

回帰分析を用いた 口唇口蓋裂児への哺乳時における抱っこ姿勢の解析

○井上 拓朗（九州大学） 宮内 翔子（九州大学） Qi An（東京大学）
植木 慎悟（九州大学） 田代 恵莉（九州大学） 熊谷由加里（大阪大学歯学部附属病院）
平井優美（大阪大学歯学部附属病院） 倉爪 亮（九州大学）

口唇口蓋裂児に対して有効な哺乳技術として、熊谷メソッド（以下、Kメソッド）があるが、このメソッドを体得している保育者はまだ少ない。Kメソッドを実施できる保育者を増やすため、指導者不在でもこれを習得可能なガイドシステムの構築が望まれる。本研究では、このシステムの開発に先駆け、Kメソッドにおける哺乳時の抱っこ姿勢の定量的評価指標の解明を目指す。授乳者の関節角度を用いてロジスティック回帰分析を行うことで、適切な抱っこ姿勢を実施するには左肩関節の角度が重要であることを明らかにした。

1. 緒言

口唇口蓋裂（Cleft Lip and Palate: 以下、CLP）とは、胎児期の癒合不全によって口唇や口蓋（またはその両方）が離れた状態で出生する先天性疾患である。先天性疾患の中でも発症頻度が高いもので、特に日本人はその発症率が高く、約500人に1人が発症するとされている[1]。この疾患を発症した新生児の多くは、口蓋部の異常により口腔内に陰圧を作ることが困難となり、哺乳障害を抱えてしまう。

この問題に対してCLP用乳首や細口ニプルの開発など、様々な対策が考案されている。特に熊谷ら[2]は、CLP用乳首を用いても哺乳が困難だった2名のCLP児に対して、細口ニプルを用いた新たな手法での哺乳を実施し、哺乳量の増加と哺乳時間の短縮に成功した。この新たな哺乳方法（以下、Kメソッド）の確立によって、それまで難しいとされていた、細口乳首による安定した哺乳の早期習得が可能となり、児に対する哺乳方法の選択肢の増加につながった。

Kメソッドによる哺乳時には、哺乳時の授乳者の抱っこ姿勢、哺乳瓶の持ち方、乳首の挿入・保持・終了の方法が重要となる[3]。中でも、授乳者の抱っこ姿勢としては、「手前に引き寄せるように抱くこと」、「やや直立した状態で児の体がまっすぐになるように抱くこと」が重要であるとされる。これは、授乳中に児の四肢が動き姿勢が崩れないようにすることで、口腔内の乳首の先端が頬粘膜や口蓋部に当たり、細口乳首の挿入を嫌がることを防ぐためである。

しかし、看護師をはじめとしたCLP児の保育者にKメソッドを体得している人はまだ少なく、指導者による個別の哺乳指導のみでは新手法を広めることに限界がある。Kメソッドが「誰でも、いつでも、どこからでも」[3]実施可能なものにするため、指導者が不在でもKメソッドの習得を可能とするガイドシステムの開発が望まれる。

そこで、我々の研究グループでは、このガイドシステムの構築に先駆け、Kメソッドにおける哺乳技術の定量的解明を目指している。本研究では特に、Kメソッド実施時の基本姿勢である、哺乳時の抱っこ姿勢に着目し、授乳者の姿勢の計測を行う。さらに、授乳者の関



図1: 実験の様子

節角度に対してロジスティック回帰分析を適用し、適切な抱っこ姿勢実施時に重要となる関節を明らかにする。

2. 授乳者の抱っこ姿勢計測

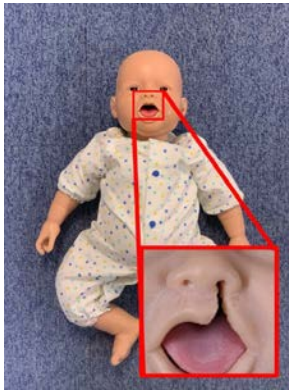
Kメソッドを用いた哺乳を行う際の適切なCLP児の抱き方を定量的に解明するため、哺乳時にKメソッドを適切に用いた場合とそうでない場合について、授乳者の姿勢を計測した。計測環境について述べた後、計測内容について説明する。

2.1 計測環境

授乳者の姿勢の撮影のため、1台のカメラを授乳者の正面に設置した（図1：左図）。また、計測中の授乳者とのやり取りを記録するため、1台のマイクを授乳者の胸に設置した。

次に、授乳者の全身姿勢を計測するため、慣性センサ式モーションキャプチャ（Movella社、MVN Xsens Awinda）を授乳者に装着した（図1：右図）。光学式ではなく、慣性センサ式のモーションキャプチャを使用することで、児を抱きかかえた際に授乳者の身体の一部が隠れても全身姿勢の計測が可能である。

さらに、CLP児として、哺乳指導等に用いられる新生児人形（株式会社エムシーピー、MC-003、図2(a))を用いた。人形の体型は新生児を想定しており、身長約50cm、体重約2,800g、頭囲約31cmであった。また、CLPを再現するため、図2(a)右下部に示すように口唇部と口蓋部を一部切除した。



(a) 新生児人形



(b) 授乳者

図 2: 授乳者と新生児人形の様子

表 1: 想定した児の行動

ラベル	児の行動
Bend	体を反り返らせる
Tilt	顔を授乳者の胸に傾けてくる
Move	上肢を激しく動かす
Shake	顔を左右に振る

2.2 計測対象および計測方法

計測では授乳者として、CLP 治療を専門としている病院に勤務する、K メソッドの熟練者である看護師 5 名が参加した。抱っこする腕は授乳者に選択してもらい、4 名は左腕、1 名は右腕で児を抱っこした。右腕を選択した 1 名の授乳者については、姿勢を左右反転して分析した。

本計測で授乳者はまず、図 2(b) のように新生児人形を抱きかかえた。その状態で、予め想定した、哺乳時に児がとりやすい 4 つの行動 (表 1 参照) に対し、授乳者がどのような動作を行うとよいのか、質問者によるインタビューに回答してもらいながら、適切な抱っこ姿勢を授乳者に実演してもらった。その後、CLP 児の授乳者が間違っただけで正しい抱っこ姿勢についても、同様の状況を想定して同じ授乳者に実演してもらった。

全ての参加者に対して、本研究を通し、個人名や画像が第三者に特定されないことがないこと、参加は自由意志であり拒否における不利益はないこと、並びに本研究の目的と内容を事前に説明し、口頭と書面で同意を得た上で、本計測を実施した。また、本研究は九州大学倫理審査委員会の承認を得て実施した (許可番号 22136-01)。

3. 授乳者の抱っこ姿勢の解析

本解析ではまず、計測で得られたデータから抽出した哺乳時の授乳者の全身姿勢に対し、位置合わせと関節角度の算出を行う。次に、算出した関節角度に対してロジスティック回帰分析を適用し、適切な抱っこ姿勢を実施する際に重要となる関節を明らかにする。計測データの位置合わせと関節角度の算出方法について述べた後、ロジスティック回帰分析について述べる。

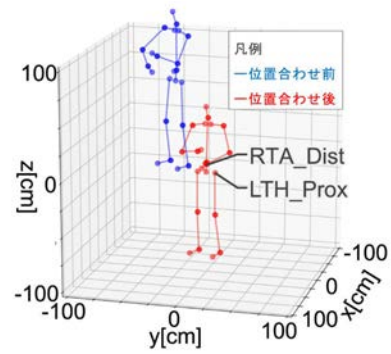


図 3: 位置合わせ前後 (青→赤) の骨格モデルの様子

3.1 計測データの位置合わせおよび関節角度の算出

計測中のインタビューの様子を記録した録画映像をもとに、想定した児の行動 (表 1) ごとに、哺乳前に児を適切もしくは不適切に抱っこしている部分を、3 秒間ずつ特定する。この部分を解析対象とし、モーションキャプチャの計測結果から、35 点の関節座標の集合から成る骨格モデル (図 3: 青) を構築する。構築した骨格モデルは、異なる姿勢間での定性的な比較を可能にするため、骨格モデルのうち胸腹部遠位端の座標 (以下、RTA_Dist, 図 3) と左大腿部近位端の座標 (以下、LTH_Prox, 図 3) を用いて位置合わせを行う。まず、RTA_Dist が原点に来るよう平行移動を行う。次に、LTH_Prox の x 座標が 0 となるよう、 z 軸周りの回転操作を行い、授乳者の骨盤が x 軸正方向を向くようにする (図 3: 赤)。

位置合わせを行った 3 秒間の関節座標から、児の抱っここと関連が大きい、左上半身を中心とした 7 つの関節の角度を計算する。各関節において、3 秒間の角度の平均値を求め、これを各関節の角度として解析に用いる。使用した関節の詳細を表 2 に、関節角度を骨格モデル上に描画したものを図 4 に示す。

3.2 ロジスティック回帰分析 [4]

ロジスティック回帰分析は、複数の量的データを説明変数とし、目的変数となる質的データを確率的に予測・説明する分析手法である。予測したい事象の生起確率を p とすると、 p は次式で表される：

$$p = \frac{\exp(f(x))}{1 + \exp(f(x))}. \quad (1)$$

ここで $f(x)$ は、 n 個の説明変数 $x_i (i = 1, 2, \dots, n)$ の重み付き線形和として、次式で表される：

$$f(x) = w_0 + \sum_{i=1}^n w_i x_i. \quad (2)$$

重み係数 w_i と定数項 w_0 の決定には最尤推定法を用いる。重み係数の絶対値が大きい関節ほど p への寄与が大きいと、姿勢の正誤に深く影響しているといえる。

本研究では、3.1 節でもとめた 7 つの関節角度を説明変数、姿勢が適切であるか否かを目的変数として、表 1 に示した 4 つの行動ごとに独立してロジスティック回帰分析を行う。その結果得られる回帰係数 w_i の大きさに注目し、この値の絶対値が大きい関節ほど適切な姿勢の再現時に重要であるとみなす。

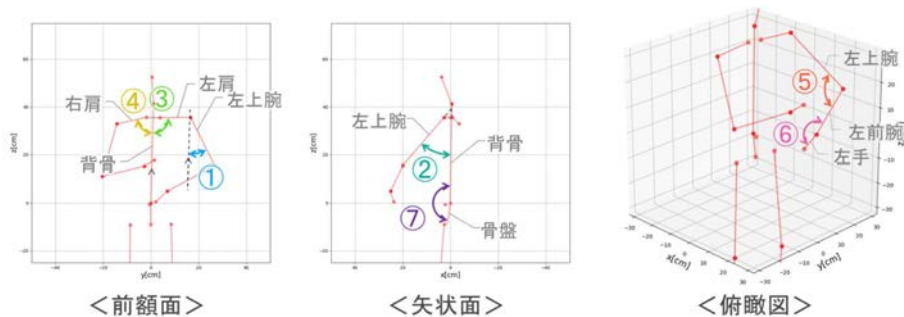


図 4: 解析に用いる関節角度 (関節の番号は表 2 に則る)

表 2: 関節角度

関節名	説明
1. 左肩関節 (外転)	前額面上の背骨と左上腕の角度
2. 左肩関節 (屈曲)	矢状面上の背骨と左上腕の角度
3. 左胸鎖関節	背骨と左肩の角度
4. 右胸鎖関節	背骨と右肩の角度
5. 左肘関節	左上腕と左前腕の角度
6. 左手首関節	左前腕と左手の角度
7. 背すじ	背骨と骨盤の角度

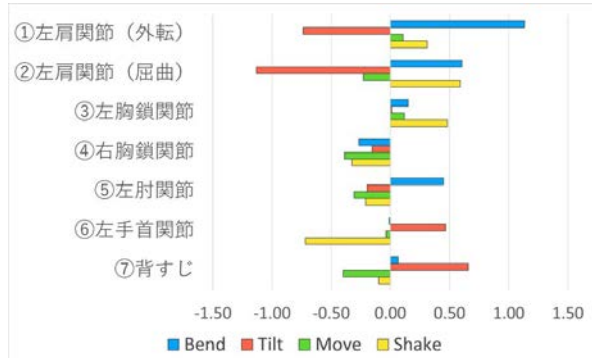


図 5: ロジスティック回帰分析により得られた回帰係数

4. 解析結果と考察

5名それぞれの適切な姿勢と不適切な姿勢、計10個のデータを学習データとして、児の行動ごとにロジスティック回帰分析を行った際の、回帰係数の結果を図5に示す。3.2節の p が0.5以上の場合を適切な姿勢、0.5未満の場合を不適切な姿勢として、5つの学習データを分類した場合の分類精度は、Bend: 1.0, Tilt: 1.0, Move: 0.7, Shake: 0.8であった。学習データに対しては、全ての場合において0.7以上の精度で分類ができていたことを確認した。また、得られた回帰係数の大きさについては、児の行動ごとに傾向が異なっていた。各行動における分析結果と考察を述べた後、本研究の限界について述べる。

4.1 児が体を反り返らせる場合

算出された回帰係数の値を図5中に青色で示す。回帰係数の絶対値が大きかったのは1.左肩関節(外転)、2.左肩関節(屈曲)、5.左肘関節で、それぞれ1.135、

0.606, 0.448だった。これらは全て正の値であることから、適切な姿勢の方が比較的角度が大きいことが分かる。したがって、左肩を外転、屈曲させ、左肘を伸展させる抱っこが適切であるといえる。ある授乳中の適切な姿勢(図6(a):赤)と不適切な姿勢(図6(a):青)を一例として示すと、同図中の赤矢印で示すように、適切な姿勢をとった場合には、そうでない姿勢と比較して、より左脇が開き、左肘関節が高い位置で維持されていることがわかる。このように、肘を適切な高さに保つことで、より傾斜のついた縦型の横抱きができ、児が体を反り返らせにくくしていると考えられる。インタビューでも、不適切な姿勢は「頭が後屈みみである」との回答があり、本解析結果と一致している。

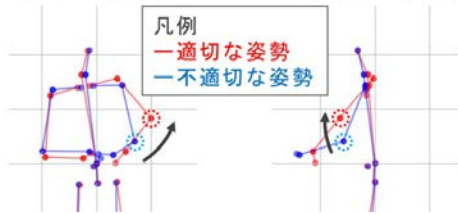
4.2 児が顔を授乳者の胸に傾けてくる場合

算出された回帰係数の値を図5中に橙色で示す。この場合は、2.左肩関節(屈曲)と1.左肩関節(外転)、7.背すじの回帰係数の絶対値が大きく、 -1.132 , -0.737 , 0.658 であった。2.左肩関節(屈曲)と1.左肩関節(外転)は負の値であり、角度を小さくした方が適切な姿勢に近づく。そのため、左肩関節を内転、伸展させることで、脇の締まった姿勢が適切であるといえる。一方で5.左肘関節は正の値であるため、肘を伸展させた方が適切な姿勢に近づくといえる。図6(b)に示すように、適切な姿勢では、左肘を手前に引くことで児の頭部と授乳者の胸部の空間が狭くなる。これにより、児がより授乳者に密着し、児が顔を授乳者側に動かすことを制限できるのではないかと考えられる。授乳者は不適切な姿勢について「児を密着させていない」と回答しており、本解析と一致している。

4.3 児が上肢を激しく動かす場合

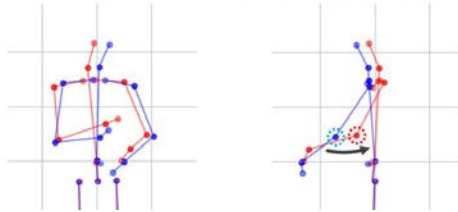
算出された回帰係数の値を図5中に緑色で示す。回帰係数の絶対値が比較的大きかったのは7.背すじ、4.右胸鎖関節、5.左肘関節であり、それらの値は -0.398 , -0.388 , -0.307 だった。どの関節の係数も負の値で、これらの値が小さくなると適切な姿勢に近づく。したがって、背すじを屈め、右肩を下げ、左肘を屈曲させた姿勢がより適切であるといえる。図6(c)に示すように、適切な姿勢では、授乳者の左肘を屈曲させつつ、左前腕部を手前に引くことで、授乳者の胸部と左前腕部の間の空間を狭くしている。これにより、児とより密着した抱っこを行い、児の上肢運動を抑制していると考えられる。このことは、不適切な姿勢は「児が体か

＜正面から見た図＞ ＜左半身側から見た図＞



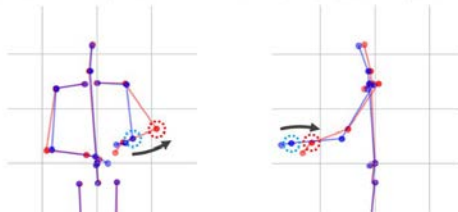
(a) 児が体を反り返らせる場合

＜正面から見た図＞ ＜左半身側から見た図＞



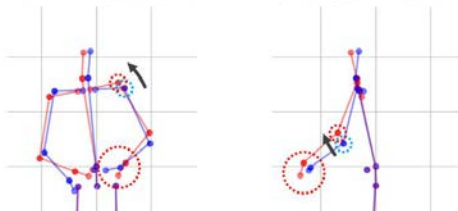
(b) 児が顔を授乳者の胸に傾けてくる場合

＜正面から見た図＞ ＜左半身側から見た図＞



(c) 児が上肢を激しく動かす場合

＜正面から見た図＞ ＜左半身側から見た図＞



(d) 児が顔を左右に振る場合

図6: 適切な姿勢(赤)と不適切な姿勢(青)の比較例

ら離れている」というインタビューの回答と一致している。

4.4 児が顔を左右に振る場合

算出された回帰係数の値を図5中に黄色で示す。この状況では、6.左手首関節の回帰係数が -0.719 と負になっており、その次に2.左肩関節(屈曲)と3.左胸鎖関節がそれぞれ 0.590 , 0.481 と正になっていた。回帰係数の値が最も大きい関節が6.左手首関節であることは、他の状況での傾向と大きく異なった。回帰係数の正負から、図6(d)に示すように、適切な抱っこ姿勢では、左肩関節を屈曲および挙上することで左肘関節の位置をより前方上側に維持している。また、左手首関節は屈曲させている。しかし、他3つの状況と比較し

て絶対値の大きな回帰係数は少なく、他の行動と比較すると、明らかな傾向は見られなかった。これは、不適切なものとして想定される姿勢の種類が個人ごとに異なり、これに対する適切な姿勢も異なっていたためであると考えられる。実際に、インタビューでは、不適切な姿勢は「児と離れている」ことのほかに「低い位置で抱っこしている」、「首のホールドができていない」といった複数の回答があった。

4.5 本研究の限界

Kメソッドの体得者は少なく、本研究の解析対象者は5名のみと非常に少ない。今後は、Kメソッド未習得者のデータをできるだけ多く収集し、これらに対する、Kメソッド体得者による評価と、本研究で得られた傾向に基づく評価を照合することで、本研究の結果が妥当かどうか検証する必要がある。また、本研究では、新生児人形を用いて児の抱っこを実演してもらった。今後は、人形ではなく、新生児に対して哺乳を実演してもらった際の計測も行う必要がある。

5. 結言

本研究では、Kメソッドにおける授乳者の抱っこ姿勢の特徴を明らかにするため、想定した4つの児の行動において哺乳時の授乳者の姿勢計測とその解析を行った。その結果、どの児の行動においても、左肩関節の屈曲方向の角度が重要であることが分かった。しかし、その関節をどのように動かすと適切であるかは児の行動によって異なることが分かった。児が顔を授乳者の胸に傾けてくる場合には伸展させる方が適切である一方で、他3つの状況では屈曲させたほうが適切であった。以上の動きにより、児のとる行動に合わせて、児と授乳者がより密着する抱き方や児をやや直立した状態にする抱き方を行っていることを明らかにした。

今後は、本研究で得られた評価指標による哺乳技術の評価と、Kメソッド体得者による評価を照合し、本研究で得られた傾向の妥当性を検証する。また、Kメソッドの他の動作についても解析を行い、Kメソッドにおける哺乳技術全体の定量的解明および、Kメソッドガイドシステムの構築を目指す。

謝辞 本研究は、JSPS 科研費 JP22K17504 および法人萩原学術振興財団の支援を受けたものである。

参考文献

- [1] “大阪大学歯学部附属病院 口唇裂・口蓋裂・口腔顔面成育治療センター”, <https://web.dent.osaka-u.ac.jp/surg1/CLP-center/>
- [2] 熊谷由加里, 池美保, 青海哲也, 田中晋, 古郷幹彦: “哺乳が困難な口唇口蓋裂児に対する細口ニプルの有用性”, 日本口蓋裂学会雑誌, vol. 99, no. 2, pp. 124, 2018.
- [3] 熊谷由加里: “哺乳が困難な両側性唇顎口蓋裂児に対する細口乳首の有用性: 新たな哺乳方法(熊谷メソッド)を試みた1事例”, Perinatal care = ペリネイタルケア: 周産期医療の安全・安心をリードする専門誌, vol. 40, no. 10, pp. 1024-1031, 2021.
- [4] 小西貞則: 多変量解析入門 - 線形から非線形へ. 岩波書店, 2010.