

平成 8 年度
帰国研修員フォローアップ調査団報告書

－高分子材料工学コース－
－有機ファインケミカルズ工学コース－

平成 9 年 3 月

JICA LIBRARY



J 1143208 (5)

国際協力事業団
大阪国際センター

大阪セ

JR

98-01



1143208 {5}

平成8年度
帰国研修員フォローアップ調査団報告書

－高分子材料工学コース－
－有機ファインケミカルズ工学コース－

平成9年3月

国際協力事業団
大阪国際センター

目次

序文	1
写真	2
I. 両コースの概要	3
II. 派遣チームの概要	4
1. 派遣目的	4
2. 団員構成	4
3. 調査日程	4
4. 主要面会者	6
III. 各訪問先における具体的状況	9
1. 中国における調査結果	9
(1) 援助窓口機関	9
(2) 帰国研修員面談での調査結果（高分子材料工学コース）	10
(3) 帰国研修員面談での調査結果（有機ファインケミカルズ工学コース）	13
(4) 帰国研修員および所属先の評価	18
2. タイにおける調査結果	26
(1) 援助窓口機関	26
(2) 帰国研修員面談での調査結果（高分子材料工学コース）	35
(3) 帰国研修員面談での調査結果（有機ファインケミカルズ工学コース）	39
(4) 帰国研修員および所属先の評価	42
IV. 公開技術セミナーの概要	48
1. 実施状況	48
2. 講義内容	50
3. セミナー参加者の評価	72
V. まとめおよび提言	74
1. 高分子材料工学コース	74
2. 有機ファインケミカルズ工学コース	75
VI. 添付資料	76

序文

この報告書は、国際協力事業団大阪国際センターが実施している集団研修「高分子材料工学コース」(平成元年度開始)および「有機ファインケミカルズ工学コース」(平成元年度開始)に参加した帰国研修員に対するフォローアップ事業の一環として派遣した調査団による現地調査の内容をまとめたものです。

本調査団は、平成8年11月24日から12月7日までの14日間、中国、タイの2カ国を訪問し、帰国研修員所属先機関、帰国研修員の活動状況および当該分野における各国の実状の把握に努め、必要に応じ助言を行いました。また、訪問国において公開セミナーを開催し、当該分野に関する最新の情報を提供し、意見交換を行う機会を持ちました。

本報告書が、各国の当該分野の現状、帰国研修員の活動状況などについて関係各位の一層深いご理解をいただくための一助となり、今後の研修コースの改善、ひいては研修員受入事業の改善に資することができれば幸いです。

なお、本調査団派遣にあたりご協力を賜った関係機関のご指導にあらためて謝意を表します。

平成9年3月

国際協力事業団
大阪国際センター
所長 鈴木 治夫



タイにおける協議



I. 両コースの概要

1. 高分子材料工学コース

本コースは平成元年にスタートし、平成8年度で第8回目を数える。毎年6名程度の研修員を受入れ、実質ほぼ3ヶ月の集団研修コースである。高分子材料はその用途が極めて幅広く、日常生活になじみの深い包装材料から機械材料、輸送機器、電気・電子部品材料、建築材料などに用いられている。そういった応用分野、実際の製品を常に念頭におき、本コースでは、高分子材料の合成からその物性の把握、成形加工までの一連の工程を分かりやすく教えることを主目的にしており、研修カリキュラムでは実際の製造現場の見学も大きなウエイトを占めている。

カリキュラムは、各種材料の概論に始まり合成実験、分析、物性試験、成形加工法、さらに工場見学と続き、高分子材料工学の総合的な把握ができるように組まれている。最近では、機能性材料、例えば導電性材料、熱的機能材料、高分子液晶材料、機能膜材料などの最先端の技術についても力を注ぎ、カリキュラムに組み入れ、最新の技術情報の提供も行っている。

2. 有機ファインケミカルズ工学コース

本コースは平成元年にスタートし、平成8年度で第8回目を数える。

有機ファインケミカルズ工学コースの内容は、有機化学の基礎原料である石油、油脂などから得られる工業中間体を利用する化学製品の合成プロセスに関する知識やそれらの分析方法、また化学製品の廃棄に伴って生じる環境対策についての技術の修得である。

様々な消費財の種類や機能は、その時代の社会の要請や消費者の嗜好や価値観により大きく変化するものである。例えば社会全体が豊かになれば、衣料品についても色やデザインの多彩なものが求められ、石鹸、シャンプーなどについても汚れが落ちれば良いから、触感や香りが重視される。そのため、染料や新しい界面活性剤、香料の開発などの有機ファインケミカルズが重要性を増してくるようになり、成長期にある社会には重要なものである。

また、最近のようなゴミの問題、フロンによるオゾン層の破壊などの地球規模での環境問題が、一般消費者にとっても身近な問題とされる時代では、環境対策技術も重要になってくる。本コースは、このような発展途上国の要請に応えうる技術の紹介と修得を目的とする研修コースである。

II. 派遣チームの概要

1. 派遣目的

調査国は、途上国の高分子工学に携わる技術者を対象として平成元年度に開始され8年度で8回を実施した「高分子材料工学コース」および開発途上国の有機ファインケミカルズ合成、用途開発研究に従事する技術者、研究者を対象として平成元年度に開始され8年度で8回を実施した「有機ファインケミカルズ工学コース」の2コースを対象として以下の3つの目的のもとに派遣された。調査対象国は中国、タイの2ヶ国である。

派遣チームの主な目的は、①帰国研修員所属先などを訪問し、技術的問題に対し助言すること、②現地での公開セミナー開催を通じ当該技術分野における最新の技術情報を広く関係者に提供すること、および③研修の成果が現地においていかに活用され、どのような波及効果をもたらしているかを調査・把握することにある。

2. 用員構成

総括・団長	森川秀夫	国際協力事業団 大阪国際センター 研修課長
技術指導	長谷川喜一	大阪市立工業研究所 プラスチック課 研究主任
技術指導	山村伸吾	大阪市立工業研究所 工業化学課 研究主任
業務調整	棚田雄一	国際協力事業団 大阪国際センター 研修課 職員

3. 調査日程

11月24日(日)		移動 大阪→北京
25日(月)	9:00 - 10:00	JICA 中国事務所
	10:00 - 12:00	国家科学技術委員会訪問
	13:30 - 15:30	協和医科大学訪問
26日(火)	10:00 - 11:00	中国科学院化工研究所訪問
	13:00 - 14:00	北京化工研究所訪問

27日(水)	13:30 -- 17:30	移動 北京→南京
	18:00 --	江蘇省化工研究所訪問
28日(木)		移動 南京→北京
29日(金)	10:00 -- 12:00	公開セミナー実施
	13:00 -- 15:00	懇親会
	16:00 -- 17:30	JICA 中国事務所報告
30日(土)		資料整理日
12月1日(日)		移動 北京→バンコク
2日(月)	9:00 -- 11:00	JICA タイ事務所
	11:00 -- 12:00	総理府技術協力局
	14:00 -- 16:00	保健省政府製薬公社訪問
3日(火)	9:00 -- 10:00	工業省工業振興局繊維工業部訪問
	11:00 -- 12:00	科学技術環境省科学サービス局訪問
	14:00 -- 15:00	科学技術環境省タイ科学技術調査研究所訪問
4日(水)	12:00 -- 17:00	公開セミナー実施
	17:00 -- 19:00	懇親会
5日(木)	13:30 -- 17:30	資料整理日
6日(金)	10:00 -- 14:00	サイアムパイプ工業(株)訪問
	16:30 -- 17:30	JICA タイ事務所報告
7日(土)		移動 バンコク→大阪

4. 主要面談者

11月24日(日) 移動 大阪→北京

25日(月) ○JICA事務所 熊岸 健治 所長
熊谷 晃子 所員
駒沢 彰夫 次長

○国家科学技術委員会 国際合作室 日本処
封 兆良 処長付

○中国協和医科大学 基礎医学院 (Peking Union Medical College,
Faculty of Basic Medicine)

楊 子彬 博士
張 正国 教授
帰国研修員 許 海燕

26日(火) ○中国科学院化学研究所 (Institute of Chemistry Chinese Academy of
Science)

プラスチック研究室 漆 宗能 教授
合成樹脂研究室 余 云照 主任
陳 觀文 教授

○北京化工研究院 (Beijing Research Institute of Chemical Industry)

帰国研修員 喬 金梁 副院長
帰国研修員 呂 順豊
中国化学工業部国際合作室 徐 立欣
Senior Engineer 張 愛容

27日(水) 移動 北京→南京

○江蘇省化工研究所 李 建新 科長

28日(木) ○帰国研修員 王 培蘭 (南京化工研究所) とホテルにて面談
移動 南京→北京

29日(金) 公開セミナー

化学工業部国際合作司
科技交流処 Wu Desheng 処長

○懇親会 帰国研修員 洪 年 (江西中医学院薬学部)
帰国研修員 張 秀 (沈陽化工学院)
帰国研修員 王 興輝 (江西貢江製薬有限責任公司)

30日(土) 資料整理日

12月1日(日) 移動 北京→バンコク

2日(月) ○JICA事務所 隅田 栄亮 所長
齊藤 祐巳 次長
小川登志夫 職員
小川 正純 職員

○DTEC 訪問 Chief, Training Analysis Sub-Div. Jitkasem Tantasiri
Programme Officer, Japan Sub-Div. Kasama Roopkajorn
Chief, Japan Sub-Div. Nipon Siriwat
Chief, Monitoring and Evaluation Sub-Div.
Manok Tangusaha
Senior Adviser, Thai International Training Centre Project.
Isao Ito

○Government Pharmaceutical Organization
Deputy Managing Director Amporn Ruangchan
Director of Production Dep. Wanchai Subhachaturus
Head of R&D Institute Krisana Kraisintu
帰国研修員 Soontorn Vorakul
帰国研修員 Kavee Chanprapaph
帰国研修員 Mukdavan Prakobvaitayakit

3日(火) ○Textile Industry Division, Department of Industrial Promotion
帰国研修員 Narumol Sirisongthum
帰国研修員 Pissamai Likitbanakorn
Senior Scientist Suchart Intarachote

○Department of Science Service, Ministry of Science Technology and Energy
Director General Ruanthong Panpaprai
Director B. Tantawat
Director Chaiwut Lauvalert
帰国研修員 Suthiweth T. Saengchantara

○Thailand Institute of Scientific and Technological Research, Ministry of
Science, Technology and Environment
Director, Industrial Material Research Dept.
Chumnong Hayakijkosol
帰国研修員 Chalothorn Bhamornsut
帰国研修員 Korrakoch Meechumnarn

4日(水) 公開セミナー

5日(木) 資料整理日

6日(金) ○NWTTI訪問

Director	Sompop Petchget
Chief, Foreign Cooperation Center	
	Kruapan Poovaratankul
Director, Regional Training Center (Chiang-mai)	
	Pala Manoch
Director, Regional Training Center (Khon-kaen)	
	Songsak Arayawongwarn
Director, Regional Training Center (Songkhla)	
	Wichit Kanh
JICA チーフ専門家	山崎 章三
JICA 専門家	遠井和 修
JICA Coordinator	Mr.Hiroshi Yamazaki

○ Siam Pipe Industry Co. Ltd.

Production Division Manager	Pornsuk Buranasun
帰国研修員	Kiattisak Kuha

○ JICA 事務所報告

隅田 栄亮	所長
小川登志夫	職員

III. 各訪問先における具体的状況

1. 中国における調査結果

(1) 援助窓口機関

<中国 援助窓口>

国家科学技術委員会 国際合作室 日本処

1) 本研修コースの国家政策からの評価

石油化学工業は中国の重要産業であるためこれに関連する両コースは中国にとってきわめて重要である。

2) 人選について

毎年1月 科技委による統一英語試験を実施

集団および特設コースの割当は約200コースあり、その内50～70コースについては中央省庁から派遣する。これら中央省庁へ人選を依頼する場合は語学試験は実施しない。

残る約130～150コースは地方組織から候補者を募る。上海、北京で英語試験を実施する。

統一英語試験は200点満点の140点以上が合格であるが、JICAへ要請書を提出させるのはこの内最優秀者の1名である。

統一試験は1月に実施するためまだ次年度の全体通報が来ていないので、前年度の割当コースを参考にして募集する。(新たに割当となったコースについては統一語学試験を実施しないので省庁など関係機関に英語力などの確認を依頼)

3) 帰国後の研修成果の確認

帰国後に報告書提出を義務づけている。また科技委が有益と判断した場合その報告書を関係機関に送付することもある。

4) 他機関主催の類似の研修について

化学工業部によれば類似のコースがないため、両コースの研修の機会は大変貴重であるとしている。

5) 在外要望はどのように決まるのか

5月に行われるJICA年次協議での重点分野(今年度は農業、医療、環境、人材育成など)および前年度にどのようなコースに参加したかを参考に優先順位をつける。

(2) 帰国研修員面談での調査結果 (高分子材料工学コース)

帰国研修員4名のうち在中国でない1名を除き、残り3名の帰国研修員全員に会うことができた。その内、1名は、所属先で、2名は公開セミナーの場で面談することができた。訪問先は窓口機関を含め5カ所であったが、その内、帰国研修員に会うことのできた北京化工研究院と高分子関連の研究を行っている江蘇省化工研究所について調査結果を述べる。

①北京化工研究院 (Beijing Research Institute of Chemical Industry : BRICI)

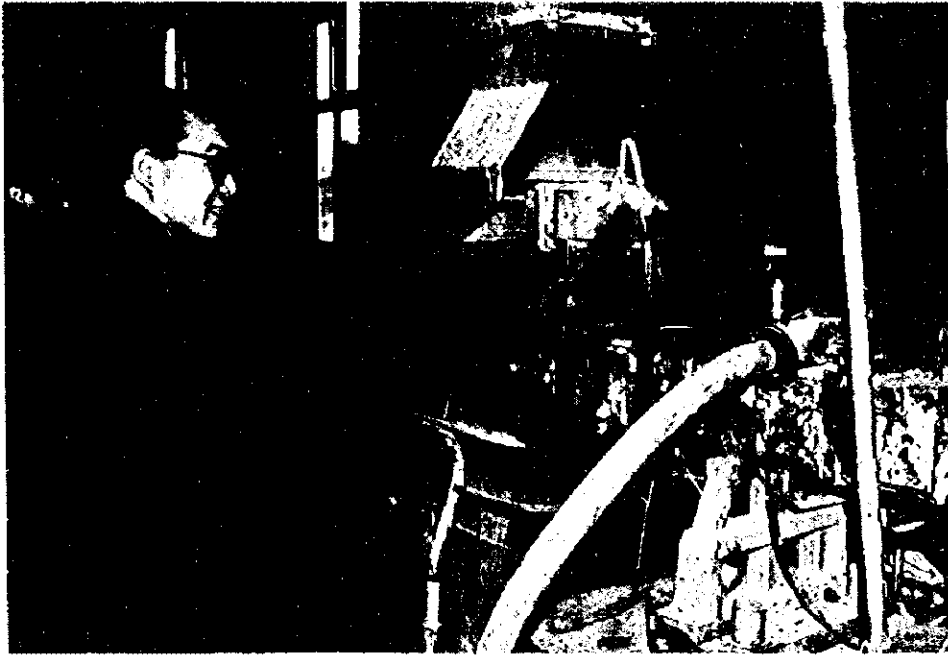
中国化学工業部に属している主要な科学技術研究所の一つで1958年に設立された。従業員は1400人を数え、その内、技術職員は1000人となっている。

高分子材料工学コースの帰国研修員である喬博士は現在、副院長の要職にあり、公開セミナーの場を提供していただいたことをはじめ、種々の便宜をはかっていただいた。

本研究院は、化学全般にわたって基礎研究、応用研究を行っており、広い敷地内に多くの建物をもっており、しかも生産工場をもっていることにびっくりさせられた。10年前より自社製品を製造販売しており、その利益で研究院が運営されていること、国の補助は2～3%にすぎないことにも驚かされた。売り上げ高は3億元/年にのぼっているとのことであった。

施設の見学は高分子関係を中心に行われた。多数の部屋に分かれており、1つの部屋に1～2の機器があり、大変ゆったりしているとの印象を受けた。日本製の試験機器も多く、JISにのっとっての試験もおこなっており、試験分析の証明書も発行しているとのこと。生産現場に直結する設備としては、押出機などが目につき、加工特性の研究に力を注いでいる。それらの設備はドイツからの輸入品とのことで、自国製品はまだ開発していないようだ。本研究院の研究体制は、生産現場をもっていることを除けば、高分子材料の合成、配合、成形加工まで一貫しており、大阪市立工業研究所とよく似ており、そういう意味では、JICAの高分子材料工学コースは研修コースとして適しているとの印象をもった。

帰国研修員に日本での研修はどのように役立ったかと聞いたところ、知識の幅を広げること、広い視野をもつことができた。特に自分は管理職なので、管理職としての視野をもつことにもとても有益であったとの回答を得た。彼に関しては、本研修コースは目的に適っており、現在のカリキュラムは好評を得ていると心強く思った。



北京化工研究院

②江蘇省化工研究所

当研究所は江蘇省化工部に属しており、1957年に設立され、高分子材料、有機化学品、コンピュータの応用技術の研究室の他に分析センターもあり、職員数290人を越えている。この研究所も生産工場をもっており、独立採算制をとっている。



江蘇省化工研究所

主力製品はポリウレタンであり、この分野では中国1のレベルを保持しているとの説明があった。研究テーマ、生産品の種類は、化工部で調整しており、厳密な意味での競争原理は働いていないが、利潤を上げて拡大していく研究所もあり、また、縮小していく研究所もあるとのことで、民営化の方針はかなり浸透してきているとの印象を受け

た。生産設備は一部ドイツなどからの輸入品であるが、大部分は自国製でまかなっており、試験設備は輸入品に頼っているとのことであった。有機化学品としては、ポリウレタンの原料以外に医薬品の中間体、界面活性剤も生産しているとのこと。また、コンピュータを用いた小規模プラントの生産管理のソフトを自力で開発し、中国全土に販売しているとのこと驚かされた。現在、力を入れている分野は、ポリマーアロイ、成形加工技術、シリコン樹脂、フッ素の入った機能性薬品などであり、悩みは分離、分析に関する設備、機器が不足しており、場合によっては、お金を払って大学などの設備を借りることもあるとのことであった。

ここには、帰国研修員はいないが、我々の研修コースに大いに興味をいただき、派遣したい人材はたくさんいるので、研修コースについてのいろいろな情報が欲しいとの要望であった。

- ③公開セミナー後、二人の帰国研修員に面談した。二人とも、研修コースで学んだ知識は幅広く、具体的な例をあげることはできないが、視野を広げることに役立ったと述べた。できれば、各人の興味に応じて、個別研修の機会を増やして欲しいとの注文もあった。これに対しては、来日する研修員のレベルに幅があり、各研修員の注文にすべて応じるのは不可能であると返答した。中国からの研修員は概してレベルが高く、彼らに対しては、アドバンストコースの設置も、これから考えていく必要があるだろうと思われた。

(3) 帰国研修員面談での調査結果 (有機ファインケミカルズ工学コース)

①中国協和医科大学 基礎医学院(Peking Union Medical College, Faculty of Basic Medicine)

北京市街の中心部にある1918年創立の大学で、国家プロジェクトによる研究では数多くの表彰を受けいている。医科大学という名称であるが、学科は幅広い研究分野にわたっており、生物医学、高分子化学、電子工学などの学科もあり、理系系総合大学としての機能を有している。また、医学、理学の二つの博士号(Ph.D)を同時に修得することもできる8年制大学である。

1994年度の女性の帰国研修員 許 海燕が、1970年に教授の 楊 子彬 博士を中心として新しく発足した生物医学工学科に研究員として在籍している。この研究科では、広く人体組織に関する研究を行っており、医学分子生物学国家実験室などを有して国家的なプロジェクト研究や重点研究がなされている。現在の研究内容としては、人工臓器の開発に関する研究と心臓救命救急の技術等の開発が主要課題であり、様々な研究成果があがっていて、日本の国立循環器病センター、岡山大学医学部、川崎医科大学とも研究交流があるとの説明であった。

帰国研修員は、有機化学と高分子化学の知識を買われて、帰国後一年目の1995年7月に前所属先の北京化工大学から転属してきた。現在は、直接の指導者である 張 正国 教授(中国医学科学院基礎医学研究所教授兼務)の下に人工血管、人工心臓、人工聴覚器官などの人工臓器の開発研究に従事している。



中国協和医科大学 帰国研修員の研究室

帰国研修員によると日本での研修成果は、有機機能材料を開発する上での基礎知識として重要であり、特に有機ファインケミカルズ工学コースで学んだ各種の機器分析に関しては分析化学に対する理解を深めることができたので、現在の仕事の中でも、新しい材料評価を考える際に役立っているとのことである。また、所属先の上司である 楊子彬 教授、張正国 教授ともに有機ファインケミカルズ工学コースで帰国研修員が学んだ知識は、新しい物の見方や考え方を知ったと言う面でも、彼女の研究経歴において貴重な経験であり、前所属先での経験と合わせて現在の彼女の研究に大いに役立っているとの評価であった。さらに、彼女が今回新しく開発した人工血管や人工心臓は、彼女の有機機能材料に対する高い見識が生かされていると、二人の教授からその研究能力は高く評価されていた。

帰国研修員が1994年に研修を受けた時と、現在の所属先が変わっていて、それも工学と医学というふうになりにかなり違う研究分野に転属していたので、どのような経緯があったのか関心を持っていたが、帰国研修員や彼女の上司の教授方の話を伺ってある程度、理解することができた。

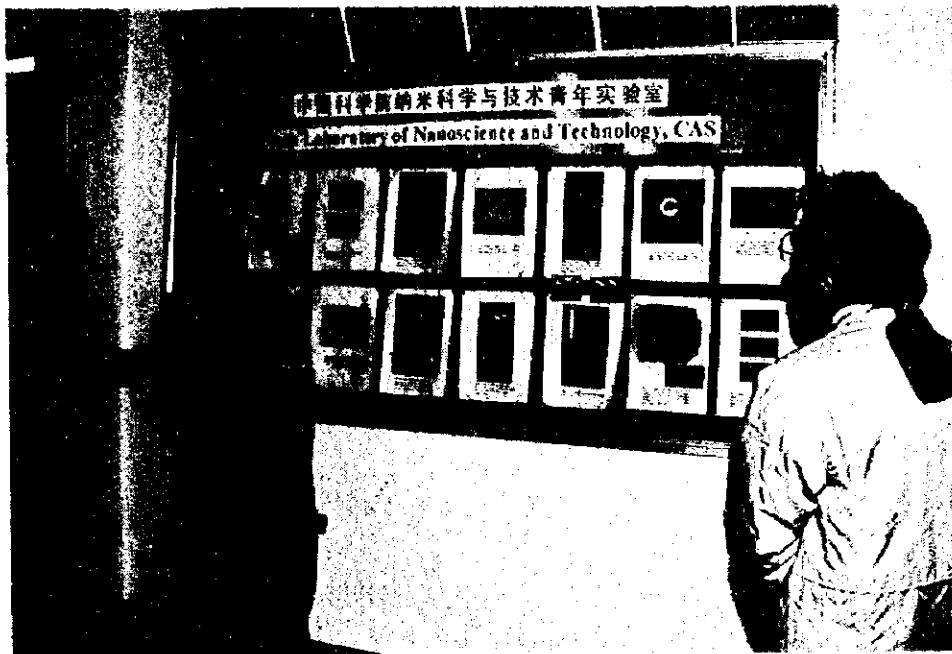
それらの話を総合すると人工臓器の研究では、人工臓器に生じる血栓や人体に対しての生体適合性が重要問題であり、その問題解決には人工臓器用の新しい材料の開発が不可欠である。さらに、それらの開発に当たっては、医学専門の研究者だけではなく、有機合成化学、有機高分子材料や有機物分析化学の知識やその方面の研究に深い理解を持った研究者が必要である。それらの条件に合う研究員として、彼女の日本での研修も含めた研究経歴が極めて有用であるとの判断で、採用されたとのことである。

彼女も、採用時の選考の際に、積極的に日本での研修内容や経歴を履歴書に記載することで、自己の研究者としての能力をアピールしたそうである。また、現在の所属先は以前の所属先と比較して、学術分野でも社会的評価においても、中国国内でより高く評価されている職場でもあり、自ら望んで転属してきたとのことである。その結果としての今の自分自身の状況には満足しており、その意味でも有機ファインケミカルズ工学コースへの参加は有益であったと理解しているとの話であった。

②中国科学院化学研究所 (Institute of Chemistry Chinese Academy of Sciences)

中国科学院は、国家事業として最先端の基礎科学研究を行っている研究機関であり、全国に約100ヶ所の研究所を持っているが、その多くは北京に集中している。北京郊外の中関村には、電子工学、コンピューター、物理、生物、農業などの分野に関する研究所があり、化学研究所もその一つである。

今回、帰国研修員はいないが、JICA中国事務所の図らいで訪問させて頂いた化学研究所は、1956年に創設された中国科学院の中でも歴史のある研究所で、高分子科学を中心として物理化学、分析化学、有機化学の4研究部門から成り立っている。



中国科学院

最初にエンジニアリングプラスチックの研究室の主任 漆 宗能 教授から研究所の概要の説明と研究スタッフの紹介、そして研究内容についての説明があった。高分子科学部門は、主としてポリオレフィン用の重合触媒、エンジニアリングプラスチック、有機ケイ素化合物、複合材料、液晶ポリマー、エポキシ・ポリイミド・フェノール・アクリル樹脂を応用した接着剤やフィルム、テープ素材の他に、高分子分離膜に関して酸素透過膜、逆浸透膜、パーパーレーションなどの研究を行っている。分離膜研究では、1979年から2年間、日本の京都大学に留学していたという 陳 観文 博士が機能膜研究室の主任として教授をされていた。また、最近ではバイオポリマーの研究で生分解性プラスチックやドラッグデリバリーシステムへの応用を図っているそうである。

物理化学部門では、分子レベルでの化学反応や科学構造の研究が行われている。特に、走査型トンネル電子顕微鏡 (STM) や原子間力顕微鏡 (AFM) を用いた無機材料、有機材料、天然物、バイオマテリアルなどの固体表面の構造解析の研究は進んでおり、中国国内で初めて1988年にSTMの国産化に成功した実績を持っている。その他には、有機導電材料、有機光半導体、超伝導材料、LB膜分子素子、情報記録材料などの研究も行っている。

分析化学部門では、バイオテクノロジーへの応用を目指してタンパク質やアミノ酸分析について電気泳動、高速液体クロマトグラフィー、質量分析装置の研究がなされていて、有機化学部門ではヘテロ環化合物、立体選択的不斉合成、サッカーボール型分子として有名になったC₆₀等のフラーレン、ホスト・ゲストの化学などに関する合成や物性研究が行われている。

中国では研究所といえども生産部門があって、実際に製品を製造して販売することで研究予算を自ら稼ぐというシステムになっているが、中国科学院もその例外ではない。

基礎研究中心なので、他の研究機関と比べて国家予算が多くもらえるらしいが、90%以上の研究成果が実際の生産品に結びついているということで、ポリプロピレン成形品、合成繊維、防水シリコンゴム、接着剤、STM、AFMなどの製品開発が行われている。

また、アメリカ、韓国などの外国企業との共同研究も積極的に行われていて、優秀な研究者が安い人件費で雇えるという意味で、外国企業にとっても有用な研究所であるということである。実際に見学させてもらった範囲では、比較的若い研究者が多く、欧米に留学経験を持つ者が中心となって先端技術の国産化に取り組んでいるとの印象を受けた。顕微鏡写真が展示されている研究室では、若い研究者から詳細な説明を受けたが、赤血球の写真などは、全体像の把握が難しいAFMの弱点をコンピュータ等を利用することで補って、全体像を組み立てた写真が得られているなど、その研究レベルはかなり高いものと思われた。装置については、顕微鏡等の本体はアメリカなどから輸入したものを改良して国産化できるようにしたものらしいが、制御用のコンピューターが、日本ならワークステーションなど高性能なものを使うところが、日本製のNECや富士通の汎用パソコンを使用しているなど、チグハグな感じがするところも見受けられた。

JICA帰国研修員との面接

JICA帰国研修員との面接では、時間的な量の差はあるものの下記の下記の6人の帰国研修員と会うことができた。

帰国研修員

- 1990年 呂 順豊 (北京化工研究員)、 洪 年 (江西中医学院薬学部)
- 1991年 張 秀斌 (沈陽化工学院)
- 1992年 王 培蘭 (南京化工廠研究所)
- 1994年 許 海燕 (中国協和医科大学)
- 1995年 王 興輝 (江西贛江製薬有限責任公司)

中国からの研修員は、全員が選抜されたエリートであり、また所属先が変わったり、彼らの現在の仕事内容が研修コースの内容と合っていないなど、市工研での広範囲に渡る基礎的な研修内容が、直接に彼らの仕事に役立っているとはあまり思えないが、全員の答えは日本での研修は良い経験であり、多くの有用な知識が得られたことで現在の研究にも非常に役立っているとのことである。特に、工場見学や機器分析実習に対する評価が高いようである。評価が高い要因としては、帰国研修員の全員が指摘しているように現在の中国では研究予算が少なく、分析機器も十分ではなく、まして新しい機器については情報はあっても、実際に使う機会が無いという理由によるものと考えられる。新しい分析機器に関する情報が得られたことや実際に使うことができたということで、日本での研修は非常に有用であったと感じているようである。さらに、普通では見学できない日本の工場や、製造現場を直接見ることができたということも、彼らにとって貴重で参考になった経験であるとのことである。また、中国側の理由で今回見学できなかった南京化工廠研究所に勤める女性の帰国研修員 王 培蘭は、帰国後に日本での研

修等の経歴を評価され、主任研究員への昇進を勧められたが、年齢や経験を考慮して辞退したという話もあった。その後、彼女は仕事をそれまでの分析研究から、希望して日本での研修でも興味があった合成研究に変えてもらい、今はレゾルシンの製造研究を行っており、有機ファインケミカルズ工学コースへの参加は非常に有意義であったという。

今回、中国の研究所を見学した範囲では、高分子化学の分野に関する研究が多く、ファインケミカルズ分野の研究は少ないとの印象を受けた。その理由は、呂 順豊（北京化工研究院）、張 秀斌（沈陽化工学院）の話によれば、この分野は外国資本との合弁会社のシェアが大きく、市場参入してもあまり利益が得られないからだという。そこで、研究予算の付きやすい高分子関係の研究が多くなるそうである。張 秀斌（沈陽化工学院）も、現在ABS/PVCポリマーの研究を行っているが、予算の関係で上からの指示でこれらの研究をおこなっているが、予算が許せばファインケミカルズなどの研究を行いたいとの欲求を持っているそうである。また、界面活性剤、化粧品などの研究もやれば良いのは分かっているが、先の理由で実行できないとのことであった。実際、JICA中国事務所で伺った話でも、洗浄剤関係では昔あった中国産のパンダ、白猫などの製品は、最近ではほとんど見かけなくなっているそうである。

その他、研修コースに対する要望ではより専門的な研修コースが欲しいという声が多かったのと、各専門分野における最新の情報が欲しいとの意見も多かった。しかしながら、実際には中国帰国研修員から研修先への個人的な依頼はほとんど無いのが実情である。この理由には、中国人の国民性に一つの理由があり、個人的な依頼は他人に対して負担になるので、遠慮してしまうからだという。

また、環境問題も最近の大きな課題の一つであるようだが、今回の訪問先や帰国研修員の所属先が製造関係のところが多かったためか、これに関する情報はあまり得られなかった。



(4) 帰国研修員および所属先の評価

研修員に対する質問票の集計

1. <高分子材料工学コース (中国) >

回答 3名

「現在の仕事に研修で得た知識や技術は役立っているか？」

全て

大部分 1

ある程度 2

少し

役立たない

(コメント) 現在研修で得た知識を学生に教えている

「研修に参加して有益だったと思える点は何か？」

職業意識 3

国際交流 2

仕事の内容 2

専門性深めた 2

「研修内容で特に良かった点は何か？」

- ・工場会社見学 2 なかなか見せてもらえないところへ行った、多くの見学先良かった。
- ・ポリマー特性、プラスチック分析、プラスチック合成、試験 1
- ・実習 1 機械の使い方を覚え今の仕事に活用している
- ・機械を購入する際どのようなものが適切かわかるようになった 1

「研修で得た技術などを所属先で適用する上で障害となる点は何か？」

機器・機材の不足	3
技術文献の不足	1
資金の不足	1
設備の不備	3
経済状況	2
管理運営上の問題	1

「コース改善への提言はあるか？」

- ・実習を増やす 1
- ・見学を増やす 1
- ・市工研が技術の世界的ネットワークを作ってくれと良い 1
- ・JICA が帰国研修員にたいし個別研修を与えてもらうことを望む 1
- ・テキストの一部に古いものがある、可能なら改訂してほしい 1

(INTRODUCTION TO PLASTICS MATERIALS)

所属先に対する質問票の集計

高分子材料工学コース (中国)

回答 3カ所

「研修候補者を選考する上で試験を課しているか？」

英語の試験を課している 2

「研修の成果を所属先で普及する方法を持っているか？」

レポート提出を課している 2

「研修コースへの参加と帰国研修員の人事評価に関係はあるか？」

大いにある

ある程度 2

なし 1

「本研修コースは所属先にとって有益なものか？」

大変有益 2

ある程度

有益でない

(コメント)

- ・エンジニアが良く研修されたためこの分野での研究を始められる。
- ・日本企業と協力してゆく上で日本をすることができよかった。
- ・機械をいろいろ知ることができ、購入時の参考になった。
- ・仕事をしてゆく上で考え方の参考になった。

「貴機関での直面している問題点は何か？」

- ・予算不足 1
- ・機器・機材の不足 2
- ・技術文献不足 1

研修員に対する質問票の集計

<有機ファインケミカルズ工学コース (中国) >

回答 6名

「現在の仕事に研修で得た知識や技術は役立っているか？」

全て

大部分 3

ある程度 3

少し

役立たない

(コメント)

- ・研修で得た知識は現在の仕事に大変有益 セミナーを実施した
- ・生徒に教えているまた研究に活用して研究所のために稼いでいる
- ・実習や分析で得た知識はしばしば活用している

「研修に参加して有益だったと思える点は何か？」

職業意識 3

仕事の内容 5

昇進・昇給 2

専門性深めた 3

国際交流 2

「研修内容で特に良かった点は何か？」

- ・有機合成、機器分析
- ・日本の研究者の仕事の仕方
- ・見学が良かった
- ・機器分析
- ・有機合成と環境保護

「研修で得た技術などを所属先で適用する上で障害となる点は何か？」

機器・機材の不足	4
資金の不足	4
技術文献の不足	2
外国人専門家の不在	2
適当な研修ない	1
管理運営上の問題	2
頭脳流出	1
指導者の不在	3
経済状況	1
設備の不備	2

(コメント)

- ・資金なく新たな機材が買えない
- ・情報が不足しており当該分野で何が起きているのかわからない
- ・資金がなく研究に必要な化学薬品を購入できない
- ・管理運営上の問題のために技術の活用が出来ない

「コース改善への提言はあるか？」

- ・実習の増加
- ・アドバンスコースの開設を望む
- ・内容が多岐に渡りすぎる
- ・個別研修の延長（3～4週間に）
- ・研修員の所属先の抱える問題を解決するような実践的な知識

所属先に対する質問票の集計

有機ファインケミカルズ工学コース (中国)

回答 6カ所

「研修候補者を選考する上で試験を課しているか？」

英語、講義、仕事振りの3点から評価 1

英語の試験を課している 1

英語、化学の試験を課している 1

期間 短い 3 (江西、製薬。南京)

資格 広すぎる 2 (沈陽、製薬)

「研修の成果を所属先で普及する方法を持っているか？」

セミナーを実施 2

レポート提出を課している 4

「研修コースへの参加と帰国研修員の人事評価に関係はあるか？」

大いにある

ある程度 5

なし 1

「本研修コースは所属先にとって有益なものか？」

大変有益 2

ある程度 4

有益でない

(コメント)

- ・研修員が帰国してから多くの研究が開始され、講義リサーチともに改善された
- ・資金と機材は不足している
- ・技術的問題で製造コストが高い
- ・研修員は多くのものを学びかつ現在の仕事に活用している

2. タイにおける調査結果

(1) 援助窓口機関

<タイ首相府技術経済協力局 (DTEC) >

1) 本研修コースの国家政策からの評価

1997年から第8次国家経済社会開発5カ年政策がスタートするが、その中でも高度な知識を持った人材育成を重点課題としている。両コースはいずれも先進的なハイテク分野の知識を習得させるコースであり、非常に重要視している。

2) 人選について

両コースのGIがどこに送付されているか。

- ・有機ファインケミカルズ工学コース
科学技術環境省、工業省、保健省、タイ工業連合
- ・高分子材料工学コース
科学技術環境省、工業省、教育省、大学庁、タイ工業連合

GIを受け取った後のプロセス

1. DTECではJICAから送付されたGIを内容を検討した上でフェロシップ小委員会にどのような関係機関に送付するかを諮る。(このミーティングは2週間おきに行われる)
 - フェロシップ小委員会の構成
 - 国家社会経済開発局
 - 市民サービス局
 - 予算局
 - 外務省
 - DTEC
2. 関係機関にGI送付
3. 関係機関から候補者が上がった段階で提出された履歴書をもとにDTECが予備選考を行う
4. 予備選考通過者に対しDTECがさらに英語の試験を課す
5. 2名の候補者に絞る (通常異なる省庁から1名ずつ)
6. 候補者および所属機関にDTECの選考結果を伝え、同時にA2A3フォームをGIとともに送付

7. 候補者が記載した A2A3 フォームを DTEC に送付し、それを JICA に送る

以上の全体のプロセスに約 12～14 週間かかる

また受入回答の連絡を JICA から受けてから諸手続に 4 週間かかる

選考の際に考慮するポイント

- ・ GI (資格要件、目的、カリキュラム)
- ・ 現在の所属先に少なくとも 1 年の勤務経験があること
- ・ 過去に研修や奨学金での留学期間の有無 (外国での研修・留学後少なくとも 1 年経過、国内研修・留学から 6 か月が経過していること)
- ・ 現在他のコースに応募していないこと
- ・ 現在の仕事がコース内容に合致しているか
- ・ 職務経験
- ・ 将来の仕事にいかにかきかわられるか
- ・ DTEC が実施する英語の試験で 50% 以上得点すること

3) 帰国後の研修成果の確認

研修員には帰国後、関係機関経由でレポート提出を義務づけている。DTEC はこのレポートをもとに研修コース毎に分析を行い、次年度以降の選考などの参考としている。

4) 他機関主催の類似の研修について

スウェーデンが実施する化学工業の研修がある。ただしこれは 1 か月と期間が短く、また航空運賃を負担しなくてはならないという面があり、日本との技術水準と比べてみても JICA のコースの方が魅力あるものであると考える。

5) DTEC が帰国研修員に課しているレポートのひな型を入手したので添付する。

Report on Training, Study Visit, Meeting, Seminar Abroad

รายงานการไปฝึกอบรม ดูงาน ประชุม สัมมนา
ณ ต่างประเทศ

Submit to: Department of Technical and Economic Cooperation
เสนอต่อ กรมวิเทศสหการ
962 Krung Kasem Road, Pomprab
962 ถนนกรุงเกษม เขตป้อมปราบฯ
Bangkok 10100
กรุงเทพฯ 10100

Part I General Information

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

First Name Last Name Maiden Name
 ชื่อ นามสกุล นามสกุลเดิม
 Age Degree
 อายุ วุฒิ
 Position
 ตำแหน่ง
 Office
 สถานที่ทำงาน

Course/Curriculum (training, study visit, meeting, seminar)
 หลักสูตร (ฝึกอบรม ดูงาน ประชุม สัมมนา)

Supported by
 โดยทุน รัฐบาลญี่ปุ่น

Course/Curriculum Organizer: Japan, International Cooperation Agency (JICA)
 ผู้จัดหลักสูตร องค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของญี่ปุ่น (JICA)
 Country: Japan
 ประเทศ ญี่ปุ่น

Duration of training/study visit/meeting/seminar

ระยะเวลาฝึกอบรม/ดูงาน/ประชุม/สัมมนา

From ระหว่างวันที่	To ถึงวันที่	Total รวมทั้งสิ้น	Year(s) ปี	Month(s) เดือน	Day(s) วัน

Allowances received:

ค่าใช้จ่ายที่ได้รับ :-

Round-trip Air Fare [] Yes, in the amount of [] No

ค่าเครื่องบินไป-กลับ [] ได้รับ จำนวนเงิน [] ไม่ได้รับ

Living allowance (monthly)

ค่าเบี้ยเลี้ยง เดือนละ

Accommodation (monthly)

ค่าที่พัก เดือนละ

Out fit allowance in the amount of

ค่าเสื้อผ้า เดือนละ

Book allowance in the amount of

ค่าหนังสือ จำนวน

Shipping

ค่าขนส่ง จำนวน

Airport tax, in the amount of

ค่าธรรมเนียมสนามบิน จำนวน

Others

ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ

Part, II
ส่วนที่ 2

Report on the Course/Curriculum--training, study visit, meeting,
รายงานเกี่ยวกับหลักสูตรฝึกอบรม ศึกษาดูงาน ประชุม สัมมนา
(if there is any report, please attached)
(หากมีรายงานแยกเป็นต่างหาก โปรดแนบส่งไปด้วย)

Content of the course/curriculum

2.1 เนื้อหาของหลักสูตร

Do you think the course is beneficial to you Yes
2.2 ท่านคิดว่าหลักสูตรดังกล่าวเป็นประโยชน์ต่อ ตัวท่าน หรือไม่ เป็นประโยชน์
 No. Please give the reasons
 ไม่เป็นประโยชน์ เพราะ

Do you think the course is beneficial to your agency/organization
2.3 ท่านคิดว่าหลักสูตรดังกล่าวเป็นประโยชน์ต่อ หน่วยงาน ของท่านหรือไม่
 Yes No. Please give the reasons
 เป็นประโยชน์ ไม่เป็นประโยชน์ เพราะ

Do the content of the course met you or your agency/organization's objectives
2.4 เนื้อหาของหลักสูตร ตรง ไม่ตรง ตามความประสงค์ของท่านหรือหน่วยงาน
If not, please identify
ของท่าน หากไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ กรุณาระบุความเบี่ยงเบนของเนื้อหาหลักสูตรด้วย

Do you think that the course is necessary for your agency/organization in
2.6 ท่านคิดว่า หลักสูตรดังกล่าว มี ไม่มี ความจำเป็นสำหรับหน่วยงานของท่าน
the future. Please give the reasons.
ในอนาคต โปรดให้เหตุผลประกอบ

Other recommendations
2.6 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

Part III Limitations/problems/obstacles occurred during the training
ส่วนที่ 3 ข้อจำกัด ปัญหา อุปสรรคที่พบ

General conditions (eg. accommodation, expenditure, health, social factors)
3.1 ความเป็นอยู่ทั่วไป (เช่น ที่พัก ค่าใช้จ่าย สุขภาพ สังคม)

Limitations in course participation (eg. language, factor of participant,
3.2 ข้อจำกัดในการเข้าร่วมหลักสูตร (เช่น ภาษา องค์ประกอบของผู้เข้าร่วมหลักสูตร
academic/educational background)
พื้นความรู้)

Recommendations for improvement
3.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุง

Part IV Status/Duties, before and after the study/training
ส่วนที่ 4 สถานภาพ/หน้าที่การงาน ก่อนและหลังการรับทุน

Status before the study/training

4.1 สถานภาพก่อนรับทุน :

Position/Level

ตำแหน่ง/ระดับ

Office/Agency

หน่วยงาน

Duties and Responsibilities

หน้าที่ความรับผิดชอบ

Status after the study/training

4.2 สถานภาพหลังการรับทุน :

Position/Level

ตำแหน่ง/ระดับ

Office/Agency

หน่วยงาน

Duties and responsibilities

หน้าที่ความรับผิดชอบ

(2) 帰国研修員面談での調査結果（高分子材料工学コース）

タイでは窓口機関および帰国研修員が在籍する5つの機関を訪問した。5つの機関のうち1機関だけが、民間企業で後は公的機関である。高分子材料工学コースの帰国研修員の内、在タイでない1名を除き7名全員に面談することができた。5機関の内、帰国研修員の在籍している4機関について調査結果を述べる。

① Textile Industry Division, Department of Industrial Promotion, Ministry of Industry

工業省に属している繊維工業の指導育成機関として1972年に設立された。各種の繊維関連の試験機器を備えており民間企業に対するサービス業務を行っている。建物内には各種物性試験機がそろっており、それぞれの分野の専門家が業務をこなしており、女性の研究員の姿が多く、女性の管理職も多数在職しているとのことだった。ここでは、本コースの帰国研修員1名に面談することができた。彼女の仕事は化学繊維、特にポリエステルやナイロンのヤーンの物性の測定を行い、品質管理の基礎データの蓄積などであり、本コースで学んだ基礎的な試験分析手法は仕事を進めていく上に、役立っているとのことであった。タイでは化学原材料の自国生産はまだまだこれからであり、ナイロンの原料のカプロラクタムも輸入に頼っている状態であった。非常にレベルの高い試験機とそれを扱う研究員が多数働いているのに対し、生産に直結する基盤技術については発展途上にあるようだった。本コースについては、試験分析技術について実際的な技術習得にあてる時間をもう少し長くとっていただきたいかったとの注文が寄せられた。



Textile Industry Division

② Department of Science Service, Ministry of Science Technology and Energy

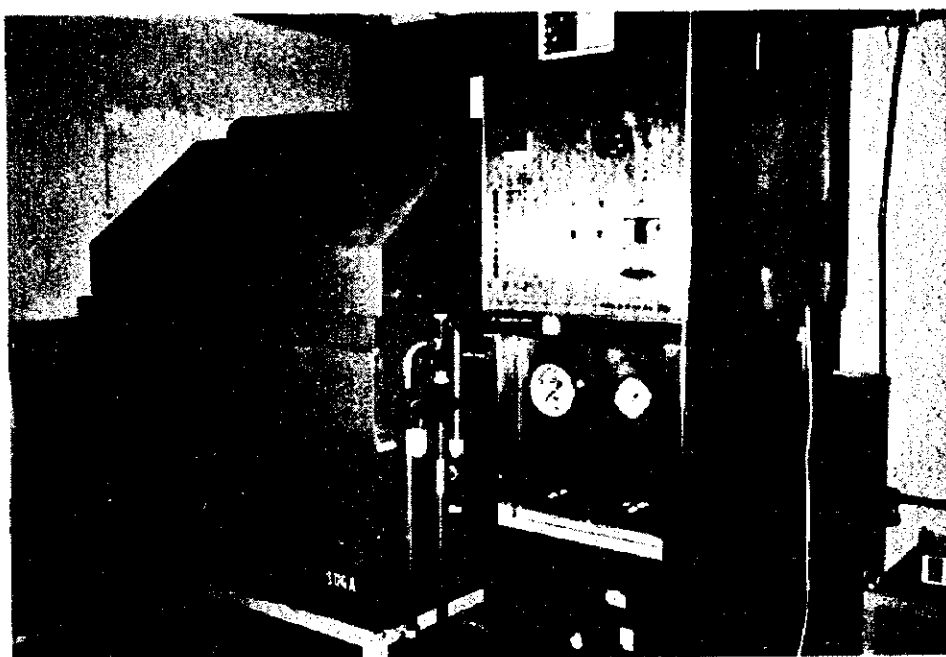
科学技術エネルギー省に属している7つの機関の内のひとつである。1891年にその原形ができ、1979年に現在の形となった。科学技術（化学、物理、生物）に関するサービスを行う政府機関であり、研究開発から、試験分析まで行っている。ここには当コースの帰国研修員が2名在籍しており、面談することができた。2名とも分析関係の仕事に従事しており、当コースで学んだことは、分析機器を取り扱う上で大いに役立っているとのことであった。所内を見学したところ、分析機器についてはガスクロマトグラフ、液体クロマトグラフ、ゲルパーミエーションクロマトグラフなどの分離分析機器を始め、GC-MS、FTIR、熱分析装置など、最新のものがそろっているのには驚かされた。そのほとんどが、ドイツ製、アメリカ製であり残念ながら日本製は少なかった。帰国研修員の希望としては、ハイレベルな分析機器をさらに実際的に使いこなせるような研修コースがあれば参加したいとのことであったが、JICAの研修コースとしては設定されておらず、民間企業のリサーチセンターでの研修が考えられるが、その場合は自己負担ということになると返答した。それでは、当コースのような基礎的なコースは不必要なのかとの問いには、そうではなく、基礎を終えてから、さらにアドバンスドコースのようなものがあれば、参加したいとのことで、当コースの存在意義は大きいものがあるとの返答であった。



Department of Science Service

③ Thailand Institute of Scientific and Technological Research, Ministry of Science, Technology and Environment

科学技術環境省に属する非営利的な公設試験研究機関であり、1963年に設立され、1979年より現在の形となっている。科学技術に関する研究開発および民間への技術指導、技術移転、試験分析サービスの他に研究者の訓練も行っている。ここには2名の帰国研修員が在籍しており、面談することができた。この研究所は日本における公設試験研究機関と同様の業務を行っており、我々の研究所における研修コースは、公設試験研究機関のあり方を学ぶ上で大いに役立ったとの帰国研修員の意見であった。また、人材の養成が一番問題であり、いかにすぐれた技術者を養成するかに苦慮しているとのことであった。予算は少ないが、いろいろな試験分析を行っており、業界の指導的役割を果たしている。研修で学んだことは、直接的、間接的にとても役立っている。願わくば、研修員それぞれのニーズに併せて個別研修を充実して欲しいとのこと。帰国研修員の案内で、所内を見学したが、ここではJICA供与の各種試験機器（環境試験機器、IR、熱分析装置など）がたくさんあり、しかも活用されていたことに感銘を受けた。



JICA 供与の機材 (TISTR)

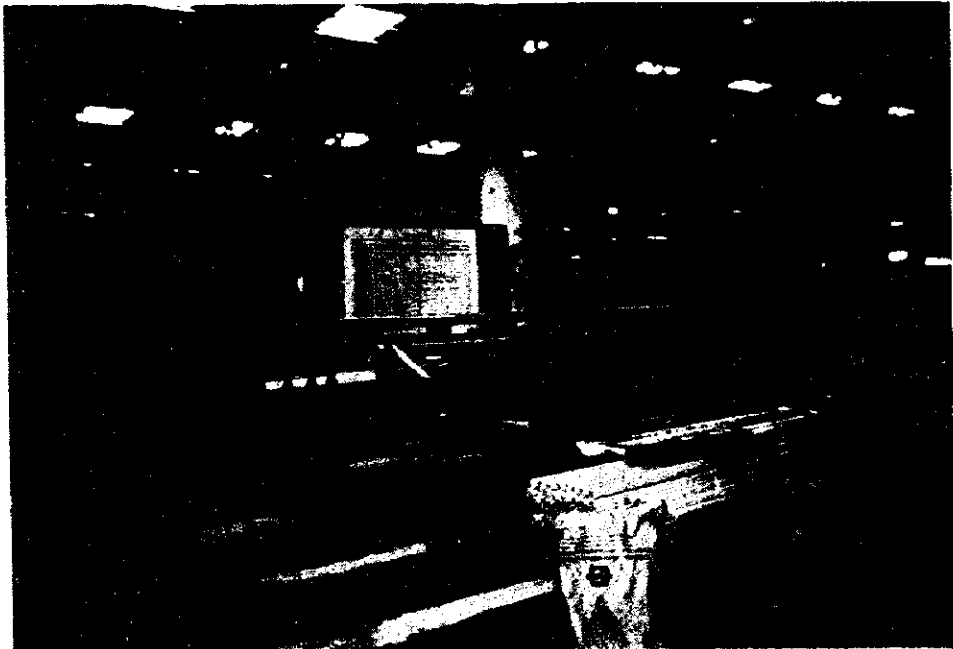
④ The Siam Pipe Industry Co., Ltd.

1961年に Siam Cement Group の一員として Siam Fibre Cement CO., Ltd. が設立され、アスベストセメントパイプの製造を行っていた。1970年になってPVCパイプの製造を行うにあたり、現在の社名となった。タイで訪問した唯一の民間企業であり、帰国研修員が1名在籍していることから、民間企業の状態を知る良い機会であった。この会社はタイにおける水道用のPVCパイプ、パイプファイティング、PEパイプの有力な製造メーカーであり、この業界の2位のシェア(30%)を持っている。PVCパイプの生産量は年間73,000トンに達しており、押出成形法で生産している。他には

射出成形法で各種のフィティングやトイレ設備を生産しており、プラント面積は21,000 m²に達している。帰国研修員と面談したところ、彼は、現在、ドアパネルの異形押出品の製造を手がけており、一貫して技術畑におり、研修で、学んだ基礎的なこと、及び工場見学は、幅広い視野を持つのに役立ったとのことであった。人材の養成という意味で当研修コースは非常に有意義であるといえよう。その後、工場見学を行ったが、整然とした工場で、生産管理が行き届いているとの印象を受けた。押出成形機はほとんどがドイツ製で、射出成形機の一部が日本製であった。原料のPVCやPEは半分以上が自国製であるとのことで、技術レベルの高さとあいまって、十分な競争力を持つ企業であるとの印象をもった。



Siam Pipe Industry で帰国研修員と



工場内

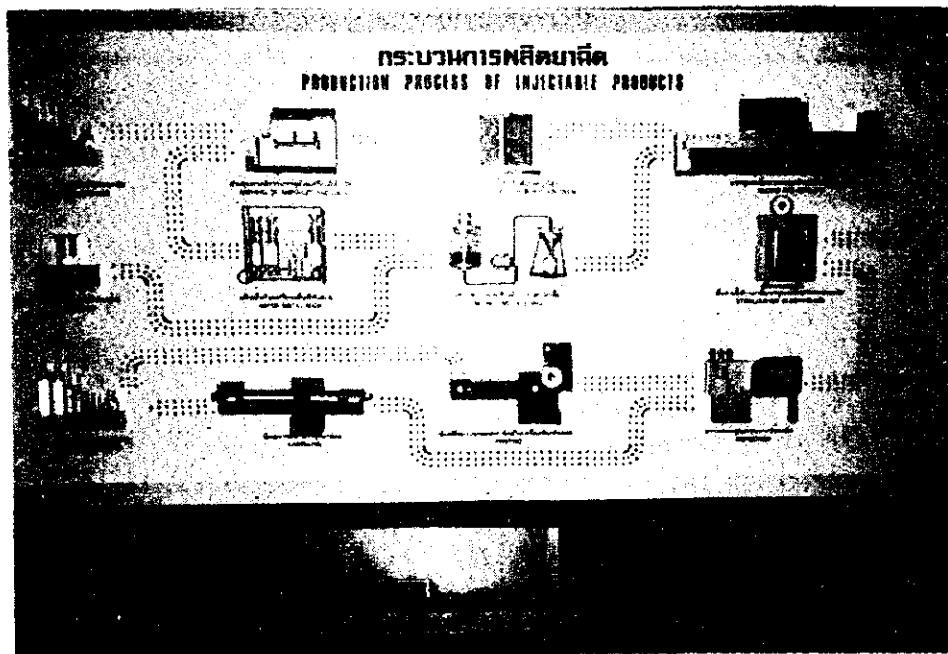
(3) 帰国研修員面談での調査結果 (有機ファインケミカルズ工学コース)

① The Government Pharmaceutical Organization (GPO)

タイ厚生省の下に1966年に創立された国営企業で、現在1900名の従業員を有しており、高品質の製品を適正価格で供給することと国内の薬の供給不足を防ぐことを主目的としている。タイ国内では59%の市場占有率を持っており、昨年実績で約24億バーツの売り上げがあった。また、ベトナム、カンボジア、ラオス、マレーシアなどに輸出も行っている。このGPOには、R&D Instituteがあって、そこで研究されているバイオテクノロジーを応用した細胞培養、細胞融合により生薬成分を含む植物を生産して、それらから有効成分を抽出することで各種の薬品を製造している。特に、ハーブなどの香辛料系の植物やその他有効薬物を生産する菌体については、外国企業とも取引があるようで重要な製品であるとのことである。さらに、これらの生薬成分を含む薬品、化粧品、健康食品なども製造していて、それら製品はバンコク市内でもかなり出回っているようであった。このR&D Instituteは、かなり重要な施設であるらしく他の建物に比べ、その警備はかなり厳重であるとの印象を受けた。

製造工程の見学では、帰国研修員が担当している点滴用薬剤、ペニシリンの製造工程を見せてもらった。全体的に、水蒸気蒸留、抽出などの精製工程と精製品の混合が中心であった。その理由としては、少量多品種生産なので原料からの一貫生産はコスト的に無理であるとの答えであった。原料は、主として中国、イタリアなどから輸入しているが、輸入原料のロットごとの純度のバラツキが多いのが問題であり、分析には多大な労力を使っているらしい。将来的には、原料合成からの一貫生産を目指したいそうであるが、現在のところアスピリン製造に関する研究が始まったばかりということである。

現在GPOには、1名が民間企業に転職していったが、下記の有機ファインケミカルズ工学コースの帰国研修員が3名在籍しており、全員と面接することができた。



G P O

帰国研修員

- 1990年 スーントン (Soontorn Vorakul)
- 1993年 カウイイ (Kavee Chanprapaph)
- 1995年 ムクダワン (Mukudavan Prakobvaitayakit)

全員が、見学させてもらった工程の管理職であり、品質管理やマネジメントの仕事が中心である。したがって、日本での研修では機器分析の最新情報や合成実験、工業薬品原料の工場見学が今の仕事に大変役立っているとのことである。実際、日本で研修した分析機器が導入されたこともあり、その場合分析センターの責任者や部下に装置の用途や性能について尋ねなくても、前もって知識があるので現場で活用できるという有利性があるらしい。

タイには、中国の漢方薬とはまた違った独自の生薬に関する知識が古くからあって、製薬関係の研究や製造は比較的進んでいるようである。しかしながら、原料からの合成による製造に関しては、他の企業でもそうであるらしいが、ほとんど無いようである。

② Textile Industry Division, Department of Industrial Promotion

国内の繊維産業の援助を目的として1972年に創設された。技術者の訓練、技術や経営のコンサルタント業務、品質試験サービス、情報サービスなどを行っている。

タイでは、繊維製品に重要な染料なども全て輸入品で、その主な輸入先は日本とドイツであり、染色助剤などは外国資本との合弁企業から供給されている。繊維原料についても同様で、カプロラクタム、ジアミン、アジピン酸などナイロン原料やポリエステル原料も日本やサウジアラビアからの輸入品でまかなっている。タイ国内では、これらの分野の原料製造プラントとしては、天然ガスを利用した二塩化エチレン、エチレングリコールのプラントが一つだけあるとのことである。

ここには、高分子工学コースの帰国研修員1名と下記の有機ファインケミカルズ工学コースの帰国研修員2名とが在籍しており、全員と面接して、その内2名の職場を見学させてもらうことができた。

帰国研修員

- 1989年 ナルモン (Narumol Sirisongthum)
- 1992年 ピッサマイ (Pissamai Likitbanakorn)

帰国研修員の仕事は、繊維や染料などの原料の分析や性能評価が主体で、責任者として活躍しているとの印象であった。日本での研修は、ほとんど全ての内容が現在の仕事にとって有用であり、特に有機ファインケミカルズ工学コースでの機器分析で経験したガスクロマトグラフィー、液体クロマトグラフィーなどの分離分析手法は、現在タイ国

内で問題になっている発癌性のアゾ染料の分析に有効である。また、最近環境問題の解決が大きな社会要請であり、その点有機ファインケミカルズ工学コースには廃水処理の講義と実習があり、また工場見学での廃水処理施設見学も有用であったという評価である。希望としては、それらにかかる時間がもっと長く設定されていれば、より良かったとの意見であった。

③ Department of Science Service

国内の企業や他の政府機関に対して各種の科学技術に関する技術情報の提供を業務としている。7部門から成り、化学、物理、生物などの分野で主に分析に関する情報提供、試験分析や技術者の訓練を行っている。

ここには、高分子工学コースの帰国研修員2名と下記の有機ファインケミカルズ工学コースの帰国研修員1名とが在籍しており、全員と面接した後、分析化学関係の研究室を見学させてもらうことができた。

帰国研修員

1994年 スティー (Suthiweth T. Saengchantara)

帰国研修員の日本での研修は、ほとんど全て彼の現在の仕事に応用できるもので、極めて有用であったとの答えである。研究室には、ガスクロマトグラフィー、液体クロマトグラフィー、熱量分析計、NMR、FT-IRなど分析装置が完備されていて日本の研究施設と変わらない装備であった。仕事としては、化学製品、一般家庭用品、天然原料などの試験分析を行っている。独自の研究としては、タイ特産の農産物や天然物産を利用して、それらに含まれる有用物質を分離分析し、物性評価をすることで新しい製品に結び付けられないかということ进行研究しているそうである。

JICA 帰国研修員との面接

タイからの研修員はエリートであり、経験はともかく学識や語学力は相当高いレベルにある。日本での研修は良い経験であるが、より専門的に進んだコースや情報を得る手段の開設を望む声が多かった。また、国策の違いのせいも、中国より分析化学に関する知識や技術を非常に重要視していることが解かった。

その理由としては、中国が何でも国産化にこだわるのに対して、タイでは付加価値の低い原料中間体は輸入でまかない、付加価値の高い製品を造っていく傾向にあるためと考えられる。タイは、その工業化の速度や技術、教育の進展があまり急であったため、最新の技術や商品にばかり注目が集まり、それを支える原材料の製造技術にはあまり関心が無いように思われるのが印象的であった。

(4) 帰国研修員および所属先の評価

研修員に対する質問票の集計

<高分子材料工学コース(タイ)>

回答 5名

「研修で得た技術などを所属先で適用する上で障害となる点は何か？」

機器・機材の不足	2
技術文献の不足	3
資金の不足	3
設備の不備	3
外国専門家の不在	2
頭脳流出	1
経済状況	1
管理運営上の問題	1
指導者の不在	1

「現在の仕事に研修で得た知識や技術は役立っているか？」

全て	
大部分	3
ある程度	1
少し	1
役立たない	

「研修に参加して有益だったと思える点は何か？」

職業意識	1
国際交流	1
仕事の内容	2
専門性深めた	2
昇進・昇給	2

「研修内容で特に良かった点は何か？」

・工場見学	1
・実習	1
・排水処理	1

「コース改善への提言はあるか？」

- ・高分子材料のより先端の材料、応用、処理の講義の追加
- ・個別研修
- ・工場見学の延長

所属先に対する質問票の集計

高分子材料工学コース（タイ）

回答 3カ所

「研修候補者を選考する上で試験を課しているか？」

学歴・経験・英語力の3項目で判断している 1

「本研修コースは所属先にとって有益なものか？」

大変有益 3

ある程度

有益でない

「研修コースへの参加と帰国研修員の人事評価に関係はあるか？」

大いにある

ある程度 2

なし 1

「貴機関での直面している問題点は何か？」

・予算不足 1

・人材不足 2

・機器・機材の不足 1

(4) 帰国研修員および所属先の評価

研修員に対する質問票の集計

<有機ファインケミカルズ工学コース (タイ) >

回答 6名

「研修で得た技術を所属先で適用する上で障害となる点は何か？」

機器・機材の不足	4
技術文献の不足	2
資金の不足	2
設備の不備	3
頭脳流出	4
外国人専門家の不在	3
適当な研修がない	1
指導者の不在	3

「現在の仕事に研修で得た知識や技術は役立っているか？」

全て	
大部分	2
ある程度	4
少し	
役立たない	1

「研修に参加して有益だったと思える点は何か？」

職業意識	6
国際交流	4
昇進・昇給	3
専門性深めた	4
仕事の内容	3

「研修内容で特に良かった点は何か？」

・個別研修	1
・実習、見学	2
・界面活性剤	1

「コース改善への提言はあるか？」

・個別研修の延長	3
・工場見学の延長	2
・環境保護や公害防止技術について追加	2

所属先に対する質問票の集計

<有機ファインケミカルズ工学コース（タイ）>

回答3カ所

「研修候補者を選考する上で試験を課しているか？」

学歴・経歴・英語力の3項目で判断している 1

英語の試験を行っている 1

「研修成果を普及する仕組みはあるか？」

ある セミナー 1

レポート提出 1

「本研修コースは所属先にとって有益なものか？」

大変有益 2

ある程度 1

有益でない

「研修コースへの参加と帰国研修員の人事評価に関係はあるか？」

大いにある

ある程度 3

なし

「貴機関での直面している問題点は何か？」

・頭脳流出 1

・人材不足 1

・機器・機材の不足 1

IV. 公開セミナーの概要

1. 実施状況

1) スケジュール

中国およびタイともにおおむね以下のスケジュールにて実施した。

- | | |
|--------|---|
| 10分 | 開会のあいさつ（政府関係者またはJICA事務所代表） |
| 10分 | JICAの研修事業と大阪国際センター（棚田） |
| 1時間15分 | エポキシ樹脂の最新の技術動向（長谷川） |
| 1時間15分 | 界面活性剤と界面科学からみた有機ファインケミカルズの最近の研究動向
(山村) |
| 20分 | 質疑応答 |
| 10分 | 閉会のあいさつ（森川） |

2) セミナー参加者

中国：50名

タイ：41名

中国では配付した質問表に5段階評価で期待に沿った内容であったかをたずねたところ、平均値で見ると3.7で「ある程度」から「ほぼ期待どおり」との評価を得た。

またセミナーで得た知識は現在の仕事に適用可能かどうかの問いにはこれも5段階評価で3.1であり「ある程度適用可能」という評価を得た。

タイではまず期待に合致したものであったかの問いに対して平均3.9で「ほぼ期待どおり」との評価を得た。またセミナーで得た知識の仕事への適用については3.1で「ある程度適用可能」との評価であった。



中国での公開セミナー



タイでの公開セミナー

2. 講義内容

(1) 高分子材料工学

エポキシ樹脂の最新の技術動向

大阪市立工業研究所 プラスチック課
研究主任 工博 長谷川喜一

1. はじめに

エポキシ樹脂は接着剤、塗料、電気・電子材料、高強度複合材料、土木・建築材料などに幅広い用途をもち、この10年間で最も需要が増大したプラスチックのひとつである。実用化されてすでに約50年の歴史をもつが、現在でもなお、用途の多様化に伴い、より高度な性能を付加させることが要求されている。特に、ここ10年間の電気・電子材料分野を中心とした需要の拡大にはめざましいものがあり、それに伴う技術の進歩はとどまることを知らないかのごとくである。なかでも電気・電子材料分野、先進複合材料分野においては、耐熱性、強靱性、耐湿性などの性能向上の要求が強く、数多くの研究がなされており大きな成果があげられている。特に、最近では個々の性能の向上はもとより、それらのバランスの良さが大きく求められてきている。こうした要求に応えるためには、エポキシ樹脂の骨格構造と物性との関係について基礎的データの蓄積をはかるとともに、新規なエポキシ樹脂の開発が必要である。本講では、近年、著しい進歩をとげている半導体封止用エポキシ樹脂および土木・建築用材料の動向に関連づけて、筆者が行ってきた研究を紹介する。

2. 日本における需要動向

エポキシ樹脂の生産量はここ数年16万トン強となっており量的成長がなく停滞しているが、1994年下半期より上昇傾向に転じ、1995年においては、対前年比で7%の伸びとなっている。これは電子用途が堅調であったことと、阪神大震災に起因する土木・建築・接着用途の特需が発生したためである。用途別のエポキシ樹脂実績と長期需要推定を表に示した。輸出を除く需要構成は塗料用途が35%、電気用途が39%、残りが土木・接着・その他用途となっている。また、今後の需要予測は横ばいであるとみなされている。

3 エポキシ樹脂の技術開発動向

3. 1 半導体封止用エポキシ樹脂

電卓、テープレコーダ、VTR、ビデオカメラ、携帯電話、パソコンなどの各種電子機器の軽薄短小化の流れの中で、半導体チップの高集積化・大型化、パッケージの小型化・薄肉化の傾向は急速に進んでいる。半導体の樹脂封止は当初注型法で始まったが、その後生産性や信頼性に優れるトランスファ成形法による封止が主流となっている。封止材としてはo-クレゾールノボラック型エポキシ樹脂/フェノールノボラック硬化系に充填材としてシリカを約70重量部添加した材料が基本となっているが、前述の傾向に加えて、表面実装方式の導入により、耐ハンダクラック性が重要視され、その結果、さらなる高耐熱化、強靱化、低応力化、低吸湿化が要求されてきている。

3. 2 土木・建築用エポキシ樹脂

コンクリート建造物の補修材、橋梁の目止め、舗装材、床材などの用途があり、低粘度化、速硬化性などが要求されている。

4. エポキシ樹脂の構造と物性

4. 1 ノボラック型エポキシ樹脂の構造と物性^{1,2)}

ノボラック型エポキシ樹脂の物性は原料であるノボラックの構造に大きく左右されるため、要求性能にあうエポキシ樹脂を開発するためにはノボラックの構造と物性との関係を明確にしておく必要がある。筆者らは構造の明確なノボラックを合成し、その構造と物性との関係を系統的に検討した。その結論として、硬化物の耐熱性を向上させるには1) 官能基数を増やす、2) メチレン結合のp-/o-比を大きくし主鎖を直鎖状に近づける、3) 対称性の良い骨格構造にすることが有効であることを見出した。これらのことを考慮にいれて分子設計した対称性をもつ6核体ノボラックを原料としたエポキシ樹脂は、通常のノボラック型エポキシ樹脂よりも耐熱性に優れた硬化物を与えた(スキーム1, 表1, 図1)。

4. 2 ヒドロキシメチル基をもつエポキシ樹脂の構造と物性³⁾

筆者らは末端にヒドロキシメチル基をもつ分子量分布の異なるノボラック型エポキシ樹脂について、その硬化挙動と硬化物物性を検討した。その結果、ヒドロキシメチル基はアミン硬化系において、硬化速度を速くする触媒作用をもつこと、また200℃以上で縮合反応をおこし、橋かけ密度がさらに大きくなり耐熱性が向上することを見出した(表2, 表3, 表4, 表5)。

4. 3 橋かけ密度と物性との関係⁴⁾

ノボラック型エポキシ樹脂の硬化物物性に及ぼす橋かけ密度の影響を、硬化促進剤の種類とエポキシ樹脂の分子量を変えることにより詳細に検討した報告がある。橋かけ密度が大きくなるほど、ガラス転移点は高くなるが、線膨張係数はガラス領域(常温からガラス転移温度までの領域)で大きくなり、また、吸水率も大きくなる結果を得ている(表6)。この理由としてガラス領域における自由体積が、橋かけ密度が大きい系ほど大きくなるからだとしている(図2)。これらの結果は、耐熱性を向上させるために橋かけ密度を大きくすると、低応力化、低吸湿化が達成されず、耐はんだクラック性が逆に低下することを意味する。現在、橋かけ密度が小さい割に耐熱性がある程度良く、また、低粘度で充填材を高充填でき線膨張係数を小さくすることの可能なエポキシ樹脂が開発され用いられつつある。その1例のビフェニル型エポキシ樹脂の構造式を示した(図3)。

5. アクリレート変性エポキシ樹脂⁵⁾

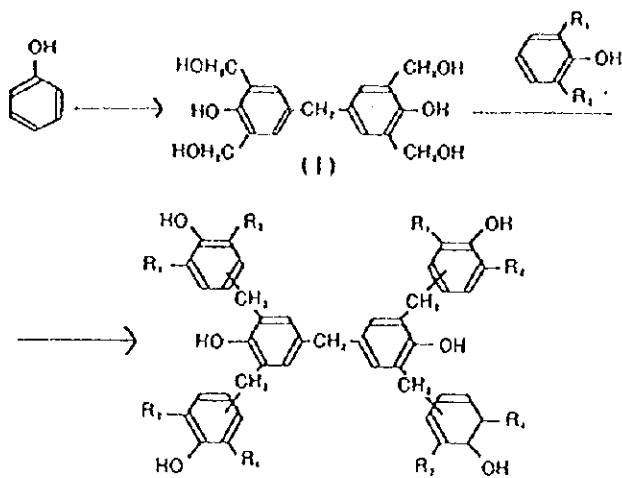
本樹脂は、アクリレート/エポキシ樹脂/ポリアミンの3成分系を主体とするものであり、その最も顕著な特長は、アクリレート/アミンのマイケル付加反応の反応熱利用による低温速硬化性と、低粘度多官能アクリレートの採用による系の低粘度化および耐熱性の向上である。アクリレートの種類、ポリアミンの種類を変化させることにより多種多様の物性を発現させることも可能であり、幅広い用途が期待できる。特に、耐熱性、耐衝撃性の良さと低粘度、速硬化による作業性の良さとから、土木建築

分野が最も需要開発が進んでいる。具体的には、樹脂モルタル床や塗り床等の床材料用途、PC床板／鋼桁の接着、間隙充填等の用途、ケミカルアンカー用途、床や歩道、壁等の各種補修材料用途、各種建材用無機フィラーバインダー用途等を挙げることができる。

研究結果の1例を記述する。エポキシ樹脂(DGEBA)と多官能アクリレート(TMP3A)の構造式を図4に示した。これらの混合系の組成と粘度の関係を図5に示した。通常、低粘度タイプのエポキシ樹脂としては常温で1000CPS以下であれば十分とされているので、DGEBA/TMP3A=60/40系以上にTMP3Aの配合量が多ければ、低粘度化が達成できると結論できる。ポリアミンとしては、エチレンジアミン(EDA)、トリエチレンテトラミン(TETA)、1,2-ジアミノプロパン(1,2-DAP)、1,3-ジアミノプロパン(1,3-DAP)および1,4-ジアミノブタン(1,4-DAB)を用いた。DGEBA/TMP3A=60/40系にこれらのポリアミンを加えた時の硬化発熱曲線を図6に示した。また、組成とゲル化時間との関係を図7に、硬化物のガラス転移温度(Tg)との関係を図8に示した。ポリアミンの種類により、硬化発熱挙動が異なること、TMP3Aが40%以上でゲル化時間が著しく短縮されること、TgはTMP3Aの配合量が増えるに従って低下することがわかる。これらの結果をふまえて、アクリレート変性エポキシ樹脂は配合組成を変えることにより種々の土木・建築用途に応用されている。

文 献

- 1)長谷川喜一, 大阪市立工業研究所報告, 89 (1990)
- 2)長谷川喜一, 日本接着学会誌, 29, 75 (1993)
- 3)K. Ohtsuka, K. Hasegawa, A. Fukuda, K. Uede, J. Appl. Polym. Sci., 44, 1543 (1992)
- 4)M. Ogata, N. Kinjo, T. Kawata, J. Appl. Polym. Sci., 48, 583 (1993)
- 5)長谷川喜一, 福田明德, 上出一男, 科学と工業, 65, 351 (1991)



Scheme 1

(II) $R_1, -H, R_2, -H$
 (III) $R_1, -H, R_2, -CH_3$
 (IV) $R_1, -CH_3, R_2, -CH_3$

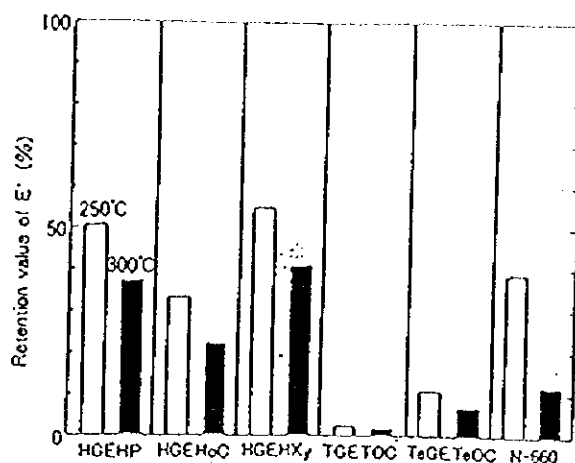


Fig. 1 Retention values of E' of cured epoxy resins at 250°C and 300°C (100 % at 20°C)

Table 1 Properties of epoxy compounds

Structure	R ₁	R ₂	Symbol	Epoxy equivalent	mp (°C)
	H	H	HGEHP	178 (160) ^a	50-53
	H	CH ₃	HGEHoC	187 (170) ^a	49-50
	CH ₃	CH ₃	HGEHXy	191 (179) ^a	60-62

^a theoretical value

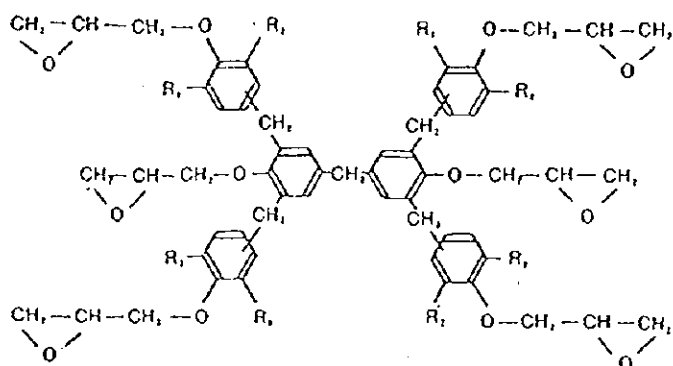


Table 2 Structures of Epoxy Resins

Symbol	Structure
EOCDA-1	
EOCDA-2-6	
EOCN-1-2	

Table 3 Properties of Epoxy Resins

Symbol	\bar{M}_n	\bar{M}_w (of novolac) ^a	\bar{M}_w/\bar{M}_n	$\frac{-\text{CH}_2\text{OH}^b}{-\text{CH}_2}$	Epoxy eq.	T_g (°C)
EOCDA-1		$M_w = 228$		0.97	218	-3.2
EOCDA-2	380	450	1.18	0.36	236	5.8
EOCDA-3	470	560	1.19	0.27	228	18.0
EOCDA-4	520	640	1.23	0.26	221	20.0
EOCDA-5	540	700	1.30	0.18	212	20.5
EOCDA-6	650	820	1.26	0.15	209	22.8
EOCN-1	350	460	1.31	—	188	-5.5
EOCN-2	540	750	1.39	—	191	16.4

^a By GPC.

^b By ¹H-NMR.

^c By DSC.

Table 4 Curing Behavior of Epoxy Resins with a Hardener^a

Symbol	Onset Temp. (°C)	Peak Temp. (°C)	$k \times 10^3$ ^b (sec ⁻¹)	E_a (kcal/mol)
EOCDA-1	19.0	120.0	3.13	13.5
EOCDA-2	31.0	126.5	2.05	13.9
EOCDA-3	48.5	132.0	1.81	15.2
EOCDA-4	51.0	134.5	1.31	15.2
EOCDA-5	52.0	145.5	1.30	15.0
EOCDA-6	65.0	143.5	0.746	18.4
EOCN-1	94.5	169.0	0.0540	23.8
EOCN-2	98.5	170.5	0.0536	23.2

^a By DSC.

^b At 100°C.

Table 5 Viscoelastic Parameters of Cured Epoxy Resins^a

Symbol	T_g (°C)	At 30°C	E' (dyn/cm ²) at 200°C	At 250°C
EOCDA-1	>300 (198 ^b)	2.22×10^{10}	1.41×10^{10}	1.24×10^{10}
EOCDA-2	285 (228 ^b)	2.22×10^{10}	1.79×10^{10}	1.33×10^{10}
EOCDA-3	285 (212 ^b)	2.21×10^{10}	1.79×10^{10}	1.28×10^{10}
EOCDA-4	>300 (229 ^b)	2.21×10^{10}	1.40×10^{10}	1.17×10^{10}
EOCDA-5	>300 (226 ^b)	2.06×10^{10}	1.26×10^{10}	9.55×10^9
EOCDA-6	>300 (245 ^b)	2.29×10^{10}	1.70×10^{10}	1.44×10^{10}
EOCN-1	230 (219 ^b)	2.13×10^{10}	1.02×10^{10}	1.15×10^9
EOCN-2	289 (260 ^b)	2.27×10^{10}	1.37×10^{10}	9.12×10^9

^a EOCDA, EOCN/DGEBA = 80/20. Cure condition: 100°C/2 h + 120°C/1 h + 140°C/1 h + 160°C/1 h + 180°C/1 h + 200°C/1 h + 220°C/1 h + 240°C/1 h.

^b Cured at 100°C/2 h.

Table 6 Effects of Crosslinking on Physical Properties of Cured Epoxy Resins

Property	Trend*
Crosslinking density	/
Glass transition temperature	/
Relaxation time	/
Coefficient of linear thermal expansion	
Rubbery region	\
Glassy region	/
Elasticity	
Rubbery region	/
Glassy region	\
Specific volume	
Rubbery region	\
Glassy region	/
Water absorption	
Glassy region	/
Diffusion of water	
Glassy region	/
Permeation of water	
Glassy region	/

* Arrow directions indicates tendency of the increase/decrease.

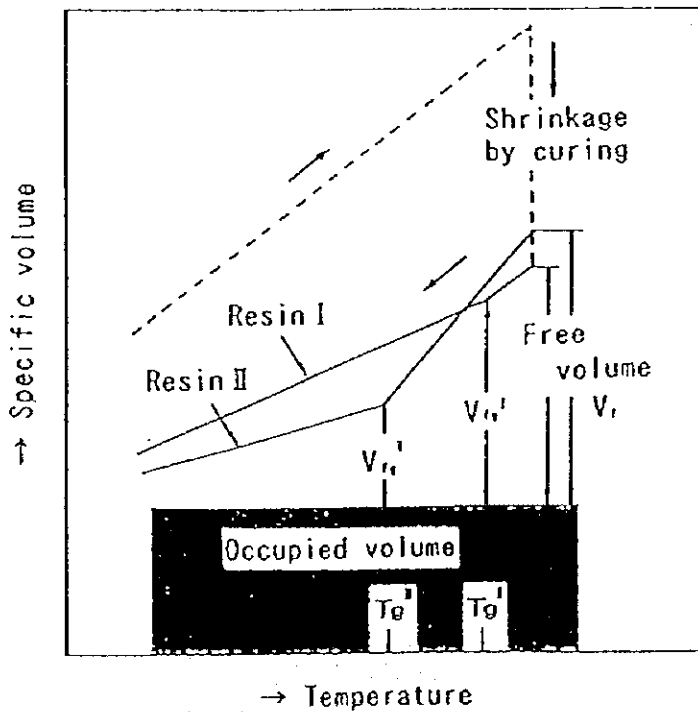


Fig.2 Schematic representation of specific volume change of epoxy resins during the curing schedule.

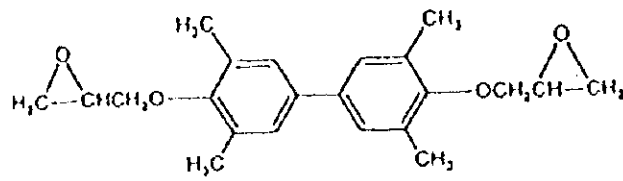
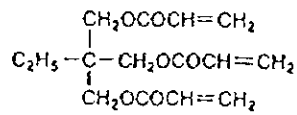
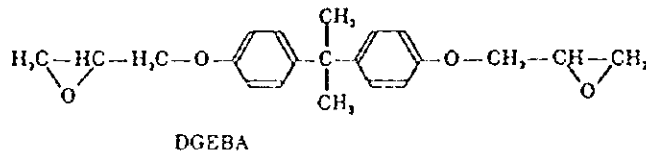


Fig.3 Structure of biphenyl-type epoxy resin



TMP3A

Fig.4 Structures of DGEBA and TMP3A

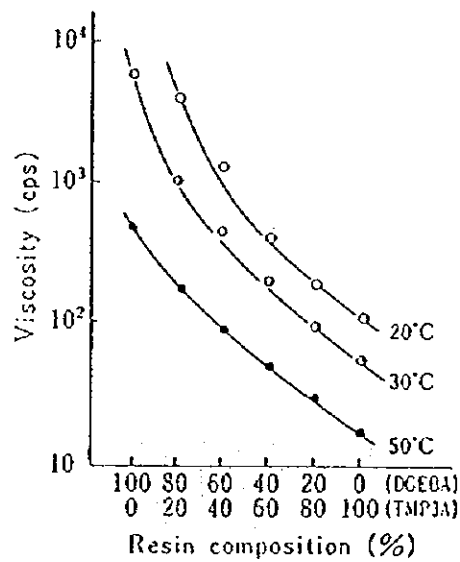


Fig.5 Effect of resin composition on viscosity of DGEBA/TMP 3 A system at various temperatures

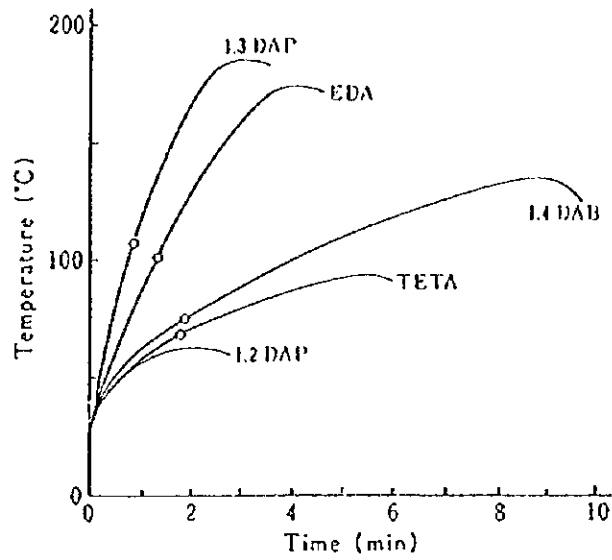


Fig.6 Exothermic curve of [DGEBA/TMP 3 A (= 60 / 40)] /amine system ; o , gel point

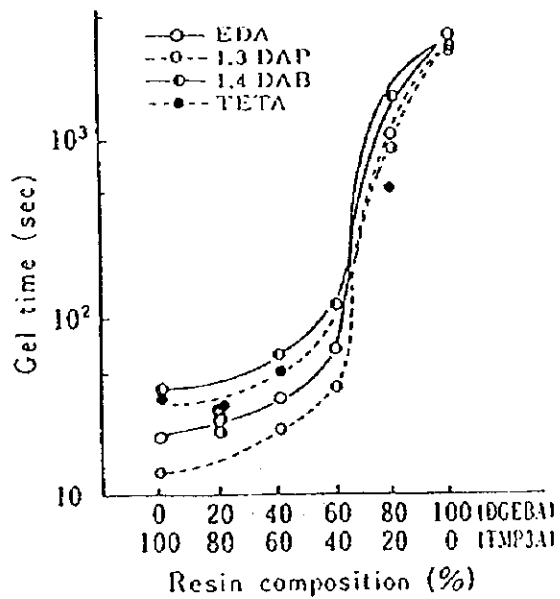


Fig.7 Effect of resin composition on gel time

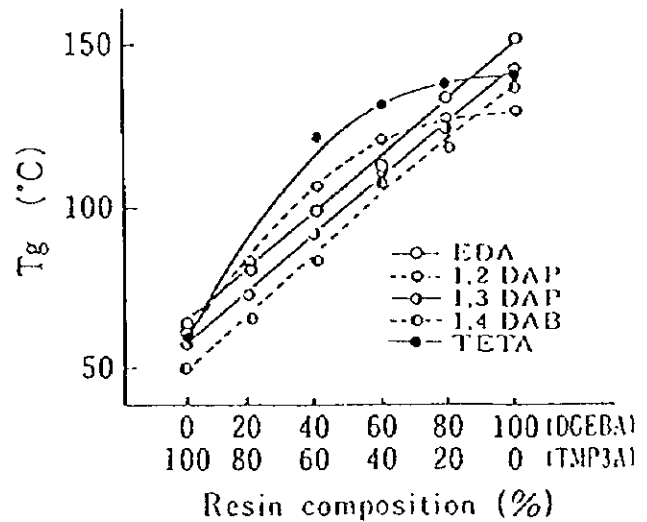


Fig.8 Effect of resin composition on T_g of cured resin

(2) 有機ファインケミカルズ工学

「界面活性剤と界面科学からみた有機ファインケミカルズの最近の研究動向」

("Recent study on organic fine chemicals from the viewpoint of surfactant and interface science")

大阪市立工業研究所

山村伸吾

(Osaka Municipal Technical Research Institute, Yamamura, Shingo)

1 はじめに

ファインケミカルズは一般に高機能で付加価値の高い化学品として認識されているが、ファインケミカルズと言っても、その種類は多種多様であり、また工業的な用途から家庭用品に至るまで、それらの応用分野もきわめて幅広い分野にわたっており、従ってその機能も様々なものがある。このように様々な機能を有し、広範囲の分野にわたって利用されているファインケミカルズの最近の研究開発動向を全般にわたって紹介することは、演者にとってはあまりにも膨大で手に余ることである。

そこで、ここでは界面活性剤やその機能を利用した家庭用、工業用化学製品に関して、最近の界面活性剤の利用のされ方や界面活性剤に求められる機能の変化についての話題を紹介するとともに、演者らが開発してきた新しい界面活性剤の機能と応用について解説してみたい。

様々な消費財の種類や機能は、その時代その時代の社会の要請や消費者の嗜好や価値観により大きく変化するものである。すなわち、その国や社会全体が高度成長期のような大きく発展しようとする時の場合は、消費者も高級品や贅沢品を求めため、その希望に沿った製品開発がなされ、日用品の様なものでも高機能で高付加価値の商品が売れる商品として多く市場に出回る。しかしながら、ある程度成長が安定した社会や不況の時代にあっては、高級品や贅沢品は影をひそめ、実利的なものや本当に必要なものだけが求められる。

また、最近のような社会問題としてゴミの問題、人口問題、地球温暖化、フロンによるオゾン層の破壊などの地球的規模での環境問題が、一般消費者とっても身近な問題として認識される時代では、低価格、シンプル化、リサイクル、省資源、地球にやさしいなどのキーワードが商品宣伝にもしばしば登場するようになる。

社会の要請がこのようなキーワードで表現できる時代にあっては、製品に求められる機能も当然ながらこのキーワードを実現化できることが重要になってきており、これまでのように単に高機能高品質といったものだけでは消費者や社会に受け入れられなくなってきている。

2 家庭用洗剤の開発動向（話題になった新製品）

2-1 衣料用洗剤

衣料用洗剤の変遷の中で、日本における最近のエポックは無リン化とコンパクト化の二つである。特に、高性能なコンパクト洗剤は、利便性と計量習慣も加味され、資源保護への貢献は大で、世界中にインパクトを与えた。

第一の転換期である無リン化は、ビルダーのトリポリリン酸ナトリウムによる湖沼の富栄養化問題が、赤潮等の問題として大きく取り上げられた結果である。日本では1980年にゼオライトを代替ビルダーとして用いた無リン洗剤が上市されて以来、無リン化は急速に進行し、1985年には早くも無リン化率94%、1992年にはほぼ100%の無リン化が達成されている。ところで代替ビルダーとして用いられたゼオライトはトリポリリン酸ナトリウムの機能を完全に上回るものでないので、無リン化によって洗剤の洗浄力が向上したわけではない。従って、無リン化が急速に進行した現象は、洗浄力という機能よりも、環境への配慮という社会的ニーズの方が優先されたという事例である。ビルダーは本来は金属イオン封鎖能や分散能、再汚染防止作用といった働きを持つものであり、あくまでも界面活性剤の助剤である。従って硬水中でも十分な洗浄力を示す界面活性剤や再汚染防止作用に優れた界面活性剤が開発されていれば、ビルダーそのものが不要となり、無リン化問題は別の解決を見たのかもしれないが、無リン化の対策は代替ビルダーの開発に終始して、ビルダー不要の界面活性剤の実用化はこれまでのところなされていない。

第二の転換期のコンパクト化はさらに急激な変化であった。1987年に日本で最初にコンパクト洗剤が開発されて以来わずか2年で60%がコンパクト化、4年後の1991年には90%がコンパクト化されている。コンパクト洗剤が急速に普及した背景には消費者にとっての洗浄力の高さ、置き場を取らずに持ち運びにも便利という性能と利便性が受け入れられたのと同時に、コンパクト化が流通における輸送コストの削減、在庫コストの低減、包装材料の大幅な削減などの効果をもたらし、省資源、省エネルギーという意味で環境を配慮した商品として社会から評価されたためである。

コンパクト化を可能にした技術背景としては洗剤用酵素の開発と高密度造粒技術の開発の二つが挙げられるが、これも主剤の界面活性剤の機能や性能は、コンパクト化以前とそれほど大きく変わっていない。コンパクト化にともない耐硬水性が高いという理由で、一部に非イオン界面活性剤が用いられるようになってきたが、界面活性剤自体の技術的進歩は必ずしも大きくない。現在でも洗剤用の界面活性剤としてはLAS(Alkylbenzene sulfonate、アルキルベンゼンス

ルホン酸塩)が主要な界面活性剤であるが、環境に対する影響や代替になる界面活性剤開発の議論が継続している。いずれにしても環境への影響がより少ない界面活性剤の開発と応用が今後とも焦点となると考えられる。

日本では、LAS代替の活性剤候補としてリサイクル、省資源の立場から天然油脂を原料とする α -SFE(Alpha sulfo fatty acid ester)が導入されている。

2-2 毛髪洗浄剤と身体洗浄剤

毛髪洗浄剤(シャンプー、リンス)の分野では、洗髪頻度の上昇、ヘアスタイルの変化(ロングヘア)、ヘアケアに対する消費者意識の変化、利便性に合致したリンスインシャンプー(リンス一体型シャンプー)の市場拡大が進み、これまでに種々の機能を訴求した商品が展開されてきた。

リンスインシャンプーは1988年に初めて商品が発売され、その後わずか2年でシャンプー全体の25%を占めるに至り、それまでのシャンプーの概念を大きく変えた。しかし、1992年以降は成長は鈍化し、時代の要求であるシンプル化というキーワードには合う商品ではあるが、最近ではむしろ縮小傾向にある。これは、ロングヘアの女性の減少も一つの原因ではあるが、リンスとシャンプーの機能の一体化という利便性はあるものの、性能面ではまだ本当の一体化が達成されていないためとも思われる。

日本では、シャンプー用界面活性剤として1980年代までは、ASやAESが主なものであり、洗髪時の起泡性や洗浄力が重要視されていたが、洗髪頻度が増加して、髪によりマイルドなものが求められるようになり、最近ではSS、AMT、LBA、AGSなど、目や皮膚に対して低刺激性であることが特徴のアミノ酸系界面活性剤も使用されるようになり、またリンス成分との相溶性の良いCB、APB、AAなどの両性界面活性剤も多用されるようになってきている^{1,2)}。

身体洗浄剤は1984年にMAPを用いた、いわゆるボディシャンプーが売り出されて以来、1994年には石けんの出荷額700億円に対してボディシャンプーの出荷額350億円と、石けんの半分を占めるまでの商品に成長してきた。これらのものも低刺激性の界面活性剤をベースに種々の感触や香り、また形態の異なる商品が開発されてきている。

3 界面活性剤の特性と応用

これまでも述べたように、界面活性剤の使用による環境への影響、生体への影響をいかに低減するかは業界各社の大きなテーマである。これに対する界面活性剤の開発には多大な労力を要していると思われる。

その中で、環境、生体適合性にも優れた界面活性剤として有用性を増しているAPG, EC, MAP等についてその概要を示す。

3-1 APG(Alkyl Poly Glycosido)³⁾

APGは親水部分に等骨格を有する非イオン性の界面活性剤である。高級アルコールとグルコースとの脱水縮合反応により合成される。近年、高品質な製品が開発され、家庭用洗剤をはじめとする各種の分野に応用展開されている。

代表的な非イオン性界面活性剤であるAE(Alkyl Ethoxylate)は、親水部分にポリオキシエチレン鎖を持ち、弱い水素結合で水と水和している。これに対してAPGは水と強固に水和しているため、AEの様な曇点現象は認められない。また、親水部分が非常にコンパクトなことから、界面での分子のパッキング性が良く、高起泡性であるという特徴を有している。APGの起泡性は洗浄レベルでは、優れた起泡性を示し、濃度の低下に伴い急激に泡立ちが消失するため、洗浄剤として泡立ちが良く、すすぎが速いという特徴を持っている。

実用性では、蛋白変性作用が少ないので皮膚や毛髪に対して刺激性の少ない界面活性剤であるので台所用洗剤、シャンプー、洗顔料等の用途に適していると言える。また、生分解性、魚毒性も問題無く、環境適合性の高い界面活性剤の一つとして利用範囲が拡大するものと思われる。

3-2 AEC(Alkyl Ethercarboxylate)⁴⁾

ECは、親水部分にポリオキシエチレン鎖とカルボキシメチル基を有することから、脂肪酸石けんに比べ水への溶解性や耐硬水性に優れた界面活性剤である。界面活性剤としての特徴は、ポリオキシエチレン鎖長とカルボキシメチル基の中和度によってアニオン性から非イオン性まで幅広い特性を示すことと、ポリオキシエチレン鎖長が長くなるにつれてスカム（セッケンかす）分散性の向上が認められることである。これも、生分解性、魚毒性に問題が無く、環境適合性の高い界面活性剤の一つとしてヨーロッパではその用途拡大が進んでいる。

3-3 MAP(Monoalkyl Phosphates)⁵⁾

MAPは、工業的に高純度のものが製造できるようになり、その優れた界面活性能（起泡性、洗浄性）が明かとなり、身体洗浄剤への応用展開が可能となった界面活性剤である。

MAPは二塩基酸であり、pHにより3つの解離状態をとる。石けんは溶解性や洗浄性の面から弱アルカリでの使用が多いが、MAPはその化学特性から、よりマイルドな洗浄系となる弱酸性領域から中性領域で優れた界面活性能を示す。

3-4 アミノ酸系界面活性剤(Amino acids based surfactants)

AGS(N-acylglutamate), SS(N-acylsarcosinate), AMT(N-acylmethyl taurate), LBA(N-lauroyl-beta Alanine)等の界面活性剤が開発されているが、最近まで、AGS以外のものは実際に商品化されていなかった。しかし、いくつかのものについて抗菌性や生分解性等が検討されるにつれ、その良好な結果が明かとなり、また皮膚科学的な研究から低細胞毒性であり、他の汎用界面活性剤と併用した際に刺激緩和作用があることも報告されている。とくにLBAは、低刺激性で洗浄後の皮膚への残存性も低いので、アトピー性皮膚炎等の肌のバリア機能が低下した人にも安心して使用できる可能性のある界面活性剤であると期待されている。

3-5 天然系界面活性剤(Natural surfactants)

動植物等の生体に由来する天然系界面活性剤としてはレシチンやサポニンなどが従来から利用されてきたが、近年、微生物が生産する微生物界面活性剤(Microbial biosurfactant)が見いだされ、油田での石油回収への利用研究が進められている。これらのバイオサーファクタントと称される界面活性剤についての解説は、石上らの優れた総説等⁷⁾に譲りたい。また、先に述べたアルキルグルコシドやアミノ酸系界面活性剤も天然物改質型界面活性剤であり、広義の意味で天然系界面活性剤である。

そこで、レシチン等の機能を生かした応用面での研究開発例を紹介したい。レシチンは水中に分散されるとリポソーム(liposome)と呼ばれる2分子膜から成る閉鎖小胞体(closed bilayer)を形成する。これを薬物伝達システム(Drug delivery system)として利用するための研究は盛んに行われているが、ここ数年リポソーム製剤の皮膚保湿効果、皮膚症状改善効果が認められ医薬品のみならず化粧品等にも応用されている⁸⁾。すなわちリポソームに水溶性物質が内包されることで経皮吸収性が高まるのと皮膚からの放出が制御されるため皮膚に長く滞留するため、このような効果が現われると考えられている。また、角質間細胞脂質を人工的に造ってこれからマルチラメラエマルジョン(multi lamela emulsion)を作製し、生体のしくみと同じ原理で皮膚の水分保持機能を回復させるようなスキンケア化粧品も開発されている⁹⁾。

4 新規な界面活性剤の研究動向

新規の界面活性剤を得るのに、分子設計の考えを界面活性剤の合成にも取り入れ、既存の界面活性剤の親水基や親油基の適当な組み合わせや配列により新しい機能を持った界面活性剤を得ようとする試みがなされており、その考えに立って、いくつかの複合型機能界面活性剤¹⁰⁾(Surfvantants featuring additional function)と呼ばれる界面活性剤も報告されている。その中で、新しい界面活性剤として演者らが開発した分解性界面活性剤等を中心に、最近注目されている

多鎖多親水型界面活性剤についても紹介する。

4-1 分解性界面活性剤 (Destructible surfactants)

界面活性剤は、ミセル反応や乳化重合などの有機合成に広く利用されているが、このような反応系では、反応後もエマルジョン状態を保持するため、後処理や目的生成物の取り出しに困難を生じたり、生成物中に界面活性剤が残存して物性低下の原因ともなる。例えば電子材料分野において用いられるポリマーは、できるだけ金属含有量の少ないことが求められている。これに対し、乳化重合法は重合操作が容易で、かつ適用できるモノマーの範囲が広い重合法であるが、重合のためには比較的多くの界面活性剤を必要とする。このため得られるポリマーの水洗を充分に行っても金属含有量が高く、多くの場合電子材料分野用には適さない。従来このために金属イオンを含有しない界面活性剤として、非イオン界面活性剤を用いて重合することが試みられているが、多くの場合重合安定性に問題があった。

これらの問題解決のため近年、所期の目的を達成した後容易に分解出来る分解性界面活性剤が注目を集めるようになってきた。そのような界面活性剤としてこれまでにアセタール結合^{11,12)}、シロキサン結合¹³⁾、ジスルフィド結合¹⁴⁾を有するものが合成されている。

ここでは、演者らが開発したジオキサラン型の酸分解性界面活性剤について紹介したい^{15,16)}。

分解性界面活性剤は、親水基と疎水基の間に酸、アルカリ、熱、光等で分解し易い連結基を入れた構造を持つ界面活性剤である。演者らは、連結基として1,3-ジオキサランを選びアニオン型、カチオン型、非イオン型の界面活性剤を合成し、一般の界面活性剤と同様に良好な界面活性性能を示すことや、その分解性の違いが、親水基の違いによる影響が大きく、その順序はアニオン型>非イオン型>カチオン型の順で分解しやすいことなどを明らかにした。また、実際にNBR (アクリロニトリル・ブタジエンゴム)の重合に用いたところ、NBR中に含まれる灰分量は、LASを使用した場合の従来法に比べ、約半分に低減できることを認めた (Table 2)。

さらに、フロン代替洗浄剤としても使用が可能である他、生分解性にも優れてる²⁰⁾ことを認めた。

4-2 多鎖多親水基型界面活性剤 (Multi-chain surfactants bearing multi head groups)

最近、複数の疎水基と複数の親水基を適当な連結基でつないだ構造²¹⁾を持つイオン性界面活性剤が、一般的な構造の一鎖一親水基型界面活性剤とは異なる物性を示すことが報告されている。

Gemini Surfactants

Mengerらによって発表されたものであり²²⁾、これらの界面活性剤は

- (1) 疎水部炭素数が16~20のものは、それより短い同族体にくらべて、表面張力法で求めた臨界ミセル濃度(CMC: Critical Micelle Concentration)が大きくなる(すなわちミセルを形成しにくくなる)
 - (2) これらは気-液界面で疎水鎖も水平方向に広がっている
 - (3) 気-液界面への配向吸着が平衡に到達するのに、数時間~数日を要する
- 等の特異な挙動が観測されている。

二疎水鎖二親水基型界面活性剤(Double-chain surfactants bearing two head groups) 疎水部炭素数が同じ一鎖一親水基型界面活性剤に比べ、CMCが数十分の一~百分の一程度に減少する。一般に、疎水部炭素数を増やすことでCMCを低下させることは可能であるが、この場合水溶性も低下するという欠点があるが、この界面活性剤は水溶性に優れている。また、きわめて優れた表面張力低下能を示し、容易に表面張力を30mN/m以下にすることができるという特性を有している^{23,24}。

4-3 α, ω 型界面活性剤 (α, ω -type surfactant)

セッケンは、再生産可能な資源である油脂を原料とし、環境中に排出された場合、他の合成洗剤に比べて生分解性に優れているという性質を持つため、最近の環境保護への関心の高まりもあって、再び見直されようとしている。しかし、セッケンは、軟水中では優れた洗浄力をもつが、硬水中ではスカム(セッケンかす)や酸性セッケンを生成するため、その洗浄力が低下するといった致命的な欠点を持っている。そこで、このセッケンの欠点を補う一つの有力な方法として石灰セッケン分散剤(LSDA; Lime Soap Dispersing Agent)²⁵との配合が着目されている。演者らは、新しいLSDAを目指して、硬水中での安定性、目や皮膚への刺激性の少なさを考え、市販の工業原料である長鎖二塩基酸(Alkanedioic acid)から α, ω 型両性界面活性剤(α, ω -type amphoteric surfactant)、 α, ω 型カチオン界面活性剤(α, ω -type cationic surfactant)を開発した。

石灰セッケン分散能(LSDR: Lime Soap Dispersing Requirements)は、Borghetty-Bergman法²⁶に従って測定した。結果は、参考値としての通常のmonobetaine, monoamidobetaineと共にTable 3にまとめた。その結果、C20-Bisamidobetaineは、同程度のHLB(Hydrophile-lipophile balance)を有するC10-Monoamidobetaineに比較して、はるかに優れたLSDRを持つことがわかった^{27,28}。この α, ω 型両性界面活性剤は、市販の優れたLSDAである牛脂脂肪酸メチルエステルスルホン酸ナトリウム(TMS; Beef tallow methyl ester sulfonate)と同等以上の性能を持ち、一部のものは、これまでに報告されたLSDAの中でも良好な性能を示した。

また、 α, ω 型カチオン界面活性剤について抗菌力を検討したところ、アルキル鎖長の増大とともに、微生物に対する抗菌力は増大し、C20-Bischofiteester は、塩化ベンザルコニウム (Benzalkonium chloride) に匹敵する大きな抗菌力を示した。また、同程度の HLB を有するカチオン界面活性剤に比較してはるかに優れた抗菌力を示すこともわかった²⁸⁾。

4-4 界面活性クラウンエーテル(Surface active crown ether)

大環状ポリエーテルであるクラウンエーテルは、アルカリ金属イオン等に対するその特異的な錯形成能により、これまで広汎な分野への応用研究が展開されてきている。また、クラウンエーテル類は環状ポリオキシエチレンであって、非イオン界面活性剤の親水基である鎖状ポリオキシエチレンと同種のものであり、疎水性基を導入することによって界面活性クラウンエーテルが得られる。演者らは、エポキシ化合物とオリゴエチレングリコールを出発原料として置換基を有するクラウンエーテルの簡便な合成法を開発し、種々のアルキル基やクラウン環サイズを持つアルキル置換クラウンエーテルを合成した³⁰⁾。

様々な置換基を持ったクラウンエーテルを触媒として、臭化オクチルとヨウ化ナトリウムあるいはヨウ化カリウムとの Finkelstein 反応を行い、その触媒活性を測定した結果を Table 4 に示す。その結果、全ての長鎖アルキルクラウンエーテルが、未置換のものより優れた触媒活性³¹⁾を示し、その他の諸物性に関してもクラウン環のサイズだけでなく、アルキル基の大きさと形が極めて大きく寄与することを見いだした。

また、長鎖アルキルクラウンエーテルは界面活性を有し、クラウン環が水中で金属カチオンと選択的錯形成するため、クラウン環と金属カチオンの大きさに対応して曇点上昇することもわかった³²⁾。

5 おわりに

21世紀も間近となった今日の社会は、その価値観を大きく変えようとしている。地球環境の保護は重要な課題であると認識されるようになり、すべての化学製品は環境問題を考えた研究開発が不可欠となってきている。特に、界面活性剤やこれを応用した製品のような水溶性のものは、生分解性が低い場合、下水や河川を通して海洋や陸地に拡散、蓄積してしまうと回収、焼却、リサイクルなどの廃棄物処理はほとんど不可能であるため、その環境への影響は大きい。また、不純物の安全性も問題視されるようになり、そのため、ここでは紹介できなかったが、高純度の界面活性剤がAEやオレイン酸誘導体のものについて研究開発されている。さらに、演者らが行ってきた一連の研究内容についても述べたが、このように既存の界面活性剤についても、その構造を適切に改変させる

ことにより各種の新しい機能やより優れた物性の発現も可能である。

以前は、界面活性剤もファインケミカルズと呼ばれて、高機能＝高価格の製品であったが、時代の要請が変化している以上、こういう考えも軌道修正が必要であろう。これからは、新規の界面活性剤の開発にあたっては、汎用工業原料から少ない合成段階で、任意に系統的な置換基の変換が出来るということも重要であり、それが新たなファインケミカルズへの応用を開くものと考えられる。このような試みをさらに続けていく中で、より高性能なものや特徴的な物性を持つもの、また、それを応用した有用なファインケミカルズが、開発されてくることが期待され、それは今後に残された課題であると思われる。

文 献

- (1) Harusawa, Nakama, *Fragrance journal*(10), 18 (1989).
- (2) Ikeuchi, *ibid.*(7), 48 (1990).
- (3) Sakakibara, J. *Jpn. Oil Chem.Soc. (YUKAGAKU)*, 39, 451 (1990).
- (4) 油脂(YUSHI), 45, No8 (1992).
- (5) Kurosaki, Imokawa, Ishida, J. *Jpn. Oil Chem.Soc. (YUKAGAKU)*, 36, 629 (1987).
- (6) Sano, Koyama, *Fragrance journal*(4), 87 (1995).
- (7) Ishigami, *Fragrance journal*(4), 73 (1995).
Ishigami, J. *Jpn. Oil Chem.Soc. (YUKAGAKU)*, 43, 322 (1994).
- (8) Tshara, Arakane, *Fragrance journal*(4), 79 (1996).
- (9) Mizushima, Fukasawa, Suzuki, J. *Jpn. Oil Chem.Soc. (YUKAGAKU)*, 43, 656 (1994).
- (10) Masuyama, J. *Jpn. Oil Chem.Soc. (YUKAGAKU)*, 44, 543 (1995).
- (11) L.Weclas and B.Burczyk, *Tenside Deterg.*, 18, 19 (1981).
- (12) D.A.Jaeger and M.D.Ward, *J. Org. Chem.*, 47, 311 (1982).
- (13) D.A.Jaeger and M.R.Frey, *J. Org. Chem.*, 47, 2221 (1982).
- (14) J.Cuomo, J.H.Merrifield, and J.F.W.Keana, *J. Org. Chem.*, 45, 4216 (1980).
- (15) S.Yamamura, M.Nakamura, and T.Takeda, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 66, 1165 (1989).
- (16) S.Yamamura, M.Nakamura, K. Kasai, H. Sato, and T.Takeda, *J. Jpn. Oil Chem.Soc. (YUKAGAKU)*, 40, 1002 (1991).
- (17) S.Yamamura, K. Shimaki, T. Nakajima, M.Nakamura, T.Takeda, I. Ikeda, and M.Okahara, *J. Jpn. Oil Chem. Soc. (YUKAGAKU)*, 40, 16 (1991).
- (18) S.Yamamura, M.Nakamura, K.Tanaka, and T.Takeda, *J. Jpn. Oil Chem. Soc. (YUKAGAKU)*, 40, 104 (1991).

- (19) D.Ono, A.Masuyama, Y.Nakatsuji, M. Okahara, S.Yamamura, M.Nakamura, and T.Takeda, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **72**, 853 (1995).
- (20) D.Ono, S.Yamamura, M.Nakamura, T.Takeda, A.Masuyama, and Y.Nakatsuji, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **72**, 853 (1995).
- (21) Rosen, *Chemtech*, (March), **30** (1993).
- (22) Menger, Littau, *J. Am. Chem. Soc.*, **113**, 1451 (1991), *ibid.*, **115**, 10083 (1993).
- (23) Okahara, Masuyama, Sumida, Zhu, *J. Jpn. Oil Chem. Soc. (YUKAGAKU)*, **37**, 746 (1988).
- (24) Zhu, Masuyama, Kobata, Nakatsuji, Okahara, Rosen, *J. Colloid & Interface Sci.*, **158**, 40 (1993).
- (25) W. M. Linfield, *Surfactant Science Series, Vol. 7, "ANIONIC SURFACTANTS"*, Marcel Dekker, INC., New York, 1976.
- (26) H.C.Borghetty and C.A.Bergman, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **27**, 88 (1950).
- (27) S. Yamamura, S. Ogawa, K. Honda, M. Nakamura, T. Takeda, *J. Jpn. Oil Chem. Soc. (YUKAGAKU)*, **36**, 565 (1987).
- (28) T. Takeda, S. Yamamura, ^{1st} K. Honda, T. Tsujisaka, M. Nakamura, K. Horikawa, *J. Jpn. Oil Chem. Soc. (YUKAGAKU)*, **39**, 576 (1990).
- (29) T. Takeda, S. Yamamura, M. Nakamura, N.Hamada, *Kagaku to Kogyo*, **61**, 388 (1987).
- (30) I.Ikeda, S.Yamamura, Y.Nakatsuji, and M.Okahara, *J. Org. Chem.*, **45**, 5355 (1980).
I.Ikeda, S.Yamamura, and M. Okahara, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **55**, 3341 (1982)
- (31) I.Ikeda, H. Emura, S. Yamamura, and M. Okahara, *J. Org. Chem.*, **47**, 5355 (1982).
- (32) M. Okahara, P. Kuo, S. Yamamura, and I. Ikeda, *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, 586 (1980).

Table 1. Surfactants for shampoo and body shampoo

Abbreviation	Structural formula	Characteristics
AS	ROSO_3M	起泡性良好
ES	$\text{RO}(\text{EO})_8\text{SO}_3\text{M}$	軽く大きな泡
SS	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{RCO-N-CH}_2\text{COONa} \end{array}$	皮膚低刺激性
AMT	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{RCO-N-CH}_2\text{CH}_2\text{SO}_3\text{Na} \end{array}$	皮膚低刺激性 洗浄力高い
LBA	$\text{RCONHCH}_2\text{CH}_2\text{COO}^\cdot$	皮膚低刺激性 すべすべ感
AGS	$\begin{array}{c} \text{RCONHCHCH}_2\text{CH}_2\text{COOH} \\ \\ \text{COONa} \end{array}$	皮膚低刺激性 弱酸性で起泡
CB	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{R-N}^\cdot\text{-CH}_2\text{COO}^\cdot \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	皮膚低刺激性 安定性良好
APB	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{RCONH}(\text{CH}_2)_3\text{-N}^\cdot\text{-CH}_2\text{COO}^\cdot \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	皮膚低刺激性 優れた増泡剤
AA	$\text{RCONH}(\text{CH}_2)_2\text{N} \begin{cases} \text{CH}_2\text{COO}^\cdot\text{TEA} \\ \text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \end{cases}$	皮膚低刺激性 耐硬水性良好
AEC	$\text{RO}(\text{EO})_8\text{CH}_2\text{COOM}$	皮膚刺激性小さい 耐硬水性良好
MAP	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R-O-P-OM} \\ \\ \text{OM} \end{array}$	皮膚刺激性小さい 起泡性良好

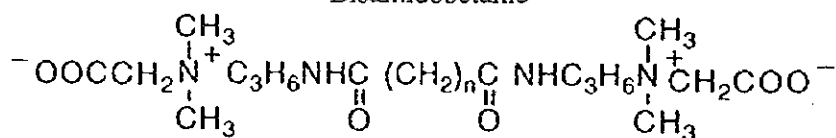
Table 3. Lime Soap Dispersing Power of α,ω -Bisamidobetaines

Amidobetaine	LSDR ^a
C12-Bisamidobetaine	200 <
C16-Bisamidobetaine	8.5
C20-Bisamidobetaine	2.5
C10-Monoamidobetaine ^b	35
Commercial C12 monobetaine	20
Commercial C12 monoamidobetaine	7
C12-Bisamidohydroxysulfobetaine	100
C16-Bisamidohydroxysulfobetaine	2.5
C20-Bisamidohydroxysulfobetaine	1.5

^a Minimum number of grams of surfactant required to prevent precipitation of 100 g sodium oleate in hard water (333 ppm)

^b $C_9H_{19}CONHC_3H_6N^+(CH_3)_2CH_2COO^-$

Bisamidobetaine



Bisamidohydroxysulfobetaine

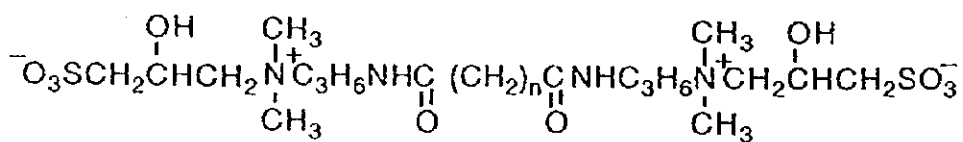


Table 4. Reaction Rates (k_{obsd}) of Finkelstein Reaction

Substituents	$10^4 k_{\text{obsd}}$ (sec-1)					
	benzene	NaI benzene- water	heptane	benzene	KI benzene- water	heptane
15-Crown-5						
H	0.26	0.33	0.02	0.24	0.27	0.01
C ₂ H ₅	1.80	0.75	0.05	0.69	0.56	0.18
C ₆ H ₁₃	2.90	2.40	0.57	0.80	0.79	0.54
C ₁₀ H ₂₁	3.60	3.20	0.67	0.90	0.89	0.55
C ₁₂ H ₂₅	4.30	3.40	1.10	0.71	1.10	0.65
CH ₃ × 5	3.70	3.40	0.17	0.24	0.09	0.07
Cyclohexano	0.55	0.64	0.01	0.44	0.64	0.01
Ph	3.90	3.30	0.80	0.36	0.62	0.26
Benzo	~ 0	~ 0	~ 0	~ 0	~ 0	~ 0
C ₈ H ₁₇ OCH ₂	2.90	2.70	0.61	1.20	1.10	0.85
C ₁₂ H ₂₅ OCH ₂	3.00	2.60	0.59	1.60	1.40	0.80
HOCH ₂	0.08	0.05	0.06	0.20	0.06	0.05
PhCH ₂ OCH ₂	0.73	0.59	0.13	0.71	0.63	0.20
18-Crown-6						
H	0.97	0.39	0.02	1.10	0.32	0.06
C ₂ H ₅	1.70	0.69	0.07	2.40	1.60	0.86
C ₈ H ₁₇	3.30	3.00	0.76	4.10	4.20	0.56
C ₁₀ H ₂₁	5.30	5.10	1.30	5.60	4.80	1.70
C ₁₂ H ₂₅	5.40	5.20	1.20	7.40	4.60	3.10
CH ₃ × 3	2.70	1.50	0.13	2.60	2.80	0.34
CH ₃ × 4	4.00	2.80	0.26	2.60	2.30	0.45
CH ₃ × 6	5.66	3.79	0.36	0.99	0.95	0.30
Cyclohexano	1.80	0.82	0.10	2.50	2.00	0.17
Dicyclohexano	8.10	6.30	0.44	8.40	5.80	0.26
Ph	1.30	0.78	0.09	1.50	2.20	0.14
Dibenzo	0.13	0.16	~ 0	0.14	0.19	~ 0
C ₈ H ₁₇ OCH ₂	4.40	4.30	0.70	5.40	3.70	1.10
C ₁₂ H ₂₅ OCH ₂	4.50	4.50	1.40	5.40	3.70	1.10
PhCH ₂ OCH ₂	1.60	0.97	0.45	2.50	2.00	0.40
24-Crown-8						
Dicyclohexano	2.80	2.40	0.10	4.20	4.10	0.43

3. セミナー参加者の評価

中国 公開セミナー質問票集計

有効回答 11人

1. 公開セミナーの内容は期待に合致したもののか

完全に合致	1人
大部分合致	8人
ある程度	2人
わずかに合致	1人
全く合致しない	

コメント

とても興味深かった	3
もっと時間が欲しい	1
もっと資料が欲しい	1
有益	1
2つの異なる分野の講義を同時に行うのは適当でない	1

2. セミナーで得た知識はあなたの仕事に適用可能か

全て	
大部分	5人
ある程度	4人
わずか	1人
適用できない	1人

コメント

得た知識は現在の仕事に適用できる	1
とても有益	1
知識だけでなくどのように改善してゆくかのアイデアを得た	1
知的刺激を得た	1
もっと資料が欲しい	1

タイ 公開セミナー質問票集計

有効回答 31人

1. 公開セミナーの内容は期待に合致したものは

完全に合致	6人
大部分合致	19人
ある程度	5人
わずかに合致	1人
全く合致しない	

(コメント)

討論時間少なかった	1
とても興味深かった	3
もっと時間が欲しい	1
OHP資料欲しい	1
通訳が良かった	3
有益	3
センターでの他の研修紹介があればより有益	1
セミナーで得た知識は自分の仕事に適用できる	2
わかりやすい説明得た	1

2. セミナーで得た知識はあなたの仕事に適用可能か

全て	2人
大部分	6人
ある程度	18人
わずか	5人
適用できない	

(コメント)

得た知識は現在の仕事に適用できる	8
講義は素晴らしい内容だった	1
両分野により注意を払うべく研究グループをサポートしてゆきたい	1

V. まとめおよび提言

1. 高分子材料工学コース

中国とタイにおいて、帰国研修員のほとんどに面談することができた。彼らは一様に、当研修コースは自分の視野を広げることに役立つ、帰国後、直接的、間接的に学んだことを生かすことができたと述べており、現在のカリキュラムそのものには大いに有用であるとの印象を受けた。ただ、両国とも、研修員に選ばれてくる人は、非常にまじめで、優秀な人材ばかりであり、そのためか、もう少し、自分のニーズに合わせたカリキュラムも設定して欲しいとの希望がみられた。特にタイにおいてはレベルの高い設備機器がそろっており、それらをさらに有効に活用するためには、実務に直結するような研修の時間を増やして欲しいとの発言が多かった。ただ、学んできたことを底辺に広げていくことについては、消極的で、個人の資質の向上だけにとどまっている印象も受けた。研修を受けにきている他の国とのバランスを考えれば、研修員のレベルをもう少し落としてもいいのではないかとも思える。

中国においては、基本的に自助努力の意志が強く現れており、国の機関をどんどん民営化する方針とのことで、これからは、現場技術者の養成が急務となり、そのためにも当研修コースの価値はますます重要視されるとの印象をもった。タイにおいては、見学した範囲においては設備機器、生産設備とも輸入品に頼りがちであるが、最先端のものがそろっており、国際的な競争力もつけつつあるようだ。ただし、底辺との技術レベルは大きく、いかに中堅技術者を養成していくかが問題となるようだ。そういう意味では当研修コースはもっと、公設機関以外の現場技術者を受け入れる方がより役にたつのではないかと思える。

帰国研修員の注文をまとめてみると、一つ目は、研修の期間が短く、個別研修の時間がとれないので、個々のニーズの対応しきれていないこと、二つ目には一般的かつ基礎的なカリキュラムが主となっているので、できれば、アドバンストコースのようなものを作ってくれれば、それに参加したいこと、最後に帰国後においても最新の技術情報の提供を行ってほしいこと、であった。いずれも、難しい注文であり、なかなか対応しきれない面が多いし、また、レベルの高い両国ならではの注文であるので、他の国の参加者のレベルを考えあわせて、接点を見つけて少しずつカリキュラムの改善を行って行く必要があるようだ。ただ、工場見学に対しては、日本における生産現場の実状をつぶさに知ることができ、帰国研修員が異口同音に非常に有意義だったと述べていることから、講義・実習・工場見学のこの基本ラインは変更する必要はないと考えられる。

2. 有機ファインケミカルズ工学コース

中国、タイの二か国の帰国研修員の所属先の研究所、工場を中心に視察した。中国では分析装置、研究予算ともに足りない状況ながら、様々な生産技術を国産化することに熱心であり、タイについては、中国に比べ分析装置などはかなり新しい機種がそろっているものの、化学製品の原材料に関しては輸入品が良いという印象であった。





今後のJICA研修コースに対する彼らの希望を総合すると、より専門的なアドバンスコースが設立されれば良いのだろうが、現在、大阪市立工業研究所で行われている研修コースは、基礎的な入門知識の修得を目的としており、これらのコースの中で彼らの希望に応えることは無理である。また、中国、タイ以外の国からの研修員の持つ事情（コース内容と全く専門の違うような研修員もいるので、その分野における基礎的な知識が十分でない場合）を考えると、個別の専門研修時間を研修コースの中で多く取ることが、全ての研修員にとって良いこととも思えない。

今のコースの中での改善できる点としては、論文等を読めば理解できる講義や説明は、できるだけ少なくして、実習や見学時間に充てるようにすることや講義ではその分野での最新のトピックスを取り上げるようにすることが、少しでも彼らの希望に合うのではないかと考えられる。

添付資料


高分子材料工学コース 研修員名簿

中国

	名前・所属先	所属先住所
平成4年(1992年) 	Mr. Jing Zhang Vice Director of Chemistry Research Department, Analysis & Testing Center of Xin- jiang	〒830011 新疆回族自治区乌鲁木齐市北京南路 40号 新疆分析测试センター TEL:0991-3835366
平成5年(1993年) 	Mr. Jinliang Qiao Senior Research Engineer, Assistant Director of Polymer Division 1, Beijing Research Institute of Chemical Industry, Ministry of Chemical Industry	〒100013 北京市朝阳区北三环东路14号 北京化工研究院 TEL:010-64216131
平成6年(1994年) 	Mr. Xinhua Xu Lecturer, Department of Materials Science and Engineering, Tianjin University	〒300072 天津市南开区衡津路 天津大学材料学部 TEL:022-3358116 EXT.3674
平成7年(1995年) 	Mr. Geng Xing (耿星) Technician, HeBei Institute of Construction Materials	カナダ留学中





有機ファインケミカルズ工学コース 研修員名簿

中国

	名前・所属先	所属先住所
平成2年(1990年) 	Mr. Lu Shun - Feng Engineer, Beijing Research Institute of Chemical Industry	〒100013 北京市朝陽区北三環 北京化工研究院 TEL:010-64216131 EXT 2592
平成2年(1990年) 	Mr. Hong Nian Assistant Professor, Jiangxi College of Traditional Chinese Medicine	〒330006 江西省南昌市陽明路20号 江西中医学院薬学学部 TEL:0791-6824015 EXT 232
平成3年(1991年) 	Mr. Zhang Xiu Bin Lecturer, ShenYang Institute of Chemical Technology	〒110021 遼寧省沈陽市鉄西区愛工南街 11号 沈陽化工学院高分子学部 TEL:024-5874831 EXT 259 TEL:024-5647182
平成4年(1992年) 	Ms. Wang Peilan Analytical Engineer, Research Institute, Nanjing Chemical Plant (A subsidiary of the Ministry of Chemical Industry of China)	〒210038 江蘇省南京市中央門外和燕路 560号 南京化工廠研究所 TEL:025-5315414 EXT 研究所





高分子材料工学コース 研修員名簿

タ イ

	名前・所属先	所属先住所
平成2年(1990年)	 Ms. Pongsri Pongnakintr Rajamangala Institute of Technology, Khon Kaen Campus Instructor	Transfer to: Lecturer Faculty of Engineering Dept. of Chemical Engineering Rajamangala Institute of Technology, Klong 6 Amphor Klong Luang Pathumthani 12120 Tel: 549-3483
平成3年(1991年)	 Ms. Duanpen Wanichpimolanant Scientist 4, Physics and Engineering Section, Science Service Dept., Ministry of Science Technology and Energy	Scientist 6, Physics & Engineering Section Department of Science Service Ministry of Science Technology and Energy Tel: 246-1387-95 ext 230
平成3年(1991年)	 Mr. Sommai Pivsa-art Lecturer Science Section, Textile Chemistry Dept., Rajamangala Institute of Technology, Ministry of Education	Further His Study In Japan
平成4年(1992年)	 Ms. Aruna Tira-Arumsiri Senior Scientist, Textile Industry Division, Department of Industrial Promotion	Scientist Level 6 The Textile Industry Division Dept. of Industrial Promotion Tel: 392-0540-2 ext. 214, 215





高分子材料工学コース 研修員名簿

タ イ

	名前・所属先	所属先住所
平成5年(1993年) 	Ms. Nuanjan Matchariyakul Scientist 4, Physics & Engineering Division, Department of Science Service, Ministry of Science, Technology and Environment	Scientist 5, Physics & Engineering Section Department of Science Service Ministry of Science Technology and Energy Tel: 246-1387-95 ext 230
平成6年(1994年) 	Ms. Chalothorn Bhamornisut Researcher 4 Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR), Metal and Material Technology Department (MMTD)	Researcher Industrial Material Research Department Thailand Institute of Scientific and Technological Research Tel: 579-1121-30 ext. 2016
平成7年(1995年) 	Mr. Kiattisak Kuha Plastic Product Development Engineer, Siam Pipe Industry Co., Ltd.	Engineer Plastic Product Development 42 Moo 8, Nong-Pla-Kadec Rd. Amphor Nong-Kae Saraburi 18140 Tel: (036) 373-40 ext. 136
平成8年(1996年) 	Ms. Korrakoch Meechurnam Acting Head of Applied Mineral Lab. Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR)	Industrial Material Research Department Thailand Institute of Scientific and Technological Research Tel: 579-1121-30 ext. 2016





有機ファインケミカルズ工学コース 研修員名簿

タ イ

	名前・所属先	所属先住所
平成元年 (1989年) 	Ms. Narumol Sirisongthum Scientist, The Textile Industry Division, Department of Industrial Promotion	Scientist Level 5 Textile Chemical Analysis The Textile Industry Division Dept. of Industrial Promotion Tel: 392-0540-2 ext. 225
平成元年 (1989年) 	Ms. Jaruwan Wirawongnusrorn Environmentalist, Industrial Works Department, Ministry of Industry	Environment Scientist Industrial Environment Division Industrial Works Department 75/6 Rama 6 Road, Rajvithi Pathumwan, Bangkok 10400 Tel: 202-4170, or 202-4172
平成2年 (1990年) 	Mr. Manop Sittidech Scientist 4, Chemistry Division, Department of Science Service, Ministry of Science Technology and Energy	Further His Study In Japan
平成2年 (1990年) 	Mr. Soontorn Vorakul Head of Tablet 2 Section, Division of Pharmacy 1, Department of Production Ministry of Public Health	Chief Pharmaceutical Production Div. 3 Department of Production The Government Pharmaceutical Organization Tel: 246-1179-85 ext. 1560



有機ファインケミカルズ工学コース 研修員名簿

タ イ

	名前・所属先	所属先住所
平成3年(1991年) 	Ms. Pochana Patradhilok Medical Scientist, Section of Clinical & Forensic Toxicology Analysis, Division of Toxicology, Dept. of Medical Sciences, Ministry of Public Health	Transfer to: Isotope Production Division Office of Atomic energy for Peace · Vibhavadi Rangsit Road Chatuchak, Bangkok 10900 Tel: 562-0102 (She is now working on Radio Immune Assay-RIA)
平成4年(1992年) 	Ms. Thanaporn Wongyai Head of the Analytical Research Section, Technical Quality Division, Quality Assurance and Research Department, Government Pharmaceutical Organization, Ministry of Public Health	Resign in 1994
平成4年(1992年) 	Ms. Pissamai Likitbanakorn Chief of Textile Chemical Analysis Sub-section, Textile Chemistry Group, Textile Industry Division, Dept. of Industrial Promotion, Ministry of Industry	Scientist Level 7 Textile Chemical Analysis The Textile Industry Division Dept. of Industrial Promotion Tel: 392-0540-2 ext. 222
平成5年(1993年) 	Mr. Kavee Chanprapaph Head of Sterile Product 1 The Government of Pharmaceutical Organization, Ministry of Public Health	Chief Pharmaceutical Production Div. 2 Department of Production The Government Pharmaceutical Organization Tel: 246-1179-85 ext. 1541

有機ファインケミカルズ工学コース 研修員名簿

ク イ

	名前・所属先	所属先住所
平成6年(1994年) 	Dr. Suthiweth T. Saengchantara Senior Chemist Chemistry Division, Department of Science Service, Ministry of Science, Technology & Environment	Chief Applied Chemistry (Industry) Chemistry Division Department of Science Service Ministry of Science Technology and Energy Tel: 246-1387-95 ext 211
平成7年(1995年) 	Ms. Mukdavan Prakobvaitayakit Head of Penicillin Group Production, The Government of Pharmaceutical Organization (GPO)	Head, Penicillin Group Pharmaceutical Production Div. 3 Department of Production The Government Pharmaceutical Organization Tel: 246-1179-85 ext. 1566 or 01-822-0057, 01-929-0543

