

# HEA

# 病院 設備

特集 看護業務の変化と病院設備

Journal of Healthcare Engineering Association of Japan

# 367

2023年10月号  
VOL. 65 NO.4

論壇：医療施設設計GLにおけるパンデミック対応：辻 吉隆

特集：看護業務の変化と病院設備

看護を取り巻く社会の変化と看護業務の効率化：熊谷 雅美

看護業務の変化と病院設備 ー病院設備と病院情報システムが一体化する

AIoT病棟の実現に向けてー

：瀬戸 僚馬

看護業務と衛生設備 ー設計者の立場での水まわりの在り方ー：篠原 史彦

看護業務の変化と病院設備 ーICN視点での標準予防策の実践ー：美島 路恵

汚物処理における設備の進化について：賀来 尚孝

新型コロナウイルス感染症対応を踏まえた空調・換気管理ー看護の立場からー：進藤 亜子

Internet of medical things (IoMT) 技術が実現する医療業務DXへの期待：坂本 祐二

入退院管理センターの役割拡大と看護業務のタスクシフト/シェア：櫻 さおり

看護の質向上にむけた日本看護協会の取組みー労働と看護の質評価事業：DiNQLー：岩澤 由子

特定看護師の育成と効果：五藤 陽子

外来における業務の効率化と標準化の取組み：城座 圭子

外来での看護師役割と業務のあり方

ー看護師の専門職的自律を活かし、タスクシフト/シェアにつなげていくー：小寺 利美

自律走行搬送ロボット (AMR) の病院での活路ー倉敷中央病院 救命救急センターの場合ー：遠藤 雅紀

自律搬送ロボットを活用したセントラルミキシングの導入

ー多職種協働で取り組んだ看護業務のタスクシフト/シェアリングー：黒田 直美

看護師と患者に寄り添う24時間の病院内視環境づくり

ー埼玉協同病院・ふれあい生協病院の照明計画を事例としてー：上杉 崇

シリーズ 環境対応先進事例

第44回：東京かつしか赤十字母子医療センター ー母子が快適に過ごせる「すまい」ー：宮坂 裕美子

シリーズ CHEの役割

第20回：CHE（認定ホスピタルエンジニア）を取得して：中川 紀子

トピックス

台湾がん専門病院 ー台湾大学附属病院がん医療センターー：江 支川

入院体験雑感：郡 明宏

## 自律走行搬送ロボット（AMR）の病院での活路

—倉敷中央病院 救命救急センターの場合—

遠藤 雅紀\*<sup>1</sup> 小山 恵里\*<sup>2</sup>

Autonomous Mobile Robots (AMRs) Paving the Way in Hospital Applications  
—A Case Study of Emergency Medical Center at Kurashiki Central Hospital—

ENDO Masaki KOYAMA Eri

# 自律走行搬送ロボット（AMR）の病院での活路

—倉敷中央病院 救命救急センターの場合—

遠藤 雅紀\*<sup>1</sup> 小山 恵里\*<sup>2</sup>

Autonomous Mobile Robots (AMRs) Paving the Way in Hospital Applications  
—A Case Study of Emergency Medical Center at Kurashiki Central Hospital—

ENDO Masaki KOYAMA Eri

## 1. はじめに

近年、医療現場における看護業務の変化が注目されている。特に、自律走行搬送ロボット（AMR）の導入によるタスクシフトが、医療の効率性向上や人員配置の最適化を目指す上で重要な選択肢の一つと考えられている。

そこで、看護業務のタスクシフトを目的に開発したAMRに焦点を当て、倉敷中央病院の救命救急センターで行った実証実験を踏まえ、その効果を検証する。

さらに、医師・看護師・ロジスティクス部の現場責任者を交えて実施した座談会にて、AMRの代替可能性について意見交換を行った。

こうした活動を通じて得られた多くの示唆をもとに、本論文ではAMRが看護業務の効率化に与える効果や課題について考察し、AMRが医療現場でどのように活用されるべきか、導入と普及に向けた道程を提案する。

## 2. 倉敷中央病院における救命救急センターとは

### 2-1. 倉敷中央病院と救命救急センターの概要

倉敷中央病院は岡山県を中心とした広範な地域の患者を対象とする大規模病院である。年間新規入院患者数は約3万人で、日本全国で上位10位に入る規模を誇る。

中でも今年で認可10年目を迎える救命救急センターは、重要な役割を果たしており、年間約1万人の救急車搬送患者と、約3万5千人の徒歩患者を受け入れている。全入院患者の約4割（年間約1万人）が救命救急外来からの入院であり、その数は年々増加傾向にある。救急センターは幅広い傷病に対応する必要があり、中でも重症患者の受け入れには広範な知識と対応力が求められる。

### 2-2. ロジスティクス部の概要（物流システムの特徴）

倉敷中央病院は、院内物流を専任するロジスティクス部を持ち、物流システムの運営・改善に取り組んでいる。

搬送に関わるメンバーは約70名で、医療の下支えと

キーワード：倉敷中央病院、搬送システム、自律走行搬送ロボット、AMR (Autonomous Mobile Robot)、看護業務改善

\*<sup>1</sup> 株式会社S&S エンジニアリング 搬送営業部 営業企画担当 マネージャー

\*<sup>2</sup> シンフォニアテクノロジー(株) 経営企画部 新事業企画グループ

なる物流システムの全体最適化を推進し、救命救急センターを含む病院全体の医療の品質維持に貢献している。

## 3. 救急医療現場の課題と解決策について

### 3-1. 救命救急センターの課題

救命救急センターは外来部門に属するため、看護師配置人数による診療報酬加算が得られない。このため、大規模病院で、かつ受け入れ患者数が多い現状でありながらも、救命救急センターに余裕を持って看護師を配置することが難しいという課題に直面している。

また、ロジスティクスの面からは、医療現場では緊急を要する患者を最優先する必要があるため、24時間365日の物流体制を実現したいとの理想がありつつも、現場の最適を追求しすぎると、全体としては非効率になることがある。

こうした事情から、現場では特に夜間の緊急検体搬送が課題となっているが、表1に整理するように、既存手段での解決はなかなか難しいのが現状である。

表1 搬送の既存手段の整理（既存病院の場合）

	人手搬送	機械搬送
導入障壁	○ 雇用により即実行可	× 建築工事・建物影響大
品質	△ 習熟度や疲労によるムラ	◎ 安定的な能力
持続性	△ 労働人口の減少	◎ 安定的な能力
安心感	◎ 人から人へ手渡し可能	△ 部署間搬送(場所⇄場所)

夜間に十分な人手を確保することは困難であるとともに、人手による人海戦術的な運用は、部分的な最適化に過ぎない。専用の機械搬送設備で自動化することで搬送業務の効率化は可能となるが、既存の機械搬送設備（気送管・小荷物昇降機・トレイライナー<sup>®</sup>等）は、前述の通り導入障壁が高いため、既存施設で、かつ夜間救急のために導入するのは現実的には難しい。

### 3-2. 自動化手段の一つとしての AMR

そこで一つの解決策として注目されたのが AMR である。今回使用した AMR の代表的な機能を整理すると、

- ① センサで障害物を自動回避しながら安全走行する
- ② セキュリティ付自動扉を通信で開錠することが可能
- ③ エレベータへ自動乗降し、他階への移動が可能  
(※実証時は EV 乗降を伴走者が介助する方法とした)
- ④ 設備連携の際は、設備メーカー側の改造は不要  
(AMR 単独で目的地まで走行する環境構築が可能)

これらにより、院内の異なるフロア、あらゆる場所へ搬送でき、大掛かりな建物工事も不要なため、既存病院への適用性が高いことが利点である。

最近ではファミリーレストランなどで活躍する AMR を見かけることが増えたが、設備連携機能を有するという点で、その上位機種と理解いただきたい。

### 4. AMR の実証実験

24時間止まることがない救急医療現場で、とりわけ人手が不足しがちな夜間搬送への AMR 適用を見据え、以下に示す現状調査と AMR の実証実験を実施した。

#### 4-1. 救命救急センターの現状調査 (AMR 稼働前調査)

以下表 2 に救急夜間搬送の現状調査概要を、表 3 に調査結果を示す。また、当日発生した 19 回の人手搬送の対応者を図 1 に示す。

#### 【観察結果】

- ・発生した 19 回の人手搬送により、医療者が現場を不在とした時間は合計 95 分間。看護アシスタントも含めた看護職の搬送関与は 42% (40 分間) であった。
- ・検体はプラコップ等に複数本入れて、カゴに複数カップまとめて運ばれる (写真 2)。
- ・搬送は 24 時まで看護アシスタントが実施。常に業務に追われている様子で、搬送は往復とも走る。救命救急センターに戻ると、直ぐに別の業務に取り掛かる。
- ・24 時以降の搬送は、救急救命士もしくは検査技師が実施。検査技師は 2 F の時間外検査室に居るため、搬送対応時は、看護師が検査技師に連絡し 1 F まで取りに来る。
- ・患者対応が集中すると、搬送できるスタッフがおらず、検体発生後に放置される状況も見受けられた。



写真 1 AMR(左)/積載部(右上)/搬送例(右下)



写真 2 現状の人手搬送の際に使用されるカゴ

表 2 夜間搬送の現状把握実施概要

期 間	2022/8/31(水)22:45~9/1(木)7:40
範 囲	1 F 救命救急センター~2 F 時間外検査室
内 容	搬送者に帯同し、搬送状況を記録する

表 3 現状の夜間搬送調査結果

物 量	スピッツ	58本
	血培ボトル	2本
	書 類	2枚
	合 計	80個
搬送回数		19回
1 搬送の搬送距離		(往復) 約 300m
1 搬送の平均所要時間		(往復) 約 5分

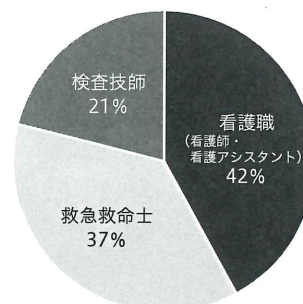


図 1 搬送職種割合

#### 4-2. AMR 実証実験による業務負荷削減効果の検証

以下表4にAMRでの搬送代替実証概要と、表5に搬送結果を示す。

##### 【実証結果】

- ・期間中の発生物品はすべてAMRで搬送可能であった。
- ・搬送時間は片道6.5分であり、AMR搬送による検査結果報告への遅延は発生しなかった。
- ・AMRでの代替搬送時間は1日80~90分ではあるものの、救命救急センター、検査部の両部門より「搬送がないだけで楽だった」「現場を離れずに済むだけでも十分代替え効果を感じる」と負担軽減の効果を感じたとのコメントが多く寄せられた。
- ・AMRを操作する作業に関しては、「運ぶことと比較すれば負担にならない」とのコメントが寄せられた。

表4 AMR 実証実験の概要

期 間	2022/10/17~10/27 (土日除く9日間) 各日ともに、21:30~翌朝8:00
範 囲	1F救命救急センター~2F時間外検査室
内 容	救命救急センターでAMRに検体を積載し出発 セキュリティ扉通過、エレベータを乗降し 2F時間外検査室に到着後、検体を取り出す。

表5 AMRでの夜間検体搬送の結果

総搬送回数(9日間)		144回
1日の平均搬送回数		約16回
1搬送の平均所要時間		(往復)約13分
代替効果 <sup>※</sup> (年間)	削減時間	約487時間
	削減人件費	約110万円

※代替効果は、現状の人手搬送時間5分(表3より)に、上記平均搬送回数16回/日×365日で削減時間を計算、平均時給を¥2,200として削減人件費を算出した。



写真3 座談会の様子(2023/7/13)

#### 5. 実証の振り返りとAMRの活路

こうした実証実験を踏まえて、実証効果を振り返るとともに、AMRを医療現場にどのように導入し、活用すべきか、医師・看護師・ロジスティクス部の現場責任者を交えて座談会を開催し、意見交換を行った。

##### 5-1. AMR代替効果の検証

前述したAMRによる代替効果について、(1)救命救急現場の視点、(2)病院経営の視点で意見を伺った。

###### (1) 救命救急現場(医療者)の視点

- ・算出された削減時間は、搬送のみにかかる時間である。看護師が運ぶ場合は、進行中の業務を中断して搬送することになるため、再び看護業務に戻った際には、現場の状況が変化しており、状況を把握するための時間が必要となる。搬送業務によって、純粋な搬送時間に加え、前後作業時間も奪われていることになる。
- ・救急患者を救うにはすべての医療者が患者へ向き合う必要があり、現場が忙しいとどうしても搬送に手が回らなくなる。忙しいから運べず、運べないからさらに忙しくなるという悪循環で、現場のひっ迫具合は非線形に上昇していく。スムーズに物が運ばれば、より患者に向き合う時間を捻出できる。つまり、物の搬送が滞ることは、生死に関わるといっても過言ではない。

###### (2) 病院経営の視点

- ・導入効果が曖昧な場合は費用対効果が後押しになるが、生死にかかわるような大きなことを費用対効果で語るにはバランスが悪い。また、目先の費用対効果にとられすぎると、診療報酬改定ごとに戦略変更が必要となる。社会の方向性に沿った病院運営で、タスクシフトの内容を判断することが必要。
- ・搬送時間や人件費で削減効果を表現すると、AMRの導入価格がその削減価格以下でなければ導入できないという判断になってしまう。しかし、今後の生産年齢人口減少は目に見えており、とりわけ負担の大きい夜間は人件費を上げて人材確保が不可能となるだろう。代替効果には、こうしたリスクの考慮も必要。

##### 5-2. AMRの普及に向けて

現在、全国でARMを導入し稼働している病院は僅かである。この状況に対し、今回の実証結果も踏まえて、AMR導入の課題と、病院AMRを活用、広く普及させていくための留意点について意見を伺った。

## (1) 導入に向けた課題と留意点

- ・まずは何より AMR の安定稼働が必要である。性能向上に加えて、信頼獲得のため、実証などを経て一定期間、人と一緒に働き、病院内で安定した長期稼働が可能であることを現場で実感してもらう必要がある。
- ・運用面において、AMR の操作および付随作業（荷物の積み込み・取り出し）の抵抗感を取り除く必要がある。AMR に置き換えることで「搬送」という作業からは解放されるが、同時に荷物の積み込み、荷物の取出し操作が発生する。今回の実証中も「実稼働後の作業は誰がやるのか？」という声が聞かれた。少しずつやりながら、「これぐらいならできそう」という実感を持ってもらい、現場の納得感を得ることが必要。

## (2) 理想的な AMR 導入プロセス・普及に向けて

- ・病院は、たとえ同じ機能でも、各々異なる文化、運用が定着している場合が多い。多くの部署、職員は、自身が行っている運用方法が最適な医療提供に必須と考えるため、運用変更へのハードルが非常に高い。そこで、理想的な導入プロセスは、まずは新しいことに前向きな部署・組織と一緒に、用途を絞り、目的を明確にしてスモールスタートで実績を積むことが適切と考える。その実績をもとに、他部門、他病院へと広げていくことが普及に繋がると考える。
- ・実証で顕在化した課題を、AMR メーカーだけでなく、病院側と協同で解消していくことが必要。機能的な改善はメーカー側での対応が必要であるが、すべての課題を機能で解消しようとする導入までの期間およびコストが肥大化していく。それを防ぐためにも、運用面で解消できる部分を洗い出し、病院とメーカーが共に協力していく必要がある。
- ・今回の実証にて、AMR に立ち止まって声をかける人がいることに気づいた。こうした精神面での効果は、実際に触れてみないと実感できないため、触れる機会を作ることも必要。有形無形の効果も理解しつつ、将来的には AMR が走っていても誰も驚かず、それが当たり前の景色になっていることを期待する。

## 6. ま と め

今回の実証・座談会を通じて、AMR を医療現場で活用する意義は、単に医療者を「雑務から解放する」ということにとどまらず、現場のひっ迫を防ぐことに直接的な効果があるということが浮かび上がってきた。

「忙しいから搬送が滞る、滞るからさらに忙しくなる」という非線形で推移するひっ迫具合を、AMR を活用することで図2のように線形に近づけ、予測可能な状態に抑え込むことで、人・物・時間といったリソースを計画的に分配することができるようになる。

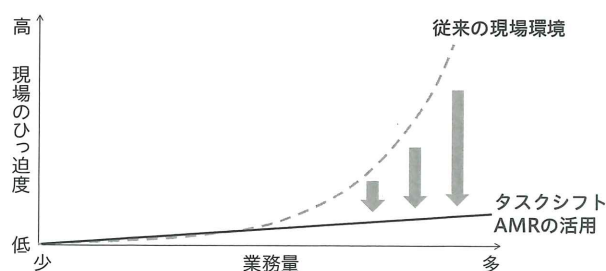


図2 従来現場環境と AMR 活用による理想イメージ

現場で医療にあたる医療者と、それを支えるロジスティクスの仕組み、そして、手が届きづらい部分を支援する AMR、三者一体となることで、よりいっそう理想的な医療環境を構築することができると思う。

医療者の求めに応じて、必要な時いつでも安定して運べる「専従パートナー」として、AMR が広く医療現場で活躍する日を目指していきたい。

## 7. 結 語

当論文寄稿にあたり、倉敷中央病院に実証・意見交換の多大なご協力をいただいた。改めてここで深謝する。



写真4 副院長兼救命救急センターセンター長の福岡様(中央)、救命救急センター看護師長の多賀様(中央左)、ロジスティクス部部長の和田様(中央右)、両端が著者の小山と遠藤

本稿に開示すべき COI はありません。