

# 第 11 章

## 交通安全と医学

### 11.1 交通事故死傷者統計

警察庁の交通事故死傷者の統計は道路交通法に定める道路上で発生した車両，路面電車および列車の交通によって起こされた人の死亡又は負傷を伴う事故が対象である。事故発生後 24 時間以内に死亡した人の数が集計され，一般に交通事故の死者数とはこの数をいう。事故発生から 24 時間を経過した後に死亡する者を把握し，国際比較を行うため，1993 年より，24 時間死者に事故後 24 時間から 30 日の間に死亡した者を加えた数も集計されている。負傷者については，30 日以上の治療を要する場合を重傷，30 日未満の治療を要する場合を軽傷とし，負傷者数とは重傷と軽傷の合計である<sup>[1]</sup>。なお，医学的には事故の発生場所と発生後の期間によらず，交通機関の関与による死亡はすべて交通事故死である。

全国における交通事故死者数（24 時間死亡者数）は 1989 年以降，1992 年の 1 万 1452 人をピークとして，2003 年 7768 人，2015 年 4117 人であり，2022 年は 2610 人でほぼ毎年減少している。事故後 24 時間から 30 日の間に死亡する者は 2003 年 1176 人，2015 年 768 人，2022 年 606 人とほぼ毎年減少しており，事故後 24 時間以内に死亡する者の 14～23% に相当する数の人が事故後 24 時間から 30 日の間に死亡している（図 11.1）。負傷者数もほぼ毎年減少し，2003 年 118 万 1681 人，2015 年 66 万 6023 人，2022 年 35 万 6601 人であり，30 日以上の治療を要する重傷者は例年負傷者の約 6～8% を占めている（図 11.2）。死傷者数の減少は飲酒運転の罰則強化やシートベルト着用の義務化等の法規制の強化，事故が発生し難い道路環境の整備と車両構造の開発，公共交通機関や救急医療体制の整備，交通安全教育等

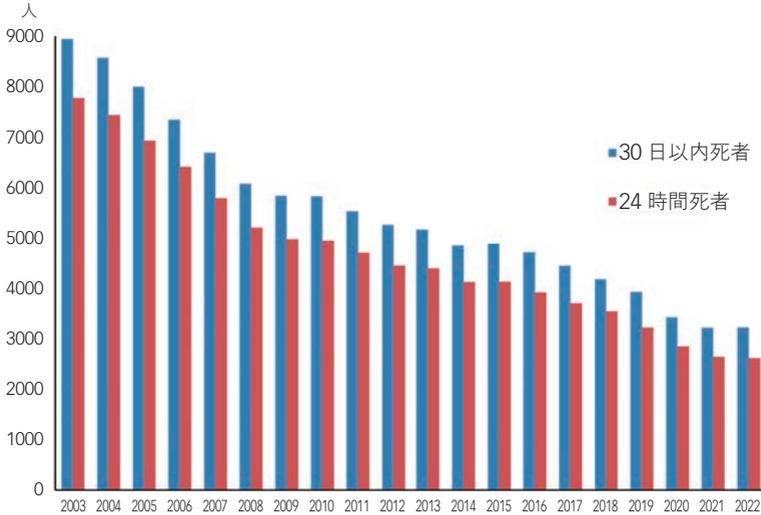


図 11.1 交通事故死者数.

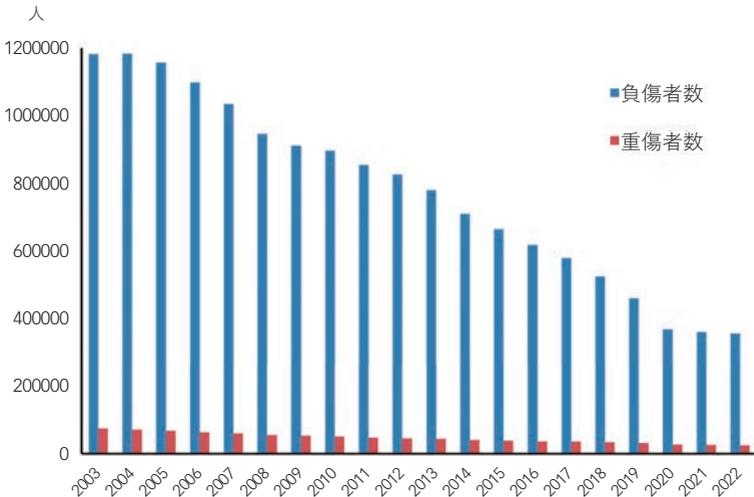


図 11.2 交通事故負傷者数.

の総合的な事故予防対策の成果である。

交通事故死者数を年齢層別に表示すると、65歳以上の高齢者の死者数が多く、とくに、75歳以上の後期高齢者の死者数は多い。各年齢層で死者数は毎年ほぼ減少しているが、高齢者の死者数の減少率が小さいため、後期高齢者の死者数が全体

の死者数に占める割合は2006年26%、2015年36%、2022年39%と増加している(図11.3)。2022年における75歳以上の後期高齢者の交通事故の死傷者(死者と負傷者)2万6202人の状態別割合は自動車乗車中が36%と最も多いが、歩行中30%、自転車乗用中28%であり、後期高齢者の自動車運転者に対する認知機能検査や高齢者講習、運転技能検査とともに、後期高齢者の歩行者と自転車運転者への交通事故対策が重要である(図11.4)。内閣府が発表した「第11次交通安全基本計

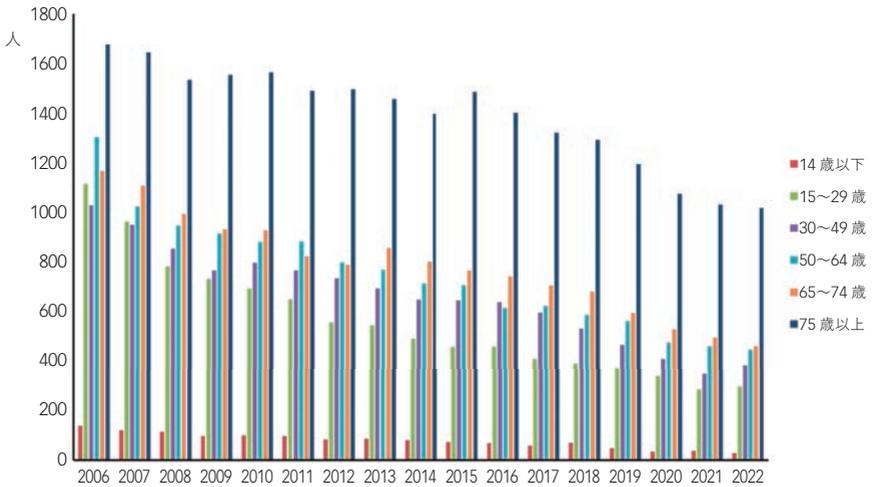


図 11.3 年齢層別交通事故死亡者数 (24 時間以内死亡)。

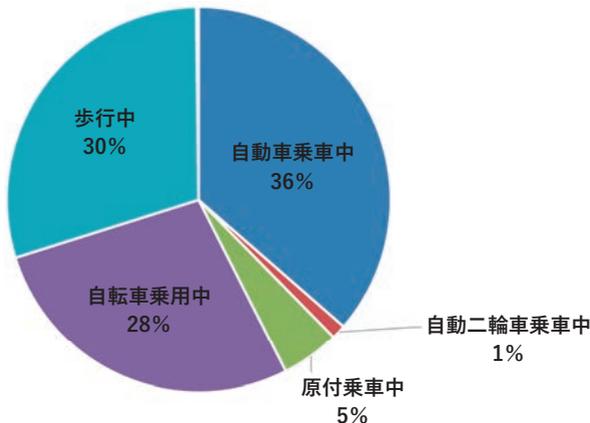


図 11.4 状態別死傷者数 (2022 年・75 歳以上・2 万 6202 人)。

画」では、2025年までに24時間以内の死者数2000人以下（30日以内死者数2400人以下）、重傷者数2万2000人以下にすることが目標とされている。なお、交通事故による死亡に関しては警察庁の統計のほかに死亡診断書に基づく人口動態統計がある。これらの交通事故統計は交通事故の動向を把握して死傷者のさらなる減少と安全な交通社会の実現のための基礎となっている<sup>[2]</sup>。

## 11.2 交通事故損傷

交通事故は人体に損傷を形成し、損傷が高度な場合は死亡の原因となる。交通事故による24時間以内の死者全体では致命傷となった損傷部位は頭部・顔面が約40%と最も多く、次いで胸部である（図11.5）。交通事故による30日以上の治療を要する重傷者全体では最も重い損傷の部位は四肢が約40%と最も多く、次いで頭部・顔面、胸部である（図11.6）。頭部・顔面の損傷の中で脳損傷は高頻度で重篤な損傷であり、脳損傷の診断方法や病態解析の調査研究は患者の救命につながる重要な課題である<sup>[3,4]</sup>。救命困難な頭部損傷では、事故自体の予防とともに、ヘルメットの着用等による損傷の低減化が死者数のさらなる減少のために重要である。

自動車交通事故の死傷者は歩行者、運転者、同乗者に分類され、その他として二輪車や自転車の事故の死傷者がある。歩行者の損傷は車両が最初に衝突して生じた損傷（1次損傷）、跳ね上げられて車両と衝突して生じた損傷（2次損傷）、路面に

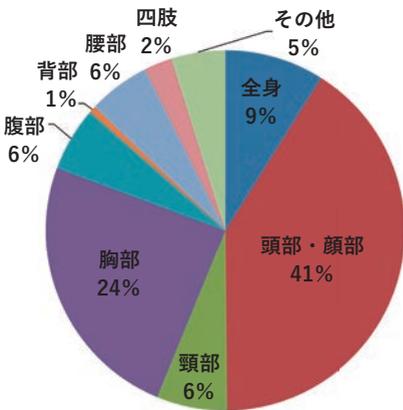


図 11.5 損傷部位別死亡者数 (2022年・事故後24時間以内死亡2610人)。

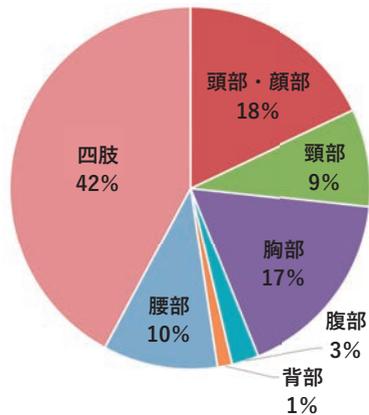


図 11.6 損傷部位別重傷者数 (2022年・2万6027人)。

叩き付けられて生じた損傷（3次損傷）に区分される。歩行者の損傷は車両の形状と衝突時のスピードに依存して形成される。運転者と同乗者の損傷は車両がほかの車両や道路脇の構造物と衝突した際に車室内の構造物と打撲して生じ、車両の横転時や乗員の車外放出時にも生じる。運転者が胸腹部をハンドルで打撲した際のハンドル外傷では心臓破裂等の重篤な損傷が生じる。シートベルトは頭部と胸腹部がフロントガラスやハンドルと衝突するのを防ぎ、重篤な損傷の原因となる車外放出を防ぐ働きもある。シートベルト装着は運転者と助手席同乗者だけでなく後部座席同乗者にも義務づけられており、シートベルト装着の普及は運転者と同乗者の重症者数と死者数の減少につながっている。シートベルトの装着はエアバッグの作動時にも必要であり、シートベルト未装着では急激に膨らんだエアバッグが前胸部を打撲して重篤な損傷を形成することがある。

自転車は小児から高齢者まで手軽に利用できる乗り物であるが、自転車は人やものを運ぶ手段の一つであり、自転車が関係した事故は交通事故となる。自転車が関係した交通事故には、(1) 自転車と自動車の衝突、(2) 自転車と歩行者の衝突、(3) 自転車同士の衝突、(4) 自転車単独の事故などの様態がある。交差点で自転車が自動車と衝突した場合に自転車が転倒して自転車の乗用者の頭部に重傷が生じることが多い。自転車と歩行者、自転車同士の衝突で、歩行者や自転車の運転者が転倒による頭部の重傷を負うこともある。自転車の単独事故では、道路脇の側溝などに自転車ごと転落して頸髄損傷や溺水となることもある。自転車の運転者は交差点では信号を守り、一時停止の標識を守り、安全確認を行う必要があり、歩行者の近くを通行する際にはスピードを落とし、自転車から降りて押して通り過ぎることも時には必要である。自転車の幼児用座席からの幼児の転落事故にも注意が必要である<sup>[5]</sup>。

自転車の交通事故が増加し、自転車の交通事故による死亡者の多くが頭に致命傷を負っていることから、改正道路交通法が2023年4月1日に施行され、「自転車の運転者は、乗車用ヘルメットをかぶるよう努めなければならない」と定められ、自転車利用者のヘルメット着用の努力義務が従来の13歳未満から全年齢が対象となった。自転車利用者のヘルメット着用の普及により、転倒時の重度な頭部損傷が少なくなることが期待される。しかし、自転車と歩行者の衝突で歩行者が転倒した場合や自転車単独で側溝に転落して頸髄が損傷した場合はヘルメットの効果は期待し難いことに留意すべきである。

交通事故での人体損傷の受傷機転の解析は、交通事故と死傷者の発生を未然に防止するための人・車両・道路環境に関する安全性の確保（能動安全、active safety）

と事故後の乗員・歩行者の被害を軽減するための安全性の確保（受動安全，passive safety）のための基本的なデータとなる<sup>[6]</sup>。

## 11.3 交通外傷に対する救急医療の進歩

### 11.3.1 外傷診療に携わる医師に必要なもの

救急医療で扱う疾患は病気である内因性疾患とけがである外因性疾患に大きく分けられる。内因性とは体の内部で疾患の原因が発生することを示す。脳の血管が高血圧によって破綻すれば脳内出血，心臓の血管が動脈硬化により閉塞すれば急性心筋梗塞となる。これらは内因性疾患の典型例で，いずれも放置すれば死に至るため killer disease とも呼ばれている。その一方，外因性とは，外的な要因により疾患を来す特徴があり交通外傷はその最たるものである。暑熱環境によって発症する熱中症や薬物大量服用による薬物中毒なども外因性に分類される。こちらも放置すれば死に至るのであるが，たとえ救急車で病院に搬入されても外傷診療の手順や蘇生行為が不十分であったために死亡する事実が1990年代に判明した。通常の外傷診療を行えば死亡する確率が高くないにもかかわらず結果的に死亡した症例は予期せぬ外傷死（preventable trauma death, PTD）と定義され，従来一定の割合が存在するとされているが本邦において予想を大きく超える数値であったことは記憶に新しい<sup>[7]</sup>。この現状は外傷診療の発展しているアメリカに20年遅れをとっていた。内因性疾患では，患者の主訴を聞き診察を行い検査結果から診断を行ったうえで治療を開始していくのが一般的である。こうした診療手法の原点は西洋医学であり医学生のとくに教え込まれている。しかしながら，外因性疾患の外傷診療では，患者の訴えに注意する前に気道，呼吸，循環，意識の順に全身状態を診療し生理学的兆候（呼吸数，脈拍，血圧，体温，意識）の異常所見から全身状態を改善させる蘇生治療を行うことが基本である。全身状態を安定させてから局所損傷の状態を治療していく。意識状態が清明でないや頭部CT検査を優先する傾向や見た目の外傷に気を取られることも外傷診療のピットホールとなることにも注意が必要である。こうした外傷の特徴的な診療に対して日本外傷診療研究機構ではJATEC（Japan Advanced Trauma Evaluation and Care）コースを開発し，オフザジョブトレーニングコースより全国の救命救急センターに従事する救急診療に関わる医師を中心に現在も教育を継続している。同様に看護師へのコース展開も進んでいる。さらにはJTDB（Japan Trauma Data Bank）による全国の症例登録から多くの臨床研究が報告され

ている<sup>[8,9]</sup>。

救急車要請件数が高齢化とともに増加傾向であることは社会問題として周知の事実であるがこの主体は内因性疾患の増加と一致する。その一方、外因性疾患は危機管理や安全教育などの普及により減少傾向にある。しかしながら負傷者の主体が若年者であれば、社会的損失が大きく後遺症によって負傷前の生活が送れないこともある。予期せぬ死亡も外傷診療の向上には重要な概念であるが、後遺症による機能障害といった予期せぬ外傷機能障害（preventable trauma disability）にも今後は対応していかなければならない。

### 11.3.2 病院前医療および救護の発展

ドクターヘリやドクターカーの事業が全国で展開されている。外傷から1時間以内は、止血や手術を開始できないと予後に影響するため、外傷診療の“Golden hour”と呼ばれ、最も大切な時間として知られている。現場に医師と看護師をできるだけ早く派遣し、現場または救急車で傷病者評価を行い診療が開始されることは大きなメリットである。最近では時間を強調する疾患として、急性心筋梗塞や虚血性脳血管障害も注目されている。こうした疾患群で重要なことは疾患の認知や搬送時間を短縮するためのシステムをいかに構築するかにある<sup>[10]</sup>。外傷においては、交通事故の瞬間がおおむね明らかであることから、いかに治療可能な病院へ効率的かつ的確に搬送するかが重要となってくる。

2022年4月現在、ドクターヘリは全国47都道府県に56機が配備されており、47都道府県にはドクターヘリを運営している関西広域連合に属す京都府を含むが、京都府には現在のところ基地病院はない。ドクターヘリは悪天候や夜間の飛行は実現できないが、救急車で1時間以上搬送に時間のかかる距離を数分で搬送することが可能となった。この機動性と広域性は重症外傷症例の集約化につながるものとなっている。こうしたことから重症傷病者を誰がどのように認知して選択し、ドクターヘリ運行を決定するのかが課題であるが、現在はそれぞれのメディカルコントロールに属した救急救命士がその一役を担っている。

ドクターカー（図11.7）においては24時間運用が可能で都市部での運用に利点がある。医師と看護師を現場に早期に派遣するシステムは早期の診療開始ができるのみならず、現場で診療している医師からの確実な情報が得られることから搬送機関の円滑な診療体制にもつながると考えられる。

### 11.3.3 病院内での医療の進歩

ドクターヘリやドクターカーで診療を開始し、蘇生治療を行いながら適切な外傷治療が行える医療機関へ搬送することにより今までの救急診療を前倒しできるパラダイムシフトが実現しつつある(図 11.8)。救急車内における医師の診療が全身状態を改善させることにより、安全で確実な外傷診療が実現される。

最近ではハイブリッド ER といった日本初のモダリティーが発信され話題になっ



図 11.7 交通事故の現場へ向かう走行中のドクターカー (執筆者撮影)。

#### Doctor carで出動



#### 病院で受け入れ

図 11.8 救急医療における診療開始時間を早めるためのパラダイムシフト。



図 11.9 ハイブリッド ER（多機能初期診療室）の全体像（執筆者撮影）。

ている（図 11.9）。重症外傷診療における迅速かつ安全な診療を実現させるために診療台の周りに全身の損傷を調べる CT，出血点を調べるための血管造影装置，出血点を治療するための血管塞栓術，一般の手術室に搬送できないほど重症な場合の手術室機能などすべてを持ったオールインワンの部屋である。救急車で全身状態の安定化を図りながらハイブリッド ER に入り蘇生治療や根本治療を行っていくことが実現できる。重症患者を病院で待つといったことではなく，医師や看護師が院外に出ていく。つまり診療スペースを院外に一つ確保するといった部分がパラダイムシフトに当たると考えられる。ハイブリッド ER は高額な導入費用や多数の患者対応が困難であるなどの欠点もあるが，今まで助かることのなかった重症患者の救命報告が見られることも事実である。

## 11.4 運転中の急死

内因性急死（突然死）とは，発症後 24 時間以内に死亡する病死と定義されている。突然死は睡眠中，労働中，食事中など，どのような状況下でも発症しうるが，自動車運転中に発症した場合には，運転者の死亡にとどまらず，巻き添え事故による人的・物的被害も問題である。

交通事故における自動車運転者の 8.3%<sup>[11]</sup>，自動車衝突事故の 9%<sup>[12]</sup>が病死といわれる。運転中の内因性急死の原死因は虚血性心疾患に代表される心血管系疾患が

最多で、脳血管疾患、大動脈疾患がこれに続く<sup>[12,13]</sup>。対象区域内すべての異状死体を監察医が死体検案又は解剖して死因診断する東京都監察医務院における1953年から2003年までの50年間の分析報告<sup>[13]</sup>では、自動車運転中の内因性急死（突然死）は40～64歳が71.5%を占め、死因は心疾患が53.4%、次いで脳血管障害が31.8%（図11.10）、車種別では普通乗用自動車、次いでタクシーの率が高い。運転中の虚血性心疾患による突然死は40～60歳の男性に多く、高血圧や心筋梗塞、脂肪肝の既往があり、全例で主要冠動脈の狭窄を認め、57.1%が発症後短時間で死亡し、残りの42.9%が心筋梗塞発症後24時間以内に死亡している<sup>[14]</sup>。職業運転手であるタクシー運転手の分析<sup>[15]</sup>では、運転中に何らかの疾患によって運転継続が不可能になった者の半数がその後短時間のうちに死亡しており、その死因は既報と同様に脳血管疾患（42.9%）、心疾患（30.0%）、大動脈疾患（7.1%）である。近年、日本においては高齢者の自動車運転中の事故が増加しており、運転中の急死の実数は既報<sup>[11]</sup>より高い可能性がある。

運転中の急死では、死亡の原因が疾病であるか、交通事故による外傷死であるかは重大な関心事である。運転中の内因性急死例では外傷損傷をまったく認めなかったとする報告<sup>[16]</sup>もあるが、わずか4例の分析である。むしろ、法医解剖事例では死因が病死であっても交通事故に伴う何らかの外傷を認めることが少なくない。法医解剖が実施された運転中の内因性急死（突然死）46例の分析によると、その66.9%に交通事故によって生じたと考えられるが死因とはならない外傷が認められ

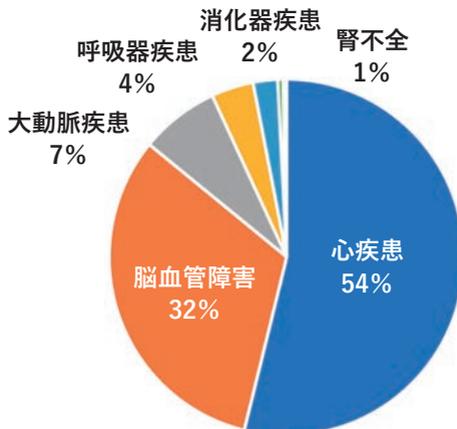


図 11.10 東京 23 区内での自動車運転中の突然死の死因（文献<sup>[13]</sup>より作成）。

た<sup>[17]</sup>。運転中の内因性急死の自験例では、衝突速度は比較的低速（時速 40km 程度）のことが多く、外表損傷は比較的軽微であった。その理由として、事故に先行する意識障害や脱力によってアクセルペダルの踏み込みが解除されるが、ハンドル操作やブレーキ操作は困難であった状況が推定された。

死因になりうる外傷か否かを正しく判断することが外表所見のみでは困難なことも多い。死因が病死か外傷死かは、死因統計に影響するほか、過失の有無や保険金支給の可否とも密接に関連するため、医学的に正しく判断されるべきである。解剖は死因診断のために有意義な手段であるが、日本における異状死の剖検率は低く、監察医制度のある地域以外では犯罪死体や変死体を除く大半の異状死体が解剖を実施することなく死因診断されている。一方で、死後画像診断の普及は目覚ましく、剖検率の低い日本においては、搬送先病院にて死亡直前又は死後に、あるいは検死・解剖時に CT 撮像が行われ、死因診断の一助となっている。死後 CT 検査による外傷死の正診率は高く<sup>[18]</sup>、CT 検査によって交通事故の外傷死の診断精度は格段に上がる<sup>[19]</sup>。死因究明のためには可能な限り死後画像検索を行うべきである。

運転中に虚血性心疾患を発症して病院搬送された事例では、心室細動や心室粗動など致死性不整脈を呈する事例が散見される。運転中の突然死のほとんどは救急隊接触時には心肺停止状態であるが、体調急変から事故発見までの時間は短く、事故発生直後にバイスタンダーによる救命措置が行われれば死亡を回避できる可能性が指摘されている<sup>[20]</sup>。

職業運転手のみならず、一般人にも健康診断を義務づけることや、高齢者の免許更新時には認知症の有無や運転能力検査に加えて、虚血性心疾患や脳血管疾患のリスク評価を行うことにも検討の余地がある。しかしながら、突然死の予防そのものが容易ではないことから、運転中突然死の予防は一層困難である。加えて、運転手の救命とともに、巻き添え事故を防ぐことも重要である。突然の運転操作不能を検知し、急病発症の際に迅速に救急医療機関に通報したり、運転手の急変を察知して当該車両を待避又は安全に停止する自動車制御システムの構築が期待される。

## 11.5 健康起因事故

我が国では健康起因事故は「運転者の疾病により事業用自動車の運転を継続できなくなった事案」と定められている<sup>[21]</sup>。より具体的には、既存疾患の突然の増悪もしくは診断されていない疾患の急性発症による自動車事故とも考えられる。対象疾

患として脳血管疾患，心血管疾患，睡眠呼吸障害，視野障害が主に注目されているが，これらにとどまらず，糖尿病，てんかん，精神疾患，睡眠疾患，認知症等も想定されている<sup>[22]</sup>．運転開始時にこうした疾患によって事故を起こすと予測することは容易ではない．とはいえ，いったん健康起因事故が起こると，運転者はもちろん，乗客，歩行者，周りの人々の健康と生命に大きなダメージを与える．

### 11.5.1 健康起因事故の現状

健康起因事故の件数をトラック，タクシー，貸切・特定バス，乗合バスそれぞれの業態で働く運転者1万人当たりで表すと，近年では乗合バスが突出して高い（図11.11）．ただし，その大半は乗務の中断であり，衝突や接触に至る事案は少ない．残りの業態では，貸切・特定バスの割合が2019年までは高く，トラックとタクシーの割合はともに漸増している．後者の二業態では衝突や接触を伴って人身事故や物損事故につながっている事案の多いことが示されている<sup>[21]</sup>．

### 11.5.2 健康起因事故の防止に向けた取り組み

当局による施策として，本事故防止のための各種のマニュアルやガイドラインが示されている．それらの認知度を調べたところ，健康管理，睡眠時無呼吸症候群，脳血管疾患対策，心臓血管・大血管疾患対策についてはトラック，バス，タクシーいずれの事業者も8割を超えていた<sup>[21]</sup>．視野障害対策マニュアルは最近（2022年）に公表されたこともあり，6割から8割の認知度であった．

睡眠時無呼吸症候群，脳血管疾患，心臓血管・大血管疾患，視野障害に対するス

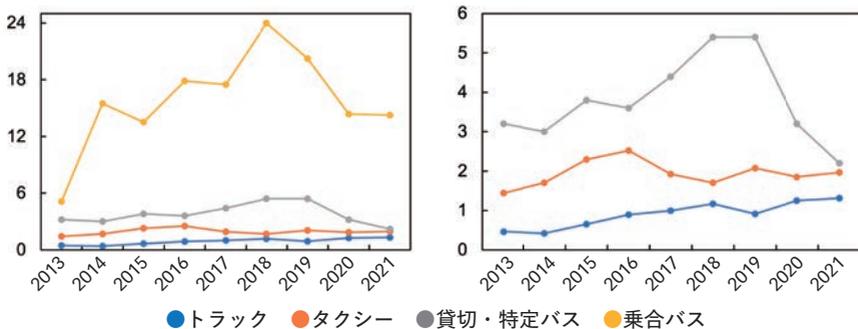


図 11.11 健康状態に起因する業態別事故報告の経年変化．縦軸は各業態の運転者1万人当たりの事故件数．右図はトラック，タクシー，貸切・特定バスを抜き出したもの．

クリーニングは行われているが、事業者への調査によれば業態や疾患による差は大きい（図 11.12）<sup>[21]</sup>。スクリーニングは各疾患に伴う運転支障の高い群を見出せる一方で、受診に要する費用や診断結果後の対応が現場での大きな課題になっている。

上記のような体調急変がなぜ生じるかを考慮すると、スクリーニング等のハイリスクアプローチのみならず、運転者全体にわたる健康管理、労務管理、自己管理が重要になる。運転者は年に1回ないし2回の健康診断を確実に受けなければならない。その結果、異常所見ありと診断された場合、事業者は医師等から就業上の措置に関する意見聴取を行い、状況によっては適切な措置を講じて当該運転者の健康を保持しなければならない。さらに、毎回の点呼時には血圧の測定・検証や睡眠状態の確認が求められる<sup>[23]</sup>。もっとも、運輸業界の大半を占める小規模事業場に対して、このような産業保健サービスを拡充していくのは当局の課題である。

運転業務は長時間労働や夜勤交代勤務を含む過重労働であり、過労死等（脳・心臓疾患と精神障害）と密接に関連している<sup>[24, 25]</sup>。運転者における時間外労働の上限規制が2024年4月から始まり<sup>[26]</sup>、業務と健康との両立を確保するための対策が関係各層に求められる。

中長期的には、運転者の体調変化に即応して車両を停止もしくは路肩に退避できるシステムの搭載が重要になる。加えて、異常な走行や接触を検出して同様に安全に停止する工学的対策も図られるであろう。

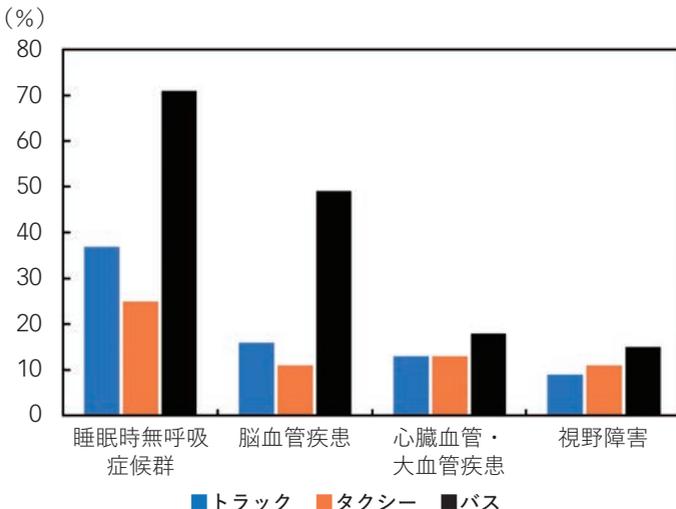


図 11.12 各疾患のスクリーニング実施事業者の業態別割合（2022年度）。

健康起因事故は誰にとっても悲劇でしかない。車による移動のさまざまな利点を最大にするためにも、運転者の健康状態による事故の危険性を最小にしていく努力が欠かせない。

## 11.6 飲酒・服薬と運転

アルコールや抗不安薬、睡眠薬等の向精神薬、危険ドラッグや覚醒剤、大麻等の違法薬物は正常な運転を妨げる薬理作用があり、重大な交通事故を引き起こす危険がある。諸外国のうち、フランスでは運転者の2.1%からアルコールが、3.4%から大麻が検出されており<sup>[27]</sup>、交通事故関係者から検出される頻度が高いのは、国際的には大麻とアルコールであるが、我が国においてはアルコールが圧倒的多数である。

日本では2011年頃より合成カンナビノイドや合成カチノンを主成分とする薬物が脱法ドラッグ、脱法ハーブ等として広まり、これらによる交通事故が急増し社会的に問題となった。しかし、これらを危険ドラッグとして包括規制して取り締まりを強化したことにより、危険ドラッグによる交通事故件数は2015年頃より著減した。大麻や危険ドラッグ等の違法薬物はアルコールや睡眠薬等と併用されることで交通事故のリスクと外傷重症度を高めることが各種の研究により示されている<sup>[28-30]</sup>とおり、複数種の薬物併用は極めて危険である。

一方、抗うつ薬や抗ヒスタミン薬は薬理作用により眠気を催したり、反応時間の遅延などを来すと考えられるが、自動車運転における事故リスクはアルコールや違法薬物ほどには高くない<sup>[31]</sup>。

### 11.6.1 アルコール（エチルアルコール）

アルコールは嗜好品であると同時に、中枢神経抑制作用を持つ薬物である。交通事故死亡の5~35%に飲酒が関係しており<sup>[32]</sup>、アルコールは交通事故の危険因子として極めて重要である。アルコール影響下にある運転手が死亡事故を起こす確率はそうでない場合の17.8倍と高い<sup>[27]</sup>。日本では飲酒死亡・重傷事故の件数は著減傾向にある（図11.13）が、2022年における飲酒運転による死亡事故は全交通死亡事故の5.5%を占め、飲酒していない死亡事故の約7倍に上り、依然として明らかに高率である<sup>[33]</sup>。

アルコールは親水性の低分子化合物であるので、経口摂取されると速やかに消化管から吸収され、タンパク質と結合することなく体組織の水分中に拡散する。吸収

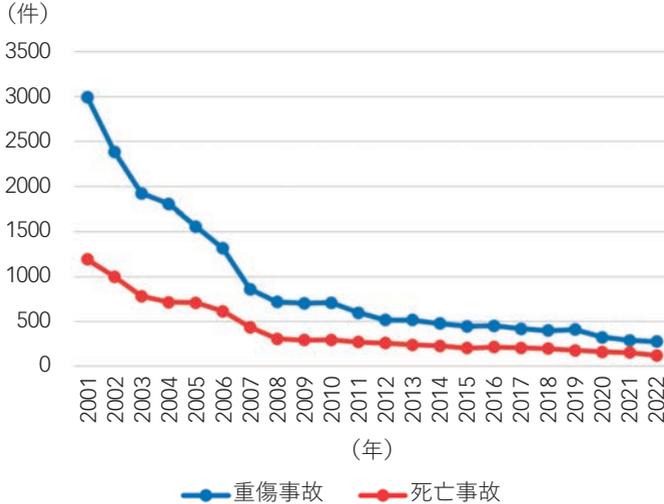


図 11.13 飲酒死亡・重症事故件数の推移 (文献<sup>[33]</sup>より作成)。

されたアルコールの約 95% は肝臓で二段階の酸化，すなわち，アルコール脱水素酵素で酸化されてアセトアルデヒドとなり，アルデヒド脱水素酵素 (aldehyde dehydrogenase, ALDH) でさらに酸化されて酢酸となる反応を経て，最終的には二酸化炭素および水として体外に排泄される。摂取されたアルコールのうち，未変化体のまま尿や糞便，呼気，汗などに排泄されるのはわずかである。交通捜査で行われる呼気によるアルコール検査は，未変化体として呼気中に排出されるアルコールを測定している。呼気中アルコール濃度は血中アルコール濃度と相関しており，呼気中濃度は血中濃度の約 2000 分の 1 である。

ところで，ALDH には遺伝子多型が認められ，欧米人を含む非アジア人では ALDH 正常型がほとんどである一方，東アジア人では ALDH 欠損型が多く，日本人の約 40% は不活性型 ALDH2\*2 対立遺伝子を持つ<sup>[34]</sup>。ALDH 欠損型の人にはアルコール代謝が遅れるので，飲酒後の血中アルコール濃度や酩酊度の自覚症状に違いが生じる。

アルコールは運転操作能力の低下や反応時間の延長などを来し，血中アルコール濃度が高いほど交通事故の発生リスクが高まる<sup>[35]</sup>。しかし，微量であっても注意力や判断力の低下を来し，自動車運転に悪影響がある<sup>[36]</sup>。興味深いことに，酩酊の自覚症状と血中濃度は必ずしも一致しない。一般に，酩酊感は血中アルコールの上昇期に強く現れ，下降期にはまだ血中アルコール濃度が高くともその前の状況と比較

して醒めたと感じることが多い<sup>[37]</sup>。加えて、自覚的酩酊感は個人差が大きく、アルデヒド脱水素酵素の活性が低い人（ALDH 欠損型）が酔いから醒めたと感じるのは血中アルコール濃度が0近くまで低下したときであるが、活性が高い人（ALDH 正常型）では血中アルコール濃度の下降期の早い時期、すなわち、血中アルコール濃度が相当に高い時期に完全に醒めたと感じる<sup>[38]</sup>。

一般に、ALDH 正常型の人の血中アルコール消失速度は0.16~0.20mg/mL/h、ALDH 欠損型では0.14~0.15mg/mL/h<sup>[37]</sup>であるので、言語の不明瞭化や運動失調（千鳥足）を来す程度の血中アルコール濃度（1.6mg/mL）が0になるには、ALDH 正常型の人でも8時間以上を要することになる。我が国では航空法で航空機操縦士らに乗務8時間前の飲酒を禁止していることは、この事実からも合理的である。飲酒運転の自覚なく自動車を運転することを回避するためには、運転前のアルコール検査が有用である。従前より航空従事者には業務前のアルコール検査が義務づけられていたが、自動車運転手についても、2011年に自動車運送事業者に対して乗務前後にアルコール検知器を使用して酒気帯びの有無を確認することが義務づけられた。これ以降、飲酒運転による交通事故件数は減少した<sup>[1]</sup>。さらに、運送事業者以外の飲酒交通事故の撲滅を目指し、2022年にはアルコール検査の義務対象が拡大された。今後、さらなる飲酒交通事故数の減少が期待される。

### 11.6.2 危険ドラッグ

濫用薬物のうち合成カンナビノイドやカチノン系化合物は、日本においては危険ドラッグ、世界的にはNPS（new psychoactive substances）と総称される。大麻や合成カンナビノイドは中枢性カンナビノイド CB<sub>1</sub> 受容体のアゴニストであり、吸引後数秒~数分以内に作用発現が認められる。中毒症状は悪心、嘔吐や陶酔感、多幸感、聴覚や視覚の鮮鋭化を含む感覚の変容、パニック発作などに加えて、心血管系に作用して頻脈や失神を来す。交通事故の原因となりうる症状としては、感覚変容の中でも空間感覚の変容がある。見通しのよい直線道路にもかかわらず道路が曲がって見えたため、ハンドル操作を誤って道路を逸脱する等の事例が典型例である<sup>[39]</sup>。カチノン系化合物は覚醒剤およびコカイン類似の中枢興奮作用や陶酔感を示す。フィンランドでは薬物影響下の自動車運転手の5.7%にカチノン系化合物MDPVが検出されたとの報告があり、カチノン系化合物が交通事故リスクを増すことが示唆されている<sup>[40]</sup>。加えて、MDPVと覚醒剤およびベンゾジアゼピン類の併用<sup>[40]</sup>も多く、これらが交通安全に深刻な影響を与えていることは明らかである。

## 参考文献

- [1] 警察庁交通企画課, 「道路の交通に関する統計」, 政府統計の総合窓口 (e-Stat), 2023.
- [2] Shimada, R., Kibayashi, K., “Changes in the number of traffic collisions during the various waves of COVID-19 infection in Japan”, *PLoS ONE*, 17 (12), e0278941, 2022.
- [3] Kibayashi, K., Shimada, R., Nakao, K., “Analysis of autopsy cases involving individuals who experienced cardiopulmonary arrest immediately after sustaining minor head injuries”, *J Forensic Leg Med*, 81, 102205, 2021.
- [4] Tatara, Y., Shimada, R., Kibayashi, K., “Effects of Preexisting Diabetes Mellitus on the Severity of Traumatic Brain Injury”, *J. Neurotrauma*, 38 (7), pp. 886-902, 2021.
- [5] 木林和彦, 七崎治朗, 長谷川政幸, 「自転車が関係した交通事故での死亡者の現状と対策」, 『国際交通安全学会誌』, 第41巻第2号, pp. 106-113, 2016.
- [6] Kibayashi, K., “Prevention of head trauma and death in patients with head injuries: A forensic autopsy study”, *IATSS Res.*, 43 (2), pp. 71-74, 2019.
- [7] 大友康裕, 辺見弘, 本間正人, 益子邦洋, 小関一英, 横田順一朗, 村田厚夫, 島崎修次, 「重症外傷搬送先医療施設選定には, 受け入れ病院の診療の質評価が必須である——厚生科学研究「救命救急センターにおける重症外傷患者への対応の充実に向けた研究」の結果報告——」, 『日外傷会誌』第16巻第4号, pp. 319-323, 2002.
- [8] Matsumoto, S., Funabiki, T., Kazamaki, T., Orita, T., Sekine, K., Yamazaki, M., Moriya, T., “Placement accuracy of resuscitative endovascular occlusion balloon into the target zone with external measurement”, *Trauma Surgery & Acute Care Open*, 5 (1), e000443, 2020.
- [9] Matsumoto, S., Hayashida, K., Akashi, T., Jung, K., Sekine, K., Funabiki, T., Moriya, T., “Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta (REBOA) for Severe Torso Trauma in Japan: A Descriptive Study”, *World Journal of Surgery*, 43 (7), pp. 1700-1707, 2019.
- [10] Fukushima, F., Moriya, T., “Objective evaluation study on the shortest time interval from fire department departure to hospital arrival in emergency medical services using a global positioning system—potential for time savings during ambulance running”, *IATSS Research*, 45 (2), pp. 182-189, 2021.
- [11] 日本法医学会企画調査委員会, 「日本法医学会課題調査報告 XIV 交通事故死剖検例調査 平成2年(1990)～平成6年(1994)」, 『日法医誌』, 第52巻第2号, pp. 120-126, 1997.
- [12] Breen, J. M., Naess, P. A., Gjerde, H., Gaarder, C., Stray-Pedersen, A., “The significance of preexisting medical conditions, alcohol/drug use and suicidal behavior for drivers in fatal motor vehicle crashes: a retrospective autopsy study”, *Forensic Sci Med Pathol*, 14 (1), pp. 4-17, 2018.
- [13] 黒須明, 木戸雅人, 長井敏明, 徳留省悟, 「50年間の東京23区内における自動車運転中の突然死」, 『心臓』, 第38巻 suppl. 3号, pp. 61-65, 2006.
- [14] Miao, Qi, Zhang, Y. L., Miao, Q. F., Yang, X. A., Zhang, F., Yu, Y. G., Li, D. G., “Sudden death from ischemic heart disease while driving: cardiac pathology, clinical characteristics, and countermeasures”, *Med Sci Monit*, 27, e929212, 2021.
- [15] 一杉正仁, 大久保堯夫, 「タクシー運転中の病気発症例についての解析——労働環境と発症状況を考える——」, 『日本交通科学協議会誌』, 第8巻第2号, pp. 27-32, 2008.
- [16] 藤腹聞天, 荘司輝昭, 高木徹也, 岡田健夫, 柏手宏允, 渡邊貞一, 須藤孝子, 梶原正弘, 佐藤喜宣, 「運転中の内因性急死4例に関する検討」, 『杏林医会誌』, 第25巻第2号, pp. 245-248, 1994.
- [17] 一杉正仁, 木戸雅人, 黒須明, 長井敏明, 徳留省悟, 「運転中の突然死剖検例の検討」, 『日本交通科学協議会誌』, 第7巻第1号, pp. 3-7, 2007.
- [18] Scholing, M., Saltzherr, T. P., Fung Kon Jin, P. H. P., Ponsen, K. J., Reistsma, J. B., Lamweris, J. S., Goslings, J. C., “The value of postmortem computed tomography as an alternative for autopsy in trauma victims: a systemic review”, *Eur Radiol*, 19 (10), pp. 2333-2341, 2009.

- [19] Ruder, T. D., Hatch, G. M., Thali, M. L., Fischer, N., “One small scan for radiology, one giant leap for forensic medicine: post-mortem imaging replaces forensic autopsy in a case of traumatic aortic laceration”, *Leg Med*, 13 (1), pp. 41-43, 2011.
- [20] 東條美紗, 竹田有沙, 高相真鈴, 中村磨美, 一杉正仁, 「運転中の心臓突然死に対する法医学解剖例の検討 救命可能性について」, 『日本交通科学学会雑誌』, 第21巻第1号, pp. 40-46, 2021.
- [21] 国土交通省, 「令和4年度事業用自動車健康起因事故対策協議会」, 令和5年2月9日.
- [22] Charlton, J. L., Di Stefano, M., Dow, J., Rapoport, M. J., O'Neill, D., Odell, M., Darzins, P., Koppel, S., “Influence of chronic illness on crash involvement of motor vehicle drivers: 3rd edition”. Monash University Accident Research Centre, Report No. 353, 2021.
- [23] 全日本トラック協会, 「トラック運送事業者のための健康起因事故防止マニュアル (令和4年5月改訂)」.
- [24] Takahashi, M., “Assisting shift workers through sleep and circadian research”, *Sleep Biol Rhythms*, 12 (2), pp. 85-95, 2014.
- [25] Takahashi, M., “Sociomedical problems of overwork-related deaths and disorders in Japan”, *J Occup Health*, 61 (4), pp. 269-277, 2019.
- [26] Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare, “Outline of the ‘Act on the Arrangement of Related Acts to Promote Work Style Reform’” (Act No. 71 of 2018), <https://www.mhlw.go.jp/english/policy/employ-labour/labour-standards/dl/201904kizyun.pdf>.
- [27] Martin, J. L., Gadegbeku, B., Wu, D., Viallon, V., Laumon, B., “Cannabis, alcohol and fatal road accidents”, *PLoS One*, 12 (11), e0187320, 2017.
- [28] Mohamad, N., Muhammad, M., Haque, M., Jawad, Z. K., Bakar, N. B. A., Ismail, A., Simbak, N., “Traumatic motor vehicle accidents of Malaysia: implications of illicit drugs use”, *Int Med J*, 23 (2), pp. 192-194, 2016.
- [29] 船田正彦, 「危険ドラッグおよび依存性薬物の自動車運転に及ぼす影響」, 『臨床精神薬理』, 第18巻第5号, pp. 571-576, 2015.
- [30] Meola, S., Huhtala, S., Broseus, J., Jendly, M., Jalava, K., Aalberg, L., Esseiva, P., “Illicit drug profiling in Finland: An exploratory study about end users’ perceptions”, *Forensic Sci Int*, 324, 110848, 2021.
- [31] 江崎治朗, 多木崇, 中尾賢一郎, 「薬物乱用と交通事故」, 『国際交通安全学会誌』, 第40巻第1号, pp. 35-44, 2015.
- [32] World Health Organization, “Global status report on road safety 2018”.
- [33] 警察庁交通局, 「令和4年中の交通事故の発生状況」, <https://www.npa.go.jp/bureau/traffic/bunseki/nenkan/050302R04nennkan.pdf>
- [34] Yokoyama, A., Omori, T., Yokoyama, T., “Alcohol and aldehyde dehydrogenase polymorphisms and a new strategy for prevention and screening for cancer in the upper aerodigestive tract in East Asians”, *Keio J Med*, 59 (4), pp. 115-130, 2010.
- [35] Taylor, B., Rehm, J., “The relation between alcohol consumption and fatal motor vehicle injury: high risk at low alcohol levels”, *Alcohol Clin Exp Res*, 36 (10), pp. 1827-1834, 2012.
- [36] Lira, M. C., Sarda, V., Heeren, T. C., Miller, M., Naimi, T. S., “Alcohol policies and motor vehicle crash deaths involving blood alcohol concentrations below 0.08”, *Am J Prev Med*, 58 (5), pp. 622-629, 2020.
- [37] 溝井泰彦, 「法医学とアルコール」, 『病態生理』, 第9巻第12号, pp. 975-983, 1990.
- [38] 溝井泰彦, 「酩酊の個人差に関する研究」, 『日法医誌』, 第30巻第3号, pp. 137-168, 1976.
- [39] 松本智寛, 橋谷田真樹, 赤根敦, 「合成カンナビノイド中毒と交通事故」, 『中毒研究』, 第28巻第4号, pp. 333-338, 2015.
- [40] Kriikku, P., Wilhelm, L., Schwarz, O., “New designer drug of abuse: 3, 4-methylenedioxypyrovalerone (MDPV). Findings from apprehended drivers in Finland”, *Forensic Sci Int*, 210 (1-3), pp. 195-200, 2011.