

2016年広島移動ピラミッド死亡事故を検証する

Risks of Moving Pyramid in Gymnastics Formation:
Verified through Eye of Science

西 山 豊

要旨

2016年6月18日、広島大学附属三原中学の運動会で組体操の技である「騎馬」を実施していた同中学3年（当時）の男子生徒が小脳出血により、運動会の2日後の6月20日に死亡した。当該校では小学5年生～6年生は通常の騎馬（4人で構成、2段）を、中学1年生～3年生は「3段騎馬」（9人で構成、3段）を実施しているが、まとめて「騎馬」と呼んでいる。事故が起こったのは「3段騎馬」の方である。

2017年11月1日、男子生徒の遺族らは、広島大学に対して約九千万円の損害賠償を求め、広島地方裁判所尾道支部に提訴し、2018年9月現在裁判中である。原告は「騎馬」の崩落が原因で死亡したとしているが、被告は「騎馬」の崩落はなかったとして死亡との因果関係を否定している。ここでは、原告、被告の双方から独立して、科学的な検証を加えてみる。

「3段騎馬」は「最下段起立ピラミッド」「肩上ピラミッド」「移動ピラミッド」などの名前で呼ばれているが、非常に危険な技であるので全国の小中学校では実施例がほとんどない。ここでは、当該騎馬の動画およびコマ送り画像を参考にして、3段騎馬の解体が正常に行われたかどうかを考察するとともに、最上段（H君）の膝が2段目（X君）の後頭部に当たったと仮定した場合の2つのケースについて衝撃度を計算した。

キーワード：組体操（gymnastic formation）、事故（accident）、リスク管理（risk management）、力積（impulse）、頭部障害基準値（head injury criterion: HIC）

1. 危険な移動ピラミッドと膝立ち

まず、事故にあった「3段騎馬」の正面図と側面図を示そう（図1、図2）。3人ずつが2列になり、 $3人 \times 2 = 6人$ の上に、四つん這い方式の2段ピラミッド（3人）を乗せて、神輿（みこし）のように担ぎ、退場門まで移動するというものである。

このような演技は組体操の教本にはほとんど見られない。わずかに、明治図書の書籍の69ページに特別技として「移動ピラミッド」が紹介されている（図3）^[1]。（ただし、この書籍は7段ピラミッドなど危険な技が多く掲載されているので批判をあげている^[2]。）

移動ピラミッドは次の手順で行われる。

- ①②③は隣と腕を組みしゃがむ。⑥⑦⑧は前列の肩を持ちしゃがむ。
- ④⑤が土台の上に乗る（前列の肩に手を、後列の肩に膝を乗せる）。
- ⑨が④⑤の上に乗る（後列の肩に足をかけて階段を上るようにして乗る）。⑩は⑨のおし



図1 正面図



図2 側面図

りを持ち上げる（バランスを取りやすいような補助）。

「せーの！」で①②③⑥⑦⑧がゆっくり立ちあがる。

①②③⑥⑦⑧がゆっくり歩く。全員が正面を向く。

3段目が立ち上がり両手を広げる

とある。

ここで3段目の⑨の両手は2段目の肩に、両膝は腰の上であり、4点で支えているが、事故にあった三原中学の3段騎馬は「膝立ち」という膝の2点で支える姿勢であり、移動中は両手を左右に開くために不安定であり、膝頭が2段目の後頭部に近い距離にあるので、衝突する危険性が高い（図4）。

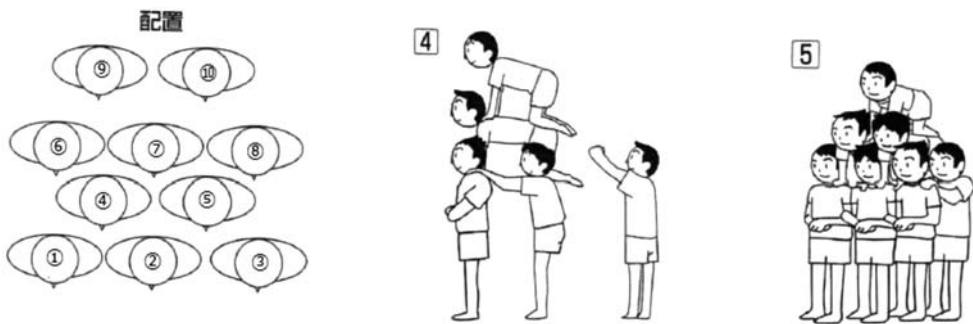
図3 移動ピラミッド（明治図書、69ページ）^[1]



図4 膝立ちで両手を開き退場門まで移動（広島大附属三原中学，2016年6月）

（小括）

「3段騎馬」と呼ばれる移動ピラミッドは危険な技として知られている。最上段の生徒が膝立ちで両手を開いて退場門までの長距離を移動するとは考えられず，全国では実施例がない。

2. 騎馬の観察



図2 側面図（再掲）

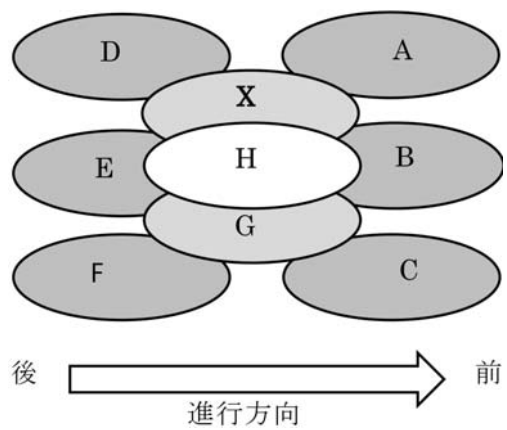


図5 8人の配置図

騎馬が組み立てられ、移動して、退場門を過ぎて解体されるまでの過程を詳しく見て行こう。事故にあった騎馬の生徒8人の配置を図5に示す。

進行方向に向かって、1段目の前列は左からA、B、C君、後列はD、E、F君である。この6人の上に2段ピラミッドが乗っている。2段目は左からX君、G君、その上に3段目のH君が乗っている。事故にあったのは2段目左側のX君である。

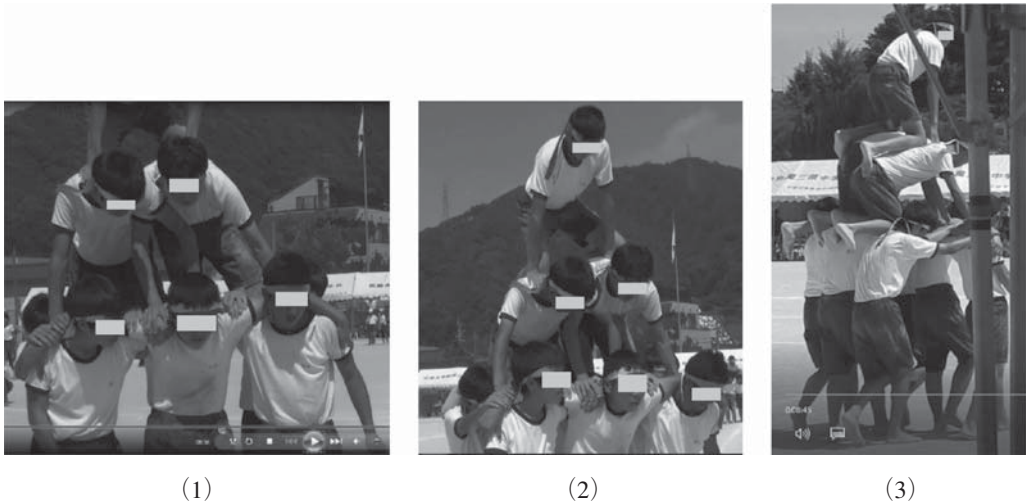


図6 2段目の左右の段差が10～15センチ

図6は写真または動画のコマを切り取ったものであるが、組み立てられたときの状態で気づくことは、2段目のX君とG君の背中との段差が10～15センチあり、この2人の上に乗る3段目のH君が右側に大きく傾いていることである。

では、なぜこのような段差が生じたのか。それを知るには9人の身長と体重を調べてみるとよい。

体重を軽い順に並べると、

$$H < G < X < C < F < A < D < B < E$$

となる。一方、身長を低い順に並べると、

$$H < G < A < C < D < B < X < F < E$$

となる。

体重の重い順に土台から2段目、3段目に配置しているとすれば、X君の2段目は正しいかに見える。ところが、X君は、体重は3番目に軽い、身長は3番目に高い。X君とG君（2段目）の身長差がかなりあったので、10cm以上の段差ができたと考えられる。

この段差の違いは、騎馬が解体されるまで大きく影響する。それを次に示そう。

3段騎馬は移動中に、3段目の生徒が膝立ちして両手を左右に開くことが要求される。安定した騎馬であれば（1段目の土台6人が移動中に間隔が開くこともなく、2段目の生

徒の背中に段差がなければ), 3段目の生徒は, 退場門までの長距離をこのポーズをとりうるができる(図7(1))。

しかし, この状況を作り出せるのは極めて稀なケースであり, 何らかの理由で騎馬が不安定になり, 両手を開くことができず(同図(2)), 土台の1段目, 2段目が左右に開きすぎて不安定になり, 3段目が乗っているだけで精一杯の騎馬もある(同図(3))。



(1) 安定



(2) やや不安定



(3) 不安定

図7 他の騎馬の状況

事故にあった騎馬はどうであろうか。

組み立てて立ち上がろうとするとき, 3段目のH君は一瞬グラッとする。膝立ちで両手を左右に開くというポーズは, 動画を観察すると解体まで一度もなかった。わずかに, 0分50秒後と1分7秒後の2回だけ, 指定のポーズを試みるが, 横に90度まで開くことができず, 30度開いた状態で不安定になり, すぐに両手を2段目の背中に置いている(図8)。



(1) 0分50秒後



(2) 1分7秒後

図8 H君の両手開き(動画より画像を切り取る, 2回試みるが失敗)

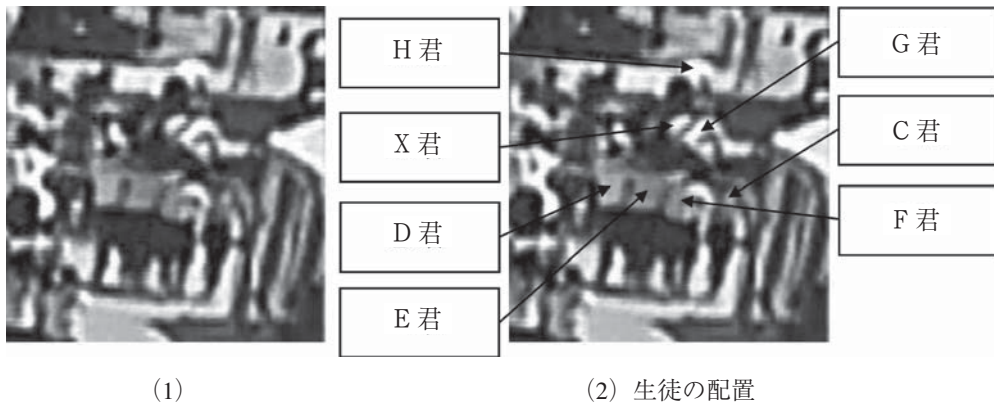


図9 退場門通過時（1分16秒後，フレーム6430）

これは、2段目の段差の影響である。無理なことを要求する指導者に問題があると思う。H君は両手を開くポーズをあきらめて解体現場に向かう。騎馬が退場門を通過するときの状況を図9に示す。1分16秒後でフレーム番号は6430である。後ろからの画像であるが9名中7名の生徒が確認できる。図9(2)に生徒の配置を記入した。

特徴として言えるのは、この時点ではH君がX君の背中に体重移動していることである。この体重移動は解体までの間続いていることは、コマ送り画像を注意深く観察することで確認できる。

また、1段目は左右、前後に開きだしていることも読み取れる。組み立てた時は1段目の生徒6人の間にはそれほど隙間がないが、移動中に何らかの理由で開いていったと思われる。1段目後列左のD君は中央のE君との間が開き過ぎである。これは後の検証に関係してくる。

(小括)

2段目のX君とG君の背中の段差の違いが10～15センチもあり、これが騎馬を不安定にさせている。解体現場までの長距離を移動するまで、騎馬を持ちこたえるだけで精一杯だったと思われる。

3. 落下の証明

3段騎馬が退場門を過ぎて解体現場に着いたとき、騎馬が正常に解体されたのかそうでなかったのか、原告が主張する「崩落があった」のか被告が主張する「崩落はなかった」のかを検証しよう。

普通考えられる「正常な解体」とは、3段騎馬を組み立てた時の逆の手順を行うことであり、

- ① 3段騎馬を停止し、
- ② 土台の1段目の6人がしゃがみ、

- ③ 3段目のH君が降り、
- ④ 2段目のX君とG君が降りる

ことである。

法科学鑑定研究所の資料から解体作業を精査した^[3]。これは騎馬の動画からスナップショット（スナップ写真）を切り取ったもので、合計7974フレームある。

動画のフレーム数は一般に1秒間に30枚である。動画の長さは4分26秒であり、秒に換算すると266秒である。フレーム数を秒数で割り算をすると、

$$7974 \text{ フレーム} \div 266 \text{ 秒} = 29.97 \text{ フレーム/秒}$$

となり、小数点以下1桁を四捨五入すると間違いなく1秒間に30フレームであることがわかる。

事故があった3段騎馬の解体作業を確認できるのは、スナップ写真の番号が6840から6887の48コマである。私は、この48コマのスナップ写真をA4サイズ用紙（横向き）にカラー印刷して調べた。

図10はスナップ写真（6848）を示したもので、男子生徒たちは「若い力」の演技が終わり、3段騎馬または2段騎馬の「騎馬」の姿で退場門まで進み、退場門を越えた場所で騎馬の解体作業を行っている。

右上の実線枠で囲んだ箇所は、事故にあった先頭から2番目の当該騎馬で、これを拡大すると図11となる。3段騎馬は背中を手前に向けて停止し、解体作業に入ろうとしている。最上段のH君の背中が、体操服の白色で確認できる。2段目のX君（左）とG君（右）の体操服もわずかに見えているので確認できる。H君はX君の背中に体重移動していること



図10 全景（フレーム6848より）

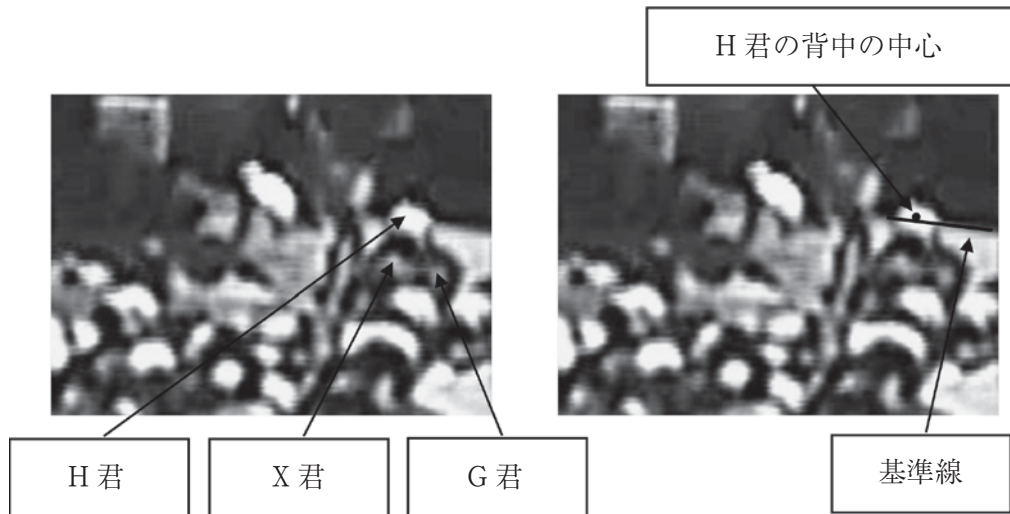


図11 拡大図（フレーム6848より）

がわかる。

解体が正常に進んだのか、そうでなかったのかを検証するため、H君の背中に黒丸を記入した（図12）。また、背中の移動を知るためには基準が必要なので、背景にあるテントまたは看板と見られる端を直線で示し、その基準線と黒丸の位置関係から相対距離を求めた（図11右）。

48コマのスナップ写真は30分の1秒間隔であるので、間隔が短すぎるので、1コマずつ飛ばして15分の1秒間隔として、24コマのスナップ写真としたのが図12である。

24枚のスナップ写真から読み取った計測値（相対距離）は次である。

-1.4, -1, -0.8, -0.5, 0, 0.2, 0.3, 0.5, 0.9, 1,
1.2, 1.6, 2.2, 2.4, 2.4, 2.7, 3, 3.1, 3.4, 5,
6.2, 7.8, 8.1, 11（単位はミリメートル）

さて、この実寸（ミリメートル）は、実際はどのくらいの長さなのであろうか。尺度を求めるために、図10の破線枠で示した二人の人物（「人物1」と「人物2」と表記）の身長を参考にした。人物1の実寸は34ミリメートル、人物2の実寸は28ミリメートルであった。ふたりとも身長を170センチメートルと仮定したが、人物1はやや前かがみであるので167センチとした。

人物1：実寸34ミリ、167センチ

人物2：実寸28ミリ、170センチ

人物1と人物2の水平距離、人物2と3段騎馬（実線枠）の水平距離がほぼ等しいと仮定して、比例関係から尺度を求めると、

1ミリ（計測上の実寸）=7.5センチ（推定上の長さ）

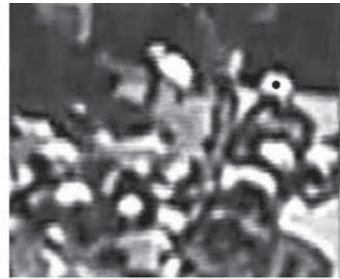
ということになった。H君の胴の横幅を測定すると約5ミリであるので、尺度を掛けると



(1) 6840



(2) 6842



(3) 6844



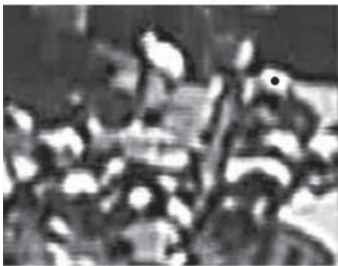
(4) 6846



(5) 6848



(6) 6850



(7) 6852



(8) 6854



(9) 6856



(10) 6858



(11) 6860



(12) 6862



(13) 6864



(14) 6866



(15) 6868



(16) 6870



(17) 6872



(18) 6874



(19) 6876



(20) 6878



(21) 6880



(22) 6882



(23) 6884



(24) 6886

図12 解体時のスナップ写真 (24枚, 1/15秒間隔, 黒丸はH君の背中)

37.5センチになり、この尺度は概ね妥当な数値であることがわかる。

以上のようにして、図12の24枚のスナップ写真から、最上段のH君の垂直移動を計算すると表1のようになった。左からスナップ写真の番号（6840～6886）、計測値 d (単位 mm)、尺度で換算した垂直移動 h (単位 cm)、時刻 t (単位 sec) の値を示した。

時刻 t を横軸に、垂直移動 h を縦軸にしてグラフ化すると図13となる。

No	スナップ 写真番号	計測値 d (mm)	垂直移動 h (cm)	時刻 t (sec)
1	6840	-1.4	0.0	0.00
2	6842	-1	-3.0	0.07
3	6844	-0.8	-4.5	0.13
4	6846	-0.5	-6.8	0.20
5	6848	0	-10.5	0.27
6	6850	0.2	-12.0	0.33
7	6852	0.3	-12.8	0.40
8	6854	0.5	-14.3	0.47
9	6856	0.9	-17.3	0.53
10	6858	1	-18.0	0.60
11	6860	1.2	-19.5	0.67
12	6862	1.6	-22.5	0.73
13	6864	2.2	-27.0	0.80
14	6866	2.4	-28.5	0.87
15	6868	2.4	-28.5	0.93
16	6870	2.7	-30.8	1.00
17	6872	3	-33.0	1.07
18	6874	3.1	-33.8	1.13
19	6876	3.4	-36.0	1.20
20	6878	5	-48.0	1.27
21	6880	6.2	-57.0	1.33
22	6882	7.8	-69.0	1.40
23	6884	8.1	-71.3	1.47
24	6886	11	-93.1	1.53

表1 解体時のH君の垂直移動

図13から読み取れることは、スナップ写真の番号で(1)6840から(19)6876までは、H君はゆるやかな降下で、ほぼ直線であるが、(19)6876から(24)6886までは急激な降下になっていることである。時間でいえば、最初の1.2秒間は36センチ降下でゆるやかな動きであるが、つぎの0.33秒間は57センチの降下で急激な動きとなっている。これは、最初は正常に解体しようと試みたが、36センチ下がった1.2秒後に何らかの理由で3段目のH君が突然、落下したことを推測させる。

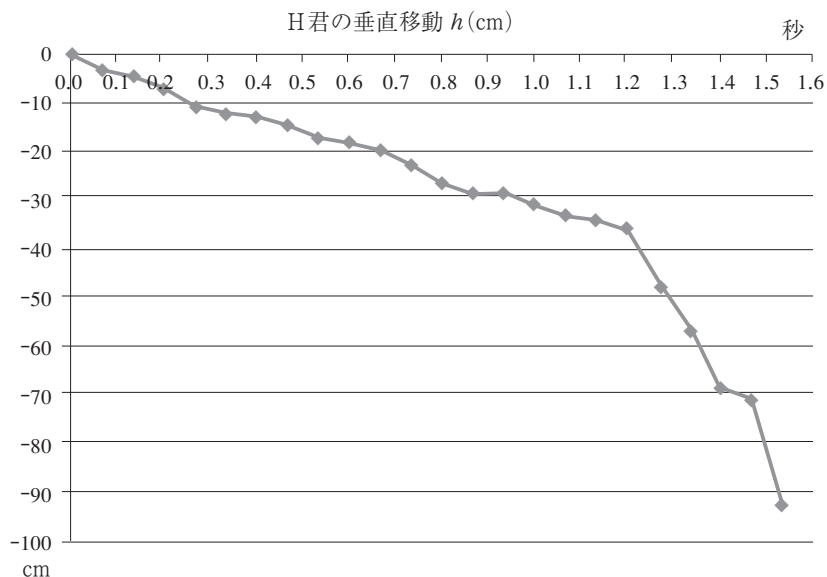


図13 最上段 (H君) の垂直移動 (1.6秒間)

ここで、1.2秒～1.53秒の運動について詳しくみてみよう。

この運動は重力による自由落下を連想させるので、まず自由落下を検討してみよう。重力加速度を g 、時刻を t とすると、自由落下による速度 v は、

$$v = gt$$

移動距離 h は

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

で表される。自由落下による0.33秒後の降下は約54センチである。実際は57センチの降下であるが、ほぼ近い値を示している。

図13では、自由落下する前の1.2秒間に36センチ下がっているので、その速度を初速度 v_0 として考えるとよい。

$$v_0 = \frac{\frac{36}{100}}{1.2} = 0.3 \text{ (m/sec)}$$

初速度 v_0 を考慮すると落下の式は次となる。

$$h = \frac{1}{2}gt^2 + v_0t$$

このようにして実際の垂直移動データ（ひし形）に、自由落下曲線（四角）と初速度を考慮した自由落下曲線（三角）のグラフを重ね合わせると、ひし形の折れ線グラフが、四角と三角の曲線のほぼ中間に位置して、三者が非常によくフィットしていることがわかる（図14）。つまり、H君は1.2秒後に自由落下したのである。自由落下とは重力の力によって落ちることである。

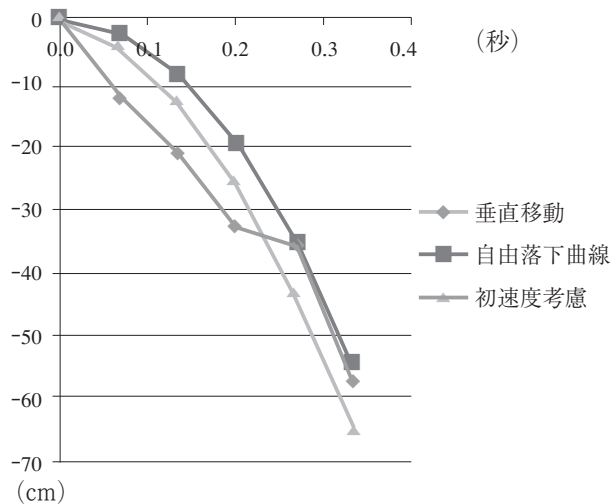


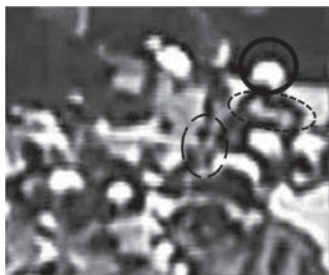
図14 垂直移動と自由落下曲線（1.2秒～1.53秒の0.33秒間）

（小括）

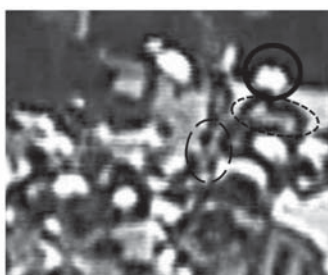
3段騎馬は正常に解体されたのか、そうでなかったのか。騎馬は崩落があったのか、崩落がなかったのかを判断する一つの材料として、3段目のH君の垂直方向の動きに注目した。H君は最初の1.2秒間で約36センチ下がる。これは騎馬が正常に解体されているかに見える。しかし、つぎの0.33秒間に57センチの急激な降下がみられる。この急激な降下は重力による自由落下曲線とフィットする。

後方からの映像であるので、H君が「真下に落ちた」のか、「後方に飛び降りた」のかの区別がつかないが、自分の意思で「降りた」のでも「素早く降りた」のでもなく、重力に身を任せて自由落下したということが言える。

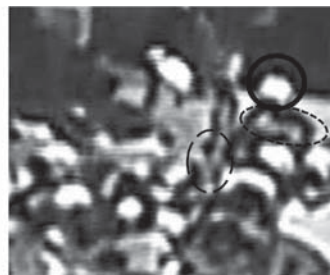
4. 生徒間の位置関係



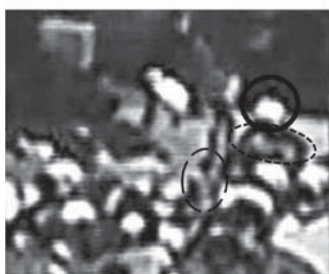
(1) 6840



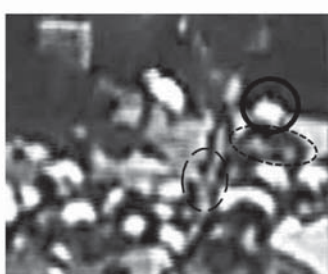
(2) 6842



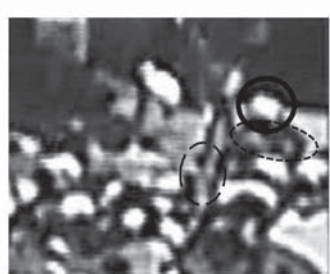
(3) 6844



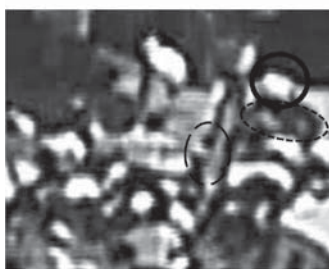
(4) 6846



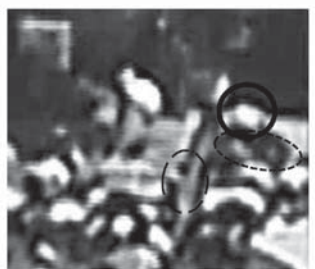
(5) 6848



(6) 6850



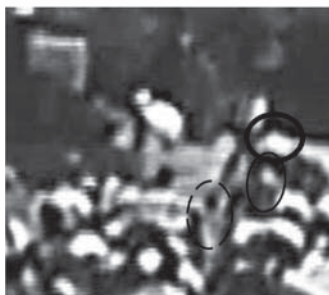
(7) 6852



(8) 6854



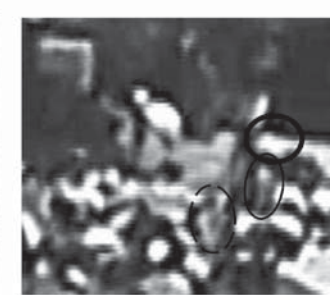
(9) 6856



(10) 6858



(11) 6860



(12) 6862

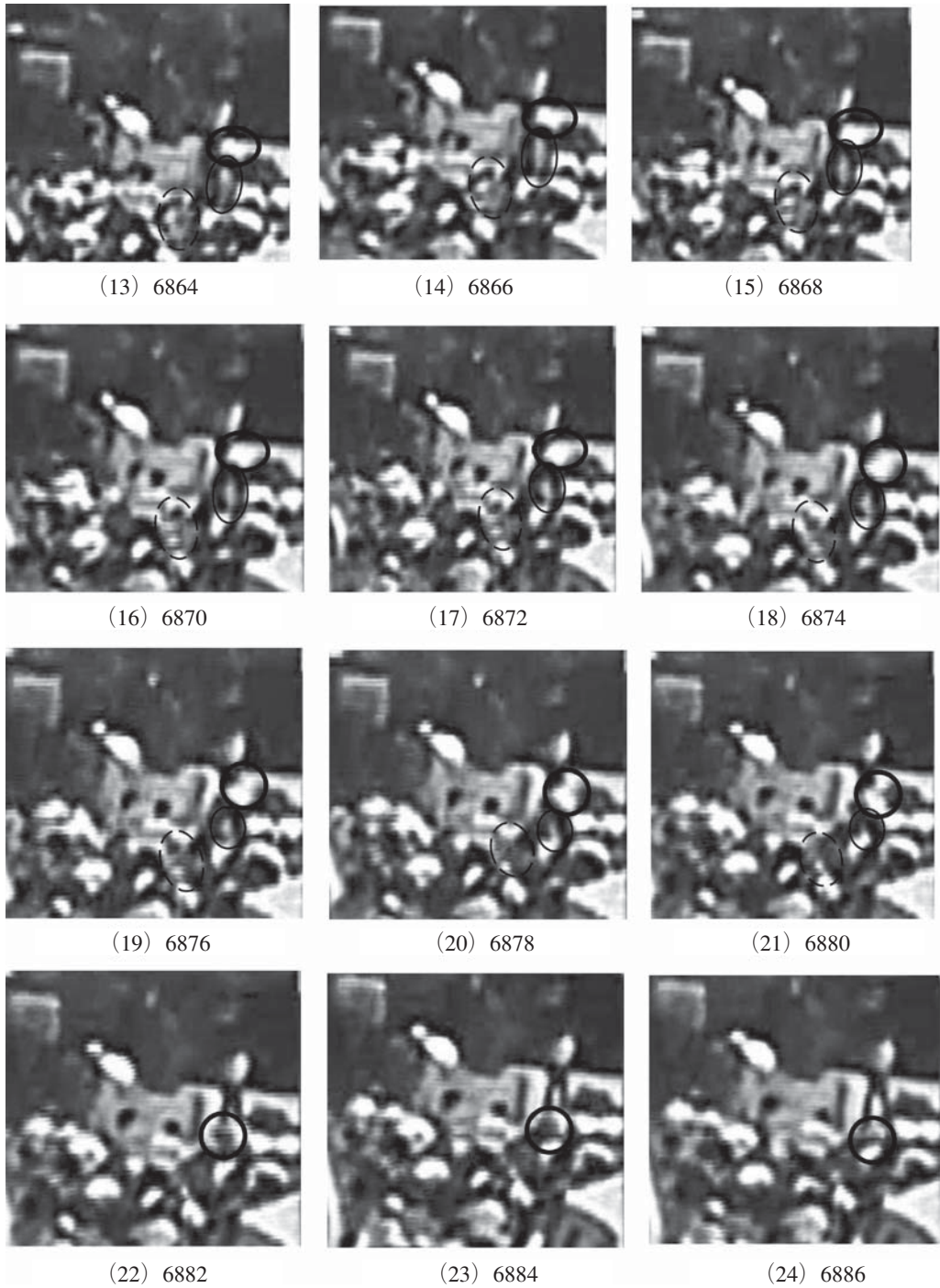


図15 生徒間の位置関係 (太線：H, 点線：X+G, 実線：X, 破線：D)

以上より、H君が自分の意思で後方または右後方に「降りた」または「素早く降りた」のではなく、「真下に落ちた」または「後方に飛び降りた」ということが明らかになったが、2段目のX君とG君はどうなっているのだろうか。もし、H君が飛び降りたとするなら、X君とG君は騎馬に残っているはずであるが、スナップ写真からはそれを確認できない。

図12ではH君の背中の中の中心に注目して、落下速度を計算したが、図15ではH、X、G、D君の位置関係とそれぞれの姿勢に注目して観察しよう。太線の丸を3段目のH君、点線を2段目のX君とG君、破線を1段目後列左端のD君、実線をX君とする。

図15はやや不鮮明であるが、騎馬が退場門を通過するときの図9から連続していることを考慮して、注意深く観察すれば、図15で示した配置図に間違いはない。

図15(1)のフレーム6840では、H君（太線の丸）はX君とG君（点線の丸）の上に乗っているが、X君の方に体重移動していることが読み取れる。1段目のD君（破線の丸）は騎馬からかなり離れているので別の騎馬の生徒かと思われるが、図9からずっと連続的にフレームを追い続けると、D君で間違いなことがわかる。

H君の状況を知るために、H君の頭、白い体操服の横幅と縦幅に注目した。図15(1)～(6)で体操服の上部に黒丸が見えるのはH君の頭である。頭が見えているということは前のめりになっていないということである。同図(7)～(11)では、H君の頭が消え、体操服の縦幅が短くなり、横幅が大きくなる。前のめりになって、体操服の左右両側に左右両手が見える。H君は2段目の肩に両手を置いていたが、前のめりとともに両手を背中に移動したと思われる。

同図(11)～(21)では、H君がX君に乗ったまま同時に落下していることが読み取れる。X君の白い体操服は少ししか見えなかったが、縦長に見えるようになる。これはX君が四つん這いの姿勢から、直立の姿勢になったためと思われる。急激な落下であるので、映像の残像効果もあり体操服の長さを正確に表現していないが、H君がX君の背中に乗り、二人は同時に落下したと判断してほぼ間違いがない。

同図(1)～(21)の破線の丸で示したのは1段目後列左側のD君である。図9で示したように、D君は騎馬から離れており、中央のE君との距離が大きい。普通の安定した騎馬であれば、これほど離れることはない（図7(1)）。同図(13)～(21)では、H君とX君が同時落下する過程で、左側にはじき飛ばされている様子が伺える。D君の右肩にはX君の左足が乗っている。D君とE君の間が離れているので、X君は足を滑らせて落下したとも考えられる。

解体時にH君とX君はほぼ同時に落下していて、その影響でD君は左にはじき飛ばされているので、少なくともこの3人は騎馬が正常に解体されたとは思っていないはずだ。X君を除く8名全員からの事情聴取で「騎馬は崩れていない」とする被告の主張には疑問をもつ。

(小括)

H、X、G、D君の位置関係からつぎのことが読み取れる。

- ① H君は2段目のX君の方に体重を移動している。
- ② H君は何らかの理由で前のめりになっている。
- ③ H君はX君の背中に乗っかかり、ふたりは同時に落下している。
- ④ D君は左側にはじき飛ばされている。

5. 衝撃度についての考察

(膝と後頭部の痛みの違い)

H君の左膝がX君の後頭部に当たったか、当たらなかったかが論争になっているが、同じ打撃でも膝と後頭部の痛みを同列に扱うことはできず、受ける衝撃度が随分違うことに注意すべきである。

余談ではあるが、キックボクシングに「真空飛び膝蹴り」という技があったが、膝蹴りは凶器になるほどの衝撃度を与えるが、本人はそれほど痛みを感じない。X君が「痛いじゃないか」と言ったことに対して、H君が「実際に自分の足がXの頭に当たったかどうかかわからない」と言ったとしても不思議ではない。H君が当たっていなかったと思っても、X君の後頭部に大きな打撃を与えることがあるのだ。

H君の左膝がX君の後頭部にあたる可能性として、つぎの2つが考えられる。つまり、

- ① 解体の最初の段階で、H君が前かがみになったとき、
- ② 解体の終わりの段階で、X君とH君が同時に落下したときの2場面であり、それぞれについて考察する。

衝撃度計算には、衝突時の速度 (v) と衝突から静止するまでの移動距離 (d) が必要である。この2つの数値から制動加速度 (a) とそれに基づく頭部障害基準値 (HIC 値) が計算される。制動加速度と HIC 値の計算方法の詳細は後述する。

① 前かがみによる衝突

衝突時の速度 (v) を毎秒1.5メートル、静止までの移動距離 (d) を2センチメートルとすると、15ミリ秒間の最大加速度は 175 m/s^2 、平均加速度は 95 m/s^2 で、その時の HIC 値は1328である。

毎秒1.5メートルと2センチメートルは、どの程度の速度と移動であれば脳に障害が起こりうるかということを知るための仮説の値であり、つぎのように考えた。

解体時にH君が前のめりになった時の、衝突の速度はつぎの3つの要素が考えられる。

- (ア) 騎馬の移動速度、毎秒1.1メートル
- (イ) 1段目の土台がしゃがむ速度、毎秒0.3メートル
- (ウ) H君が落下した速度、毎秒1.4メートル

(ア) について：騎馬が毎秒1.1メートルで移動していて、急停止して解体作業に入った場合、H君はこの速度で前に飛び出すことになる。映像が背面からのものなので前後の移動はわかりづらいが、騎馬はほぼ停止した状態と考えられるので、移動速度は除外する。

(イ) について：図13で示したようにH君は1.2秒間で約36センチ、毎秒0.3メートルの速度で下がっている。これを1段目の土台がしゃがむ速度とした。

(ウ) について：X君の背中はG君より10～15センチ高く、二人には段差があるのを示した(図6)。また、G君の背筋は真っすぐ伸びているが、X君の背筋は猫背のように丸まっている(図2)。H君はX君に体重を移動しているが、丸みを帯びたX君の背中を前後に移動して不安定である。X君の背中の中真ん中から前に向かっては後頭部に当たり、後ろに向かっては騎馬からずり落ちる。図15で示したように、H君は何らかの理由で前かがみになり、その後、真下に落下している。

膝と後頭部の高さの差を約10センチとして、10センチを自由落下したときの時間は0.14秒、その時の速度は毎秒1.4メートルである。

(イ) と (ウ) を合計すると、 $0.3+1.4=1.7$ で、毎秒1.7メートルになるが、減速する要素としてつぎの2つが考えられる。

(エ) 当たるのは真下ではなく、斜めから当たるのではないか

(オ) 体操服などの摩擦で、速度が減速するのではないか

そこで、(エ) と (オ) から毎秒0.2メートルを減速させて、 $1.7-0.2=1.5$ で、毎秒1.5メートルで衝突するとした。これは早めに歩く速度である。

(なぜ前に落ちないのか)

前屈みで左膝が後頭部に当たったとしたら、そのままH君は前に落下したのではないかという疑問が湧いて当然である。実際は、H君は衝突しても前に落下しなかった。それは次のように説明できる。

衝突時の速度、毎秒1.5メートルは早めに歩く速度である。車や自転車の速度ではない。また、1段目や2段目の生徒は絶対前に落としてはならないと日頃から訓練しているし、3段目のH君も前に落ちないように気を付けているだろう。

以下は私の推測であるが、H君の左膝がX君の後頭部に秒速1.5メートルで当たった瞬間、X君は両手で1段目のA君とB君の肩にしっかり支えていたため、その反力としてX君の両足に力が入り、1段目後列左のD君とE君に力が伝わったのではないだろうか。D君とE君の間隙は広がっていたので落ちやすく、X君が足を滑らせて落下したとしても不思議ではない。そして、X君の落下に伴い、H君が同時に落下したという図15での説明と符合する。

(歩行の速度でも脳に衝撃を与える)

それでは、歩行の速度程度（秒速1.5メートル）でそれほどの衝撃を与えることができるのだろうか？

普通に歩いている人が、透明なガラスドアに気づかず、激突して大けがをするという事故はよくある。たかが歩行の速度での大けがだ。また、転倒して階段や机の角で後頭部を打って死亡することもある。日常での動きの速度で、脳には大きな衝撃を与えるという事例である。

② 落下後の衝突

H君とX君が1メートルの高さから同時に自由落下した場合の速度は計算すると毎秒4.5メートルになる。毎秒4.5メートルの速度でH君がX君に再衝突し、X君が静止するまでの移動距離を30センチメートルとすると、36ミリ秒間の最大加速度は105 m/s²、平均加速度は87 m/s²で、その時のHIC値は2545である。

ここで、衝突時の速度 (v) と静止までの移動距離 (d) から制動加速度 (a) とHIC値を計算する方法について、②落下後の衝突の例で述べておく。

最上段のH君の膝頭と2段目のX君の後頭部は、垂直方向ではほぼ同じ高さの約2メートルにあり、水平方向では約10～20センチメートルの至近距離にあり、落下によってH君の膝がX君の後頭部に衝突したと推定しても不思議ではない。H君がX君の背中に乗ったまま落下し、X君が地上に落ちた時に、H君の左膝に限定せず、両膝または両肘、足など身体の固い部分の何かX君の後頭部に当たったとして考える。

H君の落下した距離を h メートル、衝突した時の速さを v m/s とすると、位置エネルギーと運動エネルギーの関係から

$$v = \sqrt{2gh}$$

の式となる。ここに g は重力加速度で9.8 m/s² である。

高さ h と速度 v の関係は、高さを1メートルから1.5メートルまで変化させると次の通りとなる（表2）。自由落下の速度を秒速と時速で示した。ぶつかる直前の速度は、はやめの自転車の速度に近い。

高さ h (m)	秒速 v (m/s)	時速 (Km/h)
1.0	4.4	16
1.1	4.6	17
1.2	4.8	17
1.3	5.0	18
1.4	5.2	19
1.5	5.4	20

表2 自由落下 $v = \sqrt{2gh}$

(1) 制動加速度の計算

H君が落下した距離 h を約1メートル, 速度にして毎秒4.5メートル, 衝突時にX君の頭部が下方に動いた距離を30センチメートルとする。30センチメートルの移動の間に, 秒速4.5メートルがゼロになるときの制動加速度を計算する。

制動加速度を一定として速度が直線的にゼロまで減じるとしても良いが, 制動加速度をガウス関数で近似すると, 実験値が精度よくフィットすることが知られているので, これを用いる^{[4][5]}。

ガウス関数は正規分布関数 (または正規分布の確率密度関数) として知られる。

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left\{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right\}$$

μ (ミュー) は平均値, σ (シグマ) は標準偏差であり, $\mu=0$, $\sigma=1$ として 4σ の範囲で図示したのが図16である。

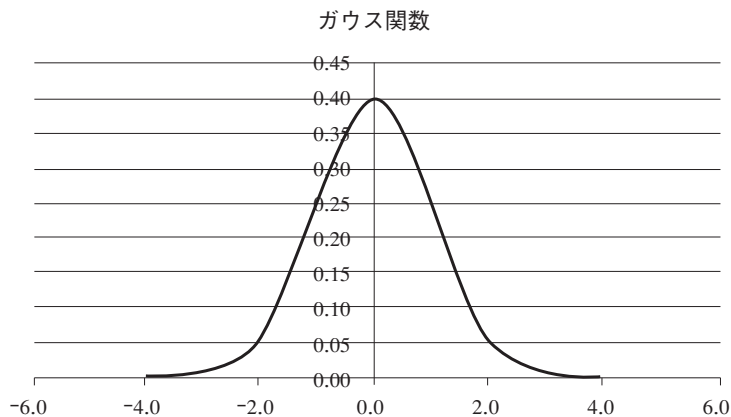


図16 制動加速度をガウス関数で近似する

ガウス関数を積分すると1になる。確率密度の積分が1になるようにしてある (正規化してある) ので, 正規分布関数と呼ばれている。

加速度を積分すると速度になる (図17)。縦軸の尺度が毎秒4.5メートルになるように調整した。

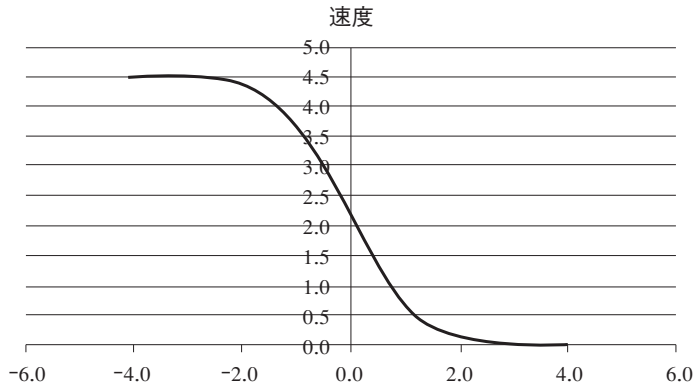


図17 加速度を積分すると速度に

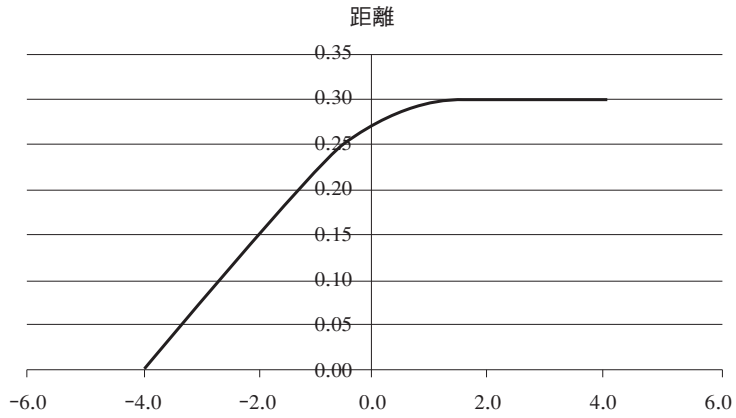


図18 速度を積分すると距離に

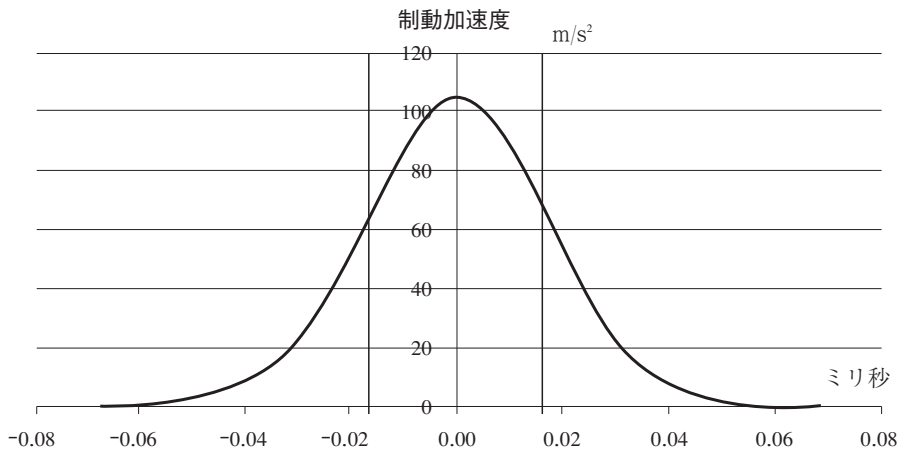


図19 時間軸に変更して制動加速度を計算しなおす

速度を積分すると移動した距離になる（図18）。この場合も縦軸の尺度が0.3メートルになるように調整した。

一方、横軸を時間にあわせ、加速度を計算しなおすと図19になる。

(2) HIC 値の算出

米国高速道路交通安全局（National Highway Traffic Safety Administration: NHTSA）は、1971年に頭部障害基準値（Head Injury Criterion: HIC）を導入した。

HIC は加速度の時間的变化 $a(t)$ を用いて次式で定義される。

$$HIC = \left\{ \left[\frac{1}{(t_2 - t_1)} \cdot \int_{t_1}^{t_2} a(t) dt \right]^{2.5} (t_2 - t_1) \right\}_{\max}$$

ここで、 t_1 と t_2 は積分の開始時刻と終了時刻である。記号 max は、この値の最大値を取ることを意味するので、 t_1 と t_2 は HIC が最大になるように選ばなければならない。積分時間 $t_2 - t_1$ は 15 ms（ミリ秒）もしくは 36 ms（ミリ秒）の範囲を超えないように探す。

この式は、HIC が、頭部の加速度 $a(t)$ とそれを受けている衝撃時間で表されることを示している。平均加速度の2.5乗に衝撃時間 $(t_2 - t_1)$ を掛けたものの最大値である。

落下の距離 h を約 1メートル、その時の速度を毎秒4.5メートルとし、衝突後の移動距離を0.1メートルから0.5メートルまで変化させたときの HIC の値、最大加速度、平均加速度を表3に示す。移動距離を0.3メートルとしたときの HIC の値は2545、最大加速度は 105 m/s^2 、平均加速度は 87 m/s^2 であった。

衝突時の移動距離 (m)	HIC の値 $h = 1 \text{ m}$	最大加速度 (m/s^2)	平均加速度 (m/s^2)
0.10	6052	315	123
0.15	5498	210	119
0.20	4468	158	110
0.25	3381	126	98
0.30	2545	105	87
0.35	1939	90	78
0.40	1509	79	70
0.45	1176	70	64
0.50	909	63	59

表3 高さ h を 1メートルとしたとき

また、移動距離と HIC の値の関係を折れ線グラフに示す（図20）。衝突後の移動距離が大きくなれば、HIC の値は小さくなる。

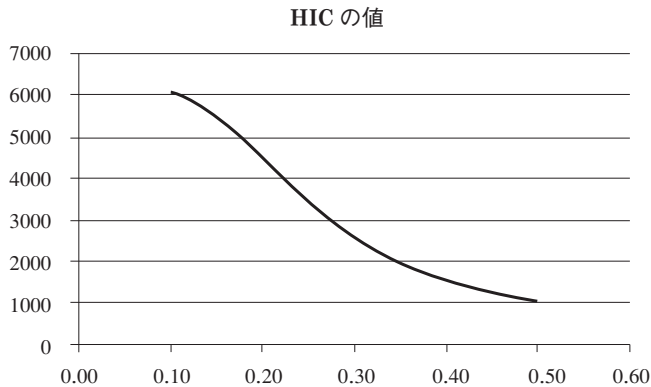
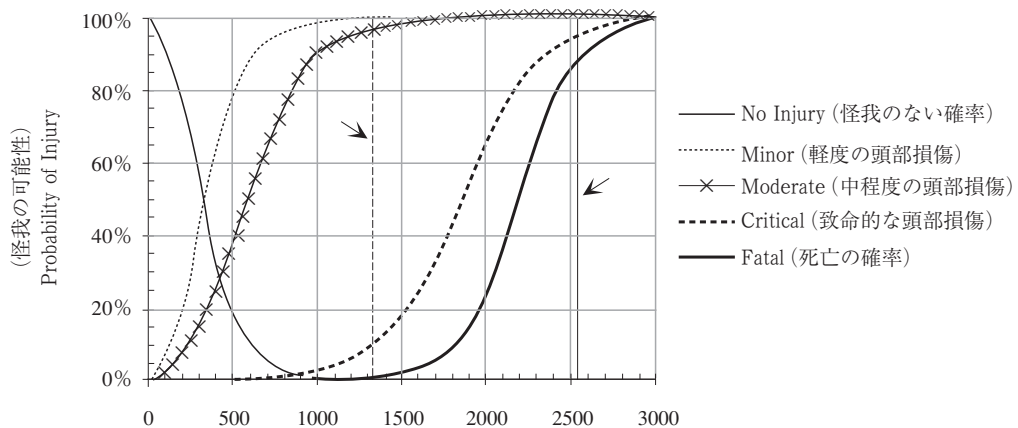


図20 HIC の値 (高さ：1 m 固定, 移動距離：0.1 m～0.5 m)

(3) HIC 値に従う頭部損傷の可能性

自由落下の高さが約 1 メートル, その時の速度が毎秒 4.5 メートル, 移動距離が 0.3 メートルで静止した時の HIC の値は 2545 であった。HIC Score (頭部障害基準値) というのがあり, 2545 はどのような数値であるのか調べてみよう (図21で実線の縦線を参照のこと)^[6]。

死亡の確率 (実線) は 85%, 致命的な頭部損傷 (破線) は 95% となる。致命的な頭部損傷とは, 脳挫傷, 12 時間以上の意識喪失や出血, 神経障害を伴う回復の見込みの判らないものとなっている。

図21 HIC Score (頭部障害基準値)^[6]

(小括)

前かがみによる衝突の速度を毎秒 1.5 メートル, 静止までの移動距離を 2 センチメートルとすると, 15 ミリ秒間の最大加速度は 175 m/s^2 , 平均加速度は 95 m/s^2 , HIC 値は 1328

である。HIC 値が1328は中程度の頭部損傷が95%，致命的な頭部損傷が10%である（図21の破線の縦線）。

落下後の衝突の速度を毎秒4.5メートル，静止までの移動距離を30センチメートルとするとき，36ミリ秒間の最大加速度は 105 m/s^2 ，平均加速度は 87 m/s^2 ，HIC 値は2545である。HIC 値が2545は致命的な頭部損傷が95%，死亡の確率が85%である（図21の実線の縦線）。致命的な頭部損傷とは，脳挫傷，12時間以上の意識喪失や出血，神経障害を伴う回復の見込みの判らないものとなっている。

以上みたように，前かがみ時の衝撃度は中程度の頭部損傷が95%であることから，それのみによっても十分脳出血を起こし得ると考えられる。また，崩落時の衝撃度は致命的な頭部損傷が95%，死亡の確率が85%である。どちらにしても，深刻な頭部損傷を受けたと考えられる。

（まとめ）

- (1)「3段騎馬」と呼ばれる移動ピラミッドは危険な技として知られている。最上段の生徒が膝立ちの姿勢で両手を開き，退場門まで移動するという技は全国の小中学校では実施例がない。
- (2) 2段目のX君とG君の背中の段差の違いが10～15センチもあり，これが騎馬を不安定にさせている。
- (3) 動画のスナップ写真を詳しく観察すると，3段目のH君は，自分の意思で「降りた」のでも「素早く降りた」のでもなく，「真下に落ちた」のか「後方に飛び降りた」のかのどちらかであることがわかる。
- (4) 解体時に，H君は，2段目のX君の方に体重を移動していて，何らかの理由で前のめりになっていて，X君の背中に覆いかぶさるようにして同時に落下している。その衝撃で1段目のD君は左側にはじき飛ばされている。
- (5) H君が前かがみによる衝突の衝撃度は，HIC 値（頭部障害基準値）が1328であり，中程度の頭部損傷が95%，致命的な頭部損傷が10%である。H君とX君が同時に落下後の衝突の衝撃度は，HIC 値が2545であり，致命的な頭部損傷が95%，死亡の確率が85%である。どちらにしても，深刻な頭部損傷を受けたと考えられる。

6. 「若い力」について

以上，衝撃計算により，3段騎馬が中学生にとっていかに危険な技であるかを指摘してきたが，ここでは当該校が3段騎馬をいつ頃から実施しているのかを公にされている資料を基に検討を加えてみる。

当該校では運動会における小学5年生から中学3年生の男子生徒による組体操の演技を「若い力」と呼び，昭和三五年（1960年）から実施している。「若い力」についての資料は2つあり，それを[7][8]に示す。[8]については[7]を要約したものであるので，[7]からp103～p107を引用する。佐伯育伸教諭（当時）による執筆である（下線は西山が追加）。

(二) 伝統種目である「若い力」

男子にも運動会の伝統種目「若い力」という演技種目があります。これは以前、附属中学校の保健体育教員として在籍しておられた伊達玄仁先生（昭和二八（一九五三）年度～昭和四八（一九七三）年度 中学校勤務）が中心となって作られたものです。伊達先生が退職後は金丸純二先生（昭和三七（一九七二）年度～平成二〇（二〇〇八）年度 中学校・小学校勤務）がその意志を引き継がれ現在に至っています。平成二〇年度に私は赴任し、現在、微力ながらその伝統種目の指導をさせてもらっていますが、児童・生徒はこの種目にこだわりを見せ、「伝統を守る」という意欲をもって演技しているように思えます。そこでここでは歴史を紐解いて、この種目が現在も受け継がれている意味を述べていきたいと思います。

①「若い力」の誕生から完成まで

昭和三〇年代の運動会は女子師範学校の名残があり、過去のプログラムをみても女子の種目の方が少し多かったようです。中学生男子に関して見ると、競技性の高い「棒上旗奪い」などの種目はありましたが、力強さを表現するような種目はありませんでした。そこで、伊達先生に中学生男子の力強さを「見せる」種目を作りたいという思いが芽生えました。その事が現在の「若い力」を作っていくきっかけとなりました。

昭和三〇年代前半、「若い力」の前身である「組体操」が運動会で発表されるようになりました。当初は、曲はなく、ピストルの号砲で入場し、全体の隊形を作り、組体操「扇」「ピラミッド」「塔」などの各演技を笛の合図で行っていくという一般的なものでした。最初の実施の年から特徴的だったのは中学生全員が騎馬を作って退場していくという流れを作っていたことです。そのため退場の時は曲が必要で、その時に選ばれたのが「若い力」でした。その曲の選考が今の「若い力」という名前の由来になったことは間違いないであろうと思われます。

その後、数年間は「組体操」として演技され、中学生男子の一体感・力強さを表現する運動会の種目として定着していきました。

そのような中でも、「何かもっと中学生男子にやりがいのあるものを提供できないか」「体育的に考えてみると組体操という主運動の前に、けが防止のために何か準備運動が必要ではなからうか」「授業の中で行っているような平素の運動も見せられないだろうか」と伊達先生は様々な思いを持っていました。そして、「組体操」の前に「徒手体操」を加えていくことが計画されていきました。

こうして今の「若い力」の前半部分を占めている「徒手体操」部分が作られていきました。この体操はラジオ体操を基本にデンマーク体操、リトミック体操をヒントにし、伊達先生の戦時中の陸軍・海軍で学んだ人生経験を糧に作られたオリジナル作品です。

現在の学校体育では「体づくり運動」という単元がありますが「特色ある体操」として内容を発表できるくらい極めて完成度が高く、子供たちの体力の維持・増進を考えられた作品です。

こうして完成した作品は昭和三五（一九六〇）年前後からまず授業の中での準備体操として取り入れられました。当初、音楽はなく、先生のかげ声のもと始められましたが、次第に生徒が覚え、体育係の号令で行われるようになっていきました。「平素から取り組んでいるもの」として、この体操が運動会の組体操の前半部分にプログラムとして入り、発展的な形に変化していきました。

そしてこの頃、「若い力」の曲のイメージと「中学生のたくましさを発揮して若者らしい演技を見せたい。」という伊達先生の発想が完全に一致し、種目名が「組体操」から「若い力」に変わっていきました。

そして昭和三八（一九六三）年、中学校の校舎が竣工されると同じ頃、「若い力」の曲付けが開始されていきました。体育科と音楽科の教師の共同作業で、現在の中学校の音楽室で一つひとつの動きを確認しながら時間をかけて丁寧に作曲されました。昭和三〇年代末に、徒手体操部分の音楽がまず完成しました。組体操部分については状況に応じて毎年内容を少しでも変えていきたいという伊達先生の思いがあり、この段階では曲はなく動きの指導は笛で行われていました。

昭和四〇年代になって大きな変化がありました。それは小学校の協力も得て、この種目の「異校種」交流が始まったことです。小学校五・六年生と中学生が合同で演技を行うようになったのです。これによりこの種目における小中連携が始まり、中学生が小学生に教えるという形もできていきました。内容についても少し改良が加えられ、マスゲーム的な要素も取り入れられました。入場から退場までの「若い力」としての全体の曲も完成されました。曲の完成により、より見せる「若い力」へと進化していきました。

こうして昭和四〇年代半ばには今の形が出来上がりました。その後、児童・生徒の体力の変化に対応しながら少しずつ内容を変え、現在に至るまで伝統的に続いています。

②「若い力」が伝えているもの

このように「中学生男子の特徴を見せたい。」という思いから始まった「若い力」ですが、そこには生徒が協力し合う姿が最初からありました。特に昭和四〇年代になり、小中連携が始まると、小学五年生から中学三年生の間でお互いの姿を見て、助け合ったり、敬ったりする姿勢が育っていきました。

現在でも、生徒達は「若い力」の曲が流れると、目を輝かせて演技します。練習では九年生がリーダーとなり、後輩達を励ましながら「絶対にできる」「伝統を守る」という気持ちをもって取り組んでいます。本番では入場口四カ所に分かれて各リーダーが大きなかけ声でみんなを集中させます。音楽に合わせて入場し、整然と整列し張り詰めた緊張感の中、演技が開始されます。

徒手体操は五・六年生、七・八年生、九年生が別々の体操を一つ一つの動きをかみしめながら真剣に行います。扇、ブリッジ、波などマスゲーム部分で小・中合同の一体感を表現し、クライマックスの組体操へ移っていきます。小学五・六年生は腕立伏臥、七年生は首支持倒立、八年生は帆掛け船、九年生はサボテン、塔と学年に与えられたそれぞれの課題を克服し、一つのものを作っていきます。そして力を振り絞り、歯を食いしばってピラミッドを完成させます。最後に騎馬をつくり、やり遂げたという達成感、伝統を守ったという充実感を表現しながら退場していきます。その姿は今も昔も変わらず見ている者にも素晴らしい感動を与えます。

かかわり力を育む上でこの「若い力」は素晴らしい役割を果たしています。「若い力」の意義を再認識し、継続していくことは三原学園に関係する全ての教職員・児童・生徒に課せられた使命であると思います。（中学校 佐伯育伸）

文献[7][8]には写真がいくつか掲載されている。5段ピラミッド（図22）や4段タワー

(図23) が実施されていた。これは全国の多くの小中学校で実施されていたことがあり、珍しいことではない。「若い力」の特徴は、組体操が終わると騎馬で退場することであり、「騎馬で退場する生徒達は達成感で満たされている」とある(図24)。



図22 5段ピラミッド ([8]p95 より)



図23 4段タワー ([7]p106 より)



図24 騎馬による退場 ([7]p108 より)

文献[7]の p108～p112 には、三原中学校第62期生の岡本恭平さん、藤本真理さん、木戸川涼太さんによる「若い力」の動き(小学生バージョン、中学生バージョン)の図解入り説明がある。教師が直接指導するのではなく、生徒が自分たちで「若い力」を継続させていたようである。準備体操が1から14まであり、組体操が1から7までである。組体操は「3人扇」「ブリッジ」「波」「花」「ピラミッド」や「タワー」などを行い、騎馬で退場する。

「若い力」の準備体操や組体操は、全国小中学校の運動会で見られる一般的なものとそれほど変わりはなく、しいて言えば「騎馬で退場する」ことが特色ともいえる。

さて、この「騎馬で退場する」についてだが、その詳細な説明はほとんどない。小学生は「4人組で騎馬をつくり退場する」、中学生は「9人組で騎馬をつくり退場する」「下が6人、上が3人でピラミッドのようにする」とあり、略図があるだけだ(図25)。そして、

裁判で問題になっている3段騎馬については写真を見つけることができず、文献や当該校のホームページに掲載されているのは通常の4人による騎馬だけである(図24)。



図25 騎馬の説明 ([7] p108 より)

組体操の「若い力」は、昭和35年(1960年)頃から伊達玄仁教諭(在職は昭和28年(1953年)～昭和48年(1973年)の21年間)によって創作され、金丸純二教諭(昭和47年(1972年)～平成20年(2008年)の37年間)が継続したことは前述の通りであるが、3段騎馬はいつ誰が考案したのかは不明である。もし、最初から3段騎馬が存在していたのなら、図24の写真は2段騎馬ではなく3段騎馬であったはずだ。

伊達教諭の単独考案なのか(1953年～1971年)、伊達教諭と金丸教諭の共同考案なのか(1972年～1973年)、金丸教諭の単独考案なのか(1974年～2008年)確認が取れていない。

文献[7]が発行されたのは平成22年(2010年)であるので、2010年には3段騎馬が存在していたことになる。また、調査によれば、1970年代の40年以上前から3段騎馬が実施されていると聞いている。

金丸純二教諭は1972年から1999年まで中学校で体育教諭として勤務し、その後2000年から2008年まで中学校、小学校の副校長を担当している。文献[7]の執筆者である佐伯育伸教諭は2008年から2011年までは保健体育を担当している。「若い力」は、伊達教諭、金丸教諭、佐伯教諭の体育教諭による知識と技術の伝達が行われていたようであるが、佐伯教諭が他校に転出したあとの指導体制(2012年～)がどうなっていたかが不明である。主とする体育教師の指導がなく、他教科の教諭の補助、生徒の見よう見まねで「若い力」が漫然と行われ、2016年の死亡事故につながったとも考えられる。

裁判では、3段騎馬の正式な解体方法が争点になっているが、このあたりの事情は金丸純二氏が一番詳しいはずなので、是非とも明らかにして欲しいものである。

7. 組体操による死亡事例

日本スポーツ振興センター(JSC)によれば、組体操の死亡事例は、昭和45年(1970年)から平成27年(2015年)までの間に死亡見舞金給付案件が9件ある^[9]。2016年の広島死亡事故は遺族に死亡見舞金が給付されていないが、死亡例は10件目となる(表4)。

組体操による死亡事故は公表されているものが9件であったが、すべてが不慮の事故あつかいとなっている。9件のうち新聞記事となっているのは3件であり、3件のうち裁判になったのは7番目の相模原4段タワー死亡事故1件だけである。その裁判も原告には不本意な和解に終わっている。3件の新聞記事を次に示す^{[10][11][12]}。

No	学校種	発生年	給付年度	学年	性別	死因	演技別	災害発生時の位置	新聞掲載	裁判
1	小学校	1973年	S48～52	6年	男	頭部打撲	2段タワー	2段目		
2	小学校	1983年	S58	6年	女	脳挫傷、急性硬膜外血腫	2段タワー	2段目	朝日新聞	
3	小学校	1988年	S63	6年	男	急性心不全	3段ピラミッド	土台（1段目）	毎日新聞	
4	中学校	1970年	S45～47	3年	男	腎不全	倒立からの肩車	2段目		
5	中学校	1973年	S48～52	2年	男	脳内出血	3段タワー	2段目		
6	中学校	1988年	S63	2年	男	※急性心不全	不明	説明中、体育座り		
7	中学校	1990年	H4	3年	男	圧死	4段タワー	2段目	毎日新聞	和解
8	中学校	1994年	H8	2年	男	※心筋炎	3段タワー後	完成後、歩き始め		
9	高等学校	1975年	S50～54	1年	男	皮下十二指腸後腹膜内破裂	3段タワー	2段目		
10	中学校	2016年		3年	男	小脳出血	移動ピラミッド	2段目	中国新聞	裁判中

※ 組体操練習時の突然死

表4 組体操による死亡事例（日本スポーツ振興センターの資料[9]に加筆）

(1) 読売新聞 1983年9月27日夕刊

「ピラミッド」転落 頂上の小六少女死ぬ

【桐生】群馬県桐生市の小学校体育館で二十六日、秋の運動会の練習で三人一組の組み立て体操をしていた女子児童が、一メートルの高さから転落して頭を強打、二十七日早朝死亡した。

この児童は、桐生市広沢町六の一〇九九、会社員本橋富男さんの長女で同市立広沢小六年、淳子さん（一一）＝写真＝。同校では来月二日の秋の運動会を前に六年生二百人が組み立て体操をしていた。体操は、二人が中腰で向かい合って両手を組み、もう一人が二人の肩の上に乗って立ち上がる“人間ピラミッド”。淳子さんは上に乗る役で、下の二人が立ち上がろうとした時あお向けに転落、床に頭を打ちつけた。病院に収容されたが、頭の骨が折れていた。

記事では「人間ピラミッド」となっているが、今日では3人による2段タワーになる。2016年度は巨大タワー、巨大ピラミッドが社会問題になったが、2段タワーでも死亡することがあるということに注意すること。

(2) 毎日新聞 1988年3月4日

“人間ピラミッド”グシャリ 卒業記念撮影の児童死ぬ 愛媛

三日午後四時十五分ごろ、愛媛県東宇和郡宇和町新城九八二の町立田之筋小学校（高原嘉信校長、児童数百四十七人）の六年生教室で、卒業アルバムの写真撮影のため六年生二十六人のうち、男子ばかり十三人が教師の指導で組み立て体操（人間ピラミッド）をしていたところ、突然崩れ、一番下にいた宇和町田野中九一、同町社会福祉協議会ホームヘルパー、宇都宮恵子さんの二男正志君（一二）が下敷きとなった。病院へ運ばれたが同五時十九分、ショッ

クによる急性心停止のため死亡した。

宇和署の調べでは、担任の篠藤和也教諭ら数人が立ち会って組み立てていたピラミッドは、下から五人、四人、三人、一人で正志君は最下段の右から二人目。下から三段目まで進んだとき崩れた。

正志君は身長一五〇センチ以上で、クラスでも大柄な方。手当てをした病院の山本淳医院長は「正志君が倒れてピラミッドが崩れたと聞いている。家族の話でも、五、六歳のころ、他の病院で先天性心疾患と診断されていることから考えると、崩れる前に正志君の心臓に異常が生じた疑いもある」と話しており、同署で詳しく調べている。

「男子ばかりの一三人が、下から五人、四人、三人、一人で、下から三段目まで進んだとき崩れた」とあるので、 $5+4+3+1=13$ 人の俵積み方式の4段ピラミッドを実施したことになる。このとき、最下段中央にかかる負荷量は計算によると1.75人分になる。先天性心疾患の診断がある児童をピラミッドの最下段におくのも問題がある。

日本スポーツ振興センターの資料では「放課後、卒業記念の写真撮影のため、男子13名による人間ピラミッドを組んでいた。本児は一段目で約3分、二段目・三段目の児童を支えていたが、三段目の最後の児童が乗ろうとしたとき、本児が左肩の胸部から床に倒れたため上の二段の児童が崩れ落ちた」とある。撮影のため3分間同じ姿勢を保つなど無理な姿勢が要求されたのではないだろうか。ともあれ、3段ピラミッドであっても死亡につながることもあるということだ。

(3) 毎日新聞 1990年9月26日

運動会練習中の中3 「人間タワー」崩れ死ぬ 相模原

二十五日午後零時五十分ごろ、神奈川県相模原市鶴野森、同市立鶴野森中学校（斎藤光美校長、生徒六百四十二人）校庭で行われていた学校祭体育の部（運動会）の組み立て体操「人間タワー」の練習中、タワーが突然崩れ、同市鶴野森三、会社員、浦野憲敬さん（五二）の二男で、同校三年、剛君（一四）は首などを強打して同市内の病院に収容されたが、午後一時二十分、死亡した。

相模原南署や同市教委の調べによると、崩れた「人間タワー」は十九人の生徒によって作られ一段目十人の肩の上に五人が乗り、さらにその上に三人、最上段に一人が乗る。同校では三十日に行われる運動会に備え、体力、技術など優秀な三年生三十八人を選抜して今月三日から計六回の練習をしてきた。

午前十一時五十分ごろから、剛君ら三十八人が二チームとなり、体育指導主任の石井勝也教諭（三二）ら八人の教師が見守る中で練習を開始。

同日午後零時五十分ごろ、剛君が二段目の組に入り、四段タワーが完成したところ、二段目が突然バランスを失い、タワーが崩れた。剛君は落下した際、上の段の生徒のヒザが剛君の腹に当たり、仰向けのまま約一・五メートル下の地面に落下、首などを強打した。剛君は「頭が痛い」と言って気を失ったという。石井教諭らが心臓マッサージ、人工呼吸をして救急車で同市内の北里大学病院に運んだ。

同署は石井教諭らから事情を聴いている。同中は学校祭体育の部を延期することを決めた。

遺族の両親は1993年1月に相模原市に対して民事訴訟を横浜地裁に起こし、10回の口頭弁論のあと裁判所から和解勧告を受け、8回に及ぶ話し合いが続けられ、1995年3月に和解となっている（朝日新聞、1995年3月15日朝刊）。

この死亡事故については、遺族の小冊子『検証・人間タワー なぜ、事故が起きたのでしょうか』がある^[13]。私は、この小冊子を拝見し、裁判では科学的な検証が十分に行われていず、遺族にとっては不本意な和解で終わったであろうと感じた。そして、この事故に対して独自に科学的な検証を加えた^[14]。総立ちの4段タワー実施という今では考えられない相当危険なものであるが、その構成についても不安定なものであることを指摘した。4段タワーは下から10人、5人、3人、1人の総勢19人で構成される（10+5+3+1=19）。事故の前年は12人、6人、3人、1人で実施していたが、土台の円が広がりすぎるので10人、5人としたというのである。2段目の5人から3段目の3人に力の伝達が不均等になり、構造不安定であり崩落の危険性はあったのだ。

●安全確保できない場合は中止を

次のフローチャートは、日本スポーツ振興センター学校安全部による、「組体操による事故を防ぐために！」（教職員向け、平成29年9月号）から抜粋したものである（図26）^[15]。

「安全確保できない場合は中止を」とスポーツ庁は指針を出しています（平成29年3月）。

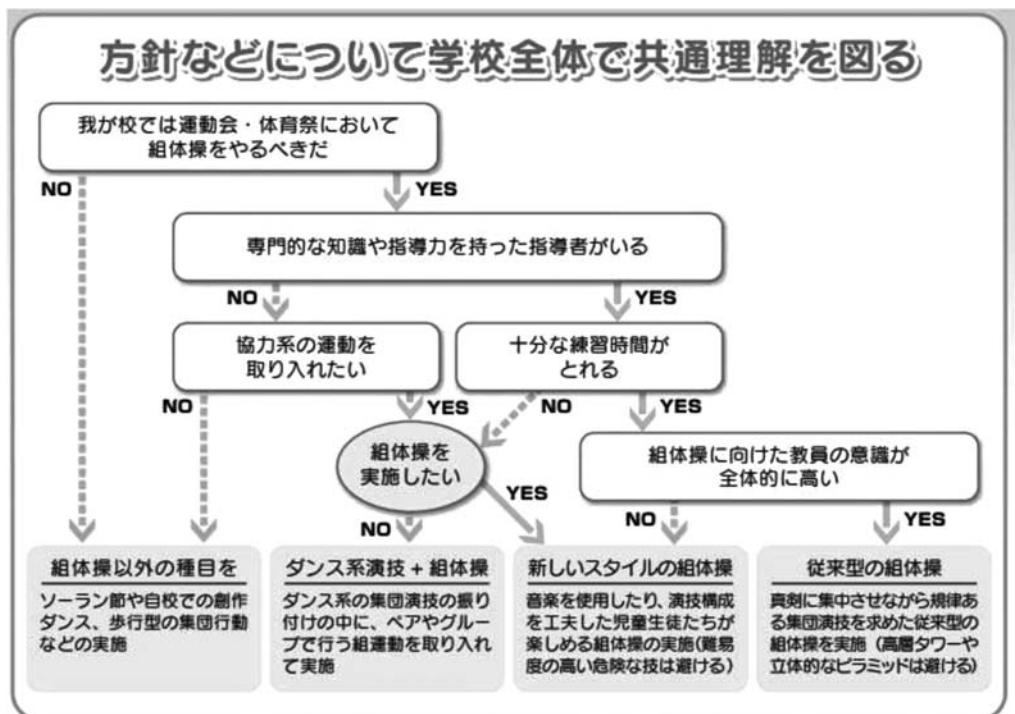


図26 組体操による事故を防ぐために^[15]

組体操の事故件数は年間8000件が推移していて、2016年度は5300件に減少したが、骨折はいまだに1000件を超えている。重大事故や死亡事故が起こらないために、関係者には、今一層の注意喚起を要請したい。

参考文献・参考資料

- [1] 関西体育授業研究会『子どもも観客も感動する！「組体操」絶対成功の指導BOOK』明治図書，2014年6月（69ページに特別技として移動ピラミッドの説明がある。）
- [2] 西山豊「組体操の事故を検証する」『教育と医学』慶応義塾大学出版会，Vol.64, No.10, 80-90, 2016年10月
- [3] 法科学鑑定研究所「#1 鮮明化処理（フレーム番号1～7974）」
騎馬の動画からのスナップショットを取り出したもの。
- [4] 中野正博ら「頭部損傷基準値（HIC）の理論的分析」『バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌』Vol.12, No.2, 57-63, 2010.
- [5] 松浦弘幸ら「力学的人体損傷に関する基礎研究3—人体の衝撃力学とその物理量推定」『バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌』Vol.13, No.2, 71-78, 2011.
- [6] 「インジュリー・リスク曲線（HIC Score）」，高橋産業株式会社のホームページより
http://www.takahashi-co.jp/pdf/hic_value_&_risk.pdf
- [7] 広島大学附属三原学校園『幼少中一貫で育てる「かかわり力」～広島大学附属三原学園での12年間』溪水社，平成22年9月，p103～p107, p108～p112
- [8] 広島大学附属三原学園校『創立百周年記念誌』平成24年1月，p94～p95
- [9] 日本スポーツ振興センター「体育的行事における事故防止事例集」平成29年3月発行
https://www.jpnsport.go.jp/anzen/Portals/0/anzen/anzen_school/28jireisyu.pdf
- [10] 読売新聞，1983年9月27日夕刊，「ピラミッド」転落 頂上の小六少女死ぬ
- [11] 毎日新聞，1988年3月4日，“人間ピラミッド”グシャリ 卒業記念撮影の児童死ぬ 愛媛
- [12] 毎日新聞，1990年9月26日，運動会練習中の中3「人間タワー」崩れ死ぬ 相模原
- [13] 浦野憲敬『検証・人間タワー なぜ、事故が起きたのでしょうか』（自費出版），1995年
- [14] 西山豊「1990年相模原4段タワー死亡事故を検証する」（レポート）2016年10月
- [15] 日本スポーツ振興センター学校安全部「組体操による事故を防ぐために！」（教職員向け，平成29年9月号）
http://www.jpnsport.go.jp/anzen/Portals/0/anzen/kenko/pdf/card/H29/H29_9_3.pdf
（上記URLの最終閲覧日：2018年10月31日）