

筋肉によって関節が曲がるモデルの開発

— 筋三くんきんざうの開発 —

飯嶋 祐也

小学校第4学年生命領域の単元「人の体のつくりと運動」において、腕が動く仕組みのモデルは、腕を動かして筋肉を収縮させるものが多い。しかし、それでは関節が曲がることで筋肉の収縮が起きると児童に誤解を与えてしまう可能性がある。そこで、筋肉の収縮によって関節が曲がることを示すモデルを開発したので、小学校理科研修講座（冬期）での実践結果とともに報告する。

〔キーワード〕 筋肉 関節 収縮と弛緩し かん モデルの活用 言語活動

はじめに

新学習指導要領において、小学校理科第4学年生命領域の単元「人の体のつくりと運動」では、骨と筋肉の働きにより人は体を動かすことを学習する。その際、自分の体に直接触れながら比較したり、映像や模型などを活用したりしながら、人の体のつくりと運動との関わりについて捉えるようにすることが重要であると示されている^{※1)}。

教科書においては、筋肉に見立てた紐を引くことで関節が曲がるモデルや、腕を曲げることで筋肉に見立てた袋が収縮するモデルが示されているが、モデルを提示していない教科書も多い。

当センター生物研究班では、児童が腕の動きと関節や筋肉の働きを関連付けて考えることができるように、以前より、腕を曲げることで筋肉の収縮するモデル（筋一くんきんいち、筋二くんきんに）を開発してきたが、このモデルは、腕を曲げることで筋肉が収縮する仕組みであった。しかし、実際は、筋肉の収縮により腕が曲がる現象であるため、視覚による誤った認識を児童に与えてしまう可能性が大きい。

そこで、筋肉の収縮と体の動きの関係を正しく理解させることを目的として、筋肉の収縮によって関節が曲がることを示すモデル（筋三くんきんざう）を開発した。また、小学校理科研修講座（冬期）の生命領域の実習で、筋三くんと自分の腕の筋肉や関節の動きを比較しながら観察し、その成果と課題を分析した。

1 筋肉モデルの作成

【材料】

変形したときに元に戻ろうとする力を用いた玩具（ミラクルロケット）、水風船（2個）、結束バンド（4本）、ビニルチューブ（内径5mm、長さ5cm、2本）、セロハンテープ、はさみ、シリンジ（30mL、2本）

【方法】

- ① ミラクルロケットをはさみで2つに切り、10cmと8cmの筋肉に見立てた部品を作成する（図1）。10cmの筋肉が上腕三頭筋、8cmの筋肉が上腕二頭筋に見立てた部品となる。



図1 筋肉に見立てた部品

- ② ビニルチューブを、それぞれセロハンテープで水風船と接続したものを2個作成する（図2）。その際、風船が膨らんだときに、風船の口から空気がもれないように、きつくセロハンテープを巻く。



図2 ビニルチューブと水風船の接続

- ③ 図1の部品の中の中央部分に図2の水風船を入れ、両端をしっかりと結束バンドで固定すると、筋肉モデル（図3）が完成する。結束バンドが緩んでいると、風船に空気を入れたときに、うまく膨らまないで、きつく固定することが重要である。



図3 筋肉モデル

- ④ シリンジに約20mLの空気を溜める。その後、図3のチューブの口にシリンジを空気がもれないようにしっかりと固定する。そして、シリンジの中の空気を水風船に押し出すと、筋肉の収縮が再現できる（図4）。水風船が割れないように、空気を押し出す量を調整したりゆっくりとシリンジのピストンを押したりすることが必要である。

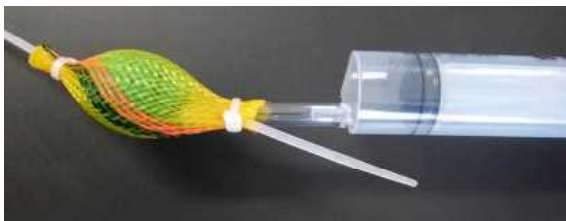


図4 筋肉の収縮の再現

2 筋肉によって関節が曲がるモデルの作成

【材料】

筋肉モデル（図3）、シリンジ（30mL、2本）、袋留めクリップ（約16cm）、セロハンテープ

【方法】

- ① 骨格のモデルとして、袋留めクリップを使用する（図5）。図5の丸囲みの部分が関節と同様の働きをする。



図5 袋留めクリップ

- ② まず、袋留めクリップの内側に短い筋肉モデルを固定する。その時、袋留めクリップを直線上に伸ばし、その折れる部分と筋肉モデルの中心を合わせ、筋肉モデルの両端をセロハンテープで巻き付けてしっかりと固定する（図6）。



図6 短い筋肉モデルの固定

- ③ 次に、短い筋肉モデルの反対側に、長い筋肉モデルを固定する（図7）。この時、長い筋肉モデルの両端が短い筋肉モデルの両端と合うまで、長い筋肉モデルを収縮させてから、セロハンテープでしっかりと固定することが重要である。



図7 長い筋肉モデルの固定

- ④ 最後に、ビニルチューブにシリンジを取り付けると、筋三くんが完成する（図8）。



図8 筋三くん

3 筋三くんを活用した学習活動例

筋三くんの筋肉の収縮と弛緩の関係として、短い筋肉モデルに空気を送り込むと関節部分が曲がり（図9）、長い筋肉モデルに空気を送り込むと関節部分が伸びる（図10）様子が観察できる。

この特徴から、言語活動における「説明」の手段として活用することが、児童の学習理解を深めるために有効であると考えている。



図9 筋肉の収縮による間接の曲がり



図10 筋肉の収縮による間接の伸び

新学習指導要領においては、第4学年の単元「人の体のつくりと運動」において、児童に育成すべき資質・能力について、以下のとおり示している^{※1)}。

人や他の動物について、骨や筋肉のつくりと働きに着目して、それらを関係付けて調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。

(ア) 人の体には骨と筋肉があること。

(イ) 人が体を動かすことができるのは、骨、筋肉の働きによること。

イ 人や他の動物について追究する中で、既習の内容や生活経験を基に、人や他の動物の骨や筋肉のつくりと働きについて、根拠のある予想や仮説を発想し、表現すること。

この資質・能力を児童に育成するためには、共通性と多様性の視点で、人の腕と鳥の手羽先や筋三くんを比較したり関係付けたりして考える学習活動が効果的である。

具体的に、以下のとおり学習活動例を示す。

	学習活動
第1時	自分の体に触れながらその特徴を観察した結果を複数人で比較し、共通点を明確にすることで、体の曲がる部分と曲がらない部分の構造について疑問をもつ。
第2時	第1時の疑問を学習課題として解決を図るために、骨格の模型を活用し、自分の体と関係付け、人の体には骨や関節があることを理解するとともに、関節を曲げる働きについて疑問をもつ。
第3時	第2時の疑問を学習課題として解決を図るために、鳥の手羽先を解剖して、人と共通する骨、関節、筋肉があることを理解し、自分の体と関連付けながら、筋肉の収縮によって関節が動き、対になっている筋肉が弛緩することを理解する。
第4時	筋三くんを活用し、自分の体と関連付けながら、体のつくりと運動について説明し、単元の学習の理解を深める。

4 研修講座での実践

本年度、小学校理科研修講座（冬期）で、単元「人の体のつくりと運動」について、体が動く時の筋肉の働きについて児童に理解させることが課題として挙げられた。

そこで、手羽先を解剖して観察した後に、筋三くんを作成し、筋肉の収縮、弛緩と関節の動きを観察した（図11）。



図11 研修講座における筋三くんの作成

そして、講座の最後に、受講生に筋三くんの優れている点や課題点等についてアンケートを取り、意見をいただいた。

以下、受講生の意見である。

(1) 筋三くんの優れている点

- ・脳の命令により筋肉が収縮して関節が動くことが理解しやすい。
- ・筋肉が収縮することで関節が曲がること、視覚的、体感的に分かる。
- ・筋肉の収縮によって腕が曲がること、視覚的に理解できる。
- ・筋肉モデルの動きが、収縮と弛緩のイメージに近い。
- ・児童が腕が動く仕組みを正しく認識できるモデルである。
- ・身近に手に入る材料で製作できる。

(2) 筋三くんの課題点

- ・セロハンテープや結束バンドではしっかりと固定しにくい。
- ・製作が困難で、失敗する確率が高い。
- ・関節の場所に筋肉があるイメージをもつ。
- ・従来のモデルよりコストがかかる。
- ・ミラクルロケットが身近には無い。
- ・水風船が割れやすい。

(3) 筋三くんの活用により期待できる学習効果

- ・児童の学習意欲が向上する。
- ・筋肉の働きについて理解を深められる。
- ・腕の動きに関して正しく認識できる。

5 まとめ

研修講座での実践の結果から、筋三くんは、視覚的に筋肉の収縮や弛緩、関節の曲がる様子を捉えることができる点、筋肉の収縮によって関節が曲がることを理解できる点において優れていることが明らかになった。

しかし、各材料の固定の仕方、骨と筋肉の位置関係、身近にはない材料を使っていることなど、課題も明らかになった。

素材や材料の固定方法等を見直し、より授業で使いやすいモデルに改良したいと考える。

おわりに

新学習指導要領では、主体的・対話的で深い学びに向けた授業改善が、児童の資質・能力を育成するために必要であるとされている^{※2)}。

そのためには、見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことが重要である。そして、その結果を整理、考察して説明する言語活動の充実も重要である^{※3)}。

筋三くんを、教師が筋肉の働きを説明するときに使うだけでなく、児童が思考、表現を行う際の教材として活用し、思考力、判断力、表現力を効果的に育成していただきたい。

研修講座に参加していただいた受講生の皆様には、筋三くんの教材化について多くの御示唆をいただいた。この場を借りて感謝申し上げる。

参考文献

- 1) 文部科学省，小学校学習指導要領解説理科編，2017年6月，p 51-52
- 2) 文部科学省，小学校学習指導要領解説総則編，2017年6月，p 3-4
- 3) 文部科学省，小学校学習指導要領解説理科編，2017年6月，p 90-94

(いいじま ゆうや 生物研究班)