一方、労務費に関して最低賃金は11,000円／月で日本に較べるとまだ大幅に安い。上海周辺地域では毎年賃金が上昇し、将来は労務費の増加が経営を圧迫することも予想される。加えて日系企業の競争力は現地企業との間で公共費負担等不利は免れないのでどうしても弱くなる。

この会社は典型的な労働集約型企业で、将来の件費の増加や原料価格の上昇などが経営を圧迫し兼ねないので省力化を一層進めて将来の競争に備えることが今後の重要課題である。

2) 金泉化纖製造有限公司（中国系企業）

この会社はPETフレークス、繊維屑、ブロックなどポリエステル繊維の屑原料から再生繊維を製造し、生産量は2,400t／月である。規模は小さいが特徴のある原着繊維を生産し、更に繊維だけではなく、ぬいぐるみや車両内装材など付加価値をつけた商品や製品を製造販売している。市況はやや弱含みであるが生産は安定している。

繊維製造設備は16錠建て紡糸機、延伸機、クリンバー、ECカッター、100kg梱包機が1系列でこれが2系列ある。エクストルーダーを含む原料仕込みの工程は見る事が許されなかった。原料の乾燥には気を使っている。技術の特徴として原料をIV値で管理し、何種類かの原料を混合している。これは用途、価格によって使い分け

ていると思われる。また三角断面繊維、色合わせ技術を持ち、差別化製品を生産していることも注目される。

リサイクル企業としてはモデル的な経営であると思われる。上海には日本から繊維屑が毎月10,000トン入荷していることを知り、国境を越えたりサイクル事業の一端を知った。

以下に原料、製品に関する数量と価格情報を整理してまとめる。

原料使用量	PETフレークス	500 - 800t/月
	その他	1,600 - 1,800t/月
原料価格	PETフレークス	125円/kg
	PETバージン(FY用)	182円/kg
	PETバージン(SF用)	144 - 147円/kg
	繊維屑(日系合繊メーカー)	114円/kg
製品	原着綿	150円/kg

4.2 高機能繊維のリサイクル企業

1) 上海思聚特殊繊維材料有限公司(中国系企業)

この会社は中国系の企業ではあるが日本からの原料輸入に関して日系企業が深くかかわっている。会社はアクリル繊維を製造している金山化繊工業を退職した人が設立し、紡績糸と不織布を同じ工場内にある設備でそれぞれ生産している。訪問当時は新工場に他から設備を移設中であった。

アラミド繊維に関しては中国で入手したパラ系のアラミド繊維屑(長繊維)を使って再生原料に加工する。もつれた屑繊維を手で引き揃えて加熱クリンパーで押し込み捲縮を与えてからギロチンカッターで所定の長さにカットして繊維原料に再生している。

一方、炭素繊維もやはり長繊維の屑を手で引き揃えてからギロチンカッターで所定の長さにカットしているが捲縮はない。炭素繊維は日本から耐炭繊維として区別された繊維屑のみを対象とし、高強度、高弾性の炭素繊維は屑といえども日本から中国に輸出することは日本政

府によって禁止されている。炭素繊維との混紡には中国製のメタアラミド繊維が使われている。

現在この会社では用途開発に取り組み、紡績糸、不織布共単体または混紡で各種の製品作りを行っている。用途は防護衣料、地下鉄車両の内装材などで正規の製品と同じ用途を狙っていると思われる。残念ながら設備の移設中のために完全な工程を見ることは出来なかったが繊維屑のビジネスとしては特殊な繊維を対象にしているだけに強みがある。

ただ屑原料が安定的に入手できるかどうかこれが今後の課題である。現に私たちが訪問した時も屑原料がなく設備は停止状態であった。一方、日本の正規の製品と中国のリサイクル製品の区別がつきにくいので将来市場において問題が発生することも懸念される。

4.3 その他の日系企業

1) 日華化学上海ソリューションセンター

中国に進出している日華化学の関連会社が各種の自社製品を中国にある染色会社に販売している。この会社は主として日系を含む顧客のニーズに即応した研究開発、トラブルや問題解決をはかるコンサルタント事業を行っている。JISやGB(中国標準)に基づいた依頼試験、染色工場の廃水処理に関する事業にも取り組んでいる。

日本、中国の染色関係の試験機器を多く保有して顧客の注文に応じている。日本から中国に進出しているのはほとんどが製造業であるがこの会社のような研究開発やサービスを事業とする企業が今後も増えると予想される¹⁾。しかし現在この会社の経費は中国にある関連企業が負担しているが独立して企業経営をしていくのは現在の中国では難しいと思われる。

2) 栗田工業(蘇州)水处理有限公司

この会社は蘇州に進出している日系の半導体、部品メーカーなどに純水を供給し、一方では排水処理も行っている。設立は2004年5月で比較的新しく、装置の設計、製造・組み立て、アフターサービスまで幅広く事業を展

図4 常熟市金泉化繊製造有限責任公司

図6 山積みされた合成繊維廃材(上海聚東工贸有限公司にて)

開しようとしている。従業員は8名の日本人を含めて35人で売上高は年間15億円である。このようなサービス業は環境問題に取り組む中国政府にも歓迎されるであろう。

3) セーレン汽車内飾（蘇州）有限公司

2002年12月の設立で資本金27億円、従業員450人の中堅企業である。事業内容は車両用のエアバッグの縫製とカーシートの製造である。エアバッグはナイロン生地をはじめ材料は日本から輸入して縫製加工を行い日本に輸出し、一部は中国国内でも販売している。カーシートは2005年9月から製造を開始し、原糸は中国の日系企業から購入し、製品の内訳は織物48%、トリコット40%、その他12%となっている。生地は全て中国内の自動車用の座席を製造している会社に販売している。

エアバッグの縫製で屑が30%発生し、数量で6-8t/月を販売しているが売り手市場で、75-90円/kgで売却されている。

4) 蘇州同和資源総合利用有限公司

日本の同和鉱業の技術を導入し中国に進出している日系企業の半導体、電子部品、コンピューター等の工場から排出されるプリント配線基板、電子・電気製品の廃棄物から貴金属、特に金と銅を回収し販売している。操業を開始してまだ2年程度であるが中国政府の優遇措置を受けて中国のニーズにマッチしたビジネスとして注目される。

回収技術には湿式と乾式がある。湿式は金の場合では屑を分別後、王水に溶解して金を回収する。乾式は小型のロータリーキルンの中をゆっくりと通過させて可燃物を燃焼させて必要な金属を回収する。

問題点は原料となる屑が十分に集まらないことである。中国では個人事業者が多く存在し、小さな工場で独自にビジネスを行う例が多いためである。また金属を回収した後の残渣は各地で不法投棄されているといわれている。

図5 IC基盤廃材からの金属の回収（蘇州同和資源総合利用有限公司にて）

この種の事業は屑の輸送に費用がかかるために、工場の建設に当たっては廃棄物が発生する工場の近くに立地するか、または大消費地の都市の近辺に立地するかを検討する必要がある。小規模な工場を各地に建設するのが経済的であろう。

4.4 中国における環境ビジネスに関する課題

1) 政府の環境政策

中国では長年にわたる経済成長の中で環境問題よりも経済が優先する状態が続き、現在でも中央政府の方針が地方にまで浸透していない²⁾。中国の環境政策が今後どこまで徹底されるのか注目しなければならない。法律ができて違反者がなくなる事態も予想される。屑の再生には一方で大量のごみが出る。大量のごみは焼却か埋め立てで処分する必要があり、中国政府は今後これらの問題にどのような施策を打ち出すのか注目しなければならない。

2) 原料価格の動向

今回各会社を訪問してわかったことは屑の形態にかかわらず、その価格が非常に高いことである。これは原油価格高騰が続いていることと関係が深いと思われるがこれは今後も続くと思われる。従って資源再生型のビジネスでは安定的に屑を確保する仕組みを作ることが課題となる。

3) 再生品の市場

上記で見たように再生されたポリエステル繊維はメイドインチャイナのぬいぐるみ商品として世界中の市場で見られる。現在の中国では実用性を重んじる風土の中で、ぬいぐるみ商品に見られたように再生品の市場は十分あると思われる。

4) 人件費の上昇

これまで中国に進出した外国企業は中国の安い労働力を期待しているが中国経済の成長に伴って大都市の近郊では人件費が年々上昇している。中国の大きな人口と地方の低い所得水準を考えると地方には安い労働力が豊富にある。しかし現在の中国では地方から大都市へ自由に移動できない状況にある。従って上海のような経済の発展した都市近郊では人件費はこれからも増加すると予想される。

5. 中国における日中合併による繊維・プラスチックリサイクル事業展開

事業活動の中から出る廃棄物の処理については、近年企業の社会的責任（CSR）の面から、法令順守（コンプライアンス）への対応と資源の有効活用を通じて循環型社会構築へ貢献する環境配慮型企業をめざしていくとい点で重要な課題となっている。特に繊維やプラスチック

業界でも、個々の排出事業者は極力社内で処理し、さらに身近に安全に国内で処理をすべく努力しているが、再生にかかるコストやそれに見合う品質・用途に限界があり、海外も含めて資源循環を考えざるを得ない現状認識が広がってきている。しかし不正輸出や現地での不法処理さらに継続性等の不安があり積極的な対応はみられないが、排出事業者が国内リサイクル用に売却処分したもののや、マニフェスト処理で既に最終処分済と理解していた廃材が、排出事業者の意思に反し、知らないうちに海外に再生用原料として流出しているのが現状である。

今回の中国視察の中で、このような当面する大きな課題に対して、日中双方の関連業界や関連法規を精通した日中のパートナーが合併で、約3年前から環境ソリューション事業を本格展開している企業「株式会社J・Sプラネット/上海聚東工贸有限公司」を訪問したので、当企業の概要・基本コンセプトとリサイクルの現場の様子を報告する。

5.1 「廃プラマテリアルリサイクルサポートシステム」

(株)J・Sプラネットは日本国内で発生する事業系のプラスチック・繊維廃材を排出事業者から直接回収する業務と日本および輸出国（主に中国・台湾）の関連法規を遵守した輸出業務を行い、相手国の合併企業が現地での輸入業務・保管・分別・再生加工業務を行い自己完結型のマテリアルリサイクルを主業務としている。但し中国ではJ・Sプラネットの直営工場（上海聚東工贸有限公司）を持ち、回収から輸出・再生までの全工程を直轄管理し、コンプライアンスに対応したシステムで事業展開を行っている。

このサポートシステムは、排出事業者が不安視する危険要素を排除し、安心して海外、特に中国でのリサイクルを遂行することに最も重点において構築されており、以下の3点に集約できる。

①不正輸出の防止（コンプライアンス対応）

排出事業者から購入した廃材を直接当企業の手で輸出する。また、すべてを事業系廃材の有価物に限定し有害廃棄物は一切扱わない。さらに、環境関連法規を徹底して遵守する（2005年2月ISO14000を取得）。

②見届け責任の担保（セキュリティとトレーサビリティ対応）

中国を中心とする海外に輸出された廃材は合併企業が全量引き取り、自社倉庫で管理する。また再生工程と最終製品を排出事業者の開示し、リサイクルの透明性を維持する。さらにリサイクル工程の管理マニュアルを完備し、排出事業者のチェック体制を万全にする。

③継続性の約束（合併事業を生かした現地対応）

最終商品を見据えた取引であるため市場価格やニーズの変動に左右されない。また、リサイクルの実情を透明化することで排出事業者の継続性に対する不安を解消する。さらに希望に応じ排出事業者が中国でのリサイクル

を直轄することを奨励している。

5.2 中国工場でのマテリアルリサイクルの現状と具体例

(株)J・Sプラネットは、昨年実績約6000トン/年間の日本国内の事業系のプラスチック・繊維廃材を輸出しているが、その内容は大きく分けてプラスチックの各種成形加工時の端材・廃材と繊維・不織布の断裁屑・加工端材に分けられる。またその主要樹脂は汎用プラスチックであるPP、PE等のオレフィン類やPET、PVCが大半であるが、最近はアラミドや耐炎糸等の高機能繊維やPPSやフッ素等の高機能樹脂の加工工程中の廃材も扱っている。

上海金山区にある約1,000坪の新工場では、汎用プラスチックの成形品やフィルム廃材を予備粉砕し、ルーターで再生ペレットに加工するラインと、主にオレフィン系の繊維、不織布の廃材を粗粉砕し、摩擦熱を利用したグラッシャーによる再生フレーク加工のラインを見学した。高機能樹脂の再生加工ラインは移設中とのことで見学できなかったが、いずれもあらかじめ開拓した用途と提携工場の加工条件に見合った適性と品質水準を考慮した再生品が生産されている。また、HDPEと鉄芯との複合端材（光ファイバースロットの不要品）等も、独自の治具を開発し中国事情に即した人的資源も有効に生かして、すべて再生品としてマテリアルリサイクルされているとのことであった。

5.3 展望

マテリアルリサイクルの必須条件は「用途・コスト・加工環境」の3要素であるが、中国はまさにこの3拍子を完備したリサイクル立国であり、排出事業者の意思にかかわらず各種廃材が自然の流れとして中国に流れていく時代になってきている。特に中国でのリサイクルに漠然と不安感を持つのではなく、進化拡大する中国事情を理解し、危険要素を具体的に分析し排出者と利用者が協力して排除していくことが長期的な視点に立った最も効果的な方法であると考えられる。中でも排出事業者も廃材に対する認識を「廃材は再生資源である」と再確認し、さらに優れた日本のリサイクル技術や種々の環境対応技術を中国と連携して生かしていけば、地球規模での資源循環型社会の構築に向かって貢献できるものと確信する。

6 中国の大学における環境関連研究

上海交通大学はNang Yang Public School(1896～1904)が始まりの中国で最も古い大学であり世界でもトップクラスの船舶と海洋工学で有名である。現在は自動制御、複合材料からコンピューターサイエンス、光ファイバー技術、システム工学などにも力を入れている。規模としては20の学院、60の学部課程プログラム、152の大学院課程プログラムがあり、学生数38000人（大学院

18000人)をかかえ、敷地面積200ヘクタールの広大な土地を所有しており6つのキャンパスから成り立っている。今回はスケジュール的な制約もあり特に環境関連に着目し、①上海交大辛特環保有限公司(上海交通大学発ベンチャー企業)、②上海交通大学化学工学院、③上海交通大学環境科学与工程学院の三か所を訪問した。上海交大辛特環保有限公司は上海交通大、製鉄会社、給排水企業など5社の合併からなる上海交通大学発ベンチャー企業である。上海交通大の技術を利用して企業化したものであり会社の代表はYang Lai Fu教授(中国環境科学学会理事、上海交通大学環境工程設計研究院 副院長)が務めている。主な業務内容は排水、騒音、排ガスなどの環境汚染防止である。例えば、日本から環境設備を導入し、中国基準に改良を加えたり、中国独自の設備の開発も行っている。中国らしいシステムとして生ごみの焼却システムがあげられる。中国の生ごみは含水率が高い(65%、日本40~50%)ことから焼却を容易にするために圧縮して水分を60%から20%まで除去するシステム開発に成功している。なお、上海では食品廃棄物発生量は5000トン/日、生活廃棄物発生量は3万トン/日にも及んでいるとのことである。

会社の売り上げはスタッフ84名で4,000万元~6,000万元である。スタッフは30名の教授陣と企業および設計事務所(含:役所)のメンバーで構成されている。大学には研究費が支払われるが、教授への給料はないとのことであった。上海交通大には同様のベンチャー企業が約10件立ち上がっており、多額の研究費を稼いでいるようである。

次に上海交通大学化学工学院を訪問した。張勇教授(化学工学院副院長)から学院の概要および主な研究テーマ・設備の紹介の後、3人の若い先生方から研究紹介をしていただいた。テーマは「アスファルト道路へのリサイクルポリマーの新しい使用方法」、「無水マレイン酸グラフトABS、SBS、POEによるオレフィン系材料の接着問題」、「ナノクレー複合材料による高強度・高耐熱性材料の開発」、「高性能回収PET合金および複合材料の開

発」、「超臨界流体によるPLA発泡技術開発」などであり、これらは日本の研究機関で行われている研究内容とほぼ同様のものであった。これは、若い先生方の多くが日本や欧米で学位を取得されており、そのときの研究テーマの延長線上の研究を中国に帰国後も行っておられるためと考えられる。今後は中国独自の研究テーマが増加するものと思われる。また、研究設備の見学もさせていただいたが、その充実ぶりは想像以上のものであった。中国の研究レベルが飛躍的に向上する予感がする。

最後に上海交通大学環境科学与工程学院を訪問した。ここは1999年9月に設立された比較的新しい学院で教授11名を含むスタッフ51名から構成されていた。張振家教授、買金平教授から学院ならびに研究の概要を説明していただいた。主な研究内容は排水処理、土壌処理および大気汚染処理などで、研究費は年間3,600万元だそうである。中国の研究の特徴(方向性)を尋ねたところ、プラント設計における建設資金の低減化(土地は広いので大型でも良い)、下水に工場廃水が含まれることや水不足のため水の浄化やリサイクル研究が必要であるとのことであった。また、農業廃水(広西地方:さとうきび工場から莫大な廃水(10月~2月))の処理問題も大きな課題であるとのことである。日本ではあまり感じられない「水の大切さ」を思い知らされた。本学院スタッフの半数以上が海外留学経験者で英語、日本語が堪能なスタッフが多く、語学面では日本に比べて国際化が進んでいるように感じた。現在の中国は高度経済成長にインフラ整備が追いつかず、数々の環境問題が浮上しており、研究テーマとしても「環境」は最優先されるべき課題であり、環境研究で一步前進している日本との共同研究が効果的であり、我々日本の研究者も積極的に中国と連携する必要性を感じる。

7. 中国の急激な変化と今後

中国が経済開放をスタートさせたのが1978年である。それから29年になるが、改革開放の政策は想像を絶する速度で社会主義市場経済の発展をもたらしたことは、誰もが理解しているところである。この間の経済に関する数字の変遷を記してみると、中国の対外貿易額は、78年に輸出額98万ドル、輸入額109万ドルであったのが、2004年は輸出額5,900万余ドル、78年比約61倍に、輸入額は5,600万余ドル、78年比約52倍に成長している。1994年以降は、輸出額超過で、貿易収支は黒字を続けて現在に至っている。日本との貿易関係は、20年前から中国は貿易黒字を続けていて、まさに世界の作り場とともに、それ以上に日本の作り場となっている。また、中国のGDPは、2004年は78年比で38倍であり、実質成長率は毎年、前年比2桁手前の成長を続けている。このような大きな成長発展の影では、資源・燃料等々の原材

図7 上海交通大学前にて

料関係の高騰を生み、環境リサイクルを配慮した経済成長とはかけ離れた過熱感のある中国市場への集中が感じられる。今回の環境調査旅行において、日本から中国の会社に色々なものが輸出供給されていることを知って、その感を更に強くしたところである。前述のように、中国の環境関係のリサイクル事業に関わっている会社は個人事業家が多く、それぞれが独自ルートを確立して事業にたずさわっている。このことは、中国の色々な方々から、PETボトル・古紙・鉄くず等を手に入れることが出来ないか、問合わせが多くあったことでわかる。利益につながる行動は、日本人事業家以上に鋭く、早い速度で対応されている。しかしこの事業者に心配なことは、環境維持の意識である。利益追求だけで環境ビジネスを続けることなくバランスのとれた、最終廃棄物(役に立たない残渣)の処理が丁寧に完全に処理されているのかと心配される。環境ビジネスにおける国際分業という言葉の表現は綺麗であるが、循環型リサイクルにおける総合的研究協力は、これからの大きな課題として考えなければならない。

さて、中国の第11次5ヵ年計画における環境施策で、水汚染防止・大気汚染防止・固体廃棄物汚染防止の対策が強化されることは隣国日本の環境ビジネスおよび日本の自然環境保護にとって大変期待される。水汚染防止においては、日本の多くの著名な企業が既に中国に投資進出しているが、これからは工場単位の技術・設備対策だけでなく、各地方政府の政策に協力して、生活排水・生活水道水の改善に力を発揮することが期待される。約10年前は、水道水は黄色く、臭いがしていたが、最近では、まだ充分ではないが少し改善されている。約10年前は、各公司訪問時には水道水を沸騰させたお湯で、お茶をご馳走になった。最近では、20リットル容器のミネラルウォーターでお茶を入れていただけるようになっている。一般家庭もこのミネラルウォーターの利用が中心になっているとのことである。中国の長江、そしてこれにつながる運河・湖の水の改善が進んで、その結果、水道水の品質が更に向上することを期待したい。一説によると、上海近海の水質悪化が、日本海における巨大越前クラゲの大量発生の原因ともいわれている。長江を中心とした水質改善は、このことへの対策としてよい結果をもたらすのではないかと期待される。大気汚染防止については、相変わらずこの10年間良くなっているとは言えない。約10年前は天気の良い日でも、すかつとした青空の日を見ることが少なかった。いつもスモッグなのか空はかすんでいて、その状況が今でも続いている。石炭の利用や、空気中の煤塵・窒素酸化物・硫黄酸化物への対策は最近進んできているというが、かすんだ空・酸性雨等はこれからの政策と技術導入で改善されるべき重要な課題である。脱硫装置設備の導入で相談を受けたことがあるが、すべて個々のルートでの興味行動であり、

関係する中国業界の本格的導入努力で、近い将来良い結果をもたらすものと期待したい。

経済活動は、早い者勝ちの原理があるが、今後は中国と日本の産官学のコラボレーションの充実で、総合的循環型リサイクル・環境ビジネスを実りあるものにしていくことが重要であり、今回訪問した蘇州国家高新技産業開発有限公司、蘇州国家高新技産業開発区管委會環境保護局、上海交通大学化学工学院、環境科学工程学院、現地日系企業および現地企業との共同研究、更には環境関係の日系企業の横の連携を確立し、21世紀の早い時期に成果が得られるような東アジアの強い強調体制を望むものである。

今回は、PETペットボトルを中心とした再生PET繊維の紡糸工場、特殊繊維の不織布・紡績工場を見学出来たが、家庭からの衣料や繊維製品の古いものの廃棄された製品関係の処理については、残念ながら見学できなかった。繊維リサイクルの現状は、天然繊維、合成繊維等、工場からの繊維屑は、従来から比較的ルートが確立されている。しかし、我が国と同様に消費された後の古着の処理手法が、近い将来に課題になることは中国も同じであると想像される(現在は中国では中古衣料としての活用がかなり活発である)。現状ではリサイクル後の大きい付加価値を得ることが難しい繊維衣料・繊維製品で、リサイクルの経済価値をどのように上げていくか、産官学民共同の取り組みが重要と思われる。当面は世界規模でのリユースと、サーマルでの対応が中心といえる。

現状の繊維製品の設計生産の枠組みでは、繊維リサイクルは、技術確立に金と時間と労力が大いに必要である。したがって①素材において、易リサイクル設計衣料、製品の開発、②縫製における、リサイクル対応新縫製法の開発、③家庭への繊維製品の廃棄に関する方法の宣伝普及、④小学校からリサイクルに関する教育課程を盛り込む、⑤官民産学一体のリサイクル思想・方法論の確立、⑥以上から考えられる繊維リサイクルに対する法整備、などが急務である。繊維のリサイクルは、リサイクル自体が大きな利益を生む期待は小さい。ものの大切さを世界規模で啓蒙運動し、その思想をもとに、粘り強い研究開発活動を、国境を越えて続けることが重要といえる。

8. おわりに

以上述べたように中国ではいろいろな問題を抱えながら環境ビジネスが拡大している。中国は人口が多い上に経済成長で人々の生活は豊かになり、これから真の環境問題が問われる時代になると思われる。今回訪問した各都市と各企業を何年か後に再度訪問して定点観測調査をすることは中国の環境問題と環境ビジネスを考える上で有意義なことではないかと思う。

高度経済成長が続くかぎりは日本にとって中国のマー

ケットは拡大されビジネスチャンスも増大するであろう。しかし、世界各国から大挙して企業が進出するとお互いが足を引っ張り合う危険性も大いにある。また、安い人件費というメリットはそう長くは続かないであろう。労働力に関しては中国からベトナム、インド等への転出を考慮する企業も出始めている。経済成長に伴う環境悪化がビジネスを生み出しているという現状にある種のむなしさを感じる。今回の中国視察によって、真の循環型社会、環境調和型人間社会、ハイテク社会とは何な

のか、今一度良く考える機会が与えられた。いつまでもおいしい中華料理を食べることができ、紹興酒に酔いしれるあこがれの中国であって欲しい。

参考文献

- 1) 吉原英樹著「国際経営論」2005年 放送大学教育振興会
- 2) 読売新聞 2006年11月10日朝刊

木村照夫 (きむら てるお)

昭和53年、同志社大学大学院工学研究科機械工学専攻博士後期単位取得退学後、福井大学工学部機械工学科助手、助教授を経て、現在、京都工芸繊維大学大学院先端ファイブロ科学部門教授、ファイブロ環境工学部門を担当。繊維廃材のリサイクルシステム開発、環境調和型繊維関連材料開発に従事。本学会繊維リサイクル技術研究会委員長。
〒606-8585 京都市左京区松ヶ崎御所海道町、TEL/FAX.075-724-7863、E-mail. tkimura@kit.ac.jp

大橋庸二 (おおはし ようじ)

昭和49年、東レ(株)入社、同63年、同社ニット部大阪ボディファッション課課長、平成7年、衣料資材部東京資材繊維課課長、同14年、繊維事業本部繊維リサイクル室主幹として繊維リサイクル推進事務に従事、現在に至る。

城山義見 (じょうやま よしみ)

昭和39年、名古屋工業大学繊維工学科卒、同年、帝人(株)入社、繊維加工研究所集合体物性研究室、メタアラミド開発プロジェクト、インドネシアおよびタイの合弁会社、(株)オーツカ、国内関連会社を経て、現在、帝人テクノプロダクツ(株)アラミド事業部、加工技術顧問、不織布、紡績の生産技術、品質管理を担当。

稲葉英彦 (いなば ひでひこ)

昭和42年、京都工芸繊維大学繊維学部繊維化学科卒、同年、ダイニック(株)京都工場入社、技術・開発部門に所属、同60年、同社東京本社マーケティングおよび企画開発部門所属、平成8年、埼玉工場新規技術・開発部門所属、同18年、同技術アドバイザーおよび(株)J・Sプラネット技術アドバイザーとして現在に至る。

森川正生 (もりかわ まさお)

昭和45年、京都工芸繊維大学工学部卒。同年、東亜紡績(株)入社。楠工場、大垣工場の梳毛紡績部門を経て、平成7年、中国無錫東亜毛紡織有限公司副総経理。同18年、(株)トーア紡コーポレーション取締役技術部長に就任。現在に至る。