

Standardization for the Next Door

Future Direction of IMIA Standardization

Title: Standardization for the Next Door

Sub title: Future Direction of IMIA Standardization

Authors: Jun Nakaya^a, Michio Kimura^b, Soichi Ogishima^c, Amnon Shabo^d, Il Kon Kim^e, Charles Parisot^f, Beatriz de Faria Leao^g

Affiliations:

^a Department of Medical informatics, School of Medicine, Tohoku University, Sendai, Japan

^b Department of Medical Informatics, School of Medicine, Hamamatsu University, Hamamatsu, Japan

^c Department of Medical ICT, Tohoku Medical Megabank Organization, Tohoku University, Sendai, Japan

^d Head of Healthcare and Life Sciences Standards Program, Haifa Research Lab, IBM, Haifa, Israel

^e School of Computer Science & Engineering, Kyungpook National University, Daegu, Korea

^f GE Healthcare Milwaukee, Wisconsin, USA and Buc, France

^g Health Informatics Consultant at Bleao Informática em Saúde, Brazil.

Correspondence Author: Jun Nakaya

Address: 1-1 Seiryomachi, Aoba-ku, Sendai, 980-8573, Japan

Affiliation: Tohoku University School of Medicine

Tel: +81-22-717-7501,

Fax: +81-22-273-6280

Email: junnaka@med.tohoku.ac.jp

Jun Nakaya^a, Michio Kimura^b, Soichi Ogishima^c, Amnon Shabo^d, Il Kon Kim^e, Charles Parisot^f, Beatriz de Faria Leao^g

^a Department of Medical informatics, School of Medicine, Tohoku University, Sendai, Japan

^b Department of Medical Informatics, School of Medicine, Hamamatsu University, Hamamatsu, Japan

^c Department of Medical ICT, Tohoku Medical Megabank Organization, Tohoku University, Sendai, Japan

^d Head of Healthcare and Life Sciences Standards Program, Haifa Research Lab, IBM, Haifa, Israel

^e School of Computer Science & Engineering, Kyungpook National University, Daegu, Korea

^f GE Healthcare Milwaukee, Wisconsin, USA and Buc, France

^g Health Informatics Consultant at Bleao Informática em Saúde, Brazil.

Abstract and Objective

Standardization in the field of health informatics has increased its importance and global alliance for establishing interoperability and compatibility internationally. Standardization has been organized by standard development organizations (SDOs) such as ISO (International Organization for Standardization), CEN (European Committee for Standardization), IHE (Integrating the Healthcare Enterprise), and HL7 (Health Level 7) etc. In this workshop, we reviewed the past activities and the current situation of standardization in health care informatics with the standard development organizations such as ISO, CEN, IHE, and HL7. Then we discussed the future direction of standardization in health informatics toward "future medicine" based on standardized technologies. In the discussion, some WHO members joined us to support this constructive activity. At this meeting, the workshop speakers have appointed as new members of the IMIA working groups of Standards in Health Care Informatics (WG16).

Keywords:

Standardization, ISO, Health, HL7, WHO

Workshop description

Standardization in the field of health care informatics has tried to achieve international compatibility and interoperability between independent information and communications technology (ICT) systems including health information system (HIS). Standardization has been organized by standard development organizations: ISO (International Organization for Standardization), CEN (European Committee for Standardization), IHE (Integrating the Healthcare Enterprise), and HL7 (Health Level 7) etc.

Medical informatics standardization has been worked on by TC 215 (Technical Committee 215) of ISO. Currently TC 215 is divided into the following working groups: CAG 1 (Executive council, harmonization and operations), WG 1 (Data structure), WG 2 (Data interchange), WG 3 (Semantic content), WG 4 (Security), WG 6 (Pharmacy and medicines business), JWG 7 (Joint ISO/TC 215 - IEC/SC 62A WG: Application of risk management to information technology (IT) networks incorporating medical devices), WG 7 (Devices), WG 8 (Business requirements for Electronic Health Records), and WG 9 (SDO Harmonization).

Standardization in the field of Health Information and Communications Technology (ICT) has been also worked on by TC 251 (Technical Committee 251) of CEN. TC 251 is divided into the following working groups: WG 1 (Information models), WG 2 (Terminology and knowledge representation), WG 3 (Security, safety and quality), and WG4 (Technology for interoperability).

International healthcare informatics interoperability standards have been also developed by HL7 (Health Level Seven), a non-profit organization. HL7 is also divided into several committees and special interest groups.

In this workshop, we reviewed the past activities and the current situation of standardization in health care informatics by the standard development organizations, ISO, CEN, IHE, and HL7. And we will discuss the future direction of standardization in health care informatics to realize EHR (electronic health record) and PHR (personal health record) for establishing "future medicine" in a standardized way.

At this meeting, the workshop speakers will be the new comer members of the IMIA working group of Standardization in Health Care Informatics (WG16)¹. The co-chairs of this working group are Prof. Dr. Jun Nakaya and Prof. Dr. Beatriz de Faria Leao.

Workshop speakers

The workshop speakers were as follows:

- Jun Nakaya, M.D., Ph.D., Director of Medical IT Center, Professor of School of Medicine, Tohoku University, Sendai, Japan
- Michio Kimura, M.D., Ph.D., Department of Medical Informatics, School of Medicine, Hamamatsu University, Hamamatsu, Japan
- Amnon Shabo, Ph.D., Head of Healthcare and Life Sciences Standards Program, Haifa Research Lab, IBM, Haifa, Israel
- Il Kon Kim, Ph.D., School of Electrical Engineering and Computer Science, Kyungpook National University,

¹ <http://www.imia-medinfo.org/new2/node/153>

Daegu, Korea

• Charles Parisot, Ph.D., GE Healthcare Milwaukee, Wisconsin, USA and Buc, France

• Beatriz de Faria Leao, M.D., Ph.D., Health Informatics Consultant at Bleao Informática em Saúde, Porto Alegre, Brazil

Extemporaneously Dr. Tom Oluoch joined us. He presented about status of CDC Kenya.

Program

The program was as follows:

• 13:45-13:50 Opening remarks by Jun Nakaya (Fig.1)

• 13:50-13:55 Michio Kimura, M.D., Ph.D., Department of Medical Informatics, School of Medicine, Hamamatsu University, Hamamatsu, Japan (Fig.2)

• 13:55-14:10 Jun Nakaya, M.D., Ph.D., Director of Medical IT Center, Professor of School of Medicine, Tohoku University, Sendai, Japan (Fig.2)

• 14:10-14:20 Tom Oluoch, CDC Kenya (Fig.3)

• 14:20-14:30 Amnon Shabo, Ph.D., HL7 including Genomics Head of Healthcare and Life Sciences Standards Program, Haifa Research Lab, IBM, Haifa, Israel (Fig.4)

• 14:30-14:40 Il Kon Kim, Ph.D., School of Electrical Engineering and Computer Science, Kyungpook National University, Daegu, Korea (Fig.5)

• 14:40-14:50 Charles Parisot, Ph.D., GE Healthcare Milwaukee, Wisconsin, USA and Buc, France (Fig.6)

• 14:50-15:00 Beatriz de Faria Leao, M.D., Ph.D., Health Informatics Consultant at Bleao Informática em Saúde, Porto Alegre, Brazil (Fig.7)

• 15:00-15:15 Roundtable discussion (continue to Day 2)
Closing remarks by Beatriz de Faria Leao

Workshop Report

Jun Nakaya gave the opening remarks, and started the session. Michio Kimura provided his presentation slides to introduce what he did as a former chair of standardization working group and to report the current situation of EHR in hospitals and clinics in Japan. Tom Oluoch introduced the situation of standardization in health information in Kenya and Africa. Jun Nakaya presented the Japanese national projects around the great east japan earthquake toward standardization: the Tohoku Medical Megabank project and the Miyagi Medical and Welfare Information Network (MMWIN) project. Jun proposed the basic concept of regional medical and welfare information network as Miyagi model (Fig. 8). Amnon Shabo briefly summarized the overview of standards in health information, and the presented the challenges in standards and the current situation of standards in genetic testing report. Il Kon

Kim presented the mobile health standards including mobile EHR and PnP (proximity-based neighbor identification protocol) (Fig.9). Charles Parisot presented reflections on today's challenges for ehealth interoperability. Charles pointed out the slow progress in deploying the standards we already have, and he discussed solutions to improve the slow progress (Fig.10). Beatriz de Faria Leao summarized the presentations and discussion in this session, and determine the direction of the discussion in the next morning session.

In this discussion, we recognized that we are facing many hurdles and problems to be solved. Some typical basic questions were as follows:

Q1 Why does use of standards progress slowly ?

Q2 How can we accelerate the use of standards especially in developed countries ?

Q3 What should IMIA Standardization WG do?

Q4 What is the roles of IMIA Standardization WG in case of having these background?

We discussed about these questions. Some important points or opinions were as follows:

1. Currently eight agencies work for global health worldwide. To avoid losing time, losing energy, losing money, they should be integrated. At minimum, they should collaborate for global standardization.

2. From WHO, they gave us notification that WHO is serious about use of standards. Standardization of health informatics is very important for global health and has power to change the health care itself.

3. For future integration of eight agencies, we need to discuss about the issues around the financing, Education, policy, Teleconference, and Needs. We should have considerations about to avoid losing time, losing energy, losing money, and to facilitate the use of standards. We also should discuss about the Membership of integrated organization of eight agencies from the perspective of financial bases.

4. For broadcasting and spread around the importance of standardization, eHealth curriculum will be important and it can play a good role.

5. The Relationship with SDOs such as HL7 and IMIA is important.

6. The important role of IMIA STD WG is in the words of "Filling the gaps of standards, not create the standards".

7. The role of IMIA STD WG is to be the strategic integrator, strategic facilitator, strategic organizer to bridge persons of different standards regardless of their organization.

8. IMIA STD WG should propose the utilization strategy of existing standards based on user's requirements. WG should not create new standards.

9. Collaborating with related regions such as BioMedical informatics, genomics, and some other field is important to plug into the future medicine.

10. To bring the people together from developing countries in the standardization field, we need to set the incentive and business reasons. Especially we need to set the reasonable financing such as free for cost and finding the founders.

11. As our action plan, we should start with Training and Education first. Starting action plan will be as follows;

a. International Meetings using Teleconference System

b. WHO will start Home Page creation in collaboration with HL7

c. Elucidate the requirements to standards for Both in Disaster Medicine and in Future Medicine ?

4. Elucidate the strategy of utilization or combination of our standards in Disaster Medicine, in Future Medicine ?

Workshop Photos

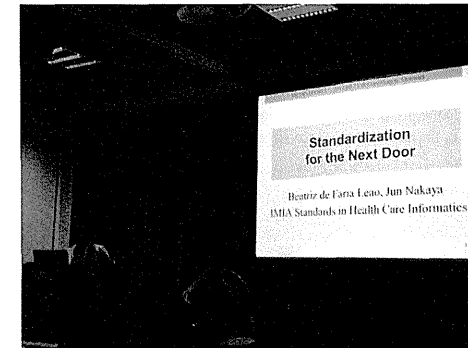


Fig.1 Opening remarks by Jun Nakaya

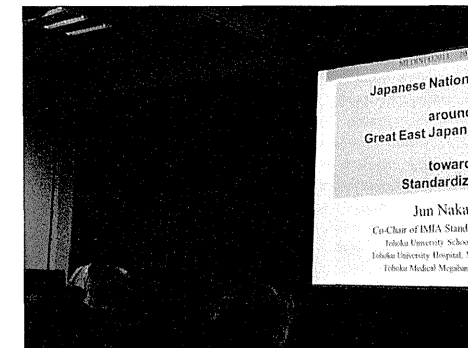


Fig. 2 Jun Nakaya presenting about Japanese National Projects and previous IMIA STD WG projects with Michio Kimura



Fig. 3 Tom Oluoch presenting about CDC Kenya



Fig. 4 Amnon Shabo presenting about HL7 activities



Fig. 5 Il Kon Kim presenting about the mobile health standards



Fig. 6 Charles Pariset presenting reflections on today's challenges for health interoperability

PniP (Proximity-based Neighbor Identification Protocol)

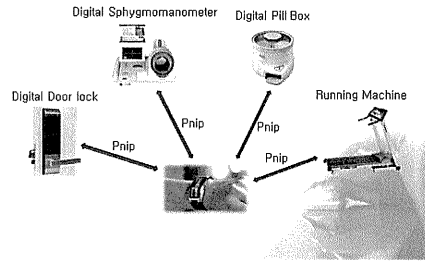


Fig. 9 PniP (Proximity-based neighbor identification Protocol)



Fig. 7 Beatriz de Faria Leao summarized the presentations and discussion in this session

Suggestion for the IMIA Standards WG

Observation: we have most of the standards we need for the next 10 years, but we seem to make slow progress in deploying them.

- Why is progress so slow?
- Would an agreed standards adoption process help?
- With globally adopted and proven prefabricated building blocks, it helps but remains complex

IMIA Interoperable Medical Information Access
connect

Fig. 10 Suggestions from Charles Pariset

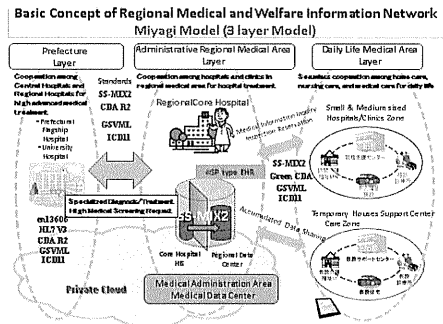


Fig. 8 Miyagi Model (Basic concept of regional medical and welfare information network)

— Joint Conference on Informatics in Biology, Medicine and Pharmacology Oxford Journals —
JSBi Prize —

発現ポテンシャル場における細胞のリプログラミングと 分化の発現トラジェクトリー

中 谷 純

東北大学大学院医学系研究科 医学情報学分野



要 旨

人工多能性幹細胞 (induced pluripotent stem cells: iPS) は、体細胞へ数種類の遺伝子を導入することにより、胚性幹細胞 (ES 細胞) のようにさまざまな細胞に分化誘導することが可能な分化万能性と自己複製能をもたせた細胞である。iPS 細胞をさまざまな組織や臓器の細胞へ分化誘導することにより、患者から採取された細胞を用いた拒絶反応のない組織及び臓器移植が可能になると期待されている。iPS 細胞は、線維芽細胞に山中因子を導入するなど、体細胞に数種類の遺伝子を導入することで樹立可能である。しかし、iPS 細胞の樹立効率は十分ではなく、その効率を改善する手法の研究開発が進められている。由来細胞と導入因子、目的細胞の組み合わせによって樹立効率は異なる。例えば、Glis1 の導入有無により、繊維芽細胞の iPS 細胞への初期化効率は大きく異なる。候補遺伝子を逐次山中 4 因子等と組み合わせて導入し、最適な組み合わせを全細胞腫で探索することは非常に困難である。

そこで、本研究では、iPS 細胞の樹立など目的細胞への誘導を行う際、最適な由来細胞と導入因子についての組み合わせ探索を行った。

細胞分化での表現型の変化を捉える概念として、Waddington のエピジェネティック・ランドスケープがある。Waddington は、発生・分化過程のメタファーとして、発生・分化がエピジェネティックな修飾によって規定された遺伝子発現調節のポテンシャルの谷に沿って進むという概念を提唱した。また、Kauffman は、約 260 種類の体細胞が遺伝子調節ネットワーク構造の

違いで規定されるという概念を提唱し、その細胞システムの動的解をアトラクターと呼んだ。本研究では、遺伝子発現データに基づいて、Waddington のランドスケープに代わる細胞の状態安定性を示す細胞状態ランドスケープを算出し、由来細胞から目的細胞への状態遷移を誘導する最適な導入因子の探索を行った。

まず、ヒト iPS 細胞やその樹立に用いた線維芽細胞、ヒトの組織から得られた成熟細胞などのマイクロアレイデータを用い、発現変動の大きい遺伝子を抽出した。これらの遺伝子を用いた主成分分析により、多能性をもった ES/iPS 細胞や再プログラム化前の線維芽細胞、分化誘導細胞群、発達中の胚、神経系・非神経系の成熟組織などに分類された。次に、遺伝子発現量に基づいて各細胞状態の出現頻度を求め、細胞状態の頻度分布を作成した。この頻度分布を各細胞状態の実現確率の近似と考え、主成分分析で構成された平面に新たな次元として加え、網羅的な細胞状態の安定性を表した細胞状態ランドスケープ (発現ポテンシャル場) を構築した。これによって、例えば、線維芽細胞から iPS 細胞への再プログラム化は谷から山を越えて別の谷へ移るように解釈できる。さらに、発現ポテンシャル場を用いて、目的細胞への誘導における各遺伝子の寄与度を計算することで、誘導因子探索を行った。

その結果、線維芽細胞から iPS 細胞への状態遷移の場合、寄与度の大きい遺伝子、つまりその状態遷移を誘導する度合の大きい転写因子をコードする遺伝子の上位には山中因子や幹細胞でのメチル化と関連する因子が推定された。本研究で、構築された発現ポテンシャル場は網羅的な細胞状態の安定性を予備的に評価したもので、目的細胞への誘導における因子探索も行える有用な解析手法であることを予備的に示したものである。

未来型医療において必要な医療情報基盤

Essential Medical ICT Infrastructure for Future Medicine

中 谷 純

東北大学大学院医学系研究科 社会医学講座 医学情報学分野

平成 25 年 1 月より、医学系研究科医学情報学分野を担当させていただくこととなりました。ビッグデータ時代となり、医療情報学へのご要望とご期待の大きさをひしひしと感じ、重責に身の引き締まる思いでございます。医療情報基盤の構築と運用、医学情報学の教育と研究を通じて、皆様のお役にたてるよう、全身全霊全力で事に当たる所存でございます。

医学情報学分野は、医学および医療における情報学と情報基盤のあるべき姿を、システム構築・システム運用・研究・教育の実践を通じて追及いたします。あるべき姿は、医学研究、高度先進医療、地域医療介護福祉連携などを支援する中で、情報学的手法を駆使して真に必要なとされる情報ニーズを分析把握し、様々な情報技術を駆使して実践していく中から生まれてきます。本稿では、「未来型医療において必要な医療情報基盤」と題して今後の計画と抱負について述べさせていただきます。

1. 未来型医療と社会情報基盤

将来の医療における方向性の例として、従来、“個人差を考慮した医療、疾病予防、無痛医療、心まで目を向けた全人医療”などが挙げられてきました。このうち、ゲノム情報が主役の役割を果たすだろうと思われるようになってきた医療は、“個人差を考慮した医療、個人差を考慮した疾病予防”でしたが、現在、それらは、“個別化予測医療、個別化先制医療”という形で少しずつ姿を変えて研究が進んでいます。これらの共通点は、“予測に基づく”という点であり、予測の前提として多量の正確な情報と予測技術を必要としています。このうち、多量の正確な情報を与えることができる情報源として、ゲノム・オミックスといった分子情報、地域医療情報連携を通じた生涯にわたる健康情報などが期待されています。これらは、いわゆる“医療におけるビッグデータ”であり、未来の医療においては、こ

ういった、“多量・多視点・多階層で、可変性、個人情報”という特徴を持つ、「巨大で繊細な情報」を、臨床現場で使えるようになる必要があります。言ってみれば、今後の医療及び医学研究では、巨大で繊細な情報の処理が必須であり、情報支援はその前提となっていくと思われれます。さらに言うなら、ゲノム医療は情報処理が無ければ成立しない医療と言う言い方もでき、社会情報基盤は必須であると言えます。

2. 統一的視点による構築

情報基盤の構築運用に関しては、具体的に、以下の 5 つの情報基盤を、“統一的視点”をもって構築・運用・連携いたします。

- ・東北大学病院 統合臨床情報基盤
- ・東北大学医学部・医学系研究科 統合医学研究情報基盤
- ・東北メディカル・メガバンク機構 生命医療情報基盤
- ・みやぎ医療福祉ネットワーク協議会 地域医療福祉情報連携基盤
- ・臨床研究推進センター トランスレーショナルリサーチ情報基盤 (TRI)

統一的視点とは、社会情報循環により、巨大情報を生成し、それを最適活用する仕組みを作ることで、模範となる地域医療連携の礎を作ると同時に、最先端研究拠点の下地を形成するという視点です。そのために必要な相互運用性を持った設計、標準技術の利用などを行います。今年から、この統一的視点によるシステムの構築と運用を開始しております。

現在、被災地を中心とした宮城県全域を対象として、一般社団法人 みやぎ医療福祉情報ネットワーク協議会 (MMWIN) を立ち上げ、地域医療福祉情報連携モデルである「みやぎモデル」を中心とした地域医療福祉情報連携基盤を設計構築し、運用を開始しておりま

す。昨年度、気仙沼・石巻医療圏の構築が完了し実運用に入りました。また、今年度は仙台医療圏の構築を始めております。県南、県北は、次年度の予定です。

東北メディカル・メガバンク機構においては、スーパーコンピュータを包含した次世代生命医療情報基盤の設計構築を行い、収集基盤、多次元多階層統合データベース基盤などの情報基盤の運用を段階的に開始しております。

東北大学病院では、宮城・東北地域の医療の中核としての機能を正しく果たせるように、医療情報の電子化を、病院内だけからの視点でなく、病院外の情報基盤からの視点も加え、関連情報基盤との親和性を持たせた統一的・俯瞰的な視点から設計構築を行っています。

電子化にあたっては、国際標準技術を用いて相互運用性の高いシステムを設計構築します。一方で、単に国際標準技術を導入するだけでなく、臨床現場のニーズを十分汲み取ることができるよう要件定義をしっかりと行い、臨床現場のニーズに応える技術を、必要な時に、必要な場所に安定した形で導入できるよう、現実的な視点からの配慮を常に行うようにいたします。また、俯瞰的視点から、情報連携基盤全体に災害時における強靱性を持たせた設計とすることで、災害時に地域医療連携基盤が効率的に機能できるような医療情報電子ネットワーク網とします。

未来型医療の実現に向けて、“統一的視点”を持つてすべての情報基盤を戦略的に構築・運用することで、多施設間・多職種間での相互運用・相互連携ができることを目指します。

3. 医学情報学教育

構築運用過程の中で、OJT (On the Job Training) を中心とした実践教育を実施し、医療情報とオミックス情報の両方を扱える情報 π (パイ) 型人材を育成したいと考えております。現在、その人材不足が指摘されている、臨床情報も扱えるバイオインフォマティクス。あるいは、バイオインフォマティクス技術を持った医療情報学者といった情報学際領域の学者の養成を行いたいと思います。医療情報学、バイオインフォマティクス、クリニカル・ゲノム・インフォマティクス (CGI)、トランスレーショナルリサーチ・インフォマティクス (TRI)、医用オントロジーといった学際融合領域において教育・研究を行ってきたこれまでの経歴を生かし、未知の分野・研究領域に遭遇しても柔軟な理解を的的確な対応のできる人材を育てる教育を

行い、今後の情報爆発社会を切り開くことのできる幅広い柔軟性のある知識をもった人材を養成いたします。特に、大学院教育においては、学際的かつ実践的な研究教育及び実習を行うことにより、他の技術、他の学問分野への理解と感覚を持った幅広い視点を持ち国際的にも通用する学生を育てたいと思います。

4. 医学情報学研究

情報医学基盤研究、情報解析支援研究といった研究を、構築運用過程の中で並行して行いたいと考えております。具体的研究としては、セマンティクス（意味論：データや言葉とその意味との関係を取り扱う学問）を基にした学際遷移領域を支える基盤情報インフラおよびそれに必要な要素技術の研究とその出口としての国際標準化を行いたいと思います。対象領域としては、様々な学際融合領域分野（医学と工学の境界融合領域、分子生物学と臨床医学の境界領域など）を考えております。例として、トランスレーショナルリサーチ (TR) 遷移研究を支えるセマンティクスを応用した TR 基盤情報インフラの構築研究における GO, NCK, SNOMED-CT などのセマンティクスコンテンツを素材としたミクロからマクロに至る情報粒度の異なる多重オミックス階層間の情報連結研究、ミクロオミックスに基づく分子生物学的要素研究成果をマクロオミックスである医学・臨床医療において実用化するための GSVML, EHR, クラウド型統合データベースなどの要素技術を素材とした情報学的橋渡し支援研究。およびそれらの実用化を考えています。

研究の出口としては、国際標準化、知的所有権化による技術の国際的普及を目指します。構築運用過程の中から生み出される技術および研究成果を、ISO, HL7, CEN, WHO などを通じて国際標準化することで、国際的な実用化と普及を通じた国際的社会的貢献を目指します。

5. 最後

このような形で、医学情報学に関する構築・運用・研究・教育を行い、新しい時代の医療を支えるために必要な医療情報技術の開発・実用化・標準化を実践することで、東北から日本そして世界に発信・普及していきたいと考えています。東北医学会の皆様には、引き続き、ご指導ご鞭撻を賜りたく何卒よろしくお願ひ申し上げます。

医学情報学分野の視点
から見た未来型医療と
東北メディカル・
メガバンク事業

東北大学大学院 医学系研究科 教授
中谷 純



なかや じゅん

●東北大学大学院医学系研究科教授 ●医師、博士(医学)、工学修士 ●東北大学病院メディカルITセンター長、東北メディカル・メガバンク機構医療情報ICT部門副部長 ●1985年北海道工学部卒業、87年同・大学院修了、95年北海道大学医学部卒業、99年同・大学院修了、99年美しが丘病院副院長、

2000年 MIT、02年東京大学医科学研究所客員研究員、04年神戸大学医学部助教授、07年東京医科歯科大学准教授、12年東北メディカル・メガバンク機構教授を経て、13年より東北大学大学院医学系研究科教授、東北大学病院メディカルITセンター部長 ●1962年3月生まれ、北海道出身 ●専門：医学情報学、臨床ゲノム情報学、TR情報学 ●業績等：2006年アジア環太平洋国際医療情報学会最優秀論文賞

◎はじめに

ビッグデータ時代となり、ライフサイエンスの分野では、歯科情報も含めた医療情報を集積し、巨大データとして保存・活用することで、従来超えることのできなかつた様々な障壁を突破していこうとする動きが世界中で急速に高まってきている。未来型医療の実現は、その中における大きな目標の一つであり、東北メディカル・メガバンク事業が、目指す目標の一つでもある。

本稿では、「医学情報学分野の視点から見た未来型医療と東北メディカル・メガバンク事業」と題して解説を行う。

◎未来型医療と社会情報基盤

従来、将来医療の方向性の例として、“個人差を考慮した医療、疾病予防、無痛医療、心まで目を向けた全人医療”などが挙げられてきた。このうち、ゲノム情報が主役の役割を果たすだろうと考えられてきた医療は、“個人差を考慮した医療”および“個人差を考慮した疾病予防”などであった。現在、それらは、“個別化予測医療”あるいは“個別化先制医療”といったように、少しずつその名を変えて研究が進んでいるが、これらには共通点がある。それは、“予測に基づく医療である”という点である。

予測を行うことができるようになるためには、その前提として、多量の正確な情報と確かな予測技術が必要とするわけだが、この多量の正確な情報を与えることができる情報源が、ゲノム・オミックスといった分子情報であり、地域医療情報連携を軸とした生涯にわたる健康情報である。これらは、いわゆる“医療ビッグデータ”の素材であり、集積することで、“多量・多視点・多階層で、可変性、個人情報”という特徴を持つ、「巨大で繊細な情報」を形成する。

一方で、現実にもこういったデータを取得することができるようになる現実の未来型医療においては、この「巨大で繊細な情報」そのものを、臨床現場において、患者さんの前で活用する必要がある。このためには、臨床現場に情報処理の技術を導入することが必須となるわけで、言ってみれば、今後の医療および医学研究では、情報支援はその前提となっていくと思われる。さらにもう一步踏み込んで述べると、ゲノム医療は情報処理がなければ成立しない医療という言い方もでき、未来において社会医

療情報基盤は必須であると言える。

◎統一的視点

こういった未来型医療において必要とされる情報基盤の構築運用に向けて、具体的に、現在、以下に示す5つの情報基盤の構築運用を開始している。5つの情報基盤を“統一的視点”をもって構築・運用・連携させることで、情報の社会循環を作りだし、全体として巨大情報を生成し、それを最適活用する仕組みを生み出すことができる。この仕組みにより、地域医療連携の模範となる礎を築くと同時に、最先端研究拠点の下地を形成することができる。

- ① 東北メディカル・メガバンク機構……生命医療情報基盤
- ② みやぎ医療福祉ネットワーク協議会……地域医療福祉情報連携基盤
- ③ 臨床研究推進センター……トランスレーショナルリサーチ情報基盤 (TRI)
- ④ 東北大学病院……統合臨床情報基盤
- ⑤ 東北大学医学部・医学系研究科……統合医学研究情報基盤

◎東北メディカル・メガバンク機構 次世代生命医療情報基盤

東北メディカル・メガバンク機構においては、「健診・コホート情報基盤、メディカル・メガバンク解析保存情報基盤、バイオバンク公開情報基盤、地域医療福祉連携情報基盤」の4つの情報基盤を組み合わせた次世代生命医療情報基盤を構築運用している。

健診・コホート情報基盤は、被災者とその子どもたちの未来に向けた健康管理とコホートデータ収集のための生命健康情報基盤であり、メディカル・メガバンク解析保存情報基盤は、スーパーコンピュータ、オントロジー、分散クラウド、多次元多階層統合データベースといった最新の技術レベルを結集した世界初の統合生命医療情報-解析・保存基盤である。バイオバンク公開情報基盤は、公平な分配原則に基づき、セキュリティーを熟慮した情報基盤であり、地域医療福祉連携情報基盤は、災害に強く、利用者にとって役に立ち、被災前より良い医療を実現する地域医療福祉連携情報基盤である。

現在急ピッチで構築運用が進んでおり、健診・コホート情報基盤などの情報基盤の運用を段階的に開始している。

◎みやぎ医療福祉情報ネットワーク協議会 地域医療福祉情報連携基盤

歯科医師会、医師会をはじめとするすべての職能団体が参加する“オールみやぎ体制”で“一般社団法人みやぎ医療福祉情報ネットワーク協議会 (MMWIN: Miyagi Medical and Welfare Information Network)”を立ち上げ、被災地を中心としたみやぎ県全域を対象として、地域医療福祉情報連携モデルである「みやぎモデル」を中心とした地域医療福祉情報連携基盤を設計構築し、運用を開始している。

昨年度、気仙沼・石巻医療圏の構築が完了し実運用に入った。また、今年度は仙台医療圏の構築を進めている。次年度、県南、県北の構築を行い、宮城県全域をカバーする予定である。東北メディカル・メガバンクと協力して、災害に強く、利用者にとって役に立ち、被災前より良い医療を実現する地域医療福祉情報連携を実現する。

◎大学病院医療情報基盤の進化と新しい地域医療連携

東北大学病院では、従来の“病院内完結型システム”から一歩進んで、地域の医療機関や他の研究機関と連携できる“広域連携型システム”に進化させている。

具体的には、MMWIN 地域医療・介護福祉情報連携基盤と連携することができるように、必要な相互運用性を持った設計、標準技術の利用などを、統一的視点ですべての情報基盤において行っている。これは、未来型医療実現への必須の下地であり、社会全体で利用する社会情報基盤の一環である。そして、それらと連携する東北大学医学研究情報基盤、東北メディカル・メガバンク機構情報基盤などの研究基盤も、“統一的視点”を持って構築・運用することで、研究も含めた多施設間・多職種間での相互運用・相互連携、臨床と研究の情報連携が可能となる。

このように“統一的視点”によるシステムの構築と運用を現実化し実践して示すことで、新たな時代の医療の到来を、東北から日本そして世界に発信・普及していきたく考えている。今年は、この統一的視点によるシステムの構築と運用を現実化していく“実用化元年”である。

患者に渡す医用画像媒体についての合意事項

上記のような問題の解決の為、主要6団体で合意事項を作成し、特別に施設間で特別に合意の無い限りは準拠させるようしている。参加団体は日本放射線技術学会、日本画像医療システム工業会、保健福祉医療情報システム工業会、日本IHE協会、日本医療情報学会、日本放射線技師会の6団体。

PDIに準拠させることは前提であるが、カバー範囲外の大容量データや、動画データ、DVDメディアの取り扱いなどについても記載あるので、基本的にはこの合意事項をディスク発行施設は留意して運用を行うべきである。

いくつか内容をピックアップすると、下記のようなものである。

- ・IHEのPDI (Portable Data for Imaging) 統合プロファイル準拠であること
- ・DICOMタグの内容(値)については、DICOM規格に準拠し違反しないこと
- ・運用的な対応については以下を遵守すること
 - ⇒1患者1CDを順守すること、キースタディやキーシリーズを選択して書き込むこと、合意のない場合、合動画像は避けること、連絡先や検査情報をレベル面に記載すること、持ち込まれた画像情報の診断は、可能な限り使い慣れたViewerアプリケーション等を用い、適切な参照環境下で行うこと

・双方合意が前提で、媒体としてDVD-Rを選択する
 場合があるが、この場合においてもデータ構造はPDIを踏襲すること。

PDIチェック制度について

もう一点、日本IHE協会からは受け取ったディスクをチェックもしくは発行前にPDI準拠であることをチェックするためのツールを開発して配布している。レベル2はPDI準拠であることをチェックすることができ、無償配布されているので利用を推奨する。またレベル3は有償版であるが、詳細なDICOMタグまでチェックできるため、もしディスクの取込で不具合があった場合には詳細をチェックでき迅速に問題解決に役に立つようになっているので中規模病院以上であれば是非推奨をしたい。

最後に

PDIを用いた患者紹介には便利な反面、様々な問題が発生している。標準規格だけではカバーできない運用面の規定に関しては是非地域単位で運用ガイドラインなどを作成して、大規模から小規模のすべての病院、またクリニックも含めてその地域に適した運用を合意して行くことが望ましいと考える。

みやぎ医療福祉情報ネットワークについて

About Miyagi Medical and Welfare Information Network (MMWIN)

東北大学大学院医学系研究科 教授 中谷 純

東日本大震災の被災を契機として、みやぎでは地域医療情報連携基盤の構築整備が開始されている。災害時においても平時においても最も重要で、迅速に機能することができるのは、“人のネットワーク”であるが、宮城県では、まず最初に、ヒューマンネットワークとして、医師会を中心とした全医療分野・職種の各種職能団体が協力した“一般社団法人みやぎ医療福祉ネットワーク協議会(Miyagi Medical and Welfare Information Network: MMWIN)”を設立し、人のつながりとしてのオールみやぎ体制を構築確立した。このオールみやぎ体制のもとに、情報のつながり(ネットワーク)としての地域医療福祉情報連携基盤を構築

運用している。

この地域医療介護福祉情報連携基盤は、現在わが国で併存する医療保険と介護保険の垣根を越えて、医療と介護の間でのシームレスな情報連携を行うことにより、生活と密着した日々の診療、介護福祉を支えることが必要な生活医療圏レベル、病院と診療所の間での外来医療から入院医療への情報の橋渡しを行うことを中心とした病診連携を主に支える地域医療圏レベル、専門的診断/治療や高度な検査などのための病院どうしでの情報交換を中心とした病院と病院との間での病病連携を主に支える県域レベルの3つの階層から構成され、プライベート仮想化サーバー、ASP型総合支

援システム、標準規格準拠などといった技術的特徴を備える“みやぎモデル”と呼ばれる3階層モデルに基づいている。

宮城県下において、多段階に構築ステップを分けて構築が進んできているが、現在、石巻・気仙沼地域医療圏における構築が完了し運用が開始されている。ここでは、3階層モデルのうち、主に、地域医療圏、生活医療圏レベルのシステム構築を行った。構築したシステムは、セキュアな仮想化サーバーと全県のネットワークを基礎とするハードウェア、診療情報共有連携システム、ASP型診療所総合支援システム、調剤処方連携システム、日常生活圏包括ケアシステム、遠隔カンファレンスシステム、バックアップシステムなどのサブシステムであり、実際の導入に際しては、これらのサブシステムを個別の希望に応じて組み合わせることで、「施設ごとに個別化して導入することで、「医療・介護・福祉の各職種における質の向上」と「職種を越えた情報共有による真の地域包括ケアの実現」を目指したシステムである。

多段階の構築ステップにおいて、平成25年度は仙台医療圏の構築を開始している。ここでは、3階層のうち、主に、県域レベルにおいて利用されるシステムの構築を行っており、その主なものとして、臨床バス連携システムがある。いわゆる臨床連携バスに沿った情報連携の汎用システムという位置づけで開発を行っており、主に統合データベースと臨床バスフィルターから構成される。開始当初のバス例として、脳卒中スマイルネット、慢性閉塞性肺疾患iCON、周産期セナードネットなどを想定している。

その後、平成26年度は、県南、県北領域に情報基盤を拡大し、平成26年度末には、全県域をカバーする予

定である。

なお、画像に関して、平成25年12月時点で提供しているサービスは、画像用のセキュアなネットワーク回線の提供、キー画像の入力閲覧機能、カンファレンス用ミラー映像システムなどである。本格的な宮城県内画像連携システムについては、今年度から構築検討を開始しているが、現在のところ検討委員会での方式の検討を行っており、画像データを集中管理する集中データベース型と画像データを各施設に分散して持つ分散データベース型を組み合わせる“集中、分散ハイブリッド型の画像連携システム”の構築を計画している。この“みやぎモデル”を基礎とした地域医療福祉情報連携基盤は、平時に役に立つと同時に災害に強いことを念頭に、被災の経験者たちの想いを入れ込んで設計構築を行っている。この“みやぎモデル”を、宮城県における地域医療介護福祉情報連携の礎とするだけでなく、我が国の地域医療福祉連携の在り方におけるモデルとして全国にみやぎから発信・提唱し普及していきたいと考えている。

また、同時期に構築される東北地域の他の医療・医学情報基盤である東北大学病院情報基盤、東北メディカル・メガバンク機構情報基盤、東北大学医学系研究情報基盤、東北大学病院臨床研究推進センター情報基盤なども必要に応じて適切な連携をすることができるよう、“統一的視点”をもった情報連携基盤構築を行うことで、地域医療介護福祉連携の礎となると同時に、最先端研究拠点形成の地となることのできる、「東北医療情報ハイウェイ」と呼ばれる巨大な情報循環生成・利活用地域を東北地方に形成したいと考えている。

人工衛星「きずな」を用いた高速動画通信の medical evacuation における応用方法の検討

城川 雅光*¹ 中島 康*¹ 成田 徳雄*²

要 約

当院は JAXA 超高速インターネット衛星「きずな」を介して動画による遠隔医療実験を行った。その後発生した東日本大震災で、東京 DMAT は宮城県気仙沼市に展開し、医療避難を支援した。その時に生じた問題点と、動画通信が応用可能であった点について調査した。当時は音声のみの回線で連絡を取り、医療避難を行った。患者申し送りの時間の不足、搬送中の変化についての情報の不足、ヘリコプター搭載手順を事前策定するのに必要な装備の三次元的な情報の不足が問題となった。われわれが普段利用している情報は、非言語情報が大半を占めている。また ICU 患者などは伝達する情報量が多い。非常時には情報交換にさまざまな制約があり、言語化する前の画像情報を伝達することが、事実をより多く伝えられると考える。また「きずな」は他の通信衛星と比較し、広域かつ高速度で通信可能であり、災害時に複数の基地局間で動画通信を行う上で有用な衛星といえる。

緒 言

当院は平時、伊豆諸島や小笠原諸島の急患搬送の受け入れを行い島嶼地域の医療支援を行っている。2010 年、JAXA (宇宙航空研究開発機構) 超高速インターネット衛星「きずな」(WINDS: Wideband InterNetworking engineering test and Demonstration Satellite) を用いた遠隔医療実験を行った。津波災害で小笠原村父島診療所に多数傷病者を受け入れることを想定し、ハイビジョン画像を含めた動画通信を用いて支援する実験を行い、十分な画質と通信速度を得られたことを報告した¹⁾。

その後、2011 年に発生した東日本大震災は、被災地域からの医療避難 (medical evacuation) に課題を残した。とくに通信環境については、衛星通信が注目を浴び、日本 DMAT (Disaster

medical assistance team) の活動方針でも衛星通信の確保について言及されている²⁾。

今回の震災では当院から派遣された東京 DMAT は、他 9 病院から参集した東京 DMAT とともに緊急消防援助隊と共同で、宮城県気仙沼市の救援活動に参加した。災害拠点病院である気仙沼市立病院では、地震発生直後の大きな損壊を免れ被災者の受け入れを行っていた。震災後 4 日目に、周辺の火災が病院に延焼する危険および自家発電機の不具合により人工呼吸管理中の患者の電源維持が困難となったため、24 名の患者の域内後方搬送の計画を立てた³⁾。搬出するヘリポートは緊急消防援助隊により、約 8 km 離れた場所に設定された。連絡手段として宮城県で整備されていた MCA (Multi-Channel Access) 無線は、気仙沼市は未整備のため利用できなかった。事前準備されていた衛星電話は着信のみ可能であり、通信状況は不安定で情報交換に難渋した。当時、

「きずな」が利用可能であれば、多量のデータ通信が可能となり災害医療に貢献できたと期待される。しかし、自治体から JAXA へ「きずな」基地局利用や設営についての依頼や機材輸送手段確保などに時間を要し、急性期に「きずな」は医療避難に利用できなかった。

今回、震災 4 日目に急遽必要となった医療避難において情報伝達で生じた問題点を踏まえ、「きずな」を用いた衛星通信の災害応用の可能性について報告する。

I. 対象および方法

震災当初に宮城県気仙沼市に緊急消防援助隊として東京消防庁とともに派遣された DMAT 隊員 3 名と気仙沼市立病院の災害医療コーディネーター医師 1 名に聞き取り調査を行った。質問内容は A. 医療避難時の状況、B. 医療避難で生じた問題点と高速通信衛星が利用可能であった場合に応用可能な場面があったかについて調査した。

II. 結 果

1. 医療避難の状況について

震災後 4 日目、気仙沼市立病院は近隣火災が延焼する危険があり、また自家発電機が稼働できなくなったため、午前 3 時 45 分に医療避難を決定した。当時、肝臓傷疑いで入院していた患者が、循環不全となり人工呼吸管理となっていた。発電機の不具合のため、人工呼吸は用手で行っていた。その他、妊婦など医療避難を要する患者は各科で個別に交渉していた。

当時、使用可能だった通信手段は 3 つのみで、① DMAT 所有の衛星電話と②某社の携帯電話と③着信のみが可能な衛星電話であった。ヘリポートとの間は連絡手段が確立できず直接訪問するほか、連絡はとれない状況にあった。ヘリポートには気仙沼市立病院の医師が午前 5 時 30 分に直接訪問し、患者搬出の依頼を行った。非常時であり多数の病院に後方搬送することは難しく、転院の交渉先を一本化する必要が生じた。当院 DMAT が後方搬送を調整した。某社の携帯電話で気仙沼市立病院から宮城県内の後方搬送病院に患者情報を連絡した。

当院 DMAT から気仙沼市立病院の医師に、24

名の搬出予定患者のリストの作成を依頼した。また搬出する患者を担送患者と搬送患者に分けて、それぞれ 1 名ずつの 2 人 1 組とするように依頼した。リストの内容は病名、処置 (人工呼吸中など)、重症度 (軽症、中等症、重症度) の情報程度であった。

DMAT の 1 チーム内から医師 1 名、看護師 1 名が、DMAT 拠点から病院に迎えに行った。DMAT は申し送りを受け、そのまま後方搬送病院までヘリコプターに添乗した。重症度の高い患者と比較的軽症の患者を組み合わせ、合計 11 名を各自体のヘリコプターで搬出した。残りの重症度の低い 13 名は一期的に自衛隊の大型ヘリコプターで搬送した。24 名の患者の概要を表 1 に示す。

当初、気仙沼市立病院からヘリポートに搬出される患者の組み合わせは、伝わっていなかった。数名の患者搬出後に、DMAT が災害拠点病院に行き、DMAT の携行した無線で搬出する患者の組み合わせをヘリポートに報告するようになり、ヘリポートでの対応が円滑化した。

後方搬送先病院には、1 例目の搬送患者とともに搬出予定の患者リストを送った。しかし直接ヘリポートから後方搬送先病院に連絡を取る手段がなかったため、搬出順序や搬送中の変化までは伝達できなかった。当時の患者と患者情報の流れを図 1 に示す。

2. 医療避難で生じた問題点と高速通信衛星が利用可能であった場合に適用可能な場面について

医療避難の過程で a. 情報量の多さと情報伝達にかけられる時間の短さ、b. 情報の即時性と正確性の欠落、c. 非言語情報の需要、の 3 点の問題点があげられた。

具体的には a. 情報量の多さと伝達にかけられる時間の短さについては、気仙沼市立病院に火災が迫っていたり、電源供給が不安定であったりしたため、早急な搬出が必要で時間的な制約があった。そのため、詳細な患者情報は別にデータ通信ができたほうがよかったという意見があった。

加えて、ミトコンドリア脳筋症により在宅酸素療法で呼吸管理を行っていた患者の避難では、全身状態の安定感や呼吸状態などを詳しく伝える上で、言語情報のみでは不十分で動画通信があれば

表1 医療避難を要した患者の一覧

年齢	性別	疾患名	担送・護送	搬送手段
67	女	肝損傷・腹腔内出血・出血性ショックの疑い	担送	自洽体ヘリ
4	男	ミトコンドリア脳筋症	担送	自洽体ヘリ
81	女	心不全	担送	自洽体ヘリ
66	女	房室ブロック	護送	自洽体ヘリ
不詳	女	妊娠40週妊婦	護送	自洽体ヘリ
30	女	妊娠30週切迫早産	護送	自洽体ヘリ
33	女	妊娠40週妊婦	護送	自洽体ヘリ
61	男	心筋梗塞	担送	自洽体ヘリ
35	女	妊娠31週切迫早産	護送	自洽体ヘリ
21	女	妊娠37週妊婦	護送	自洽体ヘリ
不詳	男	ネフローゼ症候群	担送	自洽体ヘリ
81	男	心室頻拍、体内式除細動器挿入後	担送	自衛隊ヘリ
73	男	肺炎	担送	自衛隊ヘリ
21	不詳	肺炎	担送	自衛隊ヘリ
79	女	溺水	担送	自衛隊ヘリ
78	男	左下肢蜂窩織炎	担送	自衛隊ヘリ
38	女	妊娠38週妊婦	護送	自衛隊ヘリ
35	男	鎖骨骨折(左右不明)	護送	自衛隊ヘリ
49	男	両側足関節骨折	護送	自衛隊ヘリ
67	女	右下腿骨折	護送	自衛隊ヘリ
59	女	開放骨折(部位不明)	護送	自衛隊ヘリ
57	男	右足関節骨折	護送	自衛隊ヘリ
47	女	左踵骨骨折	護送	自衛隊ヘリ
61	女	腹腔内腫瘍(部位不明)、貧血	護送	自衛隊ヘリ

当日はこの表に、行っている処置と重症度が加えられDMATにもたらされた。しかしこの2人が一組として搬出されるかは当初、ヘリポートには伝わっていなかった。

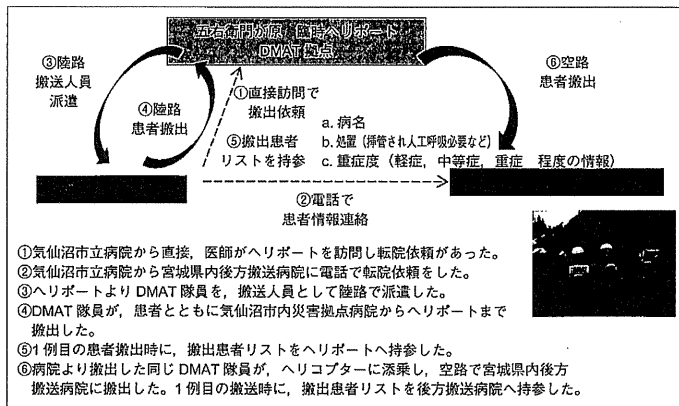


図1 対応：震災当日の患者搬出の流れ

有用であったらうとの意見があった。

またb. 情報の即時性と正確性については、気仙沼市立病院からヘリポートまでの搬送中の変化が不明であり、ヘリポートでの受け入れ準備のための人員配置に難渋したとの意見があった。それに対しては、高速通信衛星が利用可能であれば随時情報を更新することができた可能性があった。

さらにc. 非言語情報の需要については、行っている処置は何かといった文字情報では、患者の様子が三次元的に推測できなかった。そのため、ヘリコプターへ重症患者と妊婦を搭乗させるなどの効率的な搭乗手順を事前策定することができなかった。高速通信衛星が利用可能で、画像情報が伝送できれば限られた機体数のヘリを有効利用できた可能性があった。

III. 考察

当院の東京DMATは気仙沼市の医療避難の支援を行った。当時の気仙沼市立病院の通信状況は、DMATが持参した衛星電話、某社の携帯電話、および着信しかできない衛星電話の3回線のみであった。気仙沼市立病院と後方搬送先病院とは、携帯電話で連絡を取っていた。しかし後方搬送拠点のヘリポートとは直接の通信はできなかった。

生じた問題は、時間的制約が多い状況で、情報伝達にかけられる時間がわずかなことであった。そのためICU患者のように、伝達すべき情報量の多い患者では、申し送りが不十分なまま搬出せざるをえない状況であった。また宮城県内の後方搬送先の病院には、搬出される患者全員の情報は伝わったが、どの患者が次に搬出されるかまでは伝達されておらず、対応に苦慮したと推察された。

そして短時間の間に限られた機体数でヘリコプター搬送を行う必要があったため、効率的な搭乗や搭乗を行う必要があった。三次元的にどのように搭乗すれば効率的に一度に多くの患者が搬送できたかを事前策定できず、画像情報の需要があった。

このような情報伝達の問題は、筆者の経験した震災当日の都内の医療避難でもあった。医療避難を要する患者の大まかな数のみで、性別すらも不明な状態で、受け入れ要請があった。その後も避

難元病院と連絡を取ることができず、搬出する救急隊から伝達される名前、年齢、病名とADL程度の情報で、医療避難を受け入れた⁴⁾。羽田に設置されたSCU(staging care unit)でも、同様に搬送元の被災地内SCUの状況が把握できなかった。搬出する人員が数十名に上るといった情報や数名程度であるといった情報があり、情報が錯綜した。そのためSCU内での人員配置に苦慮した。搬送する距離に差はあったが気仙沼市内、東京都内、東京都と福島県や岩手県間でも、動画情報が活用できる場面があると考える。

われわれの使用する「情報」という言葉は個々の現象を示すデータ、それらデータを意味づけした情報、さらにそれらに判断や分析、洞察を加えたインテリジェンスが含まれている⁵⁾。また情報は言語情報と非言語情報に分けることができる。そしてわれわれが情報を判断し、インテリジェンスとする時は、非言語情報を多く利用している。その例として Mehrabian の報告がある。彼らは相手が自身を好んでいるかどうかの判断材料として、言葉は7%、声の調子が38%、表情が55%を占めていると報告している⁶⁾。

さらに言語情報においては、個々の現象であるデータを文字化する過程で、文字化する人によりデータが取舍選択されている。そのため、文字以外の嗅覚、視覚、聴覚、触覚、味覚などの5感を駆使し感知した、よりデータに近い情報が多い方がインテリジェンスの獲得に有利と思われる。その点において、動画通信は声の調子や現場の雰囲気伝えるなどの非言語情報を多く含み、有用と考える。

そして災害対応をする組織では、状況に対する統一的な認識を得られず、行動すべき課題が明確に設定できない、「多義性」を解消しなければいけないといわれている。その「多義性」を減らすためには、多くの機関の間で情報共有と互いのフィードバックが必要で、動画などのツールの利用が求められるとされている⁷⁾。

では医療情報の中での非言語情報の活用例をあげる。たとえば音声や画像情報を含む現場の雰囲気や伝達することで、重篤感などの印象を伝えられるほか、複雑な不整脈などの心電図波形や、大量出血を捉えたエコー像やCT画像も、より正確な情報を伝える例といえる。さらに文字情報であっても、情報量の多いICU患者などでは、文字

情報を画像として記録し伝達することも、有用な活用例と考える。

そして平時では患者の転院の手配は、電話や紹介状などの文字情報で情報を交換する。情報交換には、相応の資質を持つものが送り手と受け手として対応するため、交換した情報の行間を読むことができる。ところが医療避難が必要な非常時には、時間的、人的、物的制約があり、情報の送り手と受け手の資質にも差があることが考えられる。そのため、言語情報だけでは十分な情報伝達は難しく、文字化する前のデータに近い情報を、双方向に交換できる動画通信を通信手段とすることは、インテリジェンスを補完するうえで効果的と考える。

また災害時に動画通信を確立するには、通信網が安定している必要がある。しかし通信網は、災害時に容易に破たんしてしまう。そこで注目されるのが衛星通信である。現在、国内で利用できる商業用の通信衛星の通信速度は最大で15Mbps程度である。日本DMATで標準資機材とされている衛星電話は384～492Kbpsの通信速度である⁸⁻¹⁰⁾。有線回線であるADSLでは50Mbps、光ファイバーケーブルで100Mbpsの通信速度が出せるのに比較すれば、遅いといわざるをえない。

一方、JAXAの超高速インターネット通信衛星「きずな」は地球局に5m級のアンテナを用いれば、最大で1.2Gbpsの通信速度を記録した。また搭載されているマルチビームアンテナを用い、地球局側に搬送可能な1.2mのアンテナを用いた場合でも、最大155Mbpsの通信が可能である。この通信は、日本を関東地方といった単位で9つの地域に分け、それぞれの地域で最大155Mbpsの帯域を得ることができる。そして衛星が搭載する高速スイッチングルータにより、例えば関東地方のほか、隣接する東北地方、中部地方など3地域で、それぞれ同時に155Mbpsの通信が可能である^{11, 12)}。つまり日本全国でみれば、155Mbpsの3倍の465Mbpsの帯域で、通信が可能である。

当院で行った遠隔医療実験では、動画情報を「きずな」で中継し、1.2mの可搬型地球局アンテナを用いて実験を行った。通信遅延は1秒強で、動画や音声も円滑に伝送され、画質はレントゲンの骨折線も十分描出できる程度の映像を送受信することができた。「きずな」は医療情報の交換に十

分耐えうると報告した¹⁾。

通信には、宛先などの情報を含むオーバーヘッドという情報が2割ほど帯域を占めてしまうため、155Mbpsで通信していても、実際には動画などの情報は約120Mbpsでの通信となる。それを踏まえると、通信に利用したテレビ会議システムは、9Mbpsを使用するため、1つのアンテナから理論上13回線は、少なくとも同時接続できることになる。5m級の大規模アンテナに情報を集約して、テレビ会議システムの動画情報を受信した場合には、最大109回線が利用できることとなる。また1つのアンテナに集約するのではなく、1.2mの可搬型アンテナで複数の地球局を設定した場合は、関東地域など1つの地域内に13ヵ所

で送受信ができることとなる。そして地球局が固定されていない移動する船舶でも、既存の商用船舶用通信の約10倍以上である最大37Mbpsの通信速度を得ることができた¹³⁾。そのため、安定した動画通信が可能となる「きずな」は、移動するDMATとの通信や医療避難に関係する諸機関との通信に有用な衛星といえる。

「きずな」を災害時に利用するための問題点は、地球局をどのように設置するか、費用をどうするか、また行政上の仕組みをどう構築するかがある。地球局の設定には、可搬型アンテナの設置、情報端末の設定が必要となる。基地局が移動する場合には、衛星の追尾を行う必要がある。そして器材を扱える人員の動員体制と搬送方法などに課題が残る。

また「きずな」は実験衛星であるため商用には提供されていないが、商用に提供されている衛星では、非専用回線で初期費用としておよそ50万円程度に加えて、毎月1～2万程度の費用負担が必要となる。また専用回線となると毎月49万円程度かかり、非常時の通信機器としては維持費用が高額になることが予想される^{14, 15)}。

さらに人工衛星は軌道維持のための燃料を必要とするため、寿命があり平均10～15年程度しか利用できないことも、行政を巻き込んだ災害対応を長期的に計画する上では問題となる可能性がある。

とはいえ今回の東日本大震災では「きずな」を利用した通信は、岩手県において県庁と沿岸部との連絡に有効であったとの報告もあり、今後の災

害対応では衛星通信は外すことのできない要素である¹⁶⁾。

今後、発生が予測されている首都直下型地震や東南海地震に備えるため、関係省庁と自治体が協力し、事前に協定の締結などの準備をする必要がある。また技術的にはより簡単に衛星通信が確立できる端末と、おおむね南にむければ衛星が自動的に捕捉できるようなアンテナなどの機器の開発が待たれる。

結 語

東京DMATは東日本大震災で医療避難の支援を行った。その際に生じた情報伝達の問題点は、①伝達する情報の多さと伝達にかけられる時間の制約、②情報の即時性と正確性の欠落、③非言語情報の需要であった。JAXAの高速インターネット通信衛星「きずな」は、他に類をみない通信能力で、多地点間に動画通信を確立することができる。非常時ほど個々の現象をそのまま伝える非言語情報が有効であり、その通信手段として「きずな」が有効ではないかと考える。今後、発生が予測される首都直下型地震や東南海地震において「きずな」の医療応用を期待する。

この報告の論旨は第39回日本集中治療医学会総会（於 慕張メッセ）にて発表した。

謝 辞

論文執筆にあたり遠隔医療実験で共同実験を行ったJAXA 冨井直弥氏、小川恵美子氏、鈴木智美氏に御礼申し上げる。

文 献

- 1) 宇宙航空研究開発機構：「J2-11 離島モデル・デジタルバインド解消実験 (2) 遠隔医療実験 (1)」本実験報告書。2010。p39-45
- 2) DMAT事務局：日本DMAT活動要領。http://www.dmat.jp/katudou.pdf.
- 3) 対策本部 5回事務部総務課：平成23年3月11日

東日本大震災 (M9.0 震度6弱) 市立病院における経過。気仙沼市立病院記録編集委員会。気仙沼市立病院東日本大震災活動記録集 今を生きる ともに未来へ。気仙沼市立病院。2012。p5-24

- 4) 城川雅光、中野智雅、落合紀宏、他：東日本大震災における東京都内での緊急医療避難 (medical evacuation) とその問題点——時医療避難シェルターの提案——。日本集団災害医学雑誌17：234-239。2012
- 5) 江加謙介：氾濫する情報の落とし穴。情報と国家。講談社。2004。p15-94
- 6) Mehrabian A：Silent messages：implicit communication of emotions and attitude. Wadsworth publishing company (2nd edition). Belmont, 1981
- 7) 宇田川真之：防災情報共有システム。災害情報論入門。弘文堂。2008。p153-160
- 8) DMAT事務局：標準資機材。http://www.dmat.jp/DMATkizai.pdf.
- 9) KDDI株式会社：インマルサットBGAN。http://www.kddi.com/business/inmarsat/bgan/index.html.
- 10) NTTドコモ株式会社：ワイドスター。http://www.docomo.biz/html/service/widestar/.
- 11) 道浦俊夫：超高速インターネット衛星「きずな」(WINDS) のJAXA基本実験終了について。http://www.jaxa.jp/press/2011/07/20110720_sac_kizuna.pdf. 2011.
- 12) 人工衛星プロジェクト きずな (WINDS) 仕様。http://www.satnavi.jaxa.jp/project/winds/spec.html#003.
- 13) 宇宙航空研究開発機構、海洋研究開発機構：超高速インターネット通信衛星「きずな」(WINDS) による初の移動船舶からの高速通信成功について——深海自立無人探査機海中ハイビジョン映像のリアルタイムリアルタイム伝送実験——。http://www.jaxa.jp/press/2010/08/20100818_kizuna_j.html. 2010.
- 14) スカパー JSAT株式会社：衛星通信専用サービス料金表 第18版。http://www.sptvjsat.com/business/satellite/pdf/001_price.pdf. 2011.
- 15) IPSTAR company limited：IPSTAR 災害対策向けパッケージ「IPSTAR BCP」。http://www.ipstar.com/jp/pdf/BCP.pdf.
- 16) 五味淳：東日本大震災のJAXAの対応について。http://www.jaxa.jp/press/2011/04/20110406_sac_earthquakes.pdf. 2011.

Abstract

Evaluation of improved Medical Evacuations and Disaster Relief assisted by High-speed, Large-volume Data Transmission Via Wideband Internetworking Engineering Test and Demonstration Satellite "Kizuna"

Masamitsu Shirokawa*¹, Yasushi Nakajima*¹, Norio Narita*²

*¹Tokyo Metropolitan Hiroo Hospital, Emergency care center
2-34-10 Ebisu, Shibuya-ku, Tokyo 150-0013, Japan

*²Kesennuma City Hospital, Department of Neurosurgery

Information obtained by non-verbal communications, such as primarily images and video, plays a crucial role in emergency situations. In such situations, information from these sources is considered to be much more effective for communication than information from verbal sources. Shortly preceding the Great East Japan Earthquake, we performed a successful high-speed, large-volume data transmission telemedicine experiment via Wideband Internetworking Engineering Test and Demonstration Satellite "Kizuna". Immediately following the disaster, we had an opportunity to work in some capacity with Tokyo DMAT (Disaster Medical Assistance Team), which had been deployed to Kesennuma City in Miyagi Prefecture to assist medical evacuations and disaster relief. Due to time constraints, the full capabilities of the Kizuna link, such as the transmission of patient information, updates, three-dimensional images, and real-time high-definition video, could not be utilized, and operations were therefore restricted solely to the use of verbal communications. Even though this proved valuable, the efficiency of evacuation planning and procedures, especially while transporting patients to the heliport, was much lower than its potential. The ultra high-speed network made possible by "Kizuna" is much faster and can transmit a higher capacity of information more efficiently than any other network. Therefore, it is an ideal satellite for the transmission of large-volume data, including teleconferences, high-resolution images and real-time video, between multiple sites in emergency situations.

ICU & CCU 37 (2) : 143 ~ 149, 2013

気仙沼市立病院 脳神経外科 成田徳雄, 東北大学大学院 てんかん学分野 中里信和, 同 脳神経外科 柴原一陽

ここがポイント!

- ✓ 大規模災害において、被災後のストレス環境下ではけいれん性疾患は増加する。
- ✓ 日常生活自立度が高くても脳疾患の既往を有する群は注意が必要である。
- ✓ 被災地では抗てんかん薬が継続できるシステム設備が必要である。
- ✓ 災害時に投与しやすい抗てんかん薬は、バルプロ酸とレベチラセタムであり、救急薬品として、常に余分に確保しておくことが望ましい。
- ✓ 被災された慢性てんかん患者の不安の解消を図るためには、患者さんの気持ちに配慮した対応が必要である。強い不安感があったり、妄想幻覚などの精神症状が出る場合は、医療としての対応が必須の場合もあるが、誰かに相談するだけで軽減される場合もある。

Q 大規模災害時におけるけいれん性疾患の対応について教えてください

A 東日本大震災の直後、被災地や近隣の病院ではけいれん性疾患の患者が急増しました。このなかには、抗てんかん薬の不足によるてんかん重積例も含まれますが、てんかん以外のけいれん性疾患も数多く含まれています。一般に、てんかん患者がいつもと同じ発作を繰り返す場合の生命予後は良好ですが、初発のけいれん発作や、既往歴が不明の患者がけいれんで搬送された場合は、救急医療としての対応が必要となります。

てんかん重積においては通常、入院加療が必要となりますが、単発のけいれん発作が回復した場合、トリアージ的判断としては自宅や避難所に戻すという判断もあり得ます。こうした場合、てんかんか否かの診断は別として、バルプロ酸を処方する医師が少なくありません。バルプロ酸はスペクトラムが広く、投与直後の目立つ副作用も少ないために、こうした場合に投与するには、一般救急医にとっては使いやすい薬剤です。実際、東日本大震災では気仙沼市立病院で、震災後すぐに院内のバルプロ酸が枯渇しました。また、新薬のレベチラセタムはスペクトラムが広く、初回投与量で発作を抑制することも可能な優れた薬剤で、けいれん重積時でも、水溶のレベチラセタムを

胃管から注入する治療も有効です。これら2剤は、救急薬品として常に余分に確保しておくことが望ましいと考えます¹⁾。

Q 大規模災害時におけるけいれん性疾患の特徴はありますか?

A 東日本大震災が発生した3月11日を基準とし、その前後8週の間に気仙沼市立病院で緊急加療を要した脳神経疾患全例を、2008~2011年の4年間に渡って検討しました(n=440)。その結果、震災前の2008~2010年までのけいれん発作による緊急加療の頻度は0~12%であったのに対し、2011年の震災後では20%まで増加していました(p=0.0062)(図1, 2)。震災後に緊急加療を要したけいれん性疾患患者の85%は何らかの脳疾患の既往があったものの、日常生活の自立度を示すバーセルインデックス(Barthel Index*)の値は、比較的高く保たれていました。また、加療を要した患者は低蛋白血症を示していました(p=0.0010)。震災直後のけいれん患者がより低栄養であったことは、生活環境の悪化がけいれん誘発に関与する可能性を示唆しています。一方で比較的ADLの高い症候性てんかんの患者群でけいれん発作の増加が示されたことは、社会活動レベルが維持されている(被介助者ではない)患者が、よりけいれん誘発に関わる環境因子に接しているためと推測されました。

従来発作の誘因となるストレスの定義や定量評価には、災害時などの普遍的な社会環境の変化、アンケートなどの自己診断的手段が用いられていましたが、今回の結果で比較的孤立した地域人口において、血中蛋白やBarthel Indexといったより客観的な指標が誘発因子として解析されました。本結果は災害後の発作増加の事実のみならず、けいれん発作の病態について全身状態や社会環境などの因子が発作誘発に関与していることの傍証となりうると考えています。

*Barthel Index: 日常生活の自立度を示す指標の一つ。食事やトイレ動作、入浴、移動などの10項目を、自立や部分介助といったふうに段階に分けて評価する。指標の点数が高ければ日常生活の自立度が高く、低ければ要介護となる。

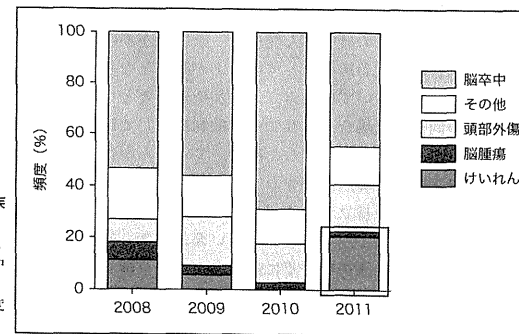


図1 震災前における神経救急疾患の内訳
全対象をけいれん、脳腫瘍、頭部外傷、その他、脳卒中の5つに分類しており、2011年のけいれんの頻度は20%に達している。

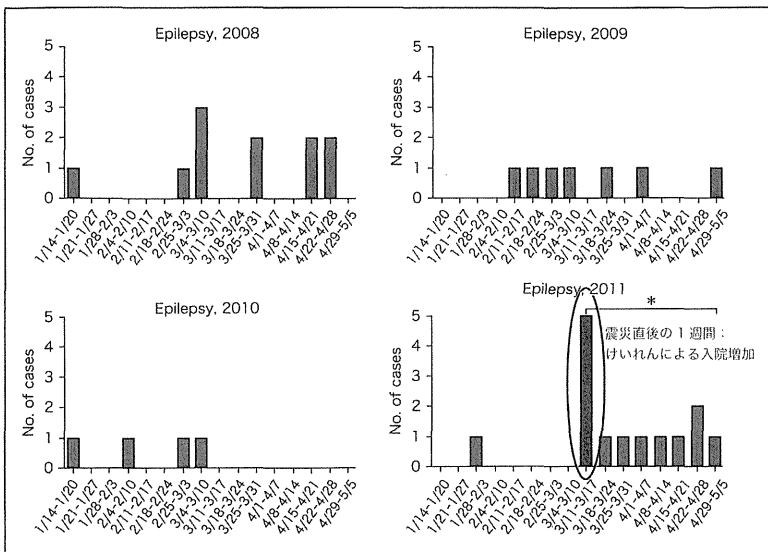


図2 震災日である3月11日を基準とした、前後8週における2008～2011年の週ごとのけいれん患者の内訳
震災直後の1週目にピークを認め、有意差をもって頻度が増加しているのがわかる。

Q 災害時の抗てんかん薬の供給体制はどのようになされたのでしょうか？

A 東日本大震災では、津波により患者が医薬品を失い、震災直後より医薬品の需要が増大し、さらには薬局や医療機関も津波の被害を受けたため、地域の医薬品の備蓄が激減していました。宮城県では地域防災計画に基づき、宮城県保健福祉部業務課が厚生労働省、陸上自衛隊、市町村、宮城県薬剤師会、宮城県医薬品卸組合などの関係機関と連携し、医療救護活動に伴う医薬品の供給を行っていました。しかし、行政においては手続きに要する時間がかかり、さらに急性期において通信手段や交通手段の断絶、悪天候、ガソリン不足などにより、医薬品がすみやかな供給には至ってなかったようです³⁾。

日本てんかん学会は震災後素早い対応を示し、製薬会社などの協力も得て、東京、静岡、新潟などの主要てんかんセンターに多くの抗てんかん薬が集められ、この薬剤はさまざまなルートを経て、東北大学病院にも届けられました。被災地病院の抗てんかん薬の不足状況を調査しつつ、不足した地域への再配達を実施しております。この活動は医薬品卸業者による配給が正常化する

るまでの約2週間続けられています。日本てんかん学会の活動は、現地からの支援要請で行われたものではなく、学会や製薬会社などの支援する側が薬剤不足を予測しての自主的な活動であった点と、行政を補完する民間の活動であった点で評価されるべきものと考えます⁴⁾。

Q 災害時、避難所で活動される場合の慢性てんかん患者の対応について教えてください

A 1. 対応の基本

てんかん患者は自分の病名を正しく伝えながらない傾向があります。正しい病名を知ることは大切なことですが、そういった気持ちへの配慮をしていただきたいと思います。また、避難所におきましても、できるだけプライバシーを守る工夫をしてください。

病状や服用や、必要とされる支援などについて知るには、本人が緊急カードを所持していれば、そこに記載してありますので、まずそれを確認することがもっとも有効な手段になります。

2. 被災者の受診と投薬

てんかんは服薬を止めると非常に危険です。薬がなくなりそうな場合には、かかりつけ医の診察が必要となりますが、状況によっては受診できないこともあります。その場合は、次の優先順位で薬の処方と投薬を受けるようにさせていただきます。

- ①かかりつけ医師・病院で受診
- ②てんかん専門医、小児科神経専門医
- ③その他の医療機関に相談（何科でもよい）
- ④調剤薬局に相談（処方箋がなくても主治医の電話やメモなどの指示で調剤が可能。お薬手帳や処方箋の控えを指示の代用とすることも可能。かかりつけの薬局であれば処方記録を代用とすることも可能）

3. てんかん発作に出会ったとき

発作に出会ったときには何よりも大切なのは、落ち着いて冷静に対処することです。普通の感情で「だいじょうぶ」と静かに声をかけてください。体をゆする・押さえつける・叩く・大声をかける、などのことはしてはいけません。ほとんどのてんかん発作は、短時間のうちにおさまります。

また、てんかんは、発作の症状が診断の大きな決め手になります。できれば発作の状況を観察し記録することで、後に診断する際に大いに役立ちます⁵⁾。

Q 被災された慢性てんかん患者の不安の解消を図るための工夫はありましたか？

A 東日本大震災の発生直後は、抗てんかん薬不足の問題が患者と家族の最大の問題でしたが、その後も新たな問題が出現しました。発作を他人に見られることを避けたいために、避難所に行けない、普段とは異なる強い不安感が出現する、幻覚・妄想などの精神症状が新たに出現するなどがあります。こうした問題のなかには、医療としての対応が必須の場合もありますが、多くは誰かに相談するだけで軽減されます。患者団体である日本てんかん協会では、相談電話を開設し、テレビのテロップを通じた広報活動を行い、多くの患者の悩みに対応しています。同協会が作成した『災害対応ガイド—てんかんのある人と家族・支援者のための防災ハンドブック』および『緊急カード（災害対応版）』はホームページからダウンロード可能です（<http://www.jea-net.jp/useful/index.html>）。また、静岡てんかん神経医療センターでは、看護師や医師による相談電話も開設しています。東北大学てんかん学分野でもNHK ラジオのニュースや民間FM局を通じて、これらの相談電話について周知させる活動を行っています。イギリスでは、てんかん患者がいつでも相談できるよう、専門看護師などによる24時間体制のシステムが機能しています。このシステムでは、電話、メール、インターネット、ソーシャルメディアを駆使しており、わが国でも同様のシステムを立ち上げる必要性を感じております¹⁾。

Q 災害時急性期における医療情報管理について具体的な方策はありましたか？

A 災害の直後は、気仙沼市内の電話回線は途絶し、外部とは完全に孤立し、完全復旧するまでに1週間を要しました。この孤立期においては被災状況の確認とともに、情報伝達手段の模索作業が重要となります。外部支援者は現地の状況を推測して、迅速なる行動が必要となります。現地に到達できた初期段階では、現地での支援活動のみならず、被災地の情報を持ち帰っての災害対策本部への報告および他の外部支援者への周知が重要な任務となります。東北大学てんかん学分野では比較的早期に被災地情報が集積されて、てんかん診療に関わる学会関係者、患者団体、マスメディア、厚生労働省関係者へのメールによる情報提供を行っています。情報の拡散により、てんかん診療のみならず多くの医療関係者・マスコミへの支援の広がりにつながっていたように思います¹⁾。

Q 遠隔てんかん外来について教えてください

A ハイビジョン・テレビ会議システム（Polycom社製）を用いて、被災地の気仙沼市立病院と、てんかん専門医が常駐する東北大学病院を連結し、遠隔てんかん専門外来を実施しています。患者と医師との対面による診察という意味では、実際に会って診察する場合との差がほとんどなく、患者・家族にとっても、双方の医師にとっても満足度はきわめて良好でした。本システムは、てんかん診療のみならず、救急診療科を含めた他の診療科にとっても応用が可能であり、医療過疎地域の医療支援ツールとしての発展が期待されています¹⁾。

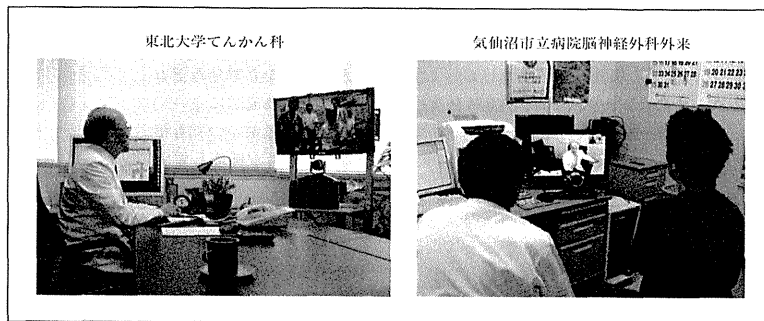


図3 ハイビジョン・テレビ会議システムを用いた遠隔てんかん外来

【文 献】

- 1) 中里信和, 神 一敬, 岩崎真樹 他: 災害時の対応. 『最新医学別冊「新しい診断と治療のABC 74/神経5てんかん」』, 最新医学社, pp.214-219, 2012
- 2) Shibahara I, Osawa S, Kon H et al: Increase in the number of patients with seizures following the Great East-Japan Earthquake. *Epilepsia* 54: e49-e52, 2013
- 3) 阿部公恵: 宮城県における医薬品などの供給. 『東日本大震災における保険医療救護活動の記録と教訓』(上原鳴夫 編), じほう, pp.60-64, 2012
- 4) 波の会 災害対応ガイド http://www.jea-net.jp/files/use_saigai.pdf
- 5) 成田徳雄: 気仙沼市の医療救護活動. 『東日本大震災における保険医療救護活動の記録と教訓』(上原鳴夫 編), じほう, pp.106-111, 2012

テレビ会議システムによる遠隔てんかん外来

成澤 あゆみ¹⁾, 成田 徳雄¹⁾, 富永 悌二²⁾, 岩崎 真樹²⁾, 神 一敬³⁾, 中里 信和³⁾

1) 気仙沼市立病院脳神経外科, 2) 東北大学大学院医学系研究科神経科学分野, 3) 同 てんかん学分野

Remote Epilepsy Clinic using a Video Conferencing System

Ayumi Narisawa, M.D.¹⁾, Norio Narita, M.D.¹⁾, Teiji Tominaga, M.D.²⁾, Masaki Iwasaki, M.D.²⁾, Kazutaka Jin, M.D.³⁾, and Nobukazu Nakasato, M.D.³⁾

1) Department of Neurosurgery, Kesennuma City Hospital, 2) Department of Neurosurgery, Tohoku University Graduate School of Medicine, 3) Department of Epileptology, Tohoku University Graduate School of Medicine

Careful medical interviewing is crucial for the diagnosis of epilepsy. However, the number of available epileptologists is not adequate to serve the cities in Japanese regional areas. This study assessed the use of a video-conferencing system to hold a remote epilepsy clinic with the cooperation of a tertiary epilepsy center and a local public hospital in an area devastated by the Great East-Japan Earthquake and tsunami. The video-conferencing system established protocols to ensure the protection of personal information on the internet.

Epileptologists in Tohoku University Hospital (tertiary epilepsy center) interviewed outpatients in the Kesennuma City Hospital (local public hospital) via the video-conferencing system. Medications and physical examinations were performed at the Kesennuma City Hospital based on the recommendations of the epileptologists. Nine patients received consultations via the remote epilepsy clinic from March 2012 to February 2013. Treatment strategies were established in 4 patients with epilepsy. Differential diagnosis was established in the other 5 patients with episodes of loss of consciousness. The interviews were successfully performed with the same quality as face-to-face interviews. Such remote clinics using the video-conferencing system will be valuable for medical support and education in medically underserved areas. However, the current health insurance system does not cover the provision of such telemedicine services in Japan.

(Received April 10, 2013; accepted April 30, 2013)

Key words: epilepsy, telemedicine, remote consultation, video-conferencing system, internet
Jpn J Neurosurg (Tokyo) 23: 136-140, 2014

はじめに

てんかんの有病率は約1%で、わが国でてんかん患者数は100万人を超える。薬物治療や外科治療により発作抑制が得られる患者は多いが、治療法の誤った選択による「みせかけの難治例」の存在が無視できない問題となっている¹⁾。発作抑制が得られない患者や副作用に悩む患者は、早い段階で専門医を受診することが理想的である。しかし、日本てんかん学会の専門医資格を有する医師は

500名に満たず、専門医の偏在の問題もあり、専門医を受診できない患者は多い。

こうした問題を解決すべく、日本てんかん学会では地域診療連携モデルを提案している (Fig. 1)。てんかんの初期対応は神経系以外の診療科を含めた一般医 (一次診療機関) で行い、専門的検査と抗てんかん薬開始の判断は脳神経外科・神経内科・精神科・小児神経科等の神経系診療科 (二次診療機関) で行う。てんかん専門医が所属する三次診療機関では、ビデオ脳波モニタリングを

む精密検査を行い、薬の変更や外科治療を行う。発作が抑制された症例は、二次や一次診療機関に戻って継続的に治療される、という構想である。

宮城県北東部の太平洋沿岸に位置する気仙沼市を中心とする医療圏では、気仙沼市立病院が二次医療機関として位置づけられる。三次医療機関での診療が必要な場合、これまでは車で片道3時間かかる仙台市まで行く必要があった。今回われわれは、東日本大震災後の二次診療機関と三次診療機関の連携を強化する一手段として、テレビ会議システムを導入し、遠隔てんかん外来を開始した。本法は被災地に限らず、全国の地域医療のレベルアップに役立つ方法と考えられたので、現状について報告したい。

方法

対象は気仙沼市立病院を受診し、てんかんまたはてんかんを疑われた患者9例 (15~53歳, 男性5例) である。9例中4例は治療方針検討のため専門医による診察が必要と判断され、5例はてんかんか否かの鑑別診断が必要とされた症例である (Table 1)。

遠隔外来に用いた装置は、ハイビジョン画像と音声を双方向で送受信できるテレビ会議システム (Polycom HDX 8000/7000; Polycom Inc., Pleasanton, California, USA) である。インターネット通信の秘匿性を高めるため暗号化通信機能 (advanced encryption standard 256 bit) とファイアウォールを利用した virtual private network 接続とを組み合わせた (Fig. 2)。

気仙沼市立病院側では、患者と家族に脳神経外科専門医 (NNR または NA) が同席し、東北大学病院側では日本てんかん学会専門医 (NNK または JK) が問診を担当した。検査オーダーと処方箋の発行は気仙沼市立病院側が担当した (Fig. 3)。東北大学側で作成した診療記録は電子メールを介して気仙沼市立病院の診療録に保存された。

結果

テレビ会議システムを用いた遠隔外来診察は、十分な画質・音質での通信が可能で、通信時間差もほとんどなく、通常の対面外来診察と同等の質が確保された。具体的には、てんかん専門医の問診により、てんかん発作か非てんかん発作 (失神) かの鑑別や発作症状の新たな聴取、また三次医療機関での精密の必要性を明らかにすることが可能であった。

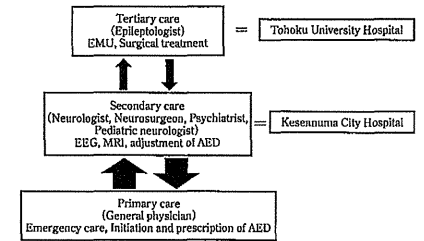


Fig. 1 Model of epilepsy care network

Primary care physicians are the first responders to episodes of convulsive seizure. The diagnosis of epilepsy is established and antiepileptic drug (AED) is prescribed at the secondary care institution. Patients with intractable seizures and uncertain diagnoses are referred to the tertiary care hospital. If certain diagnoses are established or the seizures are well controlled, prescription of AED is continued at the secondary or primary care institutions. EMU: epilepsy monitoring unit, EEG: electroencephalogram

考察

本研究ではテレビ会議システムを用いた遠隔システムで、「通常の対面診察と同等の問診」を、てんかん専門医が患者のいる遠隔地の病院に出張することも、患者が専門医のいる病院を直接受診することもなく実現できた。

遠隔医療 (telemedicine and telecare) で用いられる情報伝達手段には、テレビ会議システムのほかに、電話、電子メール、静止画像伝送システム (病理、放射線画像など) がある。本研究ではテレビ会議システムを用いることで、ほかの手段では困難な「通常の対面診察と同等の問診」を実現することが可能であった。てんかん診断においては、脳波や画像所見よりも発作症状を明らかにするための病歴聴取が重要で、患者本人からは本人しか自覚することのできない前兆を、家族など実際に発作を目撃した人からは発作時の様子を、詳細に聞き出すことが必要とされる²⁾。てんかん専門医が、典型的な前兆の内容や発作の様子を具体的に挙げたり、実際に発作症状を真似てみせたりすることで、より確実な診断が可能になる。本研究では画面を通して患者の微細な表情の変化まで読み取ることができた。この点はビデオカメラやディスプレイの解像度など、技術的な問題に依存しているものと推察される。てんかん診療にテレビ会議システムを用いた報告も少数ながら散見される。Rasmussen ら³⁾はテレビ会議システムを用いたてんかん遠隔診療を行い、

連絡先: 成澤あゆみ, 〒989-3126 仙台市青葉区落合 4-3-17 宮城県立こども病院脳神経外科
Address reprints requests to: Ayumi Narisawa, M.D., Department of Neurosurgery, Miyagi Children's Hospital, 4-3-17 Ochiai, Aoba-ku, Sendai-shi, Miyagi 989-3126, Japan

Table 1 Summary of patients interviewed in the remote epilepsy clinic
Treatment strategies were established in case 1-4, and differential diagnoses were established in case 5-9.
EEG : electroencephalogram, MRI : magnetic resonance imaging

No	Age (yrs)/ Sex	Diagnosis Before telemedicine	Diagnosis After telemedicine	Recommended action
1	25/F	Medically intractable temporal lobe epilepsy	Temporal lobe epilepsy with dose-dependent side effect of carbamazepine	Reduced dose of carbamazepine; further presurgical evaluation
2	26/F	Medically intractable epilepsy with episodes of motion arrest	Temporal lobe epilepsy with daily complex partial seizures; low dose of carbamazepine	Increased dose of carbamazepine
3	28/M	Unclassified epilepsy with administration of zonisamide and lamotrigine	Localization related epilepsy with residual seizures; depression due to zonisamide	Reduced dose of zonisamide and increased dose of lamotrigine
4	40/F	Medically intractable epilepsy with multiple surgical treatments	Medically intractable epilepsy with multiple surgical treatments	Admission for comprehensive evaluation with long-term video-EEG monitoring
5	39/M	Multiple episodes of generalized motor seizures	Focal epilepsy with secondary generalized tonic-clonic seizures	Start of administration of carbamazepine
6	53/M	Multiple episodes of consciousness loss, hesitation of antiepileptic drugs	Epilepsy with multiple generalized tonic-clonic seizures without aura	Continued administration of levetiracetam and detailed order of EEG and MRI
7	41/M	First generalized motor seizure	Epilepsy suspected	Repeat EEG after 3 months; restriction on driving and bathing for 6 months
8	15/M	Multiple episodes of consciousness loss followed by administration of levetiracetam	Syncope	Medical guidance of daily life and plan of levetiracetam withdrawal
9	21/F	Multiple episodes of consciousness loss	Syncope	Medical guidance of daily life without medication

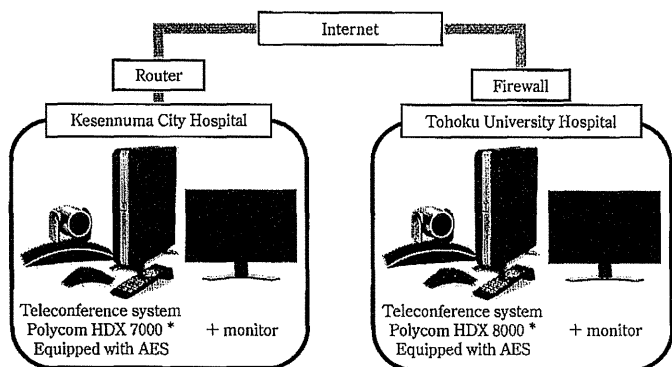


Fig. 2 Schematic view of remote epilepsy clinic using the internet and videoconferencing system.

AES : advanced encryption standard

通常の対面診療と比べ、患者の発作頻度に差がなかったと報告している。一方、てんかん患者の診察時には発作の目撃者が同伴する必要があるため、同伴者も含めた遠隔地病院受診にかかる必要経費としての交通費、宿泊費、生産性損失分が削減可能であることも報告されている¹⁾。診療の質を下げずに、時間と経費が削減できるため、テレビ会議システムを用いた遠隔診療はてんかん遠隔診療に適しているといえる。

てんかん専門医が少ない現状では、専門外の医師が専門医の診察に立ち会う機会も限られている。本研究のように専門外の医師がてんかん遠隔外来に患者とともに同席することは、同席した医師に対するよい教育の場ともなる。また、テレビ会議システムは、症例検討会への参加のように、医師対医師のコミュニケーションにも有用である。テレビ会議システムを用いて、異国の大学病院間で互いの症例検討会に参加している事例も報告されている²⁾。また、Canadian League Against Epilepsy がカナダのてんかん診療医に対して行ったアンケートでは、39名中15名がテレビ会議システムを利用した遠隔診療を行っており、てんかん専門医への相談や一般開業医への紹介のみならず、症例検討会なども行っていた³⁾。われわれも、東北大学病院で開催しているてんかん症例検討会に、気仙沼市立病院の医師・臨床検査技師らがテレビ会議システムを介して参加する試みを行っている。東北大学病院側は10~30名の医師・臨床検査技師・学生が参加し、電子カルテや脳波、画像をスクリーンに映写して検討会を進行している。気仙沼市立病院側は脳神経外科外来に4~5名の研修医を含む医師・臨床検査技師・学生が集まり、テレビ会議システムを通じて検討会に参加している。脳画像は解像度に限界があるが、脳波はスクリーン上に映し出された波形がカメラを介して十分に判読可能であり、意見交換も自然に行うことが可能である。

わが国の遠隔診療における最大の問題点は、診療報酬がほとんど保障されていない点である。遠隔医療は通信技術を活用した健康増進、医療、介護に資する行為であると定義されている⁷⁾。1997年12月に当時の厚生省健康政局から発行された医師法20条の解釈および遠隔診療に関する通知が⁸⁾改正され、2011年3月に発行された。この通知により、遠隔診療の法的理解が一層明確となった。しかし、厚生労働省により診療報酬が定められているのは、放射線科医による遠隔画像診断 (tele-radiology)⁹⁾と病理医による遠隔病理診断 (telepathology)¹⁰⁾のみであり、その他の医師対医師間の遠隔診療については患者同席の有無にかかわらず、具体的な診療報酬が定められていない。



Fig. 3 Photograph of the outpatient clinic at the Kesenumma City Hospital during the remote epilepsy clinic. The monitor shows the Department of Epileptology, Tohoku University Hospital.

い。カナダのてんかん診療医に対するアンケート調査でも、遠隔診療を行わない理由として、設備を準備する経済基盤がないことに加え、診療報酬が定められていないことが挙げられており³⁾、遠隔診療のさらなる普及に際して解決しなければならぬ課題である。

総務省は遠隔医療推進のためにいくつかのモデル事業を行っている。その代表例として旭川医科大学病院遠隔医療センターが地域の拠点病院、地方病院、診療所との間で行っている遠隔医療がある。眼科を中心にテレビ会議システムも活用し、診断支援や在宅医療支援を行っている¹⁰⁾。また、香川大学および地域診療所が推進している「かがわ遠隔医療ネットワーク」も知られている。電子カルテ、在宅健康管理システム、テレビ会議システムを活用して、脳卒中、糖尿病など慢性期患者を対象とした遠隔指導・診察を実施している¹¹⁾。将来的には過疎地域の医療支援や教育用ツールとして、さらなる普及・応用が期待されている。

本論文の要旨は、第48回日本脳神経外科学会東北支部学術集会(2012年9月1日, 仙台)、第46回日本てんかん学会(2012年10月12日, 東京)、第71回日本脳神経外科学会学術総会(2012年10月17日, 大阪)において発表した。

謝辞

現在使用しているテレビ会議システムは、米国 Arkansas 大学産婦人科主任教授 Curtis L. Lowery 先生のチームから災害復興支援の目的で、東北大学医学系研究所と気仙沼市立病院に無償貸与されました。

Arkansas 大学産婦人科の皆様、装置設置を支援していただいたポリコムジャパン株式会社のスタッフの皆様、東北大学医学系研究所情報基盤室の皆様により感謝申し上げます。

文 献

- 1) Ahmed SN, Mann C, Sinclair DB, Heino A, Iskiw B, Quigley D, Ohinmaa A: Feasibility of epilepsy follow-up care through telemedicine: a pilot study on the patient's perspective. *Epilepsia* 49: 573-585, 2008.
- 2) Ahmed SN, Mann C, Siddiqui F, Sheerani M, Syed NA, Snyder T, Enam SA, Boling W: Experiences from an international tele-epilepsy collaboration. *Can J Neurol Sci* 36: 582-586, 2009.
- 3) Ahmed SN, Wiebe S, Mann C, Ohinmaa A: Telemedicine and epilepsy care—a Canada wide survey. *Can J Neurol Sci* 37: 814-818, 2010.
- 4) Azar NJ, Pitiyanuvath N, Vittal NB, Wang L, Shi Y, Abou-Khalil BW: A structured questionnaire predicts if convulsions are epileptic or nonepileptic. *Epilepsy Behav* 19: 462-466, 2010.
- 5) 厚生労働省: 診療報酬の算定方法の一部を改正する件 (告示): 平成 24 年厚生労働省告示第 76 号 第 2 章 第 4 部 画像診断. (<http://www.mhlw.go.jp/bunya/iry-ouhoken/iryouhoken15/dl/2-6.pdf>)
- 6) 厚生労働省: 診療報酬の算定方法の一部を改正する件 (告示): 平成 24 年度厚生労働省告示第 76 号 第 2 章 第 13 部 病理診断. (<http://www.mhlw.go.jp/bunya/iry-ouhoken/iryouhoken15/dl/2-13.pdf>)
- 7) 日本遠隔医療学会: 遠隔医療とは—遠隔医療の定義. (http://jta.umin.jp/frame/j_01.html)
- 8) 日本神経学会: 第 5 章 難治てんかんの薬物療法. 「てんかん治療ガイドライン」作成委員会 (編): てんかん治療ガイドライン 2010. 東京, 医学書院, 2010, pp.49-61.
- 9) Rasmussen KA, Hartshorn JC: A comparison of epilepsy patients in a traditional ambulatory clinic and a telemedicine clinic. *Epilepsia* 46: 767-770, 2005.
- 10) 総務省: 地域 ICT 利活用事例集 平成 23 年度版 医療連携・遠隔支援 (北海道). (http://www.soumu.go.jp/main_content/000168492.pdf)
- 11) 総務省: 地域 ICT 利活用事例集 平成 23 年度版 医療連携・遠隔支援 (香川県). (http://www.soumu.go.jp/main_content/000168496.pdf)

要 旨

テレビ会議システムによる遠隔てんかん外来

成澤あゆみ 成田 徳雄 富永 梯二
岩崎 真樹 神 一敬 中里 信和

正確なてんかん診断には詳細かつ的確な病歴聴取が必須であるが、全国のてんかん専門医数は限られており、地域医療の現場では専門医による早期介入が困難である。

本研究では、東日本大震災の被災地にある公立病院脳神経外科を受診したてんかんあるいはてんかんと疑われた患者 9 例 (15~53 歳, 男性 5 例) を対象に、大学病院てんかん科の専門医が、インターネットを介したテレビ会議システムを用いて遠隔外来診察を試みた。4 例は治療方針検討, 5 例は診断目的の受診で、全例において通常の対面外来診察と同等の診察が可能であった。診療報酬上の措置がないなど運営上の問題点はあるものの、過疎地域への医療支援として今後の応用が期待される。

脳外誌 23: 136-140, 2014

Editorial Comment

新たな展開—テレビ会議システムによる遠隔てんかん外来—

山口大学医学部附属病院手術部 藤井正美

交通の便が悪い過疎地域では、てんかんと専門に扱う医師が不足しているため、満足のいく診察ができないのが現状である。近年、行政、医師会もこのような実態を把握し、地域レベルでのてんかん診療ネットワークの構築に向け少しずつ動き出している。

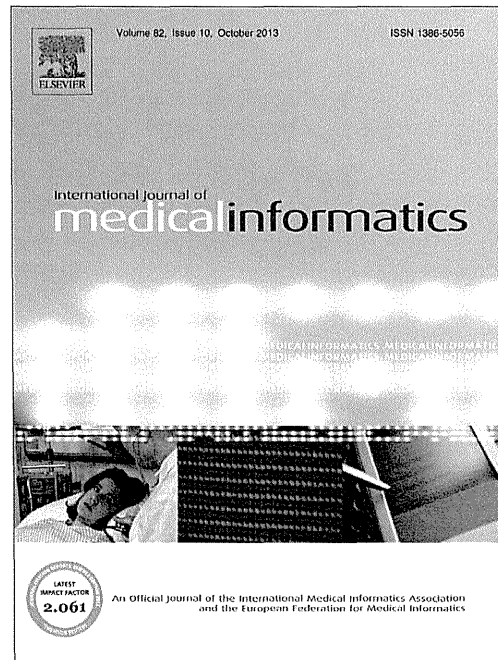
そのような状況下、過疎地でのてんかん診療にテレビ会議システムを導入する取り組みは画期的であり意義深い。著者らが述べているように、テレビ会議システムを用いた診察は、てんかん専門医および患者双方の時間と経費の削減につながる。また、患者およびその家族と直接会話ができるため専門家による具体的な発作症状の聴取ができ、さらに解像度のよい画像であれば、脳波、MRI が直接参照できることからの確な診断を下すことが可能になる。この診療システムは遠隔地の医師だけでなく検査技師、看護師など多職種との医療関係者も参加できるためコ

メディカルの教育にも役立てることができる。今後地域医療向上に向けた具体策として、その発展が期待される。

一方、問題点も浮き彫りにされている。設備投資に経費がかさむこと、てんかんの遠隔診療に対する診療報酬が定められていないこと、装置によっては画像の解像度に問題を生じることなどが挙げられている。これらの点を改善し普及させるためには、行政の経済的および政策的支援が不可欠である。そのためにはてんかん分野のみならず、同様のシステムを共有できる医療分野が一緒になって学会、企業、世論を巻き込んで行政を動かすことが必要であろう。

著者らのテレビ会議システムを用いた遠隔てんかん外来診療がさらに発展し、てんかん診療における日本のモデルケースになることを期待してやまない。

Provided for non-commercial research and education use.
Not for reproduction, distribution or commercial use.



This article appeared in a journal published by Elsevier. The attached copy is furnished to the author for internal non-commercial research and education use, including for instruction at the authors institution and sharing with colleagues.

Other uses, including reproduction and distribution, or selling or licensing copies, or posting to personal, institutional or third party websites are prohibited.

In most cases authors are permitted to post their version of the article (e.g. in Word or Tex form) to their personal website or institutional repository. Authors requiring further information regarding Elsevier's archiving and manuscript policies are encouraged to visit:

<http://www.elsevier.com/authorsrights>



journal homepage: www.ijmijournal.com



The trends in EMR and CPOE adoption in Japan under the national strategy

Yuichi Yoshida^{a,*}, Takeshi Imai^b, Kazuhiko Ohe^c

^a Department of Planning, Information, and Management, The University of Tokyo Hospital, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8655, Japan

^b Center for Disease Biology and Integrative Medicine, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8655, Japan

^c Department of Medical Informatics and Economics, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8655, Japan

ARTICLE INFO

Article history:

Received 26 November 2012

Received in revised form 9 July 2013

Accepted 10 July 2013

Keywords:

Electronic medical records

Computerized physician order entry system

Health policy

ABSTRACT

Purpose: We evaluate the status of health information system (HIS) adoption (In this paper, "HIS" means electronic medical record system (EMR) and computerized provider order entry system (CPOE)). We also evaluate the affect of the policies of Japanese government.

Methods: The status of HIS adoption in Japan from 2002 to 2011 was investigated using reports from complete surveys of all medical institutions conducted by the Ministry of Health, Labour and Welfare (MHLW). HIS-related budgets invested by the Japanese government from 2000 to 2008 were surveyed mainly using literatures and administrative documents of the Japanese government (MHLW and Ministry of Economy, Trade and Industry).

Results: The rates of HIS adoption in Japan in 2011 were: 20.9% for the rate of EMR adoption in clinics, 20.1% for the rate of EMR adoption and 36.6% for the rate of CPOE adoption in hospitals. In hospitals, the rate of EMR and CPOE adoption were 51.5% and 78.6% in 822 large hospitals (400 or more beds), 27.3% and 52.1% in 1832 medium hospitals (200–399 beds), and 13.5% and 26.0% in 5951 small hospitals (less than 200 beds), respectively. Japan has a large number of medical institutions (99,547 clinics and 8605 hospitals) with a low rate of EMR adoption in clinics and a high rate of HIS adoption in hospitals. The national budget to expand HIS use was implemented for medium and large hospitals mainly. The policy target of New IT Reform Strategy was not achieved.

Conclusion: The rate of HIS adoption in Japanese medium and large hospitals is high compared to small hospitals and clinics, and this is attributable to the fact that the Japanese government placed the target for HIS adoption on key hospitals with a large number of beds and concentrated budget investment in those hospitals. Besides, legal approval of EMR and the introduction of Diagnostic Procedure Combination system facilitated EMR adoption. There is less financial support for small hospitals than medium and large hospitals. The low rate of EMR adoption in clinics stems from the facts that there was little subsidies or incentives in the national remuneration for medical services, lack of cooperation from medical associations, and a failed attempt to mandate computerization of medical accounting

* Corresponding author. Tel.: +81 3 5800 8685; fax: +81 3 3813 7238.

E-mail address: yoshida@hcc.h.u-tokyo.ac.jp (Y. Yoshida).

1386-5056/\$ – see front matter © 2013 Elsevier Ireland Ltd. All rights reserved.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2013.07.004>

(medical billing). Giving financial incentives is an effective means of raising EMR adoption rate. For wide usage of HIS, more financial support and incentive may be necessary for small hospitals and clinics.

© 2013 Elsevier Ireland Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

Health information technology has the potential to improve the quality of medical care [1] and to reduce society's overall healthcare costs [2]. The adoption of health information systems (HIS; In this paper, "HIS" means electronic medical record system (EMR) and computerized provider order entry system (CPOE)) is a matter of concern for policy-makers in different countries and HIS adoption is now being promoted as national policy mainly in advanced industrial nations [3,4].

In Japan, the Ministry of Health, Labour and Welfare (MHLW) fix medical fee and controls medical institutions via administrative direction on a universal health insurance system. In the 1980s, the computerization of medical billing had been used in some medical institutions, and next CPOE was introduced in medical institutions [5]. On the other hands, the EMR had not been legally accepted as official medical records for a long time, and hospitals had to prepare paper-based medical records in accordance with the law even if they had adopted EMR. In 1999 MHLW legally permitted use of EMR [6–8]. In 2001, MHLW published the "Grand Design" for Development of Information Systems in the Healthcare and Medical Fields (national policy document) [9] and set the policy target of increasing the adoption of electronic medical records (EMR) to at least 60% in hospitals with 400 or more beds and all clinics nationwide by the end of fiscal 2006 [10]. In 2003 Diagnostic Procedure Combination (DPC) system [11] of comprehensive payment of hospitalization medical expenses during the acute phase of a condition was introduced. DPC is the case-mix payment system that is similar to the Diagnosis Related Groups used in US. The submission of computerized medical record data (DPC format data) to the national government was requested as one of the requirement for getting approved as a DPC hospital.

However, a complete census conducted in October 2005 by the MHLW revealed low rates of EMR adoption: 19.0% ($n = 159$) in hospitals with 400 or more beds and 7.6% ($n = 7437$) in general clinics nationally. "The New IT Reform Strategy" [12] (national policy document) formulated by the Cabinet Secretariat's IT Strategic Headquarters in January 2006 targeted most medical facilities with 400 or more beds by fiscal 2008 and most medical facilities with 200 to 399 beds by fiscal 2010 for adoption of HIS. For small medical institutions the goal was established of expanding the use of low-cost EMR suited to exchange of medical information by fiscal 2010.

Thus far reports have been published on Japan's Health IT Policy and the status of its adoption [13–18], national and regional projects [14,19–21], and questionnaire surveys on the utilization of HIS at medical institutions [13,18,22–24]. Abraham et al. [14] reviewed the recent national policy, development and implementation of HIS. According to Yasunaga et al. [13], the percentage of institutions that had introduced

EMR as of February 2007 was 10.0% (of sample size 1316) for hospitals and 10.1% (of sample size 1725) for clinics. Even the percentage for hospitals with 400 or more beds was just 31.2% (of sample size 456). These data were based on the survey that they performed. Takabayashi et al. [15] reported that the prevalence of EMR in Japan varies according to the size of the institution which is 62.5% in hospitals with at least 400 beds, 21.7% in hospital with 100–399 beds, 9.1% in hospitals with less than 99 beds, and 16.5% in clinics in 2009, using the data of a market research company. However, as far as the authors know, there are no reports on the status of HIS adoption based on the results of the latest complete census conducted by the national government in October 2011 and published in November 2012. In this study, we use this latest data.

It has passed over fiscal 2010 that is the achievement deadline of New IT Reform Strategy. Therefore, the accurate understanding of HIS adoption status is required for policy evaluation. In this paper, we will present the status of HIS adoption in Japan from 2002 to 2011, the financial support implemented by national government from 2000 to 2008, and the achievement status of the New IT Reform Strategy. Then, we evaluate affect of the policies of Japanese government.

2. Methods

2.1. Data on the status of EMR and CPOE adoption in Japan

2.1.1. Use data

In Japan, there is the official statistics performed by national government in accordance with the law. "Static Survey of Medical Institutions" that we used is one of them. Medical institutions are obliged by law to reply to the Static Survey of Medical Institutions, and so the response rate is 100% for each year on these complete censuses.

Data on less than 100,000 general clinics, excluding dental clinics, and about 9000 hospitals from the results of the last four Static Surveys of Medical Institutions conducted by the MHLW (data as of October 1 in 2002, 2005, 2008 and 2011) [25,26] were used as the source data for deriving the status and transition over time of EMR and CPOE adoption at medical institutions in Japan. The definition of medical institutions is as follows; a hospital is a medical institution with 20 or more beds, and a general clinic is that with 0–19 beds (excluding those providing dental care only). In this survey, the questionnaire is filled by the manager of the medical institutions, and it is submitted for MHLW.

This survey includes about 30 questions on base attributes such as hospital size, location, equipment, clinical specialties, and implementation of surgery and tests as well as the status

of EMR and CPOE adoption. This study used the survey results for the following four relevant items:

- 1) Type of establishing organization
- 2) Number of beds permitted
- 3) Status of EMR adoption
- 4) Status of CPOE adoption

In Japan, EMR is generally differentiated from CPOE. Therefore, EMR adoption does not include CPOE adoption as a requirement for completion. The question about the status of EMR adoption for medical institutions is as follows; "implemented in all areas of the facility", "implemented in some areas of the facility", "in planning", and "no planning". In this survey, there is no definition about the requirement function of EMR. The requirement of EMR adoption does not include being paperless or the implementation of clinical decision support system in questionnaire. The EMR products within hospitals and clinics are different in price and contents.

There is no general consensus of EMR definition in Japan. MHLW demanded three requirements (authenticity, readability and storability) of EMR in 1999 [6,7]. The institutions that answered "implementation" in this survey were thought to adopt EMR systems with these functions. There are also the EMR definitions by Japan Association for Medical Informatics (JAMI) [27] and Japanese Association of Healthcare Information System Industry (JAHIS) [14,28].

The survey items about the status of CPOE adoption varied from year to year as follows; "Laboratory test", "prescription", "doctor's appointment", and "no implementation" in 2002 and 2005. "Laboratory test", "radiology", "prescription", "nutrition", and "no implementation" in 2008 and 2011. The medical institutions that adopted more than one of survey items (excluding "no implementation") shall be deemed to have CPOE.

2.1.2. Resetting of classification in cross tabulation

The data in 2.1.1 were tallied by the number of beds and the type of establishing organization for the responses to the four items related to this study. However, the divisions of number of beds in original tables were too fine for the purposes of this study. The number of divisions in original tables is 14 as follows: No bed, 1–19, 20–49, 50–99, 100–149, 150–199, 200–299, 300–399, 400–499, 500–599, 600–699, 700–799, 800–899 and 900 or more beds. Accordingly, the classification in cross tabulation was reset into one division for clinics (0–19 beds) and three divisions for hospitals (20–199, 200–399 and 400 or more beds) according to the number of beds per medical institution. This reclassification was made because it is common practice for financial support for HIS adoption from the government to medical institutions and the setting of policy targets to be based on divisions by number of beds.

2.1.3. Analytical method

The data for 2002, 2005, 2008 and 2011 were re-tallied based on the new classification adopted in 2.1.2 and the HIS adoption rate and actual number of adoptions were compared by year. The statistical estimation methods, such as hypothesis testing, were not used in this research, since in this survey population itself was treated, so that there is no need to expect population from small groups.

2.2. Data on HIS-related governmental budgets in Japan

HIS-related budgets invested by the Japanese government from 2000 to 2008 were surveyed. The data were compiled mainly using administrative documents of the Japanese government (MHLW and Ministry of Economy, Trade and Industry).

3. Results

3.1. Status of EMR adoption in 2011

In 2011 the EMR adoption rates in Japan were 20.9% in clinics, and 20.1% in hospitals (Table 1). The rate of EMR adoption was lowest for small hospitals (13.5%) and highest for large hospitals (51.5%). There was a difference of 38% in the adoption rates.

3.2. Status of CPOE adoption in 2011 (hospitals only)

In 2011 the CPOE adoption rate was 36.6% in hospitals (Table 2). The greater the number of beds in an institution, the higher the rate of CPOE adoption. There was a difference of about 53% in the adoption rates between small hospitals (26.0%) and large hospitals (78.6%).

3.3. Transition in the rate of EMR and CPOE adoption in 2002, 2005, 2008 and 2011

Fig. 1A shows the transition in the rate of EMR adoption in 2002, 2005, 2008 and 2011 by the size of medical institution. In 2002, hardly any medical institutions had adopted an EMR system (2.5% in clinics overall and 1.2% in hospitals overall). By 2011, the rate of EMR adoption had risen by about 19% for both clinics and hospitals overall. In terms of size by the number of beds, EMR adoption in medium and large hospitals moved ahead comparatively more whereas adoption in small hospitals made less progress (see Supplementary material Tables 4–9 for status of EMR and CPOE adoption in 2002, 2005 and 2008).

Fig. 1B shows the transition in the rate of CPOE adoption in 2002, 2005, 2008 and 2011 by the size of hospital. In 2002, the overall rate of CPOE adoption in hospitals was 14.4%, a comparatively higher rate of adoption than for EMR systems. In Japan, the adoption of CPOE preceded that of EMR. By 2011, the overall rate of CPOE adoption had increased to 36.6% and exceeded the rate of EMR adoption for all sizes of institution by the number of beds.

3.4. National budget invested by the Japanese government to expand HIS use and the number of target institutions

Table 3 shows the national budget invested by Japan from 2000 to 2008. Out of a total amount of approximately USD \$622 million, USD \$379 million (61%) was invested in around 2700 hospitals with at least 200 beds and USD \$70 million (11%) was invested in about 80 designated advanced treatment hospitals

Table 1 – Status of EMR adoption in 2011.

	Facilities (total)	Implementation		No implementation		Not surveyed ^c
		Complete ^a	Partial ^b	In planning	No planning	
		number (percent of facilities)				
Medical clinics (0-19 beds)						
Overall	99,547	18,653 (18.7)	2144 (2.2)	3434 (3.4)	73,773 (74.1)	1543 (1.6)
Hospitals (≥20 beds)						
Overall	8605	1490 (17.3)	239 (2.8)	1230 (14.3)	5501 (63.9)	145 (1.7)
Size						
Small (20-199 beds)	5951	631 (10.6)	175 (2.9)	735 (12.4)	4315 (72.5)	95 (1.6)
Medium (200-399 beds)	1832	465 (25.4)	35 (1.9)	328 (17.9)	972 (53.1)	32 (1.7)
Large (≥400 beds)	822	394 (47.9)	29 (3.5)	167 (20.3)	214 (26.0)	18 (2.2)

^a "Implementation – Complete" means "implemented in all areas of the facility".

^b "Implementation – Partial" means "implemented in some areas of the facility".

^c The medical facilities in Fukushima prefecture, Ishinomaki and Kesen-numa areas in Miyagi prefecture affected by the Great East Japan Earthquake (on March 11, 2011) were not surveyed.

Table 2 – Status of CPOE adoption in 2011 (hospitals only).

	Facilities (total)	Implementation (overall)	Laboratory tests	Radiology	Prescriptions	Nutrition	Not surveyed ^d							
								number (percent of facilities)						
								Hospitals (≥20 beds)						
Overall	8605	3147 (36.6)	2743 (31.9)	2564 (29.8)	3002 (34.9)	2515 (29.2)	145 (1.7)							
Size														
Small (20-199 beds)	5951	1547 (26.0)	1265 (21.3)	1175 (19.7)	1430 (24.0)	1085 (18.2)	95 (1.6)							
Medium (200-399 beds)	1832	954 (52.1)	849 (46.3)	796 (43.4)	929 (50.7)	822 (44.9)	32 (1.7)							
Large (≥400 beds)	822	646 (78.6)	629 (76.5)	593 (72.1)	643 (78.2)	608 (74.0)	18 (2.2)							

^d The medical facilities in Fukushima prefecture, Ishinomaki and Kesen-numa areas in Miyagi prefecture affected by the Great East Japan Earthquake (on March 11, 2011) were not surveyed.

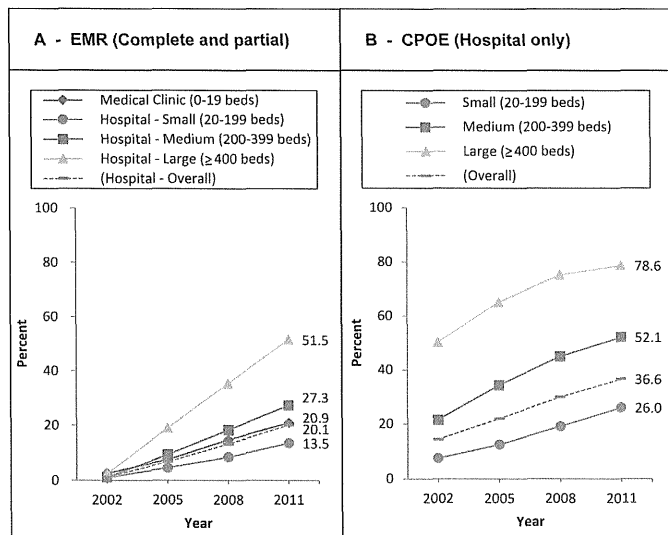


Fig. 1 – Transition in the rate of EMR and CPOE adoption in 2002, 2005, 2008 and 2011.

Table 3 – National budget invested by the Japanese government to expand the HIS use and the number of target institutions from 2000 to 2008.

Fiscal year	Target	Budget (USD ^a , million) (%)	Receivers
2000 (Suppl.) ^b	Hospitals and clinics	59.0 (9.5)	26 medical areas
2000 (Suppl.)	Hospitals	89.7 (14.4)	NA
2001 (Suppl.)	Hospitals (≥200 beds)	260.0 (41.8)	107 hospitals
2001 (Suppl.)	Advanced treatment hospitals	29.0 (4.7)	11 hospitals
2002	Hospitals and clinics	5.3 (0.9)	3 medical areas
2002 (Suppl.)	Hospitals (≥200 beds)	119.0 (19.1)	134 hospitals
2002 (Suppl.)	Advanced treatment hospitals	41.0 (6.6)	26 hospitals
2003	Hospitals and clinics	5.3 (0.9)	7 medical areas
2004	Hospitals and clinics	2.0 (0.3)	2 medical areas
2005	Hospitals and clinics	2.3 (0.4)	6 medical areas
2006	Hospitals and clinics	2.3 (0.4)	6 medical areas
2007	Hospitals and clinics	2.3 (0.4)	9 medical areas
2008	Hospitals and clinics	5.2 (0.8)	13 medical areas
	Total	622.4 (100.0)	

^a Exchange rate: 1 USD = 100 JPY.

^b "Suppl." means the supplementary budget.

(hospitals with at least 500 beds that have been specifically designated. The requirement of bed size was relaxed to at least 400 beds since 2004). The national budget included about USD \$84 million (14%) for clinics, but this was a subsidy to be paid inclusively to medical districts including core regional hospitals, and so there was no subsidy for EMR adoption that could be obtained by clinics independently.

Besides what was shown in the table, all hospitals were able to receive a subsidy of about USD \$6000 per bed if adopting an EMR system in upgrading hospital facilities since 2002 under the Medical Institution Modernization Program. Additionally, between April 2006 and March 2010 medical institutions that used an HIS for patients at their first visit under certain conditions were given a medical fee of 30 US cents.

3.5. Status of achievement of the "New IT Reform Strategy" as of October 2011

The deadline of the policy target for the medical institutions with 400 or more beds was fiscal 2008, and the policy target aimed almost every medical institution to adopt HIS. As for the rate of CPOE adoption, it was 75.1% in 2008 and 78.6% in 2011 to fulfill basically the goal in the New IT Reform Strategy. As for the rate of EMR adoption, it was 35.3% in 2008 and 51.5% in 2011 to be far below the policy target.

Then, the New IT Reform Strategy set the goal of adoption in hospitals with 200 to 399 beds by fiscal 2010, but as of 2011 the rate of EMR adoption was 27.3% (n=500). At this rate, the New IT Reform Strategy's policy target was not achieved. As for small medical institutions, only 20.9% (n=20,797) of clinics (99,547 facilities) and 13.5% (n=806) of small hospitals with 20-199 beds (5951 facilities) had adopted an EMR system. It cannot be said, therefore, that the goal of expanding the use of EMR systems is being achieved smoothly.

4. Discussion

4.1. Factors affecting HIS adoption in hospitals

The rate of adoption was particularly high at medium and large hospitals with 200 or more beds (34.8% for EMR and 60.3% for CPOE) (Tables 1 and 2). This is attributable to the fact that Japan's policy for supporting health IT adoption mainly targeted hospitals with at least 200 beds. Hospitals with 200 or more beds (about 2700 facilities) account for approximately 30% of all hospitals in Japan. The Japanese government invested USD \$379 million or about 60% of the HIS investment budget in nearly 240 of those hospitals as the outlay for EMR adoption (Table 3). This means the government paid about USD \$1.6 million on average per facility granted a subsidy. Additionally, the government concentrated USD \$70 million or about 11% of the HIS investment budget in 37 designated hospitals out of only about 80 advanced treatment hospitals (most of those are national university hospitals, and they account for less than 1% the number of hospitals in the entire country). Thus, facilities granted a subsidy under this program received about USD \$1.9 million in financial support. The outcome was that as of 2011 the rate of EMR adoption at designated advanced treatment hospitals was relatively high at 78.6% (adopted at 66 out of 84 facilities) [25,26].

The rate of EMR adoption at hospitals with less than 200 beds (13.5%), on the other hand, remained at a relatively low level compared with the rate of adoption for hospitals overall. Since 2002, all hospitals could have received a subsidy of about USD \$6000 per bed if they modernized their medical facilities and wished to install an EMR. However, it might be difficult for small hospitals with little revenue to utilize the program, as rebuilding of medical facilities was a prerequisite. It may be difficult to raise the rate of adoption at hospitals with less than 200 beds without granting a subsidy specifically for EMR adoption, as was done for medium and large hospitals.