

Green × Digital カーボンニュートラルに向けた取り組み



東京大学大学院情報学環
教授

越塚 登 氏

プロフィール

1966年生まれ。
94年東京大学大学院理学系研究科情報科学専攻博士課程修了後、
96年東京大学大学院人文社会系研究科助教授、2006年東京大学大学院情報学環助教授を経て、2009年より現職。
ユビキタスコンピューティングの研究を通じて、場所情報サービス、食品・医薬品・工業製品等のトレーサビリティ、スマートビルやスマートシティなど、様々なテーマに挑戦している。

1 はじめに

今までデジタルの分野は、経済が優先でした。IoTでデータを取り、AIで様々な数理的解析をしたりして、経済的な数値最適化をしてきました。新しい技術が出てきても、やることは経済最適化でした。ところが最近、経済優先ではなく「人間の幸福感やウェルネス等と両立させないといけない」という話が、スマートシティの議論の中でも出てきています。幸福というのは利己的なものです。一方の地球環境は公共的なものなので、道徳観という今までパラメーターになかったものを考える必要が出てきたということです。経済的な価値と利己的な幸せ、地球環境を両立させないといけない。その両立を実現するためにデジタルがある。その辺の話をさせていただきます。

「パリ協定」の存在があります。2015年に採択、2016年に発効した国際協定です。これは、2020年以降の温室効果ガスの排出削減のための国際的な枠組みとして提案されました。55カ国以上が参加すること、世界の総排出量の一定量をカバーするだけの国が批准すること等を条件とした、かなり具体的かつ長期の目標を定めたもので、結果的には200カ国以上が同意して成立しました。

その特徴は、まず、5年毎に目標を見直し、一定程度達成した場合には、またその次の目標を達成していくということが義務化されていること。また、どこまで削減が出来たのか、取り組みの状況を「見える化」することです。この「見える化」を実施するためには、ITやデジタル、サプライチェーン等全体に渡るデータを収集する必要があるということが、1つの前提となります。

さらに、「適応計画」を取り入れた点も特徴です。地球温暖化という課題に対し、それを緩和するために二酸化炭素ガスの排出を削減するという方策は「緩和策」です。一方の「適応策」とは、温暖化してしまった結果としての気候の激甚化や災害の増加にどう対応していくのかということです。日本で言えば、国土強靱化や防災という視点です。

2 Zero GHG Emission とグリーン成長戦略

2.1 グリーン成長戦略

(1) 所信表明演説

日本には、石油ショックの時代から省エネルギーに対する伝統がありました。しかし、ここ数年のGreenに対する盛り上がりは、菅義偉前首相が所信表明演説でグリーン成長戦略を宣言したことに始まります。「2050年にカーボンニュートラルを実現する」というかなり大きな目標を宣言しました。これは、エネルギー分野の方々が取り組むというレベルでは実現可能な目標ではなく、社会全体が総力を上げ、あらゆる分野で実行しないと達成出来ないような目標です。当然、経済性とも両立していかなければなりません。社会全体で取り組むということは、当然、それを繋いでいるデジタルやIT等にも重要な役割が出てくるということです。

(2) パリ協定

なぜ、そのような所信表明演説がなされたのか。その源には

(3) 京都議定書

パリ協定以前には「京都議定書」があり、主に「緩和策」について定められていました。これは1990年代に定められた、目標期間が2012年までのものでした。これを引き継いだものが「パリ協定」となります。

こうした流れの結果として宣言された「2050年にカーボンニュートラルを実現する」という目標を受けて、それを実行に移すための様々な戦略が今、官民間問わず進められている状況にあります。

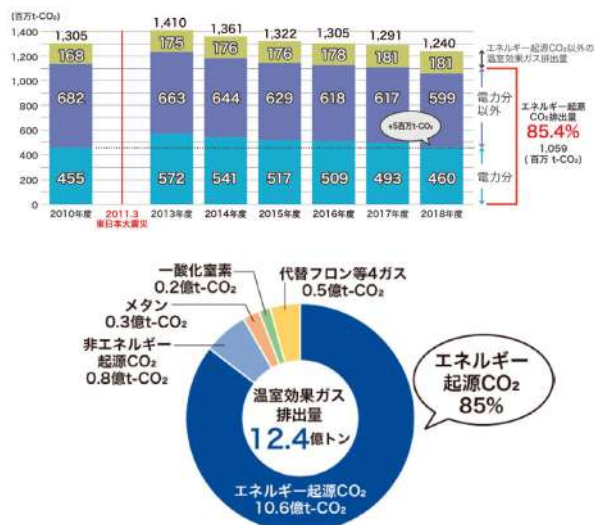
2.2 地球温暖化とGHG（温室効果ガス）排出の状況

10年～20年ほど以前は、東京大学の中でも「本当に温暖化しているのか」「原因は本当に人間の活動なのか」ということ

に関して、かなり様々な議論がありました。その点に関して現時点では「様々な理由が複合しているにせよ、人為的な効果はかなり大きな部分に寄与しているだろう」というのが、一般的な考え方だろうと思われます。

(1) 日本の GHG 排出

東日本大震災による影響もあり、日本には地球環境とは異なる側面から「エネルギーは削減しないといけない」という意識があります。その効果もあってか、2013年度から GHG 排出量の減少が続いております（図1）。しかし、東日本大震災以降、世界的に見て日本が突出して削減しているかという点、必ずしもそうではないという現状にあります。

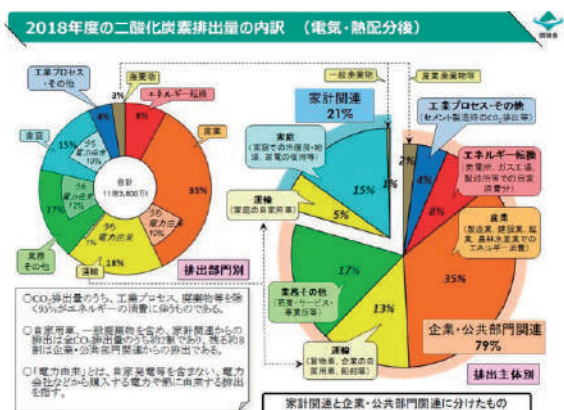


出典) <https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/energy2020/003/#section2>

図1 日本の GHG (温室効果ガス) 排出

分野毎のCO₂排出源の分析もかなり進んでいます。例えば、BIG 8と呼ばれる温室効果ガスを排出する大きな産業の1つに、土木建築分野は含まれています（図2）。

実際にどういう分野がどの程度排出しているのかを見ると、運輸、産業、工業、廃棄物なども排出源ですし、産業だけでなく家庭からも多くの排出があります。このことから、発電段階での対策だけではなく、社会全体で温室効果ガスを出さないようにする必要があると言えます。



出典) https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/chikyuu_kankyo/ondanka_wg/pdf/003_003_02.pdf

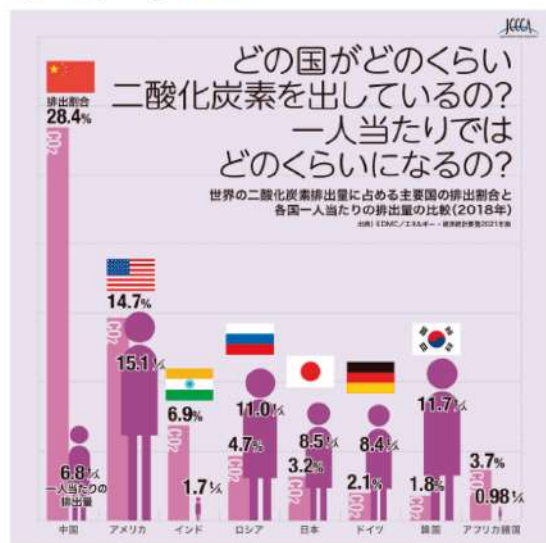
図2 CO₂ 排出量の内訳

(2) 世界の CO₂ 排出量とその推移

国の規模、人口規模が大きく関係することから、全世界の排出量からみた日本の割合は低下しており、3.2%となっています（図3）。しかし、「一人あたり」の排出量を見るとドイツと同程度です。東日本大震災があったといえども、あまり減っていない状況です。また、アメリカは世界に占める排出量の割合も高い上、一人あたりの排出量でも圧倒的に多い。一方で、中国は国単位の場合は世界一ですが、経済的格差等々の影響で一人あたりの排出量は日本よりも小さいということになっています。

主要国別 一人当たりのCO₂排出量

<https://www.jccca.org/download/13330>



国名	国別排出量比*	一人当たり排出量*
中国	28.4	6.8
アメリカ	14.7	15.1
インド	6.9	1.7
ロシア	4.7	11.0
日本	3.2	8.5
ドイツ	2.1	8.4
韓国	1.8	11.7
アフリカ合計	3.7	0.98

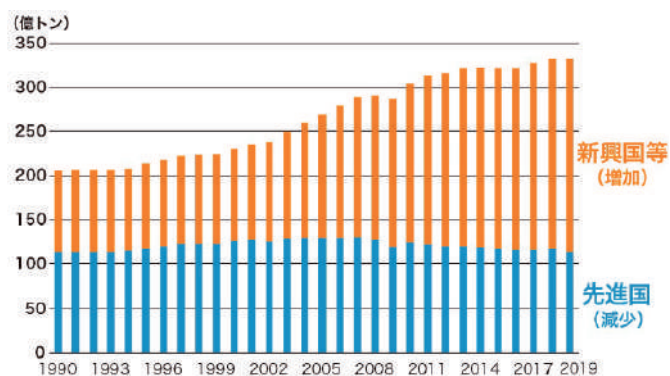
出典) EDMC/エネルギー・経済統計要覧2021年版

*国別排出量比は世界全体の排出量に対する比で単位は[%]
排出量の単位は[トン/人・エネルギー起源の二酸化炭素(CO₂)]

出典) <https://www.jccca.org/download/13330>

図3 主要国別 一人当たりのCO₂ 排出量

「この程度の減り方で、本当にニュートラルになるのか」という点を除けば、先進国による温室効果ガスの削減は進んでいます（図4）。ところが、やはり新興国では温室効果ガスの排出が増加しており、全体における先進国の割合は減りつつあります。



出典) <https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/energy2020/003/#section2>

図4 世界のCO₂排出量の推移

その減り方について。「何を基準にするか」によりますが、2013年度を基準にすれば日本は約14%、ドイツも14.5%、イギリスは20%ほど減っています(図5)。カナダは増加、アメリカは横ばい。EU28でみれば9.3%減っています。これを見ても、日本は「悪くはないが、突出して良いわけでもない」程度だとわかります。

(3) 日本のグリーンカーボン、ブルーカーボン算定

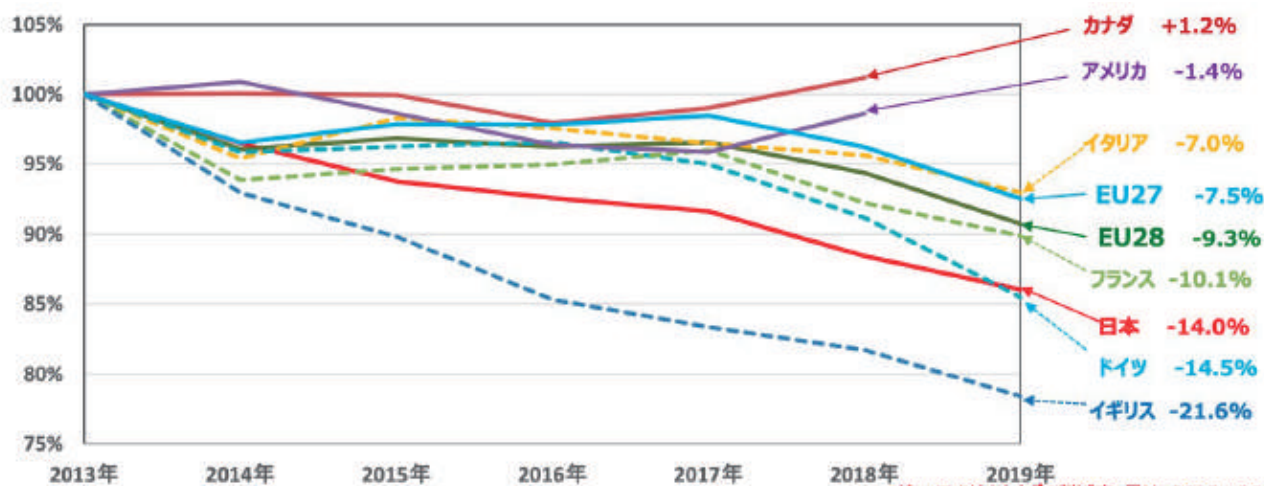
日本は森や海に恵まれているので、自然がかなり吸収してくれているのではないかと考えている方もいるかと思いますが、人間が排出している量は桁違いです。土木学会による推定では、

日本の国土の中で森や海洋が吸収する量は0.65億トン。一方で、人間による排出が12.4億トンですから自然でカバー出来る量ではありません。

さらに、2030年に向けて、日本では自然におけるカーボンの吸収が減っていきます。なぜなら、日本はすでに森林飽和しているためこれ以上のCO₂吸収は望めず、むしろ森林が二酸化炭素排出源になってしまうからです。今の日本は、約2000年の歴史の中で最も森が多い時代です。大和時代から都の造成等で日本の森林伐採は進み、当時の奈良は禿山ばかりだったそうです。浮世絵に描かれた山も全て禿山ですが、それはそういう絵なのではなく、本当に禿山だった。そうすると、今はまさに森林飽和。今後は森林が朽ち果てて分解する方が多くなり、どんどん減ってきてしまう。「緑が多ければ多いほどCO₂を吸収してくれるので良い」というわけではないということです。

(4) グローバルカーボンサイクル

この点、世界の統計を図6で見ると、人間界や自然から排出しているカーボンガスの量が9.4と1.6。それを陸上で吸収するのが3.4、海で吸収するのが2.5。大気中に5.1残る。人間が排出した量の約半分が大気中に残る計算です。すると、先進国がカーボンニュートラルを頑張り、地球全体で約半分に収まればバランスするのではないかと思います。研究が進むと違うことも出てくると思いますが、現在はこのような状況にあります。



注：アメリカとカナダの削減率・量は、2013→2018

	2013年 【億トン】	2014年 【億トン】	2015年 【億トン】	2016年 【億トン】	2017年 【億トン】	2018年 【億トン】	2019年※1 【億トン】	削減率[%]※ (2013→2019)	削減量※ (2013→2019)
日本※2	14.1	13.6	13.2	13.1	12.9	12.5	12.1	-14.0%	-2.0億トン
カナダ	7.2	7.2	7.2	7.1	7.1	7.3	-	+1.2% (増加)	+0.1億トン
アメリカ	67.7	68.3	66.8	65.2	64.9	66.8	-	-1.4%	-0.9億トン
イタリア	4.5	4.3	4.4	4.4	4.3	4.3	4.2	-7.0%	-0.3億トン
EU27※2 ※3	39.1	37.7	38.2	38.2	38.5	37.6	36.2	-7.5%	-2.9億トン
EU28※2	44.8	43.0	43.4	43.1	43.2	42.3	40.6	-9.3%	-4.2億トン
フランス	4.9	4.6	4.6	4.7	4.7	4.5	4.4	-10.1%	-0.5億トン
ドイツ	9.4	9.0	9.1	9.1	8.9	8.6	8.0	-14.5%	-1.4億トン
イギリス	5.7	5.3	5.1	4.9	4.8	4.7	4.5	-21.6%	-1.2億トン

※1：各国の2019年値は速報値（アメリカ、カナダは未公表）、※2：日本、EUの排出量は間接CO₂を含む、※3：EU27の排出量にはイギリスは含まず

<出典> Greenhouse Gas Inventory Data (UNFCCC)、EEA「Approximated estimates for greenhouse gas emissions」をもとに作成

出典) https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/chikyuu_kankyo/ondanka_wg/pdf/002_s01_00

図5 主要先進国の温室効果ガス排出量の推移



出典) From "Global Carbon Budget 2020", <https://essd.copernicus.org/articles/12/3269/2020/>

図6 グローバルカーボンサイクル

2.3 そもそも地球環境は？

(1) バイオマスの量と人工物の総重量

そもそも、地球上で人間がどれぐらいのインパクトを持っているのか。地下にどの程度生物がいるのかが不確かではありますが、人間の体重を全て合計すると約3億トン、地上と海洋の微生物が約3000億トン。加えて地下には微生物が兆の単位でいるのではないかと考えられています(図7)。動物に限って見れば、全体約100億トンのうちの、食物連鎖のトップにいる人間は約3億トン。これはアンバランスな状況だと思います。

生物量 (総体重)	陸上と海洋	地下生物圏
人間	3億トン	0
動物	100億トン	0
植物	1~2兆トン	0
微生物	3,000億トン	3~5兆億トン

出典) テルモ財団 HP より <https://www.terumozaidan.or.jp/labo/technology/12/03.html>

図7 バイオマスの量

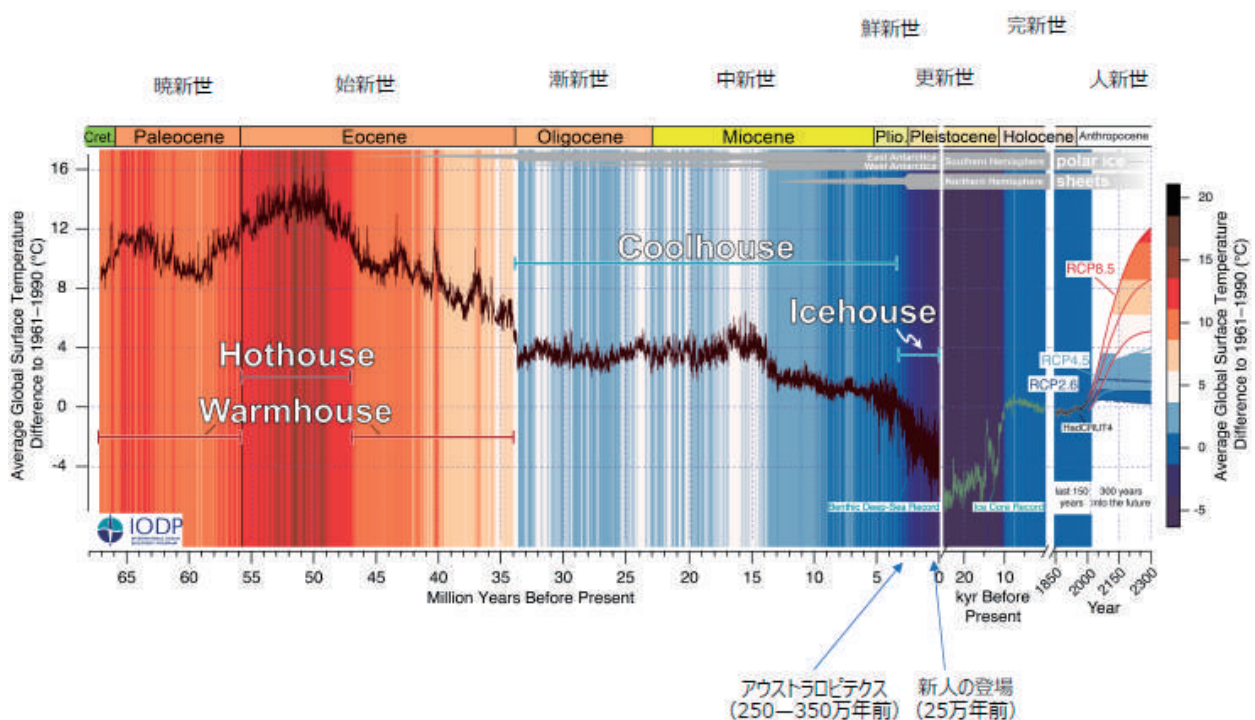
昨年、地球上の人工物が生物の総重量と並んだというニュースがありました。微生物の総重量は仮定ですが、生物の総重量と同程度の人工物がすでに地球上にある。生物のインパクトで大気中の酸素が存在することを考えると、その地球上の生物と同じ重量の人工物があることは、直感的にも地球環境への影響が感じられると思います。

(2) 過去 6600 万年の地球の気候変遷

地球の気候変遷を見ると、人類は氷河期の一番寒い時期に出現し、徐々に暖かくなっているのが分かります(図8)。時間軸は2300年までの予測もありますが、そこには約6600万年の変化が数十年レベルの短い期間で起こるという予測がなされています。しかし、今よりも12~16℃ほど平均気温が高い期間が過去にもあることから、何もしなければ現状維持が続くというのではなく、地球はかなり不安定だということです。

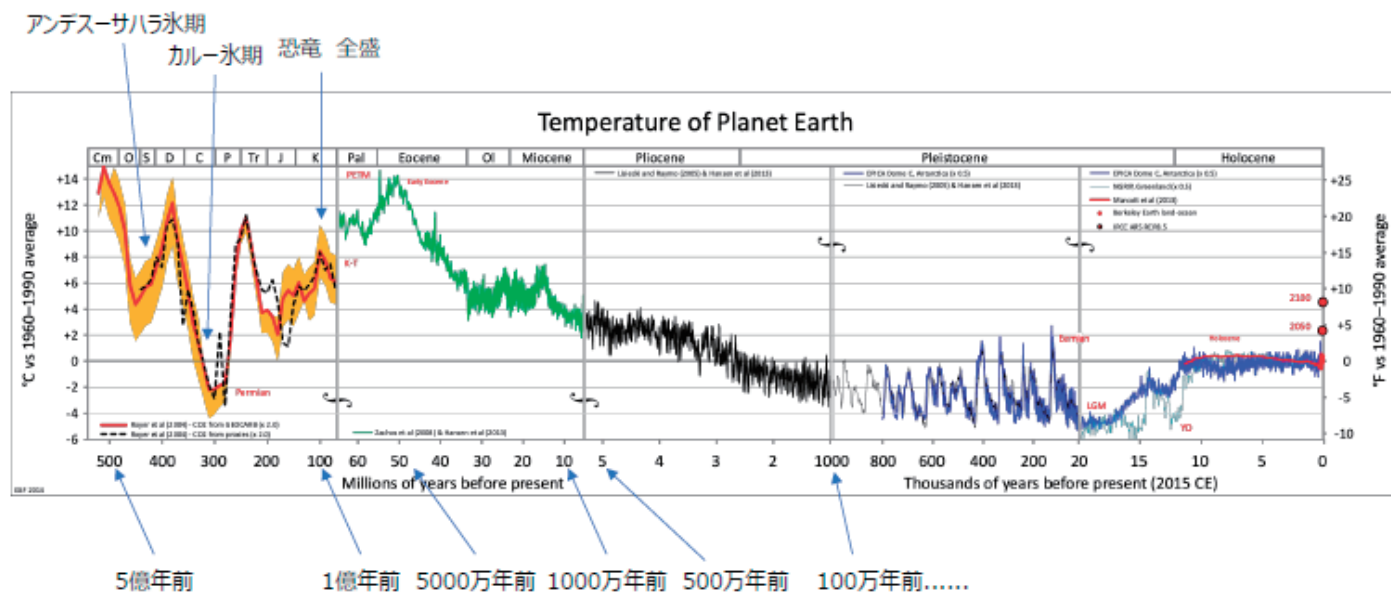
(3) 億年単位での温度変化

約40億年ある地球の歴史のうち、約5億年を切り取ったグラフ(図9)を見ると、やはり現代が少し低くなっています。恐竜の全盛期は今よりも約10℃平均気温が高い。このように地球環境は非常に大きくずれるので、かなり注意する必要があることは事実です。また、地球は全体が凍ったことが過去に2回ほどあります。それぐらい地球は不安定で、大きく温度が変化するということは、地球温暖化を考える時にベースとして重要なことだと考えます。



出典) <https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2020/09/6600.php>

図8 過去 6600 万年の地球の気候の変遷



出典) https://en.wikipedia.org/wiki/Geologic_temperature_record

図9 億年単位での温度変化

3 Green × Digital

3.1 地球温暖化対策

こうした状況下で、ゼロ・エミッションに向けて我々はデジタルでどうすることが出来るのか。先述のように地球温暖化が最大の課題としてあり、対策として二酸化炭素の排出を押さえることで温暖化を阻止する緩和策と、パリ協定にもある適応策があります。緩和策により30年でゼロ・エミッションを達成出来たととしても、30年間は気温が上がり続けます。その間、気候は激甚化し災害も増えることになるので、それに対応することが適応策です。適応策には適応能力と感受性対策があります(図10)。1つは、土地の利用方法等も考えながら、気候の変動に対する社会の感受性を変えていくこと。もう1つは、社会全体を適応させていくための能力。「防災」という視点はこの両方、「国土強靱化」は感受性対策に分類されるでしょう。総合的な制度の中で、全体を位置づけて互いに主体性をもって対策をするということが必要だと思います。

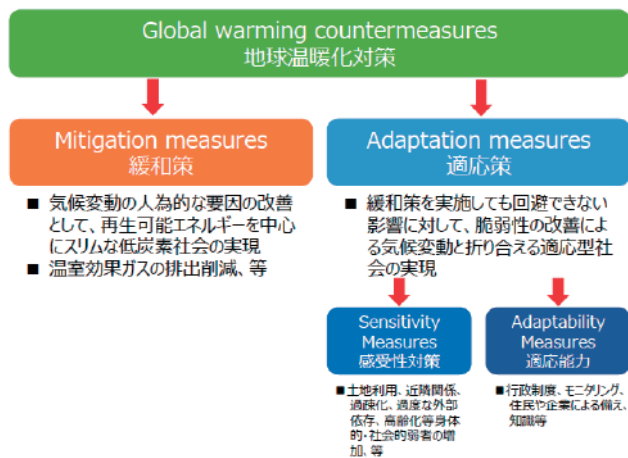


図10 地球温暖化対策の種類

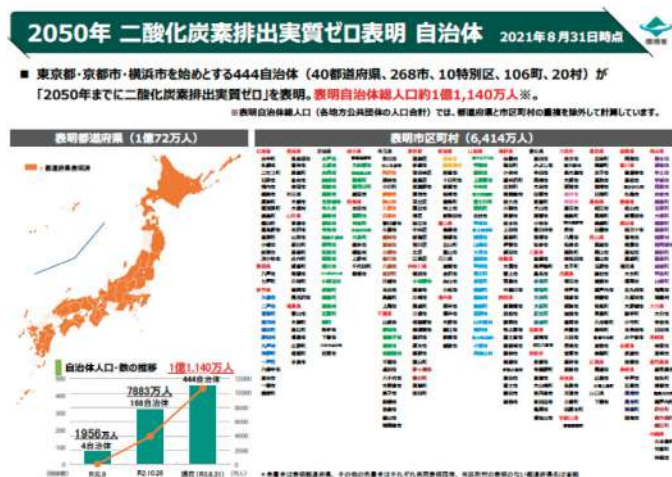
3.2 緩和策

(1) 2050年カーボンニュートラルの実現

カーボンニュートラル実現への道は非常に困難です。本当に実現可能なのかという議論はさておき、実現するため必要なことを図にしたものです(図11)。当然、炭素を使わない発電方法を考える必要があり、植林等の施策も必要となる。それらを組み合わせながら進めることが求められるということを端的に示しています。

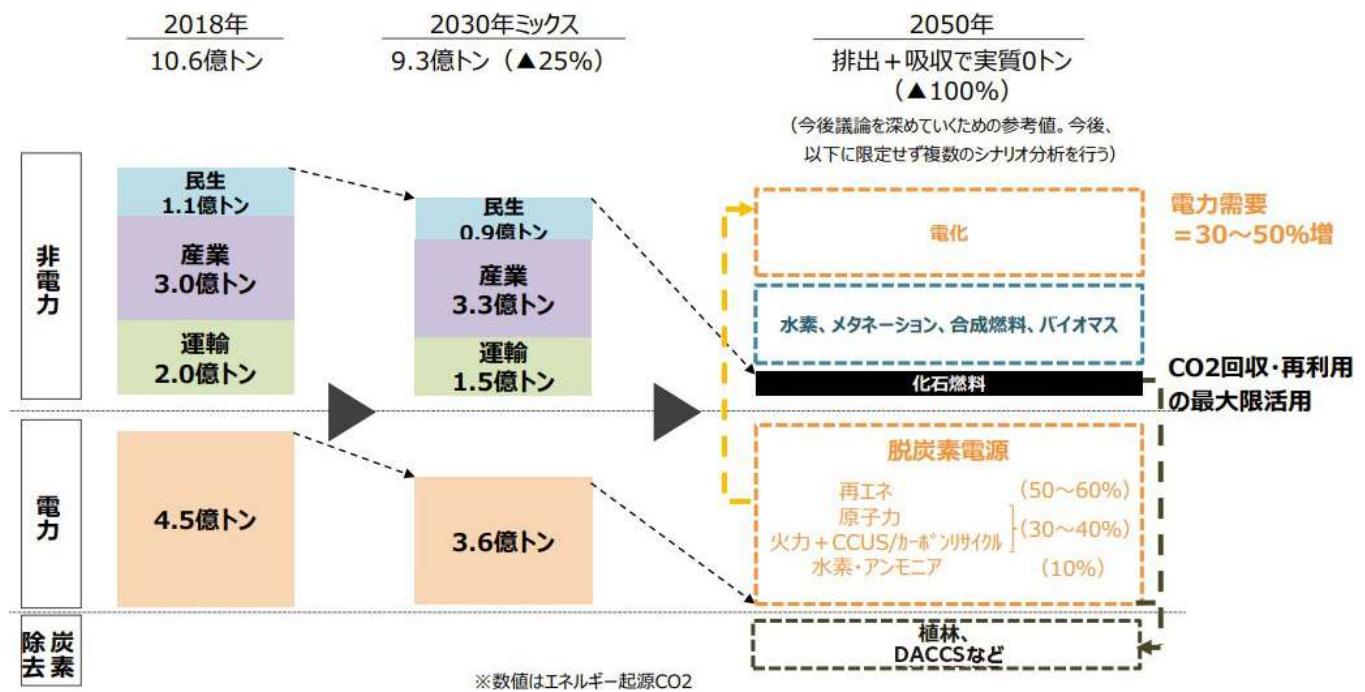
(2) 2050年二酸化炭素排出実質ゼロ表明自治体

すでに多くの自治体が二酸化炭素排出ゼロを表明しています(図12)。人口で言えば約半分のカバー率になる数の自治体が表明しており、日本の行政区分の中では最も二酸化炭素を排出していると思われる東京都も、2050年にゼロ・エミッションを自治体として宣言しています。



出典) https://www.env.go.jp/policy/zero_carbon_city/01_ponti_210831_2.pdf

図12 2050年二酸化炭素排出実質ゼロ表明自治体

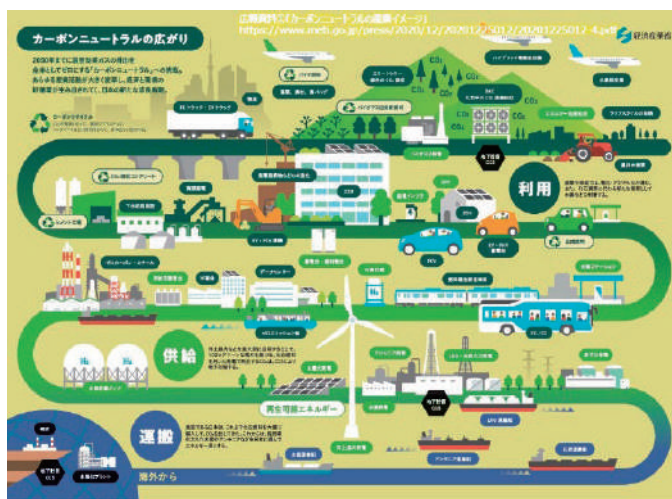


出典 経済産業省：「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」(経済産業大臣説明資料)，令和2年12月。
<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012-1.pdf>

図11 2050年カーボンニュートラルの実現

(3) カーボンニュートラルの広がりイメージ

経済産業省が、脱炭素社会の実現をイラストで分かりやすく説明しています(図13)。これを見ると、運搬、供給、利用等、社会全般で様々な対応が必要であり、デジタル技術を駆使しながら社会全体をサイクル化して無駄を無くすることが重要であることが分かります。



出典 経済産業省 広報資料①「カーボンニュートラルの産業イメージ」
<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012-4.pdf>

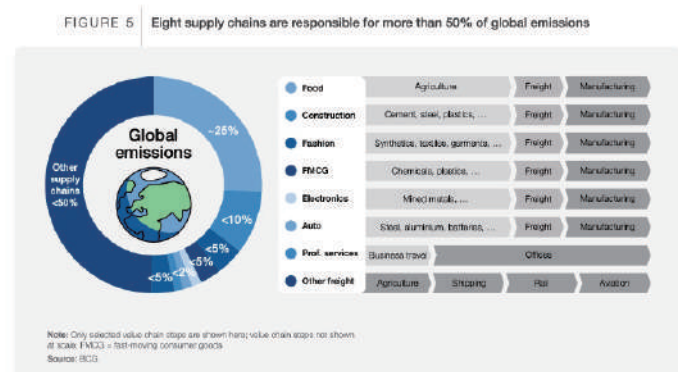
図13 カーボンニュートラルの広がり

(4) GHG 排出の Big Eight

温室効果ガスの約50%を8つの産業分野で排出しています(図14)。逆に言えば、この8つの主要な産業分野が排出削減を実現しても、まだ半分も残っているということですが、それでもこの8つが非常に重要な分野であることに間違いはありません。

Big Eight: 8つの産業分野で GHG の 50% を排出

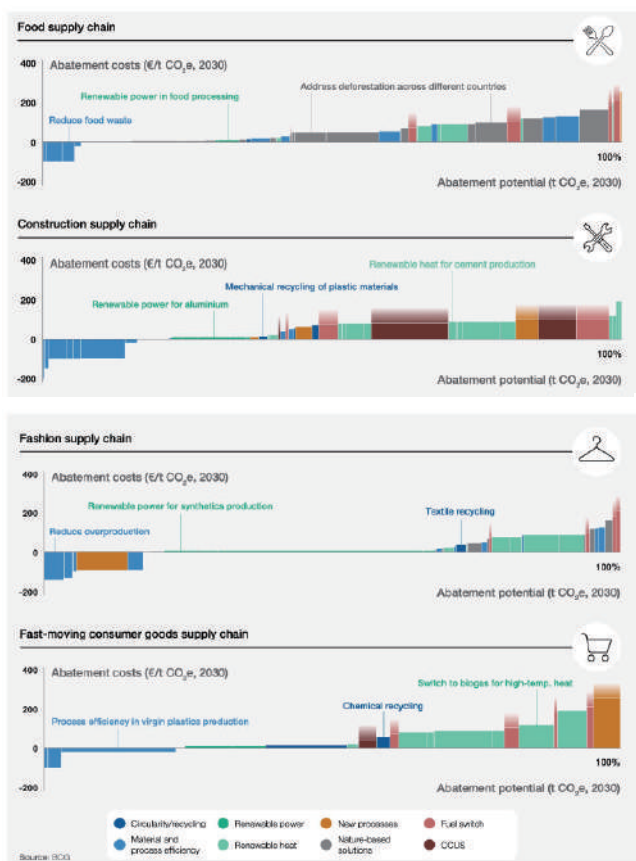
WEF "Net-Zero Challenge: The supply chain opportunity", 2021.
<https://jp.weforum.org/reports/net-zero-challenge-the-supply-chain-opportunity>



出典 WEF "Net-Zero Challenge: The supply chain opportunity", 2021.
<https://jp.weforum.org/reports/net-zero-challenge-the-supply-chain-opportunity>

図14 Big Eight

二酸化炭素の排出を横軸、コストを縦軸にとったグラフがあります(図15)。例えば、フードサプライチェーンの場合、最初の約10%は二酸化炭素排出を減らすとコストも減らすことができる。要するに、フードロス無くしていけばコストが減り、二酸化炭素排出も減る。中央あたりはコストにインパクトない、つまり約50%まではあまりにコストをかけずに二酸化炭素排出の削減が可能だということです。100%削減の実現はかなり大変ですが、50%削減程度であれば現実的であり、これは建設分野等、他の産業も同様だと考えられます。



出典) WEF "Net-Zero Challenge: The supply chain opportunity", 2021.
<https://jp.weforum.org/reports/net-zero-challenge-the-supply-chain-opportunity>

図 15 コストとCO₂削減率の関係

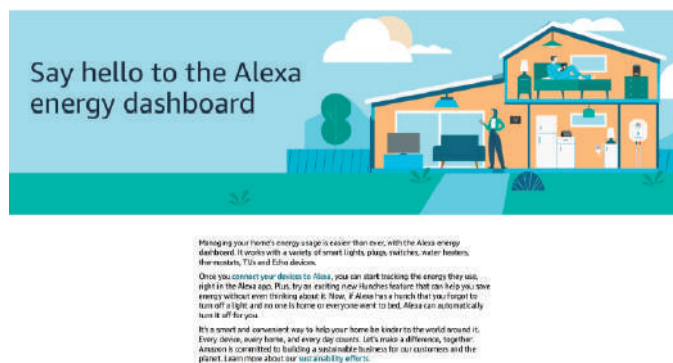
Big Eightの中で、二酸化炭素排出の削減とコスト削減との最も両立しやすいのがファッションサプライチェーンです。シーズン毎に「なにが流行るか」を予測して量産しているものの、的中するのは約2割と言われています。外れた8割は倉庫に積み上がり、破棄される。その需給を調整できれば良いということです。つまり、例えばAI等の活用で流行が正確に予測可能となれば、コストにインパクトがあり、かつCO₂削減に対しても大きな効果があるということです。現状、SNSにおけるキーワードの盛り上がりと実際の流行は、よく一致するそうです。しかし、メーカー側からすると、流行が3ヶ月前には分からないと生産が間に合わない。どうすれば3ヶ月前から流行を把握することが出来るのか。この点が、デジタルによる分析や技術の進展が大きく寄与できるポイントだと思います。

3.3 Green × Digital

(1) ZERO GHG Emission に向けてのアクション

ICTのグローバル企業各社はカーボンニュートラルにかなり積極的に取り組んでいます。例えば、マイクロソフトは「2030年にはカーボンネガティブを実現する」と宣言し、クラウドセンターの省電力化を進めるなど社内体制を変革しています。フェイスブックやグーグルも同様です。また消費者に向けても、例えばアマゾンがエナジーダッシュボードというサービスを売り、スマートハウスの中でエネルギー削減に資するサービスを展開しています(図16)。

Alexa Energy Dashboard (Amazon)



出典) <https://www.amazon.com/b?node=21442874011>

図 16 アレクサエネルギーダッシュボード (アマゾン)

また先日、NTTが通信装置の裏側にある配線を光ケーブル化し、場合によっては光演算等の最先端の技術使い、エネルギー削減に取り組むと発表しました。現状、NTTは電気消費を40%削減しています。さらに自然発電と組み合わせることで、ゼロ・カーボンを実現しようという構想です。このように、日本においても積極的な取り組みが進んでいます。

ここで重要なのは、メガ企業が取り組むということです。なぜなら、どれだけ経済規模の大きな企業でも、自社だけではゼロ・カーボンを実現出来ません。そこで、そのための商品やサービスのマーケットが出来上がります。「マーケットとして動いてくる」というのが重要であり、それに繋がるメガ企業が実施することの社会的インパクトは非常に大きいと思います。

(2) Green × Digital で何ができるか

緩和策としては、まず社会全体の効率化が可能です。これはDXやデータ駆動社会と呼ばれ、広域になるとスマートシティと呼ばれます。次に、「どの程度の緩和が出来たか」を透明化するためには、オープンデータやデータを取得する技術、それらのデータを連携するシステムが重要になってきます。

さらに、デジタル自体もGreenにする必要があります。これは、Calm ComputingやグリーンICTと言われるような、コンピューター自身の低省電力化も含まれます。

例えば、デジタル業界においてはサーバーセンターが最もエネルギーを消費すると言われています。大きなサーバーセンターの場合、発電所を作る必要があるほど電気を消費します。コンピューターを動かすだけでなく、排熱のための空調等に莫大な電気が必要になるのです。そのため、サーバーセンターのコンピュータールームでは、空調を強力に効かせることが当たり前でした。しかし、先日、「サーバーセンターに冷房を入れない」という旨の論文が出ていました。サーバーセンターを開放的に作り、自然対流だけで排熱をする。当然、サーバールーム内は60～70℃になります。しかし、60℃でもコンピューターは動き、その代わりに故障率が少し高くなるそうです。そして、その故障による損害は、冷房のための電気代よりも安い。予備機を少し多く用意して壊れたものを次々と取り替えられるよう

にしておけば、コスト的に見合う省電力化が、技術的にも可能ではないか、という論文です。実現可能性は不明ですが、従来の常識が根本的に変わる新しい技術・発想です。高温の中でも動くコンピューターを作ること Green なのかもしれない。様々な方向からのイノベーションがあるという例でした。

適応先は、気候変動や災害に強い国土、防災、災害の対応。また、データを用い、予め人が避難する等、先回り型の対策でリスクを回避する。ある意味で、世界的に見ても日本が得意とする分野です。

3.4 デジタル化／DX

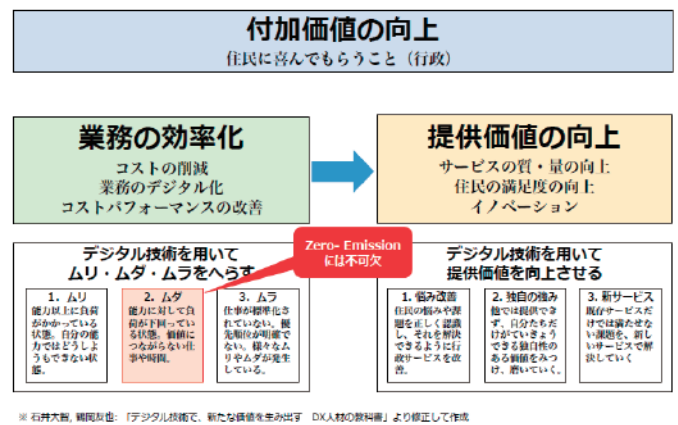
(1) DX は目的ではない

これらの実現にとって重要なのがデジタルトランスフォーメーション（DX）です。ここで注意すべきは、DX は IT の情報技術やデジタル技術を導入すること自体が目的ではない、ということです。デジタルに合った仕事のやり方をする必要があり、またそうしないとデジタルの良さは出てこない。つまり、DX の本質はデジタル技術の導入ではなく、制度を変えること、業務を変えること、組織を変えることにあります。Green × Digital で言えば、Green のためにデジタル技術を導入することが本質ではなく、Green のための制度改革、Green のための業務改革、Green のための組織改革をするということが本質であり重要で、それを助けるためにデジタルという道具があるということです。

(2) デジタル化／DX の構造

そこを突き詰めると、Green やゼロ・エミッション、デジタル化や DX の究極の目標は「付加価値の向上」ということになります（図 17）。利用者に喜んでもらう。さらに「付加価値の向上」は、「業務の効率化」と「提供価値の向上」の 2 つに分解でき、Green は「業務の効率化」に資することになります。経済的な面で言えば、コスト削減やコストパフォーマンス改善等がありますが、この「業務の効率化」をさらに分解すると、「ムリ・ムダ・ムラをなくす」と言うことができます。「ムダをなくす」はゼロ・エミッションそのものの話。「ムラ」があるから需給バランスの崩れが起こると考えれば、これも是正するものゼロ・エミッションの範疇です。「ムリをなくす」は、特定の人に負荷がかかり過ぎると効率下がるので、ムリはさせないということ。「ムリが生じるのは、ムダがあるからである」という考えです。DX はムダやムラを無くすことが目的であり、ムダやムラを無くすことは Green に貢献するということです。

そのためには、その前にある制度、業務、組織を改革することが必要であり、その土台となる知識やスキル、制度や組織も含めた環境、そして各個人のマインドセットを変革することが非常に重要となります。



出典）石井大智、鶴岡友也：「デジタル技術で、新たな価値を生み出す DX人材の教科書」より修正して作成

図 17 デジタル化／DX の構造

(3) 変革すべきプロジェクトを阻む課題

一般論として DX プロジェクトの進行には、「アイデアのクオリティ」、つまり解決するのに相応しい課題を見つけ、それを磨かなければいけないという課題を筆頭に、「人を巻き込めない」「試行開発の管理が出来ない」という 3 つの壁があると言われています。こうした課題をクリアしながら DX を進めていく必要があります。

日本中で様々な DX を見た私個人としては、最近の日本は、変えること、改革することを随分と舐めていると感じます。DX が進まない、改革が進まないのは「経営者にやる気がないからだ」「時代遅れだからだ」と改革できない理由を感情的で情緒的な問題にしてしまう。頑張れば改革が出来るのか、やる気があれば DX が出来るのか。そんな簡単ではありません。「時代遅れだ」「意識が古い」と言う人には、「では、どうすれば良いのか」という具体的な方法論が 1 つもない。「改革」という字面も良くないとは思いますが。改革の「革」は革命の「革」ですが、変化は革命ではいけません。革命は非連続的かつ情緒的なものです。しかし、変革やチェンジは、連続的かつマネジメントをしながらロジックで進めなければいけません。にもかかわらず日本は、「変える」ということを非連続的に情緒と勢いでやるものだという先入観があり、これが改革を阻害していると感じます。

(4) 「変える」ための 3 つの要素

アメリカにはチェンジマネジメントという経済学上の分野があり、「変える」ことの方法論を体系化されています。そこには「心理学」「組織論」「IT」の 3 つの要素があるとされています。

例えば業務改革する場合、不要だと思われる仕事必ず出てきます。するとその担当者は絶対に反対をする。そういう人に対する説得には心理学的な技法があり、説得する側はその心理学的技法を勉強した上で、それに則って説得をする必要がある。でなければ現場の反対で変革は成功しない。これが「心理学」です。

次に「組織論」ですが、“変革しやすい組織のあり方”があ

るということです。例えば、DXを進める際に“DX部”を作ると概ね失敗します。現課とDX部との両立が上手くいかない。また、DX部を縦型組織にするのか横型組織にするのか、という問題もあります。横型組織だと考えがちですが、各課にDX担当がいては人が分散してしまうので、どこか集まる場所も必要となります。そのため、縦型と横型の両方性質を持つことがベストになります。例えば東京大学の場合、縦型と横型の2つの組織を作りました。縦型の大学院として技術を徹底的に追求する情報理工学研究科と、横型として全ての部局と関係をもつ情報学環です。こうした工夫をして組織を作る。それが「組織論」です。

3つ目に要素が「IT」です。今や全ての業務の裏にはITがあります。そのため、業務変え、組織変えても、ITを変えなければ仕事になりません。業務を変えるならITも変えなければならない。そこで問題になるのが、「コンピューターシステムは変えられるように設計されているか」ということです。変化とは連続的なものです。徐々に業務改革を進めるためには、コンピューターシステムもそれに合わせて都度変えられるようにしておく必要があります。

これらの話からも、改革は「社長のやる気だけで何とかなるものではない」と言えるでしょう。そのため、すぐに情緒的な議論だけで止まってしまうことが、日本最大の課題だと強く感じます。アメリカの方策をそのまま日本に輸入しても上手くいくとは思いませんが、もう少し日本なりの方法論を深める必要があると思います。

3.5 デジタルで可能な3つの具体策

昨今でもっとも身近な施策はテレワークです。2番目は無駄をなくこと。先程のファッションの例にもありましたように、需要と供給のマッチングです。最後は、社会全体の最適化。特にエネルギーの最適化が中心となり、それらをまとめたパッケージがスマートシティと呼ばれています。

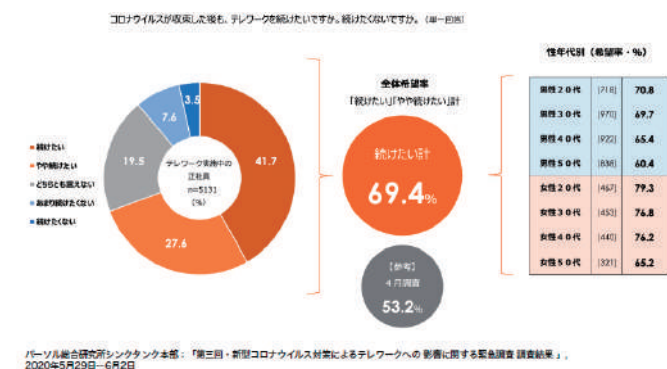
(1) テレワーク

COVID-19の影響で、テレワークは比較的普及しました。全体のパーセンテージは分かりませんが、ある一定の水準で定着するであろうという感覚はあります(図18)。現場は継続したいという声が比較的多い一方、テレワークでは管理しきれない部分もあるため、会社としては継続したくないという声も少なくないようです。いずれにしても、1～2年テレワークを集中的に実施する中で、テレワークで可能なことと不可能なことが分かったと思います。

先日、マイクロソフト社が、数万人規模の社員をターゲットにコロナ禍において実施したテレワークでどのような変化があったのかを分析した論文が科学雑誌に掲載されました。テレワークの実施で人間関係が疎になるか密になるか。様々な意見があったのですが、それを実証的に研究・分析したということです。その結果、従来仲の良かった人たちはより仲良くなる一方で、全く見ず知らずの人や、もともと疎だった人との関係はよ

り疎になっていくというものでした。人間関係にムラが出てきている。なんとなく肌で感じていたことを、マイクロソフトの実証的な調査により立証出来たということです。

このように、良い点と悪い点が明確になりつつあり、良い点も少なくないのである程度は継続されると思われます。そのことが、Greenに貢献する部分は大きいと思います。



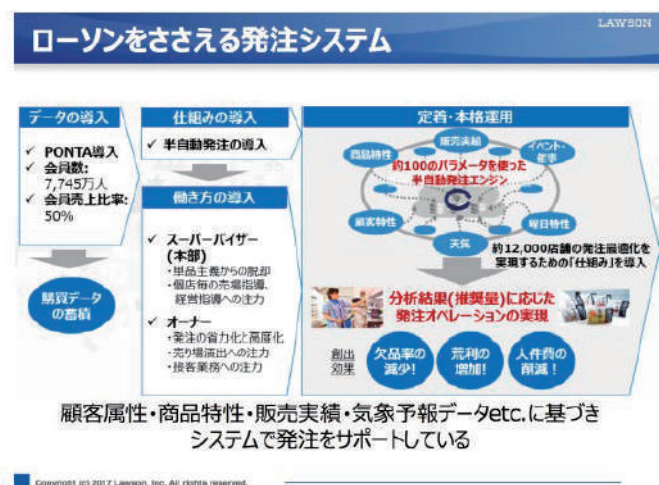
出典) <https://rc.persol-group.co.jp/research/activity/files/telework-survey3.pdf>

図18 テレワークの継続意向

(2) 無駄をなくす(需要と供給のマッチング)

この点は、デジタルが大いに役に立つ分野です。例えば、コンビニには「明日何をどれだけ仕入れるか」をアドバイスするAIのシステムがすでに導入されています(図19)。コンビニ各社、同じようなシステムを導入しており、そこには気象のデータも入っています。天気、天候、気温によってコンビニで売れるものは大きく異なるそうです。簡単なものでは、「明日雨が降る」というデータがあれば傘が売れます。しかし、傘は日持ちするので売れなくても在庫が効きますが、日持ちしないものはどうすれば良いか。聞いた話によれば、おにぎりやお弁当、サンドイッチや丼物は暑くても寒くても一定数売れるそうです。しかし、お蕎麦や冷やし中華は暑いとあつという間に売れるものの、少しでも気温が下がると全く売れない。そのため、翌日の天気や気温によって仕入れを大きく変える必要がある。そこで、店舗周辺のイベント情報などと合わせて天気の情報もエンジンにいと、過去の売上等も含めて全てを分析し、仕入れに関するアドバイスしてくれるシステムになっているそうです。結果、大幅なロス減を実現しており、AI使って需給を合わせている良い例となっています。

この話には先があります。先程のお蕎麦の例でいえば、「明日、暑くなるからお蕎麦が売れる」となっても、日本中の店舗からお蕎麦の発注がきたところで商品を作れない上に輸送もできません。作る側も輸送する側も、天気の情報に合わせて小売と同様の予測を行い、生産体制やトラックのリソース配分等を予め進めておかないと対応ができないということです。小売だけがAI使って需給を合わせても上手くいかず、サプライチェーン全体で導入する必要がある。コンビニ業界は、そこに一歩足をかけているような状況であり、需給関係を合わせて無駄を無くしていくことは、おそらくこういった活動をどんどんと整地化していくということだろうと思います。



出典) 気象ビジネス推進コンソーシアム資料より

図 19 ローソン社の発注システム

もう1つ、地方で有名な伝統ある食堂の例を紹介します(図20)。この食堂は、高級な素材を扱っているのも、無駄が多いと損害大きくなるという状態です。そうした中、良くなかった業績を、データを徹底的に分析することでV字回復に導きました。データを使って「明日、お客さんがどれくらい来るか」を予測し、そこから導き出された結果に基づき、ご飯の炊く量や仕入れを調整する。あまりに来客が少ないという予測が出た場合は、職人を有給休暇で休ませてしまう。売店においても棚にカメラを取り付け、商品を手にとった人数などの情報を全て記録。売上が上がらない場合は入店数が減ったのか否かを確認し、入店数の減少なら看板を改め、入店数に変化がない場合は棚に陳列している物や陳列方法を見直す。データを駆使することで、売上を上げ、ムダも無くし、働き方改革にもなっている好例です。さらに、そのデータ解析ツールの外販を始めたそうなので、各地方の非常に零細の飲食店とかでもこうしたツールを有効に使える環境が整いつつあります。

Touch Point BI (あびや、EBILAB)

<https://ebilab.jp/service/analysis/>
出典) <https://ebilab.jp/service/analysis/>

図 20 Touch Point BI

(3) 社会全体の最適化 (特にエネルギー最適化の観点)

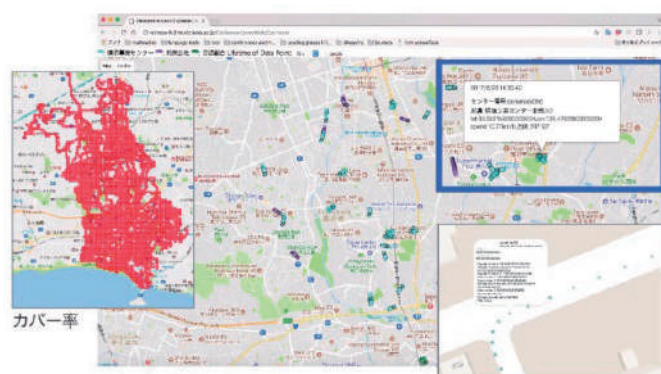
手前味噌な話ではありますが、東京大学の例を紹介します。自身の専門がスマートビルやスマートハウスということから、研究室のある大学の建物を徹底的なIoTルームにしました。センサーを多く付け、照明、空調、エレベーター等々、全てにAPIを付けて、その制御プログラムは学生も自分で書けるようにしています。例えば、人感センサーもあるので人の不在が検知されていれば、空調や電灯は夜9時には必ず切れてしまう。その他においても、アルゴリズムを思いつくとすぐにプログラムを書いて試し、省エネに徹底的に寄与していくことが出来ます。空調は空調、照明は照明と個別のシステムの場合、得られる情報は単一機器からの情報なので、可能な省エネアルゴリズムも限られてしまいます。その点、スマートビルにしてセンサーや各機器を繋ぐとそこから得られる情報は多く、可能な制御の幅が広がります。例えば、照明と空調を同期させれば、電気を消して空調を消し忘れるということにも対応が出来ます。思いつく限りのそうした対策を全て詰め込んでいるため、かなりの省電力化を実現しており、スマートハウスやスマートビルの有効性を実感出来ます。

最適化の例をもう1つ。交通分野の最適化で、経済合理性と省エネルギー、二酸化炭素排出の最適化ということにも繋がります。それは、NTT Docomoが実施するAIタクシーです。どこかでゲリラ豪雨が来れば、そのエリアでのタクシーの需要は高まるでしょう。鉄道が止まってしまえば駅に人が溢れてタクシー需要が高まります。AIタクシーは、そういったデータをインプットし、「ここに行くとお客さんがいそうだな」ということをAIで予測してドライバー等に伝えるものです。人流データ、タクシーの走行データ、気象データなどもインプットされており、これによりタクシー業務が効率化すれば、無駄に走る距離が減るため営業上都合が良く、二酸化炭素の削減や消費エネルギーの削減にも繋がります。これもバス等の他の機関にも派生する可能性があると思います。

最後に、物流の効率化の例を紹介します(図21)。それは、不在配送に関するものです。最近は減少しているようですが、コロナ禍以前は、配送荷物の約2割が不在による再配送を必要としていました。そこで、管内全戸のスマートメーター化を終了している東京電力のデータを用い、そのデータから在宅か否かを判断し、在宅のところに配達するという試みです。結果、約90%もの再配送を減らすことが出来ました。一方で、課題も見えました。それは、「不在配送の件数を減らせば利益が上がる」と考えていたものの、反面、車の走行距離が増えたということ。在宅か否かに関係なく、配送先を順番に回る方が、荷物を上げ下げする人は大変なものの走行距離は短かったということです。次は、いかにして走行距離数を減らし、どの程度Greenに寄与できるかという課題に挑むことになります。



出典) © 2021 Japan Data Science Consortium Co. Ltd
図 21 不在配送問題の解決



各ゴミ収集車は、100Hz（1秒間に100回）でセンシングし、リアルタイムにデータを送信
※30km/hの車で8cm間隔のデータ収集

出典) 湘南IoT推進ラボ資料より <https://www.sfcity.jp>

図 23 ゴミ収集車の収集の効率化

3.6 動脈と静脈（物流を例に）

社会全体の物流を静脈と動脈に例えると、地下資源が採取され、工場で製品となり、販売されて利用に供するまでが動脈。その後、ゴミになり、清掃工場に行ったり廃棄物になるのが静脈です（図22）。おそらく、社会全体における物流の量は動脈と静脈で同じです。現在、デジタルの技術は比較的金になりやすい動脈部分に注力しており、静脈があまり顧みられていません。しかし Green を考える上では静脈にも注目することが重要であり、そこにデジタルも活きるはずで



図 22 物流の動脈と静脈

(2) ゴミの自動分類

最近ではゴミを自動分別する AI が進んできました（図24）。ゴミの分別の必要性が分かっているにもかかわらず、一緒に捨ててしまう人は少なくありません。そこで、機械に判別をさせる。例えばベルトコンベアに乗っているゴミを分析して分別をする。まさに機械学習が得意な分野です。そうすることでリサイクル率を高めたり効率化促進に益することが出来ます。



出典) Digital waste management
<https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-wmge/products/etc-reports/digital-waste-management>

図 24 ゴミの自動分類

(1) ゴミ収集車の収集の効率化

例えばゴミ収集の効率化を考えた場合、最初はゴミの少ない場所から収集し、最後に最も多くゴミが出される場所を収集する。これは、収集車に最初に多量のゴミを積むと、その後の巡回により多くのガソリンが必要になると考えられるからです。そういう意味では「ゴミが、どこに、どれくらいあるのか」をデータ化してから効率化することが望ましい。これは実際に実証実験が行われています（図23）。

また、「ゴミが溢れそうになったら回収する」という作業を効率化するために、公園やイベント会場等のゴミ箱にセンサーつけ、リアルタイムモニタリングをしながら回収するという実験も実施されています。

動脈視点から静脈視点に切りかえてみると、実施されていないことが多く、デジタルでやるべきことが多いことに気づかされます。

(3) データ駆動型農業

農業の場合、植物を扱うので二酸化炭素を吸収するイメージがありますが、必ずしもそうではありません。特にハウスの中で野菜を育てる園芸農業の場合、閉じた空間で強い日射により光合成が起ると、ハウス内の二酸化炭素がすぐに消費されてしまい、二酸化炭素欠乏状態になります。二酸化炭素欠乏状態では光合成が出来ません。そのため、ボイラーで二酸化炭素を作り、ハウス内に供給をしています。野菜を作る立場で経済合

理性の観点から見れば、二酸化炭素が外に漏れることも厭わず、燃やしてハウス内に入れればいい。しかし、Greenの観点からすると、必要最小限の量、かつ生育に十分な量を供給する必要があります。そこでセンサー等を用い、日射量によって異なる必要な二酸化炭素量を算出し、翌日の天気予報のデータに合わせて二酸化炭素を作るといったことが実際に行われ始めています。

4 日本におけるスマートシティ

ここまで紹介したようなサービスを統合化し、効率的な都市づくりを進めるとスマートシティになっていきます。その内容は多種多様であり、「スマートシティ」を定義することは困難ですが、様々な取り組みがなされています。スマートシティ事業を採択された自治体は60を超え、スーパーシティについても31の自治体から提案がありました。いずれも、規制改革含めて施策に取り組んでいる段階です。

日本におけるスマートシティは、高品質・高レベルであり、すでに多くのサービスが実現しています(図25)。特にスマートフォンを用いた民間企業によるサービスが多く、スマートシティに向けて「どういうことをやれば良いのか」「どういうサービスが有効なのか」に関しては、考えつく実現可能なものはほぼ実施していると思います。しかし、これらが何ら調整されることなく、それぞれが個別に実施されていることが問題であり、このままでは破綻する可能性があります。



図25 スマートシティにおけるサービス

例えば、新型コロナウイルス接触確認アプリ(COCOA)が上手く動作しなくなるという問題がありました。その原因の1つに、使用されているサービスのバージョンアップに追従出来ていなかったというのがあります。COCOAのようなサービスを作る際には、様々なサービスを道具として使い、組み合わせています。分かりやすいものでは、インターネットや携帯電話、Bluetoothなどです。その道具自体も常にバージョンアップしています。ところが、それらは連携していません。そのため、使われているサービスを全てウォッチしながらメンテナンスを続けなければ正常に作動しなくなるのです。全ての

アプリが同様です。これではどこかで破綻してしまいます。その対策として、共通プラットフォームとなるようなものを作らなければ、クオリティを上げていくことは極めて難しいと思います。

5 スマートシティアーキテクチャ/都市OS

5.1 スマートシティは第2フェーズへ

COCOAと同様の事態は、インフラを管理している人であれば実感していると思います。例えば、橋梁管理や道路管理など、様々なデータベースが作られてきました。しかし、連携してないので管理すべきデータベースが30~40あり、使い勝手が悪いばかりかメンテナンスも困難になっています。業界によってはそれが200~300あるそうで、デジタルの導入が早かった分野はすでにそういう苦労を経験しています。スマートシティでも同じ轍を踏まないようにしなければなりません。「何をつくるか」「どういうサービスを提供するか」という段階ではもはやなく、「スマートシティをどう作るのか」を考える第2フェーズに移行する必要があるということです。

5.2 アーキテクチャ

その際の基本設計図となるのがアーキテクチャです。今までの日本には、アーキテクチャすらありませんでした。一方で世界では、都市OSやスマートシティのアーキテクチャが激しい競争下にあります。標準化団体の中でオープンな議論がなされ、規格の設立が進んでいます。そのため、私が国のスマートシティやスーパーシティの施策の基本となるスマートシティアーキテクチャの作成をとりまとめました。(図26)。

各施策が連携して同じ方向に進むことが大切：共通アーキテクチャ



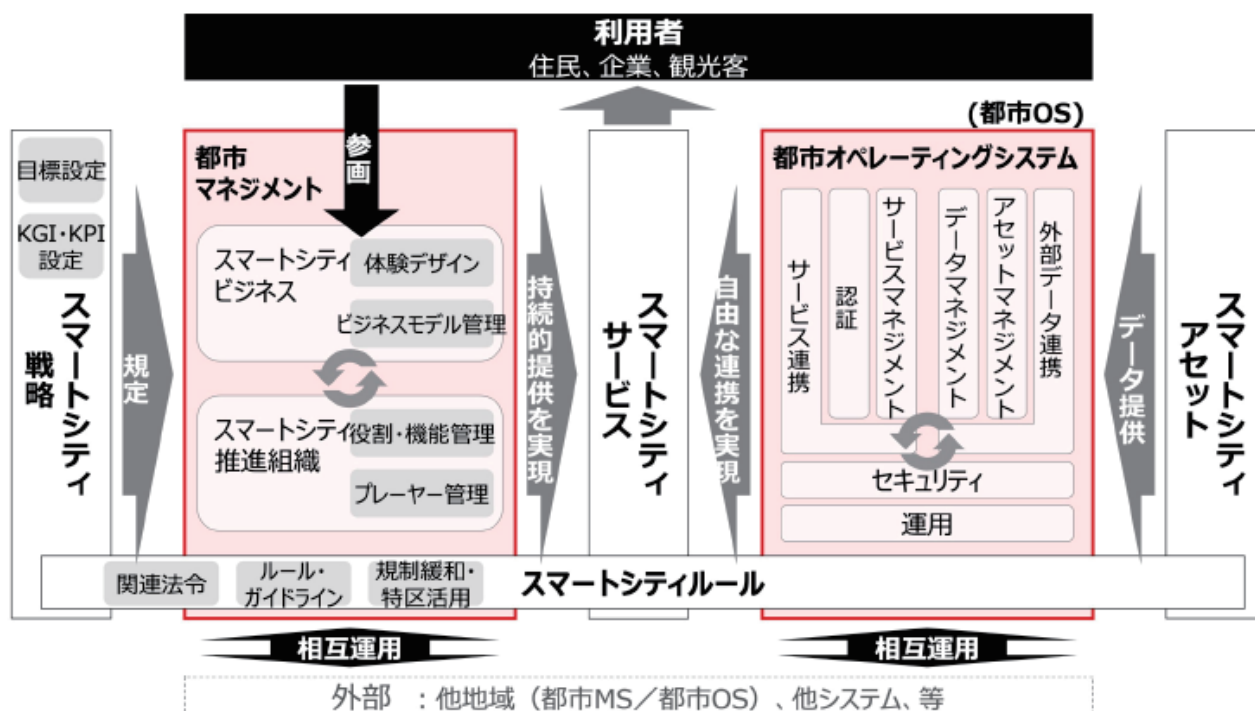
出典) [1] <https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/20200318siparchitecture.html>

[2] <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tiiki/kokusentoc/supercity/pdf/sogowgchukantorimatome.pdf>

[3] http://www.mlit.go.jp/report/press/sogo12_hh_000181.html

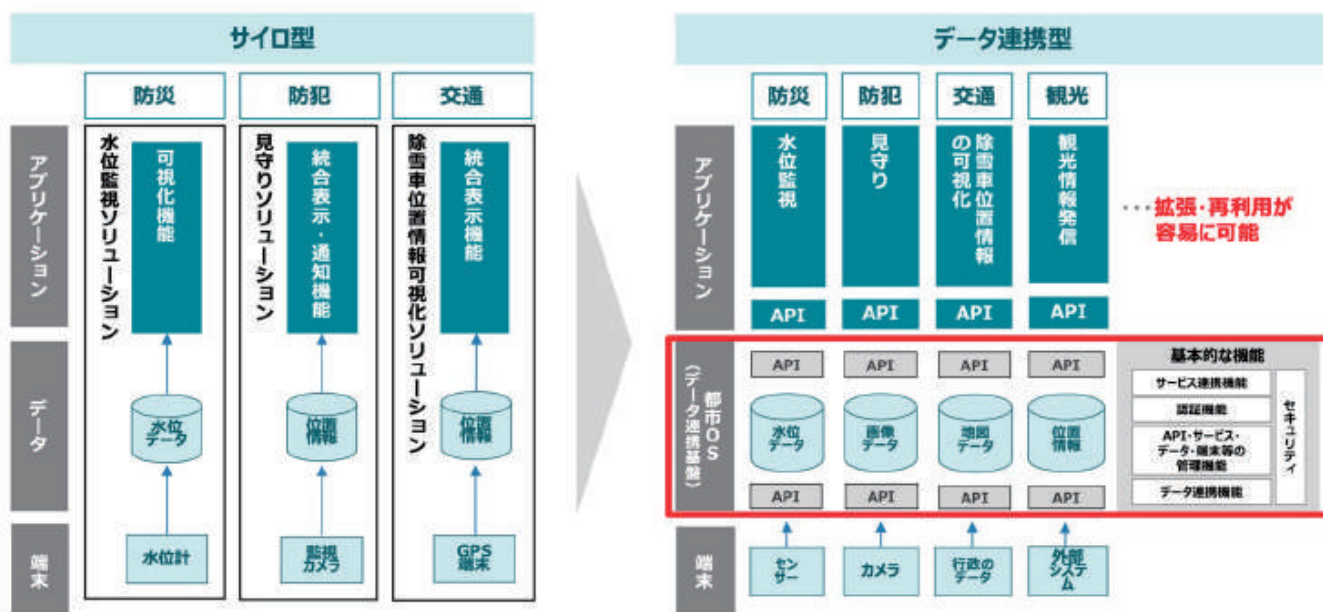
図26 共通アーキテクチャ

「スマートシティのサービスはどうあるべきか」という全体図です(図27)。戦略やポリシーなどから始まり、最終的にはスマートシティのハードウェアとのアセットまで含めてどんな要素があってお互いどんな関係があるのかを提示しています。こうした全体像をきっちと描いたところから始めることが重要です。



出典) https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/a-whitepaper1_200331.pdf

図 27 スマートシティアーキテクチャ



国土交通省「スマートシティハンドブック（案）」(2021)より

出典) https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/smartcity/index.html

図 28 データ連携型アーキテクチャ

5.3 都市 OS

それをプラットフォームにしたものが都市 OS です (図 28)。都市サービスで共通する部分はプラットフォーム化し、共通で使えるようにするというものです。これにより、コストを下げ、サービスのクオリティを上げる。加えて、アプリケーションのメンテナンス等も容易にする。スマートシティの中では、こうしたものが重要であると考えています。

5.4 スマートシティを構成する技術・プラットフォーム群

スマートシティのサービスを作ろうと思うとこれだけの技術を使う必要があるという例です (図 29)。スマートシティでセンサーを置く場合、左下のエッジサイドテクノロジーと呼ばれる小さなコンピューターが必要となります。小さいコンピューターには、ボードがあれば OS やソフト、バッテリーも必要です。そこから右回りに、データを集めるデータベース、データベースからのデータをウェブの形で出すためにウェブシステ

ム、それを動かすサーバーサイド、お金を支払うならペイメントが必要で、そのペイメントも何種類もある。ビッグデータを扱うためのデータベース、ブロックチェーン、AI、機械を動かすためのロボット、タグ、ビーコン、通信と。おそらく誰もが一度は聞いたことがあるようなものですが、一同に並べてみるとその数は膨大です。この上にソフトを作る必要があり、かつ、全てが今も独自に進歩しています。しかし、これを使わないと作れない。都市サービスは、作ろうと思えば作れる。しかし、メンテナンスが大変だということが実感いただけると思います。

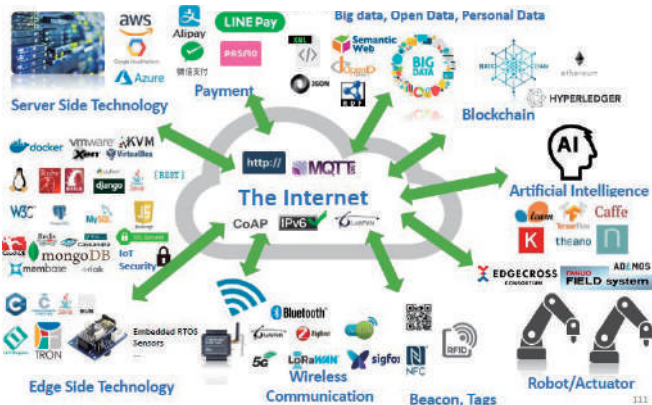


図29 スマートシティを構築する技術・プラットフォーム群

膨大なプラットフォームの組み合わせでサービスが作られおり、その数も増えている。増えてくると追従が出来ない。COCOAのように実際に上手くいかない例も出ています。そのため長期的な視点から見れば、その間を取り持つような層が必要です。世界各社はすでに取り組んでおり、都市OSとなるサービスや製品を提供しはじめています（図30）。

都市OSの3類型：国内は(2)～(3)の中間的なものが多い

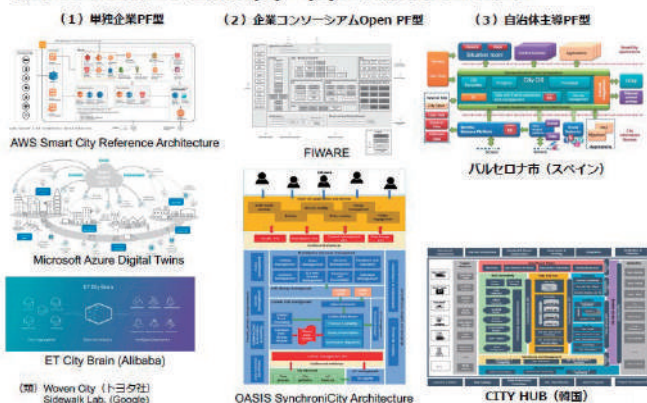


図30 都市OSの類型

機能として必要なものは概ね分かりつつあります。他の国に比べて、日本のスマートシティの作り方が遅れているということはありません。むしろ頑張っています。しかし、今の日本の一番の問題点は、すぐに止めることです。死の谷が超えられなくて止めてしまう。スマートシティは都市です。ITの分野とは異なり、長期レンジのものです。2～3年で終わっては何ともなりません。コスト的なことを考えても、続ける方が大変だ

と思います。しかし、決めたからには10～20年続ける必要があるのがスマートシティです。

6 分野間データ連携基盤

都市OSを考えた時、通信インフラ等を作りきった今でも無い基盤は何か。それがデータ連携です。都市OSの話の中で「データ連携が重要だ」とよく言われますが、それは都市OSを構成するパートの中で今現在ないものがデータ連携基盤だからです。これはスマートシティだけではなく、あらゆる産業分野で当然必要となるものです。そこで私はDATA-EXという分野間データ連携基盤の構築の推進をし、日本のデータ基盤を作ろうという活動を進めています（図31）。

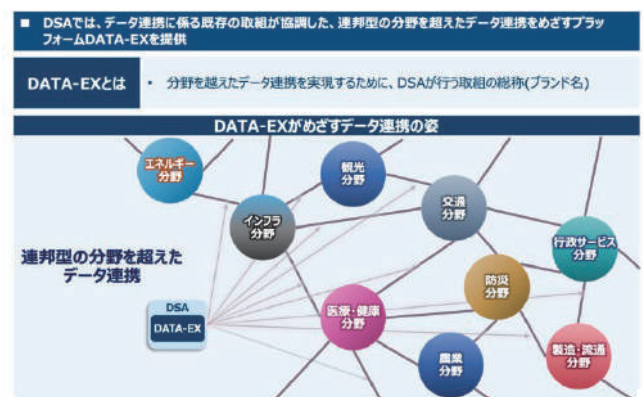


図31 DATA-EXが目指すデータ連携の姿

さらに、データ社会推進協議会という一般社団法人作り、そのビジョンとして、データの利活用によりイノベーションが持続的に起こる世界を目指そうとしています。これからの情報社会でイノベーションを起こそうと思えば、絶対にデータが必要です。そうした中、資本力のある人だけがデータを利用出来るのではなく、誰でも利用出来るような基盤を作ることが協議会のビジョンです。「イノベーションの民主化」と呼んでいるのですが、「いつでも」「どこでも」「誰でも」「お金があってもなくても」、データを取り出してイノベーションに導くことが出来る。そういうインフラを国内で整えることが、国際競争力の原点になります。

実は、日本では分野毎に相当量のデータが集まっています。日本の場合、分野を超えたイノベーションが苦手です。そこで、各分野を繋ぐ接着剤の役割を担うのがDATA-EXです（図32）。エネルギー、インフラ、観光、交通、防災、行政、製造、農業、医療等々ありますが、それぞれを繋ぎ、仮想的に1つに見えるようにするものです。どこかにデータを集めるのではなく、各分野を繋いでいく。そういう形で日本の基盤を作っていこうという試みです。あらゆる分野をつなぐインフラを作り、その上でデータ活用ルール等の制度を整え、プラットフォームを合わせてデータ連携基盤として、国際協力をしながら進めようというプロジェクトです。

分野間データ連携基盤 (DATA-EX)

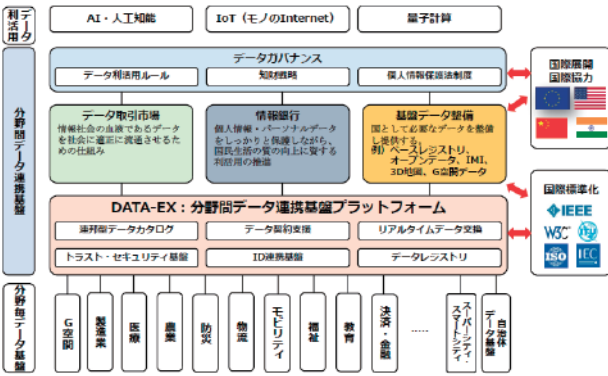


図 32 分野間データ連携基盤

日本のデータの基盤になるものを目指しており、実際に都市 OS の中に取り込んでいただけるものだと思います。必ずや Green × Digital を実現するための重要なパーツの 1 個になりますので、構築途中ではありますが、それに進捗があれば、皆様にもご報告させていただきたいと思います。

7 質疑応答

【質問者 A】

「DX 部を作ると上手く行かない」という話について、霞が関から見ればデジタル庁がスーパー DX 部です。それが上手く行くようにするための工夫のようなものを議論した結果がありましたら教えて下さい。

もう一点、デジタル社会推進協議会のメンバーに土木建築系のメンバーがあまりいません。JICE として色々な人を巻き込むお手伝いが出来る可能性があるのでは、と思うのですが、その点、ご指摘がございましたらよろしくお願いします。

【越塚氏】

デジタル庁がどうやれば上手くいくか。内部の人間ではないので公開の場で乱暴なことは申し上げられませんが、縦横という意味で言うと、デジタル庁自身が横型の組織であることは確かです。しかし、一番違うところは、以前は束ねていたのが内閣府の IT 室だったのですが、IT 室にはお金もなければ権限もありませんでした。そこに根本的な動きがあり、それなりの予算措置がなされて、それなりに権限が与えられ、組織の作り方においても今回はトップを首相にした。そうすることでパワーバランスを作っていくという工夫は、今までの IT 室のあり方等をみながらなされたと思うので、まずはそれでどこまでいけるのかということになると思います。

多くの人事的な新しい試みを多く実施しています。民間の人が多い点では、そこに期待と不安があるのが当然です。フルタイムではなくパートタイムの人も大勢いる。加えて、チーフアーキテクトと言われている方々はかなり民間の方が多い。まずデジタル監自体が一橋大名誉教授の石倉洋子氏が入っておられますし、チーフアーキテクトと呼ばれているのは僕らの仲間の東

大の江崎浩先生です。他のアーキテクトの皆さんも、民間の人です。そういう意味では今までの役所とは大きく違う方法をとっているの、そこは工夫したのだと思います。ぜひチャレンジを成功させていただきたい。加えて、一度それでスタートしたならば、軌道修正をどんどんした方がいい。違うと思ったことは止めて、また新しいものを試す。今作った体系を完成形と考えるのではなく、新しいこともどんどんやった方がいい。今後も新しい体制にするというチャレンジをした方がいいと思うし、「これはまずい」と思ったことはすぐ止められるようなダイナミズムがあの組織にはあった方がいいと思います。

次に推進協議会のメンバーの件ですね。もともと IT 系の団体から始まっているので、まだまだ IT ベンダーさんが非常に多いです。そういう意味では、これから様々な野の方々に入っていただこうとしておりますので、ぜひ、JICE さんも加盟いただけると大変ありがたいと思いますのでよろしくお願いします。

【質問者 B】

先生が考証されている都市 OS みたいなものをインストールしたプラットフォームは、そのプラットフォームを維持するためのコストをどう捻出するのでしょうか。「継続することが大事」だとおっしゃられましたが、ビジネスモデル化は非常に難しい部分があります。今のスマートシティのモデル都市でも、補助金なくなると運営費が出てこないという問題にすぐに直面します。そういった際のロードマップ、プラットフォームを上手く運営して構築していくビジネスモデルのポイントのようなものはどのようにお考えでしょうか。

【越塚氏】

長期のお金を出せないなど、今、問題でおっしゃられたことが全部ポイントなのではないでしょうか。だから、日本の社会のメカニズムの中で、お金が出せたものは比較的上手くいっているのだと思います。そうでなかったところは全て失敗しています。例えば私達、科学技術の立場でいうと、R&D で研究するところには国から援助が多く出ます。また、そのビジネスをするときにはビジネス用の補助金などがあります。しかし、今のプラットフォームみたいなところには、お金を出す仕組みがありません。プラットフォームにはお金の出しようがないのです。日本は「デジタル敗戦」と言われますが、半分本当で半分は嘘です。最大の敗戦はプラットフォームでの負けでした。技術はあるけれども、プラットフォームを作れなかった。プラットフォームには一切お金を出してないので当たり前です。いかにお金を出す仕組みを作ることが出来るか、にかかってくると思います。加えて、民間は民間で錬金術のようなビジネスモデルが発明されていて、アメリカではお金の調達方法が全く違います。日本の場合は収益を上げ、利益の中から一定割合を研究開発投資に回すことが一般的ですが、アメリカの場合は、10年後まで倍々ゲームで増えるというビジネスモデルの夢を描き、そのビジネスモデルに投資してもらうのが基本的なモデルです。こ

これはプラットフォームみたいなことをやるのに非常に向いたお金の仕組みだと思います。そういう仕組みは日本にないので、「なぜプラットフォームにお金が出しづらいか」ということをご質問いただいたと思うんですけど、そこを変えないと恐らく永遠に無理ではないかなという気がしますし、それが日本が今まで負けてきた最大の原因の中の1つかなと思います。

【質問者C】

アメリカではインターネットのプラットフォームについて、ARPANETを公開するところからスタートしていますので、上手いお金の回し方をしているなと思います。EUはFIWAREのようなスマートシティの基本を作っていますが、研究費で開発して、ISO化するのですが、なかなか使われないというのは、日本に似てるかなと思うんですね。

【越塚氏】

アメリカのDoDとか国防総省に相当したのが、日本は土木ですよ。日本はITや電気電子ではなく、モノ、ブツの方が中心で、それでうまく回っていました。その辺は世界の競争力が非常に強かった。ただ、それがデジタルと呼ばれるような分野ではなかったけど、ただ違う分野では同じことをやっているという印象です。だから日本のこの環境の中で、デジタルのプラットフォームみたいなものを作り上げようとするときに、どう投資する仕組みを作っていくかというのは重要だと思います。ヨーロッパの場合は少し机上の空論的なところがある。それでも、日本よりはプラットフォームにお金や人をかけているという印象は、ありません。欧米は「こんな優秀な人がなぜ、すぐにお金にならない分野で10年間やっているのだろう」という印象があります。日本の場合、例えばどこかで大きな問題が生じた場合、最優秀な人を投入しようとして、現状の体制から引き剥がして投入してしまう。優秀な方ほどお金を稼がないといけなくて、最前線に投入されてしまう。そこが日本企業のジレンマかなと思います。プラットフォームをやったからといって成功するとは限らなくて、十中八九負けるわけです。プラットフォーム分野では今優秀な方がやっていることが、勝てる可能性は基本的にないと思った方がいい。だけど、投入しないと次に繋がらない、みたいな分野に、日本よりヨーロッパの方が人材をさくことが出来ていると思います。

【質問者D】

東京と地方の分断を感じるという話がありました。東京と地方の分断ということを意識して、今日のテーマであるGreenという視点から、各市区町村はどのような取り組みを行っており、先生はどのような感覚をもっておられるのでしょうか。

【越塚氏】

スマートシティの研究をしていて非常に感じることは、日本は過度に集積しすぎだということです。最初に課題を感じたのは少子化でした。「子供が減ったんだよね」という声が多く聞か

れたんです。子供が減ってしまうからIoTでなんとかしたいと。でもその前に「なぜ減ってしまうのか」というポイントを追求すると結構根が深くて、様々な対策をしたけれど駄目だった。そもそも経済的に豊かになるとある程度子供が減る傾向はあるとはいえ、それにしても減りすぎであるし、日本同様韓国やシンガポールも減っています。色々聞いてみると、日本では子育てが苦行だと言う。東京に住んでいると遊びに連れて行くのも大変で、それを実感します。なので、もう少し広くゆったりとしたい。過度に集積した現状から、一様にしていった方がいいのではないかなと思うし、各地方都市のもう少し余裕のあるエリアに皆が夢を持ち、目指せるような文化を醸成することが重要なのかなとは思いました。

あと「これが日本だ」という一枚の写真を探してきて、見せろ」という授業をやったことがあります。すると見せられるのは東京や渋谷の写真ばかりです。そこから「東京って本当に日本ですか」とラジカルに考えていく。日本の大多数の国民が住んでいるところが「ザ・ジャパン」なのかと思い写真を撮ると、どこか冴えない。それが、街に夢がないとだめかなと思った理由です。日本の国民が最も多く住んでいる場所は数十万人都市になります。東京や大都市は人こそ多いものの、地方都市の合計人数にはかないません。そのため、その街を一枚写真に撮ったときに、魅力的なものが描けているようなものを、スマートシティでも作るべきであり、Green × Digitalでもそこを目指すのかなと思っています。

僕が今アドバイザーやっているところある自治体があるのですが、その市の悩みが「街がスカスカ」なことでした。密度が低くて家がポツンポツン。「これをどうやったらいいかわからないんですよ」と言われました。その後、研究室に戻ってシリコンバレーの絵を見ると、同じだったんです。一方は世界一良いと言われている場所で、もう一方は使えないと。でもスカスカな状況は同じ。広さの使い方が日本人は苦手なのとかもありません。いずれにせよ、ゆったりと暮らせる環境で、人間性があり、かつ省エネルギーを实践出来るような、理想像をきちんと示すことが出来るというのは重要だし、それが分断していると思えないと思っています。

もう1つショックだったのが、港区の人口統計によると20-30代の若い女性が非常に多いということ。港区は家賃高いのに、あまり高給取りが多いとは思えない20-30代の女性が多い。全くもって経済合理性ない。これは、「そこに夢を感じて住んでいる」ということでしょう。そうではなく、もう少しゆったりとしたところでの夢がきちんと描ける未来に向けて、スマートシティがお役に立てると良いのかなと思っています。

本内容は2021年10月6日に開催された国土政策研究所講演会においてご講演いただいたものです。

本講演を映像でご覧になれます。

■国土技術研究センターのYouTubeチャンネル

