



# アジア研究センター主催シンポジウム 「アジアにおけるサプライチェーン・インテグ リティの様相と課題」

高野倉 雅人（編集）

## はじめに

アジア研究センターにて2019～2023年度に実施した共同研究「東南アジア地域における6次産業ビジネスモデルに関する研究」の成果を取りまとめ、2024年度末にアジア研究センター叢書10『アジアにおける食の安心・安全とサプライチェーン—ハラールフードを対象に / Food Integrity and Supply Chain in Asia : Halal Foods and Related Concerns』を刊行した。本シンポジウムは、叢書10の刊行を記念して、2024年12月7日（土）に、神奈川大学みなとみらいキャンパス1階米田吉盛記念ホールで開催した。本稿は、そのシンポジウムの内容を記録したものである。

本シンポジウムは、台湾とマレーシアから先進の研究を実施されている4名の先生をお招きして、英語でご講演いただき、その内容を日本語に同時通訳する形式で開催した。本稿は、日本語に通訳されたご講演の内容をもとに、編集者（高野倉）が原稿を推敲する形式で記録した。そのため、一部の表現にゆらぎが見られることをご容赦いただきたい。「食の安心・安全とサプライチェーン」について、台湾とマレーシアで実施されている先進の研究事例として、皆さまのご参考となれば幸いである。

## 開 会

高野倉 雅人（司会、神奈川大学アジア研究センター所員）：

この度はアジア研究センター2024年度シンポジウムにご参加いただきまして、ありがとうございます。それでは時間となりましたので、これからシンポジウムを開催したいと思います。どうぞよろしく願いいたします。

初めに、アジア研究センター所長の泉水先生より、ごあいさつをいただきます。

## ごあいさつ

泉水 英計（神奈川大学アジア研究センター所長）：

こんにちは。登壇者の先生方、そして客席の皆さま、本日は神奈川大学アジア研究センターのシンポジウムに、ようこそおいでくださいました。研究センターを代表して、お礼申し上げます。

神奈川大学には現在、文系・理系併せて11の学部があります。アジア研究センターは、これらの学部を横断する研究組織として2013年、ちょうど10年前に創設されました。アジア諸地域を対象にする地域研究の拠点として、アジアの平和と発展に寄与することを念頭に、政治・経済・社会・文化、そして科学技術といった分野で共同研究班による調査研究と学術交流を行っています。

共同研究の成果は、神奈川大学アジア研究センター叢書として、共同研究の節目ごとに刊行され、併せて共同研究グループが主体となったシンポジウムが開催されてきました。その最新刊である叢書の第10集が、昨年刊行しました『アジアにおける食の安全・安心とサプライチェーン—ハラールフードを対

象に一』です。本日ご登壇予定の Mohd Helmi Ali 先生と Norhidayah Suleiman 先生にも、ご寄稿をいただいております。

私は文化人類学者なので専門ではありませんが、サプライチェーンに関して1つ思い出があります。私はカメラが好きで、ニコンのカメラを愛用しています。2011年のことです。ニコンが初めてミラーレスカメラを発売するとのことで、すぐに注文しました。ところが、1カ月待っても納品されない。待ち遠しくて尋ねてみると、ニコンのカメラはタイで生産しており、この年、タイは台風の大雨で工場の生産ラインが止まっている。そのため、すぐに来ないのだと。2カ月3カ月と待って、例えば三脚に取り付ける部品や、カメラを入れるすてきなケースなど別注の品は全部届いていますが、カメラ本体は届かないという状況でした。

タイのニュースを見てみると、冬が近付き、アユタヤという町の周辺はもう乾季に入って晴れている。快晴だけれども、チャオプラヤ川はどんどん増水してくる。日本でも毎年台風が来て、水害はあります。でも、1週間経つと、もう何もなかったように水は引いていきます。しかし、チャオプラヤ川はビルマの国境辺りから流れて、広い平野部をゆったり流れています。ですから、上流に雨が降っていると、下流は快晴でもどんどん増水してくるんですね。

この雄大なチャオプラヤ川のように、このアジアの片隅の日本のエンドユーザーまで、いろいろなサプライチェーンがアジア各地から来ていることをあらためて考えさせられました。私たちの日常生活は、そのようなサプライチェーンに支えられていると痛感した次第です。

本日は、そのようなサプライチェーンを流れる商品の品質保証やシステムの透明性を確保するのに、どのような課題があるのか。そして、どのような方法によって、その課題を克服できるのか。各地からの多様な事例を踏まえつつ、実証的に議論されると伺っています。登壇者の皆さまと参加者の皆さまとの活発な議論によって、アジアのサプライチェーンの研究が、今日一段と深められるのを楽しみにしております。

以上をもって、アジア研究センターからのあいさつとさせていただきます。本日はお越しくごささり、ありがとうございました。

## 趣旨説明

高野倉：泉水先生、ありがとうございました。続きまして、本シンポジウムの開催の趣旨を説明いたします。先ほど泉水先生からご紹介いただきましたように、本シンポジウムはアジア研究センターにて2023年度まで実施しました共同研究「東南アジア地域における6次産業ビジネスモデル」に関する成果を取りまとめた研究叢書『アジアにおける食の安心・安全とサプライチェーン』の刊行を記念して開催いたします。

本シンポジウムは「アジアにおけるサプライチェーン・インテグリティの様相と課題」をテーマに、私と同じく所員の佐藤公俊先生で、台湾とマレーシアから先進の研究を実施されている4名の先生をお招きしまして、これからご講演をいただきます。

テーマである「サプライチェーン・インテグリティ」とは、原材料の調達から、工場などで製品が生産されて、その製品が物流網を通して消費者の元に届くまでのサプライチェーンにおける安心・安全、このインテグリティを実現する活動全般のことを意味します。このテーマの下で、台湾からは国立東華大学の Ying-Yu (Kerri) Chen 先生と Markus Porsche-Ludwig 先生をお招きいたしました。

Chen 先生は、同大学の Management Science and Finance の学士プログラムにご所属されておられて、ご研究ではビジネスネットワークや国際企業、インターナショナルエンタープライズなどをご専門とされています。本シンポジウムでは、携帯電話産業を対象にグローバル・サプライチェーン・ネットワークの革新、イノベーションをテーマにご講演いただきます。

次に、Markus 先生は同じく当大学の公共行政学系にご所属され、国際政治や行政学などをご専門に研究活動を行われています。本シンポジウムでは、グローバルなサプライチェーンとビジネス倫理をテ

ーマに、日本、台湾、そしてドイツ、EU を舞台にご講演をいただきます。

休憩を挟みまして、マレーシアからは2名の先生にご講演いただきます。初めにUKM、マレーシア国民大学からは、Mohd Helmi Ali 先生をお招きいたしました。Ali 先生はUKM-Graduate School 副所長をご担当され、サプライチェーンマネジメントやサステナビリティをご専門とされております。現在は、国際学会 APIEMS (Asia Pacific Industrial Engineering and Management Science) の副会長として、ご活躍されております。本シンポジウムではマレーシアの中小企業を対象に、食品のサプライチェーンにおけるブロックチェーンについてご講演いただきます。

続きましてUPM、マレーシアプトラ大学からは、Norhidayah Suleiman 先生をお招きしました。Norhidayah 先生は同大学の食品科学技術学部のご所属で、食品工学、特に超臨界流体をご専門とした研究を行われています。本シンポジウムではご専門の「食品加工技術を通じたサプライチェーン・インテグリティの強化」としまして、安全で効率的な食品生産のための技術革新、イノベーションについてご講演をいただきます。

台湾とマレーシアでの先進の研究を通しまして、アジアにおけるサプライチェーンの安心・安全、インテグリティを実現するマネジメント、またはテクノロジーの活用事例が俯瞰され、今後のより良いグローバル社会の実現に向けた課題が、本シンポジウムを通して整理されることと存じます。

一講演あたり、質疑応答を含めて30分程度の時間を予定しております。どうぞよろしくお願いいたします。

## 講演 1

### Global Supply Chain Networks' Innovation in Mobile Phone Industry

Ying-Yu (Kerri) Chen (Associate Professor, Bachelor Program of Management Science and Finance, National Dong Hwa University, Taiwan)

こんにちは。所長、教授、ご参会の皆さま、そして学生の皆さま、改めて、こんにちは。このような形で、私自身の研究内容について発表できることを光栄に存じます。本講演は、グローバル・サプライチェーン・ネットワークの研究についてです。現在、論文を執筆しておりますので、ご提案がありましたら、ぜひご助言含めてお知らせください。

はじめに、私のバックグラウンドをご紹介します。私の所属は、台湾の国立東華大学です。台湾東部の非常に美しい場所にある大学です。学生の皆さん、また教授の皆さまも、ぜひ一度おいでください。

私が関心を持っている研究分野は、主にビジネスネットワーク、ビジネスグループ、そして現在論文を執筆している企業の社会的責任についてです。例えば、中小企業のeビジネスなども研究対象としています。最近出版した論文の中には、異文化および戦略的経営、多国籍ビジネスとその評価、それからアジア太平洋地域の経営史など、たくさんあります。

この研究課題について、簡単にその背景から説明いたします。現在、携帯電話のようなモバイルデバイスは、製品のライフサイクルが非常に短いです。1年に1回新モデルが出てくるように、毎年毎年、モバイルデバイスの新しいモデルが市場に出されます。

つまり携帯電話産業にとって、イノベーションの重要性が非常に高いです。モバイルデバイスを製造するメーカーが、どのようにイノベーションを起こしているのか。製品ライフサイクルが短い

The slide features the logos of National Dong Hwa University (left) and Kanagawa University (right) at the top. The main title is displayed in white text on a dark blue rectangular background. Below the title, the presenter's name and affiliation are listed, followed by the date of the presentation.

Global Supply Chain Networks' Innovation in Mobile Phone Industry

Presenter: Dr. Ying-Yu (Kerri) Chen  
National Dong Hwa University, Taiwan, R.O.C.  
2024.12.07

市場の中で、どのようなアイデアやクリエイティビティーを得ているのか。クリエイティビティーは、当然、価値を生み出す上で非常に重要です。そのネットワークがあるからこそ、グローバルサプライチェーンを通じて、サプライヤーが協力できる、また、リソースが共有できると考えました。

サプライヤーが協力することによって、長期的なメリットがもたらされますので、イノベーションにおけるネットワークの役割を知りたいと考えました。グローバルなサプライチェーンの中には、サプライヤー、メーカー、いろいろなプレーヤーが存在します。そこで、いわゆる企業間の関係について調査したいと考えました。企業間の関係を通じて、よりメリットの大きなイノベーションを生み出すことが、中心的な概念となります。

最近よくオープンイノベーションと言われていますが、これはどのようなものでしょうか。オープンイノベーションは、単に社だけではなく、その社内で持っている内部の能力を、外部の企業と協力することによって、お互いに別の企業の能力・リソースとしてアクセスができるという概念です。

その研究のギャップについて、ご紹介します。これまでの先行研究の調査では、ネットワークの接続性がイノベーションにどのような影響を与えているか、特にグローバルサプライチェーンという観点から、その影響について調べた研究は少なかったです。ネットワークの接続性、コネクティビティーという概念そのものは、実は社会的接続性という概念からの言葉です。社会的接続は、お互いに近接性が高い場合に、より多くの相互作用が発生する、そして、共に不確実性に対応できるという概念です。

それに関連するもうひとつの概念として、サプライチェーンは世界中に存在しますが、サプライチェーンが所在する国ごとに経営要素は異なります。つまりサプライヤーは、その国の経済状況の影響を受けます。ある特定のサプライヤーが、例えば途上国にあるかもしれない。別のサプライヤーは、先進国にあるかもしれない。それぞれの国の経済的な状況に影響を受ける。それはネットワークの接続性、つまり企業間の関係にも影響を与えると考えています。それが主要な、今不足している研究課題だと考えています。

そして、私の研究課題についてです。グローバル・サプライチェーン・ネットワークにおけるネットワークの接続性が、イノベーションにどのように影響を与えるかというテーマを取り上げました。この研究から、どのような貢献が可能かと申し上げますと、後ほどその成果については触れますが、ひとつは実証的な貢献が可能です。

ふたつのモバイルデバイスの会社、Apple と HTC のデータを使いました。HTC は台湾のローカルな会社ですので、Apple と比較したいと考えました。HTC のグローバルサプライチェーンが、HTC のイノベーションにどのように影響したのか、この二社の4年間のデータを抽出しました。

理論的な背景と仮説の展開について、簡単に説明させていただきます。グローバル・サプライチェーン・ネットワークの概念については、既に申し上げましたように、社会構造という概念からの考えです。つまり、モバイルデバイスの産業の中にも、その構造があります。ネットワークの構成要素の一つはノード、結節点、もう一つは接続、コネクションになります。サプライヤー一社一社が、ノードとなります。企業と企業のサプライヤー間のビジネスの関係、それをコネクションと言います。コネクションは、お互いにリソースを交流させたり、リソースそのものが2社間で流れたりしており、それが研究対象となります。

スライドの図は、ノードについて示しています。この図でノード（結節点）とコネクション（接続）を説明します。例えばノード、これは企業となります。A社がB社、サプライヤーBと関係を持っている、これがコネクションです。以上が、ノードとコネクションの関係性です。

この研究では、先ほど申し上げたように、社会的なネットワークのデータを使用しました。この青い四角に数字が書いてありますが、これがサプライヤーを示しています。これはAppleのサプライヤー、2013年の状況を示したものです。240と書いていますが、これはサプライヤーごとにラベル付けをしたものです。例えば、こちら65番の企業は、たくさんの接続性を他のサプライヤーと持っていることがわかります。次の事例として、こちらは2013年時点のHTCのサプライヤーを示したものです。

イノベーションの話に戻ります。モバイルデバイスの業界では、製品ライフサイクルが非常に短い

す。そして競争が熾烈です。たくさんのブランドがあります。サムソンもそうですし、日本ではソニーなどがあります。いろいろな企業が参入していて、競争が激しい。世界的なブランドを持った企業が参入しています。つまり、その相互作用によって、継続的なイノベーションが求められるということです。これは顧客からも、求められます。

有名な研究者である Granovetter 氏が、ネットワークの研究論文を発表しており、イノベーションは多様なパートナーとの交流から生まれることが多いと述べています。そのリンクが多い、他のパートナーとのつながりが多いことによって、より多くのアイデアと可能性が生まれます。それを私の研究の焦点としました。ネットワークの接続性、それからイノベーションが理論的な基礎となります。イノベーションは、ほとんどの企業にとって、当然不確実性も伴うものです。例えば、社会的なつながりを通じて、企業がよりリスクを適切に管理できるようになる可能性もあります。

Burt 氏が研究したネットワークの接続性について、企業と企業の相互作用を説明するエゴ対オルタ、つまり自我対他我という関係性があります。すなわち、対人的なつながりが、イノベーションの伝達を可能にすると述べています。先ほどと同じ図を示しますが、こちら A 社をエゴ、自我とします。B 社との関係を持っています。B はパートナー社、他社、つまり他我となるわけです。それがソーシャルネットワークの概念です。

次に、私の研究の枠組みを説明します。イノベーションに対して、3つの変数があります。最初はネットワーク内の位置。次に知識の共有、これはネットワーク概念に関連します。最後に、インバウンド・オープンイノベーションです。

イノベーションに対する4つの仮説について考えたいと思います。はじめの仮説1は、ネットワーク内の位置とイノベーションの関係についてです。特定のサプライヤーがどこにあるのか、どの国で、その国の経済状況はどうか。先進国なのか、途上国なのかという切り分けです。この国の経済状況が、関係性に影響するというのが、この研究の枠組み、モデルとなっています。

仮説1で、ネットワーク内の位置に着目していますが、私たちの研究では、ネットワークの中心性を見えています。ネットワークの中心性が高いとは、他の企業とのリンクが多いということです。In-degree と Out-degree のふたつの概念を使ってご説明します。In-degree とは、その企業がリソースを受け取る側であることです。Out-degree とは、リソースを相手に送る立場であることを示しています。後ほど、説明します。

ネットワークにおいて、一社から得るリソースは限定的です。そこで戦略的なリソースを、他の企業から獲得する場合があります。それができるかどうか。中心的な立場であれば、多くの企業と関係性が高く、さまざまなリソースを活用可能です。このさまざまな企業のリソース、つまりノードを通じて、長期的なメリット、競争力を得ていると考えられます。ネットワーク上の位置が、革新的な成果と正の関係を持っているという仮説になります。

仮説2は、知識の共有です。企業から企業へ知識が共有される、リソースが流れる、頻繁に流れる場合には、より Win-Win 戦略と言える関係が生まれます。しかし、ほとんどの企業には、いわゆる情報非対称性があります。そのために、各企業がそれぞれ自分のリソースを守ろうとする。しかし、企業のリソースを共有することによって、不確実性を低減することができます。お互いにリソースを共有できるからです。

ネットワークのメンバーが、お互いの理解をより深める。他企業をよく理解することによって、他企業のリソースを使うことができる。知識共有の程度が、企業の革新的な成果と正の相関関係にあるという仮説になります。

仮説3は、オープンイノベーションに関わる仮説です。オープンイノベーションには、2つの概念があります。ひとつはインバウンド、もうひとつはアウトバウンドのオープンイノベーションです。この研究では、インバウンド・オープンイノベーションに焦点を当てています。インバウンド・オープンイノベーションは、吸収能力のことを指します。つまり、内部の組織が吸収能力を持っているために、外部の知識を他の企業から吸収できるという考え方です。外から中に取り込むプロセスであり、そうする

ことで知識の獲得を促進することができる、外部のリソースをうまく活用できるということです。仮説3は、インバウンド・オープンイノベーションが、革新的な成果と正の関係がある、という仮説です。

最後の仮説4は、環境要因についてです。先ほども申し上げましたが、環境要因として、途上国あるいは先進国という切り分けをしています。サプライヤーが、どこにあるかということです。サプライヤーが途上国にある場合、技術を先進国から獲得する傾向があります。つまり、技術を輸入する立場として働くことが多いというわけです。一方、サプライヤーが先進国にある場合は、自分たちが持っている発明や技術を、商業的に活用して、利益に変えていく傾向があります。すなわち、ライセンスを供与することが多く、イノベーションを他の企業に提供するというものです。仮説1~3のモデルに加えて、途上国か先進国かという企業の地理的な関係が、イノベーションに影響を与える、というのが仮説4です。

研究の設定とデータについて説明します。グローバルサプライチェーンにおいて、2つのブランドを持っている企業、AppleとHTCを取り上げました。収集したデータについては、サプライヤーの関係性を示すデータベースがあります。主に、2013年から2016年までのBloombergのデータベースを利用しました。

イノベーションの成果については、米国特許商標庁USPTOのデータベースから1年後の成果を見ましたが、企業のパターンがいくつもあります。データベースから、特許の数を、企業ごとに洗い出しました。ネットワーク上の位置については、In-degree入実数とOut-degree出実数に分けています。知識の共有については、ソーシャルネットワーク分析で使われる手法である媒介中心性によって測定します。インバウンド・オープンイノベーションは、研究開発の比率を見ています。地理的な関係については、ダミー変数を使っています。サプライヤーが先進国にある場合は1、途上国にある場合は0としてコードしています。

データ分析については、ソーシャルネットワークの分析手法であるUCINETを使用して、ネットワーク上の位置と知識の共有を数値化しました。4年間のデータであるため、パネルデータ分析を使いました。パネルデータであるため、ハウスマン検定を使い、ランダム効果などが固定効果なのかを判断することができます。この研究では、固定効果を使いました。そしてパターンの数が従属変数となるため、ポアソン回帰分析を利用しました。

次に結果として、Appleのケースでの統計量と相関係数を示します。ネットワーク上の位置、In-degreeとOut-degreeそれぞれについては、イノベーションの成果と正の相関が見られました。興味深いのはサプライヤーが先進国の場合で、途上国の場合と比べると、イノベーションの成果と負の相関に近い関係があることがわかります。AppleはHTCと比べると、サプライヤーの操業年数が多い。HTCの結果はこちらですが、それほど劇的に異なるわけではありません。

データ分析の結果をまとめますと、Appleのグローバルサプライヤー企業は、イノベーションの成果と、ネットワーク上の位置、知識の共有、インバウンド・オープンイノベーションのすべてで、正の相関が見られました。サプライヤーの操業年数についても、Appleの方がHTCよりも、年数が多い結果となりました。仮説1でのネットワーク上の位置において、In-degreeつまりそのサプライヤーは受け手であることもわかりました。リソースを受け取る場合に、イノベーションの成果と正の相関があることがわかります。知識の共有については正の相関、インバウンド・オープンイノベーションについても、正の相関が見られました。調整効果についても、興味深いところです。サプライヤーが先進国にあるときに、イノベーションの成果との関係性を弱めることがわかります。HTCでも、同様の結果でした。

こちらのスライドでは、4つの仮説についての結果をまとめています。

最後に、結論です。この研究は論文を執筆中でして、ソーシャルネットワークの研究に貢献することが期待されます。また国際化に関する研究においても、サプライヤーの母国との関係に対する調整効果について貢献できると考えております。経営上の貢献としては、経営陣はネットワークの接続性を活かして、コラボレーションを重視することが望ましい。地理的に多様なサプライヤーと協力をする、多様

な知識にアクセスできるようにすること、リソースにアクセスできるようにすることが望ましいということです。また、インバウンド・オープンイノベーションに注力することが重要です。外部のリソースを獲得できるようにするという事です。また地理的な関係も、大きな調整効果があることがわかりました。つまり、サプライヤーが所在する国の経済の影響を受けることの重要度が高いことがわかりました。

この研究の限界もあります。今後の研究の方向性としては、ふたつのブランド企業、モバイルデバイスの二社だけにフォーカスを当てておりますので、やはり他の業界に一般化ができない限定性があります。また4年間だけと、期間が短いこともあります。

将来的な研究としましては、業界の範囲を広くして、他のハイテク、もしくはサービス産業のサプライチェーンについて、広く見て研究したいと思います。またデータ収集期間を長くすることによって、ネットワークの接続性の進化を研究していきたいと考えております。

私からの報告は、以上となります。

高野倉：ありがとうございました。Chen 先生のご講演に関しましてご質問などありましたら、お願いいたします。

Q1：興味深い発表をありがとうございます。質問内容はイノベーションの概念についてです。この業界のイノベーションの事例を、教えていただけますか。例えば小さな変更なのか、前の製品から大きく変えることなのか。どのようなイノベーションを対象としているのでしょうか。

Ying-Yu (Kerri) Chen：私たちは、パターンを使っていますが、ハイテク企業の場合は、何らかの発明があった時の特許の数を使います。グローバル企業であれば、アメリカの特許商標庁に申請していません。例えば、Apple のサプライヤーである Foxconn はその一社になります。Foxconn が、ある特定の年に、アメリカでいくつの特許を登録したかという特許の数を使っています。

Q2：イノベーションの質という点で、違いがあるかもしれません。サプライチェーン・ネットワークでは、どのようなイノベーションが、この理論に適用されるのでしょうか。質でしょうか。場合によっては、1つのイノベーションによる変化が、業界全体に及ぶことがあります。そのようなイノベーションについて、おっしゃっているのでしょうか。小さい変更も、既にある製品を変更する技術も含めているのでしょうか。

Ying-Yu (Kerri) Chen：この研究では、すべてのサプライヤーにフォーカスを当てています。例えば、Apple のサプライヤー上位 200 社を考えると、これら企業にはイノベーションの能力があります。でも、世界中のすべてのサプライヤーも、重要な役割を果たしています。その質となりますと、おそらく将来的には顧客を対象とした調査をすることで、例えば iPhone の世代が代わる時に、顧客がそれをどのように感じているのか。世代ごとに、当然修正、イノベーションが加えられるので、それを顧客がどう感じているのかを調べることで研究できると思います。

私の研究は、むしろサプライヤーのイノベーションの能力を中心にしています。ですので、イノベーションの成果、つまり特許の数をベースにしています。そうすることで、定量化が可能だからです。定量化した数値が、品質とイコールとは言いつらいところですが、この定量化されたデータを使って、イノベーションの成果を測りたいと考えました。

もちろんイノベーションに関しましては、特許の数だけではなく、他のハイテク企業が特許を引用している場合があるため、特許の引用数で重み付けをした先行研究があります。もしかしたら品質も少し反映できるかもしれません。

先ほどおっしゃられたイノベーションの質は、将来的に考えたい研究課題となります。いろいろなユーザー側のデータを集めることによって、異なる方向性の研究が可能だと思います。ありがとうございました。

## Supply Chain and Business Ethics: Current Developments in Japan, Taiwan and Germany (European Union)

Markus Porsche-Ludwig (Professor, Department of Public Administration, National Dong Hwa University, Taiwan)

ありがとうございます。泉水所長、そして同僚の皆さま、学生の皆さま、こんにちは。

こちらが、本日のプレゼンテーションの目的です。はじめに、現在のサプライチェーン管理とビジネスの倫理の最新の動向を、3つの地域で比較します。次に、それぞれの地域の慣行を分析しながら、サプライチェーンにおける倫理的展開の進化についての状況を強調します。最後に、政治的・文化的な背景について、その優位性について考えたいと思います。こちらはサプライチェーン

の概要、そして定義です。サプライチェーンは企業のネットワーク、原材料の調達から最終消費者までの製品と流通についてです。主要要素としては、調達、原材料または部品、そして製品の生産、組み立て、そして最終的には届ける、流通ということです。

最初にご紹介したいのが「日本のサプライチェーンの動向」についてです。日本のサプライチェーンは、直接、技術のイノベーションと結び付いています。こちらに詳細が書かれておりますが、どのように効率を改善するために技術を使っているのか。例えばAIやビッグデータ、ブロックチェーン、またロボットを使って、生産のプロセスを最適化したり、スパート・マニファクチャリングなども重要な役割を果たしたりしています。サステナビリティのイノベーションでも同様ですが、技術と比較すると、少し弱いかもしれません。

別の問題点として、廃棄物を減らすこと、効率を上げること、無駄をなくすことがあります。また、地政学的な点、特に中国に関連して、政治的な状況があります。中国の政治的な状況と関税とのつながりで考えることができます。より独立して、依存を避けていきたいという考え方や多様化、また、ニア・ショアリングがあります。特に、近隣の諸国に置いていきたい。東南アジアもそうですが、そのような場所で活動していくこと。パートナーシップもそうです。包括的な、進歩的な合意、例えばTPPなどもそうです。これも、この問題を多様性という観点から解決していく方法です。

日本の自動車産業、eモビリティは、ドイツと比較しても、化石燃料由来のエンジンとの関わりや、電気自動車であればハイブリッド技術などつながりがあります。水素産業や水素自動車に関しては、規制などもあります。また、このようなトレンドに対応するための倫理性も関わってきます。

文化的な背景について、ドイツと比較すると、日本はそれほど厳しい規制がなかった。戦略としては、保守的になっていた。皆さんご存じだと思いますが、このような古い従来型の伝統的な要素が、引き続き見られるということです。

日本は19世紀半ばまで鎖国をしておりましたね。島国という観点や、例えば仏教を信仰するという文化的な背景。このような部分が、影響を与えていると言うことができるという仮説です。17世紀から19世紀にかけて続いた徳川時代、その結果として、非常に単一的な国内の市場であった点も、とても重要です。市場の制度を考える上で、重要な要素となります。

変化は1854年に起こりました。アメリカからペリー総督が来て、そして和親条約が結ばれたこと。その結果として、日本が西洋の技術と制度を採用することになりました。特に、それらを使って植民地



化を防ごうというかたちで、西洋の技術、そして制度が採用されました。これはある意味、開国ショックを引き起こしました。結果として、国内からの抵抗が見られた。外国からの影響に対する内部の抵抗があり、そしてそれにより、欧米の技術に対する日本のナショナリズムがレガシーとして出てきたということになります。

それに対する進歩が、明治維新で見られました。徳川時代から19世紀の終わりにかけての明治維新、そして欧米の影響があり、日本の産業の近代化と近代的な軍事組織の創設につながっていきました。そして拡張主義の政策を取るようになりました。例えば、韓国、中国、満州など、その拡張主義の影響が見られるようになりました。

ここで見ていただきたいのが、あくまで仮説ではありますが、近代化と工業化が新しい技術の開発と結び付いているのではないかという仮説です。近代化と工業化が経済的、軍事的な独立性につながっていき、そして非常に厳しい輸出戦略、強力な日本の輸出戦略に続いたのではないかという仮説です。過去と今の状況、両方とも独立性を確保していくという仮説です。今であれば、技術的なイノベーション、自動化、AI、IoTなどになるわけです。それが、1つ目のより独立性を確保しようとする姿勢です。

2つ目は、効率性と危機管理という要素です。特に、混乱や危機に対するサプライチェーンの強靱性を強化していこうというものです。

そして3つ目は、競争優位性としてイノベーションしていくという姿勢です。競業他社と差別化を図るには、やはりイノベーションが必要だという点です。歴史的に19世紀に日本が体験してきた産業化、技術のイノベーション、独立しようという姿勢。そういった要素が、過去も、そして現在でも、非常に強い要素として見ることができます。現代でも見られる要素です。

ビジネス倫理の観点で考えますと、日本は、特に社会的責任、企業の社会的責任（CSR）、また、環境や社会を含めて倫理的な環境への注目が高まっています。そして、より企業にとっての持続可能性が、とても重要になっています。

歴史的な背景として、はじめに、伝統的な価値観と倫理的な企業統治、日本の場合であれば儒教的な価値観があります。集団的な倫理性、こういった要素が、日本の場合は、企業の文化の中に深く根付いています。

そして、明治維新の影響です。これは近代における産業化、経済的にも軍事的にも欧米諸国に追い付いていこうという点、ここには非常に強いつながりがあると思います。国と産業のつながりの強さ。民間の企業に対しても、労働者の面倒を見ようとし、国と産業とのバランスを図ろうとしています。

次は、第2次世界大戦で経済が打撃を受けたことです。これはドイツもそうです。このことが、意識の中にあります。特に環境に関しての展開も、日本とドイツには共通する点があると思います。1970年代には、環境の意識が高まってきました。環境に対する発展。そしてより最近では、グローバルな観点からの影響が見られる。国際的なサステナビリティに関してのガイドラインが出てきました。例えば国連や世界銀行などから出されるガイドラインに対しての注目が高まっています。

詳細は時間の関係でお話しできませんけれども、見ていただきたいのはトヨタの取り組みです。トヨタが今年行なっていることは、ドイツと非常に類似しており、フォルクスワーゲンでも数年前に実施しました。ビジネス的な倫理に関する戦略とさまざまな要素を組み合わせ、さまざまな取り組みを行っています。特に倫理的なサプライチェーンに関しての実践。そして二酸化炭素の削減や、労働者に対しての慣行。サプライチェーン全体にわたって監査と、労働者の権利を順守していこうということです。スライドの下部には、パナソニック、ソニー、リコーなど、その他の有名な日本の企業の事例も載せてあります。

次は「台湾の事例」についてです。台湾も中央に集中しており、特に半導体がとても重要な産業となっています。半導体産業に関しては、特に台湾に注目する必要があると思います。

イノベーションも重要です。特に、製造技術を使って生産サイクルを短縮しようとする動きが重要です。また、生産の多様化・多角化、さまざまな場所で生産することも、すべての影響に備えるという意

味で、非常に重要なものとなっています。

また最適化も、自動化やデジタル化、サプライチェーンに対して重要です。適切なツールを使いながら、予測できない状況に備えるという重要性です。

政治・文化的な背景でも、1895年以降の歴史を経て、市場経済を受け入れ、産業化が続いています。台湾は、製造業やハイテクセクターにおいて、より輸出志向の地域になっています。特にTSMCなどが良い事例だと思いますが、非常に重要な役割を果たしています。台湾は半導体の技術、電子部品、電気通信という分野で、強みを持っています。その後、特に研究開発に注目しており、それが現在でも続いています。また、植民地時代が終わった後、経済的に独立しようとする時代に、インフラ、工業化、教育、技術、行政面で日本の影響があります。ですから、台湾は近代化の方法や輸出戦略、技術の戦略が、日本と似ています。また、経済政策についての考え方も、日本の影響を深く受けています。そして今日まで、台湾と日本の経済協力は続いており、重要な影響が見られる分野となっています。

ビジネス倫理に関しては、異なる要素があります。地政学的な責任や透明性など、そして、アメリカと中国と台湾の関係は、非常に複雑になっています。ですから、そのような要素に注目して、慎重に対処する必要があります。

台湾における労働環境に関しては、多くの課題が存在します。平等な機会や、労働者の権利などです。エネルギーの消費量が多く、環境に対する責任の課題もある。半導体産業は、水の消費量が多く、特に台湾の中心部でさまざまな課題が見られます。これに関連した歴史的な背景として、古くからの儒教の考え方が、行政制度の中に含まれています。忠誠心、非公式なネットワーク、ヒエラルキーなどです。このような要素が、法の支配の視点からの弱みと、透明性の低下につながっています。忠誠心という観点で考えますと、労働者との関連で課題が出てきます。そして、それらの課題に対応することが、なかなか難しい問題点となっています。これらの課題は、文化に深く根付いているからです。また、歴史的な課題として、縁故主義や汚職などあり、これが倫理面での問題点です。

TSMCのケーススタディーを紹介します。TSMCは台湾の半導体のメーカーで、1987年に設立されました。従来のヒエラルキーといった構造と現代的なビジネス基準とのバランスを取っている事例の一つとして、TSMCの活動を見ることができます。現在の課題としては、どのように汚職や縁故主義に対応するかが、サプライチェーンとして考えても、重要となっています。透明性などの取り組み、明確なコンプライアンスのポリシーの公表、腐敗に対しては絶対に許さないというゼロ・トレランスのアプローチなどです。そして強力なコーポレートガバナンス、また独立した取締役会を採用することによって、法の支配という制度を強固にしようとしています。また詳細なお話はできませんが、労働者の人権や企業の社会的責任などを行っている点も重要です。

そして、地政学的な責任と国際関係です。いろいろな政治的な状況があり、この課題を完全になくすことは非常に難しい。さまざまな政治的な複雑な関係があり、難しい課題です。

そして次は「ドイツのケース」です。ドイツは、EUと深く結び付いています。サステナビリティが最優先で、そしてCO<sub>2</sub>の削減、脱炭素などとなっています。また、世界の混乱から、できるだけ影響を受けないようにすること。ニア・ショアリングなどのかたちで、リスクを軽減すること。コロナ禍またそれ以降、地政学的な不確実性があります。その中で、ドイツは調整を図ってきました。

地政学的な緊張、特に今、ウクライナ情勢の中で、新たな状況となっています。自動車産業においては、eモビリティ、電気自動車に重点を置いています。eモビリティは化石燃料に由来したエンジンからの変遷を図るもので、サプライチェーンの変化などが生じるものとなっています。

そして規制関連。もちろんすべての国に規制はありますが、ドイツの場合は、特にサステナビリティの観点から厳しい規制があります。新しいサプライチェーン法が、2023年に施行されました。EUの規制のところで、またお話をしたいと思いますが、サステナビリティに重点を置いて、経済全体でCO<sub>2</sub>を削減する取り組みがあります。

これらを考えますと、ドイツの歴史的、文化的な背景が重要ということがわかります。19世紀のドイツ帝国から産業化まで、歴史的なルーツを見ることができます。産業大国の地位を目指し、そして技

術革新を遂げてきました。エンジニアリングが、この文脈で重要なキーワードになるかと思います。技術的な優位性を確保することを目指してきました。

次に、社会的な市場経済です。特に第2次世界大戦以降、市場の自由主義、社会的責任の融合を図ろうとした。そして、CSRに重点を置き、特に人権、環境に重点的に意識を向けてきました。

世界全体に対しても、ドイツのリーダーシップを示していきたいということ。サプライチェーンが管理下におかれる中で、もしドイツの企業に環境問題があれば、そこに介入して状況を変えさせようとする態度です。特に官僚主義が、とても重要な課題になっています。また、リーダーとしての役割。グローバルで見た場合に、EUを越えて、世界においてサステナビリティ、テクノロジーでリーダーになろうという姿勢。そして現在は、再生可能エネルギーや資源の保全などに重点を置いています。原子力発電所の閉鎖などにおいても、リーダーシップ的な立場を示そうとしています。BMWやシーメンスなどに見られる多国籍企業のサプライチェーンにおいても、社会的責任を負っているという姿勢を見ることが出来ます。

また、他の要素も見て取ることが出来ます。ドイツの歴史的・文化的背景。特に宣教師的な立場を担おうとする想いを見ることが出来ます。倫理的なビジネスの先駆者としてのドイツである、これはとても明白なことであると思います。また、内部に関しても、純血性というものを大事にしようということ。これは国家社会主義、またこの純血性というもの、そのような思想を歴史的なルーツとして持っていたということです。

また、近代の環境的な動き、つまり自然を保護しようとするということ。例えば汚染から守ろうとすること。ピュアな自然というところにも、この純血性に対する考え方を見ることが出来ます。

サプライチェーンについては、EUと深く結び付いており、ふたつの法律規制、サプライチェーンの透明性と腐敗防止に対する規制があります。EUからの規制として、きちんと透明性を確保していく、ドイツの中に、その規制が反映されているものがあります。

そして、こちらは数カ月前にできた企業の持続可能性、デューデリジェンスに関するEUのサプライチェーンの法律があります。これは非常に厳しい法律となっていますが、その目的は会社としてリスクを特定し、サプライチェーン全体において責任を負わなければいけない。これは環境や人権、そして環境保護に関してもそうです。1,000人以上の社員のいる企業が、最初のステップです。そして2番目のステップ、それ以降と続きますが、将来的には小規模な企業にも適用されるものとなっています。そして4億5,000万ユーロ以上の企業に対して、これは日本のようなヨーロッパ以外の企業でも、もしヨーロッパの中で事業を行っていれば、適用の対象となります。

また、官僚的な制度を、世界規模に実施していかなければならない。会社として責任を持っていれば、その義務を履行することができないときに罰金を払わなければならない。非常に高い多額の罰金を支払うこととなります。また、政治・政党などからも非難されることとなります。その官僚的な側面とその負担が、EUの企業に対しての障壁や重荷となってきます。ドイツ以外の国での意思決定にも影響を及ぼします。このようないわゆる宣教師的な想いがありますので、EUのサプライチェーン法は、より厳しいものになっています。ドイツは、非常に厳しいサプライチェーン法を推進している国となっています。

こちらはEUの規制です。ドイツの大臣が、やはり責任ある企業統治が必要だと主張しています。他のEUの加盟国であっても、これを受け入れているわけですが、その中でドイツは主要な役割を果たしています。

第2次世界大戦後の状況の中で、ドイツは新しいアイデンティティを模索してきました。そして現在に至るまで、この歴史的な政治的・経済的な流れ、EUとの関連性、そして新しいアイデンティティを模索しています。こちらにありますように、EUは社会的また民主的な連合、社会市場、社会正義、サステナビリティ、労働者の権利というかたちでまとまっています。そして連帯という考え方に関しても、宣言があるように、国際的なEUという組織として結び付いています。

そのような考え方が、EUの社会民主的な連合の中にあり、それがドイツにとってのアイデンティティ

イーになってきました。ドイツはEUの発展を支えてきた、そして後押ししてきました。また、社会政策と結び付いた市場経済、1945年以降の方向転換、戦後の政治家も役割を果たしてきました。そしてEUの発展の中に、ドイツが組み込まれてきました。これがドイツの発展とも深く結び付いています。

ケーススタディーがいくつかありますが、これはこの状況を詳細に説明するものとなっています。例えばシーメンスやフォルクスワーゲン、そして化学の企業であるBASF。金融機関では、ドイツ銀行の事例があります。サステナビリティ、デジタルに関する倫理、そして環境面での責任が、ドイツの在り方を説明していると思います。

だいたい終わりに近づいてまいりました。ここまでさまざまな戦略のお話をしてきました。サプライチェーンの戦略、ドイツ、日本、台湾。ドイツは、よりサステナビリティにフォーカスしています。循環経済、規制、ナショナルサプライチェーン法、そしてEUのサプライチェーン法というかたちで。日本は技術革新、また、台湾は半導体の生産、これらは製造技術を反映しています。

この三国は、サプライチェーンの強靱性、効率性、柔軟性を確保するために、それぞれ異なるアプローチを追求していることがおわかりいただけるかと思います。また、倫理的な課題に対する対応も、異なっています。日本は品質や企業の責任を重視しています。台湾は倫理基準を改善するための法の改正。ドイツはより厳格な規制と監督、そして倫理的なビジネスの慣行というものに主眼を置いています。

最後になりますが、通常であれば、グローバル化に関する話をしたいと思います。特に先進国という観点から考えたいのですが、こちらに政治的・歴史的な関連性を示します。サプライチェーンについても、3つの異なるやり方、日本、台湾、ドイツのやり方を組み合わせることも可能だと思います。しかしながら、違うアプローチ、それは歴史、伝統、政治的な文化と結び付いています。

そして、国益とグローバルな課題—例えばサステナビリティ、デジタルトランスフォーメーション、地政学的なリスクとのバランス—、その中心に国民国家が依然としてあります。これはサプライチェーンにおいても、見ることができるということです。つまり、国民国家は依然として優位に立っているということです。

私が思うには、この国家の協力は、グローバルな国際情勢の中で限られています。もちろん複雑な話ですが、ドイツの役割、この世界にいろいろ伝えていこうという宣教師的な考え方について、私は台湾に18年近く住んでいて、少し現実的になってきたと思います。

私からは、以上になります。ありがとうございました。

### 講演 3

## Blockchain in Food Supply Chain: Driver and Challenges in Malaysian SMEs

Mohd Helmi Bin Ali (Professor, Deputy Dean of Research and Innovation, UKM-Graduate School of Business, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), Malaysia)

皆さん、こんにちは。今日ご参加いただき、ありがとうございます。また、私のインサイトをご紹介します機会を頂き、ありがとうございます。Mohd Helmi Aliと申します。マレーシア国民大学ビジネス大学院の副所長をしております。

はじめに、当校の紹介をしたいと思います。UKM-GSBと略されますマレーシア国民大学のビジネス大学院です。現在、世界大学ランキングでは138位となっております、4つのプログラム



を提供しています。一つは MBA、もう一つこれは経営修士、それから博士号レベル、それから DBA プログラムです。ぜひポストグラジュエートの教育を目指す皆さんにも、当校においていただきたいと思ひます。

今日は、ブロックチェーンを食品のサプライチェーンでどのように利用できるか、その概略を説明したいと思ひます。その中でも、中小企業がブロックチェーンを導入する理由と課題、そしていくつかの成功事例もご紹介します。そして最後に、皆さんにお持ち帰りいただく重要な情報について提供します。

マレーシアにおいてになったことがあるでしょうか。これはマレーシアではよく見かける料理の一つで、ナシレマと呼ばれています。この写真にあるマレーシアで最も人気のある国民的料理です。この食べ物を調理する時に、ココナッツミルクを使って、ココナッツライスを作ります。もう 16 時近いので、この写真を見ていると、おなかがすいてくるかもしれません。ただここで強調したいのは、少なくとも 32 種類の食材が、このココナッツライスを作るために必要であることです。お寿司にもいろいろな種類があると思うのですが、ナシレマも同じです。チキンバージョン、それから魚バージョン。チキンといっても、いろんな調理の仕方があります。

覚えていらっしゃるでしょうか、先ほど 32 種類の食材を使うと申し上げました。それら食材のサプライチェーンを考えると、メーカーが食品を出して、倉庫に入って、流通業者に行つてという流れで、というようなかたちでしょうか。もちろん、このサプライチェーンは簡略版です。最初のご講演にありましたように、サプライチェーンのネットワークは複雑です。非常に複雑で困難です。もう少し複雑化してお見せしましょう。

この食品のサプライチェーンについて、はじめに右側を見ていただきますと、チキンがあります。一番左側にあるのがニワトリ、次に農場にあって、それが流通経路に乗っていきます。その中で食品が処理されていきます。そしてレストランやセブンイレブン、あるいはファミリーマートに提供される。そこに来る時には、もう調理された食品となっています。そして消費者の元に届きます。

サプライチェーンのネットワークは複雑であると申し上げましたが、私たちの目の前のお皿にある食品は、いろいろな遠い場所、違う大陸から届くものがあります。大豆を例に考えてみたいと思ひます。現在、大豆の生産量はブラジルが第 1 位です。パーム油は南アメリカ。でも、実は世界でパーム油を一番輸出しているのはマレーシアとインドネシアです。つまり、私たちの食料は、あらゆる場所から調達されています。問題は、これをどう理解すれば良いのか。私たちが口にすることを、どう理解するかということです。

サプライチェーンは、Kerri さんがおっしゃったように非常に複雑です。そのために多くの課題を抱えています。この図は ChatGPT で生成したものです。ChatGPT に絵を描いてほしいと頼みました。「サプライチェーンの食料の課題を絵にして」と言いました。そうすると、私が言っていることと同じことが、ここに描かれています。ChatGPT を特に支持するわけではありませんが、サプライチェーンは非常に長く複雑な流れです。ですので、追跡可能性、トレーサビリティがなかなか確保できません。効率が悪い、詐欺があるかもしれない。今こういった現実的な食品サプライチェーンで直面する問題がたくさんあるわけですが、それではどうしたらよいのか。ここにテクノロジーが使われます。問題は、どのテクノロジーを使うかです。

ブロックチェーンが話題に上っています。ブロックチェーンは良いと。ブロックチェーンは、このようなことを可能にする、このような能力を持っていると。ブロックチェーンは、分散台帳です。私たちは、その食品がどこから来たか知りたいわけですが、しかも、データは変更不可能ですので、透明性を確保することができます。何か消費した、何か買ったという時に、人はレビューを書きますよね。それも一つの測定指標となる可能性があります。ブロックチェーンによって、安全で透明性のある変更不可能な記録を提供することができます。

ブロックチェーンが、複数の業界のサプライチェーンが直面している問題を解決するのではないかと期待されています。食品のサプライチェーンにおいて何が起きているか、ブロックチェーンにどのようなメリットがあるか。まずは透明性を上げることが可能です。どこから来たかが分かる。そしてトレ

ーサビリティを確保できますので、その段階ごとに食品を追っていくことができます。また、企業のパフォーマンスを上げ、ビジネスモデルを改善することができます。

ブロックチェーンを、食料のサプライチェーンに適用した例は、たくさんあります。例えば食品を Farm to Fork、農場から食卓まで追跡することができる。ですので、不正を防止することができる。そして必要なデータを消費者に提供することができる。透明性を確保できるメリットがあります。

ブロックチェーンを実装した成功事例は、ハラルを対象としたマレーシアの食品ブロックチェーンなど、たくさんあります。この食品が本当に適切なかたちで調理されていて、検証されているのか。ウォルマートのブロックチェーンもそうです。農産物の追跡は、かつては7日かかっていたものが、ブロックチェーンのおかげで2.2秒まで短縮できました。

このような事例を見ると、例えばサルモネラの感染が食品で広がるがありますが、ブロックチェーンでトラッキングできます。どこでその感染が発症したのかを、突き止めることができます。とても大きな効果があると言うかもしれませんが、その背後にある要素、それを成功に導く成功要因は何でしょうか？

いろいろな文献を私も読みました。最も重要な要素は、中小企業のコラボレーションであることがわかりました。このコラボレーション、つまり中小企業とテクノロジーを提供するプロバイダーの間の連携が、このブロックチェーンの成功に不可欠です。

私たちは、なぜ中小企業なのか、なぜ大手企業でないのかという疑問に答えなくてはなりません。ひとつは、マレーシア経済で全企業のGDPを合計すると、97%は中小企業の貢献であることです。また、コロナが発生して、一番大きな打撃を受けたのは中小企業でした。ですので、どのように中小企業がレジリエンスを戦略的に身に付けていくかを調査したいと、私たちは考えました。中小企業は独自の課題とチャンスとを、両方持っています。当然、財政的な資源が限定されています。しかし、回復力、持続可能性もあります。テクノロジーの採用と革新についてのチャンスがあります。

問題は、中小企業が、どの程度、このテクノロジーを採用するのかです。その調査方法としてふたつありますが、ひとつは食品を扱う中小企業で、ブロックチェーンを採用する動機付けについてです。後ほど、その課題について話をします。ブロックチェーンのドライバー、動機付けとなる要因をいくつか挙げました。もちろんさまざまな駆動要因がありますが、そのうちのいくつか、幅広く合意が形成されているものを挙げます。

なぜブロックチェーンを使うのかという第一の理由は、製品の透明性です。より良い透明性とトレーサビリティ、つまり、その製品をたどって原産地がわかる、そして消費者の信頼性を確保することができます。リアルタイムで監視することもできます。サプライチェーンが動いている間、追跡が可能です。

第二の理由は、お皿に乗っている食品の品質を確保することにつながります。この食品は、生産した後だけではなく、生産の前はどうだったのか、どこから持ってきたのか。忘れてはならないのは、私たちはさまざまな土地の規制に準拠しなくてはなりません。例えばハラル認証もそうです。コーションもそうです。ビーガン、ベジタリアンなど、いろんな要件がありますので、その品質保証をラベルごとに、表示ごとに満足させることができます。

また、少し議論はあると思いますが、食品の不正や偽造の対策になります。例えば肉。肉は今、人工的につくることができます。そのラボでつくった人造肉ではなくて、本当の自然肉なのか、それをブロックチェーンでわかるようにしようというものです。

中小企業のコストの削減、それから収益の成長、これも一つの動機付けとなります。技術を採用することによって、コストを下げる可以降低。また、排出量も下げることができるかもしれない。資本を投資するかもしれないが、コストが下がる、収益が上がる、このテクノロジーの採用ができればプラスになるという考え方です。

それから、市場のアクセスを強化できる動機付けもあります。データベースから市場へのアクセスを確保できる。また、サプライチェーン・オペレーションの効率性を上げることができる。企業レベル

で、効率性を確保できます。

また環境については、政府の支援を得ることができる、業界の支援が得られる。中小企業は、同じ企業と同じ水準で運用することができる。そのトレンドをフォローすることによって、最新のテクノロジーを使うことによって、それが可能になります。その能力は、大手企業だけではなく、中小企業も身に付けることができます。

ここまで動機付けについて話をしましたが、一方でブロックチェーンの採用の現実はどうでしょうか。同じように10項目の課題を挙げてみました。やはり最初に投資コスト、初期コストがかかります。技術を採用することは、簡単ではありません。どの企業にとっても、もちろん中小企業にとってはなおさらです。小さいオーガニック食品の生産者は、ブロックチェーンを、その追跡システムを導入することに苦勞するかもしれません。なぜ、投資しなければいけないのかと思うかもしれませんが、サプライチェーンのブロックチェーンは、チェーンですから、すべてがつながらなくてはなりません。つながらないところが1つあれば、それは情報が欠けるといことです。小さい農場などは、ブロックチェーンのテクノロジーは導入できないということもあるかもしれません。

次は、中小企業は資本が十分でなく、問題が起こったらトラブルシューティングできないと考えるかもしれません。それでは、どうすれば良いのか。例えばテクノロジー企業によるトレーニングプログラム、コンサルタントの雇用などによって、そのコストがかかりますが、スキルアップを得られるかもしれません。

特定のテクノロジーでも経験したように、新しいテクノロジーは、現在のテクノロジーと融合させる必要があります。破壊的なテクノロジーを導入するのに、今持っているテクノロジーをすべて捨てるわけにはいきません。ブロックチェーンのテクノロジーは、既存のシステムと相互運用性がなくては、互換性がなくてはならないということです。

それから、データプライバシーが心配だという人もいます。その公開台帳に、誰でもアクセスできるということは、もしかしたら、私たちの特別なレシピを流出させてしまうかもしれないと。

規制上の問題などもあります。例えば、先ほどMarkusさんが新しい規制が導入されるドイツのサプライチェーン法をご紹介くださいましたけれども、そのような法的な内容も考えていく必要があります。

そして、人間として私たちは、何かを変えることに、どうしても抵抗してしまうものです。意識が足りない、信頼関係が十分でないなど、なかなかうまく変化に対応できないことがありました。それらの課題は、データを、情報を提供することによって、解決できるかもしれません。課題としては、接続性とインフラの欠如があります。

結論として、ブロックチェーンによってサプライチェーンが改善する、これはもう否定することはできません。追跡可能性や不正防止などのプラス面が確実にあります。しかし、ブロックチェーンは、永続的に使えるテクノロジーなのかという疑問があります。

また、食品サプライチェーンは非常に複雑です。多くの段階があって、多くの人が関わっています。そして、不可逆的なプロセスも、この中に入っています。ブロックチェーンを導入するのであれば、成功事例があることを、まず理解しなくてはなりません。

もちろん、ブロックチェーンの採用には課題があります。簡単に採用できるものではないため、チームワークが非常に重要です。中小企業が他の中小企業と協力する。さらに、中小企業がテクノロジーのプロバイダーと協力する必要があります。

以上です。どうもありがとうございました。

高野倉：ありがとうございました。ただ今の講演に対して、ご質問やコメントなどありましたら、お願いいたします。

Q1：ブロックチェーンは新しいテクノロジーだが、食品のサプライチェーンに適用可能ということに驚きました。追跡のための時間が7日だったものが、2.2秒というのは驚くべき短縮化です。ブロックチェーンの統合によって、どの要素がトレーサビリティの時間短縮につながったのでしょうか。

Mohd Helmi Ali：ありがとうございます。このような事実を見ると、私たちは魅力を感じるわけです。7日から2.2秒ですから。ブロックチェーンが何をしたかという、基本的には、すべてプロセス一つひとつのステップごとに、サプライチェーンにおける製品の動きをフォローできるように記録することです。

例えば、こちらに示す一つひとつの段階、つまり、農場から流通業者、それからその代理店と変わると、すべてデータをクラウドに格納するわけです。例えば、消費者がある食品を食べて気分が悪くなった時に、その原因がどこから生じたのかを考えます。はじめに、小売店かと思い、お店に行きます。でも、そうではないことがわかると、流通業者かと思い、流通業者に遡ると、すべての段階を遡っていくわけです。紙とペンの作業で、ものすごい時間—もしかしたら追跡は不可能かもしれませんが—がかかるわけです。ブロックチェーンなしで追跡することを否定するわけではありませんが、このトレーサビリティ、バッチ番号をすべて付けてトレースすることによって、ブロックチェーンの台帳の中で自動化が可能です。

ですので、すべての段階まで追跡ができます。それこそがブロックチェーンが実現した要因で、それによって製品のリコールが起こった時も、追跡時間を7日から2.2秒まで短縮できました。小売店や流通業者に行くことは、必要ありません。システムを見ればすぐわかりますが、すべての情報が目の前で提供されています。そのようなかたちで、効果を上げています。

#### 講演 4

## Strengthening Supply Chain Integrity Through Food Process Engineering: Innovations for Safe and Efficient Food Production

Norhidayah Suleiman (Senior Lecture, Faculty of Food Science and Technology, Universiti Putra Malaysia (UPM), Malaysia)

皆さん、こんにちは。はじめに、自己紹介をさせていただきます。Norhidayah Suleiman と申します。マレーシアプトラ大学から参りました。マレーシアで一番古い大学の一つで、農業における食品安全について研究しています。私は現在、フードサイエンステクノロジーの分野で学んでいます。私の専門は食品加工技術ですが、例えばグリーン技術を使いながら、また、副産物を使いながらという技術についてです。

今日は、食品加工技術、フードプロセスエンジニアリングを利用して、どのようにサプライチェーンのインテグリティを強化できるのかについて、話をしていきたいと思えます。

フードプロセスエンジニアリングの役割の前に、食品生産のチェーンを理解することが必要です。そして、生産に至るまでに、どのような課題があるのか。これらの課題を解決するために、どのような基礎があるのか。サプライチェーンのインテグリティの基礎に、どういうものがあるのかを理解することが重要です。

食品生産のチェーンについては、先ほどの講演でもありましたが、農家から食品に至るまでに、いくつか段階があります。農業から加工、そして流通に至るまで、すべてのステージで、サプライチェーンのインテグリティを確保すること、これが重要であり、かつ難しい。

ひとつの事例として、畜産業を見ていただければと思います。飼育、加工において、例えば殺菌な



ど、いろいろな処理があり、最終的に市場に送られます。小売り業者から、消費者に届くわけです。しかし、サプライチェーンのインテグリティを、すべて場所で強化するために、どのように—例えば、ミルクの温度をどのように保つのか、輸送の間はどうか—といった管理がとても重要になります。なぜならば、もし温度が少し変化したら、品質が劣化するかもしれないわけですね。

そのため、食品業界における大きな課題として、トレーサビリティ、汚染、詐欺の3つがあります。トレーサビリティが、最も喫緊の課題だと思います。食品生産のチェーンにおいて、最も重要なのがトレーサビリティであり、生産から加工、輸送とすべての段階で重要です。

それから汚染、コンタミネーションも、食品生産のチェーンにおいて、もう一つの重要な要素です。コンタミネーションに関しては、さまざまなものが関わってきます。例えば物理的な、化学的な、もしかしたら生物、何か微生物が関わるコンタミネーションがあるかもしれません。例えばサルモネラや他の細菌など、そのような細菌があると汚染につながるわけです。食べ物そのものも劣化します。そして、ブランドの評判にも影響があります。

そして3つ目の課題が、詐欺です。例えば、何かの代替品に変える、高い材料ではなく安い代替品を使っている。数年前に起きた事例ですが、ヨーロッパで牛肉のスキャンダルがありました。馬肉が使われていたスキャンダルで、これがブランドの評判に大きな影響を与え、そのスキャンダルに関わった企業の評判に大きく傷がつけました。このように、トレーサビリティ、食品の汚染、そして詐欺が、とても重要です。

食品生産の課題を解説しました。この課題を緩和するために重要なのは、どのようにサプライチェーン・インテグリティを強化できるかです。その文脈から、食品の原材料を調達する時に、安全で信頼できる、そして倫理が重要との話がされます。

どのように原材料が調達されるのか。どのように倫理的なカタチで届けられるのか。そして、そのシステムが信頼できるのかどうか。そのようなサプライチェーン・インテグリティの土台にあるのが、透明性、品質管理、安全、サステナビリティ、そしてコンプライアンスになります。サプライチェーンのインテグリティにとって重要なものを、こちらに掲載しました。

はじめに、透明性です。サプライチェーンのすべてのステップにおいて、原材料から最終的に届けられるまで、農家の所から消費者に届けられるまで、可視性があるということです。アカウントビリティ、トレーサビリティが確保されているということでもあります。次に品質管理です。どのように製品・商品の基準を満たしているのか、サプライチェーン全体を通じて何か問題があるか、そしてそれをどのように防ぐのかということです。次に、セキュリティとは、詐欺やサイバー脅威などから製品、データを守ることです。次に、サステナビリティがあります。どのように環境に優しい行動ができるのか、サプライチェーンを通じて倫理的な労働条件がどのように担保されているかということです。例えばゼロカーボン、二酸化炭素の排出がない、再生可能エネルギーを使う、もしかしたら代替のグリーンテクノロジーを使うこともあると思います。最後がコンプライアンスです。品質と関係する品質管理とを結びつけるものです。つまり合法的に行い、安全な運営をするために規制と業界の標準を順守する。これらが、サプライチェーン・インテグリティの土台にある要素です。これら要素すべてを、正しく行うことが重要です。

食品加工、フードプロセスエンジニアリングの役割は、最適化やサプライチェーン・インテグリティにおいて、とても重要です。オペレーションの最適化もできる、効率を上げることができる、そして食品安全を担保することができます。食品加工技術における役割として、こちらのスライドに、デザイン、最適化、そして運用を可能にするという3つの役割を入れておきました。

最初にデザインです。デザインというと、エンジニアは通常、エンジニアリング、設計をして、フードサプライチェーンのインテグリティのために、システムをつくります。効率の改善、拡張、そしてサステナブルといった戦略的な設計が、この土台にあります。この戦略的なデザインが、製品の品質と安全性のためにも重要です。例えば、衛生デザインが食品の生産のために重要であり、それがあれば汚染を防ぐことができます。もう一つの例として、パッケージングがあります。現在、品質を維持するため

に、さまざまな技術が包装に使われています。

次に、最適化について話したいと思います。フードサプライチェーンの最適化においては、効率の向上や食品の安全性を担保することが重要です。エンジニアがプロセスを最適化して、どのようにコストを最小に抑えることができるのか。その一方で、不測の事態が生じないような、プロセスの最適化が重要です。

そして運用です。システムのデザインと、機器の最適化が終わった後の段階です。エンジニアとしての役割は、すべての設計、システム、そして最適化されたものが、正しく運用できるようにすることです。プロセスのコントロールやモニタリング、保守のスケジュールを立てる、そして汚染がないかどうか確認するなど、いろいろとあります。

サプライチェーン・インテグリティを強化するために、その土台だけに頼るのではなく、いくつかの技術で強化することができます。たくさんの技術がありますが、本日は4つのテクノロジーについてお話をしたいと思います。先進的な保存技術、持続可能な処理技術、先ほどの講演があったブロックチェーン、そして最後が、自動化とロボット工学という技術です。

先進的な保存技術は、新鮮さを維持して、腐敗を減らし、そして汚染を最小化します。また同時に、先進的な保存技術を使って、トレーサビリティを強化できればと考えています。例えば、センサーなどを付け、IoTの考え方を導入して、リアルタイムのモニタリング、そしてサプライチェーンを通じた記録ができるようにするというものです。

先進的な保存技術の1つの例として、HPPと呼ばれる高圧処理があります。HPPは病原菌や腐敗につながる微生物を不活化する技術ですが、これを180 MPaと高圧をかけることで実現しています。腐敗につながるような微生物を不活化する技術は、さまざまな食品に適用することができます。魚介類、肉類、乳製品などにも使うことができます。

この技術の何が特殊なのか。単に微生物を減らすだけではなく、栄養価をなるべく損なわないようにすることができます。つまり、食品の質を維持できます。栄養には大きな影響は与えず、同時にすべての病原菌や腐敗に関連する微生物を不活化することが出来る点が特殊です。

この技術を使って微生物を不活化できますので、食品添加物をなるべく使わずに済む技術になります。食品安全のためにも良く、この技術を天然の保存料として使うことができます。そして安全です。すべての微生物を不活化することができ、そしてすべての栄養素を維持することができる技術となっています。

もう一つの技術として、紫外線、UV照射を紹介します。先ほどのHPP、高圧処理とは異なり、UV照射、200~280 nmの紫外線にさらすことで、微生物を不活化する技術です。このUV照射は、食品保存でも役に立ちます。食品の表面にある微生物を不活化することができますし、また、生鮮食品や乳製品、特定の加工・調理済みの食品の保存期間を延ばすことができます。

以上が先進的な保存技術の事例です。この技術は、サプライチェーン・インテグリティの強化と品質管理に役立ち、顧客に対して明確な情報を示すこととなります。例えば、微生物の程度や賞味期限などについての情報を伝えられます。

その他に、持続可能な処理技術でも、フードサプライチェーンのインテグリティを強化することができます。サステナブルな食品加工技術は、どのように環境への影響を減らすのかという話にもなります。エネルギー効率の良いもの、また、副産物を使うこともできるわけです。エネルギー効率の良いプロセスを使うことで、化学物質の使用を最小限に抑え、安全性を確保することができます。例えば、グリーン抽出方法やグリーン技術、天然防腐剤などを使うことができます。

こちらが、その研究例となります。環境への負荷を少なくするために、いろいろな研究が行われていますが、グリーン抽出法の適用、副産物の利用など、さまざまなグリーンテクノロジーがあります。例えば、パーム油からの副産物を使う技術により、環境への負荷をできる限り減らす、また化学物質の使用を最小限に抑えることができます。また、食品の安全にもつながります。有機材を使うことによって、化学剤をできるだけ使わずに済みます。これは食品にとっても良く、消費者としても、天然のもの

を使いたいニーズが増えています。また、副産物を使うことによって、食品安全を強化して、廃棄物を減らすことができます。

もうひとつの技術として、ブロックチェーンの利用がありますが、これは先ほどの講演にもありました。本講演では、事例を挙げて、どのようにブロックチェーンが食品製造の変革に適用できるかをお話ししたいと思います。このスライドに、農場から始まり食品が届けられるまでのステップにおいて、4つの主要な要素を示します。はじめは、データです。どこから農産物が来たのか、その原産地、収穫日、土壌の状態、農薬の使用量について、それらがひとつのブロックになります。そして行動、農産物が作られて、配送され、そして処理されます。その段階において、また記録します。例えば、輸送条件、温度や湿度、処理や加工の方法について。例えば、原材料が洗浄されるなど、処理に関してのすべてのデータが、システムに記録されます。何かを変えたら、それが履歴データにつながります。パッケージングにおいては、例えば日付、栄養成分や原材料、認証といったデータが記録されます。特定の食品に関しても、例えば、ハラルの認証やベジタリアン、有機またオーガニックなものが使われているかどうか、そのような情報も記録されます。このような情報があれば、簡単に小売店やスーパーマーケットの人びと、また消費者であっても、すべての情報を確認することができます。これは透明性、情報が透明に表示されることにつながります。

最後に配送、デリバリーです。配送の動き、今どこにあるかリアルタイムの場所、環境の条件、配達・納品の時間が、データとして記録されます。小売店やスーパーマーケットにとって、もしくはメーカーにとって、情報をトラッキングできることがとても重要です。ブロックチェーンの技術により、遅れなどの不効率な部分わかります。ブロックチェーンは、サプライチェーンのインテグリティを強化する重要な技術になると私は思っています。

以上を考えると、ブロックチェーン技術が、トレーサビリティと透明性を強化することにつながります。すべてのデータが、このチェーンの中に記録されると申し上げましたが、そうであれば、簡単にトレースすることができます。原材料の原産地、どのような処理技術や加工技術が使われているのか記録できます。

そして、模倣や詐欺を減らすことができます。このデータは、簡単に修正することができません。ブロックチェーンの技術を使えば、詐欺や偽造を防ぐことができると思います。

また、食品の安全性を向上する、リコールの管理を迅速に行うことができます。例えば、数週間要していたものを、非常に素早く対応できます。廃棄物を減らすことができれば、効率がさらに改善します。例えば、輸送中に温度の変化が生じた場合、そのことによる無駄を最小限にすることにつながるからです。

コミュニケーションを、さらに改善することができます。先ほどの講演にありましたように、コラボレーション、メーカーとすべてのサプライヤーの間での協力は重要です。そのような協力があれば、サプライチェーンのインテグリティを強化することにつながります。

最後の技術として、現在、私たちはロボティクスや自動化の時代にいます。データの収集やトレーサビリティに、自動化されたシステムを使うことができるかもしれません。RFID もしくはパ



先生方と参加学生との集合写真

ーコードスキャナーを使ったり、またIoTのセンサーを使ったりすることもできるということです。また品質管理についても、例えば、自動で分別することができれば、品質基準を満たす製品のみが流通されるようになります。このようなかたちでも、インテグリティが維持されます。さらに、リアルタイムな環境条件のモニタリング、監視があり、これには先ほどお話したセンサーを使うことができます。温度センサーなどを自動化されたシステムに組み込んで、保管や配送の条件を監視することができます。また、効率的にリコール管理ができます。その時間を7日から2.2秒に短縮することができれば、非常に速い対応となるわけです。

最後に、認証と偽造防止です。例えばQRコードやデジタル識別子をパッケージに使うことで、その製品の真正性を、消費者が確認することができます。

私からは、以上となります。ご清聴いただきまして、ありがとうございます。私としても本当にこのような機会を頂いたことをうれしく思っております。そして、高野倉先生、今日をご招待いただきましたことを本当に感謝申し上げたいと思います。皆さん、ご清聴ありがとうございました。

## 閉 会

高野倉：本日ご講演をいただきました4名の先生方、また、会場で聴講いただきました皆さま、オンラインでご聴講いただきました皆さまに、あらためて御礼を申し上げます。本シンポジウムでは「アジアにおけるサプライチェーン・インテグリティの様相と課題」をテーマに先生方からご講演いただきました。

Chen先生のご講演では、グローバル・サプライチェーン・ネットワークをテーマに、AppleやHTCを事例に、サプライチェーン・ネットワークに関するご研究、イノベーションの成果に関係したネットワーク上の位置や知識の共有など、非常に興味深く聞かせていただきました。

Markus先生からは、グローバルなサプライチェーンとビジネス倫理をテーマにご講演いただきましたが、日本と台湾とドイツ・EUの比較において、日本についてのご紹介で、明治維新から明治時代、その後の日本の歴史などを踏まえたお話は、学生にとっても非常に参考になりました。また、日本と台湾とドイツ・EUの文化面や政治面での比較について、とても興味深く聞かせていただきました。

Ali先生のご講演では、サプライチェーン・インテグリティに対するブロックチェーンの活用について興味深く聞かせていただきました。サプライチェーンの安心・安全の確保のために、ブロックチェーン技術が有効であることが非常に勉強になり、今後、ブロックチェーンの技術が、様々な分野で活用される将来が見えたと思います。

Norhidayah先生からは、サプライチェーンの安心・安全を実現する食品加工技術の活用についてご講演いただきました。私も工学部の所属ですので、技術的な面で、特に食品を加工する技術が、食の安心・安全に有効に活用されていることが、ご講演の中から理解できました。

本日は4名の先生方から、非常に貴重なご講演をいただきまして、あらためて御礼を申し上げます。また、ご参加いただきました皆さまに感謝申し上げます。以上をもちまして、本日のシンポジウムを終了いたします。ありがとうございました。

(たかのくら まさと 所員 神奈川大学工学部教授) 編集

