

横浜市会 講演

2019/2/14

横浜市立大学附属病院 集中治療部
日本集中治療医学会 遠隔ICU委員会 委員長

アウトライン

- Tele-ICUとは
- 日本集中治療医学会 遠隔ICU委員会による調査研究
- 来年度の横浜市におけるTele-ICU構想
- 日本の急性期医療における課題
- 関連する医療機器開発の現状
- 未来の急性期医療のあり方

アウトライン

- Tele-ICUとは
- 日本集中治療医学会 遠隔ICU委員会による調査研究
- 来年度の横浜市におけるTele-ICU構想
- 日本の急性期医療における課題
- 関連する医療機器開発の現状
- 未来の急性期医療のあり方

項目：働き方改革・人づくり革命・生産性革命

(医療分野における生産性向上の推進) 24 億円

中心的な ICU で複数の ICU の患者モニタリングを行う Tele-ICU 体制整備に対する支援を行う。

5.5 億円の補助金概算要求

経済

フォローする

集中治療室の患者、遠隔で診療支援 質高め医療費抑制

厚生労働省、中核病院の専門医とネットワーク

2018年9月17日 1:31 [有料会員限定]

厚生労働省は複数の集中治療室（ICU）と中核となる病院をつなげ、遠隔で診療を支援する仕組みづくりに乗り出す。電子カルテや血圧など患者の状態が分かるデータを中核施設に送り、専門の医師がそれぞれの ICU に助言する。先行する米国では医療の質が向上し、在院日数が3割程度減ったとされる。国内で導入が進めば、40兆円を越す国民医療費の伸びの抑制につながりそうだ。



第5回 働き方改革検討委員会 議事録 (2017.12.22)の中で、Tele-ICUについてのコメントがされ、注目を浴び出しました。

- 山本構成員 最近、アメリカでは今度はテレICUといって、現場ではなくて数カ所のICUを一括で1カ所で集中管理をして、そこにICUのドクターがいて、そこから現場にいる、恐らくPAに指示を出して管理するということが大分行われてきて、最近、アメリカのICUで、アメリカが夜の時間はオーストラリアでそれをコントロールするということも始まっていると聞いています。こういうところは、特にICUみたいに、かなり重症患者を診て、なおかつ手間もかかる。それから、各病院がばらばらに持っているものを、それぞれにICUの専門医の張りつけはとても大変なことです。例えば、千葉県だったらどこか1カ所でやるとか、そういうことは実際問題として可能ではないかと思えます。あとは現場が、誰がそこを管理する、実際に運用するのかというところを、例えば、PA (Physician Assistant) を入れるとかとしてやると、かなり重症な症例に対する管理が効率化されるのではないかと思えます。

第11回 医師の働き方改革に関する検討会 2018.11.9

第9回の議論のまとめ(宿日直について③)

3. 宿日直許可基準の見直し(現代化)に当てはまらない医師について

いただいたご意見の概要

- 「特殊の措置を必要としない軽度の、又は短時間の業務」の例示に合わせて、産科、ICU、三次救急等で宿日直許可とならないものについて、翌日の休養の確保についての議論が必要。

今後の検討の方向性(案)

宿日直許可の対象外の深夜勤務等についても様々な勤務環境改善策を通じて医師の健康確保が図れるよう、翌日の診療体制確保の観点等も考慮しつつ、次回を中心にご議論いただく予定。

※第10回検討会においては、特段のご意見なし。第11回(本日)の議題2. で議論。

※平成30年4月19日 第4回経済財政諮問会議

資料2「2040年を見据えた社会保障改革の課題」(加藤臨時議員提出資料)

医療・介護・福祉サービスの生産性向上に向けて

- 引き続き需要が増加する医療・介護等のサービスを安定的に提供するため、**マンパワーの確保**が課題。
- 一方、生産年齢人口の急速な減少により労働力制約が強まる中で、他の高付加価値産業への人材輩出も考慮すれば、**医療・介護・福祉の専門人材が機能を最大限発揮**することが不可欠。また、2040年までを展望すれば、AI・ロボット・ICTといったテクノロジーが急速に発展。
- このため、健康寿命の延伸に向けた取組に加えて、**医療・介護・福祉サービスの生産性改革**を進める。

従事者の業務分担の見直し・効率的な配置の推進

- 医師の働き方改革を踏まえたタスク・シフティングの推進（モデル事業の実施と全国展開）

（例）「医師の勤務実態及び働き方の意向等に関する調査」によれば、医師の業務のうち、1日当たり47分は他職種への移管やICT等の活用により効率化が可能。

- 介護ロボット活用による特養での効率的な配置の推進（モデル事業の実施と全国展開）

（例）見守り機器導入後、夜間の入所者への訪室回数、巡回等に係る時間が減少。ヒヤリハット・介護事故件数も減少。

- 保育補助者など多様な人材活用による保育業務の効率化

テクノロジーの最大活用

- 医療機関におけるAI・ICT等の活用推進、診断等の質の向上や効率化に資する医療機器等の開発支援

（例）オンライン診療の推進やICTを活用した勤務環境改善（テレICU（複数のICUの集中管理）やタブレット等を用いた予診、診断支援ソフトウェア等）、多職種連携のためのSNS活用の推進 等

- 介護サービス事業所間の連携等に係るICT標準仕様の開発・普及

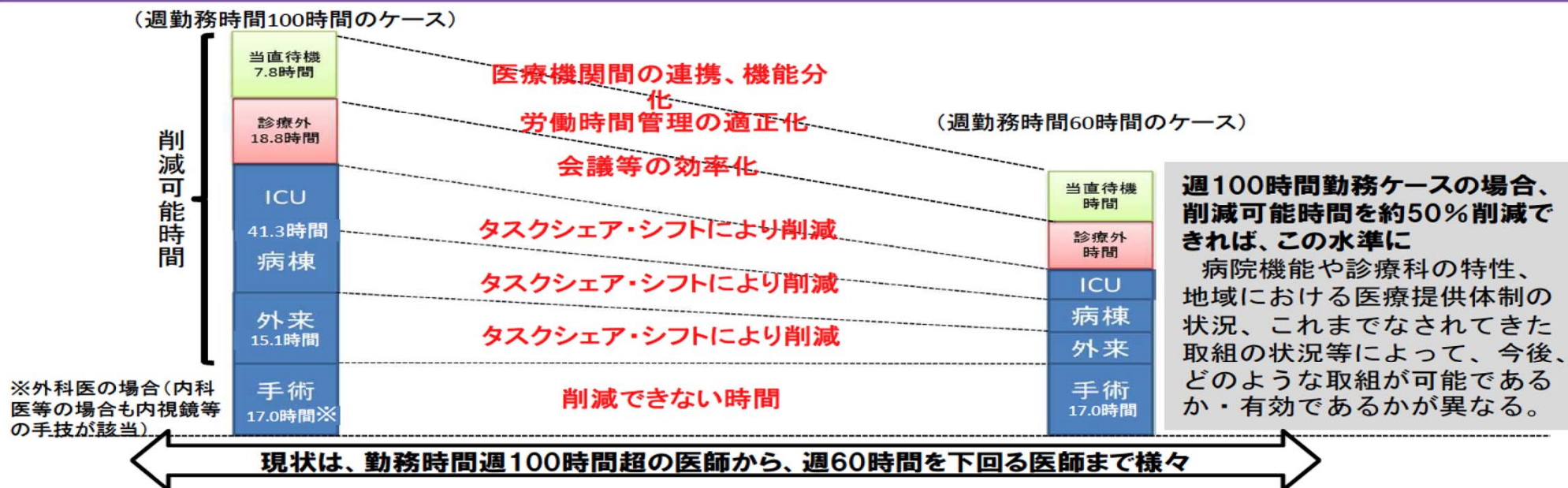
（例）ICT機器導入後、書類作成（ケア記録等の作成や介護報酬請求）に要する時間が減少。

- 保育所等におけるICT化の推進

- 病院長研修など医療機関のマネジメント改革への支援推進
- 介護分野、障害福祉分野における生産性向上ガイドラインの作成・普及
- 保育業務に関するタイムスタディ調査の実施、好事例の収集・横展開

マネジメント改革の支援

医師の労働時間短縮について(イメージ)



時間数イメージ	削減のイメージ(例)	現状、週100時間勤務の場合	現状、週80時間勤務の場合
	病棟・ICU業務の6割を特定行為研修修了看護師、クラーク、集中治療医等と分担	週25時間程度削減	週20時間程度削減
	外来業務の6割を地域の診療所へ紹介・総合診療医と分担等	週9時間程度削減	週7時間程度削減
	2次救急の輪番制導入等により、救急当直日を2分の1にすることで待機時間を半減	週4時間程度削減	週3時間程度削減
	非効率な会議を効率化(週2回・2時間の会議の出席者を半減)	週2時間削減	

※表中の削減可能時間は、平成29年度厚生労働行政推進調査事業費「病院勤務医の勤務実態に関する研究」(研究代表者 国立保健医療科学院種田憲一郎)において実施された「病院勤務医の勤務実態調査(タイムスタディ調査)」結果における勤務時間の内訳を元に、「削減のイメージ(例)」に沿って算出したもの。

ICU

ICUは意識障害、呼吸不全、循環不全、腎不全、凝固障害などの臓器不全により全身状態が悪化した患者さんを治療する場所であり、専門知識や経験を積んだ集中治療医による管理をされる事が望ましい。しかし、日本の集中治療専門医の医師数はまだ少なく、集中治療専門医が管理しているICUは多くはない。

Cloud & AI

Tele-ICUを構築するメリットとして、ICUにおける医療情報のビッグデータ化と利活用が挙げられる。ICUで集積したデータベースを活用して、AIや機械学習によるAIや機械学習による解析を行う事で、プレジジョン・メディシン（予測医療）が推進される事が期待されている。

Global Support Center

遠隔医療は時間的、空間的課題を解決すると言われており、Tele-ICUにおいても遠隔地からのサポートにより、空間的課題を解決する事は可能である。しかし、同じ日本国内で行っている間は、夜間帯のサポートをするセンターも夜間業務となる。ICUにおいては夜間帯への積極的な介入が予後を改善すると言われており、夜間帯の積極的な介入を行うには、タイムゾーン（時差）を用いた管理が必要となる。



Support Center

各施設のICUの情報を集約して一括管理する施設。サポートセンターでは複数患者の情報が集約されているため、診療支援をする患者を選定する事が求められる。米国では1人の看護師が約30人の患者の情報を確認して、合計100人程度のICU患者を看護師3人と医師1人で24時間365日サポートしている。

インターネットを介し、集中治療医が地域の診療をサポートする

Tele-ICUとは複数施設のICUに対してネットワークを用いて連携して診療支援をする治療のモデル。中心となるサポートセンターから24時間365日の監視が可能となる。通常の遠隔診療は1対1が基本であるが、Tele-ICUは複数の医療従事者が複数の患者を監視する点の特徴。

Tele-ICU

日本集中治療医学会 遠隔ICU委員会 (Ad Hoc) 監修

Cloud & AI

病院間通信

病院間の通信には国の定めたガイドラインに準拠する必要がある。通常のインターネット回線に加えて、VPN（仮想専用線）やファイヤウォールを用いてセキュリティを担保する必要がある。また、回線へのアクセスはIDとパスワードを付与されたスタッフに限り、病院間で共有される個人情報の管理は厳格に行われている。

こうした複数の医療機器データが統合されて、同じプラットフォームで表示される事で統合的な判断が可能となる。



他拠点病院ICU

専従する医師がないICUをカバーする事で、医療の質向上や働き方改革に繋がると思われる。そのためには、サポートセンターと他拠点病院ICUの看護師同士で密なコミュニケーションが重要である。

Global Support Center



Real time monitoring

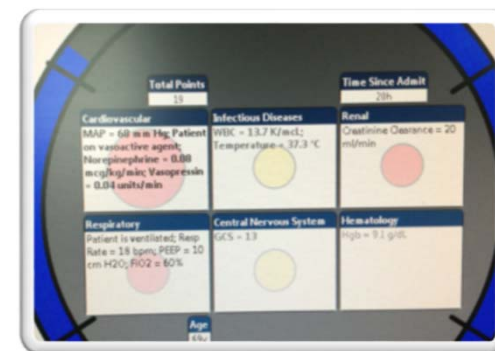
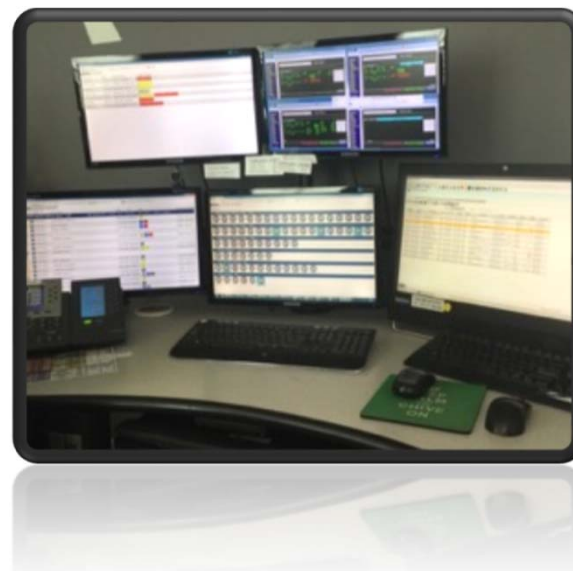
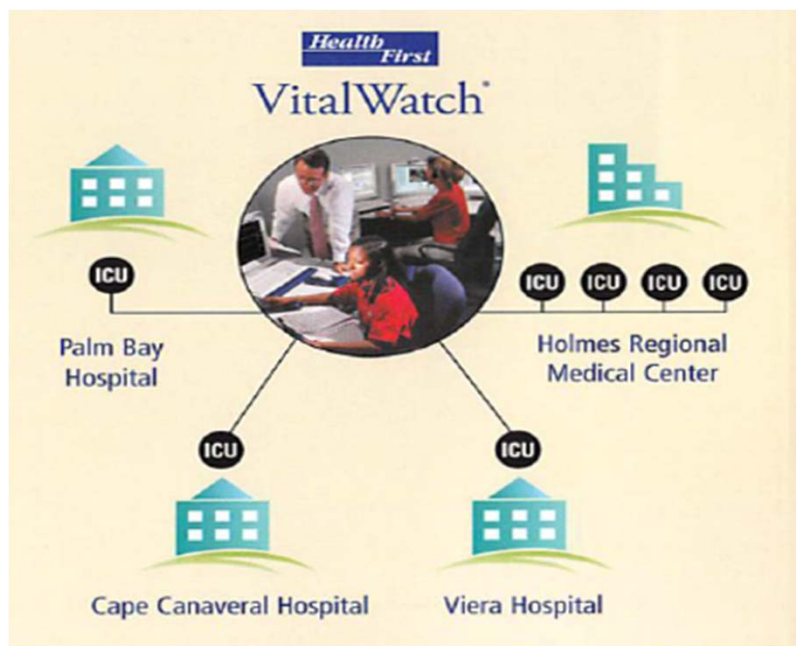
各種医療機器からのデータをリアルタイムに抽出して表示、複数のデータを組み合わせる事で統合的な評価が可能。



米国のTele-ICUとは

指令センターで監視

独自のスコアリングシステム



部門システムを独自のフォーマットに変換

- 各病院の電子カルテ、生体情報、画像情報などをネットワークで繋ぎ、中央の指令センターで監視するシステム
- 24時間 365日 ICUをカバーする。
- 1 勤務3人の看護師と1人の医師が12時間交代で勤務している。
- 集中治療専門医が不在のICUをカバー

基本情報

診断

治療プラン

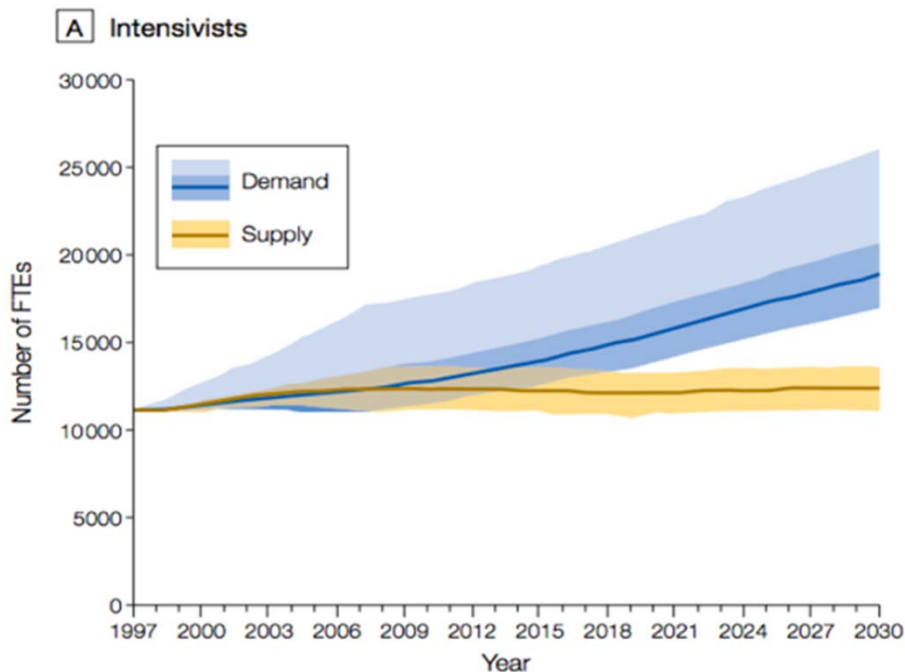
Vital Sign

検査値



臓器別の評価





米国のTele-ICUの分布



ICUへの需要は急速に増えて行く。一方で、ICUへの医療の供給は一定量のままである。2020年には、22%の供給不足となり、2035年には、35%の供給不足が予想される。国策としてICTを医療に取り入れる事を推進し出している。現在、アメリカのICUの20%がTele-ICUを導入している。

- 集中治療専門医がICU診療に深く関与することにより、診療効率、安全性、予後が改善する。JAMA 288:2151-2162,2002
- Tele-ICUはICU死亡率、病院死亡率の低下と関連 Critical Care 2012,16:R127

Tele-ICUとは飛行機の管制塔と同じ仕組みである。

Tele-ICU：コントロールセンターの役割



症例相談



- 管制塔からの多角的な視点でカバーする事で、パイロット（現場の医師）を支援している。
- ヒューマンエラーを最小限にする。
- ダブルチェック機構により質の向上

現場の病院



専門医



現場での勤務とTele-ICUでの勤務を兼務する事で、現場との協力関係を構築



専門医



レジデント

ビデオシステムを用いた患者 診察とコンサルテーション

- バーチャルラウンドにより、**多職種チームを作る**事が可能である。
- 専門家へのコンサルトの際の、**情報伝達がより正確**に伝わる。



ONLINE FIRST

Hospital Mortality, Length of Stay, and Preventable Complications Among Critically Ill Patients Before and After Tele-ICU Reengineering of Critical Care Processes

JAMA. 2011;305(21):2175-2183.

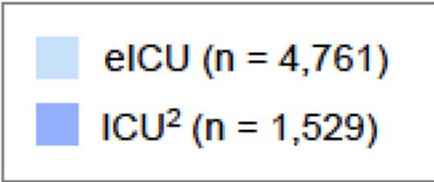
研究方法：前向き観察研究

研究場所：7 ICU (3 内科, 3 外科, 1 循環器)

期間： 2005~2007

患者： 介入前：1526人 Tele-ICU介入後: 4761人

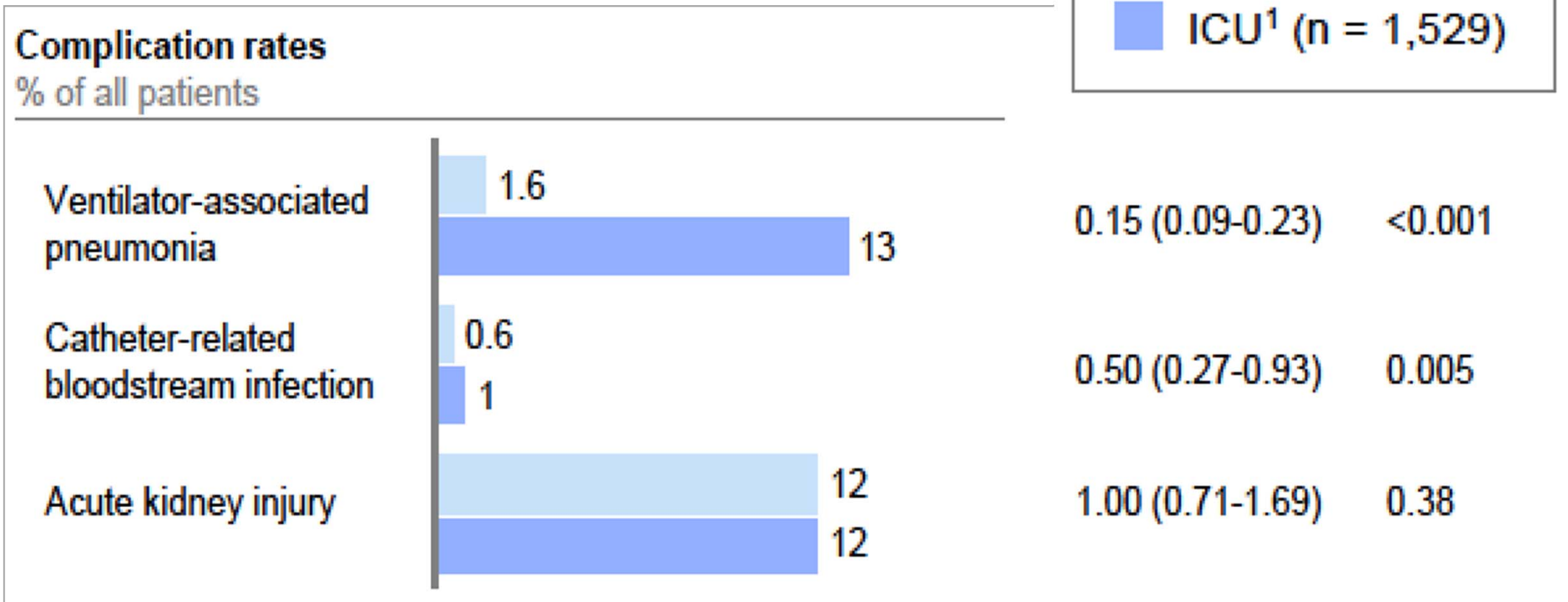
Tele-ICU導入によるプロトコルの遵守率



Rates of best practice adherence % of eligible patients	Adjusted OR ¹ (95% CI)	P value
ストレス潰瘍予防 	4.57 (3.91-5.77)	<0.001
DVT予防 	15.4 (11.3-21.1)	<0.001
循環動態の安定化 	30.7 (19.3-49.2)	<0.001
人工呼吸器関連肺炎の予防 	2.20 (1.79-2.70)	<0.001

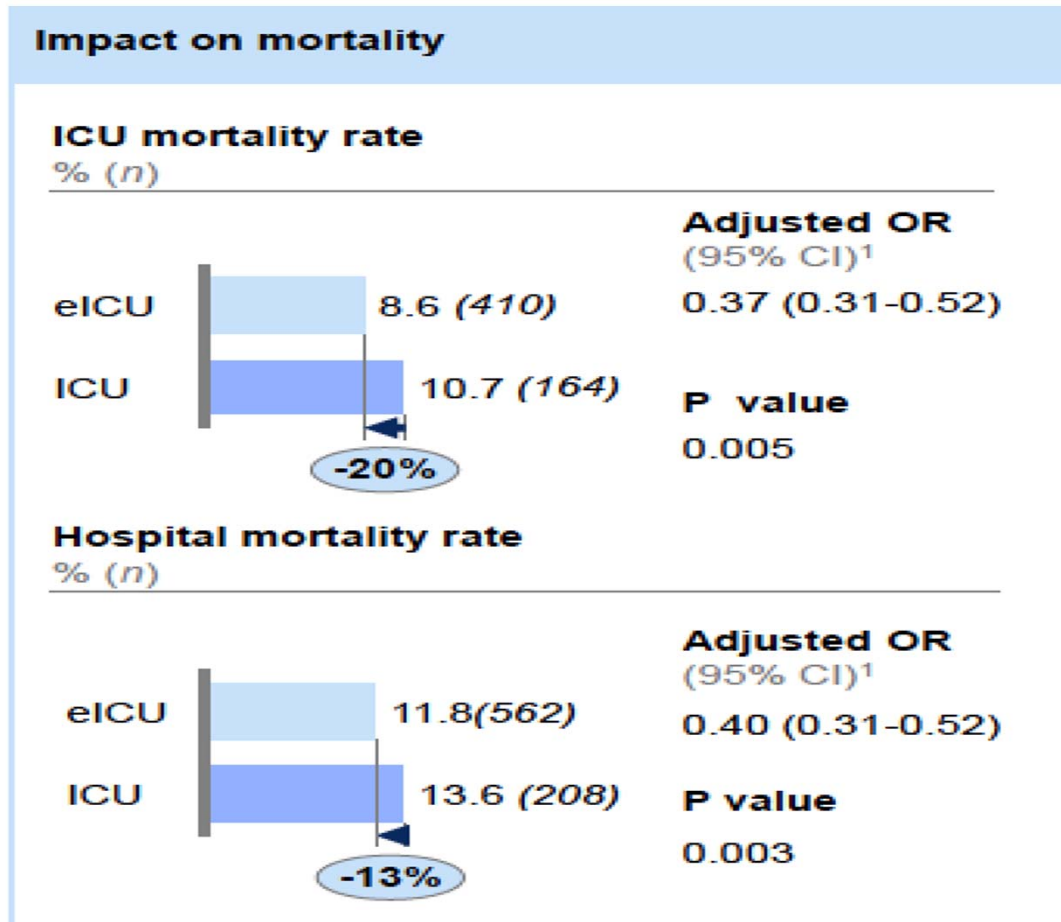
ベストクリニカルプラクティスがしっかり行われた事が予後を改善させた。

ICUにおける合併症について



Tele-ICU導入により、人工呼吸器肺炎が**13%**から**1.6%**に減少した。

Tele-ICU導入による死亡率



Tele-ICUの介入前後を比較
ICU死亡率

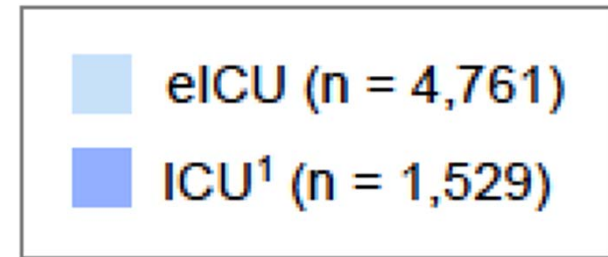
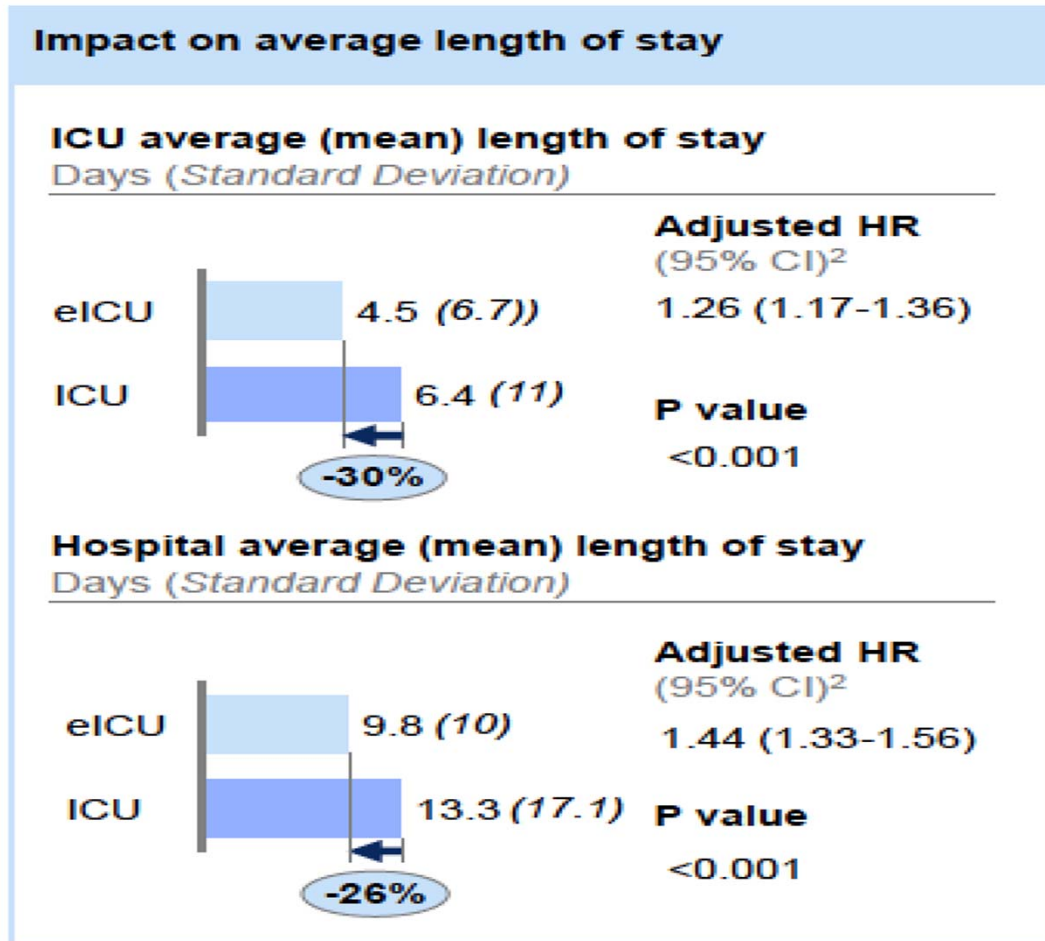
介入前 **10.7 %** 介入後 **8.6 %** に減少

院内死亡率

介入前 **13.6 %** 介入後 **11.8 %** に減少

Tele-ICU導入により、**病院死亡率、ICU死亡率**が改善

Tele-ICU導入による入院日数



Tele-ICUの介入前後を比較

ICU滞在日数

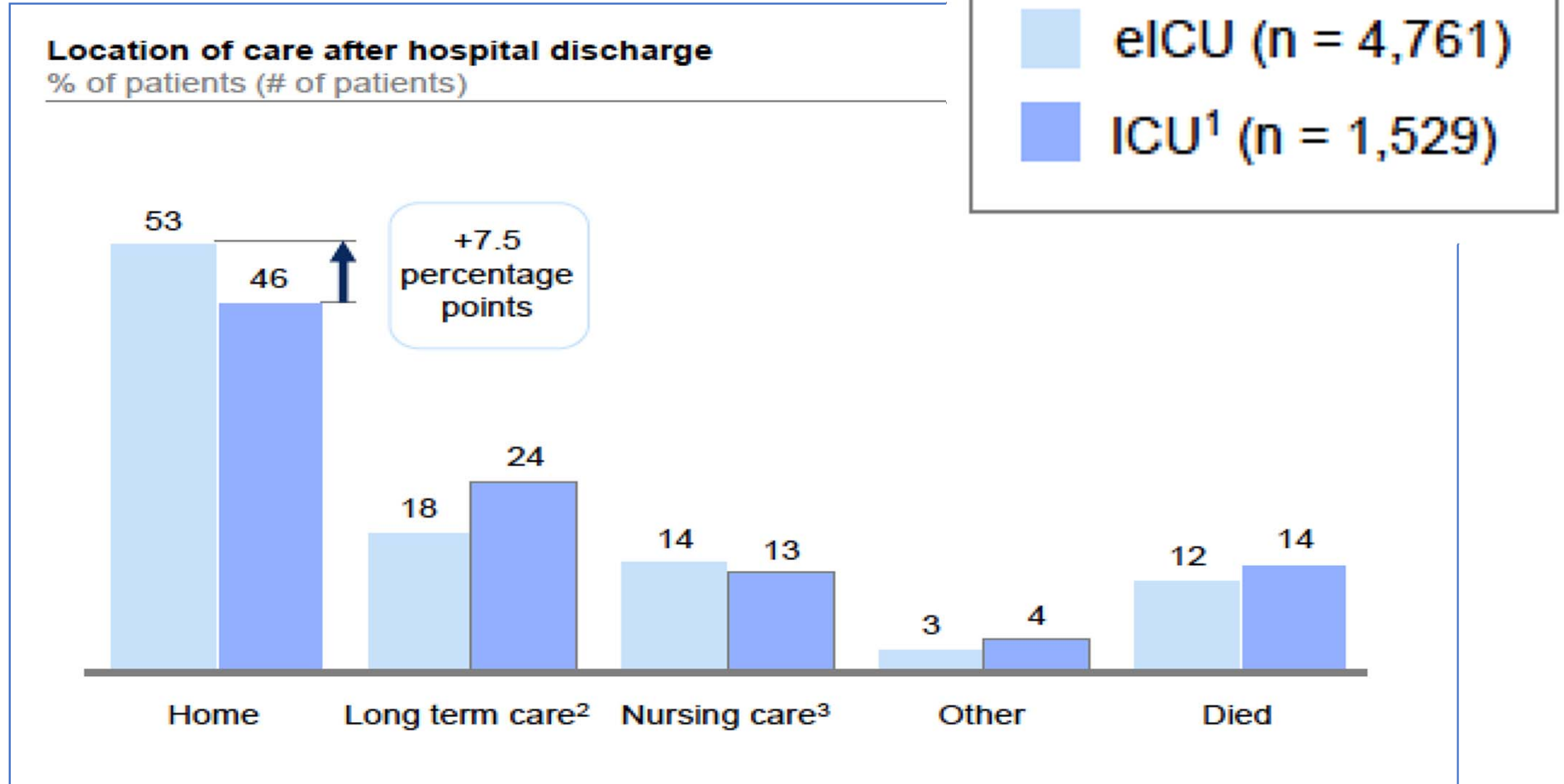
介入前 **6.4日** 介入後 **4.5日** に短縮

病院滞在日数

介入前 **13.3日** 介入後 **9.8日** に短縮

Tele-ICU導入により、**ICU滞在日数**、**病院滞在日数**が改善

退院後の予後も比較



Tele-ICUの介入により、退院後に家に帰れた割合が**7.5%**増加した。

夜間の入院患者の死亡率やICU滞在日数を比較

- 夜20時以降と日中のICU入室患者の死亡率の差が改善

介入前： **夜間 16.1%** vs. 日中 11.5% $p=0.01$

Tele-ICU介入後： **夜間 12.7%** vs. 日中 11.1% $p=0.11$

- 夜20時以降のICU入室患者の病院滞在日数やICU滞在日数が改善

病院滞在日数: 介入前 14.3日 vs. Tele-ICU**介入後 12.4日** $p=0.04$

ICU滞在日数: 介入前 7.7日 vs. Tele-ICU**介入後 5.5日** $p < 0.001$

Tele-ICU導入により、**夜間入院のリスクが減った。**

Tele-Acuteによるコスト削減効果

■表 1 Tele-Acute 導入前後のアウトカム変化

		Tele-Acute 導入前	導入後
平均病院滞在日数 (日)		3.96	3.30
患者当たりの医療費 (ドル)		6,161	5,166
病棟から ICU への入室率 (%)	24 時間以内	0.9	0.8
	24 時間以降	1.1	0.6
退院後転帰 (%)	死亡ないしホスピス	2.7	2.0
	自宅	84.1	86.5

Banner Health 社より提供されたデータによる

Tele-Acuteとは、ICUを退室した直後の亜急性期の患者管理をサポートするもの。重症度判定のトリアージとNPが主体となって管理する。

入院期間の短縮、医療費の削減、入院死亡率の減少、自宅退院率の上昇

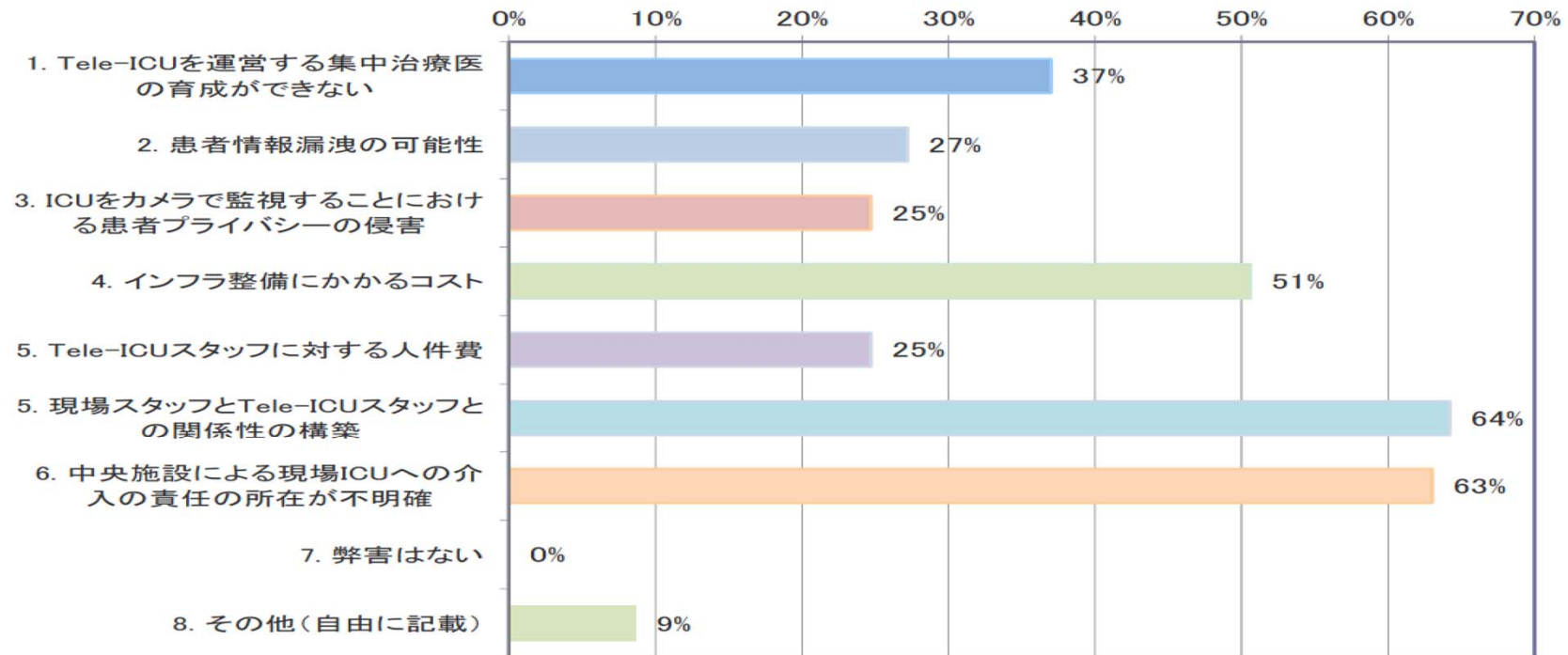
Tele-ICU の利点

1. 安全管理：ダブルチェックが行える。
- 2. 24時間、スタッフのサポート**
- 3. 患者家族のサポート**
4. 早期の警告により、適切なタイミングで他施設へ移送
5. スタッフ教育
6. 薬剤チェック
- 7. 医療コストの削減**
- 8. ビッグデータの管理**

Tele-ICU導入のハードル



質問 7. 本邦における Tele-ICU 導入においてどのような弊害があると考えますか？ 以下の 1. から 8. のうち最も当てはまると思うものを 1 から 3 つ選んで下さい。



JSEPTIC アンケート第46弾: Tele-ICU. 2015.10実施

- 「患者を診もしないで勝手なことを言って」とか言われそう。
- **責任をどうするのか？** 遠隔地の集中治療医が責任とれないのなら口出しもすべきでない。
- 直接患者を診察せずして良い医療, よいアウトカムはあり得ないと思います。

わが国の集中治療室は適正利用されているのか

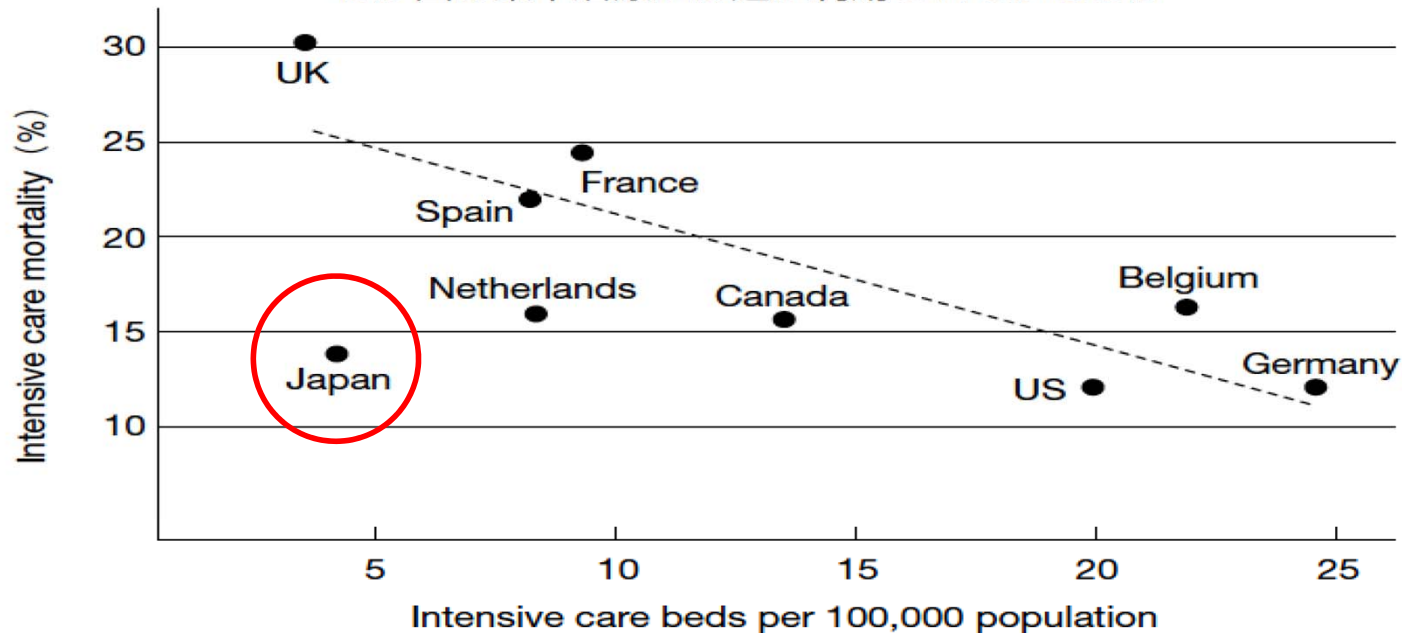


Fig. 2 Correlation between intensive care beds per 100,000 population and hospital mortality for intensive care patients (modified from Wunsch et al, Crit Care Med 2008;36:2787-93)³⁾

- 定時手術後患者の入室が多いため、Tele-ICUの管理が必要ない可能性がある。
- すでに死亡率が低く、Tele-ICUによる管理でのインパクトは薄い可能性がある。

“Standard of Care” とは？

“多くの病気に対する治療のコンセンサスはまだ確率されていない。”

Tele-Intensivist



VS.

Local Physician



「さっさと抜管しちやいなさい！！」

「ええええ・・・。」

Virtual Mentor, American Medical Association of Ethics. 2014:12:969-975

Hackers shut down Hollywood Presbyterian Medical Center IT systems, demand \$3.6M ransom

Written by Max Green | February 15, 2016

- ハッカーが病院のシステムを占拠して、
- 病院に **\$ 3.6 million (約4億円) 要求** した。
- 重症患者の一部は、別の病院に搬送された。
- ITシステムがシャットダウンした際の対応は今後の課題である。



セキュリティの重要性

Association of Telemedicine for Remote Monitoring of Intensive Care Patients With Mortality, Complications, and Length of Stay

研究方法：前向き観察研究

JAMA 2009;302(24)*2671-2678

研究場所：6 ICU (3 内科, 1 外傷, 2 手術) closed ICU:2 Open ICU: 2

期間： 2003~2006

患者： 介入前：2034人 Tele-ICU介入後: 2108人

結果

	Closed ICU	Open ICU
Tele-ICUによる指示回数 (回/日)	5.3	18.5
高度な介入 (%)	7%	26%

高度な介入：コードブルー・呼吸器設定・循環動態の変動への対応

	介入前	Tele-ICU介入後	
病院死亡率 (%)	12.0 (10.6-13.5)	9.9 (8.6-11.2)	RR: 0.85 (0.71-1.03)
ICU死亡率 (%)	9.2 (8.0-10.5)	7.8 (6.7-9.0)	RR: 0.88 (0.71-1.08)
ICU合併症 (%)	17.9 (16.3-19.6)	19.2 (17.5-20.9)	p < 0.15
病院滞在日数 (days)	9.8 (9.4-10.2)	10.7 (10.2-11.1)	p = 0.10
ICU滞在日数 (days)	4.3 (4.0-4.5)	4.6 (4.3-4.9)	p = 0.13

Tele-ICU導入により、予後の改善は見られなかった。

- Tele-ICU導入により、全体としての予後改善効果は見られなかった。
- Tele-ICU導入により、**重症患者 (SAPS II scores \geq 39)**に関しては予後が改善した。

有効な結果が出なかった要因

- Tele-ICUの有効活用がされていなかった。

約3分の1の患者がTele-ICUの委任はされていなかった。

- Tele-ICUでの診療介入が、**現場医療者と共有されていなかった**可能性がある。
- Tele-ICUにより早期に後方病院への転院が進んだ可能性があり、**長期的予後と病院内の予後が必ずしも一致しない。**



Tele-ICU導入後の治療方法

Reactive

vs.

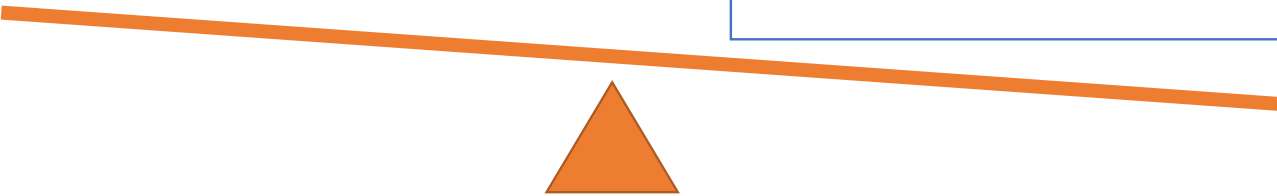
Proactive

Thomas,et.al: JAMA 2009

Tele-ICUを導入したが、Tele-ICUの活用が不十分であり、予後改善は見られなかった。

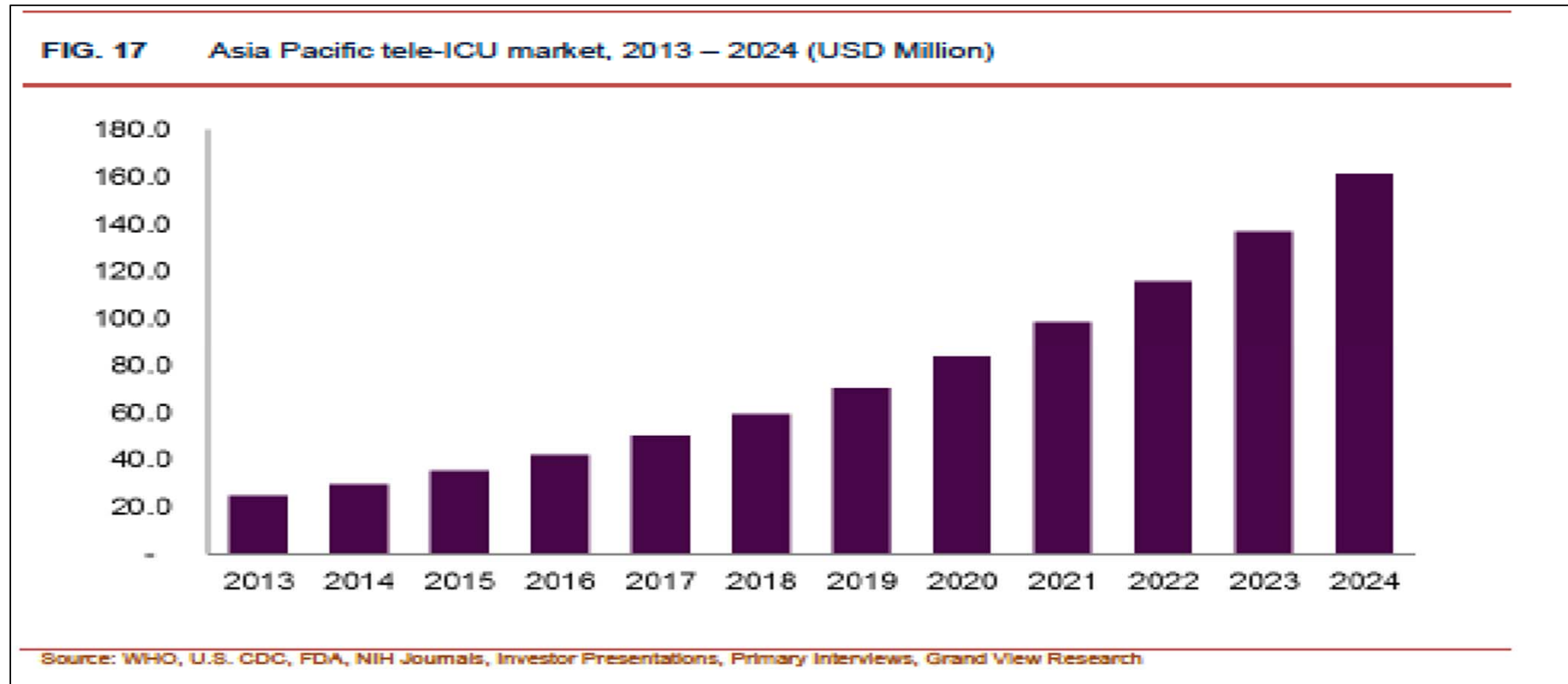
Lilly,et.al : JAMA 2011

Tele-ICUの導入により、積極的な治療介入を行い、予後改善効果が見られた。



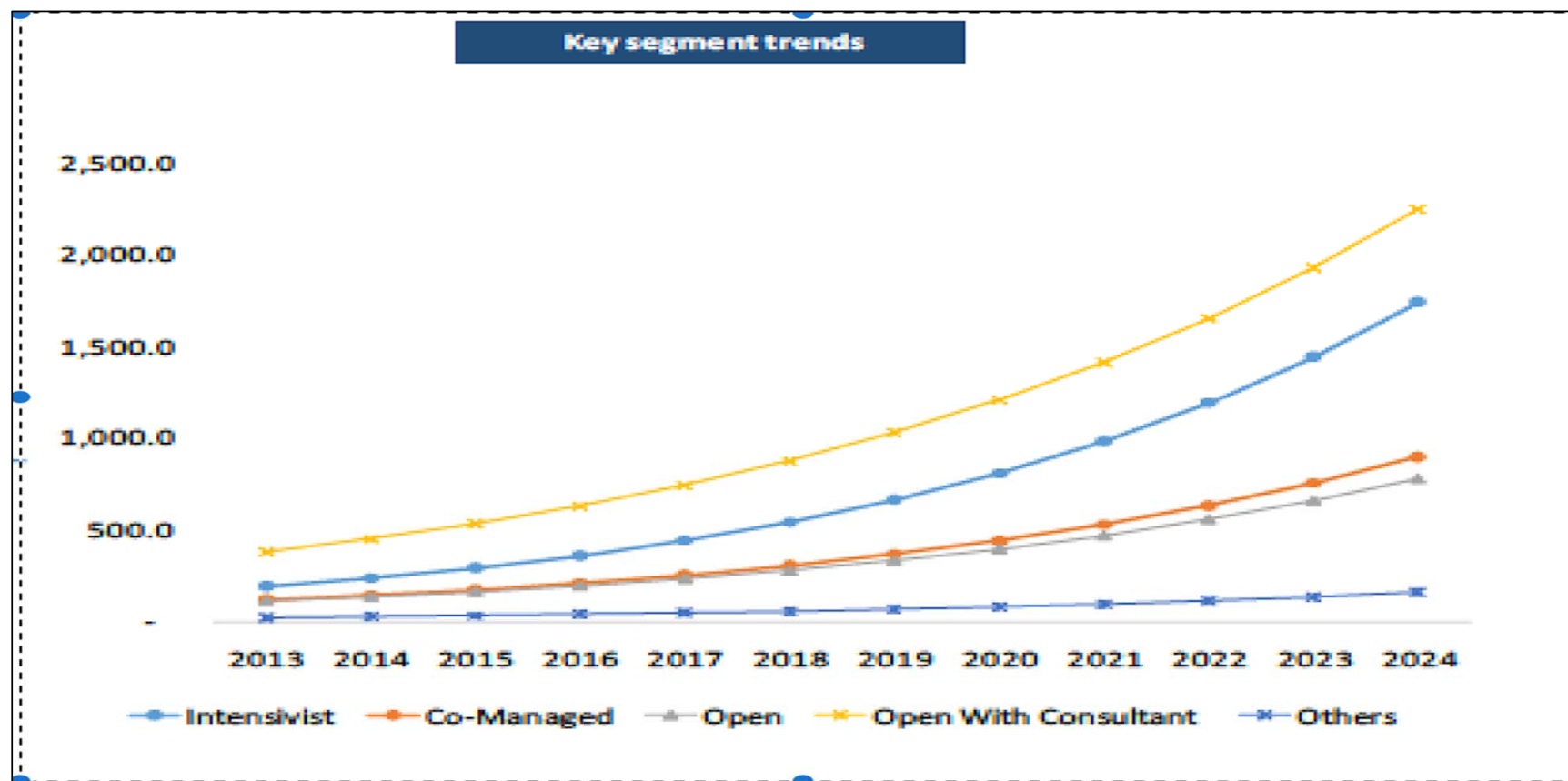
Tele-ICUを導入するだけでは、**効果は不十分**である。

Tele-ICUの市場規模



アジア環太平洋はこれからの市場であり、**インド、中国、日本**がその対象。中国、日本、などのアジアはTele-ICUのマーケットとして、2020年には、**80億円の市場規模**と見込んでおり、年々増加傾向である。

どの様なタイプのICUでTele-ICUが普及するか



オープンICU+コンサルタントのタイプとClosed ICUタイプで今後マーケットが上昇してくると思われる。



Tele-ICUによる医療 過疎地域への支援

Wifi を使用した安価な導入事例

PERSPECTIVES

Rapid Deployment of International Tele-Intensive Care Unit Services in War-Torn Syria

Anas Moughrabieh¹ and Craig Weinert²

¹Pulmonary and Critical Care Fellowship Training Program, University of Minnesota, and ²Division of Pulmonary, Allergy, Critical Care and Sleep Medicine, Department of Medicine, University of Minnesota Medical School, Minneapolis, Minnesota

ORCID ID: 0000-0002-8582-6033 (C.W.).

- 4年間の紛争により、医療設備の崩壊・集中治療医の不足が深刻化してきた。
- 安価なビデオや、ソーシャルネットワークを利用して、インフラを安く構築
- アラビア語を話せる米国の集中治療医らがボランティアでサポート。
- 2012年にスタートして、2015年には**20人の集中治療医で、5つのICUを24時間カバー**。





- A: 最初のTele-ICUだが、攻撃を受けて現在は稼働していない。
- B, C, D, H は現在、Tele-ICUとして稼働中。
- Eは現地スタッフが不在により、停止中。
- G, I は近いうちに稼働予定。
- この他、幾つかの施設は、セキュリティの問題のため、地図上に載せていない。
- 下の写真は**Tele-ICUとして稼働していた施設が、爆撃を受けた様子。**



SPECIAL ARTICLE

Nighttime Intensivist Staffing and Mortality among Critically Ill Patients

David J. Wallace, M.D., M.P.H., Derek C. Angus, M.D., M.P.H.,
Amber E. Barnato, M.D., M.P.H., Andrew A. Kramer, Ph.D.,
and Jeremy M. Kahn, M.D.

N Engl J Med 2012;366:2093-101.

- **7pm~7am**にICUに入室した患者を対象に解析を行った。
- 25病院、49 ICU、65,752人を対象。

12 ICU 夜間 集中治療医	14,424 (22%)
37 ICU 夜間 集中治療医不在	51,328 (78%)
- **夜間の集中治療医の存在が予後に影響を与えるか**を検討。



日中の管理が薄いICUでは、
**夜間の集中治療医配置により予後が
改善。**

死亡に関するオッズ: 0.62 ($p=0.04$)

日中の管理がしっかり行なわれている
ICUでは、予後改善は見られなかった。
死亡に関するオッズ: 1.08 ($p=0.78$)



アウトライン

- Tele-ICUとは
- 日本集中治療医学会 遠隔ICU委員会による調査研究
- 来年度の横浜市におけるTele-ICU構想
- 日本の急性期医療における課題
- 関連する医療機器開発の現状
- 未来の急性期医療のあり方

① 調査研究： 平成30年度 厚生労働科学研究費 補助金

(臨床研究等ICT 基盤構築・人工知能実装研究事業)

「我が国における遠隔集中治療 (Tele-ICU) の導入における技術的・社会的課題の解決に向けた研究」

日本集中治療医学会 ad hoc Tele-ICU委員会 推進事業

ワーキングメンバー

研究代表者：委員長： 高木 俊介 横浜市立大学附属病院

委員： 野村 岳志 東京女子医科大学 集中治療科

委員： 讚井 将満 自治医科大学附属さいたま

医療センター 麻酔科・集中治療部

委員： 大嶽 浩司 昭和大学病院 麻酔科

委員： 土井 研人 東京大学医学部附属病院 集中治療部

担当理事：橋本 悟 京都府立医科大学附属病院 集中治療部

外部委員：長谷川 高志 日本遠隔医療協会

外部委員：澤 智博 帝京大学医療情報システム研究センター

別府賢 京都医療センター救命救急科

神尾直 湘南鎌倉総合病院集中治療部

秋富慎司 防衛医科大学校 救急部 兼

防衛医学研究センター外傷研究部門

松村洋輔 千葉大学医学部附属病院 救急科・集中治療部

中西智之 株式会社T-ICU

大下慎一郎 広島大学大学院 救急集中治療医学

長嶺祐介 横浜市立大学附属病院麻酔科・集中治療部

平成31年度より始まる補助金事業を前に、ガイドライン・指針を作成する必要がある。

集中治療医学会が主体となって、調査研究を進めていく必要がある。

日本集中治療医学会 ad hoc 遠隔ICU委員会を設立し、Tele-ICUに関する推奨ガイドラインを作成していく。
関連法案の整理をする。

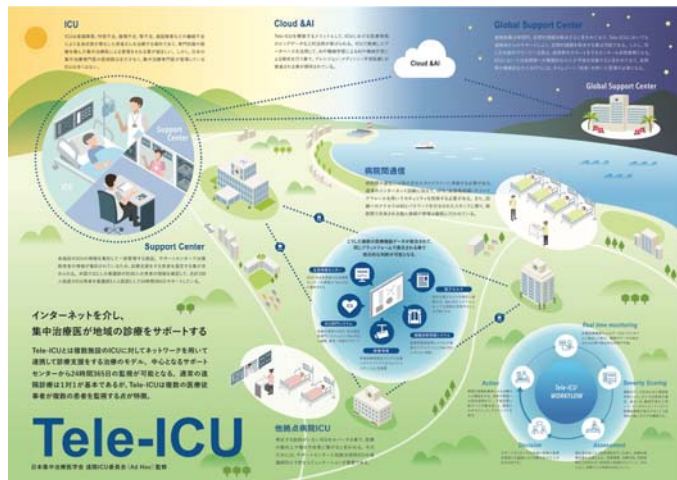
医師法・医療法・個人情報・セキュリティ・医療情報関連法案・オンライン診療ガイドライン,,etc.

• Tele-ICUの3つのモデル

- Continuous Care Model：決められた時間内で患者を絶え間なくモニタリングする事
(例として8時～24時、12時間、24時間)
- Scheduled Care Model：事前定めた計画に従って定期的なラウンドをするモデル
(患者のラウンドの際に共有するなど)
- Responsive (Reactive) Care Model：警告や必要時に介入するモデル。
(オンコール体制、モニターのアラームに対応など)

上のモデルを実装するにはセンター型と非センター型のTele-ICUの2通りがある。

センター型 Tele-ICU



センター型Tele-ICUは遠隔地の施設、医師、看護師、事務のスタッフ達がセンターの施設と繋がっている。

非センター型 Tele-ICU



非センター型Tele-ICUは複数の医師や看護師が、決められた場所からではなく、インターネット環境下においてビデオカンファレンスシステム機能を持った携帯端末やノートPCなどを用いてICUにアクセスできるシステムである。

③ Tele-ICU構成要素・重症度予測アルゴリズムの整理を行う。

リーダー: 大下 慎一郎 メンバー: 高木 俊介, 山崎 眞見, 八反丸 善裕, 長嶺 祐介, 神尾 直, 秋富 慎司, 松村 洋輔, 中西 智之

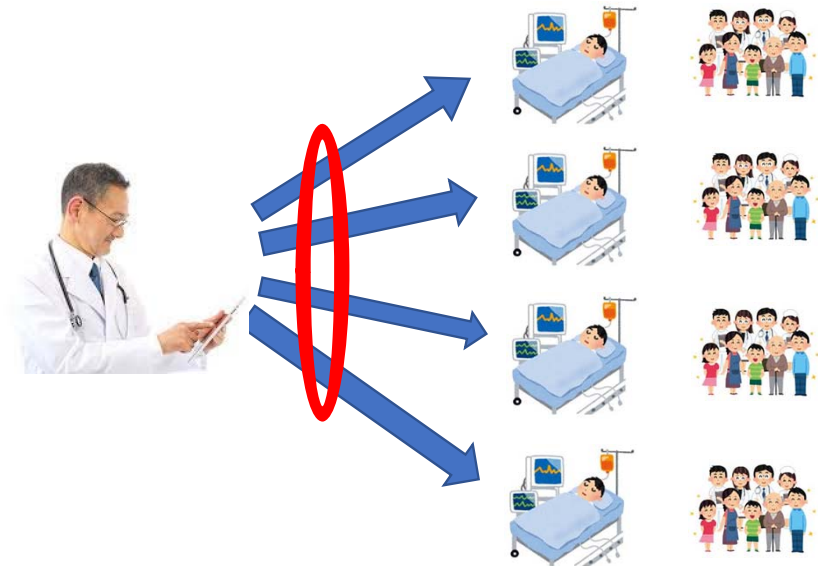
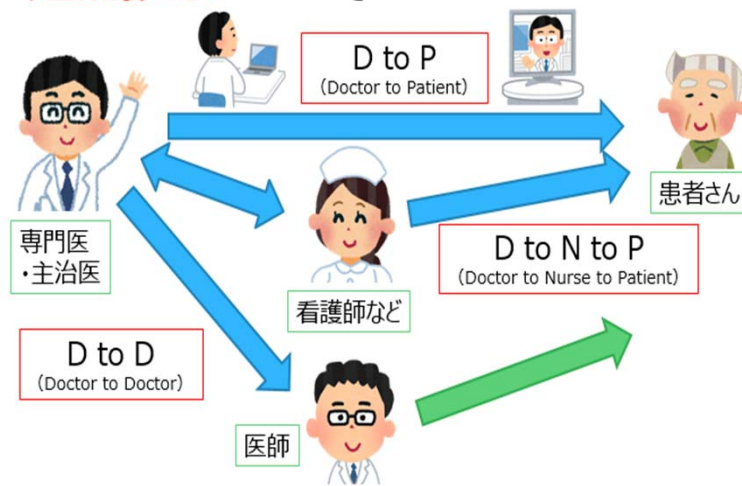
一般の遠隔診療と異なり、遠隔集中治療においては多数患者から治療介入が必要な対象者を選別するシステムが必要

原則 1 対 1

1 対 多数

D to N or D to Multiple P and F

● 遠隔診療 について

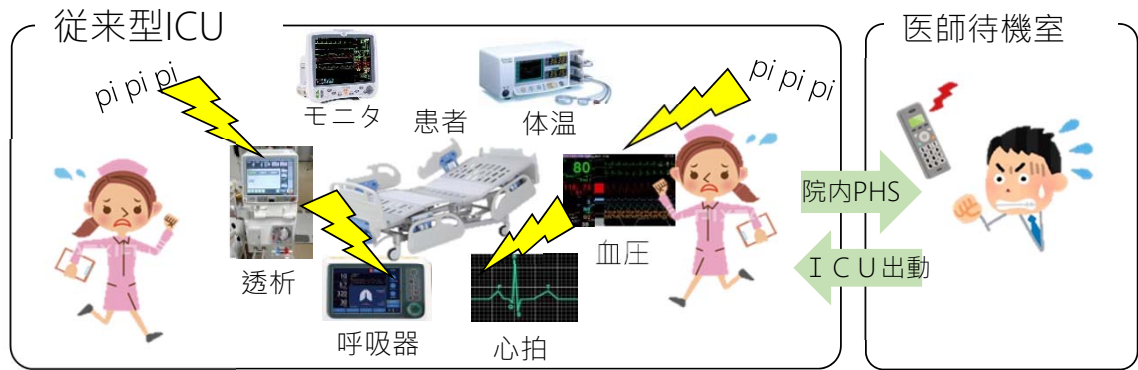


※「遠隔診療」は一般的にはDtoPのことを言う

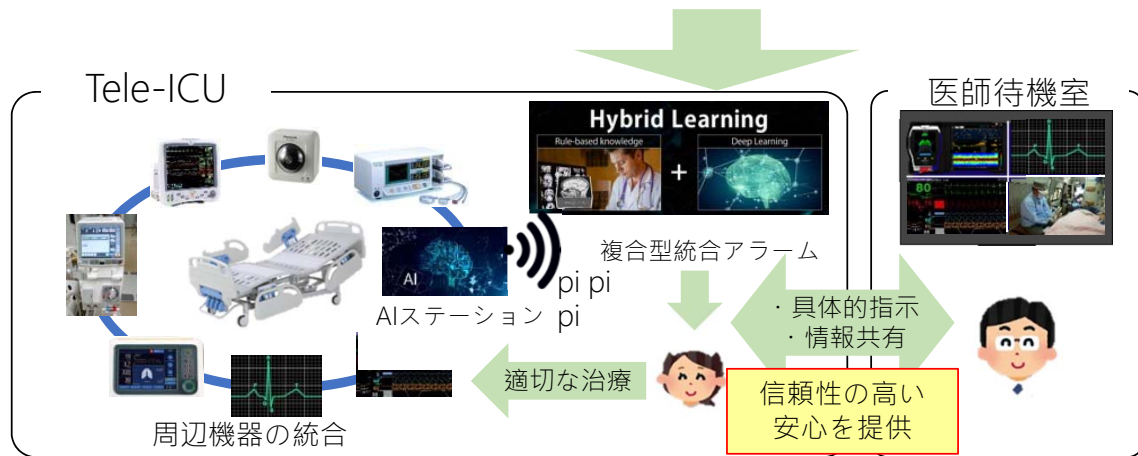
誰に介入するかを判断しないと、多くの患者を同時に監視する事は不可能である。

トリアージ (仏: triage) とは、患者の重症度に基づいて、治療の優先度を決定して選別を行うこと。トリアージュとも言う。語源は「選別」を意味するフランス語の「triage」である。

R&D型によるTele-ICUにより、労務効率の改善や情報共有の徹底が図られ、医療の質が向上する。



- 従来型ICU
- スタンドアロン機器
 - 種々雑多で信頼性の低いアラーム
 - 頻繁な呼び出し



- Tele-ICU
- 遠隔モニタリングによる省力化→医師・看護師の負担減
 - AI急変予兆により重症化を未然に防ぐ

Tele-ICUは一般的に広く普及するためのコストを抑えた**普及型 Tele-ICU**とデータ蓄積・解析による研究も目的とした**R&D型 Tele-ICU**が必要と思われる。

R&D型ではサーバ、人件費、システム開発などのコストがかかるため、用途に応じた作り込みが必要と思われる。

Tele-ICUのまとめ

- Structureだけ変えるのではなく、Processを変えなければアウトカムが改善しない
- 「とりあえず全部繋いで優秀な専門医が全部のデータを見て判断する」では、効率も質も改善しない
- 1)看護師、医師事務作業補助者、eICUソフトによるワークシフト、2)病院全体での患者のフロー、を変えることで、優秀な専門医でなくても、相当の仕事がこなせる環境をつくり、優秀な専門医が多くの病床を常態としてカバーできるようにするものがTele-ICU
- 患者のプライオリティのランク付け、Decision Makingの補助、ビッグデータ解析がTele-ICUには必須の機能

Tele-ICUのコストは？



アメリカのTele-ICUを取り入れる際の問題点

- ・コスト

センター設立に数億円、維持に数億円

財源はどこから？

- ・Tele-ICUにおけるスタッフの確保

24時間、365日のシフトを継続するためのスタッフ確保

集中治療医や集中治療認定看護師の確保

Tele-ICU設立や維持のコスト





The Costs of Critical Care Telemedicine Programs

A Systematic Review and Analysis

Gaurav Kumar, MD; Derik M. Falk, MD; Robert S. Bonello, MD; Jeremy M. Kahn, MD; Eli Perencevich, MD; and Peter Cram, MD, MBA

CHEST 2013; 143(1):19–29

- 1990 ~ 2011 年に報告されたTele-ICUのコストに関する 8つの論文のレビュー
- Tele-ICUの導入には、1ベッド当たり 700万~870万の費用がかかる。
- Tele-ICU導入によるコスト削減効果は、今後の検討が必要。

Tele-ICUのコストの内訳

Table 1—Cost Categories for Tele-ICU

Cost Category	Details
70% [Telemedicine program	
Technology	Costs to purchase, install, and maintain Hardware: computers, bedside monitors, audio-visual equipment, upgraded systems Software and licenses: electronic health records, clinical information systems, tele-ICU software Equipment and networking: servers, scanner, Internet hubs and firewalls, phones, miscellaneous office equipment Technical support
30% [Staffing	Communications: Internet service fees, telephony fees Costs pertaining to the central monitoring site staff: travel, training, salaries and benefits Staff: physician, critical care nurse or nurse practitioner, administrative, secretarial, janitorial, information technology support technician
Real estate	Real estate: rental property, space leasing, or facility owned property Cost: design, construction, or remodeling of space; architecture fees; contractor fees; furniture, utilities, property taxes, supplies, loss of used space, lease or rental agreement fee

1. Technology: ネットワーク、部門システム、画像システム
2. Staffing: Tele-ICU専属スタッフの person 費
3. Real Estate: Tele-ICU センターの設立費・賃貸費用

A Business Case for Tele-Intensive Care Units

Alberto Coustasse, DrPH, MD, MBA, MPH; Stacie Deslich, MA, MS;
Deanna Bailey, MS; Alesia Hairston, MS; David Paul, DDS, PhD

Perm J 2014 Fall;18(4):76-84

<http://dx.doi.org/10.7812/TPP/14-004>

Abstract

Objectives: A tele-intensive care unit (tele-ICU) uses telemedicine in an intensive care unit (ICU) setting, applying technology to provide care to critically ill patients by off-site clinical resources. The purpose of this review was to examine the implementation, adoption, and utilization of tele-ICU systems by hospitals to determine their efficiency and efficacy as identified by cost savings and patient outcomes.

Methods: This literature review examined a large number of studies of implementation of tele-ICU systems in hospitals.

Results: The evidence supporting cost savings was mixed. Implementation of a tele-ICU system was associated with cost savings, shorter lengths of stay, and decreased mortality. However, two studies suggested increased hospital cost after implementation of tele-ICUs is initially expensive but eventually results in cost savings and better clinical outcomes.

Conclusions: Intensivists working these systems are able to more effectively treat ICU patients, providing better clinical outcomes for patients at lower costs compared with hospitals without a tele-ICU.

Tele-ICU導入により、アウトカムの改善やコスト削減が図れると報告している。

Tele-ICU導入の効果

Table 5. Studies addressing tele-ICU implementation and utilization

Author, year	Study design	Outcome
Aaronson et al, 2006 ⁶⁶	Literature review	Higher rates of ICU staff adherence to critical care best practices
Badaoui et al, 2010 ⁶⁷	Pre/posttest of tele-ICU implementation	Higher rates of ICU staff adherence to critical care best practices
Badaoui and Shemmen, 2006 ⁶²	Pre/posttest of tele-ICU implementation	Higher rates of ICU staff adherence to critical care best practices
Berenson et al, 2009 ²	Literature review	Improved patient care
Breslow et al, 2004 ¹²	Pre/posttest of tele-ICU implementation across several hospitals	Improved hospital financial performance, improved ICU financial performance, improved patient care
Chu-Weininger et al, 2010 ⁶³	Pre/posttest of tele-ICU implementation and utilization in 3 ICUs	Improved teamwork and/or safety climate
Coletti et al, 2008 ⁶⁴	Cross-sectional survey of residents in ICU and tele-ICUs	Improved teamwork and/or safety climate
Dixthaus, 2006 ⁶⁵	Pre/posttest of tele-ICU implementation and utilization in a multistate hospital system	Lower ICU LOS
Giessel and Leedom, 2007 ⁶⁸	Pre/posttest of tele-ICU implementation and utilization	Higher rates of ICU staff adherence to critical care best practices
Groves et al, 2008 ¹³	Literature review	Lower ICU LOS
Howell et al, 2007 ⁴⁷	Pre/posttest of tele-ICU implementation and utilization	Lower ICU LOS
Howell et al, 2008 ⁶⁹	Pre/posttest of tele-ICU implementation and utilization	Lower ICU LOS
Ikedu et al, 2009 ⁷⁰	Pre/posttest of tele-ICU implementation and utilization	Lower ICU LOS
Kohli et al, 2007 ⁶⁹	Pre/posttest of tele-ICU implementation and utilization	Lower ICU LOS
Kohli et al, 2007 ⁷⁰	Pre/posttest of tele-ICU implementation and utilization	Improved ICU financial performance, lower ICU LOS
Kohli et al, 2012 ⁷¹	Pre/posttest of tele-ICU implementation and utilization	Lower ICU LOS
Kumar et al, 2013 ⁷²	Literature review	Improved ICU financial performance
Khunierkit and Carayon, 2013 ⁷³	Qualitative study with semistructured interview of tele-ICU staff	Improved ICU staff adherence to evidence-based protocols for sepsis, ventilator-associated pneumonia, and blood transfusion
Lilly et al, 2011 ⁷	Pre/posttest of tele-ICU implementation and utilization	Higher rates of ICU staff adherence to critical care best practices, lower ICU LOS, improved patient care
Mora et al, 2007 ⁷⁴	Survey of residents practicing in tele-ICUs	Improved patient care
Norman et al, 2009 ⁷⁵	Literature review and meta-analysis	Improved ICU financial performance
Patel et al, 2007 ⁷⁶	Pre/posttest of tele-ICU implementation and utilization of 6 tele-ICUs	Higher rates of ICU staff adherence to critical care best practices, lower ICU LOS
Rincon et al, 2007 ⁷⁷	Pre/posttest of tele-ICU utilization in prevention of sepsis	Higher rates of ICU staff adherence to critical care best practices: • Antibiotic administration increased from 55% to 74% • Serum lactate measurement increased from 50% to 66% • Central line placements increased from 33% to 50%
Scales et al, 2011 ⁷⁸	Literature review	Higher rates of ICU staff adherence to critical care best practices
Thomas et al, 2007 ⁷⁹	Pre/posttest of tele-ICU implementation and utilization	Improved teamwork and/or safety climate
Vespa et al, 2007 ⁷⁸	Pre/posttest of tele-ICU implementation and utilization	Improved ICU financial performance, lower ICU LOS, improved patient care
Wilcox and Athikari, 2012 ¹⁵	Meta-analysis of 11 studies	Lower ICU LOS
Wilmitch et al, 2012 ⁷⁸	Pre/posttest of tele-ICU implementation and utilization over 3 years	Lower ICU LOS
Youn, 2006 ⁸⁰	Literature review and meta-analysis	Higher rates of ICU staff adherence to critical care best practices
Young et al, 2011 ⁸¹	Meta-analysis of 11 studies	Lower ICU LOS
Zawada et al, 2006 ⁸²	Survey of physicians practicing in remote areas using tele-ICU	Higher rates of ICU staff adherence to critical care best practices, lower ICU LOS
Zawada et al, 2007 ⁸³	Pre/posttest of tele-ICU implementation and utilization	Improved ICU financial performance, lower ICU LOS
Zawada et al, 2008 ⁸⁴	Pre/posttest of tele-ICU implementation and utilization in a rural health care system	Higher rates of ICU staff adherence to critical care best practices, improved ICU financial performance
Zawada and Hiet, 2008 ⁸⁵	Pre/posttest of tele-ICU implementation and utilization	Improved patient care
Zawada et al, 2009 ⁸⁶	Pre/posttest of tele-ICU implementation and utilization	Improved hospital financial performance

ICU = intensive care unit; LOS = length of stay.

Outcome

- ICU コストの削減
- ICUスタッフの標準治療への遵守が改善
- チームワークの向上
- ファイナンシャルパフォーマンスの改善

Table 1. Tele-intensive care unit cases studied, implementation costs, and outcomes			
Institution	Setting	Implementation costs (US dollars)	Major results/outcomes
Sentara Healthcare	Sentara Healthcare, ^a academic tertiary care medical center with 5 ICUs, 103 critical care beds	1 million	Decreased ICU LOS by 17%; decreased hospital mortality by 26.4% ^{33,36}
New England Healthcare Institute and Massachusetts Technology Collaborative	University of Massachusetts Memorial Medical Center, academic hospital with 5 adult ICUs, 130 beds, 7000 ICU patients	7.12 million	Decreased ICU LOS (from 13.3 to 9.8 days); decreased mortality from 13.6% to 11.8%; recovered costs of implementation; lowered rates of complications ³⁶
Resurrection Health Care	Community hospitals with 14 ICUs, 182 critical care beds Pre- and postimplementation design; preimplementation: n = 2034 patients; postimplementation: n = 2134	7 million	6 months after implementation: 38% decrease in ICU LOS, approximately \$3 million in cost savings ^{37,38}

^a Includes both Sentara Norfolk General Hospital and Sentara Hampton General Hospital.
ICU = intensive care unit; LOS = length of stay.

- Tele-ICUの設立及び維持のコストとして、1~7億円のコストがかかる。
- アウトカムとして、Tele-ICUの導入により、ICU滞在期間の短縮、医療費の削減を認めた。

マサチューセッツ大学記念病院でのTele-ICU設立費用

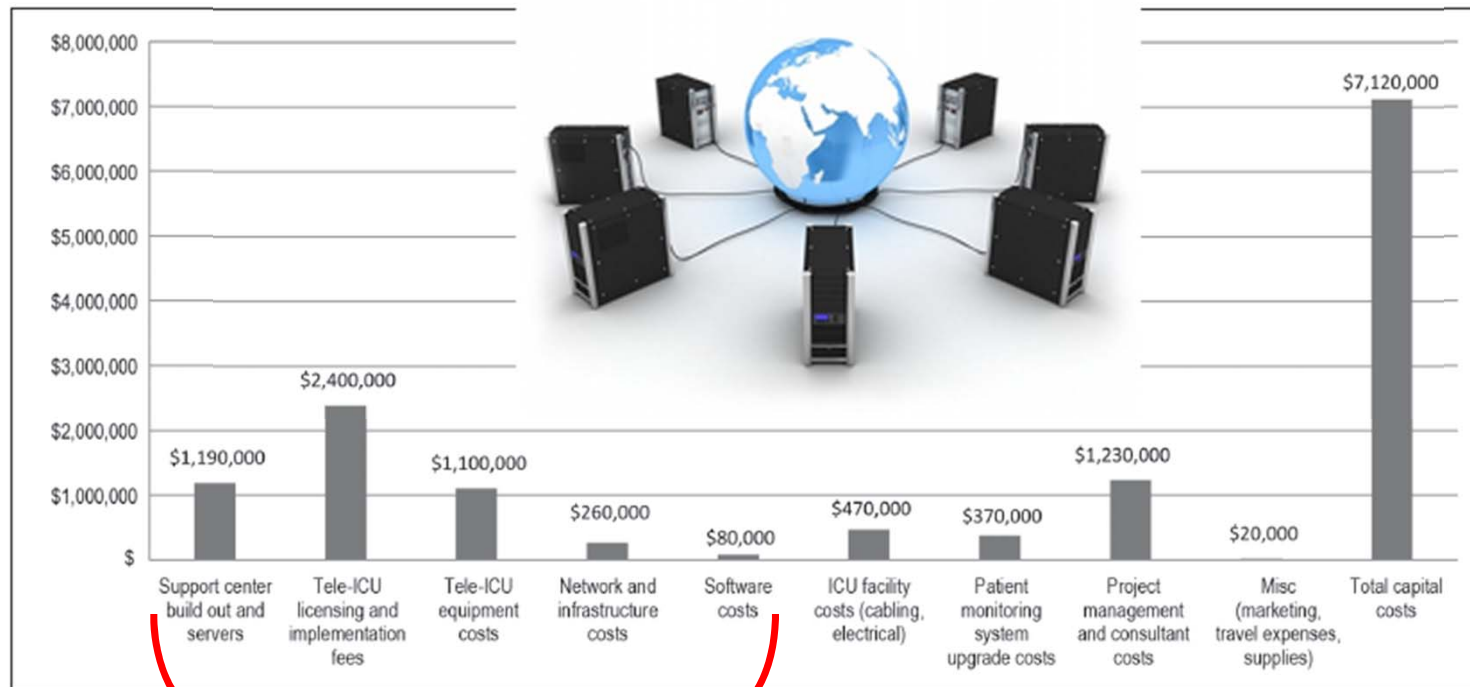


Figure 2. University of Massachusetts Memorial Medical Center: one-time costs for tele-intensive care unit implementation, 2010.³⁶
ICU = intensive care unit; Misc = miscellaneous.

Tele-ICUのサポートセンター設立、システムのライセンス費用、ネットワーク構築費用などのインフラ整備に莫大な費用がかかる。

マサチューセッツ大学記念病院でのTele-ICU維持費

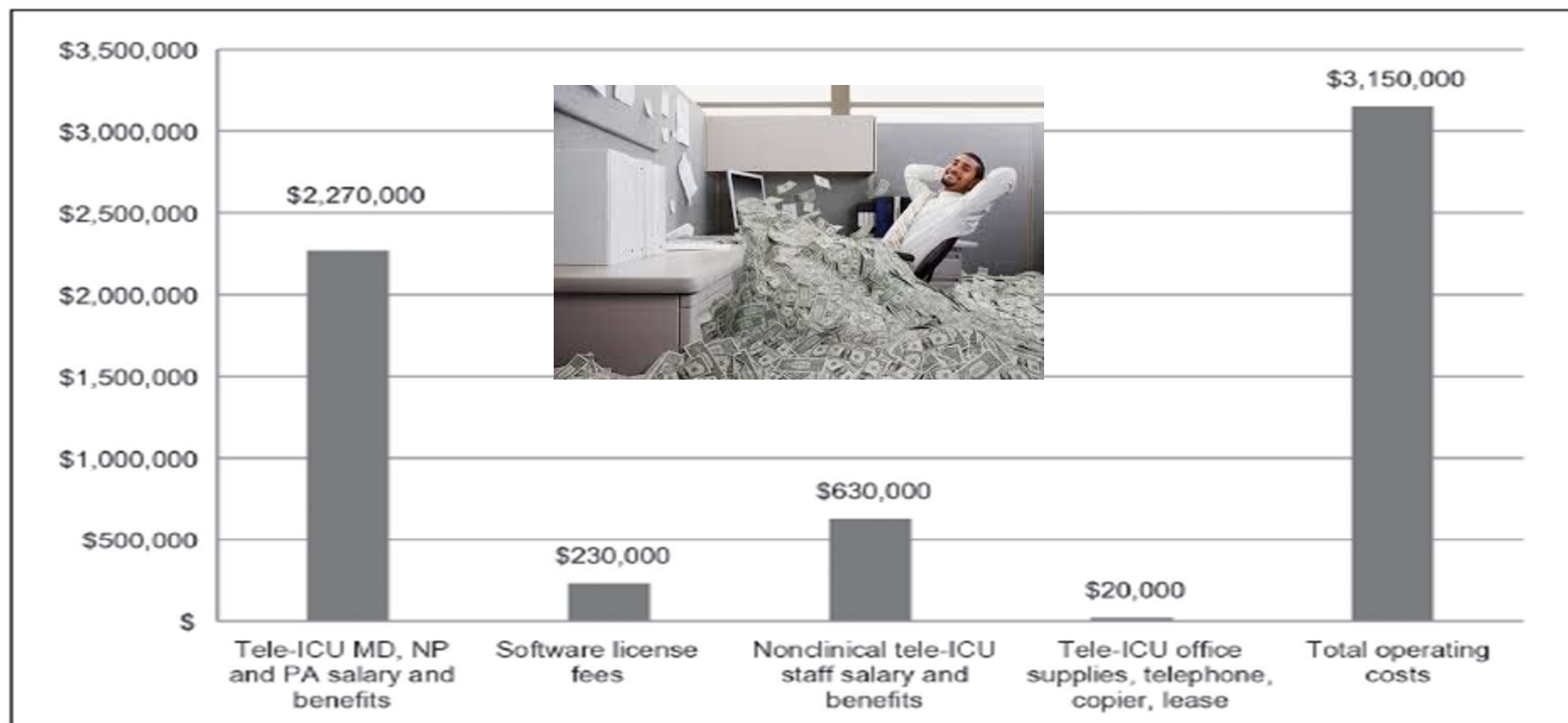


Figure 3. University of Massachusetts Memorial Medical Center ongoing operating costs, 2010.³⁶

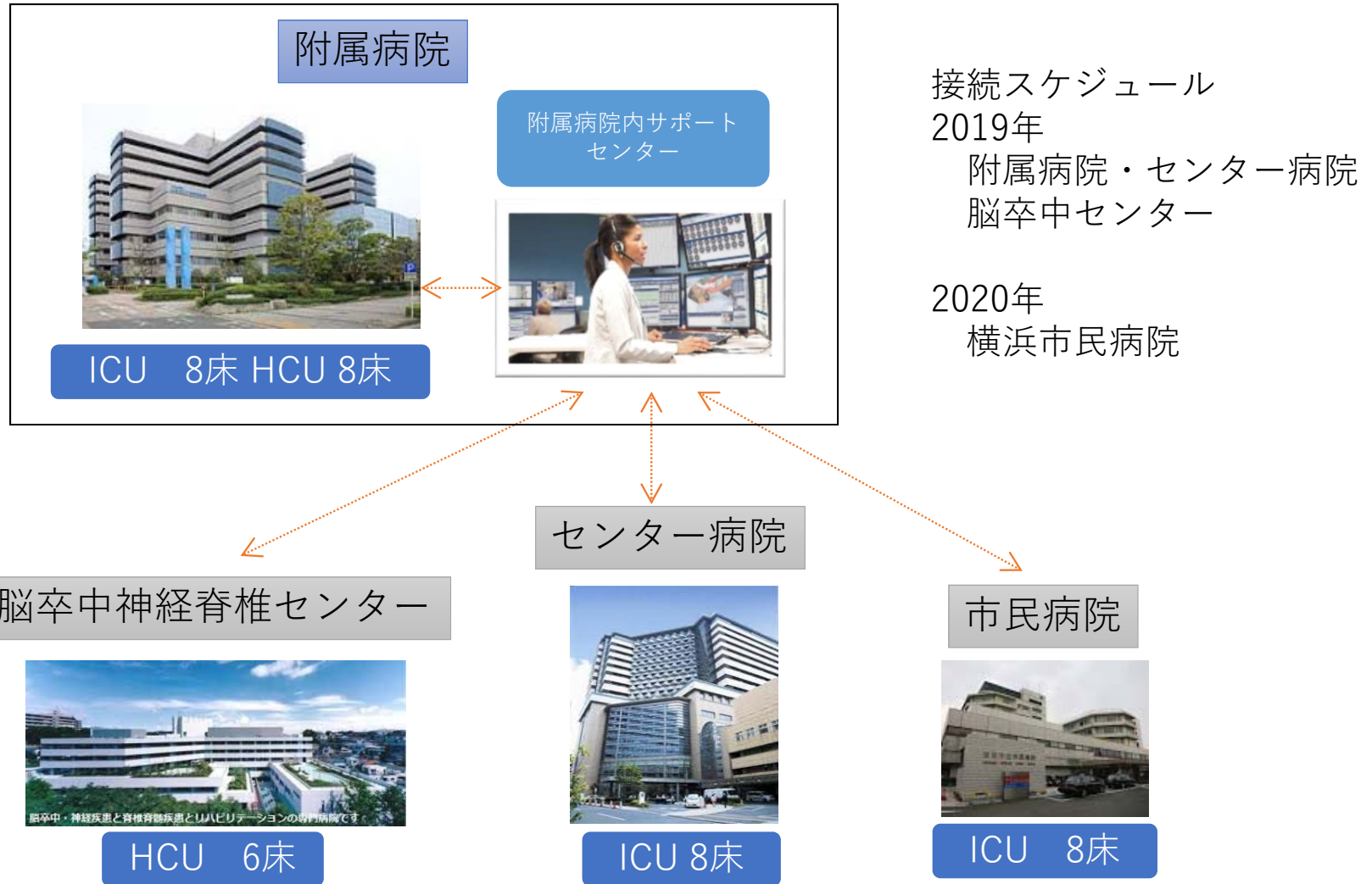
人件費が大部分を占める。年間の維持費は約 3億円

医療費の高い米国では、コスト削減効果がICU維持費を上回ると主張

アウトライン

- Tele-ICUとは
- 日本集中治療医学会 遠隔ICU委員会による調査研究
- 来年度の横浜市におけるTele-ICU構想
- 日本の急性期医療における課題
- 関連する医療機器開発の現状
- 未来の急性期医療のあり方

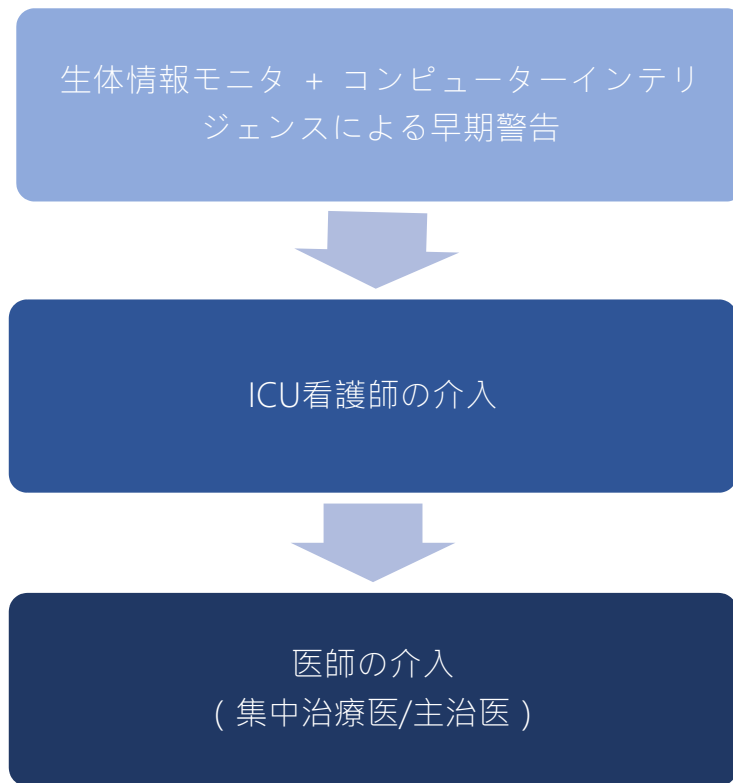
大学グループ Tele-ICU 接続イメージ



附属病院・センター病院・脳卒中・横浜市民の現状

	附属病院 ICU	センター病院 ICU	脳卒中神経脊椎センター 病院 HCU	横浜市民病院 ICU 2020年 構築予定
概要	<ul style="list-style-type: none"> 8床 特定集中治療室管理料1 集中治療医学会専門医認定施設 	<ul style="list-style-type: none"> 8床 特定集中治療室管理料1 集中治療医学会専門医認定施設 	<ul style="list-style-type: none"> 6床 ハイケア加算 	<ul style="list-style-type: none"> 10床 特定集中治療室管理料3 集中治療医学会専門医認定施設
2017年度入室者総数	612人	人	人	827人
管理体制	Closed <ul style="list-style-type: none"> 平日日勤帯：ICU専従医1名+主治医 時間外：専従医 or 主治医 	Closed <ul style="list-style-type: none"> 平日日勤帯：3~4名の専従医 時間外：専従医 	Open <ul style="list-style-type: none"> 平日日勤帯：主治医 時間外：主治医 	Semi Closed <ul style="list-style-type: none"> 平日日勤帯：ICU専従医1名+主治医 時間外：専従医or兼任医+主治医
集中治療専門医	高木 俊介 菅原 陽	大塚 将秀 刈谷 隆之	なし	速水 元
兼任医	0名	0名	1名 麻酔科医	0~1名 麻酔科
看護師数	34名	名	名	40名
電子カルテシステム	NEC SSMIX	NEC SSMIX	NEC	NEC
ICU部門システム	PHILIPS ACSYS	PHILIPS ACSYS (旧バージョン)		2020年 導入予定
生体情報モニタリングシステム	PHILIPS IntelliVue	PHILIPS IntelliVue	日本光電	日本光電
PACS	ケアストリーム Vue PACS	ケアストリーム Vue PACS		
患者映像情報システム/カンファレンスシステム	n/a	n/a	n/a	n/a

Tele-ICU Care Model と 機能一覧

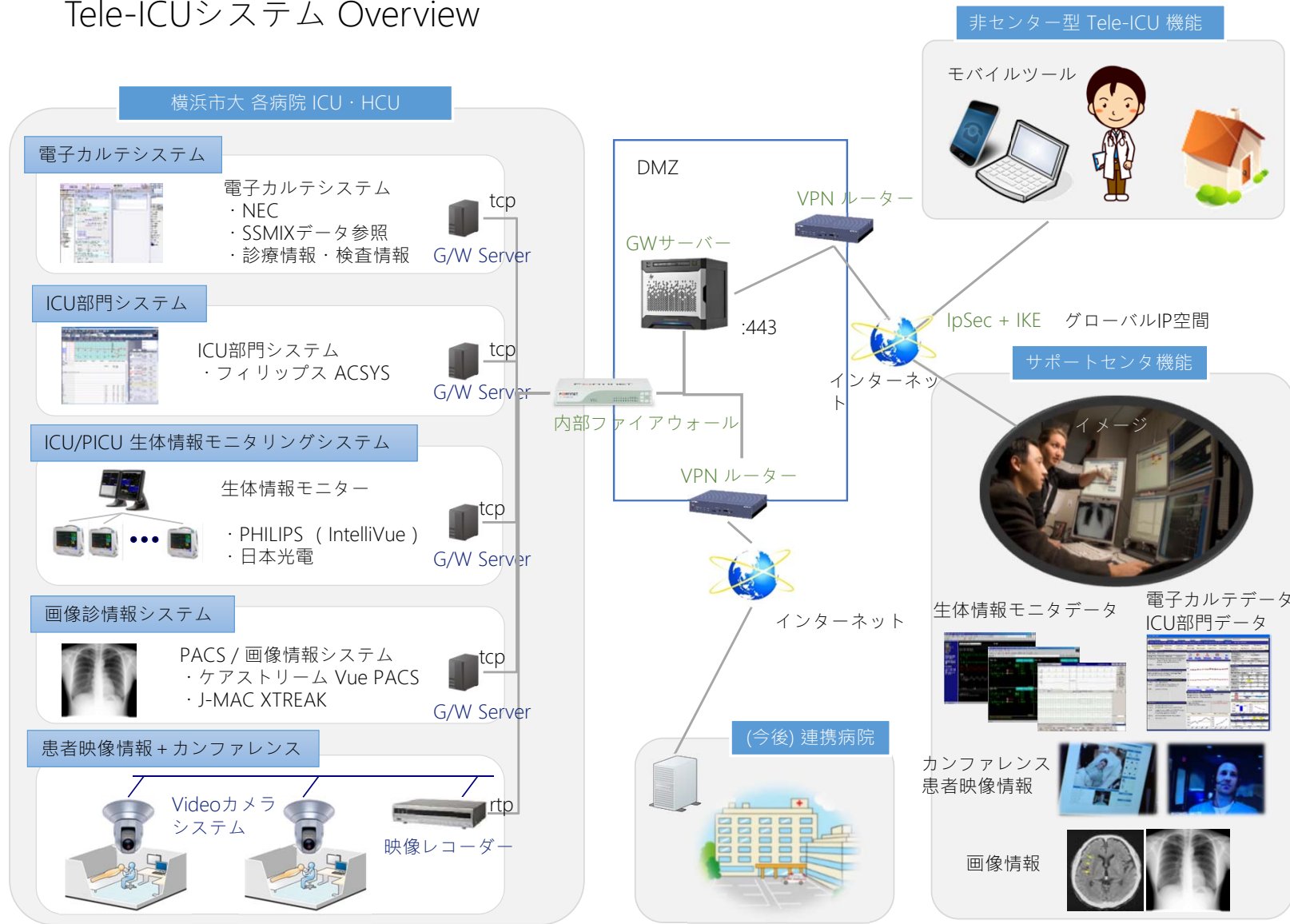


機能一覧

- 電子カルテ/ICU部門システム情報の参照
- 生体情報モニタの参照
- 早期警告機能
- ICU Dashboard機能:
- 医用画像参照
- 院内カメラのリアルタイム参照
- 院内カメラの録画参照
- ビデオ通信
- グループチャット
- 各施設間のベンチマーク機能
- 各種デバイスへの対応
(Windows/Mac/iOS/Android)
- リモートVPN

- 情報共有とコミュニケーションの徹底 → 労務効率改善へ
- データの二次利活用による予測医療への応用 → 患者予後改善・医療費削減

Tele-ICUシステム Overview

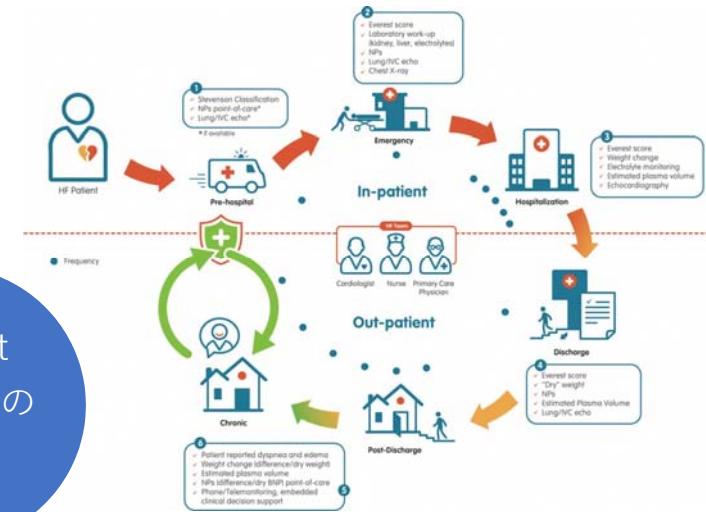
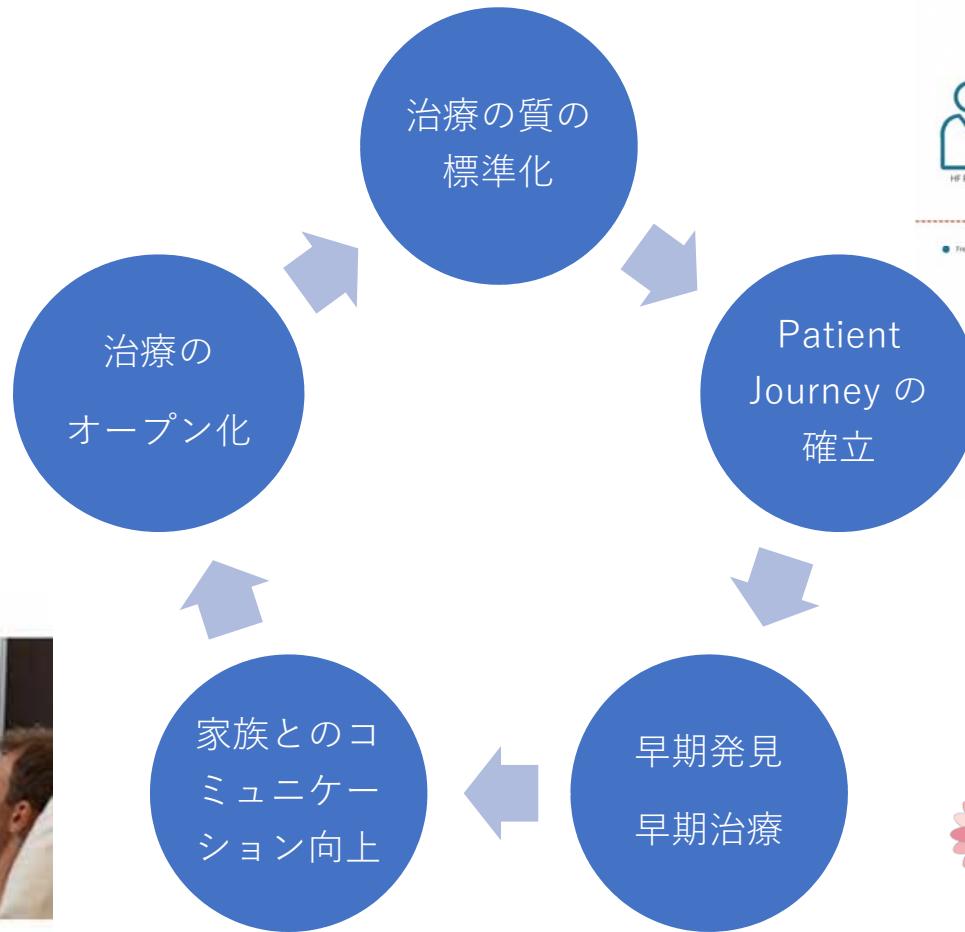


今後の役割分担とコスト概算（あくまで概算です。）

役割	経費（インフラ期間）	維持費用
1. 研究代表者	1000万（サポートセンター構築）	500～1000万（人件費）
2. オープンプラットフォーム構築 重症系部門システム統合	3000～4000万	500～1000万
3. 電子カルテ SSMIX抽出	1000万	400万
4. 複数医療機器連携	1000万	500万
5. PACS・画像情報	1000万	
6. 双方向Webミーティング	1000万	200万
7. ネットワーク・セキュリティ構築	3000万	400万
8. スコアリング構築	1000万	1000万
9. プロジェクト・マネジメント	1000万	未定
10. 各種事務手続き	未定	未定
合計	14000～15000万	3500～4000

横浜市民へのメリット

真の遠隔診療を横浜から発信



アウトライン

- Tele-ICUとは
- 日本集中治療医学会 遠隔ICU委員会による調査研究
- 来年度の横浜市におけるTele-ICU構想
- 日本の急性期医療における課題
- 関連する医療機器開発の現状
- 未来の急性期医療のあり方

医療分野についての国際比較(2012年)

	アメリカ	イギリス	ドイツ	フランス	スウェーデン	日本
人口千人当たり 総病床数	3.1 ※ ¹	2.8	8.3	6.3	2.6	13.4
人口千人当たり 急性期医療病床数	2.6 ※ ¹	2.3	5.4	3.4	2.0	7.9
人口千人当たり臨床医師数	2.5 ※ ²	2.8	4.0	3.3 #	3.9 ※ ²	2.3
病床百床当たり臨床医師数	79.9 ※ ¹	97.7	47.6	48.7 #	148.7 ※ ²	17.1
人口千人当たり 臨床看護職員数	11.1 #	8.2	11.3 ※ ²	8.7 #	11.1 ※ ²	10.5
病床百床当たり 臨床看護職員数	371.4 #	292.3	138.0 ※ ²	143.6 #	420.2 ※ ²	78.9
平均在院日数	6.1 ※ ²	7.2	9.2	9.1 ※ ²	5.8	31.2
平均在院日数(急性期)	5.4 ※ ²	5.9	7.8	5.1	5.6	17.5

- 医師や看護師の数は同等だが、病床数からすると医療者が不足している。
- 先進国の中でも、ダントツに在院日数が長い。

わが国の集中治療室は適正利用されているのか？

日集中医誌 J Jpn Soc Intensive Care Med Vol. 17 No. 2

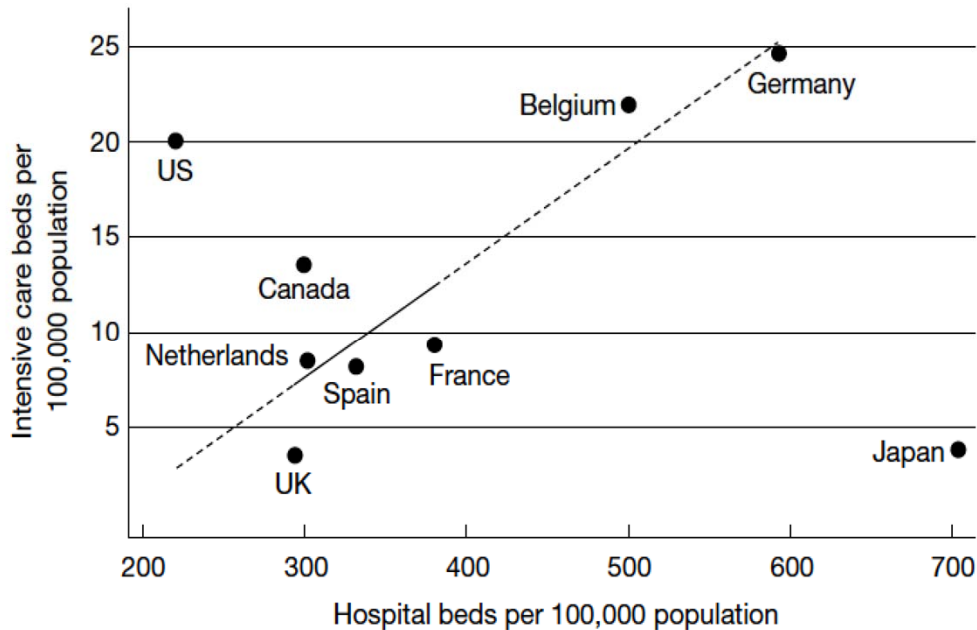


Fig. 1 Correlation between hospital beds and intensive care beds per 100,000 population (modified from Wunsch et al, Crit Care Med 2008;36:2787-93)³⁾

- 人口10万人当たりのICUベッドは
日本 4.3 床 vs. 米国 約20床
- 日本の特徴として、急性期病院ベッド数が多く、ICUベッドが少ない。
- 重症患者が病棟で管理されている可能性がある。

米国と日本のICUベッド状況

- 急性期病院の**約8%**がICUベッド
- ICU専門医の約25%がICU専従
- 入室患者のAPACHEII 約15
- 死亡率 16%
- 予定入室症例：33.3%

- 急性期病院の**約1~2%**がICUベッド
- ICU専門医の約30%がICU専従。
- 入室患者のAPACHE II 約17
- 死亡率 14%
- 予定入室症例：49.4%

- 日本は人口当たりの急性期病院の数は多いが、ICUベッドは少ない。
- 重症患者や死亡率は米国と日本で同程度
- 日本のICUベッド数は少ないので、**重症患者を病棟で管理する必要性がある。**

橋本悟. 日本集中治療医学会 教育講演 2014.3.1. 日集中医誌 2012;19:8~10 JAMA 2000;284(21):2762-2770
Chest. 2002;121:539-48. Am J Respir Crit Care Med. 2011 Jun 15;183(12):1666-73.

米国と日本のICUベッド数とICU医師数

- 米国の人口: 約3億人
- 人口10万人当たりICUベッド数 **20床**
- 全てのICUベッド: **60,000床**
- 推定必要スタッフ: 35,000 人
- 米国の集中治療医師: 6000人

- 日本の人口: 約1億2千万人
- 人口10万人当たりICUベッド数 **4床**
- 全てのICUベッド: **5,000床**
- 日本の集中治療医師: 1200人



- 米国の推定の必要集中治療医師数は、0.6 人/ベッド
- 同様の割合で考えると、日本に必要な集中治療医師数は約3,000名

Clin Chest Med 36 (2015) 401–407.

厚生労働省 医療施設動態調査より(平成28年5月)

Physician Burnout Is a Public Health Crisis, Ethicist Says

Arthur L. Caplan, PhD 

[Disclosures](#) | March 04, 2016

- メイヨークリニックの研究では、2011年には**45%の医師がバーンアウト**を感じている。
2014年には**54%まで増えている**と報告している。

Mayo Clin Proc. 2015;90:1600-1613.

- 米国全土の全ての医師の**半分以上**が、
『医師としての仕事の幾つかの要素が、私のバーンアウトの原因と感じる。』
- **年間400人の医師が自殺**をしていて、人口と自殺の比率に比べて**2倍**の数である。

American Foundation for Suicide Prevention.

ある病院のHCUを担当する医師の電話記録によると、平日、休日問わずHCUからの電話連絡がされている。そもそも医師を配置出来ていないStructure(構造)から課題がある。

日(黄色 土日)	時間	連絡場所	通話時間	通話内容
2018/8/5	20:46	HCU	10	緊急入室
2018/8/6	1:27	HCU	20	様態変化
2018/8/6	2:13	HCU	10	様態変化
2018/8/6	4:39	HCU	5	様態変化、緊急登院
2018/8/11	0:56	HCU	10	様態変化
2018/8/11	10:00	HCU	10	定時報告
2018/8/12	10:00	HCU	10	定時報告
2018/8/12	10:11	HCU	5	経過報告
2018/8/13	20:02	当直医	5	急変(3E)
2018/8/13	20:24	HCU	20	緊急入室
2018/8/13	22:07	HCU	10	経過報告
2018/8/14	22:33	HCU	10	経過報告
2018/8/15	0:15	HCU	10	経過報告
2018/8/15	2:35	HCU	10	経過報告
2018/8/17	22:10	HCU	10	経過報告
2018/8/18	0:20	HCU	10	経過報告
2018/8/18	2:12	HCU	5	様態変化
2018/8/18	10:03	HCU	30	定時報告
2018/8/18	21:16	HCU	10	定時報告
2018/8/19	10:02	HCU	15	定時報告
2018/8/21	22:36	4E	10	様態変化
2018/8/22	1:26	4E	5	様態変化
2018/8/23	22:11	HCU	10	定時報告
2018/8/24	0:04	HCU	5	定時報告
2018/8/24	22:05	HCU	10	定時報告
2018/8/25	10:01	HCU	30	定時報告、3W病棟相談
2018/8/25	22:07	HCU	10	経過報告
2018/8/26	9:14	HCU	20	定時報告
2018/8/26	12:56	HCU	5	経過報告
2018/8/26	21:07	HCU	10	経過報告
2018/8/27	22:04	4E	5	患者相談
2018/8/31	10:39	HCU	10	定時報告
2018/9/1	10:04	HCU	5	定時報告
2018/9/1	16:09	HCU	15	経過報告
2018/9/1	22:05	HCU	10	経過報告
2018/9/2	10:04	HCU	20	定時報告
2018/9/8	10:28	HCU	40	定時報告

日(黄色 土日)	時間	連絡場所	通話時間	通話内容
2018/9/18	21:17	HCU	15	様態変化
2018/9/21	22:00	HCU	10	経過報告
2018/9/22	10:06	HCU	15	定時報告
2018/9/23	10:08	HCU	10	定時報告
2018/9/24	11:31	HCU	10	定時報告
2018/9/26	20:21	HCU	10	経過報告
2018/9/27	0:05	HCU	5	様態変化
2018/9/27	0:13	HCU	5	経過報告
2018/9/27	0:22	HCU	10	経過報告
2018/9/29	10:04	HCU	40	定時報告
2018/9/29	22:05	HCU	10	定時報告
2018/9/30	10:04	HCU	15	定時報告
2018/10/2	21:17	HCU	15	急患
2018/10/6	10:01	HCU	20	定時報告
2018/10/7	14:18	HCU	15	定時報告
2018/10/8	10:05	HCU	25	定時報告
2018/10/10	22:07	HCU	5	経過報告
2018/10/13	10:12	HCU	15	定時報告
2018/10/13	21:10	HCU	10	経過報告
2018/10/14	14:21	HCU	20	定時報告
2018/10/18	0:13	HCU	10	様態変化
2018/10/20	10:08	HCU	25	定時報告
2018/10/20	21:14	HCU	10	経過報告
2018/10/21	10:04	HCU	10	定時報告
2018/10/25	23:07	HCU	10	様態変化
2018/10/27	10:13	HCU	20	定時報告
2018/10/27	21:04	HCU	10	様態変化
2018/10/28	10:09	HCU	15	定時報告
2018/10/28	12:46	HCU	10	様態変化
2018/10/28	21:05	HCU	5	経過報告
2018/10/31	2:20	HCU	15	様態変化
2018/11/1	1:34	HCU	10	様態変化
2014/11/3	7:42	HCU	15	様態変化
2014/11/3	10:18	HCU	15	定時報告
2014/11/3	21:30	HCU	10	定時報告
2018/11/4	13:34	HCU	25	定時報告
2018/11/5	0:40	HCU	10	様態変化

日本における医師と患者の需給バランスは、
先進国と比べても非常に悪い。



医師のバーンアウトのリスク ↑↑↑



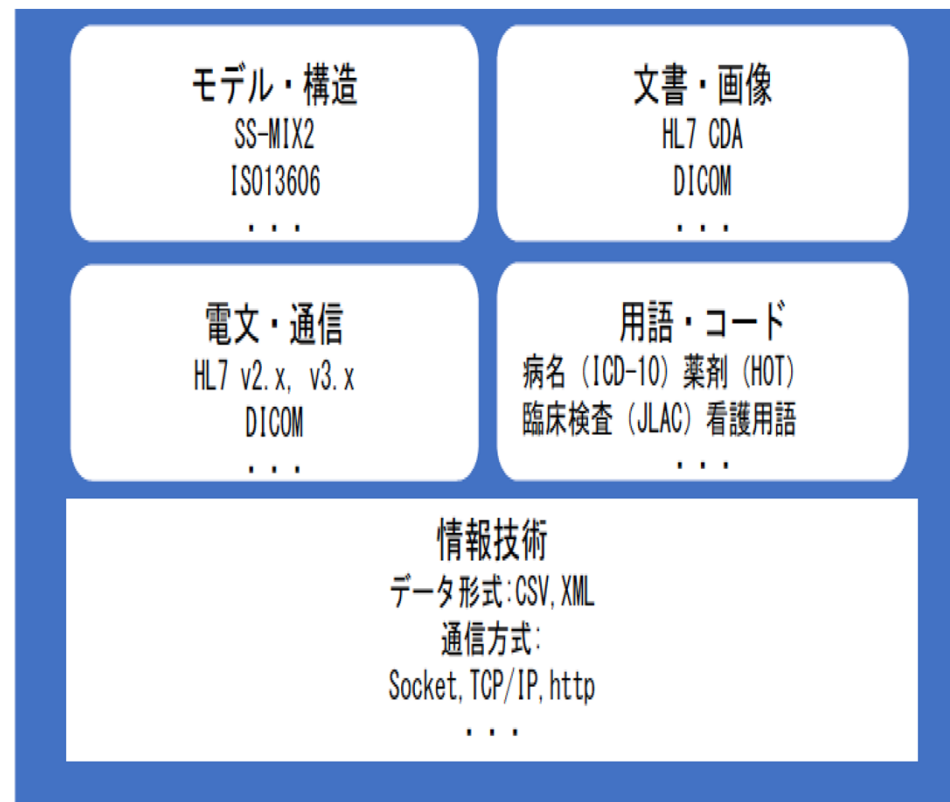
高齢化により、医師と患者の需給バランスは今後さらに悪化



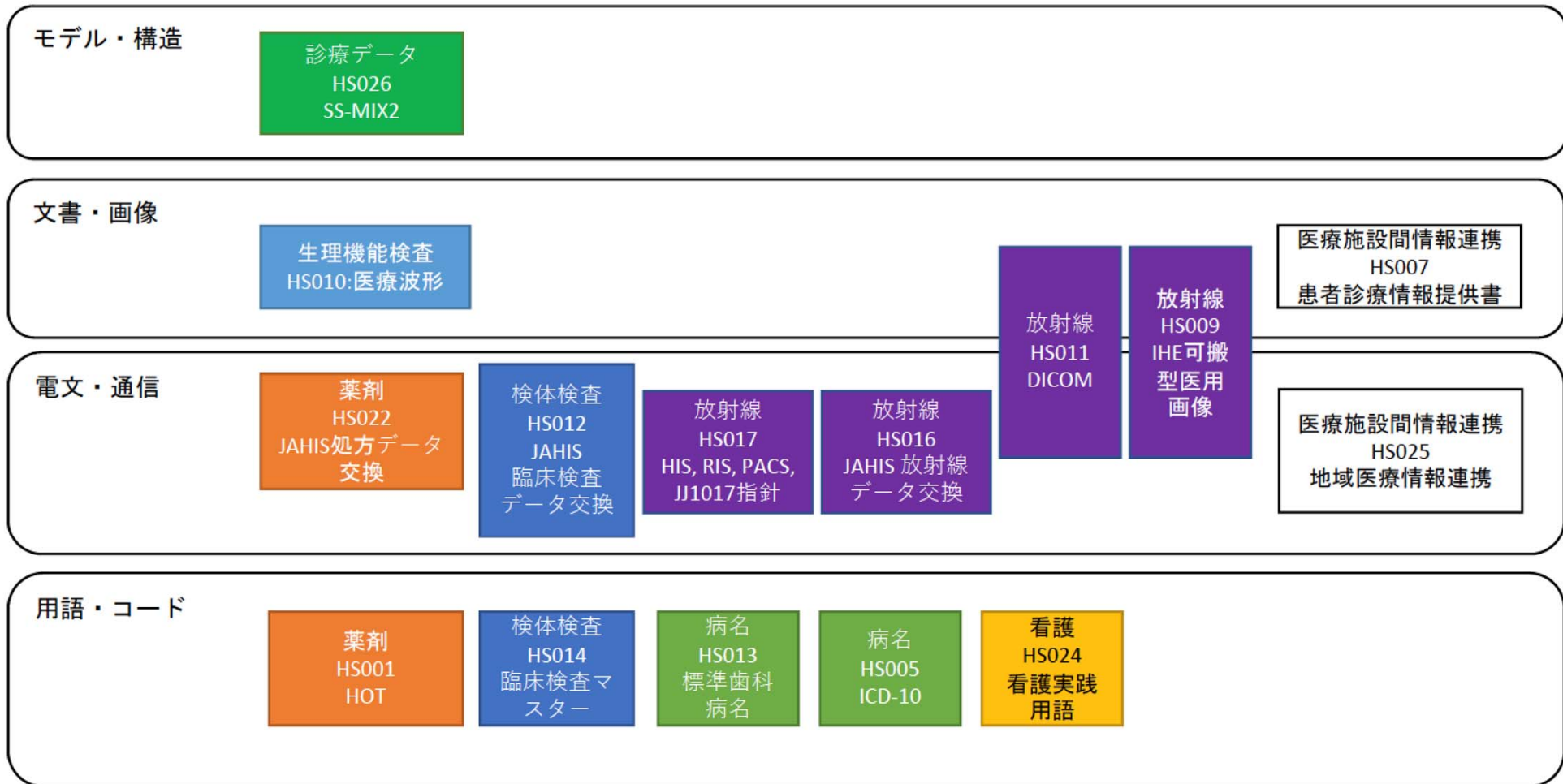
医療の標準化・標準規格とは？

「標準規格」と一口にいても、

- ・用語・コード
- ・電文・通信（＝システム接続）
- ・文書・画像（＝コンテンツ）
- ・モデル・構造（＝診療録）
- ・ユーザーインターフェース（＝操作画面）
- ・アプリケーションの挙動（＝ソフトの画面遷移）



国内標準規格の現状考察



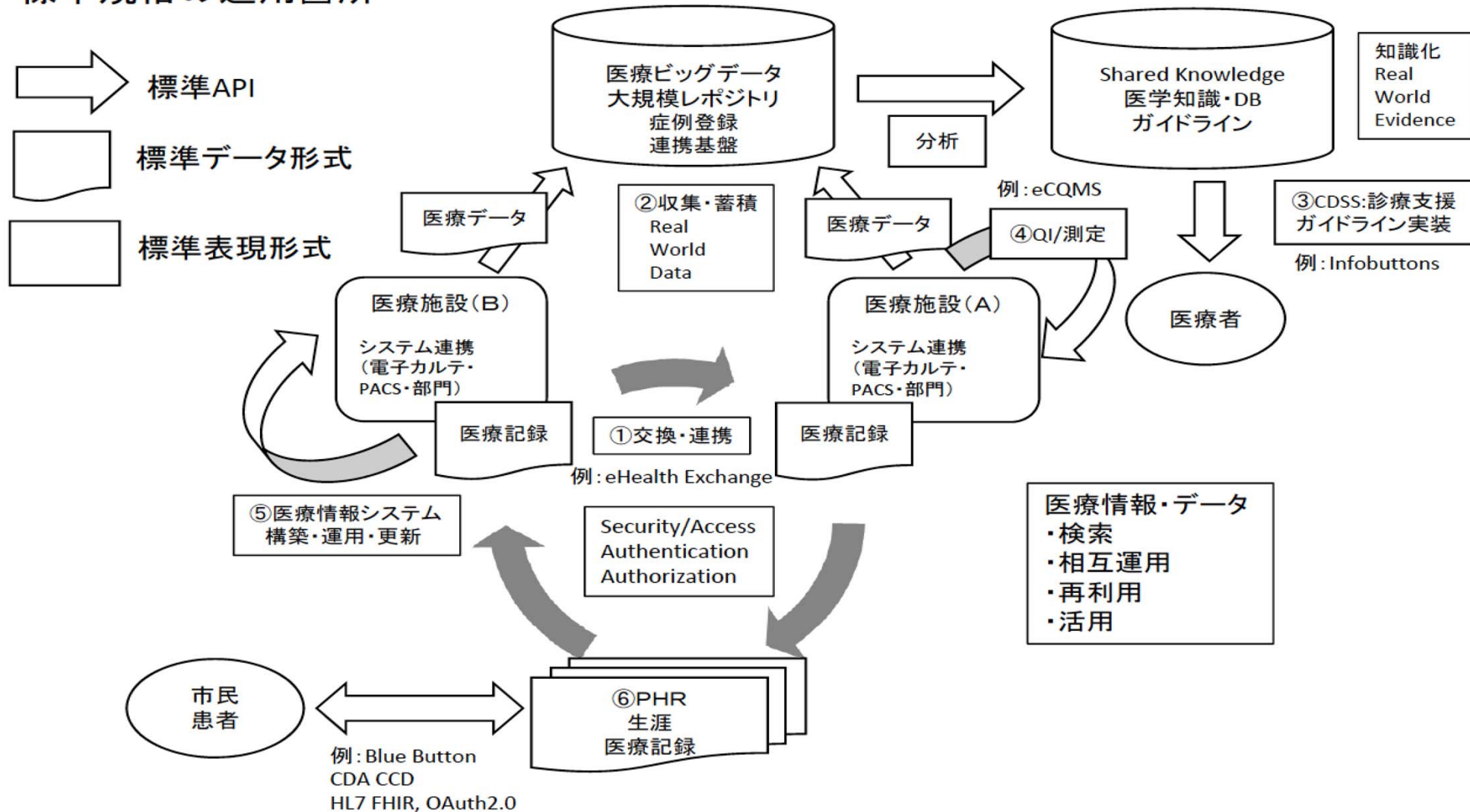
現実の手術患者のワークフローを標準規格で表現するには不足している箇所が多数ある（＝オレンジ色）

国内の標準規格の現状考察（２）	用語 コード	電文	文書・画像	モデル・構造
リハビリ			リハビリ記録	
手術・血管内治療 麻酔・放射線治療			手術記録 麻酔記録	
処置			処置記録	
薬剤				
検査 検体 画像 生理 内視鏡 病理			結果 報告書	
診断	ICD-10			
経過				
プロブレム				
主訴・問診 現病歴・既往 アレルギー 所見			診療記録 観察用語	
受診形態 初診・再診・外来・入院・一般・救急				
患者基本情報 年齢・性別 住所・職業				

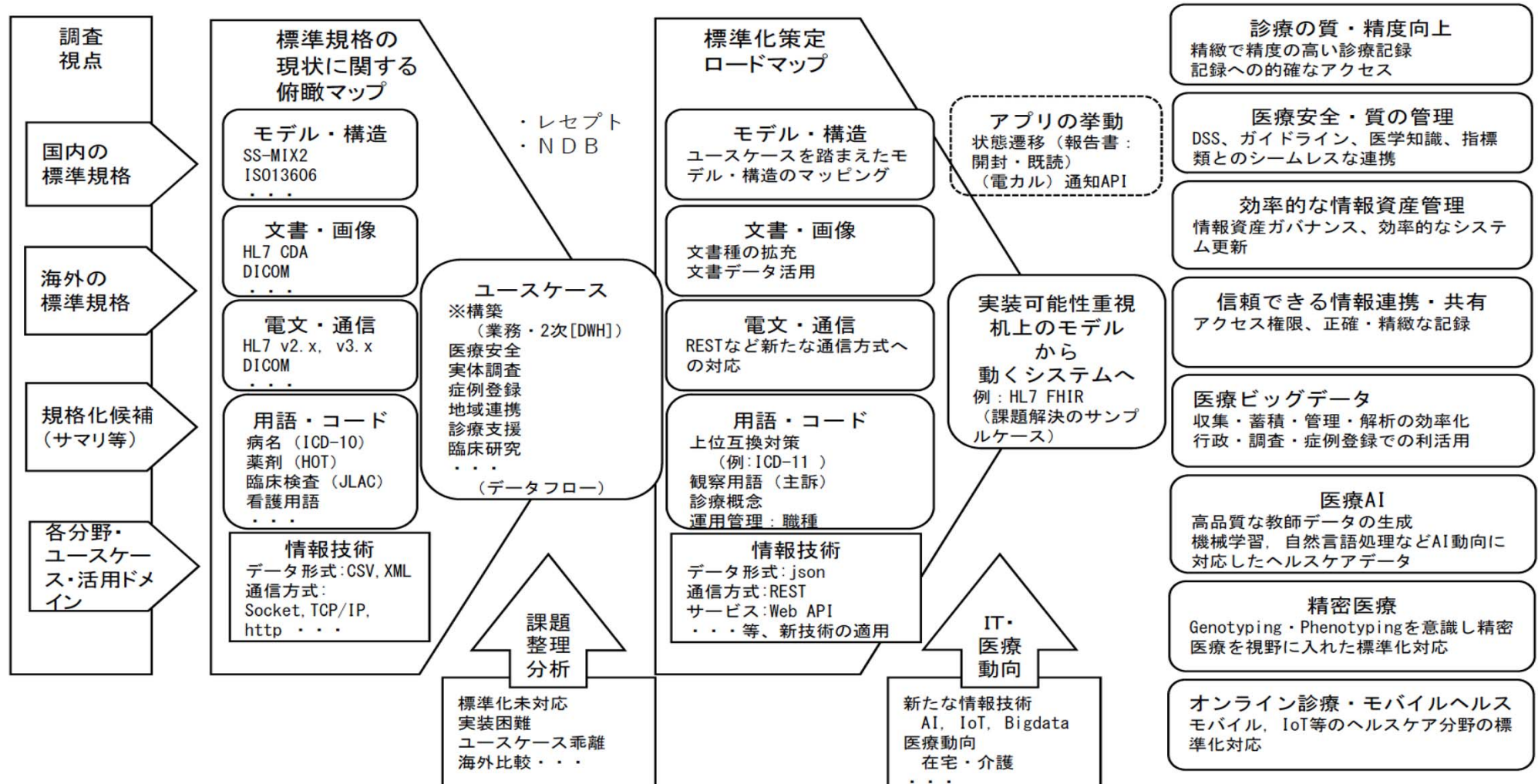
早急な整備が必要である。

（これらは、国の「医療等情報基盤整備検討会」や「保健医療情報標準化会議」にても提示している内容です）

標準規格の適用箇所



標準化への果てしない道のり



アウトライン

- Tele-ICUとは
- 日本集中治療医学会 遠隔ICU委員会による調査研究
- 来年度の横浜市におけるTele-ICU構想
- 日本の急性期医療における課題
- 関連する医療機器開発の現状
- 未来の急性期医療のあり方

バイタルデータの活用

脈拍、血圧、体温など、人体から取得できるさまざまな情報のこと。この言葉は、人間が生きていることを示す値である「**バイタルサイン (生命兆候)**」をデータ化したものという意味だ。

一般的に用いられているバイタルサインは血圧、脈拍数、呼吸数、体温、酸素飽和度など
その他、急性期に用いられる **瞳孔、尿量、意識レベル**などもバイタルサインと呼ばれる。



通常のバイタルサインを測定する医療機器分野はレッドオーシャンである。

勝負どころは



通常測定されていないバイタルサイン・解析アルゴリズム・データ量・創造性

日本に強みのある技術とは何か？



バイタルの数字上は良いんだけど、
なんか不安だな。

末梢は冷たいし、浮腫んでるし
怪しいなあ

この後、急変するかも・・・



日本人は良く患者を診る気質が浸透しているため、第6感に優れた医療従事者が多い印象がある。

医師の第6感を具現化する判断支援のソリューションが望まれる。

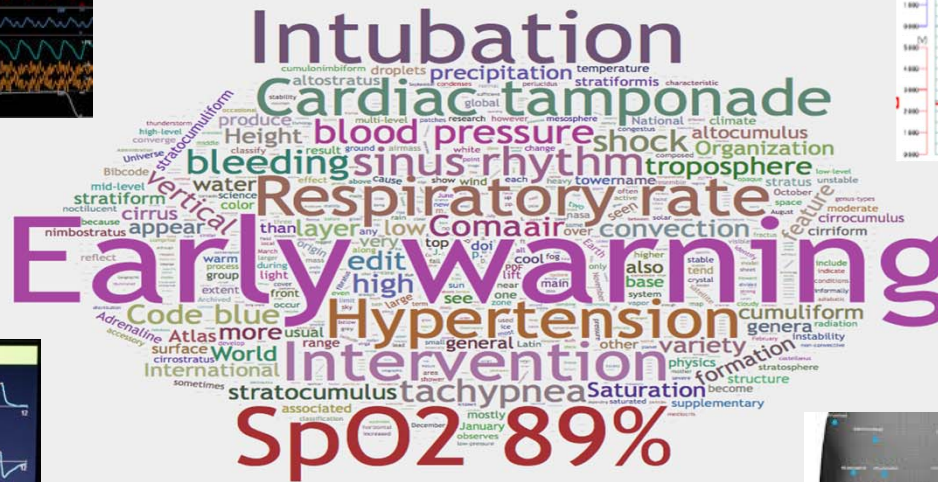
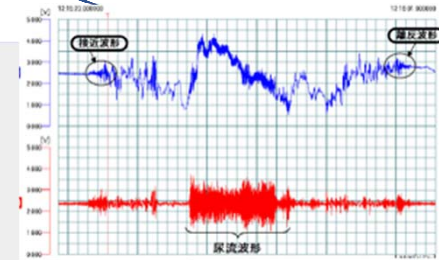
各種医療機器のデータを組み合わせて統合的な評価を見える化する必要がある

生体情報モニター

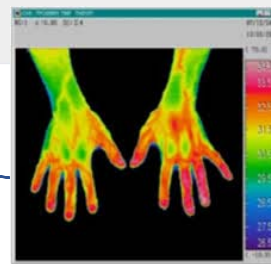


データ統合・見える化

マイクロ波センサー



人工呼吸器モニター



サーモグラフィー



苦痛様表情 顔認識

医師の第六感とは？

① 重症化予測
この時点での要素を用いた
予測では介入が必要と判断

② 治療介入
重症化が予測されたため治
療介入

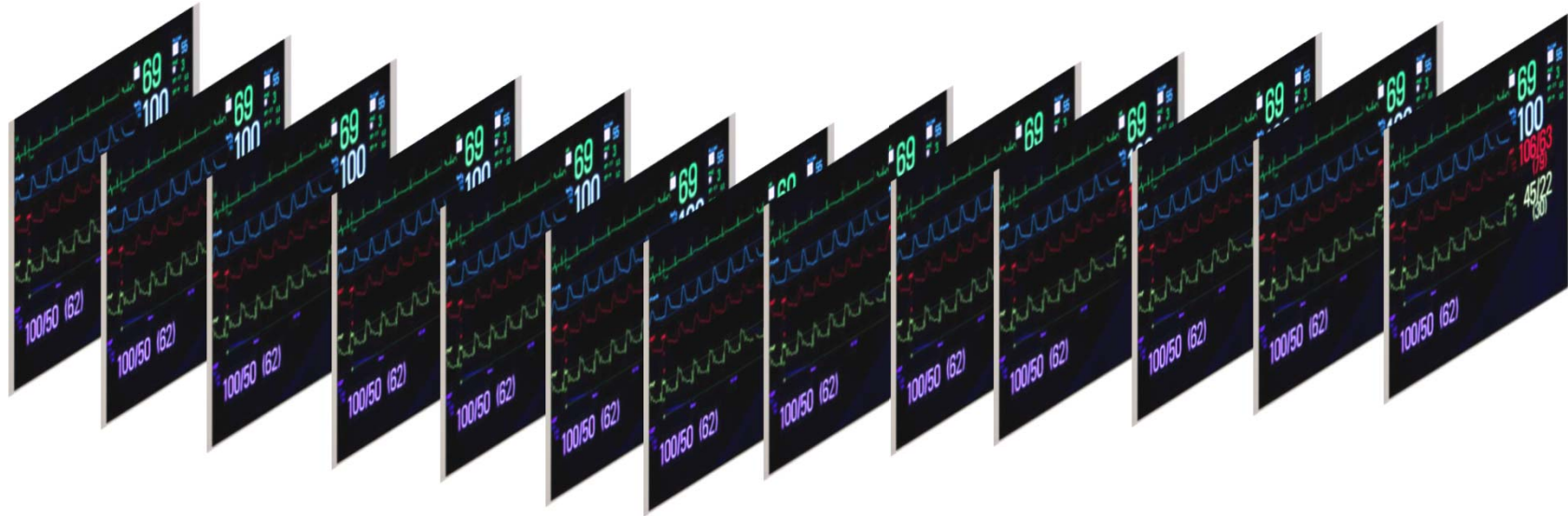
③ 重症化されると判断されたタイミング
当初予測した時点から
介入による変化が起こっている。



③で悪化すると予測



介入により結果が変わっていく。

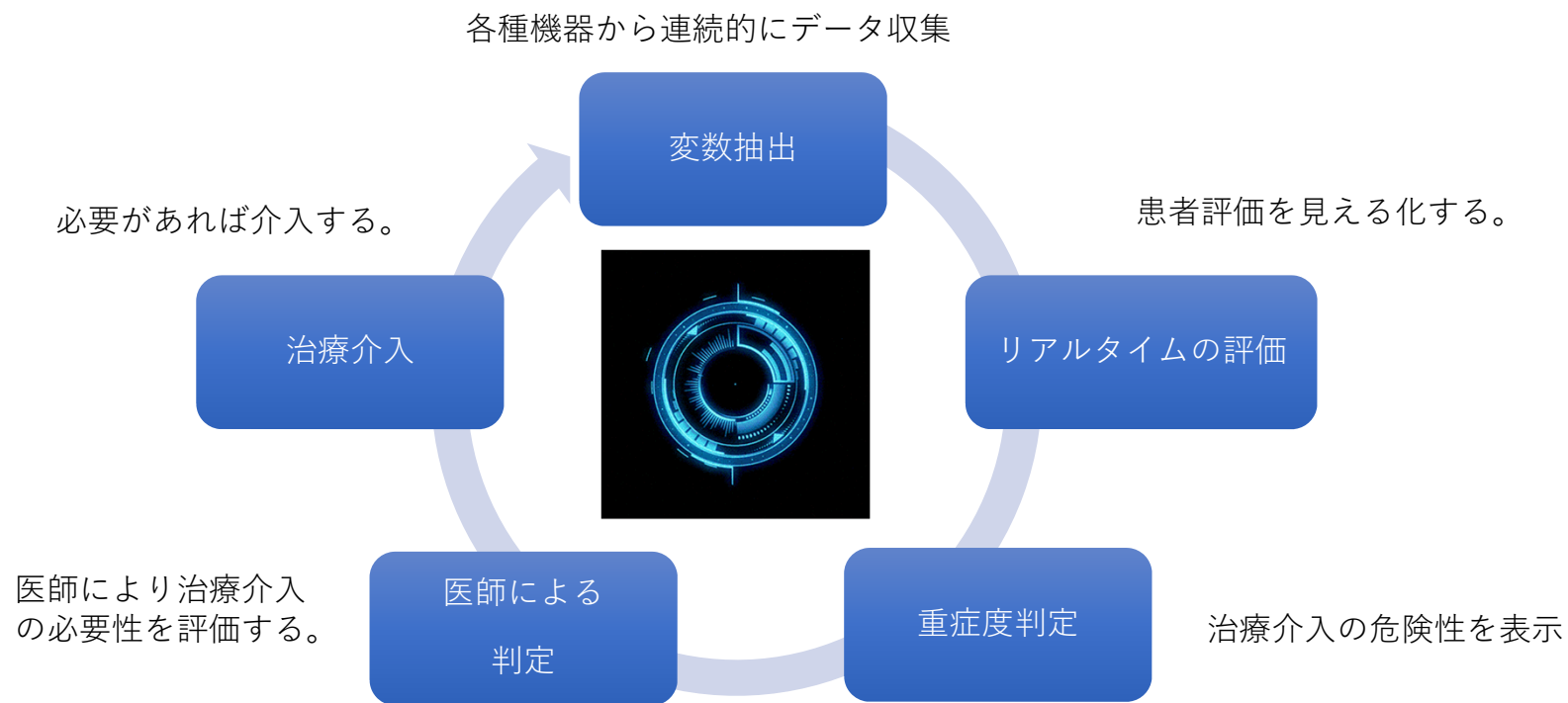


当初予想された状況から、患者の状態は刻一刻と変化している。
リアルワールドで実証する際には、ある一時点の予測のみでは対応が困難である。

このパネルデータの揺らぎを**医師の第6感で予想**しているのが医療現場の現状

低侵襲/連続モニタリングデータの活用によるケアサイクルの革新は？

リアルタイム性・持続可能性・創造性・国際的な導入の意識

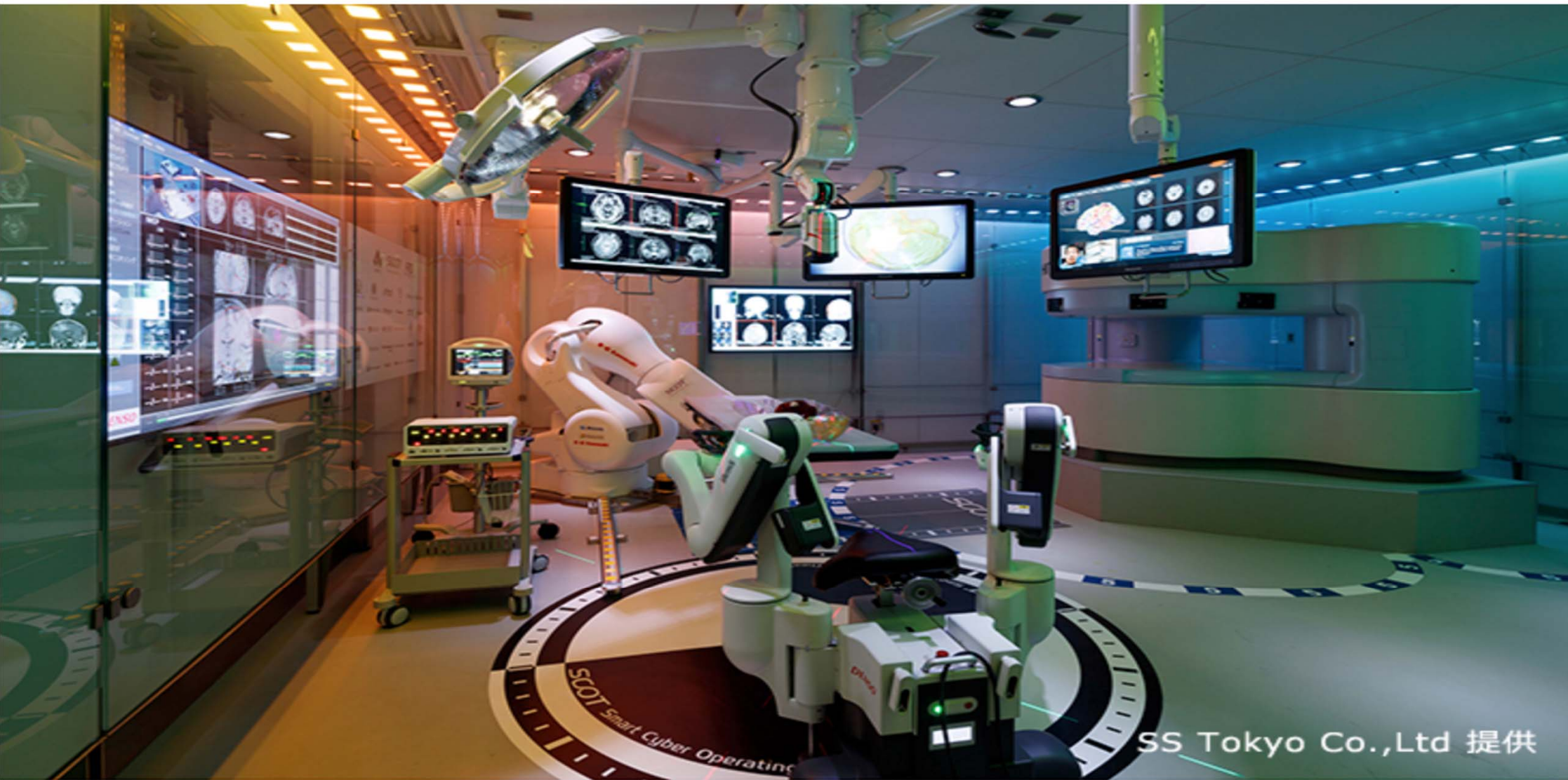


数値の統合化による見える化 (複数パラメータの統合によるアルゴリズム：EWS・AIモデル)

見えているもの・感じているもの数値化 (医師の第6感・触感・視覚情報 etc)

このサイクルを頻繁に回し続ける事で、予期せぬ急変を防ぐ事が可能となる。

リアルタイム性 ・ 持続可能性 ・ 創造性 ・ 国際的な導入の意識

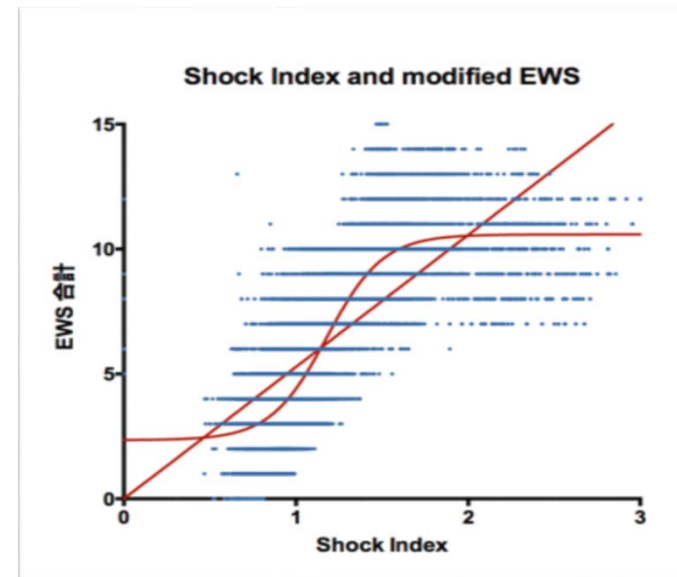


世界標準のEWS (Early Warning Score) の自動化の開発

Chart 1: National Early Warning Score (NEWS)

PHYSIOLOGICAL PARAMETERS	3	2	1	0	1	2	3
呼吸数	≤8		9 - 11	12 - 20		21 - 24	≥25
酸素飽和度 Saturations	≤91	92 - 93	94 - 95	≥96			
酸素投与の有無		Yes		No			
体温 Temperature	≤35.0		35.1 - 36.0	36.1 - 38.0	38.1 - 39.0		≥39.1
収縮期血圧	≤90	91 - 100	101 - 110	111 - 219			≥220
心拍数	≤40		41 - 50	51 - 90	91 - 110	111 - 130	≥131
意識レベル				A			V, P, or U

呼吸数、酸素飽和度、酸素投与の有無、体温、収縮期血圧、心拍数、意識レベルの7項目のうち1分毎に測定できる血圧・心拍数・呼吸数・酸素飽和度・体温を用いて、Modified Early Warning ScoreとShock Indexを算出。



出願番号：特願 2017-138390 発明者：高木 俊介 発明の名称：「重症化推定装置及び重症化推定プログラム」
出願人：公立大学法人 横浜市立大学 出願日：平成29年7月14日

通常測定されていないバイタルサイン（意識状態）の数値化

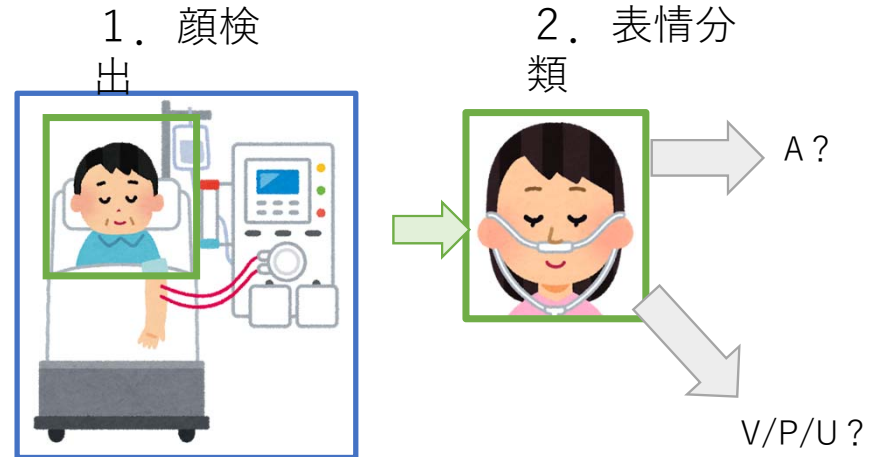
Chart 1: National Early Warning Score (NEWS)

PHYSIOLOGICAL PARAMETERS	3	2	1	0	1	2	3
呼吸数	≤8		9 - 11	12 - 20		21 - 24	≥25
酸素飽和度	≤91	92 - 93	94 - 95	≥96			
酸素投与の有無		Yes		No			
体温	≤35.0		35.1 - 36.0	36.1 - 38.0	38.1 - 39.0		≥39.1
収縮期血圧	≤90	91 - 100	101 - 110	111 - 219			≥220
心拍数	≤40		41 - 50	51 - 90	91 - 110	111 - 130	≥131
意識レベル				A			V, P, or U

酸素投与の有無と意識レベルははマニュアルで観察されている。

表情認識は以下の2つのプロセスによって実現する

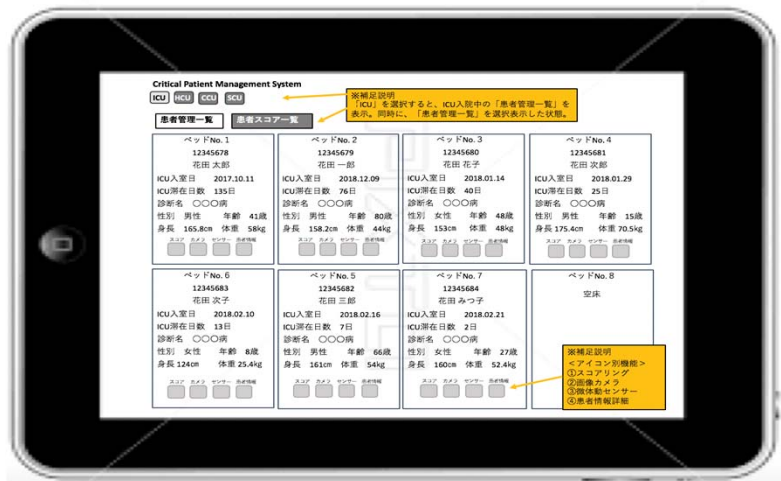
1. 顔検出
撮影画像全体から、患者さんの顔を検出・抽出する
2. 表情分類
抽出した顔画像を表情（鎮静度）で分類する



既存の顔検知のソフトとCNN（畳み込みニューラルネットワーク）の転移学習の仕組みを利用して、効果的な表情分類を目指す。

患者管理システム開発例

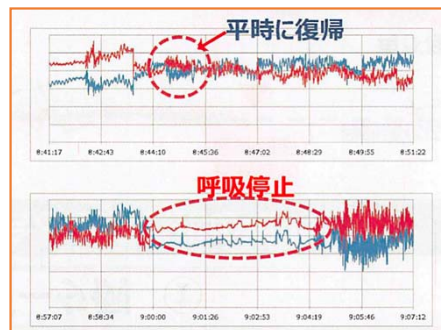
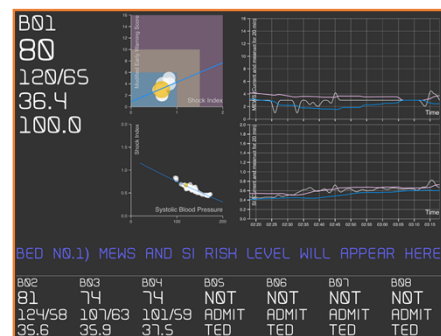
第一世代：患者情報を統合させたCPMS
(Clinical Patient Monitoring System)



第2世代：データと画像の一括表示



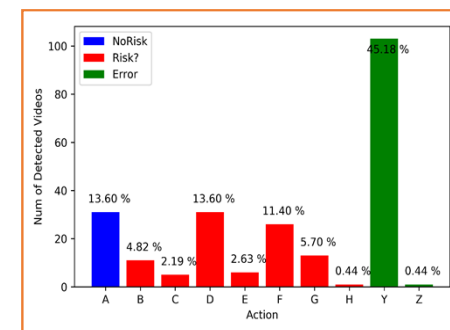
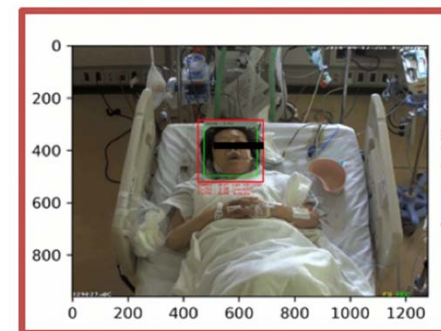
重症度判定システム



マイクロ波センサー

- 様々なデータから医療従事者間のコミュニケーションを加速させる。
- AI・チャットボット・掲示板などの機能もアドオンする？
- **インフラ構築とともに国産企業コンソーシアムによる医療機器の開発**

画像解析モデル



アウトライン

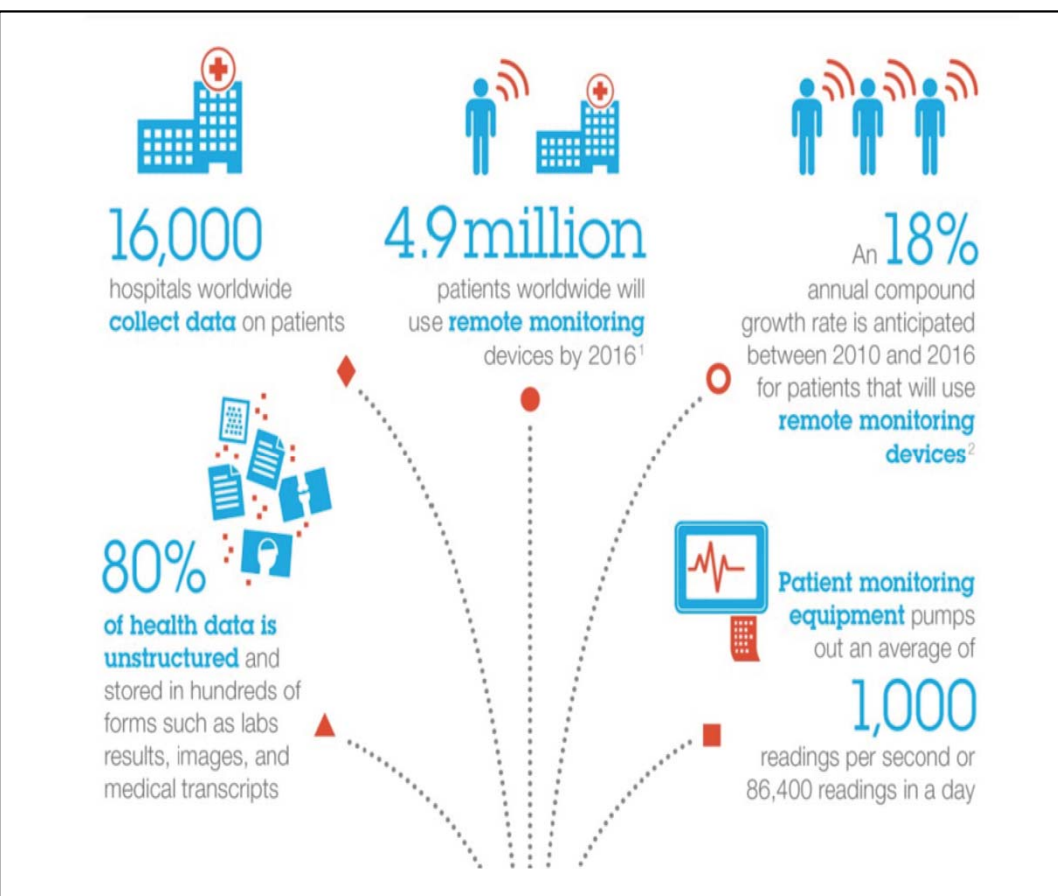
- Tele-ICUとは
- 日本集中治療医学会 遠隔ICU委員会による調査研究
- 来年度の横浜市におけるTele-ICU構想
- 日本の急性期医療における課題
- 関連する医療機器開発の現状
- 未来の急性期医療のあり方

未来の急性期医療とは



どこでもリアルタイムに病態を再現する事ができ、医療従事者間での情報共有をシームレスにする。

ヘルスケアデータはそこら中にある。



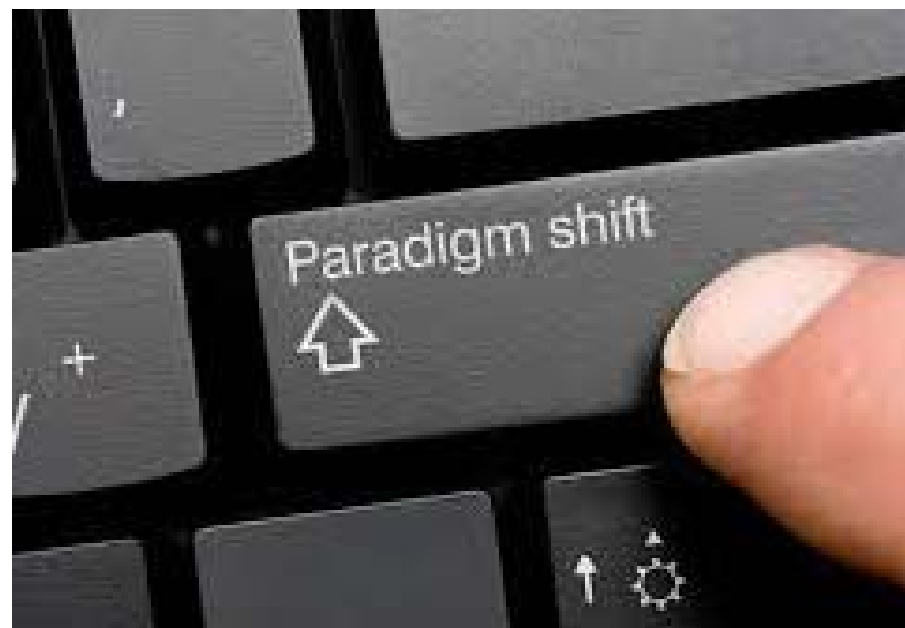
- 16,000病院が患者データを集めている。
- 4900万人の患者が2016年までに遠隔モニタリングを使用している。
- 遠隔モニタリングデバイスを使う患者は**毎年18%**増えている。
- モニタリングのデータは1秒間に**平均1,000のデータ**を吐き出している。
- **80%**の医療データは構造化されていない。

プラットフォームやネットワーク構築などICTの整備が重要である。

ICTを医療に取り入れる際のキーワード
「保健医療2035」 次世代型保健医療システム

3つのキーワードに結びつけた3つの
パラダイムシフト

- 「つくる」
- 「つなげる」
- 「ひらく」



1. つくる 『集まるデータ』 から 『**生み出すデータ**』 へ
レセプトやカルテなど現在収集できるデータだけでなく、保健医療の質の
向上など「患者・国民にとっての価値」を生み出すデータをつくる

インフラ：「**次世代型ヘルスケアマネジメントシステム**（仮称）」



アウトカムを意識した
データ収集のシステム

2. つなげる『分散したデータ』から『データの統合』へ

- 医療機関等の施設や、個々人に分散したデータを、一人ひとりを軸に、健康なときから疾病・介護段階までを**生涯**にわたって統合して『つなげる』
- インフラ：患者・国民を中心に保健医療情報をどこまでも活用出来るオープンな情報基盤
- Person centered open platform for well-being; PeOPLE (仮称)

医療と介護の十分な連携には、情報共有が欠かせない

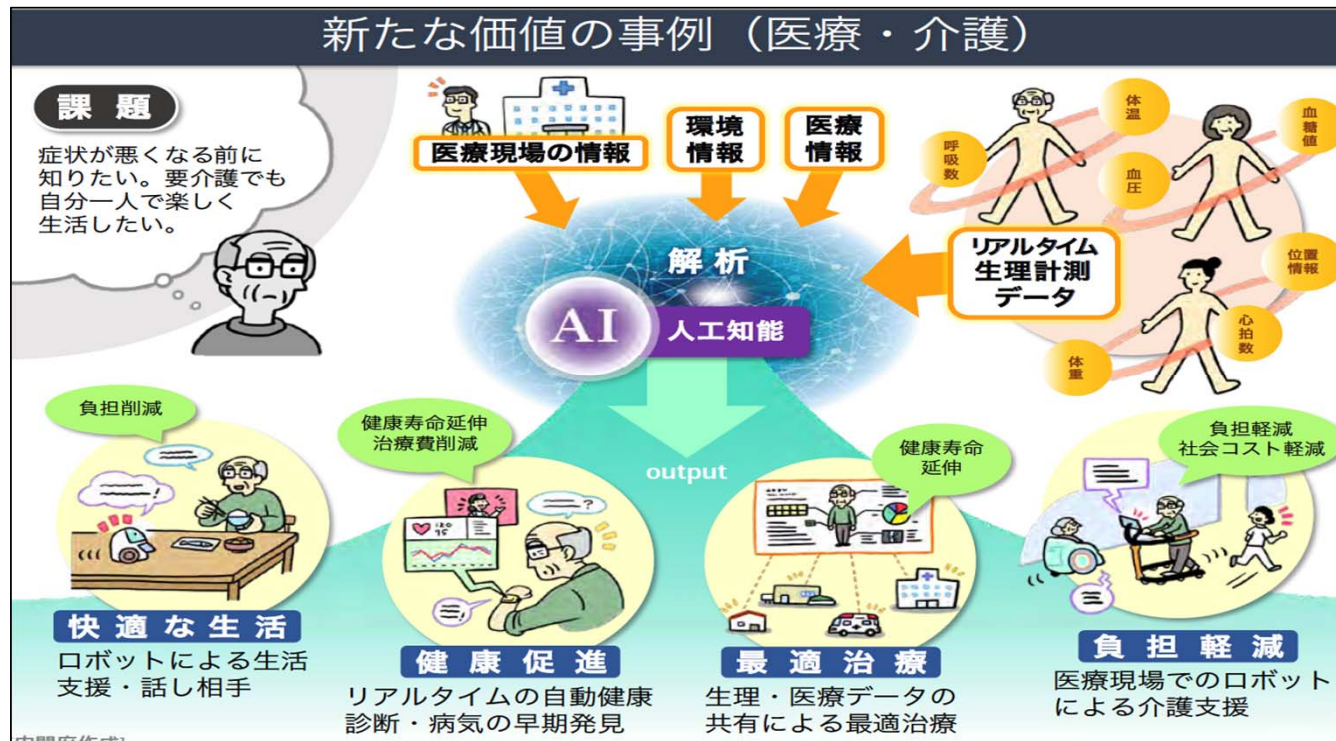


企業間の紛争を超えた

オープンプラットフォームの構築と
地域包括ケアとの連携

Society 5.0を意識した医療のシステム構築が重要である。

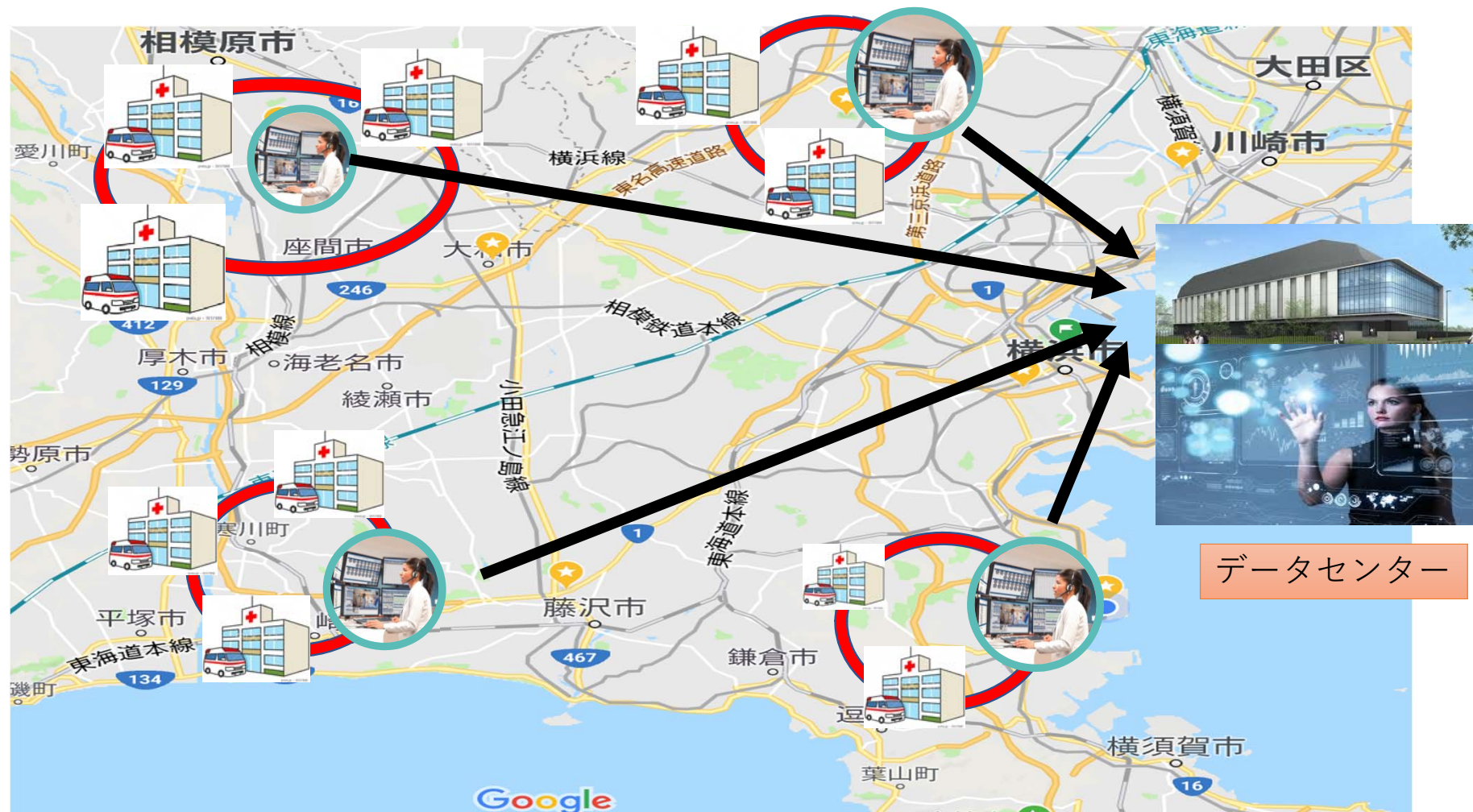
Society 5.0: サイバー空間とフィジカル(現実)空間を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会



フィジカル(現実)空間からセンサーとIoTを通じてあらゆる情報が集積(ビッグデータ) 人工知能 (AI) がビッグデータを解析し、高付加価値を現実空間にフィードバック

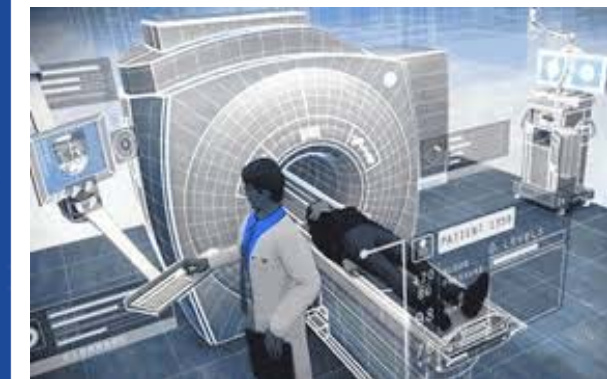
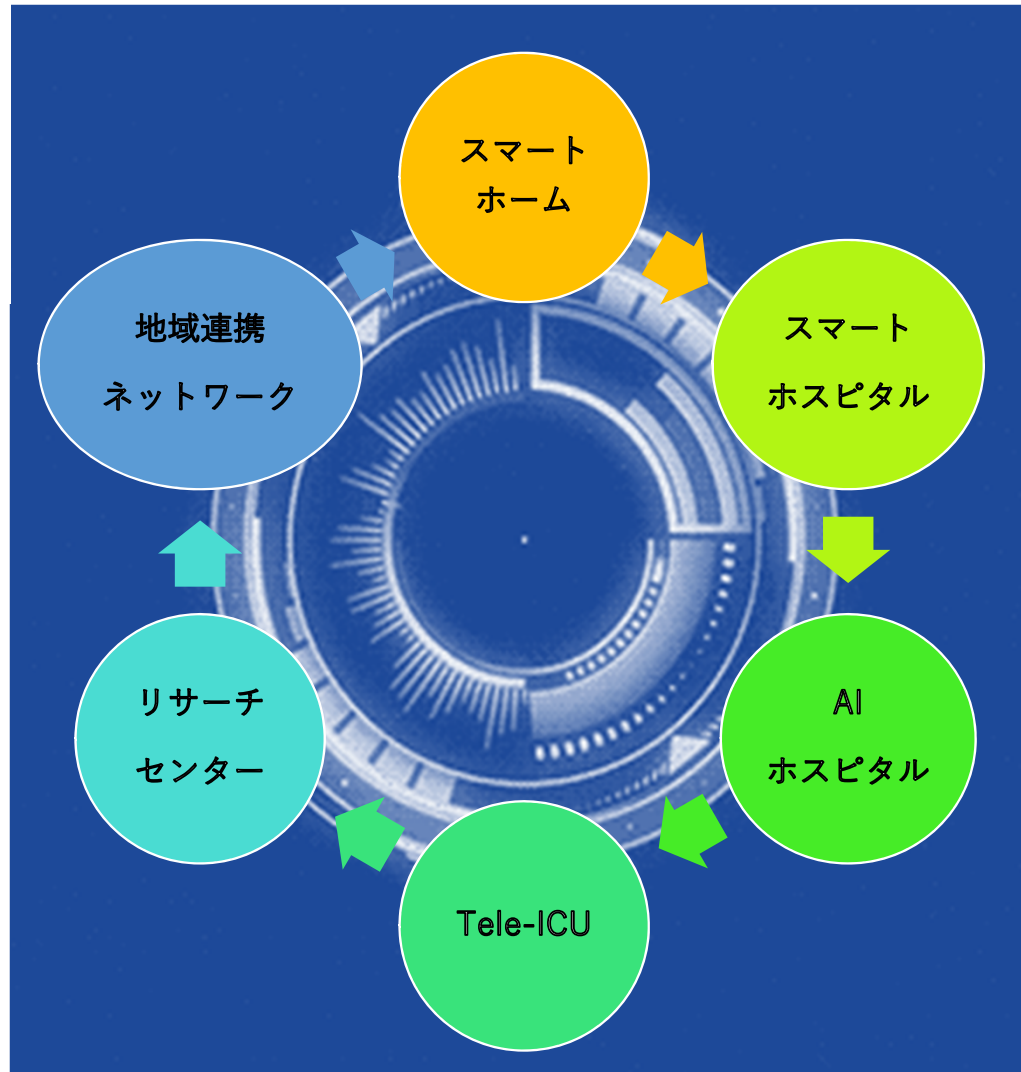
出典: 内閣府HP 科学技術政策
https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html

2030年までに神奈川の急性期医療を一括監視するセンターを横浜に構築する事を目標とする。



各地域に波及したTele-ICUのサポートセンターから、データセンターに情報を集約する。

スマートヘルス：ヘルスケアから医療までのシームレスな連携を



ご静聴ありがとうございました。