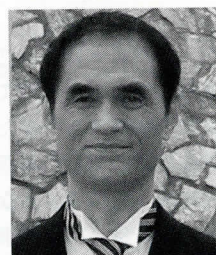


レビュー R E V I E W

巨大組体操の危険性を検証する
—必要とされる科学の眼

2016年の秋には運動会が予定されているが、筆者は事故につながる巨大組体操の実施は見送るべきとしている。運動会での組体操による事故が年間8000件を超えている。そのうち4分の1が骨折である。人間ピラミッドや人間タワーの高層化、巨大化が原因とみられる。人間ピラミッドの負荷量計算をして、その危険性を指摘した。



西山 豊

1 10段ピラミッドの崩壊

2015年10月1日、大阪府八尾市の中学校における体育祭の組体操で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映像だったので、ニュース解説でも取り上げられ、組体操が社会問題になった。

組体操の巨大化の危険性を最初に指摘したのは名古屋大学の内田良准教授である¹⁾。2014年5月、熊本県の中学校で10段ピラミッドを練習中に崩れ、一番下にいた男子生徒が下敷きになり、全治1カ月の腰椎骨折の事故がおきている。10段ピラミッドの最大負荷量は3.9人分である。内田氏は教育社会学の立場から論述

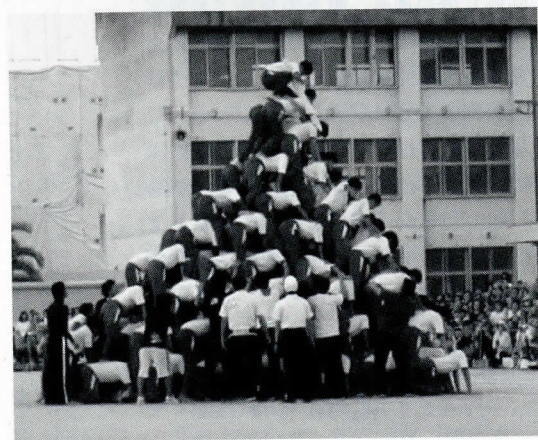


図1 10段ピラミッドの崩壊

キーワード：組体操 (gymnastic formation), 人間ピラミッド (human pyramid), 荷重 (structural load), 事故 (accident), リスク管理 (risk management)

しているが、私は数学や理工学の立場から巨大組体操を検証してみる。

私が組体操問題に関心を持ったのは2015年9月、大阪市教委が「ピラミッドは5段、タワーは3段」という規制を発表したときである。「ピラミッド」とは三角形または三角錐状に積み上げたものを、「タワー」とは円筒状に積み上げたものを言う。

私が経験した1960年代の組体操(当時は「組み立て体操」と言っていた)は、小学6年生のピラミッドは3段、中学3年生のピラミッドは4段である。ピラミッド10段など知らなかったし、大阪市教委の規制「ピラミッドは5段」が、すぐには理解できなかった。

10段ピラミッド崩壊の動画を見ながら、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(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、指導者たちはこのことを想定しているのかと疑った。

2 年間8000件以上の組体操事故

日本スポーツ振興センターによれば、2014年度の組体操による負傷数は小中高校あわせて

8592件、このうちタワーが1241件、ピラミッドが1133件だった。年間8000件以上の負傷数は2011年から増減なく、ほぼ一定である²⁾。また、過去46年間に組体操の事故で9名が死亡、障害が残った子どもは92名に上る。死亡事故の詳細は明らかでないが、新聞縮刷版で3例が確認できる。

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。「2人が中腰で向かい合って両手を組み、もう1人が2人の肩の上に乗って立ち上がる。下の2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。

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。

「男子ばかりの13人が教師の指導で組み立てていたピラミッドは、下から5人、4人、3人、1人で、下から3段目まで進んだとき崩れた」とあるので、13人の4段ピラミッドを実施したことになる。

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。「崩れた人間タワーは、19人の生徒によって作られ、1段目の10人の肩の上に5人が乗り、さらにその上に3人、最上段に1人が乗る」とあるので、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。

これらの3例から言えることは、運動会当日より、練習中の事故がほとんどであること、ピラミッドよりタワーの事故が多いこと、2段でも死亡事故につながるということだ。

3 平面型から立体型への進化

組体操の重大事故が裁判になっている例がいくつもある。賠償金では1億円を超えた判例があり、福岡地裁(1993年)の判決文により事故の詳細を知ることができる³⁾。

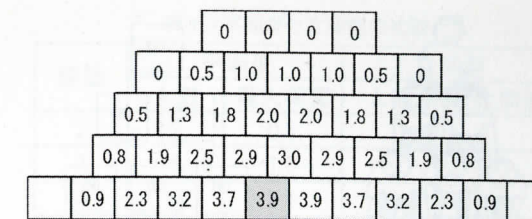


図2 福岡S高校での事故ピラミッドの負荷量

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した。

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。8段は上下4段ずつに分けられ、土台4段の上に4段を重ねるという手順だった。

土台の4段が完成し、5段で揺れだして、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すると図2のようになり、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。

ピラミッド8段事故は、組体操にひとつの転機を与えた。俵積みのように、単純に上に積んでいく方法では5段が限界である。

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。

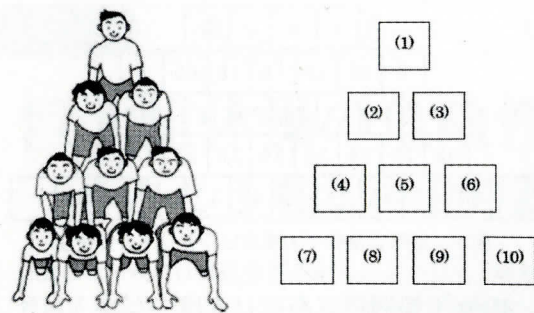
従来の俵積みのピラミッドを「平面型」と呼ぶなら、2000年ごろに開発された三角錐状のピラミッドは「立体型」と呼ぶことができる。人間ピラミッドは平面型から立体型に進化した。

4 ピラミッドの負荷量計算

(1) 平面型の負荷量

10人で4段のピラミッド(平面型、俵積み)を作るときの負荷量を計算してみよう(図3)。概略計算のため体重は皆同じとする。

ピラミッドは下から上へ4人、3人、2人、

図3 ピラミッド(平面型, 4段)⁷⁾

1人と積み上げていくが、負荷量計算は上から下へと進める。

上から1段目の(1)の上には誰も乗っていないから、(1)の荷重は0(ゼロ)である。2段目の(2)と(3)は(1)の体重の半分ずつを受けるので、荷重は0.5である。3段目の(4)は(2)の半分の荷重を受ける。(2)の荷重は0.5だからその半分だと早とちりしてはいけない。(2)から受けるのは、(2)が受ける荷重0.5に(2)自身の重さ1を足して1.5として、1.5の半分の荷重を受ける。式では

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

となる。(5)は(2)の半分と(3)の半分の荷重を受けるので、 $1.5 \div 2 + 1.5 \div 2 = 1.5$ となる。ピラミッドは左右対称なので、(6)は(4)に等しく0.75になる。

このようにして4段目の荷重を計算することができ、4段ピラミッドの最大負荷量は(8)と(9)の2.125人分ということになる。

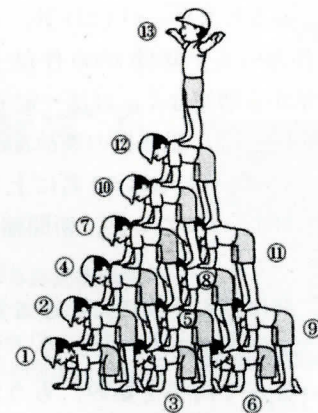
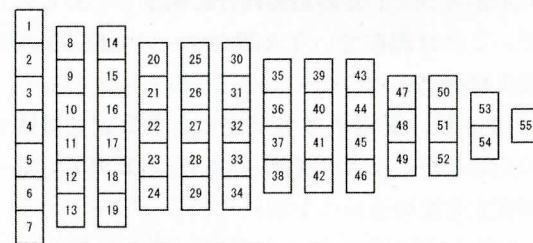
【答】

(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

(2) 立体型の負荷量

55人で7段のピラミッド(立体型, 三角錐)を作るときの負荷量を計算してみよう(図4)。ここでも体重は皆同じとする。各自は腕に3, 足に7の力をかけるものとする。

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)には三角錐状のものがある。三角錐は人数が少なく

(1) 横から見た図⁵⁾

(2) 組み立て前の展開図(上から見る)

図4 ピラミッド(立体型, 7段)

て済むので普及している。まず、横から見た図は、図4(1)のようになる。①～⑬は列と呼び、55人は13列に分けられる。最下段の1列目から最上段の13列目を展開すると図4(2)となる。

1列目の7人は地面に四つんばいになる。

2列目の6人は、地面に足をつき、1列目の背中に手を乗せる。

3列目の6人は、地面に四つん這いで、2列目の股の間に顔を入れる。

4列目の5人は、3列目の背中に足を乗せ、2列目の背中に手を乗せる。

5列目の5人は、地面に足をつき4列目の股の間に顔を入れ3列目の背中に手を乗せる。

このような手順で7列目の4人から13列目の1人まで実施する。立体型の負荷量計算は、平面型と同様に最上段(13列目の55番)から下へと進めていく。プログラムを作る必要はなく、表計算ソフトを使えば十分である。

そのためには、55人の互いの関連付けが必要である。たとえば、6列目32番の背中に

は、8列目40番の左足(40FL)と41番の右足(41FR)、9列目44番の左手(44HL)と45番の右手(45HR)が乗っている。(HはHand, FはFoot, RはRight, LはLeftの意)。

荷重計算は最上段である13列目の55番から始める。55番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番は一人の片足が乗っているから荷重は0.5、53番も同じく荷重は0.5である。11列目の50番は12列目53番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。たとえば6列目32番にかかる荷重は、4つの荷重(40FL, 41FR, 44HL, 45HR)を計算し、それを合計することで求められる¹¹⁾。

55人の中で最大負荷量は6列目32番で2.41人分になる。立体型10段ピラミッドの負荷量は同様な手順で計算できる。最大負荷量は3.9人分で、その位置は内部にあるので外からは確認できない。また、内部に崩れる特性を持っているため、周りに教師を配置しても安全対策にはならない。10段ピラミッドで正面を向いている55人の負荷量は0.5人分を超えない。平面型と立体型では大きく異なることに注意することが必要である。

5 平面型と立体型の比較

10段ピラミッド(立体型)の最大負荷量は3.9人分であるが、中学3年男子の平均体重は54キロであるので、211キロ、つまり200キロを超える負荷となる。

この200キロは、静荷重(体重計にそろう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荷重を考慮すると200キロどころではなくなる。

ここで人間ピラミッドの平面型と立体型について最大荷重を比較しておこう(表1)。段数

表1 平面型と立体型の比較

段数	平面型		立体型	
	人数	最大荷重	人数	最大荷重
2	3	0.5		
3	6	1.5		
4	10	2.1	13	1.1
5	15	3.1	22	1.5
6	21	3.8	37	1.7
7	28	4.8	55	2.4
8			81	2.8
9			111	3.1
10			151	3.9
11				

を2段から11段までとし、平面型と立体型の人数と最大荷重を示した。

平面型の最大荷重は2段の0.5人分、3段の1.5人分、4段の2.1人分、5段の3.1人分、6段の3.8人分となる。7段の成功例はない。

立体型は同じ段数では平面型に比べて最大荷重が小さい。それで、4段あたりから実施される。立体型の最大荷重は4段の1.1人分、5段の1.5人分、6段の1.7人分、7段の2.4人分、8段の2.8人分、9段の3.1人分、10段の3.9人分と続く。

表1にマークした平面型6段の最大荷重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起こり、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年かけて再確認したにすぎない。

6 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い。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、144～145ページに大勢「55人ピラミッド」の詳しい説明がある⁵⁾。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。

2冊目は、戸田克 著の『徹底解説 組体操』で、34～37ページに大ピラミッドの説明がある⁶⁾。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で巨大ピラミッドを講習している。

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、75ページに55人ピラミッドの説明がある⁷⁾。関西体育授業研究会は、事務局を大阪教育大学附属池田小学校に設置している。この研究会は最近まで組体操の講習会を積極的に開催してきた。

書籍ではないが、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中学校の元教諭、吉野義郎氏がいる。氏は大学院修士課程の研究報告として、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たと述べている⁴⁾。

しかし、濱田靖一(1914～2008)の著書には組体操について学ぶべき原点があるように思われる。『イラストでみる組体操・組立体操』⁸⁾は、レオナルド・ダ・ビンチの解剖図を見るようだ。濱田は「組立体操の約束」として次のように記述している。

「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。意外性だけを追求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いた

だきたい。

7 組体操が国会の場に

前述の内田良氏は、「安全な組体操の実現に向けて 浩 文部科学大臣に組体操の段数制限を求めます」というネット署名を募り、短期間で2万人の賛同者を得ている。

国会議員700余名の中で、唯一組体操問題を取り上げたのは、初鹿明博衆議院議員である。自らの体験を踏まえて巨大組体操を危険と感じ、議員会館で「学校管理下における重大事故について考える勉強会」を開催し、衆議院文部科学委員会において組体操の一般質問をしている。その後、超党派議連が設立され、スポーツ庁、文部科学省が、全国の教育委員会に注意喚起の通達を出した。

日本スポーツ振興センターの資料から事故件数を都道府県別に多い順に並べると、大阪の2074件が最多で、兵庫の1890件、東京の1476件と続く。児童・生徒1万人に対する負傷人数を求めると兵庫の19.9人が最大で、福岡の14.7人、大阪の14.2人と続く。負傷件数と負傷率は必ずしも連動していない。三重は負傷件数では第13位であるが、負傷率は第4位である¹⁰⁾(表2)。

事故多発の組体操に対して、廃止か継続か自治体によって対応がまちまちである。

表2 都道府県別負傷件数と負傷率¹⁰⁾

2012年、2013年度の 小中学校の件数		児童・生徒1万人に 対する負傷人数	
① 大阪	2074	① 兵庫	19.9
② 兵庫	1890	② 福岡	14.7
③ 東京	1476	③ 大阪	14.2
④ 福岡	1233	④ 三重	13.6
⑤ 埼玉	1133	⑤ 鳥取	13.2
⑥ 千葉	860	⑥ 和歌山	11.8
⑦ 愛知	825	⑦ 奈良	11.69
⑧ 神奈川	794	⑧ 長野	11.67
⑨ 広島	544	⑨ 広島	11.4
⑩ 静岡	454	⑩ 京都	10.8

千葉県流山市のように組体操を全廃したところ、大阪市のようにピラミッドとタワーを廃止したところ、名古屋市のようにピラミッドは4段、タワーは3段と、段数を規制したところ、兵庫県のように学校の判断にまかせるとして注意喚起にとどまったところがある。

8 必要とされる科学の眼

東京都北区の小学校で4段タワーによる事故が起こっている(図5)⁹⁾。

4段タワーの構成は、下から6人、5人、3人、1人の15人であった。4段タワーは16人(下から2段目が6人)が一般的であるが、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。

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か。この小学校では96人で、16人の4段タワーを6基作る予定だったが、児童が欠席したため、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。

また、最近ではアンテナと呼ばれる2段タワーがあり、土台の子どもは背中を丸めている(図6(1))。

現在のタワーは、総じて肩を丸めるスタイルが多いが、日本体育大学の三宅良輔教授はこの指導法を問題視する¹²⁾。

事故が起きた組み体操の技

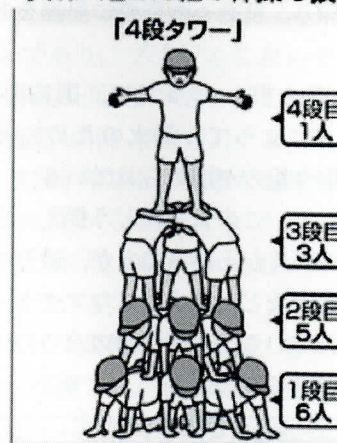


図5 欠陥4段タワー⁹⁾

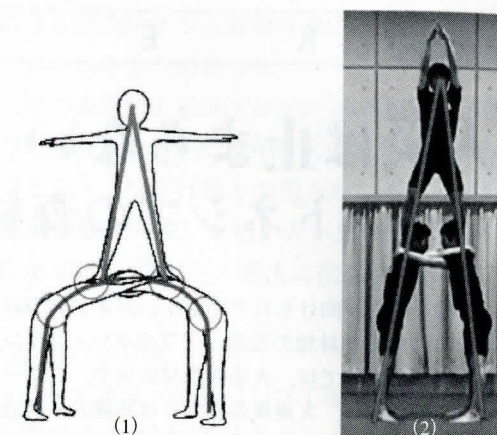


図6 アンテナと2段タワー¹²⁾

本来は背筋を伸ばし、体軸にそって力を伝えるのが基本である(図6(2))。

年間8000件以上の組体操事故に対して、教育関係者は、数学や理科を用いて負荷量計算を行い、何が安全で何が危険であるかを見きわめる必要がある。また、科学者は、身近な問題にも関心を持ち、適切な提言を行うことは社会的責任ではないだろうか。

参考資料

- 1) 内田良『教育という病—子どもと先生を苦しめる「教育リスク」』第1章「巨大化する組体操」、35-76(光文社新書、2015)。
- 2) 『学校の管理下の災害(平成25年版～平成29年版)』、(日本スポーツ振興センター、2011-2014)。
- 3) 福岡地裁(平成5年5月11日)、『判例タイムズ』第822号、251-261、(1993)。
- 4) 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、72-73、(2011)。
- 5) 根本正雄編『組体操指導のすべて—てんこ盛り事典』(明治図書、2011)。
- 6) 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)。
- 7) 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)。
- 8) 濱田靖一『イラストでみる組体操・組立体操』(大修館、1996)。
- 9) 「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)。
- 10) 「組み体操負傷率、1位は兵庫 全国平均の2.5倍」、神戸新聞(2015年12月27日)。
- 11) 西山豊「組体操・人間ピラミッドの巨大化を考える」『数学文化』第25号、12-35、(日本評論社、2016)。
- 12) 「特集：組体操・組立体操は変わるか、どう変わるべきか」『体育科教育』64(5)(大修館、2016)。

(にしやま・ゆたか：大阪経済大学、数学)