

## 「加齢の研究 — 運動生理学実験報告」

笠松卓爾

これは、自分の身体を使かい、9年間にまたがって行った運動生理学実験です。分析対象の件数が少ない、かろうじてN=12、のを知った上での報告と論議です。

## 1) まずは、その背景から：

満67歳になる直前の2005年12月末で、私は引退生活者になりました。その実、研究室閉鎖の後4年間余りは、一人残されて、最後の実験のデータ整理に明け暮れました。論文原稿に目を通してくれる元プログラマーの助けを借り、投稿・査読後の論文改訂に次ぐ改訂、そして最後には一専門雑誌上での出版受諾まで、とお決まりの「仕事」の続きをやっていましたから、「引退とは月々の実入りがなくなったこと」と受け止めていました。

1984年4月にサン・フランシスコへ研究室を移して以来20年間あまり、1日の仕事で溜まったストレスを和らげようと、夕刻、研究室を飛び出して北に向かう。海辺までの急な坂道の下り・登り（往復 5キロ・メートル[Km]弱）に加え、時たまのことですが、金門橋の見えるマリーナ・グリーン広場（1周 約1.5 Km）のまわりを数周走り、合わせて10 Km前後をこなしていました。が、大勢の人たちと一緒に駆け出し、長距離の完走時間を競うレースなど、思ったこともありません。

2010年の秋、ドイツに友人たちを訪ねた帰りの飛行便の機内で、たまたま、前の日にベルリン・マラソンを走ったサン・フランシスコの人と隣り合わせました。彼女から『Hal Higden 18週間のマラソン訓練法』がウェブ・サイトで閲覧できる、と聞きました。以来、その信奉者です。「誰でもマラソンが完走できる」とは、全く魅惑的ではありませんか！

## 2) 初マラソン：

2011年7月（72歳）の初マラソンは居住地のサン・フランシスコで。4：45：12の完走。これが病みつきの始まりです。翌2012年4月初めには、長年のサン・フランシスコ作戦を終了し、パサデナの本宅に帰還した。この現実を自己確認するために（市民権の主張か！）、5月の後半、地元のパサデナ・マラソンに参加し、4：25：07で完走。70－74歳台走者5名の内の2番目です。調子に乗って2度目のサンフランシスコ・マラソンは同年の7月末。4：07：24で完走。これが目下の自己最高記録ですが、70－74歳台走者28名の内の5番目止まり。

翌2013年（74歳）にも2度のフル・マラソンに参加。2月末の東京と4月半ばのボストン。前者は4：07：44、後者が4：25：11での完走。[注 この年のボストン・マラソンは、ご承知の通り、爆弾テロに襲われました。余すところ2丁半で差し止められてゴールは踏まず。上記の数字は公認推定完走時間です。]この年は欲張って、7月末のサン・フランシスコも走るつもりでしたが、この歳で、半年間に3度のマラソンはやはり無理というもの。予防ワクチン注射をサボっていたツケがお尻に来て、帯状疱疹がふきだす始末、レースは棄権。

## 3) ボストンは一つ：

翌2014年（75歳）のボストン・マラソンはコース全域に百万人の声援があり、総走者数3万6千人。「Boston Strong」の合言葉とともに気持ちよく走り、自己最高より1分と8秒間おそい4：08：32で完走。順位は75－79歳台で6番目。この年は、日本からの熟年走者（男性）が4人も10位以内にいます。うち1人はサブフォー（sub4）。

続く7月のサン・フランシスコの出来はひどいものだ。レース前日の朝に筋力増強を謳うホエイ・プロテイン粉末に手を出し、どうやら、食物アレルギーにやられたらしい。重たい四肢を押してなんとかゴールを踏むものの、2番目の自己最悪記録、4：53：34に終わる。70－99歳台で27人中の7番目。一番の問題は、ボストン・マラソン参加資格の制限時間、75－79歳で4時間35分（当時）、をはるかに超えていること。

翌2015年、76歳。4度目のサンフランシスコ・マラソンはまずまずの4：35：16。70－99歳台で24人中の3番目。でも、ボストン・マラソン参加資格の制限時間には16秒超過で引っかかる！

#### 4) オレンジ郡マラソンに転戦：

仕方なく、2016年（77歳）はボストンを諦め、近くのオレンジ郡マラソンに初参加。出始めの下り坂に続く平地のコースが幸いしてか、5月1日の好天下の高温にもめげず、4：16：54でまずまずの完走。75－79歳台枠で初めて、10人中の1位。おかげで、翌2017年のボストン・マラソンの参加登録には問題なし。

翌2017年4月（78歳）のボストン、4：13：37で完走。まずまずの出来。今度も75－79歳台で6番目。やはりボストン・マラソンの人気は高く、完走者（26,411人）がたくさんいる。

翌2018年（79歳）の5月、2度目のオレンジ郡マラソンは4：17：31の出来。2年前に比べて、順位は7人中で1位（75－99歳台）にとどまるが、不満といえば、同じコースで37秒間余分にかかっている事だ！

#### 5) 最後に、2019年のサンフランシスコ・マラソンのこと：

当年 80 歳なって初めてのフル・マラソンの前に、ハーフ・マラソン及びリレー・マラソンと、2 度ばかり、公に走る機会があった。いずれも前の年より出来が落ちている。前者ではコースの一部を端折ったらしい（歳にしては速すぎる！）ゴールを踏むも失格扱い。後者はフル・マラソン距離の 42.2 Km を、5 人一組のリレーで走る趣向で、自分は前年よりも 35 秒遅かった。

さて、7 月末のサンフランシスコ・マラソンの結果は、自己最悪の結果 4 : 54 : 29 に終わる。レースの 3 日前から頭をもたげた右側の腰痛が消えぬまま、だましだましの走りだし。それなりに走れたのは前半だけだ。後半、ゴールデン・ゲート公園には入ってからは薄霧も晴れ、公園を抜けヘイト・アッシュバリー通りに出た頃には、アスファルトの照り返しに加え、頭の上から太陽が照りつける有様。街中を駆ける辛い過程が終わりに近づき、あと 2 マイル (3.2 Km) のサインが目に入り なんとか走り続けるが、最後 1 マイル (1.6 Km) の辛いこと、つらいこと。その仕上げは、ゴール直前の数 10 メートル。まるで下手なダンサーよろしく、足をもつらせかねないありさまで倒れこむようにゴールイン。ひっくり返らずに完走したのを良しとしています。

たまたま、今回は 80 歳台の走者が他に少なく、私が独り占めの 1 位。だが、こんな不条理な話はない。本番直前に腰痛に襲われたわけは、ほぼ間違いなしに自己流訓練のしすぎだ。長期に及ぶ特訓にあたっては、**疲労した筋肉の回復**がいかに大切かを今回の事で痛感した。一つのシステムを賦活する際の大原則、つまり、一定のリズムで繰り返えず興奮・刺激が引き起こす増強効果に付随するマイナス要因の**組織損傷**とその**回復過程**の両者が同時進行する事を忘れていたのだ。コースの後半で諦めずに走り続けた事のご利益が一つ：友人のたつての勧めに従って、万が一のために用意したタクシー代の 20 ドル札一枚が手元に残った事です。

+++++

6) どうして、上に要約した話が加齢現象の研究につながるのか？

### [データ集積]

フル・マラソンの距離は、1921年以来、26.2マイル（42.2Km）に決められている。まず、フル・マラソン完走時間を横軸にし、この9年間の完走総数N=12回の分布を見ると、4時間20分以内が6件あり、残りの6件は4時間20分間以上から5時間以内に散らばっている（表1）。その中央値は4時間17分31秒で、単純平均値が4時間25分53秒。マイル当たりの速さでは、平均10分間8秒半（Km当たり6分18秒）となる。

### [分析結果]

青年期を境に「歳とともに運動能力が次第に落ちてゆく」生物学的現実はいわゆる**自明の理**であり、これを大前提とする。フル・マラソンの完走12件を対象に、**マイル当たりの走行時間**でもって**平均の走る速さ**を表現し、それが加齢に伴いどんな風になるのかを調べた。3種類のデータ分析条件を設定した。

**分析条件1.** まず、年齢と平均完走速度との関係を調べた。12件の各マラソン間隔を週単位で表し（時間軸 X）、マイル当たりの分単位完走時間（速度軸 Y）との相関図を作る。単純に一次相関を予定して直線を当てはめると、 $Y=0.0008X+9.978$ の相関式が得られる（図1）。52週間（1年）毎にマイルあたりで約2秒間半遅くなって行く、と計算される。完走時間にして1分間5秒強ずつ遅くなって行く。70年台の記録をもとに単純計算すれば、80年台の10年間では10分間と54秒遅くなる。

分析条件 2. 4 時間 5 0 分台の最悪記録 2 件（7 5 歳と 8 0 歳、ともにサン・フランシスコ）は、いずれも、それとわかる体調不全に関係しているので、「たまたまの出来事」として扱える。この 2 件を除く、4 時間 0 7 分台から 4 時間 4 5 分台に散らばる 1 0 件（N = 1 0）を分析対象とする。7 0 歳台を通しての中央値、4 時間 1 6 分 5 4 秒で、単純平均値は 4 時間 2 0 分 1 2 秒。速さにしてマイル当たり平均 9 分間 3 8 秒。

分析条件 3. 複数回同じコースを走ったのは、サン・フランシスコ 5 回・ボストン 3 回・オレンジ郡 2 回だ（表 1）。上述のように、体調不調の 2 度のサン・フランシスコ（2 0 1 4 と 2 0 1 9）を除き、残りの 8 件（N = 8）について分析すると次のようになる。

3 a) 2 カ年続けて同じコースを走った 2 件：

サン・フランシスコでは、2 0 1 1 年（7 2 歳）の 1 0 分 5 3 秒、2 0 1 2 年（7 3 歳）の 9 分 2 7 秒と、1 年後にマイル当たり 8 6 秒間（Km 当たり約 5 4 秒間）速く走っている。

同様に、ボストンでは、2 0 1 3 年（7 4 歳）の 1 0 分 1 0 秒が 2 0 1 4 年（7 5 歳）の 9 分 2 9 秒になり、マイル当たりで 4 1 秒間（Km 当たり約 2 5.6 秒間）速くなっている。

あえて、この 2 件の中をとれば、7 0 歳台の前半、1 年後にはマイル当たり 1 分 3 秒間半（Km 当たり約 4 0 秒間）節約した計算になる。これは大きい。

3 b) 2、3 年間の合間を空けて同じコースを走った 3 件：

\* サン・フランシスコ 2 0 1 2（7 3 歳） 9 分 2 7 秒

|        |                |        |
|--------|----------------|--------|
|        | 3年後の2015 (76歳) | 10分30秒 |
| *ボストン  | 2014 (75歳)     | 9分29秒  |
|        | 3年後の2017 (78歳) | 9分41秒  |
| *オレンジ郡 | 2016 (77歳)     | 9分48秒  |
|        | 2年後の2018 (79歳) | 9分50秒  |

上記3コースでの年平均の減速の程度は、それぞれ、マイル当たり21秒・4秒・1秒で、傾向としての年間減速度は平均9秒間足らずとなる。ただし、他の5レースの速さが年齢のばらつきにも関わらず全て9分台後半にとどまっているのを考えに入れると、76歳の値（マイル当たり10分30秒）は高めと言える。この要因を合わせて考えると、サン・フランシスコでの2桁の減速度（マイル当たり、21秒）は、高めの見積もりと言える。

### [考察]

1. まず、上記の分析条件1の分析結果「年(52週間)毎にマイルあたりで約2秒間半、完走時間にして1分間5秒強ずつ遅くなって行く」には未来予想の力はない。なぜなら、単純計算で得た2系数間の相関係数は0.1618で無関係を示唆し、今回のようにN=12という少ない標本数では、年月（走行レースの間隔）が一義的に完走速度を決める要因とは言えないことを示す。にも関わらず、全12点の相関図は右肩上がりで（図1）、増える一方の年齢ともにマイル当たりの走行時間が長引く傾きは認めない。特に、平均直線の下にある6点（出来の良い時の結果）はこの傾向をよく表していると思われる。

次に、分析条件 2 及び 3 a) と 3 b) で取り上げた 5 件を併せ考えると、幾つかの興味ある推論が成り立つ：

1) 70 歳台前半で、フル・マラソンの訓練効果が少なくとも 1 カ年保たれているように見える。平均速度マイル当たり 41 秒間の節約がある。

2) 他の要因、例えば、コースの違いを始め、走る日時と天候の違いなどを無視すると、70 歳台を通して過去 7 年間にフル・マラソン完走時の速さで表す体力は確実に落ちている。平均で年当たり 9 秒間足らず遅くなっている。

3) 過去の実績をまとめて、マイル当たり 10 秒間の年間減少傾向（経過時間では 4 分間 22 秒の増加）があると仮定する。2020 年度は Covid-19 蔓延（2020 年 10 月 29 日現在、全米死者数 23 万人を超えた）のため、予定したオレンジ郡マラソンも 2 度延期の末、取り消しとなった。従って、最新のデータは 2019 年（80 歳）止まり。目下の平均実力が 70 歳台を通して単純平均値の 4 時間 25 分 53 秒と仮定すれば、直線的には 83 歳で 4 時間 33 分 18 秒、85 歳では 4 時間 47 分 43 秒での完走予想となる。

これでは、如何に力んでも 2016 年のトロント・ウオーター・フロント・マラソンで、3:56:34 を記録した当時 85 歳のサブ 4 超人、エド・ウイトロック（Ed Whitlock）にはとてもかなわない。この桁違いは何か、遺伝子の違いか、走行歴か、それとも、生活環境や訓練の差か？この答えはない。

4) 仮にも答え得る問いは、「自分がボストンを走るチャンスはあと何回あるのか？」だ。男子超高齢者（80 歳及びそれ以上）のボスン・マラソン参加資格足切りタイムは、現在、4 時間と 50 分（速さにしてマイル当



たり11分間4.1秒)。分析条件2,3a及び3bで見た結果によれば、85歳の4時間47分53秒が、かろうじて、ボストン・マラソンの足切りタイム限度内に入る。2021年度(82歳)はすでにオレンジ郡マラソン参加と決まっているので、翌年2022以降、ボストン参加の可能性はあと4回ばかり。勿論、これらの推定の当否は来年度のオレンジ郡マラソンの出来に大きく左右される。全ては、加齢現象の右肩上がりの非線形過程をどれ程うまく直線の上に押し止めるか、にかかっている。

### [結論]

72歳から80歳までの9年間12回のマラソン完走記録をもとに、加齢がマラソン完走速度・時間に及ぼす影響を調べた。まず、全12件を対象として、加齢と走行成績との間に直線関係を想定した場合の傾向を追った。次に、それと分かる理由による不出来な結果の2件(サン・フランシスコ)、及びそれなりの出来にも係わらず一度しか走っていないコースの成績2件(パサデナと東京)を除き、「複数回同じコースを走ったレース」3コース8件を分析対象とした。

1. 直線関係を想定した場合、70歳台を通して単純平均では、毎年、マイル当たり平均で約2秒間半ずつ遅くなっている(経過時間にして1分間5秒強の増加)。しかし、標本数が小さいため走行年月間隔(つまり加齢)と走行速度との間には意味ある相関が認められないので、この数値には未来を予測する力はない。

しかし、年齢の増加と走行速度との間に何らかの繋がりがあるとの大前提を頼りに、全12件を不出来(3件)・平均的(3件)・上出来(6件)の3群に分けてみると、そのいずれにおいても、年齢

経過とともにマイル当たりの走行時間が増える「右肩上がり」の傾向が認められる。

2. 2ヶ年続けて同じコースを走った2件の平均でマイル当たり41秒間の節約（経過時間にして17分54秒）となっている。マラソン完走のための18週間にわたる訓練効果が、レース後、少なくとも翌年まで残るようだ。
3. その上で、複数回同じコースを走った3コース8件での成績は、マイル当たり年間平均で9秒間足らず遅くなっている（経過時間にして4分間弱の増加）。この値をもとにして「ベスト・コンディションで走る場合の完走時間」を推定できると考えられる。
4. 結論として、私がボストン・マラソンに参加できる可能性は、最高に頑張っあと4回（86歳）まで、と見込まれる。

マラソンの成績が速度と耐久力の総合で決まるとすれば、この2要因のどちらがより加齢の影響を受けやすいのかは興味ある問いとして残る。

東アフリカの草原に降り立ったヒトの祖先が、必要な際には素早く危険から逃れ、更には遠距離を走って獲物を狩り生き延びたであろう事に思いをはせると、我々が長い距離を走るのに適した遺伝子と身体作りを持っている点は間違いなさそうである。つまり、誰にでも適当な訓練さえ積みれば長距離を走る能力が備わっているのだ（『Hal Higden 18週間のマラソン訓練法』参照）。その上で問えば、一体、どうして我々は走り続けたいのだろうか？

ボケ防止？脳内神経細胞結合（シナプス）数は歳とともに減る一方ですが、その減り方を少しでも和らげるには身体を動かすことからくる多種類

の刺激・入力に役に立つ、と言われていています。走ることの良い点については以前にも書きました（『夢中のサン・フランシスコ(桑港)』7/07/2012）。しかし、運動系入力の効用からすると、何もマラソンだけが飛び抜けて役に立つと言う話にはなりません。ともあれ、運動生理学上の実験では、被験者の心の内にまでは入れません。背景には、人それぞれに固有の物語があるようです。例えば、「なぜボストン？」と思い込みを聞かれば、幾つかの点を挙げるすることができます。まず、1897年以降の長い歴史を持つボストン・マラソンへの敬礼。さらに言えば、長距離走を禅状況の一つの形（dynamic zen）と捉えれば、修行のため山岳を駆け巡る修験者の姿が浮かびます。長距離走は心と体を一つにできる格好の場なのです。その上で、ボストン流に質維持のために一定の基準を持ち込むと、今回の分析3 a)で試みた様な「連続出場」の意味づけを与えてくれます。つまり、同じコースを翌年も走る・走れることが励みとなって、良い記録が出る可能性を強めます。将来への夢をはぐくむ、競合による可能性の連鎖現象です。

—了—

表 1. TK's Distance-Running Records (2011-2019)

| Year | Age | Race Date         | Race Site                        | Finish Time/net (pace)                       | Age/Grade                         | Position in age group     | Age/Grade Equivalent time   |
|------|-----|-------------------|----------------------------------|--|-----------------------------------|---------------------------|---|
| 2011 | 72  | 7/31/11           | San Franc                        | 4:45:12<br>(10:53)                           | 60.96%                            | 5 Of 18<br>(70-99)        |   |
| 2012 | 73  | 5/20/12           | Pasadena                         | 4:25:07<br>(10:07)                           |                                   | 2 Of 5<br>(70-74)         | 3:24:54   |
| 2012 | 73  | 7/29/12           | San Franc                        | 4:07:24<br>(9:27)                            | 71.21%                            | 5 of 28<br>(70-99)        | 3:07:59   |
| 2013 | 74  | 2/24/13           | Tokyo                            | 4:07:44<br>(9:27)                            |                                   | 30 of<br>241<br>(70-74)   | 2:55:25   |
| 2013 | 74  | 4/15/13<br>bombed | Boston                           | 4:25:11<br>(projected)<br>(10:07)            |                                   |                           |   |
| 2014 | 75  | 4/21/14           | Boston                           | 4:08:32<br>(9:29)                            |                                   | 6 of<br>(75-79)           |   |
| 2014 | 75  | 7/27/14           | San Franc                        | 4:53:34<br>(11:12)                           | 61.83%                            | 7 of 27<br>(70-99)        | Lethargy  |
| 2015 | 76  | 7/26/15           | San Franc                        | 4:35:16<br>(10:30)                           | 65.56%                            | 3 of 24                   | 3:22:01   |
| 2015 | 76  | 9/19/15           | Prague<br>5K                     | 0:26:15<br>(5:15 per km)<br>(8:24 per mi)    |                                   | 3 <sup>rd</sup> in<br>60+ | Night run<br>around Park  |
| 2016 | 77  | 5/1/16            | Orange<br>County                 | 4:16:54<br>(9:48)                            | 71.56%                            | 1 of 10                   |   |
| 2017 | 78  | 4/17/17           | Boston                           | 4:13:37<br>(9:41)                            |                                   | 6 of<br>(75-79)           |   |
| 2018 | 79  | 3/24/18           | Agouras<br>Hills<br>Pac Half     | 2:08:11<br>(9:47)                            | 1:21:28<br>age grade<br>1st place | 1 of 4<br>(75-99)         | team run<br>w/Neal<br>Genda<br>Ave Age<br>Grade<br>1:34:58,<br>2nd Pl |
| 2018 | 79  | 5/6/18            | Orange<br>County                 | 4:17:31<br>(9:50)                            | 74.35%                            | 1 of 7<br>place 9         |   |
| 2018 | 79  | 6/3/18            | Griffith<br>Pk<br>Trail<br>Relay | 0:55:35<br>for 5.25 mi                       |                                   |                           | team of 5<br>runner   |
| 2019 | 80  | 4/6/19            | Agoura<br>Hills                  | disqualified<br>due to short-<br>cut mistake |                                   |                           |   |
| 2019 | 80  | 5/2/19            | Griffith<br>Park Trail<br>Relay  | 0:56:10<br>for 1/5 of<br>26.2 mile           |                                   |                           | Team of 5   |
| 2019 | 80  | 7/28/19           | San Franc                        | 4:54:29<br>(11:14)                           | 66.52%                            | 1 of 1<br>(80-99)         | Hip pain,<br>esp. Left side   |

図 1. [Speed in min per mile] vs. [Run intervals in weeks (ages)]

