

# システム創成と空間的心地よさの質について ～ITによるQoSCの向上とモビリティ～

長谷川 孝明†

† 埼玉大学大学院理工学研究科 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255

E-mail: † takaaki@hslab.ees.saitama-u.ac.jp

あらまし 本稿では、種々の心地よさのうち特に空間的心地よさの質 QoSC に着目し、システム創成論的観点から、ITによるQoSCの向上とモビリティを議論している。本研究はメタ研究的研究であり、オープンな研究/開発/施策のテーマ論である。QoSCではモビリティの高度化と空間そのものの心地よさ(居心地)が重要であり、ITによるモビリティの向上、モバイル/インフラ協調動作 MICOによるコンシェルジュ性の向上、生産・購買活動の高度化に言及している。

キーワード 空間的心地よさの質, システム創成, モバイル/インフラ協調動作, モビリティ, ライフスタイル, 価値観, ユビキタス・クラーク, プラットフォーム指向

## On Systems Innovation and Quality of Spatial Comfort — IT Based QoSC Improvement and Mobility —

Takaaki HASEGAWA

Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

255 Shimo-okubo, Sakura-ku, Saitama-shi, 338-8570 Japan

E-mail: takaaki@hslab.ees.saitama-u.ac.jp

**Abstract** This paper describes the quality of spatial comfort (QoSC) from the viewpoint of the systems innovation theory, in particular, the QoSC improvement by information technology (IT) and mobility. This research is a meta-research, and all the issues of research / development / policy themes in this paper are open. Mobility and comfort of the space itself are important for the QoSC. This paper refers to the mobility improved by IT, to the potential of concierge like performance improved by mobile/infrastructure collaborative operation (MICO), and also to IT in production and purchasing activities.

**Keyword** QoSC, Systems Innovation, MICO, Mobility, Lifestyle, concept of values, Ubiquitous Clerk, Platform Oriented

### 1. まえがき

20世紀に花開いた時空間を超越する技術として情報技術(IT)はめざましい進展を遂げてきた。中でもサイバー空間のITはその中心的存在として社会に浸透してきた。21世紀に入り、その技術はリアルワールドのITへとその方向性を強めてきた。

一方、社会に定着するシステム創成はいかにあるべきか、システム創成論とそれを応用した種々の検討を著者は重ねてきた[1]～[8]。この考え方の中で普遍的事項やいくつかの応用例も明らかになってきた。

本稿では、空間的心地よさの質(Quality of Spatial Comfort; QoSC)を対象として提起し、今後の研究、開発、施策として解くべき問題について論ずる。高度交通システム(ITS)が情報通信やポジショニング等のITにより高度化された人と物の移動システム(高度化されたモビリティ)であるのに対し、QoSCは人と物の

モビリティと、人間の基本行為の一つである購買を含めた居心地のよさに関してITにより高度化を行う分野で用いる言葉として提起し、議論を展開する。

### 2. システム創成論[1]～[8]

#### 2.1. 進歩(イノベーション)の三段階

人にも国にも進歩の三段階がある。これは、イノベーションの三段階といってもよい。人はまず、ソリューションを学んで改善することから始め、次に、問題を学んで、そのソリューションを生み出す。さらに進化すると、混沌とした社会や自然現象の中から解くべき問題をきれいに定式化する。これを著者は図1に示すように進歩(イノベーション)の三段階と呼んでいる。システム創成論の前提となる意識である。この中でも特に第三段階の重要性は強調すべき点である。

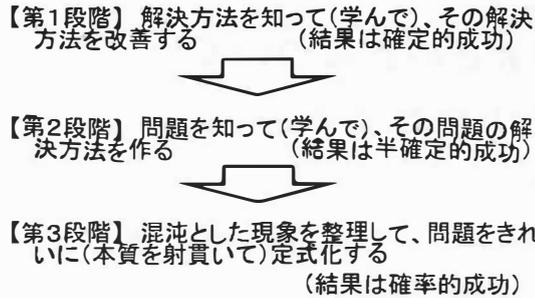


図1 進歩(イノベーション)の三段階。(研究(学)/開発(産)/施策(学)がやるべきこと)

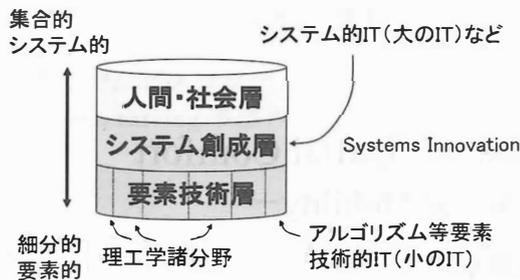


図2 理工学から人間社会への3階層モデル。

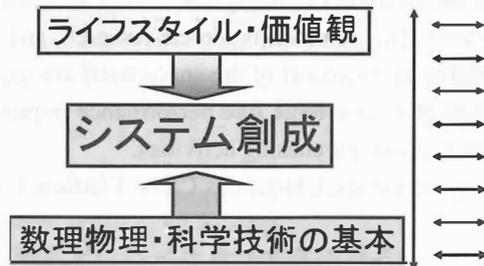


図3 システム創成は「数理物理・科学技術の基本」と「ライフスタイル・価値観」の両方を考慮してレイヤ毎に注意深く。

## 2.2. システム創成論の位置づけと基本

理工学から人間社会への3階層モデルを図2に示す。細分化された理工学分野では、人間社会に直接役立つシステムの創成にはギャップが大きすぎ、この間を埋める分野として、システム創成層を位置づける。上に行くほどシステムの、集会的であり、下に行くほど要素的、細分的である。

適切なシステム創成を行う際には、図3のように、

「数理物理・科学技術の基本」と、人間社会の「ライフスタイル・価値観」の両面から、慎重に検討を進める必要がある。図中右の矢印は、すべてのレイヤを一貫して考えるディレクタと各レイヤの専門家の協調による組織構成(縦糸と横糸の紡ぎ)が重要であることを意味している。

従来はシステムが単純であったため、見通しが良く、比較的システム創成層の役割は小さいものであったが、近年はこの部分の重要性が増してきている。この中の一つの側面はプラットフォーム指向に現れている。図4のようにシステムをシステム・バイ・システムで創ることから、プラットフォームの上の一つのアプリケーションとして創成することの重要性が増していることは明かである。

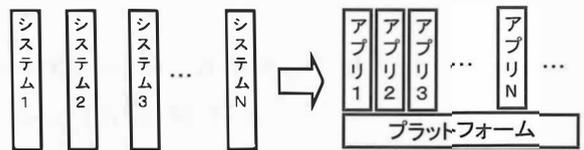


図4 プラットフォーム上のアプリケーションとしてシステムを実現。専用システムからプラットフォーム指向へ。

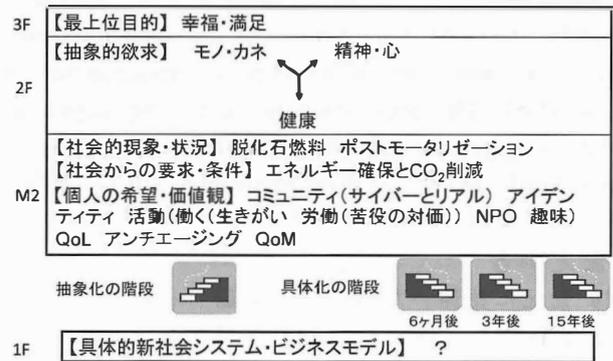


図5 抽象化の上り階段と具体化の下り階段による階層的システム創成の手法。

## 2.3. システム創成の手法と社会に定着するシステムの三要素

図5に抽象化の上り階段と具体化の下り階段による階層的システム創成の手法を示す。「数理物理・科学技術の基本」と、人間社会の「ライフスタイル・価値観」の両面を十分に考慮しながら、一步一步抽象化の階段

を上り、満たすべき境界条件を考慮しながら一步一步具体化の階段を下りる。

さらに、図6に社会に定着するシステム創成の三要素「ユビキタス時代のシステム創成経済活性化トライアングル」を示す。アウェアネス・エンハンスメント（気づきの範囲の拡大）の高度化は第一の要素であり、次いでこれに興味を持った場合に、人と物の移動の高度化が重要な要素となり、さらに、サービスや物の購買に関して決済の高度化がセットとなり、社会に定着しやすいシステムとなる。

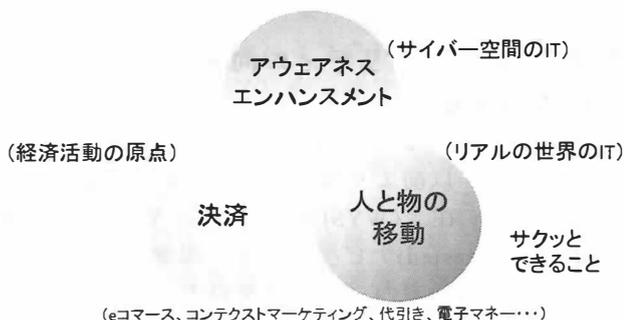


図6 社会に定着するシステム創成の三要素。ユビキタス時代のシステム創成経済活性化トライアングル。

## 2.4. システム創成基本5原則

ここではシステム創成基本5原則を挙げる。

- (1) システムは人間・社会のために存在する。この最上位概念をもってシステム創成（企画・設計・普及）に当たる。
- (2) 既にあるものはすべからく使う。修正する場合も修正は最小限に。従来のシステム、サブシステムの利用では不合理な場合に新たなシステム、サブシステムの創成を行う。
- (3) プラットフォームは人類の共有財産。プラットフォーム鉄の掟<sup>(注)</sup>に従う基本構造を持ち、排他的にならず、皆で協力してプラットフォームを創り、プラットフォームの上のアプリケーションやサービス、プラットフォームの下のベンディングで競争をする。また、マイグレーション（エボリューション）を前提とした基本設計になっていること。
- (4) ユーザの持ち物は One Device/ M Cards を境界条件とする。
- (5) 官はプロモータ。プロモーションの期間が終わった後、システムはそれ自体で自立できること。

(注) プラットフォーム鉄の掟： 特定のアプリケーションにも、特定のサブプラットフォームにも依存しないプラットフォームの基本設計

## 2.5. システム創成論の適用例

文献[7]～[8]の電気自動車の普及の考察や国際交通安全学会の研究プロジェクトで美濃市との共同社会実験に投入した超小型EV「美濃和紙イヴ」はこの考え方に則って、以下の三点

- (1) 乗りやすいより降りやすいという基本設計コンセプト → 回遊の発生
- (2) 町に溶け込み、置いてあるだけで町の魅力をアップする基本設計コンセプト → 町のオブジェ
- (3) 車よりドレス（スーツ）に近く、なおそのドレスは動く機能を持つという基本設計コンセプト → モビリティ・ドレス（スーツ）

を満たすように具体化の下り階段を下りて行ったものであるが、本稿ではこれ以上言及しない。この他の例についても改めて別の機会に示すこととする。

## 3. 「空間的心地よさの質」の提起と対象空間

### 3.1. 空間的心地よさの質 QoS

心地よさにも、人間関係で心地よい、達成感があって心地よい、好きなことに没頭できて心地よい、健康なことが何より心地よい等々いろいろな種類があり、また種々の切り分け方がある。ここでは、空間に依存するものと人間関係等空間を超越したものに切り分けて考察することとし、空間的な意味での心地よさの質を「空間的心地よさの質(QoS; Quality of Spatial Comfort)」と呼ぶことにする。

Facebook[9]や twitter[10]あるいは mixi[11]等の SNS (social networking service) は、インターネットにより時空間を超越したサイバー空間でのコミュニティへの所属とアイデンティティの発揮の場と捉えることができる。これに対し、イマナラ[12]はネットを利用したリアル空間のサービスであり、リアル空間の心地よさの向上と社会的無駄の削減といえる。このサービスにおいても、普及した携帯電話を用いて対象の店舗にストレスなく移動できることは重要である。セカイカメラ[13]も AR (Augmented Reality) を用いたリアル空間の質に関わるサービスである。歩行者ナビゲーションは、歩行者から見た空間的質の向上を目指すシステムと考えられる。たとえば、EZナビウォーク[14]はこの例である。また、著者らのグループでは、視覚障害者誘導用ブロックを用いたカメラ付き携帯電話による歩行者ナビゲーションシステム[15]、タイルカーペットを用いたカメラ付き携帯電話によるインドア歩行者ナビゲーション[16]、歩行者ナビゲーションの分類学[17]や歩行者ナビゲーションコンセプトレファレンスモデル[18]なども研究してきたが、いずれもリアル空間を対象とした心地よさの質に関する分野である。

### 3.2. QoSの対象空間と要素

QoSの対象とする空間は、都市、商店街、モール、建物内、店舗等のリアルな空間一般である。また、その要素は大きく分けて二つの面からなる。モビリティ面と空間そのものの面である。すなわち、ストレスなく意のまま移動しやすい（モビリティ）こと、そしてそこに居るだけで心地よい（居心地）ことである。

当然ではあるが、これらの重要性の重さは、対象とする空間の規模により異なってくる。すなわち、都市全体の空間と大規模なモールの空間、さらに小規模店舗内の空間ではその重さの比は変わる。しかしながら、モビリティ面と空間そのものの面の両者が二大要素となる点では変わらない。

### 3.3. QoSに関する多様性の重視

QoSを考える上で多様性の配慮は重要である。安全感、安心感、スピード感、ゆったり感、エキサイト感、癒し感、ワクワク感等々、人により求めるものは変わるし、何より同一人においても状況により求めるものは変わる。しっかりしたビジョン、統一的概念は重要であるが、一つの価値観に押し込めないことが肝要である。

### 3.4. ITによるQoS向上の意義

まず始めに、アウェアネス・エンハンスメントにより人の心が集まる。これは実際に人が集まることを誘発（人の移動）し、人が集まることで物が集まる（物の移動）。その結果、空間の価値の向上（経済効果）が発生する。

そのためのITあるいは工学は、グローバルに人や物を集め、経済効果を生みださせる意味で、人間社会に対する役割が少なくない。

## 4. モビリティの向上と空間

前節では、QoSを考える上で重要な要素として、モビリティ面（移動）と空間そのものの面（居心地）を挙げた。本節ではこの点を論ずる。

### 4.1. QoSにおけるモビリティの向上

移動のしやすさ、気持ちよい移動、速い移動等モビリティの向上は重要であるが、その対象は人と物のいずれにもある。人に関するモビリティの向上はQoSにおいて、重要な役割を果たすことは明かであるが、物に関するモビリティの向上も、その結果消費者の受けるサービスの迅速性や提供コストの低減、さらには物流と人の移動のコンフリクトから発生するロスの低減、人の移動中の環境の向上といった点からやはり重要である。言い換えれば、前者が直接的であるのに対し、後者は間接的であるといえる。

### 4.2. QoSにおける空間そのものの心地よさの向上

空間そのものの心地よさ（居心地のよさ）は、文字通り落ち着く、あるいは癒される、あるいは元気になる、あるいはただ佇んでいたい空間のコンセプトとそれに基づくデザイン（空間デザイン、都市デザイン等で）にITの寄与する余地はあるが、本稿では店舗における購買環境を取り上げる。ここでも空間から受ける直接的な印象の他に、リアルな物を目の前に確認し、欲しい物が合理的価格で入手可能であり、目の前の物に対するトリム要求の受け入れが可能な購買環境の実現がある。これについては7.で述べる。

## 5. ITによるモビリティの向上

### 5.1. 人の移動

人の移動において重要な点はコンシェルジュ性の実現である。以前より著者は、直感的な案内や示唆の環境をWyNE（WYSIWYAS(What You See Is What You Are Suggested)ナビゲーション環境）と呼んでいるが、この直感的案内WyNは次のような三要素からなるコンシェルジュ性を持つことを基本としている[6]。すなわち、

(1) 個人個人に向けて（言語を含めて）

(2) コンテキスト・サービスで

(3) 直感的に

である。

近年発展の著しい携帯端末とクラウドによるQoSの向上はもちろんであるが、固定設置の端末（インフラ）の利用も効果的であり、これについては6.で述べる。

### 5.2. 物の移動

物流（ロジスティクス）において、基本システムにおけるITの重要性は言うまでもないが、携帯端末を持つ消費者にとっても、クラウドを含むITによる物流の高度化は直接的な恩恵を生む。この際にもコンシェルジュ性の実現は重要な点となる。

### 5.3. 交通施策

従来、交通は都市間交通と域内交通の二点で考えることが多いが、今後、高速道路網の充実ばかりでなく、リニア高速鉄道等の発展から鉄道シフトの可能性や考えられ、巨大都市間交通、隣接都市間交通、域内交通の三者で考察することの意味も少なくない。しかしながら、本稿では紙面の都合で域内交通に限って議論を行う。

域内交通では平面交差の効率化と道路の利用方法等が重要なテーマとなる。平面交差に関しては諸外国も含めると、交通量の多い状況で有利な信号化交差点と安全/低コスト/低ストレスのラウンドアバウトが主として検討されてきたが、近年ユビキタス・センサ・

ネットワーク時代に入り、その信号制御方式にも種々の可能性が出てきた。すなわち、サイクル/スプリット/オフセットのパラメータを最適制御することによる現示の制御（間接制御）からユビキタス・センサ・ネットワークから得られる時々刻々の人と車両のデータによる現示の直接制御へのパラダイム転換の可能性があり、著者らは2000年より、後者の信号制御方式の研究を、高度信号制御方式(ADS)およびその発展形として進めている[19]~[22]が、その性能の全貌が明らかになってきた。また、先進諸外国で多数見られるラウンドアバウト[23]~[24]も期待され、著者らもその比較を進めている[25]~[26]。将来、高度信号化交差点（高効率/低ストレス/安全）とラウンドアバウト（安全/低コスト/低ストレス）の二極分化の進む可能性も低くない。

現在日本では歩車分離（2種分離）が中心であるが、電気自動車(EV)や自転車を始めとする低速車、マイクロモビリティの分野の急激な発展も予想され、域内交通では2種分離から普通車/低速車/歩行者の3種分離は重要である。このときに、同一道路上でのレーンの分離と低速車/歩行者専用ゾーンのようなゾーンの分離があるが、本稿では紙面の都合で言及せず、別の機会に述べる。

## 6. MICOによるコンシェルジュ性の向上

WyNEとコンシェルジュ性、人の移動におけるコンシェルジュ性、物の移動におけるコンシェルジュ性については既に述べたが、更なる高度化で考慮すべき点を述べる。社会への普及を、あらゆる場所での利用を考えると、人々の持つ携帯端末の利用は有利であり、事実多くのサービスでは、これを基本とする。一方、限られた場所では、設置型の端末（インフラ）もその設置位置が固定であること、HMIに利用可能な面積が大きく取れること、端末を持たない人でも利用可能であること等の有利さを持つ。ここで、更なる性能向上に、モバイル/インフラ協調動作(MICO)の実現を挙げる。付いて回る携帯端末的コンシェルジュと要所要所に居るコンシェルジュ、それらを繋げるMICO。すなわち、インフラとモバイルの相互補完である。これは本来あるべき自然の姿といえる。これらについての具体例も機会を改めて述べる。

## 7. 生産・購買活動の高度化

ここではユビキタス・クラーク（ユビキタス店員さん）による生産・購買活動の高度化を述べる。著者らはこれまで消費者にとっての店舗の店員の提供する3機能を機械で提供するシステムをWyNISTとして提案している[27]~[29]。ここで3つの機能とは、

- (1) 商品やサービスの情報へのWyN機能
- (2) 商品やサービスの提供される場所へのWyN機能
- (3) 目の前の商品を比較対象（基準）として、真に欲しい商品のテイストを直感的に上流に伝える機能である。全く存在しない物のマーケットリサーチによる発見ではなく、物を目の前にしてそのものからのトリム要求の汲み上げをするシステムで、消費者の欲しくない無駄な商品の生産と輸送、そして売れ残りの廃棄の削減によるコストの減少と環境面への寄与が目的である。生産者と消費者を含む一般社会への貢献が期待され、この分野の更なる発展が望まれる。

## 8. むすび

本稿では、空間的心地よさの質QoSCについて、システム創成論的観点から、ITによるQoSCの向上とモビリティを中心に議論した。本研究はメタ研究的研究であり、オープンな研究/開発/施策のテーマ論であり、この中から個別に深め、発展して行く分野ができてくることを期待している。

まず、システム創成論の概容を述べた上、空間的心地よさQoSCの提起と対象空間、モビリティの向上と空間を論じ、ITによるモビリティの向上、モバイル/インフラ協調動作MICOによるコンシェルジュ性の向上、生産・購買活動の高度化について述べた。今後はこれらの具体化、実現を含む分野の発展に向けて注力したい。

## 文 献

- [1] 長谷川孝明, "ITSとシステム創成に関する一考察," 信学技報, ITS2002-120, pp.13-17, Mar. 2003.
- [2] 長谷川孝明, "ITSプラットフォーム"EUPITS"~実現へのアプローチ~, "信学技報, ITS2003-8, pp.41-47, May, 2003.
- [3] 長谷川孝明, "ITSプラットフォーム"EUPITS"~具体化に向けて~, "信学技報, ITS2003-26, pp.29-34, Sept. 2003.
- [4] 長谷川孝明, "生活者ITSプラットフォームとPDAについて," 信学技報, ITS2004-27, pp.71-77, Sept. 2004.
- [5] 長谷川孝明, "ITS分野の体系化について," 信技術報, ITS2004-97, pp.47-52, Mar. 2005.
- [6] 長谷川孝明, "WYSIWYASナビゲーション環境の実現ーリアルワールドのITの意味ー," 信学技報, ITS2008-30, pp.19-24, Dec. 2008.
- [7] 長谷川孝明, "システム創成の視点からみた電気自動車普及のシナリオ," 信学技報, ITS2008-65, IE2008-235, pp.177-182, Feb. 2009.
- [8] Takaaki HASEGAWA, "Diffusion of Electric Vehicles and Novel Social Infrastructure from the Viewpoint of Systems Innovation Theory," IEICE Trans. on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol.E93-A, No.4, pp.672-678, Apr., 2010.
- [9] <http://www.facebook.com/>

- [10] <http://twitter.com/>
- [11] <http://mixi.jp/>
- [12] <http://imanara.jp/index.html>
- [13] <http://sekaicamera.com/>
- [14] [http://corporate.navitime.co.jp/service\\_jp/](http://corporate.navitime.co.jp/service_jp/)
- [15] 山下清司, 長谷川孝明, “視覚障害者誘導用ブロックを用いた M-CubITS 歩行者ナビゲーションシステムについて,” 信学論, vol.J88-A, No.2, pp.269-276, Feb. 2005.
- [16] Tetsuya MANABE, Takaaki HASEGAWA, Yoshihiro MATSUOKA, Seiji FURUKAWA, Akira FUKUDA, "On the M-CubITS Pedestrian WYSIWYAS Navigation Using Tile Carpets," Proc. of the 10th IEEE Intelligent Transportation Systems Conference (ITSC'07), Seattle, USA, CD-ROM, pp. 879-884, Sep.30-Oct.3, 2007.
- [17] 間邊哲也, 長谷川孝明, “分類学の観点からみた歩行者ナビゲーションシステムの研究トレンド,” 信学技報, ITS2009-65, pp.159-164, Feb. 2010.
- [18] 間邊哲也, 長谷川孝明, “行者ナビゲーションコンセプトトリファレンスモデル,” 信学会技報, ITS2009-96, pp.65-70, Mar 2010.
- [19] 加藤泰典, 長谷川孝明, “車両により制御される交通信号 -交通信号のパラダイム転換-, “ 信学技報, ITS2000-33, pp.67-71, Sept. 2000.
- [20] 麻生敏正, 長谷川孝明, “高度デマンド信号制御 II 方式,” 信学論 A, Vol.J92A, No.6, pp.419-433, June, 2009.
- [21] 麻生敏正, 長谷川孝明, “全自動高度デマンド信号制御 II 方式,” 信学論 A, Vol.J93-A, No.8, pp.544-554, Aug. 2010.
- [22] 麻生敏正, 長谷川孝明, “遅れ時間と平均アイドリング時間の関係と高度デマンド信号制御 II 方式の改善,” 第 9 回 ITS シンポジウムプロシーディングス, CD-ROM, Dec, 2010.
- [23] Werner BRILON, "Roundabouts - A State of the Art in Germany," National Roundabout Conference, Vail, Colorado, May, 2005.
- [24] 中村英樹, 大口敬, 馬淵太樹, 吉岡慶祐, “日本におけるラウンドアバウトの計画・設計ガイドの検討,” 交通工学研究会, 交通工学, No.44, pp24-33, 2009.
- [25] 彌勒地進, 麻生敏正, 長谷川孝明, “ラウンドアバウトと信号化交差点の性能比較,” 信学技報, ITS2009-104, pp.113-118, Mar. 2010.
- [26] 彌勒地進, 麻生敏正, 長谷川孝明, “ラウンドアバウトと信号化交差点における比較基準について,” 信学技報, ITS2010-22, pp.15-20, Dec. 2010.
- [27] 芹澤崇, 足洗祐太, 平田恭崇, 長谷川孝明, 駒崎裕之, “購買環境を高度化する WyNIST の提案,” 信学技報, ITS2009-30, pp.73-78, Dec. 2009.
- [28] 芹澤崇, 長谷川孝明, 駒崎裕之, 関谷浩史, “購買環境を高度化する WyNIST の売り場案内機能に関する実験 -実環境におけるナビゲーション実験-, “ 第 8 回 ITS シンポジウムプロシーディングス, CD-ROM, pp.195-200, Dec. 2009.
- [29] 芹澤崇, 長谷川孝明, 駒崎裕之, 荒尾和史, 奥野康生, 伊藤宏紀, 安藤祐二, “購買環境を高度化する WyNIST の実験-空港におけるナビゲーション実験-, “ 信学技報, ITS2009-63, pp.147-152, Feb. 2010.