

陸上競技選手のモチベーション維持を目的とした 活動記録マイニング

佐野 正和^{*1,a} 増田英孝^{*1,b} 山田剛一^{*1,c} 福原知宏^{*1,*2,d}

^{*1} 東京電機大学 ^{*2} マルティススープ株式会社

a) 15fmi11@ms.dendai.ac.jp, b) masuda@im.dendai.ac.jp,

c) yamada@im.dendai.ac.jp, d) fukuhara@multisoup.co.jp

概要 本研究では、陸上競技選手のモチベーション維持・向上を目的として、陸上競技選手のブログサイトから練習内容及び大会記録を抽出し、目標もしくは競争相手となりうる選手の情報を可視化する手法を提案する。本論文では実際の陸上競技ブログから抽出した活動内容と大会記録をもとに選手の活動を可視化した例と、活動内容のマイニングから得られた選手ごとの特徴について述べる。

キーワード 陸上競技ブログ,モチベーション維持・向上支援,情報抽出,データ可視化,活動内容マイニング

1 はじめに

ある目標を達成するための努力を継続するにはモチベーションが高いことが重要である。モチベーションには、内発的動機づけと外発的動機づけの2種類が存在する。内発的動機づけは、好奇心や関心によって動機づけられることであり、一方、外発的動機づけは報酬や何らかの目的を達成するために動機づけられることである。ある学校で、学習面におけるライバルをもつ生徒の実態調査の研究が実施された[1]。調査によると、学習面でのライバルを持つ生徒の成績は、ライバルを持たない生徒よりも高いことが報告されている。しかし、必ずしも競うことのできる、もしくはお互いに意識を高め合うライバルが身近に存在するとは限らない。本研究では陸上競技を取り上げ、陸上競技に取り組む選手に対し、陸上競技ブログから活動内容や大会記録を抽出し、選手に提示することで、選手の外発的動機づけを高めるシステムを開発する。

本研究の目的は、スポーツや勉強といった分野で個人のモチベーション維持を支援するシステムを構築することである。本システムは、ユーザが取り組む分野において他の人々の活動を収集し、ユーザに提示することで、ユーザのモチベーション維持を支援する。陸上競技選手のブログには、日々のトレーニングを表現する**活動内容**と実力の指標である**大会記録**が掲載されている。以後、この両者をまとめて扱うとき、活動記録と呼ぶことにする。本システムは、**陸上競技選手のブログ**から活動記録を抽出し、各種グラフに表してユーザに提示する。これによりユーザは、自身と同等の実力を有する他の選手(ライバル)の大会成績と活動動向を知ることができ、モチベーションを保つことができると考える。

筆者らは、これまでに陸上競技ブログからの活動記録抽出に取り組んできた。隠れマルコフモデル(HMM)を用いて、ブログサイトから抽出した活動内容に含まれるトレーニングの名前、内容、量、セット数の識別を行った結果、精度と再現率が90%以上であった[2]。

本論文では、実際の陸上競技ブログから抽出した活動記録の可視化に取り組み、その中で100mの種目にエントリーするブログを2人選出し、記録が伸びた選手とそうでない選手の活動内容を比較して可視化した結果、伸びた選手は、技術を向上させるトレーニングを多めに取り組んでいることがわかった。

以下では、ブログサイトからの活動内容および大会記録の抽出手法、抽出結果の可視化とマイニング適用例について報告する。

2 モチベーション維持支援システム RiViz

本節では、陸上競技選手のモチベーション維持を支援するシステム RiViz の概要について述べる。本研究で構築するシステムは、ユーザのモチベーション維持を図ることを目的としている。ユーザの競争や活動内容の取り組み改善のモチベーション維持を図るために、同等の記録を保持する人物であるライバルの情報を提示する必要がある。

図1にシステムの概要を示す。図1は、ユーザのアクションを含めたシステムの流れを示している。ユーザインタフェースでは、ユーザに対して活動記録の入力画面やライバルの活動記録の閲覧画面を提示する。一方、バックエンドサーバでは、活動記録DBにおいて、ユーザの活動記録が保存され、またユーザが閲覧したいデータの問い合わせ処理が行なわれる。本研究では、ライバルの候補として、陸上競技を行なっているブログを扱

う。ブログの活動記録を抽出するために、Web から陸上競技ブログをクロールし、ブログの記事から活動記録の抽出を行う。

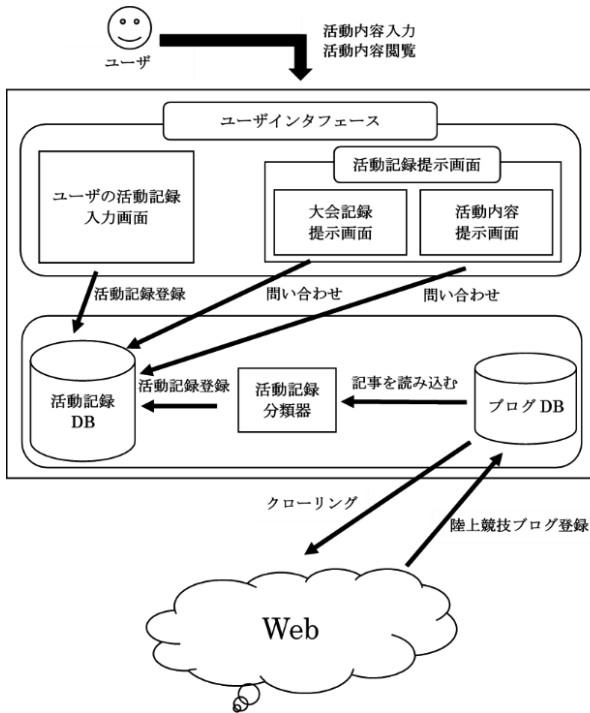


図1 モチベーション維持支援システム RiViz の構成

またユーザに対して、競争および活動内容の取り組み改善のモチベーション維持を図ることを目的とし、ブログの記事から抽出した大会記録および活動内容に含まれるトレーニングの名前や内容などをユーザの情報と比較して可視化する。以下に可視化手法を列挙する。

- (1) 大会記録の比較
- (2) 同一のトレーニングの実施日数を比較
- (3) レーダチャートによる活動内容全体の比較
- (4) 同一のトレーニングの内容を比較

また自分自身より遥かに記録の良い人が行なっている特徴的なトレーニング方法をユーザが参考にしたいこともある。そこで本研究では、同じ日に行なっているトレーニング及び鍛えている箇所の組み合わせをアソシエーション分析により抽出し可視化を行う。

3 陸上競技ブログ

本節では、システムで提示されるブログの活動記録の情報源である陸上競技ブログについて説明する。陸上競技ブログは、収集対象であるブログの活動内容と大会記録が掲載されている。

3.1 活動内容

図 2 に活動内容が掲載されたブログ記事の例を示す。記事において活動内容は複数のトレーニングで構成され、またトレーニングは、トレーニング名、内容、量、セット数で構成される。トレーニング名は、練習の名前、内容は練習で走った距離や筋力トレーニングを行う際に

設定する負荷、量は 1 セットにつき走った本数や筋力トレーニングを行う回数、セット数は内容や量を設定したトレーニングに取り組む回数をそれぞれ示す。

ジョグ
 ①
 坂95m×3本 50m×3本
 ①② ③ ② ③
 ラットプルダウン40kg×20回×3
 ① ② ③ ④
 ベンチプレス65kg×10回×2 85kg×7回×3 105kg×2回×3
 ① ② ③ ④ ② ③ ④ ② ③ ④

図2 陸上競技ブログにおける活動内容の例
 (① : トレーニング名 ② : 内容
 ③ : 量 ④ : セット数)

3.2 大会記録

陸上競技の大会記録は、時間で表記され、また短距離分野においては、大会記録と同時に風速が計測され、追い風なら「+」、向かい風なら「-」の記号が付与される。図3に大会記録の例を示す。①は種目名でかつ選手が走った距離であり、④の選手区分である「M40」は年齢が40歳代のクラスを表している。またブログによっては、出場した大会での順位や、大会新といった詳しい内容も掲載されている。

60m 7.23(+0.2) M40 1位 ※大会新
 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥
 100m 11.53(+0.8) M40 1位 ※大会新
 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥
 200m 24.33(+1.5) M40 1位
 ① ② ③ ④ ⑤

図3 陸上競技ブログにおける大会記録の例
 (① : 種目 ② : 記録 ③ : 風速
 ④ : 選手区分 ⑤ : 順位 ⑥ : 備考)

4 活動記録の抽出

本節では、活動内容及び大会記録の抽出について述べる。

4.1 活動内容の抽出

図 4 に活動内容の抽出の流れを示す。まず収集した陸上競技ブログから正規表現により活動内容の表現となる単語を抽出する。次に、正規表現によって抽出できなかった活動内容の表現を、トレーニング名を追加した陸上競技用語辞書を用いて形態素解析器 MeCab による抽出を行う。最後に、ブログサイトから抽出した活動内容の表現に含まれるトレーニングの内容や量をユーザに提示するために、形態素解析器 MeCab による単語分割を行い、その後、隠れマルコフモデル(HMM)を用い

て、トレーニング名、内容、量、セット数の識別を行う。HMM は、形態素解析の品詞のタグ付けを行う際に利用されることもあるアルゴリズムであり、トレーニングに含まれる単語に対して、トレーニング名などのラベルを推定するというのに類似しているため、本研究では、HMM を用いる[2].

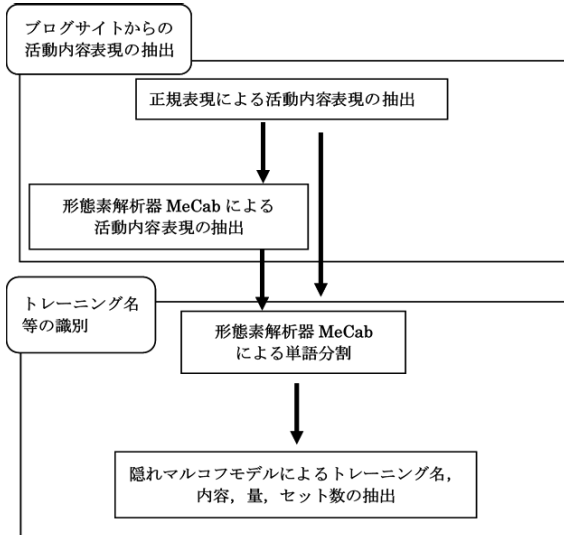


図4 陸上競技ブログからの活動内容抽出の流れ

4.2 大会記録の抽出

ブログに掲載された大会記録は、図3のように風速が伴うため、これを手がかりとした正規表現による抽出を行う[2]. 表1に正規表現による抽出の例を示す.

表1. 風速を手がかりとした正規表現

大会記録の例	パターン
11 秒 61(-0.6)	*¥d+秒¥d+?.*(¥(0¥))±0[+]?¥d¥.¥d).*

5 活動記録の可視化

本節では、2016年4月1日から同年7月1日までの間、収集したデータセットを用い、ユーザのモチベーション維持を図るための活動記録の可視化手法について述べる。なお、データセットは5人分のブログ記事327件、活動内容は1633件、大会記録は23件である。

5.1 大会記録の可視化

図5に、3人のブログ記事から抽出した大会記録の可視化を行った例を示す。

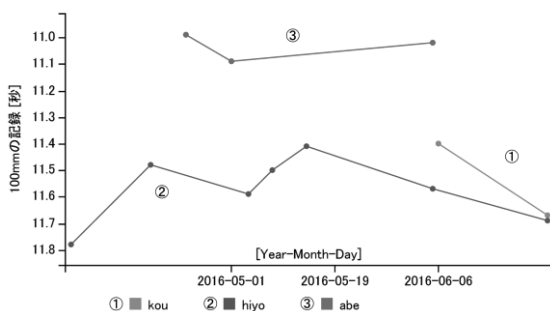


図5 大会記録の可視化例

このグラフは、ユーザを他の選手と競争を行わせることを目的としている。図中のブログである「kou」と「hiyo」は、ほとんど記録の差がないことからライバルであり、2人の視点から「abe」は、目標とする記録を保持する人物である。図5のグラフは、X軸を各ブログが出場した大会の日付、Y軸を短距離種目である100m走の記録とすることで、記録の時系列変化を可視化している。このような可視化を用いることで、ブログ同士で実力の指標である記録で勝負が行えることから、競争に対するモチベーション維持が期待できる。

5.2 活動内容の可視化

本節では、活動内容の可視化手法について述べる。

(1) トレーニングを取り組んだ日数の比較

図6に、特定期間内に各ブログが同一のトレーニングを取り組んだ日数を比較したグラフを示す。X軸は、トレーニング名で、Y軸は各ブログがそのトレーニングを行った日数である。3人のブログ記事から抽出した「ハイクリーン」というトレーニングを用いて説明する。「ハイクリーン」は、1回行う毎に全身の筋肉を鍛えられる。

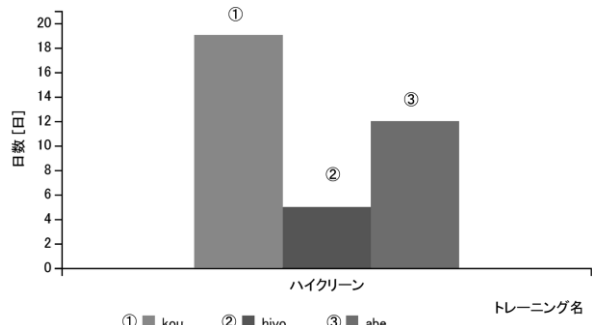


図6 トレーニング「ハイクリーン」の日数比較

5.1節で述べたように、ブログ「hiyo」は「kou」とライバルであり、3か月間で2人の記録の差はほとんど存在しない。そこで「hiyo」に対して、次の大会で良い記録を出すために、他の2人と比べて実施日数の少ない「ハイクリーン」のトレーニングを多く取り組むといったモチベーション維持が期待できる。

(2) トレーニング要素のレーダチャート

図7に、2人の活動内容をレーダチャートで提示したグラフを示す。

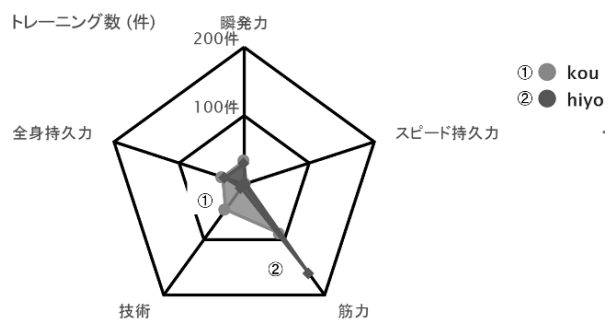


図7 トレーニング要素毎のレーダチャート

トレーニング要素とは、「筋力」、「全身持久力」、「瞬発力」、「走技術」、「スピード持久力」といった速く走ることに對して、要求される能力である。図7のレーダチャートは、特定の期間内で各々のトレーニング要素を鍛えるトレーニングを、どれぐらい行ったかを表示している。またトレーニングの情報からトレーニング要素を特定するために、人手でトレーニングとトレーニング要素の関係を繋いだリストを作成し、1985件の関係を追加した。表2にトレーニングとトレーニング要素の関係の例を示す。トレーニング名のみで確定するトレーニング要素も存在すれば、トレーニング名と内容の2つの情報によって別のトレーニング要素が追加されることもある。

表2. トレーニングとトレーニング要素の関係の例

トレーニング名	内容	トレーニング要素
ダッシュ	指定なし	瞬発力,全身持久力
ダッシュ	200m以上	スピード持久力

レーダチャートの軸は、トレーニング数で、トレーニング数は、トレーニング名とその内容の組み合わせを単位とした実施数である。表3に組み合わせの例を示す。

表3. トレーニング数の組み合わせの例

トレーニング名	内容
ダッシュ	100m
ダッシュ	200m

表3のように、1日にダッシュ100mと200mを行った場合、これらは瞬発力および全身持久力を鍛えるトレーニングとなるため、瞬発力および全身持久力を鍛えるトレーニング数を2とする。また200mは、スピード持久力も鍛えられるため、スピード持久力のトレーニング数に1を追加する。図7によると、ブログ「hiyo」は筋力トレーニングを徹底的に行っていることに對して、「kou」は技術を鍛えるトレーニングも行い、また筋力トレーニングを多少控えていることがわかる。

このような可視化を用いることでユーザが目標とする人物やライバルと比較して、不足しているトレーニング要素を発見でき、自身の活動内容全体の動向に對して、見直すといったモチベーション維持が期待できる。

(3) 身体部位毎のレーダチャート

図8に、身体部位毎のレーダチャートを提示する。

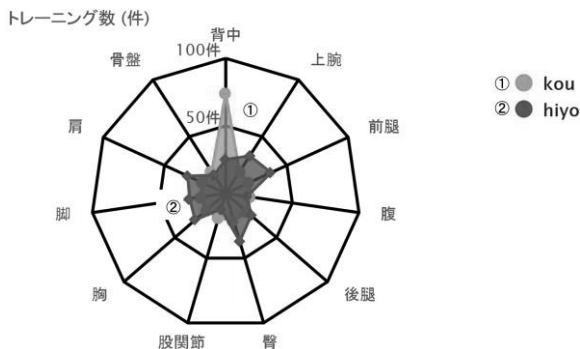


図8 身体部位毎のレーダチャート

(3)で述べたトレーニングとトレーニング要素を繋いだリストに、身体の部位名や瞬発力に関する「無酸素エネルギー供給機能」や「脚の筋機能」といったトレーニング要素とトレーニングの関係も追加した。

(2)で紹介したトレーニング要素のレーダチャートと同様に関係リストを用いて、トレーニングの情報から鍛える身体の部位を特定する。図8では、ブログ「kou」は「hiyo」と比べて、背中を徹底的に鍛えている事が言える。

(4) 同一のトレーニングにおける内容の比較

図9に、同一のトレーニングに對して、ユーザとブログが取り組んだ内容の違いを提示したグラフを示す。400mの種目にエントリーしている3人のブログ記事から抽出した「ダッシュ」というトレーニングを用いて説明する。

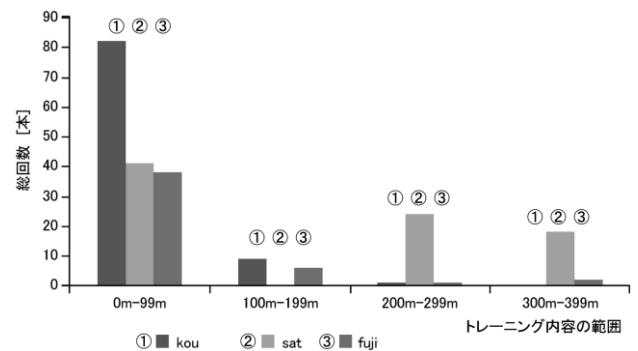


図9 トレーニング「ダッシュ」内容の比較

図9は、特定の期間内で、「ダッシュ」のトレーニングを行うことに對して、設定した距離の範囲ごとに走った本数を累計し、ブログ同士で比較したグラフの例である。大会の400mの種目にエントリーしている選手は、100mや200mにエントリーする選手と比べて長い距離を設定して「ダッシュ」のトレーニングに励んでいることが多い。図中のブログ「sat」は、長い距離を最も多く走っている。「kou」と「fuji」は400mの種目をエントリーしているため、次の大会までに、この2人に対して長い距離を多めに走らせるといったモチベーション維持を目的として、このような可視化を行う。

6 アソシエーション分析による相関ルールの抽出

本節では、アソシエーション分析による相関ルールの抽出について述べる。まずブログが記録を更新した際に、特徴的なトレーニング方法を知る必要がある。そこでブログの活動内容の取り組みパターンを抽出するために、アソシエーション分析を行う。アソシエーション分析とは、データ中の要素同士の相関を抽出する手法であり、 $\{A \Rightarrow B\}$ のように表現され、Aを条件部、Bを結論部と呼ぶ[4]。ルールを評価するための指標として、支持度 (support)、確信度 (confidence)、リフト値 (lift) などが与えられ、ルール $A \Rightarrow B$ に対するそれぞれの指標は以下の式で定義される[4]

$$\text{support}(A \Rightarrow B) = \frac{N(A \cap B)}{M} \dots (1)$$

$$\text{confidence}(A \Rightarrow B) = \frac{\text{support}(A \Rightarrow B)}{\text{support}(A)} \dots (2)$$

$$\text{lift}(A \Rightarrow B) = \frac{\text{confidence}(A \Rightarrow B)}{\text{support}(B)} \dots (3)$$

M は、複数の要素で構成されているトランザクションの総数で、M を要素 A と B が一緒に含まれたトランザクションの総数である $N(A \cap B)$ で割って求められることから $\text{support}(A \Rightarrow B)$ は、A と B の同時発生確率である。 $\text{confidence}(A \Rightarrow B)$ は、A の発生確率である $\text{support}(A)$ を A と B の同時発生確率で割って求められることから、A が起こったあとで B が発生する条件付き確率を表す。 $\text{lift}(A \Rightarrow B)$ は、 $\text{confidence}(A \Rightarrow B)$ を $\text{support}(B)$ で割ることで求められる。しかしながら $\text{lift}(A \Rightarrow B) < 1$ の場合、 $\text{support}(B)$ が非常に高いことで、仮に $\text{support}(A \Rightarrow B)$ と $\text{confidence}(A \Rightarrow B)$ の値が高いとしても、B はどのトランザクションにも含まれていることから A と B の組み合わせは、特徴的であるとは言えない。

本研究では、統計解析用プログラミング言語 R を用いて 2016 年 4 月 1 日から同年 10 月 1 日までの 40 代男性 2 人が行ったそれぞれのトレーニングとトレーニング要素同士のルールをアブリアリのアルゴリズムを用いて分析し、可視化を行う。なおトレーニング要素は、5 節で述べた身体部位および瞬発力に関する「無酸素エネルギー供給機能」と「脚の筋機能」の要素を含める。

条件として、支持度はある程度高いことが望ましいことから 0.5 以上、確信度は、要素同士の組み合わせの価値を測る上で高いことが重要であるため、0.8 以上とした[5]。またリフト値も有益なルールを抽出するために 1 を超えるものとした。

(1) ブログ「kou」の例

ブログ「kou」は 100m を 11 秒 4 台、200m を 23 秒 6 台で走る選手である。表 4 にトレーニング要素同士のルール、表 5 にトレーニング同士のルールの抽出結果の内、支持度の上位 10 件を示し、更に図 10 にトレーニング要素同士のルールの抽出結果を可視化した。なお、抽出結果の数値は、今後も小数点第 3 位以下を切り捨てて表示する。

ブログ「kou」のルールの抽出結果は、ほとんどのトレーニング要素のルールが支持度は 0.7 以上、トレーニングも 0.6 以上となったが、しかしながらリフト値は、ほぼ 1 に近い値という結果となった。

図 10 は、ノードに存在するキャプションはトレーニング要素名で、各ノードは円を挟んで矢印で繋がっており、矢印の向きは条件部⇒結合部を意味する。またノードの中間に存在する円の大きさは支持度であり、リフト値が高いほど円の色が濃くなる。

表4. 「kou」のトレーニング要素同士のルール抽出結果

抽出したルール {条件部}⇒{結合部}	{Sup, Con, Lift}
{背中の筋肉}⇒{技術}	{0.80, 0.94, 1.06}
{技術}⇒{背中の筋肉}	{0.80, 0.90, 1.06}
{全持久}⇒{無酸素エネ}	{0.79, 1.00, 1.24}
{無酸素エネ}⇒{全持久}	{0.79, 0.98, 1.24}
{無酸素エネ}⇒{技術}	{0.72, 0.90, 1.01}
{技術}⇒{無酸素エネ}	{0.72, 0.81, 1.01}
{全持久}⇒{技術}	{0.70, 0.89, 1.01}
{技術}⇒{全持久}	{0.70, 0.80, 1.01}
{全持久,無酸素エネ}⇒{技術}	{0.70, 0.89, 1.01}
{技術,全持久}⇒{無酸素エネ}	{0.70, 1.00, 1.24}

表5. 「kou」のトレーニング同士のルール抽出結果

抽出したルール {条件部}⇒{結合部}	{Sup, Con, Lift}
{ダッシュ}⇒{テンポ走}	{0.73, 0.91, 1.03}
{テンポ走}⇒{ダッシュ}	{0.73, 0.83, 1.03}
{懸垂}⇒{テンポ走}	{0.67, 0.91, 1.02}
{バック懸垂}⇒{テンポ走}	{0.65, 0.90, 1.02}
{バック懸垂}⇒{懸垂}	{0.60, 0.84, 1.13}
{懸垂}⇒{バック懸垂}	{0.60, 0.82, 1.13}
{バック懸垂,懸垂}⇒{テンポ走}	{0.54, 0.89, 1.00}
{テンポ走,バック懸垂}⇒{懸垂}	{0.54, 0.82, 1.11}
{テンポ走,懸垂}⇒{バック懸垂}	{0.54, 0.80, 1.11}
{ダッシュ,バック懸垂}⇒{テンポ走}	{0.54, 0.94, 1.06}

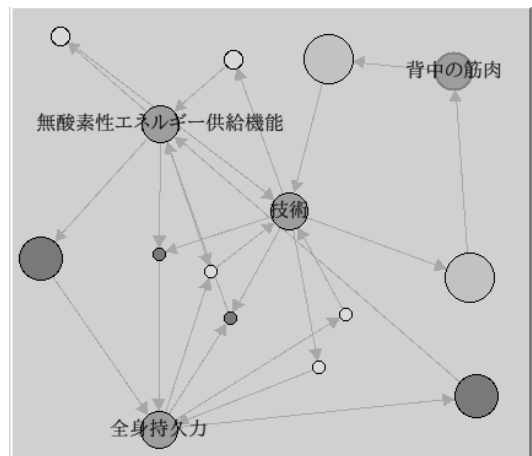


図10 トレーニング要素同士の相関ルールの可視化

(2) ブログ「sat」の例

表 6 にブログ「sat」のトレーニング要素同士のルールおよび表 7 にトレーニング同士のルールの内、支持度の上位 10 件を示した。また図 11 に相関ルールの抽出結果を可視化した。ブログ「sat」は「kou」と比べて 100m の記録は 11 秒 7 台で劣るが、200m は 23 秒 1 台で走り、また 400m の記録は、年齢 40 代にも関わらず 50 秒台という現役高校生と同等の記録を保持している。ほとんどのルールの支持度は 0.6 以上となり、またリフト値はブログ「kou」と比べて比較的高い結果が得られた。

表6. 「sat」のトレーニング要素同士のルール抽出結果

抽出したルール {条件部}⇒{結合部}	{Sup, Con, Lift}
{肩の筋肉}⇒{上腕の筋肉}	{0.76, 1.00, 1.30}
{上腕の筋肉}⇒{肩の筋肉}	{0.76, 1.00, 1.30}
{肩の筋肉}⇒{胸の筋肉}	{0.76, 1.00, 1.30}
{胸の筋肉}⇒{肩の筋肉}	{0.76, 1.00, 1.30}
{上腕の筋肉}⇒{胸の筋肉}	{0.76, 1.00, 1.30}
{胸の筋肉}⇒{上腕の筋肉}	{0.76, 1.00, 1.30}
{肩の筋肉, 上腕の筋肉}⇒{胸の筋肉}	{0.76, 1.00, 1.30}
{胸の筋肉, 肩の筋肉}⇒{上腕の筋肉}	{0.76, 1.00, 1.30}
{胸の筋肉, 上腕の筋肉}⇒{肩の筋肉}	{0.76, 1.00, 1.30}
{背中の筋肉}⇒{肩の筋肉}	{0.65, 0.87, 1.13}

表7. 「sat」のトレーニング同士のルール抽出結果

抽出したルール {条件部}⇒{結合部}	{Sup, Con, Lift}
{ベンチプレス}⇒{ラットプルダウン}	{0.61, 0.85, 1.17}
{ラットプルダウン}⇒{ベンチプレス}	{0.61, 0.85, 1.17}

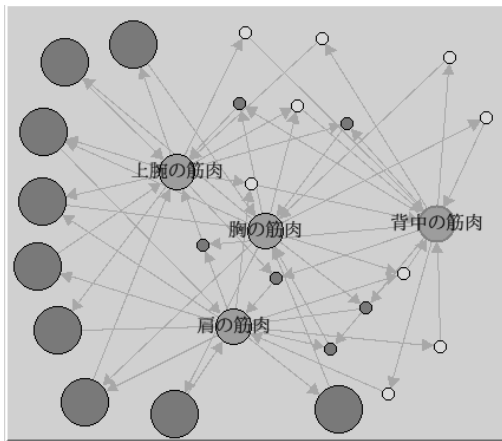


図11 トレーニング要素同士のルールを可視化

アソシエーション分析を適用した結果、ブログ「kou」は、背中の筋肉を鍛える「懸垂」のトレーニングと走る技術を向上させる「テンポ走」を同時に行っていることが最も多い結果となり、更に「無酸素エネルギーの供給機能」と「全身持久力」を向上させる「ダッシュ」と「テンポ走」も同時に行っていたため、バランス良く鍛えているのがわかった。しかし、どのルールのリフト値も1に非常に近い結果となったため、トレーニング要素およびトレーニング同士の組み合わせは、特徴的であるとは言えず、ほとんどの活動内容は、毎日行っている可能性が高い。

ブログ「sat」は、ほとんどのルールが{胸, 肩, 上腕, 背中}という要素を含んでいたため、上半身の部位を同時に多く鍛えていることが言える。リフト値も1.30という値から、日頃から欠かさずに行いかつ同時に胸, 肩, 上腕の筋肉を鍛える「ベンチプレス」と背中を鍛える「ラットプルダウン」のトレーニングを行っていることがわかった。

また、ユーザが行ったトレーニングやトレーニング要素が、自分より記録の良い選手の関連ルールに含まれている場合、含まれていないトレーニングを行うといった

モチベーション維持が期待できる。

7 考察

本節では、提案したモチベーション維持支援システムの考察について述べる。陸上競技選手のモチベーション維持のために、システムにブログの活動記録の抽出及び可視化の機能を追加した。まず活動内容の抽出は、「接地感覚の調整」といった内容や量が付与されていない表現を、一方、大会記録は、「11 秒 86」といった風速が付与されていない表現を抽出することができなかった。

活動記録の可視化は、5人のブログを選出し、検討を行った結果、ブログ同士において、「ハイクリーン」のトレーニングの日数と「ダッシュ」のトレーニングの内容や量の違いといった明確な差異を提示することができた。もしユーザが比較を行ったブログがライバルもしくは目標とする記録を保持する人物であった場合、トレーニングの内容や回数および活動内容全体が異なれば、記録を更新するために、活動内容の取り組み改善を行うといった動機づけが期待できる。

8 まとめ

本研究では、陸上競技選手を対象としたモチベーション維持を行うためのシステムを提案した。そこでユーザに対して、ライバルの情報を提示するために、陸上競技ブログから活動記録を抽出する手法および可視化する手法を提案した。

今後は、実際にユーザに利用してもらうことで、モチベーション維持できるかどうかの実験を行う。

参考文献

- [1] 太田信幸, “学習活動におけるライバルの意味-ライバル認知の分析を通して”, 名古屋大学教育学部紀要, 心理学, no. 46, pp. 309-310, 1999.
- [2] M. Sano, H. Masuda, K. Yamada, T. Fukuhara, “Motivating Track and Field Athletes by Visualizing Training Drills and Records: Extraction and Visualization of Activities of Athletes from Blog Articles”, Advances in Human Factors in Sports and Outdoor Recreation Volume, 496 of the series Advances in Intelligent Systems and Computing, pp.85-96, 2016.
- [3] 鳴海 拓志, 谷川 智洋, 廣瀬 通孝, “ゲーミフィケーションを利用した研究活動の可視化と活性化”, 人工知能学会全国大会論文集, vol. 29, pp.1-4, 2015.
- [4] 大澤 純, 岩田 麻佑, 原 隆浩, 西尾 章治郎, “スマートフォンユーザのコンテキストと利用アプリケーションの関連性調査,” DEIM 2014, B2-5, 2014.
- [5] 福田 剛士, 森本 康彦, 徳山 豪, “データマイニング”, 共立出版, 2001.