

AIを用いたICU診療の質改善フォーラム

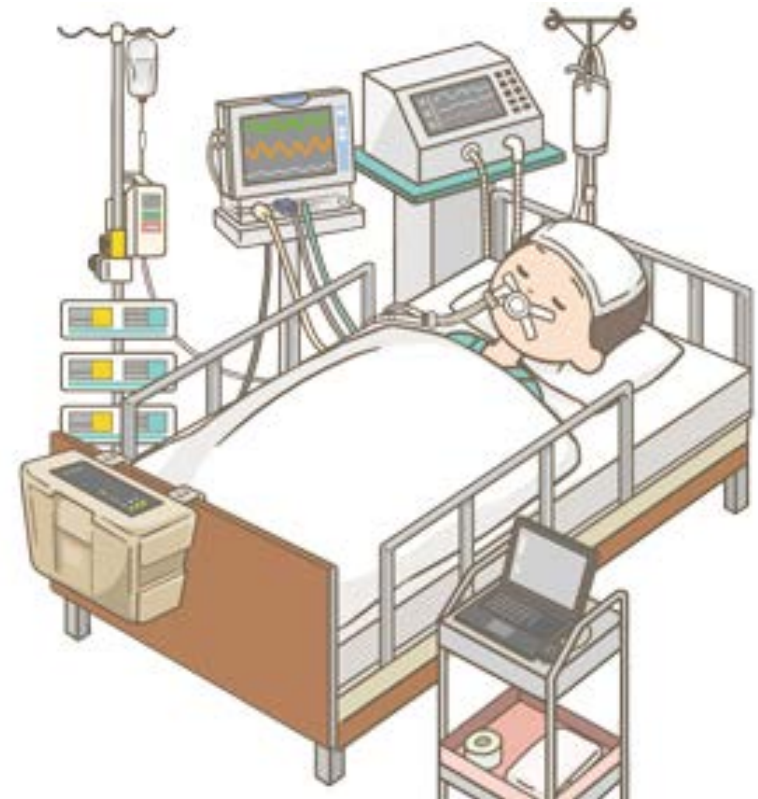
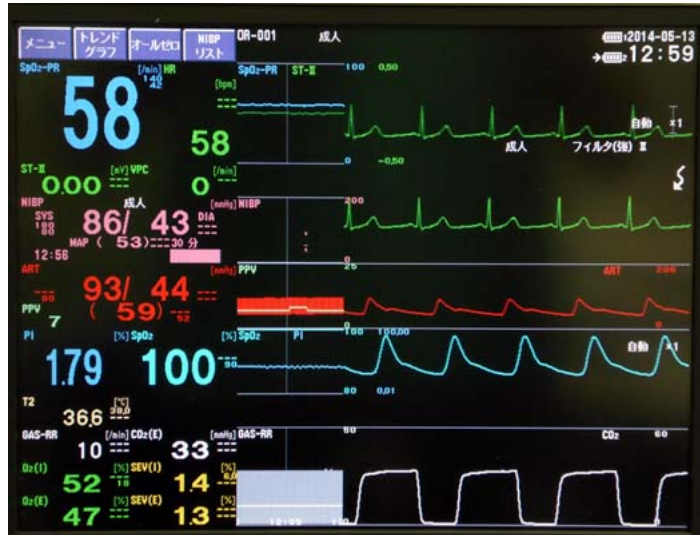
AIを用いた重症度評価

大下 慎一郎

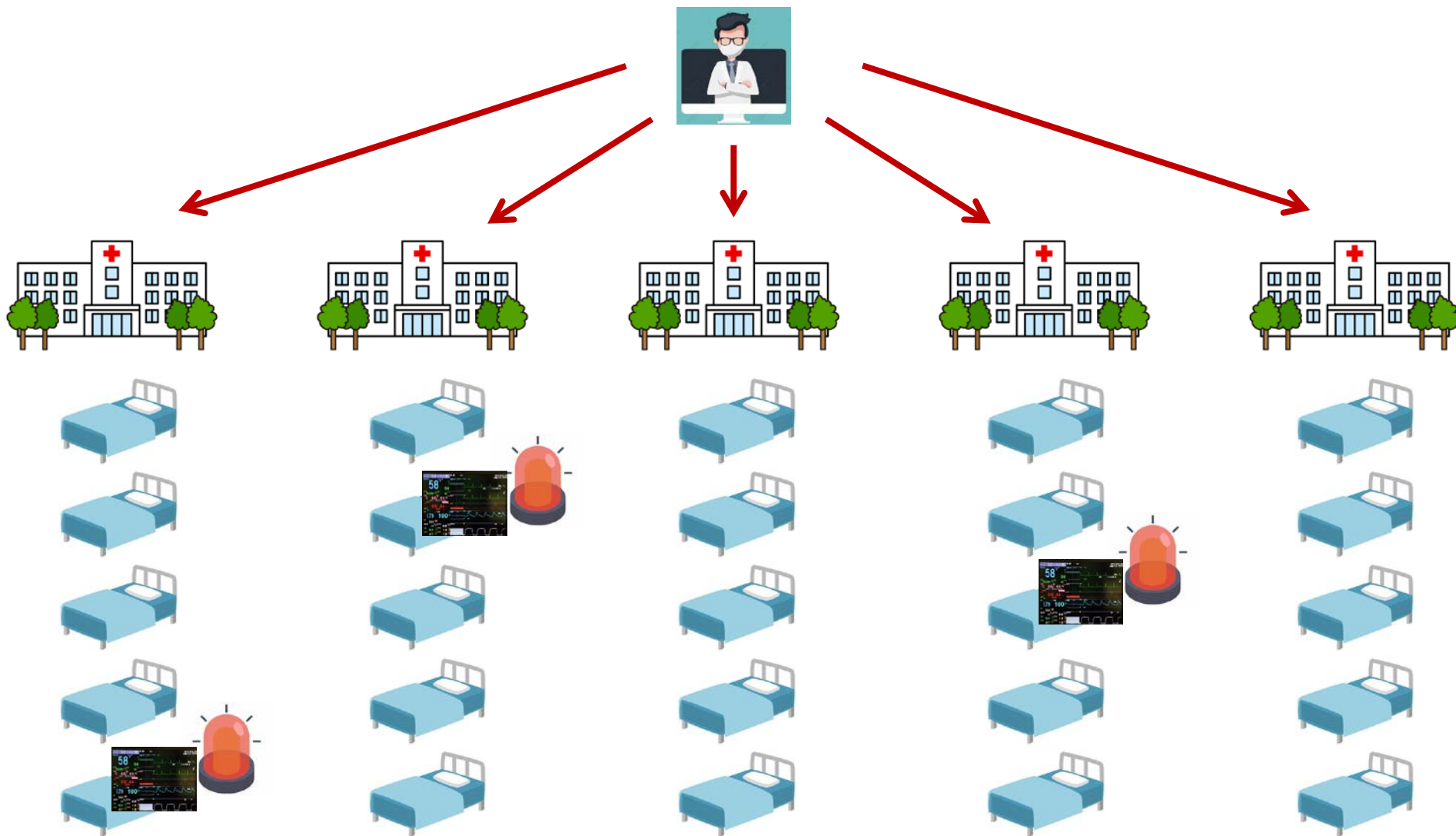
広島大学大学院 救急集中治療医学

ZOOM meeting 2020.12.13

ICUの患者モニター



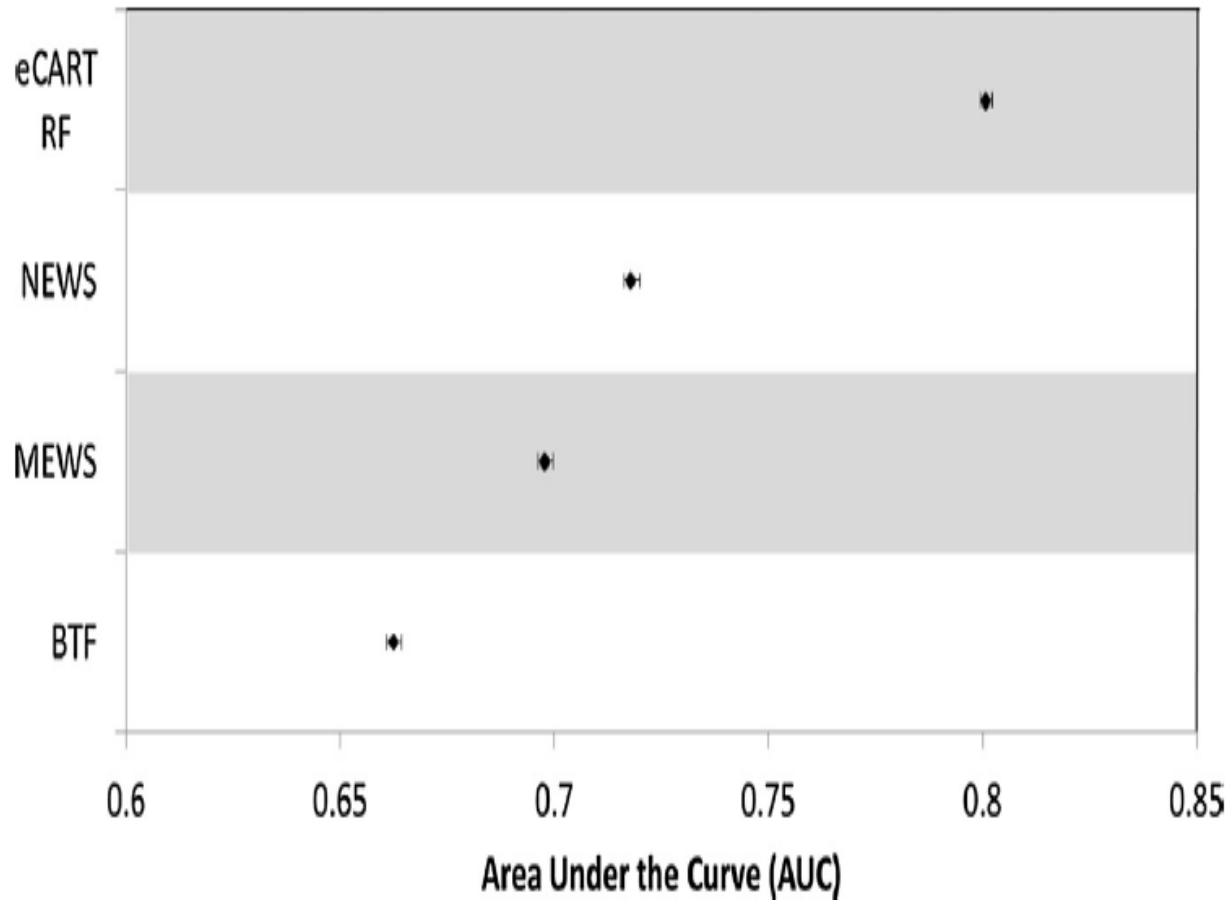
遠隔ICUの患者モニター



遠隔ICUの患者モニター におけるニーズ

シンプルな重症度指標
リアルタイム性

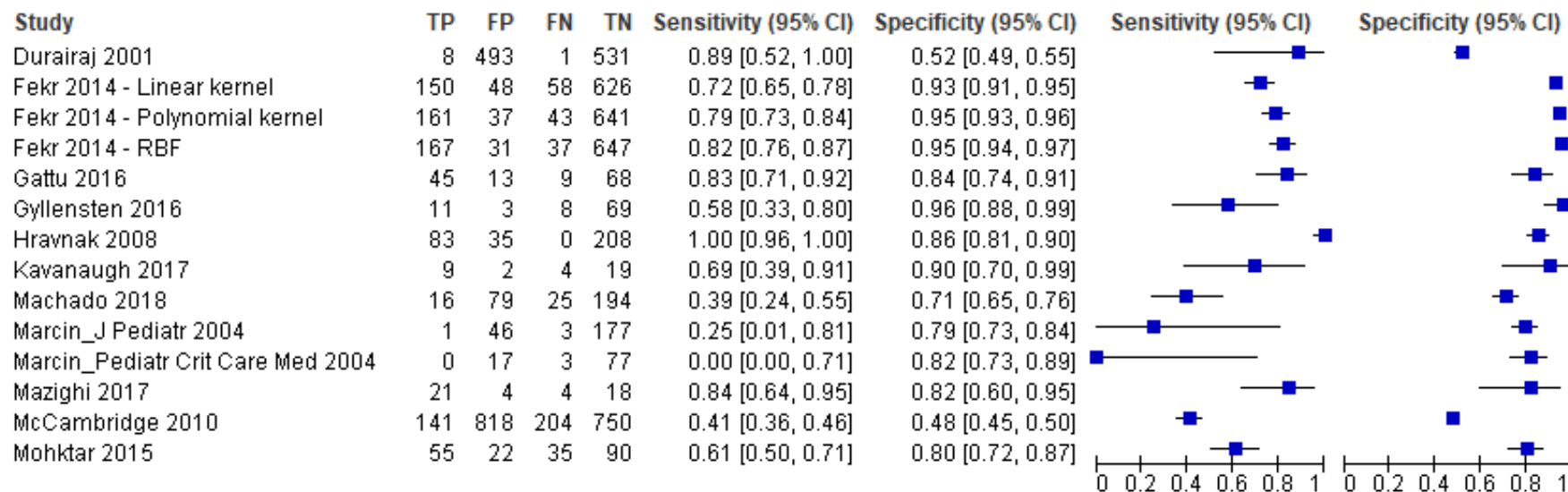
現行の重症度スコア



十分な精度でない

Green M. Resuscitation 2018

不良転帰の予測能



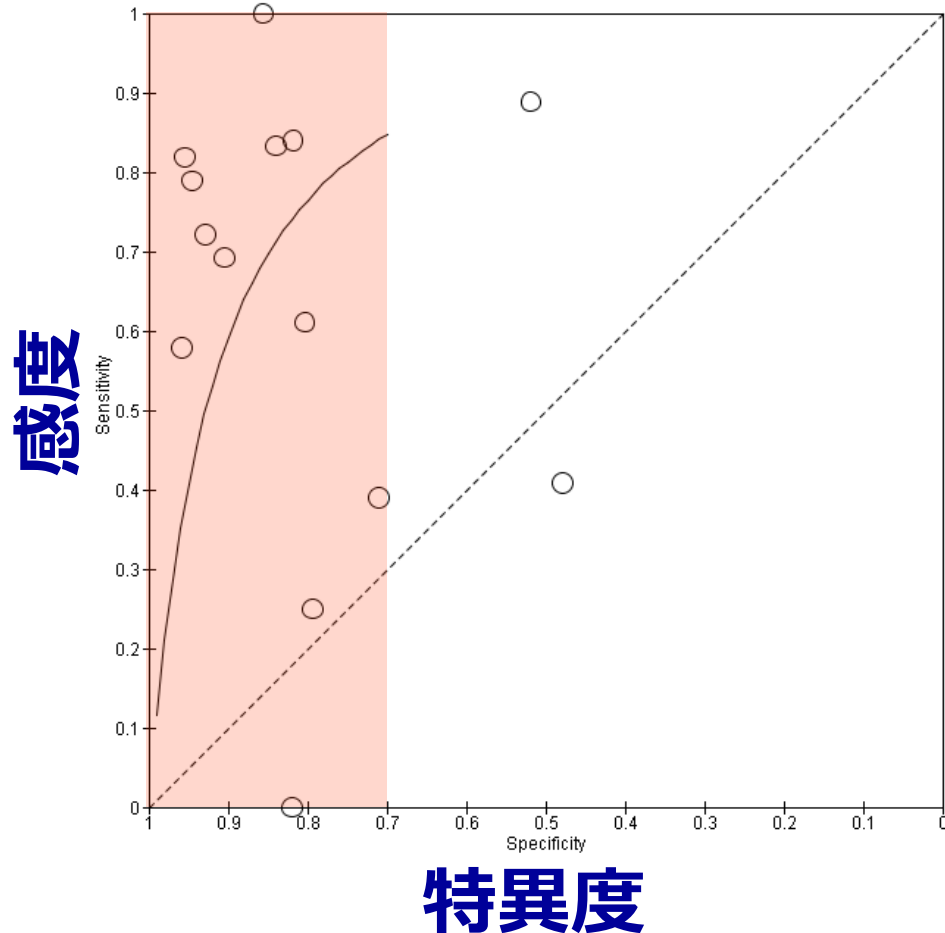
<遠隔医療による不良転帰（増悪，再入院，死亡等）予測>

- 特異度は高い
- 感度にはバラつき

2019年度 遠隔ICU 重症度アルゴリズム調査班

SROC Plot

(遠隔医療による不良転帰予測)

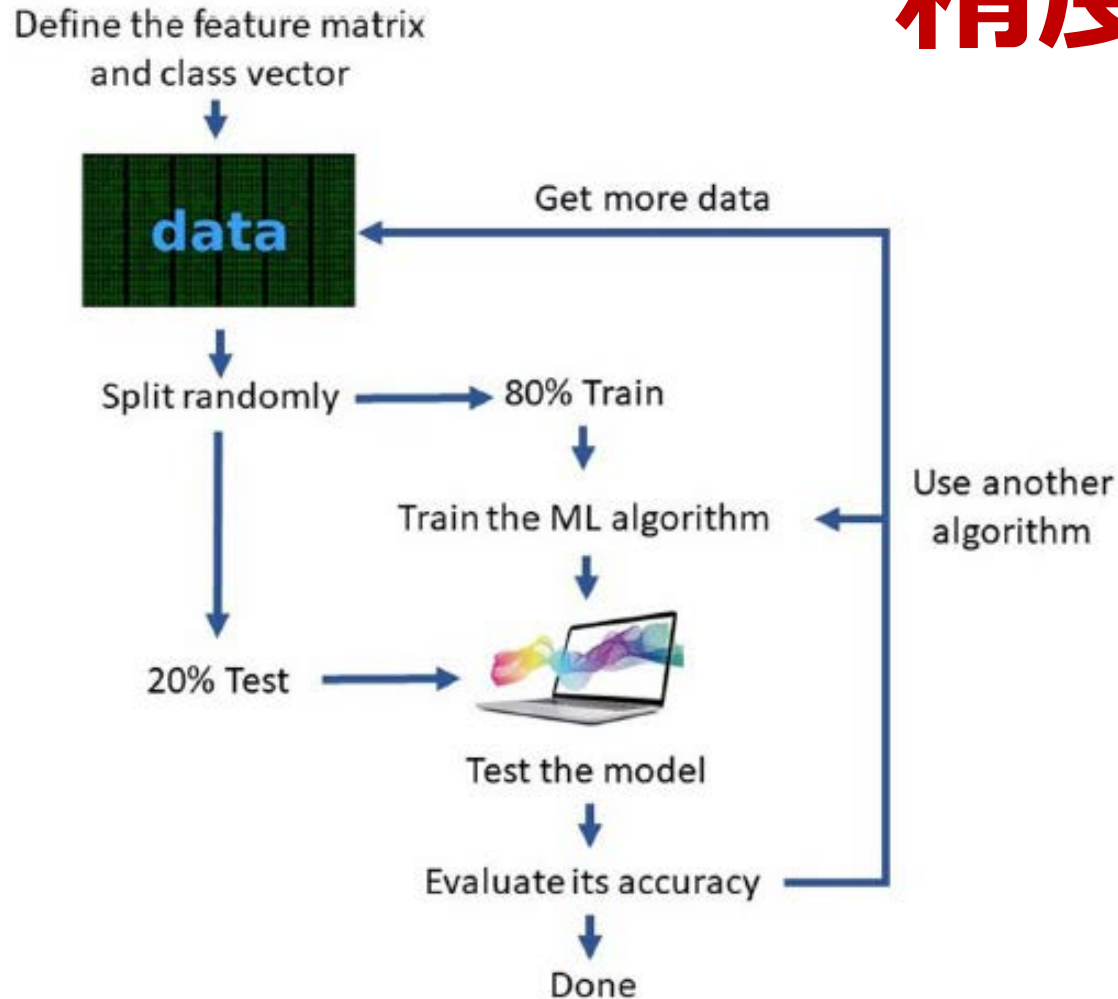


遠隔医療による不良転帰
(増悪, 再入院, 死亡等)
の検出精度は高い

2019年度 遠隔ICU 重症度アルゴリズム調査班

遠隔ICUの重症度評価における AIの応用

どの変数をAIに読み込めば 精度向上するか?



Gutierrez G. Crit Care 2020

Development and Evaluation of an Automated Machine Learning Algorithm for In-Hospital Mortality Risk Adjustment Among Critical Care Patients*

Ryan J. Delahanty, PhD¹; David Kaufman, MD, FCCM²; Spencer S. Jones, PhD¹

- **米国 79施設 (131 ICUs)**
 - **General ICU** 64%
 - **Cardiovascular ICU** 17%
 - **Surgical ICU** 14%
 - **Trauma ICU** 5%
- **15,000種類の変数を抽出**
- **患者数 :**
 - Training set** 146,982名
 - Validation set** 90,191名
- **開発ソフトウェア : XGBoost (オープンソース)**

Delahanty RJ. Crit Care Med 2018

AIで抽出された変数

Feature	Mean (sd)	Missingness (%)	Relative Influence (%)
APR-DRG risk of mortality (integer 1-4)	2.5 (1.1)	6.19	24.76
Last Glasgow Coma Score (integer 1-15)	13.4 (3)	8.98	16.23
APR-DRG severity of illness (integer 1-4)	2.6 (1.1)	1.06	10.42
Medicare cost weight index	2.4 (2.4)	0.00	7.20
Last measured shock index ^a	43.7 (21.1)	0.26	6.14
Last shock index	0.7 (0.3)	0.26	5.87
Last pulse oximetry	96.1 (7.4)	0.44	4.03
Mean pulse oximetry	97 (2.6)	0.44	3.63
Last systolic blood pressure	123.5 (23.9)	0.15	3.47
Last heart rate	82.4 (20.1)	0.08	2.95
Mean respiratory rate	19.2 (3.8)	0.10	2.82
Last CO ₂ measurement	24.5 (4.7)	3.26	2.66
Mean temperature (°F)	98.3 (0.8)	3.75	2.52
Last blood urea nitrogen	25.1 (20.4)	3.54	2.49
Change in creatinine level	-0.14 (0.83)	3.59	1.93
Last evidence of any oxygen therapy (yes/no)	59.2% (yes)	3.96	1.58
Last mechanical ventilation status (yes/no)	14.4% (yes)	3.96	1.29

215変数



17変数

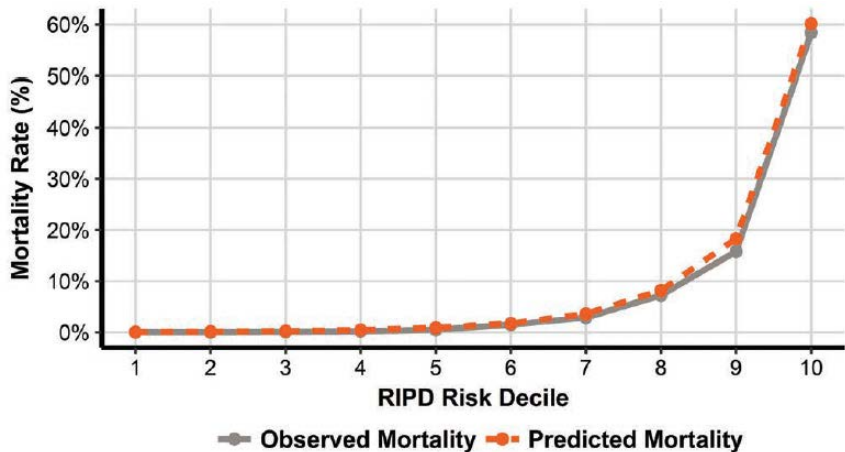
Risk of Inpatient
Death (**RIPD**) score

APR-DRG = All Patient Refined-Diagnosis Related Group.
^aShock index = (heart rate/systolic blood pressure) × age.

APR-DRG: 3M Health Information Systems
(市販システム)

Delahanty RJ. Crit Care Med 2018

RIPDの診断能



Dataset	Sample size	Deaths	Mortality Rate (%)	Standardized Mortality Ratio (95% CI)	Adjusted Brier Score (%)	Area Under a Receiver Operating Characteristic Curve
Training set (82 ICUs)	146,982	13,725	9.3	1.01 (1.00–1.03)	55.3	0.951
Validation Set (49 ICUs)	90,191	8,168	9.1	1.01 (0.99–1.03)	52.8	0.943
Top 5 All Patient Refined-Diagnosis Related Groups (validation set only)						
720—septicemia	8,178 (9.1)	2,013	24.6	0.98 (0.93–1.02)	59.0	0.892
133—pulmonary edema and respiratory failure	2,324 (2.6)	410	17.6	1.06 (0.97–1.17)	50.0	0.923
710—infectious and parasitic diseases with OR procedure	1,783 (2.0)	302	16.9	0.96 (0.85–1.07)	41.7	0.829
130—respiratory system diagnosis with ventilatory support 96+ hr	897 (1.0)	266	29.7	1.13 (1.00–1.27)	32.4	0.747
044—intracranial hemorrhage	1,635 (1.8)	338	20.7	1.01 (0.98–1.21)	72.4	0.973

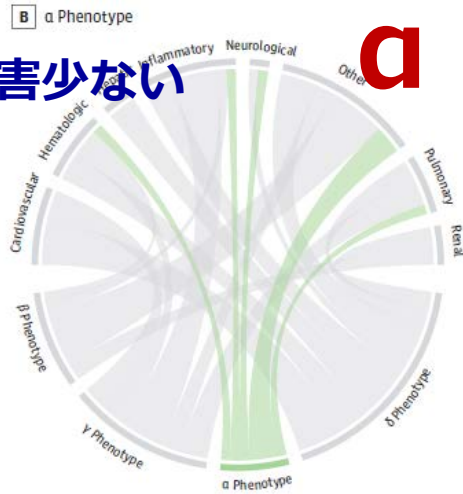
Delahanty RJ. Crit Care Med 2018

Derivation, Validation, and Potential Treatment Implications of Novel Clinical Phenotypes for Sepsis

- 米国 敗血症コホート (3 RCTs, 3 観察研究)
- 患者数 : Derivation cohort 20,189名
 Validation cohort 43,086名
- 開発ソフトウェア : 複数
- 敗血症の4フェノタイプをAIで分類

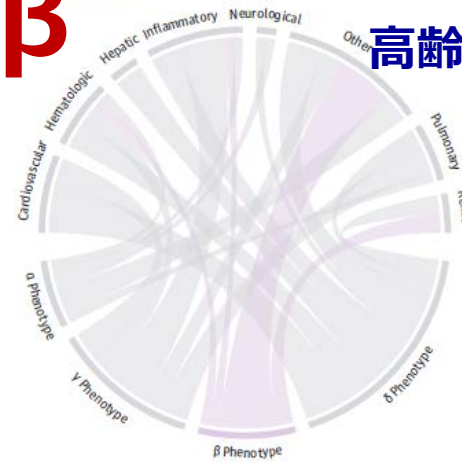
4つのフェノタイプ

検査異常・臓器障害少ない

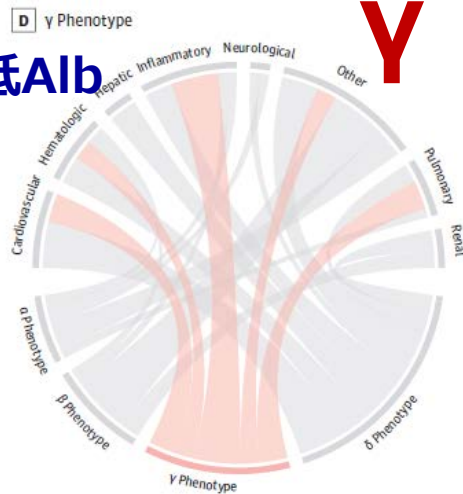


β

高齢・慢性疾患・腎障害



高度炎症・低Alb



δ

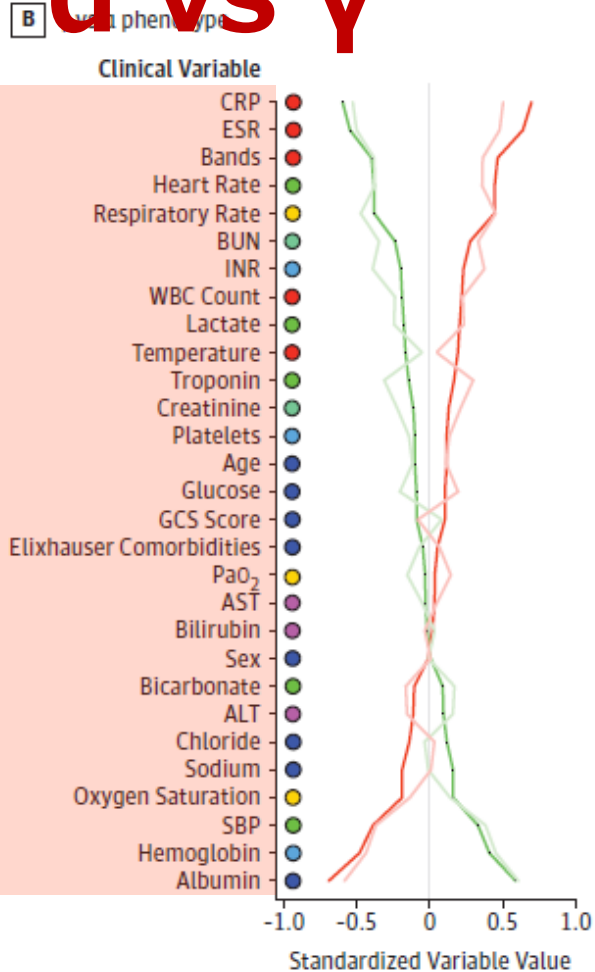
低血圧・乳酸高値・臓器障害



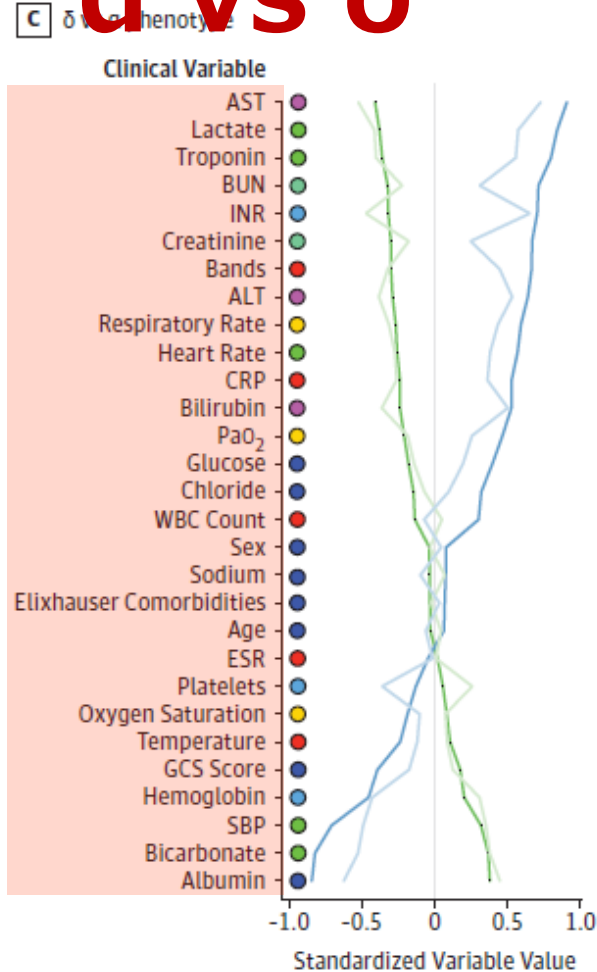
Seymour CW. JAMA 2019

AIで抽出された変数

α vs γ



α vs δ

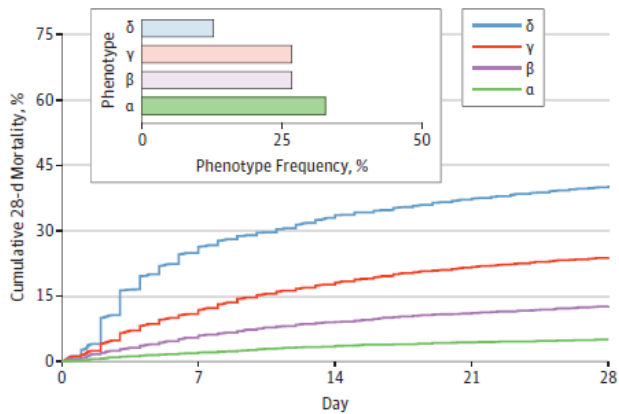


Seymour CW. JAMA 2019

予後との相関

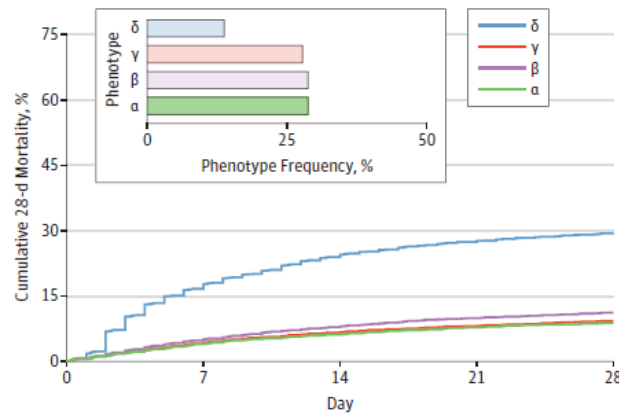
Derivation

A SENECA derivation cohort (n=16652)^a



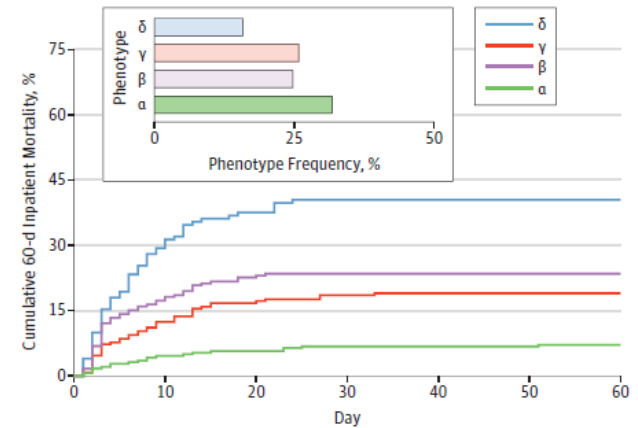
Validation

B SENECA validation cohort (n=31160)^a



ProCESS

F ProCESS trial (n=1341) (EGDT vs protocolized standard care vs usual care)



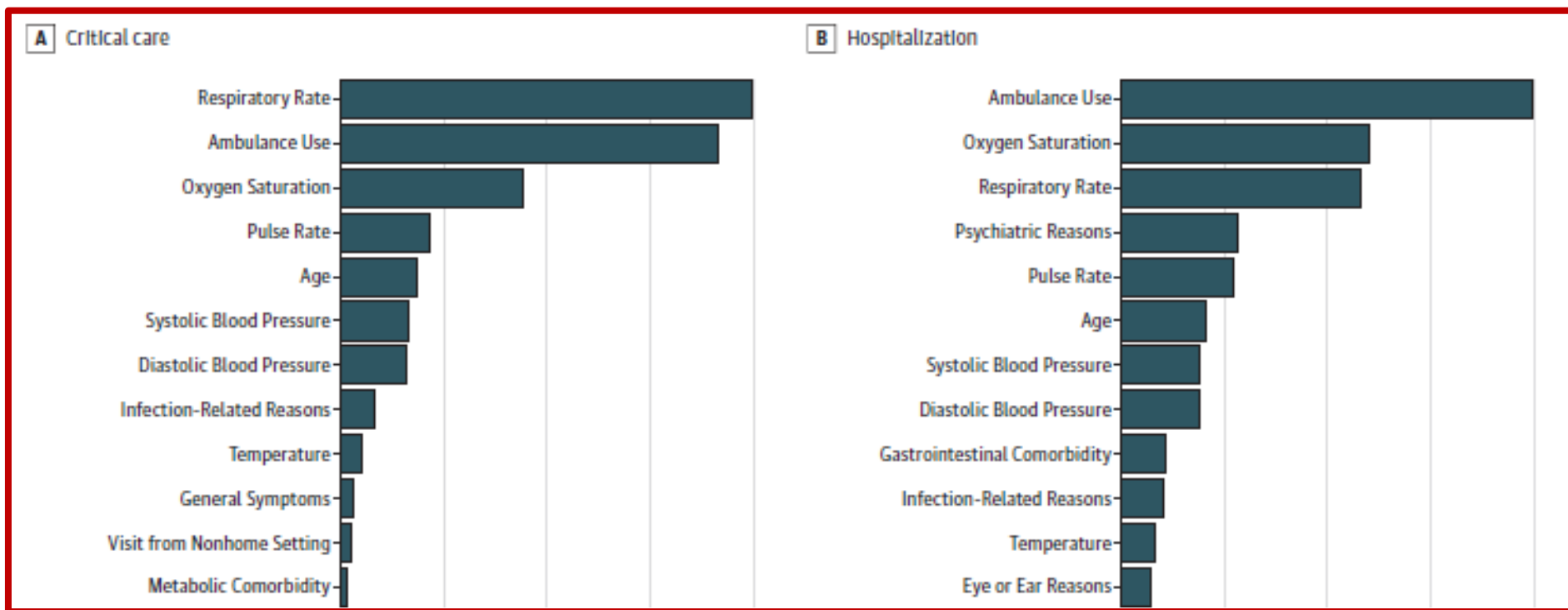
- フェノタイプ α ・ δ の識別能は良好
- フェノタイプ β ・ γ の識別能は改良余地あり

Seymour CW. JAMA 2019

Machine Learning-Based Prediction of Clinical Outcomes for Children During Emergency Department Triage

- 米国 CDCコホート
- 患者数：小児, 52,037名
- 開発ソフトウェア：RStudio + Keras
- 救急外来における小児患者のアウトカム（入院・死亡）をAIで予測

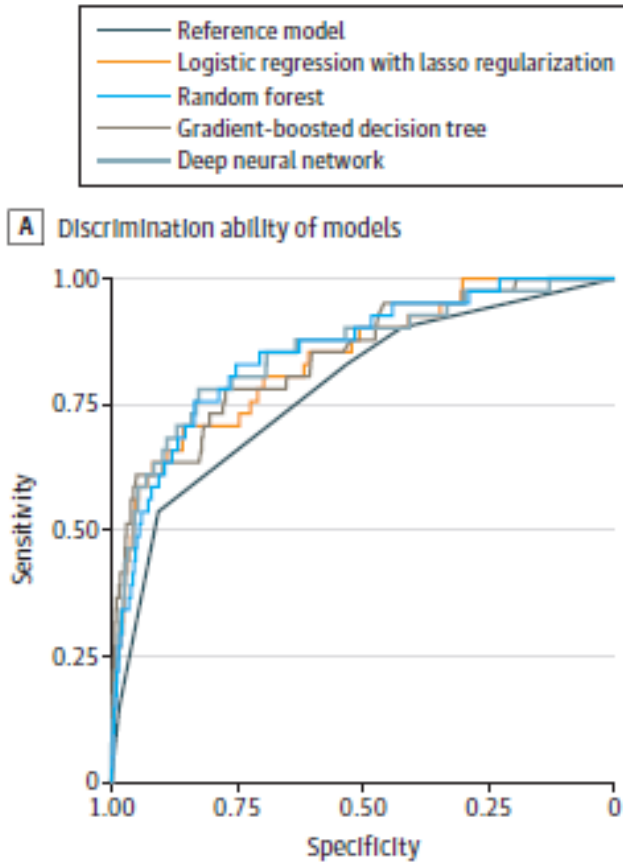
AIで抽出された変数



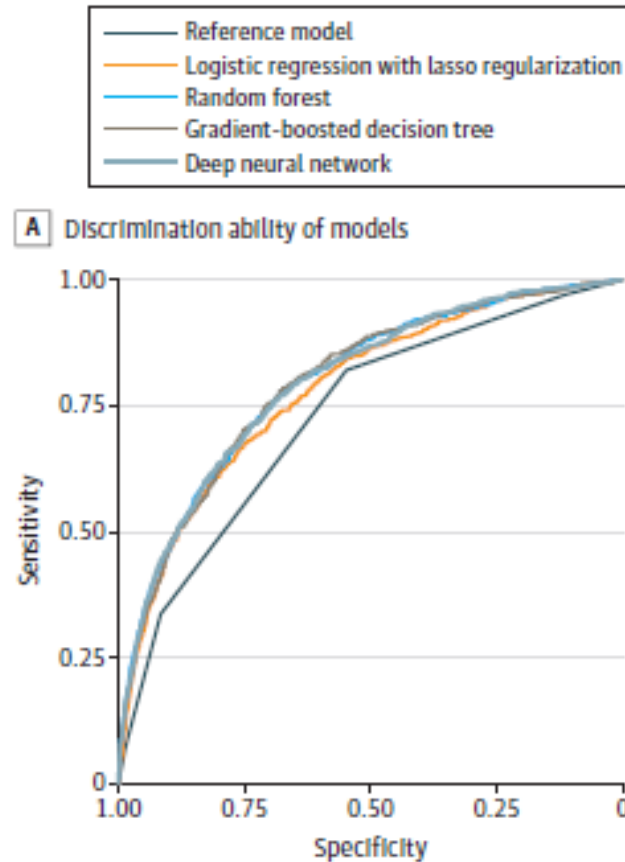
Goto T. JAMA Netw Open 2019

予後との相関

院内死亡



入院



Goto T. JAMA Netw Open 2019

今後の課題

1. AIによる重症化予測の解析精度
(現状調査)
2. AIに組み込むべきデータの推定



Question?