

平成22年3月修了  
博士（工学）

（和文題目） 地方部 ITS の効果構造と評価手法の構築

（英文題目） An effect structure and evaluation method for rural ITS

高知工科大学大学院 工学研究科 基盤工学専攻

1 1 2 8 0 0 2

岡村 健志

Kenji Okamura



平成22年3月修了  
博士（工学）

（和文題目） 地方部 ITS の効果構造と評価手法の構築

（英文題目） An effect structure and evaluation method for rural ITS

平成22年3月18日

高知工科大学大学院 工学研究科 基盤工学専攻

1 1 2 8 0 0 2

岡村 健志

Kenji Okamura





(要旨)

本研究は地方部 ITS（高度道路交通情報システム）の機能設計と評価のための新たな方法論を提案するものである。

本来、ITS の機能設計と評価は表裏一体である。ITS を構成する機能が地域のある問題に作用することで、ITS は地域にとって有用なシステムであると評価されるものである。

また機能設計や評価は、地域固有の問題構造に基づく必要がある。地方部における ITS は、地域固有の問題解決手段の一つとして開発された対策であるために、その対策は地域によってユニークであり、必ずしも他地域で同様に展開できるとは限らない。特に地方部では、独特の環境や属性に加え、事業主体の経済状況などの条件が異なることから、これまでの全国画一的な事業運営だけではなく、地域の問題構造にあった柔軟な施策選択や運用が必要とされる。

しかしながら、今日の ITS に対する評価に関する研究や事例などにおいては、地方部での ITS の取り組みを他地域での参考のためにデータベース化して紹介する、あるいはそれらのアウトプット評価などの効果分析にとどまっている。また、機能設計などにおいても地域での導入報告などがほとんどで、体系的に機能を構築する手法は明らかにされていない。そこで、本研究では、地域の問題構造を踏まえた ITS の機能設計、評価プロセスを提案した。

まず、第 1 章においては、本研究の背景と目的を述べた。続いて、第 2 章においては、地方部における道路交通問題や ITS に期待される役割や懸念される問題点などを整理するとともに、ITS の評価に関する既存の研究をレビューし、本研究の位置づけを明らかにした。

第 3 章においては、これまで各地で取り組まれてきた事例と同様な手法で、地方部における道路交通問題解決のための実証的な ITS の提案とその効果を検証した。はじめに、地方部の道路交通問題に対して、筆者が事業主体となる地方行政や関係機関とともにアンケート調査や観測調査などの各種調査あるいは協議会などの開催によるステークホルダーの議論により、対象とする問題や現状について分析し、問題の原因を明らかにした。次に、先進事例や類似の取り組みなどを参考として、現状・問題分析の結果に対して ITS の基本・実施設計を行い、システムを開発した。システム導入後においては、ITS に対する利用者の意識調査や事象に対する観測調査を実施し、導入前後の意識や事象の比較、導入後の満足度や必要性について分析した。最後に、運用後における事業主体の ITS に対する問題意識などを通して、地方部 ITS の重要性を評価する上で、既存手法を利用することによる限界や問題点について論述した。なお、本研究では、高知県におけるノーガード電停問題とトンネル歩行者問題をケーススタディとし前述の取り組みを行った。ノーガード電停問題とは、路面電車の電停が車の走行する道路上にマーキングされただけの平面電停において、走行する車が路面電車の乗降客との接触事

故などを引き起こす問題である。トンネル歩行者問題とは、歩道が狭小なトンネル内を通行する通学生や遍路の危険性に関わる問題である。

第4章においては、前述までで明らかとなった事業評価の問題点を解決しうる評価手法として、地方部 ITS の重要性を適正に評価する評価手法を提案した。ITS が対象とする問題点と地域、ITS やその他の手段との定性的な関係を、地域の意識構造からロジックモデルとして展開するとともに、それらの定量的な関係性を示すことのできる機能設計および評価手法を提案した。

第5章では、第4章で提案した評価手法の実行可能性を検証するために、第3章でケーススタディとした2テーマについて、地域における ITS の定性的な効果構造を明らかにするとともに、それらの定量的な関係性を調査し、提案した評価手法論にそった分析を行った。

第6章では、ロジックモデルを構成する地域の意識構造について、地域に対するアンケート調査から重回帰分析を行うことで、それらの意識構造の定量化を試みた。また、それらの結果から、ロジックモデルの有効性を検証するとともに、それぞれの構造を説明し、ロジックモデルを定量化することの意味について言及した。

最後に、第7章において、第7章では提案する手法と既存手法との違いやそれらの手法から設計された結果について検証することで、本研究の結論とした。

# 目次

<b>1 序論</b>	<b>1</b>
<b>2 地方部における道路交通問題や ITS の動向</b>	<b>6</b>
2-1 地方部における地域 ITS の役割と研究	7
2-2 研究の位置づけ	10
<b>3 地方部 ITS の機能設計や評価の課題検証</b>	<b>15</b>
3-1 トンネル歩行者問題に対する地方部 ITS の導入と評価	17
3-1-1 問題の概要	17
3-1-2 地方部 ITS の導入と設計	18
3-1-3 地方部 ITS の評価	24
3-2 ノーガード電停問題に対する地方部 ITS の導入と評価	35
3-2-1 問題の概要	35
3-2-2 機能設計のプロセス	36
3-2-3 地方部 ITS の評価	45
3-3 既存手法による機能設計と評価の課題	53
<b>4 地方部 ITS の評価手法の提案</b>	<b>55</b>
4-1 これまでの ITS 設計、評価の問題点と提案する手法の特徴	56
4-2 提案する ITS の評価手法の概略	57
4-2-1 ロジックモデルの活用	57
4-2-2 問題構造化分析に基づくロジックモデルの構築	59
4-3 地域 ITS の評価手法の提案	61
4-3-1 地域の問題構造化分析	61
4-3-2 ロジックモデルの構築	62
4-3-3 ロジックモデルの定量化	64
<b>5 地方部 ITS のロジックモデルの構築</b>	<b>67</b>
5-1 トンネル歩行者問題に対する地方部 ITS の効果構造分析	68
5-1-1 認知マップの作成	68
5-1-2 ロジックモデルへの展開	71
5-1-3 ロジックモデルに対応した機能の設計	72
5-1-4 ロジックモデル適用によるトンネル歩行者問題に対する ITS の機能設計と評価	

	74
<b>5-2 ノーガード電停問題に対する地方部 ITS の効果構造分析</b>	<b>76</b>
5-2-1 問題構造マップの作成	76
5-2-2 ロジックモデルへの展開	80
5-2-3 ロジックモデルに対する ITS の機能設計	81
5-2-4 ロジックモデル適用によるノーガード電停問題に対する ITS の機能設計と評価	83
<b>5-3 まとめ</b>	<b>83</b>
<b>6 ロジックモデルの検証と定量化</b>	<b>85</b>
<b>6-1 トンネル歩行者問題の意識構造に対する定量化</b>	<b>86</b>
6-1-1 アンケート調査の概要	87
6-1-2 歩行者の不安感(A)とその原因	89
6-1-3 歩行者の不快感(H)とその原因	91
6-1-4 ドライバーの不安感(M)とその原因	93
6-1-5 トンネル歩行者問題のロジックモデルの定量化に関するまとめ	95
<b>6-2 ノーガード電停問題の意識構造に対する定量化</b>	<b>97</b>
6-2-1 アンケート調査の概要	97
6-2-2 ドライバーの不安感(A)とその原因	99
6-2-3 乗降客の不安感(K)とその原因	102
6-2-4 ノーガード電停問題のロジックモデルの定量化に関するまとめ	104
<b>6-3 定量データの取り扱い</b>	<b>105</b>
6-3-1 定量モデルの ITS 設計と評価への有益性	105
6-3-2 まとめ	107
<b>7 まとめ</b>	<b>109</b>
7-1 研究の結論	110
7-2 課題と今後の展望	119
<b>8 参考資料</b>	<b>121</b>

参考文献

謝辞

# 1 序論

---

本研究は地方部 ITS（高度道路交通情報システム）の機能設計と評価のための新たな方法論を提案するものである。

本研究でいう地方部 ITS とは地方部における地域 ITS を指す。地域 ITS は地域において交通・移動分野への IT 技術の活用を図ることにより、自動車交通問題の解決や住民等の生活の向上と経済の活性化を目指したシステムや取り組みの総称である。また、本論では以後、地域 ITS を ITS と簡略化して記載する。

本来、ITS の機能設計と評価は表裏一体である。ITS を構成する機能が地域のある問題に作用することで、ITS は地域にとって有用なシステムであると評価されるものである。

また機能設計や評価は、地域固有の問題構造に基づく必要がある。地方部における ITS は、地域固有の問題解決手段の一つとして開発された対策であるために、その対策は地域によってユニークであり、必ずしも他地域で同様に展開できるとは限らない。特に地方部では、独特の環境や属性に加え、事業主体の経済状況などの条件が異なることから、これまでの全国画一的な事業運営だけではなく、地域の問題構造にあった柔軟な施策選択や運用が必要とされる。

しかしながら、今日の ITS の評価に関する研究や事例などにおいては、地方部での ITS の取り組みを他地域での参考のためにデータベース化して紹介する、あるいはそれらのアウトプット評価などの効果分析にとどまっている。また、機能設計などにおいても地域での導入報告などがほとんどで、体系的に機能を構築する手法は明らかにされていない。

本研究の構成は 7 章からなる。第 2 章で既存の研究をレビューし、本研究の位置づけを明確にした後、第 3 章では既存の ITS の機能設計および評価手法を実際の事例に適用し、既存手法の問題点を明らかにする。第 4 章でそれらの問題点を解決する新たな ITS の機能設計および評価手法を提案する。第 5 章、6 章では、第 3 章での事例に対して、第 4 章で提案した新たな手法を適用し、そのプロセスや結果から得られた知見をもとに提案する手法の利点や課題について言及する。最後に第 7 章では研究の結論を述べる。

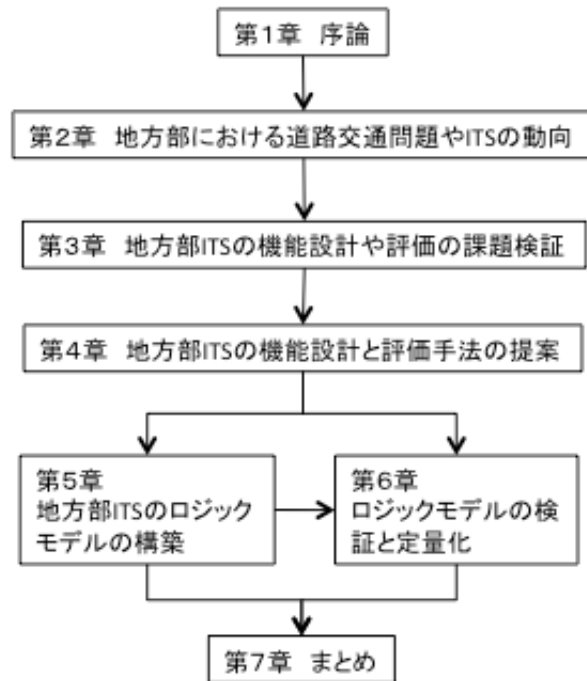


図 1 研究のフロー

まず、第 1 章においては、本研究の背景と目的を述べた。続いて、第 2 章においては、地方部における道路交通問題や ITS に期待される役割、懸念される問題点などを整理するとともに、ITS の評価に関する既存の研究をレビューし、本研究の位置づけを明らかにする。

第 3 章においては、これまで各地で取り組まれてきた事例と同様な手法で、地方部における道路交通問題解決のための実証的な ITS の提案とその効果を検証するとともに、それらの手法について考察を行う。

はじめに、地方部の道路交通問題に対して、筆者が事業主体となる地方行政や関係機関とともにアンケート調査や観測調査などの各種調査あるいは協議会などの開催によるステークホルダーの議論により、対象とする問題や現状について分析し、問題の原因を明らかにする。次に、先進事例や類似の取り組みなどを参考として、現状・問題分析の結果に対して ITS の基本・実施設計を行い、システムを開発する。システム導入後においては、ITS に対する利用者の意識調査や事象に対する観測調査を実施し、導入前後の意識や事象の比較、導入後の満足度や必要性について分析する。最後に、運用後における事業主体の ITS に対する問題意識などを通して、地方部 ITS の重要性を評価する上で、既存手法を利用することによる限界や問題点について論述する。

なお、本研究では、高知県におけるノーガード電停問題とトンネル歩行者問題をケーススタディとし前述の取り組みを行う。ノーガード電停問題とは、路面電車の電停が車の走行する道路上にマーキングされただけの平面電停において、走行する車が路面電車

の乗降客との接触事故などを引き起こす問題である。トンネル歩行者問題とは、歩道が狭小なトンネル内を通行する通学生や通勤者の危険性に関わる問題である。

第4章においては、前述までで明らかとなった事業評価の問題点を解決しうる評価手法として、地方部 ITS の重要性を適正に評価する評価手法を提案する。

地方部 ITS の評価はこれまでにその機能に対する精度や速度などの技術的評価、利用者の意識や反応からみた効果計測といった点に重みがおかれていたために、地方部の ITS の取り組みの有効性や技術的価値については認識できるものの、地方部 ITS の地域における重要性や必要性を社会に対して客観的に説明するに至らない。また、地方部 ITS の社会的な便益を評価する試みもあるものの、それらの便益は評価者によって無意識に定義づけられたものであり、便益を受けるはずである地域の意識モデルに基づいたものではない。

地方部 ITS が対象とするのはそれぞれの地域の道路交通問題であるために、それぞれの地域が地方部 ITS の受益者となる。つまり、地方部 ITS の便益は、市民や利用者といった地域の意識から定義されるものである。また、地方部 ITS やそれが対象とする地域の道路交通問題は、地域の地形、気候などの自然条件、地域の社会的資本の整備状況や土地利用特性といった社会的環境、市民や利用者の属性、地方行政や交通事業者などの人的、財政的資源、制度や慣例などの状況下において存在する問題であり、手段である。つまり、地方部 ITS は同じシステムであっても、それらの変数によって、ITS の有効性や ITS に対する反応は唯一なものとなるはずである。そのために、地方部 ITS は、地域の問題構造に基づいて機能設計や評価が行われる必要がある。

これらの考え方から、ITS が対象とする問題点と地域、ITS やその他の手段との定性的な関係を、地域の意識構造からロジックモデルとして展開するとともに、それらの定量的な関係性を示すことのできる機能設計および評価手法を提案していく。

第5章では、第4章で提案した評価手法の実行可能性を検証するために、第3章でケーススタディとした2テーマについて、地域における ITS の定性的な効果構造を明らかにするとともに、それらの定量的な関係性を調査し、提案した評価手法論にそった分析を行う。

まず、各問題のステークホルダーへのインタビュー調査や議論を通じ、問題に対する地域の認識を網羅した意識構造を構築するとともに、それらから問題の論理部分をロジックモデルに展開し、問題と原因の因果関係について定性的に分析する。

一方で、問題と関連のある一般的な事業について、文献調査などから関連事業とそれらの事業の効果構造を整理する。こうして整理した問題の論理構造と関連事業の効果構造を組み合わせることで、問題に対する ITS や関連する代替事業との定性的な効果構造についての地域の論理構造をとりまとめる。

第6章では、ロジックモデルを構成する地域の意識構造について、地域に対するアンケート調査から重回帰分析を行うことで、それらの意識構造の定量化を試みる。また、



それらの結果から、ロジックモデルの有効性を検証するとともに、それぞれの構造を説明し、ロジックモデルを定量化することの意味について言及する。

最後に、第 7 章において、これまでの知見を取りまとめ、地方部 ITS の評価手法として提案するとともに、提案する評価手法の有効性や課題について整理し、本研究の結論とする。

## 2 地方部における道路交通問題や ITS の動向

---

## 2-1 地方部における地域 ITS の役割と研究

道路は、人や物を運ぶトラフィック機能、道路利用者が建物や土地に出入りすることのできるアクセス機能といった交通機能に加え、市街地形成機能、防災機能、環境機能、収容機能などの空間機能を備えており、交通体系の中核として国土を支えるだけに留まらず、地域づくりの基盤や新しいライフスタイルに対応した機能を備えている。

一方で、高知県では、主要地方道の改良率が全国平均の 75% に対して 44%、一般県道は 59% に対して 28% と低い上に、年間の異常気象事前通行規制実績は 133 回、道路災害による通行止めは 61 回と道路基盤が全国と比較して脆弱である<sup>1</sup>。これらに代表されるように一般的に地方部におけるモビリティ環境は、大都市と比較すると、1) 十分な幅員が確保されていない道路が多くある、2) 高規格な幹線道路があまり整備されていない、3) 公共交通を使って移動できる範囲が少ない、4) 公共交通の運行頻度が低いなど、十分な整備状況やサービスレベルにない。

地方部では、道路整備や公共交通網の充実といったインフラ整備などによる抜本的な対策が望まれているものの、地方自治体や交通事業者の財務状況は芳しくない上に、利用者が少なく、望まれる整備に対しても十分な投資が見込めない状況にある。高知県の歳出構造をみても、経常的経費が約 8 割を占めており、投資的経費は 2 割程度に制限されている<sup>2</sup>。

このようななかで、ハード整備などの抜本的対策だけに頼ることなく、比較的短期間かつ低予算で実施可能なソフト施策で本来道路が提供すべき機能を提供することも必要とされており、地域 ITS（高度道路交通システム）は地域の課題を解決するための実践的な手段として注目されつつある。

これまでの地域 ITS に関わる研究は多種あるが、大きく 4 分類の研究として整理できる。一つ目には、久保田ら<sup>3</sup>のように構築する技術の精度を評価するシステムに関わる研究がある。久保田らはドライビングシュミレータなどを用いて通信やサービスレベルの評価を行うビークルオフィス環境評価システムを紹介している。

二つ目には、過去に筆者ら<sup>4</sup>も行ったように地域 ITS の導入事例を紹介するとともに、観測調査や利用者アンケート調査などの効果分析から地域 ITS を評価する研究がある。地域 ITS に関する研究の多くはこの種のものである。

本田ら<sup>5</sup>は、豊田市のコミュニティバスに簡易デマンドシステムを採用した事例に対して、導入前後でのデマンドシステムによる運行遅れ時間短縮の観測調査やデマンドシ

システムの利便性や提供するサービスの満足度などについての利用者アンケート調査を通じて、地域 ITS を評価している。また、上村ら<sup>6</sup>は、ドライブ観光客に携帯電話やメールで地域情報を提供する地域 ITS 実験を対象として、サーバログ解析や利用者アンケート調査を通じて、情報提供による来訪者像効果や行動変容、サービスの満足度について整理し、地域 ITS が地域活性化に貢献する可能性を示唆している。

国土交通省<sup>7</sup>はこれらの各地の取り組みについて整理している。この報告は、地域 ITS の効果計測のための支援ツールの一つとして、各地域において導入を検討しているサービスに対し、その効果の大きさを概括するとともに、その有効性について対外的に説明するための参考資料とすることを意図して作成されたものである。

具体的には、「車載器によるドライバーへの情報提供」「インターネット、道の駅等による情報提供」「駐車場情報の提供」「安全運転の支援」「路面凍結及び降雪予測」「災害等の検知」「無許可特殊車両の監視」「公共交通情報の提供」「デマンドバスシステム」「総合交通情報の提供」「歩行者 ITS」といった 11 種のサービス・39 事例について、道路交通の円滑化、環境の改善、駐車場利用の効率化・利用促進、公共交通利用の促進、交通事故の削減、利用者満足度の向上(利用者メリット・有用性・利用意向)、モビリティの向上、地域の活性化、地域の情報化の推進、管理業務(作業)の効率化、管理業務の質的向上、事業者の事業効率の向上といった効果を整理し、紹介するものである。

このようにこの報告では、評価的な観点からは各サービスの有用性を図るための評価事例の紹介や効果の紹介といった点が特徴として挙げられる。

三つ目には、地域 ITS の費用便益分析やコストパフォーマンス評価を試みた研究として有村や加治屋らの取り組みがある。

有村ら<sup>8</sup>は、冬の峠情報提供をケーススタディに、モニタに対する選好意識表明調査(SP 調査)を実施し、峠道路情報提供の効果の便益評価を試みている。SP 調査から得られたデータを元に、情報の有無による一般化費用の差を ITS の便益として求めている。次に、有村ら<sup>9</sup>は、道路情報提供を事例に、地域 ITS の価値を推定することを目的として、表明選考調査から既存の便益評価フレームに沿って、便益が試算されており、道路情報提供のニーズの確認、利用者の傾向分析、一般化費用から算定した便益推定、感度分析から効果増大のための施策検討まで行われている。加治屋ら<sup>10</sup>は、北海道で実施される ITS について、その効果項目と効果の定量的な計測手法について検討している。また、それと同時に定量的に計測可能な効果だけでは、地方部では交通量の少なさなどから便益が大きく発現しないと、心理的ストレスの低下などといった非市場的な価値の評価の必要性について提案している。ほかにも、北海道開発土木研究所防災雪氷研究室<sup>11</sup>では、地域 ITS の評価手法として、CVM での計測事例などが報告されている。

四つ目には、地域 ITS の評価の体系化や政策デザインを試みた研究がある。金ら<sup>12・13</sup>は、韓国済州市での地域 ITS の導入に対して、アンケートなどから利用者満足度を計測することで地域 ITS の満足度評価を行っている。またさらに、地域 ITS の目的との整合性に関する評価手法として、「評価する地域 ITS プログラムの確認」「地域 ITS プログラムの構築目標の確認」「評価項目の選択」「データ収集と評価方法設定」といった4つのプロセスから構成する整合性評価を提案している。

周藤ら<sup>14</sup>は、中国地方を対象として地域 ITS の地域特性との対応を検証し、整備効果を計測している。中国地域の地域特性を整理し、それと実際に展開されている ITS との関係づけを行うことで、地域 ITS の社会的受容性について考察している。また、歩行者 ITS を例として、モニタ利用者評価から導入効果を整理している。

廣瀬ら<sup>15</sup>からは、北海道で実施した地域 ITS フィールド実験の検討手法や効果計測手法が紹介されている。事業導入においては、行政、大学、産業界などから構成する約300名もの関係者を対象にホームページでの情報交換やアンケートを通じて地域 ITS フィールド実験の内容を検討している。また、効果計測では費用便益分析から B/C や利用者意識調査などから総合的に評価する手法などが紹介された。

さらに地方部 ITS の評価ガイドラインとして、ITSJapan<sup>16</sup>により政策評価・行政評価アプローチから ITS 評価の考え方を整理、例示されている。ITS 情報通信システム協議会<sup>17</sup>からは ITS サービスのモデル化や費用対効果、役割分担等が示されている。

ITS 評価ガイドラインでは、(1) 地域 ITS の導入可能性を判断するための材料の提供 (2) 地域 ITS の成果や反省点の共有・フィードバックのための仕組みづくりの材料提供、を目的とし、地域 ITS の施策立案から検証・評価、フィードバックまでのサイクルにおいて必要となる検討事項と検討のための参考情報がされている。評価の対象は施策（政策を実現するための具体的手段）および事業（施策を構成するパーツ）レベルにおける ITS の有効性に設定されている。

具体的には、まずは地域 ITS の効果体系の整理として、「移動の品質向上」「地域生活の品質向上」「地域経済の品質向上」「地域行政の品質向上」「地球環境への貢献」といった5つの大分類、さらには14の中分類、36の小分類の地域 ITS の効果を整理し、ITS システムアーキテクチャの56の個別利用者サービスのなかからすでに導入されている事例のあるサービスとの対応が検討されている。

次に、施策・事業の実施前に事前評価を実施することを提言し、その評価の基準として「妥当性」「有効性・効率性」「緊急性」「他施策との整合性」「代替性・柔軟性」「戦略性」などを示すとともに、事後評価時における効果計測指標と目標値を設定するという必要を示し、事前評価を実施する際の基本的な考え方を示している。効果計測指標に関しては、既存の各地における評価事例をもとに地域 ITS の36の効果（小分類）に対する整理を行っている。

事前評価の次のステップとして、モニタリング・事後評価を実施することを提言し、そのために必要なモニタリングデータや計測手法の整理、事後評価の視点について整理している。

最後に、評価結果を自地域および他地域にフィードバックすることを提案している。このように、ITS 評価ガイドラインにおいては、地域 ITS の導入可否や継続、あるいは変更、継続、中止といった判断のための評価について、地域 ITS の地域 ITS の施策の立案から評価のフィードバックまでの基本的な考え方を示しているものである。

地域 ITS 情報通信システム WG 報告書（案）では、個別の計画策定の際に、共通の参考書となるリファレンスモデルを参照することで効率化が図れるという思いの元に、地域特性をマクロでとらえることにより、リファレンスモデルとして地域 ITS サービスモデルを作成し、各モデルの費用便益や官民分担の考えについて整理している。

具体的には、都市の課題や特性から最適なサービスを抽出し、それらを数量化理論により分類し、地域 ITS サービスモデルとして「公共交通利用支援モデル」「物流環境支援モデル」「沿道環境改善モデル」「災害時緊急対応モデル」「渋滞解消モデル」「安心・安全な街モデル」「歩行者支援モデル」の7つを整理している。

次に、各サービスモデルの物理モデルを考慮し、人口、車両数などの都市モデルの想定規模および、普及率、ランニング費用を加味し5年間で発生する各モデルの費用を算出するとともに、各モデルのメリットを時間便益、走行費用便益、交通事故減少、環境といった視点から定量化することにより各モデルの便益を算出し、各モデルの費用対効果を整理している。

また、(1) サービス提供の実現性 (2) サービスの社会的意義、必要性といった2つの評価軸を設置し、評価項目（サービス提供の実現性：技術的難易度・投資規模・ルール上の障壁・市場メカニズム、社会的意義、必要性：メリット享受者の特定可否・行政目的との合致性・社会的基盤整備・公共の福祉）によりマッピングすることで、各モデルの官民分担の考え方を整理するとともに、それらに基づきサービスモデル展開時における課題について、制度や技術的難易度、投資といった観点から課題を整理している。

このように、この報告では、地域 ITS の効率的な導入のためのリファレンスモデルを提案し、それらの費用便益や官民分担、課題について整理しているものであり、評価的観点からは、特に費用便益が特徴として挙げられる。

## 2-2 研究の位置づけ

龍や佐々木らは評価について「目的、目標、介入理論、実施過程、結果、成果、効率性を明らかにするための体系的な社会調査活動」としており、主に4種の評価に分類し

ている。このうち、セオリー評価は、政策の実施が目標とした状態にたどりつくまでに必要な過程を論理的に示したものであり、その他の3つの評価を行う上で前提となる評価である。プロセス評価は当初のデザイン通りに政策が実施されているかモニタリングするものであり、政策の進捗などを示すものである。インパクト評価は実施された政策がどのような結果を与えたか、あるいは影響を及ぼしたかを測る行為であり、政策決定者が政策の継続や中止を判断する場合の決定材料に使われるものである。最後に、コストパフォーマンス評価は、一般に政策によってもたらされた変化を貨幣価値に換算して政策の効率性を説明するものである。

表 1 評価の分類

名称	内容
セオリー評価	投入→活動→結果→成果という一連の流れを明らかにする評価である。原因と結果の連鎖であり、最初の資源投入が最後に受益者に起こる改善効果（＝成果）を引き起こすまでの道筋を示している。
プロセス評価	一般にモニタリングと呼ばれている。プログラムの執行過程が当初のデザイン通りに実施されているか、想定された質・量のサービスが提供されているかという質問に答える評価である。
インパクト評価	実施された政策によって、対象とする人口や社会状況へのインパクトがあったかどうか、あった場合はどの程度あったのかという質問に答える評価であり、政策を継続、縮小、拡大、停止するための意志決定の材料として使われる。
コストパフォーマンス評価	政策によってもたらされた社会状況のあらゆる変化を貨幣価値に換算した値と政策実施にかかったあらゆる費用を貨幣価値に換算した値の差を計算するものである。

これまでの地域 ITS の評価に関わる研究や取り組みは、すでに地域 ITS の研究をレビューしたように、その多くがアンケート調査による利用者評価や観察調査などによる現象の変化などから、ITS の効果を説明するインパクト評価に主眼が置かれていた。これは ITS が地域に導入が始まって間もないこともあり、実際に ITS が地域で十分に結果を残すことができるか試された時期であったことも一つの要因であろう。国土交通省では豊田市や岡山県、高知県、岐阜県などを対象地として、大規模な地域 ITS の実証実験を行っている。

ITS 評価ガイドラインや ITS 地域アーキテクチャ策定の手引き、地域 ITS 事例集などの手引き書は、地域に必要な ITS の考え方、その効果計測の手法や必要性などについて紹介するなど、ETC や VICS などの全国的な展開をする ITS に対して、各地が道

路交通問題を解決する ITS 導入を考える上で重要な指摘が多々されている。特に ITS 評価ガイドラインでは事前から事後評価までの一連の評価の必要性を指摘しており、これらは、各地に地域 ITS に対する知識や技術が普及していない当時において、効率的に地域 ITS を導入するに重要や役割を果たしたであろう。しかしながら、これまでの手引きでは、社会システムに対する ITS の構造モデルの理論や原理を曖昧にされてままで、ITS の導入、評価がされてきた。たとえば ITS 評価ガイドラインではあらかじめ ITS の効果の帰着構成を検討することや事前評価において ITS の妥当性や有効性を示す必要性は指摘しているが、具体的に地域の問題構造に対して ITS が作用する構造を示そうとはしていない。あるいは地域が抱える問題を構造的に捉えようとしていない。これらを明示化することを置き去りにしてきたために、ITS が地域の問題構造に対して必要とした機能、本来 ITS の効果が発現するはずであった対象は説明されることのないままにされてきた。

これにはいくつかの理由があると考えられる。一つはこれまでも述べたように、今までの ITS が導入始まって間もないこともあり、ITS のアウトプットに対して主眼が置かれたためである。また、そのほかにも ITS が地域に対して効果的であることが自明でなかったことも理由として考えられる。道路整備などのハード整備は、問題に対してその効果が自明的であることが多い。このような場合はそれらがもたらす影響や必要とする機能について、詳細に分析して説明するほどの必要性もなく地域の合意を得ることが可能である。しかしながら、ITS のように利用者の反応に依存して効果を示す場合には、前者に対してわかりづらい、あるいはステークホルダーによって解釈が異なる。このように、効果が自明的でない場合は、ITS の効果の発現対象やそれによる影響、またはそのために必要な機能を論理的に示した上で、地域における有用性を説明する必要がある。

しかしながら、すでに前項で述べたように、今後は、各地がそれぞれの地域のインフラや抱える課題に基づき、ITS による解決を積極的にはかるべき必要がある。このようなフェーズにおいては、各地がそれぞれの状態において、適正に ITS を導入し、運用していくことが必要となる。そのためには、これまでに置き去りにされてきた ITS の機能設計や評価の理論を構築する前提が必要である。

そこで、本研究では、各地の道路交通問題に対して、地域が ITS を用いて解決するために必要な評価手法を提案する。本研究は、地方部 ITS の機能設計や評価プロセスを提案するもので、評価の中でもセオリー評価に分類されるものである。本研究では、これらを具体化することで各地での効率な ITS の実施に貢献したい。

---

<sup>1</sup> 高知県道路課：今後の道路政策のあり方について-高知県からの提案-、2006.11



- 
- 2 高知県道路課：高知の道路、2008.10
  - 3 久保田浩司、前田典彦、荒金陽助、吉開範章：ビークルオフィス環境評価システムの構築、電子情報通信学会技術研究報告、Vol.98、No.431、Page.13-18、1998.11.20
  - 4 岡村健志、松本修一、片岡源宗、轟朝幸、寺部慎太郎、大森宣暁、熊谷靖彦(2008)「高知における地域 ITS の実践」『国土と政策』27, 47-55
  - 5 本田俊介、伊豆原浩二、山崎基浩、関範夫：公共輸送サービスにおける ITS 導入事例の評価-豊田市「中心市街地玄関口バス実験」を例として-、土木計画学研究・講演集(CD-ROM)、Vol.28, 2003.11
  - 6 上村達也、加治屋安彦、山際祐司：「ニセコ・羊蹄・洞爺 e 街道」の実験評価について -ドライブ観光支援の地域 ITS 実験-、土木学会年次学術講演会講演概要集 (CD-ROM)、Vol.58th、2003
  - 7 国土交通省：地域 ITS 効果事例集 (2002)
  - 8 有村幹治、加治屋安彦、松田泰明、佐藤直樹、田村亨：地域 ITS の展開とその評価-「冬の峠案内」の事例-、日本雪工学会誌、Vol.21、No.4、Page.41-42、2005
  - 9 有村幹治、加治屋安彦、松田泰明、佐藤直樹、田村亨：峠部の冬期道路情報価値の試算:表明選好法によるアプローチ、土木計画学研究・講演集(CD-ROM)、Vol.31、2005
  - 10 加治屋安彦、松沢勝、金田安弘、今井正博：寒地 ITS の評価手法について、寒地技術論文・報告集、Vol.17、Page.646-652、2001
  - 11 北海道開発土木研究所防災雪氷研究室：地域 ITS の評価に関する手法について、北海道開発土木研究所月報、No.600、Page.50-52、2003
  - 12 金賢、西井和夫、佐々木邦明、黄京しゅ、李せん河、権寧仁：地域 ITS の導入による使用者側の満足度評価に関する考察-韓国濟州市事例を通じて、土木学会年次学術講演会講演概要集(CD-ROM)、Vol.59th、No.Disk 2、Page.4-095、2004
  - 13 KIM H、西井和夫：安心・安全・快適周遊行動支援のための観光地 ITS 研究-観光地 ITS に関する分析・評価手法、土木計画学研究・講演集(CD-ROM)、Vol.29、2004
  - 14 周藤浩司、藤原章正、杉恵頼寧、正木俊英：中国地方の地域 ITS の整備状況と歩行者 ITS の整備効果、土木計画学研究・講演集、Vol.26(CD-ROM)、2002
  - 15 広瀬哲司、加治屋安彦、福沢義文：北海道における地域 ITS フィールド実験展開の検討、開発土木研究所月報、No.555、Page.25-33、1999

---

<sup>16</sup> ITSJapan(2002) 『ITS 評価ガイドライン』

<sup>17</sup> ITS 情報通信システム推進会議企画・調査専門委員会(2002) 『地域 ITS 情報通信システム WG 報告書 (案) 』

### 3 地方部 ITS の機能設計や評価の 課題検証

---

前章で紹介したように、これまでの地域 ITS の導入事例では、セオリー評価の具体的な成果が示されることなく、機能設計や効果計測が行われてきた。

高知県では 1995 年の KoCoRo95 の取り組み以降、次のような独自の地域 ITS が積極的に導入されている。

表 2 高知県が実施する独自の地域 ITS

名称	概要
中山間道路走行支援システム	高知県の面積の 8 割以上を占める中山間地における狭隘な道路区間において、対向車の接近をシステムによって検知し、あらかじめ情報板によって情報提供するシステム
事前通行規制区間への簡易道路表示板	80 以上もの事前通行規制区間に対して、事務所から現地に設置した道路表示板へ迅速に通行止め表示を実施するシステム
ノーガード電停システム	道路上に表示されただけの安全地帯のない電停での乗降について情報板などを通じて車に情報提供するシステム
トンネル歩行者 ITS	歩道の狭いトンネルにおいて、歩行者を検知し通行する車に対して情報板などを通じて情報提供するシステム
中山間歩行者注意喚起システム	中山間部の歩道のない道路区間において、歩行者を検知し通行する車に対して情報板などを通じて情報提供するシステム
KoCoRo ウェブ	道路規制、道路カメラ、道の駅などの情報を、ウェブを通じて道路利用者に情報提供するシステム

いずれも、地域が抱える特徴的な問題に対して解決を試みた地域 ITS である。このうち、中山間道路走行支援システムや道路表示板は、設計者である事業主体によって地域の環境や事業主体が認識している課題、現地の観察などから機能設計が行われており、それら以外のシステムでは、事前に利用者の意見や現地での観察調査などのデータを用いて機能設計が行われている。また、いずれもアンケート調査や観察調査などからそれらの効果について示している。

本章では、このうち、ノーガード電停システムとトンネル歩行者 ITS をケーススタディに、既存の評価プロセスにより地域 ITS を導入した場合に生じる課題について検証する。具体的には、セオリー評価の具体的な成果を明示化することなく、既存の ITS の実施プロセスに従い、利用者とのコミュニケーションから機能設計を行うとともにそれらの効果計測を実施する。それにより、そのプロセスや結果から生じた課題に対して論述する。

## 3-1 トンネル歩行者問題に対する地方部 ITS の導入と評価

### 3-1-1 問題の概要

四国地方のトンネルは 1960 年代や 70 年代につくられたものが多いためにトンネル内は歩道幅員が狭い、あるいはマウントアップされていないような監査歩廊が歩道として利用されている。

一方でそれらのトンネルは近隣学校の通学路や四国八十八カ所を巡礼する遍路の順路である遍路道などとして指定されているものも多くみられ、トンネル内を通行する歩行者や自転車利用者の安全性が懸念されている。

対象となった井の岬トンネルは高知県西南地域の幹線道路である国道 56 号に位置し、1968 年竣工、延長 315m、歩道（監査歩廊）幅員 0.75m の 2 車線トンネルである。既存資料によると、井の岬トンネルの日交通量は 7392 台、歩行者自転車の 12 時間交通量は 5 人と比較的少ないものの、通学路や遍路道として指定されており、安全性の高い歩行環境が求められている。



図 2 未対策の井の岬トンネル

## 3-1-2 地方部 ITS の導入と設計

対策を検討するにおいては、対策の効果を前提とすることが最も必要とされるものの、その導入費用対効果や維持管理コストなどについても留意しつつ対策を選定することが望まれた。

井の岬トンネルの歩行者安全対策は、「井の岬・伊田トンネル内における歩行者の安全対策に対する検討委員会」を通じて、委員である地元行政や教育関係者、地域住民の方々などの意見を踏まえつつ、その対策検討が行われた。以降では、「井の岬・伊田トンネル内における歩行者の安全対策に対する検討委員会」（以下、検討委員会と称す）において検討された事項を示す。

### 1) 機能設計のプロセス

トンネル歩行者問題では、図 3 のように、有識者、地方自治体関係者、小学校長、福祉団体、民生委員、老人クラブ代表、事業主体関係者によって構成した検討委員会を通じて、ITS の導入を図った。委員会では、ITS を前提とするだけでなく、実施可能と考えられるその他の施策なども含めて検討されている。

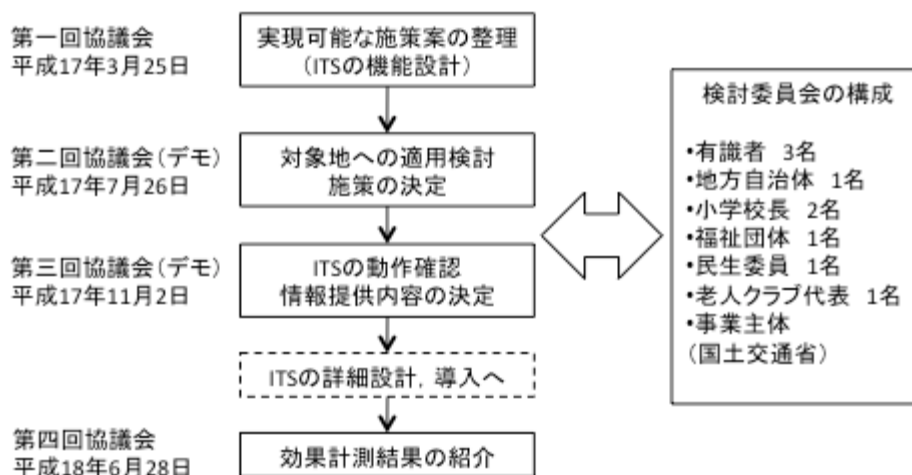


図 3 トンネル歩行者問題に対する ITS の導入プロセス

#### (ア) 実現可能な施策案の整理

検討委員会においては、事業主体である国土交通省より、あらかじめ長期間にわたる

整備や高額な費用による対策が困難であることが示された上で、現時点においてどのような対策を行うべきか検討した。

はじめに、国土交通省四国技術事務所らによってとりまとめられた「既存トンネル内歩行者等の安全対策の手引き（案）」（以降、手引きと称す）より、当該トンネルにおいて実現可能性の高い対策案を3案抽出した。手引きでは、歩行者・自転車対策を目的として、歩道幅員の拡幅などといった抜本的な対策や壁面の清掃といったソフト的な対策までさまざまな事例やトンネルの現状にそった対策の考え方などが整理されている。

ITSに必要とする概略機能は、すでに第一回の協議会時点において、施策の設計者である事業主体の検討によって構成されている。この時点では、手引きを参照することで、ドライバーへの注意喚起機能や外側線のはみだし防止機能が必要と考えられた。

#### ⇒ 候補案1) 歩道拡幅

現在の歩道は約80cm程度と、車両と歩行者とが接近することや、自転車や大きな荷物を持った通路人などの通行がやや困難となることがみうけられる。

そこで、より安心な通行環境を保つために、車線幅員を縮小し歩道を拡幅する、もしくは片側の歩道部（もしくは路肩部）を縮小することで片側の歩道を拡幅する（以下、車線シフトを称す）、といった幅員構成の見直しを行う。

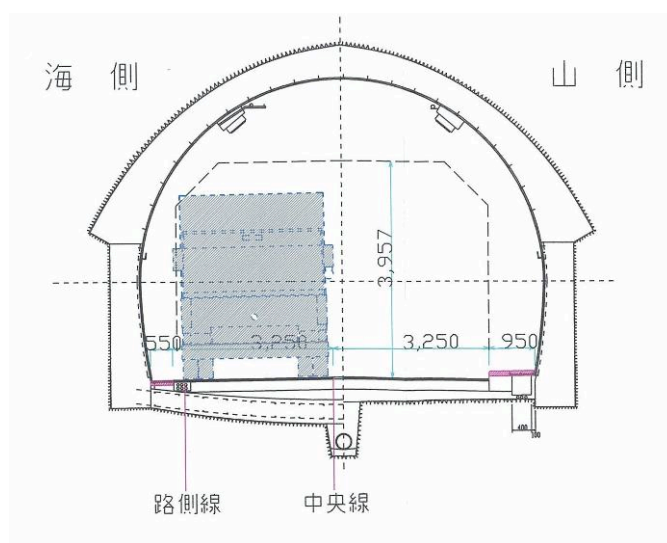


図4 車線シフトイメージ

#### ⇒ 候補案2) 防護柵・手摺設置

現在の歩道では、その幅員やマウントアップのみによる歩車道分離であることから、車両と歩行者との接触危険性を軽減することや、高齢者等の通行に配慮しより安心な歩行空間を確保することが望ましい。

そこで、車両と歩行者を分離する防護柵を設置、さらに特に高齢者の歩行者が安定して歩行もしくは休憩しつつ歩行できるよう手摺を設置する。

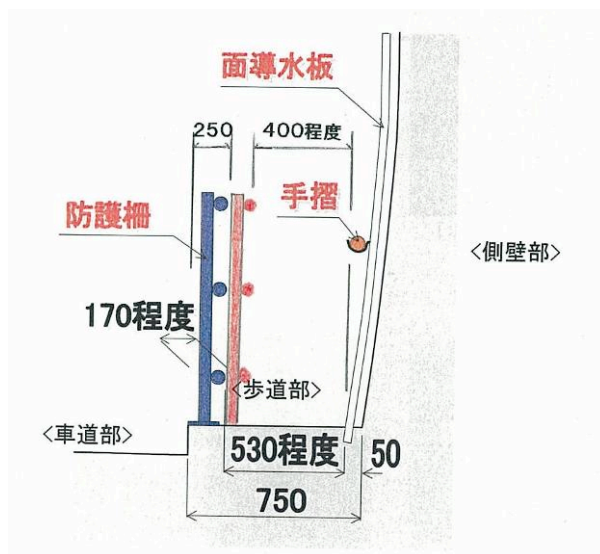


図 5 防護柵・手摺設置イメージ

⇒ 候補案 3) 情報板や道路発光鋸などによる注意喚起機器の設置

井の岬トンネル前後はカーブや勾配により進入直前まで坑口を視認することが困難であり、事前に注意喚起を促すことが望ましい。また、現在の歩道では、その幅員やマウントアップのみによる歩車道分離であることから、車両の外側線はみだし防止のために車両への注意喚起を促すことが望ましい。

そこで、車両に対して、トンネル坑口手前などに設置された情報板や道路発光鋸（以下、発光鋸と称す）などにより、注意喚起を行う。



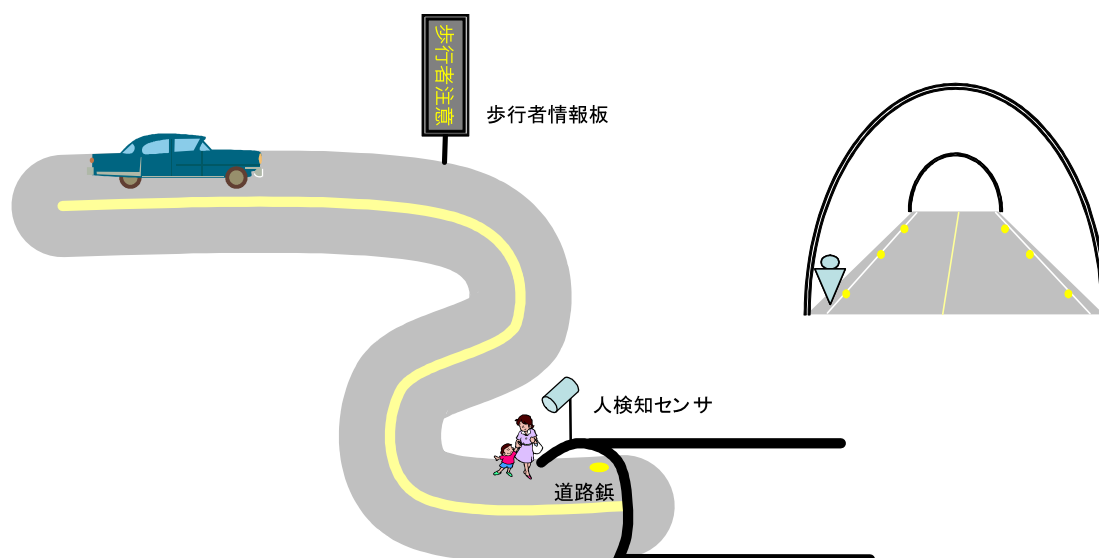


図 6 情報板等による注意喚起イメージ

### (イ) 対象地への適用検討・施策の決定

次にそれらを現地に適用した場合における適用可能性について、実際に井の岬トンネルにおいて実験機器などを仮設し、検討委員会において検討した。

これまでに検討された「候補案 1 歩道拡幅」について、拡幅による歩行者空間の快適性・安全性の向上は図られるものの、車道幅員を縮小することで歩道幅員を拡大することは、トンネル内全体の安全性から考慮すると大型車同士のすれ違いなどにおいてその危険性などが懸念された。また、片側の歩道幅員を縮小し、車線をシフトすることで、もう一方の歩道幅員を拡大することも考えられたが、縮小された歩道側の建築限界や地下部に埋設されている情報機器上を車両が通行することで機器不良が起こる可能性があることなどからその実現には課題が多かった。このように歩道拡幅においては、単に幅員構成を変更することで実現することは困難であり、現在のトンネル構造自体に改良を加えるといった抜本的な対策が必要とされ、その費用や期間といった条件において、早急な実現化には課題が残った。

次に、「候補案 2 防護柵・手摺設置」の検討内容について示す。車が通過した際に感じる風圧や接近の危険性について指摘されていたことから、特に住民などの検討委員からの要望は強かった。しなしながら、現状の歩道に防護柵を設置することは、建築限界により歩道の縁より 25cm セットバックした場所に設置する必要があった。それにより、歩行空間は 40 から 50cm 程度となり、自転車等の通行はもちろんのこと歩行者の通行も困難となることから実現化は困難となった。

最後に、「候補案 3 情報板や発光鉦などによる注意喚起機器の設置」の検討内容について示す。他候補案と比較すると、空間構成の変更もなく物理的に歩行空間を安全化す

るものではないものの、「既存トンネル内歩行者等の安全対策の手引き（案）」などによると類似の事例による効果は「はみだし防止」「注意喚起」などが確認されている。また、その施工についても、特に問題はないと考えられた。

このようなことから、対策効果も見込まれ、かつ実現可能性の高い「候補案3 情報板や発光鋸などによる注意喚起機器の設置」（以下、トンネル歩行者 ITS と称す）を前提として、その具体的なシステム構成や仕様を検討することとなった。

検討委員との施策選定のプロセスを経ることにより、検討委員の意見を具体的に ITS に必要な機能を意識することができた。これまでの検討では、注意喚起やはみ出し防止を目的として機能設計されていた。しかしながら、これまでの検討委員の意見では、物理的に歩車境界を明示する防護柵に対する要望が強かったことから、ITS ではその代替機能として、道路鋸などで視覚的に境界線を明示することによる歩車間隔の確保や歩行者の安心感確保について意識することとなった。

### （ウ） ITS の動作確認・情報提供内容の決定

これまでの検討に基づき、事業主体と検討を重ねることで図 7 のとおりトンネル歩行者 ITS に用いる機器構成やその設置方法を紹介した。検討委員会では、それらの動作方法について検討した結果、パターン1を採用することとした。パターン1は、トンネル内に歩行者がいない場合は特に動作せず、トンネル内に歩行者等が進出したことを検知した場合は、点滅と文字表示によって情報提供するものである。

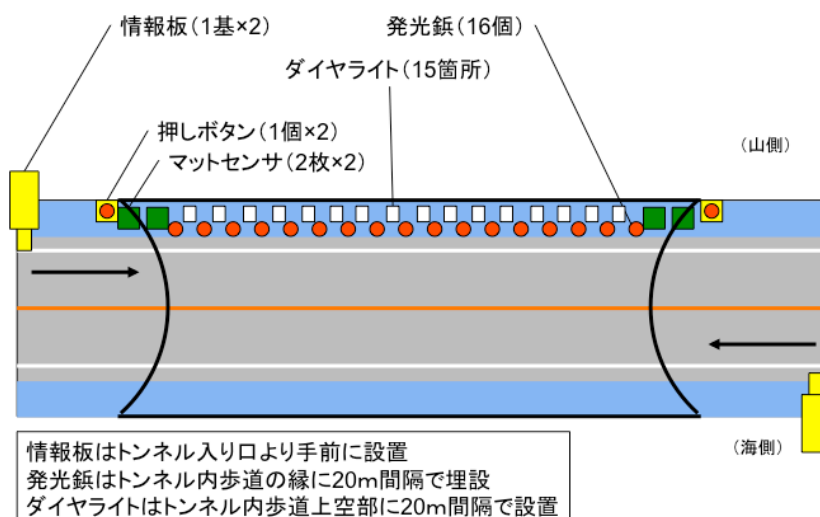


図 7 ITS の機器構成と設置方法

検討事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>・情報板の光り方(発光パターン)</li> <li>・発光鋸の平常時の運用と検知時の点滅速度</li> <li>・ダイヤライトの平常時の運用と検知時の点滅速度</li> </ul>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢パターン1の状況を車両に乗って走行+歩行者として歩行</li> <li>➢パターン2の状況を車両に乗って走行+歩行者として歩行</li> <li>※平常時と検知時とそれぞれ1回づつ</li> </ul>					
	情報板		発光鋸		ダイヤライト	
パターン1	平常時	検知時	平常時	検知時	平常時	検知時
	消灯	パターン1	消灯	点滅	消灯	点滅
パターン2	平常時	検知時	平常時	検知時	平常時	検知時
	消灯	パターン2	点滅(遅)	点滅(早)	点灯	点滅

図 8 トンネル歩行者 ITS の動作内容の検討

## 2) トンネル歩行者 ITS の概要と機器構成

トンネル歩行者 ITS は、車両への注意喚起、歩車間隔の確保、歩行者の安心感確保を目的として開発し、平成 18 年 3 月 2 日より運用を開始した。

システムは歩行者がトンネル内を通行している間に、トンネル手前に設置された LED 警告灯付情報板および歩道部を点滅させることで走行する車両に対して注意喚起を図るものである。

具体的には、歩行者がトンネル入り口に設置されている押しボタンを押してから、トンネルを退出する際に歩道に設置されたマット式センサを踏むまでの間、トンネル入り口に設置されている LED 警告灯付情報板が点滅し、侵入してくる車両に対して注意喚起を図るとともに、トンネル内の歩道の縁に埋設された発光鋸の点滅、歩道上部に設置されたダイヤライトと呼ばれる点滅式注意喚起灯がそれぞれ点滅し、トンネル内を走行する車両に対して歩行者の存在を知らせ、注意喚起を図るものである。ダイヤライトは FEL ランプを使っており、既存のものに比べ、光量が多い、炎色性が高いなどの特性から発光時の注意力が高いというメリットが考えられる。

なお、歩行者や自転車が侵入時に押しボタンを押し忘れたことがあっても、歩道部に設置されているマット式センサ上を通行することで同様に侵入を知らせ、退出時はマット式センサを踏まなかった場合においてはタイマー式により消灯するものである。

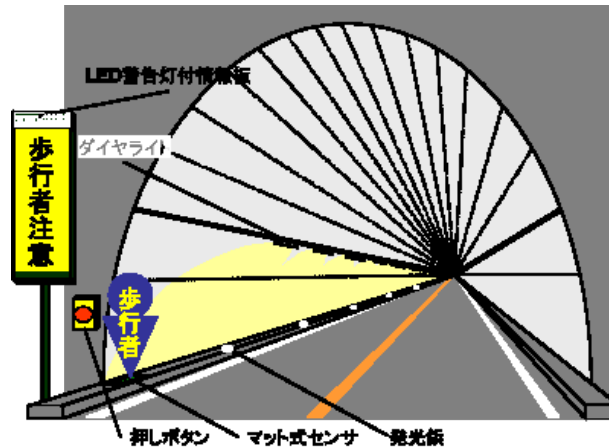


図 9 トンネル歩行者 ITS のシステムイメージ



図 10 対策後の井の岬トンネル

### 3-1-3 地方部 ITS の評価

#### 1) 調査の概要と考え方

トンネル歩行者 ITS の効果を計測することを目的に、井の岬トンネルを通行するドライバーや歩行者の意識や車両挙動について調査を実施した。調査で得ようとするデータは、当初に設計した機能である「ドライバーへの注意喚起」「歩行者の安心感向上」「歩車間隔の確保」が ITS によって確認できるかどうか、また、ITS を参照しているかどうか、ITS を必要と考えるかどうかといったものである。これらの効果指標は分析者である事業主体が決定した。

#### (ア) ドライバーへの意識調査

井の岬トンネルを日常的に利用すると考えられるドライバーに対して、対策によるド

ドライバーへの効果を把握することを主な目的としてアンケート調査を行った。調査概要を示す。主にこれらの地域を通行するであろう周辺住民や運送事業者などを対象とした。

表 3 ドライバーアンケート調査の概要

項目	内容
調査期間	平成 18 年 4 月 24 日から 5 月 19 日
調査方法	アンケート調査（託送方式）
調査対象	周辺集落、教育機関、運送事業者 配布数 371 通、回答者数 121 人（回収率 32.6%） ※意識変化についてのみ本対策を理解して通行した経験のある 29 人が対象
調査内容	ドライバーの認知・理解度、意識変化、参考度、必要度、改善意見など

#### （イ）歩行者への意識調査

井の岬トンネルの主な歩行者であると考えられる歩き遍路に対し、対策による歩行者への効果を把握することを主な目的としてアンケート調査を行った。調査概要を示す。

表 4 歩行者アンケート調査の概要

項目	内容
調査期間	平成 18 年 4 月 24 日から 5 月 19 日
調査方法	託送調査
調査対象	対象地周辺の遍路宿に宿泊する歩き遍路 配布数 90 通、回答者数 41 人（回収率 45.6%）
調査内容	歩行者の認知・理解度、安心度、必要度、改善意見など

#### （ウ）歩車間隔の観察調査

対策の有無によるトンネル内歩行者とそれを通過する車両との間隔を把握することを目的として観測調査を行った。調査概要を示す。

表 5 歩車間隔の観察調査の概要

項目	内容
調査期間	平成 18 年 5 月 18 日 対策なし：午前 9 時から午前 12 時 対策あり：午後 2 時から午後 5 時
調査方法	歩行者が通行している歩道縁と通過する車両との間隔を調査員の目視により観測
調査対象	対策なし：279 台 対策あり：314 台

なお、歩行者と歩行者を通過する車両との間隔を把握するにあたっては、表 3、図 11 のように歩車間隔を 7 ゾーンに分類した。

表 6 歩車間隔調査に用いたゾーンの考え方

	歩車間隔	歩行者の体感と対向車への影響
A	30cm以下	接触寸前
B	30-60cm	接触の危険を感じる
C	60-90cm	大型車の場合は風圧を感じる、普通車はやや風圧を感じる
D	90-120cm	大型車はやや風圧を感じる、大型車は対向車線にはみ出し寸前
E	120-150cm	大型車は対向車線にはみ出し、普通車は対向車線にはみ出し寸前
F	150-180cm	全ての車種で対向車線にはみ出し
G	180cm以上	全ての車種で対向車線にはみ出し、対向車危険

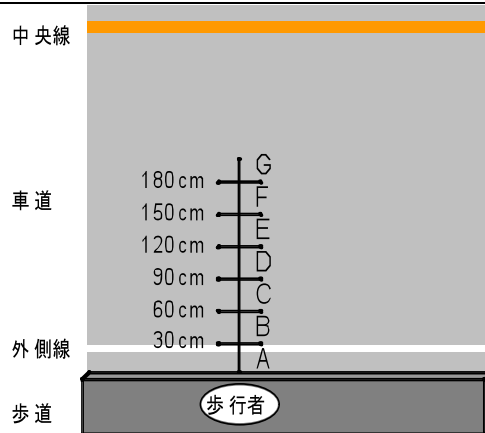


図 11 歩車間隔計測のイメージ

## 2) 調査結果

### (ア) ドライバーへの意識調査

図 12 にドライバーのシステムに対する認知について示す。システムを構成する機器毎の認知について求めた。その結果、ダイヤライトの認知が 57.9%と最も高く、ほとんどの機器の認知度は約 4 割から 5 割という結果となった。

ま た 、

表 7 にシステム設置後の通行経験とシステム作動時に提供する情報の意味についての理解について示す。通行経験のある 55 人のうち 52.7%がシステムを理解していた。



表 7 でシステムを理解している 29 人に対してシステム導入後の注意力の变化について尋ねた。29 人中 27 人がこれまで以上に歩行者に注意すると回答した（図 13）。

図 14 にドライバーのシステムに対する参考度について示す。アンケート対象としたドライバー全員に尋ねたところ、対策によって 86.0% が参考になると回答した。図 15 に対策に対するドライバーの必要度について示す。90.1% が対策を必要と回答した。

これらより、対策の導入によってドライバーのトンネル内歩行者等に対する注意力が向上していることや、対策が走行時の参考となっているとともに今後もそれらを必要としていることがわかった。

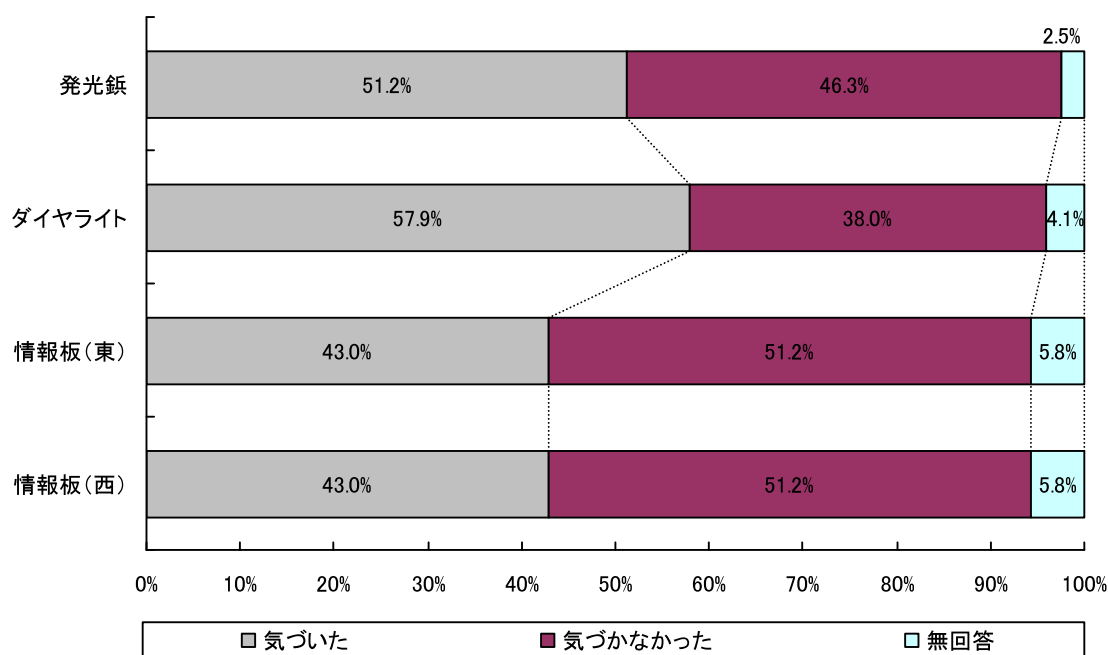


図 12 ドライバーの認知度 (n=121)

表 7 ドライバーの通行経験と理解度

通行経験 (n=121)		→	理解度 (n=55)	
通行経験あり	45.5%		理解している	52.7%
通行経験なし	50.4%		理解していない	38.2%
無回答	4.1%		なんとなく思った	9.1%
合計	100.0%		合計	100.0%

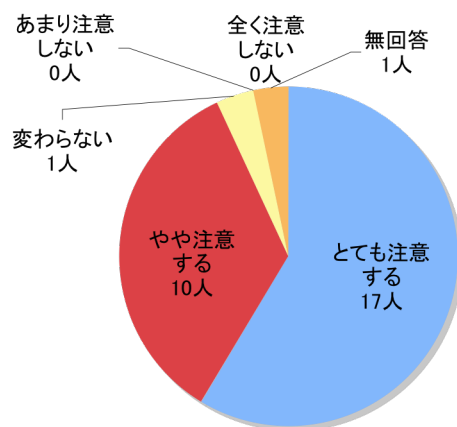


図 13 ドライバーの注意力の変化 (n=29)

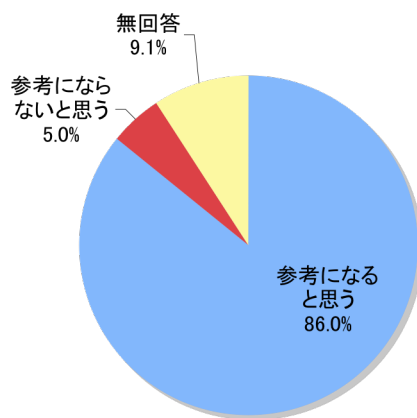


図 14 ドライバーからみた参考度 (n=121)

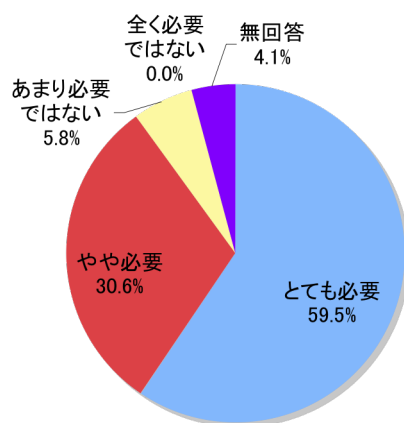


図 15 ドライバーからみた必要度 (n=121)

### (イ) 歩行者への意識調査

図 16 に対策による歩行者の安心感の変化について示す。アンケート対象となった通路歩行者 41 人中 31 人が安心すると回答した。図 17 に対策に対する歩行者の必要度について示す。41 人中 35 人が対策を必要と回答した。

これらより、対策の導入によって歩行者の安心感は向上しているとともに、対策は今後も必要とされていることがわかった。

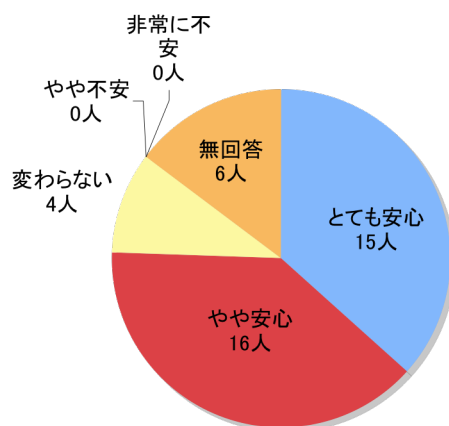


図 16 歩行者からみた安心感

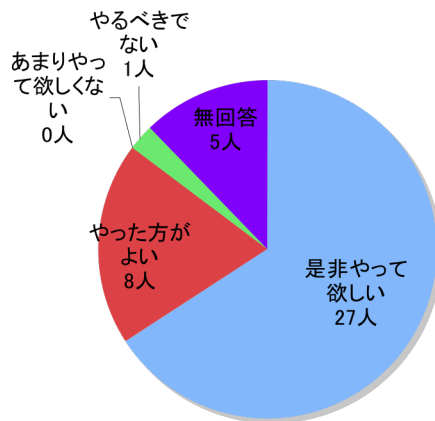


図 17 歩行者からみた必要度

### (ウ) 歩車間隔の観察調査

図 18 に対策の有無による歩車間隔の変化について示す。通過車両による危険性や風圧を感じやすかった 120cm 未満の A から D ゾーンの合計割合が 43.3%から 31.8%に減少するなど、対策により歩車間を隔てる効果を確認できた。また、それぞれのゾーンの間値から、対策前後における母平均の差の z 検定を実施したところ、有意水準 1%において、対策前後の差を確認することができた。

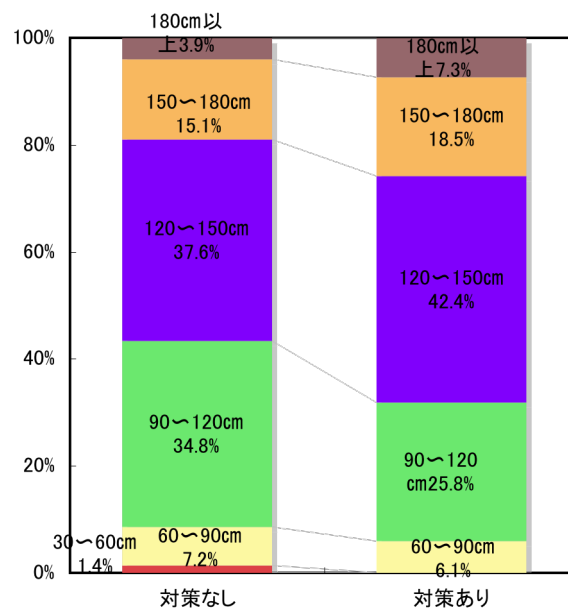


図 18 対策の有無による歩車間隔の変化

表 8 中間値を用いた対策前後の母平均の検定

変数	対策後	対策前	差
サンプル数	314	279	
平均	133.567	125.860	7.707
不偏分散	880.687	884.149	
標本標準偏差	29.676	29.735	0.058
統計量:z	3.1531		
両側P値	0.0016 **		
片側P値	0.0008 **		

### 3) 機能設計と効果計測のまとめ

機能設計のプロセスでは、あらかじめ事業主体が実現可能な規模の施策を選定し、検討委員らとの協議によって、ITSの機能や動作内容を決定した。その結果、住民らがもっとも強く要望した防護柵の設置が歩行者等の利便性を損ねることを具体的に示し、ITSが最も実現可能施策であることを説明できた。これは地域に対して、ITSの導入経緯を透明化するプロセスであり、地域の理解を得るに有用な取り組みであった。

また、当初、事業主体が設計した機能の必要性についても確認することができた。さらに、防護柵で実現できない「歩車分離」機能について、ITSではその代替機能である「歩車間隔の確保」機能を追加して検討することとなったことは、複数の施策やその機能をステークホルダーに示すことで、ITSに必要な機能を再検討することができた重要な指摘となった。

対策の効果については、ドライバーへのアンケート調査からはトンネル歩行者ITSの認知、理解はまだ半数程度と十分に普及していない実態が明らかとなった。これは、ITSを導入して2ヶ月後と間もない調査の結果であったことなどを踏まえると、今後十分に認知、普及していくことは可能であると想像できる。また、アンケート調査からドライバーへの注意喚起、歩行者の安心感向上について、観察調査から歩車間隔の確保について、それぞれその効果を確認することができた。これらは、歩道幅員の狭い既存トンネルの歩行者等の安全対策を実施するにおいて、トンネル改修などの大規模な予算を伴わずとも、ITSにより比較的迅速かつ低予算で効果的な機能を提供することを示したものである。

道路整備の遅れなどにより歩行者の安全性が懸念される地方部では、都市部とは異なり、このような地方部ITSが、これまでの抜本的な道路整備が実施困難な場合の代替手段として有効かつ実践的に活用できた。

一方で、効果計測の結果が説明する内容には課題が残る。ITS が作用すべき効果の発現対象が十分であることを説明できていない。これは、トンネル歩行者問題の問題の全体像を明示的に示せていない、あるいは検討委員会で明示的に共有していないために、課題の全体像を示すことができず、ITS に必要な機能や効果が十分であったことは確認できなかった。

## 3-2 ノーガード電停問題に対する地方部 ITS の導入と評価

### 3-2-1 問題の概要

都市部における交通渋滞が慢性化する中、環境に優しく、地上から乗ることができるため高齢者、幼児など交通弱者や環境に対して優しい乗り物であること、建設費が安いことなどの理由で路面電車は、公共交通の中でも特に見直されてきている。

その一方で路面電車は路上の空間を占有するため限られた都市内の道路交通容量に制約を加え、自動車交通に大きな影響を与えている一面もある。

高知県では、県民の生活や社会活動において自動車を利用した移動が非常に多い状況にある。それと共に高知県中心部を走る路面電車は、児童や高齢者の日常的な移動手段、サラリーマンの通勤手段として活用されている。

このような中、高知県においては島状の安全地帯や防護柵がない、道路に白線やカラー舗装で表示をただけの平面電停（以下「ノーガード電停」と記す）が多く残っている。現在高知県の路面電車には 153 箇所の電停があり、その内の 31 箇所がノーガード電停である。



図 19 国道 195 号のノーガード電停

ノーガード電停では、特に夜間において自動車運転者の電停への認知力が劣るため非常に危険な状況にあり、電停に立つ乗降客をドライバーが認識できなかつたため接触しそうなるといったヒヤリハットが数多く発生している。また平成6年に電車待ちをしていた高校生が車にはねられ大怪我をする事故が発生し、平成9年には高齢者が死亡する事故も発生し、早急な対策を求める声が高まっていた。

ノーガード電停を抜本的に解決するには、道路を拡幅して島状の安全地帯を設けるスペースを確保する、複線軌道を単線運用することによって電停の場所を作成するといったハード施策があげられる。しかしこのような施策には用地買収など多額な予算を伴うため実施が困難である。

表 9 高知県内のノーガード電停数（平成16年9月現在）

路線名	ライン+カラー舗装	ラインのみ	合計
伊野町道新町線	1カ所	2カ所	3カ所
国道33号	4カ所	0カ所	4カ所
朝倉伊野線	2カ所	0カ所	2カ所
梅ノ辻朝倉線	0カ所	10カ所	10カ所
国道195号	9カ所	0カ所	9カ所
南国インター線	1カ所	2カ所	3カ所
合計	17カ所	14カ所	31カ所

### 3-2-2 機能設計のプロセス

ノーガード電停の安全対策は、国道195号の管理主体である高知県道路課および高知土木事務所が主体となって検討した。警察、交通事業者、NPO、その他道路管理者らによって構成したノーガード電停対策ワーキング会議において、道路管理者が実施する安全対策について意見調整が行われた。

ワーキングでは、電停の移設や電車構造の改良など、さまざまな安全対策が検討されたとともに、各事業主体が実施している既存対策として、ドア開閉時に電車に設置した情報板で注意喚起を促していることや、乗務員が乗降客に対して直接注意を呼びかけている実態などが把握された。

ITSの機能設計は、図20に示すプロセスで実施された。事前調査以前より、事業主体による現地視察や考えから、注意喚起、明るさ確保といった機能がITSに必要であろうと想定されていた。事前調査では、より詳細に現象や利用者の意識を把握するために、ノーガード電停の特徴や利用特性を調査し、ITSに必要な機能を整理した。以降で



は、事前調査内容とその結果について説明する。

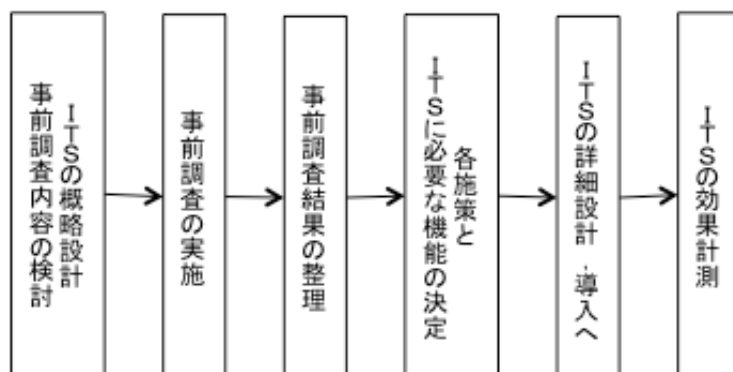


図 20 ノーガード電停問題における ITS の導入プロセス

## 1) 事前調査

事前調査では、表 10 に示すとおり、国道 195 号のノーガード電停に対して、6 種の調査から電停の構造、利用状況、利用意識の現状を把握した。これらの調査内容は分析者である事業主体がこれまでに得た認識や現地視察の結果から決定したものである。以降において、主要な調査結果について紹介する。

表 10 事前調査の概要

調査日	平成 16 年 7 月	
調査場所	国道 195 号のノーガード電停（介良通・新木・東新木・田辺島通・舟戸・北浦・明見橋・長崎・小籠通）	
調査種別	調査方法	主な調査項目
電停・周辺構造	目視、チェックリスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>電停付帯設備</li> <li>道路整備状況</li> <li>幅員構成</li> <li>交通規制状況</li> <li>周辺土地利用</li> </ul>
利用者動線	動線観察	<ul style="list-style-type: none"> <li>動線</li> </ul>
車の挙動	挙動観察	<ul style="list-style-type: none"> <li>乗降客の有無</li> <li>車両挙動</li> </ul>
電停乗降客意識	アンケート調査 (88 名)	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全確認</li> <li>ヒヤリ体験</li> <li>整備要望</li> </ul>

ドライバー意識	モニタアンケート調査 (17名)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 注意事項</li> <li>• ヒヤリ体験</li> <li>• 要望・意見</li> </ul>
電車乗務員意識	アンケート調査 (85名)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ヒヤリ目撃</li> <li>• 安全対策の実施状況</li> <li>• 効果的な対策</li> </ul>

### (ア) ノーガード電停の付帯設備

ノーガード電停の付帯設備の整備状況について、表 11 に示す。各電停の付帯設備や周辺設備について、現地調査を行い、○(良好)、△(劣化している)、×(劣化し機能しないまたは存在しない)の 3 段階で主観評価している。この結果、全体的な特徴として以下のようなことがあげられる。

- 電停上の照明がすべて裸電球で照度が悪く、故障して点灯していない照明が多い。またヘッドライトの反射のために混入させるガラスビーズが無いものや白線の劣化がある箇所が多く、このため夜間の電停の視認性が悪い。
- 介良通、新木以外は、点滅信号もしくは信号が無くまた、道路線形としても長い直線が多いことから全体的に車両の速度が高くなる傾向がある。
- 郊外の電停に向かうに従い整備割合が低い傾向にある。

表 11 ノーガード電停構造の付帯設備

電停名		介良通	新木	東新木	田辺島	舟戸	北浦	明見橋	長崎	小籠通
付帯設備	幅員	○	○	○	○	○	×	○	○	×
	カラー舗装	○	○	○	○	○	△	△	△	△
	ガラスビーズ	×	○	×	×	○	×	○	○	×
	白線	△	○	△	○	○	△	△	△	△
	照明	△	×	×	△	×	△	△	×	△
周辺整備	道路照明	○	○	○	○	○	○	○	○	△
	歩道	○	○	○	×	×	○	×	×	×
	信号機	○	○	×	×	×	○	×	×	×
	電停注意標示	△	○	△	△	○	△	△	△	×
	速度抑止区画線	×	×	×	×	×	×	○	×	×

### (イ) 車の挙動

利用者乗降時における、ノーガード電停を通過する車の挙動について、表 12 に示す。調査員による観察調査を実施し、ノーガード電停を通過する車の挙動について、表 13 の類型で整理した。法律で定められたとおり、乗降中に停止してしている車の割合は 31.7%と低く、ほとんどの車が道路交通法に従っていない。また、乗降客に接近して通

過するなど、危険な挙動の割合が 28.0%となった。

表 12 車の挙動パターン

車種挙動パターン	挙動パターン計(回)	割合	挙動分類計(回)	割合
1停止	26	31.7%	26	31.7%
2停止後徐行	8	9.8%		
3対向車線通過	11	13.4%		
4徐行通過(停止無し)	14	17.1%	23	28.0%
5接近停止	3	3.7%		
6接近通過	6	7.3%	14	17.1%
7減速無し通過	14	17.1%		
合計	82	100.0%	82	100.0%

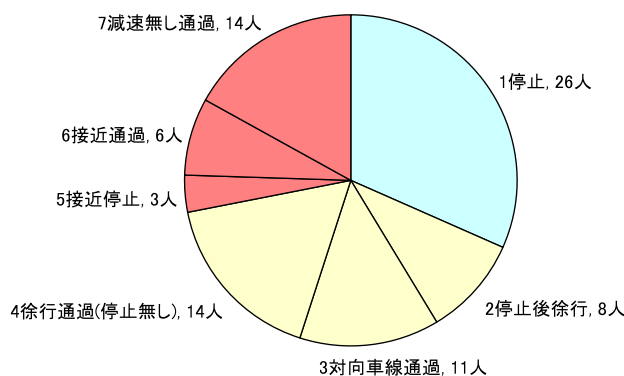


図 21 車の挙動パターン

表 13 通過する車の挙動パターン

危険度	内容	挙動パターン
1	危険を認知した上で事故機会をなくす安全な行為	停止
2	危険を認知した上で、やや事故機会を軽減する行為	停止後徐行
		対向車線通過
		徐行通過
3	危険を認知していない、もしくは認知した上で事故機会の高い行為	接近停止
		減速しつつ接近通過
		減速なし接近通過

### (ウ) 乗降客の利用者動線

ノーガード電停における乗客の乗降実態に関して図 22 に示す。調査員による観察調査により、表 14 の類型に基づき、乗降客のノーガード電停の利用動線を整理した。参考までに東新木電停における乗降客の利用動線を図 23 に示す。乗降ともに 76%、72%

とほとんどが反対側の島状電停を待機、待避場所として利用している。また乗降ともに約 2 割は横断歩道のない箇所を道路横断する行為がみられた。

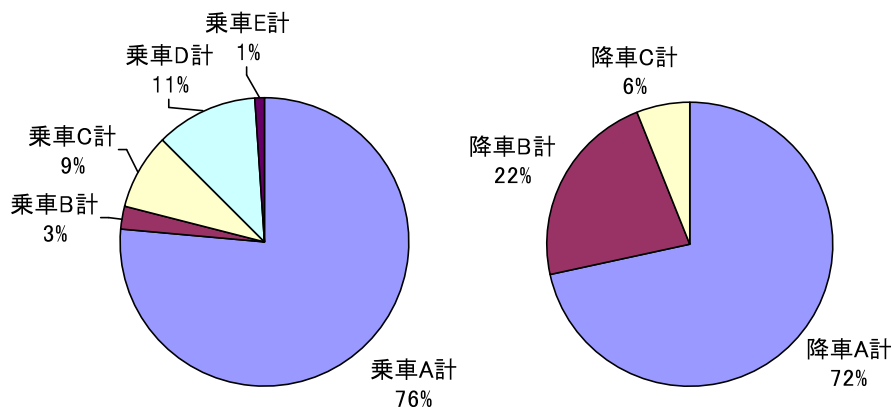


図 22 乗降客の利用動線 (左: 乗車 n=80、右: 降車 n=250)

表 14 乗降客の利用動線パターン

乗車 A	島状電停付近で待つ 電車が見えてから電停に移動
乗車 B	島状電停付近で待つ 電車が見える前に電停に移動
乗車 C	反対車線で待つ 電車が見えてから電停に移動(道路横断)
乗車 D	反対車線で待つ 電車が見える前に電停に移動(道路横断)
乗車 E	反対車線で待つ 電車が見えてから電停に移動(横断歩道利用)
降車 A	島状電停方向へ降車
降車 B	反対車線方向へ降車 (道路横断)
降車 C	反対車線方向へ降車 (横断歩道利用)

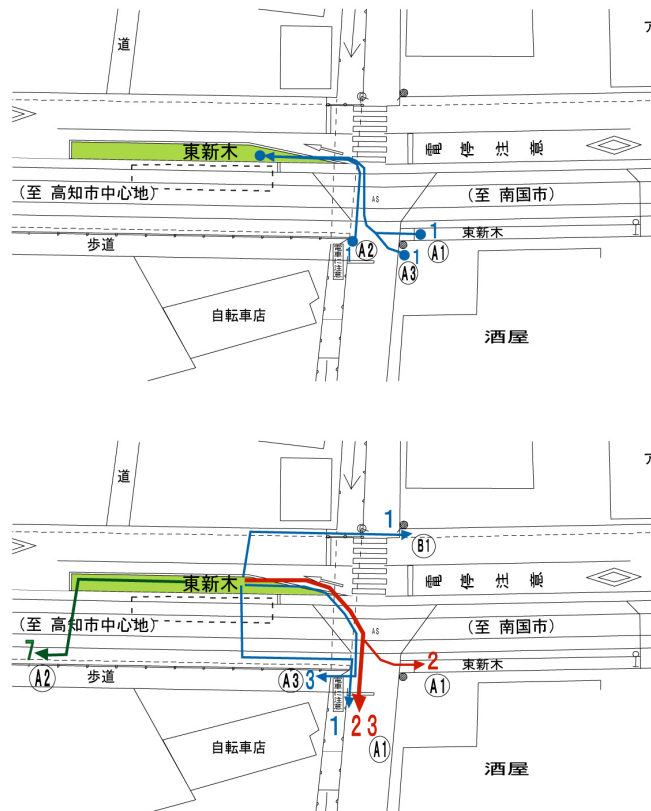


図 23 東新木電停の乗降動線（上：乗車、下：降車）

### (エ) ヒヤリハット

周辺住民の電車利用時あるいは車運転時におけるヒヤリハット体験・目撃の有無について図 24 に示す。周辺住民へのアンケート調査から、特に乗車時において半数以上が経験していることがわかった。また、ヒヤリハットは表 15 に示すように電車利用時においても車運転時においても降車時に多くみられた。ヒヤリハットの内容は、降車時に「車が停止しない・近くを通過する」が 32 件と非常に多く、電車待機時は「車が停止しない・近くを通過する」が 16 件と続けて多い結果となった。また、車運転時は「人が電車から降りてきた」が 19 件と最も多い結果となった。

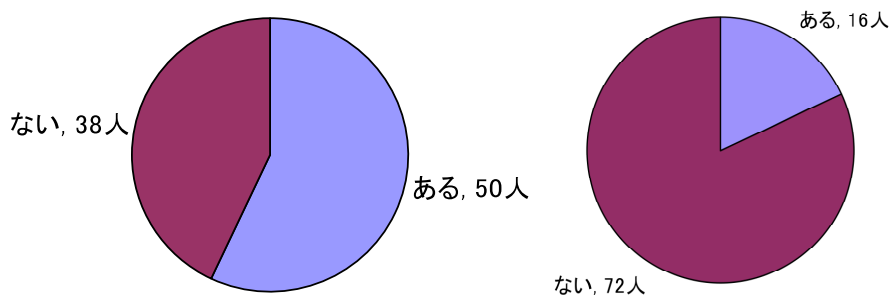


図 24 住民のヒヤリハット体験（左：電車利用時、右：車運転時）

表 15 ヒヤリハットの内訳（上：電車利用時、下：車運転時）

単位：人				
	降車時	待機時	横断時	合計
体験	29	16	4	49
目撃	4	3	2	9
合計	33	19	6	58
	56.9%	32.8%	10.3%	100.0%

単位：人				
	降車時	待機時	横断時	合計
体験	10	4	0	14
目撃	3	0	0	3
合計	13	4	0	17
	76.5%	23.5%	0.0%	100.0%

## 2) 安全対策方針の検討

これらの調査より、ノーガード電停には「道路構造が招く危険性」「ドライバーの安全運転に対する意識欠如」「夜間時における視認性の悪さ」「乗車時における島状電停の活用」「降車時の危険性」「交通弱者の危険性」といった6つの主要な特徴や問題点が整理できる。

このような特徴や問題点に照らして、ノーガード電停全般に対する共通的な課題は「交通法規の周知、徹底」「道路幅員の有効利用」「乗降時の平面電停内への車両進入防止」「夜間時における視認性向上」「自動車への注意喚起」「利用者の安全な誘導」といった点が必要と考えられた。そこで、ITSでは「夜間時における視認性向上」「自動車への注意喚起」を対象にそれを実現可能な方法について検討することとなった。

表 16 ノーガード電停の問題点と課題

主な特徴	概要
道路構造が招く危険性	道幅が狭く、乗降客に接近した自動車の通行が多い。 また、平面電停周辺にカーブがあり、ドライバーからの見通しが悪い。
ドライバーの安全運転に対する意識欠如	比較的高速運転が多く、乗降時に一時停止、徐行しない車両が多い。また、乗降時に電停敷地内を通行する車両が多い。 ドライバーの運転ルールに対する理解度が欠如している可能性がある。
夜間時における視認性の悪さ	夜間時において、電停およびその周辺が暗く、ドライバーから見て電停の存在および人の存在がわかりづらい。電停の照明はあるものの、裸電球のため、照度が低いとともに電球が切れやすい。また、比較的に見通しの悪い道路上に平面電停がある。
乗車時における島状電停の活用	乗車客は、対面の島状電停にて待機し、電車の接近に伴い平面電停に移動し、乗車するのがほとんど。
降車時の危険性	降車時における危険性が指摘されている。また、降車客は行動を急ぎ注意を怠ることがある。特に、対向車線方向に移動するものは、電車を降りてすぐ道路を横断するものが多い。
交通弱者の危険性	児童や高齢者の乗降に危険を感じている。

課題	対策例
交通法規の周知、徹底	免許講習・自動車学校での説明 TV等マスメディアでのPR 警察の取り締まり・指導
道路幅員の有効利用	電停周辺の電柱の移設
乗降時の平面電停内への車両進入防止	電停の文字の路面標示をする。 白線へのスポットフレックス等の設置
夜間時における視認性向上	電停にキッツアイ等の発光板の設置 安全地帯の高輝度化路面標示 照明の増設、照度の高い照明の設置
自動車への注意喚起	電車や利用者を感じ取る情報標示板の設置 電車の電光掲示板の拡大化
利用者の安全な誘導	降車時の電車運転手の声かけ ドアの開閉のタイミングの調整 横断歩道、待ち場所に配慮した電停の移設 電停周辺状況に応じた降車位置の変更

### 3) ITSによるノーガード電停対策の概要

ITSによるノーガード電停対策は平成17年3月より、東新木電停において運用を開始した。

システムは図25図26に示すように、1) 軌道に設置した軌道回路式センサにより電車がノーガード電停に接近すると、2) 電停の上下両側に設置した情報板により、車に対して乗降客がいることを情報提供するとともに、3) 電停区画に埋設した発光鋸を点滅させ、4) 電停頭上部に設置した照明を照らすことで、電停の視認性を向上させるものである。

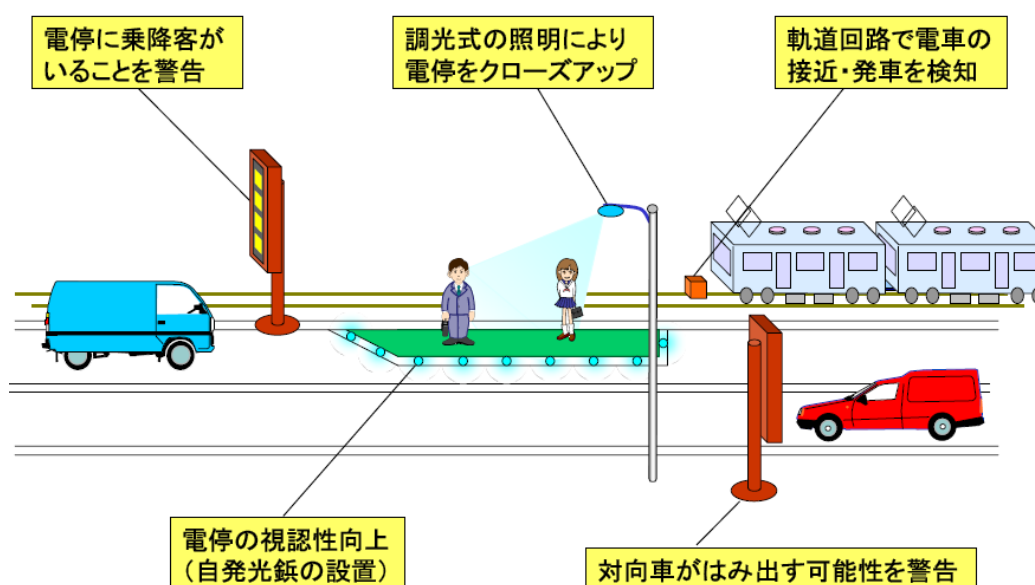


図 25 ノーガード電停対策



図 26 ノーガード電停対策の写真



### 3-2-3 地方部 ITS の評価

#### 1) 調査の概要

ノーガード電停対策の効果を計測することを目的に、国道 195 号を通行するドライバーやノーガード電停利用者（乗降客）の意識、車の挙動について調査を実施した。調査によって得ようとしたデータの内容は、利用者が ITS を参照するかどうか、ITS の導入の結果やそれがもたらす影響、利用者の ITS に対する必要性といったものであり、これらのデータは分析者である事業主体が必要とした。

#### (ア) ドライバーへの意識調査

ノーガード電停を日常的に利用すると考えられるドライバーに対して、対策によるドライバーへの効果を把握することを主な目的としてアンケート調査を行った。調査概要を示す。

表 17 ドライバーアンケート調査の概要

項目	内容
調査期間	平成 19 年 12 月
調査方法	アンケート調査（ポスティング）
調査対象	沿道住民 配布数 1000 通、回答者数 293 人（回収率 29.3%）
調査内容	対策の認知、理解、参考度、必要度など

#### (イ) 乗降客への意識調査

ノーガード電停を主に利用すると考えられる乗降客に対し、対策による乗降客への効果を把握することを主な目的としてアンケート調査を行った。調査概要を示す。

表 18 歩行者アンケート調査の概要

項目	内容
調査期間	平成 19 年 12 月
調査方法	アンケート調査（電停で乗車客に配布）
調査対象	ノーガード電停乗車客 配布数 395 通、回答者数 173 人（回収率 43.7%）
調査内容	対策の認知、必要度、対策前後の不安度など

## (ウ) 車の挙動の観察調査

ノーガード電停乗降時において、電停を通過する車の挙動について観察調査を実施した。調査概要を示す。

表 19 歩車間隔の観察調査の概要

項目	内容
調査期間	平成 17 年 2 月 10 日
調査方法	車の挙動を調査員の目視により観測
調査対象	ノーガード電停乗降客がいる場合に、電停を通過した車 45 台

## 2) 調査結果

### (ア) ドライバーの意識

対象地域を通行する時のドライバーの本システムに対する認知および理解について、図 27 に示す。ノーガード電停に付設した情報板や発光鋸をそれぞれ 86%、81%のドライバーが認知しているとともに、それぞれ 85%、78%のドライバーが機器の提供する意味を理解している。このようなことから、システムにより、ノーガード電停の場所と電停の乗降客の存在の可能性をドライバーに示すことができるようになったと考えることができる。ドライバーの目に入りやすい情報板や発光鋸は 80%以上の人に認知されているが、調光式照明は認知度がやや低い結果になった。ただし、調光式照明の目的は乗降客を照らし出すことであり、照明自体の認知度が低いことは問題ではないと考えられる。また、認知している人のほとんどが「見ただけで内容や目的を理解した」と回答しており、これらの設備はいずれもドライバーが内容や目的を正しく理解できるものであると考えられる。

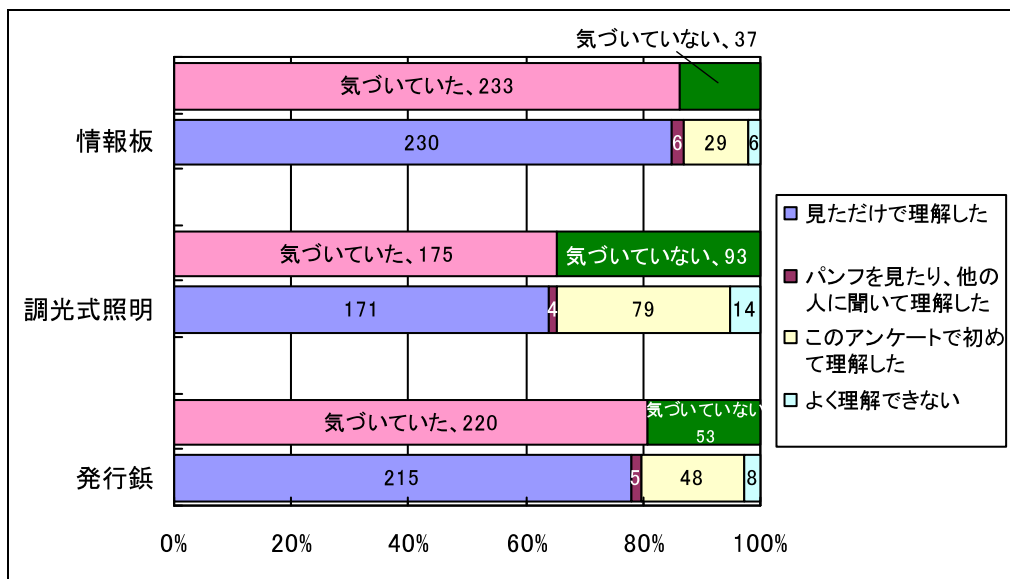


図 27 ドライバーの認知と理解

次に、システムの情報を参考に行っているか否か、参考に行っている場合の注意力的変化について図 28 に示す。

82%のドライバーが運転時において本システムを参考にしており、さらにそのうちの61%が注意をしていると回答した。すなわち、全体の50%が運転時において本システムにより注意するようになったと考えることができる。このように ITS の導入がノーガード電停を目立たせるとともにドライバーの注意力を向上させる効果を確認することができた。

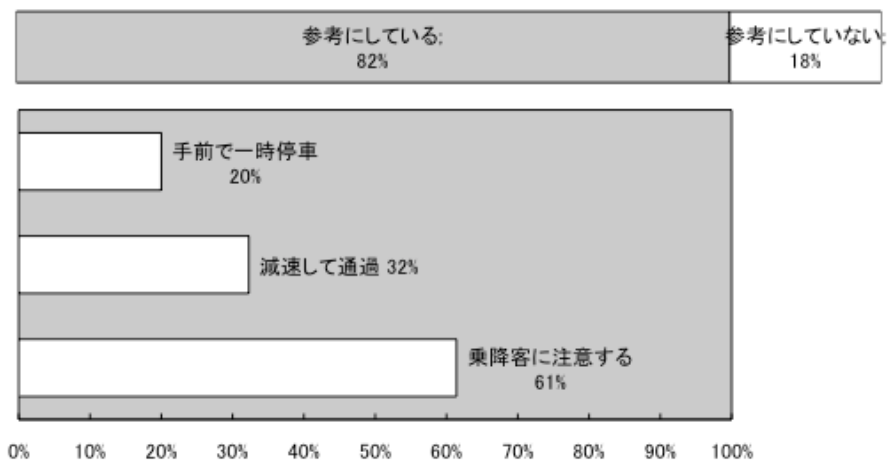


図 28 ドライバーのシステム参考度とその内容

システムの設置前後を問わず、ノーガード電停の付近を車で通行時にヒヤリとした経

験があるドライバーは「よくある」「たまにある」を合わせて55%に上った(図 29)。また、ヒヤリ体験の内容に関する自由記入には143人の回答があり、そのほとんどは電停利用客と車との交錯に関するものであった。代表的な内容として「電車が来る前から乗車客が道路上で待っている」(18人)「乗車客が沿道や歩道から飛び出す」(22人)「降車客が電車から飛び出す、降りた直後に左右確認せず道路を横断したり予想外の方向へ歩き出したりする、乗降が終了したと思って発進するとさらに客が降りてくる」(50人)などが多く見られた。特に時間帯や乗車時・降車時の別について記入があるものを集計したところ、時間帯別では「夕方」や「夜」に、乗降別では特に「降車」時にヒヤリ体験が多いことが裏付けられた。また「雨の日」を挙げた回答者は25人で、視認性が悪くなるだけでなく傘と車が接触しそうになる点からも危険であるという意見が多かった。電停付近で車同士が接触しそうになることによるヒヤリ体験も少数(8人)ながら見られ、対向車のはみ出しや追い越しなどが原因として挙げられた。

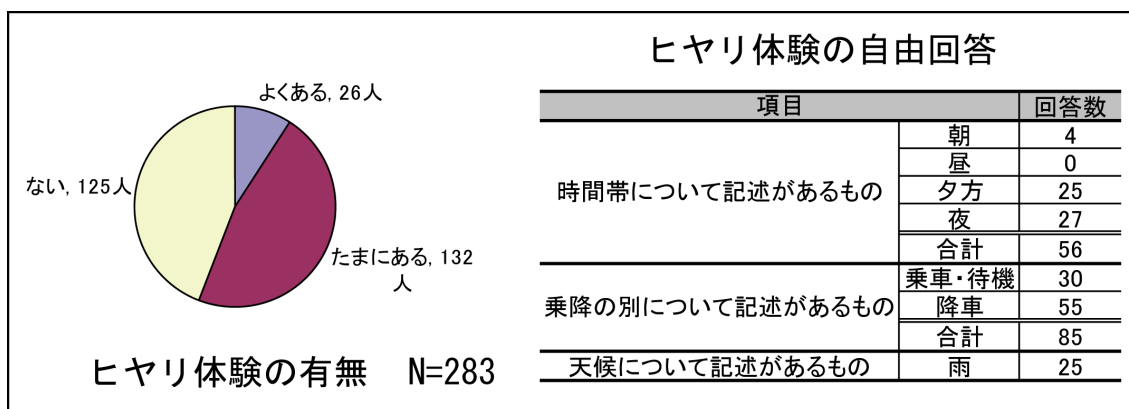


図 29 ドライバーのヒヤリ体験 (システム導入後)

図 30 にドライバーのシステムの必要性に対する意見について示す。ドライバーの99%がシステムを必要あるいはあった方が良くと回答した。また、「是非とも必要」との回答は51.7%と半数以上からは強く望まれている。

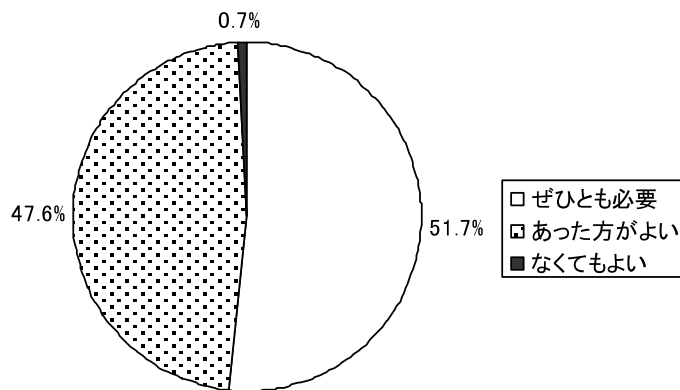


図 30 ドライバーの必要度

### (イ) 乗降客の意識

図 31 に ITS による乗降客の安心感の変化について示す。システムを導入前は「非常に不安である」「かなり不安である」と回答した乗降客があわせて 61%以上あったにもかかわらず、導入後はあわせて 19%程度に減少した。これらのことから ITS 導入による安心感の向上効果が認められたと考える。

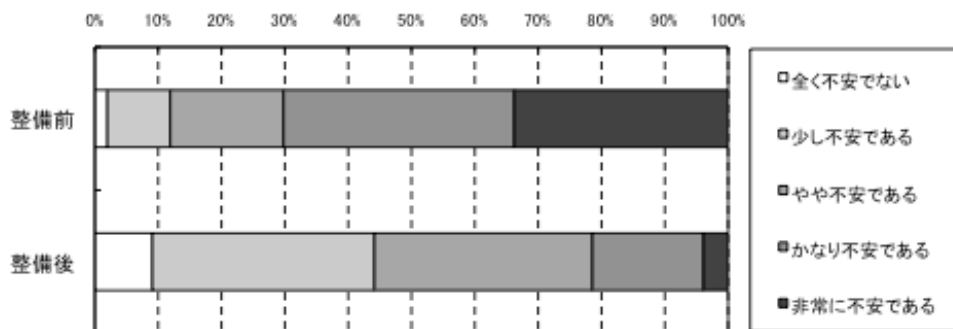


図 31 システム導入による乗降客の不安感の変化

乗降客のヒヤリ体験について図 32 に示す。システムの設置前後を問わず、ノーガード電停の利用時にヒヤリとした経験がある利用客は「よくある」「たまにある」を合わせて 72%であった。ヒヤリ体験の内容に関する自由記入には 123 人の回答があり、ほとんどは車との交錯に関する内容であった。特に「降車時に車が停まらずに通過する、かなり接近してから停止する」という内容が多い。ドライバーと同様、時間帯別では「夕方」や「夜」に、乗降別では「降車」時にヒヤリ体験が多いが、乗車時や待機時に関するヒヤリ体験に言及した回答はドライバーに比べて少ない。また「雨の日」を挙げた回答者は 24 人であった。

安全確保のために降車前には自分で左右確認を行うといった内容や、電車運転士によ

る配慮(降車時に注意喚起の声かけを行う、降車ドアを開ける前に車の停止を確認するなど)に言及した回答も多く、利用客側も危険回避を心がけており、鉄道事業者によるソフト面の対策も有効であることが読み取れた。

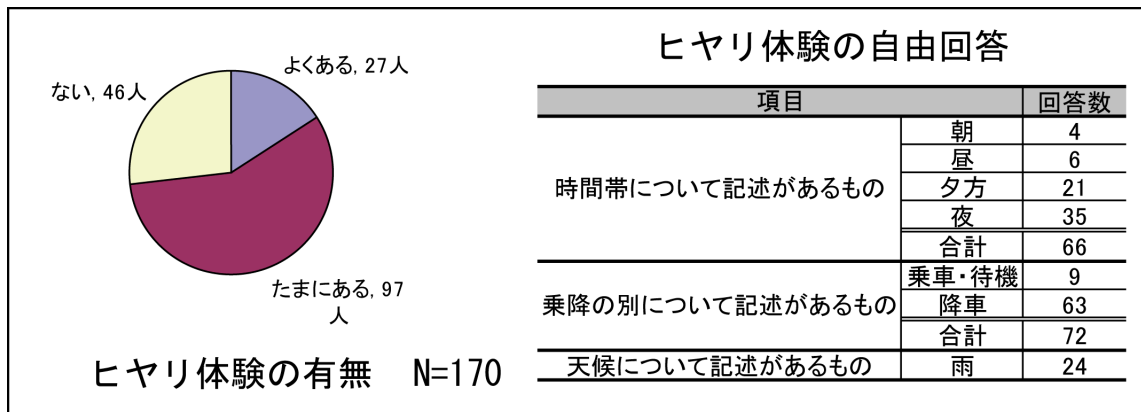


図 32 乗降客のヒヤリ体験（システム導入後）

図 33 に乗降客のシステムの必要性に対する意見について示す。「ぜひとも必要」「あった方がよい」を合わせると 91%がシステムを必要と回答した。また、「ぜひとも必要」は 53.5%と、半数以上の乗降客から強く望まれていることが認められた。

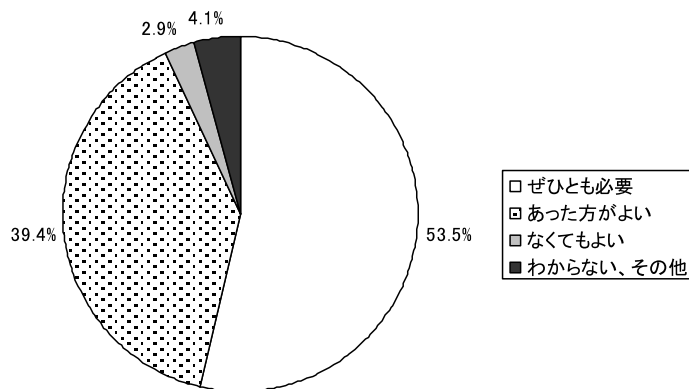


図 33 乗降客の必要度

### (ウ) 車の挙動

ノーガード電停対策を実施した東新木電停において、電停停車中に通過した車の挙動について表 20 に示す。整備前と比較すると、夜間の降車時においては停止挙動が増加し、接近停止や接近通過といった危険な挙動が減少することが認められた。

しかしながら、観察で得られたサンプル数が少なく、今後の調査において、十分なサンプルを確保するためには1週間程度の観察は必要である。

表 20 東新木電停での車の挙動（上：整備前、下：整備後）

危険度	挙動パターン	終日・乗降		夜間・降車	
		回数	割合	回数	割合
1	停止	3	21.4%	1	12.5%
2	停止後徐行	1	57.1%	1	62.5%
	対向車線通過	3		3	
	徐行通過	4		1	
3	接近停止	0	21.4%	0	25.0%
	接近通過(減速)	0		0	
	接近通過(減速なし)	3		2	

危険度	挙動パターン	終日・乗降		夜間・降車	
		回数	割合	回数	割合
1	停止	13	28.9%	6	35.3%
2	停止後徐行	1	33.3%	1	58.8%
	対向車線通過	8		6	
	徐行通過	6		3	
3	接近停止	2	37.8%	0	5.9%
	接近通過(減速)	9		1	
	接近通過(減速なし)	6		0	

### 3) 機能設計と効果計測のまとめ

機能設計のプロセスでは、あらかじめ事業主体が ITS での導入を前提として機能を概略設計するとともに事前調査の結果より ITS に必要な機能を決定した。その結果、当初に想定された「注意喚起」機能は事前調査からそのまま必要性が裏付けることができたとともに、「明るさ確保」は「夜間時におけるドライバーの視認性向上」という機能に具体化することができた。このように事前調査は、事業主体が必要と考える機能認識を裏付けるあるいは具体化できる可能性を示した。また、本件では確認されなかったが、ITS に必要な機能に対して事業主体の認識が不足している場合は、事前調査がそれを補う役割を期待することは明らかである。しかしながら、定式的なアンケート調査や観察調査だけでは、調査によって得ようとするデータの内容が事業主体の問題認識に基づきやすいために、これらの手法では事業主体が認識しようとしなかった問題については明らかになることが難しい。そのために利用者の自由な意見を踏まえることができるようなインタビュー調査も加えて実施することが必要であったと考える。

ノーガード電停対策の効果計測結果についてまとめる。ITS はドライバーに対して認知・理解ともにされやすく十分に実用的なシステムとして稼働していると考える。また、ドライバーの多くは ITS を参考にしており、実際に 6 割のドライバーは ITS 動作時には注意して走行するようになっていることから当初に設計した注意喚起機能は有効に働いている。乗降客については、整備前に 6 割以上が不安を感じていたのに対して、整備後は 2 割程度と減少し、ITS は乗降客のノーガード電停利用に安心感をもたらしている。さらに ITS はドライバー、乗降客ともに必要と感じており、今後とも ITS によ

るノーガード電停の安全対策の運用は地域に望まれている結果となった。このようにノーガード電停問題では安全地帯などの確保が困難な状況において、ITS は実現可能な有効な施策であった。

しかしながら、ヒヤリハットについては、整備後にも多く残されており、実施した ITS だけではノーガード電停の安全性を十分に確保できていない。交通法規の周知など、事前評価課題とした ITS 以外の施策についても実施すべき必要がある。



### 3-3 既存手法による機能設計と評価の課題

これまでの2つの事例を通じて、ITSは道路整備が困難な場合におけるソフト施策として効果的に用いられていることが確認された。いずれも、道路整備に多額の費用を要することから、あらかじめ道路整備以外での対応を試みた事例であった。地方部では、財政難の状況などから、特に利用者の少ない地域が抱える道路交通問題に対して、多額の費用を必要とするハード整備改良を行うことは困難なケースがある。このような状況において、ITSはハード整備に比べて安価で早急に実施可能であった。また、事業実施後の地域の利用者などの評価も高く、地方部の固有の道路交通問題の解決の一助となることが確認できた。

一方で、ITSの機能設計や評価のプロセスにはまだまだ改善の余地を残した。

機能設計段階においては、ITSは設計者である事業主体のノウハウを前提に構築されているという状況にあり、各地で展開するためにはまだまだ課題が残る。

トンネル歩行者問題では住民等との意見交換の場を設け、ITS以外の施策も視野に入れながら、施策の実行可能性を比較検討することでITSを導入するに至った。その結果、ITSに必要とする機能が追加されることとなり、事業主体だけの機能設計は不十分であることを示した。しかしながら、検討委員会においては、事業主体が認識している問題を前提に施策の機能設計を実施したことから、問題の断片的な構造を前提に機能を設計している可能性がある。

また、ノーガード電停問題では、現状や問題について複数の調査から分析し、課題を特定した。また、それらの課題に対して様々な施策を検討した結果、ITSにおいて対応すべき機能を特定している。しかしながら、この手法においても、事業主体が認識している問題を前提に定式的なアンケート調査や観察調査が実施されていることから、問題を確認する作業ではあるものの、認識している問題以上を発見しようとするものではない。そのため、これらの手法では問題を俯瞰的にとらえることができるとは限らない。

いずれも、対象となる問題に対して、住民などの利用者の意見を踏まえて必要な機能は検討しているものの、実質的に設計者である事業主体の認識を前提としてきた。対象とした問題や機能を検討する上では、関係する現象やそれに対する人間の意識が取り上げられたに過ぎず、それらが互いに関係し合う構造については明示化されようとしないうままであった。これらの手続きでは、地域の問題構造に対してITSが必要とされる理論を明示化しようとしたとは説明できない。また、このような手法による地方部のITS設計は、各地方部の設計者の技量や経験に依存することは明らかであり、各地でITS

が実施された場合に、すべての地域がそれぞれ安定的な品質を保つことは困難である。技量や経験の豊富な技術者がいる地域においても、事業主体の担当者が異動になることや事業を改善する段階において、アウトカムを達成するためにどの機能を重視すべきかなどの問題にさしあたった場合は、特に客観的な根拠に基づくことなく、属人的に判断せざるを得ない。

次に、効果計測においても同様である。トンネル歩行者問題では歩車間隔、ノーガード問題では車両の挙動などといった指標について計測するとともに、利用者の安心感や必要度などを計測して、ITSの重要性や必要性について言及してきた。

しかしながら、それらの指標を用いてITSの効果や有効性を説明しようとする根拠は欠けている。ITSの機能設計時より、事業主体の認識を前提に断片的に問題とそれに必要な機能を確認してきたことから、地域の問題構造を認識しようとする、それに対してITSの効果の発現対象を論理的に明示するに至らなかった。安心感や必要度などといったアウトカムらしき指標についても計測されているが、それらがアウトカムである根拠もなく、ITSが効果をもたらす発現対象にそれらの指標があることは説明できていない。これまでの効果計測は問題に対する効果的な側面があることは示せるものの、ITSが問題に対して必要な理論構造が明示化されておらず、ITSによる結果、それによる影響、その重要性を客観的に説明するに至っていない。さらに、これまでの計測では、施策が有効であるかどうか、その要否や改善項目の判断が困難である。施策を継続的に運営していく上においては、それらが一連的に評価できるプロセスが必要となる。

このように、当初に指摘したとおり、これまでのITSの導入や評価は、地域の問題構造に対するITSの理論構造を明示化せずに行われてきたために、ITSに必要な機能やITS導入による影響を論理的に説明することが置き去りにされてきた。しかしながら、各地での地方部ITSの展開や施策を継続的に運営していくために、これまでの取り組みにとどまることなく、問題構造に対するITSの機能解明とその方法論を構築することが必要とされる。

## 4 地方部 ITS の評価手法の提案

---

## 4-1 これまでの ITS 設計、評価の問題点と提案する手法の特徴

ITS が対象とする道路交通問題は、地域の道路管理者、住民、交通事業者、観光客、ドライバー、歩行者などさまざまなステークホルダーによって構成されるのが一般的である。そのため、道路交通問題を解決する手段に対してステークホルダー間によって意見が異なる事態が生ずる。また、地域の環境や属性などの変数から問題に対する解釈が様々である。

一方で、これまで、ITS が実施される段階においては、前章で検証したとおり、事業主体の問題認識に依存して、ITS の機能設計や問題提議が行われてきた。そのため、ITS の効果は必ずしも地域に理解されるとは限らない。ITS の効果が理解されがたい理由には、ITS が利用者の行動の反応に依存して効果を示す点や、ハード整備などの抜本的な解決が困難な場合において選択される施策であることにも起因する。たとえば、歩車が混在している道路空間において、歩道整備により歩行者の安全・安心対策を図った場合は、明らかに歩車の接近距離が確保されるとともに、物理的な境界が生じることから、その効果が伝わりやすい。しかしながら、そのようなハード整備ではなく、ドライバーに対する情報提供など ITS を行った場合については、ドライバー一人一人が情報を参照するという前提において効果が保たれる。そのため、一般的にそれらの効果は前者に対してわかりづらい、または問題認識が異なるステークホルダー間では、その効果について共通の認識得ることが困難である。

そのため、地域の道路交通問題に対して、ITS を活用する場合においては、地域の問題構造に対する認識を明確に把握し、それに基づいた機能設計や効果計測が行われるべきものである。このような認識のもと、地方部 ITS の機能設計や効果計測を実施する前提において、次のような特徴をもった政策評価を実施することを提案する。

- ITS が達成しようとするアウトカムとの関係性を明示化し、ITS の効果構造を明らかにした上で ITS の機能設計を実施する。また、ITS の効果構造に基づいた効果計測を実施する。
- 地域のステークホルダーの問題構造を明らかにし、問題構造に基づく ITS の設計、評価を行う。

- 地域の環境や属性といった特性を加味した ITS の設計、評価が可能である。

## 4-2 提案する ITS の評価手法の概略

### 4-2-1 ロジックモデルの活用

ITS の機能設計、効果計測を実施する前提において、ロジックモデルを構築することを提案する。

ロジックモデルとは、W. K. ケログ財団により紹介された手法で、プログラムのための利用可能な資源、計画している活動、達成したいと期待する変化や成果の関わりについての考えを体系的に図式化するもので、プログラムを構成している各要素を結び付ける推論のチェーンモデルを作成し、確認し、修正するものである<sup>1)</sup>。

ロジックモデルはインプットからアウトカムまでの課程を連鎖的につなげ、また、成果の段階はアウトプットとアウトカムなどの複数段階に分けて提示することにより、不明瞭になりがちな施策の効果課程を明示することができる。このような点において、ITS などのように間接的な効果の高い施策においては、ロジックモデルは有効であるといえる。

近年、ロジックモデルは各種の政策評価ツールとして注目を浴びている。以降では、ロジックモデルの活用事例をレビューし、その具体的な有効性や ITS 活用において留意すべき点を考察する。

浅野<sup>23)</sup>はロジックモデルを用いて脱スパイクタイヤ規制政策の評価モデルを提案している。また、施策実施前後におけるロジックモデルの違いに言及し、施策実施による副作用などによりロジックモデルが変化することを示している。

坂井<sup>456)</sup>、中林<sup>7)</sup>らは阪神高速道路の維持管理においてロジックモデルを構築することを提案している。坂井は既存の業務プロセスをロジックモデルに置き換え、保全業務においてロジックモデルがどのように推移するかをシミュレーションしている。また、その後、構築したロジックモデルを活用して、評価指標を設定し、リスクを用いた考えから、道路管理の管理水準の設定を方法について提案している。同様に、中林はロジックモデル案を構築し、最適な管理水準を設定するために活用する報告がされている。

同様に小田<sup>8)</sup>においても京都府の道路舗装の維持管理業務において舗装管理のロジックモデルを構築し、ロジックモデルを活用した評価手法について提案している。実際にロジックモデルから得られた評価指標を定量的に計測する試みを行っている。

ほかにも、日野<sup>9</sup>らは土木史学においてロジックモデルを活用して、プロセス評価に対する研究を行っている。昭和40年代からの苫小牧港の開発を題材として、大規模社会基盤の開発プロセスに対する事後評価手法のためにロジックモデルを活用した政策評価を実施している。

具体的には、過去の基本計画をロジックモデルとして整理し、当時の外的要因や開発実績との対照から基本計画の誤りを指摘している。また、ロジックモデルのインプットからアウトカムまでの連鎖概念を活用して、開発プロセスの評価も試みている。既存の資料やインタビュー調査から各種施策と要因などとの連鎖を時系列的に整理することで開発プロセスを明示化し、開発当時のロジックモデル破綻後、北海道開発拠点として形成されるまでの柔軟な計画変更プロセスを評価している。

神永<sup>10</sup>らは、鳥取県日南町において、問題分析から論理的にロジックモデルを構築する取り組みを導入している。外部の有識者や行政関係者、住民や各産業の関係者などとのワークショップを通して、それらの議論からコーパス分析によりロジックモデルを構築する試みである。

いずれもロジックモデルを行政経営や社会インフラの維持管理、プロセス評価に用いるための先進的な取り組みである。これまでのように単に様々な施策の効果計測などを行うだけでなく、それぞれの課題に対して、アウトカム、アウトプット、インプットなどを一連化することで、施策評価の構造を明示化し、論理的な効果計測指標を設定している。また、日野らの試みはロジックモデルがこれまで主流であったパフォーマンス評価、インパクト評価においてのみ有効だけでなく、施策のプロセス評価にも有用であることを指摘している。

このようなことから、ITSの設計、評価プロセスにおいては、十分に活用可能性が高いと考える。

しかしながら、これらのロジックモデルを構築するにおいては、各種の施策と既知の課題とを単に組み合わせただけに過ぎず、構築されたロジックモデルの適正について言及できない。また、それらの組み合わせ方法については、分析者の主観に基づくことが多く、ブラックボックス化されている。神永らのコーパス分析を用いたロジックモデル構築は、議論の過程で生じた高頻度の単語を重要度の高い語として抽出し、それとともに共起単語を抽出することで、関心の高いトピックとそれに対する関連文章を把握するのだが、ロジックモデルに展開する段階においてはこれまでと同様に既知のものを組み合わせるといふ理論に過ぎない。

これらのような手法は、ITSのロジックモデルを構築する上でも、一般的に事業主体の問題認識に基づく主観的な施策設計構造を示すにとどまる。会社経営の場合など、目標が明確な場合になどにおいては、これらのロジックモデルの構築方法は特に問題ない

が、ITSにおいては、地域の道路交通問題を引き起こす原因や環境の曖昧さやステークホルダーによる認識の違いなどから、ロジックモデルを構築するにおいても、アウトカムがどのように設定されてきたかというプロセスが地域の問題構造に立脚していることは非常に重要なものである。

## 4-2-2 問題構造化分析に基づくロジックモデルの構築

ITS の設計、評価のためのロジックモデルを構築するために問題構造化手法を用いる。

問題構造化手法とは一般的に、特定の主体によって認識されている問題構造を把握することにより、各主体の問題をとらえる枠組みを明示化する手法の総称である。

笹平<sup>11</sup>らは、ISM (Interpretive Structural Modeling) を適用して中小企業の IT 化に対する問題構造化を行っている。ISM は 1974 年に John N. Warfield によって提案されたものである。グラフ理論を用いた構造モデリング手法で、要素間の関係の有無をバイナリ値に置き換えることで、項目間の相互関係を階層的な有向グラフとして図示するものである。

同様に豊田<sup>12</sup>らも構造モデル化手法 (ISM などの総称) を社会問題に適用することを試みている。原子力発電所のトラブル隠しを題材に、新聞記事から構造モデル化手法により問題の階層分類を明示し、問題の全体像を明らかにしている。

そのほか同様に数理モデルから問題構造を分析する手法には児玉<sup>13</sup>らが用いた DEMATEL がある。DEMATEL は ISM が要素間の関係性の有無から問題構造をグラフ理論より展開しようとしものに対して、要素間の強弱をダミー変数から分析して、書く要素間の強弱を示すものである。

加藤<sup>14</sup>らは、広域交通政策・計画の立案のために、関係する主体の問題認識の把握を通じて、問題全体を構造化し、政策立案のための課題を抽出するための手法を検討している。戦略的代替案開発分析 (SODA; Strategic Options Development and Analysis) などのソフト OR 分野で提案されてきた問題構造化手法を踏まえ、新たに問題構造化とそれに基づく政策課題の設定方法を提案するものである。

中川<sup>15</sup>は、ナノテクノロジーの社会的影響を題材にし、対象に対する 2 軸からの論点 (双対性と称す) で認知マップを作成し、問題を構造化する手法を提案している。これは、人々の認識の違いを表現する手法としてわかりやすく、問題構造化手法としてのみならず、コミュニケーションにおいての活用も示唆するものであった。

このようにソフト OR 分野で提案されてきた問題構造化手法を社会に適用する研究

は加藤や中川のほかに、北村らによって提案されている。いずれも既存の資料やインタビュー調査から認知マップを作成することで、ステークホルダーの認識を可視化し、それをもって問題構造とするものである。

ISM や DEMATEL は既知の乱立する要素で構成されている問題に対して、効果的に寄与する要素間の構造を客観的に評価できる手法として、社会システム工学やソフトウェアデザインなどの分野において用いられてきた。

しかしながらこれらの手法は未知の問題を対象とするものではなく、未知の問題である地域の多様なステークホルダーの認識を対象とするには課題が残る。また、問題構造を構成する要素間の関係性を数理モデルにより示せることは客観的な整理な点からはよいと考えられるが、ITS で設計や評価プロセスに用いる目的においては、構築されたロジックモデルが主体の構築した理論ではなく、数理モデルの結果に基づく点に問題がある。一般的にロジックモデルは施策投入後も、それとともに環境や属性、時系列の変化により、柔軟に変化せざるを得ない。これは前述の日野らの土木史学的な観点からも明らかである。

一方で、認知マップを用いた手法では、インタビュー調査から多様なステークホルダーの認識を論理的に明示化できる。特にその過程において、加藤らが指摘しているように、ステークホルダーにより表明されている情報だけに依存することなく、関係者とのコミュニケーションから暗黙的な知識や情報、立場による解釈を踏まえて問題を構造化できる。このような場合、時系列変化とともに環境や状況が変化するに応じて、論理的にロジックモデルを変更することが可能で、ITS の設計や評価に用いる場合においては認知マップを活用した手法が適している。



## 4-3 地域 ITS の評価手法の提案

これまでの考えを踏まえ、本論において筆者が提案する地域 ITS の機能設計および評価プロセスを紹介する。

プロセスは次のように3段階において形成する。

1. 地域の問題構造化分析
2. 問題解決のためのロジックモデルの構築
3. ロジックモデルの定量化

### 4-3-1 地域の問題構造化分析

地域の問題構造化分析では、ステークホルダーに対するインタビュー調査から、地域の問題構造を網羅した認知マップを作成し、ロジックモデルの論理的な根拠とする。これまでも加藤や中川らが指摘しているように、地域の道路交通問題は多様なステークホルダーが関与し、それぞれによってその問題に対する解釈が異なることが一般的である。また、ステークホルダーはそれぞれが不利な立場におかれずに発言するなど問題とその原因が正確に表現されないことが多い。そこで、インタビュー調査では次の点について十分踏まえて認知マップを作成する必要がある。

1. 地域の認識を網羅できるように様々なステークホルダーの意見を聴取する。
2. 聴取した意見で問題構造が網羅できていることを検証するために、分析者が作成した認知マップをフィードバックし、認識の誤りや不足を補完する。
3. ステークホルダーにより表明されている情報のみを聴取するだけでなく、暗黙的な知識や情報を聴取する。またステークホルダーにおける環境や問題との関与について情報を収集する。
4. 認知マップはそれぞれのステークホルダーが認識している主観的な問題と原因との関係をノードと矢印からなるネットワーク図に表現して作成する。

## 1. 地域の問題構造化分析

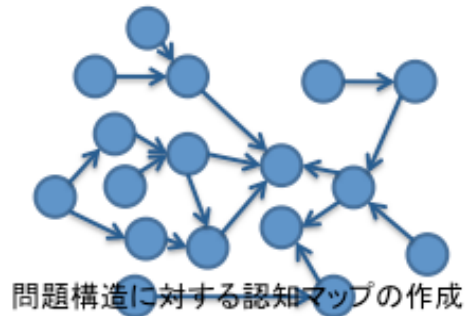


図 34 問題構造の認知マップイメージ

### 4-3-2 ロジックモデルの構築

問題構造化した認知マップをベースに、階層的なツリー図に展開するとともに、各種の事業を関連づけることで ITS に必要な機能を設計する。

ITS はこれまでも道路整備などの抜本的な整備が困難な段階において導入されるなど、地方部の制約下において実施される限定的な手段であるケースがみられた。

また、同様に地方部で導入された ITS は、地域の環境や利用者の属性といった地域特性を背景にそれぞれの地域で独自の問題として取り扱われることが一般的であるが、全国的には同様な問題が各地で発生している。「問題とは目標と現状の間に存在する障害である。目標とは、考慮の対象となっている現象の、考慮されている時点でとるべき望ましい状態である。状況とは考慮の対象となっている現象が、考慮されている時点でとる状態」<sup>16</sup>とあるように、問題は個人の意識と現象との関係から認識されるものであり、個人のおかれた状態や属性によって問題は異なる。また、個人の問題の集合体が曖昧となって地域の問題として認識されている。

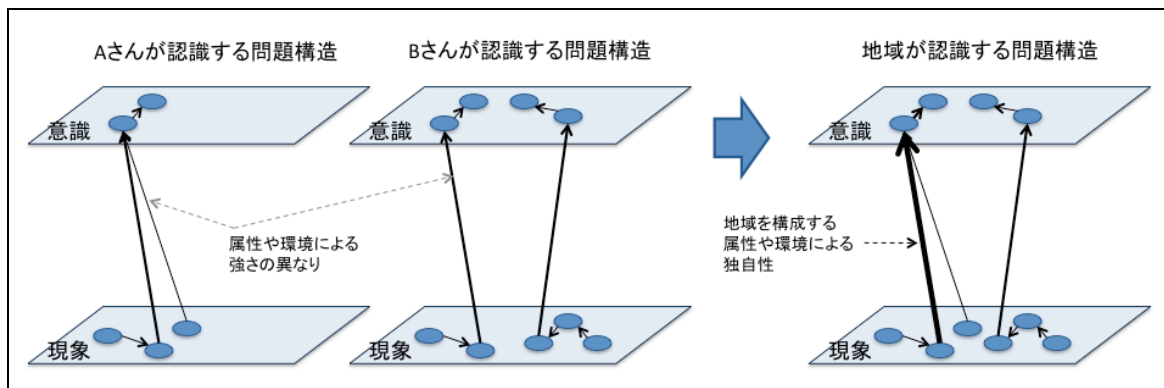


図 35 問題構造の認識イメージ

つまり、そこで起きる現象が人の意識へと作用することで問題として認識するに至るために、各地で発生している同種の問題は、現象と意識から構成する論理的な骨格が異なるということではなく、地域の環境や利用者の属性によって骨格を構成する要素の重みを左右していると解釈できる。

このようなことから認知マップからロジックモデルを構築する上で、次の点に配慮して構築する。

1. 認知マップから環境や属性を排除し、現象と意識から構成する骨格を抽出したのち、認知マップに従い、問題に対する認識を上位に、その根源的な原因を階層的に下位に示した問題構造のロジックモデルを構築する。問題に対する認識は言い換えれば地域が解決したい目標でありアウトカムとして表現できる。また、原因は目標を達成するために必要な成果であり、アウトプットとして表現できる。
2. 既存の資料などから、同様な問題に対して有効な既存事業を収集し、それらの事業と機能を整理する。次に問題構造のロジックモデルと既存事業の機能を関連づけることで問題構造と施策のロジックモデルを構築する。
3. 既存事業で対応できている、できていないに関わらず、ロジックモデルを構成するすべてのアウトプットから ITS の機能を検討する。
4. これまでの過程から問題構造と ITS のロジックモデルを構築し、ITS の効果の発現対象を明示化する。ITS の効果の発現構造 (ITS の効果構造) から評価指標を抽出し、それらの指標についてそれぞれ評価する。

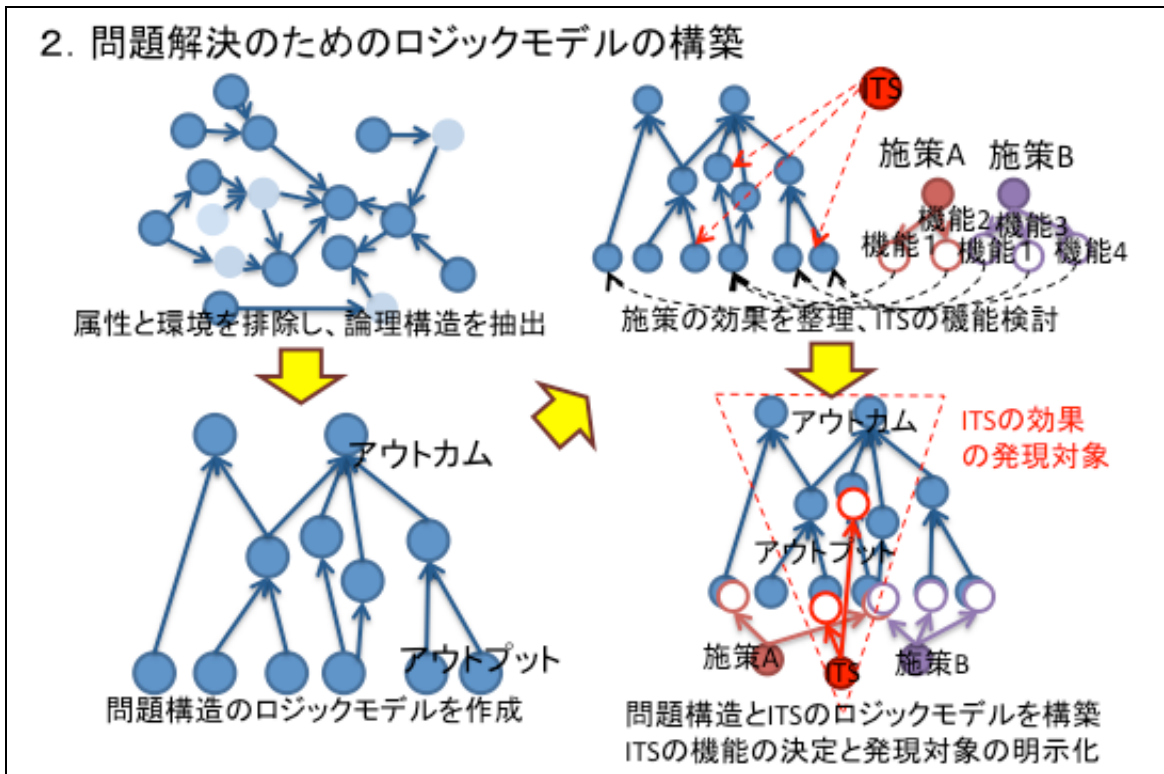


図 36 ロジックモデルの構築イメージ

### 4-3-3 ロジックモデルの定量化

最後にロジックモデルを定量化し、ロジックモデルを構成する要素に対して、地域の重み付けを行うことで、ITSの機能に優先度をつける。具体的には次のように行う。

1. ロジックモデルを構成するアウトカムとそれに作用する意識の強さについて、対象とする地域でアンケート調査を実施する。
2. 数量化分析にもとづき、アウトカムとそれを作用する意識との定量的なモデルを構築し、地域で有効なITSの機能を選定する。

数量化分析では、ロジックモデルの加重配分を分析する手法として、一般的に重回帰分析や共分散構造分析（以下SEM）のパス解析モデルなどが利用できる。加重配分を表現する係数としては、重回帰分析では標準偏回帰係数、SEMではパス係数と同義である。一般的にロジックモデルのように多階層な構造についてはSEMを用いることが多く、ロジックモデル全体の定量化を図る上ではSEMが簡便な手法である。しかしながら、実際に施策を実施してその効果を計る場合においては、ロジックモデルの部分的な構造についてフォーカスして分析することで、属性や環境に夜反応の変化といった施策の詳細な分析を行うために、重回帰分析を用いる。

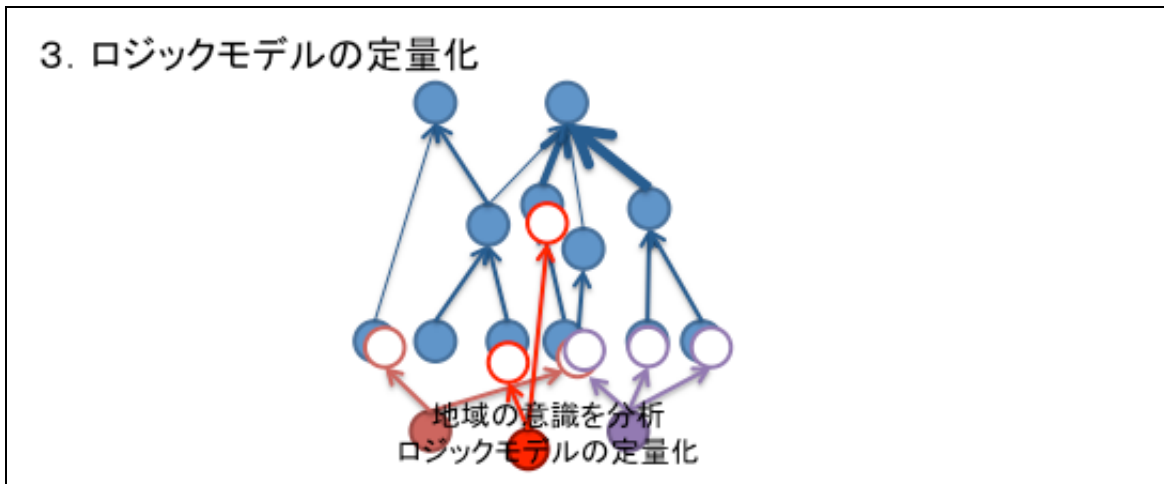


図 37 ロジックモデルの定量化イメージ

<sup>1</sup>W.K.Kellogg Foundation(1998) Logic Model Development Guide

<sup>2</sup>浅野基樹：ロジックモデルによる脱スパイクタイヤ政策の政策評価、寒地技術論文・報告集、Vol.20 Page.168-175、2004

<sup>3</sup>浅野基樹：脱スパイクタイヤ政策の政策評価に関する研究-ロジックモデルとアウトカム指標について-、建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集、Vol.22nd Page.57-60、2004

<sup>4</sup>坂井康人、小林潔司：阪神高速道路におけるアセットマネジメント-内部統制論とロジックモデル-、土木学会第 64 回年次学術講演集、Vol.64、2009

<sup>5</sup>坂井康人、荒川貴之、慈道充、小林潔司：ロジックモデルに基づく戦略的維持管理、土木計画学研究・講演集、Vol.39、2009

<sup>6</sup>坂井康人、上塚晴彦、小林潔司：ロジックモデル(HELM)に基づく高速道路維持管理業務のリスク適正化、建設マネジメント研究論文集、Vol.14 Page.125-134、2007

<sup>7</sup>中林正司、西岡敬治、小林潔司：阪神高速道路の維持管理の現状と課題、土木学会論文集、Vol.63、No.4、Page.494-505、2007

<sup>8</sup>小田宏一、児玉英二、青木一也、貝戸清之、小林潔司：ロジックモデルを用いた舗装長寿命化のベンチマーク評価、土木計画学研究・講演集(CD-ROM)、Vol.38、2008

<sup>9</sup>日野智、原口征人、岸邦宏、佐藤馨一：開発プロセスに着目した大規模社会基盤施設の事後評価手法に関する研究-苫小牧港開発を例として-、土木史研究論文集、Vol.23 Page.5-12、2004

- 
- <sup>10</sup>神永希、長崎みよ、小林潔司：住民行動モデルとしての日南町ロジックモデルの作成、  
土木計画学研究・講演集(CD-ROM)、Vol.38、2008
- <sup>11</sup>笹平敏昭、金田重郎：ISM 適用による問題構造化とワークデザイン(WD)技法を用いた  
情報化促進施策システム思考による現行 IT 政策の検証、情報処理学会研究報告、  
Vol.2002 No.110、Page.49-56、2002
- <sup>12</sup>豊田武俊、堀井英之：構造モデル化手法の社会問題への適用-原子力発電所トラブル  
隠しを題材に-、社会技術研究論文集、Vol.1、16-24、2003
- <sup>13</sup>児玉いずみ 他：DEMATEL 法による漁村の環境社会システムの構造分析について、  
海洋開発論文集、14、483-488(1998)
- <sup>14</sup>加藤浩徳、城山英明、中川善典：広域交通政策における問題把握と課題抽出手法、社  
会技術研究論文集、Vol.3、214-230、2005
- <sup>15</sup>中川善典：ナノテクノロジーの社会的影響に関する問題の構造化、社会技術研究論文  
集、Vol.4、75-83、2006
- <sup>16</sup>川瀬武志：問題構造化のプロセス、オペレーションズリサーチ、Vol.32 No.3  
Page.124-131、1987

## 5 地方部 ITS のロジックモデルの 構築

---

本章および次章では、前章までに提案した手法によって、ITS が解決しようとしているアウトカムやそれに必要な機能との因果関係を明示することが可能か検証したい。本章は、具体的には地域の問題構造を前提としたロジックモデルの構築過程を通して、ITS の機能設計や効果の発現対象の明示化が実施できることを検証する。

## 5-1 トンネル歩行者問題に対する地方部 ITS の効果構造分析

### 5-1-1 認知マップの作成

#### 1) トンネル歩行者問題の認知マップの作成方法

はじめに、当該地域におけるトンネル歩行者問題に対して記した国土交通省の資料から、問題の背景や内容、結果などに対する認識を整理し、図化した認知マップ（v1）を作成した。

次に、当時トンネル歩行者問題を検討した委員会などのステークホルダーに対するインタビュー調査から認知マップ（v1）に対する確認を求め、認知マップ（v2）を作成した。図中の赤字部は認知マップ（v1）と認知マップ（v2）との差分である。これらことからわかるように、当時の認識では地域の問題構造を網羅できておらず、当時の施策検討プロセスでは十分に地域の課題を踏まえられていない可能性がある。

さらに、認知マップ（v2）を地域の利用者などに対してインタビュー調査を実施し、確認することで、認知マップの網羅性について確認した。

（インタビュー調査の対象）

事業主体関係者	1名
地域のドライバー（通勤利用、業務利用、トンネル周辺住民）	6名
地域の歩行者	6名



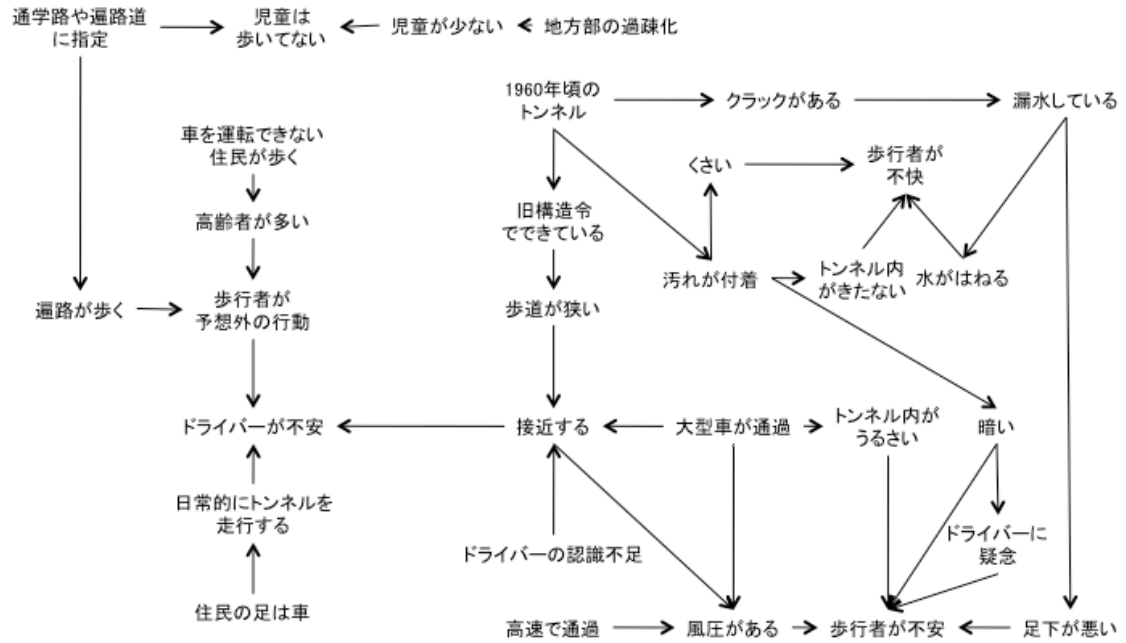


図 38 トンネル歩行者問題の認知マップ (v1)

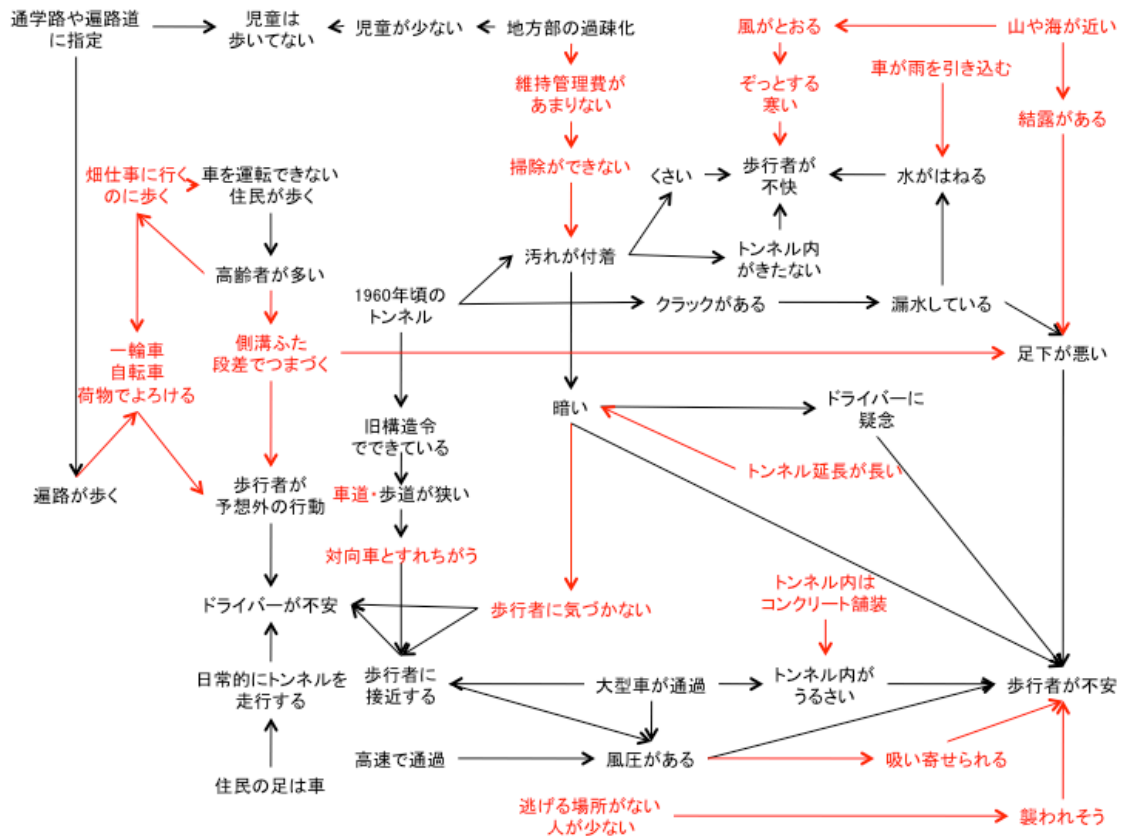


図 39 トンネル歩行者問題の認知マップ (v2)

## 2) トンネル歩行者問題の認知マップ

インタビュー調査の結果、図 40 の通り、当該地区におけるトンネル歩行者問題に対する認知マップを構築した。トンネル歩行者問題に対する原因と結果といった主な認識について解説する。

当該トンネルでは、トンネルの古さや延長の長さから、歩行者はトンネル内の暗さや足下環境への不安を抱えて通行していた。特に大型車などが通行することでその風圧による影響に対して不安を抱えている。また、トンネルが老朽化したことによる汚れや臭気については、歩行者は不快に感じている。

一方で、トンネル構造からドライバーは歩行者に接近して通行しなければいけない不安や廻路や高齢者が予想外の行動で飛びしきそうだという不安を抱えて走行していた。

このように、当該地域におけるトンネル歩行者問題には、汚れの付着と臭気との関連性や、トンネル構造と漏水との関連性など、トンネルにおける一般的な現象と問題が確認できる。またそれに加えて、地域の過疎化や高齢化、車の日常利用、トンネルの通学あるいは廻路利用、トンネルが海岸部に近いといった地方部独特の環境や利用者の属性が一般的な現象とともに関係した構造にあることが確認できた。

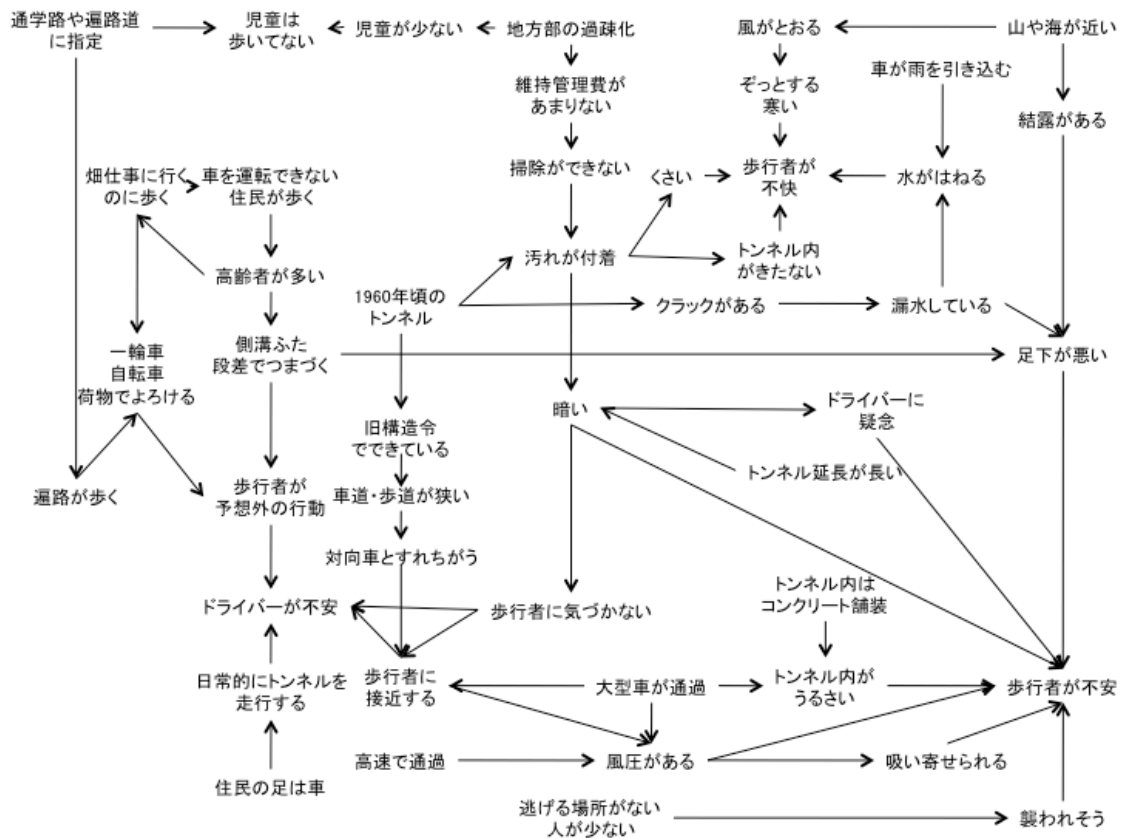


図 40 トンネル歩行者問題の認知マップ

## 5-1-2 ロジックモデルへの展開

トンネル歩行者の認知マップでは、利用者などの属性、地域の環境、利用者の意識、問題の対象や現象が関係し合うことで、トンネル歩行者問題が認識されていることがわかる。

次に、問題とその原因を構造化するために、図 41 のとおり、地域の問題認識から属性や環境を排除し、問題を構成する利用者の意識と問題の対象や現象との関連性をツリー化したロジックモデルへと展開した。(図 42)

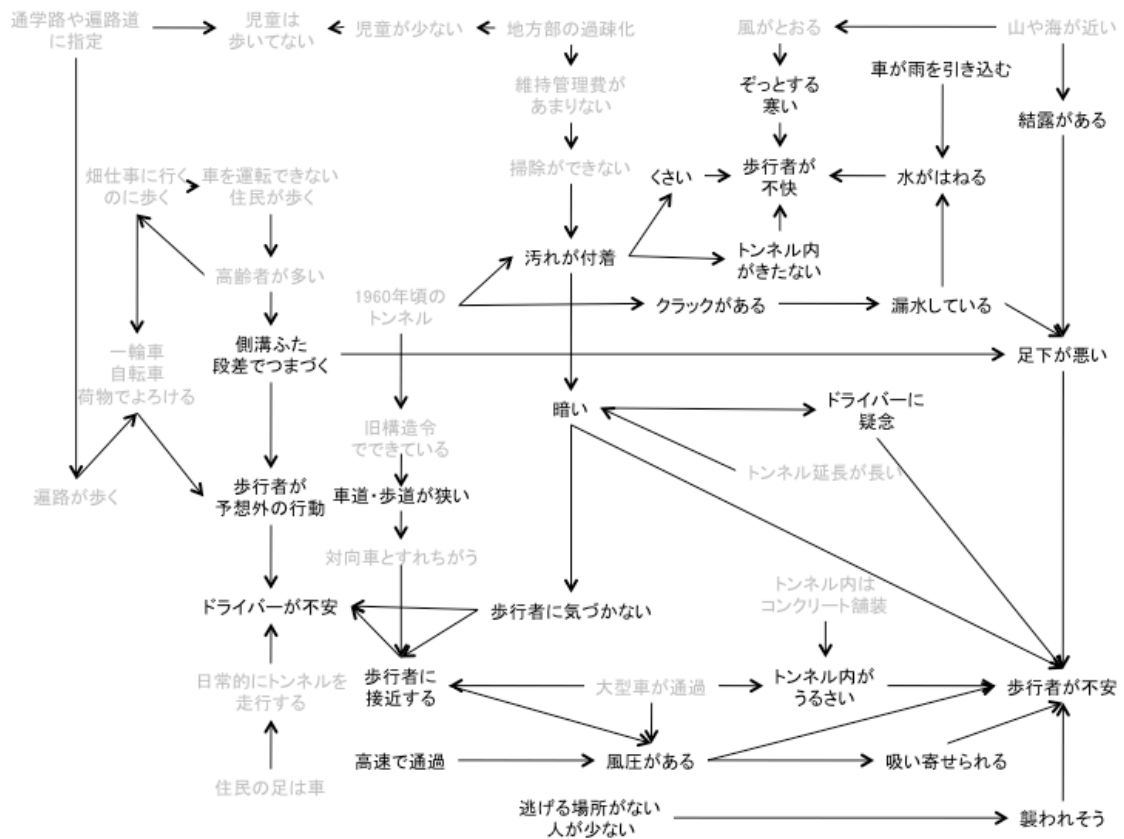


図 41 認知マップから属性と環境を排除したモデル

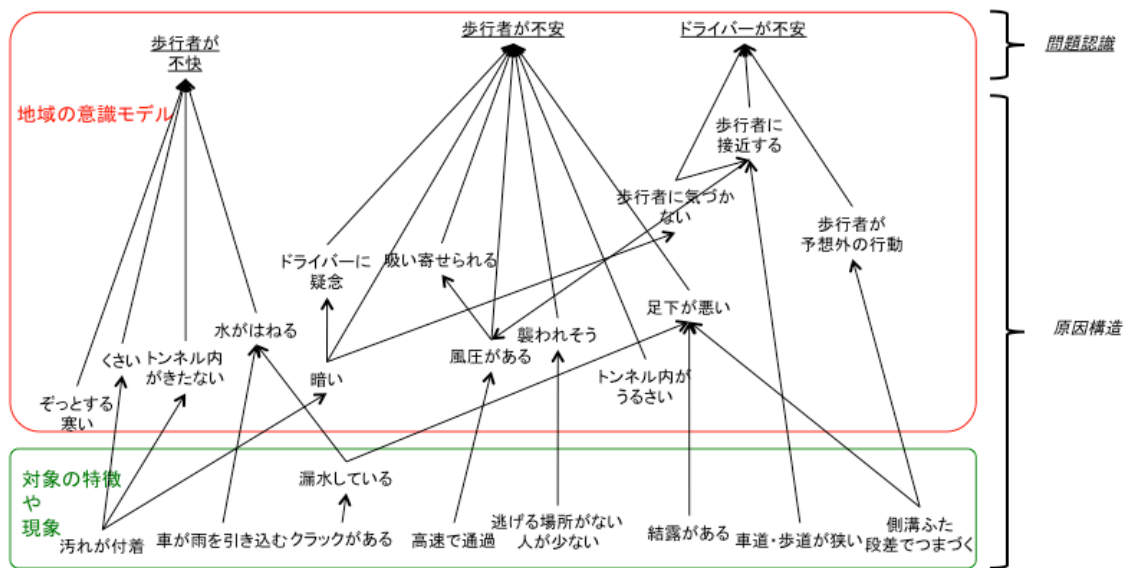


図 42 トンネル歩行者問題のロジックモデル

ロジックモデルに展開することにより、トンネル歩行者問題が大きく「歩行者の不快感」「歩行者の不安感」「ドライバーの不安感」といった3つ問題認識によって構成されているを明示できた。

また、たとえば、ドライバーの不安感が「歩行者の予想外の行動」「歩行者に接近する」「歩行者に気づかない」の3つの意識から構成されていることが確認されるなど、問題認識を構成する地域の意識構造モデルを確認することができた。

さらに、これらの意識構造モデルに対して、それらの原因となる対象の特徴や現象との関連性を有機的に示すことができた。

つまり、ロジックモデルでは、対象の特徴や現象がどのように利用者の意識に対して作用し、その結果、それらが原因となって利用者の問題認識へと展開されているか明示することができた。

### 5-1-3 ロジックモデルに対応した機能の設計

これまでにトンネル歩行者問題のロジックモデルでは、問題認識と原因構造を明示した。ここでは、原因となる要素に対して、直接的に機能する施策を関連づけることで、トンネル歩行者問題に対する施策の機能設計を行い、問題と対策との関連性を明示する。

次に示すように、一般的にトンネル歩行者対策として扱われている施策を既存資料「既存トンネル内歩行者等の安全対策の手引き（案）」より、施策とその機能について

整理した上で、トンネル歩行者問題の問題構造に関するロジックモデルと関係づけた。

(施策例)

- 内装板
- 壁面清掃
- 歩行者照明
- 照明改善
- 舗装改善
- 面導水
- KB パネル処理
- 段差舗装
- 減速マーカ
- 情報提供
- 吸音型内装板
- 高輝度区画線
- 道路鋌
- 歩道拡張
- 歩道柵設置
- 歩道の床盤化

次に、これらの施策から ITS として導入すべき機能を検討する。既存の ITS 技術である 1) 道路鋌、2) 情報提供、3) 照明改善、4) 歩行者照明といった 4 つの施策を機能として具備すべきであることが確認できる。

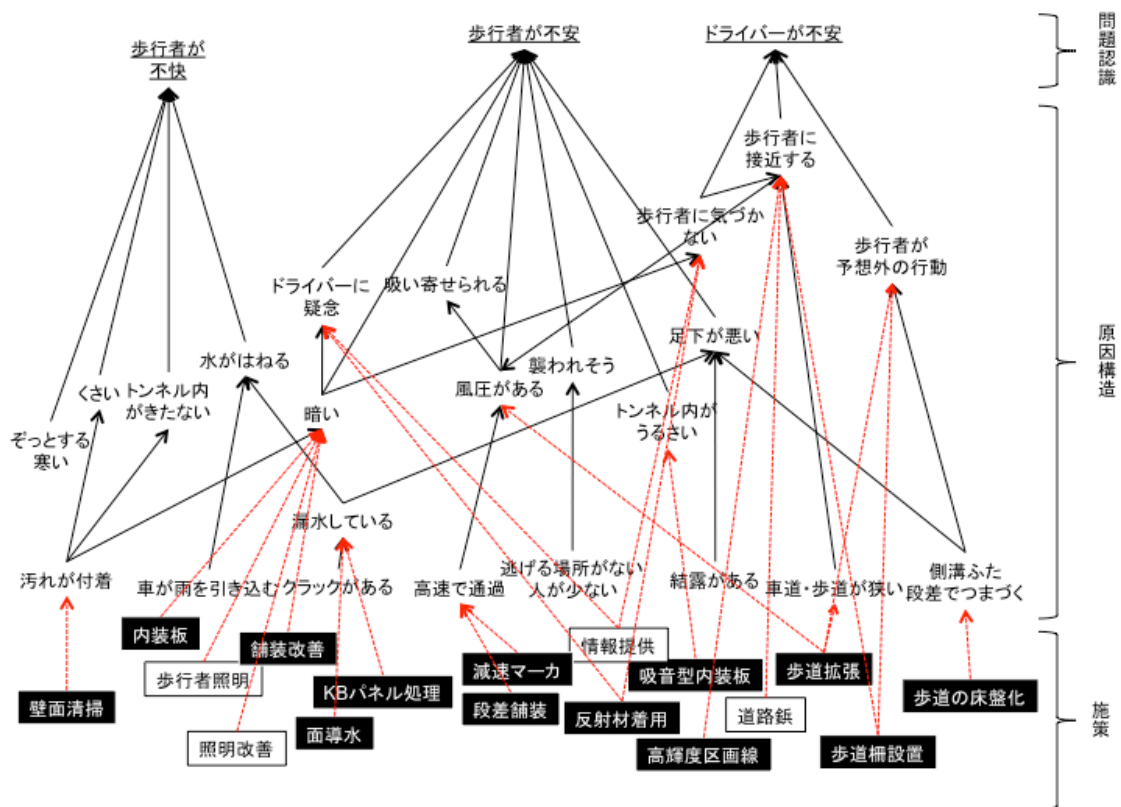


図 43 トンネル歩行者問題と施策のロジックモデル

## 5-1-4 ロジックモデル適用によるトンネル歩行者問題に対する ITS の機能設計と評価

トンネル歩行者問題では、問題構造全体に対して作用する施策は存在しないことが認識できた。すなわち、トンネル歩行者問題を解決するためには複数の施策を組み合わせつつ適用する必要があるという認識を得られる。

ITS は本来、照明改善、歩行者照明、情報提供、道路鋌といった 4 つの施策を具備すべき必要性があり、歩行者やドライバーの不安といった 2 つの問題認識に作用する施策である。また、予算や技術的制約により施策を制限すべき状況においては、発現対象が広範な照明改善、歩行者照明、情報提供を選択することが望ましい。

次に、ロジックモデルによる ITS の評価プロセスについて説明する。ロジックモデルでは、ITS を導入した場合のインパクト評価とプロセス評価とが可能である。

トンネル歩行者問題において、ITS を導入した場合のインパクト評価において計測すべき指標は次の通りである。

1. 照明改善や歩行者照明が導入された場合、それは明るさを確保するための施策であり、照度や明るさに対する歩行者意識などがアウトプット指標となる。
2. 道路鋸が導入された場合、それは歩行者と車との間隔を確保するための施策であり、歩車間隔がアウトプット指標となる。
3. 情報提供が導入された場合、それは歩行者の存在を知らせるための施策であり、ドライバーの注意喚起意識やアイマーク挙動などがアウトプット指標となる。また、それとともに情報提供は、歩行者がドライバーとの信頼感を保つための施策であり、歩行者のドライバーに対する信頼意識についてもアウトプット指標となる。
4. 照明改善や歩行者照明、情報提供が寄与するアウトカム指標はドライバーと歩行者の安心感であり、道路鋸の寄与するアウトカム指標はドライバーの安心感となる。

また、アウトカムを達成するための施策の実施可能性に言及することで、ITSの重要性を説明可能である。歩道拡張や歩道柵設置などが困難だった場合において、現実的に実施できる施策としてITSは数少ない選択肢の一つであることを明示する。

## 5-2 ノーガード電停問題に対する地方部 ITS の効果構造分析

### 5-2-1 問題構造マップの作成

#### 1) ノーガード電停問題の認知マップの作成方法

はじめに、当該地域におけるノーガード電停問題に対して記した報告書から、問題の背景や内容、結果などに対する認識を整理し、図化した認知マップ（v1）を作成した。

次に、当時ノーガード電停問題を検討したワーキングなどのステークホルダーに対するインタビュー調査から認知マップ（v1）に対する確認を求め、認知マップ（v2）（v3）を作成した。図中の赤字部は認知マップの前のバージョンとの差分である。これらのことからわかるように、当時の認識では地域の問題構造を網羅できておらず、当時の施策検討プロセスでは十分に地域の課題を踏まえられていない可能性がある。

さらに、認知マップ（v3）を地域の利用者などに対してインタビュー調査を実施し、確認することで、認知マップの網羅性について確認した。認知マップ（v4）はその課程において追加された点である。

（インタビュー調査の対象）

事業主体関係者	2名
地域のドライバー（業務利用、周辺住民）	3名
地域の歩行者	4名



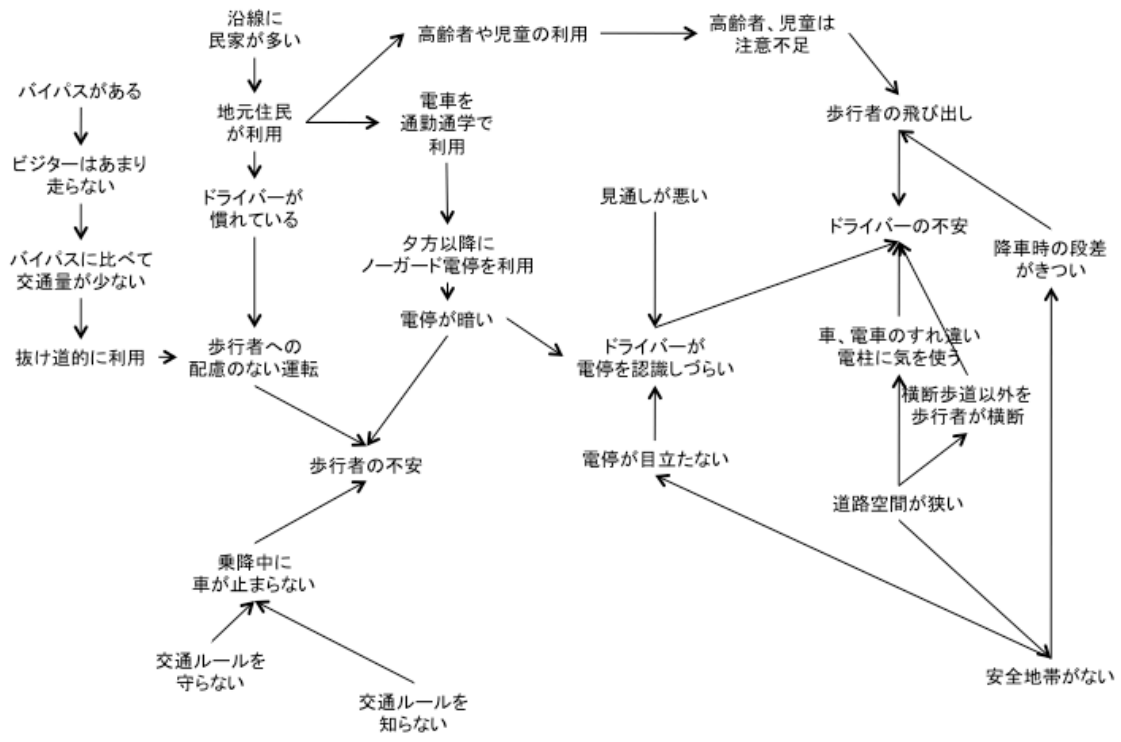


図 44 ノーガード電停問題の認知マップ (v1)

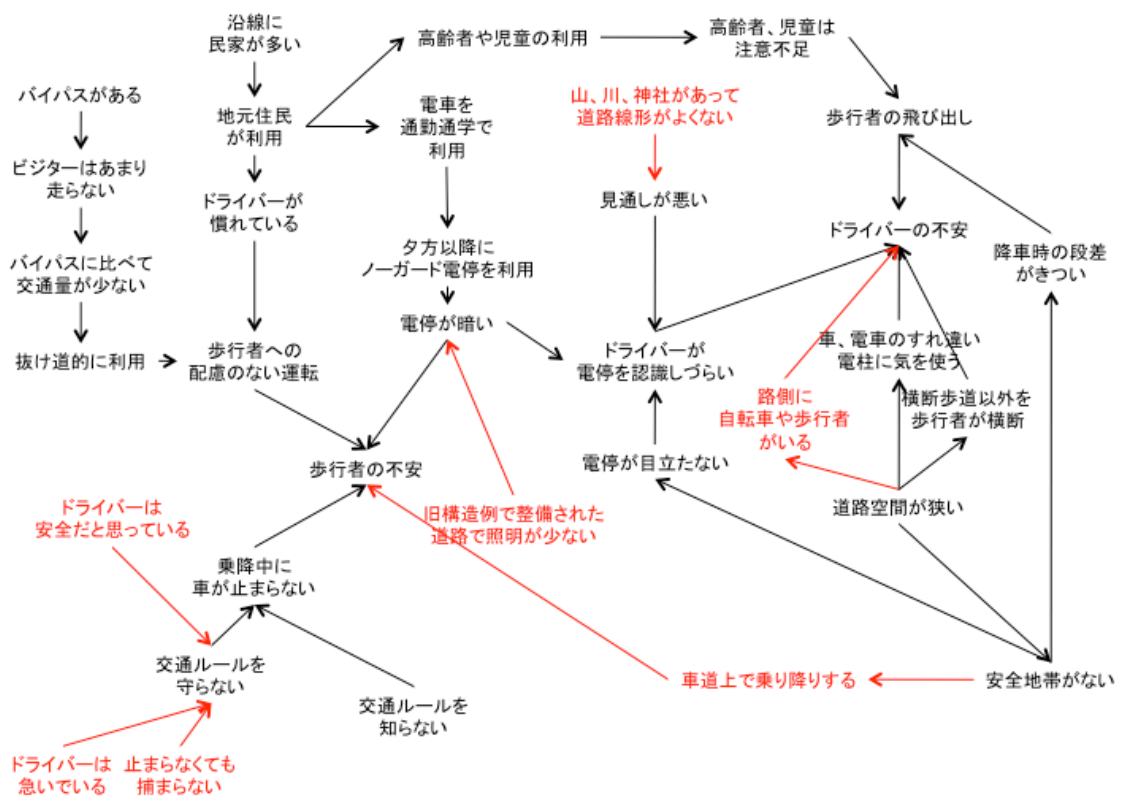


図 45 ノーガード電停問題の認知マップ (v2)

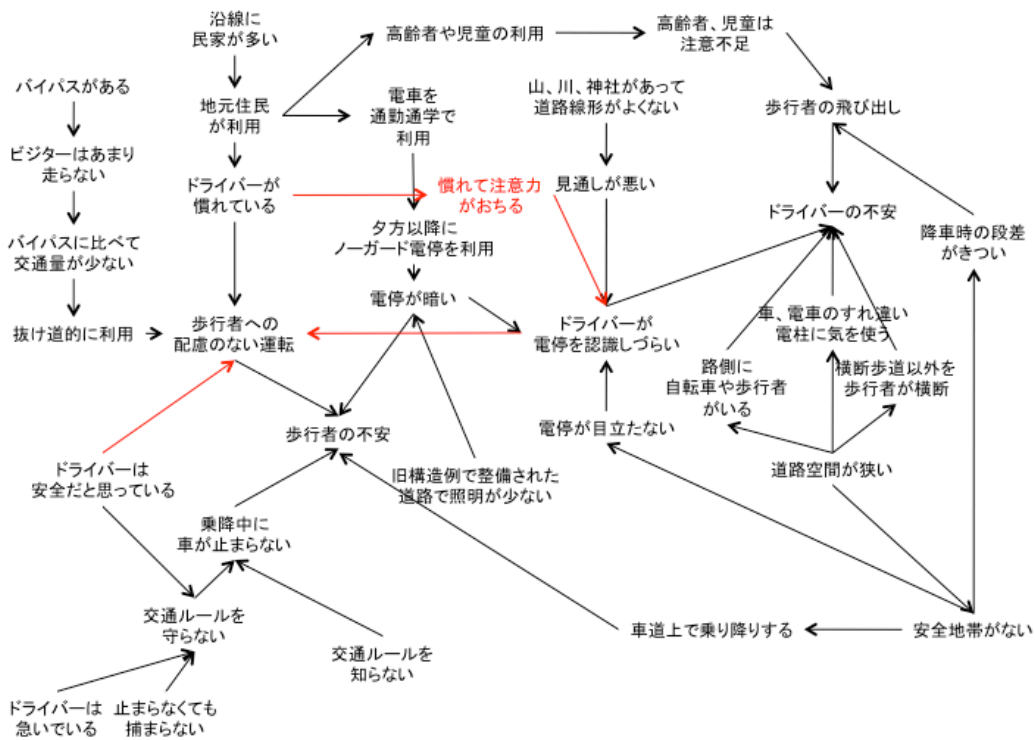


図 46 ノーガード電停問題の認知マップ (v3)

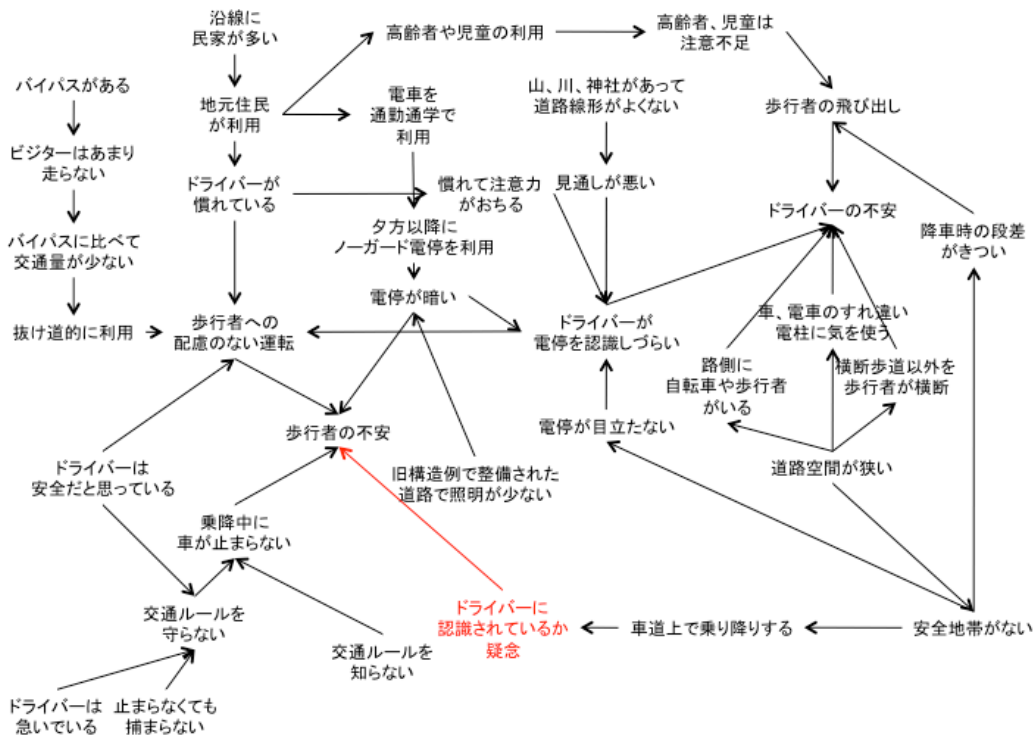


図 47 ノーガード電停問題の認知マップ (v4)

## 2) ノーガード電停問題の認知マップ

インタビュー調査の結果、図 48 の通り、当該地区におけるトンネル歩行者問題に対する認知マップを構築した。ノーガード電停問題に対する原因と結果といった主な認識について解説する。

ノーガード電停では、沿線住民が運転する車や日常的に抜け道に利用する車が多くドライバーが環境になれていることで乗降客に気遣う運転がなされていない。ドライバーは安全だと意識していることや急いでいる、あるいは乗降時に電停で停止しなくても捕まることがないために、乗降中には停止せずに通過するといった行為がみられている。また、照明が少ない上に、通勤通学で利用する乗降客が多く、夕方などの利用が顕著な時間帯において電停が暗いとされている。さらに、乗降客は安全地帯ではない場所で乗り降りすることでドライバーに認識されているか不安である。このような認識が乗降客の安全性に対する不安として構成されていた。

一方で、ドライバーは高齢者や児童が電車から飛び降りること、見通しや暗さなどの環境や自身の注意力不足から電停認識力が落ちること、ほかにも道路空間が狭いために日常的に当該区間においては歩行者や電柱などに対して気遣って運転せねばならないという環境から安全性に対する不安を感じている。

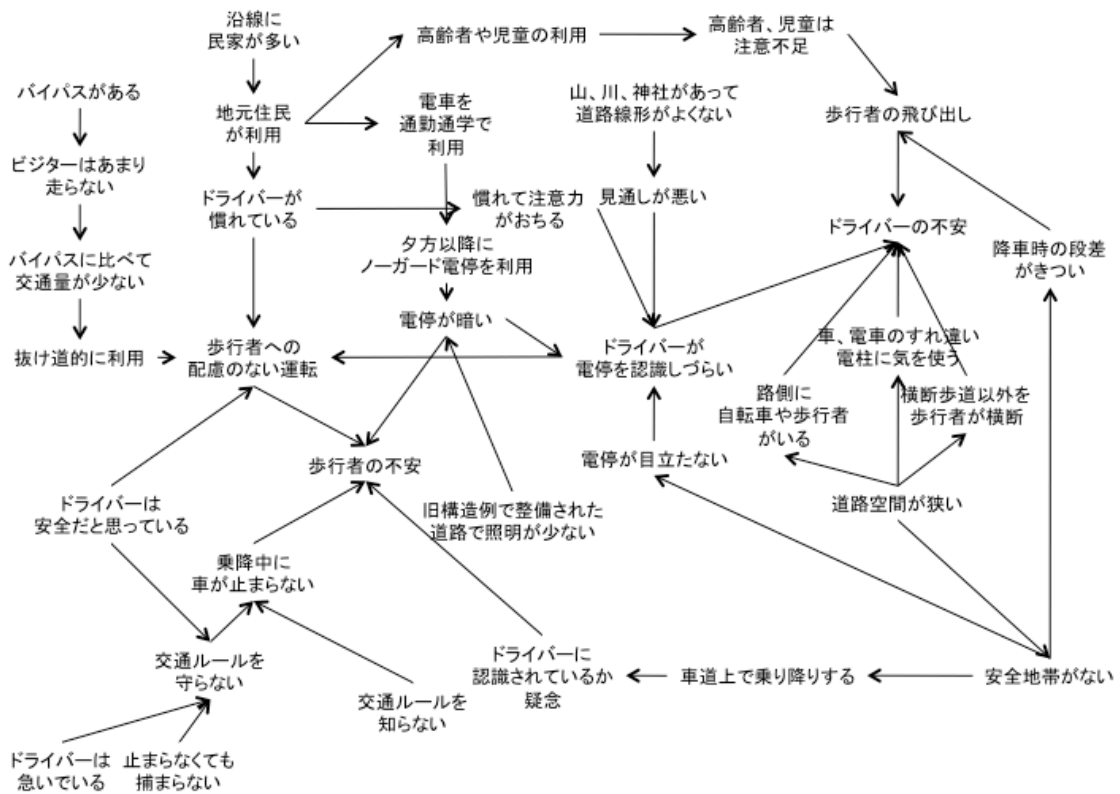


図 48 ノーガード電停問題の認知マップ

## 5-2-2 ロジックモデルへの展開

ノーガード電停問題の認知マップでは、利用者などの属性、地域の環境、利用者の意識、問題の対象や現象が関係し合うことで、問題が認識されていることがわかる。

次に、問題とその原因を構造化するために、図 49 のとおり、地域の問題認識から属性や環境を排除し、問題を構成する利用者の意識と問題の対象や現象との関連性をツリー化したロジックモデルへと展開した。

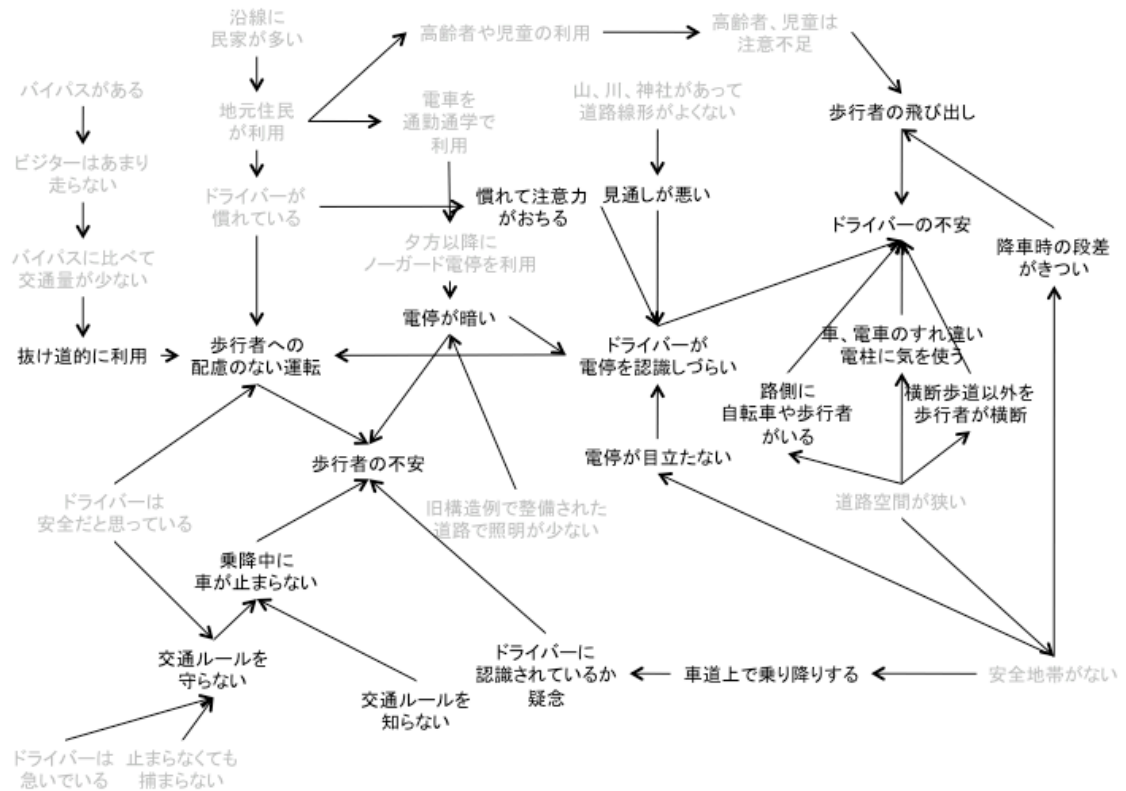


図 49 認知マップから属性と環境を排除したモデル

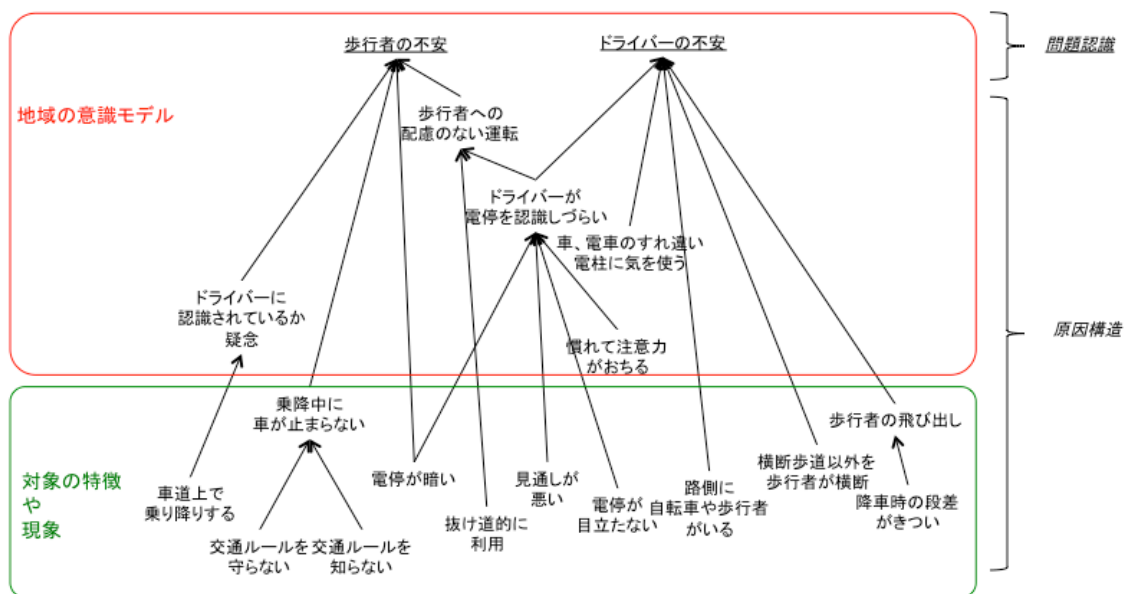


図 50 ノーガード電停問題のロジックモデル

ロジックモデルに展開することにより、ノーガード電停問題が大きく「歩行者の不安感」「ドライバーの不安感」といった2つ問題認識によって構成されているを明示できた。

また、たとえば、ドライバーの不安感が「歩行者の飛び出し」「歩行者が横断歩道以外を横断」「路側に自転車や歩行者がいる」「車や電車、電柱とのすれ違い」「電停を認識しづらい」の5つの意識から構成されていることが確認されるなど、問題認識を構成する地域の意識構造モデルを確認することができた。

### 5-2-3 ロジックモデルに対する ITS の機能設計

これまでにノーガード電停問題のロジックモデルでは、問題認識と原因構造を明示した。ここでは、原因となる要素に対して、直接的に機能する施策を関連づけることで、ノーガード電停問題に対する施策の機能設計を行い、問題と対策との関連性を明示する。

一般的にノーガード対策として扱われている施策がないために、次に示した通り、事前に施策検討を行った際に検討した施策例より、ノーガード電停の問題構造に関するロジックモデルと関係づけた。(図 51)

(施策例)

- 電停移設
- 安全地帯設置

- 車道拡幅
- 情報提供
- 道路鋸
- 高輝度区画線
- 線形改良
- 照明改善
- 舗装改善
- 広報・教育
- 取締強化

次に、これらの施策から ITS として導入すべき機能を検討する。既存の ITS 技術である 1) 道路鋸、2) 情報提供、3) 照明改善、といった 3 つの施策を機能として具備すべきであることが確認できる。

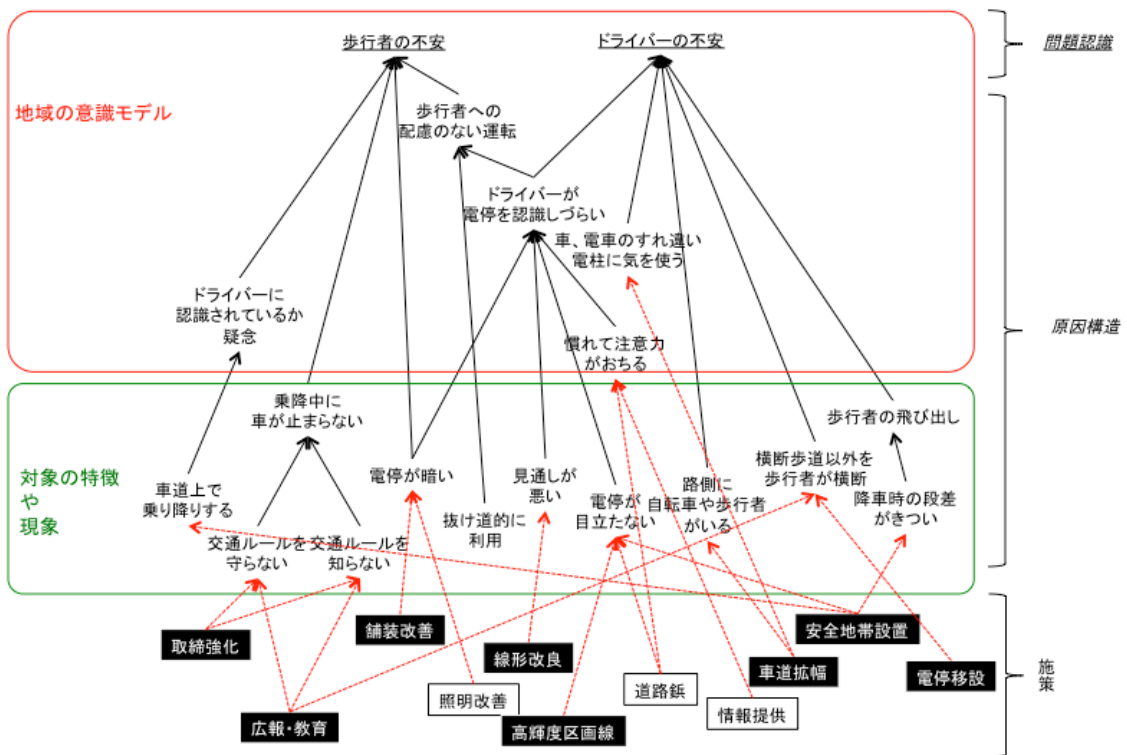


図 51 ノーガード電停問題と施策のロジックモデル

## 5-2-4 ロジックモデル適用によるノーガード電停問題に対する ITS の機能設計と評価

ノーガード電停問題においても、問題構造全体に対して作用する施策は存在しないことが認識できた。すなわち、トンネル歩行者問題と同様にノーガード電停問題を解決するためには複数の施策を組み合わせつつ適用する必要があるという認識を得られる。

ITS は本来、照明改善、情報提供、道路鋸といった 3 つの施策を具備すべき必要性があり、乗降客やドライバーの不安といった 2 つのアウトカムに作用する施策である。照明改善は直接的に乗降客の安心に作用する機能であるが、それ以外の機能はドライバーが電停を認識しやすくすることでドライバーや乗降客に安心に間接的に作用する機能である。

次に、ロジックモデルによる ITS の評価プロセスについて説明する。ロジックモデルでは、ITS を導入した場合のインパクト評価とプロセス評価とが可能である。

ノーガード電停問題において、ITS を導入した場合のインパクト評価において計測すべき指標は次の通りである。

1. 照明改善が導入された場合、それは明るさを確保するための施策であり、照度や明るさに対する乗降客の意識などがアウトプット指標となる。
2. 道路鋸や情報提供が導入された場合、それは電停を目立たせる、あるいは注意力向上のための施策であり、ドライバーの注意喚起意識やアイマーク挙動などがアウトプット指標となる。
3. 照明改善が寄与するアウトカムは乗降客の安心感やドライバーの電停に対する認識しやすさである。道路鋸、情報提供が寄与するアウトカム指標はドライバーの電停に対する認識しやすさ、ドライバーや乗降客の安心感である。

また、プロセス評価では、アウトカムを達成するための施策の実施可能性に言及することで、ITS の重要性を説明可能である。安全地帯設置や電停移設、車道拡幅などが困難だった場合において、現実的に実施できる施策として ITS は数少ない選択肢の一つであることを明示した。

## 5-3 まとめ

本章では、地域の問題構造を前提としたロジックモデルの構築過程を通して、ITS の機能設計や効果の発現対象の明示化が実施可能か試みた。

その結果、ロジックモデルを構築することで問題のアウトカム、アウトカム達成に必要な ITS の機能、あるいは ITS の効果の発現対象を論理的に明示化することが可能であることを示した。ロジックモデルを構築することで、効果が自明的でなかった ITS の構造モデルを示せたことは、ITS に必要な機能や効果を論理的に説明する上で重要な成果である。

また、ロジックモデルを構築したことで、問題解決には ITS 以外にも複数の施策が本来必要であることや、ある施策が実施困難だった場合は ITS がアウトカムに寄与する数少ない施策であることを説明できるようになった。これは、ITS の重要性を説明するためにも重要な発見であった。



## **6 ロジックモデルの検証と定量化**

---

これまでににおいては、地域の道路交通問題ととそれに対する施策とのロジックモデルについて明らかにした。提案する評価モデルを用いて、施策を実行するにあたっては、どの施策を選択して実行することが目標に対して有効度が高いかなど、施策選択における判断基準が必要とされるものである。そのためロジックモデルは定性的な構図にとどまることなく、それらを定量的に示すことのできる評価システムを構築することが望ましい。

そこで、本章ではロジックモデルを構成する地域の意識モデルを定量化することで、同様の問題であっても地域や対象が異なることで、アウトカムに対して寄与しやすい機能が異なることを明示できることを検証する。

意識モデルを定量化するにおいては、アンケート調査により、地域の意識モデルを構成する各要素について、どの程度感じているかを5段階で回答を得た上で、それらを重回帰分析により、要素間の定量的な関数モデルを求めた。これらの関数モデルが地域によってことなることで、ロジックモデルの定量化が各地域で有効な機能が異なることを示した。

## 6-1 トンネル歩行者問題の意識構造に対する定量化

トンネル歩行者問題のロジックモデルを構成する地域の意識モデルは、前章での検討の結果、次の通り構成されていることが把握できている。

そこで、問題認識とその原因について、それぞれ次のアンケート調査からその定量的な関係性を構築する。

表 21 トンネル歩行者問題の意識構造

対象	問題認識	原因
歩行者	不安	ドライバーが気づかない
		トンネル内が暗い
		大型車などの風圧
		犯罪にあいそう
		車の音が怖い
		足下が悪い
	不快	寒気がする
		くさい
汚い		
水がはねる		
ドライバー	不安	歩行者に近づいて運転
		歩行者がみえない
		歩行者が思わぬ行動

### 6-1-1 アンケート調査の概要

アンケート調査はトンネル歩行者問題を抱える高知県黒潮町の井の岬トンネルと伊田トンネルを対象として、それらのトンネルを通行する可能性の高い住民や遍路などに対して行った。アンケート概要を次に示す。



図 52 調査対象トンネル

表 22 調査対象トンネルの概要

	井の岬トンネル	伊田トンネル
竣工年次	1968年	1967年
トンネル延長	315m	172m
歩道形態	両側ともにマウント。トンネル前後は山側が歩道整備されている	片側（山側）はマウントされているが、海側は外側線のみ
歩道幅員最大	80cm	90cm
路肩幅	25cm	15cm
車線幅員	300cm	
歩行者自転車交通量 (平均12時間)	5人	
日交通量	7392台	
大型車日交通量	1281台	

資料：既存トンネル内歩行者等の安全対策の手引き（案）  
（四国地方整備局道路管理課・四国技術事務所）

表 23 アンケート調査の概要

項目	内容		
調査期間	平成20年4月28日から5月15日		
調査対象	周辺住民（灘、有井川、伊田地区の全戸）	黒潮町役場職員	民宿宿泊の歩き遍路（民宿たかはま、日の出、みやこ）
調査方法	郵送配布回収方式	託送調査	託送調査
配布回収結果	配布数 430通 回収数 157通 回収率 36.5%	配布数 120通 回収数 105通 回収率 87.5%	配布数 90通 回収数 27通 回収率 33.3%
調査内容	歩行者としての頻度、目的、満足度、安心度、快適度、属性 ドライバーとしての頻度、目的、満足度、安心度、快適度、属性など		

## 6-1-2 歩行者の不安感(A)とその原因

歩行者の不安感とその原因となる地域の意識要素との関係性を示す。

(井の岬トンネル)	$A=0.11B+0.10C+0.38D-0.03E+0.00F+0.06G+1.51$
(伊田トンネル)	$A=0.11B+0.05C+0.28D+0.00E+0.00F+0.12G+1.89$

井の岬トンネルと伊田トンネルにおいても、表 24 や表 25 にみられるように分散分析の結果 1%において有意であり、予測に役立つといえる。

重回帰式をみると、両トンネルともに「大型車の風圧」に関する標準偏回帰係数が最も高く、かつ 5%において有意であることから、「大型車の風圧」は歩行者の不安感を左右する上で効果があるといえる。また、それ以外の説明変数については、井の岬トンネルでは「ドライバーが自分に気づかない」「トンネル内が暗い」がやや影響し、伊田トンネルでは「ドライバーが自分に気づかない」「足下が悪い」がやや影響していることがわかる。

ただし、決定係数は両トンネルともに 0.2 や 0.3 と低く、予測精度が悪いことが伺える。

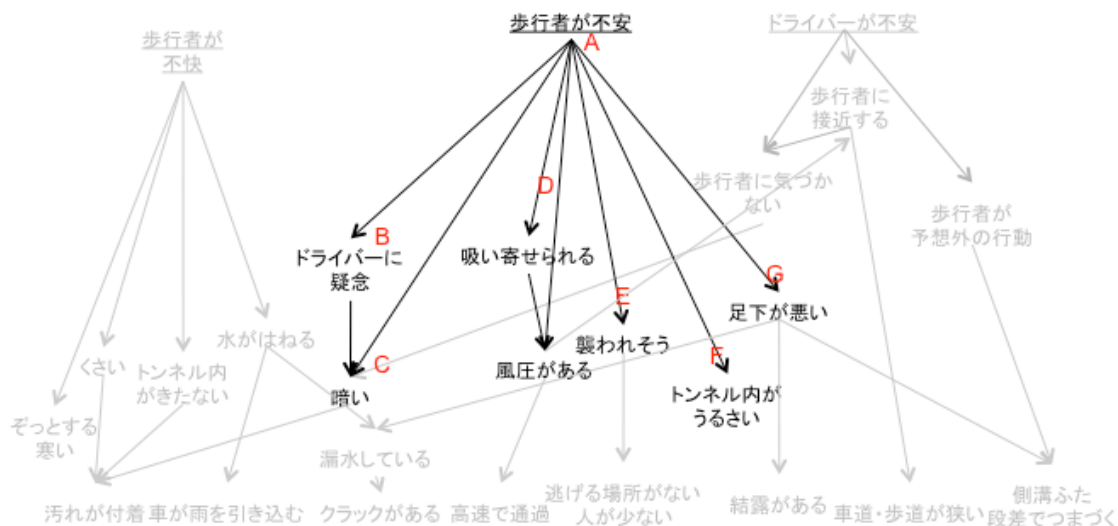


図 53 歩行者の不安感とその原因構造

表 24 歩行者の不安感と意識要素との重回帰分析結果（井の岬トンネル）

(精度)

サンプル数	決定係数	修正済決定係数	重相関係数	修正済み重相関係数
111	0.2234	0.1786	0.4727	0.4226

(分散分析) \*\*:1%有意 \*:5%有意

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値	判定
回帰変動	28.035	6	4.673	4.987	0.0002	**
誤差変動	97.442	104	0.937			
全体変動	125.477	110				

(重回帰式) \*\*:1%有意 \*:5%有意

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	t 値	P 値
ドライバーが自分に気づかない(B)	0.1163	0.1182	1.0598	0.2917
トンネル内が暗い(C)	0.1015	0.1099	0.8750	0.3836
大型車の風圧、吸い込まれそう(D)	0.3814	0.3307	3.0063	0.0033**
犯罪にあいそう(E)	-0.0378	-0.0474	-0.4405	0.6605
車の音が怖い(F)	0.0016	0.0019	0.0167	0.9867
水や段差で足元が悪い(G)	0.0617	0.0713	0.5734	0.5676
定数項	1.5186		3.1140	0.0024**

表 25 歩行者の不安感と意識要素との重回帰分析結果（伊田トンネル）

(精度)

サンプル数	決定係数	修正済決定係数	重相関係数	修正済み重相関係数
125	0.3402	0.3066	0.5832	0.5537

(分散分析) \*\*:1%有意 \*:5%有意

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値	判定
回帰変動	40.753	6	6.792	10.138	0.0000	**
誤差変動	79.055	118	0.670			
全体変動	119.808	124				

(重回帰式) \*\*:1%有意 \*:5%有意

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	t 値	P 値
ドライバーが自分に気づかない(B)	0.1188	0.1458	1.3702	0.1732
トンネル内が暗い(C)	0.0598	0.0693	0.6402	0.5233
大型車の風圧、吸い込まれそう(D)	0.2859	0.3086	2.5700	0.0114*

犯罪にあいそう(E)	-0.0025	-0.0035	-0.0356	0.9717
車の音が怖い(F)	0.0099	0.0131	0.1096	0.9129
水や段差で足元が悪い(G)	0.1282	0.1691	1.4175	0.1590
定数項	1.8944		5.7843	0.0000**

### 6-1-3 歩行者の不快感(H)とその原因

歩行者の不快感とその原因となる地域の意識要素との関係性を示す。

(井の岬トンネル)	$H=0.10I+0.09J+0.17K+0.01L+3.21$
(伊田トンネル)	$H=0.09I+0.10J+0.12K+0.11L+2.90$

井の岬トンネルと伊田トンネルにおいても、表 26 や表 27 にみられるように分散分析の結果 1%において有意であり、予測に役立つといえる。

重回帰式をみると、井の岬トンネルでは「トンネルの壁などが汚い」に関する標準偏回帰係数が最も高く、かつ 1%において有意であることから、「トンネルの壁などが汚い」は歩行者の不快感を左右する上で効果があるといえる。また、それ以外の説明変数については、井の岬トンネルでは「寒気」「臭い」がやや影響し、伊田トンネルにおいては「トンネルの壁などが汚い」がもっとも影響した変数として把握できたものの、その他の変数も同様な数値を示しており有意な差は確認できなかった。

ただし、決定係数は両トンネルともに 0.3 や 0.37 と低く、予測精度が悪いことが伺える。

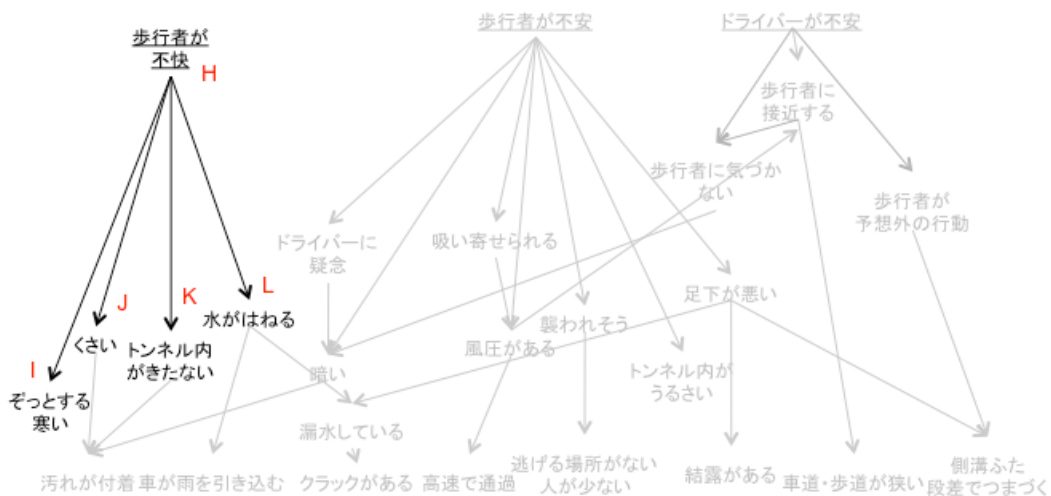


図 54 歩行者の不安感とその原因構造

表 26 歩行者の不快感と意識要素との重回帰分析結果（井の岬トンネル）

(精度)

サンプル数	決定係数	修正済決定係数	重相関係数	修正済み重相関係数
111	0.3060	0.2798	0.5532	0.5290

(分散分析) \*\*:1%有意 \*:5%有意

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値	判定
回帰変動	16.556	4	4.139	11.683	0.0000	**
誤差変動	37.552	106	0.354			
全体変動	54.108	110				

(重回帰式) \*\*:1%有意 \*:5%有意

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	t 値	P 値
トンネルの中は寒気がする(I)	0.1010	0.1878	1.9755	0.0508
トンネルの中は臭い(J)	0.0923	0.1678	1.6956	0.0929
トンネルの壁などが汚い(K)	0.1723	0.3074	2.7924	0.0062**
車が水をはねる(L)	0.0171	0.0298	0.2628	0.7932
定数項	3.2173		17.5655	0.0000**

表 27 歩行者の不快感と意識要素との重回帰分析結果（伊田トンネル）

(精度)

サンプル数	決定係数	修正済決定係数	重相関係数	修正済み重相関係数
125	0.3757	0.3532	0.6130	0.5943

(分散分析) \*\*:1%有意 \*:5%有意

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値	判定
回帰変動	29.575	4	7.394	16.701	0.0000	**
誤差変動	49.140	111	0.443			
全体変動	78.716	115				

(重回帰式)

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	t 値	P 値
トンネルの中は寒気がする(I)	0.0974	0.1614	1.6639	0.0990
トンネルの中は臭い(J)	0.1071	0.1735	1.7864	0.0768
トンネルの壁などが汚い(K)	0.1282	0.2184	1.8950	0.0607
車が水をはねる(L)	0.1166	0.1839	1.6533	0.1011
定数項	2.9069		16.2616	0.0000**



## 6-1-4 ドライバーの不安感(M)とその原因

ドライバーの不安感とその原因となる地域の意識要素との関係性を示す。

(井の岬トンネル)

$$M=0.15N+0.10O+0.06P+2.53$$

(伊田トンネル)

$$M=0.25N-0.04O+0.14P+2.36$$

井の岬トンネルと伊田トンネルにおいても、表 28 や表 29 にみられるように分散分析の結果 1%において有意であり、予測に役立つといえる。

重回帰式をみると、伊田トンネルでは「歩行者に近づいて運転」に関する標準偏回帰係数が最も高く、かつ 1%において有意であることから、「歩行者に近づいて運転」はドライバーの不安感を左右する上で効果があるといえる。また、井の岬トンネルにおいては「歩行者に近づいて運転」がもっとも影響度の高い変数となったものの有意な差は確認することができなかった。

ただし、決定係数は両トンネルともに 0.12 や 0.15 と低く、予測精度が悪いことが伺える。

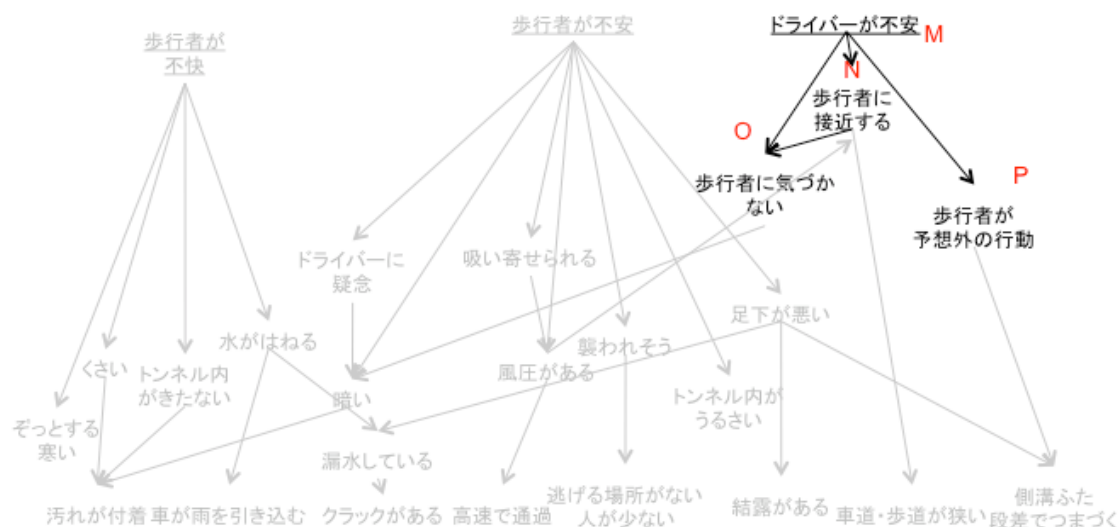


図 55 ドライバーの不安と原因構造

表 28 ドライバーの不安感と意識要素との重回帰分析結果（井の岬トンネル）

（精度）

サンプル数	決定係数	修正済決定係数	重相関係数	修正済み重相関係数
184	0.1260	0.1114	0.3549	0.3338

（分散分析） \*\*:1%有意 \*:5%有意

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値	判定
回帰変動	21.238	3	7.079	8.647	0.0000	**
誤差変動	147.365	180	0.819			
全体変動	168.603	183				

（重回帰式）

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	t 値	P 値
トンネル内が狭いので歩行者に近づいて運転しなければならない(N)	0.1502	0.1829	1.7946	0.0744
近くなるまで歩行者が見えない(O)	0.1021	0.1303	1.2225	0.2231
歩行者が思わぬ動きをしてひやっとする(P)	0.0666	0.0917	1.0211	0.3086
定数項	2.5303		10.9555	0.0000**

表 29 ドライバーの不安感と意識要素との重回帰分析結果（伊田トンネル）

（精度）

サンプル数	決定係数	修正済決定係数	重相関係数	修正済み重相関係数
180	0.1540	0.1395	0.3924	0.3736

（分散分析） \*\*:1%有意 \*:5%有意

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値	判定
回帰変動	29.796	3	9.932	10.676	0.0000	**
誤差変動	163.731	176	0.930			
全体変動	193.528	179				

（重回帰式）

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	t 値	P 値
トンネル内が狭いので歩行者に近づいて運転しなければならない(N)	0.2503	0.2899	2.9329	0.0038**
近くなるまで歩行者が見えない(O)	-0.0421	-0.0547	-0.5291	0.5974
歩行者が思わぬ動きをしてひやっとする(P)	0.1475	0.1853	1.8848	0.0611
定数項	2.3624		9.7283	0.0000**

## 6-1-5 トンネル歩行者問題のロジックモデルの定量化に関するまとめ

トンネル歩行者問題のロジックモデルを構成する地域の意識構造について、地域に対するアンケート調査から重回帰分析を行うことで、それらの意識構造の定量化を試みた。その結果、次の通り標準偏回帰係数によって、それぞれの意識要素を説明することができた。

井の岬トンネルでは、「歩行者の不安」「歩行者の不快」「ドライバーの不安」といった3つのアウトカムとそれらの原因となる意識要素との関係は有意であることが確認できた。また、各要素の定量化を行うことで、「歩行者の不安」に対しては「大型車などの風圧」、「歩行者の不快」に対しては「トンネル内が汚い」が、もっとも影響の高い要素で、かつ効果のある要素であることが確認できた。「歩行者の不安」を構成する要素としては「大型車などの風圧」の3分の1程度の影響度ではあるが、「ドライバーへの疑念」「暗さ」といった要素が比較的影響度が高く、その他の要素については影響度が非常に低いことなどが把握できた。

伊田トンネルにおいても同様に、「歩行者の不安」「歩行者の不快」「ドライバーの不安」といった3つのアウトカムとそれらの原因となる意識要素との関係は有意であることが確認できた。また、各要素の定量化を行うことで、「歩行者の不安」に対しては「大型車などの風圧」、「ドライバーの不安」に対しては「歩行者に接近して運転」が、もっとも影響の高い要素で、かつ効果のある要素であることが確認できた。そのほかに「歩行者の不安」を構成する要素としては、井の岬トンネルとは若干異なり、「ドライバーへの疑念」「足下の悪さ」といった要素が比較的影響度が高く、その他の要素については影響度が非常に低いことなどが把握できた。

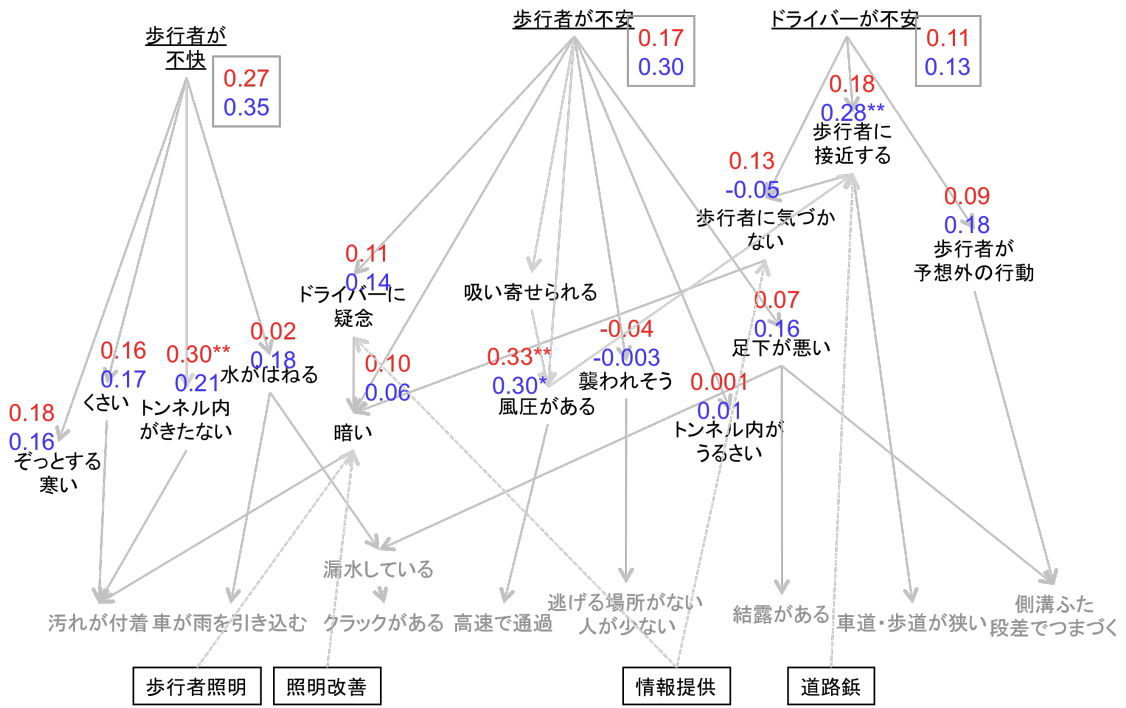


図 56 井の岬トンネルの意識構造の定量化

## 6-2 ノーガード電停問題の意識構造に対する 定量化

ノーガード電停問題のロジックモデルを構成する地域の意識モデルは、前章での検討の結果、次の通り構成されていることが把握できている。  
そこで、問題認識とその原因について、それぞれ次のアンケート調査からその定量的な関係性を構築する。

表 30 ノーガード電停問題の意識構造

対象	問題認識	原因	
ドライバー	不安	乗降客の飛び出し	
		道路を横断	
		対向車などとのすれ違い	
		歩行者などが周りに多い	
		電停に気づかない	暗い
			見通しが悪い
			目立たない
			注意が抜かる
乗降客	不安	気づかれてないと思う	
		車が停車しない	
		車が気遣ってくれない	
		暗い	

### 6-2-1 アンケート調査の概要

アンケート調査はノーガード電停問題を抱える高知県高知市の高須地区と朝倉地区を対象として、それらの区間を通行する可能性の高い住民などに対して行った。アンケート概要を次に示す。高須地区は主に片側は安全地帯の整備された電停で、片側のみがノーガード電停構造にある。朝倉地区では主に両側ともにノーガード電停構造である。



図 57 高須地区（左）と朝倉地区（右）のノーガード電停風景

表 31 アンケート調査の概要

項目	内容	
調査期間	平成 20 年 11 月 28 日から 12 月 10 日	
調査対象	高須地区（新木、高須 1 丁目、2 丁目、3 丁目）の住民	朝倉地区（鴨部高町、曙町 1 丁目、曙町 2 丁目）の住民
調査方法	郵送配布回収方式	郵送配布回収方式
配布回収結果	配布数 1000 通 回収数 266 通 回収率 26.6%	配布数 1000 通 回収数 321 通 回収率 32.1%
調査内容	歩行者としての頻度、目的、満足度、安心度、快適度、属性 ドライバーとしての頻度、目的、満足度、安心度、快適度、属性など	

## 6-2-2 ドライバーの不安感(A)とその原因

ドライバーの不安感とその原因となる地域の意識要素との関係性を示す。また、その意識要素のうち、「電停に気づかない(F)」については、さらにその原因となる意識要素との関係性を求めている。

(高須地区)

$$A=0.003B+0.17C+0.11D+0.001E+0.13F+2.67$$

$$F=0.19G+0.20H+0.39I+0.02J+0.41$$

(朝倉地区)

$$A=0.12B-0.001C+0.16D+0.12E+0.03F+2.42$$

$$F=0.19G+0.06H+0.36I+0.21J+0.50$$

高須地区と朝倉地区においても、

表 32、表 33、表 34、表 35 にみられるように分散分析の結果 1%において有意であり、予測に役立つといえる。

ドライバーの不安に対する重回帰式をみると、高須地区では「道路を横断」に関する標準偏回帰係数が最も高く、次いで「電停に気づかない」「対向車などとのすれちがい」となっており、1%、あるいは 5%において有意であることから、それらの 3 つはドライバーの不安感を左右する上で効果があるといえる。朝倉地区では、「対向車などとのすれ違い」に関する標準偏回帰係数が最も高く、次いで「歩行者などが周りに多い」となっており、1%、あるいは 5%において有意であることから、それらの 2 つはドライバーの不安感を左右する上で効果があるといえる。また、それ以外の説明変数については、「乗降客の飛び出し」がやや影響していることがわかる。ただし、決定係数は両地区ともに 0.2 と低く、予測精度が悪いことが伺える。

また、「電停に気づかない(F)」理由についての重回帰式をみると、高須地区では「目立たない」「見通しが悪い」「暗い」の順で標準偏回帰係数が高く、1%、あるいは 5%において有意であることから、それらの 3 つは電停の気づきづらさを左右する上で効果があるといえる。朝倉地区では「目立たない」「注意が抜かる」「暗い」の順で標準偏回帰係数が高く、1%、あるいは 5%において有意であることから、それらの 3 つは電停の気づきづらさを左右する上で効果があるといえる。気づきづらさに対する決定係数は両地区ともに 0.4 程度でありやや予測精度が悪いと考えられる。

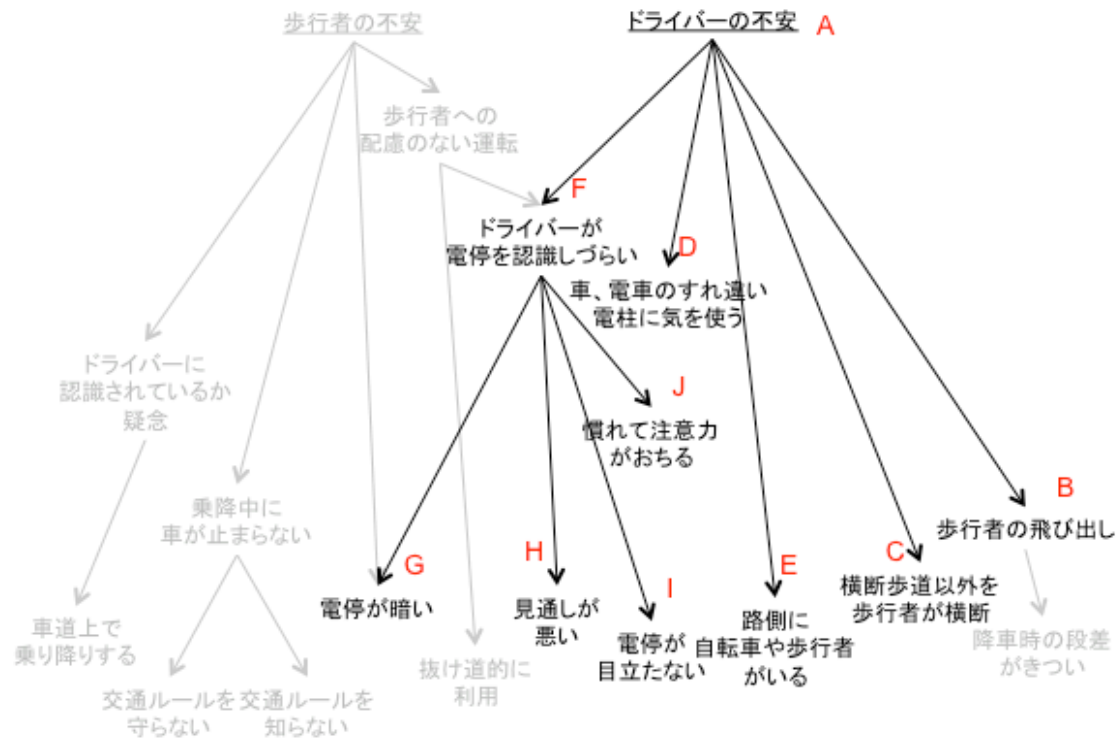


図 58 ドライバーの不安感とその原因構造

表 32 ドライバーの不安感と意識要素との重回帰分析結果（高須地区）

(精度)

サンプル数	決定係数	修正済決定係数	重相関係数	修正済み重相関係数
217	0.2210	0.2025	0.4701	0.4500

(分散分析) \*\*:1%有意 \*:5%有意

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値	判定
回帰変動	30.904	5	6.181	11.970	0.0000	**
誤差変動	108.948	211	0.516			
全体変動	139.853	216				

(重回帰式) \*\*:1%有意 \*:5%有意

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	t 値	P 値
乗降客の飛び出し(B)	0.0036	0.0050	0.0591	0.9529
道路を横断(C)	0.1748	0.2510	2.9505	0.0035**
対向車などとのすれ違い(D)	0.1179	0.1670	2.3716	0.0186*
歩行者などが周りに多い(E)	0.0012	0.0018	0.0238	0.9810
電停に気づかない(F)	0.1330	0.2217	3.1985	0.0016**
定数項	2.6782		11.7579	0.0000**



表 33 電停に気づかない理由に関する重回帰分析結果（高須地区）

(精度)

サンプル数	決定係数	修正済決定係数	重相関係数	修正済み重相関係数
212	0.4431	0.4323	0.6657	0.6575

(分散分析) \*\*:1%有意 \* :5%有意

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値	判定
回帰変動	159.431	4	39.858	41.174	0.0000	**
誤差変動	200.380	207	0.968			
全体変動	359.811	211				

(重回帰式) \*\*:1%有意 \* :5%有意

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	t 値	P 値
暗い(G)	0.1909	0.1784	2.4601	0.0147*
見通しが悪い(H)	0.2016	0.2063	3.1779	0.0017**
目立たない(I)	0.3928	0.3829	5.4705	0.0000**
注意が抜かる(J)	0.0257	0.0266	0.4710	0.6381
定数項	0.4116		1.6682	0.0968

表 34 ドライバーの不安感と意識要素との重回帰分析結果（朝倉地区）

(精度)

サンプル数	決定係数	修正済決定係数	重相関係数	修正済み重相関係数
208	0.2263	0.2071	0.4757	0.4551

(分散分析) \*\*:1%有意 \* :5%有意

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値	判定
回帰変動	41.355	5	8.271	11.815	0.0000	**
誤差変動	141.410	202	0.700			
全体変動	182.764	207				

(重回帰式) \*\*:1%有意 \* :5%有意

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	t 値	P 値
乗降客の飛び出し(B)	0.1235	0.1749	1.8648	0.0637
道路を横断(C)	-0.0014	-0.0021	-0.0212	0.9831
対向車などとのすれ違い(D)	0.1640	0.2321	3.0469	0.0026**
歩行者などが周りに多い(E)	0.1212	0.1493	2.0062	0.0462*
電停に気づかない(F)	0.0392	0.0581	0.7716	0.4413
定数項	2.4266		10.9946	0.0000**

表 35 電停に気づかない理由に関する重回帰分析結果（朝倉地区）

（精度）

サンプル数	決定係数	修正済決定係数	重相関係数	修正済み重相関係数
196	0.4379	0.4261	0.6617	0.6528

（分散分析） \*\*:1%有意 \*:5%有意

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値	判定
回帰変動	161.152	4	40.288	37.198	0.0000	**
誤差変動	206.864	191	1.083			
全体変動	368.015	195				

（重回帰式） \*\*:1%有意 \*:5%有意

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	t 値	P 値
暗い(G)	0.1909	0.1956	2.5212	0.0125*
見通しが悪い(H)	0.0627	0.0622	0.9654	0.3356
目立たない(I)	0.3620	0.3471	4.7280	0.0000**
注意が抜かる(J)	0.2153	0.2116	3.3552	0.0010**
定数項	0.5062		2.1629	0.0318*

### 6-2-3 乗降客の不安感(K)とその原因

乗降客の不安感とその原因となる地域の意識要素との関係性を示す。

（高須地区）

$$K=0.19L+0.02M+0.12N+0.09O+2.70$$

（朝倉地区）

$$K=0.24L+0.02M+0.15N-0.02O+2.70$$

両地区において、表 36、表 37 にみられるように分散分析の結果 1%において有意であり、予測に役立つといえる。

重回帰式をみると、高須地区では「気づかれてないと思う」に関する標準偏回帰係数が最も高く、かつ 1%において有意であることから、「気づかれてないと思う」は乗降客の不安感を左右する上で効果があるといえる。また、朝倉地区においては「気づかれてないと思う」に関する標準偏回帰係数が最も高く、次いで「車が気遣ってくれない」となり、1%あるいは 5%において有意であることから、その 2 つは乗降客の不安感を左右する上で効果があるといえる。

ただし、決定係数は両地区ともに 0.21 や 0.17 と低く、予測精度が悪いことが伺える。

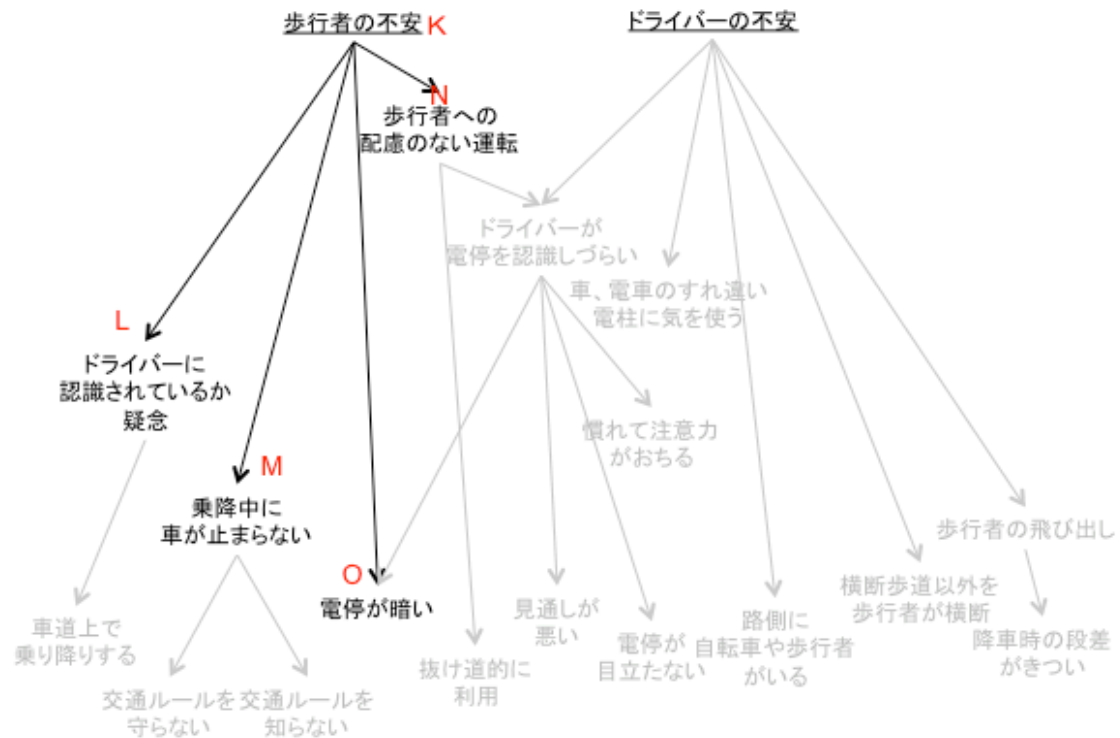


図 59 乗降客の不安感とその原因構造

表 36 乗降客の不安感と意識要素との重回帰分析結果（高須地区）

(精度)

サンプル数	決定係数	修正済決定係数	重相関係数	修正済み重相関係数
201	0.2298	0.2141	0.4793	0.4627

(分散分析) \*\*:1%有意 \* :5%有意

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値	判定
回帰変動	31.032	4	7.758	14.617	0.0000	**
誤差変動	104.023	196	0.531			
全体変動	135.055	200				

(重回帰式)

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	t 値	P 値
気づかれてないと思う(L)	0.1929	0.2584	3.0991	0.0022**
車が停車しない(M)	0.0254	0.0364	0.4053	0.6857
車が気遣ってくれない(N)	0.1242	0.1662	1.8399	0.0673
暗い(O)	0.0933	0.1317	1.8842	0.0610
定数項	2.7083		11.5486	0.0000**

表 37 乗降客の不安感と意識要素との重回帰分析結果（朝倉地区）

（精度）

サンプル数	決定係数	修正済決定係数	重相関係数	修正済み重相関係数
256	0.1852	0.1722	0.4304	0.4150

（分散分析） \*\*:1%有意 \*:5%有意

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値	判定
回帰変動	42.695	4	10.674	14.263	0.0000	**
誤差変動	187.832	251	0.748			
全体変動	230.527	255				

（重回帰式）

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	t 値	P 値
気づかれてないと思う(L)	0.2418	0.2906	3.8134	0.0002**
車が停車しない(M)	0.0220	0.0277	0.2984	0.7656
車が気遣ってくれない(N)	0.1500	0.1945	2.1184	0.0351*
暗い(O)	-0.0282	-0.0386	-0.5582	0.5772
定数項	2.5617		12.4463	0.0000**
暗い	-0.0282	-0.0386	-0.5582	0.5772

## 6-2-4 ノーガード電停問題のロジックモデルの定量化に関するまとめ

ノーガード電停問題のロジックモデルを構成する地域の意識構造について、地域に対するアンケート調査から重回帰分析を行うことで、それらの意識構造の定量化を試みた。その結果、次の通り標準偏回帰係数によって、それぞれの意識要素を説明することができた。

高須地区では、「ドライバーの不安」「乗降客の不安」といった2つのアウトカムとそれらの原因となる意識要素との関係は有意であることが確認できた。また、各要素の定量化を行うことで、「ドライバーの不安」に対しては「道路を横断」「電停に気づかない」「対向車などとのすれ違い」、「歩行者の不安」に対しては「気づかれてないと思う」が効果のある要素であることが確認できた。電停の気づきづらさを左右する要素として、「目立たない」「見通しが悪い」「暗い」は効果があることが確認できた。

朝倉地区においても同様に、「ドライバーの不安」「乗降客の不安」といった2つのアウトカムとそれらの原因となる意識要素との関係は有意であることが確認できた。

また、各要素の定量化を行うことで、「ドライバーの不安」に対しては「対向車などとのすれ違い」「歩行者などが周りに多い」、「乗降客の不安」に対しては「気づかれないと思う」「車が気遣ってくれない」が効果のある要素であることが確認できた。電停の気づきづらさを左右する要素として、「目立たない」「注意が抜かる」「暗い」は効果があることが確認できた。

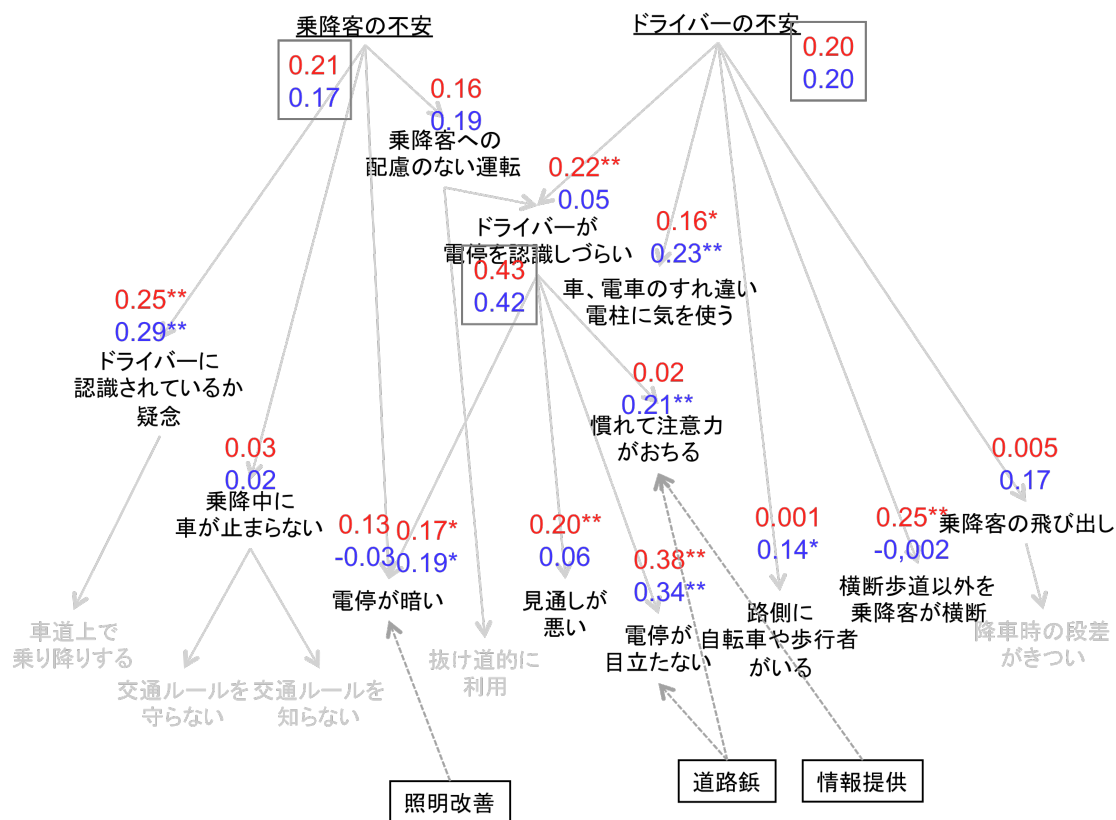


図 60 高須地区のノーガード電停の意識構造の定量化

## 6-3 定量データの取り扱い

### 6-3-1 定量モデルの ITS 設計と評価への有益性

これまでの重回帰分析により得られた決定係数はおおむね 0.2 から 0.3 と適合度が低い結果が得られた。これらの結果に対し、本論における取り扱いを整理する。

決定係数の低さに対して、既存の論文などでは次のような考察が行われているのが一般的である。

1. 説明変数が不足している、または誤っている
2. 社会調査全般においては測定誤差などのノイズが多く決定係数が低い

前者の考察に対しては、決定係数が低い場合に多くの論文などで考察されている。本論では、すでにステークホルダーに対するインタビュー調査から地域の問題認識を整理し、問題を構造化したうえで、目的変数と説明変数との関係性を定性的に明示した。つまり、便宜上それらの関係性は確認されたものであり、説明変数が不足していることが原因とするのは不適切である。

後者の考察については、久米らによって報告されている。また、Gary King らは「社会科学における観察や測定はみな不正確なので、すぐ測定誤差の問題に直面する」とも指摘している。本論では、モデル全体を有意と確認できたものの、決定係数は 0.2 や 0.3 程度であった。これは目的変数と説明変数ともに人間の認識を間隔的尺度に変換していることによる測定誤差、偏回帰係数の低い説明変数を含めた結果であること、あるいは社会科学では自然科学の現象に対して自由意志や気まぐれといった本質的にばらつきがおおきい人間を対象としていること、また、本研究ではトンネルなどの利用者という主に地理的な要因で分類した多様な人間を対象としていることなどが問題構造の決定係数を低下させている原因であると考えられる。たとえば、トンネル歩行者問題では、頻度高く通行している歩行者を対象として伊田トンネル（井の岬トンネルは歩行者の通行頻度が少なく、十分なサンプル数での分析が困難であった）での決定係数を比較すると表 38 の通りである。頻度高く通行している歩行者は頻度が少ない歩行者に比べて、問題に対する理解が深いことは明らかであり、このように属性を分類していくことで決定係数を向上することは可能であるが、政策を実行した場合においてはそれだけでなく、多様な属性を対象とすることは忘れてはならない。

表 38 利用頻度別の決定係数と偏回帰係数

目的変数と説明変数	全体	週に 1回以上	月に 1回以下	備考
歩行者の不安	0.31	0.58	0.16	修正済み決定係数
ドライバーが自分に気づかない	0.15	0.35	0.07	標準偏回帰係数
トンネル内が暗い	0.07	-0.04	0.18	標準偏回帰係数
大型車などの風圧、吸い込まれそう	0.31	0.44	0.24	標準偏回帰係数
犯罪にあいそう	0.00	0.04	-0.12	標準偏回帰係数
車の音が怖い	0.01	-0.07	0.11	標準偏回帰係数
水や段差で足元が悪い	0.17	0.22	0.05	標準偏回帰係数
歩行者の不快	0.35	0.42	0.31	修正済み決定係数

トンネルの中は寒気がする	0.16	0.32	-0.08	標準偏回帰係数
トンネルの中は臭い	0.17	0.04	0.40	標準偏回帰係数
トンネルの壁などが汚い	0.22	0.29	0.10	標準偏回帰係数
車が水をはねる	0.18	0.17	0.23	標準偏回帰係数

次に決定係数の低い問題構造モデルを地方部 ITS の機能設計や評価に対して適用することに対する有益性について論ずる。

機能設計においては、対象を絞り込むことで対象に対して効果の高い機能を明確化することが容易となる。反対に対象が多様化すると、それにそれぞれの対象に必要な機能は多くなり、それぞれの機能がすべての対象に対して及ぼす効果は前述のケースに比べて低いのは明らかである。トンネル歩行者問題を例にとって挙げれば、トンネルを通過するドライバーや歩行者といった多様な属性を対象とする必要に対する機能設計であることが問題構造モデルの決定係数を低下させている。しかしながら、問題構造モデルが前提としている誤差や確率は、政策に対して過大に期待することを回避するために政策実施時において知るべき事項である。

また、説明変数を定量化することは政策決定者がどの機能を優先させるか判断する場合において有効である。地方部 ITS の機能設計においては、しばしば費用や技術的な制約などから機能を選択せざるを得ない場面に遭遇することはすでに 2 章で述べたとおりである。たとえば、トンネル歩行者問題においては、費用の制約から設置する機器の個数や設置場所に影響を与えた。

このようにモデルの決定係数に関わらず、有意なモデルを示し、その寄与率や説明変数の重みを示すことは、機能設計や評価において、問題に対してどんな機能が必要とされるのか、どの機能が重要か、機能構造が作用した場合にどの程度問題を解決できるパフォーマンスをもつのかといった内容を明らかにすることができ、政策決定者が本モデルを扱うにおいて有益な判断指標を示すことができる。

## 6-3-2 まとめ

本章ではケーススタディを通じて、地域に対するアンケート調査から重回帰分析を行うことで、ロジックモデルの定量化を試みた。その結果、ロジックモデルの定量化が地域によってアウトカムに寄与しやすい機能を異なることを示すことができた。また、定量化のプロセスを経ることで、次のような知見を得ることができた。

まずは、分散分析から、前章でのステークホルダーに対するヒアリング調査から問題構造化手法を経て構築したロジックモデルの有効性を検証できた。

また、標準偏回帰係数からアウトカムに対して効果の高い要素を特定できたとともに、

アウトカムに対する要素の影響の強弱について把握することができた。

これらの知見は、ロジックモデルを使った評価プロセスを実行することによって、機能設計段階においては、どの機能を重視して構成すべきかを判断することができるとともに、アウトカムを達成するにおいて、どの要素に作用する施策を実行することが効率的かを示すものであると考えられる。



## 7 まとめ

---

## 7-1 研究の結論

本研究では、地方部 ITS の普及のための体系化を目的として、地域の問題構造に対して論理的に説明できる ITS の機能設計や効果計測手法を提案し、その具体的な手法に対して検証を行った。具体的には問題構造化分析を経てロジックモデルを構築することで、それを ITS の機能設計と評価に活用する手法を提案したものである。

ロジックモデルによる機能設計や効果計測（以下では提案するプロセスと称す）と実際の機能設計や効果計測とのプロセス（以下では既存プロセスと称す）の違いやそれらの手法から設計された結果について検証することで、本研究をまとめてみたい。

トンネル歩行者対策では、事業主体が選定した実現可能な施策に対して、検討委員会などのステークホルダーの意見を取り込むことで、ITS の機能設計や動作内容を決定した。その結果、ステークホルダーに対しては ITS が最も実現可能な施策であることを説明できた。また、ステークホルダーの意見を取り込む上で、事業主体が当初に設計した機能の必要性を確認することができたとともに、新たに必要な機能も追加することができた。

しかしながら、事業主体が選定した実現可能な施策を前提にステークホルダー間での対策検討が進んでいるために、あらかじめ問題を限定的に取り扱った可能性がある。つまり、ステークホルダー間で問題の全体像に対する共有化を図っていないことから、問題の全体像や本来施策に必要とされる機能が明らかにされておらず、ITS の必要だった機能が十分であることは示せていない。ITS は道路整備などのハード整備と異なり、導入する機器が一つであっても、ソフトウェア制御によりその動作や組み合わせを変えることで異なった機能を提供することができる。たとえば照明を導入しても、それを点灯するか、点滅するかでそこにもたらず機能は明るさを提供するのか、注意喚起を促すのかで異なってくる。このように ITS は機器に対して多様な機能を付加できる特徴を持つことから、機能設計においては、問題の全体像や本来必要とする機能について整理しておくことは重要である。

このような既存プロセスの結果、トンネル歩行者問題では、「ドライバーへの注意喚起」「歩車間隔の確保」「歩行者の安心感確保」を目的として「歩行者情報の表示板」「道路鋸」「ダイヤライト」といった機器が導入された。

これに対して提案するプロセスを用いた結果では、「明るさ確保のための歩行者照明や照明改善」「歩行者を認知させるための情報提供」「歩車間隔確保のための道路鋸」といった機能の必要性が指摘された。既存プロセスの機能設計結果と比較すると提案するプロセスにおいても既存プロセスで設計した機能は抽出することができている。これは設計者の技量や経験に頼るだけでなく、ITS の機能設計を可能とすることを示唆した

ものである。また、提案するプロセスでは、新たに「明るさ確保のための歩行者照明や照明改善」機能を抽出できている。ロジックモデルの構築過程では、既存プロセスとは異なり地域の問題構造を前提にしていることから、既存プロセスでは設計することができなかった機能も抽出できたと考える。さらに、既存プロセスでは「歩行者の安心感確保」機能を設計していたのに対して、提案するプロセスでは、それを「照明改善や歩行者照明による明るさ確保」「情報提供によるドライバーへの疑念解消」という機能が「歩行者の安心感確保」といったアウトカムにつながることを論理的に説明することができた。このような ITS の効果構造の明示化は、機能設計や施策の改善を図る上で、重要な判断基準である。本研究では明らかにすることはできなかったが、このように論理的に問題に対して必要な機能を明示化するプロセスは、暗黙的にそれらの必要性を説明するに対して、ステークホルダー間で ITS の機能の必要性や有用性を共有しやすいと想像される。

また、提案する手法では、ロジックモデルを定量化することにより、アウトカム達成に必要な機能の影響度について示すことができた。ドライバーの不安解消に対しては、「歩車間隔の確保」が「歩行者の認知」よりも影響の高い機能であり、ドライバーの不安解消を図る場合においては「歩車間隔の確保」を促す道路鈺は優先して整備すべきである。

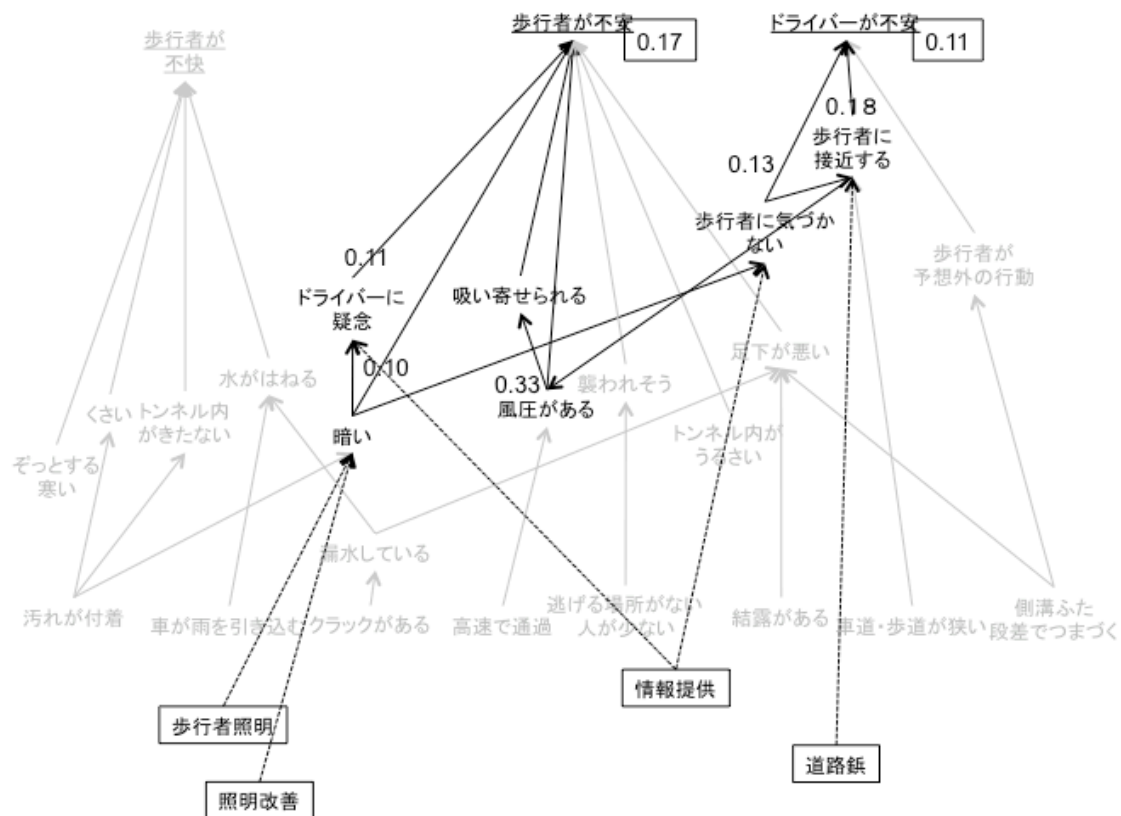


図 61 トンネル歩行者問題に対する ITS のロジックモデル

ノーガード電停問題では、あらかじめ事業主体が ITS での導入を前提として機能を概略設計するとともに事前調査の結果より ITS に必要な機能を決定した。その結果、当初に想定された機能は事前調査の結果から必要性を裏付けることができた。また、「明るさ確保」は「夜間時におけるドライバーの視認性向上」という機能に具体化することができた。しかしながら、これらの事前調査は事業主体が認識する問題構造に基づくものであり、あらかじめ認識しようとしていない問題に対する機能は発見されづらい。

このような事前調査からのプロセスを経て機能設計された結果、ノーガード電停問題においては「夜間時における明るさ確保のための道路鏡と照明」「自動車への注意喚起のための情報板」といった機能や機器が導入された。

これに対して提案したプロセスを用いた結果では、「明るさ確保のための照明」「電停の視認性向上やドライバーの注意力向上のための道路鏡や情報提供」などの機能や機器が必要であることを指摘した。トンネル歩行者問題のケースと同様に、既存プロセスとほぼ同機能を設計することができた結果は、提案する手法が事業主体の経験や技量にだけ依存するのではなく、ITS の機能設計を可能とすることを示唆したものである。また、ノーガード電停対策では、既存のプロセスと提案したプロセスによって導入した機

器は同一であったが、既存のプロセスでは導入した機器の機能構造が単純であるのに対して、提案したプロセスでは導入した機器の機能構造が多階層にもなって目標達成につながるよう論理的に明示している。このように、政策の目標に対する ITS の役割がわかりづらかった場合において、提案する手法は既存のプロセスに対して的確に機能設計できる可能性を示した。

また、提案するプロセスでは、ロジックモデルを定量化することにより、アウトカム達成に必要な機能の影響度について示すことができた。「情報提供」が政策目標に影響を与えることは少なく、予算的制約などを受けた場合においては、「道路紙」「照明改善」の機器構成による ITS を導入することでアウトカムを達成することが効率的である。

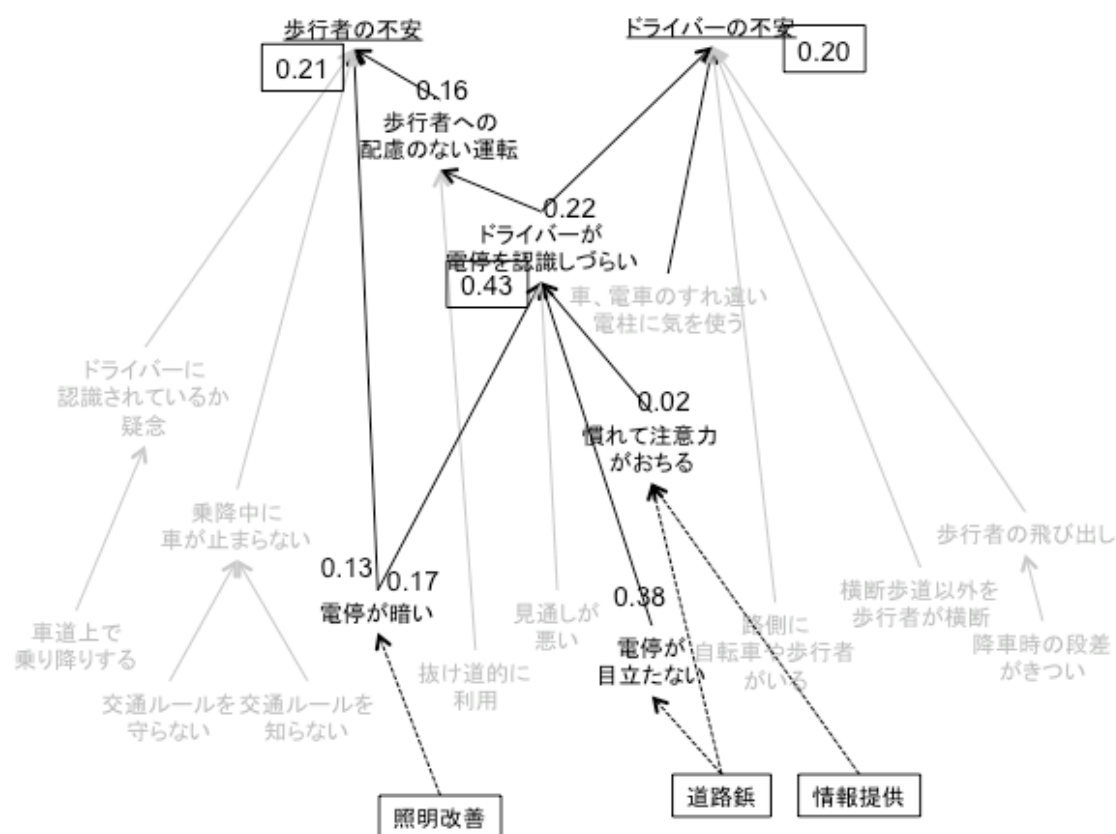


図 62 ノーガード電停問題に対する ITS のロジックモデル

次に、効果計測におけるプロセスや結果の違いについて検証する。トンネル歩行者問題では、既存プロセスでは、次のような項目が計測された。

1. ドライバーの ITS に対する認知、理解
2. ドライバーの ITS に対する参考度

3. ITSによるドライバーの注意力への影響
4. ドライバーからみたITSの必要性
5. ITSによる歩行者の安心感
6. 歩行者からみたITSの必要性
7. ITSによる歩車間隔の変化

また、これらの調査の結果から、次の通りITSの効果を説明した。

1. ITSの機能を理解しているドライバーは53%
2. ドライバーの86%はITSが運転時の参考になると思っている
3. ITSの機能を理解しているドライバーの96%はITS作動時に歩行者に対して注意して運転する
4. ドライバーの約90%は今後もITSが必要だと思っている
5. 歩行者の85%はこれまでに比べて安心して通行できると感じている
6. 歩行者の97%が今後も必要だと思っている
7. 歩車間隔はITSにより19%程度広がった。

これらの計測結果が主に有効な値を示すことで、ITSは効果的であることや今後も必要であることを説明してきた。これらの結果は、道路整備などの大規模な投資が困難な状況下において、迅速かつ安価に導入できる実践的な手段であるITSの有効性を説明する重要な指摘であった。しかしながら、部分的な側面では効果的であることを説明するものの、実際には計測した効果指標は分析者である事業主体の認識に基づき決定されているもので、これらの分析結果がITSの有効性や地域での重要性を示す論理的な根拠がないために、一方的に分析者である事業主体がITSを効果的な施策として位置づけたと解釈することができる。

それに対して、提案した手法で計測すべき効果指標は次の通りであった。

1. 道路鉾は歩行者と車との間隔を確保するための施策であり、歩車間隔がアウトプット指標、ドライバーの安心感がアウトカム指標である。
2. 情報板やダイヤライトによる情報提供は歩行者の存在を知らせるための施策であり、ドライバーの注意喚起意識やアイマーク挙動などがアウトプット指標となる。それとともに情報提供は、歩行者がドライバーとの信頼感を保つための施策であり、歩行者のドライバーに対する信頼意識についてもアウトプット指標となる。また、情報提供が寄与するアウトカム指標はドライバーと歩行者の安心感である。

また、実際に計測した指標では、これらのすべてを計測できていないが、すでに計測した指標を用いて ITS の効果を説明すると次の通りとなる。

1. ITS の導入によって、歩車間隔が 19% 広がったとともに、ドライバーの 96% が注意してトンネルを運転するようになった。歩車間隔が 19% 広がったことなどにより、歩行者の 85% はこれまでに比べて安心して通行できるようになっている。

このように提案したプロセスでは、ロジックモデルを構築し、ITS の効果の発現対象を論理的に明示化することで、対象とする問題に対して施策の効果を計測するためのアウトカム指標、アウトプット指標を抽出できた。ロジックモデルが、地域の問題構造から構築された論理に基づいて説明されていることから、これらの指標を用いて説明することで、地域における ITS の効果や重要性は論理的に説明することができ、客観的に地域における ITS の効用を示せるものであるはずである。

また、既存のプロセスでは、これらの効果計測結果を断片的に説明することしかできなかったが、提案するプロセスではロジックモデルを構築したことで ITS の効果構造を明示しており、それに則って計測された効果を説明することで、ITS がもたらしたアウトプットとアウトカムへの影響を一連の効果として説明することができた。

さらにロジックモデルにより問題構造を施策との関連性を明示化するプロセスは、井の岬トンネルで、歩道拡張や歩道柵設置が困難な場合において、ITS が「ドライバーの不安感」の解消に作用する数少ない手段であることを明示的に説明することができた。このように提案するプロセスは ITS が特定の地域におけるトンネル歩行者問題を解決する上で、重要な役割を示すことも説明できた。

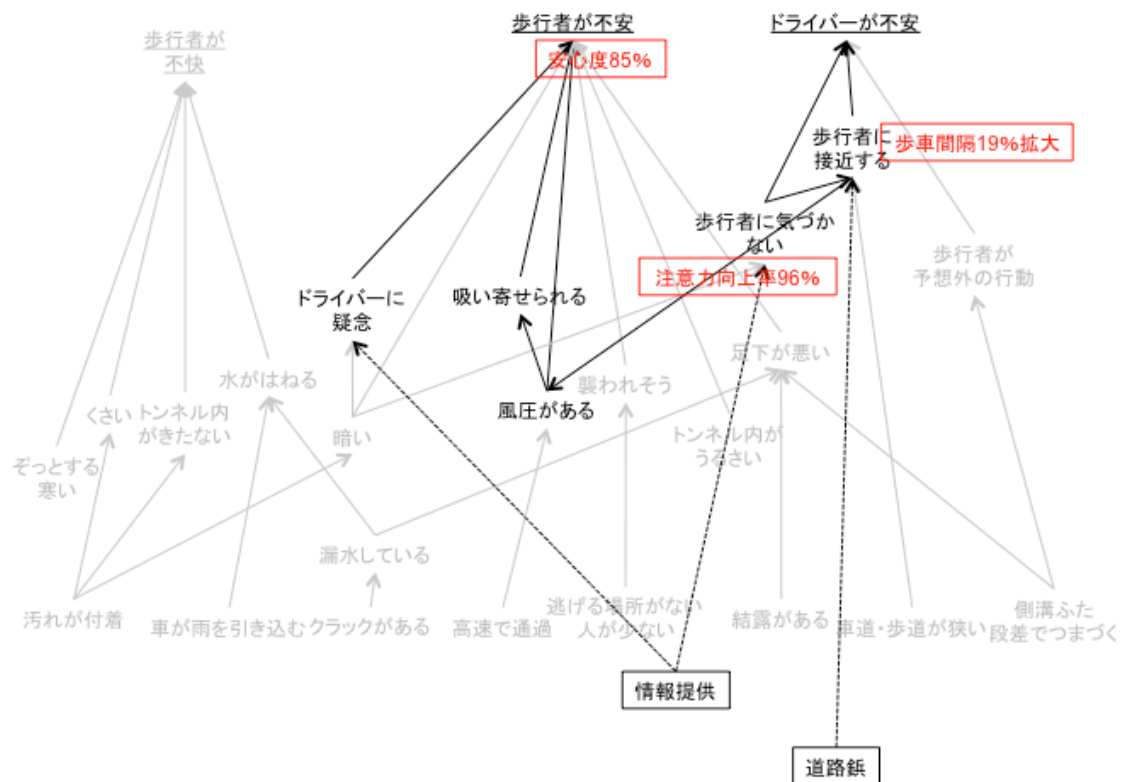


図 63 トンネル歩行者 ITS 導入の効果

これらの効果計測に対する指摘はノーガード電停問題のケースにおいても同様である。既存プロセスにおけるノーガード電停問題の効果指標は次の通りであった。

1. ドライバーの ITS に対する認知、理解
2. ドライバーの ITS に対する参考度
3. ITS によるドライバーの注意力、減速、停止への影響
4. ドライバーからみた ITS の必要性
5. ITS 導入による乗降客の安心感の変化
6. 歩行者からみた ITS の必要性
7. ITS による車両挙動の変化(サンプル数が十分に確保できなかったことから十分に説明できていない)
8. ドライバーや乗降客のヒヤリハット

また、これらの調査の結果から、次の通り ITS の効果を説明した。

1. ITS の機能を理解しているドライバーは約 80%



2. ドライバーの約 82%は ITS が運転時の参考になっていると思っている
3. ITS の機能を理解しているドライバーの約 61%は ITS 作動時には乗降客に注意し、約 32%は減速して通過し、約 20%は電停手前で一時停止をするようになった
4. ドライバーの約 99%が ITS の必要性を感じている
5. ITS の導入により不安を感じている乗降客が約 40%減少した
6. 乗降客の約 93%が ITS を必要と感じている
7. ITS 導入後もドライバーの約 55%、乗降客の約 73%がヒヤリ体験を経験している

これに対して、提案したプロセスでは、ロジックモデルに基づき次のような効果指標を計測することが必要であることを指摘する。

1. 照明は明るさを確保するための施策であり、照度や明るさに対する乗降客の意識などがアウトプット指標、ドライバーの電停認識率や安全運転率が中間アウトカム指標、乗降客やドライバーの安心感が最終アウトカム指標となる。
2. 道路標識や情報提供は電停を目立たせる、あるいはドライバーの注意力向上のための施策であり、ドライバーの注意喚起意識やアイマーク挙動などがアウトプット指標、ドライバーの電停認識率や安全運転率が中間アウトカム指標、乗降客やドライバーの安心感が最終アウトカム指標となる。

また、実際に計測した指標では、これらのすべてを計測できていないが、すでに計測した指標を用いて ITS の効果を説明すると次の通りとなる。

1. ITS の導入によって、ドライバーの約 61%が乗降客に注意して運転するようになった。ドライバーが注意して運転するようになったことなどからドライバーの約 32%が減速するなど乗降客に配慮して運転することにつながり、不安を感じている乗降客は約 40%減少した。

このようにノーガード電停においても既存のプロセスと比較して、提案するプロセスにより、論理的な効果計測指標の選定が可能となったとともに、それらを用いて計測した効果を ITS のアウトプットや関連するアウトカムに対する影響について、論理的に説明することができた。

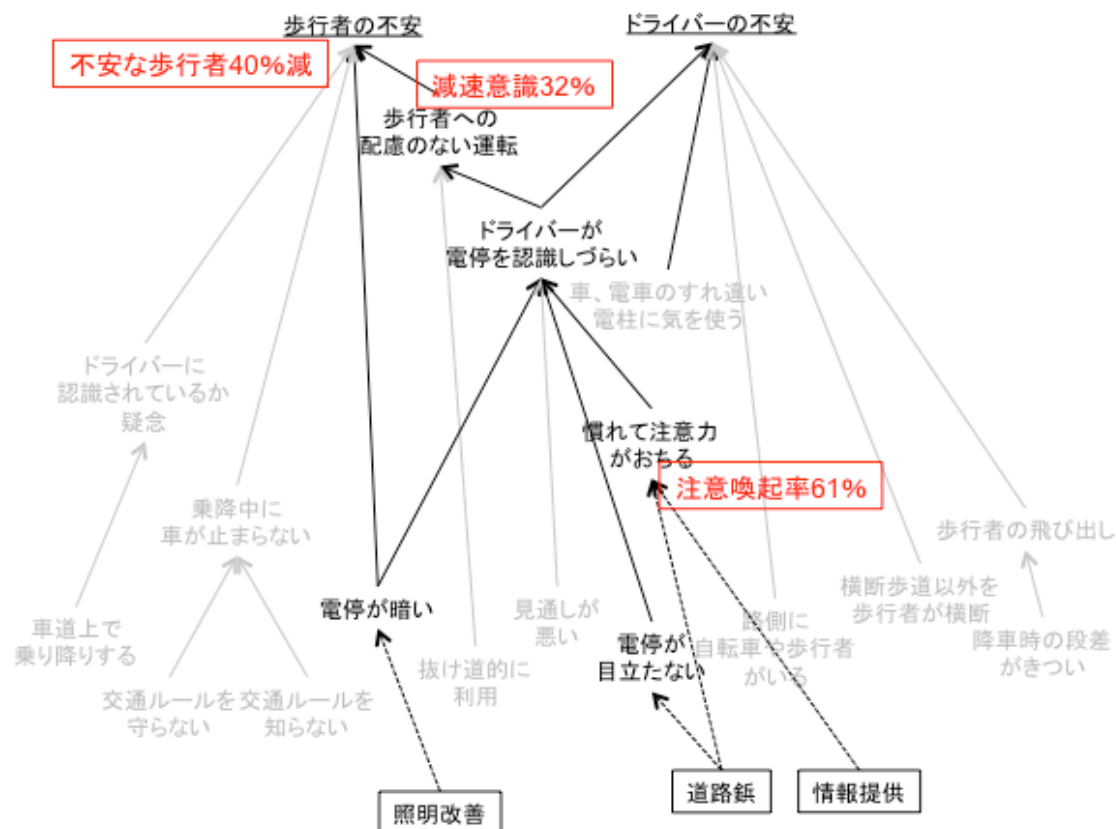


図 64 ノーガード電停対策 ITS 導入の効果

最後に、これまでに行った既存プロセスと提案するプロセスとの比較から、提案するプロセスを機能設計と効果計測に適用した場合の特徴について次の通りまとめる。

1. ITS が解決しようとしているアウトカム、アウトカムと ITS の機能との因果関係を明示化できた。明示化できたことで、ステークホルダーによって効果があるかないか解釈が異なりやすい ITS の有用性やそれに必要な機能を設計する上で合意を得やすい。
2. 地域の問題構造を前提に、アウトカムと ITS の機能との因果関係を明示化できたために、地域の問題構造が複雑化している場合に対しても、ITS の機能を適正に、あるいは網羅的に設計しやすくなった。また、技術者の技量や経験に頼るだけでなく、ITS の機能設計を行うことができる可能性を示した。さらに、機器の動作内容を決定する上で、必要とする機能に基づいた動作を判断しやすくした。
3. 同様の問題であっても地域や対象がことなることで、アウトカムに対して寄与しやすい機能が異なることを示せた。これは地域によって優先して整備すべき ITS の機能を判断しやすくした。

4. アウトカムに対して曖昧、あるいは自明的でない ITS の効果構造を明示化したことで、適切に指標が選ばれていることを論理構造として示せた。それによって、ITS の効果や ITS がもたらしたアウトプットとそれによるアウトカムへの影響を論理的に説明できるようになった。また、これらの指摘は ITS の効果を明示化したことで、費用便益分析への道のりを示せた。
5. アウトカムと ITS 以外の施策の機能についても因果関係を明示化したことは、ITS 外の施策が実現困難だった場合に、ITS がアウトカムに影響する限定的な施策であることを明示化できた。これによって ITS の重要性を説明できるようになった。

## 7-2 課題と今後の展望

一方で本手法には今後解決すべき課題が残されている。

まず、本手法でのメリットとして、ロジックモデルを明示化し、ステークホルダー間で共有化することで、ITS の効用を地域にわかりやすく説明するとしたが、本研究では、過去の事例分析から本手法を検証したために、実際に本手法がステークホルダーへの説明をわかりやすいものとしたかどうかについては言及できなかった。これは、今後、実際の事業への導入研究においてすすめることで検証したい。

二つ目の課題は、今回の事例研究では、地域の属性や環境により、ロジックモデルを構成する要素の重みが異なることを事例比較から説明するには至らなかった。これは対象とした事例が都市部ではあまりみられない問題であったためである。今後は、対象とする事例をより一般的なものとすることで検証したい。

三つ目の課題は、実際に行った効果計測において十分なサンプル数を確保することが困難であった。これは対象とする利用者数が少ないことや、サンプルとなる状況が限定的であることが原因であった。この種の課題はこれらの事例研究に限らず、利用者の少ない地方部を対象とする以上、今後も同様な課題を抱えることとなる。今後は、サンプル数を効率的に確保する手法や、一定のサンプル数での客観的な説明手法についても検討する必要がある。

四つ目の課題は、本手法が機能設計を終えるまでに比較的時間を必要とすることである。地方部で実際に導入されている事業は必ずしも十分な予算や期間を設けることができるわけではない。また事業予算は前年度から設計されているために、ITS 構築に必要な仕様設計や工事の予算は、問題検討をはじめから早急に求められることが一般的である。

五つ目の課題は、定量化したデータについての取り扱いである。本研究では、ロジックモデルを構成する要素の標準偏回帰係数を示して、施策選択を迫られた状況においての選択基準として利用している。さらにこれらのデータは、評価時においてもアウトカ

ムを表現できる効果係数としての扱いの可能性があることから、今後はその扱い方について検討する必要がある。

六つ目は、ロジックモデルを構築する上で、ステークホルダーにより認識が異なる、あるいは矛盾した指摘があった場合の取り扱いである。ケーススタディでは、このような手続きはなかったが、多様なステークホルダーを対象とする、あるいは対立的な立場に立つステークホルダーを対象にすることで、ステークホルダーが指摘する問題構造に矛盾が生じるケースがある。このような場合は、矛盾した内容を答えるに至った暗黙的な了解や立場をより分析することで、一つの問題構造やロジックモデルとしてとらえるべきであると考え。これは、実際の事例に適用して実現可能性を検証したい。

最後に、時系列変化とともに地域の環境や属性が変化するに従い、ロジックモデルも変化し続けるものであるべきことに注意し、ロジックモデルを更新する手続きの方法について検討する必要がある。ある施策が導入されたことで、副作用的な問題を引き起こすことも考えられることから、ロジックモデルは常に適正な状態にあるのかモニタリングする必要がある。

## 8 參考資料

---

ノーガード電停のある道路を運転したことのある **ドライバー** の皆様にお尋ねします

(1) ノーガード電停のある道路をどれぐらいの頻度で通行しますか？

1. ほぼ毎日
2. 週に1回程度
3. 月に1回程度
4. 年に数回程度
5. ほとんど運転しない
6. 運転したことがない→

(2) どんなときに通行しますか？あてはまるものすべてに○をしてください。

1. 買い物や食事に行くとき
2. 病院に行くとき
3. 旅行
4. 娯楽や遊びに行くとき
5. 通勤
6. 通学
7. その他 ( )

(3) ノーガード電停のある道路は運転する環境として満足ですか？

1. 非常に満足
2. やや満足
3. どちらでもない
4. やや不満
5. 非常に不満

(4) ノーガード電停のある道路を運転している時、安心ですか？

1. 非常に安心
2. やや安心
3. どちらでもない
4. やや不安
5. 非常に不安

(次のページにつづく)

2

(5) ノーガード電停のある道路を運転する時、不安な理由を教えてください。

次の(ア)から(オ)の理由はノーガード電停のある道路を運転するときの不安と関係していますか？

(ア) 電車から乗降客が急に飛び出してくる

1. 非常に関係ある
2. かなり関係ある
3. 多少関係ある
4. 少しだけ関係ある
5. 関係ない

(イ) 乗降客が横断歩道以外を横断している

1. 非常に関係ある
2. かなり関係ある
3. 多少関係ある
4. 少しだけ関係ある
5. 関係ない

(ウ) 対向車や電車とのすれ違い、電柱などにあたりそう

1. 非常に関係ある
2. かなり関係ある
3. 多少関係ある
4. 少しだけ関係ある
5. 関係ない

(エ) 自転車や歩行者が周りに多い

1. 非常に関係ある
2. かなり関係ある
3. 多少関係ある
4. 少しだけ関係ある
5. 関係ない

(オ) 電停があることに気づきづらい

1. 非常に関係ある
2. かなり関係ある
3. 多少関係ある
4. 少しだけ関係ある
5. 関係ない

(次のページにつづく)

3

(6) 電停があることに気づきづらいと思う理由を教えてください。

次の（ア）から（エ）は、電停があることに気づきづらい理由と関係していますか？

（ア）暗い

1. 非常に関係ある
2. かなり関係ある
3. 多少関係ある
4. 少しだけ関係ある
5. 関係ない

（イ）カーブなどで見通しが悪い

1. 非常に関係ある
2. かなり関係ある
3. 多少関係ある
4. 少しだけ関係ある
5. 関係ない

（ウ）電停が目立たない

1. 非常に関係ある
2. かなり関係ある
3. 多少関係ある
4. 少しだけ関係ある
5. 関係ない

（エ）いつも運転していて慣れているのでつい注意が抜かってしまう

1. 非常に関係ある
2. かなり関係ある
3. 多少関係ある
4. 少しだけ関係ある
5. 関係ない

（次のページにつづく）

4



## あなた（ドライバー）について教えてください。

(7) 性別

- 1.男性      2.女性

(8) 年齢層

1. 10代    2. 20代    3. 30代    4. 40代    5. 50代    6. 60代    7. 70代以上

(9) 居住歴

1. 1年以内    2. 2～3年    3. 3～5年    4. 5～10年    5. 11～20年  
6. 21～30年    7. 31～40年    8. 41～50年    9. 51年以上

(10) 車の運転歴

1. 1年以内    2. 2～3年    3. 3～5年    4. 5～10年    5. 11～20年  
6. 21～30年    7. 31～40年    8. 41～50年    9. 51年以上

(11) 車の運転頻度

- 1.ほぼ毎日    2.週に1回程度    3.月に1回程度    4.年に数回程度  
5.ほとんど運転しない

(12) ご職業

- 1.会社員    2.専業主婦    3.学生    4.パート・アルバイト    5.自営業  
6.無職、定年退職    7.公務員    8.専門職（弁護士、医師、会計士など）    9.教職  
10.その他（                      ）

(13) その他、ノーガード電停などについてご意見がありましたらご記入願います。

(次のページにつづく)

## 参考文献

1. 高知県道路課: 今後の道路政策のあり方について-高知県からの提案-, 2006.
2. 高知県道路課: 高知の道路, 2008.
3. 久保田浩司、前田典彦、荒金陽助、吉開範章: ビークルオフィス環境評価システムの構築, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.98, No.431, pp.13-18, 1998.
4. 岡村健志, 松本修一, 片岡源宗, 轟朝幸, 寺部慎太郎, 大森宣暁, 熊谷靖彦: 高知における地域 ITS の実践, 国土と政策, No.27, pp.47-55, 2008.
5. 本田俊介, 伊豆原浩二, 山崎基浩, 関範夫: 公共輸送サービスにおける ITS 導入事例の評価-豊田市「中心市街地玄関口バス実験」を例として-, 土木計画学研究・講演集(CD-ROM), Vol.28, Page.VI(201), 2003.
6. 上村達也, 加治屋安彦, 山際祐司: 「ニセコ・羊蹄・洞爺 e 街道」の実験評価について-ドライブ観光支援の地域 ITS 実験-, 土木学会年次学術講演会講演概要集(CD-ROM), Vol.58th, No.Disk 2, Page.IV-205, 2003.
7. 国土交通省: 地域 ITS 効果事例集, 2002.
8. 有村幹治, 加治屋安彦, 松田泰明, 佐藤直樹, 田村亨: 地域 ITS の展開とその評価-「冬の峠案内」の事例-, 日本雪工学会誌, Vol.21, No.4, pp.41-42, 2005.
9. 有村幹治, 加治屋安彦, 松田泰明, 佐藤直樹, 田村亨: 峠部の冬期道路情報価値の試算: 表明選好法によるアプローチ, 土木計画学研究・講演集(CD-ROM), Vol.31, Page.(45), 2005.
10. 加治屋安彦, 松沢勝, 金田安弘, 今井正博: 寒地 ITS の評価手法について, 寒地技術論文・報告集, Vol.17, pp.646-652, 2001.
11. 北海道開発土木研究所防災雪氷研究室: 北海道開発土木研究所月報, 2003.
12. 金賢, 西井和夫, 佐々木邦明, 黄京しゅ, 李せん河, 権寧仁: 地域 ITS の導入による利用者側の満足度評価に関する考察-韓国済州市事例を通じて-, 土木学会年次学術講演会講演概要集(CD-ROM), Vol.59th, No.Disk 2, Page.4-095, 2004.
13. KIM H, 西井和夫: 安心・安全・快適周遊行動支援のための観光地 ITS 研究-観光地 ITS に関する分析・評価手法-, 土木計画学研究・講演集(CD-ROM), Vol.29, Page.III(227), 2004.
14. 周藤浩司, 藤原章正, 杉恵頼寧, 正木俊英: 中国地方の地域 ITS の整備状況と歩行者 ITS の整備効果, 土木計画学研究・講演集(CD-ROM), Vol.26, No.Pt.2, Page.KOEMBANGO256, 2002.
15. 広瀬哲司, 加治屋安彦, 福沢義文: 北海道における地域 ITS フィールド実験展開の検討, 開発土木研究所月報, No.555, pp.25-33, 1999.
16. ITSJapan: ITS 評価ガイドライン, 2002.
17. ITS 情報通信システム推進会議企画・調査専門委員会: 地域 ITS 情報通信システム

WG 報告書（案）, 2002.

18. 山田喜一, 佐藤吉信, 川原卓也: 右折衝突防止支援システム評価モデルについて, 自動車技術会学術講演会前刷集, No.117-01, pp.25-30, 2001.
19. 知加良盛, 藤井裕順, 川崎良治: 通信・交通環境を模擬する ITS 統合シミュレータの構成と評価モデル, 電子情報通信学会大会講演論文集, Vol.2001, 基礎・境界, pp.403, 2001.
20. 関川朋大: 警察による ITS の今後の展開 光ビーコンの民間活用に向けた実証実験について, 月刊交通, Vol.36, No.12, pp.8-18, 2005.
21. 森杉寿, ALARCON Enrique, 岸昭雄, 河野達仁: 可変表示機(VMS)の路面状況情報提供による便益評価手法に関する研究, 建設工学研究振興会年報, No.39, pp.36-44, 2004.
22. 越正毅: 走行支援システムの実用化に向けて 走行支援システムの実用化への期待, 道路, No.721, pp.8-11, 2001.
23. 朝倉康夫: 田舎に ITS は似合わない? 非都市地域における高度交通情報システムへのニーズ, 交通工学, Vol.31, No.1, pp.3-8, 1996.
24. 薦田紀雄: ITS のもたらす経済効果について その効果便益と産業規模, 道路交通経済, No.74, pp.31-37, 1996.
25. W.K.Kellogg Foundation: Logic Model Development Guide, 1998 [財団法人農林水産奨励会農林水産政策情報センター訳, ロジックモデル策定ガイド, 2003].
26. 浅野基樹: ロジックモデルによる脱スパイクタイヤ政策の政策評価, 寒地技術論文・報告集, Vol.20, pp.168-175, 2004.
27. 浅野基樹: 脱スパイクタイヤ政策の政策評価に関する研究-ロジックモデルとアウトカム指標について-, 建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集, Vol.22nd, pp.57-60, 2004.
28. 坂井康人, 小林潔司: 阪神高速道路におけるアセットマネジメント-内部統制論とロジックモデル-, 土木学会年次学術講演会講演概要集(CD-ROM), Vol.64th, No.Disk 2, Page.ROMBUNNO.VI-416, 2009.
29. 坂井康人, 荒川貴之, 慈道充, 小林潔司: ロジックモデル(HELM)に基づく戦略的維持管理, 土木計画学研究・講演集(CD-ROM), Vol.39, Page.ROMBUNNO.45, 2009.
30. 坂井康人, 上塚晴彦, 小林潔司: ロジックモデル(HELM)に基づく高速道路維持管理業務のリスク適正化, 建設マネジメント研究論文集, Vol.14, pp.125-134, 2007.
31. 中林正司, 西岡敬治, 小林潔司: 阪神高速道路の維持管理の現状と課題, 土木学会論文集, Vol.63, No.4, pp.494-505, 2007.
32. 小田宏一, 児玉英二, 青木一也, 貝戸清之, 小林潔司: ロジックモデルを用いた舗装長寿命化のベンチマーク評価, 土木計画学研究・講演集(CD-ROM), Vol.38,

Page.ROMBUNNO.132, 2008.

33. 日野智、原口征人、岸邦宏、佐藤馨一: 開発プロセスに着目した大規模社会基盤施設の事後評価手法に関する研究-苫小牧港開発を例として-, 土木史研究論文集, Vol.23, pp.5-12, 2004.
34. 神永希、長崎みよ、小林潔司: 住民行動モデルとしての日南町ロジックモデルの作成, 土木計画学研究・講演集(CD-ROM), Vol.38, Page.ROMBUNNO.27, 2008.
35. 笹平敏昭、金田重郎: ISM 適用による問題構造化とワークデザイン(WD)技法を用いた情報化促進施策-システム思考による現行 IT 政策の検証-, 情報処理学会研究報告, Vol.2002, No.110, pp.49-56, 2002.
36. 豊田武俊、堀井英之: 構造モデル化手法の社会問題への適用-原子力発電所トラブル隠しを題材に-, 社会技術研究論文集, Vol.1, pp.16-24, 2003.
37. 児玉いずみ 他: DEMATEL 法による漁村の環境社会システムの構造分析について, 海洋開発論文集, Vol.14, pp.483-488, 1998.
38. 加藤浩徳、城山英明、中川善典: 広域交通政策における問題把握と課題抽出手法, 社会技術研究論文集, Vol.3, pp.214-230, 2005.
39. 中川善典: ナノテクノロジーの社会的影響に関する問題の構造化, 社会技術研究論文集, Vol.4, pp.75-83, 2006.
40. 川瀬武志: 問題構造化のプロセス, オペレーションズリサーチ, Vol.32, No.3, pp.124-131, 1987.
41. 伊藤豪一、丹羽富士雄、原山正明: アウトカム評価とマネジメント「独立行政法人製品評価技術基盤機構」の事例, 研究・技術計画学会年次学術大会講演要旨集, Vol.21, No.1, pp.123-126, 2006.
42. 中村修、小笠原一紀、北田貴義、河村憲子、北里祐子、御代川知加大、大久保泰邦、柴尾浩朗: 戦略的研究開発のプログラミングと評価, 研究・技術計画学会年次学術大会講演要旨集, Vol.22, pp.990-993, 2007.
43. 山口健太郎、船戸康徳、藤代一成、堀井秀之: 社会問題の解決に資する事実の明示化手法の構築, 社会技術研究論文集, Vol.1, pp.9-15, 2003.
44. 山口健太郎、村山明生、堀井秀之: 問題解決の設計手法に関する検討-防災投資報告制度の提案を通じて-, 社会技術研究論文集, Vol.4, pp.1-17, 2006.
45. 佐藤岳文、堀田昌英: Web マイニングを用いた因果ネットワークの自動構築手法の開発, 社会技術研究論文集, Vol.4, pp.66-74, 2006.
46. 北村英隆、村上裕一、加藤浩徳、城山英明: 東京都ロード・プライシング導入に対する物流関係者の問題構造認識に関する分析, 社会技術研究論文集, Vol.5, pp.40-51, 2008.
47. 白井清兼、西村崇、山本淳子、伊藤興一、加藤浩徳、城山英明: 旧佐原市地区におけるまちづくり型観光政策の形成プロセスとその成立要因に関する分析, 社会技

- 術研究論文集, Vol.6, pp.93-106, 2009.
48. 加藤亮行, 新藤稔之, 竹山栄太郎, 城山英明: 千葉県香取市の農業政策に関する関係者の問題構造認識に関する分析と実行可能な政策課題の抽出, 社会技術研究論文集, Vol.6, pp.107-123, 2009.
  49. 元田結花, 工藤康彦, 城山英明, 加藤浩徳, 辻宣行: 地方自治体の持続可能性に関する関係アクターの問題構造認識: 北海道富良野市を事例として, 社会技術研究論文集, Vol.6, pp.124-146, 2009.
  50. 加藤浩徳, 城山英明, 深山剛: 地方中核都市への LRT 導入をめぐる都市交通問題の構造化—宇都宮市を事例とした調査分析—, 社会技術研究論文集, Vol.6, pp.147-158, 2009.
  51. 岡村健志, 那須清吾, 熊谷靖彦: 地方部 ITS の効果構造の分析と評価プロセスの提案, 社会技術研究論文集, Vol.6, pp.159-167, 2009.
  52. 内海和夫, 乾孝司, 橋本泰一, 村上浩司, 石川正道: 社会課題とその解決に結びつく科学技術に関する有用知識の抽出, 社会技術研究論文集, Vol.6, pp.187-198, 2009.
  53. 長谷川洋: 地域住宅施策の施策評価手法に関する研究 その1 地域住宅施策に関するロジックモデルと成果指標の提案, 日本建築学会学術講演梗概集 F-1 都市計画建築社会システム, Vol.2009, pp.1223-1224, 2009.
  54. 川島啓, 田原敬一郎: 我が国の研究開発評価の諸課題と改善方策, 横幹連合コンファレンス(CD-ROM), Vol.2nd, Page.ROMBUNNO.30B04, 2007.
  55. 坂井康人, 西林素彦, 荒川貴之, 小島大祐, 小林潔司: 高速道路の効率的な維持管理を目的としたロジックモデル(HELM)の検討, 土木学会年次学術講演会講演概要集(CD-ROM), Vol.62nd, No.Disk 2, Page.ROMBUNNO.6-277, 2007.
  56. 浅野基樹: スパイクタイヤ規制の評価から得られるもの, 寒地技術論文・報告集, Vol.21, pp.132-137, 2005.
  57. 三上強, 弓取修二, 山崎光浩: テーマ公募型研究開発事業の評価方法の検討, 研究・技術計画学会年次学術大会講演要旨集, Vol.19th, pp.210-213, 2004.
  58. 日野智, 原口征人, 岸邦宏, 佐藤馨一: 政策評価モデルによる大規模社会基盤施設の事後評価-苫小牧港開発を例として-, 土木史研究講演集, Vol.23, pp.5-8, 2003.
  59. 山本千雅子, 岸邦宏, 佐藤馨一: 除雪事業のパフォーマンス・メジャーメントに関する研究, 土木学会年次学術講演会講演概要集 第4部, Vol.56th, pp.252-253, 2001.
  60. 北詰恵一, 宮本和明, 若山恭輔: 買物行動モデルの構築とそれに基づく施策評価, 都市計画論文集, No.33, pp.169-174, 1998.
  61. 林恒一郎: 交通需要予測における非集計モデルによるアプローチ, オペレーションズ・リサーチ, Vol.30, No.3, pp.191-196, 1985.

62. 堀田昌英, 真鍋陸太郎, 杉崎和久: まちづくりにおけるコミュニケーション技術, 都市計画, No.249, pp.055-058, 2004.
63. 宮川公男: "研究・技術計画"のディシプリンを問う 研究・技術計画学会の新しいパラダイムを考える, 研究技術計画, Vol.10, No.3/4, pp.136-141, 1995.
64. 古内博勝: SIS の考え方と進め方 第 5 回情報からアプローチする NTT データの SIS 構築方法, ビジネスコミュニケーション, Vol.28, No.5, pp.97-102, 1991.
65. 中森義輝: 対話型モデリング支援システム, オペレーションズ・リサーチ, Vol.35, No.8, pp.457-460, 1990.
66. 北川博之, 石井慎一郎, 東基衛: パソコンベースのシステム要求仕様化ツール, 情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.33rd, No.3, pp.2061-2062, 1986.
67. 石井慎一郎, 北川博之: 木構造とマトリクスを利用した問題構造化手法, 情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.33rd, No.3, pp.2059-2060, 1986.
68. 藤井資子: 参加型ネットワークのビジネスモデル-持続的なサービス提供の実現における優先度概念の有効性-, 慶應義塾大学博士論文, 2009.
69. 植本琴美: 少子・高齢化社会に対応した地方行政の新たな施策立案システムに関する研究～介護負担感軽減の為の施策立案プロセスの提案～, 高知工科大学博士論文, 2009.
70. 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社: 欧米先進国における有効性検査の手法と事例に関する調査研究, 2006.
71. 社団法人日本道路協会: 道路トンネル非常用施設設置基準・同解説, 2001.
72. 高知県土木部高知土木事務所, 学校法人高知工科大学: 平成 16 年度道改国第 1-1-9 号国道 195 号ノーガード電停対策検討委託業務, 2005.
73. 国土交通省四国地方整備局, 高知県道路課: 平成 17 年度道路交通センサス一般交通量調査箇所別基本表 (交通量調査及び道路状況調査編) , 2007.
74. 建設省道路局: 地域 ITS 事例集, 2000.
75. ITSJapan: ITS 地域アーキテクチャ策定の手引き, 2002.
76. 事業評価研究会: 道路事業の評価 評価手法の解説, 1998.
77. 宮城雅子: 大事故の予兆を探る 事故へ至る道筋を断つために, 講談社, 1998.
78. 木下是雄: 理科系の作文技術, 中公新書, 1981.
79. 田部井明美: SPSS 完全活用法 共分散構造分析 (Amos) によるアンケート処理, 東京図書, 2001.
80. 酒井隆: 図解アンケート調査と統計解析がわかる本, 日本能率協会マネジメントセンター, 2003.
81. 上田拓治: 44 の例題で学ぶ統計的検定と推定の解き方, オーム社, 2009.
82. 久米均, 飯塚悦功: シリーズ入門統計的方法 2 回帰分析, 岩波書店, 1987.
83. 山本修一郎: ～要求を可視化するための～要求定義・要求仕様書の作り方, ソフ

- ト・リサーチ・センター, 2006.
84. 山本修一郎: ~ゴール指向による!!~システム要求管理技法, ソフト・リサーチ・センター, 2007.
  85. 狩野裕, 三浦麻子: AMOS, EQS, CALIS によるグラフィカル多変量解析-目で見ると共分散構造分析-, 現代数学社, 1997.
  86. 龍慶昭, 佐々木亮: 政策評価トレーニングブック, 多賀出版, 2003.
  87. 龍慶昭, 佐々木亮: 増補改訂版「政策評価」の理論と技法, 多賀出版, 2000.
  88. 宮川雅巳: シリーズ予測と発見の科学 1 統計的因果推論-回帰分析の新しい枠組み-, 朝倉書店, 2004.
  89. 株式会社オージス総研: かんたん UML 増補改訂版, 翔泳社, 2003.
  90. 三菱総合研究所社会アセスメント研究グループ: 社会アセスメント公共事業評価の手法と総合化, 東洋経済新報社, 1999.
  91. 国際協力事業団 企画・評価部評価管理室: 実践的評価手法 JICA 事業評価ガイドライン, 国際協力出版会, 2002.
  92. 朝野熙彦, 鈴木督久, 小島隆矢: 入門共分散構造分析の実際, 講談社サイエンティフィック, 2005.
  93. 伊多波良雄: これからの政策評価システム-評価手法の理論と実際-, 中央経済社, 1999.
  94. King, Gary, Keohane, Robert O. and Verba, Sidney: *Designing Social Inquiry: Scientific Inference in Qualitative Research*, Princeton Univ. Press, 1994 [真淵勝監訳, 社会科学のリサーチ・デザイン 定性的研究における科学的推論, 勁草書房, 2004].
  95. Stokey, Edith and Zeckhauser, Richard: *A Primer for Policy Analysis*, W. W. Norton & Company, 1978 [佐藤隆三, 加藤寛監訳, 政策分析入門, 勁草書房, 1998].
  96. Allison, Graham T: *Essence of Decision: Explaining the Cuban Missile Crisis*, Little, Brown and Company, 1971 [宮里政玄訳, 決意の本質-キューバミサイル危機の分析, 中央公論新社, 1977].
  97. Patton, Michael Quinn: *Utilization - Focused Evaluation: The New Century Text 3rd Edition*, Sage Publications, Inc, 1997 [大森彌監修, 山本泰, 長尾真文編, 実用重視の事業評価入門, 清水弘文堂書房, 2001].

## 謝辞

本論文を執筆するにあたり、多くの方にお世話になりました。

那須清吾教授には、壮大なテーマを前に右往左往していることから主査として気長にご指導賜りました。特にこれを通じて研究のおもしろさや重要性を理解できたことはとても貴重な体験でした。そして熊谷靖彦教授には、6年間も実際の地域 ITS の企画、設計、導入、評価といった事例をご一緒させていただいて、現場を現況させていただくことができました。先生からの数々のアドバイスで逞しく種々の現場を乗り切ることができました。また、それらの成果をこのようにとりまとめることができました。また、筑波大学石田東生教授、日本大学轟教授、中田慎介教授、中川善展講師には、副査としてご指導賜り、研究に対する有用なアドバイスをいただくことができました。特に石田先生と轟先生には、ご多忙の中でも、快く遠方より高知まで来てくださったとともに、重要な局面でいくつもの示唆に富んだアドバイスをいただくことで、研究をより良いものへとすることができました。

実際に ITS の導入、調査を行った際、高知県や国土交通省、地方自治体、企業、黒潮町や地域のみなさまには、大変快くおつきあいで頂きました。実際に事例にご一緒した皆様のご協力なくしては、これをまとめることはできませんでした。実際に ITS の導入や調査、研究を通じて知り合ったすべての方に感謝します。

研究生生活のなかで、研究室や職場、仕事をご一緒しているみなさまなどにはいつも声援を頂いたとともに、ご迷惑をおかけしました。市村恒士くん、那須研究室、地域 ITS 社会研究室、地域連携機構、菊池豊教授、高知や千葉の仲間をはじめ、研究生生活をバックアップしてくださったすべての方に感謝いたします。

いつもバタバタで、締め切りぎりぎりの毎日でした。この原稿を執筆している今はいつと、学位授与式の4時間前です。

最後に、研究と仕事にほとんどの時間を費やした生活をしたにも関わらず、気長に明るく支えてくれた妻倫代、家族に感謝します。