

救急医療システムのドクターヘリと救急車両との連携による
有効な圏域の可視化について その2
－千葉市における救急医療システムの運航による有効な圏域について－

日大生産工（院） ○宇野 彰 関東第一高校（非常勤講師） 工藤 恭正
日大生産工 大内 宏友

1. はじめに

救急医療における情報技術を利用した救急医療情報システムの導入が各自治体でもなされ、災害情報・活動支援(WebGIS^{*)}・車輛動態・位置把握(GPS)など、救急医療におけるシステムと国土交通計画、都市・地域計画の分野とによる道路配置計画、施設配置計画整備指針の基準となる指標及び、計画手法論の早急な提示が要請されている。これらを踏まえて本稿では、ヘリコプターによる救急出動件数の増加に伴う救急医療システムと救急車両と地域の医療施設との連携によるドクターヘリの有効性の指標、及び生命環境モデルとしての地域の医療圏域の構築を目的としている。

また本稿は前稿に引き継ぐものである。前稿では先進事例としてのドイツのヘリコプター救急を挙げ、日本におけるドクターヘリ導入の法的な取り組みとしてドクターヘリの離着陸をもとにし、全国で最も出動実績のある日本医科大学付属千葉北総病院（以下、千葉北総病院）の運用について明らかにした。

2. 研究対象地域概要

本稿は千葉県千葉市（以下、千葉市）を対象地域とする。千葉市では全国に先駆けて平成11年4月に「総合指令情報システム」と称して119番通報の受付・出動から救急・災害活動の終了までをコンピューター管理によるシステムを導入した。このシステムの目的としては、消防局指令センターと医療施設とのネットワークの強化による情報共有化促進（WebGIS）、車両位置把握で効率的な配車などによる現場到着の迅速化と現場活動の支援強化（GPS）がありより効率的な出動を行えることである。また千葉市では平成4年4月消防航空隊を発足し、現在では千葉市消防防災総合センターに基地を置く千葉市消防救急隊が消防ヘリを2機配備しており、緊急時離着陸場を

60か所設置している。（図1）（表1）



図1 千葉市における緊急離着陸場の所在地

表1 千葉市における緊急離着陸場一覧

1. 出洲警察ヘリポート	31. 御成少年野球場
2. 千葉県中央防災センター	32. 京葉銀行大宮グランド
3. 都公園球場	33. 千葉経済大学小間子野球場
4. 生実グランド	34. 千葉市農政センターグランド
5. そが野ふれあい公園	35. あしたば中野学園
6. JFEスチール(株)健保グランド	36. みつわ台第2公園野球場
7. 生浜小学校グラウンド	37. 小倉県営住宅用地
8. 葛城中学校グラウンド	38. 千城小学校グラウンド
9. 星久喜中学校グラウンド	39. 大宮台小学校グラウンド
10. 椿森中学校グラウンド	40. 更科中学校グラウンド
11. 千葉大学医学部附属病院屋上	41. 千葉市消防局ヘリポート
12. 花島公園球場	42. 古市場公園野球場
13. 千葉工業大学グラウンド	43. 農業総合研究センター
14. 葛張舟溜跡公園	44. おゆみ野はるのみち公園
15. 一本松公園野球場	45. 下総精神医療センター
16. 検見川・稲毛地区公園管理事務所内公園グランド	46. 菅田さくら公園
17. 横戸南公園野球場	47. 創造の杜野球場
18. 若潮グランド	48. あすみが丘ガーデンコート
19. しらさぎ公園野球場	49. 菅田南公園
20. 作新小学校グラウンド	50. 大野台中央公園芝生広場
21. さつきが丘東小学校グラウンド	51. おゆみ野あきのみち公園
22. 宮野木スポーツセンター	52. 中央卸売市場
23. 穴川中央公園	53. 北磯辺公園
24. 千葉市立図書館グランド	54. 稲岸公園
25. 稲毛東公園	55. 浜田公園
26. 千草台東小学校グラウンド	56. 幸町1丁目運動広場
27. 緑蔭小学校グラウンド	57. 新港運動公園野球場
28. 兼松(株)千葉総合グランド	58. 打瀬中学校グラウンド
29. 中田スポーツセンター	59. 幸町第一中学校グラウンド
30. 千葉信用金庫総合運動場	60. 千葉県下水処理場

3. 分析手法の概要

3.1. ドクターヘリ出動に関する記録

本稿では、日本医科大学 千葉北総病院の協力により得られた出動記録を用いている。記録には搬送方法、出動要請時刻、離陸場所、

Study on visualization of effective sphere of emergency medical services by cooperation of the air ambulance and emergency vehicle Part2.

－An effective sphere by navigation of the emergency medical service in Chiba City－

Akira UNO,
Yasumasa KUDO and Hirotomo OUCHI

表2 ドクターヘリ出動に関する記録

日 付	要請機関	出動区分	搬送方法	離陸場所	着陸場所	備考	出動要請時刻	北総病院H・離陸	現地場外H・着陸	発生地区
04月01日(水)	佐倉市八街市酒々井町	ランデブー	ヘリ搬送	千葉北総病院	印南小学校		17:22	17:25	17:30	佐倉市寺崎
04月02日(木)	佐倉市八街市酒々井町	ランデブー	ヘリ搬送	千葉北総病院	川上小学校	上空待機2分	10:56	11:00	11:09	八街市勢田
04月03日(金)	八千代市	ランデブー	ヘリ搬送	千葉北総病院	勝田台小学校		9:22	9:26	9:31	八千代市村上
04月03日(金)	鹿島地方	ランデブー	ヘリ搬送	千葉北総病院	海浜運動公園(多目的広場)		10:56	11:00	11:17	神栖市知手中央
04月03日(金)	国保成東病院	転院搬送	ヘリ搬送	千葉北総病院	成東総合運動公園		12:26	12:28	12:38	国保成東病院
04月03日(金)	佐倉市八街市酒々井町	ランデブー	ヘリ搬送	千葉北総病院	市民球場	救急車の現地発は11:12、病院着は11:18。	14:57	15:01	15:06	佐倉市城
04月04日(土)	佐倉市八街市酒々井町	ランデブー	ヘリ搬送	千葉北総病院	東吉田グランド		9:43	9:47	9:55	八街市東吉田
04月05日(日)	鹿島地方	ランデブー	ヘリ搬送	千葉北総病院	神之池陸上競技場		9:47	9:51	10:08	神栖市深芝南
04月06日(月)	山武郡市	キャンセル	キャンセル	千葉北総病院		救急隊現着時意識清明の為9:45キャンセル	9:39	9:43		山武市蓮沼は

現地場外着陸、発生地区、備考等が記載されており、2009年度の出動に関する資料全753件を有効資料とする。(表2)

3. 2. 平均出動時間

出動に関する記録より北総病院から各ランデブーポイントまでの平均出動時間(min)を求める。平均出動時間は出動要請からランデブーポイントまでの時間とし、出動要請から離陸までの時間の平均「出動準備時間＝3.51(min)」、離陸から場外離着陸場に到着するまでの「平均飛行速度＝2.11(km/min)」と離陸地点から各場外離着陸場までの直線距離「飛行距離(Km)」から求めたそれぞれの「飛行時間(min)」、天候や、着陸条件によってかかる時間「平均上空待機時間(min)」(平均出動時間、平均出動準備時間、飛行時間、上空待機時間を T_A 、 T_1 、 T_2 、 T_3 と定義する)から算出する。また本稿では上空待機をしない平均出動時間($T_{Ai} = T_1 + T_2$)、上空待機をする平均出動時間($T_{Aii} = T_1 + T_2 + T_3$)を算出する。(図2)

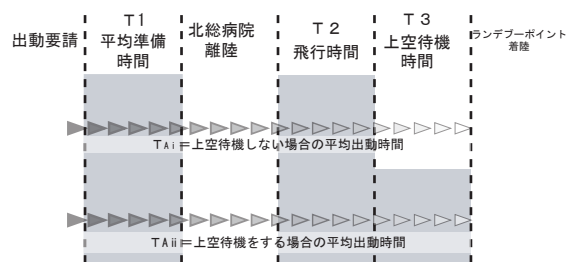


図2 平均出動時間の設定

①平均出動準備時間の算出

出動に関する記録から、出動要請時間から離陸時間までの時間を算出しその時間を平均する(上空待機時間がある場合はその時間分除く)。その際、待機前要請、北総病院以外から離陸したもの、転院・キャンセル・連続出動は平均出動準備時間の算出の資料から除外する。

②飛行時間の算出

i) 出動に関する記録では場外離着陸場の施設名が記録されている。その記録より経緯度をgoogle mapsより求め、GISソフト^{*2}に属性値^{*3}として入力し、北総病院との直線距離を算出する。

ii) 出動に関する記録より離陸時間から着陸時間までの時間を算出する。

iii) i) ii) より各要請の飛行速度を求め平均飛行速度を求める。

3. 3. GISソフトを用いた解析の手順とその構成

① 既往研究において千葉市の救急出動の記録から算出し、分析に用いている市内一律の速度 $\{=0.43(km/min)\}$ と道路の線分の長さを数値地図の道路情報に属性値として入力する。

② 数値地図上のX、Y座標を算出し、医療施設と緊急時離着陸場の位置の座標を入力し、数値地図上にプロットする。

③出動時間を算出し、数値地図の道路情報に属性値として入力する。

以上の手順により、本稿で扱う及び道路情報によるネットワークデータの構築を行う。

なお、ネットワーク解析を行う際に進行ルート上でのUターンはしないことを条件として解析を行う。

4. 出動圏域の可視化

4. 1. 千葉市におけるドクターヘリの出動圏域の可視化

救急車両がドクターヘリ到着前にランデブーポイントに到着することで、より円滑な患者受渡しが可能となる。そこでドクターヘリの出動時間内に、救急車両が現場からランデブーポイントに到着する圏域を可視化し、これをドクターヘリの出動圏域とする。

ドクターヘリの出動圏域は、数値地図上にプロットされたそれぞれのランデブーポイントから、北総病院から各ランデブーポイントの「平均出動時間(min)」を数値地図の道路情報に属性値として入力し、出動圏域をネットワーク解析を行い可視化する。(図3)(図4)

4. 2. 千葉市における第三次救急医療施設の搬送の圏域

現在、千葉市において重症救急患者、特殊救急疾患の患者は、千葉県全域を対象とする第三次救急医療機関であり高度救命救急センターとして24時間体制で救命救急を行っている千葉県救急医療センターに直接搬送される。

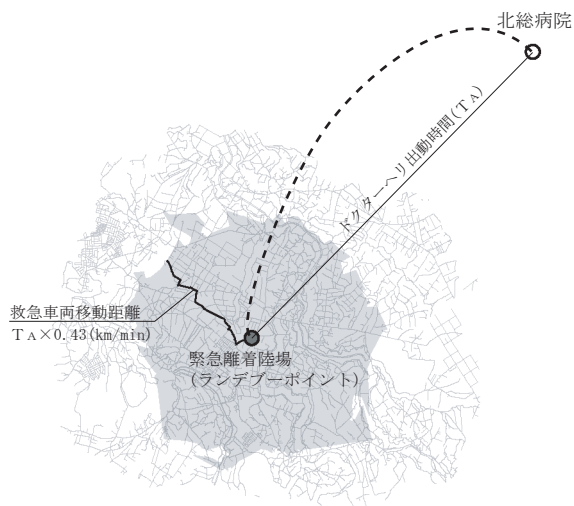


図3 道路情報を用いたドクターヘリの飛行圏域の作成法

そこで、千葉県救急医療センターにドクターヘリの出動時間内で搬送することの出来る圏域を可視化することで、ドクターヘリにおける出動現場からのドクターヘリ要請におけるガイドラインを作成し、緊急離着陸場の有効利用の指標を構築する。

第三次救急医療施設の搬送の圏域は数値地図にプロットされた第三次救急医療施設から、北総病院から千葉県の各ランデブーポイントの「平均出動時間(min)」を平均した時間を用

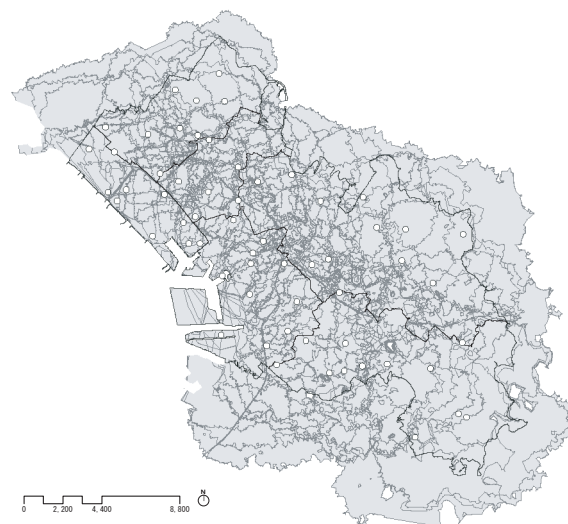


図4 千葉市におけるドクターヘリの出動圏域(TA_i)

い、数値地図の道路情報に属性値として入力し、出動圏域をネットワーク解析を行い可視化する。

またドイツのミュンヘンモデルとの比較として{50(Km)/15(min)=3.33(Km)}の速度を用い、各ランデブーポイントを除いた値の平均を数値地図の道路情報に属性値として入力し、出動圏域をネットワーク解析を第三次救急医療施設の搬送の圏域を可視化する(図5)

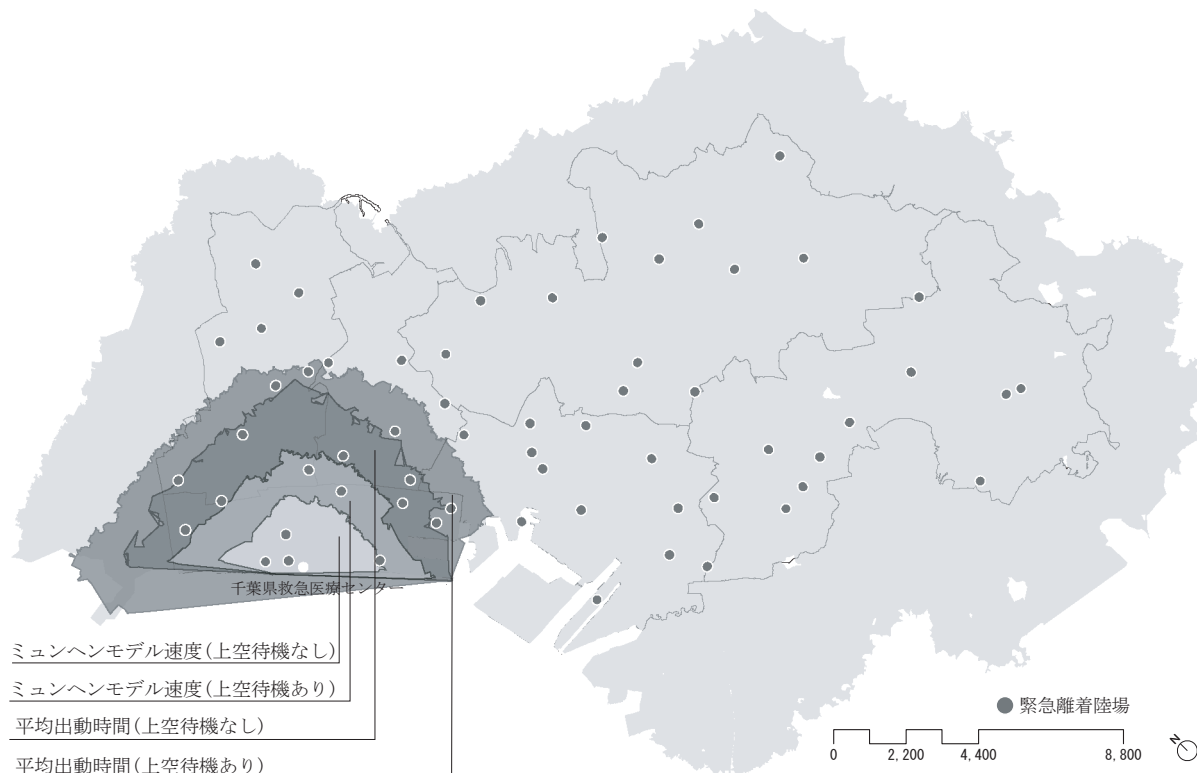


図5 ドクターヘリの出動時間内に搬送できる第三次医療機関のガイドライン

4. 3. 千葉市における患者別搬送の圏域

千葉市では母体(妊婦)搬送先として千葉市立海浜病院、国立病院機構千葉医療センターと千葉市立青葉病院を拠点病院としている。そこで、ドクターヘリ出動時間内に搬送することの出来る圏域を可視化することで、ドクターヘリの母体搬送におけるガイドラインを作成する。(図6)

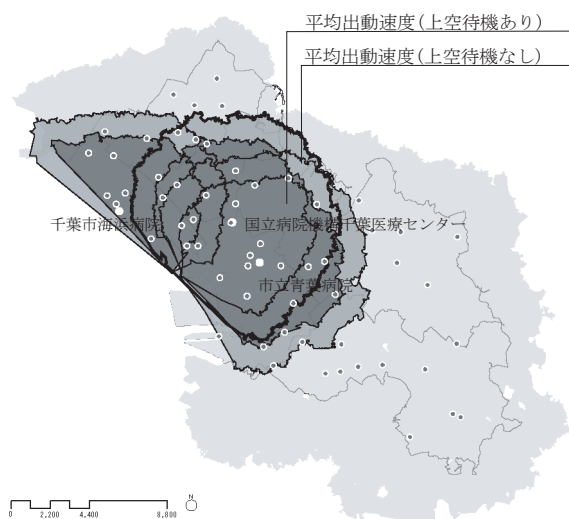


図6 ドクターヘリの出動時間内に搬送できる母体搬送のガイドライン

5. まとめ

救急医療システムのドクターヘリと救急車両との連携による有効な圏域の可視化について以下のように整理する。

①千葉市におけるドクターヘリの出動圏域は千葉市全体に広がっており、ドクターヘリの出動が有効有効であることがいえる。

しかし緑区・花見川区の一部地域においてドクターヘリ到着前に救急車両がランデブーポイントに到着出来ないことを示している。

緑区においては複数の圏域が重なっているにも関わらず圏域に含まれていないことから、道路計画の必要性が考えられる。花見川区においては圏域の広がりが見られないことから、ランデブーポイントの配置計画及び道路計画の必要性が考えられる。

②千葉市の葉市における第三次救急医療施設の搬送の圏域を可視化することでドクターヘリと第三次救急医療施設の搬送ドクターヘリ要請におけるガイドラインを明示することができた。

しかし千葉県救急医療センターが海岸付近に配置されているため、圏域の広がりごとどまっている。そのためドクターヘリの圏域の割合が多く、出動範囲の広いドクターヘリに

とって大きな負担となることがいえる。そのため第三次救急医療施設の配置計画の必要性があるといえる。さらにミュンヘンモデルにおける出動圏域はドクターヘリ出動から得た平均出動速度より大幅に速く、基地病院の配置やガイドラインの作成にあたって、ミュンヘンモデルを見直す必要があることが言える。③千葉市における母体搬送の圏域を可視化することでドクターヘリと母体搬送の搬送ドクターヘリ要請におけるガイドラインを明示することができた。

しかし千葉市北部に圏域の重なりがみられ救急車両における搬送が有効であり、千葉市南部と花見川区の一部においてはドクターヘリが有効であることがいえる。

以上、救急医療システムのドクターヘリと救急車両との連携による有効な圏域を可視化し、ドクターヘリ要請におけるガイドラインを示した。国土計画と施設配置計画を地域から広域に渡る領域を視野に入れ分析・評価することにより、道路計画・施設配置計画の整備指針の指標を明示し、国土計画及び、都市・地域計画における有用な資料を提示できたといえる。

<謝辞>

本論文を作成するにあたり、調査に御協力頂いた日本医科大学付属千葉北総病院の救急救命センターの方々に感謝の意を表する。

<注釈>

*1) GPS (汎地球測位システム) : GPSとはGlobal Positioning Systemの略である。最も新しい人口衛星による電波測位システム*2) GISソフト : 本稿では、ESRIジャパン株式会社ArcGIS Desktop製品のArcViewバージョン9を利用して分析をしている。*3) 属性値 : 数値地図上に点・線・面・で表現される図形に対してそれぞれ埋め込まれた情報のことをいう。一般的には数値や文字列による情報が行列によって与えられる。

<既往関連論文>

- 1) 大内宏友・高倉朋文・横塚雅宜 : 「救急医療システムを施設配置の関係性に関する実証的研究 ―地域における医療施設と救急施設との複合化の適正配置に関する研究―」日本建築学会論文報告集第466号, 1994, pp87-94
- 2) 山本晃大・金子明代・大内宏友 : 「WebGIS, GPSを用いた救急医療の地域における広域にわたる複合利用システムに関する実証的研究―千葉市における救急施設と医療施設との複合化の適正配置について―」日本建築学会技術報告集第17号, 2003, pp499-502
- 3) 田島誠・菊池秀和・大内宏友 : 「救急医療システムにおける地域空間情報を用いた施設の適正配置について―GIS・GPSを用いた人口分布にもとづく圏域指標の構築―」日本建築学会計画系論文集, 第73巻, 第631号, 2008, pp1929-1937

<参考文献>

ドクターヘリ”飛ぶ救命救急室” 西川渉 2009.3
消防白書 消防庁 平成21年度版
千葉市消防局 : <http://www.city.chiba.jp/shobo/index.html>
HEM-NET : <http://www.hemnet.jp/>
日本医科大学千葉北総病院 : <http://hokuso-h.nms.ac.jp/>
君津中央病院 : <http://www.hospital.kisarazu.chiba.jp/>
厚生労働省 : <http://www.mhlw.go.jp>