

日立が考えるスマートシティ

Next-generation Smart Cities - Hitachi's Vision

吉川 義人 佐藤 敦俊 平澤 茂樹
 Yoshikawa Yoshihito Sato Atsutoshi Hirasawa Shigeki
 高橋 真人 山本 真由子
 Takahashi Masato Yamamoto Mayuko

スマートシティにおける日立のテーマ

昨今、地球規模の環境・資源エネルギー問題の深刻化、人々の考え方や価値観の変化により、将来の都市の在り方が問い直されている。日立グループは、「人と地球のちょうどいい関係」の実現をめざし、スマートシティ構築に取り組んでいる。それは、人々が生活の質を犠牲にすることなく、快適で安全・便利なくらしを続けながら、自然環境とも調和できる都市である。

日立グループは、この「ちょうどいい」を実現するために、電力や交通などの社会インフラ分野において長年培ってきた豊富な実績とトータルエンジニアリング力、情報・通信分野における優れたソリューション提供能力などを活用し、インフラと情報・通信の高度な融合に取り組んでいる。これらは、スマートシティ構築の核とも言えるものであり、街づくりに携わるデベロッパーやゼネコン、各種メーカー、商社などととも世界に提供していく。

今、なぜスマートシティが求められているのか

地球環境の変化、都市化の弊害

スマートシティが必要とされる背景には、まず、地球環境、生活環境といった、人々を取り巻く外的な要因がある。具体的には、気候変動や資源の枯渇、人口の増大と人口構成の変化、都市への人口集中、そ

れによって引き起こされる都市化による弊害といった要因が挙げられる。

生活／くらしの変化

スマートシティが必要とされるもう一つの背景には、人々の考え方や価値観などが変化したことによる内的な要因がある。

具体的には、商品を購入せず、レンタルなどで利用する「所有から利用への消費スタイルの変化」や、インターネットでコンテンツを閲覧すると同時に、ブログなどで発信する「受け手であると同時に送り手となる生活者」などを挙げることができる。

これらは総じて「物質」から「行為」へとシフトする価値観の変化であり、現在の新興国においても、物質面において急速に発展した後には、やがて同様の変化をたどっていくと考えられる。

日立グループが考えるスマートシティ

スマートシティに必要なこと

スマートシティは一般的に、「ITを駆使してエネルギーや資源などを効率よく使い、環境に配慮する都市」と解釈されている。日立グループはこの視点に加え、人々がくらしたいような街としての魅力が重要と考える。スマートシティには、地球環境への配慮と同時に、そこにくらす人々の欲求や価値観をも満たすことが求められる。

人と地球のちょうどいい関係

日立グループは、地球環境からの視点「エコ＝環境配慮」と、その街に暮らす生活者の視点「エクスペリエンス＝安心・便利で豊かな都市生活」のバランスを「ちょうどいい」関係に保つことで、都市に関わるすべてのステークホルダーにとって望ましいスマートシティが実現すると考えている（図1参照）。

環境への配慮と利便性の両立を図ることは、持続可能で成長を続ける都市の実現において不可欠なものであり、都市政策の策定や、都市の国際競争力向上という経済的な見地からも大変重要である。

それぞれの視点について詳しく述べる。

(1) エコ＝地球環境への配慮

地球環境の変化への対応と未来における環境負荷の軽減を達成するという視点である。そこでは、気候変動に対応するための低炭素化社会の実現、水の需要と供給の不均衡を解消するための水資源の効率的な利用、化石エネルギーなどの鉱物資源の枯渇を考慮したエネルギーの有効活用など、さまざまな面から地球環境を考えていくことが必要である。

(2) エクスペリエンス＝安心・便利で豊かな都市生活

人々の「くらす」、「働く」、「学ぶ」、「動く」などの経験価値がより高まることは、都市の持続性を考えた場合、非常に重要な視点である。それらは、人々の生活／くらしの変化に対応したもので、人口構成の変化や都市そのものが持つ問題の解決も視野に入れ、安心・便利で豊かな都市生活を、経済的にも成り立つバランスで実現していくことが必要である。

では、ちょうどいい関係とはどのようなもので、何が必要なのか。その一部を以下に述べる。

(i) 自然環境と経済の「ちょうどいい」

経済を優先するほど環境問題が引き起こされる傾向にある。これに対し、都市インフラの再構成や、需給バランスの高度なコントロールを実現することが必要である。

自然環境と経済をよりバランスよく低い

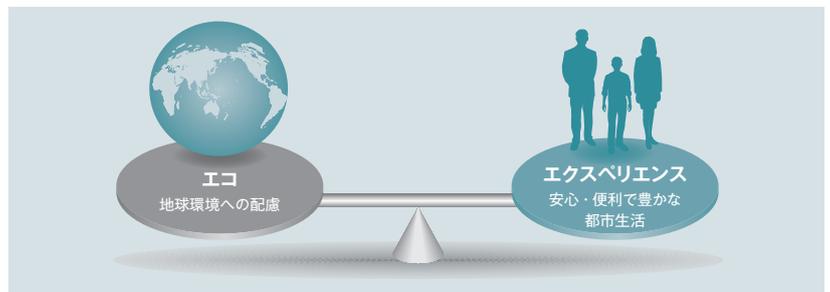


図1 人と地球のちょうどいい関係

環境負荷低減という価値と、快適・安全・便利・楽しさといった人を中心とした経験価値とが自然な調和のうちに、ちょうどよく実現される。

コスト負担で両立できる都市構造を得るために、最小公倍数によって構成される最小単位の都市インフラという概念で、小さな単位から都市を考えることが必要である。

(ii) 都市生活と経済の「ちょうどいい」

経済性や効率を重視しすぎると、それは生活者にとって利便性や快適性を損なうことにつながる。極端な例を挙げると、人々の移動距離が少なく、熱効率が良好で、施設の管理費用が少ない、最も経済効率のよい都市をつくるには、1棟の巨大なビルに、住居、職場、スーパーマーケット、学校、病院、ごみ処理場、娯楽施設、運動施設などすべてを入れるという方法がある。しかし、それは魅力的な街とは言いがたい。

都市生活者にとって、その都市が魅力的でなければ、いずれその都市を離れてしまう。生活することの魅力を提供する仕掛けも考慮した、生活者視点での都市であることも重要な要素なのである。

(iii) 都市生活の中での「ちょうどいい」

個人の便益を最大化するように多くの人が動いた場合に、全体の利益が必ずしも最大化されるとは限らない。例えば、目的地まで効率的に短時間で移動するという便益を得るために多くの人が自動車で移動した場合、交通渋滞が発生し、移動時間が長くなり、結果的に個人の便益も損なわれるといったことが起こる。こうした「合成の誤謬（びゅう）」の解消も考慮し、情報の可視化をはじめとする、需要と供給の高度なコントロールが必要である。

これらは、エネルギーのむだをなくし、環境負荷の低減につながるだけでなく、インフラや設備の稼働率を上げ、全体とし

てのコストや資源のむだを減らすことにもつながっていく。

(iv) 人の価値にとっての「ちょうどいい」

生活者の価値観の変化に対応し、施設や設備、道具などにおける、所有と利用のちょうどいいバランスを実現することが必要である。例えば、自動車などは本当に必要な人が必要なときに利用できる環境を整え、多くの人でシェアすることにより、所有による管理の手間やむだな放置時間を減らせる。これは、都市運営者にとっても、余剰な資産や設備を抱え込む必要のない都市運営を可能にし、むだなエネルギーの使用を抑え、環境負荷の低減にもつながる。

スマートシティのステークホルダー

都市のステークホルダーは、大きく次の3者に分けることができる。スマートシティの実現に向け、それぞれのステークホルダーのニーズを満たす、ちょうどいいバランスの実現が必要であると考えている。

(1) 生活者

そこに住む人、働く人、学ぶ人、訪れる人などを指し、その都市において個々の充足や、「QOL (Quality of Life) の向上」を目的としながら活動(くらす、働く、学ぶ、動く)する主体である。

(2) 都市運営者

自治体や不動産デベロッパー、インフラ事業者などで、生活者の活動を支える都市環境の企画、計画、建設、運営、成長のマネジメントとオペレーションを行い、かつ

「都市の持続的な成長」を目的としている主体である。

(3) 国際世論

低炭素化や天然資源の有効利用、生物多様性の維持などを求める視点を持ち、「地球に対する環境負荷の低減」を目的とする主体である。

これら三つのステークホルダーは、現実にはそれぞれが同じ問題を共有しているにもかかわらず、優先したい事項と欲求の方向性が違うため、衝突し合う関係にある。

例えば、生活者の「空いている電車で座って移動したい」というニーズに応えるために、都市運営者が「電車の運行本数を増やす」という手段をとれば、「鉄道会社の運営コストが上がる」、「運賃が値上がりする」、「エネルギー消費量が増える」という結果につながる。

逆に、環境負荷を低減させるため電車の運行本数を減らしてしまうと、生活者は「満員電車に乗る不快さや移動時間の増加」を我慢しなくてはならない。

つまり、生活者が求める「快適性」、「利便性」、「安全性」、「安心感」、都市運営者が求める「効率的な都市運営」、「産業の活性化」、「共生型社会の実現」、国際世論が求める「地球温暖化防止」、「天然資源の有効利用」、「生物多様性の維持」、「環境負荷の低減」などの衝突し得る多様な要望を、それぞれに過度な我慢を強いることなく、バランスよく実現し、さらに持続させていく仕組みが必要である。

スマートシティの階層構造

スマートシティは、ナショナルインフラ層の上にある生活／くらしを支える「二つのインフラ層」と、それらをITでつなぐ「都市マネジメントインフラ」から成る(図2参照)。

(1) ナショナルインフラ

都市よりも大規模なエリアを対象としたインフラである。「エネルギー」、「水」、「交通」、「通信」で構成される最も基礎となる層で、国家単位、地方単位で人間の生命維持と生活活動を支えると同時に、都市間の

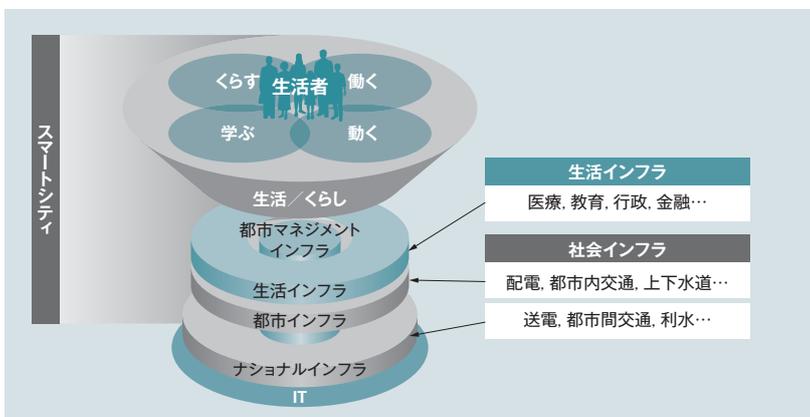


図2 | スマートシティの階層構造

スマートシティは、ナショナルインフラの上に、生活／くらしを支える二つのインフラ層と都市マネジメントインフラから構成される。

連携も担っている層である。

(2) 都市インフラ

都市インフラ層は、個々の都市の地理的、物理的特性に応じた最小単位をつなげていくことで構成されるものであり、「エネルギー」、「水」、「交通」、「通信」、「廃棄物」など、都市のインフラ層として、大半の分野でナショナルインフラ層とも密接に連携する。平準化を考えるうえでの最小単位でもあり、また、**自律分散^(a)**的に連携、拡張、縮小する際の単位でもある。

(3) 生活インフラ

「医療／ヘルスケア」、「教育」、「行政」、「金融」など、都市の「施設」や「サービス」によって構成される層である。この層は、都市インフラの上に成り立ち、生活者の視点から見れば、都市のさまざまな「サービス」が受けられる層であり、都市運営者の視点から見れば、さまざまな「サービス」を生活者に提供する層であると言える。

この生活インフラ層において、「医療サービスが受けられる」、「学びの場が提供される」などの都市が持つさまざまな「サービス」は一つ一つ最小単位に分割され、個々の機能単位でスマート化を図り、生活者のニーズに合わせて再構成することで、次世代の暮らしを実現していくことをめざしている。

これらは、多機能化するべきものは多機能化し、逆に、共通で使える機能は共通したものでまとめ、むだをなくし、効率化と利便性の向上につなげるものである。これは、ソフトウェア開発などで使われる「**オブジェクト化^(b)**」の思想を都市に応用したとも言える。

(4) 都市マネジメントインフラ

ITを活用した都市の情報管理、経営管理、設備運営などの機能を持つ「都市マネジメントインフラ」により、「ナショナルインフラ層」、「都市インフラ層」が相互に連携しながら環境負荷を低減し、生活者に快適さを、都市運営者に効率を提供する。例えば、エネルギー分野では、今注目されているスマートグリッド、交通分野では、EV (Electric Vehicle) を活用したグリーン

モビリティやナビゲーションシステム、水では、雨水や再生水を利用する高度な水運用システムなどが、それぞれ「都市マネジメントインフラ」によって連携していくことになる。

(5) 生活／くらし

くらす、働く、学ぶ、動く、そして楽しむなど、「人のくらし」そのものである。日立グループが考えるスマートシティでは、生活者の本質的なニーズを把握し、それに合わせて、生活インフラ層の機能を分割・再構成していくことで、QOLの向上を図っていく。

IT が支えるスマートシティ

日立グループが考えるスマートシティは、前述の階層におけるさまざまな要素がITによって連携することで成り立つ。日立グループは、これまで培ってきた情報技術と制御技術を活用することで、その連携を実現するための基盤であるプラットフォームの実現をめざしている(図3参照)。

情報と制御の融合

情報系システムと制御系システムを支えるITには、大きな違いがある。

情報系システムでは、インターネットやモバイルネットワークを中心に爆発的に増加する情報を処理するために、高速化・大容量化が猛烈な勢いで進んでいる。そして、多くの情報系のシステムは**ベストエフォート型^(c)**であり、次々と出現する新しいサービスに対応するため、水平分業・オープンというシステム構造になっている。

一方、制御系システムは、物理的な設備を確実・安全に動かすための、安全性・信頼性・リアルタイム性を最優先に設計されている。また、数十年という長期間の稼働が前提であり、大部分が垂直統合的なシステム構造になっている。

情報系システムにも、リアルタイム性の考え方において、金融システムなど24時間ノンストップの信頼性を必要とする、いわゆるミッションクリティカルなシステム

(a) 自律分散

自律性を持ったシステムの構成要素が幾つか集まり、互いに協調することによって全体としての秩序とそれに伴う機能を形成するという、システムのアーキテクチャを表す概念。

(b) オブジェクト化

ソフトウェアの設計や開発において、操作対象のデータとそのデータを操作するメソッド(手続き)を一つのまとまりとして捉え、管理すること。それらオブジェクトの相互作用によってシステムが成り立つとする考え方をオブジェクト指向と言う。

(c) ベストエフォート型

現在のインターネットのように、通信品質の保証のない通信ネットワークや通信サービスの形態。通信速度が、回線の利用状況、機器、ソフトウェアの性能や設定などによって左右されるため、提示されているよりも通信速度やサービスの質が低下することが起こりうる。これに対し、通信品質が保証された通信ネットワークや通信サービスを「**ギャランティ型**」と呼ぶ。

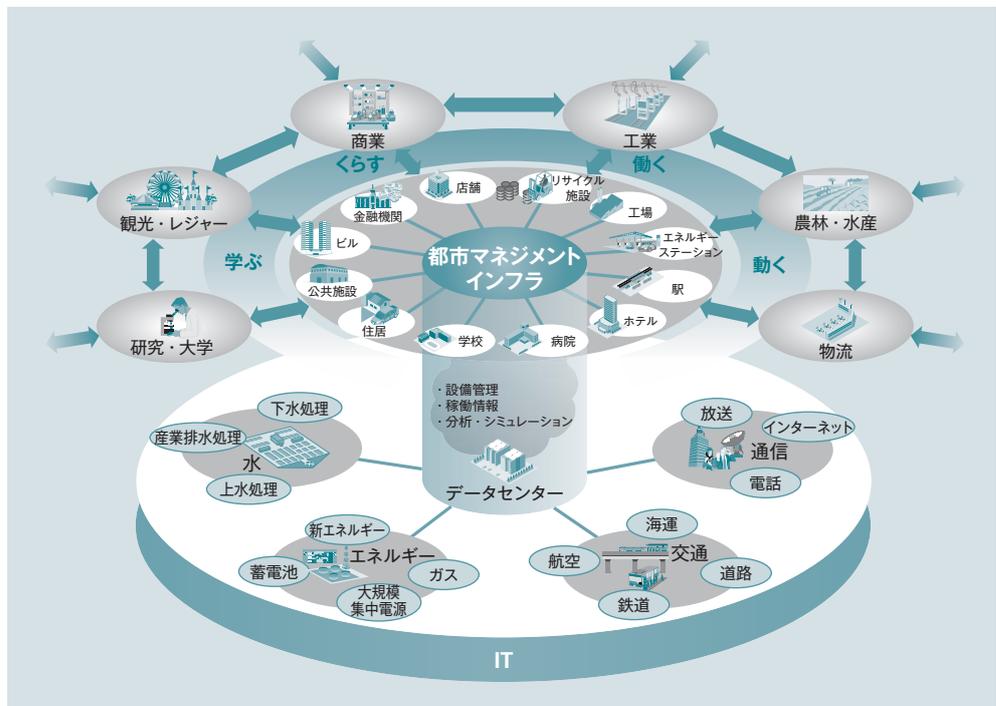


図3 | スマートシティとITの関係

ITがインフラやサービスなどの都市を構成する要素をつなぎ、連携させる。

が数多くある。しかし、その場合でも、システムに求められる信頼性の考え方は大きく異なっている。例えば、情報系では通常スループットなどの平均実行速度を重視した設計が行われるが、制御系では決められた時間の範囲で100%確実に処理を完了させる、いわゆるハードリアルタイム性が重要視される。

今後は、この二つのIT、情報系と制御系をこれまで以上に密接に連携させる「情報と制御の融合」によって、都市のさまざまな課題に包括的な対応ができるよう全体の最適化を図っていくことが重要になると考えている。

高度な需給コントロールによる 需給バランスの制御

都市マネジメントインフラが都市インフラ層と生活インフラ層を連携させることにより、これまで以上に需要と供給が可視化され、高精度で即時性の高い需給バランスの管理が可能になる。

(1) 需要コントロールによる制御

需要サイドのニーズを誘導・コントロールすることで、需要の総量を変えることなく都市インフラ設備の稼働率の平準化を図

ることが可能となる。例えば、道路使用の需要ピークをコントロールすることによる交通渋滞解消や、太陽光発電の発電量のような、供給サイドのコントロールが困難な状況に対応した需要誘導・コントロールも、この仕組みを拡張することにより、対応が可能となる。

(2) 供給コントロールによる制御

十分な供給量が確保できない場合でも、社会的な優先順位に応じた電力供給を行うなど、需要サイドの状況も加味し、適切に個々の需要に対する供給量をコントロールすることが可能となる。

(3) リスク対策

災害時や緊急時の需給コントロールについて、地理的、物理的特性を踏まえて個別に設定し対応することが可能になる。シェアされるモノやエネルギーなどに、都市インフラ層の最小単位におけるミニマムなガイドラインを設定することができ、それらが自律分散的に他のシステムとつながり、連携することによって、緊急時においても需給バランスや負荷分散が適切にコントロールされる。物理的な破綻がない限り、生活インフラが適切に担保されることになる。

止まらずに変化できるインフラ

都市のインフラを最小単位のユニットで考え、それぞれ「自律分散型」のシステムコンセプトに基づいて構築していく。これは、個々のシステムが自律的に機能することで、局地的な機能不全を全体システムに波及させることなく、万一の場合にもサービスを止めることを回避するというものもある。さらに、それらは異なるコミュニティ、異なるシステムどうしても容易に連携できる「共生自律分散型システム」へと発展することができ、365日24時間機能を止めることなく、永く将来にわたって動的に変化する都市への対応を可能にする。

地理的特性への対応

インフラや都市の機能を小さな単位に分け、地域に必要なものだけを組み合わせることで、離島など、他と分断された地域や小さなエリアのニーズに対し、自律したインフラをその地域に必要なものだけ組み合わせさせて整備することができる。また、治水を優先させたい砂漠型のニーズに対しては、都市が持つ一部の機能、例えば**インテリジェントウォーターシステム**^(d)を限定的に導入することも可能である。

さらに、場所に依存しないサービスをその場所から切り離すことで、利便性と効率性の両方を高める、共有すべきものはシェアして運営コストを下げる、むだな機能を省いてむだなエネルギー使用を抑制するなど、都市政策を策定する行政視点からのニーズにもきめ細かく対応することが可能となる。

都市のライフステージによる変化への対応

新興国における急進型の性質、先進国の成熟した都市における刷新型の性質、また、ナショナルインフラ層と生活インフラ層が分断された状態にある復興型の性質など、都市には、時系列に基づいた幾つものライフステージに基づいて違いがある。そうした変化にも、日立グループが考えるスマートシティは極めて柔軟に対応することが可能と考えている。

例えば、急進型の場合は、ナショナルインフラ層と都市インフラ層を統合的に構築し、順次必要に応じて生活インフラ層、そして、生活／くらしを整備していく。

復興型は、ナショナルインフラ層は健在ながら、都市インフラ層と生活インフラ層が失われた状態であり、生活／くらしのサービスの部分は他の都市とほぼ同様であるものの、それを受ける生活インフラ層が欠落しているためサービスを受けることができない状態と捉え、それぞれに必要な部分を整備していく。

さらに先進国の成熟した都市では、例えば、少子化によって使用されなくなった学校の機能を老人ホームとして再活用するなど、施設のコンバージョンを可能にし、日本のような人口減少社会にも適応した持続可能な都市運営を可能にする。

日立グループのケイパビリティ

日立グループは、電力・交通・上下水道・産業システムなどの社会インフラ分野において、長年にわたって培ってきた豊富な実績とトータルエンジニアリング力を有している。同時に、情報・通信分野における優れたソリューション能力や、自律分散技術などをはじめとした先進技術・ノウハウを備え、インフラと情報・通信の高度な融合を可能とするケイパビリティを有している。スマートシティの構築に必須とも言える、これらのケイパビリティを活用し、街づくりに携わるデベロッパーやゼネコン、各種メーカー、商社などとともにプロジェクトを推進することで、より完成度の高いスマートシティを提供できると考えている。

日立グループは現在、世界各地で実施されているスマートシティ事業の多くに参画し、その中で、具体的な検証と実績を積み重ねている。3年後、5年後はもちろん、30年後、50年後、100年後の未来においても、日立グループがスマートシティの構築を支える存在として、また関係する事業者の中の欠かせない一員として、幅広い領域からソリューションを提供していきたい。

(d) インテリジェントウォーターシステム

日立グループが提唱する、水処理システムと情報制御システムを融合した水インフラ。センサーなどで収集・蓄積した水の利用状況から水需要を予測し、上水、再生水、工場排水処理システムの運転を最適に組み合わせ、エネルギー効率の最大化と水資源の有効活用を実現する。さらに、統合マネジメントシステムにより、水インフラの広域連携にも対応する。

現在、そして今後の取り組み

日立製作所は、スマートシティ事業に関連する、電力、交通、社会・産業、都市開発、情報・通信、情報制御などの部門間を横断した統括組織として、2010年4月1日にスマートシティ事業統括本部を立ち上げた。この組織のミッションは、スマートシティの構想段階から参画し、新しい価値を提供するとともに、ワンストップで強力に事業を牽（けん）引していくことである。

現在、日立グループでは、スマートシティ構築に対して、次の大きな三つの取り組みを推進している。

(1) 日本の高度インフラのパッケージ化

環境先進国である日本の高度インフラの強みをパッケージ化し、現地パートナーとも連携しつつ、グローバルに横展開していく取り組みである。日立グループだけではなく、パッケージを構成するそれぞれの分野で強みを持つ企業などとともに、インフラ構築の計画策定から、運用・保守サービスまでを一貫して推進していく。

(2) 官民協力による構想段階からの参画と事業主体としての参画

PPP (Public Private Partnership) の事業拡大により、政府・自治体の政策や事業における構想段階のコンサルティング・計画事業から関わり、運用・保守を含めたサービス事業への事業拡大を図っていく取り組み

みである。また、日立グループが事業主体としての役割を担う場合もある。この場合は、スマートシティの構築にあたって十分に資金が確保できない場合に、そのインフラへの投資から運用・保守までを全般的に行うことで、都市の発展を支えていくことになる。

(3) 技術およびシステムの開発

社会インフラ分野において豊富な経験と実績を持つ日立グループの強みを生かして、スマートシティに必要な新たな技術やシステムを開発し、提供していく取り組みである。例えば、地域でのエネルギーの需要と供給のバランスを柔軟に調整し、安定供給と環境負荷低減を両立するためのエネルギー管理システム、EVが都市の交通インフラとして十分に機能できるための充電管理や車両情報管理のシステムなどの提案が挙げられる。

日本人の発想力を、都市開発に

今や世界の共通語となった「MO TAINAI」という言葉を生み出した日本人の発想力が都市インフラや生活の隅々に広がり、先進の技術やノウハウによって「人と地球のちょうどいい関係」が成り立つとき、日立グループはそうした都市をスマートシティと呼びたいと考えている。

執筆者紹介



吉川 義人
2006年株式会社日立コンサルティング入社、日立製作所 スマートシティ事業統括本部 マーケティング統括センタ 所属
現在、スマートシティ事業の戦略立案・推進に従事



佐藤 敦俊
1989年日立製作所入社、研究開発本部 デザイン本部 所属
現在、スマートシティのデザイン業務に従事



平澤 茂樹
1988年日立製作所入社、スマートシティ事業統括本部 都市プランニングセンタ 所属
現在、スマートシティのプランニング、スマートシティを支えるシステムの事業推進に従事
情報処理学会会員



高橋 真人
2011年日立製作所入社、スマートシティ事業統括本部 都市プランニングセンタ 所属
現在、スマートシティのプランニング、評価指標の国際標準化に従事
一級建築士
日本都市計画学会会員



山本 真由子
2011年日立製作所入社、スマートシティ事業統括本部 マーケティング統括センタ 所属
現在、東南アジアにおけるスマートシティ事業推進に従事