

日本と世界の100m走の記録の推移の分析 日本選手はいつ頃世界レベルに達することができるのか

伊藤 宏¹⁾ 岡野 進²⁾
1) 静岡大学 2) 明海大学

I. 目的

これまでの日本男子・女子選手の100m走の記録水準と世界のそれらとはかなりの隔たりがみられた。しかし、最近の日本の男子・女子選手のスプリントレベルの向上には著しいものがみられる。特に、男子では1998年に伊東浩司選手が10秒00を出し、さらに現在末続選手が10秒03と絶好調であり、日本選手初の9秒台に突入する勢いである。

これまでに100mの記録の限界とか予測に対して、多くの研究者が研究発表してきている。これらについて岡野(1987)は次のようにまとめている。初期の予想は、コーチ等の経験と勘から、その当時の限界は、1935年と1955年では10.1秒(手動計時)、1968年には9.8秒(手動計時)と予測していた。1976年には統計学の回帰分析法が用いられ、1976年からみて2000年の予想タイムは9.5秒、電気計時で9.74秒、1983年からみて2000年の予想タイムを9.79秒から9.91秒と予測した。最近の予想では、1984年で2004年には9.56秒と予測している。(これらは、前田新生;1983「スポーツの記録」岩波ジュニア新書、陸上競技マガジン;1964.6 ベースボールマガジン社、Track and Field News;1983.11、H.W.ライダー;1984「スポーツ記録はどこまで伸びるか」日経サイエンス社を参照した。)

これらの報告から、1976年から統計的手法で20年くらい先の予想記録が算出され、現在の世界記録がほぼその予想通りの中されてきているが、1984年に算出された予測記録9.56秒は現在のレベルをまだ遥かに上回っており、現状の水準では、その予想レベルに達するには時間がかかると思われる。また、分析対象年数をどの年代からどの年代まで用いるかによって、算出される予想記録は変わってくる。

いずれにしても、これまでの世界・日本の公認記録の推移をデータベース化し、それらに最新の分析方法を用いれば、新たな予測が可能になるとと思われる。

今回の研究では、日本選手の最近の記録レベルが高くなってきているので、記録の限界や予測そのものを求めるのではなく、これまでの統計的手法である回帰分析(最少二乗法)を用いることによって、日本選手が世界のレベルにいつ頃の程度の記録で追いつけるのかを試みた。

そこで本研究の目的は、世界と日本のそれぞれ最近約34年間の記録とそれに対応した年数との回帰式を求め、世界と日本の回帰式が一致する年度と記録を求めることにある。これによって、今後日本男子・女子選手がいつ頃、どのような記録で世界の水準に追いつくのかを計算で求めることにある。

II. 研究方法

現行の100分の1秒単位の電気計時の記録が比較的容易に入手できる1970年度以降の日本と世界の男・女選手の34年間の100mの記録の変遷を表1と2にまとめた。表1は、各年度の1位にランクされたもの(年度最高記録)を、表2では各年度の上位10位までの平均値を載せた。それらの表に掲載されてあるデータから直線回帰式と多項回帰式を求めた。日本の記録レベルが世界のレベルに追い付くかを求めるには、世界と日本の男女別の回帰式をイコールにし、その解を求めることによって、いつ頃(何年)、どんな記録で日本男女が追いつけるのかが求められる。

また表2の上位10位までの平均値でも回帰式を求めたのは、1位だけの記録で予測値を求めると、ある年度でとてつもなくよい記録が出現することが

あり、その記録が回帰式の精度を落とすこととなることが予想されたからであり、また1位（世界のトップ）になるのではなく、世界の上位水準にいつ頃到達できるのかも求めたいと思ったからである。

さらに、今回直線回帰式だけでなく、よりデータの当てはまりの良さを求めるために二次の多項式を求めてみた。

1. 1970年から2003年までの34年間の世界・日本ランク1位の男女選手の記録を表1に、また同様に各年度10位までの記録の平均値を表2にまとめた。記録は、国際陸連（IAAF）公認で、月刊陸上競技誌に掲載された各年度の記録年鑑（1970～2003）を参照した。表3には、上記で求められた直線の回帰式とそれらの決定係数、さらに求められた回帰式の応用で1970年の予測値を表した回帰式（竹内ら1988）を掲載した。

2. 表1から、各年代と世界・日本ランク1位の男

女選手の記録との対応関係から直線回帰式と二次多項式を求め、それらを図1から図8に図示した。これらの計算はMicrosoft Excel 2001の分析ツールと散布図を用いて行った。

III. 結果と考察

1. 年度最高記録を用いた場合、日本男子選手は、いつ頃、どんな記録で世界（トップ）に追い付くのかについて。図1と2参照。

回帰式 $Y=bX + c$ を統計学的に解釈すると、直線の傾き b は回帰係数と呼ばれ、年度最高記録（ランク1位）の1年間の変化の大きさの目安として解釈される。また同時に算出される R^2 乗は決定係数または寄与率と呼ばれ、 Y （予測値）と x （年代）の標本相関係数の二乗に等しく、回帰式の予測の精度を表す。今回の分析では、相関係数が0.9（非常に

Table 1 100m records of world and Japan's 1st rank

year	Men				Women			
	World 1st rank	name (nationality)	Japan 1st rank	name	World 1st rank	name (nationality)	Japan 1st rank	name
1970	10.24	メッツ(西独)	10.54	神野正英	11.24	紀 政(台湾)	11.94	石野ますよ
1971	10.00	ボルゾフ(ソ連)	10.64	神野正英	11.00	シュテヘル(東独)	12.24	土田恵子
1972	9.90	ハート(米)	10.54	神野正英	11.00	シュテヘル(東独)	12.24	前田美代子
1973	10.24	コルネリウク(ソ連)	10.34	神野正英	10.04	シュテヘル(東独)	12.14	山田恵子
1974	9.90	ウイリアムス(米)	10.64	神野正英	11.90	シェビンスカ(ポーラ)	12.04	土田恵子
1975	10.05	リディック(米)	10.48	神野正英	11.03	シュテヘル(東独)	11.95	松下さゆり
1976	10.06	クロフォード(トリニ)	10.56	豊田敏夫	11.01	リヒター(西独)	11.78	大迫夕起子
1977	9.98	レオナルド(キューバ)	10.62	原田彰	10.88	エルスナー(東独)	11.92	大迫夕起子
1978	10.07	エドワーズ(米)	10.61	原田康弘	10.94	ゲール(東独)	11.73	阿萬亜里沙
1979	10.01	メンネア(伊)	10.50	原田康弘	10.97	ゲール(東独)	11.94	貝原澄子
1980	10.02	サンフォード(米)	10.59	豊田敏夫	10.93	ゲール(東独)	11.94	大迫夕起子
1981	10.00	ルイス(米)	10.58	豊田敏夫	10.90	アシュフォード(米)	11.91	大迫夕起子
1982	10.00	ルイス(米)	10.40	清水禎宏	10.88	ゲール(東独)	11.89	小西恵美子
1983	9.93	カルビン(米)	10.46	不破弘樹	10.79	アシュフォード(米)	11.74	小西恵美子
1984	9.96	ラッタニー(米)	10.34	不破弘樹	10.76	アシュフォード(米)	11.97	原悦子
1985	9.98	ルイス(米)	10.50	菊池勝彦	10.86	ゲール(東独)	11.81	北田敏恵
1986	9.95	ベンジョンソン(加)	10.35	不破弘樹	10.88	アシュフォード(米)	11.73	北田敏恵
1987	9.83	ベンジョンソン(加)	10.33	不破弘樹	10.86	ヌネア(英)	11.92	磯崎公美
1988	9.92	ルイス(米)	10.28	青戸慎司	10.49	ジョイナー(米)	11.78	磯崎公美
1989	9.94	パレル(米)	10.28	青戸慎司	10.78	ソーウェル(米)	11.76	北田敏恵
1990	9.96	パレル(米)	10.27	宮田英明	10.78	オツティ(米)	11.86	齋藤伸江
1991	9.86	ルイス(米)	10.20	井上悟	10.79	オツティ(米)	11.71	野村綾子
1992	9.93	マーシュ(米)	10.30	青戸慎司	10.80	オツティ(米)	11.72	野村綾子
1993	9.87	クリスティ(英)	10.19	朝原宣治	10.82	ディバース(米)	11.62	伊藤佳奈恵
1994	9.85	パレル(米)	10.24	高橋和裕	10.77	プリワロフ(露)	11.58	北田敏恵
1995	9.91	ベイリー(カナダ)	10.21	伊東浩司	10.84	トーレンス(米)	11.65	北田敏恵
1996	9.84	ベイリー(カナダ)	10.14	朝原宣治	10.74	オツティ(米)	11.48	北田敏恵
1997	9.86	グリーン(米)	10.08	朝原宣治	10.76	ジョーンズ(米)	11.55	吉田香織
1998	9.86	ボルドン(米)	10.00	伊東浩司	10.49	ジョーンズ(米)	11.53	新井初佳
1999	9.79	グリーン(米)	10.06	伊東浩司	10.76	ジョーンズ(米)	11.45	新井初佳
2000	9.86	グリーン(米)	10.11	川畑伸吾	10.75	ジョーンズ(米)	11.42	坂上香織
2001	9.82	グリーン(米)	10.02	朝原宣治	10.82	ピントウセウヰチ(ウク)	11.36	二瓶香子
2002	9.78	モンゴメリー(米)	10.05	末続慎吾	10.83	ピントウセウヰチ(ウク)	11.45	坂上香織
2003	9.93	P.ジョンソン(豪)	10.03	末続慎吾	10.85	Kホワイト(米)	11.45	新井初佳

Table 2 100mrecords of world and japan's 10 ranks average.

Year	World man 10 ranks aver.	Japan man 10 ranks aver.	World woman 10 ranks aver.	Japan woman 10 ranks aver.
1970	10.24	10.77	11.47	12.25
1971	10.30	10.73	11.38	12.37
1972	10.22	10.69	11.34	12.37
1973	10.30	10.65	11.27	11.84
1974	10.32	10.74	11.36	12.23
1975	10.16	10.68	11.28	12.17
1976	10.13	10.72	11.13	12.08
1977	10.14	10.72	11.13	11.99
1978	10.09	10.71	11.14	12.07
1979	10.12	10.60	11.14	12.06
1980	10.12	10.69	11.09	12.00
1981	10.11	10.64	11.10	12.04
1982	10.10	10.53	11.03	12.02
1983	10.09	10.59	10.97	11.83
1984	10.08	10.49	10.99	11.97
1985	10.07	10.55	11.00	12.01
1986	10.04	10.53	10.98	12.02
1987	10.03	10.47	10.94	12.05
1988	10.00	10.43	10.84	11.97
1989	10.04	10.39	11.04	11.88
1990	10.04	10.44	11.02	11.91
1991	9.97	10.34	10.98	11.83
1992	10.00	10.35	10.91	11.82
1993	9.99	10.37	10.98	11.83
1994	9.96	10.35	10.97	11.79
1995	10.02	10.32	10.99	11.78
1996	9.95	10.34	10.93	11.68
1997	9.93	10.29	10.91	11.71
1998	9.92	10.28	10.88	11.72
1999	9.92	10.26	10.89	11.66
2000	9.97	10.24	10.92	11.62
2001	9.96	10.27	10.96	11.69
2002	9.93	10.23	10.97	11.71
2003	9.97	10.24	10.96	11.65

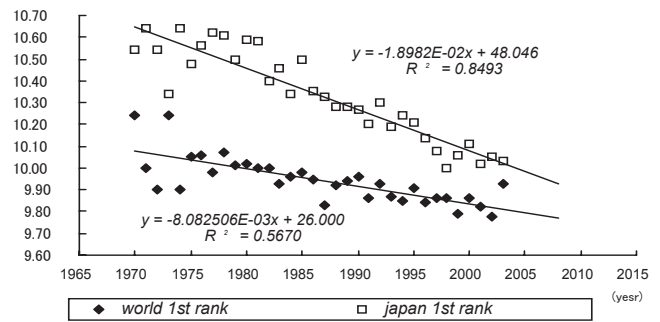


Figure 1 Men 100m time of World and Japan 1st rank in chronological order (linear regression)

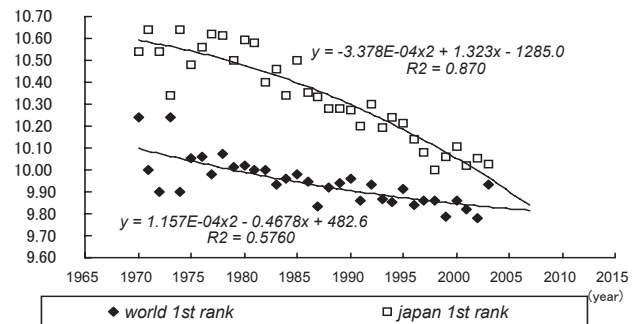


Figure 2 Men 100m time of World and Japan 1st rank in chronological order (polynomial regression)

高い相関関係があるとみなされる) だとすると決定係数は 0.81 となるので、この数値以上を示す決定係数の回帰式は x による Y の予測値に対する当てはまり具合が有意に高いと解釈した (松浦 1991)。

たとえば日本の男子の記録は 1 年間に 0.018982 秒短縮され、世界男子は 0.00808 秒短縮されていると解釈する。そして日本男子の直線回帰の決定係数は 0.849 と高く、世界男子の直線回帰は低いと解釈される。この世界男子選手の回帰係数について岡野 (1987) は 1955 年から 1987 年の 33 年間について算出した係数は 0.01713、竹内ら (1988) は 1975 年

から 1985 年の 11 年間の分析で 0.0095 であり、今回のデータ (34 年間) で求められた回帰係数がいちばん小さく 0.00808 であった。これは、過去のデータを多く用いればそれだけ予測の精度が上がると思われるが、過去の記録測定背景には、計時された時期は記録の短縮率は大きいものであり、記録の計時方法が審判員三名による手動計時であったり、または現在の電気計時なり 1/100 秒単位で表示されたり、また走路がアンツーカーのような地面からオールウェザーの表面になったり、同じ記録でもその背景は違うものになっている。また、データ数も違くと算出される回帰係数も違うものなる。このような背景を考慮すると、今回算出された回帰

Table 3 Regression equations of World and Japan's 100m records and Year

各分析対象の回帰直線	決定係数	回帰式 Y=bX+c	1970年の予測値を表した回帰式
世界男子各年度ランク1位の回帰直線	0.567	y = -0.0080825x + 26.000	y=10.043-0.0081(x-1970)
日本男子各年度ランク1位の回帰直線	0.849	y = -0.0189820x + 48.046	y=10.616-0.0189(x-1970)
世界女子各年度ランク1位の回帰直線	0.485	y = -0.0090297x + 28.795	y=11.065-0.0090(x-1970)
日本女子各年度ランク1位の回帰直線	0.821	y = -0.0210786x + 53.643	y=12.076-0.0211(x-1970)
世界男子各年度ランク10位までの平均値の回帰直線	0.858	y = -0.0104881x + 30.901	y=10.216-0.0105(x-1970)
日本男子各年度ランク10位までの平均値の回帰直線	0.947	y = -0.0175567x + 45.365	y=10.693-0.0176(x-1970)
世界女子各年度ランク10位までの平均値の回帰直線	0.707	y = -0.0135027x + 37.878	y=11.284-0.0135(x-1970)
日本女子各年度ランク10位までの平均値の回帰直線	0.803	y = -0.0182574x + 48.198	y=12.148-0.0183(x-1970)

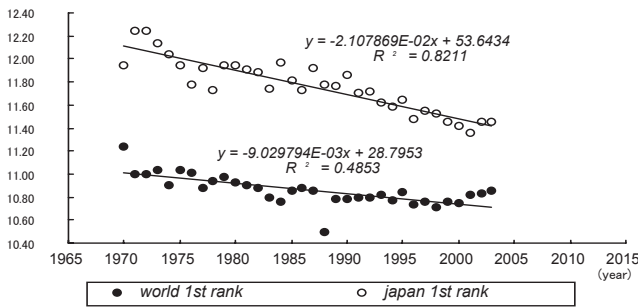


Figure 3 Women 100m time of World and Japan 1st rank in chronological order (linear regression)

係数は最近の記録の停滞傾向を加味すると、ほぼ妥当な係数であると思われる。

そこで、日本と世界の直線がクロスする点を求めるために二つの回帰直線を等号で結び、その解を求め、その解を回帰式入れて予測タイムを求めた。日本男子の回帰係数は世界と比較すると 2.35 倍になっており、いずれ二つの直線は交差する推定される。図 1 参照。その結果、日本男子は 2023 年に 9.62 秒のレベルで追い付くと計算された。

この 9.62 秒は非常に高い水準であり、最近の日本男子の記録の急激な短縮率を加味しても、後 20 年で到達するのは難しいと思われる。また、日本男子選手がいつ、何秒で 10.00 秒の壁を乗り越えるかに付いて求めてみると、2005 年に 9.99 秒から 9.98 秒で達成すると算出された。すなわち今年中に日本スプリント界の念願が果たせられることになる。祈念せざるを得ない。

しかしここからは、少しでも早く世界のレベルに到達するための戦略・マネジメントや岡野 (2002) が提案した「陸上競技の競技者育成プログラム策定について」を参考にして経験知と運動学の立場から「スプリント能力向上プログラム実践方策」を挙げてみる。

1. 陸連主導による、さらなる発育発達を踏まえたタレント発掘。
2. 長期に渡る練習・トレーニングシステムの充実。
3. 実効ある練習・トレーニング内容の共有化。
4. より高度な技能を修得したコーチング・トレーナーの養成と有給化。
5. スプリント専用の練習・トレーニング器機の開発。
6. 学校教育とスポーツクラブのより深い協力体制の実現化。
7. 国際的な情報の先取りと選手・指導者の海

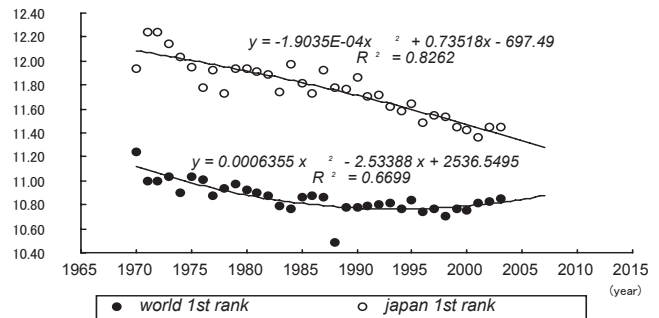


Figure 4 Women 100m time of World and Japan 1st rank in chronological order (polynomial regression)

外への早期研修制度。

8. 選手終了後の就職やセカンドキャリアへの助言指導。
9. 競技団体および企業による資金援助。
10. 海外試合へジュニアから積極的な参加。特に男・女リレーチームで。
11. 選手・審判員のやる気の出る国内試合の運営方法の工夫。
12. 国立センターや地方の高機能付きトレーニングセンターの積極的利用。

このような環境を整えることによって、10.00 秒を突破することはもちろんのこと、今後 20 年以内に予想記録の実現が可能になると願っている。

また今回は、決定係数の有意水準を高めるために、2 次の多項式を算出してみた。図 2 参照。日本の回帰係数はマイナス、世界はプラスを示したので、図 2 から容易にそのクロス地点が読み取れ、しかも直線回帰よりはかなり早めに追い付くことが判る。しかし、予想に反して決定係数は日本・世界ともに高まらず、また 2004 年を代入すると日本は 9.68 秒ですでに世界を追い抜いていることが計算された。よって、この図 2 の二次多項式は現状にあわないので今回は棄却することにした。

2. 年度最高記録を用いた場合、日本女子選手は、いつ頃、どんな記録で世界に追い付くのだろうか。図 3 と 4 参照。

男子選手と同様な手順で分析を行った。その結果、日本女子選手は 2071 年に 9.95 秒のレベルで追い付くと計算された。もし日本女子選手が 70 年後に世界のトップに追い付いたとしても、現状の世界の女子選手のトップが未だに 10.00 秒を突破していないのに日本の女子選手が 9.95 秒を出して追い付くとは、全く予測することはできない。よって現実的に無理だと思われるので、この予想は棄却するこ

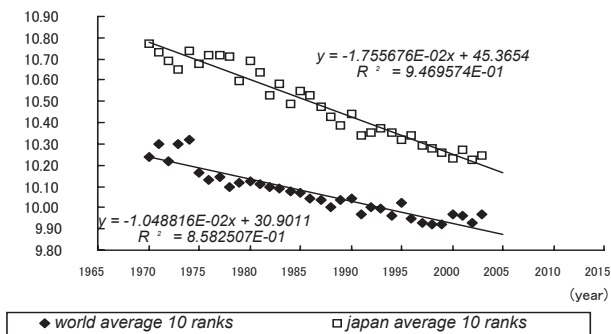


Figure 5 Men 100m time of world and Japan average 10 ranks in chronological order (linear regression)

とにした。しかし、日本女子選手の回帰式の決定係数は0.8211と有意に高いのでこの回帰式を採択し、日本女子選手がいつ11.00秒を切れるのかを求めてみると2020年に11.0008秒と計算された。これは、ここ最近の記録の推移から判断しても後15年くらい11.00秒は突破するものと判断しても良いと思われる。

また、二次多項式では日本女子選手の回帰係数がマイナス、世界女子選手はプラスの方向を示したので、直線回帰式で求められた年数よりは早く達成できると判断される。計算結果から2015年に11.03秒で追い付くと計算された。図4からも判るように、この予想は世界女子選手の記録が今後停滞・低下していることが前提になっているが、今後世界のレベルがこのまま停滞していくとは考えられないので、この結果も現実には合わない解釈し、今回は採択しない。しかし、日本女子選手の決定係数は0.826だから、有意と判断できるので直線回帰式で予想された年数より約五年早く11.00秒に到達できることが予想される。

3. 上位10位までの平均記録を用いた場合、日本男子選手は、いつ頃、どんな記録で世界に追い付くのだろうか。図5と6参照。

日本男子選手の回帰式の決定係数は0.947であ

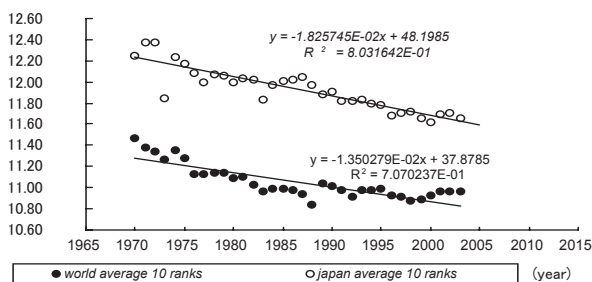


Figure 7 Women 100m time of World and Japan average 10 ranks (linear regression)

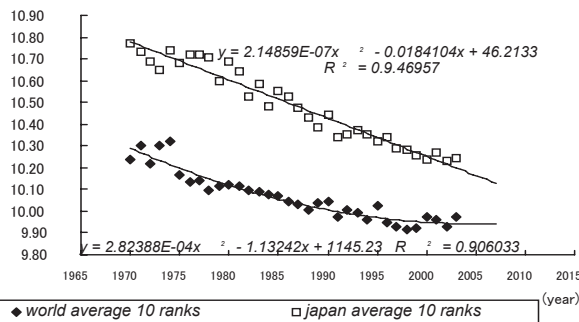


Figure 6 Men 100m time of World and Japan average 10 ranks in chronological order (polynomial regression)

り、世界男子選手では0.858でどちらもかなり高い精度を示している。計算の結果、2037年に9.51秒で世界トップ10位レベルに到達されるとなった。日本男子選手トップ10名の平均値が世界の上位レベルに到達するには、年度最高記録(トップ1位)で算出された予想年より14年も多くかかり、記録も0.1秒も高いレベルになっていた。

この予想値から、日本男子の上位レベルが世界レベルに追いつくには、この算出された記録に到達するかは別にして、それなりに時間がかかると考えられる。またこの直線回帰はあくまで直線なので、これから先も記録が短縮していくことを前提にしている。しかし次に述べる二次多項式で明らかになるが世界男子上位レベルの最近の記録の動向は停滞していることが図6から読み取れる。このことから世界男子の上位レベルがこのままでいて、日本が上記であげたスプリント能力向上プログラムの実効を上げていけば、少なくとも9.99秒レベルには到達できると考えられる。

二次多項式の計算結果では、2017年に9.97秒から9.95秒で世界上位レベルに追いつくとなった。前述したように、世界の上位レベルはここ最近の傾向は停滞傾向である。この現象をこれから先まだまだ短縮していくための準備段階なのか、それともトップレベルとしてはこのあたりが限界になってい

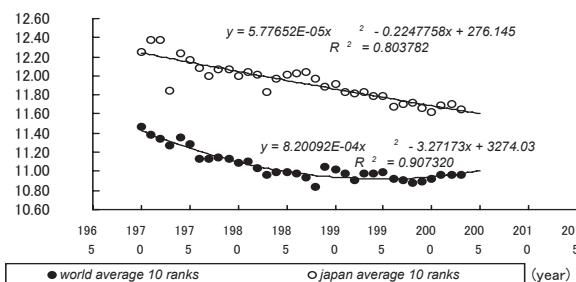


Figure 8 Women 100m time of World and Japan average 10 ranks (polynomial regression)

ると捉えたほうがいいのかは、今回の分析では明確にはなっていない。しかし、二次多項式の方の決定係数は非常に高いので、現状のデータ傾向を分析すると、世界男子は停滞、日本男子は短縮傾向を示しているのこのまま行けば、計算通り日本男子の上位グループのレベルは、スプリント能力向上プログラムが実効を上げれば後15年くらいで、世界の上位レベルまでに到達するのではないかと思われる。

4. 上位10位までの平均記録を用いた場合、日本女子選手は、いつ頃、どんな記録で世界に追い付くのだろうか。図7と8参照。

計算の結果、2150年に8.85秒で世界トップ10位レベルに到達されるとなった。この結果は、直線回帰と同様に全く現実的でないので、廃棄する。しかし、日本女子上位レベルの選手の回帰式の決定係数は0.8032と有意に高いのでこの回帰式を採択し、日本女子上位群の選手がいつ11.00秒台に達するのかを求めてみると2037年に11.008秒と計算された。これは、年度最高記録からの予測値より17年くらいかかるが11.00秒台に到達できるのではないかと思われる。より確実に実現できるためには、男子同様に今までの練習条件にスプリント能力向上プログラムを加味することが必要条件になるとと思われる。

まとめ

本研究の目的は、1970年から2003年まで34年間の世界と日本記録とそれに対応した年数との回帰式を求め、さらに世界と日本の回帰式が一致する年度と記録を算出することであった。これによって、今後日本男子・女子選手の記録がいつ頃、どのような記録で世界の水準に追いつくのかを予想した。

1. 年度最高記録を用いた場合、日本男子選手は、2023年に9.62秒で追い付くと計算された。この9.62秒は非常に高い水準であり、最近の日本男子の記録の急激な短縮率を加味しても、後20年で到達するのは難しいと思われる。さらに、日本男子選手がいつ、何秒で10.00秒の壁を乗り越えるかに付いて求めてみると、2005年に9.99秒から9.98秒で達成すると算出された。今年中に日本スプリント界の念願が果たせられることになる。期待したい。

2. 年度最高記録を用いた場合、日本女子選手は、2071年に9.95秒のレベルで追い付くと計算された。現状の世界の女子選手のトップが未だに10.00秒を突破していないのでこの予想は棄却することにした。いつ11.00秒を切れるのかを求めてみると2020年に11.0008秒と計算された。これは、ここ

最近の記録の推移から判断しても後15年くらいか11.00秒は突破するものと判断しても良いと思われる。

3. 上位10位までの平均記録を用いた場合の日本男子選手は、2037年に9.51秒で世界トップ10位レベルに到達されるとなった。この予想も現実的には厳しく、採択はできない。しかし、二次多項式の計算結果では、2017年に9.97秒から9.95秒で世界上位レベルに追いつくとなった。これは、世界の上位レベルのここ最近の傾向が停滞傾向である事を前提した場合である。

4. 上位10位までの平均記録を用いた場合の日本女子選手は、2150年に8.85秒で世界トップ10位レベルに到達されるとなった。これは全く現実的でないので、廃棄される。日本女子上位群の選手がいつ11.00秒台に達するのかを求めてみると2037年に11.008秒と計算された。これは、年度最高記録からの予測値より17年くらいかかるが11.00秒台に到達できるのではないかと思われる。

この分析は、34年間のデータに基づいて正確に統計処理を行って回帰式を求めた。しかし、算出された結果に対しての考察は、世界・日本の現状の記録のレベル、選手層の把握、練習内容や量・質などを考慮して、運動学的に考察を行った。より正確に回帰式を求めるためには、毎年の記録を入力してデータそのものを蓄積していかなければならない。

文献

- 岡野進 (2002) 陸上競技の競技者育成プログラム策定について、財団法人日本陸上競技連盟 pp. 7-55
- 岡野進 (1987) 100mの限界、陸上競技マガジン、12、102-106.
- 記録年鑑 (1971 - 2004) 月刊陸上競技 別冊付録 講談社.
- 竹内啓、藤野和建 (1988) スポーツの数理科学、共立出版 pp. 11-21.
- 松浦義行 (1991) 体育・スポーツ科学のための統計学、朝倉書店、pp. 56-64.