5 スマートデータサイエンス研究プロジェクト

街づくりDTC®（デジタルツインコンピューティング）

CD研のスマートデータサイエンス研究プロジェクト（以下、CデP）では、社会や企業の実課題を起点に、世に大きく貢献する研究を推進している。スマートデータサイエンスセンタ（以下、SDSC）と同一の組織であり、スマートシティを中心に、エネルギー、交通、小売、健康、農業や公共の社会課題に至る様々な分野において、事業会社・パートナーとともに、現場での実践を通して、真に解くべき問題設定と解決に取り組んでいる。

スマートデータサイエンスセンタの概要

NTT SDSCでは、実問題を起点にしたデータからの価値の創出に向けて、実践的データ分析・AI技術の研究開発に取り組んでいる。

取り組みのポイントは、「何が実現できるのか？」という価値の明確化である。お客様の「具体化が困難な課題」に対して、その産業ドメインの知識を得ながら、未来の体験（UX：ユーザエクスペリエンス）の仮説を立て、その実現に向けた技術開発をAI技術に関する背景知識を駆使して的確に行っており、その手順の全てをデータサイエンスと考えている。ここではその取り組みの一つであるスマートシティのプロジェクトについて述べる。

現在、ICTを活用したスマートシティの取り組みが世界各地で数多く行われている。例えば、エネルギーマネジメントを中心としたインフラ型や、街中のセンサデータによる可視化と、そのサービス連携を図るセンシング型などがある。

一方、ウィズコロナ時代には生活様式が変化し、ユーザニーズの多様化に合わせたサービス提供が求められている。そこで我々は街のデータを最大限活用したデータ駆動型のスマートシティに取り組んでいる。特に、様々なサービスが連鎖し、街全体の最適化可能な「街づくりDTC」の検討を進めている。

「街づくりDTC」の実現サービスと技術検討課題

街で提供されるサービス単位で環境・モノ・人をとらえたデジタルツイン（以下、DT）とそれらを分野横断で連鎖させる機能であるDTCを実現することで、街全体で最適化される新たな価値提供を実現する。

「街づくりDTC」は、NTTグループの主な街づくり事業を担うNTTアーバンソリューションズを中心に取り組む重点施策のひとつである。街づくりに関わる様々な事業者とのディスカッションを参考に、未来の生活スタイル・ワークスタイルに沿った具体的なUXの仮説を立て、想定する価値提供サービスに必要な技術開発の要件を導き出している。

図1～6に2022、23年度に検討している「街づくりDTC」のサービスを示した。また図5に「街づくりDTC」基盤を示す。ここでは3つの検討課題がある。

NTTコンピュータ＆データサイエンス研究所
スマートデータサイエンス研究プロジェクト
プロジェクトマネージャ　**社家 一平**氏

(1) 環境変化に応じたDTの再構成

サービスによって、様々な時間スパンで未来予測が必要になる。遠い未来になるほど、予測実施後に発生した事象から未来に影響を与える追加要素が多く存在し得るため、未来予測の精度に影響を与える。それを即座に予測モデルにフィードバックしDTを再構成して予測精度を上げる機能（リアルタイム適応型未来予測技術）および、その予測に基づき周辺のモノ・環境の最適制御を行う機能（プロアクティブ最適制御技術）が重要となる。

(2) 複数DT影響下における行動連続性解析

一方、人に着目すると、複数のサービスをまたぐように存在するユーザ体験を一連の行動軌跡（ジャーニー）として統合し連結して考え、それらの関係性を解き明かすことで、個人の

行動予測、嗜好予測、健康予測の精度を上げることができる（バリュージャーニー型行動予測技術）。それによって、状況ごとにユーザにとって価値最大化された行動リコメンドを実現できる（価値最大化行動制御技術）。

(3)時間積分を考慮したDT間の相互最適化(DT連鎖)

このように、人・モノ・環境が相互に絡み合う街において、様々なサービスを実現するための複数 DT 構成が考えられる、街中ではこのような複数のサービスを複数の人が体験することにより相互に影響を与える（連鎖する）状態になる。例えば、省エネと快適性と効率性と街の賑わい、といった一見トレードオフのサービス価値を総合的に最適化する必要がある。これら次元の異なる KPI を全体最適化する機能、超空間の相互最適化が必要となる（超空間相互最適化技術）。

以上述べた３つの検討課題の解決を進めるにあたり、技術の方向性は５つの技術群を想定しているが、必要な開発要素は UX・サービスの種類によって様々あると考えられる。そこで、まず個々のサービス仕様に基づき必要な要件抽出と技術開発を行い、複数のサービスを確立する中で、技術群ごとに共通解に昇華させていくアプローチを考えている。そこで、以下は具体的なサービス実現の取り組みを紹介する。

SDG s・ゼロエミッションに向けた「エネルギー制御最適化」と「フードロスゼロ」

一般的なオフィスビルにおいては、エネルギー消費の約５割を空調が占めており、省エネ化は非常に重要である。また、日本では売れ残り・食べ残し・規格外・返品などの食品ロスは年間 646 万トンにもなる。これらを改善する取り組みが急務であり、ゼロエミッションに向けて街づくり DTC で先行的に取り組んでいるサービスである。これまで下記の技術開発を進めてきた。

図 1 フードロスゼロの取り組み

図 2 店舗オペレーション効率化の取り組み

- 人流予測と空調シナリオ最適化による省エネと快適性の両立（PMV 空調）
- 来店者数予測と商品メニュー毎需要予測による仕入れ最適化
- マルチモーダルな食べ残し予測による最適配膳・メニュー最適化

今後、空調制御のパーソナライズ化や、さらなるフードロスに向けたダイナミックプライシング・余剰シェアを目指している（図１・4）。

「店舗オペレーション効率化」や「ロボット配送」の取り組み

店舗での購買行動データと人流・気象情報などを用いて、廃棄リスクを最小にしつつ、顧客の潜在需要に対する強気の仕入れを可能とする店舗需要予測技術を検討している。また、来店目的や状況別に動線や購買行動を把握し、併売が促進されるようなレイアウト構成・行動制御技術を考案して、顧客単価向上を目論む。無人店舗型のスマートストアの検討にて取り組んでいる。

また、街区のオフィスワーカは行動時間の制約があり、モバイルオーダによる利便性向上は有用である。ビル・店舗運営上の省人化や顧客分散も考慮し、ロボット配送と組み合わせた新体験を目指している。そこでは、街区環境を考慮した配送タスク・経路最適化技術による運用効率化が必要となる（図 2）。

「ヘルスケアと住居（スマートホーム）」の取り組み

ヘルスケアについては、街におけるオフィスワーカの環境や食事行動等の最適化を目指している。健康診断データからの疾病リスク予測技術、日々のバイタルデータから健康

図 3 ヘルスケアの取り組み

状態推定（身体・メンタルとも）技術を行って、環境や行動改善など、街での生活快適性に着目した取り組みを進める。

このようなヘルスケアデータは、オフィスだけでなく住居にも価値提供できる。住居内や生活行動の IoT データを活用し、その時々の住居内行動予測技術とそれに基づく環境・行動制御技術することにより、住んでいるだけで環境・食事・健康などの質の向上ができ、革新的な快適性をもたらす住宅サービスを目指す。

将来的には、冷蔵庫の在庫管理や利用者の外部での行動と連携した配送との組み合わせによる生活タイミングにあった配食も目指す（図 3･5）。

パーソナライズされたおもてなし「パーソナル空調」と「食事リコメンド」の取り組み

オフィスで働くワーカー一人一人にとって快適で、かつ省エネに配慮した専有部環境制御を実現する。複数の空調設備（吹き出し口など）の温度と風量を制御して、専有部内の温度分布をパーソナライズさせる最適化技術、さらに個人の環境嗜好推定と、出社後の利用位置予測と組み合わせて、省エネと個々人の快適性を実現する最適な空調制御技術を考案する。このような、ユーザの状況の先読みによるタイムリーなサービス提供（情報提示・行動変容）は、食事リコメンドにも応用できる。個人の昼食履歴情報などから嗜好推定を行い、出社当日の店舗の混雑予測に応じた事前行動リコメンドや、行動変容制御を行うことができる。そこでは、行動履歴に基づき特定行動の開始点を抽出する行動起点抽出技術や、行動の開始時刻推定技術を検討している（図 4）。

図 4 エネルギー制御最適化と
パーソナル空調の取り組み

図 5 住居（スマートホーム）の取り組み

街の魅力を統合するバリュージャーニー分析と街の統合アプリ

以上に述べた街づくり DTC の複数のサービスを統合して一つの街区で提供することで、体験を集約させ、ユーザの嗜好･行動予測を精緻化し、これまでにないユーザに寄り添ったおもてなしを実現することができる（技術検討課題の（2））

それはすなわち複数の行動を跨いで、①事前・②直後を予測した情報提示・リコメンド・自動制御、③今の状態を考慮した情報提示・リコメンド・自動制御を行うことにより実現できる（図 6）。

図 6　バリュージャーニー解析、
サービス連鎖の取り組み

街全体を最適化する街づくり DTC 基盤と「サービス連鎖」

複数のサービスを基盤上に実現するには、複数の DT とそれを連携させて最適化する DTC 層が必要となる。そこでは、サービス自体が相互に影響を及ぼし合い、街の環境の省エネルギー性能、設備利用の効率性、人の快適性といった一見相反する指標を最適化する（技術検討課題の（3））。複数の DT がかかわる街区内のユーザ行動において、DTC による連鎖を繰り返すことで、単一の DT だけでは得られない一段上のユーザ体験を実現することが可能になる（図 6）。

まとめ

以上述べたように、SDSC では、UX に着目した問題設計と技術開発により新しい価値提供を目指している。今回紹介した街づくりは、様々な産業ドメインが重なり合った取り組みであり、DTC（デジタルツインコンピューティング）による新しい価値創造を目指すのに相応しいテーマだと考えている。2025 年度での実現を目指し進めていきたい。