

## 環境農政常任委員会委員会調査報告書

令和6年8月19日（月）から22日（木）まで、在シンガポール日本国大使館外4か所において、次の事件について調査を実施したところ、その概要は別添のとおりでした。

### 【調査事件】

- ・ 公害の防止その他環境の保全に関する事項について
- ・ 農業、林業及び水産業に関する事項について

令和7年1月21日

神奈川県議会議長 柳 下 剛 様

環境農政常任委員会委員長 田 中 信 次

## 1 調査の概要

### (1) 調査日程

令和6年8月19日（月）から22日（木）まで

### (2) 調査箇所

- ア 在シンガポール日本国大使館（16 Nassim Road, SINGAPORE 258390）
- イ 一般財団法人自治体国際化協会シンガポール事務所  
（30-03 Raffles Pl, #1 One Raffles Place Tower 1, SINGAPORE 048616）
- ウ 株式会社 I H I シンガポール事務所  
（77 Robinson Rd, #14-03 Robinson 77, SINGAPORE 068896）
- エ 独立行政法人日本貿易振興機構（ジェトロ）・シンガポール事務所  
（16 Raffles Quay, SINGAPORE 048581）
- オ ARIANETECH PTE LTD（アリアンテック社）  
（9 Woodlands Ave 9, SINGAPORE 738964）

### (3) 出席委員（計11名）

田中信次委員長、須田こうへい副委員長、  
永田磨梨奈、おざわ良央、渡辺紀之、森田学、栄居学、永井真人、日浦和明、  
浦道健一、谷和雄の各委員

### (4) 随行者

福島副課長（議会局政策調査課）、西澤主査（議会局議事課）、  
細井副主幹（環境農政局総務室）、  
瀬田副主幹（企業誘致・国際ビジネス課（シンガポール駐在員））

### (5) 行 程

- 8月19日（月） 羽田空港～シンガポールチャンギ国際空港～シンガポール内泊
- 8月20日（火） シンガポール内～在シンガポール日本国大使館～  
一般財団法人自治体国際化協会シンガポール事務所～  
株式会社 I H I シンガポール事務所～シンガポール内泊
- 8月21日（水） シンガポール内～独立行政法人日本貿易振興機構（ジェトロ）・  
シンガポール事務所～ARIANETECH PTE LTD  
（アリアンテック社）～シンガポール内泊
- 8月22日（木） シンガポール内～シンガポールチャンギ国際空港～羽田空港

## 2 在シンガポール日本国大使館

### (1) 調査目的

在シンガポール日本国大使館は、シンガポール政府との交渉や連絡、政治・経済、  
その他の情報の収集・分析、日本を正しく理解してもらうための広報活動などを行っ  
ている。また、邦人の生命・財産を保護することも重要な任務となっている。

そこで、在シンガポール日本国大使館を訪問し、シンガポールと日本との交流の概要及びシンガポールにおける環境政策や農業等振興施策の概要について調査することにより、今後の委員会審査の参考に資するものとする。

(2) 在シンガポール日本国大使館出席者

書記官（国土交通省、農林水産省、環境省の各担当者）

(3) 委員長挨拶

(4) 在シンガポール日本国大使館書記官挨拶

(5) 概要説明

次の内容等について、説明があった。

- ア シンガポールの概況について
- イ シンガポールにおける資源循環に関する取組
- ウ シンガポールにおける脱炭素に関する取組
- エ シンガポールにおける農林水産業の概況

(6) 質疑応答

**質 疑** （農林水産業や脱炭素の分野に関して）海外のファンドやいろいろな技術を駆使して、新しい技術などを開発していくときに、シンガポールでは、国際的な協力や同じような課題を抱えている国家間で協力して、何かやっていることがあるのか。それとも、シンガポール独自の技術になっていくのか。また、日本と協力関係は何かあるのか。

**応 答** 日本との協力関係で覚書のようなものはないと認識している。

シンガポール政府は、農林水産業分野に関して、食料自給率を高めるという動きと、細胞培養肉という、世界でなかなか実用化されていない技術に関して一つのハブになろうというような動きを強くしている。

国が関連するファンドや企業が共用できる新しい機材のある研究共同ラボのようなものをつくり、それに参加したり、安く借りられるといったところに魅力を感じる企業が、世界各国から集まってくる。そういったベンチャー支援はあるという状況となっている。

**質 疑** 30 by 30\*は何か裏づけあってこういう数字になったのか。思いがけず計画が進んでいないのか、国民から見ると、政府が無茶な数字を立てたと思うところはあるのか。

【補足】

30 by 30：シンガポールでは、食料安全保障政策として、輸入先国の多角化や自国での食料生産の増大を掲げており、栄養ベース（国民が食べる

消費量)での食料自給率について2030年までに30%に向上させる「30 by 30 目標」を設定した。

**応 答** 根拠がどうかまでは分からないが、シンガポールの30 by 30という政策は、国民が今、食べている消費量の30%、栄養のベースの30%を政治的な理由により断絶した場合でも食べていけるように保障するという観点で設定している。これがどこまで本当に実現できるかという期待値がどれくらいあったかというのは、かなり前のことなので分からないが、シンガポール政府もこういった状況を踏まえて、何かしらの対策を検討しているというふうには聞いている。

近年、シンガポールは、どの産業も人件費が高く、エネルギーコストが高い。一方で、シンガポールの市場は約600万人と狭いので、ビジネスとして成り立つのが結構難しいというふうに、改めてシンガポール政府も思っていたというところである。

コスト面からなかなか採算が合わないビジネスである一方で、食事というのは大事なので、自分たちで食料を確保し高めていくことと、海外から輸入することの両方により改善に取り組んでいる。

**質 疑** 水上太陽光発電は、トラブル等が起きないのか、また、今、技術として確立されているのか。

**応 答** セムコープという廃棄物収集など環境事業に取り組んでいる企業が実施主体として稼働させており、大きな技術的障害があるとは聞いてない。

シンガポールは国土が小さく、日本のように適地がないという前提もあるので、太陽光発電は、ほとんど建物の屋根置きになっていると思う。大規模なものについては、陸地に比べて日射的な邪魔も入らないという適地の問題で、水上太陽光がベストという考えがあると想像している。

**質 疑** シンガポールにおける脱炭素に関する取組として、2030年までに新規登録車両を全てクリーン燃料車にするというエネルギーの見直しがあるが、現在、どれくらいのクリーン燃料車のシェアがあるのか。

2030年までということは、かなり先ではなくて、あつという間に来ってしまうが、例えば、旧来の車にかなりの税金をかけるなど、様々な方策があると思う。シンガポールではどういう形の政策をとっているのか。

**応 答** 今年上半期の新規登録台数のパーセンテージは、EVは32.4%、ハイブリッドは48.6%であり、合わせると8割ぐらいとなる。2030年まで、新規登録台数に絞っていけば、全てクリーン燃料車にすることはおそらく達成できるという感じがする。

シンガポールは、車の所有年数が経つと税金が上がるなど、古い車を乗り続けるとコストが高くなっていくという仕組みになっていて、乗換えのタイミングで、国の方で、登録可能車をクリーン燃料車に絞っていくという仕組

みが入れば可能という発想だと思われる。

シンガポールは、他の東南アジアの都市と違い、とても渋滞が少ないと思う。それは、バス・タクシー含めて車両台数をおよそ 100 万台に絞っているためであり、COE<sup>\*</sup>によって、基本的に車の台数を管理している。

2030 年に全ての車両がEVになるということではなくて、あくまでも 2030 年以降に新規にCOEを取得する際に、徹底していくという方法で進めていくと思う。

今、そのために、商業施設やこの国の 8 割が住んでいる公営住宅の駐車場には、基本的に充電施設を設置することを義務づけながら整備しているので、そういったことも併せながら進めていくと思う。

**【補足】**

COE：シンガポールでは、経済成長によって急速に増えた自家用車の車両台数に対処するため、1990 年に自動車登録台数割当制度を導入し、自動車を所有する者には、自動車所有権利証書（COE：Certificate of Entitlement）の取得を義務づけている。なお、COEは10年間の期限があり、この規制により登録車は100万台程度で推移している。

**質 疑** シンガポール政府として、アグリテックを育てるために、補助金を出すなど支援体制があると思うが、どのような対応をしているのか。

**応 答** 2021年にアグリフード部門変革基金という6,000万シンガポールドル（約70億円）の基金をつくり、生産能力の向上やイノベーションなど、アグリテックに関しての補助をしている。各企業はこういった制度補助を活用しながら、特に、水産養殖業、野菜、卵といった分野に集中投下して取り組んでいる。

**質 疑** 日本では、もともとプラスチックごみを減らすため、レジ袋の有料化が始まったと思うが、本屋など紙袋まで有料化しているお店が非常に増えてきていると感じる。シンガポールでは2023年7月からレジ袋有料化となり、1年経過した中で、値上げの便乗導入をするような国民性があると、滞在していて感じるか。今後どうなっていくと思うか。

**応 答** 便乗系の商売という感じは、日本とは異なり、ないように感じる。

**質 疑** 将来的に、マレーシアとの外交関係がどう推移していくか分からないが、飲料水の自給のようなテーマで何か課題はあるか。

**応 答** シンガポールでは、水は生命線で、基本的に輸入に頼っていたのがこれまでの経緯であり、マレーシアからの輸入について、2本契約があった。

契約のうち、1本が2011年で契約が満了し、シンガポール政府は契約を更新しなかった。もう1本の契約は、2060年頃まで期間が残っており、それに基づいて、水を輸入している。マレーシアから独立したという経緯もあって、将来的に両国間の関係がどうなるかも分からないということで、シンガポール政府としては、水の自給率を何とかしていきたいと取り組んでいる。

やり方としては、フォータップス——四つの蛇口と言われている。

一つ目は、従来どおり、一定程度は輸入で頼っていくこと、二つ目は貯水池で、シンガポール国内の貯水池を整備している。マリーナベイサンズの目の前の湾も、実は貯水池になっている。三つ目は、再生水——ニューウォーターという言い方をしており、再生水を飲用可能な水準まで処理するもので、現在、飲料水までには使われていないが、工業用水として、浄水処理され供給されている。最後は、海水の淡水化に取り組んでいる。

もう1本の契約が切れる2060年頃までに、三つ目のニューウォーターと四つ目の海水の淡水化と合わせて水の自給率を大体85%までに持っていきたいという方針になっている。2060年に契約が切れて、そこで契約を更新するかしないかは分からないが、基本的に残りの15%は、貯水池で何とかやっていくと思う。

**質 疑** 養豚や酪農の人数はどうか。宗教的な問題もあるかもしれないが、輸入に完全に頼っているのか。また、国土が狭いという話もあったがどうか。

**応 答** 酪農について、Fair Priceなどの代表的なローカルスーパーに行ってみると、シンガポール産のミルクというのは存在しない。おそらくオーストラリア産が一番多く、マレーシア産も多い。マレーシアは距離が近く、トラックで来られるので安いというのがある。

シンガポールには、卵や鶏肉の加工場はあると聞いたことあるが、豚肉に関しては、ほとんどないというふうに考えてよい。

シンガポールの人口は600万人で、就業者数は300万人程度になっているが、そのうち農林水産事業者は600人しかいない。そもそも、農地も少ないので、酪農の中でも鶏以外はいないと考えていただければと思う。

**質 疑** ごみ問題について、生ごみをコンポストで堆肥化して農地に戻すような循環型の取組があるが、シンガポールの場合、生ごみをコンポストしても、農業が盛んでないため農地へ戻らず、輸出するしかないと思う。ごみの処理方法が焼却処分しかないとなると脱炭素につながらないと思う。

羽田空港では、生ごみが1日でバクテリアによって分解され、土ではなく、水になり、排水される新しい技術が取り入れられている。

シンガポールは観光業が盛んで、残渣が出ると思うので、そういったものをシンガポールへ売り込む需要はあるか。

応 答 シンガポールの国民性では、リサイクルよりも、例えば、新規技術や何か新しいもので処理できるもののほうが嬉しいという感覚は持っている。もしかすると、その羽田空港での新しいやり方というのは、シンガポールに刺さる可能性もあると思う。

あとは、焼却処理で出た灰を何か新しいものにしたい、埋立てではなく別の用途として再利用を可能にする新技術を模索しているため、収集システムがいろんなパターンに小分けになることについては、ネガティブに捉えると思う。

また、飲食施設内で廃棄物処理設備設置が義務化される制度が稼働し始めており、面白いと思ってもらえる可能性はあると思う。



## (7) 調査結果

- シンガポールの概況等は、次のとおりだった。
  - ・ 合計特殊出生率は1.04で、日本と同様に少子高齢化の課題を有している。
  - ・ 経済面として、一人当たりGDPは日本の約2.5倍となっている。シンガポールにとって、日本は第9位の貿易相手国となっている。
  - ・ 文化面においては、2009年に日本の文化情報発信拠点として、ジャパン・クリエイティブ・センター（JCC）を開設しており、各自治体のイベントを含め、文化発信が行われている。
  - ・ 在留邦人は約3.1万人で、若干減少傾向にあり、日系企業数は2016年をピークに減っている。シンガポール日本人会が1915年に設立され、日本人学校の運営を含めて、様々な事業や文化の交流に寄与している。
  - ・ 日・シンガポール関係は、文化、経済含めて、深く交流がある。
- シンガポールにおける資源循環に関する取組は、次のとおりだった。
  - ・ 政府が、2019年にZero Waste Masterplanという計画を策定しており、従来の「とって作って捨てる」というモデルから、資源循環モデルへの移行を目指している。2030年までにリサイクル率を70%、埋立処分場へ送られる1人当たりの廃棄物の量を30%削減する数値的な目標を出している。
  - ・ 廃棄物は、国内の四つの焼却処分場に持ち込まれ、最終処分は、セマカウ島で埋立処分しているが、現在の量を持ち込まれると、2035年には受入れ限界を迎え

る。シンガポールは国土が狭く、適地が少ないため、処分場の受入れ限界は目下の大きな課題となっている。

- ・ 昨年の全体のリサイクル率は52%であり、各家庭でのリサイクルに対する意識は、日本に比べると低い。
  - ・ 昨年、資源サステナビリティ法が改正され、レジ袋の有料化が導入された。また、2025年4月から飲料容器の返却により1容器当たり10セント（日本円で10円程度）の償還制度が導入される予定となっている。
  - ・ リサイクルの意味合いで、焼却処分後の灰を埋立てではなく、別の用途として再利用を可能にする新技術を模索している。
- シンガポールにおける脱炭素に関する取組は、次のとおりだった。
- ・ 2021年にシンガポールグリーン・プラン2030という計画を政府が策定しており、脱炭素だけではなくて、サステナビリティを重視した計画となっている。計画の中では、五つの柱(City in Nature、Energy Reset、Green Economy、Resilient Future、Sustainable Living)とそれぞれの目標と取組方針が定められている。
  - ・ 新しい取組としては、貯水池に、世界最大規模の水上太陽光発電を設置している。また、公共住宅の屋根への太陽光発電設備の設置を順次行っている。
  - ・ 炭素税が課されており、今後引き上げる予定となっているほか、脱炭素投資を目的としたFuture Energy Fundの設立について、現在、関連法案が提出されている状況にある。
- シンガポールにおける農林水産業の概況は、次のとおりだった。
- ・ シンガポールは農業国ではなく、農地は国土の1%である。また、食品の9割以上を海外から輸入しているが、コロナ禍でマレーシアから鶏肉、インドから米の輸入がストップし、政府は危機感を持ち、食料自給率は大事であるという意識を強く持った。
  - ・ 2023年の食料自給率は10%未満となっている。卵、野菜、水産（養殖）の3品目の生産に注力しているが、それぞれインフレーション、人件費高騰、インフラ設備が整わない等の問題により、事業者の生産停止や撤退があり、目標達成は難しい状況にある。
  - ・ シンガポール政府は、アグリテック企業を支援している。毎年11月頃にはアグリフードテックエキスポが開催され、企業による展示のほか、世界各国から投資家や関連企業の誘致を図っている。
  - ・ 最近、昆虫食を解禁しており、日本のベンチャー企業が、輸出や海外展開していく動きがある。

以上のとおり、在シンガポール日本国大使館を訪問し、シンガポールと日本との交流の概要、シンガポールにおける資源循環、脱炭素に関する取組及び農林水産業の概況について説明を聴取した。このことにより、今後の当海外調査を実施する上で参考となるシンガポールの基礎的な情報、現況及び近年の環境保全・農業の取組について把握することができた。

また、今後の本県における循環型社会づくり及び脱炭素社会の推進やスマート農業

等の推進に関する委員会審査をする上で、参考となった。

### 3 一般財団法人自治体国際化協会シンガポール事務所

#### (1) 調査目的

自治体国際化協会シンガポール事務所は、シンガポールをはじめとした東南アジア諸国と日本の地方自治体との間の国際交流や協力事業を推進するために設置され、現在では、ASEAN10か国（シンガポール・マレーシア・タイ・インドネシア・フィリピン・ベトナム・ミャンマー・カンボジア・ブルネイ・ラオス）、インド及びスリランカを担当地域としており、日本と担当地域間の自治体レベルの交流の促進、担当地域における日本の自治体の活動の支援などを行っている。

また、同事務所では、シンガポール共和国における環境政策や農業振興政策に関して、現地事務所の視点による詳細な調査・分析を行っている。

そこで、自治体国際化協会シンガポール事務所を訪問し、シンガポールと日本との国際交流の概要及びシンガポールにおける環境政策及び農業等振興政策の概要について調査する。

#### (2) 自治体国際化協会シンガポール事務所出席者

所長、調査役、次長、所長代理

#### (3) 委員長挨拶



#### (4) 自治体国際化協会シンガポール事務所長挨拶

#### (5) 概要説明

次の内容等について、説明があった。

##### ア 活動概要

##### イ シンガポールの概要

- (ア) シンガポールの概況
- (イ) シンガポールの統治機構
- (ウ) シンガポールの財政
- (エ) シンガポールの経済

(オ) シンガポールの観光・I R

(カ) シンガポールの政策（水・都市開発・交通・港湾・教育）

## (6) 質疑応答

**質 疑** 先の調査先の質疑の中で、コンポスト、堆肥化する技術をシンガポールへ送れるのではないかとの話もあったが、技術面での自治体の国際化は、文化や教育といった人的な交流以上に、経済面でも、技術や企業のシンガポールへの進出を後押しするものだと思う。その一方で、技術は、国によって基準や規制など、いろいろと異なるため難しさがあると思うが、技術面での自治体の国際進出はどのようになっているか、また、何かそれに関しての可能性や課題があるか。

**応 答** 抽象的な、理念的な話になるが、シンガポールは、自国の得になるのか、ならないのかという面について、はっきりしていると思う。

日本の技術も、シンガポールのためになるという所にはまると、さっと受け入れられて、どんどん広げていけるという感じがしている。シンガポールのためになるかならないかという視点で考え、よい面についてプレゼンしていくと、ずっと意外にはまることが多いという感じがしている。

**質 疑** 神奈川県は、県を挙げて、ベンチャーや新しい技術の国外への展開を政策としても推進しているが、自治体から売り込みはあるのか。

**応 答** シンガポールのスタートアップを日本に呼び込むこと、また、日本の研究施設などが、シンガポールでスタートアップとしてスタートすることのどちらもあり、こうしたことを進めたいと相談に来てくれている自治体もある。

**質 疑** シンガポールの政策のうち、都市開発の緑化として、自然資源強化のための新規・再開発公園へ自然設計や植栽の採用、水路・水域の自然化があるが、具体的にどのような自然化に向けて動いているのか。

また、交通の自動車について、自動車登録台数の上限が決まっており、1台購入すると、1,500万円くらい費用を要するとのことだったが、2030年には新規登録車両をEVやハイブリッドカーといったクリーン燃料車に変えていくという流れがある中で、税金を安くするような政策があるのか、環境や気候に対する補助金的なものがシンガポールにあるのか。

**応 答** 緑化について、例えば水路の自然化という部分は、コンクリートの舗装水路を自然な形の川にするとか、自然を取り入れた形でさらに緑地の面積を増やしたり、公園自体の面積を増やすことがある。

シンガポールでは、公園と公園の間をつなぐパークコネクタのような、道のようなものを緑で整備し増やす取組が進められているが、そういったものをどんどん増やし、より緑を増していくという部分でも自然化となっている。

昔、ガーデンシティだった頃のシンガポールの街路樹は、ブーゲンビリアなど綺麗な花が植えられているイメージがあったが、そうではなくて、野生動物、鳥やチョウが来るように、様々な高さの植物を植えた植生としたり、その街路樹の部分も自然な形というものを取り入れたりしている自然化がシンガポールにはある。

日本では、ビルの一部を緑化することで容積率を緩和するといった制度があるが、シンガポールの場合は、補助金や容積率の緩和、規制緩和をぶら下げないとやらないという感じではなくて、これで行くという方針が決まれば、無理やりでも進んでいくようなことが強い。

また、自動車についても、補助金をぶら下げるという感じは強く感じない。2030年にゼロカーボンという目標を立てていて、EVに切り替えるとなったら、シンガポールの場合は無理やりにでも切り換えると思われる。

**質 疑** 貴団体の活動内容の説明の中で、事務所体制として、総務省からの派遣や地方自治体からの派遣職員で構成されているとあったが、事務所の維持運営にかかる費用についてどのようになっているのか。

調査や活動、地方自治体の活動支援、国際交流、国際協力、情報収集など様々なことをやっていることに対しての対価があるのか、総務省など派遣元からの費用負担なのか。

**応 答** 基本的に事務運営経費は、各自治体からの負担金によって成り立っており、その予算の中でやっている。また、必要な経費を負担してもらうことはあるが、個別にこの手伝いをしたので、活動費を幾ら請求するというものではない。

**質 疑** 分かりやすい活動の成果や出来事が何かあれば教えてほしい。

**応 答** ある自治体からシンガポールやマレーシアでお酒を売りたいという話があって、それを手伝ったことを例として挙げると、現地企業の社長などと相談しながら販路をいろいろ考えて、そこに売り込みに行くための営業活動のアレンジをするなどした。自治体における売上等の評価に対して、どれだけ手伝いをするのができたかということを目指して考えており、これまでかなりの数の団体のお手伝いをしてきている。

日本の地方自治体がASEANで活動するに当たっての、黒子的な役割を担っていて、その依頼元の自治体が成果を上げることが、活動の成果だと思っている。

**質 疑** 現在、国が供給している住宅では、ごみの捨て方に対してどのような政策を取っているのか。ダストシュートなのか、それとも分別するのか。

日本では、収集車のごみステーションを回り、回収するが、自治体によっては、各家庭を職員が回って、玄関先に置いてあるごみを回収している自治

体もある。シンガポールではどのようなか。

**応 答** 現在、高層のHDB（国家開発省の管下にある住宅開発庁が供給する公共住宅）や普通のコンドミニアムも大体ダストシュートとなっている。

ダストシュートは、キッチンに付いていて、捨て口を開けて入るものであれば何でも捨ててよいと言われているため、瓶でも缶でも何でも捨てられてしまう。基本的には、（階下等にあるごみ箱に集まったごみを）作業員が頻繁に回収しているというのが実態である。

最近の動きとしては、ペットボトルや瓶や缶の捨て方について、デンマークでやっていたように、まず、買うときに、飲料の価格に 10 セントや 0.1 ドルを上乗せして、容器を返却したらその分を後で返金するような、要するにデポジットのような制度を近い将来始めると伺っている。

2025年4月ぐらいにスタートして、さらにその翌年ぐらいには、全部強制的に導入するというようなことに向けて準備を始めていて、そういう意味では問題意識を持っていると思う。

**質 疑** 例えば、電化製品などもダストシュートに入る大きさであれば、捨ててしまう人もいるのか。

**応 答** いる。とりあえずダストシュートに入れば回収される。



## (7) 調査結果

○ シンガポールの概況等については、次のとおりだった。

- ・ 面積は東京 23 区の面積よりも若干大きく、人口は約 600 万人であり、これに対して議員数は 104 名と相当多い。地方自治体、地方議会がなく、議員は地域に密着した活動をしている。行政機構も細かく、複雑かつ広い。また、地方予算はなく、全て国家予算となる。一番大きい歳出予算は、国防費となっている。
- ・ 都市開発においては、狭い国土であることから、建物が高層化しており、国民の 80% 近くが HDB に入居している。自分の家を持つことが、政治的、経済的な安定につながるという考えの下、政府が個人の持家を奨励、支援している。

- ・ 資源が少ないことから、最大の資源は人であるとの方針の下、教育制度は重視されている。だが、最近ではエリート教育に対する批判があり、学校制度の改革を進めている。
- シンガポールの環境政策については、次のとおりだった。
  - ・ 水供給のための調達源の確保は、政策として大きなテーマとなっている。
  - ・ 都市開発を進める一方で、限られた土地をできるだけ生かしながら、緑化政策を進めている。1967年には Garden City を提唱して外国人が安心して訪れ、投資してみたいと思わせるような魅力的な都市環境の整備を推進し、2012年には City in a Garden を提唱して緑化政策を強化し、ガーデンのエリアを都市計画から国土計画に拡大した。2020年には City in Nature へ転換し、自然資源強化のため、街中の緑化に対して高い意識を持って政策を進めている。

これら一般財団法人自治体国際化協会シンガポール事務所において聴取したシンガポールの概況や各種政策は、今後の当海外調査を実施する上で、重要な予備知識となるものであった。

また、シンガポールにおける資源循環の取組や緑化政策については、都市における環境施策に係る今後の委員会審査をする上で、参考となった。

#### 4 株式会社 I H I シンガポール事務所

##### (1) 調査目的

I H I は、I C E S（化学工学研究所（シンガポール科学技術研究庁の出先機関））と共同でCO<sub>2</sub>の新たなリサイクル技術を開発しており、2019年にメタン化解媒を用いてCO<sub>2</sub>からメタンを製造するメタネーションの技術の開発を行った。

この開発によって生産・発電等過程で排出されるCO<sub>2</sub>を回収、水素と化学反応させることでメタンを生成することによりCO<sub>2</sub>を再利用し、さらにそのメタンをパイプラインに供給することで発電用燃料や都市ガスとして利用できるものである。

この技術がシンガポールの発電所や化学工場などに導入されることでCO<sub>2</sub>排出削減ができ、持続可能なエネルギーとすることができるものとされている。

そこで、メタン化解媒を用い、CO<sub>2</sub>からメタンを製造するメタネーションの技術開発及び今後の可能性について調査する。

##### (2) 株式会社 I H I シンガポール事務所出席者

D i r e c t o r、C o r p o r a t e G e n e r a l M a n a g e r、  
S e n i o r M a n a g e r、M a n a g e r

##### (3) 委員長挨拶



#### (4) 株式会社 I H I シンガポール事務所 Director 挨拶

#### (5) 概要説明

次の内容等について、説明があった。

- ア I H I グループの概要
- イ I H I グループ経営戦略
- ウ I H I のシンガポールとの関わり
- エ シンガポールのカーボンニュートラルへの取組

#### (6) 質疑応答

**質 疑**  $\text{CO}_2$ を回収するというものがどれぐらい商用化されているのか。また、アンモニアで新たに開発をされているものは、どれぐらい商用化されているのか。覚書など理念的なところの締結や市場がどういったものになるのか。

**応 答**  $\text{CO}_2$ の回収に関しては、日本では、苫小牧などの地域の電力会社と政府で協力した実証実験など、大規模スケールの実証実験はある。アメリカやオーストラリアなど海外では、一部商用化している例もあると思うが、日本で本格的な商用化というのは、これからどんどん育っていくところだと思っている。

$\text{CO}_2$ を都市ガスやその燃料に変換するものは、まだビジネスとしては成立しておらず、実証のための試験を始めているというところである。ただ、I H I では、メタンを作る日本最大の装置で、都民や県民の需要を満たすほどの大きい量ではないが、ある工場の中といった限定された場所での商用化について一部実現化されている。

アンモニアの商用化に関しては、2030年をめどに、商用化できるように、技術開発を今、ゼネラル・エレクトリック社と共に検討し始めている。

アンモニアを使うと $\text{CO}_2$ が全く出ないという利点がある一方で、 $\text{CO}_2$ の代わりに亜酸化窒素（窒素酸化物の一種）が排出される。これは地球全体から見ると、温室効果ガス削減にならない可能性もあるなどよくない点があるため、I H I としては、どれだけこの亜酸化窒素が抑えられるかが、これ

から勝負の鍵となる。なお、ある程度、亜酸化窒素を抑えつつ、パフォーマンス効率を上げる技術については既に成功している。

IHI 横浜事業所の大型の 2 メガワットの設備では、ある程度の濃度に抑えられているので、これからは、大型の 100 メガワットの設備において、IHI の技術によってどこまで抑えられるか、2030 年にかけて、100%の燃料タービンの実用化に向けての取組をここから進めていくというところである。

**質 疑**    すごく革新的な技術の開発であるというのは理解しているところだが、この開発はどれぐらいの社会的なインパクトで、どういったことが起きていくのか。

**応 答**    今、ガスなどを使って火力発電所は発電しているが、それをアンモニアに代替した割合の分だけ、CO<sub>2</sub>排出量が下がると考えることができる。日本におけるCO<sub>2</sub>排出を減らすという、インパクトがあると思う。

**質 疑**    大体、代替できるものなのか。亜酸化窒素の生成を抑えられるようになったら、本当に夢のようなものが誕生する可能性があるということか。

**応 答**    火力発電所は燃料を燃やし、水を沸騰させて、その蒸気でタービンを回転させて発電しているが、従来、燃料が石炭だったところに、アンモニアを 20%だけ混ぜ、有害物質を低減させるという取組を行っている。

このアンモニアの比率を 30%、40%、50%と増やしていきたいが、石炭を 100%アンモニアに置き換えるというのは無理で、60%が限界ではないかと言われている。そのため、2030 年までに 60%の混焼までは既存の火力発電所で行っていききたいところである。

しかし、60%の混焼のままだと 40%の石炭は残るので、結局、それは石炭火力からの延命ではないかというような批判もある。そのため、将来的には、アンモニアを直接燃やして発電機を回し、完全に石炭などを使わず、100%アンモニアで行うというようなことを 2050 年に達成できるよう取り組みたい。

2030 年頃までは、既存の火力発電所で混焼を行うことで有害物質の低減に寄与していきたいが、その一方で、ガスタービンの技術開発を進めることによって、2050 年には 100%アンモニアに置き換え、電源を供給していきたいと考えている。

**質 疑**    アンモニア燃料のタグボートの運用を始めているということだが、船舶だけではなく、航空機や自動車には使えるようになるのか、既にそれを視野に入れながら取り組んでいるのか。

**応 答**    アンモニアを航空機の燃料に混ぜたり、車の燃料に混ぜたりというのは、

研究している人もいるとは思いますが、IHIでは行っていない。

アンモニアは有毒性が高いので、パワープラントなど限られた場所で安全に作業した方がよいと思っている。町なかで走って、アンモニアが漏れると、そこで人が死亡することも想定されるため、限られた場所で、しっかり安全管理して行っている。

航空燃料はエネルギーコストが高く、たくさんのエネルギーを得ることができる液体炭化水素をジェット燃料として使っているが、それと同じものを使い続けたほうがよいだろうと思っている。アンモニアとは別の話で、CO<sub>2</sub>と水素を使って、ジェット燃料を作ろうとしている。

アンモニアに関しては、発電向け、産業向け、船舶向けの主にこの三つを中心に進めている。

**質 疑** 水素とアンモニアの二つの技術に注力するより、一つに特化したほうがよいと素人的には感じるが、水素とアンモニアの使い分けは、どういう方法があるのか。

**応 答** 今、日本の中には、再生可能エネルギーを設置できる場所がそんなにたくさんはないだろうとされており、オーストラリアや中東などの遠隔地で、再生可能エネルギーが大量にあるところから、再生可能エネルギーを持ってくるほうがよいだろうと考えられている。その際には、液体水素とアンモニアのどちらで運ぶのがよいだろうかという話になるが、研究論文の場では、アンモニアのほうが、遠い距離の輸送には有利であるとされている。こうしたことから、最終的に水素が使われるという可能性はあるが、主にアンモニアが使われる理由となっている。

どちらがよいかという二項対立の質問はよくあるが、二項対立ではなくて、使い分けをして、もっと進めていこうと考えている。

IHIとしては、グリーンアンモニアに注力しており、再生可能エネルギーをいかに日本に持ってくるかという、手段としてのアンモニアと捉えている部分が非常に多い。

広大な土地を持つところから、日本、シンガポール、韓国などの利用地に、グリーンエネルギーを電車で引っ張ってくるわけにはいかない。水素は、原子が非常に小さくて漏れやすく、海上輸送やパイプラインで運びにくいですが、それに比べるとアンモニアは運びやすい。一方、ヨーロッパは陸地でパイプラインが通っており、水素の方が運びやすいのではないかと思います。

ヨーロッパやアメリカのようにパイプラインがあるところでは水素で、海上輸送やパイプラインがないところはアンモニアで、このような考え方で、取り組んでいる。

**質 疑** 水素やアンモニアを生成する技術にCO<sub>2</sub>を使い、また、運搬にもCO<sub>2</sub>が使われており、最終的に全体としてCO<sub>2</sub>をカーボンニュートラルにして

いくためには、空気中のCO<sub>2</sub>を取り出して、それを再利用していくというところに集約していくのではないかと思うが、その辺りに関して、現段階でIHIとしての考え方は何かあるか。

**応 答** 大気中からCO<sub>2</sub>を回収するダイレクトエアキャプチャー技術はスイスやドイツで先行してたくさん研究されており、一部のスタートアップが自動車会社の資金を得るなどして取り組んでいる。最終的には、CO<sub>2</sub>を排出しながらではなくて、大気中からCO<sub>2</sub>を吸って、CO<sub>2</sub>をネガティブにしなければいけないと思う。

ただ、今の技術では、まだ商売としては成り立たないと思うので、2030年、2040年よりさらに未来の話だと思っている。

**質 疑** アンモニアは水素と比べて、製造するに当たりコスト面で有利であるとか、製造しやすいということはあるのか。それをビジネスに持っていく部分の技術的なものはどうか。汎用性があるということか。

**応 答** グリーン水素と比べたら、グリーンアンモニアのほうが、やや安価と見込んでいる。

IHIが直接アンモニアを途中まで持ってきて、パッキングし、自動車産業や水素が必要な方へそのまま渡し、受け取った側で水素に変換し、利用していただければよいというふうに考えている。汎用性はある。

**質 疑** IHIは、石川島播磨重工業のイメージが非常に強く、略称でIHIと表現されている中で、造船への思い入れが非常に強いと思うが、その中で方向性を変えたときの社内の雰囲気はどのような感じだったのか。

**応 答** 入社した時期には既に造船は分社化されていたため、違う組織となっていた。例えば、杉田の横浜事業所は、元々同じ工場で、現場も隣同士であるため、人の交流という意味では続いていた。一方で、マネジメントや経営面では、相対してマーケットが全然違うものであることから、造船は造船で、エネルギー、原子力に関しては、エネルギー部門としてそれぞれ分かれていると個人的には思う。

**質 疑** アンモニアはとても強い刺激臭がするというイメージがあるが、エネルギーを生んだ後の臭いはどのようなものか。

アンモニアが少し漏れれば、息ができなくなるほどと思っており、環境問題など反対運動が起きそうなものだと思っているが、どうか。

**応 答** アンモニアは、燃やすと水と窒素になるので、燃え切れれば臭いは大丈夫である。しかし、一酸化窒素等が発生した場合は、人間に害となるので、一

定のレベルに抑えようとしている。

今、挙げられた課題については、シンガポールの海事港湾庁からも同様の指摘があり、IHIだけではなく、造船所や化学製品メーカーといった業界全体を巻き込んで取り組んでいる。業界として、アンモニアに関する安全な取扱い、事故が起きた場合のSOP（標準作業手順書）や船員のスキルアップについてどのように進めていくのかということに関して、今年4月、政府関係者と覚書を締結した。

アンモニアも水素もそれぞれのよくない点がある。アンモニアは5ppm漏れただけでも、人間の鼻で臭いが分かり、漏れている場所も分かるが、水素の場合、臭いでは分からず、いつ爆発するか分からないので、それぞれ課題もある。

アンモニアに関しては、日本とシンガポールで連携して、安全方針の策定をもう一つの課題として取り組んでいこうと思っている。

また、アンモニアの安全性の取扱いと管理に関する議論は、ここ一、二年ぐらいの話であり、アンモニアをいかに安全に取り扱うかというのはIHIとしては重大なチャレンジである。しかし、前向きに捉えると、バリューチェーンをつくっていき、みんなで真剣に使おうかというところまで来たからこそ、本当に安全性はどうなのかというふうに思われているところもあると思う。生みの苦しみではあるが、しっかりと乗り越えて、バリューチェーンをしっかり作り上げたいというふうに、今、一生懸命頑張っている。

**質 疑** アンモニアを燃やすと亜酸化窒素ができ、亜酸化窒素が大気中に出るとオゾン層を破壊する物質に変換するという懸念について、IHIは考えられて取り組んでいるのか。

**応 答** 亜酸化窒素はオゾン層破壊にもつながるので、IHIとしては、当然そこまで行かないように、触媒を使って無害化するという研究開発、技術にも取り組んでいる。





## (7) 調査結果

- I H I グループの概要、経営戦略及びシンガポールとの関わりは、次のとおりだった。
  - ・ 造船技術から発展して、現在は、主に四つの事業領域（資源・エネルギー・環境、社会基盤、産業システム・汎用機械、航空・宇宙防衛）でビジネスを展開している。また、グループの経営戦略として、脱炭素、レジリエンス、エコシステム及び安全保障に取り組むべき社会課題としており、中でもクリーンエネルギー分野は育成事業として重点的に取り組んでいる。
  - ・ 1965年のシンガポール建国前の当時自治州だったシンガポールの経済開発庁とのジョイントベンチャーでジュロン島に造船所を設立した。現在、ジュロン島は重化学工業の拠点となっており、そこで脱炭素の取組を進めている。
- シンガポールにおけるカーボンニュートラルへの取組は、次のとおりだった。
  - ・ ジュロン島は、世界第3位の石油精製拠点となっているが、持続可能なジュロン島へ向けて、政府が野心的な目標を掲げている。I H I も目標に向かって協力している。
  - ・ カーボンソリューションに向けての具体的な技術としては、水素・アンモニアに関する技術、バイオマス・カーボンリサイクルに関する技術、再生エネルギー・Power to Xに関する技術がある。
  - ・ シンガポールは、政府との足並みがそろえば、法律の改正や社会実装に向けてのスピードが速い。このため、I H I としては、シンガポールを社会実装の場として使い、そこでつくった技術を日本や東南アジア、欧米へ展開し、商用化するステップを考えている。
  - ・ 2011年から2018年までシンガポール科学技術研究庁傘下の化学工学技術研究所（ICES）とメタネーション触媒開発に取り組み、基礎技術開発は終了している。化学・エネルギー環境持続可能性研究所（ISCE<sup>2</sup>）とはジョイントラボを立ち上げ、技術開発の加速、商用化に向けた環境の構築、人材育成に取り組んでいる。ジョイントプロジェクトとして、メタン合成触媒開発、オレフィン合成触媒開発、SAF合成触媒開発があり、カーボンリサイクルに取り組んでいる。
  - ・ アンモニアは、炭素を含まないことから燃焼時にCO<sub>2</sub>を排出しない燃料であ

り、アンモニア利活用の取組を進めている。

- ・ 神奈川県内にある I H I 横浜事業所では、日本の国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構のグリーンイノベーション基金を活用し、ガスタービンの燃料として、天然ガスではなく、液体アンモニアに100%代替することで、CO<sub>2</sub>フリーで発電する実証を行い、成功した。また、子会社の株式会社 I H I 原動機では、アンモニア燃料のタグボートを完成させており、横浜港で検証、試運転を行っている。
- ・ シンガポールの企業とは、既存のガスタービンの燃料をアンモニアに切り替える研究開発のため、協力関係にある。
- ・ アンモニアは次世代燃料であり、安全な取扱いや事故管理、安全方針の策定などのスキルアップが重要な課題となっているため、シンガポールの海事港湾庁と協力していく。また、新しい技術の開発など、シンガポールを中心としたアジアに貢献していくよう、企業として努めている。

これらの株式会社 I H I シンガポール事務所における CO<sub>2</sub>の排出を削減した持続可能なエネルギーのための技術開発、カーボンニュートラル実現に向けての取組及び I H I グループが本県で行っている最新の研究開発や実証実験について調査したことは、今後の本県における脱炭素に係る取組、カーボンニュートラル推進に係る委員会審査をする上で、参考となった。

## 5 独立行政法人日本貿易振興機構（ジェトロ）・シンガポール事務所

### (1) 調査目的

ジェトロ・シンガポール事務所は、ジェトロ（独立行政法人日本貿易振興機構）のアジアにある海外事務所の一つである。

ジェトロは、貿易・投資促進と開発途上国研究を通じ、日本の経済・社会のさらなる発展に貢献することを目指しており、国内外の拠点、海外の地域・産業調査等に豊富な知見を持つ人材、現地政府・企業・研究機関・国際機関とのネットワーク、アジア経済研究所における研究成果の蓄積等の強みを活用して調査・分析を行い、最新の海外ビジネス情報を日本企業に広く提供する取組を行っている。

脱炭素の取組では、シンガポール政府が2021年に「グリーンプラン2030」を発表し、2030年までの環境行動計画を示したところである。

また、シンガポールでは近年、植物工場や陸上養殖施設など、農業や水産業への新規参入が外資を含めて相次いでいるが、島国の都市国家の同国では農地が限られ、人件費や電力などのコストも高く、農園経営には課題も多い状況である。

そこで、ジェトロ・シンガポール事務所を訪問し、シンガポールにおける脱炭素の取組及びスマート農業等の取組を調査する。

### (2) ジェトロ・シンガポール事務所出席者

所員

### (3) 委員長挨拶



### (4) 概要説明

次の内容等について、説明があった。

- ア シンガポールの概要
- イ シンガポールの経済概況
- ウ 環境政策の包括プラン「グリーン・プラン2030」
- エ アグリ・フードテックを取り巻く概況

### (5) 質疑応答

**質 疑** ベンチャー企業やスタートアップが挑戦しやすい環境が整っているが、アグリテックに関しては、いろんな課題があって、限界が見えてきて、飽和状態というか難しい面も見えてきている状態だと思っている。

シンガポールから見て、似たような農業の課題を抱えている国に対して、期待されているような技術は何かということと、日本の企業にもチャンスがまだ市場としてあるということがジェトロとして見えているか、それとも、アグリテックの分野に関しては、少し難しさが見えてきている状況なのかを伺う。

また、ジェトロとしてのアプローチはどうか。

**応 答** シンガポールは地理的にアグリテックに向きづらいという課題があると思う。

今回視察を行うアリアンテック社は、今後、日本での展開を計画しており、アグリテックに取り組むスタートアップが日本進出を考えている事例もある。

シンガポールでアグリ・フードテックのイベントに出ると、非常に日本の存在感が少なく、むしろ、欧米系の大手メーカーが非常に中心になっていると個人的には思っている。植物工場に関して、日本でも既に一巡し、いろんな補助金を行って失敗したという歴史、また、いろんな失敗を乗り越えた会社の技術やノウハウは、欧米よりも非常に蓄積があると思う。そういう意味では、シンガポールをうまく実証実験の場所として使えるような、体力のあ

る企業にはぜひ来てほしいと個人的に思っている。

また、ジェトロとしては、日本の農産品の輸出振興が一番大きい取組であり、アグリ・フードテックに関しては、なかなか受け手がないような状況である。その一方で、スタートアップの支援は、今、非常に力を入れている中で、今回、初めてアグリ・フードテックのジャパンパビリオンを設置したというところで、調査をずっと進めていたが、ようやく一歩、事業として踏み出したところだと思っている。

**質 疑** シンガポールは、カーボンオフセットの取組を進めているとあったが、どういう形で進めているのか。

**応 答** カーボンオフセットに関しては、シンガポール国内で発生するようなものはなかなかない現状で、シンガポールが目指しているのは取引拠点である。

また、シンガポールは、アジアで唯一、炭素税の導入を始めているが、今年から大幅に引き上げられた。

**質 疑** 昆虫食について、円高や物価高で、肥料や飼料が非常に高騰しており、神奈川県の農家や家畜を経営している事業者からは苦しいという話を受けていて、飼料用としての昆虫というのは、直接食べるのは抵抗がある人でも、飼料として使う分には、受け入れられるのではないかと思っている。

今、家畜に対して、飼料としてどのような進展があるのか。

**応 答** 食用としての昆虫食については、シンガポールは、日本以上に高いハードルがあると感じる。今、シンガポールの昆虫関連のスタートアップは大体15社ほどあるが、大半はペットフードとなっている。自分の好きな犬に昆虫を食べさせるかどうかという課題はあるが、飼料に関して、昆虫は非常に未来があると思う。

**質 疑** 昆虫食は、家畜、豚や牛ではあまり使われていないのか。

**応 答** 家畜、豚はあまり聞かない。シンガポールに関しては、魚と犬猫用である。

**質 疑** 日本では特区制度があり、様々な規制緩和に取り組んでいる。

シンガポールが、アグリテックの拠点として国土の面からあまり適していないのであれば、日本の特区制度を活用して、日本をアグリテックの実証実験の場とするということについて、ジェトロとして考えはあるか。シンガポールで情報収集する中で、そういった視点があるのか聞きたい。

**応 答** 正直なところ、ジェトロとして、シンガポールもしくは東南アジアで、アグリテックに関して本格的に調査しているような状況ではなく、個人の趣味的に調査を始めていたところである。そういう意味で、東南アジアでアグリ・フードテックを調べているのは、シンガポール事務所だけというのが実

態ではないかとは思ふ。

ただシンガポールは、スタートアップの振興に力を入れているので、そういった意味で、シンガポールを通じて、日本の技術を展開する拠点として、ジャパンパビリオンの設置など、ようやく踏み出したというのが正直なところである。

**質 疑** 農業の生産性が向上するようなファンドや補助金があると思うが、ボトムアップをするような、採算ベースまでいかないにしても政府からお金を入れて保護するような補助は行っていないのか。

**応 答** テクノロジー基金は、政府が認定するテクノロジー会社の技術を導入した場合に7割補助されるものである。エネルギー価格が高騰している中で、省エネを達成するようなエネルギー効率をよくするもの、機器を入れた場合の補助が中心となっている。保護するようなものではない。

**質 疑** シンガポールの生活水準は、日本よりも高い気がするが、食の安全の意識の高さは、どのような感じか。

**応 答** 食の安全に対する意識は高いものの、それに対して必要以上のお金を払って購入するような意識の高い層となると、シンガポールの小さいマーケットの中で、さらに少なくなってしまう。

植物工場は完全無菌で作られているので買っても野菜を洗わなくてもよいなど、いろんな付加価値をつけて事業者は販売しているが、価格の障害もあって、非常に難しい。

シンガポール政府も、地産地消のマークを使って、一生懸命支えようとしているが、なかなか広がらないということがあると思う。

**質 疑** 40年ほど前に大豆ミートを食べ、油揚げがもう少し硬くなったような、それに味つけがしっかりされていて、最初は大豆ミートであると分からなかった。40年も前に、日本の企業がそのような大豆ミートの開発をしているということを考えると、日本の企業はかなり役に立てるようなことがあるのではないかと思うが、大豆ミートについて過去の貿易はどのような感じか。

**応 答** 大豆ミートは、シンガポールで、数年前に一気に普及が進んだばかりであり、最初に入ってきたのが、アメリカの企業の大豆ミートだが、日本人の感覚からすると、おいしく感じられないと個人的に思っている。

欧米型の味づくりは、豆の臭いを消すためにさらに調味料を添加して、味が濃いものになってしまうということもあって、本当に健康的なのかということが問題になっており、その点が、大豆ミートが一気に増えて、一気に嫌われている理由になっていると思う。

身びいきになるが、日本のメーカーが作る味づくりの方がおいしいと感じられ、まだまだ可能性が大きいと感じる。

**質 疑** 昆虫食がペットフードにも使われているとのことだが、ペットが街中で散歩しているシーンを見たことがない。ペットの散歩を外では駄目だというルールがあるのか、全部室内用か。

**応 答** 都心部でも、住宅寄りだと結構皆さん高級な犬猫を連れている。むしろ最近では、子供を連れているよりは犬猫の方が多いと感じる。

日本と同じで、新型コロナウイルス感染症の時期に犬猫を飼い始めて、さらに増えている印象があるが、一方で、シンガポールの国民の8割近くが公団住宅に住んでいて、公団住宅で飼える犬種が限られているということはある。

**質 疑** サツマイモなど、シンガポールが日本から農産物を輸入するとき、条件や、こういうものであれば買うがこういうものなら買わないというものはあるか。また、健康や農薬の規制などは結構厳しいか。

**応 答** 農産物は特に規制がない。

日本のサツマイモは大人気である。2017年12月にDON DON DONKI（ドン・キホーテの現地店舗名）の第1号店がオープンし、現在は16店舗あるが、その最初の大ヒット商品がサツマイモだった。

輸入統計を見ると、DON DON DONKIのオープンと同時に、日本産品のサツマイモが急激に上がっている。こちらの野菜卸市場でも、日本産品のサツマイモが山になっているのを見たことがあり、だいぶ普及していると思う。

シンガポールの輸入に占める日本産品の割合は4%であるにもかかわらず、シンガポールには、なんちゃって和食を含めて、和食を食べられる店舗は1,200店舗ほどある。和食が普及しているのに、日本産品は多く使われていないと感じている。



## (6) 調査結果

- シンガポール政府における主な環境政策は、次のとおりだった。
  - ・ 2021年にシンガポールグリーン・プラン2030が発表され、2030年までの包括的な環境行動計画としており、30 by 30もこの一環として盛り込まれている。
  - ・ CO<sub>2</sub>の排出量を2050年までに実質ゼロとする新たな目標を設定している。
- アグリ・フードテックを取り巻く概況は、次のとおりだった。
  - ・ 2023年のシンガポールの食料自給率は、卵31.9%、海産物7.3%、野菜3.2%だった。
  - ・ 限られた農地で生産量を増やすためには、テクノロジーの導入が必要であるとの考えから、テクノロジー導入支援として補助金や基金を設けている。補助金による支援の結果についてだが、卵、魚、野菜の自給率を推移で見ると、ほとんど変わっていないというのが実態である。
  - ・ 隣国のマレーシアなど輸入品のほうが安価であり、国民からすれば、わざわざ価格が高いシンガポール産のものをなぜ買うのかという意識もあり、なかなか市場に広がっておらず、課題となっている。そのため、2030年までの食料自給率30%に向けた目標達成は厳しい状況とされている。
  - ・ 補助金など整備される中で、アグリ・フードテックのスタートアップのハブとして存在感が増しており、日系の企業も含めて増えている。また、政府機関や大学・研究所といったアグリテック、フードテックを支えるエコシステムの整備は進んでおり、政府投資ファンドや民間のベンチャーキャピタルもシンガポールに集まっている。
  - ・ シンガポールの野菜農園数は、補助金の影響もあり、2019年の85か所から2024年7月時点で113か所と増えている。一方で、コストが高騰し、利益ベースに乗せるのに苦戦している現状にあり、今年に入ってから大型植物工場の撤退も目立っている。日本での事業展開を目指す企業もあるが、植物工場を取り巻く環境は厳しい。
  - ・ 植物工場だけでなく、都市型の養殖の取組も行っている。エビの陸上養殖では非常に高い生産性がある。シンガポールで技術開発するとともに、その技術を他国へ展開するためのショールームケースのような機能を持たせている。
  - ・ シンガポール食品庁は、2023年にリム・チューカン地区などを次世代農産物生産区とするリム・チューカン・マスタープランを発表し、農産物生産から食品加工まで包括的な食品区を目指す計画を発表した。今後、多層階施設での農業生産について計画されている。
  - ・ 7月には昆虫食が解禁され、日本のベンチャーが蚕を原料とした製品を展開している。また、2019年に世界で初めて、細胞培養肉に関する製造、ガイドラインの規制を導入し、企業も集積してきているが、商用化に至るまでは厳しい状況にある。一方で、植物代替肉は増えてきており、日系の企業もシンガポールで開発、販売を行っている。
  - ・ シンガポールではアグリフードを取り巻く規制環境が整備されている一方、アグリテックに関してはコスト高やシンガポールの市場規模が限定的といった

課題があり、厳しい状況にある。

これらジェトロ・シンガポール事務所において、シンガポールにおけるカーボンオフセット等の取組や、アグリテック及びフードテックの取組や課題を聴取したことは、本県における脱炭素の取組やスマート農業の取組に係る今後の委員会審査をする上で、参考となった。

## 5 ARIANETECH PTE LTD (アリアンテック社)

### (1) 調査目的

アリアンテック社は、植物育成用LED照明と植物工場技術の研究開発などを行うシンガポール企業であり、先進的な屋内垂直農業のパイオニアで食料生産システムを変革し、世界中の都市に新鮮で安全かつ持続可能な農産物を届けるというミッションを掲げている。また、革新的な農業技術を提供することにも尽力している。

同社では、各大学や研究機関と提携し植物工場の低コスト化や高効率化について、日々研究を重ねており、植物工場のさらなる技術開発を目指し、「黒字化できる植物工場づくり」に、真摯に取り組んでいる。

そこで、アリアンテック社の植物工場のラボを視察し、スマート農業等の推進の取組について調査する。

### (2) 出席者

アリアンテック社 CEO

共和理工学院アグリテックリサーチ・イノベーションセンターダイレクター、  
共和理工学院アグリテックリサーチ・イノベーションセンター副マネジャー、  
共和理工学院応用科学上級教授ほか

※ アリアンテック社と共同研究を行っている共和理工学院内に、アリアンテック社の研究施設があるため、共和理工学院からも説明を聴取し、視察を行った。

### (3) アリアンテック社 CEO及び

共和理工学院アグリテックリサーチ・イノベーションセンターダイレクター挨拶

### (4) 共和理工学院アグリテックリサーチ・イノベーションセンターの概要説明

次の内容等について、説明があった。

ア 共和理工学院について

イ シンガポールの農業政策について

ウ 都市農業における共和理工学院の取組について

### (5) 委員長挨拶



## (6) 質疑応答

**質 疑** アグリテックの限界や、コスト面から消費者に自国の農産物が受け入れられないといった現状に対して、2030年の目標数値（30 by 30）がある中で、どこを特出しして進めていこうと考えているのか。

**応 答** シンガポールの食品庁は、企業とやりとりしながらイノベーションを起こしていくこと、小さな土地の中で早期に作物を成長させて利益を上げること、光熱費など運営費が高いために、資金を入れ、投資していくことで、スマート農業が可能になるだろうと考えている。

また、30 by 30 という政策を可能とするには、一つ目は先ほど言ったようにイノベーションが必要だと思う。政府は、農業従事者が地元産の作物を直接売れるような形を可能にすることや、運営費を下げていくための資金調達が必要となるだろうと考えている。

二つ目は、品質の部分上げていくことが必要になると思う。農産品に対して、消費者がもっと高く支払ってもよいと思えるだけの品質を高めることが必要であり、そのためにはリソースの強化も必要だと思う。また、育種と言われる作物の種の部分改善をしていくこと、例えば、シンガポールでは熱に耐性が強いものを室内で育てていく必要がある。このように種の部分と質の部分上げていくことが必要だと思う。

三つ目は、消費者にプロモーションをして問いかけていくこと、農業従事者がもっと価値の高い作物に強化していくような形を仕向けることが必要だと思う。

さらに、もう一つ問題だと思っているのは、マンパワーの問題、労働力の部分である。若い人たちは、なかなか農業には就きたくないと思っており、この問題に対しては、ロボティックが必要になってくると思う。そのためには、スマート農業により、人ではなくても制御できるという形が必要だと思う。

また、光熱費の問題を解決するためLEDを導入するに当たり、農業従事者は、どれが適しているのかという部分が分からないと思う。そこで、エネルギーの効率がよいものを実際にジョイントラボというような形、グローバ

ルな形として、見せていく必要があると思っている。



### (7) アリアンテック社の概要説明

次の内容等について、説明があった。

- ア 会社概要
- イ 事業紹介
- ウ シンガポール及び日本における取組について

### (8) ラボ視察



### (9) 質疑応答

**質 疑** 国や地域が変われば、必要とされる作物や品種は変わってくると思うが、育ちにくい品種はあるのか。また、できないものの制約はあるのか。

**応 答** 共和理工学院における水耕栽培は、アリアンテック社とそれ以外の産業とコラボレーションしたいろんなシステムが入っていて、それぞれのシステムによって違うものが育つようになっている。

一般的には、室内栽培では葉物が多いが、それ以外にもトマトや米もある。この二つは、室内栽培であまり見られないものだと思うが、共和理工学院の企業パートナーで取り組んでいる。

アリアンテック社とは別のパートナーとのプロジェクトでは、違うリサー

チで作物を育てている。それぞれの企業のリクエストによってカスタマイズ化したデザインを可能にしている。

**質 疑** 米があるが、野球場みたいな広いところでもできるのか。

**応 答** シンガポールの場合は、そこまでスペースがないので室内栽培になり、米も垂直栽培の方法で行っている。

アリアンテック社のプロジェクトでは、二つの自動化ロボットが入っており、実際に投資利益率がどのぐらいなのか、計算の部分や実際に生産されたものがどれだけの生産量が達成できるのかというコストの部分も計算できるようになっている。

**質 疑** 葉物のパクチーはすごく短い時間で成長するとのことだが、ほかに電気の調整によって生産性がよくなるものがあるのか。

**応 答** 水菜は短い時間でできると思う。水耕栽培に適しているその水菜をはじめ、コマツナ、パセリ、バジル、アイスプラントなど、企業から共和理工学院と研究したいと言われれば、研究できる。

作物というのは、例えば、気温や四季、熱帯などそれぞれに適したものがあり、適した気温や照明を与えることによって、それを最適化することができると思う。また、それをインフラとしてつくり上げることは、テクノロジーによって可能になると思う。

**質 疑** 少ない面積で農業ができれば、世界的にイノベーションだと思う。

アリアンテック社はシンガポールや日本で事業展開しているが、他の国から何か助成金をもらっている実績はあるのか。

**応 答** 今のところはないので、ぜひ神奈川県でお願いしたい。

例えば、テクノロジーを生むために、協創イノベーションとして、シンガポールと日本の政府で、それぞれが、ある程度の助成金を出して一つのプロジェクトという形で進めることはできると思う。

**質 疑** 技術競争が激しいと思うが、アリアンテック社の技術は、世界的にトップレベルの先進的なことをやっているのか、競争相手はいるのか。

**応 答** 競争相手はいるが、テクノロジーをさらに高めるために一緒に取り組むこともある。ハードウェアの部分はあまり変わらないと思うが、その可能性を高めるため応用していく際に、異なる部分があると思う。

## (10) グリーンハウス、コンテナ視察



## (11) 質疑応答

**質 疑** 桃やスイカなど、温度差で糖度が上がるような果樹は栽培できないのか。  
また、日本では、桃栗三年柿八年と作るのに時間がかかるが、それを短い時間にしたいと思うが、可能か。

**応 答** クライアントによるが、メロンは日本の企業と取り組んだことがある。  
トマトも気温を変化させてどのように変わるか、コンテナのラボも使っているいろんな実験をしている。

作物は、ショートサイクルで育つもの（20日から40日で育つもの）に取り組んでいる。フルーツになると期間が長くなり、物が大きいので場所も取る。シンガポールはスペースイコールお金である。

**質 疑** フルーツのほうが売値は高いがどうか。

**応 答** 政府は、栄養素を気にしているので、野菜というふうに考えている。  
ほとんど輸入に頼っているにもかかわらず、コロナの時のように、いきなり輸入できないと言われたら困ってしまうので、ビタミンや栄養価の高いものに取り組んでいる。

**質 疑** なぜコンテナでも行うのか。スペースを有効利用するということか。

**応 答** ハウスだと複数のものを栽培しないといけないが、コンテナだと狭いスペ

ースで1種類でも効率的にできる。

質 疑 藻については取り組んでいるのか。

応 答 藻は、この敷地とは別のエコセンターのようなところで少し取り組んでいる。

質 疑 30 by 30 を神奈川県でもやってほしいという話があったが、神奈川県はベトナムと多く交流している。ベトナムからシンガポールに目を向けさせるような方法があれば教えてほしい。

応 答 ファームとして、シンガポールは小さいので、R&D（研究開発）のベースとし、大きいファームとして、それを実際に使うのはベトナムという形がよいと思う。いろんな企業もそのようにしている。

シンガポールの政府もR&Dに投資しており、R&Dのハブとして売っているというところもある。

## (12) 調査結果

- アリアンテック社では、次のとおりスマート農業に取り組んでいるとのことだった。
  - ・ 2013年からスマート農業に取り組んでいる。LED照明、100%再生可能エネルギーで栽培する室内農場の設計などを行っており、食料の栽培方法に革命を起こし、世界中の都市環境に新鮮で安全かつ持続可能な農産物をもたらすことを使命としている。また、技術を進化させていくことで、都市農業をもっと広げていくことが可能だと考えている。
  - ・ 特に注力しているのが、LED照明である。2015年からパナソニックと連携するなど、日本でも多くの企業で使用されている。照明は、多くのエネルギーを消費し、使用すれば熱も発生するため、それを抑えるために、さらにエネルギーを使用する必要がある。農業を行う上で、大量のエネルギー使用による光熱費は大きな課題となっているため、解決したいと考えている。
  - ・ 生産能力の予測、利益率、労働力といったコスト分析も行っている。また、ロボットによる農作業の自動化についても注力しており、将来的には、世界に広めていきたいと考えている。
  - ・ 同社のスマート農業システムは、宮城県東松島の施設や千葉大学、滋賀県内の農家や岡山県内の工場などの導入例があるほか、シンガポールの政府・省庁やシンガポール国立大学、南洋理工大学や研究所とも連携している。また、横浜でもプロジェクトがある。
- あわせて、共和理工学院からシンガポールの都市農業の現状と同校における取組状況を聴取したところ、都市農業の推進のために、次のとおり取組を行っているとのことであった。
  - ・ 2002年に設立された高等専門学校で、37の学部、7つの学校があり、それぞれ

ユニークなプログラムがある。

- ・ シンガポールのグリーン・プラン2030は、企業や教育機関にも適用されており、エネルギーを使うに当たっては、責任を持って使わなければならないと考えている。このグリーン・プランを達成するためには、代替エネルギーを探し、持続可能な世界にしていく必要があると考えている。
- ・ 30 by 30政策で重要なのは、数値目標を達成することではなく、限られた資源で生産性を高めていくことであり、これを達成するためには、技術が必要となると考えられている。また、土地の有効活用のほか、一般の消費者に国産品を消費するよう仕向けることや健康的で安全な食品を提供することが必要で、これを可能にするには、有能な人材の育成が必要だと考えられているとのことだった。この政策は、食品庁だけでなく様々な省庁が協力しており、人材育成やイノベーション、機関間連携のサポート、様々な助成金を出すなどの支援を行っている。
- ・ シンガポールの農場は規模が小さいため、人工照明を使った植物工場での栽培、ビルの屋上を使った栽培、水耕栽培・グリーンハウス、コンテナを使った栽培など都市農業を行っており、R&Dにより、これを発展させている。
- ・ 農作物の品質も重要であり、標準設定を設けて、これを遵守してもらうようにしている。
- ・ アグリテックのトレンドとしては、精密な技術を使用したもの、AI・機械学習によるスマート農業、脱炭素技術を使用したもの、遺伝育種学と品質・栄養価の強化がある。これらが気候変動に対応した農業を発展させ、市場にも好影響があると考えられる。
- ・ 共和理工学院では、空中栽培、機械学習によるスマート農業、昆虫を使った花粉媒介、人工照明、廃棄物リサイクルなどのプロジェクトがある。
- ・ 企業とのコラボレーションなしには、どのような研究も成功に結びつかないと考えており、企業にも利点が生まれるように取り組んでいる。コラボレーションしているパートナーは、政府、省庁だけでなく、農業従事者の連盟やアリアンテック社といった国内企業のほか、国際的な企業や静岡県との連携もある。
- ・ 静岡県とは、シンガポール・アグリフードフォーラムを2019年から毎年持ち回りで開催しており、シンガポールで開催される今年のフォーラムには、静岡県の代表者が共和理工学院を訪問する予定となっている。

これらアリアンテック社（共和理工学院）における都市農業に関する取組を聴取し、最先端の研究施設を視察したことは、本県のスマート農業推進に係る今後の委員会審査をする上で、参考となった。