

(第 127 回) 神奈川研究会議事メモ

開催日	2022 年 3 月 8 日 (火)	出席者 敬称略	西村二郎・山崎博・大谷宏・持田憲秋・ 小林浩之・猪股勲・宮本公明・飯塚弘・ 神田稔久
時間	15:00~17:00		
場所	TV 会議方式		
資料			
議題	<p>1. 技術課題 ブロックチェーンとその応用 (飯塚)</p> <p>課題の概要</p> <p>(1) ブロックチェーンとは？ (2) ブロックチェーンを支える暗号技術 (3) ブロックチェーン技術の活用 (4) デジタル通貨 (仮想通貨) (5) ステーブルコイン・中央銀行デジタル通貨 (CBDC) (6) まとめ</p> <p>①ブロックチェーンは分散型台帳(全ての取引が記録された仮想的な台帳)システムであり、金融面でみれば、国や銀行が中央集権的に実施しているお金の発行や管理が分散的(参加者全員で)に行われる、新しいフィンテックのモデルである。そのため、国が不安定、銀行システムが未成熟な発展途上国では、わずかな手数料で国境を越えて送金が可能になる。取引内容が入ったブロックが約 10 分毎に生成、それが時系列順に並びつなげたものがブロックチェーンである。複数のノードと呼ばれる人たちが同じ取引データを分散して、自己のコンピュータ内に保有する。一つのノードの取引データが消えても他のノードが同じデータを持っていてネットワークが維持されている。取引データをブロックに入れ、それをブロックチェーンの最後尾に追加するプロセスをマイニング(承認作業)と呼び、ノードであれば誰でもマイニングに参加可能であり、最初にマイニングに成功したマイナーは報酬を得ることができる。</p> <p>②前のブロックの内容にハッシュ関数をかけたハッシュ値が次のブロックに入り、次のブロックの内容とそのハッシュ値を含んだ全体にハッシュ関数をかけたハッシュ値がその次のブロックに入ること、最初のブロックの内容が書き換えられると、それ以降のブロックのハッシュ値が全て変わることにより、各ノードは不正に気付く。各ブロックのデータが、相互に作用し連鎖した構造になっている。マイナー間で誰が新しいブロックを生成するかを決める PoW(Proof of Work)と呼ぶ「コンセンサスアルゴリズム」を利用している。これは予めプログラムによって設定された数の零が頭に並ぶように、ブロック内のデータを「ナンス値」で調整する。ハッシュ値から元のデータの内容を予測することが困難なため、一つ一つの数値を総当たり的に試すしかなく、コンピュータの計算に膨大な電力を要し、マイナーの競争になる。その他の一般的な暗号技術として、公開鍵暗号、電子署名など駆使されている。</p> <p>③14 年前にビットコインを実現する手段として生まれたブロックチェーン技術は仮想通貨のみならず幅広く実用化されつつある。ブロックチェーンの複数のコンピューターでデータを分散管理し、元データの改ざんを行えないことを活かした以下の実施例がある。絵画・美術品などの偽作を防ぎ『唯一性』を証明する。ブロックチェーン活用して行政文書の電子データの真正性を担保した行政文書電子交付サービス(飯塚市)、ごみ発電電力の地産地消による環境価値を電子証書化するシステム(佐賀市)、スターバックスによるコーヒーの生産から提供までのトレーサビリティをリアルタイムでかつより透明なものにする取り組み、誰もが自由に電力と環境価値を売買できる仕組み(東大発ベンチャー)、エネルギー事業者による電力取引、IBM によるサプライチェーンの可視化とトレーサビリティの実現のプラットフォーム(食品、</p>		

資源、海運による国際貿易、物流など)、トヨタグループによる車に紐づくあらゆる情報を蓄積・共有・活用などである。

④ブロックチェーン技術を発明するきっかけとなったビットコインは当然ながら前述のブロックチェーンの特徴を有している。ビットコインはその仮想通貨全体の時価総額の50%弱のシェアを有し、次のイーサリウムは20%強である。こうした仮想通貨は通貨としての価格安定性に欠け、マイニングに多くの電力を有するなどの問題がある。イーサリウムはビットコインのように単に仮想通貨の送受信のみを目的としておらず、スマートコントラクトを利用した分散型アプリケーションの開発プラットフォームになることを主な目的としており、各種のアプリケーションが実装されている。その代表がイーサリウムベースの”自律分散型”投資ファンド「DAO」である。こうした仮想通貨でもいくつかの不正な資金流失事件が生じている。

⑤キャッシュレスの推進、決済サービスの多様化、暗号資産への関心の高まりなどから、中央銀行デジタル通貨(CBDC)の発行が議論され、実証実験などが行われている。台帳の管理主体として分散管理型と中央管理型に区分され、多くはブロックチェーンなどの分散台帳技術の利用が想定される。フェイスブックは価格を法定通貨に紐付け変動を抑制した仮想通貨(ステーブルコイン)の発行を計画したが、その影響力の大きさを恐れた各国の反対に合い、その計画を断念した。他に例えば発行体への信頼が不要なイーサリウムを担保とするステーブルコインがある。USDT(米国テザー社が運営)、USDC(米国センター社が運営)は、両者とも米ドル連動のステーブルコインであり、USDTは時価総額上位で知名度が高く、USDCは発行元の信頼性が高い(背後にゴールドマン・サックス)。日本(人)が関わっているステーブルコインとしてGMO社のGYENがあり、ユニークな存在としてはEXコインがある。EXコインはブロックチェーンを使わず、特許取得した独特の仕組みで、CBDCの国際規格に採択された。仮想通貨は投機・投資対象としての魅力はあるが、本来の通貨としての流通性に難がある。安定した通貨に紐付けされたコンソーシアム式CBDCはその利便性から特に発展途上国から導入が進み、先進国でも銀行・企業間取引から徐々に普及が進むと考える。

発表者からのコメント

■皆様からの貴重な意見・コメントありがとうございます。芥川賞受賞作「ニムロッド」を手持ちの文藝春秋(2019.3)で読んでみたいと思います。今回のテーマは、昨年5月、6月、7月にSCE netの夜のネット会議で各1時間程度お話しさせていただいた内容がベースです。ただ今回はブロックチェーンに絡む暗号技術に焦点を絞りました。最初は分割も考えましたが、年一回だと忘れてしまうと思い、多少無理をしても皆様の関心のきっかけになればと思い実施しました。もっとも表面的な調査なので突っ込まれると答えられません。尚、実際のブロックの中身、形成される様子をリアルタイムで見るとは、[Blockchain Explorer - chainFlyer \(bitflyer.jp\)](https://bitflyer.jp/blockchain-explorer)を参照下さい。ハッシュ値だけが目に付きますが、試しに色々クリックすると理解が進むと思います。

■3月11日の読売新聞によると、バイデン大統領が今まで慎重であった中央銀行デジタル通貨(CBDC)の発行に向けた検討を政府機関に急ぐよう指示する大統領令に署名すること。最近では世界のGDPの90%以上を占める87か国が、中央銀行デジタル通貨(CBDC)の採用を検討しているとのことで、検討している国の数が2年前に比べ、倍以上に増えているようです。中国(デジタル人民元)を始めとする9カ国はすでにデジタル通貨を立ち上げています。バンクオブアメリカは、米国が2025年にCBDCを導入する可能性があると言い、デジタル通貨は「今日の電子通貨の必然的な進化である」と述べています。通貨に求められるのは「信頼性」「利便性」であり、それ故現在国家間の決済手段として圧倒的にドルが強いです。各国は独自のCBDCを発行するかもしれませんが、米国が将来優位に立つためにはドルに裏打ちされたCBDCの一刻も早い発行が求められ、米国CBDCが世界共通通貨になるかも知れません。今後の動向に目を離せません。

参加者からのコメント

[大谷 宏]

飯塚さん、ブロックチェーン技術についての発表有難うございました。とても取っつき難い話題で、もし自分で調べていたら何十時間、いやもしかしたら何か月も掛る掛っていたかもしれない基礎情報を、上手くまとめて網羅的に示して頂けたことに大変感謝します。発表された内容を完全に理解出来たとは思えませんが、少なくとも、関連した問題について自分で調べたいと思った場合、飯塚情報を出発点にすれば、相当の労力を省いて先に進めることが出来るのではないかと、思った次第です。

飯塚さんの発表の中で、私が特に興味を持ったのは、暗号化技術にかかわる問題です。私は、常々情報セキュリティ問題が気になっているのですが（例えば、クレジットカードの暗証番号は数字4桁ですが、こんなのは気休めに過ぎないのではないか、その気になれば頭の良い犯罪者は何時でも簡単にこんな程度の暗証番号を盗むことは出来るのではないかと等）ブロックチェーン技術はこの面でも大いに貢献してくれることになるのではないかと思います。又、日本政府にも漸くデジタル庁が出来ましたが、今の所、何をやっているのか、目に見える成果は出ていないように感じています。しかし、飯塚さんの発表から考えると、デジタル庁が、ブロックチェーン技術を使って出来る事は沢山ありそうですね。是非、デジタル庁にも、今後、頑張ってもらいたいものです。

[西村 二郎]

「ブロックチェーンの仕組み」と「金融工学への応用」に関する講演でしたが、二つの壮大なテーマに対して2時間は不足です。というより、まず、ブロックチェーンの仕組みをしっかりと理解することが必要だと思いました。実は、数年前、「60分で分かるブロックチェーン最前線」という本を読んだことがあります。そのときも良く分かりませんでした。今回、読み直してみてもやはり良く理解できませんでした。私の理解力不足もあるとは思いますが、ひょっとすると、この本の著者も観念的にしか理解せずに書いたのではないかと「邪推」しています。どなたか、85才のシニアでも理解できそうな本を御紹介頂けると有難いです・・・これを機会に勉強してみたいと思いました。

それにしても、これだけの内容を勉強された飯塚さんの能力と努力には脱帽です。

[宮本 公明]

■仮想通貨にはブロックチェーンという技術が使われていて改ざんができないと言われていることは知っていましたが、その中身を丁寧に解説いただき、少しわかった気になりました。

通貨だけでなく種々の商品で材料から加工されて販売されるまでのトレーサビリティを確保するには有効な技術であると思います。写真フィルムでもAPSフォーマットのもの、写真会社の団体で決めた方法でコンピュータデータを各工程で製造機や日時（ロット番号）記録することが義務づけられています。トレースするのは次々とコンピュータを追いかける必要があるため大変な仕組みでした。飯塚さんの資料ではどのように計算負荷軽減を図れるかなど、応用の視点での解説も興味深く聞きました。

■ただ、いまの暗号通貨は、為替市場を通さない世界通貨を目指したはずなのに、多くの方が投機の対象として購入しているのではないのでしょうか。そういう意味では、大谷さんの紹介されたビデオにあるように、売却益に課税したり、乱高下を防ぐための売りオペ買いオペを協調してできるものにならない限り、株と同じ地位にしか立てないのではないかと思います。

[持田 典秋]

コメントというより感想です。

ずいぶん詳細に調べ上げたことを紹介していただき、ありがとうございます。世の中の動きはこのような方向に動いていくことは確かでしょう。それを見届けたい気もあります。ビットコインもブロックチェーンも十分には理解できず、正直言って自分が仮想通貨を何に使うのかどうやって使うのかもわかりません。

説明の中で18歳の少年が1500万円をだまし取ったという話が出てきましたが、デジタル通貨の世界では若い人たちは学問とか理論とかを超え、感覚的に捉えているのですね。

ウクライナ政府が当初断っていた仮想通貨での寄付を、いくつかの種類で受け入れ始めかなりの額の寄付が集まっているというニュースからも、現実の通貨以上の威力があることが理解できました。ウクライナは、世界で最も仮想通貨の進んでいる国の一つだそうです。

[神田 稔久]

■研究会当日急用が入り、飯塚さんの解説を殆どお伺いすることもできないまま中座してしまっただけ、ただでさえ理解できない難題が、分からないままです。

■それでも、飯塚さんの労作を眺めるうちに、おぼろげではありますが、少し全体像が見えてきたような気持にはなってきました。

■しかし、分からないことばかりですが、まずは、メリットが良く理解できません。ここまでの労力をかけるメリットが見えません。発展途上国にとっての云々は理解できますが、それがグローバルにも必要でしょうか？

■また、システムがオープンかクローズドかも分かりません。オープンであるとすれば、データ処理の過程で限界が来てしまうのではないのでしょうか？

■ビットコインにしても、利益を得るのはマイナーだけと言うのであれば、今の金融システムと変わりはありません。また、将来マイナーがいなくなってしまうと、システムは動かなくなってしまうのでしょうか？

■また、ビットコインにデフォルトは起きないのでしょうか？それを避けるシステムは、どのようになっているのでしょうか？

■一方で、暗号通貨による決済は40代以下で多用されている現実があります。かつては、コンピューターを使うことが出来るか否かで、Digital Divideと分けられましたが、今や、ブロックチェーンに入ることが出来るか否かで分けられる、ブロック化の時代ですね。

[山崎 博]

■暗号技術については以前に勉強したことがありましたが、ブロックチェーン技術についても勉強してみようと思っておりました。今回、飯塚さんが時間をかけて纏められた、73頁に及ぶブロックチェーンの原理から応用までのパワーポイント資料は、大変充実した立派な資料だと思います。研究会での説明は駆け足でしたが、24頁ずつ3回ぐらいに分けて、解説いただく様な濃い内容と思いました。飯塚さんの資料はじっくり時間をかけて読み直し、勉強させていただきました。

■ビットコインやイーサリアムに代表される仮想通貨は、1000種類も発行され乱立状態にあります。投機的で乱高下する相場は、株式市場にも悪影響を与えるほか、マネーロンダリングに利用される危険があり、米中も規制を強化しています。中国政府は、2021年9月にビットコインを始めとする暗号資産を全面禁止しました。また、電力不足と脱炭素の政策から、マイニング禁止に移行したようです。

■仮想通貨のマイニングに使われる電力消費量は膨大で、ビットコインだけでもノルウェーやポーランドなどの中規模国の年間電力消費量に匹敵する量で、さらに仮想通貨の価格が上がると電力消費量も増えるという比例関係にあり、脱炭素問題から見ても将来的に大きな問題を含んでいます。

- 中央銀行デジタル通貨の検討が米中を始めとして各国で進められています。仮想通貨で問題となる点が、中央銀行デジタル通貨では回避できる点がメリットとして挙げられます。法定通貨のデジタル化を事業目的に日本の GVE 株式会社が開発した EXcoin は、ブロックチェーン技術を利用していませんが、「発行情報」、「口座情報」、「履歴情報」を相互認証によりセキュリティーを高め、市場価格変動、マネーロンダリング、にも対処可能としており、発展が注目されます。しかも、ブロックチェーンを使っていないので省電力です。
- 主要国の中央銀行デジタル通貨が将来流通した場合、米国デジタル通貨、中国デジタル通貨、EU デジタル通貨、日本デジタル通貨、などは相互にどのように関係を保ち、また競業するのか。そのあたりの研究論文は有るのでしょうか。
- ブロックチェーン技術の様々な分野への活用については、今回の資料の中で特に興味深い内容でした。スターバックスのブロックチェーンを利用したコーヒーの生産から消費までのリアルタイムのトレーシングサービスには驚きました。東大発ベンチャー「デジタルグリッド」のブロックチェーン技術を電力と環境価値を売買できる仕組みも、グリーン電力の売買には不可欠で利用が期待できます。
- ブロックチェーン技術の応用分野としては、金融関係にとどまらず、地球規模の様々なサプライチェーン分野への透明性の高い適用が試みられています。健康・医療分野への適応では、信頼性や連携の透明性を保持し医療に関わる業務のコストダウンを図る取り組みも検討されています。(下記の資料 2))
- 4年前の2018年に雑誌に掲載され、芥川賞を受賞した小説「ニムロッド」では、仮想通貨とブロックチェーンが小説に登場し、サーバーの管理会社に勤める主人公が社長に命じられて、会社のコンピュータを使ってビットコインの採掘マイニングする新規事業に携わる内容でした。
- 著者の上田岳弘氏は、仮想通貨がブロックチェーン技術によるソースコードと、それを動かすコンピュータの産物であるにも関わらず現実に貨幣としての価値を生み出すところが、生物における DNA のプログラムに導かれて誕生する生命現象と交差している点が面白い、と語っていました。
- 今回、図書館で関連する応用分野の書籍を2冊ほど借り出し読んでみました。
 - 1) 大串康彦「商用化が進む電力・エネルギー分野のブロックチェーン技術 2020-2021」(インプレス 2020. 9)
 - 2) デイビッド・メトカーフ他「海外事例に学ぶ医療✕ブロックチェーン～ブロックチェーン技術は医療・ヘルスケア業界に変革をもたらすか～」(日経 BP2019. 11)
 両資料とも将来に向けてここまで考えられているのか、と示唆に富む内容でした。

[猪股 勲]

飯塚様、ご発表ありがとうございました。小生、昨年の中頃、ネット交流会で、一度お話を聞かせていただき、今回さらに、詳細な検討を重ねておられるのに、大変感銘を受けました。ただ、ブロックチェーンの仕組みは、残念ながら、理解を超える内容で、あまり理解できません。ただ、仮想通貨については、じわじわと世界に浸透してきたことは、間違いないようですし、ウクライナ情勢をめぐるロシアに対する経済制裁が、仮想通貨を通じてロシアが、抜け道を見出すのでは無いかといったニュースが流れたりするのをみると、我々の関知していない影のような世界でこうした仕組みが機能しているのが、不気味な感じがします。何らかの規制をしようという動きもあるようですが、もう各国の存率を前提とする従来の仕組み・枠組みで対処できないのではないかと思います。我々の次の世代での影響については、大きな問題だと思います。

2. 幹事会報告

・第87年会は発表総数 741 件とほぼ例年に近い参加を得ている。今回から、サイトとオンラインいずれも休憩時間などに、会社のプロモーションビデオが流れるようになった。

・本年は教育関係で「知の市場 原子力口座」を6月から開講予定である

3. 今後の予定

4月 西村氏

5月 見学会

6月 宮本氏

7月 大谷氏

8月 松村氏

9月 神田氏

10月 見学会

11月 持田氏

12月 小林氏

1月 山崎氏

2月 猪股氏

3月 飯塚氏

次回日程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 日時 令和4年4月12日(火) 15時～17時 2. 場所 かながわ県民センター 3. 技術課題 西村氏から提供
次々回日程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 日時 令和4年5月10日(火) 2. 見学会
次々回日程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 日時 令和4年5月10日(火) 2. 見学会