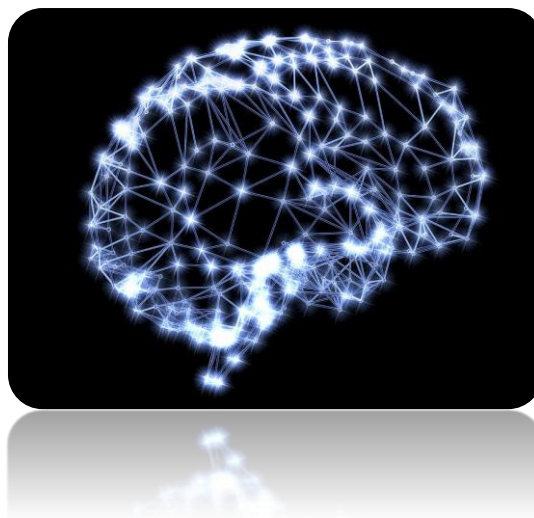


【テーマ研究報告書 2020】

研究テーマ：「IT 利活用と社会制度」

～AI・ロボット・ブロックチェーンなどの

最新技術と社会制度上の課題～



2021年3月29日版

ITコーディネータ千葉ネットワーク

テーマ研究「IT利活用と社会制度」チーム

白井貴子、松下正夫、結城健一

● まえがき

昨年に続き同じメンバー３名で、今年は「IT 利活用と社会制度」～AI・ロボット・ブロックチェーンなどの最新技術と社会制度上の課題～をテーマとして考察を行った。

今まさに我が国が直面している“少子高齢化社会”の様々な課題を克服するために、AI、ロボット、ブロックチェーンなどを初めとする最新情報技術は欠くべからざるものであり、我々ITコーディネータが中小企業・小規模事業者のIT活用をサポートする際に、今後、利活用を推薦する機会がますます増えていくことが想定される。

しかし、その際、単にAI・ロボット・ブロックチェーンなどのツールの機能や利用方法を説明するだけではなく、それらが抱える本質的なリスクの一面や特徴、利用する際の社会制度上の課題等についても言及することで、より顧客の立場に立った的確な支援ができるものと考えている。

今年の研究では各自が各々のテーマに沿った個別研究を行い、最新ITのAI・ロボット・ブロックチェーン等を利用する際に懸念される、我が国の現在の社会制度上の課題などを研究対象とした。

最後に、年度末のご多忙のところアドバイスをお願いして貴重なサジェスションを頂いた東京都立産業技術大学院大学（情報技術者倫理担当）の稲垣実先生のご好意に対し心から謝意を表したい。

● 報告書の構成

■個別テーマ1：AIの本質的なリスクを理解する

<概要>

AI研究と発展の歴史を踏まえて、AIが抱える本質的なリスクの一面をクローズアップし、リスクが顕在化する可能性のある適用現場の事例を紹介し読者にも考察を促す。

<選定の背景と主な目的>

AIの有効な活用は、今まさに我が国が直面している“少子高齢化社会”の様々な課題を克服していくために、欠くべからざるものである。しかし、そのAIの本質を正しく理解し、課題も踏まえたうえで強みを生かした活用を考えていくことが、何よりも重要である。

従って小論では、AIの本質を正しく理解し、AIを活用した様々なツール類を利用する際にも、その特徴とリスクを把握しておくヒントを提供する。

■個別テーマ2：AI・ロボットと雇用

<概要>

去年は、システム開発と労働に関する法律（請負、準委任など）をまとめた。・本年度は、システム開発だけでなく、AIやロボットの発展（新しい働き方）が投入される事による、労働者への影響などをテーマとした。

<選定の背景と主な目的>

これまで、物理作業などを代替してきたロボットに加え、より専門的といわれてきた労働についても、AIによる代替が可能となっており、この傾向は、テレワークなどの促進にともない、加速度的に推進されていくと考えられる。

上記に伴い、労働の定義やそれに伴う契約は、どのように変化していくのか、また、労働を提供する側は、どのように価値を出し、変化すべきなのかを検討する。

■個別テーマ3：ブロックチェーンとスマートコントラクト

<概要>

昨今、ブロックチェーンは暗号資産だけでなく、不動産登記や電子カルテなど様々な分野へ応用されつつあり、スマートコントラクトも大いに注目されている。

ブロックチェーンやスマートコントラクトの現状を整理し、スマートコントラクトの可能性と課題について研究する。

<選定の背景と主な目的>

ブロックチェーンは、ビットコインなどの暗号資産の基盤技術として普及してきたが、「耐改ざん性」、「耐障害性」などの特徴から様々な分野への応用が期待されており、スマートコントラクトも注目されている応用分野の一つである。

そこで、ブロックチェーンとスマートコントラクトの仕組みや特徴を改めて整理し、ど

のような活用が考えられるのか、また、そのためにはどのような課題を解決しなければならないのか、検討する。

■個別テーマ 1：AIの本質的なリスクを理解する

<目次>

はじめに

1.AI とは何か

1.1.AI 研究の歴史

1.2.AI をどう理解すべきか

2.AI の適用現場

2.1.“不適切”な AI？

2.2.AI による選別

- ・ AI による予期せぬ差別？

- ・ スコアリングによる選別

2.3.自動運転

3. まとめ

おわりに

はじめに

「AI とは、いったい何なのか？」という素朴な疑問がこの研究テーマを取り上げた理由である。

AI=Artificial Intelligence（人工知能）という言葉は初めて耳にしたのは、前職の鉄鋼会社の新入社員教育で高炉の制御に AI（人工知能）を使っている、という説明を受けた時だった。1980 年代初頭である。

製鉄業において巨大で中が見えない高炉（高さ約 100m）の操業は、昔から K K D（勘・経験・度胸）に頼っており困難を極めていたが、センサーの設置・導入や新しい A I（人工知能）の利用などによって炉心状況のモニタリングや予測管理による安定的な操業が可能になってきたというような内容だった。

また、その後 I T 子会社に異動した時にも、当時、自社が開発した証券取引システムに使用するコアエンジンとして、高炉の操業で培った A I（人工知能）のノウハウが役立っているという話を聞いた。

当時は、それ以上の興味がなく、その本質も理解しないままに通り過ぎてしまっていたが、ここ数年前から流石に無視できない A I ブームとなり、お客様や関係者とも A I に絡んだ話をせざるを得なくなってきたおり、もはや A I とともに正面から向き合わざるを得ない状況となった。

そこで、まずは A I の勉強を始めたが、何冊かの本を読んだところで最も興味が湧いたのは、いわゆるディープラーニングのしくみとかではなく、A I が本質的に有する倫理的な課題（社会的な課題）だった。すなはち、いま我々が手にして利用・拡大しようとしている AI は素晴らしい発明だけれども、その本質をよく理解すると少し気をつけておかなければならないことがあることだ。

従って、小論の目的は、われわれ I T コーディネータが、お客様や関係者と A I を活用した様々なツールや道具類を利用する前に、AI そのものの本質的な一面を正しく認識・理解し、その特徴とリスクを考えるヒントを提供することにある。

どのようなリスクがあると考えたかは、以下の章立ての中で端的に示していきたい。

1.AI とは何か

1.1.AI 研究の歴史

(1)第 1 次ブーム (1950~1960 年)

AI 研究の第 1 次ブームは、コンピュータが発明された直後に起こったとされており、1956 年のダートマス会議（米国）で初めて AI（Artificial Intelligence）という言葉が用いられている。この時の AI は「論理的な演繹推論」をコンピュータが高速で自動計算するもので、すなわち記号（0 と 1 のデジタル二値符号）で表した論理的な命題を推論プログラムに従って操作し、結論を導いたのである。

「演繹推論」の例として代表的なものは、大前提「人間は死ぬ」と小前提「ソクラテスは人間だ」から結論「ソクラテスは死ぬ」を導く論理操作であり、**前提が正しければ得られた結果は絶対に正しいというものである。**

人間の思考が全て演繹推論だと仮定すると、それはこの操作によってコンピュータにも実行可能であり、従って AI（人工知能）が生まれたとみなされることになる。

実際、思考の例題として簡単なゲームやパズルが選ばれ、これらの論理的思考にはある程度成功したが、当時のコンピュータの能力的な限界もあり、玩具問題（toy problem）（＝簡単なパズルやゲーム）以外には役に立たないという結果に終わった。

(2)第 2 次ブーム (1980 年代)

第 2 次ブームでは応用分野を広げて実用的な問題への AI の活用を試みたが、法律家や医者など専門知識を持つエキスパートの代わりさせようとしたスタンフォード大学のエドワード・ファイゲンバウム教授が提唱した「エキスパート・システム」がその代表例である。

専門家が知識（knowledge）を命題として組み合わせ推論し、最終的な結論を導いていると仮定すれば、命題を AI に高速で探索させて自動的に演算推論をさせることができると考えたのである。

しかし、医者の病名診断や法律家の法的な解釈も、実際には論理的推論だけで 100%正しい結論を得られているわけではなく、だから誤診があり、長引く裁判が起こっている。

従って、そもそも専門家の論理命題自体（或いは現実の事象そのもの）に曖昧さが含まれているため、AI 操作による結論も信頼性を欠くこととなり、実社会ではあまり役に立たないこととなった。

(3)第 3 次ブーム (2010 年代)

1990 年代からの AI 研究の冬の時代を経て、2010 年代から始まった第 3 次ブームでは、AI の概念自体に根本的な変化が生じた。それは、「**論理的厳密性（正確性、演繹推論）**を

放棄」し、「間違いはあっても、だいたい合っているという統計的推測へ舵を切ったことである。

このことで、応用面は拡大したが、AI の出力は 100%信頼できるとは言えないもの、誤りを許容するものになった。すなはち、「AI は間違える」前提で考えておく必要が生じてきたのである。

これを可能にした技術の中核は、「深層学習 (Deep Learning)」と呼ばれるパターン認識システムで、コンピュータが学習しながら認識能力を向上させる「機械学習 (Machine Learning)」の一つである。

この深層学習に類する技術は「ニューラルネットモデル」と呼ばれ、人間の脳の構造をコンピュータで模擬した人工細胞の層からなるモデルとして以前から研究されていたものだが、ここにきて実用化が進んだのは近年のコンピュータ処理能力の大幅な向上によるものである。

この結果、英語文の日本語への機械翻訳などはかなり広く使用されているが、多くの訳文はどこか不自然で、明らかな誤訳も見受けられる。これは、AI が「意味」を理解している訳ではなく、膨大な用例 (コーパス) から原文と訳文のペアを検索し、統計処理により最も確率の高い訳文を出力しているに過ぎないからである。

このように、“ゆるい使い方”であれば実用に適するものもあるが、仮に AI を自動運転などクリティカルなケースで使用する場合には、“誤り”の責任を誰かに問わざるを得ないことも起こってくる。

我々が使っている AI が、論理的な厳密性を放棄したもので、「間違える AI」を前提としたものである限り、間違いが起こることを想定した「フェイルセーフ」を考えておく必要がある。

1.2.AI をどう理解すべきか？

(1)AI・ロボットとは何か

ロボットとは、プログラムによって動作し、**ある程度の自律性**をもち、環境内で動作して所期の作業を実行する運動機構、と定義されている。(日本工業規格 JIS B 0134：2015「ロボット及びロボティックデバイス」－用語)

ここで、AI を導入したロボットは本当に「自律性 (autonomy)」を持つといえるのか、作動ルールを定められ「自動的」に動くエレベータとどこが違うのか。ということである。「自動」と「自律」とは、どう違うのだろうか。

自律性 (autonomy) とは、他からの支配・制約などを受けずに、自分自身で立てた**規範に従って行動する性質**。(デジタル大辞泉) とある。小論では、**社会的な責任をとれる主体を、「社会的自律性」と定義する**。

生物はすべて自律性・自由意思(自己創出的、予測困難性)を持っている。さらに人間は、自由意思を持ち道徳的主体として判断し**社会的責任を取れる存在**(社会的自律性を保有する主体)である。さて、AI/ロボットはどうなのか。

(2)AI・ロボットに法的な責任を取らせることができるか

現在の法(学)では、「**個人が自立した人格を有するという人間像、意思に基づいて行われた行為の責任をその個人に帰属させるという世界観**」が前提となっている。従って、AI(ロボット)にも人格(法人格,ロボット権)を認めるべき、との議論もあるが多数の支持を得られてはいない。しかし、「ロボット・AI 法」の必要性は検討されている。

(3)人間(生物)とAIとの違いは何か(ヒトとは何か)

人間(生物)は、自分で自分を作る「自己創出的」な存在。

一方、AI(機械)は、人間によって設計された「他者創出的」な存在。

従って、**AIに自由意思はなく、人間の意思(工学的な指導原理)によって「自動的」に動かされている存在であり、従って自律性があるとは言えないと考える**。

また、一方で、レイ・カーツワイル(未来学者)の著書「ポスト・ヒューマン誕生」が唱えた、「**シンギュラリティ(技術的特異点)仮説**」はあまりにも有名。これによると、2045年に人間の知性を遥かにしのぐ人工物の超知性体が出現し、人間が不死性を獲得する、とされている。

しかし、情報の意味を理解し独自の世界観を持つ自律的存在の誕生には、以上のような理由から大いに疑問を感じている。今回の研究には残念ながら時間の関係で含めることができないため、今後の研究課題としたい。

2.AI の適用現場

2.1.“不適切”な AI? ～チャットボット事件～

(1) マイクロソフトが AI チャットボット“Tay”を一時停止

2016 年 3 月にマイクロソフトが開発・公開した“**Tay**”が、リリースから数時間後、ツイッターでドナルド・トランプの移民に対するスタンスに追随し、**ヒトラーは正しかったと発言し**、9.11 はおそらく内部犯行だという説に賛同した。

Microsoft の広報担当は、「AI チャットボットの“Tay”は、人間の関わりを想定して設計された機械学習プロジェクトだ。それは技術的実験であると同時に社会的および文化的実験でもある。残念なことに、オンライン公開から 24 時間以内に、**一部ユーザーが協調して“Tay”のコメント能力を悪用し、“Tay”に不適切な応答をさせようとしていること**にわれわれは気づいた。それを受けて、われわれは“Tay”をオンラインから切断し、現在、調整を行っている」と述べた。

この出来事を冷静に振り返れば、AI チャットボット“Tay”の作動自体には何の不具合もなかった。学習機能を持ち、**言葉の“意味”を理解しない AI にとっては**、このような「学習」を「正しく」実行すれば、これからも常に起こりうる“不適切な”結果といえよう。

さて、だからだと言って、これを「AI の責任」だといえるのだろうか。



2.2.AI による選別

(1) AI による予期せぬ差別?

1) 銀行ローンの AI 判定システム

人種差別が長く行われてきた社会では、アフリカ系人種（黒人）は高収入の職業や定職に就けないケースが多いため、“黒人である”というだけで AI がハイリスク判定のバイアスをかける可能性がある。

また、仮に“人種”の項目を除外したとしても、黒人が多数居住する“住所”やその他の共通要素によって AI が「自動的に」識別し「差別」することも考えられる。

2) 採用エントリーシートのAI判別システム（足きり選考）

大企業における採用活動で、何千、何万という学生からのエントリーデータを一次選考するシステムにAIを活用するケースは増えてきている。

しかし、これまで学歴や性別を基準として採用してきた企業にとっては、AIに学習させた過去の採用データによって「自動的に」足きり（一次選考）が行われ、その結果、特定の学校名（〇〇専門学校、〇〇女子大等）やゼミの名称、性別などにより、“学歴重視”、“女性差別”的な選考になる可能性がある。

このように、機械学習で“教師データ”を「間違いなく学ぶ」AIに対しては、教師データの質が重要になる。現実社会自体に差別があればAIはそのままを「学習」するのである。

(2) スコアリングによる選別

既に、AIによる人間の社会的価値の数値化が進んでいる有名な事例がある。

芝麻信用（ジーマシンヨン：中国アリババ）では、ユーザーの信用度を独自の基準に基づいて算出しており、採点においては、5つの指標「学歴や勤務先」、「資産」、「返済」、「人脈」、「行動」を重視するとしている。信用スコアは350から950までの間で決定され、データの更新は毎月行われる。スコアの目安は、550未満だと信用度が低く、550から599は平均的、600以上になると一定の信用度を得ていると判断される。

この信用スコアは企業の採用や結婚の可否にも影響を与えることがあり、スコア向上を目的としたマナー向上や高額なアリババ製品の購入拡大などにも影響してきている。このスコアリングと評価の仕組み自体は、一定の基準に従ったものなら納得する面もある。

しかし、「スコアリング」が社会的評価基準として重要視されればされるほど、AIプログラムの複雑性がもたらす不透明性（算出基準を作るのは人間）と、不透明なAI（AI判断への妄信）への過信が、思わぬ不公平や不公正を生む可能性がなくなるか。それは、AIプログラミングの決定権を持つ特定の集団（上層階級）による意図的な間接支配発生の懸念でもある。



2.3.自動運転

(1)自動運転レベルの定義 (SAE International,J3016)

自動運転レベルの定義(表1)は、米国自動車技術者協会 (SAE)が作成し、わが国では2018年4月「自動運転に係る制度整備大綱」でこれに準拠して公表している。

【表1：自動運転レベルの定義 (SAE International,J3016)】

	名称	概 要 S:システム	監視・対応 主体
0	自動化なし	人間が全て運転する	運転者
1	運転支援	Sが前後左右いずれかの車両制御のサブタスクを実施	運転者
2	部分自動化	Sが前後左右両方の車両制御のサブタスクを実施	運転者
3	条件付自動化	Sが全ての運転タスクを限定領域内(高速道路等)で実施。作動継続困難な場合は運転者が即座に介入	システム (運転者)
4	高度自動化	Sが全ての運転タスクを限定領域内(所与の条件下)で実施。作業継続困難な場合も運転者の介入は不要	システム
5	完全自動化	Sが全ての運転タスクをすべての領域で実施。作業継続困難な場合も運転者の介入は不要	システム

<備考>・レベル3までは事故は運転手の責任だが、**レベル4以上は運転手不在が可能**。

・但し、現行法下では運転手のいない運転は認められていないので公道は走れない。

(2)自動運転の抱える課題

1) 事故は起きている

先行する米国において、残念ながら実験中の自動運転車で事故は起きている。

① 米国自動車メーカー/テスラ社の「オートパイロット」で衝突事故(2018年)

②米国ウーバー・テクノロジーズ社が夜間完全自動走行中に、自転車を押していた女性をひき殺した。(2018年)

2) 技術的課題

AIの本質的な問題として、自動運転車の機械学習は走行データの確率的な分析に基づいて行われるため、めったに起きない致命的な場面での対応に課題が含まれている。従って、大雪や豪雨、路面凍結など**例外的環境下の大量データ蓄積も必要である**。

また、基本的な問題として、自動運転車が走行する道路の高精細地図データのリアルタイム更新が必要なこと。元になるデジタル地図の作成・更新が完璧であったとしても、当該ソフトウェアの自動車側の更新漏れや、プログラムのバグによる事故も課題となる。

さらに大きな問題は、サイバーテロによる通信ネットワークの改ざん・破壊対策、乗っ取りである。セキュリティに100%の安全はない。通信ネットワークに繋がっている

以上、不正侵入を防ぐためのソフトウェア更新は継続的かつ確実に実行しておかなければならない。自動運転車の普及は、少子高齢化・人口減少による人手不足の社会を迎えるわが国にとって、まさに課題解決のための重要なテーマである。しかし、1トンを超える金属の塊が自動操縦で動くことを考えると、安全性の問題は最重要課題であり、誰もが安心して安全に利用できる自動運転車を実現させるまでには、解決すべき課題は少なくないといえよう。

3) 事故は誰の責任か？

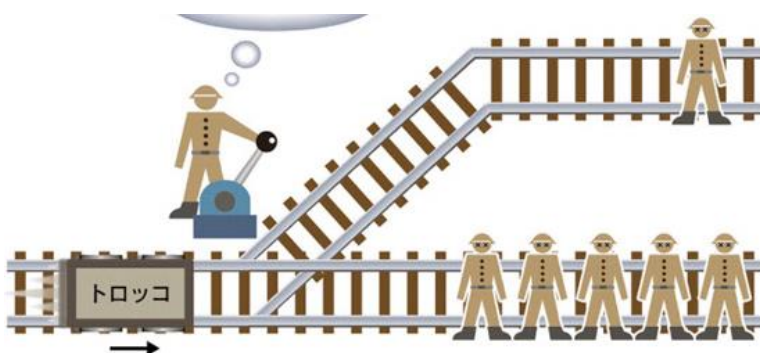
AI プログラムの分析は困難なためにブラックボックス化し、システム設計者やハード製造者等の誰に責任があるのか特定がますます困難となり、事故の裁判も長期化する恐れがある。

原因の究明と対策は、時間をかけて克服すべき課題ではあるが、事故の被害者とその家族をいつまでも待たせるわけにはいかない。新たな技術を早く世に出すためにも、社会制度としての補償金制度（保険）等の確立が重要である。

(3)自動運転に関する倫理問題

自動運転に関する倫理問題として有名なのは、英国哲学者のフィリップ・フットが唱えた、いわゆる「トロツコ問題」で、内容は以下のようなものである。

「線路を走っているトロツコが制御不能になった。このままトロツコが進むと線路前方にいる5人の作業員が死んでしまう。このとき現場で、この状況を目撃したAさんは線路を切り替えることのできる転轍機のそばにいた。切り替えればBグループの5人は助かるが、切り替えたほうの線路にいるもう1人の作業員Cさんは死んでしまう。」これは、「5人を助けるために1人を犠牲にしてもよいか」という道徳的ジレンマに関する問題。



実際、レベル4以上の運転ソフトウェアにおいては、**設計段階でこのようなプログラミングを行っており**、実際に1人を死亡させた場合でも、AI設計者が殺人罪を免れるか、という法的問題も議論されている。これに関して法律では、「害の最小化を志向する限りは、緊急避難措置として免責される可能性がある。」という解釈例が示されている。AIは「人間が予め決めておいたこと」に従って実行するにすぎないのである。

3. まとめ

「IT 利活用と社会制度」～AI・ロボット・ブロックチェーンなどの最新技術と社会制度上の課題～というテーマで考察を行ってきたが、これまで述べてきたとおり、新しい技術の到来と適用は我々が現在社会で抱える様々な課題解決に非常に役立つものであると考えるものの、それらが社会に適応される過程において新たに起こる事柄に関して、広い意味の社会制度が整っていないため、場合によっては様々な軋轢や混乱が生じる危険性がある。

今回いくつかの事例を引用した「IT（AI・ロボット）に関する法律」についても同様に、無人の AI 自動運転車が事故を起こした際に適用される法律や、未然に事故を防ぐための社会制度などは、まだまだ今後多くの議論を経て検討され整備されていくことになるだろう。

しかし大切なことは、法律が、社会制度が整備されていないから新しい技術が一步も前に進めない、ということでは人類の進歩は望めない。関係する有識者や技術者が一般市民を巻き込み勇気をもって前に進むことが、完全自動運転車の限界集落への配備や移動手段を持たない高齢者の生活手段改善、ドライバー不足に悩むタクシー・運送業界等にとって課題解決の有効な対策等になることを心から期待する。

● おわりに

小論は一見、AI に関する懸念事項やリスクばかりを挙げて論評したように見えるが、そのように受け止められてしまうことは、実は本意ではない。

AI の有効な活用は、今まさに我が国が直面している“少子高齢化社会”の様々な課題を克服していくために、欠くべからざるものと認識しているからである。だからこそ、その AI の本質を正しく理解し、課題も踏まえたうえで強みを生かした活用を考えていくことが、何よりも重要と考えている。

我々IT コーディネータが中小・小規模事業者を支援する際、AI を実装したツールや機器を活用することも増えて来るに違いない。その時、小論を思い出して、AI が決して“魔法の杖”ではなく、ましてや”神のお告げ”でもないこと、その特徴やリスクを冷静に正しく伝え、的確な使い方をアドバイスするためのヒントになれば願ってもないことである。

今回、「AI・ロボットと法律」というのテーマ研究を進める中で、“AI 倫理”や“シンギュラリティ”などといった分野を垣間見て、まだ 100 年にも満たない AI の歴史にもドラマチックな潮流があること、また“AI とデータ”が法の世界に大きなインパクトを投げかけていることを認識することができた。小論は、それらの“ほんの入り口”を学んだものに過ぎず今年もまた未熟さを晒すことになってしまったが、引き換えにこのような研究に参加する機会を得て、再び若いころに受験勉強や資格取得で学習したものとは全く異なる種類の「学ぶ喜び」を得ることができ、「生涯学習」という言葉も悪くないと感じたことを告白し、次はいっ持つことになるかわからない筆を置くこととする。

<参考文献>

- ・西垣 通、河島茂生「A I 倫理」中公新書ラクレ 2019 年
- ・小塚壮一郎、「A I の時代と法」岩波新書 2019 年
- ・西垣 通、「ビッグデータと人工知能」中公新書 2016 年
- ・弥永真生、穴戸常寿「ロボット・A I と法」有斐閣 2018 年
- ・宇佐美誠 編、「A I で変わる法と社会」岩波書店 2020 年
- ・太田裕朗、「A I は人類を駆逐するのか」幻冬舎 2020 年
- ・西山圭太、松尾豊、小林慶一郎、「相対化する知性」日本評論社 2020 年
- ・松尾 豊、「人工知能 ディープラーニング編」NEWTON PRESS 2019 年
- ・松尾 豊 編「超 AI 入門」NHK 出版 2019 年

■個別テーマ 2 : AI・ロボットと雇用

<目次>

はじめに

1.経済システムの発展と AI

1.1.経済システムの発展と AI

1.2.AI の発展と労働

2.AI による労働代替

2.1. AI による労働代替及び課題

2.2. AI による労働代替に伴う社会保障の変化

3.終わりに

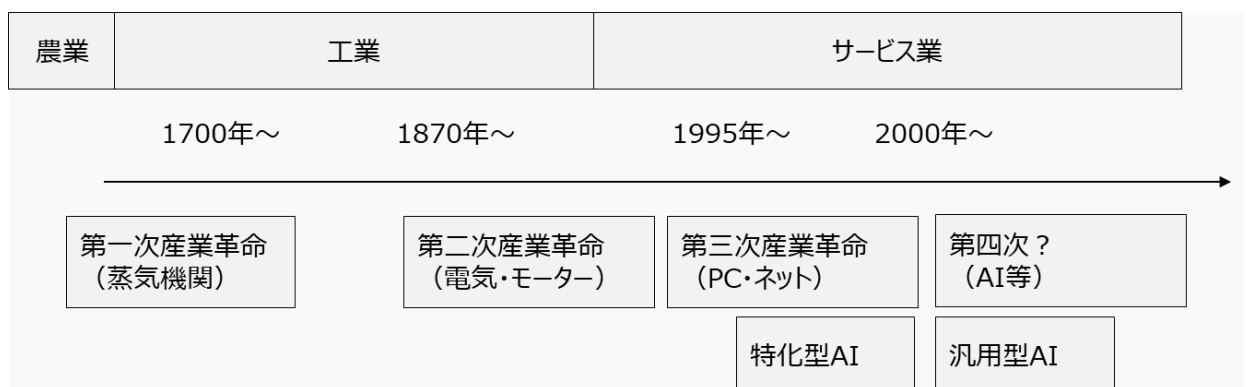
1.1. 経済システムの発展と AI

経済の発展と技術革新の歴史を紐解くと、1700年代の蒸気機関技術から起こった工業化、1870年代の電気やモーターの開発による工業技術の発展などに見られるように、いずれも技術（機械）の革新は、発展途上においては新たな製品開発や消費の拡大につながる事で景気を上げ、新たな雇用を生み出してきた。一定期間経過すると、技術革新による受益は鈍化し、生産効率化が一層進められる事で、経済構造を変化させ、やがては「技術的失業」をももたらして来た。

しかし、経済システムにおいて長期的視点で見れば、これまでの機械・労働者との関係は、すべてを機械に置き換えられるものではなく、程々に代替関係を持ち、一時的な雇用の減少であると考えられている。一時的には一部の労働は機械に代替され、失業を生むが、やがては別の価値を持つ新たな労働へと帰着すると考えられている。

1995年頃から広がってきた、PCやインターネットなどの新しい技術革新（情報革命）は、第三次産業革命ともとらえられており、前述の産業革命と比較すると、まだ途上あり、発展可能性が多くあると考えられている。更に、2000年前後からはAIなどの新技術が、更なるインパクトを与えつつある状況と考えられている。2000年前後のAI技術は、制御装置などに適用され、専門分野に特化して作られたものが主流であり、製品生産効率の向上など、どちらかと言えば量的なインパクトを与えてきた。これらは、従前の技術の革新と近いと考えられる。しかし、近年においては、汎用型のAIといわれる用途を限定しないで利用できる仕組みに代わってきている状況である。

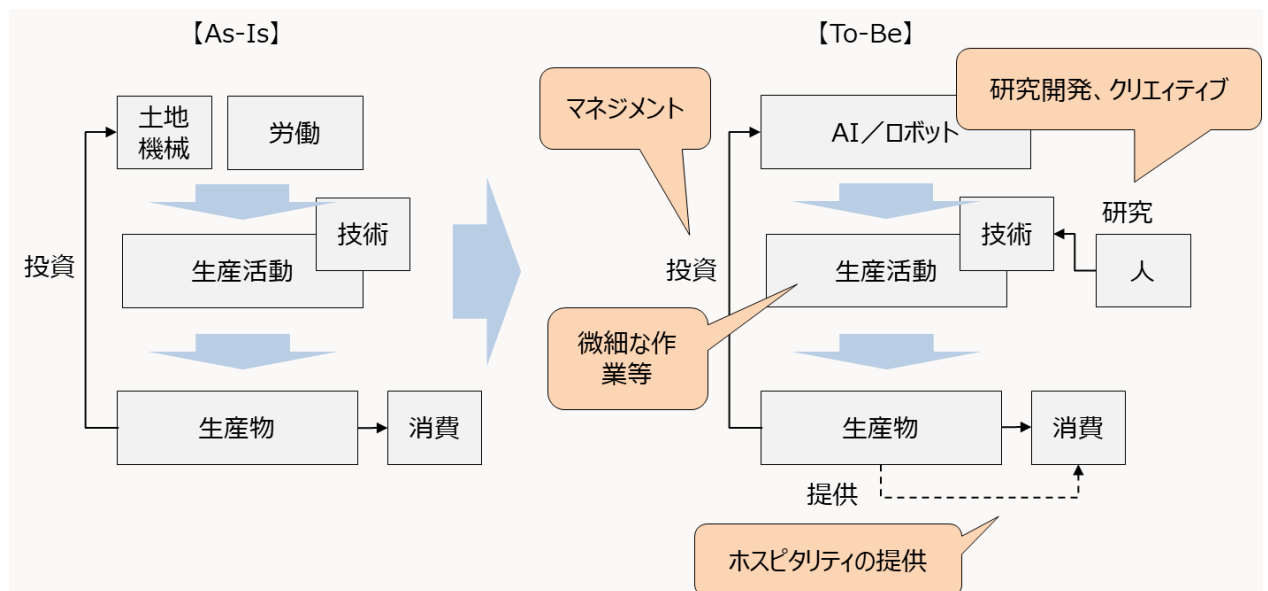
また、日本においては、1970年後半ころから、工業からサービス産業へ移行が起こっている。サービス産業は労働集約型であり、技術進歩が遅いという特徴を持つ。しかし、汎用型と呼ばれるAI技術は、この分野においても影響を及ぼし、質的な分野においても、大きなインパクトを与えつつある状況と考えられている。



1.2. AI の発展と労働

質的なインパクトを与えると考えられる汎用型のAIが発展してくると、産業構造が大きく変化し、以下のような変化がおきると考えられている。

既存【As-Is】の資本主義経済社会においては、機械や土地が労働（者）と一緒に生じて生産を行い、生産物を生産し、消費が行われている。その中で生まれた付加価値を原資とし、再度投資などが実施されるというサイクルとなっている。



しかし、【To-Be】のように、汎用的に利用できるAIやロボットが導入される事で、生産活動は全面的にロボットにより実施されることができるようになるとすると、人には研究開発やクリエイティブな作業、マネジメントなどといった作業と、微細な作業やホスピタリティの提供などの作業の大きく2つが残されると考えられる。

今後しばらくは研究途上のAIに、多くの労働が投入されると考えられてはいるが、更に技術が進むと、人は、労働を提供する必要性が非常に少なくなり、現在のような労働に対する対価によって生活をするというスタイルが成立しなくなるのではないかと、とも言われている。

2.1.AI による労働代替及び課題

汎用 AI と機械技術を組み合わせる事で、どのようなシーンにおいて労働を代替するか、研究及び実用化がすすめられている。

例えば、身体能力などを補うための利用方法がある。高齢者や障害者など身体能力を補うための AI を使った筋電義手などの研究・開発が進められている。メガネで視力を補正するように、身体能力を補うしくみとしての事例がある。

加えて、これまで知的労働と言われてきた分野においても、汎用 AI の利用が研究されており、法実務作業における契約文書検索（サジェスチョン）や、銀行業務における信用スコアリングなどへの適応も開始されている。しかし、前述のテーマにても論じられた通り、AI の実用化を広く普及されるにあたり、以下の壁があると考えられている。

① 技術的な壁

- ・自己改良のための具体的な方策が未知である。
- ・自分からデータを作り出したり、探す事はできない。
⇒なにもないところから自発的に動くことは、難しい。

② 社会的な壁

- ・判断に対する妥当性判断、説明の難しさがある。
- ・フェイク情報などへの対応、誤りに対する責任、倫理的観点

こういった課題への対応は未だ十分ではないと考えられる事から、1.2 で想定されているような社会への移行はすぐには実現しないとは考えられるが、長期的には新たな形での労働提供に移行していくと考えられる。

2.1. AI による労働代替に伴う社会保障の変化

2.1 において、汎用 AI と機械技術による労働代替の可能性について触れたが、本節においては、これまでの労働提供の考え方や社会保障制度などを振り返り、短期的な変化及び、1.2 で触れたような長期的な変化について検討する。

これまで、日本においては、終身雇用、正社員を中心とした雇用形態が主流であり、雇用労働と賃金収入という労働が一般的であった。このような年功的、ジェネラリスト型の労働形態においては、具体的な仕事内容と賃金が結びついておらず、1.1 で触れた、第三次産業革命と考えられる技術革新が起こっても、AI による労働代替は進みにくかった。

しかし、IT 化、インターネットの普及が急速に進んできたことで、在宅ワークによる成功報酬型の労働提供や、インターネットを通じて配達サービスを提供するといった、これまでとは違う働き方が発生してきている。そのような働き方をする自営業者などの増加に伴い、社会保障についても、従来型の事業者から雇用者を守るための仕組みという概念から、こういった自営業者に対しての保護の必要性に関する議論が始まっており、社会保障制度は変化していくと考えられる。

加えて、今後、AI による労働代替が促進されることで、短期的には雇用減少に伴い、賃金が減少するなど、さらなる社会格差が広がり、社会保障もそれに追随する必要がある、とも言われている。

一方、長期的に考えると、AI の社会進出の課題が解消され、1.2 のような社会に近づくにつれ、「ベーシックインカム」という考え方が必要ではないか、という議論がされている。汎用 AI と機械技術が労働の大部分を代替し、そこから莫大な付加価値が生じてきた場合には、それを社会に還元させるという概念が元になっており、例えば、ロボット課税と呼ばれる、ロボットの労働に課税し、その税収をもとに、国内へ一定資産を配賦するという方策である。こういった方策を実現するためには、どのようにロボットの労働を定義、評価するのか、また配布基準などの枠組み、国際的な問題など多くの解決すべき課題が存在するが、試算など実験的試みなどは進みつつある。

3.終わりに

現時点では、AI 自体が発展途上であり、汎用 AI と機械技術の労働代替は始まったばかりであると言えよう。しかし、近年の急激な社会的変化を見ると、注視してその変化に追随していく必要があると考える。それに際し、どのような対応が考えられるのであろうか。

「IT 技術に関わる者」としては、汎用 AI と機械技術の労働代替を推進する研究開発のニーズが高まり、そのようなサービスを、企業などへの提供するビジネスチャンスが存在すると考えられる。また、多様な働き方に対する契約形態や、社会保証制度の変化をとらえ、新しい制度の積極的な活用などが考えられるであろう。

また、「中堅、中小企業」とっては、AI の特性を理解し、労働代替のための AI 活用を促進させることで、より高い付加価値を生み出すための方法等の検討が必要だと考える。また、雇用を行うにあたっては、契約における仕事内容や社会保障への影響を考慮する事の重要性がより高まってくると考えられるであろう。

さて、長期的に、2.1 の①、②で記載したような課題が解決され、汎用 AI と機械技術により、完全に労働代替がされる社会が来るだろうか。今後の動向を注視していきたい。

<参考文献>

- ・ AIと社会と法 2020年 有斐閣
- ・ 人工知能と経済の未来 井上智洋 2016年 文藝春秋
- ・ AIの時代と法 小林壮一郎 2019年 岩波新書

」

■個別テーマ3：ブロックチェーンとスマートコントラクト

<目次>

1. はじめに
2. ブロックチェーンの特徴
3. スマートコントラクトとは
4. スマートコントラクトでどのようなことが可能になるか？
5. スマートコントラクトが注目される理由（メリット）は？
6. 中小企業にとってスマートコントラクトはどのようなメリットが有るか？
7. スマートコントラクトの活用に向けた課題
8. おわりに

1.はじめに

ブロックチェーンは、ビットコインなどの暗号資産の基盤技術として普及してきたが、最近ではブロックチェーンの特徴である「耐改ざん性」、「耐障害性」などに着目して様々な分野への応用が進められつつある。スマートコントラクトは其中でも大きく注目されている応用分野の一つである。

そこで本稿では、ブロックチェーンとスマートコントラクトの仕組みや特徴を改めて整理し、スマートコントラクトにはどのような可能性があるのか、特に中小企業にとってどのようなインパクトや活用が考えられるのか、また、そのためにはどのような課題を解決しなければならないのか、について検討した。

2.ブロックチェーンの特徴

ブロックチェーンについて概要を改めて確認する。

ブロックチェーン技術は、分散型台帳技術の一種であり、日本ブロックチェーン協会(JBA)の定義によれば次の通りである。

- ビザンチン障害を含む不特定多数のノードを用い、時間の経過とともにその時点の合意が覆る確率が 0 へ収束するプロトコル、またはその実装をブロックチェーンと呼ぶ。
- 電子署名とハッシュポインタを使用し改竄検出が容易なデータ構造を持ち、且つ、当該データをネットワーク上に分散する多数のノードに保持させることで、高可用性及びデータ同一性等を実現する技術を広義のブロックチェーンと呼ぶ。

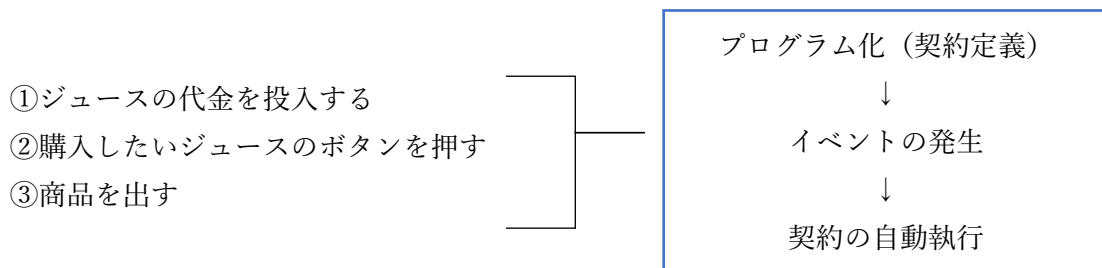
つまり、ブロックチェーンとは耐改ざん性があり、データが多数のサーバ(ノード)に分散されていることで耐障害性も高い技術、ということである。また、ある時点のブロックチェーンのデータは即時ではなく時間の経過とともに確定(合意形成)されていくことが特徴である。(ただし、データが覆る確率は 0 にはならない)

3. スマートコントラクトとは

3.1 広義のスマートコントラクト

スマートコントラクトの考え方自体は決して最近のものではなく、ブロックチェーンとも直接の関係はない。1997 年にアメリカの法学者・暗号学者である Nick Szabo が「The Idea of Smart Contracts」という論文の中で「プログラムできる契約」として提唱したことが最初であるとされている。

そして、世界で最初のスマートコントラクトと言われているのが自動販売機である。自動販売機の仕組みを見てみると、①ジュースの代金を投入し、②購入したいジュースのボタンを押す、という 2 つのイベントが発生することにより契約が自動執行され、③商品が出てくるという一連の流れがプログラム化されたものである。



スマートコントラクトの概念（自動販売機の例）

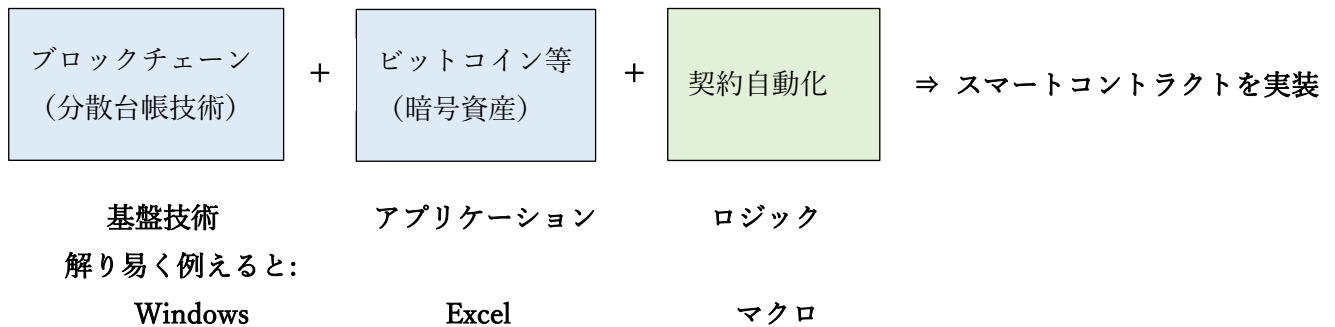
3.2 ブロックチェーンを活用したスマートコントラクト

近年のビットコイン等の暗号資産とブロックチェーンの普及、併せて FinTech の盛り上がりとともに、ブロックチェーンを使ったスマートコントラクトによる契約の自動化の試みが行われるようになってきている。以下では「スマートコントラクト」とはブロックチェーン技術を使用したスマートコントラクトを指す。

この場合、ブロックチェーンは分散台帳技術として基盤となり、その上にビットコイン等の暗号資産がアプリケーションとして機能しており、スマートコントラクトのロジック部分は暗号資産のアプリケーションの一部として自動執行される形になる。

分かり易く PC と Excel に例えて説明すると、ブロックチェーン（分散台帳技術）は Windows（OS）であり、ビットコイン等の暗号資産はアプリケーション（Excel）となる。そのアプリケーションの上で実行されるロジック（Excel のマクロ）としてスマートコントラクトが実装されているというイメージになる。

← 従来の暗号資産の範囲 →



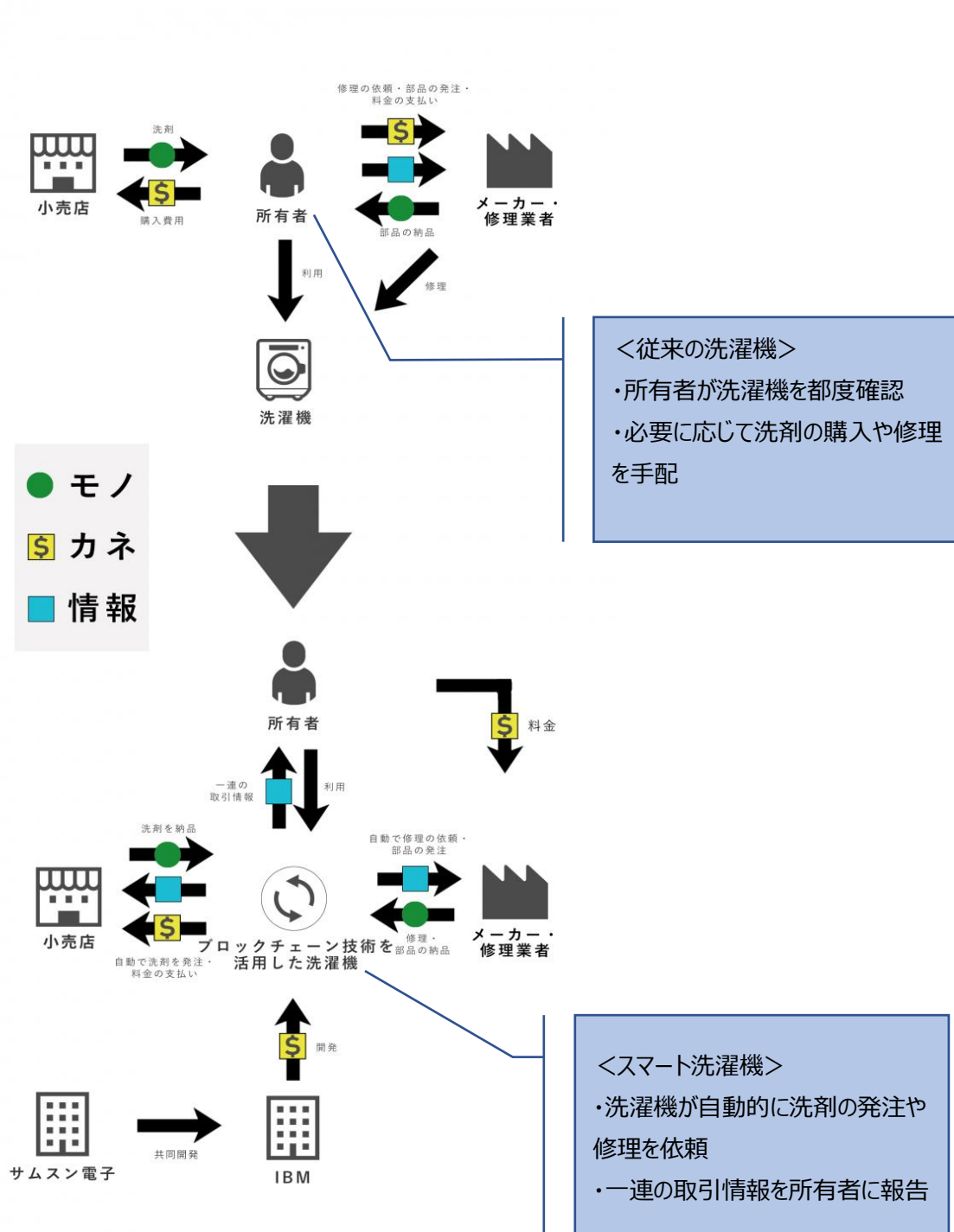
スマートコントラクトの実装イメージ

4. スマートコントラクトでどのようなことが可能になるか？

スマートコントラクトは、上記で述べたようにブロックチェーン+暗号資産のプラットフォーム上で動作する仕組みであることから、暗号資産を利用した決済まで自動で実行できるのが特徴である。スマートコントラクトの実証実験は様々な会社が行っているが、ここでは米IBMと韓国サムスン電子がブロックチェーン技術とIoT技術を使って共同で開発したスマート洗濯機を例に取り上げる。

従来の洗濯機では、洗剤が足りなくなったことを所有者が確認し、小売店から洗剤を購入してきたり、洗濯機が故障した場合には修理を依頼したりする必要がある。つまり、モノ、カネ、情報の流れは所有者が中心となる。

これに対してスマート洗濯機では、洗濯機が洗剤の残量を検知し小売店に洗剤を発注すると同時に購入代金の決済も行う。また、故障を検知した場合の修理依頼も洗濯機が自動で行う。一連の取引情報は所有者に報告され、必要に応じて所有者が追加的な対応を実施することもあるが、モノ、カネ、情報の流れはスマート洗濯機が中心となるのである。



スマート洗濯機の事例

5. スマートコントラクトが注目される理由（メリット）は？

5.1 スマートコントラクトの特徴とメリット

スマートコントラクトがブロックチェーン技術と暗号資産のプラットフォーム上に実装されることの最大のメリットは、仲介者なしに契約に基づいて価値ある資産や権利の自動移譲が可能になることである。これは、従来のような管理者が存在する中央集権的な運営組織に対して「自律分散型組織」（DAO：Decentralized Autonomous Organization）と呼ばれている。

このようなブロックチェーン技術を用いた自律分散型組織によるスマートコントラクトには次のような特徴とメリットが存在する。

①取引の自動執行

事前に定義されたイベントが発生した場合には取引が自動執行されることにより、取引の相手方が契約を履行しないリスクが減少するため、契約相手との信頼コスト（契約を遵守させるための監視コスト）が低下する。

②契約内容を改ざんできない、誰でも検閲可能

ブロックチェーン上に記録された情報は改ざんすることが出来ないため、契約内容を不正に書き換えられるリスクが減少する。またブロックチェーン（正確にはパブリック・ブロックチェーン）上の情報は原則として誰でも閲覧や検証が可能であるため、透明性が高く契約内容が否認されるリスクも減少する。

③仲介者が不要

自立分散型組織では、取引の当事者間で契約の締結から執行、決済まで完結し、仲介者が不要であるため、仲介手数料等のコストが削減できる。

5.2 スマートコントラクトの適用分野

①金融分野

スマートコントラクトは暗号資産を利用した決済機能を有することから、金融分野との親和性が高いと言われており、例えば次のような適用例が考えられている。

➤ マイクロファイナンス

発展途上国等の銀行口座を持っていない貧困層の人々に対する小口融資などのマイクロファイナンスにスマートコントラクトを適用することで、低コストで透明性

の高いサービスが可能となる。

➤ クラウドファンディング

従来のクラウドファンディングの資金調達に暗号資産を活用することで、ファンディングと報酬の自動化が可能となり、ファンディングの透明性も確保される。

➤ 保険

特定の条件（事故など）が発生した場合に、保険金（暗号資産）が自動で支払われる仕組みを自律分散型で構築することにより、低コストの保険サービスが実現できる。

②シェアリングエコノミー

シェアリングエコノミーとは「典型的には個人が保有する遊休資産（スキルのような無形のものも含む）の貸出しを仲介するサービスであり、貸主は遊休資産の活用による収入、借主は所有することなく利用できるというメリットがある。貸し借りが成立するためには信頼関係の担保が必要である」（平成 27 年版 情報通信白書より引用）。

スマートコントラクトは当事者（シェアリングエコノミーでは貸主と借主）間で直接取引が可能であること、耐改ざん性や透明性により信頼性を担保できること、からシェアリングエコノミーとの親和性が非常に高いと考えられる。シェアリングエコノミーとしては次のような適用例が考えられる。

- 空き室の貸し借り
- カーシェアリング
- 電力

③リーガルテック（LegalTech）

従来の法律・権利分野にクラウドや AI、ブロックチェーン、そしてスマートコントラクトを活用しようというのが、LegalTech である。特にブロックチェーンの特徴である耐改ざん性や透明性に着目して、スマートコントラクトで契約の自動化や効率化を図ろうとしている。LegalTech では次のような適用例が考えられる。

- 遺言信託
- 業務委託契約
- 不動産登記及び売買

6. 中小企業にとってスマートコントラクトはどのようなメリットが有るか？

スマートコントラクトの特徴やメリット、適用分野は上述の通りであるが、特に中小企業にとってのインパクトやメリットはどのようなことが考えられるのかについて以下に検討する。

6.1 新しいビジネス機会の創出

スマートコントラクトの特徴の一つとして信頼コストが低減できることは先に述べたが、その結果として、技術力のある中小企業にとって、取引実績のない大企業との取引を開拓できる可能性が出てくる。また、ブロックチェーンに記録されたスマートコントラクトの取引実績は誰でも参照することが可能となるため、取引実績のない大企業も当該中小企業の取引実績を評価することができ、新規取引に繋がる可能性がある。

一般消費者を顧客とする（B to C）中小企業にとっては、スマートコントラクトを活用することで顧客との直接取引が可能となるため、独自の販路を開拓することができる他、仲介業者が介在しないことにより中間マージン等のコスト削減に繋がる。

「スマートコントラクトの適用分野」で述べた通り、スマートコントラクトと親和性の高いシェアリングエコノミーの他にも、同じようにスマートコントラクトと親和性が高いと考えられるアニメ等のデジタルコンテンツの分野では、既存のビジネスだけでなくブロックチェーン上のトークンを利用したデジタルコンテンツの権利の販売等、新たなビジネスを創出することも可能となる。現にこのデジタルコンテンツの権利販売に関してはいくつかのベンチャー企業による実証実験等が行われている。

6.2 業務の効率化による人材不足の解消

前述のスマート洗濯機の事例のように、スマートコントラクトや IoT 等を組み合わせて活用することにより、例えば備品の発注や経費の精算、文書管理等のいわゆるバックオフィス業務を自動化、省力化することが可能となる。そのため、人材不足に悩む中小企業にとっては、バックオフィス業務の人員を減らし、貴重な人材資源を本来業務に重点的に振り向けることで人材不足の解消に繋がることが期待できる。

6.3 キャッシュフローの改善

スマートコントラクトでは事前に定義したイベントが発生することで契約が自動執行され、即時決済が可能ため、入金までのタイムラグが発生しない。したがって、中小企業にとっては資金繰りが改善することになる。

また、スマートコントラクトにより契約の透明性、実在性が担保されることになり、例えば銀行等から融資を受ける場合にも審査が通り易くなることが考えられる。

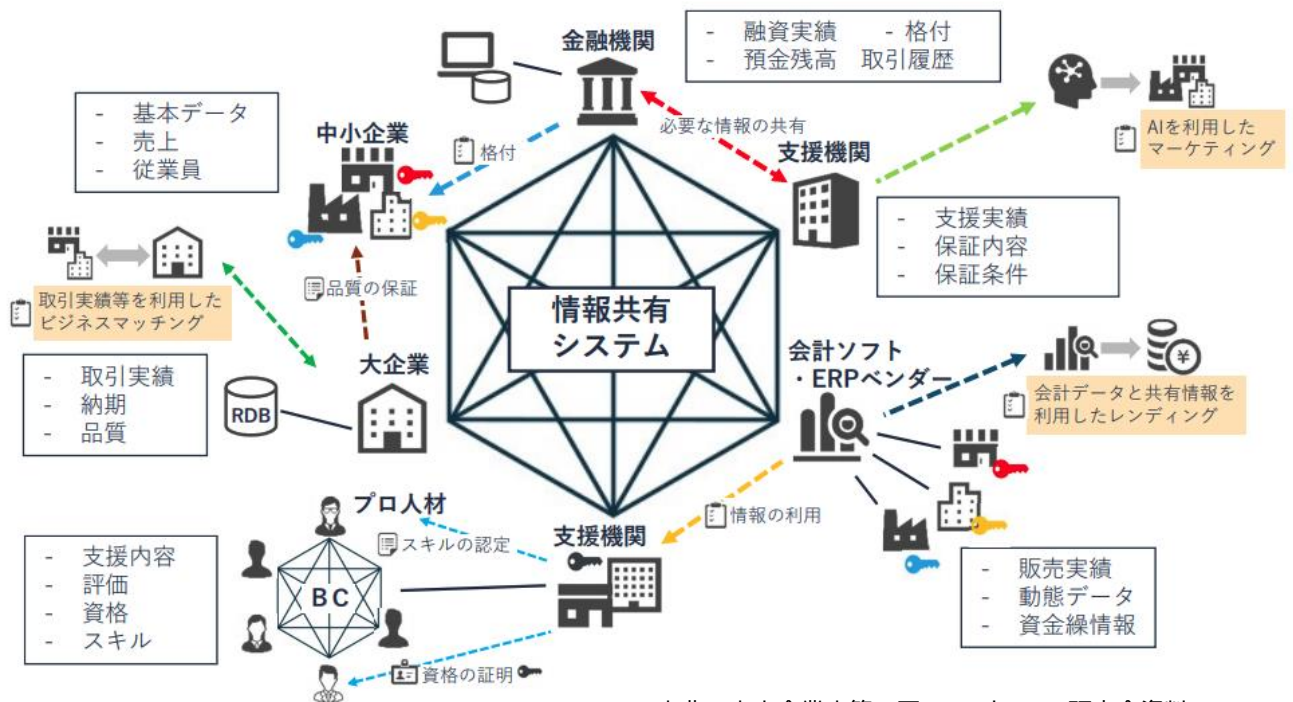
経営規模の小さい中小企業にとって資金繰りは重要な問題であり、この面からもスマー

トコントラクトの普及による恩恵は少なくないと考えられる。

6.4 中小企業支援プラットフォームの構築

上記 (1) ～ (3) はスマートコントラクトによる中小企業への直接的なインパクトやメリットを述べたが、それらを踏まえ、更にスマートコントラクトを中小企業支援に活用しようという動きもある。具体的には、中小企業庁のスマート SME（中小企業）研究会において「中小企業支援とブロックチェーンの利用」について議論が行われている。

その中では支援機関（金融機関、税理士、商工団体、IT ベンダー等）による情報共有により、企業の信用力等にかかる「情報の非対称性」の解消や支援機関間の連携による効率的・連続性のある支援の実施が可能になるのではと期待されている。



出典：中小企業庁第3回 スマート SME 研究会資料

中小企業支援プラットフォームのイメージ

7. スマートコントラクト活用に向けた課題

以上、ブロックチェーンとスマートコントラクトの特徴や適用分野、中小企業にとってのメリットについて検討してきたが、以下では今後スマートコントラクトを活用していく上での課題について述べる。

7.1 スマートコントラクトを巡る法規制の課題

スマートコントラクトは契約の自動執行や決済を扱うため、新しいサービスを開発、展開するためには透明性や信頼性の確保が必要であり、様々な法律的課題をクリアする必要がある。例えば次のような法律上の課題が存在する。

➤ 資金決済法

2014 年に起きたマウントゴックス事件や 2018 年に起きたコインチェック事件を契機に資金決済法が改正され、顧客資産の保護、暗号資産交換業の登録制度等の法規制が強化されてきた。スマートコントラクトのプラットフォームを提供する企業はこれらの法規制への対応が求められるため、新規参入するにはしっかりとした内部管理態勢の構築が必要である。

➤ 犯罪収益移転防止法

犯罪収益やテロ資金に対するマネーロンダリング防止も近年、特にテロ対策としてグローバルで規制が強化されてきているため、資金決済法と同様にコンプライアンス対応の体制を整備する必要がある。

➤ 電子署名法

スマートコントラクトを法律・権利分野に適用する際に利用が想定されるのが電子署名である。電子署名については、2001 年に電子署名法が施行されているが、まだ一般には馴染みがなく、必ずしも電子署名が普及しているとは言えない状況である。その理由としては、利用者にある程度のデジタルリテラシーが求められること、改ざんやなりすましの可能性が否定できないこと、が挙げられている。電子署名が普及するためには利用しやすい環境を整備していくとともに、電磁的記録と電子署名に対する信頼の醸成が重要となる。

➤ 個人情報保護法

個人情報保護法では、氏名、生年月日その他の記述等により特定の個人を識別することができるものを個人情報として定義している。したがって、それらの情報が含まれていなければ厳密には個人情報保護法には抵触しないことになる。

一方で、JR 東日本で Suica 利用者情報が販売されて問題となったように、プライバシーとなりうる情報は個人識別情報だけではない。スマートコントラクトではブ

ブロックチェーン上に取引情報が公開されてしまうため、どのような取引が行われたかが誰でも見るようになることになる。それは取引の透明性というメリットがある反面、プライバシーが侵害されるというデメリットにもなり得る。

今後スマートコントラクトを広く活用しようとした場合には、プライバシーの保護の問題も解決しなければならないだろう。

7.2 スマートコントラクト適用上の課題

スマートコントラクトはブロックチェーン技術を利用しているため、それ自体は耐改ざん性があるものの、スマートコントラクトに書き込まれる際にデータが改ざんされないのか、事前に定義されたイベントが実際に発生したのかどうか信頼できるのか、という問題がある。すなわちスマートコントラクトが作成、実行される際のインプットデータの信憑性を確保することが重要となる。

また、スマートコントラクトにより契約の執行や決済が自動化されても、例えば物理的なモノの移動まで自動化されなければ本当の意味での省力化には繋がらない可能性がある。

そのため、スマートコントラクトが本格的に普及するためには、IoT やロボット技術との連携がカギになると考えられる。

7.3 ブロックチェーン固有の課題

ブロックチェーンの仕組み自体から発生する問題として、合意形成に時間がかかり高速処理ができないという（スケーラビリティ）問題がある。

この問題を解決するために、ブロックチェーンとは別のオフチェーンを構築し、途中の取引はオフチェーンで行い、最終的な取引結果だけをブロックチェーンに書き込むという「セカンドレイヤー」という手法が採用されている。ただし、オフチェーンではブロックチェーンのような透明性は確保できない等の問題も指摘されている。

8. おわりに

今回テーマ研究で調査した結果、ブロックチェーンとスマートコントラクトには多くの可能性があり、実際に様々な実証研究や試行が行われている一方、法規制や技術的な課題等も多く残されており、まだまだ開発途上の段階であることが分かった。

ただし、現在の日本が抱えているデジタル化の遅れ、少子高齢化による労働人口の減少、中小企業の生産性の低さ等の問題を考えたとき、ブロックチェーンやスマートコントラクトが持つ可能性は、これらの問題解決の一つの切り札になり得るものと考えられる。また中小企業にとってもスマートコントラクトの利用・普及は新たなビジネス機会の創出等、大きなメリットがあり、スマートコントラクト適用の課題の解決に取り組みつつ、積極的に推進

すべきであると考え。

参考文献

- 鳥谷部昭寛 加世田敏宏 林田駿弥「スマートコントラクト本格入門」(技術評論社)
- 杉井靖典「いちばんやさしいブロックチェーンの教本」(インプレス)
- ブロックチェーン・ビジネス事例「ブロックチェーン技術を活用したスマート洗濯機【事例①】」
([https:// blockchain-business.jp/manufacturing/186/](https://blockchain-business.jp/manufacturing/186/))
- Fintech の法律 2017-2018 (日経 BP 社)
- 中小企業庁第3回 スマート SME 研究会資料
- 日本ブロックチェーン協会 HP (<https://jba-web.jp/>)
- 平成 27 年版 情報通信白書