

## 運動疫学の目的と方法

柴田 博<sup>1)</sup>

1) 東京都老人総合研究所

### 1. はじめに

現在、運動の問題を健康科学の立場から考える運動疫学研究会が設立されることは意義深いことである。運動の問題は、「より速く、より高く、より強く」のスポーツ科学の立場から研究された歴史がきわめて長い。近年になり、生活習慣病の予防ないし非薬物治療の手段の1つとして運動の問題が研究されるようになった。

しかし、今日的な要請はさらに別の段階に入っている。それは、高齢者の生活機能を維持（あるいは回復）させるための生涯体育のガイドラインづくりである。

Successful Aging という概念が欧米を中心に確立してきた。これは寿命を伸ばすことと生活の質（Quality of life, QOL）を高めるという2つの大きな概念枠から成っている。QOLの構成要素のうちもっとも基本となるのが生活機能であり、栄養学も知的活動もこれの関連で論じられるようになってきており、体育学にもその要請が高まっている。Successful Agingの概念枠にきわめて最近、Productivityを含める学者が多くなった。Productivityは就労を含む社会的貢献の概念である<sup>1)</sup>。

生活機能の維持を目的とする場合とProductivityの維持、回復を目的とする場合では、生涯体育のあり方に1つの違いが生ずるが、それは後で述べることにする。

本論は、運動の疫学的研究の問題点を筆者が専門としている老年学における方法上の問題についてまず述べる。さらに、生涯体育のガイドラインづくりの原則について言及する。

### 2. 疫病の疫学か、健康の疫学か

疫学の古典的定義は「疾病の分布を規定する要因を特定する」ことである。疫病（Disease）のみでなく障害（Chronic conditions）を対象としても基本的には同じことである。

ところで、今日的な要請として、疾病や障害を対象とするのではなく、健康度を対象とする疫学が求められている。疫病の疫学を裏返せば健康の疫学となるというわけではないことを銘記すべきである。疾病を測定する尺度は、一般集団から疾病を有するグループをスクリーニングすることはできるが、残りの集団に関しては何の情報をももたらさない。

一方、健康度は対象とする集団のすべての人に備わる普遍的要因である。ここでいう健康度には、うつ状態や老化度など負の符号をもつものも含めていることをお断りしておく。

本論は、これからの運動の疫学が疾病の疫学ではなく健康の疫学を中心に扱っていくことを前提として方法上の問題を述べたい。健康の疫学を扱っていく場合、筆者が進めてきた老化の疫学的研究の方法上の問題がそのままあてはまるので、老化研究をレビューしてみたい<sup>2)</sup>。

### 3. 老化研究のための横断法と縦断法

時間経過にともなう生体の心身の変化を観察するのが老化研究であるから、同一集団を時系列的に追跡する方法、つまり縦断法が選択されるべきである。しかし、ライフスパンの長いヒトを対象とする老化の研究においては、縦断法によるデータの蓄積には長い時間がかかる。そこで代替の方法としてまず、さまざまな年代の老化度を測定し、

1) 〒173-0015 東京都板橋区栄町 35-2

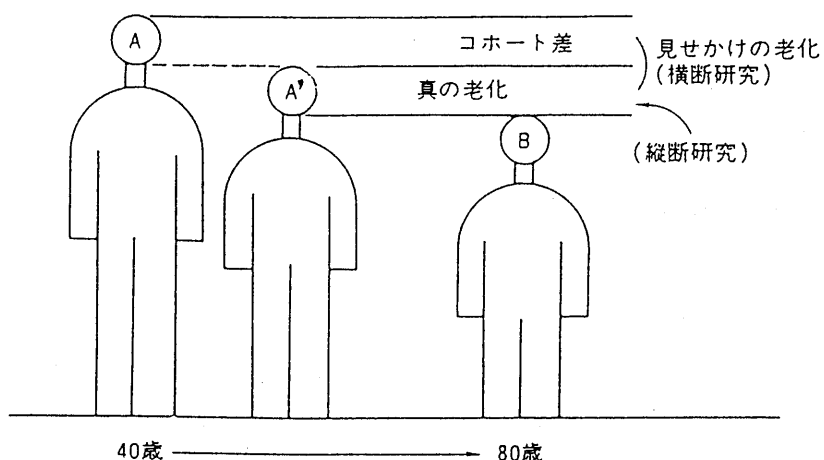


図1. 真の老化とみせかけの老化 (ヒトの身長を例とした場合) <sup>3)</sup>

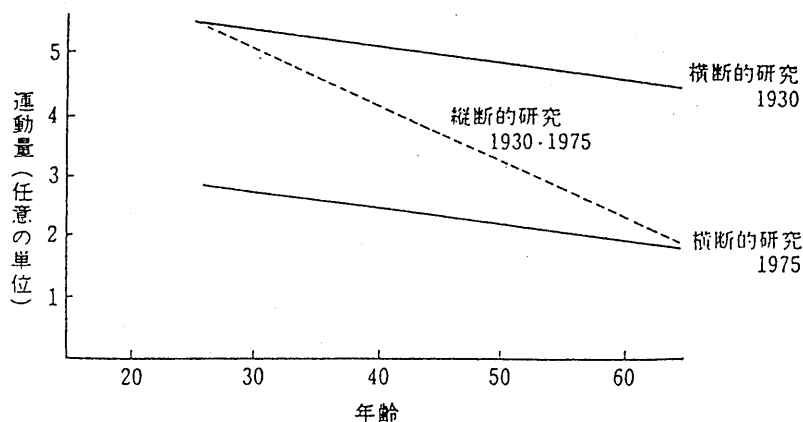


図2. 世代的影响が習慣的運動量を減少させていることを示す。縦断的研究の方が加齢に伴う運動量の減少が強く現れている<sup>4)</sup>。

年代間の差を加齢変化をみなす横断法が選択される。実は、今日得られている老化の様式や速度に関する知見のほとんどは横断法にもとづくものである。したがって、横断法と縦断法によりいかなる差が生ずるのかを認識しておく必要がある。

図1に示したように、ヒトの身長に加齢による縮みの問題を例にとり、2つの方法の差を検討してみよう<sup>3)</sup>。現存している40歳のヒトの身長は④、80歳のヒトの身長は③であるから、横断法ではヒトの身長は④から③を引いた分だけ縮むことになる。しかし、これは真の縮みではない。もし、縦断法によるデータが完備していれば、今80歳のヒトの40歳のときの身長は④ではなく④'であったことがわかる。身長は新しい世代ほど大きく

なっている(出生コホート差)からである。この例でわかるように、横断法に得られる変化量には、真の加齢変化に出生コホート差が加わっている。いいかえれば、真の加齢変化より誇張された変化量が示されているのである。

身長のような例ではこの本質を見抜きやすい。しかし、現在得られている老化の知見のほとんどは横断法に基づいているにもかかわらず、このことはあまり意識されていない。知能、生理機能などが対象となると、問題は分かりにくくなる。横断法は老化を誇張して認識させるということをもっとも早く気付いたのは心理学分野の研究者であり、各分野の老化研究に大きなインパクトを与えた。

横断研究の方が縦断研究よりも常に変化量を大きく見積もるかという点、そうではないのである。身長とか知能のように新しい出生コホートで大きくなる変数については、このことがあてはまるが、新しい出生コホートで小さくなる変数に関しては正反対のことが起こる。図2に示したように、運動量は新しい世代で小さくなっていく変数である。この場合は、縦断法により同一集団を45年間(1930~1975)追跡して得られた変化量の方が横断報で得られる45歳の年齢間の差よりも大きいことを理解できるであろう<sup>4)</sup>。

これらの例でわかるように、横断法によるデータが真の加齢変化に対しての正のバイアスをもつか負のバイアスをもつかは、縦断法によっては知ることができない。出生コホート別のトレンドをみる必要がある。一定の間隔で、同じ方法で得られたサンプルを同じ方法で観察する、いわゆる定点観測が必要となる。学校検診、節目検診、国民栄養調査などのデータは、この目的にかなっている。

縦断法が常に真の加齢変化を示すとは限らない。加齢変化に時代の影響(Period effect)が加わるからである。また、繰り返しの観察は必ず一定の

介入効果をもたらす。

図3に、筆者たちが縦断的観察をした東京都小金井市の70歳住民の5年ごとの動物性食品の摂取傾向を示した。高頻度摂取者の割合を示している。いずれの動物性食品も低下傾向を示さず、牛乳など大きく上昇した<sup>5)</sup>。これは、純粋な加齢変化のみを示しているとはいえない。まず時代の影響が与えられる。この対象が観察された1976年から1991年にかけて、国民栄養調査に示された食品摂取の傾向は大きくは変わっていない。しかし、高齢者では少し遅れて変化がきた可能性がある。

第2に考えられるのは、繰り返し調査を受けることによる介入効果である。テストの場合には訓練効果ともよばれる。対象に接しなければ情報を得られず、接すれば介入効果が生ずるといふ縦断法の自家撞着がある。3つ目の要因は選択的脱落である。動物性食品の摂取の少ない群が早期死亡するため、生存し続ける集団の摂取傾向は割合としてみると上昇していくのである。このように縦断法にともなうバイアスも十分知っておく必要がある。

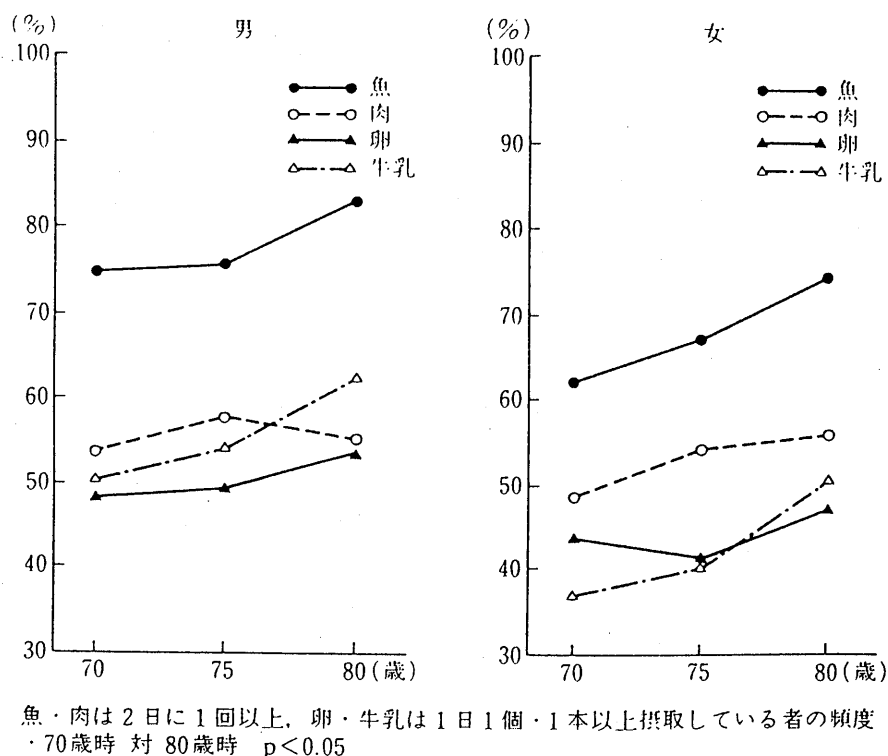


図3. 追跡調査による70歳・75歳・80歳時の食品摂取状況<sup>5)</sup>

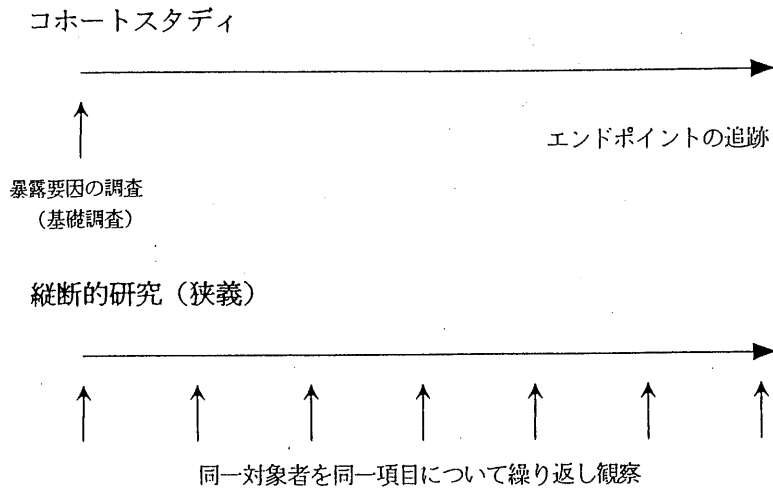


図4. コホート研究と縦断研究（狭義）の模式図<sup>6)</sup>

#### 4. コホート研究と縦断法の違い

同一集団を追跡的に研究する方法を疫学では前向き研究 (Prospective study) とかコホート研究 (Cohort study) とかよぶ。老化や健康科学における縦断法は、大きなカテゴリーでは、コホート研究に含まれる。しかし、ここでも疾病の要因探索を目的とするコホート研究と健康科学の狭義の縦断法とは異なることを知っておくべきである。

図4に示したように、疾病のためのコホート研究では、ベースラインで暴露要因の調査をしておき、その後は目的とする疾病の発生を観察していけば良い<sup>6)</sup>。最近、ベースラインの調査を1回のみでなく、何回か行って、その変動を暴露要因に入れる工夫をした研究もあるが本質的には同じことである。一方、図4に示した縦断研究は、すべての人に普遍的に具備している健康度（あるいは老化度）の変化そのものを観察することが目的であるから、ベースラインで測定された要因が同じ精度で繰り返し測定されなければならない。

狭義の縦断研究の難しさがここにある。10年なら10年の観察期間中、測定精度を維持することは容易ではない。何よりも恐いのはベースラインの時点では妥当であると考えられていた尺度が、観察途中でその妥当性を失うことである。筆者たちは、対象の血液はマイナス 80℃で保存しており、後で測定できるよう備えており、心電図やX線写真も基準が変わっても保存しておけば再検は可能である。しかし、知能、体力とかの機能的なもの、また心理状態や意識は後で測定し直すこと

ができない。操作的概念の妥当性が否定されれば、その時点で縦断研究は無に帰する。

対象の追跡の困難性も疾病のコホート研究の比ではない。図5に縦断法の追跡のモデルを示した。追跡調査の対象はパネルと呼ばれる。ベースライン ( $t_1$ ) の対象 (パネル) は  $t_2$  でまず調査される。そのとき図に示したような脱落が生じ、 $t_3$  でもまた別の脱落が生ずる。

結局  $t_1 \rightarrow t_2 \rightarrow t_3$  の3点すべてで観察できるのは、 $t_3$  のもつとも不完全となったパネルのみである。 $t_1$   $t_2$  で得られたデータのうち、使えなくなるものが大量に出てくる。脱落の中の死亡群は止むを得ない脱落といえる。しかし、拒否、転居などにより追跡不能になる群が大きくなると、その研究の価値は消失する。中には測定尺度が不適当なために脱落とみなさざるを得ないことも多い。運動機能検査の「上体起こし」はパネルの中に次第にできない人が増加していく。垂直とびもよく加齢を反映するが一定の年齢に達する一律に行うことは危険であり、脱落群が出る。

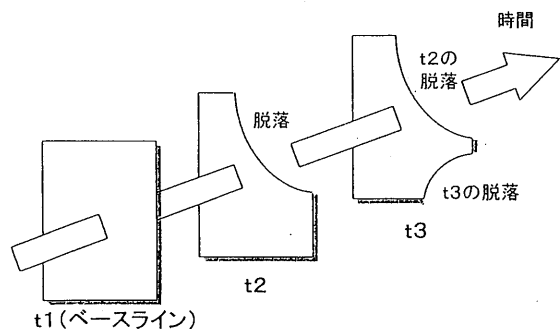


図5. 縦断研究のパネルの時系列的変形

筆者たちは、追跡調査でベースラインと同じ条件を設定して、そこに応じてくれなかった対象は家庭訪問によりベースラインと同じ調査を行うよう努めている。表1はベースラインと追跡調査で同じ会場での調査に応じた群（断続受診群）と、追跡時は家庭訪問で調査した群（2回目未受診群）の間の老化マーカーの1つである血清アルブミン値を比較した。両群間の初回調査（ベースライン）のアルブミン値には差がなかったが、2回目調査では有意に2回目未受診群で低かった<sup>7)</sup>。

表2に示したように、移動能力（Locomotion）の低下している割合も、2回目調査のときには2回目未受診群で有意に低かった<sup>7)</sup>。

ベースラインを受診し、その後追跡調査で脱落していく群に対する調査をしない老化の研究は、たとえばアメリカ老化研究所の縦断研究（BSA）などにみられる<sup>8)</sup>。しかし、招待に応じた群のみの追跡調査では、老化の速度を過少評価することになることが、筆者たちの研究で明らかである。わが国の体育やスポーツの効果を評価するための研究にもこの種のものが多い。地域の住民を100名集めて体育を指導し、30名が2年間続けたので、30名のベースラインと2年後の体力や心理状態を測定し改善したので、体育は効果があるといった種類のものがきわめて多いので

表1. 血清アルブミン平均値 [単位 g/dl] <sup>7)</sup>

		初回調査	2回目調査
男	継続受診群	4.4 ± 0.3	4.5 ± 0.2
	2回目未受診群	4.4 ± 0.3	3.8 ± 0.3
女	継続受診群	4.5 ± 0.3	4.3 ± 0.2
	2回目未受診群	4.4 ± 0.4	4.0 ± 0.3

.. P<0.01 (M±SD)

表2. 移動能力 (locomotion) の低下している者の比率<sup>7)</sup>

		初回調査	2回目調査
男	継続受診群	12.0%	15.0%
	2回目未受診群	10.4%	33.3%
女	継続受診群	21.0%	17.5%
	2回目未受診群	19.4%	52.9%

\*\*p<0.01

ある。継続しなかった70名では効果がなかったのみでなく、逆効果でなかったとする保障もないのである。生涯体育のガイドラインづくりのために、狭義の縦断的研究としての妥当性をもつ研究が必要である。観察型の研究であれ、介入型の研究であれ。

## 5. 生涯体育のガイドラインづくりへ向けて

これまで、中高年を対象に作成された運動のガイドラインは、成人病（現在の用語では生活習慣病）の予防ないし、非薬物治療のためのものである。したがって、生活機能の維持や改善を主たる目的とする高齢者のためのガイドラインとは成り得ない。「うっすら汗をかく程度の運動にしか意味がない」とか「心拍数が120くらいにならないと効果がない」といった脅迫をすることにより、高齢者の運動への動機を殺している場合があるからである<sup>9)</sup>。

これまでの研究で、運動の老化による衰退への予防効果は、赤筋（遅筋）に対しての方が白筋（速筋）に対してよりも大きいことが示されている。生活機能を維持するための体育を考える立場からは、これはきわめて心強いことである。生活機能を評価する尺度に敏捷性の要素を取り入れたものもある。しかし、本質的にはゆっくりした動作であつても出来れば良いと考えられるので、1つの動作を完了するに要する時間を問題としない尺度が多い。

しかし、高齢者の生活機能に維持のみでなく、就労能力を高めるような体育のあり方を考えるとき、敏捷性やコーディネーションの能力に対する効果が問題となる。敏捷性やコーディネーションの能力は、筋肉とともに脳の高次機能の水準に左右されるので評価方法もガイドラインも複雑となるであろう。

ともあれ、老化を遅らせるための介入研究は多少障害をもつ虚弱老人における成功例は若干あるが、健康高齢者を対象とする成功例はほとんど存在しない<sup>10) 11)</sup>。

老化に対する影響のうち、栄養の影響よりも体育の影響の方がはるかに不明な点が多い。そういう意味では、21世紀は体育の研究の最盛期となるであろう。運動疫学研究会のスタートは、まことに Updating といえよう。

文 献

- 1) 東京都老人総合研究所編：サクセスフル・エイジング。老化を理解するために。ワールドプランニング社，1998.
- 2) World Health Organization. The uses of epidemiology in the study of the elderly. Geneva: WHO. Technical Report Series 706,1984.
- 3) 柴田 博編著：老人保健活動の展開，医学書院，1992.
- 4) Roy J Shephard 著，原田政美 山地啓司 訳：シェファード老年学，身体活動と加齢，医学書院，1979.
- 5) 柴田 博，藤田美明，五島孜郎編著：高齢者の食生活と栄養，光生館，1994.
- 6) 葛谷文男，下方浩史 著：老化に関する縦断的研究マニュアル，診断と治療社，1996.
- 7) 柴田 博：地域老人の健康に関するコホート研究—とくに追跡調査における脱落群の特徴。民族衛生 51 : 127-139, 1985.
- 8) Shock NW., Greulich RC., Costa PT., Andres R., Lakatta EG., Arenberg D., & Tobin JD. Normal human aging: The Baltimore Longitudinal Study of Aging. Washington: Superintendents of Documents, U.S.Government Printing Office, 1984.
- 9) 柴田 博：高齢社会における体育学の役割，高齢者の生活機能維持のための運動，体育の科学，45 : 698-702, 1995.
- 10) Svanborg A: A medical-social intervention in a 70-year-old Swedish population: is it possible to postpone functional decline in aging. J Gerontol 1993; 48(Special Issue): 84-88.
- 11) Shibata H., Suzuki T., Shimonaka Y eds. Longitudinal interdisciplinary study on aging. Serdi publisher, Paris, 1997.