

平成19年度 総括研究報告書

厚生労働科学研究費補助金
医療安全・医療技術評価総合研究事業

IT技術を取り入れた教育・訓練システムと医療安全教育研修制度に関する調査研究
(H18 - 医療 - 一般 - 032)

主任研究者 北島 政樹

平成20年(2008)3月

目 次

I. 総括研究報告

[提言] 医療安全教育研修の将来 -制度・技術・経済効果-	2
北島政樹	

IT技術を取り入れた教育・訓練システムと医療安全教育研修制度に関する研究	6
北島政樹	

II. 分担研究報告

1. 臨床手術現場での医療安全教育への取組み状況に関する研究	14
森田明夫	

2. 医学部教育及び、医師の卒後教育における医療安全教育への取組みに関する研究	18
田邊政裕	

3. 医療情報工学の最新動向と医療安全教育への取組みに関する研究	22
小山博史	

4. 最新の医用画像処理に関する最新動向と、医療安全教育への取組みに関する研究	26
森健策	

5. 院内情報システムに関する医安全教育手法に関する研究	32
黒田知宏	

6. 医療安全教育に関する外科医学会の取組み状況に関する研究	44
森川康英	

7. 医療安全教育に関する、IT技術、遠隔医療技術の応用状況に関する研究	48
和田則仁	

(資料)

資料1：表1「医療安全教育研修へのIT技術の導入 -現状と考察：制度・技術・経済の面から-」

資料2：表2「卒前・卒後教育の現状と将来」

資料3：IT教材

資料4：マネキンタイプシミュレータ

資料5：岐阜大学医学部「新しい医学教育手法の試み」

資料6：専門医制度

資料7：技術認定制度（日本内視鏡外科学会）

資料8：手術訓練用VRシミュレータ

資料9：内視鏡下結さつ・縫合手技講習会

資料10：VRシミュレータによる内視鏡下手術講習会

資料11：VRシミュレータによる模擬飛行訓練

資料12：マネキンタイプシミュレータを用いた教育カリキュラムの研究

資料13：三菱プレジジョン社製「腹腔鏡下手術訓練用シミュレータ（開発中）」

III. 研究成果の刊行に関する一覧表	172
---------------------	-----

IV. 研究成果の刊行物・別刷	174
-----------------	-----

I. 総括研究報告

情報化社会における医療安全教育に関する提言

シミュレーションなどによる医療技能の疑似体験の中で医学知識の確認を即座に行える情報化医療教育は医療安全向上への要である。実現のためには、教材(シミュレータ)・教室(教育施設)・指針(カリキュラム)の三位一体の技術開発、教材・教育施設・指針を認定・情報収集・開発するセンターの設置と制度整備、公的資金による情報化医療教育支援と教材・教室・指針の外販支援に、国家的課題として取り組むことが必須である。

近年の医療安全に関する意識の高揚は、医療現場の安全に対する意識の高揚を生み出す効果を発揮した一方で、熟練医師による治療を求める意識を生み出し、研修医や鏡視下術の経験の浅い医師など発展途上にある医師の経験・学習機会を奪い、結果的に医師が熟練する機会を失わせて医療現場全体の安全性を下げる結果を生み出している。このような状況を打破するためには、患者の理解と同意を得て医師の学習・経験の場を創出することができるような、臨床医学教育体系の抜本的な変革が必要である。

本邦の医学教育は、医師免許取得までの卒前教育、医師免許取得後の卒後教育に大きく分かれている。旧来、卒前教育では書籍・講義を中心とした知識を得るための医学教育が行われ、卒後教育ではOJTを中心とする教育が行われてきた。しかし、旧来の教育方法では卒前教育と卒後教育の間に断絶があるため、卒前教育で学んだ知識が臨床場面に直結しにくいとの指摘をうけ、チュートリアル教育、アーリーエクスポージャーなどの疑似臨床体験に基づく学習の後に、患者の同意を得る根拠となるOSCE、CBTなどの客観的評価を経て侵襲的医療行為を伴う臨床実習を実施する、より実践的な教育手法がとられるようになってきている。一方、卒後臨床研修においては、OJTが最良の教育方法であることは論を待たないが、臨床教育病院の医師不足に端を発する教育スタッフ不足と多忙な診療環境などにより十分な学習環境を提供できておらず、臨床体験と知識とを再度結びつけることが困難な状況がある。さらに、専門医教育においては経験症例数に基づく教育システムや各種認定制度が整えられつつあるが、症例を重ねるためには未経験であっても(指導医の下ではあるが)手技を体験することが必要であり、前述の近年の医療を取り巻く環境の変化から、患者の理解と同意を得て十分な学習機会を得ることは困難になりつつある。

我々の調査研究から得られた知見を総合的に判断するならば、既に卒前教育で試みられているように、医学知識と臨床体験とを直結するような教育を卒前教育(OSCE前、臨床実習)、卒後教育(卒後臨床研修、専門医教育)を通じて実施することが必要であり、このような教育を可能にするためには、効率的に臨床体験から直接的に医学知識の参照を可能とするような「必要なときに必要な知識に帰ることができる」教育ツールが必須である。これは技術的に考えるならば、基礎医学知識と(疑似)臨床場面の情報的なリンクを自在に構築し、検索できるソフトウェア環境(あるいは、ソフトウェア開発環境)を実現することと等価であり、近年高度に発達した情報技術を用いれば、技術的な実現のハードルは高くはない。加えて、卒後臨床教育や専門医教育において必要な疑似臨床体験機会を与え、OJTに先だって患者の理解と同意を得るに十分な客観的評価が行えるようにするためには、航空機パイロット教育などで導入されているような、高度に発達した情報技術を利用した疑似臨床体験環境を提供することが理想的であると考えられる。

本研究では、高度情報化社会を迎えた今日、十分高い情報リテラシーの能力を有するこれから医学を学ぶ世代に即した「情報化医学教育」の導入を提言する。情報化医療教育とは、情報技術、特にシミュレーション技術を活用し、医療技能の(疑似)体験の過程で、あるいは、振り返るプロセスの中で、医学知識の確認を「即座」に行える環境を提

患者の同意に基づく医師の学習の場の創出

多忙な診療環境による不十分な学習環境

臨床体験と医学知識を必要ときに結びつける教育ツール

情報技術による疑似臨床体験

情報化医療教育

シミュレーション技術

供することで、知識と技術とが緊密に結びついた「技能」の獲得を可能にする教育形態である。

本調査研究では、現在取り組まれている国内外の情報機器を用いた医学教育の現状を調査し、情報化医学教育の実現を目指すに当たって、今何が行われるべきであるかについて、専門医教育を例にとり、技術開発、制度設計、運営モデル(経済モデル)検討の三点から分析を行った。

技術面

情報化医療教育を実現するためには、教材となるシミュレータ、教室となる「場」、教育の指針となる「カリキュラム」の三つを一体のものとして開発・提供する必要がある。国内外で教育を行うシミュレータが実現・商品化され、これを導入した場としての教育センターの設立が進み、センターにおいて教育カリキュラムの作成が進められている。これらの教育センターに於ける調査から、現行シミュレータは教育現場において「使えないわけではないが、必要な機能を備えていない」ことが明らかになった。現行のシミュレータは現実の医療主義を「なぞる」ことに重点が置かれており、ユーザの入力に対して視覚的、力覚的に現実の状況にできるだけ類似した反応を返す技術開発に注力されてきた。しかし、教育に適用するに当たっては、いかに多くの教育シナリオをいかに速く作れるかが重要である。また、近年整備が進んでいる教科書的内容、3D解剖図、内視鏡手術ビデオなどの基礎・臨床医学知識をまとめたWeb-データベースとの連携をいかに実現するかも重要な鍵を握ってくる。特に、シミュレーション環境と従来から用いられている所謂ボックストレーナとの役割の違いが、シミュレーションではシナリオの追体験ができることにあることを考えれば、弾力的なシナリオ作成支援機能の提供が必要であることは論を待たない。併せて、マルチメディアデータベース化された基礎知識を体験手技と関連づけて提示することや、実施された訓練を客観的に評価・反省する機会を与えることも、教育効果向上のためには欠かすことができない。以上を勘案すれば、現在行われている「リアリティを追求する」技術だけではなく、1) CT/MRIなどの医療データからシミュレーションに堪える教育コンテンツ(臓器モデル)を半自動で作成する技術 2) 教育者が体験させたい手技をいくつかのシナリオの組み合わせとして提供できるツールキットの実現 3) 実施技能を時空間を超えて伝達・閲覧・評価・修正できる環境の実現の研究が求められる。これらの研究を行い基盤技術を整備するためには、医学教育者と技術開発者とが緊密なコラボレーションの下に、いくつかの症例についてのシナリオベース追体験シミュレータを実現するような研究プロジェクトを推進することが必要である。

制度面

高度な医療を高い安全性を保ちながら提供するためには、専門性の高い医師を育成し認証する制度が必要である。高度医療技術を提供する専門医の育成は、現在各学会を中心とした専門医制度の中で実現されており、専門医認定を受けることで医師は専門医を標榜し、また、指導医認定を受けた医師を雇用することで研修医療機関の認定を受けることが可能となる制度が導入されている。しかし、現在の専門医認定制度は主に症例数を中心とした「経験」に基づく評価を軸にしており、専門医を取得するためには経験が必要であるが、経験するためには専門医でなくとも(指導医の指導の下ではあるが)症例をこなすことが必要であるという矛盾をはらんでいる。情報化医療教育はこの矛盾を解消する切り札であり、既に欧米の一部医療機関で実施されているように、今後シミュレータなどによる疑似体験を通じて「仮免許」を得てから症例訓練に取り組むような専門医教育制度の改変が求められることはいうまでもない。一方、このように認定制度の一部として情報化医療教育を組み入れるのであれば、組み入れられる「教材」であるシミュレータ、「場」である教育センタなどについても制度的な裏付けを持って評価され

知識+技術=技能
の獲得

教材・教室・カリキュラム一体の開発

「なぞる」ことに重点を置く既存シミュレータ

弾力的な教育シナリオを速く作り込めるシミュレータが必要

医療データからの半自動モデル生成

シナリオ開発ツールキット

技能伝達環境

医情工連携

専門医認定

症例数に基づく認定の矛盾

疑似体験による「仮免許」

ることが必要となる。情報化教育が既に進んでいる航空パイロット養成などにおいては教育資源であるシミュレータをいくつかのクラスに分類し、これを認定するプロセスが設けられている。情報化医療教育の推進に当たっては、教材であるシミュレータが提供できる機能を定義し、これを認定する制度整備が必要である。一方、近年国内では大学などの医療教育機関に加えて、医療機器メーカーなどによるシミュレーション教育センターの整備が行われているが、独占禁止法などの制度の下で利用には様々な制限が加えられており、一般の専門医教育などにこれを適用することはできていない。確かにこれらの教育センタは企業が営業目的で設置したものであり、企業色を廃することは困難であることから一定の注意は必要ではあるが、いわば社会資源として既に存在している環境の最大活用が行えておらず、社会全体として結果的に多重投資が行われてしまっていることは歓迎されるべきことではない。欧米の一部の例で見られるように、これらの教育施設を利用して行われた特定の教育カリキュラムについて、これを専門医認定、あるいは、研修医教育の一環として「単位認定」できるようにすることは、社会資源の最適化の視点から必要な施策であると考えられる。以上の通り、「教材」と「教育の場」あるいは「カリキュラム」を認定する制度は、教育の質を高める上で必須の項目であり、認定機関としての「センター」をおくことが必要であると考えられる。センターの役割は「認定」にとどまらず、認定に必要な現状の技術情報の収集・分析・研究、さらには、これに基づくカリキュラム構築などもその範疇となると考えられる。特に、現在病院評価機構で行われているインシデント情報の収集事業などで得られた情報などから、医療安全向上に必要と考えられる教育シナリオを提案・開発し、発信することも、情報化教育が既に進んでいる航空業界の例を顧みても、重要なセンターの役割であると考えられる。このように「認定」と「情報発信」を旨とするセンタを国全体として、加えて、地方単位で設置し、ツリー状の情報網を整備することが求められる。

経済面

教育事業は金銭をかけずに行えるものではなく、その質を未来に渡って維持・向上させていくことが必須である医学教育分野ではなおさらである。欧米・国内の先行教育センタの設置・維持はほぼすべてにおいて大学などの医療教育機関、あるいは、関連企業の自助努力によって行われている実態があるが、これが教育組織の疲弊につながっており教育レベルの維持すらも難しくしている実態がある。特に初期設置だけではなく、運営維持に関わるコストの捻出はどの機関にとっても悩みの種となっている。一部組織では、受講生に費用を受講料の形で添加している例もあるが、米国のように専門医認定と収入向上が直結する場合を除いて、本邦のように専門医制度と収入との間に明確な関係が存在しない状況下では、受講する医師やコメディカルに追わせることのできる費用負担額は勢い限られてしまうことになる。専門医制度のあり方の議論は本研究の範囲外であるのでこれ以上の議論は行わないが、学ぶ努力が本人に対価として還元される社会的制度の実現が必要であることは論を待たない。高度な技能をもった医療者を安定的に多数輩出することは、本邦国民の福祉と社会全体の生産力の向上に直結することを考えると、加えて、近年教育先進国として注目を集めているフィンランド国家が範を示しているとおり、何よりも教育が国家の将来に対する投資であることを考えると、情報化医療教育へのコストについても何らかの公的資金の投入を避けて通ることはできない。欧州にいくつか例があるような、研修医教育課程として認定されたコース毎に政府機関が一定の費用支弁を行うような制度の導入も検討される必要があると考えられる。一方、社会全体のコストを考えれば、企業の自助努力などによって整備された資源や、医療教育期間で整備された資源を共同利用できる仕組みの提供、および、社会全体の教育資源充実を継続的に実現できるようにするために、共同利用への資源の提供に対して一定の対価を提供できるような枠組みの整備も必要であると考えられる。欧州の一部では企業施設で行われる認定教育コースに資金を出す試みや、共同利用のためのバーチャルセンター

航空パイロット養成に学ぶ

シミュレータ認定

企業設置教育施設の最大活用

教育の場とコースの「単位認定」

認定機関としてのセンター設置

蓄積インシデント情報からのシナリオ開発・情報発信

自助努力によって教育センタが運営されている実態

本邦医療制度下では受益者負担には限界がある

フィンランドに学ぶ・教育は国家の将来への投資

欧州に学ぶ・認定コースへの公的負担により費用支弁

企業設置教育施設の最大利用

を州政府レベルで整備する試みが行われており、見習うべき先行例は多い。一方で、欧州では、医療教育期間が整備した教育センタ施設を、企業の販促活動に対価を得て提供している例もあり、公的機関の弾力的な利用を許す環境整備が社会資源の最大利用のためには有効であると考えられる。最後に、情報化医療教育遂行において、教育現場の最大の要求が継続的な機器の整備・維持、さらには、弾力的な教育コンテンツの開発支援にあることを考えれば、情報化医療教育でもっともコストをかける必要があるのは維持運営費用であることは論を待たない。社会全体を俯瞰して、投下した教育コストが最大限本邦社会の経済活動発展に寄与するようにするためには、維持運営の対象となる情報化教育資源、すなわち、「教材」を本邦で開発・整備することに国家レベルで取り組むことが最も重要である。「教材」は本邦の「経済財」として活用できることを考慮すれば、なおさらである。

教育外販による資金獲得

情報化教育資源の国家レベルでの開発・整備

教育=国の経済財

主任研究報告書

IT技術を取り入れた教育・訓練システムと医療安全教育研修制度に関する研究

主任研究者 北島 政樹 国際医療福祉大学三田病院院長、慶應義塾大学医学部名誉教授

研究要旨

本研究では、大量の医療三次元画像データを高速に処理・表示する画像処理技術、計算機上で事象の再現や試行を行う模擬実験（シミュレーション）技術、大容量のデータを高速に通信する高速データ通信技術や、様々な場所に情報が埋め込まれ誰でも容易にアクセス可能なユビキタス技術などを中心とした最新のIT技術を活用した将来型医療安全教育・訓練手法に関し、現状の活用状況や研究開発動向、将来実用化が期待される技術や手法、それをういた医療安全教育研修制度とガイドライン・指針の調査・研究を実施する。さらに、それにより期待される効果（医療安全技術の向上と医療事故の抑制、それに伴う社会的・経済的インパクト）を試算し、問題点を洗い出すことにより、医療安全教育・訓練の方向性を示すと共に、国民が安心して享受できる質の高い医療の提供を目指すものである。これらの技術・手法は医療安全教育に留まらず、医療従事者の技能向上や医薬品、医療機器の開発など将来様々な利用が期待されており、「医療費の低減」や「患者のQOLの向上」と言う点でも大きな役割を果たすものと考えている。

昨年度（1年目）は、国内外の医療安全教育・訓練に関する従来の方法また、新しい取り組みについて、主に以下の項目に関して調査を実施した。

- ①国内医科系大学、主要病院に対するアンケート調査
- ②新しい教育を行っている国内医科系大学での聞き取り調査、研修体験
- ③海外における先進IT技術を用いた医療安全教育・訓練実施事例の現地調査

また、調査に当たっては、分担研究者（7名）と研究協力者を以下に示す5つのワーキンググループ（WG）に分け、定期的に報告会を開きながら、各テーマを少人数で深堀するように努めた。

①卒前・卒後・臨床研修WG

臨床手術現場及び、卒後研修における医療安全教育への取り組み状況（IT技術、VR技術の活用状況など）に関する調査研究

②医療情報学・医療画像工学WG

医療情報学及び、医用画像技術の最新動向と医療安全教育への取り組みに関する調査研究

③院内情報システムWG

院内情報システム（電子カルテ、インシデント・アクシデント情報等）に関する医療安全教育手法と今後の見通しに関する調査研究

④学会連携WG

日本内視鏡外科学会を中心とした、専門医教育及び専門医取得のためのガイドライン整備状況及び、日本内視鏡外科学会、日本VR医学会、コンピュータ外科学会等の関連学会連携によるガイドライン作成に向けた取り組みに関する調査研究

⑤遠隔医療WG

遠隔手術・ロボット手術における医療安全教育取り組み状況と、遠隔教育手法の医療安全教育への応用に関する調査研究

その結果、Webラーニング、e-ラーニング及び、シミュレーション技術を応用した医療訓練が、既に欧米では広く行われており、国内においても緒についていること、一方で国内の技術水準は世界的にもリードする位置にあることなどを見いだした。今後、これらの技術を活かした医療教育訓練カリキュラムの整備や、医学系学会の各種資格制度と連携した指針やガイドラインの策定、さらに、これらの医療教育訓練が集中的に実施できる環境・場をつくることにより、これまで以上に安全で質の高い医療の提供が行えるものと考察された。

研究要旨（続き）

本年度（2年目：最終年度）は昨年度の調査結果を受け、以下の項目に関して分担研究者（7名）及び研究協力者をそれぞれ「制度研究」、「技術研究」、「経済効果」の3つのワーキンググループ（以下、WG）に分けて更に調査の深堀を行うと共に、医療安全教育・訓練の方向性を示し、国民が安心して享受できる質の高い医療の提供に必須となる教育に関し、以下の3つの「提言」の取りまとめを実施した。

- ①専門医教育を含めた医学教育の現状と今後の取組み・制度化に関する提言
- ②医学教育に必要な教材やツール等の研究・開発動向に関する技術調査と提言
- ③経済的側面から見た医学教育の現状と提言及びその波及効果

調査・取りまとめ作業に当たっては、各WGにおいて、各自の専門に関連した学会や機関紙等での調査、有識者への聞き取り調査を行い、定期的に開催される報告会（班会議）や、研究者間の情報共有のために立ち上げたホームページを通してこれらの情報を共有し、検討を行うこととした。各WGの研究内容と担当は以下となっている。

①制度研究WG

卒前及び卒後研修における医療安全教育への各大学の取組み状況とその取りまとめ、専門医教育に関する医学系学会等の取組み状況とその取りまとめ、これらに関する関係機関における制度化への取組み状況などに関して調査研究を行い、提言の取りまとめを行う。

②技術研究WG

卒前・卒後研修、及び専門医教育におけるIT技術の活用状況として、IT教材・Web教材・e-learning、医療画像、マネキンタイプシミュレータ、手術訓練用VRシミュレータに関してその技術レベルや導入状況等の調査研究を行い、提言の取りまとめを行う。

③経済効果WG

本研究の経済的側面を捉えるにあたり、IT教材・Web教材・e-learningとマネキンタイプシミュレータ、及び手術訓練用VRシミュレータの分類に従い、またそれぞれに、開発、導入、運用のそれぞれの立場から研究を行う。

その結果、各WGで以下の結論を導き出すとともに、冒頭に掲げた「提言」をまとめるに至った。

1. 制度に関して

卒前教育及び卒後（後期）臨床教育においては、各段階で得られた知識や経験をスムーズに（シームレスに）次の段階へ移行するための教育ツールとして、IT教材・Web教材・e-learningとマネキンタイプシミュレータは非常に有効な手段と言える。

一方、専門医教育においては、必要な疑似臨床体験機会を与え、OJTに先だって患者の理解と同意を得るに十分な客観的評価が行えるようにするためには、航空機パイロット教育などで導入されているような、高度に発達した情報技術を利用した疑似臨床体験環境を提供することが理想的であると考えられる。

2. 技術に関して

情報化医療教育を実現するためには、教材となるシミュレータ、教室となる「場」、教育の指針となる「カリキュラム」の三つを一体のものとして開発・提供する必要がある。国内外で教育を行うシミュレータが実現・商品化されているが、現行シミュレータは教育現場において「使えないわけではないが、必要な機能を備えていない」ことが明らかになった。現在行われている

「リアリティを追求する」技術だけではなく、1) CT/MRIなどの医療データからシミュレーションに堪える教育コンテンツ（臓器モデル）を半自動で作成する技術 2) 教育者が体験させたい手技をいくつかのシナリオの組み合わせとして提供できるツールキットの実現 3) 実施技能を時空間を超えて伝達・閲覧・評価・修正できる環境の実現の研究が求められる。

3. 経済効果に関して

ここで取り上げた専門医教育とそれに供する手術訓練用VRシミュレータの開発や導入・維持運営費用にあたっては、公的資金の導入が必要不可欠であると考えられる。一方、社会全体のコストを考えれば、企業によって整備された資源や、医療教育期間で整備された資源を共同利用できる仕組みの提供、および、社会全体の教育資源充実を継続的に実現できるようにするために、共同利用への資源の提供に対して一定の対価を提供できるような枠組みの整備も必要である

A. 研究目的

本調査・研究の目的は、最新のIT技術を活用した将来型医療安全教育・訓練手法の指針を明確にすることによりその迅速なる発展を促し、国民が安心して享受できる質の高い医療の提供を目指すものである。当調査・研究終了後の更なる次の目標としては、医療安全教育に留まらず、医療従事者の技能向上や医薬品、医療機器の開発など将来様々な利用が考えられ、国民に対し「安全な医療の提供」を行うと共に「QOLの向上」及び、「医療費の低減」の波及効果を期待するものである。

CT、MRI、PET、超音波などに代表される診断装置の高性能化、内視鏡などを用いて患者への負担を最低限に抑えようとする低侵襲手術の発展、遺伝子工学や再生医療の登場など、医療技術の急速な発展は計算機の性能向上などIT技術の急速な進歩に伴っており、その成果は、病気の早期治療・早期回復を実現し、患者QOLの向上と医療費の削減の両立を成し遂げつつある。一方、医療技術の急速な高度化、専門化、細分化はこれまでにない技術と知識の習得を医療従事者に要求するものであるが、医療教育と言う点でのIT技術の活用はまだ不十分であり、従来ながらの「現場で覚える」式の教育・訓練手法が主流である。このことは、昨今の医療事故・医療ミス増加の一つの大きな要素になっているものと考えられる。高度三次元グラフィックス技術や、シミュレーション技術、高速ネットワーク技術、ユビキタス技術は、医療安全教育の面でも注目を集めており、欧米各国では既にこれらの最新技術を適応した医療教育・訓練と評価への適用も検討され始めているが、本邦においてはまだ研究の緒についたばかりの状況であり、今後の発展のためには医療安全教育制度や活用手法の指針づくりが必須と考えられる。本調査研究では、国内外の現在の取り組みや技術動向、および、現行システムの実用性を評価・検証し、新しい医療安全教育・訓練の枠組みの検討を行うとともに、その医療安全面、医療経済面での波及効果の検討を行う。

本調査研究の実施によって、高度情報化社会における医療安全教育・訓練及び評価の指針とその実現性及び有効な活用手法が示されるとともに、我が国の同分野での競争力の推定が可能となると考えられる。さらに、本調査研究で示された指針が、医療安全教育に留まらず医療技能教育・訓練や医薬品や医療機器の開発に活用されることにより、我が国における高度先端医療技術の普及が図られ、患者QOLの向上と医療費の低減、および、医療産業の国際競争力の向上に結びつくものと考えられる。

B. 研究方法

本提案の調査・研究期間は2年間とし、以下のような内容で研究を進めた。

1. 初年度：新しい医療安全教育・訓練の取り組みに関する調査

従来の医療安全教育・訓練の方法、新しい医療安全教育・訓練の取り組みに関し、国内・海外での調査を行い比較検討する。具体的には、

- (1) 国内医科系大学、主要病院に対するアンケート調査
- (2) 新しい教育を行っている国内医科系大学での聞き取り調査、研修体験
- (3) 海外における先進IT技術を用いた医療安全教育・訓練実施事例の現地調査などを行った。

2. 2年度：新しい医療教育・訓練手法の検討と指針の提言、現行技術の調査・評価

初年度の調査結果をもとに、新しい医療安全教育・訓練の枠組みの検討を行い、具体的な方策について指針を示すこととした。また、既に実用化されている技術、研究開発中の技術について調査・評価し、問題点の整理を行った。さらに新しい医療安全教育・訓練が確立された場合の医療安全面・医療経済面での波及効果を検討した。具体的には、医療安全教育・訓練に有効な、先進IT技術のとりまとめ、それを用いた教育カリキュラム案を作成することを目標として研究を進めた。更に、作成したカリキュラム案に沿った新しい医療安全教育・訓練が確立された場合に想定される波及効果として、安全性の向上、教育の効率性、医療従事者の技能向上とそれに伴う医療事故の低減、医療費の低減効果、などを算出し提言としてまとめた。

具体的には、以下の項目に関して分担研究者（7名）及び研究協力者をそれぞれ「制度研究」、「技術研究」、「経済効果」の3つのWGに分けて更に調査の深堀を行うと共に、医療安全教育・訓練の方向性を示し、国民が安心して享受できる質の高い医療の提供に必須となる教育に関し、以下の3つの「提言」の取りまとめを実施した。

- (1) 専門医教育を含めた医学教育の現状と今後の取り組み・制度化に関する提言
- (2) 医学教育に必要な教材やツール等の研究・開発動向に関する技術調査と提言
- (3) 経済的側面から見た医学教育の現状と提言及びその波及効果

調査・取りまとめ作業に当たっては、各WGにおいて、各自の専門に関連した学会や機関紙等での調査、有識者への聞き取り調査を行い、定期的開催される報告会（班会議）や、研究者間の情報共有のために立ち上げたホームページを通してこれらの情報を

共有し、検討を行うこととした。各WGの研究内容と担当は以下となっている。

(1) 制度研究WG

卒前及び卒後研修における医療安全教育への各大学の取組み状況とその取りまとめ、専門医教育に関する医学系学会等の取組み状況とその取りまとめ、これらに関する関係機関における制度化への取組み状況などに関して調査研究を行い、提言の取りまとめを行った。

・分担研究者

森田明夫 (NTT東日本関東病院 脳神経外科 脳卒中センター センター長)

田邊政裕 (千葉大学医学部附属病院総合医療教育研修センター センター長、教授)

森川康英 (慶應義塾大学医学部小児外科学教室 教授)

和田則仁 (慶應義塾大学医学部外科学教室 講師)

・研究協力者

小川 修 (京都大学医学部泌尿科学教室 教授)

高橋優三 (岐阜大学医学部 教授)

(2) 技術研究WG

卒前・卒後研修、及び専門医教育におけるIT技術の活用状況として、IT教材・Web教材・e-learning、医療画像、マネキンタイプシミュレータ、手術訓練用VRシミュレータに関してその技術レベルや導入状況等の調査研究を行い、提言の取りまとめを行った。

・分担研究者

小山博史 (東京大学大学院医学研究科 教授)

森 健策 (名古屋大学大学院情報科学研究科 准教授)

黒田知宏 (大阪大学大学院基礎工学研究科)

・研究協力者

光石 衛 (東京大学工学部 教授)

三宅洋一 (千葉大学フロンティアメディカル工学研究開発センター センター長・教授)

塩野裕之 (大阪警察病院呼吸器外科科部長)

藤原道隆 (名古屋大学医学部 准教授)

三澤一成 (名古屋大学大学院医学研究科)

木島竜吾 (岐阜大学工学部工学部 准教授)

坂口正道 (名古屋工業大学工学部 准教授)

中尾 恵 (奈良先端大学院大学 助教)

黒田嘉宏 (大阪大学大学院基礎工学研究科 助教)

竹村匡正 (京都大学医学部附属病院医療情報部 講師)

糸 直人 (京都大学医学部附属病院医療情報部 助教)

堀 謙太 (群馬県立県民健康科学大学診療放射線学部 講師)

津村徳道 (千葉大学工学部 准教授)

中口俊哉 (千葉大学工学部 講師)

他

(3) 経済効果WG

本研究の経済的側面を捉えるにあたり、IT教材・Web教材・e-learningとマネキンタイプシミュレータ、及び手術訓練用VRシミュレータの分類に従い、またそれぞれに、開発、導入、運用のそれぞれの立場から研究を行った。

・主任研究者

北島政樹 (国際医療福祉大学三田病院 院長、慶應義塾大学 名誉教授)

・分担研究者

和田則仁 (慶應義塾大学医学部外科学教室 講師)

黒田知宏 (大阪大学大学院基礎工学研究科 准教授)

・研究協力者

高橋 隆 (京都医療科学大学 学長)

幕内雅敏 (東京大学大学院医学研究科 教授)

佐藤彰一 (東京大学大学院医学研究科)

C. 研究結果

今年度の調査研究の対象とした、従来の医療安全教育・訓練の方法、新しい医療安全教育・訓練の取り組みに関して重点的に研究を行った3項目に関しては以下の成果が得られた。

1. 制度に関して

卒前教育及び卒後(後期)臨床教育においては、各段階で得られた知識や経験をスムーズに(シームレスに)次の段階へ移行するための教育ツールとして、IT教材・Web教材・e-learningとマネキンタイプシミュレータは非常に有効な手段と言える。

一方、専門医教育においては、必要な疑似臨床体験機会を与え、OJTに先だって患者の理解と同意を得るに十分な客観的評価が行えるようにするためには、航空機パイロット教育などで導入されているような、高度に発達した情報技術を利用した疑似臨床体験環境を提供することが理想的であると考えられる。更に、既に欧米の一部医療機関で実施されているように、今後シミュレータなどによる疑似体験を通じて「仮免許」を得てから症例訓練に取り組むような専門医教育制度の構築が必要となってくる。また、このように認定制度の一部として情報化医療教育を組み入れるのであれば、組み入れられる「教材」であるシミュレータ、「場」である教育センタなどについても制度的な裏付けを持って評価されることが必要となる。情報化教育が既に進んでいる航空パイロット養成などにおいては教育資源であるシミュレータをいくつかのクラスに分類し、これを認定するプロセスが設けられている。情報化医療教育の推進に当たっては、教材であるシミュレータが提供できる機能を定義し、これを認定する制度整備が必要である。

2. 技術に関して

情報化医療教育を実現するためには、教材となるシミュレータ、教室となる「場」、教育の指針となる「カリキュラム」の三つを一体のものとして開発・提供する必要がある。国内外で教育目的のシミュレータが実現・商品化されているが、現行シミュレータは教育現場において「使えないわけではないが、必要な機能を備えていない」ことが明らかになった。現行のシミュレータは現実の医療主義を「なぞる」ことに重点が置かれており、ユーザの入力に対して視覚的、力覚的に現実の状況にできるだけ類似した反応を返す技術開発に注力されてきた。しかし、教育に適用するに当たっては、いかに多くの教育シナリオをいかに速く作れるかが重要である。また、近年整備が進んでいる教科書的内容、3D解剖図、内視鏡手術ビデオなどの基礎・臨床医学知識をまとめたWebデータベースとの連携をいかに実現するかも重要な鍵を握ってくる。特に、シミュレーション環境と従来から用いられている所謂ボックストレーナと

の役割の違いが、シミュレーションではシナリオの追体験ができることにあることを考えれば、弾力的なシナリオ作成支援機能の提供が必要であることは論を待たない。併せて、マルチメディアデータベース化された基礎知識を体験手技と関連づけて提示することや、実施された訓練を客観的に評価・反省する機会を与えることも、教育効果向上のためには欠かせることができない。以上を勘案すれば、現在行われている「リアリティを追求する」技術だけではなく、1) CT/MRIなどの医療データからシミュレーションに堪える教育コンテンツ(臓器モデル)を半自動で作成する技術 2) 教育者が体験させたい手技をいくつかのシナリオの組み合わせとして提供できるツールキットの実現 3) 実施技能を時空間を超えて伝達・閲覧・評価・修正できる環境の実現の研究が求められる。

3. 経済効果に関して

医療教育にかかるコストを誰がどのような形で負担するかは、制度の継続性や原資の問題、さらに受益者負担の原則や費用対効果などの面から非常に繊細な問題であるが、ここで取り上げた専門医教育とそれに供する手術訓練用VRシミュレータの開発や導入・維持運営費用にあたっては、公的資金の導入が必要不可欠であると考えられる。一方、社会全体のコストを考えれば、企業の自助努力などによって整備された資源や、医療教育期間で整備された資源を共同利用できる仕組みの提供、および、社会全体の教育資源充実を継続的に実現できるようにするために、共同利用への資源の提供に対して一定の対価を提供できるような枠組みの整備も必要であると考えられる。

D. 考察

本研究では、情報技術を活用した医療安全教育の可能性について、国内外の最新動向を調査し、これに基づいて技術・制度・経済面からの分析、提言を行った。医療安全問題が社会的にクローズアップされるようになった背景に、患者の権利意識の向上があることは自明である。患者の権利意識の向上は、臨床現場における若手医師の学習機会を減じ、その結果患者が求める熟練医師を早成することがますます困難になるという悪循環が生じている。一方、「若い医師の基本的な臨床能力」育成のために設けられた臨床医療教育の導入によって、臨床現場の急激に負荷が上昇したことが医療安全の根幹を脅かしているという不幸なパラドックスが発生していることも見逃してはならない。情報技術はシミュレーションによる疑似「臨床体験」を可能とし、医学知識と臨床技術とを結びつける助けとなることから、臨床現場の教育負荷を軽減するとともに、臨床の望む前に「一定の基本的な臨床能力」を研修医等にあたえる手段として期待できる。

本研究を通じて情報技術を活用した医療教育は、技術的には十分適用可能なレベルに達している一方、運用面では未だ所に着いたばかりの状況であることが明白になった。また、国内外の取り組みを調査した結果、本邦の関連右方技術は世界トップレベルにあり、(必ずしも情報技術研究としては先端的ではないかもしれないが)運用面でのニーズにあった技術開発、利用法の積極的な検討を、臨床医学・医学教育・情報工学・経済学などの関連研究者間の緊密な連携の下で、国家的取り組みとして進めることが、本邦の臨床現場の医療安全向上、高度臨床技術の普及による国民福祉の向上はもとより、臨床医学、医療工学分野における学術的・経済的競争力の確保のためにも、喫緊の課題であることが明らかになった。本研究課題を通じて、今後の研究・開発の方向性が示され、様々な関連研究者間の連携や相互理解が熟成されたことで、今後当該研究を我が国が推進するに当たり、重要な礎が築かれたのではないかと考える。

E. 結論

本調査・研究では、最新のIT技術を活用した将来が医療安全教育・訓練手法の指針を明確にすることによりその迅速なる発展を即し、国民が安心して享受できる質の高い医療の提供を目指し、国内外のIT技術を取り入れた教育・訓練に関する国内外の取り組みや技術動向、及び、原稿システムの実用性を評価・検証し、新しい医療安全教育・訓練の枠組みの検討を目指したものである。

本年度は昨年度の研究結果を受け、シミュレーションを中心とするIT技術の医療安全教育・訓練に適用する際の、現在の国内外の関連技術の不足点の抽出や、現行技術を積極的に利用したカリキュラムのあり方に関する検討などを行い、C項に記した調査・研究結果を得ると共に、別紙に記載した提言の取りまとめを行った。

F. 健康危険情報

今回の調査研究において、健康危険情報として報告すべき情報はなかった。

G. 研究発表

1. 論文発表
特になし
2. 学会発表
特になし

H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む。)

1. 特許取得
特になし
2. 実用新案登録
特になし
3. その他
特になし

II. 分担研究報告

(分担) 研究報告

研究課題名: 臨床手術現場での医療安全教育への取り組み状況に関する研究

分担研究者: 森田 明夫 NTT 東日本関東病院脳神経外科 部長

研究要旨

(分担研究課題) 臨床手術現場での医療安全教育への取り組み状況に関する研究

臨床現場における医療過誤が社会的問題として大きく取り上げられる中、医療安全教育、特に外科領域の卒前・卒後研修における IT を活用した教育の導入状況・問題点を調査した。また脳神経外科領域における手術安全教育の方法を検討した。手法としては、関連学会を中心に、医療安全への取り組みを聴取した。また現在分担研究者が進めている脳神経外科マイクロ手術語術のデジタル化情報を用いた安全な手術手技教育方法の開発について検討した。

医療の品質を保つ上で産業界における置ける品質管理の手法を取り入れることで、過誤を可級的に減らすことが可能となる可能性がある。手術現場においてもトヨタ方式の手順のマニュアル化、またチェック項目設置により安全性を高めることができる。また実際の手術においては手術中の動作および手術器具にかけられている力を測定し記録することで、安全な手術の標準化および研修における技術の向上に寄与しうることを確認した。

A: 研究目的:

臨床現場における医療過誤が社会的問題として一般新聞紙面にも大きく取り上げられ、またインターネットの普及により、これまでは余り目に触れることの無かった様々な医療情報(例えば、各病院における手術数や医療過誤の状況、果ては各医師の技量に関する患者のコメント(ブログ情報)に至るまで)が簡単に入手できる時代となっている。一方、医療技術が高度化・専門化・細分化される中、医療安全面での技術も向上している。しかしながら、それはまた新たな技術の習得を医療従事者に強いることとなり、実際、医療過誤の多くが人為的ミスに起因している。このような

状況のもと、従来の「習うより慣れろ」式の医療教育に対し、最新の IT を活用した教育の導入状況と問題点を調査し、また新たな手術教育技術開発に関して検討した。

B:方法:

1) IT を利用した手術における医療安全の取り組みの調査

以下の方法で調査を実施した。

- 調査対象期間:
平成 19 年 5 月ー平成 20 年 3 月
- 調査対象学会:
脳神経外科学会、脳神経外科手術と手術機器学会

- 調査項目:
 1. 病院などにおける IT 利用の例
 - 調査手法:
 1. 学会主催の講演会や研究会に参加し、関連講演を聴取した。
 2. 学会発行の機関誌から関連論文などを調査した。
 3. 関連研究者に聞き取り調査を行った。
- 2) 脳神経外科手術における安全な手術教育技術の開発
- 調査対象期間:

平成 19 年 5 月ー平成 20 年 3 月
 - 調査対象:

Robotics manipulator を用いたマイクロ手術初心者の技術向上の検討および初心者・熟練者のマイクロ手術における手の力の評価および練習による向上の評価
 - 調査項目:
 1. 微小血管吻合に要する時間とその動作奇跡
 2. 微小血管吻合における摂子にかけられる力の評価
 - 調査手法:
 1. ロボットを用いた微小血管吻合をおこない縫合に要する時間を測定した。(初心者 3 名)
 2. ロボットを用いた手技の動作奇跡のデジタル解析の可否を検討した。
 3. 脳神経外科初心者 5 名 熟練者 3 名による微小血管吻合の際摂子
- にかかる力を測定しその群の差、および練習による改善を検討した。
- CD: 結果と考察**
- 学会としての医療安全向上への取り組みはまだ始められたばかりであり、各施設の試みを学術集会でのテーマとして取り入れるのみである。そのなかで注目すべきは都立駒込病院脳神経外科で行われているトヨタ方式の手術手順・手技の管理の試みである。すべての手順をマニュアル化しチェック項目を多数設けること、また日々そのリストを改善することにより、術者のみならず看護、パラメディカルの領域でも手術時の安全性および成果の改善が得られたものである。0.1%も過誤を出さないためには、機械の品質管理と同様な医療の品質管理のシステムを導入することが重要である。
- 次に実際の手術手技の教育においては ROBOT を用いた微小手術は 1 時間程度の練習で初心者でも熟練者と同様の手技を正確にできるようになることが判明した。また手術手技の動作奇跡はデジタル情報として距離・速度・加速度また 3 次元的動作範囲等の項目で評価することが可能であり、これまで見て盗む形で踏襲されてきた手術技術の教育が客観的・科学的に行うことが判明した。また手術中器具にかけられる力は評価されたことが極めて少ないが、今回我々の検討では初心者では特に左手の力が入りすぎる傾向があること、力を提示しながら練習することでそれが改善傾向になることが明らかとなった。手術技術の位置情報と力情報を記録しフィー

ドバックすることにより安全で科学的な手術手技教育が可能となることが示された。脳神経外科微小手術のような消耗品の販売拡大や大手メーカーの企業目標の沿わない領域では手術教育機器の開発が極めて遅れている。特に外科医に必要な手を動かす手技の訓練機器はほとんど開発されていない。このような機器の開発こそ国家的予算で開発されるべき技術であると考えられる。

E: 結論

手術手順・手技のマニュアル管理するシステムを構築することが、より安全な手術・教育を推進することができる。また手術技術をデジタル化し提示できるシステム構築すれば、微小手術のみならずあらゆる手術手技の科学的教育システムの構築に寄与できる。

7F: 研究発表:

1: 論文発表:

なし

2: 学会発表:

1. 森田明夫 : 脳神経外科領域における Microsurgery Robotic System と手術手技の科学的伝承のための Microsurgery Simulation System の開発と展望 第7回 日本脳神経外科術中画像研究会 名古屋 11月23日 2007年
2. Akio Morita, et al: Development of Microsurgery Robotic System and Virtual Microsurgery Simulation System for Complicated Neurosurgical Procedures: Improved Surgical Skill and future of scientific surgical education At World Federation of Neurological

Societies, 13th Interim Meeting/ The 12th Asian-Australasian Congress of Neurological Surgeons. Nov 20, 2007 at Nagoya Congress Center

3. Akio Morita, et al: Development of Microsurgery Robotic System and Virtual Microsurgery Simulation System for Complicated Neurosurgical Procedures: Improved surgical skill and future of scientific surgical education. At the Asian Association Computer Aided Surgery, Dec. 2007, Singapore

G: 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得: 特になし
2. 実用新案登録: 特になし
3. その他: 特になし。

研究課題名： 医学部教育、及び、医師の卒後研修における医療安全教育への取り組みに関する研究

分担研究者： 田邊 政裕 千葉大学医学部附属病院 教授

研究要旨

（分担研究課題）医学部教育、及び、医師の卒後研修における医療安全教育への取り組みに関する研究

我が国における医学教育、卒後研修と専門医教育の両視点から、日本医学教育学会を中心に、医学系学会の医療教育に関する取り組み状況を 2007 年度に医学教育に掲載された論文等と医学教育学会で発表された演題をレビューすることにより調査した。

A: 研究目的:

医学教育の分野で医療安全についてどのような取組みがなされているかを 2007 年度に医学教育に掲載された論文等と医学教育学会で発表された演題をレビューすることにより調査した。医療安全についての取組みの現状を把握し、その課題を明らかにし、今後の取組みの方向性について考察する。

B: 方法:

以下の方法で調査を実施した。

- 調査対象期間:
平成 19 年 2 月～平成 19 年 12 月
- 調査対象学会:
日本医学教育学会
- 調査項目:
 1. 2007 年度の日本医学教育機関紙「医学教育」に掲載された医療安全、シミュレータ、救急医療に関する論文
 2. 2007 年度の医学教育学会で発表された医療安全、シミュレータ、救急医療に関する論文
- 調査手法:
 3. 学会発行の機関誌から関連論文などを調査し、該当する論文等をレビューした。
 4. 医学教育学会で発表された演題のタイトル、抄録をレビューした。

CD: 結果と考察

医学教育

- 2007 年度医学教育には 41 論文等が掲載された。その内、医療安全、シミュレータ、救急医療に関する論文等は 3 篇（7%）であった。
- 内訳は医療安全 2 編、シミュレータ+救急医療 1 編であった。
- 医療安全 2 編のタイトルはそれぞれ「コンピテンシーに基づいた卒前医療安全教育」、「わが国における研修医のインシデント・アクシデントの現状」で、それぞれ卒前医学教育と卒後研修に関してであった。
- シミュレータ+救急医療 1 編のタイトルは「新研修医オリエンテーションにおける SimMan を用いたシミュレーショントレーニングの評価」で卒後研修に関してであった。

日本医学教育学会

- 2007 年度医学教育学会では 393 演題が発表された。その内、医療安全、シミュレータ、救急医療に関する発表 35 演題（9%）であった。
- 35 演題の内訳は医療安全 8 演題、シミュレータ 27 演題、救急医療 6 演題（全てシミュレータと重複）であった。
- 医療安全は指定課題として 4 演題があったため、一般演題は 4 演題（1%）のみで医療安全に関する発表は多くなかった。
- シミュレータはシミュレータを利用した授業（研修）22 演題（6%）とシミュレータの開発 5 演題（1%）に大別された。
- シミュレータを利用した授業（研修）27 演題中 6 演題（2%）が救急関連の演題であった。
- スキルズ・ラボに関係する演題が 5 演題（1%）含まれており、その有用性と課題が報告されていた。
- シミュレータを利用する授業（研修）は全演題の 6%を占め、シミュレータ教育（研修）が一般化してきた。
- シミュレータ開発に関する演題が全演題の 1%あり、シミュレータ教育（研修）の一般化に伴ってシミュレータの開発にもドライブがかかってきたような印象がある。

E: 結論

- 現状の医療安全教育を医学教育の視点から見ると研修病院を含めて医育機関からの発表は多くはなく、この領域に関しては未だ十分な教育、研究がなされていないように思われる。

- シミュレータを利用した授業（シミュレータ教育）は演題数も多く、この教育法がわが国でも一般化しつつある。
- シミュレータ教育の場としてのスキルス・ラボの設置は進んでいるが、ハード面に比べて学生、教員への認知、シミュレータ教育のカリキュラムなどソフト面が未だ整備されていない状況である。
- シミュレータ教育の一般化に伴って、シミュレータの開発も盛んになってきており、マネキンタイプから **VR** へと今後更に開発が進んでいく可能性がある。