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：④-2）需要の調査
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

研究分担者　　猪口　貞樹　　東海大学医学部　客員教授

研究要旨
【目的】本研究の目的は、本邦におけるドクターヘリ（以下 DH）夜間運航の課題を整理するため、総務省消防庁救急搬送データを用いて、昼間と夜間・早朝における重症救急搬例の基本的特性について比較・検討することである。【方法】総務省消防庁の救急搬送データ（平成 30 年）を用いて、DH 搬送の対象となりうる重症救急搬送例を集計し、昼間と夜間・早朝の特性を比較した。【結果と考案】夜間・早朝の重症救急搬送患者について、以下が明らかになった。①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～早朝は対象患者の発生率が少なく、DH を配置した際に非効率性の原因となりうる。②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。③119 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。④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・早朝の方が長い。⑤病院前の所要時間の分布は右に歪んでいる。【結論】DH の夜間運航を検討する際には、これらの特性を十分考慮することが望ましい。

A．研究目的

本稿の目的は、本邦におけるDH夜間運航の課題を整理するため、消防庁救急搬送データを用いて、重症救急搬例における昼間と夜間・早朝の基本的特性について比較・検討することである。

B．研究方法

1. 対象

・総務省消防庁の救急搬送データを用いて、DH搬送の対象となりうる重症救急搬送例の集計を行った。なお、令和元年以降のデータはCOVID-19の影響を受けているため、今回は平成30（2018）年のものを用いた。また、東京都は対象から除外した。

・以下の項目をともに満たす症例を全ての事故種別について抽出した。

① 病院到着時の重症度が、重症、重篤又は死亡。
② 三次救急医療機関へ搬送。

・実際のDH運航時間帯には地域差と季節差があるため、便宜上、医療機関に収容された時間を用いて、以下の2つの運航時間帯に分割して集計した。以降、これらの時間帯を「昼間」および「夜間・早朝」と表記する。

① 昼間は8：00～16：59の9時間
② 夜間・早朝は17：00～7：59の15時間

2. 方法

・以下の分析を行った。

１）各事故種別の時間帯（昼夜）ごとの年間重症患者数（病院収容件数）および1時間当たりの重症患者数。
２）各事故種別（急病、一般負傷、交通外傷）における病院収容時刻（単位1時間）ごとの重症患者数
３）各事故種別（急病、一般負傷、交通外傷）における各時間帯(昼夜)の年齢区分ごとの重症患者数。
４）各事故種別における各時間帯（昼夜）の各種救急車所要時間。

（倫理面への配慮）

使用したデータには個人を特定する項目は含まれておらず、倫理的問題を生ずる可能性は少ないと考えられたが、情報管理や人権保護等には細心の注意を払った。

C．研究結果

１）各事故種別の時間帯ごとの年間重症患者数および1時間当たりの重症患者数

・年間の重症患者数（病院収容件数）および1時間当たりの同患者数を表1に示す。対象患者は合計120,363例、昼間56,729例、夜間・早朝63,634例で、夜間・早朝の患者数は昼間の1.12倍であった。

・1時間当たりの平均重症患者数は、終日13.74例、

昼間17.27例、夜間・早朝11.62例で、夜間・早朝の1時間当たり平均患者数は昼間の0.67倍であった。
・以上のように、夜間・早朝の重症例は昼間より若干多いものの、カバー時間が2倍近く長いため、単位時間当たりの重症患者数は昼間の2/3程度と少なくなる。
・事故種別に見ると、労働災害と運動競技によるものは昼間に多く、加害によるものは夜間・早朝が多い。一般負傷、急病、交通事故、自傷によるものは、全対象例における夜間・早朝/昼間の平均である1.12と同程度である。

２）各事故種別における病院収容時刻（単位1時間）ごとの重症患者数
・各事故種別ごとの病院収容時刻ごとの患者数を図1に示す。a）は急病、b）は一般負傷、c）は交通事故で、数の少ない種別の図は割愛した。
・いずれの事故種別も昼間の症例数（グラフ青棒）は概ね一定であるが、夜間・早朝（赤棒）は夕方が最も多く、時間と共に減少して2：00～5：00が最も少ない。
・１時間当たり患者数のピークは、急病では8：00～9：00と18：00～20：00、一般負傷では14：00～15：00と18：00～19：00に二つあり、交通外傷のピークは18：00～19：00の一つのみであった。

３）各事故種別における各時間帯（昼夜）の年齢区分ごとの重症患者数。
・各事故種別における昼間（青）と夜間・早朝（赤）の年齢区分（5歳）ごとの重症患者数の分布を図2に示す。a）は急病、b）は一般負傷、c）は交通事故である。
・年齢のピークは、急病では両時間帯（昼間と夜間・早朝）とも80～90歳みあり、40歳以下は非常に少なく、高齢化が顕著である。一般負傷における両時間帯の年齢分布は急病に類似しているが、0～40歳が急病よりやや多い。交通事故では、70～80歳にピークがあるが、20歳前後にも大きなピークがあり、明らかに夜間・早朝は、昼間と比較すると、若年者が多く高齢者が少ない（図2c）。

４）各事故種別における各時間帯（昼夜）の救急車所要時間。
・各事故種別における各時間帯（昼夜）の各種救急車所要時間を表2に示す。
・119番入電～現場到着（以下入電～現着）時間は、急病より一般負傷、交通事故でやや長く、また一般負傷、交通事故では、夜間より昼間の所要時間がやや長かった。
・一方、現着～現場出発の時間（以下現着～現発（現場滞留時間））は、一般負傷、交通事故が急病より長く、また3つの事故種別いずれも昼間より夜間が有意に長かった。
・現発～病院収容（以下収容）時間は、交通事故＞一般負傷＞急病で、平均所要時間はいずれも昼間より夜間が有意に長かった。
・入電～収容までの総所要時間は、交通事故＞一般負傷＞急病の順であった。一般負傷と急病における所要時間は、夜間が昼間より有意に長かったが、交通事故では昼夜の分布に差が見られたものの平均所要時間には差を認めなかった（表2）。
・現発～収容時間のヒストグラムを図3a）、P-Pプロットを図3b）に示す。所要時間は長い方に裾野が広い分布（右に歪んだ分布）を示しており（歪度4.6、尖度39.8）、P-Pプロットは正規分布から大きく外れていた。
・各事故種別の時間帯（昼夜）別現発～収容時間の箱ひげ図を図3c）に示す。いずれの事故種別でも、所要時間は右に歪んだ分布を示している。
・現発～収容時間の自然対数を用いたヒストグラムを図4a）、同P-Pプロットを図4b）に示す。ヒストグラムは上記より対称的な分布を示しており（歪度0.05、尖度0.857）、P-Pプロットも正規分布に近い。
・現発～収容時間の自然対数を用いた昼夜別・事故種別ごとの箱ひげ図を図4c）に示す。いずれの事故種別でも所要時間はかなり対称的に分布しているが、外れ値（各図の○および×印）が多い。また、急病では夜間の所要時間がやや長いことがわかる（図4c）。
・図5に、入電～病院収容時間（対数表示）の昼夜別のヒストグラムを事故種別（急病、一般負傷、交通事故）ごとに示す。いずれも分布は昼夜で類似しているが、急病及び交通事故では、夜間の症例数の方がやや多い。

Ｄ．考察
・平成30年における夜間・早朝の重症以上の救急搬送患者は年間63,634例で、昼間の患者数の1.12倍でるが、夜間・早朝の1日当たりヵバー時間は15時間で、昼間（9時間）の1.7倍、1時間当たりの患者数は昼間の0.67倍（11.62例/時）である。つまり、夜間・早朝は昼間よりも時間当たり重症患者発生数が少ない。このため、同じ体制でこの時間帯をカバーすると、費用対効果が低下する。
・またDHの夜間運航では、昼間の運航より天候や視程などの影響を受けやすいため、出動要請に対する対応率が昼間より少なくなると考えられる。。このため、さらに運用効率が低下すると推察される。
・事故種別によって重症搬送患者の発生数は異なっており、多い順に、急病、一般負傷、交通事故であった。これら3種別における夜間・早朝の1時間ごとの重症搬送患者搬送数は、いずれも18:00～20:00にピークがあり、その後大きく減少して翌朝5：00より再増加するパターンを呈していた。従って、前述の費用対効果は深夜から早朝にかけて最も低下するものと考えられる。

・事故種別によって、搬送患者の年齢分布が異なることが判明した。急病と一般負傷は80～90歳にピークがあり、昼夜で大きな差異が見られない。一方、交通事故は70歳付近と20歳付近に2つのピークがある。夜間・早朝は高齢のピークが低下し、若年者のピークが増加する。夜間・早朝の交通事故患者総数は昼間の1.12倍とやや多い程度であるが、年齢構成は大きく異なり、若年化する。
・入電～救急車現着までの所要時間は、急病、一般負傷、交通事故のいずれも、昼間より夜間・早朝の方が短かった。これは、昼間は交通渋滞が多いためかもしれない。
・一方、現着～現発および現発～病院収容の所要時間は、いずれも夜間・早朝が昼間より有意に長かった。原因は不明であるが、夜間・早朝の方が医療機関の受け入れ体制が脆弱で、長時間搬送を要している可能性が考えられた。
・入電～現着までは平均8～10分程度であるのに対して、現発～病院収容は平均12～19分程度を要している。消防機関は一定時間で介入できるよう適宜分署と救急車を配置しているのに対し、救命救急センターの数は限られており、必ずしも搬送時間が最短となる場所に配置されていないこと等が原因と考えられる。
・各所要時間は正規分布しておらず、いずれも右に歪んでおり、外れ値も多いことが明らかになった。原因は明らかではないが、救急搬送の所要時間分析やDHのシミュレーション等を行う際には、この点についても考慮を要する。

Ｅ．結論

本研究により、夜間・早朝の重症救急搬送患者について、以下が明らかになった。DHの夜間需要を検討する際には、これらの特性を十分考慮することが望ましい。

①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倍であるため、時間当たり平均患者数は0.67倍と昼間より少ない。特に、深夜～早朝は対象患者の発生率が低く、DHを配置する際に非効率性の原因となりうる。

②重症救急搬送患者のうち、急病と一般負傷は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あり、夜間・早朝は昼間より若年者が増加する。

③119番入電～救急車現場到着の所要時間は8～10分程度で昼間より夜間・早朝の方が短い。一方、救急車現場発～病院収容の所要時間は12～19分程度と上記より長く、また夜間・早朝の方が長い。

④入電～病院収容までの総所要時間は、交通事故＞一般負傷＞急病の順であり、一般負傷と急病の総所要時間は昼間より夜間・早朝の方がやや長い。

⑤病院前の各所要時間の分布は右に歪んでいるので注意を要する。

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

表 1.　各事故種別の時間帯ごとの年間重症患者数および 1 時間当たり平均重症患者数

事故種別	年間重症患者数（病院収容件数）					1 時間当たり平均重症患者数			
	終日	構成比率	昼間 (d)	夜間・早朝 (n)	夜間比率 n/d	終日	昼間 (d)	夜間・早朝 (n)	夜間比率 n/d
一般負傷	11,456	9.5%	5,826	5,630	0.97	1.31	1.77	1.03	0.58
運動競技	216	0.2%	180	36	0.20	0.02	0.05	0.01	0.12
加害	225	0.2%	74	151	2.04	0.03	0.02	0.03	1.22
急病	93,147	77.4 %	42,687	50,460	1.18	10.63	12.99	9.22	0.71
交通事故	8,801	7.3%	4,151	4,650	1.12	1.00	1.26	0.85	0.67
自損行為	4,046	3.4%	1,821	2,225	1.22	0.46	0.55	0.41	0.73
労働災害	2,472	2.1%	1,990	482	0.24	0.28	0.61	0.09	0.15
合計	120,363		56,729	63,634	1.12	13.74	17.27	11.62	0.67

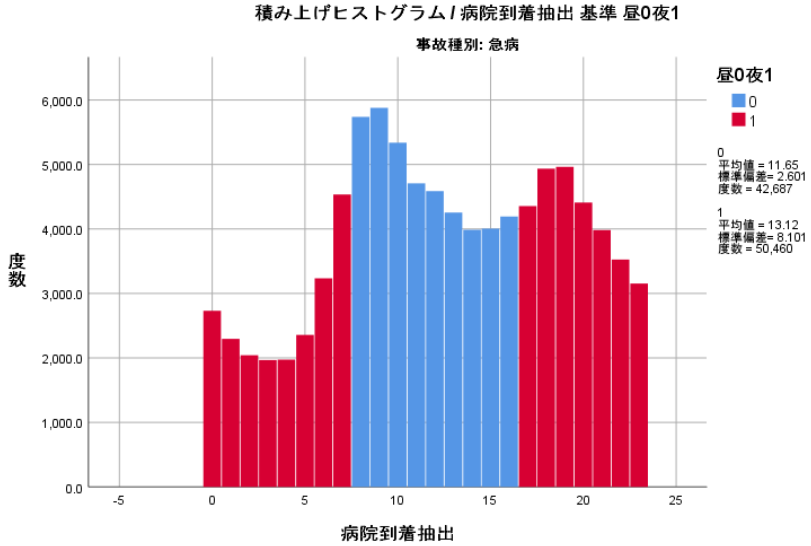
2018 年総務省消防庁救急搬送データ（東京都除く）
三次救急医療機関搬送かつ病院到着時に死亡・重篤又は重症の事例
d：(8:00-16:59) の 9 時間、n：(17:00-7:59) の 15 時間

表 2.　各事故種別の各時間帯（昼夜）ごとの救急車所要時間

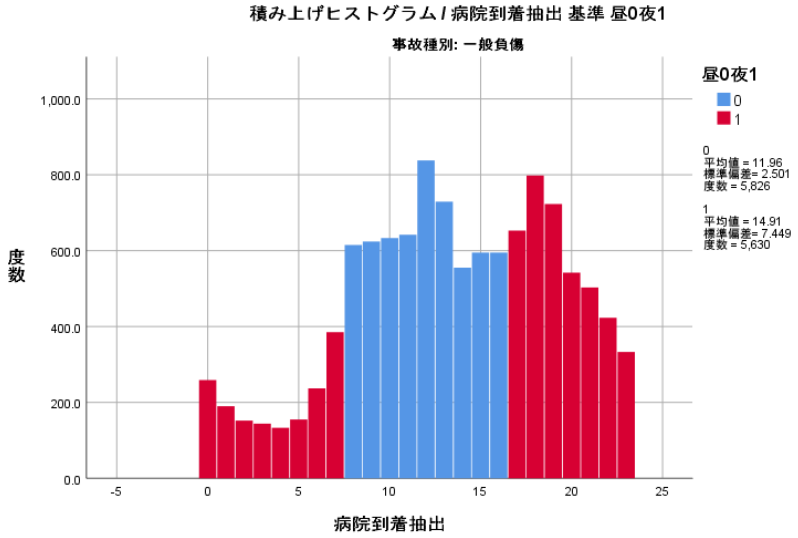
		事故種別								
		一般負傷			急病			交通事故		
所要時間	昼夜	件数	平均(分)	SD(分)	件数	平均(分)	SD(分)	件数	平均(分)	SD(分)
			中央値	四分範囲		中央値	四分範囲		中央値	四分範囲
入電～現着	昼	5,826	**9.07	5.27	42,687	8.21	3.89	4,151	**10.15	6.66
			8	6		7	4		#8	6
	夜	5,630	8.66	4.4	50,460	8.21	3.47	4,650	9.31	5.36
			8	4		##8	4		8	5
現着～現発	昼	5,826	16.65	10.27	42,687	14.49	7.48	4,151	16.58	10.65
			14	9		13	7		14	10
	夜	5,630	**17.94	11.53	50,460	**15.59	8.21	4,650	*17.33	12.15
			#15	10		##14	9		#15	11
現発～収容	昼	5,826	16.09	15.06	42,687	14.26	12.29	4,151	17.60	16.46
			12	12		11	10		14	14
	夜	5,630	**17.39	18.16	50,460	**15.15	14.02	4,650	*18.51	18.64
			#12	12		##12	10		#14	13
入電～収容	昼	5,826	41.81	21.07	2,6874	36.96	16.00	4,151	44.33	22.96
			37	19		33	16		39	23
	夜	5,630	**43.99	24.56	50,460	**38.94	18.04	4,650	*45.16	25.56
			##38	20		##35	17		39	23

・2018 年総務省消防庁：三次救急搬送・重症例以上、東京都を除く。
・昼：昼間：夜：夜間・早朝、事故種別は一般負傷、急病、交通事故のみ記載。
・昼夜の各所要時間：Welch の t 検定(*p<0.05,**p<0.001)、Mann-Whitney の U 検定(#p<0.05,##p<0.001)。

図1.　a)　病院収容時刻ごとの患者数(急病)



b)　病院収容時刻ごとの患者数(一般負傷)



c)　病院収容時刻ごとの患者数(交通事故)

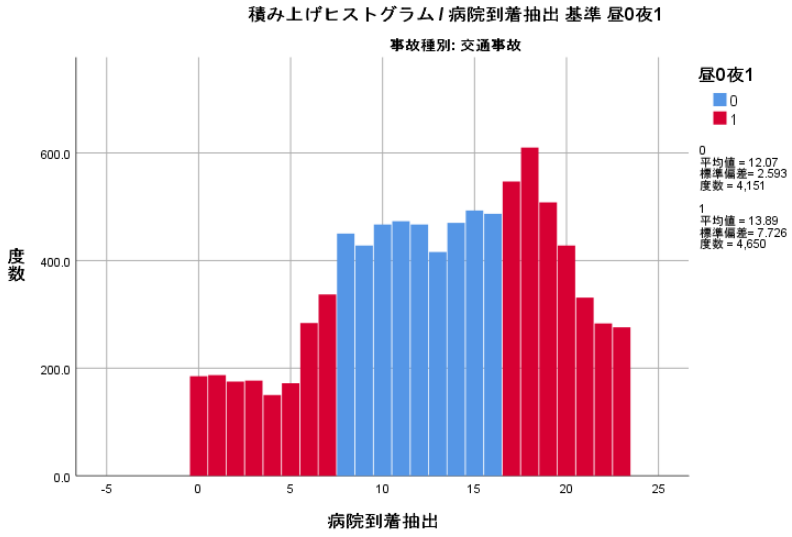
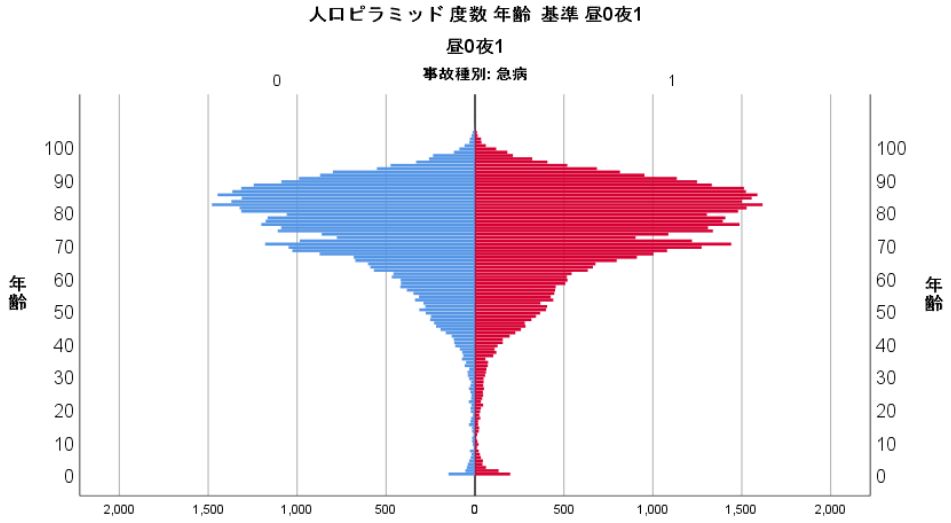
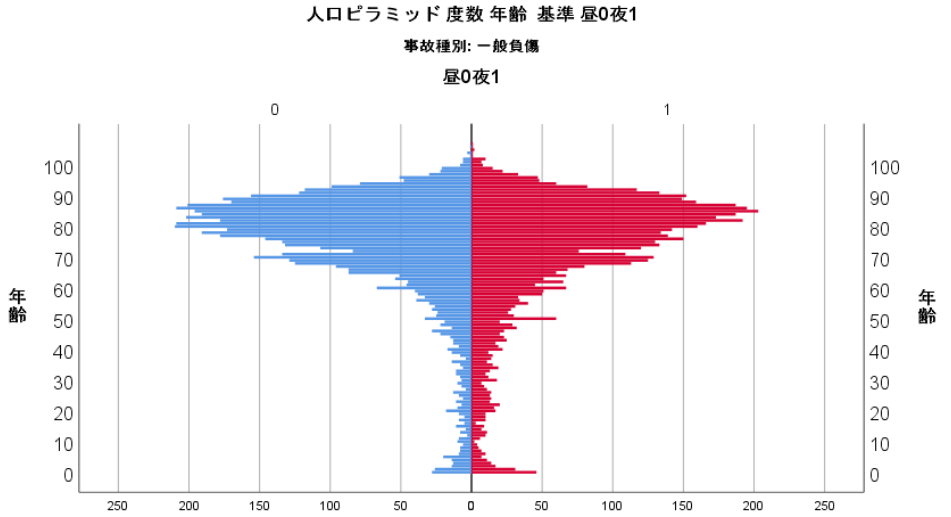


図 2.　a）　各時間帯（昼夜）の年齢区分ごとの重症患者数（急病）



b）　各時間帯（昼夜）の年齢区分ごとの重症患者数（一般負傷）



c）各時間帯（昼夜）の年齢区分ごとの重症患者数（交通事故）

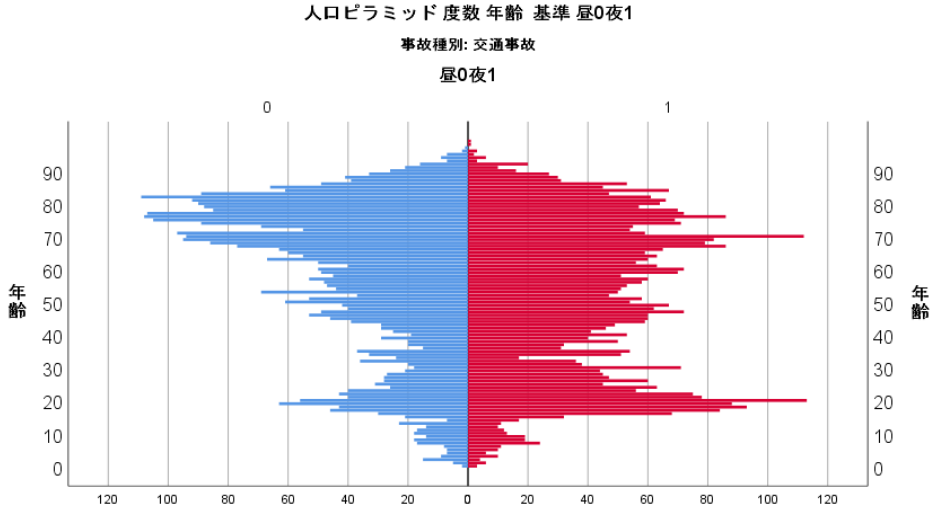
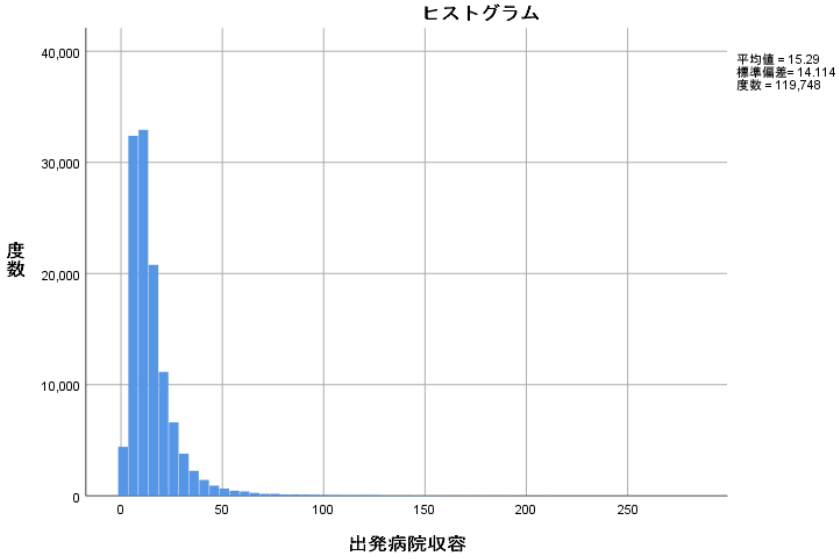
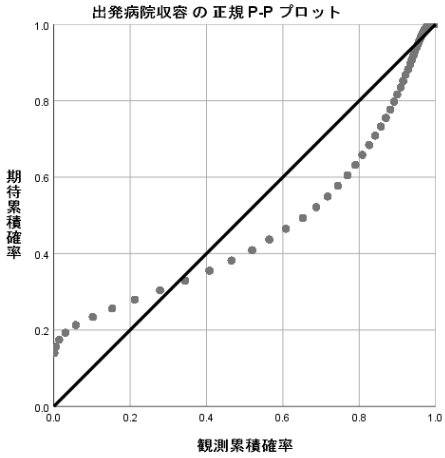


図3.　a）　現発～収容時間（分）のヒストグラム(全症例)



b）　現発～収容時間（分）のP–Pプロット（全症例）



c）　各事故種別の時間帯（昼夜）別現発～収容時間（分）の箱ひげ図

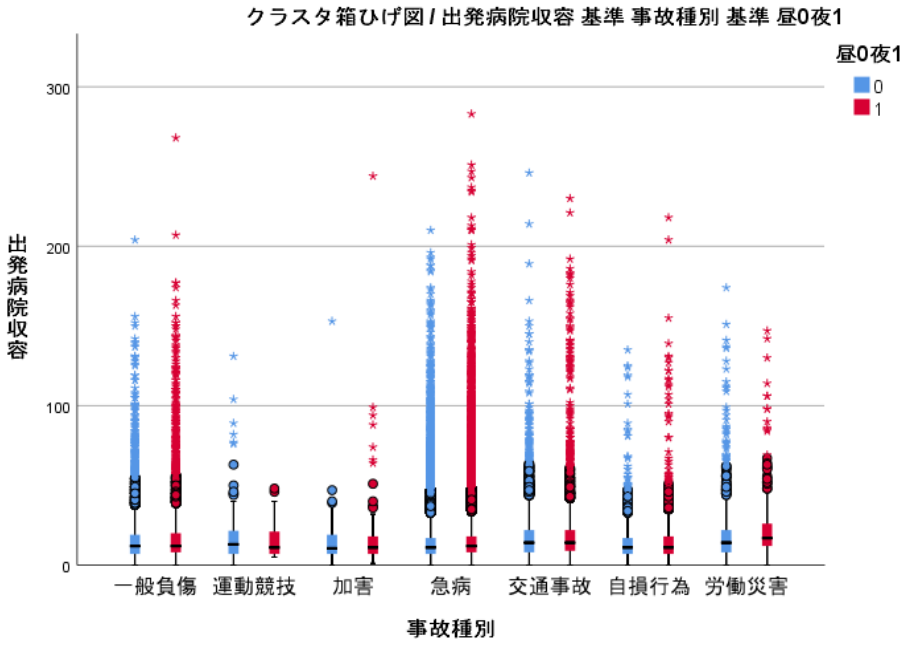
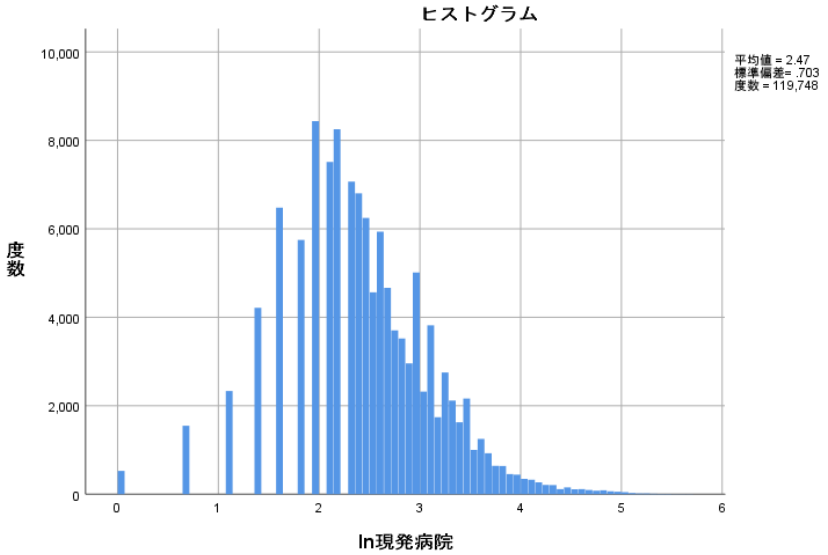
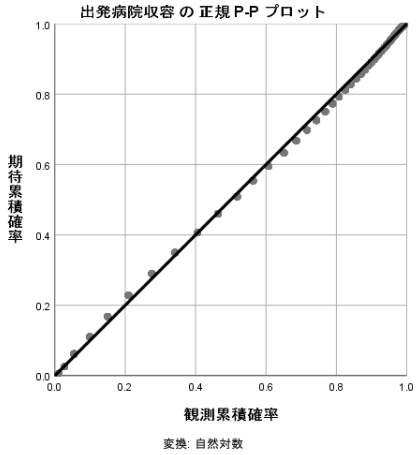


図 4.　a）　現発～収容時間（分、自然対数）のヒストグラム（全症例）



b）　現発～収容時間（分、自然対数）の P-P プロット（全症例）



c）　昼夜別・事故種別の現発～収容時間（分、自然対数）の箱ひげ図

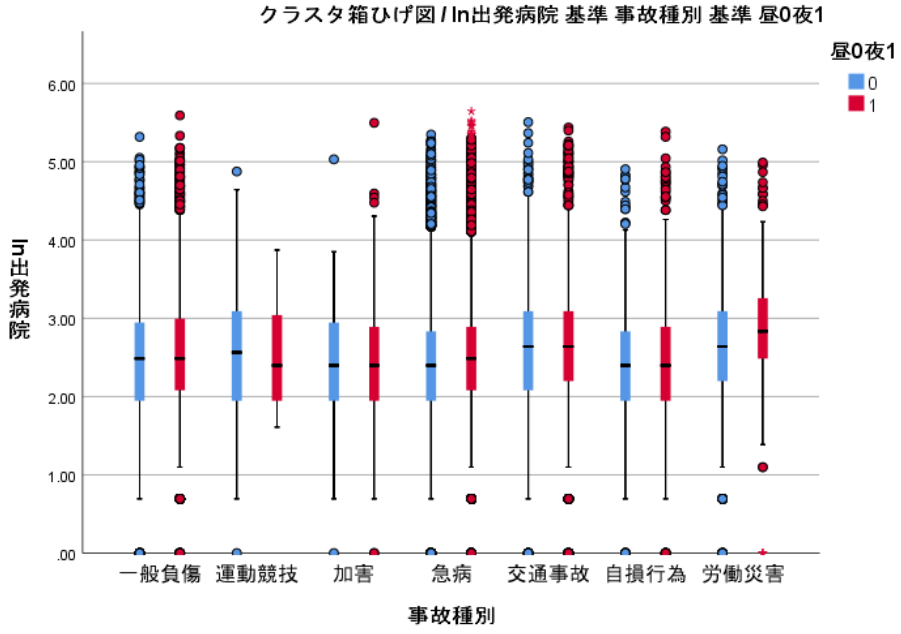
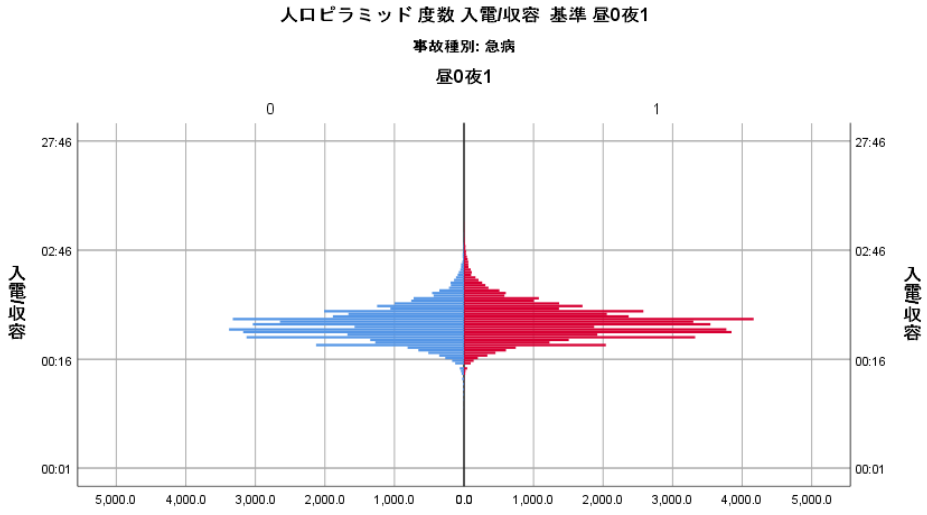
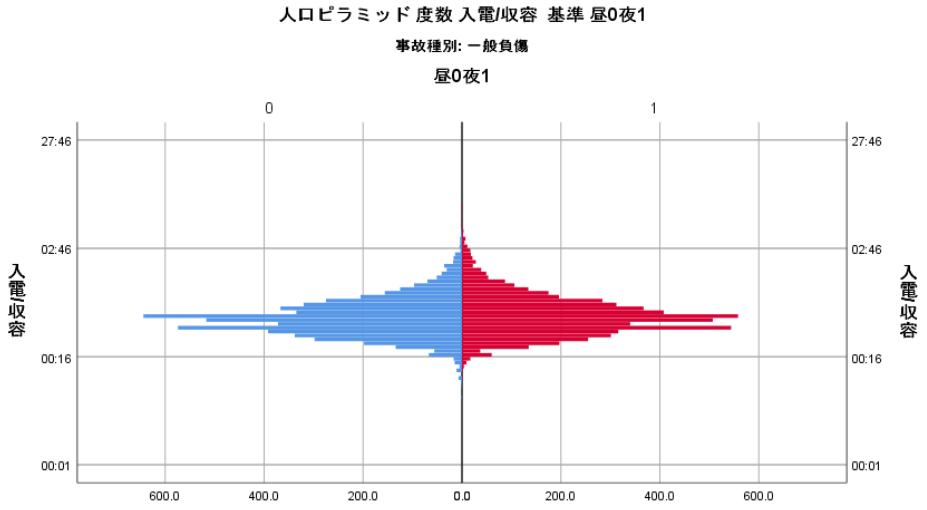


図 5. a)　入電～収容時間（分、対数表示）の昼夜別ヒストグラム（急病）



b)　入電～収容時間（分、対数表示）の昼夜別ヒストグラム（一般負傷）



c)　入電～収容時間（分、対数）の昼夜別ヒストグラム（交通事故）

