FSA Institute
Discussion Paper Series

先進的 IT 技術の進展に伴う証券市場の構造的変化（デジタライゼーション）と証券市場の公正性・透明性を確保するための考察

鮫島　洋一

DP 2018-3

2018 年 9 月

金融庁金融研究センター
Financial Research Center (FSA Institute)
Financial Services Agency
Government of Japan

金融庁金融研究センターが刊行している論文等はホームページからダウンロードできます。

http://www.fsa.go.jp/frtc/index.html

本ディスカッションペーパーの内容や意見は、全て執筆者の個人的見解であり、金融庁あるいは金融研究センターの公式見解を示すものではありません。

先進的 IT 技術の進展に伴う証券市場の構造的変化（デジタライゼーション）と証券市場の公正性・透明性を確保するための考察

鮫島　洋一[1)]

概　　要

ブロックチェーン／分散型台帳技術(Distributed Ledger Technology、以下「DLT」という。) や AI 等、FinTech の進展に伴い、市場環境が変化し、取引の実態把握が困難となる等、市場監視当局（以下「当局」という。）の業務にも大きな影響が出ることが想定される。そうした将来動向に鑑み、当局が市場監視機能の強化として取り組むべき課題を具体的に把握するために、先進的 IT 技術の将来動向及び制度的・技術的な諸問題を考察する必要がある。

本研究は、上記の観点から、「発行・流通市場」及び「資金取引市場」における内外の先進事例に鑑み、将来想定される課題及び組み込むべき技術的な整備について整理した。

「発行・流通市場」においては、昨今のアルゴリズム取引等の増加した株式市場における不公正取引の監視手法の提言と、DLT という先進技術を用いた事例から証券市場の構造的変化を想定し、市場監視における課題及び対応要件を整理した。また、対応要件を達成するための当局、運営側及び第三者機関との関係のあり方について提言している。

「資金取引市場」においては、DLT や Open API(銀行のシステムの接続仕様を外部に公開する仕組み)等の先進技術を用いた事例からトレーサビリティの可能性に言及し、資金移動の把握を用いた疑わしい取引の累進的及び逆進的な特定方法について提言している。

また、包括的かつ横断的に監視できる可能性に言及するとともに、当該実現を可能にするためのプロセスとデータのデジタル化と標準化（以下、「デジタライゼーション」という。）やそのデジタライゼーションへの環境変化を促すこと（以下、「デジタルトランスフォーメーション」という。）を念頭に将来のあるべき姿について提言している。

キーワード：FinTech、DLT、Open API、証券市場の構造的変化、市場監視機能の強化、デジタライゼーション、デジタルトランスフォーメーション

[1)] PwC あらた有限責任監査法人　マネージャー。なお、本稿の内容や意見は、全て執筆者の個人的見解であり、金融庁、金融研究センター及び PwC あらた監査法人の公式見解を一切示すものではない。

目次

１．　はじめに - 4 -
２．　発行・流通市場 - 4 -
２．１．　株式等の発注・取引に係る動向 - 4 -
２．１．１．高度化による監視課題 - 5 -
２．１．２．海外監視事例 - 6 -
２．１．３．監視手法 - 9 -
２．１．３．１．　監視手法案 - 9 -
２．１．３．２．　監視手法実現にあたっての課題 - 10 -
２．１．３．３．　モデルケース - 12 -
２．２．　資金調達・権利移転等 - 13 -
２．２．１．先進技術における発行・流通市場の構造変化 - 13 -
２．２．１．１．　資金調達 - 13 -
２．２．１．２．　権利移転等 - 14 -
２．２．１．３．　本人確認(KYC/AML) - 15 -
２．２．２．DLT 適用における整備上の課題 - 16 -
２．２．３．監視課題 - 17 -
２．２．３．１．　対応要件 - 17 -
２．２．３．２．　各機関の関係性 - 19 -
３．　資金取引市場 - 21 -
３．１．　先進技術における資金取引市場の追跡可能性 - 21 -
３．１．１．預金残高・取引明細 - 21 -
３．１．２．送金履歴 - 22 -
３．２．　監視課題 - 22 -
３．２．１．資金移動の把握を用いたトレーサビリティ案 - 22 -
３．２．２．監視にあたっての課題 - 25 -
４．　まとめと将来のあるべき姿について - 26 -
４．１．　当局の包括的な監視体制の構築 - 26 -
４．２．　将来のあるべき姿について - 28 -
４．２．１．デジタルトランスフォーメーション - 28 -

４.２.２. プラットフォーム整備時における官民協調 - 31 -
４.２.３. 第三者機関等との連携 - 32 -
４.２.４. 多国間連携 - 33 -
４.２.５. 関係機関の人材育成 - 33 -
４.２.６. 最後に - 34 -

参考文献 - 34 -

１．　はじめに

市場・取引所やそれを取り巻く環境の変化として、DLT や AI 等、FinTech の進展に伴い、市場環境が変化し、取引の実態把握が困難となる等、規制当局の業務にも大きな影響が出ることが想定される。そうした将来動向に鑑み、当局が市場監視機能の強化として取り組むべき課題を具体的に把握するために、先進的 IT 技術の将来動向及び制度的・技術的な諸問題を考察する必要がある。

本研究は、上記の観点から、「発行・流通市場」及び「資金取引市場」における内外の先進事例に鑑み、将来想定される課題及び組み込むべき技術的な整備について整理した。

本稿の構成は以下のとおりである。

第２節では、「発行・流通市場」における昨今のアルゴリズム取引等の増加した株式市場における不公正取引の監視手法の提言と、DLT という先進技術を用いた事例から証券市場の構造的変化を想定し、市場監視における課題及び対応要件を整理した。また、対応要件を達成するための当局、運営機関及び第三者機関との関係のあり方について提言している。

第３節では、「資金取引市場」における DLT や Open API(銀行のシステムの接続仕様を外部に公開する仕組み)等の先進技術を用いた事例からトレーサビリティの可能性に言及し、資金移動の把握を用いた疑わしい取引の累進的及び逆進的な特定方法について提言している。

第４節では、結論として当局の包括的な監視体制の構築について述べるとともに、将来のあるべき姿について提言している。

２．　発行・流通市場

２.１．　株式等の発注・取引に係る動向

2010 年１月に株式会社東京証券取引所が arrowhead を導入したことにより、これまで数秒かかっていた注文応答時間が約１ミリ秒[1)]へと大幅に短縮された。2015 年 9 月のリニューアルでは、注文応答時間が 0.5 ミリ秒未満[2)]と更に短縮されている。 注文処理時間の短縮は、コンピュータによって株価や出来高等に応じて自動的に株式の受発注を行うアルゴリズム取引を誘引するきっかけとなった。2010 年 1 月以降、アルゴリズムを用いた高速取引のシェアが全注文の７割に達するまで増加した[3)]。2018 年 4 月 1 日からこのアルゴリズムを用いた株式等の高頻

1) 株式会社日本取引所グループ（以下「JPX」という。）のホームページより抜粋
2) JPX のホームページより抜粋
3) 第 38 回金融審議会総会・第 26 回金融分科会合同会合議事次第を参照

度取引(High Frequency Trading、以下「HFT」という。) を行う者について、金融庁の登録制度が導入され、金融商品取引業者等は、無登録者による高頻度取引の受託行為が禁止された。日本では高速取引を行う投資家から直接情報を収集する枠組みがないため、登録制を導入し、体制整備・リスク管理、 当局への情報提供などの枠組みを整備することが登録制度の背景であった[1)]。

HFT の拡大による流動性の提供は、一方で流動性を嫌う投資家の資金が取引所外取引として導入された私設取引システム(Proprietary Trading System、以下「PTS」という。) や気配情報、取引前の透明性がない取引のダーク・プールに流入している側面も生じている[2)]。

日本の証券市場におけるダーク・プール、PTS、HFT による影響や成果についての先行研究はあるため、本稿では述べず、コンピュータによる高度で従来では検知し難いと想定される不公正取引の手口の一部について焦点をあて考察することとする。

先ず、IT の高度化による想定される不公正取引例と監視課題を例示する。次に海外の監視事例を紹介し、監視課題に対する監視手法の参考とする。最後に監視手法の案を提示するとともに実現にあたっての課題と対応を例示する。

２．１．１．高度化による監視課題

前述したとおり、IT の高度化による高頻度で複雑な取引の拡大は人為的には難しい不公正取引が想定される。以下に想定される不公正取引を例示する。

＜小口かつ高頻度の見せ玉 ＞

実際は取引するつもりのない見せ玉といわれる注文により、他者の取引を誘導する手法が考えられる。アルゴリズムを用いて大量の注文を発生させるが、取引が成立する前にキャンセルするまでのサイクルがあまりに小口かつ高速・高頻度で行われた場合、相場の変動が現れず、監視の目を掻い潜りつつも反復継続的に少額の利益を掠め取ることが考えられる。

＜相場急変の契機の作出＞

多数のアルゴリズムが取引を行う中で、他アルゴリズムが発動する「きっかけ」となる発注を巧妙に行う手法が考えられる。例えば、急激な相場変更やトレンドを更に加速させる取引を意図的に大量発注させ、トレンドに応じて発動する他者のアルゴリズム取引を誘引し、自身にとって有利な相場を形成することが考えられる。

---

1) 第 38 回金融審議会総会・第 26 回金融分科会合同会合議事次第を参照

2) 大墳剛士(2017)「日本におけるダーク・プールの実態分析」を参照

＜複数アルゴリズムの協力による馴合売買＞

当事者又は複数の利害共有者が保持するアルゴリズム取引が連携して、総じて利益が得られるように相場形成や利害共有者以外の取引を誘引することが考えられる。人物の属性情報からある程度把握し得る馴合売買とは異なり、一見関連のないアルゴリズム同士が AI を用いて協調し合うような場合は、目視によるグループの特定が困難であることも想定される。

上記は HFT の特性である小口かつ高頻度な取引を利用したものと、複数のアルゴリズム取引の動きを利用したものである。そのため、主な監視課題として、人為的な目検による検知やどのアルゴリズムが誘引又は協力しあって相場形成されたか判断することが難しい点が挙げられる。表 1 に想定される不公正取引例と監視課題の概要をまとめた。

表 1　想定される不公正取引例と監視課題

不公正取引例	概要	監視課題
小口かつ 高頻度の見せ玉	HFT により小口かつ高頻度の大量の注文を発生させることで他者の取引を誘導し、取引が成立する前にキャンセルすることで、不正検知アルゴリズムの目を掻い潜りながら反復継続的に利益を得る	✓ 株価変動を契機とした不公正取引の検知の限界 ✓ 閾値設定やルールベースによる検知の限界
相場急変の契機の作出	他アルゴリズムを発動させ、相場を急変させる「きっかけ」となる発注を巧妙に行い、自身にとって有利な相場を形成する	✓ どのアルゴリズムによるものかの特定 ✓ 誘引しているかの特定 ✓ 相場形成されたかの因果関係の解明
複数アルゴリズムの 協力による馴合売買	当事者又は複数の利害共有者が保持するアルゴリズム取引が連携して、総じて利益が得られるように相場形成や利害共有者以外の取引を誘引する	✓ どのアルゴリズムによるものかの特定 ✓ 協力しているかの特定 ✓ 相場形成されたかの因果関係の解明

２.１.２. 海外監視事例

前述のアルゴリズム取引を初めとした IT の高度化に伴う、想定される不公正取引例における監視課題への対応を考察するにあたっての参考として、海外での監視事例を紹介する。

米証券取引委員会(以下「SEC」という。) の主要なシステムを以下のとおり表 2 にまとめた。

表 2　SEC の主要なシステム[1)]

システム名	概要
National Exam Analytics Tool (NEAT)	トレーディング及び市場データを活用して審査プロセスをサポートする分析ツール。
Corporate Issuer Risk Assessment (CIRA)	上場会社のリスクアセスメントを行うダッシュボード。 スタッフは分析の設定をカスタマイズし、マウスのクリックで分析結果を確認してから、関心のある領域までドリルダウンすることができる。
PALANTIR	情報を検索及び分析するための、集中化された組織横断的な作業領域を提供するプラットフォーム。 PALANTIR は分析、セキュリティ、データ管理ソリューション等を提供している。
Bluesheets	ブローカー企業、ディーラー企業及びその他のエンティティが直接アップロードを介して SEC へ取引データを安全に直接提出できるデータフィード。
Technology Risk Assessment Compliance Examination Records (TRACER)	テクノロジー・コントロール・プログラム(TCP)が集めたデータを追跡し、SRO（以下「自主規制団体」という。）や電子決済ネットワーク(ECN)を監視し、法規制や法令の遵守を確実にする。
Market Information Data Analytics System(MIDAS)	高度な技術と経験的データを組み合わせて全米市場の発注状況を可視化するマーケット情報データ分析システム。
self-identified races (SIRS)	自主規制団体が調査票の開設、紹介、勧告を SEC に提出できるシステム。
SRO Rule Tracking System (SRTS)	自主規制団体から提出された規則の提出と修正を記録し、経路を定め、追跡するシステム。
SEC's Tips, Complaints, and Referrals Intake and Resolution System (TCR)	SEC が受け取る全ての苦情・紹介(TCR)を格納するシステム。 TCR データベースは、認証されたユーザが TCR を提出して検索する機能を提供する入力フォームを提供している。 TCR データベースは、TCR で受信された文書、画像、ビデオ、オーディオなどの広範なアーティファクトを格納することができる。

上記のうち、MIDAS と SEC によって公表された「統合取引監視システム(CAT)」の構築プランについて詳細を以下に紹介する。

[1)] SEC のホームページより抜粋

＜MIDAS＞[1)]

マイクロ秒にタイムスタンプされた 13 の株式取引所のそれぞれの独自のフィードから約 10 億レコードを毎日収集する。 MIDAS を使用すると、数千株の株式や 6 カ月又は 1 年の期間にわたる分析を容易に実行することができる。

従来のローソク足と折れ線グラフから、バンド帯による可視化が可能となり、相場形成に影響を与える最高入札価格を下回る注文又は最高入札価格を上回る注文に関する情報も提供する。

主に、取引所の注文とキャンセル、取引所外取引の執行、上場株式及び為替商品のデータ、エクイティ・オプション及び先物契約に関するデータもクラウド上へ収集して処理している。

＜CAT＞

SEC は、米国の株式市場とオプション市場における全ての取引活動を規制当局が効率的に追跡できるよう、単一の包括的なデータベースを作成するための国家市場制度（NMS）計画案をパブリックコメントとして公開すると発表した[2)]。

SEC は規則 613 を適用して、収集するデータのタイプと、データを中央データベースに報告するタイミングを指定している[3)]。この規則により、自主規制団体は市場参加者がどのようにデータを中央データベースに報告するかの詳細を決定することができる[4)]。

【収集するデータのタイプと報告タイミング】[5)]

- 各証券取引所と FINRA（金融取引業規制機構）、及びそれぞれのメンバーに、NMS セキュリティの各クォート及び注文に関する新しく作成された中央データベースに特定の詳細情報を提供するように要求する（各クォート及び注文に関する各報告可能なイベント発信、変更、キャンセル、ルーティング、及び実行を含む）。
- 次の取引日の東部時間午前 8 時までに特定のデータを中央データベースに報告し、その後分析のために監督当局が利用可能にする必要がある。
- 全ての報告可能なイベントを、セントラルレポジトリが生成からルーティング、変更、キャンセル、又は実行までのライフサイクル全体にわたり、効率的かつ正確にオーダーにリンクできるように、セントラルレポジトリに報告することを要求する。

---

1) SEC のホームページより抜粋
2) SEC のプレスリリース「SEC Seeks Public Comment on Plan to Create A Consolidated Audit Trail 」より抜粋
3) SEC の Rule 613 (Consolidated Audit Trail)より抜粋
4) SEC の Rule 613 (Consolidated Audit Trail)より抜粋
5) SEC の Rule 613 (Consolidated Audit Trail)より抜粋

- 各ブローカー・ディーラー及び各証券取引所に、各報告可能なイベントとともに中央データベースに報告されるブローカー・ディーラー又は国内証券取引所を独自かつ一貫して識別するコードを割り当てることを要求する。
- 口座保有者の口座に対する取引の裁量権を持つ者だけでなく、各口座保有者に、その口座保有者又は口座に対する取引裁量権を持つ者を一意かつ一貫して識別するコードを割り当てることを要求する。
- 中央データベースに報告する全てのメンバーに、報告可能なイベントの日時を記録するために使用するビジネスクロックを同期させ、ミリ秒又はそれ以上の増分で中央データベースへの各報告可能イベントのタイムスタンプを要求する。

SEC によるデータ収集の規則化は、自主規制団体による報告対象データの標準化の議論を促す結果となっていることからも、本邦でも金融機関からの報告及び収集すべきデータについて標準化を促すきっかけとしての参考となると考えられる。一方で、莫大な開発・維持コスト[1)]ではあるが、本邦においては米国市場と比べて取引所が複数あるわけでもなく、同額規模のコストになることは想定し難く、情報の収集の仕方もエコシステムに当局のアクセスシビリティを高めることにより低コストで実現できる可能性もあると想定される。当該情報を収集する仕組みに係る考察については後段で述べることとする。

２.１.３.　監視手法

２.１.３.１.　監視手法案

前述の SEC の事例を踏まえると全市場及び全証券会社から取引情報や口座情報を収集し結びつけることで、俯瞰的かつ横断的に市場を監視する試みがあることが分かった。

情報を収集する仕組みに係る考察ついては後段で述べるため、当節では仕組みができた前提で、俯瞰的な監視手法を提示する(図 1 参照)。

先ず、情報の源泉を「約定情報」や「板情報(気配)」は実際の取引に係る直接的な情報と、相場の変動要因となる「公開情報」、「SNS」や「通報」等の補完的な情報とに大きく 2 分する。

直接的な情報のうち「約定情報」は人を特定し、「板情報」は機会を表すと定義したときに、機会における人との関係を解析することで、意図的な機会の創出が特定の人に寄与していたかを把握することができる。具体的には、日常的傾向を把握することで、日常と異なる傾向が起こった時に相場操縦が行われた可能性があったことを検知することにある。ただし、新規事業

[1)] CAT NMS PLAN(https://www.catnmsplan.com/home/about-cat/cat-nms-plan/)より、導入費用が 3.2 億ドルから 3.6 億ドル、年間保守費用が 2.8 億ドルから 3.4 億ドル、既存システムの撤去費用が 2.6 億ドルと推定されている。

公表などの一般的な変動要因となり得る場面は存在するため、日常傾向の把握時には変動要因となり得る補完的な情報は考慮する必要がある。また、相場操縦が行われた可能性があったと想定される場面においても当該変動要因があった場合にはその影響を除外する必要がある。

なお、小口かつ高頻度な取引の場合には目検での検知が不可能である懸念もあることと、複数のアルゴリズム取引が影響したかの特定には僅かな差を判断することが求められるため、統計解析や AI 等で不公正取引を検知していくことが考えられる。

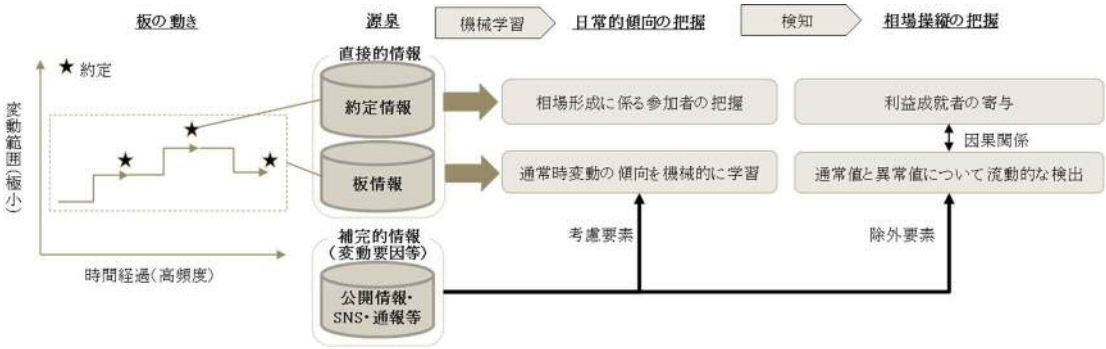

図 1　監視手法案のイメージ

２.１.３.２.　監視手法実現にあたっての課題

前述した監視手法案の実現には、データの蓄積(又は参照)ができればすぐさま、高精度の検知等ができるわけではない。当該手法は局面であり、活用の前提として、PTS 市場も含めた利益授受者と板情報や取引結果との紐づけが不可欠であり、全体的に各情報を俯瞰的かつ横断的に監視する必要性がある。また、アルゴリズムによる個別の発注・取引と、高速取引行為者や海外機関投資家との紐づけも必要である。

上述のように投資家と取引内容との紐付けを行う上では、単純に発注 ID や投資家 ID を採番することに留まらず、業界内で注文・取引フォーマットの標準化に向けた検討を行なうことも有効である。こうした標準化を進めることで、複数の取引参加者間のデータの互換性が生まれるのみならず、AI などを導入する際にもデータクレンジングの工程を省略できるため、分析効率性が格段に向上する。

実際には、小口分散化された一連の発注・取引の集合体としての不公正取引を特定することは極めて困難であろう。統計及び AI などを活用して人為的な検知の限界を超えた対応が必要になることが考えられる。また、個人の機密も含めた情報の種類、量及び質的にも増えてくる

ことが想定されるため、柔軟なスケーラビリティ(処理速度、容量含めた拡張性)と安全性の確保を、外部リソースの活用も視野に考慮する必要がある。なお、必ずしも当局が全ての情報を一元的に保持する必要はなく、例えば、実際の取引情報の保持と解析は他者で行い、当該結果と当局が保持する知見情報と組み合わせて俯瞰的な検知を行うことも考えられる。

そのため、民間での適用事例も鑑みて、監視手法案の実現にあたっての一般的な前提条件を参考までに以下に記載する(表 3 参照)。

表 3　統計及び AI 活用における民間での適用事例を踏まえた課題例と対応例

課題例	課題の背景	対応例
行為者の特定	トランザクションは把握できても、匿名化による本人特定が困難なため、人に主眼を置いた分析ができない場合がある。本稿における想定される例としては、アルゴリズムによる個別の発注・取引について、行為者を予め特定できないため、個別の発注・取引を一連の行為として分析することが困難なことが想定される。	✓ 注文・約定データに高速取引行為者の識別子を付加する。 ✓ 顧客確認（Know Your Customer。以下「KYC」という。）に関する情報共有基盤をグローバルに整備し、海外投資家を早期に識別できるようにする。
統計解析及び AI 活用	データを蓄積しても、統計解析や AI の活用がすぐにできるとは限らない。 他社(他国)でのソリューションをそのまま適用しても、すぐに結果が出るとは限らない。	【ロードマップ】 ✓ 統計解析や AI は手段であって目的ではない。<u>何を目的とするか(何を予測したいのか)検討し、定義</u>する。 ✓ 目的として不公正取引の検知であれば、未知の情報を探すことよりも、スタートアップとして、以下の結果と紐づく情報を収集及び整理し、<u>観点の知見を蓄積することが肝要</u>である。 ・過去の検知事例 ・各証券会社のガバナンスルールから逸脱するもの　等 ✓ その上で、不公正取引の検知の結果を機械的に学習させ、予測させた結果を人が是正・補正した内容を<u>何度も反復学習することで、ある程度の精度にまで成長させたモデル(予測)又は AI に対して他情報を順次追加</u>する。
中長期的な視点の醸成	あらゆる情報を加味しようとして、焦点が定まらない。 また、情報がなく頓挫する。	
スケーラビリティ	情報の質・量が増えると処理性能や蓄積容量が不足し、欲しいときに結果が出ず、時代に応じ	✓ 個人の機密も含めた情報の種類、量及び質的にも増えてくることが想定されるため、<u>柔軟なスケーラビリティと安全性の確保</u>

課題例	課題の背景	対応例
	たセキュリティも検討する必要が生じるため運用コストが増大していく	を、外部リソースの活用も視野に検討する
データの標準化	取引参加者ごとにデータ形式が異なることから、参加者横断的な市場監視や、AI 活用の妨げとなっている。	✓ 官民共同で業界におけるデータフォーマットの標準化に向けた検討を開始することが望まれる。 ✓ 例えば、証券会社が共通の売買審査システムを使用することによるコスト低減効果が図れるならば、データ標準化のインセンティブが期待できるのではないか。

２.１.３.３.　モデルケース[1)]

証券コンソーシアムの新たな共通ワーキンググループとして、株式会社 SBI 証券や日本電気株式会社（以下「NEC 社」という。）等が中心となり、「売買審査業務 AI 適用プロジェクト(仮)」が設立されようとしている。この取組は、コンソーシアムに参加する複数の証券会社が一つの売買審査プラットフォームに注文履歴ファイルを伝送することにより、AI が各注文取引に対する不正度合いを判定し、スコアを付けて返却するものである。既存システムの影響を最小化しつつ、売買審査業務の効率化・作業軽減を図るための仕組みであり、RegTech エコシステムのモデルケースとなり得る取組といえよう。

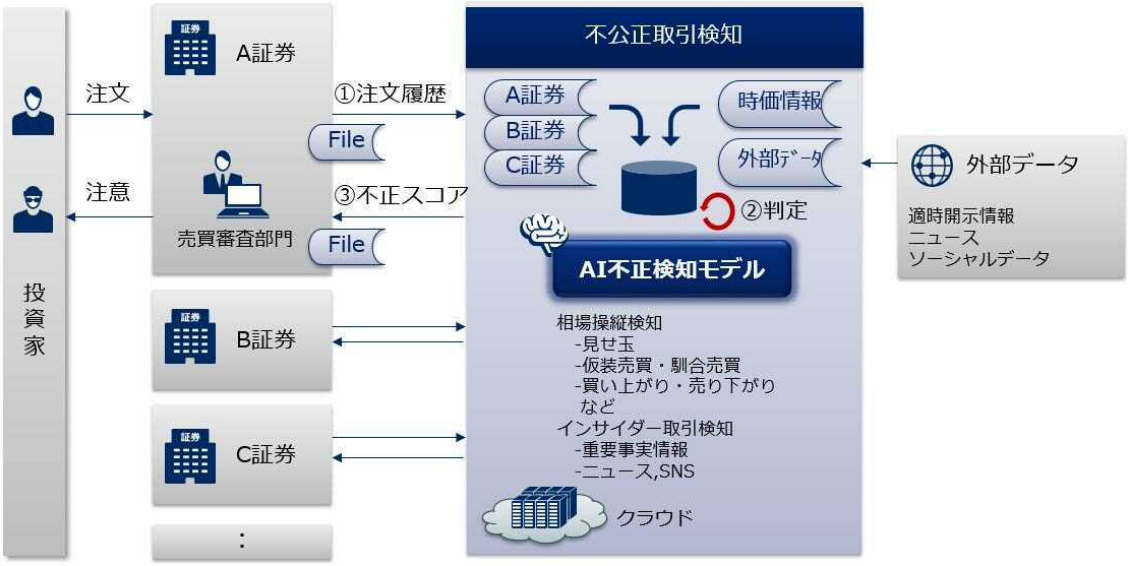

図２　「売買審査業務 AI 適用プロジェクト(仮)」イメージ[2)]

[1)] 2018 年 7 月 3 日の NEC 社へのインタビューに基き記載。
[2)] NEC 社より提供を受けたイメージ図を掲載。

２.２.　資金調達・権利移転等

２.２.１.　先進技術における発行・流通市場の構造変化

DLT を用いて、米国 Nasdaq における未公開株式の発行・売買の実現や JPX による実証実験が行われている。

DLT とは、中央管理機関で台帳を管理するのではなく、取引当事者又は参加者が分散して台帳を管理する技術の総称である。台帳を分散管理し常に整合させていくことで、一方の当事者だけによる不正な改ざんを防止できる利点がある。また、付随する機能としてスマートコントラクト（自動化された合意形成機能で契約や取引行動を行うプログラムの集合体）がある。取引当事者及び参加者は共通化された行動全般をスマートコントラクトに委ねることで、煩雑な事務処理から解放されるなどの利点がある。

「資金調達・権利移転」においては、この DLT を用いた事例を紹介し、証券の発行と権利移転のプラットフォームへの DLT 適用における整備上の課題を考察するとともに、将来的に DLT が進展し実用化された場合を仮定した監視課題を考察する。

２.２.１.１.　資金調達

Nasdaq Linq（未公開株式取引システム）では、既存のスタートアップ企業の未公開株に係る店頭取引において DLT を活用(図 3 参照)して、次のような利点を享受する取り組みも出てきている。

【利点】[1)]

・決済プロセスの簡略化

・取引の透明性向上

・代理権も含めた発行者と投資家の権利移転の迅速化

図 3　Nasdaq linq のイメージ[2)]

[1)] Nasdaq(2016)「Building on the Blockchain」を参照

[2)] Nasdaq(2016)「Building on the Blockchain」を参照し作成

２.２.１.２.　　権利移転等

JPX では、DLT により様々な経済・金融環境の変化、とりわけ金融規制の変化による負担軽減を期待した実証実験が行われており、「清算・決済」、「証券保有者管理」、「コーポレートアクション」等で DLT の便益性が述べられている[1]。また、共通する以下の利点及び構想の方向性もある程度明らかになっている。

＜利点＞[2]

- 共通データ・共通アプリケーション利用による IT システムの改修負担の軽減　…　基本的な機能やデータフォーマットはスマートコントラクトで定義されるため、必然的にアプリケーションの標準化が図られていく。規制対応等の非競争分野においては、各社の知見を集約することで個社ごとの負担軽減と対応の標準化が期待される。
- シームレスなデータ連携によるワークフロー全体の高速　…　アプリケーションの標準化に伴い、データフォーマットの変換作業等が効率化され、DLT 上において、関係者間でシームレスにデータ連携されることはワークフロー全体の高速化が期待される。

＜方向性＞[3]

- 全ての取引データを参加者が保持するのではなく、取引当事者しか取引データを保持しない可能性がある　…　全ての参加者が全ての取引データを保持すると、参加者が増えれば増えるほど処理性能が低下する。また、処理時に一時的に複合化することで、仮に不正者から盗み取られた場合に、全ての取引情報が漏洩するおそれがある。そのため、取引当事者間でのみにおける取引データの保持に限定することで、秘匿性と処理性能を追求している。
- 自動処理ルールが定められたスマートコントラクトの仕様策定・開発保守はコミッティ(業界関係者によって組織された団体)が主体となって行う可能性がある

権利移転等についても DLT による実装が進むことによる、共通データ・共通アプリケーションの実装は、参加金融機関だけでなく、当局にとってもトレーサビリティを容易にする恩恵が想定される。例えば、新株予約権や株式の流通経路を包括的かつ横断的に可視化していくことが可能となることが期待される。一方、DLT の構成として、取引当事者のみしか台帳を閲

[1] JPX の「業界連携型 DLT 実証実験」のワーキング・ペーパーを参照
[2] JPX の「業界連携型 DLT 実証実験」のワーキング・ペーパーを参照
[3] JPX の「業界連携型 DLT 実証実験」のワーキング・ペーパーを参照

覧できず、暗号及び匿名化された取引情報しか閲覧できない場合は、包括的かつ横断的に監視することが難しくなるため、当局が全台帳を閲覧できることが課題になると考えられる。当該課題に係る考察ついては、後段で述べることとする。

２.２.１.３.　本人確認(KYC/AML)

JPX では、SBI ホールディングス株式会社、株式会社 SBI BITS、NEC 社を中心として、DLT を活用した KYC 業務の実証実験も並行して行われている。行政手続における特定の個人を識別するための番号の利用等に関する法律に基づく本人確認と犯罪による収益の移転防止に関する法律に基づく反社会的勢力の確認について共通化される部分をコンソーシアムといわれる共通組織が代行して行う仕組みである。[1)]本人確認結果や反社確認結果の台帳（以下「KYC 情報」という。）を参加金融機関で共有することで、顧客が他の参加金融機関による本人確認や反社確認における手続きが簡略化することができる。[2)]実証実験の対象は個人のみであり、継続的な顧客管理と既存システムとの連携は課題として挙げられていたが、利点としては以下が挙げられる。[3)]

＜金融機関側の利点＞[4)]

- 確認水準の担保　…　スマートコントラクトによる確認ロジックが共通化されることで、例えば反社確認のロジックが変更された場合でも、スマートコントラクトの改修により、参加金融機関の対応が一括して完了する。その結果、規制に基づく統一的な確認業務が担保される。
- 事務手続きの大幅な簡略化　…　これまで個社ごとに行っていた本人確認及び反社確認作業が共通で行われ、当該結果が共有されることで、個社の事務負担が軽減される。

＜利用者側(顧客)の利点＞[5)]

- 新規口座開設手続きの簡略化　…　参加金融機関内においては、本人確認や反社確認結果が共有されるため、利用者にとっては一度、必要な書類の提出を終えれば、他の参加金融機関においての口座開設等の手続きが簡略化され、事務的な手続きの負担が軽減される。

[1)] 2018 年 6 月 12 日　SBI ホールディングス株式会社へのインタビューに基づき記載
[2)] 2018 年 6 月 12 日　SBI ホールディングス株式会社へのインタビューに基づき記載
[3)] 2018 年 6 月 12 日　SBI ホールディングス株式会社へのインタビューに基づき記載
[4)] 2018 年 6 月 12 日　SBI ホールディングス株式会社へのインタビューに基づき記載
[5)] 2018 年 6 月 12 日　SBI ホールディングス株式会社へのインタビューに基づき記載

・　属性変更等の利便性の向上　…　これまで各社ごとに手続きを行っていた属性変更や口座開設状況について一元的に行うことが可能となる。

なお、KYC 情報については、当局が参照し、取引情報等と結びつけることで、不公正取引の監視を行う上で有意義と考えられる。一方、KYC 情報の基盤が複数乱立することは、参照先の情報基盤を包括的に連結させる必要が生じ、かえって煩雑になることが懸念される。社会全体としてのエコシステムと監視を両立できるように一本化、又は複数基盤が存在したとしても、基盤同士で情報連携できることが望ましいであろう。

２.２.２. DLT 適用における整備上の課題

DLT の適用が進展した場合の主な課題と対策例を提示する(表 4 参照)。

表 4　DLT の適用における整備上の課題[1)]・問題と対策例[2)]

課題	問題の背景	問題	対策例
鍵の管理	暗号化と復号に別個の鍵(手順)を使う暗号方式であり、本人だけが用いる鍵(秘密鍵)と誰でも利用できる鍵(公開鍵)の 2 つの鍵を利用	• 悪意のある攻撃者が秘密鍵を入手することで、資産が盗難される可能性や勝手に不正な取引の承認が行われてしまう可能性 • 秘密鍵を紛失することにより資産が永遠に失われてしまう可能性　等	✓ 鍵管理を容易にするための手段を提供 ✓ 盗難や紛失に備えてあらかじめ救済措置の準備等 ✓ 暗号鍵の生成から廃棄までのライフサイクルを考慮した鍵の管理にかかわるルールの作成等
トレーサビリティ[3)]	プライベート型 DLT では限定された参加者のみが分散台帳にアクセスし、取引履歴を調べることができる	• DLT はトレーサビリティを容易にするものの、参加者は自らの関連する取引履歴しか参照できない • 参加者間で共有することが望ましい KYC 情報についても各社で別々に保有する　等	✓ 取引所や当局などの管理者ノードを設置し、全ての取引履歴を参照可能とする ✓ KYC 情報を共有プラットフォーム上で管理する　等
スマートコン	スマートコントラクトは、二者以上の当事者	• 誤認や見落としによりスマートコントラクトが予	✓ スマートコントラクトに対するコードレビュー(脆弱性の検査を

1) 2017 年 1 月に ENISA(European Network and Information Security Agency：欧州 ネットワーク情報セキュリティ庁)が発行した「Distributed Ledger Technology & Cybersecurity - Improving information Security in the financial sector」を参考に抜粋

2) 「PwC’s View 2017 vol11」より作成

3) 原文は「プライバシー」であるが、本稿での適切な意味合いとして再定義した。

課題	問題の背景	問題	対策例
トラクトの管理	間におけるコンピュータ処理が可能な契約のことであり、デジタル署名によって締結され、システムによって契約条項の一部を実行する仕組みを提供する	期しない動作となる可能性 • 悪意のある実装やハッキング(The Dao 事件等)により当事者間の合意とは異なる処理が故意に内包される可能性　等	含む)等 ✓ 万一の不具合が生じた場合の復旧、非常処置(緊急停止)の準備等
ガバナンス	必ずしも利害が一致するわけではない多くのステークホルダーが参加する	• 不正行為が発生した際に十分な対処ができなくなる可能性 • 恣意的な運用ルールの変更により特定のステークホルダーのデータや資産が失われる可能性　等	✓ ガバナンス方針や運営ルールの策定(ネットワークへの参加要件、参加者の権利や義務、ネットワーク運用に係る意思決定構造、問題が起きたときの体制、セキュリティやパフォーマンスに係るレポーティング等) ✓ AML(Anti-Money Laundering)や不正行為に係る本人認証や追跡・解析ツールの準備　等

２.２.３.　監視課題

２.２.３.１.　対応要件

JPX の実証実験等からも DLT の適用が非競争分野におけるエコシステムになり得て、参加金融機関及び利用者側にも利点が認められることが分かった。一方、コミッティを軸とした約定照合等のルールが定められることで、構成によっては、取引当事者間での取引台帳に限定されること、DLT に全て載らずハッシュ値でのリンケージされた補助情報が DLT 外に保持される可能性もあることなども分かった。

また、DLT が進展していく上でその適用における整備上の課題と想定される対応を考慮すると、自主規制等による対応だけを期待するのではなく、市場監視のために必要な機能が実装されるように、当局から積極的に運営機関（取引所、証券会社等。以下同じ。）側の検討をオブザーバーとして把握しつつ、市場監視に向けた以下等の機能的・体制的要件を要求する必要があると考えられる。

＜機能的要件＞

- 監視用の API(又は機能)の実装　…　DLT が当事者間又は全台帳が複製されるか如何にかかわらず、監視(又は管理)用に台帳を網羅的に閲覧することが必要と考えられる。そのためにも、全ての台帳（もしくは取引）が閲覧可能な API もしくは特定のノードが必要と考えられる。この点、R3 社（米国）が提供する DLT プラットフォーム「Corda」では、

当局（又は管理）ノードとクエリー機能がデフォルトで実装されているため、透明性を確保していく上で有意義な構造になっているといえる。

- 不正検知アルゴリズムの実装　…　高頻度で情報がやり取りされる現代においては、不正における被害の拡大を抑えるためにも未然防止又は早期の検知が必要とされる。そのためにも、DLT 上で行われる不正な取引を取引時点で検知するアルゴリズム等が必要と考えられる。
- 共有化された KYC 情報の参照実装　…　運営機関及び利用者（消費者）共に利便性の向上のため KYC 情報の共有は有意義であるとともに、トレーサビリティを確保するためにも取引当事者の特定ができる機能が必要と考えられる。
- DLT 上で開示される内容の標準化　…　横断的に監視するためには情報の標準化は必要と考えられる。また、当局への報告も標準化させることで報告企業にとっても事務コストの低減などの利便性が期待できると考えられる。
- スマートコントラクトへの停止権限　…　取引自体はスマートコントラクトで自動的に行われるが、異常な取引の発生時、又は正常な取引の範疇でも市場に与える影響が大きい場合に停止できる機能が必要と考えられる。
- 不適切な内容が執行されないスマートコントラクトの基本仕様　…　上記の停止権限は万一の時の事後対応であるが、事前防止の観点から必要と考えられる。
- トレーサビリティ(追跡)機能　…　情報が台帳に全て記録されていたとしても、それを解析するのに手間がかかることがないように、トレーサビリティを行うためのツール、インターフェース等が必要と考えられる。
- DLT 上においてデジタル形式で表現される開示内容の不適切性等の監視　…　標準化及びデジタル化された情報であれば、目検から監視用プログラムによる不適切性の一次的判断をリアルタイムで行うことも考えられる。これは、即時性や大量の情報を処理していく上でも必要と考えられる。
- 第三者割当、IPO に伴う不正、新株取得者・増資資金の払込元/先、取引、KYC 情報も含めた追跡と把握　…　包括した監視と追跡を行うことは、DLT 参加者にとっても、当局への都度対応から解放され、市場全体のエコシステム実現と信頼性を確保することに資するため有意義と考えられる。そのためにも、監視用に当該情報を収集し、解析することが必要と考えられる。また、情報基盤も必要になると考えられる。

＜体制的要件＞

- KYC/AML チェック管理体制　…　スクリーニングプロセス、制裁リストのモニタリング、反社チェック等の管理体制が必要と考えられる。DLT の参加者が共通で行うエコシステムにすることも考えられる。
- 法的/規制への準拠　…　事業計画書の信頼性、販売文書の適切性、販売の条件や期間の妥当性、雇用契約の正当性、知的財産の確保及び侵害調査、FAQ の充足性等の法的規制への準拠が必要と考えられる。
- ガバナンス　…　行動規範、開示の透明性、情報管理、調達資金の活用、サイバーセキュリティ、リスクマネジメント、鍵管理、メディアポリシー、経営陣の信頼性、利益相反、コードレビュー　等のガバナンスが必要と考えられる。

２.２.３.２.　各機関の関係性

前述した対応要件を果たすために、各機関の関係性を考察した。

機能の追加や参加企業等の自主性を伴うものに、当局が対応要件を全て満たすことは現実的ではなく、DLT 等の運営機関が一義的な設計と運営責任を負うことが望ましいと考えられる。

そのためにも、当局は運営機関に対し監視にあたっての補完的な視点のアドバイス(又は要求)等を提供することが必要と考えられる。また、運営機関は当局からの補完的視点への準拠や当局からの要請に基づき監視にあたっての情報提供等が必要と考えられる。

一方で、IT が高度化及び複雑性が日進月歩で増すことに加え、多数の参加者による共同運営的な DLT のシステムの影響力は大きく、その信頼性を常に担保していくことが必要と考えられる。そのためにも、運営機関が対応要件に必要な運営がなされているか第三者機関(中立性のある監査法人等。以下同じ。) による第三者評価も定期的に必要と考えられる。また、同様に当局が運営機関から提供される情報の信頼性や当該情報を用いて解析等を行う情報基盤を構築するのであれば、当該プロジェクトの評価を第三者機関が担うことで社会全体としての信頼性を担保していくことが必要と考えられる(図 4 参照)。

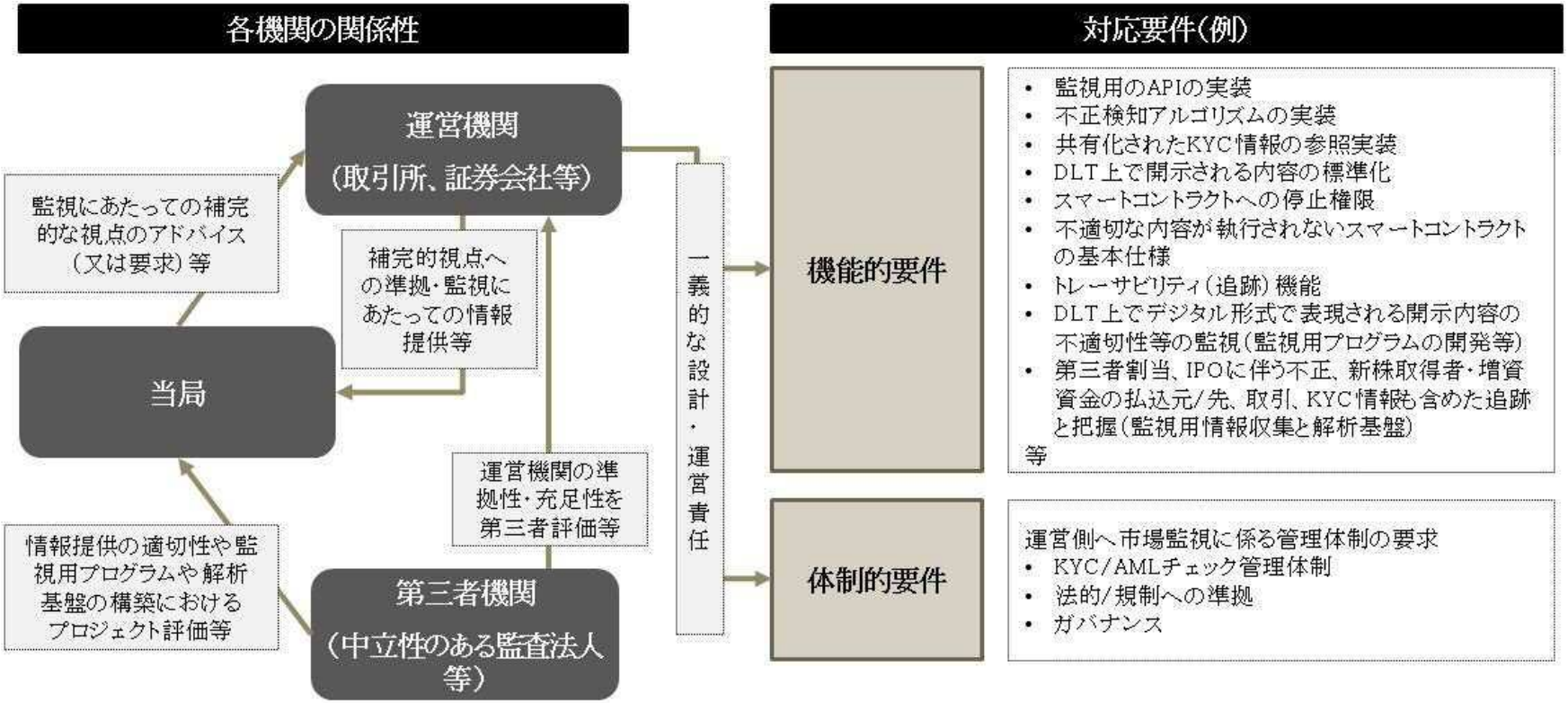

図 4　監視に必要となる各機関の関係性(案)と対応要件(例)の整理

３．　資金取引市場

３．１．　先進技術における資金取引市場の追跡可能性

３．１．１．　預金残高・取引明細

2017 年 6 月に施行された改正銀行法に基づき、各銀行は、施行から 2 年以内に Open API の整備を努力義務として求められている。Open API とは、「銀行と外部の事業者との間の安全なデータ連携を可能にする取組」[1)]である。2018 年 3 月には電子決済等代行業者との連携及び協働に係る方針を策定することが義務付けられており、その公表状況を以下の表にまとめた(表 5 参照)。

表 5　金融機関における電子決済等代行業者との連携及び協働に係る方針の公表内容[2)]

区分	Open API への対応方針			総計
	将来的な検討事項	対応しない	対応する	
都銀	-	-	5	5
地銀	-	-	64	64
第二地銀	-	-	41	41
銀行（その他）	-	1	13	14
信託銀行	-	8	7	15
外銀	-	56	-	56
信用金庫	-	1	261	262
信用組合	-	107	42	149
労働金庫	-	-	14	14
農業協同組合	-	-	655	655
信用農業協同組合連合会	-	-	32	32
農林中央金庫	-	-	1	1
漁業協同組合	2	-	75	77
信用漁業協同組合連合会	-	-	28	28
商工組合中央金庫	-	-	1	1
総計	**2**	**173**	**1,239**	**1,414**

電子決済等代行業者との連携及び協働に係る方針の公表結果からも、Open API への対応について、9 割弱の金融機関が対応する方針である。

法的整理は必要であろうが、理論的には、当局に全ての口座を閲覧できる特殊なキーを保持させることで、全口座及び取引情報を能動的に閲覧できる可能性はある。

---

1) 全国銀行協会の定義により抜粋

2) 金融庁の「金融機関における電子決済等代行業者との連携及び協働に係る方針の公表」結果の一覧を金融機関の区分ごとに集計しまとめた。

一方、一部金融機関においては、Open API に対応しない旨が公表されており、能動的に閲覧できる可能性は低く、当局は従来どおりの情報取得にならざるを得ない可能性がある。

３．１．２．　送金履歴

2017 年 12 月 6 日に「内外為替一元化コンソーシアム」[1]が、「分散台帳技術（DLT）を活用し、外国為替に加えて、内国為替も一元的に扱う決済プラットフォーム「RC クラウド」のセキュリティや耐障害性等を強化した商用版「RC クラウド 2.0」の構築を完了した」[2]と発表した。当該 DLT を参照することで、国際的な資金の動きも末端まで把握できる可能性がある。

３．２．　監視課題

３．２．１．　資金移動の把握を用いたトレーサビリティ案

前述した預金残高・取引明細、送金履歴について、KYC 情報を活用することで、不特定多数の共謀による真の利益享受者を特定できる可能性がある。

例えば、下図(図 5 参照)のように自動的に口座情報や送金履歴を巡回するアプリケーション等を用いて取引、口座や送金・取引先の情報を参照することで、リアルタイムに情報を収集し、個人(又は団体)を特定・監視することができる。

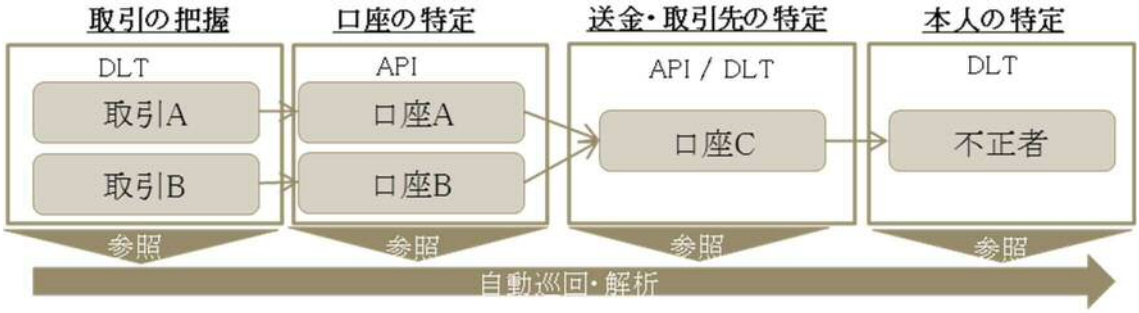

図 5　自動巡回・解析による疑わしい取引特定のイメージ

また、特定の投資家を対象に共謀した不正取引をリアルタイムに調査することも実現可能と想定される。資金移動の把握を用いた疑わしい取引の累進的及び逆進的な特定方法について Web 上における SNS 等の人間関係から中心人物の特定やトレンド分析を行う一般的な手法を参考に考察した。

[1] SBI Ripple Asia 株式会社が事務局を務める「国内外為替の一元化検討に関するコンソーシアム」2017 年 7 月 11 日現在、参加金融機関は 61 行。（SBI ホールディングス株式会社のプレスリリースより抜粋）

[2] SBI ホールディングス株式会社のプレスリリースより抜粋

＜累進的特定方法(案)＞(図 6 の例 1 参照)
疑わしい一連の取引を基に真の受益享受者を累進的に特定していく手法である。

① 疑わしい一連の取引の特定
② 関連する複数の口座を特定
③ 共通で関係する口座の特定(真の受益享受者)
④ 真の受益享受者の口座に関係する他口座の特定
⑤ 関係する取引の特定(疑わしい一連の取引の可能性を追求)

＜逆進的特定方法(案)＞(図 6 の例 2 参照)
KYC/AML 情報を基に逆進的に関係する取引を特定していく手法である。

① 異常な資金の動きの中心と想定される口座の特定(KYC/AML 情報を基に事前に特定)
② 関係する口座の特定
③ 関係する取引の特定(疑わしい一連の取引の可能性を追求)

口座間の関係性の強さは統計学的に測定する方法が考えられる。また、前述した Open API 等を活用して、口座情報を能動的に取得できることで、機械的かつ網羅的にトレーサビリティを講じることが期待される。なお、能動的に取得できない情報については、補完的に付け足して処理するなどの工夫は必要と考えられる。例えば、Open API を公開していない金融機関に対しては、定期的に口座情報の提供を求めて、口座間（もしくは疑わしい一連の取引）の関係性の強さを再測定する等である。真の受益享受者を特定するためには、段階的な口座情報の提供を求めることも一案ではあるが、リアルタイムな調査を損なうことで被害の拡大や真の受益享受者が捜査から逃れる時間を与える懸念がある。また、口座情報の提供側と受領側が都度的な対応を講じることによる事務的負担は双方にとって非合理的であろう。

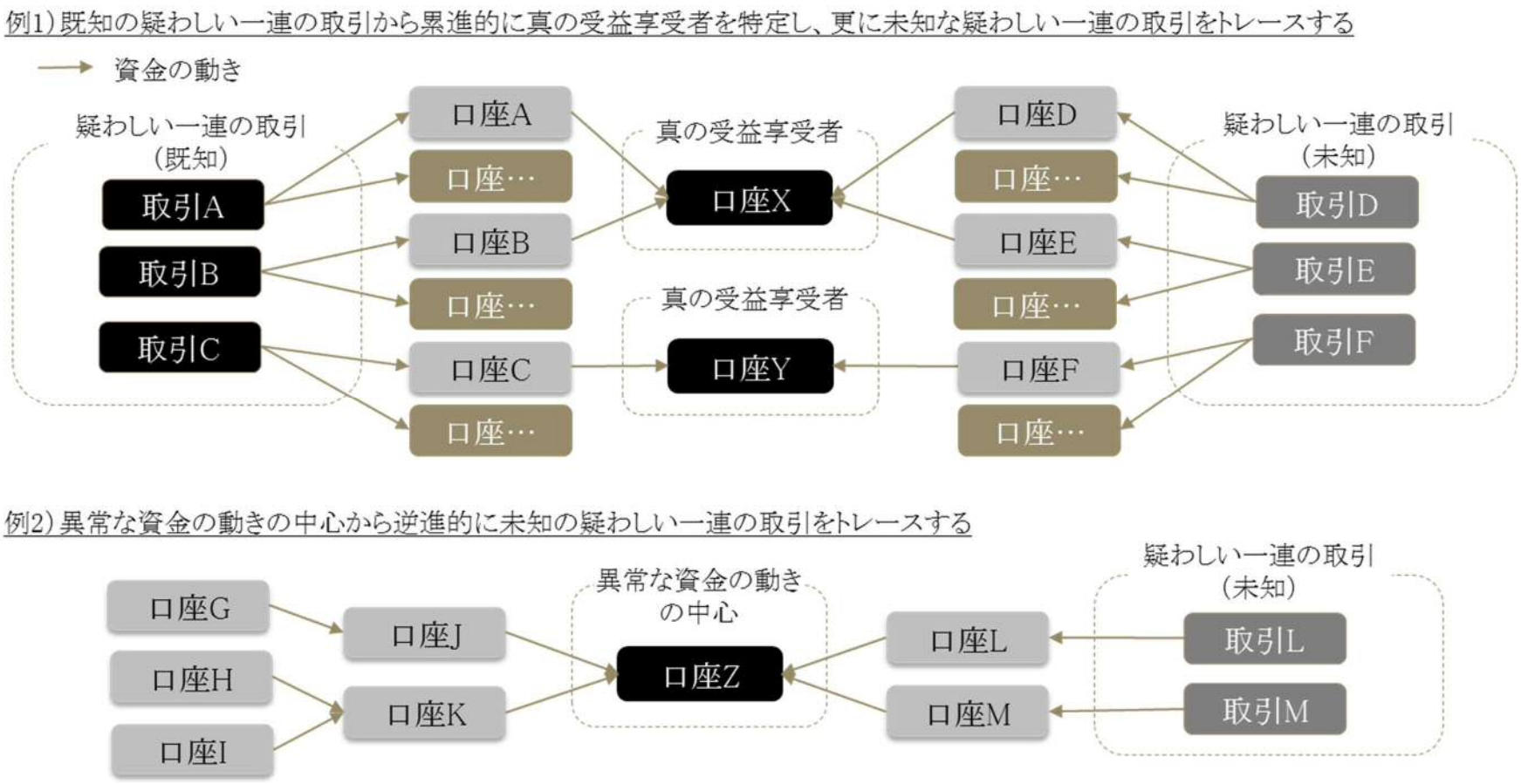

図 6　資金移動ネットワーク分析の活用

３.２.２.　監視にあたっての課題

前述したトレーサビリティ案も含めた機械的かつ能動的な監視手法の実現のためには、主に収集の課題及び分析の課題が想定される。

＜収集の課題＞

前提として、API や DLT へ機械的に参照又は収集できる仕組みが必要と考えられる。

理論的には参照できるキー(又はノード)を運営機関側から特別に付与されることで可能とは考えられるが、法的・制度的及びセキュリティに関する整理と対応が必要と考えられる。本稿では法的・制度的議論を述べることは控えるが、強力な参照権限を持つキー(又はノード)の管理は極めて重要で、収集した情報が漏洩される懸念も含めて慎重な検討が必要と考えられる。

また、収集した情報をどこに保持するか、保持しないかという整理と検討も必要であろう。単一の運営機関からの情報取得であれば、トレーサビリティの機能を運営機関側に求める対応で完結する場合も想定され、複製した情報をもつことが果たして有意義か、セキュリティ上問題を生じないかの検討は必要であろう。一方、複数の運営機関から情報を収集する場合には、横断的に収集した情報を紐づけるために保持することも考えられる。

＜分析の課題＞

利益関係者や資金取引を解析する手法が必要であろう。

前提として、個人を特定できる情報の取得が重要であるが、複数又は単一金融機関において複数口座を保持している場合には名寄せを独自で行う必要が考えられる。共通的な ID を振ることが最も有効な手段ではあるが、共有化された KYC 情報等を有効に活用していくことも考えられる。共通的な ID として最も望ましいのはマイナンバーであるが、現法ではその用途が社会保障、税、激甚災害時と限定されており、名寄せとして用いることはできない。総務省のマイナンバーカード利活用推進ロードマップによると ID 管理を確実にするためにマイナンバーの官民の認証連携推進について 2018 年度中に必要な法制度を検討するとある[1]。そのため、当該結果によっては、官民ともに煩雑な名寄せ作業から解放される可能性が期待される。

前提の課題が解消された上で、大量の取引や口座の関係を解析するための高度統計処理や AI 等の活用が必要と考えられる。収集の課題と同様に単一か複数機関から情報を横断的に取得するかで処理すべき情報基盤を用意する必要の検討や、運営機関側に解析できる機能の提供を求めることが考えられる。

[1] 総務省の「マイナンバーカード利活用推進ロードマップ」を参照

４．　まとめと将来のあるべき姿について

４.１．　当局の包括的な監視体制の構築

Open API や DLT の進展による証券市場の環境変化は、トラフィック分析、スマートコントラクト等へのアクセシビリティを高め、各運営機関及び第三者機関と連携することで、発行市場・流通市場・資金取引を包括的に監視する体制を構築できる可能性がある(図 7 参照)。

その結果、インサイダー等における借名取引の早期分析や、架空増資や不公正ファイナンスに絡む架空循環取引等、発行市場における不正解明の早期化に資することができると考えられる。

想定される具体的な監視領域(及び対象情報の例)と技術的なプラットフォームは、以下のとおりである。

＜発行市場(DLT プラットフォーム)＞

- 発行開示、継続開示等の内容
- 事業計画や、有価証券の評価額など
- 上場審査、引受審査等の内容
- 引受証券会社、株式取得者等の情報

＜流通市場(DLT プラットフォーム)＞

- 証券の権利移転
- 証券の流通履歴

＜資金取引(DLT プラットフォーム)＞

- 法定通貨の送金履歴

＜電子化された銀行取引照会(Open API)＞

- 預金残高
- 取引明細

＜KYC / AML(DLT プラットフォーム)＞

- 口座開設時の本人確認情報
- KYC /AML / CFT(Counter Financing of Terrorism)データベース
- 高速取引行為者、海外委託者情報

当該監視領域について、運営機関が一義的な設計・運営責任を担うことで、個別又は横断的な自浄作用を促すことが期待される。

また、第三者機関からの当局への助言や、運営機関への評価・助言を行うことで、監視体制全体の信頼性を持続的に維持することが期待される。

市場参加者及び監視者が共有化されたエコシステムの中で互いに利便性の享受と市場公平性を担保できることは、市場としての競争力を高めることになり得ると考えられる。

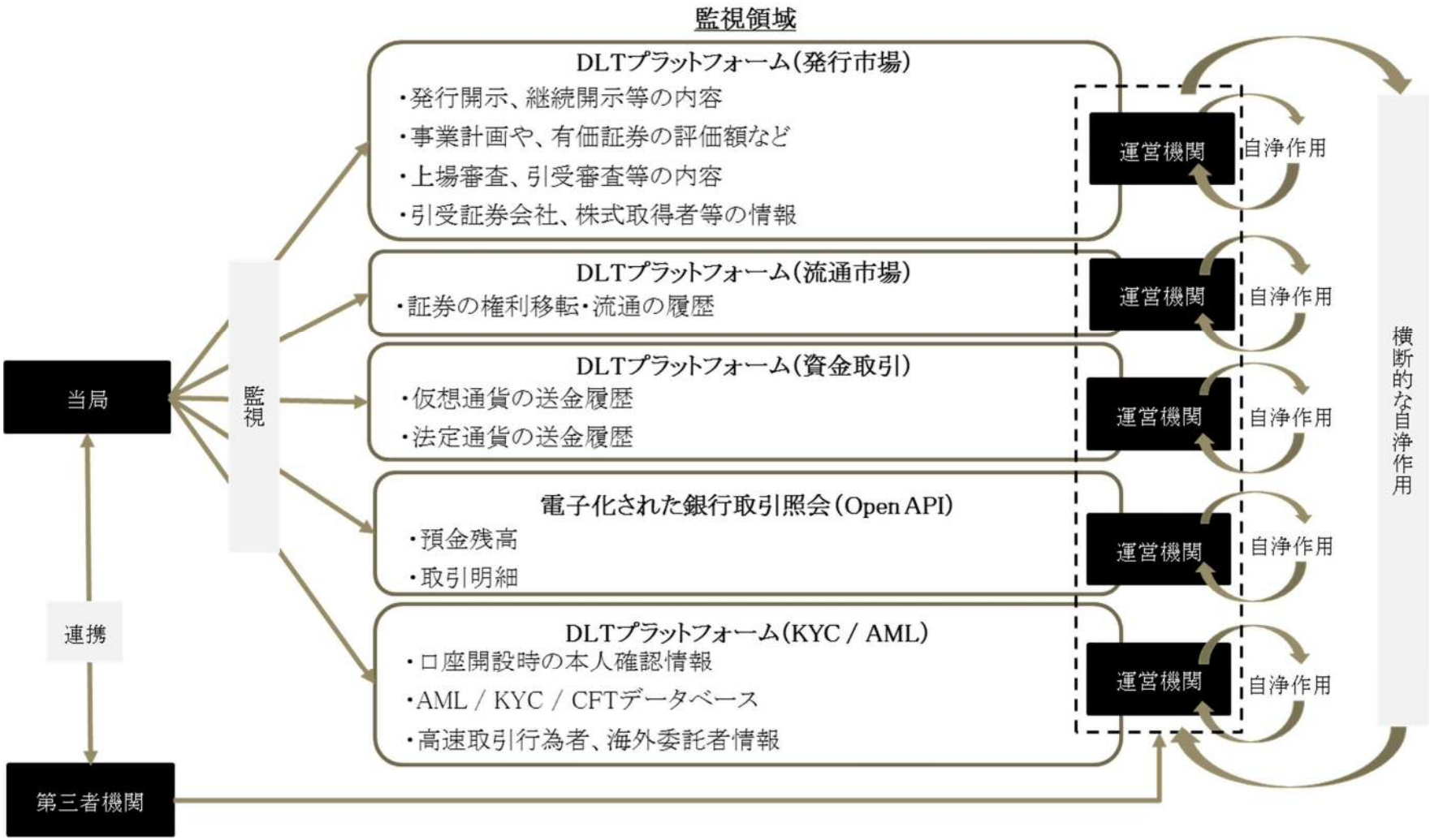

図 7　当局の包括的な監視体制の構築(案)

４.２.　将来のあるべき姿について

４.２.１.　デジタルトランスフォーメーション

前述のとおり、DLT や Open API といった技術により、理論的には俯瞰的かつ横断的に監視できる仕組みの構築は可能と考えられる。一方で、監視機能を盛り込むためには、情報基盤の運営機関側、当局や第三者機関との連携した体制構築とデータ標準化が必要であることは述べたとおりである。

当該取組は、全体のデジタライゼーションを促すことのようにも考えられるが、運営機関側だけの取り組みで実現するものではないと考えられる。当局への報告や監視手法がアナログで統一性に欠けたものであると、監視される側はデジタライゼーションされる一方で、前述した設計の初期段階から監視機能を盛り込むことは後回しになり、後付け的に対応することでかえって非効率になることが想定される。また、既存・新規の取組にかかわらず、自主規制団体内及び自主規制団体を跨いだ情報連携や監視機能に係る議論は後回しとなることが想定される。その結果、個別各所で仕組みが乱立することで、かえって情報連携や監視を阻害することになりかねない。そのため、単一的で中央に位置する監視者である当局のデジタライゼーションも重要であろう。

このデジタライゼーションする環境変化を促すデジタルトランスフォーメーションについて、PwC あらた監査法人のフレームワーク（図 8 を参照）[1)]を参考に考察すると以下が考えられる。

① 既に確立されたプロセスやデータのデジタル化かつ標準化（デジタライゼーション）

先ず、当局、運営機関及び第三者機関ともに既存のプロセスやデータをデジタル化かつ標準化することが必要と考えられる。例えば、当局であれば現在報告として求めているものの情報のデジタル化及び標準化されたデータフォーマットを提供者側に提示又は義務付けるとともに、当局内で当該情報をデジタルかつシームレスに処理していくことが必要であろう。

重要なのは標準化されたプロセスやデータと後述する新しい取組で処理されるプロセスやデータを整合させていくことである。また、それを徹底させるためのガバナンスが必要となる。なぜならば、整合しない事象が発生することは、煩雑さを招き、結果的に双方にとって中途半端な取組に終わることで、社会的なコストがかえって上がることが想定される。また、一部の不整合を認めることは公平性を欠き、結果的に社会的な信用を損なうことになりかねない。

[1)] PwC あらた監査法人の講演資料「デジタルトランスフォーメーションにおける成功のポイント」より抜粋

② デジタライゼーションとその効果の最大化

当局、運営機関及び第三者機関は、前述した既存のプロセスやデータのデジタル化かつ標準化により効率化された利点を最大限に活かす試みが必要であろう。例えば、発行市場と流通市場の情報や企業の取引・保有資産・AML と監査法人の監査結果などの情報がシームレスに連携され処理されていくことで、運営機関などの上場審査の迅速化が促される。また、プロジェクトや商品単位での資金調達といった仕組みを構築するにあたって、予め当該企業の情報や、プロジェクトや商品の信頼性の担保に資する情報を、当局、運営機関及び第三者機関が迅速に把握する。そして、そのプロジェクトや商品の合理性を評価する情報と紐づけることで、投資判断に資する情報を市場に展開し、信頼性を担保していくことなども考えられる。

このように、前提となるデジタル化かつ標準化された状態を実現できれば、事務的手続き、市場への情報提供及び監視の効率化を実現することができる。そうすると、資本及び人材を新たな領域へ集中させることができ、デジタル化された付加的な市場が生まれることが想定され、本邦の国益及び市場としての魅力を向上させることが期待される。

③ 信頼性を担保するための Digital Trust の確立

高度にデジタル化され密接に連携した金融システムでは、その信頼性を担保していくことが重要となる。利用者保護の観点及び社会的信用のあるエコシステム(以下「Digital Trust」という。) の確立のためには、運営機関側の自助努力だけではなく、設計段階からの当局との連携や第三者機関による評価が必要と考えられる。

当該取組を行うには、当局、運営機関及び第三者機関の各所における強力なイニシアティブとリーダーシップが必要となるだろう。ただし、各所における自主的な活動に期待するだけでは、前述のとおり、個別最適化に伴う仕組みの乱立による弊害が懸念される。そのため、場合によっては、国家レベルにおいて、重複したプロジェクトや仕組みを整理及び統廃合し、これをガバナンスするための制度及び情報基盤の導入が必要と思われる。

上記の要点を踏まえて、次節で以下について提言した。

- プラットフォーム整備時における官民協調
- 第三者機関との連携
- 多国間連携
- 関係機関の人材育成

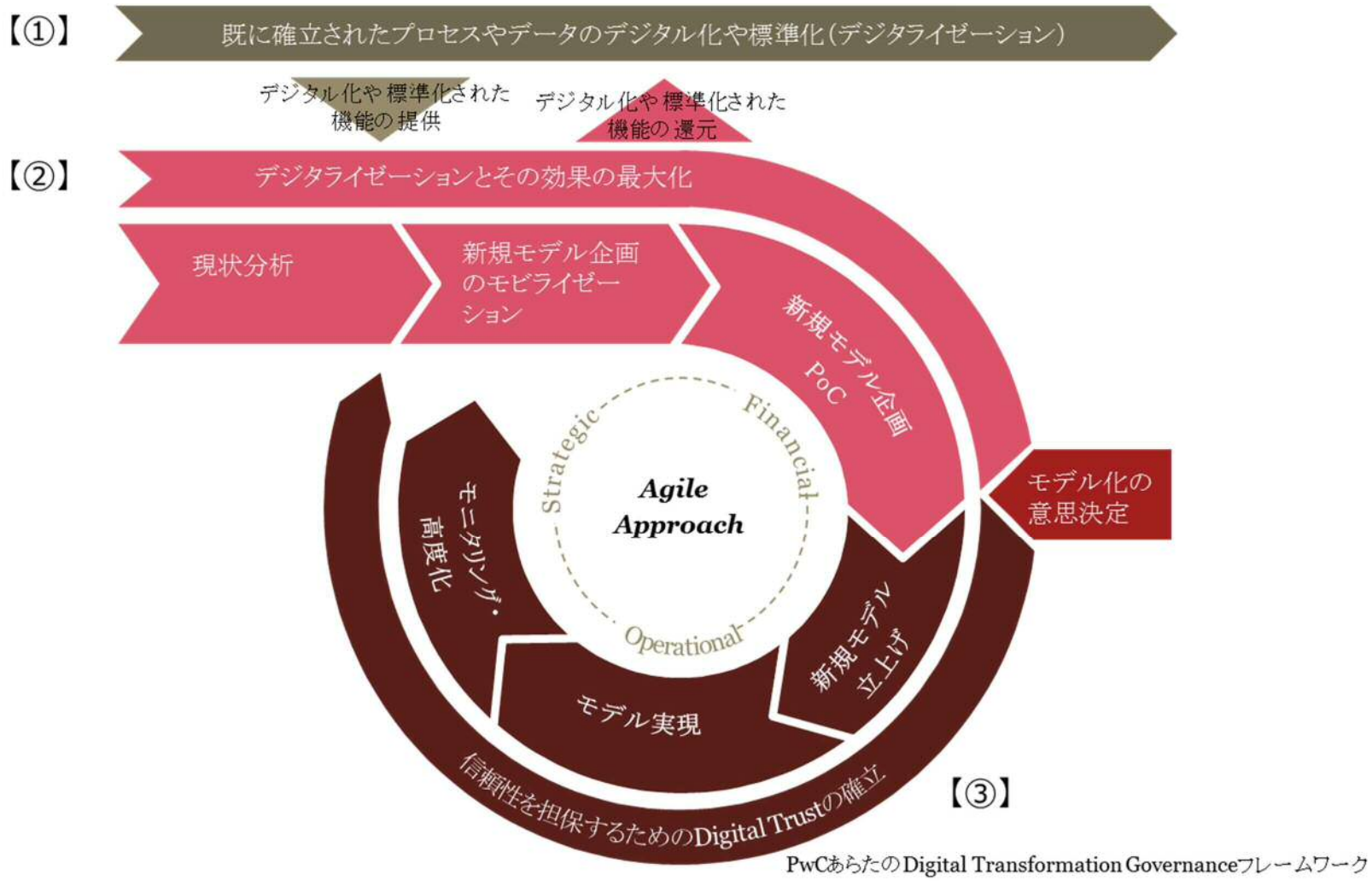

図 8　PwC あらたの Digital Transformation Governance フレームワーク

４.２.２.　プラットフォーム整備時における官民協調

高度にテクノロジーで自動化された世界においては、一度の失敗が多大な損失に繋がり、不公正が連続して生じることが懸念される。特に DLT により密接に連携したシステムや分散管理されたシステムに対して、運用開始後に、基本仕様や運営体制の変更を行うことは難しくなることが想定される。前述の「Digital Trust」の確立のためには、以下について運営機関や業界団体と、当局との協調が早い段階から必要と考えられる。

＜リスク評価＞

DevOps（デブオプス、開発（Development）と運用（Operations）が連携すること）に代表されるアジャイル開発により、リリースされた後に修正を頻度に繰り返すことで利便性を高めていくことが想定される。そのため、不完全性が誘発する不公正や不正リスクが内包されたまま設計されることが懸念される。特に社会的に影響の大きいシステムであれば、より慎重なリスク評価が必要であろう。

当該ビジネス（又は仕組み）が与える影響と内包するリスクを早い段階から察知し、対応に組み込むことが必要と考えられる。

また、ビジネスを展開していく上で、リスクについて考慮し、安全・安心である対外的な説明を行うことができることは、社会的信用を得ることと、産業の発展に資することになると考えられる。

＜コントロール＞

一度の失敗が多大な損失に繋がり、不公正が連続して生じることを防ぐために、発生自体を予防することが必要と考えられる。

例えば、スマートコントラクトによる自動的な処理（プロセス）を組み込むことを考えたときに、ビジネスの利便性だけで構築するのではなく、前述したリスク評価の結果も鑑みながら、コントロールしていくことが必要と考えられる。

コントロールは、処理（プロセス）の適格性等のチェックロジックそのものもあるが、それを担保するための開発やテストの態勢整備も講じる必要があると考えられる。

＜監視（モニタリング）＞

自動化された処理は適切であっても不均衡が生じることや、自動化された処理そのもののコントロールが不十分で不正の発生を予防できない場合も想定される。

そのためにも、俯瞰的に結果を常に監視し、不均衡や不正を検知することが必要と考えられる。機能変更やその影響を可視化することに加えて、データによる検証も容易に可能な状況にしておく必要があると考えられる。

＜設計（デザイン）＞

高度に自動化及びデータが連結されて運用された後でコントロールや監視機能を組み込むことは、難しいことが想定される。そのため、ビジネスの仕組みやプラットフォームの設計段階から考慮していくことが必要と考えられる。

上述した内容を実現するために、Open API におけるデータの標準化や DLT におけるスマートコントラクトの仕様策定を定めるコミッティに当局がオブザーバーとして動向を把握しながら、意見ができるような体制を構築していくこと等が考えられる。

特に非競争分野におけるデータ標準化は、そのかかる社会的コストがかえって拡大しないよう極小化できる仕組みを、業界全体で並行して検討していくことが必要と想定される。

４.２.３.　第三者機関等との連携

市場が柔軟に対応していくための当局からの規制等に係る発信や、当局以外の組織を使ってより機動的なモニタリングを実施するために、第三者機関の活用、及び自主規制法人等との連携が必要と考えられる。

例えば、以下等が考えられる。

- 規制等や不正スキームについて当局から発信されると動的に DLT 上のスマートコントラクトに反映され不正取引を検知する。
- セキュリティやスマートコントラクトの適切性を定期的に担保するために第三者機関の評価を受ける。
- 前述した早い段階から監視機能を盛り込むために、監査法人等の評価機関を運営機関側の検討過程におけるオブザーバーとして参加を促す又は制度化する。
- 民間のテクノロジーを最大限に活用するために、テクノロジー企業、プロフェッショナルサービス企業や学識者等を集め、短期間でプロトタイプを作成し検証する。[1)]

[1)]同様の取組として、英国 FCA（金融行為規制機構）の「TechSprint」がある

４.２.４.　多国間連携

証券取引のクロスボーダー化が進んでいくと、海外投資家による不正事案についてトレーサビリティを確保していく必要が生じる。例えば、トレーサビリティを確保するためのデータの標準化や、監視レベルを揃えるための規制の標準化が考えられる。

また、場合によっては、次世代プラットフォームの共通基盤の一つは海外にあるかもしれず、国内当局の影響が及ぼしづらい可能性も懸念される。

IOSCO のマルチ MOU(多国間情報交換枠組み)において、相互支援と情報交換の原則や場は設けられているものの、その枠内で解決できるものか、あらためて検討することが必要であろう。

例えば、データ標準化や規制の標準化に伴い、多国間連携できる共通プラットフォームの構築や互いのプラットフォームを情報連携させることで、市場監視に伴う情報交換及びトレーサビリティを迅速に行うことができるのではないかと考えられる。

４.２.５.　関係機関の人材育成

IT の急速な発展は、既存の専門性がすぐに陳腐化し、人材による新しい環境への対応の遅れは結果的に産業の発展を阻害し、不公正性を是正できずに社会的不均衡を招く懸念がある。また、サイバーセキュリティ等のリスクに対応する技術要員も早急な検討課題であり、社会的な共通インフラであるほど、その信頼性を担保し続けることが極めて重要になると考えられる。

本稿でも社会全体の信頼性を担保するために当局、運営機関及び第三者機関による体制構築が必要と述べたが、体制を相互に支えるための人材は不可欠であろう。

短期的には海外も含めて有力な企業との連携、人材の獲得や交流することで、局面ごとの課題を乗り切ることが想定されるが、特許等がからむ企業又は国家の競争力を左右する研究分野や革新的な仕組みの考案においては中長期的な人材育成が必要と考えられる。また、雇用の流動化や専門性の切り替え(所謂学びなおし)も許容される組織文化の醸成や社会環境が必要と考えられる。

その上で、デジタルに精通した人材へのリスク管理やコンプライアンス管理といった意識の醸成を行うことで、社会全体の信頼性を担保するための枠組みを支える人材が育成できるのではなかろうか。

なお、前提として、デジタルに精通した人材を育てるためには、前述したデジタルトランスフォーメーションを模索し、個人のキャリアを実現するための環境全般を変える必要があると考えられる。全ての人材が初期のイノベーションに係る必要はなく、そのきっかけとなる環境の整備が必要と考えられる。SEC は、「2013 年に構築された SEC のマーケット情報データ分

析システム（MIDAS）が、全国の証券取引所からのデータをほぼリアルタイムで取り込み、処理するために、クラウドのスケーラビリティを有効に活用し 20 ある定量分析チームが機動的に活動できるようにした。また、2018 年 5 月には、SEC の専門チームへデータ解析と機械学習の最先端ツールである「Data Science Workstations（DSW）」の提供を開始した。」と発表した。[1)]

当該取組により、デジタル化による恩恵や一方で生じる課題への対応が、日常的な業務として確立していくことで、有能な人材のリテンションや育成に貢献するものと考えられる。

４.２.６.　最後に

本邦のスマートフォンや電子改札の導入実績に鑑みると、ひとたび利害関係者の利便性が享受できる仕組みを投入すると、その普及の速さは他国を凌駕する。本邦において、先進技術を全てのステークホルダーが取り込み、デジタルトランスフォーメーションを急速に推進していくことで、世界に先駆けて社会全体の信頼性を担保する究極的なエコシステムが誕生することを期待する。

当該エコシステムの誕生は、多国間でのデータ標準化や規制の標準化に向けた本邦の発言力を高めることや、イニシアティブを握ることに繋がるであろう。

参考文献

金融庁総務企画局(2017)「日本の市場・取引所を巡る動向と今後の課題」，第 38 回金融審議会総会・第 26 回金融分科会合同会合議事次第，資料１－１ (https://www.fsa.go.jp/singi/singi_kinyu/soukai/siryou/20170303/01.pdf)

金融庁総務企画局(2017)「フィンテックや決済高度化を巡る動向と今後の課題」，第 38 回金融審議会総会・第 26 回金融分科会合同会合議事次第，資料２－１ (https://www.fsa.go.jp/singi/singi_kinyu/soukai/siryou/20170303/04.pdf)

清水 葉子(2013) 「HFT、PTS、ダーク・プールの諸外国における動向～欧米での証券市場間の競争や技術革新に関する考察～」，金融庁金融研究センターDP 2013-2(https://www.fsa.go.jp/frtc/seika/discussion/2013/01.pdf)

[1)] SEC のホームページ「CIO Pam Dyson Talks Tech Innovation」を参照

芳賀 良(2014)「高頻度取引と相場操縦規制」『横浜法学』，第 22 巻第 2 号，pp. 171 – 204

保坂豪(2014) 「東京証券取引所における High-Frequency Trading の分析」，JPX ワーキング・ペーパーVol. 4. (http://www.jpx.co.jp/corporate/research-study/working-paper/tvdivq0000008q5y-att/JPX_working_paper_No.4.pdf)

大墳剛士(2016)「諸外国における市場構造と HFT を巡る規制動向」，金融庁金融研究センター DP2016-4 号(https://www.fsa.go.jp/frtc/seika/discussion/2016/04.pdf)

湯原心一(2017)「高頻度取引の一考察」，成蹊法学第 86 号論説，pp.59-87

林高樹(2017) 「高頻度注文板データの統計解析：異市場・同一株式価格間の先行遅行関係」，JPX ワーキング・ペーパーVol. 4. (http://www.jpx.co.jp/corporate/research-study/working-paper/tvdivq0000008q5y-att/JPX_working_paper_Vol19.pdf)

大墳剛士(2017)「日本におけるダーク・プールの実態分析」，JPX ワーキング・ペーパーVol. 21. (http://www.jpx.co.jp/corporate/research-study/working-paper/tvdivq0000008q5y-att/JPX_working_paper_Vol21.pdf)

SEC(2016)「Major Information Systems」(https://www.sec.gov/foia/information_systems.htm)

SEC(2013)「MIDAS Market Information Data Analytics System」，(https://www.sec.gov/marketstructure/midas.html#.Ww40J8jRCUk)

SEC(2017)「SEC Seeks Public Comment on Plan to Create A Consolidated Audit Trail」(https://www.sec.gov/news/pressrelease/2016-77.html)

SEC(2017)「Rule 613 (Consolidated Audit Trail)」(https://www.sec.gov/divisions/marketreg/rule613-info.htm)

Nasdaq(2016)「Building on the Blockchain」(http://business.nasdaq.com/media/Blockchain%20Report%20March%202016_tcm5044-26461.pdf)

山藤敦史・箕輪郁雄・保坂豪・早川聡・近藤真史・一木信吾・金子裕紀(2016)「金融市場インフラに対する分散型台帳技術の適用可能性について」，JPX ワーキング・ペーパーVol.15.(https://www.jpx.co.jp/corporate/research-study/working-paper/tvdivq0000008q5y-att/JPX_working_paper_No15.pdf)

近藤 真史・保坂 豪・土井 惟成・山藤 敦史(2017)「金融市場における分散型台帳技術の活用に係る検討の動向」，JPX ワーキング・ペーパーVol. 20. (http://www.jpx.co.jp/corporate/research-study/working-paper/tvdivq0000008q5y-att/JPX_working_paper_Vol20.pdf)

大和証券グループ プロジェクトチーム(川浪 創・松尾 英俊・ 相原 一也・大沼 孝・平田 裕子・枝廣 龍人)(2018)「約定照合業務におけるブロックチェーン(DLT)適用検討」，JPX ワーキング・ペーパーVol. 22. (http://www.jpx.co.jp/corporate/research-study/working-paper/tvdivq0000008q5y-att/JPX_working_paper_Vol22.pdf)

European Network and Information Security Agency(2017)「Distributed Ledger Technology & Cybersecurity - Improving information Security in the financial sector」(https://www.enisa.europa.eu/publications/blockchain-security/at_download/fullReport)

経済産業省(2017)「FinTech ビジョン(FinTech の課題と今後の方向性に関する検討会合 報告)」(http://www.meti.go.jp/press/2017/05/20170508001/20170508001-1.pdf)

株式会社野村総合研究所(2016)「平成２７年度 我が国経済社会の情報化・サービス化に係る基盤整備(ブロックチェーン技術を利用したサービスに関する国内外動向調査)報告書」，経済産業省，「ブロックチェーン技術を利用したサービスに関する国内外動向調査」(http://www.meti.go.jp/press/2016/04/20160428003/20160428003-2.pdf)

一般社団法人 全国銀行協会(2017)「ブロックチェーン技術の活用可能性と課題に関する検討会報告書」(https://www.zenginkyo.or.jp/fileadmin/res/news/news290346.pdf)

一般社団法人 全国銀行協会(2017)「オープン API のあり方に関する検討会報告書」(https://www.zenginkyo.or.jp/fileadmin/res/abstract/council/openapi/openapi_report_1.pdf)

望月 昭人(2018)「決済高度化に向けた全銀協の取組状況について」，金融庁決済高度化官民推進会議，2018 年 6 月 11 日，第５回 決済高度化官民推進会議資料 (https://www.fsa.go.jp/singi/kessai_kanmin/siryou/20180611/01.pdf)

金融庁(2018)「金融機関における電子決済等代行業者との連携及び協働に係る方針の策定状況について」(https://www.fsa.go.jp/status/renkeihoushin/index.html)

SBI Ripple Asia(2018) 「内外為替一元化コンソーシアムの活動成果について」，2018 年 3 月 7 日，銀行コンソーシアム成果発表会資料

総務省(2017)「マイナンバーカード利活用推進ロードマップ」，2017 年 3 月，(http://www.soumu.go.jp/main_content/000477828.pdf)

大橋 善晃(2008)「IOSCO のマルチ MOU(多国間情報交換枠組み)について」(http://www.jsri.or.jp/publish/topics/pdf/0805_01.pdf)

FCA(2017)「Model driven machine executable regulatory reporting TechSprint」(https://www.fca.org.uk/events/techsprints/model-driven-machine-executable-regulatory-reporting-techsprint)

PricewaterhouseCoopers(2017)「金融サービステクノロジー2020 年を越えて」(https://www.pwc.com/jp/ja/japan-knowledge/thoughtleadership/assets/pdf/technology2020-and-beyond.pdf)

PricewaterhouseCoopers(2018)「日本企業における AI 活用の可能性 ―成功のカギはどこにあるのか？」(https://www.pwc.com/jp/ja/knowledge/thoughtleadership/2018/assets/pdf/tmt1801.pdf)

SEC(2018)「CIO Pam Dyson Talks Tech Innovation」(https://www.sec.gov/public-sector-summit)

金融庁金融研究センター

〒100-8967　東京都千代田区霞ヶ関 3-2-1
中央合同庁舎 7 号館　金融庁 15 階

TEL：03-3506-6000（内線 3552）
FAX：03-3506-6716
URL：http://www.fsa.go.jp/frtc/index.html