

2 型糖尿病と生活習慣との因果関係の理解のための 動画補助教材の開発

今成 一雄^{*1}, 野沢 昭也^{*2}, 大橋 博^{*3}

Development of animated sub-learning tool for Type 2 Diabetic

Kazuo IMANARI, Akinari NOZAWA and Hiroshi OHASHI

We proposed and developed an animated sub-learning tool for type2 diabetics. The tool assist an understanding of causal relationship with a lifestyle, and a condition of disease. The first type, it designed with still image. However, with the questionnaire survey to outpatient, we found out that it might not fully represent the disease for everyone. So, the second type was re-designed as an animated tool. It is tried on the site now. Though regrettable, the evaluation has not been done yet.

KEYWORDS : type 2 diabetics, sub-learning tool, lifestyle, obesity, causal relationship, still image, animation, Adobe Flash, cow

1. まえがき

予備軍も含めると今や 2000 万人を超えと言われ、国民病といっても過言ではない糖尿病の患者数¹⁾。そのほとんどを占める 2 型糖尿病の治療は、他の傷病とは異なり完治させることは非常に困難であり、結果として長期の生活・運動指導や薬物治療とその経過観察を必要とする。それゆえ、主治医と患者との信頼・協力関係が非常に重要であり、同時に病気・病状に対する患者の正しい知識と理解が不可欠である。

一方、生活習慣病とも呼ばれる 2 型糖尿病の原因は多岐にわたり、その上それぞれが相互に関係している。その正しい理解は一般人、特に高齢者

にとっては困難であると感じられ、思うように治療が進まない要因の一つにもなっている。

今回はこの現状を改善するため、病状と原因との因果関係の理解を助ける補助教材を提案・開発したので、これを報告する。

以下、第 2 章では糖尿病とその要因である生活習慣との関係を確認し、第 3 章ではその表現手段に関して検討する。続く第 4・5 章では、表現要件を検討、これを基にした静止画と動画による病状・因果関係表現を検討する。静止画においてはアンケート調査による評価結果も報告する。最後に第 6 章では、今後の展開を含め以上をまとめる。

2. 糖尿病と生活習慣との因果関係

*1 電気電子創造工学科(Dept. of Innovative Electrical and Electronic Engineering), E-mail: imanari@oyama-ct.ac.jp

*2 現システムツール株式会社 在職, H22 年度 小山高専 電気情報工学科卒業生

*3 医療法人 小山イーストクリニック 理事長 (Medical Corporation OYAMA East Clinic, President)

2. 1 糖尿病とは^{2,4)}

すい臓に存在するランゲルハンス島（すい島）のβ細胞から分泌されるペプチドホルモンの1種であるインスリンは、グリコーゲン合成と解糖を促進し、糖新生を抑制する。つまり、細胞が血液中からブドウ糖を取り込んでエネルギーとして利用する働きを助けている。インスリンの作用が不足すると細胞はブドウ糖を利用できなくなり、血液中のブドウ糖濃度“血糖値”が高くなる。この状態を高血糖と呼び、これが継続する症状を糖尿病と呼ぶ。

糖尿病は、その要因により大きく2種類に大別される。

1) 1型糖尿病

インスリンが生成できなくなり、突発的に発病する症状を指す。自己免疫疾患やウイルス感染、遺伝的な原因が挙げられる。

2) 2型糖尿病

一般的に生活習慣病と呼ばれる糖尿病で、インスリンの分泌量が低下している場合やインスリンの効果が阻害されている症状を指す。患者の95%以上がこのタイプである。

この他に「妊娠糖尿病」、「特定の原因によるその他の型の糖尿病」などがある。

今回は2型糖尿病が対象となる。

2. 2 生活習慣との因果関係^{2,4,5)}

2型糖尿病のインスリンの作用が不足する原因は、1) インスリンに対する細胞の感受性の悪化（インスリン抵抗性）と、2) すい臓のインスリンを作り出す（インスリン分泌）能力の低下の2つである。

1) インスリン抵抗性

肥満に見られるような過剰の脂肪の蓄積により脂肪細胞が肥大化すると、特に内臓に存在する脂肪細胞から遊離脂肪酸が遊離される。この脂肪酸の一部が骨格筋や肝細胞に運ばれると、骨格筋内へ運ばれた脂肪酸は様々な酵素を活性化し、最終的にインスリン受容体基質である IRS1 タンパクをリン酸化する。結果的に IRS1 以降のシグナル

が伝達されず、インスリン依存のグルコーストランスポーターである GLUT4 を膜に移送できなくなる。GLUT4 が機能しにくくなると、インスリンによりグルコースが細胞に取り込まれにくくなり抵抗性が増加する。また、二次的にインスリン抵抗性を起こす病態としては、肝硬変、ストレス、妊娠等が知られている。

2) インスリン分泌能力の低下

インスリン抵抗性が高いと、血糖値を下げるため、すい臓からインスリンが過剰に分泌される（高インスリン血症）。やがて、すい臓のβ細胞が疲弊して機能（分泌能力）が低下する。経口薬療法により「速効型インスリン分泌促進薬」で短時間だけ分泌を促進することができるが、すい臓に大きな負担を掛けることになる。長期間にわたりすい臓に負担を掛けるとβ細胞を壊してしまい、インスリン分泌能力は回復できなくなる。

以上のように、糖尿病が「生活習慣病」と言われる所以は、過食、運動不足、ストレス、アルコールの飲みすぎなどの生活習慣が直接・間接的な原因であり、これらを是正することで病状が改善する病気だからである。

3. 表現手段の検討

3. 1 因果関係の表現

従来、生活習慣と2型糖尿病との因果関係や病状の説明には、文章やチャート、1枚で完結した静止画が用いられることが多い⁵⁾。図1は、その一例を示す。一般人向けに描かれている筈であるにもかかわらず、随所に難解な医学専門用語がちりばめられ、一言一句に解説がないと、理解するには困難を極める。また、図中にキャラクタが添えられている場合もあるが、それは太った中年のおじさんであったり、医師であったりとあまり親しみは感じられない。かえって嫌悪感を与える場合すらある。

そこで、今回は万人に親しまれるキャラクタに登場してもらい、それに文章、特に医学専門用語を用いずに糖尿病を表現させる方法を検討するものとした。類似の考え方で成功している例としては、NHK 総合テレビの科学情報番組“ためして

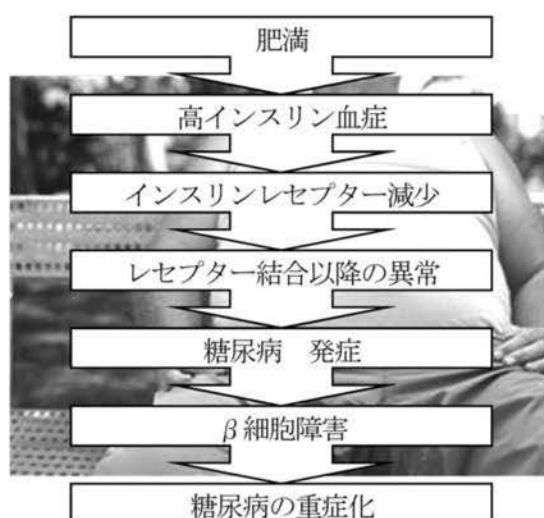


図1 肥満が糖尿病を起こすメカニズム
(参考文献5 を参考に作成)

ガッテン “の糖尿病の回に出てくる” インスリン君 “や” 阻害君 “等が挙げられる⁶⁾。

3. 2 キャラクタの選定

最近では地方自治体やNPO 法人が、“ゆるキャラ”と総称される親しみやすいオリジナルキャラクターを用意して宣伝効果等を上げているが、ここでは商業的利用は考慮しない。よって、キャラクターそのもののデザインには重きを置かず、それによって表現される内容の理解の容易さに重点を置く。キャラクターを選定する上で、以下の要件を考慮した。

1) 万人に親しみあるもの

患者は働き盛りの中高年から高齢者まで広きにわたるため、特定の年齢層をターゲットとすべきではない。また、アニメキャラクターのように流行り廃れのあるものも避けるべきと考える。

2) 健全と罹患の差異を表現できるもの

キャラクターの状態そのもので病状を表現させるわけであるから、健全状態と罹患状態を容易に描き分けられる・見分けられるものが望ましい。

3) 糖尿病に関連のあるもの

全く関係ないものを持ち出しても違和感を発生させるだけであると考え。様々な面において、糖尿病と関係のある事が好ましい。

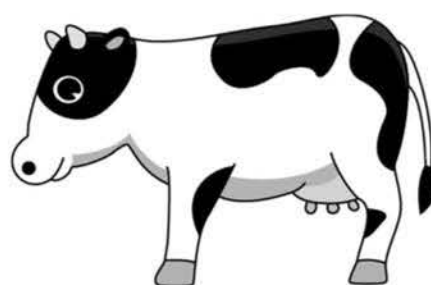


図2 牛のキャラクター

以上よりキャラクターは“牛”とし、フリー素材⁷⁾から図2を選定した。牛は古来から日本人の生活に労働力として密着し、現在でも乳と肉を提供してくれる、非常に馴染深い動物である(上記要件1))。また、治療に使用されるインスリン製剤は、現在では組み換えDNA 技術によってヒト型インスリンが開発・使用されているが、以前は原料となる動物種に牛を使用していた⁴⁾。さらに、BSEが問題となる以前の2004年～2007年は、すい臓移植に牛の脳の成分を一部利用した薬が使用されていた(現在は別の手法が使用されている)⁸⁾(要件3))。そして、牛の表情や体形、そしてその動作で病状を表現するものとした(要件2))。

4. 静止画による病状表現

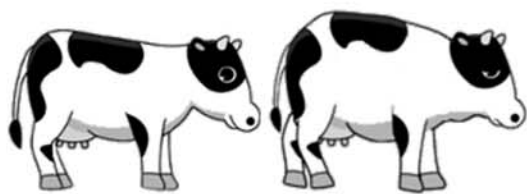
まず、静止画キャラクターの差異・変化による病状表現の効果について検討する。

4. 1 表現要件

今回は“不健康な”牛で糖尿病や、すい臓の病状を表現する。2章に記載したように、糖分や炭水化物の過剰摂取や運動不足を原因とする“肥満体型”がその代表的な外見である。そこで、健康な元の画像に余分な肉をつけた肥満体型で病状を表現し、さらに表情で無気力感等を加える。

4. 2 静止画による表現

図3は、前記要件に沿って描かれたキャラクターである。同図(a)は元の“健康な”画像、(b)は加工後の“不健康な”画像である。(b)は(a)の画像の「背中」「腹」「首」に余分な肉を付け、さら



(a) 健康な牛 (b) 不健康な牛

図3 静止画による表現

に「口元」「目つき」を加工した。あえて加工を施していない部位「頭」「足」「尾」も用意して、画像加工後の効果との比較対象した。

4. 3 アンケートによる評価

画像から受ける印象（情報量）の変化を定量的に評価するためにSD法⁹⁻¹¹⁾を使用した。SD法は、画像や商品等の情報量を、対立する形容詞を用いて評価する方法である。情報量に対するより正確な評価と、評価に対する因子分析が期待できる。一般にSD法は1つの質問項目に対して数十程度の複数の回答項目を用意するが、今回はアンケート対象に高齢者を含む予定であるため、複雑な質

問は避け、単一回答を基本構成とした。結果分析は、予定標本数が100件程度と少ないため、単純統計のみとした。

図4は、今回準備したアンケート用紙である。質問項目は、結果を分類・分析する上でキーになると考えられる質問項目群1（質問1～3）と画像に対する質問項目群2（質問4,5）の2群を用意した。“質問2 年齢”は、患者数の分布が29歳以下（以下、若年層と称する。）は非常に少なく、55歳以上（以下、高齢層と称する。）から急激に増加する点を考慮して設定した（中間の年齢層を以下、中年層と称する。）。“質問3 運動量”は、日常の運動量の差異による、とらえ方の違いの分析のために設けた。“質問4 画像”は、前記の8部位に全体の印象を付加して9項目5段階評価とした。

4. 4 アンケート分析結果

アンケートは、小山市内の医療法人 小山イーストクリニックの糖尿病外来患者 94 名の方々にご協力頂いた。有効回答率は95.7%、“質問5 自由記述”欄の回答率は57.8%であった。

図5は、質問項目群1による回答者の分布を示

絵の印象に関するアンケート

小山工業高等専門学校 電気情報工学科 野沢 昭也

卒業研究で、絵の与える印象の違いについて調べることになりました。アンケートにご協力をお願いします。なお、本アンケートで得た情報は卒業研究以外で使用しません。

質問1 あなたの性別を教えてください。

1. 男性 2. 女性

質問2 あなたの年齢を教えてください。

1. ~29歳 2. 30~54歳 3. 55歳~

質問3 一日の運動量はどの程度ですか。（選択肢は目安です。1から5の中からお答え下さい）

1. 肉休労働（日々激しい運動をしている） 2. ランニング 3. ジョギング
4. 散歩 5. 日常生活（遠くで運動はしていない）

質問4 下のウシの画像を見てお答え下さい。

	違う			その通り		
	1	2	3	4	5	
右のウシは不健康である	1	2	3	4	5	
右のウシの「顔」は不健康に見える	1	2	3	4	5	
右のウシの「目つき」は不健康に見える	1	2	3	4	5	
右のウシの「口元」は不健康に見える	1	2	3	4	5	
右のウシの「首」は不健康に見える	1	2	3	4	5	
右のウシの「背中」は不健康に見える	1	2	3	4	5	
右のウシの「足」は不健康に見える	1	2	3	4	5	
右のウシの「尾」は不健康に見える	1	2	3	4	5	

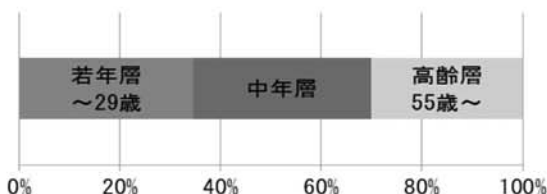
質問5. あなたの思う「不健康なウシ」を記入してください。

ご協力ありがとうございました。

図4 アンケート用紙



(a) 回答者の男女比



(b) 回答者の年齢層比



(c) 回答者の日常運動量比

図5 アンケート結果（回答者分布）

す。男女比は約 2 : 1、年齢分布はほぼ均等、回答者の約 7 割の方々は運動量が少ないことが読み取れる。男女比は男子の方が罹患しやすいことを反映していると言える。

評価値平均

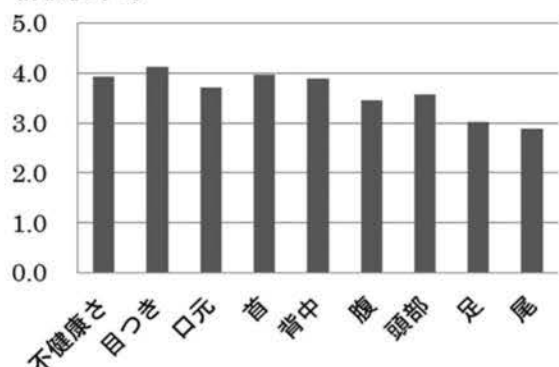


図 6 部位別アンケート評価値の平均

図 6 は、質問項目群 2 質問 4 の画像に対する評価値をアンケート全体にわたって平均した結果である。全項目の平均値は 3.93 で標準値 3.0 を上回り、加工を施して病状を表現した部位の評価値は高く、加工を施さず健康を表現した部位の評価値は低いことから、期待通りの効果が得られていると考えられる。一方で、未加工の「頭部」の評価値が高い理由としては、被験者が「口元」「目つき」を含めて認識した結果と考えられる。今回結果を掲載していないが、性別による差異は、全体的に女性の方が平均値が高い以外、顕著な差は見られなかった。

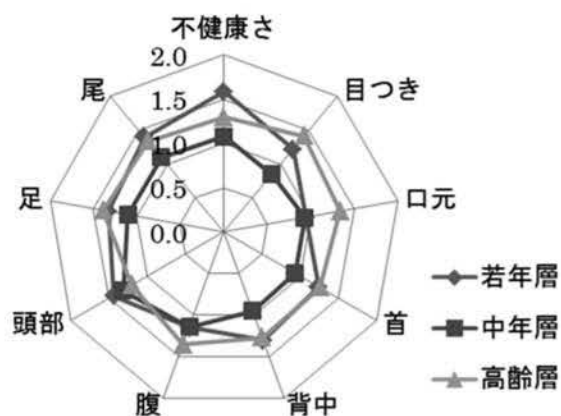


図 7 年齢層別標準偏差の分布

年齢層別による画像に対する評価値の平均は、高齢層で他の年齢層に対する偏差が大きかった。

そこで、全体の平均値に対する標準偏差で評価することにした。図 7 は、結果を処理したレーダーチャートである。標準偏差値が、中年層 < 若年層 < 高齢層 の順で大きくなっていることが見て取れ、高齢層、若年層で個人差が大きく出る可能性を示唆している。

評価値平均

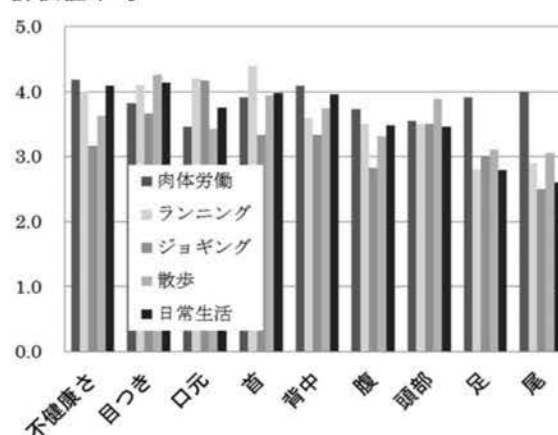


図 8 運動量別アンケート評価値の平均

図 8 は、運動量別の画像に対する評価値の平均を示す。全般的に日常的な運動量の大きい「肉体労働」の評価値が大きく、特に加工を施していないはずの「足」「尾」で顕著になっている。両項目の結果を、有意水準 5% で片側検定を行ったところ、「足」は平均値 3.91 に対し棄却域 3.88 以上、「尾」は平均値 4.00 に対し棄却域 3.67 以上と両項目とも有意であるとの結論を得た。日常的な運動量が多いと、部位よりも全体のバランスで判断する傾向があると考えられる。

以上の結果より、静止画キャラクタの差異・変化による病状表現は、十分に成功していると言える。一方、「質問 5 不健康な牛とは」には、「痩せている牛」「毛つやなどが悪い」「歩き方で判断する」など、今回の表現に含まれて項目を挙げているものが 26 件も存在した。図 7・8 の結果と合わせて判断するに、被験者によっては、静止画だけでは情報が十分に伝わらない可能性があり得ると考察する。

5. 動画による病状表現

前章の“静止画の変化による病状の表現では不十分な場合が想定される”との考察を受けて、牛の画像そのものは変化させず、その動作と周囲の環境との変化で病状などを表現する動画の手段を検討する。

5. 1 動画形式^{12~16)}

作成される教材には、多様な表現能力・機能が求められると想定される。特に多様な動きの作成を補助する機能（ここでは、表現補助機能と称する。）とシナリオを遅滞なく切替えられる機能（ここでは、連続再生機能と称する）は、重要である。

表1は代表的な動画形式別の、表現補助機能と連続再生機能の比較である。ここで表中の表現は、相対的なものとして詳細は省略してある。連続再生機能は全ての動画形式で用意されている。一方で、表現補助機能は、動画形式によって優劣がある。そこで、比較的機能の高いGIF形式とAdobe Flash形式について検討する。

表1 動画形式別の機能比較

動画形式	表現補助	連続再生
PNG	低	無
JPEG	低	無
GIF	高	有
WMV	低	有
Adobe Flash	高	有
Motion JPEG	低	有
MPEG4	低	有

表2 GIF形式とFlash形式の詳細比較

	GIF	Adobe Flash
データサイズ例	86.9 kbyte	20.9 kbyte
音楽再生	否	可
PCの再生環境	IE 2.11以降が対応	要Flash Player
携帯の再生環境	全機種で再生可能	一部機種で非対応
その他の機能	透過画像 Motion Tween	透過画像 Motion Tween Movie Clip Action Script

表2は、GIF形式とAdobe Flash形式の詳細な比較である。表中のデータサイズ例は、同一条件で動画を作成した際の参考値である。Adobe Flashは、再生環境に一部の制限があるものの、その他の点ではGIF形式よりも高機能であると言える。そこで今回は、Adobe Flash形式を選択した。

5. 2 シナリオと表現

今回の牛は、すい臓を抽象化したキャラクタとして扱った。動画で表現するシナリオとして、以下の4つを準備・作成した。

1) 健康な状態

空の荷車を引いた牛が、平坦な地面を苦も無く歩行している。通常であれば、すい臓には負担が掛っていないことを表現する。

2) 肥満の影響と米飯と菓子類の負担の相違

脂肪を満載した荷車で肥満状態を表現し、これを単に牽くだけでも牛の負担となることによって、肥満の悪影響を表す。さらに、米飯や菓子（プリン）で抽象的に表現された負担の異なる糖質の山が現れ、これを処理（上り下り）することでさらにすい臓に負担が強えられることを表す。

3) 投薬と内臓負担

疲労した牛に坂を登らせるため、御者が鞭を入れる。これは外部からの投薬を意味し、すい臓に余力がある場合には処理を継続できるが、終いにはすい臓そのものを壊してしまう危険性が存在することを表現する。

4) インスリンの投与

牛の疲弊が頂点に達し、自身では動けなくなった（インスリンを分泌できなくなった）ところに別の牛が現れ（インスリンの投与）、仕事を手伝う。自身の能力では処理しきれなくなったことを表現し、病気の重症化への警鐘を表現する。

図9は、各シナリオの一部分を抜粋したものである。素人の作品であるため、動画としての品質にはまだ改良の余地が残されているが、それが表現すべき内容は十分に再現されていると考える。一方で、より写実的な絵は所謂「不気味の谷」に陥る可能性があるため、現状でも十分であると思

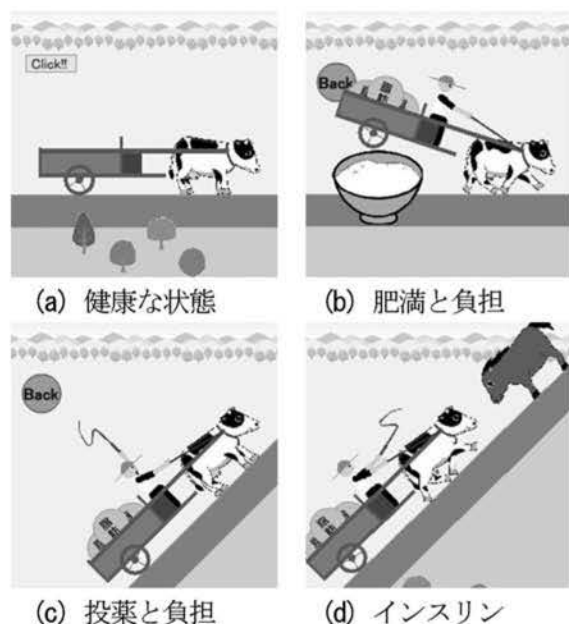


図9 各シナリオの代表的な場面

われる。さらに、「音楽 (BGM) を付加する」「牛・御者に台詞を与える」「インタラクティブな動作にする」などの付加機能を加えることで、より理解し易い教材になると期待する。

現在、本教材は医療現場で試用・評価中であり、残念ながら現時点ではその効果・考察は報告できない。近い将来、まとまり次第、報告される予定である。

6. まとめ

今回、2 型糖尿病と生活習慣、特に肥満との因果関係を理解するための補助教材の開発を試みた。最初に静止画による病状の表現を試みたが、外来患者へのアンケート調査から、静止画だけではそこから受ける印象や情報の個人差が大きく、万人が共通に理解できる表現は困難であるとの結果が得られた。そこで、動画による表現方法を検討し、健康状態から肥満による重症化への経過を表現する4つのシナリオを作成、アニメーション化した。動画教材の効果に関しては、現在、現場での評価待ちのため、今回は残念ながら結果・考察は報告できなかった。

今後の予定としては、現場からの評価・考察に沿ったシーンの追加・修正やAR技術・プロジェクションマッピング技術の導入による映像の3D化、そして最近普及し始めたHTML5への移行による再生環境への非依存化等が挙げられる。

参考文献

- 1) 厚生労働省：平成19年国民健康・栄養調査報告, <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyoun09/01.html>, (2013.09.03).
- 2) 厚生労働省：糖尿病ってどんな病気?, <http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/seikatu/tounyou/about.html>, (2013.09.03).
- 3) 脂質と血栓の医学 - インスリン, <http://hobab.fc2web.com/sub4-insulin.htm>, (2013.09.03).
- 4) インスリン - Wikipedia, <http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%82%B9%E3%83%AA%E3%83%B3>, (2013.09.03).
- 5) 糖尿病ネットワーク Diabetes Net. - 生活エンジョイ物語, <http://www.dm-net.co.jp/>, (2013.09.03).
- 6) NHK ためしてガッテン, <http://www9.nhk.or.jp/gatten/>, (2013.09.03).
- 7) 無料イラスト素材のイラストポップ, <http://illpop.com/index.html>, (2013.09.03).
- 8) ランゲルハンス島 - Wikipedia, <http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%A9%E3%83%B3%E3%82%B2%E3%83%AB%E3%83%8F%E3%83%B3%E3%82%B9%E5%B3%B6>, (2013.09.03).
- 9) (株)日科技研：SD法 (SDプロファイル) とは (多変量解析), <http://www.i-juse.co.jp/statistics/product/func/ma/sd-profile.html>, (2013.09.03).
- 10) 前向性感性工学, http://www.skr.mlit.go.jp/yongi/r_kansei3/yougo/kaisetu.html, (2013.09.03).
- 11) SD(Semantic Differential)法 - 東京大学, http://lbn.ab.a.u-tokyo.ac.jp/~omori/sd_assess.html, (2013.09.03).
- 12) 動画のファイル形式やコーデックなどの解説, <http://www.tokyo-dc.jp/movie-service/>, (2013.09.03).
- 13) 動画ファイルの種類いろいろ, <http://gorogoronyan.web.fc2.com/douga/videoformat1.html>, (2013.09.03).
- 14) 形式の違いや再生方法まで、動画の疑問を総ざらい：基本編《今さら聞けない動画の疑問》, <http://pc.nikkeibp.co.jp/article/knowhow/20090824/1018051/>, (2013.09.03).
- 15) WEB画像について - GIF・JPEG・PNGの特徴, <http://www.htmq.com/gazo/index.shtml>, (2013.09.03).
- 16) Adobe Flash - Wikipedia, http://ja.wikipedia.org/wiki/Adobe_Flash, (2013.09.03).

【受理年月日 2013年 9月10日】

