

組体操・人間ピラミッドの巨大化を考える

西山豊

1. 大阪市教委の規制

私がこのテーマに関心を持ったのは、NHK テレビで流れた組体操の規制に関するニュースを見てのことである。2015年9月1日、大阪市教育委員会は、巨大組体操に規制をかけることを、正式に発表した(NHK, 朝日新聞)。市内で事故が多発していることを受けて、「ピラミッド」は高さ5段まで、「タワー」は3段までと上限を定めた。

私が組体操(当時は「組み立て体操」と言っていた)を経験したのは、小学6年生(1960年)の時のピラミッド3段、中学3年生(1963年)の時のピラミッド4段と、タワー2段(下が3人で上が1人の4人技)であった。大阪市教委の規制は「ピラミッドが5段で、タワーが3段」である。私が経験した組体操の段数より規制の方が上である。それだけ体育の技術が進歩したのだろうかと思議に思った。

そこで、組体操の現在を知るべく、ネットで調べてみた。「組体操」「ピラミッド」をキーワードにして検索すると、10段ピラミッドの動画がヒットした。これは吉野義郎教諭が指導する兵庫県伊丹市立天王寺川中学校の体育祭のもので、2010年は10段ピラミッドに成功している。組み立てから解除まで3分間、揺れながらも10段を達成している[15]。2011年は11段ピラミッドに3度挑戦しているが8段目あたりから揺れだし、一気に崩落している[16]。

私が経験したピラミッドは俵積みのように上に積み上げていくものだが、動画の10段ピラミッドは奥行きがあり、三角錐状に積み上げるものだった。10段ピラミッドの成功例と失敗例を見ながら、これは危険だ!と直感した。そして、1978年の宮城沖地震を想起した。ブロック塀に鉄筋が入っていないことで、ブロックの下敷きになって18名が死亡した。人間ピラミッドは生徒の体重だけで、自重だけで支えられている。10段ピラミッド実施中に地震でも起こったら150人の生徒たちはどうなるのか、指導者たちはそんなことも想定しているのだろうかとも思った。

ニュースでコメントしていた、名古屋大学の内田良准教授(教育社会学)について関心を持ち、彼の著書を取り寄せた。中でも『教育という病』の第1章(35~76ページ)では「巨大化する組体操」というテーマで詳しく記述されていた[1]。要領よくまとめられているので、組体操問題を理解するためにはこの本がお薦めです。私は数学が専門なので、氏が計算した人間ピラミッドの負荷量計算に興味を持った。立体型10段ピラミッドの最大負荷量は、最下段の中央で、背面から一列手前の生徒に3.9人分の負荷がかかるとあったので、独自に計算したところ、内田氏の計算値と私の計算値があっていることを確認した。

2. 10 段ピラミッドの崩壊

2015 年 10 月 1 日，大阪府八尾市の大正中学校で体育祭の組体操で 10 段ピラミッドが崩壊し，2 人が骨折，6 人が負傷するというニュースが流れた（図 1）。あまりにも衝撃的なニュースだったので韓国やイギリスなど海外でも流れている[4]。ニュースだけでなく，ワイドショーでも話題になり，組体操が社会問題となったので，誰しも記憶にあることだろう。



図 1. 10 段ピラミッドの崩壊[4]

10 段ピラミッドは，8 段目で揺れだし，9 段目で大揺れ，10 段目の生徒が立ち上がろうとしたとき崩落した。それも内側に崩落したので，安全対策として周りに配置されていた教師たちは，ピラミッドが崩れるのをただ呆然とみつめるだけで，何のすべも持たなかった。後述するが，人間ピラミッドは 10 段目で崩落することは負荷量計算により証明されている。また，立体型ピラミッドは内部に崩壊する特性を持っているため，まわりに教師を配置しても意味がないこと，崩落に対する安全対策がないことも証明されている。

驚くべきは，事故を起こした八尾市の中学校では，10 段ピラミッドは練習でも 1 回も成功していないこと，過去にも骨折の事故があったことが学校長から明らかにされたことである。

八尾市は大阪市に隣接している。また，八尾市は大阪市と同じく大阪府下である。大阪市教委が 9 月 1 日に「ピラミッドは 5 段まで，タワーは 3 段まで」という規制の通知を出した直後に，ピラミッド 10 段崩落という大事故を起こしたのである。同じ大阪府下の小中学校でありながら，八尾市にとっては他人事であったのか。組体操の実施は，すべて学校長の判断に委ねられているというが，学校長ひとりの判断で児童や生徒の生命をまかせられてたまるかと思った保護者も多かったのではないだろうか。

10 段ピラミッド崩落の動画を見ながら，私は以前に発表した「笹子トンネル天井板崩落事故」の記事を思い出した[5]。天井板崩落が自然災害ならあきらめもつくが，これは設計ミスであり人災であった。人間ピラミッド 10 段も崩落は予想できたし，それを無理に実施したことは明らかに人災である。私は，刑事事件として成立するのではと思った。重傷を負わせた教師の逮捕，学校の強制捜査もあるのではと。教育の場に警察・公権力が入れないという議論とは別で，これは傷害事件ではないだろうか。

関西大学法学部の永田憲史教授は，つぎのように指摘する。「危ないとあれ

だけ言われているのに 10 段のピラミッドをやらせて骨折させてしまったわけですから、管理職と組体操の担当教員は業務上過失傷害罪できっちり処罰すべきです。ちなみに、組体操にけがはつきもの、けがをさせてもかまわないと考えていたのなら、傷害罪です」と言う。刑事事件の時効は 5 年であるので、重傷を負った生徒と保護者は 2020 年まで、訴えようと思えば訴えることができるということです。

3. 組体操における死亡事故

日本スポーツ振興センターによれば、平成 26 年度の組体操による負傷数は小中高校あわせて 8120 件、そのうち骨折は 2249 件であるので、28%（約四分の一）が骨折していることになる[6]。事故の件数は跳箱運動、バスケットボールについて 3 番目である。しかも、組体操は学習指導要領に記載がない[1]。つまり、文部科学省が指導しない、責任のない教科において事故が多発しているのである。

年間 8000 件以上という、これだけの負傷件数が発生しているので、もしや組体操には重大事故があったのではと思い、私は過去の事例を調べてみた。新聞縮刷版により過去に組体操による死亡事故が 3 件あることを確認した。

1983 年、群馬県の小学校で、小 6 女子児童が組体操の練習中に死亡している[8]。タイトルでは「ピラミッド」転落となっているが、「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～下の二人が立ち上がろうとした時あお向けに転落」とあるので、これは現在でいう人間タワーの 2 段（3 人技）に対応する。内田良氏の記事による写真では、2 段タワーが安全対策なしで全員に実施されているが、2 段タワーでも死亡事故につながることを忘れてはならない（図 2）[2]。



図 2. 安全対策なしの 2 段タワー[2]

1988 年、愛媛県の小学校で、卒業記念撮影のためピラミッドを実施していた小 6 男子児童が死亡している[9]。「男子ばかりの一三人が教師の指導で～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～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 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 1.75 人分になる。別の資料では、3 分間同じ姿勢を保ったとあるので、撮影のため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。

1990年、神奈川県の中学校で、中3男子生徒が4段タワーの練習中に死亡している[10]。「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」とあるので、 $10+5+3+1=19$ 人の4段タワーである。タワーが崩れたとき、下から2段目にいた生徒があお向けのまま地面に落下し、首などを強打した。4段タワーや5段タワーが組体操の伝統になっている学校が多いが、4段タワーで死亡事故があることは意外と知られていない。

これら3件の死亡事故は決して古い話ではない。事故から学ぶこと、事故を忘れないこと、事故を再発させないこと、これは何より大切と思う。

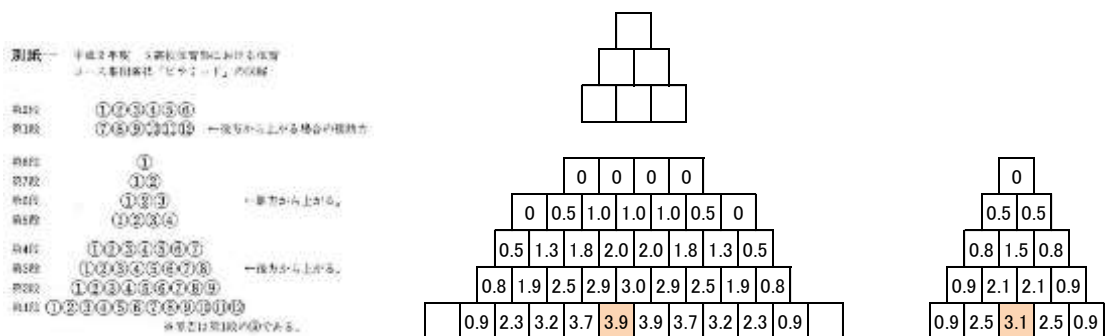
死亡事故ではないが、頸椎損傷、脳挫傷など重度の障害事故が何件も確認されている。最近の重傷事故として、2014年5月、熊本県の中学校で全治1か月の腰椎骨折が起こっている[7]。140人で作る「10段ピラミッド」が途中で崩れ、一番下にいた男子生徒が下敷きになっている。140人ということは伊丹市立中学校の137人に近い10段ピラミッドを実施したと思われる。

組体操の重大事故が裁判になっている例がいくつかある。ネットでは、「浜松市は、市立中学校で2005年に起きた当時中学3年の女子生徒(17)の重傷事故に関し、現在高校生と母親に9500万円の損害賠償金を支払い和解することを決めた」(読売新聞2008年2月23日)という記事が検索できた。

賠償金では1億円を超えた判例がある。ネットで「人間ピラミッド崩壊で1億円賠償判決も」という記事を見つけ[11]、多田猛弁護士から福岡地裁と福岡高裁の判決文について教えていただいた。判例タイムズに掲載された福岡地裁(1993年)と福岡高裁(1994年)の判決文により事故の詳細を知ることができる[12][13]。

1990年福岡のS高校は8段のピラミッドを採用し、練習中に崩落し、最下段の中央にいた生徒は頸椎骨折の身障1級の障害を受け、1994年福岡高裁で1億円の賠償判決が下され確定する。

8段ピラミッドは平面型(俵積み)のもので、総勢58人で構成される(図3左)。8段は上下4段ずつに分けられ、土台の4段、上方の4段がそれぞれ練習して、土台4段の上に上方の4段を重ねるという手順だった。土台の4段が完成し、5段で揺れだし、6段に取りかかろうとしたときに崩落とあるので、5段ピラミッドの負荷量を計算してみた(図3中)。事故にあった生徒には3.9人分の負荷量がかかっていることになる。通常の5段ピラミッドは、15人で構成され、その場合の最大負荷量は3.1人分である(図3右)。15人も58人も最大負荷量は同じと思われるかもしれないが、こんなにも違いがあるのだ。



(1) 58 人の配置 (2) 崩壊時の荷重 (3) 普通の 5 段
 図 3. 1990 年, 福岡の S 高校 (8 段ピラミッド)

判決文には, 8 段ピラミッドをやりたいと言いだしたのは生徒の方だったとか, 他校で 8 段ピラミッドを成功しているので自分たちもやりたいと言ったとか, 7 段ピラミッドは一度も成功していないのに 8 段を目標にした, とかが記載されている. 負荷量計算により最大 3.9 人分の負荷がかかり, 8 段ピラミッド崩落は十分予知できたはずだ. 他校で 8 段成功したのは, 同じ 8 段でも立体型ピラミッドの 8 段である. 自分たちがやろうとしていたのは平面型の 8 段ピラミッドである. 学校長, 指導に当たった教師, 生徒がもう少し数学の知識があったなら, このような無謀な 8 段ピラミッドは実施しなかったはずである.

4. 人間ピラミッドの進化 (平面型から立体型へ)

1990 年, 福岡 S 高校のピラミッド 8 段事故は組体操にひとつの転機を与えたことは, 吉野義郎氏の文献にも記述がある [22].

人間ピラミッドに関しては俵積みのように, 単純に上に積んでいく方法では 5 段が限界ということになっていた. 誰が考え出したのだろうか詳細は確認できないが, 2000 年ごろから四角錐あるいは三角錐状に積む立体型ピラミッドが実施されるようになる. そして立体型になると, 段数が 5 段を超えて, 7 段が実施され, 10 段まで達成されるようになる. 未公認であるが 11 段を達成したとする兵庫県の高校がある. 従来の俵積みピラミッドを「平面型」と呼ぶなら, 2000 年ごろに開発された三角錐状のピラミッドは「立体型」と呼ぶことができる. 人間ピラミッドは平面型から立体型に進化することによって, 段数を一気に 10 段まで可能にしたのである.

人間はどうして段数にこだわるのだろうか. それも大人のためのピラミッドではなく, 成長段階にある義務教育の児童生徒にやらせるのはどういふものであろうか. 立体型 10 段ピラミッド挑戦には落とし穴がある. 平面型 6 段が人間の限界であったように, 立体型 10 段もまた人間の限界である. 教師は長年在籍しているので, ピラミッドの段数の記録更新を望むが, 児童や生徒は毎年新しく入ってくるので, 記録更新にチャレンジしてはいけない. そして, 最大負荷量 4 人分は絶対超えることができない. ホモ・サピエンスは生物学的に進化しないのである.

今回の組体操事故で強く感じたことは、つぎの3点である。

- (1) 10段ピラミッドなど誰も知らない。
 - (2) ピラミッドに平面型と立体型があるが、その区別がつかない人が多い。
 - (3) 安全対策をすれば十分であると思っている人が多い。
- ということである。

人間ピラミッドで児童や生徒が受ける負荷量はどれくらいのものであろうか？ それを計算するのは数学だろうか、それとも理科なのだろうか、と考えながら、負荷量計算の問題がどこかにあるのではと調べてみたが、どこにも見つからなかった。誰も負荷量計算問題を作らないなら私が作らねばと一念発起し、ピラミッドの平面型と立体型の2つを作ってみた。

負荷量の計算は中学生の数学の知識でできる。数学は受験のためにあるのではない。組体操（人間ピラミッド）の恐怖から身を守るための術である。中学生でも解ける数学の問題として作ったので、表現が中学生でもわかるようになっている。そして Wikipedia（組体操）の出典 20 としてアップした [18].

5. 誰も示さない負荷量計算

問 1

組体操で4段のピラミッド（平面型、俵積（たわらづ）み）を10人で作ります。体重はみんな同じとします。そのとき、それぞれが何人分の重み、荷重（かじゅう）を受けるか計算してください（図4）。

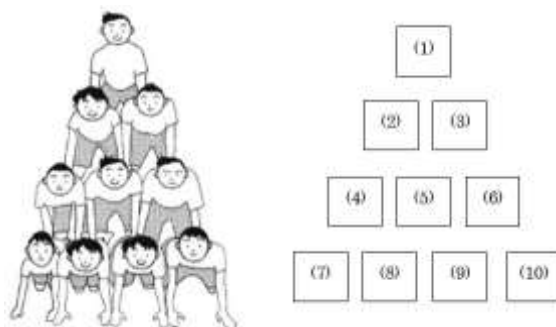


図4. ピラミッド（平面型，4段）（図は[25]を参考）

（答）(1) 0, (2) 0.5, (3) 0.5, (4) 0.75, (5) 1.5, (6) 0.75, (7) 0.875, (8) 2.125, (9) 2.125, (10) 0.875

（考え方）

まず，2段（3人）で考えてみましょう（図5）。

- (1)の上には誰も乗っていませんので，(1)の荷重は0（ゼロ）です。
- (2)と(3)は(1)の体重の半分ずつを受けるので，荷重は0.5です。

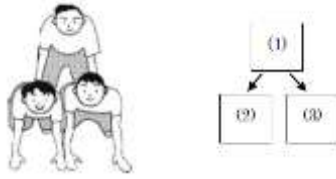


図 5 . 2 段 (3 人) の場合

(答) (1) 0, (2) 0.5, (3) 0.5

ここまでは, 誰でもわかりますね.

つぎは, 3 段 (6 人) で考えてみましょう (図 6).

(4) は(2)の半分の荷重を受けます. (2)が受ける荷重は 0.5 だからその半分だと早とちりしてはいけません. (4)が(2)から受けるのは, (2)が受ける荷重 0.5 に(2)自身の重さ (自重 (じじゅう)) といいますが) 1 を足して, 1.5 として, 1.5 の半分の荷重を受けます. 式では

$$(0.5 + 1) \div 2 = 1.5 \div 2 = 0.75$$

となります. (5)は(2)の半分と(3)の半分の荷重を受けるので,

$$1.5 \div 2 + 1.5 \div 2 = 1.5$$

となります. ピラミッドは左右対称ですので, (6)は(4)に等しく 0.75 になります.

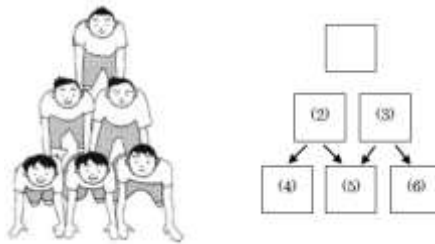


図 6 . 3 段 (6 人) の場合

(答) (4) 0.75, (5) 1.5, (6) 0.75

つぎに, 4 段 (10 人) で考えてみましょう (図 7).

(7) は(4)の半分の荷重を受けます. (4)が受ける荷重 0.75 に(4)自身の重さ 1 を足して, 1.75 として, 1.75 の半分の荷重を受けます. 式では

$$(0.75 + 1) \div 2 = 1.75 \div 2 = 0.875$$

となります. (8)は(4)の半分と(5)の半分の荷重を受けるので,

$$(0.75 + 1) \div 2 + (1.5 + 1) \div 2 = 1.75 \div 2 + 2.5 \div 2 = 0.875 + 1.25 = 2.125$$

となります. ピラミッドは左右対称ですので, (9)は(8)に等しく 2.125 に, (10)は(7)に等しく 0.875 になります.

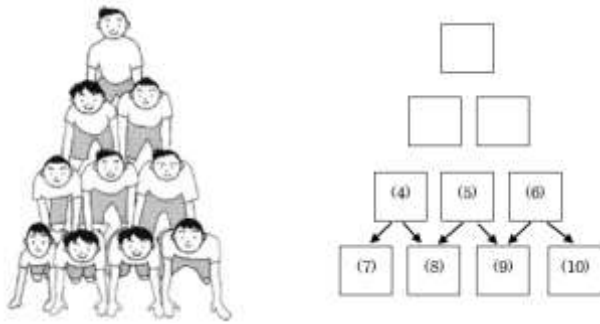


図 7. 4 段 (10 人) の場合

(答) (7) 0.875, (8) 2.125, (9) 2.125, (10) 0.875

(発展問題) ピラミッドを 5 段にしたとき, 最下段の人が受ける重みを計算してください (図 8).

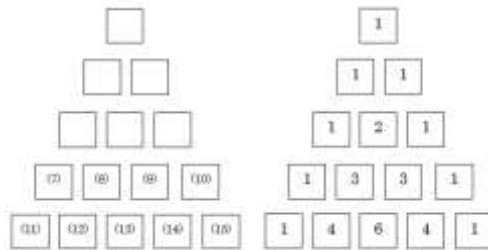


図 8. 5 段 (15 人) とパスカルの三角形

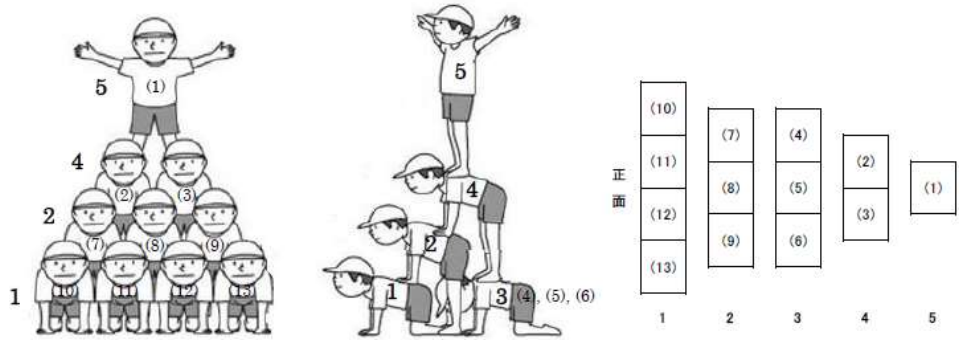
(答) (11) 0.9375, (12) 2.5, (13) 3.125, (14) 2.5, (15) 0.9375

高校数学 I A の数と式で学ぶ「パスカルの三角形」(二項展開における係数を三角状に並べたもの) を使うと直接, 求めることができます. たとえば, (13) の荷重には 4 段上の 1 人, 3 段上の 2 人, 2 段上の 3 人, 1 段上の 2 人が影響するとして, 場合わけすると次のようになります.

$$\begin{aligned}
 & {}_4C_2 \left(\frac{1}{2}\right)^4 + 2 \times {}_3C_1 \left(\frac{1}{2}\right)^3 + 2 \times {}_2C_0 \left(\frac{1}{2}\right)^2 + {}_2C_1 \left(\frac{1}{2}\right)^2 + 2 \times {}_1C_0 \left(\frac{1}{2}\right) \\
 &= \frac{6}{16} + \frac{6}{8} + \frac{2}{4} + \frac{2}{4} + \frac{2}{2} = 3\frac{1}{8} = 3.125
 \end{aligned}$$

問 2

組体操で 4 段のピラミッド (立体型, 三角錐 (すい)) を 13 人で作ります (図 9). 体重はみんな同じとします. 各自が腕に 3, 足に 7 の力かけるものとします[14]. そのとき, それぞれが何人分の重み (荷重) を受けるか計算してください.



(1) 正面からみた図 (2) 横から見た図 (3) 上から見た図
 図9. ピラミッド (立体型, 4段) (図は[1]を参考)

(答) (1) 0, (2) 0.5, (3) 0.5, (4) 0.525, (5) 1.05, (6) 0.525, (7) 0.225, (8) 0.45, (9) 0.225, (10) 0.18375, (11) 0.40125, (12) 0.40125, (13) 0.18375

(立体型の組み方)

立体型ピラミッドはつぎのような順序で作成されます. 15人は5列に分けられます.

1列目 (4人: (10), (11), (12), (13)) は, 地面に四つん這(ば)いになります.

2列目 (3人: (7), (8), (9)) は, 足は地面で, 1列目の背中に手を乗せます.

3列目 (3人: (4), (5), (6)) は, 四つん這いで, 2列目の股(また)の間に顔を入れます.

4列目 (2人: (2), (3)) は, 3列目の背中に乗り, 2列目の背中に手を乗せます.

5列目 (1人: (1)) は, 4列目の背中に乗ります.

構成する人数は, $4+3+3+2+1=13$ で13人です.

正面からは3列目の(3), (4), (5)が隠れています. 横断面の1は4人, 2は3人, 3は3人, 4は2人, 5は1人です. 1列目と2列目は半人分ずつずれています. 2列目と4列目, 4列目と5列目も半人分ずつずれています.

(考え方)

最上段の4段目の(1)から計算を始め, 1段目へ降りていきます. 列で言うと5列目から1列目へ戻っていきます.

5列目:

(1)の上には誰も乗っていませんから, (1)の荷重は0(ゼロ)です.

4列目:

(2)と(3)の上には(1)が両足をまたいで乗っていますから, 荷重はともに0.5になります.

3列目:

(4)は3列目で正面からは隠れて見えませんが, 正面に向かって(2)の右足が乗っています. (2)の荷重が0.5であり, (2)の自重1を加え, 足に7割の力

が加わり，片足ですから，(4)の荷重は

$$(0.5 + 1) \times 0.7 \div 2 = 0.525$$

になります．

(5)は(2)の左足と(3)の右足が乗っています．(2)と(3)の荷重はともに0.5であり，自重1を加え，足に7割の力が加わり，両足から力を受けるので，(5)の荷重は

$$(0.5 + 1) \times 0.7 \div 2 + (0.5 + 1) \times 0.7 \div 2 = 1.05$$

になります．

(6)の荷重は対称性により(4)と等しく0.525になります．

2列目：

(7)は(2)の右手が乗っています．(2)の荷重は0.5であり，自重1を加え，手に3割の力が加わり，片手から力を受けるので，(7)の荷重は

$$(0.5 + 1) \times 0.3 \div 2 = 0.225$$

になります．

(8)は(2)の左手と(3)の右手が乗っています．(2)と(3)の荷重はともに0.5であり，自重1を加え，手に3割の力が加わることで，両手から力を受けるので，(8)の荷重は

$$(0.5 + 1) \times 0.3 \div 2 + (0.5 + 1) \times 0.3 \div 2 = 0.45$$

になります．

(9)の荷重は対称性により(7)と等しく0.225になります．

1列目：

(10)は(7)の右手が乗っています．(7)の荷重は0.225であり，自重1を加え，手に3割の力が加わり，片手から力を受けるので，(10)の荷重は

$$(0.225 + 1) \times 0.3 \div 2 = 0.18375$$

となります．

(11)は(7)の左手と(8)の右手が乗っています．(7)の荷重は0.225であり(8)の荷重は0.45であり，自重1を加え，手に3割の力が加わることで，両手から力を受けるので，(11)の荷重は

$$(0.225 + 1) \times 0.3 \div 2 + (0.45 + 1) \times 0.3 \div 2 = 0.40125$$

となります．

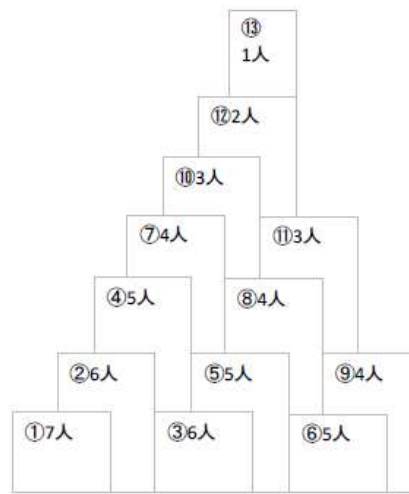
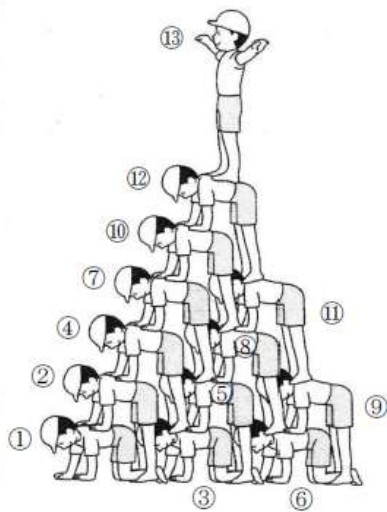
(12)は対称性により，(11)の荷重と等しく0.40125になります．

(13)は対称性により，(10)の荷重と等しく0.18375になります．

6. 7段ピラミッドと10段ピラミッド

エジプトの古代ピラミッドは四角錐であるが，近年開発された人間ピラミッド(立体型)には四角錐のもの[24]と三角錐のもの[23][25]がある．三角錐は人数が少なくて済むので普及している．ここでは，三角錐の7段(55人)の負荷量計算を説明しよう．

まず，横から見た図は，図10(1)のようになる．①～⑬は列と呼び，各列の人数は図10(2)の構成図に示した．



(1) 横から見た図 (2) 構成図
 図 10. 7 段ピラミッド (立体型) (図は[23]を参考)

[列と番号]

全体の 55 人は、①から⑬の 13 列に分けられる。①列目 (最下段) から⑬列目 (最上段) を展開すると次のようになる。

1													
2	8	14											
3	9	15	20	25	30	35	39	43	47	50			
4	10	16	21	26	31	36	40	44	48	51	53	55	
5	11	17	22	27	32	37	41	45	49	52	54		
6	12	18	23	28	33	38	42	46					
7	13	19	24	29	34								
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬

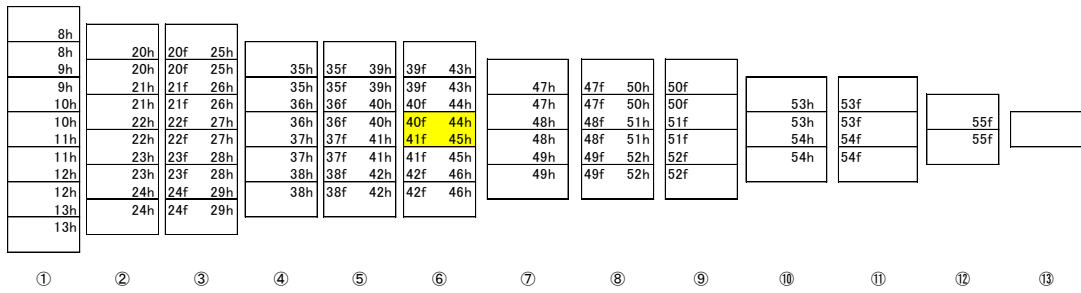
①列目は 7 人, ②列目と③列目は 6 人ずつ, ④列目~⑥列目は 5 人ずつ, ⑦列目~⑨列目は 4 人ずつ, ⑩列目と⑪列目は 3 人ずつ, ⑫列目は 2 人, ⑬列目は 1 人で,

$$7 + 6 \times 2 + 5 \times 3 + 4 \times 3 + 3 \times 2 + 2 + 1 = 55$$

となる。①列目から⑬列目まで順番に組んでいく。

[関連づけ]

つぎに, それぞれの生徒の背中には, 何番目の生徒の手や足が乗っているかの関連づけをする。たとえば, ⑥列目 32 番の生徒には, ⑧列目 40 番の左足 (40f) と, 41 番の右足 (41f), ⑨列目 44 番の左手 (44h), 45 番の右手 (45h) が乗っている。h は hand (手), f は foot (足) を記号化した。



[4つの荷重]

荷重計算は最上段である⑬列目の 55 から始める. 55 の上には誰も乗っていないから荷重は 0 である. つぎに⑫列目の 54 は 1 (一人分) の片足が乗っているから荷重は 0.5, 53 も同じく荷重は 0.5 である. ⑪列目の 50 は 50 の片足が乗っているが, 腕に 3 足に 7 の割合で重み加わるので [],

$$(0.5 + 1) \times 0.7 \div 2 = 0.525$$

となる. このように, 関連づけを参照しながら上段から下段へ荷重計算を進めていく.

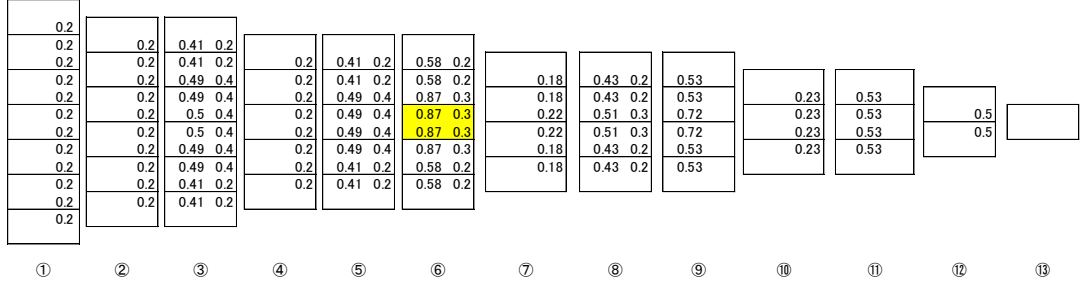
⑥列目 32 の生徒にかかる 4 つの荷重 (40f, 41f, 44h, 45h) はつぎのようになる.

$$40f = (40 \text{ の荷重} + 1) \times 0.7 \div 2$$

$$41f = (41 \text{ の荷重} + 1) \times 0.7 \div 2$$

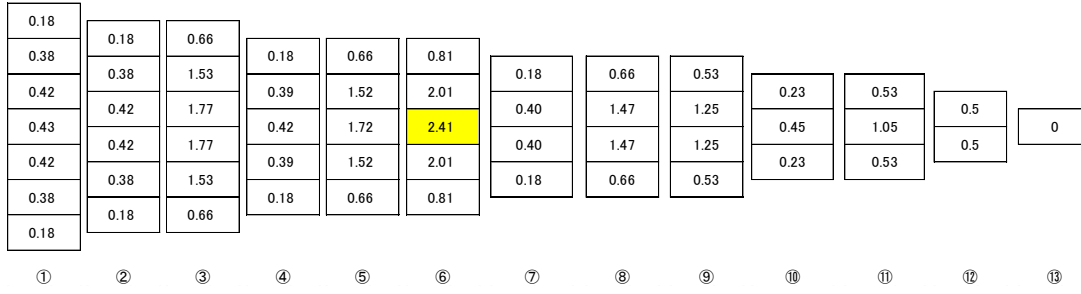
$$44h = (44 \text{ の荷重} + 1) \times 0.3 \div 2$$

$$45h = (45 \text{ の荷重} + 1) \times 0.3 \div 2$$

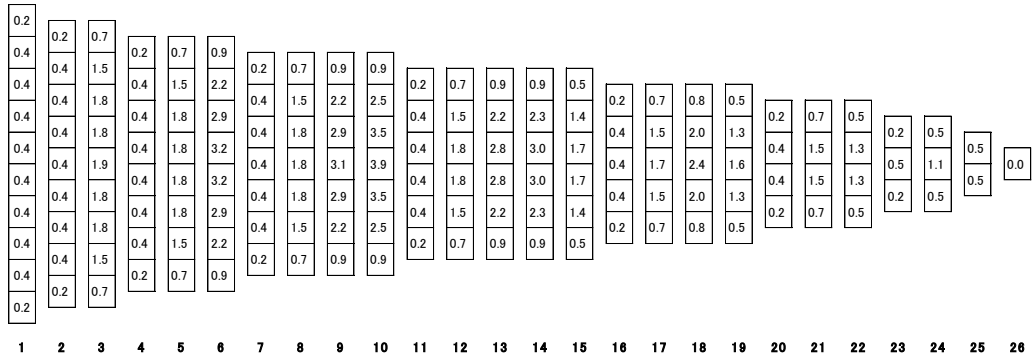


[合計する]

このようにして計算した 4 つの荷重を合計したものが, その生徒の荷重になる. 最大荷重は⑥列目 32 の生徒で 2.41 人分になる. 最下段, 前列中央 (①列目の 4) の荷重は 0.43 人分であり, 平面型と立体型は荷重が大幅に違うことに注意すること.



同様な方法で 10 段ピラミッド（151 人）の負荷量を計算することができる．数値は小数点以下 1 桁に丸めた．



内田氏の図を借りて，10 段ピラミッドの正面図と横断面図を図 11 とした[1]．この図に負荷量計算した数値を重ねて図 12 とした．正面を向いている 55 人のうち最大負荷量は上から 2 段目の 0.5 で，最下段中央は 0.4 で，生徒の苦しい表情は見られない．この値は段数が増えても変わらない．外から見えないうちに（最下段で背面から一列手前の中央に）3.9 の生徒がいる．最大負荷量 3.9 を加えて，負荷量 3 を超える生徒が合計 8 人，このまわり（上下左右）にいる．だから，立体型ピラミッドは平面型に比べて事故予知を隠してしまう．

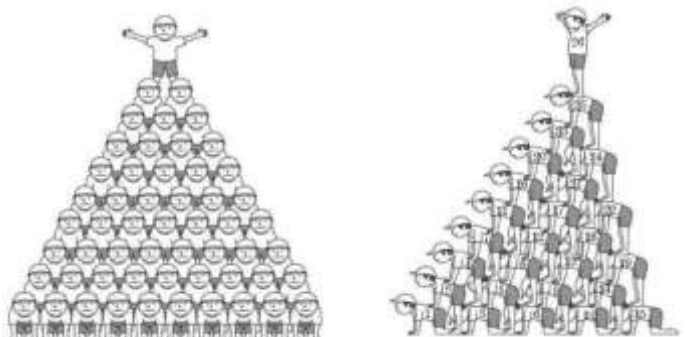


図 11. 10 段ピラミッドの正面図（左）と横断面図（右）（図は[1]を参照）

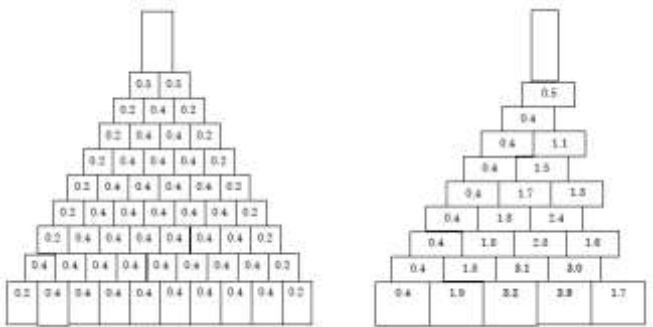


図 12. 10 段ピラミッド負荷量の正面図（55 人）と横断面図（26 人）

10 段ピラミッド（137 人）の動画から推測すると，組み立てから解除まで

にかかる時間は，スムーズに成功したときは3分間，失敗したときは5分間以上である[15][16]．組み立てにかかる時間と解除にかかる時間を等しいとして，負荷量の推移をグラフ化すると図13右のようになる．正面中央(No.5)と背面から2列目中央(No.77)の比較である．No.77の生徒は，最大負荷量が3.9だけでなく，3～5分間の積分(面積)として総負荷量がかかってくる．立体型ピラミッドは段数が増えるにつれて構成人数も大幅に増えて，実施の時間がとても長い．それに比例して総負荷量も増える．

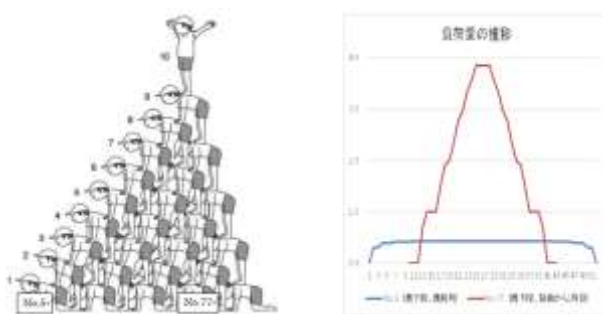


図 13. 負荷量の推移

8. 平面型と立体型の比較

最大負荷量は3.9人分であるが，中学2年男子(平均48.8キロ)で190キロ，中学3年男子(平均54.0キロ)で211キロの重量になる．高校2年男子(平均61.0キロ)で238キロ，3年男子(平均62.8キロ)で245キロになる([1]を参考)．以上は静荷重(体重計にそろっと乗ったときの重さに対応)であるが，ピラミッドの揺れに対する動荷重，崩落した場合の衝撃を考慮すると200キロどころではない．

私は200キロを背中に乗せたことがないので想像がつかない．江戸時代に行われた拷問のひとつに石抱(いしだき)がある(図14)[21]．50キロの生徒を4人分ということだが，石抱は1枚12貫(45キロ)とあるので，5枚で225キロ，このくらいの重さを背中で受け止めていることになる．

これだけではない，2015年秋の運動会に，6段の立体ピラミッドを成功させた幼稚園があらわれた．6段の立体ピラミッドは基本的には，その完成に37人を要する．そして，土台の最大負荷は1.72人分に達するのである(図15)[3]．巨大ピラミッドの低年齢化も問題になっている．



図 14. 石抱



図 15. 幼稚園児にピラミッド6段

ここで人間ピラミッドの平面型と立体型について、構成人数と負荷量を比較してみよう(表1)。段数を2段から11段までとし、平面型と立体型の最大荷重と構成人数を示した。平面型は2段(3人)の最大負荷量は0.5人分、3段(6人)は1.5人分、4段(10人)は2.1人分、5段(15人)は3.1人分、6段(21人)は3.8人分となる。7段と8段を数値で示したが成功例はない。成長途中の子供の基礎体力を考えるなら、平面型は中学生なら4段、高校生なら5段くらいであろうか。1990年福岡の高校生が平面型8段を目指していたが、負荷量計算すれば不可能という結論が出ている。

Yutaka Nishiyama

段数	平面型			立体型		
	最大荷重	人数	備考	最大荷重	人数	備考
2	0.5	3				
3	1.5	6				
4	2.1	10	中学生向き	1.1	13	
5	3.1	15	高校生向き	1.5	22	大阪市教委規制(2015年9月)
6	3.8	21	福岡県の高校で8段ピラミッドの練習中、5段目で揺れだし、6段目にとりかかるとき失敗(1990年)*	1.7	37	
7	4.8	28	成功例なし	2.4	55	小学生に推奨(明治図書など)
8	5.5	36		2.8	81	事故多し
9				3.1	111	事故多し
10				3.9	151	伊丹市の中学で成功(137人, 2010年, 最大荷重3.4) 八尾市の中学で失敗(157人, 2014年, 2015年)
11						神戸市の高校で成功(2014年), 判定は微妙。2015年は5段に変更

表1. 平面型と立体型の比較 (*1億円賠償の判決[12])

立体型は同じ段数では平面型に比べて最大負荷量が小さい。それで、4段あたりから実施される。立体型は4段(13人)の最大負荷量は1.1人分、5段(22人)は1.5人分、6段(37人)は1.7人分、7段(55人)は2.4人分、8段(81人)は2.8人分、9段(111人)は3.1人分、10段(151人)は3.9人分と続く。立体型で11段は神戸市の高校で成功したと言われているが判定は微妙である。この高校では危険であると認識したため、次年度からは5段ピラミッドに変更したということである。立体型7段は小学5・6年生に推奨している書籍がある(後述)。大阪市教委が9月1日に通知した「ピラミッド5段まで」という規制は平面型なのか立体型なのか明記されてなく曖昧である。

表1にマークした平面型6段の最大負荷量3.8人分と、立体型10段の3.9人分に注目してほしい。1990年の福岡の高校で平面型の6段で頸椎損傷の重傷事故がおり、2015年の八尾市の中学校で立体型の10段で骨折の重傷事故がおこった。これは見方を変えれば「中学生の体力で支えられるのは3.9人分、200キロまで」ということを、25年かかって再確認したにすぎない。科学では、結果の出ている実験を何度も行わない。

吉野義郎教諭が指導する伊丹市立天王寺川中学校では、2010年以来4回も10段ピラミッドを成功したとしている[17]。一方、八尾市の中学校では2015年10月の時点で一度も成功していない。そこで、伊丹市(2010年, 137人)は成功し、八尾市(2015年, 157人)は失敗した理由を考えてみた。

ピラミッド10段の構成人数は表1に示したように基本形では151人である。八尾市は157人で実施しているので、基本形の151人に足場のための6

人を追加して 157 人としたと思われる．伊丹市は 137 人であるので基本形より 14 人少ない．正確な構成図は知る由もないが，成功例の動画からは 8 段目と 9 段目の人数を減らしたと読み取れる．そこで基本 10 段（図 16）と変形 10 段（図 17）について構成図を作成し，負荷量をそれぞれ計算してみた．最大負荷量は基本形が 3.9 人分に対して，変形は 3.4 人分となった．人数を 14 人減らした分だけ最大負荷量を 0.5 人分減らすことになる．しかし，変形 10 段の 8 段目～10 段目は平面型になり，不安定な構造となる．この構成図を見て，けっして真似をしないでください！

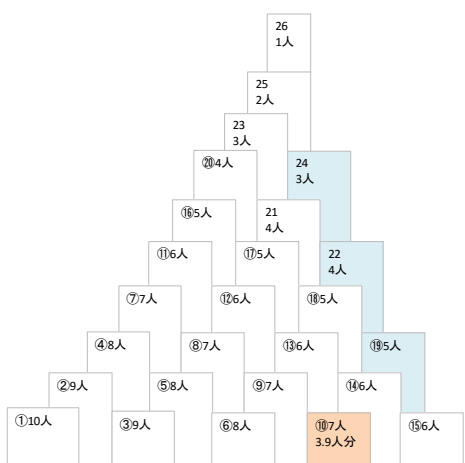


図 16. 基本 10 段（151 人）

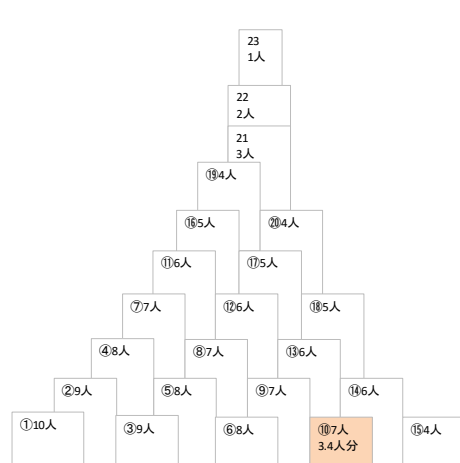


図 17. 変形 10 段（137 人）

スペインのカタルーニャ地方で 200 年以上続く伝統的な風物にカステイ（castell）と呼ばれる人間の塔（人間タワー）がある．人間の塔はユネスコの無形文化遺産にも記載されているという[20]．同じくこの地方にカタルーニャ式ピラミッドというのがある[19]．写真を参考にして 10 段の負荷量を計算した（図 18）．最上段近くは子供なので体重を少なめにして計算すると，最大負荷量は 3.9 人分になった．どうも負荷量の限界は世界的に共通のようであり，3.9 人分はホモ・サピエンスが背中で支えられる限度で，これを日本の中学生に課していたことになる．

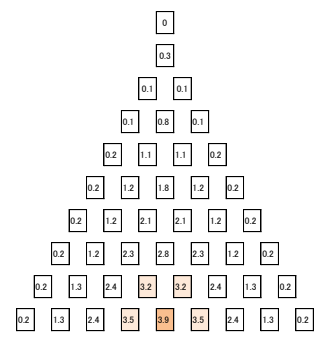


図 18. カタルーニャ式ピラミッド[19]

9. 7 段ピラミッドを推奨する書籍

小学5・6年生に立体型7段ピラミッドを推奨する書籍が3冊ある。組体操・ピラミッドの巨大化が社会問題になっている現在，巨大化を推進してきた指導者たちの書籍であるので看過できなく，ここに示しておこう。

1冊目は根本正雄編の『組体操指導のすべて』で2011年，明治図書から出版されている[23]。144～145ページに大勢「55人ピラミッド」の詳しい説明がある。分担執筆者は横田純一氏であるが，参考文献に本吉伸行『感動！55人ピラミッドの実践』（TOSSランド）があげられている。編者の根本正雄氏はTOSS体育授業研究会¹代表となっているので，TOSS（教育技術法則化運動）で7段ピラミッドが推進されてきたものと思われる。編者の「あとがき」には，「保護者の抗議でタワーをしなくなった，安全な技だけを紹介した」とあるが，108～111ページには4段タワー（16人技）の詳しい説明がある。編集責任者と分担執筆者の間に，タワーの取り扱いについて矛盾した書籍である。

2冊目は戸田克著の『徹底解説 組体操』で2013年，小学館から出版されている[24]。34～37ページに大ピラミッドの説明がある。ここでは四角錐のピラミッドのポジション図があり，7段の場合の人数は113人とある。戸田克氏は埼玉県組体操協会²でも活動され，講習会の開催など巨大ピラミッドを推進されてきたと思われる。

3冊目は関西体育授業研究会著の『組体操 絶対成功の指導 BOOK』で2014年，明治図書から出版されている[25]。75ページに55人ピラミッドの説明がある。関西体育授業研究会³は事務局を大阪教育大学附属池田小学校に設置し，連絡先は垣内幸太氏となっている。この研究会のホームページでは最近まで組体操の講習会を積極的に開催し，7段ピラミッドを推進してきたと思われる。現在は，過去の催しが閲覧できなくなっている。

組体操の書籍には，7段ピラミッドなど巨大組体操を推奨しない書籍もある[26]。

書籍としてはないが，DVD，YouTubeによる動画配信，講習会などを通じて積極的に巨大ピラミッドを推進してきた指導者に伊丹市立天王寺川中学校の元教諭，吉野義郎氏がいる。すでに紹介したように，天王寺川中学校では立体型10段ピラミッドを4回にわたって成功している[15][16][17]。2015年八尾市の中学校での10段ピラミッド崩落や大阪市教委の規制に対して，吉野氏はつぎのようにコメントしている。

- (1) 指導者の指導力不足
- (2) 生徒の基礎体力の低下が事故につながった
- (3) 段数の規制は，モチベーションの低下につながる

というものだ。「目標は高ければ高いほうが良い」には科学的な裏付けがない。

¹ 公式サイト http://www.tos-land.net/teaching_plan/contents/9012（2015年12月閲覧）

² 公式サイト <http://kumisaitama.jimdo.com/>（2015年12月閲覧）

³ 公式サイト <http://kantaiken.jp/>（2015年12月閲覧），組体操研修会あり。

吉野義郎氏の動画を見ながら、私が違和感を覚えたのは次である。

11段ピラミッドに挑戦するために「はしご」まで登場するのである(図 19) [16]. これって、スポーツでは違反行為ではないだろうか. 用具や道具を一切使わないところに組体操の魅力があるのではないだろうか. はしごを使って積み上げられる生徒は、建築材料のように見なされている. 生徒は人間なのだ! また、組み方の説明では「頭を相手の足の間にに入れて、腕を外側からまわし、前の人の足の上や、地面などのあいているスペースに手をおきます」とある(図 20) [14]. 立体ピラミッド 151 人のうち 96 人がこの姿勢になる. 何らかの理由でピラミッドが崩れたとき、生徒はどうなるのだろうか. 頸椎損傷や脊椎損傷を誘発するようなものである.

これ以外に、映像では「かすがい」とよばれる生徒が逆向きに向かう組み方がある. 「かすがい」と呼ぶこと自体、生徒を人間としてではなく、建築材料とみなしていることになる. ピラミッドが崩落した時に大惨事になるのは間違いない. このように危険な組み方が動画には散見された.



図 19. はしごを使う [16]



図 20. 頸椎損傷を誘発 [14]

濱田靖一 (1914~2008) の著書には組体操の原点があるように思われる [27][28]. 『組体操』や『イラストでみる組体操・組立体操』はレオナルド・ダ・ビンチの解剖図を見るようだ. 骨格、筋肉が精密に描かれていて、人が人として扱われている. たとえば、組手についても手首握り、指握り、拳握り、銃握り、肘握り、上膊 (はく) 握り、握手握り、拇握り、足握りと人体の構造と運動を細かく分析して描かれている (図 21). 最近の組体操の書籍は骨格や筋肉の描写がなく、人は人形として描かれている.

図 22 は体育系大学生によるピラミッド 5 段 (左) にタワー 3 段 (右) の実演である [28]. 文献の 257~258 ページにこの写真が掲載されている. 私はこれを「健全な組体操」と呼びたい. 鍛え抜かれた体育系大学生の組体操は、ゆとりと美しさを感じさせる. 大学生がする組体操と同じものを発育段階の小中学生に要求してはいけない.



図 21.組手のいろいろ[28]



図 22. 体育系大学生による組体操[28]

濱田は前掲書 232 ページに「組立体操の約束」として次のように記述している[28].

「人体は純粋物理学の対象にはならない—組立は物理的に合理性を持たなければならない. しかし, 人体は建築材料のように純粋物理学の対象にはならない. 全員の体重を計量したからうまくいくというものではない. 同じ 50kg の体重の人でも, 筋肉質で強固な人もいれば, 脂肪肥りで虚弱な体質の人もある. 同じ身長の人でも柔軟性や巧み性, 気持ちの持ち方, すなわち, 精神的な差異もあるから, 身長や体重はいちおうの目安になるが万全ではない. したがって, 指導者は総合的な体力や経験をもとにして計算すべきである」

「山高きが故に尊からず—組立体操ではその構成のよさ, 素材の生かし方(発育段階, 性別), 形のもつリズムや重点の指向, 適材適所の協調組立, 解体の手順のよさ, 練習の成果などを評価の対象にすべきである. 組立の速さ, 持続, 高さなどを競う競技ではない. 意外性だけを追及したり奇をてらったりして競技に持ちこむことは危険であり, 組立体操の邪道である」

巨大ピラミッドを推進してきた指導者たちは, いまいちど濱田靖一氏の著書を読み返して欲しいものである.

2015 年 10 月, 八尾市の中学校で 10 段ピラミッド崩落を契機にマスコミ各社は巨大組体操の規制を訴え続けているが, 数年前までは巨大ピラミッドをマスコミが称賛していたことを忘れてはならない.

伊丹市立天王寺川中学校の元教諭であった吉野義郎氏は, 兵庫教育大学の大学院で学びながら修士課程の研究報告として「新・組体操～指導法の DVD 教材作成と評価・改善」を 2010 年度に提出している[22]. そして, 2010 年～2014 年に 10 段ピラミッドを 4 回成功させている. 成功の動画は YouTube にアップされている[15][16]. 動画がアップされたことをきっかけに日本テレビ, テレビ東京など複数のテレビ局が番組を企画し, 収録時には天王寺川中学校に集まった観衆は 3000 人とも言われている.

テレビ, マスメディアは魔物である. 吉野義郎氏は, 最初は教育に対する熱意から巨大ピラミッドに挑戦したのであろう. テレビ出演が増えるにつれて, 10 段ピラミッドが自己目的化してしまっただけではないだろうか. 巨大ピラミッドを作ってしまったのは, 推進者だけではなくそれを無条件で称賛し

たメディアの責任も大きい。

10. 必要とされる科学の眼

大阪市教委の「ピラミッドは 5 段まで，タワーは 3 段まで」という規制通知は，エスカレートする組体操に警鐘を鳴らす役目を果たした．規制をしたのは大阪市が全国で初めてであり，これが全国基準のようなものになってしまった．ピラミッドは 5 段までならいいと判断したのか，千葉県の中 3 男子生徒がピラミッド 5 段の練習中に落下し，右脚太ももを骨折し，1 カ月以上も入院している [29]．

ピラミッド 5 段は平面型と立体型では最大負荷量が大きく違う．東京新聞に確認したところ千葉県の事故は平面型の 5 段であった．平面型の 5 段は，最大負荷量が 3.1 人分であり，中 3 男子の平均体重を 50 キロとすると 156 キロになる（図 23）．大阪市教委の規制を誤解している指導者が多いと思われるので，私は大阪市教委に平面型か立体型かを明記することを要望した [30]．



図 23. 5 段ピラミッドの負荷量 [30]

同じころ人間タワー 4 段による事故が TBS ニュースで流れた（図 24）．私は映像を見て，この 4 段タワーはおかしい！と直観した．事故にあった 4 段タワーの構成が気になって仕方がなかった．確認してみると，下から 6 人，5 人，3 人，1 人の 15 人で 4 段タワーを実施していたということだ（ $6+5+3+1=15$ ）．調べてみたが，このような構成の 4 段タワーは，組体操の書籍にはどこにもなかった [23][24][25]．

4 段タワーは，下から 6 人，6 人，3 人，1 人の 16 人（ $6+6+3+1=16$ ）か，下から 12 人，6 人，3 人，1 人の 22 人（ $12+6+3+1=22$ ）のものが一般的である．15 人にすると，6 人から 5 人への力の伝達，5 人から 3 人への力の伝達が不均等になることは常識的にわかる．では，どうしてこのような 15 人の 4 段タワーを実施してしまったのだろうか．

組体操の実施計画の詳細を確認してみると，この小学校では 96 人で，16 人の 4 段タワーを 6 基作る予定だった（ $16 \times 6 = 96$ ）．ところが児童が 5～6 人欠席したため，安全対策の 3 人の教師が 4 段タワーの中に入り，事故にあった 4 段タワーでは 15 人のまま実施してしまったということである．実にお粗末な話である．15 人の 4 段タワーは土台が 1 つ欠けた欠陥住宅のようなものだ．崩れることは予想できたし，組体操を指導できない教師が，組体操を

実施して起こした悲劇である（図 25）[31].

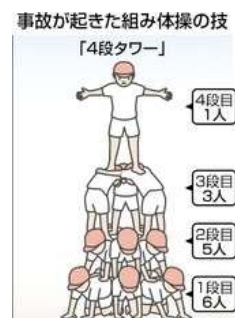


図 24. 4 段タワーの事故 (TBS ニュース) 図 25. 欠陥 4 段タワー [31]

学校リスク研究所の内田良氏は、「安全な組体操の実現に向けて 馳浩文部科学大臣に組体操の段数制限を求めます」という署名活動を change.org⁴ で始めた。2016 年 5 月の運動会シーズンにおける「安全な組体操」の実現に向けて、文部科学省に署名を提出する予定であると言う。

初鹿明博衆議院議員は巨大組体操を危険と感じ、行動に移した最初の国会議員である。2015 年 11 月 18 日、衆議院第一議員会館で平野博文，牧義夫，笠浩史，初鹿明博の 4 名の衆議院議員の呼びかけで、「学校管理下における重大事故について考える勉強会」が開催された。内田良名古屋大学准教授による講演「事実解明なき学校事故—組体操と柔道から考える」と横浜市大南部さおり助教による講演「被害者のニーズ，学校のニーズ」，被害者 3 家族による動画での報告がおこなわれた。

また，初鹿議員は 12 月 1 日，衆議院文部科学委員会において，組体操について馳文部科学大臣に一般質問している [32]。組体操は政治色の少ない事案であるので，より多くの地方議員，国会議員が党派を超えて取り上げてもらいたいものだ。

10 月 24 日付の神戸新聞に興味ある記事があった。それは、「組み体操事故兵庫突出 912 件，骨折 230 件 県教委初調査」というものだ [33]。兵庫県の事故件数が突出しているのはどうしてだろうか。組体操に地域性があるのだろうか。組体操を積極的に行う県と行わない県があり，組体操実施数と事故件数は比例するのではないかと考え，事故を科学的に分析するため，日本スポーツ振興センターに都道府県別，事故（骨折）件数のデータを依頼した。

いずれにしても，組体操に関わる関係者（教師，生徒，校長，保護者，教育委員会，市民，議員など）に数学の知識があれば，組体操の事故が防げたのではと思えて仕方がない。

11. 番外編としての数学問題

$$\frac{0}{2^0}$$

⁴ 公式サイト <https://www.change.org/> (2015 年 12 月閲覧)

上から p 段目の p 個の分子は、すべて p で割り切れる。
ということが成り立つというのである。なかなか面白い問題であるので、私は「宮永予想」と名付けた。すべての素数 p で成り立つことの証明は、数学好きな高校生なら解ける問題なので、チャレンジしてください。

[付記]

調査・研究のため依頼していた都道府県別、組体操の負傷者（骨折者）のデータが、日本スポーツ振興センターから届いた。2012年度と2013年度の2年分で、小中高校のデータであるが、高校は組体操の実施も少ないので分析から除外した。

まず、小中学校の2年分の負傷者数を計算し、多い順に並べ替えた。大阪2074件が最多で、兵庫1890件、東京1476件と続き、秋田12件、島根10件、山形5件となる。負傷者数が地域によって極端な開きがあることに驚く。組体操に積極的な県がある一方、ほとんど実施しない県もある。総じて都市に負傷者が多い、都市型現象ともいえる。

これでは、人口に比例して負傷者数も多くなるので本当の比較にならないので、負傷率を求めた。文部科学省の基礎データより、小中学の在学者数を調べ、負傷者数を在学者数で割ってみた。つまり、児童・生徒1万人に対する負傷者数の比率を求めた。そして、負傷率を大きい順に並べ替えた。兵庫20人が最大で、福岡15人、大阪14人と続き、福島0.5人、新潟0.4人、山形0.3人となる。負傷率の平均は8であるので、自分の地域の負傷率が高いか低いかを知るには、8を基準にして考えるとよい。負傷者数と負傷率は必ずしも連動していない。東京は負傷者数が第3位であるが、負傷率は8で第19位である。三重は負傷者数では第13位であるが、負傷率は第4位である。

表2に負傷者数、負傷率の都道府県別順位を示した。表3に負傷数、負傷率の小中高別、上位3位を示した。これで組体操事故の地域差を把握することができる。年間8000件を越す組体操の負傷者を減らすためには、上位10の都府県は原因の解明と抜本的な対策が望まれる。

負傷数			負傷率		
1	大阪	2074	1	兵庫	20
2	兵庫	1890	2	福岡	15
3	東京	1476	3	大阪	14
4	福岡	1233	4	三重	14
5	埼玉	1133	5	鳥取	13
6	千葉	860	6	和歌山	12
7	愛知	825	7	奈良	12
8	神奈川	794	8	長野	12
9	広島	544	9	広島	11
10	静岡	454	10	京都	11
11	京都	450	11	滋賀	10
12	長野	430	12	岡山	10
13	三重	430	13	埼玉	10
14	岡山	329	14	香川	9
15	奈良	276	15	山口	9
16	滋賀	262	16	千葉	9
17	熊本	254	17	長崎	8
18	北海	220	18	熊本	8
19	山口	207	19	東京	8
20	長崎	203	20	大分	8
21	茨城	200	21	静岡	7
22	和歌山	195	22	佐賀	7
23	大分	155	23	山梨	7
24	香川	154	24	愛知	6
25	栃木	145	25	石川	6
26	鹿児島	133	26	神奈川	6
27	群馬	128	27	愛媛	5
28	鳥取	128	28	高知	5
29	石川	123	29	宮崎	5
30	愛媛	123	30	鹿児島	5
31	沖縄	122	31	栃木	4
32	岐阜	120	32	沖縄	4
33	佐賀	110	33	茨城	4
34	山梨	96	34	群馬	4
35	宮崎	92	35	岐阜	3
36	宮城	88	36	北海道	3
37	高知	60	37	岩手	3
38	岩手	57	38	宮城	2
39	青森	26	39	徳島	2
40	福井	20	40	福井	1
41	徳島	20	41	青森	1
42	福島	16	42	島根	1
43	新潟	16	43	秋田	1
44	富山	13	44	富山	1
45	秋田	12	45	福島	0
46	島根	10	46	新潟	0
47	山形	5	47	山形	0
合計 16711			全国平均 8		

表 2. 都道府県別，負傷数と負傷率の順位（日本スポーツ振興センターの提供資料により，2012年度と2013年度の小中学生の負傷者数より計算，負傷率は在学生1万人に対する人数）

負傷数				負傷率			
	1位	2位	3位		1位	2位	3位
小	大阪	東京	兵庫	小	三重	長野	大阪
中	兵庫	福岡	大阪	中	兵庫	福岡	鳥取
高	福岡	熊本	広島	高	熊本	長崎	広島

表 3. 負傷数，負傷率の上位3位

参考文献・参考資料

- [1] 内田良『教育という病ー子どもと先生を苦しめる「教育リスク」』光文社新書，2015年6月
- [2] 内田良，「痛い」は禁句 組体操の指導法 ▽組体操リスク(12)，Yahooニュース，2015年9月27日
<http://bylines.news.yahoo.co.jp/ryouchida/20150927-00049904/>（2015年12月閲覧）
- [3] 内田良，幼稚園で「6段」のピラミッド 低年齢化する巨大組体操，Yahooニュース，2015年10月9日
<http://bylines.news.yahoo.co.jp/ryouchida/20151009-00050296/>（2015年12月閲覧）
- [4] Students crushed as 10-storey human pyramid involving 150 pupils collapses in a disastrous performance, Daily Mail, UK, 2 Oct 2015.
<http://www.dailymail.co.uk/news/article-3257189/Students-crushed-Japanese-human-pyramid-collapse.html>（2015年12月閲覧）
- [5] 西山豊「笹子トンネル事故を考えるー科学者の社会的責任から」『日本の科学者』2013年7月，Vol.48, No.7, 34-40
<http://www.osaka-ue.ac.jp/zemi/nishiyama/articles/jsa9.pdf>（2015年12月閲覧）
- [6] 「学校の管理下の災害〔平成26年版〕」，日本スポーツ振興センター
- [7] 組体操の練習 中3男子骨折 菊陽中，全治1か月，読売新聞（西部），2014年5月13日
- [8] 「ピラミッド」転落 頂上の小六少女死ぬ，読売新聞，1983年9月27日（夕）
- [9] “人間ピラミッド”グシャリ 卒業記念撮影の児童死ぬ 愛媛，毎日新聞，1988年3月4日
- [10] 運動会練習中の中3 「人間タワー」崩れ死ぬ 相模原，毎日新聞，1990年9月26日
- [11] 多田猛，人間ピラミッド崩壊で「1億円賠償」判決も一弁護士が指摘する「組体操」のリスク，弁護士ドットコム，2014年11月2日
https://www.bengo4.com/other/1146/1307/n_2232/（2015年12月閲覧）
- [12] 福岡地裁（平成5年5月11日），判例タイムズ，822号，251-261頁
- [13] 福岡高裁（平成6年12月22日），判例タイムズ，879号，236-241頁
- [14] よしのよしろう・組体操・立体ピラミッドの動画説明（2010年），「腕に3，足に7の力をかける」の説明あり。
<https://www.youtube.com/watch?v=JV0f6Fg4VS8>（2015年12月閲覧）
- [15] よしのよしろう組体操「未来への誓いパート 12<一心不乱>」後半（2010年9月25日）
<https://www.youtube.com/watch?v=PEMdfqZFiR0>（2015年12月閲覧）
- [16] よしのよしろうと天中3年男子 世界初 11段ピラミッドに挑戦，2011年

- https://www.youtube.com/watch?v=GGpyLGk_pYk (2015年12月閲覧)
- [17] できた！10段ピラミッド 137人で組み体操 兵庫，朝日新聞，2010年10月22日
- <http://www.asahi.com/edu/student/news/OSK201010220045.html>
(2015年12月閲覧)
- [18] Wikipedia 組体操，出典 20
- <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E7%B5%84%E4%BD%93%E6%93%8D>
(2015年12月閲覧)
- [19] Wikipedia 人間ピラミッド (2015年12月閲覧)
- [20] Wikipedia 人間の塔 (2015年12月閲覧)
- [21] Wikipedia 石抱 (2015年12月閲覧)
- [22] 吉野義郎「新・組体操～指導法のDVD教材作成と評価・改善」兵庫教育大学，教職修士(2010年度)機関リポジトリ，2011年3月，p72-73.
- <http://repository.hyogo-u.ac.jp/dspace/bitstream/10132/6919/1/YW40202022.pdf> (2015年12月閲覧)
- [23] 根本正雄編『組体操指導のすべてーてんこ盛り事典』明治図書，2011年
- [24] 戸田克『徹底解説 組体操 新しい技と指導の基礎基本』小学館，2013年
- [25] 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
- [26] 谷古宇栄『みんなが輝く！組体操の技と指導のコツ』ナツメ社，2015年
- [27] 濱田靖一『組体操』泰流社，1976年
- [28] 濱田靖一『イラストでみる組体操・組立体操』大修館書店，1996年
- [29] 組体操 千葉の中3骨折入院 揺れて落下 死ぬかと，東京新聞，2015年10月10日
- [30] ネット署名1万人突破 過負荷の下段も危険，東京新聞，2015年10月18日
- [31] 事故多発 組み体操の実態 安全対策 なお甘く，東京新聞，2015年10月30日
- [32] 衆議院文部科学委員会，衆議院インターネット審議中継，2015年12月1日 <http://www.shugiintv.go.jp/jp/index.php> (2015年12月閲覧)
- [33] 組み体操事故 兵庫突出 912件 骨折 230件 県教委初調査，神戸新聞，2015年10月24日
- <http://www.kobe-np.co.jp/news/shakai/201510/0008507596.shtml> (2015年12月閲覧)

(にしやま・ゆたか／大阪経済大学)