

●トピックス

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)のときのピラミッド3段、中学3年生(1963年)のときのピラミッド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勧めです。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合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年度版(データは2013年)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

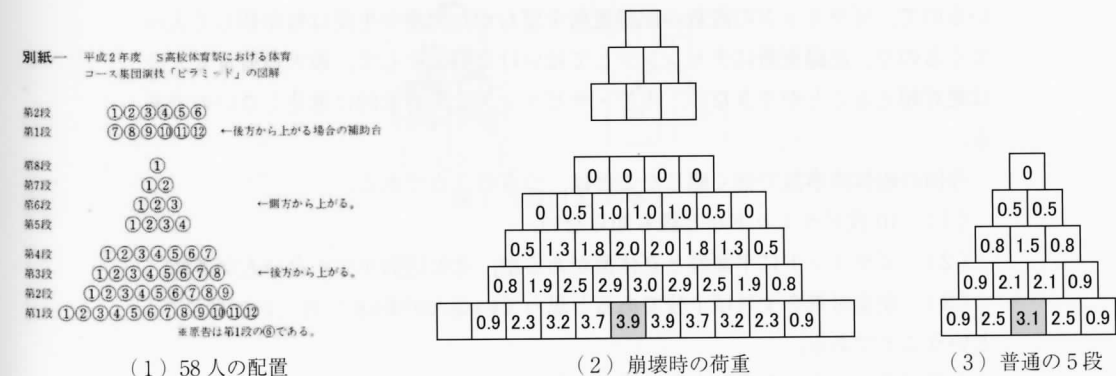


図3 1990年、福岡のS高校(8段ピラミッド)

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。

判決文には、8段ピラミッドをやりたいた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た言ったとか、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段を成功したのは、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うものであろうか。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に、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)。

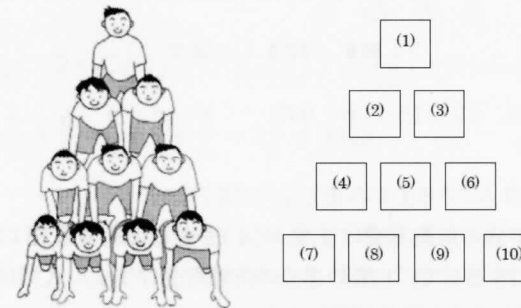


図4 ピラミッド(平面型, 4段)(図は[25]を参考)

(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ますので、荷重は0.5です。

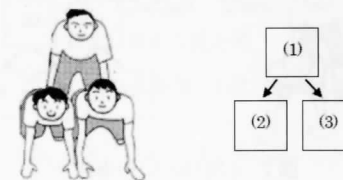


図5 2段(3人)の場合

(答) (1) 0, (2) 0.5, (3) 0.5
こままでは、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^{じじゆう}といいます)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。

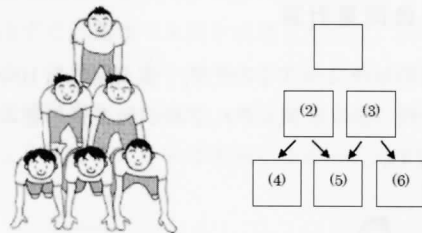


図6 3段(6人)の場合

(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。

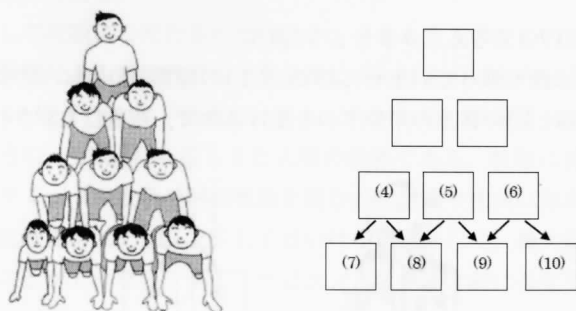


図7 4段(10人)の場合

(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)。

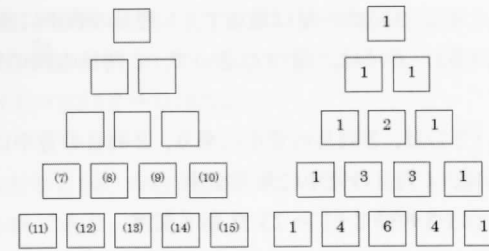


図8 5段(15人)とパスカルの三角形

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

高校数学IA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の力を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。

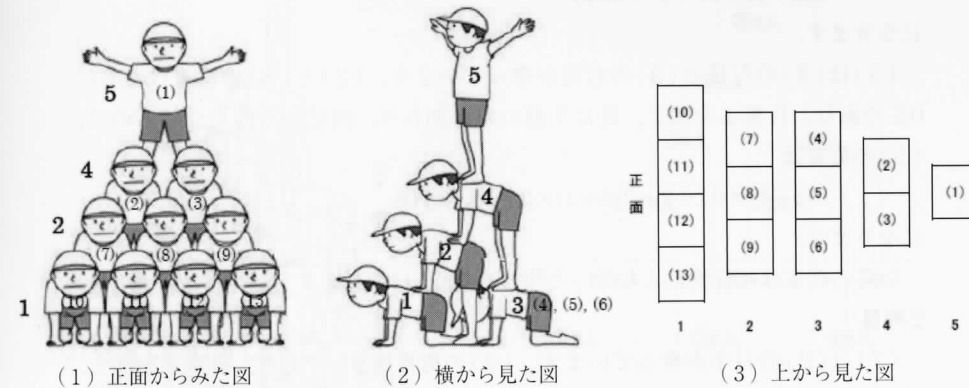


図9 ピラミッド(立体型、4段)(図は[1]を参考)

(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、地面に四つん這い^ばになります。

- 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。列でいうと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、(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。

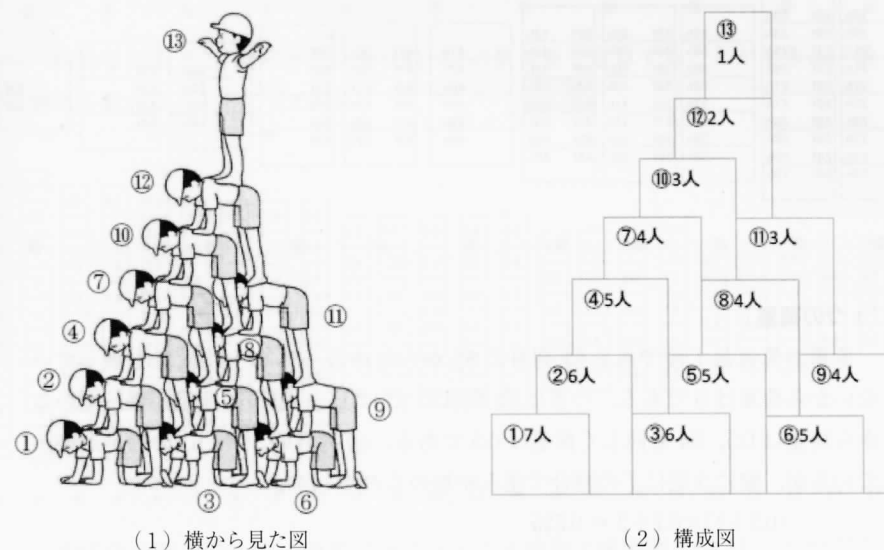


図10 7段ピラミッド(立体型)(図は[23]を参考)

[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。

