

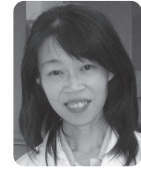
## 喉頭・咽頭の立体紙模型



田畑 純<sup>1)</sup>



山本 智子<sup>1)</sup>



角田 佳折<sup>2)</sup>

1) 東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・硬組織構造生物学分野  
2) 徳島大学・大学院医歯薬学研究所・口腔顎顔面形態学分野

### はじめに

喉頭と咽頭のかたちの理解は、嚥下や発声の仕組みを知る上で重要です。しかし、喉の奥にあること、器官としてのまとまりがわかりにくいことなどから、その理解は容易ではありません。こうした際には、解剖学の講義用に作られたリアルな立体模型が有用ですが、大きく、重く、高価でもあって、単純で簡便な模型がほしいと思っていました。

そこで、2002年当時、担当していた看護学校の講義で使うために、「喉頭の立体紙模型」を考案しました。喉頭は薄い軟骨の膜で構成されていますので、紙で表現できると気づいたからです。造形にあたっては、

(1) 手のひらサイズにして、本物に近い大きさにする

(2) 単に立体にするのではなく、折りたたみ可能にする

(3) 手触りのよい丈夫なアート紙で作るといった点に留意しました。講義中に回覧して、「見て、触って、動かす」ことができる模型にしたかったからです。幸い、学生たちの反応は上々で、手元に紙模型が来ると、小さな感嘆の声をあげる者もいて、楽しそうな表情で紙模型を広げたりたたんだり、いろいろな向きから観察したり、喉頭蓋や声帯を動かしたりしていました。

こうして、この紙模型はたくさんの学生達の手に触れられてきましたが、レザックという丈夫な紙で作ったこともあって、今でもかたちが崩れていません。それで、最近、「咽頭の立体紙模型」も同スケールで作製して、組み合わせて使えるようにしました。咽頭も筋を中心に見ると薄い膜様の構造で作られた器官であり、紙で表現できると気づいたからです。そして、喉頭との組み合わせによって、喉頭・咽頭の相互の立体配置がよくわかるようになり、嚥下時の各部の動きがわかりやすくなりました。

先般、赤ちゃん歯科ネットワークで講演をした際

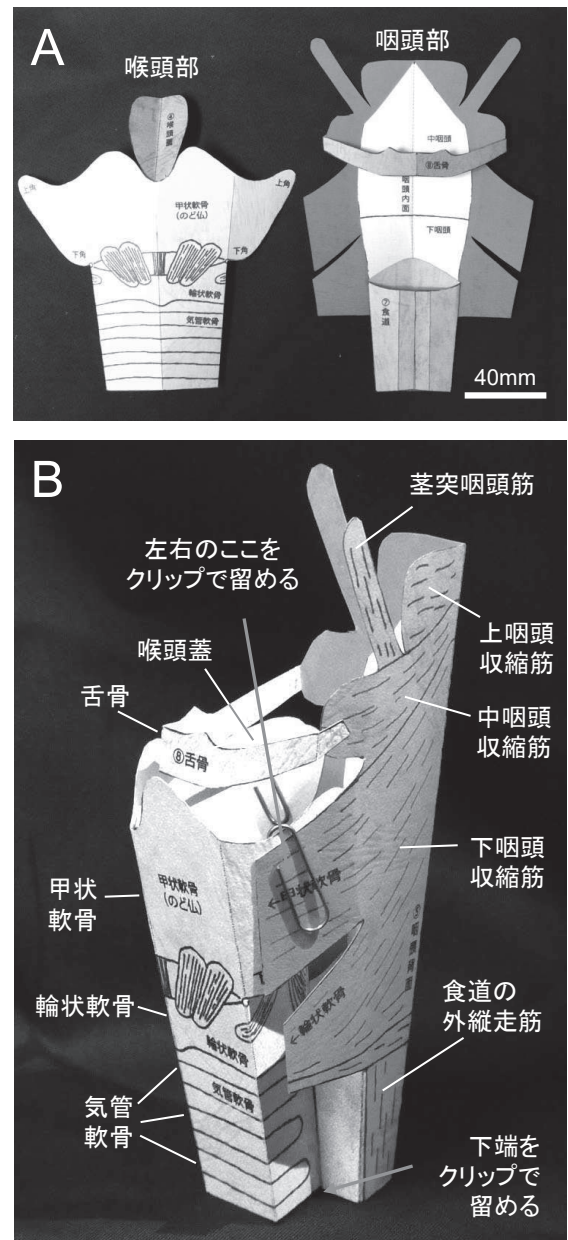


図1 喉頭と咽頭の立体紙模型  
(A) たたんだ状態  
(B) 立体にして組み合わせた状態

に、この紙模型のセットをご紹介します、回覧しましたが、皆様の反応もよく、石田房枝先生からも強く要望され、本誌にて紹介することにしました。楽しいに見ている皆様の表情は、かつての看護学生たちの表情に重なるところがあり、公開することで、さらに多くの方々に活用していただけるようになると思えた瞬間でした。

ただし、公開するには、解剖学的な正確さと模型としての正確さがいっそう必要です。そこで、前者は角田先生、後者は山本の助けを借りて公開版を完成させ（図1）、専用サイトで組立セットの頒布を開始しました。

また、この模型を使った学習のために、別稿「喉頭・咽頭の機能解剖学」も角田先生と作成しました。この二篇がさまざまな学習の場で利用されれば幸いです。（田畑）

## 1. 道具など

- 1) はさみとのりが必要です。このほか、のりが乾くまで保持に使うクリップ類があると便利です。
- 2) のりは、経年変化が少なく、紙をふやけさせない、接着までがほどよく速く、乾いてからも柔軟であるものを選んでください。スティックのり（コクヨのプリットなど）や木工用ボンド（コニシの木工用速乾ボンドなど）がおすすめです。
- 3) 木工用ボンドは乾いたあとの接着強度が高く、声帯ヒダや前庭ヒダの接着部など接着面が小さいところに向いています。ただし、塗りすぎは禁物で、へらを使って薄く塗るようにします。へらはプラスチック定規やエバンスなどで代用できます。

## 2. 折り方と切り方

- 1) 頒布セットは、パーツごとに違う色や材質のアート紙に印刷してあります。パーツ番号の①～④が喉頭、⑤～⑧が咽頭です（図2A）。
- 2) 切り抜く前に、折り線にそって鉄筆などで折り目をつけておきます。この行程をきちんとやっておくと、組み立てが楽になり、仕上がりもきれいで、かつ、模型が長持ちします。鉄筆は画材店や手芸店などで購入できますが、書けなくなったボールペン、粘土細工で使うへら、手芸で使うかぎ針の先、定規の角、エバンスなどでも代用できます。折り線はすべて直線ですから、定規をあてて、正確に折り目をつけてください。

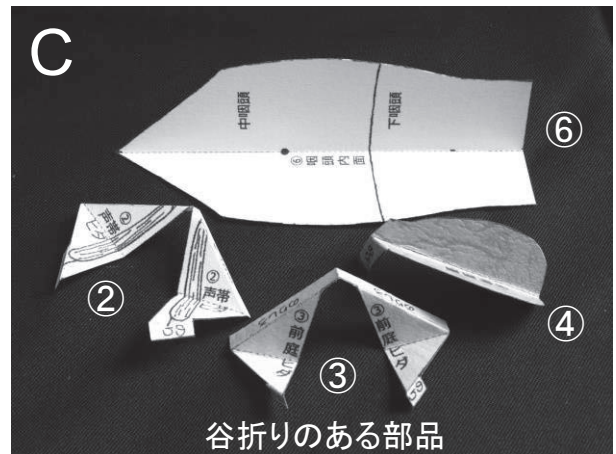
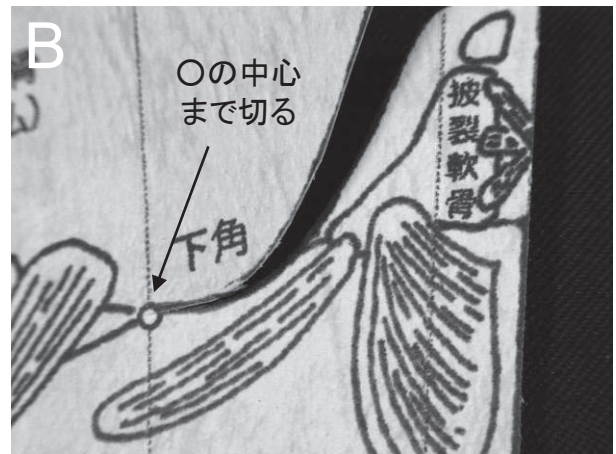


図2 組み立て前の作業

- 3) 太線（切り抜き線）に沿って、はさみやカッターで切ります。線の内側を切るようにすると輪郭に線が残らなくてきれいです。また、「①喉頭と気管」の甲状軟骨と輪状軟骨の間は○印の中心まではさみを入れてください（図 2B）。
- 4) 切り抜いたら、さきほどつけた折り目に沿って、丁寧に折ります。山折りは点線で、谷折りは二重点つき破線で示していますが、ほとんどが山折りです。谷折りの箇所は4つの部品に限られます（図 2C）。
- 5) 「①喉頭と気管」の正中の山折りは上の方を残すようにしてください（上までは折らない）。これは背面に喉頭蓋を貼り付けるために平坦にしておきたいからです。
- 6) 「②声帯ヒダ」と「③前庭ヒダ」はどちらも三角を組み合わせたようなかたちをしていますが、ヒダ中央の谷折り線が重要です。折りたたんだときに上端（のりしろ部）がきれいにそろうようにします。
- 7) 「④喉頭蓋」の正中の折り方は特殊で、途中で谷折りから山折りに変わります（図 2C）。折り鶴のあたまを作るときの折り方と同じです。
- 8) 「①喉頭と気管」と「⑦食道」は円筒にするため、のりしろ部が差し違いになっていますから、仮組みして、この部分がきちんと入るのを確認します。入らないときは、切り込みを少し大きくしたり、折り線を見直したりして、微調整します。また、折りたたんだ時、きれいに平坦になることも確認しておいてください。

### 3. 咽頭の組み立て方

最初に、組み立てが簡単な咽頭から作ります。

- 1) 「⑤咽頭背面」と「⑥咽頭内面」の裏面（非印刷面）どうしを貼り合わせます（図 3A）。貼り合わせ位置ですが、⑥上部の尖ったところが、⑤の上端に合うように貼り付けます。⑥の尖り部がはみ出ないようにしてください。
- 2) 「⑦食道」ののりしろを貼り合わせて円筒形にします。たたんだ状態では平坦になるようにしてください。また、きちんと立体化できるのを確認してください。のりがはみ出したりしていると余計なところで貼り付いて、立体化ができなくなることもありますので、のりが乾く前にこの確認作業をします。
- 3) 「⑦食道」を「⑤咽頭背面」の裏面（非印刷面）下部に貼り付けます（図 3B）。貼り合わせの時には⑤と⑦の下端がきれいにそろうようにします。⑦の上端は先に貼り合わせた「⑥咽頭内面」の下部と少し重なります。
- 4) 「⑧舌骨」の大角の折り返し部分を「⑤咽頭背面の筋」の中咽頭収縮筋の末端に貼り付けます（図 3C）。立体化したときに、舌骨がほぼ水平に突き出るように角度を調整してください（図 3D）。なお、⑥の正中線上にある●印は、舌骨の高さの目安です。この●印が舌骨の上縁に隠れるぐらいの位置に調整してください（図 3E）。

### 4. 喉頭の組み立て方

次に、組み立てが少し難しい喉頭を作ります。

- 1) 「①喉頭と気管」の内側（非印刷面）の下端から70mmの高さに水平線をひき、中心に正中線をひきます（図 4A）。あわせて、「②声帯ヒダ」と「③前庭ヒダ」の裏側（非印刷面）にも鉛筆で正中線をひいておきます（図 4A）。
- 2) 「②声帯ヒダ」の長いのりしろ部にのりをつけ、その上端を水平線にあわせるようにして貼り付けます（図 4B）。
- 3) 続けて、②のすぐ上に（隙間をあげずに）「③前庭ヒダ」を長いのりしろ部で貼り付けます（図 4C）。②と③のヒダ面は互いに平行になるはずで
- 4) 「②声帯ヒダ」と「③前庭ヒダ」の短いのりしろにのりをつけ、「①喉頭と気管」の披裂軟骨<sup>ひれつ</sup>の裏側（非印刷面）に貼り付けます（図 4D）。左右一度にやるのではなく片方ずつ、しっかりと貼り合わせます。
- 5) 「③前庭ヒダ」の短いのりしろは、披裂軟骨から少しはみ出しますが（図 4E）、折れ曲がり部分がせまいと破損しやすいので、こういう造形にしています。
- 6) 「①喉頭と気管」を円筒形にするため、差し違いののりしろ部（左右からはめ込むようになっているのりしろ部）を貼り合わせます。たたんだ状態では平坦になるように貼り合わせますが、のりが乾く前に、いったん立体化してみてください。のりがはみ出していたりすると開かなくなるからです。
- 7) 「①喉頭と気管」の内側（非印刷面）の上端付近に「④喉頭蓋」を貼り付けます（図 4F）。甲状軟骨の正中部は山折りしますが、上端付近は折り目

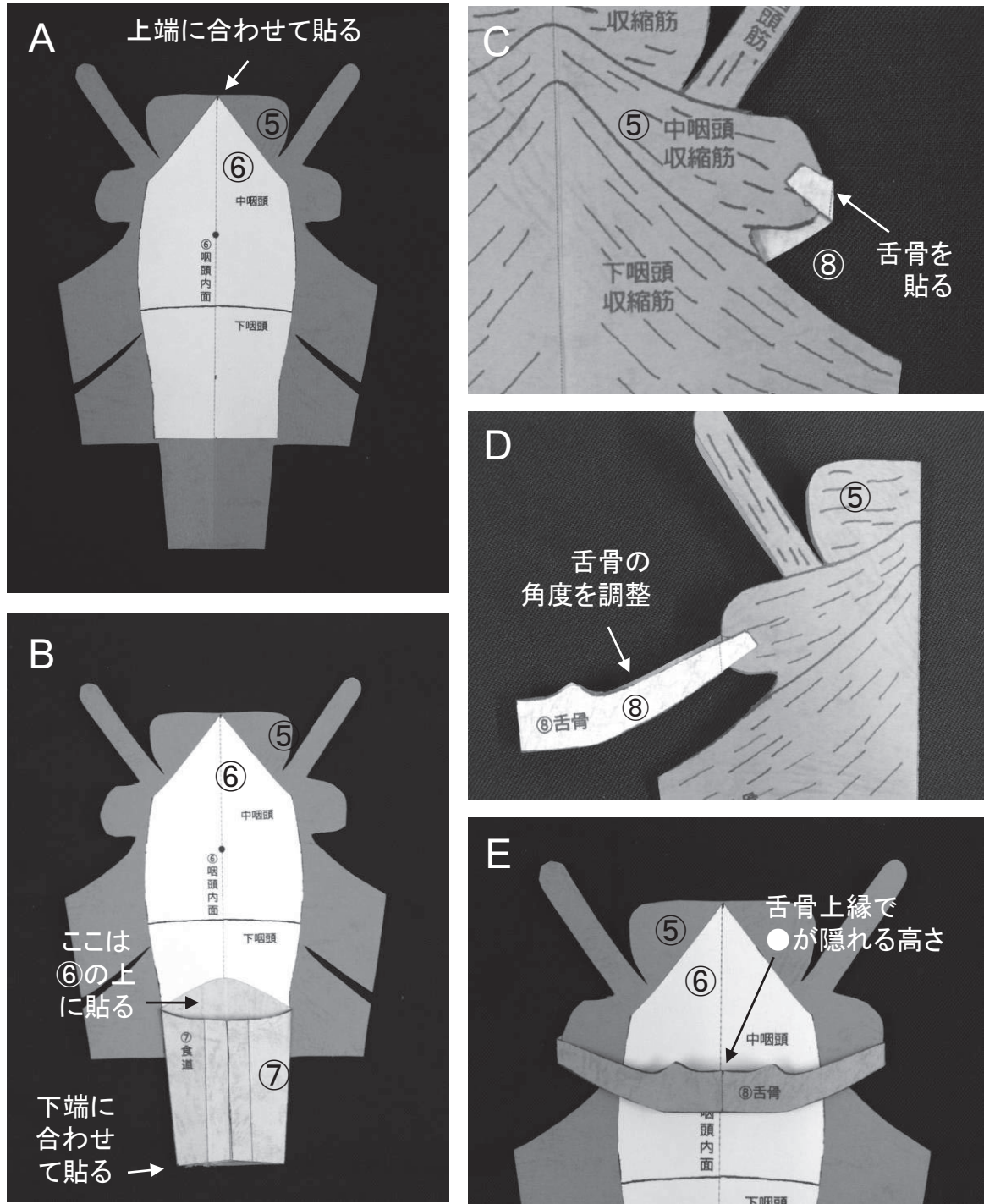


図3 咽頭の組み立て

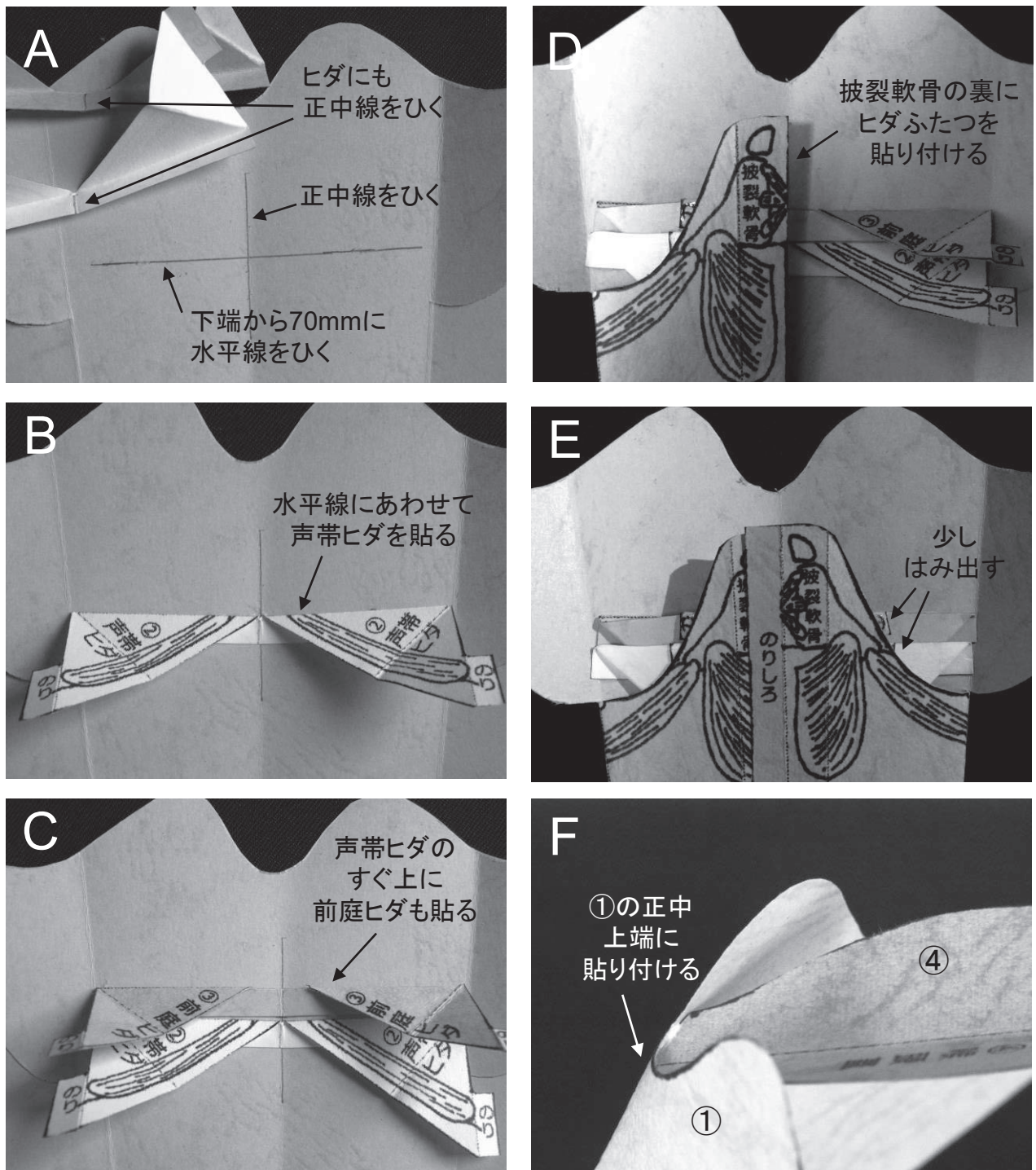


図4 喉頭の組み立て

をつけずにやや平坦にしておいて、喉頭蓋が上下に動くのを容易にします。

- 8) できあがりを確認します。喉頭蓋が倒れると、喉頭口がちょうど塞がるような配置になっているでしょうか。ヒダはきちんと接着されているでしょうか。

## 5. 喉頭と咽頭の組み方

- 1) 喉頭と咽頭ができあがったら (図 1A)、両者を立体化してみましょう。いろいろな方向から見て、かたちや部位の名称を学んでください。
- 2) 両者を組み合わせてみましょう。できあがった咽頭の左右には、下咽頭収縮筋の腕がふたつずつ伸びていますが、上の筋束が喉頭の甲状軟骨に、下の筋束が輪状軟骨に付くような配置です (図 1B)。
- 3) 硬い紙を使ったときなどは、この左右の筋束を少し内側に曲げるようにしてください。まっすぐなままだとうまく配置できません。
- 4) ゼムクリップ3つで両者を組んだままにできます。まず、模型をひっくり返して、底部の食道と気管が接しているところをクリップで止めます。模型を元にもどして、下咽頭収縮筋の左右の腕 (筋束) と甲状軟骨に合わせてからクリップで止めます。これで、模型どうしが安定して組み合うことになり、手に取っているいろいろな方向から眺めたり、動かしたりの観察もできるようになります。

## 6. 補足 (1) 喉頭のかたち

- 1) 喉頭では軟骨を中心に造形していますので、筋・靭帯・軟組織などは一部を除いて多くが省略されています。実際には、軟骨の周りに軟組織がありますので、やや輪郭が大きくなると思ってください。
- 2) 前面の甲状軟骨と輪状軟骨の連結部に描かれているのは、輪状甲状靭帯と輪状甲状筋の直部と斜部です (図 5A)。輪状甲状筋が収縮すると甲状軟骨全体が前方に傾くため、内部の声帯ヒダを緊張させることになり、高い声が出ます。
- 3) 後面の左右の披裂軟骨の間に描かれているのは、披裂軟骨どうしを近づけて声門閉鎖をするための筋です (図 5B)。たすき掛けのように走るのが斜披裂筋、水平に走るのが横披裂筋です。発声するときは、これらを収縮させて声門を閉じ、声帯が

よく震えるようにします。

- 4) 披裂軟骨の外側突出部を声帯突起といいます (図 5B)。ここに声帯靭帯がつき、甲状軟骨の内面に伸びています (図 5C)。また、声帯突起は外側輪状披裂筋、後輪状披裂筋、甲状披裂筋 (= 声帯筋) などの付着部にもなっています (図 5B、5C)。
- 5) 披裂軟骨の上に描かれている小さな輪郭は小角軟骨です (図 5B)。小角軟骨の上端には楔状軟骨というさらに小さな軟骨がありますが、この模型では省略されています。いずれの軟骨も機能はよくわかっていません。
- 6) 声帯ヒダの正中寄りに描かれているのは、声帯靭帯です (図 5C)。声帯ヒダの中を走行する靭帯でここだけヒダに厚みがあります。声帯靭帯は、甲状軟骨内面と披裂軟骨の声帯突起内面に張り渡されていて、これが振動すると音が出ます。また、披裂軟骨や甲状軟骨の動きによって、緊張または弛緩して音の高低がでる仕組みです。
- 7) 声帯靭帯と平行に声帯筋 (甲状披裂筋) も走行しています (図 5C)。声帯靭帯と同様、甲状軟骨内面と披裂軟骨の声帯突起内面に張り渡されています。この筋が収縮すると、声帯靭帯が弛緩するので、低い音が出ます。
- 8) 披裂軟骨の両端に前庭ヒダと声帯ヒダの膜が見えるような造形になっていますが (図 5B)、実際はここを甲状軟骨の内壁と軟組織が覆っていて露出することはありません。
- 9) 前庭ヒダの後部は、披裂軟骨の上についた造形になっていますが (図 5C)、実際には甲状軟骨の壁面のみについています (披裂軟骨にはつかない)。折りたたみと単純化のためにこうした造形になっています。

## 7. 補足 (2) 咽頭のかたち

- 1) 咽頭は筋を中心に造形していますが、広くひろがる筋も多く、一部省略されています。特に上咽頭収縮筋の上部と両外側部は筋束を大きく省略しています。
- 2) 下咽頭収縮筋の筋束を途中で上下に分けて、甲状軟骨と輪状軟骨に付着するように造形していますが、実際には明瞭には分かれていません。
- 3) 食道の外縦走筋は、上端付近で喉頭の方に伸び、輪状軟骨の後面に付きます。これによって食道が咽頭からも喉頭からも吊り下げられるようになるのですが、この模型では省略されています。

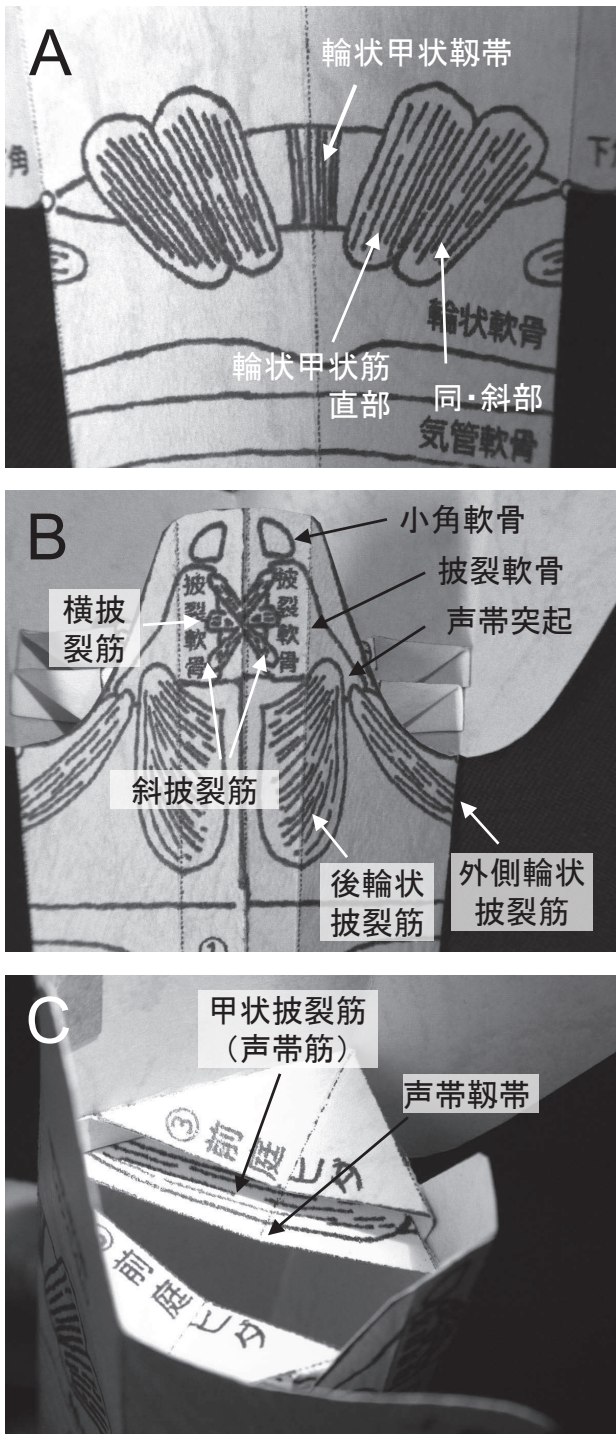


図5 喉頭模型の細部  
(A) 前面  
(B) 後面  
(C) 声帯ヒダの構造

- 4) 咽頭は、上・中・下に区分されますが、この紙模型では上咽頭がほとんど省略されています。つまり、軟口蓋（口蓋帆）と咽頭壁の間で起こる鼻咽腔閉鎖については、この模型では表現できていません。今後の課題です。
- 5) 頭頸部全体の模式図を図6に示します。模型の再現している部位とその周囲の構造について把握してください。

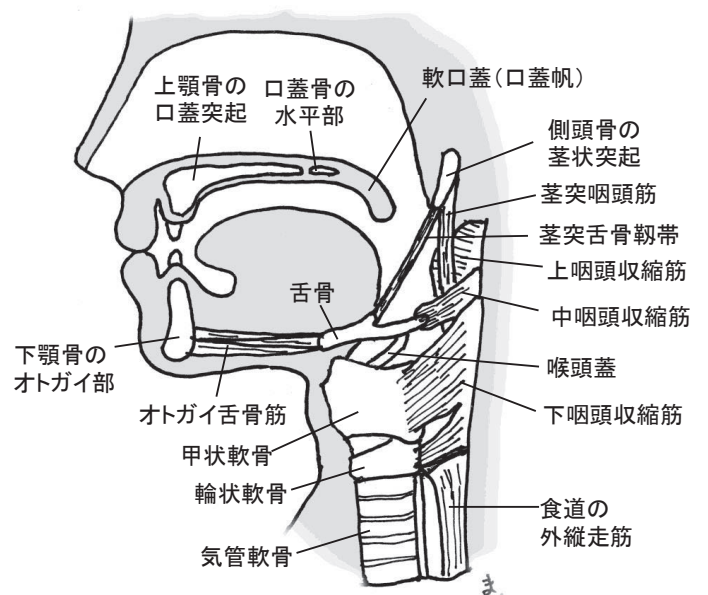


図6 喉頭・咽頭の配置。舌骨と甲狀軟骨、甲狀軟骨と輪状軟骨を結ぶ靱帯や被膜やヒダは省略。

<お知らせ>

本稿でご紹介した「喉頭・咽頭の紙模型 組み立てセット」は、声帯や粘膜などやわらかな部位をNTラシャ、他はレザックという紙を用いていますので、質感がよく、長持ちする模型を作ることができます。また、パーツごとに違う色を使っていますので、識別もしやすく、学習には好適です。頒布価格は1組 ¥1000 で税込み、送料別です。ご希望の方は、下記サイトから購入の申し込みをお願いします。組み立て説明の動画やQ&Aもあります。

問い合わせ先：オフィス TB

<http://www.geocities.jp/qqbjj485/Office-TB/index.htm>