

HEM-Net 報告書

**ドイツ HEMS の夜間運航に関する
実態調査報告書**

2025年4月

認定NPO法人
救急ヘリ病院ネットワーク (HEM-Net)

HEM-Net 報告書

**ドイツ HEMS の夜間運航に関する
実態調査報告書**

2025年4月

認定NPO法人
救急ヘリ病院ネットワーク (HEM-Net)

ドイツ HEMS の夜間運航に関する 実態調査報告書

— 目 次 —

■はじめに	1
■第1章 ドイツ HEMS の運営者と基地数	3
■第2章 ドイツ HEMS の夜間運航	4
■第3章 ドイツ HEMS の過去5年間の統計数値	9
■第4章 ドイツ HEMS のパイロットになるための必要機長時間	10
■第5章 シミュレーターの活用	11
■第6章 まとめ	12
■おわりに	14
■資料編	17
ドイツ HEMS の夜間運航に関する実態調査票	19
日本航空医療学会「ドクターヘリの効果的な運用と安全管理に関する研究」	23
・ I 総括研究報告 研究代表者：猪口 貞樹（東海大学医学部 客員教授）	24
・ II-1 文献調査 1. ヘリコプター夜間飛行の現状と課題 研究協力者：船引 浩平（宇宙航空研究開発機構）	33
・ II-2 文献調査 2. HEMS 夜間飛行のリスクに関する文献調査 研究分担者：猪口 貞樹（東海大学医学部医学科 客員教授）	36
・ III 需要の調査 1. ドクターヘリ夜間運航の需要推定 研究分担者：鳥海 重喜（中央大学理工学部情報工学科 准教授）	49
・ IV 論点整理（アンケート調査） 研究分担者：早川 達也（聖隷三方原病院高度救命救急センター センター長）	62

はじめに

「ドクターヘリの夜間運航の実施について検討すべき時期に来ているのではないか」。

この重要な指摘があったのは、2019年5月29日開催のドクターヘリ推進議員連盟総会の場においてであった。HEM-Netは、この指摘を踏まえ、夜間運航に関する調査研究の実施について審議した結果、2020年度の事業計画に位置づけることとし、2020年11月に「ドクターヘリの夜間運航に関する調査研究委員会」（委員長：篠田伸夫（当時HEM-Net理事長））を発足させ、調査研究を始めた。

本委員会がスタートした時期は、折悪しく、2020年1月15日に初の新型コロナウイルス感染者が確認された後、感染が増加傾向に転じた時期に当たっていた。その後、新型コロナウイルスは猖獗を極め、委員が一堂に会することができず、結果的に調査研究は不十分なものとならざるを得なかったが、何とか2022年4月に報告書を発表し、9つの「課題」の抽出と7つの「検討の切り口」の提言を行い、任務を終了した。

しかし、返す返すも残念でならなかったのは、コロナ禍のために、ドイツに赴いて実態調査をすることができなかったことである。何故ドイツかというと、「安全第一」の観点から昼間に限って運航しているものと思っていたドイツが既に夜間運航を実施しているという事実を、2016年1月の厚生科学研究事業海外視察研究を通して知ったからである。そうであるならば、ドイツ HEMS (Helicopter Emergency Medical Service) は一体どのような方法によって「安全第一」と夜間運航とを調和させているのか、また、夜間運航を実施しているのは16州の全てなのか等、HEM-Netとしては是非実態を調べてみたかった。それに加え、厚生科学研究事業海外視察研究が行われた2016年から8年が経過しながら、ドイツ HEMS の夜間運航に関する最新の情報が伝えられていないことも調査の必要性を喚起した。

現地調査ができないならば次善の策として是非質問票による調査を行いたい、こう考えたHEM-Netは、2024年度事業として、質問票を送付する方法によってドイツ HEMS の夜間運航の実態調査を行うこととした。しかし、この方法は、質問に対する的確な回答をどう確保するかという、困難な問題を抱えることとなった。

紆余曲折はあったが、最終的には極めて的確な回答を得ることができた。2024年10月、大森一彦・順天堂大学医学部附属静岡病院救急診療科准教授の仲介によってDRF（ドイツ救急飛行隊/Deutsche Rettungsflugwacht e.V.）所属のDr. Johannes Strobelを回答者として得ることができたからである。質問票はネットを通じて大森准教授からDr. Johannes Strobel

に伝えられ、回答は実に迅速にDr. Johannes Strobelから大森准教授に伝えられた。再質問についても同様であった。このように極めて迅速、的確なやりとりによって、質問票による実態調査は10月中に終了することができた。以下に掲載する「第1章 ドイツHEMSの運営者と基地数」から「第6章 まとめ」までは、この質問票に対する回答を基に作成したものである。

今回、質問票という方法にも拘わらず所期の目的を達成することができたのは、偏に仲介の労を取っていただいた大森一彦准教授と、迅速な回答をいただいたDr. Johannes Strobelのご協力の賜物であり、ここに、両氏に対し深甚なる感謝の意を表するものである。

資料編には、参考資料として、猪口貞樹東海大学医学部客員教授を研究代表者とするチームが厚生労働行政推進調査事業費補助金(地域医療基盤開発推進研究事業)を得て行った「ドクターヘリの効果的な運用と安全管理に関する研究」のうち、「④ドクターヘリ夜間運航に関する研究」を掲載した。こうした論文は大変貴重な論文でありながら中々目に触れる機会がない。今回、HEM-Netの報告書に併載できたのは研究代表者である猪口先生の特段のご配慮によるものであり、心から感謝申し上げたい。

(この実態調査はHEM-Net理事の篠田伸夫が担当した。)

第1章 ドイツHEMSの運営者と基地数

我が国のドクターヘリは行政主体である都道府県が運営をしている。その連想から、ドイツHEMSも「州」が運営していると思われるかもしれない。しかし、そうではない。2005年3月のHEM-Net調査報告書『ドイツ・ヘリコプター救急の法制度』は運営者について以下のように報告している。回答者はゲルハルト・クグラー氏(EHAC:欧州ヘリコプター救急委員会委員長)である。

「救急業務の実行は州またはその下にある地方自治体(市や郡)の任務である。そこで州政府のレベルで考えると、救急業務は16州それぞれの制度である。すなわち各州議会の決議によって州ごとに救急法が制定され、救急体制の枠組が定められる。その枠組にもとづいて、救急業務の実施を監督するのは市や郡である。その監督の下で実際の救急業務に当たるのは、ヘリコプター救急を含めて、市や郡との間で公的な契約を結んだ企業や団体である。救急ヘリコプターの拠点をどこに置くかは、市や郡が決める。原則として、拠点は病院に置かれる。」

○ドイツHEMSの運営者

現在、「ADAC」(ドイツ自動車クラブ/Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V.)、「DRF」、「内務省」、「聖ヨハネ事故支援」(Johanniter Unfallhilfe)及び「軍」の5つである。

○基地数

総数で89を数える。その内訳はADAC:36、DRF:30、内務省:12、聖ヨハネ事故支援:5、軍:6となっている。因みに、上記のHEM-Net調査報告書によると、2003年時点の基地数は総数で78、内訳はADAC:25、DRF:27、内務省:16、軍:3、民間:7であった。ADAC、DRF及び軍が増加し、内務省は減少していることが分かる。

第2章 ドイツHEMSの夜間運航

○夜間運航の開始時期

ドイツ初の夜間運航（24時間運航）は1991年にDRFによってミュンヘンで開始された。

ドイツHEMSがADACによってミュンヘンで開始されたのは1970年のことであるから、夜間運航の開始はその21年後であることが分かる。また、我が国において、国のドクターヘリ調査検討委員会報告書が「ドクターヘリ事業の導入に当たっては、夜間を除く時間帯での離着陸から開始することとする。」と記したのは2000年6月のことであるが、そのときには既にドイツは夜間運航を始めていたことが分かる。

○夜間運航の運営者と基地数

夜間運航は上述した5つの運営者の全てが行っているわけではない。内務省と軍を除く、ADAC、DRF及び聖ヨハネ事故支援の3つが行っている。

夜間運航を行っている基地数は総数で17。増加傾向にある。その内訳はADAC：3、DRF：13、聖ヨハネ事故支援：1であり、DRFが圧倒的に多い。DRFは欧州における24時間HEMSの最も経験豊富な提供者であると、Dr. Johannes Strobelは述べている。

○夜間運航開始のきっかけと財源確保

ドイツHEMSの夜間運航は、主として「救助」と「病院間搬送」という社会的要請をきっかけとして始められたものであり、決して連邦政府の指示や政治的要請がきっかけであったわけではない。

我が国はどうか。現にドイツと同様の社会的要請がありながら、夜間運航は実現に至っていない。どうしてか。我が国においては、社会的要請はあっても、パイロットをどう確保するかとか、必要経費の財源をどう確保するかといった大きな問題が横たわっており、それらについて解決の目途が立っていない以上、簡単には社会的要請に応じるわけには行かないのである。逆に、ドイツにおいては、そもそもこれらのことは問題にさえなっていないのではないかと思われる。

先ず、ドイツにおけるHEMS経費の財源確保についてであるが、2005年3月のHEM-Net調査報告書は以下のように報告している。回答者は同じくクグラー氏である。

「国レベルで見ると、国全体の医療体制は「健康維持制度」(HCS：Health Care System)によってカバーされている。

- ・健康保険への加入は全国民の義務である。この場合、各人はどこの健康保険に加入するか、選択することができる。健康保険の仕組みや保険料は政府の監督下にある。
- ・健康保険の加入者は、医療処置に関する費用のすべてを健康保険から給付される。
- ・救急医療も完全に、こうしたHCSの一環とみなされている。したがってヘリコプター救急を受けた患者は、自分が加入している健康保険によって費用を負担して貰う権利を有する。
- ・全ての費用は、医療スタッフの費用も含めて、健康保険によって支払われる。」

ドイツにおいては、このように夜間運航を含め必要経費は医療保険によってカバーされており、必要経費の財源確保は問題となっていない。実は、支援する財団さえある。1969年に設立されたビョルン・シュタイガー財団である。この財団について、上述のHEM-Net調査報告書が以下のように詳しく報告している。

「1969年5月3日のこと、8歳になるひとりの少年がプールからの帰り道で車にはねられた。現場近くにいた人びとが直ちに救急本部や警察に電話をかけた。しかし何度電話をしても、救急車は現れない。やっと到着したのは1時間以上たってからであった。大けがをした少年にとって、この待ち時間は余りに長すぎた。彼は病院へ行く途中、救急車の中で死亡したが、あと数日で9歳の誕生日を迎えるという日のことだった。

この事件を知った人びとは、少年が決して死ぬ必要のなかったことに気がついた。そして1969年の当時、ドイツ救急医療体制の欠陥として次のような問題が指摘された。

- ・24時間体制の救急本部がない
- ・殆どの救急車に無線機がない
- ・救急搬送中の治療ができない
- ・全国的な救急電話番号がない

少年の死から何日もたたずして、両親は自ら基金を出して、少年の名前をつけた財団をつくった。その財団の目的は救急体制の迅速化、緊急連絡体制の整備、救急医療の質の向上である。財団は直ぐに地上の救急体制を補うものとして、航空機による救急体制が必要であることに気がついた。そこで寄付を募ってヘリコプターを購入、『クリストフ2』と名づけて内務省に提供した。内務省は、それを使って救急業務を実行に移した。やがて1972年9月6日、非営利団体DRFが設立された。半年後の1973年3月19日には独自の救急拠点をシュツットガルトに開設。救急ヘリコプターを配備した。」

DRFの誕生には、ビョルン・シュタイガー財団の支えがあったことが分かる。

○夜間運航開始に当たってのパイロット確保問題

我が国におけるパイロット確保が容易ならざることを踏まえ、質問票で「ドイツにおいては、HEMSの夜間運航を実施するに当たって、パイロットの確保が問題になるようなことはありませんでしたか」と率直に訊いたところ、回答は「IFR資格を持つパイロットの確保は難しいが、一般的なパイロットの確保は問題ない。現時点では求人数よりも応募の方が多い状況である。」とのことであった。

しかし、その後、Dr. Johannes Strobelは機長達とパイロット不足問題について話し合った結果、この問題は現実のものであることが分かったという。解決策としては、嘗てドイツでは軍隊から多くのパイロットを採用した時期があったとした上で、①警察、軍、海上あるいは外国からパイロットを採用するとか、②夜間運航を病院間の転院搬送のみに限定するとか、③内務省管轄のHEMS基地が警察と協力したり、④パイロットが警察と消防のヘリコプターの両方を操縦するという方法もあるとのことであった。

○夜間運航開始に当たっての医療機関側の受入体制

「医療機関側が準備しておくべき喫緊の課題は、離着陸場である。」との回答であった。

その理由として、「多くの病院は欧州/連邦法や航空規制による公式な離着陸場（第6条着陸場所）を提供しておらず、いわゆる「PIS（公共利用サイト）」を提供している状況だ。しかし、これらのPISは、多くの場合、「照明なし」、「狭い」、「障害物」等といった問題を抱えており、夜間運航のニーズを満たしていない。」ことを挙げている。

実は、離着陸場は我が国においても夜間運航開始に当たっての大きな問題であり、このことについては、巻末の資料編「ドクターヘリの効果的な運用と安全管理に関する研究」のうちの、早川達也研究分担者による「アンケート調査」を参照されたい。

○夜間運航開始に当たっての「運航の安全」の担保

HEM-Netにとって一番の関心事である「運航の安全」を、ドイツはどのようにして確保しているのだろうか。

担保策として、①IFR（計器飛行方式）を飛行条件とすること、②マルチクルーコックピット（2パイロット制）、③NVGを標準装備とすること、④外部電源照明、を挙げている。加えて、

「悪天候下でも夜間運航が可能となるよう、低高度IFRを計画中である。」とのことであった。

実施中が4つ、計画中が1つ。我が国において大いに参考にすべきである。

○夜間運航開始に当たってのパイロットに係る法律上の義務

- ・連邦法のほか、EASA（欧州連合航空安全機関）の規制がある。しかし、これらの連邦法とEASA規制はかなり緩やかである。
- ・各HEMS運営者は運用マニュアル（OM）を認証する必要がある。このOMでは、運営者は自らにより厳しい規則を課しているが、これは絶対に必要というわけではない。例えば、DRFのOMは、2パイロット制、IFR資格（機長）、NVIS（暗視イメージングシステム）を規定している。ADACも基本的に同内容のOMを使用している。聖ヨハネ事故支援もほぼ同じであるが、IFR資格は必要としない。しかし、それに比し、デンマークでは単独パイロット、IFR資格、NVIS HEMS TC（救急救命士）で夜間飛行を行っている。
- ・ドイツでは、運営者が自らに課した厳しい規則が入札要件の厳格化につながっており、州の立法者もこれに追随し、これらの規則を要件として規定しようとしていることが認められる。

なお、スイスでは、夜間運航であってもパイロットは一人体制である。このことについて評価を訊いたところ、「単独パイロットでの運用は可能であるが、それぞれの運営者は上記に照らし2人パイロットを使用している。」との回答であった。

また、今回の調査によって、デンマークも単独パイロットによって夜間運航を行っていることを初めて知ることができ、収穫であった。

○24時間運航基地/夜間運航実施基地数

○夜間運航実施基地ではあるが24時間運航をしていない理由

○24時間運航をしていない基地の終了時刻とその理由

一括して「通常の運航時間は日の出から日没までであり、これは歴史的に発展してきたものである。しかし、益々多くの基地が夜8時又は10時まで運航時間を延長している。」との回答であった。

○夜間運航におけるパイロット等クルーの昼間と夜間の勤務体制（24時間運航・一定時刻まで運航別）

○夜間運航の時代と昼間運航だけの時代の経費の比較

○夜間運航を経験したことによってもたらされた効果

○夜間運航の今後の課題

・一番目の質問について

「ドイツでは延長時間（主に午後10時まで）を編成する方法は区々であり、2シフト制でパイロットを運用する基地では特定の時刻に2人目のパイロットがチームに加わり、他の基地ではNVIS訓練を受けたHEMSで飛行しているといった具合だ。」との回答があった。

・二番目の質問について

「コストは保険でカバーされている。」との回答であった。保険でカバーされている以上、こうした質問は意味がなかったのかもしれない。

・三番目の質問について

「メリットは地域住民のためのより良いケアであり、特に農村地域が適用範囲になったことである。」との回答があった。医療機関が乏しい農村地域にとって夜間運航はメリットが大であることを物語っている。

・四番目の質問について

「病院の離着陸場のインフラはより良いものとなるべきである。また、天候に左右されないようにするため、Point in Spaceや低高度IFRといった追加的なIFRの手が必要である。」との回答があった。「病院の離着陸場」、「Point in Space」、「低高度IFR」は夜間運航のキーワードであることが分かる。

第3章 ドイツHEMSの過去5年間の統計数値

○夜間運航件数/出動件数

○病院間搬送件数/夜間運航件数と現場救急件数/夜間運航件数

○accident・incident件数/夜間運航件数

これらの質問に対しては、「ドイツにはHEMSの統一された登録システムがないことから簡単には答えられない。」とのことであった。

ただし、二番目の質問については、「24時間HEMSの初期段階では、夜間出動は全て病院間転送であった。緊急現場対応には非常に長い準備時間（例えば、消防による離着陸場所の照明とか天候）を必要としたからである。しかし、NVGと外部電源照明の存在により、夜間運航は昼間運航とほぼ同じ速さになっている。パーセンテージは基地によって異なるが、DRFの場合、24時間基地の運用の24%が夜間に行われている。」とのことであった。また、三番目の質問については「死傷者のaccidentは一切なかった。」とのことであった。

第4章 ドイツHEMSのパイロットになるための必要機長時間

我が国では、ドクターヘリのパイロットになるためには1,000時間以上の機長時間（このうち、500時間以上はヘリコプター機長時間）が必要であるが、ドイツでは以下のとおりであるとの回答があった。

「ドイツでは、応募者は、機長（PIC）としてヘリコプターで少なくとも1,000時間の飛行経験を持ち、プロのヘリコプターパイロットとしてのPart-FCL（EASA航空機を操縦するパイロットの乗務員免許要件）ライセンスを保有している必要がある。このうち500時間は、航空救助または類似のプロファイルで飛行している必要がある。これらは長い準備時間を必要とせず、困難な環境条件下での着陸を伴う短い飛行である。これには、ドイツ軍、連邦州警察、場合によっては飛行指導員としての時間も含まれる。副操縦士（PICUS）としては、現在、ADAC航空救助での雇用要件はヘリコプターでの総飛行経験500時間である。」

第5章 シミュレーターの活用

○HEMSパイロットの飛行訓練におけるシミュレーター活用の実態

○シミュレーター活用の義務化

○高額なフルフライトシミュレーターに対する対応策

・一番目の質問について

「パイロットは6ヶ月毎にシミュレーター訓練を行っている。DRFのHEMS TC（救急救命士）は年1回のフライトシミュレーター訓練を行っている。」との回答であった。

・二番目の質問について

「DRF、ADAC、聖ヨハネ事故支援においては義務付けられている。」との回答であった。

・三番目の質問について

「DRFとADACは現在、自社の訓練施設にフライトシミュレーターを所有している。それ以前は、両社ともエアバス/ルフトハンザトレーニングセンターのシミュレーターを使用していた。」との回答があった。連邦政府からの財政的支援はないようである。

第6章 まとめ

我が国のドクターヘリはドイツを教科書として始められた、と言っていい。中でも「安全第一」の考えは重視され、その考えの下、2001年4月の開始以来、我が国のドクターヘリは例外なく、昼間のみに限って運航されてきている。ヘリコプターは昼夜間を問わず有視界飛行方式であるが、夜間の有視界飛行方式は昼間に比べ格段に危険を伴うからである。こうして昼間のみの運航に徹したお蔭で、我が国のドクターヘリは今日まで死亡事故は1件も出していない。このことは大きな誇りである。

今回のドイツHEMSの実態調査によって、「安全第一」のはずのドイツが早くも1991年に夜間運航を開始していたことを知り、驚いた。我が国がドクターヘリを開始した2001年の丁度10年前に既に夜間運航を開始していたのである。

ドイツが夜間運航を開始したきっかけは、救助と病院間搬送という社会的要請に応えるためであった。しかし、社会的要請に応えるためではあっても、当然ながら「安全第一」は担保されなければならない。そのために採った対策は何であったか。回答を総合すると、7つあるのではないか。①IFR（計器飛行方式）を飛行条件とすること、②マルチクルーコックピット（2パイロット制）、③NVGを標準装備とすること、④外部電源照明、⑤低高度IFR、⑥病院の離着陸場、そして⑦Point in Spaceである。

このうち、①から④が実行中であり、⑤以下は計画中か今後の課題である。ドイツにおいては、実行中の①から④までの安全担保策が功を奏し、夜間運航の死傷者のaccidentは一切ないという。この経験知は重要である。因みに、我が国においても、全日本航空事業連合会は、「ヘリコプターは日本では一般交通手段としての役割を果たせないが、米国や欧州ではGPSを使用した空港以外のヘリポートでも計器飛行が可能となっており、日本への早期導入が望まれる」と要望しているところである。

「安全第一」だから夜間運航は行わないとしてきた我が国に対し、「安全第一」は対策によって担保でき、夜間運航との両立は可能であることを示したドイツ。大いに学ぶべきではないだろうか。

また、ドイツHEMSの夜間運航は現在、全国89基地中17基地で実施されており、増加傾向にあるという。ドイツには、我が国が抱えるような「夜間運航を担うパイロットの確保」と「必要財源の確保」という問題が全くないことが、その背景にあるものと思われる。尤も、

そのドイツにおいても、パイロットの確保については今後工夫を要するとのことであるが、我が国はもっと真剣に、国土交通省、厚生労働省、総務省消防庁の関係三省庁が連携を強め、パイロット確保問題に当たっていく必要があるものと痛感する。

シミュレーターの活用についても質問した。ドイツではDRFとADACはフライトシミュレーターを所有しているという。昨年発刊したHEM-Netプラザ第20号「ヘリコプターパイロットの現状と今後（主に養成・訓練を中心に）」の中で、執筆者の辻康二理事は「訓練の安全性確保、効率性、経費の低減といった観点から、シミュレーターの活用を進めるべきである。」と述べている。しかし、我が国における現状は、ヘリコプターのフルフライトシミュレーター（FFS）は2基あるのみであり、しかも、2基とも民間会社の所有である。FFSの設置経費は多額であり、また、単にドクターヘリだけではなく、消防防災ヘリや警察ヘリ等の訓練も考慮すると、FFSは国の責任において増やすべきではないだろうか。

おわりに

我が国においてドクターヘリの夜間運航を論ずる場合、必ずパイロットは一体どう確保するのかという問題に逢着し、それがネックとなり、議論は一步も進まないのが現状である。

実は、ヘリコプターパイロットの確保は、単にドクターヘリのみならず、消防防災ヘリコプターや民間の運航会社においても共通した問題なのである。

この問題について、HEM-Netの辻康二理事は、HEM-Netプラザ第20号「ヘリコプターパイロットの現状と今後（主に養成・訓練を中心に）」の「まとめ」の中で、

- ・ 今後10年でヘリコプターパイロット数は減少する。
 - ・ 公共性の高いヘリ業務を継続させるためには、パイロットの養成が急務である。
 - ・ パイロット養成には経費がかかるため、公共性の観点から、公的機関による奨学金制度が有効である。
 - ・ 安全で効率的な訓練のため、シミュレーターを活用すべきである。
- など、重要な指摘をしている。

それでは、国はどのような検討をしているのであろうか。国土交通省航空局は2024年2月に「航空整備士・操縦士の人材確保・活用に関する検討会」を発足させ、同年6月に「中間とりまとめ」を発表した。その中に、シミュレーターの活用と航空大学校でのヘリコプターパイロット養成課程の復活を内容とするHEM-Netの要望を取り入れ、「重点テーマ3 航空大学校の安定養成に向けた抜本改革」の（取組の方向性）として、「100名規模の養成を安定的に行うためには、・・・シミュレータによる飛行訓練を実機訓練の代替にするなどによる訓練の効率化・・・など、運営の抜本的改善が必要である。」と述べるとともに、「例えば、ドクターヘリや防災ヘリなどの公共性の高い回転翼機事業者は、頻発する自然災害の発生等によってその重要性が高まっていることも踏まえ、航空大学校におけるヘリコプターの操縦士の養成課程について、関係省庁と連携の上、検討を進めるべきである。」と述べている。この「関係省庁と連携」もHEM-Netが要望した事項であり、ヘリコプターパイロット問題は単に国土交通省航空局だけで検討するのではなく、ドクターヘリを所管する厚生労働省や消防防災ヘリコプターを所管する総務省消防庁と十分に連携を取って検討すべきものである。

実は、消防防災ヘリコプターについても、2020年11月に「消防防災ヘリコプター操縦士の確保・養成及び整備士の確保の推進に関する検討会」が消防庁内に設置され、2021年3月に報告書が発表されている。検討の過程で「農林水産協会が実施していた委託訓練制度

のような制度が、消防防災ヘリコプター操縦士の養成・確保のためにも必要ではないか。」との意見が開陳され、また、消防防災ヘリと同じ型式のシミュレーターが国内にはなく、「海外にあるため、研修費用が増大する等の課題がある。」との指摘がなされている。

ヘリコプターパイロットを巡る問題は、関係する国土交通省、厚生労働省及び総務省消防庁が一体となって検討すべきであり、早くそうした体制を整え、一定の方向付けをすることを強く望むものである。

— 資料編 —

ドイツ HEMS の夜間運航に関する実態調査票

質問

NPO法人HEM-Netは、日本で唯一のHEMS（ヘリコプター救急医療サービス）専門のシンクタンクです。日本での本格的なHEMS運航は2001年に始まりましたが、HEM-Netはそれより早い1999年に設立されました。日本のHEMSシステムについて簡単に紹介した後、ドイツのHEMS運航、特に夜間運航について質問させていただきます。

（日本のHEMSシステム）

日本では、HEMS運航は広域の地方自治体である都道府県が管轄し、これらのヘリコプターの実際の運用は民間航空会社に委託されています。

このサービスは2001年4月に開始され、導入する都道府県の数が増加しました。2022年4月までに、日本の全47都道府県がこのサービスを採用しています。

日本でHEMSが導入されたきっかけは、1995年の阪神・淡路大震災です。この震災で道路網が大きく損傷し、救急車で負傷者搬送が困難になりました。このような状況下で、ヘリコプター輸送への期待が高まりました。しかし、地震当日にヘリコプターで搬送された負傷者はわずか1名で、このことは日本政府に衝撃を与えました。この経験から、「日常的に活動していないヘリコプターは緊急時にはほとんど役に立たない」という重要な教訓が得られました。これを受けて、日本政府は1999年8月に調査検討委員会を設置し、2000年6月にHEMSの導入を推奨する報告書を発表しました。

日本政府は、当時のドイツのHEMSシステムを参考に、ドイツと同様に飛行安全を優先し、夜間運用を行わないことを決定しました。その結果、日本ではHEMSの夜間運航は行われていません。

緊急時に夜間のヘリコプター輸送が必要な場合は、自衛隊、海上保安庁、または地方自治体の警察・消防防災部門のヘリコプターが対応していますが、そのような事例は極めて限られています。

このような背景から、最近では、日本のHEMS推進議員連盟のメンバーからHEMSの夜間運航を求める声が上がっています。HEM-Netは現在、これらの要望に応じて夜間運航の実現可能性について研究を行っています。歴史的にHEMSの夜間運航を行っていなかったドイツが、一部の地域で夜間運航を開始したと聞き、その経験から学びたいと考えています。

問1 16の州について、各州別にHEMSの運営者の名称と基地数を教えてください。

問2 16の州のうち、HEMSの夜間運航が実施されている州はどこですか。

問3 HEMSの夜間運航が実施されている州について以下の質問をしますので、各州別に教えてください。

①夜間運航の開始年月日、運営者の名称、基地数を教えてください。

②夜間運航を実施するに至ったきっかけについて、連邦政府の指導、政治的要請、社会的要請等を含め、できるだけ詳しく教えてください。

③夜間運航の実施に当たって、医療機関側の受入体制に問題はありませんでしたか。問題があったとすれば、どのような問題があったのか、具体的に教えてください。

④夜間運航の実施に当たって、大変重要な「運航の安全性」はどのような対策で担保したのでしょうか。具体的に教えてください。

問4 ドイツ全体の過去5年間のHEMSの運航について以下の質問をしますので、各年別に教えてください。

①HEMSの出動件数とそのうちの夜間運航の件数について

②HEMSの夜間運航件数のうち病院間搬送件数と現場救急件数について

③HEMSのaccidentとincidentの件数とそのうちの夜間運航の件数について

問5 ①HEMSの夜間運航を実施するに当たって、パイロットについて、法律上どのような義務が課せられていますか。それは連邦法ですか、それとも州法ですか。

②スイスでは夜間運航であってもパイロットは一人体制ですが、このことについてドイツではどのように評価されていますか。

問6 ①HEMSの夜間運航を実施している基地のうち、24時間運航をしている基地数と24時間運航をしていない基地数を、各州別に教えてください。

②24時間運航をしていない基地については、24時間運航をしない理由、夜間運航の終了時刻、当該終了時刻にした理由を各基地別に教えてください。

問7 ADACが実施しているHEMSの夜間運航について、質問します。

- ①基地を「夜間の勤務が日没から日の出までの基地」と「日没から一定時刻までの基地」に分けて、パイロット等クルーの昼間の勤務体制と夜間の勤務体制を教えてください。
- ②HEMSを日中だけ運航していた時代と夜間運航も実施するようになった時代とを比較し、経費はどの程度増加しましたか、経費の内訳も含め教えてください。
- ③HEMSの夜間運航を経験して、どのような効果があったと考えていますか。
- ④HEMSの夜間運航を振り返って、今後どのようなことが課題であると考えていますか。

問8 日本では、現在でもヘリコプターのパイロットを確保することは容易ではありません。したがって、HEMSの夜間運航を実施するとなると益々パイロットの確保は困難となってきます。

- ①ドイツにおいては、HEMSの夜間運航を実施するに当たって、パイロットの確保が問題になるようなことはありませんでしたか。
- ②パイロットの確保に問題がなかったとすれば、どのような対策が講じられたお蔭なのか、連邦政府や州政府の対策も含め、教えてください。

問9 日本ではHEMSのパイロットになるためには1,000時間以上の機長時間（このうち、500時間以上はヘリコプター機長時間）が必要ですが、ドイツではどのようになっていますか。

問10 シミュレーターについて質問します。

- ①ドイツにおいて、HEMSのパイロットの任用訓練や定期訓練を行う際の飛行訓練にシミュレーターはどのように活用されていますか。
- ②その場合、シミュレーターの使用は義務化されていますか。
- ③フルフライトシミュレーターは高額であるため自前で持つことは困難です。そのための対応策として、ドイツではどのような対策が講じられていますか。その場合、連邦政府は何か対策を講じていますか。

日本航空医療学会
「ドクターヘリの効果的な運用と安全管理に関する研究」

I 総括研究報告

厚生労働行政推進調査事業費補助金（地域医療基盤開発推進研究事業）
総括研究報告書

ドクターヘリの効果的な運用と安全管理に関する研究

研究代表者 猪口 貞樹 東海大学医学部 客員教授

研究要旨（文中の項目のうち前年度完了したものは欠番になっている。）

【研究目的】本研究の目的は、持続可能なドクターヘリ運用体制の確立に向けて、日本航空医療学会のドクターヘリ症例登録（以下 JSAS-R）およびインシデント/アクシデント データベース（以下 JSAS-I/A）を活用したドクターヘリの包括的な品質評価システムを構築し、併せて必要な関連研究を行うことである。

【研究方法】①品質評価システムの開発・構築：3)システム原型の構築：1. JSAS-R の登録状況と品質管理指標：昨年度作成した質的評価指標（QI）案に修正を加えて最終案を確定した。JSAS-R のデータを用いて各 QI を算出し、検証を実施した。2. JSAS-I/A の登録状況と品質管理指標：JSAS-I/A の登録症例を集計し、活用法について検討した。3. 品質評価指標の可視化と評価システム原型の構築：JSAS-R のデータを用い、様々な方法で上記各 QI の可視化を行った。③ドクターヘリの標準テキスト作成：1. 標準テキストの作成：若手医師、看護師、運航関係者育成のための標準テキスト項目案を確定、研究協力者に執筆依頼してテキスト草案を作成した。2. エビデンスの分析：ドクターヘリに関する系統的レビューの文献調査を行った。④ドクターヘリ夜間運航に関する研究：1)文献調査：1. HEMS 夜間飛行のリスクに関する文献調査：過去 22 年間の HEMS 夜間飛行および HEMS 事故のリスクに関する論文 18 本を、課題別に整理・検討した。2. ヘリコプター夜間飛行の現状と課題：専門家によりヘリコプターが夜間飛行する際の課題を整理した。2)需要の調査：1. ドクターヘリ夜間運航の需要推定：総務省消防庁と JSAS-R のデータを用いて、現運航時間外における全国ドクターヘリの需要を推定、さらに有視界飛行で到達可能な需要を検討した。

【研究結果と考案】①品質評価システムの開発・構築：3)システム原型の構築：1. JSAS-R の登録状況と品質管理指標：27 項目の QI 最終案を確定。令和 4 年度の JSAS-R データを用いて各 QI の算出、可視化および相関分析を行い、概ね良好な結果が得られた。2. JSAS-I/A の登録状況と品質管理指標：2 年半で 705 件が登録されたが未入力施設が残存しており、次年度改善を行う。3. 品質評価指標の可視化と評価システム原型の構築：横棒グラフや散布図などに加えコロブレス図や個々の施設と全国平均との比較が可能な表示手法を JSAS-R のデータに適用し、各可視化手法の利用可能性を検討して良好な結果が得られた。③ドクターヘリの標準テキスト作成：1. 標準テキストの作成：項目案を整理のうえ標準テキスト草案を作成した。2. エビデンスの分析：ドクターヘリに関連する系統的レビュー12（有用性 4、要請基準 2、費用対効果 1 ほか）を同定した。また外傷に関する系統的レビュー836 本の一次スクリーニングを完了した。④ドクターヘリ夜間運航に関する研究：1)文献調査：1. HEMS 夜間飛行のリスクに関する文献調査：HEMS 夜間飛行の実施状況、HEMS 事故・死亡事故のリスクとその経年変化、HEMS 死亡事故の要因、米連邦航空局の HEMS に関する規則の変更、について調査結果を整理した。2. ヘリコプター夜間飛行の現状と課題：昼間有視界飛行時にパイロットが得ている操縦のための視覚的な手がかりを補償して安全に夜間飛行を行うには、オートパイロットの適切な使用が重要と考えられた。2)需要の調査：ドクターヘリ夜間運航の需要推定：全国のドクターヘリ夜間潜在需要は約 2.5 万件/年と推定された。夜間有視界飛行で到達可能と思われる各都道府県のランデブーポイント 1 か所から 5km 範囲での推定夜間需要は 3～132 件と大きな地域差が見られた。【結論】①品質評価システムの開発・構築：JSAS-R の品質指標（QI）として 27 項目を決定、試算および可視化を行い、良好な結果を得た。次年度は同評価システムを JSAS-R に実装する。JSAS-I/A は登録状況の改善を行う。③ドクターヘリの標準テキスト作成：標準テキスト草案がほぼ完成した。一部項目のエビデンスを調査のうえ、次年度内に標準テキストを完成予定である。④ドクターヘリ夜間運航に関する研究：夜間運航とリスクに関する文献調査：文献調査結果および専門家の意見を整理した。需要調査では、ドクターヘリ夜間潜在需要は約 2.5 万件/年、有視界飛行で対応可能な夜間需要には地域差が大きいと考えられた。次年度はパイロットの意見を聴取のうえ、夜間飛行に関する研究班の見解を取りまとめる。

【研究分担者】
荻野 隆光・川崎医療福祉大学医療技術学部 特任教授
高山 隼人・長崎大学病院地域医療支援センター 特定教授
北村 伸哉・国保直営総合病院君津中央病院救命救急センター センター長
早川 達也・聖隷三方原病院高度救命救急センター センター長
中川 雄公・兵庫県立西宮病院救命救急センター センター長
土谷 飛鳥・東海大学医学部救命救急医学 准教

授
野田 龍也・奈良県立医科大学公衆衛生学講座 准教授
辻 友篤・東海大学医学部救命救急医学 講師
鶴飼 孝盛・防衛大学校電気情報学群情報工学科 講師
高嶋 隆太・東京理科大学理工学部経営工学科 教授
中村 隆宏・関西大学社会安全学部 教授
堤 悠介・独立行政法人国立病院機構水戸医療センター救急科 医長

鳥海 重喜・中央大学理工学部情報工学科 准教授

【研究協力者】
船引 浩平・宇宙航空研究開発機構
大森 一彦・順天堂大学静岡病院
兵藤 敬・中日本航空株式会社
山田 健太郎・朝日航洋株式会社
多畑 雅弘・セントラルヘリコプターサービス株式会社
学文・久留米大学病院
藤尾 政子・川崎医科大学付属病院
横田 昌彦・セントラルヘリコプターサービス株式会社
渡邊 紀子・中日本航空株式会社
高橋 治郎・川崎医科大学病院
市川 晋・朝日航洋株式会社
中川 儀英・東海大学医学部救命救急医学
野澤 陽子・順天堂大学医学部附属静岡病院
山崎 早苗・東海大学医学部付属病院
坂田 久美子・愛知医科大学病院
峯山 幸子・東海大学医学部付属病院
岩崎 弘子・佐久総合病院佐久医療センター

A. 研究目的

近年全国的に配備されつつあるドクターヘリは、各地域の実情に合わせて多様な運用がなされている。今後効果的かつ安全なドクターヘリの運用体制を確立するためには、エビデンスに基づく標準化に加えて、各地域の状況を客観的に評価して運用体制を継続的に改善する方策について研究する必要がある。

本研究の目的は、持続可能なドクターヘリ運用体制の確立に向けて、日本航空医療学会のドクターヘリ症例登録（以下：JSAS-R）およびインシデント/アクシデント データベース（以下：JSAS-I/A）を活用したドクターヘリの包括的な品質評価システムを構築し、併せて必要な関連研究を行うことである。

本年度は3年計画の2年目である。

B. 研究方法

本研究は3年計画の2年目である。下記項目番号は、研究計画書に記載したものを、既に終了した研究および追加研究を含めて記載している。また、必要に応じて重項目を追加した。

① 品質評価システムの開発・構築

JSAS-R・JSAS-I/Aを活用して、各地域ドクターヘリの運用状況を包括的に評価する方法について検討した。本年度は3)項について検討した。

- 1) 基本構想：昨年度完了。
- 2) 評価指標案の作成と可視化：昨年度完了。
- 3) システム原型の構築
 1. JSAS-Rの登録状況と品質管理指標：昨年度作成した質的評価指標案に修正を加えて最終案を確定。令和3年度JSAS-Rのデータを用いて各指標を算出し、検証を行った。
 2. JSAS-Iの登録状況と品質管理指標：JSAS-Iの登録症例を集計し、活用法について検討した。
 3. 品質評価指標の可視化と評価システム原型

の構築：JSAS-Rのデータを用い、様々な方法で上記各指標の可視化を行った。

- ② 近隣県等との連携に関する調査：昨年度完了。
- ③ ドクターヘリの標準テキスト作成
標準テキストの草案をさ作成し、同時に一部の内容に対するエビデンスの分析を実施した。
 1. 標準テキストの作成：若手医師、看護師、運航関係者育成のための標準テキストの項目案を整理、各執筆者に依頼して草案を作成した。
 2. エビデンスの分析：ドクターヘリに関する系統的レビューにの文献調査を行った。
- ④ ドクターヘリ夜間運航に関する研究

1) 文献調査

1. HEMS 夜間飛行のリスクに関する文献調査：過去 22 年間の HEMS 夜間飛行および HEMS 事故のリスクに関する論文を調査した。抽出した 18 編の論文を整理し、i) HEMS 夜間飛行の実施状況、ii) HEMS 事故および死亡事故のリスクとその経年変化、iii) HEMS における死亡事故の要因について検討した。また、iv) 米連邦航空局 (FAA) の HEMS に関する規則の変更についても、調査のうえ整理した。
2. ヘリコプター夜間飛行の現状と課題：ヘリコプターが夜間飛行する際の課題について、暗視システムの研究開発をする過程で得られた知見にもとづいて整理した。

2) 需要の調査

1. ドクターヘリ夜間運航の需要推定：総務省消防庁のデータと JSAS-R を分析し、現運航時間外におけるドクターヘリの需要を推定した。

（倫理面への配慮）

本研究は、個人情報や動物愛護に関わる調査及び実験を行わず、個人を特定できない情報を使用している。研究の遂行にあたっては、「人を対象とする医学的研究に関する倫理指針」（平成26年文部科学省・厚生労働省告示）を遵守しつつ行った。

C. 研究結果

① 品質評価システムの開発・構築

- 3) システム原型の構築
 1. JSAS-Rの登録状況と品質管理指標：QIとして27項目が抽出され、項目によって補足が付けられた。また、10項目は削除されるか、QIの付録に位置付けられた。最終案を用いてQIの算出と可視化・および相関分析を行い、概ね良好な結果が得られた。品質指標の各項目最終案および算出データ概要を表 1に示す。
 2. JSAS-Iの登録状況と品質管理指標：2年半で705件のレポートが登録された。毎月20件から25件が入力されていたが、未入力施設が17存在した。インシデントレベルはレベル2以下が91%、3aが52例 7.3%、3bが4件 0.6%、5が2例 0.3%であった。

3. **品質評価指標の可視化と評価システム原型の構築**：横棒グラフや散布図など通常用いられる手法と、地図上に指標に応じた色分けを行なうコロプレス図(図1)や個々の施設における事例と全国平均との比較が可能な表示手法を令和3年度の登録症例に対し適用し、各可視化手法の利用可能性を検討した。

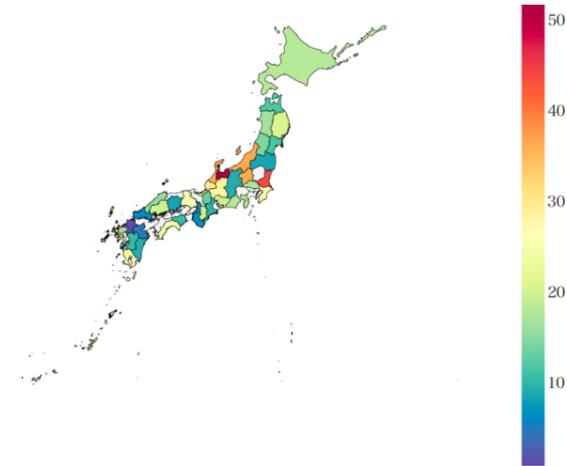


図1. ミッション中止割合

- ② 近隣県等との連携に関する調査：昨年度終了。
③ ドクターヘリの標準テキスト作成

1. **標準テキストの作成**：若手医師、看護師、運航関係者育成のための標準テキストについて、必要な項目案を整理のうえ、各執筆者に執筆依頼して草案を作成した。テキスト項目を表2に示す(標準テキスト草案は分担研究報告書参照)。
2. **エビデンスの分析**：ドクターヘリに関連する系統的レビューとして12本が同定された。有用性について4本、要請基準2本、費用対効果1本で、エビデンス集積が十分とはいえない状況であった。また平成27年以降の外傷に関する系統的レビュー研究では論文836本に対する一次スクリーニングを完了し、組み入れられた49本に対して、今後二次スクリーニングを進める予定である。

- ④ **ドクターヘリ夜間運航に関する研究**

1) 文献調査

1. **HEMS夜間飛行のリスクに関する文献調査**：計画の通り文献調査を行った。HEMSの夜間飛行とリスクに関する文献調査結果のまとめを表3に、HEMSの事故率および死亡率のまとめを表4に示す。
2. **ヘリコプター夜間飛行の現状と課題**：昼間での有視界飛行時にパイロットが窓外視界から得ているビジュアルキュー(視覚的な操縦のための手がかり)は、夜間は一概に

劣化するが、劣化の程度は地表の灯火の多寡や月や星明かりの状況によって大きく異なる。夜間においても昼間と同様に雲との間隔を確保し、視程を確保する必要があるが、夜間は雲を視認することが困難である。ビジュアルキューが乏しくなることは機体の安定性が劣化することと等価であり、オートパイロットを用いることでビジュアルキューの劣化を補償しうることを意味する。

- 2) **需要の調査：ドクターヘリ夜間運航の需要推定**：全国で年間に約2.5万件の夜間需要があると推定された(悪天候の影響は考慮していない)。都道府県別1機あたり需要は図2のとおり。地上搬送外地域の人口は、全国で23,278千人、人口千人あたりの潜在夜間需要は1.09件であった。夜間有視界飛行で到達出来る1か所のランデブーポイントから5kmの範囲で圏域人口を求めたところ、最も多かったのは福岡県にあるランデブーポイントで、年間に132件の夜間需要が見込まれた。最も少なかったのは青森県で年間3件程度の夜間需要が見込まれた。

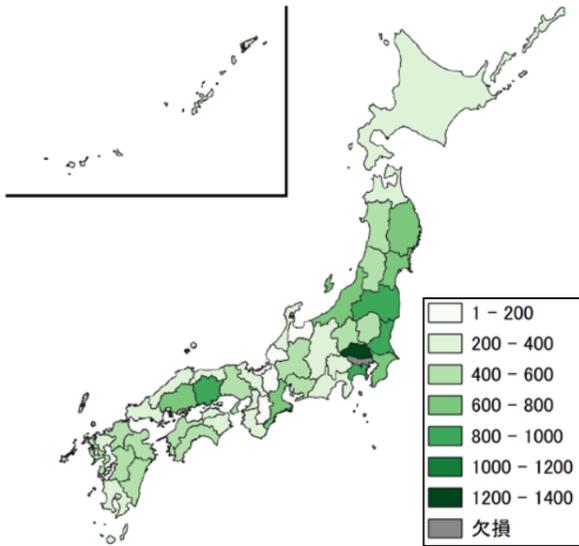


図2. 都道府県単位の配備1機あたりの夜間早朝ドクターヘリ適格事例件数

D. 考察

① **品質評価システムの開発・構築**

3) **システム原型の構築**

1. **JSAS-Rの登録状況と品質管理指標**：ミッション関連項目、時間関連項目の入力に改善が見られた。主観的評価項目の入力割合は全体的に低かったが、質の評価は良好のため、次年度以降、各基地病院に入力を促す必要があると判断された。ドクターヘリは接触した症例の45%に治療介入しており、接触症例のほぼ半数はNACAScore ≥ 4 、PCTAS ≤ 2 で、ドクターヘリ介入が必要な症例と推

測された。介入が不要であった症例について、今後検討する必要がある。

2. **JSAS-Iの登録状況と品質管理指標**：未入力施設が17施設残存していることに加え、事故発生状況や経緯の記述がまちまちで、原因の把握が難しかった。典型的な記入例を提示する等の対策と共に、安全管理教育が必要と考えられた。全国へのアラート発信は可能であり、品質管理システムの運用は、その後の検討事項と思われた。
3. **品質評価指標の可視化と評価システム原型の構築**：地理的・空間的な分布の把握に分布図・コロプレス図は有効である。コロプレス図を利用するにあたっては、集計単位と地理的範囲を一致させる必要があり、傾向を把握するために必要な細かさの設定が必要となる。外部データとの接続も検討して、レジストリへ実装する。
③ **ドクターヘリの標準テキスト作成**
標準テキストの草案を作成し、同時に一部の内容に対するエビデンスの分析を実施した。
1. **標準テキストの作成**：若手医師、看護師、運航関係者育成のための標準テキストの項目案を整理、各執筆者に依頼してテキストの草案を作成した。
2. **エビデンスの分析**：ドクターヘリに関する系統的レビューに関する文献調査を行った。
④ **ドクターヘリ夜間運航に関する研究**

1) 文献調査

1. **HEMS夜間飛行のリスクに関する文献調査**：
・ドクターヘリの夜間飛行の妥当性は、地域の特性に応じて検討すべきと考えられるが、**夜間飛行は日中より死亡率が高いこと**に十分留意する必要がある。
・夜間飛行では、要請基準を日中より厳密に設定する必要がある。また、全身麻酔より推定死亡率の低い症例は、夜間搬送には不相当と思われる。
・夜間搬送を開始する際には、FAAの規制を参考に、夜間照明、暗視装置、対地接近警報装置(HTAWS)、電波高度計などの装備に加え、パイロットの経験向上への支援、IFR能力の確立・維持などが必須と考えられる。
2. **ヘリコプター夜間飛行の現状と課題**：ヘリコプターの夜間飛行を安全に行うためには、リスクの十分な理解とともに、オートパイロットの適切な使用が重要と考えられた。

2) **需要の調査**

1. **ドクターヘリ夜間運航の需要推定**：全国の夜間潜在需要は約2.5万件年と推定された。都道府県別に、夜間有視界飛行で到達可能と予測され(飛行経路が市街地に近く一定の照度が確保できる)、かつ夜間の需要(半径5km)が最多となるランデブーポイントを比較したところ、3件~132件/

年と幅が広がった。圏域を10km、15kmに拡大すると推定搬送件数は増加し、15kmの場合に最も多くかったのは新潟県のランデブーポイントで、年間に361件の夜間需要が見込まれた。

E. 結論

- ① **品質評価システムの開発・構築**：品質指標(QI)27項目を最終案として決定した。JSAS-Rのデータを用いた試算および可視化で良好な結果が得られ、次年度はシステムを実装予定である。JSAS-I/Aについては未入力施設が多いため、対策を行う。
③ **ドクターヘリの標準テキスト作成**：項目および草案が完成した。次年度は一部のエビデンスの調査を行い標準テキストを完成予定。
④ **ドクターヘリ夜間運航に関する研究**：夜間運航に関する文献調査、専門家の意見聴取を行い、結果を整理した。全国の夜間推定潜在需要は約2.5万件/年と推定されたが、有視界飛行で到達可能な推定需要は地域差が大きかった。次年度は、パイロットの意見を聴取の上、夜間飛行に関する見解を取りまとめる。

F. 健康危険情報
なし

G. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
・堤悠介、ワークショップ(委員会セッション)/JSAS-R、JSAS-Iの現状と活用、WS-1、JSAS-Rの現状、第29回日本航空医療学会総会・学術集会、WEB開催(鳥取)(2022年12月4日)
・土谷飛鳥、ワークショップ(委員会セッション)/JSAS-R、JSAS-Iの現状と活用、WS-3、JSAS-R、JSAS-Iの活用ルールおよびWS-7、JSAS-R、JSAS-Iのメンテナンス、第29回日本航空医療学会総会・学術集会、WEB開催(鳥取)(2022年12月4日)
・鶴飼孝盛、ワークショップ(委員会セッション)/JSAS-R、JSAS-Iの現状と活用、WS-4、JSAS-R活用の具体例1、第29回日本航空医療学会総会・学術集会、WEB開催(鳥取)(2022年12月4日)
・北村伸哉、ワークショップ(委員会セッション)/JSAS-R、JSAS-Iの現状と活用、WS-6、JSAS-Iの現状、第29回日本航空医療学会総会・学術集会、WEB開催(鳥取)(2022年12月4日)

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

表1 令和4年度データから算出した各品質管理指標 (QI)

QINo	QI 項目の概要	評価方法*	QI のタイプ	品質の次元	QI の値 中央値 (四分位)		入力率**
1	要請-離陸	(自)	構造	適時性	5 (4-7)	分	○
2	不応需/要請	(自)	構造	公平性	21.3 (13.3-32.7)	%	○
3	不応需/重複要請	(自)	構造	公平性	58.2 (29.4-67.7)	%	○
4	中止/現場出動	(自)	構造	効率性	22.3 (12.3-33)	%	○
5	自院入院/現場出動	(自)	構造	効率性	84.7 (74.6-88.9)	%	○
6	施設間搬送割合	(自)	構造	有効性	10.6 (4.4-19.9)	%	○
7	覚知-接触	(自)	構造	適時性	34 (27-42)	分	○
8	接触-搬送開始 (自院)	(自)	過程	適時性	15 (11-20)	分	○
9	接触-搬送開始 (他院)	(自)	過程	適時性	16 (12-22)	分	○
10	要請-自院着	(自)	過程	適時性	47 (39-57)	分	○
11	要請-他院着	(自)	過程	適時性	53 (44-64)	分	○
12	覚知-自院着	(自)	過程	適時性	60 (50-73)	分	○
13	覚知-他院着	(自)	過程	適時性	65 (54-78)	分	○
14	病着時死亡	(自)	結果	有効性	0.4 (0.3-0.8)	%	○
15	デブリーフィングの実施	(主)	過程	安全性	41.9 (0-94.2)	%	×
16	施設の活動指針に適合	(主)	過程	公平性	99.6 (99.3-100)	%	×
17	要請基準に適合した要請	(主)	過程	公平性	32.1 (0-78.4)	%	×
18	DH が出動すべき症例か	(主)	過程	有効性	27.9(0-79.7)	%	×
	NACA≥4 の割合	(自)			48.7(40.5-56.6)	%	○
	PCTAS≤2 の割合	(自)			52(43.2-62.1)	%	○
19	救急車より医学的に良好	(主)	過程	有効性	91.9(86.1-97.2)	%	×
20	医療介入率	(自)	過程	有効性	79.4(72.4-87)	%	○
	医療介入率 (除検査)	(自)			44.4(35.4-57.4)	%	○
21	救急車より時間的に良好	(主)	過程	有効性	94.5(89.9-98)	%	×
22	救急車との覚知-病着時間差 現場から病院へ搬送 LZ から病院へ搬送	(自)	過程	有効性	2.8 (11.3-15.0)	分	○
		(自)			12.4 (-2.4-26.0)	分	○
		(自)					
23	患者視点での対応	(主)	過程	患者満足度	27.4 (0-87.6)	%	×
24	不応需理由が適正	(主)	過程	公平性	0 (0-92.3)	%	○
25	医師有資格者搭乗率	(登)	構造	有効性	0 (0-62.8)	%	○
26	看護師有資格者搭乗率	(登)	構造	有効性	0 (0-0)	%	○
27	医師労働時間	(自)	構造	有効性	430 (298-597)	人時	○
	2021 年度診療人数	(自)			322 (242-408)	人	○
	医師生産性指数	(自)			85.8(70.7-107.5)		○

* (自) はデータから自動計算、(主) は主観的評価、(登) は各施設で登録。

**○は入力率90%以上、×は50%以下。

表2 標準テキストの項目案

(小項目のうち、*は研究班で検討のうえ、次年度までに追加する予定)

項目番号	大項目	中項目	小項目
1-1-1	第1章 ドクターヘリとは	ドクターヘリの定義・目的	ドクターヘリとは
1-1-2			ドクターヘリはなぜ必要か
1-2-1			本邦での経過
1-2-2			試行的事業について
1-3-1	海外の状況		ドイツの状況
1-3-2			アメリカの状況
1-3-3			イギリスの状況
1-3-4			スイスの状況
1-4-1	航空法令とドクターヘリ		航空法の目的
1-4-2			ドクターヘリ運航と航空法
1-4-3			ドクターヘリ離着陸と航空法
1-4-4			航空法の改正について
2-1-1	第2章 ドクターヘリの運航	ドクターヘリの運航に関わる職種	操縦士の役割
2-1-2			整備士の役割
2-1-3			CSの役割
2-1-4			フライトドクターの役割
2-1-5			フライトナースの役割
2-2-1	ヘリコプターの基礎知識		ヘリコプターとは
2-2-2			ヘリコプターの飛行原理
2-2-3			ヘリコプターの一般的性能、特質
2-3-1		ドクターヘリによく用いられる機体	ドクターヘリに求められる性能
2-3-2			現在使われている機種紹介
2-4	ドクターヘリの通信システム		通信システム
2-5-1			航空医学
2-5-2			飛行が身体生理に与える影響
3-1-1	第3章 ドクターヘリの運用システム	救急医療体制とドクターヘリシステム	救急医療におけるドクターヘリの位置づけ
3-1-2			ドクターヘリとメディカルコントロール
3-1-3			ドクターヘリと消防防災ヘリ
3-2	ドクターヘリの運航費用		ドクターヘリの経費負担
3-3			ドクターヘリの出動要請基準
3-4-1	ドクターヘリ出動時の医療		医療展開の実際
3-4-2			救急現場での対応
3-4-3			施設間搬送の留意点
3-5	特殊な環境下での医療		寒冷地、離島等での対応
3-6			災害時の対応
3-7	高速道路関係事案への対応		高速道路関係事案への対応
4-1-1	第4章 ドクターヘリの安全管理	ドクターヘリに伴うリスク	ドクターヘリに伴うリスク
4-1-2			離着陸場設定についての考え方
4-2-1			運航上の安全管理体制
4-2-2			ドクターヘリにおける飛行可能な気象条件
4-3	医療上の安全管理体制		医療上の安全管理体制
			デブリーフィング、診療記録、データ登録
4-4	現状の把握と運用へのフィードバック		記録の実際*
4-5-1			過去のインシデン及びアクシ
			IAレジストリの登録状況
			神奈川県ドクターヘリ着陸事故に

		デント事例	について
4-5-2			過去の具体的なインシデント事例等について
4-6		AMRMについて	AMRMについて
5-1-1	第5章フライトナースの活動	フライトナースの役割（一部重複）	本邦でのフライトナースの誕生
5-1-2			倫理及び管理
5-1-3			教育体制
5-2		出動までの準備	
5-3		救急現場、機内での活動	
5-4		搬送先医療機関での活動	
5-5		準備すべき資機材	
6-1	第6章課題	都道府県域を超えた連携	都道府県域を超えた出動について
6-2		夜間運航	夜間運航について
		質的評価	ドクターヘリの医学的効果*
			ドクターヘリの費用対効果についての考察*
	Appendix	略語一覧	

表3 HEMSの夜間飛行とリスクに関する文献調査結果のまとめ

i) HEMS夜間飛行の実施状況

- ・ 米国では、約500万件のHEMS患者搬送のうち38%が夜間飛行である。欧州で夜間飛行能力のあるHEMSの機体は34.6%で国によるばらつきが大きく、夜間運航は地域の状況に応じて実施されていた。

ii) HEMS事故および死亡事故のリスクとその経年変化

- ・ 夜間飛行と悪天候の組み合わせは、ヘリコプター事故全般が死亡事故となる大きな要因であった。また米国の1953年から35年間の分析では、墜落後の火災、悪天候（JMC）、暗闇（夜間）が、HEMS事故が死亡事故となる一貫した危険因子であった。
- ・ FAAの報告では、HEMSの事故率・死亡事故率は経年的に減少しているが、HEMS事故の死亡割合は非HEMSより高く、経年変化はなかった。
- ・ ドイツにおける年間のミッションあたり事故数・死亡事故数は、1970～1979年より2000～2009年が有意に低く、米国と同様に経年的に低下していた。

iii) HEMSにおける死亡事故の要因

- ・ 夜間飛行と悪天候の組み合わせは、ヘリコプター事故全般が死亡事故となる大きな要因であった。また米国の1953年から35年間の分析では、墜落後の火災、悪天候（JMC）、暗闇（夜間）が、HEMS事故が死亡事故となる一貫した危険因子であった。
- ・ HEMSの事故・死亡事故の要因として、視界/暗闇とパイロットの意思決定/判断が、HEMS事故が死亡事故となる要因としてセカンドクラスの診断書とセカンドパイロットの不在が報告されていた。
- ・ ドイツの報告では、死亡事故は着陸時に起きることが多く、死亡は座席位置と関連があり、患者位置での死亡割合(44.9%)が最も高かった。
- ・ 米国の報告では、HEMS夜間飛行では、雲が低い状態で、経験が少ないパイロットは有視界飛行のできない気象条件（IMC）に進入しやすく、これに計器飛行能力の欠如が重なると空間識失調による制御された飛行又は制御不能（CFIT/LCTRL）による死亡事故が起きやすい。HEMS夜間運航では、経験の少ないパイロットの支援・教育、計器飛行能力（の取得・維持）などが必要と報告されていた。

iv) 米連邦航空局のHEMSに関する規則の変更

- ・ 米国での死亡事故増加に対する対策として、2014年に規則を変更した。最低気象条件の厳格化、飛行計画・飛行前のリスク分析、医療クルーへの安全教育の実施などが必須となり、ヘリコプター対地接近警報装置（HTAWS）・飛行データ監視システム・電波高度計の設置義務化、パイロットの計器飛行証明義務化とIMC遭遇時に脱出できることの実証、などがHEMSの必須要件となった。

表4 HEMSの事故率・死亡事故率のまとめ（括弧内文献番号は分担研究報告書参照）

国（出展）	HRMS 事故の範囲	回/100,000 飛行時間		回/100 万患者飛行		
		事故率	死亡事故率	事故率	死亡事故率 (mM)	患者死亡率 (mM)
オーストリア [6]	全事故	4.38		60	20	
ドイツ[11]	全事故			57	11	
英国[8]	全事故				4	
米国[9]	全事故		1.28			
	日中		0.64			
	夜間		2.35			
米国[1]	全事故				15.07	4.27
	日中				7.55	2.95
	夜間				27.33	6.40
（参考）100 万回あたり [1] スキューバ・ダイビング パラシュート 地上救急車 全身麻酔						1.84
						7.96
						0.44
						8.20

ドクターヘリの効果的な運用と安全管理に関する研究

④ドクターヘリ夜間運航に関する研究：1) 文献調査
1. ヘリコプター夜間飛行の現状と課題

研究協力者 船引 浩平 宇宙航空研究開発機構

研究要旨
ヘリコプターが夜間飛行する際の課題について、暗視システムの研究開発をする過程で得られた知見にもとづいて整理した。昼間での有視界飛行時にパイロットが窓外視界から得ているビジュアルキュー（視覚的な操縦のための手がかり）は、夜間において一概に劣化するが、劣化の程度は地表の灯火の多寡や月や星明かりの状況によって大きく異なる。夜間においても昼間と同様に雲との間隔を確保し、視程を確保する必要があるが、夜間は雲を視認することが困難である。ビジュアルキューが乏しくなることは機体の安定性が劣化することと等価であり、これはオートパイロットを用いることでビジュアルキューの劣化を補償しうることを意味している。夜間飛行を安全に行うためには、これらのリスクを十分に理解することに加えて、オートパイロットを適切に用いることが重要であると考えられる。

A. 研究目的

ヘリコプターで夜間運航を行う場合について、パイロットが窓外視界から取得する視覚情報の観点から、昼間と夜間の違や夜間飛行時のリスクについて整理する。

B. 研究方法

宇宙航空研究開発機構（以下JAXAと呼ぶ）では、ヘリコプターの夜間飛行時の安全性を向上させることを目的として、赤外線センサ等の情報をパイロットに呈示する技術の研究を進めてきた。この研究開発の過程では、暗視技術の有効性を実環境で評価するために夜間の飛行実験をおこなってきた。本項は実験で得られた知見や事例に基づいて夜間飛行実験時のリスクを示す。

C. 研究結果

1. ヘリコプターの操縦について

夜間飛行時の操縦特性について論じる前に、ヘリコプターの基本的な操縦特性について記す。

(1) ヘリコプターの操縦

ヘリコプターなどの航空機の操縦は、自転車や自動車の運転に比べて一概に難しいと言える。これは、自動車などではハンドルの操作量が針路の変化率に比例するのに対して、航空機の操縦桿の操作量が針路の変化に至るまでに積分を介しており、常に「先読み」や「あて舵」が必要であることによる。ヘリコプターは、飛行機に比べてさらに操縦が難しいと言われる。これはヘリコプターが本質的に左右非対象であり、縦方向の操舵が横方向の機体の運動に影響することが理由の一つであると考えられる。また、ヘリコプターの特徴である低空でのホバリングでは、繊細な姿勢制御に加えて地面や周囲の障害物との間隔を保つことが必要であり、パイロットにはタスクへの高い集中が要求される。

(2) 有視界飛行方式と計器飛行方式

姿勢や位置などの情報を窓外視界から取得して飛行することを「有視界飛行」とよび、すべての情報について窓外視界をたよらず飛行計器のみをたよる飛行を「計器飛行」とよぶ。手動操縦での計器飛行は有視界飛行に比べて一概に難しいといえる。一方で、管制官の指示に従い、定められた経路を飛行する飛行方式を「計器飛行方式」と呼び、それ以外の飛行方式を「有視界飛行方式」と呼ぶ。視程が悪化したり、闇夜で窓外視界から姿勢や位置の情報が取得できなくなると、有視界飛行の条件が満たされないことになり、有視界飛行方式による飛行はできなくなる。

計器飛行方式で飛行するためには、パイロットが計器飛行のスキルを証明する免許を持っていることが必要なことに加えて、機体側にも一定の安定性（パイロットの操作がなくても姿勢や高度を維持できる能力）と航法性能が要求される。また、前述のように管制官の管理下におかれることから、飛行経路はレーダーの覆域内にある必要があり、山間部や低空に経路を設定することが難しい場合がある。さらに、計器飛行方式のための飛行経路がレーダーや通信の覆域内にあることを確認するために、定期的な検査飛行が必要である。

(3) 機体の安定性とオートパイロット

中型以上のヘリコプターには、パイロットが手離し状態でも姿勢や高度を維持するための機能としてオートパイロットがそなわっていることが多い。オートパイロットの機能はさまざま、手動での操縦時に安定性を補助し、短い間であれば手離しが可能な程度のものから、プログラム通りに自動で飛行し、自動でホバリングができるものまである。新しい機種や大型の機種ほどオートパイロットの性能は高い傾向がある。計器飛行方式での運航が可能な機種は、一定以上の安定性が必要であり、高い性能のオートパイロットを備えていることが多い。

2. 窓外視界から得られる操縦の手がかり

ヘリコプタを操縦するために、パイロットが窓外の取得するビジュアルキュー（視覚的な操縦の手がかり）を、操縦に要する情報ごとに以下に示し、夜間と昼間との違いについて述べる。

(1) 機体の姿勢角

機体姿勢は手動操縦のために必須な情報であり、水平線や地平線から取得する。高度、速度、方位などの情報は主に飛行計器から取得するが、機体姿勢については飛行計器ではなく窓外視界から取得することが基本である。基本的には正面視野から取得するが、真横や真下を見ている、短時間であれば姿勢を維持することはできる。視程が悪化すると正面視野から姿勢情報を取得しにくくなるため、姿勢の変化に気づきにくくなり、維持が困難になる。機体姿勢感覚の喪失は、事故の発端となりうる。

夜間であっても晴天で月や星の明かりが得られる場合には、地平線や水平線が視認可能である場合が多く、姿勢の把握は可能である。一方、昼間であれば問題のない程度の視程の悪化であっても、洋上等で海面の波がなくのっぺりとしている場合には、姿勢が把握できなくなることがある。

姿勢計のみから姿勢情報を取得して飛行することは、ホバリングや離着陸を除いて可能であるが、航空機—パイロットシステムとしての安定性は窓外視界を用いた場合に比べて顕著に低下する。

(2) 方位

数値的な方位角は計器から取得するが、一般的な有視界飛行では、遠方の地形や雲、ランドマークとなる建物などを目標に方位を維持する。方位感覚の喪失は即時に墜落等の事故にはつながらないが、機位の喪失による地上障害物との接触などに発展しうる。

視程が良好で遠方目標が捉えられていれば、夜間であることの影響は小さい。

(3) 位置、針路、高度

有視界飛行の基本は地形や建物を手がかりとした地文航法であり、窓外の地物の見え方と地図等を比較して自機の位置を推定する。推定した位置を時間微分することで針路を推定し、計画しているコースからずれていれば目標方位を修正する。機体位置の推定においては、地図を参照したり、頭を大きく動かして周囲の地形を把握することがある。一方、高度については、地表の見え方等から取得できる情報には限界があり、気圧高度計から主に取得する。

夜間は昼間と見え方が異なることにより機位の把握は困難になる。特に海上や郊外で地表に灯火がない場合には、速度感や高度感が得られない。

(4) 地表や地上障害物からの距離

離着陸時や低高度での任務飛行では、地表や周囲との障害物の間隔を窓外視界から取得する。着陸進入やそれに伴うホバリングでは、正面視野と頭を正面にむけた状態での周辺視野からおおむね必要な情報が取得できるが、周囲に障害物がある状況では頭を大きく動かす必要があり、操縦しているパイロット以外の乗員による窓外監視も必要になる。

夜間、灯火がなく、照明されていない地表の障害物を認識することは困難である。狭隘な地形の中で

要救助者を吊上げるといったような任務を夜間に行うことは現時点ではほぼ不可能である。

(5) 他の航空機との間隔

有視界飛行においては、他の機体との間隔を確保することは一義的にパイロットに責任であり、窓外の監視は重要である。しかしながら、昼間であっても遠くから小型の機体を見つけることや、相対位置関係によっては、接近しているかどうかを識別することが難しい場合がある。

夜間では機体の灯火によってむしろ他機を見つけること自体は容易になるが、距離の把握が難しくなる。また、ビジュアルキューが乏しい場合には、頭を大きく動かすことで空間識失調に陥るリスクが高まることに留意する必要がある。

(6) 気象等の情報

有視界飛行条件を維持するためには、周囲の雲との距離を把握して間隔を保つ必要がある。また遠方目標の見え方等から視程を把握して変化を予測し、有視界飛行条件を満足しなくなる前に判断する必要がある。

夜間飛行で月明かり等が乏しい場合には、特に高度方向での雲の把握が困難になり、雲中飛行となるリスクが増える。

(7) 着陸進入時の視覚情報

有視界飛行での着陸進入では、前述の情報に加えて、滑走路やヘリポートなどの「見え方」から目標経路からのずれを把握し、経路を維持する必要がある。校庭や道路上などに着陸する場合も同じである。

夜間では着陸目標点に着陸区域灯やストロボ灯などが適切に配置されていることが必要である。ヘリポートや滑走路の場合には、吹き流し等が照明され、地表の風が取得できる必要がある。昼間では容易に取得できる地上の障害物や風による草木の動きなどが把握しにくくなることに留意する必要がある。

3. 夜間飛行時に留意すべきリスク等

夜間飛行時に安全リスクを増大させる要因について以下に示す。

(1) 市街地上空と郊外での違い

市街地上空を飛行する場合とくらべて灯火のない郊外を飛行する場合に得られるビジュアルキューを比較すると、昼間では両者に大きな差はないが、夜間には郊外で得られるキューが大幅に減少し、パイロットの負荷が高くなる。

(2) 月や星明かりの有無による違い

灯火の乏しい郊外では、星あかりや月明かりの有無がビジュアルキューの質に大きな影響を及ぼす。晴天で月が出ていれば、郊外で灯火が乏しくても地面の起伏などはある程度識別できる。一方で、雲によって星明かりまで遮られてしまうと、ほとんど何も見えなくなる。

(3) 機体の安定性とビジュアルキューの関係

パイロットの視野角が制限されたり、視程が悪化したりすることが、機体そのものの安定性が低下することと等価であることが知られている。計器飛行方式の基準と異なり、夜間飛行をおこなうために機体の安定性に関する要件は示されていない。そのた

め、高度なオートパイロットを装備していない機体で夜間に有視界飛行を行う場合には、パイロットの負荷が高くなることに留意する必要がある。

(4) 空間識失調に陥るリスク

空間識失調 (Spatial Disorientation) とはパイロットが機体の姿勢や運動状態を客観的に把握できなくなった状態を指す。多くの場合、夜間や低視程などの窓外視界から十分な情報が取得できない状況で発生し、姿勢計などが正常な情報を示していても、それが信じられなくなる。機体の運動や地形の傾きなど、さまざまなきっかけがあることがわかっており、教育や訓練などもなされているが、完全な防止には至っていない。夜間の飛行を拡充する場合には、パイロットが空間識失調に陥るリスクを考慮し、適切な手当が必要である。

(5) NVGについて

NVG (Night Vision Goggle) は、Image Intensifier によって増幅した近赤から可視の帯域の光を装着者に呈示するゴーグル状の装備品である。月明かりなどがあると深夜でも明瞭な画像が得られるが、曇天時等にはほとんど何も見えないことがある。また、ヘルメットに取り付ける際に重心が前方にくるため装着性が悪い、視野角が狭いなどの問題点がある。

NVGをヘリコプタで使用するためには、計器版の照明類がNVGに対応している必要があり、現在の日本で運航している中型ヘリの多くが対応していない。また、高性能な新世代のNVGは日本では公的機関以外での入手が困難である。

海外ではNVG使用時の事故も多発している。日本ではNVGを航空用途に使うための明確なルールがないが、米国のルールに準じて運用しようとする、運航基準や訓練体制の構築が民間の運航会社によっては大きな負荷になると考えられる。例えば、現在の自衛隊以外での日本でのNVGを用いた夜間運航では、パイロット2名がNVGを装着した上で、後席にさらに1名がNVGを装着して安全監視を行う体制で航空局の許可を得ている。

(6) 機内の光の制御について

夜間飛行時には飛行計器や操作端などの照明を適切に調整し、窓外の視認性を確保する必要がある。航空機の装備品の照明類は十分な調光範囲を有しているが、各種の任務でキャビンに持ち込まれるパソコンのモニタ等は最大に減光しても明るすぎ、操縦に影響を及ぼすことがある。

D. 考察

計器飛行方式での飛行が可能なヘリコプタは、高い安定性を有することが法規によって求められている。しかし、夜間飛行をするにあたって、機体側の操縦安定性について追加的な要件は求められていない。これまでは、夜間であることによるビジュアルキューの劣化について論じてきたが、NVGのような技術で劣化したビジュアルキューを視覚的に補うことには限界がある。安定的にかつ安全に夜間飛行を行うためには、高性能・高機能なオートパイロットを備えた機体を用いて、十分にパイロットの負荷を低減することも重要であると考えられる。

E. 結論

JAXAがこれまで実施してきた夜間飛行実験で得

られた知見に基づき、夜間飛行における安全リスクについて整理した。同じ夜間といっても、飛行する場所や月や星の明かりの状態によって、得られるビジュアルキューに大きな差があることが明確になった。夜間飛行を安全に行うためには、これらのリスクを十分に理解することに加えて、オートパイロットを適切に用いることが重要であると考えられる。

F. 研究発表

- 論文発表
なし
- 学会発表
なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

- 特許取得
なし
- 実用新案登録
なし
- その他
なし

厚生労働行政推進調査事業費補助金（地域医療基盤開発推進研究事業）
分担研究報告書

ドクターヘリの効果的な運用と安全管理に関する研究

- ④ドクターヘリ夜間運航に関する研究：1) 文献調査
2. HEMS 夜間飛行のリスクに関する文献調査

研究分担者 猪口 貞樹 東海大学医学部医学科 客員教授

研究要旨

【目的】本研究の目的は、欧米における HEMS 夜間飛行の現状および日中・夜間における HEMS の死亡事故に関する文献調査を行うことである。【対象と方法】2000～2022 年までの HEMS の夜間飛行および HEMS 事故のリスクに関する論文について pub-Med 検索を行った。18 編の論文を整理のうえ、①HEMS 夜間飛行の実施状況、②HEMS 事故および死亡事故のリスクとその経年変化、③HEMS における死亡事故の要因について検討を行った。また米連邦官報 (Federal Register) にて④米連邦航空局の HEMS に関する規則の変更について調査した。

【結果と考察】①HEMS 夜間飛行の実施状況：米国では、約 500 万回の HEMS 患者搬送のうち 38%が夜間飛行であった。欧州において夜間飛行能力のある HEMS の機体は 34.6%で、国によるばらつきが大きく、夜間運航は地域の状況に応じて実施されていた。②HEMS 事故および死亡事故のリスクとその経年変化：1) 米国の 20 年間の集計では、HEMS 夜間飛行の患者飛行 100 万回あたり死亡事故率 (以下 mM) は 27.33 mM で、日中の同死亡事故率 7.55 mM より有意に高かった。搬送患者の航空事故による死亡率は 4.27mM で、救急自動車による搬送患者の事故死亡率 0.44mM より高く、全身麻酔の死亡事故率 8.2mM よりやや高かった。オーストリア、ドイツ、英国の、HEMS 死亡事故率は 4～20mM で、米国と大きな差異はなかった。2) FAA の報告では、HEMS の事故率・死亡事故率は経年的に減少しているが、HEMS 事故の死亡割合は非 HEMS より高く、経年変化はない。3) ドイツにおける年間のミッションあたり事故数・死亡事故数は、1970～1979 年より 2000～2009 年が有意に低く、米国と同様に経年的に低下している。③HEMS における死亡事故の要因：1) 夜間飛行と悪天候の組み合わせは、ヘリコプター事故全般が死亡事故となる大きな要因であった。また米国の 1953 年から 35 年間の分析では、墜落後の火災、悪天候 (JMC)、暗闇 (夜間) が、HEMS 事故が死亡事故となる一貫した危険因子であった。2) HEMS の事故・死亡事故の要因として、視界/暗闇とパイロットの意思決定/判断が、また HEMS 事故が死亡事故となる要因としてセカンドクラスの診断書とセカンドパイロットの不在、が報告されていた。3) ドイツの報告では、死亡事故は着陸時に起きることが多く、死亡は座席位置と関連があり、患者位置での死亡割合 (44.9%) が最も高かった。4) 米国の報告では、HEMS 夜間飛行では、雲が低い状態で、経験が少ないパイロットは有視界飛行のできない気象条件に進入しやすく、これに計器飛行能力の欠如が重なると空間識失調による制御された飛行又は制御不能 (CFIT/LCTRL) による死亡事故が起きやすい。HEMS 夜間運航では、経験の少ないパイロットの支援・教育、計器飛行能力 (の取得・維持などが必要と報告された。④米連邦航空局の HEMS に関する規則の変更：米国での死亡事故増加に対する対策として、2014 年に規則を変更した。最低気象条件の厳格化、飛行計画・飛行前のリスク分析、医療クルーへの安全教育の実施などが必須となり、ヘリコプター対地接近警報装置 (HTAWS)・飛行データ監視システム・電波高度計の設置義務化、パイロットの計器飛行証明義務化と IMC 遭遇時に脱出できることの実証、などが HEMS の必須要件となった。

【結論】1) ドクターヘリの夜間飛行の妥当性は、地域の特性に応じて検討すべきと考えられるが、夜間飛行は日中より死亡事故率が高いことに十分留意する必要がある。2) 夜間飛行では、要請基準を日中より厳密に設定する必要があり、全身麻酔より推定死亡率の低い症例は、夜間搬送には不相当と思われる。3) 夜間搬送を開始する際には、FAA の規制を参考に、夜間照明、暗視装置、対地接近警報装置 (HTAWS)、電波高度計などの装備に加え、パイロットの経験向上への支援、IFR 能力の確立・維持などが必須と考えられる。

A. 研究目的

HEMS夜間運航の可否を検討するうえで、航空事故のリスク評価は極めて重要である。HEMSの航空事故では、患者の生命が脅かされることに加えて、運航クルーおよび医療クルーの生命にも危険が及ぶ。一方、HEMSの航空事故は比較的可成りな事象であり、HEMSの死亡事故に関する研究は限られている。本邦では、現在までHEMSの夜間飛行は行っておらず、死

亡事故は1件も発生していない。

本研究の目的は、欧米におけるHEMS夜間飛行の現状および日中・夜間におけるHEMSの死亡事故に関する文献調査を行うことである。

B. 研究方法

2000～2022年までのpub-Med 検索を行った。HEMSの夜間飛行、航空事故に関する研究は少なく、多

くは後ろ向き観察研究で、大半は米国の国家運輸安全委員会 (NTSB) のデータベースを用いた症例対照研究であった。HEMS航空事故の研究では前向きランダム化比較試験は倫理的に実施困難であり、コホート研究や準実験的研究も行われていなかった。

以上から本研究では、収集した論文のうち、HEMS事故および夜間飛行のリスクに関する研究論文、合計18編について、それぞれ米国の研究および米国以外の研究に分けて内容を整理した。

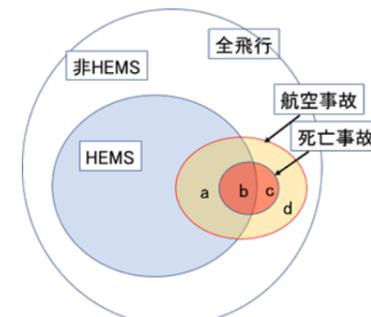
また米連邦官報 (Federal Register) から2014年に行われた米連邦航空局のHEMSに関する規則の変更について調査、整理した。

以上の整理を行った上、次の4点について考察を行った。

- ① HEMS夜間飛行の実施状況
- ② HEMS事故および死亡事故のリスクとその経年変化
- ③ HEMSにおける死亡事故の要因
- ④ 米連邦航空局のHEMSに関する規則の変更

本研究には多くの用語・略語が用いられているため、表1に一覧を記載した。

調査した各研究の対象 (NTSBデータベース等) に登録されているのは航空事故のみであり、それ以外は、飛行時間、飛行日時と搬送患者数と別の集計 (運航業界の集計など) と照合して用いられている (下記の図赤枠内)。本研究で使用されている計算式を記載する。



- HEMSの事故率：(a+b) / HEMS搬送時間 (H) 又は (a+b) / HEMS搬送患者数 (N)
- HEMSの死亡事故率：b/H 又は b/N
- HEMS事故の死亡割合：b / (a+b)
- 死者数/死亡事故は3人程度。

(倫理面への配慮)

本研究で調査した文献には、個人を特定する項目は含まれておらず、倫理的問題を生じる可能性は少ないと考えられたが、情報管理等や人権擁護等には細心の注意を払った。

C. 研究結果

米国のHEMS事故およびHEMS夜間事故に関連する研究に関する各文献の要旨を表2に、米国以外のHEMS事故およびHEMS夜間事故の研究に関する文献を表3に、また米連邦航空局のHEMSに関する規則の変更 (2014年) の要旨を表4に示す。

D. 考察

①HEMS夜間飛行の実施状況

米国では、NTSBデータベースに登録されたHEMS搬送患者数4,911,500名のうち、夜間搬送は1,866,

370名 (38%) であった[1]。また、英国南東部で2年間に5,004件の終日HEMSミッションを実施、3,728人の患者に関与、うち夜間ミッション1,373 (HEMS活動全体の27.4%)、1晩あたり平均患者数1.3人であった[2]。オランダでは、513人のHEMS搬送のうち72人 (14%) が夜間搬送されている[3]。以上から、24時間運航を行った場合の夜間搬送は、米国で全搬送の約40%、欧州ではもう少し低いと思われる。

欧州32か国中HEMSに夜間運航能力があるのは18か国 (56%) [4]。夜間運航能力がある機体は、347機のうち120機 (34.6%) で国によって0～100%までばらついていた。イタリアでは、55の基地病院のうち24 (43.6%) が24時間稼働していた[5]。以上のように、欧州における夜間運航の能力は国によってばらつきが大きく、平均は全機体の35%程度と考えられる。

②HEMS事故および死亡事故のリスクとその経年変化

米国、オーストリア、ドイツ、英国から報告されたHEMSの事故率・死亡事故率は表5の通り。国や報告年によってばらつきが見られた[6] [16]、[7]、[8]、[9]、[1]。症例の多い米国では、夜間の患者飛行あたり死亡事故率 (27.33mM) は日中 (7.55mM) より有意に高い。日中のHEMS死亡事故率は、全身麻酔による死亡事故率と同程度。平均患者死亡率4.27mMは自動車事故率より低く、日中2.95mM、夜間で6.4mMで、夜間でも全身麻酔による死亡率よりやや低い程度。なお、クルーは反復して搭乗するため、年間死亡率はかなり高くなる。

米国のEMSと非EMSの事故件数および10万飛行時間あたり事故数は、いずれも経年的に減少傾向を示しており、10万飛行時間あたりのHEMS事故数 (平均：3.04) は、非HEMS事故数 (平均：6.09) より有意に低い[9]。10万飛行時間あたり死亡事故数も、HEMS・非HEMSともに経年的減少が見られる (図1) が、HEMS事故の死亡割合 (平均：32.65%) は、非HEMS事故の割合 (平均：14.55%) より高く、この割合に経年変化は見られない[1] (図2)。つまり、HEMSの事故率、死亡事故率は非HEMSより低く、経年的に減少しているが、HEMSは事故の際に死亡事故の割合が多いのが特徴であり、この点について経年変化はない[10]。

ドイツにおける1970年～2009年の40年間のHEMS航空事故：HEMSミッション数が経年的に増加し続けているのに対し、年間の航空事故、同死亡事故数に大きな変化はない (図3) [7]。年間のミッションあたり事故数・死亡事故数は、1970～1979年より2000～2009年が有意に低く[11]、米国と同様に、経年的に低下していると考えられる。

③HEMSにおける死亡事故の要因

米国NTDBの研究[12]では、HEMS航空事故が死亡事故となる要因は、墜落後の火災、悪天候 (IMC)、暗闇 (夜間) と報告されている。さらに、最近のデータを追加したベイズ・ロジスティック回帰でも、ほぼ同じ結果が得られており (表6)、これらの要因は35年間一貫してHEMS死亡事故の危険因子であったと考えられる[13]。ドイツのFIAスコア (F: 火災、I: IMC (計器飛行気象条件)、A: 空港から離れた場所) では、スコアが増えると死亡事故の割合が高くなることが報告されている[14]。以上から、暗闇 (夜間) は、悪天候 (IMC) とともに、HEMS事

故が死亡事故となる危険因子と考えられる。

ドイツからは、1970～2009年のHEMS航空事故データ(40年間)を用い、99件の航空事故時のヘリの座席位置と、生じた損傷の重症度を調査している(なし:63、軽症8、重傷:9、死亡:19(19.2%)件)[14]。死亡率は、「患者」の位置(44.9%)、HEMS乗組員の後部座席(25.0%)、パイロット(12.1%)、パイロットの隣(10.1%)、パイロットの後ろ(10.8%)であった(図4)。

同じデータを用いた分析で、事故の多くは着陸時に起きており、人的要因として、障害物衝突(n=43:43.3%)、制御されていない飛行姿勢(n=9:9.9%)、地面/水面衝突(n=7:7.7%)などが多かった(図5)。

米国の研究では、パイロット1名・VFR・HEMSのCFIT/LCTRLによる10万飛行時間あたり死亡事故率(FAR)は、日中より夜間のほうが高く、低DTEパイロットにVFR能力が加わると最も高くなると報告されていた[15]、[9]、[16]。夜間、低DTEパイロットは悪天候による非VMCに遭遇しやすく、この時VFR能力のパイロットはSD陥り、CFIT/LCTRLによる死亡事故を起こしやすいものと思われる。夜間のHEMS運航を実施する場合には、低DTEのパイロットの支援・教育、パイロットと機体のIFR能力の取得・維持などが必須と考えられる。

HEMS事故に非HEMS事故より強く関連し、同時にHEMS死亡事故にも非HEMS死亡事故より強く関連する事故要因(10要因を分析)は、視界/暗闇とパイロットの意思決定/判断。また、HEMS死亡事故に対する関連がHEMS非死亡事故より大きかった条件(6条件を分析)は、セカンドクラスの診断書とセカンドパイロットの不在であった[10]。この研究は、非事故の対照と比較されていないが、HEMS事故要因への対策として、視界/暗闇とパイロットの意思決定、HEMSの死亡事故への対策として、パイロットの健康状態と2名パイロット体制について検討する必要がある。

④米連邦航空局のHEMSに関する規則の変更[17]

米国では1991年～2010年までに発生した62件の救急ヘリコプター事故により125人が死亡した。これらの事故原因に対処するため米連邦航空局(FAA)は規則を変更した。

FAAは、4つの一般的な事故要因を特定した。1)不注意によるIMCへの飛行(IIMC)、2)制御不能(LCTR)、3)地形(山、地面、水、および人工の障害物を含む)への制御された飛行(CFIT)、および4)夜間である。

これらに対処するための、主な規則の改正点は以下の通りである(詳細は表4参照)。

- 救急ヘリコプターは、Part 135の運用規則に基づいて運用する。
- 飛行計画、飛行前のリスク分析、医療関係者向けの安全ブリーフィング、リスク管理と飛行監視を支援するための運用管理センター(OCC)設立を義務付ける。
- 計器飛行規則(IFR)の運用を奨励する。
- 救急ヘリコプターには、ヘリコプター対地接近警報装置(HTAWS)と飛行データ監視システムの両方を装備する。
- 救急ヘリコプターのパイロットは、計器飛行証明を保持すること。
- 飛行計画で指定された代替空港は、高い最

- 低気象条件を備えていること。
- ヘリコプターには電波高度計が装備されていること。
- パイロットは、不注意で計器気象条件(IMC)に進入した場合に安全に脱出できることを実証できなければならない。

E. 結論

1)ドクターヘリの夜間飛行の妥当性は、地域の特性に応じて検討すべきと考えられるが、夜間飛行は日中より死亡事故率が高いことに十分留意する必要がある。

2)夜間飛行では、要請基準を日中より厳密に設定する必要がある。全身麻酔より明らかに推定死亡率の低い症例は、夜間搬送には不適當と思われる。

3)夜間搬送を開始する際には、米国FAAの規制を参考に、夜間照明、暗視装置、対地接近警報装置(HTAWS)などの装備に加え、パイロットの経験向上への支援、機体およびパイロットのIFR能力の確立・維持などを行うことが必須と考えられる。

F. 研究発表

- 論文発表
なし
- 学会発表
なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

- 特許取得
なし
- 実用新案登録
なし
- その他
なし

(引用文献)

- Aherne, B.B., W.S. Chen, and D.G. Newman, *Acute Risk in Helicopter Emergency Medical Service Transport Operations*. Health Science Journal, 2021. **Vol. 15**(No. 1:): p. 788.
- Curtis, L., M. Salmon, and R.M. Lyon, *The Impact of Helicopter Emergency Medical Service Night Operations in South East England*. Air Med J, 2017. **36**(6): p. 307-310.
- Peters, J.H., et al., *Helicopter emergency medical service patient transport safe at night?* Air Med J, 2014. **33**(6): p. 296-8.
- Jones, A., *Evaluation of the provision of helicopter emergency*. Emerg Med J 2018.
- Bellini, C. and M. Gente, *Helicopter Emergency Medical Service in Italy: A 2021 Update*. Air Med J, 2021. **40**(6): p. 419-426.
- Holland, J. and D. Cooksley, *Safety of*

helicopter aeromedical transport in Australia. Medical journal of Australia., 2005.

- Hinkelbein, J., et al., *Injury severity and seating position in accidents with German EMS helicopters*. Accid Anal Prev, 2013. **59**: p. 283-8.
- Chesters, A., P.H. Grieve, and T.J. Hodgetts, *A 26-year comparative review of United Kingdom helicopter emergency medical services crashes and serious incidents*. J Trauma Acute Care Surg, 2014. **76**(4): p. 1055-60.
- Aherne, B.B., et al., *Systems Safety Risk Analysis of Fatal Night Helicopter Emergency Medical Service Accidents*. Aerosp Med Hum Perform, 2019. **90**(4): p. 396-404.
- Greenhaw, R., J. Mehdi, and L.C. Venesco, *Medical Helicopter Accident Review: Causes and Contributing Factors*. Office of Aerospace Medicine, 2021.
- Hinkelbein, J., et al., *Incidents, accidents and fatalities in 40 years of German helicopter emergency medical system operations*. Eur J Anaesthesiol, 2011. **28**(11): p. 766-73.
- Baker, S.P., et al., *EMS helicopter crashes: what influences fatal outcome?* Ann Emerg Med, 2006. **47**(4): p. 351-6.
- Simonson, R.J., J.R. Keebler, and A. Chaparro, *A Bayesian Approach on Investigating Helicopter Emergency Medical Fatal Accidents*. Aerosp Med Hum Perform, 2021. **92**(7): p. 563-569.
- Hinkelbein, J., et al., *Application of the FIA score to German rescue helicopter accidents to predict fatalities in Helicopter Emergency Medical Systems (HEMS) crashes*. J Emerg Med, 2012. **43**(6): p. 1014-9.
- Aherne, B.B., C. Zhang, and D.G. Newman, *Pilot Domain Task Experience in Night Fatal Helicopter Emergency Medical Service Accidents*. Aerosp Med Hum Perform, 2016. **87**(6): p. 550-556.

- Aherne, B.B., et al., *Pilot Decision Making in Weather-Related Night Fatal Helicopter Emergency Medical Service Accidents*. Aerosp Med Hum Perform, 2018. **89**(9): p. 830-836.
- FAA, *Helicopter Air Ambulance, Commercial Helicopter, and Part 91 Helicopter Operations; Final Rule*. Federal Register, 2014. **79**(35).
- Bledsoe, B.E. and M.G. Smith, *Medical helicopter accidents in the United States: a 10-year review*. J Trauma, 2004. **56**(6): p. 1325-8; discussion 1328-9.
- Voogt, A.d., *Helicopter Accidents at Night: Causes and Contributing Factors*. Applied Human Factors, 1(2), 99– 102, 2011.

表 1 本調査対象の論文で用いられている用語・略語の一覧

略語	用語	説明
VFR	Visual Flight Rules 有視界方式による飛行	離陸後に目視で判断する飛行。航空法上は「計器飛行方式 (IFR) 以外の飛行の方式」をいう。
	VFR Capability 有視界飛行能力	計器飛行方式の習熟度を維持していないパイロット、および/または IFR 手順の装備または認定を受けていない航空機を指す。IFR での操縦はできない。
IFR	Instrumental Flight Rules 計器飛行方式による飛行	目視および航空機の計器を用い、常に航空管制官の指示に従って行う飛行、並びに管制圏および管制区の外においては、運航情報官が提供する情報を常時聴取して行う飛行。この方式による飛行では、有視界方式 (VFR) における気象の制限はなくなる。
-	IFR Capability 計器飛行能力	計器飛行証明を取得し、計器パイロットの習熟度を維持し、IFR 手順で動作できる計器を装備した認定ヘリコプターを操縦するパイロットを指す。IFR 能力であれば、IFR または VFR での夜間操縦が可能。
-	計器飛行	航空機の姿勢・高度・位置および進路の測定を計器のみに依存して行う飛行。本邦航空法上の用語。
-	計器航法による飛行	航空機の位置および進路の測定を計器のみに依存して行う飛行。本邦航空法上の用語。
VMC	Visual Meteorological Condition 有視界飛行状態	パイロットが目視に頼って飛行するのに十分な視界が常に確保されるような気象状態。
IMC	Instrumental Meteorological Condition 計器気象状態	パイロットが計器に頼って飛行しなければならない気象状態。IMC においては、航空交通管制 (ATC) が行われている区域を VFR で飛行することはできず、IFR により飛行しなければならない。VMC を IFR で飛行するのは自由。
DTE	Domain Task Experience	当該領域の経験年数。HEMS・DTE は、HEMS パイロットとしての業務経験 (年数)。
CFIT	Controlled Flight In Terrain	耐空証明を受け問題のない航空機が、問題のない操縦士に操縦されている場合に、衝突の可能性に気付かないまま、山や地面、水面、障害物等に衝突する事故。対地接近警報装置 (GPWS) が有効。
LCTRL LOC-I	Loss of Control In-Flight	飛行中の制御の喪失。パイロットの意識喪失、機体の故障、燃料喪失、乱気流など様々な原因で起こる。
TDPS	Temperature Dew Point Spread 露点温度差	観測地点の気温と露点温度 (結露が始まる温度) との差のこと。高度が上がるにつれて気圧が下がり、断熱膨張により気温が低下して露点温度 (雲の底) に達する。TDPS 1°C あたりの高度差は 125m。
HOC	Hazardous Operational Conditions	危険な操縦状態。
HTAWS	Helicopter Terrain Awareness and Warning System ヘリコプター地形認識警報システム	HTAWS は、ヘリの位置、飛行データ、地形および障害物情報などの入力処理し、表示情報、聴覚アラート、視覚アラートを生成する。主に VMC および IMC での巡航段階で、周囲の地形や障害物の状況認識を高め、回転翼航空機の地形への飛行制御 (CFIT) 事故のリスクを軽減する。 (TAWS は航空機用、GPWS、EGPWS は商品名だが概ね同義)

表 2 文献概要: 米国の HEMS 事故および HEMS 夜間事故に関連する研究

文献	対象と方法の概要	結果と考案
[18]	1993 年 1 月 1 日～2002 年の米国家運輸安全委員会 (NTSB) データベースの調査	HEMS が急増した 2000 年以降、HEMS の事故、死亡事故も増加したことが報告された。
[12]	1983 年 1 月 1 日～2005 年 4 月 30 日までの NTSB データベースを用いて、米国における HEMS 死亡事故の状況及び要因調査を行った。	22 年間の HEMS 事故は 182 件、うち 39% は死亡事故で、患者 44 人の 45%、乗組員 513 人のうち 32% が死亡。暗闇 (夜間) 事故での死亡割合 56% に対し日中では 24%、また IMC での死亡割合 77% に対し VMC では 31% で、全死者の 39% は墜落後に火災の起きた事故で発生。多変量ロジスティック回帰での死亡事故に対するオッズ比は、墜落後の火災 (OR16.1; CI5.0～51.5)、悪天候 (IMC) (OR 8.0; 95% CI2.4～26.0)、暗闇 (夜間) (OR 3.2; 95% CI 1.3～7.9)。衝突耐性の向上と危険な状況での飛行を減らす対策が必要と報告。
[19]	1982 年～2006 年の NTSB データベースを用いて 4,755 件のヘリコプター事故 (非 HEMS 含む) の昼間と夜間の特徴を比較した。	夜間は日中より死亡事故が有意に多く、天候関連の原因が大幅に増加する。夜間と悪天候が組み合わさると、特に事故が致死的となる。
[15]	1995 年～2013 年の NTBD から、CFIT/LCTRL (うち 28 例は SD による) と特定された、パイロット 1 名・夜間の HEMS 死亡事故 32 件について、死亡事故と HEMS パイロットの経験 (DTE) との関連を調査。	21/32 例 (66%) は非 VMC で発生した事故であった。DTE4 年未満のパイロットは夜間の HRMS 死亡事故が多く、DTE10 年以上では少なかった。HEMS DTE の限られているパイロットは、夜間の危険な状況の評価が不十分な可能性が高く、夜間 VFR で高いリスクに晒される。
[16]	上記と同じパイロット 1 名・夜間・VFR の CFIT/LCTRL による HEMS 死亡事故 32 件について、TDPS との関連を分析。	TDPS 0～4°C の飛行は 27/32 件、うち 20 件 (74%) は悪天候 (非 VMC) と関連していた。TDPS 0～4°C の飛行は TDPS 5°C 以上の飛行より、また DTE6 年未満のパイロットは DTE 6 年以上のパイロットより、それぞれ死亡事故のオッズが有意に高かった。
[9]	上記と同じ 32 例と 1995 年～2013 年の全 HEMS 事故・飛行時間統計を用い、日中と夜間の 10 万飛行時間あたり事故率、同死亡事故率 (FAR) を算出、さらにシステム安全アプローチ (STAMP 法など) を用いて死亡事故の要因分析を行った。	期間内の全 HEMS 死亡事故は 66 件で、日中 32 件、夜間 46 件。10 万飛行時間あたり死亡事故率 (FAR) は、全体 1.28、夜間 2.35 日中 0.64 で夜間が有意に高く、夜間 CFIT/LCTRL の 32 例も 1.29 で日中より高かった。要因分析では、TDPS 0～4°C で低 DTE パイロットは非 VMC に遭遇しやすく、また VFR 能力では SD により CFIT/LCTRL 事故を起こしやすい。このため、低 DTE パイロットに VFR 能力が重なる、悪天候の夜間 HEMS 死亡事故の可能性が最も高くなるものと考えられた。対策として、低 DTE パイロットへの介入と IFR 能力の維持・向上が重要と報告している。
[1]	1995 年～2015 年の NTSB データベースに登録された HEMS 死亡事故 74 件を対象に、昼・夜などで層別化のうえ、業者の搬送患者数を用いて患者飛行 100 万回あたりの死亡事故率および患者死亡率 (マイクロモルト:mM と表記) を計算、他の原因での 100 万回あたりの死亡事故率と比較検討した。	HEMS 飛行患者 4,911,500 名のうち夜間飛行 1,866,370 名 (38%)、HEMS の飛行患者あたり死亡事故率は 15.07mM (日中 7.55、夜間 27.33)、HEMS 事故による飛行患者あたりの患者死亡率は 4.27mM (日中 2.95、夜間 6.4) であった。スキューバ・ダイビング 1.84mM、パラシュート (ジャンプ) 7.96mM、地上救急車搬送 0.44 mM、全身麻酔 8.2mM であったことから、日中の HEMS 飛行患者あたりの死亡事故率 7.55mM は、パラシュート降下の 7.9mM と同等、全身麻酔の 8.2mM よりやや低い。夜間の HEMS 飛行患者あたり死亡事故率 27.33mM は日中の 3.6 倍、スキューバ・ダイビングの約 10 倍である。なお、患者死亡率は、死亡事故率より低く、半分以下である。

[10]	米連邦航空局(FAA)は、HEMSの事故状況について、2021年に最終報告を行った。1999年～2018年のNTSBデータベースの事故記録を用い、HEMS事故と非HEMS事故およびHEMSの致命的事故と非致命的事故の要因分析を行った。	結果:①HEMSと非HEMSの事故件数は、いずれも20年間にわたり経年的に有意な減少傾向を示した。②HEMSの死亡事故件数に経年的減少傾向は見られなかった。③HEMS事故の死亡割合(平均:32.65%)は、非HEMS事故の死亡割合(平均:14.55%)より有意に高く、この割合に、有意な経年的変化はみられなかった。④10万飛行時間あたり事故数には、HEMS・非HEMSともに有意な経年的減少傾向がみられた。⑤10万飛行時間あたり死亡事故数には、HEMS・非HEMSともに有意な経年的減少がみられた。⑥10万飛行時間あたりのHEMS事故数(平均:3.04)は、非HEMS事故数(平均:6.09)より有意に低かった。⑦非HEMS死亡事故よりHEMS死亡事故に有意に関連していたのは、1)パイロットの注意/向きの問題、2)パイロットの意思決定/判断、3)可視性/暗闇。⑧非HEMS事故よりHEMS事故に対するORが有意に大きかったのは、1)パイロットの無能力化、2)パイロットの経験、3)可視性/暗闇、4)組織のコンプライアンス、5)予定外の操縦、6)エンジン/航空機、7)パイロットの意思決定/判断。⑨HEMS非死亡事故よりHEMS死亡事故に対するORが有意に大きかったのは、1)セカンドクラスの診断書、2)セカンドパイロットの不在。
[13]	1983年1月1日～2005年4月30日の分析結果[2]を事前分布とし、2005年4月31日～2018年4月26日までのNTSB航空事故データベースから抽出されたデータを用いてベイズ・ロジスティック回帰を行い、死亡事故に対するパラメータと信用区間を推定した。	分析の結果、夜間飛行(OR 3.06; 95 C.I 2.14、4.48; PoD 100)、計器気象状態(OR 7.54; 95 C.I 3.94、14.44; PoD 100)、衝突後の火災(OR 18.73; 95 C.I 10.07、34.12; PoD 100)、が死亡に大きく影響しており、以前の結果と大きな変化は見られなかった。

表3 文献概要:米国以外のHEMS事故およびHEMS夜間事故に関する研究

文献	対象と方法の概要	結果と考案の概要
[6]: オーストラリア	1992年～2002年までのオーストラリアにおけるHEMS飛行時間と事故を調査。	HEMSの事故率は、10万飛行時間あたり4.38。50,164回のミッションごとに、事故により1人の患者が死亡、全体では16,721ミッションごとに1件の事故が発生した。
[11] ドイツ	ドイツ連邦航空事故調査局が1970年～2009年までの40年間に発行した航空事故報告書におけるHEMS事故を分析した。	1,698,000件のHEMSミッション(1970年vs2009年=61vs98,471)が、平均50±27(1vs81)機のヘリコプターによって行われ、合計99件の事故が起き、19件死亡事故(死者数は不明)。99件中11件(11.1%)が夜間運航中の事故であった。10,000ミッションあたりの事故率は0.57(0～11.4)、死亡事故率は0.11(0～0.5)で、米国の報告より低く、また経年的に減少傾向が見られた。事故の43.4%は、着陸、離陸、またはホバリング中の障害物との衝突によるものであった。
[7] ドイツ	上記と同じ1970年～2009年のHEMS航空事故データ(40年間)およびその他のデータを用い、99件の事故について事故時のヘリの座席位置と、生じた損傷の重症度を分類した。	期間中、HEMSミッション数は経年的に増加したが、事故数はほぼ横ばいであった。負傷なし:63、軽症:8、重傷:9、死亡:19(19.2%)。また、場所別の死亡率は、「患者」の位置(44.9%)、HEMS後部座席の乗組員(25.0%)、パイロット席(12.1%)、パイロットの隣(10.1%)、パイロットの後ろ(10.8%)であった。
[14] ドイツ	FIAスコアはドイツで航空事故の致死率評価に一般的に用いられているスコアで、(F:火災、I:IMC(計器飛行天候条件)、A:空港から離れた場所)各1点を合算する。本研究では上記99件のHEMS事故[11]に、FIAスコアを後ろ向きに適用し、スコアごとの事故の致死率(CFR)を計算した。	FIAスコア(FIA0、FIA1、FIA2、FIA3)のCFRは、それぞれ0.0%、8.1%、53.3%、100.0%で、HEMS事故の致死率予測に有用であった。
[8] 英国	1987年1月1日～2013年8月23日までの英国でのHEMS23,000ミッションの事故の分析。	事故および重大インシデント13件、死亡事故1件。欧米との比較は、10,000ミッションあたりの死亡事故では、オーストラリア0.20、ドイツ0.11、米国0.23、英国0.04と英国は少なかった。
[3] オランダ	2007年1月～2013年12月までに、513人の患者がHEMSで搬送された。	うち72人(14%)が夜間搬送された。
[2] 英国	2013年10月1日～2015年10月1日までに、英国南東部でチャリティー航空救急車サービスが参加した終夜HEMSミッションの分析。	2年間に5,004件のHEMSミッションを実施、3,728人の患者に関与し、うち夜間ミッション1,373(HEMS活動全体の27.4%)。1晩あたり平均1.3人の患者が治療された。夜間HEMSにより輸送時間が有意に短縮された。インシデントが3件あったが、問題は生じなかった。
[4] 英国	インターネット調査により欧州各国のHEMSに関するデータを収集(2016年9月～2017年7月)。	アルペン諸州は日中の、スカンジナビアは夜間の欧州32か国中HEMSの夜間運航能力があるのは18か国(56%)。能力が判明している347機のうち夜間運航能力のある機体は120機(34.6%)で、国によってばらつきが大きかった(0～100%)。
[5] イタリア	イタリアのHEMSに関する2021年の概要報告。	夜間飛行は1991年開始、現在55の基地病院のうち24(43.6%)が24時間稼働、季節により一定期間だけ夜間稼働する地域もある。従来は適切な照明を備え認証を取得した領域でのみ夜間飛行できたが、近年は規制が緩和され、暗視ゴーグル、投光装置の設置、陸上照明などを用い、調査対象領域外でも活動できる。

表 4 米連邦航空局の HEMS に関する規則の変更(2014 年)[17]

Affected Entities	この規則によって確立された要件
Part 91 -All Helicopter Operators.	Part 91 ヘリコプター運用のための § 91.155 クラス G 空域の 最低気象条件 を改訂する。この規則により、パイロットは一定の視界を維持する必要がある。計器気象条件(IMC)に突然遭遇する可能性を低下、操縦者の安全マージンを大きくする。
Part 135 -All Rotorcraft Operators.	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各回転翼航空機に電波高度計を装備する必要がある (§ 135.160)。電波高度計は、ホバリング中、改善されていない着陸ゾーンでの着陸、およびより垂直なアプローチが必要な限られたエリアでの着陸中のパイロットの地上高に対する認識を大幅に向上させることができる。さらに、電波高度計は、不注意による計器気象条件への飛行(IIMC)、夜間操縦、フラットライト、ホワイトアウトおよびブラウンアウトへの不注意な飛行中の状況認識を高めるのに役立つ。 ・ § 135.168 の水上で運用される回転翼航空機の機器要件を追加。水上で行われるヘリコプターの運航には、水上で事故が発生した場合に乗客と乗組員を支援するための追加の安全装置を搭載すること。 ・ § 135.221 の回転翼航空機の代替空港気象最低値を改訂。このルールにより、ヘリコプターの飛行中にその地域の気象条件が悪化した場合に、代替空港に着陸できる可能性が高くなる。 ・ § 135.293 を改訂して、フラットライト(低コントラスト)、ホワイトアウト(雪)、およびブラウンアウト(砂塵)における回転翼航空機の操縦テストと、IIMC からの回復能力を実証すること。この規則は、パイロットが IIMC やその他の危険から逃れて対処する可能性を高めることで、安全性を向上させる。
Part 135 -Helicopter Air Ambulance Operators.	<ul style="list-style-type: none"> ・ 医療関係者を乗せた救急ヘリコプターは、Part 135 (§ § 135.1, 135.601) に基づく飛行を義務付ける。Part 91 規則ではなく、より厳格な Part 135 規則に準拠することで、医療関係者や搭乗している患者の福祉を含め、救急ヘリコプターの飛行の安全性が向上する。 ・ 10 台以上の救急ヘリコプターを持つ場合、運用管理センター (OCC) を設立するための証明書保持者 (§ 135.619)、および運用管理スペシャリストの薬物およびアルコール検査が必須 (§ § 120.105 および 120.215)。OCC 担当者は、パイロットと連絡を取り、気象情報を提供し、飛行を監視し、飛行前のリスク評価を支援して、複雑な操作に対する追加の安全対策を提供する。運航管理スペシャリストは、航空機のディスパッチャーと同様に安全に配慮した機能を実行するため、薬物やアルコールの使用に関する制限を受ける。 ・ 救急ヘリコプターに HTAWS(ヘリコプター対地接近警報装置) を装備すること (§ 135.605)。HTAWS は、救急ヘリコプターのパイロットが周囲の地形や障害物に対する状況認識を維持するのを支援し、事故の防止に役立つ。 ・ 救急ヘリコプターに 飛行データ監視システムを装備することを要求する (§ 135.607)。これにより、操作上の安全性が促進され、事故が発生した場合に重要な情報が調査員に提供される。 ・ 各救急ヘリコプターの運用者は、その運用マニュアルに、FAA 承認の飛行前リスク分析 (§ 135.617)を確立し、文書化すること。飛行前リスク分析は、リスクを評価および軽減し、出発前に飛行の安全性に関する決定を下す手段を証明書所有者に提供する。 ・ パイロットは、計画されたルートに沿って最も高い障害物を特定し、文書化する必要がある (§ 135.615)。このルールは、パイロットがルート上の地形や障害物に注意することで、障害物の衝突を防ぐ。 ・ 救急ヘリコプターの医療要員の安全ブリーフィングまたは訓練が必須である (§ 135.621)。医療要員は、航空機や緊急時の手順に精通していることで、不注意に任務にリスクをもたらす可能性が低くなる。 ・ 救急ヘリコプター運用のための有視界飛行規則 (VFR) の最低気象条件を確立する (§ 135.609)。制御されていない空域での救急ヘリコプターの運用に対するより厳しい VFR 最低気象条件は、これらの運用が限界気象条件で行われないことを保証する効果がある。

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 気象報告なしで空港での計器飛行規則 (IFR)操縦を許可する (§ 135.611)。この規則は、救急ヘリコプター操縦者による IFR 運用を容易にし、積極的に管理された環境でより多くの航空機が運用されるようにして安全性を高めることを目的としている。 ・ ヘリポートまたは着陸エリアへの進入および出発時に IFR と VFR の間を移行するための手順を確立する (§ 135.613)。このルールは、パイロットが IFR 構造内を飛行することで、より多くの目的地にアクセスできるようにすることと、それに関連する安全上の利点によって利益をもたらす。 ・ パイロットが計器飛行証明を保持すること (§ 135.603)。計器を使って操縦するスキルを持つことは、救急ヘリコプターのパイロットが IMC への不注意な侵入などの危険な状況からの脱出を助ける。
--	---

表 5 HEMS の事故率・死亡事故率のまとめ(各参考文献番号は括弧内に記載)

国(出展)	HRMS 事故の範囲	回/100,000 飛行時間		回/100 万患者飛行		
		事故率	死亡事故率	事故率	死亡事故率 (mM)	患者死亡率 (mM)
オーストリア[6]	全事故	4.38		60	20	
ドイツ[11]	全事故			57	11	
英国[8]	全事故				4	
米国[9]	全事故		1.28			
	日中		0.64			
	夜間		2.35			
米国[1]	全事故				15.07	4.27
	日中				7.55	2.95
	夜間				27.33	6.40
(参考)100 万回あたり[1]						1.84
スキューバ・ダイビング						7.96
パラシュート						0.44
地上救急車						8.20
全身麻酔						

表 6 HEMS 事故における死亡に対する要因のベイズ・ロジスティック回帰[13]

	ODDS RATIO	POSTERIOR (LOGIT; 95% C.I.)	LIKELIHOOD (LOGIT; 95% C.I.)	PRIOR (LOGIT, SE)	EFF. SAMPLE SIZE	PoD	R^2
Intercept		-2.15; -2.78, -1.58	2.13; -3.25, -1.24	Cauchy (0,10)	4,691	100	1
Night Flight	3.06	1.12; 0.76, 1.50	0.99; -0.15, 2.24	Normal (1.16, 0.211)	4,192	100	1
Fire	18.73	2.93; 2.31, 3.53	3.39; 2.08, 5.02	Normal (2.77, 0.355)	4,785	100	1
IFR Weather	7.54	2.03; 0.137, 2.67	1.86; 0.35, 3.57	Normal (2.079, 0.377)	5,037	100	1

図 1 HEMS および非 HEMS の 10 万飛行時間あたり死亡事故数(1999 年から 2017 年、線形回帰)[1]

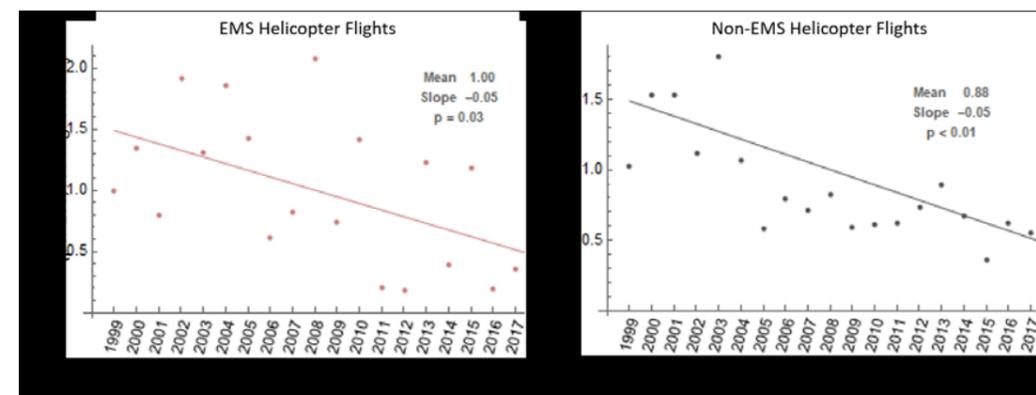


図 2 EMS および非 EMS ヘリコプター事故の死亡事故割合(1999 年から 2018 年、線形回帰)

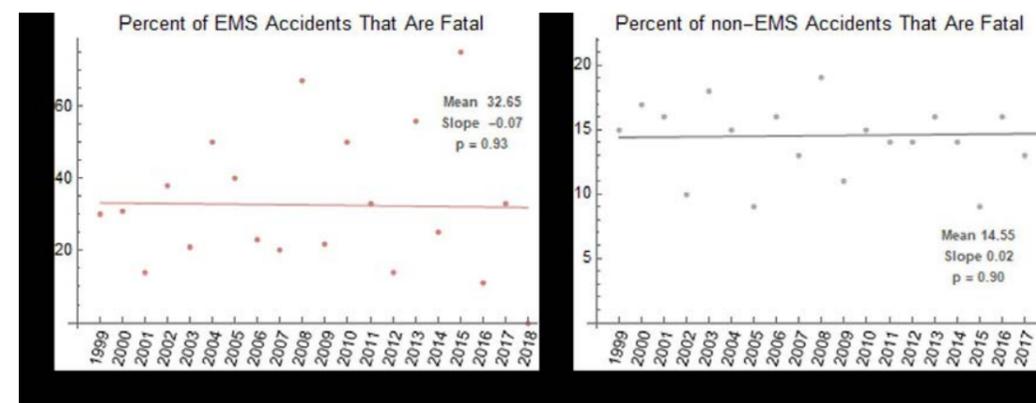


図 3 ドイツにおける HEMS ミッション数(黒線)と事故数(バー)の経年変化。1970 年から 2009 年の間に、合計 1,702,019 回の HEMS ミッションが実施された。[7]

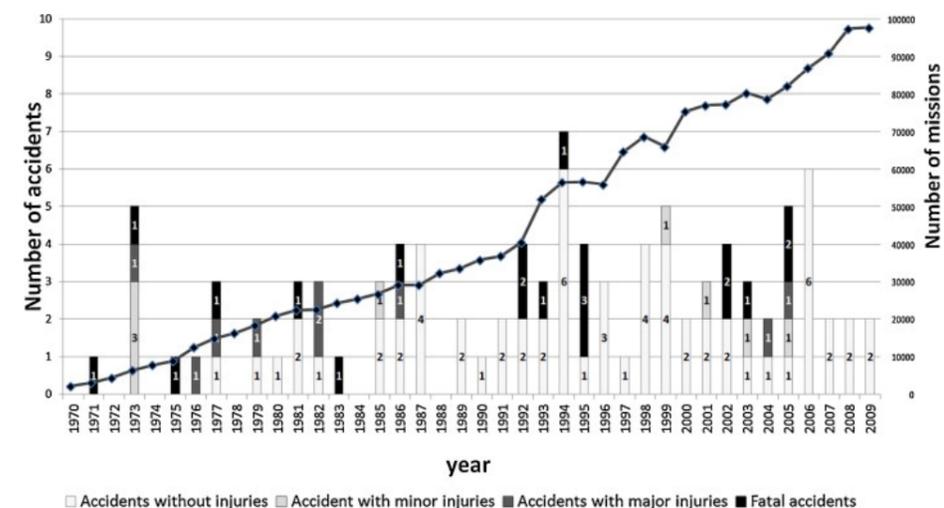


図 4 座席位置と HEMS 事故の死傷率
黒：死亡、赤：重傷、オレンジ：軽傷、緑：なし

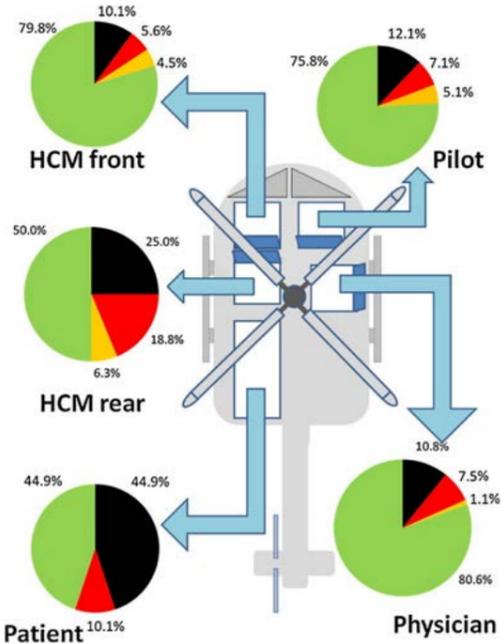
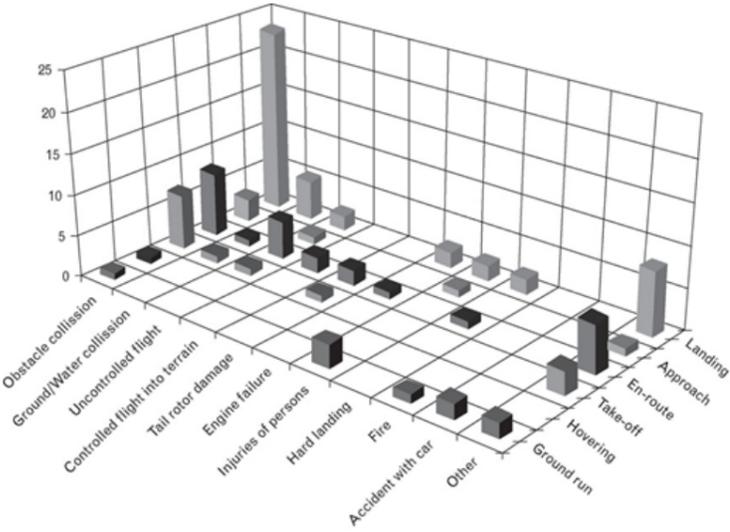


図 5 事故の起きた飛行の段階と原因[7]



Number of accidents depending on the phase of flight. Most accidents (n=23) occurred during landing and were caused by obstacle collision.

研究要旨

【目的】ドクターヘリの夜間運航を行った場合に想定される需要の空間分布を、救急自動車による搬送実績から推計する。さらに、都道府県別に夜間需要が最も多くなると推定されるランデブーポイントを明らかにする。【方法】消防庁から提供された 2019 年度の全国の救急搬送人員データから、東京消防庁を除く約 524 万 6 千件の搬送事例を対象として、(a)搬送理由、(b)出動時刻、(c)移動時間を抽出条件としてドクターヘリの夜間需要を推定する。そして、救急医療機関と消防署の位置データを利用して、救急自動車による搬送が適した地上搬送地域と、ドクターヘリによる搬送が適した地上搬送外地域に全国を分割し、ドクターヘリの夜間需要の空間分布を可視化する。さらに、ドクターヘリの夜間運航において、有視界飛行を行うことを想定し、夜間でも明るい都市部（人口集中地区）を夜間飛行可能領域と定義し、その領域にあるランデブーポイントに対して夜間需要を割り当てる。【結果】全国で年間に約 2.5 万件の夜間需要があると推定された。地上搬送外地域の人口を集計した結果、全国で 23,278 千人で、人口千人あたりの夜間需要は 1.09 件であった。ランデブーポイントから 5km の範囲で圏域人口を求めると、最も多かったのは福岡県にあるランデブーポイントで、年間 132 件の夜間需要が見込まれた。一方、最も少なかったのは青森県で年間 3 件程度の夜間需要が見込まれた。【考察】都道府県別に夜間需要が最多となるランデブーポイントを比較すると、年間で 3 件～132 件と、幅が広いことがわかる。圏域を 10km, 15km と拡大するにつれて、推定された搬送件数は増加し、15km とした場合に最も多くなったのは新潟県のランデブーポイントで年間に 361 件の夜間需要が見込まれた。【結論】ランデブーポイント当たりの夜間需要に都道府県格差が大きく、また最大カバー地域が県境を跨ぐことも多いため、都道府県単位で夜間の離着陸可能なランデブーポイントを整備するのではなく、全国を俯瞰して整備するランデブーポイントを決めることが重要であることが示唆された。

A. 研究目的

本研究の目的は、ドクターヘリの夜間運航を行った場合に想定される需要の空間分布を推計することである。

現在我が国では、ドクターヘリの夜間運航は実施されていないため、日中の時間帯であればドクターヘリが要請されるような救急搬送事案であっても、救急自動車による地上搬送が行われている。ドクターヘリの夜間運航を実現するには、技術的な課題の解決や法制度の整備などが必要であるが、本研究では現状で想定されるドクターヘリの夜間需要を救急自動車による搬送実績から推計する。

実際に夜間運航を行うには、既存のランデブーポイントに対して照明設備を整備するなどの対応が必要となることから、都道府県別に夜間需要が最も多くなると推定されるランデブーポイントを明らかにする。

B. 研究方法

(夜間需要の推定)

消防庁から提供された2019年度の全国の救急搬送人員データから、東京消防庁を除く約524万6千件の搬送事例を対象として、(i)搬送理由、(ii)出動時刻、(iii)移動時間を抽出条件としてドクターヘリの夜間需要を推定する。東京消防庁を除外した理由

は、提供されたデータ形式が他地域のデータ形式と異なり統合的に扱うことが困難であったためである。

まず、搬送理由の抽出条件として、ドクターヘリによる搬送事例で多く見られる症例である脳疾患、心疾患、外傷に限定する。具体的には、

【脳疾患系・心疾患系】

- a1. 「事故種別」が「急病 (010)」
- a2. 「傷病名：急病」が以下のいずれか
 - 循環器系脳疾患 (01)
 - 循環器系脳疾患・くも膜下出血 (0101)
 - 循環器系脳疾患・脳内出血 (0102)
 - 循環器系脳疾患・脳梗塞 (0103)
 - 循環器系心疾患 (02)
 - 循環器系心疾患・(虚血性心疾患) 心筋梗塞 (0205)
 - 循環器系心疾患・動脈、細動脈及び毛細血管の疾患 (0209)

【外傷系】

- b1. 事故種別が以下のいずれか
 - 火災 (001)
 - 水難事故 (003)

- 交通事故 (004)
- 労働災害 (005)
- 運動競技 (006)
- 一般負傷 (007)
- 加害 (008)
- 自損行為 (009)

という条件を満たす搬送事例に限定する。さらに、両者に共通の条件として、

【共通】

c1. 初診医による重症度評価が以下のいずれか

- 死亡 (001)
- 重篤 (002)
- 重症 (003)

を加える。

次に、**出勤時刻**の抽出条件として、「指令時刻（不明な場合は入電時刻）が0時00分から7時59分、もしくは18時00分から23時59分」とする。

最後に、**移動時間**の抽出条件であるが、現場到着時刻と指令時刻（不明な場合は入電時刻）の差を**現着時間**、病院到着時刻と現場出発時刻の差を**搬送時間**とし、(i)現着時間が20分以上、(ii)搬送時間が20分以上、(iii)現着時間が10分以上かつ搬送時間が10分以上、のいずれかに該当する搬送を抽出する。

そして、前述の脳疾患系・心疾患系の抽出条件(a1, a2)と共通条件(c1)を満たし、出勤時刻と発生場所の条件も満たす事例を**脳疾患系・心疾患系のドクターヘリ搬送適格事例**とする。同様に、外傷系の抽出条件(b1)と共通条件(c1)を満たし、出勤時刻と発生場所の条件も満たす事例を**外傷系のドクターヘリ搬送適格事例**とする。さらに両者を合わせた搬送事例を単に**ドクターヘリ搬送適格事例**（以下、DH適格事例）とする。524万6千件の搬送事例に対して、DH適格事例は25,348件(0.48%)であった。

(夜間需要の空間分布)

救急搬送人員データには、出勤地点や現場、搬送先病院などの具体的な位置や移動距離が含まれていない。そこで、移動時間を移動距離に換算し、前述の移動に要した時間の抽出条件に相当する地域を**地上搬送外地域**とし、それ以外の地域を**地上搬送地域**とする。地上搬送地域を以下のいずれかの条件を満たす地域と仮定する。

【地上搬送地域】

- 救急医療機関から5km以内かつ消防署から10km以内
- 救急医療機関から10km以内かつ消防署から5km以内

救急医療機関は3次救急病院と年間搬送件数が2500件以上の2次救急病院とし、消防署は全国の消防本部、本署、分署とした。

(夜間飛行可能領域)

全国的に見れば、現状では離着陸場所や運航管理

方式を含めて、夜間飛行の環境が整備されていないが、大都市圏などの一部地域では、夜間であっても地上が明るいためパイロットが地形を把握することが可能であり、地上整備が整えば有視界飛行が可能であると考えられる。そこで、夜間でも地上が明るいと考えられる都市部(平成27年国勢調査に基づき総務省が定めた人口集中地区)を**夜間飛行可能領域**とする。具体的には、人口集中地区の5km圏域を併合し、その領域内に含まれるドクターヘリ基地病院から到達可能な領域を夜間飛行可能領域と設定した。これは、基地病院から地上の明かりを辿って飛行することを意味している。

さらに、夜間飛行可能領域に存在しているランデブーポイントを夜間に離発着できるように整備する候補地点と仮定する。各ランデブーポイントの圏域人口(5km圏域, 10km圏域, 15km圏域)を集計し、都道府県別に最大の人口をカバーするランデブーポイントを求める。

(倫理面への配慮)

救急搬送人員データには、個人を特定する項目は含まれておらず、倫理的問題を生じる可能性は少ないと考えられたが、情報管理等や人権擁護等には細心の注意を払った。

C. 研究結果

(都道府県別夜間早朝ドクターヘリ搬送適格事例)
東京都を除く、全国の都道府県別夜間早朝ドクターヘリ搬送適格事例件数及び日中(8時00分から17時59分)の同事例件数を表1に示す。全国の夜間早朝ドクターヘリ搬送適格事例件数は25,341件であった。内訳は、脳疾患系・心疾患系のドクターヘリ搬送適格事例が15,659件、外傷系のドクターヘリ搬送適格事例が9,682件であった。日中と比較対照すると、脳疾患系・心疾患系のドクターヘリ搬送適格事例が16,196件、外傷系のドクターヘリ搬送適格事例が17,210件であるので、脳疾患系・心疾患系は概ね件数は変わらないのに対し、外傷系は大きく減っている。これは、人々の活動量が夜間早朝では日中と比べて減少することに起因していると考えられる。

都道府県別に多い順に並べると、北海道(1,359件)、千葉県(1,349件)、埼玉県(1,290件)、新潟県(1,210件)、兵庫県(937件)であった。全般的には、東日本で多いという結果であった(図1)。

都道府県に配備済みのドクターヘリ1機あたりに換算した結果を図2に示す。北海道には4機、千葉県には2機が配備されているので、1機あたりでみると最も多いのは埼玉県となった。

1 国勢調査基本単位区及び基本単位区内に複数の調査区がある場合は調査区(以下「基本単位区等」という)を基礎単位として、1)原則として人口密度が1平方キロメートル当たり4,000人以上の基本単位区等が市区町村の境界内で互いに隣接して、2)それらの隣接した地域の人口が国勢調査時に5,000人以上を有する地域。

表1. 都道府県別ドクターヘリ搬送適格事例件数

	日中(8時~18時)				夜間早朝(0時~8時, 18時~24時)			
	疾患系 件数	外傷系 件数	DH 適格 件数	人口千人比 DH 適格 件数	疾患系 件数	外傷系 件数	DH 適格 件数	人口千人比 DH 適格 件数
1 北海道	916	1,053	1,969	0.377	912	447	1,359	0.260
2 青森県	296	279	575	0.464	310	146	456	0.368
3 岩手県	456	395	851	0.703	429	175	604	0.499
4 宮城県	468	432	900	0.391	457	217	674	0.293
5 秋田県	364	353	717	0.747	309	185	494	0.515
6 山形県	313	337	650	0.608	332	203	535	0.501
7 福島県	575	589	1,164	0.635	555	313	868	0.473
8 茨城県	566	451	1,017	0.355	578	302	880	0.307
9 栃木県	299	310	609	0.315	303	177	480	0.248
10 群馬県	406	382	788	0.406	374	195	569	0.293
11 埼玉県	860	769	1,629	0.222	781	509	1,290	0.176
12 千葉県	892	678	1,570	0.250	912	437	1,349	0.215
13 東京都	-	-	-	-	-	-	-	-
14 神奈川県	657	426	1,083	0.117	570	348	918	0.099
15 新潟県	775	750	1,525	0.692	780	430	1,210	0.549
16 富山県	101	115	216	0.209	104	72	176	0.170
17 石川県	199	270	469	0.414	224	143	367	0.324
18 福井県	98	143	241	0.314	101	81	182	0.237
19 山梨県	103	242	345	0.426	106	117	223	0.275
20 長野県	409	464	873	0.426	347	256	603	0.294
21 岐阜県	344	367	711	0.359	260	151	411	0.208
22 静岡県	371	394	765	0.210	369	210	579	0.159
23 愛知県	423	293	716	0.095	409	184	593	0.079
24 三重県	439	461	900	0.508	453	259	712	0.402
25 滋賀県	114	99	213	0.151	112	60	172	0.122
26 京都府	171	220	391	0.152	156	106	262	0.102
27 大阪府	162	220	382	0.043	138	130	268	0.030
28 兵庫県	462	540	1,002	0.183	511	426	937	0.171
29 奈良県	100	177	277	0.209	91	98	189	0.143
30 和歌山県	187	232	419	0.455	203	135	338	0.367
31 鳥取県	96	116	212	0.383	130	74	204	0.368
32 島根県	199	129	328	0.488	233	59	292	0.435
33 岡山県	519	632	1,151	0.609	541	365	906	0.479
34 広島県	428	570	998	0.356	393	346	739	0.264
35 山口県	168	197	365	0.272	147	114	261	0.194
36 徳島県	192	178	370	0.520	221	89	310	0.436
37 香川県	163	208	371	0.391	144	118	262	0.276
38 愛媛県	316	374	690	0.517	274	217	491	0.368
39 高知県	302	351	653	0.944	310	198	508	0.734
40 福岡県	305	339	644	0.125	278	212	490	0.095
41 佐賀県	152	209	361	0.488	162	112	274	0.370
42 長崎県	316	390	706	0.538	248	229	477	0.363
43 熊本県	333	440	773	0.444	308	238	546	0.314
44 大分県	246	461	707	0.629	216	211	427	0.380
45 宮崎県	314	377	691	0.652	315	206	521	0.491
46 鹿児島県	438	569	1,007	0.634	391	221	612	0.385
47 沖縄県	183	229	412	0.284	162	161	323	0.223
全国計	16,196	17,210	33,406	0.298	15,659	9,682	25,341	0.226

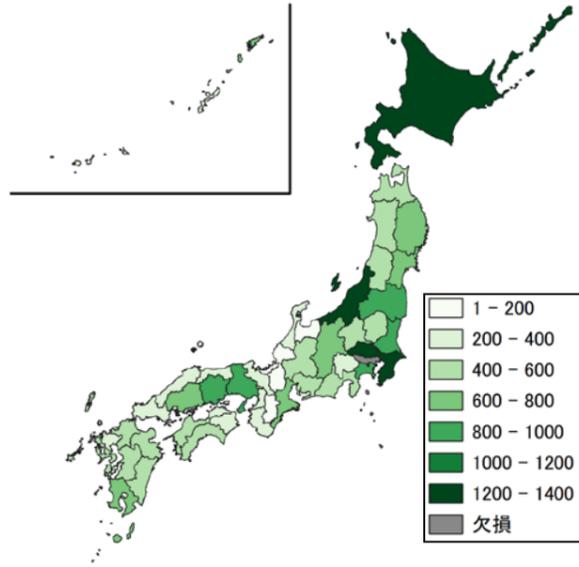


図1. 都道府県単位の夜間早朝ドクターヘリ適格事例件数

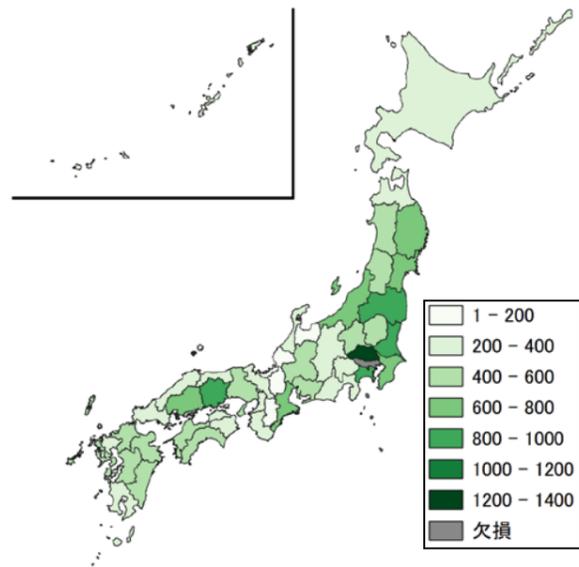


図2. 都道府県単位の配備1機あたりの夜間早朝ドクターヘリ適格事例件数

(夜間需要の空間分布)

2020年に実施された国勢調査結果の500mメッシュ(1/2地域メッシュ)単位の人口分布に対し、地上搬送地域(図3)を除外して、地上搬送外地域の人口分布とする。地上搬送外地域の人口を集計した結果、全国で23,278千人(メッシュ数は30.7万)であることが明らかになった(図4)。先程推計した夜間早朝のドクターヘリ適格事例は25,341件であったので、人口千人あたりの夜間早朝ドクターヘリ適格事例は年間1.09件/千人である。

(夜間飛行可能領域内のランデブーポイント)

JSAS-Rに登録されている全国のランデブーポイントに対し、夜間飛行可能領域に含まれているか判定する。夜間飛行可能領域に含まれているランデブーポイントを図5に示す。図5において、緑色の◇で示されているのが、該当するランデブーポイントである。各都道府県の県庁所在地など都市部に多く存在している。

(ランデブーポイントの圏域人口)

図4に示した地上搬送外地域の人口分布に対して、図5に示した夜間飛行可能領域内に存在するランデブーポイントを重ね合わせる。そして、各ランデブーポイントから半径10km以内の領域に含まれる地上搬送外地域の人口(10km圏域人口)を集計する。結果を地方別に図6から図15に示す。各図において、都道府県別に10km圏域人口が最大となったランデブーポイントを示している。なお、東京都および福井県には該当するランデブーポイントが存在していないため除外している。また、県境付近に存在するランデブーポイントが選ばれている場合、当該県内からの飛行ではなく、隣接県からの飛行となっている場合があることに注意が必要である。例えば、図8の福島県の例では、福島県の基地病院である福島県立医科大学附属病院からは到達できず、宮城県の仙台医療センター・東北病院からの出動が想定されている。同様に、図13の熊本県の例では、熊本県内で最大となるランデブーポイントに到達できるのは、福岡県の久留米大学病院からの出動となっている。

各ランデブーポイントの圏域を半径5km, 10km, 15kmとして、全国の結果をまとめたものを図16から図18に示す。圏域を半径5km以内とした場合(図16)、都道府県別にみて最大となったのは福岡県で圏域人口は121,455人であった。これは夜間早朝ドクターヘリ適格事例件数に換算すると年間で132件に相当する。続いて、北海道(117,046人, 128件)、福島県(107,230人, 117件)、新潟県(101,773人, 111件)、広島県(93,907人, 102件)となっている。一方、最小となったのは青森県で、2,850人で年間3件程度の搬送に止まる。

ランデブーポイントの圏域を半径10kmとした場合(図17)、圏域人口が最大となったのは、熊本県で219,302人であり、夜間早朝ドクターヘリ適格事例件数に換算すると年間で239件に相当する。続いて、新潟県(209,532人, 228件)、北海道(202,975人, 221件)、福岡県(190,587人, 208件)、兵庫県(179,228人, 195件)となっている。一方、最小となったのは秋田県(20,848人, 23件)である。

ランデブーポイントの圏域を半径15kmとした場合(図18)、圏域人口が最大となったのは、新潟県で331,135人であり、夜間早朝ドクターヘリ適格事例件数に換算すると年間で361件に相当する。続い

て、北海道(312,095人, 340件)、熊本県(287,289人, 313件)、福岡県(269,757人, 294件)、石川

県(232,877人, 254件)となっている。一方、最小となったのは沖縄県(26,720人, 29件)である。

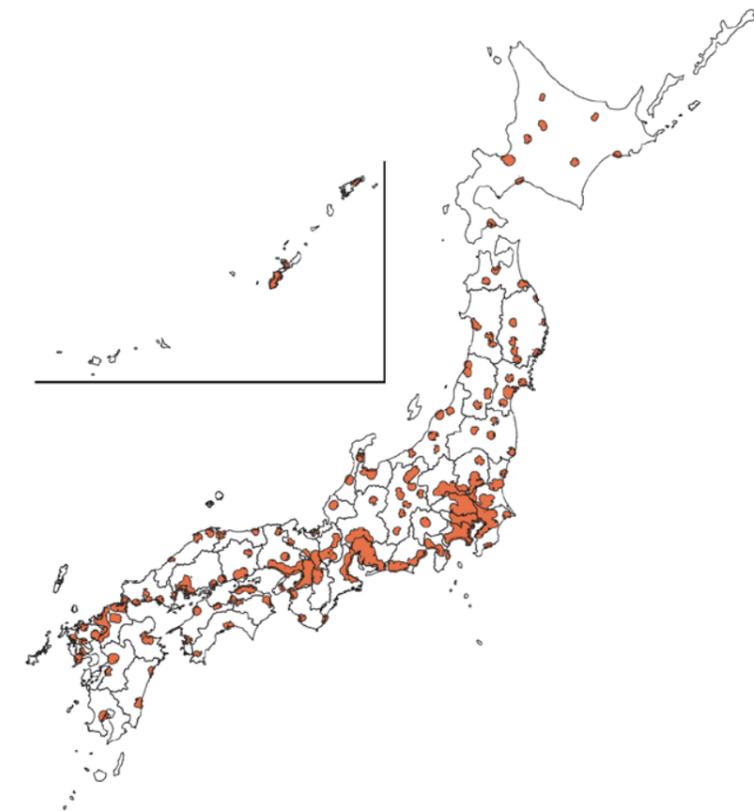


図3. 地上搬送地域

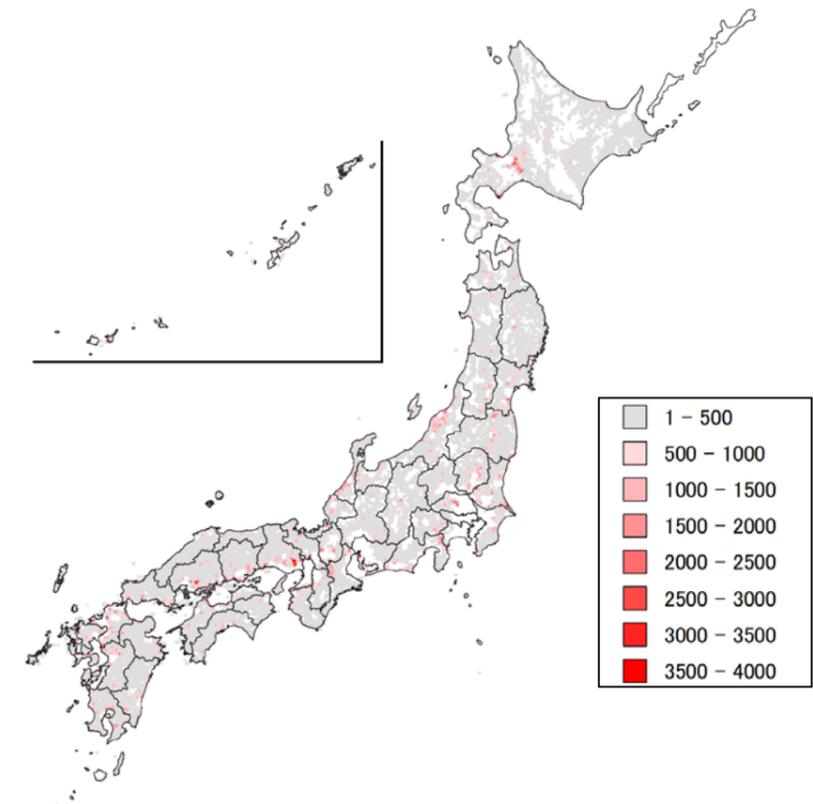


図4. 地上搬送外地域の人口分布(500mメッシュ単位)



図5. 基地病院から夜間飛行可能なランデブーポイント

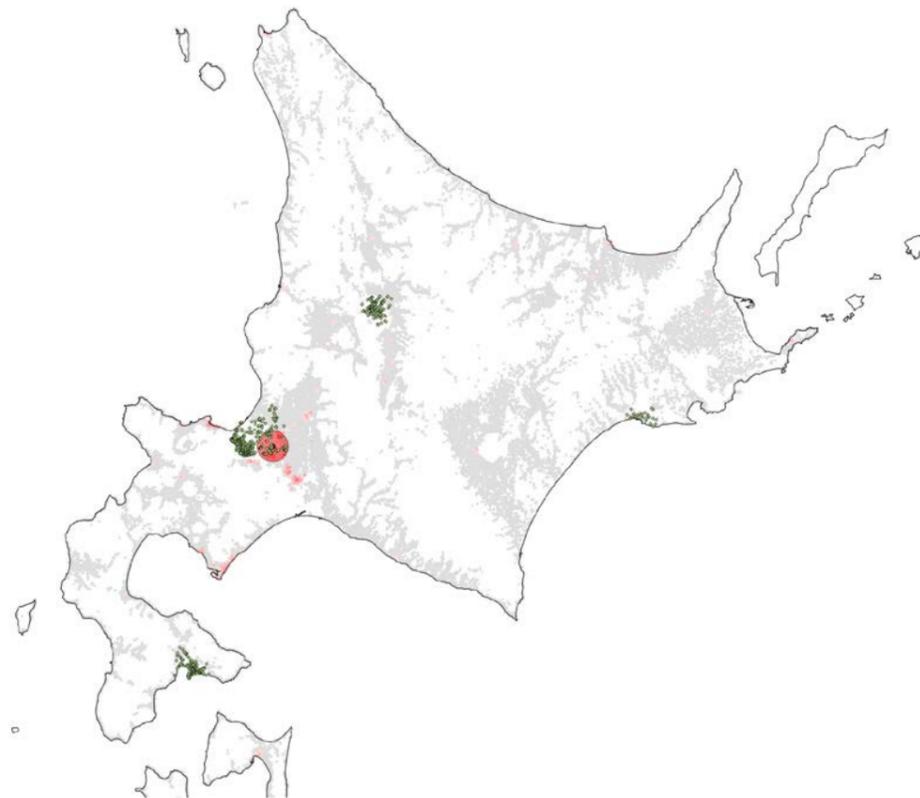


図6. 都道府県別10km圏域人口が最大となるランデブーポイント（北海道）

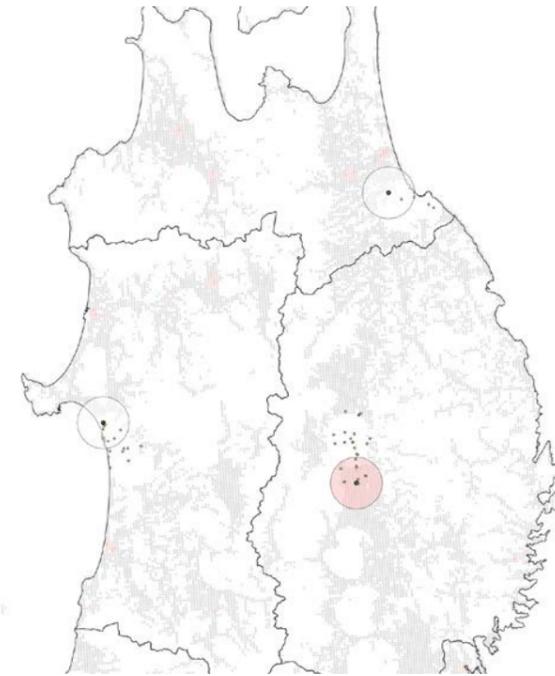


図7. 都道府県別10km圏域人口が最大となるランデブーポイント（北東北）

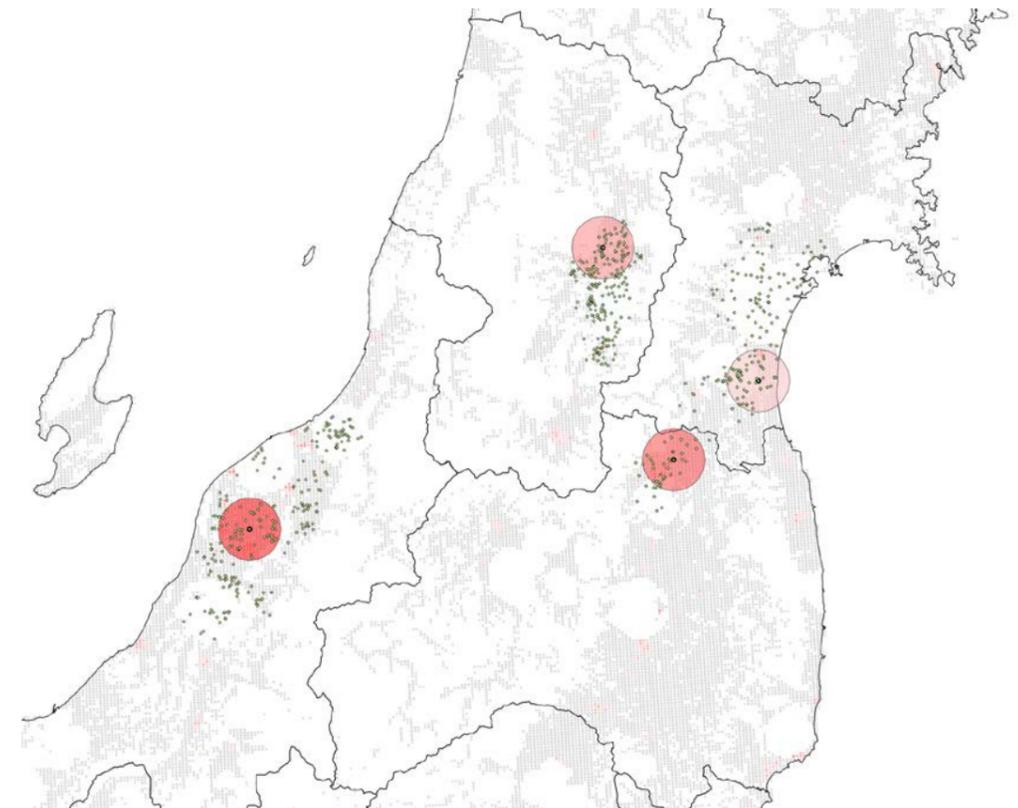


図8. 都道府県別10km圏域人口が最大となるランデブーポイント（南東北）

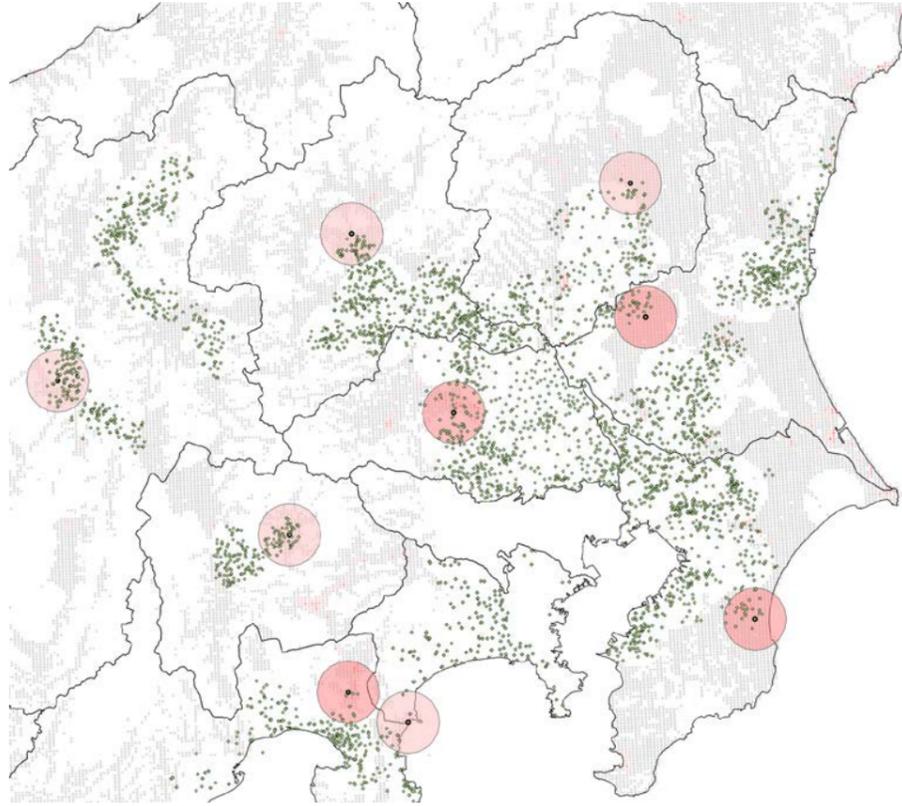


図9. 都道府県別10km圏域人口が最大となるランデブーポイント（関東）

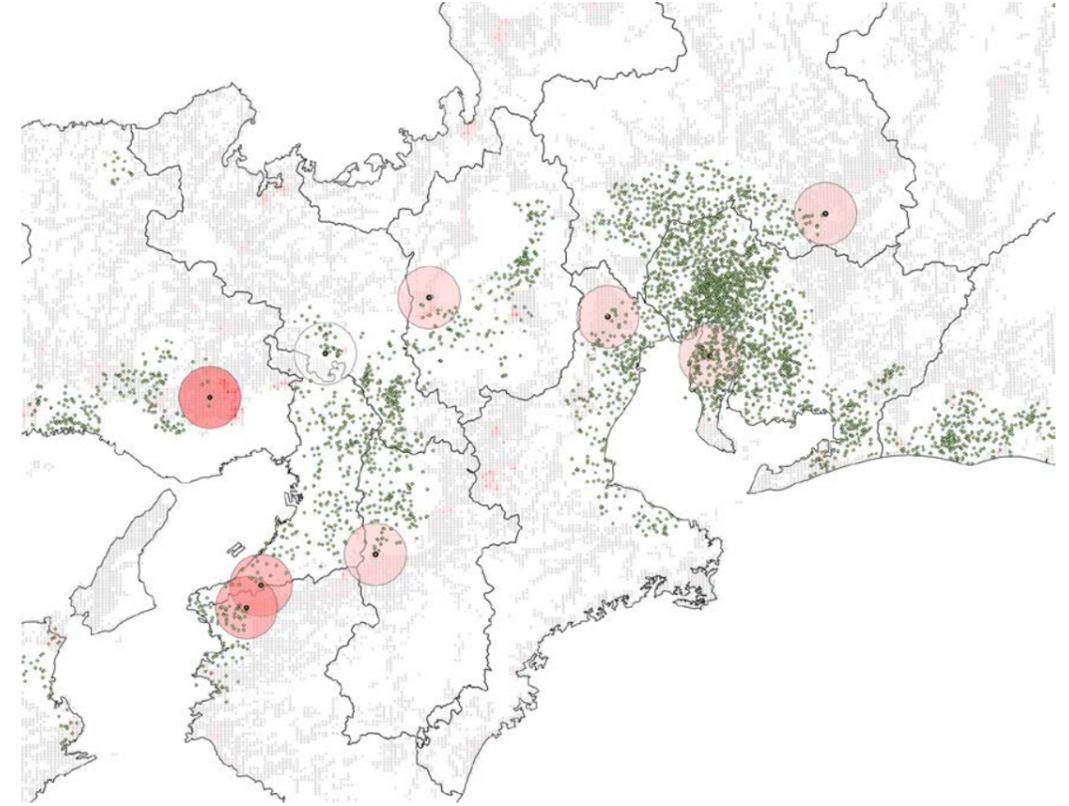


図11. 都道府県別10km圏域人口が最大となるランデブーポイント（中部・関西）

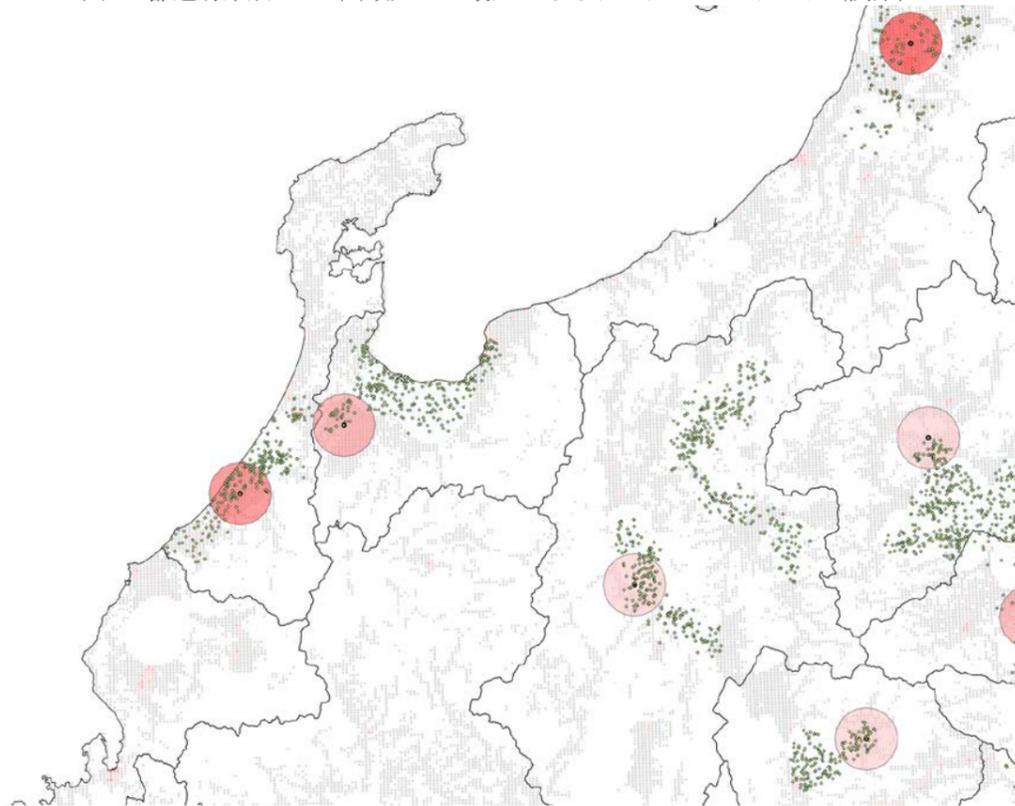


図10. 都道府県別10km圏域人口が最大となるランデブーポイント（北陸）

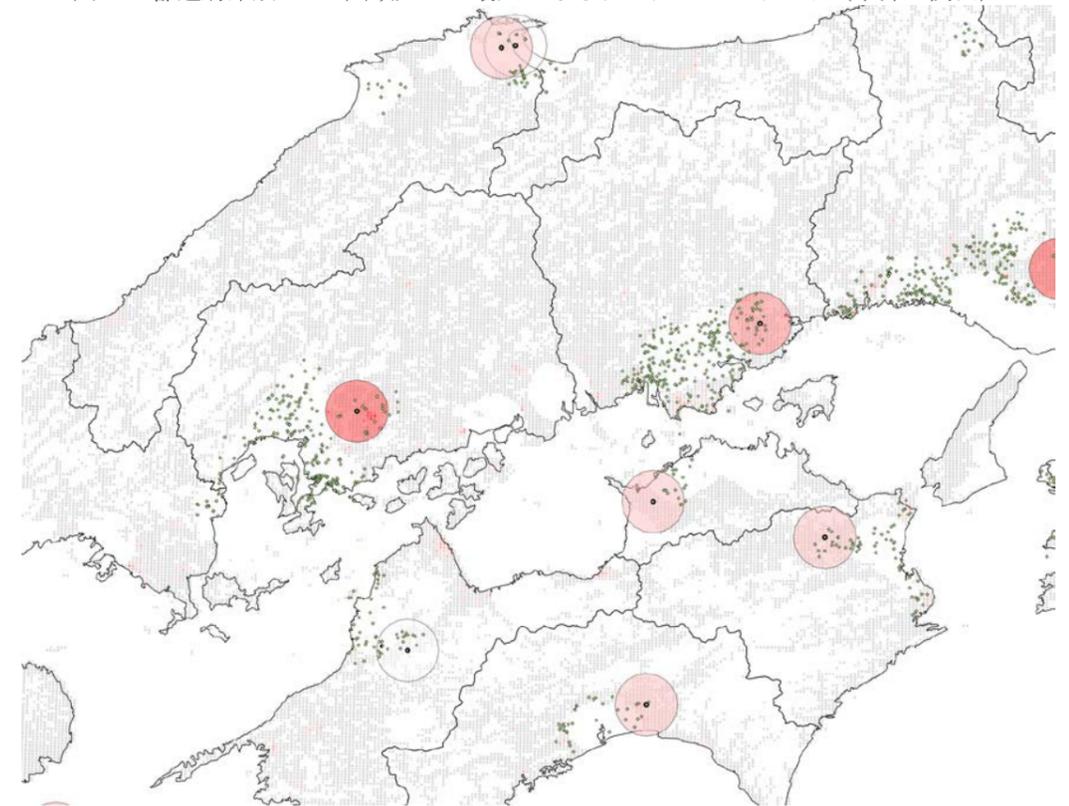


図12. 都道府県別10km圏域人口が最大となるランデブーポイント（中国・四国）

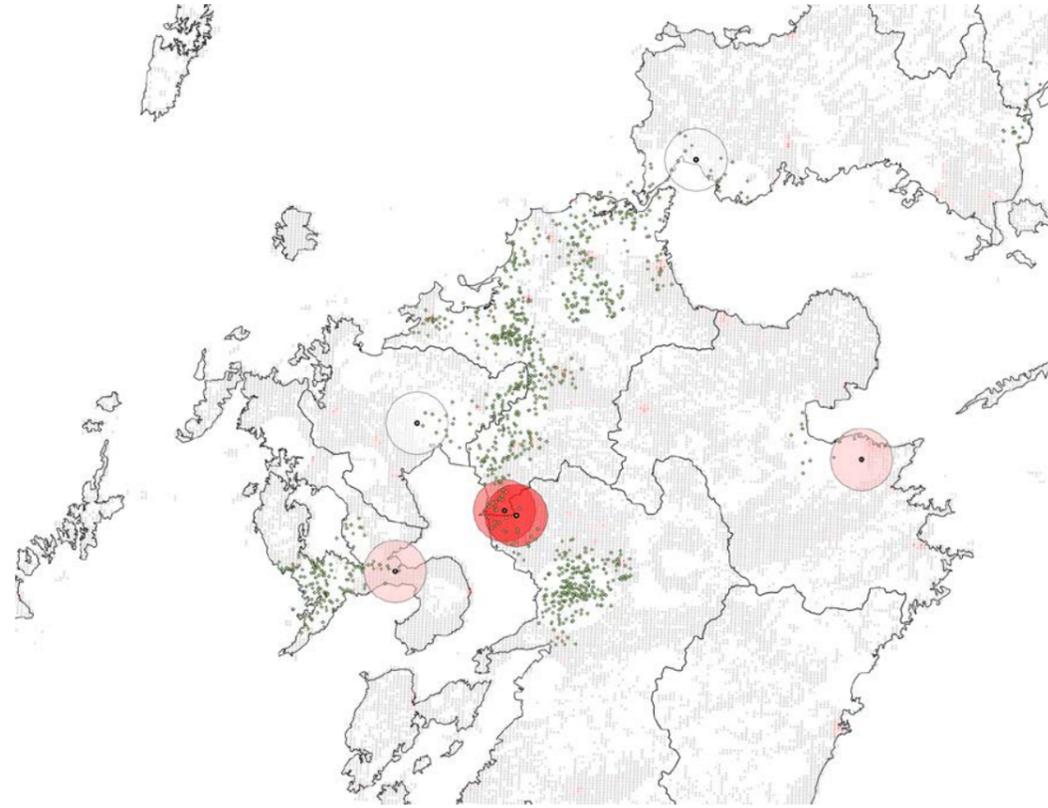


図13. 都道府県別10km圏域人口が最大となるランデブーポイント（北九州）

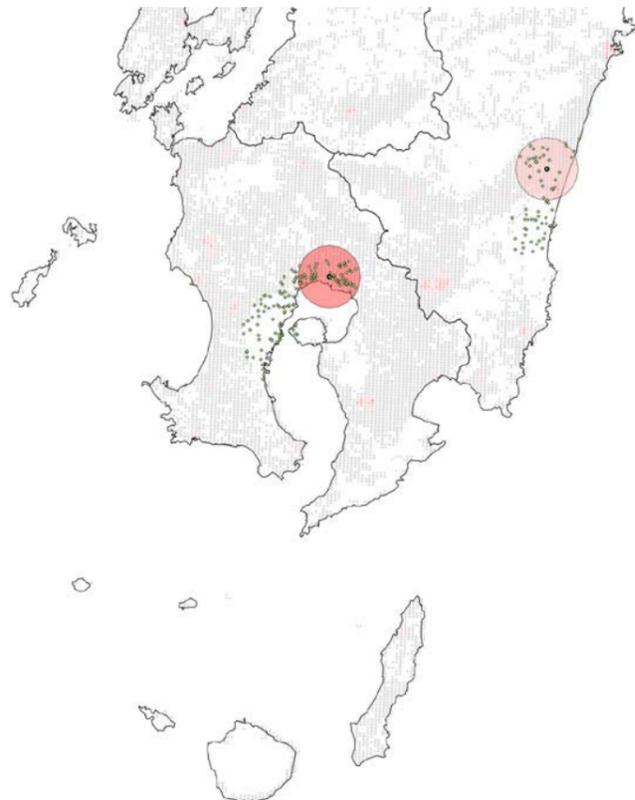


図14. 都道府県別10km圏域人口が最大となるランデブーポイント（南九州）

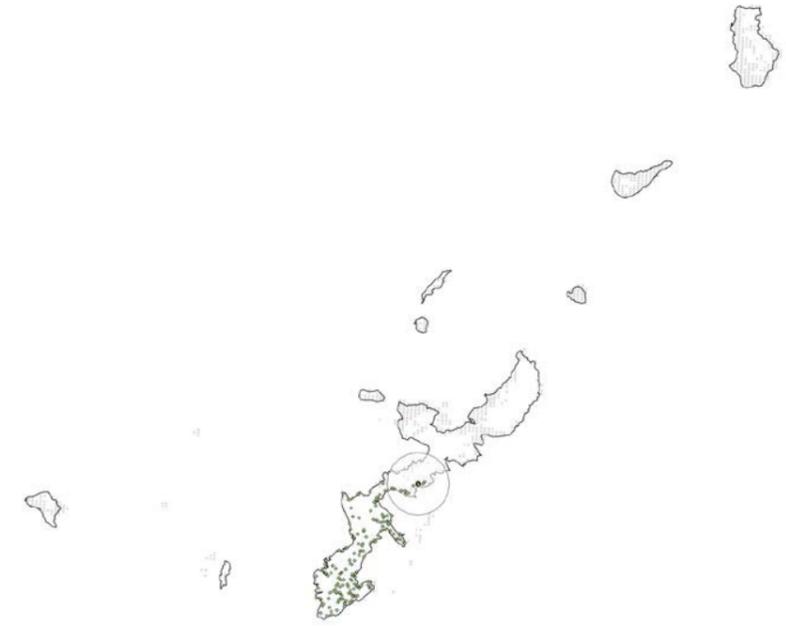


図15. 都道府県別10km圏域人口が最大となるランデブーポイント（沖縄）

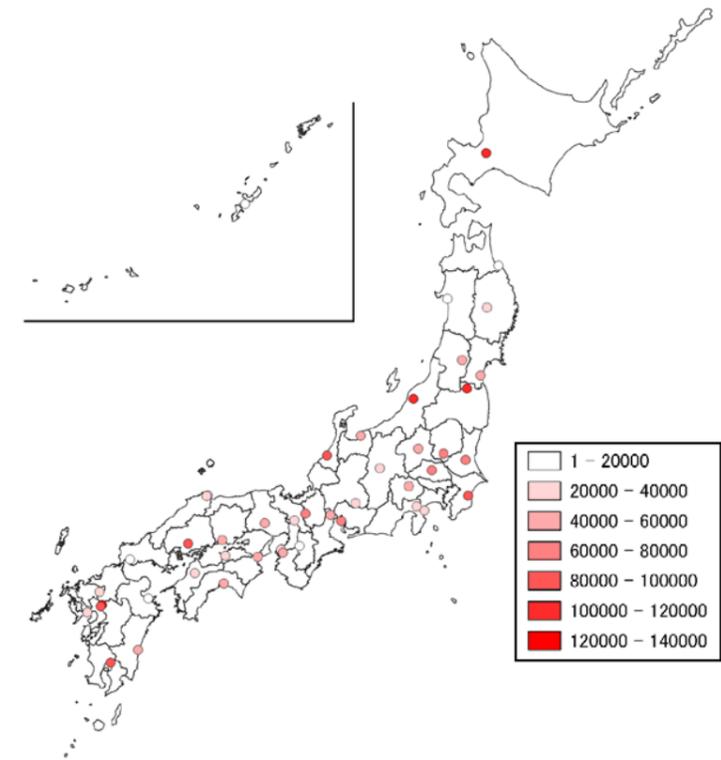


図16. 都道府県別5km圏域人口が最大となるランデブーポイントとその圏域人口

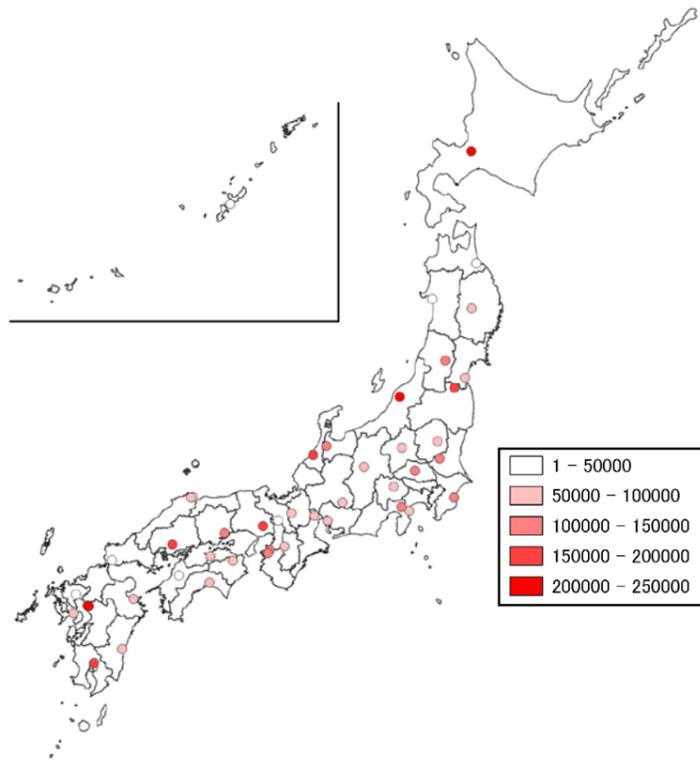


図17. 都道府県別10km圏域人口が最大となるランデブーポイントとその圏域人口

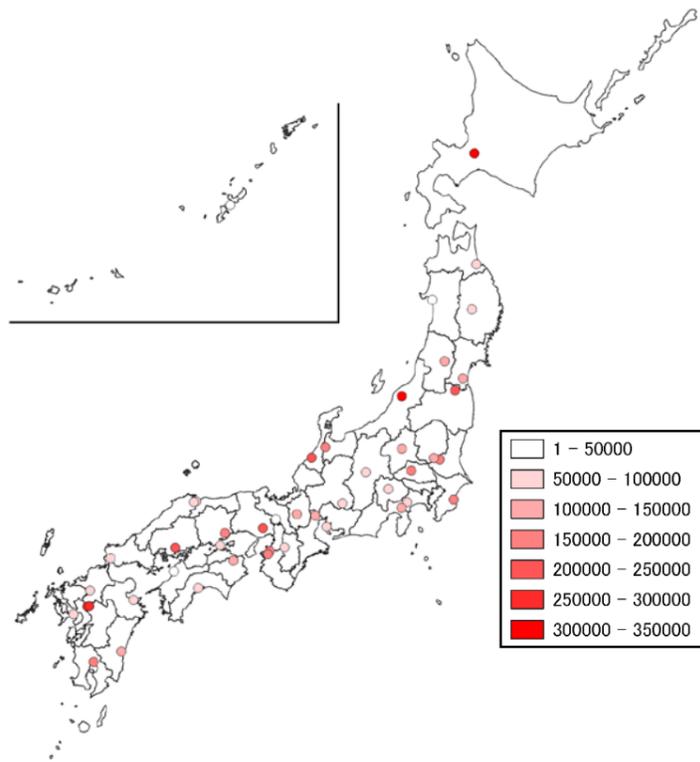


図18. 都道府県別15km圏域人口が最大となるランデブーポイントとその圏域人口

表2. ランデブーポイントの圏域人口の最大値

	5km	10km	15km		5km	10km	15km
1 北海道	127.6	221.2	340.2	25 滋賀県	68.0	83.1	111.9
2 青森県	3.1	31.9	78.0	26 京都府	23.2	34.4	51.2
3 岩手県	43.3	65.1	82.1	27 大阪府	27.9	115.0	166.6
4 宮城県	60.6	99.5	143.2	28 兵庫県	53.6	195.4	247.6
5 秋田県	4.5	22.7	43.9	29 奈良県	8.4	54.8	106.2
6 山形県	63.4	119.3	147.7	30 和歌山県	53.3	134.9	169.7
7 福島県	116.9	194.9	224.6	31 鳥取県	39.0	51.2	68.9
8 茨城県	69.1	144.6	206.6	32 島根県	32.1	54.6	68.6
9 栃木県	65.7	88.7	159.6	33 岡山県	63.9	142.4	188.5
10 群馬県	48.6	69.2	128.2	34 広島県	102.4	170.9	236.4
11 埼玉県	66.9	111.9	179.3	35 山口県	18.1	38.9	69.9
12 千葉県	88.2	142.5	189.8	36 徳島県	53.0	81.7	117.4
13 東京都	-	-	-	37 香川県	32.1	59.1	86.7
14 神奈川県	40.1	63.5	77.2	38 愛媛県	28.3	36.6	53.0
15 新潟県	110.9	228.4	360.9	39 高知県	45.5	64.0	74.4
16 富山県	63.5	110.1	178.9	40 福岡県	132.4	207.7	294.0
17 石川県	99.6	188.5	253.8	41 佐賀県	22.5	46.2	92.8
18 福井県	-	-	-	42 長崎県	40.0	71.6	104.6
19 山梨県	55.9	66.6	93.1	43 熊本県	93.6	239.0	313.1
20 長野県	39.7	59.0	78.6	44 大分県	10.7	65.7	101.2
21 岐阜県	42.9	64.7	106.4	45 宮崎県	46.4	104.6	143.0
22 静岡県	38.7	111.6	140.8	46 鹿児島県	101.6	167.6	207.8
23 愛知県	66.8	74.7	102.2	47 沖縄県	14.6	23.2	29.1
24 三重県	57.8	108.9	125.9				

D. 考察

2019年度に救急自動車により搬送された約524万6千件の搬送事例（東京消防庁を除外）のうち、25,348例が夜間早朝にドクターヘリによる搬送に適切であると推計された（図1）。

2020年国勢調査の500mメッシュに対して地上搬送外地域の人口を推計した結果、23,278千人であることが明らかになった（図4）。夜間早朝のDH適格事例数をもとに、人口千人あたりの夜間早朝DH適格事例を算出すると1.09件/千人であった。

人口集中地区をベースにDH基地病院から夜間飛行可能な領域を求め（図5）、その領域内に含まれているランデブーポイントを夜間早朝の離着陸に対応させる候補地点として、都道府県別に圏域人口が最大となるランデブーポイントを求めた（図6から図18）。その結果、圏域を5kmとすると最大で年間に132件の搬送となることが推定された。一方で、都道府県別にみたときに最小となった青森県では年間3件程度の搬送に止まることから、都道府県単位で夜間の離着陸可能なランデブーポイントを整備するのではなく、全国を俯瞰して整備するランデブーポイントを決めることが重要であることが示唆される。圏域を10km、15kmと拡大するにつれて、推定された搬送件数は増加するが（表2）、直線距離で判別しており、精緻な数値を算出するには道路網を利用して搬送距離を算出する必要がある。一方で、利用した救急搬送人員データには詳細

な出動地点や現場などの位置情報が含まれていないため、推定結果を定量的に評価することは難しい。救急搬送人員データの拡充が望まれる。

E. 結論

消防庁から提供された2019年度の全国の救急搬送人員データを利用して、ドクターヘリの夜間需要を推定するとともに、その空間分布を把握した。

夜間運航の実現には解決しなければならない課題も多いが、本研究では有視界飛行を行うことを想定し、夜間の離着陸に対応させるランデブーポイントの候補を列挙した。

今後、地上搬送における移動ルートを道路ネットワークに沿ったものとして精緻化するとともに、J SAS-Rに登録された運航実績を利用して、日中の運航状況との比較を行うことを検討している。

F. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

IV 論点整理（アンケート調査）

厚生労働行政推進調査事業費補助金（地域医療基盤開発推進研究事業）
分担研究報告書

ドクターヘリの効果的な運用と安全管理に関する研究

④ドクターヘリ夜間運航に関する研究：④-3 論点整理（アンケート調査）

研究分担者	早川 達也	聖隷三方原病院高度救命救急センター センター長
研究協力者	篠田 伸夫	認定 NPO 法人 HEM-Net
	市川 晋	朝日航洋株式会社
	久保田陽一	朝日航洋株式会社
	平井 克弥	中日本航空株式会社
	森本 嘉樹	中日本航空株式会社

研究要旨

ドクターヘリの夜間運航を検討するにあたっての課題を抽出するために、ドクターヘリ運航会社を経由して、ドクターヘリを運航する 46 都道府県、56 拠点、63 基地病院を対象に実施した。

ドクターヘリの夜間運航実現に際しては、使用可能な離着陸場の確保が必要となるが、管内に使用可能な離着陸場は、ほぼ確保されていないものと思われた。ドクターヘリの夜間運航については、一定程度の需要は存在する、と思われたが、離着陸場確保の困難性、安全運航の確保のために必要とされる対策等により、ドクターヘリの機動性を活かした出動が制限されることへの検討が必要である。

A. 研究目的

ドクターヘリの夜間運航は現在行われていない。ドクターヘリの夜間運航を検討するにあたっての課題を抽出するために、アンケート形式で調査を行った。

B. 研究方法

アンケートは、ドクターヘリ運航会社の所属する全日本航空事業連合会ヘリコプター部会ドクターヘリ分科会を経由し、ドクターヘリを運航する 46 都道府県、56 拠点、63 基地病院を対象に実施した。（倫理面への配慮）
本研究で行なったアンケートには、個人を特定する項目は含まれておらず、倫理的問題を生じないと考えられた。

C. 研究結果

結果を表に示す。

63 基地病院のうち、施設として夜間に対応できていないものは、6 病院であった。また、対応可能とされる 57 病院のうち、実際に他機関の機体による離着陸の実績のあるものは、24 病院であった。

56 拠点のうち、管内の夜間対応可能な離着陸場がなし、あるいは不明なものは 5 拠点であった。また、夜間対応可能な離着陸場を有していたとした 51 拠点のうち、常時対応可能な離着陸場があるものは 16 拠点であった。対応可能な離着陸場を有する、とする拠点であっても、使用可能な離着陸場は、基地病院以外で 1 カ所とされるものは、17 拠点であった。その他の拠点は、数カ所程度が多く、多いところでは 14 カ所であった。

一方、夜間運航の需要については、2 拠点より回

答を得られなかったが、需要なし、としたものは、9 拠点であった。需要あり、とした 45 拠点のうち、20 時まで、あるいは早朝の需要ありとしたものが、14 拠点であった。また、需要あり、とした 45 拠点のうち、他機関での代行が可能としたものは、22 拠点であった。

続いて、夜間運航実現の障壁となるものについては、安全運航そのものの実現に困難がある、とするものは 27 拠点であった。騒音についての指摘は、39 拠点よりなされた。照明設備等の確保も含めた夜間使用可能な離着陸場の確保の困難性について指摘したものは、34 拠点であった。また、勤務時間の調整も含めた人員の確保について指摘がなされたものは、38 拠点であった。

D. 考察

ドクターヘリの夜間運航実現に際しては、使用可能な離着陸場の確保が必要となる。基地病院の多くは、対応可能と思われるが、管内に使用可能な離着陸場は、ほぼ確保されていないといえる。

ドクターヘリの夜間運航については、一定程度の需要は存在する、と思われるが、こうした離着陸場確保の困難性、安全運航の確保のために必要とされる対策等により、ドクターヘリの機動性を活かした出動が制限されることへの検討が必要であろう。

また、離着陸場確保のための具体的な騒音対策は、検討にも至っていないのが現状であろう。

操縦士の確保を含めた人員の確保については、現

状では、短時間に解決できるものではない。

E. 結論

ドクターヘリの夜間運航については、需要についてはあるものと思われたが、実現について具体的な検討を行うためには、夜間も使用可能な離着陸場の確保及び人員の確保が必要であり、現状では時期尚早と思われた。

F. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

- （予定を含む。）
1. 特許取得
なし
 2. 実用新案登録
なし
 3. その他
なし

施設として対応の可否 (63 基地病院)	対応可能 57/63	対応不可 6/63
	他機関ヘリの離着陸実績あり 24/57	
	他機関ヘリの離着陸実績なし 33/57	
管内の夜間対応可能な離着陸場の有無 (56 拠点)	離着陸場あり 51/56	離着陸場なし乃至不明 5/56
	常時対応可能な離着陸場あり 16/51	
	常時対応可能な離着陸場なし 35/51	
	基地病院以外に一カ所のみ 17/51	
夜間運航の需要の有無 (54 拠点)	基地病院以外に数カ所程度 34/51	需要なし 9/54
	需要あり 45/54	
	20 時まであるいは早朝の需要あり 17/45	
	(時間帯に関係なく) 需要あり 28/45	
	他機関ヘリで代行可能 22/45	
夜間運航実現に際しての障壁 (56 拠点)	他機関ヘリで代行不可 23/45	
	安全運航の実現が困難との指摘 27/56	
	騒音についての指摘 39/56	
	離着陸場確保が困難との指摘 34/56	
	人員確保についての指摘 38/54	

表. アンケート結果

HEM-Net シンポジウム 報告書

ドイツ HEMS の夜間運航に関する 実態調査報告書

2025年4月

認定NPO法人
救急ヘリ病院ネットワーク
(HEM-Net : Helicopter Emergency Medical Service Network)

理事長 鷺 坂 長 美

事務局
〒102-0082
東京都千代田区一番町25番(全国町村議員会館内)
TEL: 03-3264-1190
FAX: 03-3264-1431
e-mail: jim@hemnet.jp
ウェブサイト: <https://www.hemnet.jp/>

