

胸部断層モデルの教育効果

長戸康和¹⁾、春木康男¹⁾、岡崎勉¹⁾、今井裕²⁾、灰田宗孝³⁾

(東海大学医学部基礎医学系 1)、同基盤診療学系 2)、東海大学医療技術短期大学 3)

要旨

超音波診断装置・X線 CT および MRI などの医用画像技術の発展に伴い、人体構造を三次元的に理解することの必要性が増加している。しかしながら、実物標本の利用は限定され、また、アトラスやイラストで人体の立体構造を理解することは容易ではない。そこで胸部断層標本のレプリカモデルを使った授業を試み、学習評価を行った。

胸部断層モデルでは胸部諸器官の断面が正確に再現され、前後・左右および上下の位置関係が容易に理解できる。前後比較テストを行った結果、縦隔内の器官の前後関係、心房と心室の位置関係、および横隔膜の位置での胸部内臓と腹部内臓の位置関係の理解において、顕著な学習効果が認められた。

キーワード

胸部断層モデル、シミュレーション医学教育、立体構造、臨床解剖、教育効果

はじめに

医学教育の中で人体構造を学ぶ場として、解剖学教育は重要な位置を占めている。しかしながら、現状の解剖学教育は実習が中心であり、そのため、剖出作業に多くの労力が費やされ、剖出された個々の器官に関する知識の習得が主体となっている。一方、近年の急速な画像診断技術の発達によって、人体の立体構造に関する知識の必要性は増大している。

このような解剖学教育と臨床医学教育の間の溝を解消し、より的確に人体構造を理解するため、人体の立体的な構造を示したイラストやアトラスの利用、コンピュータグラフィックスを利用したバーチャルな教材開発も盛んであり、より的確な情報の提供とその理解が得られるよう様々な工夫が重ねられている。しかしながら、このような教材には現実感

が乏しく、学習者が立体的な構造をイメージ化することは容易ではないと考えられる。また、実物標本の活用が考えられており、人体標本の標本管理施設の充実、展示方法の検討など多岐にわたる工夫が行われている¹⁻³⁾。さらに、プラスティネーションによる断層標本の利用も進められている⁴⁾。この方法は従来の液浸標本に代わり人体組織をプラスチック樹脂に置換する新しい標本作成法であり、我が国では科学博物館などでの医療専門職以外の人々を対象とした人体標本の企画展などでは積極的に利用されている⁵⁾。しかしながら、このような人体標本の展示や利用には標本作製・保存・管理など様々な問題に加え、倫理的な側面も考慮する必要があり、学生・看護師・研修医など幅広い立場の学習者のニーズに即応することが難しいのが現状である。

一方、立体的な実体感を保つ教材として、断層レプリカ（図 1）が開発され、MRIやCT画像との対応が図られている^{6) 7)}。レプリカは文化財・化石資料・骨格標本などの保存のために利用され、精巧で緻密な作品の中には本物（オリジナル）とまったく見分けがつかないものも多い。その上、オリジナルと異なり、取り扱いや保存・管理なども比較的容易であるという特徴がある。



図 1：断層モデルの全体像

気管分岐部から上腹部まで 10mm の厚さの 8 断面。

近年、医学看護学教育において、人体モデルやシミュレーターを利用した教育カリキュラムの積極的な導入が試みられている。この教育カリキュラムの目的は具体的な手法や技術を適切な教育プログラムを設定してトレーニングすることであるが、その有効性を最大限に生かすための教育プログラム（シナリオ）の必要性が指摘されている⁸⁾。つまり、モデルやシミュレーターは、講義や実習のための教材としてではなく、演習のための教育資源として位置づけられ、具体的に何をどこまで理解するのかを設定されていることが必要とされている。

胸部断層モデルを看護学教育におけるフィジカルアセスメント教育や解剖学の授業に取り入れる試みが始まられ、アンケート調査の結果からその有効性が評価されているが、具体的な学習効果を評価するには至っていない^{9) 10) 11)}。

そこで今回、画像診断に必要な立体構造を学ぶための教育プログラムを開発することを目的とし、胸部断層モデルを用いた授業を実施した。とくに、解剖学教育で見過ごされている知識を明らかにするとともに、具体的な学習効果を評価した。

対象と方法

今回、東海大学医学部3・4年の学生15名を対象とした選択必修科目において、胸部断層モデルを用いた授業を行った。つまり、胸部内臓に関する肉眼解剖学の講義と立体構造を中心とした胸部内臓に関する講義を60分程度行い、その後、断層モデルを観察した。観察にあたっては、2セットのモデルを用意し、それぞれのモデルを7~8名のグループで観察した。また、観察にあたっては、あらかじめ引き出し線を入れたモデル断面のイラストとこれに対応するCT画像を配布した。学生は、各自がこれに名称を記入しながら観察を進めた。

理解度を客観的に把握するため、カーケパトリックの4段階評価モデルにしたがって教育評価を行った^{12) 13)}。つまり、授業の前後に同一の小テスト（前後比較テスト）を実施し、四択形式で胸部の立体構造に関する設問10問と胸腹部内臓に関わる設問10問に対する解答を求めた。そして、その正解数を比較することによって、レベル2（learning）の評価を行った。なお、受講学生には試験結果を研究に使用することを説明し、書面による同意を得た学生の結果のみを学習効果評価用のデータとした。

結果と考察

医学系の研究で一般的に採用されている評価法として、ランダム化比較試験（RCT）が用いられることが多い。ところが、この比較試験を教育評価法として採用した場合、その教育を受けなかつた人を対照とした評価を行うことになる。このような評価法は、医学部における教育の現状を考慮しつつ、ボランティア学生を対象とした教育評価を実施する場合、適切であるとはいえない。また、長期的な効果を検討する場合にも適していない。そこで我々は、前後比較テストを実施し、カーブパトリックモデルにおけるレベル2について検討した。

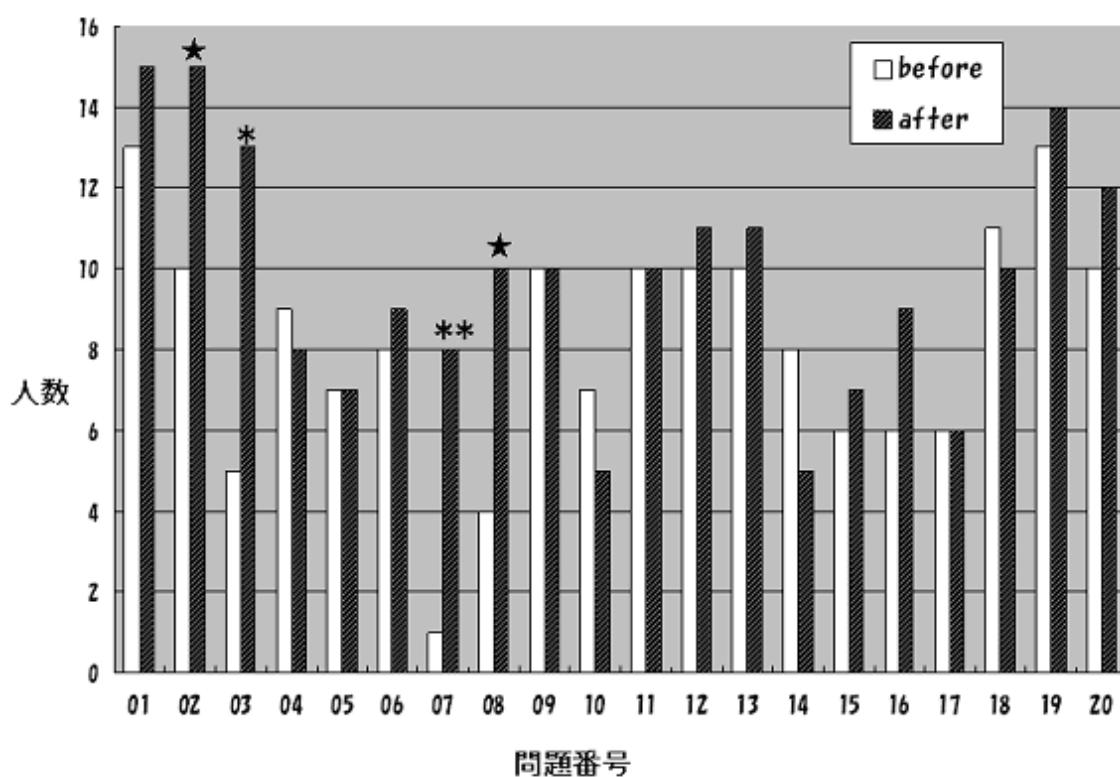


表1：前後比較の結果。

食道と左心房が接していることの理解を求めた問題（問題3：* $p < 0.01$ ）、乳頭線の位置における左心室の位置の理解を求めた問題（問題7：** $p < 0.05$ ）で有意差が認められた（McNemar カイ²乗検定）。また、左右の心房と心室、および肺動静脈の位置関係を問うた問題（問題2 *）、横隔膜を横断した断面における胸部内臓と腹部内臓の位置関係を問うた問題（問題8 *）でも比較的顕著な差が認められた。

まず、授業前的小テストでは、立体構造に関する設問と関わらない設問に関する正解数には有意差は認められなかった (Wilcoxon の検定)。この結果から、両者の設問の難易度には有意差はないと考えられた。次に、立体構造に関わらない設問に対する正解率を授業の前後で比較したが、有意差は認められなかった (McNemar カイ 2 乗検定)。しかし、立体構造に関する設問に対する正解の割合を前後比較した場合、有意差が認められ (McNemar カイ 2 乗検定)、授業後に実施した小テストでは、授業前の正解数よりも有意に上昇した設問が含まれていることが明らかになった (表 1)。

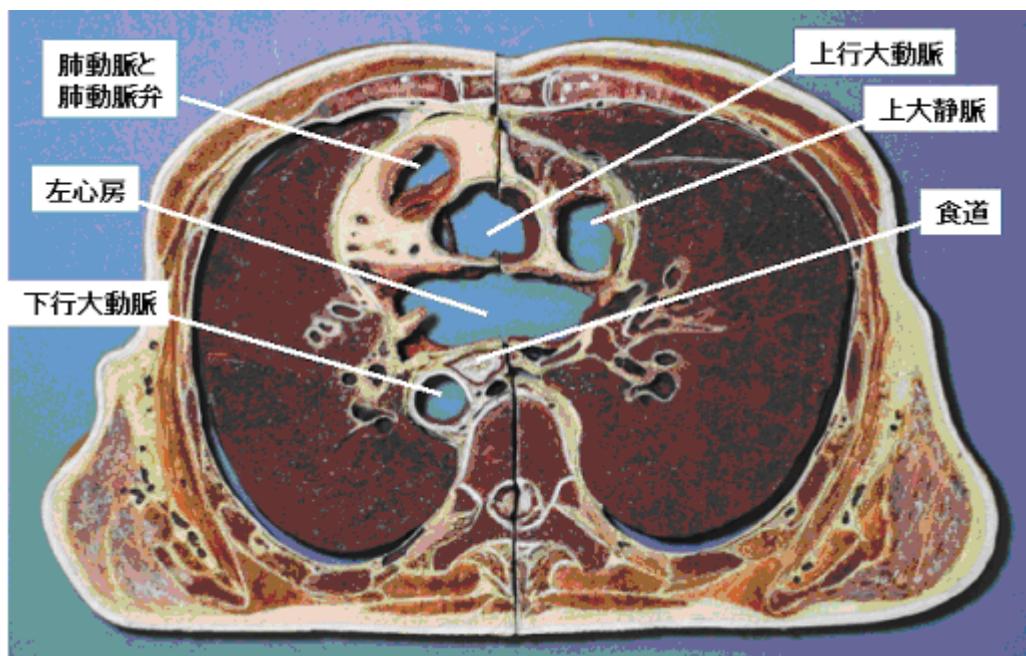


図 2：肺動脈弁を通る位置の断面。

左心房と食道が接していることが観察できる。

McNemar カイ 2 乗検定の結果、有意差が認められた設問は、心臓と他の臓器との位置関係を問うた問題の中で、食道と左心房が接している (図 2) ことの理解を求めた問題 (問題 3 : $p < 0.01$) と乳頭線の位置における左心室の位置の理解を求めた問題 (図 3) (問題 7 : $p < 0.05$) である。また、左右の心房と心室、および肺動静脈の位置関係を問うた問題 (問題 2)、横隔膜を横断した断面 (図 4) における胸部内臓と腹部内臓の位置関係を問うた問題 (問題 8) でも比較的顕著な差が認められた。しかしながら、左右の肺と縦隔内の器官の位置関係、弁の形状、および弁の体表に投影された位置を問う問題 (問題 1・4・5・6・9 および 10) には、有意差が認められなかった。

これらの結果から、断層モデルの観察により胸部内臓における前後の位置関係の理解が改善されたことがわかった。この原因として、解剖実習が前胸壁から進められ、それに引き続いて心臓や肺の摘出、最後に後胸壁の解剖という手順で行われること、また、アトラスやイラストなどの教材も正面からの図を中心とした解説が採用されていると考えられる。また、横隔膜レベルにおける腹部内臓と胸部内臓の位置関係の理解が改善される傾向が認められたことは、上下の位置関係の理解が見過ごされていることが示唆される。つまり、解剖実習を中心とした解剖学教育では、各臓器間の前後および上下関係を中心とした立体構造の理解が欠落する傾向が示唆された。

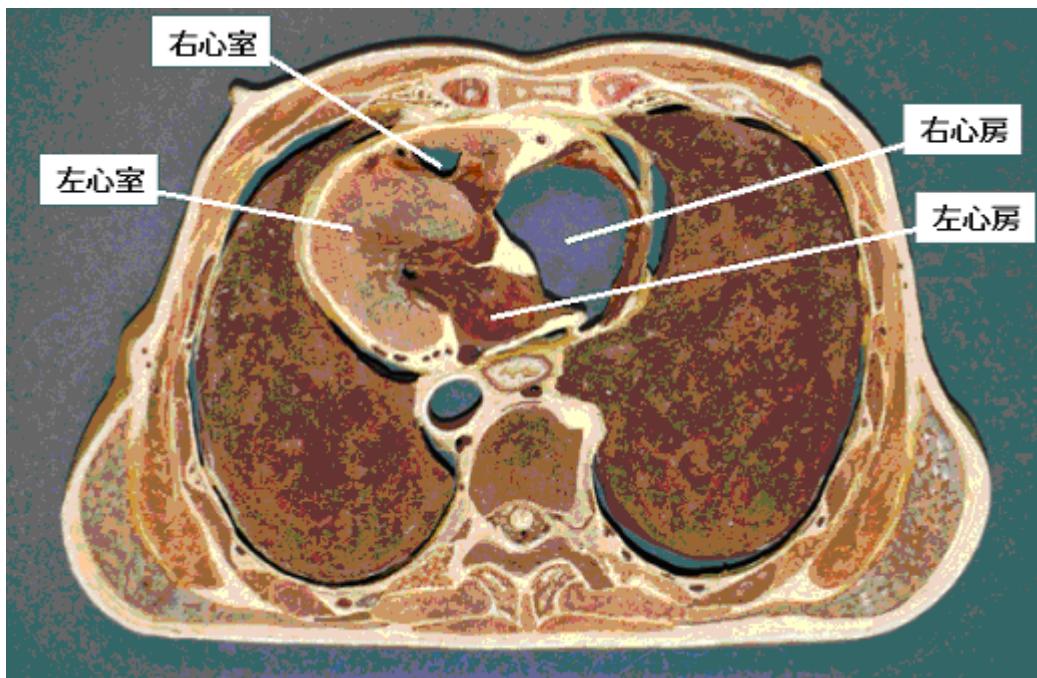


図3：乳頭線を通る断面

心房と心室がほぼ同一平面上に存在することが理解できる。

医学教育の中では、人体解剖実習が大きな要素として位置づけられ、コメディカル教育の中にも人体解剖実習を積極的に導入しようという試みも行われている^{14) 15)}。しかしながら、人体の内部構造を知るためにには、人体解剖実習が唯一というのではなく、模型やイラストなども古くから利用され、また、近年コンピュータグラフィックスによる教材なども開発されている。つまり、人体の構造を知るための目的は様々であり、様々な制約の中で目的に応じた手法が選択できると考えるのが妥当である。また同時に、どのような手法を

選択しても、そこから得られる情報には限界があり、すべての要求を満足させることもできないのも自明であろう。

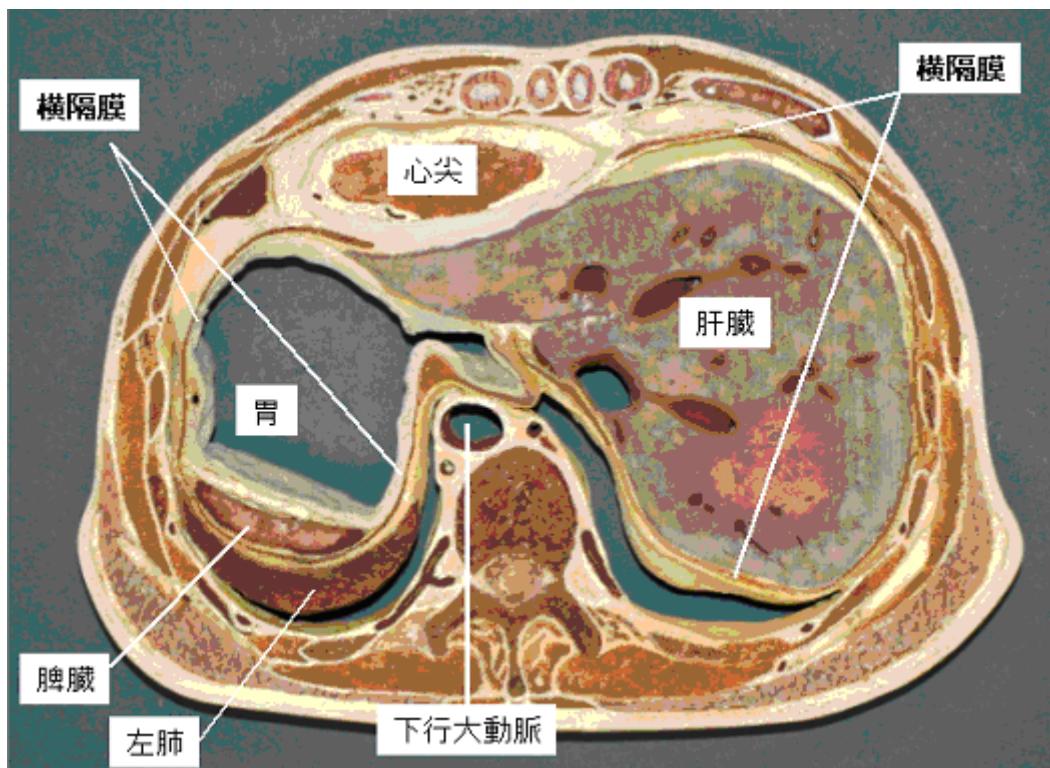


図4：横隔膜を通る断面

腹腔内に存在する下大静脈・肝臓・胃および脾臓が横隔膜の内側にあり、胸腔内に存在する心臓・肺および下行大動脈が横隔膜の外側に位置することがわかる。

今回、我々は人体胸部断層標本モデルを利用して胸部立体構造の理解度について調査した。その結果、解剖学実習などでは、胸部内臓の前後あるいは上下の位置関係は十分に習得されていないことが示された。このモデルは、実物標本を忠実に再現したものであり、断層面での人体構造を手にとって立体的に可視化するという視点に立脚している。つまり、断層面で内部構造を立体的に認識し、それを重ねることで全体像を理解しようという考え方を具体化したものであり、非侵襲的に内部構造を知るために開発された CT や MRT などの画像診断技法と共に通する視点である。そのため、断層モデルのような立体構造を理解するための教材は、解剖実習の欠点を補い、胸部内臓の前後および上下関係に関する立体的構築を理解するための教育資源として有用であると考えられる。とくに、画像読影のた

めの基礎知識を得たり、経食道心エコーなどの解剖学的な根拠を理解したりする教材として期待できる。

今回得られた結果から胸部断層モデルの有効性が示された。今後、演習などの授業における教育目標を具体的に設定し、それを実施するためのプログラムを開発するとともに、今回の結果がカーカパトリックモデルのレベル3(行動)やレベル4(結果)にどのように反映されるのかについても検討を重ねていきたい。

謝辞：本研究の一部は、東海教育産業（株）の支援によって行われました。ご理解とご協力に感謝いたします。

文献

- 1) 林身哉、坂井建雄：第1回標本展示に関する懇話会を催して. 解剖学雑誌, **72**: 461-464 1997
- 2) 小林身哉、坂井建雄：第2回標本展示に関する懇話会. 解剖学雑誌 1998, **73** : 475-478
- 3) 竹内修二、小林身哉、坂井建雄：第3回標本展示に関する懇話会. 解剖学雑誌, **74** : 503-506 1999
- 4) Hagens GV, Tiedemann K, Kriz W : The current potential of plastination. Anat Embryol, 175:411-421 1987
- 5) 橋本尚詞：特別展「人体の世界」概略紹介、「人体の世界」展創世記（橋本尚詞、坂井建雄、馬場悠男 編）読売新聞社、東京、1996、5-16
- 6) 長戸康和、矢沢高麗藏・本江朝美 他：胸部の立体構造を学ぶための断層レプリカの開発、医学と生物学, 151 (6) : 200-205 2007
- 7) Nagato Y, Yazawa K, Okazaki T, Imai Y, Hongo A, Haruki Y : Plastic replica of sectional human body for the education of clinical anatomy. Proc. 9th Congress of the European Association of Clinical Anatomy 49-53, 2007
- 8) 高橋優三：シミュレーションを医学教育に導入するに当たって. モデル&シミュレーション医学教育研究会会報、1 : 47-60、2007
- 9) 本江朝美、長戸康和・副島和彦 他：レプリカを活用したフィジカルアセスメント教材の開発. 第35回日本看護学会論文集看護教育 2004, 238-240 2004
- 10) 本江朝美、副島和彦・長戸康和 他：フィジカルアセスメントのCAI教材の開発, 第

36回日本看護学会論文集看護教育 2005, 326-328 2005

- 11) 持木香代、山口利貴枝、長戸康和 他：胸部内臓のレプリカとブタ心臓標本を用いた教育方法の評価、第38回日本看護学会論文集看護教育 2007、252-254、2007
- 12) Kirkpatrick D L ,Kirkpatrick J D: Evaluation Training Programs: The four Levels. Berrett-Koehler, San Francisco 2006
- 13) Kirkpatrick D L: Great ideas revisited. Techniques for evaluating training programs. Revisiting Kirkpatrick's four-level model. Training & Development 50(1): 54-59, 1996
- 14) 小林邦彦：医療技術者育成における人体解剖実習の重要性とその条件整備への提言。解剖学雑誌, 73 : 275-280 1998
- 15) 川真田聖一：コメディカル教育と人体解剖学実習. 解剖学雑誌, 78(Suppl): 128 2003