

[調査研究報告書]

周産期医療におけるドクターヘリの導入と運用体制の確立を目指した調査研究

(平成 29 年度 HEM-Net 調査・研究事業助成金交付事業)

鹿児島市立病院 新生児内科 平川英司、茨聡

日本の周産期死亡率は 2.6、早期新生児死亡率は 0.7 と世界有数の優れた成績を保っているが、周産期医療を担う人的不足により地域格差が生じ、特に地方においては産科診療所の減少や新生児科医不足により周産期医療は崩壊へ向かっている(1)。また、早産児や晩婚化による貴重児の増加により周産期医療の社会的役割は高まっている。周産期医療資源が限られてきているわが国において、限られた周産期医療資源を有効に利用する 1 つのツールとしてドクターヘリの運用が考えられ、周産期医療におけるドクターヘリの利用は周産期医療センターに集約化されている周産期医療資源を効果的に活用する手段となる。

しかし、周産期医療におけるドクターヘリの活用は全国的に遅れている。その理由として、1 つは周産期医療における『現場』は産科診療所で発生することが多く、『現場』要請を基本とする成人救急と周産期救急の『周産期現場』が異なること、2 つ目として周産期医療における確立した運用モデルがないことが挙げられる。

鹿児島市立病院ではドクターヘリ事業が開始されて以来、周産期医療におけるドクターヘリ事業に積極的に取り組んできた。鹿児島県ではドクターヘリの周産期医療に関する出動は全体の 8% を占め、国内全体の 1% に比べて著しく高く、その実績を周産期医療におけるドクターヘリ運用モデルとして報告してきた(2)。

本調査研究では、国内の周産期医療におけるドクターヘリに関する調査、現在ドクターヘリ事業を行っている施設の調査、イタリアの新生児を含めた EMS を行っている施設の調査、イギリスの小児、新生児専用の Children`s Air Ambulance の調査、すでに実績のある鹿児島県の周産期医療におけるドクターヘリ事業の検証を行い、わが国の周産期医療におけるドクターヘリ運用モデルの確立を目指す。

引用

(1)中井章一 産婦人科医師の勤務実態と将来ビジョン 81 回日本産婦人科医会懇談会

(2)平川英司 周産期におけるドクターヘリ運用モデル 救急医学 38 : 1388-1392, 2014

(1)周産期医療領域におけるドクターヘリの運用体制の調査

日本国内における新生児ヘリ搬送の現状を示す(図 1)。ドクターヘリ基地病院数は 51 ヶ所あり、それぞれのドクターヘリ基地病院における周産期医療施設の併設数は総合周産期母子医療センターが 27 ヶ所、地域周産期母子医療センターが 20 ヶ所、周産期施設の併設なしが 4 ヶ所である。さらにそれぞれの施設における新生児ヘリ搬送の有無は 14/27, 4/20, 1/4 である。したがって、ドクターヘリ基地病院の視点からみると、計 19 のドクターヘリ基地病院で新生児ヘリ搬送が行われている。しかし、すべてのヘリで等しく新生児ヘリ搬送が行われる訳ではない。国内で主に使用されている機種として、EC135, BK117, AW109, MD902 がある。新生児搬送を行っている機種は EC135 が 8 ヶ所、BK117 が 6 ヶ所、AW109 が 3 ヶ所、MD902 が 1 ヶ所、Bell429 が 1 ヶ所となっている。それぞれの機種により機内スペース、ローディング方式の違いがあり、特にドクターヘリを用いた新生児搬送の特徴として、リッター上に保育器、微量シリンジポンプなどの資機材、ポンベ（空気、酸素）の搭載、配置が挙げられる。これにより機内への搭載(Boarding)、機内での処置、操作が制限される。また、周産期施設を併設していないドクターヘリ基地病院では新生児搬送医師をピックアップするピックアップ方式で行う方法も国内で行われている。

今回はそれぞれの機種を使用し、新生児ヘリ搬送を行っている青森県立中央病院(EC135)、長崎医療センター(EC135)、鹿児島市立病院 (AW109)、島根県立中央病院(BK117)、君津中央病院 (MD902) の実地調査を行った。また、新生児ヘリ搬送のピックアップ方式を行っている信州大学病院にはメールで回答を得た。

国内では北海道と東北地域、北関東では新生児ヘリ搬送を行っているドクターヘリ基地病院は少なく、甲信越、中国、九州地域では多い傾向が認められた。

次にそれぞれの機種による機内スペースの違いについて表1、写真1～4を用いて示す。表と写真で示すように機種により、保育器の乗降場所(Boarding)、搭載時の高さ制限(Height Restriction)、機内における児へのアクセス(Access to Baby)、装備品へのアクセス(Access to Equipment)、保育器を載せているリッター後方へのアクセス(Access to Back)が大きく異なる。

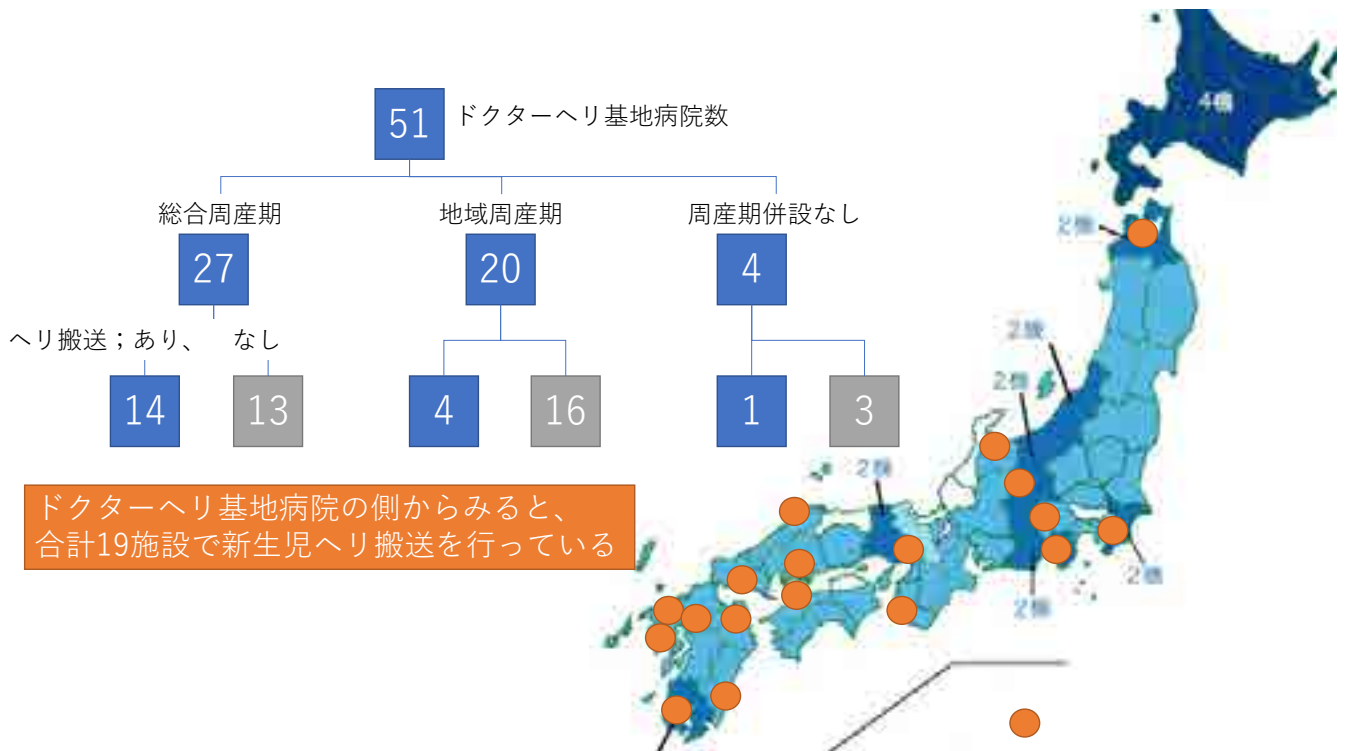
Boarding：リッターの Boarding と同じであるが、新生児搬送特有の問題としてリッターの上に保育器を含む医療資機材を搭載しているため、機体の入口部で Height Restriction が発生する。また、新生児では保育器と一緒にシリンジポンプや空気、酸素のボンベを固定するためのポールがヘリの機体と干渉することもある。新生児は保育器内で挿管し呼吸管理されていることも多く、保育器の窓から手を入れて手動バギングを行う必要があり、Boarding の方法によっては呼吸管理が困難なことも想定される。

Access to Baby：成人でも機内において患者へのアクセスがある程度制限されるが、保育器を使用する新生児ではアクセスがさらに困難となる。保育器には手を挿入する小窓が通常2ヶ所に制限されていることから、児を機内で診察することは極めて困難となる。さらに機種によってはリッターが床の高さにあることから、座席から小窓を通して児への距離があり、児へのアクセスが困難な機体もある。したがって、医師が搭乗している椅子の高さと保育器の小窓の高さ、左右の位置がずれていると事実上、機内では診察ができない。

Access to Equipment：通常のドクターヘリではシリンジポンプ、除細動機、人工呼吸器などが限られた機内へ立体的に配置されていることが多く、保育器がリッターの前方に配置され（機内での前方）、Boarding 時の Height Restriction もあることからリッターの後方には新生児用の医療資機材が配置される。医療資機材が立体的に配置されているドクターヘリではリッター後方へのアクセスが物理的に困難であり、機種によっては事実上アクセスが不可能なこともある。

Access to back：前述のようにリッター上の空いた後方スペースには主に酸素、空気ボンベなどが搭載されることが多いが、機種によってはまったく操作できない配置になっていることもあり、ボンベの残量がなくなるような場合には問題となる。

図 1



EC135 : 24ヶ所のうち、新生児運用は8ヶ所
 BK117 : 17ヶ所のうち、新生児運用は6ヶ所
 AW109 : 5ヶ所のうち、新生児運用は3ヶ所
 MD902 : 4ヶ所のうち、新生児運用は1ヶ所
 Bell429 : 1ヶ所のうち、新生児運用は1ヶ所

表 1

機種	①EC135	②BK117	③AW109	④MD902
Boarding	Back	Back	Side	Back
Height Restriction	Yes	Yes	No	Yes
Access to				
Baby	Easy	Easy	Easy	Easy
Equipment	Easy-Possible	Possible	Easy	Possible
Back	Possible	Hard	Easy	Hard

* Easy : 座席に座ったまま、アクセスが容易。

Possible : 体勢を変えることでアクセスが可能。

Hard : 機内でアクセスが困難、物理的に不可能。

写真 1

EC135



Boarding : Back

Height restriction : Yes

Access to baby : Easy

Access to equipment : Possible

Access to back : Possible

写真 2

BK117



Boarding : Back

Height restriction : Yes

Access to baby : Easy

Access to equipment : Possible

Access to back : Hard

写真 3

AW109



Boarding : Side loading

Height restriction : No

Access to baby : Easy

Access to equipment : Easy

Access to back : Easy

写真 4

MD902



Boarding : Back

Height restriction : Yes

Access to baby : Easy

Access to equipment : possible

Access to back : Hard

実地調査を行った施設においては保育器、モニター、シリンジポンプ、酸素ボンベはすべての施設が新生児搬送装備品として持ち込んでおり、成人のモニターを用いて搬送中のモニターリングを行っている施設はなかった。また、施設によっては空気ボンベ、酸素空気ブレンダー、CPAP、人工呼吸器などを搭載していた。各機体によって機内空間が異なり、成人用の装備品もあるため、機内の限られた空間、リッター上を立体的に配置する工夫を行っていた。以下に機種毎、各施設の詳細を示す。

文書内略語について

FDr：フライトドクター

FNs：フライトナース

NICU：Neonatal Intensive Care Unit

PICU：Pediatric Intensive Care Unit

CPAP：Continuous Positive Airway Pressure

[EC135：青森県立中央病院、長崎医療センター、信州大学]

EC135 を運用している長崎医療センターと青森県立中央病院ではリッター上の前方部に保育器を配置し、後方部下方に酸素ボンベ、空気ボンベを配置し、その上方にシリンジポンプ、モニター、バッテリー、人工呼吸器や CPAP を配置していた。

一方、信州大学では前方部に保育器とシリンジポンプを配置し、後方に酸素、空気ボンベとバッテリーを配置していた。

写真1のようにEC135の機内では医師の座席はリッター前方部に相当する位置になるので、リッター後方部下方へのアクセスは困難となる。後方部下方にボンベを取り付け、底上げすることで、後方部上方に配置する資機材へアクセスしやすいようにしてある。後方部上方にはシリンジポンプや人工呼吸器などが配置され、その向きを座席から操作しやすくすることで、機内でのアクセスを工夫している。後方部下方には酸素や空気のボンベが配置されているが、青森県立中央病院や信州大学では機内においても、残量が見えやすいように配置されていた。

青森県立中央病院（青森県ドクターヘリ）の特徴としてはいわゆる下り搬送（バックトランスファー）も地域の医療施設と行っていることが挙げられる。バックトランスファーを安定した見で行う目的は、短時間搬送による、①新生児への負担軽減、②搬送に付きそう新生児医師の負担軽減、③新生児ヘリ搬送の周知が挙げられる。特に新生児領域はその特殊性から専門医が少なく、他の医師による代替も困難なため、長距離搬送で時間を費やすことは大きな負担となる。また、バックトランスファーという実搬送により FDr、FNs、パイロット、整備士を含めた航空医療関係者への周知にもなり得る。

長崎医療センター（長崎県ドクターヘリ）の特徴としては離島を抱えることから歴史的に防災ヘリや自衛隊ヘリなどを使用した新生児ヘリ搬送が長年行われてきたことが挙げられる。自衛隊との搬送もあることから、救急隊だけでなく自衛隊との搬送資機材を使用したシミュレーションも行っている。一方、ドクターヘリ搬送ではドクターヘリを有効に使用するため、基本的に着陸地点での患者引き継ぎというルールが作られている。新生児では処置の関係で病院内引き継ぎを行っているところが多く、今回の調査の中でも特徴的だった。

信州大学（松本ドクターヘリ）の特徴としては PICU 対象の患者については PICU Dr を他病院でピックアップするピックアップ方式を行っている点が挙げられる。PICU 対象患者のやり方であるが、この方式は新生児 Dr がいないドクターヘリ基地病院における新生児搬送の運用モデルともなる。現場出動に準ずる緊急度の高い搬送では時間ロスが大きいですが、2次病院との施設間搬送であれば、ピックアップする時間的余裕はあると考えられる。小児においても専門性の高い Dr がヘリ搬送に伴うことで患児への負担はもとより、FDr、FNs の負担も軽減すると考えられる。

青森県立中央病院（青森県ドクターヘリ基地病院）

青森県ドクターヘリ出動件数

2014年度 全出動件数 367件

（母子・周産期：現場0、施設間11 小児：現場5、施設間4）

2015年度 全出動件数 335件

（母子・周産期：現場0、施設間6 小児：現場8、施設間12）

2016年度 全出動件数 362件

（母子・周産期：現場0、施設間3 小児：現場7、施設間2）

（航空医療学会雑誌 2015, 2016, 2017 vol 1 より）

■ 新生児ヘリ搬送用資機材

専用リッター、ガスボンベ（酸素、空気）、CPAP、ブレンダー、シリンジポンプ、モニター

■ 救急科、他職種との連携について

救急科との合同カンファレンスあり、シミュレーションは2回/年

■ ドクターヘリ同乗者

医療者3名。FDr、FNs、新生児Dr。家族を同乗させるためFNsを乗せない想定も。

■ 新生児ヘリ搬送対象地域

主に県内の周産期医療施設（弘前大学、むつ総合病院、八戸市民病院）

新生児のバックトランスファー（下り搬送）も行う。

県を超える症例（複雑心奇形など）は防災ヘリが対応。

■ 患者引き継ぎ場所

搬送元病院で、30分～60分を想定しており、救急科も引き継ぎ時間について合意。

■ 産科診療所での緊急症例に対する新生児科医師の派遣

青森市内の症例では対応するが、ヘリを用いた対応はしていない。

青森県立中央病院の新生児へリ搬送用資機材（全体、ポンベの配置）



長崎医療センター（長崎県ドクターヘリ基地病院）

2014年度 全出動件数 819 件

（母子・周産期：現場 2、施設間 17 小児：現場 11、施設間 8）

2015年度 全出動件数 890 件

（母子・周産期：現場 0、施設間 2 小児：現場 39、施設間 12）

2016年度 全出動件数 794 件

（母子・周産期：現場 2、施設間 6 小児：現場 40、施設間 16）

（航空医療学会雑誌 2015, 2016, 2017 vol 1 より）

■ 新生児ヘリ搬送用資機材

専用リッター、ガスボンベ（酸素、空気）、人工呼吸器、ブレンダー、シリンジポンプ、モニター

■ 救急科、他職種との連携について

救急科とのカンファレンスやレクチャーはないが、自衛隊や救急隊と年に 1 回ストレッチャーの使い方などの講習会を開催。

■ ドクターヘリ同乗者

医療者 2 名 + 家族 1 名。

FDr、新生児 Dr、家族。新生児搬送では家族を同乗させるため FNs を載せていない。

■ 新生児ヘリ搬送対象地域

本土と離島。本土内は救急車で 1 時間以上かかるところをドクターヘリ搬送の対象。

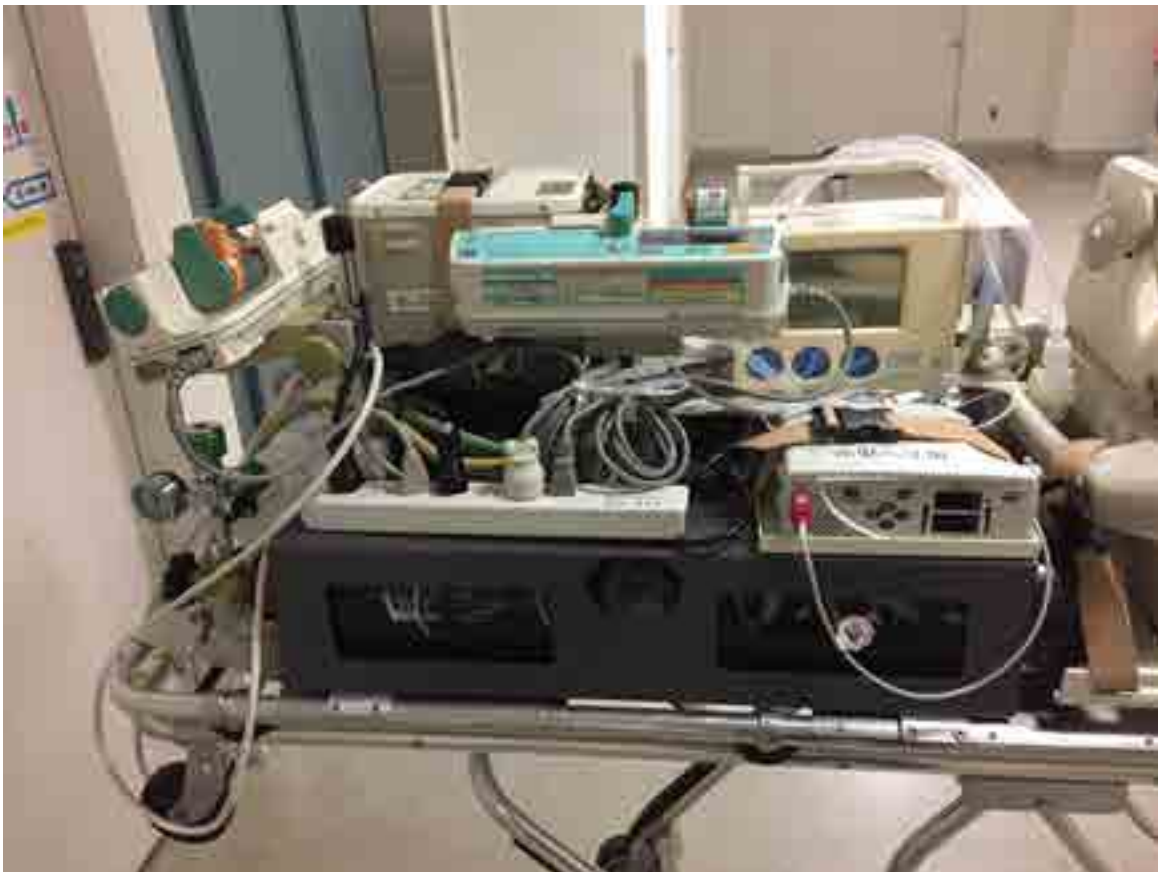
■ 患者引き継ぎ場所

基本的に着陸地点。（長崎県ドクターヘリのルール）

■ 産科診療所での緊急症例に対する新生児科医師の派遣

病院周辺の症例では対応するが、ヘリを用いた対応はしていない。

長崎医療センターの新生児へリ搬送用資機材（全体、リッター後方部）



信州大学（松本ドクターヘリ基地病院）

2014年度 全出動件数 483 件

（母子・周産期：現場 0、施設間 0 小児：現場 14、施設間 12）

2015年度 全出動件数 560 件

（母子・周産期：現場 0、施設間 4 小児：現場 22、施設間 17）

2016年度 全出動件数 478 件

（母子・周産期：現場 1、施設間 6 小児：現場 13、施設間 12）

（航空医療学会雑誌 2015, 2016, 2017 vol 1 より）

■ 新生児ヘリ搬送用資機材

専用リッター、ガスボンベ（酸素、空気）、ブレンダー、シリンジポンプ、モニター

■ 救急科、他職種との連携について

救急の月例カンファレンスに参加。また、不定期の勉強会で相互理解を行っている。

■ ドクターヘリ同乗者

医療者 3 名。FDr、FNs、新生児 Dr。

■ 新生児ヘリ搬送対象地域

県内のヘリポートを備えている 2 次病院。

■ 患者引き継ぎ場所

搬送元病院の NICU 内。

■ 産科診療所での緊急症例に対する新生児科医師の派遣

特に行っておらず、ヘリを用いた対応もしていない。

■ PICU 対象患者のピックアップ方式のフロー

搬送依頼があれば、長野県立こども病院 PICU から信州大学救急に電話連絡。

→信州大学ドクターヘリが長野県立こども病院で PICU Dr をピックアップ。

→FDr、FNs、PICU Dr で搬送元病院へ。

→搬送先は長野県立こども病院 PICU

信州大学の新生児ヘリ搬送用資機材（全体）



[BK117：島根県立中央病院]

BK117 を運用している島根県立中央病院ではリッター上に保育器、人工呼吸器を配置し、シリンジポンプはポールに固定する方法をとっていた。しかし、Boarding をスムーズに行うため、シリンジポンプは機内に持ち込んでから医師からアクセスの良い、保育器右前方部に固定するようになっている。離島（隠岐の島）からの新生児ヘリ搬送はあるが、数が多い訳ではなく、防災ヘリを使用することもあるため、専用のボードなどは作成していない。しかし、リッター上の配置パターンは決まっており、新生児搬送依頼があると新生児科医とフライトナースで必要な物品をリッター上に速やかに固定して使用している。新生児科医が少なく、できる限り早めの母体搬送を行っているので、ドクターヘリ搬送の母子・周産期事案の多くは母体搬送である。

島根県立中央病院（島根県ドクターヘリ基地病院）

2014年度 全出動件数 737 件

（母子・周産期：現場 0、施設間 15 小児：現場 17、施設間 11）

2015年度 全出動件数 611 件

（母子・周産期：現場 0、施設間 18 小児：現場 8、施設間 9）

2016年度 全出動件数 615 件

（母子・周産期：現場 0、施設間 13 小児：現場 14、施設間 8）

（航空医療学会雑誌 2015, 2016, 2017 vol 1 より）

■ 新生児ヘリ搬送用資機材

ガスボンベ（酸素）、人工呼吸器、シリンジポンプ、モニター

■ 救急科、他職種との連携について

特に行っていないが、お互いに慣れている。

■ ドクターヘリ同乗者

医療者 3 名。FDr、FNs、新生児 Dr。

■ 新生児ヘリ搬送対象地域

離島と島根県西部地域にある小児科医常駐の 2 次病院。

離島は防災ヘリのこともある。

■ 患者引き継ぎ場所

搬送元病院内で行う。

■ 産科診療所での緊急症例に対する新生児科医師の派遣

島根県は産科診療所が少ない。近隣の症例は対応するが、ヘリを用いた対応はしていない。

島根県立中央病院の新生児へリ搬送用資機材（全体）



[AW109：鹿児島市立病院]

AW109 を運用している鹿児島市立病院ではリッター上の前方部に保育器を配置し、右前方部にモニター、後方は下部に酸素ボンベ、空気ボンベを配置し、その上部にシリンジポンプ、人工呼吸器を配置し、最後方にバッテリーを搭載していた。保育器自体に改造が行われており、保育器の両側に小窓が作られており、AW109 は国内のドクターヘリでは唯一のサイドローディング機体であることから、Boarding 時も保育器の窓を通した児へのアクセスがスムーズだった。また、保育器に AC/DC コンバーターが追加されており、ヘリ内ではヘリからの電源供給が直接可能となっていた。人工呼吸器はコンプレッサー内蔵のもので空気供給を必要としていない。リッターキットとして、航空局の認証を得ていることから AW109 の装備品として扱えるが、防災ヘリ、自衛隊ヘリにもそのまま搭載できる。奄美ドクターヘリにもまったく同一の新生児搬送資機材が配置されている。搬送体制の特徴として、新生児ヘリ搬送では新生児 Dr 2 名体制で行っていること、ドクターヘリを用いた周産期現場出動（＝ドクターデリバリー）を行っている。（ドクターデリバリーについては後述）

鹿児島市立病院（鹿児島県ドクターヘリ基地病院）

2014 年度 全出動件数 836 件

（母子・周産期：現場 8、施設間 45 小児：現場 22、施設間 13）

2015 年度 全出動件数 704 件

（母子・周産期：現場 6、施設間 35 小児：現場 15、施設間 16）

2016 年度 全出動件数 898 件

（母子・周産期：現場 3、施設間 58 小児：現場 26、施設間 18）

（航空医療学会雑誌 2015, 2016, 2017 vol 1 より）

■ 新生児ヘリ搬送用資機材

専用リッター、ガスボンベ（酸素、空気）、人工呼吸器、ブレンダー、シリンジポンプ、モニター

■ 救急科、他職種との連携について

救急事後検討会、不定期の救急科とのカンファレンス

■ ドクターヘリ同乗者

医療者 4 名。FDr、FNs、新生児 Dr2 名（または新生児 Dr1 名＋産科 Dr 1 名）

■ 新生児ヘリ搬送対象地域

ドクターヘリの対象地域、離島、奄美群島（奄美大島、徳之島）

■ 患者引き継ぎ場所

基本的に搬送元病院内で行う。（鹿児島県新生児ヘリ搬送のルール）

鹿児島市立病院の新生児ヘリ搬送用資機材（全体）





保育器の背面側。窓が反対側にもあり、機内に収容した状態でも両側から処置が可能。
保育器の右下部に AC/DC コンバーター。



[MD902：君津中央病院]

MD902 を運用している君津中央病院ではリッター上に保育器と SpO2 モニター、シリンジポンプを固定している。機内空間が制限されており、新生児用の資機材を搭載することは困難であり、リッター後方部へのアクセスは困難だった。

君津中央病院（千葉県南部ドクターヘリ基地病院）

2014 年度 全出動件数 557 件

（母子・周産期：現場 1、施設間 3 小児：現場 23、施設間 6）

2015 年度 全出動件数 561 件

（母子・周産期：現場 0、施設間 2 小児：現場 19、施設間 7）

2016 年度 全出動件数 500 件

（母子・周産期：現場 0、施設間 4 小児：現場 38、施設間 5）

（航空医療学会雑誌 2015, 2016, 2017 vol 1 より）

■ 新生児ヘリ搬送用資機材

ガスボンベ（酸素）、シリンジポンプ、モニター

■ 救急科、他職種との連携について

定期的なカンファレンスなどは行ってはいない。

■ ドクターヘリ同乗者

医療者 3 名。FDr、FNs、新生児 Dr。

■ 新生児ヘリ搬送対象地域

県内の周産期施設からの施設間搬送だが、県外への搬送事案もある。

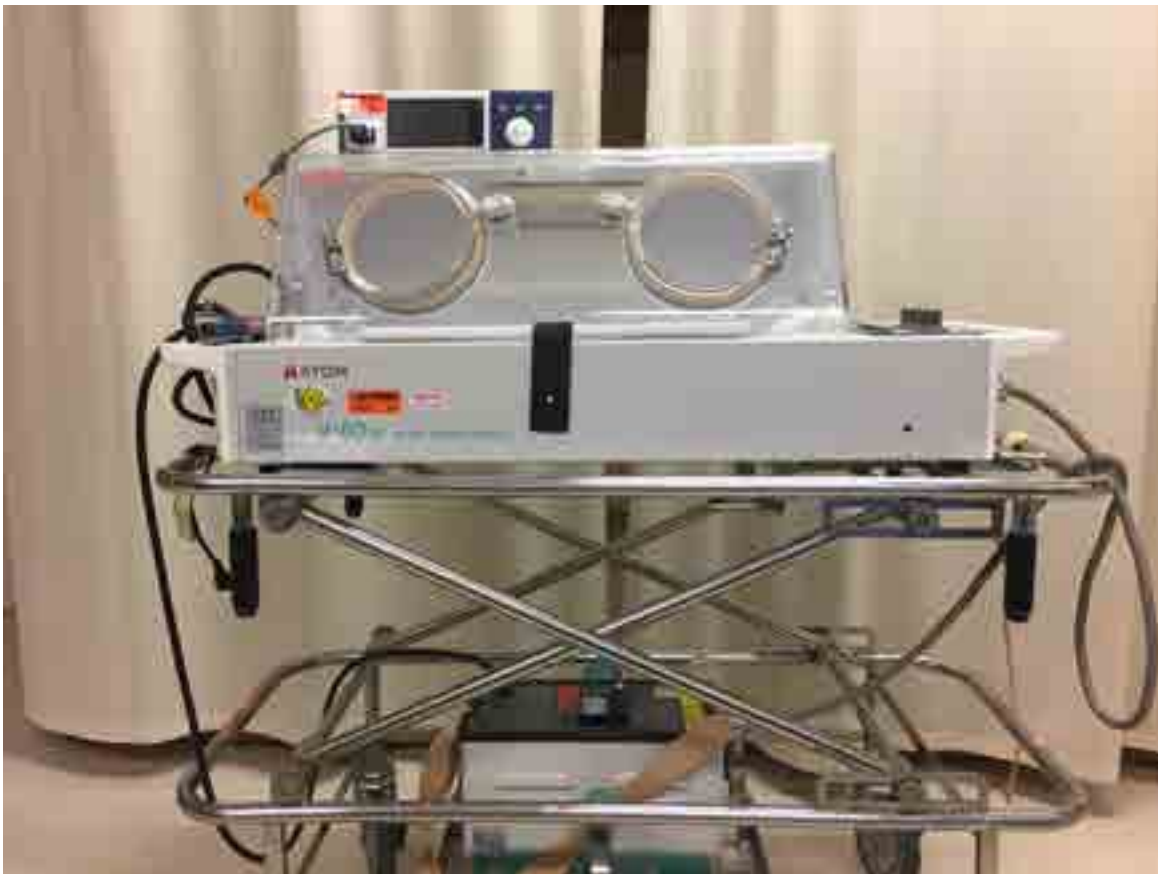
■ 患者引き継ぎ場所

搬送元病院の病棟。

■ 産科診療所での緊急症例に対する新生児科医師の派遣

近隣に産科診療所が少ない。ヘリを用いた対応もしていない。

君津中央病院の新生児ヘリ搬送用資機材（全体）



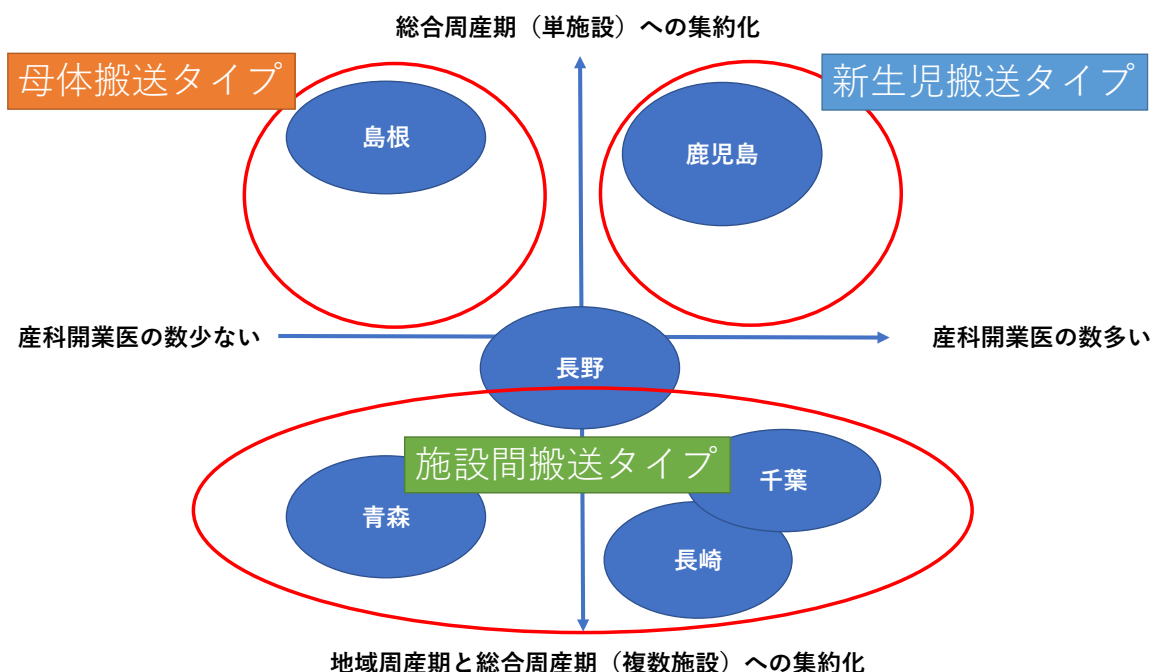
【国内の実地調査の小括】

機種によって機内空間が大きく異なり、新生児搬送を安全に行いやすい機体と行いにくい機体があり、新生児搬送用資機材も施設によって大きく異なっていた。また、国内においては各都道府県に総合または地域周産期母子医療センターが配置されているが、今回の実地調査から、周産期医療体制（母体搬送のタイミング、新生児搬送の方法）の仕組みが各県で異なることも判明した。ドクターヘリの運用上は図2で示すように各地域を4つに分割でき、3つのタイプに分けることができる。

新生児搬送タイプ：鹿児島県のように総合周産期母子医療センター（単施設）へ集約され、分娩取扱のある産科診療所がある点在する地域では、産科診療所への施設間搬送や、『周産期現場』出勤（＝ドクターデリバリー）のニーズが高いと考えられる。

母体搬送タイプ：島根県のように総合周産期母子医療センター（単施設）に集約化されているが、産科診療所も多くない地方では周産期医療におけるドクターヘリのニーズは自宅や近医（分娩取扱のない施設）からの母体搬送が中心になっていると考えられる。

施設間搬送タイプ：青森、長崎、千葉のように県内に地域周産期母子医療センターが点在している地域では総合周産期母子医療センターと地域周産期母子医療センターの施設間搬送としての施設間搬送搬送のニーズがある。産科診療所での異常分娩には各地域の地域周産期母子医療センターが対応し、地上搬送で一旦収容し、そこからの施設間搬送になっている。



(2) 【外国におけるヘリコプターを用いた小児、新生児搬送に関する調査】

イタリアの AIR AMBULANCE.it, イギリスの England 地域の Children`s air ambulance と Wales 地域の Wales Air Ambulance を視察した。それぞれ Leonard 社 AW139, AW109 と AIRBUS Helicopters 社の EC135 を使用した、新生児と小児を対象とした医療搬送を行っている。

[AIR AMBULANCE.it]

イタリアでは公的な EMS システムが普及しており、今回は AIR AMBULANCE.it のミラノ近郊にある Como base で実地調査を行った。AMBULANCE.it を実地調査対象としたのは、搬送用機体に大型機(AW139)を使用し、機内においては新生児搬送専用資機材を装備し、その両サイドから新生児にアクセスできる環境を実現していたからである。Flying Physician の Alberto 氏、運航管理者の Maurizio 氏と面会し、私を含めて 15 分ずつプレゼンテーションをし、ディスカッションを行った。その後、基地内に設置されている EMS ホットラインセンターを案内して頂いた。

Como base で使用している機体は Leonard 社の AW139 で、2016 年からは夜間飛行も行ってた。新生児事案は数が少なく、年間 10 件程度とのことだったが、写真に示すように専用リッター、その上に保育器、空気ボンベ、酸素ボンベ、ブレンダー、人工呼吸器、モニター、シリンジポンプが設置された新生児搬送専用の資機材を所有していた。待機しているときは、常時電源に接続し、保育器は保温されており、フライトナースによって機材の動作確認も毎日行われていた。AW139 の機内は広く、リッターはサイドローディングによりスムーズに Boarding ができるようになっている。また、リッターに対して前方に 3 席、後方に 2 席配置されており、機内における処置が両サイドからスムーズに行われるようになっていた。Como base には Flying physician として救急医が常駐しているが、新生児事案の際には近隣の小児病院で新生児科医をピックアップするピックアップ方式で行っていた。ピックアップ方式では新生児科医を調整するのに 30 分程度必要するとのことだったが、自宅分娩のような緊急出動でピックアップする時間がない場合には救急医が挿管などの緊急処置を行うとのことだった。ミラノ北部のアルプス山脈沿いの山間部では病院が近隣にないことから、そのようなこともあるとのことだった。都市部ではイタリアにおいても日本と同様に産科クリニックは閉鎖傾向で分娩については分娩センターのような施設に集約化されているとのことだった。したがって、都市部における小児、新生児の EMS ミッションは重症症例の施設間搬送が多く、ピックアップ方式で対応しているとのことだった。Como base で待機している Flying physician はほぼ専従で働いている救急医と近隣の救急病院の救急医で持ち回りしているとのことだった。

ホットラインセンターはその名のとおりセンター化されており、日本の救急指令部さながらの設備と潤沢な人の配置だった。日本のドクターヘリ基地病院に設置されているCS室も必要な設備は備えてはいるが、航空医療搬送をより安全かつ迅速に行うには、航空医療に対する投資（人的にも物的にも）が不足しているようにも思えた。

AIR AMBULANCE.it の実地調査からは、①AW139 のような大型機は長距離の施設間搬送が想定される地域では、機内での処置の広さから使用しやすい、②施設間搬送であればピックアップ方式での対応も可能である、③新生児事案の症例が少なくても新生児搬送専用の資機材を所有しており、安全に航空搬送するための資機材に十分な投資が行われていた、といった点が判明した。



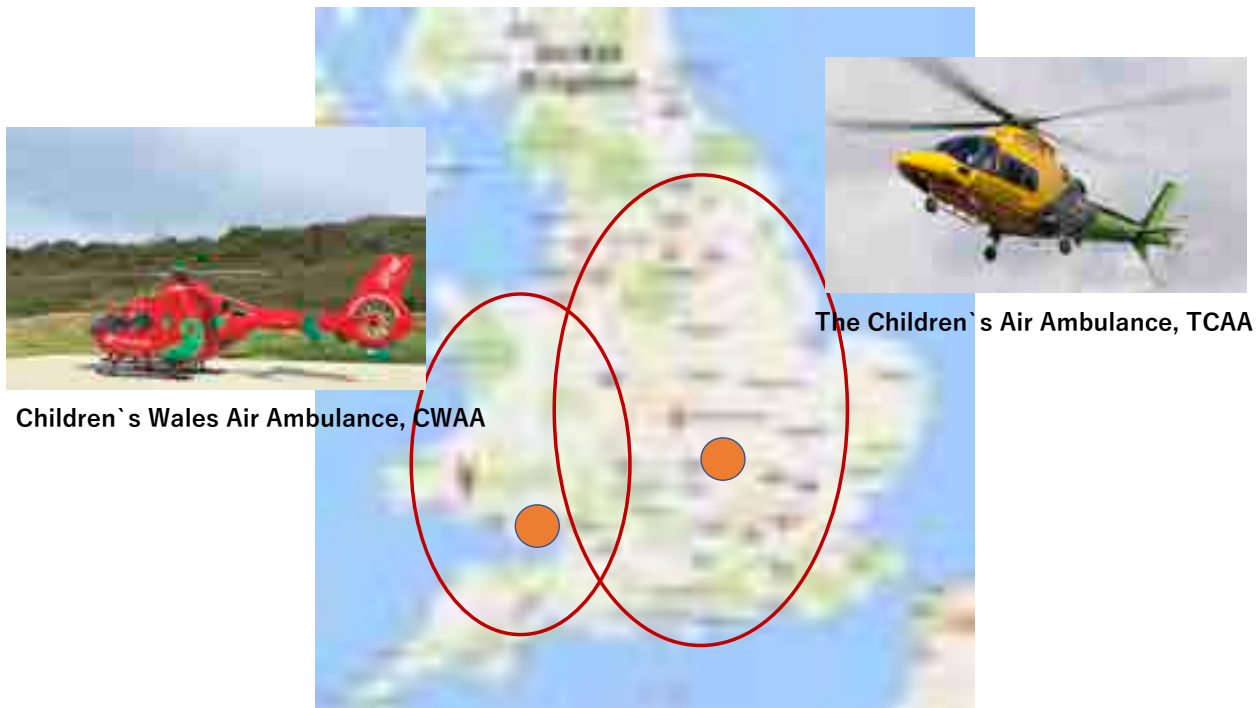
[Leonard Helicopters, AW169]

日本国内のドクターヘリは機動性、着陸地点などの利点からヘリコプターの中では小型機が使用されているが、新生児搬送では搬送用資機材により機内空間の確保に苦労する。そのため、中型機で十分な機内空間が確保できるのかを確認することを目的として Leonard Helicopters を訪問した。また先の Como base 訪問でも大型機である AW139 を使用する Alberto 氏から中型機 AW169 の機内空間は大型機にも劣らないと意見を頂いていた。ミラノ近郊にある Leonard Company では中型機 AW169 の機内配置を見せて頂いた。患者の配置を機内で縦、横にしても両サイドに人が配置できる使用になっており、非常に使用しやすい機内空間となっていた。特に機内で横に配置する場合にはスムーズなローディングを実現しており、新生児に限らず、成人においても非常にしやすい医療用ヘリコプターになると考えられた。



The Children`s Air Ambulance と Children`s Wales Air Ambulance について

現在イギリスにおいては新生児、小児のヘリ搬送専用で活動している組織が2ヶ所あり、それぞれを実地調査した。



[The Children`s Air Ambulance, TCAA]

The Children`s Air Ambulance(TCAA)は England 地域で 2012 年に設立された、重症小児、新生児の搬送 (a flying intensive care unit) に特化した EMS mission を行う組織である。政府からの資金援助はなく、寄付で成り立っている組織である。今回、TCAA を実地調査対象としたのは小児、新生児に特化した搬送チームが広域な範囲 (九州本土の 3/4 程度) をカバーして活動しており、TCAA の運営が寄付で成り立っていたことから、EMS mission がどのようなに運行、運営されているのか、日本国内でも広域な範囲をカバーする小児、新生児に特化した組織を導入できないのかを調査することだった。

TCAA は England の Coventry に base を持っており、使用している機種は 2 機の Leonard 社 AW109GrandNew で、運行は Sloane 社が行っている。ヘリコプターの基地にはパイロット、パラメディックが 365 日待機している。TCAA の最大の特徴として、イタリアの EMS や日本のドクターヘリと異なり小児、新生児に特化し、施設間搬送を主任務としていることである。対象エリアとしては九州本土の 3/4 程度の England 地域をカバーしているが、搬送件数は 0.5 件/日の頻度で多くはない。搬送手順はヘリコプター搬送を行いたい医師、病院から Coventry base のコントローラー (日本の CS) へ電話が入り、搬送に新生児医師が必要な場合には近隣の 6 つある拠点病院で医師と搬送用保育器をピックアップするピック

アップ方式を行っている。重症な新生児遷延性肺高血圧症などで使用する NO(Nitric Oxide, 一酸化窒素)の portable NO は 6 つの拠点病院のうち一部の病院のみが持っており、新生児遷延性肺高血圧症の児でも安全に搬送することが可能となっている。日本国内には portable NO はまだ導入されていない。搬送患者の引き継ぎ場所については搬送元病院でドッキングすることもあれば、着陸地点でのドッキングもあり、基地のコントローラーが搬送毎にベストな方法を選択する仕組みとなっている。搬送決定してから離陸するまでの時間は急ぐ場合には 2 分で飛び立つことも可能としているが、施設間搬送が主任務であり搬送手順のやり取りが前段階として行われている。また、高次病院へのいわゆる上り搬送だけでなく、高次病院から地域の病院への下り搬送も行っている。さらにピックアップされた医師は搬送終了後に自分の病院へヘリで搬送してもらえる仕組みとなっている。特筆すべきは TCAA の運営費用である。運営に関する費用はすべて独自にチャリティー（寄付）を行っており、医師への謝礼も含め、パラメディック、コントローラー、ヘリ、保育器などの資機材の費用もすべて寄付から出している。チャリティーの中には小児、新生児に特化した組織ということもあり、遺産を寄付してくれるなど巨額なケースもあるとのことだった。また、TCAA が Lottery（日本で言う宝くじのようなもの）を発売しており、売上をその運営費に回しているとのことだった。したがって、搬送に伴う費用は無料であり、状態に応じて家族を乗せることも可能となっている。近隣の拠点病院とは搬送をスムーズに行うためのトレーニングも開催しており、1 回/月に搬送症例のデブリーフィングも行っている。TCAA における平均搬送頻度は前述のように多くはなく、新生児事案はさらに少ないとのことだったが、ヘリの装備品は小児、新生児に特化して非常に作り込まれており、拠点病院との連携やトレーニングシステムもしっかりとできている。また、それらを運営する基金が寄付金で成り立っているとはいえ、財政基盤は盤石であり、TCAA の勤務者はイギリスの平均年収以上はあるとのことだった。

The Children`s Air Ambulance(TCAA)の实地調査からは、①重症な新生児、小児に対応できる施設が集約されていることから、広域な範囲で新生児、小児に特化した搬送を行う組織を作り、需要もあり、十分な活動が行えていること、②広域な範囲で安全に搬送するため Portable NO を備え、さらに安全に搬送するため中型機 AW139 への更新も検討していること、③運営費は寄付と Lottery で成り立っており、TCAA という組織自体が Lottery を販売し、運営費を捻出していること。④TCAA スタッフ自身の TCAA の社会的役割、意義を認識し、自己犠牲ではなく、やり甲斐、プライドを持って仕事していることは印象的だった。



innovation technology safety reliability



TCAA – Stretcher bases

→ Stretcher bases

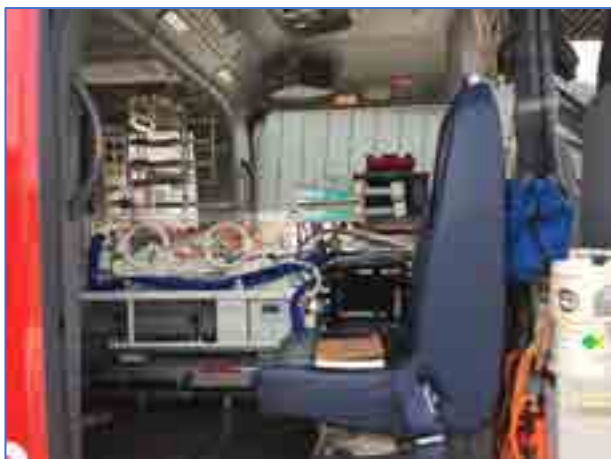


[Wales Air Ambulance, Children`s Wales Air Ambulance, CWAA]

Wales Air Ambulance はイギリスの Wales 地域で 2001 年から EMS を行っており、使用している機種は 2 機の AIRBUS Helicopters 社 EC135 であり、そのうち 1 機を Children`s Wales Air Ambulance (CWAA) と称して使用している。今回 CWAA を実地調査対象としたのは日本国内のドクターヘリで最も運用台数の多い EC135 を用いて新生児搬送を行っており、どのような資機材で、かつ機内空間の確保を行っているかを調査するためである。Wales 近郊の Swansea base を訪問したところ、所長、財務、広告、パイロット、パラメディックまで全員が揃っており、多くのことについて伺い、Discussion が行えた。

イングランド地域の TCAA と異なり、Wales Air Ambulance では成人の EMS mission も行っている。Wales 地域は人口密度の低い地域であり、重症例については Cardiff や Bristol などの都市部に搬送する必要がある。特に新生児医療 (NICU) は都市部に集約化されており、先天性心疾患については Birmingham まで搬送するとのことだった。EMS mission については Swansea base に 2 機の EC135 が待機しており、1 機は成人の EMS mission 向けで、救急医 1 名、パラメディック 1 名、パイロット 1 名の 3 名構成で対応し、もう 1 機が成人、小児、新生児の EMS mission 向けである。小児については救急医またはピックアップ方式を行うとのことだったが、新生児の EMS mission では全例でピックアップ方式を行うとのことだった。EC135 で使用している新生児搬送用資機材については、国内、国外の実地調査で見た中で最も作り込まれていた。専用のリッターキットの上に、保育器、酸素ボンベ、空気ボンベ、人工呼吸器 (Hamilton 製)、シリンジポンプ 4 台、新生児用モニターが配置されていた。また、EC135 に対してサイドローディングで、レールに沿って搭載できるようになっており、搭載時の高さ制限もなかった。さらに搭載操作を容易くするため、リッターキットにはハンドルやブレーキも装備されていた。機内においては処置がしやすい高さになるように配置されており、リッターキット上の資機材や保育器内へのアクセス制限は認めなかった。リッターキットはアルミまたは鉄などで頑強に作られ、装備品も多いため重量があり、搭載には屈強なパラメディックが必要である。また、予備として Baby Pod (搬送用保育器) を用意しており、新生児搬送用資機材が使用できない状況では Baby Pod を使用しているとのことだった。Wales Air Ambulance に関わる医療スタッフは 75 人おり、50 人が Medical staff、25 人が Doctor だった。週 3 日間は Air Ambulance を行い、その他の日は近隣病院で勤務しているとのこと、Doctor の給料は病院から支払われており、残りの 50 人の給料については寄付で賄っているとのことだった。TCAA 同様に運営は寄付金でまかっているが、寄付金は 7500 万ポンド/年間 (およそ 10 億円) で、その 40% は Lottery で安定した収入として確保しているとのことだった。専従の財務、広告担当がいることからこのようなことが可能なのだと考えられるが、日本国内で個別の組織が Lottery を行うのは困難であることから、日本宝くじ協会からの助成を考慮するのも一つのやり方であると考えられた。

Children`s Wales Air Ambulance(CWAA)の現地調査からは、①TCAA 同様に小児、新生児専用の機体を配備していること、②EC135 に対してサイドローディング可能な非常に作り込まれた新生児搬送資機材を作成することで、機内空間を十分に確保できていること、③財務や広告担当が医療関係者ととも現場で働くことで、CWAA における相互の仕事を円滑にしていることが明確になった。



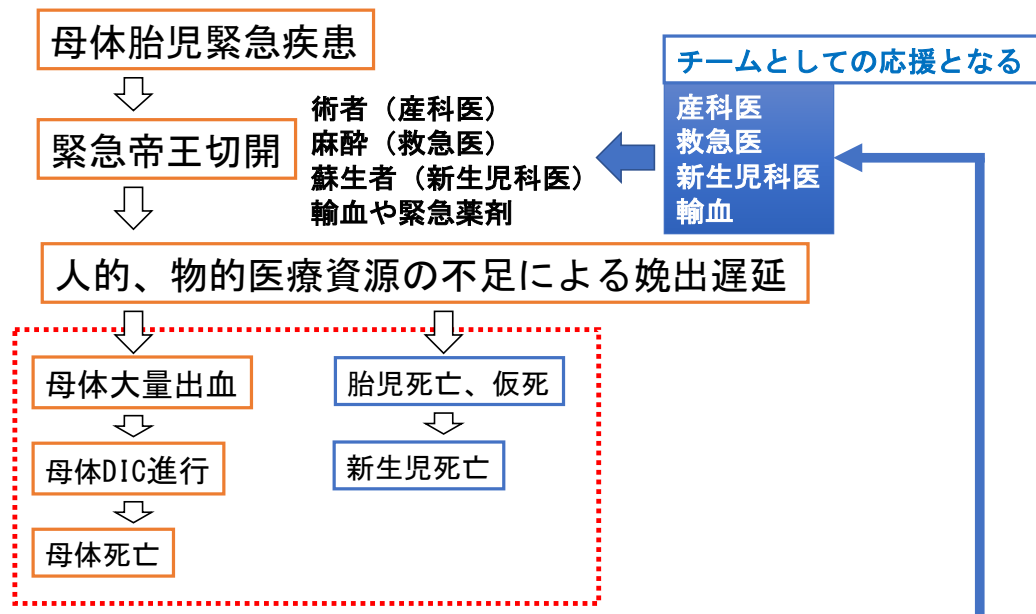
(3)鹿児島県におけるドクターヘリの周産期現場出動について

周産期現場出動（周産期ドクターデリバリー）について報告する。基本的には全国で行われている、一般的なドクターカーやドクターヘリの現場出動と同様であるが、ここで強調したいのは周産期医療の特徴として、『現場』＝『産科診療所』である点である。一般救急では、現場からの電話一本で救急指令部、救急隊、搬送、救急病院と連携が進む仕組みになっており、救急病院内においても救急科から各診療科の協力体制が作られている。しかし、周産期救急においては以下の3つが一般救急と異なる点として挙げられる。①周産期医療の『現場出動』＝『産科診療所』、②『現場』は母体、胎児、2つの命を救命する必要がある。③周産期の専門性の高さゆえに、一般救急システム、医療資機材に適合せず、地域ごとに独自の仕組みが発展した。これらの周産期の特殊性から、妊婦、新生児は搬送しないとするドクターヘリもある。しかし、救急隊や消防隊との連携、組織だった仕組みであるドクターヘリシステムを周産期救急でも利用することでさらなる死亡率の低下、予後の改善、集約化している医療資源を有効に使用することが可能と考えられる。鹿児島県で行っている周産期ドクターデリバリーは周産期医師（産科、新生児科）による『周産期現場』出動である。

ドクターヘリを用いた周産期現場出動の最大のメリットは救急医、産科医、新生児科医がチームとして、『周産期現場』＝『産科診療所』へ入ることができる点である。すなわち、母体、胎児緊急疾患が発生した際に、母体の全身管理を救急医、胎児を産科医、新生児を新生児科医が対応できることである。特に産科医療補償制度の中でも単一の原因として最も多く、発生の予測が困難かつ急激に進行する常位胎盤早期剥離では、母体胎児緊急疾患であるが、その急激な進行ゆえに高次医療機関への搬送が困難であり、周産期現場で初期治療を開始することが母体胎児の予後改善につながる。『周産期現場出動』を行うにはフライトドクターと同様の時間間隔で、院内でスタンバイする必要がある、産科、新生児の医師が集約化されている周産期医療施設でなければ困難であると考えられる。また、常日頃から救急科、産科、新生児科が連携、シミュレーションをしておく必要がある。

鹿児島県で2012年～2016年で特に緊急を要し『周産期現場出動』を行った13例では、産科医のみ、新生児科医のみ、産科と新生児科のいずれのパターンも行われているが、5例が産科診療所で緊急帝王切開を行っている。また、全体では11/13例が救命され有用な可能性がある。周産期領域におけるドクターヘリの有効性を検討する上で、これまでのデータ上で現場出動と施設間搬送の中に周産期現場出動に相当するものが分類されていることから、周産期現場出動を検討する必要があると考える。

応援医師派遣＝ドクターデリバリーシステム



一次医療施設＝『現場』での初期治療開始を早期に行う。
産婦人科医，新生児科医，救急医（フライトドクター）を応援として送る。

ドクターデリバリーの搬送パターン

- 産科のみ** 産科2名と輸血など
 適応：新生児搬送を必要としない母体救急など
 産科危機的出血 母体死亡の可能性
 - 新生児科のみ** 新生児2名と蘇生道具
 適応：新生児蘇生が必要な症例など
 超早産児、新生児仮死
 - 新生児科と産科** 産科1名、新生児1名と蘇生道具
 適応：分娩（緊急帝王切開）と新生児蘇生が必要な症例
 常位胎盤早期剥離、新生児仮死
- 新生児、胎児死亡の可能性あり



ドクターデリバリーを行った13症例 (2012. 1- 2016. 3)

	場所	病名	在胎週数	接触まで (分)	処置	転帰
産科	日置	子痛発作	32	28	母体挿管	● 良好
新生児	霧島	NRFS	32	13	挿管	● 軽度瘧性
新生児	霧島	常位胎盤 早期剥離	未妊健 38W	31	蘇生処置のみ	● 良好
新生児	南薩	切迫早産	31	17	挿管, STA	● 良好
新生児	霧島	NRFS	40	19	挿管, ボスミン	● 軽度瘧性
産科, 新生児	北薩	常位胎盤 早期剥離	33	26	帝王切開, 挿管	● 良好
産科, 新生児	北薩	NRFS	38	19	帝王切開	● 良好
産科, 新生児	北薩	切迫早産, 骨盤位	33	37	帝王切開	● 良好
産科, 新生児	北薩	切迫早産	24	43	経膈分娩	● 死産
産科, 新生児	北薩	胎胞形成	23	20	なし	● 良好
産科, 新生児	霧島	胎胞形成	24	17	経膈分娩, 挿管, STA	● 軽度瘧性
産科, 新生児	南薩	NRFS	39	23	帝王切開, 心マ, 挿管	● 死亡
産科, 新生児	離島	切迫早産	29	31	帝王切開, 挿管, STA	● 良好

(4)周産期医療領域におけるドクターヘリの運用モデルについて

国内における実地調査、海外の実地調査、鹿児島県の周産期領域のデータを踏まえて、ドクターヘリの周産期領域における運用モデルを提案する。

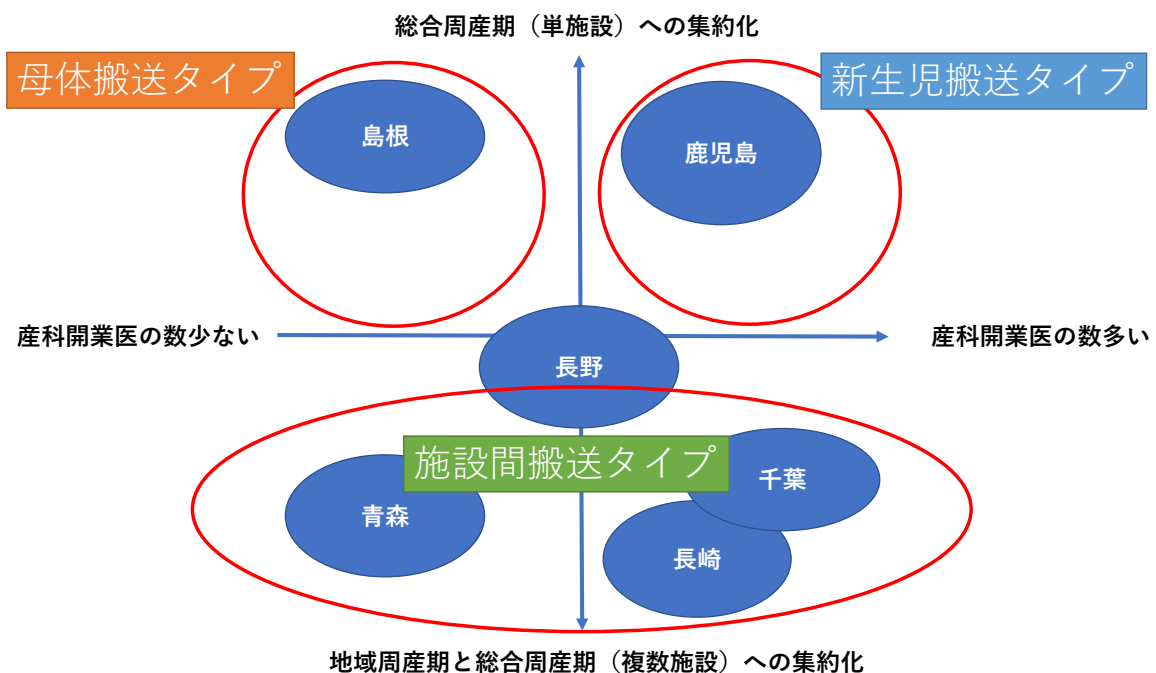
1 運用モデル、周産期現場出動

2 周産期の広域連携について

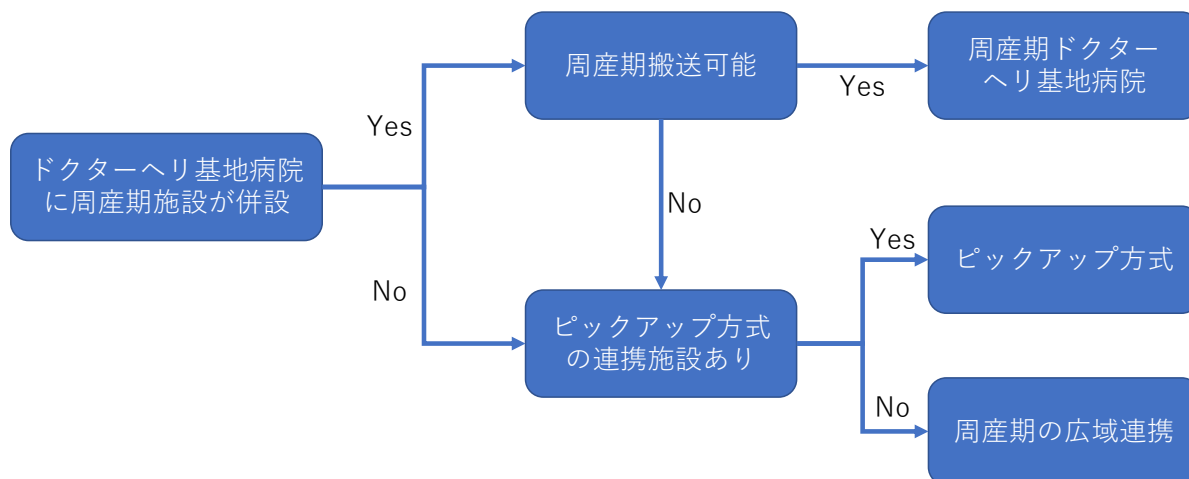
1 運用モデル、周産期現場出動

国内における分娩場所の比率は病院 53.7%、診療所 45.5%、助産院 0.7%、自宅 0.1%、施設外 0.1%（平成 27 年度人口動態調査）となっており、①病院間の施設間搬送、②『周産期現場』からの母体、新生児搬送、③現場からの母体、新生児搬送の 3 つが想定される。

①についてはこれまでもドクターヘリや防災ヘリで行われてきたと考えられるが、母体胎児を救命するには②が重要である。前述のように周産期においては産科診療所で母子の生命が逼迫している状況＝『周産期現場』が発生し、成人の現場出動と同様のスピード感、緊急度が必要となる。『周産期現場』への出動は母体搬送タイプと新生児搬送タイプがあり、それぞれへの対応の可否を各ドクターヘリ基地病院内で話し合っておくことが必要である。③については現在のところ運用されていない地域が多いが、地方の産科診療所が少なくなっている地域ではかかりつけの産科診療所までが遠く、今後は現場からの母体搬送の増加は想定される。



これらに対応する搬送方法として、[a]周産期ドクターヘリ基地病院、[b]ピックアップ方式、[c]周産期の広域連携が挙げられる。



周産期ドクターヘリ基地病院

救急科、産科、新生児科との連携が重要であり、産科、新生児搬送用保育器や薬剤を含む医療資機材の準備、産科、新生児ヘリ搬送に対応できる人材が必要である。また、現場出動に準じた『周産期現場』出動に対応できる体制構築も必要である。

周産期ピックアップ方式

ピックアップされる病院の産科、新生児科との連携が重要である。ドクターヘリ機内への搬送用医療資機材の搭載、機内空間確保なども事前にシミュレーションする必要があり、搬送用資機材を効率的に使用、ピックアップする際のピックアップ病院の滞在時間を短縮するにはドクターヘリ基地病院に新生児搬送用医療資機材も準備するほうが望ましい。

周産期の広域連携

搬送ニーズがあまり発生しない道府県、周産期搬送の人的不足などが想定される地域では近隣にある周産期ドクターヘリ基地病院と連携することが望ましい。搬送件数が少ないと医療関係者間の調整にも時間がかかり、広域連携を行う方が初期治療開始時間、決定的治療開始時間を短縮することが可能となる。

[周産期現場出動]

これまでのデータ上は現場出動と施設間搬送の中に『周産期現場出動』に相当するものが分類されていることから、周産期現場出動という項目を検討する必要があると考える。

2 周産期の広域連携について

周産期搬送ニーズは各都道府県によっても異なるが、県を超えて搬送する事例も発生している。母体であれば県内の周産期施設の受入困難や胎児治療（双胎間輸血症候群に対するレーザー治療）、新生児であれば心臓や移植などの手術、ECMOを必要とする症例など施行できる施設が集約化されている。また、医療者の人的資源という点でもピックアップ方式を行えない地域があるので、周産期搬送の広域連携は重要な課題である。さらに熊本地震のようにNICU機能停止、母体受入困難など広域な範囲で周産期の緊急搬送を要する災害も発生している。イギリスの例では小児、新生児に特化した組織があったが、日本においては母体、新生児、重症小児に対応できる基地病院が必要と考えられる。したがって、各ブロックで周産期搬送の核となる周産期ドクターヘリ基地病院を決め、周産期症例については広域連携できる体制を作ることも必要である。

[謝辞]

国内、国外の実地調査でご協力頂いた施設の先生方、ありがとうございました。

長崎医療センター 小児科 青木幹弘先生

島根県立中央病院 新生児科 加藤文英先生

信州大学 小児科 三代澤幸秀先生

君津中央病院 新生児科 佐々木恒先生

青森県立中央病院 小児科 池田智文先生

Air Ambulance.it: Alberto Giuseppe, Maurizio Volonte.

The Children`s Air Ambulance: Philippa Gibbs.

SLOANE: Jeremy Awenat, John Parnell.

Wales Air Ambulance, Children`s Wales Air Ambulance: Mark Winter, James Stephens.

イタリア、イギリスの実地調査にあたり、Leonard Helicopters 面高真理男氏、Domenico Bubbico 氏には多大なる調整をして頂きました。この場を借りてお礼を申し上げます。

また、日々の鹿児島県ドクターヘリで新生児、母体搬送に協力頂いている、鹿児島国際、鹿児島市立病院 救急科 吉原秀明先生、新生児、母体搬送をともに行っている新生児内科医師、看護スタッフ、産婦人科 医師の先生方に感謝申し上げます。

本研究資金を HEM-Net に協賛、寄付をして頂きました方々にも厚く御礼申し上げます。

今回の実地調査に基づく記録から、今後の日本国内における周産期医療におけるドクターヘリ運用が普及し、母体、胎児、新生児が救命されることの一助になることを産科医、新生児科医、航空医療関係者の一人して切に願います。