

全銀ネット調査レポート 2020

2020年12月

一般社団法人全国銀行資金決済ネットワーク

【 目 次 】

I. はじめに	1
II. 調査結果	2
1. 資金決済システムの改革を巡る諸外国の取組み.....	2
(1) 英国の動向	2
(2) 米国の動向	5
(3) 豪州の動向	9
(4) シンガポールの動向.....	13
(5) まとめ	14
参考資料 1 各国資金決済インフラの比較.....	16
参考資料 2 各国リアルタイムペイメントシステムの比較.....	17
参考資料 3 Sibos 2020 の開催概要	18
2. 新技術の動向と適用可能性.....	19
(1) クラウド	19
(2) API	23
(3) ブロックチェーン.....	25
参考資料 4 API の通信技術	31
参考資料 5 ブロックチェーン基盤の概要.....	32

I. はじめに

全銀ネットは、第3次中期経営計画（2019年度～2021年度）において、「次世代の資金決済システムに関する検討」を検討事項に掲げており、諸外国の決済システム・サービスの動向、国内における新たな決済サービス・新技術の動向、Fintech 事業者等の対話、加盟銀行の意向・ニーズ等を踏まえて、中期的な観点から、次期全銀システムの構築に向けた検討を実施することとしている。

この検討に資することを目的とし、本年度は、Sibos 2020¹等において、諸外国の資金決済インフラの動向調査を実施したほか、システムベンダーに対するヒアリング等を通じ、新技術（クラウド、API、ブロックチェーンなど）の動向等について情報収集を行った。

なお本年度は、昨年度の有識者会議の提言等を踏まえつつ、2020年5月に設置した「次世代資金決済システムに関する検討タスクフォース」（以下「タスクフォース」という。）を中心に、①ノンバンク決済事業者（資金移動業者）の全銀システムへの参加、②多頻度小口決済の利便性向上（少額送金サービス）などについて検討が行われた。このため、全銀ネットにおける上記調査も、同タスクフォースの検討の参考に資することを意識して実施したほか、タスクフォースのメンバーから行われたプレゼンテーションの内容について、調査の参考にしている。

本レポートは、こうした取組みの一環として、2020年度における事務局の調査結果等を整理し、取りまとめたものである。本レポートが、今後の資金決済システムに関する検討の一助となれば幸甚である。

企画部 調査広報グループ

¹ 新型コロナウイルス感染拡大を踏まえオンラインで開催された。

II. 調査結果

1. 資金決済システムの改革を巡る諸外国の取組み

本章は、資金決済システムの改革に関して、昨年度から今年度にかけて見られた諸外国の主な取組みについて紹介する。2018年頃まで、資金決済システムに関する各国の主な関心は24/7リアルタイムペイメント（夜間・休日を含め、振込資金が即時に受取側に着金すること）であった。一方、主要国において資金決済システムにおける24/7リアルタイムペイメントはすでに完了しており²、現在の各国の関心は、①24/7リアルタイムペイメントを前提とした資金決済システムのさらなる利活用、②国内全体の資金決済システムの効率化、③資金決済システムに対する参加資格のノンバンクへの拡大、という点に変化しており、国ごとの状況に応じて様々な取組みが行われている。

特に、欧米では英国や米国、アジアでは豪州やシンガポールにおいて積極的な取組みが見られ、新型コロナウイルスの影響による遅れはありながらも、今年度「次世代資金決済システムに関する検討タスクフォース」において検討が進められてきた日本と同様に、着実に改革が行われてきた。本レポートにおいては、Sibos 2020において行われたカンファレンスの内容も参考にしながら、この4か国において、昨年度から今年度にかけて行われてきた取組みの主な内容を概観する（Sibos 2020の開催概要については後記参考資料2参照）³。

(1) 英国の動向

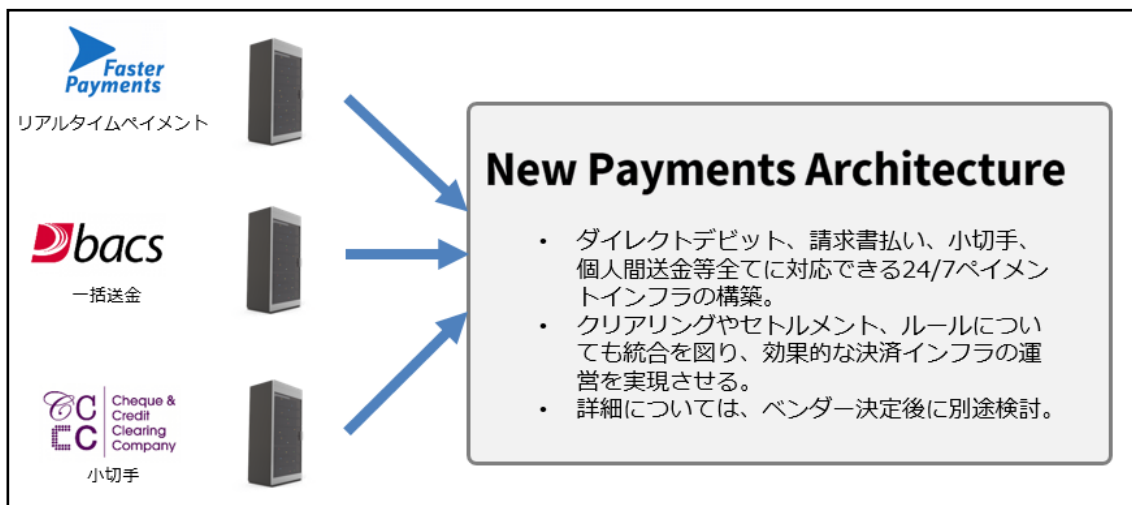
① 新決済システム（NPA）の構築

民間団体のPay.UKが小口決済システム（FPS）、バルクシステム（BACS）、小切手決済システム（Cheque & Credit Clearing payment system）を、中央銀行（BOE）が大口決済システム（CHAPS）を運営している英国では、FPSにおける24/7リアルタイムペイメントを2008年という早期に実現したこともあり、すでに新たなシステム（NPA）の構築について検討が進んでいる。このNPAは、Pay.UKが保有するシステム（FPS、BACS、小切手決済システム）を効率的に統合することで、一元的な担保管理の実現等、複数のシステム間にある無駄を省いていくことが主な目的とされている。

² 主要国における資金決済インフラおよび24/7リアルタイムペイメントインフラの概要については、後記参考資料1・2においてまとめている。

³ 例年は、Sibosの開催にあわせて、全銀ネットおよび上記の国々等の資金決済インフラ運営体が一堂に介し情報交換を行う会合が行われていたが、本年はSibosがデジタル開催となったことにより、同会合も中止となった。

【図表 1 : NPA のイメージ】



(Pay.UK ウェブサイト等をもとに事務局作成)

また、NPA の構築に当たっては、既存の決済システムの弊害を取り除き、決済サービス事業者間の競争やイノベーションを促進させていくことが目的とされていることから、今年度は、ベンダー選定プロセスや、ベンダーのサービス提供範囲について慎重な議論が行われた。実際に、決済システム監督機関（PSR）は、NPA のベンダーに関して懸念される問題とその対応策に関し、2020 年 5 月に市中協議を実施しており、結果は、Pay.UK のベンダー選定前に公表される予定である。

【図表 2 : PSR の市中協議の概要】

<p>懸念される問題</p>	<ul style="list-style-type: none"> ベンダーが NPA のオーバーレイサービスも展開する場合、他社よりも利益を得やすいポジションにあること。 ベンダーが、NPA と競合する他のサービスを保有している場合、NPA の情報を不適切に利用したり、NPA のシステムを害したりすること。 ベンダーが、NPA を独占的に運営することで、NPA に関連するコストが適切な水準とならないこと。
<p>対応案</p>	<ul style="list-style-type: none"> NPA のベンダーが、NPA に関連するサービスの市場と切り離された団体となること。 NPA を運営する団体は、ベンダーの選定に当たって上記問題の発生を抑制するガバナンスを有すること。 NPA へのアクセスが、全ての参加者にとって公平な条件で可能であること。

(PSR ウェブサイトをもとに事務局作成)

これに加えて本年度は、NPA においてやりとりするメッセージの標準化についての議論も行われ、2020 年 2 月に Pay.UK は市中協議を実施し、数回のアップデートを経た後、同年 11 月に結果が公表されている。主な内容は、以下図表 3 のとおりであり、LEI（取引主体識別子）や UETR（取引の固有識別番号）といった最低限の情報の利用を義務づけるほか、一律に利用の義務付けが難しい分野（送金者に関する情報等）については、ケースを限定した義務付けや、必要に応じてガイドラインを作成することとされている。

【図表 3：メッセージ標準化に係る市中協議結果の概要】

LEI	<ul style="list-style-type: none"> NPA の直接接続機関は、LEI（取引主体識別子）の使用を義務付ける。
目的コード	<ul style="list-style-type: none"> 取引の目的を示すコード（Purpose Codes）については、特定の取引において義務づける。
文字規格	<ul style="list-style-type: none"> 参加者に全ての「Unicode character set」（文字コードの国際規格）の利用を義務づけることはしないが、関係団体との調整を行いつつ、推奨する Unicode について定めていく。
UETR	<ul style="list-style-type: none"> UETR（取引の固有識別番号）の利用は必須とし、NPA 内および SWIFT gpi とのインターオペラビリティの促進に向けて取組みを進める。
その他	<ul style="list-style-type: none"> 住所や送金者に関する定型情報の利用については、利用を義務付けるケース等についてのガイドラインを作成する。 既存システムと NPA のデータ変換サービスは提供しないが、標準的な変換モデルに関する情報を公表する可能性がある。

(Pay.UK ウェブサイトをもとに事務局作成)

NPA については、今後ベンダー選定および詳細の検討を経て、FPS や BACS 等のシステムごとに移行を開始し、2025 年を目途に移行完了する予定とされている。この新たなシステムを巡る一連のプロセスや検討は、次世代の全銀システムを検討するうえでも参考となることから、今後の動向について全銀ネットにおいても注視する。

② ノンバンク参加

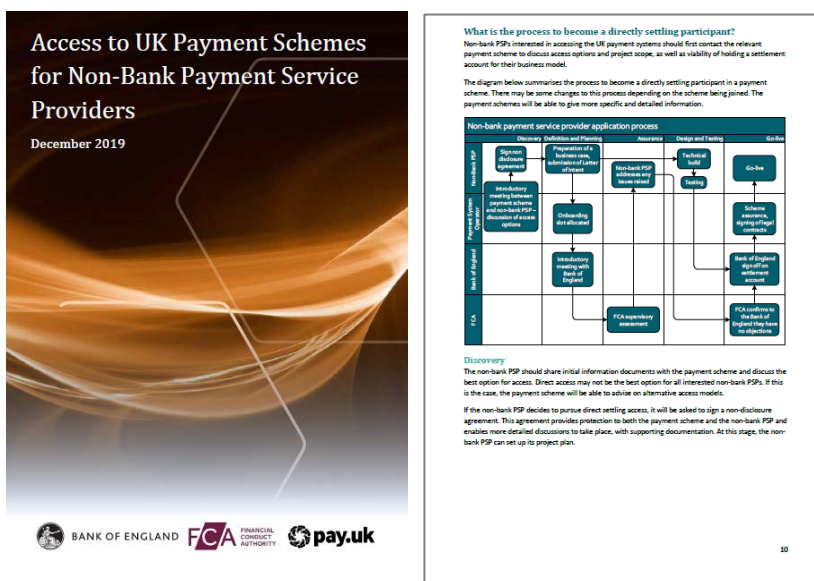
資金決済インフラ運営団体（Pay.UK）とともに、中央銀行（BOE）、金融行為規制機構（FCA）が一体となってノンバンクの資金決済システムへの参加を議論してきた英国においては、すでに 2018 年にノンバンクの資金決済システム（FPS、BACS、CHAPS）への直接接続および清算参加者としての参加が実現されている（代行決済委託金融機関としての参加も可能）。

実際に、ノンバンクの直接接続開始当初は TransferWise（国際送金サービス事業会社）を始めとする 5 のノンバンクが、FPS、BACS、CHAPS のいずれか、あるいは複数のシス

テムに接続している。さらにその後、支払いプラットフォーム等を運営する Modlur 等、接続するノンバンクの拡大が見られ、現在は9のノンバンクが参加している⁴。

なお、2019年12月、ノンバンクの資金決済システムへの参加に関し、BOE、FCA、Pay.UKの連名でガイドラインがまとめられている。同ガイドラインの中では、参加に当たって各関係機関とどのような調整が必要であるのか、当局からどのようなアセスメントを受ける必要があるのか、準備期間や清算参加者としての参加する場合の追加対応等、基本的な事項が整理されている。

【図表4：英国におけるノンバンク参加ガイドライン】



※一部ページのみ抜粋。

(出典: Pay.UK ウェブサイト)

(2) 米国の動向

① FedNow の構築

米国では大手銀行が主体の資金決済インフラ運営体 (TCH) が 2018 年に 24/7 リアルタイムペイメントシステム (RTP) を導入し、その利用促進に努めている⁵。しかしながらこの一方で、中央銀行 (Fed) はより広範な銀行の参加を主な目的とし、独自のシステム (FedNow) の構築を決定した (2023 年～2024 年稼動開始予定。)

2019 年 8 月に実施した市中協議結果等を踏まえ、2020 年 8 月に Fed は FedNow サービスの詳細を公表しており、その主な内容は以下のとおりである。

⁴ 2020 年 9 月末時点。

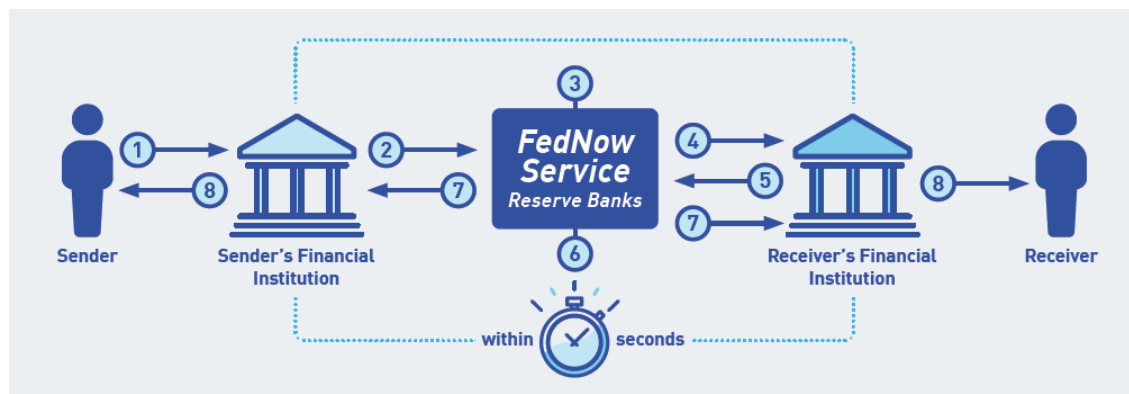
⁵ 2020 年 12 月時点で、37 行が直接接続しており、中小規模の銀行や信用組合の参加について特に利用促進に努めている。

【図表 5 : FedNow の概要】

<p>基本事項</p>	<ul style="list-style-type: none"> • RTGS をベースとした資金決済システム。 • 1 件当たりの送金上限は検討中であるが、大口送金のニーズも踏まえ、当初の上限額から引き上げていくことも視野。 • Fed に口座を保有できる機関が参加可能であり、ノンバンクは直接接続不可。
<p>関連機能</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 各機関が取引上限や取引条件をセットする機能を具備（不正取引抑制等への活用が視野）。 • Request to Pay 専用の電文送受信可能。 • 流動性確保のため、参加者の中銀口座間での資金移動を可能とする機能（FedNow LMT）を具備。FedNow そのものに参加していない機関も利用でき、民間の資金決済業者も、ジョイントアカウントを利用したセトルメントや流動性確保に活用可能。 • 不正送金検知機能や、口座情報と他の情報の変換データベース構築については検討中であり、まずは稼働を優先。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> • システム内の日付基準は 7 日（暦日）／1 週間であるが、参加銀行の基準（5 日（営業日）／1 週間等）にあわせた報告スキームも検討中。 • システム利用料については、当初推定取引量をもとに今後算出予定。 • 他の資金決済システムとのインターオペラビリティの実現についても継続的に検討。

(Fed ウェブサイトをもとに事務局作成)

【図表 6 : FedNow サービス（送金フローのイメージ）】



(出典：Fed ウェブサイト)

不正送金検知機能や口座情報と他の情報の変換データベースといった付加価値のある機能については、稼働後の検討となっていることから、まずは基本的な機能に絞って開始していかうとする姿勢がうかがえる。ただし、カンザスシティ連邦準備銀行の Esther George 総裁は、Sibos2020 において、「業界からのフィードバックを見ていると、それを超えるもの（オーバーレイ等の付加機能・サービス）があることは承知している。我々は実際にユースケースに応じて様々な機能を追加しており、システムローンチの最初の段階で顧客のニーズを満たすことができる何かしらの機能を提供すると同時に、公共の利益のためアジリティをもってシステムを構築し続けることを約束する。」とコメントしており、今後検討とされた機能についても、何らかの検討が継続的に行われるものと思われる⁶。

なおこれに対し、すでに RTP を稼働させている民間の TCH は、同年 8 月、RTP によってすでに米国内における 70% の預金口座がカバーできていることに言及しつつ、FedNow について、① RTP で使用しているメッセージやルールと整合性を保つことが望ましい、② インターオペラビリティの実現（片方のシステムのみに参加すれば、両方のシステムの参加者と送受信できること）は不可能ではないにせよ非常に難しいのではないかと、という趣旨のコメントを公表している⁷。

国内ほぼ全ての預金取扱金融機関が参加する全銀システムと異なり、大手銀行主体で運営されている TCH の RTP にはネットワーク効果確保の面で課題が生じており、FedNow の登場は、やや複雑な状況を米国にもたらしている。ただし、FedNow の検討体には TCH も参加しており、インターオペラビリティの確保といった面で、この複雑さをどのように解消していくかといった点が今後注目される。

② 個人間送金サービスの進展

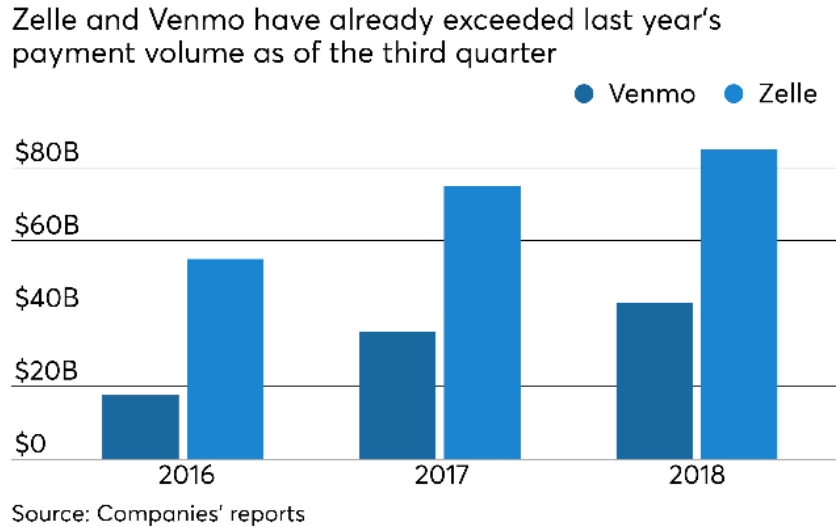
米国においては、24/7 リアルタイムペイメントとともに、インフラと連携させた個人間送金サービスの進展が見られる。

米国においては、Fintech が提供する送金サービスである Venmo が大きく普及しており、Venmo を利用した送金時、「I venmo you」のようにサービス名が動詞化して用いられるほどである。これに対し、大手行が中心となって提供を開始した Zelle も徐々に存在感を高めており、ユーザー数では劣る一方、送金額では Venmo を上回っている。

⁶ 同年 10 月には、FedNow Community（FedNow に関心のある 700 以上のメンバーで構成される検討体）のメンバーを対象とした、パイロットプログラムを行うことも公表されている（<https://www.frb.org/news/press-releases/101320-announcing-fednow-pilot-program.html>）。

⁷ TCH ウェブサイト（<https://www.theclearinghouse.org/payment-systems/articles/2020/08/rtp-growt>）参照。

【図表7：VenmoとZelleの取引金額推移】



(出典：AMERICAN BANKER ウェブサイト)

この競争を背景に、両者のサービスも毎年変化が見られる。Venmoにはこれまで、受け取ったお金をすぐに引き出すことができないといった課題があったが、2019年には一定の手数料を支払うことで、即時に引き出すことを可能とするサービスを開始している⁸。また、Zelleの運営体（EWS）は、2019年に戦略ITコンサル会社と提携し、信用組合や中小規模の銀行が参加しやすいシステムデザイン等の構築を図っている。また、Zelleは、即時入金を実現させつつ、金融機関間の資金清算には非リアルタイムペイメントシステムを利用していたために、金融機関間で生じる信用リスクへの対応が別途求められていたが、2020年10月からリアルタイムペイメント対応のシステム（上記RTP）への移行を開始し、より効率的なシステム運営の実現が進められている。

銀行系の個人間送金サービスが独占的に普及している北欧（スウェーデン、デンマーク、ノルウェー）と異なり、Fintech系のサービスと銀行系のサービスが競合する米国の状況がどのように変化していくかについては、顧客が個人間送金に求めるニーズを把握していくうえでも参考となることから、今後の動向について全銀ネットにおいても注視する。

③ ノンバンクの参加

米国においてノンバンクの参加は英国ほど大きく議論されてはいないが、ノンバンクにFedNowへの直接接続を認めるか否かという点について、FedNowの市中協議の際に賛成、反対双方のコメントが寄せられている。

⁸ Venmo ウェブサイト (<http://blog.venmo.com/>) 参照。

賛成側のコメントは、FedNow への接続において銀行に依存することで不要なコストや非効率なオペレーションが発生するというものであり、7のコメントが提出されている。一方、中小規模の銀行、業界団体等から寄せられた約 20 のコメントにおいては、ノンバンクの参加は、サービスや決済システム全体にリスクを生じさせるとの指摘が主に行われている。

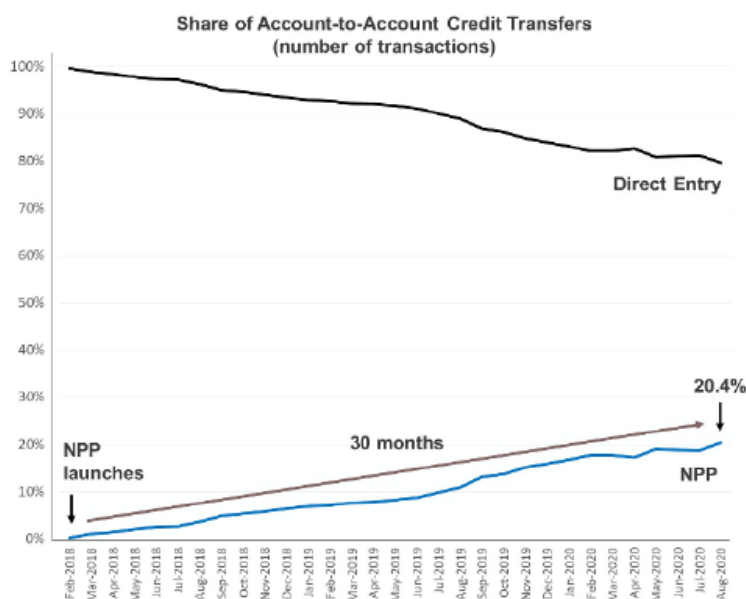
市中協議の結果は、前述のとおりであり、ノンバンクの FedNow への直接接続は認めない方向で検討が進められることとなった。これに対し、米国銀行協会 (ABA) は、FedNow への参加者と連携して FedNow サービスを間接的に利用するノンバンクに対しても、関係当局から強い監督に置かれるべきである旨指摘している⁹。

(3) 豪州の動向

① NPP の機能充実化

豪州においては、24/7 リアルタイムペイメントシステム (NPP) が 2018 年に稼動開始しており、その取扱件数も、既存システムに代替するかたちで増加傾向にある。

【図表 8 : NPP と既存システムの取扱い件数シェア推移】



(出典 : NPPA ロードマップ)

現在は、この NPP に関する付帯的なサービスについて様々な取組みが NPP の運営体 (NPPA) によって進められており、その主な内容は以下のとおりである。

⁹ ABA ウェブサイト (<https://bankingjournal.aba.com/2020/09/aba-fednow-should-be-bank-centric-int-eroperable/>) 参照。

【図表 9 : NPP に関する取組み】

Pay ID	<ul style="list-style-type: none"> ・ 携帯電話番号やメールアドレス等を「Pay ID」として口座番号と紐づけるデータベースを構築し、Pay ID による送金を実現。 ・ 2020 年 11 月時点で 500 万以上の Pay ID が発行され、オンラインバンキングを通じた割り勘や、中古品の売買等のサービスにも利用されている。
NPP MPS	<ul style="list-style-type: none"> ・ NPP MPS は、依頼人が第三者に、依頼人口座からの支払い権限を与えて送金することを可能にする取組み（口座引き落としサービス等の利用が視野）。 ・ 2021 年 12 月から NPP 参加銀行は、NPP MPS に対応する必要がある。
国際送金	<ul style="list-style-type: none"> ・ NPPA は国際送金において NPP を利用する場合の追加ルール（国際送金に係る電文は、国内の送金電文と区別し、依頼人の名前や生年月日を記入する必要がある等）を定めている。 ・ NPP の参加者は、2022 年 12 月までに国際送金スキームにも参加し、海外からの送金を受け入れる必要がある。
NPP API サンドボックス	<ul style="list-style-type: none"> ・ NPP API サンドボックスは、NPP をベースとしたサービスの開発促進のため、NPP が定めた API 仕様を活用して実証実験を行う仕組み。 ・ 2020 年 11 月時点で 250 ユーザーの登録あり。

(NPPA ウェブサイトをもとに事務局作成)

このほか、NPPA は、「Connected Institution」（NPP に直接接続し、参加者と連携してメッセージの送受信を（電子決済等代行業者のような位置づけで）行うことができるが、クリアリングには参加しない機関）という区分を設けており、送金に関わる様々なサービス提供事業者がこの区分により接続することを期待している。ただし、NPPA は複数の事業者と対話を進めている一方、2019 年 1 月時点で、この区分での参加者はいない旨報告されている¹⁰。

また、これらの取組みにおいては、参加者の間でネットワーク効果を発揮することが目的とされることが多く、他国であれば、個別行の判断に委ねられるような領域の取組みが、資金決済インフラの運営体によって、全参加者を巻き込みながら進められている。効果的な決

¹⁰ RBA ウェブサイト (<https://www.rba.gov.au/payments-and-infrastructure/new-payments-platform/functional-ity-and-access-report/the-development-and-initial-operations-of-the-npp.html>) 参照。

済環境を作りだしていくため、協調領域と競争領域をいかに区分していくかを検討するうえで、豪州の取組みは参考になる。

② ノンバンクの参加

ノンバンクの参加に関し、豪州においては、NPP への直接接続について中央銀行 (RBA) を中心に早くから議論が行われてきた。しかしながら NPPA は、RBA からの検討要請に対してこれまで、「①銀行免許を保有していない先に接続を認めることは、「ガバナンス」「自己資本」「流動性」「リスクマネジメント」「BCP」「情報セキュリティ」の面から適切ではなく、現行ある他の免許では、それらを満たさない。②ただし、当局によって新たな規制の枠組み (免許) が用意された場合、当該事業者への直接接続について検討する」と回答している。

一方、NPPA は、直接接続している銀行等を介して間接接続するノンバンク等を「Identified Institution」として把握している。NPPA はこの間接接続事業者に対して特段の役割を担っていないが、ウェブサイトにおいて「Identified Institution」としての参加方法を案内するほか、2020 年 11 月に公表されたロードマップ等において、Assembly Payments や Monoova といったノンバンク (両者とも支払い業務の効率化等のサービスを提供) を、NPP の「Identified Institution」として積極的に紹介している¹¹。

③ リテールペイメントサービスの統合

オーストラリア準備銀行 (RBA) は、2019 年 11 月に行ったりテールペイメントに関する論点ペーパーの中で、a.豪州においては、NPP に加えて、請求書払いに係るスキーム (BPAY) やデビットカードサービスに係るスキーム (eftpos) というように、複数のリテールペイメントのスキームが異なる団体によって運営されていること、b.一方で、英国における Pay.UK の NPA のように、複数の国においてスキームを統合していく動きが見られること、これらを背景とし、豪州における NPP を含めたリテールペイメントスキームの統合の是非について論点を提示した¹²。

これに対して、NPP、BPAY、eftpos は、それぞれの団体の 22 の株主からなる委員会を立ち上げたうえで統合に関する議論を進め¹³、2020 年 12 月には、検討結果についても以下とおり公表した¹⁴。

¹¹ NPPA ウェブサイト (<https://nppa.com.au/wp-content/uploads/2020/11/NPP-Roadmap-October-2020.pdf>) 参照。

¹² RBA 論点ペーパー『Review of Retail Payments Regulation: Issues Paper』(<https://www.rba.gov.au/payments-and-infrastructure/review-of-retail-payments-regulation/pdf/review-of-retail-payments-regulation-issues-paper-nov-2019.pdf>)。

¹³ NPPA ウェブサイト (<https://nppa.com.au/wp-content/uploads/2020/12/Media-statement-4-June-2020.pdf>) 参照。

¹⁴ NPPA ウェブサイト (<https://nppa.com.au/wp-content/uploads/2020/12/Joint-Media-Release-EFTPO>)

【図表 10：検討結果】

<p style="text-align: center;">決定事項</p>	<ul style="list-style-type: none"> NPPA、BPAY、eftpos は個別機関としてオペレーションを継続しつつ、イノベーションや投資に係る統一的なロードマップとともに、単一の団体（NewCo）のもとにおくこととする。 <p>(現在の組織イメージ (左) と、変更後の組織イメージ (右))</p> <div style="text-align: center;"> </div> <ul style="list-style-type: none"> ただし、オペレーションやコストの支払い等に係る主要な事項については、それぞれの団体の株主（システムを利用者）によって決定する。
<p style="text-align: center;">統合の目的</p>	<ul style="list-style-type: none"> 統一的な団体により、低コストなリアルタイム決済等を実現し、顧客への手数料の引き下げを追求する。 共通の目的をもった取組みや共同での投資を、既存の、また新たなインフラにおいて行う。 拡大したスコープと規模により、急速に進展するペイメント市場において、国際的な決済関連企業に対して持続的な競争力をもつ。 市場における顧客ニーズに、効率性とスピードをもって応えていく。

(NPPA ウェブサイトをもとに事務局作成)

上記決定については、2021年3月までにオーストラリア競争・消費者委員会（ACCC）に申請し、市中協議を踏まえた許可が得られることを前提として進められる予定である。なおこの決定に対して、NPPAのAdrian Lovney CEOは、「新型コロナウイルス感染拡大は、ペイメントシステム進展のペースを加速させた。オンラインやアプリ上での決済が、現金決済を代替している傾向は、国内の決済関連団体がともに取組みを進め、決済手段に関する現在および将来の顧客ニーズに対して投資を進めていくことの重要性を強調している。」と前

向きなコメントをしている。

(4) シンガポールの動向

① PayNow の促進

シンガポール銀行協会（ABS）は、2014年という比較的早期に24/7リアルタイムペイメントシステム（FAST）を稼働させ、さらにその後2017年には、PayNowという携帯電話番号等で送金できるサービス（口座番号と携帯電話番号等の変換データベース）を、FASTのオーバーレイサービスとして開始している。

PayNowは米国のVenmoやZelleのように独立したアプリを提供しておらず、各銀行のインターネットバンキング等において利用できるサービスであり、同種のサービスは英国においてもPaymという名で提供されている。ただし、Paymの利用は英国において積極的に進んでいないのに対し、シンガポールにおいてPayNowは約450万の登録（シンガポールの人口は約550万人）を獲得している¹⁵。

【図表 11：PayNow のフロー】



(ABS ウェブサイトをもとに事務局作成)

また、支払い時に利用するQRコードをシンガポール統一QRコード規格に合わせたり（2019年11月）、1日の送金上限額を1,000SGD（≒80,000円）から5,000SGD以上（≒400,000円以上。各銀行が設定。）に引き上げたりする（2020年9月）等、利便性向上に向けた改善を積極的に行っている。シンガポール金融管理局（MAS）も、PayNowの取組みを評価しており、新型コロナウイルス感染症が拡大している状況下において電子決済を有効に促進させる仕組みと位置付けている¹⁶。

② ノンバンクの参加

ノンバンクの参加に関し、シンガポールにおいてはFASTへの参加が議論されてきた。検討に当たっては、銀行やノンバンク、ABS等から構成されるワーキング・グループを立ち上げ、実際にGrab、TransferWiseといったノンバンクがワーキング・グループに参加し

¹⁵ ABS ウェブサイト (<https://abs.org.sg/docs/library/paynow-increases-default-limit-for-ad-hoc-transactions47e3a99f299c69658b7dff00006ed795.pdf>) 参照。

¹⁶ MAS ウェブサイト (<https://www.mas.gov.sg/news/media-releases/2020/mas-urges-use-of-digital-finance-and-e-payments-to-support-covid-19-safe-distancing-measures>) 参照。

ている。

同ワーキング・グループの検討結果として、MAS は 2020 年 11 月、以下の一部詳細とともに、2021 年 2 月からノンバンクの直接接続を開始することを公表した。

【図表 12：シンガポールの検討結果】

参加資格	・ 「Major Payment Institution」 ¹⁷ のライセンスを保有する事業者。
API の活用	・ ワーキング・グループによって開発された API payment gateway によっても接続可能。 ・ API payment gateway のガイダンスは ABS 等によって作成され、銀行およびノンバンク双方が利用可能。
その他	・ 直接接続により、ノンバンクの電子ウォレットと銀行口座、あるいはノンバンクの電子ウォレット間で送金が可能となる（現在は不可能）。 ・ オーバーレイサービスの PayNow の参加も可能。

(MAS ウェブサイトをもとに事務局作成)

特に、PayNow といったオーバーレイサービスへのノンバンク参加については、英国の Paym や米国の Zelle でも議論は見られないものであり、レベルプレイングフィールドの確保を高いレベルで達成しようとする意図が反映された検討結果であると言える。なお、HSBC の Matt Brown コンプライアンスサービスグループヘッドは、Sibos2020 において、「規制当局がイノベーションを支援するために何が必要か？」という質問に対し、「イノベーションを起こしている規制当局は増えている。シンガポールの MAS は最たる例だ。金融機関と規制当局が協調していくということが重要である。」とコメントしており、シンガポールにおいて MAS と銀行の適切な連携が図られている様子がうかがえる。

検討結果のさらなる詳細については未だ公表されていないが、FAST や PayNow といった銀行協会が運営してきたシステムにノンバンクが参加することにより、これらのシステムを運営するガバナンスの変化についても、注目される。なお、ABS の Ong Ai-Boon ディレクターは「2つのインフラをノンバンクに開放することは初めての取組みであり、ABS はこれを歓迎する。この取組みは、ABS のメンバー銀行が、デジタル化に向けてのイノベーションに向けて準備を進めており、顧客により大きな利便性と可能性を与えることに注力していることを示すものである。」とコメントしており、検討結果に前向きな姿勢を示している。

(5) まとめ

以上、国際的にも注目されることの多い、英国、米国、豪州、シンガポールについて、資

¹⁷ 「Standard Payment Institution Licence」と異なり、月次の取引量や、顧客のアカウント残高において制限がない一方、資本金等の面で強い規制がかけられているライセンス。

金決済インフラを巡る最近の取組みを概観した。英国の新システムの構築を調達の面からの再考、米国の RTGS を活用した新たな小口決済システムの構築の検討、豪州のネットワーク効果を意識した様々な取組み、シンガポールのオーバーレイサービスを含めたノンバンクとの協調等の取組みは、いずれについても日本における資金決済システムの高度化・効率化に係る検討の参考になると思われ、そこから得られる示唆を最大限活かしつつ、日本独自の決済システムを巡る状況や環境に応じたかたちで応用していくことも一考に値する。

一方、「次世代資金決済システムに関する検討タスクフォース」において、ノンバンク（資金移動業者）への全銀システム開放と多頻度少額決済サービスの利便性向上について議論している日本の取組みも、これら諸外国の取組みと同様、決済システムの改革を前に進めているものとして、国際的にもアピールしうるものとする。

参考資料 1 各国資金決済インフラの比較

本レポートにおいて概観した各国における資金決済インフラの概要は以下のとおり。

【図表 13：各国資金決済インフラ概要】

(欧米)

		英国	米国	
リテール 決済	リアルタイム ペイメント	FPS (民間：Pay.UK)	RTP (民間：TCH)	FedNow 構築中 (中銀：Fed)
	バルク	BACS (民間：Pay.UK)	EPN ^{※1} (民間：TCH)	FedACH ^{※2} (中銀：Fed)
大口決済		CHAPS (中銀：BOE)	CHIPS (民間：TCH)	Fedwire (中銀：Fed)

※1・2 EPN と FedACH の間ではインターオペラビリティが実現されており、一方のシステムに参加することで、他方のシステムの参加者に対しても送金が可能である。



(出典：FPC ホワイトペーパー『Faster Payments Interoperability』)

(アジア)

		豪州	シンガポール	日本
リテール 決済	リアルタイム ペイメント	NPP (民間：NPPA)	FAST (民間：ABS)	全銀システム ^{※1} (民間：全銀ネット)
	バルク	BECS (民間：AusPayNet)	GIRO (民間：ABS)	全銀システム ^{※2} (民間：全銀ネット)
大口決済		RITS (中銀：RBA)	MEPS+ (金融当局：MAS)	日銀ネット (中銀：日本銀行)






※1 「テレ為替機能」により処理。1 億円以上の取引は、日銀ネットに連携のうへ RTGS 決済される。

※2 「新ファイル転送機能」により処理。

参考資料2 各国リアルタイムペイメントシステムの比較

本レポートにおいて概観した各国におけるリアルタイムペイメントシステムの概要は以下のとおり。

【図表 14：各国リアルタイムペイメントシステム概要】

	英国	米国	豪州	シンガポール	日本
システム					
運営体	Pay.UK	TCH	NPPA	ABS	全銀ネット
導入年	2008年	2018年	2018年	2014年	1973年
直接接続数 ^{※1}	33行	37行	11行	19行	1,195行
ノンバンク 直接接続可否	可	不可	不可	2021年2月 開始	検討中
決済方式	時点ネット	RTGS	RTGS	時点ネット	時点ネット
上限金額	25万 GBP (≒3,500万円)	10万 USD (≒1,000万円)	不詳	20万 SGD (≒1,500万円)	1億円 ^{※2}
課金体系 ^{※3} (公表ベース)	月額費用/ 1件当たり 費用/ その他試験 費用等	月額費用/ 1件当たり 費用	年会費/ 月額費用	不詳	月額費用/ その他試験 費用等

※1 清算参加者および代行決済委託金融機関。日本の信用組合や信用金庫等の金融機関も、共同で保有している中継コンピュータ（RC）を介し、個別に正式に接続しているため、直接接続に分類している。ただし、他国において小規模金融機関は運営機関が管理しない間接接続のかたちで、他の直接接続銀行を介し参加しているケースが多い。

※2 1億円以上の取引は、日銀ネットに連携のうえ RTGS 決済される。

※3 把握できる課金体系であり、その他非公表の課金が行われている場合がある。

(各機関ウェブサイトをもとに事務局作成)

参考資料3 Sibos 2020の開催概要

開催期間

2020年10月5日（月）～8日（木）

開催場所

オンラインで開催



テーマ

以下のとおり、日ごとにテーマが設定。

Day 1	DELIVERING DIGITAL VALUE（デジタルならではの価値を提供する）
Day 2	RESPONSIBLE INNOVATION（イノベーション創発への責任）
Day 3	THE FUTURE OF FINANCE（金融機関の将来像）
Day 4	BANKING FOR HUMANITY（人類のための金融機関）

カンファレンス

本レポートの参考とした資金決済インフラや送金サービス等に関する主なカンファレンスは以下のとおり。

- ✓ Defining central bank digital currencies (CBDSs) 【Day 1】
- ✓ Friction or fiction : Compliance in a realtime world 【Day 1】
- ✓ In conversation with Esther George 【Day 1】
- ✓ Managing a pandemic : How did the industry cope with major workforce disruption? 【Day 2】
- ✓ Central bank digital currencies : Ready for global takeoff? 【Day 2】
- ✓ future of money 【Day 3】
- ✓ Emerging technologies shaping the future of financial services 【Day 4】

2. 新技術の動向と適用可能性

全銀システムは、1973年の稼動開始以来、運用時間中にオンライン取引を停止したことがない、高い安全性・信頼性を確保している。その一方で、近年では、利便性向上の観点から、モアタイムシステムや全銀 EDI システムを構築・稼動したほか、安定性向上の観点から、全銀システムのセキュリティ・BCP 強化を図っており、全銀システムの更改・維持に伴い参加者が負担するコストは増加傾向にある。こうした傾向もあり、参加者からはシステムの柔軟性・拡張性の制約についての指摘、すなわち全銀システムのさらなる効率性向上を期待する声もある。

以上を踏まえると、全銀システムの安全性と信頼性を維持しつつ、効率性向上をいかに実現していくかが今後の重要な検討事項の一つであると言え、こうした意見は、タスクフォースにおいてもメンバーから指摘があったところである。

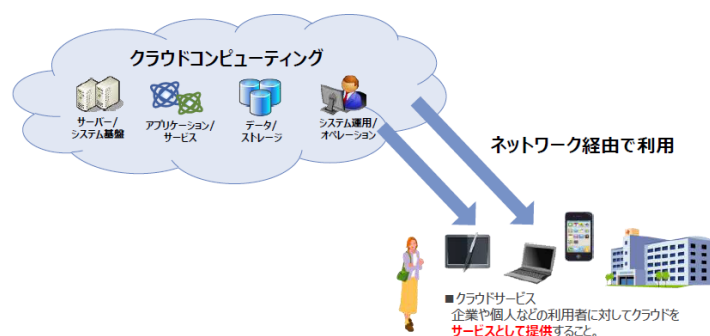
本章では、今後の具体的検討に当たり、新技術（クラウド、API、ブロックチェーン）の動向等に関する調査結果を記載する。

(1) クラウド

① クラウドとオンプレミス

本節においては、クラウドの適用可能性について検討を行う。近年、国内において大手クラウドプラットフォームが提供するクラウドの法人利用が進展しており、金融機関における利用も進んでいる¹⁸。クラウドとは、一般的に、サービスとして提供されるハードウェア等のコンピュータ資源（リソース）を、ネットワークを介して利用する形態を意味する。自前でリソースを保持せずに、必要な分だけ外部リソースを利用するといった調達ができることから、コスト削減等の効果が指摘されている。

【図表 15：クラウドのイメージ】

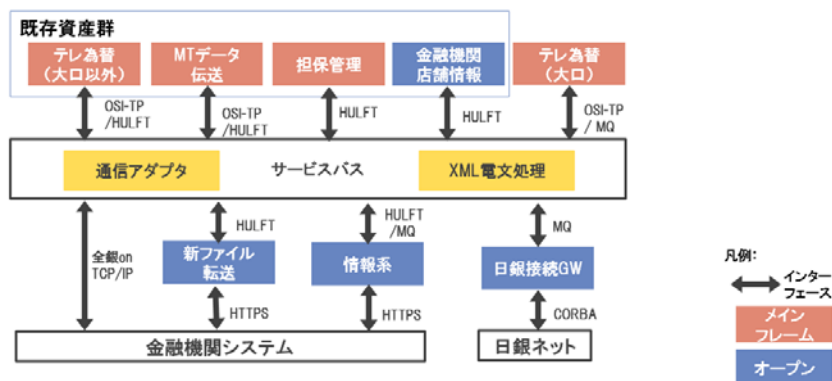


(出典：NTT データ作成資料)

¹⁸ 詳細は、2019年全銀ネット調査レポート (https://www.zengin-net.jp/company/pdf/report_2019.pdf) 参照。

これに対し、クラウドを利用せず、全て自前のリソースでシステムを構成することを、オンプレミスと呼び、全銀システムはこれまで以下のようなオンプレミス型のシステムを維持してきた。

【図表 16：全銀システムにおけるサービス構成の概念図】



(出典：NTT データ作成資料)

一方、金融機関のほか、日本取引所や日本カードネットワークといったインフラや複数企業に関わるシステムを有する団体において、クラウドの採用を検討する動きが見られる¹⁹ことを踏まえると、全銀システムについても、クラウドの適用を視野に入れて検討することは有用であると考えられる。

② クラウドの適用可能性

まず、クラウド利用時のメリットとデメリットについて、一般的に指摘されている点を中心に整理すると、以下のとおりとなる。

¹⁹ AWS ウェブサイト (<https://aws.amazon.com/jp/blogs/news/accessing-japan-exchange-group-jpx-arr-ownnet-through-aws/>)、日本カードネットワークウェブサイト (<https://www.cardnet.co.jp/service/connect/cloud.html>) 参照。

【図表 17：メリットとデメリットの整理】

メリット	1	調達期間	オンプレミスでは週単位を要するコンピュータ資源の調達期間が、クラウドでは数分程度で調達可能な場合もあるなど、 調達時間が非常に短い。
	2	課金体系	従量課金であり、利用した分だけを負担することになるため 過剰投資が発生しない。 また、資産を保有する必要がなく、 機器保守費や機器更改費用も発生しない。
	3	災害耐性	複数地域、複数データセンタによる構成を選択することで、 災害対策環境を容易に構築 することができる。
	4	新サービス	AI、IoT、ビッグデータ解析など、最新のサービスが随時追加されるため、新たな取り組みの 実証実験などが低コスト・短時間で容易に実施 できる。
デメリット	1	カスタマイズ	世の中に広く浸透している技術以外は対応していないことが多い。特に、 メインフレームやクライアント・サーバ方式などは利用できない可能性 がある。
	2	課金体系	課金対象が不透明なケースもあり、 CPU、NW-I/O、ストレージ等、様々なものに課金 される。課金対象（ログ用ストレージ等）によっては上限設定がなく青天井に課金される。
	3	セキュリティ	物理的にインターネットと接続されているため、 外部からの攻撃に晒されやすい。 また、立ち入り監査などは基本的に実施できない。
	5	SLA	SLA が明確に規定されていない ことが多く、SLA 違反があったとしても一部返金がある程度のペナルティでとどまることもある。
	6	運用	クラウドサービスの停止時間に合わせてシステム停止をする必要がある。また、不定期の メンテナンスでマシンが事前の通知なく停止する可能性 がある。また、障害発生時においては、利用者側が能動的に入手できる情報には限りがあり、 障害影響や回復の見込みなどを判断することができない。

(NTT データ作成資料をもとに事務局作成)

メリットとしては、より早く、実際の利用に見合った分のコスト負担でシステムを活用できるほか、災害対策環境を容易に構築することができるということが挙げられる。一方、デメリットとしては、サービスレベル等についてクラウドサービス提供事業者の環境にあわせる必要があることから、オンプレミスに比べてシステムの運用、セキュリティ等の面で自由度が低く、また、現在保有するリソースにあったクラウドが用意されていない

可能性があることが挙げられる。

このデメリットについて、より全銀システムの実態にあわせて課題を検討すると、大きく分けて2つの観点での課題があり、一つは「非機能水準の維持」、もう一つは「既存資産の有効活用」である。

前者については、オンプレミスの運用を前提としている全銀システムの非機能要求やサービスレベルについて、クラウドサービス提供事業者の稼働率を前提にせざるを得ず、またデータセンターへの立ち入り監査が不可といったクラウドサービスの特性を踏まえた検討が必要であるほか、加盟銀行のシステムセンタと閉域網で構成している全銀ネットワークについて、クラウドサービスで利用可能なキャリアサービスを踏まえた構成の検討が必要になる。後者については、システムで利用する OS 等について、原則クラウドサービスの提供メニューに依存せざるを得ないことから、現在のメインフレームおよび一部オープン系サブシステムについてはソフトウェア・アーキテクチャの見直しが必要になる（その他クラウド利用時の課題に関する詳細は以下図表 18 参照）。

【図表 18：クラウド利用時の課題】

【非機能面（基盤面）】

- ・ 現状のクラウドサービス提供事業者におけるサービス内容を踏まえると、以下の点から全銀システムの**非機能要求やサービスレベルの見直しが必要**である。
 - ✓ クラウドサービスごとに稼働率（SLA）が設定されている。
 - ✓ 立ち入り監査不可。
 - ✓ クラウド事業者の都合によりメンテナンスが実行される。
- ・ 一部だけをクラウド化した場合、NW 回線の新規敷設等、新規の設備投資費用が**高額になる可能性**がある。特にトランザクション量が一般企業や金融機関とは桁が違いため、膨大な通信帯域が必要とならないか留意が必要。

【機能面（アプリ面）】

- ・ 現行のアプリケーションのクラウド化には**ソフトウェアアーキテクチャ（主に OS/MW）の大幅な変更が必要**であると考えられる。
 - ✓ メインフレームは基本的に書き換え、オープン化が必須となる。
 - ✓ オープン系システムも広く一般的に利用されている製品（OS であれば Linux や Windows、MW であれば Apache/Tomcat/PostgreSQL 等の OSS 製品）でない場合、クラウド事業者が対応していない場合がある。

(NTT データ作成資料をもとに事務局作成)

③ 課題への対応と今後の方向性

上記課題への対応の方向性として、現状のクラウドサービス提供事業者におけるサービス内容を前提とした場合、非機能水準の維持に向けては、クラウドの特性に応じた可用性

実現方式や性能実現方式を検討することが考えられるが、現行と全く同水準とすることは不可能であることから、全銀システムのサービスレベルを再設定する必要があると思われる。既存資産の有効活用に向けては、ソフトウェア・アーキテクチャの見直しにおいて、アプリケーションの変更を最小限にとどめ既存の品質を維持する方法を採ることが考えられるが、逆にクラウドネイティブなアプリケーションに刷新することにより、柔軟性・拡張性といったクラウドのメリットを最大化する方向性も考えられる。

いずれにしても、ミッションクリティカルな全銀システムにおいてクラウドの活用を目指す場合には、実証実験（PoC）を含めた計画を中長期的に策定する必要があることに加え、その適用範囲についても慎重に検討することが必要となる。

(2) API

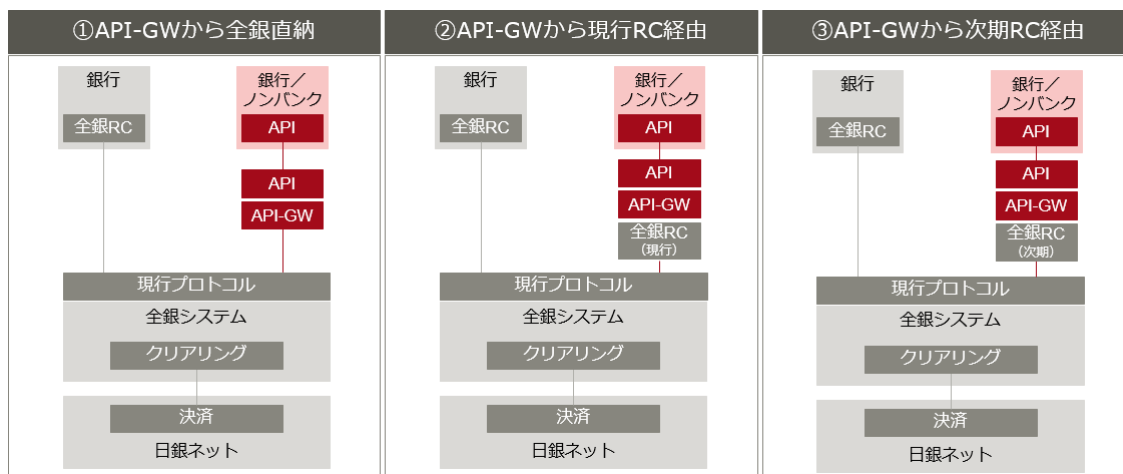
API（Application Programming Interface）は、異なる機関や当該機関がもつソフトウェアの間で、データやサービスの提供を行う手順・規則のことである。プラットフォーム側の機能を外部から利用できるようにするための仕組みでもあり、企業やサービスの間のスムーズな連携を促進させるものとして注目を浴びている。このうち特にウェブ API（インターネットをベースに連携する API）は、複雑な仕様が不要であること、また、API 利用者が独自に様々な API と組み合わせることもできるため、企業の付加価値サービス向上につながっている。

全銀システムにおける適用領域として考えられるのは、現在は中継コンピュータ（RC）が担う、加盟銀行と全銀システムの接続の部分である。実際に資金移動業者の全銀システム参加を検討している「次世代資金決済システムに関する検討タスクフォース」において、ヒアリングした資金移動業者からは、API を利用した全銀システムへの接続について検討してほしい旨の声があった。また前章において述べたように、シンガポールでは API による接続方法を開発するかたちで検討が進んでいる。

実際にどのように API を導入していくかは、次年度以降の検討課題であるが、本レポートにおいては、「次世代資金決済システムに関する検討タスクフォース」において指摘があった論点・観点について一部紹介する。

まずは、現行プロトコルを前提とした API での接続形態について、図表 19 のとおり、①全銀システムそのものに接続するのか、②現行 RC に接続するのか、あるいは③2023 年度以降新たに開始する次期 RC に接続するのか、といった論点が、メンバーから指摘があった。

【図表 19：API の提供形態に応じた諸案】



(出典:タスクフォースメンバー作成資料)

また、これに加え、以下のような API の詳細についてもシステムベンダーから指摘があった。

【図表 20：API に関連する主な検討観点】

ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> セキュリティ強度と導入容易性のバランスを加味した回線の選択。
不正アクセス	<ul style="list-style-type: none"> 通信暗号化、IP アドレスチェックによる宛先絞り込み等の検討。
現行性能（処理件数）	<ul style="list-style-type: none"> 分散処理、流量／滞留制御の検討が必要。
障害・被災時の対応	<ul style="list-style-type: none"> エラー検知方式、トランザクション管理方式（処理済の取引の特定等を含む）の検討。 被災時の処理対応の検討。
採用する通信技術	<ul style="list-style-type: none"> API の2つの方式（ステートレスおよびステートフル。詳細は参考資料4参照。）のいずれを採用するかを検討。

(タスクフォースメンバー作成資料をもとに事務局作成)

各論点・観点に関するメリット、デメリットの整理や評価は次年度以降の検討となるものの、プロトコルそのものの見直し要否の検討といった中長期的な視野も持ちながら、加盟銀行および資金移動業者双方にとって望ましいかたちを展望しつつ、検討を進めていく必要がある。

(3) ブロックチェーン

① 新銀行間決済プラットフォーム実証実験

ブロックチェーン（BC）は、従来の中央集権的なシステムに対し、分散型のコンピュータネットワークを用い、様々な取引を台帳に記録・管理していくものである。BCを利用した仮想通貨の台頭以来、その技術特性に世界が注目しており、近年では、貿易金融、証券決済、債券発行のほか、デジタル通貨といった領域ですでに実用化の動きもみられる。

こうした背景等もあり、全銀ネットは、2018年度に「ブロックチェーン実証実験タスクフォース」を設置し、BCの資金決済システムへの活用可能性の検討を目的とし、新銀行間決済プラットフォーム実証実験を実施した²⁰。

実証実験の概要は以下図表 21 のとおりであるが、各銀行は決済専用のデジタル通貨を発行し、他の銀行への送金時には、1円当たり1円分のデジタル通貨が当該銀行に移動するという仕組みを採用している。実証実験において、デジタル通貨の発行は無制限に可能としたが、実際には何らかの裏付け資産を、発行したデジタル通貨の分だけ全銀ネットに差し入れることで、参加者が破綻した場合でも、送金された資金が安全に守られることとなる。

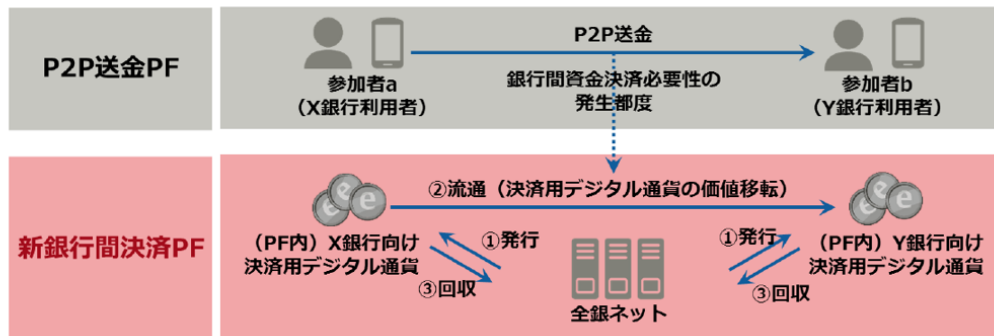
【図表 21：ブロックチェーン実証実験の概要】

■ 実証実験の概要

銀行間資金決済専用のデジタル通貨（決済用デジタル通貨）を用い、小口取引を対象とした即時決済（RTGS）方式による、経済効率の高い新たな銀行間資金決済の仕組みに係る機能検証の実施、および、ブロックチェーン技術の有用性について検証を実施。

■ 実証実験イメージ

銀行間資金決済のトリガーとなる他行宛送金取引を発生させるために「P2P送金プラットフォーム」を活用。



本実証実験の結果として、BC技術のRTGS（即時グロス決済）への応用について一定の有用性を確認できた一方、複数の課題（詳細は後述する）が残ることが分かった²¹。

²⁰ 2018年度の実証実験の詳細は、「ブロックチェーン技術を活用した新銀行間決済プラットフォーム実証実験報告書」（https://www.zengin-net.jp/announcement/pdf/announcement_20190318_02.pdf）を参照。

²¹ また、2019年度には、その後フォローアップとして、検出課題に対する改善策の検討も行ったが、考えうる現状の改善案では、追加的な検証が必要であることに加え、そもそもBC（Hyperledger Fabric）

② 他の BC 基盤との比較

上記実証実験の BC 基盤は Hyperledger Fabric を利用しているが、この他にも、Hyperledger Iroha、Corda、Quorum といった金融機関等で幅広く利用されている他の BC 基盤がある（各基盤の詳細は以下図表 22 参照）。このため本年度は他の BC 基盤が、どの程度全銀システムのような資金決済システムに適用可能かということについて、机上検討を実施した。

【図表 22：各 BC 基盤の概要】

Hyper ledger Fabric	<ul style="list-style-type: none"> ・ The Linux Foundation 傘下の Hyperledger にて開発。 ・ 厳密なアカウント管理や、ファイナリティの確保と高パフォーマンスを実現するための機能が特徴。
Hyper ledger Iroha	<ul style="list-style-type: none"> ・ ソラミツ社が開発したブロックチェーン基盤であり、2016 年に Hyperledger に加入し、OSS*化。軽量シンプルな実装で、高パフォーマンスを実現している。 ・ YAC という独自のコンセンサスアルゴリズムを提供しているのが特徴。
Corda	<ul style="list-style-type: none"> ・ R3 社が開発し、OSS 版とエンタープライズ版（法人利用を目的としたバージョン）が存在。 ・ 他のブロックチェーン基盤とは異なり、金融取引のユースケースを前提に開発されているため、ネットワーク全体で情報を共有するより、二者以上の当事者間における情報連携が基本。
Quorum	<ul style="list-style-type: none"> ・ JP Morgan 社が開発した後、Enterprise Ethereum Alliance に移管、その後、Consensys が買収。 ・ Ethereum をベースとしてエンタープライズ領域での活用を指向している。

※利用者の目的を問わずソースコードを使用する、拡張すること等が可能なソフトウェア。

（富士通作成資料をもとに事務局作成）

各 BC 基盤について、資金決済システムに求められる拡張性（付加的機能の追加やアップグレードのしやすさ）、可用性（障害時等における継続的な運転のしやすさ）、性能（処理能力の大きさ）の面から比較すると、以下のとおりとなる（より詳細な基盤の比較概要については、後記参考資料 5 にまとめている）。

を利用する意義が損なわれるといった課題が残ることとなった。

【図表 23：資金決済システムの利用を踏まえた比較】

	Hyper ledger Fabric	Hyper ledger Iroha	Corda ^{※1}	Quorum
拡張性	○ 性能劣化を回避した拡張が可能	△ 拡張時に一部性能劣化の可能性	○ 性能劣化を回避した拡張が可能	△ 拡張時に一部性能劣化の可能性
可用性	○ システム冗長化が可能	○ システム冗長化が可能	△ 条件付でシステム冗長化が可能	△ 条件付でシステム冗長化が可能
性能 ^{※2}	△ 1,000 件/秒以上の処理が可能であるが、条件により性能劣化	○ 数千件/秒の処理が可能	△ 600 件/秒の処理が可能	△ 数百件/秒の処理が可能

※1 エンタープライズ版による比較。

※2 全銀システムの処理件数を踏まえると、1,000 件/秒以上の処理が可能であることが望ましい。

(富士通作成資料等をもとに事務局作成)

上表から、拡張性、可用性の面では実証実験で利用した Hyperledger Fabric が優れているものの、性能を踏まえると、資金決済システムの処理には Hyperledger Iroha の方が親和性が高い。一方、Corda や Quorum については、他の基盤に比べ、資金決済システムに求められる機能に着眼すると性能としては、やや劣る面がある。

ただし、Hyperledger Fabric を利用した実証実験において、想定していなかった課題が検出されたように、他の BC 基盤を利用した場合でも、拡張性・可用性・性能の観点から、何らかの課題が検出されることも可能性がある点には留意が必要である。また、全銀システムは新たに導入される決済システムとは異なり、運用面を含めてすでに極めて高い安全性や性能がすでに確立されていることから、BC 基盤の活用については、技術や性能のみならず、移行の必要性や開発負担、コスト、リスク等を総合的に勘案する必要がある。さらに、各 BC 基盤は、日々バージョンアップが図られており、その内容によっては課題解消に資する可能性もあるほか、今後新たな基盤がリリースされることも考えられる。したがって、こうした動向を継続的にフォローすることが望ましい。

なお、Hyperledger Iroha はカンボジア国立銀行が 2020 年 10 月に本格導入した中銀デジタル通貨 (CBDC)²² の決済に活用されており、全銀システムに近い資金決済システムにおいても実用が図られているものと評価できる。

²² ソラミツ社プレスリリース (<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000020.000019078.html>) 参照。

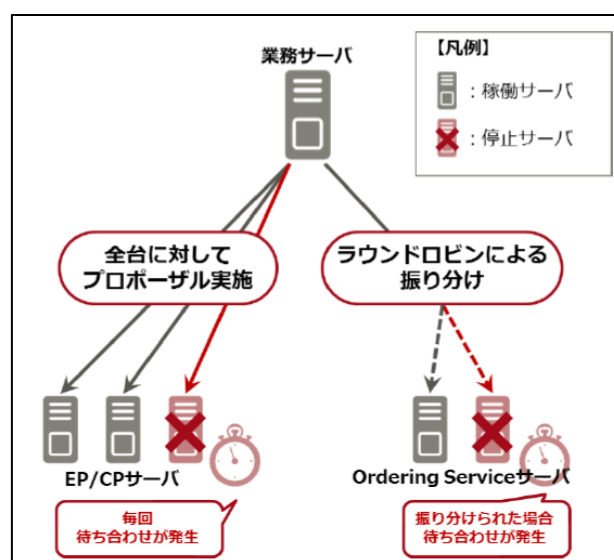
③実証実験における課題に対する机上検討

上記結果の補足として、昨年度 Hyperledger Fabric を用いた実証実験で検出された、a. 縮退運転時のスループット性能劣化、b. 残高照会に係るレスポンス性能の劣化という課題について、他の BC 基盤においてどのような影響が生じるかを検討すると、以下のとおりとなる。

a. 縮退運転時のスループット性能劣化

縮退運転時のスループット性能劣化は、複数あるサーバのうち1台のサーバがダウンした時、ダウンしたサーバに対しても取引の実施を求めようとし、取引の待ち合わせが発生してしまうことが原因となって発生する²³。

【図表 24：取引待ち合わせ発生のイメージ】



(出典：富士通作成資料)

この課題について、各 BC 基盤を利用した場合は以下のとおりとなる。

²³ 実証実験で利用した Hyperledger Fabric に特有の事象。

【図表 25：他の BC 基盤における影響】

Hyper ledger Iroha	<ul style="list-style-type: none"> 専用機能 (AddPeer、RemovePeer) を利用して障害部分を削除することで、不要なメッセージ通信を止めることができ、スループットの劣化を防ぐことが可能。
Corda	<ul style="list-style-type: none"> 各ノード²⁴において冗長化構成をとる必要があり、自動的に停止サーバを切り離すことから、同様の課題は生じない。
Quorum	<ul style="list-style-type: none"> 障害時には別のノードを Leader ノードとして動的に切り変える、また、ブロック作成のたびにラウンドロビン方式で生存ノードから選出する仕様であるため、同様の課題は生じない。

(富士通作成資料をもとに事務局作成)

他の BC 基盤においては、総じて停止部分を切り離す仕様がとられていることから、同様の課題は生じないものと考えられる。ただし、実際の利用を踏まえると、停止部分を切り離す仕様に伴い、通常時のスループットに影響が出ていないかといった点について慎重な確認が必要である。実際に、Hyperledger Fabric においても、停止サーバの自動検知、切り離し、(停止サーバが復旧した場合の) 自動復旧を可能とする Discovery Service が用意されているが、これを利用することによりスループットに影響が及ぶ可能性があることは、昨年度ベンダーと行った机上検討でも指摘されている²⁵。

b. 残高照会に係るレスポンス性能の劣化

残高照会に係るレスポンス性能の劣化とは、決済用デジタル通貨の残高を照会する際、取引量が多くなるにつれて、照会への反応速度が遅くなるというものである。Hyperledger Fabric の仕様上²⁶、残高については、「前日の取引終了時の残高」に「その日に行われた全ての取引」を足し合わせる方法により管理している。しかしながらこの場合、「その日に行われた全ての取引」が多くなればなるほど、足し合わせる取引量が増加し、残高の算出に時間を要する。そしてこれが、レスポンス性能の劣化の原因となる。

【図表 26：残高算出のイメージ】



(出典：富士通作成資料)

²⁴ コンピューターネットワークを構成する機器。

²⁵ 2019 年全銀ネット調査レポート (https://www.zengin-net.jp/company/pdf/report_2019.pdf) 参照。

²⁶ レスポンス性能を避けようとする場合、Hyperledger Fabric の内部排他制御により一部の取引が正常に処理されない場合がある。

また、レスポンス性能の劣化は、取引の処理を行う際の残高確認遅延ももたらすため、スループット性能にも影響することとなる。実証実験において本課題は顕在化しなかったものの、参加銀行が多数となり、集計するための取引量も多くなった場合に本課題は顕在する。

この課題について、各 BC 基盤を利用した場合は以下のとおりとなる。

【図表 27：他の BC 基盤における影響】

Hyper ledger Iroha	・ API を活用し BC 基盤が内部で保有するデータベースを確認するだけで残高を確認することが可能であり、同様の課題は生じない。
Corda	・ BC 基盤が内部で保有するデータベースにより、順次残高を計算する仕組みを具備しており、同様の課題は生じない。
Quorum	・ BC 基盤が内部で保有するデータベースにより、順次残高を計算する仕組みを具備しており、同様の課題は生じない。

(富士通作成資料をもとに事務局作成)

この課題について、他の BC 基盤においては、Hyperledger Fabric のデータベースの活用方法と異なり、BC 基盤が内部で保有するデータベースを活用できること等により、対処可能である。ただし、各 BC 基盤のデータベースの仕様により、取引の承認に対する影響が異なることも考えられるため、さらなる検討が望まれる。

参考資料 4 API の通信技術

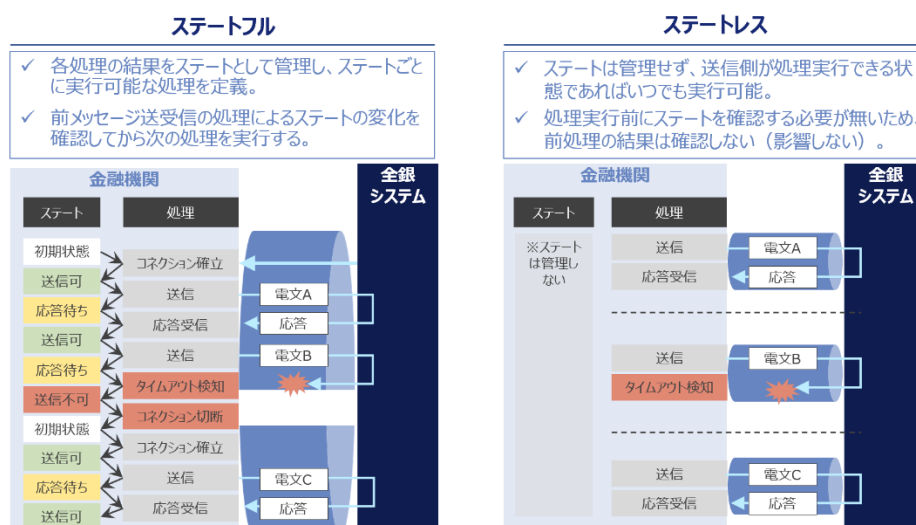
API の採用においては、通信技術の 2 つの方式（ステートフル、ステートレス）を考慮することが一般的とされている。この 2 つの方式および全銀システムに採用した場合のイメージは以下のとおりである。このいずれを採用するかということについては、各金融機関の仕様や全銀システムに求められる機能を踏まえ、今後慎重に検討することが望まれる。

【図表 28：ステートフル・ステートレスの概要】

	ステートフル	ステートレス
代表技術	gRPC、WebSocket	REST、SOAP
方式概要	<ul style="list-style-type: none"> 通信相手と対話的に状態（ステート）を共有しながら連携する方式。現行接続方式はこちらに該当。 状態遷移の制御が必要な分、複雑度が高い。 状態を前提に必要最小限の情報授受のみを行うため、通信効率が良い。 	<ul style="list-style-type: none"> 1 件 1 件の通信を独立したリクエスト・レスポンスとしてやり取りする方式。 各通信が独立し、複雑度が低い。 必要情報を毎回全量送信するため、通信効率が悪い。
代表事例	スマホアプリ・IoT 等のリアルタイムバックエンド通信	Web サービス、銀行分野のオープン API 標準

(NTT データ作成資料をもとに事務局作成)

【図表 29：全銀システム採用時のイメージ】



(出典:NTT データ作成資料)

参考資料5 ブロックチェーン基盤の概要

本レポートにおいて机上検討した各 BC 基盤の詳細について、参考までに以下のとおり整理した。上記図表 23 における評価は、以下の内容をもとに行っている。

【図表 30 : BC 基盤の仕様 (詳細)】

	Hyper ledger Fabric	Hyper ledger Iroha	Corda (Enterprise 版)	Quorum
最新 Ver (2020 年 9 月時点)	V2.2.1	V1.2	V4.6	V2.7
ネットワークタイプ	コンソーシアム型、プライベート型	コンソーシアム型、プライベート型	コンソーシアム型	コンソーシアム型、プライベート型
データベース	Level DB, Couch DB	PostgreSQL	PostgreSQL, SQL Server, Oracle, Azure SQL	Level DB
スマートコントラクト開発言語	Java, node.js, golang	API(Python, Java, JavaScript)、Solidity	Java, Kotlin	Solidity, Serpent
スマートコントラクトアップグレード	可能	不可	可能 *ただし、再配備時に Corda ノードの再起動が必要	不可 *一度配備したら、変更不可
コンセンサスアルゴリズム	Endorsement-Ordering-Validation	YAC(Yet Another Consensus)	Validity コンセンサス+ Uniqueness コンセンサス	Raft, Istanbul BFT
データ構造	Worldstate 型 複数 Tx をまとめてデータ登録	Worldstate 型 複数 Tx をまとめてデータ登録	UTXO 型 1 Tx ごとにデータ登録	Worldstate 型 複数 Tx をまとめてデータ登録
Token 発行	なし	トークン向けコマンド提供	Token SDK 提供	ether 機能を提供
拡張性	・ ノード数増加に伴う性能劣化は限定的 ・ 無停止でのノードの動的追加・削除が可能	・ 無停止でのノードの動的追加・削除が可能	・ ノード数増加に伴う性能劣化は限定的 ・ 無停止でのノードの動的追加・削除が可能	・ 無停止でのノードの動的追加・削除が可能
可用性	・ 全ノードの冗長化が可能	・ 全ノードの冗長化が可能	・ ネットワークマップは冗長化不可 (自前用意せずに R3 社提供サービスの利用も可) ・ ネットワークの 各参加者ごとに、Corda ノードの冗長化構成が必要	・ 全ノードの冗長化が可能 *ただし、Private Transaction を利用する場合、 取引データを伝搬する Transaction Manager の冗長化が必要
性能	1,000tps over *ただし、同一キーに対する集中取引が発生するケースでは 内部排他により、エラーとなる可能性あり	数千 tps	600tps *ただし、Fabric のような 内部排他によるエラーは発生しない	数百 tps
プライバシー	全参加者 で取引を共有 *Channel により共有範囲のコントロールが可能	全参加者 で取引を共有 *ドメインとロール、パーミッションにより共有範囲のコントロールが可能	全ての取引が 当事者間のみ で実施	全参加者 で取引を共有 *Private Transaction により共有範囲のコントロールが可能

(富士通作成資料等をもとに事務局作成)

以上