

---

第 14 回化学生物総合管理学会・第 11 回社会技術革新学会  
合同学術総会

---

予稿集

- 開催日 : 2017 年 9 月 14 日 (木)
- 会場 : 放送大学 東京文京学習センター  
2階 第2講義室  
(東京都文京区大塚 3-29-1)

化学生物総合管理学会  
社会技術革新学会  
知の市場 協賛

## ■ プログラム ■

将来に向かって人々の生活糧を支える社会変革(イノベーション)を実現するためには、技術開発や技術革新の達成のみでは不十分で、リスクの適切な管理も含めた取り組みが不可欠であるだけでなく、さらに技術開発の成果を社会に浸透させていくために、人材改新や制度改革なども必須である。今回の学術総会では、日本を越える豊かさを実現したシンガポールを例に政策と制度の改革と社会の変革の係わりについて検証し、そして、中国に展開する企業における人材育成の試みを紹介するとともに、先端分野における技術革新を社会に展開していくために不可欠となるリスク管理の成否が企業・産業・社会に及ぼす影響について、ナノ材料を例題に検証したい。多数の方々の発表と参加を期待する。

2017年9月14日(木)

放送大学 東京文京学習センター 2階 第2講義室

時間	演目	発表者(敬称略)・所属
13:00	開会挨拶	増田 優 化学生物総合管理学会会長 社会技術革新学会会長 知の市場会長
13:00~15:30	講演	
13:00~14:10	シンガポールの国家戦略と成功	須藤 繁 帝京平成大学 現代ライフ学部 経営マネージメント学科 教授
14:10~15:30	ナノ材料の発がん性とリスク管理への対応	酒々井 真澄 名古屋市立大学 大学院医学研究科 分子毒性学分野 教授
15:30~16:50	一般発表	
15:30~16:10	シンガポールの交通管理政策	三橋 茉由 帝京平成大学
16:10~16:50	新入社員に対する海外研修の試み	小林 晃司 綜研化学株式会社
16:50~17:30	全体の質疑および総合討論	
17:30	閉会挨拶	
17:30~	懇親意見交換会(会費制)	

題名、発表順は都合により変更になる場合があります。

プログラム詳細は化学生物総合管理学会ホームページ (<http://www.cbims.net/>) または社会技術革新学会ホームページ (<http://s-innovation.org/>) からご参照下さい。

## ■ 資料目次 ■

### 1. 講演資料

- 1) シンガポールの国家戦略と成功  
須藤 繁(帝京平成大学 現代ライフ学部  
経営マネジメント学科 教授)-----2
- 2) ナノ材料の発がん性とリスク管理への対応  
酒々井 真澄(名古屋市立大学 大学院医学研究科  
分子毒性学分野 教授)-----15

### 2. 一般発表資料

- 1) シンガポールの交通管理政策  
三橋 茉由(帝京平成大学)-----23
- 2) 新入社員に対する海外研修の試み  
小林 晃司(綜研化学株式会社)-----33

## ■講演資料■

### 1) シンガポールの国家戦略と成功

須藤 繁

帝京平成大学 現代ライフ学部  
経営マネジメント学科 教授

### 2) ナノ材料の発がん性とリスク管理への対応

酒々井 真澄

名古屋市立大学 大学院医学研究科  
分子毒性学分野 教授

## 講演

# 演題:「シンガポールの国家戦略から学ぶもの」

2017年9月14日

帝京平成大学 須藤繁

### はじめに(問題意識)

シンガポールは東京都 23 区程の国土しかもたない島国で、何の資源も持たない以上、「世界とつながった経済活動の持続的維持が唯一の生き残りの条件である」という認識の下に、政府は行政組織を体系的に整備し、有能な人材を開発官僚として育成する。その上で、先進国企業を誘致して、これらの企業が活動しやすい環境整備に努めるとともに、政府も開発に参加して官民一体の開発方式を進めてきた。政府は、経済発展を優先的国家目標に設定、政治や社会はその手段に過ぎないとみなした。「開発主義国家」あるいは、「開発独裁国家」といわれる、こうしたシンガポールの国家開発モデルは、今後も有効に機能するのか、また、日本として学ぶべき点はどのような点か。

### 1. シンガポールの歴史

#### (1) 前史

シンガポールは、マレー半島南端のジョホール州の南に位置する、東西約 42 キロ、南北約 23 キロの島である。近代になると、マレー半島に誕生したイスラーム王朝の 1 つジョホール王国の領土となった。19 世紀初頭の島の住民数は約 150 人というのが今日の定説。

#### (2) 植民地時代

1819 年イギリスのシンガポール統治開始。1824 年、島全体を植民地化、イギリス東インド会社のインド総督が統治。1858 年、本国のインド省管轄下のインド植民地政府がインドを統治する体制へ移行。シンガポールはインド植民地政府の管轄下に置かれる。

#### (3) 日本の占領時代(1942～45 年)

日本軍は、イギリス支配の要素を排除して、新たに日本文化でシンガポールを創り変え、東アジアの植民地と東南アジア・太平洋地域の占領地からなる「大東亜共栄圏」の創成、シンガポールを文化拠点にしようとした。中国人を徹底的に抑圧し、マレー人とインド人を優遇するという民族による使い分け政策を採用。

#### (4) 独立の準備(1945～63 年)

1963 年にマレーシアに 1 つの州として加盟、イギリス植民地から独立。この間、マレーシアの一部に留まるか、中国的国家を目指すか、指導者層間で深刻な路線の対立。

#### (5) リー・クアンユー時代(1965～90 年)

1965 年 マレーシアから分離独立。独立後の混乱期を乗り切るとシンガポールは、政治安定と高度経済成長時代に移行。この時代の最大の特徴は、人民行動党が政治を独占する体制の下で、

経済発展が最優先の国家目標に設定され、政治や社会や文化はそのための手段と考えられたこと。このシステムを創り上げたのがリー・クアンユー。

#### (6) ゴー・チョクトン時代(1990 年末～2004 年)

1990 年 12 月リー・クアンユーが首相をゴー・チョクトンに継承。1990 年代はソ連・東欧諸国の社会主義国家が崩壊して、アメリカが唱える自由主義と民主主義、それに市場経済がグローバル・スタンダードの時代に。アジアの開発主義国家は、欧米諸国が主導する国際社会や国民から非民主的体制と批判を受け、多くの国が民主的体制に転換。ゴー首相の登場は、こうしたアジアの政治社会状況を背景にしたもの。

#### (7) リー・シェンロン時代(2004 年～現在)

2004 年ゴー・チョクトンは首相をリー・シェンロンに継承。リー・シェンロン時代は、ゴー時代と同様に人民行動党の厳格な一党体制が維持され、経済もアジア投資路線が継承。一方、シンガポール社会の世代交代が進み、国民の意識が変化すると、2011 年総選挙で人民行動党は苦戦し、リー首相は統治スタイルと国民との関係の根本的見直しを迫られた。現在、シンガポールは、経済発展路線を維持しながらも、人民行動党にとってはどのように国民に受け入れられる政策運営をすべきか、模索の時代に入った。

#### (8) 2011 年の総選挙

人民行動党の初めての敗北(定員 87 名、人民行動党当選者 81 名)。敗北の原因は、生活環境の悪化に対する国民の不満。外国人移民奨励政策の推進による中間層の雇用機会の縮小、若年層を中心にした人民行動党の管理政治に対する不満等の要因が挙げられている。

その後、5 月 14 日リー・クアンユーの退陣。2013 年 3 月 23 日リー・クアンユー逝去。

## 2. 各時代におけるシンガポールの主要政策

### (1) 1950 年代 共産党との連携と分派

1950 年代人民行動党は多数派にはなれず、共産勢力との連携を必要。人民行動党は 1955 年の総選挙で初めて議席を獲得、第四党に。1959 年の総選挙で、人民行動党は 51 議席中 43 議席を獲得、第一党に。人民行動党は、選挙公約に従い、新政策を次々に打ち出し、国民の支持を高めた。具体的には、経済全体の発展を担う経済開発庁、国民に安価で良質な住宅を供給する住宅開発庁を新設し、乏しい予算の中で緊急度の高い政策を優先して実施。

しかしながら、人民行動党と共産党の主導権争いには激しいものがあり、1950 年代後半には紙一重の政治的闘争が展開された。

1962 年 9 月、マラヤとの合併を巡る国民投票が実施され、国民の 73.8%がマラヤとの合併を支持した。独立に至る合併時代に、共産党勢力は封じ込められ、人民行動党は第一党としての地歩を固めた。

マレーシア・ラーマン政権は、独立シンガポールは生存できず、いずれマレーシアが示す条件を全面的に呑み込む形でマレーシアに再度組み込まれると考えていたと評価される。1965 年シンガポールは国連に加盟、英連邦には 10 月に加盟した。

## (2)1960年代～ 英語と他民族の言葉の併用

多民族国家シンガポールには、独立時、英語、中国語、マレー語、タミル語が混在。植民地時代は、将来マラヤとの合併が目標だったので、マレー語が将来シンガポールの支配的な言語になると考えられた。中国人はこれに反発、また、共産主義者にとっては、中国語は政治的意味合いを持っていた。経済建設のために外国との交流の必要性から、英語を皆の公用語とする必要性は高まったが、その一方で中国人、マレー人、インド人が民族としての固有の文化を維持する必要も出てきた。結果、政府は 1973 年からは二言語政策を導入。学校で、英語とそれぞれの母語を教えることは、国民が自分たちの文化を吸収する上でも重要。

## (3)1960年代～ 緑化計画の推進

首相に就任したリー・クアンユーは、シンガポールを美しいガーデンシティー(公園国家)に変えるという目標を立てた。1967年5月、シンガポールを3年以内にごみのない清潔な都市にする計画を立案。8月には島内184地区を対象に、清潔で緑の豊かさを競うコンテストを実施。国民の悪弊を改め、国民の意識を高めるため、ごみを捨てた人に多額の罰金を科すなど、具体的な政策も打ち出した。

## (4)1970年代～ 報道規制

1971年6月9日、ヘルシンキにて開催された国際新聞協会第20回総会で、リー・クアンユーは、発展途上国のマスコミ報道のあり方について演説し、「政府は報道の意図を阻止する責任がある。報道や出版の自由より、シンガポールを守り、国民が選んだ政府の第一義的な目的を優先させるべきである」と述べ、西側メディアのシンガポール政府批判を跳ね返した。

本件に関連して、1994年4月、18歳の米国人(マイケル・フェイ)が路上駐車 of 自動車にいたずらをして自動車を壊すという事件が起きた。シンガポール当局はルール通り、青年に6回のムチ打ち刑を科した。これに対し、青年の両親のみならず、米国のメディアや活動家たちはこぞってシンガポールを野蛮な国として非難した。シンガポールには英国が300年かけて築き上げた文化的な生活の蓄積がない。マイケル・フェイをムチ打ちに処したのは、社会を安全に秩序正しく保ちたいという当局の意思を明確に示すためである。

シンガポールは、西側メディアからは専制国家と批判されているが、これは採用する価値基準の違いに過ぎない。

## (5)1960年代～ 人材開発・人材登用政策

リベラル派は、優れた人材は言論の自由な民主制度の下では自然に浮上すると考えるが、第二次世界大戦後にそうした理想的な制度を採用した新興国家の多くが国家建設に失敗したに鑑み、代表企業の幹部選考方法を調べ、指導者の選び方、鼓舞し、動機づける方法を編み出し、公務員に適用した。また、官界、学界、経済界など様々な分野の優秀な人材に働きかけて人民行動党に加盟させた。そこから国会議員、さらに閣僚への昇格という蜜筋をつくった。その際、重視されたのは、学業の成績に加え、性格と人柄の高潔さ、知的能力とそれまでの業務成績である。

## (6)1960年代～ 外資導入・産業育成政策

1965年のマレーシアからの独立に続き、英国が軍事基地の撤退を発表した。基地関連の経済活

動は当時のシンガポールのGNPの 5 分の1に当たり、生き残りが至上命令になった。政府は最終的に、教育、雇用、健康、住宅といった面で機会均等を重んじる社会主義の考え方を取り込みながら、自由主義経済で行くとの結論に達した。

多国籍企業を取り込みながら経済を発展させたので、英国基地は製造業や船舶修理サービス、通信、金融、保険などのための産業基盤に変身した。また、産業構造の転換に向けて意識的に工作機械や電機メーカーなど技術集約的産業の誘致に力を入れた。国際競争力維持のためには、政府側と労働組合の密接な連絡の下、全国的な賃金調整システムも導入した。

#### (7) 1980 年代～ 観光政策の進化

1980 年代には緑化計画を一層推進され、フルーツの植樹や目的別アメニティー施設の整備が進められた。1990 年代には 1994 年ナイトサファリを開園した他、生態系に配慮した各公園の整備が進められた。2008 年には F1 を開催。2010 年代には統合型リゾート開発をマリナベイサンズ開発、セントーサ島の再開発により推進した。統合型リゾートは、ビジネス活動を包摂するが、2000 年代に政府はマリナベイサンズの国際会議場設備を用いて、各種国際会議を開催、各分野において指導的立場を維持していることは重要である。こうした国際会議には、2008 年から開催されている「シンガポール国際水週間」、同じく隔年開催されている「世界都市サミット」、2012 年に組織された「グリーン環境サミット」がある。

### 3. 日本への含意

ここでは、2つの分野を選んで、日本への含意を考察する。

#### (1) 水資源開発への協力

シンガポールには、水道水に利用するための河川のような水源がほとんどなく、生活に必要な水は輸入に頼り続けていた。そのため、シンガポール公共業庁(PUB)は水自給率の向上を目指し、取組みを始めた。PUBによれば、水自給率の改善は国内貯水池の拡大、海水淡水化、下水の再利用による。中でも、下水再利用で生まれた再生水は NEWater といわれる。日本企業はシンガポールの水資源開発において様々な分野で協力しているが、日本企業は 2008 年から開催されている「シンガポール国際水週間」に積極的に関与することにより、水資源ビジネス分野における地歩を強化することに成功している。ここには、最先端技術を導入して行こうとするシンガポール当局とそれを提供することが可能なために選別される日本企業のウィンウィン関係の実現が見てとれる。

#### (2) 統合型リゾート(IR)整備推進法の実効性

カジノを中心とする統合型リゾート(IR)整備推進法は、2016 年 12 月 15 日の衆院本会議で賛成多数で可決、成立した。同法のモデルは、マリナベイサンズに代表されるシンガポールの統合型リゾートであるが、統合型リゾート開発構想は日本において所期の成果を挙げ得るのか、議論が分かれている。経済効果の評価以外にも、併設されるカジノの運用に関しては、依存防止対策、マネーロンダリング対策、反社会勢力排除、青少年保護等、懸念事項への対策が十分でないという議論がある。

以上



## 「シンガポールの国家戦略から学ぶもの」

2017年9月14日  
帝京平成大学 須藤繁

はじめに（問題意識）

1. シンガポールの歴史
2. 各時代におけるシンガポールの主要政策
3. 日本への含意

### シンガポールの特徴

1. 経済発展が、最大の国家目標であること
2. 近隣諸国よりも常に一步先の経済発展段階を追い求めたこと  
労働集約型軽工業⇒重化学工業⇒金融産業⇒教育・医療サービス産業
3. 国家主導による実施
4. 政治や民族文化は経済発展の手段と考えられたこと  
⇒民主主義や政治的自由、民族、宗教は、経済発展を阻害しない範囲で容認
5. シンガポールでは文化は育たなかったこと
6. 世界、欧米諸国に対して政治と経済を使い分けてきたこと
7. 国民のアイデンティティは未だに模索状態にあること

## リー・クアンユーの3つのフロント

1. 1960年代の共産党系グループ
  2. マレーシア時代のマレー主義政治家  
マレー人優位政策 vs 三民族の平等政策⇒マレーシアから追放
  3. 英語教育の自由主義者  
論点としての政治的自由をどう考えるか  
政党を作り選挙に参加するもの以外の者が政治的発言をすることは認められない⇒英語教育の自由主義者を政治過程から排除
- ⇒反共主義者 + 反民族主義者 + 反自由主義者 + エリート

## シンガポールの開発戦略

- ◆シンガポールの生き残りに直結
- ◆1965年 輸出志向型 + 外資依存型  
政治社会を安定させて、投資環境を整えることが不可欠
- ◆政府開発機関の体系的整備
  - 1960年初 経済開発庁 住宅開発庁の創設
  - 1967年 経済拡大奨励法制定 + 労働組合活動の抑制
  - 1968年 経済開発庁の再編 投資誘致任務への特化  
ジュロン開発公社 (JTC) 設立
  - 1972年 全国賃金評議会 (NWC) 設立

## 国民統合の社会工学

- ◆種族融和政策：三つの民族の言語や宗教や民族文化を平等に扱う
- ◆英語社会化政策：すべての民族に中立的な言語としての英語  
国際ビジネス語としての英語
- ◆英語化政策の修正：二言語政策 英語＋華語 英語＋マレー語  
英語＋タミール語
- ◆「スピークマンダリン」1979年9月：華人は中国語方言の使用を止める
- ◆公共政策の建設と種族融和  
1960年住宅開発庁（HDB）創設 1961年住宅建設5カ年計画 公共住宅の入居部屋の位置は入居者に自由に選ばせず、種族融和の観点からアロケート

## 産業構造高度化政策

- ◆1979年：資本集約型や技術集約型の産業を軸にした産業構造への転換
- ◆狙いは労働集約型産業を近隣諸国に移転し、労働力を付加価値や技術レベルの高い産業（⇒先進国の研究開発型企業・ハイテク等高付加価値産業）に振り向け、発展を図る。  
  
巨大な政府系企業
- ◆シンガポールの経済開発で、政府系企業も担い手企業の一つ。
- ◆イギリス軍基地の造船所化、石油精製、石油化学、貿易、金融、海運、エンジニアリング、武器製造、不動産開発、ホテル、観光業などと多くの産業分野に進出
- ◆民間企業と同様、利潤獲得を原則に経営を行う

## 2011年の総選挙

### ◆人民行動党の初めての敗北

定員87名 人民行動党当選者81名

### ◆敗北の原因

- ①生活環境の悪化に対する国民の不満。外国人移民奨励政策の推進による中間層の雇用機会の縮小＋富裕な外国人の投資が不動産に向かい、公共住宅価格に波及＋物価高。
- ②若い世代の国民を中心にした人民行動党の管理政治に対する不満

背景にはインターネットの普及、ネットへの書き込みを通じた中間層による不満の共有が挙げられる

## 禁止事項と罰金

禁止事項（罰金対象）	内 容
ポイ捨て禁止	ゴミを街中でポイ捨てすると500～1,000ドルの罰金
汚物の吐き捨て	痰や唾を吐くと、ポイ捨てと同様、500～1,000ドルの罰金
タバコ	車内・バス・タクシー内・劇場・映画館・政府関係の建物等、禁煙表示のある場所で喫煙すると500～1000ドルの罰金
チューイングガム	シンガポールではチューイングガムは販売・製造・輸入が禁止されている。持ち込みも禁止で、これに違反すると10,000ドルの罰金。
ドラッグ	麻薬の所持・使用及び輸出は、20,000ドルの罰金から死刑
交通ルール	定められた横断歩道や歩道橋・地下道から50メートル以内の場所で道路を横断すると、50ドルの罰金。
その他	鳥に餌をやると1,000ドルの罰金
	タバコの持ち込みは200本まで。
	ヌード写真の持ち込み禁止。
地下鉄（MRT）ルール	公衆トイレで、用済み後、水を流さないで30ドルの罰金。
	列車内・駅構内でのポイ捨て
	列車内・駅構内での喫煙
	列車内・駅構内でうろつくこと
	切符を折り曲げる
	上記は全て最高5,000ドルの罰金の対象となる。

## 観光政策の変遷

時点	出来事	備 考
1960年代	1964年シンガポール観光振興局(STB)設立	セントーサ島の開発やシンガポール動物園設立を含めたインフラ整備が始められた。
1970年代	1972年9月 セントーサ島開発公社設立 1973年 シンガポール動物園開園	
1980年代	緑化計画の一層の進展(フルーツの植樹、目的別アメニティ施設の整備など)	
1990年代	1994年ナイトサファリ開園 生態系に配慮した公園整備	130種、千頭を超える夜行性動物。敷地面積40ha
2000年代	2008年 F1開催	
2010年代	2010年 リゾート・ワールド・セントーサ(RWS) 4月マリーナ・ベイ・サンズ(MBS)開業 2012年6月ガーデン・バイ・ザ・ベイ開園 2012年9月ギルマン・パラックス(アート地区)	総面積約110ha 3つの庭園から構成されている シンガポール最大のアート地区。14のアートギャラリーがある
	2013年4月リバーサファリ開園 2014年5月スポーツとアートのハブ リバーワールドセントーサ(RWS) カジノ体験+ユニバーサルスタジオ	世界各地の淡水動物300種類以上を集めた、アジア初となる川のテーマパーク 東京ドームが7.5個も入る37ヘクタールの広大な敷地。アジア最大となる本格的なスポーツ複合施設

## 世界都市サミット The World Cities Summit

- ◆シンガポール政府主催。
- ◆世界各国のリーダー、自治体の首長、専門家、企業の代表などが一堂に会し、「住みやすく持続可能な都市」をテーマに、都市が抱える課題について、解決策の議論や情報交換を行う。
- ◆この世界都市サミットでは、2年に1度、住みやすく、活気があり、持続可能な都市創造に顕著な貢献をした都市に贈られる「リー・クアンユー世界都市賞」(2010年に創設)の受賞セレモニーが行われている。
- ◆日本では、2014年、横浜市が市民や事業者と協力して取組を進めた、みなとみらい21事業、港北ニュータウン事業、G30計画の実績などが評価され、「リー・クアンユー世界都市賞特別賞」を受賞した。
- ◆横浜市は、2016年7月10～13日に開催された「港湾の未来と都市の関係」会合で、横浜市のまちづくりの実績と、これを土台にした都市再生と課題解決の取組について報告、世界に発信した。

「世界都市サミット」

日経産業新聞 2012年3月30日

- ◆シンガポールは環境制約の中で培った技術と経験を中国やアジアなどに売り出し、環境都市をビジネスにした。
- ◆シンガポール政府は、東京や北京など世界の大都市に加え、被災した日本の都市も招き、2012年7月に世界都市サミットを開催した。
- ◆その際、事務局を指揮したクー長官は、理想の都市に関連して、「技術は目的ではなく、住む人や将来世代が生き生きと暮らせるためのもの」と語っていた。
- ◆シンガポールが提唱する「リバブルシティー（住みやすい都市）」は、住む人が生き生きと健康でいられ、社会面でも経済面でも持続可能な都市だという。
- ◆世界の環境都市市場の開拓の第一歩は、地域に住む人が何を求めているかに耳を傾けることである。環境都市で先頭を走るシンガポールが打ち出す行政と産業界が、住民ニーズについて継続的に対話する場を設けて成果に結び付けていく戦略は興味深い。

シンガポールの水資源開発

- ◆水資源の多くを隣国マレーシアに頼ってきたシンガポールが、水自給率の向上に本格的に取り組み始めたのは2000年。当初の目標は自国の弱点克服にあったが、水処理技術を自国産業の競争力強化につなげる戦略が軌道に乗り、現在、シンガポールは世界中の企業のR&D拠点が集結する最先端の技術ハブとなっている。シンガポール政府は自国を水処理技術の拠点とするための政策をさらに推進し、成長分野の需要を取り込もうとしている。その具体策が、補助金や税制優遇、共同研究機会の提供、そして国際見本市“SIWW”の開催である。
- ◆SIWWは2008年に初回開催以来、シンガポール政府は、世界的に成長が見込まれる水ビジネスを重要な産業の1つと位置付け、シンガポールを水・環境技術の研究、開発、応用の拠点とすることを目指し、「グローバル・ハイドロ・ハブ構想」を策定。この構想の下、政府は水関連産業振興や研究開発支援を行っており、外国企業とも官民連携を推進している。

## 水問題

- ◆1961年マレーシアと水供給契約を締結 99年間有効  
+ 1990年契約 2061年まで有効
- ◆ゴー・チョクトン時代 ニューウォーター計画（下水の再生化）
- ◆貯水池の拡充 + 淡水湖の建設
- ◆海水淡水化による完全自給化を目指す

## 「シンガポール国際水週間」

### Singapore International Water Week : SIWW

- ◆水処理にかかわる政策立案者、指導者、専門家、事業者などが一堂に会する世界的な情報交換の場である「シンガポール国際水週間：水エクスポ（SIWW）」は、水分野の技術・サービス・製品をテーマとする水処理分野の総合見本市である。
- ◆直近では、2016年7月11日～13日に開催、世界中から水処理機器メーカーやエンジニアリング会社を中心に、ASEAN地域での水関連ビジネスに関心を持つ1,028社・団体が出展、世界115カ国・地域から2万1,240人が来場した。



## クリーン環境サミット (Clean Enviro Summit Singapore)

◆クリーン環境サミットは、各国から政府高官、政策担当者、産業の要職者が集まり、「成長するアジアの都市における革新的な環境ソリューション」をテーマに、都市が抱える環境問題の解決策、新しい技術などについて意見交換をする場として、2012年7月に初めて開催された。

◆2016年7月には、同サミット第3回会合が開催された。同サミットでは政府や業界の代表と政策担当者、規制当局担当者が都市化がもたらす環境問題への具体的な解決策について検討した。この中で長期的なサステナビリティを確保するには、直線型経済モデルから循環型モデルへの抜本的な変化が必要だという点で意見が一致した。直線型モデルでは、天然資源を無差別に使用した後、廃棄物埋め立て地へ直行することとなる。これに対し循環型モデルでは、資源はリサイクルもしくは再利用される。同サミットでは、30億シンガポール・ドルをかけて、統合廃棄物処理施設を建設することも発表された。限られた国土のシンガポールで、固形廃棄物と下水の一貫処理という新たな取組みとなる。

## カジノ開設問題

◆近隣諸国は、外貨獲得のためカジノ産業を育成

◆「クリーン&グリーン」を売り物にしてきた、リー・クアン・ユーはギャンブルは道徳的腐敗であるとして否定してきたが、リー・シェンロンは近隣諸国の動きを見て、2005年に政府として判断すると発表。

◆賛否両論の中で、2005年4月カジノ開設を決定。

理由は、仮にシンガポールがカジノを開設しなければ観光客を近隣諸国に奪われ、シンガポールの経済的損失は計り知れないこと  
⇒道徳的是非よりも、生存のためにはあらゆる産業に参入して経済発展せねばならない

◆2010年カジノ開設 今日シンガポールの新観光スポットに成長  
ただし、政府は国民がギャンブルに染まるとの懸念や批判に配慮して、カジノ施設への入場料を、外国人は無料、シンガポール国民は100シンガポールドル(約7,000円)とすることで対応



## 演題名：ナノ材料の発がん性とリスク管理への対応

名古屋市立大学大学院医学研究科分子毒性学分野

酒々井真澄

化学物質は多くの利便をもたらす一方で、その使用法によっては健康に有害な影響を及ぼすことがある。有害性を予測し評価するのが毒性学である。私たちのミッションは化学物質の発がん性、生殖発生毒性、遺伝毒性、免疫毒性および一般毒性について毒性発現機序をつきとめリスク評価を行うことにより化学物質のリスク管理に役立つ情報を社会に送り出すことである。なかでも、発がん性および遺伝毒性についての正確なリスク評価は極めて重要といえる。

ナノ材料は、世界標準化機構 (International Organization for Standardization, ISO) により「少なくとも一次元の大きさが 100 nm よりも小さく製造された材料」と定義されている ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )。カーボンナノチューブ (carbon nanotube, CNT) は、1991 年に飯島博士により発見された炭素原子から構成される六員環が平面上に並んだグラフェンを筒状に巻いた形状のナノ材料である<sup>[1]</sup>。1 層の筒状グラフェンを単層カーボンナノチューブ (single walled carbon nanotube, SWCNT) といい、複数層の同心筒状グラフェンを多層カーボンナノチューブ (multi walled carbon nanotube, MWCNT) という<sup>[1]</sup>。CNT は、電気伝導性、熱伝導性、高硬度などの優れた物理化学的特性をもつため工業製品 (半導体、塗料、鋼材等) への利用が進んでいる<sup>[2-4]</sup>。日本での粗鋼生産量は現在 17 億トンであり、近い将来にこのうち 8 億トンはナノ材料に置き換わると予測されている。くわえて、薬物送達システム (drug delivery system, DDS; 薬を患部まで届ける方法) を利用したがん化学療法への応用が期待される<sup>[5, 6]</sup>。

アスベスト繊維は、軽量、耐熱性、絶縁性などの特性をもつ鉱物であり多くの工業製品あるいは建材に使用されてきた。しかし、アスベスト繊維を吸入し平均 43 年経過後に腫瘍性病変 (原発性肺癌、悪性中皮腫) を含む肺障害が引き起こされることがわかっている<sup>[7]</sup>。CNT はその構造がアスベスト繊維と類似していることから肺障害のリスクが懸念されている。実際に、動物モデル (マウス、ラット) を用いて腹腔内あるいは陰嚢内への MWCNT の投与により悪性中皮腫が誘発された報告

がある<sup>[8, 9]</sup>。MWCNTをラットの気管内投与に投与すると炎症、肺胞間質の線維化および肉芽腫の誘発が明らかになっている<sup>[10, 11]</sup>。さらに、Donaldsonらは直線状のMWCNTは壁側胸膜に沈着し炎症反応および細胞分裂を引き起こすと述べている<sup>[12]</sup>。CNTは直径が短く鋭利かつ長い、つまり直径と長さの割合を示すアスペクト比が高いほど中皮腫発生頻度および細胞毒性は高いという報告がある<sup>[13]</sup>。一方で、MitchellらはMWCNTをマウスに吸入させたが肺組織に炎症反応や線維化は確認できなかった<sup>[14]</sup>。また、直径11.3 nm、長さ0.7  $\mu\text{m}$ が(アスペクト比62)のMWCNTをラットの腹腔内投与後2年経過しても腹腔内に中皮腫の発生がみられなかったという報告がある<sup>[15]</sup>。永井らはラットに直径15 nm(アスペクト比200)の集合体状(tangled)MWCNTを腹腔内投与3年経過後に中皮腫は生じなかったと報告している<sup>[16]</sup>。これらの報告からわかるように現状では、動物モデルにおいて肺障害(炎症、線維化、腫瘍など)を引き起こすCNTのサイズや形状に関してはまだ一定の結論に達していない。

アスベストやCNTなどの繊維性物質の吸入により発がんする詳細な機序については明らかになっていない。アスベスト繊維による発がんには3つの説が考えられている。(1)アスベスト繊維に含まれる鉄の影響で酸化ストレスが発生しそれによりフリーラジカルが発生し細胞を攻撃することで発がんを誘発する説<sup>[17-20]</sup>。(2)アスベスト繊維が細胞を直接攻撃することで染色体に損傷もしくは突然変異を生じさせ発がんへとつながる説<sup>[21]</sup>。(3)アスベスト繊維をマクロファージが貪食しようとするがサイズが大きいと貪食できずにマクロファージに持続的慢性炎症ストレスが加わり発がんにつながる説<sup>[22]</sup>。さらに、(1)と(3)が相互作用をすることで発がんを引き起こしている可能性も考えられている<sup>[23, 24]</sup>。アスベスト繊維の長さとの関連に関しては、直径が0.25  $\mu\text{m}$ 以下で長さが8.0  $\mu\text{m}$ 以上(アスペクト比32以上)の繊維は発がんを惹起するリスクがあるというスタントン・ポットの仮説がある<sup>[25]</sup>。Polandらは、直径84.89 nmで長さが13  $\mu\text{m}$ (アスペクト比154)の直線状MWCNTおよび直径が165.02 nmで長さが56  $\mu\text{m}$ (アスペクト比339)の直線状のMWCNT、直径14.84 nmで長さが1~5  $\mu\text{m}$ (アスペクト比337)の集合体状(tangled)MWCNT、直径10.40 nmで長さ5~20  $\mu\text{m}$ 、(アスペクト比1923)の集合体状MWCNTをマウスの腹腔内に投与した結果、直線状の

MWCNT 投与群では横隔膜の腹膜側に炎症および肉芽腫が生じたと報告している<sup>[26]</sup>。よって、一定の長さを持つ MWCNT はアスベスト繊維と同様の病変を生じさせると論じている<sup>[8, 27]</sup>。また、マウスにアスベストと CNT を肺内投与した実験では、アスベスト繊維吸入群と CNT 吸入群で肺組織に炎症が生じたことが報告されている<sup>[27]</sup>。Kostarelos は、CNT の直径が小さく鋭利かつ長い、つまりアスペクト比が高い繊維は中皮腫誘導能があり、細胞毒性は高いと報告している<sup>[28]</sup>。永井らは、直径 50 nm で平均長が 5  $\mu\text{m}$  (アスペクト比 100) の MWCNT をラット腹腔内に投与すると 1 年後に 100% の頻度で悪性中皮腫が発生したと報告している<sup>[29]</sup>。しかし、F344 ラットに直径 15 nm で平均長が 3  $\mu\text{m}$  (アスペクト比 200) の集合体状態の MWCNT (10mg) を腹腔内に投与し 3 年間経過後に調べた結果、肉芽腫は発生したが悪性中皮腫は発生しなかったと報告している<sup>[16]</sup>。また Mitchell らは、マウスに平均直径 10~20 nm で平均長が 5~15  $\mu\text{m}$  (アスペクト比 250~1,500) の直線状の MWCNT を吸入曝露した結果、肺組織での炎症および線維化は見られなかったと報告している<sup>[14]</sup>。これらの報告から、平均直径、平均長、形状、投与量、投与期間および投与方法(吸入か肺内投与かの違い)は悪性中皮腫を含む肺障害発症に影響する重要な因子であるといえる。

私たちの研究で用いた日機装社製の MWCNT のアスペクト比は 80~140 であり、肺組織内に残留した繊維では 86~103、日機装の製品データでは 116 である。従って、アスペクト比から判断すると実験に用いたものは細くて長い CNT であると考えられる。私たちは日機装社製の直線状の MWCNT をラット肺内に投与することで臓側胸膜の中皮細胞の増殖が促進されることを明らかにした<sup>[37]</sup>。さらに、私たちの最近の研究では MWCNT 投与後平均して 90 週経過以降に 10/41 (24%) の頻度で悪性中皮腫を含む肺腫瘍が発生した<sup>[30]</sup>。実験を通して途中死亡した個体は悪性中皮腫を含む肺腫瘍、加齢、自然発症の腫瘍、MWCNT 気管内投与時の窒息が主な原因である。

本講演では、ナノ材料の特性、アスベストとの形状類似性、懸念される健康影響、アスベストの発がん性(動物試験、臨床例)、ナノ材料の肺障害性(動物試験)、各種データから読み取れること、管理上の課題(発がんさせない形状と方策)などについて科学的なエビデンスにもとづき議論したい。

- [1] Iijima S. Helical microtubes of graphitic carbon. *Nature*. 354: 56-8, 1991.
- [2] Berber S, Kwon YK, Tomanek D. Unusually high thermal conductivity of carbon nanotubes. *Phys. Rev. Lett.* 84: 4613-6, 2000.
- [3] Kang SJ, Kocabas C, Ozel T, *et al.* High-performance electronics using dense, perfectly aligned arrays of single-walled carbon nanotubes. *Nat. Nanotechnol.* 2: 230-6, 2007.
- [4] Yu MF, Lourie O, Dyer MJ, *et al.* Strength and breaking mechanism of multiwalled carbon nanotubes under tensile load. *Science*. 287: 637-40, 2000.
- [5] Ji SR, Liu C, Zhang B, *et al.* Carbon nanotubes in cancer diagnosis and therapy. *BBA*. 1806: 29-35, 2010.
- [6] Chen J, Chen S, Zhao X, *et al.* Functionalized single-walled carbon nanotubes as rationally designed vehicles for tumor-targeted drug delivery. *J. Am. Chem. Soc.* 130: 16778-85, 2008.
- [7] O'Reilly KM, McLaughlin Am, Becktt WS, *et al.* Asbestos-Related Lung Disease. *Am. Fam. Physician*. 75: 683-8, 2007.
- [8] Takagi A, Hirose A, Nishimura T, *et al.* Induction of mesothelioma in p53+/- mouse by intraperitoneal application of multi-wall carbon nanotube. *J. Toxicol. Sci.* 33: 105-16, 2008.
- [9] Sakamoto Y, Nakae D, Fukumori N, *et al.* Induction of mesothelioma by a single intrascrotal administration of multi-wall carbon nanotube in intact male Fischer 344 rats. *J. Toxicol. Sci.* 34: 65-76, 2009.
- [10] Aiso S, Yamazaki K, Umeda Y, *et al.* Pulmonary toxicity of intratracheally instilled multiwall carbon nanotubes in male Fischer 344 rats. *Ind. Health*. 48: 783-95, 2010.
- [11] Muller J, Huaux F, Moreau N, *et al.* Respiratory toxicity of multi-wall carbon nanotubes. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 207: 221-31, 2005.
- [12] Donaldson K, Aitken R, Tran L, *et al.* Carbon nanotubes: a review of their properties in

relation to pulmonary toxicology and workplace safety. *Toxicol. Sci.* 92: 5-22, 2006.

[13] Kostarelos K. The long and short of carbon nanotube toxicity. *Nat. Biotech.* 26: 774-6, 2008.

[14] Mitchell LA, Gao J, Wal RV, *et al.* Pulmonary and systemic immune response to inhaled multiwalled carbon nanotubes. *Toxicol. Sci.* 100: 203-14, 2007.

[15] Muller J, Delos M, Panin N, *et al.* Absence of carcinogenic response to multiwall carbon nanotubes in a 2-year bioassay in the peritoneal cavity of the rat. *Toxicol. Sci.* 110: 442-8, 2009.

[16] Nagai H, Okazaki Y, Chew SH, *et al.* Intraperitoneal administration of tangled multiwalled carbon nanotubes of 15 nm in diameter does not induce mesothelial carcinogenesis in rats. *Pathol. Int.* 63: 457-62, 2013.

[17] Kamp DW, Graceffa P, Pryor WA, *et al.* The role of free radicals in asbestos-induced diseases. *Free Radic. Biol. Med.* 12: 293-315, 1992.

[18] Jiang L, Nagai H, Ohara H, *et al.* Characteristics and modifying factors of asbestos-induced oxidative DNA damage. *Cancer Sci.* 99: 2142-51, 2008.

[19] Toyokuni S. Role of iron in carcinogenesis: cancer as a ferrototoxic disease. *Cancer Sci.* 100: 9-16, 2009.

[20] McDonald AD, McDonald JC, Pooley FD. Mineral fibre content of lung in mesothelial tumours in North America. *Ann. Occup. Hyg.* 26: 417-22, 1982.

[21] Wang NS, Jaurand MC, Magne L, *et al.* The interactions between asbestos fibers and metaphase chromosomes of rat pleural mesothelial cells in culture. A scanning and transmission electron microscopic study. *Am. J. Pathol.* 126: 343-9, 1987.

[22] Balkwill F, Charles KA, Mantovani A. Smoldering and polarized inflammation in the initiation and promotion of malignant disease. *Cancer Cell.* 7: 211-7, 2005.

[23] Donaldson K, Li XY., MacNee W. Ultrafine (nanometre) particle mediated lung injury. *J.*

Aerosol Sci. 29: 553-60, 1998.

[24] Nagai H, Toyokuni S. Biopersistent fiber-induced inflammation and carcinogenesis: lessons learned from asbestos toward safety of fibrous nanomaterials. Arch. Biochem. Biophys. 502: 1-7, 2010.

[25] Stanton MF, Wrench C. Mechanisms of mesothelioma induction with asbestos and fibrous glass. J. Natl. Cancer Inst. 48: 797-821, 1972.

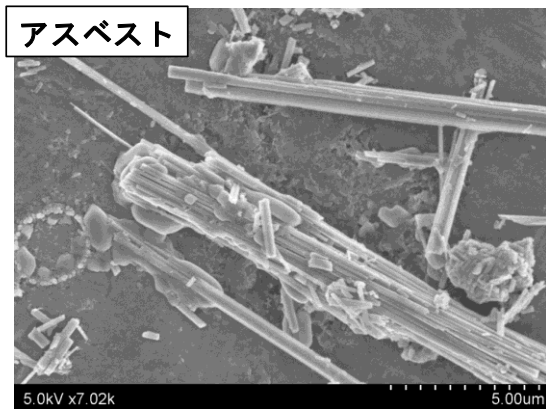
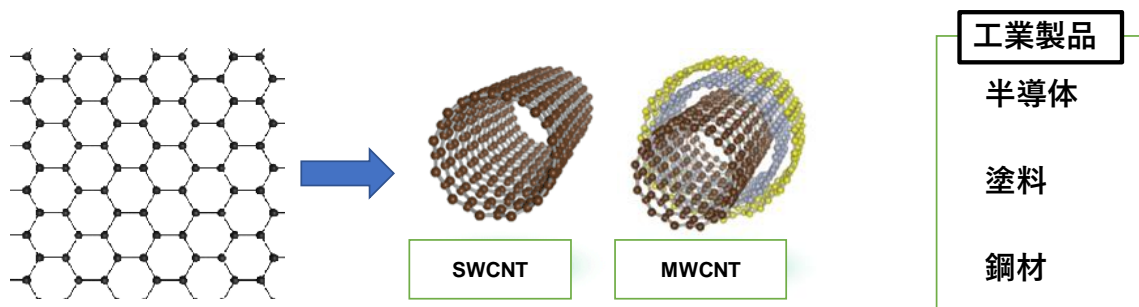
[26] Poland CA, Duffin R, Kinloch I, *et al.* Carbon nanotubes introduced into the abdominal cavity of mice show asbestos-like pathogenicity in a pilot study. Nat. Nanotech. 3: 423-8, 2008.

[27] Teeguarden JG, Webb-Robertson BJ, Waters KM, *et al.* Comparative proteomics and pulmonary toxicity of Instilled single-walled carbon nanotubes, crocidolite asbestos, and ultrafine carbon black in mice. Toxicol Sci. 120:123-35, 2011.

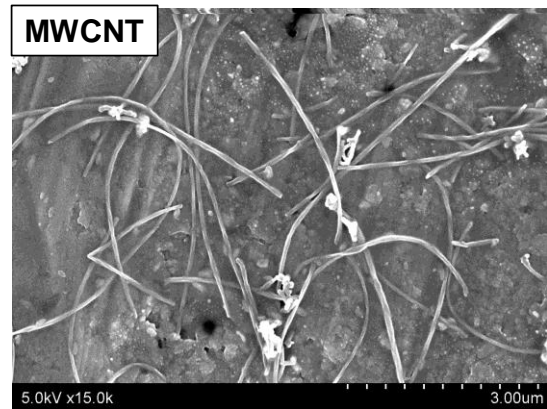
[28] Kostarelos K. The long and short of carbon nanotube toxicity. Nat. Biotechnol. 26: 774-6, 2008.

[29] Nagai H, Okazaki Y, Chew SH, *et al.* Diameter and rigidity of multiwalled carbon nanotubes are critical factors in mesothelial injury and carcinogenesis. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 108: E1330-8, 2011.

[30] Suzui M, Futakuchi M, Fukamachi K, *et al.* Multiwalled carbon nanotubes intratracheally instilled into the rat lung induce development of pleural malignant mesothelioma and lung tumors. Cancer Sci. 107: 924-935, 2016.



悪性腫瘍を含む肺疾患が発生



吸入した場合の肺障害リスク

■一般発表資料■

シンガポールの交通管理政策

三橋 茉由  
帝京平成大学

新入社員に対する海外研修の試み

小林 晃司  
綜研化学株式会社



## 演題:「シンガポールの交通管理政策」

2017年9月14日

帝京平成大学 三橋茉由

### 1. シンガポールの概要

シンガポールの総人口は561万人であるが、その中には100万人の出稼ぎ労働者が含まれている。面積は、719.1平方キロメートルで東京23区よりやや広い程度の広さである。民族構成は、中華系74%、マレー系13%、インド系9%を中心とする多民族国家である。人口密度は世界第2位である。

### 2. シンガポールの交通事情

#### (1) 車両取得制度(COE: Certificate of Entitlement)

シンガポール人は、車を購入する際、車本体の価格にプラスして「車を所有する権利」を政府から購入しなければならない。これは車を購入するすべての人に義務付けられている。政府はこのCOEの発行枚数を調整することで、国内の車の数を適正な一定数に保っている。COEは10年の有効期限付きで、価格は毎月2回の入札で変動する。

#### (2) 車両価格

シンガポールでは車を所有するには何かとお金がかかる。国内では車の生産が行われていないため、すべて輸入である。車を購入する際、COEの金額に加え、その輸入に関する輸送費用、輸送時の保険、関税等を合計すると、日本での車購入額の3、4倍になる。

車の種類によって値段は変わるが、だいたい車両価格が300万円、車を買う権利が400万円、輸入手数料が300万円である。例として、カローラが日本で200万円なのに対しシンガポールでは1000万円、プリウスが日本で300万円なのに対しシンガポールでは1,540万円、アコードが日本で300万円なのに対しシンガポールでは1,300万円である。

### 3. ロードプライシング制度

#### (1) ロードプライシング制度の歴史

##### ① 入域許可証制度(ALS: Area License Scheme)

都心部の混雑を緩和するため、商業中心地区に制限区域を定め、制限区域へ進入する車両から通行料を徴収する入域許可証制度(ALS)を1975年より実施。当初は、朝の通勤車の抑制を目的として午前中のピーク時間のみで実施した後、1989年以降は夕方の混雑時が含められ、1994年以降は昼間においても実施されるに至った。

##### ② 道路通行料制度(RPS: Road Pricing Scheme)

入域許可証制度が市中心部の混雑緩和に効果を発揮したため、1995年から、シンガポールの高速道路のうち、特に混雑が問題となっていた3大高速道路においても、平日の午前7:30~9:30の間、通行料を徴収することになった。

### ③道路料金自動徴収制度(ERP:Electronic Road Pricing)

入域許可証制度や道路通行料制度は市中心部の混雑緩和に効果を発揮したが、渋滞地域の拡大や渋滞の程度に応じた課金徴収に対応できないこと、入域証の監視に人手とコストがかかり過ぎることなどから、1998年よりERPに移行した。

#### (2)ERP制度の概要

都心部や特定の混雑区間への車両流入を抑制するために、流入地点にガントリーと呼ばれるゲートを設置し、ゲートを通過する際に、車載器と通信を行うことで課金するシステム。ガントリーは国内90ヵ所に設置されている。日本のETCシステムと似たシステムではあるが、シンガポールでは車載器の搭載が義務付けられており、一般道に設置されているのが特徴。通過した時点でバイク、トラック、バス、二輪車を含む全ての車両に自動課金される。

#### (3)ERP導入都市との比較(シンガポール、ロンドン、オスロ、ソウル)

ロードプライシングは、特定の道路や地域、時間帯における自動車利用者に対して課金することにより、自動車利用の合理化や交通行動の転換を促し、自動車交通量の抑制を図る施策で、TDM(交通需要マネジメント)施策の一つである。交通渋滞や大気汚染の著しい地域に導入することにより、渋滞緩和と大気環境の改善への貢献が期待され、現在、シンガポール、ロンドン、オスロ、ソウルで導入されている。

#### (4)日本におけるロードプライシングシステム導入の検討

鎌倉市では、地区交通計画の見直しや新たな施策について検討するため、2012年5月に市長の諮問機関として、市民、商工業者、交通事業者、関係行政機関の職員、及び学識経験者で組織する、鎌倉市交通計画検討委員会の設置と、下部組織として鎌倉市交通計画検討委員会・専門部会を設置。専門部会では、2013年10月から、交通渋滞の解消策の一つである、「鎌倉ロードプライシング(仮称)」の内容について検討を開始した。

#### (5)東京五輪時の交通渋滞緩和政策

東京五輪開催期間中の交通渋滞を避けるため、すべての関係者用のバスや乗用車などをインターネットにつなぎ、警察や道路管理者がそれぞれ持っている渋滞・事故情報も一元管理して運転手に最適なルートを指示する新システムを導入することが2017年7月22日に決定された。IT(情報技術)を駆使して輸送を管理するのは五輪史上初めてで、閉幕後は災害時に緊急車両を効率的に動かすシステムに転用して大会の遺産とする構想である。

## 4. まとめ

世界各地では様々なロードプライシング制度が導入されているが、最初に導入したのはシンガポールであり、時代の経過と共に内容に改良が加えられた。中でもERPは、交通量に応じてリアルタイムで料金の設定が行われること、徴収コストがかからないことが特徴である。交通渋滞は交通事故など様々な悪影響を及ぼすため、渋滞緩和政策は多くの都市で課題となっている。日本でも一部の地域や東京五輪時に導入する計画があり、その運用振りが注目される。以上

## シンガポールの交通管理政策



2017年9月14日  
帝京平成大学  
現代ライフ学部  
観光経営学科  
三橋茉由

### 報告項目

1. シンガポールの概要
2. シンガポールの交通事情
  - (1) 車両取得権利制度
  - (2) 車両価格
3. ロードプライシング制度
  - (1) ロードプライシング制度の歴史
  - (2) ERP制度の概要
  - (3) 導入都市との比較
  - (4) 日本への適用の可能性
  - (5) 東京五輪時の交通渋滞緩和策
4. まとめ



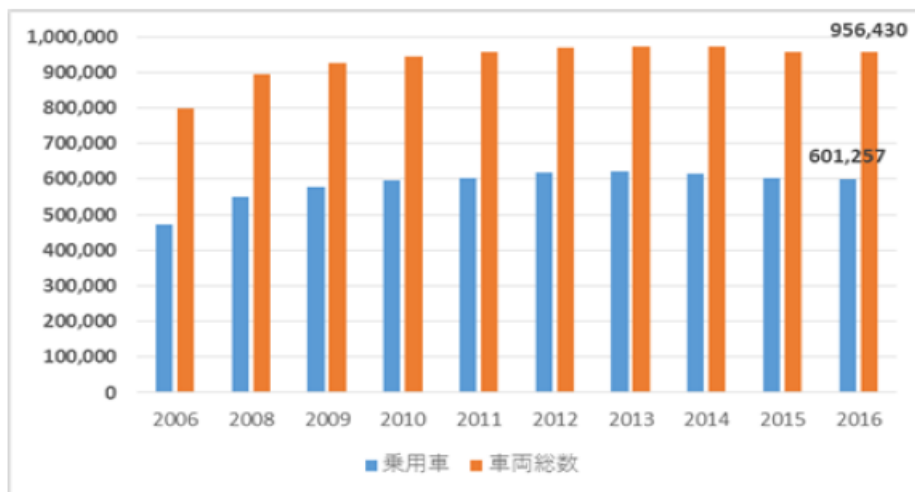
### シンガポールの概要

- 総人口：561万人
- 面積：719.1 km<sup>2</sup>  
(東京23区よりやや広い)
- 民族構成：中華系74%、マレー系13%、  
インド系9%、その他
- 名目GDP：2927億米ドル
- 一人当たり名目GDP：52888米ドル
- 人口密度：**世界第2位**



### シンガポールの乗用車登録台数

シンガポールでは、日本のように1人1台車を持つてしまうと、渋滞がすぐ発生してしまう。➡ 政府がいくつか規制



## 交通管理政策のツール

### 1. 自動車登録台数の規制

- 車両取得権利制度(COE: Certificate of Entitlement)
- 車両価格

### 2. 道路交通政策

- 入域許可制度 (ALS : Area License Scheme)
- 道路通行料制度 (RPS : Road Pricing Scheme)
- 道路料金自動徴収制度 (ERP : Electronic Road Pricing)



## COE制度 (Certificate of Entitlement)

- 車両取得権利制度
- 車を所有する権利をシンガポール政府から購入しなければならない。
- 10年の有効期限付き、価格は毎月2回の入札で変動。



### COE制度 (Certificate of Entitlement)

- シンガポールでは車の生産が行われていないため、全て輸入。
- COEの金額に加え、その輸入に関する輸送費用、輸送時の保険、関税等を合計すると、日本での日本車購入額の3、4倍以上になることもある。



### 車両価格の構成

- 車両価格 300万円
- 車を買う権利(COE) 400万円
- 輸入手数料 300万円

(例)

	日本	シンガポール
カローラ	200万円	1000万円
プリウス	300万円	1540万円
アコード	300万円	1300万円

日本車は本体価格(2017年3月現在)



## シンガポールにおけるロードプライシング制度の歴史

導入の背景：国土の狭いシンガポールでは道路の拡張には限界があるため、各種の道路交通施策が導入。

制度の変遷：

①**入域許可証制度 (ALS)**：都心部の混雑を緩和するため、商業中心地区に制限区域を定め、制限区域へ進入する車両から通行料を徴収する同制度を1975年より実施。当初は、朝の通勤車の抑制を目的として午前中のピーク時間帯のみで実施、1989年以降は夕方の混雑時を含め、1994年以降は昼間においても実施。

②**道路通行料制度 (RPS)**：ALSが市中心部の混雑緩和に効果を発揮したため、1995年から、シンガポールの高速度道路のうち、特に混雑が問題となっていた3大高速道路においても、平日の午前7：30～9：30の間、通行料を徴収。

③**道路料金自動徴収制度 (ERP)**：ALSやRPSは市中心部の混雑緩和に一定の効果を発揮したが、渋滞地域の拡大や渋滞の程度に応じた課金徴収に対応できないこと、入域証の監視に人手とコストがかかり過ぎることなどから、1998年より料金自動徴収システムに移行。



## ERP制度 (Electronic Road Pricing)

### • 電子道路課金制度



ERPのガントリー



キャッシュカードを差し込んだ車載器



## E R P 制度 (Electronic Road Pricing)

ドライバー向けの総合ポータルサイト  
『ONE MOTORING』 (平日、乗用車の一例)

ブギス

Time	Bugis-Marina Centre (9 Gantries)	Stenton Way- Chinatown (10 Gantries)
Gantry No.	Refer to note 1	Refer to note 2
5.30pm - 5.35pm	\$1.50	\$1.50
5.35pm - 5.35pm	\$1.50	\$1.50
5.55pm - 6.00pm	\$1.50	\$1.50
6.00pm - 6.05pm	\$2.30	\$2.30
6.05pm - 6.25pm	\$3.00	\$3.00
6.25pm - 6.30pm	\$3.00	\$2.50
6.30pm - 6.35pm	\$3.00	\$2.00
6.35pm - 6.55pm	\$3.00	\$2.00
6.55pm - 7.00pm	\$2.50	\$1.50
7.00pm - 7.05pm	\$2.00	\$1.00
7.05pm - 7.25pm	\$2.00	\$1.00

## ERP導入都市の比較 (シンガポール、ロンドン、オスロ) (1)

- ◆ロードプライシングは、特定の道路や地域、時間帯における自動車利用者に対して課金することにより、自動車利用の合理化や交通行動の転換を促し、自動車交通量の抑制を図る施策で、TDM (交通需要マネジメント) 施策の一つ。
- ◆交通渋滞や大気汚染の著しい地域に導入することにより、渋滞緩和と大気環境の改善への貢献が期待。
- ◆現在、シンガポール、ロンドン、オスロ、ソウルで導入されている。



## ERP導入都市の比較（シンガポール、ロンドン、オスロ）（2）

	シンガポール	ロンドン	オスロ	ソウル
課金方式	コードンプライシング	エリアプライシング	コードンプライシング	ポイントプライシング
目的	中心業務地区での自動車交通量の削減と渋滞の解消	ロンドン中心部での自動車交通量削減と渋滞の解消	交通インフラ整備（主に道路整備）の財源確保	ソウル市の中心業務地区の混雑緩和
実施時期	1975～98年：入域許可証方式（ALS）1998年4月から料金自動徴収方式（ERP）に移行	2003年2月から	1990年2月から	1996年11月から

出所：東京都環境局「海外におけるロードプライシングの事例」より作成

<http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/vehicle/management/price/country/example.html>  
（最終確認日2017年8月28日）

## 日本におけるロードプライシングシステム導入の検討

◆鎌倉市では、地区交通計画の見直しや新たな施策について検討するため、2012年5月に市長の諮問機関として、市民、商工業者、交通事業者、関係行政機関の職員、及び学識経験者で組織する、鎌倉市交通計画検討委員会の設置と、下部組織として鎌倉市交通計画検討委員会・専門部会を設置。専門部会では、2013年年10月から、交通渋滞の解消策の一つである、「鎌倉ロードプライシング（仮称）」の内容について検討を開始。

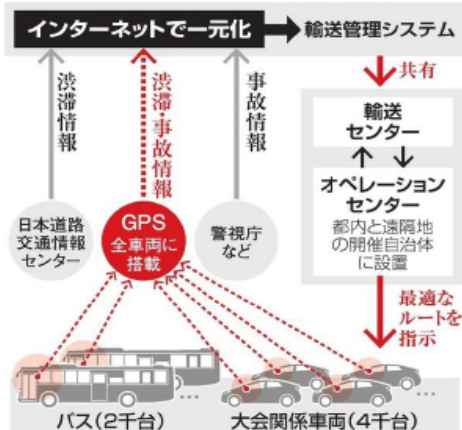
◆2017年8月現在、依然検討中。

出所：鎌倉市「（仮称）鎌倉ロードプライシングの検討内容と検討経緯等について」（2016年10月17日）<https://www.city.kamakura.kanagawa.jp/koutsu/road-pricing-soan.html>（最終確認日2017年8月28日）

## 東京五輪時の交通渋滞緩和策

五輪開催中は延べ800万人の移動が見込まれている。東京五輪は都心近郊に競技場、選手村などが集中。政府は、大会期間中の選手や観客らのスムーズな輸送方法の実現を目指す。

### 東京五輪・パラリンピックでの輸送管理



◆2017年7月22日、東京五輪開催期間中の交通渋滞を避けるため、すべての関係者用のバスや乗用車などをインターネットにつなぎ、警察や道路管理者がそれぞれ持っている渋滞・事故情報も一元管理して運転手に最適なルートを指示する新システムが導入されることが発表された。

◆IT（情報技術）を駆使して輸送を管理するのは五輪史上初めてで、閉幕後は災害時に緊急車両を効率的に動かすシステムに転用して大会の遺産とする。

出所：朝日新聞「五輪渋滞 ITで回避」2017年7月22日

## まとめ

◆世界各地で様々なロードプライシング制度が導入されているが、最初に導入したのはシンガポールであり時代の経過と共に内容に改良が加えられた

(ALS⇒RPS⇒ERP)。

◆中でもERPは、交通量に応じてリアルタイムで料金の設定が行われること、徴収コストがかからないことが特徴である。

◆交通渋滞は交通事故など様々な悪影響を及ぼすため渋滞緩和政策は多くの都市で課題となっている。日本でも一部の地域や東京五輪時に導入する計画があり、その運用振りが注目される。

## 新入社員に対する海外研修の試み

小林 晃司

綜研化学株式会社 加工製品部

### 1. はじめに

国内市場規模が縮小傾向にある中、中国、ASEAN を中心とした海外マーケットは急成長しており、それにもなると海外赴任者は増加傾向となっている。

当社においても、中国、タイに海外子会社を設立し、海外事業拡大をはかっているが、近年、管理業務者の派遣だけではなく、生産拠点としてのものづくり、現地顧客対応力の向上を目的に技術、営業業務を担当とする若手社員の派遣を増やす傾向にある。

グローバル人材の確保と育成は、企業における一番の課題となっており、日本国内で採用した人材の国際化、グローバルに活躍できる幹部人材の育成は、人材の国際化に向けて特に重要な分野だと考えられている。<sup>1 2</sup> それに対し、産業能率大学による新入社員のグローバル意識調査では、「海外では働きたいとは思わない」とする回答が2015年、63.7%に達し、過去の調査においても最も高い数値となった。働きたいと思わない最大の理由は語学力であり、赴任国での治安、生活について不安を感じている。<sup>3</sup> 当社における社員意識調査でも、海外赴任に対しては消極的であり、年々、海外で働きたいという人材は減ってきている。

グローバル人材の育成は、ある程度仕事ができるようになった中堅社員を対象とすることが多いが、一方で、新入社員に対してもグローバル教育、語学教育に力を入れ、早期教育を実施している企業も多いと思われる。当社におけるグローバル人材育成は、おもに中国を中心とする海外子会社勤務者の育成であり、その必要性は認識していたものの、他社企業で実施しているような子会社への短期間の赴任研修などは、出し側、受け入れ側の負担やビザの問題等から2014年まで具体的なプランニングには至っていなかった。

2015年、全体の新人研修プログラムの日程編成において、3日間の短期間ではあるが、急遽、本件研修を企画、準備し、同年4月末に実施した。2015年、2016年は中国子会社、2017年にタイ子会社での新入社員研修を実施し、その有効性について考察を行った。

### 2. 海外新人研修のプログラム

2015年にはほぼ思いつきのような形で本研修が実施できたのは、本社の総務人事部がグローバル人材育成に対して、その難易度を上げなかったことにある。本社の推進担当者が中国籍社員で、現地社員と頻りに意見交換ができていたこと、受け入れ側の総経理も中国籍社員だったこと、現地化が進んでいた蘇州の子会社には安全面に十分対応できる環境が備わっていたこと等が実施への大きな要因であった。

<sup>1</sup> 公益社団法人 経済同友会 「企業経営に関するアンケート調査の結果 2010年8月」

<sup>2</sup> 「国際化指標」検討委員会 報告書 2009年4月

<sup>3</sup> 学校法人産業能率大学「第6回 新入社員のグローバル意識調査より」2015年7月

総務人事部が作成した各研修プログラムとその目的、実施内容は以下のとおりである。

#### ミッション体験

自ら考えて行動する主体性、語学を中心としたコミュニケーション能力を鍛えること。ガイド無しで現地子会社へ向かう。現地子会社社員に対して、働く目的ややりがい、職場環境等についてインタビューし、報告書を作成する。

#### 工場見学

日本国内の現場研修を前に、現地子会社の工場を見学し、工場内の状況(5S、人の動き、雰囲気等)を間近で観察する。帰国後に国内工場と比較し、「どこがどう異なるか、なぜ異なるか」を自分なりに考えること。工場各所を周り、その場で説明を受け、質疑応答、報告書を作成する。

#### 事業・業務の理解

現地子会社の事業や各部署の業務概要の説明を受け、海外子会社への理解を深めるとともに、中国ビジネスに触れること。現地子会社の事業や、各部署の業務について総経理あるいは担当者から説明を受け、質疑応答、報告書を作成する。

#### 現地社員との交流

中国社員の価値観やモノの見方を認識すること。また、今後の業務に活かせる繋がりをもつこと。仕事・会社・生活・将来など同年代として興味がある話題について、通訳を通じて交流し、相手を知る。また、二人一組となり、出来るだけ相手の国の言葉で用意した質問を行い、聞き取れたことを皆の前で発表する。最後に懇親会(食事会)を開催し、記念品を交換する。

#### 市街見学

異国の国民性や生活習慣を肌で感じ、多様性への理解と尊重を深めること。移動は公共交通機関(地下鉄・バス)を利用し、自分の足で観光地や生活エリア(商店街・市場)の見学を行う。

### 3. 研修先、研修人員

第1回目となる2015年の派遣先は綜研化学(蘇州)有限公司であった。現地は設立15年となる綜研化学の100%子会社である。日本語ができる社員が多く、当時の総経理は中国籍の赴任者であったため、準備もスムーズに進んだ。日本本社と業務上のやり取りが多い機能性樹脂の製造・販売拠点である為、もとより本社からの社員の往来は活発で、研修生は抵抗感なく好意的に受け入れられた。理系卒4名、文系卒1名の計5名、海外渡航経験者はいたが、中国への渡航は初めてという研修メンバーとなった。以後の研修についても、理系文系比率、人数、渡航経験者等、ほぼ同じ構成である。

2016年の派遣先は同じ中国にある寧波大榭開発区綜研化学有限公司となった。寧波綜研

は設立23年と中国拠点では比較的歴史が長く、社員数も310名と海外子会社では一番人数が多い。設立当初は中国投資会社との合併であったことから、どちらかという中国的な社風、管理体制意識が強い。また、日本側との業務往来は少ないこともあって、現地社員はあまり日本本社を意識せず、自立心を持つ社員が多い。ただし、本プログラムが決まった際、現地社員は自らの実力を日本本社に認めてもらいたい気持ち強いのか、対応についてはかなり熱心に取り組んでいた。

2017年の派遣先は東南アジアの拠点であるタイのSoken Chemical Asiaとなった。設立が2008年、社員数も65名程度と海外子会社の中でも規模が小さい。日本語を話せる社員は少なく、海外赴任者との業務上の意思疎通も通常、英語で行われている。中国子会社では中国語、英語、日本語で現地社員との交流が行われたのに対して、タイでは英語中心での交流会となった。

#### 4. 研修プログラムの成果

研修終了の後、報告書をもとに各プログラムについての評価と成果をまとめた。

##### ミッション体験

研修生からの共通の報告内容として、役割と当事者意識の大切さが挙げられた。リーダーとなった研修生からは、個人の適性を生かすことの重要性があげられ、人によっては自ら個人目標を作成し研修に望んでいた。一般的な新入社員研修としても有意義な成果が得られた。

##### 工場見学

工場にある監視カメラに文化、慣習の違いを感じるというコメントが多かった。また、工場の敷地や規模から海外の成長性を感じることができたようである。

なお、海外赴任者にとって、すべての研修生が安全、躰面の問題を指摘していたことについては、反省すべきところが多く、現地での取り組みについて諦めムードでいたことを痛感させられた。

##### 事業、業務理解

中国での環境問題、法規の違いについてのコメントが多かった。

いずれの海外赴任者も、海外での市場可能性や事業の難しさ、楽しさを新入社員に語っていたようであったが、新入社員には理解が難しかったようである。

##### 現地社員交流

会社に対する期待、スキルアップや転職などの考え方が、海外と日本では違っていることに驚いていた。また、現地社員が積極的に英語で話しかけるのに対し、「英語に自信がなく会話ができない、かといって、仕事の知識もなく仕事の話もできなかった」といったコメントや、早く仕事を覚え、海外社員に認められるようになりたい、といった強い決意もみられた。現在、当社における社内語学セミナーへの新入社員参加率は70%以上となっており、業務命令からの語学研修と

いう流れではない、自主的な語学への取り組みを促すことができた。

#### 市街見学

日本で得られる情報と実体験との差を感じたようであった。特に中国に持っていた悪い先入観は、好イメージに転じた。中国の地で現地社員と一緒に何かを成し遂げたいという感想もあり、若手社員の持つ海外生活への不安を払拭できたと考える。

#### 想定していなかった効果

海外拠点の重要性を認識したということや、会社が自分に期待していることに気がついた、といったコメントも多く、社会人、社員としての意識向上がみられた。

本社での新人研修は、海外での工場研修、事業説明に比べて物足りないとの意見もあった。本社研修では各研修プログラムを各部署で担当しているため、教える側の意識レベルも異なるであろうし、セクショナリズムもゼロとはいえない。単に研修時間の長短ではなく、新入社員にとっては全体像が掴み難いものとなっている。総経理をはじめとした海外赴任者がそれぞれの拠点工場を案内し、事業説明することは、その事業方針や事業内容を容易に理解させることができる良い手段であった。

#### 5. 受け入れ側の対応(寧波綜研)

当時、私が寧波綜研に赴任したこともあり、受け入れ側での対応、その効果についても報告したい。寧波の現地社員、特に総務人事部は、移動や観光での付き添い、事業説明、各部署の業務説明、交流会の主催など積極的に研修生への対応を行った。自然と研修生が受身となる場面が多くなり、私としては本来の研修目的にそぐわないとも思ったのだが、結果的には海外社員との距離感がなくなり、彼ら研修生の海外業務への興味も高まった。また、現地社員がグループ社員としての役割を果たそうとする意気込み、姿勢にも驚いた。

海外子会社で働く赴任者は、本社総務人事部の期待する人材とはまた違った人材を要望していることも多い。たとえば、語学能力は低くとも、まずは現地社員に溶け込み、彼らを巻き込んで働くことができる人材、私生活においても海外生活を楽しめる人材である。私にとって今回の研修生受け入れは、期待する人物像を現場から彼らに直接伝えられる機会でもあった。彼らがグローバル人材についてどのように理解したかはわからないが、現地で我々が説明するからこそ伝わることはあると思う。

#### 6. 最後に

2015年から新入社員の海外研修をスタートしたが、プログラムの内容と効果についてはまだ十分には検証できておらず、グローバル人材育成研修としてみれば足りない部分も多い。ただし、海外では働きたくないといった社員が多くなっている中、グローバル人材育成プログラムの第一ステップとして、また新入社員研修として、大きな成果があった。

受け入れ側にとってみても、現地社員がグループ会社の一員として一体感をもてた最良の機

会であったことには間違いない。

研修の成果を充実させるためには期間、プログラムを修正していく必要はあるが、目先の効果にとらわれず継続的な取り組みとして定着させていくこととしたい。

# 「新入社員に対する海外研修の試み」

綜研化学株式会社 加工製品部  
小林 晃司  
2017

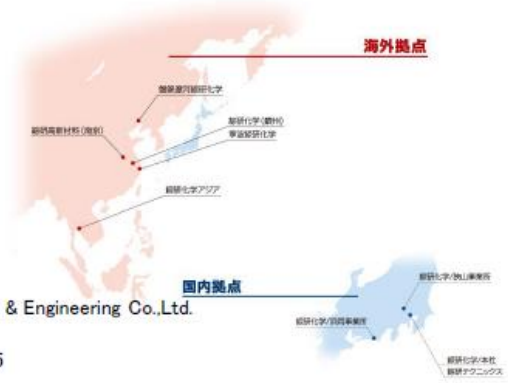
## 目次

1. 会社概要
2. 海外研修実施の背景
3. 研修プログラムとねらい
4. 研修の評価、成果
5. 結論

小林 晃司  
1990年入社 粘着剤開発技術、加工製品開発技術に従事  
2006年7月-2009年12月 寧波綜研に技術総監として赴任  
2012年3月-2017年2月 寧波綜研に技術総監、総経理として赴任



## 会社概要



社名 綜研化学株式会社 Soken Chemical & Engineering Co.,Ltd.  
創立 1948年9月2日沿革  
本社 〒171-8531 東京都豊島区高田3-29-5  
資本金 33億6156万円  
株式 東京証券取引所JASDAQ(スタンダード)  
(コードNo.4972) 株価情報(Yahoo!ファイナンス) 株価情報(Yahoo!ファイナンス)  
売上高 連結:261億円、単体:152億円(2017年3月期)業績ハイライト  
従業員 連結:964名、単体:354名(2017年3月31日現在)  
業務内容 ケミカルズ :アクリル系粘着剤、機能性高分子、有機微粒子および粘着テープ、  
ナノインプリント製品の製造・販売  
装置システム:熱媒体・熱媒ボイラー、プラントエンジニアリング  
およびメンテナンス事業(綜研テクニクス株)



## 海外研修実施の背景

当社におけるグローバル人材育成はおもに中国を中心とする海外子会社勤務者の育成であり、その必要性は認識していたものの、他社企業で実施しているような子会社への短期間の赴任研修などは出し側、受け入れ側の負担やビザの問題等から、2014年まで具体的なプランニングには至っていなかった。

2015年、全体の新人研修プログラムの日程編成において、3日間の短期間ではあるが、急遽、本件研修を企画、準備し、同年4月末に実施した。

1. 人事担当部はグローバル人材育成に対しての難易度をあえて上げなかった。
2. 本社側の推進担当者が中国籍社員であり、プログラムの詳細について現地スタッフと頻りに意見交換ができていた。  
また、当時の総経理が中国籍の社員で、細かな対応が期待できた。
3. 中国子会社は現地化が進んでおり、安全面に配慮できる環境が備わっていた。

## 研修プログラムとねらい

### ① ミッション体験

#### ◆目的

自ら考えて行動する主体性、語学を中心としたコミュニケーション能力を鍛える。

#### ◆実施内容

- ・ガイド無しで現地子会社へ向かう。
- ・現地子会社社員に対して働く目的ややりがい、職場環境等についてインタビューし、レポートにまとめる。

## 研修プログラムとねらい

### ② 工場見学

#### ◆目的

日本国内での現場研修を前に、現地子会社の工場を見学し、工場内の状況(5S、人の動き、雰囲気等)を間近で観察する。帰国後に国内工場と比較し、「どこがどう異なるか、なぜ異なるか」を自分なりに考える。

#### ◆実施内容

工場各所を周り、その場で説明を受け、質疑応答、結果をレポートとしてまとめる。

## 研修プログラムとねらい

### ③ 事業・業務の理解

#### ◆目的

現地子会社の事業や各部署の業務概要の説明を受け、海外子会社への理解を深めるとともに、中国ビジネスに触れる。

#### ◆実施内容

現地子会社の事業や、各部署の業務について説明を受け、質疑応答。  
結果をレポートとしてまとめる。

## プログラムとねらい

### ④ 現地社員交流

#### ◆目的

- ・中国従業員の価値観やモノの見方を認識する。
- ・今後の業務に活かせる繋がりをもつ。

#### ◆実施内容

- ・通訳を通じて、仕事・会社・生活・将来など若者に興味がある話題について交流する。
- ・チームワーク(二人一組)  
出来るだけ相手の国の言葉で用意した質問(三つ)で相手に聞く。  
聞き取れたことを皆の前で発表する。
- ・その他、若者同士で懇親会を開催。記念品の交換。

## 研修プログラムとねらい

### ⑤ 市街見学

#### ◆目的

自分の足で歩き、異国の国民性や生活習慣を肌で感じ、多様性への理解と尊重を深める。

#### ◆実施内容

- ・移動は公共交通機関(地下鉄・バス)を利用する。
- ・観光地と生活エリア(商店街・市場)の見学を行う。

## 各海外子会社スケジュール

期間	日数	研修先		研修対象者 人数 (うち海外渡航経験あり*)	
				理	文
2015/4/27～4/29	3日間	中国	綜研化学(蘇州)有限公司	理4 文1	(3)
2016/4/25～4/28	4日間	中国	寧波大榭開發区綜研化学有限公司	理4 文1	(1)
2017/4/24～4/27	4日間	タイ	Soken Chemical Asia Co., Ltd.	理3 文1	(2)

\* 但し、研修先の国へは、全員初めて

## 研修準備

2ヶ月前～（人事側より企画・推進）

- ・新入社員研修スケジュールに合わせ、受け入れ先及び日程と概要の検討
- ・現地子会社の年間予定確認、受入れ依頼
- ・大卒内定者へ実施の案内、パスポート準備の連絡

1ヶ月前～（現地子会社担当との詳細検討）

- ・日本側の担当者が起案、現地子会社担当と意見交換、詳細スケジュールの調整
- ・航空券の早期予約

1ヶ月前～（新入社員自ら渡航準備）

- ・新入社員へ概要説明、言葉の勉強
- ・準備事項の提示（詳細は自分たちで調べて、準備する）、リーダーの指名
- ・海外出張手続き

出発3日前

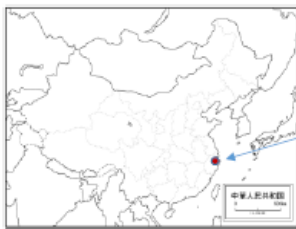
- ・準備事項の最終確認
- ・安全面の注意

## 綜研化学(蘇州)有限公司



設立	2002年5月 綜研化学の完全子会社として設立
所在地	江苏省苏州市苏州工业园区星龙街271号 * 上海→蘇州 高鉄(新幹線)約1時間
資本金	US\$610万
敷地面積	約4万m <sup>2</sup>
業務内容	機能性高分子、有機微粒子の製造・販売
従業員	約140名

## 寧波大榭開發区綜研化学有限公司



設立	1994年5月 中国投資会社CITICとの合併企業として設立 2016年7月 綜研化学の完全子会社化
所在地	中国浙江省寧波市大榭開發区榭西工業区東湖路7号 * 上海→寧波 高鉄(新幹線)約2時間
資本金	US \$ 740万
敷地面積	約5万m <sup>2</sup>
業務内容	粘着テープの製造・販売
従業員	約310名

## Soken Chemical Asia Co., Ltd.



設立	2008年11月 綜研化学の完全子会社として設立
所在地	Amata Nakorn Industrial Estate, 700/699 Moo.1, T.Phanthong, A.Phanthong, Chonburi Province 20160, Thailand
資本金	THB500百万
業務内容	アクリル系粘着剤、粘着テープの製造・販売
従業員	約65名

## 研修の評価、成果

### ① ミッション体験

- ・ 役割の大切さ、当事者意識の大切さ
- ・ 個人の適性を生かす大切さ
- ・ 個人目標の作成

### ② 工場見学

- ・ 監視カメラ
- ・ **安全(5S)取り組み不足**
- ・ 海外工場の拡大能力、海外市場の成長力



海外子会社として取り組み不足再認識。(赴任者のあきらめ感)

### ③ 事業・業務の理解

- ・ 国による法律の違い
- ・ スピード感
- ・ 環境問題への対策が不可欠であること



事業に対する考察が少ない、新入社員研修では限界？

## 研修の評価、成果

### ④ 現地従業員との交流

- ・ **語学力不足**
- ・ **業務知識がない**
- ・ 公私における考え方の違い
- ・ スキルアップや転職に積極的であること
- ・ 社風(雰囲気)が明るい)



「英語(中国語)が話せず会話ができない、かといって、仕事の知識がなく、仕事の話もできない」

帰国後  
70~80%の新人が社内の語学研修を受講。

### ⑤ 市街見学

- ・ 日本メディアで知る情報との違い(先入観)
- ・ 各都市の発展

### その他

- ・ **海外拠点の重要度認識**
- ・ **会社が新人に期待していることを感じる**
- ・ **本社現場研修での物足りなさ**
- ・ **まずは、日本で業務を習得することの重要性**
- ・ **海外業務に適応することの重要性**



海外研修というプログラムに対する認識。

事業、工場として、新人には理解しやすい規模、対応。タテ串での説明。

## 結論

### 蘇州、寧波

中国子会社は設立から十年～十数年経過しているため、現地従業員の能力も高い。現地の対応が熱心すぎるが故、研修生には受身となりやすい。

中国のイメージが変わった、海外赴任に対して前向きになった、といったことだけでなく、将来、現地従業員と直接交流したい、という海外子会社との一体感が生まれた。

### SCAsia

海外赴任者からその海外経験を学ぶ場面が多く、まずは日本国内での業務を覚える国内で結果を残す、といった仕事への決意を語る報告が多かった。

現地従業員との交流については、文化交流というよりも、言葉の障壁を実感する研修となった。

新入社員の言語能力に対する事前研修の問題はあるが、短期の海外研修のように大掛かりなプログラムにならなくとも、海外で働くことに対する不安の払拭、グローバル意識の向上効果はある。研修の成果を充実させるためには期間、プログラムを修正していく必要があるが、目先の効果にとらわれず継続的な取り組みとして定着させていくこととしたい。



第 14 回化学生物総合管理学会・第 11 回社会技術革新学会  
合同学術総会  
予稿集

=====

発行者 特定非営利活動法人化学生物総合管理学会  
社会技術革新学会

発行日 2017 年 9 月 14 日（水）

編 集 （共同編集）

特定非営利活動法人化学生物総合管理学会事務局

kagakus@cbims.net <http://www.cbims.net/>

社会技術革新学会事務局

sgijutsu@s-innovation.org <http://www.s-innovation.org/>

=====

知の市場 協賛

本資料の一部または全部を、特定非営利活動法人化学生物総合管理学会又は原作者者に無断で複製、複写または転載することをお断りいたします。