

アジア視察報告<2>

視察項目	環境・エネルギー施策について
視察日時	2024年10月21日（月） 午後2時00分～4時00分
視察先名	A*STAR ISCE2 研究所
説明者	王培义 ISCE2 Division Director(Strategy) 蔡勇彬博士 ISCE2 Coordinating Director(Strategy & Ops) 三井 幹陽 シンガポール国立大学（NUS）ビジネススクール エグゼクティブ教育 客員教授（通訳）
担当	雨笠 裕治、嶋田 和明、高橋 美里、田倉 俊輔

【はじめに】

シンガポール初日の視察先としてシンガポール南西部に位置するジュロン島に向かった。

ジュロン島は、ジュロン工業団地沖の7つの島を1995年から2009年にかけて埋め立てによってつなげて一つの島にしたものであり、100社を超える石油化学関連企業が資金を投下し、拠点を置いている。

2001年9月11日の米国同時多発テロ以来保安地区に指定されており、入島するためには独自のセキュリティパスが必要である点、島内の撮影についても厳しく制限されている点でも大きな特徴を有する。

今回はJTCコーポレーションからビジターパスが各委員に発行され、バスにより入島をした。



【ISCE2 の概要】

シンガポールでは1800年代からヨーロッパと西アジア東アジアを結ぶ交通の要衝として貿易ハブの役割を果たしてきたが、1950年代から、産業振興策として製造業の発展に注力し、2022年時点では、製造業が国のGDPの21.6%を占めている。また、シンガポールは都市国家であり、独自の資源をほとんど持たないため、1990年代には、第一次エネルギーの90%を石油が占めていたが、第一次エネルギー源の多様化を目的として天然ガスの利用に注力し、2001年からはそれまでのマレーシアに加え、インドネシアから654kmの海底パイプラインを引き、2013年からは液化天然ガス（LNG）を輸入開始することで、現在では電力の約95%が天然ガスによる火力発電となっている。

他方で、急速な工業化、都市化による経済発展から環境汚染が問題となるようになり、1992年に最初の包括的な環境計画である「シンガポール・グリーンプラン」が策定され、2006年からは、気候変動対策が新たな課題として明確に位置付けられた。

また、2021年2月にはパリ協定に基づく長期低排出発展戦略として、2050年までに国内のCO₂排出量を2030年の半分、年間3,300トンへと削減し、21世紀後半のできるだけ早い時期にCO₂排出量を実質ゼロとする目標を発表、環境行動計画として、(1) 太陽光発電など環境に優しいエネルギー利用、(2) 環境に関連した新たな産業（グリーンエコノミー）、雇用の創出、(3) 街路樹の植樹拡大など都市の自然環境の改善、(4) 二酸化炭素（CO₂）の排出削減など持続可能な生活環境の整備、(5) 未来の気候変動への対応を基本とする「シンガポール・グリーンプラン2030」を発表するに至る。

今回の視察先の、シンガポールにおける科学技術研究庁であるA*STAR傘下の研究機関ISCE2（Institute of Sustainability for Chemicals, Energy and Environment）は、グリーンプランや廃棄物減少やリサイクル率向上の計画である「ゼロウェイストマスタープラン」といったシンガポールの気候変動目標を達成し、化学エネルギー分野が

【主な調査内容】

最初に、研究所内にある展望室から、石油化学工業の発展のために埋め立てられた島の歴史や立地、進出企業の分布等について直接見聞を行った。



次に、会議室において、ISCE2 が目指す役割と事業について説明を受け、質疑応答の後、実際に研究所内の施設を見学した。以下に資料と共に記す。

シンガポールの産業は近年金融のイメージが強いが、2021年のデータによれば、GDPの21.6%を占める製造業の内、45.6%を占める電子機器に次いで、24.1%を化学エネルギーの分野が占めており、GDPの約3%、2万7千の仕事を生み出すなど、シンガポール経済で重要な役割を果たしている。

他方で、ジュロン島は、石油化学企業の集積地であり、ジェット燃料からプラスチック類等、すべての石油関連製品はジュロン島で生産さ

れているが、石油だけでなく島内にパイプラインを通じて輸入されている天然ガスも化石燃料であることから、島内でシンガポールの排出する二酸化炭素の54%が排出され、大きな課題となっている。



そこで、ISCE2では具体的な研究分野として、①デジタル化学を通じてイノベーションの推進を図り、②プロセスエンジニアと安全性を高めることで大規模展開を可能にすることを通じて、③二酸化炭素の回収や利用を通じて排出量を削減すると共に、将来の安定したエネルギー源を確保することで国のエネルギー転換の後押しをすること、④科学バイオ技術やバイオ触媒を通じて、従来の石油化学製品から二酸化炭素やバイオマス等の次世代原料への転換を図ること、⑤バイオマス等の新しい素材により循環型の最適な材料を開発すること、⑥化学エネルギー分野における低炭素エネルギー等の戦略的研究や持続可能な代替エネルギーといった新興技術を生み出すための未来の才能やリーダーを育てることを掲げている。

また、研究機関であるだけでなく、政府機関でもあるので、研究を国の政策に活かすこと、協力企業が応用研究から製品化・ビジネス化する橋渡し役としての役割も担っている。



ISCE2 がもつ触媒実験棟では、温度や圧力等を変化させ、一度に8種類の触媒の実験が可能な設備をはじめ、様々な研究ができる最新鋭の施設を見学することができた。

具体的な触媒開発においては、日本のIHIとの共同研究において、二酸化炭素と水素を触媒で反応させて、都市ガス等の主成分であるメタンを合成する触媒の開発に成功した。

また、商用化ユニットも開発され、全世界で販売されている。

さらに、AI等の最新のデジタルプラットフォームを活用することにより、持続可能な航空燃料(SAF)の原料となる液体炭化水素を合成するための最適触媒の探索が大幅に短縮された点でも大変注目される。



【質疑・応答】

Q 1 : 土地はシンガポール政府からの借地なのか。

A 1 : シンガポールにおいて土地は原則として国家に帰属し、賃料を払い一定期間排他的に利用及び占有する権利 (Estate) が認められるのみである。ジュロン島においては、JTCコーポレーションが管理している。

Q 2 : ジュロン島内の企業の法人税は。

A 2 : シンガポールの法人税は17%が原則。ただし、経済開発庁 (EDB) 等の政府機関によって、認定を受けた企業に関しては、法人税率の軽減税率適用等の優遇措置を受けることができる (居住法人か経済貢献、現地雇用、投資額等)。ジュロン島内の企業の多くが、巨額の投資を行っていることから個々の税率となっている。

Q 3 : ジュロン島内には空地があるが、現在でも企業誘致をしているのか。

A 3 : これまでの石油産業よりもサステナブルな社会の実現に取り組む企業を誘致することで、国の目標を実現することが重要だと考えている。

Q 4 : シンガポールが2050年に目標とするエネルギー構成の中で再生可能エネルギーについてはどのような方針か。ペロブスカイト太陽電池等も進んでいるがどうか。

A 4 : エネルギー構成については、シンガポールエネルギー市場監督庁（EMA）の管轄なので明確に答えることはできない。ただシンガポールは土地が狭く曇天が多いことから、2023年の4%を10%にするという目標だけでもすべての屋根に太陽光発電があることを想定するなど高い目標である。したがって、再生可能エネルギーだけでなく、発電を行う原料をクリーンなものにする必要がある。ペロブスカイト太陽電池は専門外だが、シンガポール国立大学等が研究を行っている大変興味深いものである。

Q 5 : 2050年のエネルギー構成目標に原子力が入っているが、どう考えているのか。

A 5 : シンガポールはインドネシアとマレーシアに挟まれている都市国家なので単独で決められる問題ではない。小型モジュール炉等の小規模なものを想定している。

Q 6 : 日本では石油を180日分確保しているが、シンガポールではエネルギーの安全についてはどうしているか。

A 6 : 貯蔵はある（事後の調べでは民間貯蔵で国内石油製品分の90日分は確保している）。都市国家であることから、外交がとてても大切になっている。

Q 7 : ジュロン島と川崎臨海部には石油化学とエネルギー関連企業が展開している点、持続可能なエネルギー開発や企業誘致を目指している点で共通点が多い。川崎市では企業が主導的役割を果たし、市が整理する役割を果たしている印象があるが、ジュロン島では現場の裁量が大きいのではないか。シンガポール政府のマネジメントについてはどうか。

A 7 : 必要な改革を行う上で、あくまで政策決定はトップダウン型で行っている。しかし、政策決定にあたっては、センスメイキング(※意味付け)が重要であり、エネルギー施策については政府、企業(ビジネス)、市民(コンシューマー)の3つの利害関係者が十分に納得する必要があった。シンガポールでは、現首相のローレンス・ウォンが副首相であったときに業界ごと、産業ごとに膨大なセンスメイキングを行った。若い人の中にはジュロン島の役割に疑問を持つ人もいるが、目的を決めてステークホルダーを選ばなければ必要な改革は出来ない。

Q 8 : 川崎市はボトムアップを大切にしているが、市民に周知する上での工夫はあるのか。

A 8 : センスメイキングは今どう感じているかを短期間で決めて実行していくことが肝要である(回答者は研究者)。

Q 9 : I H I との共同研究開発について。ISCE2からは人的資源、金銭面等、どのような協力がなされたのか。また、売上の折半なのか。

A 9 : 触媒の開発を協働して行い、商業化は企業が行う。A*STARにはライセンス料が入る。



【総括】

川崎市も石油化学産業を臨海部に抱え、二酸化炭素量の削減が大きな課題になっており、ゼロカーボンを進める ISCE2 の取組は大変参考になった。

本市は、内閣府が進める「世界に伍するスタートアップ・エコシステム拠点形成戦略」に基づき認定された、8つの拠点都市の1つである「スタートアップ・エコシステム東京コンソーシアム」の中で、横浜市、和光市、つくば市と共に研究開発拠点として連結する機能を果たすことが求められている。

今回の視察では、歴史的に石油産業の集積地であったシンガポールのジュロン地区においても今後サステナブルな社会の実現に取り組む企業の誘致を求めていることが明らかとなったことから、川崎市が強みをもつテック系（※開発に関わる分野）スタートアップ企業だけでなく、環境、エネルギー分野のスタートアップ企業についても、引き続きK-NIC

等を通じて積極的に関与していくことが有効であると感じた。

また、川崎市の学術・開発研究機関の従業者構成比は、日本の大都市の中でトップクラスであり、有望な起業家やベンチャー企業が生まれる潜在性が高いと言われている。

この点、さらにグローバルな人材を惹きつけるためには、住環境や治安、観光、エンターテインメント等をより充実させ総合的な戦略をとることが必要であるが、政府による大胆な産業施策や土地の利用転換を行うことが可能なシンガポールと比べると心許ない。

国家であるシンガポールと政令指定都市である本市では権限や財源に彼我の差があるが、トップダウンの政策決定を行うに当たり、政治家だけでなく視察先の説明者である研究者からも「センスメイキング」という言葉で、政策目的について利害関係者の共通認識を高めることの重要性が当たり前のこととして語られていたことは特筆すべきである。

本市においても、将来に渡り力強い産業都市として持続的な経済成長を図るため、臨海部、南部、中部、北部と地域の歴史と特性に合わせたまちづくりを行ってきたが、より明確にそれぞれの地区に特色を持たせる政策を行うことが、新たなビジネスやイノベーションを創出する起業家を次々に生み出すエコシステムを形成していく上で重要ではないか。

今後必要な大胆な政策決定を実現するためにも、シビックプライドを高め、市民が市の政策に納得するだけのセンスメイキングを行うことが肝要である。

