一 般 財 団 法 人　油 脂 工 業 会 館

第４９回 表 彰

油 脂 産 業 優 秀 論 文

審 査 委 員 特 別 賞

自由研究論文

スマートサプライチェーンを活用した『次世代油脂産業モデル』の提案

ラ イ オ ン 株 式 会 社

せきがわ　ひろふみ
関川　博文

目　　次

はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ １

第１章　将来への備え

１－１　無形資産投資による労働生産性向上の必要性 ・・・・・・・・・・・・・ １

１－２　世界的な人口増加に伴う油糧原料の需要拡大への備え・・・・・・・・ ２

１－３　サスティナブル社会への備え ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ ２

第２章　次世代産業モデル構想

２－１　アライアンスの必要性 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ ３

２－２　ＩｏＥの活用・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ ３

２－３　ブロックチェーン技術の応用 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ ４

２－４　次世代産業モデル構想 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ ４

第３章　生産国の課題と次世代モデルの貢献

３－１　生産国の課題・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ ５

３－２　プランテーションの生産効率向上への貢献・・・・・・・・・・・・・・・ ６

３－３　最適供給量の把握と品質水準の向上における貢献・・・・・・・・・・・ ７

３－４　小農園のＲＳＰＯ認証化への貢献モデル ・・・・・・・・・・・・・・・ ８

第４章　日本における効用

４－１　スマートサプライチェーンの効用 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ ９

４－２　需要予測と連動した安定価格、安定調達への貢献・・・・・・・・・・・ ９

４－３　トレーサビリティの強化と環境保全への貢献 ・・・・・・・・・・・・ １０

４－４　ステークホルダーへの影響 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ １０

４－５　実用に向けたステップ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ １１

４－６　残された課題・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ １２

おわりに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ １３

参考文献 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ １４

はじめに

世界の人口は 2050 年に 90 億人を超える見通しである。人口増加に伴うエネルギー消費量は、2030 年時点で 30%上昇（15 年対比）すると予想されており（図 0-1）、加えて水需給の逼迫、地球温暖化、土壌劣化等も不安要素として存在している。

こうした中、幅広いニーズを持つ油脂原料は、世界的需要の増加が見込まれており、今まで以上に持続可能な生産モデルの構築と効率的な資源活用の再考を迫られている。

これに対し、日本の油脂産業は原料となる油脂の大部分を輸入に頼っており、持続的な原料の調達とその効率的な活用モデルの構築を早期に実現することが求められる。

本稿では、油脂原料の中でも特に需要の高いパーム油の持続可能な調達に着目し、ICT（情報通信技術）に基づくスマートサプライチェーンを構築することで、生産国側と日本国側の双方がメリットを享受する次世代産業モデルの可能性に関して検討する。

グローバルサプライチェーンにおけるサスティナブルな産業モデルを戦略的な視点で確立することは、中国やインドをはじめとする人口大国の圧倒的な規模の経済と対峙する上で、日本における新しい立ち位置を見出す光明になるものと、筆者は考える。

第１章　将来への備え

１－１　無形資産投資による労働生産性向上の必要性

日本における労働力人口の大幅な減少は、継続的な経済成長に向けて大きな弊害となることが懸念される [1)](図 1-1-1)。政府の掲げる GDP600 兆円の実現には、生産性（労働者一人当たり付加価値）の向上が必須要件であるものの、日本の生産性は主要国と比較すると最低水準で推移しており、早急な改善が求められている [2)](図 1-1-2)。

そのためには、生産性の上昇率と比例する無形資産（①情報化資産、②革新的資産、③経済的競争能力）装備率の上昇率を向上させることが必要である [3)](図 1-1-3)。

総務省によると、無形資産投入額の増加は、IoT（Internet of Things）などのソリューション導入、および企業改革が進む結果として実質 GDP を大幅に増加させると試算し、2030 年時点で+132 兆円（+32%）の経済効果を生み出すと示唆している[3)]。すなわち、業界全体での無形資産投資の充実が、生産性向上における課題である。

１－２　世界的な人口増加に伴う油糧原料の需要拡大への備え

現在年間 6300 万トン生産され、植物油脂生産量の 30%を占めるパーム油は、世界の人口増加に伴う食糧需要の拡大に伴い、今後も更なる需要の拡大が見込まれている。

日本におけるパーム油輸入量は約 62 万トン（2015 年）であり、世界の総生産量の 1%程度である。インド（950 万トン）や中国（603 万トン）をはじめ、人口増加に伴うアフリカ諸国を中心に需要が拡大し、将来的に供給量を超えるリスクを勘案すると、市場全体に占める存在感が決して高くはない日本において、国をあげてパーム油調達のリスクに対応することが喫緊の課題である。端的に言えば、容易に規模の経済が手に入る中国やインドへ供給することよりも、日本に優先的に供給することが生産国のメリットに繋がる仕組みを考えることが必要、ということである[4)](図 1-2-1)。

１－３　サスティナブル社会への備え

2015 年に国連で採択された「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」は、国際社会全体が環境課題を認識し、協働して解決することを決意した合意である。SDGs で野心的な目標を掲げ、地球規模での連携推進の必要性を提言している[5)]。

RSPO（持続可能なパーム油調達のための円卓会議）は、現在 87 カ国が加盟し、1187 万トンの認証油（全体生産量中 17%）を生産している。欧州で取組みが先行し、20 年末までに 100%認証油切り替えの実現を公言している。最近では中国も認証油切り替えに動き出しており、RSPO は取引条件の世界基準となりつつある[6)]。

一方、日本における認証油の活用は、欧米諸国と比較して非常に遅れている。主な理由は、①認証油の使用を促す政策や需要が存在せず、消費者や取引先の認知度も低いことから、最大 5%ほどになるコストアップ分（プレミアム分）を価

格転嫁できない点、②日本は食品企業を含めて中小企業が多く、サプライチェーンが複雑であることに加え、認証油の調達ロットが大きく物理的に難しい点などが挙げられる[6)]。

とはいえ、将来的には持続可能でないパーム油生産を制限（課税）する国際的な枠組が構築される可能性も考えられており、認証油の利用は将来的な生産農園や、調達ルートを確保するためのサプライチェーンマネジメントの一つとして、パーム油を使用する日本の業界全体で連携しながら認証制度への参加を検討していく必要がある。

第２章　次世代産業モデル構想

２－１　アライアンスの必要性

日本油脂産業における課題は、①原料の安定調達、②RSPO 認証油の活用に向けた国内外の基盤整備、③生産国側と協同したサスティナブルの実現、などが考えられる。一方、安定調達に向けた規模の経済の確保や、認証油における最低ロットの制約等は、全体構成の大多数を占める中小企業において、非常に高いハードルである。

然らば、パーム油脂を活用する日本企業における業界をまたがるアライアンス（JPOA：Japan Palm Oil Alliance）締結が必然的帰結であると、筆者は考える。

JPOA における調達原料は、粗原料や汎用グレードの一次誘導体であり、且つ、そのすべてを RSPO 認証油に切り替えることを期限付きのコミットメントとする。すなわち、サスティナビリティを非競争分野とし、付加価値工程にて差別化を図る。

サプライヤー基準は、①JPOA が定めた汎用規格の範疇である、②トレーサビリティスコアが高い水準である、③安定的、効率的な需給関係の構築に必要なインフラ整備とデータ開示が合意できる、等を条件とする。これらに適合する農園企業と提携することで、双方にとって有意義なパートナーシップを構築する。

２－２　IoE の活用

JPOA では、政府の掲げる「Society 5.0」に基づくスマートサプライチェーンの実現を目指す。すなわち、サプライチェーンにて供給されるモノの流れとは逆方向に、モノの流れを決める「情報」が提供され、高次なデータ連携が行われる

ことでQCDの向上や生産国と協働したサスティナブルの実現を行う。こうした情報の収集には、『IoE（Internet of Everything）』を用いる。IoT（Internet of Things）はモノからのセンサ情報を利活用した問題解決であるが、IoE はモノに加えて「ヒト、データ、プロセス」に関する情報も利用することにより、経済活動の効率性や生産性を大きく向上させることが期待されている（図 2-2-1）。IoE の効用は、サプライチェーンが連動して持続可能な調達と効率的な活用の推進を求められる油脂産業において、既存モデルでは困難であった課題を解決する可能性を孕んでいる[7) 8)]。

２－３　ブロックチェーン技術の応用

「価値のインターネット」と呼ばれているブロックチェーンは、仮想通貨の分野に活用されている技術である。①分散したコンピュータ間でデータを共有するため記録が改竄されにいくい、②端末間の通信（P2P）を使うことで特定管理者が不要である、などの特徴を持ち、現在様々な領域への応用が検討されている[9) 10) 11)]（図 2-3-1）。

例えば、複数企業や業態に跨るサプライチェーンにおいて信頼度の高いトレーサビリティの追跡なども可能であり、実際に強制労働の横行や犯罪組織の関与などの問題が指摘されているダイアモンド市場では、この技術を活用した管理が行われている[12)]。

また、管理主体の決められた中央集権的システムと比較して、参加者間で分散統治する分散型システムは費用の面でも圧倒的に低コストであり、システム構築後の拡張性に優れ、且つ、セキュリティの向上にも繋がる（図 2-3-2、図 2-3-3）。

IoE によるデータ連携は重要であるが、一方で各企業が保有するコアコンピタンスとなるビッグデータは戦略上の機密であり、すべてを共有することが適切ではない。JPOA では、予め参加者を限定するコンソーシアム型ブロックチェーンを活用するとともに、参加者間では事前に定めたルールに従って取引情報を共有する。こうした技術の応用は、効率性や生産性を大幅に高めるデータ連携に寄与すると考えられる。

２－４　次世代産業モデル構想

『JPOA』『IoE』『ブロックチェーン』の 3 要素を組み合わせることで、多大

な付加価値を創出する次世代産業モデルを構築することが可能となる。

すなわち、『JPOA』のスマートサプライチェーンに必要とされる高次なデータ収集を『IoE』が実現し、その膨大なデータから一定のルールに基づく情報伝達は『ブロックチェーン』を用いて確実に、低コストに実現する（図 2-4-1）。

さらに、JPOA におけるブロックチェーンの活用は、参加者が共通の分散台帳を保有し、一定のルールに基づいた取引を行うことを意味しており、副次的結果として、一般的には連携上の課題とされる標準化やオープンイノベーションの推進に貢献する。

次章では、こうした次世代モデルの構築が、複雑な問題の絡み合うパームオイルサプライチェーンの各プレイヤーに対してどのような効用を持つかを検討する。

第３章　生産国の課題と次世代モデルの貢献

３－１　生産国の課題

３－１－１　生産効率の向上と需給バランスの調整による安定価格の実現

パーム油需要は今後も増加が見込まれており、生産性の向上は大きな課題である。同時に、農園企業にとっては安定価格の実現に向けた生産調整も課題である。実際 2017 年 7 月のパーム油価格は 2573 リンギ/t と、年初から 2 割減となった。収穫量増加に伴う価格下落は農園企業の業績悪化に直結し、パーム油世界最大手 Wilmar の株価は翌 8 月に年初来安値（11%下落）を更新している(図 3-1-1)。

３－１－２　環境問題への対処

生産国にとって、環境問題は非常に大きな課題である。泥炭地の不正な開発により大規模な森林火災が発生し、大量の CO2 を排出する他、煙害が隣国などに広がり、国際問題にも発展している。ASEAN は 13 年に共同監視システムを立上げたものの、事態の改善には至っていない。15 年の大規模な森林火災では、約 260 万ヘクタールが消失し、推計では約 1 兆 7 千億円もの経済的な損失が出たと試算されている。

３－１－３　小農園を含めた RSPO 認証農園の拡大

こうした環境被害は RSPO 認証農園からの報告はなく、全体で 40%を占める非認証の小農園（アブラヤシ栽培面積が 50 ヘクタール以下）が原因であるとされ

ている。小農園を認証農園へ転化することは共通の課題であるものの、認証農園の認定と維持にはコストもかかり、低所得層が占める小農園の現状からすると、障壁になっている。

これら生産国の課題は、JPOA における持続可能な原料調達への課題でもある。同時に、生産国への技術提供による課題解決は、原料供給のプライオリティを高めることにも繋がり、スマートサプライチェーンを構築する重要な要素となる。

次節にて、生産国の抱える課題の解決に向けた JPOA の貢献として、現地農園における効率生産と環境保全の視点より、精密農業の技術と JPOA とのデータ連携を活用した生産モデルを提案する。

３－２　プランテーションの生産効率向上への貢献

３－２－１　IoE による標準化

広大なプランテーションにおける効率生産の要素として、『標準化』が重要である。蒔いた種子が同時期に発芽し、成長し、収穫できることが理想であり、そのためには①地力に応じた播種や肥料の調整、②育成に適した温度や湿度の管理、③育成状態や外部環境を考慮した農薬投与などが重要である。こうした複合的課題は、土壌センサ、気象センサ、ドローンなどから得られる情報が IoE にてつながり、標準化した精密農業モデルを構築することで解決する。参考となるモデル事例を下記に紹介する。

３－２－２　ブラジルの大豆プランテーションにおける生産性向上事例

農地における地力（養分、耐性）を考慮した播種量の適正化を実現することにより、発芽率を大幅に向上させた事例である。種子のムダを無くすことにより全体コストの 15%が削減され、同じく肥料の量の最適化により 19%、GPS を活用して農機が走行する際に発生する隙間やオーバーラップ等の統制をすることにより 6%、合計 40%ものムダを改善することに成功した。発芽率と全体効率性の向上により、収穫量も 48%増加したと報告されている。これにより１ヘクタールあたり US$179（1000 ヘクタールなら US$17.9 万）の生産効率向上に繋がった（図 3-2-2）。

３－２－３　インドネシアのパーム農園の先行事例

気象センサ、土壌センサから得られる湿度、温度、土壌状態などを統合したデータに基づき、ポンプの電磁弁開閉が連動することで最適水分管理を実現した報告である。育成環境の調整により成長速度や品質の標準化を実現するとともに、通常と比較して約 3 分の 1 の水資源節約に繋がったと報告されている。灌漑を自動化し、労働力不足に直面している地域でも大きな役割を果たすことが期待される（図 3-2-3）。

３－２－４　ドローンを活用したプランテーション管理

ドローンを活用した農園管理により、効率的な肥料や農薬の使用および収穫作業を実現した事例である。実際にパームプランテーションへのドローン活用は、脱税対策の管理として農園規模の測定に活用している州も存在するが、ここにカメラセンサを加えることで「作物病害の検出」「含有タンパク質測定」「ストレス状態測定」などの把握が可能となる。これらの情報により視覚情報から得られる現時点の干ばつ状態や害虫被害などを把握することに加えて、病害予測システムの連動により予見のある箇所を含めて可視化する。自動水分管理や、ドローンによる局所的な農薬散布並びに肥料投与と連動することで、各々約 20%の使用量削減を実現したとの報告がある[13)]。

上記の事例を複合的に活用することで、プランテーションの育成から収穫にいたる各プロセスでムダを削減し、生産効率の向上を実現する。インフラとしては、IoE を構成するデバイス（センサ）が必要であるが、消費電力を抑えて遠距離通信を実現する方式である LPWA（Low Power Wide Area）の活用を考える。各種センサを利用したセンシング（音・光・温度などの計測）や GPS を利用した位置情報取得、産業機器などとの連動は一回の送信データ容量も大きくなく、LPWA の省電力且つ、広域利用のケースに向いており、非常に安価なコストで実現可能である(図 3-2-4)。

３－３　最適供給量の把握と品質水準の向上における貢献

先述した効率生産モデルに加え、収穫までに要する期間情報が蓄積されることで、気象予測と連動した収穫量予測と、それを搾油した際の粗原料及び一次誘導体加工後の供給油脂量予測が可能となる。一方、後述する JPOA への最適供給量

は、需要予測に基づくタイムリーな把握が可能である。すなわち、最適供給量と搾油量の連動により、各工程における原料在庫の保管日数は減少し、より鮮度が高く、酸化度の低い油脂が精製されることになる。これは、農園企業における精製油脂の品質向上に繋がるものと考えられ、これらを活用して製品化する日本企業も含め、無形資産の一つでもあるブランド価値向上と安定価格の実現に寄与するものと考えられる。

上記モデルの構築は、JPOA の目指すスマートサプライチェーンの効用であり、高品質な原料を持続的に、安定価格で、安定量を調達する基盤の構築に繋がる。一方、農園企業においては効率化による省力化と生産性向上を実現すると共に、品質強化、信頼強化によるビジネスチャンスの拡大に繋がる可能性を有しており、双方にとって Win-Win の関係性を築くことに繋がるアライアンスモデルとなる。

３－４　小農園の RSPO 認証化への貢献モデル

パーム油生産量の 40%を占める小農園においては、栽培方法に関する情報不足やガバナンスの不備により、森林火災や児童労働などの問題が顕在化している。トレーサビリティの追跡も非常に困難であり、小農園の RSPO 認証農園への転化は、生産国はもちろん、周辺諸国においても非常に重要な課題となっている。

認証取得時にかかるコスト、及びその認証を維持するコストが主な障壁となるが、これを認証パーム油に加算されるプレミアム（～4%）に加え、先述した精緻農業を活用した生産効率向上によるコスト吸収モデルを考える（図 3-4-1）。

平均的な小農園（収入 178 千円/ha、1€＝122 円換算、200～400 の集団）における認証化モデルでは、認証取得にかかる費用（平均 16,917 円/ha）、取得後維持費用（平均 15,281 円/ha）から、認証油プレミアムによる増収（平均 2.5%）と RSPO の技術指導による効率性向上（平均 21%）を加味し、翌年単収は平均 7.9%ほど増加（14,102 円/ha）することが見込まれる。一方、独立小農グループの場合、認証コスト（平均 26,230 円/ha）や維持コスト（平均 25,315 円/ha）が高くなることが懸念されており、同様の条件では認証油切替え後も 1.5%の減収（▲1,769 円/ha）となり、小農にとって認証油に切替えるコストメリットがない。この差を JPOA の技術提供による効率化（平均 15%）で補うことは十分可能であり、小農へのこうした情報提供と認証切り替えをサポートする活動を現地政府、NGO と協働することが重要である。

プランテーション工場では通常オイルミルの搾油を 24 時間継続稼動させるが、

自家農園だけでは稼働率が落ちるため、周辺の小農園（非認証農園）のオイルミルを購入して搾油を行うことがあり、これがオイルミルのトレーサビリティを困難とする要因となる[14)]。JPOA における上記モデルの構築は、非認証農園の認証化とブロックチェーン技術による取引履歴の記載が確実に実施され、IP や SG といった高グレードの認証油提供が可能となる(図 3-4-2)。また、認証農園が標準化することにより、最大 5%程度の認証プレミアムを限りなくゼロに近付けられると考える。すなわち、農園側はプレミアムでなく、生産効率の向上による単収増を実現し、需要国側は認証油の価格低下による活用促進が期待される。結果として、森林火災などの環境被害や違法労働の抑制にも繋がり、本当の意味でのサスティナブルの実現に貢献することが可能となると考えられる。

第４章　日本における効用

４－１　スマートサプライチェーンの効用

JPOA を構成するコンソーシアムブロックチェーンを上流のサプライヤーまで拡張したスマートサプライチェーンの構築は、各工程における情報が高い信頼性と頑強性を持って維持されることを意味している。ここではこうしたデータ連携の高次化が JPOA 側にもたらす効用について考える。

４－２　需要予測と連動した安定価格、安定調達への貢献

JPOA を構成する企業の原料活用データを分散台帳にて管理することで、JPOA の全体需要量（標準調達量）を把握し、この標準調達量をベースに留分バランス、長期気象予測（エルニーニョ／ラニーニャ）、為替、原油価格などの外部環境を加味して最適発注基準を定める。スマートサプライチェーンにより JPOA の需要予測は直接上流側の供給計画と連動し、ブルウィップを抑えた生産量の最適化と在庫の適正化が実現する。過剰在庫が削減することで安定価格の実現が可能となり、共同調達に伴う規模の経済が生産国に対するバイイング・パワーとなることで更なる価格優位性を保有することが可能となる。こうしたアライアンスモデルの構築は、JPOA の安定調達と価格の安定化において長期的な効用が得られるものと考えられる(図 2-3-1)。

将来的には小農園の認証化が促進されることで認証油のプレミアム分は吸収さ

れ、より安価に、質の高い RSPO 認証油が安定的に供給されるようになることで、JPOA における認証油の輸入率および使用率 100%が実現するものと考えられる。

４－３　トレーサビリティの強化と環境保全への貢献

ブロックチェーンの特徴である信頼度の高いデータ連携は、認証油の取引履歴（トレーサビリティ）の高次化と、IoE を活用して生産された精緻なデータに基づく環境負荷の「見える化（LCA：ライフサイクルアセスメント）」を可能とする。これは、RSPO 認証のサプライチェーングレードの飛躍的な向上を意味しており、生産農園（オイルミル）から日本国内で製品化される過程にいたるまでの IP や SG による認証油管理が可能となる。

世界的な見地から見ても、不透明な部分の多い RSPO 認証油の質的向上と品質の標準化に貢献することが期待されることから、JPOA におけるスマートサプライチェーンの構築は、サスティナブルな生産活動に大きく貢献する重要なファクターである。

４－４　ステークホルダーへの影響

JPOA 内の製品は、その環境優位性をステークホルダーに謳うことが可能となる。現地プランテーション農園の持続可能な開発を実現し、且つ、戦略的な資源調達と付加価値向上に努める企業姿勢は、CSV 経営の体現にもつながり、こうしたサスティナブルな成長戦略が世界的な ESG 投資の側面からも高く評価されると考えられる。

消費者においては、商品に付与されている RFID より、トレーサビリティの情報に加え、LCA における環境負荷データや、品質データを把握することが可能であり、これが新たな需要の創出に貢献する(図 4-4-1)。

例えば、RSPO 認証油であることのみならず、残留農薬濃度や化学肥料の使用有無といったネガティブ要因へのケアを発信すること、あるいは調達サイクルが短いことに起因する高いブランド品質の実現といったポジティブ要因を発信することは、商品価値そのものを評価して消費を創出する直接的貢献に加え、グリーン購入、ESG 投資など、企業姿勢が評価されることで消費が創出される間接的貢献など、様々な貢献の形において提携外品との差別化を図ることが可能となる[15)]。

グローバルな視点で言えば、アライアンス企業の製品は、その製造過程におい

て、また、トレーサビリティの高次化において、ハラール対応の認証を容易とし、2020 年までに US$583 億（15 年比 30%増）にまで拡大するとされるハラール飲食品市場を取り込むことも視野に入れる[16)17)]。

GDP の成長は、供給力と需給力が連動することにより高まることを勘案すると、こうした付加価値向上に伴う需要の創出も JPOA における重要な貢献要素となる。

一方で、欧米のような消費者側からの圧力が企業の認証油使用に拍車をかけた過去事例に鑑みると、日本においても消費者の環境負荷への認識が高まり、スタンダード化することが重要であり、JPOA による基盤構築と情報発信に加え、政府、NGO と連携した消費者啓蒙も並行して進めていく必要があると考えられる。

４－５　実用に向けたステップ

本稿では、持続可能な原料調達に関してグローバルなサプライチェーン全体を一つのまとまりとして捉え、IoE やブロックチェーン技術を用いて各々が連携して取組むことで得られる効用と、実現可能性に関して考察した。アライアンスが国、業種、業態を跨るため、実用ステップとしては、①すべての連携を一度に進めるのではなく、少数の関係者でいくつかのコンソーシアムを組み、②互いに結合しながら、徐々に大きなアライアンスネットワークを形成する方法を考える。コンソーシアムの切り替えコストが低いブロックチェーンの特性を考慮しても、運用に適したステップである。

４－５－１　第１フェーズ（２０１８年）

オレオケミカル事業を手がける油脂産業内の企業連携を開始する。原料需給に必要な情報（各企業における需要量）共有とブロックチェーンの有用性や課題を検討する。農園企業とはデータ連携を開始し、将来的な認証油切替えに向けた安定調達の実現と国内外の課題整理を行う。

４－５－２　第２フェーズ（２０２０年）

食品企業を含めた産業を跨る企業連携を開始する。JPOA の需要量を一括管理し、農園企業と連携した調達計画を策定する。JPOA は規模の経済を保有した共同仕入れと、商社と連携した効率的な調達方法を検討すると同時に、調達した油脂を企業の留分活用に基づき自動的に配分調整を行うシステムを運用し、最適調達量に関する課題整理と改善を行う。NGO や政府と連携した RSPO 認証の消費者

啓蒙を進める。

４－５－３　第３フェーズ（２０２２年～）

オープンイノベーションによる連携を開始する。需給情報による連携に加え、農園企業の生産効率や小農園における認証獲得のサポートといった、生産国側のサスティナブル分野まで連携を拡大する。認証農園拡大に伴う認証油の標準化が、プレミアムを低減することで調達コストの削減に繋がり、世界的な認証油活用の促進に繋がる。こうした戦略的構想を下に、農園企業や生産国側と連携推進することが重要である。結果として、日本に対する供給プライオリティの向上にも繋がる。

４－６　残された課題

グローバルに跨った業界・産業の情報をつなげる IoE ビジネスでは、既存の法律やルールが障害となる場合もある。また、情報を質・量ともに IoT 以上に共有する IoE においては、今まで以上に情報のセキュリティとプライバシーの確保が迫られる。

本稿では、これらの課題の解決策として、ブロックチェーン技術を応用し、管理者の限られたコンソーシアムチェーンを活用することでセキュリティと信頼性（改竄が困難）の担保を図ることを検討した。加えて、中央集権的なシステムでは膨大な情報管理にかかるコストとシステム運用が課題となることから、分散型台帳技術を用いることで低コストを実現し、且つ、拡張性と可用性のあるシステム構築を想定している。

しかしながら、こうした IoE とブロックチェーン技術の検討はまさに始まったばかりであり、今後様々な技術的応用と製品化が実現されると考えられる。

先端 ICT の導入においては、日本型 IT 戦略に多く見られるような、最初から完全な正解を求めて要件定義に長時間を費やすのではなく、技術革新に伴い可変的に運用していく欧米型の推進が必要である。こうした推進モデルの転化により、主要国との無形資産投資額の差は縮小し、GDP 成長率の向上に貢献するものと、筆者は考える。

解決すべき課題はあるものの、ICT（情報通信技術）を積極的に活用することによる油脂産業界への効用はサスティナブルな資源活用という点に鑑みても非常に高く、実現に向けて産官における連携も含めて早期に推進していくことが求め

られる。

おわりに

いかに効率的にモノを作るかを考え、設備投資に注力してきた時代から、いかに生活者の情報を収集し、ソリューションを提案するかが重要な時代となり、IoE を含む無形資産への投資が大きな付加価値を生み出す時代へと変容した。加えて、労働資源の減少や、産業資源の調達等の諸問題を抱える日本の油脂産業にとって、本稿に掲げるサプライヤーを巻き込んだ次世代産業モデルへの変革は、実現すべき課題でもある。

2050 年、油脂産業が日本経済における GDP の向上を牽引する成功モデルとして成長し、国際的な競争力と発言力を持っていることを願うとともに、本提案がその第一歩となれば幸いである。

参　考　文　献

1)　日本の将来推計人口（平成 27 年 10 月確定値）
　- 平成 28 年版　厚生労働白書
　http://www.mhlw.go.jp/wp/hakusyo/kousei/16-1/dl/gaiyou.pdf

2)　無形資産とＴＦＰの関係 -　平成 28 年版　労働経済白書
　http://www.mhlw.go.jp/wp/hakusyo/roudou/16/dl/16-1-2_02.pdf

3)　2030 年までの経済成長シナリオ　-　平成 29 年版　情報通信白書
　http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h29/summary/summary01.pdf

4)　Oil World Annual 2016
　https://www.oilworld.biz/t/statistics/commodities

5)　－SDGs を中核とする 2030 アジェンダー
　- 平成 29 年版　環境白書
　http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h29/pdf/1_1.pdf

6)　ＷＷＦジャパン自然保護質森林グループ　「日本とパーム油」

7)　小林啓倫「ＩＯＴビジネスモデル革命」朝日新聞出版（２０１５）

8)　IOT がビジネスを変える　ダイヤモンドオンライン
　http://diamond.jp/articles/-/63996

9)　ビットバンク株式会社&『ブロックチェーンの衝撃』編集委員会（著）
　馬渕邦美（監修）［2016］『ブロックチェーンの衝撃』日経 BP 社、2016 年
　http://www.itcandor.com/blockchain/

10) Harvard Business Review　2017年8月号　「特集ブロックチェーンの衝撃」

11) ＮＴＴＤＡＴＡ　ブロックチェーンとは
　http://www.nttdata.com/jp/ja/services/sp/blockchain/latest/

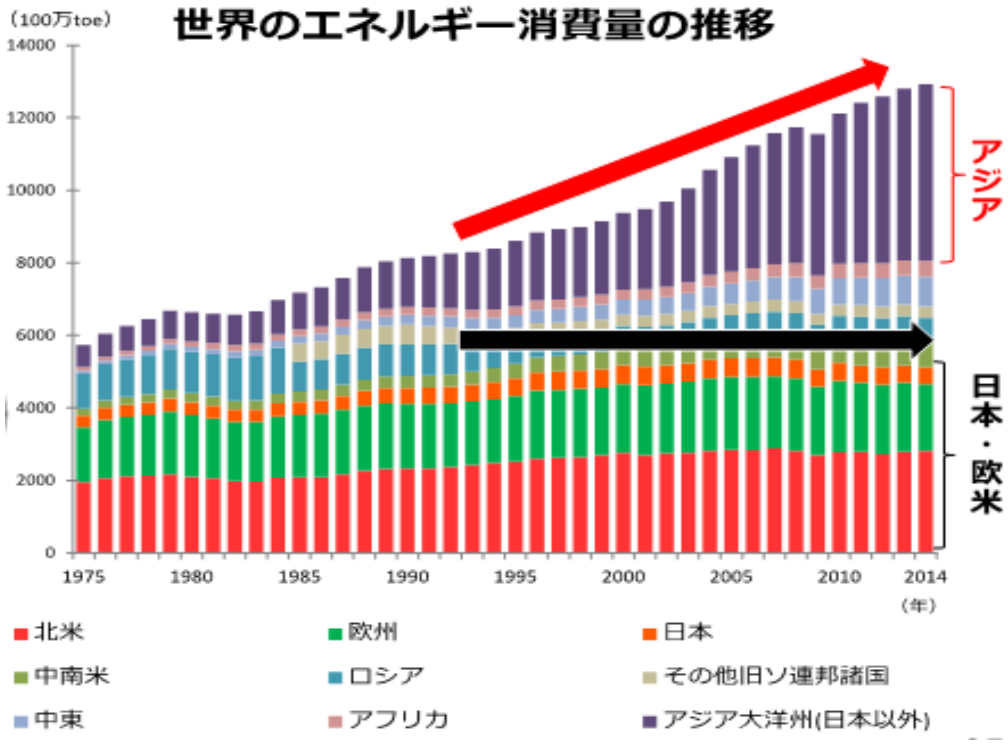
12) ＩＴＣａｎｄｏｒ　ＨＰ内記事（Everledger による紛争ダイアモンド事例）
　http://www.itcandor.com/blockchain/

13) 山崎弘郎「トコトンやさしいセンサの本」日刊工業新聞社（２０１４）ＮＨＫ

14) ＷＷＦ　ＲＳＰＯについて
　http://www.wwf.or.jp/activities/resource/cat1305/rsportrs/

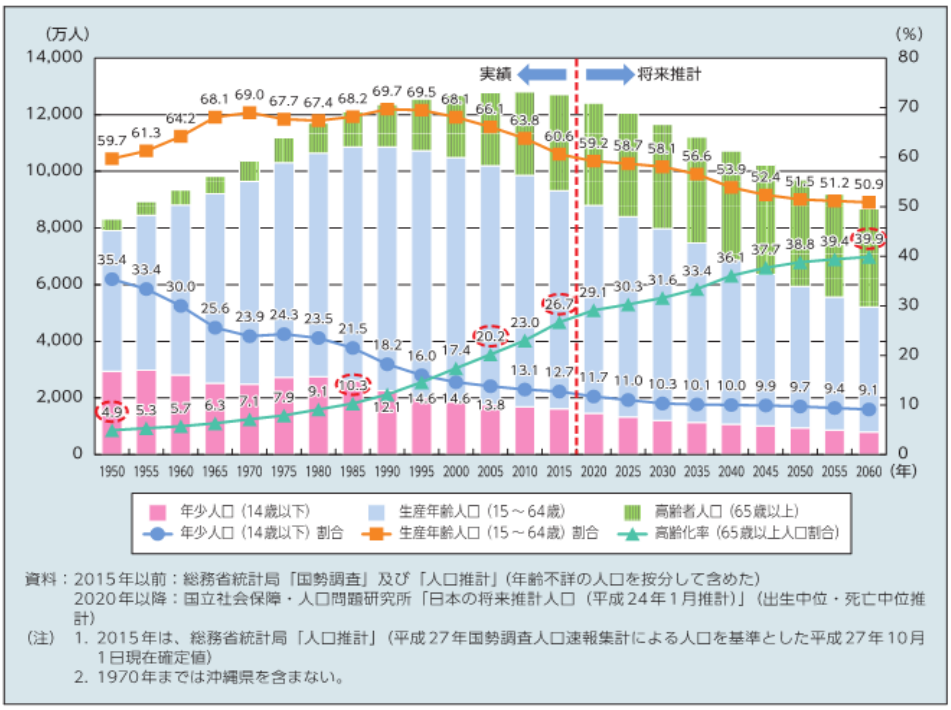
15) 川添誠司「パーム油とスチュワードシップ活動」三井住友信託銀行
　（２０１７年９月２０日）

16) ハラールビジネスとは何か？
http://www.sbbit.jp/article/cont1/33214
17) 田辺和樹「ハラールとハラール認証について」ＪＥＴＲＯ
18) IT と熟練農家の技で稼ぐ AI 農業（２０１７）
19) 経済産業省商務情報政策局「ＩＯＴ時代に対応したデータ経営 2.0 の促進のための論点について」（２０１５）
20) 小泉耕二「図解ＩＯＴビジネス入門」
21) 解説委員会視点・論点　「AI・人工知能の進化と未来」
http://www.nhk.or.jp/kaisetsu-blog/400/230050.html



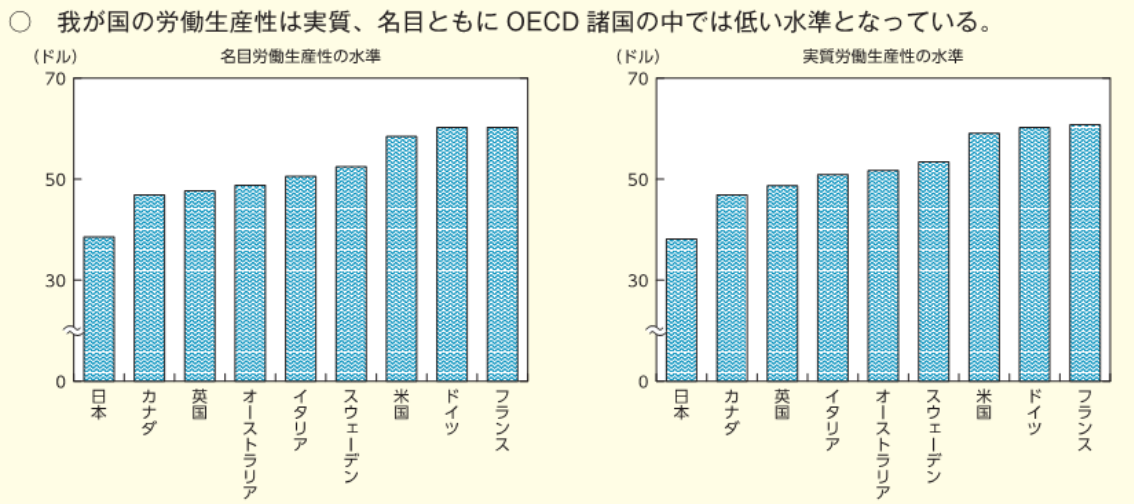
出典：BP「Statistical reiview of world energy 2015」
を基に資源エネルギー庁作成

図０－１　世界のエネルギー消費量の推移



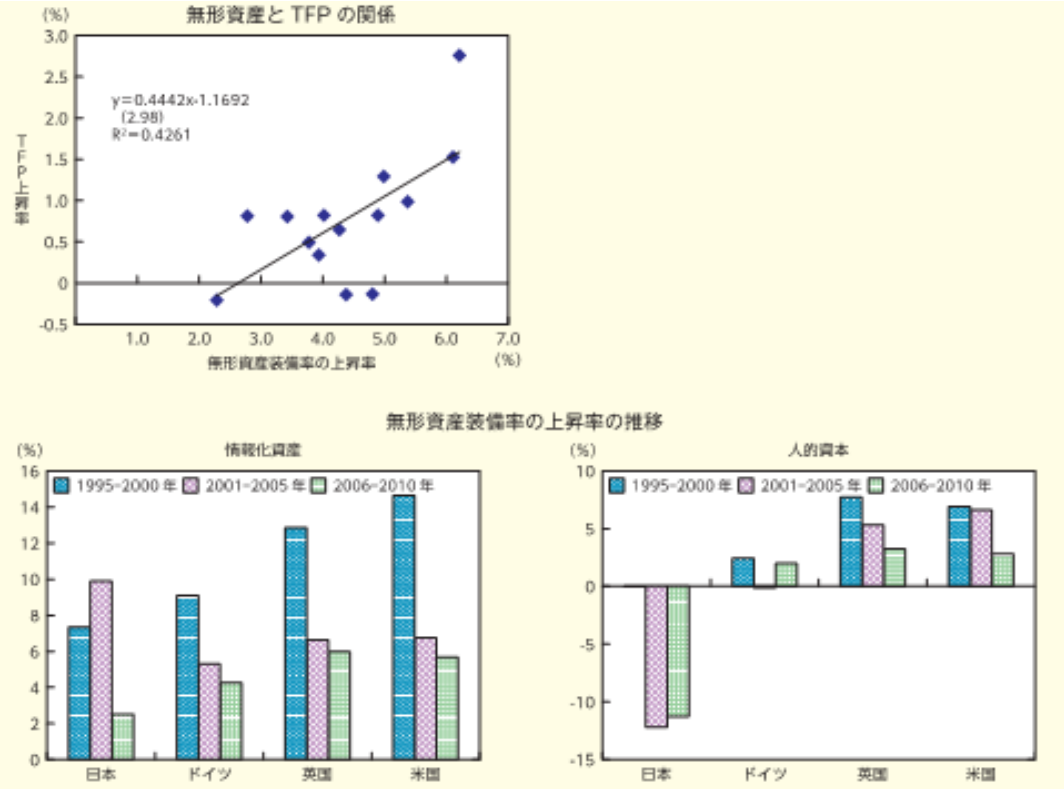
出典：28 年厚生労働白書

図１－１－１　年齢 3 区分別人口及び高齢化率の推移



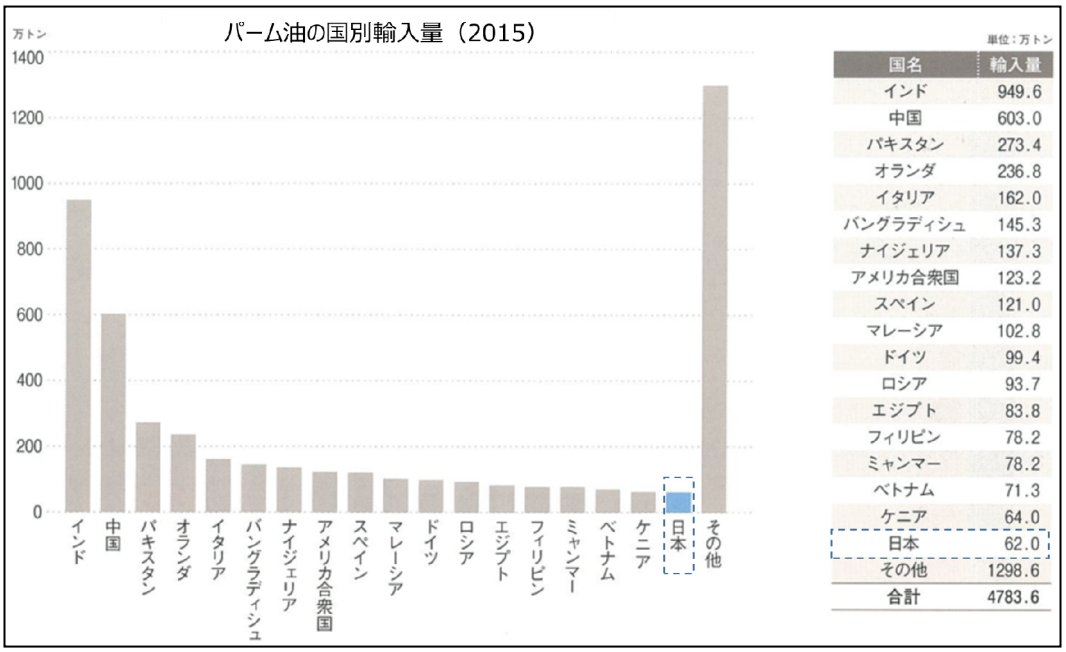
出典：OECD.Stat をもとに厚生労働省労働政策担当参事官室にて作成
（注）１.）労働生産性は、マンアワーベースで算出。
２.）2005 年から 2013 年までの平均値。

図１－１－２　OECD 諸国における労働生産性の推移



出典：28 年版厚生労働省労働経済白書
（注）　上段図の無形資産装備率の上昇率及び TFP 上昇率は 1995-2010 年平均。

図１－１－３　無形資産と TFP の関係



国名	輸入量
インド	949.6
中国	603.0
パキスタン	273.4
オランダ	236.8
イタリア	162.0
バングラディシュ	145.3
ナイジェリア	137.3
アメリカ合衆国	123.2
スペイン	121.0
マレーシア	102.8
ドイツ	99.4
ロシア	93.7
エジプト	83.8
フィリピン	78.2
ミャンマー	78.2
ベトナム	71.3
ケニア	64.0
日本	62.0
その他	1298.6
合計	4783.6

出典：2016 パーム油白書より筆者作成

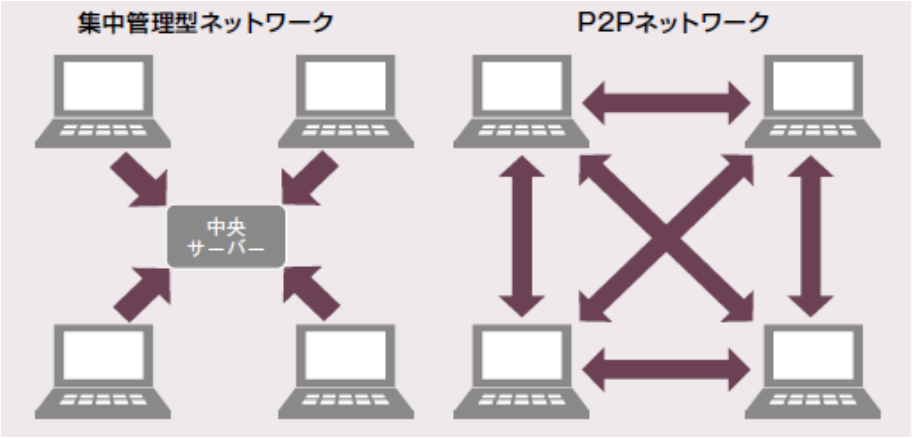
図１－２－１　パーム油の国別輸入量

■IoT と IoE の対象

	対象
IoT（Internet of Things）	「モノ」
IoE（Internet of Everything）	「モノ」「ヒト」「データ」「場所」

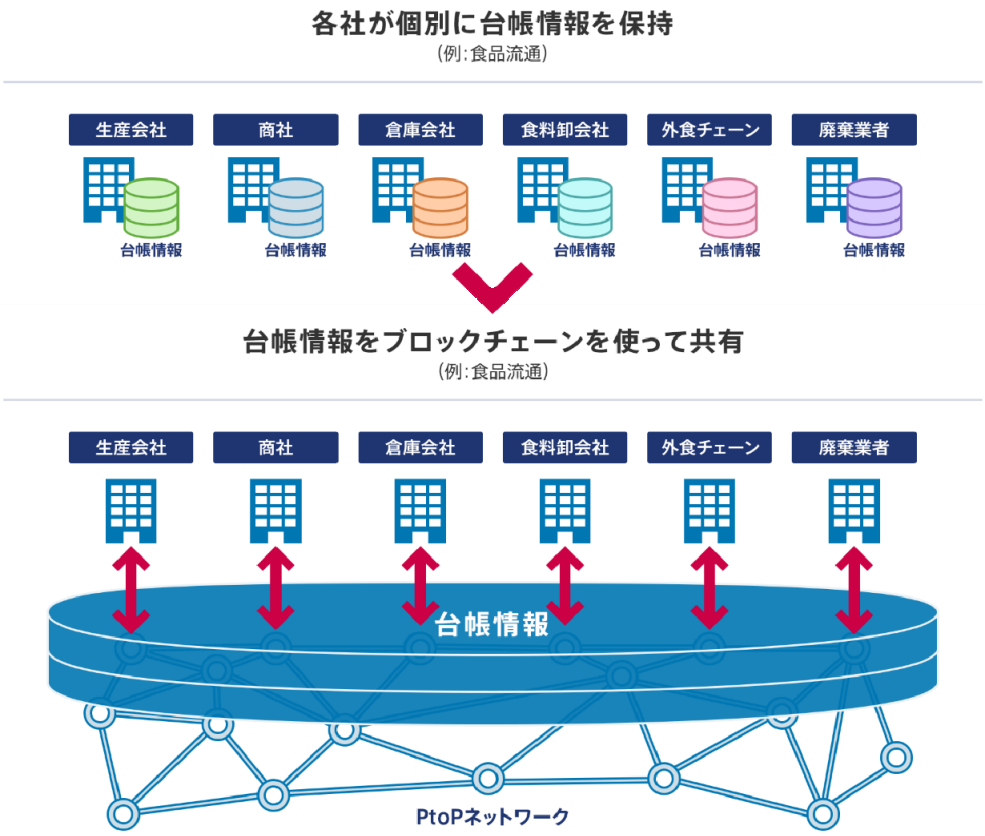
出典：2016 年 2 月　企業経営情報 REPORT

図２－２－１　IOT を IOE の対象



出典：ＮＴＴ　ＤＡＴＡ

図２－３－１　中央集権型通信とブロックチェーンのＰ２Ｐ通信の構造比較



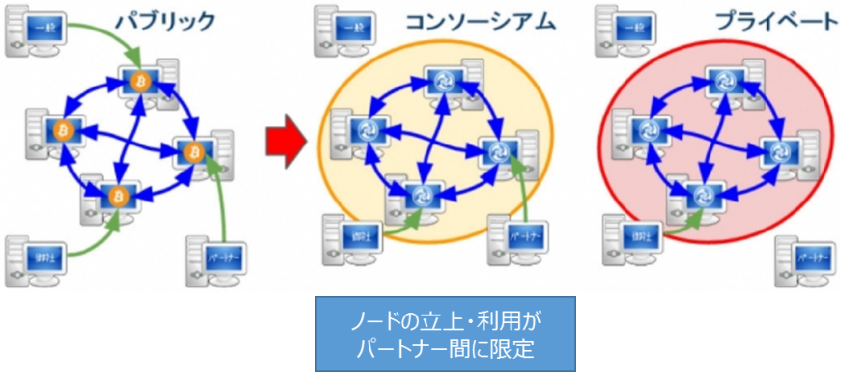
出典：「ブロックチェーンを支える様々な仕組み」　ＮＴＴＤＡＴＡ

図２－３－２　ブロックチェーンの分散台帳管理によるトレーサビリティ

管理主体による一般的なブロックチェーンプラットフォームの分類

出所）IBM公開資料を一部加工

	パブリック型	コンソーシアム型	プライベート型
管理主体	なし	複数組織	単一組織
参加者	自由	許可制	
	不特定、悪意のある参加者を含む	参加者の身元が判明しており、信頼できる者で構成される	



出典：ＩＢＭ資料を筆者加工

図２－３－３　ブロックチェーンの分類

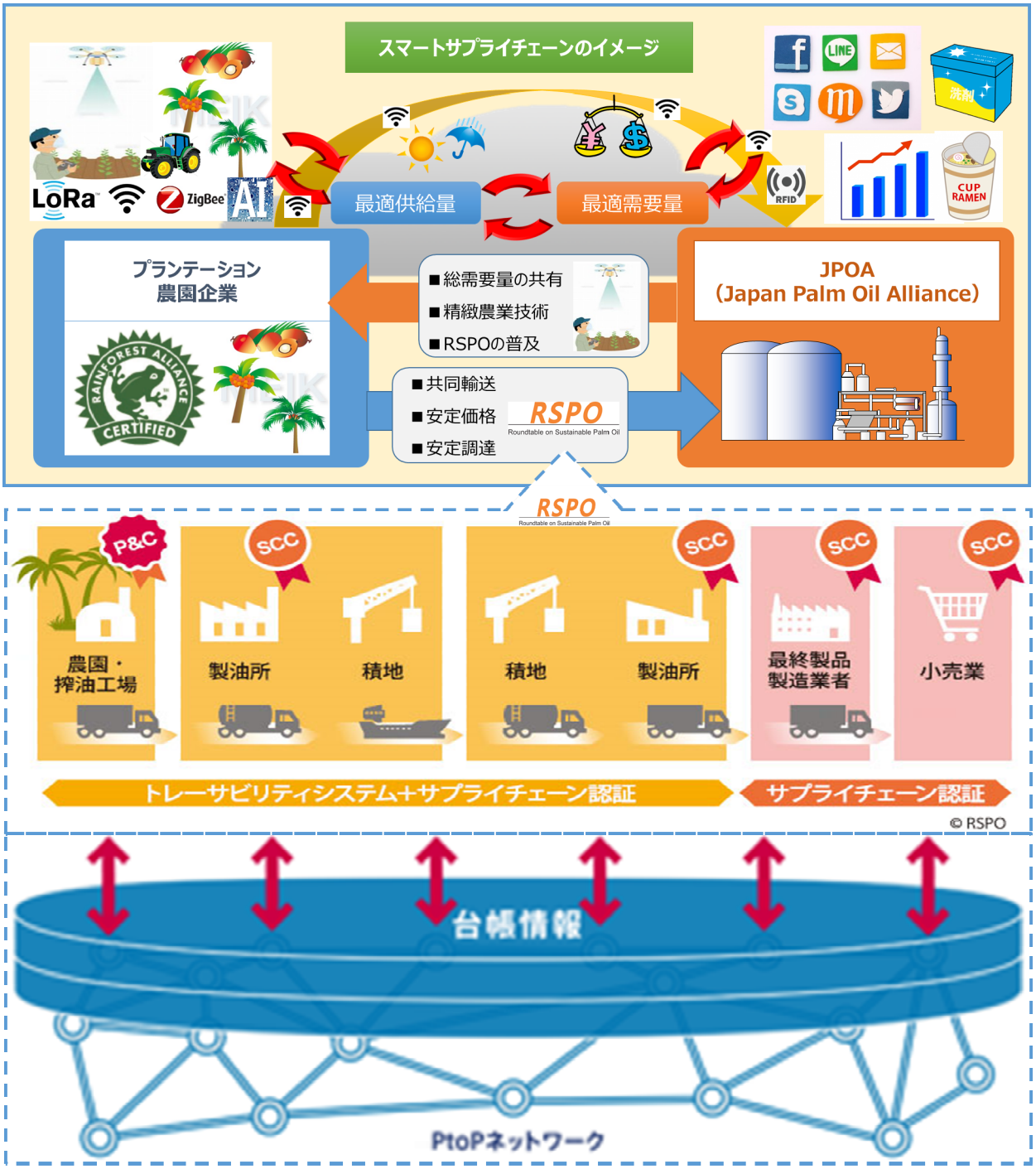
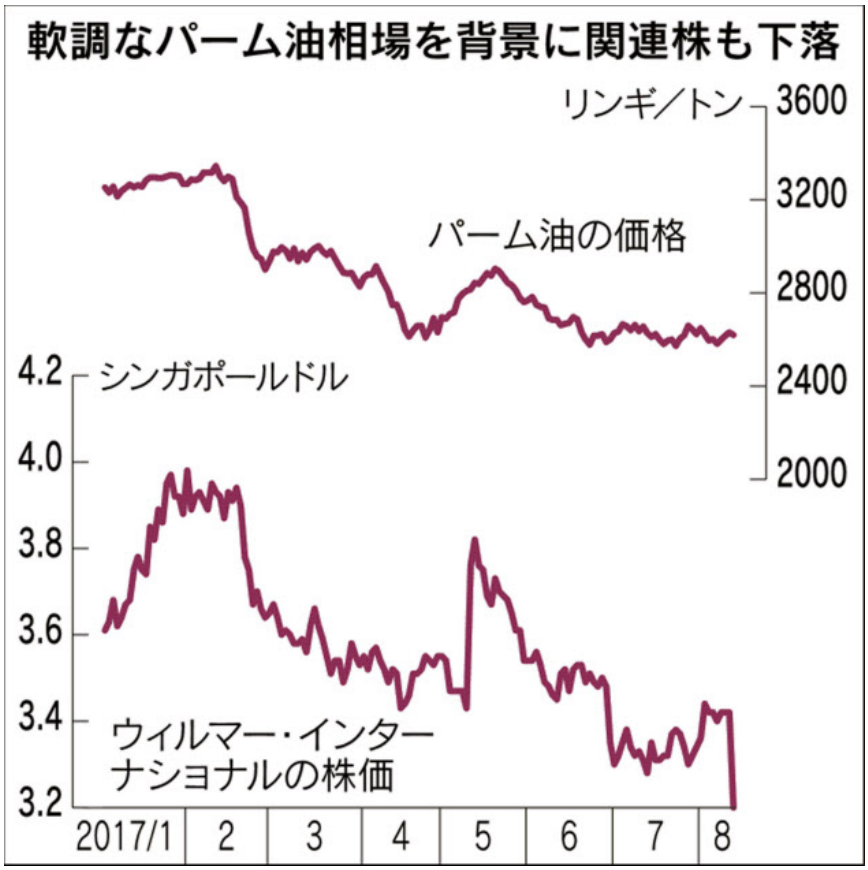
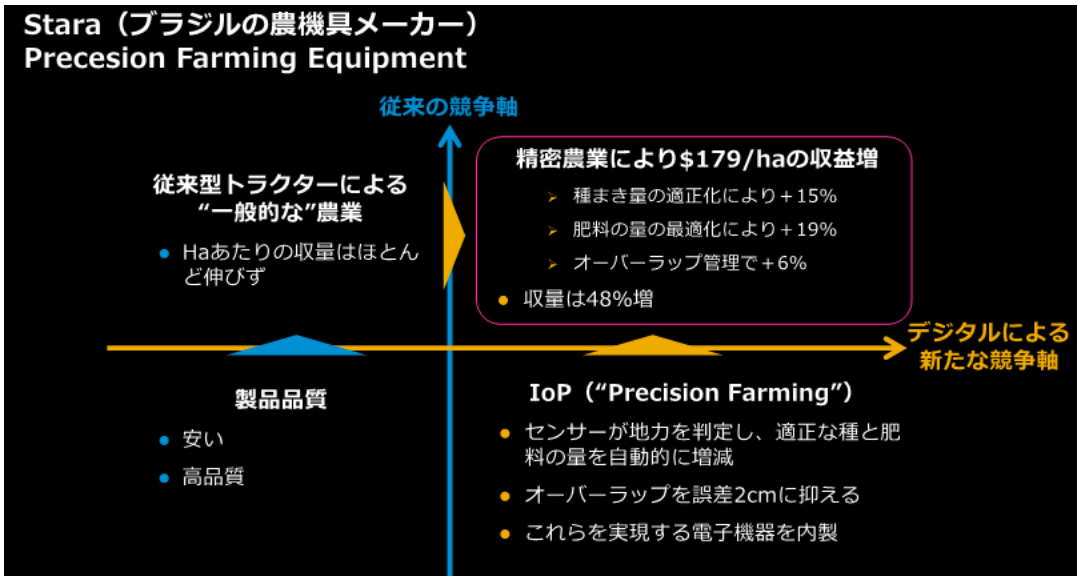


図２－４－１　JPOA のスマートサプライチェーンイメージ



出典：日本経済新聞（17 年 8 月 15 日）

図３－１－１　ウィルマーの株価推移

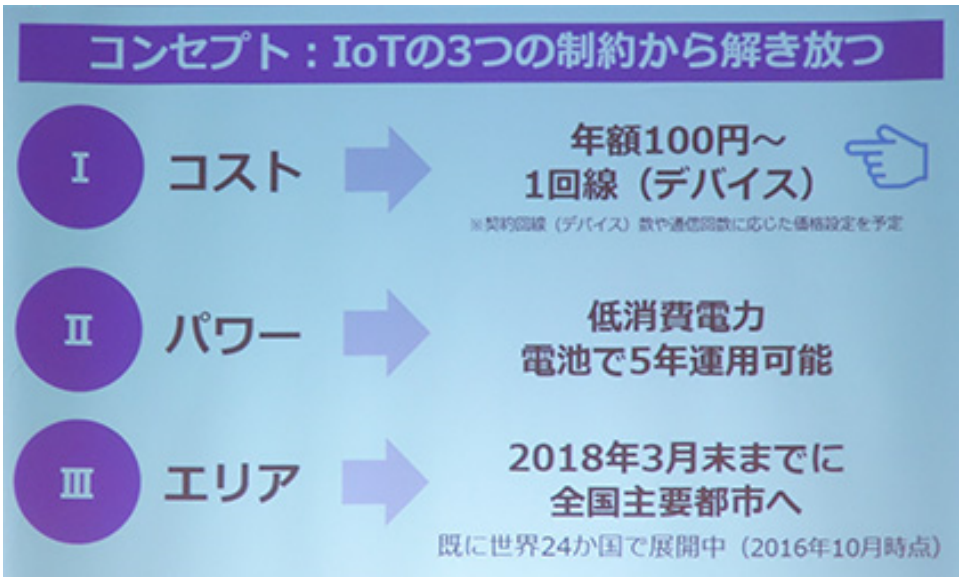


出典：Stara（ブラジル農機具メーカー）Precession Farming Equipment - SAP

図３－２－２　精密農業の成果

出典：Ｒｉｐｐｌｅｓ　ＨＰより抜粋

図３－２－３　アブラヤシのプランテーションにおける水分管理



出典：KYOCERA 「KCCS による SIGFOX の展開」

図３－２－４　LPWA（SIGFOX）の特徴

■小農園の認証取得に必要な費用と収支（2015年12月～2016年4月：RSPOの調査報告）

（単位：円/ha　※1ユーロ＝122円換算）

項目	a	b	c	c'
①現収入（年収）	178,077	338,347	120,838	120,838
②認証取得にかかる費用	16,917	10,614	26,230	26,230
③取得維持にかかる費用	15,281	5,246	25,315	25,315
④認証プレミアによる増収	4,452	8,459	3,021	3,021
⑤生産効率向上による増収	41,848	79,511	28,397	**35,647**
⑥認証農園に転化した際の収入（初年度）【①－②＋④＋⑤】	198,556	398,785	119,984	127,234
⑦認証農園に転化した際の収入（翌年度以降）【①－③＋④＋⑤】	**196,919**	**393,417**	**119,069**	**126,319**
⑧認証前後収支【⑦－①】	**18,842**	**55,071**	**▲ 1,769**	**5,481**
⑨認証前後改善率【⑦／①】	**10.6%**	**16.3%**	**▲1.5%**	**4.5%**

a：小農園平均モデル
b：現収入多、認証取得費用　5%、200－400の小農グループ（平均）、プレミアム3%、生産効率21%
c：現収入少、認証取得費用14%、独立小農グループ（平均）、プレミアム1%、生産効率12%
c'：cモデルから精緻農業実施に伴う生産効率化**（＋15%）想定を加味**

出典：パームオイル白書 2016 を筆者加工により作成

図３－４－１　小農園における規模別認証転化後の利益モデル

サプライチェーンモデル	IP アイデンティティプリザーブド	SG セグリゲーション	MB マスバランス	B&C ブックアンドクレーム
使用可能なロゴマーク	認証		混合	
表記	認証された持続可能なパーム油が含まれています		認証された持続可能なパーム油の生産に貢献しています	
トレーサビリティ	◎	○	△	×
コスト	￥￥￥￥	￥￥￥	￥￥	￥

出典：WWF　JAPAN

図３－４－２　RSPO におけるサプライチェーングレードの比較

平成３０年２月２１日

〒103-0027　東京都中央区日本橋 3-13-11
一般財団法人 油 脂 工 業 会 館
☎東京０３（３２７１）４３０７（代表）
http://www.yushikaikan.or.jp