

## 救急医療へのコネクテッド機能の活用

有嶋拓郎\*

救急医療は、1970年代の交通戦争ともいわれた交通外傷が契機となったが、社会インフラの充実、シートベルトをはじめとする安全装置の拡充、総人口の減少などから、事故の発生件数も死亡数も減少してきている。しかし高齢化社会を迎えて、高齢者ドライバーや高齢の傷病者の増加は新たな問題となってきている。今後は日常生活活動からさまざまな情報が発信され、それらの情報が有機的に共有され、先進事故自動通報(AACN: Advanced Automatic Collision Notification)や自動運転車の開発が進められることになる。災害時にすでに使われている広域災害救急医療情報システム(Emergency Medical Information System: EMIS)と災害医療派遣チーム(DMAT)の高規格車両の関係は、ICTを基盤としたコネクテッドカー社会の先駆けとなるかもしれない。

### Utilization of Connected Function for Emergency Medical Care

Takuro ARISHIMA\*

Emergency medical care was triggered by an increase in traffic injuries in the 1970s. However, due to social infrastructure development, wearing of seatbelts, a decrease in the total population, the number of accidents and the number of deaths has also decreased. But, with the aging society, an increase in elderly drivers and elderly injured people has become a new problem. In the future, various information will be transmitted from daily activities and an information society will be constructed in which that information will be shared on the cloud. In addition, Advanced Automatic Collision Notification (AACN) and automatic driving car development will also advance. The relationship between the Emergency Medical Information System (EMIS), which is already being used in disasters, and the high standard vehicle of the Disaster Medical Assistant Team (DMAT) will be a pioneer of an ICT-based connected car society.

#### 1. はじめに

救急医療は、疾病の緊急性や重篤性、発生場所や発生人数の特殊性から時間的制約の中で実施される特徴がある。交通外傷は、突発的な発生であり、緊急処置を要する重症症例が院外で発生し、しかも同時に多数傷病者の発生があることから、救急医療の

対象疾患であった。交通事故死を減らすことを目指して、救急医療体制の整備が行われた。その中心となるのが救急医療施設の階層化で、傷病者の重篤度に応じて、1次から3次までの救急医療施設に振り分けることを可能にした。これにより、医療介入までの時間の短縮化を図った。交通事故をはじめとする院外発生の傷病者の振り分け業務は、消防署の救急隊が担っていた。高次の救急医療を担う病院は、都市部に集中していることもあり、医療介入までの時間を短縮化することを目指して、ドクターカーやドクターヘリを導入し、傷病者の予後を改善しようとする傾向が顕著になってきた。これらの運用には、

\* 鹿児島大学病院救命救急センター  
Critical and Intensive Care Unit, Kagoshima University  
Medical and Dental Hospital  
原稿受付日 2018年11月12日  
掲載決定日 2019年1月8日

すでにさまざまな形での情報の共有化がなされている。ICT (Information Communication Technology) により、ビッグデータを簡単に利用することが可能となり、病院選定に応用することを実際に行っているところもある。このような視点に立って、救急医療へのコネクテッド機能の利用を紹介する。

## 2. 救急医学、救急医療の特徴

医療を分類する際は、消化器内科、消化器外科、呼吸器内科、呼吸器外科というように臓器別の分類が広く使われてきた。病院での診療科の分類も、これに倣っている。また、小児科、老年科、産婦人科などのように性や年齢を基準に分類される場合もあり、すでに広く受け入れられている。一方、救急医学(医療)は、外傷、環境外傷、中毒、内因性疾患、ショックなど多様性に富んでおり、臓器別分類には馴染まない。疾患によらず、緊急あるいは急性期の状態に対応する診療体系となっている。診療や治療において、時間的空間的制約がある中で行われる医療行為というのが特徴を言い表している。具体的に4つの状況下での医療に大別される。①非常に重篤な状態であり、適切な治療介入が早急に実施される必要がある(例:出血性ショック)。②急速に病状が悪化する状態で、早急に治療介入をしないと救命できない状態(例:窒息、緊張性気胸)。③医療資源の乏しい場所や遠隔地で疾病が発生した状態(例:僻地において発生した脳卒中。できるだけ早く血栓溶解療法を実施する必要がある、搬送にも時間的制約がある)。④一度に多数の傷病者が発生した集団災害(適切な患者を適切な順番で適切な施設に搬送するための時間に制約がある)。

救急疾患を受け入れる関係上、救急応需病院は地域に密着した形で立脚していた。この構図は、現在でも大まかには変わらないが、人口が都市部に集中するようになり、高次の救急医療を担う病院は都市部に集中してきている。幸い、広域搬送を容易にする航空搬送も日常的に使われるようになり<sup>1)・3)</sup>、救命救急センターの医療圏は面積としては拡大してきている。救急車、ドクターカー、ドクターヘリなどと、それを運用するコントロールセンター(通信指令室)、さらには傷病者を受け入れる病院の連携がますます重要になってきている。救急医療は、交通事故や集団災害など、人々の社会活動との関係も密接であり、病院の中ではフロントの医療活動という側面もある。救急救命士をはじめとする消防隊員

による医療活動を病院前救護というが、現在では救急隊の活動を補完する形でドクターカー、ドクターヘリも全国で運用され<sup>4)</sup>、病院前医療そのものが発展してきている。病院前医療は、救急医療という救命を追求して研鑽してきた救急医学の必然的な発展の方向性でもある。コネクテッド機能や技術は、現在進められているコネクテッドカー社会の基盤をなすものであるが、ドクターカーやドクターヘリの発展においても寄与するものと思われる。

## 3. 交通事故と救急医療

### 3-1 交通事故の疫学

わが国における道路交通事故による交通事故発生件数と死者、負傷者(Fig.1)の推移をみると、昭和40年代と平成10年代にピークを持つ曲線となっていることが分かる。1971(昭和46)年6月2日施行の改正道路交通法より、運転席・助手席でのシートベルト着用について努力義務が課せられた。1985(昭和60)年9月1日施行の改正道路交通法により、自動車高速道・自動車専用道において、前席(運転席・助手席)でのシートベルト着用が罰則付きで義務付けられ、一般自動車道については、1992(平成4)年11月1日から義務付けられた。2008年6月からは、後部座席にもシートベルト着用の義務化が行われた。シートベルトの義務化後、死亡率は減少してきており、現在では、交通事故死は年間5,000人程度にまでなり、ピーク時の4分の1になった。交通事故によって搬送される傷病別人員数では、軽症が半数を占めており、重症と死亡は合計して9%であった(Fig.2)。2015年度の人口10万人当たりの交通外傷死は、65歳以上が6.8人に対し、65歳未満は2人となっている<sup>6)</sup>。衝突モードでの死亡率をロジスティック解析した富永らの研究がある<sup>7)</sup>。衝突モデルで死亡重症確率のベースラインが13.3%の場合、シートベルト非装着では48.7%、乗員年齢が65歳以上では、30.1%に死亡重症確率が増加する結果と符合している。交通インフラの整備や日本全体の人口減少も相まって、事故件数や死亡数はともに減少傾向が続くことが考えられる。しかし、交通事故死の多くを占める高齢者の増加を考慮すると、高齢者にとって安全な交通環境の整備は急務となっている。

### 3-2 交通外傷と救急医療体制

現在実施されている救急医療活動をFig.3～Fig.5に示す。救急通報を受けた消防の指令センター

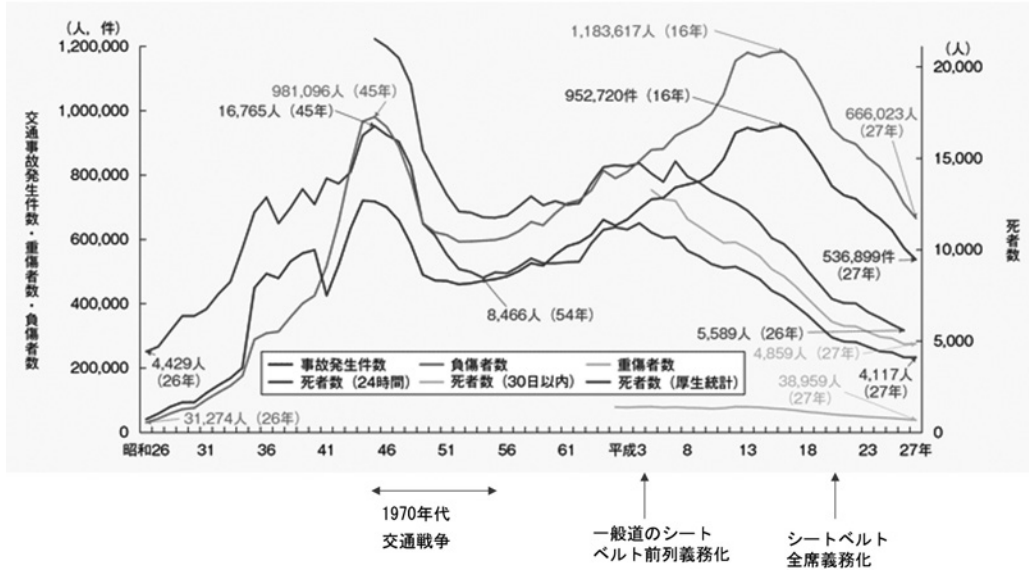


Fig.1 道路交通事故による交通事故発生件数と死者および負傷者

で事故概要を把握して、救急車の出動 (Fig.3)、ドクターカーの同時出動 (Fig.4)、ドクターヘリの同時出動 (Fig.5) を要請する。ドクターカーは、2016年の段階で救命救急センター保有の239台と消防機関保有の32台で運用されている<sup>8)</sup>。2016年度の運用件数は40,930件で、1台あたり151件の出動実績となる。年間2,518件出動している施設もあれば、活動実績のない施設もある。ドクターヘリは2017年3月31日現在、全国41道府県に51機が配備されている。2016年度の搬送件数は25,216件で、1機あたり494件の搬送がなされた計算になる。基地

病院ごとの出動件数は1,926~5件、中央値427件で、施設によるばらつきがある。ドクターヘリは救急医療や災害医療の他、へき地医療や小児・周産期医療にも貢献している一方、費用対効果の問題や安全運航の問題は、依然残っている<sup>4) 9)</sup>。

### 3. 先進事故自動通報 AACN : Advanced Automatic Collision Notification

救急車のみであった病院前の医療活動に、ドクターカーやドクターヘリが参入し、早期治療介入の道を開いたことは意義が大きい。しかし、Fig.4やFig.5とFig.3を比較すると分かるように、受傷者が重症な場合は、救急通報は目撃者の善意や事故当事者の救助義務に委ねられており、治療の遅れに繋がりが兼ねない。欧米では、交通事故時の車体の衝突部位<sup>10)</sup>、減速時間などから、重症度を推測するガイドライン<sup>11)</sup>を策定し、自動的に消防機関や医療機関に救急要請を発するコネクテッド機能を搭載した車両の開発が行われており、その有用性も確認されている<sup>12) 13)</sup>。わが国でも、搭乗者の重症度を推測する研究が国内の事故データ約280万件をベースに実施されている<sup>14)</sup>。交通事故発生時の車両のデータを、定められたアルゴリズムに基づいて自動で分析し、死亡重症確率を推定、消防本部および協力病院に通報する技術である (Fig.6)。AACNは、より重症症例を搬送するドクターヘリやドクターカーの早期出動要請と連動することで、交通事故での救命率向上

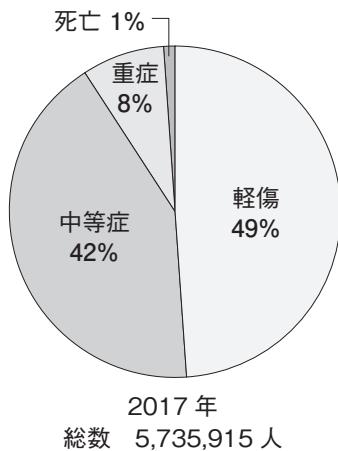


Fig.2 傷病程度別搬送人員 (出典) 総務省ホームページ<sup>5)</sup>

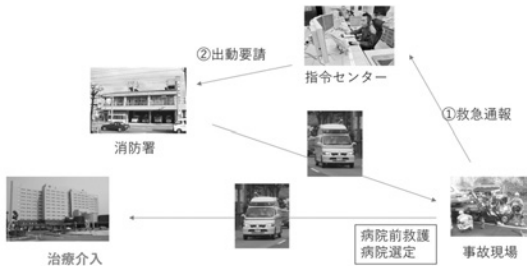


Fig.3 救急隊による病院前診療

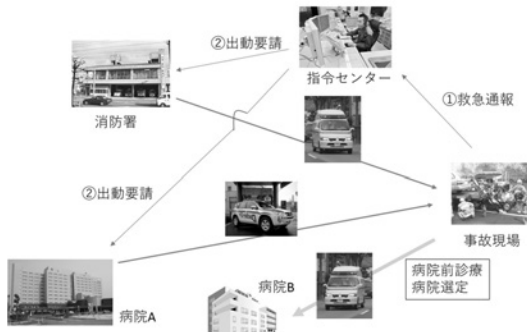


Fig.4 ドクターカーを使った病院前診療

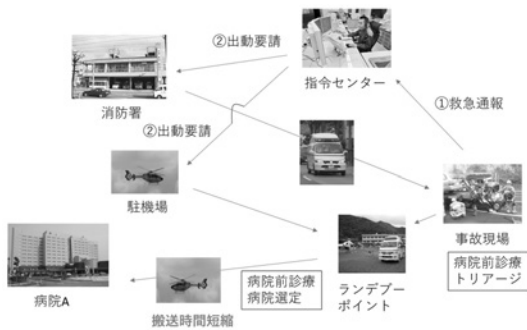


Fig.5 ドクターヘリを使った病院前診療

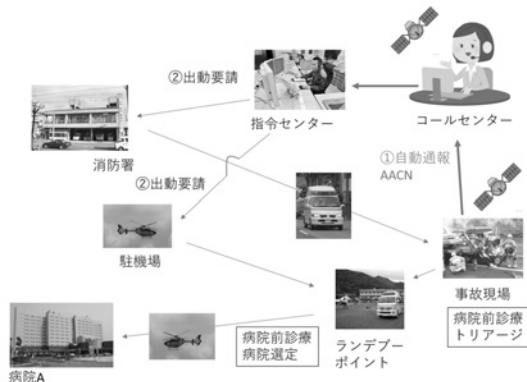


Fig.6 先進事故自動通報

を目指すサービス（救急自動通報システム、D-Call Net<sup>®</sup>）が構築されつつある<sup>9)</sup>。今後、症例数の多い軽症症例にも応用され、交通外傷の総合的な病院前救護ガイドと病院選定システムに進化していくことも望みたい。

#### 4. 災害医療と広域災害救急医療情報システム

広域災害救急医療情報システム（Emergency Medical Information System: EMIS）<sup>15)</sup> は、災害時に被災した都道府県を越えて、医療機関の活動状況など災害医療に関わる情報を吸収し、被災地域での迅速かつ適切な医療・救護に関わる各種情報を集約・提供することを目的としている。阪神淡路大震災（1995年1月17日）が発生した際に、医療機関同士で情報をうまく共有することができず、特定の病院に患者が集中するなど、効率的な災害対応ができなかったことを教訓として、2006年から運用が始まった（Fig.7）。役割としては、①各都道府県システムにおける全国共通の災害医療情報の収集、②医療機関の災害医療情報を収集、災害時の患者搬送などの医療体制の確保、③東西2災害医療センターによる信頼性の高いネットワーク構成、④平常時、災害時を問わず災害救急医療のポータルサイトの役割、などである。超急性期においては、実働部隊である災害医療派遣チーム（DMAT：Disaster Medical Assistance Team）<sup>17)</sup>の活動の統制や意思決定に必須のツールとなっている。Fig.8上段は、訓練の様子であるが、背側の矢印はEMISの医療機関等・支援状況モニターが掲示されている。下段にモニター画面を示した。

DMATは医師、看護師、業務調整員（医師・看護師以外の医療職および事務職員）で構成され、大規模災害や多傷病者が発生した事故などの現場に、急性期（おおむね48時間以内）に活動できる機動性を持った、専門的な訓練を受けた医療チームである。DMATの重要な任務の一つは、被災地での医療ニーズの軽減である。創傷処置に日々多くの人力と医療資源を必要とする重症熱傷や、血液透析などの限られた衣装資源を必要とするクラッシュ症候群などは、被災地の医療ニーズ軽減のためにも、当該傷病者を被災地から非被災地に搬送する必要がある。DMATは高規格の救急車両を保有しており、これらの任務を遂行している。

EMISは、情報インフラの拡充と使用端末の演算速度の高速化を受けて、2006年以降も改訂が加えら



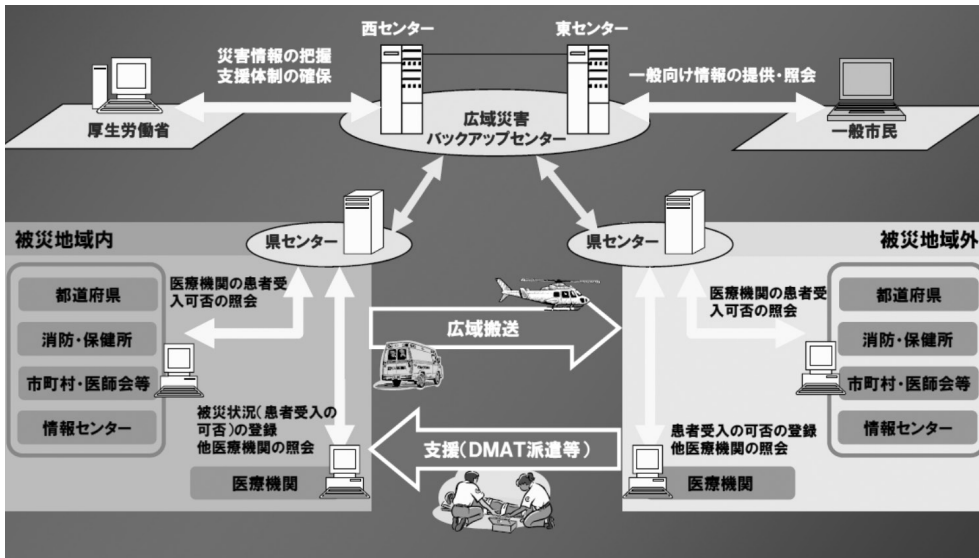


Fig.7 広域災害救急医療情報システムの概略図  
(出典) 広域災害救急医療システム<sup>16)</sup>

れ、現在では、非常に膨大な情報を扱えるようになってきている。筆者も、2013年の東日本大震災、2015年熊本地震などでは、DMAT隊員として出動した経験がある。病院で待機している同僚DMAT隊員に、参集拠点までのアクセスルート、給油所、休憩地を、EMISや高速道路公団のホームページ上の情報を収集してもらいながら走行することが多かった。大抵は慌ただしい出動でもあり、往路帰路の運転を自動化できればと思うのが常であった。理論的には、DMAT車両にコネクテッド機能を搭載し、EMISの情報を活用して、ハザード回避をしながら目的地

まで自動運転で到達することが可能になるはずである。官民ITS構想・ロードマップ2018によると、自家用車でも高速道路などの特定の場所であれば、完全自動運転ができるようになるレベル4の自動運転技術の実用化は、2025年となっている<sup>18)</sup>。さらに一般道を含む中長距離の傷病者転送においても、災害用救急車両の自動運転技術が応用されるレベル5が、2030年までに完備されるかもしれない。

災害時の混乱した環境でも、比較的確実な情報が提供されれば、広域搬送にも有益なツールとなる。現実的には、搬送病院の選定に診療担当者の判断が多用されている。その意味では、ICTの活躍の場は多いが、導入がまだまだ不十分と思われる。EMISにおいても、病院の機能や被災状態が数値などで揭示され、災害時の病院搬送の判断を支援するツールにまではなっていない。将来的には、EMIS上のデータとビックデータを接続してくれるICTの発展が望まれる。



Fig.8 調整本部におけるDMATの活動風景  
(上段は訓練の風景、矢印と下段はEMISの画面)

### 5. ICTと救命医療

救命率は、Fig.9に示すように、診療の質と医療資源の量の積を治療開始までの時間で割った数値で概算される。これまで、3つの項目を別々に改善しないし充実することで、救命率の向上を目指してきた。時間の制約が特に顕著な救急領域では、最善の選択を当事者の経験に委ねていた時代が長く続いて

$$\text{救命率} = \frac{\text{診療の質} \times \text{医療資源の量}}{\text{治療開始までの時間}}$$

- ・ EBM
- ・ 標準診療の実施
- ・ 医療安全の実施

- ・ 医療施設
- ・ マンパワー
- ・ 現在の救急外来の  
煩雑状況

- ・ DrヘリやDrカー運用
- ・ AACNや重症度判定を実施  
しての病院選定
- ・ 適切な搬送

Fig.9 救急医療における救命率の方程式

いた。診療の質、医療資源の量、治療開始までの時間がクラウド上にメガデータとして集積され、ICTによって、その情報が救急現場に還元されることはすでに部分的に試みられている。佐賀ネットや奈良県e-MATCH<sup>19)</sup>は、救急現場から救急隊によりアクセスされるためのICTであり、急性期病院の選定情報が提供され、結果として病院前救護の時間短縮が図られている<sup>20)</sup>。交通事故の状況に限ると、AACNの情報と蓄積されたメガデータが瞬時に分析され、病院選定までもが指令センターや高次救急病院にICTにより提示されるようになることが現実的になってきている。いわば、救急車や救急医療を紐づけた自家用車であり、新しい付加価値となる可能性が高い。迅速な救命医療の介入には、病院前救護の充実と救急病院の診療の質が担保されている必要がある。

救急医療で扱う疾患は希少なケースも多く、緊急度の高い病態では即断を要求される治療も多い。すべてにおいて根拠に基づいた医療 (Evidence Based Medicine)<sup>21)</sup>を求めにくい環境である。情報端末が医療現場に普及しつつある現在では、疾患に関するさまざまな検索ははるかに容易になった。これもICTの恩恵を受けている。さらに診療をプロセス、特に目標診療の達成で評価する試みがある<sup>22)</sup>。このようなデータは、診療の質を評価するリアルワールドの客観的データの可能性が高く、工夫すれば、自動的に計測されていくような仕組みを構築できるかも知れない。救急病院での治療成績が常にアップデートされ、ビッグデータに反映されるためには、不断のデータ入力が必要である。多忙な医療機関において入力の更新や追加は大変な負担であり、無意識のうちに蓄積されるような何らかの対策が必要であろう。

## 6. おわりに

救急医療は、時間的制約の中で実施される医療である分、診療時間の短縮に積極的に対応してきた。ドクターカーやドクターヘリの病院前救護への導入は、医療介入時間の短縮を実現し、高速移動により、病院到着時間の短縮も実現した。病院選定にICTを導入する試みは、すでにいくつかの県で院外活動時間の短縮の成果を上げている。自家用車の発展も急速で、AACNを搭載した乗用車は普及の段階に入っている。さまざまな情報社会の上に形成されるコネクテッドカーは、救急医療をも紐づけた自動車である。それだけに救急医療の体制を変える推進役の一つになることも期待される。

## 参考文献

- 1) 大鋸立邦、川合皓太、淵上貴正、他「富山県ドクターヘリ医療の現状と運航から2年間のあゆみ」『富山県立中央病院医学雑誌』Vol.41、No.1/2、pp.9-13、2018年
- 2) 菊池斉、植田育也「ドクターヘリによる航空搬送」『小児外科』Vol.16、No.4、pp.321-323、2014年
- 3) 浅井康文、平井傑、水野浩利、他「北海道における、僻地・離島における救急医療の確保」『へき地・離島救急医療研究会誌』Vol.9、pp.28-32、2008年
- 4) 小濱啓次「ドクターヘリの過去、現在、未来」『日本救急医学会雑誌』Vol.21、No.6、pp.271-281、2010年
- 5) 総務省ホームページ  
▶<http://www.soumu.go.jp/>
- 6) 平成28年交通安全白書  
▶[http://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/h28kou\\_haku/zenbun/genkyo/h1/h1b1s1\\_1.html](http://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/h28kou_haku/zenbun/genkyo/h1/h1b1s1_1.html) (2018年11月12日閲覧)
- 7) 富永茂、西本哲也、本村友一、他「日本の交通事故実態を反映したAACN障害予測アルゴリズムの研究」『自動車技術会誌』Vol. 46、No.5、pp.925-930、2015年
- 8) 厚生労働省「ドクターヘリの現状と課題について」第8回救急・災害医療体制等の在り方に関する検討会  
▶<https://www.mhlw.go.jp/content/10802000/000360981.pdf> (2018年11月12日閲覧)

- 9) 篠田伸夫「ドクターヘリのこれまでの歩みと課題」『医学のあゆみ』Vol.263、No.8、pp. 681-687、2017年
- 10) Kusano, K.D., Gabler, H.C. : Automated Crash notification : Evaluation of in-vehicle principal direction of force estimation, Transportation Research Part C, Vol.32, pp.116-123, 2013
- 11) Sasser, S.M., Hunt, R.C., Faul, M., Sugerman, D., et al : Guidelines for field triage of injured patients : recommendations of the National Expert Panel on Field Triage, 2011. MMWR Recomm. Rep. 2012 Jan 13;61(RR-1) : 1-20
- 12) Candefjord, S., Buendia, R., Caragounis, E., et al. : Prehospital transportation decisions for patients sustaining major trauma in road traffic crashes in Sweden, Traffic Inj. Prev., Vol.17, Suppl.1, pp.16-20, 2016
- 13) Lee, E., Wu, J., Kang, T., Craig, M. : Estimate of mortality reduction with implementation of advanced automatic collision notification, Traffic Inj. Prev., Vol.18, Suppl.1, pp.S24-S30, 2017
- 14) 総務省「コネクテッドカー・オートノマスカー」『平成27年版 情報通信白書』第2部、pp.183-191、2015年
- 15) 石井昇、中山伸一、中村雅彦、他「災害時医療対応の問題点と対策-大規模事故に対する医療対応-」『日本集団災害医学会誌』Vol.6、No.3、pp. 237-237、2002年
- 16) 広域災害救急医療情報システムの概要  
▶<https://www.wds.emis.go.jp/topcontents/W01F14P.pdf>
- 17) 近藤久禎「DMAT: 災害派遣医療チーム」『最新医学』Vol.67 (3月増刊)、pp.830-838、2012年
- 18) 官民ITS構想・ロードマップ2018  
▶<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20180615/siryu9.pdf> (2018年11月12日閲覧)
- 19) 奥地一夫、福島英賢、則本和伸、他「救急医療の質向上を目指した救急管制支援ツールの運用 - e-MATCH本格的導入後の検証-」『日本臨床救急医学会雑誌』Vol.17、No.2、pp.215-215、2014年
- 20) 横田裕行「平成27年度厚生労働科学研究補助金(循環器疾患・糖尿病生活習慣病対策総合研究事業)『脳卒中や心筋梗塞に関する医療連携構築に関する研究』報告書」
- 21) 池上敬一「救急医学とEBM」『診断と治療』Vol.91、Suppl、pp.121-129、2003年
- 22) 水流聡子、飯塚悦功、棟近雅彦「医療の質・安全を保証する患者状態適応型パスシステム(PCAPS)」『月刊保険診療』Vol.61、No.7、pp.113-117、2006年