

アジア太平洋研究所資料  
21-07

研究プロジェクト

「都市におけるIoTの活用」

研究会報告書（2020年度）

2021年 7月

一般財団法人アジア太平洋研究所



## 概要

2016年に開始した「都市におけるIoTの活用」研究プロジェクトでは、IoTおよびスマートシティのあるべき姿について検討してきた。

研究会の検討を通じて「都市におけるIoTの活用」の全体像を「IoTの活用による『データの解析、調整・調和』の元に『モノのプロセス』『ヒトのプロセス』が最適化されたサイクルとして循環するものとし、その上に『人々の幸せを中心とする持続的に成長する都市』が存在する」ものとした。その元でIoTによる最適化の対象として「エネルギー」「交通」「医療」「福祉」などの諸分野を挙げ、事例をもとに将来の姿と課題について考察してきた。また18年度にはグランフロント大阪での実証実験を行っている。

20年度の研究プロジェクトでは、上記のうちこれまで考察の対象としなかった分野について、「SDGs」「ELSI（倫理的、法的、社会的課題）」という観点も踏まえ、「人々の幸せを中心とする、持続的に成長する都市」を目標とする研究会を開催した。本報告書はその概要をまとめたものである。

研究会は毎回、分野別にテーマを設定した。「ELSI・シビックテック」「エネルギー」「防災」の3点である。なお、2021年3月には、「DX」をテーマとするシンポジウムをオンラインで開催した。

研究会では各分野での事例を題材として、それぞれの分野においてあるべきIoT・スマートシティの姿を議論してきた。研究会で行われた事例紹介と意見交換をまとめるとともに、研究会の目標としてきた「人の幸せを実現する」IoTを目指す観点から、今後のIoTおよびスマートシティの構築にあたって考慮すべき点を考察した。

2021年7月

一般財団法人アジア太平洋研究所  
「都市におけるIoTの活用」研究会  
リサーチリーダー 下條真司

(上席研究員／大阪大学サイバーメディアセンター センター長・教授)

# 目次

概要.....	1
1. はじめに.....	5
1.1. 本研究プロジェクトの来歴.....	5
1.2. 2019年度の研究会からの考察と残課題.....	8
2. 研究の進め方.....	9
3. 研究会の開催実績と概要.....	11
3.1. 第1回 2020年8月20日 テーマ：ELSI、シビックテック.....	11
3.1.1. テーマの背景.....	11
3.1.2. 課題認識と講演内容.....	11
3.1.2.1. ELSI（倫理的、法的、社会的課題）.....	11
3.1.2.2. シビックテック.....	11
3.1.3. ゲスト講演 岸本充生氏（大阪大学データバリティフロンティア機構教授） 「スマートシティと ELSI」.....	12
3.1.3.1. 講演の概要.....	12
3.1.3.2. 主な議論.....	19
3.1.4. ゲスト講演 関治之氏（一般社団法人コード・フォー・ジャパン代表理事） 「スマートシティとシビックテック」.....	21
3.1.4.1. 講演の概要.....	21
3.1.4.2. 主な議論.....	28
3.2. 第2回 2020年10月26日 テーマ：エネルギー.....	32
3.2.1. テーマの背景.....	32
3.2.2. 課題認識と講演内容.....	35
3.2.3. ゲスト講演 牛房義明氏（北九州市立大学経済学部教授）「脱炭素社会実現に 向けた次世代エネルギーシステムのデザイン」.....	35
3.2.3.1. 講演の概要.....	35
3.2.3.2. 主な議論.....	41
3.2.4. ゲスト講演 近田智洋氏（アズビル株式会社 AI ソリューション推進部 企画 グループ シニアエンジニア）「AI, IoT 時代に進化するビルディングオートメーション」 44	
3.2.4.1. 講演の概要.....	44

3.2.4.2.	主な議論 .....	50
3.3.	第3回 2021年1月15日    テーマ：防災 .....	54
3.3.1.	テーマの背景 .....	54
3.3.2.	課題認識と講演内容 .....	55
3.3.3.	ゲスト講演 田中行男氏（一般財団法人関西情報センター専務理事）「災害に強い都市づくり ～自助+共助+公助による ICT 災害情報共有～」 .....	56
3.3.3.1.	講演の概要 .....	56
3.3.3.2.	主な議論 .....	61
3.3.4.	ゲスト講演 大西正輝氏（産業技術総合研究所人工知能研究センター 社会知能研究チーム長）「計測とシミュレーションの融合による人流解析 ～誘導支援から新型コロナ対策まで～」 .....	62
3.3.4.1.	講演の概要 .....	63
3.3.4.2.	主な議論 .....	67
4.	考察 .....	72
4.1.	互助・共助の進化と、共同体の価値について .....	72
4.2.	行動変容の誘導と、関係者にもたらす変化について .....	72
4.3.	PDCA サイクルと規制について .....	73
4.4.	都市 OS のガバナンスについて .....	73
4.5.	データの取得と流通について .....	74
4.6.	IoT とまちづくりの連携について .....	74
4.7.	持続可能なスマートシティ及びIoTシステムに対する示唆 .....	74
4.8.	新技術の実装について .....	75
5.	残った課題と今後の方向性 .....	76
	《参考文献》 .....	77
	《研究会メンバー》 .....	78

## 図表索引

図 1-1 「都市における IoT の活用」全体像 .....	6
図 1-2 マルチデータソース、マルチサービスに対応した都市 OS のイメージ .....	6
図 1-3 都市 OS を活用したスマートシティのイメージ .....	7
図 3-1 部門別最終電力消費の推移 .....	33
図 3-2 「スマートコミュニティ」の 4 地域における実証実験の概要 .....	34
図 3-3 VPP のイメージと、VPP が提供する機能 .....	35
図 3-4 「災害時の行動パラダイム」に関する、田中(2013)の考察の概要 .....	55
表 1-1 2019 年度の研究会から得た考察の要約 .....	8
表 2-1 都市のパートシステムと、実証実験項目および研究会テーマとの対応 .....	10
表 3-1 エネルギー政策に関する主な動き .....	32
表 3-2 需要側の行動変容や需要家の連携による省エネ施策 .....	33
表 3-3 令和 2 年に発表された災害情報 .....	54

## 1. はじめに

### 1.1. 本研究プロジェクトの来歴

APIR では「人々の幸せを実現する IoT は、どういうものでなければならないか」という問題意識のもとで、2016 年より「都市における IoT の活用」研究プロジェクトを運営してきた。ここでは、今後の IoT システム構築の指針となる示唆を得るべく、「IoT は何ができるのか」、「IoT の普及によって、社会システムはどう変化するのか」の 2 つの問いを中心に研究会を開催してきた。

研究会では過去に「都市における IoT の活用」の全体像を三層構造（図 1-1）にまとめている。ここでは、中層にある「IoT の活用による『データの解析、調整・調和』の元に『モノのプロセス』『ヒトのプロセス』が最適化されたサイクルとして循環し、その上に『人々の幸せを中心とする持続的に成長する都市』が存在する」<sup>1</sup>。また、三層の基層には「モノのプロセス」と「ヒトのプロセス」が動いており、IoT による最適化の対象として「エネルギー」「交通」「医療」「福祉」など、分野別のパートシステムをそれぞれ包含している。

IoT が起こす都市の変化として、「モノのシステムとヒトのシステムを最適化することによる社会変革」と、「領域を超えたデータの利活用による、新しいサービスの創出」を想定している。そのためには、マルチデータソースとマルチサービスに対応したプラットフォーム「都市 OS」（図 1-2）が必要であり、この都市 OS でデータを蓄積・加工・流通することで、運用・管理等の「システムの最適化」や、新しい便利な「サービスの創出」等が実現できる（図 1-3）。

18 年度には上記の都市 OS によるシステムの最適化とサービスの創出を検証するため、グランフロント大阪で実証実験を行った。その内容と成果は 19 年 8 月に開催したフォーラムで報告するとともに、アジア太平洋研究所(2019)にてまとめた。

19 年度の研究会は、上記のパートシステムから毎回一つの分野をテーマに設定して開催しており、20 年度もそれを継続している。

---

<sup>1</sup> アジア太平洋研究所(2019), p. 1.



図 1-1 「都市におけるIoTの活用」全体像

出所) アジア太平洋研究所(2017), p. 160, 図 6-CB-1.



図 1-2 マルチデータソース、マルチサービスに対応した都市 OS のイメージ

出所) アジア太平洋研究所(2019), p. 3, 図 1.2-1.



共有する社会資本の価値向上 市民・来街者・事業者・自治体の「幸せ」

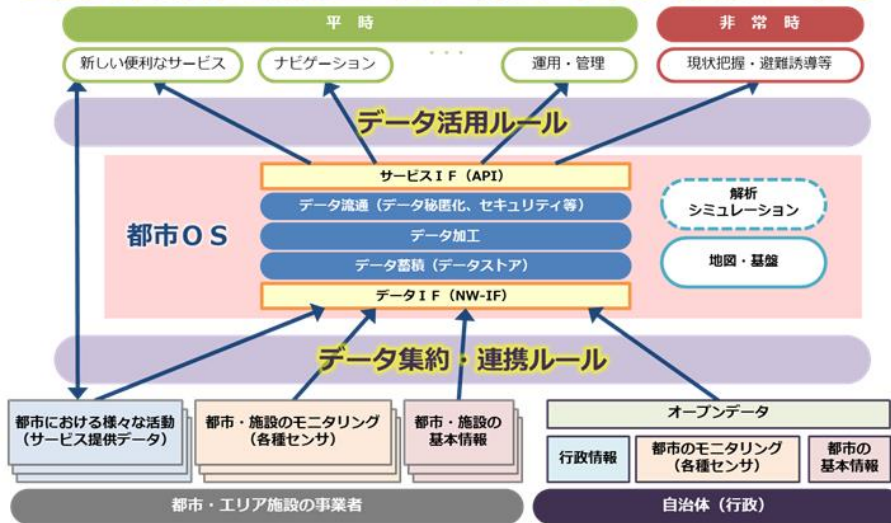


図 1-3 都市 OS を活用したスマートシティのイメージ

出所) アジア太平洋研究所(2019), p. 4, 図 1.2-2.

## 1.2. 2019 年度の研究会からの考察と残課題

19 年度の研究会では、「交通」「医療・ヘルスケア」の 2 分野で 4 つのゲスト講演を開催し、そこで取り上げられた事例を考察することで、大きく 6 つの示唆を得た<sup>2</sup>。その要約を表 1-1 に記す。

表 1-1 2019 年度の研究会から得た考察の要約

1. 互助・共助の進化と、共同体の価値について  
(要約) 共同体の中の互助・共助が重要性を増す。また、属性や目的を共有し、相互の信頼が蓄積された共同体の価値が再評価される。
2. 行動変容の誘導と、関係者にもたらす変化について  
(要約) データを利用することで、個人の行動だけでなく、「ヒト」から「モノ(AI)」への置換も含めた、周囲の関係者の関わり方も変容させられる。ただしそれには、データの解釈と変容を設計できる存在が必要となる。
3. PDCA サイクルと規制について  
(要約) 規制分野では、データを利用した製品・サービスの継続的な改善と、承認の仕組みとの調整が必要である。また作り手側にも、取れたデータを利用して改良の効果を検証する仕組みが求められる。
4. 都市 OS のガバナンスについて  
(要約) 都市 OS の投資の分担や、プレイヤーが密結合したサービスの利益配分には、調整の仕組みとしてのアライアンス、および調整をリードするコーディネータが必要である。
5. データの取得と流通について  
(要約) 個人データ利用への理解が進むことで、利用のハードルが今後、緩和していく可能性がある。一方で、デジタルデバイドの解消はより重要となる。
6. IoT とまちづくりの連携について  
(要約) IoT を用いた施策とまちづくり(都市計画)とは、整合しないと有効に機能しない。双方を補いあった、官民連携によるまちづくりは今後も進む。

出所) 筆者が作成。

その一方、「持続的な成長」に具体的な目標を与える SDGs の観点、そして新しい技術を社会実装する際に有効な ELSI の観点が必要なことが明らかになった。20 年度は、これらの観点を踏まえた研究会運営と考察を行う。

<sup>2</sup> 詳細は、アジア太平洋研究所(2020), pp. 49-52. を参照。

## 2. 研究の進め方

2019年度と同様、実例をもとに官民まじえて意見交換する研究会を3回計画した。各研究会のテーマは、前出実証実験の対象としなかった分野のうち、近年大きな動きがあり重要性が高いと考えられる分野、「ELSI・シビックテック」「エネルギー」「防災」の3つとした（表 2-1 参照）。各研究会では、ゲストスピーカーからの事例紹介および話題提供を中心に、最近の動向や関連するデータを確認したうえで、リサーチャーおよびオブザーバーによる質疑応答・意見交換を行った。なおシビックテックの事例ではスタートアップに関する内容、エネルギーの事例では環境に関する内容を一部含んでいる。

意見交換の観点は、第1章で前出のように、テーマ設定したそれぞれの分野でIoTを利用したサービスが広く普及することで、社会のシステムにどのような変化が起こるか、また、人の幸せを実現するIoTはどうあるべきか、である。議論には、社会科学の視点を含めることも試みた。研究会はコロナ禍によって、日程の後倒しやリモート開催などの不自由を強いられたものの、方針には変更なく運営してきた。

なお海外でのICT全般にわたる技術動向を把握すべく、アメリカ・ラスベガスで21年1月にオンライン開催された民生技術の展示会「CES」、および同3月にオンライン開催されたイベント「サウス・バイ・サウスウエスト（SXSW）」の視察を行った。また21年3月には、「DX」をテーマとするシンポジウムをオンラインで開催した<sup>3</sup>。

---

<sup>3</sup> 本シンポジウム「都市におけるDXとは -ICTで進化するまちづくりに向けて-」の詳細については、APIRウェブサイト (<https://www.apir.or.jp/event/report/?y=2020>)を参照されたい。

表 2-1 都市のパートシステムと、実証実験項目および研究会テーマとの対応

活動/要件	主な内容	パートシステムの分野	対応する実証実験項目および研究会テーマ	
個別の活動	一定の場所	芸術		
		学び・研究		
		モノづくり		
		小売り	実証実験：来街者向けサービス (店舗情報提供/レストラン満空情報/トイレ満空情報)	
		商業	実証実験：来街者向けサービス(同上)	
		起業	研究会2020：第1回(ビジット)	
	家			
	広範囲を移動	ツーリズム	研究会2019：第2回(MaaS)	
		交通		
	(両面あり)	余暇		
都市の文化				
活動の基礎	身体に関して	医療	研究会2019：第3回(医療・ヘルスケア)	
		福祉		
	施設環境に関して	防災・減災	実証実験：まちのセンシング (公共安全サービス/人流表示)	研究会2020： 第3回(防災)
		環境		
	エネルギー	実証実験：まちのセンシング (空調プロアクティブサービス/人流表示)	研究会2020： 第2回(エネルギー)	

(備考) 表中の薄い網掛け部は、実証実験の対象とした分野、および 2019 年度の研究会テーマとした分野を示す。また濃い網掛け部(文字白抜き)は、20 年度の研究会テーマとした分野を示す。なお「防災・減災」「エネルギー」の両分野については、実証実験の対象であったが、異なる視点から改めて 20 年度の研究会テーマとして取り上げた。

出所) 研究会でのパートシステム抽出結果をもとに、筆者が作成。

### 3. 研究会の開催実績と概要

#### 3.1. 第1回 2020年8月20日 テーマ：ELSI、シビックテック

##### 3.1.1. テーマの背景

19年度の考察をもとに、20年度の研究会には新たに ELSI と SDGs の視点を取り入れた。このうち ELSI については、概念そのものが未だ広く理解されておらず、その概念を明らかにしたい。また、以後の研究会で事例を分析するにあたり、どのような視点が必要とされるかを確認したい。

また、同様に新しく取り入れた SDGs の中で、社会課題の解決に寄与する市民エンジニア（シビックテック）に特に着目した。直近のコロナ禍への対応を通じて、行政の施策にシビックテックが参画していることが注目を集めているが、シビックテックはより広く社会課題の解決に市民の目線で参画しており、今後もさらなる貢献が期待される。については ELSI と同様に、シビックテックの現状について明らかにし、今後の研究会で必要とされる視点を抽出したい。

これらから、第1回の研究会では「ELSI」と「シビックテック」の2つをテーマとして取り上げた。

##### 3.1.2. 課題認識と講演内容

###### 3.1.2.1. ELSI（倫理的、法的、社会的課題）

社会を変える新技術が社会にスムーズに受容されるためには、既存の法令のみに限らず ELSI の視点によるレビューが重要となるが、スマートシティに関連した具体的な ELSI の議論はまだ少ない。今後の研究会での議論を想定して、ELSI とはどのような概念か、また「スマートシティと ELSI」に関する論点はどのようなものか、まず概観する。

そのため、今年度新たにリサーチャーとして本研究プロジェクトに参画した大阪大学データリテリィフロンティア機構教授の岸本充生氏に、上記の趣旨で講演いただいた。

###### 3.1.2.2. シビックテック

コロナ流行の情報を発信する体制整備が緊急の課題となる中、東京都のサイト立ち上げに市民が直接参画したことが注目された。行政・地域の課題解決に市民が参画することは、「持続的な成長する都市」とも整合するが、この「シビックテック」は将来どのような都市を実現するか、検討したい。

そのため、日本を代表するシビックテック団体である一般社団法人コード・

フォー・ジャパン代表理事の関治之氏に、シビックテックの現状について講演いただいた。

### 3.1.3. ゲスト講演 岸本充生氏（大阪大学データビリティフロンティア機構教授）<sup>4</sup>「スマートシティと ELSI」

#### 3.1.3.1. 講演の概要

今日初めて ELSI という言葉を聞く方もおられると思うが、最近こういう文脈で意識的に売り出しているといえる言葉でもある。

新しい科学技術を社会に導入する際には、数々のハードルを乗り越えなければならない。安全性、プライバシー、個人情報、何かあった際の責任は、悪用される可能性はないか、法規制を遵守しているか、個人や社会に利益をもたらすものか、差別や不公平を生み出さないか、そもそも社会が受容しているか、といったことがたくさんあり、つまりきの具体例を挙げるときりがない。近年はビックデータと人工知能があらゆる分野で適用され、かつシーズから実装までのスピードが非常に早いので、さらにつまづきやすくなっている。こういったものを早い段階からケアすることがますます重要になっており、ELSI という言葉で総称したい。

そもそも ELSI とは、Ethical, Legal and Social Issues の頭文字で、もともとは IoT ではなく生命科学分野で長い間使われてきた。始まりは 1990 年、ヒトゲノムを全て解読するアメリカのゲノム解析プロジェクトの中で、ELSI 研究プログラムが誕生したことである。当時の I は Issue ではなく Implications で、ヒトゲノムが全て解読された暁に何が起こりそうかをあらかじめ予期し、必要な手を先に打っておくという発想だった。

法律で、当初は外部向けの研究予算の 3%、後に少なくとも 5%が、ELSI 分野に割り当てられ、人文社会科学系の研究にかなりの額のお金が流れ込んだ。その後、複数の ELSI 研究拠点が大学などに作られ、同様の手法がナノテクノロジーや脳科学といった分野にも適用されている。

他方、ヨーロッパでは I を A (Aspect の略) として、ELSA=倫理的、法的、社会的側面と呼んできていた。最近ではより広く、やや抽象的になって、RRI=Responsible Research and Innovation という概念に発展している。

日本ではアメリカから ELSI という言葉が輸入されて使われてきたが、主に生命科学研究の分野で言及され、多くは倫理委員会やアドバイザーボードの

---

<sup>4</sup> 所属、役職は講演当時のもの。以下同様。

ような形に留まり、まとまった研究予算や研究拠点はなかった。ただその一方、科学技術基本計画の中には「倫理的・法制度的・社会的課題」として登場し、こういった概念があらゆる分野において大事だと謳われている。ELSIという言葉は、生命科学分野から見ると使い古された言葉だという反応もあるが、これを広い新規科学技術全般に拡大適用しようとして、あえて今売り出している。

ELSIの原点に立ち返って、ELSIをEとLとSに分けて考えることを提案したい。実は、生命科学分野ではELSIという言葉は、いつの間にか、同意の取り方やインフォームド・コンセントのあり方といった「技術以外の事柄」という使い方をされており、生命倫理のような特定の分野を指すものとみなされてきた。むしろ言葉の原点に戻って、EとLとSの関係を考えてみたい。大雑把にいうと、社会とは世論のようなもので、変化しやすく非常に不安定である。それに対して倫理とは、社会にいる人々が依拠すべき規範であって、長期的には変わるけれども短期的には安定的であり、理想的には法の基盤と考えられる。法律は、倫理からの不断の見直しを受ける一方で、社会の影響も受けざるを得ない。最終的には、例えば死刑はあるべきか、同性婚を認めるべきか、という法的な議論になるが、その基礎には倫理があるし、社会が受け入れるかどうかもある。EとSを厳密に区別するのは難しいものの、概念的に区別をして議論すると非常にクリアになるのではないかと思う。事業者の方々と議論するときにも、こういう分け方が非常に分かりやすいと言う方が多い印象を持っている。

このような枠組みで考えると、新規科学技術が社会に導入されると、それぞれの分野でギャップが発生する。今の法律で自動運転が出てくると、道路交通法に合わないとか、今の倫理原則や倫理規範に反することが起こるかもしれないし、社会がそれを受け入れるかどうかわからない、という色んなギャップが出る。身近な例では、19世紀にはカメラが安価になって、個人に手に入るようになった。そうすると、有名人の私生活の写真を撮って週刊誌や新聞に売ることが起こり、初めて人々の中にプライバシー権という新たな権利意識が芽生えた。これが倫理規範になったり、最終的に法律や新たな判例になったりするように、技術が導入されてギャップが生じ、倫理や法が変わっていく。

最近では同じことがドローンでも起こっている。安価に入手できるようになると、人々がいろんなところで飛ばし始めた。すると2015年、首相官邸の上にドローンが落ちているのが発見され、小型のドローンが航空法の対象外だったので、翌日から急に航空法改正の議論がなされ、半年という異例のスピードで改正された。これも法のギャップが生じた事例である。

今、同じようにギャップが生じているのが電動キックスクーターで、海外では街中でいっぱい走っているが、日本では原付と同じ扱いのため、免許とヘルメットが必要になり、なかなか普及しない。もっと卑近な例は、ノンアルコールビール。これもエマージングテクノロジーだと思うが、職場でランチタイムに飲んでいいか、なかなか合意が得られていないのではないか。夕方に職場で飲んでいいかというのもなかなか合意が得られていないと思うが、これは社会でギャップが生じて、埋まっていない事例である。シャープペンシルも50年くらい前のエマージングテクノロジーだが、いまだに小学校は持ち込み禁止になっている。これは別に法律で禁止されていないし、倫理的にまずいものでもない。社会の対応として、我々が受け入れられてないということである。

最近では、阪大でも4月から急にオンライン授業が始まったが、顔出しを強制させるのは嫌だという苦情が来たり、後ろに自宅が映るのがどうかとかいう指摘があったり、同居する家族の声が入るのが嫌だったり、色々な問題がある。そういった問題が、オンライン授業というエマージングテクノロジーが一般化することで顕在化し、慌ててガイドラインを作るといったいろいろな対応をする。こういったことが、ELSIという考え方を導入すると非常にクリアに説明できる。

EとLとSの関係は意外に複雑で、「EはOKだけれど、LとSがダメ」なケースをパターン1とした。法規制を遵守しているだけでは炎上するかもしれない、あるいは社会が受け入れないかもしれない、ということが出てきつつある。JR大阪駅ビルで92台のカメラを設置して人流を解析する実験が炎上してできなかった件は、事後報告書では、法的には大丈夫だったと評価されている。手続き面がうまくできなかったことで、EとSが受け入れられなかったと評価できるのではないか。これはなかなか深刻な問題である。会社には法務部があって法規制のコンプライアンスは見ているが、EやSを見る部署があるかどうかわからない。あったとしても別の部署になっている可能性がある。E、L、Sを同時に見て、新規技術の社会受容性を見る体制を作る必要がある。

パターン2は逆に、「法的にダメでも社会が受け入れる」というものである。これは、新しい技術が出てくると、ドローンもそうだが、法的には疑問符がついたり不可だったりするが、社会が受け入れるということ。Uberや民泊の一部はこれだと思う。電動キックスクーターもそうかもしれない。今までは法的にダメだったら、じゃあやめましょうとなっていたところが、逆にSあるいはE、倫理や社会がOKだとしたら、やるべきことは法規制を変えるためのロビーイング、という風に発想を変える必要がある。逆に、倫理がクエスチョナブルでも、倫理原則を立ち上げてルールを作る、というのも一つのやり方といえる。スマートシティ技術が出てきても、同じように、やはりLとSとEの



ギャップが発生するだろう。

日本でのスマートシティという概念は、私が自分で勉強した限りでは、いろんなものが混ぜ合わさってどんどん太ってきた概念だと思う。古くは2005年の愛知万博あたりに遡れる。その後、NEDOや経産省がいろいろなイニシアティブを出してきた。最初は、都市として省エネを行うエネルギー文脈だと思う。そこに3.11の東日本大震災と福島原発事故が起こり、再生可能エネルギーという文脈や、防災・レジリエンスという文脈が入ってきた。次に2015年にSDGsによる社会課題の解決が入ってくるし、第5次科学技術基本計画のキャッチフレーズ「Society5.0の超スマート社会」とともにデータが入ってきて、さらに経産省もコネクテッドインダストリーズということでIoTが入ってくる。ちょうどこの頃に自動走行車が入ってきて、MaaSという概念も出てくる。ということで、どんどんいろんな概念が取り込まれ、スマートシティという概念が太ってきたのがこれまでの経緯である。さらに新型コロナウイルスによって感染症という考え方や新しい事象、新しい生活様式も入ってきた。このように社会情勢に応じて次々に変わってきたが、逆にここからスーパーシティ構想が出たり、スマートシティリファレンスアーキテクチャができたりしていて、なかなか複雑怪奇な概念だと思う。

こういったものを合わせて標準化するため、最近「スマートシティリファレンスアーキテクチャ」が提案されている。全体を一番表している全体像として引用するが、戦略があり、都市のマネジメントがあり、サービスがあり、利用者がある。その基盤にスマートシティルールがあって、ここに関連法令、ルール、ガイドラインなどが書いてある。ELSIはここに近いところに関係すると思うが、今のところELSI的な要素は、日本ではスマートシティの議論の中にあまり明示的に出てきていないと感じている。

次に、カナダの別の事例をお話したい。日本を含め世界中で似たイベントが行われているが、カナダ社会資本省の「スマートシティ・チャレンジ」というコンペが1, 2年前にあった。これはすごくしっかりしたコンペティションで、アプリケーションに始まり、ファイナリストのセレクション、続いてファイナルプロポーザルがあり、ウィナーが選ばれて、それを実践するという実践フェーズに入っている。賞金も結構高く、一番高い賞金は5000万カナダドルある。この特徴は、ファイナリストに選ばれた時点でお金が配られて、さらに計画を練り直すフェーズがあること。そのため相当しっかりした提案が出てきたと思う。そして4地域の4組が勝ち取った。

これだけならなるほどと思うだけだが、最初にファイナリストが選ばれた時に、カナダの各州の、日本でいう個人情報保護委員会の委員長に当たる、

Information and Privacy Commissioner が連名で大臣に公開レターを送っている。それは、プロポーザルの選定や設計や実施にあたって、パーソナルデータのプライバシーとセキュリティを考慮に入れるように、「データ最小化」「匿名化」「データガバナンスとプライバシー管理システム」「プライバシー影響評価と脅威のリスク評価」「コミュニティの参画とプロジェクトの透明性」、それから最後にちゃんと「同意」を取ることをシステムに組み入れる必要があるというもの。そういったことを最低限守るように義務づけてくださいという意見を、すかさず表明している。こういう、しかるべき所が声をあげるというプロセスは、他の国、少なくとも日本の個人情報保護委員会は、まだ何もしていないのではないか。

そういう中で、世界経済フォーラムを事務局とする G20 Global Smart Cities Alliance が 1 年前に設立され、guiding principle として「透明性とプライバシー」「セーフティ、セキュリティとレジリエンシー」「インターオペラビリティとオープンネス」「オペレーションとファイナンスのサステナビリティ」さらに「エクイティ、インクルージョンとソーシャルインパクト」という 5 か条を掲げた。これらを掲げて、スマートシティも単なる技術として実現できること以外に、こういったものを考えないといけないとしている。

日本では、つくば市が「スマートシティ倫理原則」を去年の 10 月に出している。日本初だと報道されたのであまりない事例だと思うが、この自律の尊重、無危害、善行、正義という 4 項目は、生命倫理の分野で非常に有名な 4 つの原則であり、抽象度が高く、教科書に載っているような話である。原則としては非常に立派だが、どうプラクティスに落とし込むかはなかなか難しい。最近では倫理原則を色んな会社でセットしているが、それを社員 1 人 1 人のプラクティスに落とし込んだり、事業に落とし込んだりするのには難しいと言われている。スマートシティ倫理原則をどうプラクティスに落とし込むかが、これから課題になると思う。

うめきたスマートシティモデル事業での取り組み概要である「ヒューマンデータの利活用」や「自動運転、パーソナルモビリティ」、「新技術を活用した施設管理」には必ずパーソナルデータが入ってくるので、ELSI の観点が大事成らなってくると思う。基本的な考え方として最近頭の整理ができてきたのは、やはり技術単体で考えるのではなく、ガバナンスの仕組みとセットで社会導入する必要があるということである。技術としてどうかというところにフォーカスが行きがちだが、それを使われる場面や使う背景、目的、他のどういう技術と組み合わせるかなど、もう一段階広いところで物事を見る必要がある。そのために、ELSI を早い段階から検討する必要があると考えている。

最後に事例を少し紹介したい。大阪大学では文科省の予算で、Society5.0 実現の研究拠点支援事業として「ライフデザインイノベーション研究拠点」を運営しており、研究データの二次利用、特に商用二次利用をする仕組みを作っているところである。技術的にはできると思うが、社会的に許されるか、倫理的に許されるか、という点が法的にも非常に大事で、そこを考える際にガバナンスの仕組みづくりを考えたい。監督の仕組みについて、私は「監督の監督」と呼んでいるが、内部プロジェクトを「データガバナンス専門委員会」が監督し、それをさらに外部有識者の「データ利活用諮問会議」が監督するという仕組みを今、実施中である。

そのほかに「データマネジメント基本方針一式」がある。一番上の理念があり、基本方針があり、データポリシーには細かく倫理編、セキュリティ編、利活用編がある、という一式を整えた。さらには「プライバシー・バイ・デザイン」という考え方や、「プライバシー影響評価」をプロジェクトごとに事前に実施していくという仕組みを固めていきたい。

先ほど言及した JR 大阪駅ビルのカメラでの実証実験の失敗を教訓にして、阪大吹田キャンパスで似た実験をここ 2, 3 年やっている。産業科学研究所の中と生命科学図書館の中、それと生協の食堂があるセンテラスエリアにカメラをつけてデータを取り、研究開発に使うものである。そのためにいろんなガバナンスの仕組みを考えて、実験用ウェブサイトを開設して、実験中か否かを明示する、実験計画を公表する、何月何日の何時から何時まで撮ると公表するというプライバシーポリシーを掲載して、オプトアウトという形でデータ削除依頼の方法を明記する、それから説明会、意見交換会を随時開催し、撮影エリアを明記している。

その手順だが、準備フェーズで研究倫理委員会を通した後、カメラをつける前にまず意見交換会をする。で、期待や不安を全て含んだ率直な意見を出して頂き、それを受けて実施プランを作成・検討して、カメラをつけた後に説明会をする。これは、特にそこで働いている人や、そこにいる学生や、そこに関わっている人を中心に、一般にも開かれた説明会をする。それを受けてさらに見直し、実験を実施して、今後また実験の内容が変わる際や、プレの実験から本格実験に移る際に、またワークショップを開く。これをぐるぐる回して、同意と信頼を獲得していく形で進めている。

接触確認アプリ COCOA が話題になっているが、最近、大阪大学 ELSI センターでは、COCOA を新規技術の社会実装の事例と考えて「接触確認アプリと ELSI に関する 10 の視点」を発表した。4 月 30 日、まだどんなものになるかまだ全然わからない段階でバージョン 0.8 を出して、仕様書が公開されたのを受

けて5月12日にバージョン0.9を出し、6月19日のアプリのリリースの前日にバージョン1.0を出して、これが今のところ最新である。10項目から一つ下位、さらにもう一つ下位に、細かい項目を結構たくさん書いている。

技術単体で考えると、せいぜい「5. データの使われ方を把握する」「6. データが安全に管理されているか確認する」「7. 誰がどんなデータにアクセスできるかを知る」あたりにフォーカスが当てられがちだが、それだけでなく、そもそもこの技術の目的は何か、この技術が何を達成しようとしているのか、あるいは「3. 通知される『濃厚接触』の意味や精度を知る」にあるように、「濃厚接触」という通知はどういう意味かとか、それはどのくらいの精度なのか。アプリにできることは書かれているが、できないことは何か。つまり、このアプリから通知が来なかったら陰性証明だというのは誤解だとちゃんと言っているか、というチェックリストを作った。

それで盲点になりそうなのは、スマホを持っていない人を含めて「8. アプリを使えない人に対する配慮の有無を確認する」や、「10. 第三者がチェックする仕組みがあるか確認する」。ここには、作る段階と、運用する段階と、感染症が終わった後で、事後的に評価する仕組みが用意されているか、ということを書いている。

このバージョン1.0は、この10項目にさらに枝葉がついたたくさんの項目について、実際に厚生労働省が対応していたら青字、していなかったら赤字でコメントを書いている。半分ぐらいまだ対応されていないが、それはこのアプリが駄目だということではなくて、5, 6, 7にはちゃんと対応している。さらにその周りの、技術単体ではなくて仕組みやガバナンスがどうなっているかという部分がまだまだゆるい。

トロントでGoogleの関係するSidewalk Labsがやっていたスマートシティ計画は、2020年5月、コロナを理由に中止になったものの、実はすごくしっかりガバナンスを取っているように見えていた。Google関連会社なのでデータの反対運動が起こって、最終的に中止になったが、やっていたことは参考になることがたくさんある。「市民データトラスト」というものを作り、ここがどんなデータを収集してデータをどう使うか意思決定する。ここには多様な市民を含めた多様なステークホルダーが入るといって、良い仕組みを作ったと思っていたが、残念ながら中止になった。ここはちょっと深掘りしたい。

エマージングテクノロジーの社会実装の理想的な手順をまとめると、ELSIの発見（指針の空白が生まれる）、ELSIへの対処（指針の空白を埋める）、ELSIの解決（社会イノベーションが生まれる）という形になる。LとEとSそれぞれにアカデミックの研究課題としても成り立つし、プラクティスとしても成り立つと考えている。

最後に ELSI センターの紹介をするが、我々は、実際に研究を行う総合研究、学内・学外と共同研究する実践研究、産業界・行政機関・市民をつなぐ協働形成研究、最後に学内・学外を含めた ELSI 人材の育成、という 4 つの機能を持っている。いろんなどころと共創、協働していきたい。

### 3.1.3.2. 主な議論

Q：参加者からの質問、A：ゲストの回答、C：参加者のコメント、G：ゲストのコメントを示す。以下同様。

Q: L と E, S の違いは分かるが、E と S の違いはどこにあるのか。また、E と S がコンフリクトするケースはあるのか。

A: E と S の違いはあまり明確ではないが、S はいわゆる世論と考えるとよい。世論の中にも倫理を基盤にしたものもあれば、放射線やコロナのように、怖いと思って一気に動く世論もある。なので、ここの境目を厳密に分けることは無理だと思う。ただ、倫理原則のような形で、例えば透明性が大事だとか、公平公正が大事だといった形で、我々の直感を言語化していくという作業は E にあたる。倫理学者には、「何となく気持ち悪い」といった、もやもやした感覚を言語化することを仕事にしている方々がいる。そういう言語化の作業を、倫理学者の力を借りて行いたい。

Q: 大阪駅前の実証実験については、成功か失敗かという以前に、新聞社の記者がノーと言っただけでできなかった。E と S といった感覚が社会に育っていなかったと思う。そういう意味で ELSI は大事だと思う。

新型コロナで陽性となり接触確認アプリに登録した人はまだ 300 人ぐらいしかおらず、問題になっている。アプリを作った社長はインタビューで、いろんなクレームを聞いて徐々に改良していきますと発言していたが、接触確認アプリとは、バグを聞いて成長させていくソフトではなく、最初から完璧なものを作るべきものではないか。ロケーションもセキュリティもと、あまりに考えるがゆえにそうなっていると思う。

基本的な問題の例として、このアプリでは携帯の Bluetooth をオンにしないといけない。Bluetooth を使うと電源がすぐなくなるので、人に会うたびにオンにするということを、普通の人はずやらない。ソフトを作る時に、非常に基本的なスペックからもっときっちり考えていくべき。ELSI のような全体的なものを考えた、システム設計になっていない気がする。

A: 接触確認アプリの登録者数が 300 人しかいないのは、アプリそのものが十分だとしても、感染症対策、公衆衛生政策の中での位置づけや、陽性者登録システム (HER-SYS) と合わせた評価など、一回り大きいところの評価が不十分だったことが一つの原因だと思う。先ほど挙げた 10 の視点の中の細かいところにもそのことを書いてあるが、単体でなく公衆衛生対策の中での位置づけが明確になっているか、というチェックポイントも書いてある。当時まだ HER-SYS とは呼ばれていなかったが、システムと連動させて評価が行われているのかということも、一応書いている。

C: 接触確認アプリは保健所から通知をもらわないと登録できない。だから保健所では負荷がものすごく増えており、そこまではできないと言っているそうだ。だからシステムを設計するには、今ある資源や条件を考えないといけない。ソフトウェアを作るにしても、初期条件をどういうものにして、何を目的にするか。もう少しスペックをきっちりした上で、ソフトウェアを開発すべきではないか。

Q: 室内オフィスにカメラを置いて中の人の状態を取りたい。オプトアウトができることを保証しようとする、どの辺で何月何日に、とにかく私が出たのを全部消せと言われると、対応するのがとても難しくなる。どういう説明をし、どう納得してもらおうとよいか。

A: 我々も吹田キャンパスでの実験の際に同じ議論をした。「私を消してくれ」と言われても、その「私」を探すと個人を特定することになり、完全に矛盾するので、それはやりたくない。何月何日の何時から何時までこの辺にいたので消してください、ということで、そこを全部消して対応することに今はしている。現場でデータがたくさん撮れるので、消去の依頼が多少来てもいいつもりでやっているが、実際には依頼は一件も来ていない。もう一つ、データを使ってしまうということがあるので、2 週間以内なら消去依頼を受け付けるが、2 週間を超えると、もうデータを違う研究に使っているかもしれないので受けられないという形にしている。カメラを回避するルートが設けられたら理想的だが、できる場合とできない場合が当然出てくるのはやむを得ない。

Q: オプトアウトの仕方をこちらから提供するのが重要ということか。

A: その通り。その通知がどう伝わるかが問題。ポスターとか、個別に連絡と

か、色々含めていかにわかりやすく通知ができているかが、個人情報保護法的にも重要になってくる。

Q: 今日の大きなインプリケーションは、ELSI とは技術単体ではなく、より広い上位概念をあらかじめ考えないといけないものだという事。吹田のプロジェクトでオプトアウトの話がなかったとのことだが、他にどんな苦情が来たか。吹田でこういう実験をしていることについて最近気づいたが、関係者だけでなく不特定多数の人が入ってくる大学という場所では、嫌がる人は嫌がるのではないか。実際にどんな問題が起きているのか、または起きていないか。

A: 大きな問題は起きていない。外部の人ではなく、大学での意見交換会や説明会のときには率直な意見を色々と言われる。例えば、誰がこのデータを使っているか、先生ならばいいが、学生だったら嫌だという意見。自分の好きな子が写っているところだけ検索している、ストーカーみたいな学生がいるのではないか、という疑念。カメラについても、筒型だったら嫌だがドーム型なら気にならないという意見もある。色々な意見が出て我々も参考にしてはいるが、今のところクレームは来ていない。

ただ、最近はクレームに備えようとしている。クレームが電話で来た場合、メールで来た場合、直接来た場合、その時に研究者がおらず事務担当者しかいない場合にどう対応するか、というマニュアルを最近作った。そこまでやってはいるが、実際にはクレームはない。

我々も本当に公共の場所に出すのはまだ怖いので、大学というある種特区のような所で、クレームに対応する練習もしておきたいという思いも少しある。いま我々ELSI 界限では、安心して「プチ炎上」できる場を作ろうと考えている。

### 3.1.4. ゲスト講演 関治之氏（一般社団法人コード・フォー・ジャパン代表理事）

#### 「スマートシティとシビックテック」

##### 3.1.4.1. 講演の概要

私たちは Code for Japan という一般社団法人で活動しているが、コミュニティだと思っている。「ともに考え、ともにつくる」というテーマで活動しているが、技術が社会に大きく関わるようになってきた時に、技術を活用するにあたって、ガバナンス等を含めてみんなで考える必要がある。多様な力が参画し

と一緒に考えてほしいし、我々のような市民エンジニアと手を動かすことで、特定の人だけが参加するのではなく、多くの人を作る側にも回れるというコミュニティを作って活動している。

企業向け、行政向け、市民向けの活動をしているが、各地でコミュニティ活動をしているのが一番大きな特徴である。Code for Japan がいろんな所にすべてを作っているわけではなく、日本全国で約 80 箇所ある各コミュニティが、Code for Japan の傘の下ではなく主体的に活動している。Code for Osaka も大阪市と協定を結んで、これからハッカソンとかやっていると聞いているが、そういった活動を緩くつなげている。

スマートシティの必要性に関しては皆さんの方が詳しいと思うが、コロナによって行政のデジタル化が大変注目を集めている。一気にデジタル化への投資が加速していきそうな政府の方針が出ていて、東京集中ではなく多角連携して地域ごとに作っていかなければならない。イノベーションへ投資していこう、包摂的な社会を実現する、サステナビリティ、そういったところが大事だと言われているが、スマートシティに関して我々は若干懸念している。

いろんなインフラ投資が行われていると思うが、それが新たなレガシーになっていく時に、こういったものを国から出てくる予算や新たな実証実験のバブルにしてはよくない。システムは、初期費用だけではなく運用が非常に大事だが、行政は未だに初期費用にばかりお金をかけて運用に目を向けない。改善の部分が一番大事だが、作って満足してしまうところが結構あるので、そういった形で町のインフラを作ってしまったら、それはもう大きな負債になる。

また最先端の技術を使えば幸せな街になるわけではない。ELSI の話に大変共感したが、まさに倫理で、別に枯れた技術をうまく使えるなら、そちちの方がよりサステナブルなサービスになるかもしれないので、先端である必要もない。

データプラットフォームの議論を聞いていると、これは新たなベンダーのビジネスだと思えることが結構ある。データプラットフォームを作る必要性は認めるが、すごい困り込みになったりする。そういうことでは、あまり民主的なものはできない。サステナビリティも重視しないとなかなか持続しない。最終的には自治体の負担になってくるのではないか。

我々は市民コミュニティなので、どんな地域に住みたいのかをちゃんと考える必要があると思っている。ELSI で言えば社会に相当するが、社会の合意をどうやって作っていくかがスマートシティでは大変重要だし、それが失敗したからトロントの Sidewalk Labs は失敗した。他の地域でもテクノロジー目線のできるから作ったというものはなかなか続いていないし、社会からも反発を受けることが結構起きている。



そこで我々Code for Japan が最近打ち出しているのが「DIY 都市」という考え方である。これは、地元の人たち自身がサービス設計に関わる機会があり、関わって色々やっていくことによって、コミュニティとしてもどんどん賢くなり、だんだん民度も上がって、サービスの受け入れや活用に関してもリテラシーが上がっていく、そういう形にしないといけないというもの。上から目線で「このサービスは便利だから使いなさい」と言うよりも、市民自身もサービスを作る側に回って、そのサービスの良さを生かしていく方を選んでいきたい。

都市に必要なのはプラットフォームではない。シティ OS とかデータ活用プラットフォームとか、それはあくまでハードであって、まずプラットフォームを考える前に、どれだけ多様な人が意思決定に参画できているかが一番大事ではないだろうか。ただ単に多様な意見をフラットに集めていくと、やっぱり自分勝手な意見がいっぱい集まったり、全然収拾がつかなくなったりする。それをまとめるファシリテーターも必要だと思うが、データをしっかり提示して、データをもとに共通の目的で議論をする、そういうプラットフォーム自体が必要ではないか。

あと、そもそもみんながどういう街に住みたいかという、別にデジタルな都市に住みたいわけではなくて、自然に溢れているとか、自分の役割が認められているとか、そういったことが必要であって、どれだけ皆が幸福になる為に投資が使われるかという紐づけが、大変重要ではないだろうか。

あとは、オープンに作ること。やはり多くの失敗をすると思うが、その失敗を学習機会に変えるために、失敗も含めてオープンにすること。ソースコードをオープンにして他の地域でも使えるようにすることで、日本全体の学びが進むし世界にも貢献でき、仲間ができていくと考えている。みんなで作る地域や組織の垣根を越えて、共同して仲間を作っていくことができこそ、有効なスマートシティができると考えている。

オープンに作ることについて、東京都のサイトを作らせていただいた事例を紹介したい。東京都の他にもいろんなプロジェクトがあって、Code for Japan 自身が作ったものもあるし、各地域のコミュニティから生まれたものもある。ダッシュボードを作って内閣官房と一緒にアイデア出しをしたり、検索サイトを作ってNPOを支援するチャットボットを作ったり、いろんな形で行われたが、市民は作る側にも回れるのと、もちろん企業の協力があって生まれたものもあるが、企業と市民が、何か課題が起きた時に迅速に対応できる事例ができた。

Code for Japan は、東京都の新型コロナウイルス感染症対策サイトを受託で作らせていただいたが、二つの理由で結構話題になった。一つは、まず見やすいこと。通常の行政のサイトは文字が多く、自分のほしい情報になかなかたどり着けな

いことが多かったのに対して、データとグラフをもとに見やすく表現でき、今まで累計約 6000 万ページビューをいただき、非常に話題になった。これまでの行政のサイトと画期的に違った所は、GitHub にオープンソースで公開したこと。これによって、文字通り世界中から貢献をいただいた。3 週間で 224 名が開発に協力してくれたし、750 件の提案を頂いて、そのうち 671 件が採用になった。提案には大小様々あるが、例えばアクセシビリティの課題として、画像やグラフがそのまま貼り付けられていると視覚障害者は読めない、音声リーダーで意味が伝わるようにするとか、色弱だと色合いの見分けがつかないので、よりコントラストをつけるとか、様々な提案が来て、実際に多くを取り入れている。従来のサイトではリリースした後、こんなに頻繁に改善することは多分ないが、本当に一日数十回リリースするぐらいの素早さで、どんどん改善を進めている。それだけでなく、オープンソースにしたことで他の都道府県にも波及しており、大阪府でも東京都のものをコピーしたと思うが、全ての都道府県に普及した。都道府県の公式サイトとして運営されているものもあれば、コミュニティがやっている場合もあり、いろんなパターンがあるが、市町村含めて 80 箇所サイトでサイトがオープンされている。

「オープンソース」は是非皆さんにご記憶頂きたい。オープンソースの投資は社会的な知的資本の蓄積に繋がる。オープンソースとして何かを公開しておくことで、例えば自治体は日本に約 1700 あるが、それらがすべて一からスクラッチで作っても、他の物をコピーしても問題ない。改善されたものは公開した人に戻っていくので、どんどん全体が良くなっていくことになるし、ソースコードが直接役に立つこと以上に、さらに知的な生産活動が生まれている。例えば、ある地域ではソースコードはコピーできるけれど、結局行政が pdf で、しかもばらばらのフォーマットで提供するので、毎回手打ちでデータを更新しないといけなかった。それは問題だということで、Code for Japan が総務省や内閣本部の IT 室と一緒にデータフォーマットを作らせていただき、兵庫県の方は、できるだけこういうフォーマットでデータを提供してください、そうすると自動化もでき、シビックテックの人たちが毎日データを作ったりしなくていいということで、完全に同じではないものの、自治体の方がある程度利用していただけられるようになった。

サイトをコピーするノウハウも色々あるが、そのノウハウ自体、いろんな業務技術ブログやまとめサイトとして、資産やドキュメントも大変多い。東京都の新型コロナウイルス対策サイトをどうコピーしたらよいかという記事には 1382 件の「いいね！」がついているし、さらにこのドキュメント自体が、東京都だけではなく一般的なオープンソースソフトウェアへの貢献として、とてもよくできたもの。しかもこれを作ったのは高校 2 年生だった。こういうこと

は、ソースコードの問題だけでは多分しなかったもので、すごくよかった。

最近では学生が非常に活発に Code for Japan を使っていて、例えば Civictech Challenge Cup という企画が走っている。これは学生が発案して学生が運営をしているもの。今はインターンに行けなくなってしまった学生が多い。そうするとバイト代が入ってこないし、時間はあるが外に出られないから力を発揮できず悶々としている。さらにインターンができないと就職にも影響するので、インターンの代わりにチャレンジカップで作品の審査を受けて、企業のようなスポンサーがあるので、そこに参加することをトラックレコードとして就職活動にも使えるようにしている。高校生、大学生がいろんなプロジェクトに所属するということで、やはりオープンソースへの参画機会を作ることは非常に強力だと思う。スマートシティも既に理系の大学はサービスづくりの研究をしているが、理系に限らず文系の学生もこういうスマートシティにどんどん巻き込んでいくことが大事だと思う。市民と一緒に作って、実際の場面で公開して応用していくことが、オープンソースをうまく使うことでできるだろう。大学等の研究機関で、ソースを公開していくことでリーダーシップを発揮することにつながるのだから、是非一緒に活動したい。

スマートシティの話に戻ると、我々はいろんなプロジェクトをやらせていただいたが、うまくいったところにはやはりメンバーの関係性があった。我々は4Pと呼んでいるが、まずテクノロジーから始めるのではなく、人々

(People) から始める必要がある。まさに先ほどの講演でいう「社会」だが、行政と市民と我々技術者が共に考える必要があるし、お互いのモチベーションと言語を揃えていく必要があるし、個人的な信頼関係をしっかり作っていくと、プロトタイピング (Prototyping) がしやすくなる。プロトタイピングを回していくとだんだん課題を理解していくが、この際もできるだけ利用者を巻き込むのが大事だと思う。共に作ることでお互いに課題を学ぶことができる。色々やっているということを理解していただかないと、完全にお客様気分ですら要望だけ集めてしまうとなかなか合意形成が難しいので、できるだけ透明性高く情報提供し、さらに一緒に作る側に巻き込んでいくと、社会的な合意形成ができる。そこで、実際に価値、何をするかみたいな共通の価値から、行政、市民、技術者、そういったところが深まってきたら、あとはリソースを割り当てて、チェンジマネジメントをしながら、プロジェクト (Project) ができていく。このプロトタイピングの部分と人々とのコミュニケーションをいかにちゃんと回すか、あとはプロモート (Promote) として、ちゃんとアイデアとかデータを広げるネットワーク拡大していくことも大事だと思う。

先ほど COCOA の話が出たが、Code for Japan は COCOA の初期のプロト

タイピングをお手伝いさせていただいた。結局我々のソフトウェアは使われなかったけれども、ここで厚労省さんに結構前からずっと言っていたのが、コミュニケーションをしっかりとやらないと、使われなくなるし信頼されないですよという話。その部分が、なかなかちゃんと体制が組めずに混乱してしまっただころは忸怩たる思いを持っている。

スマートシティで結構有名なのはバルセロナの話である。バルセロナで「スーパーブロック」という、街をそのまま変えるという代表的な事例が紹介されている。これは、今まで町のブロックそれぞれが車道だったのを、9ブロックぐらいまとめて歩行者空間にしてしまうもの。車を通行止めにし、そこをパブリックに公開するというコンセプトのまちづくりをしたが、いろんな市民が思い思いに道具を使って、パブリックスペースとして楽しんで使っている。これも当初は、特に事業者から相当反対があったと聞いている。市民自体からも、本当にそんなことやっていいのかという反対が多かったようだ。

バルセロナのポイントは、市民との会話をしっかりとやってきたところにある。decidim<sup>5</sup>という市民参画のサイトがあるが、参加型のプロセスになっている。例えば行動計画を出しても、ただのパブリックコメントと違って双方向で意見が言えるようになっているし、物理的な会議に対しても、いつどこで説明会をやりますというのが載っている。その議事録も全て公開する。各地域の警察やいろんな議員へのQ&Aも使って、スーパーブロックの意思決定をちゃんと合意形成をし、テスト地域をいくつか作って、そこでテストしながら徐々に範囲を広げていくという、いかに市民合意の部分のちゃんと使っていくかが大事だということを示した事例だった。

ITはツールにすぎないので、ITと、良くない言い方かもしれないが非ITとの、壁をなくす必要がある。IT系人材は課題をしっかりと学ばないといけないし、非IT系人材は、ITで何ができて何ができないかをしっかりと学ぶ必要があって、共創関係をデザインする場所をしっかりと設計する必要がある。先ほどのdecidimはオンライン上でそれを実現する仕組みだと思うし、ハッカソンやアイデアソンといったワークショップもそういう場だと思う。現実にはなかなか簡単ではなく、新しいことをやるには手を動かさないといけないが、いかに学びの質を上げていくか、先ほどのプロトタイピングもそうだが、早くしていくかがポイントになるけれども、そのコミュニティをどう作っていくかがポイントになると思う。

私は神戸市のチーフイノベーションオフィサーという非常勤職員をやっているが、そこでお手伝いしているアーバンイノベーション神戸というのがあつ

---

<sup>5</sup> <https://www.decidim.barcelona/>

て、今はアーバンイノベーションジャパンとして展開している。どういうことをしているかという、行政がどんな課題を解きたいのかを公開して、例えば名古屋市の場合だと、犯罪予測によるボランティア活動の最適化をしたい、駐車場のデータを解析してイベント時の交通渋滞を緩和したいとか、アフターコロナのテーマをやっていききたいとか、そういった課題を出し、それに対してスタートアップが応募する。

ここで我々が重視しているのは、ちゃんと原課の職員にリーチすること。原課の課題をしっかりとヒアリングして、なぜそれを解きたいのか、実際の背景として数字がどうなっていて、どのくらいまでもっていききたいのか、そういうものをしっかりと情報公開して、その職員もスタートアップと一緒に4か月、一緒にチームの一員となって活動する。普通の受発注ではない。まず課題をオープンにして、アイデア次第でやり方は任せる。その中で良いアイデアが浮かんだら選ぶので、それで一緒に続きをやる。それでできたものをどんどん他の地域に展開してもよい。プロモーションのために実例を使っていってもよいし、予算に見合う良いものがあれば、サービスとしてちゃんと調達にかける。このように、共に学ぶ関係を作ることが必要と思う。

対話と共創の機会がないところではデータ活用の仕組みが生まれにくいというのは、Code for Japan でオープンデータを推進している中でも感じている。ただたくさんデータを出せばいいとか、逆にいけば出すほどメンテナンスにコストがかかるし、対話してないと、使われているかどうかはわからなくなったりする。一回出したデータを引っ込めるわけにもいかなくなるので、どんなデータが必要か、使っているか、どのように使っていくかを一緒に考えることが重要と考えている。我々は Social Hack Day という月一回のイベントをやっているが、他の地域からも、市の職員も参加しているし、我々含め NPO も参加している。「私たちはこういう活動しているが、何か技術で改善できることがあると思います」というテーマを何か出す。例えば千葉県で活動する生活困窮者支援の NPO があって、最近コロナで収入が急になくなった人が相談に来て問い合わせが増えているが、対応するキャパが溢れ気味、という時に、チャットボットを作れば、その前さばきができそう。そこでプロトタイプングを作らせて頂いて、実際にサービスまでもっていく場作りをしている。誰でも相談を持ち込めて、それに対して手伝いたい人は手を挙げて手伝う形にしている。Slack のチャットでも誰でも参加できるようにしているので、こういったところにもいろんな人が相談しに来る。

DIY 都市と言っているが、技術者以外にもどれだけ参加してもらおうかが、これからスマートシティを考える上では大事だし、ぜひ計画に組み込んでいただくようお願いしたい。ただ大阪の場合は今できてないというわけではなく、結構進んでいて、すでにそういう環境にあるとも感じている。

### 3.1.4.2. 主な議論

Q: 途中でコロナのデータのフォーマットの共通化というのがあったが、仕様は公開されているか。

A: 総務省のサイトで提供していただいた。

Q: オープンイノベーション神戸でいくつか積み残しのプロジェクトがあり、結局やってくれる会社が見つからなかったことがあったが、企業が参加しやすいインセンティブは何か。最初はボランティアベースでやってもらい、スタートしてから契約してお金を払うという形は他の自治体も同様か。

A: まったくゼロ円ではないが、活動の補助金程度の金額を払っている形で、これ自体にビジネスとしてうまみはない。神戸と他の地域は同じような形でやっている。

Q: オープンソースのソフトについて著作権が話題になりがちだが、著作権を取り扱うパターンはあるか。

A: ライセンスはプロジェクトによってけっこう変えているが、我々の場合は MIT ライセンスのように一番オープンなライセンスを使って公開することが多い。ものによっては GPL のように改変したものの公開を自由とするライセンスを使う場合もあり、そこら辺はビジネスの在り方次第と思う。

Q: ELSI を実践する意味でシビックテックは大切だが、今までの日本のスマートシティはどうしても行政や政府主導で、市民の顔が見えないプロジェクトが多くて心配している。行政側もシビックテックや市民参加に対してある程度寛容になったり、積極的に取り組んだりといった変化はあったか。

A: 特に自治体はだいぶ変わった。自治体や国は、市民合意がスマートシティの中で非常に大事だと理解したと言っているし、最近は企業からも、一緒に何かやりたいという相談が増えていて、だいぶ意識が変わってきたと感じている。

Q: 市民の中でも年配者は市民参加が不得手だと思うが、若い世代はどうか。

A: これからの部分もあると感じている。Code for のようなコミュニティは各地にあるが、すべての地域で参画認識が高まっているわけでもない。あと参画の意識があっても、時間に余裕がなかったり、意思決定の高度化への参画の経験が少なくてファシリテーションがうまくいかなかったり、何をすべきというところまでしっかり考える時間がなかったりするの、まだまだこれからの部分もあると思う。Code for Japan としてはお手伝いさせていただきつつ、ファシリテーションに力を入れているところである。

Q: DIY 都市で、これならうまくいきそうだという、手応えのある規模感はあるか。

A: 小さいと意思決定もステークホルダーも少なく、その分予算も少ないもののやりやすいと感じる。経験値を貯める上でも、いきなり大きなものをやるよりも、まずは小さい規模をいくつか行った方がやりやすいし、スピード感もある。今は小さなところからやりつつ、あとはスマートシティで、実際にデータプラットフォームを入れているところもありだと思っている。FIWARE のプラットフォームを入れたけれど、あまり使う事例がないというところから結構相談が来ていて、そういったところはテーマが限定されるものの、沢山のデータをどう活用するかという方向性もあるので、そこに対してお題が狭まっている分やりやすい。政令指定都市レベルの大きなものになってくると、ガバナンス体制自体をしっかり組まないと難しいだろう。

Q: ある程度小さい方が回りやすいイメージは持っているが、どういう人から声がかかるのか。例えば市民レベルからか、活性化させたい自治体レベルか。

A: 両方来ているが、市民も自治体もやる気があって、コミュニティも既に Code for 等でやりとりしているところは、やりたいことがクリアに進めやすい。例えば静岡県の裾野市では、もともと我々がデータ活用研修を提供していることもあって、どんなデータがあるのか、どんな課題があるのかがある程度分かっているし、コミュニティもしっかり対話できている点やりやすい。

Q: 裾野市だとトヨタが WOVEN CITY を立ち上げようとしているが、土地柄

や企業の影響はあるのか。

A: WOVEN CITY との関係はある。WOVEN CITY はエリアを区切って、その中で街づくりをしている。関連する企業に裾野市からいろいろ問い合わせが来ているところで、うまくアレンジして市民の役に立つものにしていただく必要がある。そのあたりは市民の合意なしには進めていけない。

Q: 関西とか関東とか、そういった雰囲気もあるか？

A: 東京都もお手伝いしているが、西新宿の再開発とか、お話しさせていただいている。エリアを区切れば可能性はあるのではないかな。

C: 市民目線としてのスマートシティという課題はその通り。インフラが負の側面もあるということも仰っていただいた。是非もっと事例を増やしていただきたい。

都市のスケールという点では大阪市 270 万人は巨大で、さらに昼間は 350 万人に膨れ上がる、その市民の顔というのたいへん難しい。都島南通一丁目といったレベルで、ようやく対話できるスケールになってくる。

大都市の別の面として、大阪市役所の中で ICT 戦略室は 24 の区役所、区長、20 以上の局を相手にしなければならず、各局が市民の相手をする中で、各局の仕事をいかに ICT で支えるかに注力せざるを得ない。

関係性を強調されたところはずごく共有できる。自身もコードを書く中で、特に消防局とは、人命救助のプロである彼らが欲しいソフトを作り、一分一秒でも現場に早くたどり着けることが 270 万市民の命を救うのにつながるという点で、関係性を作れた。

Q: 確かに、いきなり大阪 270 万で DIY 都市ができる気はしない。色々小さい単位でやっていくことになると思うが、一方で大きな大阪市レベルで考えないといけない課題もあると思う。そうすると、小さい単位で考える話と、もっと大きな単位で考える話を、何らかの方法で繋がらないといけないと思うが、どうか。

A: そこはずごく大事だと思う。先ほどのバルセロナのスーパーブロックは、地区単位で考えてもそういった大きな話にはならない。バルセロナの場合は都市生態学庁という組織が、Ph.D を持った人たちをたくさん集めて都市計画を作り、それを地域に落としている。

まちづくりにはある程度スペシャリストや研究というものが必要だが、絵



姿を考えつつ地域と対話しながら微調整していくことが一番理想的だと思う。そういう意味では、この研究会のようところが、行政の都市計画も一緒に考えて、大きな絵姿やビジョンを作りつつ、それを叩き台にして各地域で話をしていくとか、各地域で生まれてきたプロトタイピングから出てきたナレッジをうまく戦略に統合していくような、双方向のコミュニケーションができていくと一番理想的だと思う。

C: 大阪市の全体の絵があって、各現場でやっていることがうまく集められるというのが、スマートシティ戦略室が一応そういう形を作りつつあると思うっていいと思う。

C: 我々がシステムの UX をデザインする際、ある人がこう使うだろうと想定し、デザインシンキングでできるだけ想像できない使い方を想定しようとするが、ELSI の視点ではそれがだんだん拡大し、色弱の人、子供、おじいさんなど、いろんな人を含んで想像を広げていける。さらに、この技術が未来の子供達にとってどうだろう、あるいは地球の資源にとってどうだろう、という点も含めた時間軸も広げていける。シビックテックや市民参加というのは、ある意味、このようなことをシステム屋が考えるための一つのツールとして、非常に重要な視点と思う。

ELSI とシビックテックの二つの話はうまく噛み合っており、是非この観点で議論を広げていきたい。また企業も、そういう視点を持たないといけないと思う。

## 3.2. 第2回 2020年10月26日 テーマ：エネルギー

### 3.2.1. テーマの背景

エネルギー需給をめぐる背景と今後の方向性にまず触れたい。国の政策においては、パリ協定の目標達成に向けた大きな動きがあった。菅総理大臣が2020年10月26日の所信表明演説で、2050年に温暖化ガス排出の実質ゼロ化を宣言したのである。

その内容は、2015年12月に採択されたパリ協定（脱炭素化）への対応として、2050年に温室効果ガス実質ゼロを目標とする。またその前の2030年度には、2013年度比26%の排出削減化の進行を目標とするものである。

なお、省エネの取り組みは従来より継続されている。第5次エネルギー基本計画（2018年7月）では、「徹底した省エネルギー社会の実現」として、AI/IoTやビッグデータを活用し、複数事業者や機器の相互連携による新たな省エネの取り組み推進が必要であり、またエネルギー使用実態に関するデータの更なる活用が重要としている。ここでAI/IoTの使われる場面が拡大する。また、「再生可能エネルギーの主力電源化」や「エネルギー自立の観点から、電化、水素化の進行」についても謳われている。

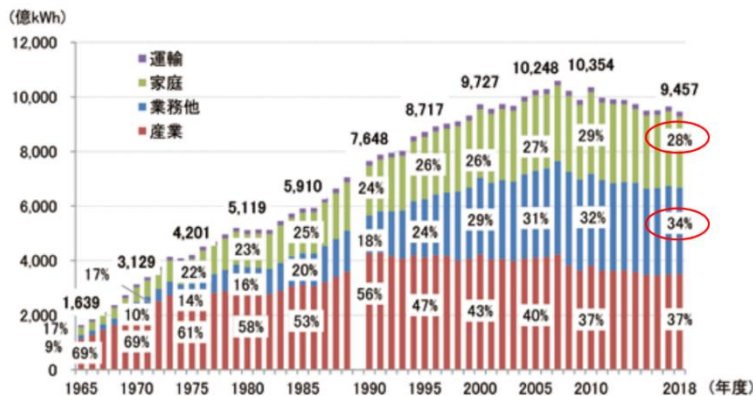
また2020年6月の「令和元年度 エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書）」では、電力ネットワークを取り巻く構造変化として、デジタル化の進展と対応の必要性が挙げられている（表3-1）。

表 3-1 エネルギー政策に関する主な動き

<p><b>パリ協定(2015年12月)への対応(脱炭素化)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2050年までに80%の温室効果ガス排出削減 ⇒ <b>2050年に実質ゼロを目標に</b></li> <li>2030年度には、2013年度比26%の排出削減化の進行</li> </ul>
<p><b>第5次エネルギー基本計画(2018年7月)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>徹底した省エネルギー社会の実現           <ul style="list-style-type: none"> <li>AI/IoTやビッグデータを活用し、<b>複数事業者や機器の相互連携による新たな省エネの取り組み推進が必要</b></li> <li>エネルギー使用実態に関するデータの更なる活用が重要</li> </ul> </li> <li>再生可能エネルギーの主力電源化</li> <li>エネルギー自立の観点から、電化、水素化の進行</li> </ul>
<p><b>令和元年度 エネルギーに関する年次報告(2020年6月)</b></p> <p>「脱炭素化社会に向けた電力レジリエンス小委員会」での議論を下記する。</p> <p><b>電力ネットワークを取り巻く5つの構造変化</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>再エネの主力電源化のための系統増強の必要性</li> <li>電力インフラのレジリエンス向上の必要性 (ブラックアウト防止、地域間連系線等)</li> <li>既存の送配電設備の更新投資の必要性</li> <li><b>デジタル化の進展と対応の必要性</b> (VPPやデマレス等による電気の流れの全体最適化)</li> <li><b>電力需要見通しの不透明化(人口減少に伴う電力需要減、二部都市の人口流入、電化の進展等による電力需要増)</b></li> </ul> <p><b>今後のネットワーク改革に向けて必要となる検討事項(5つの方向性)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① ネットワーク形成の在り方の改革</li> <li>② 費用の抑制と公平な負担</li> <li>③ 託送料金制度改革</li> <li>④ 次世代型の送配電への転換</li> <li>⑤ レジリエンス・災害対応強化</li> </ol>

出所) 筆者が作成。

電力需要全体の増減に関する予測は、デジタル化の進展等の増加要因、人口減少等の減少要因とも影響が大きいため困難であるが、特に民生部門（業務・家庭）で増大傾向にある電力消費は、削減する必要がある（図 3-1）。



(備考) 電力消費の総量は 2007 年をピークとして 18 年まで減少傾向にある。一方、部門別の割合で見ると、産業部門の割合はいまだ最大ながらも 1990 年以降は減少傾向にある一方、同期間の業務他部門の割合は 18 年の 34% (○印) まで増加の傾向、また家庭部門も 18 年の 28% (○印) まで増加の傾向にあり、これら両部門の電力消費の削減が課題となっている。

図 3-1 部門別最終電力消費の推移

出所 資源エネルギー庁 (2020a), p. 152, 図 第 214-1-1. 図中の○印は筆者による。

業務・家庭部門に対しては、従来の、機器・建材に対するトップランナー制度や、ZEB<sup>6</sup>・ZEH<sup>7</sup>の普及推進に加えて、需要側の行動変容や需要家の連携による省エネを促す取組が進められている（表 3-2）。

表 3-2 需要側の行動変容や需要家の連携による省エネ施策

<ul style="list-style-type: none"> <li>・エネルギー消費機器や建材のトップランナー制度、工場・事業場の設置者に対する、省エネ法に基づく判断基準(中長期的に年度平均1%以上の低減)の提示、ZEB・ZEHの普及推進が進められてきた。</li> <li>・<b>情報発信による行動変容【家庭分野・運輸分野】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<b>低炭素型の行動変容を促す情報発信(ナッジ)</b>等による家庭等の自発的対策推進事業(エネルギー消費やCO2排出実態に関するデータを収集、解析し、ナッジやブースト等の行動インサイトとAI/IoT等の先端技術を組合せたBI-Techにより、一人ひとりにパーソナライズされたメッセージをフィードバックし、低炭素型の行動変容を促している。</li> <li>・<b>行動科学の知見に基づく省エネアドバイス等を記載した紙媒体のレポートを一般世帯に送付</b>。送付開始後1年間で、地域毎に1%から2%強の省エネ・省CO2効果が統計的に有意に確認された。スマホアプリで使用量の見える化、使用量の変化に対するアラートメッセージを送る等で、3%強の省エネ・省CO2効果が統計的に有意に確認された。【家庭】</li> </ul> </li> <li>・<b>複数企業が連携した省エネ取組の認定【産業分野】</b>：2018年6月の省エネ法改正では、<b>複数の企業が連携する省エネ取組</b>を「連携省エネルギー計画」として認定し、省エネ量を企業間で分配して報告することを認めた。</li> </ul>
--

出所 資源エネルギー庁 (2020a), p. 239 および p. 243 をもとに、筆者が作成。

<sup>6</sup> 「ゼロエネルギービル」の略。

<sup>7</sup> 「ゼロエネルギー住宅」の略。

需要側での電力需要を抑制すること（デマンドレスポンス）もエネルギーに関する新たな施策である。需要家側で広域の需要量を抑制・制御する手法として、2段階のアプローチが進められている。

まず、時間帯に対応して有意な電気料金の価格差を設け、需給をコントロールする「ダイナミックプライシング」がある。ダイナミックプライシングについては、2011～2015年に全国4箇所で「スマートコミュニティ」<sup>8</sup>の実証実験が行われた際、そのうちのひとつとして、後出の北九州市で実験が行われた（図3-2）。さらに一般消費者へ浸透を狙い、スマートメーター導入、小売事業自由化による環境作り等が進められている。

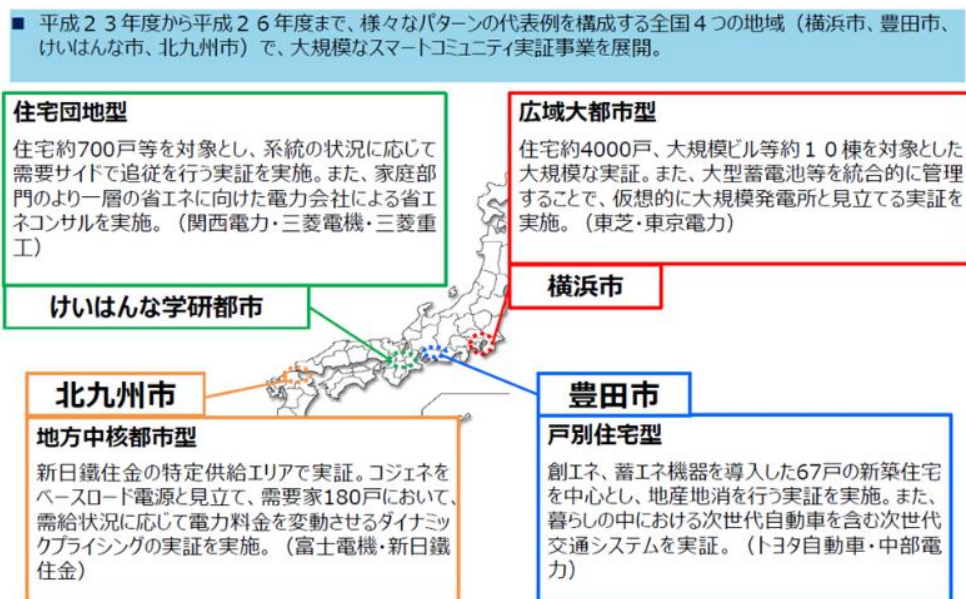


図 3-2 「スマートコミュニティ」の4地域における実証実験の概要

出所）： 資源エネルギー庁（2016），p. 6.

次の段階として、各需要家による電力消費の削減を集約（アグリゲーション）し、これによって得られた電力消費の余裕しるを「バーチャルパワープラント」（以下VPP）と呼び、あたかも発電所の発電力と同様に市場で取引すること（ネガワット取引）がある（図3-3）。これについても、2017年4月にネガワット取引市場が創設されるとともに、同年11月、「エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス<sup>9</sup>に関するガイドライン」が公表され、ネガワット取引市場の仕組みも整えられつつある。

<sup>8</sup> 資源エネルギー庁ウェブサイト

([https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/advanced\\_systems/smart\\_community/about/fallback.html](https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/advanced_systems/smart_community/about/fallback.html))によれば、「家庭やビル、交通システムをITネットワークでつなげ、地域でエネルギーを有効活用する次世代の社会システム」を指す。

<sup>9</sup> デマンドレスポンスや、VPP等の事業を指す。

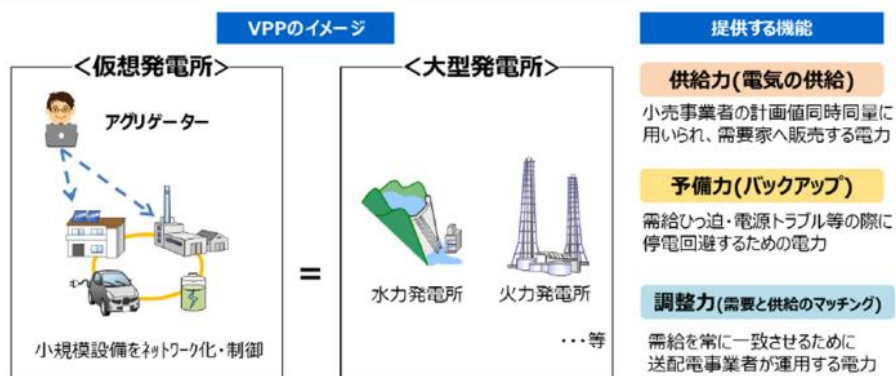


図 3-3 VPP のイメージと、VPP が提供する機能

出所) 資源エネルギー庁 (2020b), p. 2, 図 1.

### 3.2.2. 課題認識と講演内容

前記した脱炭素社会の実現を目指す中で、生活習慣や心理的バイアスをはじめとする人間行動や、AI、IoT 等を利用した行動変容の実例をもとに、その現状と課題を検討したい。そこで、北九州市で行われたスマートコミュニティ実証実験について、北九州市立大学経済学部教授の牛房義明氏に講演いただいた。

一方、建築設備においても、ZEB (ZEH) 実現を目指したエネルギーマネジメントの高度化は絶えず求められており、さらに広域の需要家の連携、VPP 等、より広汎な連携も進められている。その中で建物設備における AI・IoT の役割と活用の現状、さらに今後のスマートビルのトレンド、ビルオートメーションシステムの役割について、アズビル株式会社 AI ソリューション推進部 企画グループ シニアエンジニアの近田智洋氏に講演いただいた。

### 3.2.3. ゲスト講演 牛房義明氏 (北九州市立大学経済学部教授) 「脱炭素社会実現に向けた次世代エネルギーシステムのデザイン」

#### 3.2.3.1. 講演の概要

今回この研究会では「脱炭素社会実現に向けた次世代エネルギーシステムデザイン」ということでお話しさせていただくが、実質、2010 年から 14 年度に実施された、経済産業省の「次世代エネルギーシステム実証スマートコミュニティ実証」での北九州の実証と、私は直接関わっていないが、指導教官である京都大学の依田高典先生が実施された、けいはんなの事例を報告させていただ

きたい。ナッジの話であったり、どう習慣形成をしていくかも関係する。

初めに、AI や IoT の活用の可能性をお話ししたい。IoT に関しては、スマートメーターで 30 分単位でデータを取るとか、ホームエネルギー管理システム (HEMS) で分電盤単位でデータを取っていくということで、かなりのビッグデータを取ってくるので、我々の研究の技術的なインフラになる。AI に関しては、人工知能の指す範囲が広く、機械学習、深層学習、強化学習など色々あるが、我々は機械学習、特にランダムフォレストを応用して研究しており、そのお話も少ししたい。あと価格メカニズム、経済的なインセンティブ、ナッジについて、エネルギー分野でどういった研究がされているのかも話しさせてください。省エネや節電に対する行動変容を経済学的なアプローチ、ナッジ、あとインセンティブが効くのか効かないのか、もし効かない場合はどういったバイアスや障害があるのか、あと行動変容、ライフスタイルをかなり変化させてまでの行動変容というのがどこまでできるのか、そういう話もさせてください。三つ目の行動変容に関して、ライフスタイルを大幅に変えるのは規制とかがないと厳しく、ナッジで対応するのは限界がある。

ところで、デマンドレスポンスとは、需給が逼迫している時や電力系統が不安定な時に、需要側に対して節電要請をかけるものである。節電を価格メカニズムを用いて実現するか、報奨金で実現するか、または節電要請で言葉のみで「節電に協力してください」という方法がある。

デマンドレスポンスの実証は 2012 年度から 2 年間ほど、横浜、豊田、けいはんな、北九州で行われた。北九州が最初で、二番目がけいはんな、次いで豊田や横浜である。北九州に関しては私も途中から分析に参加させてもらっており、これから詳しくお話ししたい。最初に言葉の説明をすると、限られた時間帯に電気の使用量を減らしてもらうのが節電。省エネというのは、例えば、一日とか一年通して電気の使用量を抑えるもの。

これからお話しする内容は、金銭的なインセンティブと非金銭的なインセンティブになる。金銭的なインセンティブはダイナミックプライシング、またはピークロードプライシングというもので、ピークロードプライシングは、スウェーデンやロンドン、シンガポールなどで実際に車の交通量の制御に使われている。電力に関しては、時間帯別料金というのが相当する。オール電化の家庭だと、昼間は高く夜は安いというピークロードプライシングがある。それに対して、ダイナミックプライシングは、クリティカルピークプライシングと言って、電力が逼迫している時間帯に、5 倍や 10 倍に急激に電気代を上げるものである。ナッジに関しては、後半でお話しさせてください。

エネルギー使用を抑制するアプローチは、法律で協力してもらう規制的手



法、価格メカニズムやダイナミックプライシングを使う経済的手法、情報提供による情報的手法（ナッジに相当）がある。我々はナッジ、特に、こういう介入をしたら、どう人々の行動が変わるのかということで、原因と結果を考える因果推論を利用する。あと北九州やけいはんなのようなフィールドを実際を使って社会実験を行うフィールド実証の設計、実施を行い、因果関係を客観的に把握するために、介入するグループ（トリートメントグループ）と、コントロールグループ（対照群）で、対照群を基準にどれだけ効果があったかを比較していくランダム化比較試験を利用する。

ここから北九州の実証についてお話ししたい。ここにある、富士電機が開発した地域節電所（CEMS）を用いて、北九州の東田エリアの事業所やマンションの住民のデータをスマートメーターから収集して、電気代をこの時間帯上げますというメッセージを宅内表示器に表示させ、節電に協力してもらうという社会実験を行った。

グループ分けに関しては、コントロールグループ（対照群）が69世帯、それに対してダイナミックプライシングを適用したグループ（介入群）が120世帯になる。全部オール電化の集合住宅とマンションの住民を対象に実施した。北九州では実際に電気料金を変動させたが、前日の予想気温が30℃以上だと、翌日のピーク時間帯の電気料金を50円/kWh、75円/kWh、100円/kWh、150円/kWhを、ランダムに、それぞれ10日間ずつ実施した。冬の場合、ピークが来るのが朝と夕方なので、それに合わせて料金を変動させた。けいはんなの実証の場合は仮想的なものだが、北九州の場合は日本製鉄の工場から出るエネルギーを東田エリア一帯に供給している特定供給エリアになる。

2012年度の夏の結果では、実際に電気料金が上がって電気の使用量が減ったグループと、電気代を上げなかったコントロールグループとの差が、料金が上がるにつれて、少しずつ大きくなっていることが読み取れる。

2013年度の冬はもう50円/kWhと100円/kWhしか別料金体系を設定しなかったの、75円/kWhや150円/kWhはない。1回目の2012年の夏は、価格が高くなるにつれて節電量も増えた。経済学でいう需要の法則で、価格が高くなれば需要量も減る。冬の実証でも節電量が増えるはずだが、2回目以降は価格が高くなっても、例えば75円/kWhから100円/kWhに変化しても節電量がさらに増えなかった。あと2013年の夏も、50円/kWhの時に節電効果はあったが、75円/kWhでは50円/kWhの時のような節電効果はなく、100円/kWhでも同様で、75円/kWhの時のような節電効果はない。このような感じで、電気料金を上げたからといっていつも節電効果が大きくなるとは言えなかったため、既存の経済理論で説明のつかない現象もあるということが、複数回やることで確認された。

次に6月～9月の4ヶ月の電気料金を上げたグループと上げなかったグループで、どれくらい電気料金が安くなったかを比較すると、ダイナミックプライシングを導入したからといって、電気料金が高くなっていないということが、夏の場合には言える。一方で冬は結構厳しく、実証参加者はオール電化の世帯であるため、冬のダイナミックプライシングでは電気代が安くないというのが確認できた。

先ほど、価格が上がるにつれて電気の使用量が減るとは限らないという話をしたが、北九州では一つ仮説を立ててみた。電気代が高くなると言った時に協力してくれた住民は、1年目は50円/kWhだったらこれくらい節電しよう、75円/kWhだったらこれくらい、100円/kWhだったらこれくらい、150円/kWhだったらこれくらいだという価格に合わせて行動してと思われる。2回目以降は、月々の電気代が思ったほど高くならなかったことを実感したので、ダイナミックプライシングを発動される際に電気料金に関係なく、一斉に家電製品を使わなくなるといった最大節電行動をとるのではないかとということ、データに基づいて調べた。その結果、一気に最大の節電行動、冷蔵庫以外は全部電気をオフにした人がダイナミックプライシングに参加した軒数のうち6.5～8.8%おり、彼らが一気に節電したことで10～19%のピークカットとなる効果があったが、それに貢献した6.5～8.8%のさらに半分の人たち、つまりごく一部の人が全体の節電効果に貢献している可能性が北九州のデータから確認された。そのため、ダイナミックプライシングを導入した世帯が約120世帯いたが、その世帯全員が節電にかなり大きく貢献したことは確認できなかったことと、後で紹介するが、世帯によって節電の介入効果が異なるのではないかと考えられる。

価格が変わった時にどの価格帯で変化したかを整理したところ、50円/kWhで一気に節電する人がおり、あと75円/kWhになったら少数いた。しかし100円/kWhになったらあまり節電しなかったり、150円/kWhになったらまたさらに一気に節電する人が少し増加したということが、データから確認できた。

次に、どういった世帯属性を持った人が一気に節電したかを整理した。高層階に住んでいる世帯、家の床面積が狭い世帯、普段からあまり電気使っていない世帯、世帯人数が多い、または学歴が高い、ということが統計的に有意という結果が出た。また、家族構成、インセンティブ、節電プログラムの導入は、統計的には有意でなかったことが確認された。

けいはんなでの実証に関しては、特に習慣形成といって、ダイナミックプライシングが導入されたら、その後の節電や省エネを行う習慣が形成されたのか、また、節電要請とダイナミックプライシングで結果はどう違うかということ、京都大学の依田先生らの研究グループが中心に分析されたので、その研究



内容をお話ししたい。

けいはんなでの実証は北九州と同じ時期に実証を行ったが、参加者は700人近くいた。ベースラインになるコントロールグループ、節電要請するグループ、ダイナミックプライシングを導入するグループの3つに、実験参加世帯をランダムにグループ分けして実施した。ダイナミックプライシンググループの料金体系は、北九州ほど高くはない。

ダイナミックプライシングと節電要請を13～16時の時間帯に行った際の節電効果をグラフで見ると、価格の方が節電には強力で、節電要請だけだと節電効果は弱いということが確認できる。

では節電の効果は持続するののかということを見れば、夏と冬の実証実験期間中、ダイナミックプライシングと節電要請のどちらも初めは節電効果が大きく、次第に効果が下がっていくものの、節電要請の方では本当に効果が小さくなっており、ダイナミックプライシングの方が継続性は強い。

実証期間が終わった後の習慣形成を見るために、電気の使用量はどれだけ減ったかを（これは省エネ効果とみなす）、2012年秋と13年春で確認した。ダイナミックプライシンググループの方が12年は約8%、13年は約7%の電気使用量が少ない一方、習慣要請のグループでは効果がほぼゼロということが確認された。またアンケートからは、家電買い替えよりも家電の効率利用について、習慣形成がなされたというエビデンスが得られている。

ここからは機械学習を使ったお話をしたい。今までは、一世帯当たり平均の節電効果、ピークカット効果を見てきた。ここからは、個々の世帯がどれくらい節電に貢献しているか、一人一人がトリートメントグループ（ダイナミックプライシンググループ）に割り振られたら、たくさん節電している人もいれば、あまり節電していない人もいたので、その分布を機械学習の手法を使って分析した研究を紹介したい。

この研究では中部電力管内の消費者954世帯に対して、Webを通して節電社会実験を行った。こちらはコントロールグループが327世帯、そして後で紹介する「見える化」だけのグループ、「見える化+社会比較ナッジ」、「見える化+リベート」のグループに分けた。ここでの「社会比較ナッジ」とは、他の人と比べてどれくらい電気を使っているかを情報提供するものである。リベートとは、経済的なインセンティブとして、価格を設定し、これくらい節電してくださいというのではなく、協力してくれたら1kWhあたり100円の謝礼を渡すという実験設計である。

コントロールグループと節電に協力したら100円の報奨金を出すリベートのグループは、「あなたの1日のエネルギー使用量はこれくらいで、ピーク時はこんなに使っています」という情報提供をしている。加えて「社会比較ナッ

ジ」では、「よく似た世帯と比べて何パーセント電力使用量が少ない、または多い」という情報を表示した。

その結果、社会比較ナッジの節電効果はゼロだった。リベートの節電効果は4%あった。

次に、ランダムフォレストを発展させたコウザルフォレストという手法を使って、どの説明変数が最も電力使用量に影響を与えるのかを見たところ、普段どれだけその世帯が電気を使っているかという「ベースライン電力消費量」が、予測に対する説明力が一番高いことが確認された。

分布をより詳しく見ると、世帯によって普段使っている電力使用量、つまりベースラインにはばらつきがある。ベースラインを横軸、節電効果を縦軸にとり、各世帯のベースラインの分布を見ると、社会比較ナッジのグループでは、ベースラインが約0.5kWh以上の世帯は電力消費量が増えている。一方、0.5kWhより下の世帯はマイナスの範囲に分布しており節電効果がある。リベートのグループでは、全ての参加者の電力消費量が減少していることが確認された。

このようにコウザルフォレストを利用すれば、ナッジやリベートの介入により、どの世帯がどういう形で、どれだけ節電をしているかを推定できるので、例えば社会比較ナッジによるトリートメント効果、つまり節電効果がない（節電しない）人に対しては、リベートを導入すればさらに節電効果が高まるのではないかと、ということがこのグラフから言える。

ここまでの北九州、けいはんな、中部電力の消費者に協力してもらったオンラインの実証実験の結果である。少し北九州の話をさせてもらおうと、先程お話しした東田エリアの「北九州スマートコミュニティ創造事業」は2014年度に終了した。他の事業としては水素タウン事業があり、近いうちに次の水素実証を実施する予定である。玄界灘に面した響灘エリアでは、港湾エリアに2022年度に220 MWの洋上風車が着工される予定である。三菱ヴェスタスの9.5 MWの風車を25本設置し、洋上風力発電事業が本格的に開始される予定である。また、東田のスマートコミュニティ創造事業を踏まえて、城野エリアというところでは、「城野ゼロカーボン先進エリア」として、賃貸・集合住宅・戸建合わせて約700世帯が住む街になる。こちらは、戸建て住宅には太陽光とエネファームまたはエコキュート、あと一部蓄電池があり、HEMSはほぼ標準装備で、CO2削減のまちとして取り組んでいる。今後はHEMSデータを活用して、省エネ高断熱のZEH標準の家（理論的にはCO2を120%削減可能）が本当にゼロカーボンを実現しているのかを検証する予定である。

### 3.2.3.2. 主な議論

Q: 先ほどの AI の分析から、ベースラインがかなり効くとすると、世帯所得の低い人は余裕がないだろうし、逆にある人は余裕があって、一律にプライシングをかけてもうまくいかないと思われるが、どうか。

A: 今後そういうことがデータで分かってくるが、あとはどこまで情報を活用していくかだと思う。今回は協力者からデータを提供してもらったので分析できたが、一般的に社会実装しようと思えば、そういう個人情報の問題もあるので、どこまでが本当にできて、どこまでが本当にビジネスとして成立するのか、が課題ではないかと思う。

Q: 今回は割と住む所を限っているから、世帯所得のブレはあまりなかったか。

A: 東田はその通り。けいはんなはわからない。

Q: けいはんなも割と公務員村なので、そんなにはないのではないか。今のような話があると、プライシングって社会的には割と大きな問題になる。

A: その通り。実際どこまで本当にエネルギー事業所がプライシングを導入するか、本当にビジネスベースで考えないといけない。我々は学術的に、こうやって効果がある、ないと言っているだけなので、本当に社会実装することが、それが事業者にとっても、消費者にとっても、また社会全体に対してどこまでいいのか、は検討すべきだと思う。

ダイナミックプライシングを使えば電気の使用量が減るから、老朽化した火力発電所を使わなくてすむといったことを、費用便益分析という手法を使って、従量料金が 100 円/kWh 前後だったらやる価値があると試算したことがある。ただ、それだけではなくて、電力系統の設備投資のところも考えないといけないが、経済学が専門であるため、試算には限界がある。本来なら、電気工学の知見も取り入れて、ダイナミックプライシングやデマンドレスポンス導入による電力インフラ投資の節約を試算するのが理想である。

Q: 負荷が普段 3~4 割の話と、非常に逼迫して 8 割になって、さらに少し増えたらどうするかという時に、緊急対策としては非常に意味があるかもしれ

ない。しかしそうすると高速道路と一緒に、どこかが渋滞するとそっちに乗り移って、乗り移った方が混むので、安い方にまた集中して、両方をフラクチュエーションする効果が、逆方向にまた出てくるといふことか。

A: その通り。先ほど言ったように、ダイナミックプライシングは普段からやるわけではなく、需給が逼迫する夏や冬のピーク時であるため、ダイナミックプライシングの発動は年間に 25 日とか 20 日ぐらいと思う。昼間電気を使わない人にとっては、ダイナミックプライシングが導入されてもむしろ得になるので、自分の電気の使い方をちゃんとわかっていたら、ダイナミックプライシングが導入されても不利益にならない。その辺をアドバイスやサポートするサービスが出てくるとよい。

Q: 実績を見ると、使い慣れ効果と言うか、2 年目、3 年目にだんだん効果が減っている気がする。ピーク時しかやらないので、その瞬間だけはずごく割引率が高く見えるのに、月平均の電気料金で見たら、去年の 8 月よりも今年の 8 月がすごく安くなったわけではなく、ダイナミックプライシングに合わせて節電しても、月トータルでみるとあまり効かないという感情を持たれたか？という印象を受けた。

そう考えると、むしろクリティカルピークプライシングのように、Time of Use=時間料金で、予め電気料金が夜は安いといった形で 365 日効く時間帯別料金の方が、結局効果的かという印象を受けた。ご見解はどうか。

A: ダイナミックプライシングはクリティカルピークプライシングの一種で、ピーク時の従量料金が 5 倍、10 倍になる。Time of Use(時間帯別料金)はクリティカルピークプライシングほどピーク時の従量料金は上昇しない(2 倍程度)。ダイナミックプライシング、クリティカルピークプライシングは需給逼迫に対応する料金メニュー、ある限られた時間帯の電力使用量を抑えるため(節電)、月単位の電力使用量の削減効果(省エネ)は期待できない。

C: ありがとうございます。結局、電力会社として設備投資を抑制する効果がないと意味がないので。

Q: 北九州の例を挙げられたが、北九州は IT のようなものに対して非常に先進的というか感度がいい。10 年ぐらい前、九州工業大学の尾家祐二先生が中心になって北九州市の IT 化をお手伝いしたことがあるが、今も非常に先進的なチャレンジをやっておられる。何かそういう風土が北九州市にはある

のか。

A: 隣の福岡市は何もしなくても人口がどんどん増えて、栄えており、一方、北九州市は人口が減って100万人を切り、なんとかしないといけないという危機意識がある。そのため、北九州市は企業を誘致したり、国の補助金でプロジェクトを立ち上げている。ただ、市が率先して地元企業に声をかけているため、行政が主体になって企業が主体になっていないところがある印象。

Q: 今回のダイナミックプライシングでは、横一線でこの地域にいる人の値段を変えるという形。しかし、節電してくれやすい人を集中して攻めるやり方もあり得ると思う。攻めやすい、攻めにくいがある一方、逆に救急病院のようなところにこんな料金メニューを適用するのはどうかと思う。個別最適化はIoTの得意なところだが、そういうことは将来的にありうるか。

A: あると思う。電気の使用量と使用料金が今は1分単位でも取れるので、スマートメーターで細かいデータを取ることで、たくさん使っている時間帯に合わせた料金メニューが作れるし、事業者は年間の一番高いデマンドで年間の基本料金が決まっていくので、そこを下げるだけでもかなり節約になる。設備を更新するのか、更新しないで効率的な使い方をするのかというところを、エネルギー会社と相談しながらやっていくというサービスはあると思うし、一律料金ではなく、それぞれに合った個別料金メニューが将来的にはできる可能性はあると思う。実際それをやろうとしている新エネルギー会社もあると思う。

Q: 今これは一軒一軒の需要家に相対で契約していると思うが、マンション単位、町内会単位のように、管理の単位を変えれば違うオプションが出てきそうか。

A: 出てくると思うが、これまでは国や行政が社会実験をするということで、住民に関心を持って参加してもらったが、マンションや街の単位になると住民主体でエネルギー会社を変えるのはなかなか難しいと思う。城野エリアもゼロカーボンに取り組んでいるが、住民は街中の環境がいいから家を買ったという感じで、ゼロカーボンに貢献したいから家を買うという動機はほぼないと思っていいので、その辺は難しいと思う。

C: 若干補足すると、電気事業法上は一需要場所一契約が大原則。複数の需要

家を一本の契約にするのは法律上できない。マンションだと共同受電のような形を取れば、大数効果が出てくるので需要が平準化し、最大電力を下げる効果はある。

G: 少し補足すると、ブロックチェーンによる P2P の取引も、経産省や環境省で実証実験を始めている。どこまで実現できるか分からないが、一個人でも今後できる可能性がある。ブロックチェーンのようなものを活用し、本当に自分が電気を作って売る、電気事業法上は小売事業者として登録しないといけないので無理だが、そういうことも可能かという実証実験がされているので、いつかは分からないが、そういうマーケットが今後出てくる可能性はあると思う。

C: その場合、送電線の使用料の問題を解決しないとイケない。

G: それと託送料金が必要になる。

### **3.2.4. ゲスト講演 近田智洋氏（アズビル株式会社 AI ソリューション推進部 企画グループ シニアエンジニア）「AI, IoT 時代に進化するビルディングオートメーション」**

#### **3.2.4.1. 講演の概要**

本日は、主に快適性とビルのエネルギーに関して、自社の事例をベースにご紹介をしたい。主に自社事例を中心に、建物設備に起きる AI/IoT 活用事例と、今後の変化として、ビルの快適性に注目している社会トレンドと技術革新の紹介、そしてスマートビルの取り組みの概要をご紹介したい。

弊社には大きく三つの事業がある。一つはビルディングオートメーション（BA）事業で、ビルの空調の制御をする事業。二つ目はアドバンスドオートメーション事業で、石油精製や化学プラントといった、工場・プラント向けの自動制御をする事業。三つ目はライフオートメーション事業で、水道メーターとかガスメーター、住宅の全館空調等を行う事業である。本日は BA 事業を中心にご紹介する。

ビルのライフサイクルは非常に長い。弊社はまず建物の新築段階の BA、20～25 年経ったころのリニューアルとそのサービスを行っている。製品群では、

計測と制御のシステムを賄っており、湿度センサーや温度センサーといったセンサー、それを操作する操作端、その情報を受けて空調機を制御するコントローラーがある。また、コントローラーの監視機能をもつ製品とサービスの製造、セットアップを行っている。このようなシステムからのデータを利用し、遠隔からの建物管理のお手伝いや、要望があればエネルギーマネジメントやコンサルティングのサービスも手がけている。トータルな BA のサービスを行っている。

弊社のデバイスで IoT に近いものをご紹介したい。まず流量を計測して通信する ACTIVAL™ というバルブがある。従来、流量を制御するには圧力センサーや流量計をつける必要があったが、電磁弁と圧力計、温度計をミックスし、エネルギーも計算できるため、一つのデバイスで制御に使える商品として BA システムに組み込んでいる。これを組み込むことで、水の搬送動力を、これまでの制御より非常に低減できる。こういった IoT デバイスと組み合わせることで、ビル全体の省エネにも貢献する取り組みを進めている。

申告空調システムとは、居住者の温冷感の好みに対応するために、温度と湿度の計測に加えて、従来のリモコンと異なり、人の申告に基づいて暑い寒いを制御するコンセプトで開発したシステムである。制御カードに、人が暑い、寒いといったコメントを打つと、そのエリアにいる人の好みを判断し、コントローラーが集計して制御する。これまでの制御に比べて非常に快適という成果も実際に得られており、外出してすぐ戻ったときのように一時的に暑いのか、それとも常に暑いのかを内部的に判断して、恒久的に快適な空間を作るという機能もサーバー側に組み込んでいる。

最近では赤外線アレイのデバイスを開発した。焦電センサーと似ているが、通常の焦電センサーだと動いていない人を検知できない、もしくは人の服が見えないという課題があった。赤外線温度を計測する人数をカウントし、居住者の有無に合わせた空調もしくは省エネ制御と、その入力を使って、ゾーンごとの推定人数、さらに外気を取り入れる制御だと、従来は温度センサーや CO2 センサーで負荷を見ていたが、熱画像もしくは RGB 画像を使いながら、フィードフォワード的にあらかじめ内部負荷を見込んで制御するという、新しい空調の仕組みが可能になる。

次に、熱源の最適制御である。これは予め 1 日の空調熱量、もしくは冷水、温水、蒸気のマルチな予測を行い、機器熱源の運転をどう組み合わせるかを最適化して、どのような運転をすれば発停回数を少なくできるか、もしくは CO2 を少なくできるか、電力を少なくできるかという計算をして、ガイドしたり熱源コントローラーを制御したりする、クラウドのアプリケーションである。AI

による需要予測ももちろんだが、実際にどう運転するかにはいろんなバリエーションがあるので、最適化することが重要になる。また、年間のガスの最低引き取り量やデマンド、中長期の計画も組み込むことができる。1年間のトータルエネルギーコストを見積もるのは難しい部分もあるが、こういったものをガイドしながら自動制御する、クラウドアプリケーションに取り組んでいる。

クラウドの話をしたが、現場に置くデバイスとしては、AI用のコントローラーを開発している。建物設備は非常にライフサイクルが長く、ハードウェアをずっと供給できることと、壊れないという信頼性が求められる。また、既存のBAシステムに接続できるかという課題もあり、これまでのシステムとの親和性の高いプラットフォームを準備した。AIは、何か一つの手法で全ての課題を解決できるというものではないため、AIのいろんなプラットフォームを組み込みながら、お客様のニーズに応じたアプリケーションを組み上げるプラットフォームを準備しつつある。

自社の工場でAIのコントローラーに、室内モデルと電力の消費量のモデルを作り、さらに最適化するためにコイルの熱量やファンの動力を最適化するモデルを準備して、約2ヶ月間実際に運転したところ、吸気のファン動力を落とすことで電力量を約13%削減する効果が得られた。このようなアプリケーション、あるいはAIのソリューションにも取り組んでいる。

昨今ディープラーニングが盛んに開発されているので、BAシステムへのディープラーニングの応用に取り組んでいる。居住者の状態をより細かくセンシングできないかということで、これまでのセンサーでセンシングできなかった人の表面温度や距離を空調制御に利用する取り組みも進めている。こういった取り組みの中で、2019年のスマートビルディングEXPOでデモンストレーションを行い、この空調制御を使いたいねというようなお客様のフィードバックをいただいている。こういった取り組みを段階的に製品もしくは実際のフィールドに反映していきたい。

熱画像をどう応用していくかだが、先ほど紹介した表面温度と距離から、暑い寒いが分かるようにしたいと考えている。快適性を推定する一つの手法にPMV（予想平均温冷感申告）という指標があり、0を中心として7段階で表される指標で、0が一般的に快適と言われるものである。人の快適は着衣量や活動量で変わるが、人の外面温度から推定しようとしている。

まず環境温度、放射量も含めて赤外線のカメラを撮り、人の部分を検出して、周辺の温度を問引く。そしてセグメンテーションをして、人の表面温度を解析し、PMVを個人に対して計測するという形で、個人の快適性を制御に使っていく技術開発を進めている。



今までは室内側の話をしてきたが、エネルギー管理にはAIをどう使っていくか。BAのエネルギー管理システムをBEMSというが、その蓄積データから、普段の運用と異なっているとか、運用が違うといった気づきを、ビルの管理者に与えられないかということが大切になる。過去の、運転パターンの似ている日を自動選択して、その中でちょっと運用が違う日、具体的にはエネルギー消費が増加している日を検出して、何か問題があるんじゃないかというのをガイドする仕組みである。1日のトレンドのグラフと、時間帯別のエネルギー消費の推定増加量をグラフに表示し、エラーがありそうなシステムをランキング等の形で順番に示すことで、どこから対策を取れば良いかをビル管理者に提供する。

日々の消費パターンから行うパターン解析と別に、長期的なエネルギーコストの変化点をケアする技術もある。電力量や気温等のトレンドを見て、人間が見ても分からないが、少しパターンが変わったところを表示してガイドする技術である。これによって、例えばメンテナンスや何らかの設定変更をしてから運用がおかしくなったといったことをガイドし、中期的なエネルギーコストの変化点や、何らかのエラーがあるんじゃないかという気づきを与える。以上、建物設備におけるAIとIoTの活用事例をご紹介させていただいた。

次に、今後の技術開発トレンドで、特に着目されている快適性についてご紹介したい。省エネは、ビルでは取り組んで当然というマインドがあるが、それに加え、国内でも海外でも室内の快適性についてのニーズが高まっていると感じている。

日本の認証関係でいうと、CASBEE ウェルネスオフィス評価認証では、居住者自身が操作可能な制御や、居住者の不快感を低減する対応が重視される。同認証のマニュアルには、特にIoTも重要だということを意識した記述がある。IoT等の利用による個人の温冷感を検知した最適制御可能なシステムによって、評価を一段階上げるというもの。IoT/AIを使うことで加点されるので、これから国内でも室内側の快適性にIoT等を活用する流れが進むのではないか。

海外の事例になるが、アメリカの空調冷凍学会（ASHRAE）では、スマートビルに関わる二点、Resilient BuildingsとIAQ（室内の空気質）を明確に定義しており、国内外ともに室内側の快適な空調を実現する流れができつつあると考えている。一方、こういった認証の話だけでなく、居住者の状況をより細かくセンシングできるデバイスも出てきている。先程ご紹介した可視画像の監視カメラや赤外線カメラのような、点で測るのでなく面で測る情報や、タグ、ビーコンによる位置検知や人流解析、バイタルセンサー（人の生体情報）、これは人の生態を測るので、心理的なものも含めて空調に使う可能性が出てくる。また、三次元計測、人が自ら申告するデバイス、あとはシミュレーショ

ン、CFD、そういったバーチャルセンシング、流体解析等の応用で、居住者の快適性を高めるセンシングができるのではないかと考えている。

弊社のいろいろな取り組みの中で、先ほどのPMV等、それぞれのエリアの快適性をフィッティング、チューニングすることで、そこにいる人たちの感じ方を補正しながら空調を制御する。具体的には室内温度センサーや赤外線センサー、もしくは在席者の申告の情報等を使い、PMVをフィッティングして、寒い人が多いモデル、暑い人が多いモデル等をチューニングしながら、それを最適な制御に組み込む取り組みを考えている。ただ従来の空調システムでは、風量の制御できる範囲が一般的に80~100 m<sup>3</sup>と言われており、今後、人に寄り添ってより細かく制御する必要があるので、オフィスを細かい単位に区切って空調する、操作デバイスや空調システムの提供開発が望まれている。こういったデバイスの開発も、センシングと並行して必要と考えられる。トータルで制御する仕組みとして、画像センサーに加えて、構造化データとして画像とか音声もあるかもしれない。暑いとか寒いとか、人の発言をトレースして入力する。それと実際の建物ではセンサーが設置されておらず、あまり計測されていない気流や温度分布、また、顔などの新たな情報をバーチャルセンシングして人の感じ方のモデルと融合することで、よりきめ細かく制御しながら、いつでもどこでも快適な職場環境を提供するスマートワークプレイスが目指すところかと考えている。

空調関連については以上だが、参考までに、今後AIを活用したスマートビルに関して、設備管理の効率化、セキュリティ、テナントサービス向上に向けて考えられることを挙げさせていただく。

一つは設備運用管理で、MR<sup>10</sup>等を使いながら、熱源や盤のメンテナンス情報と合わせることで業務の効率化や省人化、省力化に繋がる。もしくは環境管理・監視に関して、認証については、例えば室内環境がどのように維持されたかを帳票で管理するのではなくビルシステムと連携することで、申請や認証の手続きが簡易化できれば、もっと認証も進むのではないか。あとは混雑・人流把握。画像AIを使えば、例えばレストランの混雑状況や、在宅勤務が進んでくると、オープンオフィスになってくると、どの椅子が空いており、グループ単位でどう座るかといったことに活用できるかもしれない。また、リアルタイムセキュリティ・BCP対応として、例えば画像を使って警備員に、不審者がいるといったことをアラートする。我々の業務から離れるかもしれないが、そういった活用も出てくるのではないか。災害時には優先順位をして対応するという事も聞いている。震災の影響で、5階のフロアでかなり物が倒れていると

---

<sup>10</sup> Mixed Reality(複合現実)の略。

か、10階は大丈夫ということが分かれば、どこにどういう対応をすればいいか分かる仕組みを準備することで、緊急時の対応も取れると推測される。

次に、セキュリティの話を少ししたい。昨今、顔認証の技術は、カメラの当たり方によっては非常に向上していると考えている。既存のビルシステムと連携することで、入退室管理に活用していければと申し上げている。あとBCPでは、弊社の私がいる約1600人のオフィスでの避難訓練の事例になるが、今までは避難訓練時にリーダーが、部署ごとに人がいるいないをチェックしており、かなり時間がかかったと聞いている。例えば入退室に使うカードリーダーを使うことで、1600人の点呼が10分で完了する。カードリーダーだけでなく、顔認証システム等を活用すれば、安否確認を今後活用していけると感じている。

昨今、安全安心という観点でのBAということで、病床を等圧でコントロールしている場合は空気が外に漏れるが、パンデミックのような時は、陰圧に変えて空気が外に出ないようにする。これもセンシングやBAが貢献できる。例えば換気量制御にも、人数を検知した結果、早めに排気を強くするといったことに活用できる。今後の取り組みになるが、安全安心というキーワードの中には空調制御も貢献できることが多いと考えている。

三つ目は、個々の建物のBAやワークプレイスの快適性を高めてスマート化するお話をしたが、今後BAシステムがスマートエリアマネジメントもお手伝いできるのではないかな。

スマートシティはいろいろ議論があり、環境エネルギーの平準化、地域防災でBAが貢献できることが大きく三つあるのではないかな。一つは、使用可能エネルギーに応じた負荷配分制御に使える。似た話として、発電方法、電熱デマンドを制御できる。あとVehicle to Buildingということで、EVとの連携が想定される。先ほどもVPPの話があったがBAを統合することで、アグリゲーターが取りまとめて運用することで需給バランスを取るという取り組みもBAを活用できる。具体的には再生可能エネルギーや、電力もしくはビルの熱需要自体をコントロールしながら需給バランスを取るということで、BAシステムを統合してアグリゲートすることで、効果的に活用できると思う。その一例として、考え方を三つご紹介したい。

一つはデマンドレスポンスだが、弊社でAutoDR™というシステムを組んでおり、デマンドの要求があった場合、需要家に対してあらかじめ準備しておいたファンや設定温度の緩和をしながら熱の負荷を下げ、結果的に電力を下げる。従来のデマンドレスポンスには手動という部分があるが、弊社のシステムはセンターからAutoDR™に信号を出力することで自動的に制御する仕組みを準備しており、ビルを効果的に取りまとめて省エネできる。

次にBAを使って、発電設備や熱デマンド、冷水もしくは蓄熱、もしくは蓄

電をコントロールすると熱源設備をデマンドに応じて制御できるというのが、BA システムの一つの特長である。

三つ目は、今後 EV の採用が進展すれば、ビルの地下の駐車場に EV が接続され、当然充電が必要なので、デマンドが高まってしまう。そういった意味で、営業の外出、帰社のスケジューリングも含めて、放電に使う使い方もあるかもしれない。BA システムと EV のスケジュールを組み合わせながら、最適なビルの充電のコントロールに使っていく検討も進めている。

この EV に関しては工場や商業設備でももちろん適用できるが、駐車場ビルにあって充電がビルの系統からということと、テナントの中からスケジュールを入れるということを考えると、基本的に大型オフィスビルが一番親和性が高いと考えている。

#### 3.2.4.2. 主な議論

Q: 御社のビジネスモデルはシステムを販売し、そのメンテを行うものか、あるいはシステムを使って快適なオフィス空間をサービスとして提供することか。また、お客様は御社にそういうお金を支払う分コスト増になるが、例えば省エネのように、どういう形で十分なコストメリットを出すのか。

A: 一つ目については、快適性の向上やメンテナンスもビジネスになるが、第一義的には、まずシステムを入れることがファーストステップになる。二つ目の費用対効果について、プラスアルファとなる導入ならコストメリットを提供しなければいけない。テナントオーナーにとって快適性は知的生産性を高めることになり、人を採用したい、いいオフィスの会社に勤めたいといった、いい人材を取るためのプレゼンスとして得になる。テナントオーナーに価値を提供するビルのオーナーには、不動産価値を高めるために快適性を高めることはなかなか定量化できない。知的生産性は 1°C 違えば 2% 向上するという研究や、効果が約 60 万円という試算があるので、そういったところからコストメリットを訴えていく。エネルギーのように、ここまでやると何%下がって得というのは難しいが、快適性を高めることでテナントオーナーの期待である快適なオフィス空間、スマートワークプレイスを提供すべく、不動産オーナーに定性的価値を提供することが一つの価値と考えている。

Q: 牛房先生の話と合わせると、うまく全体を制御できればピークカットできて、社会的に得をするが、そのためには多分こういうシステムがないと、

デマンドレスポンスに対応できない。社会全体でエネルギーを下げるには全体的な制御が必要で、ビル全体が制御できるのは非常に魅力的である。例えば税制など、電力側からインセンティブがあれば、コストメリットが出て普及が進むのではないか。そういう組み合わせは考えられるか。

A: 経産省の VPP 実証に参加して容量市場、需給調整市場のテーマに取り組んでいる。来年には需給調整市場ができるので、そこで取り組みながら価値が出ればいいと考えている。税制面は知識がなく回答できない。

Q: IEA（国際エネルギー機関）の会議でも、既存の建物のリノベーションでどれだけエネルギーを削減できるかが重要といわれる。ビルの設備を更新する時に、よく採用される設備更新やリニューアルはどのようなものか。また、コロナ禍によって出てきた、駅の公共空間や地下街の空間などの新たなニーズにはどんなものがあるか。

A: リニューアルはやはり熱源周りが多い。コストを下げるための容量の縮小や効率の良い機器の採用の提案が多い。  
コロナに関しては、換気をいかにするかと、空気流。空気流については、どの辺りの空気が滞っているかという定性的な分析になるので、「今この空間が安全なのか」といった問題になる。そういったものを自動制御にもう一歩進めるには、色々検討が必要である。

Q: 今回ご紹介されたソリューションの導入によって、職場環境や知的生産性、労働生産性等が改善されるエビデンスはあるか。

A: 他の部門が実験室等でオフィスの知的生産性の定量評価をしている。例えばタイピングの速さが何%上がったというもの、たとえば申告空調を入れていくら上がったかも、論文等で検証している。

Q: CASBEE の話が出てきたが、CASBEE のウェルネスオフィスのアンケートや、産業医科大が開発した WFun があるが、そういったアンケートで、こういう設備を導入してどう変わったかという情報を取っているか。

A: 今後やっていきたい。

Q: 今日のお話が大型オフィスビルに親和性があると仰ったが、ニューノーマルということで、例えば新入社員が入ってすぐ地方でリモートワークが始

まるとか、大型オフィステナントビルというものの将来性やニーズをどう見ているか。

A: 基本的には使われ方が変わってくると思う。本社ビルは、コラボレーションスペースだったり、ビジネスの紹介をする場だったり、というランドマーク的な使われ方が出てくるかと思う。フリーデスク的に、常に固定ではなくて、フレキシブルな使われ方が出てくるかと思う。オフィスビルの需要自身は把握できていないが、なくなることはないと思う。全部が全部、今まで通りのビルは成立しないとは思っている。そのため、ランドマーク的なものは残るかもしれないが、その他がどうなるかは、見えないところもある。

Q: ビルオートメーションからさらに広域の最適化、例えば街区一つ丸々最適化に進んだ場合、最適化しやすい町の作りとはどんなものか。

A: 一番は、お金の出所が一緒であること。具体的には、街区ごとにA社の持ち物とB社の持ち物に分かれていると、これを全体的に最適化しようとした途端に、それぞれのオーナーの考え方の違いがあり、やりにくくなる。お金のやりとりも発生するため、得した分を別のことに回すという使い方ができない。大きな街区を一つのオーナーが持っていて、テナントビルはたくさんあるというところがやりやすい。

C: まちづくり協議会のようなところに全体の余剰をプールさせる仕掛けがある。うめきたは、それがうまくいっているから、最適化した余剰をプールさせて、町のお祭りとかに使っている。

(以下、2件の講演を通しての意見交換)

Q: 熱中症の問題や、エアコンを使わないことが社会問題になっているが、実証実験ではその辺の配慮を解決する方向性はあるのか。

A: 基本的に、実験の参加者には無理のない範囲での参加をお願いしている。熱中症対策において無理強いはできないのでナッジの話になるが、ナッジは人の選択を排除しないで、より良いと思えばやらせ、できないと思えば無理にしないでいいものなので、できる人がやらせよう。全員一律に節電や省エネをやるのではなく、柔軟に対応していくべきである。

Q: 空調や電力使用量を本当に個別に細かく見られると、見守りにも使えるのではないか。

A: 見守りサービスを既に実施されている事業者はいる。また医療器具をずっと使っている方に節電をお願いするのは無理なので、各家庭の事情に合わせていただければと思う。

C: 梅田地区のお話も出たが、広域の管理をする場合にタウンマネジメント専属の組織（TMO）が入るとやりやすいと思う。

Q: 交通には MaaS があるが、エネルギーの場合は何かというと、エネルギーは単なる手段なので、「環境アズアサービス<sup>11</sup>（EaaS）」となる。快適な環境を提供するのであって、その手段は電気でなくても、風通しを良くすることでも何でも良い。そういう概念はあるか。

A: そういうものはないが、あってもおかしくない。今回お話しした内容も、基本は電力であり、あとは熱など。他のエネルギーに関しては全然議論できてないので、本当に熱まで含まれればと思う。

C: 快適さがあって、エネルギーがあって、その中に電気等いろいろある、そういう構造を全部見る制度設計を、本当は誰かがやらないといけない。

C: タウンマネジメントで、熱電で浮いたところを公園や緑化に投資できると、環境的にも非常に良くなる。

G: 北九州市のゼロカーボン先進街区では一般社団法人城野ひとまちネットという TMO を立ち上げているが、10 年後に FIT が切れたらどうするかという課題がある。街全体で売電するか、それとも将来的には街の中で融通することもできればと思っている。そこにブロックチェーンも使えるのではないかと思う。

G: 少し遠い話としては、サービスをサブスクで提供できれば、直接メリットを享受する居住者から、お金をもらえる。ハードウェアやシステムを販売する面からは、その仕組みをどう作るかが目指すところだと思う。

---

<sup>11</sup> ここでは、Environment as a Service.

### 3.3. 第3回 2021年1月15日 テーマ：防災

#### 3.3.1. テーマの背景

そもそも「災害」とは何を指し、「防災」とは何かを確認する。災害対策基本法による定義では、「災害」とは、「暴風、竜巻、豪雨、豪雪、洪水、崖崩れ、土石流、高潮、地震、津波、噴火、地滑りその他の異常な自然現象又は大規模な火事若しくは爆発その他その及ぼす被害の程度においてこれらに類する政令で定める原因により生ずる被害」<sup>12</sup>を指し、また「防災」とは、「災害を未然に防止し、災害が発生した場合における被害の拡大を防ぎ、及び災害の復旧を図ること」<sup>13</sup>を指す。

令和2年に消防庁が発表した災害情報によれば、全国的にみると、特定の種類に偏らず災害が発生していることがわかる。

表 3-3 令和2年に発表された災害情報

災害情報	種類
令和2年12月28日 諏訪之瀬島の火山活動による被害及び消防機関等の対応状況（第2報・R2.12.28）	火山
令和2年12月25日 年末年始の大雪等による被害及び消防機関等の対応状況（第7報・R3.1.6）	雪
令和2年12月21日 青森県東方沖を震源とする地震による被害及び消防機関等の対応状況（第4報・R2.12.28更新）	地震
令和2年12月18日 伊豆大島近海を震源とする地震による被害及び消防機関等の対応状況（第3報・R2.12.28更新）	地震
令和2年12月17日 12月16日からの大雪による被害及び消防機関等の対応状況（第10報・R2.12.21更新）	雪
令和2年12月12日 岩手県沖を震源とする地震による被害及び消防機関等の対応状況（第3報・R2.12.21更新）	地震
令和2年11月22日 茨城県沖を震源とする地震による被害及び消防機関等の対応状況（第3報・R2.11.30）	地震
令和2年11月19日 香川県坂出市沖で発生した旅客船座礁事故による被害及び消防機関等の対応状況（第1報・R2.11.19）	その他
令和2年10月09日 令和2年台風第14号及び前線に伴う大雨による被害及び消防機関等の対応状況（第7報・R2.11.13）	台風
令和2年09月23日 令和2年台風第12号及び前線に伴う大雨による被害及び消防機関等の対応状況（第3報・R2.11.13）	台風
令和2年09月04日 福井県嶺北を震源とする地震による被害及び消防機関等の対応状況（第5報・R2.9.11）	地震
令和2年09月03日 令和2年台風第10号による被害及び消防機関等の対応状況（第15報・R2.11.13）	台風
令和2年08月31日 令和2年台風第9号による被害及び消防機関等の対応状況（第7報・R2.11.13更新）	台風
令和2年08月07日 低気圧及び前線に伴う大雨による被害状況（第4報・R2.11.13更新）	大雨
令和2年07月30日 福島県郡山市で発生した爆発事故（第3報 R2.7.31）	その他
令和2年07月04日 令和2年7月豪雨による被害及び消防機関等の対応状況（第55報・R3.1.7更新）	大雨
令和2年06月29日 令和2年06月29日からの梅雨前線に伴う大雨による被害及び消防機関等の対応状況（第3報・R2.11.13）	大雨
令和2年06月25日 千葉県東方沖を震源とする地震による被害及び消防機関等の対応状況（第5報 R2.7.2）	地震
令和2年05月20日 奈良県五條市で発生した住宅火災（第2報 R2.5.20）	火災
令和2年05月14日 今冬の雪による被害状況等（R1.11.1～R2.4.30）	雪
令和2年03月13日 石川県能登地方を震源とする地震による被害及び消防機関等の対応状況（第7報.3.23更新）	地震
令和2年01月30日 北海道占冠村（しむかっぶむら）における雪崩による被害及び消防機関等の対応状況（第3報・R2.1.31）	雪

○内訳 計22件中、  
 地震： 7回  
 台風： 4回  
 雪： 4回  
 大雨： 3回  
 火山： 1回  
 火災： 1回  
 その他：2回  
 （爆発、座礁）

出所）： 総務省消防庁 HP をもとに筆者が作成。

災害発生時に被害の拡大を防ぐには、災害発生時の情報収集と発信、および適切な行動への誘導が必要で、その際考慮すべき点として以下が挙げられる。

まず、情報収集と発信の際、短期集中的に、平時と違う条件での活動が必要とされる点である。リアルタイムに変化する状況に対して、多岐にわたる情報を迅速に入手、共有し、適切な対応に結びつけて発信する必要がある。また現場では特に、インフラが十分に機能しない場合があるなど、平常時と異なる条

<sup>12</sup> 災害対策基本法第二条第一項による定義。

<sup>13</sup> 災害対策基本法第二条第二項による定義。



件で機能する必要がある<sup>14</sup>。

次に、適切な行動への誘導が挙げられる。これについては2014年に「公助の限界」が明示され、自助・共助と、地域レベルでの防災を促す政策へシフトがなされた<sup>15</sup>。

最後に、現在のコロナ禍の影響として、救助の際や避難所などにおける接触の制約、密度の制約などへの対応が求められることが、対応をより難しいものとしている<sup>16</sup>。

被災者の避難をどのように安全に行うかも課題の一つである。田中(2013)は東日本大震災を題材に、社会学の観点から従来の防災対策のパラダイムの問題点を分析したもののだが、実際の被災地で学校、地域、事業所などが、自分たちの集団的な努力でどう避難するかを工夫することが重要であり、そのことが防災力を向上させることにつながるとしている。

そこから、個々の被災者個人を狙うのみならず、その個人の属する「集団」に対して働きかけることによって、その中の個人にもより早く安全に避難を促すことができるのではないかと考えられる。

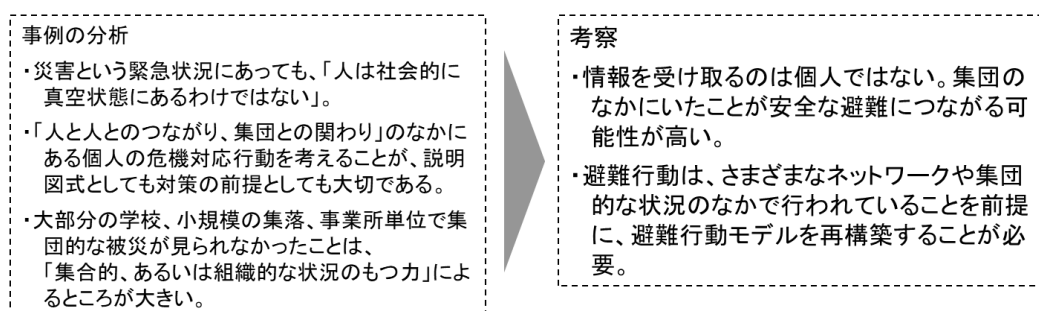


図 3-4 「災害時の行動パラダイム」に関する、田中(2013)の考察の概要

出所) : 田中 (2013) をもとに筆者が作成。

### 3.3.2. 課題認識と講演内容

今回の問題意識として、まず災害発生時には、各地の被害状況や道路・避難所等の混雑状況、物資の在庫など各種の情報共有、情報処理、発信をリアルタイムに行う必要がある。IoT 及び AI の応用によって、災害への対応や平時の

<sup>14</sup> 災害時の通信に関する留意事項は、総務省(2016)に詳しい。

<sup>15</sup> 同年に出された内閣府(2014)には、「東日本大震災においては、地震や津波によって、市町村長が亡くなったり、多くの市町村職員が被災する等本来被災者を支援すべき行政自体が被災し、行政機能が麻痺した。このような大規模広域災害時における「公助の限界」が明らかになった一方、自助・共助による「ソフトパワー」の重要性が強く認識されたことから、平成 25 年の「災害対策基本法」の改正においては、地区居住者等による地域コミュニティレベルでの防災活動に関する計画である地区防災計画制度が創設された。」と記されており、防災白書での「自助」の語の初出となった。

<sup>16</sup> 2020 年 6 月には、内閣府から「新型コロナウイルス感染症対策に配慮した避難所運営のポイント」として、避難所のレイアウトや防護具等の具体的な注意点にかんする動画と、そのシナリオが公開されている。

備えのための「モノのプロセス」、次いで「ヒトのプロセス」がどう変革されるかを検討したい。そのため、関西情報センター専務理事の田中行男氏に講演いただいた。

また、災害時に人に避難行動を効果的に働きかける手段、避難時に人をどこまでトラッキングできるか、また新型コロナウイルスのような感染症の流行が今後も定期的に起こるとした場合に予想される今後の影響について、それぞれ現状をもとに課題を検討したい。そのため、産業技術総合研究所 社会知能研究チーム長の大西正輝氏に講演いただいた。

### 3.3.3. ゲスト講演 田中行男氏（一般財団法人関西情報センター専務理事）「災害に強い都市づくり ～自助+共助+公助による ICT 災害情報共有～」

#### 3.3.3.1. 講演の概要

今日は「災害に強い都市づくり」、サブテーマとして「自助+共助+公助による ICT 災害情報共有」という視点でお話したい。

私は昭和 45 年電電公社に入社後、コンピュータ分野を歩む中で、平成 4 年から防災に関係してきた。阪神・淡路大震災では、神戸市消防局の方から「非常に残念だった。目の前で災害現場の状況がわかる映像空間を何とか開発してください。それによって、大きな災害時に少ないリソースを戦略的に配置できるんです。」と言われたことが、私の防災システムに係る活動の原点でもある。

その後、平成 14 年から 4 年間、NICT のヘリコプター衛星通信システム（ヘリサット）の研究開発に参画させていただき、消防警察向けの撮影位置特定技術を開発納品した後、平成 24 年以降、関西情報センターへ勤務している。

今日は、地区防災計画、発災時の情報活用、南海トラフ巨大地震への課題、防災 DX という四つの視点でお話したい。

まず地区防災計画だが、地区防災計画というのは二つの大きな災害の体験を反映して、関係者の努力により災害対策基本法が平成 25 年に改正されできた。その二つの災害のうち、阪神淡路大震災では 6434 名の方が亡くなられた。助かった方々のアンケートから、約 70%が近隣の事業所、住民に救われたことがわかっている。それから東日本大震災においては、今度は大きな津波で、自分で避難しないと行けない。しかし共に助け合って避難し、復興しないと行けないという共助の問題も出てきている。その二つを含めて、災害対策基本法第 42 条に地区防災計画制度という仕組みが組み込まれた。

地区防災計画を一言で言うと、地域のコミュニティ、つまり学校区単位とか、

自治会等とか、事業所単位によるボトムアップ型の計画である。計画には実行も含まれる。地区居住者等とは、その地域の住民もしくは事業者を指し、自発的に行われる防災活動に関する計画であって、しかも地区居住者等の意向が強く反映されるボトムアップ型の計画である。

コミュニティの地区防災計画を作っている方々が市町村の地域防災会議に提案することができ、提案された防災会議が速やかに判断して、計画が必要であれば地域防災計画の中の一部として組み込まなければいけないということが、災害対策基本法に謳われた。

ここが非常に画期的なところで、なぜ画期的かということ、地区の特性に応じた計画づくりが可能になった。都市部や海岸部、山地といった地域によって、自然の災害の種類は全然違う。人口も違うし、年代、住んでいる方々も違う。そういった中で、自身が住んでいる場所のハザードをよく知って避難する方法、すなわちどういう道路、どういう橋を渡って、避難所もしくは避難する場所へ行くか。こういった計画づくりをし、実際に歩いてみる、そして移動する、避難所に行ってみる、避難所を運営してみる、こういったことがそれぞれの全国の地域で、特性に合った、あるいはそれぞれの集団の規模に合った計画実行ができるということが、この地区防災計画の非常に画期的な点である。

平成 25 年地区防災計画制度ができる際、そのガイドラインを内閣府からの受託で作らせていただいた。その関係もあり、平成 26 年と 27 年、全国 37 のモデル地区について先生方と一緒に、計画づくりの支援あるいは実行する上での課題解決をさせていただいた。今では、全国的には 1000 箇所以上、地区防災計画の実行されているコミュニティが出てきている。

それでは発災時の情報活用をどう考えるか、なぜ情報に視点を置いているかをお話ししたい。一般的に、災害時において生死を分けるのは情報だと言われる。特に我々が着目したのは発災後 3 日間、72 時間である。この時間帯に、最優先で救助しなければならない。また各企業では自分の施設等がどういう状況におかれているか、全貌を把握しなければならない。そういう時間帯である。例えば大地震を想定した場合、道路、河川、空港等の損壊プラス家屋や電力・通信等々の施設、あるいは石油施設に大きな被害が出てくる。特に南海トラフ巨大地震は、延長 1000 km、幅 70 km ぐらいの広大な領域に被害が発生すると言われている。

この発災時に情報を活用する時にどういう視点が出てくるかということ、最初は住民・事業者の避難の段階である。この次はまず自助になるが、阪神淡路大震災のような直下型の地震の場合でも共助も必要となり援助しあって、自分たちの住民・事業者を安全に避難させることである。

そして時間が経つと、救助・救命のフェーズに入ってくる。この時は公助が中心になってくるがやはり共助も必要である。この公助と共助がうまく噛み合わ

ないと、大きな効果は出てこない。

このような段階を経て且つ並行的に各企業組織体による、事業継続のための被災情報の収集という段階に入る。これは地方自治体も同様である。当然自助、共助、公助との三つが連動しないとうまくいかない。

災害発生時の情報収集の仕組みづくりについては、阪神淡路大震災を経験し、国は防災の予算措置を強化し全国の警察・消防等々のヘリコプターに GPS を搭載するなど、システム開発と整備を行ってきた。さらに地球観測衛星によって衛星写真の高度利用、特にレーダー電波を使つての観測といったことも活発に行われてきており、相当実用化の段階に入ってきている。

このように空間情報を利用しようとする場合の考え方として大事なのは、“鳥の目の情報と虫の目の情報”の三次元立体的かつ俯瞰的活用である。この概念は、兵庫県立大学の室崎益輝先生が NHK スペシャルでお話しされていたが、上からの情報と下からの情報を組み合わせないと本当の災害の状況、つまり有効な情報が取れない。このとき、鳥の目としての民間の個別協働による情報収集・利用と、虫の目としての住民、企業ごとの周辺地区、施設等々の情報の収集・利用が大事になると考えられる。公助・自助・共助が、それぞれ鳥の目の情報と虫の目の情報とを合わせて利用することによって、電力・通信・ガス・水道等の皆さんが早期に状況を把握し、BCP もしくは DCP（地区の継続計画）を有効に発動できる。そうすることで早期に課題解決に繋がるとというのが、今考えているコンセプトである。

3 番目の、南海トラフ巨大地震への課題についてお話ししたい。ご存知の通り、一昨年に「地震予知はできない」ということが国から言われた。ではこれからどうするかである。そういう中で、南海トラフ巨大地震は、東海地震と東南海地震、南海地震が 3 連動すると言われてきているが、一昨年あたりから国の防災担当者が、半割れ現象が起こるかもしれないと言っている。この半割れというのは、確率が高い東海地震が先に起こった後、残りの東南海地震もしくは南海地震が起こるといふ現象である。どのくらいの期間をおいて残りの地震が発生するかは予想できないものの、確率的に 3 日から一週間後が高いそうである。世界の大きな地震の半割れ現象とその後に起こる地震のデータを見ても、半割れ現象の 3 日から一週間後に多いという。こうなると、静岡や愛知あたりに東海地震が起きたら、自衛隊、警察、消防等の総力を挙げて救難救助が展開されるが、その後 3 日～一週間後に残りの東南海、南海地震が起こると、関西、四国、九州ではどうやって自分たちが対応するかという問題が出てくる。静岡に集まっている日本の災害対応のリソース、自衛隊、警察、消防等々がどれほど来てくれるのか。例えば来ようと思っても、道路が損壊している、港湾が潰れているという状況で動きが取れなくなっていることが想定される。その時に関西あるいは四国、

九州に住んでいる我々はどう対応するかという、大きな課題がある。

東日本大震災が発生した翌年の 2012 年に、我々は災害情報共有システム研究会を立ち上げ、「南海トラフ巨大地震への備え」をテーマとして、関西大学の河田恵昭先生に基調講演をお願いした。ほかにも新潟大学の田村圭子先生、ヘリコプター会社の朝日航洋や、NTT 西日本をはじめとする方々にご講演をいただいた。

当時京都大学の防災研で、今は防災科学研究所の理事長をされている林春男先生に 2 年ほど主査をお願いして、この研究会を毎年開催してきた。2014 年に研究会参加者にアンケートを取ったが、参加者のヨコ連携のニーズとして、ライフライン、特に電力通信事業者からは、全体を鳥瞰できるヘリによる映像が欲しいとの意見。また、電力の復旧には道路の復旧が前提になる。さらに、工場内のことは分かるが道路等外部のことが全くわからないなど、いろんな回答が得られた。やはり大規模広域災害時には、官と民の情報共有が欠かせないというのが、自治体の回答と参加者の共通意見だった。

さらに 2015 年に、時間帯別に必要な情報についてアンケートを取った。発災後 72 時間を起点として、その前と後で、必要な情報にどのような変化があるかを見た。その中で注目したのは、被災地の空撮の映像である。やはりこれが即現状把握に結びつくし、いろんな機関の人が全体を把握して判断できる。そのためには、上空からの映像が必要ということに注目している。

研究会は約 4 年間、計 59 機関の同じような業種の方々が興味を持って参画されていた。

次は防災 DX だが、日本の防災情報システムは、誰かが入れた情報を市・県の防災システムに集めて、それを国が見るという構造になっている。ここで一番問題なのは、大規模な地震等が発生すると、住民に近い市町村消防隊等々の人たちが、目の前の人を救わなければならない、手薄な状態になること。例えば市民課の場合、防災対応のために常に 24 時間対応しているところは極めて少ない。そういったことが構造的な問題としてある。しかし自助・共助のことを推進しようと思うと、やはり住民、事業者が今どういう環境でどうなって、どういうことが悪い方向に変化しているのかを知らないと、自分で避難できる、共助で避難する、救うということが非常に難しくなる。これに取り組むのが防災 DX の基本的な考え方である。その実現方法、手段は色々なものが考えられる。

具体的な取り組みとして、関西情報センターでは、災害情報共有システム(仮)の整備構築を行っている。発災後 72 時間以内の、特に道路がどの程度被災しているか。つまり、あるルートで行きたい時に、何箇所か地割れとか橋が落ちているか、あるいは人が通れるか、バイクが通れるか、大型車が通れるかといったことを、自分が行くルートに対して詳細に把握する必要がある。そうすれば、例え

ば途中まではトラック、途中までは人、その後はまたトラック、バイクというように、目的地まで行って活動できることになる。

こういった事を72時間で何とかしてライフライン等の皆様が活動できるようにと、災害情報共有システムを考えている。電力会社、通信会社、情報収集して頂ける方と、その情報を使う方々は、実はほぼ同じである。どういうことを考えているかという、鳥の目に相当するのがヘリコプター、ドローンであり、虫の目に相当するのが、皆さんが持っているスマホだったり車載カメラであったり定点カメラだったりする。こういった色々な情報収集手段を考えないといけないが、地上有線/無線あるいは衛星回線等々を使いながら、最悪の場合写した映像を空輸する、バイクで持ってくる、ある地点まで持ってきてそこから転送するといったことを考えている。そういう情報をGIS(地理情報システム)の地図上に自動的に集約出来る様あらかじめ必要とする場所、重要施設、重要な道路を各社ごとに登録しておく。該当する地点の情報映像が入ってくれば、GPSタイムスタンプをつけるので地点別、時間別、の情報提供あるいは検索ができる。それをそれぞれの会社が自分たちの72時間の対策とその後の復旧に使っていただく、そういうコンセプトである。そのために、撮影している被写体の位置(緯度、経度、標高)を3次元で自動的に特定できる超小型で安価な技術開発が必要になってくる。これはドローン、民間ヘリ等に搭載することを想定している。この技術は災害時ばかりではなく、平時の社会インフラの点検等にも利用することができ、スマートシティ、スマートインフラの実現に役立つと考えている。

ではこの得られた映像をどう使うか。例えば上空から撮った映像写真から被害判読する技術が必要である。今は人間が災害時の混乱の中で何とか判読しないといけないが、現実としては非常に困難である。従って自動判別、特に人工知能を使う画像解析と画像認識によって地域を自動判別し、被災エリアとして認識しておいて、そこをまた地図に表示する。GISなので、その下にも階層状に施設が登録されている。例えば電力設備、通信設備あるいは道路設備をGISで各社が持っていると思う。そういったものに対して、被災している位置あるいは面積、被災の種類、程度の情報の表示等の活用を考えている。人工知能を使って、少なくとも被害判読の確度をあげなければならない。今までの研究成果を調べていくと、6割くらいまでは自動判別できるが間違えることもある。この精度を上げるのが技術的な課題である。

地区防災計画が災害対策基本法に謳われ、全国1000箇所以上で具体的に動き出している。その中で一番重視しないといけないのが、発災直後の共助を支援して、また素早い公助を受けるためには、なるべく迅速正確な被災情報を収集して供与すること。ところが大規模な地震で電力・通信・道路が三断の状態になると、最低限の情報を共有する仕組みが必要になる。この解決策としてNICTが20年

以上前からワイヤレスメッシュネットワークの研究をされてきた。また 5 年程前に内閣府等々が SIP の「創造的イノベーションプログラム」という大きな研究開発を進めている。その中で NICT が具体的に実証できるワイヤレスメッシュネットワークを研究開発した。これを使うと、例えば工場やビジネス地域や山間部等々をつないでいくことができる。

通常使っているスマートフォンとか、Web で使うカメラを使うことが可能になる。ここでもう一つ大事なものは、携帯電話の電波が停波するケースがあること。その時に非常に便利な、ICT ボックスという製品を NTT の研究所で作られている。今はアタッシュケースに入ったポータブル IP-PBX として売られているが、こういうものを衛星回線につないでいく。さらに Wi-Fi を延長して遠距離にもつなぐ。あるいは道路工事やトンネルの中でも使える。こういうものを学校や市役所の防災センターにつないでいくとか、駅ともつなぐということをしていくと、その地域での DCP が可能になっていく。具体的にどうお手伝いさせていただきますかをご紹介します。

「災害に強い情報通信ネットワーク」ということで、ワイヤレスメッシュネットワークの実証実験をさせていただいた。インターネット電話等が不通になって困るのは、家族と連絡が取れない等の安否確認、避難所がどうなっているか、こういった課題がある。これを解決するため、実証実験を NICT から受託し、協力者とお話をして実施した。実施場所は、地区防災研究会に参画されている大塚製薬工場の方と話をし、その工場がある鳴門市とも話をし実現した。この場所には、南海トラフ巨大地震の発生約 40 分後に 5m 近い洪水が入ってくる。

実験のネットワーク構成として、中学校、小学校、大塚製薬工場、鳴門市消防本部をワイヤレスネットワークで結び、スマートフォンや衛星携帯電話を先ほどの ICT ボックスにつないで、各地区の中学校等における文字あるいは音声通信、そして里浦小学校では Web カメラからの映像伝送に成功した。

最後になるが、こういった大きな災害は、新型コロナウイルスにより複合大災害になってきている。また背景としては、2025 年の大阪・関西万博が控えているということもある。関西地域で言うと、通信衛星やヘリサット等を含む国・自治体の防災システム、それから民間のヘリコプター、ドローンや地区の居住者等からの情報を災害情報共有センター（仮称）に集めて、それを国・自治体、ライフライン、一般企業が使っていく、こういったスマートシティ実証実験ができないかと考えている。

### 3.3.3.2. 主な議論

Q: 実証実験や情報通信のネットワークを実装する投資はどう検討しているか。

また、こういうところに出てくるデータの利活用について議論はされたか。

A: 投資についてはこれから検討する段階。ネットワークより、むしろ情報を集めるカメラ系や、それを受けるセンター系、それを動かすソフトウェア系の要件を具体的に決めてきている。要件がないと全体の費用が見えないが、それほど大きくかからないのではないかというのが実感である。

データの利活用で特に問題視しているのは、人が埋まっているような、非常に悲惨な状況な映像も入る可能性がある中で、機微な情報としての個人情報やプライバシーをどう守るかという課題。電力通信等々は災害時に緊急的な使用をしないといけないという国の法律をバックに、災害時の特別な活用としてPRして皆さんに理解いただく形をとり、電力・通信・ライフライン屋さんが使えるようにすることも今後のテーマの一つと考えている。やらないといけない課題の山は高いだろうが、皆さんが合意すれば可能性はある。

Q: AI で自動的に被災地を判別する技術も含め、こういう通信ネットワークが進化した時に、既存の法令・規制との調整が必要になる可能性はあるか。

A: データを活用する時の課題は二つある。まず発災時に上空から被災地を撮影するとき、実は他の機体も飛行しており、消防・警察等の飛行が優先。こういう時にカメラを積んだ機体をどう飛ばすか、または飛ばせないかの調整が必要。撮った映像を国・自治体あるいは企業等が活用するという減災の視点や公助・共助・自助の精神からいうと、大きく逸脱した行動ではないと思う。だが発災時の機体の管制からいうと、やはり優先順位がつく。いろんな関係機関とどうやって合意を取っていくかが課題である。

二つ目は、予期しない個人の顔が写っていたり、あるいは非常に悲惨な映像が入ってきたりした時に、人工知能等を使って、どうやってその分だけをマスクするか。もちろん情報を使うにあたってお互いの協約が必要で、それは国、自治体と企業との三者協約になる。そういったルール作りをしなければならない。

大きくはこの二つが今後の課題で、解決するには国、自治体、ライフライン等の関係者がこういう研究会に集まり、問題意識、課題、方策などを共有しなければならない。今後の研究活動のやり方を考えないといけない。

### 3.3.4. ゲスト講演 大西正輝氏（産業技術総合研究所人工知能研究センター社会知能研究チーム長）「計測とシミュレーションの融合による人流解析



## ～誘導支援から新型コロナ対策まで～

### 3.3.4.1. 講演の概要

災害時のシステムというのはなかなか難しい。そもそもビジネスにならない。例えば、災害時のなんとかダイヤルというものはあるが、ほとんど知られておらず、災害時に人の無事を確認するのに Twitter や Facebook が活用されている。要は、平常時と災害時のデュアルユースがうまく切り分けられるように、設計を考えないといけない。

我々はずっと人の計測をやっているが、平常時には例えばマーケティングとして、平日には広告のような情報を示し、災害時にはどこにどのくらい人がいて、どういう風になっているかという情報を示して、人を誘導することが必要になるだろうと考えている。我々は東日本大震災の前からずっと人の計測をやっており、災害時に人がどう動いたかも計測し、いろんな解析をしたが、平常時からずっとやっているからできるのだと思う。

はじめに、オペラコンサートでの避難誘導の話から始めたい。人の流れを解析するためには、まず計測する技術、それからコンピュータでシミュレーションして予測する技術、この二つが必要で、ずっと研究している。リバーウォーク北九州という芸術劇場では実際に約 400 人を入れて避難訓練を行ったが、避難をさせた時に観客がどこからどこへ逃げるかを、カメラや、当時は RFID などをたくさん置いて計測し、コンピュータで再現した。「皆さん逃げて下さい」と言うと、エスカレータから逃げようとして、すごく混雑する。エスカレータをカメラで計測すると、人の頭を自動で追跡しているが、混雑するとだんだんスピードが落ちてくる。それをコンピュータでモデル化し、どれくらい混雑するとスピードがどう落ちるかを再現した。そうすると、どこもかしこも混んでいるかと言うと、そうでもない。例えば非常階段があっても、一人しか動いていなかったりする。もし誘導して効率よく逃げたらどれくらい違うかを、避難訓練は何度もできないが、コンピュータで何度も再現したことで、いろんな問題が見えてきて、だいたい半分の時間で逃げられることがわかってきた。

そうするうちに新国立劇場から、東日本大震災の話を受けて、ちゃんとした避難訓練をやりたいという話があった。避難訓練は法律で義務化されているが、情報の通達だけというように、本当に客を入れてやるわけではない。ちゃんと客を入れて避難訓練し、やりっぱなしにならないよう産総研さんに測ってもらって、他の所にも展開できるように記録として残したいという依頼があり、これまで

に大劇場で2回、中劇場、小劇場の4回、実際に約1300人を集めて行っている。「避難体験オペラコンサート」ということで、オペラをただで聞いてもらう代わりに、聞いている途中で避難しなければならず、避難を計測させてもらうというもの。カメラを約40台付けて、できるだけ全て記録を取る。オペラを歌っている途中で地震が起きて避難するという形で、1回目は我々も慣れておらず、ちょうどオペラが終わって拍手の後にタイミング良く地震が起きる形だったが、かなり力を入れていて、本当に地震の音を鳴らし、こういう場合は逃げない方が安全というのが筋だが、舞台から火災が発生した設定で本当に煙を焚いて、では逃げましょうと言って避難を開始した。

これを、距離を測るセンサーやカメラなどを約50台設置して、どういう風に逃げていくかを計測した。そうすると、どこからどこへどう行ったかが分かった。たとえば、設置していたのに誰も通らなかった箇所があったり、150人くらいの結構な数が通った箇所があったりした。

ある通路では115人、別の通路では9人しか通ってなくて、なんであそこだけあんなに少ないんだろう？と当日から思っていたが、何が起こっていたかを後で見ると、正しいルートに向かう途中で階段があり、階段を降りてしまう人がいた。正しい動きをしていた人たちに対して、こっちじゃないの？と何人かが階段に行くと、みんなが迷い始める。そうすると、みんなが迷っている中で、何人かが誤った方向へ行くコンセンサスが取れると、みんなが誤った方向へ行ってしまふ。みんなが誤った方向へ行くと、逆に正しい方向へ行くのが難しくなつて、「そっちじゃないでしょう」と正しい方に行く人も出てくるが、正しいにも関わらず、その先に誰もいない。そうすると、なんと戻ってくるという現象が起きていた。普通に避難ということを考えると、空いているほうへ行く方が正しいはずだが、人間の集団的な心理によってこういう動きが発生する。

こういったことを、実際に計測したデータをコンピュータでシミュレーションした。「なんとなくついて行く効果」をつけて、その効果がどのくらいあると、何となくみんなについていくか、ということがシミュレーションできる。右へ行くのが正しいとして、「右へ行くのが正しい」と知っている人が多いと、たとえ数人が間違っても何となく全体が右へ行く。しかし確信する人が少ないと、みんな誤った方向にもついていってしまう。このような形で、人の心もコンピュータシミュレーションで再現できるようになっている。

結構面白いのが、その「確信度」のようなものを少しずつ変えて行くと、集団行動が突然変わること。確信度として「正しい方向を知っている人がどれくらいいるか」を変えると、何かを境に、突然みんなが違う行動をすることが起きている。先ほどの例では、何人かがついていくとみんながそっちへついて行くが、これを間違わないためにはどうすればよいか。例えばサイネージをつける場合で

も、サインージを一人称視点にするか、三人称視点にするか。ちょっとした工夫で正しい方向に導くための提示技術が研究できるのではないかと思い、デザイナーにいろんなものを描いてもらって、最後の評価までやりたかったが、できなかった。

劇場の出口でたくさんの人が合流して出てきたが、一番混雑した出口では、扉が4枚あるのに2枚しか開いておらず、時間がたっても残りの2枚は開かなかった。先ほどの追従効果と同じで、避難訓練では人についていく行動が多く見られ、新たに自分で扉を開けて道を作ることはほとんどしない、ということが分かってきた。コンピュータでシミュレーションする時に、扉を1枚しか開けない場合と4枚全部開けた場合との避難時間の違いを再現すると、当然4枚の方がだいぶ早い結果になる。そうすると、扉を4枚開けることがかなり大事だということがわかる。

今回、はじめに避難の経路を間違ったという話と、扉が開いていないという話と二つあったが、こういう時に大事なのが、係員は有限しかいないので、誰をどこに割り当てるかということ。誤りを正す人と扉を開ける人のどちらが大事かはなかなか分からないので、コンピュータでシミュレーションすると簡単にわかる。経路を間違わなかった場合と誤った場合、扉が1枚の場合と4枚の場合、人数1300人の場合と1800人の場合でシミュレーションすると、全員が避難するまでの時間が出てきた。扉4枚が早くて扉1枚が遅いことに加えて、面白いと思うのが、扉4枚が開いていると、経路を間違おうが正しかろうが、ほぼ同じ時間で避難が終わること。それに対して扉が1枚しか開いてない場合は、経路を間違えるとかなり遅くなっていて、扉4枚を開ける方が大事だということが分かってくる。

こういった形で、1回目の避難訓練をやった時に、扉の開閉の影響がかなり大きいこと、直感的な避難が最適な避難ではないことのほかに、先ほど説明した、一方の通路はすごく混んでいて後ろの通路はそうでもなかった、ということがあった。このことを何とかするために、第2回ではあらかじめシミュレーションをしておいた。例えば観客がある座席に座って前を見ているとして、扉が左右の壁に6箇所あって、この人達はどこから逃げるかを考えると、大半の人たちが前の扉から逃げていて、後ろの扉からは少ししか逃げていない。だから後ろがすごく空く、ということが起きていた。こうならないためにどうすればいいかをコンピュータで沢山シミュレーションするには、どこで区切れればいいのかという問題を考えればよい。そうするとすごく面白い結果が出てきて、左右の側面に前扉、中扉と、後ろ壁の左右に後ろ扉があった時に、どの扉を使って逃げるかを早い順に並べると、中央の扉を使わないのが一番早いという答えが出てきた。ところがそうは言っても、扉があると使ってしまうため、ここを使わないのは現実的

ではないということで、中扉の近くにいる人達は中扉から逃げるだろうから、後ろ扉との間にいる人達はちゃんと後ろ扉に誘導しましょうということを、先ほどのシミュレーションを見て、誘導案内の人たちを考えて、こんな風にすれば一番いいだろうというのを頭の中でイメージして、避難訓練で実際に誘導した。その時、まず扉は開きましょうということで、係の人たちが扉を開く。ただ防火扉という役目もあり、開けたままにしておくことは法律上できないので、ちゃんとみんなが逃げることを確認したら閉める。そして、特定の扉に集まらないように、どっちに逃げましょうということをケミカルライトで示した。

そうした結果、扉がちゃんと開くと、避難人数が1.5倍に増加しても、避難時間を約15%短縮できることがわかった。そのような知見を、第2回とか第3回とか、中劇場とか小劇場とか、そういったところで避難訓練した際に生かして誘導した。本当は去年、全館同時でやる話があったが、オリンピックの関連イベントが多くなって空き時間が取れないために断念して今に至っている。ただ、コンピュータでシミュレーションできるようにはしていて、大劇場、中劇場、小劇場の全部でやると、いろんな所で動線が混じったりするが、それをどうやって誘導するかを考えている、といったところが避難訓練の話である。

新型コロナ対策では、大規模施設のレベルで人の動きがどうなっているかをちゃんと調べた方がいいという話があって、ちょうどJリーグのルヴァンカップ決勝戦が国立競技場に上限の25000人を入れた状態でやるので、その時にどういう風に人が動いているか、データを取るようになった。

新型コロナウイルスの感染経路は、接触感染、喋ったり唾やくしゃみなどによる飛沫感染、これらの他に、空気感染とまではいかないけれども空気中に薄く漂っているものが、それなりに密閉された空間で感染するエアロゾル感染、こういう三つがあると言われていて、その三つにならないために三密を避けましょうという話で、この三密対策が日本は比較的早い段階でうまくいったので、感染が広がらないと言われていたが、密閉とは要は環境の話なので、CO<sub>2</sub>の濃度を調べるとある程度密閉かどうか分かる。密集や密接は、人がどこにいるか調べれば分かるので、LiDARという距離を測るセンサーで人の位置を測るということと、ハンディカメラみたいなもので客席を映して、それで人が何をしているか調べる。あとはCO<sub>2</sub>センサーを置いて環境中の二酸化炭素濃度を測り、密閉された空間に人がたくさんいるとCO<sub>2</sub>がどんどん上がっていくので、それがどうなるか調べるということをやった。実際にこれがその時の画像だが、人が入っていくのを三次元で計測できるので、三次元で人がどう動いていくかというのが分かる。

撮れた人の動きを見た結果、横軸を時間、縦軸を人数として試合の前半と後半を見ると、柏レイソル対FC東京だったが、負けた方が早く帰るということが

起きていて、特に終わった瞬間にパッと帰る。勝った方は優勝のセレモニーがあるので、逆にみんな残っていて、終わったらすぐに帰る人と、セレモニーを見てから帰る人で分散している。その時に、単なる人数だけでなく、それぞれの三次元の位置がわかるので、ある人の半径 2メートル以内に他の人が何人いるかも分かった。そうした結果、一番混雑している時には一人の半径 2メートルの中に平均的に 7人ぐらい他の人がいて、それ以外の時だと、混雑している時で 4人ぐらい。それも負けたチームの方がその混雑が早く起きて、勝ったチームの方が後になるというのが分かる。そして、今度は観客がどういう動作をしているかを端から端までカメラで撮っていく。最近こういう画像を撮るのはなかなか大変なので、人の顔が分からない程度の解像度で、あと競技場に張り紙をして、こういう計測をやるので、嫌な方は言うてくださいと告知したりしながらデータを取った。

我々は深層学習を使ってかなり昔から人の抽出に力を入れているので、かなり精度が高いと思うが、コンピュータで人の位置を測ると、それぞれの人の位置がちゃんと撮れているし、人がいないところからは抽出していないし、立っている人もちゃんと撮れている。そして先ほどの CO2 計を置いて、CO2 の濃度の上がり方と、それぞれの人がどれくらい入ったかというのを見た。コンピュータではじき出した人の人数が、試合開始前くらいから一気に人が増えている。あと選手の控室にも置いていて、選手の控え室には、画像と、誰がどこで喋っているかも取った方がいいということで、マイクロフォンアレイを置いた。このように観客と運営サイドの両方を取って、人の位置のデータを使って、今はどれくらい混雑が起きているかと、どれくらい密閉空間が起きているかというのを調べ、最終的にこういったデータをちゃんと統合して、どういう状態になったら三密ができるかというのを、ちゃんとデータに基づく形でリスク評価していきたい。

という形で、今回は ICT による防災と感染対策として、避難訓練の話と、感染リスクまでは評価できていないが、ルヴァンカップの国立競技場での人の動きの計測について発表させていただいた。

#### 3.3.4.2. 主な議論

Q: これだけ予測ができるようになると、それを返すことによってうまく行動変容を引き出したいが、結構難しいと思う。避難の方も、こうやったらこうなるからこっち行った方がいい、ということはどうやって伝えるか、なかなか難しそうだが、何か知見はあるか。

A: すごく難しい。よく言われる例が高速道路で、二つの経路のこちらに行くと

20分、こちらは50分かかると表示すると、みんな20分の方に行って混雑するので、わざと出す情報を調整している。情報がどれだけ正しく伝わるかわからないし、誤って伝わった場合にどう修正するかが本当に難しい。ただ、今は研究が社会現象を扱える段階にきている。今までだと研究室の中で一人を測っていたが、Twitterから世論みたいなものが簡単に取れたりするので、こういうツールを使って今後どう進めていくかを、是非考えたい。

C: メッセージの出し方によって、行動変容のやり方を変えて結果を見てみることは十分あり得る。倫理的な問題は別として面白い。

C: シミュレーションが十分実情に合っているという印象で、非常に興味深い。「避難経路の事前確認が有効」という知見をうまく流すと、行動変容にすぐ使えるレベルではないか。

G: 行動変容と言う意味では、我々には大きな舞台がいくつもある。一つは新国立劇場、鹿島に近いので鹿島のスタジアムと、もう一つ、関門海峡花火大会で10年ぐらい毎回人の流れを測り、花火大会の会場から駅まで帰っていくのをコンピュータでシミュレーションしている。

いろんな信号をどういうタイミングでどう制御すれば今より良くなるかを、コンピュータで大規模にシミュレーションしている。どういう風に誘導すればいいかを花火大会の実行委員と議論はしているが、実際にコントロールするところまではいっていない。

行動変容の情報提示という点では、まだまだの段階のものだが、駅へ帰る途中に我々がプロジェクターでどっちに行けという大きな矢印を映写して、時間とともにその方向を切り替えている。残念ながら最適結果をここに出すことはできておらず、実際には誘導員が見て判断し、経路を止めたり開けたりするのに合わせて我々のスタッフが矢印を出している。最終的にやりたいのは、こういった右とか左というコントロール自体を最適化すること。誘導員の視点からうまくいったと言っているけど、我々から見ると、別の場所ですごく混んでいたりすることがよくある。情報を映して提示することができればと思っている。

G: いろんな方と話をしているが、大都市は忙しくてそれどころじゃないというところがあって結構難しい。関門海峡花火大会も、最初に行った避難訓練もなぜか北九州市だが、北九州市というところの気質が表れている気がする。政令指定都市で、それなりに人口がいて、何かしないといけない、自分達から何か発信しないといけないということを強く意識している。こういう実証

実験を本当にやろうと思うと、道路の占用申請から、カメラ設置の管轄は湾岸局なので管轄が違ふとか、道路の使用許可は警察になっており、ここは国道、ここは県道と、かなり煩雑で申請が大変になる。そういったことをサポートしてくれる体制があると、研究者にとってはすごくやりやすい。

Q: 劇場からの避難の中でも、一人一人の人間は同じ重みで扱っていると思うが、誰かを上手に突ついたら、その後の人をうまく誘導できないか。

A: それはできる。例えば鹿島アントラーズと議論するが、何かあった時に避難する際、そこにいる人全員を教育するのは絶対に無理なので、例えばサポーターのコアになっている人たちがわかるようにしておく、後の人たちは割とそこについていくので、全体としては問題ない。

今度問題になるのは、新しく出来た国立競技場に知らない人たちばかりがいっぱい来ること。今回国立競技場で CO2 を測ったが、面白いことに、狭いトイレの CO2 濃度がすごく上がっていた。狭いトイレになぜか大行列が出来た一方、広いトイレがガラガラだった。トイレに何人か並んでいるから、そこに並ぼうとして行列ができ、初めて来る人ばかりなので、そこにどんどんついていくことが起きている。そういうことを何人かが知っていたら、ここは混んでいるからあっちへ行こうと行って、うまく分散していくはず。そういう意味で、全部を教育するのではなくて、一部のコアな人たちをちゃんと教育するというのは、ものすごく大事なことだと思う。

Q: 例えば劇場なら、職員が避難を誘導するときにしんがりになる方がいるが、最後尾が一番危険にさらされるので、最後尾を上手に自動化するプロセスにつなげられれば、より安全性を上げていけるのではないか。

A: そうですね。最後の最後の部分をどう冷静に判断するかはすごく難しい。

(以下、2 件の講演を通しての意見交換)

Q: 避難でいう公助・共助のうち、公共の部分はある程度できると思うが、本当に移動する一般の方々をどのように共助に巻き込んでいくかが結構難しい。その辺りをどう考えるか。

A: 難しい質問である。地区防災計画制度が全国 1000 箇所以上で組織化されて動き始めているが、今は ICT を使うレベルではなく、トランシーバーを各地区のリーダーに市役所が 1 台 1 台貸出している場合もある。しかし昨年

の令和2年7月豪雨で、九州や関東地方で避難所に行けない人が出てきた。その理由の一つは、新型コロナ対策によって避難所の定員が半数以下になり、受け入れられない状態を知らずに避難所へ行って入れなかったこと。もう一つは、災害は突然やってくる場合が多いこと。地震もそうだし、洪水もあっという間に大きな流れが入ってきて逃げ遅れる。こういった情報を、まだ通信部分が生きている状態で、なんとか ICT でリアルタイムに共有できないかということに取り組もうとしている。

人流については、都市部の人流は駅に集中していることと、避難所での人の集まり具合、また阪神淡路大震災では公園で数千人が夜を過ごしたような、臨時的な避難所の数をどう把握しながら誘導していくかが、これからの課題。まだ問題が山積みの状態である。

- Q: ただ、かなりのことはできそうではないか。データは取れて予測もできるが、最終的にそれをどう返していくかが難しい。
- A: 万博の会場の夢洲は非常に大きな広大な空間と考えられるが、その中にいろんな展示場やサブ空間があって、そこに最大ピーク時1日あたり23万人が入ってくる。そこに大きな地震等が発生した場合、トンネルと橋と船をどう使って、どう早く短時間に退避させるか。逆に人工島は安全という話もあって、周りの市町村などが被害を受けそうな時、夢洲にどう避難させるか、そういった時の橋の問題、輸送の問題、途中の道路をどう誘導していくか、それらが大きな課題だと捉えている。
- G: 確かに万博は日本のテクノロジーを世界に紹介する場だと思うので、そういうところをうまく使って、ICTを使った安全設計をどうやるのかを世界に発信していくというのはかなり大事な話だと思う。何かあれば協力させていただきたい。
- C: ヘリやドローンの高所映像とスマホなどの映像から人流を自動解析し、地区防災に参加している市民が年に何回か実際に参加する新しい防災訓練を、万博のためだけでなく企画できたら面白い。
- C: 実際に行動変容まで返してループを回そうとすると、どうしても社会実験が必要。避難誘導付きオペラはすごく面白いアイデアで、ああいうイベントを万博の前後に仕掛けていって、万博そのものが社会実験という建て付けにしていくのもすごく面白い。将来的に IoT でデータが取れるようになってくると、我々の行動様式も日々変わっていかないといけないところもある。そ



ういうところが万博の中に埋め込まれて実験できている、というのは面白い。

- G: 今は家庭でも SLAM<sup>17</sup>をやっている。先ほどドローンの話もあったが、これからはみんなが携帯電話の SLAM で地図を作って、それをお互いに共有する状態で3次元地図がどんどんできていく世界になると思う。例えば万博の開催2週間ぐらい前に人を集めて、みんなが地図を集めよう大会をやる面白。地図ができると、スマホをオンにした人は万博の会場にどう行けばよいかわかるようになるので、人がどこにいるかリアルタイムで検索できることになる。
- C: 万博では人を特定できるので、事前の同意を取るのもチケットに付属させる形など、普段の街中でやるよりもやりやすいメリットがある。
- C: 最後のアイデアはすごく面白い。うめきた二期もそうだが、こういう社会実験をうまく埋め込める仕掛けを作っておくと、面白いことが色々できそうで、一つのアプローチとして良いと思う。

---

<sup>17</sup> Simultaneous Localization And Mapping の略。カメラ等で得た周囲の情報に基づく地図の作成と、移動の履歴をもとにした自分の位置の推定を、同時に行う技術。家庭向け製品の搭載例としてはロボット掃除機がある。

## 4. 考察

19年度の研究会では、IoTがもたらす社会の変化と、IoTのあるべき姿に関する示唆を、個々の事例を超えて6つの視点による示唆を抽出した。すなわち、「互助・共助の進化と、共同体の価値について」「行動変容の誘導と、関係者にもたらす変化」「PDCAサイクルと規制」「都市OSのガバナンス」「データの取得と流通」「IoTとまちづくりの連携」である。

今年度も研究会3回、6件の講演から同様の考察を行う。その際、上記した6つの視点をを用いるのとともに、さらに「持続可能性」という視点を加えることとした。その結果、今後のIoTおよびスマートシティの構築にあたって考慮すべき点として、仮説ではあるが、以下を挙げる。

### 4.1. 互助・共助の進化と、共同体の価値について

- 1) 第1回研究会の関氏講演では、まちの施策の形成に住民が参画することで、施策がより円滑に策定、実行されることが述べられた。一方、住民と行政が密にコミュニケーションできる範囲は小さく、大都市では機能しにくい。そのため大都市全体の課題解決に住民が直接参画するには、小さな範囲から策定、実行し、徐々に拡大するという、重層的な進め方が必要と考えられる。このとき行政には、データの提示、コミュニケーションのツールに加えて、効果的なファシリテーションが強く必要とされる。一方、特に住民側には、データに基づく議論に対する理解、リテラシーが不可欠であろう。
- 2) 第3回の田中氏講演では、人々や企業等、また携帯端末やドローン等が映像を提供して災害対策の自助・共助を支援する、災害情報共有システムの構想が例示された。自治体が情報提供する負担を軽減し、公助から自助・共助へ比重を移す「ヒトのプロセス」の変化の事例といえる。

### 4.2. 行動変容の誘導と、関係者にもたらす変化について

- 1) 第2回の牛房氏講演では電力消費を、また第3回の大西氏講演では災害時の避難誘導を例として、情報のフィードバックによる行動変容の誘導が効果的であると示された。ただし、情報を受けた人間の反応を精確に予測するには、まだまだ社会実験による検証が必要なこともわかった。2つの研究会での議論では、いずれも2025年万博の会場・期間を社会実験の場とする提案がされている。電力、防災といった社会の基盤インフラについても、社会実

験であると明示して、社会実験に活用することが考えられる<sup>18</sup>。

- 2) 上記した2つの事例では、省エネ、避難のそれぞれの場面で、対象の集団をリードしている層が存在し、それらの層に重点的に情報をフィードバックすることで、結果として望ましい集団行動を誘導しやすいことが示された。一方、全員が初めて来た場所のようにリードが期待できない状況では、直感に従った成り行き行動ではなく、合理的な行動へと誘導するための、情報のフィードバック方法そのものが重要となる。

### 4.3. PDCA サイクルと規制について

- 1) スマートシティの構築には住民の参画が望ましいことが、第1回の関氏講演で述べられた。IoTによる製品・サービスをデータの利用によって改善していくには、利用者自身の評価を含めることが望ましい<sup>22</sup>が、スマートシティで提供されるサービスについては、住民が利用者であり、同様に考えられる。その結果規制改革が必要とされれば、それは第1回の岸本氏講演でいう「ロビー活動が必要な状況」であると考えられる。

### 4.4. 都市 OS のガバナンスについて

- 1) 「まち」の範囲は「まちづくり」の範囲によって決まる。第3回の近田氏講演の際には、街区レベルでのエネルギーの最適化制御について議論されたが、タウンマネジメントオフィス等の形で、まちの運営者が共通化されていることが、関係者間の調整がしやすく、望ましいことがわかった。共通の目的を持った共同体ではデータ分析に対する動機が高まる<sup>23</sup>が、データ利用による利益を共有しやすく、その動機を高めやすいことも、運営者を共通化するメリットの一つである。
- 2) 第1回の関氏講演にあったように、まちの施策作りでは、シビックテックやスタートアップの参画による「プレイヤーのオープン化」が進展している。行政・企業がオープン化への積極性を高める際は、協業のプロセスや責任分担に混乱がないよう、行政・企業側の体制を充実すべきである。

---

<sup>18</sup> 2025年日本国際博覧会協会(2020)では、「消防・防災」に関する運営計画(p.82)の中で「すべての来場者が安全に避難できる体制」及び「関係者を対象とした研修・訓練の実施」を、またエネルギーについては「省CO2・省エネルギー技術の導入や再生可能エネルギー等の活用」(p.85)を謳っているが、これらに関する実証実験には言及していない。

<sup>22</sup> アジア太平洋研究所(2020), p.51.

<sup>23</sup> アジア太平洋研究所(2020), p.49.

## 4.5. データの取得と流通について

- 1) データ利用の同意を得る方法が洗練されることで、利用の社会的なハードルが下がると考えられる<sup>24</sup>が、これについて 20 年度研究会では 2 つの論点が提起された。一つは第 3 回の田中氏講演で出た「非常時のデータ利用について、公共の利益のために例外的な運用を認めるかどうか」である。平時の備えとしては、私権の制限を伴うことがありうるものの、毎年のように自然災害に見舞われる日本では、社会的な合意を早期に進めておくべきである。
- 2) もう一点は第 1 回の岸本氏講演における「オプトアウト」に関するものである。計測対象となった集団にオプトアウトの方法を明示することは重要である。一方、オプトアウトが一般化しすぎることによって、集団全体の分析結果に基づく施策を、オプトアウトした個人も受けられる「フリーライダー問題」も起こりうる<sup>25</sup>。データ取得の際は、オプトアウトできることを明示すると並行して、その施策の意義や、データの安全な取扱いについても明示し、信頼感を醸成し、協力を求める努力も必要と思われる。

## 4.6. IoT とまちづくりの連携について

- 1) 第 2 回の牛房氏講演及び第 3 回の大西氏講演では、ともに北九州市の実証実験に対する積極的、協力的な姿勢が取り上げられた。同市の姿勢からは、大都市といえども環境変化を捉えて健全な危機感を共有し、それを新たな挑戦に結び付けるという姿勢の重要性が参考となる。

## 4.7. 持続可能なスマートシティ及び IoT システムに対する示唆

20 年度に設定した新たな視点から、スマートシティの持続可能性を高めるのに必要と考えられる施策の方向性を挙げたい。研究会から示唆された 4 点の切り口から述べる。

- 1) 住民参画によるニーズの整合： 第 1 回の関氏講演では、行政先行の弊害、技術先行の弊害とともに、その解決策として、スマートシティ構築に住民が参画することが示された。スマートシティの個別の機能・サービスをニーズに沿ったものとすべく、「どのような地域に住みたいか」を含めて住民の参画を得て作ることが手戻りをなくし、利用を伸ばすことに繋がる。第 3 回

---

<sup>24</sup> アジア太平洋研究所 (2020), p. 52.

<sup>25</sup> 一方「オプトイン」の場合でも、オプトインしなかった個人がオプトインした集団を分析した施策のメリットにあずかるという、同様の現象が起こりうる。

- の田中氏講演での地区防災計画は、住民参画が進んだ施策の事例といえる。
- 2) 行政の機能別組織の関わり： 大都市については、行政が市民と直接対面することは非常に困難なので、機能別組織である局を通じて、機能別に対面することが必須となろう。そのときに、ニーズや目標がシビックテックにも正しく伝わるように、原課の参画は不可欠である。
  - 3) デュアルユースとマルチロール： 第3回の大西氏講演で言及されたが、ICT インフラの投資効率を高めるには、平常時と災害時で異なる機能を提供できるデュアルユースを含め、複数の用途に対応できるマルチロールであることが重要となる。第2回の近田氏講演にあるように、既存のシステムに接続できる親和性も重要である。
  - 4) 不動産価値の向上： スマートシティの投資効率は、新しいサービスによる不動産価値の向上によっても向上できる。第3回の議論では「EaaS」という、生活・執務環境の改善と省エネを合わせた概念が提案された。現在、CASBEE ウェルネスオフィス等の認証がこの概念に近い評価システムであるが、これらの評価項目の改善は SDGs の目標達成にも併せて寄与するため、SDGs 面からも不動産価値が向上させられると考えられる。

#### 4.8. 新技術の実装について

- 1) 新技術を事業等を実装する際は、技術単体ではなく、技術が市場や社会にもたらす影響をより広く考慮しておくことの必要性が増している。ELSI の概念を考慮し、法規制となる前の倫理面、社会課題面の検討と、問題発生時に対処する機能を、企業は持つておく必要がある。
- 2) ELSI に関する課題はビジネスと乖離するものではなく、むしろ密接に関係して検討すべきものである。その一例が、第2回の牛房氏講演における電力のプライシングである。需要家のデータをプライシングに利用することで、より省エネが実現しうる。しかし需要家のデータをどこまで詳細に踏み込んで分析、利用するかは、事業の観点から ELSI 面の検討が必要となろう。第3回の田中氏講演における被災画像の利用についても、どこまでマスクして利用を認めるかは、社会の合意を見る必要があるだろう。
- 3) ELSI を考える際、企業に必要な視点は「社会の公器」としての視点である。コロナ禍に伴って、CES、SXSW での企業 PR でも「企業は公器である」ことを従来以上に打ち出すものが見受けられた。日本においても、海外におけるこのような傾向を把握し、対応していく必要があると考えられる。

## 5. 残った課題と今後の方向性

今年度の本研究では引き続き「人々の幸せを中心とする、持続的に成長する都市」の実現を目標として、IoTの在り方を検討してきた。2018年度の実証実験と19年度以降の研究会だけをとっても、表2-1に示したパートシステムの大半の分野をカバーすることができ、関連する多くの事例を知ることができた。

これらの事例から得られた知見は、ICTのマイナス面ともいべき課題も含めて、多岐にわたる。例えば、持続可能なスマートシティの構築のためには住民の参画が効果的なこと、新技術を実装する際には、既存の法規制に加えて、従うべき倫理原則に照らし合わせた検討や、世論に代表される社会面の検討も行うべきこと、行動変容を働きかけるには、リードする層へ重点的に働きかけるべきこと、まちの運営を最適化する施策は、運営者が一体となっているべきこと、等である。これらの貴重な知見は政策提言などに生かすとともに、以下の新たな課題に取り組むのにも生かしていきたい。

最近のコロナ禍への対応を通じて、日本の官民の組織におけるデジタル化（DX<sup>26</sup>）が遅れているという課題が浮き彫りになった。今後、官民ともDXを強かに推進すると見込まれるが、これも本研究でみてきたスマートシティと同様、適切に進めないと、負の影響をもたらす可能性がある。

DXとは単なる道具の置き換えを意味するものではなく、組織の事業や業務のプロセスに対する変革も伴うものである。その際、どのような負の影響が考えられ、それを回避するにはどのような点に留意すべきか、規範となる考え方が必要と思われる。21年度には研究対象を、IoTやスマートシティから、官民の事業・業務により密接に関連したDXに移して、上記で述べた「DX推進にあたっての規範」に関する検討を行いたい。

---

<sup>26</sup> 「デジタル・トランスフォーメーション」の略。

## 《参考文献》

- 2025年日本国際博覧会協会 (2020), 『2025年日本国際博覧会基本計画』.  
[https://www.expo2025.or.jp/wp/wp-content/themes/expo2025orjp/assets/pdf/masterplan/expo2025\\_masterplan.pdf](https://www.expo2025.or.jp/wp/wp-content/themes/expo2025orjp/assets/pdf/masterplan/expo2025_masterplan.pdf) (最終閲覧日: 2021年7月15日)
- アジア太平洋研究所 (2017), 『アジア太平洋と関西 関西経済白書 2017』,  
丸善プラネット.
- アジア太平洋研究所 (2019), 『自主研究「都市におけるIoTの活用」「スマートシティ実証実験」実施報告書』.  
[https://www.apir.or.jp/wp/wp-content/uploads/20190809\\_iot.pdf](https://www.apir.or.jp/wp/wp-content/uploads/20190809_iot.pdf) (最終閲覧日: 2021年7月15日)
- アジア太平洋研究所 (2020), 『自主研究「都市におけるIoTの活用」研究会報告書 (2019年度)』.  
[https://www.apir.or.jp/wp/wp-content/uploads/2019\\_apir\\_research\\_report\\_IoT.pdf](https://www.apir.or.jp/wp/wp-content/uploads/2019_apir_research_report_IoT.pdf) (最終閲覧日: 2021年7月15日)
- 資源エネルギー庁 (2016), 「次世代エネルギー・社会システム実証事業 ~ 総括と今後について ~」, 平成28年6月7日, 次世代エネルギー・社会システム協議会 (第18回) - 資料4.  
[https://www.meti.go.jp/committee/summary/0004633/pdf/018\\_04\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/committee/summary/0004633/pdf/018_04_00.pdf) (最終閲覧日: 2021年7月15日)
- 資源エネルギー庁 (2020a), 『令和元年度エネルギーに関する年次報告』.  
<https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2020pdf/> (最終閲覧日: 2021年7月15日)
- 資源エネルギー庁 (2020b), 『エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネスに関するガイドライン』.  
<https://www.meti.go.jp/press/2020/06/20200601001/20200601001-1.pdf> (最終閲覧日: 2021年7月15日)
- 総務省 (2016), 『災害医療・救護活動において確保されるべき非常用通信手段に関するガイドライン』.  
[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000427274.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000427274.pdf) (最終閲覧日: 2021年7月15日)
- 田中重好 (2013), 「東日本大震災を踏まえた防災パラダイム転換」, 『社会学評論』, 2013年64巻3号, p. 366-385.  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsr/64/3/64\\_366/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsr/64/3/64_366/_pdf/-char/ja) (最終閲覧日: 2021年7月15日)

## 《研究会メンバー》

### 研究統括

宮原 秀夫 一般財団法人アジア太平洋研究所 所長  
元大阪大学総長  
元国立研究開発法人情報通信研究機構理事長

### リサーチリーダー

下條 真司 一般財団法人アジア太平洋研究所 上席研究員  
大阪大学サイバーメディアセンター 教授・センター長

### リサーチャー

岸本 充生 大阪大学データビリティフロンティア機構 教授  
大島 久典 一般財団法人アジア太平洋研究所 総括調査役

### オブザーバー

(役職は2021年3月時点)

船橋 俊一 株式会社大林組 大阪本店 建築事業部 プロジェクト推進第二部長  
山本 明典 ダイキン工業株式会社 テクノロジー・イノベーションセンター 課長  
藤井 将朗 大和ハウス工業株式会社 経営企画部 事業企画推進グループ グループ長  
水方 秀也 株式会社竹中工務店 開発計画本部 本部長 (西日本)  
竹本 忠博 同 西日本1グループ  
高井 勇志 同 技術研究所 未来・先端研究部  
本田 新九郎 西日本電信電話株式会社 ビジネスデザイン部 テックデザイン部門 部門長  
石原 達也 同 担当課長  
衿木 高広 同 主査  
西 裕士 同 ビジネス営業本部 理事・クラウドソリューション部長  
樋口 浩子 同 クラウドソリューション部 地域プロデュース担当 担当部長  
田中 雄一 同 都市ビジネス推進グループ 担当部長  
佐野 秀明 同 担当課長  
瀬野 恭彦 同 主査  
小池 博之 パナソニックシステムソリューションズ・ジャパン株式会社 万博・IR・CRE 推進室 総括担当  
小林 純雄 株式会社日立製作所 関西支社 協創イノベーション推進部 部長  
土居 正浩 同 主任技師  
佐藤 太泰 三菱電機株式会社 関西支社 事業推進部 部長  
山田 直彦 同 総合営業課 課長  
槇野 悠二 同 担当課長  
坂 純也 同 営業企画課  
西川 武志 公益財団法人計算科学振興財団 CTO・共用専門員・研究部門 主任研究員



田中 喜美代	公益社団法人関西経済連合会	産業部	副参与
小泉 美子	同		参事
内梨 翼	同		副主任
吉川 泰生	同		
吉村 保範	大阪商工会議所	産業部	次長
村形 裕司	大阪府 商工労働部	成長産業振興室 産業創造課	産業化戦略グループ 課長補佐
瀬川 亮	同		総括主査
辻野 一郎	同	中小企業支援室	大阪府 IoT 推進 Lab 担当 総括主査
中道 忠和	大阪市	ICT戦略室	ICT イノベーション担当課長

事務局

池田 宏	一般財団法人アジア太平洋研究所	総括調査役
------	-----------------	-------

執筆者

大島 久典	一般財団法人アジア太平洋研究所	総括調査役
-------	-----------------	-------

研究プロジェクト「都市におけるIoTの活用」  
研究会報告書（2020年度）

---

発行日	2021（令和3）年7月
発行所	〒530-0011 大阪市北区大深町3番1号 グランフロント大阪 ナレッジキャピタル タワーC 7階 一般財団法人 アジア太平洋研究所 Asia Pacific Institute of Research (APIR) TEL (06) 6485-7690（代表） FAX (06) 6485-7689
発行者	小浪 明

---

ISBN978-4-87769-134-9

ISBN978-4-87769-134-9