

ユーザー・ドリブン・イノベーションによるスマートな街づくりに向けて —海外における「スマートシティ2.0」への取り組み—

調査部 主任研究員 野村 敦子

目 次

1. はじめに
2. デジタル化の進展と新たな街づくりの動向
 - (1) IoTとデータを活用した街づくり—スマートシティ2.0への取り組み
 - (2) ユーザー・ドリブン・イノベーションの重要性
3. 海外における取り組み事例
 - (1) アメリカ／シカゴ市
 - (2) デンマーク／コペンハーゲン市
4. ユーザー主導のスマートな街づくりに向けて—海外事例から得られる示唆
 - (1) わが国のこれまでの取り組み経緯
 - (2) ユーザー・ドリブン・イノベーションに向けた課題
5. おわりに～日本が課題先進国であることを強みとするために

補論 欧米のスマートシティ政策

1. アメリカのスマートシティ政策
2. デンマークのスマートシティ政策

要 約

1. デジタル技術の進展に伴い、IoT（モノのインターネット）やビッグデータ、AI（人工知能）などの先端技術を産業・社会の様々な領域に活用しようとする動きが活発化している。その焦点の一つが、スマートな街づくり（スマートシティ）である。従来のスマートシティは、事業者主導によるエネルギーや交通インフラなど、個別システムの情報化・高度化を対象とするもので、サプライサイド・技術指向の側面が強かった。近年のスマートシティの取り組みは、ユーザーである市民や地域社会をイノベーション推進の中心に据え、IoTから収集されるデータ等を基に、街づくりの全体最適を追求するものとなっている。従来の取り組みを「スマートシティ1.0」とすれば、現在は「スマートシティ2.0」と位置付けることができる。
2. スマートシティ2.0では、イノベーション・プロセスの初期段階からユーザーを巻き込む「ユーザー・ドリブン・イノベーション」が重視されている。その背景として、①スマートシティで社会的課題の解決や生活・公的サービスの質の向上を実現するためには、実際にこれを利用するユーザーの関与が不可欠であること、②デジタル技術の進展によって、ユーザーが主体的に開発プロセスに参画しやすい環境が醸成されていること、③公共セクターにおいて、ユーザーである市民の関与（いわゆるシビック・エンゲージメント）が求められるようになってきていること、などが挙げられる。海外の事例では、ユーザー不在のプロジェクトであったために、スマートシティ本来の目的を達成できなかったケースもみられる。
3. ユーザー視点からのスマートシティ2.0に実践的に取り組む欧米の代表的な都市の事例として、アメリカ・シカゴ市とデンマーク・コペンハーゲン市がある。

アメリカでは、2015年9月に連邦政府のスマートシティ・イニシアティブが発表され、これと連動する形で各都市のスマートシティ・プロジェクトが進められている。なかでも、シカゴ市はオープンデータやシビック・テクノロジーの先進都市であり、スマートシティのリーダーとして位置付けられている。シカゴ市は、街中に設置したセンサーから環境データを収集・蓄積して、研究機関や民間の利活用に供する「Array of Things (AoT)」やスマートグリッドなどのプロジェクトを推進するほか、産学官連携のハブとなる「シティデジタル」が設立され、CPS（サイバー・フィジカル・システム）に関連するイノベーションとスマートシティでの実用化に取り組んでいる。シカゴ市にはシティデジタルのほか、市民の参加・対話・協業のプラットフォームとしてのスマートシカゴ・コラボラティブがあり、両組織は、ユーザー・ドリブン・イノベーションの基盤（プラットフォーム）として機能している。
4. デンマークはデジタル立国として知られ、コペンハーゲン市はヨーロッパのスマートシティ・ランキングで常に上位に位置付けられている。デンマークならびにコペンハーゲン市の取り組みには、街全体をスマートシティの生きた実験場（リビングラボ）と捉え、そこで生まれた成果をグローバル市場で展開しようという狙いがある。コペンハーゲン市では、市内のセンサーやWi-Fiなどのデジタル・ネットワークからリアルタイムでデータを収集・分析・利活用し、スマートシティに関連するソリュ

ーションを開発する「コペンハーゲン・コネクティング」などのプロジェクトが進められている。デンマークをはじめとする北欧諸国は、ユーザー・ドリブン・イノベーションを政策として進めており、スマートシティも例外ではない。国レベルではマインドラボ、コペンハーゲン市ではコペンハーゲン・ソリューションズ・ラボが、産官学「民」連携（クアドラプル・ヘリックス）の結節点として機能している。

5. 両都市の取り組みは、ユーザーとして市民を中心に据える（User Centric）だけでなく、企業や大学・研究機関、行政とともにスマートシティにおけるイノベーションの担い手（User Driven）として位置付けている点が特徴である。一方、わが国のこれまでの取り組みを見ると、各省庁がそれぞれの重点施策のもと、個別・独自にスマートシティ・プロジェクトを推進してきた経緯があり、必ずしも市民をイノベーションにまで巻き込むようなものではなかった。

アメリカでは、オバマ前政権のイノベーション政策における重点9分野の一つとしてスマートシティが明確に位置付けられ、省庁横断的かつ地域主導の取り組みが進められている。わが国でも、国のイノベーション政策として超スマート社会を目指すSociety 5.0が打ち出されたが、このSociety 5.0のもとプロジェクトの整理・再構築を行い、互いの知見や技術、成果の共有や活用ができる体制とし、地域社会・住民主導のスマートシティ2.0に向けた枠組みを作り上げていく必要があると考えられる。

6. 海外事例を見ると、①都市そのものを生きた実験場と見立て、市民が様々なステークホルダーとともにイノベーションを共創する「リビングラボ」のアプローチの導入、②市民・ユーザーやステークホルダーの参画の窓口・受け皿となり、リビングラボ等の活動の連携・調整機能を持つ「産学官民の協働プラットフォーム」の構築、が有用であると考えられる。加えて、地域からのボトムアップ・ユーザー主導の取り組みを軌道に乗せていくためには、③オープンデータの拡充と利活用に向けた環境整備（オープンデータ2.0の推進）、④スマートシティがもたらす新たな経済社会に適応した規制の見直しと市民のリテラシー向上、⑤国のトップダウンの政策との連動、が求められる。

わが国の高い技術力を、スマートシティのプロジェクトを通じて地域社会のニーズや課題解決に結び付け、課題先進国であることを強みに変えていくためにも、ユーザー・ドリブン・イノベーションの視点が不可欠といえよう。

1. はじめに

デジタル技術の進展に伴い、IoTやビッグデータ、AI、ロボットなどの先端技術を産業や社会の様々な領域に活用しようとする動きが世界中で活発化している。わが国政府も世界的な潮流を踏まえ、先端技術の導入により社会的課題の解決と経済発展の両立を実現する超スマート社会（注1、Society5.0）を構築する目標を打ち出した。対象分野は多岐にわたるが、焦点の一つとしてスマートな街づくり（スマートシティ）が据えられている。

現在主流とされるスマートシティへの取り組みは、デジタル技術を活用して、都市の機能をより快適かつ利便性の高いもの（＝スマート）とし、市民の生活の質の向上や都市が抱える諸問題の解決、さらには持続的な成長に繋げようとするものである。もっとも、これまでのわが国のスマートシティへの取り組みを見ると、どちらかといえば、エネルギーやインフラ利用の効率化など特定の目的の達成のために、新しい技術や製品、インフラ等を供給する事業者が主導する「サプライサイド」の視点が強く反映されたものであった。

わが国がこれから目指す超スマート社会は、先端技術を駆使してデータのリアルタイムでの収集・蓄積・分析を行い、分野横断的な知見を活用して社会の様々なニーズや課題解決等の要請に応え、新たな価値の創造や持続可能な社会を実現しようというものである。この超スマート社会の構築にあたっては、サプライサイドばかりでなく、社会におけるニーズや課題を把握・認識している需要者（デマンドサイド）の参画が不可欠である。とりわけ、街づくりの分野においては、産学官連携のみならず、実現の舞台となる地域コミュニティやユーザーとなる市民を巻き込んだ「ユーザー・ドリブン・イノベーション」の視点が重要と考えられる。

上記の問題意識に基づき、本稿では、デジタル技術を活用してユーザー中心のアプローチによりスマートな街づくりに取り組む海外事例を比較分析し、わが国が真に人間中心のスマートシティ、ひいてはSociety 5.0で掲げる超スマート社会を実現するために取り組むべき課題を提示する。具体的には、以下第2章で、進展するデジタル技術が街づくりや都市の抱える課題解決に活用されようとしている背景、ならびにユーザー・ドリブン・イノベーションの重要性について整理する。第3章では、欧米におけるスマートな街づくりの先進事例として、アメリカ・シカゴ市、デンマーク・コペンハーゲン市の事例を取り上げる。どちらも、都市インフラへの先端デジタル技術の導入ばかりでなく、ユーザーとしての市民（ならびに自治体自身）の視点を重視し、街づくりやデータ活用の企画立案の段階から市民を巻き込んでいる点が特徴である。そして、まとめとして第四章で、前章の海外事例から抽出されたポイントを基に、ユーザー・ドリブン・イノベーションに基づくスマートな街づくりに向け、わが国が取り組むべき課題について考察する。

（注1） Society 5.0で目指す「超スマート社会」とは、必要なもの・サービスを、必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供し、社会の様々なニーズにきめ細かく対応でき、あらゆる人が質の高いサービスを受けられ、年齢、性別、地域、言語といった様々な違いを乗り越え、生き活きと快適に暮らすことのできる社会をいう。

2. デジタル化の進展と新たな街づくりの動向

デジタル技術が大きく発展するなか、これを活用してスマートシティを構築しようとする取り組みが、世界中で活発化している。これまでの技術中心・事業者主導のスマートシティへの取り組みに対する反省から、欧米では人間中心・地域主導の街づくりに重点が移行しており、ユーザーとなる市民のプロセス段階からの参画が国際的な潮流となっている。この動きは、「スマートシティ2.0」(注2)とも称される(図表1)。

(図表1) スマートシティ1.0からスマートシティ2.0への移行

	スマートシティ1.0	スマートシティ2.0
視 点	技術・経済に焦点/機能第一	行政・政策運営に焦点/人間第一
政策の立案・実行	トップダウン	住民と行政の双方向・協働
技術の役割と活用	技術の利用可能性・実現可能性を重視	都市・市民のニーズに基づき開発・利用
都市・市民の役割	考慮されず(エンドユーザー・消費者としてのみ考慮)、住民=有権者	スマートシティ開発の主導的立場 住民=共同クリエイター
アプローチ方法	問題の解消	解決策の創出
最終的な目的	サービスのデリバリー	サービスのイノベーション

(資料) Henning Gunter “From Citizens as Sensors to Co-Creation: Examining Different Forms of Citizens Participation and Their Implications in the Development of European Smart Cities” April 2016, Institute for Sustainable Community, Urban Sustainability Directors Network and Nutter Consulting “Smart Cities for Sustainability: A Sector-By-Sector Tech Review” March 2016を基に日本総合研究所作成

翻って、わが国におけるスマートシティの取り組みは、大きなブームとなった後にいったん失速した感があるが、IoTやビッグデータ、Society 5.0への期待の高まりとともに、再び注目を集めるようになってきている。そこで、最近のスマートな街づくりへの取り組み動向(とくにスマートシティ2.0)に焦点を当て、技術的な背景や政策の動向、ユーザー参画の流れなどについて整理する。

(1) IoTとデータを活用した街づくり—スマートシティ2.0への取り組み

スマートシティについて、国内あるいは国際的に統一された定義はなく、各国・各機関による多種多様な定義が存在している。しかし、近年、提示されている定義を見ると、「デジタル技術やデータ」を駆使して、「生活の質の向上や社会的課題の解決、経済の活性化」を図り、「持続的な都市」を構築する取り組み、といった共通点を見出すことができる(図表2)。

これまでの各国におけるスマートシティ戦略は、世界的なエネルギー事情や気候温暖化問題等を背景として、わが国の「スマートコミュニティ構想」(注3)やアメリカの「スマートグリッド構想」(注4)に代表されるように、エネルギーの効率的な利用や環境保護に重点を置くものであった。具体的には、情報通信技術(IT)を都市のインフラや家庭内の設備等に導入して、エネルギーの需給バランスのコントロールや高度道路交通システム(ITS)などを実現しようとするものである。地域社会というよりも電力会社やメーカーなどが主導し、サプライサイド(供給側)からの技術オリエンテッド(技術指向、技術起点)の側面が強かった。

しかし、近年のデジタル技術の急速な進展に伴い、あらゆるモノをインターネットにつなげて、リアルタイムでデータや情報のやり取りが可能となっている(モノのインターネット=IoT)。そこで、エ

(図表2) スマートシティの定義

機関名	定義
ホワイトハウス (スマートシティ・イニシアティブ)	• 住民の生活の向上を目的として、データの収集、集約、利用を継続的に発展させていくためのインフラを整備した地域社会
EU (欧州議会事務局政策局A経済・科学政策担当)	• スマートシティとは、自治体を基盤とした様々な利害関係者の連携のもと、ICTをベースとしたソリューションを通じて、公共問題への取り組みを追求している都市
文化メディアスポーツ省 (イギリス)	• データ駆動型デジタル・イノベーションの利活用により、市や町のサービスや持続性を向上させること • 都市計画、交通、エネルギー利用、健康などの分野への活用
コペンハーゲン・キャパシティ (コペンハーゲン市投資促進機関、デンマーク)	• サステイナブル・シティやエコシティなどの構想と共通の目標（さらなる持続可能性や暮らしやすさ）を持つものの、違いは、持続可能な都市構築に向けた骨組みや過程に情報通信技術などハイテク・ソリューションを活用・実装すること
ITU Focus Group	• スマートな持続可能な都市とは、ICTその他の手段を活用して、生活の質や都市の運営・サービスの効率性、競争力を向上し、経済、社会、環境面で、現在ならびに将来世代のニーズにも対応した革新的な都市
IMD	• デジタル技術の活用を通じてより効率的に、より環境にやさしく、より社会包摂的（あらゆる層の住民が参加）になった都市 • 目標は、都市が提供するサービスの向上・拡充による住民や企業にとっての魅力の増大
スマートシティ協議会 (アメリカ)	• デジタル技術を都市のあらゆる機能に組み込んだもの
総務省	• データ利活用型スマートシティとは、ICTとデータを利活用し、そこに住む人々のQoLを高めながら都市のインフラ・サービスの効率的な管理・運用を実現することにより、街の課題を解決しつつ活力を高めることを目的とした新しい形のスマートシティ

(資料) 各機関ホームページ、公表資料より作成

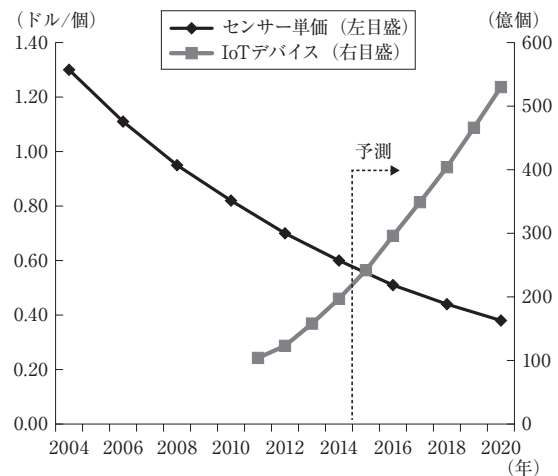
エネルギーや交通など個別のシステムにとどまらず、経済・社会の広範な領域で横断的にこれを活用して、様々な課題を解決したり、新たな価値を創出する可能性が拓けてきた。そして、地域社会やそこで生活し働く人に重点を置き、健康かつ快適で、暮らしやすい・働きやすい、持続可能な社会の構築を目指す方向性とされている。

このように、スマートシティの取り組みが1.0から2.0の段階へと移行している。これを実現する核となるデジタル技術がIoTであり、CPS (Cyber Physical System、サイバー空間と実世界の融合) である。

これまでインターネットなどのネットワークにつながる機器といえば、コンピュータやスマートフォンなどの情報端末を指していた。それが、近年の技術革新により、センサー等の小型化・低消費電力化・低価格化が進み (図表3)、多種多様なモノ (例えば車、家のなかの照明や家電製品、電気や水道のメーター、工場の機械・部品、道路・街灯など) やヒト (スマートフォン・衣類・ウェアラブル端末など、Internet of People=IoPともいう) に搭載し、インターネットに接続することが可能となった。これらIoT機器を使えば、人の手を介さずにモノ同士で情報をやり取りしたり、直接データを収集できるようになる。

CPSは、IoTとほぼ同じ概念とされる (注5)。IoTやIoP等を通じて収集された実世界 (フィジカル空間) のデータを、クラウドなど (サイバー空間) に蓄積してビッグデータ解析技術や人工知能を用いて分析を行い、そこから得られた知識や

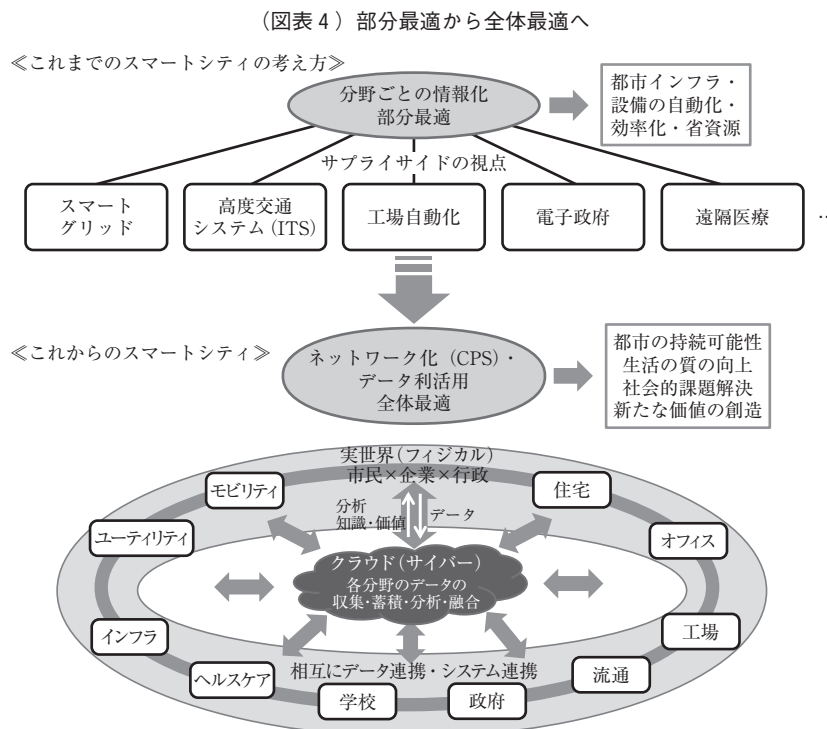
(図表3) センサー単価低下に伴うIoTデバイスの増加



(資料) 総務省「平成27年版 情報通信白書」(原データ: Business Intelligence, HIS Technology)

価値を再び実世界のシステムや製品、サービスなどにフィードバックし、改善や高度化などに役立てるといえるものである。

IoT/CPSにより、スマートシティを構成する建物やインフラ、機器・設備等の遠隔操作や自動制御、稼働状況の監視・管理、故障の予測・検知、交通量の予測とコントロール、エネルギー需給の最適化、行政・公共サービスの高度化・効率化などが可能となる。また、従来のスマートシティの取り組みは、電力、交通といった個別システムの情報化であり部分最適にとどまっていたものが、IoTやCPSにより、システム間の連携や分野の融合が可能となり、街づくり全体の最適化を展望できるようになった（図表4）。なお、IoTやCPSは、次世代製造業の概念であるインダストリー4.0（第四次産業革命）の実現においても核とされる技術である。



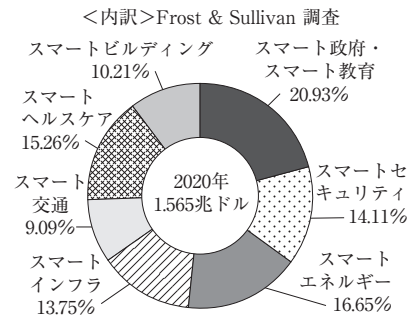
(資料) 電子情報技術産業協会ホームページ (<http://www.jeita.or.jp/cps/about/>) を参考に日本総合研究所作成

スマートシティは、生産性向上、省資源、時間・コストの削減、新たなサービス・ビジネスモデルの創出など、広範な分野で大きな経済効果をもたらすと予測されている。各調査機関で様々な予測がされているが、2020年前後にはおおむね1.5兆ドル程度の経済効果が見込まれている（図表5）。また、直接的な経済効果ばかりでなく、生活の質の向上（QoL：Quality of Life）や健康増進、環境改善・保全などのように、経済、社会、環境面で間接的な効果ももたらすことも期待されている。

(図表5) スマートシティの市場規模予測

調査機関	市場規模予測
Mordor Intelligence	全世界：2014年3,900億ドル→2020年1.4兆ドル (年平均成長率20.5%)
Transparency Market Research	全世界：2019年1.3兆ドル (2013年-2019年年平均成長率14%)
Nokia	2025年におけるIoT活用の経済効果：9,300億ドル～ 1.6兆ドル
Marketsand Markets	スマートシティ市場におけるIoTの市場規模 2015年519.6億ドル→2020年1,475.1億ドル (年平均成長率23.2%)
Frost & Sullivan	2020年までに1,565兆ドル

(資料) 各調査機関ホームページ



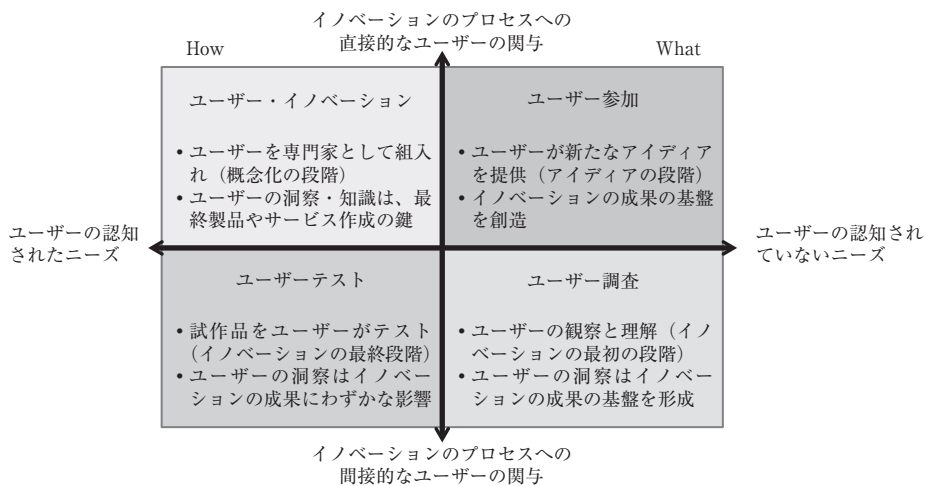
(2) ユーザー・ドリブン・イノベーションの重要性

スマートシティへの取り組みが新たな段階を迎えるなかで、重要とされる視点が、そこで暮らす市民や舞台となる地域社会をイノベーション推進の中心に据える「ユーザー・ドリブン・イノベーション」の考え方である。

ユーザー・ドリブン・イノベーション（注6）とは、主たるユーザーが様々なステークホルダーとともに、新しい技術や製品・サービス、概念の開発や、プロトタイプ（試作品）のテスト・評価などといったイノベーションのプロセスに能動的に関与するユーザー参加型のアプローチである。

わが国でも消費者の意見を取り入れるために、メーカーなどによりユーザーテストや消費者テスト等が行われているものの、それらの多くは試作品のテストという開発プロセスの最終段階におけるものであり、ユーザーが初期段階から組み入れられているとは言えない（図表6）。また、ユーザーと開発者やデザイナーなどとの間で双方向の反復作業（評価と施策の繰り返し）が行われているわけではなく、多くはユーザーからの試作品に対する一方向の意見聴取にとどまり、ユーザーも受動的な立場である。ユーザー・ドリブン・イノベーションは、アイデアや開発の段階からテスト・改良・製品化の段階まで、ユーザーが直接的かつ能動的にかかわるものであり、その影響力は大きい。

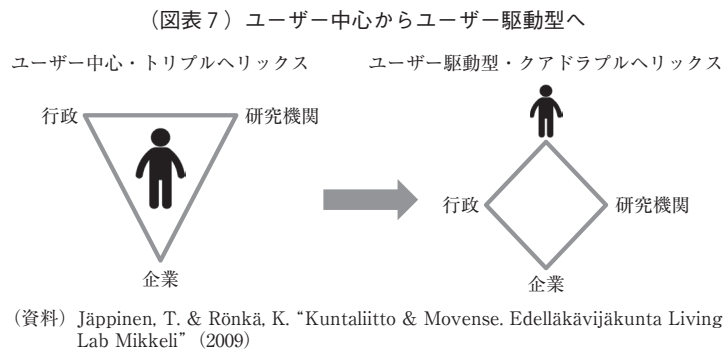
(図表6) 企業の視点からのユーザー・ドリブン・イノベーション



(資料) NICE/FORA “Creating new concepts, products and services with User Driven Innovation” January 2010

それでは、スマートシティ（とりわけスマートシティ2.0）において、なぜ、ユーザー・ドリブン・イノベーションが重要とされるのか。その理由や背景としては、以下の3点が挙げられる。

第1点目として、スマートシティで開発される様々な機能やサービスが、社会的課題の解決や生活・公的サービスの質の向上へと結び付くためには、実際にこれを利用するユーザーの関与が不可欠な点が挙げられる。この場合のユーザーとは、市民や行政をはじめとする地域社会の利害関係者である。もっとも、「ユーザー中心」といっても、単に、「ユーザーを前提に開発した」であるとか、「ユーザーの意見を聴取した」というだけでは、依然として技術主導・供給者側の発想の域にとどまることになり、不十分である。ユーザー・ドリブン・イノベーションにおいて、ユーザーは企業や研究機関、他のステークホルダーとともに、イノベーションのプロセスに様々な側面から直接的に関与し、対話や議論を基により良いソリューションを開発する、イノベーション・チームの一員である（図表7）。



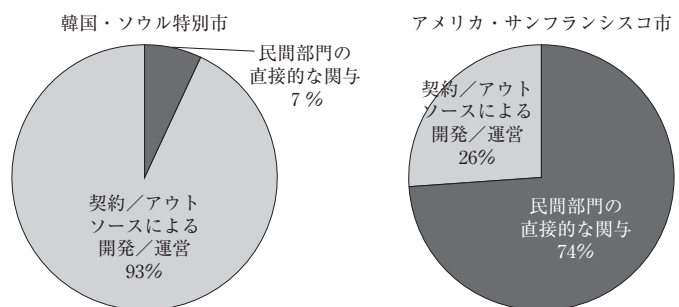
第2点目として、デジタル技術の進展によって、ユーザーが主体的に開発プロセスに参画しやすい環境が醸成されていることが挙げられる。具体的には、インターネットやスマートフォン、アプリ開発支援ツール、クラウドサービスなどの登場と普及が、個人やベンチャー企業によるイノベーションへの取り組みを後押ししている。こうした環境下、シビック・テクノロジーに代表されるように、ユーザー自身が自分たちに必要な情報やデータを入手し、地域社会や市民生活に資するアプリやサービスを創出する機会が拡大している。IoTやCPSなどといったスマートシティの基盤技術の開発やインフラ整備は、大企業や大学・研究機関が主導することになるだろうが、そのネットワーク上で、生成されたデータを基に提供される各種アプリやサービスは、ユーザーの視点でユーザーが主導して開発することが望ましい。

第3点目として、企業における製品やサービスの開発ばかりでなく、公共セクターの政策の策定や意思決定、機能の向上等においても、ユーザーである市民の関与（いわゆるシビック・エンゲージメント）が求められるようになってきていることがある。公共セクターは、財源や人材、専門知識などに制約があることから、街づくりにおいて、地域社会や市民の力をいかに取り込むかが重要な課題とされている。そうしたなか、前述の通り、オープンデータとデジタル技術により、市民が行政の政策や業務の成果を客観的に分析・評価したり、行政サービスの改善・改良が可能となっている。こうした側面からのユーザー・ドリブン・イノベーションは、真に市民に必要とされるスマートシティを実現すると同時に、公共セクターの透明性や説明責任を高め、デジタル変革（Digital Transformation）につながることを期

待される。

ユーザーが不在であった事例として、韓国のソウル市やソンド新都市が指摘できる（注7）。両市におけるスマートシティの取り組みは、国と市のトップダウンの政策決定であり、これを受注した大企業による技術主導の寡占的な取り組みであった。このため、市民や起業家も含めた多様なステークホルダーによる、住民のニーズに合致した革新的な技術やサービスを創出するボトムアップの活動の余地がほとんどなかった（図表8）。また、ユーザーの参加による成果の評価とフィードバックのチャンネルも不在であった。このため、スマートシティ向けの先端的なインフラや技術の展示としての役割は果たしたものの、それがプロジェクトの主目的となってしまう、そこで働き住む人のための暮らしやすさであったり、あらゆる人が構成員として参加できる社会（社会包摂）の実現といった、本来のスマートシティが持つ目的を達成できていなかったことが指摘されている。

（図表8）スマートシティのプロジェクトにおける連携の比較



（資料）Jung Hoon Lee, Marguerite Gong Hancock, Mei-Chih Hu “Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from Seoul and San Francisco” *Technological Forecasting & Social Change* 89, October 2013

（注2）スマートシティ2.0の定義は明確ではないものの、本稿では、従来型のサプライサイド・技術主導でエネルギーやインフラの効率的利用を中心とする取り組みをスマートシティ1.0とし、デマンドサイド・ユーザーの視点を踏まえ、データとデジタル技術を活用した都市が抱える様々な課題（上記も包含する）解決の取り組みをスマートシティ2.0とする。なお、技術主導をスマートシティ1.0、行政主導をスマートシティ2.0とし、市民主導をスマートシティ3.0とする先行研究もある。

（注3）資源エネルギー庁・総務省の資料によれば、「太陽光をはじめとする再生可能エネルギーは出力の変動が激しく、大量導入により、電力ネットワークに電圧の上昇、周波数調整力の不足といった課題が生じる。また、震災後は、電力ネットワークにとって節電、ピークカットが急務に」、「このような課題に対応するため、エネルギー管理システムや蓄電池等のIT技術を活用し、電気に加え、熱、交通も含めたエネルギーの効率的なシステムが『スマートコミュニティ』であるとしている（資源エネルギー庁、総務省「スマートコミュニティ構築に向けた取組」内閣府、2014年2月）。

（注4）オバマ前大統領の就任直後の2009年は、リーマンショックの影響でアメリカ経済が低迷していたことから、アメリカ再生・再投資法のもと、景気刺激策としてエネルギー関連ならびに通信・ブロードバンドプロジェクトに多くの財源が割り当てられた。スマートグリッドは、その対象分野の一つ。

（注5）岩野和生、高島洋典「サイバーフィジカルシステムとIoT（モノのインターネット）：実世界と情報を結びつける」*情報管理*2015 Vol.57 no.11、（2015年2月）によれば、「CPSとIoTはほぼ同じ概念である。どちらかというIoTは物理世界にあるものを中心とした見方で、それらがインターネットにつながることを重視している。それに対して、CPSは物理世界の情報とサイバー世界の情報が融合することに重点を置いている」。

（注6）ユーザー・需要者サイドのニーズや課題を起点としていることから、ユーザー・センタード・イノベーション、デマンド・ドリブン・イノベーションとも称される。

（注7）Carlo Ratti, Matthew Claudel “*The City of Tomorrow: Sensors, Networks, Hackers, and the Future of Urban Life*” Yale University Press, June 2016, Jung Hoon Lee, Marguerite Gong Hancock, Mei-Chih Hu “Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from Seoul and San Francisco” *Technological Forecasting & Social Change* 89, October 2013 などによる。なお、Jung Hoon Lee et al. [2013] によれば、ソウル特別市も現在は、PPPやオープンデータに注力し、ユーザー・ドリブン・イノベーションを推進する方針に転じている。

3. 海外における取り組み事例

ここでは、ユーザー視点からスマートシティ2.0に実践的に取り組む欧米の代表的な都市として、アメリカ・シカゴ市ならびにデンマーク・コペンハーゲン市を事例として取り上げる。両市の主要プロジェクトはまだ始まったばかりであり、具体的な成果はこれからであるものの、市民をイノベーションの担い手として位置付け、データとデジタル技術を駆使しようとする取り組みは、わが国にとって参考になると考えられる。そこで、両市が取り組むスマートシティ・プロジェクト、ならびに共創のパートナーとしての市民参画のフレームワークについて概観する。

(1) アメリカ／シカゴ市

アメリカのシカゴ市は、全米の都市のなかでもオープンデータならびにシビック・テクノロジー（シビックテック、注8）について先進的な取り組みをしており、スマートシティのリーダーとして認知されている。また、シカゴ市のオープンデータやスマートシティに関連する政策は、連邦政府のイニシアティブとも連動したものである。そこで、連邦政府ならびにシカゴ市のスマートシティ戦略を概観するとともに、シカゴ市における地域主導・市民参加のスマートシティ2.0の取り組みのポイントを明らかにする。

A. スマートシティへの取り組みの概要

アメリカでは、CPS/IoTの社会実装による経済効果と社会的課題解決の両面から、スマートシティに対する関心が高まっている。もっとも、それまでのスマートシティへの取り組みは、同じ目標を掲げながらも都市ごとに個別にプロジェクトを策定・遂行し、互いの知見や成果を共有・活用できていなかった。この反省を踏まえ、2014年8月に連邦政府の国立標準技術院（NIST）等により「グローバル・シティ・チーム・チャレンジ（Global City Teams Challenge：GCTC）」が立ち上げられた。GCTCは、CPS/IoT等の先端技術を活用したスマートシティについて、官民連携のもと地域横断的に取り組み、特定ベンダーに依存することのない、グローバルに展開可能な、スマートシティの標準モデルの構築を目指そうというものである。さらに、2015年9月にはホワイトハウスにより「スマートシティ・イニシアティブ（Smart Cities Initiative）」が発表された（図表9）。スマートシティ・イニシアティブは、1億6,000万ドルの予算を投じるなど、連邦政府が省庁横断的に、地域主導のスマートシティへの取り組みを一段と強く後押しするものである。GCTCの後継プログラム（第二次GCTC）も、これに含まれている。

こうした連邦政府の方針のもと、全米の各都市でスマートシティ構築に向けた取り組みが活発化している。なかでも、シカゴ市はオープンデータやシビックテックなど都市機能や行政システムへのデジタル技術の活用に積極的に取り組んでおり、スマートシティのリーダーとして位置付けられている。

全米で最初の取り組みとされるIoTを活用したスマートシティ・プロジェクトが、「Array of Things（AoT）」である（図表10、詳細は補論参照）。AoTは、シカゴ市とシカゴ大学、アルゴンヌ国立研究所が主導し、産業界（注9）と連携して取り組むプロジェクトであり、市内の街灯等に設置されたAoTノード（センサー内蔵モジュール）から様々なデータをリアルタイムで生成・収集・蓄積し、これを無

(図表9) スマートシティ・イニシアティブの概要

項目	概要
目的	地域社会が抱える交通渋滞、防犯対策、経済成長、気候変動、市民サービスの向上等の問題に対し、地域社会主導での解決を支援
内容	1億6,000万ドル強の予算を連邦政府傘下で実施している25以上の新しい技術開発事業(IoTテストベッド構築等)に割り当て
主要戦略	<ul style="list-style-type: none"> IoT活用のためのテストベッドの創設ならびに新たなマルチセクターの協業モデルの開発 シビックテックの活動との協業ならびに都市間連携の構築 連邦政府の既存の活動の利用 国際連携の推進
省庁の参画	<ul style="list-style-type: none"> スマートシティ向け研究インフラの構築：全米科学財団、国立標準技術院 国家的優先課題の新たな解決策の発掘：国土安全保障省、運輸省、エネルギー省、環境保護庁、国勢調査局
複数都市間の協力	<ul style="list-style-type: none"> メトロラボ・ネットワーク：都市と大学の連携プラットフォーム エンビジョン・アメリカ：地域の環境問題に取り組むNPO
民間・地域社会リーダー	<ul style="list-style-type: none"> シティ・デジタル：シカゴ市 ダラス・イノベーション・アライアンス：ダラス市 IBM（デトロイト市） ニューヨーク市、サンフランシスコ地域、国家都市連盟等

(資料) 情報通信研究機構「ICT分野の研究開発に関する米国連邦政府及び議会の動向」(2016年3月)を基に日本総合研究所作成

(図表10) Array of Things (AoT) の概要

項目	内容
概要	シカゴに関する生データ(環境・インフラ等)を、センサー等を通じてリアルタイムに収集・提供し、新たなアイデアやサービスをスマートシティの構築に活用しようとするプロジェクト
実施主体	シカゴ大学、アルゴンヌ国立研究所、シカゴ市等
データ収集方法	モジュール式のセンサーが付いたボックスを街灯、スマートメーターなどに設置(2016年夏に42カ所、2018年末までに500台設置)
収集データ	交通、大気、騒音、気温・湿度、水質など
データ提供先	大学、研究所、市民・市民組織、企業、起業家等に無償で提供(データによって提供対象が異なる)
データ提供方法	ウェブ公開のほか、提携機関等に直接送付・連携
最終的な目的	エンジニア、科学者、政策作成者のほか、あらゆる人々の行動にとって役立つデータを詳細に提供すること。加えて、他の都市とも連携した効率化も追及。
具体的な活用	<ul style="list-style-type: none"> 公共交通機関の状況把握 Divvy Chicago Bike(バイクシェアリング)のデータ収集 車・人の混雑状況の把握(カメラ等による) 天候の把握(気温、降水量、風速等)、災害の未然防止 大気汚染物質・水質の状況の観察 騒音の状況把握
連邦政府支援機関	全米科学財団が310万ドルを助成

(資料) JETROシカゴ事務所資料等を基に日本総合研究所作成

償で提供してスマートシティに関連するアイデアやイノベーションの創出を促進させようというものである。データは、大学・研究機関のみならず、企業や起業家、市民組織、個人、あるいは海外の利用者にも広く提供される(データによって提供対象が異なることもある)。AoTのデータを活用して、市民の健康増進や安全の確保、環境の改善、渋滞の解消、インフラの保全、災害による被害の防止など、行政サービスの向上や地域社会・市民生活に資するアプリ・サービス等の開発が期待されている(図表11)。2016年秋には、市内42カ所にAoTノードが設置され、2018年までには500カ所に拡大する計画である。AoTは、前述の連邦政府のスマートシティ・イニシアティブの助成対象にも選定されている。

そのほか、シカゴ市では市内の全世帯へのスマートメーター設置を目指すスマートグリッド・プログ

(図表11) AoTで想定されるデータの利活用例

データ	利活用方法
大気汚染、騒音、振動、温度	<ul style="list-style-type: none"> 健康に良い/健康に良くない散歩の時間、ルート 疾病と都市環境の関連性の研究
都市型洪水のリアルタイムの検知	<ul style="list-style-type: none"> 不動産の損害や疾病の防止のための公共サービスやインフラの改善
市内各所の詳細な天候データの計測	<ul style="list-style-type: none"> 市民が最新の高解像度の気象情報を区画ごとに入手可能に
時間帯・エリア別に歩行者の集中度合観察	<ul style="list-style-type: none"> 夜間における安全かつ効率的なルートの予測 歩行者の安全性を高めるためのピーク時間帯における信号機のタイミングの予測 混雑による汚染の軽減

(資料) シカゴ市Array of Thingsホームページより作成 (<https://arrayofthings.github.io/faq.html>)

ラムや、IoTを活用したバスの運行情報、ゴミ回収システム、バイク・シェアリング・サービス (Divvy) などが計画・推進されている。

B. ユーザー・ドリブン・イノベーション推進に向けた基盤

シカゴ市には、産学官連携のプラットフォームとしての①シティデジタル、ならびに市民参加・対話・協業のプラットフォームとしての②スマートシカゴ・コラボラティブがある。

シティデジタルは、CPSに関連するイノベーションと実用化に取り組む産学官連携のハブ組織として2015年3月に設立された。シティデジタルは、スマートシティに関する研究開発と実用化・商業化の間のギャップを埋め、事業化を推進することを活動目的としており、イノベーションのグローバルなビジネス展開によるシカゴ市ならびにアメリカの競争力強化を目指している。

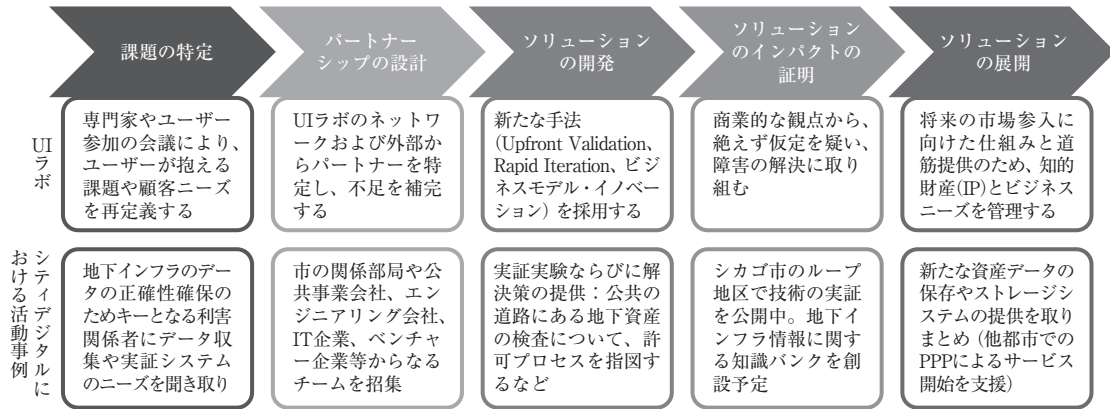
シティデジタルの母体であるUI (University+Industry) ラボは、企業や大学・研究機関、公的部門・市民組織、ベンチャー企業の協働の基盤である。UIラボは、連邦政府のイノベーション政策である先進製造 (Advanced Manufacturing) とスマートシティについて、地域を基盤とし、IoTやビッグデータなどのイノベーションを実用化・商業化に繋げる触媒、ならびにベンチャー企業を育成するアクセラレータとしての役割を果たす狙いで設立された。先進製造 (注10) については、傘下のDMDII、スマートシティについてはシティデジタルが推進組織となっている。また、市は単なるオブザーバーや発注者ではなく、協業者・共同開発者として位置付けられている。

年1回開催される首脳会議で、シティデジタルならびにパートナー機関は、課題の特定や優先順位付けを行い、小グループ (通常4~8名のパートナーで組織) で解決策を検討する。そして、メンバーが所属する大学や企業における研究開発、ハードウェアやソフトウェアの作成ののち、市の特定地域で実証実験が行われる (図表12)。シティデジタルは、課題解決にあたるチームのコーディネーターや開発した技術の検証を支援するばかりでなく、実証可能な市場価値、実現可能なビジネスモデルを提示し、市場開拓を後押しする。

シティデジタルは、エネルギー管理、物理的インフラ、水と公衆衛生、交通を重点分野と定め、現在、①Smart Green Infrastructure Monitoring、②Underground Infrastructure Mappingのプロジェクトに取り組んでいる (図表13)。

一方のスマートシカゴは、2010年に市とマッカーサー財団、シカゴ・コミュニティ・トラストにより設立された非営利組織である。当初は、シカゴ市のブロードバンドの整備、ならびにデジタルデバイド

(図表12) UIラボ／シティデジタルの活動プロセス



(資料) UI Labs Annual Report 2015より作成

(図表13) シティデジタルのプロジェクトの概要

プロジェクト名	概要
① Smart Green Infrastructure Monitoring (SGIM) 2016年8月～	<ul style="list-style-type: none"> 都市型洪水の発生を減少させることにより、不動産・インフラの損害（注）を防止 センサーにより流出する水、降雨量、湿度、土壌の水分、気圧、化学吸収率等を測定・蓄積・分析し、雨水管理や被害防止に活用 専用の構造物を構築するグレーインフラから、自然を活用したグリーンインフラへの転換（データを基に両者を比較・評価し、投資・計画に反映） シカゴ市のイノベーション技術局、水管理局、交通局と協力、マイクロソフトやOpti、AECOMのほかイリノイ大学発ベンチャー Senformaticsも参加 シカゴ市のオープンデータ・ポータルサイトでデータを提供
② Underground Infrastructure Mapping (UIM) 2016年9月～	<ul style="list-style-type: none"> シカゴ市のイノベーション技術局、地下調整室、公益事業会社等と協力して、複雑な地下インフラの3D地図を作製 老朽化した地下インフラの効率的・効果的な保守管理に活用 地下の掘削（シカゴ市で年間10万件超）に伴う頻繁な道路の通行止めを回避、コストと時間の削減、住民の安全の確保 アクセンチュア、マイクロソフト、ComEdなどのほか、シカゴ市のベンチャー企業CityZenithが参加、ロンドン市とも協力関係を締結

(資料) City Digitalホームページ、ハーバード大学ケネディ行政大学院アッシュセンターホームページより作成
 (注) シカゴ市は5年間で7億7,300万ドルの損害が発生、また、全米における洪水保険の支払いは年間総額19億ドルに上る。

への対応を目的として設立された（注11）が、現在は、データとテクノロジーを通じて市と市民の生活を向上させることを主要な目的としている。具体的には、すべての市民において、①テクノロジーとインターネットへのアクセス、②デジタルスキルの向上を可能とし、③データを基にした市民に関連するプロダクトを創造することが、活動の重点とされている。①については、無料でコンピュータやインターネットにアクセスできる環境を整備し、②については、それらの使い方について無料のトレーニングコースを提供している。さらに、③については、オープンデータとデジタル技術を活用して、市民に役立つアプリケーションを開発するばかりでなく、市民が市と協力して地域の課題解決への取り組みに参加すること（オープン・ガバナンス・プロセス）を後押ししている。この3段階を踏むことにより、すべての市民がスマートシティに主体的に関与可能とすることを目指している（注12）。こうした活動方針のもと、スマートシカゴは、シカゴ市民の生活や公共サービスの質の向上に資する多数のアプリやサ

ービスの開発を支援してきた。また、開発されたアプリやサービスのテストや評価に市民が参加する「Civic User Testing Group」プログラムを運営している。



スマートシカゴは、前述のAoTやシティデジタルのスマートシティ・プロジェクトに、ユーザーとしての市民の立場から関与している。例えばAoTの実行に関して、内容を市民に周知するとともに、データの収集・活用が市民の利益に繋がることや、市民のプライバシーの保護が重要な課題となる。そこで、スマートシカゴはAoTについて、①広報や会合を通じた市民に対する啓蒙活動、②AoT運営者の研究開発や地域のニーズに役立つような戦略策定、③市のガバナンスやプライバシー・ポリシー策定のための意見の収集支援、に取り組んでいる。

なお、2017年にトランプ政権が発足したことにより、今後のアメリカのIT政策が変更される可能性もある。シカゴ市民や企業によれば、シカゴ市のスマートシティをはじめとするIT政策は、エマニュエル市長の強いリーダーシップのもと実施されており、大きな変化はないとしているが、今後の連邦政府の研究開発に対する予算配分などで、影響が出てくる可能性にも留意する必要があるだろう。

(2) デンマーク／コペンハーゲン市

デンマークは、IT立国として知られており、なかでもコペンハーゲン市はスマートシティへの取り組みで国際的にも高い評価を受けている。その取り組みは、「ユーザー／デザイン・ドリブン・イノベーション」に基づくものである（図表14）。そこで、デンマーク政府ならびにコペンハーゲン市のスマートシティ政策を概観するとともに、ユーザー・ドリブン・イノベーションを推進する枠組みについて、実例をもとに見ていく。

（図表14）デンマークのスマートシティに対する考え方

	一般的なスマートシティ 	デンマーク版スマートシティ 
理 念	電力、水道、通信、交通、建物、行政サービスなどのインフラをICTを活用することで効率化、環境配慮型都市を構築し、持続的成長を実現する概念	同 左
目 的	都市の持続的成長+社会インフラ分野での産業、技術の発展（現状）	都市全体の効率性実現とグリーン成長の同時達成を目指す（Green Realism）
現 状	スマートグリッドなど社会インフラにおけるソリューションを導入する部分最適型となっている	行政、エネルギー、交通、医療、福祉、教育にわたりIT融合が進展しつつあり、持続的成長（グリーン成長）と市民の幸福度が関連している（全体最適型）
推進者	産業、技術中心の取り組み	市民が主役（人間中心のアプローチ）
主な参画者	自治体、電力会社、ITサービス企業、ゼネコン、ハウスメーカー	政府、自治体、大学、研究機関、企業、市民、デザイナー、民俗学者他（異なる利害関係者の参画）
技 術	インテリジェントデバイス、ビッグデータ、IoT	電子政府、ビッグデータ、センシング、IoT、社会システムデザイン（デザインの戦略的活用）
ビジネスモデル	投資モデル、ビジネスモデルとも未完成	北欧型社会保障制度を活用した投資モデルを模索中

（資料）中島健祐「“Green Realism” デンマークスマートシティの先進的取組み—北海道の発展に活かすデンマークの知恵—」デンマーク大使館（2016年7月）を一部加筆修正

A. スマートシティへの取り組みの概要

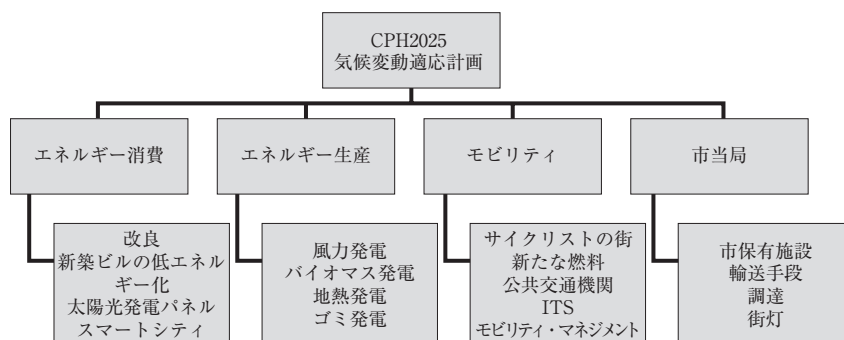
EUでは、成長戦略ヨーロッパ2020のもと、イノベーション政策が推進されており、スマートシティもその対象分野の一つである。この方針のもと、EU加盟各国・地域ではスマートシティの取り組みが活発化している。

デンマーク政府は、国として2050年までに「脱化石燃料社会」を実現するという高い目標を掲げており、この目標の達成に向けて、各地方自治体がスマートシティの構築に取り組んでいる（注13）。なかでも、コペンハーゲン市は2014年に「ワールド・スマートシティ・アワード」を受賞するなど、国際的な評価も高い。

コペンハーゲン市は、スマートシティ戦略の核となる目標として、2025年までに「カーボン・ニュートラル（注14）を達成する世界で最初の首都」（2025コペンハーゲン気候変動適応計画）になることを掲げている。国よりも一段高い目標を置くことで、デンマーク全体のカーボン・ニュートラル達成を牽引する役割を果たそうというものである。そして、エネルギー消費、エネルギー生産、モビリティ、市当局における効率化の四つを重点分野として、スマートシティをはじめとするプロジェクトに取り組んでいる（図表15）。

（図表15）コペンハーゲン市の気候変動適応計画の骨格

●下記四分野において環境やエネルギーに配慮したプロジェクトを遂行することにより、2025年に世界で最初のカーボン・ニュートラルな首都になる目標



（資料）コペンハーゲン市ホームページより作成

同市のスマートシティ戦略は、①世界をリードするスマートかつサステイナブルなソリューションのテストベッド（生きた実験室＝リビングラボ）になることにより、革新的な企業を引き付け、②その成果を世界中の都市と共有すること（Sharing is Caring）により、コペンハーゲン市も協業する企業も、それぞれのブランド力を向上させる、という狙いがある（注15）。

コペンハーゲン市では、2012年より「コペンハーゲン・コネクティング」に取り組んでいる。市全体に、センサーや無線LAN（Wi-Fi）からなるデジタル・ネットワークを張り巡らし、データをリアルタイムで収集・分析して様々な活用を促し、スマートシティに関連するイノベーションを次々に創出させようとする取り組みである。デンマークのRambøll社は、コペンハーゲン・コネクティングの経済効果について年間44億クローネ（約6億ユーロ）にのぼると試算している（図表16、注16）。

また、具体的な取り組みが進む実証プロジェクトには、CITS（コペンハーゲン・インテリジェント交通ソリューション、Copenhagen Intelligent Traffic Solutions）、DOLL（デンマーク屋外照明ラボ、Danish Outdoor Lighting Lab）などがある（詳細は補論参照）。

こうした取り組みの結果、デンマークならびにコペンハーゲンは、オープンデータやスマートシティ

(図表16) コペンハーゲン・コネクティングの経済効果

(百万ユーロ)

分野	内容	経済効果
交通	安全性向上、動的交通管制、駐車支援等	229
環境	温暖化ガスの排出削減、排気ガス削減	112
水	雨水の集水、動的洪水制御	26.8
ゴミ	正確な地理的位置データ、収集業者の準備	0.13
エネルギー	エネルギー利用の最適化、省エネ	51.37
観光客向けWiFi	訪問者向け高品質サービス	4.17
イノベーション	世界中からの頭脳集団、新たな価値の特許、コペンハーゲンの独自性の強化	104
安全	群衆の移動の観察（デモなど）、都市計画の基盤	10.76
非常時	非常時や事故時のより正確なデータ（救急車の走行計画）	17.2
資産の追跡	自転車・車のシェアリングの管理、車の乗降のリアルタイムの情報	26.2
合計		581.63

(資料) Lund University "Looking in the Bright Side"

に関する国際比較で高い評価を受けている（注17）。データのオープン化ならびに利活用の環境整備が進められたことにより、わが国の日立製作所やアメリカのシスコシステムズ、IBMなどのグローバルIT企業が、ビッグデータの先進的な活用方法を研究・実験するために、相次いでデンマークに拠点を開設している。

B. ユーザー・ドリブン・イノベーション推進に向けた基盤

デンマークでは、政策の策定過程における国民との対話が重視されている。スマートシティへの取り組みも例外ではなく、最適なソリューションの開発に向けて、政策決定者と市民の間の活発な対話を創出することが、スマートシティ戦略の最大の目的とされている。市民がデジタル・ツールやオープンデータを活用して新たなソリューションを開発し、その可能性に気づくことで、市民の参加がさらに促進されると考えられている（注18）。

そこで、スマートシティなどのイノベーションに取り組むに当たり、産学官連携「トリプル・ヘリックス（三重螺旋の意味）」あるいは産学官民連携「クアドラプル・ヘリックス（四重螺旋）」（注19）が基本とされている。イノベーション・プロセスにおけるステークホルダーの一員として市民が位置付けられ、その参加の基盤となる組織が設けられている。

国レベルでは、省庁横断的なイノベーション・ユニットのマインドラボがある。社会的な課題の解決や、公共部門におけるイノベーションの創出に向け、政府の職員が市民や企業、地方自治体、公共機関等と議論し、触発し合い、協働するための物理的なスペースを持つシンク（Think）タンクでありドゥ（Do）タンクである。マインドラボは2007年に設立され、現在は産業ビジネス財務省、教育省、雇用省ならびにオーデンセ市が参加し、経済内務省と連携している（注20）。政府職員ばかりでなく、多様な専門家や関係者、自治体、市民などを巻き込み、中立的な立場から政策の立案や制度の改善、ユーザー視点のシステムの導入、起業家支援などに取り組む。スタッフは18～20名位であるが、各省庁の職員が半年から1年の期間でマインドラボに出向し、各プロジェクトに携わることで、出向者が各省庁にマインドラボの「現場重視」、「ユーザー中心」、「デザイン起点」といったノウハウを還元し、理解を深めることが可能なシステムとなっている。

市レベルでは、2014年に設立されたコペンハーゲン・ソリューションズ・ラボ（CSL）がある。CSL

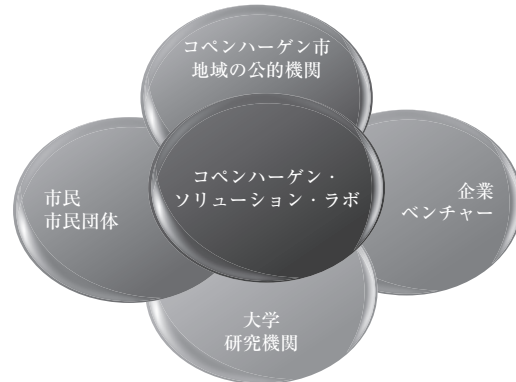
は、スマートシティ開発に向けた産官学民連携（クアドラプル・ヘリックス）の結節点であり、イノベーションのインキュベータとしても機能している（図表17）。CSLの役割は、行政の縦割り組織に横串を指し、市の部局間の横断的な課題解決の取り組みを促進させるとともに、市民を巻き込み、国内外の企業や研究機関との連携の基盤となることである。例えば、コペンハーゲン市の課題の一つとして都市型洪水の問題があるが、治水管理システムをITS（高度道路交通システム）など他のインフラといかに連動させるかが重要であり、関連部局で協力してデータを統合的に扱い、より効果的なソリューションにつなげていく必要がある。この点で、多様なステークホルダーが参加するハブとしてのCSLは重要な役割を果たす。CSLは、スマートシティ・プロジェクト委員会に設置され、市のオープンデータやストリート・ラボなどのプロジェクトを実施している。

CSLは、市民が革新的なソリューションや新しいデジタル技術の開発やテストに参加できる「Smart Citizen Borgerpanel (Citizen Panel)」を導入している。CSLのウェブサイトから市民パネルへの参加を登録すると、新しいアプリケーションやサービスのテストに参加し、評価したり、新しいスマートシティ・プロジェクトに関する情報や、ストリート・ラボの見学、ワークショップへの参加などの機会を得ることができる。

また、DOLLなどのプロジェクトを運営する産官学連携組織としてGate 21がある。Gate21の目的は、行政、産業界、大学研究機関の戦略的なパートナーシップを通じて、持続可能な社会、グリーン経済を実現することにある。重点分野として、都市建設、交通、エネルギーと資源を掲げ、研究開発、リビングラボ等を通じたテスト、デモンストレーション、社会実装に取り組んでいる。Gate21は、国や地方自治体が抱える課題解決に向けた産業界、行政、大学・研究機関の関係強化に重要な役割を果たしている。参加自治体の実世界（リビング）の実験場（ラボ）となることで、企業や大学・研究機関が実際に利用される環境やユーザーニーズを勘案しながら、新技術の開発や試験を実施することができる。

（図表17）結節点としてのコペンハーゲン・ソリューション・ラボ

●スマートシティの開発に向けたイノベーションのハブとして機能



（資料）Winn Nielsen, Head of City Data, Technical and Environmental Administration "Copenhagen Smart City" コペンハーゲン市より日本総合研究所作成

（注8）シカゴ市のシビックテックの取り組みに関しては、拙著「公共分野におけるデジタル変革をいかに進めるかーアメリカにみるシビックテックの動向と課題」（JRIレビュー Vol.3, No.42, 日本総合研究所、2016年12月）を参照されたい。

（注9）産業界のパートナーは、シスコ、マイクロソフト、インテル、モトローラ・ソリューションズ、シュナイダー・エレクトリック、ゼブラ・テクノロジーズ、クアルコム（情報通信研究機構「米国におけるソフトウェア・デファインド・ネットワーク（SDN）技術分野の研究開発動向」2016年3月）。

（注10）2014年2月のDMDII立ち上げのために、国防総省ならびに産業界の40以上のパートナーや、30以上の大学・研究機関、政府、地域の関係者等により、UIラボ（UI labs）が設立された。10万平方フィートの敷地に施設を持つ。DMDIIは、先進製造のうち、デジタル製造・設計の領域を対象としている。アメリカの先進製造への取り組みについては、拙著「次世代製造業にみる

地域イノベーションの在り方—先進国の「ITとモノづくりの融合」戦略が目指すもの」(JRIレビュー Vol.4, No.34, 日本総合研究所、2015年12月)を参照されたい。

- (注11) シカゴ市では、デジタルデバイドの解消を目的として、2006年に官民ならびに非営利団体のリーダーにより構成される市長直属の諮問委員会が設置された。そして、2007年に諮問委員会がまとめた報告書において非営利組織「Partnership for a Digital Chicago」の設立が提言され、これを受けて、2010年にシカゴ市、マッカーサー財団、シカゴ・コミュニティ・トラストにより、スマートシカゴ・コラボラティブが設立された。リーマンショック後の2009年に、アメリカ経済の再生に向けた景気対策法として「American Recovery and Reinvestment Act (ARRA:アメリカ再生・再投資法)」が制定され、同法に基づき、シカゴ市のイノベーション技術局がブロードバンド整備や公立コンピュータ・センターの支援に対する助成を受けることとなり、スマートシカゴがこのプロジェクトの管理を担うこととなった。
- (注12) Smarticipate “Open Governance in the Smart City” November 2016による。
- (注13) デンマークは地方分権が進んでおり、政府と地方の役割分担が明確になされている。スマートシティについても、政府は国としてのビジョンや大枠を定めるにとどまり、具体的な戦略の策定や計画の実行は地方が担う。また、長期的な視点に基づき重要政策が決定されており、例えば中央政府の政権が交代しても政策は引き継がれることが多いという(デンマーク大使館投資部部門長・中島健祐氏へのインタビューによる)。
- (注14) 例えば、イギリス政府の「カーボン・ニュートラル・ガイダンス」では、「カーボン・ニュートラルとは、排出量の算定、削減、残りの排出量のオフセットのステップを通じて、ネット排出量がゼロであること」と定義されている(環境省「カーボン・オフセットの現状とカーボン・ニュートラル」2011年6月)。
- (注15) Copenhagen Capacity, Copenhagen Cleantech Cluster “Danish smart Cities: sustainable living in an urban world” 2013.
- (注16) そのほか、エネルギー関連のプロジェクトで開発されているスマートグリッドや発電用の風力タービンは、コペンハーゲンの重要な産業となっている。デンマーク・エネルギー協会は、スマートグリッド市場は、2020年までに8,000人の雇用を創出し、輸出を19億ユーロ増大させると予測している(www.danskenergi.dk/Aktuelt/Arkiv/2012/Marts/12_03_13A.aspx)。
- (注17) オープン・ナレッジ財団のグローバル・オープンデータ・インデックスで2014年に2位、オープンデータ・バロメータで2015年に9位、ワールド・ジャスティス・プロジェクトのオープン・ガバメント・インデックスで4位、など。
- (注18) Siri Dencker et al. “Smart Cities as Sustainable Innovation Actors- Insights from and for Denmark” CASI, June 2014による。
- (注19) 産学官連携「トリプル・ヘリックス(三重螺旋)」はPPP(Public Private Partnership)、産学官民連携「クアドラブル・ヘリックス(四重螺旋)」はPPPP(Public Private People Partnership)と同義として捉えることができる。
- (注20) マインドラボは、当初、経済ビジネス省内で発足したインキュベーションの取り組み(2002年~)であり、市民を巻き込んで行政に新たな視点を導入する目的であったものの、期待された効果を生み出せなかった。そこで、2007年に3省庁(当時の財務省、雇用省、経済ビジネス省)共同の取り組みとして再編された(<http://www.fujisakikotaro.jp/blog/activity/entry1616.html>)。

4. ユーザー主導のスマートな街づくりに向けて—海外事例から得られる示唆

前章で、アメリカ・シカゴ市とデンマーク・コペンハーゲン市におけるIoTを核としたスマートシティへの具体的な取り組みを見てきた。主なプロジェクトは緒に就いたばかりで具体的な成果はこれからであるものの、両都市ともに、ユーザーとして市民を中心に据える(User Centric)ばかりでなく、企業や大学・研究機関、行政とともにスマートシティにおけるイノベーションの担い手(User Driven)として位置付けている点が特徴である。わが国においても、総務省がビッグデータを活用した街づくりのモデル事業を計画している(注21)。この事業を実施するに際しては、「ユーザー・ドリブン・イノベーション」をいかに組み入れていくか、その枠組みを併せて検討する必要があると考えられる。そこで、わが国におけるユーザー主導のスマートな街づくりに向けた課題について、海外の都市の取り組み事例から得られる示唆をもとに考察する。

(1) わが国のこれまでの取り組み経緯

わが国におけるスマートシティ(スマートコミュニティ)への取り組みは、1990年代初め頃から始まった。1993年に建設省(現国土交通省)が環境共生モデル都市事業を開始して以降、内閣府の環境モデ

ル都市（2008年～）・環境未来都市（2010年～）、経済産業省の次世代エネルギー・社会システム実証地域（スマートコミュニティ実証、2010年～）、総務省のICT街づくり事業（2011年～）などがある（図表18）。当初は、電力の安定確保を目的とした「スマートグリッド」の実現が主要な目的とされていたが、2011年の東日本大震災の発生により、わが国を取り巻くエネルギー事情が大きく変化したことを受け、エネルギー・マネジメントに加え、安全・安心の確保や防災・減災、インフラの早期復旧といったレジリエントな街づくりの側面も重視されるようになってきている。加えて、加速化する少子高齢化への対応や、老朽化したインフラの保守点検、地域再生といったわが国が抱える課題の解決の点でも、スマートシティに対する期待が大きい。そこで、関係省庁の各種助成プログラムのもと、多くの自治体が協議会を設立するなどして、スマートシティやスマートコミュニティ関連のプロジェクトに取り組んできた経緯がある。

（図表18）わが国の主なスマートシティ関連プロジェクトの変遷

年	内 容
1993	建設省（現国土交通省）「環境共生モデル都市事業」開始
2008	内閣府「環境モデル都市」開始
2009	経済産業省「次世代エネルギー・社会システム協議会」設置
2010	経済産業省、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が「スマートコミュニティ・アライアンス」設立 経済産業省「次世代エネルギー・社会システム実証地域」に四地域選定（横浜市、豊田市、けいはんな学研都市、北九州市）
2011	内閣府「環境未来都市」対象都市選定 総務省「被災地域情報化推進事業（スマートグリッド通信インフラ導入事業）」実施 経済産業省・新エネルギー導入促進協議会「スマートコミュニティ導入促進事業」（被災三県対象）開始 経済産業省・新エネルギー導入促進協議会「スマートコミュニティ構想普及支援事業」開始
2012	経済産業省「スマートハウス・ビル標準・事業促進検討会」設置 総務省「ICT街づくり推進会議」設置 国土交通省「まち・住まい・交通 創蓄省エネルギー化モデル構築支援事業」開始
2017	総務省ICT街づくり推進会議（スマートシティ検討WG）モデル事業開始

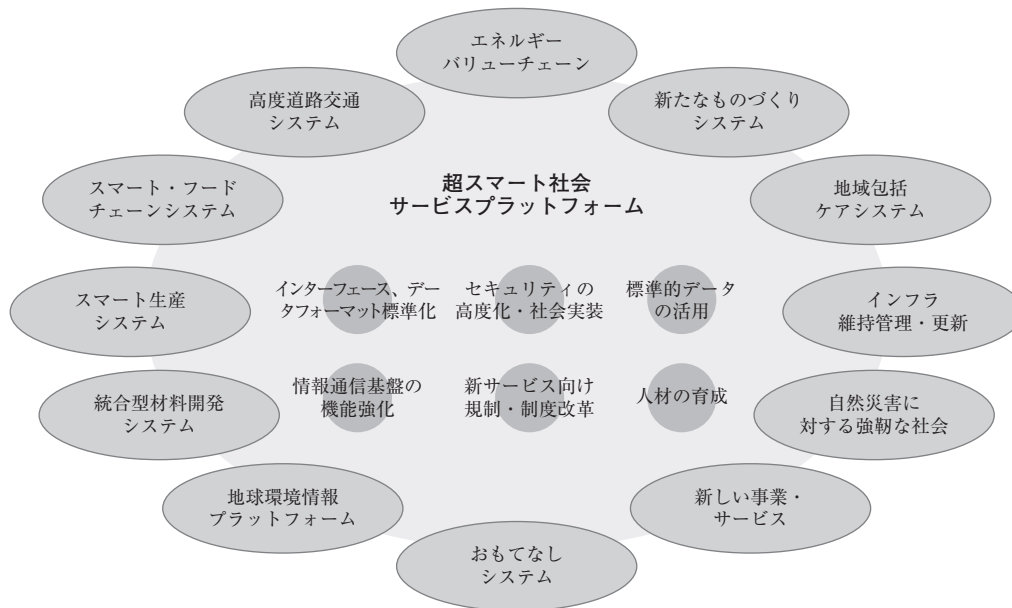
（資料）関係省庁ホームページ等を参考に作成

2016年1月には、政府の総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）が策定した第五期科学技術基本計画において、「Society 5.0」の概念が打ち出された。Society 5.0は、CPS/IoTやAI等先端のデジタル技術を活用してイノベーションを推進し、経済発展と社会的課題解決を両立させた超スマート社会の実現を目指す取り組みである。狩猟社会、農耕社会、工業社会、情報社会に続く新たな社会が超スマート社会だということで、Society 5.0と命名された。Society 5.0では、産学官・関係府省が連携し、共通プラットフォーム（超スマート社会サービス・プラットフォーム）の構築に必要となる取り組みを推進するとしており、先行して11分野のシステムの開発が進められることになっている（図表19）。これらのシステムは、スマートシティ構築にあたって重要な要素となる。

もっとも、Society 5.0の実現に向けた実際のプロジェクトの内容や、その成果をどのようにして都市や地域社会の取り組みに還元していくか、また各省庁が取り組むスマートシティ・スマートコミュニティ関連プロジェクトとどのように関連性を持つのかなど、その詳細はまだ明らかではない。

アメリカでは、オバマ前政権のイノベーション政策における重点9分野の一つとしてスマートシティが明確に位置付けられている（図表20）。スマートシティにおける様々な研究開発は、他のイノベーション戦略とも密接に関連するためである。また、それまでのスマートシティへの取り組みは、共通の目

(図表19) Society 5.0で目指す超スマート社会サービスプラットフォームの構築



(資料) 総合科学技術・イノベーション会議「第5期科学技術基本計画の概要」
 (注) 上記12分野のうち、新しい事業・サービスを除く11システムを先行開発。とくに、高度道路交通システム、エネルギー・バリューチェーン、新たなものづくりシステムがコアシステムとされている。

(図表20) アメリカの2015年イノベーション戦略の9つの戦略分野

分野	概要
先端製造 (Advanced Manufacturing)	ハイクテク製品・従来製品両方の製造業の国際競争力の維持・強化
精密医療 (Precision Medicine)	患者の健康・病気・状態に関する複雑なメカニズムの解明と効果的治療法の発見
BRAINイニシアティブ (BRAIN Initiative)	脳の機能を解明するニューロサイエンス分野の研究開発支援
先進自動車 (Advanced Vehicle)	交通安全・死亡率削減のため、コネクテッド自動運転車実用化に向け性能・安全性標準の開発
スマートシティ (Smart Cities)	センサー等からのデータ収集・分析により、市民の生活改善や社会的課題を解決するプロジェクトを支援
クリーンエネルギーとエネルギー効率の高い技術 (Clean Energy and Energy Efficient Technologies)	エネルギー市場の需要への順応、地球温暖化対策推進、クリーンエネルギー分野の開発の継続
教育技術 (Education Technology)	教育技術開発のための高度研究プロジェクト庁 (ARPA-ED) の新設
宇宙 (Space)	宇宙技術への投資、商用の宇宙移送手段の開発、長期的に太陽系以外への探索も視野
情報処理の新フロンティア (New Frontiers in Computing)	大規模データセットの登場に対応可能な高性能コンピューティング (HPC) の開発推進

(資料) White House "FACT SHEET: The White House Releases New Strategy for American Innovation, Announces Areas of Opportunity from Self-Driving Cars to Smart Cities" October 2015

的は有しながらも都市ごとにばらばらに展開され、互いの知見や成果を共有・活用できていなかったという反省も踏まえている。スマートシティ・イニシアティブのポイントとして、連邦政府で行われている研究開発について、各地域におけるスマートシティ関連プロジェクトに活用したり、予算を割り当てできる枠組みが示されたことが挙げられる（前掲図表9）。さらに、ホワイトハウスがこれを打ち出したことで、スマートシティを連邦政府の政策として全米の都市・首長に周知する効果もある。

わが国においても、各省庁で個別・独自にスマートシティ・プロジェクトを推進する動きを見直し(注22)、わが国のイノベーション政策であるSociety 5.0のもと、これらプロジェクトの整理・再構築を行って互いの知見や技術、成果の共有や活用ができる体制とし、地域社会・住民主導のスマートシティ2.0に向けた枠組みを構築する必要があると考えられる。

(2) ユーザー・ドリブン・イノベーションに向けた課題

わが国はこれまで、企業が持つ高い技術力に基づく、供給者側の視点・技術主導の「サプライサイド・イノベーション」であった。スマートシティ関連プロジェクトも、そうした視点に立つものが多かった。しかし、これからのスマートシティ・スマート社会の構築においては、技術力だけでは不十分である。その技術力をニーズや課題解決に結び付けていくためには、ユーザーである地域コミュニティや市民の視点が不可欠だからである。それでは、実際にスマートシティのプロジェクトに市民を巻き込み、ユーザー・ドリブン・イノベーションをわが国で根付かせるためには、どのような取り組みが必要とされるのであろうか。海外事例から得られる示唆は、下記の通りである。

A. 概念から実装へ～リビングラボの活用

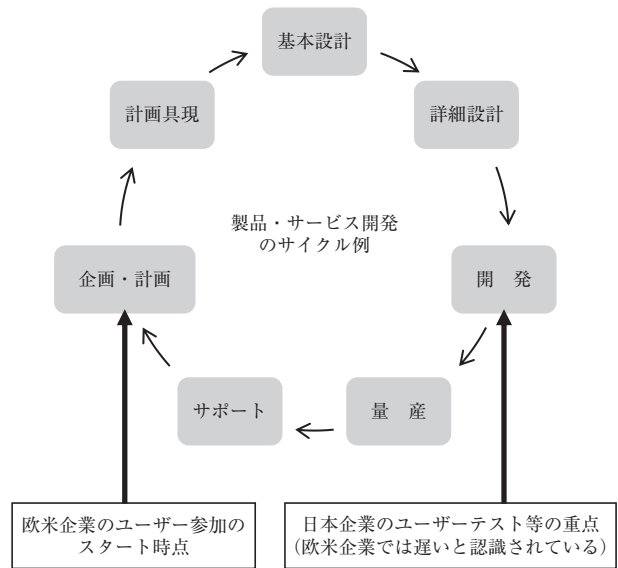
第1点目として、シカゴやコペンハーゲンの事例にみられるように、IoTなどの新しい技術を街づくりに活用していくにあたっては、実際に利用される環境においてユーザーも巻き込んだ議論と実験を繰り返し、社会や住民のニーズに適合したサービスやソリューションの開発に取り組んでいくことが有用と考えられる。アメリカのシカゴ市のAoTやデンマークのコペンハーゲン市のコペンハーゲン・コネクティングなどのスマートシティ関連プロジェクトでは、都市そのものを生きた実験場と見立て、市民も含めた多様なステークホルダーが対話・協業し、イノベーションを創出していく「リビングラボ」(注23)のアプローチが取られている。

リビングラボのコンセプトは、1990年代前半にアメリカで誕生し、1990年代後半に北欧で普及、発展したとされる。アメリカにおける当初のリビングラボは、新たな技術の使用を観察するため、日常的な生活に近い環境を模した実験用の空間であり、実験期間も数日から数週間程度の一時的なもので、ユーザーも受動的な実験の対象とされていた。現在のリビングラボは、ユーザーがイノベーションのパートナーとして、研究機関・大学や企業など多様なステークホルダーとともに、アイデアの企画・設計から試作・生産(場合によってはリサイクルまで含む)のプロセス全般に関与し、共創する取り組みを指す(図表21)。そして、実際にユーザーが暮らす実空間(リビング)がいわば実験室(ラボ)となり、概念から開発・実装に向けて、マルチ・ステークホルダー間で対話や実験、評価が継続して行われる「場」でもある。

EUでは、地域イノベーション・エコシステムの形成に当たり、ユーザーが共同創作者(Co-creator)としてオープン・イノベーションに参画するリビングラボの手法(図表22)を導入すべきであるとしており、EUの地域イノベーション政策であるスマート・スペシャリゼーション戦略やスマートシティ・イニシアティブでも取り組みが推奨されている(注24)。わが国においても、企業の新製品開発や地域社会の諸活動において、リビングラボ的な手法を用いて取り組む動きが各地で登場している。

スマートシティでは、IoTのネットワーク構築や、道路やエネルギー等のインフラを対象とした大企業・大学等による大掛かりな実証実験ばかりでなく、そこから生み出されるデータを活用して地域社会や市民生活に役立つアプリやサービスを創出していくことが必要とされる（注25）。スマートシティのプロジェクトにリビングラボの手法を積極的に導入していくことで、生活者視点の街づくりに有用なツールが生み出されるとともに、継続的な改善も期待される。すでに各地では、社会的課題の解決に取り組むリビングラボが出てきていることから、こうした活動をスマートシティのプロジェクトと連動させていくことも考えられよう。

(図表21) リビングラボにおけるユーザーのイノベーション・プロセスへの参加



(資料) 湘南新産業創出コンソーシアム「リビングラボ概要」(2010年1月)を一部加筆修正

(図表22) リビングラボの主要な四つの活動

共創 (Co-Creation)	ユーザーと生産者による共同でのデザイン
調査 (Exploration)	新たな利用方法、行動様式、市場機会の発見
実験 (Experimentation)	ユーザーのコミュニティでの生きたシナリオの実行
評価 (Evaluation)	社会人文学、社会認知、社会経済の基準に従ってコンセプト、製品、サービスの評価

(資料) 欧州委員会

B. 産学官民協働プラットフォームの構築

第2点目として、市民やユーザーがリビングラボなどを通じてスマートシティのプロジェクトに初期段階から参加したり、イノベーション・プロセスに多様な方法で主体的な関与を促進するに当たり、産学官民の協働プラットフォームの構築が有用と考えられる。

シカゴ市やコペンハーゲン市の事例では、市民がリビングラボをはじめとする諸活動に、様々な側面から参画しやすいように、その窓口となり受け皿となるプラットフォーム機関が設置されている。シカゴでは、スマートシカゴやシティデジタル、コペンハーゲンではマインドラボやコペンハーゲン・ソリューション・ラボ (CSL) などがそれにあたる（注26）。これらの組織は、単に市民やユーザーがリビングラボ等のプロジェクトに参加するための窓口になるばかりでなく、行政や企業、大学・研究機関等ステークホルダー間の対話の機会と場を提供している。すなわち、ステークホルダーが互いを理解し、協業するためのパートナーシップの基盤（クアドラプル・ヘリックスの結節点）としての役割である。市民が行政の抱える課題を理解するとともに、行政や企業・大学が真に市民が必要としているニーズを認識し、より良いソリューションを導き出すためにも、対話が継続的に行われる場が重要なカギを握ると考えられる。

加えて、これらプラットフォーム組織は、各都市のスマートシティのイニシアティブのもと実施されている複数のプロジェクト（注27）に横串を通し、プロジェクト相互間の連携や知識・成果の共有、重複の調整、グローバルなネットワークへのアクセスなどといった機能を発揮している。シティデジタルやCSLは、ベンチャー企業の育成（インキュベータ）やベンチャー・中小企業プロジェクトへの参加機会の提供、あるいはプロジェクトに関心を持つ海外企業・大学・研究機関のアクセス窓口としての役割も果たしている。

前項で指摘したように、ユーザー・市民のイノベーション・プロセスへの参画が求められるとはいえ、ユーザーである市民がみな、ITなどの専門知識を持ち、アプリを開発するエンジニアやプログラマーのような能力を有しているわけではない。また、活動を通じて作り出されたアプリやサービスがユーザーである市民に受け入れられるものでなければ、持続可能なエコシステムには繋がらない。こうした点でも、直接開発に携わる以外に、多様な参加手段を提供する協業プラットフォームの存在は重要であると考えられる。例えばスマートシカゴは、起業家等により開発されたアプリやサービスを一般市民が評価し、改善に結び付けるCUTGroup（Civic User Testing Group）を立ち上げており、1,500人を超える市民が参加している。CSLにおいても、問題意識を持つ市民が協業プラットフォームに参加し、開発ばかりでなくテストや評価に参加できるように、「Smart Citizen Borgerpanel（Citizen Panel）」が開設されている。プラットフォームの存在が、一元的ではない多角的な参加方法も可能としており、こうした工夫は参考になろう。

C. オープンデータの拡充と利活用に向けた環境整備

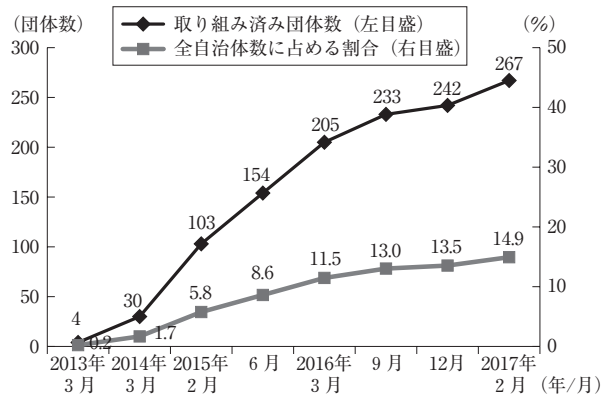
第3点目として、スマートシティの実現に向けては、「データ」がカギを握ると考えられ、なかでもオープンデータの拡充が重要な課題である。スマートシティのプロジェクトの根幹は、都市の環境や企業・個人の諸活動から得られるデータを蓄積して、分析・解析を行い、都市の抱える諸課題の解決に有効な対策を講じようというものである。オープンデータ／ビッグデータは、デジタル・エコノミー時代の新たな石油（注28）とも称され、諸外国ではこれを用いた新たなビジネスが次々に生み出されている（注29）。データは、公共機関のほか企業や個人、学校、医療機関、農家などさまざまな主体から生成され、保有されており、活用に向けてはこうしたステークホルダーの理解と協力が不可欠である。このため、まずは政府や地方自治体が率先して保有する公共データのオープン化に取り組み、その利活用を実践していく必要があると考えられる。

シカゴ市やコペンハーゲン市の事例では、「Open Data by Default（原則としてのオープンデータ）」、あるいは「City as Platform（プラットフォームとしての都市）」の考え方が徹底されている。すなわち、行政組織が保有するデータは公共の資産であり、公共データを民間が活用できる形で提供するオープンデータの整備は、公共のインフラ整備と同様に行政の当然の責務（Open Data by Default）と考えられている。そして、都市はイノベーション共創のための基盤（City as Platform）となり、行政が保有する資源はデータも含めて開放・提供し、民間（ユーザー）主導で社会的課題の解決や生活の質の向上等に資するサービスやプロダクトの開発を促進させようとしている。市がプラットフォームに徹し、イノベーションへの取り組みは民間の創意工夫に委ねることで、従来のような特定ベンダー依存のIT

調達に比べ、低コストで拡張性の高い、革新的な技術やアプリの開発が可能となるケースも指摘されている（注30）。加えて、両都市ではセンサーやWi-Fiネットワークを活用したリアルタイムのデータの生成・蓄積・提供にも取り組んでおり、「データ・ドリブン・シティ」（データに基づき合理的な意思決定を行い、効果的に活動する都市）を体現しようとしている。

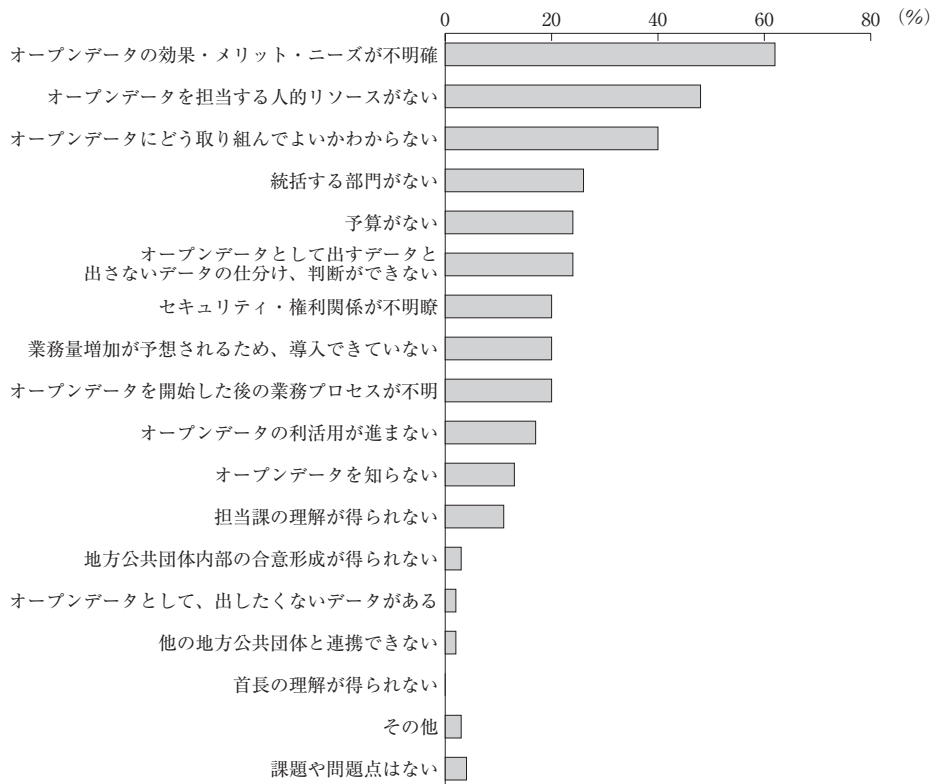
一方、わが国の場合には、政府がオープンデータを推進しているものの、スマートシティの主体となる地方自治体における取り組みは一部先進自治体を除き進んでいない。内閣官房情報通信技術（IT）総合戦略室の調べによれば、オープンデータに取り組む自治体数は着実に増加しているものの、その割合は全自治体の15%程度にとどまっている（図表23）。その内容も、公開しやすいものから順次オープンデータにしていくというスタンスが主で、その使いやすさ（フォーマットを機

（図表23）わが国の地方公共団体のオープンデータへの取り組み推移



（資料）内閣府情報通信技術（IT）総合戦略室
 （注）2017年2月の内訳は、34都道府県、233市区町村。また、取り組み済み基礎自治体（都道府県除く）の合計人口は、2017年2月現在で61,605,983人。

（図表24）オープンデータに取り組むにあたっての課題・問題点



（資料）内閣府情報通信技術（IT）総合戦略室「オープンデータの取り組み状況に関するアンケート」
 （注）全都道府県および市区町村（1788団体）を対象、調査期間2016年12月9日～12月27日。

械可読式にするなど)まで想定しているとは言えないものが多い。このため、利用する民間部門においては「使えるデータ」(注31)が公開されていないことから活用に繋がらず、自治体においては、事務的負担が増加するのに対し公開のメリットが見えにくく、民間が求めるデータを積極的に公開しようというインセンティブに乏しかった(図表24)。

こうした状況下、政府はこれまでのデータ公開中心の取り組み(オープンデータ1.0)から一歩進めて、データの利活用による諸課題の解決に向けた取り組みを強化する方針(オープンデータ2.0)を打ち出した。同時に、官民データ活用推進基本法が成立し、国民が国・自治体の保有する官民データを必要に応じて容易に利用できるような措置を講ずることが明示された。地域においても、「コード・フォー・地域名(例:コード・フォー・カナザワ)」などの市民組織が登場しており、自治体と協力してデータとITの利活用を通じた地域課題解決に取り組もうとする機運が高まっている(注32)。国・自治体は、民間のこうした自主的な取り組みと連携しながら、オープンデータ2.0の取り組みを着実に前進させていくことが求められている。諸外国のように、オープンデータが国や自治体の責務であることを、概念としてばかりでなく法に裏付けされた政策として明確に打ち出していく必要(注33)があろう(図表25)。

(図表25) 主要国のオープンデータに関する法律

国名	年月	オープンデータにかかる法律
アメリカ	2014年5月 2016年12月	デジタル説明責任と透明性確保(DATA)法成立 Open, Public, Electronic and Necessary (OPEN) Government Data Act (オープン・ガバメント・データ法)を上院で可決 *2010年以降主要な州・自治体もオープン・ガバメント・データ法公布
イギリス	2015年7月	公共セクター情報の再利用法2015年(2005年法の改正)成立
デンマーク	2014年6月	公共セクター情報の再利用法(2005年)改正
ドイツ	2017年1月	オープンデータ・アクト法案を提出
フランス	2016年10月	Digital Republic Bill (デジタル共和国法)成立
韓国	2013年10月	ガバメント3.0戦略に基づき、オープンデータ・アクト成立

(資料) 各国政府資料等を基に日本総合研究所作成

D. スマートシティがもたらす新たな経済社会に適応した規制の見直しと市民のリテラシー向上

第4点目として、スマートシティへの取り組みを通じて、デジタル時代を前提とした社会システムへの移行(デジタル・トランスフォーメーション、注34)を進めていく必要がある。スマートシティ2.0で実現を目指す経済社会は、データを経済、社会の様々な側面で活用する「データエコノミー社会」でもあり、ビジネスのやり方や産業・社会の構造などにパラダイム転換をもたらすことになると考えられる。したがって、スマートシティやこれを通じた超スマート社会(Society 5.0)構築を目指すに当たっては、これに適応した制度や規制の改革に同時に取り組んでいかなければならない。

一つには、スマートシティにおける新しい技術の社会への実装や、データエコノミーの進展に伴う新たなビジネスやサービスの登場に対応し、これを阻害するような規制の見直しや、新たなルールの検討が必要になる。例えば、シカゴ市のAoTのようなセンサー・ネットワークを都市に構築しようとするれば、街灯や道路などのインフラ等へのセンサー設置に関する規制を緩和する必要がある。その一方で、ここから得られたデータの利活用に関しては、プライバシーの保護に配慮した新たなルールを検討する必要

が出てくるだろう。民間の活力を生かす規制の在り方を検証するためには、特区制度等を有効に活用し、利便性の向上と安全・安心の確保の両立を図り、自主的取り組みと規制のベストミックスを追求していくことが肝要である（図表26）。

（図表26）規制・制度改革に必要な視点

- ① 公的規制を最小限（事後規制、リスクベース）とし、民間活力を最大限活用
- ② デジタル化や自動化・無人化を前提に、技術の進展や社会受容性を踏まえ柔軟に対応
- ③ 規制内容・審査基準の明確化・簡素化や透明性・技術中立性の確保、手続きの簡素化・迅速化を徹底
- ④ 国際的なイコールフットリングや国際標準化の動向との整合性を確保

（資料）日本経済団体連合会「新たな経済社会の実現に向けて」2016年4月

もう一つには、スマートシティで働き、生活し、インフラを利用する市民がみな、新たな仕組みに対応できるように、デジタル・リテラシーの向上を図る取り組みが求められる。スマートシティを機能面で実現できたとしても、その利点を享受できる市民とそうでない市民に分かれてしまうようでは、スマートシティ2.0やSociety 5.0で掲げる「あらゆる人が生き活きと快適に暮らすことができる社会（社会包摂）」は絵に描いた餅になってしまう。スマートシカゴは、もともとの設立目的がデジタルデバイドの解消であり、市民のITリテラシーの底上げのため、地域の公共機関や非営利組織などと協力してコネクトシカゴなどのトレーニングプログラムを実施し、無料で利用できるコンピュータ・センターの整備に取り組んでいる。コペンハーゲン市でも、市立図書館が市民向けサービスのアクセスポイントとして、「エンパワー・ザ・シチズンズ（市民に活力を与える）」（注35）と呼ぶプログラムに取り組んでおり、市民サービス局とともに市民向けトレーニングコース「デジタル・コペンハーゲン市民（Digital Copenhagener）」を運営している（注36）。デンマークは、世界でも電子政府の取り組みが進んでいる国であるが、デジタル化された公共サービスのインフラが真に国民の役に立つためには、デジタル・リテラシー教育が不可欠だからである。

このように、「スマートな市民なくしてスマートシティはあり得ない」（注37）のであり、簡単な操作性や補助機能などユーザー・フレンドリーな技術開発とITリテラシー向上の両面から市民をサポートし、スマート・シチズン（注38）へと変革を促す取り組みが求められる。

E. 国のイノベーション政策とボトムアップの街づくりの取り組みの連動

なお、スマートシティのプロジェクトのように、先端技術の円滑な社会実装に向けては、トップダウンの国のイノベーション政策（Society 5.0など）とボトムアップの地域における街づくりの取り組み（注39）をいかに連動させるかが課題である。例えば、Society 5.0では、先行して11分野のシステムの開発に取り組むこととしているが、これまでのような大企業と大学・研究機関の線的な連携による研究開発にとどまるようであれば、実際のシステム活用のある地域社会における街づくりなどの取り組みとの間で、重複や分断、ニーズとの乖離などといった齟齬が生じることにもなりかねない。一方、地域での取り組みについても、どの自治体も財源や人材等が限られていることから、国の研究開発やプロジェクトの成果の導入、自治体やリビングラボ等の活動間での知識や経験の共有等が必要とされる。また、前述のオープンデータの拡充や、実用化に向けて必要な制度整備や規制緩和を促していくためにも、国の施策との連動が不可欠である。

アメリカの連邦政府によるスマートシティ・イニシアティブも、国のイノベーション政策の実現の場

としての地域主導の取り組みを省庁横断的に支援するとともに、都市間の横連携の促進による成果の広域展開を実現しようとするものである。わが国においても、国のイノベーション政策であるSociety 5.0などにおける成果を、地域のスマートシティへの取り組みにいかん反映させ、さらに他都市へと横展開させていくかについて併せて検討すべきである。

(注21) 総務省ICT街づくり推進会議スマートシティ検討ワーキンググループ第6回会合資料 (http://www.soumu.go.jp/main_content/000471965.pdf)。

(注22) IoTを活用した関連検討組織だけでも、総務省「ICT街づくり推進会議」、経済産業省「地方版IoT推進ラボ」、「IoT推進のための新産業モデル創出基盤整備事業」、「IoT推進のための社会システム推進事業」、国土交通省「IT政策検討会」、「生産性革命プロジェクト」、環境省「低炭素廃棄物処理支援事業補助金（エコタウン低炭素化促進事業）」などがある。

(注23) リビングラボには共通した定義はなく、その意味するところも、方法論であったり組織やシステム、アプローチなど様々である。欧州委員会によれば、一般的には、ユーザーを中心に据えたオープン・イノベーションのエコシステムであり、多くの場合、地域社会で運営されるユーザー・ドリブン・イノベーションのためのPPPP (Public Private People Partnership) / C3P (Citizen Public Private Partnership) におけるイノベーション・プロセスとされる (ステークホルダーはクアドラプル・ヘリックスの構成要素である企業、研究機関、公的セクター、ユーザー)。また、科学技術振興機構の「新しい科学技術コミュニケーションの事例調査報告書」(2015年3月)によれば、「これまでも、ユーザー中心の開発の試みはなされてきたが、ユーザーニーズの把握や試作品のユーザー評価による改良などにとどまっており、ユーザーと生産者の『イノベーションの共創』はなされていなかった。リビングラボでは、生産者が実生活においてユーザーが製品やサービスを利用するうえでの行動様式を理解し、そこから得られた洞察をユーザー参加を得つつ新たな製品やサービスの企画に転換していくという意味で新しい取り組みである」(https://www.jst.go.jp/csc/archive/pdf/result26/sakura_besshi.pdf)。

(注24) Smart Specialisation Platform “Living labs for regional innovation ecosystems” (<http://s3platform.jrc.ec.europa.eu/living-labs>) など。

(注25) わが国でも、スマートシティのユーザーである市民のニーズを把握することが重要としているものの、これまでの取り組みを見ると、「住民の参加は家庭を対象としたデマンドレスポンスや、EV充電設備の整備等で限られた世帯の実証参加のみのケースが多く、意見の反映もアンケート等で利用満足度や今後の利用意向を聞く程度にとどまっているのが現状」である (EY総合研究所「スマートシティ 実証から事業化に向けた課題の一考察」)。

(注26) なお、リビングラボがそうした市民参加のプラットフォームとしての機能を兼ね備えている場合もある。北欧諸国には、コペンハーゲンのような市が主導するCSLのような形態以外にも、arki_labのように市民による草の根的なプラットフォームとしてのリビングラボが多数存在している (コペンハーゲンIT大学・安岡美佳氏へのインタビューによる)。

(注27) リビングラボがこれに含まれる場合もある。

(注28) 例えば、欧州委員会のデジタル・アジェンダ担当のNeelie Kroes氏が、2012年3月のスピーチで言及している (http://europa.eu/rapid/press-release_SPEECH-12-149_en.htm)。

(注29) データを活用した新たなビジネスの登場に関しては、東富彦氏の「データ×アイデアで勝負する人々」(日経BP社刊)やアメリカ連邦政府のホームページ (<https://www.data.gov/impact/>) が詳しい。

(注30) http://wiki.p2pfoundation.net/City_as_Platform

(注31) 例えば、庄司昌彦氏によれば「ビッグデータが機械可読性の高い形式で提供されればビジネス創出にも結びつきやすく価値が高いと考えられる」ものの、「Daga.go.jpに掲載されているデータは基本的に以前から政府の各府省ウェブサイトに掲載されていたものについて利用条件をオープンライセンスに変更したものであり、データの新規公開やビッグデータのAPI (Application Programming Interface) 公開は進んでいない」とのことであり、「地方自治体のデータについては、企業が積極的に利用を進められるような規模や使い易さはまだ実現していない」状況である。このため、民間で利用を希望するデータや利用しやすいようなフォーマットでの公開などがこれからのオープンデータの課題として指摘されている (庄司昌彦『『オープンデータ1.0』の評価とオープンデータ活用推進基本法の構想』社会情報学会、2016年9月)。

(注32) 「コード・フォー (地域社会)」を中心とした市民によるITとオープンデータを活用した社会的課題解決の取り組みについては、拙著「注目されるシビックテックの動向 - 金沢市におけるオープンデータの活用事例と示唆」リサーチ・フォーカス No.2016-007、日本総合研究所 (2016年6月) を参照されたい。

(注33) この点について、拙著「公共分野におけるデジタル変革をいかに進めるか - アメリカにみるシビックテックの動向と課題 -」(JRIレビュー Vol.3, No.42、日本総合研究所、2017年3月) では、アメリカのシカゴ市、シアトル市において、オープンデータ政策の法的な位置付けの明確化が、全庁的なオープンデータの推進に繋がったことを指摘している。

(注34) デジタル変革 (Digital Transformation) とは、ビジネスや社会の仕組み・考え方を、デジタルを前提としたものへと変革することを指す。2004年にスウェーデン・ウメオ大学のエリック・ストルターマン教授が提唱した。ITの浸透が人々の生活をより良い方向に変化させるという概念をDigital Transformationと名付けた。

(注35) Copenhagen Libraries “Empower the Citizens” https://bibliotek.kk.dk/sites/default/files/files/page/empower_the_citizens.pdf
 なお、デンマーク政府は、図書館司書が市民向けIT活用講座を指導できるスキルを習得するために、「Learn more about ICT」を運営している。

(注36) そのほかにも、図書館をトレーニングの場として、図書館司書以外に、NPOや市民ボランティア、学生などを講師とした草の根的なIT講習が開かれている。

(注37) Carlo Ratti, Matthew Claudel “*The City of Tomorrow: Sensors, Networks, Hackers, and the Future of Urban Life*” Yale University Press, June 2016.

(注38) なお、スマート・シチズンは、デジタル技術への対応という側面ばかりでなく、自分たちが居住する都市や社会に対する問題意識を持ち、課題解決に取り組もうとする市民でもある。

(注39) これについても、総務省のICT街づくり推進会議のデータ利活用型スマートシティ推進事業や地域IoT実装推進タスクフォース、経済産業省の地域版IoT推進ラボ等など、関連する取り組みが複数にまたがっており、トップダウンの国の政策のもと、施策間の連携・整理・統合などを図る必要があると考えられる。

5. おわりに～日本が課題先進国であることを強みとするために

わが国においても、市民・ユーザー主導のスマートシティ2.0に向けた動きは、首都圏のみならず地方でも着実に萌芽している。会津若松市や福岡市などが、シカゴ市やコペンハーゲン市の取り組みと同様に、住民や地域内外の企業と連携して、データを基盤としたスマートシティ（データ・ドリブン・シティ）の構築を目指している（注40）。こうした地方からのボトムアップの社会実験的取り組みが、トップダウンの国のイノベーション政策であるSociety 5.0と連動して、わが国が抱える諸課題の解決に結びつき、さらには同じような課題を抱える国内外の都市に展開していくことができれば、課題先進国であることをわが国の強みに変えていく契機にもなり得る。この観点から、トップダウンとボトムアップは必ずしも二者択一であったり対立軸にあるわけではなく、とくにイノベーションの取り組みにおいては両者を連携・融合させていくフレームワークが重要になると考えられる（注41）。

なお、スマートシティへの取り組みで必要とされる「ユーザー・ドリブン」のアプローチは、企業や産業界ばかりでなく、行政や公的セクターにも強く求められるものである。公共分野における「ユーザー・ドリブン・イノベーション」とは、デジタル技術を活用した利便性の高い公的サービスの開発と提供だけを指すわけではない。制度や規制、施策の在り方についても、デジタル技術の進展やそれに伴う諸外国の動向も踏まえつつ、市民・ユーザーの視点から絶えず再考していく必要があるだろう。

(注40) 会津若松市 (<http://www.city.aizuwakamatsu.fukushima.jp/docs/2013101500018/>)、福岡市 (<http://www.city.fukuoka.lg.jp/soki/joho/shisei/BDODkatsuyou.html>)、日刊工業新聞「深層断面／東北創生一會津若松市、米インテルなど15社とIoTビジネス」(2017年3月7日)などによる。

(注41) Ratti et al.[2016]も同様の主張である。なお、イノベーション・エコシステムの構築についても、同じことが指摘できる(拙著「イノベーション・エコシステムの形成に向けて—EUのスマート・スペシャリゼーション戦略から得られる示唆」JRIレビュー Vol.6, No.36, 日本総合研究所、2016年5月)。

補論 欧米のスマートシティ政策

1. アメリカのスマートシティ政策

アメリカ連邦政府は、2009年にオバマ前大統領が就任したことを機に、デジタル技術の研究開発なら

びに社会への実装の支援に精力的に取り組んできた経緯にある。全米科学財団（NSF）が中心となって、CPS/IoTに関連する多数のプロジェクトを推進しているが、なかでもスマートシティはCPS/IoTの実用化の分かりやすい事例として位置付けられている。

(1) 連邦政府のスマートシティ政策

連邦政府は、2013年12月にCPS/IoTの社会実装を促進する「スマート・アメリカ（Smart America Challenge）」を発表した。IoTの利活用による生活水準の向上、雇用創出、新規ビジネス機会の創出、経済活性化への寄与を目的としたプログラムであり、産学官連携のもと住宅、輸送、セキュリティ、製造業、ヘルスケア、エネルギー等といった分野で先端の研究開発や環境整備に取り組むものである。

このスマート・アメリカの後継プログラムとして、2014年8月に全米標準技術院（NIST）とUS Ignite（注42）の主導により、スマートシティにおけるIoTの活用を推進する「グローバル・シティ・チーム・チャレンジ（Global City Teams Challenge：GCTC）」が始まった。それまでのスマートシティへの取り組みは、先端技術を活用した公共サービスの質の向上や社会的課題の解決という共通の目的は有するものの、都市ごとにばらばらにプロジェクトを策定して取り組んでおり、互いの知見や成果を共有・活用できていない状況であった。そこでGCTCは、関連する各省庁の協力のもと、国内外の都市間ならびに都市とイノベータの連携を進め、技術の標準化や基準の策定、相互接続性の改善などを図り、特定ベンダーに依存しないスマートシティのモデル構築を目指している。GCTCでは、①共通課題洗い出しのための都市同士のマッチング、②共同での技術開発のための研究開発組織同士のマッチング、③プロジェクト・チーム（アクション・クラスター）構成のための都市と組織間のマッチング、が行われる。第一次GCTCでは、10カ国の50以上の都市と200以上の企業・研究機関により60以上のアクション・クラスターが形成され、複数の都市にまたがって展開可能なスマートシティ向けのIoTソリューションの開発に取り組んだ。

さらに、2015年9月にはホワイトハウスが「スマートシティ・イニシアティブ（Smart Cities Initiative）」を発表した（前掲図表9）。上記の地域主導のスマートシティへの取り組みを、連邦政府として省庁横断的に強く後押しすることを企図している。地域の自治体や大学が取り組むスマートシティに関連する研究開発や展開について、総額1.6億ドルの資金支援（2016年9月にさらに8,000万ドルを追加拠出）を行うほか、各省庁が取り組む既存の研究開発プログラム等の活用を推進する。スマートシティ協議会（注43）会長は、「スマートシティ・イニシアティブはアメリカにおけるスマートシティ戦略の転機となる」とし、「連邦政府の資金支援以上に、全米の市長に対してスマートシティの推進が連邦政府の主要政策であることを周知することに意味がある（注44）」と述べている。

イニシアティブの一環として、データの収集・分析、ならびにこれを活用した行政イノベーションの促進に向け、都市の政策担当者と大学の研究者の間のパートナーシップ構築を支援するために、メトロラボ・ネットワークが創設された。当初は地域の自治体と大学との連携であるが、地域に限定されることなく、全国ネットワークを形成し、複数都市・複数大学の協業プラットフォームを構築する狙いである。現在、メトロラボ・ネットワークには38都市、4カ国、51大学が参加している。

またイニシアティブには、前述のGCTCの第二次プログラムが含まれており（実施期間は2015年11月

から2017年6月まで)、都市と大学・研究機関により組織されたチームがIoTを活用したプロジェクトに取り組む。第二次GCTCは①計画の策定と評価手法の確立、②計画の実行、の2つのフェーズに分かれ、NISTから500万ドル、NSFから250万ドルが拠出される。第二次GCTCのKPIは図表27の通りである。

(図表27) GCTCのKPI

項目	到達目標
大気汚染の削減	15%
平均通勤時間の削減	20%
駐車にかかる時間の削減	50%
ビルのエネルギー消費量の削減	30%

(資料) US-Igniteホームページ

連邦政府は、スマートシティに関連する技術を輸出していくことも視野に入れており、2016年2月には、国内外の標準化機関と連携を進めるために、NISTに「International Technical Working Group on IoT-Enabled Smart City Framework」が設置された。

(2) シカゴ市のスマートシティへの取り組み

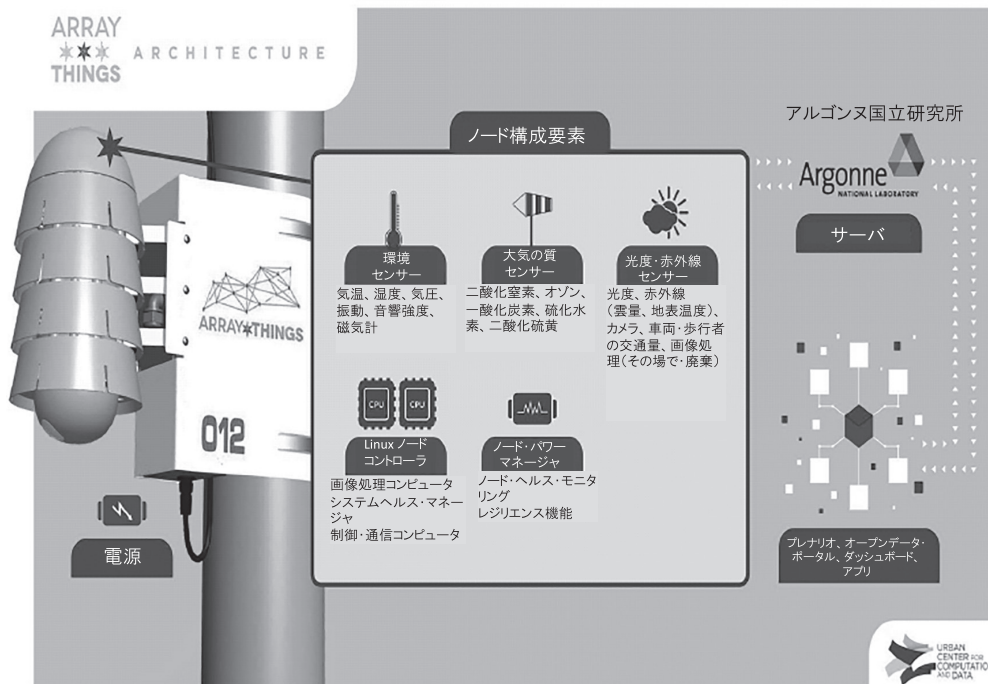
シカゴ市では、2011年のラーム・エマニュエル市長就任以来、「オープンデータ・バイ・デフォルト(原則としてのオープンデータ)」の方針のもと、市や公共機関の保有するデータの民間への開放、ならびに行政や地域社会でのデータの有効活用を図るオープンガバメント／オープンデータ政策が強力に推進されている。シカゴ市は、全米の都市のなかでも市民や起業家がITとオープンデータを利用して行政サービスの改善や地域の課題解決に取り組む「シビックテック」の活動が盛んである。このオープンデータならびにシビックテックは、シカゴ市のスマートシティへの取り組みの基盤として位置付けられている。以下は、シカゴ市の主要な取り組みである。

A. Array of Things

シカゴ市は、2013年に「Chicago Tech Plan (テックプラン)」を策定・発表した。テックプランは、シカゴ市を国内外のイノベーションの中心地とし、デジタル技術を礎に機会創出、社会包摂、市民参加、イノベーションを活性化させるための戦略として、①次世代インフラの構築、②すべてのコミュニティのスマートコミュニティ化、③効率的・効果的なオープンガバメントの実現、④市民主導のシビック・イノベーションの推進、⑤技術セクターの成長促進、の五つに取り組むことを掲げている。

このテックプランの「次世代インフラの構築」に基づくプロジェクトが、「Array of Things (AoT)」である(前掲図表10)。AoTは、Array Telescope(望遠鏡配列)とInternet of Things(モノのインターネット)を組み合わせた造語であり、シカゴ市とシカゴ大学、アルゴンヌ国立研究所が連携して取り組む。具体的には、市内の街灯などにAoTノード(センサー内蔵モジュール)を設置し、IoTネットワークを構築して、温度・湿度、大気の状態、光度、騒音、交通量など、インフラや環境、諸活動に関するデータをリアルタイムで幅広く収集するシステムである(図表28)。そして、これを活用しようとする国内外の研究機関や大学、企業、行政、市民・起業家等に、市とシカゴ大学のオープンデータ・ポータルを通じて無償で提供される。AoTプロジェクトで生成・収集されるビッグデータは、スマートシティの要素技術として、都市の持続可能性やレジリエンス(立ち直る力)、効率的な運営、居住性を高めることに寄与するばかりでなく、様々なグループが革新的な活用方法を創出し、さらには国内外の他都市でも広範に展開されることが期待されている。

(図表28) AoTのシステム構成



(資料) Brenna Berman "IoT in the Urban Environment: Becoming a Future City" November 2016
 (注) プレナリオ (Plenario) はシカゴ大学が開発した世界のオープンデータを集約したプラットフォーム。

AoTは、シカゴ大学とアルゴンヌ国立研究所が共同で設立した研究所 (Computation Institute) 内のセンター (Urban Center for Computation and Data) がプロジェクトを主導し、国内外の大学・研究機関や大手IT企業が参加している。また、器具 (ハードウェア・ソフトウェア) の使用やデータ収集の最終的な承認は、アカデミア、非営利団体、産業界、コミュニティの代表者からなる市の執行委員会がプライバシー・ポリシーに基づき行うこととされている。

AoTは、前述の連邦政府のスマートシティ・イニシアティブの助成対象にも選定されており、全米科学財団 (NSF) より300万ドルの助成金が供与されている。加えて、シカゴ大学は、第二次GCTCに参加しており、「スマートシティのための拡張可能・進化型都市センシング・プラットフォームのプロトタイプ開発」について、NSFから15万ドルの助成を受けている。AoTノードのコストは500ドルから2,000ドルとされており (センサーの計測対象や能力により幅)、2016年秋には市内42カ所にAoTノードが設置され、2018年までには500カ所に拡大する計画である。

B. City Digital

シカゴ市では、2015年3月に産業界と研究機関・大学、公共セクターの協業のハブであるUIラボ (注45) により「シティデジタル」が設立された。シティデジタルの活動の目的は、シカゴ市をスマートシティの実験と実践の場に見立てて、データを駆使したCPSに関連するイノベーションとスマートシティでの実用化に取り組み、他の都市でも展開可能なソリューションを開発することである。重点取り組み分野として、エネルギー管理、物理的インフラ、水と公衆衛生、交通の四分野を挙げており、センシ

グ技術やリアルタイムデータ収集、位置情報システム、ビッグデータ解析技術、予測アルゴリズムなどを駆使して、スマートシティに関する研究開発と実用化・商業化の間のギャップを埋め、事業の拡大を促進し、グローバルなビジネス展開を目指している。UIラボの傘下には、先進製造（Advanced Manufacturing）の研究開発に取り組むDMDIIがあり、DMDIIとの連携も視野に入れられている。

現在、シティデジタルの取り組むプロジェクトには、①Smart Green Infrastructure Monitoring、②Underground Infrastructure Mappingがあり（前掲図表13）、上記重点取り組み分野に従い、順次拡大していく計画である。

C. そのほかのスマートシティ関連プロジェクト

そのほか、シカゴ市のスマートシティ関連プロジェクトとして、スマートグリッド・プログラムがある。2018年までに、市内に400万個にのぼるスマートメーターを設置する計画である。2016年2月現在、地域電力会社のComEdにより95万個が設置済みであり、2017年までにシカゴ市内の全世帯で設置される見込みである。シカゴ市では、スマートグリッドと並行して、電力会社やガス会社と「レトロフィット・シカゴ」プロジェクトを進めており、住宅や商業ビルへの省エネ製品・サービスの導入により、今後5年間でエネルギー消費量の20%削減を目指している。

（注42）2012年6月にホワイトハウス科学技術政策局（OSTP）により立ち上げられた官民連携パートナーシップ（PPP）のための非営利組織。当初は、全米の超高速ブロードバンドの整備と活用の支援をミッションとしていたが、現在は、公益に資する次世代インターネット・アプリの開発促進に取り組むとしている。

（注43）スマートシティ協議会（Smart Cities Council）は企業や大学、研究機関、標準化団体などにより2013年5月に設立された業界団体である。スマートシティに関するキャンペーンやネットワーク・イベントの開催、政策提言、資金調達手法の提案、都市の評価などに取り組む。

（注44）河野通長「米国でIoT×街づくりの公民連携プロジェクトが続々『スマートシティ・イニシアティブ』を政府組織横断で包括助成」2016年1月（<http://www.nikkeibp.co.jp/atcl/tk/15/434169/011100060/?ST=buzz&P=2>）。

（注45）製造業の強化を目指し、国防省からの助成金を得て、2014年2月にDigital Manufacturing & Design Innovationが設立されたが、その出資母体として産学官連携によりUI Labsが発足した。UIは、Universities+Industriesの略である。

2. デンマークのスマートシティ政策

デンマークは、国民のIT利用率が高く（注46）、電子政府化が進んでいるなど、デジタル立国として知られる。加えて、環境に対する意識が高く、国として2050年までに化石燃料の使用をゼロにする目標を掲げており、コペンハーゲン市、オーフス市、ヴァイレ市、アルバーツラント市において、先行的にスマートシティ戦略が推進されている。なかでもコペンハーゲン市は、2014年に「ワールド・スマート・シティ・アワード」を受賞するなど国際的にも高い評価を受けている。

(1) デンマーク政府のスマートシティ政策

EUでは、2010年に成長戦略「ヨーロッパ2020」（注47）が採択されたが、Europe 2020で掲げるイノベーションや環境、社会包摂などの目標の達成に向け、各国・都市におけるスマートシティの推進が重要なカギを握ると考えられている。そこで、2011年に欧州委員会がスマートシティ・コミュニティ・イニシアティブを発表し、2020年までにエネルギー消費量の20%の削減ならびに2050年までに低炭素社会

の構築を目標として示した。2012年には、「スマートシティ・コミュニティに関する欧州イノベーション・パートナーシップ」が立ち上げられ、2013年に戦略的実行計画が策定された。また、EUのイノベーション助成プログラムである「ホライズン2020」において、各都市のスマートシティ・プロジェクトを公募・支援している。

こうした状況下、デンマークでは産官学民協働でのスマートシティへの先駆的な取り組みが進められている。その背景の一つには、デンマークをはじめとする北欧諸国は、地球温暖化対策や環境問題への取り組みに熱心であり、ヨーロッパ2020でも取り上げられているエネルギーや気候変動にかかる諸問題を他国に先んじて解決しようという狙いがある。2009年にコペンハーゲンで国連気候変動枠組条約締約国会議「COP15」が開催されたことも、スマートシティへの取り組みを加速させる契機となっている。もう一つには、デンマーク全体をスマートシティの生きた実験場（リビングラボ）とし、そこで生まれた成果をグローバル市場で展開しようという狙いがある。デンマークは伝統的に、エンドユーザーや人間の経験価値に焦点を当てたデザイン力に秀でており、言語化が難しいユーザーのニーズや感性などを汲み取り、具現化して、産業や公共部門に積極的に活用するデザイン政策を導入している。また、2005年より電子政府が推進されており、公共部門へのIT導入・利活用が進んでいる。こうしたデンマークの持つ強みを生かして、スマートシティの先進的かつユーザーニーズに即したソリューションを創出し、国の競争力に繋げていこうという戦略である。

デンマークは、先進国のなかでもGDPに占める社会的支出の割合や政府部門の就業者の割合が高く（注48）、人口減少・少子高齢化による税収減が予測されるなか、政府部門の効率化という課題に直面している。そこで、2000年初めより電子政府に精力的に取り組んでおり、その一環としてオープンデータ的环境整備も進められている。スマートシティの構築に当たっても、オープンデータはデジタル技術とともに重要な基盤になると考えられており、両者は密接に関連している。

こうした状況下、2009年に科学技術イノベーション省の国家IT通信局（のちにデジタル庁に引き継ぎ）により、「Open Data Innovation Strategy (ODIS)」が発表された。ODISの基本方針として、①行政データは重要資源、②運用の統一性、③簡単なアクセス、が示されている。また、国や地方の行政機関の有する利用頻度の高いデータ群（Basic Data）について、政府機関や企業、市民が無償で利用できる環境を整備するために、2012年に「Basic Data Program」が打ち出された。このプログラム推進のために、国と地方政府の代表からなる横断的な組織「Basic Data Board」が設立されている。2016年から2017年にかけて、公共部門・民間部門の両者がアクセス可能なベーシックデータの共通インフラ「Data Distributor」が構築されることにより、2020年以降公共部門で3,300万ユーロ、民間部門で6,600万ユーロの効果があるとの試算がある（注49）。

また、2012年には、デンマーク住宅・都市・農村省が、オーフス大学とスマートシティ・ネットワークを設立している。このネットワークには、政府や地方自治体、地域社会、大学、企業などの利害関係者が参加し、スマートシティに関する開発や組織化、計画などについて、知識や経験の共有も含め、定期的に議論している。スマートシティ・ネットワークでは、とくに、①既存の都市計画を補完するITの活用方法、②スマートシティの開発への市民参加を支援する方法、に焦点を当てて取り組んでいる。

(2) コペンハーゲン市のスマートシティへの取り組み

コペンハーゲン市の人口は約60万人であり、コペンハーゲン大都市圏全体では200万人の人口を抱える。コペンハーゲン市は、スマートシティ戦略の核となる目標として、2025年までに「カーボン・ニュートラル（注50）を達成する世界で最初の首都」になることを掲げている（図表17）。同市のスマートシティ戦略は、①世界をリードするスマートかつサステイナブルなソリューションのテストベッド（生きた実験室=リビングラボ）になることにより、革新的な企業を引き付け、②その成果を世界中の都市と共有すること（Sharing is Caring）により、コペンハーゲン市も協業する企業も、それぞれのブランド力を向上させる、という狙いがある（注51）。

2009年8月に「2025コペンハーゲン気候変動適応計画（2025 Copenhagen Climate Plan）」が公表され、上記の目標が打ち出された。同計画では、目標達成に向けた重点取り組み分野として、エネルギー生産（再生可能エネルギーへの転換）、エネルギー消費（暖房等による消費の削減）、モビリティ（車から徒歩、自転車、公共交通機関への転換・代替燃料の使用）、ならびに市当局における省資源・効率化の四分野を掲げている。そして、これらの課題解決に向けて、スマートシティならびにビッグデータ、インテリジェント照明・光工学、IoTに関連した国内外の企業やプロジェクト、研究者等を積極的に誘致している。

2012年からは、「コペンハーゲン・コネクティング」に取り組んでいる。コペンハーゲン・コネクティングは、センサーや無線LAN（Wi-Fi）からなるデジタル・インフラを市全体に張り巡らし、リアルタイムで収集したデータを分析・利活用することにより、スマートシティに関連する様々な技術やサービスなどのソリューションを開発しようとする取り組みである。デンマークの調査会社Rambøllは、コペンハーゲン・コネクティングの経済効果について年間44億クローネ（6億ユーロ）にのぼると試算している（前掲図表16、注52）。2014年には、このプロジェクトでスマートシティ大賞（World Smart City Award）を受賞した。

これらスマートシティ・イニシアティブのもと、各種プロジェクトが進められているが、その代表例がCITS（コペンハーゲン・インテリジェント交通ソリューション、Copenhagen Intelligent Traffic Solutions）やDOLL（デンマーク屋外照明ラボ、Danish Outdoor Lighting Lab）、スマートシティ・ストリート・ラボである。

CITSは、デンマーク市とデンマーク工科大学、CITELUM、リープクラフト、シスコ、シルバー・スプリング・ネットワークスによるプロジェクトである。コペンハーゲン市は、自動車のみならず自転車の利用者も非常に多く、歩行者も含めた渋滞の解消や市民の安全の確保は重要な課題である。そこで、各種センサーから収集されるリアルタイムの交通状況や気象、工事、交通事故などのデータを分析・シミュレーションし、交通渋滞の予測・改善、交通規制への活用、排気ガスの削減、市民の安全確保等を目指すものである。ITのプロではない市の担当者でも、ダッシュボードと呼ばれる画面から簡単に交通予測ができるシステムなどが提供されている。

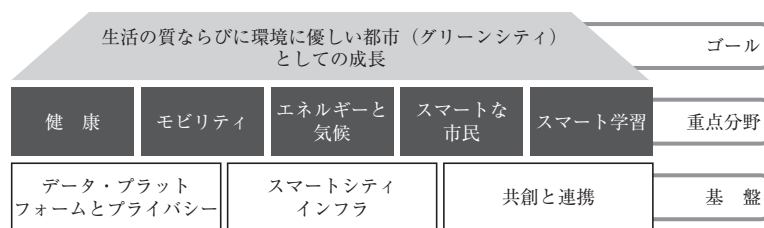
DOLLは、デンマーク工科大学、コペンハーゲン大都市圏のアルバーツルンド市、産学官連携組織のGate21の共同プロジェクトである。デンマークが得意とする照明・光工学に焦点を当て、街灯をLEDに置き換えて消費電力の削減を測るばかりでなく、LEDのモジュールに内蔵されたセンサーを活用し

て情報ネットワークをメッシュに張り巡らせ、温度や大気、風、水などの環境データや交通データを計測し、活用しようというものである。このネットワークを通じて、例えば、屋内外で賢く機能する最先端の照明ソリューションの開発などに取り組む（注53）。また、LEDを利用した高速無線通信技術のLi-Fi（Light Fidelity）が導入され、スマートシティの基盤としての活用も視野に入れられている（注54）。

スマートシティ・ストリート・ラボは、スマートシティのソリューションを実験するテストベッド、かつ、新たな技術のショーケースとして、コペンハーゲン・ソリューションズ・ラボ（後述）により市庁舎周辺に設置された。ストリート・ラボは、生きている実験場（リビングラボ）として、アカデミアと民間部門の連携の触媒となり、市民を巻き込み、ビジネスを開発するツールとして機能することが期待されている。実験対象は、センサーによる大気汚染状況の測定・把握、ゴミ箱に設置したセンサーによる廃棄物収集・管理の最適化、市民・観光客向けのWi-Fi環境の整備や各種情報の提供、駐車場に設置したセンサーとスマホアプリの連携によるスマートパーキングの実現、などである（注55）。2016年から2018年までのイニシアティブであり、このプロジェクトから得られたデータは、コペンハーゲン市のオープンデータ・イニシアティブを質・量ともに拡充すると同時に、ウェブサイトを通じて世界の都市にも提供される（データの匿名性は確保）。

コペンハーゲン市のスマートシティ戦略の基盤であり核とされているのが、データ・プラットフォーム、スマートシティ・インフラならびに市民・ステークホルダーとの競争と連携である（図表29）。市では、行政の透明性や効率性を高め、イノベーションを促進する観点から、オープンデータが推進されており、ポータルサイトの「コペンハーゲン・オープン・データ」を通じて100以上のデータセットが提供されている。経済統計や人口統計ばかりでなく、交通状況やインフラに関する情報なども含まれており、今後もさらに取り扱うデータを増やしていく計画である（注56）。

（図表29）コペンハーゲン市のスマートシティ戦略

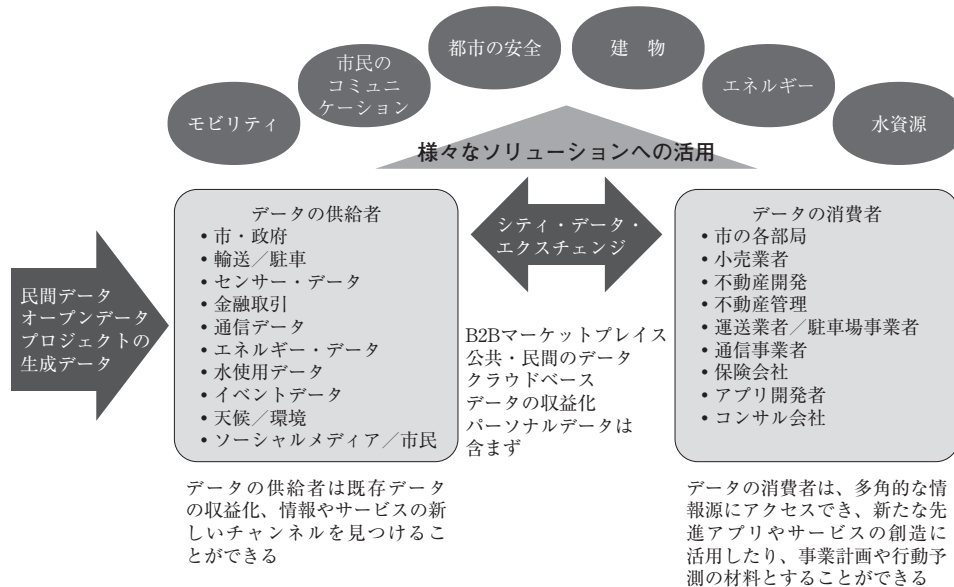


（資料）Winn Nielsen, Head of City Data, Technical and Environmental Administration
 “Copenhagen Smart City” コペンハーゲン市より作成

2015年には、コペンハーゲン市は日本の日立製作所などと共同でビッグデータ・プラットフォームの「シティ・データ・エクステンジ」（図表30）を構築している。データ供給者・利用者の双方にとってアクセスしやすいB to Bのマーケットプレイス（有料）として、公共部門ばかりでなく民間部門やプロジェクトから生成されるオープンデータを収集・提供し、優れたソリューションの開発や新たなビジネスの創出を活性化させる狙いである。

(図表30) シティ・データ・エクスチェンジの概要

- スマートシティ・イニシアティブのデータやオープンデータをマーケットプレイスに集約、都市機能の全体最適化に活用



(資料) Hitachi Insight Group “Taking Cities to the Next Level”を基に作成

(注46) World Economic Forum and Accenture “Unlocking Digital Value to Society: A new framework for growth” January 2017 によれば、オンライン利用率93%、eバンキング利用率88%、オンラインショッピング利用率82%、電子政府サービス利用率71%である。

(注47) EUの「ヨーロッパ 2020」の概要については、拙著「イノベーション・エコシステムの形成に向けて—EUのスマート・スペシャリゼーション戦略から得られる示唆—」(JRIレビュー 2016 Vol.6, No.36、日本総合研究所、2016年6月)を参照されたい。

(注48) Juliet McMurren, Stefaan Verhulst and Andrew Young “Open Data’s Impact -Denmark’s Open Address Data Set: Consolidating and Freeing-Up Address Data” Omidyar Network, January 2016によれば、デンマーク政府の社会的支出はGDPの26.1% (2011年)に達し、政府部門の就業者(公的企業を除く)は全体の26.8% (2012年)を占める。

(注49) 産業構造審議会「戦略分野の検討『スマートに暮らす』」(討議資料)、経済産業省(2016年12月) http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/shin_sangyoukouzou/pdf/012_06_02.pdf

(注50) 例えば、イギリス政府の「カーボン・ニュートラル・ガイダンス」では、「カーボン・ニュートラルとは、排出量の算定、削減、残りの排出量のオフセットのステップを通じて、ネット排出量がゼロであること」と定義されている(環境省「カーボン・オフセットの現状とカーボン・ニュートラル」2011年6月)。

(注51) Copenhagen Capacity, Copenhagen Cleantech Cluster “Danish smart Cities: sustainable living in an urban world” 2013.

(注52) そのほか、エネルギー関連のプロジェクトで開発されているスマートグリッドや発電用の風力タービンは、コペンハーゲンの重要な産業となっている。デンマーク・エネルギー協会は、スマートグリッド市場は、2020年までに8,000人の雇用を創出し、輸出を19億ユーロ増大させると予測している (www.danskeenergi.dk/Aktuelt/Arkiv/2012/Marts/12_03_13A.aspx)。

(注53) コペンハーゲン・キャパシティ(コペンハーゲン市の投資誘致機関)によれば、デンマークは照明と光工学研究の世界的リーダーであり、デンマーク工科大学が先端を行く。照明ソリューションの一例としては、LEDを自転車用レーンに設置し、サイクリストに適切なスピードを守り不要な停車を避けることを支援するシステムがある。

(注54) 中島健祐「新デジタル戦略Digital Denmarkがもたらすインパクト」行政&情報システム2017年2月号-3月号、行政情報システム研究所。Li-Fiは、1Gbps Wi-Fiの約100倍のスピードである。

(注55) JETRO「コペンハーゲン市庁舎周辺にストリート・ラボ設置—産官学連携の新スマートシティプロジェクト—」通商弘報、2016年4月 (<https://www.jetro.go.jp/biznews/2016/04/695425d437026ba7.html>)。

(注56) コペンハーゲンでは、オープンデータを活用した市民のハッカソン開催も盛んであり、コペンハーゲン・データ・ドリンクス(CPH Data Drinks)などの会合やイベントが定期的で開催されている。コペンハーゲン市におけるオープンデータの活用事例としては、例えば大学生のグループが開発したスマート交通ソリューションがある。交通密度を分析することにより、バ

スの平均速度を増すことができる新たなバス停の場所を提案する仕組みである。また、ベンチャー企業が、駐輪した自転車をスマートフォンで探索できるシステムを開発するなど、起業を活性化させる面でも貢献しているという。

(2017. 3. 24)

参考文献

- ・ 中島健祐 [2017]. 「新デジタル戦略Digital Denmarkがもたらすインパクト」 行政&情報システム 2017年2月号-4月号、行政情報システム研究所、2017年2月、4月
- ・ 野村総合研究所 [2016]. 「ICTを活用したスマートシティの事例等に関する調査の請負 海外事例調査」 総務省ICT街づくり推進会議 スマートシティWG資料、2016年12月
- ・ 情報通信研究機構 [2016]. 「ICT分野の研究開発に関する米国連邦政府及び議会の動向」 2016年3月
- ・ 八山幸司 [2015]. 「米国におけるスマートシティに関する取り組みの現状」 JETRO/IPA New York ニューヨークだより、2015年10月
- ・ Henning Günter [2016]. “From Citizens as Sensors to Co-Creation: Examining Different Forms of Citizen Participation and Their Implications in the Development of European Smart Cities” April 2016.
- ・ Peter Ulrich, Joseph Marshment-Howell, Tom van Geest [2016]. “Open Governance in the Smart City” Smarticipate, October 2016.
- ・ Anthony M. Townsend [2013]. “*Smart Cities: Big Data Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia*” W.W. Norton, October 2013.
- ・ Stephan Goldsmith, Susan Crawford [2014]. “*The Responsive City: Engaging Communities Through Data-Smart Governance*” Jossey-Bass, August 2014.
- ・ Carlos Ratti, Mathew Claudel [2016]. “*The City of Tomorrow: Sensors, Networks, Hackers, and the Future of Urban Life*” Yale University Press, June 2016.
- ・ Policy Department A Economic and Scientific Policy [2014]. “Mapping Smart Cities in the EU” European Parliament, January 2014.
- ・ Léan Doody, Nicola Walt, Ina Dimireva, Anders Nørskov [2016]. “Growing Smart Cities in Denmark: Digital Technology for Urban Improvement and National Prosperity” Invest in Denmark, Ministry of Foreign Affairs of Denmark, 2016.
- ・ Bettina Yanling Tan Fjældhøj/Quercus Group [2015]. “Co-Creating the Cities of Tomorrow - Danish Smart City Competencies in the Singaporean Market” Ministry of Foreign Affairs of Denmark, August 2015.
- ・ Jonas Mortensen, Frederik Jonsbak Rohde, Klaus Roving Kristiansen, Maria Kanstrup-Clausen, Marianna Lubanski [2012]. “Danish Smart Cities: Sustainable Living in an Urban World - An Overview of Danish Smart City Competencies” Copenhagen Capacity, October 2012.
- ・ ハーバード大学ケネディ行政大学院（ケネディスクール）アッシュセンター ホームページ (<http://datasmart.ash.harvard.edu/>)

- ・シカゴ市イノベーション技術局 ホームページ (<https://www.cityofchicago.org/doiit>)
- ・アレイ・オブ・シングス ホームページ (<https://arrayofthings.github.io/>)
- ・シティデジタル/UIラボ ホームページ (<http://www.uilabs.org/>)
- ・スマートシカゴ・コラボラティブ ホームページ (<http://www.smartchicagocollaborative.org/>)
- ・コペンハーゲン・キャパシティ ホームページ (<http://www.copcap.com>)
- ・コペンハーゲン・ソリューションズ・ラボ ホームページ (<http://cphsolutionslab.dk/>)