

# スマート社会の進展が社会資本形成のあり方を転換させる？

## —ライフサイクルとともに進化を続けるスマート社会—

### 1. スマート社会を構成するインフラ

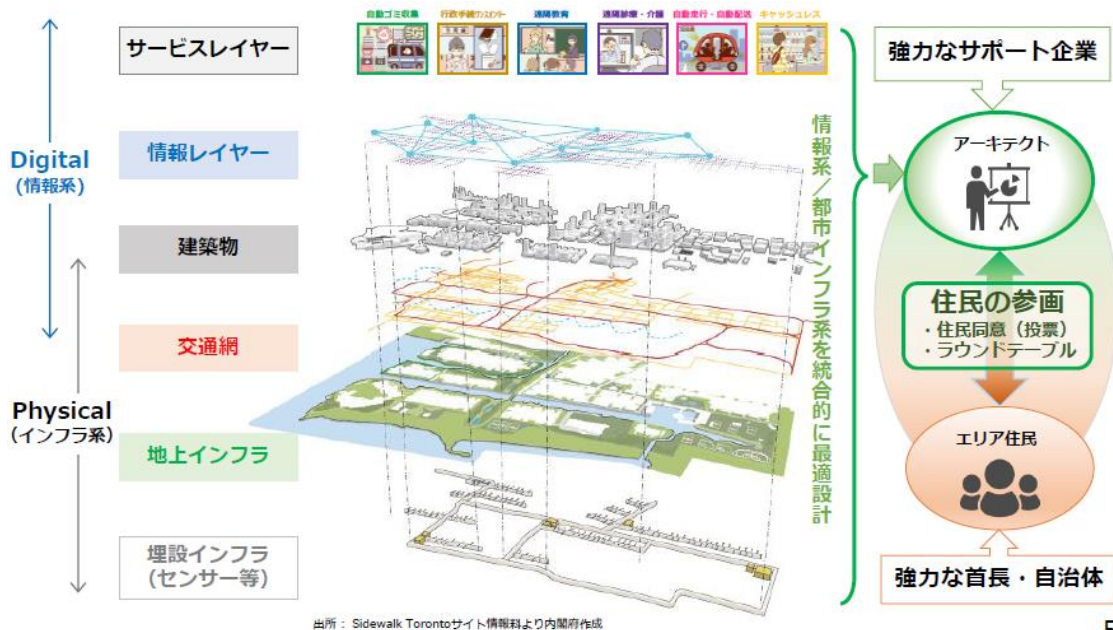
IoT等の新たな技術を用いて生活環境、インフラの高度化が進められている。その中でスマートシティやスマートコミュニティといったコンセプトが打ち出されており、いわゆるスマート社会の実現が検討されている。内閣府ではこれに加えて、AI及びビッグデータを活用することで第四次産業革命を先行的に体現する最先端都市となる「スーパーシティ」の構想の実現を検討している（内閣府（2018a））<sup>1</sup>。スーパーシティ構想を含め、スマート社会でのインフラ形成はレイヤー毎に分けて考えることができる<sup>2</sup>。スーパーシティ構想の例では、Digital（情報系）とPhysical（インフラ系）で大まかに区分することで都市を構成する要素を整理している（図1）。同構想では、従来の都市インフラに加えて新たなサービスや情報のレイヤーを明示的に取り込むことで、都市の進化が期待されている。

スマート社会を構成するインフラは、従来のインフラを構成する要素とは性質を異にしている部分がある。例えばITの進化は日進月歩であり、これは比較的寿命が長い道路インフラの進化とは違うサイクルで動いている。つまり、道路のようなインフラの耐用年数は50年といった単位になるが、ITや通信インフラは、技術革新とともに10年単位で抜本的な設備の更新が必要になる（詳細は2章を参照）。そのため、あるインフラは50年単位、あるインフラは10年単位で設備の更新が進められる中で、適切なインフラの形成、維持のためにはレイヤー毎あるいは要素ごとに異なるライフサイクル、技術サイクルを持つ要素を調和的に取り込んでいくことが求められる。

本稿ではスマート社会のインフラを構成する要素のライフサイクル、技術サイクルの違いに着目した上で、今後のエネルギーインフラのあり方について考えてみたい。

<sup>1</sup> スーパーシティの実現を目指した「国家戦略特別区域法及び構造改革特別区域法の一部を改正する法律案」は、2019年6月7日に閣議決定されたものの、2019年6月26日に閉会した第198回通常国会では衆議院で審査未了となり廃案となった。廃案を受けて、片山さつき地方創生担当相は秋の臨時国会に再提出する意向を示した。

<sup>2</sup> 例えばあるエリアの社会資本は、水道管等の地下のインフラがあり、その上に道路、建築物、通信等という形で構成されることで、それぞれのインフラが層（レイヤー）のように重なって形成されていると捉えられる。図1参照



5

図1 「スーパーシティ」を支える仕組み（イメージ）

出所：「スーパーシティ」構想の実現に向けた有識者懇談会、「スーパーシティ」構想について（説明資料）」（平成30年11月26日）

## 2. 代表的なインフラ設備の耐用年数と経年の状況

スマート社会を構成する要素について、図1の区分を参照するとPhysical（インフラ系）として道路や送配電網等があり、今後の普及が期待される電気自動車（EV）や発電設備（太陽光発電、燃料電池などの熱電併給システム）もこれに含まれる。また、Digital（情報系）として通信・情報インフラや広くサービスに関するインフラがある。現在の技術水準におけるこれら代表的なインフラ設備の耐用年数は以下の通りである。

- 大型発電設備

火力発電や原子力発電等の従来型の大型発電設備の耐用年数は50年を越える。特に原子力発電については、規制基準を満たせば60年までの運転も認められている。他方で、経済産業省（2018）によれば、「2030年度には、石炭で約2割、ガスで約3割、石油では約9割が、運転開始後の経過年数40年を超過する。」見通しであり、老朽化火力のシェアの増加が課題となっている。

- 送配電インフラ

送配電部門では鉄塔の耐用年数が80年程度、電線が60年、変圧器が50年で、配電のコ

ンクリート柱は80年程度と言われている<sup>3</sup>。設備の経年の状況に関して、東京電力管内では鉄塔の51%、変圧器の34%、電柱の19%が建設から40年経過している(東電PG(2019))。また、配電インフラの一つとして現在切り替えが進んでいるスマートメーターの耐用年数は10年程度である。

- 電池

NEDO 二次電池技術開発ロードマップ 2013 によれば、定置用二次電池は寿命20年を想定しており、おなじく自動車用二次電池は、運転年数について現在の5~10年程度の寿命に対して10~15年、サイクル寿命については現在の2,000~4,000から4,000~6,000を目指すとしている。

- 太陽光発電

NEDO のレポートによれば「現行のPCS<sup>4</sup>は耐用年数が10~15年程度であるため、20~30年間の太陽光発電システムの運用期間中に一度の交換及び定期メンテナンスの費用がかかっている」と報告されている。

- 燃料電池

家庭用燃料電池および業務・産業用燃料電池の耐久性<sup>5</sup>は、現在の10年程度から2030年頃には15年程度にすることを目指している。おなじく燃料電池自動車は15年程度としている(NEDO(2018))。

- 住宅

小松(2010)によれば、2005年時点での住宅用建築物の平均寿命は、概ね45~55年程度と推計されている。構造、用途別には専用住宅の方が共同住宅や事務所よりも平均寿命が長い。

- 通信インフラ

1980年以来、特に無線通信インフラの技術革新が進んでおり、おおよそ10年単位で世代交代が行われてきている。次世代といわれる5Gも一部ですでに商用化が始まっており、2020年代には世界的に大きく普及する見込みである(図2)。

<sup>3</sup> 電気料金審査専門会合(第3回)、資料6-2-1 参考資料 高経年設備の機能維持(北陸電力)、平成27年9月10日

<sup>4</sup> Power Conditioning System

<sup>5</sup> 燃料電池における「耐久性」とは、所定の耐久年数後において出力維持および電圧低下量が初期から10%以内を満たす条件を示す。

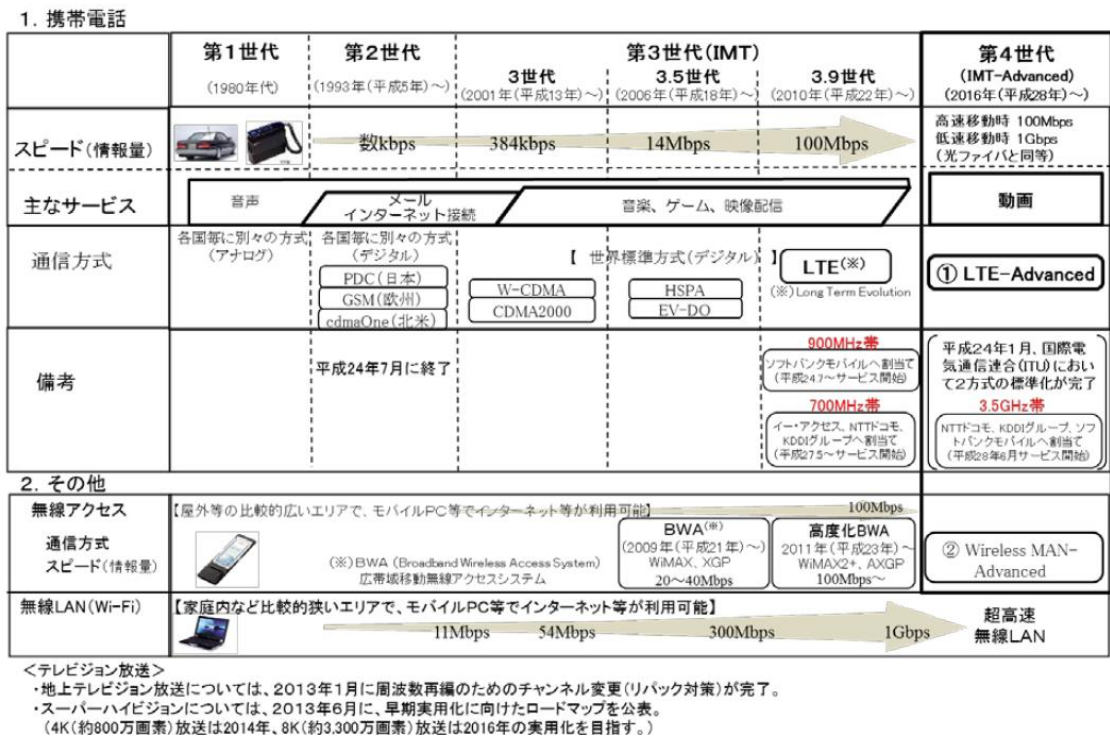


図2 移動通信システム発展の経緯

出所：電波政策 2020 懇談会 報告書、平成 28 年 7 月

また、高度成長期以降に整備された代表的な社会資本に関しては 50 年以上の耐久性を有しているともいわれるが、すでに建設後 50 年以上を経過する施設の割合が増えてきており、社会資本の老朽化の課題が指摘されている(表 1)。

表 1 建設後 50 年以上経過する社会資本の割合

	2018 年 3 月	2023 年 3 月	2033 年 3 月
道路橋	約 25%	約 39%	約 63%
トンネル	約 20%	約 27%	約 42%
河川管理施設 (水門等)	約 32%	約 42%	約 62%
下水道管きよ	約 4%	約 8%	約 21%
港湾岸壁	約 17%	約 32%	約 58%

出所：未来投資会議 産官協議会、「次世代インフラ」会合(第1回) 配布資料、資料 2  
 国土交通省提出資料、平成 30 年 11 月 2 日

以上より、図 1 のレイヤーにおいて下層で支えている埋設インフラや地上インフラといったものの中には、耐用年数が 50 年を越えるものもある。しかし、それらのインフラは高度経済成長期に整備されたものも多く、今後 10 年単位で設備の老朽化が拡大する懸念が指摘されている。また、道路や建物の躯体については耐用年数が 50 年を越えるものもあるが、これらに付帯する要素として今後のスマート化の中で導入が見込まれる EV や太陽光発電、蓄電池といった設備の寿命は 20 年に満たない。さらに、その上のレイヤーを構成する情報レイヤーやサービスレイヤーについては、通信技術の世代交代は 10 年単位であり、サービスに関しては UBER や Airbnb のようなシェアリングサービスを提供する事業者が誕生したのは 2010 年頃である事を考えると、より短いサイクルで新しいサービスが生まれてくる可能性もある。

このように、スマートコミュニティやスマートシティ、スーパーシティ等として検討される近未来型の高度なインフラ形成においては、想定されるインフラのレイヤー毎にライフサイクルや技術サイクルが大きく異なっている (図3)。

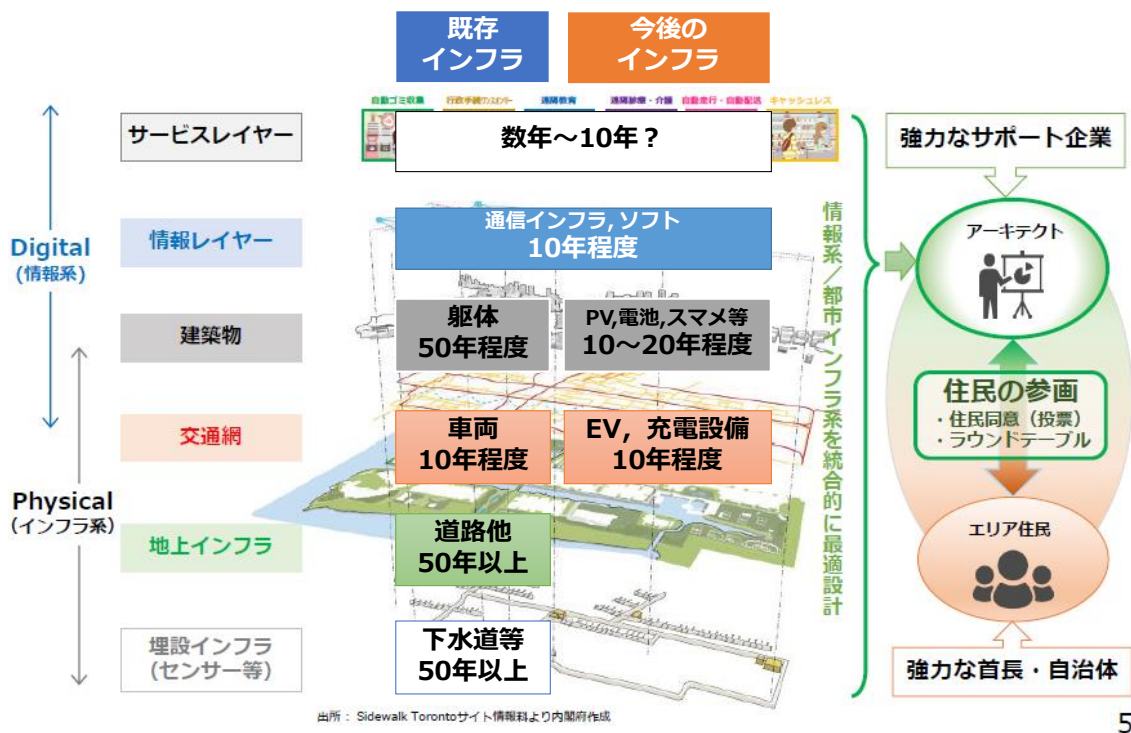


図3 「スーパーシティ」を支える仕組み(イメージ)とインフラの耐用年数  
出所:「スーパーシティ」構想の実現に向けた有識者懇談会、「スーパーシティ」構想について(説明資料)(平成30年11月26日)に筆者加筆



### 3. 進化を続けるスマート社会

先述の通り将来のスマート社会においては、インフラを構成するレイヤーによってライフサイクルの違いが顕在化してくると考えられる。この中で特にエネルギーインフラを例にとると以下のことが考えられる。

日本の電気事業の黎明期には、東京電灯の浅草発電所のように需要地に発電設備等の供給設備が設置された。その後の経済発展、人口の稠密化に伴って大型の発電設備等のエネルギー供給設備が湾岸や需要地から離れたエリアに設置された。そこから、長い年数をかけてエネルギーを供給するための送配電網やガス管などインフラの整備が進んできた。大型発電設備や送配電網、ガス管インフラ等は、いずれも設備の耐用年数が50年を越える設備であった。これに対して今後は技術の進展に伴うスマート化により、特に需要側に太陽光発電や燃料電池、蓄電池やEVおよびその充電器等の設備が設置されるようになって見通される。これらの設備の寿命は20年以下である。また、サービスレイヤーにおいてはスマートメーターを活用した省エネサービスや個人間の電力取引など、新たなエネルギーサービスがより短い期間で誕生し、提供されていくことが期待される。需要家にとっては10年以下の時間単位で新たに生まれるエネルギーサービスを活用しながら、10年、20年単位で太陽光発電、蓄電池、EVの更新を行っていくことになる。そして、50年単位で住宅の寿命が訪れ、その後にそれ以外の都市インフラの更新時期を迎えることになる。もし、太陽光発電等の自家発電設備や蓄電池などが今後もスマート社会の必須インフラで有り続けるのであれば、10年、20年単位で定期的に更新されることによってスマート社会のインフラが支えられることになる。これは、設備のライフサイクルの中でエネルギーインフラの担い手が供給側から場合によっては一部需要家側へ変わっていくことを意味する。

また、足元では2018年の北海道の大規模停電や2019年の千葉県台風被害に伴う停電の長期化など、災害対策とエネルギーのレジリエンスの課題が注目されている。これに対して再生可能エネルギーの主力電源化に関する議論では、再生可能エネルギーの自家消費や地域内システムを活用した「需給一体型」のモデルの進展や、再生可能エネルギーによる地域のレジリエンスの向上が期待されている。太陽光発電や蓄電池、EV等の短いサイクルで入れ替わる設備が増えていく中で、50年超の利用を想定して建設されてきた大型発電設備や送配電網等のインフラをどのように更新、転換していくかが課題となる。

このようにエネルギーのような比較的長い耐用年数を持つ設備（ネットワーク）により運営されてきた事業においても、技術革新によって構成要素のライフサイクル、技術サイクルが短縮され、より短いサイクルで設備が更新されていくことになる。将来的な課題として、図1で指摘されているとおり、「情報系/都市インフラ系を統合的に最適設計」し、その上で統合的に最適にアップデートしていくことが必要になることが挙げられる。蓄電池を例にとると、例えば初期に設置された蓄電池の場所、設備規模、スペック、更新の有無についてその他のインフラ情報も含めて統合的に把握しないことには全体を俯瞰した最適設計、

アップデートはできない。個人情報にもかかるこれらの情報を誰が把握するのか、また、それらの情報を統合的なインフラ設計のあり方によりにどのようにフィードバックするのか、そして、ライフサイクルを含めて、社会的資本形成の維持発展を誰が担っていくのかといった議論が必要になると考えられる。その意味で地方自治体との協力の下で複数の公益事業を総合的に実施する例として、ドイツのシュタットベルケは参考になると言える。

日本の場合が高齢化や人口減少という長期的な流れがあり、他方でシェアサービスの登場といった新たな流れ取り組みが生まれる中で、どの程度の規模のインフラをどの程度の期間維持していくべきか、見通しが難しくなっている。また、そもそもインフラの担い手として期待される地方自治体の存続すら危うい地域もある。足元では、公益事業の採算性の課題が指摘されるなど既存インフラの担い手、更新のあり方が課題になってきている。その中で社会のスマート化によって進むであろう社会インフラのライフサイクルの変化を奇貨として、高度経済成長型に積み上げてきた社会インフラから、新たなアプローチによる社会インフラに向けて社会資本形成の転換を進めることこそが、スマート社会の要諦だと思われる。

(著：電力グループ 永富 悠)

お問い合わせ：[report@tky.ieej.or.jp](mailto:report@tky.ieej.or.jp)

(参考文献)

- 山本尚司 (2018)、“マイクログリッドの日本のエネルギー市場への影響”  
<https://eneken.ieej.or.jp/data/7867.pdf>
- 内閣府、「スーパーシティ」構想の実現に向けた有識者懇談会 (2018a)、“「スーパーシティ」構想の実現に向けた有識者懇談会の開催について”
- 内閣府、「スーパーシティ」構想の実現に向けた有識者懇談会 (2018b)、“「スーパーシティ」構想について (説明資料)”
- 電気料金審査専門会合 (第3回) (2015)、“資料 6-2-1 参考資料 高経年設備の機能維持 (北陸電力)、平成 27 年 9 月 10 日
- 経済産業省 (2018)、“総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会火力発電に係る判断基準ワーキンググループ取りまとめ”、平成 30 年 3 月 30 日
- 発電コスト検証ワーキンググループ (2015)、“各電源の諸元一覧”
- 東電 PG (2019)、“次世代技術を活用した送配電事業の変革について”
- 小松幸夫 (2010)、“建物は何年もつか、「PRE 戦略検討会」(第2回)における有識者ヒアリング”

- NEDO (2016)、“技術戦略研究センターレポート Vol. 11”
- NEDO (2018)、“燃料電池・水素技術開発ロードマップ 詳細版 (燃料電池分野、
- 日産、メンテナンス・サポート  
<http://history.nissan.co.jp/LEAF/ZE0/1211/maintenance.html> (アクセス日 2019年8月19日)
- 電波政策 2020 懇談会 報告書 (2016)
- 未来投資会議 産官協議会 (2018)、“「次世代インフラ」会合 (第1回) 配布資料、資料2 国土交通省提出資料”
- 総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会 再生可能エネルギー主力電源化制度改革小委員会 (第1回) (2019)、“資料3 再生可能エネルギーの主力電源化に向けた制度改革の必要性と課題”、令和元年9月19日