

【タイトル / Title】

自動車事故における負傷・死亡リスクの新指標: 既往歴と外傷以外の影響
New Indicators for Injury and Fatality Risk in Automobile Accidents: The Impact of
Medical History and Non-Traumatic Factors

【著者 / Authors】

吉井 勝司 / Katsushi Yoshii)

【所属 / Affiliation】

フリーランス / Freelance

【責任著者 / Corresponding Author】

吉井 勝司 / Katsushi Yoshii)

Email: kastushi.y.1995@gmail.com

【投稿日 / Submission Date】

2025/03/09

タイトル (Title)

自動車事故における負傷・死亡リスクの新指標: 既往歴と外傷以外の要因の影響

New Indicators for Injury and Fatality Risk in Automobile Accidents: The Impact of Medical History and Non-Traumatic Factors

著者 (Authors)

吉井 勝司

所属 (Affiliation)

フリーランス

要旨 (Abstract)

従来の自動車安全対策は、衝突時の外傷の低減に重点を置いてきた。しかし、近年の事故データ分析により、単なる外傷の低減だけでは十分でないことが明らかになっている。本研究では、事故時の負傷リスクに影響を与える既往歴に着目し、新たな安全対策の必要性を明らかにする。本研究では、米国運輸省道路交通安全局（NHTSA）の Crash Investigation Sampling System (CISS) データ（2017-2022 年、9,889 人）を用いて、既往歴が負傷の重症化および死亡リスクに及ぼす影響を評価した。結果として、既往歴があると軽衝突での負傷重症化リスクが最大 6.7 倍、死亡リスクが 3.4 倍増加することが示された。本研究の結果は、今後の安全技術が単に衝突エネルギーを低減するだけでなく、個々の乗員の耐性を考慮した安全対策へと進化する必要があることを示唆している。

キーワード (Keywords)

交通事故、安全技術、外傷、既往歴、ISS

Abstract

Conventional automobile safety measures have focused on reducing injuries in crashes. However, recent accident data analysis suggests that reducing injuries alone may not be sufficient. This study highlights the need for new safety measures by focusing on the impact of pre-existing medical conditions on injury risk in crashes. Using data from the Crash Investigation Sampling System (CISS) collected by the National Highway Traffic Safety

Administration (NHTSA) between 2017 and 2022 (n = 9,889), we evaluated the impact of pre-existing medical conditions on injury severity and mortality risk. The results indicate that individuals with pre-existing conditions have up to a 6.7-fold higher risk of severe injury and a 3.4-fold higher risk of mortality, even in minor collisions. These findings suggest that future safety technologies should evolve beyond merely reducing crash energy and incorporate adaptive measures that consider individual occupant resilience.

Keywords

Traffic accident, Safety technology, Trauma, Pre-existing conditions, ISS

1. はじめに (Introduction)

従来の自動車の衝突安全では、主に衝突時のエネルギー吸収や車体構造の強化と、エアバッグやシートベルトなど安全デバイスに重点が置かれてきた。しかし、CISS データの分析結果から、個人の健康状態（既往歴）が負傷重症化リスクや死亡リスクに大きく影響を与えることが示唆されている。特に、軽衝突（損壊度 1）であっても、既往歴があると重症化しやすく、死亡リスクも大幅に上昇することが確認された。本研究では、事故時の負傷重症化リスクにおける既往歴、死亡リスクにおける既往歴や外傷以外の要因の影響を定量的に分析し、今後の安全技術の方向性について考察する。

2. データと方法 (Methods)

2.1 データセット

本研究では、CISS データ（2017-2022 年）を用いて分析を行った。CISS データは、米国運輸省道路交通安全局（NHTSA）によって収集される交通事故データベースであり、実際に発生した交通事故の詳細な情報を記録したものである。このデータには、事故発生時の負傷データ、車両の損壊状況、事故環境、および乗員の健康状態に関する情報が含まれている。本研究では、CISS データに登録されている 9,889 人の乗員データを分析対象とした。

負傷の重症度は、略式傷害尺度（Abbreviated Injury Scale: AIS）を用いて評価された。AIS は損傷の重症度を 0（無傷）から 6（治療不能または即死）までの 7 段階で表し、AIS3 以上が「重症」と定義する。本研究では、MAIS（Maximum AIS）を用い、各乗員の最も重い損傷の AIS スコア に基づいて重症化率を分析した。

また、本研究における「既往歴（Medical History）」とは、事故発生前に診断された慢性疾患や健康状態の既往を指す。具体的には、血液凝固障害（Impaired Coagulation）、妊娠（Pregnancy）、筋骨格疾患（Musculoskeletal Disorders）、心臓血管疾患（Cardiovascular

Conditions)、骨粗鬆症 (Osteoporosis)、変性脊椎疾患 (Spinal Degeneration)、肥満 (Obesity)、およびその他の既往症を含む。CISS データに記録に基づき、乗員を「既往歴あり (With Medical History)」および「既往歴なし (Without Medical History)」の 2 群に分類した。

2.2 分析手法

- ・重み係数なしの記述統計分析: CISS データはサンプリングデータのため、重症・死亡事故の割合が一般的な事故統計よりも高くなる傾向がある。しかし、本研究では全体の発生率ではなく、既往歴の有無による負傷重症化率や致死率の比較が目的であるため、重み係数を適用する必要性は低い。そのため、重み係数なしの記述統計分析でも十分に有用であると考えられる。

- ・負傷重症化率・致死率の比較: 既往歴の有無、車両損壊度 (衝突規模) との関係を統計的に分析した。

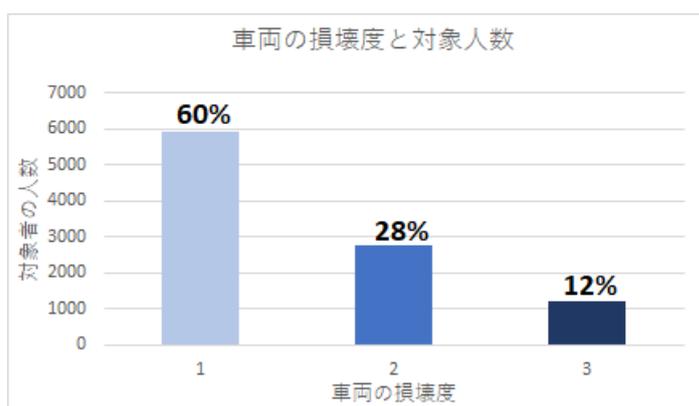
3. 負傷リスクの結果 (Results)

3.1 車両損壊度と負傷重症化率

Fig.1 は、CISS データ (2017-2022) における車両損壊度別の対象人数を示している。本研究対象の約 60% が軽衝突 (損壊度 1) に分類され、大破 (損壊度 3) は 12% にとどまる。

日本の警察庁オープンデータ (2019 年) では、4 輪対 4 輪及び 4 輪単独事故における車両損壊別割合は、軽衝突 80%、中程度 17%、大破 3% だった。

この結果から、現代社会における交通事故では、軽衝突 (損壊度 1) の事故が多数を占めることが分かる。

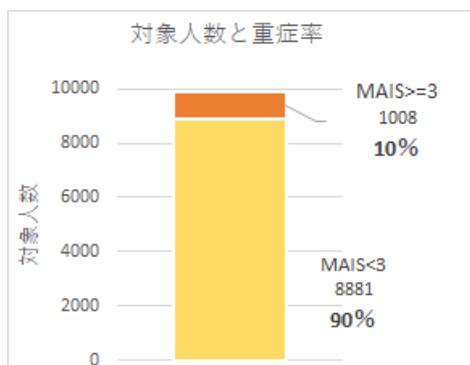


▶ Fig.1 車両の損壊度と対象人数

次に、対象人数のうち、MAIS3 以上の重症者の割合を求めた。

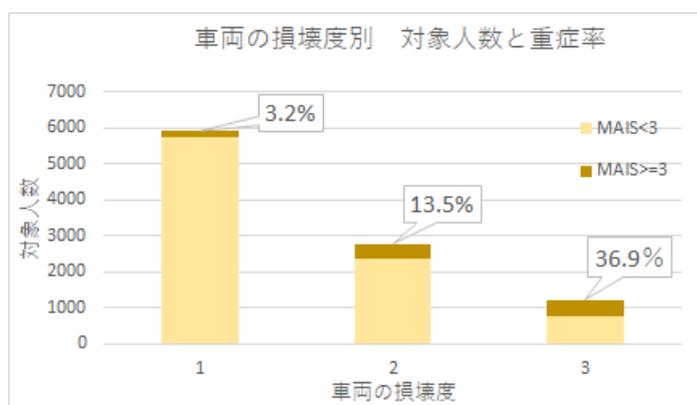
Fig.2 に示すように、MAIS3 以上の重症者の割合は全体のうち約 10% であり、残り 90% は軽傷者または無傷者であった。この結果は、一般的な事故の大半が比較的軽傷で済む一方で、

特定のケースでは重症に至る可能性があることを示唆している。



▶ Fig.2 対象数と MAIS3 以上の重症率

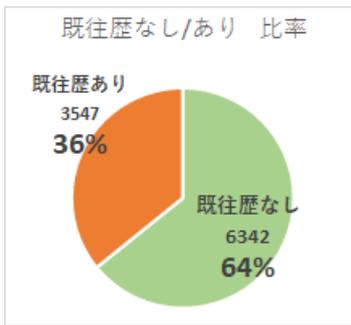
さらに、車両の損壊度別に MAIS3 未満と、MAIS3 以上の対象人数を求めた。Fig.3 に示すように、車両の損壊度が増すにつれて、重症率も増加する傾向がみられる。



▶ Fig.3 車両の損壊度別 対象人数と MAIS3 以上（重症率）の割合

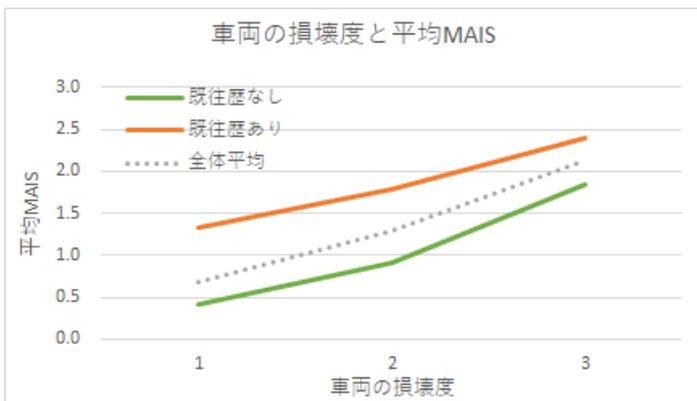
3.2 既往歴と負傷リスク

本研究で着目した説明変数に既往歴がある。Fig.4 では、CISS データ(2017-2022)について、既往歴がある人の割合は 36%であった。この結果は、事故負傷者の約 1/3 が何らかの健康上の問題を抱えていることを示している。



▶ Fig.4 既往歴なし/ありの比率

Fig.5 には、既往歴の有無ごとの平均 MAIS を示す。乗員を既往歴あり群と既往歴なし群に分け、それぞれの平均 MAIS を算出した。その結果、既往歴あり群では、すべての損壊度で平均 MAIS が高い傾向が見られた。



▶ Fig.5 車両の損壊度と平均 MAIS (既往歴あり群/既往歴なし群)

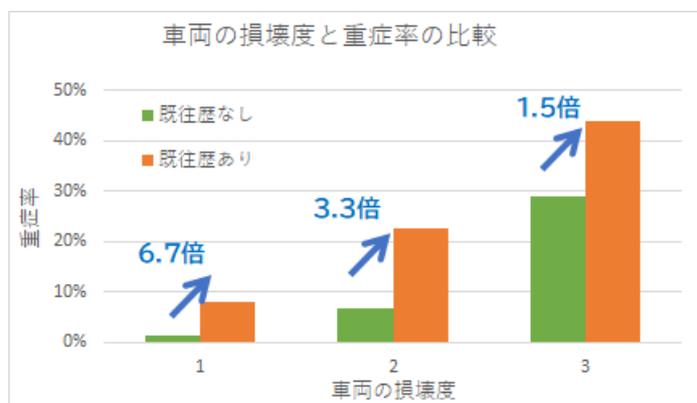
既往歴の有無による負傷リスクの違いを定量的に評価するため、損壊度別に平均 MAIS を比較し、t 検定を行った。その結果を表 1 に示す。

表 1 の結果から、すべての損壊度で統計的に有意な差が確認された ($p < 0.001$)。特に損壊度 1 (軽衝突) では、既往歴ありの乗員は平均 MAIS が既往歴なしに対して約 3.3 倍高く、統計的にも有意である ($|t| = 47.96, p < 0.001$)。

車両損壊度	既往歴	平均MAIS	標準偏差 (SD)	n (サンプル数)	t 値	p 値
1	なし	0.41	0.43	4174	47.96	p < 0.001
	あり	1.34	0.47	1743		
2	なし	0.91	1.18	1598	20.92	p < 0.001
	あり	1.79	1.21	1163		
3	なし	1.85	2.47	570	6.49	p < 0.001
	あり	2.39	1.67	641		

▶ 表 1. 損壊度ごとの MAIS の比較 (t 検定)

次に、損壊度別に MAIS3 以上の重症率を Fig.6 に示す。重症率は車両損壊度が大きくなるにつれて上昇する。特に損壊度 1（軽衝突）では、既往歴ありの乗員は重症率が既往歴なしにたして約 6.7 倍増加している。



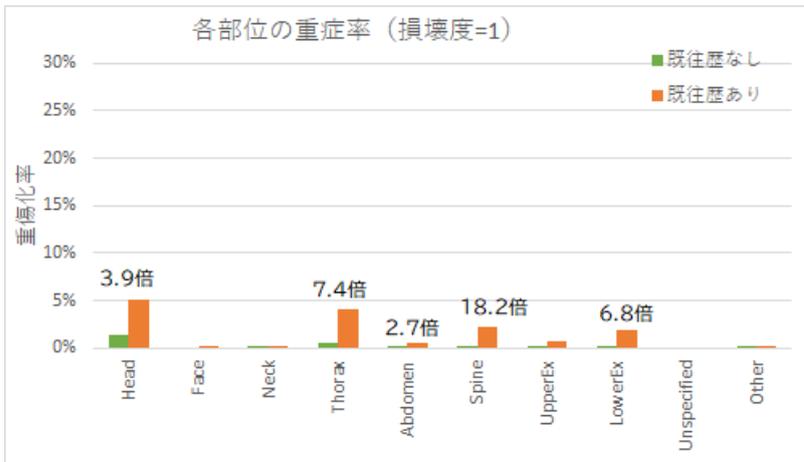
▶ Fig.6 車両の損壊度と重症率の比較（既往歴あり/なし）

さらに、重症率の有意性を確認するため、カイ二乗検定を実施した。その結果を表 2 に示す。表 2 の結果から、損壊度に関わらず、既往歴あり群の乗員の重症率は有意に高いことが示された ($p < 0.001$)。

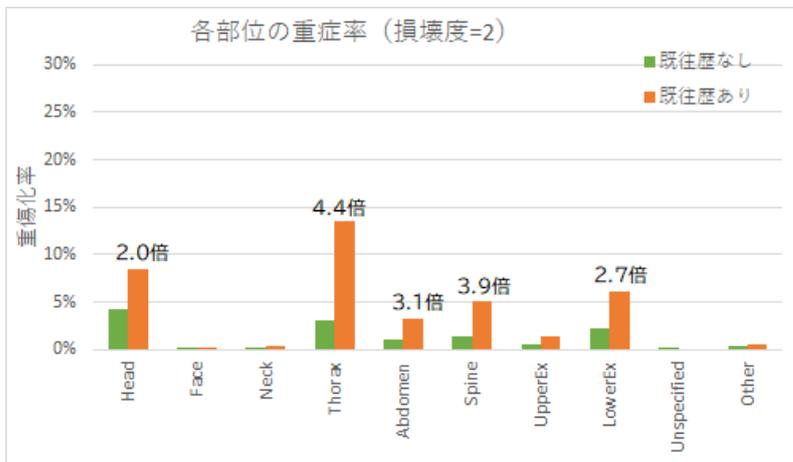
車両損壊度	既往歴	軽傷(MAIS<3)	重傷(MAIS>=3)	n (サンプル数)	重症率	p 値
1	なし	4124	50	4174	1.2%	$p < 0.001$
	あり	1604	139	1743	8.0%	
2	なし	1488	110	1598	6.9%	$p < 0.001$
	あり	901	262	1163	22.5%	
3	なし	405	165	570	28.9%	$p < 0.001$
	あり	359	282	641	44.0%	

▶ 表 2. 損壊度ごとの重症率の比較（カイ二乗検定）

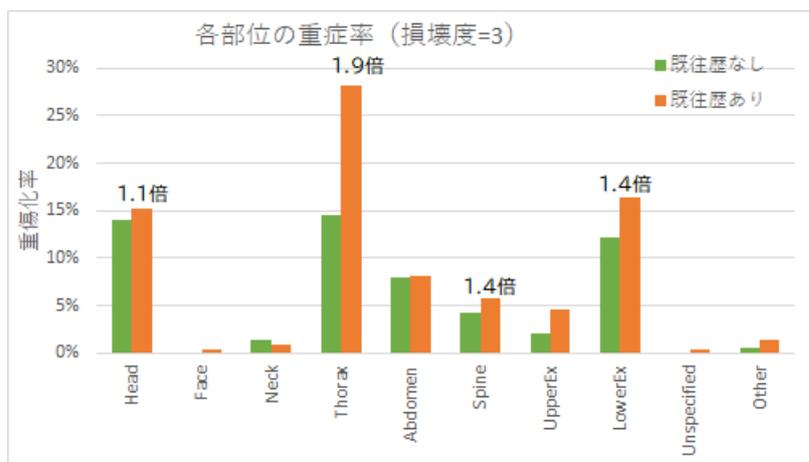
また、Fig.7,8,9 では、車両損壊度別に各部位の重症率を既往歴の有無で比較した。そのうち、Head、Thorax、Abdomen、Spine、Upper Extremity、Lower Extremity に着目する。それぞれの部位は、車両の損壊度が大きくなると、重症率も大きくなり、いずれも既往歴があるとさらに重症率が大きくなる。特に、損壊度 1（軽衝突）では、既往歴ありと既往歴なしを比較すると、既往歴ありは Head で 3.9 倍、Thorax で 7.4 倍、Spine で 18.2 倍、LowerEx で 6.8 倍と大幅に重症率が高くなる。損壊度 2 でも、Head で 2.0 倍、Thorax で 4.4 倍、Abdomen で 3.1 倍、Spine で 3.9 倍と既往歴は重症率を悪化させる。損壊度 3（大破）では、既往歴なしでも、Head の重症率が約 14%、Thorax が約 15%、LowerEx が約 12%と重症率が高い。さらに既往歴があると、Thorax の重症率は 1.9 倍高くなり、約 28%となる。特に Thorax と LowerEx は、既往歴があると重症率が大幅に高くなることに注意が必要。



▶ Fig.7 各部位の重症率 (損壊度=1)



▶ Fig.8 各部位の重症率 (損壊度=2)

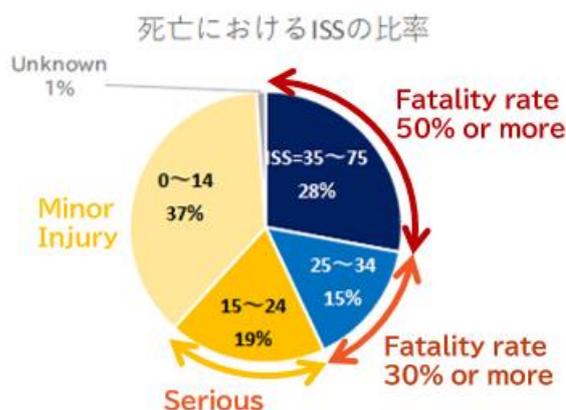


▶ Fig.9 各部位の重症率 (損壊度=3)

4. 死亡リスクの結果 (Results)

4.1 ISS と死亡リスク

Fig.10 は、CISS データ (2017-2022) における死亡者 272 人に対して、Injury Severity Score (ISS) のスコアを調べた。ISS は、負傷の重症度を評価するための指標であり、身体を 6 つの部位 (頭部、顔、胸部、腹部、四肢、外表) に分類し、各部位の最も重い損傷スコアをもとに算出される。Fig.10 のように ISS が 25 未満、つまり外傷死亡確率 Probability of Trauma Death (PTD) がほぼ 0% であっても、死亡に至るケースが約 56% あることが分かった。

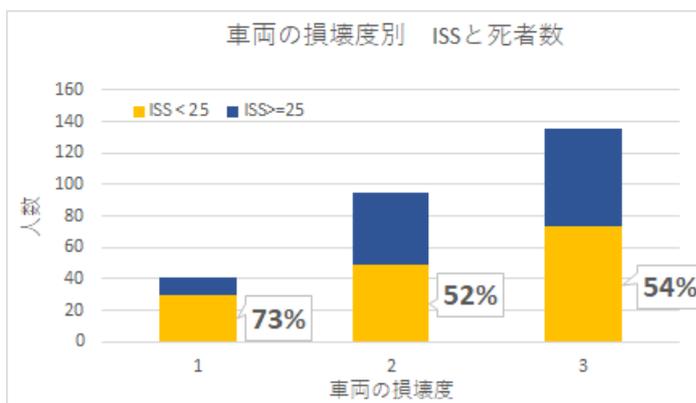


ISSスコア範囲	重症度分類	説明
1 - 9	軽傷 (Minor)	軽度の外傷であり、生命に対するリスクは低い。
10 - 14	中等傷 (Moderate)	中程度の外傷を伴うが、通常は命に関わらない。
15 - 24	重傷 (Serious, PTD ≈ 0%)	重大な外傷だが、PTD (外傷死亡確率) はほぼ0%。
25 - 34	極めて重傷 (Severe, PTD ≈ 30%)	重篤な外傷を伴い、致死率が約30%と推定。
35 - 75	致命傷 (Critical, PTD ≈ 50%)	致命的な外傷であり、生存確率が著しく低下する。

▶ Fig.10 死亡における ISS の比率

これは、死亡リスクが単に外傷の重症度 (ISS) だけで決まるのではなく、外傷以外の要因 (バイタルやアルコール、既往歴など) が大きな影響を与えている可能性を示している。

Fig.11 は、損壊度別に死亡者数を求めた。損壊度が大きくなるほど死亡者数が増加している。一方、損壊度 1 (軽衝突) においては、死亡に至った人のうち 73% が ISS < 25、つまり PTD はほぼ 0% であり、外傷以外の要因で亡くなったことを意味し特に着目する。



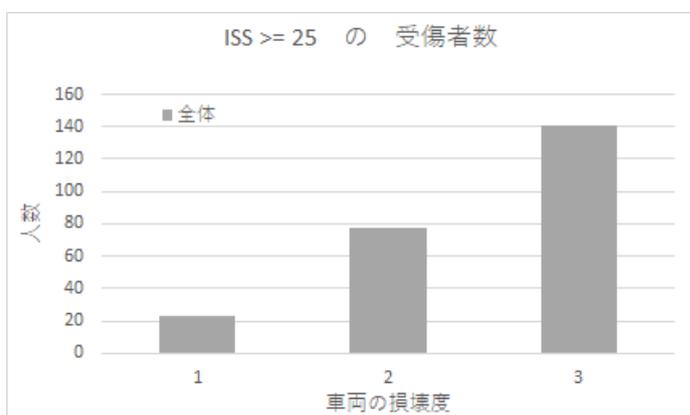
▶ Fig.11 車両の損壊度別 ISS と死者数

表 3 に示すように、ISS と損壊度の関係についてカイ二乗検定を実施した。統計的有意水準 5%では、わずかに有意差が認められなかった ($p = 0.055$) もの、損壊度 1 において ISS < 25 の割合が高い傾向が見られた。

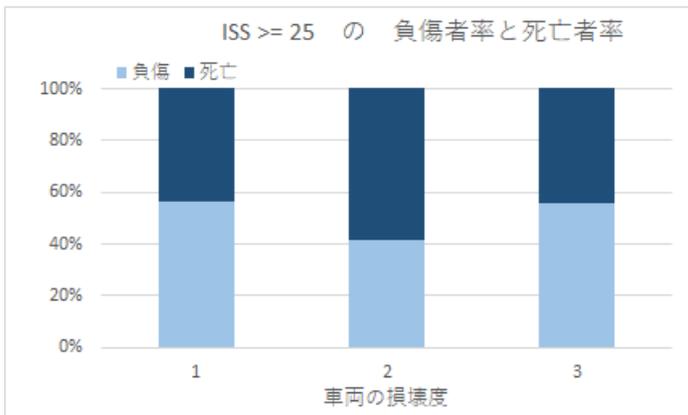
ISS	損壊度1	損壊度2	損壊度3	n (サンプル数)	p 値
ISS<25	30	49	74	153	0.055
ISS>=25	11	46	62	119	

▶ 表 3. 損壊度別、ISS と死亡の関係 (カイ二乗検定)

また、Fig.12 では、本研究の対象者のうち ISS ≥ 25 の死亡者を含む全受傷者数を求めた。Fig.13 では、そのうち受傷者を負傷のケースと死亡に至ったケースに分け、車両の損壊度別にその比率を求めた。いずれの損壊度においても、ISS ≥ 25 の外傷を受傷すると、約半数が死亡に至ることが分かった。つまり衝突事故乗員においても、ISS スコアの重症度分類 PTD の傾向は一致している。ゆえにここでも、Fig.11 で示した損壊度 1 (軽衝突) における死亡者の 73%が ISS < 25 であることは特異である可能性があり、死因が外傷以外もあることを意味する。



▶ Fig.12 ISS ≥ 25 の 受傷者数



▶ Fig.13 ISS>=25 の負傷者率と死亡者率

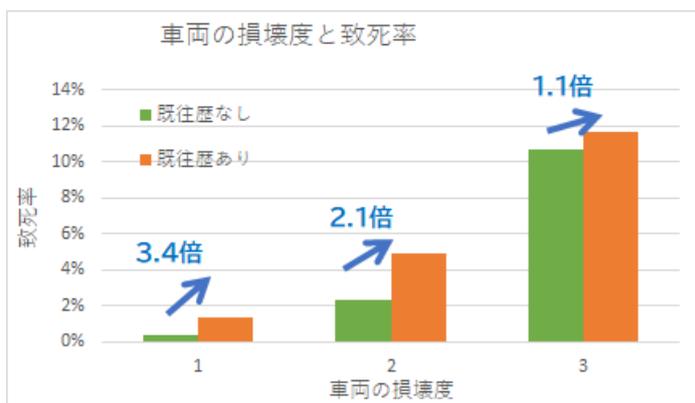
4.2 既往歴と死亡リスク

死亡に至ったケースにおいて、既往歴の影響を求めた。 Fig.14 では、既往歴の有無による致死率の違いを確認した。 既往歴は致死率を約 2.4 倍悪化させることが分かった。



▶ Fig.14 既往歴の有無による致死率の違い

Fig.15 では、さらに車両損壊度別に既往歴の有無による致死率の違いを確認した。外傷のリスクの重症化率と同様に、既往歴は致死率を悪化させることが分かる。特に損壊度1（軽衝突）では3.4倍も致死率を悪化させることが分かった。ここにおいても、軽衝突における既往歴の影響の大きさを確認できる。



▶ Fig.15 車両の損壊度と致死率 (既往歴あり/なし)

表4ではカイ二乗検定を行い、損壊度1および2において、既往歴ありの群は致死率が有意に高かった ($p < 0.001$)。特に、損壊度1 (軽衝突) では、既往歴ありの乗員の致死率は1.4%であり、既往歴なし (0.4%) の約3.4倍であった。損壊度3では、既往歴の有無による差は統計的に有意な関係は見られなかった ($p = 0.583$)。これは、既往歴よりも車両の損壊度の影響が大きいためと推測される。

車両損壊度	既往歴	負傷	死亡	n (サンプル数)	致死率	p 値
1	なし	4157	17	4174	0.4%	p < 0.001
	あり	1719	24	1743	1.4%	
2	なし	1560	38	1598	2.4%	p < 0.001
	あり	1106	57	1163	4.9%	
3	なし	509	61	570	10.7%	0.58
	あり	566	75	641	11.7%	

▶ 表4. 損壊度ごとの致死率の比較 (カイ二乗検定)

5. 考察 (Discussion)

本研究では、既往歴のある乗員は、すべての損壊度で有意に負傷リスクが高いことが確認された ($p < 0.001$, 表1)。また、カイ二乗検定により、既往歴が重症率に与える影響が統計的に有意であることが示された ($p < 0.001$, 表2)。致死率においても、既往歴のある乗員は損壊度1および2において、統計的に有意に致死率が高いことが確認された ($p < 0.001$, 表3)。

また、損壊度別にISSと死亡の関連性を検証した。統計的有意性はわずかになかった ($p = 0.055$, 表4) が、傾向としては見ることは出来る。ISS < 25であっても死亡に至るケースが確認され、単なる外傷の重症度だけでは死亡リスクを十分に説明できない可能性が示唆された。

特に、損壊度1 (軽衝突) におけるISS < 25が約73%であることは、従来の外傷低減の対策では不十分であり、これからの安全対策において重要な意味を持つ。

5.1 既往歴と負傷リスク

既往歴のある乗員は、骨密度や筋肉量の低下による耐性の低下や、神経系の機能低下による反射の遅れにより防御姿勢（受け身）を取りにくくなる可能性がある。

これにより、衝突時の負傷リスクが高まる可能性が示唆されるが、今後の研究では、より精密な分析が求められる。

例えば、骨粗鬆症などの疾患があると、骨の耐性が低下し、軽微な衝撃でも骨折しやすくなることが考えられる。また、既往歴があると反射能力が低下し、衝突時の「受け身」が適切に取れない可能性がある。通常、人は衝突の瞬間に筋肉を緊張させ、衝撃を分散・吸収するが、反射の衰えにより適切な身構えができない場合、骨や内臓への直接的なダメージが増幅される可能性がある。

このような仮説を検証するためには、今後、反射能力や筋肉の衝撃吸収能力を考慮した生理学的なデータ解析が必要である。

また、特に着目する点は、軽衝突における負傷重症化リスク、死亡リスクへの既往歴の影響であり、運転支援技術などが進化により大規模な衝突が減ると推測されつため、軽衝突に対して新しい安全対策の必要性を示唆する。

5.2 ISS<25でも死亡する要因

ISSが25未満の負傷者においても死亡例が多数確認された。この結果は、外傷の重症度だけでなく、バイタルサインの異常などが死亡に影響を与える可能性を示唆している。生存率を求めるPs式では、ISSの影響に加えてバイタルサインの影響が考慮されており、事故直後の生体反応（ショック、血圧低下など）も死亡リスクを増加させる可能性がある。

また、バイタルの悪化を引き起こす要因として、アルコール摂取、疲労、夜間の事故などが関与している可能性があると考えられる。

ただし、これらの要因については、本研究では直接的な分析は行っていないため、今後の研究課題として、ISSとバイタルデータを組み合わせた解析を行うことで、より詳細な死亡リスクモデルを構築することが期待される。

また、死亡リスクにおいても、軽衝突における外傷以外の要因に着目する。軽衝突においては、従来の外傷を減らす安全対策では不十分であることが推測される。

5.3 今後の研究課題

本研究では、既往歴が重症化リスクに与える影響、既往歴や外傷以外の要因が死亡リスクに与える影響について初期的な分析を行った。しかし、さらなる研究により、より詳細な知見を得る必要がある。特に、以下の点が今後の研究課題として挙げられる。

1. 軽衝突における負傷リスクや死亡リスクの要因分析。

2. 既往歴がもたらす負傷・死亡リスクへのメカニズム分析。
3. バイタルなど外傷以外の要因がもたらす影響と原因分析。

本研究の分析は CISS データを用いたものであり、すべての事故状況や被験者の健康状態を完全に反映しているわけではない。そのため、今後はより詳細な医療データと統合した分析が求められる。これらの課題を解明することで、事故時の負傷や死亡リスクの本質的な要因をより明確にし、事故直後の医療対応や予防的安全技術（例：乗員の健康情報を活用した安全システム）の開発につなげることが期待される。

6. 結論 (Conclusion)

- 既往歴があると軽衝突でも負傷重症化リスクが最大 6.7 倍、死亡リスクが 3.4 倍増加。軽衝突における新たな安全対策が必要。
- 外傷と死亡リスクは完全には相関せず、死亡に至る外傷以外の要因がある。
- 衝突規模だけでなく、個人の健康状態を考慮した新たな安全技術が必要。

参考文献 (References)

- [1] 富永 茂, 西本 哲也, 阪本 雄一郎, 益子 邦洋. 交通外傷における日本人版予測生存率モデルの算出とその特徴解析. 日本交通医学会誌. 2022; 75(3): 123-134.
- [2] 市立砺波総合病院. 交通外傷における日本人版予測生存率モデル. 砺波総合病院公式サイト. [オンライン]. 2022 [参照 2025 年 2 月 15 日]. Available from: https://www.med.tonami.toyama.jp/departments/shinryo/kyukyu_icu_02.html
- [3] National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). Crash Investigation Sampling System. NHTSA. [オンライン]. 2025 [参照 2025 年 2 月 15 日]. Available from: <https://www.nhtsa.gov/crash-data-systems/crash-investigation-sampling-system>
- [4] 大江 良子, 村上 姫菜, 荒木 理子, 立岡 弓子, 一杉 正仁. 妊婦の高速道路運転時の胎児心拍数モニタリングによる胎内環境への影響の検証. 日本交通科学学会誌. 2023; 23(2): 27-32.
- [5] 石井 亘, 飯塚 亮二, 一杉 正仁. 自動車乗員におけるシートベルト損傷の受傷機転と臨床的特徴の検討. 日本交通科学学会誌. 2019; 19(2): 35-41.
- [6] 雨森 一朝, 松井 靖浩. AIS コードを用いた実事故における車両乗員の受傷分布. 自動

車技術会論文集. 2023; 54(3): 608-614. doi:10.11351/jsaeronbun.54.608.