

故発生後に時間が経過し、アルコール量を測定できなかった場合を指す。その件数はハイタクで1999年に6件だったのが、2000年に142件、2001年に187件へと増加し、トラックでは10件から86件、125件へと増加した。これがひき逃げによるものか、呼気検査の拒否によるものか、検査体制の変化によるものか、あるいは別の要因によるものかは不明である。ただ、検知不能を飲酒運転とすると、罰則を強化したにもかかわらず、飲酒運転事故発生率は逆にかなり増えたことになるため、検査体制に変化があったと考えるのが妥当かもしれない。なお、検知不能件数はその後徐々に減ってきており、これは呼気検査拒否やひき逃げに対する罰則強化の影響が表れているのかもしれない。

ところで、飲酒運転の厳罰化が飲酒運転事故防止に効果があったとしたら、飲酒運転事故が事故全体に占める割合は減ると考えられる。しかし、そのような傾向は認められなかった。また、飲酒運転の厳罰化により飲酒運転事故の重傷度が下がるということもなかった。

以上のことから、飲酒運転の厳罰化が事業用自動車運転者の飲酒運転事故防止にどれだけ寄与したかは判然としない。ただ、飲酒運転事故発生率が高かったトラック運転者については、過去16年間にその発生率が半減しており、それには法的制裁以外に、企業の取り組みや飲酒運転撲滅に対する世論の高まりなどが影響していたのかもしれない。

わが国にそのことを実証した研究はないが、米国においては職業ドライバー（車両運搬車の運転者）に対するアルコール検査の義務化で飲酒運転による死亡事故が減少したという報告がある。途上国においても飲酒運転の厳罰化に加え、飲酒運転防止に向けた取り組みを企業に促したり、飲酒運転撲滅に対する世論を形成したりすることで、飲酒運転撲滅を図ることができるかもしれない。

## 2. 事業用自動車運転者の飲酒運転対策

わが国の企業で行われている飲酒運転防止の取り組みが途上国にどこまで適用できるだろうか。アルコール検査器の導入は、飲酒運転防止に対する企業経営者の前向きな姿勢と従業員の理解が不可欠であろう。しかし、これらの条件が整っても、企業によっては財政的に検査器の導入は困難かもしれない。一方、乗務前の交通安全指導は財政的な負担がほとんどなく、現実的な取り組みといえる。ただし、この場合も検査器を導入する際と同様に、労使の信頼関係が求められるであろう。このたび取材したタクシー会社では飲酒運転対策においても労使関係に細心の注意を払っていた。

来年度は、わが国における飲酒運転事故とその対策について途上国の関係者に紹介し、わが国の経験がどのように途上国で生かすことができるか聞き取り調査を行いたい。また、途上国の事業用自動車運転者を対象に飲酒運転防止

に取り組む下準備として、来年度は飲酒の実態を把握するための疫学調査を実施したい。

## E. 結論

わが国における事業用自動車運転者の飲酒運転事故の推移を概観し、企業の具体的な取り組みを調査した。今後は事業用自動車運転者の飲酒運転事故がどのような取り組みによって減少したのかを明らかにし、その取り組みが途上国で適用可能かどうかを検討する必要がある。

## F. 研究発表

なし

## G. 知的所有権の取得状況

なし

## H. 参考文献

1. Brady JE, Baker SP, DiMaggio C, McCarthy ML, Rebok GW, Li G. Effectiveness of mandatory alcohol testing programs in reducing alcohol involvement in fatal motor carrier crashes. *American Journal of Epidemiology* 2009;170:775-782.
2. Nagata T, Setoguchi S, Hemenway D, Pery MJ. Effectiveness of a law to reduce alcohol-impaired driving in Japan. *Injury Prevention* 2008;14:19-23.
3. Nakahara S, Yoshida K. Legislation against alcohol-impaired driving in Japan. *Injury Prevention* (Electronic letters published on 10 March 2008).
4. Sharma BR. Road traffic injuries: a major global public health crisis. *Public Health* 2008;122:1399-1406.
5. World Health Organization. *Drinking and driving: a road safety manual for decision-makers and practitioners*. Geneva: 2007. Available at: [http://www.who.int/roadsafety/projects/manuals/alcohol/drinking\\_driving.pdf](http://www.who.int/roadsafety/projects/manuals/alcohol/drinking_driving.pdf)
6. World Health Organization. *World report on road traffic injury prevention*. Geneva: 2004. Available at: <http://whqlibdoc.who.int/publications/2004/9241562609.pdf>
7. 国土交通省自動車交通局：事業用自動車の交通事故統計。2007年（平成17年版）2009年（平成19年度）
8. 国家公安委員会・警察庁：事業評価書 飲酒運転対策。2005年
9. 社団法人日本損害保険協会：飲酒運転防止マニュアル。2008年

図1

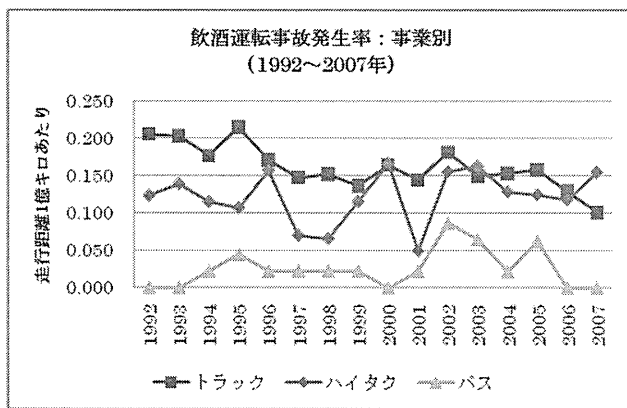


図5

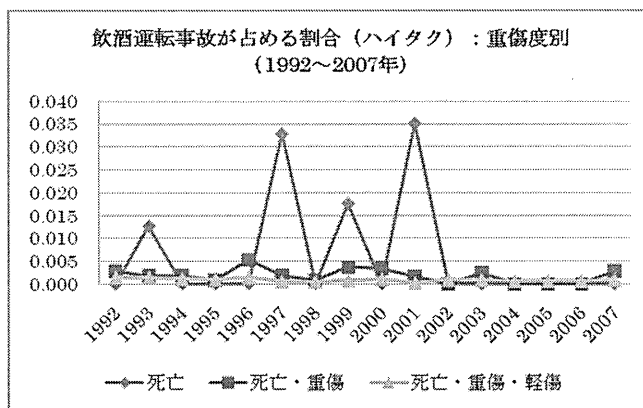


図2

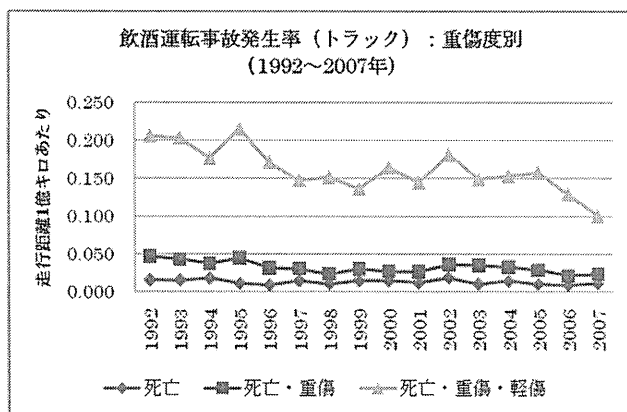


図6

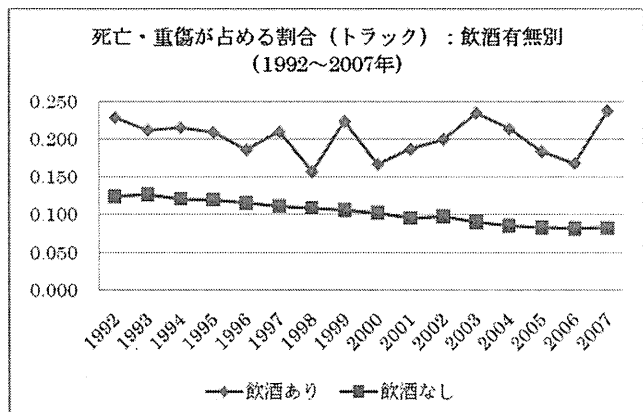


図3

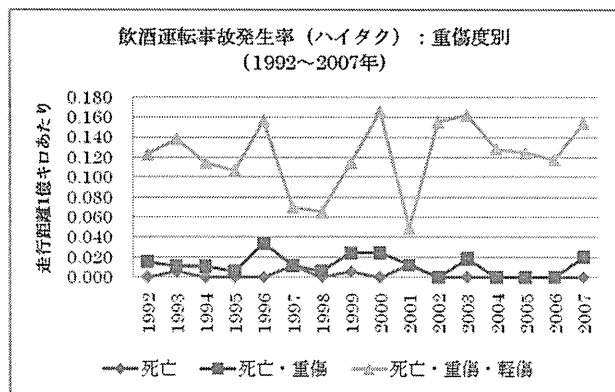


図7

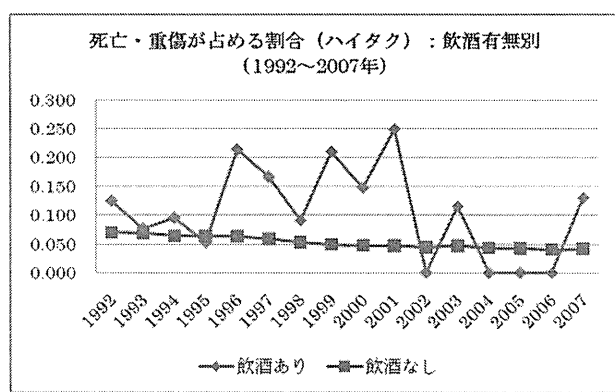
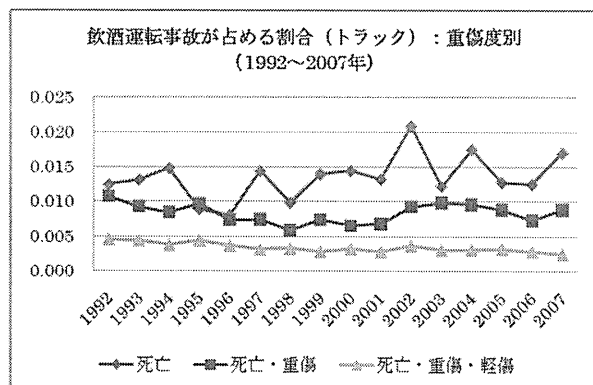


図4



# 厚生労働科学研究費補助金(地球規模保健課題推進研究事業)

## 分担研究報告書

### 事業用自動車運転者の飲酒運転事故とその対策に関する研究

研究分担者 市川政雄 筑波大学大学院人間総合科学研究科

#### 研究要旨

飲酒運転対策を効果的に展開するためには、自動車運転者の飲酒習慣をはじめ交通事故に寄与するリスク要因を把握しておく必要がある。しかし、途上国ではこうした基礎調査がほとんど行われていない。本研究では、ラオス人民民主共和国で職業運転者を対象に、交通事故に寄与する飲酒、運転行動、心理特性、眠気、疲労感などのリスク要因を調査し、飲酒運転対策の基礎資料とする。本年度は研究で用いる尺度の妥当性を検討するとともに、研究成果を政策に反映させるため、ラオスにおける交通事故の発生状況、道路交通行政・政策の現状を調査した。

#### A. 研究目的

飲酒運転は世界中で交通事故のおもな原因の1つとなっている。先進国では交通事故で死亡した運転者の20%から基準値を超えた血中アルコール濃度が検出され、その割合は途上国では7割近くに上ると推定されている。

飲酒が交通事故の原因となるのは、酒に含まれるエタノールが脳の神経活動を抑制し、それが運動機能や判断力の低下を招くからである。交通事故のリスクはアルコールを少しでも摂取すると高まるが、血中アルコール濃度が0.04 g/dlを超えると有意に高まると疫学研究で指摘されている。

飲酒運転対策は交通事故を減らすのに、どの国においても欠かせない。しかし、先進国と途上国ではその意味が異なる。先進国では交通事故により自動車の運転手・同乗者が多く死亡しているのに対して、途上国では歩行者が多く犠牲になっているからだ。したがって、途上国における飲酒運転対策は、交通弱者である歩行者の命を守る意味合いが強く、その社会的意義は大きい。

飲酒運転対策でもっとも重要なのは、飲酒運転を法的に禁じ、厳罰化することである。そして、その対策を効果的に展開するためには、自動車運転者の飲酒習慣をはじめ交通事故に寄与するリスク要因を把握しておくことである。しかし、途上国ではこうした基礎調査がほとんど行われていない。また、対策の効果を評価する体制も整っていない。

本研究では、ラオス人民民主共和国でバスや三輪タクシー(トゥクトゥク)などのいわゆる職業運転者(commercial driver)を対象に、交通事故に寄与する飲酒、運転行動、心理特性、眠気、疲労感などを調査し、飲酒運転対策の基礎資料とする。バスやトゥクトゥクの運転者を対象にする理由は、バスやトゥクトゥクが関与する交通事故では、犠牲者の重傷度・致死率が高く、一度に多くの犠牲者が出るからである。

本年度は研究で用いる尺度の妥当性を検討するとともに、研究成果を政策に反映させるため、ラオスにおける交通事故の発生状況、長距離バスの運行状況、道路交通行政・政策の現状を調査した。

#### B. 研究方法

上記の目的を達成するため、先行研究・関係資料のレヴ

ューならびに聞き取り調査を行った。研究に用いる尺度の内容妥当性(content validity)、表現妥当性(face validity)はラオス人医師2名と検討し、改善点を明らかにした。

#### C. 研究結果

##### 1. ラオスの交通事故

ラオスでは、1990年に約100人だった交通事故死亡者数が2007年には600人を超え、負傷者も8700人余りに上り、交通事故がますます大きな社会問題になっている。交通政策を立案するうえでは、交通事故の犠牲者がいつ、どこで、どのように事故に遭ったのかという情報が不可欠であるが、得られる情報は乏しい。

首都ヴィエンチャン市の交通事故統計(2003年)によると、事故件数は2831件、そのうち自動二輪車が関与した事故が8割(2272件)を占める。トゥクトゥクが関与した事故は210件で、自動二輪車のそれに比べ、1割にも満たない。しかし、登録台数1万台あたりの事故件数で見ると、自動二輪車は224件であるのに対して、トゥクトゥクは742件で、3倍以上に上る。

長距離バスが事故を起こすのは、他の交通手段と比べてまれであるが、重大事故になる危険性は高い。2006年には47人が乗車する長距離バスが峡谷に転落し、17人が死亡、残りの30人が重軽傷を負った。2010年には25人が乗車する長距離バスが峡谷に転落し、18人が死亡、残りの7人が重軽傷を負った。このように長距離バスの事故は致命率が高い。

##### 2. ラオスの長距離バス

ヴィエンチャン市には長距離バスのターミナルが2箇所ある。北バスターミナルはラオス北部と中国南部へのバスが発着し、南バスターミナルはラオス南部とベトナム、カンボジアへのバスが発着している。また、市内と近郊の路線バスが発着する中央バスターミナルは、タイ東北部へのバスも発着している。その他、バスターミナル発ではなく、ゲストハウスを出発する長距離バス(おもにタイ行き)もある。

ラオス政府観光局が公表する長距離バス時刻表によると、首都を出発する長距離バスはおもな路線で約54本である。聞き取り調査によると、北バスターミナルから毎日26本、南バスターミナルから毎日40~50本が運行してい

る。東南アジアに関する電子ガイドブックに掲載された時刻表にもこれに近い本数が記載されている。

### 3. ラオスの道路交通行政

ラオスには道路交通に関する法規として、施行順に陸上輸送法 (Land Transport Law、1997年5月施行)、公共道路法 (Law on Public Roads、1999年4月施行)、陸上交通法 (Law of Land Traffic、2000年5月) がある。

陸上交通法第3章 (Vehicle Operators) 第10条によると、自転車は12歳から、自動二輪車は15歳から (110cc以上の自動二輪車は18歳から)、その他の自動車は18歳から、公共交通機関は25歳から運転することができる。第11条には自動車や自動二輪車など動力で動く車 (mechanized vehicles) を運転するには運転免許証が必要で、5年ごとに更新する必要があると定められている。第12~13条では運転者の義務として、乗車定員、最大積載量、規制速度の遵守、飲酒運転や乗車中の携帯電話使用・テレビ視聴の禁止、自動二輪車ヘルメットの着用などが定められている。

ラオスにおける道路交通行政の主務官庁は、交通・運輸・郵政・建設省 (Ministry of Communication, Transport, Post and Construction : MCTPC) で、運輸局

(Department of Transport) がその実務を担っている。また、公安省 (Ministry of Public Security) の警察総局 (General Department of Police) には交通警察局

(Department of Traffic Police) が設置されており、交通安全や違反取締りにあたっている。2000年7月には国際NGOのHandicap International (HI) が道路交通の関係省庁や援助機関と非公式な会合の場を設け、それを契機にHIがこの分野の関係機関の取りまとめ役を務めている。

### 4. ラオスの道路交通政策

2005年、ラオスを含むアセアン諸国はADB・ASEAN: Regional Road Safety Program において道路交通安全に関する行動計画 (National Road Safety Action Plan (2005-2010)) を策定した。その背景には、国連アジア太平洋経済社会委員会 (ESCAP) が中心となって進めているアジアハイウェイの建設がある。

アジアハイウェイ建設の目的は、アジア諸国に幹線道路網を敷き、経済と文化の地域間交流を活性化することにある。したがって、今後は国境を超え、ますます人とモノの陸上輸送が盛んになると予想されることから、道路交通における安全確保はアジアハイウェイ建設において重要な課題のひとつになっているのだ。

ラオスの行動計画によると、2010年までに交通事故死亡率を半減させることが目標として掲げられ、それを達成するための戦略として、以下の5項目があげられている。

1. Education
2. Enforcement
3. Environment
4. Emergency services
5. Research and evaluation

具体的な行動計画としては、以下の15項目があげられている。その詳しい内容はアジア開発銀行のウェブサイトを参照されたい。

1. Coordination and management of road safety
2. Road accident data systems
3. Road safety funding
4. Safe planning and design of roads
5. Improvement of hazardous locations
6. Road safety education for children & young adults
7. Driver training and testing
8. Road safety publicity campaigns
9. Vehicle roadworthiness and safety standards
10. Traffic legislation
11. Traffic police and law enforcement
12. Emergency assistance to road accident victims
13. Road safety research
14. Road accident costing
15. Collaboration

上記の行動計画には、短期 (1年)・中期 (2~3年)・長期 (4~5年) の行動目標ならびに担当省庁・部局、予算が明記されている。

### 5. 交通事故のリスク要因とその尺度

交通事故に寄与するおもな要因として、飲酒、危険運転、刺激追求 (sensation seeking) 特性、眠気、疲労感がある。本研究では既存の尺度を用いて、それらを測定することにした。

飲酒行動の測定は、Alcohol Use Disorders Identification Test (AUDIT) を用いる。AUDITは飲酒に関連した問題を簡便に検出できるよう、世界保健機関が開発したスクリーニングテストで、10項目 (hazardous alcohol use : 3項目、dependence symptoms : 3項目、harmful alcohol use : 4項目) で構成されている。各項目は0~4点で評価され、合計点は0~40点となる。AUDITの妥当性は国際疾病分類 (ICD10: alcohol use disorders) に基づき検証されており、合計点が8点以上の場合、飲酒に関連した問題がある、あるいは将来問題が生じると判断する。

危険運転の測定には、Driver Behaviour Questionnaire (DBQ) を用いる。DBQは、aggressive violations, "ordinary" violations, errors, lapses の4つの因子で構成されているが、本研究では意図的な危険運転に注目しているため、4つのなかでも aggressive violations (3項目) を測定する。そのほか、飲酒運転、シートベルトの着用、運転中の携帯電話の使用について尋ねる。

刺激追求特性の測定には、Zuckerman-Kuhlman Personality Questionnaire を構成する下位尺度の Impulsive Sensation Seeking Scale (impulsive SSS) を用いる。Impulsive SSSは19項目で構成され、刺激を欲求する回答に対して1点が加算される。

眠気の測定には、Stanford sleepiness scale (SSS) と Epworth sleepiness scale (EPS) を用いる。SSSは現在の眠気の強度を7段階 (1=やる気があり、活発で、頭がさえていて、眠くない感じ、7=まどろんでいる、起きていられない、すぐに眠ってしまいそうだ) で評価する尺度である。一方、EPSは平均的な眠気の程度を測定する8項目の尺度で、各項目を4段階 (0~3点、計24点) で評価し、得点が高いほど眠気が強いと判定する。

疲労感の測定には、Fatigue Severity Scale (FSS) を用いる。FSS は 9 項目で構成され、各項目に例示された疲労の状態に対し 7 段階 (1~7 点、計 63 点) で評価し、得点が高いほど疲労感が強いと判定する。

## D. 考察

### 1. ラオスの道路交通行政・政策

ラオスでは、道路交通の問題が顕在化してきているにもかかわらず、その安全面に対する取り組みはいまだ不十分な状況にある。交通・運輸・郵政・建設省 (MCTPC) がその推進役であるはずだが、関係機関の取りまとめもできず、国際 NGO がその役割を担っている。

また、アジアハイウェイの建設を背景に、2005 年から 2010 年までの道路交通安全に関する行動計画が策定されたが、その内容は予算配分も含め総花的であり、モータリゼーション先進国の経験や知見が生かされた計画とはいえない。目標の達成状況はこれから取りまとめられるのかもしれないが、今のところ不明である。

このような状況が続けば、交通事故は増加の一途をたどるに違いないが、ラオスにおいてモータリゼーションはまだはじまったばかりである。モータリゼーション先進国の経験や知見を踏まえた道路交通政策によって、ラオスは隣国・タイやベトナムのような状況を回避すべきであり、回避できる可能性は十分にある。わが国はモータリゼーション先進国としてだけでなく、自動車の輸出大国として、また道路インフラ整備の主たるドナーとして、これまでの道路交通安全の経験や知見を共有し、道路交通政策の立案実施に貢献する責務を有する。

### 2. 尺度の妥当性

飲酒行動を測定する AUDIT (hazardous alcohol use の 3 項目) のうち、飲酒量を推定する 2 項目では、1 杯 (one drink) あたりのアルコール量を 10 グラムと想定している。しかし、ラオスではアルコール度数が 5% 程度のビールから 40% 程度のウィスキーや米焼酎が飲まれており、酒 1 杯の明確な定義はない。そのため、飲酒量を推定するには、飲料ごとに飲酒量を申告してもらい、各飲料のアルコール度数に基づき、飲酒量を換算する必要がある。

危険運転を測定する DBQ の 1 項目では、他の車に苛立ちを感じ、その車に不快感を示すために、クラクションを鳴らすかどうかを尋ねている。しかし、不快感を示す方法は追い越し運転など他にもあり、ラオスの状況を踏まえる必要があるのではないかという指摘を受けた。この点についてはラオスの職業運転者の意見を反映させる。

刺激追求特性を測定する Impulsive SSS では、特定の刺激追求行為を尋ねるのではなく、漠然とした質問 (たとえば、I sometimes do “crazy” things just for fun. といった質問) が多い。そのため、ラオスの職業運転者には理解してもらえない可能性があるという指摘された。これも職業運転者の意見を踏まえ、必要があれば具体例をあげるなど、加筆修正する。

同じような問題は眠気の強度を測定する SSS にもみられた。SSS では 7 段階の眠気を言葉で表現しており、それがわかりにくいとのことである。その代替案として、7 件法 (1 点: まったく眠くない~7 点: 非常に眠い) や Visual Analogue Scale (VAS) の利用が指摘された。VAS を眠

気の測定に用いる場合、100mm の直線の右端に「まったく眠くない」、左端に「非常に眠い」と記し、その間で眠気の強度を表してもらうことになる。

## E. 結論

ラオスの職業運転者を対象に交通事故に寄与するリスク要因を調査するため、調査で用いる尺度の妥当性を検討し、改善点を明らかにした。また、研究成果を政策に反映させるため、ラオスにおける道路交通行政や政策の現状を調査した。ラオスにはモータリゼーション先進国の経験や知見を生かせる余地が残っており、わが国はラオスのよりよい道路交通政策の立案実施に寄与すべきである。

## F. 研究発表

なし

## G. 知的所有権の取得状況

なし

## H. 参考文献

1. ADB-ASEAN: regional road safety program – national road safety action plan (2005-2010): road safety action plan in the Lao People's Democratic Republic. Manila: Asian Development Bank, 2005.
2. ADB-ASEAN: regional road safety program – country report: road safety in the Lao People's Democratic Republic. Manila: Asian Development Bank, 2005.
3. Babor TF, et al. AUDIT: the alcohol use disorders identification test. Geneva: World Health Organization, 2001.
4. Dittner AJ, et al. The assessment of fatigue: a practical guide for clinicians and researchers. *Journal of Psychosomatic Research* 2004;56:157-170.
5. Johns MW. A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth Sleepiness Scale. *Sleep* 1991;14:540-545.
6. Jonah BA. Sensation seeking and risky driving: a review and synthesis of the literature. *Accident Analysis and Prevention* 1997;29:651-665.
7. Krupp LB, et al. The fatigue severity scale: application to patients with multiple sclerosis and systemic lupus erythematosus. *Archives of Neurology* 1989;46:1121-1123.
8. Lajunen T, et al. The Manchester Driver Behaviour Questionnaire: a cross-cultural study. *Accident Analysis and Prevention* 2004;36:231-238.
9. MacLean AW, et al. Psychometric evaluation of the Stanford Sleepiness Scale. *Journal of Sleep Research* 1992;1:35-39.
10. Zuckerman M, et al. A comparison of three structural models for personality: the big three, the big five, and the alternative five. *Journal of Personality and Social Psychology* 1993;65:757-768.

厚生労働科学研究費補助金(地球規模保健課題推進研究事業)

分担研究報告書

日本外傷データバンクの経験を活用した

途上国における鈍的外傷患者の生存予測に関する研究

研究分担者 木村昭夫 国立国際医療センター

研究要旨

本研究は、日本外傷データバンク (JTDB) を利用して、データ欠損に強く、簡便で、開発途上国でも使用可能な、鈍的外傷患者の予測生存確率 (Ps) の算出式を作成することを目的とした。2004~2007 年の間、JTDB に登録された Ps 計算可能なデータ 17,564 のうち、鈍的外傷 12,975 登録データを無作為に 2 分割し、一方を Training data (6,487) とし、他方を Validation data (6,488) とした。説明変数として、コード化 (c) された年齢、Injury severity Score (ISS)、収縮期血圧 (BP)、呼吸数 (RR)、Glasgow Coma Scale (GCS) スコアを用いることにより、鈍的外傷患者により適したロジスティック回帰式を作成した。さらに、説明変数が 1 つ欠損していても、ほぼ同等の予測精度をほとんど下げないことを示した。係数を単純化して開発途上国でも使用し易い式 ( $P_s = 1 / (1 + e^{-b + cISS - cAGE + cBP + cGCS + cRR/2})$ ) としても、高い予測精度が保たれた。来年度はこの式を海外のデータにて検証し、その有用性を評価する予定である。

A. 研究目的

JTDB を利用して、データ欠損に強く、開発途上国でも簡便に計算可能な、鈍的外傷患者の生存予測ロジスティック回帰式を作成することを目的とした。

B. 研究方法

2004~2007 年の間、JTDB に登録された日本外傷学会トラウマレジストリー委員会にて洗浄された 20,257 登録データを対象とした。Ps 計算可能なデータは 17,564 であり、そのうち鈍的外傷 12,975 登録データを無作為に 2 分割し、一方を Training data とし、他方を Validation data とした。一方、同期間に JTDB に登録された鈍的外傷でかつ Ps 計算不可能なデータは 4,574 であった。

Table 1 Coded (categorized) values

Coded value	GCS score	Systolic blood pressure (SBP mmHg)	Respiratory rate (RR / min)	Age	ISS
4	13-15	>89	10-29		16>
3	9-12	76-89	>29		24-16
2	6-8	50-75	6-9		40-25
1	4-7	1-49	1-5	>55	65-41
0	<4	No pulse	0	0-55	>65

ISS: Injury Severity Score  
GCS: Glasgow Coma Scale

ロジスティック回帰分析では、説明変数には、年齢(以下 AGE)、ISS、GCS スコア、収縮期血圧 (以下 BP)、呼吸数 (以下 RR) をそれぞれコード化した cAGE、cISS、cGCS、cBP、cRR (Table 1) を用い、目的変数は生死の 2 カテゴリーとした。推定法として、最尤推定法を用いた。最小お

よび飽和モデルの尤度比検定にて、各々のロジスティック回帰式の当てはまり度合を評価した。モデル間の適合度の比較には、赤池情報量基準 (以下 AIC) を用いた。

検証には Validation data を用い、receiver operating characteristic 曲線の曲線下面積 (以下 AUROC) と予測生存の accuracy について、Training data のそれぞれの値と比較した。

統計処理コンピュータソフトウェアには、JMP 8.0 (SAS 社) および SAS 9.1 (SAS 社) を用いた。

Table 2 Coefficients of Logistic Regression Models

Regression Model	Intercept	$\beta$ cISS	$\beta$ cAGE	$\beta$ cBP	$\beta$ cGCS	$\beta$ cRR
cISS, cAGE, cBP, cGCS, cRR	-6.281* (0.335) [351]	1.058* (0.070) [227]	-1.404* (0.137) [104]	0.718* (0.077) [87.5]	0.777* (0.047) [267]	0.370* (0.045) [17.0]
cISS, cAGE, cBP, cGCS	-5.734* (0.283) [410]	1.038* (0.069) [225]	-1.348* (0.136) [98.8]	0.889* (0.063) [202]	0.841* (0.045) [345]	x
cISS, cAGE, cGCS, cRR	-5.573* (0.289) [234]	1.079* (0.070) [254]	-1.358* (0.133) [104]	x	0.818* (0.046) [317]	0.839* (0.070) [143]
cISS, cAGE, cBP, cRR	-6.657* (0.302) [485]	1.356* (0.064) [445]	-1.435* (0.128) [126]	0.823* (0.068) [145]	x	0.774* (0.076) [103]
cAGE, cBP, cGCS, cRR	-4.663* (0.357) [170]	x	-1.328* (0.129) [105]	0.843* (0.077) [122]	1.025* (0.044) [540]	0.349* (0.094) [13.7]
cISS, cBP, cGCS, cRR	-6.518* (0.324) [405]	1.021* (0.057) [229]	x	0.694* (0.075) [86.1]	0.778* (0.045) [297]	0.275* (0.085) [10.4]

$\beta$ x: regression coefficients, \*: p<0.001, (=standard error), [=x2]

C. 研究結果

1. 回帰モデル

Training Data より算出された各回帰モデル式の係数を、Table 2 に示した。各モデルとも最少モデルとの検定では

p<0.0000、飽和モデルとの検定ではp=0.6304~1.000となり、当てはまりは非常によいと判断された。AICに各モデルの適合度の比較をTable 3に示す。

## 2. 各モデルの生存予測精度と検証

Table 4に示すように、変数が1つ足りないモデルであってもtraining dataのAUROCが0.94以上、accuracyが91%以上であった。Validation dataでも、AUROC、accuracyともほぼ同様の結果が得られた。

## 3. 係数の単純化

Table 2の各式の係数を以下のように簡略化した。

$$b = -6 - cAGE + cISS + cBP + cGCS + cRR/2$$

$$Ps = \frac{1}{1 + e^{-b}}$$

また、もし1つの変数が欠損していたら、0を代入することとした。

Table 3 Akaike's Information Criterion (AIC) of Models

Regression model	AIC
cISS, cAGE, cBP, cGCS, cRR	1732
cISS, cAGE, cBP, cGCS,	1748
cISS, cAGE, cGCS, cRR	1819
cISS, cAGE, cBP, cRR	2017
cAGE, cBP, cGCS, cRR	1987
cISS, cBP, cGCS, cRR	1846

ISS: Injury Severity Score  
 cISS: coded value of ISS  
 RTS: Revised Trauma Score  
 cAGE: coded value of age  
 cBP: coded value of systolic blood pressure  
 cGCS: coded value of Glasgow Coma Scale score  
 cRR: coded value of respiratory rate

## 4. 各係数簡略化モデルの生存予測精度と検証

Table 5に示すように、各係数簡略化モデルにおいてもtraining dataのAUROCが0.94以上、accuracyが90%以上であった。Validationでも、AUROC、accuracyともほぼ同様の結果が得られた。

### D. 考察

外傷患者の生存予測においては、TRISS法1)が、精度が高く、世界的に最も普及しているが、各変数の係数や切片が複雑であり、コンピュータがなければ計算できない。さらにPsは、年齢、ISS 2)ならびにcGCS・cBP・cRRから算出されるRevised Trauma Score 3)のどの一つが欠損しても算出できない。またISSは、Abbreviated Injury Scale

(AIS)4)から算出されるが、多くの開発途上国において、AISの記載を含んだ外傷患者登録システムを構築することは不可能である。一方で、途上国での使用を重視するあまり、精度の低い生存予測式を作成しても、外傷診療の質の評価や国際比較に役立たない。

Table 4 Area under Receiver Operating Curves & Accuracy of Models

Regression model	AUROC Derivation	Accuracy Derivation	AUROC Validation	Accuracy Validation
cISS, cAGE, cBP, cGCS, cRR	0.9648	93.32%	0.965	93.55%
cISS, cAGE, cBP, cGCS,	0.9649	93.20%	0.9636	93.42%
cISS, cAGE, cGCS, cRR	0.9609	93.09%	0.961	93.45%
cISS, cAGE, cBP, cRR	0.9481	91.92%	0.9433	92.51%
cAGE, cBP, cGCS, cRR	0.9503	92.82%	0.9507	93.17%
cISS, cBP, cGCS, cRR	0.9561	92.71%	0.956	93.10%

AUROC: area under receiver operating characteristic curve

Table 5 Area under Receiver Operating Curves & Accuracy of Simplified Models

Regression model	AUROC Derivation	Accuracy Derivation	AUROC Validation	Accuracy Validation
cISS, cAGE, cBP, cGCS, cRR	0.9635	91.90%	0.9639	92.38%
cISS, cAGE, cBP, cGCS,	0.9633	93.14%	0.9622	93.43%
cISS, cAGE, cGCS, cRR	0.9599	90.82%	0.9589	90.56%
cISS, cAGE, cBP, cRR	0.9443	91.90%	0.9422	92.17%
cAGE, cBP, cGCS, cRR	0.9503	92.75%	0.9524	92.84%
cISS, cBP, cGCS, cRR	0.9559	91.65%	0.9562	92.13%

今回我々は、TRISSで用いる変数を全てコード化し、その1つが欠損していてもほとんど精度の下がらない予測モデルを作成することができた。全ての変数を一定の間隔をもってカテゴリーに分けてコード化することは、変数の正確な値がわからなくても、凡そ値がわかれば、妥当なコード化ができる可能性がある。特に、Table 6に示したように、最高のAISと同一身体部位のカテゴリーでない2番目に高いAISが分かれば、コード化されたcISSの値が決まってくるので、ISSの詳細な値がわからないためにPsが算出できないことを、回避できる可能性がある。

Table 6 Relationship between Coded ISS & AIS

Coded ISS	ISS Interval	Most severe AIS / 2 <sup>nd</sup> severe AIS Included
4	16>	3
3	16-24	4
2	25-40	5 or 4 & 3
1	41-65	Two 5 or 5 & 4
0	>65	Two 5 & 4 or Three 5 or 6

ISS: Injury Severity Score  
 AIS: Abbreviated Injury Scale

また、たとえ cISS が決定でいなくても、年齢とバイタルサインの要素だけで、若干精度は落ちるものの Ps を算出することが可能である。このことは、解剖学的重症度が定まらない、病院前や救急処置室においても Ps を高い精度で予測することが可能なことを意味する。日本では、呼吸数が欠損することが多いが5)、今回提示した回帰式では、cRR の情報がなくても生存の予測精度は、全くと言っていいほど下がらない。一方、欠損することでもっとも予測精度を下げるのは、GCS の情報であった。

さらに、logit (Survival) = b の値が暗算でも得られるように、係数や切片を著しく簡略しても、予測精度をあまり落とさずにすむことを証明した。Table 7 の様な表を手元で利用すれば、リアルタイムで Ps を簡単に知ることが可能である。

b が 0 より大きければ Ps は 50%以上であることだけでもわかるだけで、十分な価値があろう。

今後は、手始めに外傷患者登録システムが進んでいるタイの Khon Kaen 外傷センターのデータにて今回提示した係数簡略化ロジスティック回帰式を検証し、第二段階として他の開発途上国のデータでも検証していきたいと考えている。

Table 7

b	Ps
4	98%
3	95%
2	88%
1	73%
0	50%
-1	27%
-2	12%
-3	5%
-4	2%

## E. 結論

日本外傷データベース (JTDB) を利用して、説明変数としてコード化された年齢、ISS、収縮期血圧、呼吸数、GCS スコアを用いることにより、データ欠損に強く、簡便で、開発途上国でも使用可能な、鈍的外傷患者の予測生存確率 (Ps) の算出式を作成することができた。来年度以降この式を海外のデータにて検証し、その有用性を評価する予定である。

## F. 研究発表

なし

## G. 知的所有権の取得状況

なし

## H. 参考文献

- 1) Boyd CR, Tolson MA, Copes WS : Evaluating trauma care: the TRISS method. Trauma Score and the Injury Severity Score. J Trauma 1987; 27: 370-378.
- 2) Baker SP, O'Neill B, Haddon W, et al : The Injury Severity Score: A method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. J Trauma 1974; 14: 187-196.
- 3) Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, et al : A revision of the trauma score. J Trauma 1989; 29: 623-629.
- 4) Gennarelli TA, Wodzin E: Abbreviated injury scale 2005 update 2008. Association for the Advancement of Automotive Medicine, Barrington, IL, USA.
- 5) 木村昭夫 : 我が国における鈍的外傷患者の生存予測ロジスティック回帰式の検討—日本外傷データベースの解析から—。日外傷会誌 2010; 24: 15-20.



厚生労働科学研究費補助金(地球規模保健課題推進研究事業)

分担研究報告書

日本外傷データバンクの経験を活用した

途上国における鈍的外傷患者の生存予測に関する研究

研究分担者 木村昭夫 国立国際医療研究センター

研究要旨

本年度研究は、昨年度開発した、簡便で、開発途上国でも使用可能な、鈍的外傷患者の予測生存確率 (Ps) の算出式を見直し、タイ国コンケン地域病院外傷センターのデータにて検証することを目的とした。2004~2007年の間、Japan Trauma Data Bank (JTDB)に登録されたPs計算可能なデータ 17,564のうち、鈍的外傷 12,975登録データを無作為に2分割し、一方をTraining data (6,487)とし、他方をValidation data (6,488)とした。説明変数として、コード化(c)された年齢、Injury severity Score (ISS)、収縮期血圧(BP)、呼吸数(RR)、Glasgow Coma Scale (GCS)スコアを用い、説明変数が1つ欠損していても使用でき、係数が暗算が可能なまでに単純化してある、ロジスティック回帰式 (Ps=1/1+e^-b おいて b=alpha + cISS - cAGE + cBP + cGCS + cRR/2) を作成した。さらに、JTDBのデータでもコンケンのデータでも高い予測精度が保たれていることを証明した。交通事故による鈍的外傷が多いアジア諸国の外傷センターにおいて、本簡易式は有用な手段となるであろう。

A. 研究目的

データ欠損に強く、暗算可能であり、交通事故による鈍的外傷患者が急増しているアジア諸国でも使用しやすい生存予測ロジスティック回帰式を作成することを目的とした。

B. 研究方法

2004~2007年の間、JTDBに登録された日本外傷学会トラウマレジストリー委員会にて洗浄された20,257登録データを用いた。欠損値の無いPs計算可能な鈍的外傷患者データは10,210であり、それを無作為に2分割し、一方をTraining data (n=5,133)とし、他方をValidation data (n=5,097)とした。

ロジスティック回帰分析では、説明変数には、年齢(以下AGE)、ISS、GCSスコア、収縮期血圧(以下BP)、呼吸数(以下RR)をそれぞれコード化したcAGE、cISS、cGCS、cBP、cRR (Table 1)を用い、目的変数は生死の2カテゴリーとした。推定法として、最尤推定法を用いた。最小および飽和モデルの尤度比検定にて、各々のロジスティック回帰式の当てはまり度合を評価した。モデル間の適合度の比較には、赤池情報量基準(以下AIC)を用いた。

検証には、上記JTDBのValidation dataを用いるとともに、タイ国コンケン地域病院外傷センターに2005年から2008年に登録された6,409例のデータを用いた。receiver operating characteristic 曲線の曲線下面積(以下AUROC)と予測生存のaccuracyについて検討した。

統計処理コンピュータソフトウェアには、JMP 8.0 (SAS社) および SAS 9.1 (SAS社) を用いた。

Table 1 Coded (categorized) values

Table with 6 columns: Coded value, GCS score, Systolic blood pressure (SBP mmHg), Respiratory rate (RR / min), Age, ISS. Rows show categories for each variable.

ISS: Injury Severity Score
GCS: Glasgow Coma Scale

C. 研究結果

1. 各データの変数分布

各データの説明変数と目的変数の分布を、Table 2に示した。

2. 各モデルのAICの比較

Derivation data から作成した Table 3に示す。TRIASS 原法より AIC の小さい 8 つのモデルについて検討することにした。

3. 係数単純化モデル

昨年度作成した暗算可能な係数を持つロジスティック回帰式 1) を改良し下記とした。

b = alpha - cAGE + cISS + cBP + cGCS + cRR/2

Ps = 1 / (1 + e^-b)

また、もし1つの変数が欠損していたら、0を代入する

こととした。

$\alpha$ は欠損する変数によって-4~9の値をとる。

#### 4. 各係数簡略化モデルの生存予測精度と検証

Table 4に示すように、各係数簡略化モデルにおいてもJTDBのderivation dataではAUROCが0.95以上、accuracyが91%以上であった。JTDBのValidation dataでも、AUROC、accuracyともほぼ同様の結果が得られた。

また、コンケン地域の外傷登録のデータでもAUROCは0.91以上、accuracyが92%以上であった (Table 5)

Table 2 Distribution of Variables

	Derivation Data	Validation Data	Khon Kaen Data
Number	5113	5097	6409
cAGE			
0	58.0%	58.5%	87.6%
1	42.0%	41.5%	12.4%
RTS	7.8 [6.9, 7.8]	7.8 [6.9, 7.8]	7.8 [7.8, 7.8]
cBP			
4	85.0%	85.3%	95.9%
3	3.2%	3.4%	1.6%
2	2.6%	2.6%	1.1%
1	1.3%	1.1%	0.2%
0	7.9%	7.6%	1.2%
cGCS			
4	72.4%	73.4%	89.4%
3	7.5%	7.0%	3.0%
2	6.1%	5.9%	4.6%
1	2.6%	2.6%	1.1%
0	11.4%	11.1%	1.9%
cRR			
4	76.0%	76.8%	92.1%
3	15.0%	14.8%	0.2%
2	0.4%	0.4%	0.0%
1	0.2%	0.1%	0.2%
0	8.4%	7.9%	7.5%
ISS	17.6 ±14.2	17.4 ±14.0	9.5 ±10.1
cISS			
4	51.1%	51.0%	83.2%
3	21.2%	22.3%	6.9%
2	20.4%	19.7%	7.4%
1	5.3%	5.2%	2.3%
0	2.0%	1.8%	0.2%
Survival	82.1%	83.1%	95.9%

#### D. 考察

外傷患者の生存予測においては、TRISS法<sup>2)</sup>が、精度が高く、世界的に最も普及しているが、各変数の係数や切片が複雑であり、コンピュータがなければ計算できない。さらにPsは、年齢、ISS<sup>3)</sup>ならびにcGCS・cBP・cRRから算出されるRevised Trauma Score<sup>4)</sup>のどの一つが欠損しても算出できない。またISSは、Abbreviated Injury Scale (AIS)<sup>5)</sup>から算出されるが、多くの開発途上国において、AISの記載を含んだ外傷患者登録システムを構築することは不可能である。一方で、途上国での使用を重視するあまり、精度の低い生存予測式を作成しても、外傷診療の質の評価や国際比較には、あまり役立たない。

Table 3 AIC for each Model

Predictor variables of each regression model	AIC
TRISS	1988
ISS, RTS, cAGE	1788
ISS, cAGE, cBP, cGCS, cRR	1791
cISS, cAGE, cBP, cGCS, cRR	1732
cISS, cAGE, cBP, cGCS	1748
cISS, cAGE, cGCS, cRR	1819
cISS, cBP, cGCS, cRR	1846
cISS, cBP, cGCS, cAGE, cBP, cGCS, cRR	1987
cAGE, cBP, cGCS	2000
cISS, cAGE, cGCS	2101
cISS, cAGE, cBP, cRR	2017
cISS, cAGE, cBP	2024

今回我々は、TRISSで用いる変数を全てコード化し、その1つが欠損していてもほとんど精度の下がらない予測モデルを作成することができた。全ての変数を一定の間隔をもってカテゴリーに分けてコード化することは、変数の正確な値がわからなくても、凡そ値がわかれば、妥当なコード化ができる可能性がある。特に、Table 6に示したように、最高のAISと同一身体部位のカテゴリーでない2番目に高いAISが分かれば、コード化されたcISSの値が決まってくるので、ISSの詳細な値がわからないためにPsが算出できないことを、回避できる可能性がある。

Table 4 Proposed Regression Model with Simplified Coefficients

$$\text{Logit}(Ps) = \alpha + cISS - cAGE + cBP + cGCS + cRR/2$$

Regression model	$\alpha$	AUROC Derivation	Accuracy Derivation	AUROC Validation	Accuracy Validation
TRISS		0.9627	93.17%	0.9621	93.33%
cISS, cAGE, cBP, cGCS, cRR	-9	0.9635	92.99%	0.964	92.84%
cISS, cAGE, cBP, cGCS	-7	0.9633	93.02%	0.9622	92.84%
cISS, cAGE, cGCS, cRR	-5	0.9599	93.08%	0.9589	92.86%
cISS, cBP, cGCS, cRR	-9	0.9559	92.90%	0.9562	93.15%
cISS, cBP, cGCS	-4	0.9547	92.47%	0.9522	90.66%
cAGE, cBP, cGCS, cRR	-7	0.9503	91.61%	0.9524	90.47%

また、たとえcISSが決定でなくても、年齢とバイタルサインの要素だけで、若干精度は落ちるもののPsを算出することが可能である。このことは、解剖学的重症度が定まらない、病院前や救急処置室においてもPsを高い精度で予測することが可能なことを意味する。日本では、呼吸数が欠損することが多いが<sup>6)</sup>、今回提示した回帰式では、cRRの情報がなくとも生存の予測精度は、全くと言っていいほど下がらない。一方、欠損することでもっとも予測精度を下げるのは、GCSの情報であった。この事はタイ・コンケンのデータでも同様であった。

さらに、logit (Survival) = bの値が暗算でも得られるように、係数や切片を著しく簡略しても、予測精度をあま

り落とさずすむことを証明した。Table 7 の様な表を手元で利用すれば、リアルタイムで Ps を簡単に知ることが可能である。b が 0 より大きければ Ps は 50%以上であることだけでもわかるだけで、十分な価値がある。

交通事故による鈍的外傷が急増しているアジアの諸国 7)において、人的・物的資源の有効活用することは、非常に重要な問題意である。そのためには診断・治療の優先順位の決定が不可欠であるが、本簡易式を用いることにより、より精度の高い選別が、救急処置室にて可能となるであろう。

Table 5 Application of Simplified Models to Data from Khon Kaen

Trauma Center		
Regression model	AUROC	Accuracy
cISS, cAGE, cBP, cGCS, cRR	0.9619	95.09%
cISS, cAGE, cBP, cGCS,	0.9601	96.38%
cISS, cAGE, cGCS, cRR	0.9632	95.32%
cISS, cBP, cGCS, cRR	0.9533	95.21%
cISS, cBP, cGCS	0.9519	96.20%
cAGE, cBP, cGCS, cRR	0.9115	92.81%

Table 6 Relationship between Coded ISS & AIS

Coded ISS	ISS Interval	Most severe AIS / 2 <sup>nd</sup> severe AIS Included
4	16>	3
3	16-24	4
2	25-40	5 or 4 & 3
1	41-65	Two 5 or 5 & 4
0	>65	Two 5 & 4 or Three 5 or 6

ISS: Injury Severity Score  
AIS: Abbreviated Injury Scale

### E. 結論

日本外傷データベース (JTDB) を利用して、説明変数としてコード化された年齢、ISS、収縮期血圧、呼吸数、GCS スコアを用いることにより、データ欠損に強く、暗算可能な、鈍的外傷患者の予測生存確率 (Ps) の算出式を作成することができた。この式は、タイ国コンケン地域の外傷患者に当てはめても同等の精度が得られた。

### F. 研究発表

1. 木村昭夫：我が国における鈍的外傷患者の生存予測ロジスティック回帰式の検討 第 2 報. 日外傷会誌 2010; 24: 321-326.
2. Kimura A, Nakahara S, Chadbunchachai W. The development of simple survival prediction models for blunt trauma victims treated at Asian emergency centers. Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and

### G. 知的所有権の取得状況

なし

Table 7 Probability of survival (Ps) chart

$$\text{Logit}(Ps)=b$$

$$= \alpha + cISS \cdot cAGE + cBP + cGCS + cRR/2$$

If 1 or 2 variable is missing, then missing value=0.

Regression model	$\alpha$	b	Ps
		3<	95 %<
		2	88 %
cISS, cAGE, cBP, cGCS, cRR	-9	1	73 %
cISS, cAGE, cBP, cGCS	-7	0	50 %
cISS, cAGE, cGCS, cRR	-5	-1	27 %
cISS, cBP, cGCS, cRR	-9	-2	12 %
cISS, cBP, cGCS	-4	<-3	<5 %
cAGE, cBP, cGCS, cRR	-7		

### H. 参考文献

- 1) 木村昭夫：我が国における鈍的外傷患者の生存予測ロジスティック回帰式の検討 第 2 報. 日外傷会誌 2010; 24: 321-326.
- 2) Boyd CR, Tolson MA, Copes WS : Evaluating trauma care: the TRISS method. Trauma Score and the Injury Severity Score. J Trauma 1987; 27: 370-378.
- 3) Baker SP, O'Neill B, Haddon W, et al : The Injury Severity Score: A method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. J Trauma 1974; 14: 187-196.
- 4) Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, et al : A revision of the trauma score. J Trauma 1989; 29: 623-629.
- 5) Gennarelli TA, Wodzin E: Abbreviated injury scale 2005 update 2008. Association for the Advancement of Automotive Medicine, Barrington, IL, USA.
- 6) 木村昭夫：我が国における鈍的外傷患者の生存予測ロジスティック回帰式の検討—日本外傷データベースの解析から—。日外傷会誌 2010; 24: 15-20.
- 7) Mock C, Juillard C, Brundage S, Goosen J, Joshipura M eds. Guidelines for trauma quality improvement programmes. Geneva: World Health Organization; 2009.

# 厚生労働科学研究費補助金(地球規模保健課題推進研究事業)

## 分担研究報告書

### 日本外傷データベースを利用した鈍的外傷患者の簡便な生存予測モデルに関する研究

研究分担者 中原慎二 聖マリアンナ医科大学

#### 研究要旨

外傷診療の質評価のために使用される外傷の重傷度や生存確率予測式は、複雑で多くの変数を必要とするため、開発途上国の医療現場で使用するのは容易ではない。本研究では日本外傷データベースのデータを用いて、予測変数を3変数のみに絞った簡便な鈍的外傷患者の生存確率予測モデルを作成した。途上国で収集するのが難しい、Abbreviated Injury Scale (AIS)、Glasgow Coma Scale (GCS)といった情報を使用せず、簡便な解剖学的重症度分類、簡便な意識レベル分類、年齢だけを用いたモデルも作成した。先進国で使用される標準的方法と比べても、これらのモデルは悪くない予測精度を示した。

#### A. 研究目的

外傷診療の質を客観的に評価するためには、外傷の解剖学的重症度や患者の状態(年齢、基礎疾患、来院時の生理学的余力)などを考慮した検討が必要であり、さまざまな指標が開発されてきた。解剖学的重症度指標として、Abbreviated Injury Scale (AIS)、Injury Severity Score (ISS)などが、生理学的指標として Revised Trauma Score (RTS)、解剖学的重症度、生理学的指標、年齢を総合した指標である Trauma and Injury Severity Score (TRISS)などが代表的なものである [1, 2]。中でも TRISS 法による生存確率 Probability of survival (Ps) の予測は、標準的方法として先進国で広まっている。Kilgo らは TRISS の有用性を、Ps は解剖学的重症度、生理学的余力、患者の状態(年齢)、外傷診療の質の関数であるから、Ps の予測値が得られれば診療の質が明らかになると説明している [3]。

TRISS は高い精度で外傷患者の生存確率を予測できる有用な指標ではあるが、計算のためには年齢のほか、ISS と RTS が必要である [1]。ISS 計算のためには最重症三部位の AIS 重傷度スコアが必要で、RTS 計算のためには収縮期血圧、呼吸数、Glasgow Coma Scale (GCS) が必要である。さらに GCS は開眼(E)、言語音性反応(V)、最良運動反応(M)の三要素から成り立っている。このように、TRISS による Ps 計算のためには多数のデータを必要としており、資源の乏しい1次2次医療施設や、開発途上国(以下、途上国)の医療施設において標準的方法として採用するのは容易ではない。AIS、GCS の適切な使用には十分なトレーニングが必要であり、とくに AIS のトレーニングとコードブックは非常に高価であり、途上国に普及させるのは現実的ではない [4]。また ISS、RTS の計算は非常に煩雑である。

Ps 予測精緻化のために変数をいたずらに増やすことは実用的な指標を作成する目的には適していると言えない。ISS は必ずしも最良の解剖学的重症度指標ではなく、最重症外傷の重症度も ISS と同等あるいはそれ以上の Ps 予測力を示すこと [5]、GCS M component (GCSm) のみでも GCS と同様の予測力を示すこと [6]、などから Kilgo らは年齢、

最重症外傷重症度、GCSm の3変数からなるモデルの予測力は TRISS と変わらないことを示した [3]。Moore らは解剖学的重症度指標として AIS に基づくものと、国際疾病分類(ICD)に基づくものを比較し、いずれを用いても、モデルに年齢と生理学的指標を投入すると予測力に大差がないことを示している [7]。これは、年齢、解剖学的重症度、生理学的指標の3変数で簡便な指標を作成できる可能性を示唆している。Kobusingye らは、AIS 重傷度スコアと GCS を使用せず、かわりに重症外傷部位数と、生理学的指標として簡便な意識レベル指標と、収縮期血圧、呼吸数を用いて Kampara Trauma Score (KTS) を作成し、良好な予測力を得られることを示した [8]。

1次2次医療施設、途上国での使用に適した指標は現在の TRISS よりも多少予測精度は劣っても必要とする変数をできるだけ少なくし、AIS や GCS を必要としないものが望ましいのではないかと考える。本研究では、年齢、解剖学的外傷重傷度、単一の生理学的指標の3変数のみを独立変数として生存死亡を予測するモデルを作成し予測力を検討する。解剖学的外傷重傷度、生理学的指標として、AIS 重症度スコア、GCS に基づかない簡便な指標を使用した場合についてもできる限りの検討を行った。さらに、途上国の医療施設における外傷登録の状況とデータ項目について調査し、途上国で使用可能なモデルについて検討した。

#### B. 研究方法

##### 1. 研究対象

対象は2004年1月から2007年12月までに Japan Trauma Data Bank (JTDB) に登録された15歳以上の鈍的外傷患者(n = 16716人)で、TRISSによる生存確率Psが計算可能(年齢、入院時の収縮期血圧、呼吸数、GCS、ISSのデータに欠損がない)であったのは12,437人であった。このうち、生存死亡のデータがあった9,840人を分析の対象とした。

##### 2. 変数

TRISSによる外傷患者の生存確率Ps予測は、ロジスティ

ック回帰モデルにより、年齢、ISS、Revised Trauma Score (RTS) の独立変数から計算される (RTS は血圧、呼吸数、GCS から計算する) [1]。Table 1 に TRISS 法および本研究で用いる指標と点数を示した。本研究では、年齢、解剖学的外傷重傷度、単一の生理学的指標の 3 変数を独立変数として生存死亡を予測するモデルを作成し、Ps 予測値を計算した。標準的な Ps 予測方法である TRISS と比較を行うため、Major Trauma Outcome Study (MTOS) に基づく TRISS による Ps (TRISSPs-MTOS) 予測値と、本研究対象者データに基づく TRISS による Ps (TRISSPs-JTDB) を計算した。

まず簡便予測モデルの予測変数のうち、解剖学的重傷度として AIS 重傷度スコアを用いたモデルを検討した。AIS 重傷度スコアは 0 (外傷なし) から 6 (致命的) までの 7 段階で、体の 9 部位 (頭部、顔部、頸部、胸部、腹部、脊椎、上肢、下肢骨盤、体表) の外傷重傷度を表現する。モデルには最重症部位のスコア (AIS 重傷度スコアの最大値 MaxAIS) を投入した。生理学的指標には入院時の収縮期血圧、呼吸数、意識レベルのうち 1 つを投入するモデルを作成した。年齢、血圧、GCS は RTS を計算する際の分類と点数を使用した。意識レベルの指標として GCSm の点数をコード化しないでそのまま用いたモデルも検討した。

次に、AIS や GCS よりも大まかな分類の重症度と意識レベルの簡易指標を用いたモデルを作成した。AIS を使用しない重傷度分類として minor-moderate、severe、serious の 3 分類を使用し、最重症の外傷により分類すると想定して、MaxAIS 1-6 を、(a) MaxAIS 1-2 (minor-moderate)、MaxAIS 3-4 (severe)、MaxAIS 5-6 (serious)、または (b) MaxAIS 1-2 (minor-moderate)、MaxAIS 3 (severe)、MaxAIS 4-6 (serious) の 2 通りに分類しなおした (Table 1)。WHO の外傷サーベイランスガイドラインが示す重傷度分類 (minor、moderate、severe) に相当する 3 分類 [9]、(c) MaxAIS 1 (minor)、MaxAIS 2 (moderate)、MaxAIS 3-6 (severe) という分類も用いる。KTS で ISS の代用として用いられた重症外傷の部位数を用いたモデルも作成した [8]。上記 9 部位のうち AIS 重傷度スコアが 3 以上の部位数を 3 カテゴリー (0、1、2 以上) に分類した。

GCS の代用となる簡便な意識レベル指標として、KTS に用いられた Alert (A)、Responds to vocal stimuli (V)、Responds to painful stimuli (P)、Unresponsive (U) の 4 分類 (AVPU) を用いた [8]。AVPU 分類は JTDB に含まれていないのが、Kobusingye らが行った AVPU 分類と GCS スコアとの対比では、両者はよく相関しており、4 分類間で GCS 点数分布がよく分離していたため、この分布に従って GCS を 4 分類した (Table 1)。また、GCS に依存しない意識レベルの指標として JTDB に含まれる Japan Coma Scale (JCS) も使用した。JCS の 10 分類を、GCS と対比させて RTS 用の GCS 分類と近く、かつそれぞれの分類における実際の生存確率のロジット関数と分類点数とが線形になるよう (ロジスティック回帰モデルに点数をそのまま投入するために満たすべき前提) 5 カテゴリーに分類した。

Table 1 Categorization of indicators and coded values

		Coded value
Age	<55	1
	55+	0
Respiratory rate	10-29	4
	>29	3
	6-9	2
	1-5	1
	0	0
Systolic blood pressure	>89	4
	76-89	3
	50-75	2
	1-49	1
	0	0
GCS (total)	13-15	4
	9-12	3
	6-8	2
	4-5	1
	3	0
AVPU	GCS 14-15	3
	GCS 11-13	2
	GCS 5-10	1
	GCS 3-4	0
Japan Coma Scale (JCS)	0-2	0
	3-20	1
	30-100	2
	200	3
	300	4
MaxAIS 3 categories (a)	1-2	2
	3-4	1
	5-6	0
MaxAIS 3 categories (b)	1-2	2
	3	1
	4-6	0
MaxAIS 3 categories (c)	1	2
	2	1
	3-6	0
No of severe injuries	0	0
	1	1
	2+	2

上記の重傷度 3 分類も意識レベル AVPU 分類も、それぞれ AIS と GCS から分類しなおしたもので、実際に現場でこのような分類を使用した場合に、AIS、GCS と正確に対応しないであろう。同じ AIS、GCS スコアが別のカテゴリに分類されてしまうことも起こりうるはずである。そのような場合に Ps 予測精度がどの程度落ちるか検討する目的で、重傷度については 3 種類の AIS3 分類点数からランダムに 1 つを選択したもの (mixAIS1/2/3)、意識レベルは AVPU 分類点数と GCS の 5 分類 (RTS 用のもの) を 4 分類になお

したもの (GCS 3-5、6-9、10-12、13-15) からランダムに選んだもの (mixGCS) を投入したモデルによる Ps も検討した。

### 3. 分析

ロジスティック回帰分析を用いて、10-fold validation 法により、年齢、解剖学的重傷度、生理学的指標の3変数から生存確率を予測するモデルの作成と Ps の予測値計算を行った。10-fold validation 法は、9群を training set として推定した回帰係数を、test set となる残り1群に適用して Ps を計算する作業を10回繰り返すというもので、2分割法より安定した推定値が得られる。各モデルの予測力は Receiver Operator Characteristic (ROC) 曲線下面積 (AUC) で評価した (1に近いほど予測力が高く、0.5では予測力がまったくない)。さらに、Ps が 0.5 以上である場合の死亡を予期せぬ死亡とする Ps の使用方法では、0.5 以上/0.5 未満の分類が重要となるので、TRISSPs-JTDB による 0.5 以上/0.5 未満分類との一致率、カッパをそれぞれ上記で求めた Ps について計算した。

### 4. 倫理面への配慮

JTDB データ使用に際して、聖マリアンナ医科大学の研究倫理委員会の審査を受け承認を得た。研究目的、方法について聖マリアンナ医科大学予防医学教室のホームページで公開する。

### 5. 途上国の外傷登録

タイ、カンボジア、ラオスで、保健省、国立病院などを訪問し、外傷登録の現状と生存確率予測に利用可能なデータ項目について調査した。

### C. 研究結果

分析対象となった 9,840 人のうち、男性が 69%、55 歳以上が 44%、受傷原因 (意図) としては不慮の事故が 91% ともっとも多く、次いで自損が 7% であった。受傷機転は交通外傷が最も多く 57% で、次いで転倒転落が 35%、ISS 16 以上が 51%、入院中に死亡したのは 18% であった (Table 2)。15 歳以上の鈍的外傷患者全体と分析対象者の間に著明な差は見られない。

TRISSPs-JTDB と TRISSPs-MTOS はそれぞれ AUC が 0.962、0.961 と高い予測力を示した (Table 3)。年齢、解剖学的重傷度、生理学的指標の3変数を用いたモデルによる Ps では、いずれの重傷度指標を用いたモデルでも、生理学的指標として意識レベルを用いたものが高い AUC 値を示した。GCS、GCSm、AVPU、JCS を用いたモデルの間で予測力に大差はないが、JCS を用いたものがやや高い AUC を示した。生理学的指標として収縮期血圧、呼吸数を用いたモデルでは、予測力が劣り、特に解剖学的重傷度指標として MaxAIS 1、MaxAIS 2、MaxAIS 3-6 の3分類、および重症外傷の部位数を用いた場合には AUC が 0.9 未満 (0.86~0.89) となっ

た。TRISSPs-JTDB による 0.5 以上/0.5 未満分類との一致した割合はいずれのモデルでも高く、特に意識レベルに GCS または GCSm を用いたものは 96% 以上の一致割合で、収縮期血圧と呼吸数を用いたモデルでも 93~94% 程度の一致割合であった。カッパ値は収縮期血圧と呼吸数を用いたモデルでは 0.72~0.78 であったが、意識レベルを用いたモデルでは 0.8 以上であり、特に GCS または GCSm を用いたものでは 0.85 前後の高値を示した。解剖学的重傷度に3種類の AIS3 分類点数からランダムに1つを選択したもの (mixAIS1/2/3) を使用し、生理学的指標に AVPU 分類と GCS4 分類の点数からランダムに1つを選択したもの (mixGCS) を使用したモデルでは、Ps が 0.935、0.5 以上/0.5 未満の2分類にした場合の TRISSPs-JTDB との一致割合 95%、カッパ値 0.82 であった。

タイ、カンボジアでは全国規模の外傷登録事業が行われていた。ラオスでは一部の病院でのみ試行的に外傷登録が開始されているが、人的、物的資源の不足によりデータ入力が遅れがちであった。タイのデータ項目だけが AIS と GCS を含んでいた。カンボジア、ラオスのデータ項目には3レベルの全体的な重症度 (minor/moderate/severe) が含まれていた。

### D. 考察

ISS と RTS を計算した上で Ps を求めるという煩雑な標準的な TRISS 法に比べて、本研究において検討した3変数のみによる簡便法は、生理学的指標に意識レベルを用いれば、予測力は若干低下するのみで、データの欠損や不足により TRISS 法が使用できない場合でも代用として使用できる可能性を示した。

TRISS 法による Ps 計算のためには、ISS を計算するためには AIS 重傷度スコアが、RTS 計算のためには入院時の SBP、RR、GCS<sub>e</sub>、GCS<sub>v</sub>、GCS<sub>m</sub> と、多くのデータを必要とする。正確な AIS の使用には高価な講習やコードブックなどが不可欠で、1次2次医療施設、途上国における医療施設には AIS が十分普及しているとはいいがたい。また、意識レベルの指標に GCS を使用しない施設は途上国に多いであろう。ウガンダで開発された KTS では GCS の変わりに AVPU 分類を使用しているし、わが国の医療施設では JCS のみを使用する場合が考えられる。計測したはずの生理学的指標が記録されず、欠損データとなってしまうことはまれではない。呼吸数はほかの指標に比べて記録から欠落しやすい [10]。結果的に、多数の患者で TRISS による Ps が計算不能となってしまう。本研究でも TRISSPs を計算できたのは対象となりうる 15 歳以上の鈍的外傷患者 16,716 人のうち 12,437 人 (74%) であった。

モデルを複雑にして予測精度を上げることができても、それを適用できる対象者や、使用できる施設が限られてしまうのでは意味がない。TRISS の更なる精緻化は、先進国の外傷センターでの使用や研究目的には有用かもしれないが、資源の限られた1次2次医療施設や途上国での使用

は現実的でない。途上国では TRISS を標準的な形で普及させるよりも、簡便な Ps 計算法を使って診療の質を評価する方法の普及に力を入れるべきである。

Table 2 Characteristics of the eligible and analyzed patients

	Eligible N=16716		Analyzed N=9840	
	n	%	n	%
Age				
15-54	8861	53.0	5471	55.6
55+	7855	47.0	4369	44.4
Sex				
F	5312	31.8	3003	30.5
M	11402	68.2	6835	69.5
Missing	2		2	
Survival				
Died	2101	17.6	1769	18.0
Survived	9816	82.4	8071	82.0
Missing	4799		0	
Intention (cause)				
Unintentional	13655	83.6	7942	82.5
Occupational	1269	7.8	781	8.1
Self harm	1086	6.6	695	7.2
Violence	259	1.6	170	1.8
Other	63	0.4	34	0.4
Missing	384		218	
Mechanism				
Traffic	8766	54.2	5454	56.7
Fall	5956	36.8	3344	34.8
Other	1447	8.9	814	8.5
Missing	547		228	
Injury Severity Score				
1-8	3018	20.4	1790	18.2
9-14	4723	32.0	3051	31.0
15-25	4035	27.3	2822	28.7
26-45	2427	16.4	1731	17.6
46-75	572	3.9	446	4.5
Missing	1941		0	
Systolic Blood Pressure (mmHg)				
90+	13071	85.5	8275	84.1
76-89	495	3.2	325	3.3
50-75	398	2.6	254	2.6
1-49	195	1.3	129	1.3
0	1125	7.4	857	8.7
Missing	1432		0	
Respiratory Rate (per minute)				
10-29	10670	77.1	7542	76.6
30+	1925	13.9	1348	13.7
6-9	60	0.4	41	0.4
1-5	19	0.1	16	0.2
0	1172	8.5	893	9.1
Missing	2870		0	
GCS				
13-15	12832	76.8	7078	71.9
9-12	1018	6.1	684	7.0
6-8	822	4.9	581	5.9
4-5	373	2.2	261	2.7
3	1671	10.0	1236	12.6
Time to ER (minutes)				
Less than 30	4343	34.1	2974	33.7
30-59	6868	53.9	4793	54.4
60-89	998	7.8	693	7.9
90-119	230	1.8	151	1.7
120+	311	2.4	206	2.3
Missing	3966		1023	

本研究で検討した 3 変数による予測モデルは、TRISSPs には劣るものの、意識レベルを含めば実用には差し支えない

い程度の予測力は示した。解剖学的重傷度として 3 カテゴリーのみの分類や重症外傷部位数分類を使用しても、意識レベルに AVPU 分類や JCS を使用しても、AIS と GCS をそのまま使用した場合と比べさほど AUC の低下は見られなかった。これは、意識レベルがその指標の種類にかかわらず予測力に最も貢献しており、解剖学的重傷度指標の貢献度はそれに比べてやや低いということと考えられる[11]。AIS や GCS がデータとして収集されていなくても、簡単な重傷度分類と AVPU や JCS などの意識レベル指標を用いたモデルは TRISS の代替法として利用できる可能性が高い。ただし、WHO の外傷サーベイランスガイドラインで使用されている重傷度分類 (minor, moderate, severe) では MaxAIS3 から 6 を 1 カテゴリーにまとめてしまう粗い分類であるためか、これを使用するモデルの予測力は若干低く、簡便重傷度分類としては minor-moderate, severe, serious のほうが適しているようである。

Kobusingye らが作成した TRISS の代替法である KTS は、年齢、重症外傷部位数、AVPU 分類のほかにも RR、BP を含むが[8]、本研究で検討したモデルは生理学的指標を 1 つに絞っており、さらに簡便な指標となっている。年齢、重症外傷部位数、AVPU のみのモデルは AUC0.94 を示し、Kobusingye らがウガンダのデータを用いて示した KTS の AUC0.95 と比べ遜色ない。それぞれの生理学的指標は生理学的状況に応じて連動し相当程度の相関関係を示すので、モデルに RR、BP を加えても情報量の増加は小さいのであると考えられる。

本研究では、解剖学的重傷度の簡便分類や、意識レベルの AVPU 分類を、AIS と GCS を基に再分類をして分析に用いたが、このような簡便分類を実際に使用する場合にはおなじ AIS や GCS の点数であっても別のカテゴリに分類されるということが起こりうる。そこで、3 種類の重傷度簡易分類をランダムに混合したものと、AVPU 分類と GCS の 4 分類を混合したものをを用いたモデルを検討したが、予測力低下はわずかであった。重傷度簡易分類、AVPU 分類を用いた簡易 TRISS 法とでも呼ぶべき方法は、AIS や GCS の再分類による分析だけではなく、前向きなデータ収集により TRISS 法と予測力の比較を行う必要があるが、途上国で TRISS の代替法として使用できるのではないかと考える。

外傷登録の経験が長いタイ以外の東南アジア諸国では、WHO のガイドラインに基づく登録を始めたばかりで、データ項目には AIS も GCS も他のバイタルサインも含まれていない。これらの国で生存予測モデルを実際に使用する場合には、少なくとも部位別の重症度、意識レベル、BP、RR などのデータを収集する必要があるだろう。AIS、GCS は日常診療で使用されていないので、これらを新たに収集するのは困難であるが、簡便な重症度と意識レベルと日常的に使用している BP、RR の記録は問題がないだろう。

## E. 結論

JTDB のデータを用いて、年齢、解剖学的重症度、生理学

的指標の 3 変数のみからなる簡便な鈍的外傷患者の生存確率予測モデルを作成した。途上国の医療施設で収集することが困難な場合が多い AIS、GCS などの情報を使用しないので、途上国における外傷診療の質評価に TRISS の代替法として使用できる可能性がある。今後、途上国のデータでモデルの妥当性を検証する必要がある。

Table 3 Comparison of model performance

Model	AUC	95%CI		Agreement with TrissPs-JTDB (<0.5/0.5+)	k
Triss (JTDB)	0.962	0.958	0.967	—	—
Triss (MTOS)	0.961	0.956	0.965	0.990	0.959
cAge, MaxAIS, cGCS	0.949	0.943	0.954	0.962	0.856
cAge, MaxAIS, GCsM	0.947	0.942	0.953	0.960	0.848
cAge, MaxAIS, cBP	0.941	0.935	0.947	0.948	0.782
cAge, MaxAIS, cRR	0.934	0.928	0.941	0.939	0.744
cAge, cMaxAIS(a), cGCS	0.945	0.939	0.951	0.962	0.856
cAge, cMaxAIS(a), GCsM	0.943	0.937	0.949	0.961	0.852
cAge, cMaxAIS(a), cAVPU	0.944	0.938	0.949	0.949	0.815
cAge, cMaxAIS(a), cJCS	0.947	0.941	0.952	0.954	0.831
cAge, cMaxAIS(a), cBP	0.931	0.924	0.938	0.945	0.772
cAge, cMaxAIS(a), cRR	0.924	0.916	0.931	0.936	0.735
cAge, cMaxAIS(b), cGCS	0.944	0.938	0.949	0.955	0.833
cAge, cMaxAIS(b), GCsM	0.943	0.937	0.949	0.961	0.849
cAge, cMaxAIS(b), cAVPU	0.942	0.937	0.948	0.949	0.812
cAge, cMaxAIS(b), cJCS	0.945	0.939	0.951	0.954	0.830
cAge, cMaxAIS(b), cBP	0.920	0.913	0.927	0.943	0.765
cAge, cMaxAIS(b), cRR	0.913	0.906	0.921	0.933	0.715
cAge, cMaxAIS(c), cGCS	0.931	0.925	0.938	0.965	0.863
cAge, cMaxAIS(c), GCsM	0.930	0.923	0.937	0.963	0.853
cAge, cMaxAIS(c), cAVPU	0.934	0.927	0.941	0.944	0.796
cAge, cMaxAIS(c), cJCS	0.938	0.931	0.945	0.952	0.825
cAge, cMaxAIS(c), cBP	0.869	0.859	0.879	0.943	0.760
cAge, cMaxAIS(c), cRR	0.861	0.851	0.872	0.943	0.735
cAge, No of inj, cGCS	0.941	0.935	0.947	0.972	0.890
cAge, No of inj, GCsM	0.936	0.930	0.943	0.968	0.874
cAge, No of inj, cAVPU	0.941	0.935	0.947	0.965	0.866
cAge, No of inj, cJCS	0.945	0.939	0.951	0.959	0.848
cAge, No of inj, cBP	0.888	0.878	0.897	0.946	0.773
cAge, No of inj, cRR	0.884	0.875	0.893	0.940	0.736
cAge, mixAIS1/2/3, mixGCS	0.935	0.929	0.941	0.951	0.819

cAge, cGCS, cBP, cRR, cAVPU, cJCS: categorized indicators as shown in Table 1  
 cMaxAIS(a, b, c): Max AIS Severity Scores categorized into 3 groups as shown in Table 1  
 No of inj: No of severe (AIS3+) injuries in 3 categories

## F. 研究発表

1. Nakahara S, Ichikawa M, Kimura A. Simplified Alternative to the TRISS Method for Resource-Constrained Settings. *World J Surg*. 2011;35(3):512-9.
2. 中原慎二、市川政雄、木村昭夫：3 変数のみによる簡便な生存予測モデル。第 24 回日本外傷学会総会 2010 年 5 月 27、28 日（千葉）

## G. 知的所有権の取得状況

なし

## H. 参考文献

1. Champion HR. Trauma scoring. *Scand J Surg* 2002;91:12-22.
2. Mock C, Juillard C, Brundage S, Goosen J, Joshipura M eds. *Guidelines for trauma quality improvement programmes*. Geneva: World Health Organization, 2009.
3. Kilgo PD, Meredith JW, Osler TM. Incorporating recent advances to make the TRISS approach universally available. *J Trauma*. 2006;60(5):1002-8.
4. Kim Y, Jung KY, Kim CY, Kim YI, Shin Y. Validation of the International Classification of Diseases 10th Edition-based Injury Severity Score (ICISS). *J Trauma* 2000;48:280-5.
5. Kilgo PD, Osler TM, Meredith W. The worst injury predicts mortality outcome the best: rethinking the role of multiple injuries in trauma outcome scoring. *J Trauma*. 2003;55(4):599-606.
6. Healey C, Osler TM, Rogers FB, Healey MA, Glance LG, Kilgo PD, Shackford SR, Meredith JW. Improving the Glasgow Coma Scale score: motor score alone is a better predictor. *J Trauma*. 2003;54(4):671-8.
7. Moore L, Lavoie A, Le Sage N, Bergeron E, Emond M, Abdous B. Consensus or data-derived anatomic injury severity scoring? *J Trauma* 2008;64:420-6.
8. Kobusingye OC, Lett RR. Hospital-based trauma registries in Uganda. *J Trauma*. 2000;48(3):498-502.
9. Holder Y, Peden M, Krug E, Lund J, Gururaj G, Kobusingye O, eds. *Injury surveillance guidelines*. Geneva: World Health Organization, 2001.
10. Nakahara S, Taira Y, Takahashi M, Yoshida K. Extracting information from free-texts in computerized medical records of traffic injury patients admitted to a critical care medical centre in Japan. (unpublished)
11. DiRusso SM, Sullivan T, Holly C, Cuff SN, Savino J. An artificial neural network as a model for prediction of survival in trauma patients: validation for a regional trauma area. *J Trauma*. 2000;49(2):212-20.



外傷データを活用するための国際疾病分類改訂の方向性に関する研究

研究分担者 中原慎二 聖マリアンナ医科大学  
研究協力者 横田順一郎 市立堺病院  
内田靖之 帝京大学 救命救急センター  
織田順 東京医科大学 救命救急センター

研究要旨

国際疾病分類 (International Classification of Diseases: ICD) は単一コードで疾病を表記するため多発外傷の表現が非常に制限されること、重症度の情報を含まない、という2つの問題点のために、外傷患者データを収集する場合には外傷分類として Abbreviated Injury Scale (AIS) を用いることが多い。ICD と AIS の間の直接変換は困難であるため、両者の併用 (ダブルコーディング) が行われている。現在 ICD 改訂が進められており、本研究では ICD における外傷分類の改善に向けて提言を行うことを目的とし、1) ダブルコーディングの問題を解消すべく ICD と AIS 両者の中間的な新分類を作成し、2) 多発外傷の記述方法に関して文献レビューから途上国における外傷サーベイランスにも使用できる方法を提案した。新分類は ICD と AIS に変換可能で、AIS 同様の重症度スケールを含んでいるため、これを用いればダブルコーディングすることなく外傷診療の質評価が行うことが可能になり、またこれまで同様の ICD を用いた記録を継続することもできる。マトリックスを用いた多発外傷表記方法は、簡単分類を作成しやすく外傷サーベイランスに応用可能である。

A. 研究目的

外傷サーベイランスによって収集されたデータは、外傷予防対策立案、評価のための基本的情報となる[1]。受傷原因、受傷時の状況はもちろん外傷の発生予防 (1次予防) に役立つ情報であるが、外傷の解剖学的部位・性状・重傷度といった情報も外傷が発生した際に重症度を減じるための対策 (2次予防) の立案と評価に非常に重要なものである。例えば、二輪車乗員の交通外傷で頭部外傷が多いことが示されれば、ヘルメット着用対策を推進する根拠となり、二輪車乗員の頭部外傷の変化はそのような対策の効果を評価する指標となるはずである。

しかし、多くの途上国が外傷サーベイランスで収集するデータ項目の基準としている外傷サーベイランスガイドラインでは、単一の外傷性状に関する診断名を記述するよう求めているのみで、解剖学的部位情報は含まれていない。例えば、複数の外傷がある場合には、最も重症なものを記載することになっている[1]。この方法は、解剖学的部位情報が失われるだけでなく、最重症外傷を選択する際に記述者の恣意的な判断が入る可能性がある上に、選択されなかった外傷に関する情報が全く失われてしまう[2, 3]。このような問題が生じるのは多発外傷を記述するための標準的な方法が確立していないことが原因である。

国際疾病分類 (International Classification of Diseases: ICD) が外傷を含む死因分類の標準であるが、死因を1つだけ選択することになっており、多発外傷の場合には、最重症外傷を選択するか、あるいは多発外傷コードを選択することになる[3]。ICDに基づいて外傷サーベイランスの診断分類を行っても、単一のコードによる表現をおこなう限りは、多発外傷の記述は不十分になってしまう。

現行の外傷サーベイランスガイドラインのもう一つ重要な問題は、重傷度の記述が十分に行われていないことで

ある[1, 4]。全体的な簡単な重症度分類 (minor, moderate, severe) はあるが、これではヘルメット着用推進の効果を頭部外傷の重症度変化として評価できない。死因分類である ICD には当然ながら重症度情報は含まれない。ICD の clinical modification (ICD-CM) は複数の外傷に対してそれぞれコードを付ける multiple coding を認めているが、重症度情報を含まないために外傷サーベイランスにとって最適な診断分類とは言えない。

先進国の外傷データ収集は、外傷予防ではなく外傷診療の質評価を主目的としているため、重症度情報が必須であり、従来重症度情報が含まれない ICD-CM ではなく、Abbreviated Injury Scale (AIS) を使用してきた。病院内の診療情報には ICD が使用されるため、ICD と AIS のダブルコーディングを行うことになり、コーディングに要する人員、正確なコーディングのためのトレーニングなどに要する費用が大きくなるという問題があった[5]。ダブルコーディングを避けるために、ICD-CM から AIS に変換するコンピュータソフトが開発されているが、ICD と AIS の改訂にソフトのアップデートが追い付いていない。ICD-CM コードそれぞれの死亡確率を、外傷患者データを用いて算出する方法も開発されたが、すべてのコードについて確率計算をおこなうためには膨大な数のデータを必要とする[6]。途上国においても今後外傷診療の質評価をおこなう必要性が高くなることは疑いなく、そのためのデータ収集を外傷サーベイランスと統合することが効率上望ましい。現在のところ、途上国の外傷サーベイランスにおける外傷記述のための標準的な方法が存在しないと言ってよい。必要とされるのは、多発外傷の記述ができて、重症度情報を含み、かつ大きなコストを生じないものである。ICD と AIS が統合できればダブルコーディングも、変換ソフトも不要となる。現在、国際保健機関 (WHO) [7] が改訂中の ICD (2015

年に ICD-11 として使用開始予定) は、死因分類だけではなく、臨床的にも利用を拡大することとされており、標準的な外傷記述方法の確立するよい機会である。また、最貧国の中には死因分類として ICD さえ使用されていない(死亡統計の存在しない) 国もあり、外傷記述方法はそのような国で利用可能な簡単分類に対応する必要もある。本研究では、ICD と AIS を統合した分類を作成し、途上国の外傷サーベイランスに適した外傷分類(特に多発外傷の記述)と重症度記述の方法を提案した。

表1 解剖学的部位分類の相違

ICD		新分類	AIS
S4x	Shoulder / upper arm	Shoulder	Shoulder
		Upper arm	Upper arm / elbow
S5x	Elbow / forearm	Elbow	
		Forearm	
S6x	Wrist / hand	Wrist	Hand
		Hand	
S7x	Hip / thigh	Hip	Thigh /knee
		Thigh	
S8x	Knee / lower leg	Knee	Lower leg / ankle
		Lower leg	
S9x	Ankle / foot	Ankle	Foot
		Foot	

B. 研究方法

一つの分類から他の分類へ変換する場合に、「1対1」あるいは「多対1」(集約)であれば変換可能であるが、「1対多」(分割)の場合に変換不可能となる。ICD から AIS、逆に AIS から ICD に変換しようとした場合に、いずれの方向であっても「1対多」の対応があるため変換が不可能であった[8]。これは分類の粒度が双方で異なること、解剖学的分類の境界が違うことなどによる。そこで、ICD と AIS 間の直接変換ではなく、ICD、AIS 分類とは別の新たな分類を作成し(以下新分類)、ここから ICD あるいは AIS に変換するという方法を取ることとした。新分類を用いたコーディングをおこなえば、そこから自動的に ICD と AIS のコードへ変換できることになる。ICD-10 と AIS2008 を用いた。

表2 骨盤骨折の分類

ICD	新分類	AIS
	<b>Pelvic ring: stability</b>	
	Pelvic ring fracture, posterior arch intact	856151.2
	Pelvic ring fracture, incomplete disruption of posterior arch NFS	856161.3
	blood loss ≤ 20% by volume	856163.4
	blood loss > 20% by volume	856164.5
	Pelvic ring fracture, complete disruption of posterior arch and pelvic floor NFS	856171.4
	blood loss ≤ 20% by volume	856172.4
	blood loss > 20% by volume	856173.5
	<b>Fractured part(s)*</b>	
S32.1	Fracture of sacrum	
S32.2	Fracture of coccyx	
S32.3	Fracture of ilium	
S32.4	Fracture of acetabulum	
S32.5	Fracture of pubis	
S33.2	Dislocation of sacroiliac joint	
	Dislocation of sacrococcygeal joint	
S33.4	Traumatic rupture of symphysis pubis	

\*骨盤輪安定性、骨折部位のコードをそれぞれ選択する

分類の粒度が異なる場合、新分類ではより細かい分類を採用し、解剖学的分類の境界が異なる場合には、両者の境界を用いたより細かい分類とした。新分類では多発外傷はそれぞれの外傷にコードを与えるため、ICD の多発外傷コードに相当する分類は含まない。さらに多発外傷の記述方法について、マトリックスを用いたものを中心に文献レビューをおこなった。

表3 肋骨骨折と動揺胸郭の分類

ICD	新分類	AIS
S22.3	Single rib fracture	450201.1
S22.4	multiple rib fractures NFS	450210.2
	two ribs	450202.2
	≥3 ribs	450203.3
S22.5	Rib fractures with flail, NFS	450209.3
	unilateral flail chest NFS	450211.3
	3-5 flail ribs	450212.3
	>5 flail ribs	450213.4
	bilateral flail chest	450214.5

C. 研究結果

1. 新分類

表1に、ICD と AIS の分類境界が異なる場合の例を示した。上腕は ICD では肩と同一の領域とされているのに対して、AIS では肩と上腕は別の領域と分類されている。また肘は ICD では前腕と同じ領域とされているのに対して、AIS では上腕と同一領域に含まれる。手首は ICD では手と同一分類であるが、AIS では前腕と同一分類となっている。そこで、新分類では、上腕、肘、前腕、手首、手のように細かく分類した。下肢も臀部、大腿、膝、下腿、足首、足に分類した。

表4 分類コード構造

コード桁番号					
1桁目	2桁目	3桁目	4-5桁目	6-7桁目	8桁目
Body region	Laterality	Anatomical structure	Location details /specific organ	Injury nature / level	Injury severity
0. Head	0. N/A	0. Surface			1. Minor
1. Neck	1. Right	1. External organ / whole area			2. Moderate
2. Thorax	2. Left				3. Serious
3. Abdomen	9. Unknown	2. Blood vessel			4. Severe
4. Shoulder/arm		3. Nerve			5. Critical
5. Elbow/forearm		4. Internal organ			6. Maximal
6. Wrist/hand		5. Bone			
7. Hip/thigh		6. Joint			
8. Lower leg					
9. Ankle/foot					

原則として同一部位の多発外傷を示す ICD の多発外傷コード Sxx. 7 は削除し、それぞれの外傷についてコードを選択することとしたが、胸郭、骨盤などは一つの解剖学的単位として多発骨折を単発骨折と別の病態と考え、異なるコーディング方法を採用している。骨盤骨折を例として表2に示す。骨盤骨折の分類方法は、ICD と AIS で全く考え方が異なり、ICD では骨折部位を記述するのに対し、AIS では骨盤輪の安定性により分類する(重症度と関連が強い)。そこで、骨盤骨折についてのみ、2通りのコーディングを含むこととした(骨盤輪の安定性の分類コードと、骨折部位のコード)。表3に肋骨骨折と動揺胸郭の分類を示す。骨折した肋骨の本数、胸郭の安定性が、重症度と関連

するので (AIS でも本数に関する情報をコードに含んでいる)、多発外傷コードの使用をそのまま残した。

新分類のコード構造を表4に示す。1桁目が解剖学的部位 (頭部、頸部、胸部など) で ICD のものをほぼそのまま使用した。2桁目は左右で該当しないものには0を当てる。3桁目は解剖学的構造 (表皮、体表、血管など)、4-5桁目は解剖学的部位及び臓器詳細、6-7桁目が損傷性状及び程度を示す。8桁目は重症度で、対応する AIS の重症度をそのまま利用する。例として別表1、2に腹部、上肢のコード表を示す。

## 2. 多発外傷の記述方法

次に、新分類コードを用いた外傷表記と多発外傷の記述方法を、表5に示すような多発外傷症例を用いて例示する。すべての外傷コードを単純に列記する方法では次のようになる。

- a. 3020244.5
- b. 3061804.3
- c. 4154100.2
- d. 5150424.2

表5 多発外傷症例

Code	Description	AIS code	ICD-10 code
3020244.5	Abdominal aorta rupture	520208.5	S35.0
3061804.3	Liver contusion subcapsular, >50% surface area or expanding	541814.3	S36.1
4154100.2	Scapula body fracture (right)	750951.2	S42.1
5150424.2	Forearm laceration major (right)	710604.2	S51.8

Aharonson-Daniel et al. [2] の multiple injury profile (MIP) は、表6のような部位×外傷性状マトリックスを用いて (Barrel matrix [9])、セルの組み合わせによる表現をおこなう [2]。MIP による表現は次のようになる。ここでは重症度の順にセルを並べた。

E4·E6·F7·G1

マトリックスを用いた方法の利点は、必要に応じて分類の粒度を変更して、詳細なもの、簡便なものをつくることができる。ICD の詳細分類を使用していない途上国では、表6に示したような簡便なマトリックスを用いて簡単分類として利用可能であろう [4]。ICD を利用している国では、上記のようにすべての外傷のコード化に加えて、セルの組み合わせを表記することで外傷のパターンを表現する補助的記述となりうる。

マトリックスを用いた重症度の記述も提案されている [10]。それぞれのセルで代表的な外傷の AIS 重症度スコアを代表値として用いる、あるいはそれぞれのセルで死亡確率を計算するなどの方法がある。この方法では分類のカテゴリ数が非常に少ないため、これまで AIS や ICD に基づく重症度評価を行ったことがない国であっても比較的容易に利用できると考えられる。

## D. 考察

AIS から ICD へ、あるいは ICD から AIS への返変換は前述のように困難であったが、中間的な新分類を導入することにより、ダブルコーディングの問題を解決できることを示した。外傷のコーディングを新分類に基づいて行えば、

そこから自動的に AIS と ICD 両者に変換できる。また、新分類では AIS 重症度スコアが埋め込まれているため、AIS に変換する必要性はほとんどないといえる。

ダブルコーディング、あるいはコード変換のためのソフトが不要になれば、重症度を用いた外傷診療のアウトカム評価の実施を促進されるであろう。これまで、おもに人的資源に余裕のある先進国の三次医療施設 (外傷センター) であり、AIS 重症度スコアによる Case-mix 調整を行ったうえでアウトカム評価は実施されていないが、途上国の医療施設あるいは先進国でも二次医療施設などでアウトカム評価が行われることが期待できる。

多発外傷の記述方法としては、すべての外傷をコーディング (multiple coding) するとともに、MIP を用いて外傷パターンを表現するのがよいであろう。MIP はマトリックスの分類粒度を粗くして簡便なものにすれば、ICD のような標準的分類を採用していない途上国でも簡単分類として使用可能である。さらに、簡便なマトリックスは外傷サーベイランスにおける外傷の記述にも使用可能である。データシート上のマトリックスにチェックを入れることで、多発外傷を記録することができる。

外傷サーベイランスに外傷の正常と受傷部位の情報が含まれれば、ヘルメット着用推進によって頭部外傷の発生頻度、あるいは重症度を減じる効果があったかを、サーベイランスデータを用いて行うことが可能になる。現在行われている外傷サーベイランスでは、ガイドラインに受傷部位の記載について記載されていないため、さまざまな方法で受傷部位の記載が行われている (あるいはまったく行われていない) ため、標準化必要である。また、外傷サーベイランスに、簡易的な方法であっても外傷の重症度が記載されれば、外傷予防のためだけでなく、外傷診療の質評価にも利用可能となり効率的である。

## E. 結論

重傷度を含み ICD-10 と AIS に変換可能な外傷分類を作成した。これにより、ICD と AIS のダブルコーディングや、コンピュータソフトによる ICD から AIS への変換などが不要になり、途上国においても外傷診療の質評価が促進されることが期待できる。マトリックスを用いた多発外傷の記述方法は、簡単分類の作成が容易であるとともに、重症度の記述を含むことも可能で、外傷サーベイランスにおける多発外傷記述の標準化と、さらにサーベイランスデータを診療の質評価に利用することが可能になる。

## F. 研究発表

1. Nakahara S, Yokota J. Revision of the International Classification of Diseases to include standardized descriptions of multiple injuries and injury severity. Bull World Health Organ 2011;89(3):238-40.
2. 中原慎二、内田靖之、織田順、横田順一郎: ICD と AIS へ変換可能な新たな外相分類の作成. 日外傷会誌 26 巻 1 号 19-27.
3. 中原慎二、市川政雄、木村昭夫: 3 変数のみによる簡便な生存予測モデル. 第 24 回日本外傷学会総会 2010 年 5 月 27、28 日 (千葉)
4. 中原慎二、横田順一郎: 外傷・外因領域の情報を活用するための ICD 改訂の方向性. 第 38 回日本救急医学会総会 2010 年 10 月 9、10、11 日 (東京).

表6 多発外傷症例におけるマトリックス表記

	Injury nature									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Body region	superficial/ contusion	open wound	amputation	crush	blood vessel	nerve	internal organ	fracture	dislocation/ strain	other
A. Head										
B. Face										
C. Neck										
D. Thorax										
E. Abdomen					3020244.5		3061804.3			
F. Shoulder/arm								4154100.2		
G. Elbow/forearm		5150424.2								
H. Wrist/hand										
I. Hip/thigh										
J. Lower leg										
K. Ankle/foot										

#### G. 知的所有権の取得状況

なし

#### H. 参考文献

1. Holder Y, Peden M, Krug E, et al. eds. Injury surveillance guidelines. Geneva: WHO, 2001.
2. Aharonson-Daniel L, Giveon A, Peleg K. Gaps in injury statistics: multiple injury profiles reveal them and provide a comprehensive account. *Inj Prev* 2005;11:197-200.
3. Goldacre MJ, Duncan ME, Cook-Mozaffari P, Griffith M. Trends in mortality rates comparing underlying-cause and multiple-cause coding in an English population 1979-1998. *J Public Health Med* 2003;25:249-53.
4. Nakahara S, Yokota J. Revision of the International Classification of Diseases to include standardized descriptions of multiple injuries and injury severity. *Bull World Health Organ* 2011;89(3):238-40.
5. Cryer C. Severity of injury *measures and* descriptive epidemiology. *Inj Prev*. 2006;12(2):67-8.
6. Chawda MN, Hildebrand F, Pape HC, Giannoudis PV. Predicting outcome after multiple trauma: which scoring system? *Injury* 2004;35(4):347-58.
7. World Health Organization. WHO business plan for classifications: building blocks of health information. Geneva: World Health Organization; 2005. Available from: <http://www.who.int/entity/classifications/BusinessPlan.pdf>
8. 三宅康史、小関一英、益子邦洋、他. AIS90 と ICD-10 の相互変換の意義. *日外傷会誌* 2004年 18巻 : 414-7.
9. Barell V, Aharonson-Daniel L, Fingerhut LA, et al. An introduction to the Barell body region by nature of injury diagnosis matrix. *Inj Prev* 2002; 8: 91-96.
10. Clark DE, Ahmad S. Estimating injury severity using the Barell matrix. *Inj Prev* 2006;12:111-6.