

○山田心治（価値総合研究所），渡辺千仞（東工大社会理工学）

1. 序

1.1 研究の背景

石油化学コンビナートをめぐる国際情勢は、近年ダイナミックに変化している。欧米の石油化学産業は、事業・経営統合を繰り返し、競争力を有する分野での事業拡大を図っている。一方、アジアの石油化学産業では旺盛な国内需要及び低廉な原材料や労働力を背景に、汎用製品分野における事業を拡大している。このような状況の中で、日本の石油化学コンビナートが国際競争力を維持していくためには、新たな方向性が必要とされている。

1.2 研究の焦点

コンビナートとは、「生産工程の一貫性・多角性を効率よく実現することを目的として、一地域に計画的に結合された工場の集団」である。すなわち、コンビナートはその形成過程において、特定地域における特定産業の集積を政策的手段により達成することを目的としており、その点において規模の経済の追求を宿命としている。

日本の石油化学コンビナートは高度成長期には重化学工業における産業基盤として日本経済を牽引してきた。しかし、1980年代以降の安定成長期以降、内需減少及びアジア諸国の台頭の中にあつて、過剰設備に起因する過剰競争により、護送船団方式による業界体制維持は限界を迎えている。近年、相次ぐ事業・経営統合や対中特需により一時的回復傾向は見られるが、日本の石油化学コンビナートは本格的再編を実現しない限り外的要因に翻弄され続けるといえ、極めて脆弱な基盤の上にあるといえる。

本研究では、日本の石油化学コンビナートが抱えるこの宿命的劣位構造を克服すべく、指針を示唆することを目的としている。

その需要に対する多国籍企業の積極的市場拡大戦略により、世界の石油化学産業は成長を続けると見込まれている。日本の石油化学産業も対中特需を背景に石化汎用製品の輸出が急増しており、近年の業績は極めて好調である。

しかし地政学的視点から俯瞰した場合、日本の石油化学コンビナートは、資本が異なる多数の企業により多数のストリームが構成されており、欧米諸国に比較すると規模の経済の面で劣っている。また、長期的に見ると、石化汎用製品は国内供給過剰の傾向にあり、一時的な対中需要はあるものの、価格競争力に優れたアジア・中東諸国におけるコンビナートとの競合により将来的には苦しい経営に陥ると予測されている。

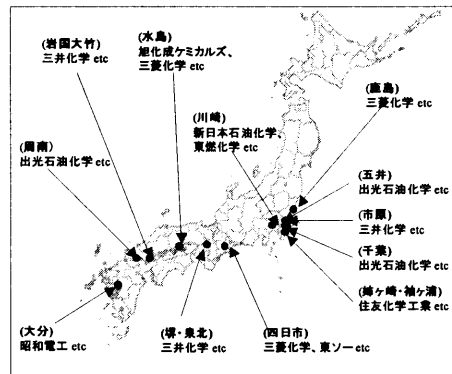


図2 日本の石油化学コンビナート分布

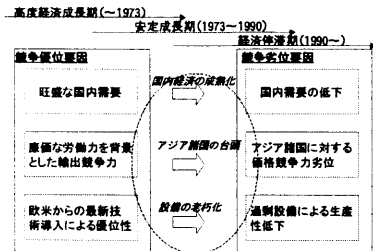


図1 日本の石油化学コンビナートの競争要因変化

2.2 石油化学コンビナートにおける研究開発戦略

この宿命的比較劣位構造を克服すべく、国内の石油化学コンビナートでは構成企業各社が連携することにより様々な研究開発が進められている。その方向性は以下の4つに分類する。

- (1). オペレーションの高度化
- (2). エネルギー・リサイクル事業への展開
- (3). 中核となる製品によるストリーム形成
- (4). 企業集積によるケミカルクラスター形成

(1). オペレーションの高度化

石油化学コンビナートの運営効率化は、従来一社単独の取り組みが多く、その効果も限定的なものであった。しかし、近年、石油精製と石油化学企業の経営面での連携や情報技術の急速な進展を背景に、コンビナートを構成企業間における一体的運営によるオペレーションの高度化が行われている。

石油コンビナート高度統合運営技術研究組合（RING）は、このような高度統合運営に関わる技術開発を、「コンビナート・ルネッサン

2. コンビナートにおける R&D 戦略

2.1 石油化学コンビナートの現況

2008年北京五輪、2010年上海国際万博を背景とした対中特需及び

ス事業」として経済産業省からの補助金の交付を受けて2000年度から行っている。

第一次研究開発事業では、石油精製や石油化学産業等の18社が参画した組合事業として、2000～2002年度の3年間にわたり5地区のコンビナートで研究開発を行った。また引き続き第2次研究開発事業では、2003～2005年度までの3カ年計画で、22社の参画により全国5地区7つの高度統合運営事業を実施している。

表1 RING 第一次研究開発事業

地区	参画企業	研究名
鹿島地区	鹿島石油、三菱化学	副生物高度利用統合運営技術開発
水島地区	日石三菱精製、ジャパンエナジー、三菱化学、旭化成化学工業、山陽石油化学	先端的総合生産管理システム技術開発
川崎地区	東燃ゼネラル石油、キグナス石油精製、昭和シェル石油、東亜石油	重質油高度統合処理技術開発
徳山地区	出光興産、出光石油化学、帝人、日本ゼオン、トクヤマ、日本酸素、東ソー、武田薬品工業	コンビナート操業情報システム技術開発
瀬戸内地区	日石三菱、コスモ石油	動的最適統合操業計画システム技術開発

表2 RING 第二次研究開発事業

地区	参画企業	研究名
鹿島地区	鹿島石油、三菱化学	分解ガス高度回収統合精製技術開発
水島地区	新日本石油精製、ヴィテック、三菱化学、ジャパンエナジー、旭化成ケミカルズ	副生成炭酸ガス冷熱分離回収統合技術開発
千葉地区	出光興産、住友化学、三井化学、コスモ石油、丸善石油化学	熱分解経質質分統合精製処理技術開発 コンビナート先端的総合生産技術開発
堺・東北地区	東燃ゼネラル石油、新日本石油精製、大阪ガス、三井化学	副生成物高度異性化統合製造技術開発 冷熱・副生ガス総合利用最適化技術開発
周南地区	出光興産、帝人ファイバー、東ソー、トクヤマ、徳山オイルクリンセンター、大陽日酸、日本ゼオン、日本ポリウレタン、三井武田ケミカル	コンビナート原料副生成物マルチ生産技術開発

(2). エネルギー・リサイクル事業への展開

石油化学コンビナートは、臨海部に広大な敷地を有しており、また物流システムや電気、工業用水等のエネルギーシステム等の産業基盤を保有している。これら物理的基盤活用によるエネルギー・リサイクル事業への展開が盛んに行われている。

(事例: 周南地区の環境対応型コンビナート)

山口県の周南地区コンビナートでは、「環境対応型コンビナート特区」として構造改革特区区域認定に基づく特例措置の適用を受け、①特定供給の緩和による電力融通の弾力的運用、②コンビナート電力インフラ整備による本格的な電力相互融通の実現、③コンビナート共同コージェネ火力発電施設の設置、を段階的に実施することにより、コンビナート企業グループ全体の更なるエネルギー消費の効率化、二酸化炭素排出量の削減及び国際競争力の強化に取り組んでいる。

(事例: 昭和電工川崎事業所におけるケミカルリサイクル事業)

昭和電工川崎事業所は、東日本唯一のアンモニア生産・供給拠点として年間12万tの生産実績をもち、自家消費分を除く9万tを販売して、販売シェア業界第1位の地位を誇っている。

昭和電工川崎事業ではこの既存設備を生かして、使用済みプラスチックを原料とするアンモニア製造事業が実施しており、アンモニア事業の新たな原材料多様化、コスト競争力強化の方策としている。

(3). 中核となる製品によるストリーム形成

国際競争力を有する製品を中核にストリームを形成することにより、石油化学コンビナートの差別化を図る取り組みが行われている。

(宇部興産の「ラクタムチェーン」)

宇部興産はナイロンの原料であるカプロラクタムの原料工程及び製造工程から派生した製品群を「ラクタムチェーン」と称し、製品性能強化と高付加価値化により、カプロラクタム関連製品全体の競争力を高める戦略を取っている。

(東ソーの「ビニール・イソシアネート・チェーン」)

東ソーは、電解設備からの塩素の競争力を最大限生かした「ビニール・イソシアネート・チェーン」を構築し、塩ビ樹脂原料にウレタン原料事業を加えた事業の強化を図っている。

(4). 企業集積によるケミカルクラスター形成

(水素フロンティア山口推進構想)

ソーダ工場をはじめとするコンビナート構成企業からの副生水素を活用し、水素・燃料電池に関わる技術研究を実施することによって、地球温暖化対策の推進と新たな環境産業の育成を図る。

(四日市地区の「技術集積活用型産業再生特区」)

四日市コンビナートにおいて、今まで蓄積してきた技術、人材、インフラ等の集積や近接する電気・電子・自動車産業などが存在する強みを活かし、高付加価値型や次世代産業への展開を加速し、国際競争力のある産業集積地としての再生を果たす。

2.3 コンビナートポテンシャルの定義

コンビナートは、工業用地、エネルギー、既存設備等の「物理ポテンシャル」及び複数企業の連携、研究者の集積による「技術ポテンシャル」を有しており、この2つの「コンビナートポテンシャル」を戦略的に活用することにより、コンビナートの比較優位につなげることが可能である。このコンビナートポテンシャルを最大限に利用した研究開発戦略を立案するためには、各コンビナートによって異なる「物理ポテンシャル」及び「技術ポテンシャル」を定量化し、その相互ダイナミズムを解明する必要がある。

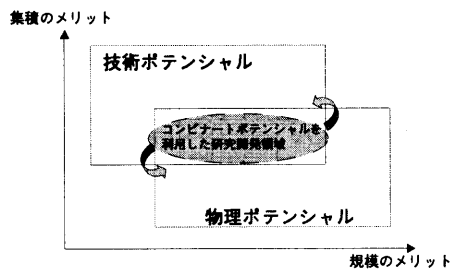


図3 コンビナートポテンシャルの定義

3. コンビナートポテンシャルの計測

3.1 R&D スピルオーバーとは

技術革新の動態メカニズムは自らの直接的な研究開発投資と合わせて、ハイテク設備に体化した技術(獲得技術)や人の交流・資本や中間財の調達に付随して流入する技術等の他者の行った技術成果の流入に少なからぬ影響を受ける。このように研究開発活動が外部性を持つ経済活動として、研究開発の実施主体のみならず、社会全体の生産性向上に貢献することを「R&D スピルオーバー」と呼ぶ。このR&D スピルオーバー効果を分析することにより、コンビナートポ

テンシャルの定量化を試みる。

### 3.2 R&D スピルオーバーの2つの経路

研究開発の成果は、次の2つの経路によって他産業にスピルオーバーして行く。

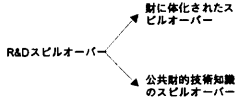


図4 R&D スピルオーバーの2つの経路

#### 経路①財に体化されたスピルオーバー

企業が購入する中間財や投資財に研究開発の成果が体化されていくことにより起こるスピルオーバーである。他の企業が研究開発を実施し財の品質や性能が向上すれば、その財を投資財、中間財として購入している企業は間接的に研究開発による恩恵を受けることになる。例えば、化学企業における機能性素材の高性能化による精密機械工業における新規製品開発などが考えられる。

#### 経路②公共財的技術知識のスピルオーバー

もうひとつの R&D スピルオーバーの経路として中間財・投資財を介さない、知識・情報そのものの直接のスピルオーバーが考えられる。知識・情報のスピルオーバーは中間財・投資財とは異なり、企業間や産業間の取引とは関係なく存在する。知識や情報はその公共財的性質ゆえに、極めて小さい費用で獲得することができる。研究開発により新たに得られた技術知識などは、研究開発実施主体の意図にかかわらず、学会活動・業界交流・特許利用・技術者や研究者の移動によりかなり自由に伝わっていく。さらに、リバースエンジニアリング(分解工学)により製造技術が漏出するルートも考えられる。

### 3.3 コンビナートにおける R&D スピルオーバー

財に体化されたスピルオーバーは、Terleckyj(1974)、後藤(1993)等に倣い、「技術フローマトリックス」により作成することができる。また、公共財的技術知識のスピルオーバーは、Jaffe(1986)、後藤(1993)に倣い、「技術距離」の概念により作成することができる。本分析では、コンビナートストリームにおける物理的連関性が研究開発に与える影響を重視し、「技術フローマトリックス」を利用し、R&D スピルオーバー効果を分析する。

いま第  $i$  産業が生産し第  $j$  産業へ販売する中間財に体化されている技術フローを次式の  $t_{ij}$  により定義する。

$$t_{ij} = a_{ij} \cdot E_i$$

( $a_{ij}$  は第  $i$  産業の生産量のうち第  $j$  産業へ販売される比率、 $E_i$  は第  $i$  産業の研究開発費)

以上の方法により、「石油・石炭」、「化学」産業における技術フローマトリックスを作成する。

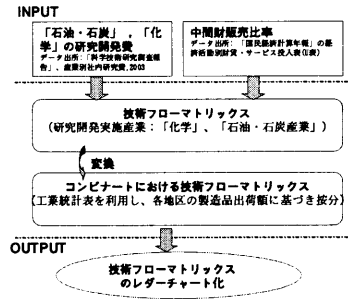


図5 分析手順

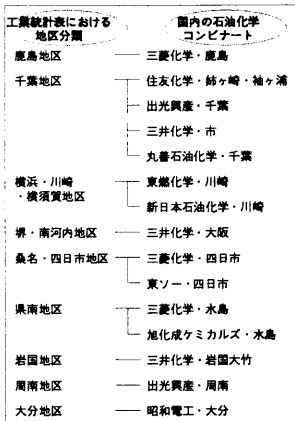


図6 工業統計表に基づく国内石油化学コンビナートの分類

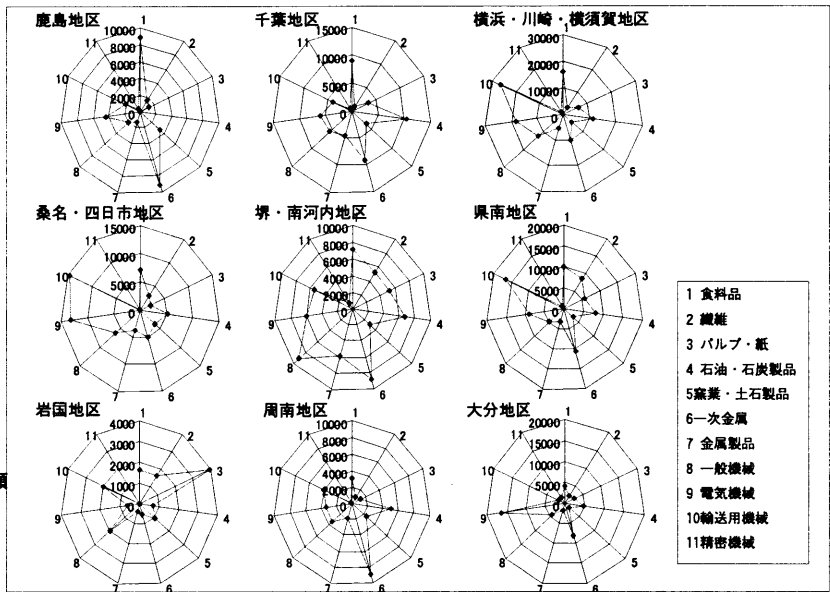


図7 コンビナートにおける技術フローマトリックス(化学産業のみ)

また、工業統計表の地区分類に基づき15つの石油化学コンビナートを9地区に分類し分析対象とし(図3)、各地区の製造品出荷額に基づき按分し、コンビナートにおける技術フロー・マトリックスとする。さらにこの技術フローマトリックスをレダーチャート化することにより、各コンビナートの特徴を明らかにする。その結果、以下のように分類することができた。

#### (少数産業へ特化したスピルオーバー)

岩国地区では「パルプ・紙工業」、大分地区では「電気機械工業」に対するスピルオーバー効果大きい。岩国地区には石油化学コンビナート近傍に日本製紙という大手製紙企業が存在しており、その企業への影響が強いためだと思われる。また、大分地区は昭和電工が中心となって形成するストリームにおいて、同社のコア事業であるエレクトロニクス部門に対する影響が強いためだと想定される。

#### (ハイテク産業を中心としたスピルオーバー)

横浜・川崎・横須賀地区、桑名・四日市地区、県南地区は、「電気機械工業」、「輸送用機械工業」に対するスピルオーバー効果大きい。これらの地区では保有する製品製造能力の構成も比較的類似している。

#### (鉄鋼産業へのスピルオーバー)

鹿島地区、千葉地区、堺・南河内地区、周南地区は、「一次金属工業」に対するスピルオーバー効果大きい。これらの地区においてはいずれも鉄鋼コンビナートが存在しており、そのストリームに対するスピルオーバー効果大きいと予測される。

コンビナートの規模を円の半径とし、各コンビナートのスピルオーバーの特徴をマッピングした。

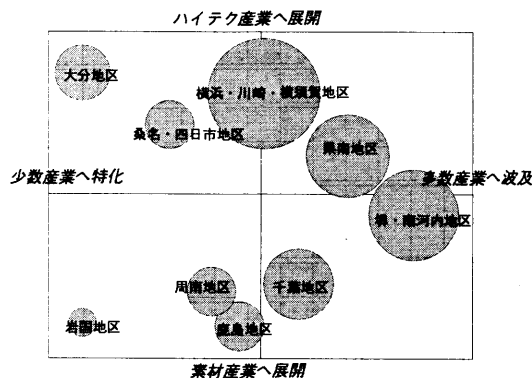


図8 R&Dスピルオーバーの構造マップ

## 4. 今後の方向性

### 4.1 まとめ

以上のことから、技術フローマトリックスを利用しR&Dスピルオーバー効果を分析することにより、コンビナートポテンシャルを定量化できる可能性があることがわかった。

## 4.2 今後の課題

### (1) 「技術距離」によるR&Dスピルオーバーの測定

本研究では、コンビナートの持つ物理ポテンシャルに特に着目し、「技術フローマトリックス」を利用しR&Dスピルオーバー効果の分析を行った。しかし、今後の新たなコンビナートのあり方として、研究機関集積による知的クラスター形成など、コンビナートの物理的制約から解放された戦略も立案されている。従って、その財に体化されないR&Dスピルオーバーについても、時間軸による変遷も考慮しつつ「技術距離」によって計測する必要がある。

### (2) 構成企業間のスピルオーバー

実際にコンビナートを分析対象とし、そのコンビナート構成企業間のR&Dスピルオーバーを計測することによって、実証分析を試みる必要がある。

### 参考文献

1. 日本政策投資銀行、「石油化学コンビナートの再生について」、(2002)。
2. 伊丹敬之、「日本の化学産業—なぜ世界に立ち遅れたのか」、NTT出版、(2002)。
3. 石油コンビナート高度統合運営技術組合、「石油精製高度統合運営技術開発報告書」、(2003)。
4. 石油コンビナート高度統合運営技術組合HP、(<http://www.ring.or.jp/>)
5. 山口県、「「環境対応型コンビナート特区」の概要」、2003。
6. 内閣府構造特区担当室、「構造改革特別区域計画(技術集積活用型産業再生特区)」、2003。  
(<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kouzou2/sankou/030421/29.pdf>)
7. 山口県、「水素フロンティア山口推進構想」、2004。
8. 渡邊宏、「新産業の創造と化学産業の役割」、化学経済2005年7月号、pp26-27、2005。
9. 渡辺千臣、「技術革新の計量分析」、日科技連、2001。
10. Z.Griliches、「Issues in Assessing the Contribution of R&D productivity Growth」、Bell Journal of Economics,10、1991。
11. J.I.Bernstein and M.I.Nadiri、「Research and Development and Inter-Industry Spillovers:An Empirical Application of Dynamic Duality」、Review of Economic Studies,1989。
12. Goto,A and Suzuki,K,「R&D Capital, Rate of Return on R&D Investment and Spillovers of R&D in Japanese Manufacturing Industries」、Review of Economics and Statics,1989