

## 救急医療活動支援のためのITS整備に関する基礎的研究\*

### Studies on ITS Improvement Supporting First Aid Medical Treatment Activities

折田仁典\*\* 今井 信宏 \*\*\* 中嶋 雄介\*\*\*\*

By Jinsuke ORITA, Nobuhiro IMAI and Yuusuke NAKAJIMA

#### 1. はじめに

ゆとりと安心感のある質の高い地域環境の創造においては、「安全・健康」は人々の生命にかかわる重要な整備課題で最低限必要な整備条件であるといっても過言ではない。この「安全・健康」を支える1つの要件に地域における救急医療活動が挙げられ、多くの都市、地域が救急医療サービスレベル向上に取り組んでいるのが現状である。

救急医療システムは大きくは救急搬送部門（消防機関：救急隊員）と救急医療部門（医療機関：医師）とから構成されており、救急医療サービスレベルの向上にはこれら2部門の技術水準の向上とともに両者の密接な連携が重要になってくる。近年、各地域における救急医療体制は高度な医療システムの導入、救急救命センター、救急医療告示機関、休日夜間救急センターなどの充実により従前に比べれば飛躍的に整備が進んだ。一方、救急搬送においても救急救命士の育成、高規格救急車両の導入など整備拡充が図られているが、救急患者の医療機関への搬送時間（アクセスビリティ）がサービス水準を規定する重要な要因であることは論を待たない。このアクセスビリティは現着時間（消防機関が通報を受けてから救急車が現場に到着するまでの時間）と搬送時間（現場から医療機関に搬送するまでの時間）から成り、傷病者の傷病種類、傷病程度によるものの、傷病発生から治療開始までの時間は救命率に多大なる影響を及ぼしている。ここでアクセスビリティを規定する重要な要因の1つとして救急車両の走行環

境、換言すれば道路の整備状況が挙げられる。すなわち、現在の道路が救急医療活動支援を十分に担保しているか否かの問題である。著者らの研究<sup>1)</sup>によれば一般道路（高速道路以外の道路）では救急車両の走行安全性、患者の安静搬送などに多くの問題があり、また高速道路においても一般道路に比較して格段に患者搬送に寄与しているものの救急医療活動からみればまだまだ改善すべき点が多々あることが明らかとなっている。

本研究はこのような問題解決のためにはITS(高度道路交通システム：Intelligent Transport Systems)の導入を図ることが肝要と考え、救急医療活動における搬送状況を把握するとともに一般道路および高速道路の問題点を整理し、救急医療活動支援のためのITS整備について検討を試みるものである。分析では問題解決のための9種類のITSを提案し、これらを救急隊員を被験者とする調査によってその有用性、有効性を検証した。さらに、DEMATEL法(Decision Making Trial and Evaluation Laboratory)を用いて、救急医療活動における諸問題を構造化、明確化し、提案したITSの整備優先順位について言及した。

#### 2. 既往研究

救急医療活動における患者搬送時間あるいはそれに伴う道路整備の重要性などに言及した研究には喜多ら<sup>2)</sup>、南ら<sup>3)</sup>、清水ら<sup>4)</sup>の研究がある。喜多らは各地域における救急医療サービス提供水準は救命率によって評価することが望ましいと考え、救命率曲線（治療開始までの時間と救命率の関係）を導入して分析を試みている。分析では、具体的に救急医療と実際の道路整備について言及しているわけではないが、医療機関へのアクセスビリティがサービス水

\*キーワード：ITS, 救急医療活動, 問題の構造化

\*\*正員 工博 秋田工業高等専門学校 環境都市工学科 教授  
(〒011-8511 秋田市飯島文京町1-1, TEL/FAX 018-847-6067)

\*\*\*学生員 秋田工業高等専門学校 専攻科環境システム工学専攻

\*\*\*\*学生員 秋田工業高等専門学校 環境都市工学科

準を規定する重要な要因であることを指摘している。南らは医療施設へのアクセスを2系統で保証することは予期せぬ事態に有効であり、かつ施設利用者に大きな安心感を与えるという観点から代替施設および代替ルートが存在を考慮した道路ネットワークの評価方法を提案するとともに分析事例を提示している。これらの研究はいずれも救急医療活動では医療施設へのアクセスがいかに重要であるかは明示しているものの、具体的な道路整備については言及していない。清水らは高次医療施設がある街とない街を高速道路でつなぐことによって医療施設がない街でもある街と同様な医療サービスが受けられるという考えから道路整備による医療機会改善効果の計測を行っている。以上のように救急医療活動において道路の果たすべき役割が大きいにも関わらず、既往研究を概観すれば救急医療活動の視点から道路整備のあり方について示唆した研究は少ない。一方、本研究に類似した研究として小池ら<sup>5)</sup>の研究が挙げられる。小池らは救急車両走行支援のITSについて救急車両の走行阻害要因を整理し、優先信号システムの導入を提案するなどITS支援の可能性について言及している。この研究は救急医療活動支援とITS整備に関連づけた数少ない研究例であり、この観点からは先駆的研究として位置づけられる。しかしながら、分析対象範囲が救急車両の走行支援に限定されており、救急医療活動全体を支援対象とするITS整備を目標に置く本研究の視点とは異なる。概して、救急医療活動支援のためのITS整備に関する調査・研究は一般道路、高速道路ともにこれからという段階である。

### 3. 調査

調査は救急医療活動からみた道路整備のあり方を探るための調査(ITS整備を含む)と救急医療活動を支援するための具体的なITS整備メニューに関する調査さらにITS整備優先順位を解析するための問題の構造化に関する調査の3種類を行った。第1の調査は平成11年11月に、秋田県の全17消防本部に勤務する救急隊員を被験者とし、アンケート票を用いて実施した。調査方法は郵送配布、郵送回収である。調査項目は個人属性、高速道路利用理由、高速道路を利用した患者搬送OD、救急医療活動にとっての高速道

路の重要性、一般道路の問題点、救急医療活動支援のためのITS整備の重要性などの質問から構成した。回収率は89%(配布数479票、回収数426票)であった。第2の調査はヒアリングで行った。調査ではあらかじめ著者らの既往研究から救急医療活動における一般道路および高速道路の問題点を整理しておき、さらにこの問題解決のためのITSメニュー、およびITS整備イメージ図を作成しておいた。すなわち、被験者(各消防本部救急隊員)に救急医療活動における現在の道路の問題点を明示しながら、この問題解決のために提案したITSについて評価をしてもらう方式を採った。この調査の目的は問題点、課題の再確認と提案したITSの重要性ならびに改良点を明確にすることである。ヒアリング調査対象消防本部は次の通りである。(調査は平成11年12月に実施)

①岩手県北上消防本部②岩手県花巻消防本部③秋田県湯沢消防本部④秋田県横手消防本部

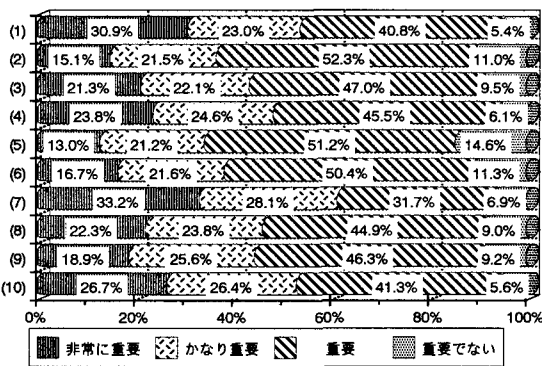
ここで、ヒアリング調査を秋田県内の消防本部のみならず岩手県でも実施したのは、救急医療活動と道路整備に関する一連の研究開始時の調査、分析が岩手県内の消防本部を対象に実施した経緯があること。<sup>1)</sup>さらに、岩手県内の2消防本部は救急搬送において高速道路の利用が可能であり、かつ秋田県とは異なった地域性から貴重な意見が抽出されるのではないかと考えたからである

ITS整備の優先順位検討資料とする救急医療活動における諸々の問題の構造化のための第3の調査は、平成12年12月に実施した。被験者は前回調査と同様、秋田県内17消防本部の救急隊員とし、調査票は郵送配布、郵送回収で行った。調査では、表-5に示す18種類の問題について、

- ①設定した問題が現実に問題となっているか
  - ②設定した問題がどの程度重要か
  - ③設定した問題が他のどの問題にどの程度の影響を与えているか
- を質問している。

後述のDEMATEL法を適用した分析には③の値が用いられる。すなわち、この質問で得られた直接影響の度合いから間接影響の値も含む問題間の総合影響が求められ、これらの値から各問題の重要度、影響度が定められる。なお、調査票の回収は配布170票(10票×17消防本部)回収165票で回収率97%であった。

4. ITS整備の重要性



- (1)救急車両接近システム
- (2)高速道路料金所における救急車両接近システム
- (3)最適経路選択システム
- (4)救急車両容態状況連絡支援システム
- (5)救急車両走行位置確認システム
- (6)救急医療活動実施個所情報システム
- (7)救急車両優先信号制御システム
- (8)事故緊急通報システム
- (9)異常気象時走行支援システム
- (10)緊急用開口部システム

図-1 ITSの重要性

図-1は救急医療活動においてITSがどの程度重要かを質問した結果である。図によれば、最もニーズの高いシステムは「(7)救急車両優先信号制御システム」であり、次いで「(1)救急車両接近システム」, 「(10)緊急用開口部システム」などである。ここで、「救急車両接近システム」とは一般車両に救急車両が接近していることを知らしめるシステムであり、また、「(10)緊急用開口部システム」は、SAあるいはPAからの救急車両の進出入を可能にするシステムのことである。なお、総合的にみてITSは必要かの質問では「非常に必要である」22.7%「かなり必要である」30.6%「必要である」45.9%と「必要」との回答が99.2%にも達する。

このようなニーズも当然のことながら消防本部の位置する地域によって異なってくる。県内最大の人口を抱える秋田市でのニーズでは「(1) 救急車両接近システム」は「非常に重要」が59.0%と他地域に比べて圧倒的に高く、次いで「(7) 救急車両優先信号制御システム」48.7%, 「(10) 緊急用開口部システム」30.8%となっている。これに対し、県内では患者搬送時間が極めて長い（医療施設までの到着時間が30分以上かかる割合が86.9%：平成10年）矢島地区（鳥海山麓に位置する地区）においては「(1) 救急車両接近システム」「(2)高速道路料金所における救

表-1 ITSの重要性要因分析 (秋田県全体)

| 【係数とレンジ】                  |          | ITSの重要性 |        |
|---------------------------|----------|---------|--------|
| アイテム                      | カテゴリー    | 係数      | レンジ    |
| (1) 救急車両接近システム            | 非常に重要である | -0.4713 | 0.4733 |
|                           | かなり重要である | -0.0090 |        |
|                           | 重要である    | 0.0020  |        |
|                           | 重要ではない   | (0)     |        |
| (2) 高速道路料金所における救急車両接近システム | 非常に重要である | -0.2177 | 0.2177 |
|                           | かなり重要である | -0.1632 |        |
|                           | 重要である    | -0.1084 |        |
|                           | 重要ではない   | (0)     |        |
| (3) 最適経路選択システム            | 非常に重要である | -0.7777 | 0.7777 |
|                           | かなり重要である | -0.4589 |        |
|                           | 重要である    | -0.1268 |        |
|                           | 重要ではない   | (0)     |        |
| (4) 救急患者様態状況連絡支援システム      | 非常に重要である | -0.3975 | 0.3975 |
|                           | かなり重要である | -0.2311 |        |
|                           | 重要である    | -0.2557 |        |
|                           | 重要ではない   | (0)     |        |
| (5) 救急車両走行位置確認システム        | 非常に重要である | -0.1869 | 0.1869 |
|                           | かなり重要である | -0.1130 |        |
|                           | 重要である    | -0.0816 |        |
|                           | 重要ではない   | (0)     |        |
| (6) 救急医療活動実施個所情報システム      | 非常に重要である | -0.4480 | 0.4480 |
|                           | かなり重要である | -0.1095 |        |
|                           | 重要である    | -0.0310 |        |
|                           | 重要ではない   | (0)     |        |
| (7) 救急車両優先信号制御システム        | 非常に重要である | -0.4261 | 0.4768 |
|                           | かなり重要である | 0.0320  |        |
|                           | 重要である    | 0.0507  |        |
|                           | 重要ではない   | (0)     |        |
| (8) 事故緊急通報システム            | 非常に重要である | -0.3856 | 0.4432 |
|                           | かなり重要である | -0.1190 |        |
|                           | 重要である    | 0.0576  |        |
|                           | 重要ではない   | (0)     |        |
| (9) 異常気象時走行支援システム         | 非常に重要である | -0.6108 | 0.6108 |
|                           | かなり重要である | -0.3469 |        |
|                           | 重要である    | -0.0664 |        |
|                           | 重要ではない   | (0)     |        |
| (10) 緊急用開口部システム           | 非常に重要である | -0.2152 | 0.2152 |
|                           | かなり重要である | -0.0286 |        |
|                           | 重要である    | -0.1603 |        |
|                           | 重要ではない   | (0)     |        |
| 相関比                       |          | 0.6246  |        |

急車両接近システム」「(3)最適経路選択システム等を「非常に重要」とする回答は皆無で、「(7) 救急車両優先信号制御システム」「(8) 事故緊急通報システム」「(9) 異常気象時走行支援システム」「(10)緊急用開口部システム」はそれぞれ50%,30%,50%,30%となっており、地域のおかれている現状が如実にニーズとして現れている。

表-1は数量化理論第II類を適用してITSの重要性について要因分析を行った結果である。各アイテムのカテゴリーは「非常に重要」「かなり重要」「重要」「重要でない」の4段階とし、外的基準は「総合的にみたITSの必要性」である。

表においてレンジの大なる項目は「(3)最適経路選択システム」(0.7777)「(9)異常気象時走行支援システム」(0.6108)であり、救急車両走行の時間短縮と安全性確保に関するシステムとなった。前述のように搬送状況、すなわち地域によってITSに

表－2 覚知から医療施設まで30分以上かかるケースが搬送全体の5割を超える地域の要因分析

| アイテム                      | カテゴリー  | 係数     | レンジ   |
|---------------------------|--------|--------|-------|
| (1) 救急車両接近システム            | 非常に重要  | -0.765 | 0.765 |
|                           | かなり重要  | -0.107 |       |
|                           | 重要     | -0.162 |       |
|                           | 重要ではない | 0.000  |       |
| (2) 高速道路料金所における救急車両接近システム | 非常に重要  | -0.593 | 0.785 |
|                           | かなり重要  | 0.044  |       |
|                           | 重要     | 0.192  |       |
|                           | 重要ではない | 0.000  |       |
| (3) 最適経路選択システム            | 非常に重要  | -1.166 | 1.166 |
|                           | かなり重要  | -0.170 |       |
|                           | 重要     | -0.093 |       |
|                           | 重要ではない | 0.000  |       |
| (4) 救急患者容態状況連絡支援システム      | 非常に重要  | -1.117 | 1.117 |
|                           | かなり重要  | -0.526 |       |
|                           | 重要     | -0.752 |       |
|                           | 重要ではない | 0.000  |       |
| (5) 救急車両走行位置確認システム        | 非常に重要  | 0.520  | 0.894 |
|                           | かなり重要  | -0.373 |       |
|                           | 重要     | -0.155 |       |
|                           | 重要ではない | 0.000  |       |
| (6) 救急医療活動実施箇所情報システム      | 非常に重要  | -0.435 | 0.646 |
|                           | かなり重要  | 0.211  |       |
|                           | 重要     | -0.188 |       |
|                           | 重要ではない | 0.000  |       |
| (7) 救急車両優先信号制御システム        | 非常に重要  | -0.764 | 0.764 |
|                           | かなり重要  | -0.715 |       |
|                           | 重要     | -0.550 |       |
|                           | 重要ではない | 0.000  |       |
| (8) 事故緊急通報システム            | 非常に重要  | -0.208 | 0.417 |
|                           | かなり重要  | 0.209  |       |
|                           | 重要     | -0.002 |       |
|                           | 重要ではない | 0.000  |       |
| (9) 異常気象時走行支援システム         | 非常に重要  | -0.601 | 0.785 |
|                           | かなり重要  | -0.438 |       |
|                           | 重要     | 0.184  |       |
|                           | 重要ではない | 0.000  |       |
| (10) 緊急用開口部システム           | 非常に重要  | 0.445  | 0.741 |
|                           | かなり重要  | 0.741  |       |
|                           | 重要     | 0.370  |       |
|                           | 重要ではない | 0.000  |       |

相関比 0.816

対するニーズも異なっているので、要因分析も秋田県全体のみならず覚知から医療施設までの搬送時間によって分類して行った。表－2、表－3はその結果である。ここでの計算は覚知から医療施設まで30分以上かかるケースが搬送全体の50%を超える地域とそうでない地域との2つの場合に分けて行っている。表－2は搬送時間が長くかかっている地域群でのITSの必要性評価に影響をおよぼす要因分析であるが、レンジの大きいアイテムは「(3)最適経路選択システム」(1.166)「(4)救急患者容態状況連絡支援システム」(1.117)などとなっている。一方、搬送時間の短い場合では、「(3)最適経路選択システム」(0.732)および「(7)救急車両優先信号制御システム」(0.643)のレンジの値が大きく、ITSの必要性評価に影響をおよぼす要因が両者で異なっている。前者のケースで「(4)救急患者容態状況連絡支援システム」が大きく影響するのは、患者搬送時間が日常的に長くかかっているため、経路選択による患者搬送時間短縮とともに患者容態を情報として医療機関に連絡しながら搬送する効果を期待してこのような結果となっているものと考えられる。また、後者ではいかに迅速

表－3 覚知から医療施設到着まで30分以内のケースが全体の5割を超える地域の要因分析

| アイテム                      | カテゴリー  | 係数     | レンジ   |
|---------------------------|--------|--------|-------|
| (1) 救急車両接近システム            | 非常に重要  | -0.296 | 0.441 |
|                           | かなり重要  | 0.145  |       |
|                           | 重要     | 0.094  |       |
|                           | 重要ではない | 0.000  |       |
| (2) 高速道路料金所における救急車両接近システム | 非常に重要  | -0.188 | 0.213 |
|                           | かなり重要  | -0.213 |       |
|                           | 重要     | -0.168 |       |
|                           | 重要ではない | 0.000  |       |
| (3) 最適経路選択システム            | 非常に重要  | -0.732 | 0.732 |
|                           | かなり重要  | -0.620 |       |
|                           | 重要     | -0.195 |       |
|                           | 重要ではない | 0.000  |       |
| (4) 救急患者容態状況連絡支援システム      | 非常に重要  | 0.032  | 0.086 |
|                           | かなり重要  | 0.011  |       |
|                           | 重要     | 0.086  |       |
|                           | 重要ではない | 0.000  |       |
| (5) 救急車両走行位置確認システム        | 非常に重要  | -0.363 | 0.363 |
|                           | かなり重要  | -0.071 |       |
|                           | 重要     | -0.094 |       |
|                           | 重要ではない | 0.000  |       |
| (6) 救急医療活動実施箇所情報システム      | 非常に重要  | -0.500 | 0.500 |
|                           | かなり重要  | -0.166 |       |
|                           | 重要     | -0.056 |       |
|                           | 重要ではない | 0.000  |       |
| (7) 救急車両優先信号制御システム        | 非常に重要  | -0.643 | 0.643 |
|                           | かなり重要  | -0.217 |       |
|                           | 重要     | -0.179 |       |
|                           | 重要ではない | 0.000  |       |
| (8) 事故緊急通報システム            | 非常に重要  | -0.210 | 0.493 |
|                           | かなり重要  | 0.004  |       |
|                           | 重要     | 0.284  |       |
|                           | 重要ではない | 0.000  |       |
| (9) 異常気象時走行支援システム         | 非常に重要  | -0.503 | 0.503 |
|                           | かなり重要  | -0.116 |       |
|                           | 重要     | -0.021 |       |
|                           | 重要ではない | 0.000  |       |
| (10) 緊急用開口部システム           | 非常に重要  | -0.469 | 0.469 |
|                           | かなり重要  | -0.266 |       |
|                           | 重要     | -0.303 |       |
|                           | 重要ではない | 0.000  |       |

相関比 0.626

に現場、病院等の目的地に到着できるかの効果が評価に関係しているようである。

以上のようにITS整備の必要性認識はいずれの地域でも共通であるが、具体的な個々のシステムについては地域差が顕著に現れており、整備方法は当然のことながらこれらの地域状況を考慮しなければならないことになる。

次に数量化理論第Ⅲ類を適用して、被験者個人のITSの重要性認識の差異について分析を行った。カテゴリースコアから軸の考察を行ったところ、1軸は「救急車両走行の安全性と迅速性」、2軸は「出場・搬送時間の短縮」を意味していると解釈された。図-2はサンプルスコアをプロットしたものである。図によれば「救急車両走行の安全性と迅速性」の視点からITSの重要性を認識するグループ(A)、「出場・搬送時間の短縮」の視点からITSの重要性を認識するグループ(B)、さらに「救急車両走行の安全性と迅速性」「出場・搬送時間の短縮」の両方を重視するグループ(C)などがあることが判明した。すなわち被験者の99%が救急医療活動支援のためにはITS整備が必要と認識しているが、重要性認識の視点には差異

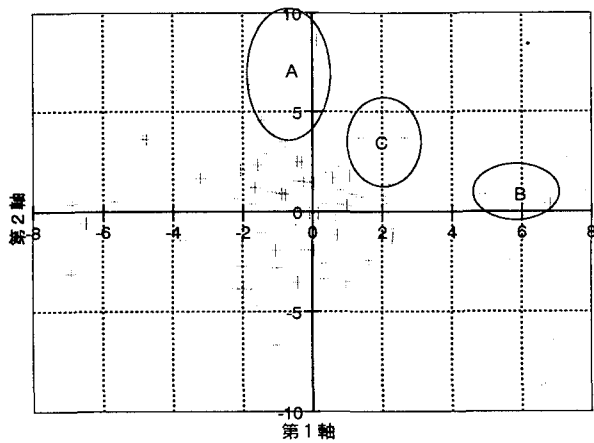


図-2 ITS整備の重要性認識パターンの分析

があることが示唆された。

表-4は、救急医療活動における問題解決のためのITS整備についてヒアリング調査を実施した結果をまとめたものである。この調査ではまず最初に著者らの過去の調査から整理しておいた道路の問題点、さらには医療機関へのヒアリング調査でまとめた課題等を被験者に明示した。次いで、ITS整備イメージ図を見せながら各システムにおける評価を行ってもらった。本研究におけるITSは現在の救急医療活動においては多くの問題があり、この解決のためにはITを駆使したシステムで対応すべきであるとの考え方で、提案したシステムは表-4の「システムの種類」に示したように概略のイメージである。したがって、システムを具体的に運用する技術的側面はこの段階では考えておらず、システムの内容の詳しい検討にまでは至っていない。図-3はヒアリング調査に用いたITS整備イメージの一例である。救急医療活動における問題点、課題については被験者から再確認が得られたと同時に新たな問題、課題も抽出された。例えば、高速道路上の事故の救急活動における危険性、車両のUターン不可などである。

提案したシステムはいずれも「必要である」「有効である」などの評価が得られたが、とりわけ評価の高かったのは「救急車両優先信号制御システム」「救急車両接近システム」などであった。これらはいずれも車両走行の安全性と搬送時間の短縮に関わるシステムである。調査においてはシステムの評価のみならず、システムについて諸々の提案、問題点の指摘もあった。例えば、「事故緊急通知システム」では「事故現場の画像データの送信」が提案さ

表-4 ヒアリング調査におけるITS調査結果

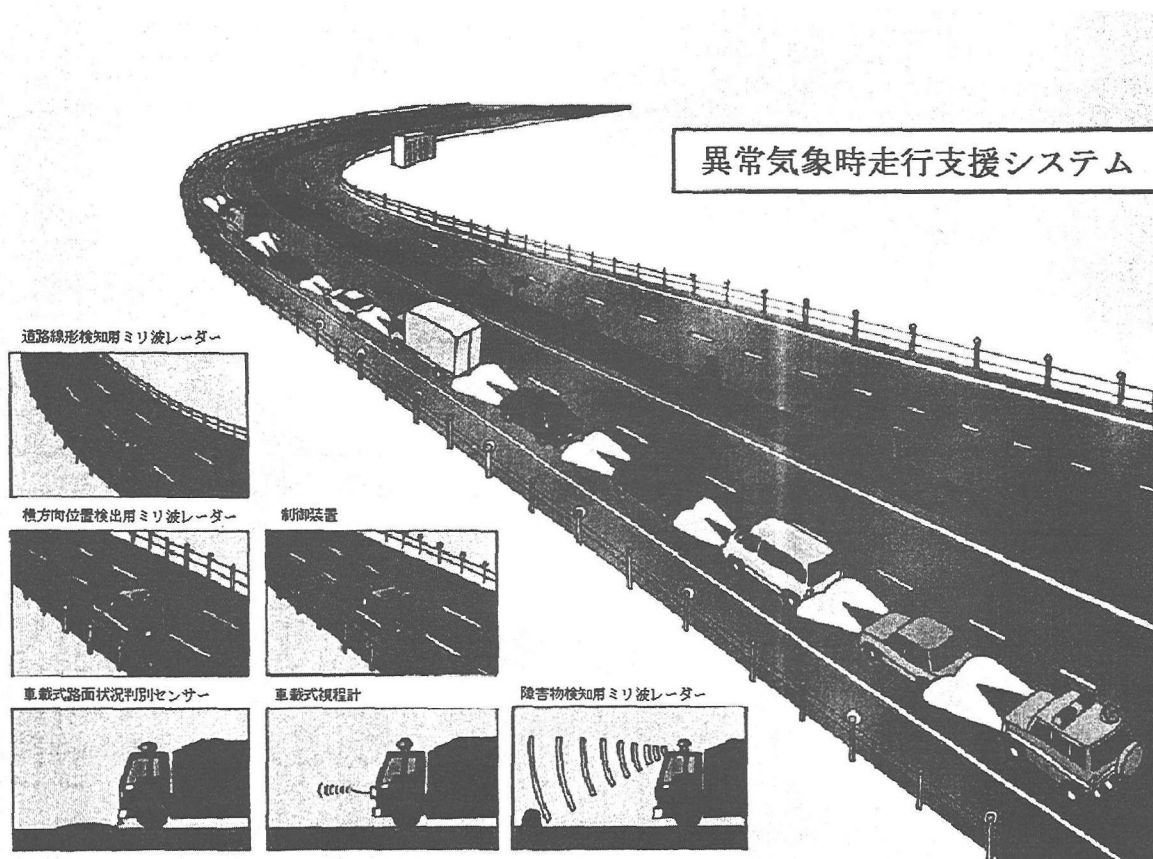
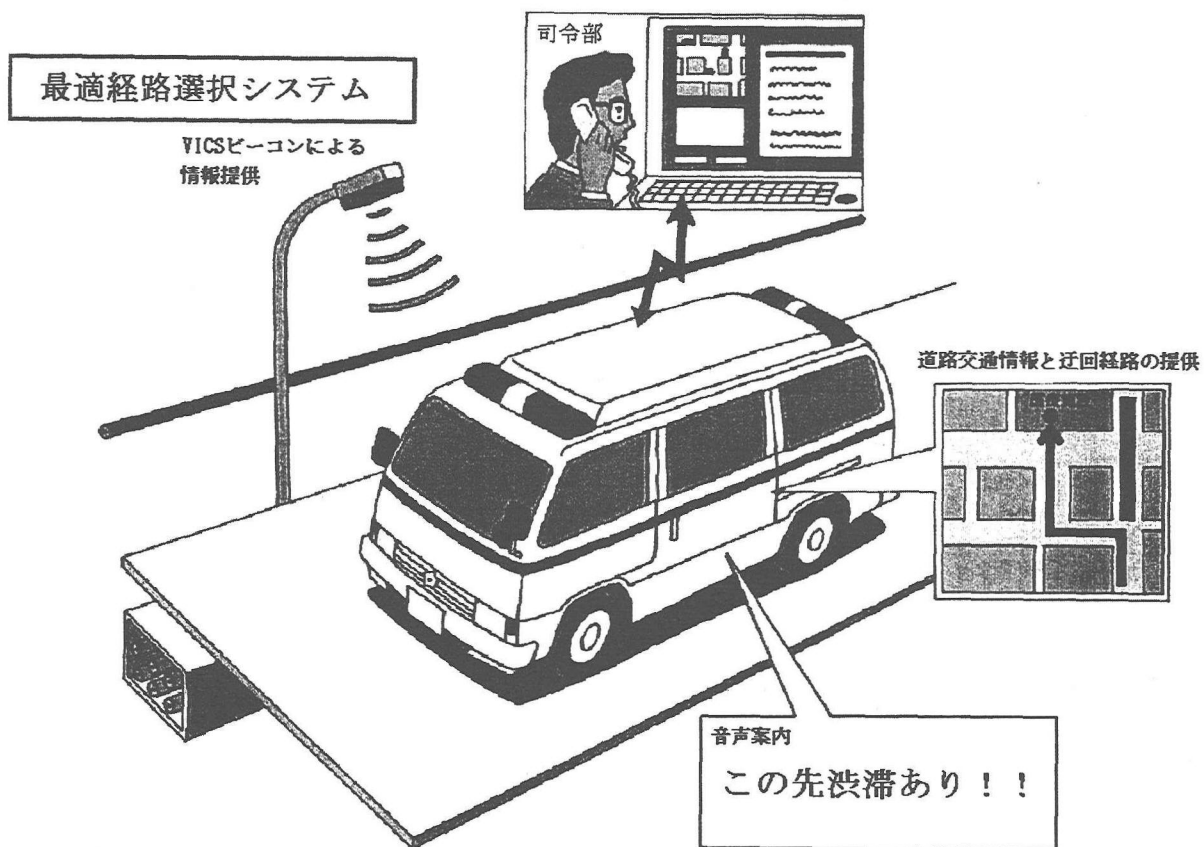
| 提案ITS            | システムの概要                                                                          | ヒアリング調査による主な意見                                                                              | システムの問題点・課題                                                              |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 救急車両接近システム       | ・ラジオ等の無線放送に強制割り込みをしてドライバーに救急車両の接近を認識させる。<br>・情報板での伝達。<br>・ガードレール等に接近を知らせるシステム構造。 | ・ラジオを聴いている人以外でも強制介入できるようにするならば有効。<br>・ラジオのみならず道路本体にも接近システムが構築されれば極めて有効。<br>・数分かつ極めて有用なシステム。 | ・ラジオで接近を知らせる場合は、ラジオをかけていなければならない。                                        |
| 自動料金収受システム       | ・ETC<br>・料金所での支払いをカードを使い、車を停止することなくそのまま通過できる。<br>・料金所に救急車両専用通行口を設ける。             | ・全く料金所で減速しないならば有効。<br>・秋田、岩手両県では現在のところ料金所の混雑が原因で救急車両の走行に支障きたしてはいない。ただし、都市圏では極めて有効と考えられる。    |                                                                          |
| 最適経路選択システム       | ・GPS等の衛星を用いたシステムにより（カーナビのようなもの）リアルタイムの交通情報とともに現着地点、あるいは搬送先病院がディスプレイ上に表示される。      | ・管轄外に搬送の際は隊員の土地勘のない場合もあり有効。<br>・現着までの時間が短く、操作している段階で目的地に到着してしまうときもある。現着までの距離が長ければ有効。        | ・技術的には実現可能。現在のカーナビでは詳細部分までは明確ではない。                                       |
| 救急患者様態状況連絡支援システム | ・血圧・心電図・血液中酸素濃度（サチュレーション）以外に高度画像処理による患者の映像を病院側にリアルタイムで救急車両から送るシステム。              | ・現着から病院までの距離がある場合は必要。医師に現場の状況（車などがどのようにぶつかったか等）を写真で送れると良い。                                  | ・応急処置をしたあとなのであまり効果がないのではない。病院の医師がそのモニターの前にすくめてくれる状況にないために効果を発揮することができない。 |
| 救急車両走行位置確認システム   | ・司令部がGPSで救急車の位置確認をした後、搬送先の病院では現在の救急車の走行中のポジションが認知されるシステム                         | ・このシステムは救急車両出動頻度の高い大都市には向いていると思う。<br>・現在のところ救急車両が不足して出動できなかった事もある。（車両のいない空白の時間帯が生じる。）       |                                                                          |
| 救急車両優先信号制御システム   | ・バス優先信号と同じ様なシステム。現在は救急車両でも交差点の赤信号は徐行義務があり、このため走行速度が極端に低下する。                      | ・非常に有効なシステム<br>・赤信号時に普通車料を徐行させて通過しようとする安全性に問題がある。                                           | ・極めて有効かつ重要なシステム。しかし、一般車両も救急車両と併走可能性があり危険。                                |
| 事故緊急通知システム       | ・VICS等を用いた画像に事故の状況が映し出され発生時にすぐにその事故現場が通知されるシステム。                                 | ・このような事故当事者からの連絡以外の通知方法があればより早く現着できるのでもよい。<br>・事故状況の全体像が明確に判断できれば出動に際しての準備等が有効。             | ・VICSのみでは道路のすべてを映し出すことができないので局地的な映像しかでない。                                |
| 異常気象時走行支援システム    | ・路側にレーザーを照射し雪に隠れた白線を見えるようにする。<br>・道路にセンサーを埋め込んで車が道路をはみ出ないようにする自動運転システム。          | ・積雪時には視距がとれない、減速しなければいけない等の問題があるのでそれらを解決できるのなら有効。                                           | ・雪のための振動等には効果がない。道路にセンサーをはめ込んだときに積雪によってセンサーが隠れてしまうと自動運転システムが機能しなくなる。     |
| 緊急開口部システム        | ・SA, PA等の開口部を運用するシステム。                                                           | ・SA, PAからあるいは開口部からの出入りが可能になれば高速道路へのアクセスビリティが向上し、救急医療活動においてとても有効である。                         | ・開口部までのアクセスの管理に問題。                                                       |

れ、「救急患者容態状況連絡支援システム」において「医者との連携をいかに行うかが問題である」などシステム運営上の課題が指摘された。

## 5. 救急医療活動における問題の構造化<sup>6) 7)</sup>

### (1) 評価要因の設定

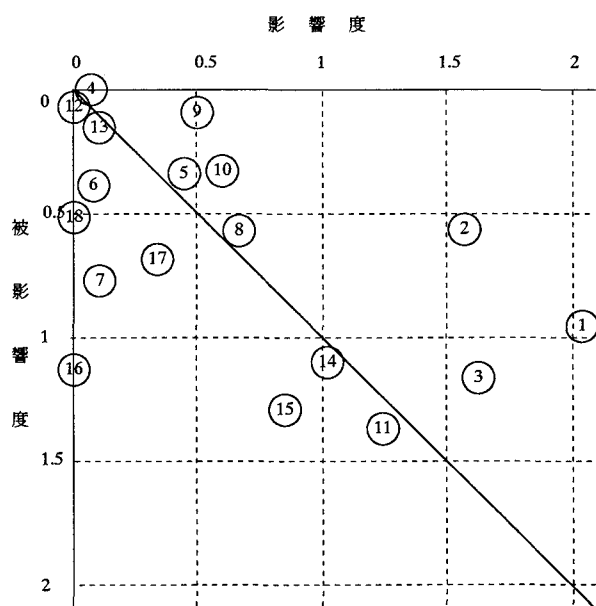
著者らの従来の調査、研究から救急医療活動において多くの問題が存在することが明らかとなっている。これらは道路構造に起因するものから道路上の交通走行環境、さらには救急医療システムに関連す



図－3 本研究で提案した救急医療活動支援のための ITS の一例

表－５ 設定した評価要因

|                            |
|----------------------------|
| １．一般車両がサイレンに気づかない問題        |
| ２．運転者のモラル低下の問題             |
| ３．車線等のスペース不足により追い越してできない問題 |
| ４．高速道路料金所の通過時における問題        |
| ５．救急車と医療機関との情報交換の問題        |
| ６．配車計画上の問題                 |
| ７．病院側が受け入れる際の問題            |
| ８．交差点での速度低下の問題             |
| ９．事故発生通知が遅れる問題             |
| １０．第三者が通報する際に情報が不正確になる問題   |
| １１．冬季積雪時における走行安全性の問題       |
| １２．高速道路でSA,PA等からアクセスできない問題 |
| １３．高速道路でUターンできない問題         |
| １４．道路舗装に関する問題              |
| １５．都市内道路の幅員及び路上駐車の問題       |
| １６．道路交通情報と最適経路選択の問題        |
| １７．地域によるサービスレベルの問題         |
| １８．建築構造変化による問題             |



図－４ 評価要因特性  
(秋田県全１７消防本部)

るものまで多様である。平成１１年に４消防本部対象に実施したヒアリング調査では上述の問題、課題が救急医療現場で実際に問題となっているか否かの再確認を行っている。再確認された諸問題についてDEMATEL法を適用した調査実施のために再度秋田市消防本部の救急隊員とのブレインストーミングから問題を整理するとともに、個々の問題について定義付けを行った。表－５は設定した問題である。（以下、評価要因と呼称する）

## （２）評価要因の特性

DEMATEL法では、分析の結果得られた総合影響行列の行和、換言すればある評価要因が自身も含めたすべての評価要因に与える影響の度合いを影響度、総合影響行列の列和（すべての評価要因から受ける影響の度合）を被影響度と呼んでいる。また、影響度と被影響度の和、つまりその評価要因の全体における重要さの目安となる度合いを重要度と定義している。したがって、他の評価要因に影響を与える度合いが大きく、かつ影響を受ける度合い、すなわち被影響度が大なる評価要因は重要度が高い値となるため問題解決の鍵を握る重要な位置にあることになる。また、影響度が大なる評価要因は他の評価要因に与える度合いが大きいことから影響度大なる評価要因の解決が影響を与えている評価要因の解決につながると理解される。本分析では、評価要因の重要性を見るために重要度、また他の評価要因への影響を把握するために影響度の２側面から考察を加えた。

図－４は分析の結果得られた各評価要因の影響度および被影響度を図示したものである。図において原点近くに位置する評価要因は影響度、被影響度は小さく、かつ重要度も低い。対角線上は影響度＝被影響度であるからこの線付近の評価要因は他の要因に与える影響と他の要因から受ける影響が等しい。図によれば評価要因「１．一般車両がサイレンに気づかない問題」「３．車線等のスペース不足により追い越してできない問題」「２．運転者のモラル低下の問題」は影響度が高く、評価要因「１１．冬季積雪時における走行安全性の問題」「１５．都市内道路の幅員及び路上駐車の問題」「１４．道路舗装に関する問題」は被影響度が高いことが明らかとなった。すなわち、これらの評価要因は影響度、被影響度ともに大なる値となっているから重要度も大きい。一方、評価要因「４．高速道路料金所の通過時における問題」「１２．高速道路でSA,PA等からアクセスできない問題」「１３．高速道路でUターンできない問題」は影響度、被影響度、重要度のいずれも小さく、他の評価要因との関連性は低いことがわかる。

## （３）重要度および影響度の分析

図－５は１７消防本部の重要度の平均構造を示したものである。図中における各評価要因の上下関係

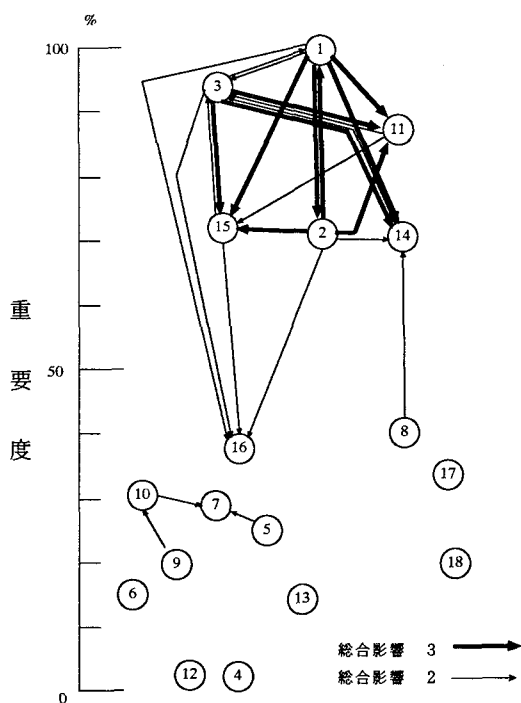


図-5 重要度による平均構造  
(秋田県全17消防本部)

は設定した要因の中で重要度の高いほど上位に位置し（最も高い要因を100とする），左右には特別な意味はない。（影響度の場合も同様）

図によれば，評価要因「1．一般車両がサイレンに気づかない問題」の重要度が最も大きく，次いで「3．車線等のスペース不足により追い越しできない問題」「11．冬期積雪時における走行安全性の問題」の順となっている。これらの要因の下方にほぼ同程度の重要度を持つ要因「15．都市内道路の幅員及び路上駐車の問題」「2．運転者のモラル低下の問題」「14．道路舗装に関する問題」が位置する。要因間の影響関係をみると，「1．一般車両がサイレンに気づかない問題」は「2．運転者のモラル低下の問題」と互いに影響を及ぼし合い，評価要因11．等に影響している。また，評価要因「3．車線等のスペース不足により追い越しできない問題」も同様に評価要因11．14．等に強い影響を与えることが明らかとなった。このような結果を勘案すれば，救急医療活動における重要度大なる解決すべき問題は「救急車両の走行空間確保」次いで「走行路面の安全性，安定性」等である。すなわち，救急医療活動支援では救急車両走行環境の整備改善を図ることが肝要であることが示唆された。

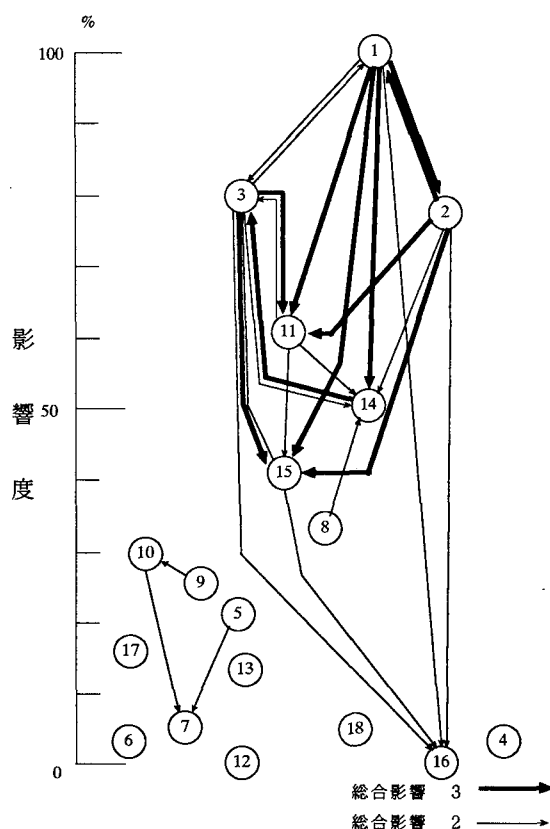


図-6 影響度による平均構造  
(秋田県全17消防本部)

図-6は影響度の平均構造を示したものである。影響度の大きい評価要因は「1．一般車両がサイレンに気づかない問題」「2．運転者のモラル低下の問題」「3．車線等のスペース不足により追い越しできない問題」であり，「1．一般車両がサイレンに気づかない問題」と「2．運転者のモラル低下の問題」，「1．一般車両がサイレンに気づかない問題」，「3．車線等のスペース不足により追い越しできない問題」は互いに影響を及ぼし合っているが，「2．運転者のモラル低下の問題」と「3．車線等のスペース不足により追い越しできない問題」とは影響関係にはない。これら3要因の下位に「11．冬期積雪時における走行安全性の問題」「14．道路舗装に関する問題」「15．都市内道路の幅員及び路上駐車の問題」が位置している。ここで，これら救急医療活動における諸問題を解決のためのITS導入について検討するため，問題解決のルートについて考察する。影響度の大きい評価要因に着目し，影響度大なるルートを模索すれば図-7に示すような2つの問題解決ルートが挙げられる。図中の矢印は

1つの問題が解決されたなら次の問題解決につながるということを表している。例えば、問題解決のルート1では「1. 一般車両のサイレンに気づかない問題」が解決するとそれは「2. 運転者のモラル低下の問題」解決につながり、さらにこの問題が解決すれば「11. 冬季積雪時における走行安全性の問題」解決につながるという意味である。

図によれば問題解決ルート1ではまず「1. 一般車両がサイレンに気づかない問題」を解決に導けば、「2. 運転者のモラル低下の問題」解決を可能にし、さらに、これらの問題解決は、冬季積雪時における走行安全性確保にもつながっていくという救急隊員の認識構造である。一方、同様に影響度大なるルートから整理した問題解決ルート2では、「1. 一般車両がサイレンに気づかない問題」解決の次に「14. 道路舗装に関する問題」がある。この問題は道路のアスファルト表面の轍、あるいは部分的修理舗装等のため道路表面が凹凸となり、患者の安静な搬送に支障をきたしている問題であり、一般車両が走行車線をゆずってくれることにより、ある程度良好な走行環境が確保され、その結果患者の安静を保持した状態で搬送出来ることを意味していると解釈できる。そして、この問題が解決できれば、車線数増など道路のハード面整備へとつながっていくものを考えているようである。

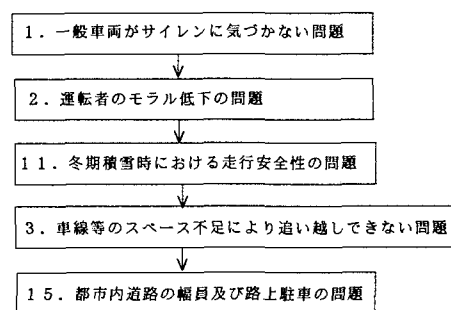
なお、問題解決ルート1および2はそれぞれ影響度大なるルートを抽出したものであるので互いの因果関係はなく、単に問題解決のルートとして考えられるプロセスを示したにすぎない。

以上の影響ルートの他に影響度は極めて低いが⑨→⑩→⑦←⑤のルートがある。これらの評価要因は救急患者発生から通報、覚知、医療と消防機関の連携に関するもので「情報の伝達方法」が問題解決の根本をなすものと理解される。

次いで、問題解決ルートから提案したITSの整備優先順位について考察する。図-7に示すように最も早急に解決が望まれるのが重要度、影響度ともに最大の要因である「1. 一般車両がサイレンに気づかない問題」である。この問題対応のITSとしては「救急車両接近システム」が挙げられる。さらに「冬季積雪時における走行安全性の問題」には道路の除排

雪サービスの向上とともにITSでは「異常気象時走行支援システム」が対応できる。問題解決ルートの上位に位置する課題は救急車両走行の安全性確保と走行速度の向上にあるので「救急車両優先信号制御システム」、「最適経路選択システム」がその対応として考えられる。「救急車両優先信号制御システム」は図-1に示すように提案したITSの中では最も重要との認識が強いものであり救急医療活動支援のためのITS整備ではこれらのシステムの整備優先度が高いことが指摘される。なお、「道路舗装に関する問題」は道路表面の凹凸等による安静な患者搬送に支障をきたしている問題であるので現状のITSでの対応は不可能である。現在は車両に装備された振動を

問題解決ルート1



問題解決ルート2

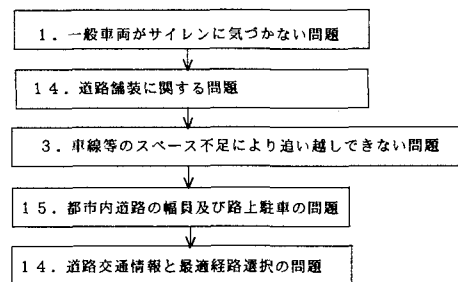


図-7 問題解決ルート

減少させる装置での対応となっており、道路表面の整備、すなわち道路舗装メンテナンスがハード面の重要な整備課題として挙げられる。

## 6. まとめ

本研究は救急医療活動における諸問題解決、換言すれば、救急医療活動支援のためのITS整備について分析、検討を加えたものである。分析では、救急医療活動に現実に従事している救急隊員を被験者とし

て3回の調査を実施し、救急搬送の実態を把握するとともに、救急医療活動全般に渡る諸問題を整理した。次いで、問題解決のためのITSを考察し、これらのイメージ図を作成した。2回目の調査ではこの図を用いてヒアリング調査を行い、システムの有効性、有用性、さらに問題点の再確認を行っている。また、ITS整備優先順位を模索するための問題構造化では個々の問題の重要度、影響度が明らかとなり、加えて影響関係が明らかにされるなど一連の分析では極めて興味深く、かつ示唆ある結果が得られた。それらを要約すれば次のようである。

(1) 問題、課題の抽出では患者の救急搬送から医療機関との情報伝達にかかわる問題まで幅広く整理され、個々の問題に対応したITSタイプを設定することが出来た。しかしながら一方では高速道路上での救急車両Uターン不可の問題などITSでは対応できず、道路構造そのものに起因する問題も存在することが明らかとなった。

(2) ITSの必要性、重要性認識の分析からはITS導入に極めて賛意が高いことが判明したが、個々の救急隊員によって認識パターンが異なるとともに、消

防本部の位置する地域事情によってもシステムの重要性認識に差異があることが明らかとなった。

(3) 問題の構造化からはITSの整備優先順位が明示された。すなわち、「救急車両接近システム」「救急車両優先信号制御システム」「最適経路選択システム」等の早急な整備が他のITSによる波及効果を導き出すことに大きく貢献し、問題解決につながることが示唆された。

今後はより具体的なITS整備のシステム概要を提案し、さらに有効性、問題、課題について検討を加えるつもりである。

#### 【参考文献】

- 1) 折田仁典, 佐藤豪明, 武田弘衛: 救急医療活動からみた高速道路整備課題, 土木計画学研究・講演集NO.22(2), PP.639~642, 1999
- 2) 喜多秀行, 広坂信秀, 盛田哲史: 救急医療サービス提供水準の住居地点評価, 土木計画学研究・講演集NO17, PP.843~846, 1995
- 3) 南正昭, 高野伸栄, 加賀屋誠一, 佐藤肇一: 医療施設へのアクセスを2系統で保証する道路ネットワーク構造に関する研究, 土木計画学研究・講演集NO19(1), PP.77~80, 1996
- 4) 清水英範, 中村英夫, 林家彬, 上田孝行: 道路整備による医療機会改善効果の計測, 土木計画学研究・講演集NO9, PP.217~224, 1986
- 5) 小池則満, 秀島栄三, 山本幸司: 救急車の走行阻害要因と走行支援方法に関する基礎的研究, 土木計画学研究講演集22(2), PP.627~630, 1999
- 6) 折田仁典, 清水浩志郎: DEMATEL法による過疎問題の構造化に関する基礎的研究, 都市計画論文集No.23, PP.289~294, 1988
- 7) 折田仁典, 加藤裕康, 清水浩志郎: 定期市開催・運営の問題構造に関する研究, 土木計画学研究・論文集14, PP.305~312, 1997

---

### 救急医療活動支援のためのITS整備に関する基礎的研究

折田仁典, 今井信宏, 中嶋雄介

救急医療活動の整備は住み良い居住環境整備の重要な課題の1つであり、近年サービス水準が向上している。しかしながら、患者搬送などの側面において多くの問題も存在し、その解決が必要と指摘されている。

本研究は救急医療活動における問題解決には、ITS導入が効果があると考え、問題に対応する幾つかのシステムを提案するとともに、DEMATEL法を用いて問題を構造化することによって明確化し、この結果に基づきITSの整備優先順位について言及したものである。

---

#### Studies on ITS Improvement Supporting First Aid Medical Treatment Activities

By Jinsuke ORITA, Nobuhiro IMAI, Yuusuke NAKAJIMA

The preparation of first aid medical treatment activity is one of the important subject to make inhabitants comfortable. Recently, its service level has been advanced. However, most researchers have pointed out a lot of problems of it for solutions.

In this paper, some ITS (Intelligent Transport System) types in the former studies have been analyzed, and the suitable one have been proposed. Some causal relationships of problems in the emergency activity have been clarified by using DEMATEL method. As a result, it has been referred that their ITS types have been given the order of priority for preparation in order to support the first aid medical treatment activity.

---