

救急車を対象とした医療情報デジタル伝送システムの 最適化方策に関する研究～能登地域を事例として～

金沢大学工学部土木建設工学科

○福田 正輝

金沢大学大学院自然科学研究科

フェロー 高山 純一

金沢大学大学院自然科学研究科

正会員 中山 晶一郎

1. はじめに

救急救命活動においては、従来から迅速かつ的確な対応が求められており、単に医療機関への迅速な搬送を行うのみならず、初期の救急処置についてもより迅速かつ効率的に実施されるよう、地方自治体の救急機関において努力されているところである。

このような救急救命に関しては、従来から情報通信技術の効果的な利用について多くの取り組み¹⁾が行われており、救急・消防無線システムについても、防災用等の公共用無線システムとともにアナログ方式からデジタル方式への移行が進められている。

ここ数年は、特に携帯電話や無線LANの普及を背景として全国的にも「救急車の関係する映像等伝送研究・実験」¹⁾が多方面で行われており、救急車から病院に傷病者情報を伝送する必要性が高いことが伺える。加えて、救急救命士の処置範囲拡大のための制度整備も順次行われており、それに伴い搬送中の適切なプレホスピタルケア（病院前救護）のための環境整備も迫られている。特に、医師の適切な指示・指導・助言が得られるような情報伝送の必要性がより一層高まってきている。

2. 研究の目的

近年多発している地震や集中豪雨などに備えて、混乱の生じる可能性の高い既存の通信システム（携帯電話や無線LAN）を用いるのではなく、災害時でも信頼性が高く、混乱しない通信システムを作ることが必要である。また、新規に通信システムを確立させるためには、アンテナ基地局を網羅的に設置することが必要であり、長期的な整備計画の検討が必要不可欠である。しかし、多額のコストが必要となり、限られた予算内で段階的に整備を進めて行く必要がある。

そこで、本研究では救急業務用の医療情報デジタル伝

送システムを構築させるためのアンテナ基地局を限られたアンテナ本数で効率的に配置する方法を確立するとともに、実際に石川県能登地域における導入を検討する。

3. 三次救急医療機関への搬送について

本研究では、プレホスピタルケアの効果が最も大きくなるようなアンテナ基地局の最適配置を検討するため、患者を三次救急機関（初期・二次救急機関では対応できない複数の診療科領域にわたる重篤な救急患者に対して、高度な医療機関を総合的に提供する医療病院機関）に搬送する場合に限定して検討する。

重篤救急患者を扱う三次救急活動においては、他の救急活動とは異なり、救急先の医療機関が限られており、石川県内では4施設しか設置されていない。また北陸地方においては、三次救急病院は比較的市街地に集中している。本研究で対象地域とする能登地域も例外ではなく、搬送先が七尾市にある公立能登総合病院に限られ、奥能登地域である輪島市や珠洲市等から患者を搬送する場合、相当の搬送時間がかかることが予想される。

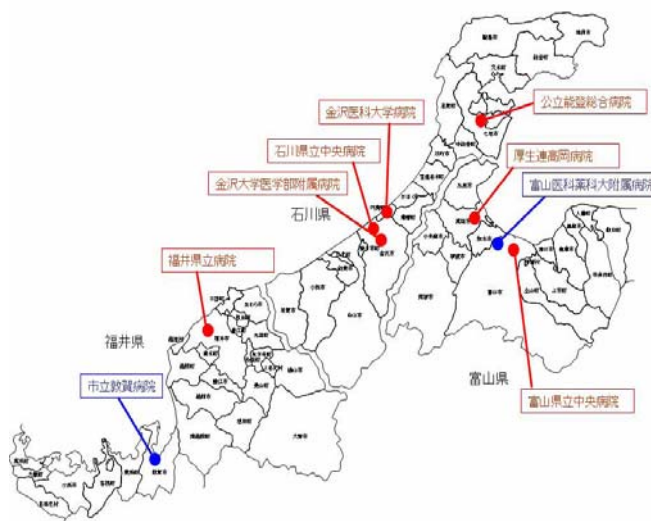


図1 石川県における三次医療機関配置図

4. 研究のアプローチ

4.1 基地局を設置する際の条件

基地局の設置条件や通信エリアについて救急業務用高度医療情報伝送システムに関する検討会報告書¹⁾では、以下のような記述がされている。これらの条件を踏まえつつ、アンテナ基地局の最適配置モデルを構築する。

＜画像伝送のタイミングと条件＞

① 収容及び最初の救急処置の終了後または処置中に実施するファーストコール(救急隊から搬送先の医療機関への最初の通報)に合わせたタイミングに画像を送ることができれば望ましい。(この時間帯に画像を送送することは、医療機関における受入れ準備ばかりではなく、処置に関する指導・助言の上でも最も意義が大きい。)

② ①が困難である場合でも、ファーストコールに付随する情報として収容から 10 分程度の間に画像伝送を開始できると有意義である。

③ ②が困難である場合でも、数分程度まとまった動画伝送が可能であれば医療機関において患者の容態を把握することができるなど、画像伝送の意義は小さくない。

④ 一方、搬送時間が 10 分以内である医療機関の近郊地域においては、画像伝送の必要性はない。

⑤ 収容場所は広く分布するものの、救急車の走行経路には特定の幹線道路など一定の傾向があるため、これを考慮して通信可能エリアを選定することは可能である。

＜アンテナ基地局の通信エリアや候補地について＞

・アンテナ基地局設置点を中心に半径 2km の円内においては基本的に通信可能とする。

・アンテナ基地局の設置候補地は、コスト面や災害時にも混乱を起こしにくく非常電源が得られることを考慮して、公共施設(小、中、高、図書館、市役所、体育館など)とする。

4.2 モデル構築の手順

(1) アンテナ基地局の人口カバー率について

一般的に、人口が多い地域になるにつれて救急要請も多くなるという仮定のもとに、それぞれのアンテナ基地局候補地がカバーできる人口カバー率を求める。人口カバー率の求め方は次式のとおりである。

$$a_i = \frac{x_i}{y} \times 100 \quad (4.1)$$

a_i : アンテナ基地局候補地の人口カバー率

x_i : 基地局設置場所から半径 2km の円内の人口

y : 対象市町村の人口(輪島市, 珠洲市, 能登町, 穴水町の人口)

(2) 評価式の算出

(1)で求めたアンテナ基地局の人口カバー率に加えて、画像伝送のタイミングの条件や周辺環境及び設置コストなどを考慮して最適配置を検討する。現在検討している評価式は次式である。

$$\text{最大化: } z = \sum_i (a_i \cdot b_i \cdot c_i) x_i \quad (4.2)$$

$$\text{制約条件: } d_i \geq l \quad (4.3)$$

$$e_i \geq m \quad (4.4)$$

$$\sum_i x_i = n \quad (4.5)$$

$$x_i \in \{0, 1\} \quad (4.6)$$

z : アンテナ基地局設置候補地の評価値

b_i : 半径 2km の円内の道路の長さ

c_i : 通信エリアの補正係数

x_i : アンテナ基地局設置の有無(0, 1 変数)

i : アンテナ基地局設置候補地番号

d_i : アンテナ基地局同士の距離

l : アンテナ基地局同士の制約距離

e_i : 三次救急医療機関からアンテナ基地局までの距離

m : 三次救急医療機関からアンテナ基地局までの制約距離

n : アンテナの設置台数

5. おわりに

本研究の目的である医療情報デジタル伝送システムのためのアンテナ基地局の最適配置が可能となれば、三次救急活動において、患者に対してより効率的で迅速な処置を行うことが可能となる。

今後の課題としては、最適化のための目的関数が人口カバー率、道路キロ数、補正の関数になっており、救急車がどのように走行するのかは考慮されていない最適化問題になっているので、改善したいと考えている。

＜参考文献＞

1) 救急業務用高度医療情報伝送システムに関する検討会報告書, 総務省北陸総合通信局, 2006. 2

2) 救急車からの医療情報デジタル伝送システムの最適化方策に関する研究, 平成 18 年度学士学位論文, 岩井慎太郎, 2007. 2