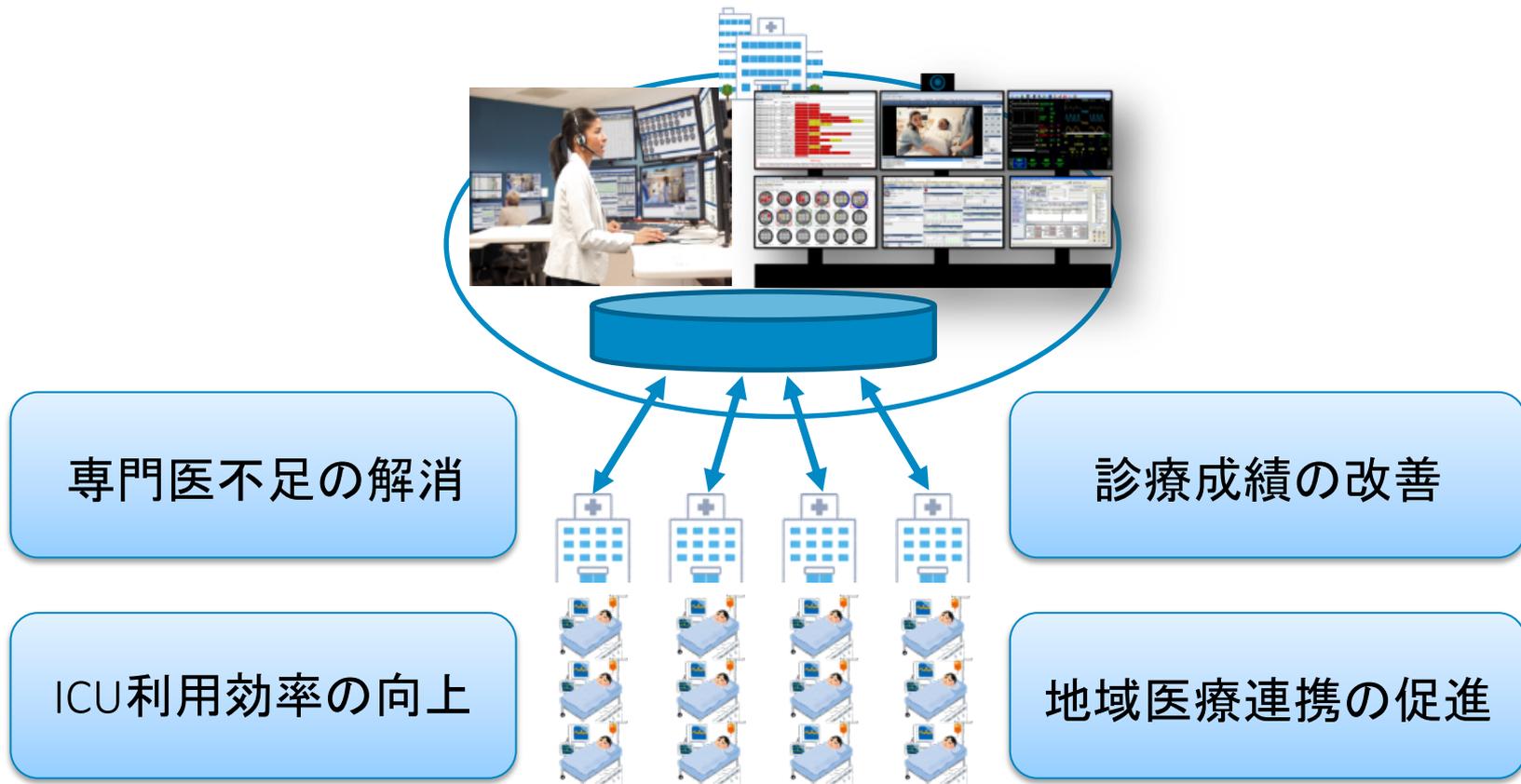


AIを用いたICU診療の質改善フォーラム

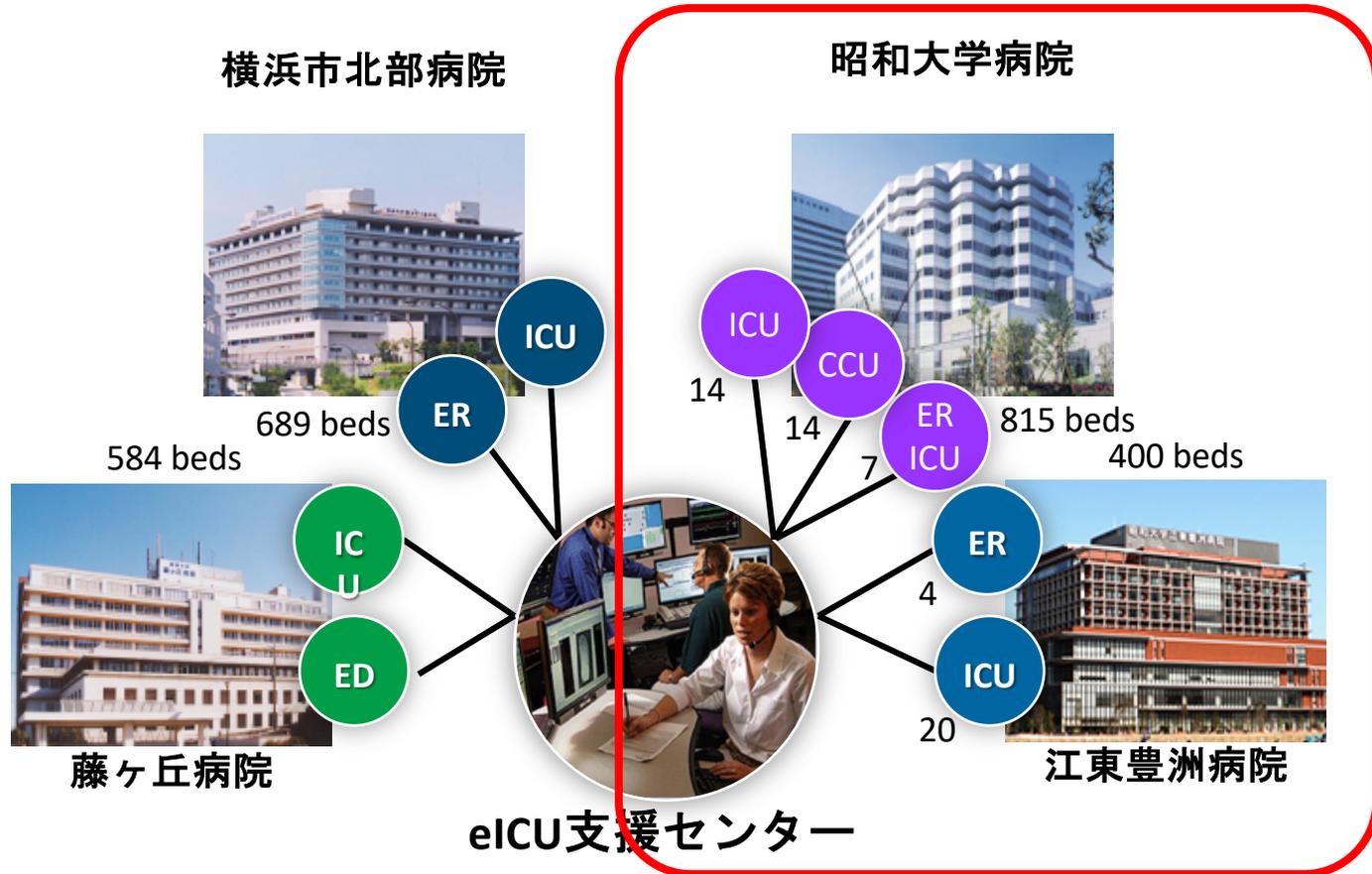
AIにより3時間先の
集中治療患者の重症度が予測できるか？

昭和大学 大嶽浩司

ICTを活用した遠隔集中治療ができること



Showa eConnectの全景



2017年2月より システム稼働 (49ベッド)

2018年4月より 常勤人員配置 (医師 eMD・看護師 eRN・事務 eHUS)

遠隔ICUシステムの模式図

支援センター

ICU 専門医



各病棟で夜に専門人材を配置するのではなく、専門人材を支援センターに集約して、複数の病棟を見るようにすると、診療の質と効率が担保できるのではないか

支援センターの専門医が若手（他科）が当直している病棟をカバー



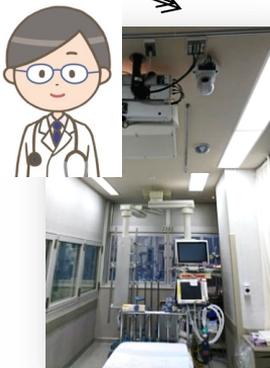
A hospital



B Hospital



C Hospital



D Hospital

遠隔ICUシステムの目的

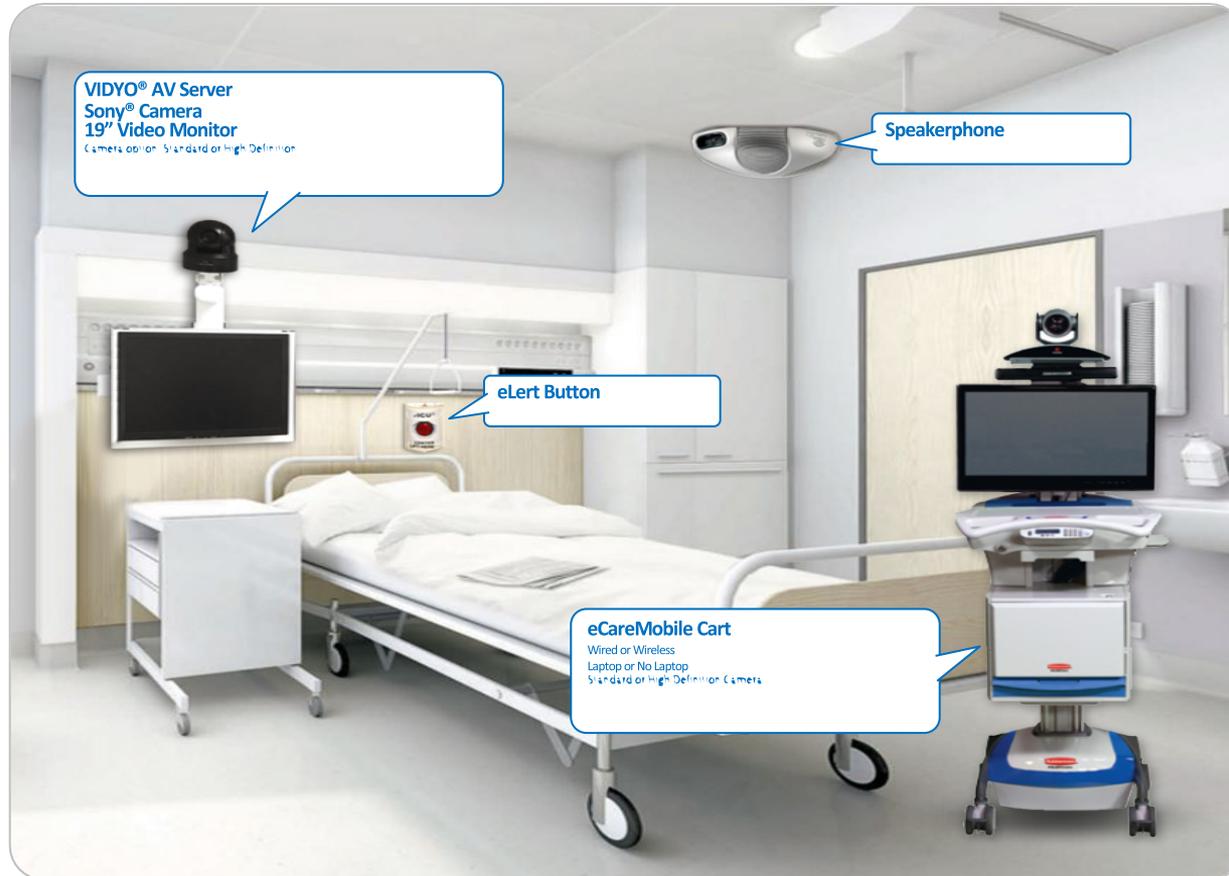
ビジョン

重症患者の早期社会復帰を目指す
for the patients' early social recovery

目標

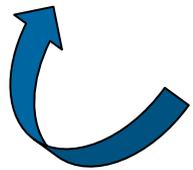
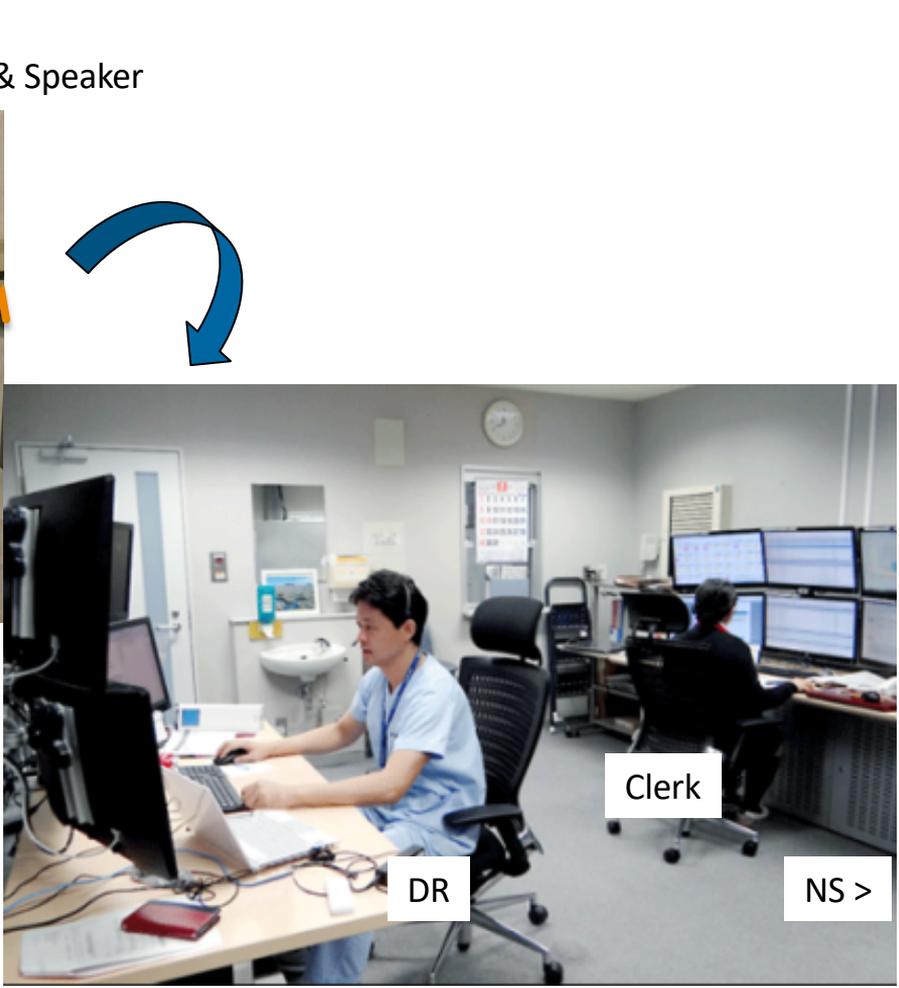
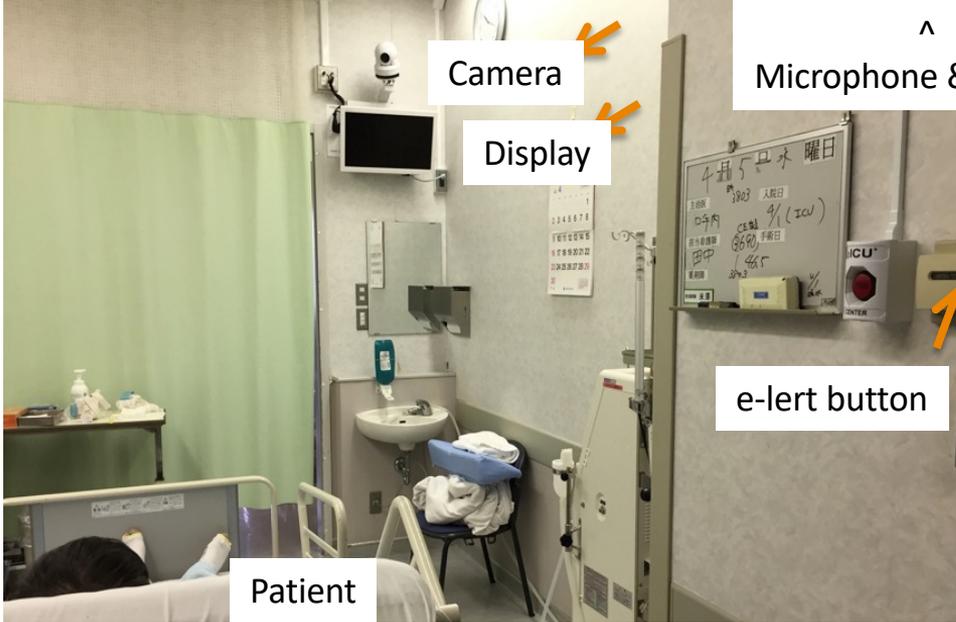
1. ICU滞在日数の適正化
2. 人工呼吸器装着日数の短縮
3. ICU入室患者数の増加
4. 患者およびスタッフのさらなる安全・安心

遠隔ICU装置のある病床



Showa eICU 支援センター





Multi-Screen Navigation System

Fully integrated with a hospital's clinical workflow



患者一覧画面

Status	Hospital	Unit	Bed	Patient Name	DOB	PID	CDS
15	Visiou Hospital	MICU	MICU8	Irving, Nathaniel	02/08/1968	2456913	N pH Gp NIA
15	Visiou Hospital	MICU	MICU12	Spellman, Stewart	11/02/1962	1346792	N Ks Gp pH NIA
12	Visiou Hospital	MICU	MICU7	Quinn, Paul	02/08/1968	8523164	As Gp NIA
12	Visiou Hospital	CCICU	CCICU7	Harris, Jayne	02/08/1949	3971286	N pH NIA
10	Visiou Hospital	CCICU	CCICU8	Johnson, Nathaniel	02/08/1968	4682591	N Gp 1.15 Gp
9	Visiou Hospital	CCICU	CCICU12	Harris, Jayne	11/02/1947	1479632	As N Gp pH NIA
8	Visiou Hospital	MICU	MICU10	Demo 1, PatientMICU	02/28/1951	patientMICU10	N Gp pH 0.43 Gp
7	Visiou Hospital	MICU	MICU5	Demo 2, PatientMICU	06/08/1972	patientMICU13	N Gp pH 0.48 Gp
7	Visiou Hospital	CCICU	CCICU8	Patient 3, Demo	06/08/1972	patientCCICU38	N pH Gp NIA X
6	Visiou Hospital	MICU	MICU6	Demo 3, PatientMICU	06/08/1972	patientMICU36	N Gp pH NIA X
6	Visiou Hospital	CCICU	CCICU5	Patient 2, Demo	06/08/1972	patientCCICU13	N Gp pH 0.28 Gp NIA
4	Visiou Hospital	MICU	MICU2	Haughton, Larry	02/08/1968	9123578	N pH Gp 0.56 Gp
3	Visiou Hospital	MICU	MICU9	Demo 4, PatientMICU	02/08/1968	patientMICU10	N Gp pH 0.57 Gp
3	Visiou Hospital	CCICU	CCICU11	Patient 5, Demo	02/08/1968	patientCCICU11	N Gp pH X
3	Visiou Hospital	CCICU	CCICU28	Patient 4, Demo	02/08/1968	patientCCICU28	N Gp pH X
				Dumfroy, Connie	05/28/1972	645312978	Gp pH 0.38 Gp
				Corcoran, Connie			
				Demo 5, PatientMICU			
				Inglis, Larry			
				Patient 1, Demo			

Automated Acuity

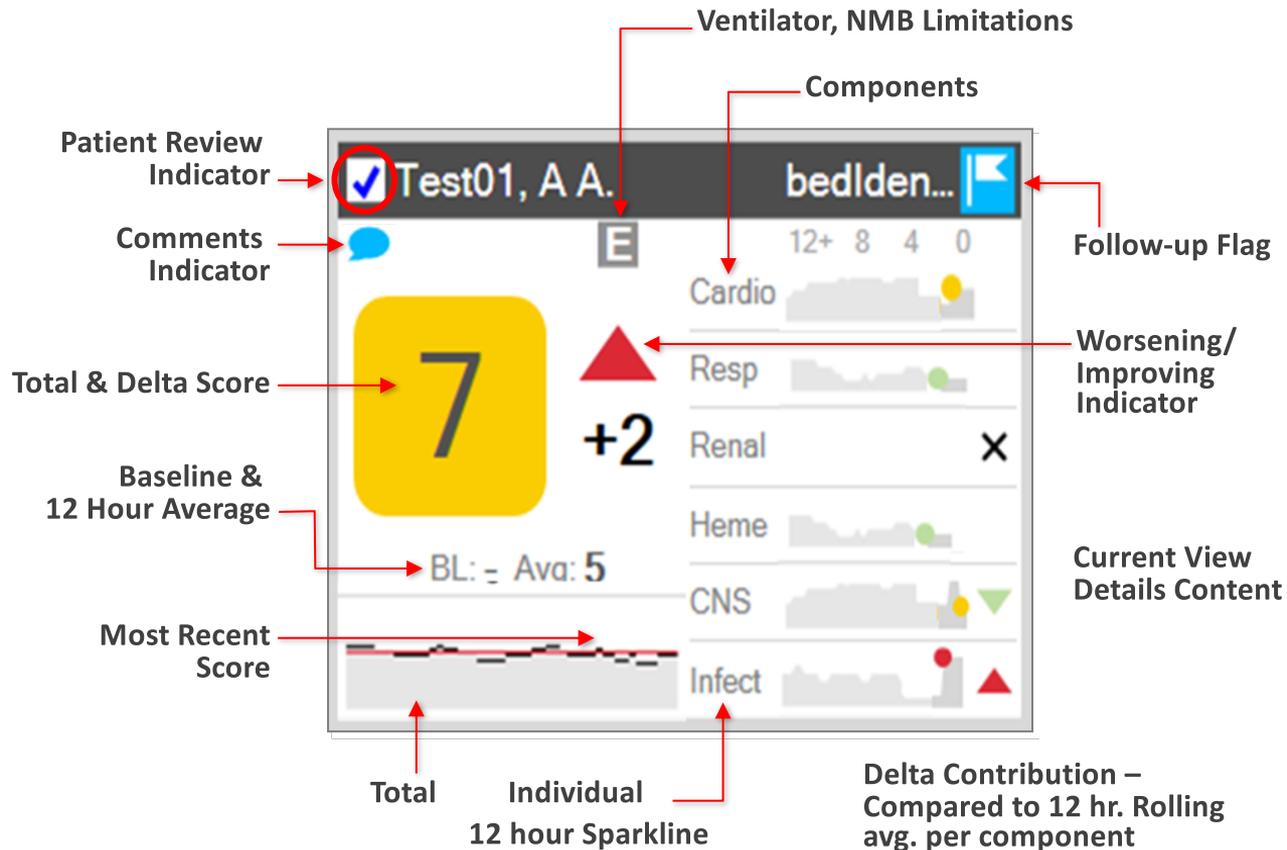
APACHEスコアなどから計算されたアルゴリズムと、主要臓器（心臓、呼吸器、感染症、中枢神経、腎臓、血液）の状態から、患者の重症度を数値化するため、患者を重症度順に位置づけることが可能

General Profile Smart Alert Prompts

収集したデータを解析し、特定の値または傾向を示した際にアラートを表示。

敗血症、pH、クレアチニン、Hb、K、尿量などについてのアラートがある。

重症度を示すスコア (Automated Acuity)



遠隔ICUシステムによる診療の質と効率の向上



AIを用いた重症度予測研究の目的と目標

目的

eICU患者の未来の重症度を予測する。
今施している処置が適切か、それとも変更が必要かの判断に役立てる。

目標

- 現在用いられている重症度スコアを予測する。
- Automated Acuity (AA, デルタスコア)
 - Discharge Readiness Scores

本研究の目標と背景

■ 研究目標

- 未来のバイタルサインを予測する。
- その値から未来のスコアを算出する。

■ 背景

- バイタル自体の予測を挟むことで問題の細分化が可能。評価・要因分析が容易。
- 予測がAAに束縛されないことで、将来AAではない独自スコアの開発も可能になる。

1st ステップ（今年度の研究スコープ）

■ 方針

- AAを優先する。
- AAの構成要素のうち重要度が高いのは Cardiovascular, Respiratory。
- これらのスコア算出に用いるバイタルサインを予測対象として選ぶ。

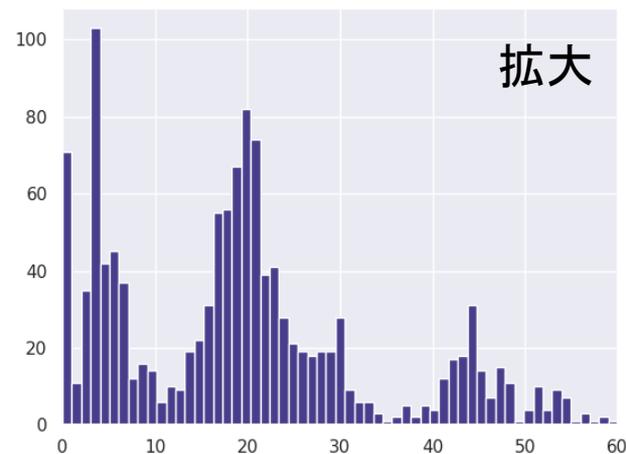
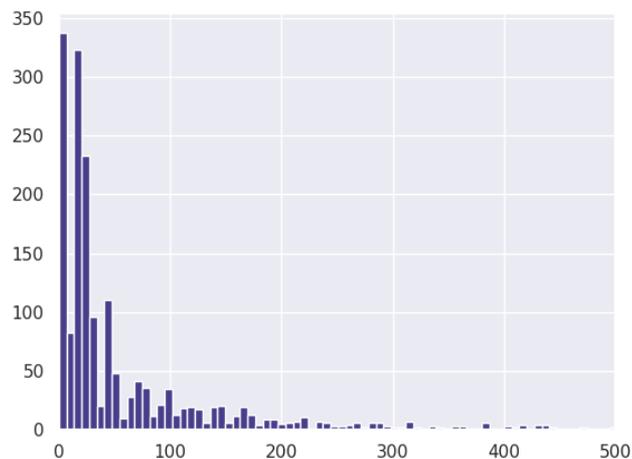
■ 目標

- 6時間、12時間先を予測する。対象バイタルサインは以下。
 - 循環器系：HR（心拍数）, BP（平均血圧）
 - 呼吸器系：RR（呼吸数）, spO2（酸素飽和度）

データの全体像

■ データ

- 2018年4月～2020年4月 の24ヶ月



1 患者のICU滞在時間のヒストグラム

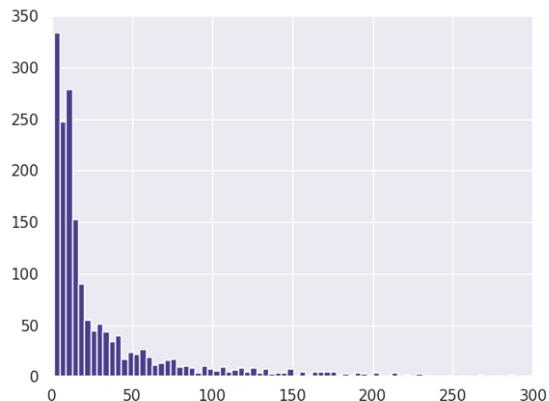
(横軸 : hour, 縦軸 : 頻度、2018年7～12月分)

データの詳細

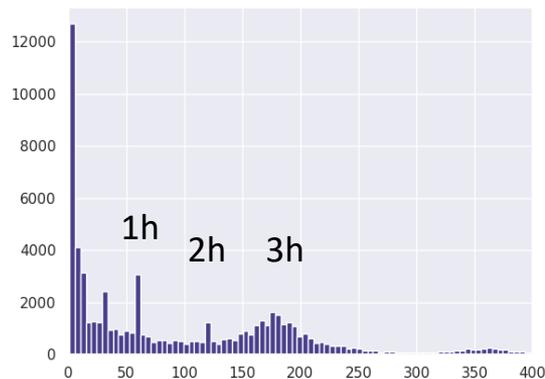
■ データ採取の間隔

- 均一ではない。バラツキがかなりある。

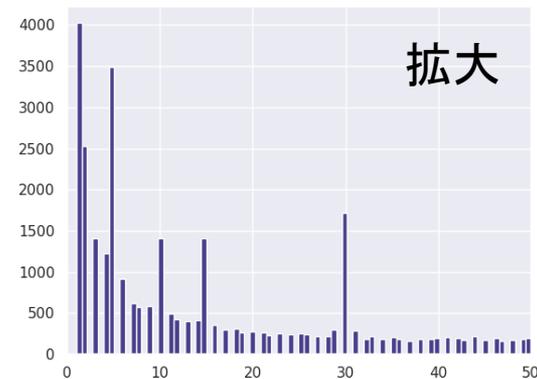
→ AIを学習させるために補間処理を行う。(resampling)



1患者あたりのデータ採取回数 – BP(mean)



採取間隔 (minute) – BP(mean)

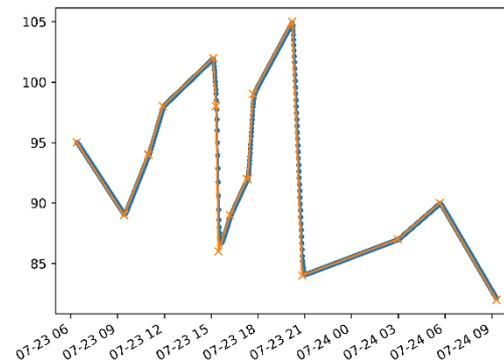
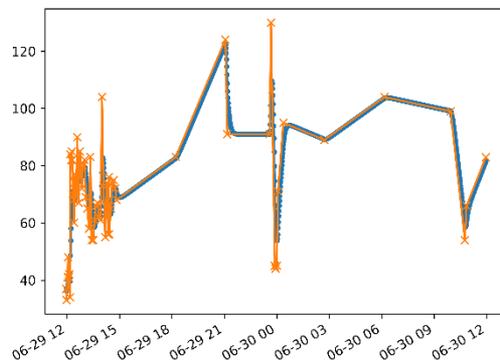
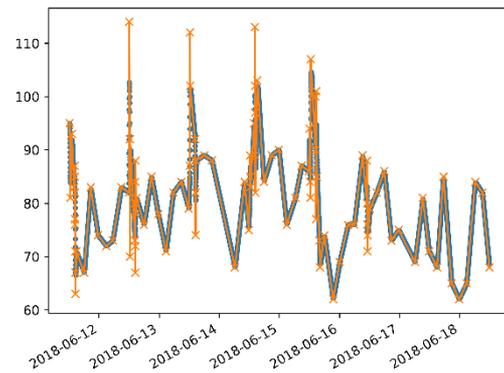
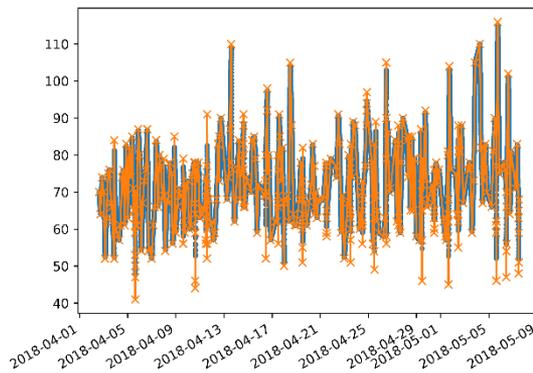


データの前処理

■ 前処理

- 5min間隔のresampling
- 線形補間
- 指数移動平均 ($\alpha=0.05$)
- 左図：サンプル

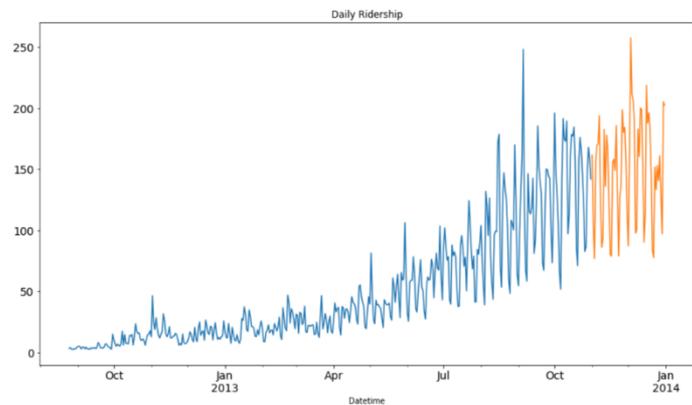
橙：処理前
青：処理後



AIによる予測モデルの構築

■ AI予測モデル

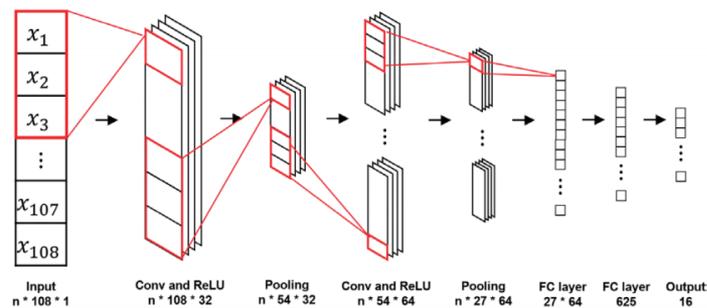
- 予測24時間分のデータから3時間後の値を予測する。
- 1次元CNNを用いる



実測値 (24時間分)

予測

AIモデル (1D-CNN)

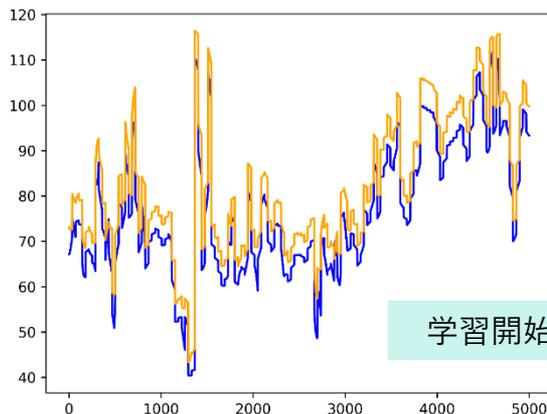


予測値 (未来3時間分) $[t_1, t_2, \dots, t_{180}]$

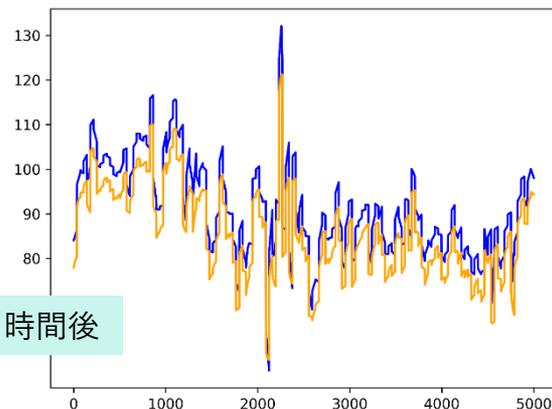
実験結果

■ 結果

- 予測誤差：2mmHg～6mmHg程度。
- 上:5,10 /下:295,300 epoch
- 学習はまだ不安定、学習データの増加で安定化を図る。

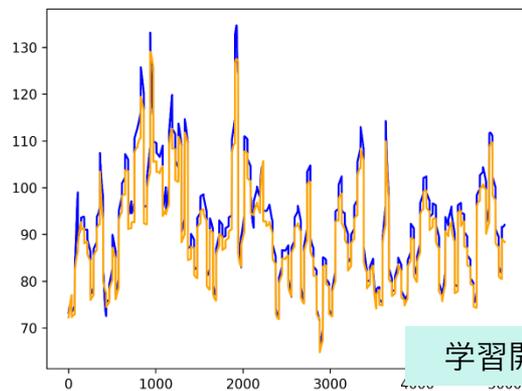


学習開始 1 時間後

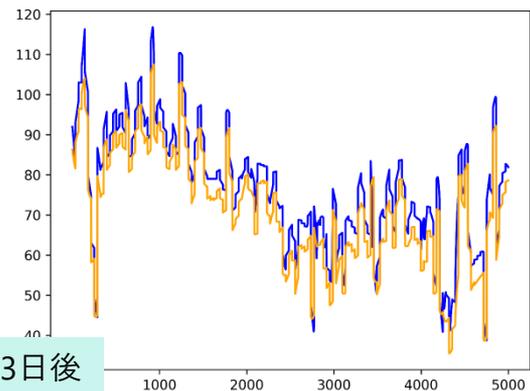


■ 今後

- 循環器系HRに取り組む。
- 使用データ、予測範囲の拡大。



学習開始 2,3 日後



AIを用いた重症度予測研究の概要

- 6ヶ月分のデータでBP(mean) 予測のAIモデルを学習させた。
- 過去24時間分のデータから3時間後の予測で、平均2mmHg~6mmHgの予測誤差。

■ 限界

- 学習に時間がかかる。
- パラメータの予測は、急変の予測に直結するわけではない。