

# 横断的にみた通学における歩行の変化

A cross-sectional study of gait during attending school

山本 博男 平井 孔明\* 湯浅真梨也\*\*  
萩尾耕太郎\*\* 松井 一洋\*\*

Hiroh YAMAMOTO, Kohmei HIRAI\*, Marina YUASA\*\*,  
Kohtaroh HAGIO\*\*, Kazuhiro MATSUI\*\*

Keyword: gait, cross-sectional study, attending school, growth & development, aging

## I. 緒言

歩行は人間にとって日常的に行う動作であり、発達段階においても、生後1～2年の早い時期に習得される<sup>4)12)13)14)</sup>。即ち、「つかまり立ち」から「ひとり立ち」を経て「ひとり歩き」ができるようになる。就学時期を迎え、教育の場へ自ら歩いて通う行為を積み重ねることも、自立のための一歩といえる。また、通学は、子どもたちや学生の学校生活の中で必ずみられ、家庭からの距離の長短はあるが、1日の中でも大きな歩行機会である。

従来、歩行に関する研究は数多くなされ<sup>1)2)3)5)6)10)11)</sup>、歩行速度や歩容が環境や性別などの違いによって変化することは、すでに知られている<sup>7)8)9)</sup>。とりわけ、筆者ら(1992)は、金沢大学女子大学生を対象に石川橋における通学歩行の特徴を明らかにした。しかしながら、1989年から始まった金沢大学の角間移転に伴い、大学キャンパスの環境は大きく変化し、1992年時とは異なる状況が多い。こうした経緯に基づき、本稿では金沢大学附属学校園の幼児・生徒及び金沢大学学生を対象に通学歩行のバイオメカニクスの実験を試みた。

従って、本研究の目的は、バイオメカニクスの視点から金沢大学及び金沢大学附属学校園の通学における歩行の特徴を明らかにすることであった。

## II. 実験方法

金沢大学附属幼稚園、小学校、中学校、高等学校、特別支援学校及び金沢大学において、通学時における歩行の様子をビデオカメラで撮影した。

幼稚園児について、登校は2010年12月6日の8時30分から9時30分まで撮影を行った。気温は12.1度、天候は快晴であった。下校は12月10日の11時30分から13時まで撮影を行った。気温は9.8度、天候は曇りであった。

小学生について、登校は2010年12月6日の7時30分から8時45分まで撮影を行った。気温は9.6度、天候は快晴であった。下校は12月10日の13時から15時まで撮影を行った。気温は10.5度、天候は曇りであった。

中学生について、登校は2010年12月6日の7時30分から8時45分まで撮影を行った。気温は9.6度、天候は快晴であった。下校は12月10日の14時30分から16時まで撮影を行った。気温は10.2度、天候は晴れであった。

高校生について、登校は2010年12月8日の7時30分から8時45分まで撮影を行った。気温は4.9度、天候は曇りであった。下校は12月8日の11時30分から13時30分まで撮影を行った。気温は9.5度、天候は晴れであった。

大学生について、登校は2010年12月17日の8時15分から9時15分までと10時15分から11時まで撮影を行った。気温は3.3度、天候は雨であつ

た。下校は12月17日の16時30分から18時15分まで撮影を行った。気温は4.1度、天候は曇りであった。

特別支援学校の児童と生徒について、登校は2010年12月10日の7時30分から9時まで撮影を行った。気温は5.2度、天候は曇りであった。下校は12月17日の13時30分から15時30分まで撮影を行った。気温は10.2度、天候は晴れであった。

登校時の映像から幼稚園児38名、小学生60名、中学生60名、高校生60名、大学生60名、特別支援学校23名（小学部3名、中学部10名、高等部10名）の解析を行った（Table 1）。下校時の映像から幼稚園児38名、小学生60名、中学生60名、高校生60名、大学生60名、特別支援学校19名（小学部6名、中学部8名、高等部5名）の解析を行った。

解析には動作解析ソフトFrame DIAS II ver.3（DKH社製）を使用した。キャリブレーションには二次元DLT法を用い、二次元動作解析を行った。

歩行速度・ストライド・ピッチの平均値と標準偏差を各世代の登校時と下校時において算出し、平均値の差の検定を行った。世代間の比較には多重比較検定、登校と下校の差の検定にはスチューデントのt検定を用いた。有意水準は

Table 1. 金沢大学各学校園における学生・幼児・児童・生徒数及び、撮影人数、解析人数

	所属人数 (2010年度)	撮影人数		解析人数	
		登校	下校	登校	下校
幼稚園	136	38	38	38	38
小学校	662	180	188	60	60
中学校	475	296	202	60	60
高等学校	374	272	229	60	60
大学	7982	163	231	60	60
特別支援学校	61	23	19	23	19
計	9690	972	907	301	297

5%とした。

### Ⅲ. 結果及び考察

#### 1. 世代間での比較

各世代における登下校時の歩行速度、ストライド、ピッチをTable 2, 3, 4に示した。

Table 2. 速度の平均値及び登下校での比較  
(単位：m/sec.)

	登校		下校		p
	平均	SD	平均	SD	
幼稚園児	1.09	0.22	0.92	0.20	p<0.05
小学生	1.18	0.27	1.24	0.17	n.s.
中学生	1.31	0.21	1.33	0.18	n.s.
高校生	1.47	0.17	1.45	0.24	n.s.
大学生	1.33	0.16	1.40	0.20	p<0.05

Table 3. ストライドの平均値及び登下校での比較 (単位：m)

	登校		下校		p
	平均	SD	平均	SD	
幼稚園児	0.46	0.07	0.41	0.05	p<0.05
小学生	0.56	0.09	0.60	0.05	p<0.05
中学生	0.69	0.08	0.69	0.08	n.s.
高校生	0.74	0.07	0.76	0.10	n.s.
大学生	0.68	0.07	0.70	0.09	n.s.

Table 4. ピッチの平均値及び登下校での比較  
(単位：steps/sec.)

	登校		下校		p
	平均	SD	平均	SD	
幼稚園児	2.36	0.32	2.22	0.30	n.s.
小学生	2.10	0.33	2.07	0.23	n.s.
中学生	1.91	0.28	1.94	0.12	n.s.
高校生	1.98	0.16	1.91	0.17	p<0.05
大学生	1.95	0.14	2.00	0.15	n.s.

歩行速度及びストライドは上の世代になるにつれて高く、高校生をピークに、大学生では低下した (Figure 1, 2)。このことから、幼稚園児から高校生にかけては成長とともに歩行速度が速く、ストライドが長かった。大学生における歩行速度及びストライドの低下には、服装、及び大学の環境が影響していると考えられる。服装に関して、大学ではヒールの高い靴を履く女子学生が多くみられた。また、環境の要因としては、金沢大学の角間キャンパスは山を開いて設置されているために傾斜地や階段が多いことが挙げられる。即ち、登山のようなゆっくりとした歩行になる傾向が窺われる。

ピッチは全ての世代間で有意差がみられた (Figure 3)。また、幼稚園児や小学生が高い。即ち、身体が小さくストライドが狭い分を、速いピッチによって補っている。また、幼稚園児や小学生に比べて中学生以上の世代における標準偏差が小さいことから、成長とともにピッチのばらつきは小さく、同世代のほとんどの生徒・学生が同じようなリズムで歩行していることがわかる。

## 2. 各世代における登校と下校の比較

幼稚園児の歩行速度は、下校時より登校時のほうが有意に高かった (Table 2)。また、幼稚園児のピッチは登校時と下校時で有意差はみられなかったが、ストライドは下校時より登校時のほうが有意に高かった (Table 3)。また、一部の園児のなかには、親が歩くペースに合わせている様子の子どもが認められた。幼稚園児は脚長の短さをピッチによって補うだけでは不十分なために、さらに大きく足を前に出し、ストライドを広げることによって親について歩行している。幼稚園児の歩行には、送迎をしている親の影響がある。

また、下校時は迎えに来た親同士が幼児を待ちながら会話をするなど、下校時も会話をしながら歩くため、登校時に比べて歩行速度が低下したようである。加えて、下校時は幼稚園児を

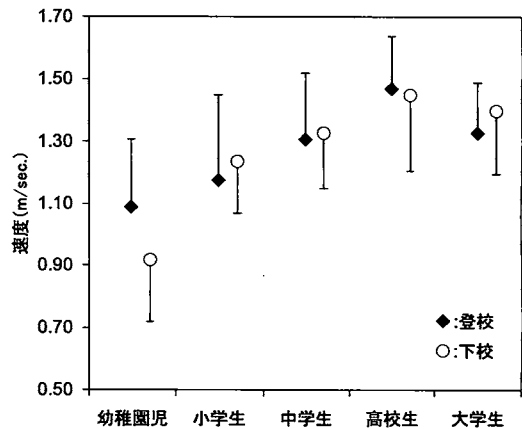


Figure 1. 通学における歩行速度の変化

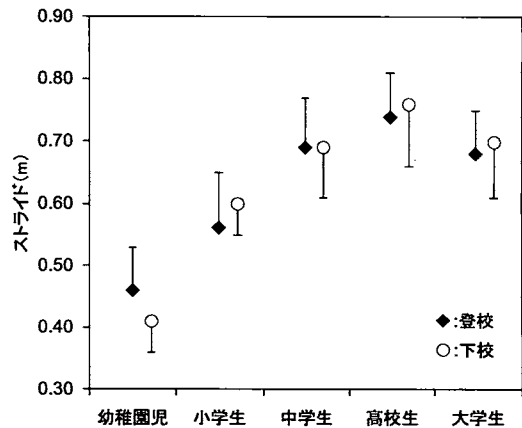


Figure 2. 通学歩行におけるストライドの変化

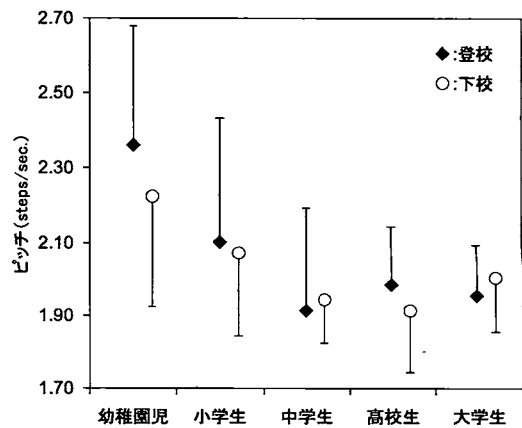


Figure 3. 通学歩行におけるピッチの変化

迎えに来た親によって混雑し、登校時に比べて歩行速度が低下した。

大学生の歩行速度は、登校時より下校時のほうが有意に高かった。これは、撮影した大学生の下校時刻の方が遅い時間帯であったことが要因である。また、講義が終わってもすぐには帰宅せず、バスの時間に合わせてバス停に向かっていることも影響している。

### 3. 特別支援学校

特別支援学校は在籍人数が少なく、車やバスによる送迎での通学が多いため、徒歩で通学する児童及び生徒は少数であった。そのため、特

Table 5. 速度の平均値及び登下校での比較  
—特別支援学校 (単位: m/sec.)

	登校		下校		p
	平均	SD	平均	SD	
小学部	1.29	0.24	0.97	0.13	p<0.05
中学部	1.23	0.17	0.92	0.35	p<0.05
高等部	1.22	0.18	1.28	0.36	n.s.

Table 6. ストライドの平均値及び登下校での比較—特別支援学校 (単位: m)

	登校		下校		p
	平均	SD	平均	SD	
小学部	0.61	0.13	0.49	0.07	p<0.05
中学部	0.60	0.07	0.52	0.15	n.s.
高等部	0.67	0.07	0.63	0.18	n.s.

Table 7. ピッチの平均値及び登下校での比較—特別支援学校 (単位: steps/sec.)

	登校		下校		p
	平均	SD	平均	SD	
小学部	2.16	0.23	2.01	0.17	n.s.
中学部	1.90	0.50	1.76	0.30	n.s.
高等部	1.82	0.21	2.03	0.13	n.s.

別支援学校で得られたデータは他の学校に比べて少ないが、貴重な情報であった。

とりわけ、通学時の歩行について調べたため、徒歩での通学が少数である特別支援学校においては、十分な被検者数を得ることが困難であった。通学時に限らない日常における自然な歩行に着目した研究と考察も有益となるであろう。

### V. 結論

1. 幼稚園児から高校生にかけては成長とともに歩行速度及びストライドは高くなるが、大学生になると履物の影響で低下する。
2. ピッチのばらつきは成長とともに小さくなる。
3. 幼稚園児は親が歩くペースに合わせるため、ストライドが狭い分をピッチによって補うだけでなく、ストライドを広げることで歩行速度を上げている。

### 謝辞

本実験に協力いただいた金沢大学人間社会学域学校教育学類附属学校園の皆様はこの場を借りて厚くお礼申し上げます。

### 【参考文献】

1. Bhambhani, Y. and M. Singh, Metabolic and cinematographic analysis of walking and running in men and women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 17(1), 131-137, 1985
2. Blessey, R. L., H. J. Hislop, R. L. Walters, and D. Antonelli, Metabolic energy cost of unrestrained walking, *Phys. Ther.*, 56, 1019-1024, 1976
3. Borg, A.V., Perceived exertion: a note on "history" and methods, *Med. Sci. Sports*, 5(2), 90-93, 1973
4. Bramble D.M & Lieberman D.E. Endurance running and the evolution of Homo. *Nature*, 432, 345-352, 2004
5. Finley, F. B. and K. A. Cody, Locomotive

- characteristics of urban pedestrians, *Arch. Phys. Med. Rehab.*, 51, 423-426, 1970
6. Gehlsan, G. M. and D. B. Dill, Comparative performance of men and women in grade walking, *Human Biology*, 49, 381-388, 1977
  7. Murray, M. P., A. B. Drought and R. C. Kory, Walking patterns of normal men, *J. Bone Joint Surg.*, 46A, 335-360, 1964
  8. Murray, M. P., R. C. Kory and S. B. Sepic, Walking patterns of normal women, *Arch. Phys. Med. Rehab.*, 51, 637-650, 1970
  9. Sunday T. Eke-Okoro and Bengt Sandlund, The effects of load, shoes, sex and direction on the gait characteristics of street pedestrians. *Journal of Human Movement Studies*, 10, 107-114, 1984
  10. Van Der Walt, W. H. and C. H. Wyndham, An equation for prediction of energy expenditure of walking and running, *J. Appl. Physiol.*, 34, 559-563, 1973
  11. Workman, J. M. and B. W. Armstrong, Metabolic cost of walking equation and model, *J. Appl. Physiol.*, 61, 1369-1374, 1986
  12. 猪飼 道夫, 高石 昌弘『身体発達と教育』第一法規出版, 1967
  13. 猪飼 道夫, 須藤 春一『教育生理学』第一法規出版, 1968
  14. 高石 昌弘, 樋口 満, 小島 武次『からだの発達 改訂版』大修館書店, 2005
  15. 山本 博男, 穴田 生, 東 章弘, 太田 康子 バイオメカニクスからみた石川橋における女子大学生の歩行, *金沢大学教育学部教科教育研究*, 28, 123-128, 1992