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

ドクターヘリの効果的な運用と安全管理に関する研究

令和３年度～令和５年度　総合研究報告書

研究代表者　　猪口　貞樹

令和６（２０２４）年５月

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

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

研究分担者

荻野　隆光　　倉敷中央病院付属予防医療プラザ　部長
髙山　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、救急科　センター長、部長
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
鵜飼　孝盛　　防衛大学校電気情報学群情報工学科　講師
髙嶋　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
高松　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
渡邉　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
有賀　崇博　　聖隷三方原病院高度救命救急センター
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
篠田　伸夫　　認定 NPO 法人救急ヘリ病院ネットワーク（HEM-Net）
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

目　次

I.　総合研究報告 ---------- 1

ドクターヘリの効果的な運用と安全管理に関する研究 ---------- 2
猪口　貞樹

II. 研究成果の刊行に関する一覧表 ---------- 15

研究成果の刊行に関する一覧表 ---------- 16

Ⅰ.総合研究報告

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）
総合研究報告書

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

【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（JSAS-R）およびインシデント/アクシデント データベース（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：1）基本構想（令和 3 年度）：JSAS-R を活用して各地域 DH の運用状況を包括的に評価する方法について検討。また JSAS-I/A に登録された情報を解析のうえ安全運航のための枠組みを検討した。**2）評価指標案の作成と可視化（令和 4 年度）**：各評価指標（QI）の算出法を検討のうえ令和 2 年度 JSAS-R データを用いて試算、さらに指標の可視化について検討した。**3）システム原型の構築（令和 4 年度）**：QI 項目の最終案を確定。令和 3 年度 JSAS-R および JSAS-I/A のデータを用いて各 QI を算出、様々な方法で QI の可視化を行った。**4）システム原型の検証と修正（令和 5 年度）**：令和 4 年度データから QI27 項目を算出して前年度と比較、可視化手法を決定のうえ集計システムを JSAS-R に組み込んだ。

②近隣県等との連携に関する調査：（令和 3 年度）：平時及び災害時における近隣県等との連携に関する協定の有無、協定書の内容について全国調査を行い、結果を踏まえて協定書のひな型を作成した。

③ドクターヘリの標準テキスト作成（令和 4、5 年度）：若手医師、看護師、運航関係者育成のための標準テキストを作成した。またドクターヘリに関する系統的レビューの文献調査行った。

④ドクターヘリ夜間運航に関する研究：1）文献調査（令和 4 年度）：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整理した。また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（令和 4、5 年度）**：救急搬送データと 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、さらに都道府県レベルの需要および有視界飛行で到達できる各ランデブーポイント各 1 か所の人口当たり需要を推定した。各基地病院に対して、DH 夜間飛行に関するアンケート調査を実施した。**3）論点整理（令和 5 年度）**：DH 夜間運航の課題について、研究成果を踏まえて検討のうえ、論点を整理した。

【結果と考察】①品質評価システムの開発・構築：1）基本構想（令和 3 年度）：QI のタイプ（Type of QI）と質の次元（Quality dimention）に基づき合計 35 項目を抽出した。JSAS-I/A のデータ 391 件を分析したところ、看護師 37.3%、医師 32.7%、整備士 6.9%　操縦士 6.6%で、現場活動中・救急車内の発生が最も多かった。ヒューマンエラーが多く、レベル 3a：23 件（5.9%）、3b：4 件（1%）で運航クルーから報告されたのは 13 件であった。**2）評価指標案の作成と可視化（令和 4 年度）**：抽出した QI 項目について、JSAS-R のデータを用いて試算のうえ、様々な可視化手法等を用いることを検討した。**3)システム原型の構築（令和 4 年度）**：QI として 27 項目を決定し、令和３年度データで QI の算出**（表１）**、可視化および相関分析を行って概ね良好な結果が得られた。JSAS-I/A では 2 年半で 705 件が登録されたが、未入力施設が 17 残存した。インシデントレベル 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。各 QI の様々な表示方法を令和 3 年度データに適用し、各可視化手法の利用可能性を検討した。**4)システム原型の検証と修正（令和 5 年度）**：令和 4 年度データから QI27 項目を算出し、前年度と大きな変化のないことを確認。任意の QI と対象期間を選択のうえキャタピラープロットで他施設と比較する機能、自施設と全国中央値を時系列で比較する機能、主な 10 項目の自施設と全国中央値をレーダーチャートで示す機能を JSAS-R 上に実装した**（図 1）**。

③ドクターヘリの標準テキスト作成：テキストの目次および草案を作成の上、DH の標準テキストを分担執筆した（**(資料) ドクターヘリ標準テキスト**）。

④ドクターヘリ夜間運航に関する研究：1）文献調査（令和 4 年度）：HEMS の夜間飛行とリスクに関する文献調査結果を取りまとめた**（表 2）**。また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、夜間は劣化するが、高機能の自動操縦装置を用いることで補償しうると報告された。**2）需要の調査（令和 4、5 年度）**：夜間・早朝の DH 搬送に適格な事例は、全国で年間推定約 2.5 万件、同 DH 適格事例の都道府県分布を**図 2** に示す。一部地域について、さらに詳細調査を行った。夜間・早朝に救命救急センターへ救急車搬送された重症患者の調査では、夜間・早朝は昼間より時間当たりの需要が少なく、特に深夜は DH 非効率運用の原因となる可能性がある。DH 夜間運航のアンケート調査では a）全国 63 施設の 90.5%は「夜間飛行に対応可能」、うち「常時対応可能な離着陸場がある」は 31.4%。b）「夜間飛行の需要あり」83.3%、うち 48.9%は「他機関のヘリで代替可能」、37.8%は「20 時までと早朝に需要あり」。

c）夜間運航の障壁は、騒音問題（69.6%）、人員の不足（67.9%）、離着陸場の確保（60.7%）、安全運航の実現（48.2%）であった。**3）論点整理（令和５年度）：ⅰ）アンケート調査からみた本邦の現状**：上記の通り。**ⅱ）DH 夜間運航の潜在需要**：本研究で推定した全国 DH の夜間・早朝における推定診療人数は年間約 1.7 万人、米国・スイスのデータからの DH 夜間推定診療人数は年間 6 千～1.3 万人程度であった（**表 3**）。**ⅲ）必要な人員（運航・医療スタッフ）**：夜間運航の 1 日当たりカバー時間は 14～16 時間で深夜勤務も必須のため、昼間の 2 倍以上の人員が必要。**ⅳ）天候など外部環境の影響**：夜間運航では、天候等の様々な外部要因により安全管理上の問題が生ずると共に、時間当たり診療人数が低下して運用がより非効率になる。**ⅴ）HEMS 夜間飛行における死亡事故率**：米国の HEMS 患者 100 万飛行あたりの死亡事故率は日中 7.55、夜間は 27.33。本邦 DH の夜間運航での推定診療人数は日中より少ないが、死亡事故のリスクは日中より高い。**ⅵ）安全運航のための装備、訓練、運航管理体制等**：FAA は 2014 年に規制を強化して包括的な安全管理を推進しており、本邦でも同様の体制が望まれる。本格的な夜間運航には、低高度 IFR の可能な装備・訓練・支援体制の整備が必要と思われる。本邦 DH が夜間運航を行う際の課題を**表 4** に示す。

【結論】

①品質評価システムの開発・構築：データベースから、DH の運用に関連する QI 項目を洗い出して議論を行い、27 項目の算出を JSAS-R に組み込んだ（**表 1**）。またキャタピラープロットにて他施設と比較する機能、自施設と全国中央値を時系列で比較する機能、主な 10 項目について自施設の数値と全国中央値をレーダーチャートで示す機能を実装した（**図１**）。今後、このシステムを用いて各施設が質の評価を行い、継続的な質の改善につなげることが期待できる。いくつかの残された課題について、今後も検討を継続する必要がある。

②近隣県等との連携に関する調査：既存の広域連携協定書について調査を行い、広域連携協定のひな型を作成した。本ひな型を有効活用して、広域連携をさらに進めろことが望まれる。住民の生命保護の重要性を考慮して相互理解を深めることにより、相互応援協定を一層推進することが重要と考えられる。

③ドクターヘリの標準テキスト作成：若手医師、看護師、運航関係者育成のための標準テキストを作成した（**(資料) ドクターヘリ標準テキスト**）。本テキストは今後の DH 運用における質の標準化に資する考えている。

④ドクターヘリ夜間運航に関する研究：DH 夜間飛行の妥当性を検討する際には、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（**表 2**）。夜間・早朝における DH 適格事例は、全国で年間約 2.5 万件、診療人数は約 1.7 万人と推定された（**表 3、図 2**）。各地域の正確な需要推定には、詳細な地域データが必要である。夜間・早朝は、時間当たりの需要が昼間より少なく、特に深夜は DH 非効率運用の原因となる。夜間飛行に関する基地病院へのアンケート調査では、夜間運航の需要は多いが、常時対応可能な離着陸場は少なく整備が必要、他機関のヘリで代替可能な地域や 20 時までと早朝に需要がある地域も多かった。夜間運航の障壁として、騒音問題、人員の不足、離着陸場の確保、安全運航の実現などが挙げられた。夜間運航の 2 実現には多くの課題（**表 4**）があり、十分な人材と費用が必要であるため、実現には公的支援が不可欠と考えられた。

【研究分担者】

荻野　隆光・倉敷中央病院付属予防医療プラザ　部長

髙山　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、救急科　センター長、部長

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

鵜飼　孝盛・防衛大学校電気情報学群情報工学科　講師

髙嶋　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

高松　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

渡邉　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

有賀　崇博・聖隷三方原病院高度救命救急センター

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
篠田　伸夫・認定NPO法人救急ヘリ病院ネットワーク（HEM-Net）
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

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（以下 DH）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。

Ｂ．研究方法

①品質評価システムの開発・構築

1） 基本構想：(令和3年度)

1. 運用

JSAS-R・JSAS-I/A を活用して、各地域 DH の運用状況を包括的に評価する方法について検討した。質的評価指標（以下 QI）のタイプとして「構造」「過程」「結果」、質の次元として「公平性」「適時性」「効率性」「有効性」「安全性」「患者満足度」について、それぞれ検討を行った。

2. 安全管理

JSAS-I/A に登録された情報を解析のうえ、これを活用した DH 安全運航のための評価システムの枠組みを検討した。

2） 質的評価案の作成と可視化：(令和4年度)

1. 評価指標案の作成

前項の結果を踏まえて各指標の算出法を検討し、JSAS-R に登録された令和 2 年度全症例データを使用して、QI 各項目を試算した。

2. 可視化手法

上記指標の可視化手法について検討した。一般的な棒グラフ・散布図などに加えて、施設の地理的な特徴などを把握できる可視化手法について検討を行った。

3） システム原型の構築（令和4年度）

1. JSAS-Rの登録状況と品質管理指標

令和3年度に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

令和3年度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。

4） システム原型の検証と修正（令和5年度）

1. JSAS-R の登録状況と品質評価指標の算出

確定した QI 算出方法に基づき、指標を算出し、昨年度との比較を行った。

2. 品質評価指標の検証と実装

設定した 36 項目の QI から、QI 集計と可視化に組み込む 27 項目を抽出し、実装する機能を決定した。以上の機能を搭載した集計システムを新規に JSAS-R に組み込んだ。

②　近隣県等との連携に関する調査：(令和3年度)

平時及び災害時における近隣県等との連携に関する協定の有無、協定書の内容について全国調査を行い、現状を分析した。さらに研究の成果を踏まえて、協定書のひな型を作成した。

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（令和 4、5 年度）

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のうえ、標準テキストを作成した。

2. エビデンスの分析「令和 4 年度）

ドクターヘリに関する系統的レビューにの文献調査行った。

④　ドクターヘリ夜間運航に関する研究

1） 文献調査（令和4年度）

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（令和4、5年度）

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。

さらに、都道府県レベルの需要および有視界飛行で到達できる各ランデブーポイント各 1 か所の人口当たり需要を推定した。この精度を確認するため、令和 5 年度は神奈川県と千葉県を対象に、令和 3 年～令和 4 年の出動署と出動地区を含めた救急搬送人員データを用い，地区レベルでの空間的な分析を行なって、令和 4 年度の推計結果と比較した。

2. 昼間および夜間・早朝における重症救急搬送患者の特性比較

総務省消防庁の救急搬送データを用い、COVID-19 の影響のない平成 30 年に救命救急センターに搬送された重症救急搬送患者の基本的な昼夜特性を比較した。

3. ドクターヘリ夜間運航のアンケート調査

各基地病院に対して、DH 夜間飛行に関するアンケート調査を実施した。

3) 論点整理（令和 5 年度）

1. ドクターヘリ夜間運航の論点整理

DH 夜間運航の課題について、研究成果を踏まえて検討のうえ、整理した。

（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、「人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針」（令和 5 年 3 月 27 日一部改正）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

② 基本構想（令和3年度）

1. 運用

様々なQI項目の妥当性等に関して、検討を行った。QIのタイプ（Type of QI）として構造：19項目、過程:15項目、結果:1項目、質の次元(Quality dimention）として、公平性：9項目、適時性：9項目、効率性：3項目、有効性：9項目、安全性：3項目、患者満足度：2項目の合計35項目を抽出した。

2. 安全管理

令和2年1月から令和3年9月までに、JSAS-I/Aに登録されたインシデント・アクシデント（以下I/A）は391件で、13/58病院が未入力であった。

当事者は、看護師37.3%、医師32.7%、整備士6.9%操縦士6.6%。事象発生のタイミングは現場活動中・救急車内が最も多かった。

I/Aは、いわゆるヒューマンエラーが多く、レベル3a：23件（5.9%）、3b：4件（1%）であった。

運航クルーから報告された13件のうち故障による運航停止：11件、天候によるミッション断念：2件であった。

③ QI項目案の作成と可視化（令和4年度）

1. 評価指標案の作成

抽出した各QI項目について、JSAS-Rのデータを用いて試算を行ったところ、うち24項目が算出可能であった。

2. 可視化手法

横棒グラフや散布図などの通常用いられる手法に加えて、地図上に指標に応じた色分けを行なうヒートマップや個々の施設と全国平均との比較が可能な表示手法等を用いることにした。

④ システム原型の構築（令和4年度）

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項目は削除またはQIの付録に位置付けられた。最終案を用いてQIの算出（**表1**）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。

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。

⑤ 原型の検証と修正（令和5年度）

1. JSAS-R の登録状況と品質評価指標の算出

QI の対象となる 27 項目について、令和 4 年度データを全国および基地病院ごとに集計した。前年度と比較して、全体的に主観評価の入力割合が増加していたが、内容に大きな変化は見られなかった。データ入力割合をさらに改善すべく、各基地病院への啓蒙を継続する。

2. 品質評価指標の検証と実装

QI27 項目（33 個の数値）について、QI 集計として JSAS-R に組み込んだ。内訳は、構造指標 10 項目、課程指標 16 項目、結果指標 1 項目の計 27 項目、質の次元としては適時性 8 項目、公平性 5 項目、効率性 2 項目、有効性 10 項目、安全性 1 項目、患者満足度 1 項目である。

これらの QI 指標について、任意の指標と期間を選択し、キャタピラープロットにて他施設と比較する機能、自施設と全国中央値を時系列で比較する機能、主な 10 項目について自施設の数値と全国中央値をレーダーチャートで示すサマリーレポート機能を実装した（**図 1**）。

② 近隣県等との連携に関する調査：(令和3年度)

1. 出動地域

地域名、基地病院からの距離および両者の併記の3種類が見られた。

2. 出動要請の要件

多くの地域で自県ヘリを優先していた。他県ヘリの要請は、自県ヘリが出動できない、多数傷病者発生、他県ヘリの方が近い、などの場合に限定されていた。

3. 協定の方法

相互応援と共同利用の2種類があり、主な目的は、前者は自県ヘリの補完、後者はヘリ未導入県と基地病院から長距離地域への対応であった。

4. 局所災害対応

表記が協定書に記載されたもの、その他に記載されたもの、不明であった。記載されたものも、対象となる状況の記載が明確でなかった。

5. 費用負担

相互応援の多くは出動側の負担、共同利用は全て要請側の負担であった。

6. 広域連携協定書のひな型

4通りの連携パターンについて、広域連携協定書のひな型を作成した。

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。これを踏まえて標準的テキストを作成した。

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として12 編が同定された。有用性について 4 編、要請基準 2 編、費用対効果 1 編で、、エビデンス集積が十分とはいえない状況であった。

④ ドクターヘリ夜間運航に関する研究

1) 文献調査（令和4年度）

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。欧米各国における HEMS の事故・死亡事故の発生率に関する文まとめを**表 2** に示す。

2. ヘリコプター夜間飛行の現状と課題

暗視装置の研究から得られた知見は以下の通り。

昼間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、高機能の自動操縦装置を用いることでビジュアルキューの劣化を補償しうる。

2) 需要の調査(令和4、5年度)

1. 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（悪天候等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。

詳細調査では、神奈川県でランデブーポイントの10km圏内の夜間・早朝のDH搬送適格需要が最大となったのは相模湖林間公園で、年間換算で25件であった。令和4年度の推計における同ランデブーポイントの推定需要量は、搬送理由の条件を揃えると48件で、1.92倍の過大推計であった可能性がある。

2. 昼間および夜間・早朝における重症救急搬送患者の特性比較

a) 本検討では、夜間・早朝の重症搬送患者数は昼間の 1.12 倍であるが、カバー時間が 1.7 倍と長く、時間当たり患者数は昼間の 0.67 倍と少ない。特に深夜は対象患者の時間当たり発生率が少なく、DH を配置した際に非効率性の原因となりうる。

b) 重症救急搬送患者のうち、急病と一般負傷の患者は 80～90 歳にピークがあり、圧倒的に高齢者が多い。一方、交通事故では高齢と若年に二つのピークが見られ、夜間・早朝は昼間より若年者の比率が増加する。

c)119 番入電～救急車現場到着の所要時間は平均 8～10 分程度で、昼間より夜間・早朝の方がやや短い。救急車現場発～病院収容の所要時間は平均 12～19 分程度と上記より長く、夜間・早朝はさらに長い

d)入電～病院収容までの総所要時間は、交通事故＞一般負傷＞急病の順で、一般負傷と急病の所要時間は昼間より夜間・早朝の方がやや長い。

e)これら病院前所要時間の分布は、いずれも右に歪んでいる。

3. ドクターヘリ夜間運航のアンケート調査

a)全国 63 施設の 90.5%は「夜間飛行に対応可能」と回答、このうち「常時対応可能な離着陸場がある」は 31.4%であった。

b)「夜間飛行の需要あり」は 83.3%、うち 48.9%は「他機関のヘリで代替可能」、37.8%は「20 時までと早朝に需要あり」と回答。

c)夜間運航の障壁は、騒音問題（69.6%）、人員の不足（67.9%）、離着陸場の確保（60.7%）、安全運航の実現（48.2%）。

3）論点整理：(令和5年度)

1. ドクターヘリ夜間運航の論点整理

ⅰ）アンケート調査からみた本邦の現状： 上記④-2)-3 項の通り。

ⅱ）DH 夜間運航の潜在需要：全国 DH の夜間・早朝推定診療人数は年間約 17,000 人、米国スイスのデータからは年間約6千～1.3万人程度と推定された（**表 3**）。

ⅲ）必要な人員（運航・医療スタッフ）：夜間運航の 1 日当たりカバー時間は 14～16 時間で深夜勤務も必須のため、昼間の 2 倍以上の人員が必要。

ⅳ）天候など外部環境の影響：夜間運航では、天候等の様々な外部要因により安全管理上の問題が生ずるとともに、カバー時間当たりの診療人数が低下して運用が非効率になる。

ⅴ）HEMS 夜間飛行における死亡事故率：米国の HEMS 患者 100 万飛行あたりの死亡事故率は日中 7.55 に対して夜間は 27.33。本邦 DH の夜間運航での推定診療人数は日中より少ないが、死亡事故のリスクは日中より高い。

ⅵ）安全運航のための装備、訓練、運航管理体制等：FAA は 2014 年に規制を強化して包括的な安全管理を推進しており、本邦でも同様の体制が望まれる。本格的な夜間運航には、低高度 IFR の可能な装備・訓練・支援体制の整備が課題である。

D．考察

① 品質評価システムの開発・構築

1） 基本構想

JSAS-Rのデータ等から､DHの出動およびシステムに関連するQI項目を洗い出して議論を行った。人口・可住地面積などを利用した項目は、基地病院の基本情報から抽出して学会として定期的に解析することとした。

JSAS-I/Aは未入力施設が1/3あり、啓蒙が必要と考えられた。特に運航上のI/A報告は未報告が多い可能性があり､今後データ収集の改善に検討を要する。またI/Aは低頻度の事象であり、集計データだけでなく､重大事例の詳細が確認できることが重要と思われた。

2） 評価指標案の作成と可視化

QI項目から算出した指標は､質的評価指標としてシステム構築に利用可能と思われたため､検討を継続した。入力割合が少ない項目に関しては、学会から当該基地病院への入力の呼びかけが必要と思われた。

指標の可視化手法についても検討し、自施設・自県の運用状況と他施設・全国平均とを簡便に比較・参照する機能をもたせることでDH運用方法の改善が期待できると思われた。地図上への表示などについては、その有用性と共に実装の技術的・工数的な可否を考える必要がある。

3） システム原型の構築

JSAS-Rの登録状況とQIについて確認した（**表１**）。主観的評価項目の入力割合は全体的に低く、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。

JSAS-I/Aは未入力施設がからり残存しており、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るが、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。

可視化手法として地理的・空間的な分布の把握に分布図・コロプレス図が有効と思われたが、コロプレス図を利用するには、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。今後外部データとの接続も検討のうえ、レジストリへ実装を考慮する。

4） 原型の検証と修正

令和 5 年度分の組み込み対象の QI27 項目（算出する数値は 33 項目）について全国および基地病院ごとに集計し、前年度と大きな変化はないことを確認した。

最終的に、QI27 項目を JSAS-R に組み込んだ。また、キャタピラープロットにて他施設と比較する機能、自施設と全国中央値を時系列で比較する機能、主な 10 項目について自施設の数値と全国中央値をレーダーチャートで示す機能を実装した（**図1**）。今後、このシステムを用いて各施設が質の評価を行い、継続的な質の改善につなげることが期待できる。

各基地病院への啓蒙を継続して入力割合を改善すること、システムの機能を改善すること、本システムを用いた品質管理の手法を開発すること、などが今後の課題と思われる。また安全性に関しは、施設間のばらつきが大きく、今回採用できたQIは1項目のみであり、さらなる検討が必要である。

② 近隣県等との連携に関する調査

既存の協定書について調査を行い､課題を整理するとともに、広域連携協定のひな型を作成した。本ひな型を有効活用して､広域連携をさらに進めろことが望まれる。

広域連携の課題としては、出動要請要件の相違、協定の方法（相互応援、共同利用など）、災害時の対応、費用負担などが見られた。

隣接する都道府県は相互とも複数に及んでおり、

其々地域性に大きく影響を受けているため、協定にはある程度の柔軟性は欠かせない。相互応援協定の推進には、住民の生命保護の重要性を考慮のうえ、相互理解を深めることが重要ではないかと考えている。

③ ドクターヘリの標準テキスト作成

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してテキストの草案を作成し、一部の内容に対するエビデンスの分析を実施した。さらに、分担執筆により DH の標準テキストを作成した（**(資料) ドクターヘリ標準テキスト**）。

本テキストは別途出版され、講習会等にも用いられる計画になっており、今後の DH 運用における質の標準化に資するものと考えている。

④ ドクターヘリ夜間運航に関する研究

1) 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事故率が高いこと **(表 2)** 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べきであり、全身麻酔より推定死亡率の低い症例の搬送は不適当と思われる。

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。また、ヘリコプターの夜間飛行を安全に行うには、リスクの十分な理解とともに、自動操縦の適切な使用が重要と考えられた。

2) 需要の調査

都道府県別に DH 搬送に適格な事例数と診療人数の推定を行い、夜間・早朝 DH 適格件数は年間約 2.5 万件、診療人数は約 1.7 万人、また米国スイスの実績からの診療人数は年間約 6 千～1.3 万人と推定された**(表 3、図 2)**。また夜間有視界飛行によって到達可能な離着陸場がカバーできる需要数についても推計を試みた。さらに詳細な地域データを収集して正確な推定を行う予定である。

夜間・早朝に救命救急センターへ救急車搬送されている重症患者の基本的な特性が明らかになった。夜間・早朝は昼間より時間が長いが時間当たりの需要は少なく、特に深夜は需要が少ないため、DH 運用の非効率性の原因となり得る。

夜間飛行に関するアンケート調査では、多くの課題が確認された。夜間運航の需要は多いが、常時対応可能な離着陸場は少なく、整備が必要となる。他機関のヘリでの代替可能な地域や、20 時までと早朝に需要がある、という地域も多かった。夜間運航の障壁として、騒音問題、人員の不足、離着陸場の確保、安全運航の実現などが挙げられていた。

夜間運航の実現には多くの課題があり、十分な人員と費用が必要である **(表 4)**。これらを全て解決して夜間運航を実現するには、長期にわたる公的支援が不可欠と考えられた。

Ｅ．結論

① 品質評価システムの開発・構築

JSAS-Rのデータ等から、DHの出動およびシステムに関連するQI項目を洗い出して議論を行い、最終的に、QI27項目 **(表1)** をJSAS-Rに組み込んだ。また、キャタピラープロットにて他施設と比較する機能、自施設と全国中央値を時系列で比較する機能、主な10項目について自施設の数値と全国中央値をレーダーチャートで示す機能を実装した **(図1)**。

今後、このシステムを用いて各施設が質の評価を行い、継続的な質の改善につなげることが期待できる。また、いくつかの残された課題について、検討を継続する必要がある。

② 近隣県等との連携に関する調査

既存の広域連携協定書について調査を行い、課題を整理するとともに、広域連携協定のひな型を作成した。本ひな型を有効活用して、広域連携をさらに進めろことが望まれる。

現在も地域性に伴う様々な課題が残されているが、住民の生命保護の重要性を考慮して相互理解を深めることにより、さらに相互応援協定を推進することが重要と考えている。

③ ドクターヘリの標準テキスト作成

若手医師、看護師、運航関係者育成のための標準テキストを作成した（**(資料) ドクターヘリ標準テキスト**）。本テキストは今後の DH 運用における質の標準化に資するものと考えている。

④ ドクターヘリ夜間運航に関する研究

DH 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。

夜間・早朝における DH 搬送に適格な事例数は年間約 2.5 万人程度と推定された **(表 3、図 2)**。各地域の正確な需要推定には、詳細な地域データが必要である。

夜間・早朝は昼間より時間が長いが、時間当たりの需要は少ない。特に深夜は少ないため、DH 運用の非効率性の要因となる。

夜間飛行に関する基地病院へのアンケート調査では、多くの課題が確認された。夜間運航の需要は多いが、常時対応可能な離着陸場は少なく整備が必要となる。他機関のヘリでの代替可能な地域や、20 時までと早朝に需要がある、という地域も

多い。夜間運航の障壁として、騒音問題、人員の不足、離着陸場の確保、安全運航の実現などが挙げられた。

夜間運航の実現には多くの課題**（表 4）**があり、十分な人員と費用が必要である。実現には公的支援が不可欠と考えられた。

Ｆ．研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

・猪口貞樹、第30回記念講演、「航空医療の現状と課題」、第30回日本航空医療学会総会・学術集会（北海道）（2023年11月4日）

・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）

・鵜飼孝盛、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）

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

表1.　品質評価システムで取り扱うQI項目とデータの概要

QINo	QI 項目の算出法	評価方法*	QI タイプ	QI 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 NACA≧4 の割合 PCTAS≦2 の割合	（主） （自） （自）	過程	有効性	27.9(0-79.7) 48.7(40.5-56.6) 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 医療介入率（除検査）	（自） （自）	過程	有効性	79.4(72.4-87) 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） （自）	過程	有効性	2.8（11.3-15.0） 12.4（-2.4-26.0	分 分	○ ○
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 2021 年度診療人数 医師生産性指数	（自） （自） （自）	構造	有効性	430（298-597） 322（242-408） 85.8(70.7-107.5	人時 人	○ ○ ○

*（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
**令和3年度JSAS-Rのデータから算出した各施設のQIと入力率（○は90%、×は50%以下）

表 2.　HEMS の事故率・死亡事故率のまとめ

		回/100,000 飛行時間		回/100 万患者飛行		
国[出展]*	HRMS 事故の範囲	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 日中 夜間		1.28 0.64 2.35			
米国[1]	全事故 日中 夜間				15.07 7.55 27.33	4.27 2.95 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

*令和4年度分担研究報告書④-1）-2：HEMS夜間飛行のリスクに関する文献調査、に記載の参考文献番号

表 3.　ドクターヘリの夜間推定需要（年間診療人数の推定）

推定①：DH 適格例*より	昼間の運航	夜間・早朝の運航
DH カバー時間帯 （地域・季節で異なる）	8：00～18：00 10 時間/日	18：00～8：00 14 時間/日
年間カバー時間	365 × 10 ＝ 3,650 時間	365 × 14 ＝ 5,110 時間
適格例選択基準	疾病、重症以上、所要時間 搬送先：大規模二次・三次	同左
年間 DH 適格件数*/時間帯	33,406 件	25,341 件
平均 DH 適格件数/1 時間	9.2 件	5.0 件
DH 診療人数/年	22,892 人（実診療人数） （令和 4 年度）	17,386 人（推定診療人数）**
平均診療人数/1 時間	6.3 人	3.4 人
推定②：米国の実績から	（夜間飛行/全 HEMS 件数=36%）	12,877 人（推定診療人数）***
推定③：スイスの実績から	（夜間飛行/全 HEMS 件数=20%）	5,723 人（推定診療人数）***

*令和4年度分担研究報告書④-2）-1：ドクターヘリ夜間運航の需要推定、を参照
**(夜間推定診療人数)＝(夜間 DH 適格件数）×(昼間実診療人数）/(昼間 DH 適格件数)
***(夜間推定診療人数)＝（当該国の(夜間飛行/全HEMS件数))×(本邦の昼間実診療人数)

表 4.　本邦 DH が夜間運航を行う際の課題

本邦DHが夜間運航を行う場合、以下全てに対応しなければならない。
1.夜間運航に対する地域需要の確認 ・当該地域の状況を改めて詳細に調査の上、代替ヘリの利用可能性や時間帯ごとの需要、天候や地形の影響などの地域特性に加え、臨時離着場の整備や騒音対策の状況も踏まえて、DH夜間運航の需要を再確認する必要がある。
2.必要な人員（医療・運航スタッフ）の確保 ・夜間運航では、現状の2倍以上の医療・運航スタッフを、ともに別途に確保する必要がある。 ・特に、全国的に夜間運航をすすめる場合には、国として方向性を明確化し、長期的な操縦士の確保対策を実施しなければならない。
3.使用可能な臨時離着陸場の確保 ・夜間運航を開始する前に、夜間にDHが離着陸可能な照明等の設備を持つ複数の臨時離着陸場を、各地域に整備または新設する必要がある。
4.騒音対策 ・都市部の基地病院や離着陸場周辺では、深夜の騒音が運用上の大きな問題となることが懸念される。 ・夜間運航について具体的な検討を行う際には、騒音に関する調査と対策が必須である。
5.包括的な安全運航体制の確保 ・夜間におけるHEMS患者搬送当たり死亡事故率は日中の約3倍と高い。 ・安全な夜間運航を実現するには、高機能の各種安全装備、訓練、運航管理体制等を含めた包括的な安全管理体制を確立することが必須である。 ・本格的に夜間運航を行う場合、低高度IFRの可能な機体装備、訓練、支援体制の整備が課題である。

図 1-a.　QI の表示結果（キャタピラーチャートの例）。
全国の他施設の中での自施設の位置づけを確認できる。



図 1-b.　割合で表される QI の時系列表示の例。
選択した集計期間・集計単位で棒グラフにより数値の変遷を確認できる。
自施設の結果の他、全国中央値も確認できる。

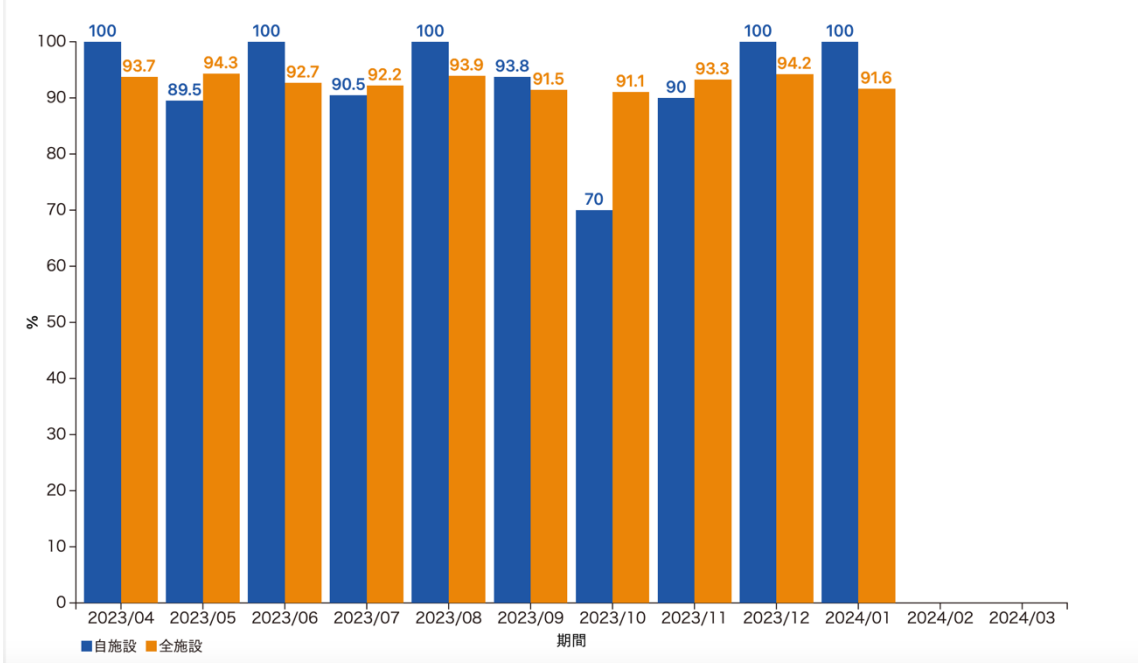


図 1-c.　連続量で表される QI の時系列表示の例。
選択した集計期間・集計単位で箱ひげ図により数値の変遷を確認できる。
自施設の他、全国の結果も確認できる。

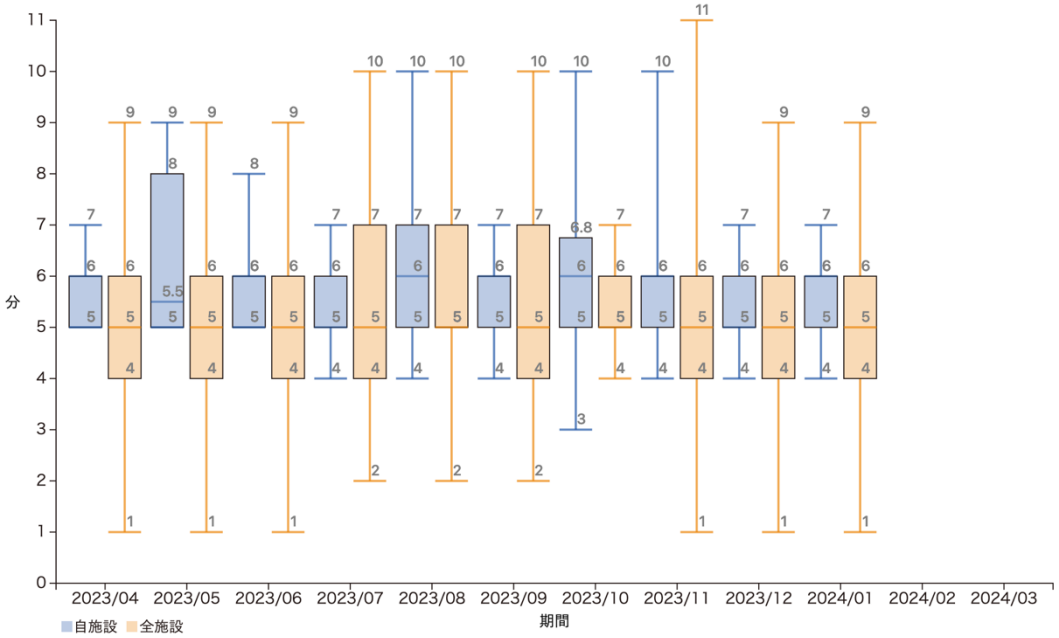


図 1-d.　サマリーレポートの出力結果。
主な 10 つの QI 指標について、レーダーチャートで全国中央値と比較できる。

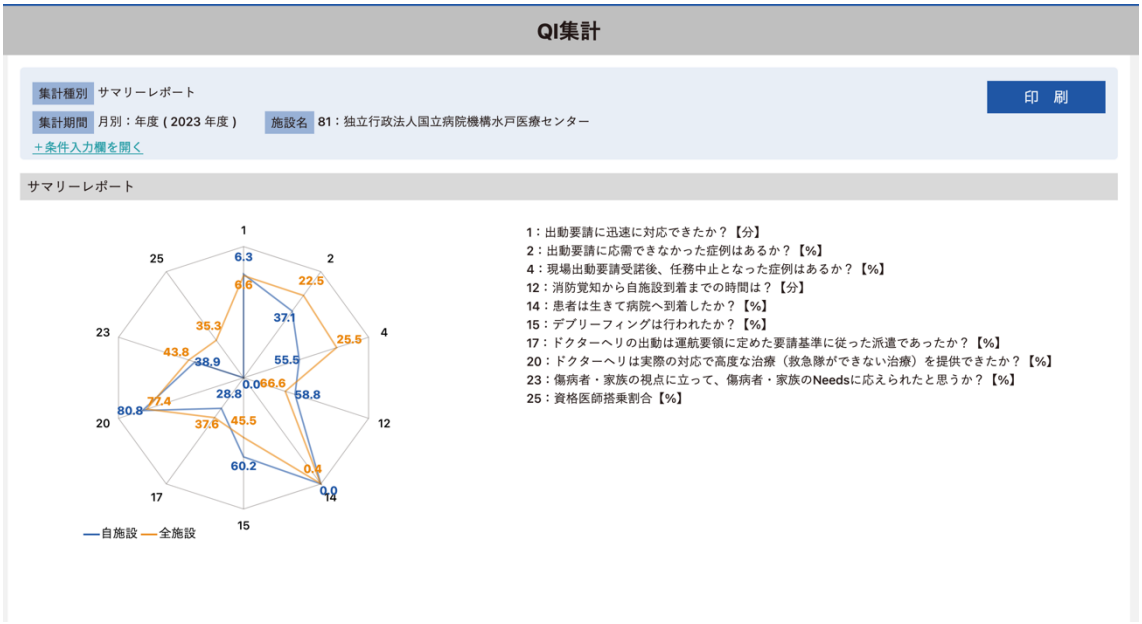


図2-a.　都道府県単位の夜間早朝ドクターヘリ適格事例件数

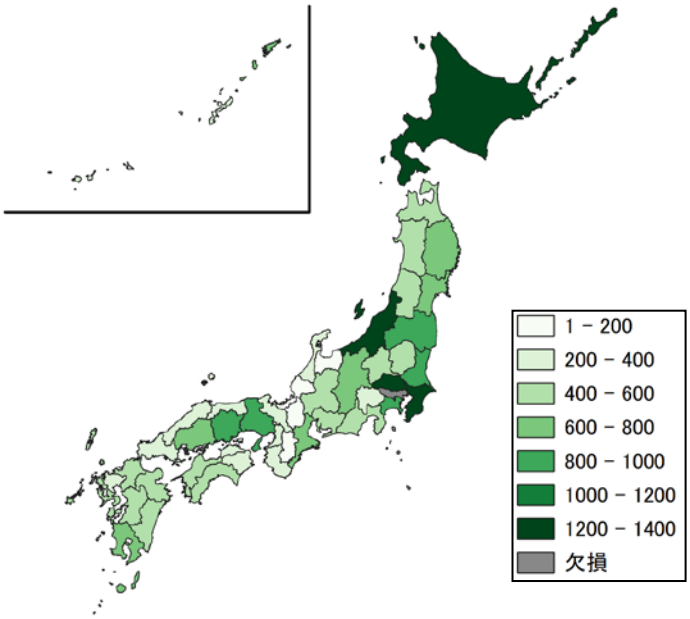
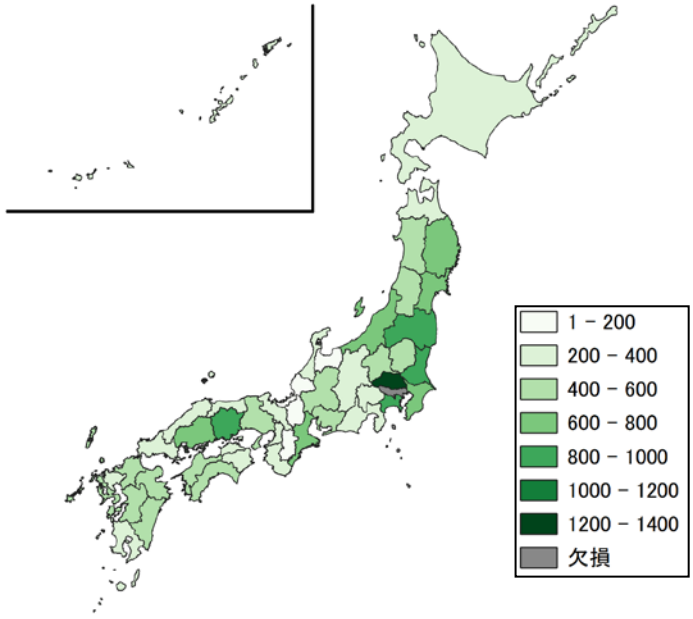


図2-b.　都道府県単位の配備DH1機あたりの夜間早朝ドクターヘリ適格事例件数



Ⅲ．研究成果の刊行に関する一覧表

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書　籍　名	出版社名	出版地	出版年	ページ
該当なし							

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
該当なし					