

中央銀行デジタル通貨に関する 主要国中銀の共同研究と日本銀行の取り組み

Central Bank Digital Currencies (CBDCs):
Works of a group of central banks and the Bank of Japan

2022年1月21日

日本銀行決済機構局 FinTechセンター長
別所 昌樹

Masaki Bessho, Head of FinTech Center, Bank of Japan



I . 主要国中銀の共同研究

Works of a group of central banks

1. 主要国中銀共同研究グループ（基本原則）

A Group of Central Banks: Foundational Principles

- 2020年1月に共同研究をスタート。7つの先進國中銀（日、米、ユーロ、英、カナダ、スイス、スウェーデン）と国際決済銀行(Bank for International Settlements)が参加。
- 2020年10月に、一般利用型CBDC(general purpose CBDC)に求められる「**基本原則**(foundational principles)」を公表。その後も密接に連携し、当該原則に沿ってより掘り下げた**政策分析や実務的検討**(practical policy analysis)を**継続**している。

基本原則

1. **通貨・金融の安定を損なわない** (“do no harm” to monetary and financial stability)
2. **公的・民間マネーとの共存・補完** (coexist with other types of money)
3. **イノベーションと効率性の促進** (promote innovation and efficiency)

検討の動機

- 中央銀行マネー(central bank money)が**通貨システムの中核**(core of the monetary system)にあることは、マネーに対する信認(public trust in money)のよりどころとなり、公共の福祉(public welfare)を支える。
- 経済のデジタル化(digitalization)は一層進み、**利用者のニーズ**(user needs)は急速に変化。イノベーションは**金融サービスの形態**(reshaping financial services)を変化させている。
- 多くの法域では、**現金の決済目的での利用**(cash use in payments)が**減少**し、銀行以外の民間部門が発行する**新たな形態のデジタルマネー**(new form of digital money)（例えばステーブルコイン(stablecoins)）が現れつつある。
- 「**基本原則**」を**堅確に満たす**(robustly meeting) **CBDC**は、将来、中央銀行が金融安定を強化し、新たな技術を利用し、公共のために奉仕し続けるための重要な手段となり得る。
- CBDCに関する国際的な協力は、**クロスボーダー送金改善**(improve cross-border payments)の一手段となり得る。

(“Central bank digital currencies: executive paper”<Sep. 2021>より抜粋)

2. 主要国中銀共同研究グループ（報告書の公表）

A Group of Central Banks: September 2021 Reports

- 共同研究グループは、2021年9月30日、「基本原則」公表後の議論を取り纏めた**3つの報告書**を公表。

① System design and interoperability（システム設計と相互運用性）

- 中央銀行は、公的部門と民間部門がバランスをとりながらCBDCシステムに関与(involve)することを期待。
- CBDCシステムと他の決済システムとの間の容易な資金フロー(easy flow of funds)を達成するため、国内の相互運用性(domestic interoperability)を十分に確保する必要。
- エコシステムの設計(ecosystem design)では、決済データへのアクセスとその取扱い(access to and treatment of payment data)が重要な役割。

② User needs and adoption（利用者ニーズと普及）

- CBDCは、将来の利用者ニーズ(needs of future users)を予測し、関連するイノベーションを取り入れる必要。
- 中央銀行は、柔軟なコアシステム(flexible core system)を設計することで変化する利用者ニーズに対応。それは、選択肢や競争、イノベーションをもたらす仲介機関からなる多様なエコシステム(diverse ecosystem)をサポート。
- CBDCの普及戦略(strategies for CBDC adoption)は、各法域の多様な経済的構造や決済環境に適合させる(tailored to the diverse economic structures and payment landscapes in individual jurisdictions)必要。

③ Financial stability implication（金融安定に対する影響）

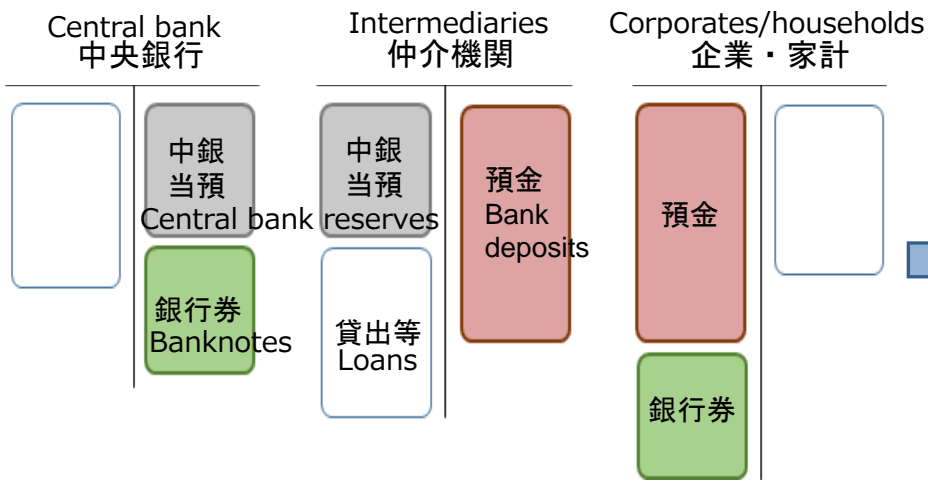
- 銀行預金からCBDC(さらには新たな形態の民間デジタルマネー)への大幅なシフト(significant shift from bank deposits into CBDCs (or even into certain new forms of privately issued digital money))は、銀行部門の貸出や仲介機能に影響(impacts on bank disintermediation and lending)を与え得る。
- 中央銀行は、金融安定上のリスク(financial stability risks)に対応するためのセーフガードについて検討(exploring safeguards)している。その場合、CBDCの普及によって生じるリスクと他の政策目的とのバランスをとる必要。

3. バランスシートの動き

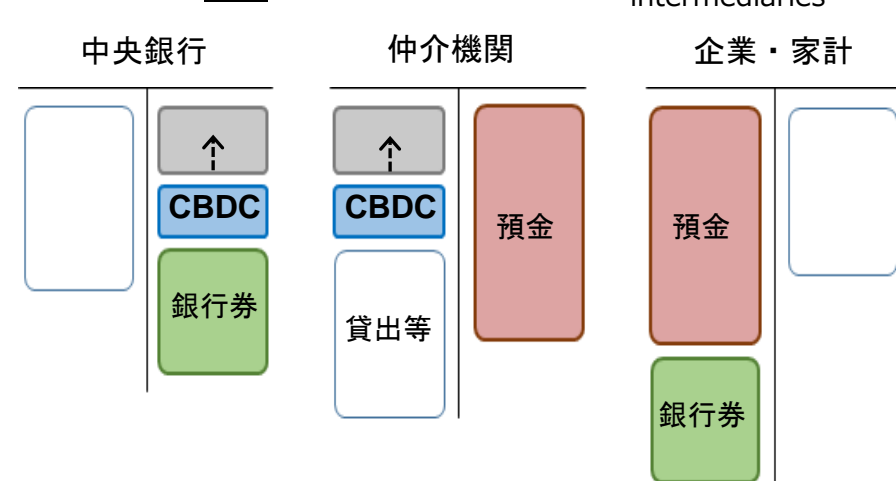
Impacts on Balance Sheets

- CBDCが発行されると、中央銀行の**負債構成**(liabilities)、企業・家計の**資産構成**(assets)が変化。企業・家計の行動次第では、仲介機関（銀行等）のBSは**流動性預金等を中心に縮小**する可能性(intermediaries' demand deposits, could shrink, depending on corporates/households' behaviors)。

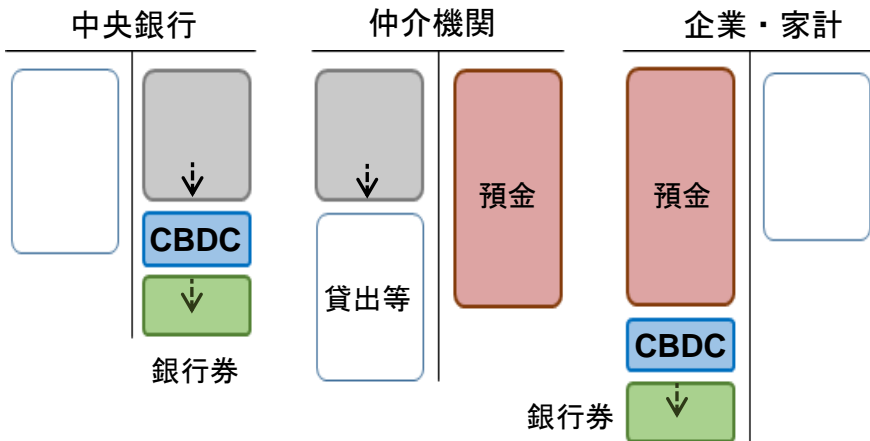
【1】CBDC発行前 Pre-CBDC issuance



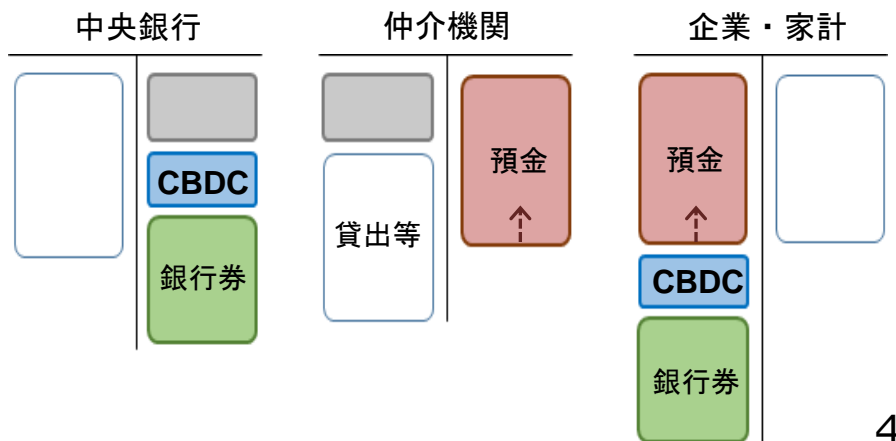
【2】CBDCの発行 (中央銀行→仲介機関) CBDC issuance to intermediaries



【3-1】銀行券を対価にCBDCが払出されるケース CBDC delivery against banknotes



【3-2】銀行預金を対価にCBDCが払出されるケース CBDC delivery against bank deposits



Ⅱ．日本銀行の取り組み

Works of the Bank of Japan

1. 日本銀行の基本的な考え方

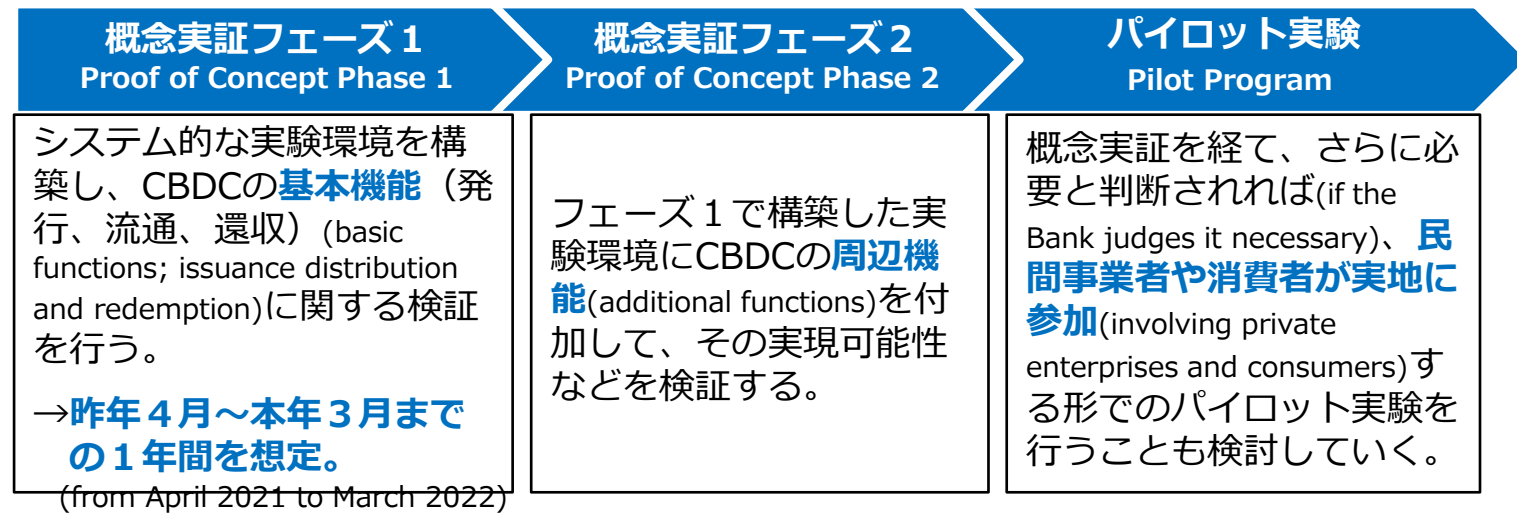
Our Approach

- 情報通信技術の急速な進歩を背景に、内外の様々な領域でデジタル化が進んでいる。技術革新のスピードの速さなどを踏まえると、**今後、CBDCに対する社会のニーズが急激に高まる可能性**もある。
 - **現時点でCBDCを発行する計画はない**が、決済システム全体の安定性と効率性を確保する観点から、今後の様々な環境変化に的確に対応できるよう、**しっかり準備しておくことが重要**。
 - このため、内外関係者と連携しながら、**実証実験と制度設計面の検討を進めていく**。
 - **デジタル社会にふさわしい決済システムのあり方**について、幅広い関係者とともに考えていく必要。CBDCは、現金と並ぶ決済手段としての役割に加え、民間の事業者が、イノベーションを発揮して様々な決済サービスを新たに提供する基盤となり得る。
 - **現金**に対する需要がある限り、日本銀行は、今後も責任をもって供給を続けていく。
- Digitalization has advanced in various areas at home and abroad on the back of rapid development of information communication technology. There is a possibility of a surge in public demand for central bank digital currency (CBDC) going forward, considering the rapid development of technological innovation.
 - While the Bank of Japan currently has no plan to issue CBDC, from the viewpoint of ensuring the stability and efficiency of the overall payment and settlement systems, the Bank considers it important to prepare thoroughly to respond to changes in circumstances in an appropriate manner.
 - Therefore, the Bank will carry out experiments and deepen its exploration of institutional arrangements, coordinating with stakeholders at home and abroad.
 - The future payment and settlement systems suitable for a digital society need to be discussed with various stakeholders. CBDC could have more of a function than merely as a payment instrument alongside cash. It could serve as the basis for innovation of private payment service providers to offer various new payment services.
 - As long as there is public demand for cash, the Bank will stay committed to supplying it.

2. 検討の進め方

How We Proceed

- CBDCに関する技術的な実現可能性を検証(test the technical feasibility)するため、**実証実験を段階的、計画的に進めていく** (carry out experiments in a phased and planned manner)。



- 実証実験と並行して、以下の点を中心に、**制度設計面の検討**を進める
In tandem with the experiments, the Bank explores institutional arrangements.

① 中央銀行と民間事業者の**協調・役割分担**のあり方

Cooperation and role-sharing between a central bank and private enterprises

② **金融システムの安定**等との関係 Relationship with financial stability

③ **プライバシー**の確保と利用者情報の取扱い Ensuring privacy and handling user information

④ デジタル通貨に関連する**情報技術の標準化**のあり方 Technical standardization

3. フェーズ1の概要

Proof of Concept Phase 1

(1) 目的 purpose

- 実証実験の第1段階として、「概念実証」(Proof of Concept)のプロセスを通じて、CBDCの基本的な機能や具備すべき特性が**技術的に実現可能かどうか**を検証(test the technical feasibility of the core functions and features required for CBDC)する。
- このうち、「概念実証フェーズ1」では、①システム的な実験環境を構築したうえで、②CBDCの**決済手段としての基本機能**(発行、払出、移転、受入、還収等)(CBDC's basic functions as a payment instrument, including issuance, delivery, transfer, reception, and redemption)を中心に検証を行う。

(2) 実験環境等 test environment

- 本実験の目的を踏まえ、CBDCシステムの基盤であり、上記基本機能にかかる取引を記録する「**CBDC台帳**」(CBDC ledger)を中心に、パブリッククラウド上に実験環境を構築(develop a test environment on public cloud)する。
 - 日銀当座預金システム、仲介機関のシステム、エンドユーザーが利用するウォレットアプリなどは簡易な設計にとどめる(モックアップ)。Linkage with the BOJ Net system, systems of intermediaries, and wallet apps for end-users are assumed using their mock-ups.

(3) スケジュール timeline

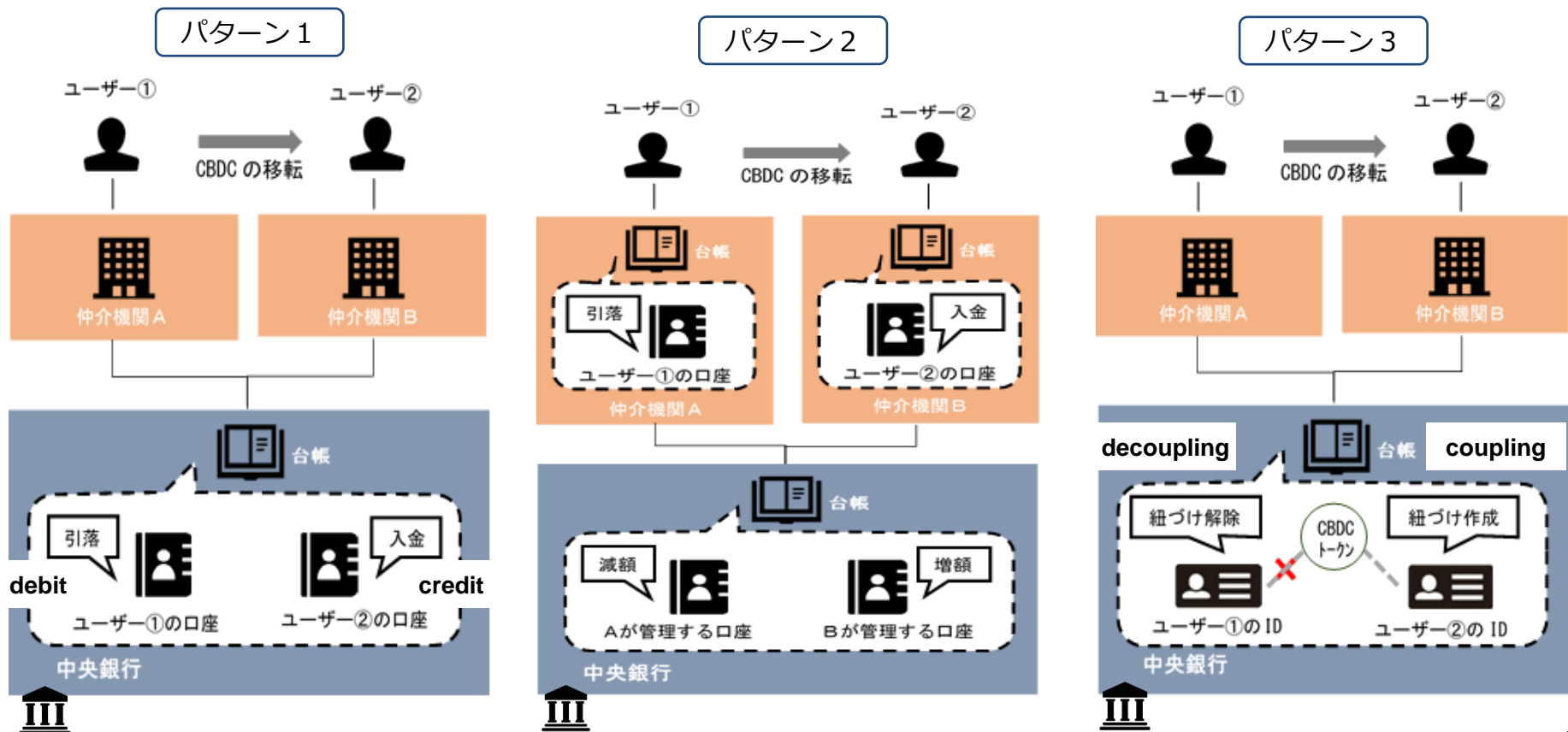
- 2021年4月から2022年3月までの**1年間**(from April 2021 to March 2022)。

4. CBDC台帳の設計パターン

Design Models of CBDC Ledger

- フェーズ1では、オンライン決済を前提に (assuming online payments)、CBDC台帳に関する**3つの設計パターン**を構築し、相互に比較しながら、検証作業を進める。

	パターン1	パターン2	パターン3
台帳の管理主体 Ledger management structure	中央銀行 Central bank	中央銀行・仲介機関 Central bank and intermediaries	中央銀行 Central bank
金銭データへのIDの付与 Underlying data structure	付与しない(口座型) Account-based	付与しない(口座型) Account-based	付与する(トークン型) Token-based



5. 各パターンの特徴・留意点

Characteristics and Challenges of Each Model

- 3つの設計パターンの特徴や主な課題・留意点は以下のとおり。

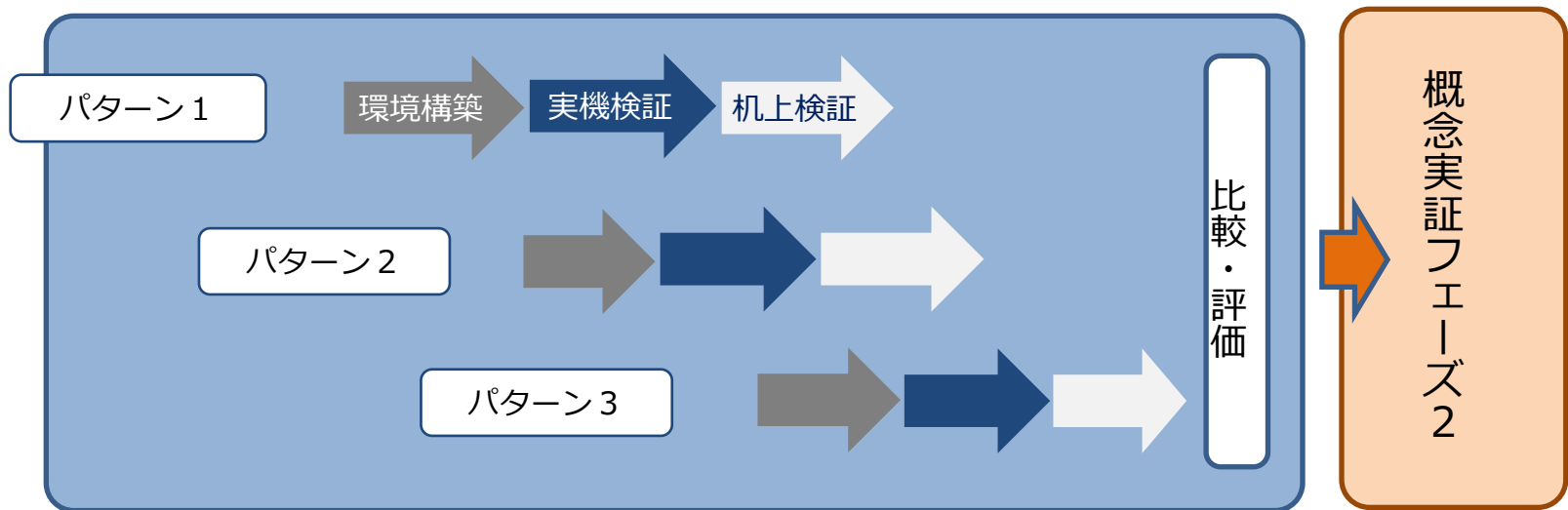
	パターン1	パターン2	パターン3
台帳の管理主体と記録範囲 ^(注) (Ledger management structure)	中央銀行 が、全てのユーザーおよび仲介機関の残高・取引を記録する台帳を管理(BOJ manages a ledger recording balances/transactions of all the users/intermediaries)	各仲介機関 が、自らの顧客の残高・取引を記録する台帳を管理(Intermediaries manage ledgers recording balances/ transactions of their customers) 中央銀行 が、仲介機関単位の残高・取引を記録する台帳を管理(BOJ manages a ledger recording balances of each intermediary and transactions across intermediaries)	中央銀行 が、全てのトークンの動きを記録する台帳を管理(BOJ manages a ledger recording all the tokens)
CBDCの移転方法 (Underlying data structure)	ユーザー間の 口座振替 によって移転(account-based)	ユーザー間の 口座振替 によって移転(仲介機関を跨ぐ移転の際には、当該仲介機関とユーザーの口座残高がともに増減する) (account-based)	トークンIDとユーザーIDの紐づけを変更 することでCBDCが移転(token-based)
主な課題 (Challenges)	中央銀行が管理するシステムに取引にかかる 全ての処理や各種機能が集中 することをどう考えるか。(concentration on the central bank system)	仲介機関による個々の 台帳設計の自由度 をどこまで認めるか。(governance on intermediaries' ledger designs) 送金先口座の確認等を行うため、 仲介機関間の情報連携システム が必要となる。(communication across intermediaries)	トークンの発行数や付番方法によっては、取引時の データベース更新等に時間を要する 可能性。(potentially slow, but dependent on token design)

6. 実験の進捗状況

Our Progress

- フェーズ1では、台帳の設計パターンごとに実験環境を構築し、実機検証および机上検証(actual machine testing and desktop verification)を行う。これまでのところ、**作業は予定どおり進捗**。(So far, our works have been on track.)

2021年										2022年			
...	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	...



- 「**実機検証**」 (Actual machine testing)では、設計パターンごとに構築した実験用システムに様々なデータを投入し、CBDCの基本機能に関する**業務処理の適切性**や**システムの性能**(robust processing and system performance)を検証する。
- 「**机上検証**」 (Desktop verification)では、本番環境(live environment)を見据えつつ、**システム性能の拡張性** (実機検証で特定された課題の解決方法等) (scalability)や**追加的な機能拡張の容易性**(easiness to enhance)などを理論的に比較・検証する。

7. システムの性能に関する検証

Verification of System Performance

検証作業の流れ Verification flow

Actual machine testing

実機検証

1. 実験用の小規模なシステムを構築し、各パターンとも問題なく投入データを処理できる「**通常負荷シナリオ**」(normal load scenario)と、処理能力に影響を与え得るようデータ投入件数を増やした「**高負荷シナリオ**」(high load scenario)を用意。
2. 設計パターンごとに以下の数値を測定。
 - ① 高負荷シナリオにおける**スループット (処理件数) の低下度合い**(impact on throughput)
 - ② ①の状況における**レイテンシ (処理のスピード)** (impact on latency)
 - ③ **リソース使用率**(resource usage)
3. 2の結果から、各パターンにおける具体的な**課題やボトルネック**(challenges and bottlenecks)を特定。

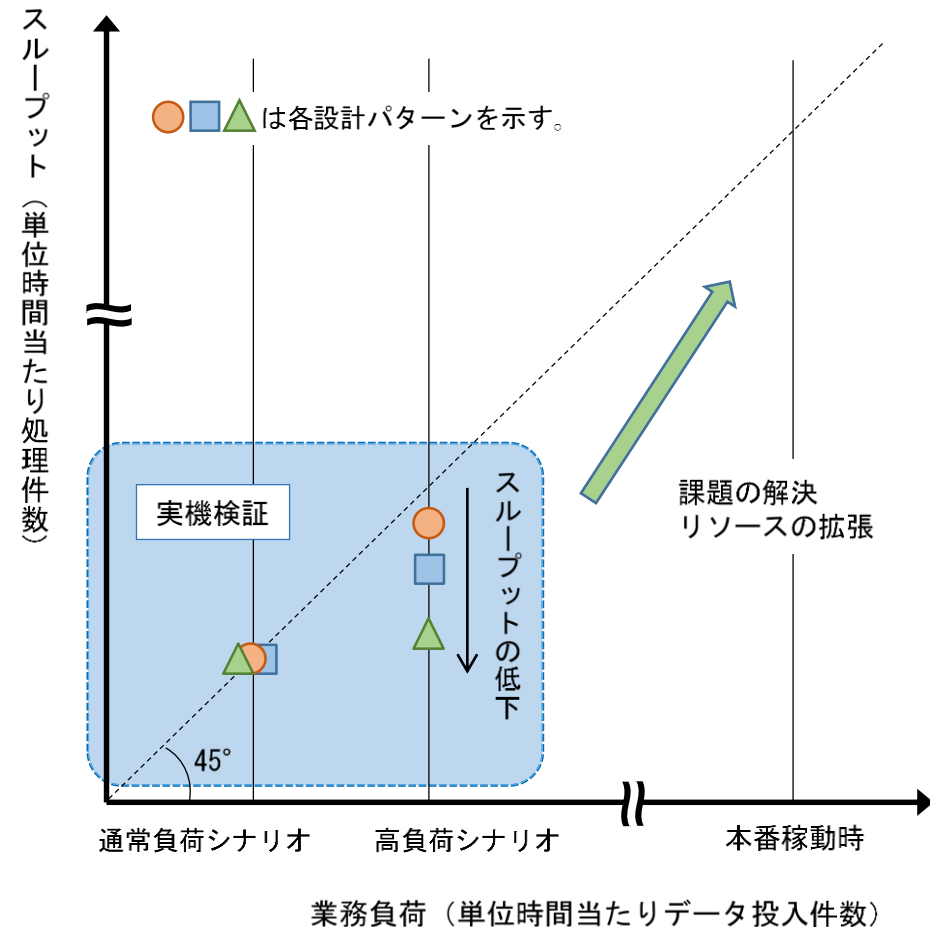
Desktop verification

机上検証

4. 3を踏まえて、本番環境の想定処理量(通常時1秒当たり数万件、ピーク時10万件以上)を実現するために必要な**課題解決策**や**リソースの拡張方法**(solutions and approaches to expand resources)を検討。

検証のイメージ

Verification concept



8. その他の検証ポイント

Other Verification Points

- フェーズ1では、フェーズ2以降の実証実験や、将来、本番用システムを開発することになった場合に備え、机上検証を通じて以下のポイントを設計パターンごとに比較・検証する。

C B D Cシステム の信頼性 System reliability

- ・ **可用性**（24時間365日稼動し続ける能力） (availability)
- ・ **耐障害性**（障害ポイントと障害発生時の影響範囲） (fault tolerance)
- ・ **セキュリティリスク**への耐性 (security tolerance)

機能拡張性 Scalability

- ・ 「**基本機能**」以外の機能を追加して実装することの容易性 (easiness to enhance)
- ・ 機能拡張がシステムの**処理性能**に与える影響 (impact of enhancement on system performance)

「トークン型」に 固有の論点 Characteristics of token- based model

- ・ トークンIDの**付番方法**等がシステムの処理性能に与える影響 (impact of token-based model on system performance)
- ・ **オフライン**決済手段への活用可能性 (opportunities for offline payments)

(1) 目的 purpose

- フェーズ1で確認したCBDCの「基本機能」に、CBDCの「**周辺機能**」(additional functions)を付加して、その技術的な実現可能性や課題を検証(test the technical feasibility and specify challenges)する。

(2) 実験環境等 test environment

- 本実験の目的を踏まえ、フェーズ1で構築した「CBDC台帳」に、**CBDCの発行・流通に必要な関連システム**を加えて実験環境を構築する(develop a test environment on top of the CBDC ledger developed in the Phase 1, adding necessary subsystems for CBDC issuance and distribution)。
 - フェーズ1と同様、パブリッククラウド上に実験環境を構築。
 - フェーズ1の検証結果等を踏まえ、CBDC台帳のパターンは極力絞り込む。
 - 日銀当座預金システム(central bank reserve system)や仲介機関の預金システム(intermediaries' deposit systems)など、CBDCシステムの外側にあるシステムは簡易な設計(mockups)に止める。

(3) スケジュール timeline

- 本実験は**2022年4月**に開始する予定(from April 2022)。現時点で実施期間は未定。

10. フェーズ2の主な検証項目

Possible Verification Points in the Phase 2

- **2022年度**は、CBDCの周辺機能のうち、**優先して検討することが適当と考えられる機能等**について、技術的な課題や実装方法を検証する。
- 今後、検証項目を固めていくが、現時点では以下のような項目を想定している。

決済の利便性向上 convenience	<ul style="list-style-type: none">・ 支払指図の予約等(future dated payments)・ 複数口座の保有(multiple wallets for a user)・ CBDCによるオフライン決済との関係(offline payments)
仲介機関間・外部システムとの連携 Interoperability	<ul style="list-style-type: none">・ 仲介機関間の情報連携(data interoperability)・ 民間決済システム、公金システム等との連携(payment interoperability)・ 現金とCBDCの交換(exchange of CBDC with cash)
経済的な設計 Economic design	<ul style="list-style-type: none">・ CBDC保有額、取引額の制限(holding/transaction limits)・ 付利、課金(remunerations, fees)・ ユーザーの属性に応じた異なる取扱い(different designs for user categories)

- その後、上記で構築したシステムに実験用の**ウォレットアプリ**(test wallet apps)を接続し、技術的な課題やユーザビリティを検証することも検討(consider)していく。
 - こうした概念実証と並行して、「決済の未来フォーラム」(Future of Payments Forum)等を通じ、プライバシー保護(privacy protection)、セキュリティ対策(security measures)、カード型デバイスの仕様(requirements for hardware devices)等に関する技術の調査・分析を進める。

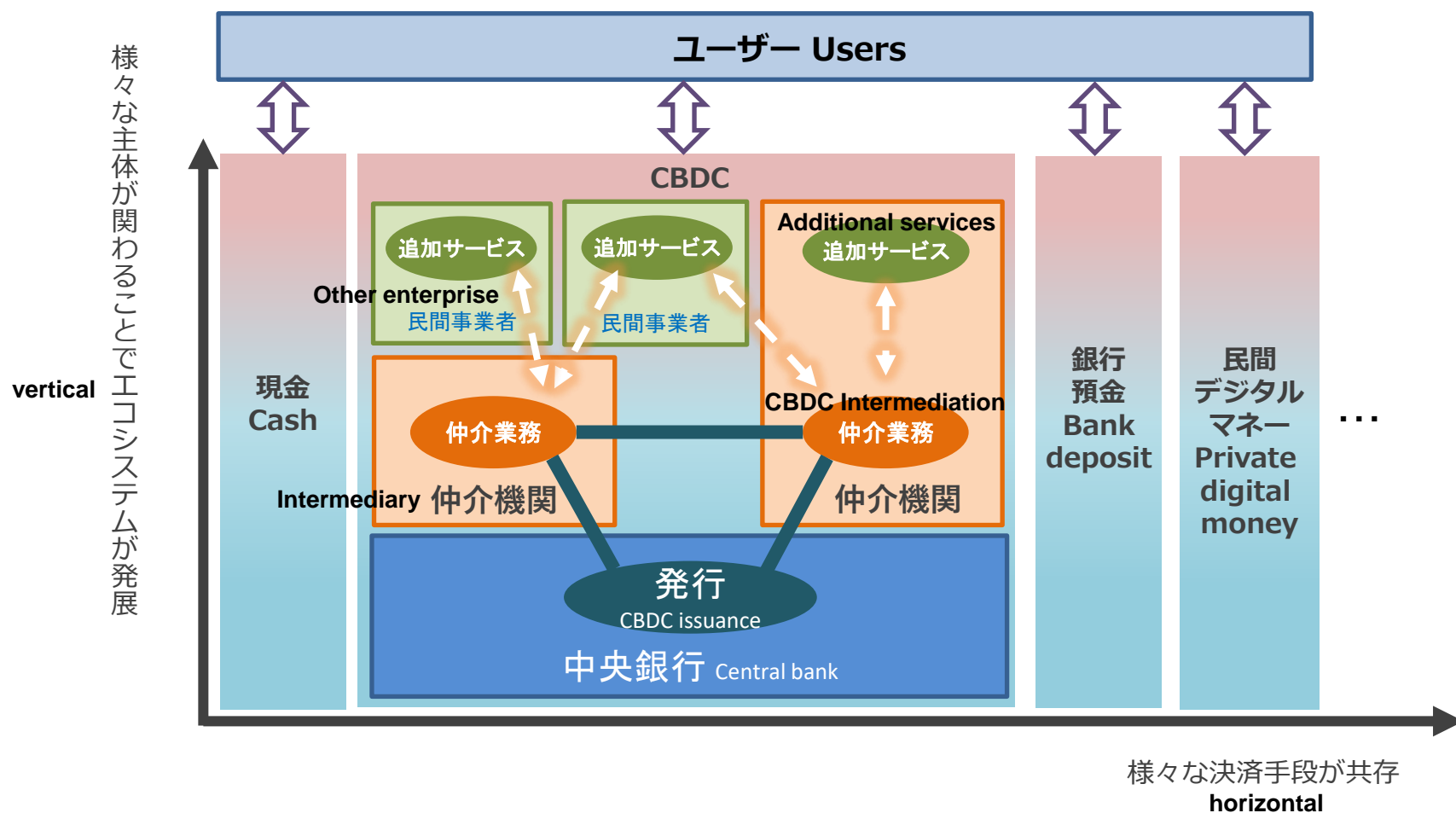
Ⅲ. CBDCのエコシステム

CBDC Ecosystem

1. 「水平的共存」と「垂直的共存」

“Horizontal Coexistence” and “Vertical Coexistence”

- CBDCの導入を検討する際には、水平的な共存（様々な決済手段が機能に応じて役割分担）（horizontal coexistence: coexistence of various payment systems with different functions）とともに、垂直的な共存（様々な主体が関わることでCBDCシステムが発展）（vertical coexistence: coexistence of various entities in the CBDC ecosystem）の実現を目指すことが必要。

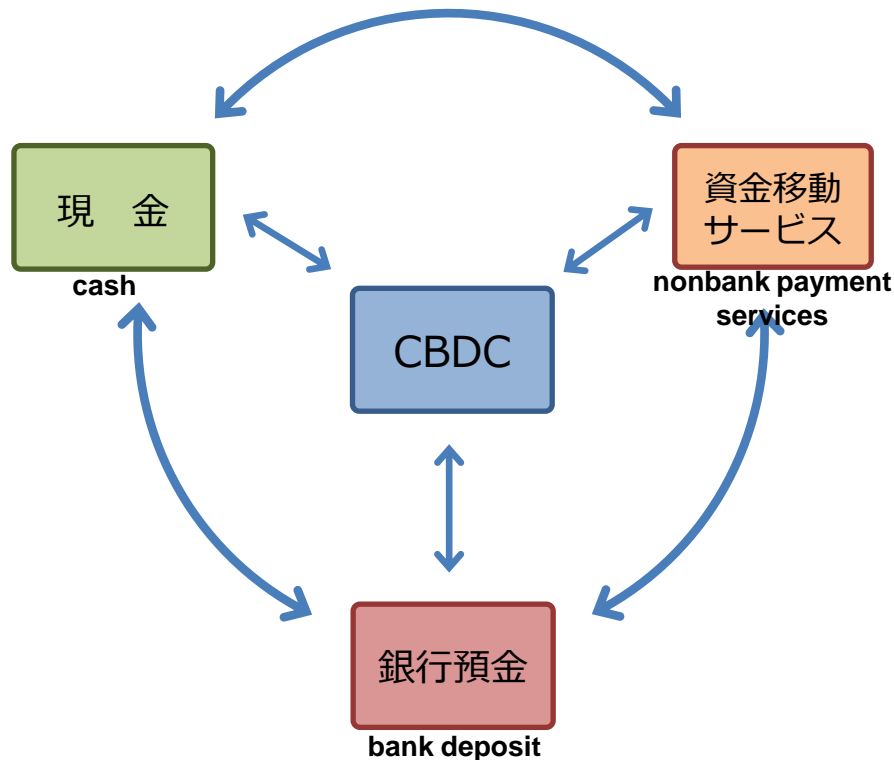


2. 水平的共存（相互運用性とセーフガード）

Horizontal Coexistence: Interoperability and Safeguards

- CBDCと他の決済手段の円滑な交換(frictionless exchanges)（相互運用性）は、水平的共存の前提。これは、**国民の利便性向上、決済システム全体の効率化・強靱化**(further efficiency and safety of the overall payment system)に資する。
- 一方、こうした相互運用性が決済手段間の大幅な資金シフト(massive shift of funds)を招き、**金融システムを不安定化させない**よう、「セーフガード」のあり方を検討する必要。

水平的な相互運用性
Horizontal interoperability



「セーフガード」に関する7中銀グループの整理
“Safeguards” in the Group of Central Bank’s 2021 Report

1. 「量」に関する措置 quantity measures

- ① CBDC保有額に対する上限適用 holding limit
- ② CBDC取引額に対する上限適用 transaction limit

2. 「価格」に関する措置 price measures

- ① CBDC保有額に対する低い金利の適用 remunerations
- ② CBDC取引額に対する課金 transaction fees

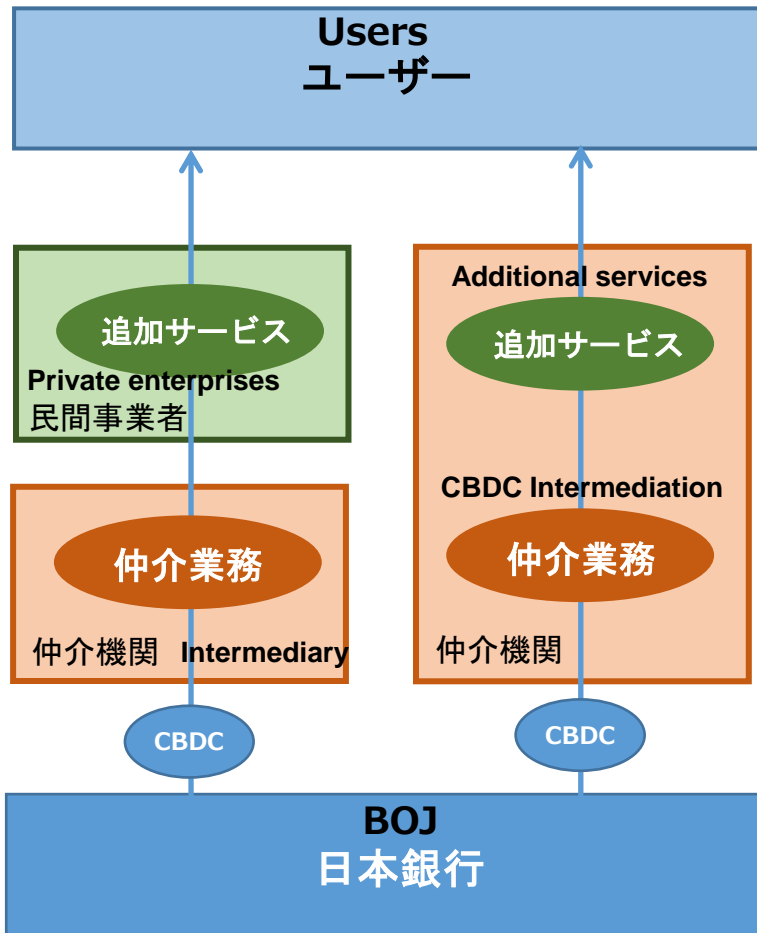
- ・ 各法域によって適切な制度設計は異なる。
- ・ ユーザーの属性に応じて異なる取扱いとすることも考えられる。
- ・ 永続的措置(permanent)、一時的措置(transitional)のいずれもあり得る。

(注) 7中銀共同研究グループ, “Central bank digital currencies: financial stability implications” (Sep. 2021) より抜粋。

3. 垂直的共存 (CBDCシステム内の役割分担)

Horizontal Coexistence: Role Sharing within the CBDC Ecosystem

- **日本銀行**は、基礎的な決済手段(basic means of payment) (公共財(public goods)) であるCBDCを、**仲介機関**を通じて、全てのユーザーに等しく提供(available for all users)する。**民間事業者 (仲介機関を含む)**は、CBDCを土台にして個別のニーズに応じた様々な「追加サービス」(additional services)を提供する。



民間事業者・仲介機関は、ユーザーのニーズに応じて、CBDCの利便性を向上させる「追加サービス」を提供。
household bookkeeping programmable payments
(例) ・家計簿サービス ・プログラマブルな決済サービス
・ユーザー間の情報伝達 ・取引情報の利活用 等
— messaging between users transaction data usage
— API技術によるCBDCシステムとの接続、分散型台帳技術 (distributed ledger technologies)の 活用なども検討ポイント。

仲介機関は、CBDC (基礎的な決済手段) を全ユーザーに等しく提供するための「仲介業務」を担う。

- ・ 発行・還収(issuance/redemption)に関する業務
- ・ 流通に関する業務
 - CBDC取引の開廃手続、顧客管理(wallet opening/customer due diligence)
 - ウォレット等の提供(wallet app supply)
 - 払出、移転、受入依頼への対応(instruction processing)
- ・ CBDC台帳の管理・運営(ledger management) (パターン2の場合) 等

日本銀行の役割

- ・ CBDC (基礎的な決済手段) の発行(issue basic means of payment)
- ・ CBDC台帳の管理・運営(ledger management)
- ・ CBDCシステムの運営に必要なルールの制定(rule making) 等

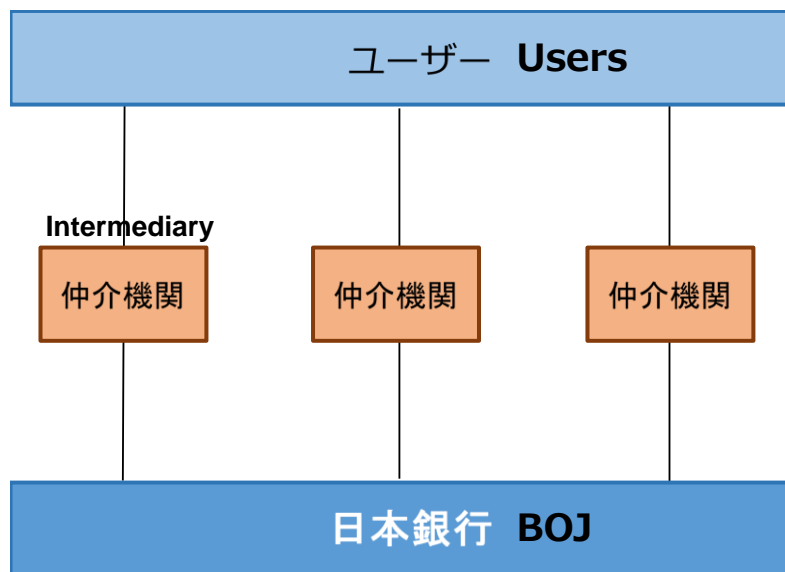
4. 仲介機関（仲介業務の担い手）の構造

Possible structures for CBDC Intermediation

- 仲介業務に関し、CBDCの「発行・還収」の相手方になるには**日銀当座預金取引先**であることが必要(need to have a reserve account with the BOJ)。他方、当座預金取引先でなくても、ユーザーからのCBDCの「払出・受入」依頼に対応することは可能。
- こうしたもとで、仲介機関の構造については、大別して「**単層型**」(single layer model)と「**階層型**」(multi layer model)の2種類が考えられる。

① 単層型 single layer model

各仲介機関が、日銀当座預金先として「発行・還収」の相手方になるとともに、ユーザーからの「払出・受入」依頼に対応する。



② 階層型 multi layer model

第一層の仲介機関(1st Layer Intermediaries)が、日銀当座預金先として「発行・還収」の相手方となる。そのうえで、自ら、または第二層の仲介機関(2nd Layer Intermediaries)を通じてユーザーからの「払出・受入」依頼に対応する。

