

エンジニアの道草ノート

- 世界最速の男 -

青木 正喜*

Off the track notes of an engineer

- world fastest man -

Masayoshi AOKI*

はじめに

本稿では、人間の陸上での能力から始めて、著者のスクラップ・ブックから速度に関する話題を取り上げる。本稿は、速度という切り口で見た場合に、見えてくる何かを感じようという趣旨である。必ずしも最新の記録を追いかけているわけではなく、オーダーを実感して頂く事が目的である。個々の記録およびその更新に関しては、ギネスやその他の Web サイトを各自参照されたい。

人間の能力礼賛

「世界最速の男」は陸上 100m の世界記録保持者に与えられる称号である。2008 年の北京オリンピックで、陸上競技 100m, 200m, 400m リレーの三種目全て世界新記録で三冠を達成したウサイン・ボルト（ジャマイカ）の 100m の記録が 9 秒 59 (37.15[km/h])、200m の記録が 19 秒 30 (37.31[km/h]) である。200m の方が 100m よりも速いというのも、ちょっとした驚きである。100m を 10 秒で走ると速度は 36[km/h]となる。陸上 100m は鍛え上げた運動選手の芸術とも言える走りである。選手はほぼ限界の状態で走っており、故障の多いのも仕方のないことであろう。

長距離の華であるマラソンでは、2007 年 9 月のベルリン・マラソンでハイレ・ゲブラシエ（エチオピア）が 2 時間 4 分 26 秒 (20.37[km/h]) の世界新記録をマークし、これまでの記録を 29 秒短縮している⁽¹⁾。早くも、いつ 2 時間 3 分台の壁が破られるかに関心が集まっている。マラソンコースの距離は 42.195[km]であり、距離を 40[km]、時間を 2 時間とすれば速度は 20[km/h]である。100m 走の約半分の速度 20[km/h]で 2 時間走り続けることは、これまた驚異に値する。自転車でも 20[km/h]を長時間維持する事は並大抵ではない。100m、マラソン共に人間の能力は礼賛に値する。

SF の世界では、1973 年から 1978 年まで、アメリカ合

衆国の ABC ネットワークで放送された「600 万ドルの男: The Six Million Dollar Man」の主人公のバイオニック・マン（サイボーグ）は、走行速度 100[km/h]と設定されている⁽²⁾。これは 27.8[m/s]に相当し、100[m]を 3.6[s]で走る。

本田技研工業が 2005 年 12 月に発表した二足歩行ロボットの新型「ASIMO: Advanced Step in Innovative Mobility 2005」の走行速度は 6[km/h]と、人間の歩行速度の約 1.5 倍である。

人間の歩く速さは 4[km/h]とされている。1[m/s]とすれば、3.6[km/h]となる。陸上 100m の走りは、この 10 倍の速さである。不動産の広告では、距離を歩く時間[min]で表している。1[m/s]は 60[m/min]に相当するが、不動産広告では不動産業者等が定めた公正競争規約で人間の歩行速度を 80[m/min]としている。これは 4.8[km/h]と、早足に近い。

本稿では速度の表記として、時速は[h]、分速は[min]、秒速は[s]を用いる。マイルを用いた時速には[mph]を用いる。1[mile]=1.6[km]である。

水着の技術革新と記録更新

水泳に関しては、英国 Speedo 社製の水着レーザー・レーサー（LR: laser racer）を着用した選手により、ほとんどの世界記録が 2008 年に更新されている。道具の技術革新が、これほどまでに短期間で記録を大幅に塗り替えた事は史上初めてであろう。男子 200m 平泳ぎでは北島康介（日本）が 2008 年 6 月にレーザー・レーサーを着用して、2 分 7 秒 51 (5.65[km/h]) と一気に世界記録を大幅に

*成蹊大学理工学部情報科学科教授(Professor, Dept. of Computer and Information Science), e-mail address: masa@st.seikei.ac.jp

短縮した⁽³⁾。2008 年の北京オリンピックでは合計 23 個の世界記録がレーザー・レーサーを着用した選手によって出された⁽⁴⁾。北京オリンピックでの男子 100m 競泳の結果は次の通りである。自由形はサリバン（オーストラリア）が 47 秒 05 (7.65[km/h]) の世界記録をマークした。この記録は準決勝で出したもので、決勝では、前世界記録保持者のベルナル（フランス）が 47 秒 21 で優勝しており、サリバンは 47 秒 32 で 2 位であった。バタフライでは 8 冠となったフェルプス（アメリカ）が優勝したが、世界記録ではなく、オリンピック記録であった。世界記録はイアン・クロッカー（アメリカ）が 2005 年に記録した 50 秒 40 (7.14[km/h]) である⁽⁵⁾。背泳ぎではアロン・ピアソル（アメリカ）が 52 秒 54 (6.85[km/h]) の世界記録で優勝している。平泳ぎは北島康介（日本）が 58 秒 91 (6.11[km/h]) の世界記録で、優勝している。速度の面からは、自由形が一番速く、バタフライ、背泳ぎ、平泳ぎと続いている。

100m を 50 秒とすれば、2[m/s]、120[m/min]、7.2[km/h] となり、通常歩行の 2 倍、100m を 1 分とすれば、6[km/h] である。

スキー、スケート

スキー、スピード・スケートに関しては 2006 年トリノ冬季オリンピック 1 位の記録を平均時速と共に列挙する⁽⁶⁾。

スキー男子滑降 (down hill), 距離 3299[m], 109.16[km/h]
スキー男子大回転 (giant slalom), 距離 1434[m], 66.61[km/h]

スキー男子回転 (slalom), 距離 660[m], 46.07[km/h]

スピードスケート

男子 500m, 51.61[km/h]

男子 1000m, 52.257[km/h]

スピードスケートでは 1000m の方が 500m よりも平均速度が速いことは注目に値する。陸上では前述の様に 200m と 100m で同様の現象が起きている。いずれもスタート直後の加速時の速度に関係がありそうである。

トリノオリンピック後の世界新記録としては、男子 500m の 52.89[km/h]がある。

なお冬季オリンピックの競技に係る速度としてはスキー・ジャンプ (jump) の踏み切り時は 80~100[km/h] ボブスレー (bobsleigh) の最高時速は 130[km/h] スケルトン (skeleton) の最高時速は 125[km/h] 等が興味深い。

スキーにおける究極の速度の追求としてキロメーター

ランセがある。これは斜面を直滑降して、100[m]の距離にある 2 地点間の速度を計測する競技である。Web site の表題は“Speed Skiing Nearly Past Fear & Terminal Velocity”となっており、“Fastest Non-Motorized Sport On Earth”と言いいえて妙の定義がされている。1966 年富士山直滑降、1970 年エベレスト・サウスコル(8000 メートル)からの世界最高地点スキー滑降に成功、2003 年世界最高齢 70 歳でエベレスト登頂、2008 年には 75 歳で再度エベレスト登頂に成功した日本の三浦雄一郎が、1964 年イタリアで 172.084[km/h]を記録し、優勝している。現在はスピード・スキーと呼ばれており、世界記録は、2006 年にイタリアのシモーネ・オリゴン (Simone Origone)が記録した 241.61[km/h]である⁽⁷⁾。

雪の上のスキーではないが、1952 年にロケット駆動のソリを鉄製のレール上を走らせることで、ジョン・P・スタップ少佐が 632[mp] (1011.2[km/h]) のスピードを記録し「世界でもっとも速い人間」といわれている⁽⁸⁾。

ボールを用いる競技

ボールに関しては、野球のピッチャーの投球の日本球界最速記録はクルーンの 161[km/h] (2006 年) である⁽⁹⁾。サッカーでは中村俊輔が左足で蹴ったボールが 100.8[km/h] (2006 年) と記録されている⁽¹⁰⁾。

道具を用いた場合には、テニスのサーブで男子のヨハンセンが 230[km/h]を出している。女子ではビーナス・ウィリアムスがウィンブルドンで 203[km/h] (2008 年 7 月) を記録している⁽¹¹⁾。2002 年時点での文献によればテニスのサーブの速度の最大は 48[m/s] (172.8[km/h]) とされている⁽¹²⁾。

野球、ゴルフ、アイスホッケーに関しては、野球のバッターの打ち出し速度の最大は 43.67[m/s] (157.2[km/h])⁽¹³⁾、ゴルフの打ち出し速度の最大は 80[m/s] (288[km/h])⁽¹⁴⁾、アイスホッケーのバックの速度の最大は 48.5[m/s] (174.6[km/h])⁽¹⁵⁾等が文献に表れている。打ち出されたボールは、空気抵抗等を考えずに、単純な質点運動を仮定すれば飛距離は 45 度で最大となる。飛距離に関しては、初速度の大きさ v_0 [m/s]、水平からの角度を θ 度とすれば、単純化した放物運動は、鉛直方向の速度は $v_y(t)=v_0\sin\theta -gt$ で与えられ、最高点は $v_y(t)=0$ から $t_1=v_0\sin\theta/g$ で与えられる。水平方向の距離は等速度運動として $d(t)=v_0\cos\theta t$ となり、 $t=2t_1$ を代入することにより θ の関数として下式のように到達距離が得られる。

$$d=(v_0^2/g)\sin 2\theta$$

この式から、 $\theta=45$ 度が最大到達距離(v_0^2/g)を与える。

野球に関しては、速度をこの式に代入した場合、ホームランの飛距離は一応妥当な値が得られる。実際には揚力と、速度の2乗に比例する抵抗を考えねばならない。

水の上を走るバシリスク（動物の素晴らしい能力）

動物の速度に関しては、文献からいくつかのデータを列挙する。陸上ではチーターが112[km/h]で地上最速とされている。エダツノカモシカが96[km/h]、ガゼル、ライオンが80[km/h]、シカが72～80[km/h]、野ウサギ類が64～72[km/h]、サイが40～45[km/h]、ゾウが40[km/h]である⁽¹⁶⁾。競走馬に関しては、2007年のダービーで優勝した「ウォッカ」は最後の600[m]を33秒で走ったと推定されている⁽¹⁷⁾。これは65.45[km/h]である。飛べない鳥の駝鳥は90[km/h]と、競走馬よりも速い。

南米コスタリカのバシリスクという名前（別名キリストトカゲ、Jesus Christ Lizard、キリストが水の上を歩いた奇跡に由来）のトカゲはNHKが開発したシャッター100万分の1秒の高速カメラで得られた画像から、水の上を走る動作が解析され、速度は1.8[m/s]であった⁽¹⁸⁾。1秒に20歩で、0.05秒で水から足を引き抜き、衝撃力、抵抗力、浮力で沈まない。人間も106[km/h]ならば理論上水の上を走れるとのことであり、「100万ドルの男」の速さが必要である。遅い方の代表としてみみずの速度の計測結果を紹介する。2匹のみみずで10cmを5回走らせて計測し、54.6[cm/min] (32.8[m/h]) という結果を得ている⁽¹⁹⁾。

鳥ではつばめが200[km/h]⁽²⁰⁾と営業運転開始当初の新幹線の許容最高速度に迫っている。蜂鳥に関しては、高速カメラ画像の解析から1秒間に40回の羽ばたきをし、飛行速度は100[km/h]との結果が得られている⁽²¹⁾。伝書バトでは320[km]を4時間40分 (68.57[km/h]) で飛び、船の遭難を知らせたことが記録されている⁽²⁰⁾。長距離では、北海道の稚内から九州の鹿児島まで1820[km]の89時間5分 (20.43[km/h]) が日本記録である⁽²⁰⁾。

昆虫ではミツバチが一週間で350km（東京-仙台の距離）を移動した事が報告されており、これは50[km/day]、時速約2キロに相当する。

魚に関しては、例えば鮪が80[km/h]と言われているが、手元にデータが不足しており、本稿では取り上げない。一つだけ興味深いデータを紹介する。コペポードという名前のプランクトンは、東京海洋大学の研究によると水中から速度60[cm/s] (216[km/h]) で飛び出すと、NHK TVで2008.8.18に放映された。高速度カメラによる解析で、加速度15Gが確認されたとの事である。

自然現象

音速は国際標準大気（ISA）海面上気温15℃で約340[m/s] (1224[km/h])である。やまびこに最適な山までの距離は300[m]で、これは音の往復時間が約2秒である。1気圧中の音速は温度の関数として

$$331.5 + 0.61t \text{ [m/s]} \quad (t \text{ は摂氏温度})$$

で与えられる。

風速に関しては、瞬間的に吹いた風の強さの最大が「最大瞬間風速」で、昭和41年9月25日に富士山頂で毎秒91.0メートルが観測された。一般に用いられている、10分間の平均風速（秒速）の最大値としては昭和17年4月5日に観測された72.5[m/s]が日本で観測された「最大風速」である。上空を吹いているジェット気流は300[km/h]と言われており⁽²²⁾、90[m/s]は324[km/h]とジェット気流と同程度である。低気圧の移動速度は40[m/h]で、一日に約1000[km]移動する。

雪崩はスピードが大きく、事故を起こしやすい。表層雪崩の場合100～200[km/h]、全層雪崩の場合40～80[km/h]、煙型雪崩の場合は180～450[km/h]、氷河雪崩の場合～450[km/h]と言われている。

津波も世界で多くの被害を出しており、“tsunami”が一般名詞として通用している。津波の速さは、 $\sqrt{gh}$ [m/s]と近似され、水深2000[m]で約500[km/h]、水深200[m]で約160[km/h]、水深10[m]で約36[km/h]となる。陸上に遡上した津波は、人が全速力で走る程の速さとなる。

植物の成長速度のいくつかの例をあげる。アスパラガスは12[cm/day]、英語の別名がLady's fingerであるおくらの実実は2[cm/day]、速い方の代表である竹はマダケの121[cm/day]、モウソウチクの119[cm/day]が報告されている⁽²³⁾。

天然現象の中で遅い方の代表としては、鍾乳洞にできる鍾乳石（つらら）が1[cm]の成長に70年、石筍（下から伸びてくる）が1[cm]の成長に130年かかると言われている。

電磁波は光速で伝播するが、電流を担っている電子は意外にも遅い。自由電子の密度を n [個/ m^3]、電気素量を e ($=1.6 \times 10^{-19}$ [C])、電流密度を j [A/ m^2]、電子の速度を v [m/s]とすれば。電子の移動速度（ドリフト速度）は

$$v=j/(en) \text{ [cm/s]}$$

で求められる。銅では $n=8.5 \times 10^{28}$ [個/ m^3]であり、断面積1[mm^2]の銅線に10[A]の電流を流すと、 $j=10^7$ [A/ m^2]となり、 $en=13.6 \times 10^9$ [C/ m^3]、 $v=10^{-2}/13.6$ [m/s]($=0.735$ [mm/s])と約1[mm/s]でみみずより遅い。これは導体中には多量の電子が存在する事に起因している。

地上と水上の乗り物

1964 年 10 月 1 日に営業運転を開始した東海道新幹線の超特急は、東京-新大阪間を 3 時間 10 分で結んだ。許容最高速度は 210[km/h]で、平均速度は 174.5[km/h]であった。営業運転開始前の最高速度試験では 1963 年 3 月に 256[km/h]を記録している。新幹線は営業運転開始以来 40 年以上乗客に関して無事故の記録を続けている。現在の東海道新幹線の営業最高速度は 300[km/h]である。東京-京都間 513.6[km]の最短所要時間は 2 時間 17 分で、平均速度は 224.9[km/h]である。次期営業運転として計画している速度は 360[km/h]であり、これは歩く速さの 100 倍の 100[m/s]である。実験中のリニア新幹線は 500[km/h]を目標としており、2003 年 2 月には、鉄道の世界最高速度 581[km/h]を記録している⁽²⁴⁾。フランスの TGV は 2007 年 4 月に 574[km/h]を達成している⁽²⁵⁾。

最近電気自動車の研究が活発に行われ、個々の性能はガソリン自動車を凌ぐようになってきている。慶応大学は最高速度挑戦車と高加速度挑戦車の 2 種類の 8 輪の Elicia (Electric Lithium-Ion Car) を開発した⁽²⁶⁾。リチウムイオン電池を用い、公称最高速度 370[km/h]であり、高加速性が重視されている。1 回の充電で 300[km]の走行が可能である。松下電器と大阪産業大学は普通の単 3 乾電池を 192 本使用し、最高速度 105.95[km/h]を 2007 年 8 月 4 日に記録し、ギネス世界記録に認定された⁽²⁷⁾。一般向けの商品として市販されている地上最速の自動車は、フォルクスワーゲン傘下の Bugatti Automobiles ASA 社製のスポーツカー Bugatti Veyron16.4 である。最高速度は 407[km/h]と東海道新幹線を凌ぎ、リニア新幹線に迫る。しかしこの速度で走行すると、タンク満タンのガソリン 100 リットルを 12.5 分で使い切る⁽²⁸⁾。

船では双胴船とホーバークラフトの特徴を兼ね備えたテクノスーパーライナー「飛翔」が 1994 年の航行試験で、最高速度 54[knot] (100[km/h]) を記録している。
(1[knot]=1.852[km/h])

垂直に移動するエレベーターで、世界最速を誇っていた横浜のランドマークタワーのエレベーターは 750[m/min](45[km/h])である。世界最速の座は最近、台湾・台北の世界一高いタワー「TAIPEI101」508[m]に設置された世界最速のエレベーターにより奪われた。このエレベーターは日本の東芝製で、1010[m/min](60.6[km/h])である⁽²⁹⁾。このエレベーターは揺れが小さく、中で 10 円玉が立つ。エレベーターの実験用に、日立が高さ 203[m]、速度 1300[m/min](78[km/h])の実験塔を計画している⁽³⁰⁾。

飛行機とマッハ

「80 日間世界一周」はジュール・ベルヌの小説であるが、1937 年に「神風」と命名された飛行機が東京-ロンドン間を世界最速 94 時間で飛行している⁽³¹⁾。1 万 6 千キロを何ヶ所も経由しながらの飛行で、平均 169.67[km/h]である。現在のジェット旅客機は 950~1100[km/h]で巡航飛行している。航空機の色を速さを表すのにマッハ数が用いられることが多い。マッハ数は速度を音速を単位として、実際の速度を音速で割った値で速度を表す。高度 1 万メートル (温度零下 55 度) では 300[m/s]がマッハ 1 に相当する (1080[km/h])。温度 15 度での音速は 340[m/s]であり、温度によりマッハが表す速度が異なる⁽³²⁾。各種移動物体の概略のマッハ数は新幹線 0.3、拳銃弾 0.7~1.3、ジャンボジェット 0.85、コンコルド 2.2 である。ボーイング 767 の巡航速度は「マッハ 0.8」約 864[km/h]である。ジェット気流は 300[km/h]と巡航速度の約 1/3 である。飛行速度が音速に近づくにつれて各種の問題が発生し、いわゆる音速の壁を超えるのにはかなりの時間と犠牲を必要とした。1947 年 10 月 14 日にチャック・イエガーが有人航空機「X-1」により世界で初めて音速を越えた。有人航空機としては、「X-15」の 7274[km/h] (7274/1080=マッハ 6.735) が最大速度の公式記録である。吸気型エンジン搭載飛行体としての速度記録としては X-43A スクラムジェットによるマッハ 9.8 (10584[km/h]) が最高速度である⁽³³⁾。飛行物体の実験に用いられる超高速風洞としては音速の 5 倍を超える風洞が、東京大学柏キャンパスに 2007 年 2 月設置された⁽³⁴⁾。

2003 年 4 月 7 日が誕生日の鉄腕アトムは、核融合ジェット噴射により最大マッハ 5 で空を飛ぶ(マッハ 20 との記述も有る。宇宙空間では核融合ロケットに切り替わる)とされている。

人工衛星から光の速さまで

質量 $m[\text{kg}]$ の人工衛星 (artificial satellite) が、質量 $M[\text{kg}]$ の地球の周りを、速度 $v[\text{m/s}]$ 、半径 $r[\text{m}]$ で円運動をしていると仮定すれば、 G を万有引力定数として、地球と衛星の間に働く万有引力 $GmM/r^2[\text{N}]$ が円運動の向心力 $mv^2/r[\text{N}]$ と等しく置くことで、

$$mv^2/r = GmM/r^2$$

から、速度 v と半径 r の関係として

$$v = \sqrt{GM/r}$$

が得られる。この式の中にでてくる積 GM は、地球の半径を $R[\text{m}]$ とすれば、地球上の質量 $m[\text{kg}]$ の物体に働く

重力 $mg[N]$ が物体と地球の間に働く万有引力 $GmM/R^2[N]$ であることから

$$GmM/R^2 = mg$$

から得られる

$$GM = gR^2$$

を代入すると、

$$v = R\sqrt{g/r}$$

となり、 G の値は不要となる。地球の半径 R は子午線の長さ 4 万 km から

$$R = 4 \times 10^7 / (2\pi) [m]$$

で与えられ、 G 、 M 、 R の数値を用いることなく、重力加速度 $g (= 9.8 [m/s^2])$ だけを用いて計算できる。

地球表面に沿って最小半径で回転する人口衛星の速度は、 $r=R$ と置く事により

$$v = \sqrt{gR}$$

となり、これが人工衛星となる最小の速度、第一宇宙速度 $v_1 = 7.9 [km/s]$ である。

地球の重力圏からの脱出速度は、質量 m の物体の地球の重力による位置エネルギー

$$U = -gmR$$

と質量 m 、速度 v の物体の運動エネルギー

$$mv^2/2$$

から

$$v = \sqrt{2gR}$$

となる。これが第二宇宙速度 $v_2 = 11.2 [km/s]$ で、第一宇宙速度の $\sqrt{2}$ 倍、 $v_2 = \sqrt{2} v_1$ である。

静止衛星 (geostationary satellite) は、24 時間で地球を一周し、角速度 ω が $2\pi / (60 \times 60 \times 24) [rad/s]$ 、速度は約 $11000 [km/h]$ である。

スペースシャトル (Space Shuttle) の周回軌道高度は $185 \sim 963 [km]$ で、最高速度は $27875 [km/h]$ である。

国際宇宙ステーションは地上から約 $400 km$ 上空を 1 周約 90 分 (約 $14171 [km/h]$) で飛行している。

地球の自転による赤道上での速度は、 $1674.37 [km/h]$ 、マッハ約 1.37 である。地球の公転速度は約 10 万 $[km/h]$ である。月の速度は約 $3683.4 [km/h]$ である。先日、500 万 $[km/h]$ の史上最速の星が発見されたとの報道があった⁽³⁵⁾。太陽風の速度は $1000 [km/s]$ (360 万 $[km/h]$) である。例えばバーナード星の速度は $108 [km/s]$ (38.9 万 $[km/h]$) である。天文学では天体の速度に関しては対地球速度や対太陽速度が用いられることも多い。

速度の上限の光速は、 30 万 $[km/s]$ ($3 \times 10^8 [m/s]$) で、1

秒間に子午線の長さの 7.5 倍を進む。

速度と質量の間には、静止状態の質量を $m_0 [kg]$ とすると、速度 $v [m/s]$ での質量は

$$m = m_0 / \sqrt{1 - (v/c)^2}$$

で与えられる。茨城県東海村にある大強度陽子加速器施設 (J-PARC) では、光速の 99.98% までの加速が可能である⁽³⁶⁾。質量の増加を計算される事をお勧めする。速度を光の速度の % で表した場合に、質量の倍率は 90% で 2.29 倍、99% で 7.07 倍、99.9% で 22.4 倍である。

おわりに

人間は潜在的にすばらしい運動能力を持っている。現代人は頭でっかちになって、PC の画面と向き合っただけで、身体のもつ逞しさをどこかに置きわすれてきてはいないだろうか。文化 (culture) は静的 (static) な精神面を主とした活動であり、農耕民族に向いているともいえる。一方、狩猟民族は、人間よりも運動機能が発達している獲物を捉える為に、運動能力のみでなく精神面も含めて全知全能を発揮させている。これは PC 上のゲームとは全く次元が異なり、自身の手足で斜面を駆け巡り、時には手足をすりむいたり、音を立てずにじっと待機したりしての動物との知恵比べである⁽³⁷⁾。われわれは、今一度狩猟民族の習性に思いを巡らせる必要があるのではないだろうか。

謝 辞

野球、ゴルフのボール、アイスホッケーのパックの最大速度に関しては、情報科学科の神田先生に文献調査の結果を御教えた。ここに深く感謝の意を表する次第である。

追 記

本稿提出期限 9 月 25 日直後の 2008 年 9 月 28 日に、ハイレ・ゲブレシラシエ (エチオピア) がベルリン・マラソンで 2 時間 3 分 59 秒の世界新記録で優勝し、自身が 2007 年 9 月同じベルリン・マラソンで出した記録を更に 27 秒短縮した。結果的には世界記録を 1 分近く短縮している。本人はあと 30 秒は短縮可能だと述べている。

参考文献

- (1) 朝日新聞 2007.10.1 ゲブラシエ世界新 29 秒

- 短縮 2 時間 4 分 26 秒 ベルリン・マラソン
- (2) [http://ja.wikipedia.org/wiki/600 万ドルの男](http://ja.wikipedia.org/wiki/600万ドルの男)
- (3) 朝日新聞 2008.6.10 北島 驚速 7 秒台 200 平 世界新 2 分 7 秒 51
- (4) 朝日新聞 2008.8.18 LR 圧勝 世界新 23 個
- (5) [#.E7.94.B7.E5.AD.90](http://ja.wikipedia.org/wiki/競泳の世界記録一覧#.E7.94.B7.E5.AD.90)
- (6) トリノ 2006 冬季オリンピック記録 (Web site)
- (7) <http://www.speedski.com/>
- (8) 21 世紀版 マーフィーの法則 アーサー・ブロック 著 松澤喜好/松澤千晶訳 アスキー
- (9) 朝日新聞 2006.6.11 クルーンまた 161 キロ 最速タイ 球速 161km/h 日本球界最速記録
- (10) 朝日新聞 2006.6.4 天声人語 中村俊輔 秒速 28 メートル
- (11) 朝日新聞 2008.7.4 ビーナス決勝進出 ウィンブルドン 時速 203 キロ
- (12) S. J. Haake, "A brief history of tennis regulation", The Book of the 4th International Conference on the Engineering of Sport, JSEA, JSME, ISEA, p. 23, (2002)
- (13) G. Vedula and J. A. Sherwood, "An experimental and finite element study of the relationship amongst the sweet spot, COP and vibration nodes in baseball bats", The Engineering of Sport 5, ISEA, Vol.2, p. 632, (2004)
- (14) T. Naruo and T. Mizota, "Trajectory analysis and optimum trajectory of a golf ball", The Engineering of Sport 5, ISEA, Vol.2, p. 432, (2004)
- (15) H. Bohn, et. al., "Simulation of puck flight to determine spectator safety for various ice hockey board heights", Sports Engineering, Vol.10, No.2, p.76, (2007)
- (16) 不思議びっくり 動物の超能力 99 の謎 赤坂直彦著 二見文庫
- (17) 朝日新聞 2007.5.28 ディープシのぐ規格外牝馬 ゴールまでの最後の 600m 33 秒 0
- (18) 2007.1.7 NHK ダーウィンが来た バシリスク
- (19) みみずってどんな生き物なの? -みみずの不思議パワーをさぐろう- 松山市立久米小学校 6 年 大澤奈都美
- (20) いろいろなとり 小学館 学習こども図鑑
- (21) 2007.7.22 19:30 NHK ダーウィンが来た 蜂鳥
- (22) Agora March 2008 コックピット日記 南雲恒昌
- (23) 朝日新聞 2006.4.16 脚立も追いつかぬ成長力 竹 55 年 マダケ 121 センチ/日 56 年 モウソウチク 119 センチ/日
- (24) LINEAR-EXPRESS 2003 年 12 月 2 日 3 両編成 有人走行 鉄道世界最高速度 581km/h
- (25) 朝日新聞 2007.4.4 仏 TGV 574.8 キロ 最高時速更新
- (26) 朝日新聞 2006.6.30 知事, 電気 8 輪車に試乗 最高時速 370 キロ エリーカ 1 回の充電で 300 キロ 走行
- (27) ギネス世界記録 2008
- (28) モビリティエッセイ 人間・新幹線・ブガッティ 運転管理 Vol. 42, No. 11, 2006, p. 15
- (29) 朝日新聞 2007.3.18 時速 60 キロ, 10 円玉は立つか 台湾・台北 世界一高いタワー
- (30) 朝日新聞 2007.12.11 日立製作所 203 メートル エレベーター研究塔 分速 1300 メートル
- (31) 朝日新聞 2007.4.5 東京ーロンドン間 世界最速 94 時間飛行 70 周年 1937 年
- (32) 朝日新聞 2007.3.31 今さら聞けない マッハ
- (33) 朝日新聞 2004.11.17 ジェット機初, マッハ 9.8 NASA
- (34) 朝日新聞 2007.2.6 超音速風洞が東大に完成 音速の 5 倍を超える
- (35) 朝日新聞 2007.12.8 時速 500 万キロ 史上最速の星 米ハーバード大
- (36) 朝日新聞 2008.6.6 極微世界の探求始動 J-PRTC 陽子を光速の 99.98%に加速
- (37) 青木正喜, 試験・試験・試験!, 画像電子学会誌, コーヒーブレイク, Vol. 27, No. 5, pp. 580-581, 1998.10