

特集 ■ 医療から見た VR

医学教育システムと VR 技術



木島竜吾

KIJIMA RYUGO

岐阜大学

1. はじめに

本稿では、各種シミュレーションを中心とした医学教育と VR 技術について、最近の動向を交えて解説する。

医学教育においては、シミュレータ、シミュレーションを利用することは比較的長い歴史があるが、近年の計算機やシミュレータの進歩、また医療、医学教育を取り巻く状況の変化、医学教育の方法の変化などの背景から、新たな展開が起こりつつあるように感じている。

医学教育はそもそも工学と比較しても実学指向が強い。学生は医学部を卒業し一定の研修期間を経た後には、一人前の医師として患者と向き合わなければならない。そのため、基礎からの体系化された知識の積み上げ(系統的学習)に基づく応用という考え方も重要ではあるが、臨床からさかのぼって必要な知識を習得するという逆方向の考え方が取り入れられている。

近年では、PBL (Problem Based Learning) やチュートリアル教育という考え方が広まり、教育の現場も大きく変容しつつある。これらは、例えば症例を入り口とし、そこから溯行して関連する基礎つまり解剖学や生理学の知識を自ら調べ、習得してゆく方法と言える。ここでは、学生の自発性を誘発すること、およびチーム医療を念頭に、グループによる問題解決を行うことが重要とされている。

また一方では、医学においても知識の増大は爆発的であり、教員の学生時代と比較しても、現在の医学生に伝えるべき知識の分量は相当増大している。このことも、系統的学習だけでは効率よく実践の場に学生を送り出すことができない理由の一つである。

さらにもう一つの背景は、患者の権利意識の拡大である。過去の様に、新米の医師が実際の医療現場で生身の患者を相手にスキルを向上させることは、現在においては大変困難な状況であるため、この面でもシミュレータ

が有望な解となりうる。それと共に、求められる医師像も変容しつつあり、従来と比してもコミュニケーション能力や説明力が大幅に求められるようになってきている。

2. シミュレーション医学教育に用いられる装置

上述の背景により、シミュレーション医学教育が重要になってきている。バーチャルリアリティや工学の立場から言うと、一見これは、例えば外科の手技の向上のような印象があるが、特に実用という観点から言えば、ローテクな模型を用いたシミュレータがまだまだ中心的でありまた、手技訓練だけでなく、チームプレイ、ロールプレイなどによる人間の行動を中心とするシミュレーションも重要であり、その種類は多岐にわたる。以下では、具体例を挙げてそのバリエーションを示す。

(1) 直接手技

目視と手および簡単な器具を用いた直接的な処置や診断の訓練にも模型等のシミュレータを用いる。穿針、採血、注射、皮膚や臓器の縫合などの基本的な手技の習得、乳房や直腸などの触診、より高度で専門化した手技、例えば、気管挿管、導尿、腰椎穿針、腹部大動脈瘤修復、鼻整形術、産科における分娩ファントム(模型)、など、このタイプの練習装置は、歴史も古く、そのバリエーションも多岐にわたる。ただし、物理的な模型を用いて練習を行うものが一般的である。工学的な観点からすれば、大変ローテクなものに見えるが、合目的ではあり、個別、ピンポイントの手技訓練や体験に効果があることは確かである。図 1 にシミュレータの例を示す。

(2) 間接手技・ロボット手術

医療技術の進歩に伴い、直接の目視と直接手にメスな

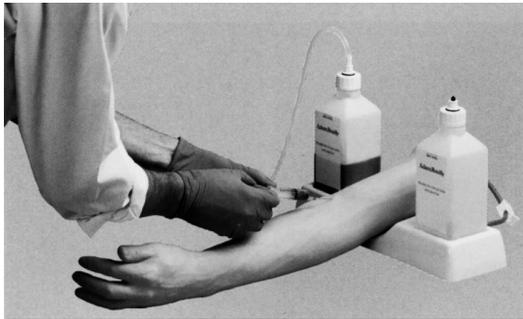


図1 穿針, 採血トレーナー

どを持って行う開腹手術は、次第に内視鏡や関節鏡、腹腔鏡などを用いた手術に置き換わりつつある。また、血管内治療、カテーテル手術等もごく一般的に行われている。これらの手術は開腹手術に比べ直感的ではなく、一定の訓練が必要であるため、練習装置が開発されている。視覚による状況の把握も、対象物に対する操作も、もともと器具を介した間接的なものなので、バーチャルリアリティやロボット技術との親和性が良いはずである。現状では腹腔鏡などには実際に手術に用いる医療器具を使い、対象となる臓器に模型を使うものが主流であるが(図2)、スコープやメスの運動を計測し、計算機内に作った臓器モデルに対して操作を行うタイプも開発され、普及し始めている。さらに、ダヴィンチ等を用いる高度にロボット化された手術が近年広がりつつある。これらを手術に導入する前には、手術用の実機を用いたシミュレータによる徹底的な事前訓練をこなす必要があり、ロボット手術訓練のためのセンターが設立されている。

(3) 検査機器訓練

超音波検査、単純 X 線検査や X 線 CT 検査、内視鏡、気管支鏡検査などを練習するためのシミュレータが開発されている(図3)。(2)と同じ理由で、比較的模型や物から離れて計算機を活用することが容易な分野である。

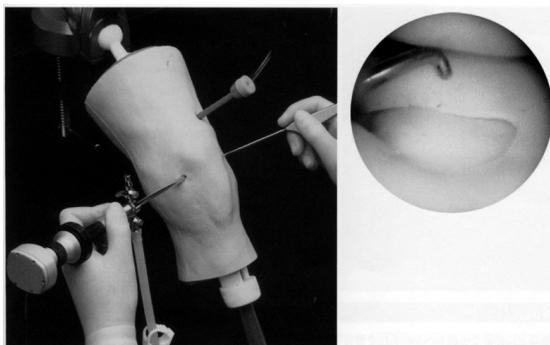


図2 模型を用いた膝関節鏡シミュレータ

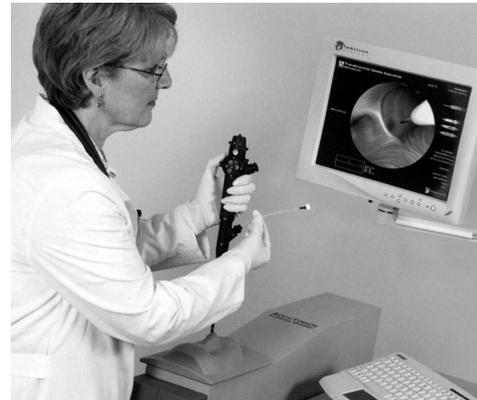


図3 計算機を用いた気管支鏡シミュレータ
*口絵にカラー版掲載

(4) 問診シミュレータ

問診は、患者との会話の中で、診断の為に必要な情報を引き出して鑑別診断を行う技術である。鑑別診断は得られた情報から病気を推定することであるが、問診は常に仮説を立てつつ、さらに推定を進める為の情報を引き出すコミュニケーション技術を含む。そこで、個性と人格を持つ仮想患者をアニメーションで表現し、音声認識と会話エンジンを用いて画面中のキャラクターに対して問診を行う訓練装置が開発されている(図4)。これは、コンピュータゲームの技術、ノウハウに近い部分でもあり、キャラクターの属性の決め方や表情の演出、感情表現、間の取り方などの表現手法、限られた広がりシナリオを用いつつ自由会話に近い印象を与える工夫などに、ゲームおよびアニメーションの表現と技術が用いられている。



図4 バーチャルキャラクターによる問診シミュレータ

(5) バーチャル解剖模型

筆者らの研究室では、実物体である人型模型上に臓器CGを投影し、運動視によってあたかも模型が透明になり、仮想臓器がその内側に埋め込まれているかのように

見えるバーチャル解剖模型を開発している(図5). 技術的には曲面への投影に伴い生じる歪みをリアルタイムに補正する双対レンダリングを用いていること, 両眼立体視ではなく自己/物体運動視を用いていることに特徴がある. ターゲットは医学部初等過程における解剖学であり, これに必要な臓器形状等のコンテンツを開発している.

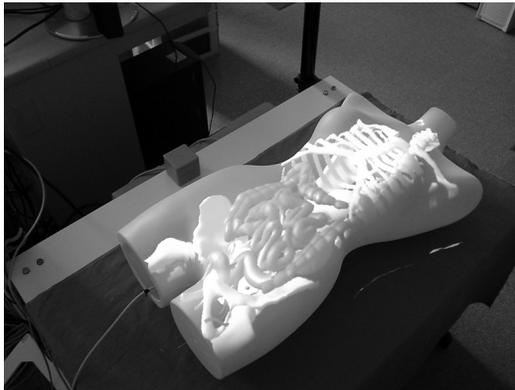


図5 バーチャル解剖模型 VAM

(6) ダミーと救急医療, チームプレイ

患者を模したダミー(人形)としては, Laerdal 社の“SimMan”(図6)が有名であるが, 京都科学の“イチロー”など類似の商品も増えつつあり, その利用の仕方とともに, 特に救急救命分野で一領域をなしてきている. これらのダミーを見ると, つい, より高いリアリティや複雑な機能を期待してしまうのだが, 実際には, 臨床現場の状況を再現する為の“患者役”として必要十分にできている. 例えば, その運動は, 呼吸に伴う胸部の上下運動や, 瞬きなど, 医師にとって重要な手がかりだけにしぼられている. 他に, 心音, 呼吸音, 血圧や心拍数などのバイタルサインをモニター上に示すことができる.

筆者が参加した講習会での利用例を示す. 参加者の医師グループは, 事前のブリーフィングで患者の状態を伝えられており, 大まかな役割を決めてある. 患者が運び込まれたところからシミュレーションを開始し, 例えば最初は, ダミーの頬をたたきながら, 名前を呼び, 聞こえますか, と呼びかけるところから始まる. こういった行為は参加者が必要なことを判断し, 自発的に行うものであり, シナリオに記述されてはいない. 患者の状態はあらかじめプログラムされたシナリオに従って刻々と変化し, それに伴いバイタルサインが自動的に変化する. それ以外の情報が必要であれば, 検査結果などがチューターから示される. このようにし

てチームでの臨床現場をシミュレーションする. 現場の緊迫感や, 考える間もないリアルタイム性を演出するために, 患者役であるダミーがシミュレーションの中心にあることが重要である.



図6 Sim Man

3. シミュレーション医学教育と VR

シミュレーション医学教育には, (1) 医学教育の現場, (2) 医学教育方法の研究開発機関, (3) シミュレータのディストリビュータ, (4) シミュレータの研究開発機関, が関わる. 工学が担当するのは, そのうちの(4)に過ぎず, ソフトウェアを含めいけばテレビを作る役割であることを指摘しておきたい. テレビに相当する装置以外に, 出演者に相当する臓器モデルなどのコンテンツ素材, それに加えて番組に相当する教育シナリオが重要である.

技術的な観点から見てこの分野が魅力的なのは, システムを如何に構築して医師が求めている目的を達成するか, という表面だけではなく, その奥には, バーチャルリアリティが従来主として扱ってきた感覚や知覚だけでなく, 認知, 学習といった人間の高度な機能を解明し, 最大限利用することが暗に求められるからである.

例えば, 2(5)で示した VAM は, 物体指向のミックストリアリティである. 実はこのたぐいのシステムは多くはなく, 例えば, 運動視による立体感や, 模型内での仮想臓器の定位感, 運動視の幾何的な精度以外に, 照明とプロジェクタの照度のバランスや, 臓器のレンダリング方法(見せ方)によって変化することが経験的にわかってきている段階である. また, 自己運動, 物体運動ともに, 時間遅れの影響は思ったほど多くない. このように, 具体的な事例とニーズがあってこそ, 知見の糸口が現れる場合もある. また, 教育には常に学習者と指導者の間の共時性や引き込みが大きな役割を果たしていることも, バーチャルリアリティ技術としての観点からとらえ直すことができるかもしれないと考えている.

4. 関連学会等の活動

(1) Society for Simulation in Healthcare [1]

シミュレーション医学教育を中心的に扱う米系学会である。毎年国際会議 IMSH と併設の展示会を開催。ポスターが中心の一般発表と、招待講演、ラウンドテーブル、実技を含む講習会などからなっている。工学系の会議とはかなり違った面も多く、例えば軍隊における衛生医療教育等のセッションは、発表者、聴講者とも軍人と思われる参加者が多く、大変実践的な know-how と共に教育方法に関する議論が活発に行われていた。

(2) 国内の学会

日本医療教授システム学会 [2]、日本 M&S(Model and Simulation) 医学教育研究会 [3] がシミュレーションを含む医学教育を中心に活動しており、前者は、毎年 SimEXPO という学会・講習会・展示会を行っている。日本 VR 医学会 [4]、シミュレーション外科学会 [5] も、分科会や委員会などを設置し、シミュレーション医学教育に強く関係がある。

(3) 国内企業および訓練施設

テルモが設立したメディカルプラネックス [6] は、X線造影や内視鏡室、手術室を備える大規模な研修施設であり、血管カテーテル、心臓手術時に利用する人工心肺装置などの訓練を行うことができる。医療従事者による講習会も開かれており、訓練、研修の実験場でもある。

(4) 海外の企業・研究機関

多岐にわたるため、一つだけご紹介しておく。ピッツバーグ大に WISER (Winter Institute of Simulation Education and Research Center) という施設があり [7]、ハーバード大の STRATUS [8] と共に米国のシミュレーション医学教育の中心的な存在である。臨床シミュレーションを行うための部屋 (スキルラボ:病室, 手術室, 蘇生室, 屋外等) で、シミュレーションダミーの Sim Man を中心に、各種医療設備やモニター類を用いて、臨床的な体験を行うことができ、各種教育シナリオの開発、教育効果検証などが行われている。

5. まとめ

シミュレーション医学教育は勃興期であり、今後爆発的拡大が見込まれる状況であると考えている。そこで必要なのは、医学と工学の相互作用である。工学は単にニーズをとらえ問題解決手段を提供するだけでなく、ま

た逆に工学の論理でできることを提案してゆくだけではなく、具体的なアプリケーションを例題として、人間の知覚や認知に関わるより深い理解を得てゆくことで、医学サイドから生じる初期ニーズを超えた提案ができるのではないかと考えている。

なお、本稿の図版の一部は、(株)日本ライトサービス社のご好意によりそのカタログから掲載した。ここに記して謝す。

参考文献

- [1] <http://www.ssih.org>
- [2] <http://www.asas.or.jp/jsish/index.html>
- [3] <http://square.umin.ac.jp/model>
- [4] <http://www.jsmvr.umin.ne.jp>
- [5] <http://www.jssis.org>
- [6] <http://www.terumo.co.jp/company/development>
- [7] <http://www.wiser.pitt.edu/>
- [8] <http://www.haemr.org/affiliations/stratus>

*参照 URL は全て 2010 年 1 月現在

【略歴】

木島竜吾 (KIJIMA Ryugo)

岐阜大学 工学部 准教授

1989 年東京大学工学部学部卒業、1994 年東京大学大学院工学系研究科博士課程終了。1996 年岐阜大学工学部助手、2002 年より現職。専門は視覚ディスプレイ。