

<総説>

米国の救急外来における電子カルテシステムと臨床診断意思決定支援システム

井口竜太¹⁾, 佐藤元²⁾, 中村謙介¹⁾, 松原全宏¹⁾, 軍神正隆¹⁾, 石井健¹⁾,
中島勸¹⁾, 矢作直樹¹⁾

¹⁾ 東京大学医学部附属病院救急部・集中治療部

²⁾ 国立保健医療科学院政策技術評価研究部

Healthcare information systems and clinical decision support for emergency departments: History and development in the United States

Ryota INOKUCHI¹⁾, Hajime SATO²⁾, Kensuke NAKAMURA¹⁾, Takehiro MATSUBARA¹⁾,
Masataka GUNSHIN¹⁾, Takeshi ISHII¹⁾, Susumu NAKAJIMA¹⁾, Naoki YAHAGI¹⁾

¹⁾ Department of Emergency and Critical Care Medicine, The University of Tokyo Hospital

²⁾ Department of Health Policy and Technology Assessment, National Institute of Public Health

抄録

電子カルテは主に一般外来や病棟で開発されてきた。しかし、一般外来や病棟では数日から長期的に渡る治療に重点が置かれる傾向があることに対して、救急外来は短期的な治療や複雑な作業の効率を改善することに重点が置かれる。この救急外来の特殊性に対応した電子カルテシステムが、救急外来に特化した情報システム（EDIS）である。EDISの中には、医療安全の向上や臨床上の判断根拠の共有を図ることでより良い医療を提供するシステムである。臨床診断意思決定支援システム（CDSS）が含まれており医療安全の向上に寄与していることが示されている。これらのシステムは、緊急疾患の見逃しといった医療過誤、標準的治療を逸脱した医療の質の低下、無駄な検査・画像偏重による医療費の増大、さらに救急医療に関する研修医教育の欠如等の問題を改善することが期待されている。これらを受けて米国では、EDISの構築ならびにCDSSの開発が2009年オバマ政権誕生以後加速している。

現在日本においては、EDISを開発している企業は無い。今後日本で開発し導入するに当たってEDIS、CDSS開発の歴史を鑑みると、EDISにおいては既存の病院システムとの互換性ならびに複数の医療機関との互換性や使いやすいインターフェースが必要となり、CDSSにおいては診療行為を妨げないように臨床医に注意喚起やアドバイスするデザインが必要であると考えられる。今後日本において、こうしたシステムが実地医療機関への導入が図られることで、日本人の救急疾患の特徴といった知見の蓄積や疫学研究の進展が望まれる。

キーワード：救急医療、医療情報、健康情報システム、電子カルテ、臨床診断

Abstract

Electronic health record systems were developed primarily for use in general outpatient care and in wards. The duration of both general outpatient and ward treatment can vary; in contrast, emergency care involves short-term treatment and requires the efficient performance of complex tasks. Therefore,

連絡先：井口竜太

〒113-8655 東京都文京区本郷7丁目3-1

7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8655, Japan.

Tel: 03-5800-8681

Fax: 03-3814-6446

E-mail: inokuchir-icu@h.u-tokyo.ac.jp

[平成24年12月27日受理]

emergency departments require customized systems such as Emergency Department Information Systems (EDIS), which reflect the unique examinations and treatments required in emergency care. Clinical Decision Support Systems (CDSS) improve medical safety by reducing errors in judgment and enabling the information sharing that forms the clinical basis for decision making. These systems are expected to maintain the quality of medical care, decrease medical costs by avoiding unnecessary testing and overemphasis on imaging, and improve the level of medical education and training, which is currently inadequate. In the United States, improvements have been made to these systems to increase the efficiency and safety of emergency medical care, and efforts in this direction have been more pronounced during the Obama administration (since 2009).

Unfortunately, the concept of EDIS is not well known in Japan; as a result, no Japanese companies manufacture electronic medical record systems designed specifically for use in emergency departments. The history of EDIS and CDSS development in the United States shows that they must be compatible with existing hospital systems, and standardization across medical facilities should be a major goal. In addition, a good interface design is required. CDSS should prevent clinicians from obstructing their course of medical treatment and advice and reminder with proper timing. We hope that such systems will increasingly be adopted by healthcare facilities, leading to an accumulation of knowledge and the advancement of epidemiological research in Japanese emergency medicine.

keywords: Emergency medicine, health information technology, healthcare information systems, electronic medical record, clinical decision

(accepted for publication, 27th December 2012)

I. はじめに

近年、一般外来や病棟において医療情報技術（Health Information Technology：以下HIT）の技術革新の速度は非常に速く、地域医療機関連携においてもHITが利用される機会が増えてきた。こうした医療情報電子化の導入、推進において診療記録の電子化（電子カルテ）が大きな推進力となっている。

救急外来における医療情報の電子化は、一般外来のそれとは区別して考えることが必要である。例えば、救急外来では一般外来や病棟と診療形態が異なることから、既存の電子カルテシステムを流用しても上手く機能しないことが指摘されている [1-3]。諸外国ではそれを踏まえて、救急外来に特化した救急情報システム（Emergency Department Information System：以下EDIS）の開発が進められている。さらにEDISの中に含まれる電子カルテシステムの中に、医療事故を減少させるための臨床診断意思決定支援システム（Clinical Decision Support System：以下CDSS）の開発が加速している [4]。

医療主導の大型予算でのHIT政策が行われるイギリス、カナダ、デンマークなどと異なり [5]、HIT政策が急には実現できず既存の電子カルテシステムにEDISシステムを導入する米国が参考になると考えられ、米国におけるEDISやCDSSの開発の経緯と現状、そして導入を阻む要因を吟味し、それを踏まえて日本の今後の課題を考察する。

II. 医療情報技術

(Health Information Technology: HIT)

1. HITとは何か？

HITの幕開けは1959年にLedleyとLustedが発表した“臨床診断推論の基礎”の論文であるとされている [6]。この論文は、Bayesの定理を用いた疫病診断の研究であり、後に心電図のコンピューター解析などに応用され医学研究に大きな影響を与えた。その後HITは医療者における意思決定だけでなく病院の業務処理にも用いられるようになった。

現在HITは、事務や医療機器管理のIT化、患者の医療情報を電子化し病院内外での利用、ITを介して患者へ情報提供・情報の双方向性の伝達（遠隔医療など）の3つに大別され、これらは医療コストの削減と、医療ミスの減少を目指した安全性の確保を大きな目的として導入が進められてきた [7, 8]。諸外国においては、オーストラリアでは1999年から“Health Connect”が、カナダは2001年から“Canada Health Infoway”が、イギリスは2002年から“NHS Connecting for Health”プロジェクトなどが国家施策としてHIT導入が進められている。さらに米国においては2009年になって、オバマ政権発足後の経済対策法（American Recovery and Reinvestment Act of 2009:ARRA）において、HIT導入促進に係る予算等が盛り込まれたこともあり、HITを巡る環境が大きく変わりつつある。

HITの具体的な例として、電子カルテ、電子処方、個人健康記録、遠隔モニタリング（Remote Monitoring）、保護された情報伝達（Secure Messaging）、遠隔医療（Telehealth）などが挙げられる（表1） [9]。

表1 Health Information Technology Tools

電子診療記録 (Electronic Medical Record : EMR)	患者の診療履歴を電子媒体で記録・保存する。 EMRの中に、臨床意思決定支援システム (CDSS) やオーダーリングシステム (CPOE) などのアプリケーションが含まれる。
電子処方 (ePrescribing)	薬や点滴の選択・処方や投薬の効果などを、ソフトウェアやアプリケーションを通じて行う。 EMRに組み入れられているものと、独立したシステムの双方を含む。
個人健康記録 (Personal Health Record : PHR)	個人が、自分の健康状況などの健康データを安全に管理できる電子アプリケーション。
遠隔監視 (Remote Monitoring)	患者や介護者から直接健康状態を、または医療装置を介してEMRやPHRを電送すること。 日々の測定値 (体重, 血圧, 心拍数・リズム, パルスオキシメトリー, 血糖値), 薬の管理 (輸液ポンプ, 電子ピルボックス), 活動 (ADLを測定するバイオセンサー, 歩数計, 睡眠モニター) などを含む。
保護された情報伝達 (Secure Messaging)	電子メールと同様に、医師や介護者と患者との間で行われる, 外部に情報が漏れないように保護された情報伝達のやり取り。
遠隔医療 (Telehealth)	通信技術を利用し, 診療に対するアドバイスや教育を行う。 ビデオ会議, 画像転送システム, 遠隔患者モニタリングなどを含む。

電子カルテはElectronic Medical Records (以下EMR) と記され、患者の診療履歴を電子媒体で即時に記録・保存するものである。この中には、CDSSやオーダーリングシステムといったアプリケーションが含まれる。EMRは、Electronic Health Record (以下EHR) と記されることがあり、以下に述べる個人健康記録 (Personal Health Record : 以下PHR) とともに、EMR, HER, PHR間で言葉の混乱が生じていた。そこで、2008年米国HIT同盟は、EMRは“一つの医療機関内で共有される医療・健康記録”, EHRは“複数の医療機関の地域連携で共有される医療・健康記録”, PHRは“個人が自ら管理する医療・健康記録”と定義した [10]。

電子処方箋は、主に電子カルテを使用して点滴や薬の処方を行うものであり、多くの病院で取り入れられている。この電子処方箋は、安全面の向上や医療費削減など多くの利益をもたらした [11]。そして、電子処方された薬や病院の受診歴などの健康データを一元的に管理するように開発されたものがPHRである。このPHRを各人が広く提供することで、医療機関での長期に渡る個人の診療状況、健康保険の情報、公衆衛生管理などといったメリットがあることから現在開発が進んでいる [12, 13]。ただPHRは、患者が病院に来院できる状態である場合や救急車で搬送される際には有効であるが、頻繁に通院できない場合にはその有効性は低いことや患者状態をタイムリーに反映されないといった欠点がある [9]。その点を解決したのが、保護された情報伝達と遠隔医療である。保護された情報伝達は、電子メールと同様に医師や介護者と患者との間で行われるものであるが、外部に情報が漏れないように情報が保護されているのが特徴である。この方法により、患者は何か自分の異変に気付いた時にわざわざ病院に行かなくても、タイムリーな情報を医療者に提供することが出来る [14]。もう一つの遠隔医療は自宅にしながら自分の状態を自ら、もしくは介護者がポータブルの医療機器を介して医療機関に送信するものである。

個人と医療機関を繋ぐものとしては以上のものがあるが、

医療機関を繋ぐ役割として遠隔医療がある。遠隔医療は通信技術を利用して、画像やデータを転送しそれに対するアドバイスや教育を行うために開発された。例として、遠隔地の患者に検査データや画像と音声を用いて、集中治療医がベッドサイドで行う場合と同様の診断や治療を行う目標としてelectronic intensive care unit (eICU) が開発されている。このシステムの導入により、死亡率の減少、平均滞在日数と平均入院日数の減少が報告されている [15]。

III. 救急情報システム (Emergency Department Information System: EDIS)

1. EDISとは何か?

HITは主に一般外来や病棟において主に開発されてきた。しかし一般外来や病棟で使用されていたシステムをそのまま救急外来に流用しようとしても、診療形態が異なることから今までのシステムとは異なるものが必要となった [1-3]。通常、一般外来や病棟では数日から長期的に渡る治療に重点が置かれる傾向がある。これに対して、救急外来では短い観察期間の間に緊急度の高い疾患を診断、治療しなければならないことや多くの患者が診察を待っている状況であっても緊急性の高い患者の受診により診療の中断を余儀なくされるといった特徴から短期的な治療や複雑な作業の効率を改善することに重点が置かれる。この救急外来の特殊性に対応したシステムがEDISであり、1975年に初めて提唱された [16]。現在、EDISは“救急患者の診療や対応を効率化させる電子カルテシステム”として広く定義されている [17]。この電子カルテシステムは診療記録だけでなく、オーダーリングシステム、CDSS、トリアージシステム、また医療費請求といった事務的なシステム全てを包括したものを指す。その詳細は数百の項目からなるが [18]、EDISに必須の機能や標準的な定義といったものは現在定まっていない [19]。

2. EDISの有益性

米国においては、EDISは医療現場、病院経営、国家戦略の3つの立場から開発が推進されている [17]。救急外来では、その煩雑な環境から医療事故が発生しやすい [20, 21]。最近では医療事故が社会問題として取り上げられる機会が多くなったことにより、医療訴訟を恐れるあまりに消極的な医療が問題となっている [22, 23]。このような問題に対して、EDISを導入することで診療効率を改善させることや、患者情報を地域医療機関で共有させるシステムを使用することで安全性を向上させることが期待されている。

その他国家戦略として、救急外来のデータベースを電子化することでリサーチや疫学調査が容易に行える利点は、研究のしにくい救急医療分野では非常に大きい。電子化されたデータは即時に情報収集出来る為、新しい感染症やテロが起こった際の早期発見や集団マネジメントに非常に重要となる [24]。特に米国においては2001年炭疽菌によるバイオテロリズム [25]、重症急性呼吸器症候群 (SARS) [26, 27] 発生以降、症候サーベイランス (Syndromic Surveillance) [28] やバイオサーベイランス (Biosurveillance) [29] と呼ばれるサーベイランスを目的とした取り組みが活発となっている [30]。これら患者の最初の入り口は救急外来であるため、アメリカ疾病管理予防センター (Centers for Disease Control and Prevention: CDC) は救急のシステムとの連携を強化している [31]。

3. EDIS導入を阻む原因

最近の研究では、米国において検査・画像データのオーダー・閲覧、電子診療記録、電子処方箋、CDSSなどの総合的な機能を備えた電子カルテシステムを導入している病院の割合は1.5%に留まり、一部機能を有する電子カルテシステムの導入率も7.6%しかなかったことが示された [32]。これを受けて、2010年Landmanらは米国の救急外来におけるEDISの普及率を調査した。オーダーシステム、情報相互運用機能、CDSSを有する包括的EDISを有する病院の割合は1.7%で、オーダーシステムや検査・画像表示機能といった一部の機能を有する基本的なEDISを有する病院は12.3%であった [19]。

HITやEDISの利点が関係者の間で広く認識されているにも関わらず、米国においてそれらの導入の動きは非常に遅かった。その原因としては、導入費用の問題、導入後の維持費、スタッフが現状からの変化を好まないこと、導入した後成功するか分からない不確実性、電子カルテの使用が難しい、システム自体の信頼性への不安感、直ぐにシステムが時代遅れになるのではという懸念や電子化される個人情報取り扱いにまつわるプライバシー保護の問題が挙げられている [24, 32, 33]。

一方で、臨床現場で使いにくいシステムは仕事の効率を下げ、医療事故を増加させ、致死率をも上昇させることが指摘されている [7, 34, 35]。

4. 米国におけるEDIS市場

米国においては、アメリカ復興・再投資法 (ARRA) の成立と同法に基づく奨励策により、2013年までに大半の医療施設がEDISを導入すると見られている。EDISの市場規模 (システム販売高) はその後2016年まで漸減するものの、2017年以後には古いEDISの更新のためまた市場規模が増大すると予測されている。2012年における米国EDISの市場規模は約2.12億ドルと評価されており、Cerner, Epic Systems, Allscriptsの3社で市場の55%以上を占めている [36]。これら企業の製品は、元々病院に導入されている電子カルテシステムにおける市場占有率が大きく、導入が図られるEDISとのシステム互換性が高いことも相まって、市場における高い製品競争力を確立していると考えられる。

IV. 臨床診断意思決定支援システム (Clinical Decision Support System: CDSS)

1. CDSSとは何か?

CDSSは医療従事者が診断や治療、点滴や処方などの指示といった意思決定を行う際に、判断ミスを抑制して医療安全の向上や、臨床上の判断根拠の共有を図ることでより良い医療を提供するシステムのことである [4]。現在開発されているCDSSを表2に記す [37]。

フィードバックは、医療従事者がおこなった行為や入力したデータに関して警告をかけるものであり、例として薬剤アレルギーに対する警告、薬剤の併用禁忌に対する警告、薬剤と検査結果の相関関係に対する警告 (例: ジゴキシンと血中カリウム低値)、薬剤用量調節支援 (例: オピオイドやインスリンの量、腎不全に対するガイドランス)、培養結果において感受性の悪い抗生剤を選択した際の警告、高齢者の予後を悪くする薬剤の処方に対する警告、ペースメーカー患者のMRI検査に対する警告などがある。その他、現在の病院における耐性菌の頻度をデータ編成して表示させる機能、疾患別に治療計画書を組み入れることでその後の治療や方針を明確にするもの、ルーチンな仕事では有るが忘れては重大な事故につながるものに対してアラームを出すもの (例: 低血糖患者に対して、血糖値を図るように指示)、異常値が出た時にメールを使って警告を促すもの、最新の治療ガイドラインを提示するもの、将来的に行う検査や注射の日付を知らせるものなどがある [8, 32, 38]。

救急外来に特化したものの一つとして自動トリアージシステムがある。自動トリアージシステムは、混雑する救急外来において、5段階で表すEmergency Severity Index: ESI (図1) [39] による実行プロセスを救急外来で行うことにより、重症患者の早期発見やスタッフの人員配置やベッドコントロールを効率的に、すなわち適切な資源とマンパワーの配分を行うことが出来るものである。

この5段階のトリアージは成人のみならず小児領域でも、入院・ICU入室の必要性の評価ならびに入院期間と相関関係があることが示されている [40, 41]。評価者間においても、ずれが余りないことが証明されている [42]。

表2 Clinical decision support systemsの機能的分類と凡例

分類	機能	例
Feedback	医療従事者が行なった行為や入力したデータに関して、フィードバックをかける	- 薬剤アレルギーに対する警告 - 薬剤の併用禁忌に対する警告 - 薬剤と検査結果の相関関係に対する警告 (例: ジゴキシンと血中カリウム低値) - 薬剤用量調節支援 (例: オビオイドやインスリンの量, 腎不全に対するガイダンス) - 培養結果において感受性の悪い抗生剤を選択した際の警告 - 高齢者の予後を悪くする薬剤の処方に対しての警告 - ペースメーカー患者のMRI検査に対する警告
Data Organization	バラバラのデータを統合し、図として表示する	- 病院における耐性菌の頻度
Proactive Information	例として、肺炎で入院する患者に対しての診療計画書	- クリニカルパスやオーダーセット
Intelligent Actions	ルーチンな仕事や繰り返し作業に対して、決まった時間にデータ等を提供したり警告したりする	- 低血糖患者に対して、血糖測定のを時間を警告 - ワーファリンを飲んだか、チェックするよう警告
Communication	検査値で異常があった際に、情報を提供する	- 診察している患者の検査値にパニック値があった際に自動的にメールを送る
Expert Advice	ガイドラインなどから診断や治療のアドバイスをを行う	- 治療ガイドラインの提示 (例: 心筋梗塞後にβブロッカーを内服させる) - 患者データから鑑別疾患や追加検査の提案 - 行なった検査に対して、不確実なことを減らす (例: 肺塞栓に対して行なったシンチなど)
Reminder	予防注射など次にいつ注射をするか、画面に表示する	- リマインダー (例: 肺炎球菌ワクチンを次回打つ日付が出てくる)

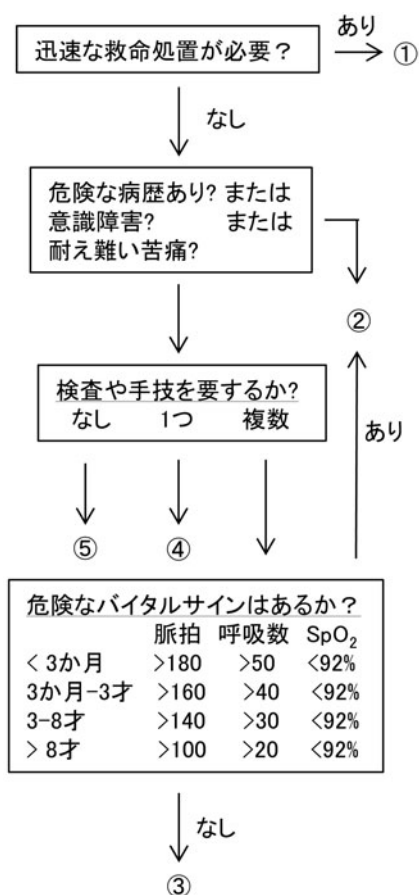


図1 Emergency Severity Index トリアージアルゴリズム, Version 4

ESI以外のトリアージシステムとして、アルバータ大学ではeTRIAGEシステム、カナダにおいてはCTAS (Canadian Triage Acuity Scale)、英国・ヨーロッパ・オーストラリアではManchester triage systemを使用している。これらトリアージシステムは病院前システムにも取り入れられている。その他病院前システムでは、脳梗塞や心筋梗塞の早期判断補助にCDSSが取り入れられており研究の蓄積がある [43]。

2. CDSS開発の歴史と種類

Nashは最初にCDSSの概念を提唱し、その応用可能性と有用性を論じ [44]、その後、様々なCDSSが開発された [6]。それらをWrightらは1959年から始まった独立した診断支援システム、1967年から始まった統合システム、1989年から始まった標準準拠システム、2005年から始まったサービスモデルの4つの種類に分類した (図2) [6, 45]。

1) 独立した診断支援システム

初期の診療支援システムは、病院内システムからは独立したものであった。他のシステムと独立していたため、誰でも容易に使えること、また標準化 (専門用語、システムへの入力・出力方法、医療知識記述方法を相互運用するため統一すること) する必要がなかったため共有化は非常に容易であった。

問題点としては独立したシステムのため、患者データを直接入力しなければならず非常に手間がかかることや、その機能を使いたい人しか使用しない為、実際の医療現場において医療者に与える影響力は小さかった。

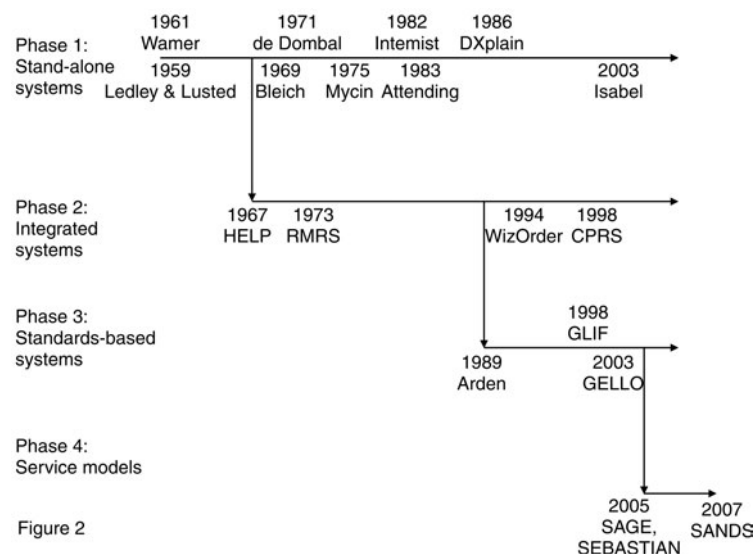


Figure 2
Excerpt from Wright A, Sittig DF. A four-phase model of the evolution of clinical decision support architectures. Int J Med Inform. Oct 2008;77(10):641-649.

図2 CDSS開発の歴史

2) 統合されたシステム

次に診断支援システムを病院のシステムと統合する試みが始まった。患者データは病院システムから移行するだけで良いので入力する手間がなくなった。さらに薬剤の相互作用に対する警告や薬剤の用量に対する警告といったものが、データを入力することなく得られるようになった。

問題点は各医療機関で使用されている電子カルテシステムや薬剤システムが異なるため、他の医療機関とシステムを共有できないことと、臨床診断システムはガイドラインを基に作成されているが治療ガイドラインが更新された場合には、システム全体のソースコードを改定する必要があることである。

3) 標準準拠システム

一つの医療機関における医療情報システムは、オーダリングシステムや電子カルテシステムを機能的に使用するにあたり、多くの部門システム間で情報交換が必要となる。

さらに複数医療機関の地域連携では異なるシステムとの互換性と相互運用性が必要となってきた為に“標準化”が必要となった。

“標準化”は人間の会話と同様に、コンピューターの言語と文法を規定することである [46]。現在使用されているもので、言語に当たるものではICD-10 (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th revision), SNOMED CT (Systematized Nomenclature of Medicine-Clinical Terms) やLONIC (Logical Observation Identifier Names and Codes) であり、文法に当たるものがHL7 (Health Level 7), DICOM (Digital Image and Communication in Medicine) やIHE

(Integrating the Healthcare Enterprise) である。

1989年から始まった標準準拠システムは、この文法を標準化させる試みであった。問題点は数多くの規格が考案されているが、病院システムに採用され広く普及しているものがない [36]。

4) サービスモデル

最近では、膨大な数の診療ガイドラインからオントロジー工学を応用して信憑性が高いものを選択し提供するCDSSの開発が進められている。糖尿病に関しては、Duke大学で進められているSEBASTIAN (System for Evidence-Based Advice through Simultaneous Transaction with an Intelligent Agent across a Network)の頭文字を取ったもの [47, 48]、高血圧に関してはスタンフォード大学とパロアルトの復員軍人病院と共同開発されたATHENA Hypertension Decision Support Systemがある [49]。

3. CDSSの有益性

2005年Gargらは1973年から2004年に行われた、CDSSに関する97の研究のうち62の研究 (64%) で医療の質を改善させたと報告した [50]。主に医療の質を改善させたものとして、診断システム、リマインダーシステム、疾患 (糖尿病、循環器疾患、その他) のマネジメントシステム、薬剤処方システムの4つを挙げている。

診断システムにおいては10の研究のうち4つ (40%)、リマインダーシステムでは21のうち16 (76%)、疾患のマネジメントシステムは37のうち23 (62%)、薬剤処方システムは29のうち19 (66%) で臨床における効率や安全性を高めたと述べている。さらにCDSSを導入したことで患者

の予後を13%向上させたことも示した [50].

同年出版された他のシステムティックレビューにおいても, KawamotoらはCDSSを導入したことにより医療の質を68%改善させたと報告した [51]. その中でCDSSが臨床における効率や安全性を高める重要な要因として, 独立したシステムより病院のシステムに組み込まれているもの, 紙媒体のものより電子化されているもの, CDSSが示した指示を行わなかった際にその理由を書かせるもの, 患者の評価だけでなく推奨事項を示すもの (この患者は冠疾患のハイリスク群です, よりもこの患者は冠疾患のハイリスク群ですので, β 遮断薬の投与を推奨しますというもの), 診察前後よりも診察中にその場で即座に使えるもの, の5つを挙げている.

また, 救急医療においては特に教育, 医療費の削減に大きな効果を持っていることが示されているが [24, 52-54], これらに関しては後述する.

4. CDSS導入を阻む原因

CDSSを導入するに当たっては, 電子カルテの導入が必須となる. しかし, 電子カルテシステムが整備されていてもCDSSを導入するにあたって障害となっているのは, 技術的に現在のシステムへ組み込むことが困難, 導入費用, 導入後の維持費, 技術者の不足の他に臨床医がCDSSの存在を知らずその有効性を認識していないことが挙げられる [19, 32, 50, 55].

その他使いにくいシステムは仕事の効率を下げ, 医療事故を増加させ, 致死率も増加させることが報告されている [8, 34]. またあまりに警告が多すぎると“オオカミ少年”と同様に無視され効果がなくなることが報告されている [56].

5. 米国EDISの中におけるCDSS市場

EDISは患者の医療・業務の円滑化を改善させることに重点を置かれているため, 一般外来や入院システムと異なり, CDSSの開発には重点は置かれていない. いくつかの病院は教育ツールとしてCDSSを取り入れているが, 作業を中断させるCDSSは臨床医から好まないことから, 今後より使いやすいCDSSを開発することが希望されている [36].

V. 日本におけるEDISとCDSSの将来の展望

1. 日本におけるEDIS

日本救急医学会によると2011年時点で救急医の数は3,219名であるが, いくつかの専門をとれる日本ではこれらの人数全てが救急医療に従事している訳ではなくさらに少ないと予想されている [57]. 24時間救急業務を安全におこなう上では, 一病院につき救急医が最低5人必要と言われているが [58], 全国には約4,500の救急告示医療施設があり救急医不在で診療を行っているところが多い. さらに近年, 時間外外来の救急部門においても, 応急処置にとどまらず診療時間内と同様の質を求める声があり, 本来の

救急医療の提供が十分に行われていない.

仕事の負担が大きいことで問題となってくるのは, 緊急疾患の見逃しといった医療過誤, 標準的治療を逸脱した医療の質の低下, 無駄な検査・画像偏重による医療費の増大, 緊急時を含めた研修医教育の欠如が挙げられる. それらを軽減させるために, 諸外国では救急外来における電子カルテシステムの開発が行われているが [59], 残念ながら我が国においてはEDISという概念は未だ広がっていない.

特に我が国では過去, 阪神・淡路大震災, 東日本大震災 [60-62] や台風といった自然災害, 地下鉄サリン事件といったテロ [63-66] の際に, 病院外の状況を瞬時に病院電子カルテシステムに反映させる情報共有システムが有効であった可能性がある. 現在, 災害広域災害発生時には広域災害救急医療情報システム (Emergency Medical Information System: EMIS) が病院前システムとして使われている.

2. 日本におけるCDSS

CDSSにおいても国内においていくつかの取り組みがなされている [67-69] が広く普及するには至っていない. 今後日本においてCDSSをEDISと独立して開発することは比較的容易だが患者データの入力に別に行う必要がある為 (図2 phase 1), 影響は小範囲に留まり全国的な普及は困難となる. よってCDSSの普及には患者データを直ぐに反映する電子カルテ, 即ちEDISが必要となる (図2 phase 2). さらに広範囲に普及させる為には, 標準的な医療用語を使った, もしくはそれに変換が可能であるシステムと, さらに様々な電子カルテに対して標準的なデータ交換規約が整備された状況が必要となる (図2 phase 3). 前述のIV章2.の中の3) 標準準拠システムで述べたように, 例として諸外国においてはコンピューター言語を標準化させる最も大きな用語集の一つであるSNOMED CT (Systematized Nomenclature of Medicine-Clinical Terms) があるが, 言語形態の異なる日本においてそのシステムをそのまま適応する事は困難であり, 日本独自のシステムの構築が必要でありその研究が現在進められている [70, 71].

救急外来においては症状や徴候から, 低頻度でも考慮していないと重大な結果を生む疾患を否定することが求められているため, 従来の診断をつけるようなアプローチとは異なった視点が必要となる. 日本においては救急医以外の医師が救急医療を行っている現状から, CDSSを使用することで緊急度の高い疾患を見逃すことを減らす恩恵を与えることが期待できる.

将来的にCDSSで診療ガイドや治療ガイドラインを提示することが出来れば (図2 phase 4), 標準的な治療に沿って医療行為が行われることで医療の質の保証, 無駄な検査を行わないことで医療費の削減, 最新の情報による知識の獲得, さらに若手医師に対する救急医療の教育を行うことができ, 今日の日本の救急医療の現状において非常に有効となると考えられる.

今後日本でCDSSを開発するに当たっては, 4-2) CDSS開

発の歴史と種類で述べたように、各自の病院システムの中だけで使えるスタンドアロンのシステムではなく、標準化することで複数の病院のシステムに組み込めるよう互換性を持たせように作ることが重要となる。最も良い方法はCDSSを組み込むことを前提としてEDISを作製し、その後CDSSを開発するというアプローチと考えられる。さらに最近では、日本における病院前トリアージシステムとしてCTAS/JTASの導入が進められていることから [72]、その病院前システムとの互換性を持たせることでEDIS、CDSSはさらに良いものになると期待される。ただし、EDISやCDSSシステムを導入するに当たっては良いことばかりでは無く、使いにくいインターフェースは作業効率を落とし死亡率を上昇させる [73] といった負の面もあるため綿密な計画と慎重な導入が必要である。

VI. 結論

米国におけるHIT、EDIS、CDSSを総覧して主にCDSSについて概説した。本項で述べたCDSSは、継続的に科学的根拠を蓄積・改良するEBMの進展、さらに個々の医療機関の実態に合わせた救急医療の質の向上や効率化を図る上で有益な手段となると考えられる。今後日本において、こうしたシステムの実地医療機関への導入が図られることで、日本人の救急疾患の特徴といった知見の蓄積や疫学研究の進展が望まれる。

引用文献

- [1] American College of Emergency Physicians. Health information technology. *Ann Emerg Med.* 2008;52:595.
- [2] Feied CF, Smith MS, Handler JA. Keynote address: medical informatics and emergency medicine. *Acad Emerg Med.* 2004;11:1118-26.
- [3] Handler JA, Adams JG, Feied CF, Gillam M, Vozenilek J, Barthell EN, et al. Emergency medicine information technology consensus conference: executive summary. *Acad Emerg Med.* 2004;11:1112-3.
- [4] Berner ES. Clinical decision support systems. New York, NY; Springer: 2007.
- [5] 田中博. 新版電子カルテとIT医療 これからの医療と病院運営のキーワードを解く. 東京: エム・イー振興協会; 2010.
- [6] Wright A, Sittig DF. A four-phase model of the evolution of clinical decision support architectures. *Int J Med Inform.* 2008;77:641-9.
- [7] Chaudhry B, Wang J, Wu S, Maglione M, Mojica W, Roth E, et al. Systematic review: impact of health information technology on quality, efficiency, and costs of medical care. *Ann Intern Med.* 2006;144:742-52.
- [8] Handel DA, Wears RL, Nathanson LA, Pines JM. Using information technology to improve the quality and safety of emergency care. *Acad Emerg Med.* 2011; 18:e45-51.
- [9] The Office of the National Coordinator for Health Information Technology. 2010-2-16. http://healthit.hhs.gov/portal/server.pt/community/healthit_hhs_gov_health_it_tools/1140. (accessed 2012-11-8)
- [10] Bell KM. "The National Alliance for Health Information Technology," Defining Key Health Information Technology Terms. April 2008.
- [11] Cresswell KM, Bates DW, Phansalkar S, Sheikh A. Opportunities and challenges in creating an international centralised knowledge base for clinical decision support systems in ePrescribing. *BMJ Qual Saf.* 2011;20:625-30.
- [12] Kaelber DC, Jha AK, Johnston D, Middleton B, Bates DW. A research agenda for personal health records (PHRs). *J Am Med Inform Assoc.* 2008;15:729-36.
- [13] Bates DW, Wells S. Personal health records and health care utilization. *JAMA.* 2012;308:2034-6.
- [14] Goldzweig CL, Towfigh AA, Paige NM, Orshansky G, Haggstrom DA, Beroes JM, et al. Systematic review: Secure messaging between providers and patients, and patients' access to their own medical record: Evidence on health outcomes, satisfaction, efficiency and attitudes [Internet]. Washington, D.C.: Department of Veterans Affairs (US); 2012. Available from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK100359/pdf/TOC.pdf> (accessed 2012-11-03)
- [15] Breslow MJ. Remote ICU care programs: current status. *J Crit Care.* 2007;22:66-76.
- [16] CPHA developing emergency department information system. *Bull Am Coll Physicians.* 1975;16:5.
- [17] Emergency Department Information Systems. In: Todd R, Donald K, Braian FK, Labby N, editors. 2009. <http://www.acep.org/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=45756> (accessed 2011-08-01)
- [18] Functional Profile - Emergency Department Information Systems. April 2007. <http://xreg2.nist.gov:8080/ehrsRegistry/faces/view/detailFunctionalProfile.jsp?id=urn:uuid:de55973d-63a9-46c5-bc29-8f3a0fd8d9a>. (accessed 2011-08-01)
- [19] Landman A, Bernstein S, Hsiao A, Desai R. Emergency Department Information System Adoption in the United States. *Academic Emergency Medicine.* 2010; 17:536-44.
- [20] Yu KT, Green RA. Critical aspects of emergency department documentation and communication. *Emerg Med Clin North Am.* 2009;27:641-54, ix.
- [21] Sinha M, Shriki J, Salness R, Blackburn PA. Need for standardized sign-out in the emergency department: a

- survey of emergency medicine residency and pediatric emergency medicine fellowship program directors. *Acad Emerg Med.* 2007;14:192-6.
- [22] Moore GP. Liability of emergency physicians for studies ordered in the emergency department: court cases and legal defenses. *J Emerg Med.* 2011;40:225-8.
- [23] National Report Card on the State of Emergency Medicine. Evaluating the Emergency Care Environment State by State. 2009 Edition.
<http://www.emreportcard.org/uploadedFiles/ACEP-ReportCard-10-22-08.pdf.pdf> (accessed 2011-08-01)
- [24] Institute of Medicine. Hospital-Based Emergency Care: At the Breaking Point. Washington, D.C.: National Academic Press; 2007.
http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=11621#toc (accessed 2011-08-01)
- [25] Cymet TC, Kerkvliet GJ, Tan JH, Gradon JD. Symptoms associated with anthrax exposure: suspected “aborted” anthrax. *J Am Osteopath Assoc.* 2002;102:41-3.
- [26] Poutanen SM, Low DE, Henry B, Finkelstein S, Rose D, Green K, et al. Identification of severe acute respiratory syndrome in Canada. *N Engl J Med.* 2003; 348:1995-2005.
- [27] Tsang KW, Ho PL, Ooi GC, Yee WK, Wang T, Chan-Yeung M, et al. A cluster of cases of severe acute respiratory syndrome in Hong Kong. *N Engl J Med.* 2003;348: 1977-85.
- [28] Kman NE, Bachmann DJ. Biosurveillance: a review and update. *Adv Prev Med.* 2012;2012:1-9.
- [29] Buckeridge DL. Outbreak detection through automated surveillance: a review of the determinants of detection. *J Biomed Inform.* 2007;40:370-9.
- [30] 高橋邦彦, 丹後俊郎. 疫病収集性の検定を用いた症候サーベイランス解析. *保健医療科学.* 2008;57:122-9.
- [31] New addendum to the PHIN Messaging Guide for Emergency Department and Urgent Care Data Release 1.1 (August 2012)” contains a “Conformance Clarification for EHR Certification of Electronic Syndromic Surveillance” (2012-10)
http://www.cdc.gov/phinf/library/guides/SS%20Addendum_v1_1.pdf (accessed 2012-11-16)
- [32] Jha AK, DesRoches CM, Campbell EG, Donelan K, Rao SR, Ferris TG, et al. Use of electronic health records in U.S. hospitals. *N Engl J Med.* 2009;360:1628-38.
- [33] Pallin DJ, Sullivan AF, Auerbach BS, Camargo CA. Adoption of information technology in Massachusetts emergency departments. *J Emerg Med.* 2010;39:240-4.
- [34] Fairbanks RJ, Caplan S. Poor interface design and lack of usability testing facilitate medical error. *Jt Comm J Qual Saf.* 2004;30:579-84.
- [35] Bernstein SL, Aronsky D, Duseja R, Epstein S, Handel D, Hwang U, et al. The effect of emergency department crowding on clinically oriented outcomes. *Acad Emerg Med.* 2009;16:1-10.
- [36] Millennium Research Group. US market for high-acuity information systems 2013. Ontario, Tronto: Millennium Research Group Publishers; 2012.
- [37] McPhee SJ, Papadakis MA. CURRENT Medical diagnosis & treatment 2011.
<http://www.accessmedicine.com/content.aspx?aID=779189>. (accessed 2011-08-01)
- [38] Michael JV, Ali SR. Integrated clinical decision support in emergency medicine: Transforming the electronic health record in order to reduce risk and improve medical decision making. 2010.
http://www.webmedcentral.com/article_view/508. (accessed 2011-08-01)
- [39] N Gilboy PT, DA Travers, AM Rosenau, DR Eitel. Emergency severity index, Version 4: Implementation handbook. Rockville: AHRQ Publication No. 05-0046-2 2005.
- [40] Tanabe P, Gimbel R, Yarnold PR, Kyriacou DN, Adams JG. Reliability and validity of scores on The Emergency Severity Index version 3. *Acad Emerg Med.* 2004;11:59-65.
- [41] Baumann MR, Strout TD. Evaluation of the Emergency Severity Index (version 3) triage algorithm in pediatric patients. *Acad Emerg Med.* 2005;12:219-24.
- [42] Dong SL, Bullard MJ, Meurer DP, Colman I, Blitz S, Holroyd BR, et al. Emergency triage: comparing a novel computer triage program with standard triage. *Acad Emerg Med.* 2005;12:502-7.
- [43] Hagiwara M, Henricson M, Jonsson A, Suserud BO. Decision-support tool in prehospital care: a systematic review of randomized trials. *Prehosp Disaster Med.* 2011;26:319-29.
- [44] Nash FA. Differential diagnosis, an apparatus to assist the logical faculties. *Lancet.* 1954;266:874-5.
- [45] Wright A, Sittig DE. A framework and model for evaluating clinical decision support architectures. *J Biomed Inform.* 2008;41:982-90.
- [46] U.S. Naional Library of Medicine. Unified Medical Language System. 2012-11-15
<http://www.nlm.nih.gov/research/umls/> (accessed 2012-11-16)
- [47] Kawamoto K, Lobach DF. Design, implementation, use, and preliminary evaluation of SEBASTIAN, a standards-based Web service for clinical decision support. *AMIA Annu Symp Proc.* 2005:380-4.
- [48] Kawamoto K, Del Fiol G, Orton C, Lobach DF. System-

- agnostic clinical decision support services: benefits and challenges for scalable decision support. *Open Med Inform J*. 2010;4:245-54.
- [49] Martins SB, Lai S, Tu S, Shankar R, Hastings SN, Hoffman BB, et al. Offline testing of the ATHENA Hypertension decision support system knowledge base to improve the accuracy of recommendations. *AMIA Annu Symp Proc*. 2006:539-43.
- [50] Garg AX, Adhikari NK, McDonald H, Rosas-Arellano MP, Devereaux PJ, Beyene J, et al. Effects of computerized clinical decision support systems on practitioner performance and patient outcomes: a systematic review. *JAMA*. 2005;293:1223-38.
- [51] Kawamoto K, Houlihan CA, Balas EA, Lobach DF. Improving clinical practice using clinical decision support systems: a systematic review of trials to identify features critical to success. *BMJ*. 2005;330:765.
- [52] Osheroff JA, Teich JM, Middleton B, Steen EB, Wright A, Detmer DE. A roadmap for national action on clinical decision support. *J Am Med Inform Assoc*. 2007;14:141-5.
- [53] Berner ES. Clinical decision support system: State of the Art. 2009.
http://healthit.ahrq.gov/images/jun09cdsreview/09_0069_ef.html. (accessed 2011-08-01)
- [54] Blumenthal D, Glaser JP. Information technology comes to medicine. *N Engl J Med*. 2007;356:2527-34.
- [55] Wears RL, Berg M. Computer technology and clinical work: still waiting for Godot. *JAMA*. 2005;293:1261-3.
- [56] Glassman PA, Simon B, Belperio P, Lanto A. Improving recognition of drug interactions: benefits and barriers to using automated drug alerts. *Med Care*. 2002;40:1161-71.
- [57] Hori S. Emergency medicine in Japan. *Keio J Med*. 2010;59:131-9.
- [58] 日本救急医学会. 救急診療指針. 改訂第4版. 東京: へるす出版; 2011.
- [59] 熊田恵介, 小倉真治, 福田充宏. 電子カルテは紙カルテを越えることができるか 救命救急センターでの取り組み. *日本医事新報*. 2007;21(1):80-4.
- [60] Irisawa A. The 2011 Great East Japan earthquake: a report of a regional hospital in Fukushima Prefecture coping with the Fukushima nuclear disaster. *Dig Endosc*. 2012;24 Suppl 1:3-7.
- [61] Becker SM. Learning from the 2011 Great East Japan Disaster: insights from a special radiological emergency assistance mission. *Biosecur Bioterror*. 2011;9:394-404.
- [62] Nakahara S. Lessons learnt from the recent tsunami in Japan: necessity of epidemiological evidence to strengthen community-based preparation and emergency response plans. *Inj Prev*. 2011;17:361-4.
- [63] Tokuda Y, Kikuchi M, Takahashi O, Stein GH. Prehospital management of sarin nerve gas terrorism in urban settings: 10 years of progress after the Tokyo subway sarin attack. *Resuscitation*. 2006;68:193-202.
- [64] Okumura T, Suzuki K, Fukuda A, Kohama A, Takasu N, Ishimatsu S, et al. The Tokyo subway sarin attack: disaster management, Part 1: Community emergency response. *Acad Emerg Med*. 1998;5:613-7.
- [65] Okumura T, Suzuki K, Fukuda A, Kohama A, Takasu N, Ishimatsu S, et al. The Tokyo subway sarin attack: disaster management, Part 2: Hospital response. *Acad Emerg Med*. 1998;5:618-24.
- [66] Okumura T, Suzuki K, Fukuda A, Kohama A, Takasu N, Ishimatsu S, et al. The Tokyo subway sarin attack: disaster management, Part 3: National and international responses. *Acad Emerg Med*. 1998;5:625-8.
- [67] 高田彰, 長瀬啓介, 大野国弘, 梅田政信, 長澤勲. 医療情報システムにおける診療判断支援機能 (CDSS; Clinical Decision Support System) の構築について. *医療情報学*. 2007;27:315-20.
- [68] 小野木雄三. 医療安全のための臨床意思決定支援, 診療ガイドラインの役割. *医療情報学連合大会論文集*. 2007;27:120-23.
- [69] 松村泰志. 臨床検査情報の有効利用を目指した診療支援システム 検査情報を用いた臨床意思決定支援システム (CDSS). *臨床病理*. 2011;59:512-8.
- [70] 柏木公一. 国際医療用語集SNOMED-CTの成立と概要, 日本への影響. *情報管理*. 2008;51:243-50.
- [71] 大江和彦. 病名用語の標準化と臨床医学オントロジーの開発. *情報管理*. 2010;52:701-9.
- [72] 奥寺敬. 救急医療の構築 救急外来患者緊急度判定支援システムCTAS/JTASについて. *日本病院会雑誌*. 2011;58:559-63.
- [73] Warden GL, Bagian JP, Bates DW, Cantrell D, Classen DC, Cook RI, et al. Health IT and Patient safety: Building safer systems for Better Care. Washington, D.C.: National Academy Press; 2011. Available from http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=13269&page=R1