

# スマートな次世代都市実現への取り組み —「地球環境の保全」と「安心・便利で豊かな都市生活」の両立に向けて—

Actions for Realizing Smarter Advanced Cities

吉川 義人    多田 勝己    古屋 聡一  
Yoshikawa Yoshihito    Tada Katsumi    Furuya Soichi  
香田 克也    格 爾麗  
Koda Katsuya    Ge Erli

「地球環境の保全」と「安心・便利で豊かな都市生活」を両立させることが、都市の持続可能性を担保するうえで重要になる。その都市を支える社会インフラは「確固たる安全・安心の確立」はもとより、「全体最適化による都市価値の向上」、および「トータルコストの抑制」などの要件を満たすことが求められる。これに応えるためには、個別に最適化してきた電力、交通、水道といった社会インフラを、環境性能・住民へのサービスレベル・運用／維持管理コストなどの観点を考慮に入れ、包括的に再設計することが必要となる。それが日立グループが考える「スマートな次世代都市」を実現するための必要条件の一つである。

## 1. はじめに

人類はさまざまな環境変化に対応して進化し、特に産業革命以降の急激な技術革新によって今日の豊かさを手にしてきた。しかし、昨今の地球規模での気候変動・資源エネルギー・食糧問題の深刻化に伴い、豊かさとは何かが変わって問い直されている。また、日本では2011年3月11日に起こった東日本大震災により、安全・安心の一部が崩れてしまった。われわれも真摯(しんしん)にそれを受けとめ、全力を傾けて被害地域の復旧・復興に貢献していくとともに、安全・安心を取り戻すための取り組みを進めていかなければならないと決意を新たにしているところである。

ここでは、日立グループが考える「スマートな次世代都市」の概要と、その実現に向けた取り組みについて述べる。

## 2. 日立グループが考える次世代都市

地球温暖化の深刻な影響、資源エネルギーの枯渇、人口の急増、少子高齢化、都市への人口集中など、人類を取り巻く課題は山積みである。さらにそれぞれが個別の課題ではなく、複雑に絡み合った課題であり、これらを解決するためには、地球温暖化を抑制する低炭素社会に向けた取り

組みと統合して課題解決にあたる必要がある。

これまで、人々は世の中のあらゆるものを便利にし、さまざまなエネルギーを利用して豊かな生活を実現してきた。低炭素社会へとかじを切る中で、生活の豊かさを犠牲にし、今まで築き上げた文明を放棄することは、きわめて困難と言わざるを得ない。そこで求められるのは、「地球環境の保全」と「安全・安心・便利で豊かな都市生活」の両者を調和させる形で実現すること、すなわち「地球環境と人がちょうどいい関係を保つこと」により、環境保護と経済発展の両立を図ることであると考えている。

## 3. 次世代都市の構造

日立グループが考える「スマートな次世代都市」は、都市運営の基盤を中心に、住宅・オフィス・ホテル・工場・学校といった基本的な都市の要素と、個々の地域の特性に応じた工業・商業・港湾・空港・研究／大学・農林／水産などの産業の要素が組み合わせられた形で、クラスタ構造を構成し、物理的・機能的に連携するというものである。

ここでは、個々の要素間では共通的な機能を集約化し、情報も論理的に一元化していく。これら個々の機能の組み合わせに特性としての要素を付加する形で都市づくりが実現できれば、段階的な機能拡張や高度化が容易な次世代型の都市になる。一方、災害などによる部分的な機能の欠損に対しては、連携の形態を調整することで被害を吸収し、復旧を迅速に進めることが可能になる。例えば、電力の供給不足時の需要の優先度に応じた需要誘導や供給制御がこれにあたる。

日立グループは、このような次世代都市を支える基盤として「都市マネジメントインフラ」と呼ぶシステムを中核にし、これまでの制御の技術にITを加えることで「スマートな次世代都市」の実現をめざしている(図1参照)。

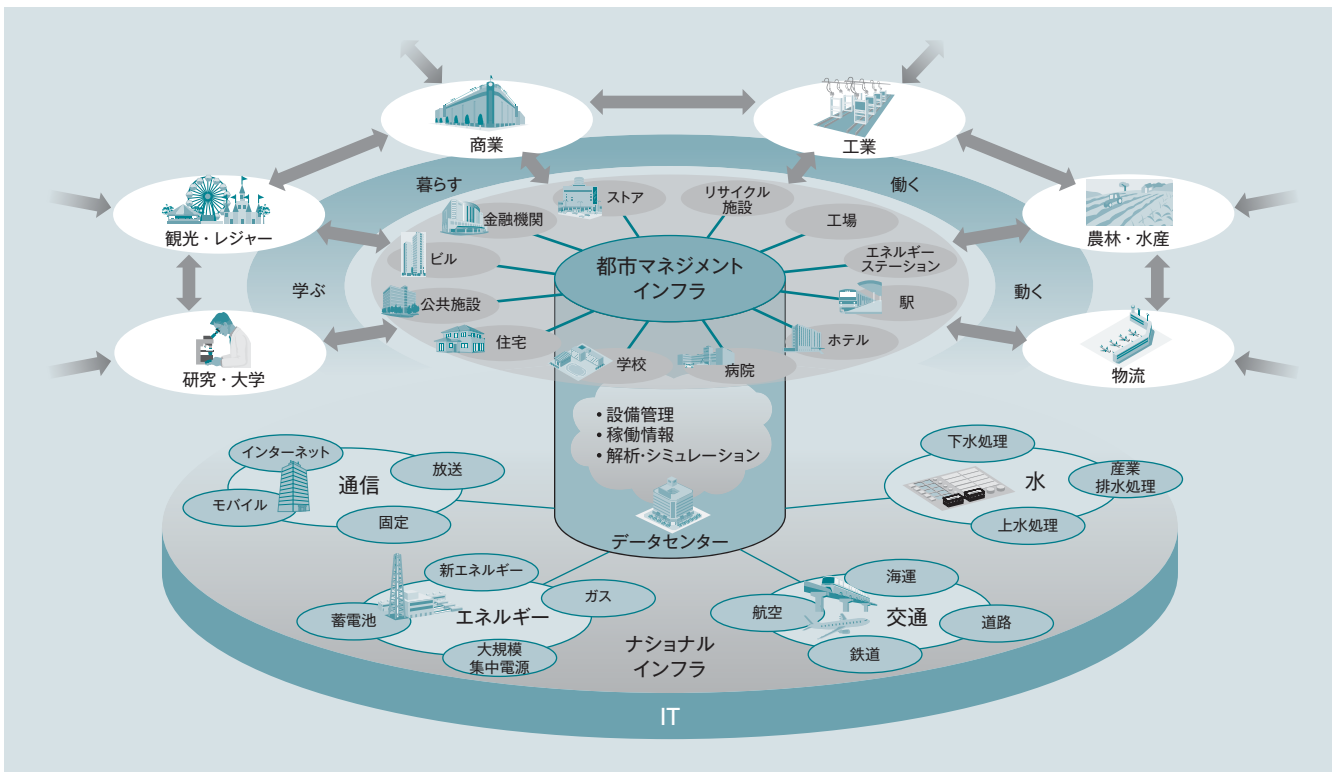


図1 「スマートな次世代都市」の構造

社会インフラとさまざまな生活サービスがITでつながり、環境配慮と生活者の安心・快適をバランスさせながら成長を持続するとともに、供給逼迫（ひっ）迫時など、インフラシステムが状況に応じて自律的に、柔軟に機能し続けることを可能とするクラスタ構造である。

都市マネジメントインフラの概要を以下に述べる。

### 3.1 都市マネジメントインフラ

まず、利用シーンから考えてみる。例えば、低炭素社会を実現するための再生可能エネルギー導入の施策の一つとして、固定価格買い取り制度（Feed-in Tariff）がある。これは、再生可能エネルギー電源の配電系統への連系<sup>※1)</sup>を加速的に増大させるとみられている。しかし、再生可能エネルギーは自然環境に左右されるため、出力が不安定であり、需要増大時に発電ができるとは限らない。また、供給側からの直接的な出力制御には制度的、技術的な課題も多い。このため、再生可能エネルギー電源が大量に配電系統へ連系されると、配電系統だけではなく、基幹系統への影響も無視できないと考えられる。

スマートシティでは、地域の気象情報を基に地域内のDER（Distributed Energy Resources：分散電源）監視制御システムの出力情報を交換し、家庭用給湯器の蓄熱時間帯のシフトやEV（Electric Vehicle：電気自動車）、PHEV（Plug-in Hybrid EV：プラグインハイブリッド自動車）の充電を促すなど、当該地域内の需要誘導により、地域内の再生可能エネルギー電源の出力変動をできるだけ吸収して基幹系統への影響を小さくすることが可能となる。

また、災害などの発生による基幹系統からの供給量減少に応じ、都市機能における優先順位を考慮した需要コント

ロールを行うことで、都市活動のいわゆる縮退運転が可能となる。これにより、他地域と供給不足を分かち合うことによるサービスレベルの低下を許容しつつも、一定レベルの安全・安心を維持した日常生活が可能となる。

こうした仕組みを支えるのがCEMS（Community Energy Management System：地域エネルギーマネジメントシステム）基盤の概念であり、この概念をさまざまな対象に拡大したものが「都市マネジメントインフラシステム」である。これにより、社会基盤を構成するサービス供給側、および利用者側の多様なシステムを連携させることで、さまざまな作用によって需給のバランスをとっていく。

具体的なイメージとして、電力エネルギーを中心としたCEMS基盤の概要を図2に示す。このCEMSには、電力会社のEMS（Energy Management System：エネルギー管理システム）、地域内DERの監視制御システム（DER Controller）、需要側のHEMS（Home EMS：家庭のエネルギー管理システム）、FEMS（Factory EMS：工場エネルギー管理システム）、BEMS（Building EMS：ビルエネルギー管理システム）、EV充電システム、およびその他のサービス事業者システムが接続される。需要側のEMSやEV充電システムについては、HEMSセンター、BEMSセ

※1) 発電設備を電力会社の送電または配電線に接続して運用すること。一般に、家庭用の太陽光発電などは低圧の配電線と連系され、風力発電やバイオマス発電は高圧の送電線に連系される。

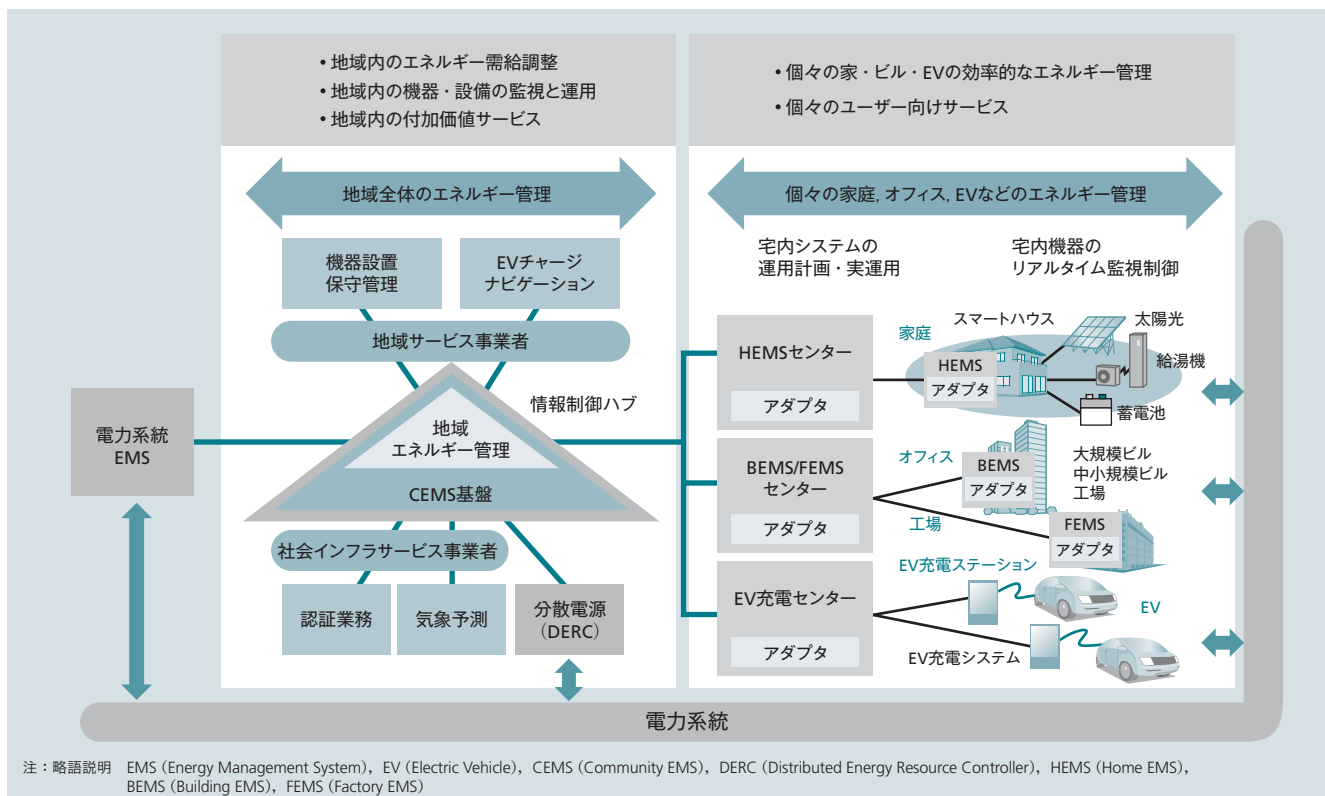


図2 | CEMS基盤の概要

電力システムEMSと需要家側EMS（家、ビル、EV充電ステーションなど）とを地域エネルギーマネジメントシステム基盤が接続し、需給バランス調整を支援する。

ンターやEV充電センターなどのシステムを介して接続される。また、家庭用やオフィスの太陽光発電装置（PV：Photo-voltaic Power Generation）については、HEMSやBEMSが監視・制御していく。

上記以外の分野でも、例えば交通では、EV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といったITを活用することで、需要任せではなく、供給状況や限られたキャパシティに応じて需要を誘導し、需給のバランスをとっていくという仕組みが、スマートな交通システムの実現に向けての鍵となる。水資源に関しても同様に、雨水や再生水を利用するための高度な水運用のITシステムが重要となる。

これらITシステムによる都市での情報管理やデータ分析、計画策定などを個々に行うのではなく、共通的に提供するプラットフォームが、効率化の視点から望まれる。さらに、分野間の連携機能を備えることなどにより、「都市マネジメントインフラシステム」という中核となる仕組みが、「スマートな次世代都市」実現へのアプローチとして有効であると考えている。

社会インフラを支える各種ITシステムも、それぞれの都市の特徴や発展に応じて、柔軟に追加・拡張され、組み替えることができなければならない。エネルギー・水・交通といった社会インフラについて、個別に柔軟性・拡張性を実現するだけでなく、インフラ全体が相互に連携した

システムとして成長・変化し、発展・高度化していくことが重要である。したがって、「都市マネジメントインフラシステム」も含めた社会インフラシステムは、都市の成長・発展に合わせて進化していくことが必須と言える。

### 3.2 都市マネジメントシステムの特徴

「都市マネジメントインフラシステム」は、情報処理や分析・計画は「現場」、すなわち制御システムからデータを取得し、そして最終的には現場へ作用する働きかけを通じて初めて効果を上げる。つまり、都市におけるさまざまな課題を解決し、「スマートな次世代都市」を実現するためには、情報系システムと制御系システムが融合した都市全体最適化システムが必要だと言える。

ここで重要なのは、制御系システムと情報系システムを支えるIT間の違いを認識することである。制御系システムは、物理的な設備を確実に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し、数十年という長期間の稼働を前提としているため、大部分が垂直統合的・すり合わせ的なシステム構造になっている。

一方、情報系システムは、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・大容量化が急激に進んでいる。多くの情報系のシステムはベストエフォート型であり、次々と出現する新しいサービスに対応するために、水平分業・オープン



というシステム構造になっている。

また、どちらも24時間稼働が求められる点は同じだが、情報系は絶対にデータを失わないトランザクション型の情報処理であるのに対し、制御系は絶対に重大事故を起こさない、何かあったら人や社会の安全を守るために対象となる設備を止める、という実世界での安全性確保・フェイルセーフを重視する。リアルタイム性の考え方においても、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なものに対して、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。

このようなシステム要件の違いから、情報系と制御系それぞれにおける情報技術は大きく異なる発展の歴史をたどってきた。今後は、情報系と制御系の二つのIT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、都市全体を一つの社会インフラシステムとして扱い、都市のさまざまな課題に対応し、全体最適を実現していくことが必要になると考える。

ただ、このような全体最適を実現するための費用を誰が負担するのか、誰が管理していくのかはまだ明確にはなっていない。しかし、低炭素化への取り組みは、その存在が明確になるまで待つわけにはいかず、技術的な仕組みの確立と平行しつつ、その運営モデルを模索していく必要がある。また、現在のように補助金による設置のための支援だけでなく、炭素税や資源税<sup>※2)</sup>の導入による価格調整メカニズムが作用する仕組みの構築が、今後待たれるところである。

#### 4. スマートシティ実現に向けた取り組み

日立グループの取り組みは、スマートシティそのものに対する取り組みと、スマートシティなどで拡大していくITへの取り組みに分けることができる。ここでは、スマートシティ実現に向けた取り組みについて、方向性と具体事例を述べる。

##### 4.1 スマートシティへの取り組み

スマートシティそのものに対する取り組みには、大きく3つの取り組みがあると考えられる。

まず、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方法がある。これは、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が集まってコンソーシアムを組み、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するというものである。

次に、PPP (Public Private Partnership)<sup>※3)</sup>の事業拡大により、構想段階のコンサルティング・計画事業からかわり、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という取り組みである。これは、スマートシティの構築にあたって、インフラへの投資まで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・保守までを行うことで、都市の発展を支えていくというものである。

最後に、日立グループの強みを生かし、社会インフラ事業で幅広い実績がある既存製品をコアに、スマートシティに向け、これらを発展的に適用・供給するというものである。これは既存商材の拡大路線としての位置づけとなるが、単なる機器の提供ではなく、顧客の立場でいかに課題を解決できるかという点を中心に提案していくものである。

このような取り組みは、選択式ではなく、必要に応じて組み合わせるものと考えている。日立グループは、後述する個々の実証実験などを通じ、技術の検証とともにモデルとしての検証も進めている。

##### 4.2 ITへの取り組み

これまで企業は、それぞれ独自にサーバやストレージなどのIT機器を導入し、個々の企業拠点で運用を行うことによって業務のIT化を進めてきた。しかし、システムの運用管理は複雑化していく一方である。また、スマートシティにおける都市マネジメントインフラには、都市のいたるところに設置された数限りないセンサー群が接続され、膨大な情報の処理とともに、さまざまな規制への対応やセキュリティ対策、災害対策を含めた業務継続性の確保、IT機器自体の環境対応の推進が必要となる。

また、データセンターに設置される機器の台数増加や高密度化がいつそう進むと考えられるため、IT機器、空調機をはじめとするファシリティの高効率な製品の提供や、それらの機器の効果的な設計・運用を支えるエンジニアリングやサービスも必要となる。

こうした課題の解決に向け、日立グループが2007年から進めているデータセンター省電力化プロジェクト「CoolCenter50」で開発してきた技術・製品の展開を、2009年4月に発足した情報・電力・電機融合事業推進本部を中心に加速している。欧州、中国に加え、北米、アジアも含めた諸地域も視野に入れ、グループを挙げて環境配慮型データセンター事業のグローバル展開も進めている。

※2) 鉄鉄の生産に課税することで、回収した家電製品などの鉄くずによって生産される鉄の価格を相対的に優位にするといった課税方式である。

※3) 官と民が事業的連携によって事業を行う。例えば自治体が運営してきた水道事業について、民間事業者が上流コンサルティング、設計、据付けのほか、運用、保守などを運営する場合はPPP事業となる。

### 4.3 スマートシティ実証の事例

青森県六ヶ所村では、低炭素社会実現に向けた効率的なエネルギー利用を実証することを目的に、世界初の大規模蓄電池併設型風力発電所を活用した住民居住型のスマートグリッド実証実験に参加している。ここでは自然エネルギー発電を電源とした需要・供給の協調や、対象地域全体でのエネルギーマネジメントの実証を行っている。

低炭素化に欠かせないEVについては、2011年2月にサービスインした沖縄での取り組みが例に挙げられる。このプロジェクトでは、観光客向けレンタカーのEV化を想定し、EVレンタカー向けの充電設備を、今後3年以内に沖縄本島内に50台程度設置する予定となっている。レンタカーとしての用途を終えたEVは、沖縄県内の一般ユーザー向けに中古車として提供されることも見込まれており、今後、沖縄本島全域に充電設備を配置し、他地域では見られない民間企業主導での沖縄型EV普及モデルの確立をめざしている。

日立グループが担当しているのは、EV充電器管理ソリューションである。具体的には、充電器に接続し、利用者が各種操作を行うためのタッチパネル付きの操作端末と、複数の操作端末を束ねる一括処理や遠隔監視を行うシステムを提供しており、海外への適用も視野に入れている。

海外では、広東省広州市郊外に開発が予定されている次世代都市「中国・シンガポール広州ナレッジシティ」(中国名：中新広州知識城)がある。これは、中国広東省広州市政府傘下のナレッジシティ管理委員会とシンガポール政府系投資会社のシンブリッジ・インターナショナル・シンガポール社が中核となって、広さ123平方キロメートルの敷地に、2030年ごろに人口約50万人の都市をつくるというものである。研究開発力、クリエイティブ産業、教育機関、ヘルスケア、情報技術、バイオテクノロジー、新エネルギーを含む環境技術や先端技術を持つグローバルな知的企業を誘致し、高度な人材を集めることにより、新たなビジネスを創出し、経済を循環させ、持続的な発展をめざすことをコンセプトに進められている取り組みである。

日立製作所は、このプロジェクトに日本企業で初めて参画し、エネルギーマネジメント、再生可能エネルギー、ITプラットフォーム、次世代交通などの分野におけるソリューションの提供と、実現に向けた開発拠点の設立をめざして事業を推進中であり、これらの実行可能性調査(FS: Feasibility Study)を開始した。

このプロジェクト以外にも、天津市郊外の「中国・シンガポール天津エコシティ」(中国名：中新天津生態城)においてスマートシティ関連技術を提供し、また大連市とは、水処理・家電製品リサイクル分野を含めたスマートシティ

構築に向けた協業を進めている。

以上のような中国の主要案件を機軸にし、アジアベルト地帯における電力・水処理・セキュリティ・都市交通などに関する先進技術やソリューションの提供を進めていく。

### 5. おわりに

ここでは、日立グループが考える「スマートな次世代都市」の概要と、その実現に向けた取り組みについて述べた。

次世代のスマートシティは高度な社会インフラで支えられている。スマートシティを実現するには、これまで個別に進化してきた電力・交通・水道などの社会インフラを包括的に再設計し、長年にわたって人の生活を支え、持続的に成長することが求められる。

日立グループは、進化する社会インフラシステムを提供していくことで、震災で被害を受けた日本の社会インフラの復興、新興国での新たな都市での社会インフラづくり、先進国の既存都市のスマート化に貢献していく。

#### 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 事業開発センター 所属  
現在、スマートシティ事業の戦略立案・推進に従事



多田 勝己

1990年日立製作所入社、情報・通信システム社 融合事業推進本部 所属  
現在、スマートシティ事業に関する研究開発戦略策定に従事  
情報処理学会会員



古屋 聡一

1997年日立製作所入社、横浜研究所 情報サービス研究センター 社会インフラシステム研究部 所属  
現在、スマートシティと重要インフラ防護の研究開発に従事  
博士(工学)  
電子情報通信学会会員、情報処理学会会員



香田 克也

1984年日立製作所入社、情報制御システム社 経営企画室 所属  
現在、スマートシティを支えるプラットフォーム開発戦略の立案・推進に従事  
情報処理学会会員



格 爾麗

2005年日立マクセル株式会社入社、日立製作所 スマートシティ事業統括本部 グローバル事業推進センター 所属  
現在、中国のスマートシティ事業推進に従事  
電気学会会員、日本リアルオプション学会会員