

救急AIトリアージ支援 システムの開発

東京科学大学 医学部 脳神経外科
助教 阿部大数

2026年1月22日

本邦の頭部外傷の現状

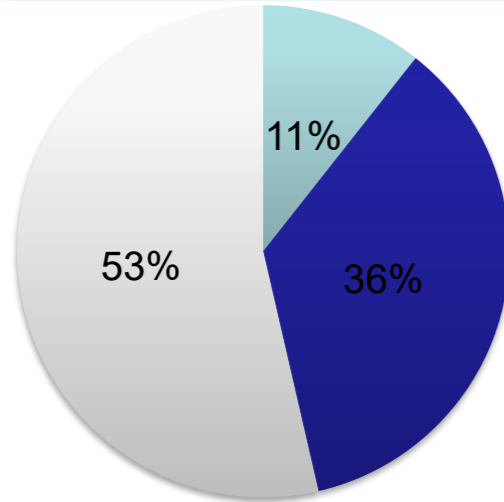
年間の頭部外傷患者数

約30万人

重症例の割合

5-10%

重症例の年齢分布



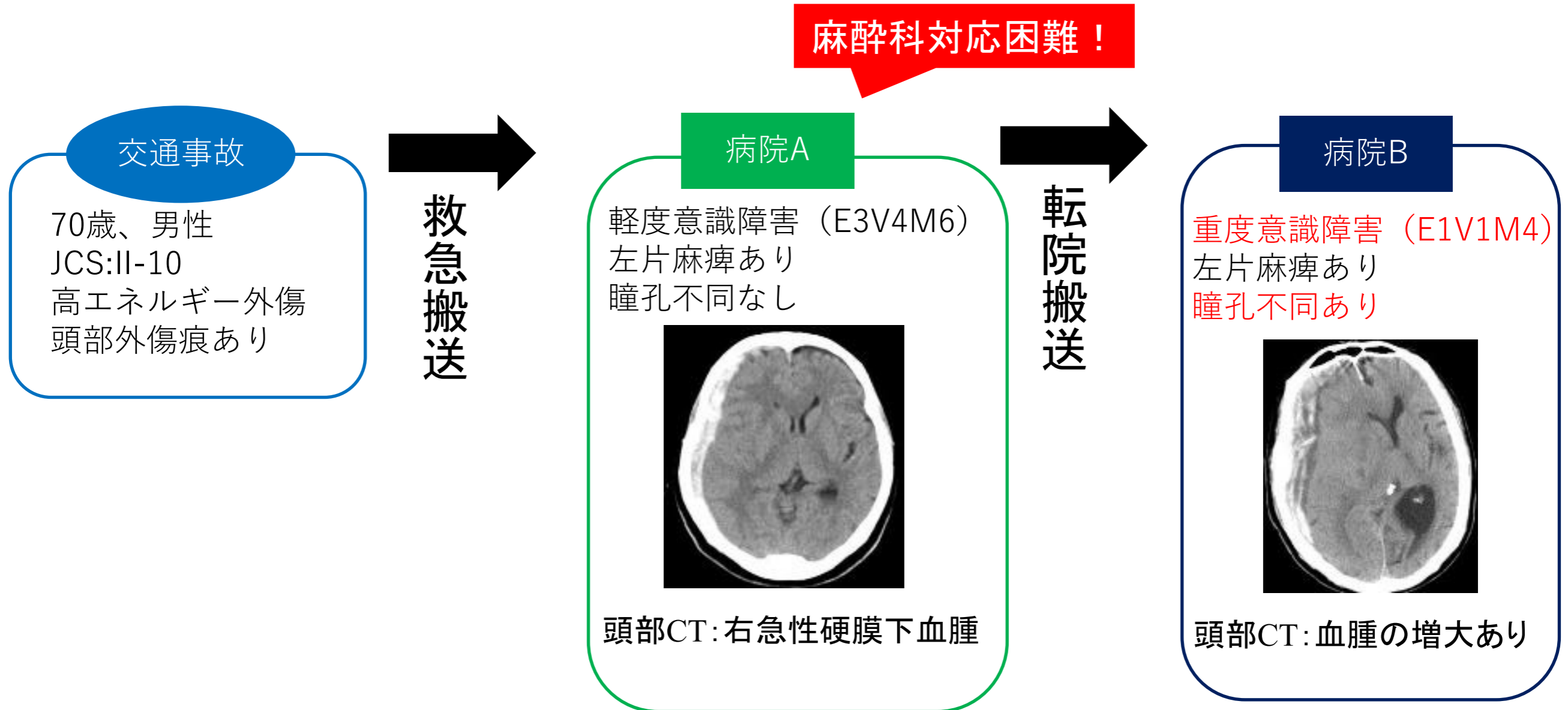
■ 20歳未満 ■ 20歳～64歳 ■ 65歳以上

若年者の死因統計

年齢階級	第1位	第2位
0歳	先天奇形、変形および染色体異常(35.1%)	周産期に特異的な呼吸障害等(14.1%)
1~4歳	先天奇形、変形および染色体異常(17.7%)	不慮の事故(16.4%)
5~9歳	不慮の事故(25.8%)	悪性新生物(20.8%)
10~14歳	悪性新生物(19.5%)	不慮の事故(18.9%)
15~19歳	不慮の事故・自殺(31.2%)	
10~24歳	自殺(49.8%)	不慮の事故(19.2%)
25~29歳	自殺(48.8%)	不慮の事故(14.2%)

- ・高齢者に多いが、小児を含む若年者では主たる死因
- ・早期の治療の可否が生命予後を左右する

本研究開発の問題提起となった事例



①救急初療室での
超緊急の穿頭手術



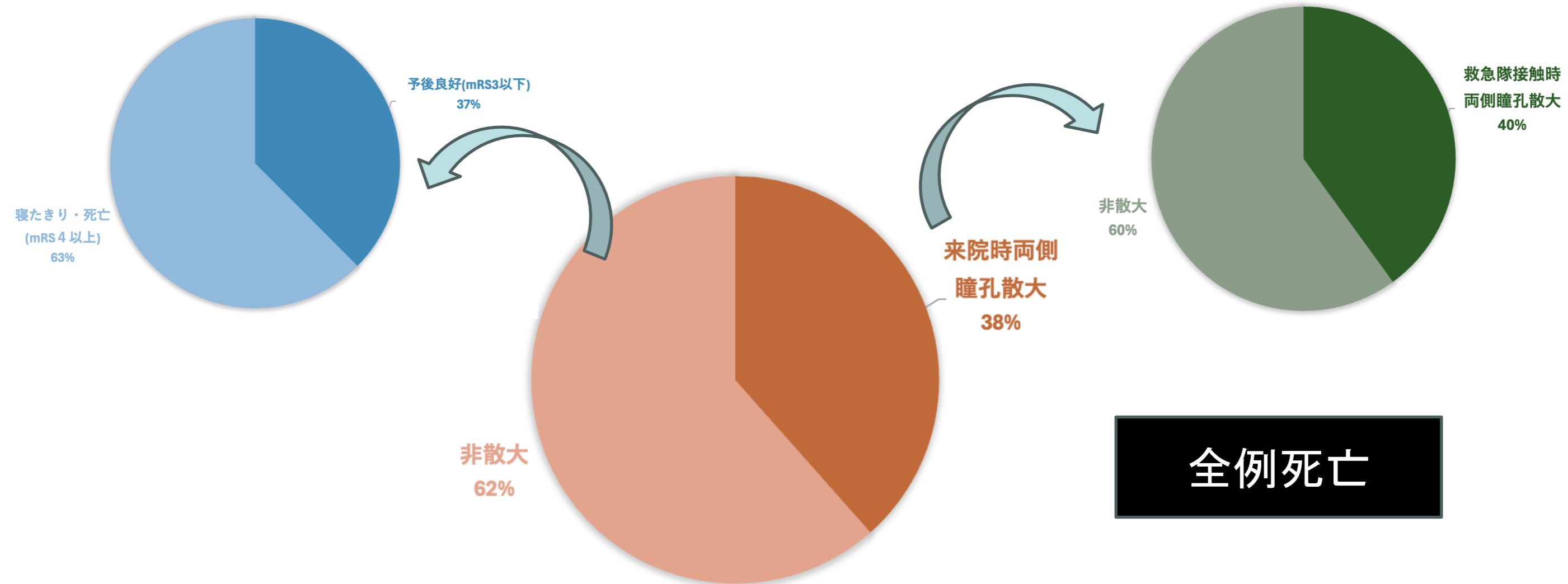
②手術室での大開頭手術



最大限の外科治療

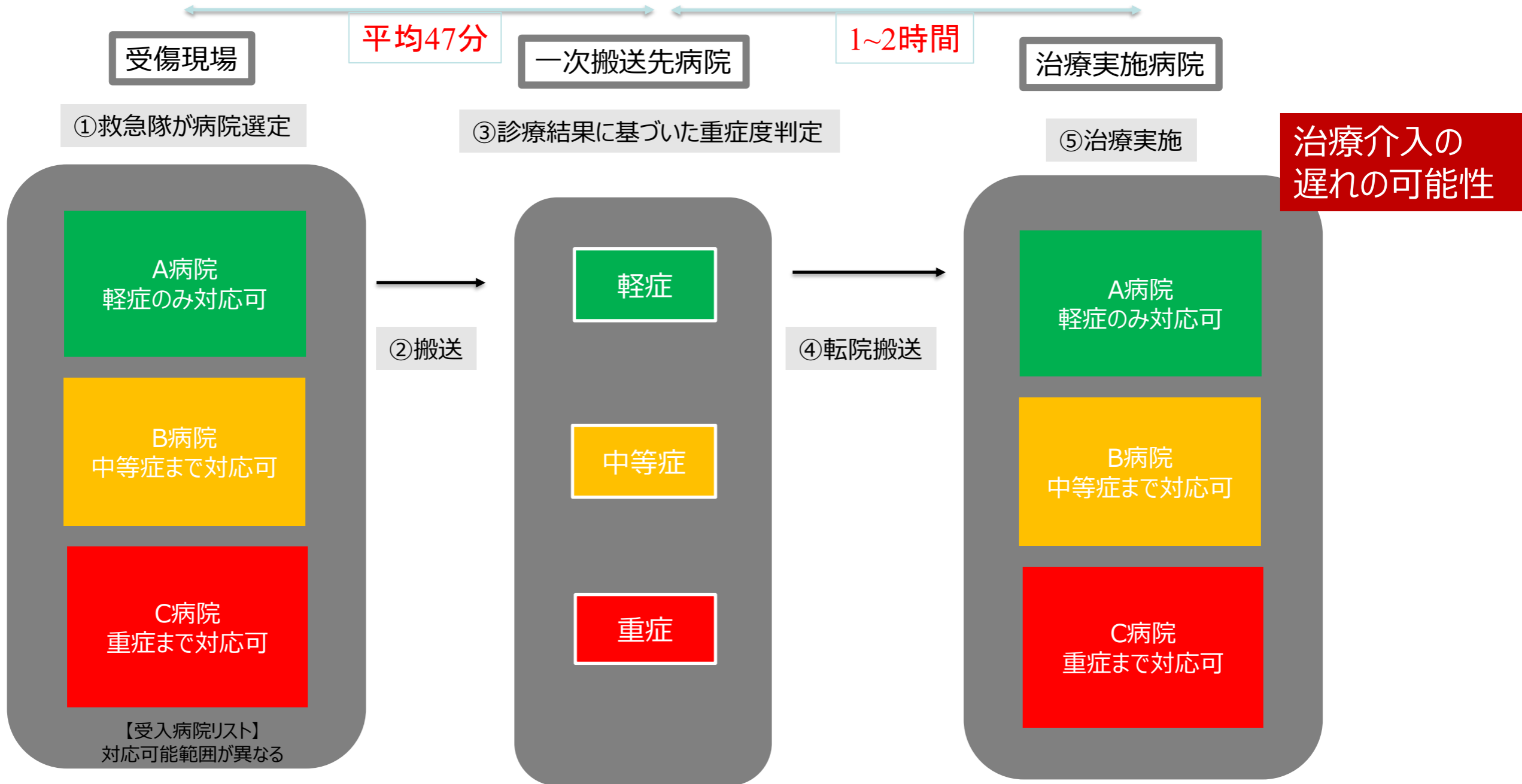
数日後に死亡

東京科学大学病院での緊急穿頭術の結果

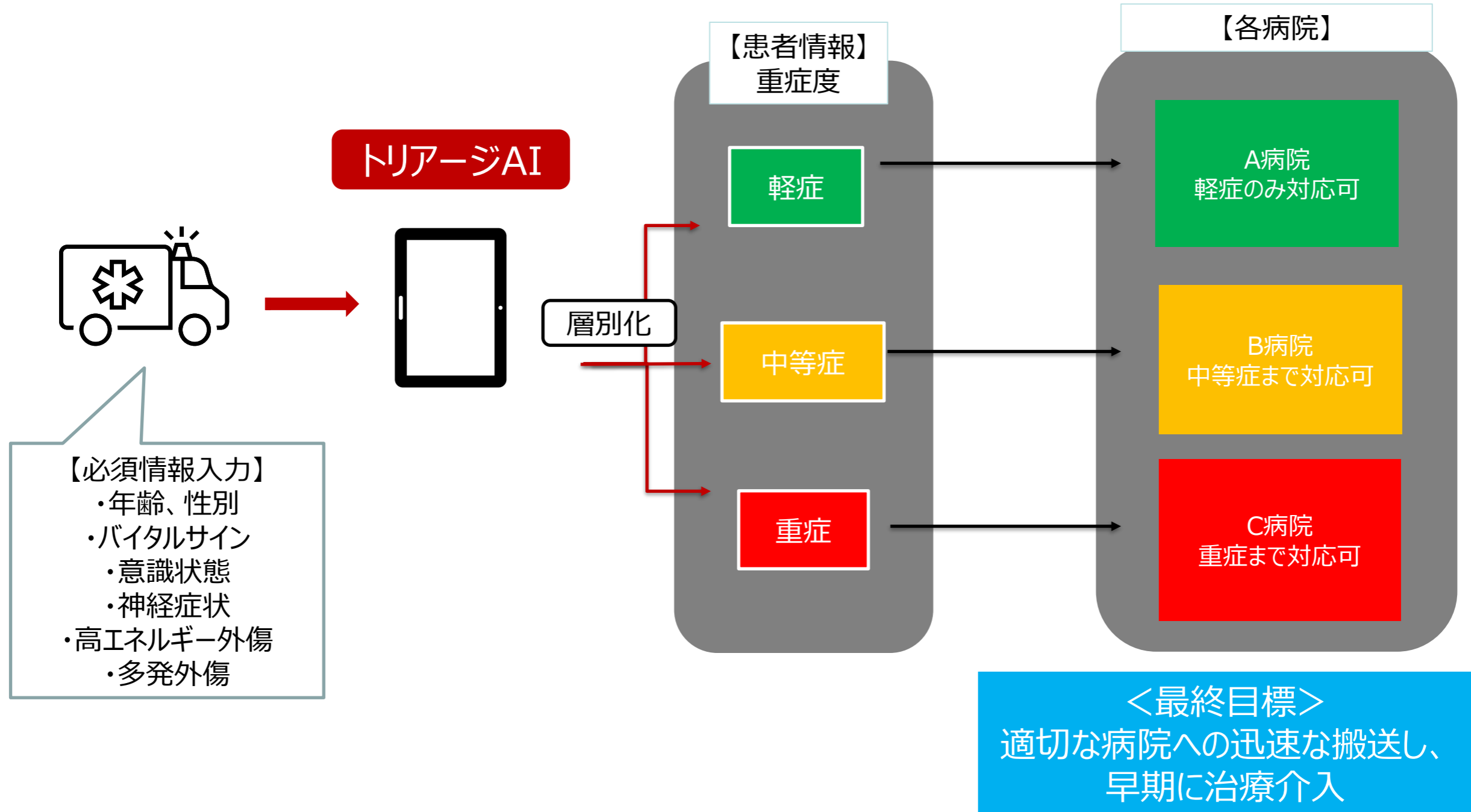


受傷から治療までの時間が生命予後に直結する

現状の救急搬送プロセス ～致命的な治療の遅延の可能性



理想的な搬送プロセス ~ AIを活用し迅速かつ適切に搬送



従来技術とその問題点

- ・ 頭部外傷患者の重症度を判定する方法としては医師が患者を診察して評価する方法は確立されているが、病院に到着前の患者に対して、救急隊員によって使用可能な方法は存在しない。
- ・ したがって、頭部外傷患者の重症度を正確に判定することなく、病院の選定が行われていることが課題である。
- ・ 頭部外傷の転院搬送は4万件/年と推計される。



Original Investigation | Emergency Medicine

A Prehospital Triage System to Detect Traumatic Intracranial Hemorrhage Using Machine Learning Algorithms

Daisu Abe, MD; Motoki Inaji, MD, PhD; Takeshi Hase, PhD; Shota Takahashi, MD; Ryosuke Sakai, MD; Fuga Ayabe, MD; Yoji Tanaka, MD, PhD; Yasuhiro Otomo, MD, PhD; Taketoshi Maehara, MD, PhD

Abstract

IMPORTANCE An adequate system for triaging patients with head trauma in prehospital settings and choosing optimal medical institutions is essential for improving the prognosis of these patients. To our knowledge, there has been no established way to stratify these patients based on their head trauma severity that can be used by ambulance crews at an injury site.

OBJECTIVES To develop a prehospital triage system to stratify patients with head trauma according to trauma severity by using several machine learning techniques and to evaluate the predictive accuracy of these techniques.

DESIGN, SETTING, AND PARTICIPANTS This single-center retrospective cohort study was conducted by reviewing the electronic medical records of consecutive patients who were transported to Tokyo Medical and Dental University Hospital in Japan from April 1, 2018, to March 31, 2021. Patients younger than 16 years with cardiopulmonary arrest on arrival or with a significant amount of missing data were excluded.

MAIN OUTCOMES AND MEASURES Machine learning-based prediction models to detect the presence of traumatic intracranial hemorrhage were constructed. The predictive accuracy of the models was evaluated with the area under the receiver operating curve (ROC-AUC), area under the precision recall curve (PR-AUC), sensitivity, specificity, and other representative statistics.

RESULTS A total of 2123 patients (1527 male patients [71.9%]; mean [SD] age, 57.6 [19.8] years) with head trauma were enrolled in this study. Traumatic intracranial hemorrhage was detected in 258 patients (12.2%). Among several machine learning algorithms, extreme gradient boosting (XGBoost) achieved the mean (SD) highest ROC-AUC (0.78 [0.02]) and PR-AUC (0.46 [0.01]) in cross-validation studies. In the testing set, the ROC-AUC was 0.80, the sensitivity was 74.0% (95% CI, 59.7%-85.4%), and the specificity was 74.9% (95% CI, 70.2%-79.3%). The prediction model using the National Institute for Health and Care Excellence (NICE) guidelines, which was calculated after consultation with physicians, had a sensitivity of 72.0% (95% CI, 57.5%-83.8%) and a specificity of 73.3% (95% CI, 68.7%-77.7%). The McNemar test revealed no statistically significant differences between the XGBoost algorithm and the NICE guidelines for sensitivity or specificity ($P = .80$ and $P = .55$, respectively).

CONCLUSIONS AND RELEVANCE In this cohort study, the prediction model achieved a comparatively accurate performance in detecting traumatic intracranial hemorrhage using only the simple pretransportation information from the patient. Further validation with a prospective multicenter data set is needed.

Key Points

Question Can machine learning algorithms be used to triage patients with head trauma according to their severity before transportation?

Findings In this cohort study of 2123 patients with head trauma, a machine learning-based prediction model detected traumatic intracranial hemorrhage with a sensitivity of 74% and a specificity of 75% by using only the patient's prehospital information.

Meaning This study suggests that a machine learning algorithm can accurately stratify patients with head trauma according to severity in prehospital settings and may improve the prognosis of patients with severe traumatic head injury.

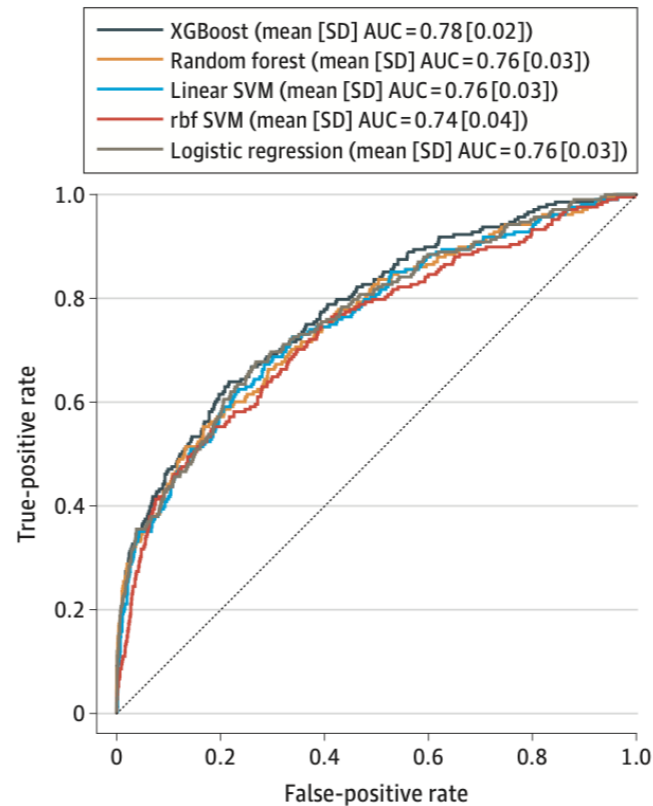
+ Supplemental content

Author affiliations and article information are listed at the end of this article.

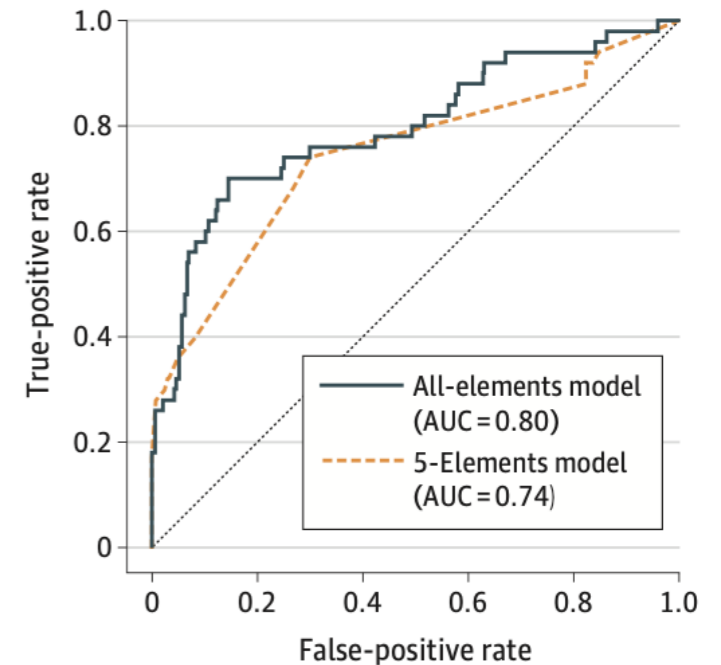
【内容】

当院へ救急搬送された2123人の頭部外傷患者を対象とし、救急隊が外傷現場で収集できる情報のみを用いて、外傷による頭蓋内出血の有無を予測する機械学習アルゴリズムを構築し、感度74%、特異度75%で検出可能であった。

A ROC curve



A ROC curve for XGBoost models on testing set



医師の行う予測とAIの予測精度の比較

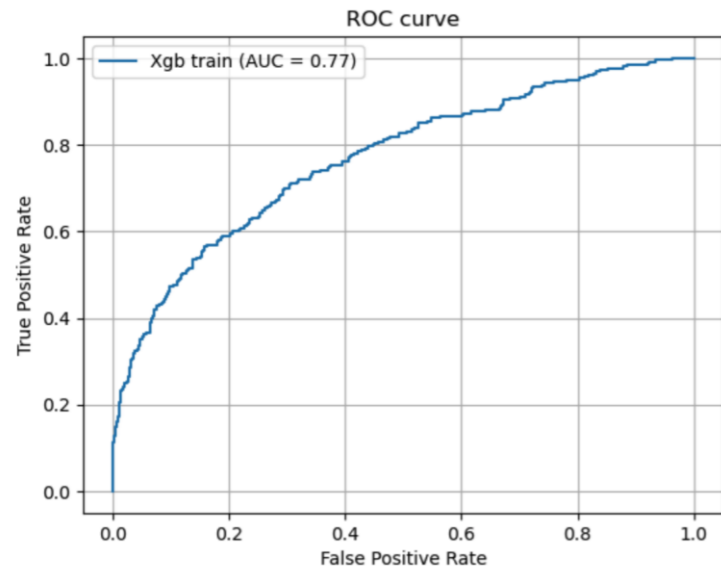
	感度 (%)	特異度 (%)	PPV (%)	NPV (%)
医師 NICE guidelines (95% CI)	72.0 (57.5-83.8)	73.3 (68.7-77.7)	26.7 (19.4-35.0)	95.1 (91.9-97.3)
XGBoost (all-elements) (95% CI)	74 (59.7-85.4)	74.9 (70.2-79.3)	28.5 (20.9-37.0)	95.5 (92.5-97.6)
AI XGBoost (five-elements) (95% CI)	74 (59.7-85.4)	70.1 (65.1-74.7)	25 (18.3-32.8)	95.2 (92.0-97.4)

PPV: positive predictive value, NPV: negative predictive value

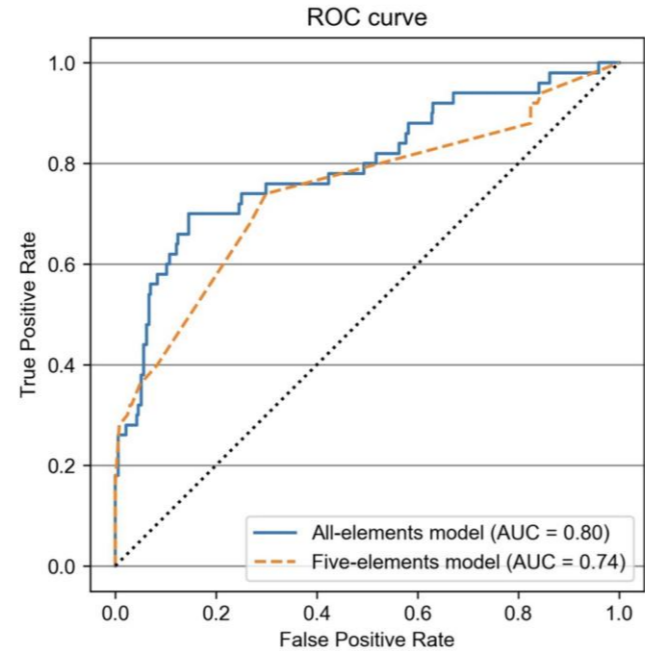
医師が診察をした上でスクリーニングツールを用いた場合と、救急の現場で得られる情報のみでAIを用いた予測は同程度

多施設データでの予測精度のvalidation

学習（交差検証）

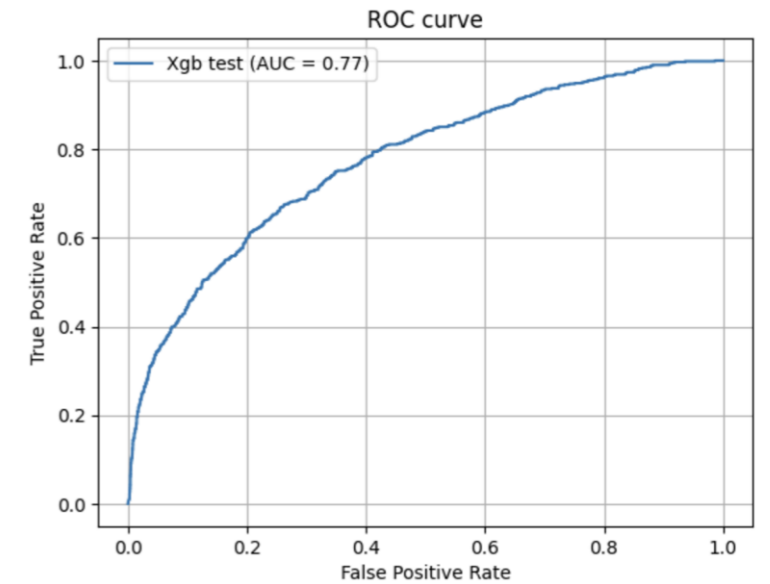


科学大のデータのテスト結果



多施設データでの予測結果

約4000例のデータで検証



多施設データでも同等の予測が可能

新技術の特徴・従来技術との比較

- これまで存在しなかった、病院搬送前に患者の重症度を判定するAIを開発することに成功した。
- 本技術の適用により、年間4万件程度の頭部外傷患者の転院搬送を減らすことが期待され、救急車出動1台にかかる費用（4.5万円/回）を削減し、早期の治療介入により重症患者の予後（6割が予後不良）を改善することが期待される。

想定される用途

- 本技術は救急診療において、救急隊による患者データので、搬送先選択の補助に使用される。
- 日本全国にある720の消防本部とそれを管轄する自治体が使用者となる。
- 予測モデル再学習をすることで、救急車に限らず、施設などの高齢者や学校の小児などの評価にも応用可能と考えられる。

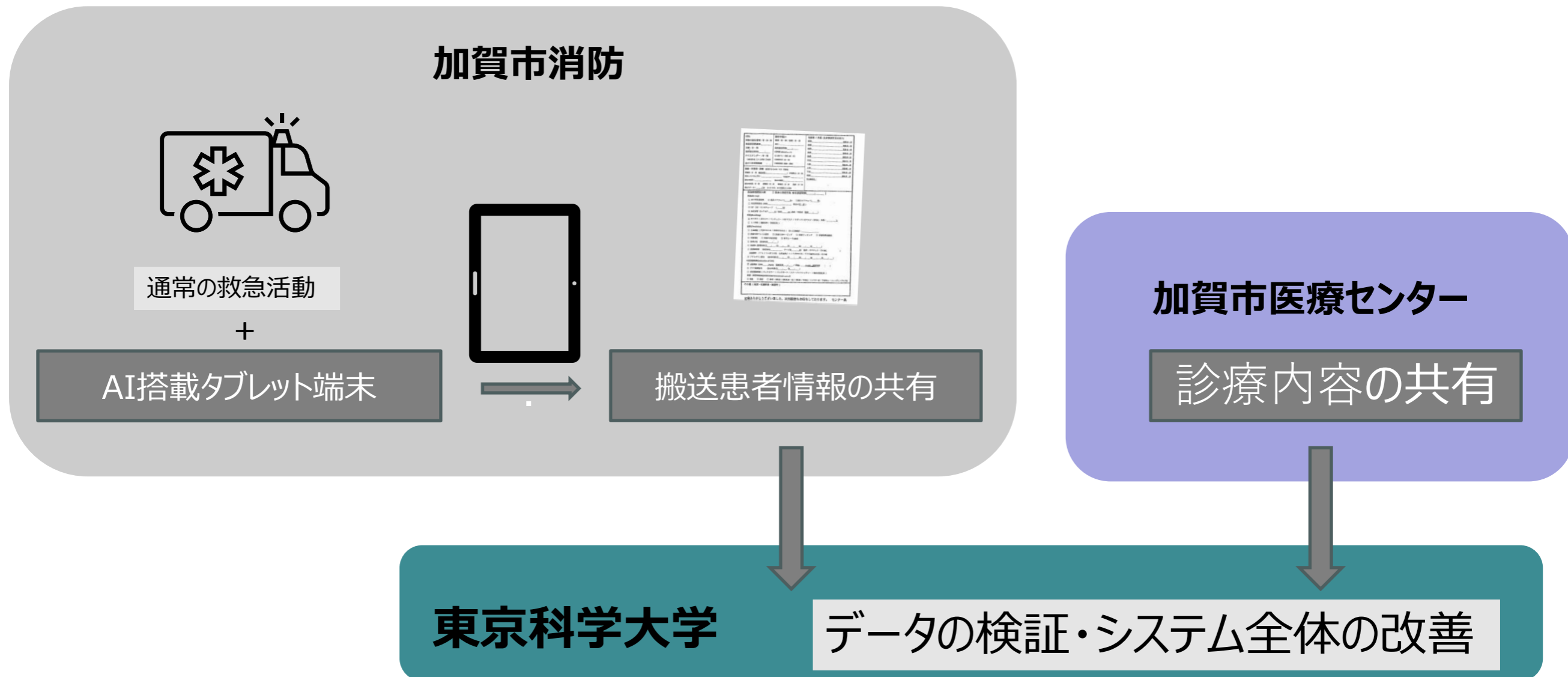
実用化に向けた課題

- 現在、頭部外傷患者を受傷現場で救急隊員により収集される情報で、医師の診察と同程度の重症度判定が可能であることを確認できている
- 今後、自治体・消防及び同地域の病院との共同にて、救急診療における実装研究としてのデータを取得し、実際の診療へ用いるための最適な使用方法を確立していく。

社会実装への道筋

時期	取り組む課題や明らかにしたい原理等	社会実装へ取り組みについて記載
基礎研究	・頭部外傷重症度判定AIの開発	
現在	・多施設データでの予測モデルの開発完了	石川県加賀市で実装研究開始
1年後	・実装研究の結果を全体システムへフィードバック	AMEDへ応募し研究資金獲得
3年後	・臨床試験の実施	プログラム医療機器として申請
5年後		試験サービスの実現

加賀市消防と加賀市医療センターの協力のもと、実装研究を開始した。



企業への期待

- プログラム医療機器として実用化するため、医療分野での展開を考えている企業による本技術の評価・ニーズに基づく実装形態の提案・販売促進を期待する。
- 消防・災害対策分野・介護分野への展開を考えている企業には、本技術の応用が有効と思われる。

企業への貢献、PRポイント

- 本技術は頭部外傷に限らず、他の疾患への応用が可能。また、モデルの再学習をすることで救急車診療に限らず、施設等でも応用可能である。
- 本格導入にあたっての技術指導・協力

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : トリアージ支援システム
- 出願番号 : 特願2024-111894
- 出願人 : 東京医科歯科大学 (現・東京科学大学)
- 発明者 : 阿部大数、稲次基希、長谷武志

お問い合わせ先

東京科学大学

医療イノベーション機構 イノベーション推進室

T E L 03-5803-4736

e-mail openinnovation.tlo@tmd.ac.jp