

アジア太平洋研究所資料
20-08

研究プロジェクト

「都市におけるIoTの活用」

研究会報告書（2019年度）

2020年 9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いる。

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」ものとしている。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」などを上げている。19年度の研究プロジェクトは、18年度に実施した実証実験で得られたデータの分析を行った前半と、実証実験の範囲としなかった領域である交通と医療を対象として研究会を開催した後半に分かれており、本報告書は後半に関するものである。なお前半については、別途発行している実証実験の報告書を参照されたい。

研究会は毎回、分野別にテーマを設定した。それぞれ、人の移動について扱った「MaaS」、人の健康・医療について扱った「医療・ヘルスケア」である。なお、室内環境を対象とする「環境・エネルギー」についても開催を計画したが、新型コロナウイルスの流行拡大を受けてやむを得ず中止とした。

研究会では各分野での先進事例を題材として、それぞれの分野においてあるべきIoT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。

2020年9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.....	4
2. 研究の進め方.....	8
3. 研究会の開催実績と概要.....	9
3.1. 第1回 2019年8月2日 テーマ：スマートシティ実証実験の成果報告.....	9
3.2. 第2回 2019年10月21日 テーマ：MaaS.....	9
3.2.1. テーマの背景.....	9
3.2.2. 課題認識と講演内容.....	11
3.2.3. ゲスト講演 後藤孝夫氏（APIR 主席研究員／中央大学経済学部准教授）「交通経済学分野での MaaS の研究動向」.....	11
3.2.3.1. 講演の概要.....	11
3.2.3.2. 主な議論.....	16
3.2.4. ゲスト講演 土井健司氏（大阪大学工学研究科教授）「まちづくりと MaaS」 19	
3.2.4.1. 講演の概要.....	19
3.2.4.2. 主な議論.....	24
3.3. 第3回 2020年1月21日 テーマ：医療・ヘルスケア.....	28
3.3.1. テーマの背景.....	28
3.3.2. 課題認識と講演内容.....	30
3.3.2.1. 高齢化と人口減少に対応した、地域の保健医療の方向性.....	30
3.3.2.2. 医療のデジタル化.....	31
3.3.3. ゲスト講演 西水卓矢氏（阪急阪神ホールディングス株式会社）「ICT・IoT×Human サービス連携による『健康寿命の延びる沿線』実現に向けた取り組みについて」.....	31
3.3.3.1. 講演の概要.....	31
3.3.3.2. 主な議論.....	37
3.3.4. ゲスト講演 里見佳典氏（塩野義製薬株式会社）「医療におけるデジタルセラピューティクス現状と今後の方向性について」.....	40
3.3.4.1. 講演の概要.....	40
3.3.4.2. 主な議論.....	45

3.4. 第4回 2020年3月25日 テーマ：環境・エネルギー（中止）	48
4. 考察	49
4.1. 互助・共助の進化と、共同体の価値について	49
4.2. 行動変容の誘導と、関係者にもたらす変化について	49
4.3. PDCA サイクルと規制について	50
4.4. 都市 OS のガバナンスについて	51
4.5. データの取得と流通について	51
4.6. IoT とまちづくりの連携について	52
5. 残った課題と今後の研究の方向性	53
《参考文献》	54
《研究会メンバー》	56

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 MaaS による交通サービスの4段階の統合	10
図 3-2 年齢別1人当たりの年間医療費内訳（2013年度）	28
図 3-3 日本の将来人口推計	28
図 3-4 日本の平均寿命と健康寿命（2013年度）	29
図 3-5 医科診療費の傷病別の内訳（2013年度）	29
図 3-6 2035年に向けた3つのビジョンと、必要な保健医療のパラダイムシフト	30
表 1-1 全国のスマートシティプロジェクトの例	5
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	8
表 3-1 IoT や AI が可能とする新しいモビリティサービスの類型	10

1. はじめに

国内外において、「スマートシティ」実現に向けた動きが進んでいる。2019年度にあった国際的な動きとして記憶に新しいのは、2019年6月に開催されたG20大阪サミットであろう。貿易・デジタル経済大臣会合閣僚声明に「スマートシティ」の章が含められ、また首脳宣言でも、データの有効利用と、信頼性のある自由なデータ取引に関する内容が盛り込まれた。

この動きと連動して、全国各地では表 1-1 に示すように多数の取り組みが進められている。工場跡地を再開発する民間主導の事例や、大学と密接に連携するまちづくりの事例など、各々の方向にも多様性が見えてきた。海外においては、より以前からダイナミックな動きが進んでいる。いずれもIoT技術の進展を背景に、政策と技術からくるビジョンを実現するべく進められている。

このような動きに先駆け、APIRでは2016年に「都市におけるIoTの活用」研究プロジェクトを発足し「IoTはどういうものでなければならないか」という問題意識に基づく検討を行ってきた。その大前提は、「人々の幸せを実現するIoTでなければならない」ことであり、問いは大きく、「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点である。検討の目的は、今後のIoTシステムの構築にあたって指針となる示唆を得ることである。

研究会の検討を通じて「都市におけるIoTの活用」の全体像をまとめたものが、図 1-1 に示す三層構造である。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」¹ものである。基層にある「モノのプロセス」と「ヒトのプロセス」の中には、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、各種のパートシステムが包含されている。

この中でIoTが起こす変化として、「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」を想定しているが、そのためには図 1-2 に示す、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」が必要となる。そして図 1-3 に示すように、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」等のサービスが実現できることを検証するため、2019年2～3月にグランフロント大阪で実証実験を行った。実証実験の内容と成果については、同年8月にフォーラムを開催して報告するとともに、アジア太平洋研究所

¹ アジア太平洋研究所(2019), p. 1.

(2019)にまとめた。

なお実証実験は屋内の準公共空間を対象としたものであり、実証実験の終了後は、実施空間に含まれなかった環境におけるIoTのありかたについて、あらためて検討することとした。

表 1-1 全国のスマートシティプロジェクトの例

地方	エリア名	プロジェクト名
北海道	北海道札幌市	札幌市データ活用プラットフォーム構築事業
東北	福島県会津若松市	シティズンセントリック型スマートシティ事業
関東	埼玉県さいたま市浦和美園地区	データ利活用型『スマートシティさいたまモデル』構築事業
	東京都調布市	調布市ヘルスケアスマートシティプロジェクト
	神奈川県横浜市	Tsunashima SST(*)
		官民データ活用シナリオ創発プラットフォーム事業
神奈川県藤沢市	Fujisawa SST(*)	
中部	静岡県裾野市	WOVEN CITY(*)
	長野県伊那市	ICT ライフサポート・チャンネル構築事業
	富山県富山市	富山市スマートシティ推進基盤構築事業
近畿	京都府全域、京都府精華町及び京都市嵐山地域	データ利活用型『スマートシティ京都』モデル構築事業
	三重県木曾岬町	木曾岬町地域BWAを活用した安全・安心まちづくり事業
	大阪府吹田市	Suita SST(*)
	兵庫県加古川市	課題解決型デジタルスマートシティイメージ
中国	島根県益田市	益田市データ利活用型スマートシティプラットフォーム構築事業
四国	香川県高松市	『スマートシティたかまつ』プロジェクトの推進
	愛媛県新居浜市	住みたい、住み続けたい産業・環境共生都市の実現へ
九州・沖縄	福岡県飯塚市	スマート・ウェルネス・シティサービス展開事業

プロジェクト名に(*)を付したものは、企業の工場跡地を再開発するプロジェクトを示す。

出所) 総務省「データ利活用型スマートシティ推進事業」の採択実績、および各種報道をもとに筆者が作成。



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」

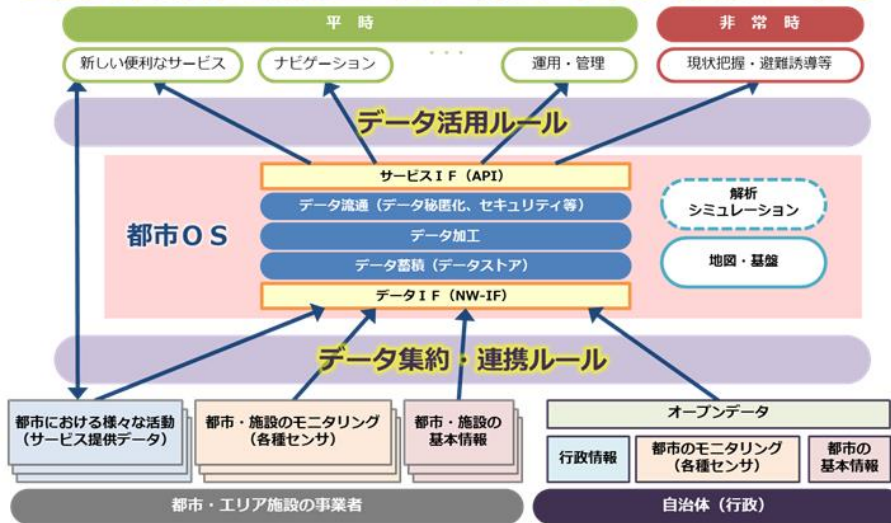


図 1-3 都市 OS を活用したスマートシティのイメージ

出所) アジア太平洋研究所(2019), p. 4, 図 1.2-2.

2. 研究の進め方

第1章で述べた検討のため、実例をもとに、IoTシステムのあるべき姿について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、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（表 2-1 参照）、「MaaS」「医療・ヘルスケア」「環境・エネルギー」の3つとした。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。

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。

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2020年1月に開催された民生技術の展示会「CES」の視察を行った。

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	各パートシステム	実証実験項目との対応
個別の活動	一定の場所	芸術	
		学び・研究	
		モノづくり	
		小売り	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	来街者向けサービス(同上)
		起業	
	広範囲を移動	家	
		ツーリズム	第2回：MaaS
		交通	
	(上記の両面あり)	余暇	
都市の文化			
活動の基礎	身体に関して	医療	第3回：医療・ヘルスケア
		福祉	
	施設環境に関して	防災・減災	まちのセンシング (公共安全サービス/人流表示)
		環境	第4回：環境・エネルギー
		エネルギー	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)

表中の網掛け部は、実証実験の対象としたパートシステムを示す。また、2019年度の研究会テーマとした分野を太枠で示す。

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 2019年8月2日 テーマ：スマートシティ実証実験の成果報告

この研究会では、実証実験の内容と成果を、フォーラム開催に先立ってオブザーバーに報告した。詳細は割愛する。

3.2. 第2回 2019年10月21日 テーマ：MaaS

3.2.1. テーマの背景

MaaS (モビリティ・アズ・ア・サービス)は、Heikkilä(2014)で提唱された概念であり、「モビリティオペレータ (モビリティサービスをサービスプロデューサーから購入し、サービスとして組み合わせて消費者に提供する企業) によって、包括的な範囲のモビリティサービスが消費者に提供されるシステム」²と定義された。しかし、その後この語が広く使われるのに伴って、特に IoT および ICT との連携が強調され、その指す内容に広がりが生じているのが現状である。たとえば露木(2018)は、「MaaS は、ICT を活用して交通をクラウド化し、公共交通か否か、またその運営主体にかかわらず、マイカー以外のすべての交通手段によるモビリティ (移動) を1つのサービスとしてとらえ、シームレスにつなぐ新たな『移動』の概念」³としている。

具体的には、複数の交通機関にまたがる予約や決済を ICT によって接続し、乗り換えのたびではなく、目的地までの行程を通じてあたかも一つの交通機関であるかのようにサービスが統合していくことを意味する。これによってスムーズな乗継ぎや料金の定額化など、個々の利用者の視点に立った簡単で便利な交通サービスを提供できる。また交通サービスには、稼働していない輸送力と車に乗るニーズとをマッチングする機能を含める場合もある。代表的なものがアメリカの Uber である。

接続によるサービスの統合について、Sochor ら(2017)は、情報の統合、予約と決済の統合、提供するサービスの統合、そして最高レベルである政策の統合までの4つのレベルを提案している (図 3-1)。

² Heikkilä (2014), p. 8.

³ 露木 (2018), p. 2.

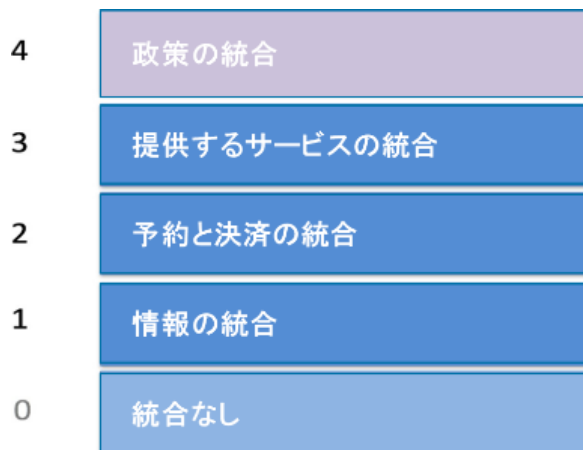


図 3-1 MaaS による交通サービスの 4 段階の統合

出所) Sochor et al. (2017), p. 8, Fig. 2 より筆者が抜粋し和訳。

MaaS が解決策として用いられる課題は多岐にわたる。都市部では渋滞、地方では高齢化・過疎化に伴う交通の担い手不足、また近年急増してきた外国人観光客に対しては簡便な交通手段の提供といった例が挙げられる。表 3-1 には、IoT や AI の導入によって実現される種々の交通サービスが挙げられている。ここには物流を扱うサービスも含まれている。

一方、実際には事業者の中で内部補助がなされるなど MaaS の経営は未だ安定しておらず、交通サービスのプラットフォームを利用して交通以外にも収益源を展開する等の安定した収益モデルの確立が必要という指摘もある。

表 3-1 IoT や AI が可能とする新しいモビリティサービスの類型

		サービス分類	サービス内容	
カーシェア	B2C ウェイフ タイプ	ラウンドトリップ型	借り受けたステーションへの返却を前提としたカーシェアサービス 近年ではスマホアプリにより予約/借受/返却手続きが可能に	
		ステーション型	借りた場所と異なる場所に返却することができる、乗り捨て型のカーシェアサービス	
		フリーフロート型	決められたエリア内であれば、道路上や公共駐車場など自由に乗り捨てることができるカーシェアサービス	
		C2C	所有する自家用自動車を、利用者間で貸し借りできるカーシェアサービス	
デマンド交通		定路線型	通常の路線バスをベースに、予約があった場合に限り運行するサービス	
		準自由経路型(マイクロトランジット)	利用者の需要に応じて高頻度で運行ルート・時刻を更新して運行する乗合バスサービス	
	自由経路型	B2C	タクシー配車	配車アプリ等により、高効率にタクシー配車を行うサービス
			相乗りタクシー	配車アプリ等を用い、同方向に移動する利用者のマッチングを行い、まとめて効率的に運送するサービス
		C2C	ライドヘイリング	一般ドライバーが自家用車を用いて乗客を運送するサービス
			カープーリング	同方向への移動者同士のマッチングを行うサービス
	マルチモーダルサービス	複数の交通モード(鉄道・バス・タクシー・カーシェア等)を統合し、アプリを通じた一元的な検索・予約・決済を実現したサービス		
物流		物流P2Pマッチング	荷主と物流の担い手のマッチングサービス	
		貨客混載	旅客運送事業者による貨物運送と、貨物運送事業者による旅客運送の両方を含んだ、ヒトモノの混載運送サービス	
		ラストマイル配送無人化	ラストマイル配送でドローンを含む無人配送ビークルを活用した配送サービス	
	駐車場シェアリング	アプリ等を用い、月極や個人の駐車場を一時的に貸し借りすることを可能とするサービス		
	移動サービスと周辺サービスの連携	既存のモビリティサービスのインフラを活用し、フードデリバリー提供や広告・クーポン配信等を活用した消費誘導を行うサービス		
	コネクテッドカーサービス	車両のコネクテッド化を通じた、メンテナンス、業務オペレーション等の高度化サービス		

出所) 経済産業省 (2018), p. 7.

3.2.2. 課題認識と講演内容

MaaS を今後どのように発展させるか議論するためには、前出のように、MaaS そのものが未だ粗い概念であるため、どのような論点があるか整理する必要がある。その切り口の一つとして、交通経済学における、MaaS に関する論点を整理することにした。同時に、MaaS が解決に用いられる交通課題の一つとして、都市部の渋滞について知見を得ることにした。これらについて、APIR 主席研究員の後藤孝夫氏に講演いただいた。

また、交通に関する欧米との社会背景との違い（たとえば欧州の地方交通は自治体が運営する。日本では歴史的に私鉄の役割が大きい）も考慮したうえで、MaaS によって何ができるかを都市計画の視点から議論したい。そのため、大阪大学の土井健司教授に講演いただいた。

3.2.3. ゲスト講演 後藤孝夫氏（APIR 主席研究員／中央大学経済学部准教授）

4 「交通経済学分野での MaaS の研究動向」

3.2.3.1. 講演の概要

交通経済学では、MaaS の研究に期待する点は大きく二つある。

一つは、三大都市圏以外の地域で人口減少と少子高齢化が非常に顕著になってきている点。地方のバス会社ではなかなか運転手が集まらないし、お金も足りない。このような現象をどう解決していくか。

地方に住む、自動車の運転をする人がだんだん高齢化してくると、アクセルの踏み間違いなどの事故が起きている。統計上有意かは別にして、実際に我々が目にすることは多くなっている。日常の買い物ができない人が、経産省と農水省それぞれの推計で全国に 700 万人いる。日常の移動が困難な方が増えてきているのは事実だろう。大阪でも交通の空白地帯はあり、今までバスでつないでいたところをどうするかが、一つのテーマになっている。

もう一つは、交通渋滞が慢性化している点。渋滞の定義は省くが、ラジオを聞いても日々同じようなところが渋滞している。道路を建設しているところもあるが、なかなか渋滞を一気に解決するのは難しい。需要の方をコントロールできないかというのが、私たちの分野での研究内容である。

政府の資料では、渋滞が労働生産性に影響していることが挙げられている。政府が行っている生産性革命にはだいたい渋滞が含まれている。1 人 100 時間

⁴ 所属、役職は講演当時のもの。以下同様。

移動するうち 40 時間が渋滞に巻き込まれており、それを他の時間に回せば生産性を上げられるという話も取り上げられている。東京、中京、京阪神の三大都市圏のほとんどで渋滞の損失が語られており、その解決に MaaS の考え方が使えないかというのを、本当に直近、少しずつ研究し始めた段階である。

地方では、日本は足の確保を念頭においている。諸外国では、自動車の保有があまり効率的でないとされていることが、MaaS の最初のきっかけと聞いている。EU では一か月の費用約 4 万円の 85%程度を保有に使い、実際の利用には 15%ぐらいしか使っていない。もちろん環境問題もある。日本の場合は基本的に 2 点、足の確保と道路混雑の解消で MaaS に興味を持たれている。

研究の分野ではどんなことをやっているのかという紹介は、私の頭の整理にもなる。もう一つの、混雑税あるいは混雑課金については、外国の事例がいくつかあり、国内にもこれから行う動きがあるのでご紹介したい。

一つ目のテーマとして、交通経済学での MaaS の研究動向をご紹介したい。ジャーナルで初めて MaaS の特集が組まれたのが 2019 年である。先行研究の公開も電子版のみで、まだ本当に始まったばかりである。統合にはレベル 0 から 4 段階あって、基本的にはレベル 2「予約や支払いの統合」以上が MaaS の一般的な定義である。ただ明示的に取り扱っている先行研究がなく、文献も 2019 年と本当に今年出たばかりである。日本を対象にしたものはなかなかないが、その中でもいくつか論点があり、それをピックアップしたのが以下の四つである。

一つは「所有から利用へ」。今まで自家用車で移動の確保をしていたが、コスト面と環境面で、諸外国ではだんだんとシェアしていく形になっている。ただその効果を定量的に把握して何かを検証する段階にはなく、事例を紹介する研究になっている。

二つ目はサブスクリプションの話。通信系でいえば従量課金から固定制にパッケージしているが、MaaS もサービスをパッケージする効果を測っていけないかというのが、また始まったばかりだが論点としてある。ちなみに高速道路の場合は、逆に対距離課金ということで、従量制に変えてきている。

三つ目は、いろんな事業者が混ざっていることに対する動機づけの点である。日本の場合、鉄道だけ見ても、阪急、阪神、京阪、この間民営化された大阪市営地下鉄もあり、いろんなプレイヤーが同じ地域に混在している。それぞれの路線は地域独占的な住み分けはされているが、実は以前から交通の運賃を統合していく話はあったものの、大体流れてしまっている。プレイヤーの人たちに動機づけができるだろうか、というのが一つの論点。

最後は環境負荷の視点で、日本ではあまり取り上げられないが、EU では環

境負荷の視点が、かなりメインの話の一つになっている。

MaaS の研究は、だいたいこれら 4 つの論点で進みそうである。

一方で日本はどうかというと、MaaS はなかなかないが、ライドシェアでは関西圏の事例がある。京丹後市の支え合い交通では、Uber のアプリを使って配車をしている。ドライバーを Uber のような形でマッチングしていく話はあったが、法律に抵触するので、抵触しない範囲で、地元の人が最初に登録した上で、配車の方法に Uber を使っている。利用者は住民や観光客で、これで足の確保がだいぶ進んだが、法律上の問題があったり、タクシー中心に既存の事業者が反対したりという課題が挙げられている。

MaaS まで行かなくても、ロンドンの地下鉄の IC カードや 1 日乗車券というように、海外では地域乗り放題の企画乗車券という形で、利用者の視点で運賃の統合を行っており、関連する研究が存在している。そういった研究の中では、例えばインバウンドの方に官公庁がアンケートを取ると、やっぱり公共交通が乗りにくい、どれに乗ってどれぐらいかかるかが、なかなかわからないという声がある。このことを経済学では取引費用という概念で検討するが、運賃一括にすると取引費用が安いという効果があり、自家用車から公共交通に転換する可能性があるという研究がされている。

関西ではこれに近い KANSAI ONE PASS というのがある。ICOCA をベースとして、インバウンド客対象に、優待券をつけたりしながら IC カードで自由に移動していただくもの。すごく人気があるが、運賃を統合しているわけではなく、シンプルに IC カードを持ってもらっている段階。切符を買わなくて済むが、どこの地域に行っていくらかかるというのは全く変わっていない。インバウンド客の不満の中に、wi-fi や英語の案内がないのと同時に、常に、公共交通の利用が 3 位から 5 位に挙がる。もし一括の固定料金で、例えば大阪市内だとどこでも乗れる形にすると流動が生まれるか、という研究をしている。

KANSAI ONE PASS の場合はデータを開放して、いろんな形で使えるようにしていただいている。日本の場合、ビッグデータが事業者に閉じてしまってオープンではない。MaaS の考え方が基本的にオープンデータなので、その障害も、やはり事業者の理解が必要である。

オープンデータを外から検証できるようになって、KANSAI ONE PASS を持った人がどこに移動したのかを拾えるのが IC カードである。京都と大阪からほとんど移動していなかったり、兵庫県にはあまり移動してないということは、データで浮き彫りになってくる。データの扱いにも触れていただける事例として、紹介させていただいた。

今やろうとしている日本の MaaS では、JR 東日本と小田急が手を挙げてプラットフォームを作っている。私のいる中央大学多摩キャンパスは京王電鉄を使うが、京王電鉄でもこの間 MaaS の対策本部ができたが、何から手をつけていかかわからないとのことで、事業者も試行錯誤をしながら MaaS に対応している。その先駆けの形で、これら二つや電鉄系の会社が名乗りを上げている。

政府としては、大都市の MaaS とか地域の MaaS とか、それぞれの MaaS を作ってコネクティングしていこうという考えである。当然、地域ごとに MaaS に求めるものが違ってくるので、国としてはうまく結びつけていければという段階だが、中で実際にどうかというと、まだこれから検討していく段階である。

以上、雑駁ではあるが、MaaS の研究の動向から論点、後は MaaS に近い例を報告させていただいた。続いて 2 番目のテーマ、混雑の話を見せていただき、色々ご意見を頂戴したい。

ロードプライシングは道路利用への課金という意味で使っているが、道路を利用する側にお金をかけて需要をコントロールしようという考え方である。これもいくつか事例がある。

ロンドンの場合 2003 年より、監視カメラがナンバーを控えて所有者に支払わせる形になっている。月曜から金曜の 6 時半まで、Central Zone を通ったらいくら取られる。この料金もだんだんと上がっており、ちょっと古いが今 11.5 ポンドということなので、一回入ると 1700 円程度取られる。事前に払ったら 10 ポンドになる。

シティと呼ばれる金融の地域とウエストミンスターなどの政治の地域のうち、シティの混雑が問題になったため、2011 年にシティで最初に始めたところ、1 日断面交通量が、平均約 19 万台から約 13 万台に 3 割減った。それはよいということで、地域を拡大して効果を測ってちょっと縮めたり、あるいは住民は 90% 減したり、試行錯誤を繰り返しながら、ロンドンの道路混雑の価格でのコントロールをすでに行っている。狭い道路が多く道路の幅が難しいので、こういった取り組みをしている。

もう一つよく言われるのはシンガポール、こちらは 1975 年からもう 44 年になる。日本でいう ETC の形で料金を取っており、ERP と書かれたガントリーゲートに車が入ると、センサーがあつてお金を取られる。料金は 5 分刻みなどで変わっていく。シンガポールのホームページを見ると、料金を収受するガントリーを地図で追うことができ、時間と料金の情報が公開されている。

シンガポールはちょっと特殊な所なので、日本にそのまま入れられるかどうかは別問題ではあるが、基本的に全部、三菱重工がやっている日本の技術で、やろうと思えば日本でもできる。料金は、ある期間のデータを使って弾いてい

るが、IoT や AI といった技術が進むと、将来的には瞬時の道路の状態に応じたダイナミックプライシングをやるのが、シンガポールを挙げての構想である。土地の狭い国で自動車を通すのに限界があるため、自動車の保有と利用にお金をかけさせている。日本で言うと、ガントリーゲートを通るごとにだいたい 200 円取られている。イギリスはエリアで取るが、シンガポールはその都度払う形である。

日本はどうかというと、古くは東京で 1960 年代から、渋滞もあったが、環境問題、大気汚染が深刻なのでコントロールする目的で検討されていた。ただ、かなり古くから検討しているが、シンガポールのような形で全部の道路をこれでコントロールするのは難しいのでストップしている。環境に関して交通の需要を変容させようとするのが環境ロードプライシングである。首都高速と阪神高速、特に神戸に関しては、大気汚染や騒音問題で訴訟があったので、なるべく街中を通らずに湾岸道を通るように、特に大型車の通行料金を割り引く形で実証している。これは高速道路のことなので、一般道路には適用できていない。なぜかということ、一般道路の課金というのはなかなか難しい。古くはガソリン税を使う形でやってはいるが、もし GPS で全部追えれば、1 キロ当たりいくらという形で取ってもいいかもしれない。日本の場合はエリアといっても、色んなところから道路に入ってこられるので、なかなか難しいかもしれないが、そういうことも可能と思う。

さらに最近、AI や ICT を入れた混雑対策に京都と鎌倉が手を挙げている。一般道路へお金を課すのは理解を得られないケースがあるため「観光」という言葉をつけて、何とか社会的にアクセプトしてもらう手立てをしながら、実際は渋滞対策という実験を京都でやっており、鎌倉も今進めている。

鎌倉は、攻めにくい土地として歴史の本にも出てくる通り、今も鎌倉に入る道路は何箇所かに絞られてくる。そこにゲートを作って、今はだいたい 1000 円で検討している。需要をコントロールし、そのお金を使って、例えばバスでのピストン輸送を検討している。住民の理解も得つつあるが、住民がいくら払えばいいのかということはどうするかは検討中である。

京都はより広いエリアだが、より混んでおり、歩道を増やしたり、「歩くまち・京都」をやったり、昔からすごく先進的な取り組みをしている。地域を通ったナンバーを押さえて、いくらかお金を取れないかという検討をしており、実際にいろんな実証を行っているとのこと。ただカメラの精度の部分で、99% はわかるが 1% が分からないのに対して、その 1% を逃すなど反対を受けていると聞いている。

ということで、私たちの分野で MaaS の研究はまだまだなので、経済系では先程ご案内した四つの論点を中心に、興味を持って勉強させて頂いている。いま日本の MaaS は予約と決済が一气通貫でできるレベル 2 を目指しているが、これをどこまでもっていくのか、それに対して費用対効果というのはちゃんと測れるか、ということを押さえながら見ていく必要がある。

ただ海外では基本的に公共交通は行政が行っているが、日本の場合はレベル 3 にいくに従って、交通事業者が一企業のような形で行動してくださいというお願いのハードルは上がる。皆さんがどういう風に、ある程度納得して参加してもらえるのかという仕組みは非常に興味がある。

混雑税については先ほどご案内した通りで、技術的にはできる。課金についてもある程度蓄積があり、やろうと思えばできるけれども、最後はご理解をいただくところが大きい。こんど羽田空港の上空を飛んでいくことになったが、そういったときもやっぱりご理解をいただくのが非常に重要で、色々と手間をかけないといけないところである。

課題はいっぱいあるが、一つ言えるのがオープンデータの話で、データを事業者がどうしても持ってしまって、それを開放するのもなかなか難しい。プライバシーの侵害も一つの点だが、フィンランドは基本的に法律でオープンにしなさいとしているので、データをオープンするまで持っていけるかどうかで、日本の MaaS がどういう風に進んでいくかも変わってくる。この辺はまだ課題だが挙げさせて頂いた。

3.2.3.2. 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: 環境問題として、最近ヨーロッパでは飛行機に乗らない運動もあるようだが、日本でも MaaS を使って車に乗らない運動はないか。

A: 日本でも環境税はかかっているが、意識して行動を変えるところまではしていない。最近は経路検索すると CO2 排出量も見られる。皆さんの興味が出ればと思うが、乗換が少ないとか安いことの優先順位が高い。

Q: フィンランドの統合レベル 3 とは、具体的にどんなサービスか？

A: バンドリングサブスクリプションのことである。月額全部が固定額で、タクシーもバスも乗り放題である。すべての運賃が統合されている。データもオープンデータで、必ず誰でも見られるように公開され、分析できるように公開されている。日本の場合はまずレベル 2 を目指す段階である。ど

これまで目指すかでイメージが変わってくるし、そもそも MaaS は何なのかまで入ってくると、整理が必要である。

Q: 統合レベル4の「ガバナンス」とは、地方行政がどれくらいコントロールできるのか？

A: レベル4は社会保障まで統合することになるので、交通の枠を超える。今は、交通を統合するところで止まっている。

Q: 京丹後の例はわかりやすい。地域課題がはっきりしているので、どこにお金をかけるかが端的に出てくる。

A: 誰をプレイヤーとしていくかは、諸外国だと行政や政府である。日本は事業者が多く難しい。今日は挙げなかったが、西鉄とトヨタも MaaS をやっている。事業者がインセンティブで動く中で、誰が統合していくかは難しい。

Q: 観光もいいが、健康という観点もある。歩くのを奨励することや、自転車に乗ることで健康になろうという観点はないか？

A: 阪急が、歩いたらポイントがつく取り組みをしているが、阪急だけでやっているのでは、全体として方向性があるとは思わない。歩くのを奨励する観点もある。外国だと自転車ももっと使っているが、日本の場合は道路環境の違いもあり、そうっていない。

C: MaaS も交通だけでなく、幸せにどう使えるかという視点が必要である。マルチモーダルも、自転車や歩くことを推奨していく使い方もあると思うが、都市環境そのものがそのように整備されていなければならない。都市政策の話と一体的に議論しないといけない。

Q: ロードプライシングをやって車の総量は減ったが、Uberのような民間サービスが増えて環境が悪くなり、ロンドン市長がUberを追い出すことを決めて、今は猶予期間中である。地下鉄の24時間化、その前にバスの24時間化をやったので郊外の駅までは行けるが、そこから市民の足がなかったのをUberが支えていた。それが回らなくなるのではないか。大阪も万博をやって24時間都市を目指していく中で、そういうところは参考になる。

A: ウルトラローエミッションがかけられているため、エリアに入ったら従量課金される。ヨーロッパは厳しくやっている。大阪がこれからどういう都市を目指すかによって、経済活動にどう反映するかは大きく変わらと思う。

Q: 交通分野は現場のビジネスの効率化に研究が追いつこうとしてきた一方、都市計画の分野はあまり進んでいない。ここ数十年、いつ来るかわからないバスやタクシーのために、駅前広場で巨大なスペースを取り続けるのが当たり前だったが、これを MaaS が変える可能性がある。みんな集まって待たなくても、どこかに来てくれるというのが IT で実現しようとしており、駅前の風景が変わる可能性を感じる。

大都市での課題を渋滞とすると、MaaS が駅前広場や道路の体系を変える可能性があるが、調べてもあまりそういう例はない。実際はどうか。

A: 広場をどうするかという問題はあって、自動運転のように技術が進歩する一方、インフラは作るのに時間がかかる。富山市のまちづくりで、ライトレールで流れを変える例がよく取り上げられるが、富山市以外に取り上げられないのは、そういう例がないからである。宇都宮などの例は聞いているが、正面から捉えた分析が少ない。まちづくりと交通は大きな論点と思う。

Q: 自動運転で鉄道を誰も利用しなくなったら、駅前広場という概念もなくなる。ヨーロッパだと鉄道がないから、広場というと教会のところになる。みんなが ICOCA を持っていたら改札口も作る必要がない。ホームドアを通過したら ICOCA が自動的にカウントすれば、駅舎がいらなくなる。改札口で人を絞り込んで通しているのが、直接ホームに歩いていければ、大きく交通量を変えることができるのではないか。

A: GPS で歩いているだけで課金すれば改札もいらなし、料金がない形にできる。アイデアとしてはありつつも、いつできるかはなかなか難しく、都市計画に落とし込むタイミングは難しい。両にらみでやっていけないといけない、難しい時代になってきている。

Q: 経済の観点で見たときに、MaaS がレベル 2 ではあまりお金が回らない気がする。やはりレベル 3 までいって、内訳の見えないサブスクの新しいお金の取り方までいかないときついと思うが。

A: 個人的には統合したほうが理屈としては社会にとっていいと思う。ただ今までの積み重ねを考えないといけないときに、レベル 3 まで進めるデメリットも大きい。レベル 2 と 3 の間をどう埋めていくか、そもそもレベル 3 を目指すか、日本の満足度をゴールにするのかによって変わってくる。理屈としては、統合したほうが取引量が減る。移動はそれ自体が目的ではないので、自由に勝手に移動する世界があったほうがいいと思うが、日本はそれを達成するコストがかかりそうなので、そこをどう判断するかと、

目標をどこに設定するかによって、目指すところが変わってくる。
レベル2で止まってしまうと、一部分にしか影響がなさそう。レベル3ま
でもっていくのが果たしてどうかは、議論が必要。

3.2.4. ゲスト講演 土井健司氏(大阪大学工学研究科教授)「まちづくりと MaaS」

3.2.4.1. 講演の概要

都市計画と交通計画の両方を研究している。今日はまちづくりの視点も含め
て、日本では MaaS をどう考えるべきかをご案内したい。

すでに共通認識だと思うが、ICT、IoT、フィンテックなどを使いながら、イ
ンフラをどう効率的に活用していくかが MaaS の根底にある。一方で、我々の
現実世界にデジタルビジョナリーというサイバー世界の津波が押し寄せる中
で、交通だけでなく都市も変革していこうという考え方もある。

MaaS はいろんな見方があるが、通信における多層通信 (MVNO) や、所有
と利用の分離のような卸売りのイメージで捉えれば、なにも特殊ではない。
MaaS はマルチモーダルよりさらに繋がったインターモーダルを目指すと言わ
れており、プラットフォームのなかで API ビジネスが注目されている。その受
益者は交通事業者だけでなく、重要なのはそれが波及するところ。社会を見る
視点が必要。

そして MaaS は都市部、地方部、過疎地の適材適所に発展していく。日本と
違ってフィンランドは特にマイカー社会を終わらせる意志をもって、マイカー
を公共交通として利用するだけでなく、公共交通をつないでもいる。

我々が作ってきた施設やインフラといった重点的な場所がある一方、我々の
住む場所やコミュニティは、どんどん郊外に拡散し、車社会やスピードを求め
る社会になっていくのを止められていない。そこでの光明は、サイバー世界が
フィジカルとサイバーの間を補完すること。

これまで描かれた都市像は、インフラを重視するコンパクトシティ。人のコ
ミュニティをより重視するのがクリエイティブシティ、サイバー側を重視する
のがスマートシティ。大阪はその3つを兼ね備えた都市を考える必要がある。

サイバー空間には、現実空間にあるイナーシャ、すなわち土地・空間、環
境、既得権、合意形成の制約といった、物理的・心理的抵抗を軽くすることが

求められる。イナーシャを軽くした上で、堅苦しいマネジメントではなく、発展的・順応的なガバナンスを目指すべき。

その中で試行錯誤しながらダイナミズムを発揮し、効率性や収益だけでなく、環境や健康、安全・安心といった多元的な価値を大切にしながら、複数のゴールを設定する。最終的には企業の収益にも反映されるように社会の生産性を高める。これが MaaS のもともとの考え方。そして SDGs や Society 5.0 を地域の文脈に落とし込むことで、多様な MaaS が生まれる。

スマート、セキュア、スケーラブルなど「S」のつく価値を上手にくつつけながら、現実の社会をいかにサステナブルにしていくかが我々の課題。当然、両方を回していく必要がある。ここで新たなサービス、新たなスペースを見出すのが IoT であり、MaaS がやらなければいけないこと。

シェアードはいろいろな分野にあるが、時間・空間マッチング、決済システム、信頼性の相互評価システム、自動化システムがあれば、どんなものもシェアードシステムにできる。ここでは自動化とマッチングが重要になる。

交通の分野では、自動運転は到達点ではなくて出発点。MaaS をフィンテックやシェアリングが支え、シェアリングが加速する。そして人流と物流の MaaS が手を握って、未来の交通が実現する。自動運転を実現しながら、こういった循環を満たす、新たなサービスやスペースをこれから考えていく必要がある。ただ重要なのは、都市の新たなスペースにどんな意味づけをするか。AI のできない、人間の価値としてどういうことを考えるかが重要。

クルマは 96% の時間、車庫にいる。空間・時間の消費をどう減らすかが MaaS に求められること。都市の面積の 60~65% を道路と駐車場が占める。クルマのための空間をいかに人のための空間に変えられるか。けれども余った空間を緑に変えるだけでなく、どんな意味・機能を与えるか。例えば空いた駐車場にモザイクのように物流スペースをちりばめ、人々の日々のモノやサービスの購入をまかなう世界になるかもしれない。

CASE⁵で重要なのは、サービスが一番上にあること。自律・自動はすべてサービスのための柱。サービスとは何かを考えると、社会の移動だけでなく、例えば健康や医療での高度な個別化。ビッグデータを共用しながら、高解像度をいかに活用するか。交通においては、事業者、利用者、それをサポートする行政という 3 つの主体しかいない。最近の言葉で関係性動学というが、人の移動を支える関係者をどんどん生み出し、関係性を変えていくことが、これから必要と考えている。

⁵ 自動車のネットワーク接続、自動運転、サービスおよび電動化を指す、Connectivity, Autonomous, Service and Electric の略。

MaaS の概念は昔からあった。今でも～aaS といういろんな言葉がある。もともとは BtoC を BtoB にしようという発想から、それによって継続的な収益を得る、リスクを低減させる、顧客の利用状況をデータとして取得できるといった、いろんなaaS ビジネスが歴史的にあって、これがようやくモビリティに來ただけの話。特に珍しいことではなく当然のこと。

フィンランドでまずはレンタカーレベルのカーシェアリングから、超自由形フローティングのカーシェアリングに移動してきた。もともと MaaS は公共交通をつなぐためではなく、マイカー時代を終わらせるためのもの。これをカーシェアで補完しただけではなく、カーシェアと公共交通を MaaS がつないできた。

MaaS を実装する上でのポイントは、パワー。一つ目のモデルは、事業者が非常に大きく自治体が小さい JR 型。その逆のモデルでは事業者が貧弱すぎ、ラストマイルでタクシーのオンデマンドをやるにも、自治体にノウハウがなく、何とか回そうとしても、そもそも持続可能性が低いので消耗戦になる。

一番いいパターンは、自治体と複数の事業者がいて、パワーバランスが取れていて、ビジョンの共有化が可能なこと。大阪は多くの事業者が存在しながら、大阪府・大阪市も大きなパワーを持っているので、やろうと思えばいい感じの MaaS ができると思う。

MaaS とは、まず移動の多様性を確保するもの。パレートの法則でいう一番売れるものが 2 割、売れないものが 8 割を変えたのはアマゾン。これを交通に使用することを考えると、マイカーに匹敵するようロングテールの部分を上手につなごうというのが MaaS。その際、いいインターネットコミュニケーション技術が重要になってくるのは当然。

MaaS の到達点は、一般のトリップ案内より便利で、サブスクもできて、10 分の 1 くらいの運賃で乗れることではなく、エクスペリエンス。自分が車を運転する、あるいは混雑した電車に乗せられる、そうした身動きが取れない状態を解放してもらおう。移動する時間だけでなく、目的地でアクティビティが高まるエクスペリエンスを高めるのが MaaS の到達点。日本の文献の中でも触れているものがある。時間と空間の体験に変えていくのが MaaS に必要なところであり、まちづくりにおいてこれが一番求められる。

交通を考えると、安くて早くて目的地に移動する合理的ではなく、何か体験しながら移動して、目的地で楽しむという、価値合理的で感情的な行為をより高めるのが、MaaS がこれからやろうとしていること。アマゾンも現実空間で触れられるものとして、マンチェスターでポップアップショップを生み出し

た。移動しながら仕事も商売も打合せもできる、いろんな体験ができるものがこれから求められてくるし、街中の、特に回遊型の交通で必要になる。当然自動運転されるが、移動速度は時速 20km 以下でないと到底安全を確保できない。いろんなセンサーをつけて 20km がギリギリというところ。

池袋で IKEBUS という電気自動車を走らせ始めた。もともと区長は LRT を走らせたかったが、走らせる道路がなく警察もうるさい。ならこういうものを走らせようと思い至った。きっかけは 2010 年、総務大臣だった増田さんが定義した消滅可能性都市に豊島区が入ったこと。消滅してはなるものかとサンシャイン以外の拠点を設けながら、それをつなぐ交通手段を作ろうとしている。若者を集める取り組みの際に回遊手段がなく、こういうものが重要になる。

整理すると、「移動しないといけない／移動するのが好き」、「機能的に動く／移動先を有機的に自分で作っていく」、「早い／遅い」の軸があるが、多くのシェアリングは「派生的で機能的な早い移動」をさばくということで、これからもますます広がっていく。一方で、これだけでは潤いがなくまちづくりにあまり資さない。有機的であり、時速 20km でいいので我々の本源的なところをくすぐってくれる、MaaS の最も目指す「体験」がポイント。そして機能的なものと同有機的なものを MaaS のアプリが支えていく。

都心の交通、ラストマイル、乗ってるだけでコミュニケーションができる、街のブランディングにつながるといった、いろんな価値がまちづくりのところにありそう。豊かな時空間体験ができることで、いろいろな消費や活動が起こることが重要。そのためには、速い交通から考え方を組み立てるのでなく、人を中心に考えて、それを周りがサポートする関係で発想すべき。そして交通集団がクロスするところにシェアリング的な交通が芽生えようとしており、人を中心に組み立てると、交通の多様性がこれまでより増える可能性がある。電動キックボードも注目されている。速い交通から考えると余計なものは淘汰される。それよりも多様性をいかに維持していくか。都心においてはウォーカービリティを高めながら公共交通をどう MaaS 統合していくかが重要になる。グリーンスローモビリティが国交省の補助事業になり、導入されてきている。

ここまでまとめると、いろんな交通をまとめるのはいいが、例えば過疎地ではラストマイルをどう支えるか。乗り合いや混載をさせるというのがある。コミュニケーション装置として生み出すのもあるし、ブランディングにつながっていく。最初はこういうラストマイルから進化させて、低炭素な交通社会を生み出すことがこれから求められる。人と物の混載が、ようやく 2 年前に一定の過疎地でできるようになった。都心部ではサービス娯楽も一緒に運ぶことがこ

れから求められるし、そのことによって時間と空間の消費体系へと転換できればよいと思う。

といってもデータの共通化ができてないのが大きな課題。レベル1から2へのハードルが極めて高い。バーチャルの空間だけでやろうとするからだめ。例えば大阪府では公共交通を支えるために、継線計画や再編実施計画で多くの自治体の合意形成を図ろうとしているが、もう少しちゃんと進めば、そこにデータのフォーマット化、共通化ができるのではないかと期待している。

いきなりバーチャル空間でやるのは難しい。今のところ事業者ごとに関係する MaaS になりそう。交通 IC カードが全国に乱立したことがあるが、MaaS がうまくいったとしても恐らくレベル2くらいで全国に乱立する。一つの地域から一つの地域に行ってもローミングができず入れ直さないといけない。いま交通 IC カードは共通利用できるようになったので非常に素晴らしい仕組みになったが、今からやっていく MaaS は乱立して、特にベンチャーが作るようなものは共通利用しにくく、どう共通利用するかが大きな課題になってくる。

今日申し上げたいのは、サイバー空間とフィジカル空間。サイバー空間は現実空間のインナーシャを軽くして、新しい価値や空間を生み出すという話をしたが、MaaS に取り組む前にフィジカル空間での話し合いをちゃんとしたうえでオープンデータ化すべき。そして誰が MaaS オペレータになるのか。例えば地域公共交通の協議会をちゃんと機能させてそれがオペレータになればいい。事業者ベースでやるのはリスクが大きいと思う。

そして行政、我々ユーザー、事業者にまたがるエコシステムを作ることが必要だし、上手にステークホルダーを揃える必要がある。レベル4に行くにはまだまだいろんな無理があるが、多元的な価値や社会の生産性へと結実させるコーディネータが不可欠であり、今の日本の社会にはなかなかそれがいない。行政に任せるのは荷が重い、ベンチャーに任せるともう終わり。交通事業者はまだそういう意識に至っていない、という問題がある。

我々の学会や研究室では、社会問題の解決と MaaS のレベル4を先行するため、タイのプーケットで、SDGs の3番 (Good Health and Well-Being)、9番 (Industry, Innovation and Infrastructure)、そして11番 (Sustainable Cities and Communities) にまたがる MaaS のアプリを試験的に運用している。

タイの交通死亡率は世界最悪。特にバイクは、Grabタクシーというバイクタクシーが市民と観光の足になっていて、交通事故を起こしているということに注目した。じゃあそれが求める移動の価値観は何か。タイ人が一番求めるものとして、安全よりも「サバイ」(快適)が必要。こういったことをしなが

ら、MaaS は単に利用促進だけでなく、人の行動変化を促すツールになりうるということで社会実験をした。そこに、公共交通につながるために人が駅・バス停まで歩くウォーカビリティ、そしてバイクタクシーに乗ったとして、どういったところで事故に遭いやすいか。プーケットは世界ワーストの死亡率のタイの中でワーストなので墓場のようなところと言われており、そういうところの安全性を高める MaaS を作ろうということで、1000 人くらいのモニターに使ってもらった。未だ一般供用はしていないが、かなり意識が変わってきた。

今日は公共交通の利用促進を主題にしているが、公共交通まで歩くことも重要だが、大阪はまだまだ都心が車のための空間すぎる。特に 1 階の地表面。地下街はあっても上下に移動しないといけないので、ウォーカーブルでない。歩くことと MaaS を密着させる発想が、特に大阪では必要ではないか。

そして MaaS は事業者の収益に直結しないので、社会の生産性をいかに高めるか。クロスセクター連携を促すための MaaS にしないと意味がない。フィンランドでも MaaS Global は全然儲かっていない。ヨーロッパでは自治体の一般会計のだいたい 2~3% を公共交通に投資するが、日本だと 0.1~0.2%。大阪は確認していないが 0.2% 行っていないと思う。0.2% を 1% にできれば、公共交通は相当よくなる。それを単に事業者に出すのではなく、まずは MaaS プラットフォームに載せて、それで MaaS 連携を取れるようにする。こうしたクロスセクターベネフィットが発揮されることが、一番重要な発想と思う。

日本は公共交通にお金をかけていない。超高齢化時代に公共交通にお金をかけるベネフィットの大きな一つが健康になるが、事業者に直接補助金を出すのではなく MaaS のプラットフォームに出すことによって、移動の選択肢は維持され、持続可能な地域づくりにつながっていく。あとは社会に、そして鉄道や公共交通や駅、街路空間の有効利用、そして自動運転や MaaS を上手に垂直的にクロスセクター連携させていくことが、特に大阪では必要と考えている。

東京では都がやると言いそうだが、大阪はなかなかそこまでの力が無いので、行政と事業者がオープンな関係で MaaS を作っていく、いい土壌、土俵があると思う。

3.2.4.2. 主な議論

Q: まちづくりと MaaS は切っても切れない。大阪ではスルッと KANSAI のようにタウンマネジメントとして取り組むと、うまくいくのではないか。

A: タウンマネジメントやエリアマネジメントのように形を最初から決めてお

くよりも、ちゃんとデータを活用して、順応型にやっていくほうがいい。

Q: 従来のうめぐるのような交通を中之島まで広げると、かなりの地域が回遊性でつながるが、そういうことはできそうか。

A: 試行錯誤しないとイケない。人の移動データを取ることはできるので、やろうと思えば、一番儲かる仕組みをある程度、試行錯誤なしに提供することは難しくない。

Q: 日本は、都市計画の強制力が弱くないか。市街化調整区域もどんどん開発されていて、人だけならともかく、街そのものを計画で変えていこうとすると、私権を制限して MaaS に適した街を作るのは難しい気がする。

A: 従来の都市計画のやり方だとまったくできなかったが、3,4年前にできた立地適正化計画は、私権制限には至ってないが、将来的にはここ以外には投資しないという意思表示にはなっている。都市計画のツールが最近ようやく少し変わってきたが、もう少し交通と連携しないと意味がない。これまで公共交通は都市計画とはまったく無縁のものだったが、大阪市でもようやく、公共交通を優先した道路づくりができるようになってきた。

Q: 移動権の問題をどうするか、また中之島とうめぐるを今後どう持続可能にするかが課題。

A: バイクや車のシェアリングはとて高いことが問題。だからこそ、MaaS がほかの交通とつなぐことでフラット化しないとイケない。このようなものをどんどん生み出しながら、情報や運賃でつなぎ、可能ならサブスクリプションにできればよい。部局を超えたお金は出せないと思うが、福祉業務から引っ張ってくるしかやり方はないと思う。管理をお上りする仕組みは難しくなり、利用者と事業者、そして利用者同士が相互評価するしかなくなるのではないか。

Q: 東京都では MaaS をそれなりにやっているという話があったが、具体的に東京都が進んでいるポイントは何か。

A: 東京都で MaaS が進んでいるかという点、まだまだ小田急、JR 以外にも鉄道事業者までの話。ただ東京都の力が強いので、やろうと思えば行政主導の MaaS ができる。巡回バスにしても、東京都ではないが、東京駅周辺なら大丸有の力で無料で走らせることができる。

Q: 道路の路肩の使用を時間帯によって変える、オープンテラスにするといった、IoT を利用したリアルタイム性のある運用はできないか。

A: 街路空間のダイナミックデザインをすることになる。その一つは駅広（駅前広場）。駅広は大きく分けると、交通をさばく空間と環境空間との2つがあるが、交通をさばくのにスペースを使いすぎ、人が溜まれる空間がなくなってきた。MaaS や IoT を活用すると、駅を中心としたまちづくりをしながら交通空間を最小化して、人のための交流空間を増やし、そこでいろんな体験ができるようになる。事業者にとって駅は消費者の囲い込み空間として存在しているが、行政と連携しながら、もう少し開放的な交流空間にしていくのがいいと思う。空間の垣根をできるだけなくしていくのが、これからの都市計画においては重要。

Q: 広域の MaaS とエリア内のスモールモビリティをつなげてもいいという話がピンとこず、MaaS の効果が捉えきれない。広域の MaaS と広域でない MaaS のイメージとはどんなものか。

A: 狭域の MaaS だけで交通サービスをやろうとすると、どうしてもコストが高くなるので、広い所とつなげる必要がある。最近では高層タワーのエレベータもお金を取るべきという発想がある。これからのエレベータはリニアの形で、行きたい部屋まで行ける仕組みが恐らくできるが、広域の水平移動から最後は垂直移動まで一つの MaaS につながって、ビルの維持管理費も MaaS の中に含めることが起こるかもしれない。

Q: 広域の事業主体と狭域の事業主体が変わってしまうが、大きな傘の事業者が MaaS の全体をマネジメントするとよいのか。

A: 日本の今の業態では考えにくいですが、何らかの協議会が必要かと思う。特に運賃収入、あるいはコストの割り振りがしっかりできることが重要。

Q: スマートシティではデータをどう扱うのかという課題があり、レベル0 前段でのフィジカル空間の検討に続いて、合意形成のフィールド、実施母体、運営母体を順次構築するステージが非常に重要になる。MaaS をうまくやっている事例では、どういう人がやっているのか。

A: 国の法律で大体これを行っている。ヨーロッパでは ETC の国際標準化に失敗した経験があって、MaaS では、まず EC ディレクティブという、国の法律を超えたレベルで、データを共有していくことを決めた。

日本は国内法でやればよいが、再編実施計画のように今あるものを上手にやればいいのか、交通基本権のようなことをしっかりやらないといけないのが課題。前者で成功事例を生み出していけないか。そのためには広域行政を担う大阪市や、都道府県が重要な役割を果たすと思う。

Q: データを誰がどう持つてというのを、行政なり国なりで決めておかないと難しい。

A: 国レベルで MaaS をやるのは本当に大変で、交通サービスに関する法律をしっかりと決めた上で、ディレクティブという国を超える法律をまず道路交通で作り、そこに航空・海運・鉄道サービスをくっつけていった。日本では最初から公共交通をつなぐことを考えているようだが、そうではなくて、まちづくりの発想でやっているところがある。

欧州委員会でもかなり前からこういったことをやっていて、2014 年の IT スローディレクティブというのがけっこう重要。こういう形ができたのは 2017 年で、ごく最近のこと。

3.3. 第3回 2020年1月21日 テーマ：医療・ヘルスケア

3.3.1. テーマの背景

高齢者の一人当たり医療費は、図 3-2 に示すように高額である。またその高齢者人口は、将来見込まれる人口減少にかかわらず、図 3-3 に示すように、4000 万人水準が続くと推計されている。人口減少の環境においても持続可能な保健医療を実現するには、高齢者医療費の高止まりへの対応が必要である。

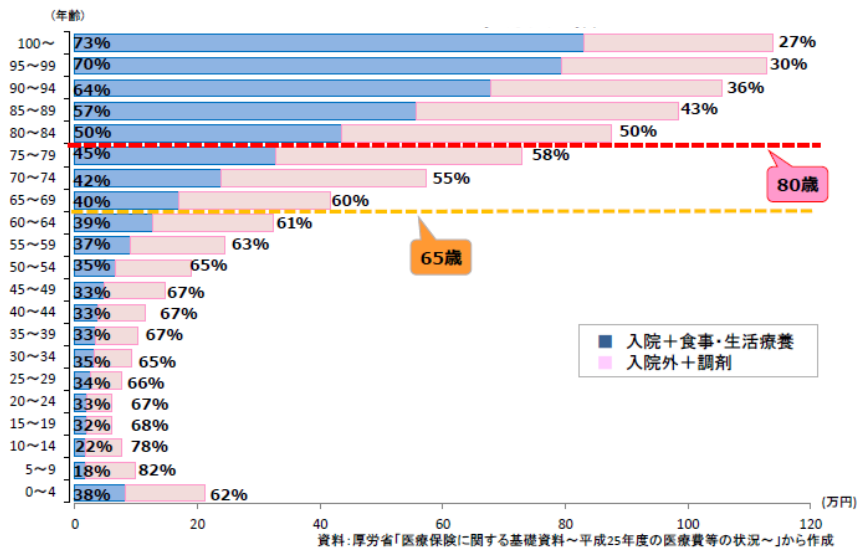


図 3-2 年齢別 1 人当たりの年間医療費内訳（2013 年度）

出所）経済産業省『経済産業省におけるヘルスケア産業政策について』, p. 5.

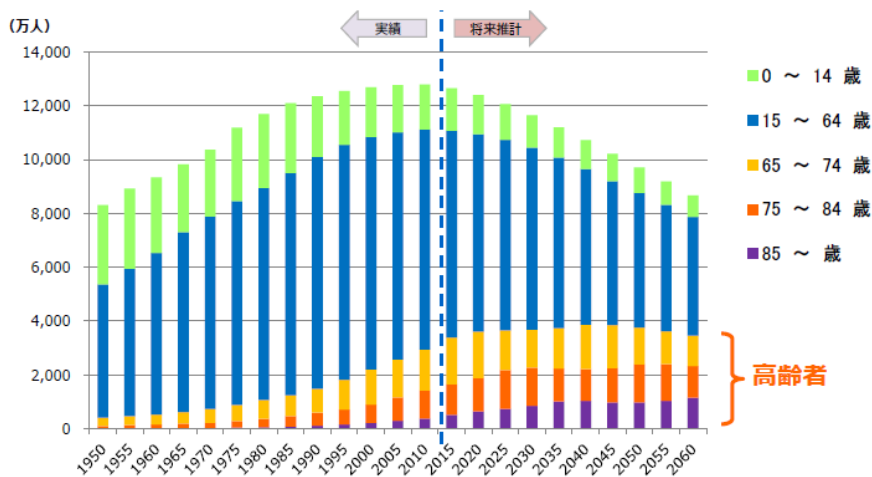


図 3-3 日本の将来人口推計

出所）経済産業省『経済産業省におけるヘルスケア産業政策について』, p. 3.

医療費低減と生活の質の両面から、健康寿命⁶を延ばし、平均寿命との間のギャップ（図 3-4 では女性 12.49 年、男性 9.02 年）を縮める施策が必要といえる。また医科診療費を傷病別にみると、図 3-5 に示すように、1/3 強を占める生活習慣病の重要性が高く、持続可能な保健医療を目指すため優先的に対応すべきことが示唆されている。

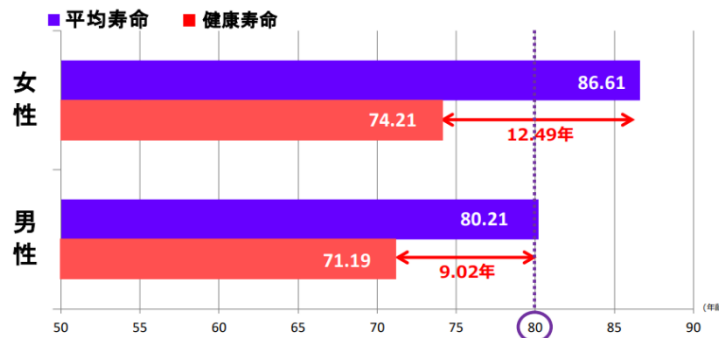


図 3-4 日本の平均寿命と健康寿命（2013 年度）

出所) 経済産業省『経済産業省におけるヘルスケア産業政策について』, p. 8.

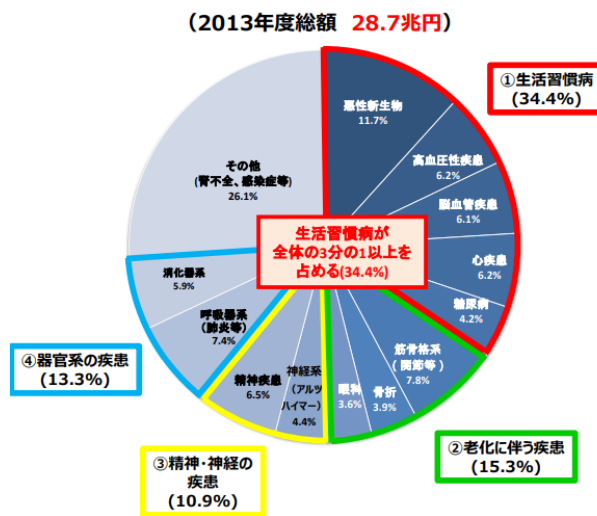


図 3-5 医科診療費の傷病別の内訳（2013 年度）

出所) 経済産業省『経済産業省におけるヘルスケア産業政策について』, p. 6.

厚生労働省が策定した将来ビジョン「保健医療 2035」では、これらの課題に対応して 2035 年に向けた 3 つのビジョンとともに、その実現に必要な、保健医療の 5 つのパラダイムシフトが示された（図 3-6）。今回は 5 つのパラダイ

⁶ WHO による「健康寿命」の定義は、「人が病気および/または負傷のために完全な健康状態に満たない年数を考慮に入れることによって、『完全な健康状態』で生きることが期待できる平均年数」である。（出典 <https://www.who.int/whosis/whostat2006DefinitionsAndMetadata.pdf>）

ムシフトのうち、特に「キュア中心からケア中心へ」⁷に着目した。

さらに同書では、ビジョン実現のためのアクションと、アクションに必要なインフラを列挙しており、アクションの一つとして「地域主体の保健医療に再編する」⁸が、同じくインフラの一つとして「イノベーション環境」⁹が、それぞれ挙げられている。これをもとに、今回は「地域主体の保健医療への再編」「イノベーション」のそれぞれをテーマとして、対応する2つの事例をゲストから紹介いただき意見交換した。

2035年に向けた3つのビジョン

(1)「リーン・ヘルスケア ～保健医療の価値を高める～」

限られた財源のもとで、価値の高いサービスをより低コストで提供すること。「より良い医療をより安く」というコンセプト。

(2)「ライフ・デザイン ～主体的選択を社会で支える～」

ライフ・デザイン＝人々が自ら健康の維持・増進に主体的に関与し、デザインしていくと同時に、必要なサービスを的確な助言の下に受けられる仕組みを確立する。

健康の社会的決定要因の改善があってはじめて、個人が各々の価値観や死生観に基づいて健康で豊かな人生を全うでき、社会的弱者の健康や生活も守られる。

(3)「グローバル・ヘルス・リーダー ～日本が世界の保健医療を牽引する～」

国際新興・再興感染症の封じ込めや災害時の支援などに貢献する機能(グローバルなルール作り積極的に貢献し、保健医療システムを国際展開する)を強化する。

2035年までに必要な保健医療のパラダイムシフト

▶ □ 量の拡大から質の改善へ

あまねく、均質のサービスが量的に全国各地のあらゆる人々に行き渡ることを目指す時代から、必要な保健医療は確保しつつ質と効率の向上を絶え間なく目指す時代への転換

▶ □ インプット中心から患者にとっての価値中心へ

構造設備・人員配置や保健医療の投入量による管理や評価を行う時代から、医療資源の効率的活用やそれによってもたらされたアウトカムなどによる管理や評価を行う時代への転換

▶ □ 行政による規制から当事者による規律へ

中央集権的な様々な規制や業界の慣習の枠内で行動し、その秩序維持を図る時代から、患者、医療従事者、保険者、住民など保健医療の当事者による自律的で主体的なルールづくりを優先する時代への転換

▶ □ キュア中心からケア中心へ

疾病の治癒と生命維持を主目的とする「キュア中心」の時代から、慢性疾患や一定の支障を抱えても生活の質を維持・向上させ、身体的のみならず精神的・社会的な意味も含めた健康を保つことを目指す「ケア中心」の時代への転換

▶ □ 発散から統合へ

サービスや知見、制度の細分化・専門化を進め、利用者の個別課題へ対応する時代から、関係するサービスや専門職・制度間での価値やビジョンを共有した相互連携を重視し、多様化・複雑化する課題への切れ目のない対応をする時代への転換

図 3-6 2035年に向けた3つのビジョンと、必要な保健医療のパラダイムシフト

出所)「保健医療 2035」策定委員会 (2015)をもとに、筆者が作成。

3.3.2. 課題認識と講演内容

3.3.2.1. 高齢化と人口減少に対応した、地域の保健医療の方向性

上記した「地域主体の保健医療への再編」にあたっては、治療から予防へ、病院から地域でのケアへと医療の比重がシフトしつつあるが、予防にはデータの蓄積と分析、そして上手な行動介入をどのように行うかが重要となる。さら

⁷ 「保健医療 2035」策定懇談会 (2015), p. 10.

⁸ 「保健医療 2035」策定懇談会 (2015), p. 20.

⁹ 「保健医療 2035」策定懇談会 (2015), p. 31.

に、住民が参画する場作りなど、まちづくりにつながる細かな要素も必要と考えられる。地域でのケアを持続可能なしくみとして広く定着していくうえでの課題は何か、先行事例をもとに検討するべく、阪急阪神ホールディングスの西水卓矢氏に講演いただいた。

3.3.2.2. 医療のデジタル化

ICT の進歩は医療にも種々の形でイノベーションをもたらしてきたが、その中で、治療手段を大きく変えるデジタルセラピューティクス (DTx) に着目した。「デジタル治療」と訳される DTx であるが、2017 年に設立された、米国の業界団体「Digital Therapeutics Alliance (DTA)」による定義は下記の通りである。

「DTx は、医学的障害または疾患を予防、管理、または治療するための高品質のソフトウェアプログラムによって駆動される、エビデンスに基づいた患者への治療的介入を提供する。それらは、患者のケアと健康の結果を最適化するために、単独で、または薬物、デバイス、または他の療法と協調して使用される。DTx の製品には、設計、臨床検証、ユーザビリティ、およびデータセキュリティに関する高度な技術のベストプラクティスが組み込まれている。それらは、リスク、有効性、および意図された用途に関する製品への要求を支持するために、必要とされる規制機関によってレビュー、およびクリアまたは承認される。DTx は、患者、医療提供者、および費用負担者に、高品質で安全かつ効果的なデータ駆動型の介入を通じて幅広い条件に対処するための、インテリジェントでアクセス可能なツールを提供する。」¹⁰

この DTx の実例をもとに、将来の医療における IoT のあり方について検討するため、塩野義製薬の里見佳典氏に講演いただいた。

3.3.3. ゲスト講演 西水卓矢氏（阪急阪神ホールディングス株式会社）

「ICT・IoT×Human サービス連携による『健康寿命の延びる沿線』
実現に向けた取り組みについて」

3.3.3.1. 講演の概要

阪急阪神ホールディングス（以下、阪急阪神）は、電車、住宅、オフィス、商業施設と、その時々沿線住民に必要とされるサービスを展開することで、沿線の魅力を高め、事業拡大してきた。しかし 2025 年を境に高齢化を伴う大幅な人口減少が始まり、健康寿命は全国ワーストレベル、万博の際に集中整備されたイ

¹⁰ Digital Therapeutics Alliance (2018), p. 5. より抜粋し和訳。

インフラの危険性が高まっており、沿線の産業流出が止まらないなど、様々な「沿線の魅力の危機」に直面しているため、5つの検討課題を設定した。その一つ「健康シニア」においては、地域とともに健康寿命が延びて生きがいのある沿線を作ることとした。直接収益化できなくても、元気な高齢者の増加は運賃収入の維持に繋がり、若年層が介護の負担から解放されれば商業施設やエンタテインメントなどの収入維持に繋がると考え、長期的視点で、生活習慣病の予防支援、地域包括ケア支援サービス、地域包括ケア拠点施設の三つの取組を進めている。

JST の、理研を中核機関とした研究プロジェクト「健康“生き活き”羅針盤リサーチコンプレックス」(以下、リサコン) への参画打診を受けて、顧客接点を生かし研究成果の社会実装を進めるという立場で参画し、最初に、外出の健康改善効果の検証に取り組んだところ、2つの発見が得られた。

一つは、利用者が歩いて外出することで自分の街の良さを再発見したことで、様々な地域資源に恵まれた京阪神の強みと考え、沿線の健康情報を集約・発信するサイトを立ち上げた。もう一つは、モニターのうち、後日健康測定を受けた利用者の歩数が、受けなかった利用者の歩数を上回ったことで、日々の努力が筋力の向上など健康改善につながっていることを定期的に定量的に確認する重要性がわかった。

リサコンの研究事業は2つの基幹事業に絞られた。1つは、自律神経・体組成・血圧・筋力・問診等のデータ解析をもとに、個々人の健康度合を判定する「健康関数」の開発・普及。もう1つは、全国各地のヘルスケアデータにアクセス・解析でき、各所に分散する PHR (Personal Health Record) を集約・可視化する「データ Hub」の構築である。

2017年度からは、これらそれぞれの社会実装・ビジネスモデルの構築に取り組んでいる。

オンラインの住民接点として、歩数や体重・血圧などの記録と共に、イベント参加などの条件クリアでポイントを付与する機能を備えたスマートフォンのアプリ「いきいき羅針盤アプリ」を開発し、2018年には「パーソナルデータストア機能」を追加実装した。これは、日常・健診・診療等の各種データを集約、可視化し、利用者に明示の同意を受けたうえで、データを利活用できる機能である。

この羅針盤アプリで、毎日の努力を可視化し、年数回の健康計測で努力の成果を確認し、年1回の健診で詳細な確認を行う「健康自己管理ツール」をベースとして、働く世代対象に予防・重症化予防プログラムを提供して健康経営を支援する BtoB モデルの構築に阪急阪神健保と取り組み、高齢者対象に介護予防プログラムを提供して健康寿命延伸を支援する BtoG モデルの構築に地域と取り組む。この内容で経産省に「地域・職域連携、ICT・ヒューマンサービス連携による健康寿命延伸事業」として採択を受け、実証を進めている。

2850万人の就労世代の健康を管理する企業の「ライフコースヘルスケア」における役割は小さくないが、阪急阪神健保を例にあげると、従業員の健診受診率が100%でも被扶養者では3割未満、保健指導参加率も3割を切っている。退職後の医療費は国民健康保険で自治体が面倒を見てくれるという甘えがあったからだが、今は後期高齢者の支援金を健保が出さなければならず明確に増額していること、人手不足と働き方改革で、残業で帳尻を合わせられず、生産性を向上せざるを得ないことから、健康経営が喫緊の課題になってきた。

健康経営の強みは強制力が働くことであり、阪急阪神の特徴は、いろんな業態の人が働いており、基本的にみんな梅田に勤務しているので色んな介入ができること。健康自己管理ツールを持たせて成果を挙げ、その成果と、健康で、自分に必要な予防策を自覚している退職者と合わせて地域に返す、という考え方で取り組んでいる。

阪急阪神健保との取組の一つめは、非侵襲健康計測の実証。計測項目を、採血含む200数十項目から7項目に絞り込み、スマホからの受診の申し込み、同意の取得、事前の問診、健康関数のフィードバックまでがストレスなく繋がるシステムを開発し、倫理法令面も含めて関連規程も整備した上で、10日間で713名のデータを収集した。

速報ベースだが、鉄道、百貨店、ホテルなどの業種・業態による傾向の違いが分かってきたのと、260項目と今回7項目の計測を比べると同じ傾向が見えるので、入り口としてはこれでよいと感じている。

予防サービスとして、大阪府から学校の先生方のメタボ対策の相談を受けて、宝塚のOGのダンス指導のついでに保健師の栄養指導も受け、アプリで健康ポイントを提供することで、6ヶ月でBMIを改善した施策、自治体と一緒にウォーキングをしながら地域産業を見学して、ウォーキングの途中とゴールで健康計測をするイベントを実施し、いずれも好評だったが、健康オタクが参加する傾向があり、マネタイズも難しいことがわかった。

一方、リサコンの成果のひとつとして、弘前COIのデータベースを元に、20疾患の3年後の発症リスクを予測するAIが開発された。3年後に発症する可能性がある、と分かれば、健康意識の低い層の行動変容を促せる可能性があると感じ、阪急阪神社員の日常のデータ、健康計測データ、健診データを解析して発症リスクを予測し、糖尿病の社員にはアプリで治していく仕組みを提供しているほか、ライオンとウェアラブルデバイスによる睡眠の計測・改善指導、アシックスとは運動機能の計測・改善指導、国立循環器病センターとは循環器疾患の発症

予測と ICT を使って効率的に治す取り組みを、それぞれ進めている。これらそれぞれから入る血圧、食事内容、睡眠時間・深度、身体バランスや反射神経、リスクファクター問診などのデータと健康計測データ・健診データを合わせて解析して効果検証に繋げたい。

予防・重症化予防施策については、AMED の「七福神アプリ」を見本として、効率・効果的な介入策の開発・選定を進めている。スマホと IoT で高頻度に収集したデータを AI が解析して健康状態を可視化、アラートを発し、平素は AI が健康状態に合った改善策の推奨と、継続インセンティブの提供を行い、月に 1 回は専門職が定期的に face to face で介入する、ICT とヒューマンサービスを組合わせた効率的・効果的な仕組みをつくり、その効果を、健康計測等によりエビデンスベースで評価していく。

以上が、健康寿命延伸を支援する施策だが、介護になっても住み慣れた地域で、最期まで幸せに暮らせる社会の実現も重要なテーマと考え、要介護者の状態を SNS スタイルで関係者が共有できるシステムを、日立製作所と共同開発した。

現状、要介護者の情報はケアマネージャーが中核になって電話、FAX で個別にやりとりしている。ヘルパーが家で「患者さんの褥瘡がこんな状況です」とケアマネに電話して、ケアマネが医師に電話しても掴まらず FAX を送り、翌日、やっと医師が確認したときには既に病院に運ばれている、といった状況を変えるため、要介護者の体調・生活状況等を関係者が投稿し、在宅医が確認して、入院が必要と判断したら、紹介状等を登録して、地域中核病院に入院受入れを要請し、病院は、システムに登録された情報を参照して治療・施術を行う仕組み。カスタマーセンターも設置してケアマネ等の介護職と医師、病院が繋がるのをコーディネートする、ICT+ヒューマンサービスである。

この地域包括ケア支援サービスのテスト運用を進める中で、医療・介護職の方々が、介護予防にも取組まれているものの、取組の効果や、平常時の患者の行動が把握できないことに悩まれていることが分かった。介護予防サービスに関しては、西宮ガーデンズの 5 階にコミュニティスペースを作ったところ、カルチャー系・運動系・社会参加系など様々なプログラムを企画・実施する 350 団体とネットワークができ、そのノウハウを活用して月額会費制のシニアサロンを沿線に 3 箇所開設し、自治体のプログラムや有料老人ホームのレクリエーションの企画・開発を受託するに至っていた。そこで、健康計測で効果を確認しながら改善する様々な介護予防プログラム＝新しい種を、阪急阪神が提供し、地域の土や水にあわせたローカライズは地域の方々にやってもらう協調体制をつくりませんか、と、京阪神の自治体に提案して回ったところ、堺市、池田市から介護

予防事業を受託でき、やっとマネタイズが進み始めた。多彩で楽しみな介護予防プログラムを提供し、健康アプリで日々歩いてもらって、その効果を健康計測で測るサイクルを、補助金がなくなった後でも継続できる体制の構築と一緒に取り組んでいる。

堺市とは SIB¹¹の活用を検討したが、ボンドの組成や管理コストが割に合わないため阪急阪神がリスクを負うこととした。民間活力の最大活用のためには、スキームの工夫が必要、と経産省等に相談しているところ。

堺市で、昨年末に健康フェスタを開催し、先週池田市で健康計測を行った。堺市の参加者は平均年齢 70 歳ぐらい、池田市は後期高齢者対象なので平均年齢が 80 代半ばぐらい。同意説明はスムーズにできたが、問診を紙でやると空欄が多くなり、分析困難になるため、あえてパソコンでやってもらったが、多くはマンツーマン指導が必要で、「質問の字が見えへん」から始まり、全計測に一人当たり 2 時間ぐらいかかり、高齢者のデータが少ない理由を体感した。

リサコンの基幹事業の二つめ、データ Hub に関しては、就労世代のモデル構築に向けて、阪急阪神社員・家族約 5 万人の健診・レセプトデータ、「千年カルテ」の医療データとの連携の検討を始めている。また、日常データ・健康計測データの中からメンタルリスクに重要なデータ項目を特定し、活動量をウォッチして、状態に応じたアラートを出す共同研究を兵庫県立大と、健診・レセプトデータから、生活習慣病発症の予測に重要なデータ項目と、関連する生活習慣環境要因を特定して、個人に最適化された管理方法を推定する、弘前 COI のデータを使って開発された AI の京阪神の住民への適用についての共同研究を京大と進めている。レセプト（診療報酬明細）は非常に重要な情報だが、記載されている病名の半分ぐらいは不正確という例もあるようなので、その補正手法も研究している。

これらの成果を高齢者の介護予防に役立てると共に、みまもり ICT で集めている介護のデータも含めた解析等により、健康寿命延伸につなげたい。

「地域包括ケア拠点施設」は、淀川キリスト教病院との連携施策で、施設の 1F に設置したコミュニティスペースで、地域住民の健康測定、健康・保険相談や、介護予防プログラムの提供などの活動を行っており、沿線の既存施設にも展開を予定している。住まい・医療・介護・予防・生活支援を一体的に提供する「地域包括ケア」での生活支援や、病院等と連携する拠点として、コミュニティの中に展開していく構想である。

¹¹ ソーシャルインパクトボンドの略。

以上の施策の組合せ…生活習慣病予防支援サービスで、健康づくりを支援して外出を促し、外出のついでに、地域包括ケア拠点施設に立ち寄ってもらって健康維持や介護予防について学び、そこで育成したボランティアに生活支援を手伝ってもらい、それでも介護になったら、地域包括ケア支援 ICT で見まもって自宅で過ごして頂き、難しければ高齢者住宅で受け入れる、というのが、阪急阪神沿線版地域包括ケアモデルのイメージ。既存の資産を活かしながら ICT でうまく人・情報・施設を連携させることで「CCRC」¹² という、いつまでも住み続けられるエリアを実現していきたい。

この研究会のテーマである ICT、IoT に関してはスマホでどこまで可能かの検証に取り組んでいる。産総研開発の「専用デバイスを腰につけると、地図上に自分の歩いたルートと、歩行姿勢がプロットされる仕組み」は、高齢者の歩行姿勢の補正と外出を促す動機になると期待しており、広く使ってもらえるように、スマホ化を要望している。

今は自律神経を日立の専用機器で測っているが、多人数が集まる計測会場で精神状態を計測する難しさを感じている。一方で、スマホで顔の動画を 60 秒撮るだけで自律神経を測るアプリも出てきているようで、こういった開発が実現すれば、もっと健康のセルフマネジメント、自己管理ができるのではないかと期待している。

私の家内は心臓が悪く、国立循環器病センターから医療機器を借りており、調子が悪い時に胸に当てると不整脈が出るが、病院に行くと全然出ない。先生が「こんな状態だったんですか？」と驚かれるぐらいの不整脈が家庭では出ているのに、診断に行った時には何も出てない。そういう医療機器と、日本では医療機器認定されていないアップルウォッチでずっと心拍変動を見ているのと、家族としてどっちが大事か、安心か、と言うと、私は後者じゃないかなと思う。本当の医療は塩野義さんや専門職に任せて、消費者目線で、医療未満のもうちょっと軽いところに取り組んでいきたい。

健康まちづくりについては、イベントスペースで健康計測が実施でき、5階に開設したコミュニティスペースで、350 団体がカルチャー、運動、いろんなテーマのセミナーなどを開催し、屋上にもスペースがある西宮ガーデンズを拠点にした健康まちづくりってあるんじゃないかなと思っている。

梅田に関して言えば、阪急百貨店の上にオフィスビルができて、グランフロントにできて、今度は阪神百貨店の上にもできるが、次のうめきた 2 期では、ここに来れば健康になれる、ここを歩くと色んなデータが測れる、といったことも検

¹² Continuing Care Retirement Community の略。

討されている。リサコンの拠点、神戸医療産業都市には、約 360 の医療産業・研究機関が集まり、約 1 万人が働いている。西宮という郊外、梅田、神戸という都心、それぞれ異なるパターンの健康まちづくりが望まれ、進められている。

万博のサテライト会場、ショーケースとして、こんな街を実際に見ていただいて、世界に発信して行くといったことに、少しでも協力していきたい。

3.3.3.2. 主な議論

Q: 健康イベントに多数の人を集めるのに成功しているが、インセンティブを与える、沿線の特性がわかっている、特性を徐々に変えてきたなど、人を集めるノウハウや、行った工夫を知りたい。

A: 車内吊り広告や TOKK という交通媒体の力、沿線人口 500 数十万人に対して、会員数が 160 万人を超え、世帯普及率 5 割超の市も増えているクレジットカードは強力な武器。もう一つ有難いのは、沿線住民が新しい試みに好奇心を持ってくれること。まだ研究段階だと言っても「こういうのをどんどんやってほしい」と協力して頂ける。ただ、これはやはり健康意識の高い人で、家から出てこない人をどうするかという社会課題は残っており、家族からのアプローチ、食品スーパーを活用した PR などの取組を進めている。

Q: インセンティブで返すポイントは何に使えるのか。

A: 阪急阪神グループの百貨店、商業施設やセブンイレブンで使える S ポイントに交換できるので何にでも使える。歩数ポイントの場合、1 日たかだか 10 円ではあるが、歩くだけで 10 円貯まるのは充分と喜ばれている。

Q: ケーキを買わないようにといった行動変容は、ポイントで誘導できるのか。

A: 行動変容で非常に参考になるのは、ローソンの Ponta ポイント。Ponta ポイントがあれば、新商品を格安で買えるようにして、新商品の販促に繋げている。お酒は 1 ポイント = 1 円で買えるけれども、1 ポイント = 100 円相当で何か健康に良いものに使えると設定すれば、誘導できる。

Q: 健康介入のサービスがすべてデータベースと繋がるようになったら、サービス提供者側のアルゴリズムと、アプリ側のアルゴリズムを常に照合しないといけない。そのあたりはどう進められているか。

A: データの流通・相互利用の促進のために、データ流通推進協議会などがデータカタログの作成や標準化に取り組んでいるが、ヘルスケア領域は一番センシティブなので、なかなか進んでいない。現時点では、連携先一つ一つと個

別協議せざるを得ない。

Q: 自分で全部のデータを持てるので、PDS がいろんなアプリへの窓口になるとありがたい。現状はどんなレベルか。

A: パーソナルデータストアで預かることはさほど難しいことではない。とりあえずデータを持つところまでは開発を進めるが、個々人にどう返して、どう利活用していくか、は慎重に検討している。

Q: 色々なアプリやそれぞれの事業者に対して、どういうつなぎ方をするとよいか、つまり API の作り方が次に問われてくるのではないか。

A: 経産省等が先導している取組の進捗を見ながら、実務的な対応を進めている。

Q: つなぎ方は阪大でも議論しているが、まだまだ。かつ、同意の取り方にもいろいろある。e コンセントというのは、毎年度ごとに同意を取るのか、最初に同意を取るのか。

A: 健康計測に関しては、最初に基本的な同意を e コンセントで取り、集めたデータをまた提供する際は、都度、同意をしてもらう。

G: なお、さき程説明したアプリは、単に歩いたら勝手にポイントがつき、完全に持ち出しになるので広く宣伝していない。同意の問題など、阪急社員中心に 1000 名ちょっとで機能を使ってもらい、検証しながら、いつ公開するかを検討している。

Q: 感じたことが 2 点ある。一つは、携帯が色々なアプリの入口になり、データはそれぞれの健康データから使ってくるのが、都市 OS の小さなヘルスケア版のように思えた点。都市 OS には、ヘルスケアのデータベースや交通系のデータベースがそれぞれあって、取りたいときに取りたいデータを互いに取りに行く考え方もあるのではないか。

もう一つは、自宅で不調の時に計測したデータが病院の計測では現れないというエピソードについて。継続的にパーソナルヘルスレコードを取るとするのは、非常に意味がある。

A: 後者のコメントについて。健康計測について JST からは、データが足りないとか、会社のロビーで測るのでノイズが入るとか、いろんな指摘の一方で、本人比で比較すれば、そのようなノイズはなくなるのではないかとコメントも受けている。「横のビッグデータ」ばかりが言われるが、「縦のビッグデータ」という、ちょっと違う考え方ができるのではないかと受け止めている。横の人は別にどうでもいい、自分の血圧がどうなってるかが大事、という消費者目線も重要ではないか。

「千年カルテ」は百以上の病院のデータの一元管理をされているが、同じ検査データの同じ値でも、病院によって単位が違うので、病院で測ったデータ同士でも横に並べて見られない。すべてを包括するプラットフォームというのは、できるときれいだが、なかなかそこまでたどり着かないのではないか。ヘルスケア分野でもそのようなことはずっと言われているので待っているが、共通化されたものは出てこないの、できるところからやろうと考えている。我々のコンセプトは、本当に良いアプリが出てきたら、それを組み込んでいく、乗り換えていく、ということ。アプリを自分たちで作った理由は、理研の健康計測は消費者目線からみて良いものであるにも関わらず、色々なアプリ会社に頼んでもデータ管理の仕組みをカスタマイズしてもらえなかったため。ニーズがあるところにどんどん食い込む役割を果たして、統一化されたアプリができたなら、そちらに移行して、役割を終えてもよい。

Q: 自治体が新規事業に尻込みするのは、人員に余裕がないため。堺市や藤井寺市が手を挙げられたのはそういう事情だと思う。「地域包括ケア」での、医師の紹介状というスキームは、医師の診断が必要という法律で守られているが、お医者さんの身になると、24時間365日働けるわけではなく、ここを人間でやるのは無しにしないと先に進まない。社会の需要度もあるが、いまスマートシティ戦略で議論しているのは、既存の法制度、既存の枠組みありきでICTが介入するのでなく、既存の枠組みを変えなければならないという点。国の補助金を取った取り組みなので、こういう実績を経産省側から積み上げて、データ共有の部分では医師の紹介状というスキームがボトルネックという形で、自動化なり、ちょっと違うスキームに持って行く話が生まれたらよいと思う。そのあたりはどうか。

A: 現場からそのような課題や規制緩和の要望を色々ぶつけて頂いている。経産省は恐らく課題を把握されているので、折に触れて申し上げ続けるしかない。状況を分かった事業者に相互理解の中で使って頂いて初めて、ここはAIで置き換えられるとか、ここは事前に紹介状登録をしておくスキームが出来ないとか、代わるアイテム、問題提起が出てくる。旧来型でできることはやりながら、規制について言い続けるというプロセスしか今はできていない。

Q: この分野の最終的な目標は医療費とか介護費の削減と思われるが、効果把握をどうしているか。また効果把握をしても、歩いたからこれだけ減ったという因果関係も問題になると思うが、そのあたりの取り組みはあるか。

A: ソーシャルインパクトボンドの基本は効果の把握。今回の堺市の介護予防に関しては、千葉大の近藤克則先生が評価委員で、近藤先生が神戸市のデータでエビデンスをとられた3年後の介護移行割合を予測する問診が評価指標

になっているが、こちらから提案したのは、骨密度や筋力など定量的・客観的データによる、もう一つの指標づくり。

近藤先生が言われたのは、あちこちでアンケートはしているが、完全にぶつ切りになっているので、縦でコホートで取りたい、本当に3年後に発症したかどうかをしっかりと追いたいということ。アプリも含めて追いかける仕組みを作り、介護予防の新しい指標作りにトライしている。

また京大の奥野恭史先生が弘前 COI で開発された 20 疾患の発症を予測する AI を、阪急阪神社員のデータで検証する取組や、メンタル不調が、どんな要因で発症しているか、不調の兆しが活動量等で炙りだすことができるか検証する、兵庫県立大との取組なども進めている。体系的に取り組んでいるとは言えないが、効果や因果関係の把握についても、今できることからトライを始めている。

3.3.4. ゲスト講演 里見佳典氏（塩野義製薬株式会社）

「医療におけるデジタルセラピューティクスの現状と今後の方向性について」

3.3.4.1. 講演の概要

20 年ぐらい創薬研究を行っていたが、薬創りは相当難しいなというのを実感している。塩野義製薬で我々がやろうとしていることが、おそらく製薬会社の課題を解決していくことにも通じると思う。医療をさらに発展させていくためにも、今の製薬業界がどんな状況か、デジタルセラピューティクスという新しい言葉の意味、なぜ我々がそういうことをやっているのか、今後の課題についてご紹介したい。

昨年3月に弊社は、アメリカの Akili 社からデジタルセラピューティクスの一つの製品として、AKL-T01 を導入した。本製品は、ゲームの形をした発達障害の注意機能を改善する可能性がある治療法であり、今年から臨床試験を開始する予定である。治療している方はゲームやっているぐらいの感覚にしかならないかもしれないが、2013 年の Nature に科学的なメカニズムを説明する論文が出ていて、そのメカニズムに基づいて開発された製品である。Akili 社では臨床試験で効果を検証しており FDA に承認申請中である。デジタル技術で今までの薬と違ったものを開発していく、非常に面白い製品と捉えている。

Akili 社から製品導入した理由の一つは、弊社の重点領域である発達障害患者さんのアンメットニーズに対応したい思いからである。弊社では、ADHD の薬を 2 製品提供しているが、薬に対して抵抗を感じる方が少なからずいることは否定できない。お子さんに薬を飲ませることに抵抗がある方々に対しても、何らかの形で治療オプションを提供したい。デジタルの治療を治療選択肢に加えることで、あらゆるニーズに対応することができる可能性がある。

もう一つは、発達障害の課題は病気の症状を改善することだけが解決策ではない点である。薬による効果に加え、周りの方の適切な支援も必要である。お医者さん、家族などが適切な支援をする必要があるが、そのためには患者さんの状態の正しい理解が必要である。治療の履歴や患者さんの状態を、家族、お医者さんと共有し理解することで適切な支援につなげることができる可能性があるが、その点においてもデジタル技術は非常に有効である。

ゲームで治療しますと言うと「脳トレみたいなものですか?」と言われるが、そうではない。最近では脳トレや e-スポーツがあるし、健康アドバイスも含めて、デジタルで治療するものはいろいろあるが、これらはより広い定義でデジタルヘルスと呼んでいる製品群に当てはまる。デジタルヘルス領域の中には、健康に関する領域の製品群、病気の治療、診断など医療に関する製品群など様々な分類が考えられるが、我々が対象としているのはまずは、医療に関わる部分である。

2014 年ごろから、ソフトウェア単体を医療機器として認める制度ができた。ソフトウェア単体で治療効果を発揮する製品が、我々が目指しているデジタルセラピューティクスの一つの定義。デジタルヘルス製品の中でも、製薬会社によって取り組んでいるレベルがいろいろあり、どこを目指していくのかは、企業によって若干方向性は違う。我々の目標は、治療できるアプリを作っていくこと。

これも非常によく言われる話だが、創薬の成功確率は非常に低い。私も 20 年ぐらい製薬会社で研究を行っていたが、自分が薬の開発に携われなかったことを残念だと思っている。成功確率も 0.0 何%と非常に低いことに加え、時間がかかることも創薬の大きな課題。

成功確率が低い理由の一つは動物とヒトのギャップ。臨床試験で失敗する理由の一つは有効性の検証ができないことだと言われているが、非臨床試験で動物で効果があると言っても、人では効果の実証ができないことが非常に多い。

そもそも人と動物は違うという点も課題だが、個体差の問題もある。非臨床試験では均一な遺伝背景の動物で効果を検証することが多いが、人は個人ごとの違いが非常に大きいので、そのばらつきのために効果が見えにくいことも課題の一つ。もう一つの課題は、失敗を生かすサイクルである。可能であれば臨床試

験で失敗した理由を突き止めた上で改善し、新しい製品の開発につなげていきたいが、そのサイクルが長い。サイクルを回している間に10年、20年ぐらい経ってしまい、なかなかより良い製品につながりにくいという問題があった。

創薬の成功確率を上げるための努力もしている。動物と人の共通点を探して、非臨床のデータを臨床と結びつけること。ただ、人と動物は全く違うという課題も大きい。もう一つは人の多様性を理解すること。薬の効果がみられる患者群を特定し、臨床試験で実証することができれば、検証成功確率も上がりまた医薬品を使っていたきたい人をより具体的に示すことができる。

今製薬会社が進めている大きな方向性として、低分子だけではなく、細胞医療や再生医療、遺伝子治療、核酸といった、低分子とは違う新しいモダリティを治療法として探っていくことがひとつの方向性になっている。デジタルセラピューティクスはその一つである。創薬の課題を大きく改善する可能性がある製品群として期待できる。

臨床の知見に基づいた行動療法やトレーニング、もしくは人で解明されている脳科学の知見をもとに、デジタル技術を活用することで、新たなより効果の高い治療法として開発できる可能性がある。最近のデジタル技術でも、AR、VRやスマホも含めて非常に先進的な技術が発達しているため期待できる分野である。これまで、化合物等では実現できなかった製品を作ることができる可能性が、デジタルセラピューティクスの価値であり、我々が期待しているところ。

そこで貯まったデータがPDCAサイクルを回すのに非常に有効ということと、も利点である。デジタル技術を活用すれば、治療プロセスのデータを半自動的に回収できること、データが点でなく線で結びつけられることなど、効果を測る意味でも非常に有効。医薬品の臨床試験でもデータを解析して集めていたが、それよりもさらに大量のデータを効率よく集めることができる。

そういった研究が論文数としても非常に多くなっているし、実際に行われている臨床試験としても、精神疾患や生活習慣病のデジタルセラピューティクスは非常に多い。スマートフォンであったり、ウェアラブル、VRといったものも含めて、最近使われているデジタル技術が臨床試験で検証されている数も非常に増えている。デジタル技術の発展もすさまじく、非常に良いタイミングである。

そういった動きは、やはり海外の方が非常に早い。特にアメリカは非常に早く、製品群としても大きく三つぐらいの領域に分けられる。

一つは、デジタル技術を活用した行動変容によって治療効果を上げる自己管理方式。世界的に一番有名なのはBlueStarというアメリカのWellDoc社が開発したスマホアプリで、行動変容により、薬による糖尿病の低下スコアを超える改善効果があることが示された。治療効果が高いデジタルデバイスが実現できて

いる。

もう一つは、心理社会的な手法をデジタル化した製品。例えば認知行動療法に基づく製品などが主流である。2017年、Pear Therapeutics社が開発したアプリで薬物依存を治療する製品がアメリカで初めて新規医療機器として承認された。

我々が導入したAkili社の製品は、こういった行動療法や心理学的療法とは違うモノ。デジタル技術で脳を活性化するという、薬理的なメカニズムに基づいている。

デジタルセラピューティクスの価値の一つは、医薬品では実現できない治療法にも適用できる可能性。米国Dthera社から、回想療法によりアルツハイマー病の治療に可能性のあるアプリが開発されており、FDAからブレイクスルーデバイスとして指定されている。製薬会社はアルツハイマー病の薬を一生懸命開発しているが、非常に難しい領域である。解決方法の一つとして、デジタルデバイスによる療法が治療の一助になる可能性がある。

Cognoa社は、自閉症スペクトラムの診断・治療のデジタル製品を開発しており、この製品もFDAからブレイクスルー指定を受けている。この疾患領域も、特に創薬が難しいと言われている領域である。低分子では難しくても、デジタル技術で解決できるのではないかという期待も高い。

弊社だけではなく、複数の製薬会社がこの領域に興味を持っていて、たとえばアステラスが日本にBlueStarを導入するニュースがあった。また、ノバルティス社はアメリカでPear Therapeutics社と共同でデジタルセラピューティクスを開発している。

製薬会社の中でも海外の製薬企業、ノバルティス、サノフィ、GSKなどはデジタルセラピューティクスにかなり先進的に取り組んでいるようであり、様々なベンチャー企業と協力してデジタルの領域に入っている。日本では弊社も発達障害の治療を導入しているが、大塚製薬、田辺三菱製薬、大日本住友製薬、アステラスは、デジタルに対する取り組みに非常に積極的である。

治療の領域だけではなく、ヘルスケアの領域での活動も活発である。アステラスはバンダイナムコと提携して運動支援のアプリを共同開発されている。田辺三菱はTOMOCOという糖尿病ケアアプリを開発している。日本の製薬企業もデジタルヘルスの領域に非常に積極的に取り組んでいる。こういった動きは一昨年くらいから非常に盛んである。製薬会社も、危機感があるというだけでなく、社会の一員として新しい領域に企業として参画していかなければいけないという意識も非常に高いと思う。

ただし、製薬会社よりも進んでいるのはベンチャー企業である、一つはCureApp社の禁煙アプリ。今年承認される可能性があると聞いている。もう一

つは SUSMED 社で、認知行動療法アプリによる不眠症治療の臨床試験中。製薬会社に先駆けて日本でも動きがある。こういったものがこれから非常にたくさん出てくるのは間違いない。彼らも医療機器として薬事承認を得るために、しっかりとした治験を行っている。

デジタルセラピューティクスであっても、治療効果のエビデンス、特に医療で使う場合にはエビデンスを取ることが重要である。ただし、デジタル技術の進化のスピードに合わなければ意味がなくなってしまうことも懸念。例えば、数年後にスマホが使われなくなっている可能性も否定できない。

もしかしたら西水さんの具体的な話と一緒に含めるのがいいのかなと思っているが、医療の情報とか、現場の情報とか、患者さんの情報をきちっと集めた上で、個々人に合った薬を作っていくといけない。どんなに治療効果が高い薬を作っても、結局個人に合わせたものを作らないと、効いたかどうかわからない。しっかり臨床試験しても証明できないので、やはり個人に最適なものを作っていくというのが、デジタルにしても薬にしても必要。そういった意味で、個人のデータがきちんと集まって、それに基づいた治療効果、健康効果があるものをきちんと提供していくのが我々の方向性と思う。

きちんと使ってもらう上では、薬も同じ。今は、薬は売った後どうなるか全然わからない。薬が全然飲まれていないといった問題も非常に大きいので、そういった問題を解決する上でも、製薬会社としては皆さんのデータをどうやって活用して、薬を適切に飲んでもらえるかというのが大きな方向性になる。

デジタルヘルス領域は新しい分野なので色々と課題はある。一つはビジネスモデル。薬は特許で守られる世界なので、一つ開発すれば数年間利益が得られることが約束されているが、デジタルセラピューティクスは特許では守られにくい。そういう議論にある程度きちんと答えていく必要がある。

デジタルヘルス領域で、健康系のアプリを探すと非常にたくさんあるが、その中でもきちんと有効性が示されたものが必要なのではないかとということも課題として挙げられる。効果が明確になることは、医療だけでなく、健康の分野でも同じと思う。医療機器開発のスピードアップと同時に、医療機器未満の部分でもどうやって効果を示していくか。きちんと効果があるものを提供していくことが両方でできると、製薬会社としての役割も果たせる可能性がある。

アメリカは規制面で進捗がある。FDA の Pre-Certification Program は、企業を対象にした承認を行い、医療機器として安定したものを継続的に作る部分を評価することで、承認後の変更をスピードアップしていく考え方がある。通常は、製品ごとに評価されるが、Pre-Cert はその点で異なるある意味画期的な考え方

である。

デジタルヘルスの分野は、一社で解決できる領域ではない。いろんな企業が一緒に協力しながら進めなければならない部分があり、製薬会社だけで実現できることではない。自分達だけでなく、他の色んなパートナーと一緒にやって、それを我々の製品に足していくことが今後必要になる。製薬会社というと閉じられた会社だと思われがちだが、そういったことは今後なくしていきたいというのが、我々の大きな課題である。

3.3.4.2. 主な議論

Q: アップルウォッチの心電図機能は日本で使えない。

A: そうですね。医療機器の制度のハードルと、Apple が日本をあまり魅力的な市場だと思わなかったのではないかと。

Q: 今までの医療パスでは、医師を必ず入れて医療認定して、保険点数に変えている。いわゆる未病の話だとそんなモデルは必要なく、医師を外したビジネスモデルも考えられる。どっちに張るのかは難しいのではないかと。

A: 我々はどちらかという医療ではなくて未病のほうで使ってもらおうほうが、医療費の削減や、実際に払ってもらえる可能性も高い可能性も今後あると思っている。その両者を併せ持つもの、一つはきちんとエビデンスがあって効果が見込めるもの、また医療機器ではないけれども皆さんに使ってもらえるようなものが提供できれば、それこそ実際に社会に貢献できるものができると思う。

Q: 西水さんも含め、こういう活動による医療費の削減効果は、どの程度定量的に測れそうかという感触をお持ちか。もっと説明力をうまく示せれば、こういう活動に医療保険からどんどん補填するビジネスモデルが組めると思う。

A: 非常に難しい質問だし、我々も示していかないといけない。でないと結局、こういった産業が重要といっても、どれぐらい意味があるか答えられない。一つ、全体としてこれくらいの削減効果があるという指標に我々がしているのが、当局が出している予防効果や投資効果といった数字。主に生活習慣病やがんを指して、きちんと予防した場合の医療費の削減効果を出している。メンタルヘルスは含まれていないが、メンタルヘルスでも同じぐらいの規模が見込めると思う。こういった参考になるデータはあるが、単体での製品の話ではなく、社会として、こういったものがどんどん増えていったらという前提と思う。製薬会社からは言いにくいけど、どちらかというともうそういう社会

に自動的にになっていくのではないか。そこにどうアラインしていくか。

G: 健保の肌感覚として、うちは循環器疾患が危ないのではという問題意識から社員のデータを解析していくと、やっぱり危ないということが見えてきた。そういう社員は結構観察されているので、どういう行動をとっていて、去年よりどう増えているかは割と見えている。健保とかだと、この層の循環器疾患の人間を次のステージに動かさないために何をしよう、という話は割とできる。それをどう社会に適用していくかは次の問題だが、可能性はあるので、余計にそういうものがあればと思う。

Q: 薬も、エピゲノム的に環境やコホートによってだいぶ変わる。弘前のデータが関西で役に立たないというのは、そういうところもある気がする。すると、地域や会社などで括られている、バックグラウンドがわかるデータが、実はすごく重要になる。

A: そうですね。遺伝子解析しても地域ごとに違う。

C: 製薬とITとのコラボレーションによる、非常に面白いビジネス展開と思う。プラットフォームのGAFAMは全部自前でやるだろうが、一般の企業や製薬メーカー、あるいは行政の健康医療分野はそういう環境にない。異なるセクターとIT分野の事業者が、何かを一緒にやりやすいインフラが必要というのが課題とを感じる。

Q: 媒体としてはスマートフォンを想定しているか？スマートフォン以外にも、VRの端末のようなアウトプットもあるが。

A: まず皆さんが確実に持っているスマホから始めて、ハードルを下げたい。VRの話もちろんある。アメリカで、VRでがん患者の疼痛削減効果を測る試験があるが、薬よりも一定の効果が得られている。プラセボ効果もあるかもしれないが、VRを使ったディストラクションが痛みを削減する効果があると言われており、そういったものも出ているので、スマホには限らないと思うし、個々に合わせたものも作られていくと思う。

Q: 個別最適に入っていくと、品質の担保はどうするか？

A: 個別最適化できる可能性はあるが、実際に効果があると証明するのがすごく難しい。現実問題として、ある程度均一な人たちに対して検証することが必要。薬と違って、科学的にコントロールを作るのがすごく難しい。薬はプラセボとして本当に効果がないものを利用できるが、デジタルの場合は何らかの効果がある可能性があり、比較対象として難しい。どうやって効果を証明するかという問題は今後出てくる。個人的には、使っている人が満足するの

が一番重要なことと思うが、ちゃんとしたものを作っていかなければいけないという責任はある。

Q: たぶん今までよりも、細かさも含めて圧倒的にデータが取れる。逆説的には、薬よりはるかに信頼できるデータが集まるかもしれない。

A: データ量でカバーできる部分は大きい。比較も一対一でなく、全体対介入のようないろいろな方法が今後もっと出てくると思う。データをどう解析して効果を実証していくかは、医療でも健康分野でも同じ問題になる。

Q: 健康領域には効果の実証が余りに無いので、消費者としては何を選んだらいいか全くわからない。製薬会社が何らかの指針が与えられると、すごく良い。

A: そうですね、それができれば一つ貢献できると思う。

Q: 塩野義が目指している発達障害の治療は、原因を突き詰めて根本的に改善するものか、従来の対処療法に代わる新しいやり方のどちらか。

A: 少なくとも一つのメカニズムは、前頭前野の脳機能の発達不良。今回導入した製品は医薬品と同じように、脳の機能を改善する効果を期待している。これのできることの一つは、薬は苦手で飲めないとか薬に効果がないとか、そういう実際にいる人たちにオプションを提供すること。もう一つは、治療歴がデータとして残るので、治療が実際に行われていることが分かったうえで、お医者さんと一緒に効果を見て、次のもっといい医療に繋げていくサイクルができればよい。こういったデバイスに見守り機能をつけることも可能と思う。患者の家族が治療経過を見ながら、実際にどれくらい効果があったかをモニタリングする付加的なツールを用意することで、家族も含めた社会全体の発達障害の治療やサポートにつながる。薬と同じ効果というより、それ以上のものを求めている。

Q: 副作用はあるか。

A: 副作用はアメリカの臨床試験の結果ではほとんどない。薬のような副作用ではなく、たぶん脳を頑張って鍛えているからだと思うが、目がちかちかする程度。ちょっと目が悪くなるとか、もしかしたらあるかもしれないが、それはデジタルに特化した問題で、薬のような副作用は見られていないので、安全とは言えるかと思う。

3.4. 第4回 2020年3月25日 テーマ：環境・エネルギー（中止）

新型コロナウイルスの流行拡大を考慮し、やむを得ず中止した。

4. 考察

研究会で取り上げた分野と事例は数少ないが、その中でも、IoT がもたらす社会の変化と、IoT のあるべき姿について、分野を超えて共通した示唆が得られる。各研究会でのゲストの講演、およびその後の議論をもとに、仮説ではあるが、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、以下の考察を行った。

4.1. 互助・共助の進化と、共同体の価値について

- 1) 第2回の後藤氏講演における過疎地での Uber の事例は、地域住民がドライバーを確保する取り組みであり、また第3回の西水氏講演における成人病予防の事例は、健保組合がワーカーの健康を維持する取り組みであった。それぞれ「ドライバーの人手」や「人の健康」の確保を目的としており、今後は少子高齢化を背景として、このような、地域や職場といった既存の共同体における、メンバーの互助・共助がより重要性を増すと考えられる。
それを促進する IoT は、地域の人々が Uber に登録して助け合ったり、ヘルスケアのデータを健保組合が分析してワーカーにフィードバックしたりするなど、共同体がより円滑に機能するために利用される機会が増すと考えられる。
- 2) 互助・共助が行われる場として、前出の共同体そのものの価値が再確認されるだろうし、再確認されるべきであろう¹⁴。これらの共同体は、一般的には長期にわたって交流し、相互に助け合うことを前提とした集団のため、市場での取引と比べて、個別に採算を取ったり、相手が信頼できることを確認したりする必要性が薄いからである。
- 3) また、このような共同体のデータは、地域、会社といった何らかの共通した属性を持っている点で価値が高い。また、医療費の負担削減など、共同体が共有する利益があることで、データを分析する動機が強まると考えられる。

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) IoT で得たデータを適切にフィードバックすることで人の行動変容を誘導できることについては、四氏の講演いずれにおいても様々な形で言及された¹⁵。誘導の手段は様々であるが、例えばポイント付与のように、高度な仕掛けが

¹⁴ 第3回の西水氏の講演における健康計測の例では、計測の対象者が歩くことで自分の街のよさを見直したという、派生的な効果が得られた。

¹⁵ 第2回の後藤氏講演ではロードプライシング、同じく土井氏講演ではブーケットの社会実験、第3回の西水氏講演では健康計測の諸事例、同じく里見氏講演ではDTxによる生活習慣の改善がそれにあたる。

なくとも実施が可能である。

- 2) 一方、フィードバックによって変容する可能性があるのは、データを取得した本人の行動だけではないことも示された。第3回の里見氏講演では、発達障害の患者本人の行動変容に加え、治療データをもとにして、患者の周囲の人間や学校などの組織までも治療に参加させられる可能性が議論された。このような可能性は、第2回の土井氏講演においても、人の移動を支える関係者を増やし、さらにその関係性を変化させていく「関係性動学」として議論された。
- 3) 関係性を変化させる特殊な例として、第3回の西水氏講演の際に意見交換されたAIの導入がある。IoTを用いて「モノのプロセス」「ヒトのプロセス」の運用データが蓄積されるうちに、例えば24時間対応ができないという理由で、人間が担う部分がボトルネックとなる可能性がある。このとき、必要かつ可能な範囲でAIを導入することで、「ヒトのプロセス」を「モノのプロセス」へと置き換え、AIにできない部分を人間が処理することが相乗的な循環につながる。プロセスの改善が続く限りボトルネックはなくならないが、「ヒトのプロセス」と「モノのプロセス」が相互に入れ替わることは、常に起こりうる¹⁶。
- 4) 前出のように「モノのプロセス」と「ヒトのプロセス」をIoTによって変化させるには、得られたデータを適切に解釈し、現場で行うべき行動変容の施策やプロセスの変更を設計できる存在が必須となる。よって、例えば医療現場においては医師のように、現場の施策に精通した専門家がデータを解釈できること、またはデータ分析の専門家と密に協業できること、またそれぞれの専門家の接点となる場を作ることは、大きな意味を持つと考えられる。

4.3. PDCA サイクルと規制について

- 1) MaaS や DTx の仕組みは、運用を通じて得られたデータを分析することで試行錯誤を重ね、サービスをより目的に合ったものへ順次改良していけること（PDCA サイクル）が、各氏の講演で示された¹⁷。一方、第3回研究会では医療機器の承認についての議論があったように、規制を受ける製品は一定の仕様に対して承認がされており、改良と承認プロセスとの間でスピードが合わない。改良のスピードに合わせて製品・サービスを上市できる規制のあり方が必要であり、行政と事業者とのコミュニケーションを重ねることが必

¹⁶ 現在、新型コロナウイルス対策の一環として、官民挙げて業務プロセスの急速なデジタル化が進められているが、承認に押印を不要とするなど、国・自治体・企業ともに、デジタル化に向けての制約を自ら取り払ったことが注目される。

¹⁷ 第2回の後藤氏の講演ではロンドンのロードプライシングの対象地域の見直し、土井氏の講演では MaaS の試行錯誤の必要性、第3回の里見氏の講演では DTx の今後の方向性がそれにあたる。

要な一方、先端的な分野では、トライアルによって得たデータで効果を検証しながら、製品・サービスの改良を進めていく仕組みを、事業者自身が持つことも必要となる¹⁸。

- 2) このとき、その製品・サービスの評価には、サービス提供者や行政だけでなく、十分な説明をしたうえで、サービスを受ける利用者自身の評価も含めることが望ましい。研究会で挙げられた事例では、例えば MaaS の交通サービスの評価、DTx の効果の検証がこれにあたる。

4.4. 都市 OS のガバナンスについて

- 1) MaaS や都市 OS のように、データを用いた最適化の拡大に伴ってメリットが増加するシステムについては、事業が自立できる規模に成長するまで、インフラに先行投資する必要がある。投資を誰が行うかはシステムの狙いや目的に照らして決められるべきだが、サービスを提供する事業者が分担する場合、メリットと負担を配分するアライアンスが必要となる。
- 2) 特に最適化の範囲が広がってアライアンスが強固になり、システムの統合・一体化が強まるほど、各事業者の間で収益・コストの配分、プロセスの標準化が難しくなる。この調整を議論するためにコーディネータ的な役割は必要である。この役割を担うのは多くは自治体であろうが¹⁹、最適化の恩恵を受ける街の利益と将来像を代弁できなければならない。自治体においても、交通・福祉・保健など、部局をまたいだ連携が必要であろう。

4.5. データの取得と流通について

- 1) 第3回の西水氏の講演の議論では、「縦のビッグデータ」として、個人から継続的にデータを取ることで、本人の健康状態の推移を分析できることが述べられた。個人のデータを継続的に取るニーズも今後増えるだろうが、自宅での不調が病院での計測で再現しないという事例もあることから、どのような場所・環境で取ったデータかという情報も必要と考えられる。
- 2) 一方、個人から取得するデータの利用が拡大すると、データを取得したり利用したりする際に、デジタルデバイドを解消するという課題がより重要になる。高齢者の健康データ取得が難しいという事例からも、例えば高齢者の視力に合わせた取扱説明や、計測しやすい機器といったシステム面の対応とと

¹⁸ 目的や環境に合わせてシステムが変化し続けることを前提として、その開発や運用の際に守るべき要件が、IEC62853として2018年に国際標準化されている。

¹⁹ 日本電気株式会社ほか(2020) p. 48では、スマートシティ推進主体の具体的な担い手を、地域協議会、自治体(官)、民間の3種類に大別している。

もに、「データを取って何をするのか」という仕掛け自体を対象者が的確に理解できるよう、説明の工夫も必要となる。

- 3) 交通機関のデータが各社で違っていたり、病院のデータが共通化されていない例からも、データの流通性を高め、幅広く利用されるようにするには、今後フォーマットの標準化をより進める必要がある。一方、データを用いて各都市がどのような具体的サービスを行うかは、その都市・地方のもつ固有の課題や、都市の性格、住民の地域性・国民性によって違いが出るだろうが、どの都市にも共通するサービスについては、成果の評価方法を標準化し、比較可能とすることが望ましい²⁰。
- 4) 各種のデータの価値を測る手段として、データを利用して開発・改良された個々の製品・サービスの効果を、定量的に評価する方法が課題となる。製品・サービスの開発とともに、その効果測定の方法も合わせて開発する必要がある。製品・サービスの内容によっては、評価方法の開発が大きな課題になると思われる。
- 5) 個人データの取り扱いに万全を期す必要があるのは言うまでもないが、データ提供者の同意を得る方法がより洗練され、社会的にもデータ利用への理解が進むことで、個人データの利用に伴うハードルが緩和していく可能性がある²¹。

4.6. IoT とまちづくりの連携について

- 1) 第2回、第3回いずれも議論の中で指摘されているが、MaaS、ヘルスケアでのIoTを用いた施策は、まちづくり（都市計画）と強く結びつくといえる。その例としては、MaaSに合わせた駅前広場のあり方や、健康や環境の観点から「歩く」という行動変容に合わせた都市のウォークビリティが挙げられる。
- 2) 第3回の西水氏の講演では、鉄道会社がまちづくりを行う事例が挙げられた。この例では、企業は運賃収入によって投資を回収する一方で、自治体は人員不足を補うことができ、両者の意図が整合することが示された。地域の課題を解決するための民間と行政との協業は、ヘルスケアに限らず、今後も進むと思われる²²。

²⁰ スマートシティ化による課題解決の達成度を評価するための、国際規格による標準化の動きが進んでいる。たとえばISO37120、ITU-T Y.4900など。

²¹ 新型コロナウイルス感染者に対する行動履歴を追跡する施策として、韓国、台湾、シンガポールではそれぞれ3月に、携帯アプリによる行動履歴の把握を開始した一方、日本でも5月下旬に同様のアプリの開発が発表された。従来難しかったプライバシーデータの活用が日本でも進む、一つの先事例となっていく可能性がある。

²² 課題解決への民間からの参画は企業に限らない。新型コロナウイルス流行に対して、東京都と民間のエンジニアによる「シビックテック」の取り組みにより、極めて短期間で流行情報サイトの立ち上げに成功した。

5. 残った課題と今後の研究の方向性

第1章で述べたように、本研究は「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。前述の考察のとおり、いずれの分野においても、都市におけるIoTは、互助・共助を促進し、行動変容を促し、試行錯誤による改良を実現させる点で、単なる効率化だけでなく社会変革を促すものであることが明らかとなった。そのためには、まちづくり戦略に基づく都市OSの導入・運営や標準化によるデータ流通も人々の幸せに貢献しうることが示された。

2019年度はこのような示唆を得ることができた一方で、加えるべき観点についても明らかになった。

1つは、「持続的に成長する都市」に具体的な目標を与える、SDGsの観点である。「人々の幸せ」を実現しながら、SDGsが提示する目標の達成が、社会的にも求められる。

もう1つは、ELSI（倫理、法、社会課題）の観点である。個人情報の保護を一例として、新しい技術を社会実装する際には、従来の法がカバーしていない価値判断に、うまく対応していく必要がある。

2019年末から流行が拡大している新型コロナウイルスは、上記の2つの観点の両方に深く関係している。すなわち、世界中が同時に危機に陥ることでグローバルな視点の重要性を否応なしに認識した。地球に住む人類がつながった共同体であることを意識した。また、この危機を乗り越えるために社会そのもののデジタル化とデータ利用に対する受容性が必要であることを改めて認識した。ウイルス禍への対応を通じて、社会が大きく変化を迎えるとともに、IoTの新しい事例も生まれている。

2020年度は上記した2つの観点に加え、新型コロナウイルスの流行による社会の変化を念頭において、引き続き今後のIoTのあるべき姿を検討していきたい。研究会をやむなく中止した「環境・エネルギー」も重要なテーマであり、改めて研究会の設定を検討したい。また検討にあたっては、社会科学も含め分野を超えた意見交換を行うことで、より多面的な考察を導きたい。

《参考文献》

- 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 I o T 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 (最終閲覧日: 2020 年 9 月 3 日)
- 経済産業省 (2018), 『「IoT や AI が可能とする新しいモビリティサービスに関する研究会」中間整理』.
<https://www.meti.go.jp/press/2018/10/20181017005/20181017005-2.pdf> (最終閲覧日: 2020 年 9 月 3 日)
- 経済産業省, 『経済産業省におけるヘルスケア産業政策について』.
https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/healthcare/01metihealthcarepolicy.pdf (最終閲覧日: 2020 年 9 月 3 日)
- 露木伸宏(2018), 「MaaS (モビリティ・アズ・ア・サービス) について」,
『国土交通政策研究所報』, 69, pp. 2-7.
http://www.mlit.go.jp/pri/kikanshi/pdf/2018/69_1.pdf (最終閲覧日: 2020 年 9 月 3 日)
- 日本電気株式会社・アクセントゥア株式会社・鹿島建設株式会社・株式会社日立製作所・国立研究開発法人産業技術総合研究所・一般社団法人データ流通推進協議会 (2020), 『スマートシティリファレンスアーキテクチャホワイトペーパー』
https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/a-whitepaper1_200331.pdf (最終閲覧日: 2020 年 9 月 3 日)
- 「保健医療 2035」策定懇談会 (2015), 『保健医療 2035 提言書』.
<https://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/hokabunya/shakaihoshou/hokeniryoushou2035/future/#reports> (最終閲覧日: 2020 年 9 月 3 日)
- Digital Therapeutics Alliance (2018), “Digital Therapeutics: Combining Technology and Evidence-based Medicine to Transform Personalized Patient Care”.
https://www.dtxalliance.org/wp-content/uploads/2018/09/DTA-Report_DTx-Industry-Foundations.pdf (最終閲覧日: 2020 年 9 月 3 日)
- Heikkilä (2014), “Mobility as a Service – A Proposal for Action for the Public Administration Case Helsinki”.
https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/13133/master_Heikkil%C3%A4_Sonja_2014.pdf (最終閲覧日: 2020 年 9 月 3 日)

Sochor, J., Arby, H., Karlsson, M., Sarasini, S. (2017), “A topological approach to Mobility as a Service: A proposed tool for understanding requirements and effects, and for aiding the integration of societal goals”, 1st International Conference on Mobility as a Service (ICOMaaS), Tampere, Finland, November 28-29, 2017.
http://www.tut.fi/verne/aineisto/S6_Sochor.pdf (最終閲覧日：2020年9月3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 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

大島 久典 研究推進部 総括調査役
野上 康子 同 総括調査役（～2020年3月）

オブザーバー

（役職は2020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一部 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 西日本第1グループ 部長
竹本 忠博 株式会社竹中工務店 開発計画本部 西日本第1グループ
池田 智 西日本電信電話株式会社 デジタル改革推進本部（R&Dセンタ）所長

（～2020年1月）

石原 晋也 西日本電信電話株式会社 デジタル改革推進本部（R&Dセンタ）開発企画担当 担当部長
（～2020年1月）

横井 正俊 西日本電信電話株式会社 デジタル改革推進本部（R&Dセンタ）ユーザーサービス担当 主査
（～2020年1月）

今井 徹 西日本電信電話株式会社 デジタル改革推進本部（R&Dセンタ）開発推進担当 主査
（～2020年1月）

本田 新九郎 西日本電信電話株式会社 デジタル改革推進本部（R&Dセンタ）ユーザーサービス担当 担当部長
（2020年1月～）

石原 達也 西日本電信電話株式会社 デジタル改革推進本部（R&Dセンタ）ユーザーサービス担当 担当課長
衿木 高広 西日本電信電話株式会社 デジタル改革推進本部（R&Dセンタ）ユーザーサービス担当 主査
西 裕士 西日本電信電話株式会社 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 西日本電信電話株式会社 ビジネス営業本部 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
（2019年7月～）

長江 恵 西日本電信電話株式会社 ビジネス営業本部 クラウドソリューション部 地域プロデュース担当 都市ビジネス推進室 室長
佐野 秀明 西日本電信電話株式会社 ビジネス営業本部 クラウドソリューション部 地域プロデュース担当 都市ビジネス推進室 担当課長
（2019年7月～）

瀬野 恭彦	西日本電信電話株式会社	ビジネス営業本部	クラウドソリューション部	地域プロデュース担当	都市ビジネス推進室	主査
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	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			主任技師
西川 武志	公益財団法人計算科学振興財団		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
内梨 翼	公益社団法人関西経済連合会	産業部				
吉村 保範	大阪商工会議所	産業部	産業・技術振興担当			課長
一坂 浩史	大阪府	商工労働部	成長産業振興室	国際ビジネス・企業誘致課		課長
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	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	総括主査
辻野 一郎	大阪府	商工労働部	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	活用推進担当			課長

執筆者

大島 久典	研究推進部	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（2019年度）

発行日	2020（令和2）年9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	岩野 宏

ISBN978-4-87769-132-5

ISBN978-4-87769-132-5