

スマートシティを実現するスマートモビリティ

Smart Mobility for Smart Cities

奥田 竜雄

Okuda Tatsuo

平澤 茂樹

Hirasawa Shigeki

松隈 信彦

Matsukuma Nobuhiko

福本 恭

Fukumoto Takashi

志村 明俊

Shimura Akitoshi

日立グループは、人と物の「スムーズ (Smooth)」な移動の仕掛けを作ると同時に、社会の「持続可能 (Sustainable) 性」を考慮した、調和の取れたスマートモビリティが必要だと考えている。

スマートモビリティのコンセプトは、「交通会社間連携の最適化」、「交通会社ごとの最適化」により、交通サービスを利用する人の「交通サービスの最適化」を五つの交通機能層から成るモビリティのアーキテクチャで考え、「Smooth and Sustainable」な社会をめざすことである。

その実現のために、「需要の制御」、「供給の制御」、「行動の制御」の三つの制御を用いて、都市マネジメントインフラ、情報と制御の基盤、交通アプリケーションを提供し、交通会社と行政の交通インフラの変革に貢献していく。

1. はじめに

近年、新興国を中心に都市への人口集中が起こり、それに伴う交通渋滞問題や環境への影響を配慮して、鉄道・内航海運などでは、より環境負荷の小さい輸送モードを活用するモーダルシフトが注目されている。また先進国では、施設の老朽化に伴い、交通インフラをどのように維持していくのかへの関心が高まっている。

移動に関して、人は快適性を優先して「スムーズ (Smooth)」に移動したいという思いがある一方で、社会全体では安全性・合理性・継続性を考慮した「持続可能な (Sustainable)」交通の運営を行ってほしいという思いがある。これらは、しばしば相反性を持ち、個人の価値観に基づく交通手段の選択が、社会として適切な選択とならない状態を生み出す。この両方の思いを最大限配慮してバランスの取れた交通インフラを実現することが、これからのスマートシティで望まれる。このバランスの課題を解決することが、交通インフラに長年携わってきた日立グループの交通分野における大きな挑戦であり、アイデンティティを

示すことにもなると考えている。

ここでは、日立グループが考えるスマートシティのモビリティコンセプトと、そのコンセプトを実現するモビリティのアーキテクチャ、およびソリューションの適用例について述べる。

2. モビリティコンセプトとアーキテクチャ

2.1 モビリティコンセプト

今までの自動車中心の社会では、多くの人が個人の快適性を優先して移動することによって交通渋滞が起こり、環境問題にもつながるなどの悪影響が生じていた。

しかし、環境への配慮を重視し過ぎた場合には、移動が過度に制限されることになる。例えば、ある都市で自動車の流入規制を単純に行えば、交通利用者の自由な移動が制限されることにより、住みづらくて魅力がなくなり、成長が見込めなくなる可能性がある。

日立グループは、このジレンマを解消するために、鉄道、

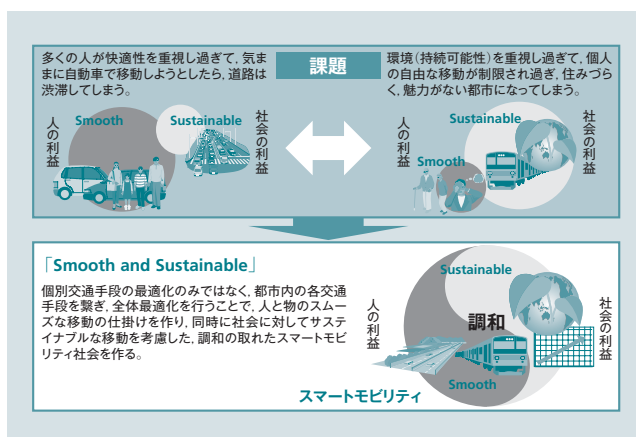


図1 | モビリティコンセプトのイメージ

Smoothだけ、Sustainableだけでは交通問題は解決されない。個別交通手段の最適化だけではなく、全体の最適化を行うことで調和の取れた「Smooth and Sustainable」を実現する。

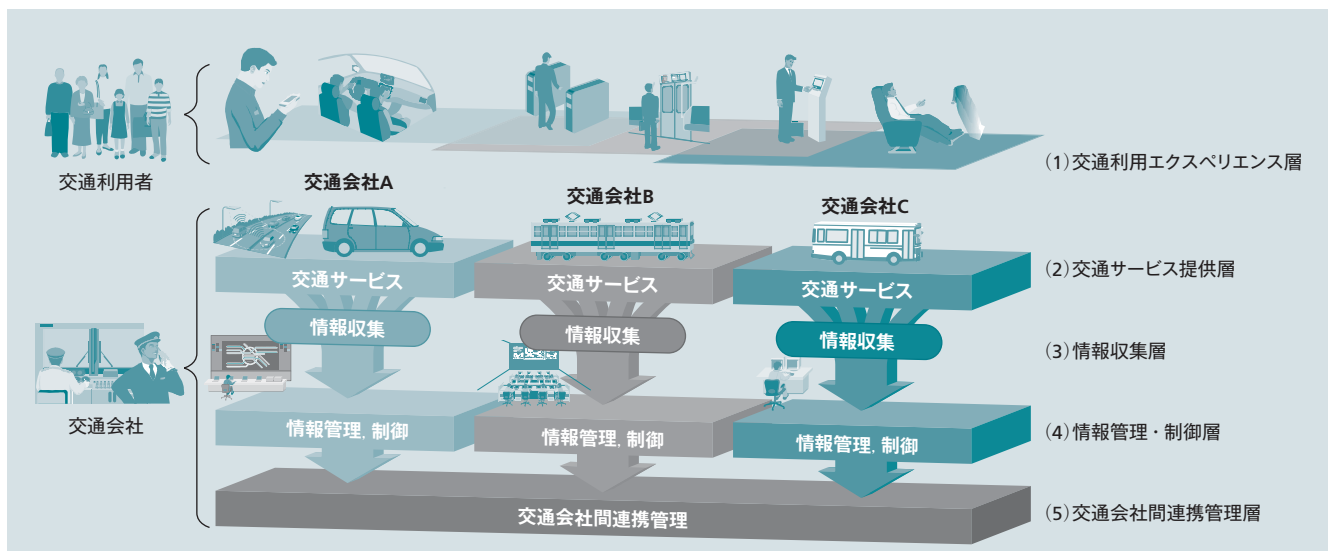


図2 | 五つの交通機能層

スマートモビリティ社会を実現する構成要素は、交通利用エクスペリエンス層、交通サービス提供層、情報収集層、情報管理・制御層、交通会社間連携管理層の五つあり、これを五つの交通機能層と呼ぶ。

自動車などの交通手段の個別最適化をめざすだけでなく、都市内の交通手段を連携させて、サービス全体での最適化を行うスマートモビリティ社会をめざしている。

これにより、人が我慢することなくスムーズに移動することができ、また地球にかかる負担を減らした持続可能な社会という調和の実現につながる。

人の快適性を追求する「人の利益」と、行政が求める合理性、安全性、継続性を追求する「社会の利益」の調和が取れ、共に「Win-Win」になる社会をめざすという考えを、日立グループは「Smooth and Sustainable」というコンセプトに表現している（図1参照）。

2.2 コンセプトを実現するモビリティのアーキテクチャ

現在は、交通会社が個別に移動サービスを提供している。スマートモビリティでは、コンセプトを実現する移動を行うために、都市内に複数ある交通会社の情報を収集・分析して、各交通会社へ全体最適化が行える情報を提供することにより、交通会社間連携のネットワークを構築することが必要だと考えている。

日立グループは、そのネットワークを構築するために、都市を構成する五つの交通機能層をまたがりながら、三つの最適化を行っていくアーキテクチャが必要だと考えている。

2.2.1 五つの交通機能層

スマートモビリティ社会を実現する構成要素を五つの層で考え、この五つの層を、五つの交通機能層と呼ぶ。各層の概要は以下のとおりである（図2参照）。

(1) 交通利用エクスペリエンス層（交通利用者の領域）：交通利用者が、移動に伴い、交通会社から輸送サービスや情

報サービスなどを受け取りながら移動を行う層

(2) 交通サービス提供層（交通会社の領域）：交通会社が交通利用者にサービスを提供する層

(3) 情報収集層（交通会社の領域）：交通会社の提供したサービスが、交通利用者にどのように使われたかなど、利用状況の情報を収集する層

(4) 情報管理・制御層（交通会社の領域）：交通会社が交通サービス提供を円滑に行うために、情報を管理し、制御を行う層

(5) 交通会社間連携管理層（交通会社の領域）：都市内の交通全体での最適化をめざすために、各交通会社の情報を収集・分析し、情報提供を行うことで交通会社の運用や制御の誘導を実現する層

2.2.2 三つの最適化

三つの最適化とは、「交通会社間連携の最適化」、「交通会社ごとの最適化」、「交通サービスの最適化」のことを言う。各最適化の関係を図3に示す。

コンセプトを実現するためには、3.2で述べる都市マネジメントインフラによって各交通会社の運用実績データを収集・分析して全体最適へと誘導することでの「交通会社間連携の最適化」と、交通会社ごとのサービスの最適化を行う「交通会社ごとの最適化」が実施される。

これにより、交通利用者へのサービスを最適化する「交通サービスの最適化」が行われ、各交通会社が提供するサービスはシームレスに連携する。交通利用者は、交通会社間の隔たりを感じることなく、「Smooth and Sustainable」な移動を行うことが可能になる。

2.2.3 「交通サービスの最適化」と五つの交通機能層の関係

「交通サービスの最適化」は、次のようなプロセスから

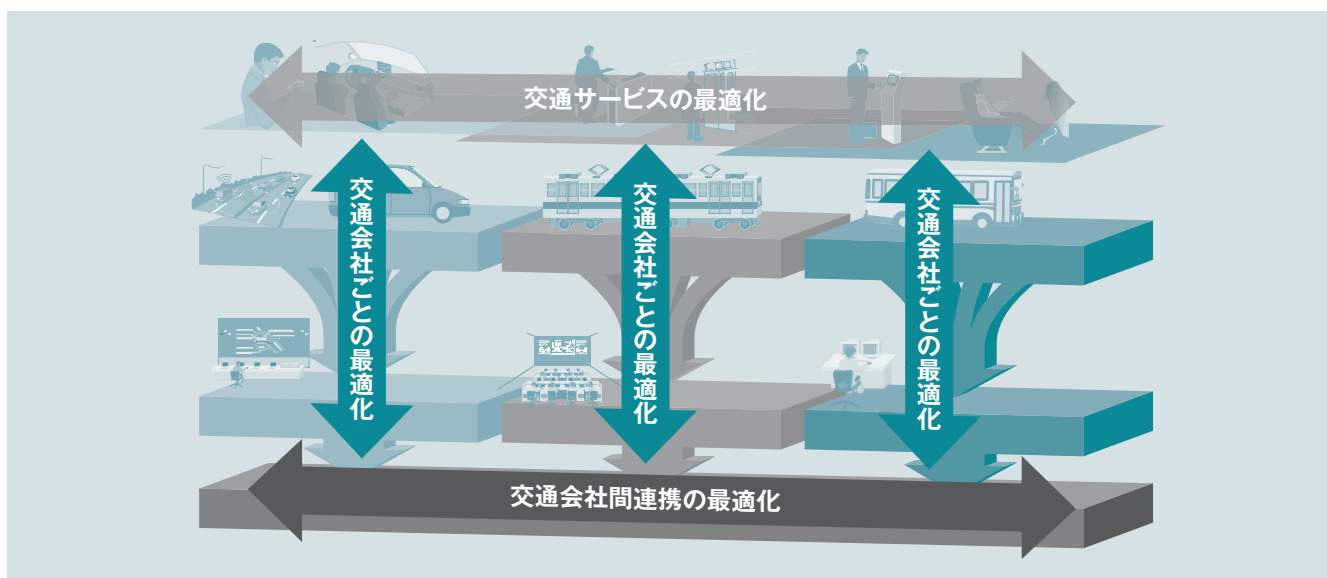


図3 | 三つの最適化

コンセプトを実現するためには、交通会社間連携の最適化、交通会社ごとの最適化、交通サービスの最適化という三つの最適化を行う必要がある。

成る。まず交通会社Aの事業領域でのサービスが、交通会社間連携管理層を介し、情報管理・制御層を経て「交通会社ごとの最適化」が行われる。それだけでなく、「交通会社間連携の最適化」によって、交通会社Aから交通会社Bへの乗り換え地点など交通の結節点を交通利用者があまり意識することなく、(交通サービス提供層を経て、交通利用者エクスペリエンス層へ至る)目的地までの全体交通の移動プロセスの完結性が保障され、「Smooth and Sustainable」な移動が可能になる。

実際には、交通利用者への「交通サービスの最適化」は、(1) 出発地から目的地までの間の人・物の流れの総量を制御する「需要の制御」、(2) 出発地から目的地までの間の交通会社が提供する輸送能力を制御する「供給の制御」、(3) 出発地と目的地までの間の情報を提供することで、人の行動を誘導する「行動の制御」——という三つの制御により行われる(図4参照)。

このように「交通サービスの最適化」を、五つの交通機能層から成るモビリティのアーキテクチャで考え、三つの

制御で実現する、「Smooth and Sustainable」な社会をめざすことが、スマートモビリティのコンセプトである。

3. 移動ストーリーに基づく、提供ソリューションの例

3.1 移動サービス

スマートモビリティを実現するアーキテクチャをより具体的にイメージし、どのような移動サービスを利用者が享受し、そのサービスには、どのようなソリューションが提供されて行われるのかを、一つの移動ストーリーを例に説明する。

このストーリーのポイントは、都市マネジメントインフラを通して各交通会社が連携することで、今まで単独の交通会社では成しえなかった高次元なサービスが提供可能になることである。

ある会社員が出発地の家から、目的地の会社まで行く過程で、乗り換えの手間や時間のむだ、経済的な負担を感じることなく、時間どおりに着き(Smooth)、エネルギー効率のよい(Sustainable)移動を可能にしたストーリーを図5に示す。

実際の交通利用者のエクスペリエンスと、交通会社が動かしている利用者からは見えないシステムとしての動きは、以下のとおりである。なお、現在日立グループが提供していない製品も、このストーリーには記載されている。

(1) マルチモーダルナビゲーションサービス

「安く、早く移動したい」というニーズと目的地を入力すると、モバイル端末からは、安く早く、かつエネルギー効率のよい、最適な交通会社の組み合わせを考慮したルートが提案される。また、都市マネジメントインフラの分析機能を介して、都市部での渋滞や混雑を避けるため、

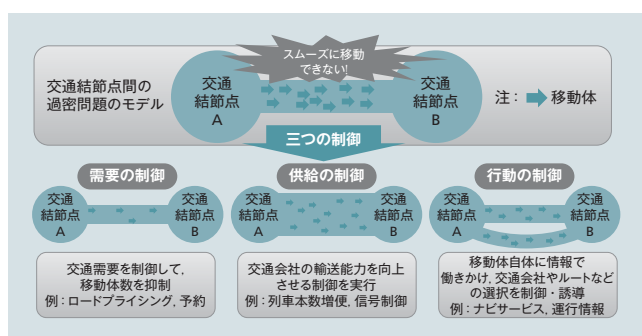


図4 | 三つの制御

AからBに移動するにあたり、需要の制御、供給の制御、行動の制御という三つの制御を行うことで、交通サービスの最適化を行う。

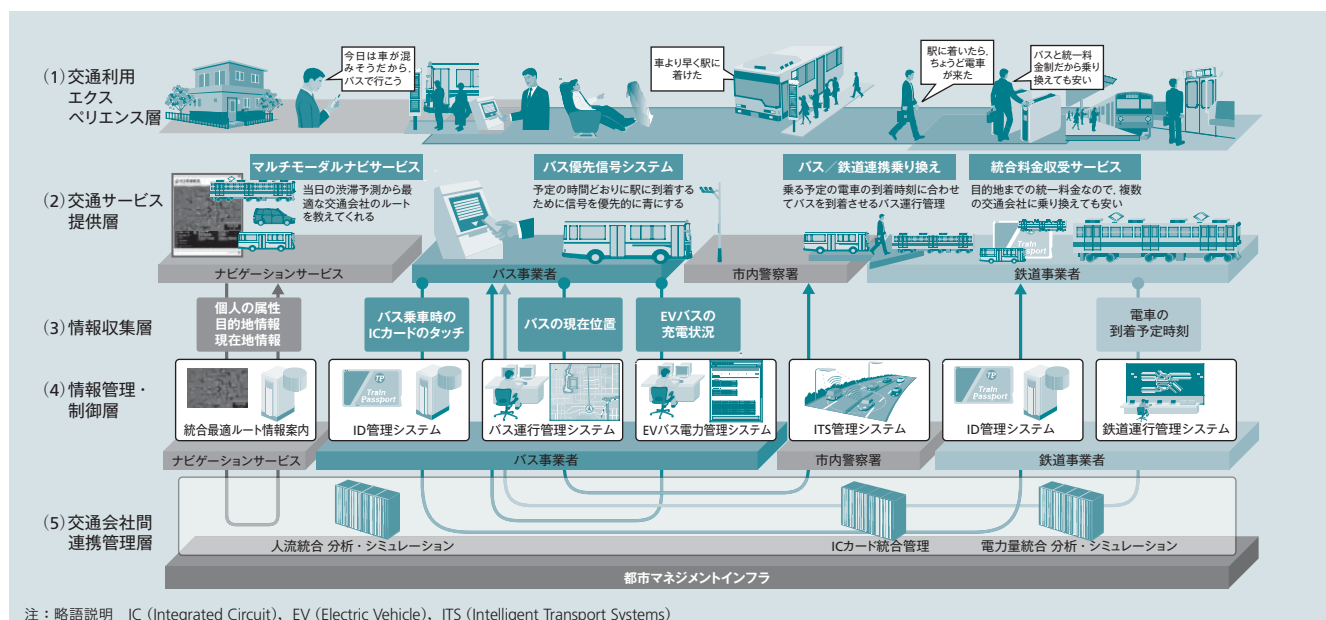


図5 | 移動ストーリーと提供ソリューションの関係

都市マネジメントインフラを通じて各交通会社が連携することで、今まで単独の交通会社では成しえなかった高次元なサービスが提供可能になる。

人を分散して誘導するための渋滞予測などの情報を配信することで、都市をスムーズに最適化する。

(2) 統合運賃収受サービス

バスと鉄道の複数の交通会社をまたいで目的地まで向かう場合、運賃は乗り換えに合わせて各交通会社に支払うのではなく、IC (Integrated Circuit) カードで、出発地から目的地までトータルで計算された1回の移動料金を支払う。これにより、安く移動が行え、公共交通利用での移動に対する不便が解消される。運賃や有料道路、駐車場、エリア入場料金、ロードプライシング、もしくはエコポイントやローカルマネーなどの制御により、料金設定の変更や流入規制を行うことで、都市をスムーズに最適化する。

(3) 鉄道、バス連携の乗り換えスムーズ化サービス

乗る予定の列車の到着時間に合わせて、鉄道駅へのバスの到着時間を調整する。その結果、バスから電車への乗り換えが待ち時間なく行える。また、マルチモーダルナビゲーションで検索した利用者がバスに乗ったことをICカードで確認し、シミュレーションどおりにバスが駅に到着するように、信号を優先的に青にする。これは、バス運行管理システムが、都市マネジメントインフラの分析機能を介し、ITS (Intelligent Transport Systems) 管理システムからバス優先信号システムを起動させて行う。このように、輸送サービスを提供する（供給する）側の電車やバス、道路の信号などを制御することで、最終的に都市をスムーズに最適化する。

(4) EVバス充電管理システム

EV (Electric Vehicle) バスの充電状況に合わせ、EVバス電力管理システムが都市マネジメントインフラの分析機能

を介して、どの路線のどこで、どのタイミングで充電すべきか、バスの運行管理システムに情報を提供する。その結果として、EVバスの効率的な活用を促進し、CO₂削減にも貢献することから、スマートモビリティのもう一つの価値であるサステナブルに貢献するソリューションとなる。

このように管理・制御に基づき、利用者はスムーズで快適な移動が行え、交通会社や行政はサステナブルで安全性、合理性、継続性を担保しながら、快適な移動を交通利用者に提供が行えるような、交通会社と行政の交通インフラの変革を、ソリューションの提供によって支援していく。

3.2 ソリューション

日立グループは、グループ各社および他社も含めたコンソーシアムを構築して、ソリューションを提供していく（図6参照）。以下に各ソリューションの概要を述べる。

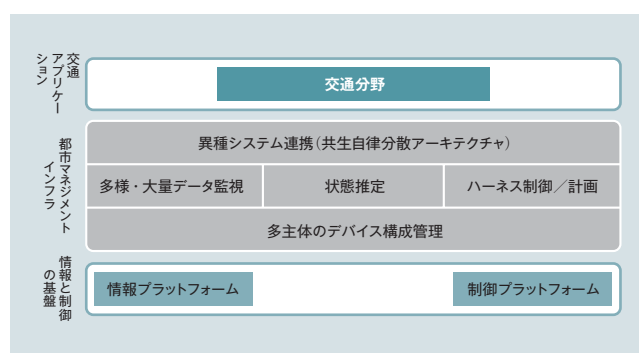


図6 | 提供ソリューション

日立グループはコンソーシアムを構築して、交通アプリケーション、都市マネジメントインフラ、情報と制御の基盤という三つのソリューションを提供していく。

(1)「都市マネジメントインフラ」の提供

「交通会社間連携の最適化」を行うために、各交通会社をつないで、運用実績データ分析による全体最適化を行う。これは、都市マネジメントインフラの情報収集・分析・配信機能によって提供する。都市マネジメントインフラは、各交通会社へ適時情報配信し、運用誘発による全体最適を実現していく。なお、この都市マネジメントインフラは、利用者の移動があたかも一つのサービスとしてスムーズになるように各交通会社間の移動サービスに関する情報を連携するもので、交通会社の独立した運用を妨げるものではない。

(2) 交通会社の情報／制御基盤の提供

「交通会社ごとの最適化」を行うために、制御とサービスが効率よく運用されていることが重要である。そのためには、まず基盤となる制御プラットフォームと情報プラットフォームを整える必要がある。制御プラットフォームは、交通会社の運行管理システムなどが代表的な製品であり、情報プラットフォームは、主にクラウドサービスや仮想化技術などを活用していく。

(3) 交通アプリケーションの提供

「交通サービスの最適化」を行うためには、前記の(1)と(2)を整えつつ、利用者のニーズを具現化した以下の三つのサービスの提供を行う。この三つのサービスを総称して、交通アプリケーションと呼ぶ。

(a) 移動体サービス：移動するための運行そのもののサービス、移動体の車両管理など、移動体に関するサービス

(b) 結節点サービス：パークアンドライドやICカードなどを含む改札などの結節点に関するサービス

(c) 情報サービス：デジタルサイネージや、ナビゲーションシステムなどの情報に関するサービス

移動ストーリー(図5参照)におけるこれらのソリューションでは、(1)の都市マネジメントインフラには、人流・物流統合分析シミュレーションシステム、電力量統合分析シミュレーションシステム、ICカード統合管理システムが、(2)の情報と制御の基盤の提供には、バス運行管理システム、EVバス電力管理システム、ITS管理システム、鉄道運行管理システムが、そして(3)の交通アプリケーションの提供には、マルチモーダルナビゲーションシステムなどがそれぞれ適用される。

4. おわりに

ここでは、日立グループが考えるスマートシティのモビリティコンセプトと、コンセプトを実現するモビリティのアーキテクチャ、およびソリューションの適用例について

述べた。

これからは移動に関して、人は快適性を優先してスムーズに移動したいという思いと、社会全体では安全性・合理性・継続性を考慮したサステナブルな交通の運営を行ってほしいという社会全体としての思いを調和させていくために、まずは交通会社間をシームレスに連携していくことが大切だと考えている。

この挑戦は、日立グループだけで行うものではなく、グローバルワイドにパートナー企業と連携しながら行っていくものだと考えている。

日立グループは、このコンセプトに賛同が得られる世界中のパートナー企業と「Win-Win」の連携によって、このスマートなモビリティをグローバルに展開し、「Smooth and Sustainable」を実現することで、社会の発展に貢献していく。

参考文献など

- 1) 国土交通省、総合政策、モーダルシフト等の推進、
<http://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/freight/butsuryu03350.html>

執筆者紹介



奥田 竜雄

2008年日立製作所入社 情報制御システム社 経営企画室 事業戦略部所属
現在、主に交通システムの事業戦略に従事



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



松隈 信彦

1987年日立製作所入社、情報制御システム社 交通システム本部 所属
現在、鉄道を中心とした新事業推進に従事



福本 恭

1994年日立製作所入社、横浜研究所 社会インフラシステム研究部 所属
現在、社会インフラのシステム計画・制御の研究開発に従事
博士(情報科学)
電気学会会員



志村 明俊

2000年日立製作所入社、横浜研究所 社会インフラシステム研究部 所属
現在、鉄道システムを対象とした情報制御システムの研究開発に従事
博士(工学)
計測自動制御学会会員