

博士請求論文（令和5年度）

看護師の人員配置適正化に向けた新たな時間軸の導入

－無線通信技術を活用した看護の定量化－

東京情報大学看護学部看護学科

児玉 悠希

指導教授	主査	金子 仁子	教授
	副査	井関 文一	教授
	副査	佐野 夏樹	教授
	副査（外部）	檜原 理恵	教授
	副査（外部）	瀬戸 僚馬	教授

## 第1章 序論

1.1 緒言	1
1.1.1 医療サービスにおける社会背景	1
1.1.2 看護配置と臨床アウトカム	2
1.1.3 看護配置と看護師の健康	4
1.1.4 看護における人員配置の適正化	5
1.1.5 看護を可視化するための既存の定量化指標	6
1.1.6 情報技術を活用した看護の可視化	11
1.2 研究課題と目的	13
1.3 本論文の構成	13

## 第2章 研究1：ベッドサイド滞在時間に関する基礎調査

2.1 本研究の目的と研究の位置づけ	15
2.2 要旨	15
2.3 研究の背景	16
2.4 リサーチクエスチョン	17
2.5 研究方法	18
2.5.1 対象	18
2.5.2 調査方法	18
2.5.3 機器の仕様とデータ処理	19
2.5.4 分析	20
2.5.5 倫理的配慮	20
2.6 結果	21
2.6.1 対象者	21
2.6.2 記述統計量と変数の分布	21
2.6.3 「翌日の滞在時間」に対する「当日の滞在時間」のオッズ比	24
2.6.4 「滞在時間の変化量」に対する「当日の滞在時間」の寄与率	24
2.7 考察	24
2.7.1 各変数の特徴	24
2.7.2 当日と翌日のベッドサイド滞在時間の関係	25
2.7.3 サンプルング方法と結果の妥当性	26
2.7.4 研究の限界	30
2.8 結論	30

### 第3章 研究2：既存の看護定量化指標によるベッドサイド滞在時間予測

3.1	研究目的と研究の位置づけ	32
3.2	要旨	32
3.3	研究の背景	33
3.4	研究方法	34
3.4.1	対象	34
3.4.2	調査方法	34
3.4.3	分析方法	36
3.4.4	倫理的配慮	37
3.5	結果	37
3.5.1	対象者の属性と記述統計量	37
3.5.2	看護必要度項目によるベッドサイド滞在時間の差の検定	38
3.5.3	看護必要度の項目毎の単回帰分析	40
3.5.4	看護必要度項目による重回帰分析	40
3.6	考察	41
3.6.1	ベッドサイド滞在時間と看護必要度の関係	41
3.6.2	ベッドサイド滞在時間と看護必要度の相互補完的活用の可能性	44
3.6.3	研究の限界	46
3.7	結論	46

### 第4章 研究3：看護時間計測システムの開発

4.1	要旨	47
4.2	開発の背景	47
4.3	開発目的	48
4.4	システム概要	49
4.4.1	ベッドサイド滞在時間計測方法	49
4.4.2	ビーコン	50
4.4.3	RFID タグ	51
4.4.4	受信機	51
4.4.5	ソフトウェア	52
4.4.6	データ処理方法	53
4.4.7	看護の現場で測定するための設計	53
4.5	システム評価	56
4.5.1	システム評価試験実施環境	57
4.5.2	システム評価試験実施結果	57

4.6	考察	59
4.6.1	距離と電波通信品質 (LQI) の関係	59
4.6.2	ベッドサイド滞在時間計測試験結果	60
4.6.3	臨床での実装について	60
4.6.4	既存のシステムとの違いについて	61
4.6.5	本システムの限界について	61
4.7	結論	62

## 第5章 総括

5.1	本研究による成果	63
5.2	本研究の意義	65
5.2.1	看護政策への寄与	65
5.2.2	スケジューリング理論への応用	71
5.2.3	総合情報学への寄与	72
5.3	結語	73

謝辞	75
----	----

引用文献	76
------	----

## 資料：開発システム設計仕様

1.	Zigbee タグ	88
2.	受信機	91
3.	通信仕様 (受信機・パソコン間)	100
4.	ファイル取得ソフト	103
5.	看護時間出力ソフト	110

# 第 1 章 序論

## 1.1 緒言

### 1.1.1 医療サービスにおける社会背景

保健医療サービスは、人口構造や疾病構造などといった社会的な要素の影響を受け、これまでに変化を続けてきた。日本においては、これから先の保健医療システムの構想として、2035 年を見据えたビジョンを展開しており、保健医療の価値を最大限に高めることを意図した「リーン・ヘルスケア (Lean Healthcare)」の概念が掲げられている<sup>1)</sup>。「リーン・ヘルスケア」における「リーン (lean)」とは、「引き締まった、贅肉の無い」といった意味をもち、保健医療システムへの投入資源を最大限効果的・効率的に活用されるシステムを構築することを目指している。

こうした背景には、少子高齢化の進行や疾病構造の変化などが関連している。少子高齢化といった点では、日本が世界的に最も高い水準の高齢社会にあることが周知の事実である<sup>2)</sup>。そのことに加えて、2035 年には団塊世代とよばれる出生人口の増加が認められた世代の子供らが 65 歳の高齢者に到達し始める時期にあたり、より高齢化が深刻化すると考えられている<sup>3)</sup>。また、疾病構造の変化といった点では、保健医療の水準が高まったことによって、感染症などの急性疾患から糖尿病や高血圧、心疾患等の生活習慣病をはじめ、がんや難治性疾患などの慢性期疾患へと大きく変化している。また、このことは日本のみならず、世界的にみても 2035 年までには多くの発展途上国において、疾病構造の重心が感染症から非感染症に移り、健康水準も先進国に近づくとされている<sup>4)</sup>。こうした社会の変化によって、保健医療サービスに対する需要は増加し、そのサービス形態の多様性も高まる。つまり、増加した保健医療サービスの需要や要求に対し、将来的にどのように対応するかが問われているといえる。そして、鍵となる課題の一つが限られた資源（財源、サービス、マンパワー等）をいかに効率よく活用するかといった点であり、こうした視点が先に挙げた保健医療における将来ビジョンの一つである「リーン・ヘルスケア」の概念につながっている。

保健医療サービスの資源を効率的に活用していくことの重要性については、以前より議論されており、医療管理、看護管理の視点における取り組みや研究も頻繁に行われている。特に人的資源の活用に関しては関心の高い分野といえる。なかでも医療機関において最大規模の専門職集団である看護師に関する研究の歴史は長く、1920 年より適正な看護師配置の決定に関する研究が行われている<sup>5)</sup>。

また、世界保健機関（WHO）によれば看護職員は世界の医療従事者の半分を占め、入院患者への看護提供費用は医療システムの主要なコスト要因の一つであるとされている<sup>6)</sup>。こうした背景がありながらも、現在においてどのような看護師の人員配置が最も効果的かつ効率的であるかといった問いへの答えは見つかっていない。その理由は、看護の成果に関する問題（アウトカムの設定に関する問題）や、看護を定量化する方法の問題（測定尺度の問題）などから、看護サービスの生産性を評価することが非常に難しい点にある。このことは、現行の医療政策の内容からも読み取れる。医療機関における看護師の人員配置に対する診療報酬上の規定では、看護師対患者の割合を単純に7対1や10対1などの人数で定めた基準が設定されており<sup>7)</sup>、それぞれの現場の状況に基づいた配置基準ではなく、一律の安全水準として設定されている。一見して問題がないように思える設定ではあるが、実際は診療科などの病棟の特色や入院患者の重症度などによってそれぞれの病棟で必要となるマンパワーに違いが生じる。また、さらに詳細に考えるのであれば、看護師は患者の療養生活に沿った業務を担うため、時間帯ごとに必要となる人員も異なってくる。こうした現状を踏まえると、看護の人的資源の活用を検討し、適正化を図ることは重要な課題の一つであるといえる。

以上のことから、医療保健サービスにおけるマクロレベルのビジョンであるリーン・ヘルスケアを実現するためには、ミクロレベルの課題の一つである看護師の人員配置の適正化を検討する必要がある。そのため、適正な看護師の人員配置をどのように実現するかといった課題が、社会的に重要な位置づけにあるといえる。

### 1.1.2 看護配置と臨床アウトカム

適正な看護師の人員配置を検討する際にはエビデンスとして看護の成果を示すことが必要となる。看護師の人員配置がどのようなアウトカムと関連するかに関心を当てた研究もこれまでに多く行われている。システマティックレビューとしてまとめられた報告<sup>8-11)</sup>によると、看護師の配置が少ないことが患者の有害事象と関連することが証明されており、看護配置を整えることの重要性が示されている。

看護の人員配置と臨床の現象を関連づけた研究の一つとしては、「ミス・ケア」に焦点を当てたものがしばしばみられる<sup>12)</sup>。「ミス・ケア」は臨床におけるケアの遅延や未完了のケアを表す概念として用いられている。こうしたミス・ケアには単純に「ケアの漏れ」という意味合いだけではなく、「満たされない患者のニ

ーズ」として捉え、看護の質評価にも活用されている<sup>13)</sup>。ヨーロッパ 8 カ国 217 病院の調査データを用いた Bruyneel ら<sup>14)</sup>の研究によれば、看護配置や労働環境が良い病院では、やり残した臨床ケアが少ないことが報告されている。また、Cho ら<sup>15)</sup>は十分な人員配置による看護体制（看護師 1 人あたりの患者数が少ない体制）では、患者への日常生活に関わるケア不足が有意に低下することを報告している。こうした看護配置とケア漏れに関する報告は複数みられており<sup>10)</sup>、看護配置とミス・ケアが密接にかかわっていることが知られている<sup>16)</sup>。そしてこうした知見はガイドラインにも反映されており、英国の国立医療技術評価機構（National Institute for Health and Care Excellence: NICE）の「看護の安全な人員配置に関するガイドライン<sup>17)</sup>」においても、ケア漏れは不十分な人員配置レベルを警告する指標として使用できることが示されている。

看護師の人員配置がミス・ケアに関わる要因であることに加え、具体的な患者への有害事象との関連についても報告されている。Needleman ら<sup>18)</sup>は、後ろ向き観察研究のデザインで正看護師の人員配置と死亡率との関連を明らかにしており、人員配置の不足が死亡率の上昇に関与していることを報告している。また、こうした看護師の人員配置の不足と死亡率が関連することを示す文献も複数報告されており<sup>19,20)</sup>、交絡因子の調整に十分に配慮した研究によっても先行研究を支持する結果が報告されている<sup>21)</sup>。これらの研究報告から、看護師の配置レベルは医療における最も重大な患者転帰である死亡率に関わることが明確に示されている。この他の有害事象としては、転倒や院内感染、薬剤の投薬ミスなど医療安全上の問題とも密接に関わっていることが報告されている<sup>22-24)</sup>。また、死亡率や転倒の有害事象においては、先に挙げた「ミス・ケア」がそれぞれのアウトカムへの媒介因子となっていることも確認されており、エビデンスの頑健性がより一層強く示されている<sup>25, 26)</sup>。

以上のことから、看護師の適正な人員配置と患者転帰に関わる成果には密接な関わりがあるといえる。そのため、看護の人員を適正に管理することの重要性は、近年ではエビデンスに基づいて認識されるようになってきている。しかし、こうした成果は単純に看護師を多く配置することで改善できるものもあり、限られた人的資源をいかに効率的に活用するかの視点も伴わなければならない。そのため、質を高めるだけの看護師の人員配置が必ずしも「適正」という評価には至らない。保健医療分野においてリーン・ヘルスケアを目指す日本においては、生産性や最大限に効果的である看護の人員配置を目指すべきであり、今後は投入する資源と成果の両方の視点を踏まえた研究が必要となる。

### 1.1.3 看護配置と看護師の健康

臨床におけるアウトカムに加え、看護師の人員配置と密接に関係する問題の一つとして過剰な看護業務による看護師の健康への影響が挙げられる。現状では最適な看護師対患者比と看護業務量を判断するためのエビデンスは十分ではなく<sup>27)</sup>、患者ニーズに対して看護師が不十分な場合には、看護師の健康に悪影響を及ぼすことが知られている<sup>28)</sup>。2018年に米国で行われた大規模な横断調査（米国395万人の看護師を代表するサンプル調査）によれば、離職を報告した看護師のうち31.5%がバーンアウトを退職理由として報告している<sup>29)</sup>。また、バーンアウトを理由とした離職には長い勤務時間や不十分な人員配置、ストレスの多い職場といった要因が関連していることも報告されている。こうした看護師の業務環境とバーンアウトなどのメンタルヘルスに関わる報告は、国際的に多数の報告が認められており<sup>30-32)</sup>、重大な問題として認識されている。そして、これらの看護師の健康に関わる問題は看護師の離職率を高めており、財源に対しても影響を与えていることが世界的に示されている<sup>33-35)</sup>。このような現状を踏まえ、130以上の国の看護師協会が加盟する国際看護師協会（International Council of Nurses: ICN）による声明においても「エビデンスに基づく看護職員配置」を達成するための要素として健康的な労働環境に関わる内容が示されている<sup>36)</sup>。

先に述べたように看護師の健康において、特に問題として認識されているものはメンタルヘルスである。先行研究によれば多くの看護師が職務上のストレスを経験しており、Huiyunら<sup>37)</sup>は全体の47%程度の看護師が中程度から高度のストレスを経験していることを報告している。また欧米の看護師を対象とした研究では18~35%がうつ症状を有しており<sup>38, 39)</sup>、アジアにおいては35~65%もの看護師がうつ症状や不安があることが報告されている<sup>40, 41)</sup>。このような現状から、看護管理の分野においては根本的な原因の一つである人員配置に対する研究と並行し、メンタルヘルスに関する研究も盛んに行われている。近年ではストレス対処力を示す概念として知られる首尾一貫感覚（Sense of coherence : SOC）を用いた研究<sup>42-45)</sup>やレジリエンス<sup>46, 47)</sup>などを用いた研究報告が多くみられている。また、こうした看護師のメンタルヘルスによる問題は、看護の実践能力が低い新人看護師において特に顕著にみられている。新人看護師のSOCを調査した児玉<sup>43)</sup>によれば、ストレス対処資源として他者との関わりに関与する協調性や外向性といった性格特性が関与しており、忙しい臨床の場において他者のサポートを得る力が重要であることを示している。この結果は、新人看護師の精神的問題に人員配置の要素が関与していることを示したBoamahら<sup>48)</sup>の研究との関連を示唆するものであった。さらに、こうした新人看護師のメンタルヘルスの問題



はリアリティショックといわれる新人看護師特有の問題を生じさせている<sup>49, 50)</sup>。その背景には、人員配置の基準が単純に看護師対患者の人数比によって定められ、未熟な新人看護師も1人の看護師として換算されていることや、現場の看護師の過剰な業務によって十分にサポートを得られない新人が早期から高い実践能力を求められる現状に起因している。そのため、看護基礎教育においても実践的な能力の向上を意図した教育が重要であると考えられており<sup>51)</sup>、単純な手技や知識の獲得だけではなく、臨床での実践能力を高めるための教育方法を模索する取り組みや、実践能力を高める要因の探索が行われている<sup>52-56)</sup>。

このように看護師の過剰な業務は看護師の健康を阻害する問題として強く認識されており、この問題による影響は臨床の場にとどまらず、基礎教育の場にまで波及している。こうした根強い拡散的な問題を解決するためには、根本的な課題である看護師の人員配置を適正化することが重要であり、看護師の健康アウトカムの視点において人員配置の適正化を図ることが喫緊の課題の一つであるといえる。

#### 1.1.4 看護における人員配置の適正化

医療機関において、看護師の適正な人員配置を実現することは臨床におけるアウトカム、看護師の健康といった側面に関わる重要な課題の一つである。こうした課題への取り組みの歴史は長く、1920年代にはすでに看護師配置と作業負荷に関する研究が認められている<sup>5)</sup>。また、当時より多くの研究が行われ、1970年代には看護師配置に関する初期のレビューも発表されている<sup>57)</sup>。当時の報告では、看護師の人員配置を検討するにあたり、異なるスタッフ配置方法の相対的なコストや効果に関する証拠はなく「方法論の意図は賞賛に値するが、すべてが弱い」と結論づけられている<sup>57)</sup>。以降も、適正な人員配置を実現するためのツールの開発や、方法論の検討などが盛んに行われ<sup>58-61)</sup>、2000年代に入ってからそうした研究課題への取り組みは継続的に行われてきた<sup>62, 63)</sup>。しかし、様々な方法論やツールの開発が行われてきたが、有用なシステムを確立することは難しく、現在に至るまで看護師の適正な人員配置を実現するための方法は報告されていない。一般的に看護師の適正な人員配置を実現するためには、第一に看護を定量的に評価するためのツールが必要であり、第二に翌日の看護負担を高い精度で予測することが必要になる。こうした方法論において、第一の過程として示した「看護を定量評価する方法」については、現在においても多くの議論が続けられている。日本において最も代表的なツールとしては、診療報酬に関わる要件として用

いられ、一定の成果をあげている「重症度、医療・看護必要度」がある。しかし、こうした一般化されている看護の定量評価ツールを用いても、適正な人員配置を実現するといった最終目的の達成には至っていない。この理由は、既存の定量化ツールによる評価と実際の看護師の労働時間や労働負荷との間に乖離が認められる点大きい。つまり、看護をどのような尺度で測定するかが鍵であり、適正な人員配置の実現に有用な尺度を提示することが、長年に渡る当該領域における最大の課題であるといえる。

#### 1.1.5 看護を可視化するための既存の定量化指標

看護を可視化するために定量化する試みは、これまでに多く行われてきた。一般的な方法としては、「患者分類 (patient classification)」によって看護負担を可視化する手法があげられる。米国では、1980年代にはすでに様々な病院で独自の患者分類システムが開発され、いくつかのシステムは商品として利用されていた<sup>64)</sup>。それらのシステムの基本的な仕組みとしては「プロトタイプ」と呼ばれるものと「要因評価システム」と呼ばれる2つの方法が採用されていた<sup>65)</sup>。そのうち現在に通じる方法として発展したものが要因評価による手法である。これは患者の特徴を看護における重要な要因によって重みづけし、いくつかのタイプに分類するといった方法である。こうした要因評価の方法を用いた患者分類システムとして代表的なものには、米国やカナダで開発された GRASP<sup>66)</sup>や Medicus<sup>®</sup> (現 QuadraMed<sup>®</sup>)<sup>67)</sup>、Canadian Hospital System Study Group patient classification(HSSG) などがある。これらの患者分類システムはいずれも看護の負担、業務量を定量化するためにいくつかの主要な指標による評価を行い、得点化することで患者をいくつかのグループに分類している。

先に挙げた患者分類はいずれも一定の成果を上げたシステムであるが Medicus<sup>®</sup>においては、1990年代に日本で試用が検討されたシステムでもある<sup>68)</sup>。Medicus<sup>®</sup>における評価項目の内容としては、入退院や転棟などのイベントに関わる項目や、精神状態やコミュニケーションに関わる項目、ADLなどの日常生活援助に関わる項目、創傷管理やモニタリングなどの医療管理に関わる項目など計36項目の指標で構成される。そして、最終的に患者は6つのタイプに分類される。こうした患者分類システムの評価内容はツールによって様々であり、どのようなシステムが最も実用的であるかは単純には評価できない。それは看護の対象や概念、業務内容が地域によって異なるためである。そのため、成果を上げているシステムを異なる社会背景や文化をもつ地域にそのままの形で導入することは難

しく、それぞれの文化や看護の特徴に合わせて独自のシステムを構築する必要がある。こうした理由もあり、患者分類システムは世界共通のツールとして一般化することが難しく、一部の国や地域、または病院独自に開発されるケースも散見している状況にある。

独自の患者分類システムのなかでも有用なシステムとして知られているものとしては、フィンランドの Oulu 患者分類 (Oulu Patient Classification: OPC) がある<sup>69)</sup>。OPC はカナダの HSSG を基に作られた患者分類方法である。フィンランド独自の看護・介護ニーズを把握する項目として、看護ケアの調整に関わる内容をはじめ、病気の症状、栄養や投薬、衛生面への介入、身体活動、指導や精神的サポートなどの 6 つの大項目で構成されている。さらに心理的・情緒的なケアニーズに関する項目もサブ項目として設定され、定量化が難しい心的要因への配慮がなされている点が看護を評価するうえでの強みといえる。また、特筆すべき点は、この Oulu 患者分類が独自の患者分類として発展しただけではなく、患者分類システムの最終目的である看護の適正な人員配置を定めるシステムの基盤として活用されている点にある。フィンランドでは看護の人員配置に活用できるシステムとして「RAFAELA」と呼ばれるシステムが開発されている<sup>70)</sup>。これは、先に挙げた患者分類システムである OPC に加え、看護の資源に関する情報や看護師の業務負荷のレベルを評価するツール (Professional Assessment of Optimal Nursing Care Intensity Level : PAONCIL) を併用したシステムである。患者一人あたりの看護負担を定量化するだけでなく、活用される資源や業務負担を実務レベルで評価する視点が加わっており、比較的実用性の高いシステムとして認識されている。

一方で、日本においても患者分類システムによって看護を定量評価する試みは継続的に行われている。日本における患者分類システムの代表的なものとしては 1980 年代に虎の門病院の看護部によって開発された Tranomon Nursing System (TNS) がある<sup>71)</sup>。TNS の目的は看護ケア量について客観的情報を得ることであり、適正・公平な人員配置のために活用できるシステムになることを目標としていた。看護ケアに対する考え方としては、対象への直接的な介入や関わりに該当する「直接ケア」と、記録や申し送り、カンファレンス、ケアを行うための準備などが該当する「間接ケア」の 2 つに分類していた。また、これらの直接ケアと間接ケアの関係性については、卵になぞらえて説明が行われている。一つの卵は看護業務全体を指し、直接ケアは黄身、間接ケアは白身に相当する。そして、看護の忙しさや負担は卵の黄身が増大したものであり、白身は独自に変動する性質のものではなく直接ケアに付随して変動する。そのため TNS では、直接ケア

を観測することで業務量全体を推計することができるといった考え方をしている<sup>71)</sup>。TNSの具体的な仕組みとしては、直接ケアの内容をチェックするチェック用紙によって、行った看護ケア量を評価し、ケア量の得点化によって0~4の患者タイプに分類するといったものであった。さらに患者タイプごとにケアニーズを表す数値(時間)に変換され、直接ケアの総時間を加えることで、患者に必要とされる直接ケアの総時間を算出するといった仕組みをとっていた。数値を算出する過程においてはタイムスタディによる業務調査を行っており、看護業務は337もの業務コードに分けられ調査が行われていた。こうした地道な基礎調査に基づいて作られ、2022年現在も継続的に開発や臨床での活用が進められているTNSであったが、やはりその適用範囲は病院独自のシステムにとどまり、一般化には至らなかった。しかしながら、TNSの開発は日本において看護を定量化する取り組みに大きな影響を与え、後の北里看護システム(Kitasato Nursing System: KNS)<sup>72-74)</sup>や、「看護必要度<sup>75)</sup>」の開発にも大きく貢献した。

日本における看護定量化に関する取り組みとして大きな成果あげたものとしては、「看護必要度(重症度, 医療・看護必要度)」がある。臨床における8年もの実態調査に基づき開発がすすめられた測定ツールであり、1998年に35項目の評価項目からなるVer.1が開発された。現在においては診療報酬制度の入院基本料に関わる指標としても用いられ、一般化されている国内唯一の看護の定量化尺度である。その開発過程は、一般化するうえで重要となる複数の施設で共有できる看護業務分類コード、患者アセスメント項目の開発から始まり、大規模なパイロットスタディやタイムスタディの実施など、丁寧に手間をかけて開発が行われた<sup>76)</sup>。また、評価する項目においても実装されたツールによって実際に臨床で収集されるデータに基づき何度も更新されていたことから、臨床の状況に則した非常に有用な看護の定量化ツールであるといえる。診療報酬に関わるツールとして一般化された後には、診療報酬制度の改定に伴い看護必要度の改訂も行われてきた。2022年版の評価項目では、「モニタリング及び処置等」を評価するA項目、「患者の状況等」を評価するB項目、「手術等の医学的状況」を評価するC項目から構成され、得点化することで患者の重症度や看護の必要度を評価するツールとなっている[図1]。

以上のように看護を定量化する手法としては、要因評価に基づく患者分類システムのしくみが一般的であり、既存の看護の定量化手法は間接的に看護を測定する手法が用いられているという特徴がある。これらのツールは研究の蓄積によって洗礼されたツールであり、看護の人員配置の検討に活用できる有用なツールであることは間違いない。しかし、いずれのツールにおいても最終目的である看護

の人員配置の適正化には至っていない。困難を極める理由は、やはり看護を定量化する手法が間接的な方法であり、個別の患者の特徴を反映させることが難しい点にある。例えば、要因評価による看護負担が同様の得点で、同じ患者分類に該当する患者であっても、ナースコールの頻度や、日常生活動作にかかる時間、援助説明などのコミュニケーションに要する時間には違いがあり、その違いが看護ケアにかかる時間や負担の違いにもつながる。そのため患者分類システムに基づく看護業務量の予測では、実際の業務時間との乖離が生じる。こうした問題に対し、本来であれば直接的に「時間」の尺度で看護を測定することが最も理にかなっており、世界的にも共通の尺度で評価が行える。しかし、現状ではこうした直接的に「時間」を尺度とした測定は、要因評価の重みづけのための基礎調査や一時的な調査としての測定にとどまっており、継続的に看護をモニタリングすることを目的としたシステムは構築されていない。つまり、最終目的である看護の人員配置の適正化を目指すのであれば、要因評価に基づく間接的な看護の定量化だけではなく、患者一人一人への看護業務を直接的に定量化することが重要であるといえる。

A モニタリング及び処置等	0点	1点	2点
1. 創傷処置	なし	あり	
2. 呼吸ケア (喀痰吸引のみの場合を除く)	なし	あり	
3. 注射薬剤3種類以上の管理	なし	あり	
4. シリンジポンプの管理	なし	あり	
5. 輸血や血液製剤の管理	なし		あり
6. 専門的な治療・処置 ①抗悪性腫瘍剤の使用(注射剤のみ) ②抗悪性腫瘍剤の内服の管理 ③麻薬の使用(注射剤のみ) ④麻薬の内服, 貼付, 座薬の管理 ⑤放射線治療 ⑥免疫抑制剤の管理(注射剤のみ) ⑦昇圧剤の使用(注射剤のみ) ⑧抗不整脈剤の使用(注射剤のみ) ⑨抗血栓塞栓薬の持続点滴の使用 ⑩ドレナージ管理 ⑪無菌治療室での治療	なし		あり
7. 救急搬送後の入院(5日間)	なし		あり
A 得点合計			点

B 患者の状況等	患者の状態			×	介助の実施		=	評価
	0点	1点	2点		0	1		
8. 寝返り	できる	何かにつかまればできる	できない					点
9. 移乗	自立	一部介助	全介助		実施なし	実施あり		点
10. 口腔清潔	自立	要介助			実施なし	実施あり		点
11. 食事摂取	自立	一部介助	全介助		実施なし	実施あり		点
12. 衣服の着脱	自立	一部介助	全介助		実施なし	実施あり		点
13. 診療・療養上の指示が通じる	はい	いいえ						点
14. 危険行動	ない		ある					点
B 得点合計								点

C 手術等の医学的状況	0点	1点
15. 開頭手術（13日間）	なし	あり
16. 開胸手術（12日間）	なし	あり
17. 開腹手術（7日間）	なし	あり
18. 骨の手術（11日間）	なし	あり
19. 胸腔鏡・腹腔鏡手術（5日間）	なし	あり
20. 全身麻酔・脊椎麻酔の手術（5日間）	なし	あり
21. 救命等に係る内科的治療（5日間） ①経皮的血管内治療 ②経皮的心筋焼却術等の治療 ③侵襲的な消化器治療	なし	あり
22. 別に定める検査（2日間）	なし	あり
23. 別に定める手術（6日間）	なし	あり
C 得点合計		点

図 1. 一般病棟用の重症度，医療・看護必要度 I にかかる評価票

注) 2022 年度版重症度，医療・看護必要度の項目を引用<sup>76)</sup>

### 1.1.6 情報技術を活用した看護の可視化

本章の「1.1.5 看護を可視化するための既存の定量化指標」では，看護を定量化する上での課題として，これまでの要因評価による間接的な手法だけではなく，直接的に「時間」の尺度で定量計測することが重要であることを述べてきた．こうした「時間」を尺度に定量化する手法としては，従来の観察者をおいたタイムスタディ調査が一般的である．タイムスタディは効率的な看護業務を行うための業務改善に利用されており，これまでも調査目的で多く活用されてきた<sup>77, 78)</sup>．調査手法としては看護業務を分析する上で貴重な示唆を得られる手法ではあるが，長期間に渡っての調査が難しいといった欠点もある．タイムスタディによる調査は，観察者をつけることに伴い人的資源のコストが必要になるほか，看護師や患者への負担も大きい手法である．また，観察者をつけずに自己記録方式による方法を用いた場合も，やはり当事者への負担は大きく看護業務を阻害してしまう．そのため，現在行われているタイムスタディ調査の方法は一時的な調査は可能であっても持続可能な調査方法とはいえない．しかし，実際の看護業務には季節によって変動があることや，患者状態をはじめ病棟管理に関わる人事異動等に

よって日々変動していることが報告されている<sup>79)</sup>。そのため、看護業務改善や人員配置を検討するには一時的なタイムスタディ調査だけではなく、長期的に時間による計測を行う必要がある。こうした現状の課題に対し、近年進歩が目覚ましい情報技術を活用することで新たな示唆を得られる可能性があり、情報技術を活用した看護の現場への負担が少ないタイムスタディの方法が期待されている<sup>80)</sup>。

先行研究においては、実際に無線通信技術等の情報技術を活用することで看護の行動分析を行う取り組みが行われており<sup>81-84)</sup>、それらの研究からは看護を時間の尺度で定量化できる可能性が示されている。情報技術を用いた看護の行動分析に関わる方法論は多岐にわたり、様々なツールが選択肢として挙げられる。具体的には無線タグ (Radio Frequency Identifier: RFID) といわれる ID 情報をもつタグを利用するもの<sup>85)</sup>や、Bluetooth や Zigbee などの電波を活用したもの<sup>86)</sup>、赤外線センサを活用したもの<sup>87)</sup>、超音波測位の技術を活用するもの<sup>88)</sup>など実に様々な手法が試されている。また、近年では超広帯域無線通信 (Ultra Wide Band: UWB) と呼ばれる技術を用いて、より高精度で位置推定を行うといった方法も選択肢としてはあげられる<sup>89,90)</sup>。こうした技術の進歩とともに看護の定量化にかかわる研究も大きな転換期を迎えているといえる。

こうした様々な技術を用いた方法が提唱されているなかでも、看護の業務や職場環境に適したツールやシステムの開発は行われていない。例えば、比較的導入が容易なビーコン測位による近接センサ (Bluetooth や Zigbee などの電波通信方式を利用した近接センサ) は電波干渉や障害物による影響を受けやすく、複数患者が1つの病室に入院している環境では正確なデータ取得が難しい。RFID による計測を採用すれば、タイムスタンプを刻むことができるため、行動に対する時間計測の正確さは増すが、業務負担が増えることや、多数の患者を行き来する業務における感染面への配慮が損なわれる。また、それらの課題解決が可能な UWB による高精度で位置情報取得システムを導入した場合には導入コストが大きく費用対効果のバランスが悪い。こうした理由により、看護の現場に適したシステムを構築するには工夫が必要である。また、先行研究によるいずれの手法も現段階では一時的な調査目的の手法としての導入に過ぎず、持続可能なデータ収集を視野にいたしたシステムは確立していない。このように技術の進歩とともに様々な行動分析データの取得が可能にはなっているが、看護を定量化するためのツールとしては課題が認められる。そのため、看護を「時間」の尺度を用いて定量的に評価するためのツールとシステムの開発をより現場に則した形で行うことは重要な課題といえる。



## 1.2 研究課題と目的

これまでに看護の適正な人員配置の実現が人的資源を効果的に活用するために重要であり、医療のアウトカムや実際に働く看護師の健康にも直結する課題であることを述べてきた。そして、実現に向けた具体的な課題として、既存の間接的な要因評価による看護の定量化手法ではなく、直接的に看護を定量化することができ、且つ看護が提供される臨床環境に適合し継続的にデータ観測を行うことができる手法の開発があげられた。そこで本研究では、看護を「時間」の尺度で計測するためのシステム開発を行い、情報技術を活用した新たな看護の定量化手法を提示することを目的とした。

## 1.3 本論文の構成

本論文では前述した第1章に続き、第2章から第4章にかけて基礎研究の成果を含めた3つの研究段階における成果を論述している。

第一の研究では、「時間」を尺度とした看護の定量化指標の活用可能性を評価した。これまでに十分に明らかにされていない「患者と看護師が接触する時間(直接看護に費やす時間)」の特徴を量的に記述し、データを縦断的に分析することで看護配置を予測することへの活用の可能性を検討した。第二の研究では、「時間」を尺度とした看護の定量化指標の独自性を評価した。既存の看護の定量化指標として既に全国で一般化されている「重症度、医療・看護必要度」との分散の重なり(寄与率)を評価することで、既存の看護の定量化指標では「時間」を尺度とした看護の定量化指標を代替できないということを検証した。第三の研究では、看護を「時間」の尺度で計測するための機器・システムの開発を行い、データ取得に関する実現可能性を示した。開発にあたり、具体的な測定対象をベッドサイド滞在時間とした。看護の現場において実用性が高いシステムを意識し、①測定機器使用に伴う看護業務への負担を最小化すること、②費用対効果の側面から簡易的に導入できる計測機器であること、③多床室の病床環境においても精度の高い計測を実現できることなどを主条件に看護の現場で活用可能な仕様を設計し、測定機器・システムの開発を行った。また、システム開発後の測定精度評価を行うことで、「時間」を尺度とした新たな看護の定量化方法に関する示唆を得た。

最終章である第 5 章では, これまでの成果の総括および今後の展望に関する記述を行っている. 加えて, 最終章の後には開発した機器・システムの詳細な仕様を示した資料を提示している.

以上より, 本論文は 5 つの章と開発システムに関する資料で構成される論文となっている.

## 第 2 章 研究 1：ベッドサイド滞在時間に関する基礎調査

### 2.1 本研究の目的と研究の位置づけ

患者一人当たりのベッドサイド滞在時間を縦断的に調査し、「当日のベッドサイド滞在時間」、「翌日のベッドサイド滞在時間」、「ベッドサイド滞在時間の変化量」を変数として扱い、それらの変数としての特徴と変数間の関係性を明らかにすることを本研究の目的とした。

研究 1 の位置づけは、「時間」を尺度とした看護の定量化指標の活用可能性を調査するためのものである。看護の適切な人員配置を検討するためには、次の日の看護を定量的に高い精度で予測する必要があり、変数の特徴と時系列における関係性を分析することで予測に用いる変数としての活用可能性を検討した。

### 2.2 要旨

本研究では、縦断的に患者一人当たりの看護師のベッドサイド滞在時間を調査した。対象者は A 病院に入院する患者 40 名とした。「当日のベッドサイド滞在時間」、「翌日のベッドサイド滞在時間」、「ベッドサイド滞在時間の変化量」の 3 つの変数について分析を行い、それぞれの変数の特徴と関係性を明らかにすることを研究目的とした。分析は記述統計量を算出し、単変量の回帰分析によって変数間の関係性を分析した。結果として、変数の特徴に関しては「ベッドサイド滞在時間の変化量」の分布が正規分布を示し、一般線形モデルにおける目的変数に適していることが示唆された。回帰分析では、「翌日のベッドサイド滞在時間」を「当日のベッドサイド滞在時間」によって予測する単変量のロジスティック回帰分析で寄与率が 24.5%であった。また、「ベッドサイド滞在時間の変化量」を「当日のベッドサイド滞在時間」によって予測する単回帰分析で寄与率が 30%であった。結果より、当日のベッドサイド滞在時間が翌日の滞在時間やその変化量を予測する上での重要な変数であることが示唆された。

## 2.3 研究の背景

看護を定量化し、看護職員の適正な人員配置を行うことを目的とした研究は日本では 1980 年代より行われている。代表的なものには TNS (Toranomon Nursing System)<sup>71)</sup>や、日本の医療機関において最も普及している重症度、医療・看護必要度 (以下、看護必要度)<sup>76)</sup>等がある。また国外においても、患者分類から看護の定量化を試みるツールである米国の Nursing Intensity Index<sup>91, 92)</sup>や、フィンランドを中心とした医療機関において普及している RAFAELA System<sup>70)</sup>等がある。しかし、これらの方法を用いても翌日の適正な人員配置の予測を可能にする実用的なシステムの確立には至っていない。その原因は看護を定量化する手法にある。これまでの先行研究では、看護を定量化する際に患者分類や看護ケア内容等によって重みづけする間接的な手法がとられてきた。しかし、複雑な過程で提供される看護を定量化することは容易ではなく、看護業務量等の予測においては実際の業務量との間に乖離が生じていた。本来であれば看護を定量化するための尺度は、万国共通で最も信頼のある時間を測定尺度として活用することが望ましい。しかし、時間の測定には事象を観測するために人的資源の投入を必要とするほか、被観察者や患者に大きな負担が生じる。そのため、実際にデータとして活用することは難しく、これまでの看護定量化や看護業務量予測に関する研究では時間を尺度としたデータを活用する研究は希少であった。

このような背景のなか、近年では無線通信技術等の情報技術を活用することで人的資源を投入せずに様々なデータの測定が可能となっている。ビーコンや近接センサ等を使用することで看護師の勤務中の位置情報などの行動を定量的なデータとして可視化することができる。実際にそのようなツールを活用した業務改善の取り組みの実践例や研究報告も行われている<sup>87, 93)</sup>。それらの報告からは、情報技術を活用して看護を可視化し、業務測定を行う事が可能であることが示されている。こうした技術を看護の管理に活用する強みは、人的資源を投入せずに時間を尺度としたデータを取得できるという点であり、このことによってこれまで分析に用いることができなかつた「時間」を尺度とした変数の活用が可能となる。看護を時間の概念で調査したこれまでの研究報告では、タイムスタディに基づいた報告<sup>94)</sup>や、赤外線センサを病棟に設置することで測定を行った藤田ら<sup>82)</sup>の報告などがある。しかし、それらのデータによる報告は横断的なデータ分析に基づくものであり、縦断的なデータ分析は行われてはいない。そのため、縦断的に患者に関わる時間を調査し、「時間」を用いた看護の定量化指標の特徴を明らかにすることは、新たな人員配置の予測方法の提示につながる事が推測され、

意義があると考えられる。以上のことから、本研究では「時間」を用いた看護の定量化指標として「ベッドサイド滞在時間」という概念を用いて、患者一人あたりのベッドサイド滞在時間を縦断的に調査し、変数としての特徴と時系列データとして扱った際の変数間の関係性を明らかにすることを目的とした。

#### 用語の操作的定義

ベッドサイド滞在時間：患者一人あたりに対し看護師がベッドサイドに滞在する時間を示す。当該患者が自身のベッドから離れた際の看護師との接触は、本研究におけるベッドサイド滞在時間に含まないものとする。

## 2.4 リサーチクエスチョン

ベッドサイド滞在時間を縦断的に調査した際に「当日のベッドサイド滞在時間」と「翌日のベッドサイド滞在時間」のデータが得られる。また、当日と翌日のベッドサイド滞在時間の間には誤差が生じるため、「ベッドサイド滞在時間の変化量」もデータとして算出することができる。本研究ではこれらの3つのデータを変数として扱う。

患者一人あたりに必要な看護量の予測に「ベッドサイド滞在時間」を活用するにあたり、その活用方法には目的変数としての活用と説明変数としての活用がある。予測モデルの目的変数としての活用可能性を見出すためには、連続変数であるといった条件の他にも変数の分布が正規分布に従うことが望ましい。そのため、予測の対象となりえる「翌日のベッドサイド滞在時間」や「ベッドサイド滞在時間の変化量」の分布が正規分布に従うかどうかを第一のリサーチクエスチョンとなる。一方で、説明変数としての活用可能性を見出すためには、過去のベッドサイド滞在時間が将来の滞在時間に寄与する必要がある。そのため、「当日のベッドサイド滞在時間」が「翌日のベッドサイド滞在時間」や「ベッドサイド滞在時間の変化量」に寄与するかどうかを第二のリサーチクエスチョンとなる。本研究ではこれらのリサーチクエスチョンへの答えを明らかにすることで、看護量の予測における「ベッドサイド滞在時間」の活用可能性について検討を行った。

## 2.5 研究方法

### 2.5.1 対象

A 病院における 3 つの病棟を対象病棟とした。対象病棟の看護師の配置基準は 7 対 1 看護配置であり，固定チームナーシングの看護体制であった。3 つの病棟の特徴として a 病棟は整形外科の診療科を主とする病棟であり，b 病棟は泌尿器科，婦人科等の診療科を主とする病棟，c 病棟は緩和ケア病棟であった。対象者は当該病棟で入院加療中の患者 47 名とした。

### 2.5.2 調査方法

対象者のベッドサイド滞在時間を 6 日間に渡り縦断的に調査した。看護師の勤務帯は日勤帯のみとし，始業開始時間から時間外勤務を含む業務終了時間までを調査の対象とした。ベッドサイド滞在時間の測定は電波を発するビーコンとビーコンの電波を受信する端末を用いて測定した。ビーコンを対象患者の病室に設置し，電波を受信する端末を当該病棟の看護師全員が携帯し業務を行うことで，患者一人あたりのベッドサイド滞在時間を自動で測定した。分析で扱う変数は「当日のベッドサイド滞在時間（以下，「当日の滞在時間」とする）」，「翌日のベッドサイド滞在時間（以下，「翌日の滞在時間」とする）」，「ベッドサイド滞在時間の変化量（以下「変化量」とする）」の 3 つの変数とした。サンプリングにおいてはベッドサイド滞在時間を「当日の滞在時間」，「翌日の滞在時間」，「変化量」の 3 つを変数として扱っているため 2 日で 1 サンプルの取得とした。具体的には患者 1 人あたりにつき，1～2 日目のデータで  $n=1$ ，2～3 日目のデータで  $n=2$ ，3～4 日目のデータで  $n=3$  といったようにサンプリングを行った。ベッドサイド滞在時間の縦断的な調査は医療現場への負担が大きいことから，サンプルサイズを大きくすることが困難であり，分析による検出力の妥当性を担保するためにこのようなサンプリングの工夫を行った。また，このようなサンプリングによって生じる可能性があるバイアスに対しては，追加解析によって異なる分析手法においても同様の結果を見出せるかといった検証（2.6.3 サンプリング方法と結果の妥当性に記載）を実施することで結果の妥当性を担保した。

## 2.5.3 器機の仕様とデータ処理

### 2.5.3.1 患者の病室に設置するビーコン

患者の病室に設置するビーコンは Aplix 社の MB004Ac のビーコンを使用した。大きさは 50mm×70mm×27.5mm であり、仕様は iBeacon certified<sup>95)</sup>で Bluetooth Low Energy (BLE) の電波を発するビーコンを使用した。周波数帯は 2.4GHz であり、人体や電子機器に影響を及ぼさない産業科学医療用バンドの周波数帯とした。ビーコンは患者のベッドの頭側のベッドフレームの中央に設置した。a 病棟、b 病棟でのビーコン設置環境は 6 床部屋であり、c 病棟は全対象者個室の環境でビーコンを設置した。

### 2.5.3.2 看護師が携帯する受信端末

看護師が携帯する受信端末は apple 社の ios 端末 (CPU:Aplle A8, IEEE:802.11a/b/g/n/ac) を使用した。大きさは 123.4mm×58.6mm×6.1mm であった。受信端末にベッドサイド滞在時間を測定するためのアプリ (株式会社ジェーエムエーシステムズが提供するアプリ) を組み込み、業務開始時にアプリを起動し、業務終了時にアプリを終了させることでベッドサイド滞在時間を測定した。ベッドサイド滞在時間は受信端末内に 1 秒毎のログデータとして蓄積され、調査終了後に解析を行うことで滞在時間をデータ化した。

### 2.5.3.3 ベッドサイド滞在時間のデータ処理

ベッドサイド滞在時間のデータは 1 ログ 1 秒のデータを基に、4 秒間で最も電波強度と頻度の高いものだけにクレンジングしたログデータ (1 ログ/4 秒のデータ) として抽出した。また、電波の誤探知によるデータを除外するため、iBeacon<sup>95)</sup>の距離判定における far\*)を示すログデータを除外した。さらに、測定アプリケーションのアルゴリズムによる測定バイアスを除外するため、生データであり電波強度を示す RSSI (Received Signal Strength Indicator) によるデータクレンジングも行った。RSSI が-97 以下 (受信端末が受信できる電波の境界付近で不安定な通信状態にあたる電波強度) のログデータは除外した。加えて、看護師が受信端末を携帯している状態においては、同一の位置関係にいたとしても電波強度を示す RSSI が常に微量に変動するため、5 分以上電波強度に変動がみられないログデータは病室への機器の置忘れや誤探知と判断し除外した。また、Bluetooth 等の電波を用いた近

\*) iBeacon おける距離判定<sup>95)</sup>は「Immediate」, 「Near」, 「Far」, 「Unknown」の 4 段階で示される。「Far」はビーコンからの距離がおよそ 3m 以上離れていることを示す。

接センサは一般的に他の電波による干渉を受けやすいことが知られており、6 人部屋等では複数患者のビーコンが隣接するため測定が不安定になることが予測された。そのため、測定を開始する前に調査病棟の環境におけるテストを行い、測定が問題なく行われることを確認した。

#### 2.5.4 分析

分析は「当日の滞在時間」、「翌日の滞在時間」、「変化量」の3つの変数を用いて分析を行った。各変数の記述統計量を算出するとともに変数の分布を確認した。次に回帰分析によって「翌日の滞在時間」や「変化量」を予測する際に「当日の滞在時間」がどの程度それらの変数に寄与するかを分析した。回帰分析の手法は正規分布に従わなかった「翌日の滞在時間」を目的変数とした分析においては、一般化線形モデルである単変量のロジスティック回帰分析とし、変数の正規性が確認された「変化量」を目的変数とした分析は一般線形モデルである単回帰分析によってオッズ比と寄与率を算出した。ロジスティック回帰分析においては、目的変数である「翌日の滞在時間」を2値の変数とするため、中央値よりも滞在時間が長い群と、中央値以下の群に分類し、滞在時間が中央値よりも長くなる事象を予測するモデルとした。

#### 2.5.5 倫理的配慮

対象者の研究への協力は自由意思であり、研究協力の有無によって不利益を被らないこと等の説明を当該病棟の看護師長立ち合いのもと書面を用いて行った。研究への同意は、本人または家族の同意書への署名によって同意を得た。研究倫理に関わる審査については対象病院の研究倫理審査委員会からの承認と、日本赤十字秋田看護大学日本赤十字秋田短期大学研究倫理審査委員会による承認を得て実施した。



## 2.6 結果

### 2.6.1 対象者

47名の対象者のうち、入退院、転棟等の患者入れ替えイベントによりベッドサイド滞在時間の縦断的測定が困難な者を除外し、40名（a病棟20名、b病棟10名、c病棟10名）のデータを分析に用いた。対象の除外症例について、入退室が予定されている患者のベッドサイド滞在時間の分析は複雑さが増し、適切な分析を行うためのサンプルサイズを確保することが困難であった。また、本研究における研究の位置づけが「時間」を尺度とした看護の指標についての活用可能性を見出すためのものであり、対象を限局した調査においても目的を達成することが可能である。そのため、研究の実行可能性を優先し、測定条件の統一が困難な事例を除外した。変数として扱う「当日の滞在時間」、「翌日の滞在時間」、「変化量」の3つの変数において、欠損なく収集されたデータ数は185であった。病棟毎の対象者の性別、年齢層、入院日数等は[表1]を参照とする。

表1. 対象者の性別、年齢層、入院日数

単位：人

病棟	対象者	性別		年齢			調査開始時の入院日数			
		男性	女性	20-39歳	40-64歳	65歳以上	1-3日目	4-7日目	8-14日目	15日以上
a病棟	20	14	6	1	8	11	2	2	7	9
b病棟	10	6	4	0	1	9	2	1	6	1
c病棟	10	4	6	0	0	10	1	0	1	8

### 2.6.2 記述統計量と変数の分布

全体のデータによる各変数の分布について、「ベッドサイド滞在時間」のヒストグラムは歪度が大きく、最頻値が左にずれた歪んだ分布を示した。正規性の検定では、外れ値を含む全データと、上下5パーセンタイルを除去したデータをもとに検定を実施し、いずれも Shapiro Wilk 検定にて  $p < .001$  であり[表2]、ベッドサイド滞在時間の分布は正規分布を示さなかった。一方、「変化量」のヒストグラムは歪度が小さく左右の歪みは少なかった。正規性の検定では、外れ値を含むデータにおいて Shapiro-Wilk 検定にて  $p < .001$  であったが、上下5パーセンタイルを除外したデータでは Shapiro-Wilk 検定にて  $p = .173$ 、Kolmogorov-Smirnov 検定においても  $p = .200$  であり[表2]、変数の分布

が正規分布を示した[図 2]. 全体のデータにおける「当日の滞在時間（単位：分，以下同じ）」の平均は  $31.51 \pm 23.23$  (mean $\pm$ SD 以下同じ)，「翌日の滞在時間」は  $33.91 \pm 24.02$ ，「変化量」は  $2.40 \pm 26.91$  であった[表 3]. 滞在時間の最大値は 122，最小値は 2 であった. 各変数のパーセンタイル値および，病棟毎のデータに関しては[表 3]を参照とする.

表 2. 変数の正規性

データ		歪度	尖度	Shapiro-Wilk	Kolmogorov-Smirnov
ベッドサイド	外れ値含む	1.384	2.223	.000	.000
滞在時間	上下5パーセンタイル除去	0.742	-.367	.000	.000
変化量	外れ値含む	0.521	2.22	.000	.003
	上下5パーセンタイル除去	0.115	-.439	.173*	.200*

\*：帰無仮説( $H_0$ ) 「データが正規分布に従う」が採択されたことを示す

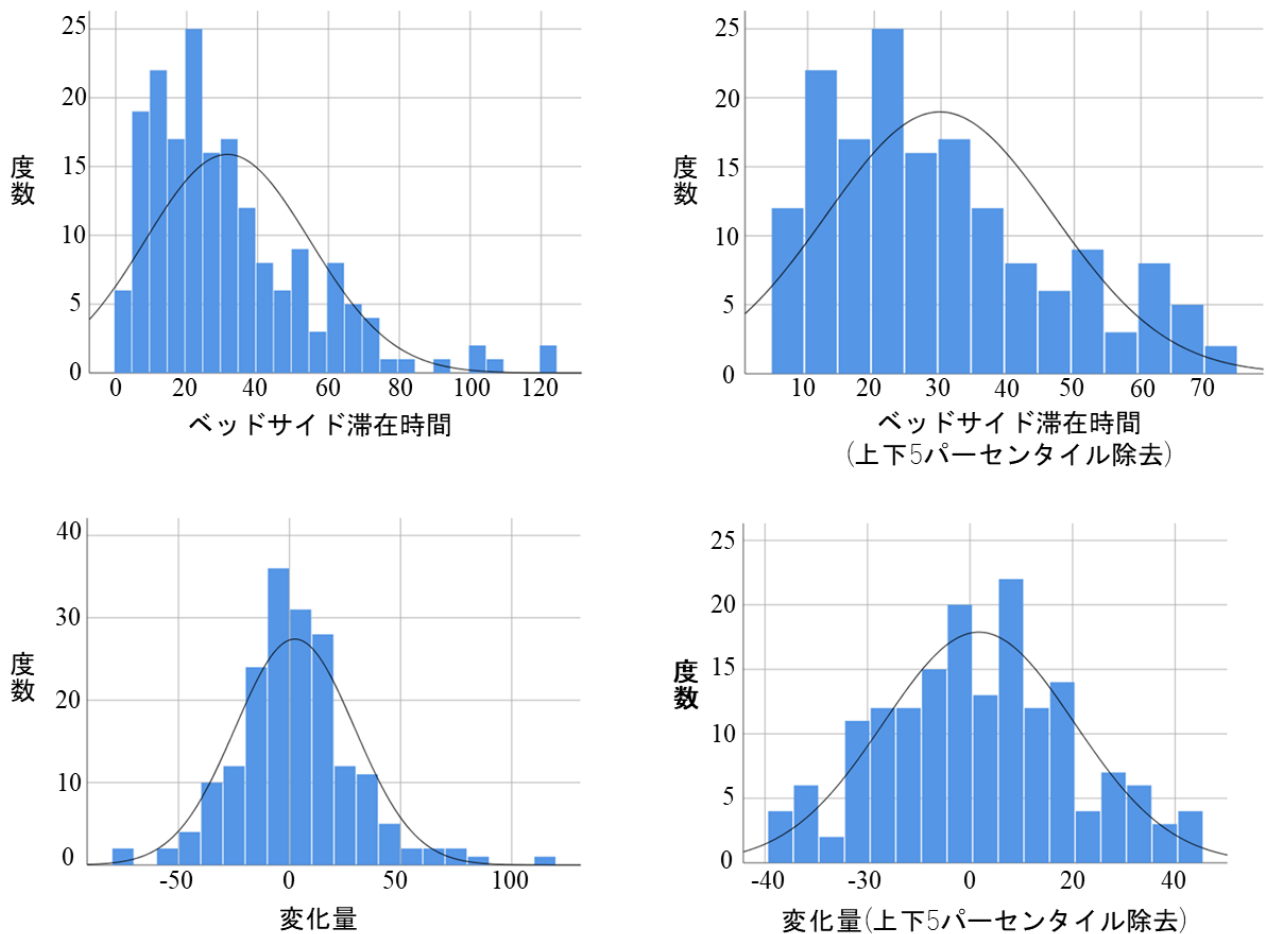


図 2. ヒストグラム

表 3. 記述統計量

調査場所	変数	5パーセン 10パーセン 25パーセン 50パーセン 75パーセン 90パーセン 95パーセン										n	
		平均値	標準偏差	最大値	最小値	タイル	タイル	タイル	タイル(中央値)	タイル	タイル		タイル
全体	当日の滞在時間	31.51	23.23	122	2	6.0	7.0	14.0	25.0	41.5	64.0	72.0	185
	翌日の滞在時間	33.91	24.02	126	2	6.0	9.0	16.5	29.0	46.5	64.4	79.5	185
	変化量*	2.40	26.91	117	-77	-39.1	-30.4	-13.0	1.0	16.0	33.4	47.2	185
a病棟	当日の滞在時間	33.12	22.08	122	2	5.7	7.8	16.0	30.0	45.5	64.0	70.6	93
	翌日の滞在時間	35.69	22.38	122	3	5.7	9.4	19.0	32.0	5.0	64.6	73.2	93
	変化量*	2.57	25.19	77	-57	-37.9	-31.6	-14.0	1.0	17.0	30.6	48.6	93
b病棟	当日の滞在時間	37.88	27.63	120	6	7.0	9.4	16.0	27.0	52.0	77.4	100.4	43
	翌日の滞在時間	37.07	27.31	120	6	7.0	9.0	14.0	28.0	50.0	77.4	100.4	43
	変化量*	-0.81	26.78	56	-72	-52.8	-29.6	-18.0	-3.0	16.0	39.4	50.2	43
c病棟	当日の滞在時間	22.88	18.68	106	2	3.0	6.0	11.0	19.0	28.0	51.0	60.0	49
	翌日の滞在時間	27.78	23.37	126	2	5.5	8.0	14.0	21.0	37.0	51.0	87.0	49
	変化量*	4.90	30.29	117	-77	-45.5	-21.0	-8.5	5.0	15.5	39.0	66.0	49

数値の単位：「分」

\*：変化量とは（「翌日の滞在時間」 - 「当日の滞在時間」）で表される滞在時間の変化量を示す

### 2.6.3 「翌日の滞在時間」に対する「当日の滞在時間」のオッズ比

目的変数を「翌日の滞在時間(滞在時間が中央値よりも大きい事象の予測)」, 説明変数を「当日の滞在時間(連続変数)」とした単変量によるロジスティック回帰分析によって, 「当日の滞在時間」のオッズ比を算出した[表 4]. オッズ比は 1.05 であり, オッズ比の 95%信頼区間は下限 1.03, 上限 1.07,  $p < .001$  であった. Nagelkerke の疑似決定係数は.245 であった. Hosmer-Lemeshow 検定によるモデルの適合度検定では, 有意確率 ( $p$ ) =.617 でモデルの当てはまりに問題はなかった.

表 4. 単変量ロジスティック回帰分析 (目的変数: 翌日の滞在時間)

$n=185$

説明変数	偏回帰係数 (B)	標準誤差 (SE)	$p$ 値	オッズ比	95%CI	Nagelkerke $R^2$	Hosmer-Lemeshow検定
当日の滞在時間	.048	0.009	.000	1.050	1.030-1.069	.245	.617

### 2.6.4 「滞在時間の変化量」に対する「当日の滞在時間」の寄与率

目的変数を「変化量」, 説明変数を「当日の滞在時間」とした単回帰分析によって, 「変化量」に対する「当日の滞在時間」の寄与率を算出した[表 5]. 標準偏回帰係数 ( $\beta$ ) =-.549 であり, 決定係数 ( $R^2$ ) =.302 であった. 分散分析による有意確率 ( $p$ ) <.001 であった.

表 5. 単回帰分析 (目的変数: 変化量)

$n=185$

説明変数	標準偏回帰係数( $\beta$ )	$\beta$ の標準誤差	$p$ 値	$R^2$
当日の滞在時間	-.549	.072	.000	.302

## 2.7 考察

### 2.7.1 各変数の特徴

全体のデータにおける「当日の滞在時間」について, ベッドサイド滞在時間の分布は, ヒストグラムでは歪度が大きく, 最頻値が左にずれている非正規分布であることが特徴的であった. 滞在時間のパーセンタイルをみると, 中央値

が 25 分であり，75 パーセンタイル値が 41.5 分，95 パーセンタイル値が 72 分であることから，病室内での滞在時間がおよそ 40 分を超える患者は看護提供時間が多い上位 25%にあたり，およそ 70 分を超える患者が上位 5%にあたる患者であることが本研究結果から推測される．一方，滞在時間が少ない患者をみると 25 パーセンタイル値が 14 分であることから，およそ 4 分の 1 にあたる患者が約 15 分以内の滞在時間で日勤帯を終えていることが推測される．

全体のデータにおける「変化量」の分布では，正規分布に従うことに加え，50 パーセンタイル値が 1 分であり滞在時間の変化が全体としてバランスよく分布していることが特徴的であった．このように 0 付近を中央値とした正規分布であるということは，病棟全体で行える直接看護量（ベッドサイド滞在時間）の上限がある程度固定されていることが推測される．例えば，多くの看護を必要とする患者がいた場合には，手のかからない患者への看護を最小限にすることで時間の調整が行われ，結果的に全体で提供される看護量（ベッドサイド滞在時間）が同じくらいに調整されているなどである．そのため，病棟全体でのイベントや，重症患者の割合，配置される看護師の受け持ち状況や総合的な能力など，看護を提供する側の全体的な要素もベッドサイド滞在時間に影響を与えていることが推測される．そして，変化量の幅をみると，25 パーセンタイル値が-13 分，75 パーセンタイル値が 16 分であったことから，およそ半分の患者はベッドサイド滞在時間の変化量が，約 15 分以内であり滞在時間に大きな変化がないと考えられる．また，上下 10 パーセンタイル値をみると，10 パーセンタイル値が-30.4 分，90 パーセンタイル値が 33.4 分であり，ベッドサイド滞在時間の変動がおよそ 30 分を超す患者は全体で 20%程度であることも結果から明らかとなった．

### 2.7.2 当日と翌日のベッドサイド滞在時間の関係

本研究では「翌日のベッドサイド滞在時間」と「ベッドサイド滞在時間の変化量」を回帰式の目的変数として予測する 2 通りの分析を行った．単変量によるロジスティック回帰分析の結果では，「翌日の滞在時間」が中央値よりも大きくなる事象を予測するモデルとし，「当日の滞在時間」のオッズ比が 1.05 であり有意な結果を示した．「当日の滞在時間」が連続変数であることを考慮すると，当日の滞在時間が 10 分増えた時のオッズ比は 1.63 である．そのため，この結果からは当日のベッドサイド滞在時間が翌日のベッドサイド滞在時間を予測する上で重要な要素の一つであることが推測される．また，「変化量」を目的変数とし，「当日の滞在時間」を説明変数とした単回帰分析では決定係

数 ( $R^2$ ) = .302 であり、「当日の滞在時間」による「変化量」の寄与率が約 30% であることが示された。これらの結果から、「当日の滞在時間」が翌日の滞在時間や変化量を予測する上で重要な要素の一つであることが示唆された。

過去のベッドサイド滞在時間が将来のベッドサイド滞在時間の予測に寄与するという点において、通常の看護業務においては、一人の患者に対して連日共通して必要となる基本的な看護ケアや、個別の患者特性に関連した対応が行われる。連日共通するケアの例としては、状態の観察や日常生活援助などが挙げられる。これらに必要な時間は時系列でみた際、概ね一致していることが推測され、こうした共通となる基本的なケアが将来のベッドサイド滞在時間予測への寄与に関与している可能性が高い。また、連日共通して必要となる基本的な看護ケアの内容には個別の患者特性に関連した対応も含まれる。例えば脳の疾患で入院した患者には日々の観察の中に脳神経系の観察内容が加わり、骨折などの外傷に関連した患者には創部の観察や疼痛評価、運動機能評価などが加わる。日常生活援助においてもその患者の日常生活動作 (ADL) のレベルによる援助方法の違いなどが生じる。つまり、このようなその患者に必要な基本的な看護ケア、個別の患者特性の要素が本調査で測定したベッドサイド滞在時間には含まれており、この点が寄与率に影響したことが推察される。また、現時点においてこうした要素を定量評価できる指標は開発されていないため、この点が「時間」を尺度に看護を定量化する大きな利点であると考えられる。

30%の寄与率に関しては先に述べたような要因の関与が推測されるが、残りの 70%については日々の患者状態の変化 (回復, 悪化等) や、その日毎の医療処置・検査等のイベント、看護ケアイベントなどの要素が推測される。こうした変化については過去のベッドサイド滞在時間のみで予測することは難しく、この点を補完するデータとして様々な既存データを相互補完的に活用する必要がある。例えば、重症度を反映する既存の指標や、入院期間中の患者イベントの情報が入力されている電子カルテのオーダー情報、患者の属性に関わる情報が豊富な DPC データなど、様々な情報によって相互補完的活用を行うことで翌日のベッドサイド滞在時間予測の精度が高まることが推測される。

### 2.7.3 サンプルング方法と結果の妥当性

本研究では患者一人あたりのベッドサイド滞在時間を 6 日間にわたり取得しており、滞在時間において「当日」、「翌日」、「変化量」の 3 つを変数として扱っている。サンプルングにおいては 2 日分のデータで 1 サンプルとし

ており、患者一人当たりにつき、1日目～2日目のデータで  $n=1$ 、2日目～3日目のデータで  $n=2$ 、3日目～4日目のデータで  $n=3$  といったサンプリングを行っている。ベッドサイド滞在時間の取得は医療現場への負担が大きくサンプルサイズを大きくすることが現実的には困難である。そのため、分析方法に対する検定力を担保するためにこのような工夫を行っている。しかしながら、このようなサンプル抽出によって結果にバイアスが生じる可能性は高い。そのため、異なる分析手法によっても同様の結果を見出せるかといった追加解析によって結果の妥当性を検証した。具体的には、①「観測日」、「病棟」といった変数を回帰分析の共変量に投入することで観測日や病棟別の影響を排除するといった方法、②患者が重複しないようにサンプルを抽出し直し、異なる小サンプルによる分析を5回行い、再現性を重視する方法の2通りによって分析を行った。

はじめに観測日、病棟による影響を排除した追加解析の結果を示す。「翌日の滞在時間」を目的変数、「当日の滞在時間」、「観測日」、「病棟」を説明変数としたロジスティック回帰分析を実施した結果、「当日の滞在時間」のオッズ比は 1.055（本研究の当初のオッズ比 1.05）で有意な影響を示した（ $p < .001$ ）[表 6]。当初の分析結果と同様の結果であり、観測日、病棟の影響を排除した分析においても先の研究結果を支持する結果が示された。また、モデル全体の寄与率については、Nagalkerke の  $R^2$ において.335（本研究の当初の  $R^2 = .245$ ）[表 6]でモデル全体の寄与率も高まった。この結果については病棟や観測日によって影響が異なるといったことを示しており、今回共変量に加えた情報が翌日の滞在時間に寄与する可能性も示されている。目的変数を「ベッドサイド滞在時間の変化量」として行った単回帰分析の結果においては、 $R^2 = .415$ （本研究の当初の  $R^2 = .302$ ）[表 7]で寄与率が上昇した。また、「当日の滞在時間」は投入した説明変数の中でも最も標準化係数（ $\beta$ ）の値が大きく、観測日や病棟よりも、滞在時間の変化量に対し強く寄与する変数であることが示された。この結果においても先の結果同様に当初の研究結果を支持する結果が示された。

表 6. 追加解析：単変量ロジスティック回帰分析（目的変数：翌日の滞在時間）

n=185

説明変数	偏回帰係数 (B)	標準誤差 (SE)	p 値	オッズ比	95%CI	Nagelkerke R <sup>2</sup>	Hosmer-Lemeshow検定
当日の滞在時間	.054	0.011	.000	1.055	1.034-1.077	.335	.351

バイアス補正目的で共変量に「観測日」、「病棟」を投入

表 7. 追加解析：単回帰分析（目的変数：変化量）

n=185

説明変数	標準偏回帰係数( $\beta$ )	$\beta$ の標準誤差	p 値	R <sup>2</sup>
当日の滞在時間	-.494	.073	.000	.415

バイアス補正目的で共変量に「観測日」、「病棟」を投入

次にサンプルにおける患者の重複をなくした小サンプルでの追加解析の結果を示す。「翌日の滞在時間」を目的変数、「当日の滞在時間」を説明変数とし、観測日が異なる 5 回分のデータで回帰分析を実施した。[表 8]に示すように観測日の異なる 5 回分のデータのうち 4 回のデータで当日の滞在時間が翌日の滞在時間に有意な影響を与えており、概ね当初の研究結果を支持する結果が得られた。また、寄与率においては観測日によって変動が認められるため、翌日の滞在時間予測の説明変数として単独での活用には適さないことも示唆された。目的変数を「滞在時間の変化量」とした同様の追加解析の結果においては、更に観測日による変動が顕著に示された[表 9]。全く予測に適さない日もあれば、7 割程度の寄与率を示しているものも見られた。「変化量」に関しては、一般的に状態が落ち着いている患者ほど連日の看護時間の変動が少ないため、患者の重症度や、翌日に予定されている処置や検査、ケアの予定と合わせて判断することで活用の可能性が高まることが推測される。7 割の寄与率が示される日があるということは非常に有益な結果であり、過去のベッドサイド滞在時間が将来の滞在時間予測に活用できる可能性が示されている点は、当初の研究結果を支持する結果であるといえる。



表 8. 追加解析：患者重複なしサンプルによる回帰分析（目的変数：翌日の滞在時間）

説明変数	1～2日目データ		2～3日目データ		3～4日目データ		4～5日目データ		5～6日目データ	
	標準偏		標準偏		標準偏		標準偏		標準偏	
	偏回帰 係数(B)	回帰 係数 ( $\beta$ )	偏回帰 係数(B)	回帰 係数 ( $\beta$ )	偏回帰 係数(B)	回帰 係数 ( $\beta$ )	偏回帰 係数(B)	回帰 係数 ( $\beta$ )	偏回帰 係数(B)	回帰 係数 ( $\beta$ )
当日の滞在時間	.020	.459	.027	.615	.009	.485	.024	.490	.010	.306
有意確率	.004		.000		.002		.003		.083	
決定係数(R <sup>2</sup> )	.210		.379		.235		.240		.094	
Durbin-Watson	2.006		2.494		1.993		1.87		1.853	
N	38		40		40		34		33	

目的変数の滞在時間を対数変換し、正規分布に近づける処理をした後に実施

表 9. 追加解析：患者重複なしサンプルによる回帰分析（目的変数：滞在時間の変化量）

説明変数	1～2日目データ		2～3日目データ		3～4日目データ		4～5日目データ		5～6日目データ	
	標準偏		標準偏		標準偏		標準偏		標準偏	
	偏回帰 係数(B)	回帰 係数 ( $\beta$ )	偏回帰 係数(B)	回帰 係数 ( $\beta$ )	偏回帰 係数(B)	回帰 係数 ( $\beta$ )	偏回帰 係数(B)	回帰 係数 ( $\beta$ )	偏回帰 係数(B)	回帰 係数 ( $\beta$ )
当日の滞在時間	-.498	-.582	.146	.240	-.741	-.863	-.240	-.205	-.818	-.597
有意確率	.000		.548		.000		.245		.000	
決定係数(R <sup>2</sup> )	.339		.010		.745		.042		.357	
Durbin-Watson	2.225		2.412		2.123		1.654		2.148	
N	38		40		40		34		33	

以上の異なる分析手法によって行われた追加解析の結果は、過去のベッドサイド滞在時間が翌日の滞在時間、滞在時間の変化量に対して関連を示しており、概ね当初の研究結果を支持するものであった。そのため、当初に示した研究結果にも一定の妥当性が認められると考えられる。しかしながら、観測日によって寄与率が異なるといった結果からは、ベッドサイド滞在時間予測の説明変数として扱う際に補完する別の変数が絶対的に必要であることを示す結果でもある。そのため、患者の看護量負担を予測する場合には、他のデータで情報量を補完する活用方法が現実的であるといえる。

#### 2.7.4 研究の限界

本研究では、BLE（周波数帯が 2.4GHz）を用いてベッドサイド滞在時間を調査した。複数患者が近くにいる部屋においては、あらかじめデータが取得可能かの確認と電波強度によるデータクレンジングの処理をしたうえで識別を行いベッドサイド滞在時間の算出をしているが、近接する互いのビーコンによる電波干渉による誤探知は否定できない。また、一般的に 2.4GHz の周波数帯は多くの電子器機の電波が使用される周波数帯でもあり、環境による影響も受けやすい。これらのことを考慮すると、本研究の BLE による近接センサで収集したデータの精度には限界がある。しかしながら、これらの誤差は系統誤差として影響を与えるため、研究成果で示された変数の特徴や変数間の関係性においてはある程度の傾向を示す結果として受け入れられる。

対象者の限定という点において、本研究では入退院、転棟等のイベントを除外した対象によって分析を行っている。これらのイベントはベッドサイド滞在時間に影響を与えることが推測され、本来であれば取得データにおいて重要な患者条件の一つとして考えられる。しかしながら、これらの対象においてベッドサイド滞在時間を適切に分析するためには、さらに詳細な条件による交絡因子の調整が必要となる。例えば入院の時間帯や入院時の重症度、一般病棟からの転棟なのか、ICU からの転棟なのか、手術室からの帰室なのか、救急外来からの入院であるか等である。それらを属性とした変数を作成するにはサンプルサイズをさらに大きくする必要があるが現実的には難しい。そのため、長期間におよぶ時間による看護の計測データ取得が難しい現在の状況においては、研究の限界として挙げられる。このような交絡因子調整のためには大規模なデータの蓄積が必要であり、看護を「時間」によって日常的に計測する仕組み作りが当該領域における課題であると考えられる。

## 2.8 結論

患者一人あたりのベッドサイド滞在時間を分析し、「ベッドサイド滞在時間」の分布が非正規分布であり、一般線形モデルにおける目的変数としては不適切であるということが明らかとなった。一方、「ベッドサイド滞在時間の変化量」の分布は正規分布に従う分布であり、一般線形モデルにおける目的変数として適していることが示された。また、本研究で扱った変数間の関係としては、「翌日の滞在時間」や「滞在時間の変化量」を予測する際に「当日の滞在時間」が予測モ

デルの説明変数として重要な要素の 1 つということが示唆された。本研究の結果から、患者一人あたりのベッドサイド滞在時間を持続的に観測することによって、翌日のベッドサイド滞在時間を予測する新たな方法を確立できる可能性が示唆され、「時間」を尺度とした看護の定量化指標の活用可能性が示された。

本章で行った研究は一般社団法人日本私立看護系大学協会研究助成事業平成 30 年度若手研究者研究助成を受け実施している。なお、本章の研究に関連した開示すべき利益相反はない。また、本章は医療情報学 39 巻 4 号に掲載された「ビークンとスマートデバイスを用いた患者と看護師の接触時間に関する研究<sup>96)</sup>」の内容に加筆・修正を加えたものである。

## 第3章 研究2：既存の看護定量化指標による ベッドサイド滞在時間予測

### 3.1 研究目的と研究の位置づけ

既存の看護の定量化指標である「重症度，医療・看護必要度」の項目による「ベッドサイド滞在時間」への寄与率を算出することを本研究の目的とした。

研究2の位置づけとして，既存の看護の定量化ツールによるベッドサイド滞在時間への寄与率を算出することで「時間」を尺度とした看護の定量化指標の独自性を検証している．本研究（博士論文）における最終段階が「時間」によって看護を定量化するための機器・システム開発であり，研究2は開発するシステムによって得られるデータの独自性に関する事前調査の位置づけにある．

### 3.2 要旨

既存の看護の定量化指標である「重症度，医療・看護必要度」による「ベッドサイド滞在時間」への寄与率を明らかにすることを研究目的とした．対象者は入院中の患者40名とした．無線通信機器を用いて6日間に渡り接触時間を調査し，その日ごとの看護必要度とベッドサイド滞在時間の関係を分析した．分析はベッドサイド滞在時間を目的変数とし，看護必要度項目を説明変数とした回帰分析によって行った．結果として，看護必要度の項目のうち8項目でベッドサイド滞在時間に有意な影響を認めた．回帰分析では，最終的に看護必要度の5つの項目によってベッドサイド滞在時間を予測する回帰モデルが構築され，決定係数は.207であった．結果から看護必要度が看護師のベッドサイド滞在時間に有意な関係を示す尺度であることが確認された．しかし，それらの項目を用いて構築したモデルでは，寄与率が20%程度であり，看護必要度の項目のみでベッドサイド滞在時間を説明することは困難であることが示唆された．結論として，既存の看護の定量化指標である「看護必要度」と「ベッドサイド滞在時間」は異なる特徴をもつ看護の定量化指標であり，「時間」を尺度とした看護の定量化指標の独自性が示された．

### 3.3 研究の背景

重症度，医療・看護必要度（以下，看護必要度）は，「入院患者に提供されるべき看護量を測定するツール<sup>97)</sup>」と定義づけられており，診療報酬に関わる看護独自の定量化指標として初めて採用されたツールである．その開発は十分な研究成果に基づいており，専門家によるアセスメント項目の選定や，タイムスタディ調査等に基づいて行われている．さらに，1998年に Ver.1 が開発された後も，プレテストや実際の運用に基づき，適宜改訂を繰り返しており，臨床的な妥当性の検討も十分に行われているツールといえる．しかしながら，このように十分な研究実績に基づくツールとして知られる看護必要度ではあるが，実際の看護業務量を反映することが困難であるといった指摘もある<sup>98)</sup>．そのため，患者を分類するための指標としては十分に実績をあげているが，看護配置を適正化するためのツールとしては，十分な成果をあげてはいない現状がある．

看護を「時間」として捉えた指標と看護必要度との関連を示したものとしては，開発当時のタイムスタディ調査によって，看護推定時間（患者の直接的な看護にかかる時間）が長い患者と看護必要度が高い患者が 7 割程度一致するといった結果が示されている<sup>99)</sup>．しかし，こうした時間を尺度として用いる研究は，時間の計測に観察者を必要とすることや，被観察者への負担が大きいことから実施が難しく，筒井らの研究以降，長い間十分に検討が行われることはなかった．そのため，現代における研究の再現性は十分に確認されていない．

一方で，従来の観察者を置いたタイムスタディの研究手法とは別に，近年では情報技術を活用して看護業務を分析するような研究も行われている<sup>87, 96)</sup>．無線通信技術等の情報技術を活用する強みは時間を尺度としたデータの測定が容易となる点にあり，それらの研究からは情報技術を活用することで看護を可視化することが可能であることが示されている．こうした技術を活用することで，近年では看護を「時間」によって計測し，看護必要度との関連性を再検討する取り組みもみられている．藤田ら<sup>82)</sup>は，ビーコンとセンサを用いて測定したベッドサイド滞在時間と看護必要度との関係を調査し，看護必要度の複数の項目とベッドサイド滞在時間の間で有意な関係を認めたことを報告している．こうした情報技術を活用した研究によって，既存の看護を定量化する指標である看護必要度と「時間」を尺度とした看護の定量化指標との関係が徐々に明らかになりつつある．

先行研究ではすでに看護必要度と看護にかかる「時間」との有意な関係を認めると報告されているものの，実際に看護必要度の項目によって，看護にかかる「時間」をどの程度予測できるか（寄与するか）といった報告は認められない．これ

までは既存のツール（主に看護必要度）を活用することで適正な人員配置を検討する考え方が一般的であったが、もしも既存のツールで看護にかかる「時間」を説明することが困難であるならば、「時間」を尺度とした看護の定量データの独自性が示唆され、直接的に時間を測定するための新たな方法を検討する必要性も生じる。そのため、既存の看護の定量化ツールによって看護を「時間」でとらえた指標を代替できるかといった問いへ取り組みは重要な研究課題であるといえる。以上のことから、本研究では既存の看護の定量化指標である「重症度、医療・看護必要度」の項目による「ベッドサイド滞在時間」への寄与率を算出することを目的とした。

### 3.4 研究方法

#### 3.4.1 対象

A 病院における 3 つの病棟を対象病棟とした。看護師の基準配置は 7 対 1 看護配置であり、固定チームナーシングの看護体制であった。それぞれの病棟の特徴としては、a 病棟が整形外科を主とする病棟であり、b 病棟が泌尿器科・婦人科を主とする病棟、c 病棟が緩和ケア病棟であった。対象となる患者は当該病棟で入院加療中の患者 40 名とした。

#### 3.4.2 調査方法

2019 年 3 月に 6 日間に渡り対象患者一人あたりのベッドサイド滞在時間と看護必要度のデータを取得した。ベッドサイド滞在時間は日勤帯のデータを対象とし、時間外業務も含めた日勤の看護師が関わる時間を抽出した。解析はその日ごとの看護必要度とベッドサイド滞在時間の関係を対象とした。ベッドサイド滞在時間は、無線通信技術（ビーコンとセンサ）を用いて収集し、対象患者の看護必要度は電子カルテシステムに入力されたデータを収集した。それぞれのデータ収集方法の詳細は次の通りである。

##### 3.4.2.1 患者一人あたりの看護師のベッドサイド滞在時間

対象となる患者の病室にビーコンを設置し、当該病棟の看護師全員がビーコンの電波を受信する受信端末を持って業務することで患者一人あたりのベッドサイド滞在時間を自動計測した。長時間の病棟不在時間が生じる入院

日、退院日、病棟への転入・転出日、手術日の測定データは解析から除外した。除外症例の設定について、入退院、手術等による影響を調整するために必要なサンプルを確保することが困難であり、研究の実現可能性を考慮し、それらの対象を除外した。また、本研究の目的である看護必要度項目によるベッドサイド滞在時間への寄与率を算出するにあたり、療養上の世話といった看護業務の視点をより反映できるよう長時間の病棟不在時間が生じる対象を除外した。ビーコンは Aplix 社の MB004Ac のビーコンを使用した。大きさは 50mm×70mm×27.5mm であり、仕様は iBeacon certified で Bluetooth の電波を発するビーコンを使用した。周波数帯は 2.4GHz であり、人体や電子機器に影響を及ぼさない産業科学医療用バンドの周波数帯とした。ビーコンは患者のベッドの頭側ベッドフレームの中央に設置した。a 病棟、b 病棟でのビーコン設置環境は 6 床部屋であり、c 病棟は全対象者個室の環境でビーコンを設置した。看護師が携帯する受信端末は apple 社の ios 端末 (CPU:Apple A8, IEEE:802.11a/b/g/n/ac) を使用した。大きさは 123.4mm×58.6mm×6.1mm であった。受信端末にベッドサイド滞在時間を測定するためのアプリ (株式会社ジェーエムエーシステムズが提供するアプリ) を組み込み、業務開始時にアプリを起動し、業務終了時にアプリを終了させることで接触時間を測定した。ベッドサイド滞在時間は受信端末内に 1 秒毎のログデータとして蓄積され、調査終了後に解析を行うことで滞在時間をデータ化した。

滞在時間のデータは 1 ログ 1 秒のデータを基に、4 秒間で最も電波強度と頻度の高いものだけにクレンジングしたログデータ (1 ログ/4 秒のデータ) として抽出した。対象者と看護師の距離の判定には、iBeacon<sup>95)</sup>による距離判定と電波強度を示す RSSI (Received Signal Strength Indicator) を用いた。iBeacon による距離判定は「Immediate」, 「Near」, 「Far」, 「Unknown」の 4 段階で示される。本研究ではおよそ 3m 以内を示す「Immediate」と「Near」を対象者と接触している時間として判断した。また、電波の誤探知によるデータを除外するため、iBeacon の距離判定において「Far」を示すログデータと、電波強度を示す RSSI が -97 以下 (受信端末が受信できる電波の境界にあたる電波強度) のログデータは除外した。さらに、看護師が受信端末を携帯している状態においては、同一の位置関係にいたとしても電波強度を示す RSSI が常に微量に変動するため、5 分以上電波強度に変動がみられないログデータは誤探知と判断し除外した。また、Bluetooth 等の電波を用いた近接センサは一般的に他の電波による干渉を受けやすいこ

とが知られており，6人部屋等では複数患者のビーコンが隣接するため測定が不安定になることが予測された．そのため，測定を開始する前に調査病棟の環境において測定が問題なく行われることを確認した．

#### 3.4.2.2 看護必要度

看護必要度は，「看護必要度（2018年度改定版）」，「一般病棟用の重症度，医療・看護必要度 I に係る評価票」の項目に基づいたデータを収集した．調査対象となった患者のデータを匿名加工情報として病院システム担当者より提供してもらった．

看護必要度は診療報酬の改定とともに2年ごとに見直しが行われるツールであり，学術的な研究評価ツールとして用いることへの懸念もある．しかし，すでに施設基準に関わるツールとして一般化されており，大幅な項目改定の可能性が低いこと，加えて本研究の目的が研究実施時点の看護必要度の項目によって，ベッドサイド滞在時間をどの程度説明できるかといったものであることから，研究による一定の学術的価値が担保されると考え，調査ツールとして看護必要度を採用した．

#### 3.4.3 分析方法

データの全容把握のため，調査を実施した病棟毎，看護必要度得点に基づく患者分類<sup>100)</sup>毎に記述統計量を算出した．患者分類は看護必要度のA項目とB項目によって，患者をタイプ1～5に分ける分類であり，タイプの数字が大きくなる患者ほど，処置内容の増加や，状態が悪化するといった患者タイプの順序性が認められている分類でもある．

看護必要度とベッドサイド滞在時間の関係においては，はじめに看護必要度の項目によって「ベッドサイド滞在時間」に有意な差が生じるかを分析した．分析手法は滞在時間が非正規分布であったため，Mann-WhitneyのU検定，Kruskal Wallis検定を用いて分析した．次に，先の検定によって有意な差を認める項目を用いて，「滞在時間」を目的変数とした単回帰分析を行った．説明変数として扱う看護必要度は，項目毎に2～3つの選択肢を選ぶ形式であったため，2つの選択肢のものは名義尺度として扱い，2値のダミー変数とした．3つの選択肢があるものに関しては，1～3の順序尺度として扱い，ケア度が高くなるほど数字が高くなるように変数を投入した．最後に，単回帰分析によって有意な影響を示した項目を説明変数とした重回帰分析を行った．重回帰分析



の際は、当日の検査実施による滞在時間への影響を調整する目的で生理検査の有無、放射線検査の有無、検体検査の有無も共変量に加えて分析を行った。重回帰分析での変数選択の方法は変数増加法を用いた。多重共線性への配慮としては、変数間の相関係数の確認と VIF 指数による確認を行った。また、事後のモデル評価として残差の正規性をヒストグラムで確認し、ダービン・ワトソン比にて残差のランダム性の確認を行った。回帰分析において目的変数として扱う「ベッドサイド滞在時間」は、分布の峰が左に寄った非正規分布であったため、事前に対数変換を行い正規分布に近似した分布に変換してから分析を行った。検定における有意水準は 5%とし、統計解析ソフトは、SPSS Statistics Ver.26 を使用し分析を行った。

#### 3.4.4 倫理的配慮

対象者の研究への協力は自由意思であり、研究協力の有無によって不利益を被らないこと等の説明を当該病棟の看護師長立ち合いのもと書面を用いて行った。研究への同意は、本人または家族の同意書への署名によって同意を得た。研究倫理に関わる審査については対象病院の研究倫理審査委員会からの承認（承認番号 30-45）と、日本赤十字秋田看護大学日本赤十字秋田短期大学研究倫理審査委員会による承認（承認番号 30-115）を得て実施した。

### 3.5 結果

#### 3.5.1 対象者の属性と記述統計量

対象者の属性について、性別は男性 24 名、女性 16 名であった。年齢は 20～39 歳が 1 名、40～64 歳が 9 名、65 歳以上が 30 名であった。主要疾患については、a 病棟が骨折（大腿骨、脛骨、椎骨等）や変形性関節症等の骨・関節に関連した疾患であり、b 病棟では腎盂腎炎や神経因性膀胱等の泌尿器疾患、c 病棟では悪性腫瘍であった。

対象者のベッドサイド滞在時間と看護必要度について[表 10]、中央値と四分位範囲（第 1 四分位-第 3 四分位）は 27.0（15.0-45.0）分であった。病棟毎のデータでは、a 病棟、b 病棟ともに中央値が 30 分程度であり、同様の結果を示した。c 病棟においては中央値 21.0 分であり、他の 2 つの病棟に比べ滞在時間が少ない結果であった。看護必要度の評価内容による患者分類<sup>100)</sup>（看護

必要度のモニタリング及び処置に関する項目である A 項目の得点と、患者の ADL に関わる状況を示す B 項目の得点によって患者をタイプ 1~5 に分ける分類) では、タイプ 1 (A・B 項目が 0 点の患者) で中央値 21.0 分、タイプ 2 (患者タイプ 1・3・4・5 のいずれにも該当しない患者) で中央値 24.5 分、タイプ 3 (A 項目 ≤ 1 点かつ B 項目 ≥ 3 点、または A 項目 ≥ 2 点かつ B 項目 ≤ 2 点の患者) で中央値 30.0 分と重症度が高くなるごとにベッドサイド滞在時間が増加していた。タイプ 4 (A 項目 ≥ 2 点かつ B 項目 ≥ 3 点の患者) とタイプ 5 (タイプ 4 のうち A 項目 ≥ 4 点、かつ B 項目 ≥ 6 点の患者) においては、それぞれ中央値が 25.0 分・26.5 分とタイプ 3 よりも少ない滞在時間であった。

表 10. 記述統計量

n=225

項目	度数	看護必要度得点 (中央値)	ベッドサイド滞在時間 (単位: 分)						
			第1四分位数	第2四分位数 (中央値)	第3四分位数	四分位範囲	最小値	最大値	
全データ	225	5.0	15.0	27.0	45.0	30.0	2.0	126.0	
病棟毎	a病棟	113	3.0	16.5	31.0	48.5	32.0	2.0	122.0
	b病棟	53	6.0	18.5	29.0	50.5	32.0	6.0	120.0
	c病棟	59	7.0	12.0	21.0	34.0	22.0	2.0	126.0
患者分類	タイプ1	19	0.0	13.0	21.0	32.0	19.0	7.0	63.0
	タイプ2	44	1.0	11.3	24.5	43.3	32.0	2.0	122.0
	タイプ3	117	5.0	17.0	30.0	47.0	30.0	2.0	120.0
	タイプ4	39	10.0	17.0	25.0	45.0	28.0	7.0	100.0
	タイプ5	6	10.5	8.5	26.5	69.0	61.0	7.0	126.0

※1: 看護必要度得点は「一般病棟用の重症度・看護必要度に係る評価票」に基づく合計得点

※2: 患者分類: 「一般病棟用の重症度・看護必要度に係る評価票」によって、患者の重篤度を5分類に分ける「一般患者分類」<sup>100)</sup>に基づく分類

### 3.5.2 看護必要度項目によるベッドサイド滞在時間の差の検定

ベッドサイド滞在時間に有意な差を認めた項目(度数が少なく解析対象とならなかった項目は除く)について[表 11], モニタリング及び処置等を示す A 項目では「創傷処置 (p=0.018)」、「専門的な治療・処置 (p=0.008)」の項目で「なし」より「あり」の滞在時間が有意に長かった。患者の状況等の日常生活自立度を示す B 項目では「寝返り (p=0.021)」、「口腔ケア (p<0.001)」、「食事摂取 (p<0.001)」、「衣服の着脱 (p<0.001)」の項目で、対象者の自立度が高い状態より低い状態の滞在時間が有意に長かった。また、「診療・療養上の指示が通じる (p=0.023)」の項目においては、「はい」より「いいえ」の滞在時間が有意に長かった。手術等の医学的状況を示す C 項目では、「全身麻酔・脊椎麻酔の手術 (p=0.007)」の項目で「なし」より「あり」の滞在時間が有意に長かった。

表 11.看護必要度項目による滞在時間の差の検定(Mann-Whitney U 検定, Kruskal-Wallis 検定) n=225

項目	項目	度数	ベッドサイド滞在時間					有意確率	
			第1四分位	第2四分位 中央値	第3四分位	最小値	最大値		
	創傷処置	なし	174	14.0	25.0	40.3	2.0	126.0	0.018 *
	あり	51	20.0	34.0	57.0	3.0	122.0		
	呼吸ケア	なし	210	15.8	27.5	45.0	2.0	122.0	0.753
	あり	15	9.0	25.0	41.0	6.0	126.0		
	点滴ライン同時3本以上	なし	225	—	—	—	—	—	—
	あり	0	—	—	—	—	—		
A 項	心電図モニター管理	なし	221	—	—	—	—	—	—
	あり	4	—	—	—	—	—		
目	シリンジポンプの管理	なし	207	15.0	29.0	46.0	2.0	122.0	0.182
	あり	18	15.0	22.0	31.8	6.0	126.0		
	輸血や血液製剤の管理	なし	223	—	—	—	—	—	—
	あり	2	—	—	—	—	—		
	専門的な治療・処置	なし	151	18.0	30.0	49.0	2.0	122.0	0.008 **
	あり	74	12.0	21.0	38.8	2.0	126.0		
	救急搬送後の入院	なし	224	—	—	—	—	—	—
	あり	1	—	—	—	—	—		
	寝返り	できる	57	12.0	21.0	36.5	2.0	122.0	0.021 *
	何かにつかま ればできる	140	16.0	29.0	47.8	2.0	120.0		
できない	28	21.0	35.0	48.8	7.0	126.0			
	移乗	介助なし	109	12.5	23.0	38.0	2.0	126.0	0.065
	一部介助	94	18.8	30.0	51.0	3.0	120.0		
全介助	22	17.5	37.5	48.5	7.0	106.0			
B 項	口腔ケア	介助なし	104	11.0	20.5	32.0	2.0	122.0	0.000 **
	介助あり	121	21.5	34.0	51.0	3.0	126.0		
目	食事摂取	介助なし	126	12.0	22.0	36.0	2.0	126.0	0.000 **
	一部介助	93	22.0	34.0	51.0	3.0	120.0		
全介助	6	14.8	34.5	52.0	8.0	52.0			
	衣服の着脱	介助なし	92	12.0	22.5	39.5	2.0	122.0	0.000 **
	一部介助	40	11.3	21.5	34.8	3.0	68.0		
全介助	93	21.0	34.0	52.0	3.0	126.0			
	診療・療養上の 指示が通じる	はい	191	14.0	25.0	44.0	2.0	122.0	0.023 *
	いいえ	34	24.5	36.0	49.5	7.0	126.0		
	危険行動	ない	218	15.0	27.5	45.0	2.0	126.0	0.784
	ある	7	21.0	25.0	39.0	17.0	52.0		
	開頭手術 (7日間)	なし	225	—	—	—	—	—	—
	あり	0	—	—	—	—	—		
	開胸手術 (7日間)	なし	225	—	—	—	—	—	—
	あり	0	—	—	—	—	—		
	開腹手術 (4日間)	なし	225	—	—	—	—	—	—
	あり	0	—	—	—	—	—		
C 項	骨の手術 (5日間)	なし	225	—	—	—	—	—	—
	あり	0	—	—	—	—	—		
目	胸腔鏡・腹腔鏡 手術 (3日間)	なし	225	—	—	—	—	—	—
	あり	0	—	—	—	—	—		
	全身麻酔・脊椎麻酔 の手術 (7日間)	なし	219	15.0	26.0	44.0	2.0	126.0	0.007 **
	あり	6	40.3	50.5	75.3	38.0	100.0		
	救命等に関わる 内科的治療	なし	225	—	—	—	—	—	—
	あり	0	—	—	—	—	—		

\* : p < 0.05、 \*\* : p < 0.01、 — : 対象となる項目の度数が少なく解析ができないもの

### 3.5.3 看護必要度の項目毎の単回帰分析

単回帰分析においてベッドサイド滞在時間に有意な影響を認めた項目は 8 項目であった[表 12]. そのうち、滞在時間に対し正の影響を示した項目は「創傷処置（あり）」、「寝返り（順序尺度）」、「口腔ケア（あり）」、「食事摂取（順序尺度）」、「衣服の着脱（順序尺度）」、「診療・療養上の指示が通じる（いいえ）」、「全身麻酔・脊椎麻酔の手術（あり）」の 7 項目であった. 一方、滞在時間に対し負の影響を示した項目は「専門的な治療・処置（あり）」の 1 項目であった.

表 12. 看護必要度の項目毎の単回帰分析（目的変数：ベッドサイド滞在時間）

n=225

項目	n	偏回帰係数	標準偏回帰係数 ( $\beta$ )	有意確率 (p)	95%信頼区間		決定係数 ( $R^2$ )
					下限	上限	
A項目							
創傷処置（あり）	174	0.302	0.157	0.018 *	0.051	0.552	0.025
専門的な治療・処置（あり）	151	-0.287	-0.168	0.012 *	-0.510	-0.064	0.028
B項目							
寝返り（順序尺度：できる・何かにつかまればできる・できない）	225	0.237	0.177	0.008 **	0.063	0.410	0.031
口腔ケア（介助あり）	121	0.540	0.335	0.000 **	0.340	0.741	0.112
食事摂取（順序尺度：介助なし・一部介助・全介助）	225	0.381	0.261	0.000 **	0.195	0.568	0.068
衣服の着脱（順序尺度：介助なし・一部介助・全介助）	225	0.198	0.223	0.001 **	0.083	0.312	0.050
診療・療養上の指示が通じる（いいえ）	34	0.335	0.149	0.025 *	0.043	0.628	0.022
C項目							
全身麻酔・脊椎麻酔の手術（7日間）（あり）	6	0.814	0.163	0.014 *	0.164	1.463	0.027

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

項目の選択肢が2つのものは2値の変数として解析 例) 創傷処置 (1 : あり, 0 : なし)

項目の選択肢が3つのものは、1~3の順序尺度として解析 例) 寝返り (1 : できる, 2 : 何かにつかまればできる, 3 : できない)

### 3.5.4 看護必要度項目による重回帰分析

重回帰分析の変数増加法によって最終的に、「創傷処置（あり）」、「専門的な治療・処置（あり）」、「口腔ケア（介助あり）」、「食事摂取（順序尺度）」、「全身麻酔・脊椎麻酔の手術（あり）」の 5 項目でベッドサイド滞在時間を予測するモデルが構築された[表 13]. 決定係数 ( $R^2$ ) は 0.207 であった. それぞれの標準偏回帰係数 ( $\beta$ ) は、「創傷処置（あり）」で  $\beta=0.207$  ( $p=0.001$ ), 「専門的な治療・処置（あり）」で  $\beta=-0.215$  ( $p=0.001$ ), 「口腔ケア（あり）」で  $\beta=0.201$  ( $p=0.012$ ), 「食事摂取（順序尺度）」で  $\beta=-0.171$  ( $p=0.032$ ), 「全身麻酔・脊椎麻酔の手術（あり）」で  $\beta=0.162$  ( $p=0.009$ ) であった. 残差分析においては、ダービン・ワトソン比が 1.817 であり、

ヒストグラムにおいても概ね正規分布に従っており，結果を歪める残差の異常がないことが確認した。

表 13. 看護必要度項目による重回帰分析（目的変数：ベッドサイド滞在時間） n=225

項目	n	偏回帰係数	標準偏回帰 係数 ( $\beta$ )	有意確率 (p)	95%信頼区間		
					下限	上限	
A項目	創傷処置（あり）	174	0.397	0.207	0.001 **	0.167	0.628
	専門的な治療・処置（あり）	151	-0.368	-0.215	0.001 **	-0.582	-0.155
B項目	口腔ケア（あり）	121	0.325	0.201	0.012 *	0.072	0.577
	食事摂取（順序尺度：介助なし・一部介助・全介助）	225	0.250	0.171	0.032 *	0.021	0.478
C項目	全身麻酔・脊椎麻酔の手術（7日間）（あり）	6	0.808	0.162	0.009 **	0.200	1.416

$R^2=0.207$ 、ANOVA  $p<0.001$ 、Durbin-Watson=1.817

\* :  $p < 0.05$ 、 \*\* :  $p < 0.01$

単回帰分析によって「ベッドサイド滞在時間」に有意な影響を示した項目を抽出し、変数増加法にてモデルを構築

### 3.6 考察

#### 3.6.1 ベッドサイド滞在時間と看護必要度の関係

本研究結果において看護必要度項目の多くで該当なしの調査データとなっており，サンプルが著明に軽症患者に偏っているように見えるデータとなっている．特に A 項目，C 項目については多くが該当なしとなっている．一見してサンプル抽出の大きな問題として捉えられるデータであるが，実際は急性期病院の一般病棟に入院する患者のほとんどが本研究データのように A 項目と C 項目に該当しない状況にある．看護必要度のデータは医療レセプトデータとして収集されるため，全国規模のデータから実態を把握することができる．2017年度の約 1100 施設の急性期医療機関（一般病棟）で収集された看護必要度データによれば<sup>101)</sup>，A 項目では「点滴ライン」や「輸血投与」，「救急搬送後の入院」などの項目において 95%以上が該当なしとなっている．これらの項目は本研究で該当が少なく分析できなかった項目と一致している．また，C 項目においてもすべての項目が 95%以上の患者で該当なしとなっている．つまり，一般病棟においてはほとんどの患者で看護必要度項目の A 項目，C 項目に該当しないのが通常であるといえる．そのため，本研究データのように，ほとんどの項目が該当しない状況において，看護にかかる「時間」をどれだけ説

明できるかといった分析結果を示すことは、現実的な一般病棟の状況を踏まえた示唆となることが推測される。

重回帰分析の結果での、各項目がベッドサイド滞在時間に与える影響について、一般的に処置やケアの負担が多くなる項目は、ベッドサイド滞在時間に正の影響（処置やケアの負担が増えると接触時間も増えるといった影響）を与えることが推測される。そのため、「創傷処置（あり）」や「口腔ケア（あり）」、「食事摂取（順序尺度）」、「全身麻酔・脊椎麻酔の手術（あり）」が正の影響を示している点については、容易に解釈ができる。しかしながら、「専門的な治療・処置（あり）」で滞在時間に負の影響を示している点については、疑問が生じる。先行研究では、藤田ら<sup>82)</sup>が「専門的な治療・処置」の項目は、ベッドサイド滞在時間を長くする要因にならない事を報告しており、この点については本研究結果と一致している。しかし、本研究結果のように負の影響を示しているといった事実は認められていない。何らかの処置や治療が加わったにもかかわらず、滞在時間に負の影響を示した結果は不自然な結果であり、交絡因子の存在が疑われる。対象者について、先の藤田ら<sup>82)</sup>の研究では、「専門的な治療・処置（あり）」の項目が、看護必要度における「点滴ライン同時3本以上（あり）」や、「シリンジポンプ管理（あり）」、「心電図モニター管理（あり）」などと有意な正の相関が認められることを報告している。一方で、本研究ではそれらの項目に該当する患者自体が少ない。つまり、「専門的な治療・処置（あり）」に該当する患者でも比較的重症度が低い患者層が本研究の対象となっているといえる。そのため、この結果の違いについても、患者の重症度の違いから生じる交絡因子がベッドサイド滞在時間に負の影響を与えていたことが推測される。

本研究結果では既存の看護の定量化指標である看護必要度によるベッドサイド滞在時間への寄与率が20%と低い結果であった。この理由としては看護必要度が全国の医療機関で活用できるように標準化した指標（間接評価による定量化）であり、評価が限定的な項目によって行われていることが一つの要因として考えられる。日本看護協会が作成した看護業務区分<sup>102)</sup>では看護業務の区分は188の項目が挙げられており、その中でも記録や連絡などの間接業務を除外した直接看護（ベッドサイド滞在時間に該当する看護）に関わる項目は108項目にも及ぶ。一方で看護必要度の評価項目は、モニタリング・処置等に関わる項目として8項目、患者状態等に関わる項目として7項目、手術等の医学的状況に関わる項目として7項目が挙げられており全22項目評価となっている。研究過程によって看護の負担として寄与することが認められた項目に厳

選された結果ではあるが、やはり実際の業務区分と比較すると情報量が少ないことは明白である。また、間接的に看護負担を定量化する手法である看護必要度では、一般的な看護の負担を可視化することはできても患者の個別的な特性を踏まえた看護負担まで可視化することができない。例えば、看護必要度の得点と同じ状態の患者であってもナースコールが頻回であり、訴えが多い患者とそうではない患者とでは関わる時間は異なる。また、日常生活援助においてもその方法には一人一人違いがあり、援助にかかる時間も異なる。そのため、こういった間接評価指標による情報量の限界が、直接的に時間を尺度とした評価指標と一致しない（寄与率が低い）一つの要因であることが推測される。

また、看護必要度は定義上では「その患者に必要とされる看護の量」を表す指標であるが、現在では患者の重症度を反映する指標としても用いられている。医療的な重症度と必要な看護ケアにかかる時間とは必ずしも一致しない。このことは本研究結果を示した p.38,[表 10],「記述統計量」の結果からも読み取れる。看護必要度を用いた 5 タイプの重症度分類では、タイプ 1~3 まででは重症度が上がるに従ってベッドサイド滞在時間も長くなっているが、タイプ 4, 5 においては重症度の順序性と滞在時間は一致していない。このような状況を示す実際の事例としては、寝たきり患者へのケアと回復過程にある患者へのケアなどが挙げられる。一般的に寝たきりで意識のない患者（重症患者）へのケアは看護師のペースでケアが行われるため非常に効率的に援助が行われ、所要時間としてはそれほど長くはかからない。しかし、身体活動が回復過程にある患者への援助では患者のペースで日常生活援助を行うことや、活動量の増加に伴い転倒のリスクが高まることから安全対策にかかる時間も増加する、さらにコミュニケーション量なども増加するため、直接的に関わる援助時間も長くなる。このように看護必要度が示す内容が重症度も含めた指標となっており、定量化する概念の違いが寄与率の低さに影響していることが推測される。

先の考察からもわかるように既存の看護の定量化指標である「看護必要度」と本研究で用いたベッドサイド滞在時間は、どちらも看護負担の定量化に関わる指標であるが、異なる特徴を持つ概念である。そのため、これらの指標は相互補完的な関係にあるといえる。第 2 章の研究によってベッドサイド滞在時間の経時的な特徴を示したように、「時間」を尺度とした看護の定量化指標が将来の看護の負担を予測することに有用な変数であることは違いないが、それだけで予測することは困難である。そのため、患者一人あたりにおける将来の看護の負担を予測する場合には、看護を間接的に定量化し重症度も反映する看護必要度と、直接的に定量化し患者の個別の特徴を反映できる時間による指標の

両方を活用することが望ましい。寄与率が低いといった結果は一見して、基準関連妥当性が低いと認識されるが、裏を返せば相互補完的な活用が可能であるといった評価にもつながる。実際に予測モデルの説明変数として両方の指標を加えたモデルを作成した際の多重共線性の問題もなくモデルを構築することができる点も大きな利点といえる。

### 3.6.2 ベッドサイド滞在時間と看護必要度の相互補完的活用の可能性

看護必要度とベッドサイド滞在時間はどちらも看護の負担を可視化する指標である。しかし、看護必要度によるベッドサイド滞在時間への寄与率は20%程度と低いため、これらは違った特徴をもつ独自性が認められる概念であることが示唆された。前述したように、このことからベッドサイド滞在時間と看護必要度は看護の負担を可視化するにあたり相互に補完できる関係性にあると推測される。それでは、ベッドサイド滞在時間と看護必要度を用いて、翌日のベッドサイド滞在時間を予測した場合にはどのような寄与率を示すのかといった疑問が生じる。この疑問に対し、翌日のベッドサイド滞在時間を予測する回帰モデルにベッドサイド滞在時間と看護必要度を説明変数として投入することで寄与率の変化を追加解析によって検証した。

分析方法は第2章の研究1のように、翌日のベッドサイド滞在時間を目的変数とし、ベッドサイド滞在時間と看護必要度項目を説明変数とした回帰分析によって分析した。階層的に説明変数を加えていくことで寄与率( $R^2$ )の変化を観察し、寄与率の有意な変化が認められるかを検証した。事前の解析として、目的変数として扱う「翌日のベッドサイド滞在時間」のヒストグラムが非正規分布を示していたため、対数変換によって正規分布に近似するよう処理を行った。また、重回帰分析の説明変数に投入する看護必要度項目を抽出するために、ステップワイズ法を用いて「翌日のベッドサイド滞在時間」に寄与する看護必要度項目を確認し、最終的に残った説明変数を階層的重回帰分析の説明変数に使用した。階層的重回帰分析では、ステップ1として、バイアス排除のための調整変数のみのモデルを作成した。調整変数には「病棟」、「観測日」をダミー変数化し投入することで、病棟の違いや、縦断的に調査したデータにおける観測日の影響を排除した。ステップ2では追加で「ベッドサイド滞在時間」を説明変数に加えた。ステップ3ではさらに看護必要度項目を説明変数に加えた。このようなステップ1~3の過程で寄与率( $R^2$ )の変化を観察することで、



翌日のベッドサイド滞在時間を予測するうえで、「ベッドサイド滞在時間」と「看護必要度」が相互補完的に作用するかを分析した。

結果を[表 14]に示す。ステップ 1 の調整変数のみのモデルは  $R^2 = 0.128$  であった。ステップ 2 でベッドサイド滞在時間を説明変数として加えると  $R^2$  は 0.279 に増加し、 $R^2$  の増加分は 0.151 であった。 $R^2$  の増加分は  $p < 0.001$  であり、有意な  $R^2$  の変化がみられた。最後に看護必要度項目を説明変数に加えたモデルでは、 $R^2 = 0.327$  に増加し、 $R^2$  の増加分は 0.048 であった。 $R^2$  の変化量は  $p = 0.008$  であり、看護必要度項目を加えた最の  $R^2$  も有意な増加（有意水準 0.05）を示した。この結果から、将来の看護負担を予測する上で「ベッドサイド滞在時間」と「看護必要度」が相互補完的に作用し、寄与率を上昇させることが示唆された。つまり、「ベッドサイド滞在時間」と「看護必要度」は両方が看護負担の可視化に関連する指標であるが、互いに異なる特徴をもつ独自性が認められる指標であり、相互補完的に活用可能であると考えられる。

表 14. 階層的重回帰分析(目的変数：翌日のベッドサイド滞在時間) n=185

説明変数	B	$\beta$	95%CI		p
			下限	上限	
<b>ステップ 1：調整変数のみ</b>					
調整変数 <sup>†</sup>					
	$R^2 = 0.128, p < 0.001$				
<b>ステップ 2：ベッドサイド滞在時間を追加</b>					
調整変数 <sup>†</sup>					
ベッドサイド滞在時間	0.014	0.425	0.010	0.019	< 0.001
	<u><math>R^2 = 0.279, R^2</math> の増加分 0.151, <math>p &lt; 0.001</math></u>				
<b>ステップ 3：看護必要度項目を追加<sup>‡</sup></b>					
調整変数 <sup>†</sup>					
ベッドサイド滞在時間	0.011	0.325	0.006	0.016	< 0.001
創傷処置（あり）	0.177	0.096	-0.060	0.413	0.143
専門的治療管理（あり）	-0.053	-0.032	-0.386	0.279	0.752
食事摂取（順序尺度）	0.319	0.226	0.124	0.514	0.001
	<u><math>R^2 = 0.327, R^2</math> の増加分 0.048, <math>p &lt; 0.008</math></u>				

†：病棟，観測日をダミー変数化し調整変数として強制投入

‡：事前に看護必要度項目のみで回帰モデルを作成し作成されたモデルの説明変数を強制投入

### 3.6.3 研究の限界

研究の限界としては、サンプルの問題、測定機器への電波干渉の問題などがあげられる。サンプルサイズは十分とはいえず、サンプルの代表性を確保出来ていない。特に本研究で用いた看護必要度による患者分類のタイプ5にあたる重症度が高い患者層のサンプルが少ないことや、対象者の疾患に偏りがあることは、結果を解釈する際に注意を要する。そのため、本研究で構築したモデルの一般化には限界がある。本研究結果はあくまでも今回対象とした患者においての最も当てはまりの良いモデルであり、対象を拡大することで異なる結果を示す可能性がある。しかしながら、看護必要度の項目によるベッドサイド滞在時間への寄与率が20%程度であったことは、看護必要度がベッドサイド滞在時間に寄与するかといった、これまで証明が難しかった研究課題への示唆であり、重要な知見といえる。

## 3.7 結論

看護必要度の項目毎でベッドサイド滞在時間の差を比較した結果、有意な差を認めた項目は8項目であった。このことから、既存の看護師の業務量を推定するツールの一つである「看護必要度」が、ベッドサイド滞在時間に関与する尺度であることが示唆された。しかしながら、それらの項目を用いて構築した回帰モデルでは、接触時間の分散の説明率が20%程度であり、「看護必要度」の項目のみで「ベッドサイド滞在時間」を説明することは、困難であることが示唆された。これらのことから、本研究で提案する「時間」を尺度とした看護の定量化指標が既存の定量化指標にはない特徴をもつ独自性のある指標であることも示唆された。

本章の研究は、一般社団法人日本私立看護系大学協会研究助成事業平成30年度若手研究者研究助成を受け実施している。なお、本章に関連した開示すべき利益相反はない。また、本章の内容は医療情報学41巻4号に掲載された「重症度、医療・看護必要度による患者と看護師の接触時間の説明率<sup>103)</sup>」の内容に加筆・修正を加えたものである。

## 第4章 研究3：看護時間計測システムの開発

### 4.1 要旨

看護の人的資源を効果的に活用するためには、「時間」を尺度とした実用的な定量化ツールが必要である。しかし、看護を「時間」の尺度で定量化するための持続可能で簡易的なシステムの開発には至っていない。そこで、患者あたりの看護負担を「時間」の尺度で定量化するためのシステム開発を行った。開発したシステムはベッドサイド滞在時間を簡易的に測定するシステムである。特徴的な仕組みは、ビーコンを用いた電波通信方式の近接センサと、電子タグによる患者認証の機能を併用している点にある。電波通信方式のみの近接センサでは、近接するビーコンによる電波干渉によって測定精度に問題が生じていたが、電子タグによる認証を行うことで、測定精度の向上を図った。開発システムの評価を行った結果、電波通信方式の近接センサに電子タグを併用することで、電波干渉による問題が改善され、簡易的に患者あたりのベッドサイド滞在時間を計測できる可能性が示唆された。

### 4.2 開発の背景

看護師の業務量や人員配置は、入院患者の褥瘡発生率や、死亡率、医療安全上のインシデントなどに関連があることが報告されており<sup>104-106)</sup>、看護の人的資源を効率的に活用し、適切な人員配置を実現することは重要な課題といえる。こうした課題への認識は世界共通であり、これまでに人材配置の方法論に関する文献は多く報告されてきた<sup>107)</sup>。しかし、適切な人員配置の明確な根拠となるものは、今日に至るまで認められていない。日本においても看護を定量化することで適切な人員配置を試みる研究は長年にわたり行われてきた。その中でも有力なツールの一つとして知られているのが、重症度・医療看護必要度（以下、看護必要度）である。看護必要度は入院患者に必要とされる看護を定量化したものであり、現在では診療報酬にかかわる唯一の看護の定量化ツールとして採用されている。しかし、このような一定の成果を上げ、一般化されているツールでさえも人員配置の根拠としての実績には課題が認められている<sup>103)</sup>。こうした現状における問題として、看護の実労働時間を反映する「時間」を尺度とした測定ツールが確立

されていない点があげられる。

「時間」を尺度に看護を定量化する研究手法といえ、従来の観察者をおいたタイムスタディ調査が一般的であるが、近年では無線通信技術等の情報技術を活用したデータ取得方法が選択されるようになってきている<sup>81, 82, 96)</sup>。それらの情報技術を用いた方法論は、多岐にわたり、無線タグ (RFID: Radio Frequency Identifier) といわれる ID 情報を持つタグを利用するもの、ビーコンから発信する Bluetooth などの電波を活用したもの、超広帯域無線通信 (UWB: Ultra Wide Band) を用いてより高精度で位置推定を行うもの<sup>89)</sup>、さらには、それらの手法に機械学習を加えて位置推定を行うシステムなど様々である。こうした技術の進歩とともに看護の定量化にかかわる研究も大きな転換期を迎えているといえる。

様々な情報技術を用いた方法が提唱されているなかでも、看護の業務や職務環境に適したツールやシステムの開発は行われていない。例えば、比較的導入が容易なビーコン測位による近接センサ (Bluetooth や Zigbee などの電波通信方式を利用した近接センサ) は電波干渉や障害物による影響を受けやすく、複数患者が1つの病室に入院している環境では正確なデータ取得が難しい。また、測定精度を重視し、高精度で位置情報を取得できる UWB によるシステムを導入した場合には導入コストが大きく費用対効果のバランスが悪い。また、いずれの手法も現段階では一時的な調査目的の手法としての導入に過ぎず、持続可能なデータ収集を視野にいたしたシステムは確立していない。このように技術の進歩とともに様々な行動分析データの取得が可能にはなっているが、看護を定量化するためのツールとしては課題が認められる。そのため、看護を時間の尺度を用いて定量的に評価するためのツールとシステムの開発をより現場に則した形で行うことは重要な課題といえる。

### 4.3 開発目的

患者一人あたりの看護を「時間」の尺度で定量化することを本システム開発の目的とする。看護師のベッドサイド滞在時間を看護の定量化指標の一つとし、患者一人あたりのベッドサイド滞在時間を可視化するためのシステムを開発する。なお、本システムで扱うベッドサイド滞在時間は、看護師が特定の目的で患者のベッドサイドに行き、患者との関わりを開始する時を開始時間とし、一定の距離を離れるか、他の患者のベッドサイドに移り新たに関わりを開始する時を終了時間として計測した。

#### 4.4 システム概要

本システムは、電波通信方式（Zigbee 方式）による近接センサと、無線タグ（RFID）を併用することで簡易的にベッドサイド滞在時間を測定するシステムである[図 3]。測定は電波を発するビーコンをベッドサイドに置き、看護師が受信端末を所持し業務を行うことで電波通信によるベッドサイド滞在時間の計測が行われる。理論上では電波通信のみでベッドサイド滞在時間の測定が可能である。しかし、複数患者が近接している環境での正確な測定は、互いのビーコンによる電波干渉の影響が強く、現実的には困難である。そこで、RFID を併用することで測定精度の向上を図った。ビーコン同様に患者のベッドサイドに RFID タグを置き、看護師が所持する端末で認証することにより患者識別が行われる。この機能を併用することで他のビーコンの電波が混在する環境でも対象の識別が行い、複数患者が近接する状況での測定精度の向上を図った。本システムにおける新規性は、電波干渉を強く受ける電波通信方式の近接センサに、RFID による患者認証機能を組み合わせることで測定精度の向上を図った点にある。一連のシステム開発は、株式会社アド・ソアーへの委託開発の方法により行った。



図 3. 開発機器外観

##### 4.4.1 ベッドサイド滞在時間計測方法

機器を用いた測定の手順としては、①看護師が所持する受信端末の電源を入れ、通常通りに業務を行う。②患者のベッドサイドに行った際に、受信端末で患者のベッドサイドにある RFID タグをタッチ（認証）する。この 2 つの手順によってベッドサイド滞在時間が計測される。機器の仕組み上では、RFID タグへのタッチ（認証）を行わなくとも、患者のベッドサイドに設置するビーコ

ンの電波を受信し、滞在時間の自動計測を行うことが可能である。しかし、近接する他患者のビーコンの電波干渉が正確な測定を阻害するため、他ビーコンの電波の影響を予防する目的から、RFIDによる患者認証の仕組みを導入した。計測開始時には患者認証の動作を必要とするが、計測終了時は特別な動作を必要としない工夫をおこなった。具体的な仕組みとして、看護師が患者のベッドサイドを離れ、ビーコンの電波受信が途絶える場合、または対象患者のベッドサイドを離れ、他患者のRFIDタグを認証した場合のいずれかが確認された際に、ベッドサイド滞在時間の計測が終了となる。

#### 4.4.2 ビーコン

ビーコンは既製品 (TWELITE2525A) を使用し、ファームウェアを本システム用に開発した。ビーコンの大きさは 29.7 mm × 29.6 mm × 15.6 mm (縦 × 横 × 高さ) であり、ベッドサイドに置いて使用する。小型の設計であるため、首や腕にバンド等で装着することも可能である。電波は Zigbee の電波を 2 秒周期で発信する。通信方式は IEEE802.15.4 に準拠しており、周波数帯は 2.4Ghz の産業医療用バンドの周波数帯を使用している。全 16 チャンネルの中から同一チャンネル (周波数) を使用しており、複数あるビーコンの識別は信号に含まれる情報によって行われる。ビーコンより送信される情報には MAC Header として、「Frame Control(2byte)」、「Sequence Number(1byte)」、「Destination Address (2byte)」、「source address(2byte)」が含まれ、Payload として「Payload (可変)」, ID としてユニークなアルファベット+8 桁の数字、MAC Footer として「Frame Check Sequence(2byte)」の情報が送られる。電波強度は、使用環境によって調整できるよう 3 段階での変更が可能であり、送信電力は設定 1 が -20.5dBm, 設定 2 が -9.0dBm, 設定 3 が +2.5dBm となっている。本実験においては、設定 2 で実験を行っている。指向性のある平面アンテナを使用しているため、アンテナ利得を下げることで距離による判別をやすくしている。具体的には、アンテナにアルミ箔を取り付け、形状を最適化している。また、複数ビーコンの電波による同時干渉を軽減するために、送信間隔を 2 秒 ± 10% のランダム送信を行う設定としている。電池 (CR2032) により稼働し、消耗試験から電池持続日数は 60 日以上であることが確認されている。

#### 4.4.3 RFID タグ

RFID タグは既製品 (YIQ-FL-S) を使用した。形状は涙滴型であり、41 mm × 31 mm × 4.5 mm (縦×横×高さ) の大きさである。規格は IOS14443A に準拠しており、仕様周波数は 13.56MHz である。記憶保持の形式は不揮発性メモリであり、保持情報としてはタグ ID の情報 (ユニークなアルファベット+8 桁の数値) を保持している。本システムにおいて患者認識用の RFID タグとして使用した。

#### 4.4.4 受信機

受信機の大きさは 60 mm × 120 mm × 25 mm (縦×横×高さ) である。充電式のリチウムイオンポリマー電池 (1,000mAh) にて稼働し、バッテリー持続時間は約 16 時間である。電源を入れることで Zigbee の電波受信が開始される。電波受信のためのアンテナはスリーブ・アンテナを使用している。ビーコンが発する電波のエリア内にいる時に、ビーコンから発信される 2 秒間隔のデータが保存される。通信によって保存されるデータは、ビーコン ID (患者識別 ID)、日時データ、電波通信品質 (LQI)、電池電圧等である。保存は、受信機に挿入される μSD に保存される。また、Zigbee による通信機能に加え、RFID タグのリーダーも搭載しており、手動で患者を識別する RFID タグを読み込む (RFID タグを受信機でタッチする) ことで、特定の患者との接触記録を意図的に残すことができる。受信機では、これらのすべての信号 (2 秒間隔のビーコン情報、RFID の読み取り情報) を保存し、後にソフトウェアによって情報処理することで、RFID によって認証した対象患者のビーコン電波のみを選択的に抽出できる。この機能によって、複数患者が近くにいる環境においてもベッドサイド滞在時間の正確な測定を可能にする。なお、受信機のシステム構成図は[図 4]の通りである。

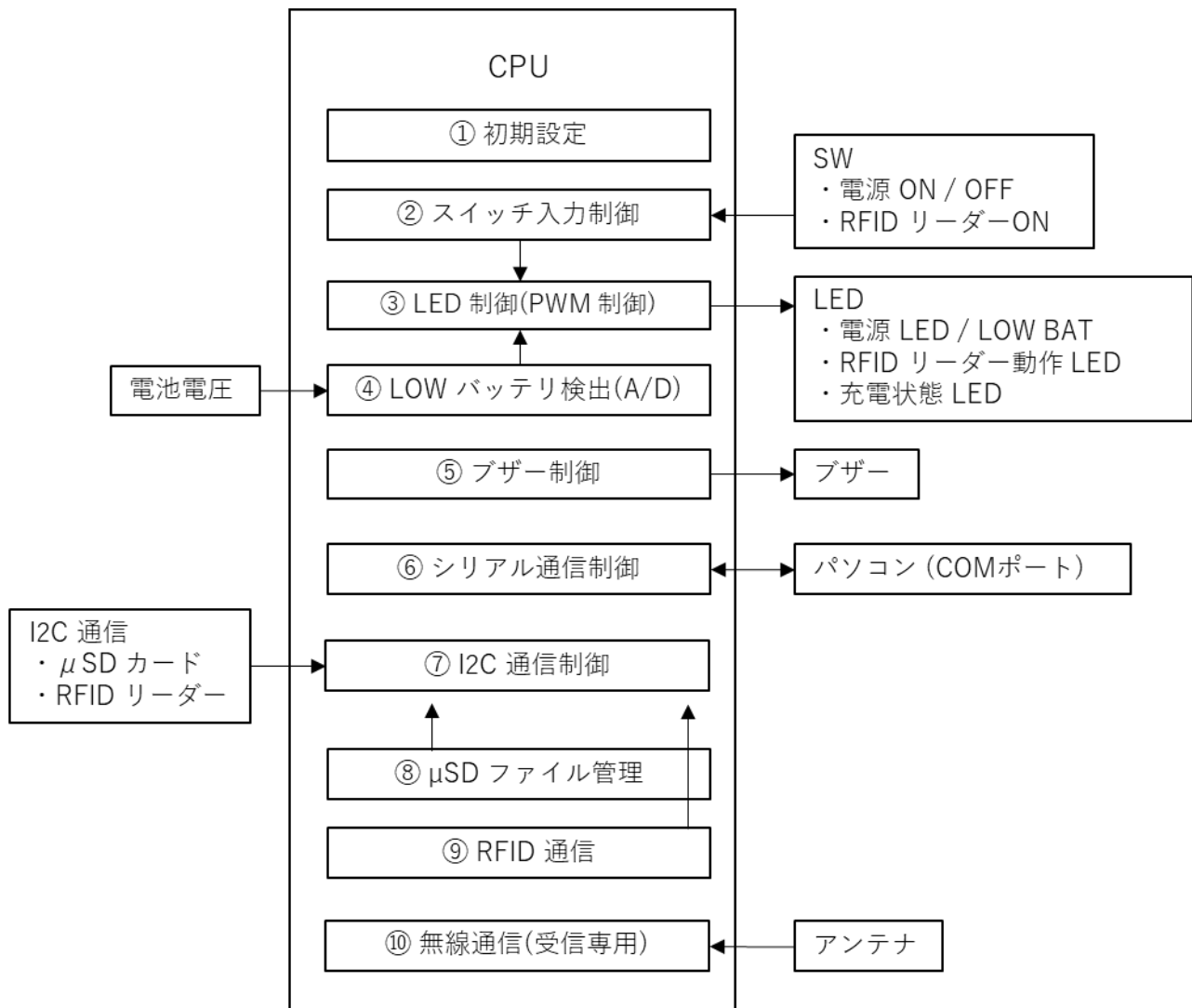


図 4. 受信機システム構成図

#### 4.4.5 ソフトウェア

収集したデータをベッドサイド滞在時間として可視化するためには、専用のソフトウェアを使用する。μSD 内に保存されているデータは、Excel ファイルとして PC 内に取り込まれる。取り込んだ Excel ファイルは、2 秒 1 ログのデータが膨大に蓄積されているため、接触時間出力ソフトによって接触時間を可視化する。出力形式は、数値による接触時間表記と、時系列のチャートの作成が行われる。出力する電波強度の閾値を設定することで、出力する最低電波強度と、チャート上での電波強度ごとの色分けが 4 段階で行うことができる設計となっている。



#### 4.4.6 データ処理方法

ベッドサイド滞在時間は、ビーコンの電波を受信することによって得られる2秒1ログのデータを処理することによって可視化する。1ログ毎に電波通信品質を示すLQI (link quality indicator)を確認することができ、この指標を基にデータ処理を行う。LQIは0～255の数値によって表され、この数値から受信電力の強さや、ある程度のビーコンとの距離推定を行うことが出来る。そのため、滞在エリアとは異なるビーコンの電波を識別する等のデータクリーニングが可能であり、LQIによるデータ調整後に最終的なベッドサイド滞在時間を算出する。

#### 4.4.7 看護の現場で測定するための設計

##### 4.4.7.1 測定に伴う負担への配慮

測定に伴う看護師の負担という点に関して、看護業務は非常に多忙であり、一日のうちに何度も患者の部屋に訪室する機会がある。そのため、ベッドサイド滞在時間を測定するための機器には、測定に伴う負担を最小限にする工夫が必要である。本システムでは基本的に測定開始時のみの電子タグへのタッチで測定が開始され、測定終了時については特別な動作を必要とせず、対象のベッドと看護師の距離を電波強度によって判別することで計測終了を判断できる設計となっている。そのため、一度の電子タグへのタッチのみで測定が完結できるような仕様となっている。また、このような測定終了時に電子タグへのタッチを必要としない設計には、単純に測定に伴う必要動作を減らすといった意図の他にも看護業務の特徴にも配慮して設計を行っている。看護師の業務において、患者の部屋から退室する際には、医療廃棄物や感染性廃棄物を手にしている状況であることが多い。例えば、患者の清拭やおむつ交換、陰部洗浄といったケアの後には、使用済みの清拭タオルや排泄物が付着したおむつなどを手にしており、医師が行う医療処置の介助や、点滴等の処置を行った後には血液や体液が付着した感染性廃棄物を手にしている場合もある。こうした状況においては、患者の部屋を退室する際の測定動作（電子タグへのタッチ）は業務を阻害する要因となる。さらに、そのような感染性廃棄物を手にした状態で測定機器を扱うことで、感染性の細菌やウイルスを伝搬するリスクも高まる。そのため、退室時の電子タグへの認証動作が加わることは非常に好ましくない設計といえ、本システムは意図的にその点への配慮を行っている。

#### 4.4.7.2 測定ツール導入に伴う費用対効果

測定ツールの費用対効果への配慮について、情報技術を活用した測位技術としては赤外線センサや電波方式による近接センサ、UWBなど様々なツールが検討される。しかし、持続的な「時間」の計測によるエビデンスが十分に構築されていない現在の状況においては、持続的な計測のための大規模なネットワーク構築への設備投資を行う意義は十分に認められてはいない。そのため、費用対効果の面から簡易的に計測を実現できる仕様であることが求められる。本開発機器においては、ビーコン、電子タグ、受信機の3種類の機器のみで計測を行うことができる仕様としており、病棟全体の大規模なネットワーク環境の調整は必要としない設計となっている。

#### 4.4.7.3 多床室における測定精度

無線通信技術を用いたベッドサイド滞在時間の測定において、最も大きな課題となるのが、患者複数人が同室にいる状況での精度の高い測定である。特に費用対効果を意識し、簡易的な測定方法を選択する場合には、それらを両立させることが難しい。最も簡易的に測定可能な電波方式のセンサは電波干渉を受けやすいといった特徴があり、複数の患者のベッドが近接する環境においては、異なる患者のビーコンの電波が互いに干渉し測定精度が落ちることが推測される。また、患者同士のベッドの間隔が近いために、どの患者のベッドサイドに滞在しているかといった患者の識別についても難しくなる。こうした課題に対し、本システムでは電波方式の近接センサに電子タグを併用することで解決を図った。電子タグを併用することで患者の認証を行うことができ、複数患者のビーコン電波が認められる状況においても適切に対象の識別と滞在時間測定が行える仕様を設計した。

#### 4.4.7.4 訪室回数を記録できる仕様

看護業務において、これまで可視化が難しかった内容の一つとしてナースコール対応がある。ベッドサイド滞在時間にはこういったナースコールによって訪室した時間も計測の対象となり、「時間」として抽出が可能である。また、実際の看護業務においては、時間の他にも訪室回数も患者あたりの負担を可視化するための重要な指標となる。例えば、1回の訪室頻度で15分の対応と、5回の訪室対応で15分の患者とでは、同様のベッドサイド滞在時間でもその意味は異なる。複数回の訪室によって対応した場合には、移動に伴う動線が長くなることや、複数回の訪室に伴い他の作業が中断される可

能性もある。さらに，先行研究によれば，同一患者からの頻回なナースコールは看護師が怒り等の否定的感情を抱く要因としても明らかになっており<sup>108)</sup>，ナースコールが鳴った際に生じる否定的感情の要因に「スムーズな業務遂行への支障」や，「身体的精神的疲労」などが含まれていることが報告されている<sup>109)</sup>。また，ナースコールデータの調査と解析を行った研究<sup>110, 111)</sup>によれば，ナースコールの多い患者の特徴や，病棟，発報数の多い時間帯なども持続的な集計によって見出せることが示唆されている。これらの報告を踏まえると訪室回数を記録できる仕様は必要不可欠といえる。本システムでは電子タグによるタッチによって患者の認証を行うと同時に訪室回数を累積して記録する仕様となっており，こうした視点も考慮した設計となっている。

#### 4.4.7.5 ベッドサイド以外で行われる看護の計測

直接看護を測定する場合には，ほとんどの行為が対象患者のベッドサイドで行われるが，患者の搬送や別室で行われる患者指導，離床を促すための介入，処置室に移動して行われる診療の補助業務など，ベッドサイドから離れて看護を行う場合もある。本開発システムにおいてはベッドサイド滞在時間を計測することを目的としたツールとしての性能評価を行っているが，今後測定場面の拡大も視野にいれ，ベッドサイド以外の看護介入も計測できるような設計の工夫も行っている。具体的には患者ビーコンを小型とし，患者が身体着用できる仕様としている点が挙げられる。[図 5]にあるようにビーコンにはリストバンドや，ネックバンドを付け外しできる加工が施されており，ベッドサイドを離れる際にも患者と共に移動できるように設計している。このような工夫によってベッドサイド以外の直接看護の業務も可視化することが可能となっている。



図 5. 着用式ビーコン

#### 4.4.7.6 患者と看護師における可視化の視点の切り替え

本システム開発ではベッドサイド滞在時間を計測する機器に加え、可視化するためのソフトウェアも開発している(4.4.5 ソフトウェア)。このソフトウェアは基本的に患者毎に看護師のベッドサイド滞在時間をチャートとして可視化する仕様であるが、看護師毎のベッドサイド滞在時間を可視化することも可能な設計となっている。患者目線での看護師のベッドサイド滞在時間は患者一人あたりへの看護負担を反映する一方で、看護師目線でのベッドサイド滞在時間は一人の看護師の業務における直接看護に費やす時間を反映する。看護師を対象としたタイムスタディにおいては、業務改善を目的に看護師目線での調査を行っている研究が多く、そういった看護師の業務調査への活用もできるようなソフトウェア設計を行っている。

### 4.5 システム評価

事前に電波方式の近接センサが機能しているかを確認するため、ビーコンと受信機間の距離と電波通信品質(LQI)との関係を可視化した。一般的に電波強度と距離の関係については、距離の2乗に比例し電波が減衰していくことが知られている。そのため、自由空間における理論的な伝搬損失量(dB)をフリスの伝達公式<sup>112)</sup>に基づき算出し、距離とLQIの値との関係性を可視化した。次に可視化した図を基に、理論的伝搬損失量に応じてLQIの値が減弱しているかを確認し、電波通信を利用した近接センサが一定の性能を発揮しているかを評価した。

測定精度の評価については、模擬病室(4床部屋)を使用し、各ベッドを順に移動した際のベッドサイド滞在時間の測定によって評価した。[図6]に示すA~Dのベッドサイドに約2分ずつ滞在し、5周分のベッドサイド滞在時間のデータを取得した。データは、①自記式でベッドサイド滞在時間を計測したデータ、②Zigbee電波のみを使用し計測したデータ、③Zigbee電波とRFIDを併用して計測したデータの3種類を同時に取得した。最も信憑性の高い自記式の計測データに対する他の測定データの誤差をシステム評価の指標とした。評価は、自記式の計測データとの誤差が少なければ測定精度が高いと判断した。各測定方法によるベッドサイド滞在時間の定義として、①の自記式による計測は、[図6]のエリア境界線を基準に当該ベッドエリアでの滞在時間とした。②のZigbee電波のみでの計測は、電波強度を示すLQIに基づき一定以上の強度の電波を感知している時間を滞在時間とした。③のZigbee電波とRFIDを併用した計測では、測定

開始を RFID による患者認証時とし，測定終了を LQI による電波強度が一定以下を示した時，または他の患者の認証が新たに行われた時とした．また，滞在エリア外のビーコンの電波感知状況を測定することで，近接するビーコンの電波による影響についても評価した．

#### 4.5.1 システム評価試験実施環境

看護系大学の実習室にて，4床の模擬病室を作成し，システム評価試験を実施した[図 6]．電波を発するビーコンは，各ベッドの頭側のベッドフレームの中央に設置した．RFID タグ（看護師が所持する受信端末で認証動作を行うもの）は，各ベッドサイドの床頭台に設置した．ベッドサイド滞在中の立ち位置は，床頭台の前を定位置とし，静止した状態で計測を行った．自記式計測の際の滞在エリアの境界線は，各エリアを均等に分割した線を目安とした．

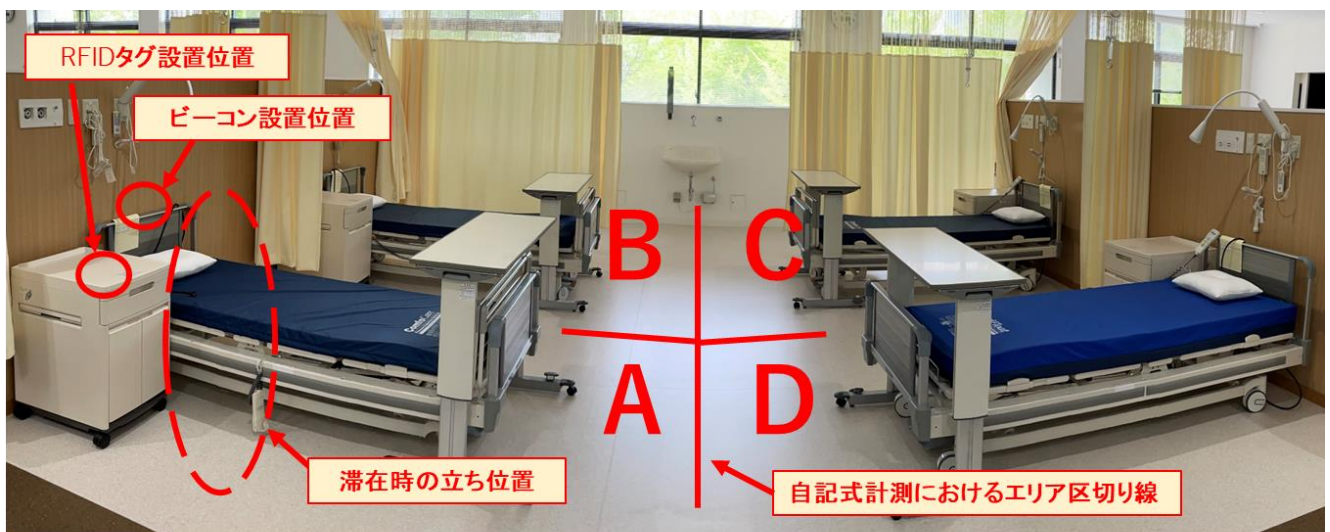


図 6. システム評価試験環境

#### 4.5.2 システム評価試験実施結果

##### 4.5.2.1 距離と電波通信品質（LQI）の関係

[図 7]より，距離に応じた理論的伝搬損失量が大きくなるに従い，LQI の値も減少傾向にあることが確認された．また，LQI の値には変動の波があり，理論的伝搬損失量に基づく完全に一貫した減少には至っていなかった．

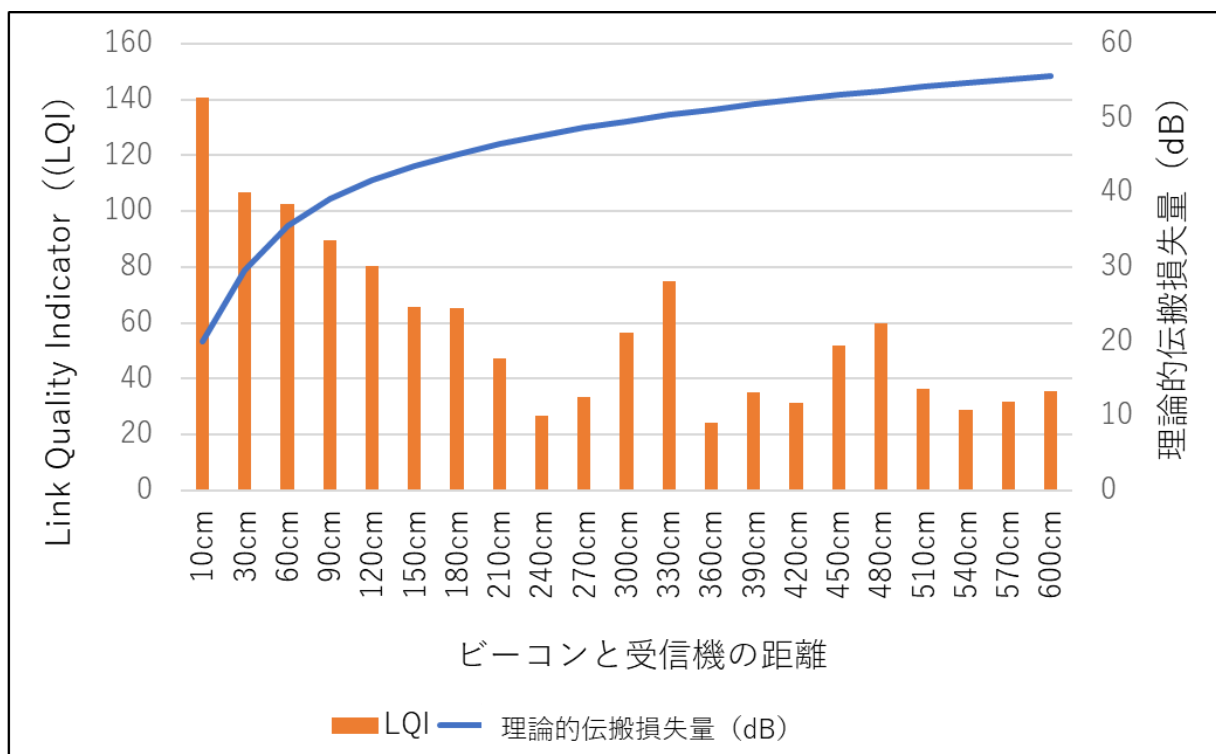


図 7. LQI と理論的伝搬損失量

#### 4.5.2.2 ベッドサイド滞在時間計測試験結果

[表 15]より、各ベッド 2 分間の滞在時間を目安に試験を実施した結果、自記式測定 of ベッドサイド滞在時間の平均は 125.7 秒であった (2 分間の滞在を 5 回分の計測による平均算出)。Zigbee 電波方式による計測の平均では 106.5 秒であり、自記式計測との誤差は 19.2 秒 (自記式計測値に対し 15.3% の誤差) であった。Zigbee 電波と RFID を併用した計測の平均では 126.2 秒であり、自記式計測との誤差は 1.0 (自記式計測値に対し 0.8% の誤差) 秒であった。近接するビーコンの電波感知については、Zigbee 電波のみでの測定において、滞在エリアとは別のビーコンの電波を平均して 84.5 秒感知していた。RFID を併用した計測では、正常に対象の認識が行われており、他の電波の影響を排除できていた。また、ベッドサイド滞在時間を可視化するためのソフトウェアにおいても、他ビーコンの電波の影響を排除したチャート [図 8] の作成が行われ、滞在エリア、時間ともに明確に可視化することができていた。一方で、[図 8]における電波通信のみでの計測では、滞在エリアが重複しており、どのベッドサイドに滞在しているかが不明確であった。

表 15. ベッドサイド滞在時間計測試験

単位: 秒

滞在 エリア	自記式計測	Zigbee 計測			Zigbee+RFID 計測		
		計測値	誤差 <sup>†</sup>	対象外電波 感知 <sup>‡</sup>	測定値	誤差 <sup>†</sup>	対象外電波 感知 <sup>‡</sup>
A	130.9	91.2	39.7	126.8	130.8	0.1	0.0
B	124.2	116.4	7.8	56.0	126.4	2.2	0.0
C	124.1	104.8	19.3	139.2	123.2	0.9	0.0
D	123.6	113.6	10.0	16.0	124.4	0.8	0.0
平均	125.7	106.5	19.2	84.5	126.2	1.0	0.0

†: 誤差は自記式計測における測定値との差を示す(差は絶対値にて表記)

‡: 対象外電波感知は滞在エリア外のビーコンからの電波感知を示す

Zigbee電波のみでの計測



Zigbee電波+RFIDでの計測

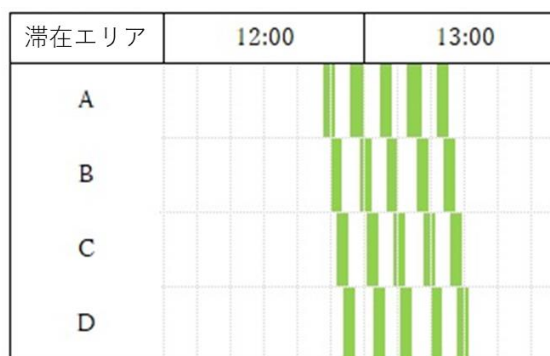


図 8. ベッドサイド滞在時間の可視化

## 4.6 考察

### 4.6.1 距離と電波通信品質 (LQI) の関係

距離による LQI の変化と理論値との関係について、実験結果の傾向としては理論的伝搬損失量が大きくなるに伴い LQI の減少がみられ、概ね妥当な結果を示している。しかし、LQI が一定の減少を示さず、波のような減少傾向を示すことも確認される。このことの原因としては、Null point の影響が考えら

れる。理論的伝搬損失は自由空間を仮定した場合の理論値である。そのため、電波の反射による干渉を想定していない。現実空間においては、電波は壁、床、天井等で反射する現象が起こる。そのため、直接波と反射波が干渉し、特定の場所で受信電力の落ち込みが生じる。こうした電波の性質上、特定の場所での感度低下は **Null point** と呼ばれ、今回の実験結果にも影響を与えている可能性がある。このように現実空間では電波の干渉により距離を正確に特定することは難しい。一見して本システムの大きな欠陥に感じられるが、実際の活用場面では数 **cm** 単位の正確な距離の測定を必要としない。通常、看護師のケアは患者に接近した場所で行われ、ケアを終えた後にはナースステーション等に戻ることが一般的である。そのため、明らかな接近と離隔が電波から判断できればよい。また、複数患者が同室する環境においては、**RFID** によって患者判別を行うために患者を誤認識することもない。このようにシステムの活用場面を想定し、電波通信と **RFID** を併用した設計を行っている。しかし、厳密な電波による測距ができないことが、実際の臨床場面でどのような結果を示すかはより詳細な実験が必要である。

#### 4.6.2 ベッドサイド滞在時間計測試験結果

電波通信方式のみ (**Zigbee** 方式) でのベッドサイド滞在時間の計測では、自記式の測定値に対し **15.3%** の誤差があり、測定精度は十分とはいえない。また、4床部屋などを想定した場合には、近接するビーコンの電波を感知するため、より測定が困難になることが結果から推測される。一方、電波通信方式の測定に加え、**RFID** を併用した際には、自記式の測定値に対し **1%** 以下の誤差であり、安定して計測が行われていた。特に **RFID** による認証によって、滞在エリア外の近接しているビーコンの電波を識別している点については、実用性というシステム課題において大きな成果といえる。

#### 4.6.3 臨床での実装について

本システムの臨床環境での実用性といった点では、電波干渉による影響が最も大きな障壁となる。2021年に行われた電波環境協議会による「2021年度医療機関における適正な電波利用推進に関する調査結果<sup>113)</sup>によれば、無線 LAN を導入している病院は **93.2%** であり、病院内には、本システムに影響を与える多くの電波が混在している。こうした点への対処の基本設計として、本システ



ムでは Zigbee の電波を利用しており、電波干渉回避技術としては、(Direct Sequence Spread Spectrum: DSSS) が用いられている。DSSS ではノイズが拡散され、その影響を最小限にとどめることができる。また、本システムで採用した Zigbee は IEEE802.15.4 を利用している点も実環境での実装に効果的である。IEEE802.15.4 は中心周波数から 2MHz を使用し、隣り合うチャンネルとは 5MHz 離れているため、占有帯域が重複しないといった特徴もある。このように理論上では電波干渉回避の技術が組み込まれている通信方式ではあるが、病棟内で実装された際にどの程度のパフォーマンスを発揮するかは未知であり、精度が大幅に減少する可能性は否定できない。そのため、今後の臨床での実験が必須といえる。

#### 4.6.4 既存システムとの違いについて

既存の看護業務量を推定するシステムとの違いについて、近年の研究報告では宮平ら<sup>114)</sup>の Hospital Information Systems (HIS) による看護業務量推定の報告がある。HIS では、蓄積されたデータをもとに標準的な看護業務時間を推定するシステムである。HIS は看護業務毎の時間推定を行える点は大きなメリットといえる。HIS と本システムとの大きな違いとしては、HIS が間接的な時間推定によるものであるのに対し、本システムが直接的な時間計測によるものである点である。HIS では、過去のデータから業務ごとに推定時間を設定するため、患者個人の特性を反映しにくいといったデメリットがある。一方で本システムでは直接的に患者個人に関わる時間を計測しているため、個人レベルでの看護分析が行える。調査したい内容によってそれぞれのシステムの活用場面は異なる。例えば、特定の認知症患者、不穏患者などへのベッドサイド滞在時間を調査したいのであれば、個人のリアルタイムでのデータ計測の手法を採用している本システムが有効である。看護の業務分析において、もっとも可視化しにくい内容の一つが、個別性に応じた個人への対応であり、本システムはこうした場面での活用が期待される。

#### 4.6.5 本システムの限界について

今回の評価試験は、ベッドサイド滞在中の動きがない状態での評価であったため、比較的安定した結果を得ることが出来た。しかし、実際の環境では個々の患者がカーテンを閉めた際に電波の障壁となることや、看護師の動きが加わ

ることによって不安定な測定精度となる可能性もある。そのため、今後は実践の場に近しい環境での試験を重ね、測定精度の評価、および使用に伴う負担等の評価する必要がある。また、本システムをより実用的なシステムに昇華するためには、他のシステムとの併用も検討が必要である。例えば、今後臨床での電波干渉による測位精度の問題が生じた際には、精度を高める工夫として 3 点測位の方法を加える必要がある。また、ベッドサイド滞在時間のみではなく、業務区分の情報も得られるようなシステムにするには、先に挙げた HIS などのシステムとの併用も検討する必要がある。本システム開発はあくまでも一つの方法論を提案するものである。そのため、システムの限界も多く、様々なシステムとの併用によって実用性を高める工夫が必要である。

#### 4.7 結論

電波通信方式による近接センサに RFID を組み合わせることで、患者のベッドサイド滞在時間を高精度で簡易的に測定できる可能性が示唆された。

本研究は JSPS 科研費 JP20K19035 の助成を受け実施している。なお、本研究に関連した開示すべき利益相反はない。また、本章は医療情報学 42 巻 2 号に掲載された「Development of a Measurement System to Evaluate Bedside Stay Time<sup>115)</sup>」の内容に加筆・修正を加えたものである。

## 第5章 総括

### 5.1 本研究による成果

本研究では、無線通信技術等の情報技術を活用することで看護を「時間」の尺度で定量計測する方法を提示した。これまで看護を「時間」で計測するということは、主に業務量調査や看護のケア内容を重みづけするための一時的な調査として行われており、日常的にデータを蓄積し、分析に活用するといった認識は看護分野において軽薄であった。本研究の成果は、こうした看護の「時間」計測が一時的に用いられる調査手法であるといった認識に一石を投じ、リアルワールドデータとして日々蓄積し分析に活用できるということを示すものである。そして、看護の適正な人員配置の実現にあたり重要な示唆となることが期待される。

第一の研究<sup>96)</sup>では、「ベッドサイド滞在時間」を計測し、時系列でとらえた際のデータの特徴や関係性を分析した。この分析からは「次の日のベッドサイド滞在時間」や時系列でみた際の「ベッドサイド滞在時間の変化量」を予測する上で、1日前の滞在時間が重要な説明変数となることが明らかとなった。つまり、時系列における「ベッドサイド滞在時間」は互いにある程度の分散の重なりが認められ、持続的に看護を「時間」として計測することが次の日の看護量予測に役立つということがいえる。また、「ベッドサイド滞在時間」に関する分布の特徴に関しては分布の中心が左に偏った非正規分布であったが、「滞在時間の変化量」に関しては正規分布であることが確認できた。このことから、直接「翌日の滞在時間」を予測するよりも、「滞在時間の変化量」を予測する方が一般線形モデルによる予測に適していることも明らかとなった。こうした分析によって、「時間」を尺度とした看護の定量化指標の蓄積が、翌日の看護負担予測に活用できる可能性が示された。

第二の研究<sup>103)</sup>では、既存の看護の定量化指標である「重症度、医療・看護必要度」によって、「ベッドサイド滞在時間」の寄与率を算出した。この研究は、本研究で開発するシステムによって測定される「時間」を尺度とした看護の定量化指標が、既存の尺度で代替できないということを検証した。結果として既存の定量化指標である看護必要度では、「ベッドサイド滞在時間」に対し20%程度しか寄与せず、「時間」を尺度とした看護の指標は、既存の一般化されている尺度とは別の概念を計測できる指標であることが明らかとなった。さらに、翌日のベッドサイド滞在時間を予測するモデルを作成した際には、「看

護必要度」と「ベッドサイド滞在時間」の説明変数が相互補完的に働き，両方を説明変数と加えることでモデルの寄与率を高める結果となった．このことから，「時間」を尺度とした看護の定量化指標が独自性を持つ看護を可視化するための新たなデータであることが示唆された．

第三の研究<sup>115)</sup>では，ベッドサイド滞在時間を計測するための機器とシステム開発をおこなった．これまでの研究から「時間」を尺度とした看護の定量化指標の活用可能性と，既存の尺度では代替できないというデータの独自性が示され，第三の研究では持続的に計測するための方法論を提示する目的でシステム開発を行った．情報技術を活用した行動分析に関する前例は複数あるものの，看護を持続的に「時間」の尺度で定量化するためにはいくつかの課題が認められていた．本システムではそういった課題のうち3つの視点に重きをおいた設計を行った．一つ目は看護業務の負担を最小限とする仕様であること，二つ目は導入コストが安価であり費用対効果が見込まれる簡易的な仕様であること，そして三つ目は多床室においても実用できるレベルの測定精度が保たれることである．こうした視点に基づき，患者ごとに「ベッドサイド滞在時間」を計測できるシステムを開発した．測定機器の仕組みとしては，Zigbee の電波を用いた近接センサに患者認証を行うための電子タグ（RFID）を組み合わせた仕様とし，ビーコン，電子タグ，受信機（RFID リーダー搭載）の3つの機器で測定ができる簡易式とした．従来の電波方式の簡易的な近接センサでは，電波干渉によって測定精度の問題が生じていたが，RFID による患者認証機能を組み合わせることでその問題を解決した．また，患者認証動作に関しても測定開始時のみの認証で測定が完結する仕様（測定終了時は電波強度による判別）とすることで業務負担を最小限にする工夫を行った．この仕様は看護師が退室時に感染性廃棄物や医療廃棄物を手にしていることが多いといった業務特性にも配慮した仕様となっている．最終的な多床室を想定した測定精度評価においても十分な測定精度であることが示され，電波方式の近接センサに RFID を組み合わせた測定機器によって「ベッドサイド滞在時間」を簡易的に計測できる可能性が示唆された．

以上の3つの研究成果から，「時間」を尺度とした看護の定量化指標の活用可能性，独自性，測定における実現可能性が示された．本研究成果は看護の適正な人員配置の実現において基盤となる研究であり，患者一人ひとりへの看護を「時間」として可視化することで看護管理の分野への重要な示唆を与えることが期待される．

## 5.2 本研究の意義

### 5.2.1 看護政策への寄与

#### 5.2.1.1 看護提供体制の構築

日本看護協会では、高齢者の増加、支え手の減少による様々な社会的課題が想定される 2040 年を見据え、看護における重点政策と重点事業を設定している。そのなかには「全世代の健康を支える看護機能の強化」といった重点政策が掲げられており、具体的なものとして「看護提供体制の構築」が設定されている<sup>116)</sup>。

看護提供体制の構築を検討するにあたり、どのような項目で看護の質を評価するかは重要な視点である。既存の看護の質評価として用いられる項目としては、先行研究ですでに人員配置との関連が認められている死亡率や転倒、感染、投薬ミスなどの医療安全に関連した項目が代表的であり、国際的にもこれらの項目が看護の成果を示す指標であることが認識されている。また、日本看護協会が展開している「労働と看護の質向上のためのデータベース事業 (Database for improvement of Nursing Quality and Labor : DiNQL)<sup>117)</sup>」や「日本看護質評価改善機構<sup>118)</sup>」による看護の質評価も近年は盛んに行われており、それぞれが独自の視点で看護の質を評価するための項目を構成している。DiNQL においては、先にあげた転棟・転落や感染、医療安全に関連したカテゴリーの他、ADL 変化などが含まれる基礎情報、実際に提供するケア情報など 12 カテゴリー・170 項目による度評価が行われる。一方、日本看護質評価改善機構においては、「患者満足度」を看護の質評価の主体としており、6 カテゴリー（患者への接近、内なる力を強める、家族の絆を強める、直接ケア、場をつくる、インシデントを防ぐ）40 項目から看護の質評価を行っている<sup>118)</sup>。項目数や内容に違いはあるが、これらの評価の枠組みの基礎として共通するものは、ドナベディアンが提唱した医療の質評価の視点として知られる「構造（ストラクチャー）」、「過程（プロセス）」、「結果（アウトカム）」の 3 つのプロセスである。秋山ら<sup>119)</sup>はそれらの側面について、構造を「施設、医療機器、医療スタッフの種類と数」、過程を「実際に行われた診療や看護」、結果を「行った診療や看護の結果としての患者の健康状態」と説明しており、現在の看護の質評価における代表的な考え方となっている。

このように看護の質評価に対する基礎的な枠組みは構築されてはいるものの、「過程（実際に行われた診療や看護）」の側面における具体的な評価

指標は十分ではない。特に看護行為が実際にどの程度の「時間」をかけて行われているかといった投入するコストや生産性の視点が伴っていないことが課題としてあげられる。現状では看護のコストや生産性は「構造（施設、医療機器、医療スタッフの種類と数）」の枠組みで用いられる看護師対患者の人数比の指標が最も活用に適した指標となっている。しかし、この指標だけでは患者の個別特性の視点がないために、病棟毎の患者層の特徴を踏まえたより細やかな看護提供体制を検討することは難しい。こうした課題を解決するためには、「構造」のみではなく、「過程（実際に行われた診療や看護）」にも看護のコスト評価の指標を組み込む必要がある。本研究で提示する「時間」による看護の定量化はこうした側面の課題解決に寄与する可能性を有している。

看護においてコストや生産性の視点は持つことは経営、経済学の視点からも重要であることが述べられている。松下<sup>120)</sup>は、看護サービス評価、改善の視点として「患者満足効果」、「臨床的効果」の視点に加え「経済効果」の3次元での思考を持つ必要があることを1990年代より述べている。そして、看護サービスにおける「価値」とは導入するコストに対する効果であり、コストを評価するものの一つとして「時間」による定量化が重要であるとしている。こうした考え方は現代においても看護を経済学の視点で分析するにあたり非常に重要な視点として取り上げられている<sup>121)</sup>。さらに、実際に看護ケアを提供する当事者たちの認識からも時間による看護ケアの可視化が必要であることが伺える。日本看護協会による207施設、41,688人の看護職を対象とした「看護職のワークライフバランスインデックス調査<sup>122)</sup>」によれば、「看護ケアの時間を十分にとることができていない」と感じている看護師が50%以上いることが示されている。繁雑な記録や、直接的な患者への看護ケア以外の業務が多いことで知られる看護師の業務において、こうした直接看護を時間によって可視化することも看護師の存在意義を認識するうえで重要であり、看護提供体制の検討には欠かせない指標であるといえる。

以上のことから、重点政策として示されている「看護提供体制の構築」といった側面に対し、直接的な看護を「時間」で可視化するといった提案は看護政策を進めるうえでの意思決定を支える重要な指標となりえる。そのため、本研究における成果は今後の看護政策に寄与する貴重な提言といえる。

### 5.2.1.2 看護職の働き方改革の推進

看護師の労働は心的ストレスの強い仕事として知られており、バーンアウトや離職の問題との関連が報告されている<sup>29-32)</sup>。こうした状況は世界的にも認識されており、130以上の国の看護師協会が加盟する国際看護師協会(ICN)による声明においても「エビデンスに基づく看護職員配置」を達成するための要素として健康的な労働環境に関わる内容が示されている<sup>36)</sup>。日本においてもこうした看護師の労働環境を整備する政策には力を入れており、日本看護協会は重点政策の一つである「専門職としてのキャリア継続の支援」の位置づけで「看護職の働き方改革の推進」といった事業を提示している<sup>116)</sup>。本研究で提案する「時間」による看護の定量計測はこうした政策への取り組みに対し、看護職個々の能力に応じた仕事量の分配や、これまでにない自由度の高い働き方(繁忙時間に合わせた短時間労働、リリーフ体制の整備)を実現するうえで貴重なデータとなることが期待される。

2019年に実施された「病院および有床診療所における看護実態調査<sup>123)</sup>」の結果をもとに、看護職個人の持続可能な働き方に関連する要因を抽出した分析において、「仕事のコントロール感」が主要な要因の一つであったことが報告されている<sup>124)</sup>。「仕事のコントロール感」は、患者の安全・安心が担保されることを前提とし、「組織の中で個人の能力に応じて任せられた仕事について、自分のペースで行い、その順番・やり方を自分で決め、職場の仕事の方針に自分の意見を反映できること」と定義されている<sup>124)</sup>。看護職は他の職種に比べ労働負荷の量や、労働負荷の変動が大きく<sup>125)</sup>、仕事のコントロール感についても低い仕事であることが報告されている<sup>126)</sup>。そして、このような仕事量が多く、コントロール感が低い組合せの仕事では、ストレスによる疾患発生の危険が高くなることが職業性ストレス研究の分野で明らかになっている<sup>127)</sup>。こうした高ストレス環境にある看護師の働き方において、労働負荷の量を適切に調整することは重要であり、直接ケアの時間を可視化する意義は大きい。これまでに個々の看護師の実践レベルに応じたその日の受け持ち患者の設定(勤務における労働負荷)は、リーダークラスの看護師による感覚的采配によって定められてきた。こうした背景には、看護の労働負荷を示す共通の指標が存在していないことや、実践能力に応じた基準も明らかになっていないといった問題があり、看護の定量化に関わる課題に起因している。患者毎の直接看護の時間を可視化することができれば、労働負荷を検討する際の一つの指標となり、持続的なデータの収集によって、個々の看護師の実践レベルに応じた負荷基準を設定する事につなげること

も可能である。そのため、「時間」による看護の定量化は看護職個々の能力に応じた仕事量の配分を適切に行うといった対策に寄与すると考えられる。

一方で労働負荷の量だけではなく、変動性が大きいといった視点においても、看護の時間計測によって一定の貢献が期待できる。日本看護協会による「看護職の働き方改革の推進」における具体的な取り組みへの提案では、部署の時間別業務量に合わせた人員配置の工夫として「短時間勤務者の活用」や「リリーフ体制の整備」、「タスクシフト」等の提案が行われている。このような自由度の高い働き方を実現するためにはこれまでよりも詳細に時間軸によって看護ケアに対する患者ニーズを可視化する必要がある。具体的な例としては、看護必要量の日内変動の観測があげられる。看護業務は日常生活援助を基本とするため、入院患者への看護必要量には日内変動が認められる。例えば昼食時には食事前の排泄援助や食事のための姿勢の調整、配膳、食事介助、薬剤の投薬、口腔ケアなど日常生活援助の需要が同一の時間帯に高まる。こうした看護必要量の日内変動を「時間」として日常的にデータを取得し分析することで明確に忙しい時間帯の根拠を示すことができる。また、こうした業務の繁忙時間の把握以外にも、これまで可視化が十分に行われてこなかった看護師の業務における患者対応場面は多くある。認知症や不穏患者とのコミュニケーションや見守り対応、術後患者のモニタリングや特定の処置後に行われる一定の観察時間の可視化など、より多くの看護実践データを蓄積していくことで時間を根拠とした新たな看護師の働き方を提示することが可能となる。そのため、「看護職の働き方改革の推進」といった政策を進めるうえで「時間」による看護の可視化は必要不可欠な要素ともいえる。また、こうした自由度の高い看護師の働き方を推進していくことは、潜在看護師の活用といった点でも有用である。厚生労働省によれば、看護師の資格を持ちながら、特定の組織に籍を置いていない潜在看護師が看護職員の30%程度いることが報告されており、65歳未満の潜在看護師が全国に約70万人いるとされている<sup>128)</sup>。こうした潜在看護師の活躍の場として、一時的な時間による人員配置強化といった働き方を提供でき、潜在的な人的資源の現場への復帰を促すといった視点においても「時間」による看護の可視化が有用であると考えられる。

このような「短時間勤務者の活用」や「リリーフ」といった働き方は、これまでの看護師の働き方にはない自由度を与え、現場における負担軽減につながる提案である。同時に少子化が進む日本においてはサービスの支え手の確保や、効果や効率を最大限とするシステムの確立を目指すうえで重要な位



置付けにある政策といえる。この点は世界的にも重要視されており，世界の保健・医療サービスの命題である **Universal Health Coverage (UHC)** を推進するための課題としても認識されている。こうした現状に対し，日本看護協会は 2023 年に行われた G7 サミットで「UHC の実現・拡充のための保健・医療サービスの支え手の確保」，「より効果的・効率的な保健・医療システムの確立（イノベーションの推進）」などの提言を提示している。このように世界的にも看護職の働き方への関心は高まっており，革新的イノベーションへの期待は大きい。日本がこうした状況に対し先駆的なシステムを提示するためには，これまでには活用されてこなかったデータの可視化や活用が必須である。世界的にもリアルワールドデータとして看護を「時間」で可視化するシステムの導入を行っている国はなく，本研究による「時間軸によって看護を可視化する」といった提言が将来的に世界の保健・医療システムの基盤構築につながることも期待される。

#### 5.2.1.3 看護政策推進のためのエビデンスの集積・活用体制の構築

これまで述べてきたように本研究において提案する「時間」による看護の定量化は，「看護提供体制の構築」や「看護職の働き方改革」などの看護政策上の意思決定に貢献することが期待される。こうした政策を推進するためには，なぜその政策が必要であるのかといった根拠を明確に示すとともに，政策により期待される効果に対する実施後の評価プランを設定することが重要である。日本看護協会においてもこうした看護政策における科学的な根拠に基づく政策立案プロセス（**Evidence Based Policy Making: EBPM**）の実現を重視しており，基盤強化学業の一つとして「看護政策推進のためのエビデンスの集積・活用体制の構築」を掲げている<sup>116)</sup>。

こうした **EBPM** の重要性を示す出来事としては，日本看護協会が入院基本料に関わる要望書を提出した出来事が記憶に新しい。看護の成果における報酬は診療報酬制度に定められている入院基本料として算定されており，現在は 7 対 1 や 10 対 1 などの患者対看護師の人数比によって定められている。しかし，実際にはこの配置基準に十分な根拠はなく，現場においてはより手厚い看護体制をとらなければ患者ニーズに対し十分な看護を提供できないとも考えられている。そのため，更に高い人員配置をとり，より質の高い看護の提供を目指している病棟も存在しており，より手厚い 5 対 1 の人員配置に対する診療報酬加算新設の必要性が示されてきた。そして実際にこの提案は令和 4 年度の診療報酬改定に対する要望書として厚生省保健局へ

提出された。しかしながら、結果として 5 対 1 の配置基準加算の新設には至らなかった。配置基準を充実させることは、緒論で述べたように臨床でのアウトカムに直結するエビデンスが十分に示されており、看護師の健康に関わる重要な要素であることも示されている。そのような状況にも関わらず、より高い配置基準の加算新設には至らなかった。この出来事からは、これまでに構築された配置人数を充実させることで患者や看護師にとって良い影響がでるといった、単純にコストをかけることで質が向上するといったエビデンスだけでは不十分であることを示している。そのため、これからは定量化された看護の必要量に対し、何人の看護師が適切かといった生産性の視点でエビデンスを構築することが看護政策を推進するうえでは必要であるといえる。現に本研究対象となった 3 つの病棟では、いずれも 7 対 1 の看護配置基準を採用していながらも病棟毎のベッドサイド滞在時間に差が認められていた。つまり、既存の人数比による配置基準は流動的に調整する余地が残っており、新たな配置基準を設定するよりも配置を流動的に調整できる仕組みによって、看護の生産性を高められる可能性があるということも示唆されている。高齢化が進み保健医療分野の資源の効率化が求められる昨今においては、生産性を示すエビデンスが政策における意思決定を支援すると考えられる。

看護政策におけるエビデンス集約・活用体制の構築における具体的な提案としては、日本看護協会が展開している「労働と看護の質向上のためのデータベース事業（Database for improvement of Nursing Quality and Labor : DiNQL）」において、「時間軸」で計測した看護データを蓄積していく体制を整えることが望ましい。DiNQL は 2015 年より事業展開が開始され、政策提言に用いるエビデンスを集積するためのデータベースとして知られている。2022 年では 386 病院、3754 病棟の事業への参加がみとめられ、参加病棟の看護の質に関わるデータが蓄積されている。これまではデータベースの活用が参加施設へのベンチマーク評価としてのフィードバック（有料）が主なものであったが、2023 年より施設側の参加費を無料としており、政策提言に活用される大規模データベースの構築に向けて本格的に始動している。また、データの第三者提供に関しても 2023 年より規制緩和し、施設の同意が得られれば研究者等へのデータ提供も行えるよう規制の整備が行われた。今後はより多くの施設のデータから看護政策におけるエビデンス構築が行われることが期待される。このように DiNQL は看護の大規模データベースとしての基盤が整いつつある。こうしたデータベース事業への新規事業

として「時間軸」による看護データの集積を加えることで効率的に看護時間に関わる大規模データの集約を行うことができ、これまでタイムスタディ調査における研究の限界として挙げられてきたサンプルの代表制の問題やバイアスの問題を解決することができる。本研究で示した無線通信技術によるベッドサイド滞在時間計測システムの仕組みはこういったデータベース研究の基盤構築に活用される知見であり、看護政策の提言に向けたエビデンスの集約・活用体制の構築に寄与する成果であるといえる。

### 5.2.2 スケジューリング理論への活用

看護政策における重点事業とは別に看護の人員配置や業務配分を最適化するための手段としてスケジューリング理論がある。看護の業務は24時間切れ目なく活動が続き、2交代もしくは3交代によるシフトによって構成されている。命にかかわる業務を行うことから、各勤務帯を構成するスタッフのレベルを一定以上に保つことが求められる。また、看護の質を担保する一方で、看護スタッフ一人ひとりの生活の質への配慮も必要であり、両方の条件を満たす勤務表の作成は非常に難しいことが知られている。このようなナース・スケジューリングの難しさは国内外で認識されており、効率のよいスケジューリングのアルゴリズムの開発が2000年以前より始まっている<sup>129-131)</sup>。日本におけるナース・スケジューリングの問題は、池上ら<sup>132, 133)</sup>の調査によっではじめて明らかにされ、問題を解決するためのアルゴリズムの開発が始まった<sup>134-135)</sup>。当時の調査では勤務表の作成に費やす平均時間が6.8時間であり、非常に多くの時間を費やしてスケジューリングを行っていることが明らかとなった。このような状況から、勤務表を作成するにあたり多くの条件が課された複雑な組み合わせを最適化する問題としてナース・スケジューリング問題の研究が今日に至るまで継続されてきた。また、こうした問題を解決するシステムの有効性を検証するためにナース・スケジューリング問題のベンチマーク問題も公開されている。

ナース・スケジューリング問題における条件は、満たさなければ成立しない「制約条件」と、可能なら満たしたい「要望条件」に分けることができる。また、近年では看護師間の負荷分散や、スタッフの相性などの実現できれば望ましいものも考慮したスケジューリング手法も検討されている<sup>136-138)</sup>。こうしたナース・スケジューリング問題の解決法としては、線形計画法などの厳密解法や、遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithms: GA) などのヒューリスティッ

クスを用いたアプローチによって最適化の検討が行われ、一定の水準を満たす看護の提供が可能で、洗練されたアルゴリズムが開発されてきた<sup>139)</sup>。しかしながら、既存のナース・スケジューリング問題を解決する手法は看護する側の条件に着目したものがほとんどであり、看護される患者側の要素を十分に反映できていないといった課題があげられる。そのため、患者の個別の要素を新たなパラメータとして提供することでより高度なスケジューリングを実現できる可能性ある。

本研究で提唱する「時間による看護の定量化」は看護師と患者が接する時間や患者ケアに必要な時間をより正確に把握することを可能にする。これによって、必要なケアの量を時間単位で評価し、適切な看護師の配置やタスク配分を行うことができる。さらに患者の看護への需要が時間帯により変動する場合には特に有用なデータとなる。これまでに医療や看護における不確実性や変動性の要素を取り入れたスケジューリングの手法は開発されていないため、「時間を尺度とした看護データ」の持続的な収集はより高度なスケジューリングの実現に寄与することが推測される。さらにリアルタイムでのベッドサイド滞在時間の観測と分析が進むことで、病棟の看護需要に合わせてスケジューリングを適応的に調整することも可能となる。このように「時間による看護の定量化」は、看護のスケジューリング理論における既存の限界と課題に対し、解決のきっかけを提供するものである。患者の需要と看護の供給をより精密にマッチングさせたスケジューリングに貢献すると考えられる。

### 5.2.3 総合情報学への寄与

本研究は総合情報学における多くの領域と親和性が認められる。総合情報学は情報技術の理論と実践を統合し、その応用に重点を置く学問である。情報技術を使用して看護の時間を定量化するというアプローチは、情報技術の具体的な応用例であり、特にヘルスケア領域における情報技術活用について新たな視点を提供するものである。また、データの収集、分析、解釈といったデータサイエンスの分野においても一定の貢献が認められる。本研究で提案する時間軸での看護の定量化はこれまでに持続的な測定や収集が行われてこなかったデータである。そのため、データとしての活用可能性が大いに期待される。近年ではリアルワールドデータの活用が頻繁に行われており、現実世界の条件下で収集するデータの価値が高まっている。従来の試験や調査ベースの研究とは対照的に、実際の看護ケアの場面から直接得られる時間のデータは希少であり、

臨床アウトカムとの関連もほとんど明らかにされていない。本研究で提唱する時間軸による看護の定量化は、看護に関わるリアルワールドデータを直接収集する仕組みを示しており、看護実践に関する現実世界の洞察を得ることに寄与する。そのため、ヘルスケア領域のデータサイエンスを加速させる貢献であるといえる。さらに時間軸による看護の定量化は、近年開発が加速している機械学習との親和性も非常に高いといえる。機械学習はビッグデータの解析、パターン認識、予測等において特にその特性を発揮する。本研究が提唱する時間による看護の定量化が目指す最終目標は看護の人員配置の適正化であり、その過程には大規模データの解析と精度の高い将来の看護必要量の予測が必須となる。つまり、将来的に時間による看護の定量データの取得が持続的に行われる環境が構築された場合に、そのデータは機械学習による予測モデルに基づいて実践に貢献されることとなる。

以上のことから、本研究の成果である時間軸による看護の定量化への試みは、情報技術の実践への応用、ヘルスケア領域におけるデータサイエンスへの貢献、人工知能を用いた看護配置の最適化などに寄与する成果であり、総合情報学において価値ある貢献であるといえる。

### 5.3 結語

近年では様々なセンシング技術が進歩し、これまで定性的な事象として捉えていたものを定量的なデータとして観測することが可能となってきた。そして、それらの技術によって取得されるリアルワールドデータの蓄積と分析によって、次々と新たなエビデンスが構築されている。本研究はそういった科学技術の進歩を看護管理の分野に融合することで着想を得ている。Society 5.0の未来社会においてデータの集約と活用が新たな仕組みを創り上げていく現在において、看護に関わる現象をいかに可視化していくかが看護学の発展における鍵ともいえる。本研究はそういった視点に重きをおいた挑戦的な研究の一つである。そのため、最終成果として開発した機器やシステムはあくまでも看護を「時間」の尺度で定量化することが技術的に可能であり、仕組みの一例を示したに過ぎない。情報技術は日進月歩で発展しており、より適切な方法も次々と提案されていく。そういった過程において、本研究での取り組みや試行、機器やシステムの仕様にこめられた意図が今後の当該領域の研究や取り組みに活用されていくことを期待する。

本研究で開発したシステムによって計測される「時間」を尺度とした看護の定量化指標の活用といった視点では、人員配置以外への活用も想定される。例えば、看護師が業務量を時間によって可視化し、インシデントやアクシデントとの関連を調査することで医療安全の指標としての活用が期待される。新人看護師が受け持つことが出来る患者人数を時間の視点から決定することで教育ラダーの患者受け持ち要件として組み込むこともできる。また、これまで業務として可視化できず、看護師の負担が見えなかった不穏患者への見守りや付き添い、転倒のリスクが高い患者への対応なども時間によって将来的には可視化が可能である。このように本研究で提案した定量化の指標は活用可能性が大いに期待され、看護のエビデンスを構築していく過程において重要なデータであるといえる。さらに、データとして日常的に蓄積される体制が整備された場合には、データベースとして蓄積されている DPC 等の医療レセプトデータの項目などとの関連性を見出せる可能性も高い。このように本研究で提示した「時間」を尺度とした看護の定量化指標は、これまで看護分野のデータサイエンスに不足していた視点を補う活用可能性に富んだデータであり、これから目指す Society5.0 における看護学の発展に寄与することが期待される。

## 謝辞

本論文を作成するにあたり、多くの方々からご指導・ご支援を賜りました。はじめに博士論文の指導教授ならびに主査を務めて頂いた金子仁子先生（東京情報大学・教授）におかれましては、大学内で中心的な役割を担い多忙を極める中で、貴重な時間を論文指導、および審査業務に割いていただきました。また、いつも論文執筆状況を気にかかけ、連絡を下さり暖かく見守っていただいたことが執筆活動において前に進む力となりました。様々な視点からの示唆に富んだ丁寧なご指導に心より感謝申し上げます。

次に、私の研究に貴重なフィードバックと意見を提供してくださった副査である井関文一先生（東京情報大学・教授）と佐野夏樹先生（東京情報学・教授）に心より感謝申し上げます。いただいたご指導は私の研究に多角性と論理的な視点での示唆を与えてくださいました。また、外部副査として私の研究を評価し、重要な洞察を提供してくださった檜原理恵先生（聖隷クリストファー大学・教授）と瀬戸僚馬先生（東京医療保健大学・教授）に心より感謝いたします。先生方の看護管理、医療情報それぞれの視点からの経験と専門知識が博士論文を洗練させる助けとなりました。

そして、東京情報大学大学院総合情報学研究科の全ての教員に対し感謝の意を表します。口頭発表の場でいただいた全てのご指導は研究の意義に対する深い洞察を与えてくださいました。また、これまで取り組んできた執筆活動へのご支援は、私が博士の学位を取得するための道を切り開く大きな支えとなりました。皆様からのご指導、ご支援に深く感謝申し上げます。

最後に、私の研究に関わる全ての方々、同僚、友人、家族に対し深い謝意を表します。皆様の助け、鼓舞が私に最後までやり遂げる力を与えてくださいました。本論文は皆様の支援があって完成することができました。

皆様方に心より感謝申し上げます。

## 研究助成

- ・本論文における研究 1, 2 は、一般社団法人日本私立看護系大学協会研究助成事業平成 30 年度若手研究者研究助成を受け実施しております。
- ・本論文における研究 3 は、日本学術振興会科学研究費助成事業若手研究助成（課題番号 JP20K19035）を受け実施しております。

## 引用文献

- 1) 厚生労働省：保健医療 2035 年提言書， pp.11-14（オンライン），入手先 <[https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12601000-Seisakutoukatsukan-Sanjikanshitsu\\_Shakaihoshoutantou/0000088654.pdf](https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12601000-Seisakutoukatsukan-Sanjikanshitsu_Shakaihoshoutantou/0000088654.pdf)> (2015).
- 2) 内閣府：令和 4 年版高齢社会白書，入手先<[https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2022/html/zenbun/s1\\_1\\_2.html](https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2022/html/zenbun/s1_1_2.html)>（参照 2023-2-21）.
- 3) 厚生労働省：令和 2 年版厚生労働白書， pp.4-9（オンライン），入手先 <<https://www.mhlw.go.jp/content/000735866.pdf>> (2020)
- 4) Jamison, D. T., Summers, L. H., Alleyne, G., et al.: Global health 2035: a world converging within a generation. *Lancet*, 382, pp.1898-1955 (2013).
- 5) Lewinski-Corwin, E.H.: The hospital nursing situation. *Am, Journal of Nursing*, Vol.22, No.8, pp.603-606 (1922).
- 6) World Health Organization.: *Global Strategic Directions for Strengthening Nursing and Midwifery 2016-2020*, (2016).
- 7) 株式会社エムプラット：令和 4 年診療報酬点数表，しろぼんねっと（オンライン），入手先<[https://shirobon.net/medicalfee/latest/ika/r04\\_ika/r04i\\_ch1/r04i1\\_pa2/r04i12\\_sec1/r04i121\\_A104.html](https://shirobon.net/medicalfee/latest/ika/r04_ika/r04i_ch1/r04i1_pa2/r04i12_sec1/r04i121_A104.html)>（参照 2023-2-22）
- 8) Kane, R. L., Shamliyan, T. A., Mueller, C., et al.: The association of registered nurse staffing levels and patient outcomes: systematic review and meta-analysis, *Medical care*, pp.1195-1204 (2007).
- 9) Shekelle, P. G.: Nurse-patient ratios as a patient safety strategy: a systematic review, *Annals of internal medicine*, 158(5\_Part\_2), pp.404-409 (2013).
- 10) Griffiths, P., Recio - Saucedo, A., Dall'Ora, C., et al.: The association between nurse staffing and omissions in nursing care: a systematic review, *Journal of advanced nursing*, Vol.74, No.7, pp.1474-1487 (2018).
- 11) Dall'Ora, C., Saville, C., Rubbo, B., et al.: Nurse staffing levels and patient outcomes: a systematic review of longitudinal studies, *International Journal of Nursing Studies*, 104311 (2022).
- 12) Recio-Saucedo, A., Dall'Ora, C., Maruotti, A., et al.: What impact does nursing care left undone have on patient outcomes? Review of the literature, *Journal of clinical nursing*, Vol.27(11-12), pp.2248-2259 (2018).



- 13) Lucero, R. J., Lake, E. T., Aiken, L. H.: Variations in nursing care quality across hospitals, *Journal of Advanced Nursing*, Vol.65, No.11, pp.2299-2310 (2009).
- 14) Bruyneel, L., Li, B., Ausserhofer, D., et al.: Organization of hospital nursing, provision of nursing care, and patient experiences with care in Europe, *Medical Care Research and Review*, Vol.72, No.6, pp.643-664 (2015).
- 15) Cho, S. H., Kim, Y. S., Yeon, K. N., et al.: Effects of increasing nurse staffing on missed nursing care, *International Nursing Review*, Vol.62, No.2, pp.267-274 (2015).
- 16) Chaboyer, W., Harbeck, E., Lee, B. O., et al.: Missed nursing care: An overview of reviews, *The Kaohsiung journal of medical sciences*, Vol.37, No.2, pp.82-91 (2021).
- 17) National Institute for Health and Care Excellence (NICE): Safe nurse staffing of adult wards in acute hospitals: Report from SSAC sub-group meeting expert paper 3 National Institute for Health and Care Excellence, (2014).
- 18) Needleman, J., Buerhaus, P., Pankratz, V. S., et al.: Nurse staffing and inpatient hospital mortality, *New England Journal of Medicine*, Vol.364, No.11, pp.1037-1045 (2011).
- 19) Griffiths, P., Ball, J., Bloor, K., et al.: Nurse staffing levels, missed vital signs and mortality in hospitals: retrospective longitudinal observational study, *Health Services and Delivery Research*, Vol.6, No.38 (2018).
- 20) Griffiths, P., Maruotti, A., Saucedo, A., et al.: Nurse staffing, nursing assistants and hospital mortality: retrospective longitudinal cohort study, *BMJ quality & safety*, Vol.28, No.8, pp.609-617 (2019).
- 21) Haegdorens, F., Van Bogaert, P., De Meester, K., et al.: The impact of nurse staffing levels and nurse's education on patient mortality in medical and surgical wards: an observational multicentre study, *BMC health services research*, Vol.19, No.1, pp.1-9, (2019).
- 22) Lucero, R. J., Lake, E. T., Aiken, L. H.: Nursing care quality and adverse events in US hospitals, *Journal of Clinical Nursing*, Vol.19, No.15-16, pp.2185-2195 (2010).

- 23) Papastavrou, E., Andreou, P., Efstathiou, G.: Rationing of nursing care and nurse-patient outcomes: A systematic review of quantitative studies, *International Journal of Health Planning and Management*, Vol.29, No.1, pp.3-25 (2014).
- 24) 金子さゆり, 濃沼信夫, 伊藤道哉ほか: 急性期病棟におけるインシデント・アクシデント発生と看護業務・投入マンパワー量との関係, *日本医療・病院管理学会誌*, Vol.46, No.3, pp.147-155 (2009).
- 25) Ball, J. E., Bruyneel, L., Aiken, L. H., et al.: Post-operative mortality, missed care and nurse staffing in nine countries: A cross-sectional study, *International journal of nursing studies*, Vol.78, pp.10-15 (2018).
- 26) Kalisch, B. J., Tschannen, D., Lee, K. H.: Missed nursing care, staffing, and patient falls, *Journal of Nursing Care Quality*, Vol.27, No.1, pp.6-12 (2012).
- 27) Coster, S., Watkins, M., Norman, I. J.: What is the impact of professional nursing on patients' outcomes globally? An overview of research evidence. *International Journal of Nursing Studies*, Vol.78, pp.76-83 (2018).
- 28) Dall'Ora, C., Ball, J., Reinius, M., et al.: Burnout in nursing: a theoretical review. *Human resources for health*, Vol.18, pp.1-17 (2020).
- 29) Shah, M. K., Gandrakota, N., Cimiotti, J. P., et al.: Prevalence of and factors associated with nurse burnout in the US. *JAMA network open*, Vol.4, No.2, e2036469-e2036469 (2021).
- 30) Aiken, L. H., Clarke, S. P., Sloane, D. M., et al.: Hospital nurse staffing and patient mortality, nurse burnout, and job dissatisfaction. *JAMA*, Vol.288, No.16, pp.1987-1993 (2002).
- 31) Nantsupawat, A., Srisuphan, W., Kunaviktikul, W., et al.: Impact of nurse work environment and staffing on hospital nurse and quality of care in Thailand. *Journal of Nursing Scholarship*, Vol.43, No.4, pp.426-432 (2011).
- 32) Rafferty, A. M., Clarke, S. P., Coles, J., et al.: Outcomes of variation in hospital nurse staffing in English hospitals: cross-sectional analysis of survey data and discharge records. *International journal of nursing studies*, Vol.44, No.2, pp.175-182 (2007).
- 33) Roche, M. A., Duffield, C. M., Homer, C., et al.: The rate and cost of nurse turnover in Australia. *Collegian*, Vol.22, No.4, pp.353-358 (2015).

- 34) Ruiz, P. B. D. O., Perroca, M. G., Jericó, M. D. C.: Cost of nursing turnover in a Teaching Hospital. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, Vol.50, pp.101-108 (2016).
- 35) Kurnat-Thoma, E., Ganger, M., Peterson, K., et al.: Reducing annual hospital and registered nurse staff turnover-A 10-element onboarding program intervention. *SAGE Open Nursing*, Vol.3, 2377960817697712 (2017).
- 36) International Council of Nurses: Position statements: Evidence-based safe nurse staffing, 入手先 < <https://www.icn.ch/nursing-policy/position-statements> > (参照 2023-3-20).
- 37) Huiyun, Y., Jingwen, L., Xi, Z., et al.: Validation of work pressure and associated factors influencing hospital nurse turnover: a cross-sectional investigation in Shaanxi Province, China. *BMC Health Services Research*, Vol.17, No.1, pp.1-11 (2017).
- 38) Letvak, S., Ruhm, C. J., McCoy, T.: Depression in hospital-employed nurses. *Clinical Nurse Specialist*, Vol.26, No.3, pp.177-182 (2012).
- 39) Welsh, D.: Predictors of depressive symptoms in female medical-surgical hospital nurses. *Issues Ment Health Nurs*, Vol.30, No.5, pp.320-326 (2009).
- 40) Arimura, M., Imai, M., Okawa, M., et al.: Sleep, mental health status, and medical errors among hospital nurses in Japan. *Industrial health*, Vol.48, No.6, pp.811-817 (2010).
- 41) Cheung, T., Yip, P. S.: Depression, anxiety and symptoms of stress among Hong Kong nurses: a cross-sectional study. *International journal of environmental research and public health*, Vol.12, No.9, pp.11072-11100 (2015).
- 42) 松尾まき, 鈴木英子: 看護師の Sense of coherence (首尾一貫感覚; SOC) に関する研究の動向. *日本保健福祉学会誌*, Vol.23, No.1, pp.37-51. (2016).
- 43) 児玉悠希: 新人看護師の首尾一貫感覚 (sense of coherence) と性格特性との関連. *日本医療マネジメント学会雑誌*, Vol.20, No.4, pp.169-174 (2020).
- 44) Michele Masanotti, G., Paolucci, S., Abbafati, E., et al.: Sense of coherence in nurses: a systematic review. *International journal of environmental research and public health*, Vol.17, No.6, pp.1861 (2020).

- 45) Betke, K., Basińska, M. A., Andruszkiewicz, A. Sense of coherence and strategies for coping with stress among nurses. *BMC nursing*, Vol.20, No.1, pp.1-10 (2021).
- 46) 松本晃子：国内外における新人看護師のレジリエンスに関する研究の動向. *日本看護評価学会誌*, Vol.10, No.1, pp.23-29 (2020).
- 47) 砂見緩子：看護師のレジリエンスの概念分析. *聖路加看護学会誌*, Vol.22, No.1, pp.13-20 (2018).
- 48) Boamah, S. A., Read, E. A., Spence Laschinger, H. K.: Factors influencing new graduate nurse burnout development, job satisfaction and patient care quality: a time - lagged study. *Journal of advanced nursing*, Vol.73, No.5, pp.1182-1195 (2017).
- 49) Labrague, L. J., De los Santos, J. A. A.: Transition shock and newly graduated nurses' job outcomes and select patient outcomes: A cross - sectional study. *Journal of nursing management*, Vol.28, No.5, pp.1070-1079. (2020).
- 50) Gardiner, I., Sheen, J.: Graduate nurse experiences of support: A review. *Nurse Education Today*, Vol.40, pp7-12 (2016).
- 51) Graf, A. C., Jacob, E., Twigg, D., Contemporary nursing graduates' transition to practice: A critical review of transition models. *Journal of Clinical Nursing*, Vol.29 pp.3097-3107 (2020).
- 52) 児玉悠希, 菖蒲澤幸子, 舟越五百子ほか：基礎看護技術演習におけるパフォーマンス評価の導入. *岩手看護学会誌*, Vol.13, No.1, pp.13-18 (2019).
- 53) 葛場美那, 藤原正恵：我が国の看護基礎教育におけるシミュレーション教育の現状とその効果に関する文献検討. *大阪青山大学看護学ジャーナル*, Vol.1, pp.9-20. (2017).
- 54) George, T. P., DeCristofaro, C., Murphy, P. F.: Self-efficacy and concerns of nursing students regarding clinical experiences. *Nurse education today*, Vol.90, pp.104401 (2020).
- 55) 児玉悠希, 菖蒲澤幸子, 舟越五百子ほか：基礎看護技術演習におけるパフォーマンス評価と学生のスキルとの関連. *日本赤十字看護学会誌*, Vol.20, No.1, pp.89-94 (2020).
- 56) Pai, H. C.: The effect of a self-reflection and insight program on the nursing competence of nursing students: a longitudinal study. *Journal of Professional Nursing*, Vol.31, No.5, pp.424-431 (2015).

- 57) Aydelotte, M. K.: Nurse staffing methodology: A review and critique of selected literature, (1973).
- 58) O'Brien-Pallas, L., Leatt, P., Deber, R., et al.: A comparison of workload estimates using three methods of patient classification, Canadian journal of nursing administration, Vol.2, No.3, pp.16-23 (1989).
- 59) Levenstam, A. K., Engberg, I. B.: The Zebra system—a new patient classification system, Journal of Nursing Management, Vol.1, No.5, pp.229-237 (1993).
- 60) Edwardson, S. R., Giovannetti, P. B.: Nursing workload measurement systems, Annual review of nursing research, Vol.12, No.1, pp.95-123 (1994).
- 61) Arthur, T., James, N.: Determining nurse staffing levels: a critical review of the literature, Journal of Advanced Nursing, Vol.19, No.3, pp.558-568 (1994).
- 62) Twigg, D., Duffield, C.: A review of workload measures: a context for a new staffing methodology in Western Australia, International journal of nursing studies, Vol.46, No.1, pp.132-140 (2009).
- 63) Fasoli, D. R., Haddock, K. S.: Results of an integrative review of patient classification systems, Annual review of nursing research, Vol.28, No.1, pp.295-316 (2010).
- 64) Nagaprasanna, B. R.: Patient Classification Systems: Strategies for the 1990s: Patient Classification Systems can assist in effective determination and allocation of nursing resources and in determining patient charges, Nursing Management, Vol.19, No.3, (1988).
- 65) 筒井孝子：患者分類システムを巡る研究動向からみた新たな臨床看護マネジメント，日本臨床看護マネジメント学会誌，Vol.1, No.1, pp.2-14 (2019).
- 66) Clark, E. L., Poland, M.: GRASP: Grace-Reynolds application and study of PETO, Morganton, N.C: Kate B. Reynolds Health Care Trust to Grace Hospital, 1976.
- 67) 竹内美穂，住吉蝶子，山崎慶子.: "Medicus"患者分類指標 36 項目の紹介，看護管理，Vol.10, No.5, pp.395-405 (2000).
- 68) 竹谷美穂，住吉蝶子，山崎慶子ほか. : ケアの質とスタッフ配置のための研究 2 米国の「患者分類システム」を日本で試行してみて，看護管理，Vol.10, No.1, pp.485-492 (2001).

- 69) Fagerström, L., Rainio, A. K., Rauhala, A., et al.: Validation of a new method for patient classification, the Oulu Patient Classification, Journal of Advanced Nursing, Vol.31, No.2, pp.481-490 (2000).
- 70) Rauhala, A., Fagerström, L.: Determining optimal nursing intensity: the RAFAELA method, Journal of advanced nursing, Vol.45, No.4, pp.351-359 (2004).
- 71) 虎ノ門病院看護部：TNS 「忙しさ」 の尺度と看護人員配置，メヂカルフレンド社 (1990).
- 72) 厚生労働省：看護の必要度に係る特別調査について，入手先<<https://www.mhlw.go.jp/shingi/2005/03/dl/s0323-4i1.pdf>> (参照 2023-2-22).
- 73) 小越明美，石井か代：医療安全確保のための看護提供体制を考える，厚労科研[医療安全確保のための看護体制のあり方に関する調査研究]より独自の人員配置システム導入事例 KNS を活用した病棟間応援体制-夜間・休日での看護業務量に応じた看護師配置システム，看護管理，Vol.13, No.11, pp.898-901 (2003).
- 74) 田中彰子，嶋田幸子，久保瑞恵ほか：クリティカルパス導入後の直接ケア時間の変化 KNS による泌尿器科病棟の分析，医療マネジメント学会雑誌，Vol.3, No.4, pp.609-613 (2003).
- 75) 筒井孝子：「看護必要度」の研究と応用 新しい看護管理システムのために，医療文化社 (2003).
- 76) 公益社団法人日本看護協会：「重症度，医療・看護必要度」解説書，日本看護協会出版会 (2022).
- 77) 田中博子，志賀由美，西垣克：日本とフィリピンにおける病院看護業務の比較—タイムスタディー法を用いた主要業務の検討—。日本看護管理学会誌，Vol.12, No.2, pp.94-105 (2009).
- 78) 坂本すが：効率的な看護業務の推進に向けた実態調査研究。厚生労働科学特別研究事業総括研究報告書，pp.1-36 (2018).
- 79) 松永保子，吉留厚子，波川京子 他：医療機関における看護要員の配置算定方法の選択および運営での困難。社会医学研究，Vol23, pp.39-45 (2005).
- 80) 笠原聡子：特集 現場改善のための [業務量調査] 基礎的な業務量調査の準備と進め方-[ベッドサイドでのケアの時間を増やすこと] を目的とした調査を例として。看護管理，Vol.26, No.11, pp.968-973 (2016).
- 81) Otaki, C., Saito, I., Izumi, S., et al.: Analysis of night-shift nurses' locations and durations using information communication equipment: A

- prospective observational study of a mixed obstetric ward with severe patients in Japan, *Journal of Nursing Science and Engineering*, Vol.7, pp.13-24 (2020).
- 82) Fujita, S, Nagai, Y, Iida, S., et al.: An evaluation of 'Severity and Medical/Nursing Demands' based on time and motion study using infrared transmitters (beacons) and infrared sensors (sensors), *The journal of the Japan Society for Health Care Management*, Vol.18, No.2, pp.61-66 (2017).
- 83) 大村廉, 納谷太, 野間春生ほか: ENVIS: センサデータに基づく看護業務分析支援システム (「安全・安心 VR」 特集), *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, Vol.14, No.1, pp.67-77 (2009).
- 84) 納谷太, 大村廉, 野間春生ほか: センサネットワークを用いた業務の計測と分析, *研究報告ユビキタスコンピューティングシステム (UBI)*, Vol.2009, No.24, pp.1-8 (2009).
- 85) 斎藤勇一郎, 長谷川高志, 鈴木浩ほか: RFID を用いた病棟業務の定量的計測方式の研究, *医療情報学*, Vol.30, No.1, pp.3-9 (2010).
- 86) 大村廉, 納谷太, 野間春生ほか: 看護業務支援のためのセンサネットワーク・アーキテクチャ, *研究報告ユビキタスコンピューティングシステム (UBI)*, Vol.2009, No.8, pp.1-8 (2009).
- 87) 磯田達也, 井上創造, 花沢明俊ほか: 携帯センサと近接センサを用いた看護業務時間に影響を与える要因の分析, *研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション*, Vol.2015, No.9, pp.1-8 (2015).
- 88) 松下大輔, 小田原良子, 磯川悦子ほか: 超音波測位による看護動線計測手法の開発-昭和大学病院急性期病棟における調査報告-, *日本建築学会技術報告集*, Vol.19, No.43, 1079-1084 (2013).
- 89) Mori1, R., Kitanouma, T., Kawata, C., et al.: Self Organizing Localization Using UWB device and Its Implementation Evaluation, *Transactions of Information Processing Society of Japan*, Vol.61, No.7, pp.1238-1248 (2020).
- 90) Molisch, A. F., Cassioli, D., Chong, C. C., et al.: A comprehensive standardized model for ultrawideband propagation channels, *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol.54, No.11, pp.3151-3166 (2006).
- 91) Reitz, J. A.: Toward a comprehensive nursing intensity index: Part I, development, *Nursing Management*, Vol.16, No.8, pp.21-30 (1985).

- 92) Reitz, J. A.: Toward a comprehensive nursing intensity index: Part II, testing, *Nursing Management*, Vol.16, No.9, pp.31-42 (1985).
- 93) 杉山康彦, 白水麻子, 中島直樹ほか: センサーと医療ビッグデータを活用した医療サービス分析システムの研究開発: 業務分析から課題を抽出し改善につなげる, *看護管理*, Vol.27, No.8, pp.658-663 (2017).
- 94) 筒井孝子: 急性期病棟における業務量調査データを用いた看護時間推定モデルの開発-「看護必要度」予測システムへの応用, *看護*, Vol.52, No.3, pp.25-29 (2000).
- 95) Apple. Getting Started with iBeacon Version1.0, Apple (オンライン), 入手先<<https://developer.apple.com/ibeacon/Getting-Started-with-iBeacon.pdf>>(参照 2023-02-27) .
- 96) 児玉悠希: ビーコンとスマートデバイスを用いた患者と看護師の接触時間に関する研究, *医療情報学*, Vol.39, No.4, pp.195-202 (2020) .
- 97) 筒井孝子: 看護必要度第7版, 「看護必要度」の評価システムの構築, pp.200-254, 日本看護協会出版会 (2018).
- 98) 市川幾恵: 大学病院における看護職員の適正配置と看護必要度について, *保健医療科*, Vol.62, No.1, pp.62-67 (2013).
- 99) 筒井孝子: 「看護必要度」の研究と応用, 患者に必要とされる看護の予測モデルの考え方, pp.273-289, 医療文化社 (2003).
- 100) 東野定律, 大冢賀政昭, 筒井孝子: 一般病棟用「重症度・看護必要度に関する評価票」を用いた患者分類の有用性, 妥当性に関する研究, *経営と情報*, Vol.24, No.1, pp.51-62 (2011).
- 101) 林田賢史: 入院患者の重症度, 医療・看護必要度の実態, 2016年と2017年のデータから見えてきたもの, *看護管理*, Vol.30, No.7, pp.610-617 (2020).
- 102) 日本看護協会: 日本看護協会看護業務基準表 2007年改訂版, 日本看護協会出版会, pp.39-45 (2012).
- 103) 児玉悠希: 重症度, 医療・看護必要度による患者と看護師の接触時間の率, *医療情報学*, Vol.41, No.4, pp.191-198 (2021).
- 104) Strazzieri - Pulido, K. C. S., González, C. V., Nogueira, P. C., et al.: Pressure injuries in critical patients: Incidence, patient - associated factors, and nursing workload, *Journal of nursing management*, Vol.27, No.2, pp.301-310 (2019).
- 105) Fagerström, L., Kinnunen, M., Saarela, J.: Nursing workload, patient



- safety incidents and mortality: an observational study from Finland, *BMJ open*, Vol.8, No.4, pp.e016367 (2018).
- 106) Brennan, C. W., Daly, B. J., Jones, K. R.: State of the science: the relationship between nurse staffing and patient outcomes, *Western Journal of Nursing Research*, Vol.35, No.6, pp.760-794 (2013).
- 107) Griffiths, P., Saville, C., Ball, J., et al.: Nursing workload, nurse staffing methodologies and tools: A systematic scoping review and discussion, *International Journal of Nursing Studies*, Vol.103, pp.103487 (2020).
- 108) 畠山朋子, 佐々木久長, 米山奈奈子: 看護師の患者対応場面での怒り発生とその後の行動, *秋田大学保健学専攻紀要*, Vol.24, No.1, pp.41-51 (2016).
- 109) 藤谷利恵子: ナースコールが鳴ったときに生じる看護師の否定的感情に関する研究-否定的感情の要因とその緩和要因, *看護教育研究集録 教員養成課程 看護教員養成コース*, Vol.35, pp.16-23 (2009).
- 110) 森武俊, 野口博史, 中島勸: 6 章 ナースコールデータの調査と解析の報告 1 ~ 15 年間のナースコール履歴記録の解析~, *看護理工学会誌*, Vol.9 (Supplement), pp.S18-S25 (2022).
- 111) 福重春菜, 石井豊恵: 7 章 ナースコールデータの調査と解析の報告 2 ~ ナースコール履歴データからみえる, ナースコール発生の特徴とその活用法~, *看護理工学会誌*, Vol.9 (Supplement), pp.S26-S35 (2022).
- 112) Friis, H. T.: A note on a simple transmission formula, *Proceedings of the IRE*, Vol.34, No.5, pp.254-256 (1946).
- 113) 電波環境協議会医療機関における電波利用推進委員会: 2021 年度医療機関における適正な電波利用推進に関する調査結果, 電波環境協議会, 入手先<[https://www.emcc-info.net/medical\\_emc/document.html](https://www.emcc-info.net/medical_emc/document.html)> (参照 2023-2-27).
- 114) 宮平(進藤)亜紀子, 多田賀津子, 清水隆史ほか: 病院情報システム (HIS) データを用いたタイムスタディによる看護業務量調査の検討, *生体医工学*, Vol.59, No.1, pp.7-13 (2021).
- 115) Kodama, Y.: Development of a Measurement System to Evaluate Bedside Stay Time, *Japan Journal of Medical Informatics*, Vol.42, No.2, pp.61-71 (2022).
- 116) 公益社団法人日本看護協会: 看護政策の動き(オンライン), 入手先<<https://www.nurse.or.jp/nursing/policy/index.html#a02>>(参照 2023-6-30).
- 117) 公益社団法人日本看護協会: 労働と看護の質向上のためのデータベース (DiNQL) 事業(オンライン), 入手先<<https://www.nurse.or.jp/nursing/dat>

abase/index.html>(参照 2023-6-30).

- 118) 一般社団法人日本看護質評価改善機構：看護ケアの質評価と改善，医学書院(2022).
- 119) 秋山智弥，佐藤エキ子：看護サービスの質保証と評価・改善（第3章），井部俊子監修，秋山智弥編：看護サービスの質管理 2023年版（看護管理学習テキスト），第3版，日本看護協会出版会（2019）.
- 120) 松下博宣：続・看護経営学-「超」実践編-，日本看護協会出版会（1997）.
- 121) 角田由佳：看護サービスの経済・政策論-看護師の働き方を経済学から読み解く-，医学書院（2020）.
- 122) 公益社団法人日本看護協会：平成29年度看護職のWLBインデックス調査【職員調査・全体集計】（オンライン），入手先<[https://www.nurse.or.jp/nursing/shuroanzen/wlb/wlbindex/pdf/h29-kojin\\_shukei.pdf](https://www.nurse.or.jp/nursing/shuroanzen/wlb/wlbindex/pdf/h29-kojin_shukei.pdf)>(参照 2023-6-30).
- 123) 公益社団法人日本看護協会：2019年病院および有床診療所における看護実態調査報告書(オンライン)，入手先<[https://www.nurse.or.jp/home/publication/pdf/report/2020/efficiency\\_report2019.pdf](https://www.nurse.or.jp/home/publication/pdf/report/2020/efficiency_report2019.pdf)>(参照 2023-6-30).
- 124) 公益社団法人日本看護協会：就業継続が可能な看護職の働き方の提案(オンライン)，入手先<[https://www.nurse.or.jp/nursing/shuroanzen/hatarakikata/pdf/wsr\\_fornurse.pdf](https://www.nurse.or.jp/nursing/shuroanzen/hatarakikata/pdf/wsr_fornurse.pdf)>(参照 2023-6-30).
- 125) 原谷隆史，川上憲人，荒記俊一：職業性ストレスの職種差-日本語版NIOSH 職業性ストレス調査表を用いた3調査の解析. 産業衛生学雑誌，Vol.38, pp.267 (1996).
- 126) 三木明子，原谷隆史ほか：医療従事者（医師および看護職）のストレスとその問題点，労働省平成10年度「作業関連疾患の予防に関する研究」，労働の場におけるストレスおよびその健康影響に関する研究報告書，(1999).
- 127) Karasek Jr, R. A.: Job demands, job decision latitude, and mental strain: Implications for job redesign. Administrative science quarterly, pp. 285-308 (1979).
- 128) 小林美亜：新たな看護職員の働き方等に対応した看護職員需給推計への影響要因とエビデンスの検証についての研究，厚生労働科学研究費補助金 地域医療基盤開発推進研究事業 令和2年度総括・分担研究報告書，入手先<<https://mhlw-grants.niph.go.jp/project/148894>>(参照 2023-5-29).
- 129) Arther, J. L., Ravindran, A.: A multiple objective nurse scheduling model, AIIE Transactions, Vol.13, pp.55-60 (1981).

- 130) Kostreva, M. M., Jennings, K. S. B.: Nurse scheduling on microcomputer, *Computer & Operations Research*, Vol.18, pp.731-739 (1991).
- 131) Millar, H. H., Kiragu, M.: Cyclic and non-cyclic scheduling of 12 h shift nurses by network programming, *European Journal of Operational Research*, Vol.104, pp.582-592 (1998).
- 132) 池上敦子, 相澤学, 大倉元宏ほか: ナース・スケジューリング・システム構築のための基礎的調査研究, *労働科学*, Vol.71, pp.413-423 (1995).
- 133) 池上敦子, 丹羽明, 大倉元宏: 我が国におけるナース・スケジューリング問題, *オペレーションズ・リサーチ*, Vol.41, pp.436-442 (1996).
- 134) 池上敦子, 丹羽明: ナース・スケジューリングに有効なアプローチ: 2 交替制アルゴリズムにおける実現, *日本オペレーションズ・リサーチ学会論文誌*, Vol.41, pp.572-586 (1998).
- 135) Ikegami, A., Niwa, A.: A subproblem-centric model and approach to the nurse scheduling problem, *Mathematical programming*, Vol.97, pp.517-541 (2003).
- 136) 長野弘志, 宮崎茂次: 勤務に対する嗜好の個人差を考慮した看護婦スケジューリング: 遺伝アルゴリズムによる看護婦スケジューリング (第一報), *日本経営工学会論文誌*, Vol.47, pp.143-149 (1996).
- 137) 小野里拓也, 佐藤眞木彦, 井田憲一: 負荷分散を考慮したナーススケジューリング問題, *日本経営工学会論文誌*, Vol.70, No.3, pp.157-165 (2019).
- 138) 佐藤眞木彦, 小野里拓也, 井田憲一: 相性を考慮したナーススケジューリング問題, *日本経営工学会論文誌*, Vol.71, No.4, pp.225-228 (2021).
- 139) 渡邊真也, 稲船淳也: 看護師勤務表作成問題に対するヒューリスティクスおよび厳密解法に基づくアプローチの現在, *オペレーションズ・リサーチ*, Vol.62, No.3, pp.178-184 (2017).

## 資料：開発システム設計仕様

### 1. Zigbee タグ

#### 1) 概要

##### (1) 開発環境

ソフトウェア開発環境を以下に示す.

##### ① CPU

メーカー：モノワイヤレス株式会社

CPU：TWELLITE 2525A (32Bit, 32MHz) (TWELITE BLUE)

##### ② 開発環境

C++言語による開発 (GCC)

ライブラリ：SDK を使用 (MWX ライブラリ)

##### ③ 開発ツール

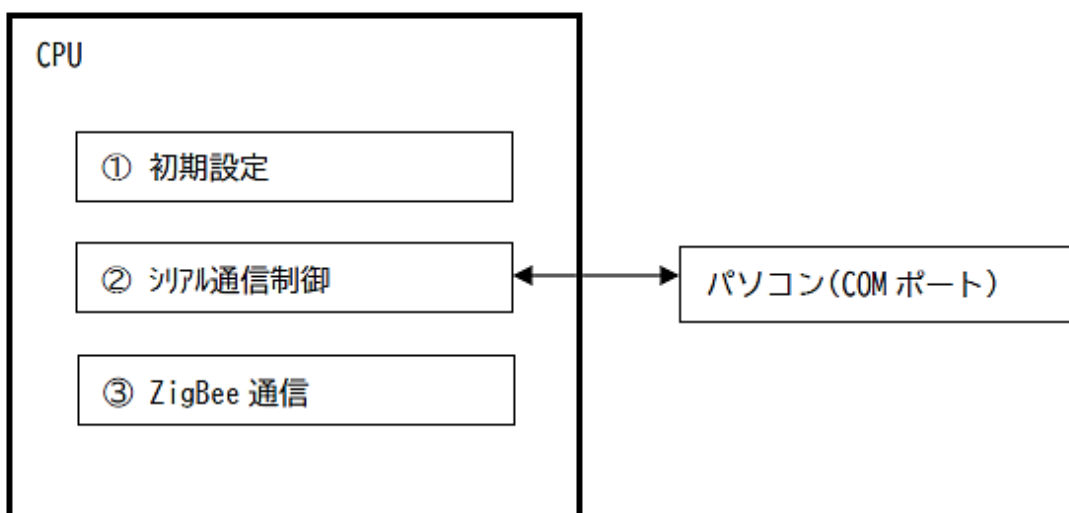
コンパイラ：TWELITE STAGE-トワイライトステージ

書込みツール：TWELITE R2-トワイライター2

エディタ：Visual Studio Code

#### 2) システム構成

下記にシステム構成図を示す.



### 3) ソフトウェア制御

#### (1) 初期設定

本装置は電池を装着する事で電源 ON となり動作をする。初期設定部では、以下の処理を行う。

##### ①レジスタの初期設定

割込み、タイマー等の設定を行う。

##### ②ポートの初期設定

各ポートの初期設定および、出力ポートの初期値設定を行う。

##### ③RAMの初期化

RAMの初期化（ゼロクリア）を行う。

#### (2) シリアル通信制御（パソコン）

本装置は他の装置とのシリアル通信を可能とする。使用しない機能であるが、開発過程にて内部の状態を確認する時に使用する。通信条件を以下に示す。

- ・速度：115,200bps
- ・データビット：8ビット
- ・パリティ：無
- ・ストップビット：1ビット

#### (3) Zigbee 通信制御

本装置は、電源 ON と同時に起動し、ビーコンを送信する。送信周期は 2 秒周期とし（±10%程度のランダムイズ有り）、受診動作は行わない。待機時は、スリープ動作とし、電池消費を抑える（2uA）。電池（CR2032）での連続動作を 31 日とする。

##### ①フレームフォーマット

2 byte	1 byte	2 byte	2 byte	可変	2 byte
Frame Control	Sequence Number	Dest. Address	Src. Address	Payload	FCS
MAC Header				MAC Payload	MAC Footer

②フレームコントロールフィールドの詳細

0-2bit	3	4	5	6	7-9	10-11	12-13	14-15
Frame Type	Security Enable	Frame pending	Ack Request	Intra PAN	Reserved	Dest. Addressing mode	Reserved	Src. Address Mode

Frame Type	
値	詳細
000	Beacon
001	Data
010	Ack
011	MAC Command
100-111	Reserved

3~6 ビットの内容	
Field	詳細
Security Enable	MAC 層でセキュリティ機能の On/Off(ZigBee では基本 Off とされる)
Frame Pending	送信するデータがまだ残っている場合 1 を設定
Ack Request	Ack を要求する場合は 1 を設定
Intra PAN	1:Dst,Src どちらもアドレスを含む場合は Src PAN ID は含まない 0:Dst,Src どちらもアドレスを含む場合, Dst,Src どちらも PAN ID を含む

Dest 及 Src の Address Mode	
値	詳細
00	PAN ID, アドレス無し
01	Reserved
10	16bit アドレス
11	64bit アドレス

4) タグ電池持続日数

(1) タグ電池消費試験検証

以下の条件で行った検証結果から電池持続日数の予測を導きだした.

- ・稼働開始時電圧 (未使用電池) : 3.017V
- ・計測日数 : 33 日間

(2) 消費試験検証結果

以下の結果から, 未使用電池を使用した場合約 84 日間の連続稼働が可能であると予測された.

- ・電圧値安定までの所要日数 : 1 日
- ・電圧安定値 : 2.800V
- ・33 日経過後の電池電圧 : 2.684V
- ・安定値から 33 日目までの低下電圧 : 0.116V
- ・1 日当たりの平均消費電圧 : 0.00362V
- ・使用不可能になる電池電圧 : 2.500V

## 2. 受信機

### 1) 概要

#### (1) 開発環境

ソフトウェア開発環境を以下に示す.

##### ①CPU

メーカー : モノワイヤレス株式会社

CPU : TWWLITE DIP RED (32Bit, 32MHz)

##### ②開発言語

C++言語による開発

##### ③開発ツール

コンパイラ : TWELITE STGE-トワイライトステージ

書込みツール : TWELITE R2-トワイライター2

### 2) ソフトウェア制御

#### (1) 初期設定

初期設定部では, 以下の処理を行う.

##### ①レジスタの初期設定

・割込み, タイマー等の設定を行う.

##### ②ポートの初期設定

・各ポートの初期設定及び, 出力ポートの初期値設定を行う.

##### ③RAMの初期化

・RAMの初期化(ゼロクリア)を行う.

#### (2) スイッチ入力制御

スイッチは下記の2個がある.

##### ①電源スイッチ: スライド式

・OFF状態からONへの操作は, ハードウェアにて制御される.

・ON状態からOFFへの操作は, ハードウェアにて制御される.

##### ②RFIDリーダー動作スイッチ: 押し釦式(自動復帰)

・ONを検出し, RFIDの受信機を動作する.

・RFIDタグからデータを受信した場合は, リーダーを停止する.

・タグからの受信が20秒無い場合は, リーダーを停止する.

### (3) LED 制御

LED は下記の 3 個がある.

#### ①電源状態 LED : 緑色

- ・電源 ON 状態で点灯とする. (PWM 制御により 50% 点灯とする)

#### ②RFID 動作 LED : 青色

- ・RFID リーダー動作中に点灯する.
- ・受信データを  $\mu$ SD カードに保存している期間中に点灯する.

#### ③充電状態 LED : 橙色

- ・充電中に点灯し, 充電が完了した時に消灯する.

### (4) LOW バッテリ検出制御

バッテリー電圧を A/D 変換にて計測し, 3.6V 未満の時に LOW バッテリ状態とする. 本装置は, LOW バッテリ状態から 30 分で機能停止する.

### (5) ブザー制御

ブザーは, 下記 3 個の処理が発生した時, 鳴動する.

#### ①RFID タグのデータを受信した時.

(ピー, 0.5 秒間)

#### ②RFID リーダー動作スイッチを押して 20 秒経過した時.

(ププッ, 0.05 秒間  $\times$  2 回)

#### ③ $\mu$ SD カードに受診データを保存する際, 保存に失敗した時.

(ブーブーブー, 0.3 秒間  $\times$  3 回)

### (6) シリアル (UART) 通信制御 (パソコン)

「4.7.1 通信使用」を参照とする.

### (7) I2C 通信制御

下記の 2 ユニットは, I2C (通信速度: 400kBd) にて通信を行う.

#### ① $\mu$ SD カードユニット 【スレーブアドレス: 0XA4】

$\mu$ SD カードユニットとの通信は, 下記の場合に発生する.

- ・RTC (リアルタイムロック) より現在日時の取得  
URAT からの指示により, RTC の現在日時を取得し, URAT へ返信する.
- ・RTC の設定



UART からの指示により RTC の現在日時を設定する．設定の結果を URAT へ返信する．

- ・ RTC バックアップモード

電源 OFF の状態でも時刻を更新する．RTC バックアップモードにはボタン電池 CR2032 を使用し，10 年程度持続する．

- ・ SD カードのアクセス（ファイルの作成，読込，削除，ファイル名の取得）

UART からの指示により，ファイルの制御を行い，結果を返信する．

②RFID リーダーユニット【スレーブアドレス：0X28】

RFID リーダーユニットとの通信は下記の場合に発生する．

- ・ RFID タグの受信をする

RFID 受信スイッチが押された時に，RFID リーダーを動作させる．その後，タグの情報を受信した時に情報をタイムスタンプと共に内部へ保存する．

(8)  $\mu$  SD 制御（受信データの保管）

ZigBee 及び RFID からの受信データを 10 秒毎にファイルに保存する．保存するファイル名およびファイルの内容は，下記とする．

①ファイル名について

ファイル名は，「受信機 ID\_年月日時.bin」とする（バイナリ形式）．取得データのタイムスタンプを判断し，ファイル名を特定する．そのため，1 時間に 1 ファイル作成されることになる．

②データフォーマット

- ・ ZigBee, RFID 通信情報

受信機 ID	4 バイト	4 ビット毎(0~F)の 8 桁
データ区分	1 バイト	ZigBee データ:1, RF-ID データ:2
年	2 バイト	西暦:2020~
月	1 バイト	1~12
日	1 バイト	1~31
時	1 バイト	0~23
分	1 バイト	0~59
秒	1 バイト	0~59
タグ ID	4 バイト	4 ビット毎(0~F)の 8 桁
電波強度	1 バイト	0~255 (RF-ID は, 0 とする)
電池電圧	2 バイト	mV

保管エリア 19byte x 100 件 = 1,900byte

- ・バイナリ形式を EXCEL (xlsx) 形式への変換方法

\* EXCEL ファイルの 1 行目はヘッダー行, 2 行目以降が受信データ行

通信情報の項目	ヘッダー行	ZigBee の時	RF-ID の時	出力形式
受信機 ID	receiving_machine_id	受信機 ID	受信機 ID	8 桁文字列
データ区分	data_classification	z	r	固定値
年月日	datetime_date	年/月/日	年/月/日	yyyy/MM/dd
時分秒	datetime_time	時:分:秒	時:分:秒	HH:mm:ss
タグ ID	tag_id	ZigBee のタグ ID	RF-ID のタグ ID	8 桁文字列
電波強度	lqi	電波強度値	0	数値/固定値
日時	datetime	年/月/日 時:分:秒	年/月/日 時:分:秒	yyyy/MM/dd HH:mm:ss
電池電圧	bat	電池電圧	0	9999
備考	remarks	データ区分, 日時項目に異常がある場合にエラーメッセージを出力		

\*1:年は, 西暦 4 桁とする。

\*2:SD ユニットからの日時取得エラーの場合は, 年, 月, 日, 時, 分, 秒が 99 となり, 備考にエラーメッセージが出力される。(日時項目は 9999/99/99)

\*3:データ区分に異常があった場合はデータは空白となり, 備考にエラーメッセージが出力される。

#### (9) $\mu$ SD 制御 (UART による指示)

URAT を使用したシリアル通信によるパソコンからの指示コマンドに従って処理を行う。

##### ①受信機とパソコンの USB 接続

RTC の設定, 読出しとファイル内容の送信を行う場合は, 受信機の電源を ON にする。

##### ②RTC の設定, 読出し

$\mu$  SD ユニットには, RTC が実装されている。RTC の UART からの指示コマンドに従って, RTC を設定する。また, UART からの指示コマンドに従って, RTC の値を取得して返信する。

##### ③ファイル名一覧の送信

取得したいデータを, パソコン側で選択するため, ファイル名一覧を送信する。1 時間に 1 ファイルを  $\mu$  SD カード内に作成するため, 16 時間運用した場合, 16 ファイル作成することになる。

##### ④ファイル内容の送信

- ・BIN 形式の送信時間

Zigbee タグは 2 秒間隔で 1 件のデータを送信しているため、Zigbee タグ 1 個当たり最大 1,800 件/時間×19 バイト=34,200 バイト/ファイルとなる。本機の UART の伝送速度は 115,200bps であるため、1 バイト（スタートビット及び、ストップビットを含む）の送信時間は、 $1/115,200 \times 10 \text{ ビット} \approx 87 \mu\text{S}$  となる。

#### ⑤ファイルの削除

「4.7.3 ファイル取得ソフト」を参照する。

### (10) Zigbee 通信及び、RFID 通信

本装置はタグからのビーコンを受信し、送信は行わない。

#### ①受信処理

受信時は、RTC より現在日時を取得し、タグ ID と共に保管する。保管エリアは、100 件まで可能とする。

#### ②受信停止について

パソコンとの接続時は、Zigbee 通信及び、RFID 通信を停止する。パソコンソフト起動時に受信停止コマンドを受けるため、このコマンドにて接続と判断し、タグの通信を停止する。通信の再開は本装置の電源を OFF とし、ON にする。

### 3) その他

#### (1) バッテリ持続時間

リチウムイオンポリマー電池（1,000mAh）を使用する。バッテリ持続時間は受信回数や保存頻度によって変動する。以下に推定時間と実測時間を示す。

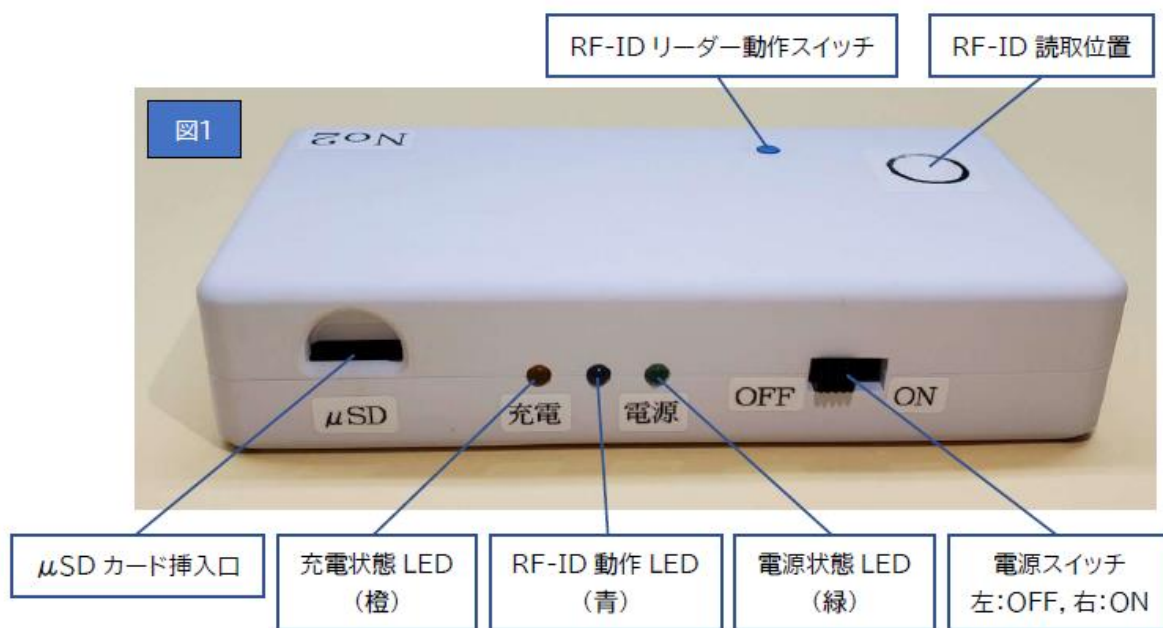
#### ①実装時条件：タグ 6 個が近傍に有る時

LOW バッテリ表示までの時間	: 約 15 時間
LOW バッテリから受信停止までの時間	: 約 1 時間
合計	: 約 16 時間（実測：20 時間）

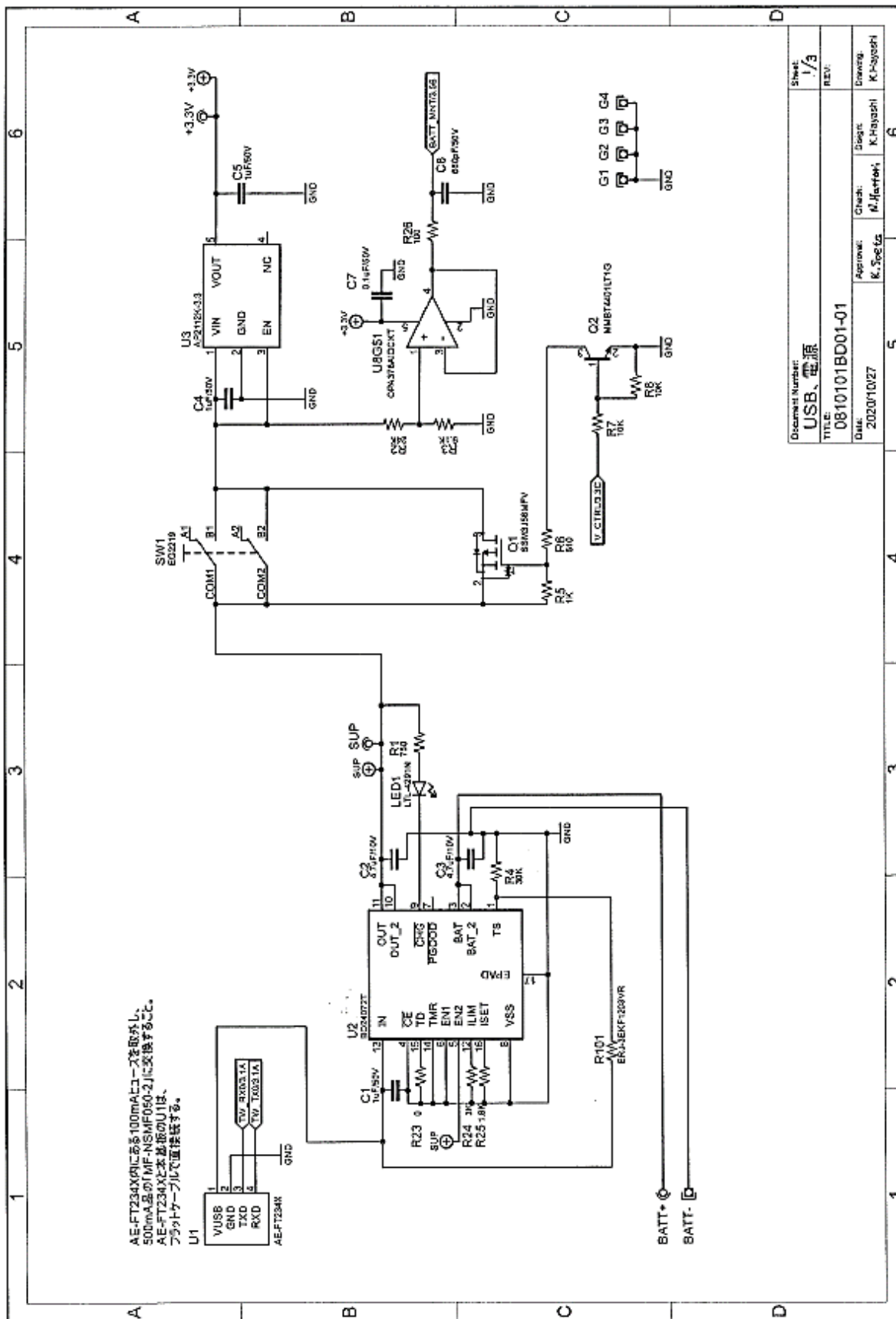
#### ②バッテリ充電時間

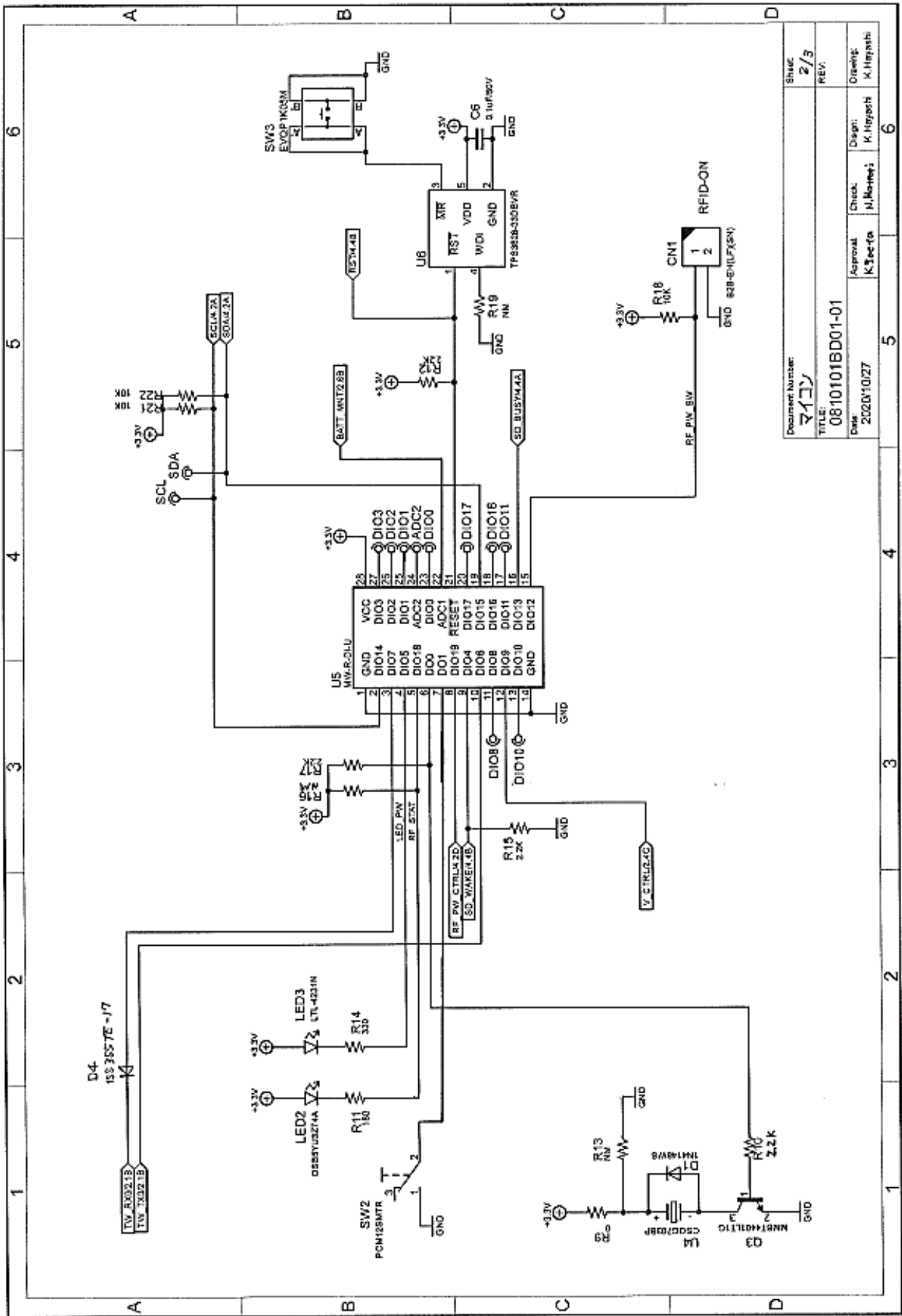
バッテリが切れた状態から	: 約 3 時間
--------------	----------

(2) 本体写真

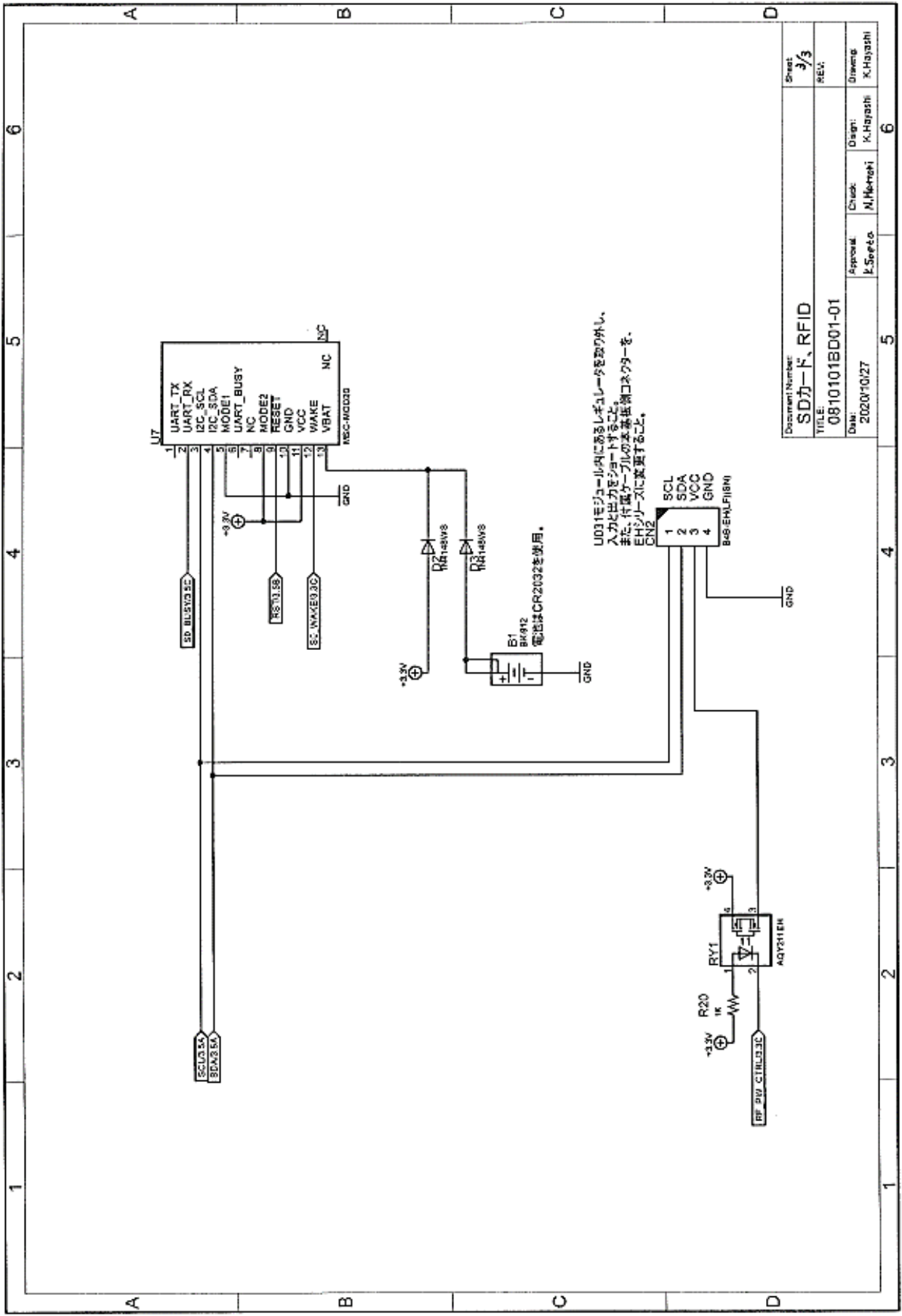


(3) 回路図





Document Number:	マイコン	Sheet	2/3
TITLE:	0810101BD01-01	REV:	
Date:	202010/27	Approval:	K. Hayashi
Check:	N. Naito	Design:	K. Hayashi



U031モジュール内にあるレギュレータを取り外し、  
 入力出力をショートすること。  
 また、付属ケーブルの基板接続コネクタを、  
 EHシリーズに変更すること。

電池はCR2032を使用。

Document Number:	Sheet			
SDカード、RFID	3/3			
TITLE	REV:			
0810101BD01-01				
Date:	Appoval	Check	Design	Drawng
2020/10/27	K.Suzuki	M.Hiroshi	K.Hayashi	K.Hayashi

### 3. 通信仕様（受信機・パソコン間）

#### 1) 接続方法

受信機はパソコンと USB ケーブルにて接続しシリアル通信を行う（USB・シリアル変換を行う）。パソコンは仮想 COM ポートとして認識する。

#### 2) 通信プロトコル

##### (1) データフォーマット

データフォーマットは、下記構成を使用する。

- ①半二重 NRZ 方式/調歩同期式
- ②LSB ファースト方式
- ③信号レベル正理論
- ④通信レート 115,2000bps
- ⑤ビット構成
  - ・スタートビット：1 ビット
  - ・データ長：8 ビット
  - ・ストップビット：1 ビット
  - ・パリティ：なし

##### (2) メッセージ構成

通信メッセージ構成は、下記構成を使用する。

###### ①STX

電文の開始コード 0x02

###### ②LEN

受信電文のバイト数 CMD~ETX までのバイト数

0x11223344 の時 ⇒ 0x11, 0x22, 0x33, 0x44 の順で送付

###### ③CMD

電文の種別

###### ④DATA

CMD 毎に異なるデータ

###### ⑤BCC

CMD~DATA の最後まで排他的論理和（EX-OR）した値

###### ⑥EXT

電文の終了コード 0x03



### (3) コマンド種別

パソコンからのコマンド一覧と各コマンドの詳細を以下に示す。

※返信タイムアウトは1秒とする。

#### ■コマンド一覧表

コマンド	詳細
S	パソコンの日時をモジュールに設定
G	モジュールの日時情報を取得
N	ファイル名一覧を取得
R	ファイルの内容を取得
D	ファイルの削除
Z	省電力モードを設定

#### ■各コマンドの詳細

【コマンド】	S
【動作】	モジュールの日時を設定する
【解説】	パソコンの日時をモジュール側の日時に設定する
【引数】	「YYYY/MM/DD_HH:mm:ss」形式の文字列
【戻り値】	CMD部 成功: ACK 失敗: NAK
	DATA部 成功: なし 失敗: なし

【コマンド】	G
【動作】	モジュールの日時を取得
【解説】	モジュール側の日時を取得する
【引数】	なし
【戻り値】	CMD部 成功: ACK 失敗: NAK
	DATA部 成功: YYYY/MM/DD_HH:mm:ss 失敗: なし

【コマンド】	N
【動作】	ファイル名のリストを取得
【解説】	モジュール側のファイル名一覧を取得
【引数】	なし
【戻り値】	CMD部 成功: ACK 失敗: NAK
	DATA部 成功: ファイル名 失敗: なし
	*複数のファイルが有る場合は、「ファイル名:」を連続する。(15バイト)
	*ファイル名の区切り文字は” : ” (コロン)とする。

【コマンド】	R
【動作】	ファイルの内容を取得
【解説】	指定したファイル名の内容を取得
【引数】	ファイル名
【戻り値】	CMD部 成功: ACK 失敗: NAK
	DATA部 成功: ファイルの全内容 失敗: なし

【コマンド】	D
【動作】	ファイルを削除
【解説】	指定したファイル名のファイルを削除
【引数】	ファイル名
【戻り値】	CMD部 成功：ACK 失敗：NAK
	DATA部 成功：なし 失敗：なし

【コマンド】	Z
【動作】	省電力モードを設定
【解説】	省電力モードへ移行する
【引数】	無し
【戻り値】	CMD部 成功：ACK 失敗：NAK
	DATA部 成功：なし 失敗：なし

#### 4. ファイル取得ソフト

##### 1) 概要

###### (1) 開発環境

下記にソフトウェア開発環境を示す.

###### ① OS

- ・ メーカー : Microsoft
- ・ OS : Windows10 (64bit)

###### ② 開発言語

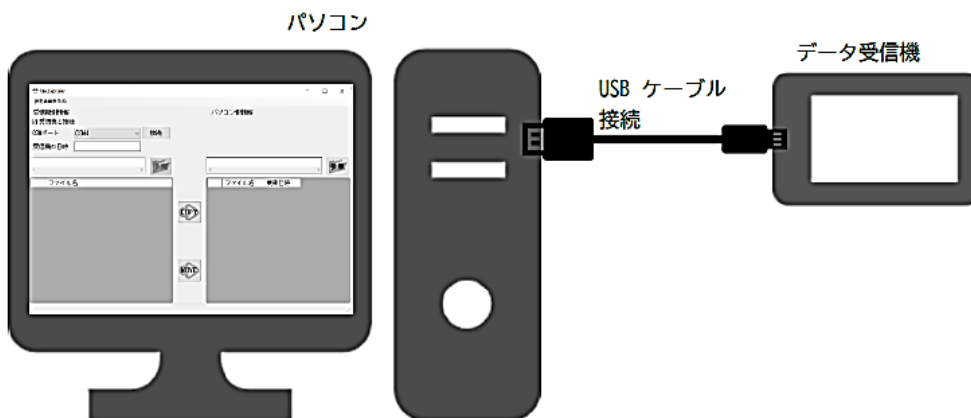
C#言語による開発

###### ③ 開発ツール

- ・ コンパイラ : Microsoft Visual Studio 2017
- ・ フレームワーク : Net Framework 4.6.1

##### 2) システム構成

下記にシステム構成図を示す.



##### 3) ソフトウェア制御

###### (1) シリアル通信設定

以下のパラメータが初期値となる.

- ① 通信速度 (Baud Rate) : 115,200bps
- ② データ長 (Data Bits) : 8bit
- ③ パリティ (Parity) : なし
- ④ ストップビット (Stop Bits) : 1 (One)

## (2) ソフトウェア機能

以下の機能を有する。

### ①受信機との通信機能（本ソフト終了時に自動切断）

- ・ COM ポートの選択通信が可能
- ・ 受信機側日時の自動設定（通信開始時にパソコンの日時と同期させる）
- ・ 通信中は受信機側の日時を表示
- ・ 受信機側のファイル一覧を表示

### ②受信機 SD カードの指定機能（受信機の SD カードを直接パソコンで使用する場合）

- ・ 受信機の SD カード（フォルダ）の指定が可能
- ・ 指定フォルダの一覧を表示

### ③ファイルを保存する PC 側のフォルダの指定機能

- ・ ファイルの保存先の指定が可能

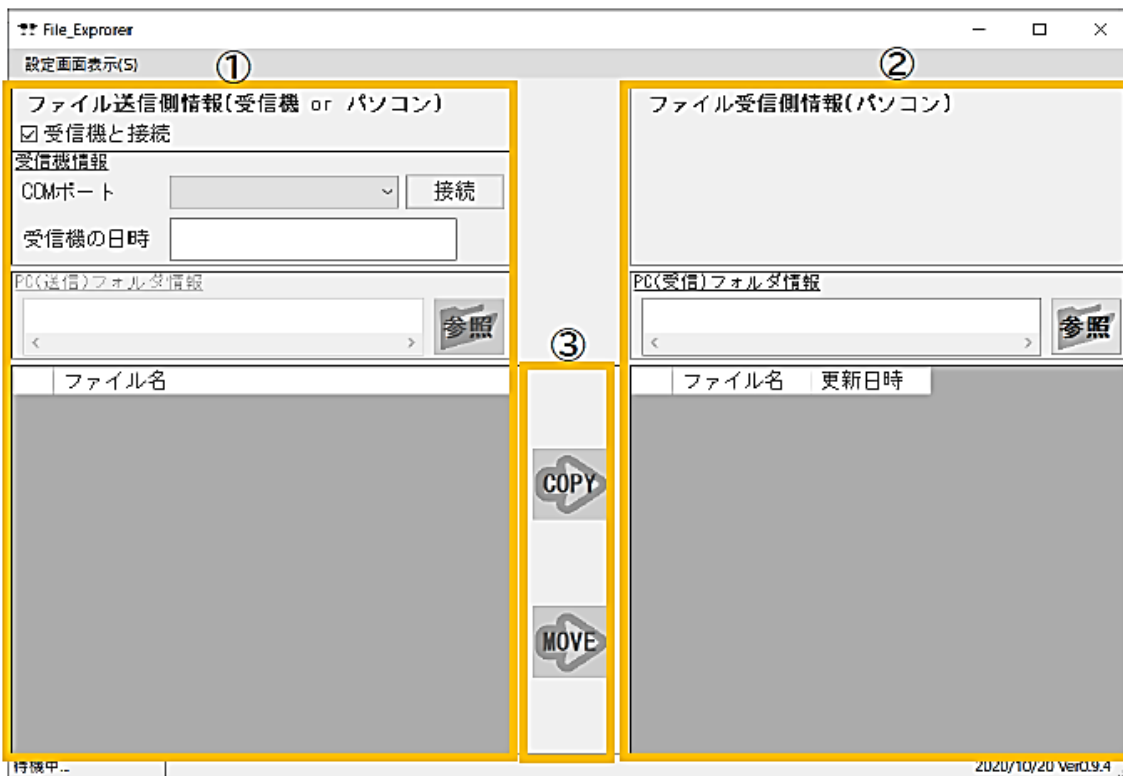
### ④指定フォルダのファイル一覧表示

### ⑤ファイルのコピーと移動機能

- ・ 受信機側のファイル一覧から指定したファイルのコピーまたは移動が可能

※PC への保存は BIN ファイルを xlsx ファイルに変換して保存する

## (3) メイン画面構成



①送信側の情報表示エリア

- ・ファイル取得元の指定（受信機の SD カードまたは、PC のフォルダ）
- ・受信機と通信する際の COM ポート選択
- ・受信機に設定されている日時情報の表示（受信機と接続されている場合 3 秒毎に更新）
- ・PC のフォルダ選択
- ・受信機内、または PC に保存されているファイル名を一覧表示

②受信側の情報表示エリア

- ・データ保存フォルダの選択
- ・データ保存フォルダ内のファイル名一覧表示

③ファイル操作ボタン表示エリア

- ・選択ファイルのコピーボタン
- ・選択ファイルの移動ボタン

4) ファイル取得の流れ

(1) ソフトウェア起動前の準備

- ①受信機または SD カードをパソコンと接続
- ②受信機の COM ポートを確認

(2) ソフトウェアを起動



(3) データ取得方法の選択

- ①受信機からデータを取得する場合
  - ・「受信機と接続」にチェックを入れる
  - ・COM ポートを選択する

ファイル送信側情報(受信機 or パソコン)	
<input checked="" type="checkbox"/> 受信機と接続	
受信機情報	
COMポート	<input type="text" value="COM5"/> 接続
受信機の日時	<input type="text" value="COM5"/>

ファイル送信側情報(受信機 or パソコン)	
<input checked="" type="checkbox"/> 受信機と接続	
受信機情報	
COMポート	<input type="text" value="COM5"/> 接続
受信機の日時	<input type="text"/>

- ・「接続」ボタンをクリック

- ・接続完了で、「受信機の日時」欄が表示され、さらに「ファイル名」欄に看護データ一覧が表示される

<b>ファイル送信側情報(受信機 or パソコン)</b> <input checked="" type="checkbox"/> 受信機と接続	
<b>受信機情報</b> COMポート <input type="text" value="COM5"/> <input type="button" value="接続中"/>	
受信機の日時 <input type="text" value="2020/12/07 11:50:25"/>	
<b>PC(送信)フォルダ情報</b> <input type="text"/> <input type="button" value="参照"/>	
	<b>ファイル名</b>
▶ 1	202563B_2020120419.BIN
2	202563B_2020120417.BIN
3	202563B_2020120418.BIN

②SD カードからデータを取得する場合

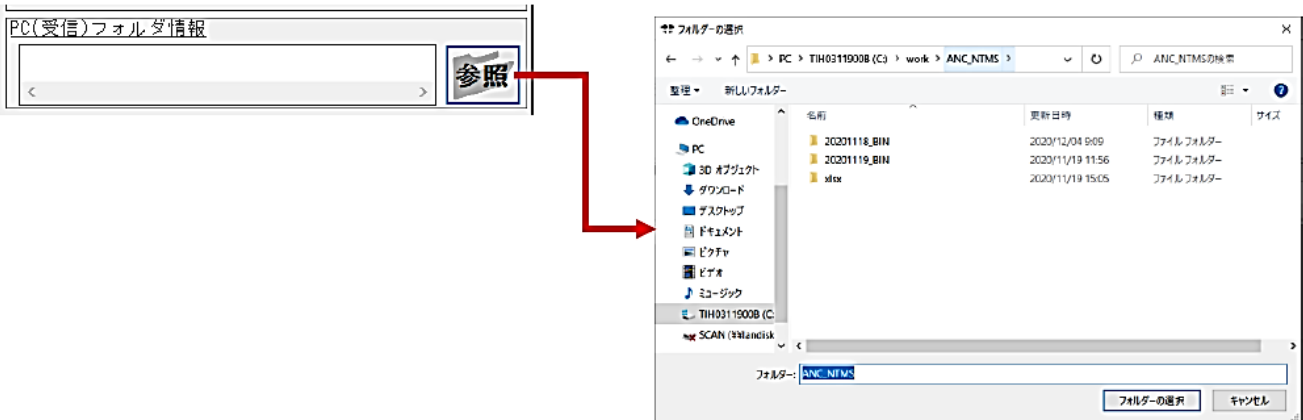
- ・「受信機と接続」のチェックを外す
- ・「参照」ボタンをクリック
- ・看護データが格納された SD カードのフォルダを選択



- ・「ファイル名」に看護データ一覧が表示される



- ・「参照」ボタンをクリックパソコン側のデータ格納フォルダを選択



- ・コピーまたは移動を実施するファイルの選択


	ファイル名
1	202563B_2020120419.BIN
▶ 2	202563B_2020120417.BIN
3	202563B_2020120418.BIN


- ・「COPY」ボタンまたは「MOVE」ボタンをクリックしデータ転送





- 完了ダイアログが表示されデータ転送が完了

「COPY」の場				
	ファイル名		ファイル名	更新日時
▶ 1	202563B_2020120419.BIN		▶ 1	202563B_2020120417.xlsx 2020/12/07 11:02
2	202563B_2020120417.BIN		2	202563B_2020120419.xlsx 2020/12/07 11:02
3	202563B_2020120418.BIN			

「MOVE」の場				
	ファイル名		ファイル名	更新日時
▶ 1	202563B_2020120418.BIN		▶ 1	202563B_2020120417.xlsx 2020/12/07 11:03
			2	202563B_2020120419.xlsx 2020/12/07 11:03

## 5. 看護時間出力ソフト

### 1) 概要

#### (1) 開発環境

下記にソフトウェア開発環境を示す

##### ①開発環境

- ・メーカー：Microsoft
- ・OS：Windows10（64bit）

##### ②開発言語

- ・C#言語による開発

##### ③開発ツール

- ・コンパイラ：Microsoft Visual Studio 2017
- ・フレームワーク：.Net Framework 4.6.1

### 2) システム構成

下記にシステム構成図を示す。



### 3) ソフトウェア機能

#### (1) ソフトウェア機能

本ソフトウェアは、看護時間データ（EXCEL ファイル）から、指定された条件に基づき看護時間のチャートを EXCEL ファイルで作成する。以下の機能を有する。

##### ①一日毎の時間チャートファイルを出力

- ・ファイル出力先の指定が可能
- ・集計日毎にシートが作成される
- ・受信機 ID 毎にタグ ID の時間チャート出力が可能
- ・タグ ID 毎に受信機 ID の時間チャート出力が可能
- ・電波強度で色分けしたチャート出力が可能

##### ②使用する看護時間データの指定

- ・ファイル単位での指定が可能
- ・フォルダ単位での指定が可能
- ・指定した看護データファイルの一覧を表示し、一覧から指定ファイルの除外が可能

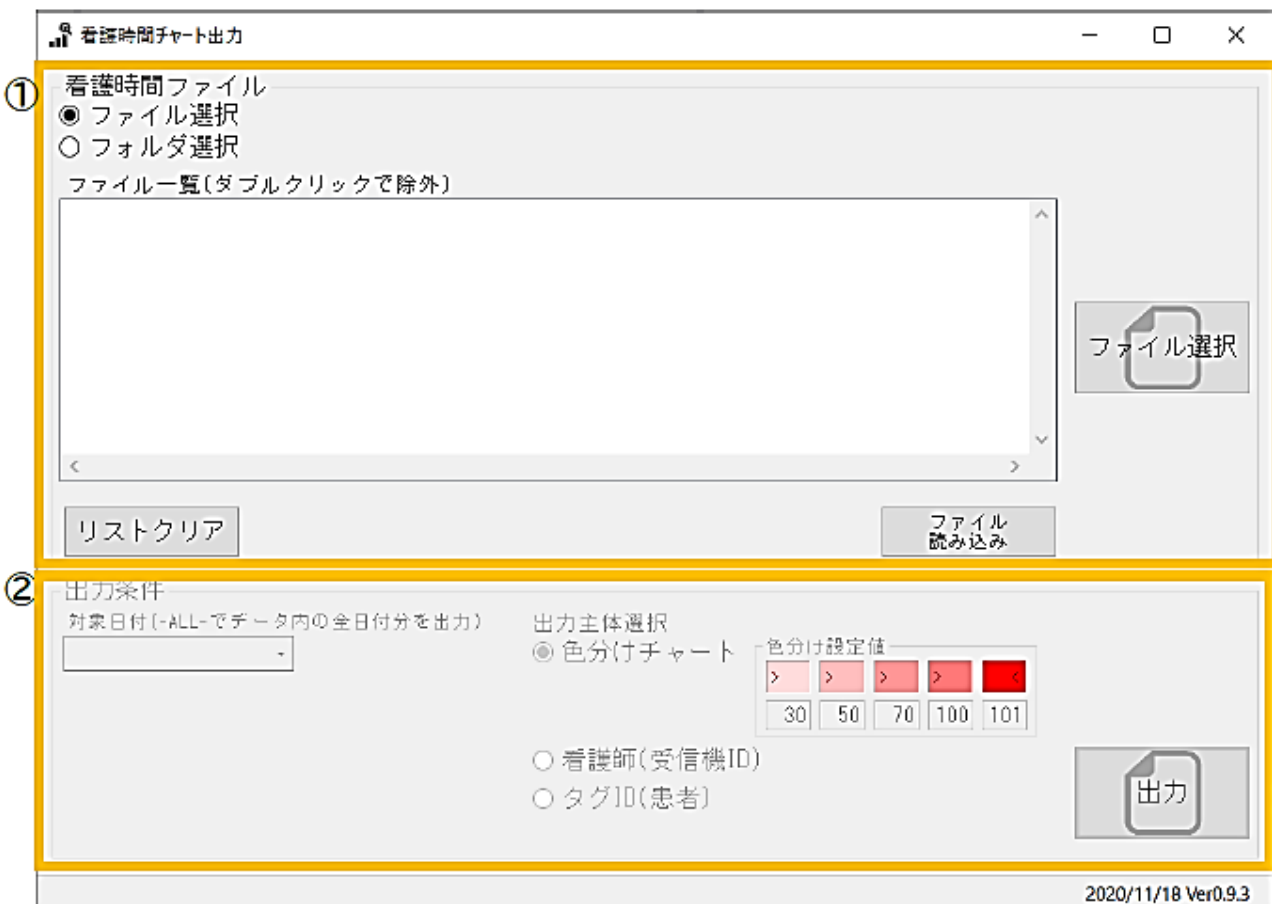
##### ③時間チャート出力条件の指定

- ・全データ出力が可能
- ・指定した日付データでの出力が可能

##### ④出力主体（基準軸）の指定

- ・すべての受信データを使用して電波強度をもとに色分けされたチャートを表示できる。電波強度は1分毎の平均値を使用する。平均値が電波強度閾値（設定ファイル内）の設定値以上のデータが出力対象となる（電波強度の低いデータを除外でき、データクレンジングができる）。
- ・看護師（受信機 ID）を主軸とし、受信機 ID に紐づけされたタグ ID データを表示することができる（看護師がどの患者とどの程度接触しているかがわかる）。RFID の受信時刻をキーとしてデータを表示する。
- ・患者（タグ ID）を主軸とし、タグ ID に紐づけされた受信機 ID データを表示することができる（患者がどの看護師とどの程度接触しているかがわかる）。RFID の受信時刻をキーとしてデータを表示する。

## (2) メイン画面構成



### ① 看護時間ファイル表示エリア

- ・ファイル，フォルダ選択の指定
- ・選択ファイル（選択フォルダ内のファイル）一覧を表示
- ・ファイル選択，フォルダ選択ダイアログの表示ボタン

※ファイル，フォルダ選択の指定状態によりボタンアイコンが変化する



- ・一覧表示されたファイルからデータの読み込みを行うボタン
- ※ファイル内のデータを読み込み後，出力条件選択が可能になる
- ・一覧表示されたファイルをクリアするボタン

### ② 出力条件表示エリア

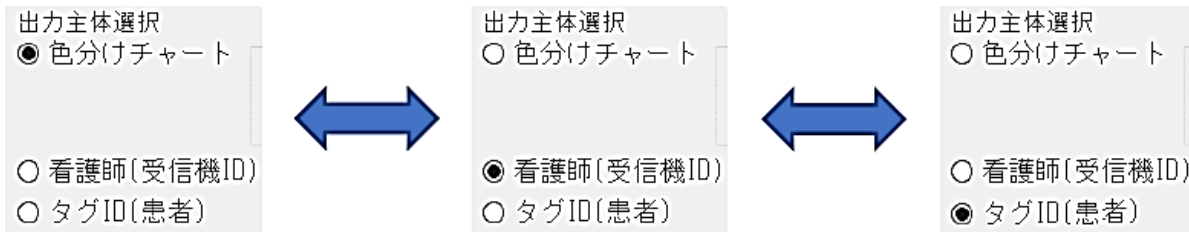
- ・対象日付（全日付を対象とする場合は「-ALL-」を選択する）

対象日付(-ALL-でデータ内の全日付分を出力)

-ALL-  
2020/10/01

・出力主体選択，色分け設定値

※色分けチャート選択時は，色分け設定値の変更が可能となる



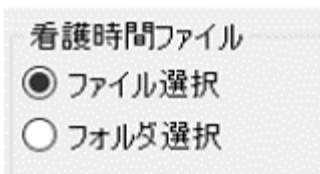
・出力ボタン

※出力先選択ダイアログが表示され，ファイルが出力される。

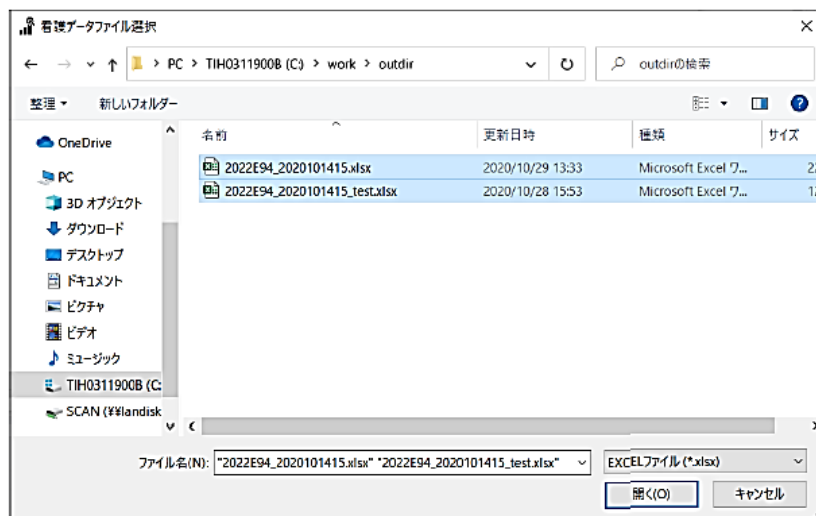
### (3) チャートファイル出力の流れ

#### ① 対象ファイルの選択

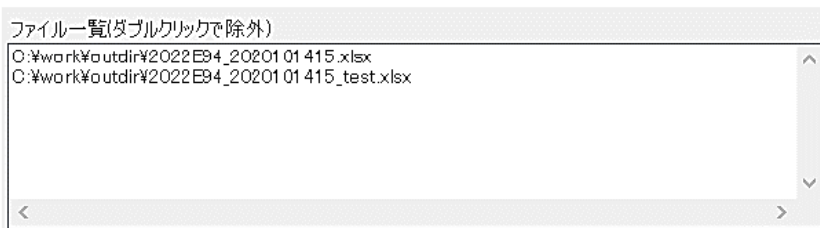
・メイン画面の「ファイル選択」にチェックを入れる



・「ファイル選択」ボタンをクリックし，ファイル選択ダイアログを表示する

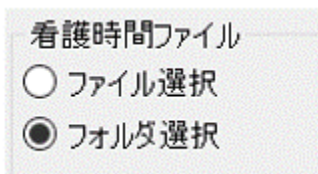


- ・ 選択された対象ファイルが一覧に表示される

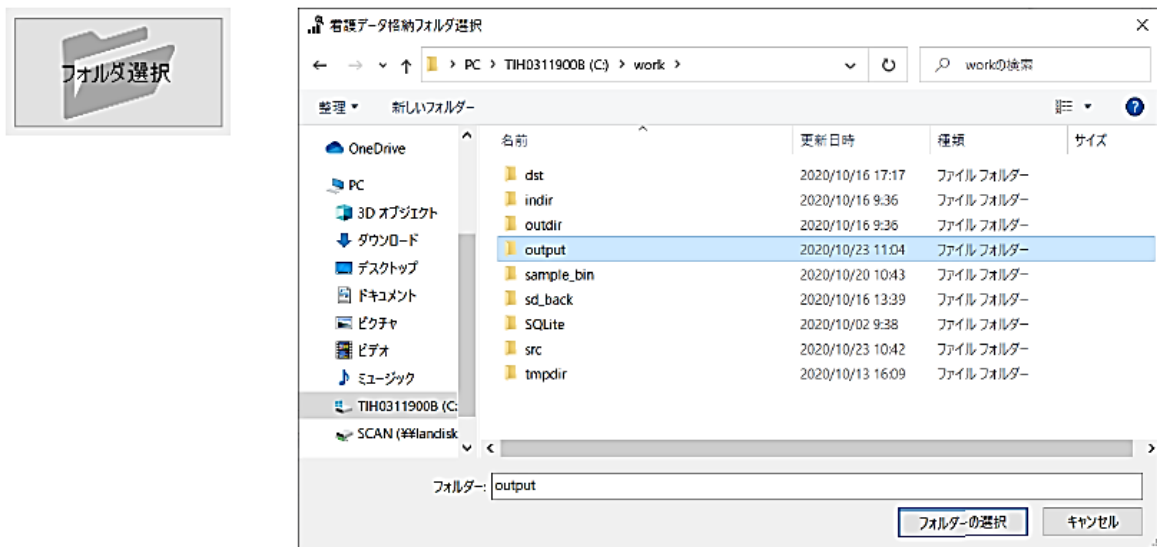


## ② 対象フォルダの選択

- ・ メイン画面の「フォルダ選択」にチェックを入れる



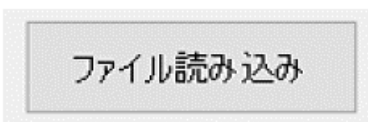
- ・ 「フォルダ選択」ボタンをクリックし、フォルダ選択ダイアログを表示する



- ・ 対象フォルダを選択するとフォルダ内のファイルが一覧に表示される

## ③ 対象ファイルの内容を取得する

- ・ 「ファイル読み込み」ボタンをクリックする



#### ④ 出力条件を選択する

- ・ 出力対象の日付を選択する

対象日付(-ALL-でデータ内の全日付分を出力)

- ・ 出力主体を選択する

出力主体選択

色分けチャート

看護師(受信機ID)

タグID(患者)

Or

出力主体選択

色分けチャート

看護師(受信機ID)

タグID(患者)

Or

出力主体選択

色分けチャート

看護師(受信機ID)

タグID(患者)

#### ⑤ 色分け設定値の設定

色分け設定値

>	>	>	>	<	← 閾値に対応する表示色
30	50	70	100	101	← 閾値(～30, 31～50、51～70、71～100、101～)

- ・ 閾値の設定

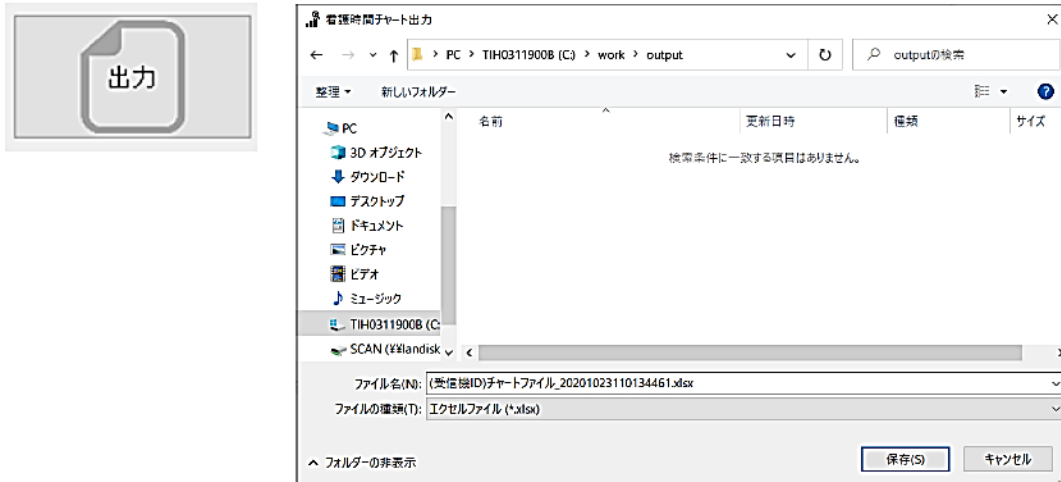
閾値が入力されているテキストボックスをクリックし値を入力することで閾値が設定される

- ・ 表示色の設定

「色の設定」ダイアログから色を選択し、OK ボタンをクリックすることで表示色を設定できる。基本色以外を表示する場合は、「色の作成」ボタンから RGB 値を入力することで設定が可能

## ⑥チャートファイルの出力

- ・「出力」ボタンをクリックしてファイル保存ダイアログを表示



- ・出力フォルダを選択し、ファイル名を入力する
- ・ダイアログの「保存」ボタンをクリックすることで出力ファイルが作成される

## (4) 出力チャートについて

### ①色分けチャート

受信機 ID 毎の Zigbee ID に対する電波強度により色分けされた、受信時間のチャート  
 ※電波強度閾値の設定値以上のデータのみが対象として表示される

#### (ア) 集計日

\*集計対象日が表示される(0:00~23:59)

\*集計日毎に別シートで出力される

#### (イ) 受信機 ID

\*基準となる受信機の ID

\*受信機 ID 毎に別シートで出力される

#### (ウ) ZigBeeID の受信時間の合計と電波強度毎のまとめ

\*色分け設定値に基づいた配色で表示される

\*合計時間は ZigBeeID 全体の合計

#### (エ) 受信機 ID に対する ZigBeeID 毎の時間分布と受信電波強度

\*色付き帯が電波受信時間(分解能:1分)

\*色分け設定値に基づいた配色で表示される(1分毎の電波強度平均値をもとに配色)

1	集計日	2020/11/18										
2	受信機 ID	82022E94										
3	ZigBeeID	計	:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:
4	30	08:38:00										
5	50	1,03:44:00										
6	70	18:10:00										
7	100											
8	101											
9	810D7861	9:06:00										
10	810D9E17	9:02:00										
11	810DA264	9:06:00										
12	810DA6F2	9:06:00										
13	810DAC33	9:06:00										
14	810DAD0D	9:06:00										



## ②RFID 受信リスト

①の色分けチャートに対する RFID の受信回数と受信時刻のリスト. 色分けチャートファイル毎に別シートで出力される. 受信機 ID, RFID, Zigbee ID, 受信回数, 受信時刻の項目が出力される.

	A	B	C	D	E
1	受信機ID	RFID	ZigBeelID	受信回数	受信時刻
2	82022E94	60264B2B	810DA6F2	2回	2020/11/18 13:05:56
3					2020/11/18 13:37:08
4	82022E94	B280E5AB	810DAC33	2回	2020/11/18 13:10:52
5					2020/11/18 13:42:22
6	82022E94	D051046B	810DAD0D	2回	2020/11/18 13:16:04
7					2020/11/18 13:47:34
8	82022E94	92474B2B	810D7861	2回	2020/11/18 13:21:20
9					2020/11/18 13:52:44
10	82022E94	0A694529	810DA264	2回	2020/11/18 13:26:38
11					2020/11/18 13:58:00
12	82022E94	BA03E13F	810D9E17	1回	2020/11/18 13:31:54

## ③看護師 (受信機 ID) 主体のチャート

看護師毎の患者に対する看護時間のチャート. RFID の受信が計測開始のトリガーとなり, 計測開始後に別の RFID を受信した場合, または電波強度が一定時間閾値以下の場合に測定終了となる.

### (ア) 集計日

- \*集計対象日が表示される(0:00~23:59)
- \*集計日毎に別シートで出力される

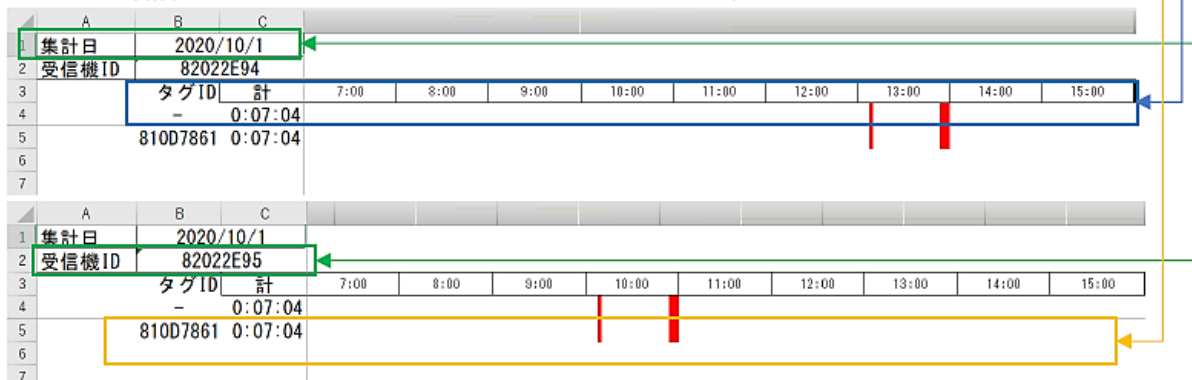
### (イ) 受信機 ID

- \*基準となる受信機の ID
- \*受信機 ID 毎に別シートで出力される

### (ウ) タグ ID の看護時間の合計と時間分布のまとめ

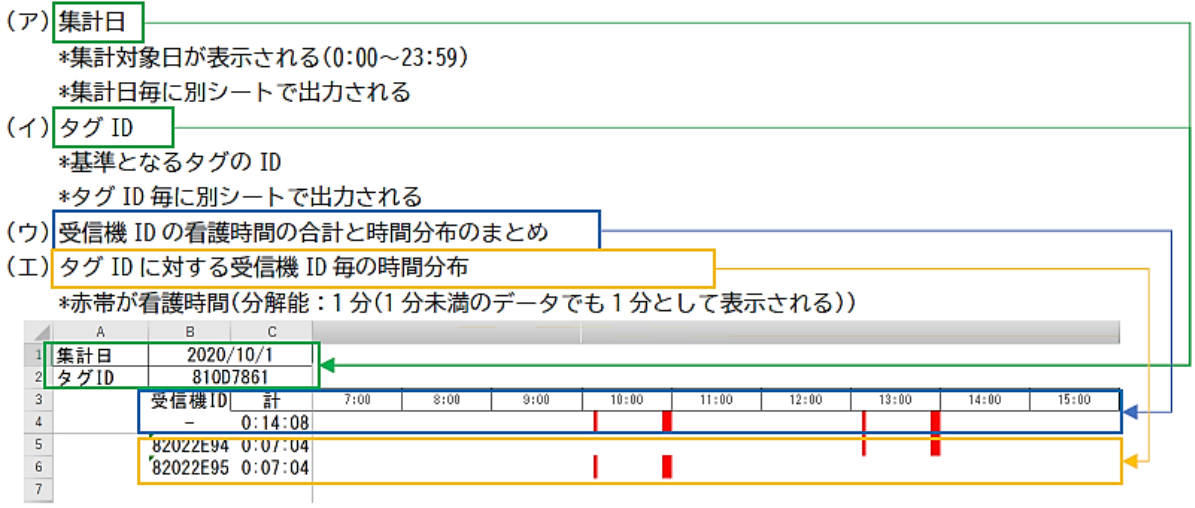
### (エ) 受信機 ID に対するタグ ID 毎の時間分布

- \*赤帯が看護時間(分解能:1分(1分未満のデータでも1分として表示される))



④患者（Zigbee タグ ID）主体のチャート

患者に対する看護師の看護時間のチャート．RFID の受信が計測開始のトリガーとなり，計測開始後に別の RFID を受信した場合，または電波強度が一定時間閾値以下の場合に測定終了となる．



本資料は委託開発依頼先である株式会社アド・ソアー，郡山 R&D センター提供の資料に基づき作成しております．