

```

    case 1:
        $para[en_hiroi]=0.271236767;
        break;
    case 0:
        $para[en_hiroi]=0;
        break;
}
$w_factor[en_hiroi]=$para[en_hiroi];
switch ($_POST['speed']){
    case 1:
        $para[speed]=0.238198911; //非常に速い
        break;
    case 2:
        $para[speed]=0.124055034; //少し速い
        break;
    case 3:
        $para[speed]=0; //ちょうどよい
        break;
    case 4:
        $para[speed]=0.113230654; //ある程度余裕がある
        break;
    case 5:
        $para[speed]=0.839098946; //かなり余裕がある
        break;
}
switch ($_POST['act3_neck']){
    case 0:
        $para[act3_neck]=0;
        break;
    case 1:
        $para[act3_neck]=0.141994172;
        break;
    case 2:
        $para[act3_neck]=0.305054486;
        break;
}
$w_factor[act3_neck]=$para[act3_neck];
switch ($_POST['act5_vibration']){
    case 0:
        $para[act5_vibration]=0;
        break;
    case 1:
        $para[act5_vibration]=0.039578332;
        break;
}

```

```

        case 2:
            $para[act5_vibration]=0.257782611;
            break;
    }
    $w_factor[act5_vibration]=$para[act5_vibration];
    switch ($_POST['act6_push']){
        case 0:
            $para[act6_push]=0;
            break;
        case 1:
            $para[act6_push]=0.146198916;
            break;
        case 2:
            $para[act6_push]=0.277128403;
            break;
    }
    $w_factor[act6_push]=$para[act6_push];
    switch ($_POST['pos_back']){
        case 1:
            $para[pos_back]=0.076542053; //直立
            break;
        case 2:
            $para[pos_back]=-0.052395277; //ひねり
            break;
        case 3:
            $para[pos_back]=0.250822338; //前屈小
            break;
        case 4:
            $para[pos_back]=0.283420953; //前屈小ひねり
            break;
        case 5:
            $para[pos_back]=0.154404999; //前屈大
            break;
        case 6:
            $para[pos_back]=0.571599334; //前屈大ひねり
            break;
        case 7:
            $para[pos_back]=0.462055585; //前屈最大
            break;
        case 8:
            $para[pos_back]=0; //側屈
            break;
    }
    $w_factor[pos_back]=$para[pos_back];

```

```

switch ($_POST['pos_leg']){
    case 1:
        $para[pos_leg]=0.284510566; //中腰
        break;
    case 2:
        $para[pos_leg]=0.30021476; //しゃがみ
        break;
    case 3:
        $para[pos_leg]=0; //直立
        break;
}
$w_factor[pos_leg]=$para[pos_leg];
/*
switch ($_POST['pos_hand_height2']){
    case 1:
        $para[pos_hand_height]=0.009825691; //頭の真上
        break;
    case 2:
        $para[pos_hand_height]=0; //肩より上
        break;
    case 3:
        $para[pos_hand_height]=0.104846141; //腰より上
        break;
    case 4:
        $para[pos_hand_height]=0.177402605; //腰より下
        break;
}
switch ($_POST['pos_hand_LR']){
    case 1:
        $para[pos_hand_LR]=0; //正面
        break;
    case 2:
        $para[pos_hand_LR]=0.05438986; //右側
        break;
    case 3:
        $para[pos_hand_LR]=0.209084558; //左側
        break;
}
*/
switch ($_POST['pos_arm_extention']){
    case 1:
        $para[pos_arm_extention]=0.172512265;
        break;
    case 0:

```

```

        $para[pos_arm_extention]=0;
        break;
    }
    $w_factor[pos_arm_extention]=$para[pos_arm_extention];
    switch ($_POST['handled_weight']){
        case 0: //0-2
            switch ($_POST['handled_vertical']){
                case 1: //10cm
                    $para[handled_weight]=0.276789884;
                    break;
                case 2: //10-30
                    $para[handled_weight]=0.289677779;
                    break;
                case 3: //30-100
                    $para[handled_weight]=0.107609583;
                    break;
                case 4: //100+
                    $para[handled_weight]=0.191065063;
                    break;
            }
            break;
        case 1: //2-5
            switch ($_POST['handled_vertical']){
                case 1:
                    $para[handled_weight]=-0.291584605;
                    break;
                case 2:
                    $para[handled_weight]=0.342023295;
                    break;
                case 3:
                    $para[handled_weight]=0.383579855;
                    break;
                case 4:
                    $para[handled_weight]=0.491287185;
                    break;
            }
            break;
        case 2: //5-10
            switch ($_POST['handled_vertical']){
                case 1:
                    $para[handled_weight]=-0.51554259;
                    break;
                case 2:
                    $para[handled_weight]=0.308392487;

```

```

        break;
    case 3:
        $para[handled_weight]=0.297990237;
        break;
    case 4:
        $para[handled_weight]=0.177954159;
        break;
    }
    break;
case 3: //10-15
    switch ($_POST['handled_vertical']){
        case 1:
            $para[handled_weight]=0.588616649;
            break;
        case 2:
            $para[handled_weight]=0.479262184;
            break;
        case 3:
            $para[handled_weight]=0.054271507;
            break;
        case 4:
            $para[handled_weight]=0.765607763;
            break;
    }
    break;
case 4: //15-20
    switch ($_POST['handled_vertical']){
        case 1:
            $para[handled_weight]=-0.199034977;
            break;
        case 2:
            $para[handled_weight]=0.639127491;
            break;
        case 3:
            $para[handled_weight]=0.328977451;
            break;
        case 4:
            $para[handled_weight]=0.852418001;
            break;
    }
    break;
case 5: //20
    switch ($_POST['handled_vertical']){
        case 1:

```

```

        $para[handed_weight]=1.557624346;
        break;
    case 2:
        $para[handed_weight]=0.77585391;
        break;
    case 3:
        $para[handed_weight]=0.534119784;
        break;
    case 4:
        $para[handed_weight]=0.039931004;
        break;
    }
    break;
}
$w_factor[handed_weight]=$para[handed_weight];
switch ($_POST['body_support']){
    case 1:
        $para[body_support]=0; //ある
        break;
    case 2:
        $para[body_support]=0.271069151; //片手で支える
        break;
    case 3:
        $para[body_support]=0.117930931; //ない
        break;
}
$w_factor[body_support]=$para[body_support];
switch ($_POST['pos_keep']){
    case 1:
        $para[pos_keep]=0;
        break;
    case 2:
        $para[pos_keep]=0.05993213;
        break;
    case 3:
        $para[pos_keep]=0.227624067;
        break;
    case 4:
        $para[pos_keep]=0.229508331;
        break;
    case 5:
        $para[pos_keep]=0.335440899;
        break;
}

```

```

$w_factor[pos_keep]=$para[pos_keep];
switch ($_POST['sportsp']){
    case 0:
        $para[sportsp]=0.117775101; //まったく
        break;
    case 1:
        $para[sportsp]=0.18512754; //すこしは
        break;
    case 2:
        $para[sportsp]=0; //運動部で
        break;
}
$parasum= array_sum($para);
}

```

Source 2

```

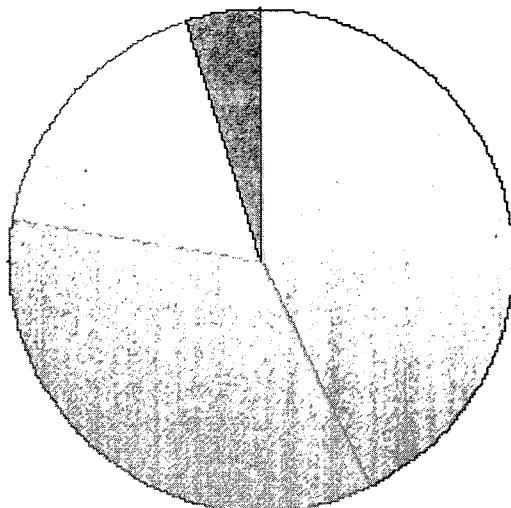
if ($cycle==1){
    $LBP0=2.871794545-$parasum;
    $LBP1=4.088500879-$parasum;
    $LBP2=5.729274978-$parasum;
}
if ($cycle==2){
    $LBP0=2.879472249-$parasum;
    $LBP1=4.154601891-$parasum;
    $LBP2=5.614765045-$parasum;
}
$pro_LBP0=1/exp(1/exp($LBP0));
$pro_LBP1=1/exp(1/exp($LBP1))- $pro_LBP0;
$pro_LBP2=1/exp(1/exp($LBP2))- $pro_LBP0-$pro_LBP1;
$pro_LBP3=1-($pro_LBP0+$pro_LBP1+$pro_LBP2);

```

Source 3

```
<?php header("Content-Type: image/png");
//sourced by http://php.eweb-design.com/0208_cir.php
?>
<?php
// 画像のサイズ
$im = imagecreate(200,200); // キャンパスの大きさ
$ix = 100; // 中心の x 座標
$iy = 100; // 中心の y 座標
$iw = 200; // 画像の横幅
$ih = 200; // 画像の縦幅
$rs = 270; // 開始角度(上 : 270)
// リスク推定値
$source=$_GET[data];
$moto= explode("_",$source);
$data[0] = $moto[0];
$data[1] = $moto[1];
$data[2] = $moto[2];
$data[3] = $moto[3];
// 色の定義
$white = imagecolorallocate($im,255,255,255);
$red = imagecolorallocate($im,255,0,0);
$yellow = imagecolorallocate($im,255,255,0);
$lime = imagecolorallocate($im,0,255,0);
$cyan = imagecolorallocate($im,0,255,255);
$blue = imagecolorallocate($im,0,0,255);
$cd = array($lime,$cyan,$yellow,$red,$blue);
// 合計値の計算
$length = count($data);
$m=0;
for($i=0; $i<=$length; $i++) {
    $m += $data[$i];
}
// 画像の描画
for($i=0; $i<$length; $i++) {
    $st = $rs;
    $rs += $data[$i] / $m * 360;
    if($rs >= 360) $rs -= 360;
    imagefilledarc($im,$ix,$iy,$iw,$ih,$st,$rs,$cd[$i],4);
}
imagepng($im);
?>
```

あなたの腰痛リスクステージ



none	腰痛グレード0 “腰痛なし”	43.1%
mild	腰痛グレード1 “軽度”	34.8%
moderate	腰痛グレード2 “中度”	17.3%
severe	腰痛グレード3 “重度”	4.7%

画面 7

腰痛リスクファクターの評価

このプログラムは、リスクステージを推定する順序回帰モデルにおけるパラメータ値を比較することにより、ユーザーにマッチした「腰痛リスクに寄与の大きい作業関連性リスクファクターチェックリスト」を提示する。実際の出力画面を画面 8、処理のフローチャートを図 31 に示した。

モデルに含まれる作業関連リスクファクターにおけるリスク推定に使用されたパラメータ \$para[変数名] を連想配列変数 \$w_factor[変数名] に格納する。推定した腰痛リスクステージへの影響度の大きさを評価するため、\$w_factor における要素（パラメータ値）を基準にして、配列を降順にソートする。ソートされた連想配列変数 \$w_factor におけるもっとも先頭のキー（リスクファクター名）を取り出し(key(\$w_factor))、switch 文により、抽出したリスクファクター毎にアクション型チェックリストとして活用可能な caption を選択する。一度提示されたキーは、逐次削除される。現在の設定では、寄与の大きさ順に 3 番目までのリスクファクターを提示するようにプログラムされている。

腰痛リスクを減らすための改善案

もっとも腰痛に寄与の大きいリスクファクターは
「腕をいっぱい伸ばす」と推定されます
作業中に腕をいっぱい伸ばす姿勢あるいは動作を改善する必要があります→改善案

2番目に腰痛に寄与の大きいリスクファクターは
「上半身の姿勢サポート」と推定されます
作業中の姿勢サポートを改善する必要があります→改善案

3番目に腰痛に寄与の大きいリスクファクターは
「姿勢保持時間」と推定されます
姿勢保持の時間を短くする必要があります→改善案

画面 8

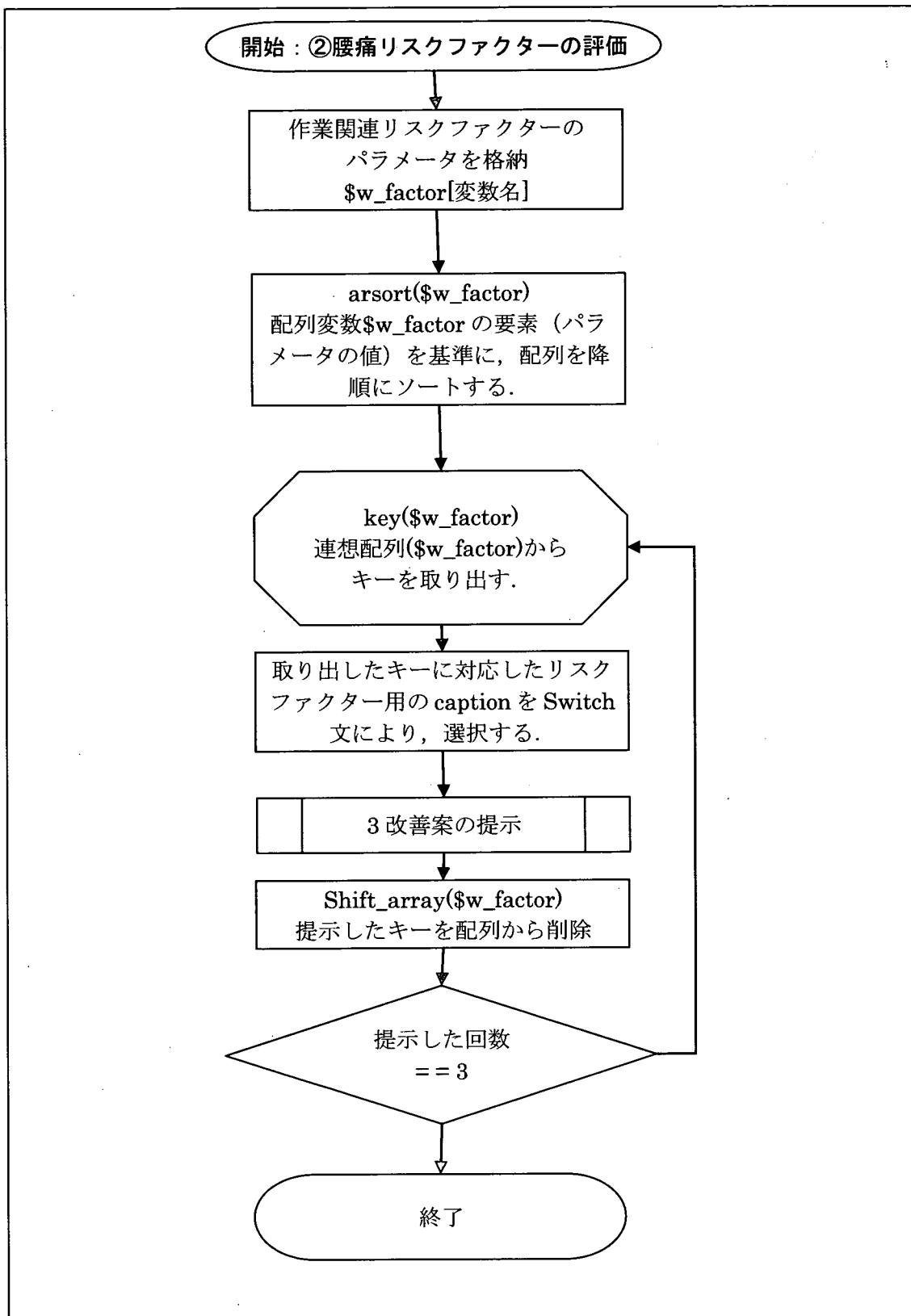


図 31

Source 4

```
<?php
echo "<H1>腰痛リスクを減らすための改善案</h1>";
arsort($w_factor);
for($count=1; $count<=3; $count++){ //$count が 3 以下の間繰り返す
    switch ($count){
        case 1:
            echo 'もっとも腰痛に寄与の大きいリスクファクターは<br>';
            break;
        case 2:
            echo "2 番目に腰痛に寄与の大きいリスクファクターは<br>";
            break;
        case 3:
            echo "3 番目に腰痛に寄与の大きいリスクファクターは<br>";
            break;
    }
switch (key($w_factor)){
    case "pos_back":
        echo "<b>「上半身の作業姿勢」 </b>";
        echo "と推定されます<br>";
        echo "<b>作業姿勢, 特に上半身の姿勢を改善する必要があります</b>";
        echo "&rarr;<a href=test.html>改善案</a>";
        break;
    case "pos_leg":
        echo "<b>「下半身の作業姿勢」 </b>";
        echo "と推定されます<br>";
        echo "<b>作業姿勢, 特に下肢の状態を改善する必要があります</b>";
        echo "&rarr;<a href=test2.html>改善案</a>";
        break;
    case "body_support":
        echo "<b>「上半身の姿勢サポート」 </b>";
        echo "と推定されます<br>";
        echo "<b>作業中の姿勢サポートを改善する必要があります</b>";
        echo "&rarr;<a href=test4.html>改善案</a>";
        break;
    case "pos_keep":
        echo "<b>「姿勢保持時間」 </b>";
        echo "と推定されます<br>";
        echo "<b>姿勢保持の時間を短くする必要があります</b>";
        echo "&rarr;<a href=test3.html>改善案</a>";
        break;
    case "act3_neck":
        echo "<b>「首の曲げ伸ばし」 </b>";
        echo "と推定されます<br>";
```

```

echo "<b>作業中に首を曲げたり,ひねったりする動作を改善する必要が
あります</b>";
echo "&rarr;<a href=test4.html>改善案</a>";
break;
case "act5_vibration":
echo "<b>「振動工具の使用」 </b>";
echo "と推定されます<br>";
echo "<b>振動工具の使用状況を改善する必要があります</b>";
echo "&rarr;<a href=test5.html>改善案</a>";
break;
case "act6_push":
echo "<b>「力いっぱい押す,あるいは引く動作」 </b>";
echo "と推定されます<br>";
echo "<b>作業中の力いっぱい押す動作,引く動作を改善する必要があり
ます</b>";
echo "&rarr;<a href=test6.html>改善案</a>";
break;
case "pos_arm_extention":
echo "<b>「腕をいっぱいに伸ばす」 </b>";
echo "と推定されます<br>";
echo "<b>作業中に腕をいっぱいに伸ばす姿勢あるいは動作を改善する必
要があります</b>";
echo "&rarr;<a href=test7.html>改善案</a>";
break;
case "handled_weight":
echo "<b>「取扱重量」 </b>";
echo "と推定されます<br>";
echo "<b>取扱重量物を軽くする必要があります</b>";
echo "&rarr;<a href=test8.html>改善案</a>";
break;
case "en_hiroi":
echo "<b>「担当する持ち場の広さ」 </b>";
echo "と推定されます<br>";
echo "<b>担当する持ち場が広すぎるようです</b>";
echo "&rarr;<a href=test9.html>改善案</a>";
break;
case "en_semaashi":
echo "<b>「作業場所の足場スペース」 </b>";
echo "と推定されます<br>";
echo "<b>作業場の足場が狭すぎるようです</b>";
echo "&rarr;<a href=test10.html>改善案</a>";
break;
case "en_atui":
echo "<b>「作業場所の空調・温度管理」 </b>";

```

```
    echo "と推定されます<br>";
    echo "<b>作業場所の空調・温度管理を改善する必要があります</b>";
    echo "&rarr;<a href=test11.html>改善案</a>";
    break;
}
array_shift($w_factor);
echo "<br />";
echo "<br />";
}
```

ケースにマッチした腰痛リスク改善案の提示

このプログラムは、先に示した「腰痛リスクに寄与の大きい作業関連性リスクファクターチェックリスト」と連動して、入力された作業条件にマッチした改善案を提示する。識別に用いる作業条件は、サイクルタイム・繰返しの程度、職務内容である。実際の出力画面は画面8と同様である（画面9）。

ユーザーは、腰痛への寄与が大きいと推定されたリスクファクターに対する改善案へ、それぞれテキストリンクをクリックすることにより、アクセスする。画面上の“改善案”をマウス操作により、クリックすると、リスクステージ評価ツールによる結果が表示されている画面とは、異なるウィンドウが開き、具体的な改善案が表示される（画面10）。

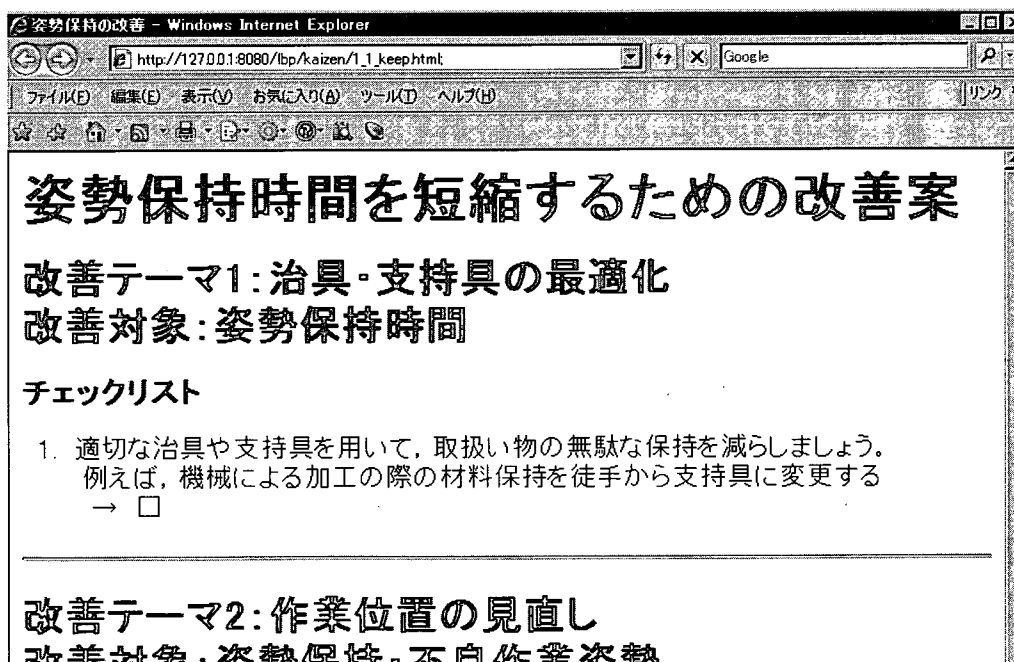
腰痛リスクを減らすための改善案

もっとも腰痛に寄与の大きいリスクファクターは
「姿勢保持時間」と推定されます
姿勢保持の時間を短くする必要があります→[改善案](#)

2番目に腰痛に寄与の大きいリスクファクターは
「首の曲げ伸ばし」と推定されます
作業中に首を曲げたりひねったりする動作を改善する必要があります→[改善案](#)

3番目に腰痛に寄与の大きいリスクファクターは
「上半身の作業姿勢」と推定されます
作業姿勢、特に上半身の姿勢を改善する必要があります→[改善案](#)

画面 9



The screenshot shows a Windows Internet Explorer browser window. The address bar contains the URL: http://127.0.0.1:8080/lbp/kaizen/1_1_keep.html. The page title is "姿勢保持の改善 - Windows Internet Explorer". The main content area displays the following text:

姿勢保持時間を短縮するための改善案

改善テーマ1: 治具・支持具の最適化
改善対象: 姿勢保持時間

チェックリスト

1. 適切な治具や支持具を用いて、取扱い物の無駄な保持を減らしましょう。
例えば、機械による加工の際の材料保持を徒手から支持具に変更する
→

改善テーマ2: 作業位置の見直し
改善対象: 姿勢保持時間、不良作業姿勢

画面 10

システムの利用例

本稿では、実際のシステム利用例を示す。サンプルとして用いたケースの入力フォームデータを表 115 に示した。このケースにおける腰痛リスクステージの推定値は、“腰痛なし” 27.5%，“軽度” 40.7%，“中度” 24.6%，“重度” 7.1%となった（画面 11）。本研究で得られたサンプル全体におけるリスクステージの度数分布は、それぞれ“腰痛なし” 39.2%，“軽度” 33.2%，“中度” 20.7%，“重度” 6.8%であったことと比較すると、このケースは、腰痛リスクが高いと考えられる。

次に、このケースにおける改善案の出力画面を画面 11 に示した。腰痛への寄与が大きいと推定されたリスクファクターは、「首の曲げ伸ばし」「上半身の作業姿勢」「姿勢保持時間」であった。このケースにおける入力値は、「首の曲げ伸ばし | かなりある」「上半身の作業姿勢 | 前屈小+ひねり」「姿勢保持時間 | 5~10 秒」であった（表 115）。このケースに対して、本システムが提案する改善案を画面 13~15 に示した。改善案の内容は、実際の作業改善事例をベースとして、本研究班において検討した。これらの改善案は、アクション型チェックリスト形式になるよう工夫されている。本システムを利用するユーザーは、提示された改善案の各項目に対して、チェックを行い、実際の作業状況の確認と、実行可能な対策の立案に役立てることができる。

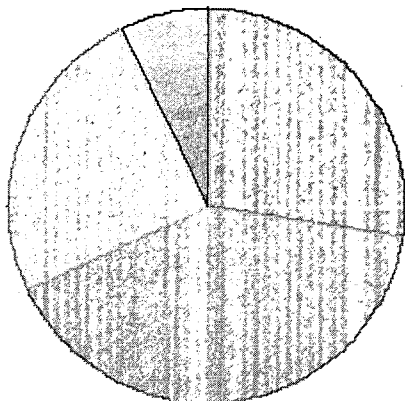
提示されたチェックポイントを見直し、改善対策の立案を行う場合、改善後の作業条件を HTML フォームに戻って再入力を行なうと、改善後の腰痛リスクステージの推定値を得ることができる。この例では、「首の曲げ伸ばし | かなりある」を「ある」へ、「上半身の作業姿勢 | 前屈小+ひねり」を「前屈小」へ、「姿勢保持時間 | 5~10 秒」を「1~5 秒」へと改善した場合、腰痛リスクステージの推定値を得ることができる。画面 16 に、改善前の出力と改善後の出力を並べた画面を示した。現状におけるリスクファクターを改善することにより、“重度” リスクは、7.1%から 5.0%へ、“中度” リスクは 24.6%から 18.3%へ、“軽度” リスクは 40.7%から 35.9%へそれぞれ減少することが数値として示される。腰痛全体を考えた場合、この例における改善効果は、腰痛リスクを 72.5%から 59.2%へ、約 13 ポイントの減少と予測される。このように、現状の腰痛リスク、改善の効果を推定値として得られることは、実際の職場レベルでの改善に役立つと考えられる。

本システムでは、入力フォーム、出力画面、改善案は、それぞれ別のウインドウに表示される仕様としている。これは、ツールの出力結果を比較する場合に、有効であると考えられる。改善後のリスクステージ評価ツールの出力においても、さらに改善すべきリスクファクターとその改善案が提示されるため、目標とする腰痛リスクの低減に向けて、継続的なシステム利用が可能である。

表 115

変数	入力値	変数	入力値	変数	入力値
年齢	30歳	身長	165cm	体重	68kg
性別	男性	日常の運動習慣	週に1回程度	過去の運動歴	運動部でかなりやっていた
意識的に休養をとっているか	意識していない	ストレスレベル	6	ストレスの原因	仕事そのもの
担当職場名	—	職務内容1	組み立て	職務内容2	組み付け
作業形態	繰り返し作業 (ライン作業)	工程数	一定	工程時間	一定
支援機器の使用	使用する	治具・工具の利用	使用する	職務歴	10年以上
作業環境	夏に暑い、冬に寒い	姿勢の自由度	少しだけ姿勢を変えることができる	繰り返し性	ほとんど同じ作業の繰り返し
サイクルタイム	3分0秒	主観的作業速度	少し早いと思う	体を前後左右に曲げる	かなりある
中腰や足を踏ん張る	ある	首を前後左右に大きく曲げる	かなりある	2kg以上のモノを徒手で扱う	ある
振動工具を使用する	ある	何かを力いっぱい押す	ある	上半身の姿勢	前屈小+ひねり
下半身の姿勢	立っている	作業時の手	両手	作業点の高さ	腰より上～肩
作業点の左右	身体の正面	腕をいっばいに伸ばさなければならない	はい	力いっぱい押し引きする	はい
補助機械なしで取り扱う重量	2kg未満	上下方向の移動距離	100cm以上	左右方向の移動距離	100cm以上
上半身のサポート	ない	姿勢保持	5～10秒		

あなたの腰痛リスクステージ



none	腰痛グレード0 “腰痛なし”	27.5%
mild	腰痛グレード1 “軽度”	40.7%
moderate	腰痛グレード2 “中度”	24.6%
severe	腰痛グレード3 “重度”	7.1%

画面 11

腰痛リスクを減らすための改善案

もっとも腰痛に寄与の大きいリスクファクターは
「首の曲げ伸ばし」と推定されます
作業中に首を曲げたり、ひねったりする動作を改善する必要があります→改善案

2番目に腰痛に寄与の大きいリスクファクターは
「上半身の作業姿勢」と推定されます
作業姿勢、特に上半身の姿勢を改善する必要があります→改善案

3番目に腰痛に寄与の大きいリスクファクターは
「姿勢保持時間」と推定されます
姿勢保持の時間を短くする必要があります→改善案

画面 12

“首の曲げ伸ばし”に関する改善案

改善テーマ1: 作業位置の見直し

改善対象: 首の曲げ伸ばし

チェックリスト

1. 肩より上方の位置で行なう作業は、できるだけ減らしましょう。
→
2. 作業位置における上方スペースは30cm程度確保しましょう

改善テーマ2: 作業支援機器、治工具の適正化

改善対象: 首の曲げ伸ばし

チェックリスト

1. 上向きネジ締め作業などでは、ユニバーサルジョイント等を使用し、回転方向の変更が可能な電動ツールなどを積極的に利用しましょう。
→
2. 視認作業などにおいては、鏡やCCDカメラなどを積極的に利用しましょう。
→
3. 調整作業等においては、小型の計測器や分離可能な表示部を持つ計測器などを使用して、測定器の表示部と調整器の操作部は同一視界内に入るようにしましょう。

改善案抽出条件

- 作業種別: 組立て/組付け作業形態: ライン作業
- 作業姿勢分類: 立ち姿勢
- 繰返し水準: サイクルタイム4分未満

[ページの先頭へ](#)

[このウィンドウを閉じる](#)

上半身の姿勢を改善するための改善案

改善テーマ1: 作業位置(高さ)の見直し

改善対象: 前屈姿勢, 首の屈曲

チェックリスト

1. 細かい作業を行う際の作業位置は、作業者の肘の角度が90度以上になるように調整する。
→
2. 力が必要な作業を行う際の作業位置は、作業者の腰の付近になるように調整しましょう。
→
3. 重量物の移動に際しては、手の位置が作業者の腰の位置付近になるように調整しましょう。
→
4. 取扱物の移動経路の高さを一定にする(例: 2台のコンベアを使用する際には高さを一定にする)
→
5. 一度作業位置まで持ち上げた荷物は地面には下ろさない様に工夫しましょう。
→

改善テーマ2: 立ち位置と作業位置との距離

改善対象: 前屈・ひねり姿勢, 首の屈曲

チェックリスト

1. 作業位置は、前屈姿勢や首の屈曲を避けるため、腕の曲げ伸ばしのみで届く範囲(目安として体幹中心から30cmから60cm程度)に調整しましょう。
→
2. 足下に十分なスペースを確保して、作業位置の変更や取り扱い物の手動による移動は立ち位置を移動して行うようにしましょう(歩行)。
→
3. 体幹のひねりを避けるため、同一立ち位置における手動による左右方向の移動は30cm以内にする工夫をしましょう。
→

上記の改善案の実施が難しい場合

ジョブローテーションなどの導入により、
同一作業の実施時間、繰返し頻度を調整するようにしましょう。

改善案抽出条件

作業種別・組立て/組付け