

# NTTコミュニケーションズ イノベーションセンターの取り組み



## 特集

# NTTコミュニケーションズ イノベーションセンターの 取り組み

### 「二兎を追う」戦略でイノベーションを起こす

NTT Comイノベーションセンターは、世界最先端のイノベーション理論「両利きの経営」で言われている「知の探索」と「知の深化」のベストミックスを目指し、「B(Business)T(Technology)C(Creative)+S(Strategy)」の四位一体フォーメーションで、新たな技術やデザインの社内支援に加え、将来の社会的課題の解決やCSV(Creating Shared Value)経営、さらにはSmart WorldやIOWN構想実現に資する新たなイノベーションを創造することを目的に、2020年4月に設立されました。本特集では、イノベーションセンターでの最近の取り組み例として、6つのプロジェクトをご紹介します。



NTTコミュニケーションズ株式会社  
取締役 イノベーションセンター長  
稲葉 秀司氏

## 1 AIコラボレーションツール“Node-AI”

お客さまの知見と最先端AIの融合を効率的に行うツールを開発。  
複雑な課題の解決に貢献

## 2 デザイン×コミュニケーション

組織におけるデザイン思考の浸透を推進するデザイナー集団・KOEL

## 3 日本初 レート保証型外国為替情報と取引情報のデータ流通サービス

創り上げるは 地球の歩き方「体験革命」  
～グローバル電子マネー オンライン連携プラットフォームサービス「Wallet Exchange®」～

## 4 ブロックチェーン技術のセキュリティ応用

「誰が見ても同じ」を実現するブロックチェーン型  
セキュリティ情報流通フレームワーク

## 5 超低遅延ライブ配信システム

WebRTCを用いた超低遅延ライブ配信システム

## 6 インターネット検定「ドットコムマスター」

インターネット検定を活用した研究が  
大学ICT推進協議会（AXIES）で最優秀論文賞を受賞

1 AI コラボレーションツール “Node-AI”

# お客さまの知見と最先端 AI の融合を効率的に行う ツールを開発。複雑な課題の解決に貢献。

イノベーションセンター 担当部長 伊藤 浩二 担当 切通 恵介 主査 小澤 暖

AI を活用するにあたり、ドメイン知識と最新の AI 技術を融合させ AI モデルをカスタムメイドすることが不可欠な分野がある。しかしドメイン知識を持つお客さまと AI 技術者のコラボレーションは容易でなく、手間とコストがかかる。NTT コミュニケーションズ（以下、NTT Com）イノベーションセンターが内製により開発した AI コラボレーションツール “Node-AI” はこの問題を解決する。

## カスタムメイド AI の作成における課題

画像処理や翻訳を目的とする AI 活用では学習データが豊富に存在するほか、汎用的な AI モデルを構築しやすい。一方で Smart Factory の分野では解決すべき課題が工場や製品に固有、かつ複雑であることが多く、学習に使えるデータの量も少ない。加えて工場などにおけるセンサーデータを学習に利用するにはドメイン知識を基にした前処理が欠かせない。こうした理由から、案件ごとに

AI モデルをカスタムメイドせざるを得ない。そのため NTT Com は現場の知見を持つお客さまと協力して AI モデル構築に取り組んできた。

しかしプログラミングと分析を経て資料にまとめた分析成果をお客さまに報告し、フィードバックを受けて AI モデルの改善を進める作業の繰り返しには非常に時間がかかっていた。このサイクルを効率化するために開発したのが AI コラボレーションツール “Node-AI” であった。



[左から] 小澤 暖、切通 恵介、伊藤 浩二

## 効率的なコラボレーションを可能にした Node-AI の特長

Node-AI は分析者とドメイン知識を持った専門家や意思決定者などのステークホルダーがブラウザからログインし、協力しながら AI モデルを構築できるツールだ。従来のような資料作成は不要であり、フィードバックも得やすいため飛躍的に効率が向上した。

専門知識がなくても AI モデルを構築しやすいとされる AutoML ツールでも、分析フローの自由な構築は難しい。これに対し Node-AI にはデータや前処理、学習、分析などをパーツ化してカードで示す UI(図 1)を実装した。このカードを組み合わせることにより分析フローを自由に構築可能であること、またプログラ

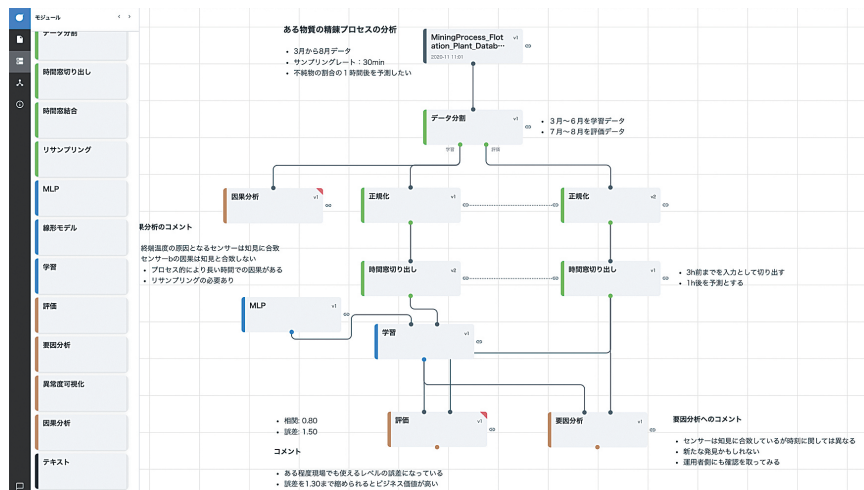


図 1 Node-AI 画面例

ミングの知識があまりないお客さまでも分析フローを把握しやすいことも効率向上に役立っている。

## AIを信頼し有効活用するための「要因分析・因果分析」

AIによる予測の根拠が不明であると、特に工場やプラントではリスクが高すぎてAIの予測結果を活用しづらい。また予測結果を信用できても、工場やプラントの制御に活かすには、「あるバルブを閉めた影響がどこにどのように出るか」といった因果関係が分かっている必要がある。そこでNode-AIはAIの判断材料を示すことができる「要因分析機能」、また特徴間の因果関係を分析して可視化する「因果分析機能」を備えている。いずれも前述のようにカードを配置することにより利用できる。

## 高速開発による内製で課題への対応や改善も迅速

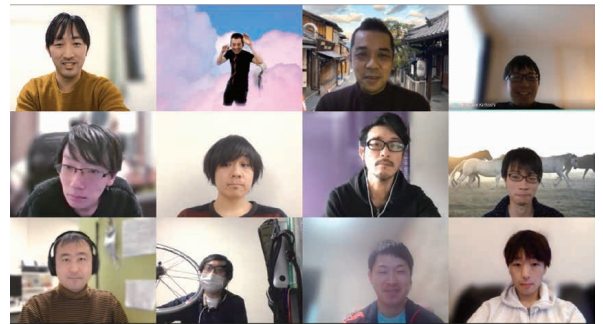
Node-AIは基本的にイノベーションセンターで内製している。そのためNTT研究所やイノベーションセンター自身の研究成果を取り込みや

すい。要因分析・因果分析もイノベーションセンターの研究成果が基となっている。またお客さまと話すなかで抽出された要望や改善すべきことを迅速にNode-AIへ反映できる。開発にはアジャイル開発手法のScrumを採用し、週に1度は改善をデプロイしている。最近追加した機能の1つが「メモ機能」だ。お客さまと協力しながらAI活用を進めるなかで何をしたら、何が話されたか、といったことをその場で書き込める。

使いやすさにもこだわっており、当初から開発チームにUIの専門家が参加している。

## データの収集・蓄積・学習・活用のすべてをサポート

Smart Factoryの実現に向け活用するデータは保有する企業にとって競争力の源泉であり、漏洩が許されない。Node-AIとデータ活用プラットフォーム“Smart Data Platform”



スクラムチーム

(以下、SDPF)を組み合わせ、そうしたデータを安全に収集・蓄積・学習・活用できるよう総合的にサポートできる(図2)ことがNTT Comの強みと言える。SDPFとの連携は今後一層強化していく方針だ。

## サービス化に向けクローズドベータ版の提供を開始

これまでNode-AIはNTT ComのAI技術者がお客さまとコラボレーションするためのツールとして活用してきたが、2020年度はクローズドベータ版としての提供を開始した。引き続き参加企業を募集している。2021年度にはオープンベータとしての提供、さらにはサービス化まで行うことを視野に入れている。

## 今後も引き続きさまざまな機能を実装予定

現時点では学習、データの前処理、評価などの履歴を記録し閲覧できる「実験管理機能」、複数のカードを選択・移動・削除可能にするなどUXの向上に関わる機能、時系列線形モデルによる遅れ時間を考慮した要因分析、などの機能追加を予定している。またNode-AIの機能を外部プログラムから利用できるようにするため、APIやSDKを用意し提供していく方針だ。

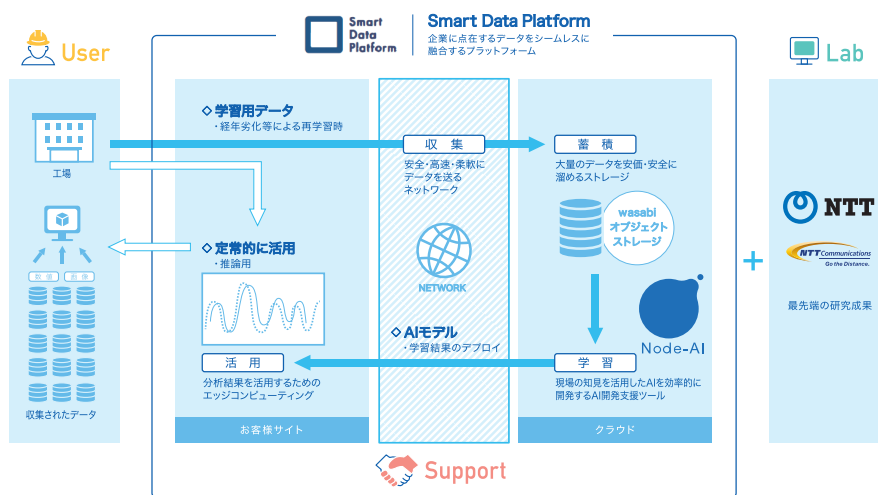


図2 データの収集・蓄積・学習・活用のすべてをサポートする総合力

2 デザイン×コミュニケーション

# 組織におけるデザイン思考の浸透を推進する デザイナー集団・KOEL

デザイン部門「KOEL」はNTTコミュニケーションズ（以下、NTT Com）の事業変革・事業創出を担うイノベーションセンター内に位置し、社内のさまざまな組織と共に事業を成長させ、新しい価値を生み出す活動を展開している。

## なぜ NTT Com でデザイン？

この文章を読まれている方の中には「ビジネスの文脈でデザインというワードは聞いたことがあるものの、どうもピンと来ない…」という方も多いと思う。

私たち KOEL はデザインを下図の通り、既成概念を破壊・再定義し「新たなマーケットやサービス、価値を生み出す手段」と考えている。こうすると俄然、事業活動に必須なものに見えてこないだろうか。

ではなぜ今 NTT Com にデザインの力が必要なのか？これには2つの文脈から答えることが出来る。

まずは NTT Com としての文脈だ。私たちは従来、「繋ぐ」という明確な使命を帯びて大規模な事業やサービスに、腰を据えて取り組んできた。大企業の常として、パワーはあるも

のスピーディーさには欠ける。

それでは、通信の現状に目を向けるとどうだろう？世帯におけるスマートフォンの普及率は80%以上、固定電話や固定回線を有する人は減りつつある。NTT Com にとってこれは「繋ぐ」を越えて「その先の価値」を提供する必要があることを意味している。そして、デザインには「その先の価値」をスピーディーに生み出していく力がある。

2点目は一般的なマーケットにおける流れである。ご存知の通り昨今、モノは過剰に溢れ、機能や性能だけでは差別化出来ない時代だ。それにより、マーケットの主導権は作り手から使う人間(=ユーザー)に移行している。

ユーザーが求めるのは機能などの「モノ」ではなくそれを通じて体験出来る「コト」(=エクスペリエンス)である。よくある例えだが、スターバックス®のコーヒーそのものだけではなく、あの空間で過ごす時間や接客、体験に価値を認めるからこそ多くの人はそこに足を向け、金銭を落とす。

少々極端な表現かもしれないが、ユーザーエクスペリエンスを設計し

ないことには「モノ」はもう売れない時代に入っている。

私たちは以上2点の理由により、全社に向けたデザインの浸透施策を推進している組織である。

## KOEL の想いと決意

デザインの浸透施策を実施している私たち KOEL のミッションは、「デザイン×コミュニケーションで社会の創造力を解放する」こと。

ビジョンとしては「愛される社会インフラをデザインする」ことを掲げている。

また、デザインプロセスは「問う / 創る / 動かす」の3つに大別可能であると考え、チームにおける行動指針としている。

「問う」は、社会を良くしていきたいという想いをもって、現状を疑い、問い続けること。「創る」は、デザイナーとしての高い専門性をもって、手を動かしながら考え続けること。「動かす」は、失敗に負けずポジティブに進み続けることで、人や組織、社会を動かしていくこと。新しい視点を見つけ、形にして、社会に実装する。この3つを掲げて



図1 手段としてのデザイン

KOEL は生まれた。

## KOEL の役割

私たちには NTT Com 全社に対し  
て主に 2 つの役割がある。

第一に、デザインプロセスの実践  
を通して既存事業の発展に貢献する  
ことと、新たな事業の柱を生み出す  
ことである。例えば、サービスやソ  
リューションのユーザーインター  
フェース (UI) と、ユーザーエクス  
ペリエンス (UX) 向上に向けたデザ  
イン実践。各組織からの案件相談を  
受け、デザイナー 2 ~ 4 名体制で業  
務に当たっている。

第二の役割としては、各組織にお  
けるデザインチームの組成とデザイ  
ン人材の育成である。サービス組織  
内にデザインチームを編成し、顧客  
志向経営やデザインプロセスについ  
て、実践と研修を組み合わせる形で  
デザインのスキル向上を後押しして  
いる。

現在デザインに取り組むチームメ  
ンバーは 100 名を越え、実際にデ  
ザインを取り入れることで成果が出  
ている案件も複数ある。

## おしながき

私たちが支援してきた事例は 6  
つの領域にわたる。①戦略立案支援、  
②事業開発支援、③事業改善支援、

④組織設計、⑤人材育成、⑥コミュ  
ニケーション設計である。詳細につ  
いては図 2 を参考にさせていただく  
として、以降では代表的な案件につ  
いて簡単にご紹介する。

### 案件 1 NeWork

在宅勤務で生じる、ちょっとした  
相談や雑談がしづらいたといったコ  
ミュニケーションの悩みを解決し、  
新しい働き方をつくるサービス開発  
をデザインの力で主導。

デザインリサーチから 5 つのコ  
ンセプトを組み立て、プロトタイプ  
作成、ユーザーテストを通じてブ  
ラッシュアップしている。現在は  
サービスのカスタマーサクセスに力  
を入れており、ご利用ガイドや機能  
の充実を日々実施している (図 3)。

### 案件 2 まなびポケット

学びに携わる人々をサポートする  
「まなびポケット」の活用率を向上  
し、より快適な学習環境をつくるた  
めの施策を実施している。ユーザー  
となる小学校の校長や先生 9 名に  
インタビューを実施し、活用が上手  
くいっている成功モデルを「虎の巻」  
として制作し配布と研修を行い活用  
率向上に取り組んでいる。

### 案件 3 行動観察

法人営業組織とサービス組織と共  
に取り組んだ案件。KOEL デザイ



図 3 NeWork ワークスペース画面

ナーが業務を行動観察することを入  
札要件に反映したことがお客さまに  
評価され、応札に成功。AI 技術を  
適用してお客さま業務の効率化はか  
るために、デザインリサーチの手法  
を用いてソリューションモデル化す  
る営みに取り組んでいる。

## おわりに

本記事にてご紹介した案件は全体  
のほんの一部に過ぎず、2020 年  
11 月末現在、計 25 名のメンバー  
で 50 件 (昨年比 2 倍) の支援を行っ  
ている (図 4)。

私たちは引き続き、デザインの力  
でサービスがもたらす体験を人に寄  
り添ったものに変えていく。これか  
らの NTT Com とそのサービスに期  
待いただきたい。



図 4 KOEL メンバー

| 事業 / サービス   |   | 組織 / 人材   |   | 販売  |   |
|---|---|---|---|---|---|
| <b>戦略立案支援</b><br>組織の進むべき方向を、<br>個人や社会にフォーカスし<br>再構築します。<br>ビジョンを作り、方向性を<br>明確にしたいときに。 | <b>事業開発支援</b><br>新しい事業 / サービスを創<br>ります。<br>新規事業を生み出すにあた<br>り、解決すべき課題が見え<br>ないときに。 | <b>事業改善支援</b><br>既存事業 / サービスを磨き<br>上げます。<br>使いづらいと言われたり、<br>売り上げが低迷していると<br>きに。 | <b>組織設計支援</b><br>デザイン組織の仕組みづく<br>りから、顧客ロイヤルティ<br>向上まで支援します。<br>デザインを実践できるチ<br>ムを作りたい時に。 | <b>人材育成支援</b><br>必要なデザイン人材の定義<br>から、育成までを実施しま<br>します。<br>組織にデザインを担える人<br>が必要なときに。 | <b>コミュニケーション設計支援</b><br>伝えたいことを明確化し、<br>ユーザーに響く表現を設計<br>します。<br>他社と効果的に差別化した<br>いときに。 |

図 2 KOEL が支援する 6 つの領域

3 日本初 レート保証型外国為替情報と取引情報のデータ流通サービス

# 創り上げるは 地球の歩き方「体験革命」 ～グローバル電子マネー オンライン連携プラットフォームサービス 「Wallet Exchange®」～

イノベーションセンター プロデュース部門 部門長 東出 治久 担当課長 加藤 恭英 主査 友田 光哉、沼 健太郎、今田 晴菜

NTTコミュニケーションズ（以下、NTT Com）イノベーションセンター プロデュース部門では「5年、10年先の未来を見据えた世界観を想定し、社内外と共創しながら新たな価値を創造することで社会に貢献し、“お客さまから信頼されるNTT Com”でありたい。」という思いから、様々な業種業態のお客さまとの共創による xTech ビジネスを推進している。本稿では、その一例として FinTech の取り組みについて紹介する。

## Why [FinTech] ?

NTT Com は通信キャリアとして長年データの利活用を目指し、多様な「データ」の「流通」や「交換」を提供している。さまざまなお客さまやパートナーと共に、次なる社会的・経済的な常識の創出につながるビジネスを創造するため、データの1つとして着目したのが「通貨」であった。データとしての通貨の流通や価値交換により「新しい常識」を創出する FinTech は、まさに NTT Com の本業を徹底的に活かした「デ



[左から] 東出治久、加藤 恭英、友田 光哉、沼 健太郎、今田 晴菜

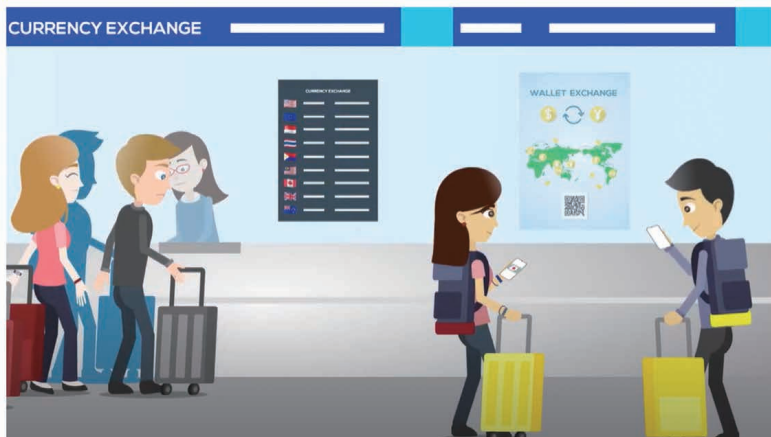
ジタル事業」である。

FinTech と言えば「〇〇 Pay」のような電子マネー事業者が連想されやすいが、NTT Com は BtoBtoX の「Center B」にあたるお客さまの DX に直接貢献することで、その先にいるエンドユーザーに新たな体験価値を提供し Smart World を支えていくことを

重視している。具体的には2つの FinTech を提供する。1つはすでに提供中の“Home Currency Anywhere®（以下、HCA）”、もう1つは現在開発中の“Wallet Exchange®（以下、WEX）”だ。

## レート保証型の外国為替情報と取引情報のデータ流通サービス HCA

HCA は外国為替レートおよびリファンドレートを一定期間保証するオンライン外国為替情報と取引情報のデータ流通サービスだ。もともとは WEX を創り上げるための要素機能（一定期間レート保証型 外国為替 API）としてシンガポールのパートナーと開発したが、多くのお客さまから「その機能が欲しい」と大きな反響をいただいたため HCA と名



1 Wallet Exchange® ユースケースイメージ



付けて 2019 年 11 月から提供を開始した。

HCA は前述の Center B ビジネスに対して「自国通貨表示／決済」というクロスボーダービジネスでの新たな顧客体験価値を付け加え、ビジネスを大きく成長させることに貢献する。現在「BtoCの越境ECサイト」、「BtoBの輸出入・貿易」を展開しているお客さまへ、新たな顧客体験を提案している。そのお客さまには 20 カ国以上に取引先があるが、どの取引先の自国通貨でもない「USドル」で価格表示／決済を行っている。これを取引先毎の「自国通貨」での価格表示／決済に置き換えることで、誰しにも分かり易い新たな顧客体験価値を創りあげるといふ提案だ。

我々日本人を含め、不慣れな外貨を扱うことはベストな体験ではない。世界中の人にとって、どこに居ようが・行こうが、誰とビジネスをしようが、自国通貨 (Home Currency) で生活・消費・契約することがベストな体験であり、これが HCA の提供価値となる。これに加え、HCA はリファンドレート保証という他にはない特長を併せ持つ。

現在、多くのお客さま／パートナーと NDA を締結して HCA の PoC (実証実験) を行っている。ここでは 2 社のお客さま／パートナーとの取り組みについて紹介する。

まずは沖電気工業株式会社様。同社が提供する“SDBC (スマートデバイスビジネスコネクター)”や“CounterSmart (カウンタースマート)”に HCA を組み合わせたセルフ端末向け新サービスの共同開発を行っている。さらに、With / After コロナの非対面接客・店舗運営効率

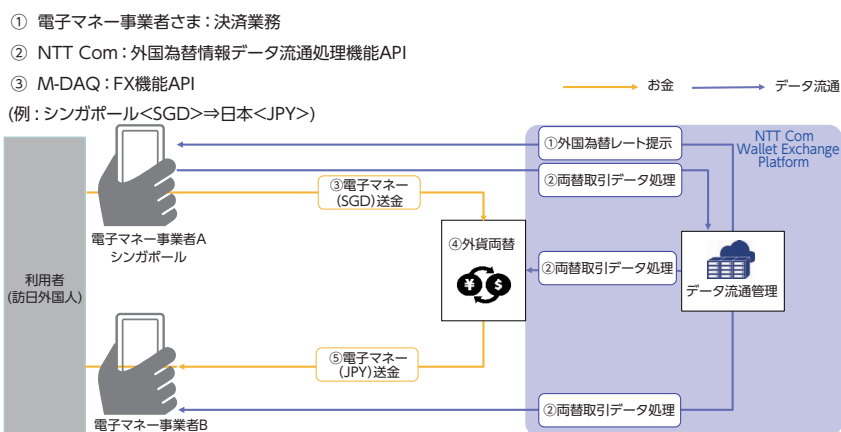


図 2 Wallet Exchange® ビジネスモデルイメージ

化も積極的に開発を進めている。

次に、株式会社ジェーシービー様。同社と 2020 年 10 月 8 日に発表した世界初の外貨為替レート保証付き多機能モバイルウォレット“JCB Mobile Wallet (仮称)”の共同開発を行っている。以下 3 つの「Multi」が特長だ。

- (1) Multi Currency
- (2) Multi Account
- (3) Multi Service

### “Wallet Exchange®”が目指す世界観：地球の歩き方体験革命

WEX をサービスとして表現すると、『「電子マネー」間で『チャージ残高』を行き来させる電子マネー事業者向けプラットフォームサービス』となる。「航空アライアンス」の電子マネー版に近い概念だが、WEX の提供価値は「体験」である。

「空港の両替所のできる長蛇の列」、「初めての国でいくら両替すれば良いかすら分からない」、これらは最悪の体験だ。日ごろ使い慣れた電子マネーの残高を、訪問国で使える電子マネーに 24 時間いつでもチャージし、足りなくなったら追加できる。これがあべき体験であり、WEX が提供す

る価値だ。旅行もビジネスもグローバルが当たり前になった現代において、そのグローバル (地球) の歩き方体験に革命を起こす。

WEX 利用者は海外の空港に到着後、スマートフォンでそのまま鉄道や TAXI に乗り、目的地では使い慣れた電子マネーで買い物ができる。もはや自国にいるのと何も変わらない。2 週間以内なら両替時のレートで自国通貨に戻すリファンドレート保証も HCA 同様に提供する。

電子マネー事業者は WEX によって海外の事業者と相互連携し会員 / 加盟店を圧倒的に増やせる。ただし WEX で世界中の電子マネーすべてを繋ぐことは考えていない。WEX は地球の歩き方体験革命の手段であり、その体験を伴う MaaS (Mobility as a Service) 系電子マネーにフォーカスしている。まず ASEAN で WEX 経済圏を創ることが最初のマイルストーンだ。

HCA / WEX は日本国内でビジネスモデル特許を取得し、国際特許も申請済みだ。NTT グループを含め国内外のパートナー企業と共に、明日の新たな常識を世界に届けて行きたい。

4 ブロックチェーン技術のセキュリティ応用

# 「誰が見ても同じ」を実現するブロックチェーン型セキュリティ情報流通フレームワーク

イノベーションセンター テクノロジー部門 プロジェクトリーダー 西野 卓也

セキュリティ対策ではサイバーリスク情報のライフサイクルマネジメントが重要だが、現場のコスト意識をその運用に反映できていない。ブロックチェーン型セキュリティ情報流通フレームワーク「Metemcyber」は、情報配布の活発さとコスト意識の共有により、セキュリティ体制の健全性を組織横断で評価する。

## 日々進化する脅威と情報資産への適切なアクセス管理

厳しいセキュリティ認証、データベースの暗号化、社員のセキュリティ研修、専門チームによるセキュリティ監視や脆弱性調査、近年ではゼロトラストやふるまい検知など、複雑化するサイバー脅威に立ち向かうため、セキュリティ管理者は様々なアプローチでセキュリティの確保を行っている。一方、実際の被害は驚くほど単純なミスが原因であることも少なくない。パッチの適用漏れやパスワードの使い回しがその代表例である。多層防御の観点では、それぞれのセキュリティ対策が漏れなく例外なく施されていることが前提

となるが、その前提を担保するためにはライフサイクルマネジメントと呼ばれるアクションが必要となる。

ライフサイクルマネジメントはある種の資産管理であるといえるが、サイバーセキュリティの観点からは物理資産だけではなく、情報資産 (information assets) もその対象となる。情報資産の代表的なものは顧客情報である。サイバー攻撃は多くの場合、情報資産の破壊または窃盗を目的とするため、セキュリティ対策として情報資産へのアクセスを適切に管理する必要がある。一方、「情報資産へのアクセスが適切に管理されている」ことを示す情報を、セキュリティ分野ではサイバーリスク情報 (図1) と呼び、脅威や脆弱性に関する



西野 卓也

「攻撃情報」、予防や検知に関する「制御情報」、資産や損失に関する「影響情報」の3区分によって構成されている。そして、サイバーリスク情報も、セキュリティ担当者によるライフサイクルマネジメントの対象である。ただし、セキュリティ管理者と現場の担当者の間には情報の非対称性が存在し、セキュリティ管理者が不適切なリスク評価を下している場合も少なくない。その場合、セキュリティ管理者は、現場の担当者と攻撃者だけが知っている情報をインシデントの後に改めて聞くことになる。

## サイバーリスク情報の正しいライフサイクルマネジメント

多くの場合、セキュリティに関する

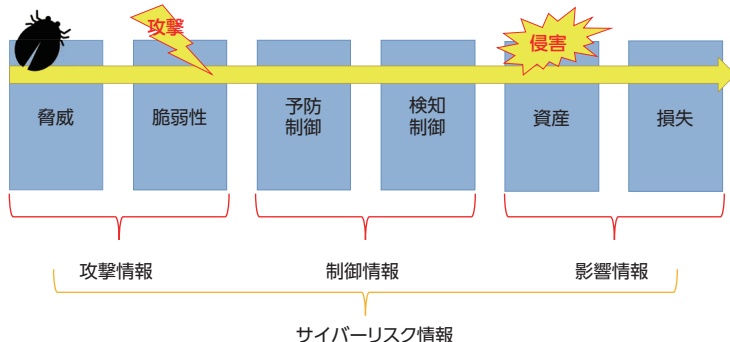


図1 サイバーリスク情報を用いたサイバー攻撃による被害の流れ

通知を現場の担当者は煩わしく思っている。影響情報に基づいて脆弱性情報やサイバー攻撃の周知を行い、その攻撃情報を受け取った現場がどれだけのコストをかけて制御情報を更新していくのか、その取捨選択がサイバーリスク情報の正しいライフサイクルマネジメントの姿である。しかし、多くのセキュリティ管理者はこのライフサイクルマネジメントの運用に無頓着である。当然、表計算ソフトで対策状況を集計させる運用はすぐに破綻する。それはライフサイクルマネジメントの状態同期コストが高すぎるからだ。また、現場で実際に消費されるコストは非常に重要な指標となる。パスワードの変更コストが極端に低い担当者がいた場合、パスワードマネージャがなければパスワードの使い回しを疑う必要があるだろう。社外もまた、関連会社やサードパーティに対するサイバー攻撃が連鎖的な被害を生み出す可能性は高い。これらを踏まえると、大きく分けて3つの課題が浮かび上がる。

- ① 「ライフサイクルマネジメントの状態が、現場とセキュリティ管理者で同様に見えるか」
- ② 「その情報を更新するコストはどれくらいか」
- ③ 「コストの高さは関連会社で共通した問題なのか、その現場だけの問題なのか」

## ブロックチェーン型セキュリティ情報流通フレームワーク「Metemcyber」

上記の課題における第1の要件は、データベースの所在である。単一の場所での運用もしくは、複数の場所での分散が考えられる。セキュリティ

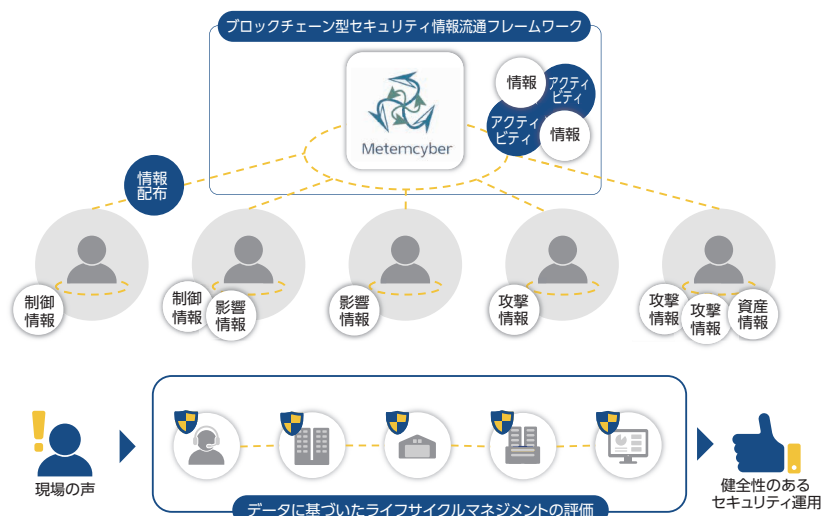


図2 ブロックチェーン型セキュリティ情報流通フレームワーク「Metemcyber」

のインシデントは関連会社間の訴訟問題に発展する恐れがあり、参加者間でデータを持ち合う分散モデルが適切である。第2の要件は、定量的なコストの評価だ。評価基準が普段の作業ならば、現場の担当者が見積もるべきだろう。第3の要件は、ライフサイクルマネジメントの状態や発生するコストを透過的に共有することだ。これらの要件から生まれたものが Metemcyber (図2) である。Metemcyber では、参加者間で利害関係が発生してもデータベースの単一性を期待できるブロックチェーン型アーキテクチャを採用した。また、暗号通貨とスマートコントラクトの機能を使えば、現場の担当者が定量的なコストを情報配布の販売価格としてセキュリティ関係者等の関係者へ表現できることが分かった。情報配布の活発さと情報更新のコストを参加者に対してチェーン上で透過的に共有する仕組みにより、組織のセキュリティ健全性を比較し、現場の負担を抑えたベストなセキュリティ対策を模索することができる。

Metemcyber の適用例の1つはサ

プライチェーンのセキュリティ健全性の評価だ。「サービス担当者+セキュリティ管理者+関連会社」の組み合わせを例に考える。「全端末のパスワード変更」タスクをサービス担当者が10ptsのコストと見積もった場合、そのタスクの結果はセキュリティ管理者へ10ptsで販売される。つまり、セキュリティ管理者の所持ポイントが100ptsならば、そのタスクをサービス担当者に依頼できる回数は10回が限度となる。セキュリティ管理者は、サービス担当者とのセキュリティ意識の差を販売価格から確認し、情報配布の活発さを他社と比較することで、自社のセキュリティ健全性の多面的な評価が可能だ。

2020年11月現在、Metemcyberは情報流通のメカニズムとセキュリティ健全性評価の検証のため、専門家を交えた実証実験を開始した。影響情報は取り扱いがセンシティブであるため、サイバー脅威情報の共有によって効果測定を行っている。活発なフィードバックサイクルが情報の質を向上させ、効果的なセキュリティ対策を促すことに繋がるだろう。

5 超低遅延ライブ配信システム

# WebRTCを用いた超低遅延ライブ配信システム

イノベーションセンター テクノロジー部門 松下 正樹

従来のライブ配信では、映像が視聴者に届くまでに通常 30 秒～1 分程度の遅延が生じる。このため、配信者と視聴者の間でインタラクティブなコミュニケーションを行うことは難しい。NTTコミュニケーションズ（以下、NTT Com）では、リアルタイムコミュニケーション技術である WebRTC を用いて 1 秒未満の極めて小さい遅延で映像を配信できるシステムを開発している。

## ライブ配信の課題と期待

インターネット経由のライブ配信サービスは現在広く普及している。

こうしたサービスでは一般的に HTTP を用いて映像を配信しているが、映像が視聴者に届くまでに通常 30 秒～1 分程度の遅延が生じる。一方的に映像を配信するのみであればこの遅延は問題にならないが、配信者と視聴者との間でコミュニケーションを行う場合は視聴者からの反応が得られるまでに長い時間がかかりイベント進行上の問題となる。また、スマートスタジアムの一環として複数のアングルからスポーツの試

合の様子をリアルタイムで配信し、観客がスマートフォンで視聴するマルチアングル配信が試みられている。こうした目の前で試合を観戦している観客に対しては映像の遅延を少なくすることが特に重要である。その他にも e スポーツ、オークションや音楽ライブなどの分野で従来よりも遅延の小さい低遅延ライブ配信への期待が高まっている。

NTT Com では、WebRTC というリアルタイムコミュニケーション技術を使った新しいライブ配信システムを開発している。従来の HTTP を用いたライブ配信では遅延を短縮しても数秒程度が限界であるのに対し、本システムでは実環境で 1 秒



松下 正樹

未満の極めて小さい遅延で視聴者に映像を届けることができる。本稿では、現在一般的な HTTP によるライブ配信技術を概観しつつ、開発中の超低遅延ライブ配信システムについて紹介する。

### HTTPによる低遅延配信

HTTP による映像配信技術としては、Apple 社が開発した HTTP Live Streaming (HLS) と、ISO 規格である MPEG Dynamic Adaptive Streaming over HTTP (MPEG-DASH) が広く利用されている。これらの技術では、映像を数秒ごとのファイル（セグメント）に分割し、セグメントのダウンロードを繰り返すことでライブ配信を実現している（図 1）。このセグメントの長さ、Web ブラウザでバッファとして保持するセグメン

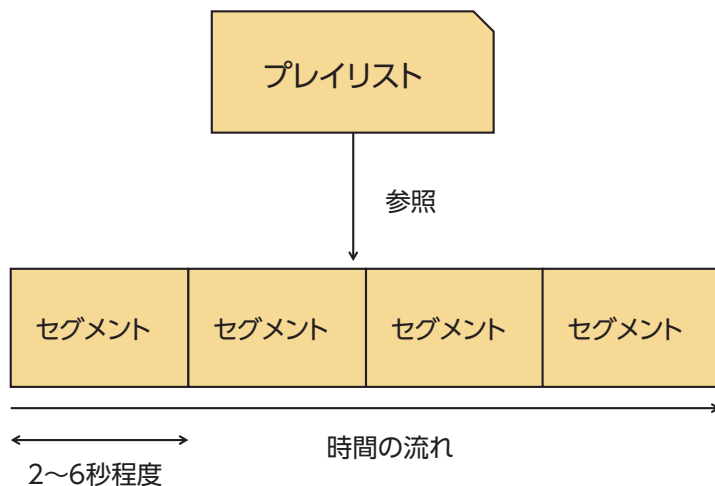


図 1 HTTP によるライブ配信

トの個数によってどの程度の遅延が生じるかが決まる。例えば、6秒のセグメントを5個バッファする場合であれば遅延は30秒程度となる。このように、映像をファイル単位で送受信していることからHTTPによるライブ配信では大きな遅延が生じる。

なお、HTTPによるライブ配信技術を改善して遅延を小さくするための取り組みも行われている。2018年に発行されたCommon Media Application Format (CMAF)と呼ばれる規格では、低遅延配信のための技術も盛り込まれている。CMAFではセグメントをチャンクと呼ばれるより小さい単位に分割し、チャンク単位でダウンロードを行うことで3～5秒程度まで遅延を小さくすることが可能である。

## WebRTCによる超低遅延配信

WebRTCは、Webブラウザ上でリアルタイム通信を行うための技術である。ビデオ会議を始めとするリアルタイム通信を実現させるための技術であるため、映像や音声を低遅延で相手に届けることができる。NTT Comでは、この技術をライブ配信に応用してHTTPでは実現困難な1秒未満の超低遅延ライブ配信を可能にするシステムの開発に取

り組んでいる。

図2に超低遅延ライブ配信システムの概要を示す。本システムは配信機材からの映像を受信するメディアサーバと、視聴者にWebRTCで映像を配信するWebRTC配信サーバの2段構成となっている。メディアサーバは、配信機材からRTMPというライブ配信において標準的なプロトコルを用いて映像を受信する。受信した映像はシステム内部で複数のWebRTC配信サーバに分配され、WebRTCで視聴者のWebブラウザに配信される。

## アダプティブ・ビットレートとマルチアングル配信

安定したライブ配信を実現する上で重要なのが視聴者のネットワーク環境に応じて最適なビットレートで映像を配信するアダプティブ・ビットレート (ABR) である。HTTPによるライブ配信では参照するセグメントを切り替えることで画質を変更しているが、WebRTCによるライブ配信ではサイマルキャストと呼ばれる技術を用いる。サイマルキャストを用いると、WebRTC配信サーバとWebブラウザとの間で推定した利用可能な帯域に基づき最適なビットレートの映像を選択し配信することができる。遅延の少なさと映像の安定性はトレードオフの関係に

あるため、1秒未満の超低遅延配信を実現する上ではABRは必須の技術であるといえる。

また、複数の映像を同時に配信できるマルチアングル配信も本システムの重要な機能の一つである。

## コンテナ技術を用いたオートスケール・オートヒーリング

本システムはKubernetesというコンテナ基盤上に構築されており、メディアサーバやWebRTC配信サーバは全てコンテナとして動作している。このコンテナ基盤の特徴を活かして負荷増大時のオートスケールや、障害発生時のオートヒーリング (自動回復) が行えるよう設計されている。本システムは2段構成となっているため、1段目のメディアサーバを増加させれば同時に実施可能なライブ配信の数を、2段目のWebRTC配信サーバを増加させれば視聴者数の増加に対応することができる。現在のところシステムの最大同時接続数 (視聴者数) は1万接続であるが、今後の開発により数万～数十万接続への対応を目指している。

## おわりに

本稿では開発中の超低遅延ライブ配信システムについて紹介した。本システムはまだ開発段階ではあるが、入社式や有名ラグビー選手のオンライン記者会見など、社内外で実証実験を行いながら性能や品質を高めつつある。WebRTCを用いた低遅延ライブ配信にご興味のある方はNTT Com イノベーションセンター (webrtc@ntt.com) までご連絡いただければ幸いである。

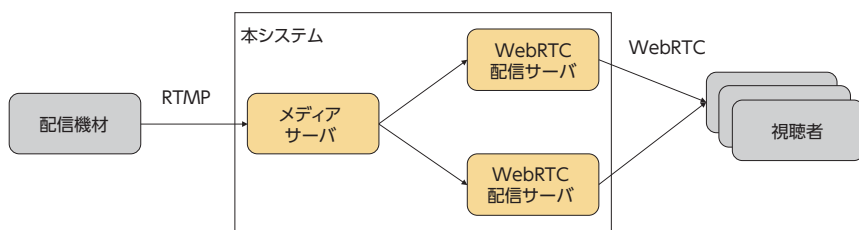


図2 超低遅延ライブ配信システムの概要

## 6 インターネット検定「ドットコムマスター」

# インターネット検定を活用した研究が 大学ICT推進協議会(AXIES)で最優秀論文賞を受賞

イノベーションセンター 担当課長 吉川 昌吾 主査 加古 達也 鈴木 聡介

昨年、本誌でも紹介したNTTコミュニケーションズ社のインターネット検定「ドットコムマスター (.com Master)」は、今年で20周年を迎える。今回は、大学ICT推進協議会(AXIES)の年次大会において最優秀論文賞を受賞<sup>\*1</sup>した京都大学との共同研究の内容や、コロナ禍での検定運営の状況等について紹介する。

## インターネット検定 20年の 歩み

2000年にNTT東西のADSLサービスやGoogleの日本語検索サービスが始まり、翌2001年にはNTT東西の光アクセス「Bフレッツ」やNTTドコモの「FOMA」が始まった。そして同じ年の5月に、インターネット検定「ドットコムマスター」は始まった。現在までの受検者の累計は、およそ50万人となる。

OCNの運営経験に基づいて作られたカリキュラムは当初、PPPoEを基本としたISPへの接続やメール、Webの利用が主な内容だった。その後、スマートフォンの普及と移動体通信の高速化、IPv4アドレスの枯渇とIPv6の普及、SNS他多様なアプリケーションの提供、クラウドコンピューティングの普及、法制度の新設・改訂、セキュリティの多様化・高度化、第3次人工知能ブームといった様々な動きに対応し、カリキュラムは改訂されてきた。

上位コースの「ドットコムマスターアドバンス(.com Master ADVANCE)」の次版テキストでは、プログラミング、IPv4 over IPv6

ロビジョニングの標準化、ゼロトラストネットワーク、5G、米国国防権限法の影響等についても加筆が予定されている。

## COVID-19の影響と 検定問題の作成

2020年はCOVID-19の影響により、全国にある会場で実施しているCBT(Computer Based Testing)やPBT(Paper Based Testing:団体受検のみ対応)は、4月から5月にかけて中断を余儀なくされた。今後は、自宅での受検も可能となるIBT(Internet Based Testing)への移行を進めることが課題となっている。

一方、検定の試験問題はカリキュラムに対応して毎年作成される。まずは若手技術者が中心となって問題のドラフト案が作成され、外部有識者を含め専門家のレビュー、修正が繰り返され、作問合宿で最終化される。ニューノーマル元年となった2020年は、作問合宿もオンラインでの開催となり各自が自宅から参加することとなったが、オンライン会議システムや



[左から] 加古達也、吉川昌吾、鈴木聡介

クラウドコンピューティングによりコミュニケーションやコラボレーションを効率的に行うことで、従来3日程度かかっていたものが、1日に短縮できた。

また検定問題出題後は、実際の解答結果を統計的に分析し、試験問題の品質向上に取り組んでいる。容易過ぎる問題を排除し、難し過ぎる問題を容易化したり、問題の各選択肢の選択率を検証して教育へ反映させたり、項目応答理論等から不自然な結果として洗い出された問題を見直したりしている。

## 京都大学との共同研究

大学生への一般教養としての情報教育は、社会で活躍する上で重要な教育課程であるものの、ネットワー

クの実践的な内容は変化が激しく、適宜教材を準備するのは大変である。そのようなこともあり京都大学とは、ICTを専門としない新入生を対象とした一般情報教育の中で、検定を利用した共同研究を行ってきたが、この度、大学ICT推進協議会の2019年度年次大会における本研究の発表が、最優秀論文に選ばれた。

この研究では、学期のはじめに検定を受検してもらい、期末にも同レベルの検定を受検してもらうことで、学生の点数の伸びと伸びに影響する因子を調べてきた。授業は1年に前期のクラスと後期のクラスがあり、それぞれで調査した。教育効果を狙い、はじめの2年間では公式テキストやスマートフォン向けに学習用問題集アプリを提供してきたが効果が見られず、意外なことに全体の平均点が期

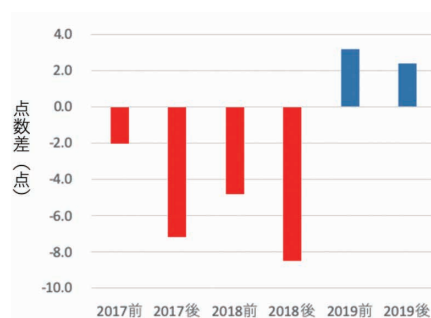


図2 期初・期末年度学期別平均点の伸び

初より期末の方が低い傾向がみられた。一方、学生のアンケート結果から、提供した教材はほとんど活用されることがないことがわかった。

そこで勉強に時間が取れない場合に有効とされるマイクロラーニングを実践してみることにし、2019年度の前期および後期、2回の学期の授業において、学生の間で広く普及しているLINE上で、毎日1問、昼休みのはじめに出題し、解答に対し

て解説を返すBotの「友だち」を提供した(図1)。その結果、いずれの学期においても全体の平均点の向上がみられた(図2)(年次大会発表時は、前期のデータのみ使用)。

更に、前期においてBotを利用しなかった層では平均点の伸びはほとんどなかったが(100点満点で+0.6点)、Botが出題する全50問中41問以上解答した層では6.9点もの向上がみられ、後期においても前者が+0.1点、後者が+3.4点となり、学習支援Botの効果が定量的に計測された。

## 今後の予定

2020年度、多くの大学では対面授業が制限され、オンライン授業が行われている。その状況に対応して、京都大学では、インターネット検定の問題を大学のLMSに初めて搭載し、オンライン授業と並行して試験を行って頂いた。今後、検定問題をQTI(LMSに問題を搭載する際の標準フォーマット)に対応させるなどして、ご利用頂いている他の教育機関への展開も検討していきたい。

また、大学等の教育機関では、ルーブリック評価などテストの成績以外の様々な評価も浸透していく中で、効果的なオンライン授業を模索している状況である。そこで、幾つかの大学にご協力を頂きながら、VOD形式での講義とWeb掲示板等のコミュニケーションツールをセットにしたコースを提供して効果測定する実証実験を予定している(期間:2020年12月~2021年1月)。

※1: ニュース <https://axies.jp/news/386/>、論文 <https://reg.axies.jp/conf2019/ronbun/paper/TF2-3.pdf>



図1 学習支援 Bot の画面イメージ



---

お問い合わせ

**NTTコミュニケーションズ株式会社**

イノベーションセンター 技術戦略部門

メールアドレス [ic-plan@ntt.com](mailto:ic-plan@ntt.com)

- 記載内容は2021年1月現在のものです。
- 記載されている会社名や製品名は、各社の商標または登録商標です。
- 本誌掲載記事の無断転載を禁じます。