

地域冷暖房の発展とビジョンについて (熱供給50周年「地域熱供給の長期ビジョン」について)

The Long-term Vision for District Heating & Cooling

佐々木邦治*

まえがき

日本熱供給事業協会では、熱供給事業開始から50年の節目に、「地域熱供給の長期ビジョン」⁽¹⁾を策定した。筆者はその作成に委員として参加した。協会の許可のもと以下にその概要版から引用し記載する。

1. 長期ビジョン策定の経緯、目的

我が国で本格的な地域熱供給が始まり50年が経過した。地域熱供給はこれまで、大気汚染の防止、省エネルギーの推進、温室効果ガスの削減、ヒートアイランド現象の緩和など、その時々社会課題解決に貢献し、現在、21都道府県において、75社の地域熱供給事業者により、134地域で事業が実施されている。

現在、我が国では、低・脱炭素化、都市や街区の強靱化、地方経済の活性化等の大きな課題に対して社会全体でどのように応えていくのかの回答が求められている。この状況の中、2016年の改正熱供給事業法施行で自由化された熱供給事業としても、これらにどのように応えていき、事業としてどのように発展・進化すべきかについて、2018年2月に協会内に検討のためのワーキンググループを立ち上げて検討を進めてきた。

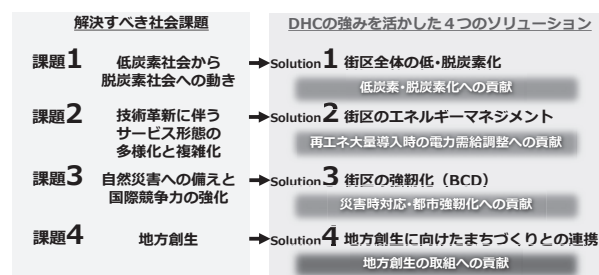
エネルギー関連システム改革を受け、市場での競争環境変化などエネルギーに取り巻く状況は大きく変化していくと考えられるが、熱供給事業のポテンシャルを活かし更に進化していくことで、様々な社会的課題解決に貢献するとともに、地域における多様なビジネスチャンスが生まれてくるものと考え、これらをビジョンとして取り纏め、熱供給事業者と共有するだけでなく、広く社会に対し発信していくこととした。

2. 長期ビジョン概要

2.1 社会課題の解決に貢献するDHCのソリューション(2030年)

本長期ビジョンでは、先ず、環境・エネルギー分野を中心とした社会状況の変化を踏まえ社会的課題を抽出し、これに対し地域熱供給(DHC(District Heating and Cooling))がどのような解決策を提示しうるのか、という観点で検討を行った。ここでは2030年を念頭に、次の4つの社会課題について、それぞれDHCは以下のソリューションを提供できると考える。

・DHCが持っている強みと実績を活かして、4つのソリューションを提供し、2030年に向けた社会課題の解決に貢献する。



地域熱供給事業50周年
一般社団法人日本熱供給事業協会
JHBA Japan Heat Supply Business Association

Japan Heat Supply Business Association 1

図1 社会課題に貢献するDHCのソリューション概念

①(社会課題)＜低炭素社会から脱炭素社会への動き＞⇒「街区全体の低・脱炭素化ソリューション」

1) 地球温暖化が急速に進む中で低・脱炭素社会の実現が喫緊の課題となっており、2030年に温室効果ガスを2013年比26%削減、さらに今世紀後半のできるだけ早い時期に脱炭素社会の実現が求められている。また、企業経営においてSDGsやRE100

*丸の内熱供給株式会社 専務執行役員

への対応，ESG 経営の重要性が高まっている。

2) DHC は，その特性を活かし，都市や街区全体の低・脱炭素化に貢献できる。具体的には，高効率の大型機器の導入，複数プラント連携による省エネ性能改善等により街区の低炭素化にこれまでも貢献してきたが，それを更に向上させるとともに，蓄熱システムの導入，未利用エネルギーの活用，ICT 技術の活用等の高度な省エネ技術等を導入することにより，都市や街区全体での低・脱炭素化に一層貢献出来ると考える。

- A. スケールメリットを活かした省エネ技術の提供
- 用途ミックスによる負荷（電力・熱）の平準化
 - 高効率大型 CGS，高効率大型熱源機の導入によるさらなる効率向上
 - DHC ネットワークの拡大（スパイラルアップ効果）
- B. 高度な省エネ技術や新技術の提供
- 蓄熱システムの導入
 - 未利用エネルギーの活用
 - 搬送エネルギー最小化システムの導入
 - 需要家との連携制御システムの導入

<街区における低・脱炭素化インパクト(試算)>

2030 年における最新鋭の熱電一体供給型モデルプラント導入による機器効率の向上等を勘案した低・脱炭素化シミュレーションの結果，CO₂ 排出量は，2013 年を基準年としたその平均排出量と比較して，大都市モデルでは 2013 年比 43%以上，地方都市モデルでは同 46%以上の削減を得られるとの結果を得た。地方都市モデルには，太陽光発電 580kW を設定した。なお，システムシミュレーションは，芝浦工業大学の村上研究室にて行ったものである。

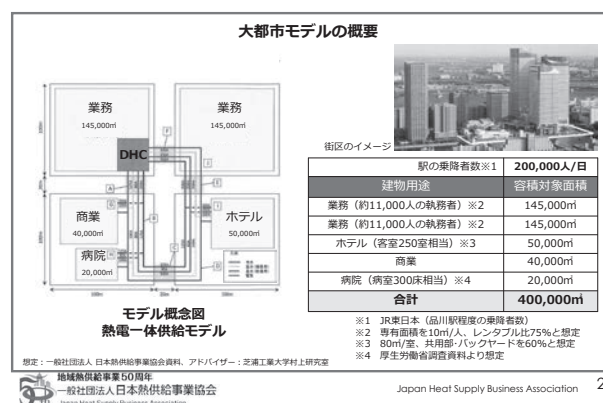


図2 街区における DHC の低・脱炭素インパクト(大都市)

表1 大都市モデルのシミュレーション条件

【熱源概要】熱電一体供給モデル	
・冷熱源	6,600 RT
・温熱源	62 GJ/H(給湯含)
・CGS	GE 3,000 kWX2+SOFC 1,200 kWX1
・蓄熱槽	6,610M3
・INV ターボ冷凍機	600 RT×2
・ターボ冷凍機	900 RT×2
・ジェネリンク	900 RT×2
・蒸気吸収	900 RT
・蒸気ボイラ	33 T/H
・中水 HP(都市未利用)	3 GJ/H
【計算条件】	
・負荷	空調調和・衛生工学会:「エネルギーシステムの設計データベース」より
2013 年【基準】:	2013 年熱供給事業便覧データ
2030 年の進化 :	冷熱負荷・給湯負荷 10%削減
	電動冷凍機 COP6.8 CGS 51%
	熱媒温度差 10℃ 各ポンプインバータ制御
2030 年 CO ₂ 排出量原単位「長期エネルギー需給見通し(資源エネルギー庁)」より引用	

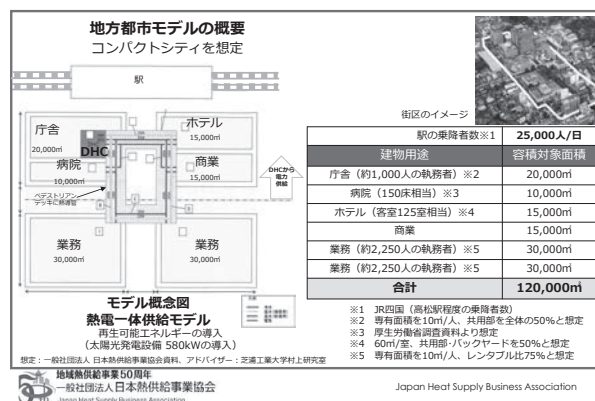


図3 DHC の低・脱炭素インパクト (地方都市)

表2 地方都市モデルのシミュレーション条件

【熱源概要】熱電一体供給モデル	
・冷熱源	2,000RT
・温熱源	14GJ/H
・CGS	500kWx2 SOFC 200kW
・蓄熱槽	2,185M ³
・INV ターボ冷凍機	300RT×2
・ジェネリンク	250RT×2
・ガス焚熱温水発生機	300RT×2
・空冷 HP チラー	290RT
・中水 HP(都市未利用)	0.4GJ/H
太陽光発電	580kW
【計算条件】	
・負荷	空調調和・衛生工学会:「エネルギーシステムの設計データベース」より
2013 年【基準】:	2013 年熱供給事業便覧データ
2030 年の進化 :	冷熱負荷・給湯負荷 10%削減
	電動冷凍機 COP6.8 CGS 44%
	熱媒温度差 10℃ 各ポンプインバータ制御
2030 年 CO ₂ 排出量原単位「長期エネルギー需給見通し(資源エネルギー庁)」より引用	

②（社会課題）＜技術革新に伴うサービス形態の
多様化と複雑化＞⇒「街区のエネルギーマネジ
メントソリューション」

1) エネルギーシステムの改革や再生可能エネルギーの普及により、エネルギーの市場取引が拡大するとともに取り扱うエネルギーも変化してくる。さらに、IoT、AI等の進化といったICTによって取引形態の多様化・双方向化が進むことが予想される。

2) DHCは、CGSや蓄熱槽等の既存設備を活用した電力需給に大きな調整力を発揮することができ、これにより、再生可能エネルギー由来の電気など多様なエネルギー源を熱源に取り込む柔軟な受容性をもっている。

また、需要家側の負荷変動とエネルギー市場動向の双方を把握し、経済性・環境性の両面から地域全体で最適なエネルギーを選択・コントロールするエネルギーマネジメントサービスが提供できる。

さらに、需要家の身近にプラントの運転要員等技術者が常駐している特性を活用して街区のエネルギーサポート・サービスを提供できる。

A. 幅広い電力需給調整機能・サービスの提供

- a) CGSや蓄熱槽を活用した電力需給調整機能
- b) 多様なエネルギーを受け入れる柔軟性の向上

B. 需要家との連携による街区全体の最適なエネルギーマネジメントの提供

- a) 需要家との情報連携による需要家の熱・電気
の最適制御

C. 専門の常駐運転員による街区サポートの提供

- a) 運転ノウハウのAI活用によるさらなる最適
運転化
- b) 常駐の専門オペレーターによるまちの省エネ
サポート

③（社会課題）＜自然災害への備えと国際競争力
の強化＞⇒「街区の強靱化ソリューション」

1) 大規模な自然災害が頻発する我が国では、災害時にも企業の事業継続性を確保できる電気や熱の供給可能な街づくりと、都市の強靱化による国際的な都市間競争力の強化が求められている。

2) DHCは、CGSや蓄熱槽などの日常使用している設備を利用して、災害時に電力・熱供給を供給し、また、蓄熱槽水等を防災・生活用水として活用することにより、街区全体の強靱化に貢献することができる。

さらに、プラント常駐の技術要員により、その専門知識を活かして災害後のお客様の復興のサポートが可能である。

A. 日常の供給設備を活用した災害時の電気・熱供給の継続

- a) 日常使用する設備を活かした災害時の電気・
熱供給
- b) 災害時には蓄熱槽水等を街区の防災・生活用
水として活用
- c) 周辺公共施設等への非常時電気・熱供給

- ・地方創生には、**地域経済の活性化が重要**となる。このために、コンパクトシティ政策によるエネルギー需要の集中化に合わせ域内の行政・企業による地域エネルギー事業を立ち上げる等、まちづくりとエネルギーを連携させる取組みの推進が、その一つの解決策になる。

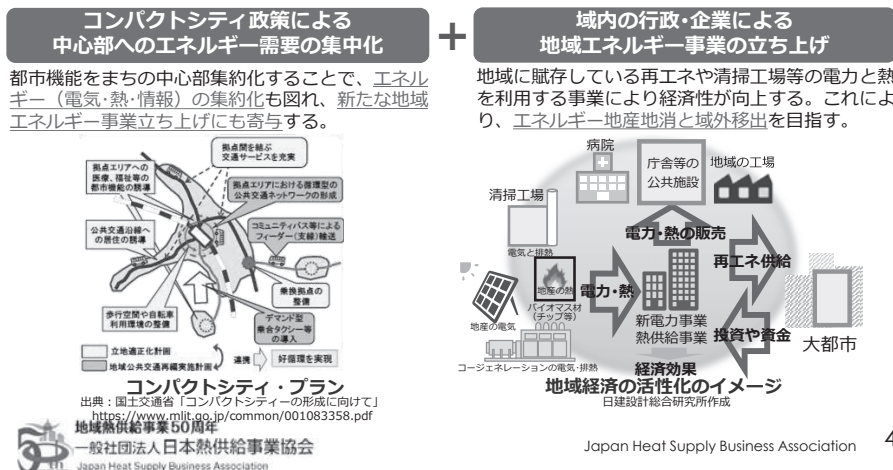


図4 街づくりとエネルギーの連携⁽²⁾

- B. 信頼性の高い運転管理・技術を地域資源として提供
- a) 復興時の需要家支援

④（社会課題）＜地方創生＞

⇒「地方創生に向けたまちづくりとの連携」

1) 地方都市における人口減少や急速な高齢化を背景に地方創生が課題となっているが、そのためには、地方経済の活性化による自立的な経済圏の創出が必要となっている。

2) 地方都市の持続性を高めるために取り組まれているコンパクトシティの形成は、地域のエネルギー需要密度の向上につながり、新たな地域エネルギー事業の立ち上げを可能とする。DHCは、地方に豊富な太陽光発電等の再生可能エネルギーや清掃工場排熱等の未利用エネルギーを活用して地域に電気と熱を供給することで、地域エネルギー事業の経済性・収益性の維持・向上を図ることが期待できる。これにより、エネルギーの地産地消と域外移出による地域経済活性化に寄与するのみならず、①再生可能エネルギー等の活用による地域の低・脱炭素化、②ICTを活用したエリアエネルギーマネジメント、③地域災害対策拠点の機能強化と復興支援、といった前述の3つのソリューションを地方都市でも展開することができる。

A. 地域経済の活性化

- a) 地域エネルギー事業によるエネルギーの地産地消と域外移出

B. 地域の低・脱炭素化とエネルギーマネジメント

- a) 再生可能エネルギーと未利用エネルギーの活用
- b) 需要家との情報連携による需要家の熱・電気的最適制御

C. 拠点エリアの強靱化

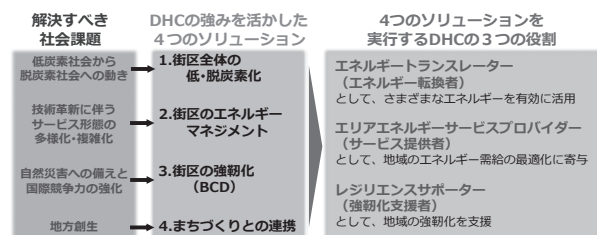
- a) 地域の災害対策拠点の機能強化と復興支援

2.2 ソリューションを提供するDHCの3つの役割と2030年以降の進化

1) DHCの役割

DHCが提供するこれら4つのソリューションを踏まえ、改めてDHCの強みと役割を次のとおり整理した

- DHCが提供する4つのソリューションを実行するにあたり、DHCが地域において担うべき役割を整理すると、エネルギー転換者、エリアエネルギーサービスプロバイダー、レジリエンスサポーターの3つに集約される。



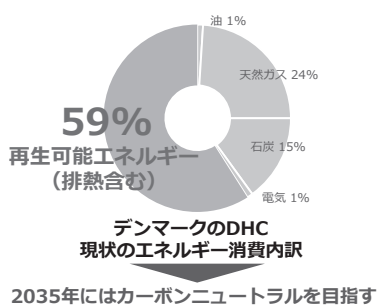
地域熱供給事業50周年
一般社団法人日本熱供給事業協会
Japan Heat Supply Business Association

Japan Heat Supply Business Association 5

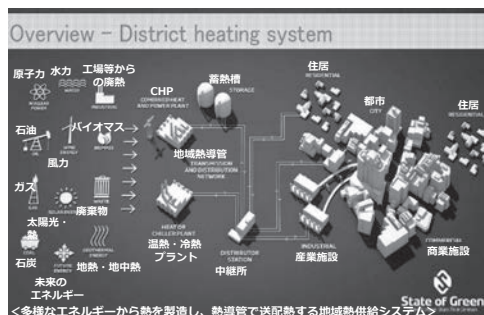
図5 社会課題の解決に貢献するDHCの役割

海外での先進的な事例（デンマーク、State of Green）

- デンマークのDHCでは、現在、エネルギー消費の約60%を再生可能エネルギーで賄っている。2035年には、カーボンニュートラルを目指している。
- 大規模な太陽光集熱による熱と風力発電などの変動する電気を熱に変換し、それらの熱を日単位や季節間で需給調整し、変動する価格変動にも対応している。



地域熱供給事業50周年
一般社団法人日本熱供給事業協会
Japan Heat Supply Business Association



地域熱供給の全体概念図

出典：State of Green

Japan Heat Supply Business Association

6

図6 エネルギー転換者の事例（デンマーク）⁽³⁾

多様なエネルギー源を選択し、付加価値のあるエネルギーに変えて届ける

- ・政策に対応したエネルギー転換が急速に進む中、エリア内の需要家設備や既存の地域導管を大きく変えることなく、状況の変化に応じて様々なエネルギーをコーディネートし街区へ供給することにより、エリア内の低・脱炭素化を実現。
- ・スケールメリットを活かした高効率なCGSや熱源等の導入と、個々の建物では取り込み難い再エネ・未利用エネを導入し、地域全体で効率的に活用する機能を活かし、さらに低炭素な熱・電気を街区へ供給する。

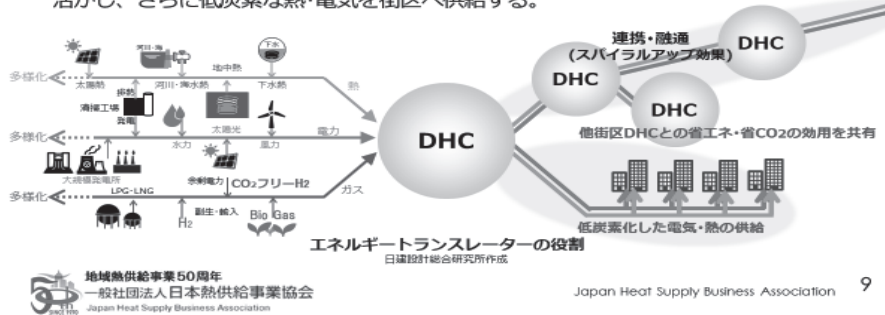


図7 エネルギートランスレーターの役割

I. エネルギートランスレーター（エネルギー転換者）として様々なエネルギーを有効に活用する役割であり、多様なエネルギー源を選択し、付加価値のあるエネルギーに転換して、お客さまに供給することが可能である。

○政策に対応したエネルギー転換が急速に進む中、エリア内の需要家設備や既存の地域導管を大きく変えることなく、状況の変化に応じて様々なエネルギーをコーディネートし街区へ供給することにより、エリア内の低・脱炭素化を実現。

○スケールメリットを活かした高効率なコジェネレーション機器（CGS）や熱源機等の導入と、個々の建物では取り込み難い再エネ・未利用エネを導入し、地域全体で効率的に活用する機能を活かし、さらに低炭素な熱・電気を街区へ供給する。

II. エリアエネルギーサービスプロバイダー（サービス提供者）として地域のエネルギー供給の最適化を図る役割であり、需給双方で変動するエネルギーを双方向で調整・安定化させることを可能とする。

○需要家との双方向性という DHC の特質を活かし、空調・給湯の熱需要や電力需要情報の受信、節電情報等の発信といった幅広い情報連携を行うことによって、需要家の低・脱炭素化に貢献。

○DHC 保有設備を活用した DR 対応に加え、需要家の負荷制御や需要家側の CGS や蓄熱槽等との連携を行うことにより、街区全体の DR や VPP を実現でき、今後の再生可能エネルギー大量導入時における大規模な電力需給調整に貢献。

III. レジリエンスサポーター（強靱化支援者）として地域の強靱化を支援する役割を果たす。

○DHC が日常的に使用する CGS、蓄熱槽の槽内水、地域導管保有水等を活用し、災害時に電力・熱・水を供給することにより、街区の強靱化（BCD）に貢献する。

○災害復興時には、DHC に常駐する運転員が、地域の復興のサポート役を担うことで、まちの復興にも貢献する。

2) 2030 年以降の進化

DHC においては、熱電一体供給への転換、お客様と連携したエネルギーマネジメントサービス提供等の動きが既に始まっている。DHC は、2030 年以降、三つの役割を拡大し、地域の総合コーディネーター役を担いつつ、さらに進化していくことが期待される。

すなわち、

- ・熱と電気、或いはその他のエネルギーも供給する「DHC + E (Energy)」
- ・情報連携によるエネルギーマネジメントを行う「DHC + EM (Energy Management)」
- ・熱と電気の制御を熱のお客様以外の地域全体に拡大する「DTE (District Total Energy)」
- ・お客様の設備の運用・保守も含めて総合的にコーディネートする「TEC (Total Energy Coordinator)」など様々な形で進化していくと考えている。

2030年、DHCは、3つの役割をさらに拡大して、地域の総合コーディネーター役を担いつつ、さらに進化を続ける

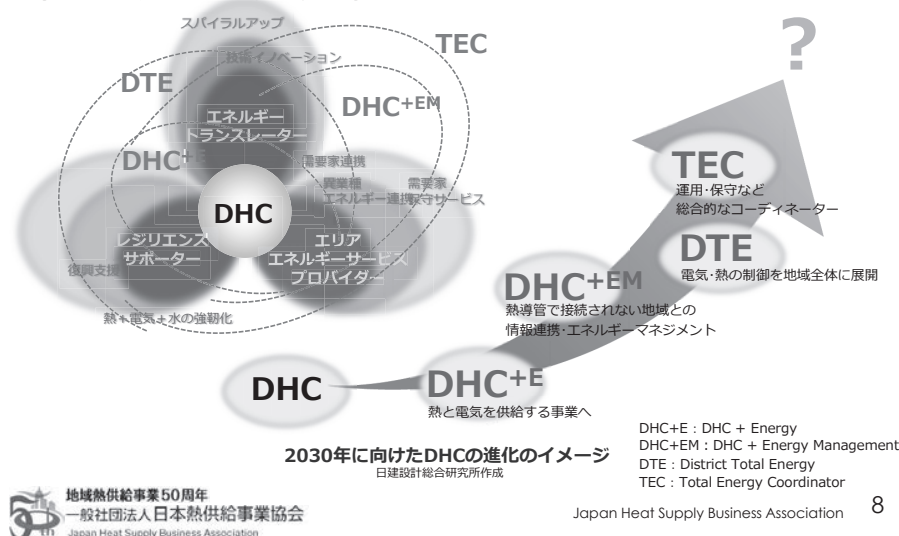


図8 2030年以降に向けたDHCのイメージ

さらなる脱炭素化やエネルギーにおける需給形態の変化に対応すると共に、ビッグデータを活用した都市や街区の強靱化と活性化、そして街の魅力向上に資する新たなサービスの提供を図ることにより、DHCは「DTS (District Total Service、地域総合サービス事業)」へ進化していく。

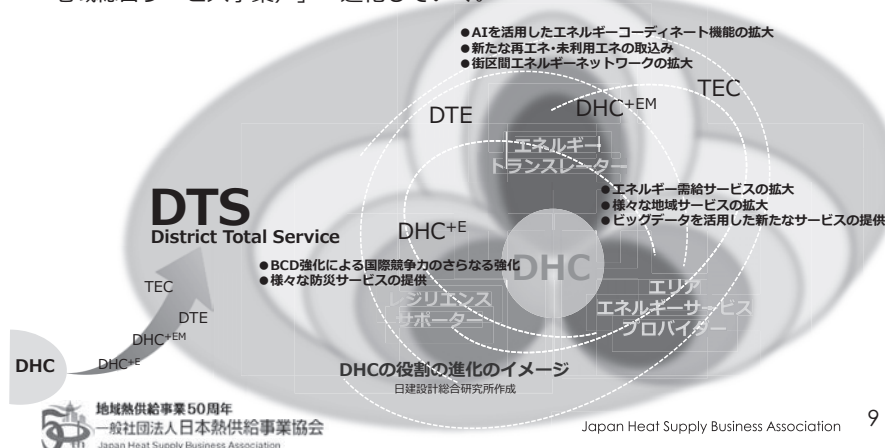


図9 社会の変革を受けたDHCの役割進化

2.3 2050年におけるDHCの役割の進化

1) 2050年の社会

2050年に想定される社会状況やDHCを取り巻く環境は、①脱炭素化が急速に進展し、②少子高齢化と人口減少の一層の進展による産業の担い手不足等を解決するためのIoT、AIを活用した省力化、効率化が実現し、③都市が集約化・複合化・多様化し、それが知識・情報空間（サーバー空間）上のネットワークで一体化し、④「Society5.0」が描く全てのヒトとモノがIoTで繋がり、あらゆる産業がas a serviceという形態の産業に転換する、未来社会へと進化していると思われる。

2) 「DHC」から「DTS」へ

このような社会においては、DHCは、さらなる脱炭素化やエネルギーの需給形態の変化に対応すると共に、ビッグデータを活用した都市や街区の強靱化と活性化、そして街の魅力向上に資する新たなサービスの提供を図る“地域総合サービス事業「DTS」(District Total Service)”に進化していくべきだと考えている。「DTS」は、地域に密着した独自のポジションや特性を活かし、エネルギー、情報、サービス等を双方向にコントロールして、街区から都市、そして社会における脱炭素社会の実現と、さらに地方も含めた強靱かつ賑わいのある、魅力的な人に優しいまちづくりが可能となると考えている。

3) 「DTS」が提供する新たなサービス (XaaS)

2050 年において、異分野と連携してデータベースを構築して創出されるこの様な業態を総称して、「XaaS」と呼ぶ。「X」に代入されるモノやコトにより、様々なサービスが想定される。(例えば、「モビリティサービス (MaaS)」「エネルギー取引サービス (IaaS)」「環境形成サービス」や「ロギングデータサービス (LaaS)」「ソフトウェアサービス (SaaS)」「災害時サービス (DaaS)」等)

このように、全てのモノがサービスプロバイダーと接続する方向に転換していくことが予想される将来の産業構造を踏まえ、「DTS」では、これまで我々が取得・蓄積してきたデータに加え、設備の運用ノウハウ等もデータベース化し、様々な業種や、全国規模の、そして地域のデータと融合させ、AI やクロス分析手法なども活用しながら、Quality of Life (QOL) 向上にも寄与する新たなサービス (XaaS) を創出していくことが求められる。

DTSでは、これまで取得・蓄積してきたデータに加え、設備の運用ノウハウ等もデータベース化して様々な業種のデータと融合させ、AIやクロス分析手法なども活用しながら、**QOL※向上にも寄与する新たなサービス (XaaS) を創出していく。**

※生活の質 (Quality of life) をさす

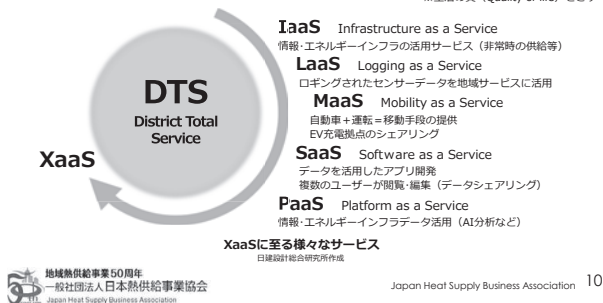


図 10 「DTS」が提供する新たなサービス (XaaS)

4) 2050 年に「DTS」が活躍する都市のイメージ

都市機能の集約化・複合化・多様化の一層の進展に伴い、都市のエネルギー密度の集約化が進んでいく中で、機能分担した都市間を繋ぐエネルギーネットワークを拡張していく必要がある。

一方、広域データ、地域のデータなど様々なデータが収集・蓄積される中で、多様なニーズに対応したサービスの創出に活用するため、各種データベースのネットワークを拡張していくことが求められる。

「DTS」は、このエネルギーネットワークとデータネットワークとの結節点に立ち、複合化・多様化した都市のコーディネイト役として、エネルギーのみならず地域に密着した様々なサービス (XaaS) を提供することにより、地域と共に脱炭素社会の実現と賑わいのあるまちづくりを推進していくことを目指していく。

以上、日本熱供給事業協会における長期ビジョンの概要について引用掲載した。

日本熱供給事業協会としては、このビジョンをスタートして、DHC の特徴を生かした中で街区の発展に寄与し、エネルギーのトランスレータとして低・脱炭素社会に貢献する DHC でありさらなる地域サービスを視野にいたれた会員企業の活動を今後もサポートしていく姿勢である。

謝辞

本ビジョン作成に当たっては、芝浦工業大学 村上公哉教授をはじめ、経済産業省様、多くの学識経

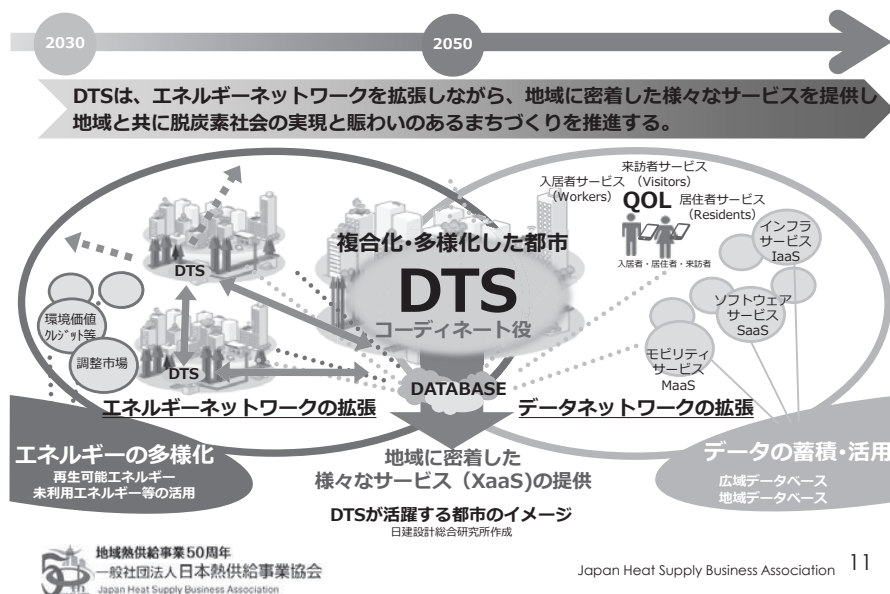


図 11 2050 年に DTS が活躍するイメージ

験者の先生方からご指導いただいた。ここに改めて謝辞を申し上げます。

参考文献

- 1) 「地域熱供給の長期ビジョン」報告書 (2020.3), 一般社団法人 日本熱供給事業協会.

その他の文献記載

- 2) 図 4
国交省 HP「コンパクトシティの形成に向けて」
(平成 27 年 3 月)
<https://www.mlit.go.jp/common/001083358.pdf>
- 3) 図 6
デンマーク「State of Green」

著者略歴



1980 年早稲田大学理工学部建築学科卒業。2012 年 (株) 三菱地所設計機械設備設計部長。2016 年 丸の内熱供給(株)専務取締役。現在に至る。(一社) 日本熱供給事業協会運営委員長, 自由化後の熱供給事業の長期ビジョン WG のエネルギーの面的利用に関する新規事業モデル構築 SWG 主査を務める。技術士 (総合技術監理部門・衛生工学 部門), エネルギー管理士