

表 94 「上半身の姿勢」と「力いっぱい押す、引く」との関連 (4~60分以内)

サイクル タイム	上半身の姿勢	力いっぱい押したり、 引いたりすることがある		合計	
		該当	非該当		
4~60分以内	直立	度数	127	131	258
		%	49.2%	50.8%	100%
	ひねり	度数	77	82	159
		%	48.4%	51.6%	100%
	前屈小 (0~45)	度数	145	188	333
		%	43.5%	56.5%	100%
	前屈小 +ひねり	度数	57	120	177
		%	32.2%	67.8%	100%
	前屈大 (45~90)	度数	35	48	83
		%	42.2%	57.8%	100%
	前屈大 +ひねり	度数	10	20	30
		%	33.3%	66.7%	100%
前屈最大 (90以上)	度数	9	13	22	
	%	40.9%	59.1%	100%	
側屈 (横曲げ)	度数	10	12	22	
	%	45.5%	54.5%	100%	
合計	度数	470	614	1084	
	%	43.4%	56.6%	100%	

表 95 「上半身の姿勢」と「力いっぱい押す、引く」との関連 (1時間以上・設定なし)

サイクル タイム	上半身の姿勢	力いっぱい押したり、 引いたりすることがある		合計	
		該当	非該当		
1時間以上 設定なし	直立	度数	273	208	481
		%	56.8%	43.2%	100%
	ひねり	度数	94	91	185
		%	50.8%	49.2%	100%
	前屈小 (0~45)	度数	188	300	488
		%	38.5%	61.5%	100%
	前屈小 +ひねり	度数	66	123	189
		%	34.9%	65.1%	100%
	前屈大 (45~90)	度数	24	55	79
		%	30.4%	69.6%	100%
	前屈大 +ひねり	度数	7	25	32
		%	21.9%	78.1%	100%
前屈最大 (90以上)	度数	8	16	24	
	%	33.3%	66.7%	100%	
側屈 (横曲げ)	度数	9	16	25	
	%	36.0%	64.0%	100%	
合計	度数	669	834	1503	
	%	44.5%	55.5%	100%	

次に上半身における「屈曲の程度 (3 水準)」と「いっぱい腕を伸ばす」、「力いっぱい押す、引く」との交互作用について、3 要因分散分析を用いて検討した。この 3 要因分散分析に用いた変数における記述統計量を表 96 に示した。「前屈大」& 「いっぱい腕を伸ばす：該当」& 「力いっぱい押す、引く：該当」における腰痛グレードの平均値が 1.53 と最も高く、「直立」& 「いっぱい腕を伸ばす：非該当」& 「力いっぱい押す、引く：非該当」の平均値が 0.60 と最も低い値を示した。腰痛グレードを連続変数とみなして従属変数と分析に用いた。

表 96 記述統計量 従属変数: 腰痛グレード

屈曲の程度	いっぱい腕を伸ばす	力いっぱい押す、引く	平均値	標準偏差	N
直立	非該当	非該当	.60	.973	1098
		該当	.78	1.054	633
		総和	.67	1.006	1731
	該当	非該当	.64	.949	124
		該当	.95	1.179	293
		総和	.86	1.124	417
	総和	非該当	.61	.970	1222
		該当	.83	1.097	926
		総和	.70	1.033	2148
前屈小	非該当	非該当	.77	1.014	930
		該当	1.06	1.171	839
		総和	.91	1.100	1769
	該当	非該当	1.00	1.174	162
		該当	1.35	1.290	429
		総和	1.26	1.268	591
	総和	非該当	.81	1.042	1092
		該当	1.16	1.220	1268
		総和	1.00	1.154	2360
前屈大	非該当	非該当	.91	1.110	175
		該当	1.20	1.226	193
		総和	1.06	1.180	368
	該当	非該当	.98	1.111	52
		該当	1.53	1.252	162
		総和	1.40	1.239	214
	総和	非該当	.93	1.109	227
		該当	1.35	1.247	355
		総和	1.18	1.212	582
総和	非該当	非該当	.70	1.006	2203
		該当	.97	1.144	1665
		総和	.82	1.076	3868
	該当	非該当	.86	1.097	338
		該当	1.25	1.266	884
		総和	1.14	1.233	1222
	総和	非該当	.72	1.020	2541
		該当	1.07	1.195	2549
		総和	.89	1.125	5090

表 97 に分散分析表を示した。「屈曲の程度」「腕をいっぱい伸ばす」「力いっぱい押す、引く」の主効果は 0.1%水準で有意であった。交互作用項の F 値は、有意ではなかったが、「腕をいっぱい伸ばす」×「力いっぱい押す、引く」による交互作用項の F 値は 2.960（自由度 1, 5078）であり、有意傾向がみられた。それぞれの独立変数内の水準における多重比較の結果を表 98, 表 99 に示した。

表 97 被験者間効果の検定（分散分析表） 従属変数: 腰痛グレード

ソース	タイプ III 平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
修正モデル	323.387(1)	11	29.399	24.420	.000
切片	2271.303	1	2271.303	1886.628	.000
屈曲の程度	82.038	2	41.019	34.072	.000
腕をいっぱい伸ばす	20.894	1	20.894	17.355	.000
力いっぱい押す、引く	63.311	1	63.311	52.589	.000
屈曲の程度 * 腕をいっぱい伸ばす	4.032	2	2.016	1.675	.187
屈曲の程度 * 力いっぱい押す、引く	2.671	2	1.336	1.109	.330
腕をいっぱい伸ばす * 力いっぱい押す、引く	3.564	1	3.564	2.960	.085
屈曲の程度 * 腕をいっぱい伸ばす * 力いっぱい押す、引く	.856	2	.428	.356	.701
誤差	6113.381	5078	1.204		
総和	10513.000	5090			
修正総和	6436.767	5089			

表 98 「いっばいに腕を伸ばす」における多重比較

(I) いっばいに 腕を伸ばす	(J) いっばいに 腕を伸ばす	平均値の差 (I-J)	標準誤差	有意確率	差の 95% 信頼区間	
					下限	上限
非該当	該当	-.188(*)	.045	.000	-.277	-.100
該当	非該当	.188(*)	.045	.000	.100	.277

*5%水準で有意

表 99 「力いっばい押す, 引く」における多重比較

(I) 力いっばい 押す, 引く	(J) 力いっばい 押す, 引く	平均値の差 (I-J)	標準誤差	有意確率	差の 95% 信頼区間	
					下限	上限
非該当	該当	-.328(*)	.045	.000	-.416	-.239
該当	非該当	.328(*)	.045	.000	.239	.416

*5%水準で有意

各独立変数の水準における腰痛グレードの推定周辺平均を表 100 およびそのプロットを図 18~20 に示した。このモデルの交互作用項は有意ではなかったが、図 20 に示した「腕をいっばいに伸ばす」×「力いっばい押す, ひく」による推定周辺平均プロット図からは、どちらに対しても「該当」する場合、折れ線の傾きが異なる傾向がみられた。このようなリスクファクター同士が同時に存在する場合における効果については、今後、実験計画法を用いて更なる検討が必要であると考えられる。

表 100 「屈曲の程度」 * 「いっばいに腕を伸ばす」 * 「力いっばい押す, 引く」における推定周辺平均 従属変数: 腰痛グレード

屈曲の程度	いっばいに 腕を伸ばす	力いっばい 押す, 引く	平均値	標準誤差	95% 信頼区間	
					下限	上限
直立	非該当	非該当	.605	.033	.540	.670
		該当	.777	.044	.692	.863
	該当	非該当	.637	.099	.444	.830
		該当	.949	.064	.823	1.074
前屈小	非該当	非該当	.773	.036	.703	.844
		該当	1.062	.038	.988	1.136
	該当	非該当	1.000	.086	.831	1.169
		該当	1.354	.053	1.250	1.458
前屈大	非該当	非該当	.909	.083	.746	1.071
		該当	1.197	.079	1.042	1.352
	該当	非該当	.981	.152	.682	1.279
		該当	1.531	.086	1.362	1.700

腰痛グレードの推定周辺平均

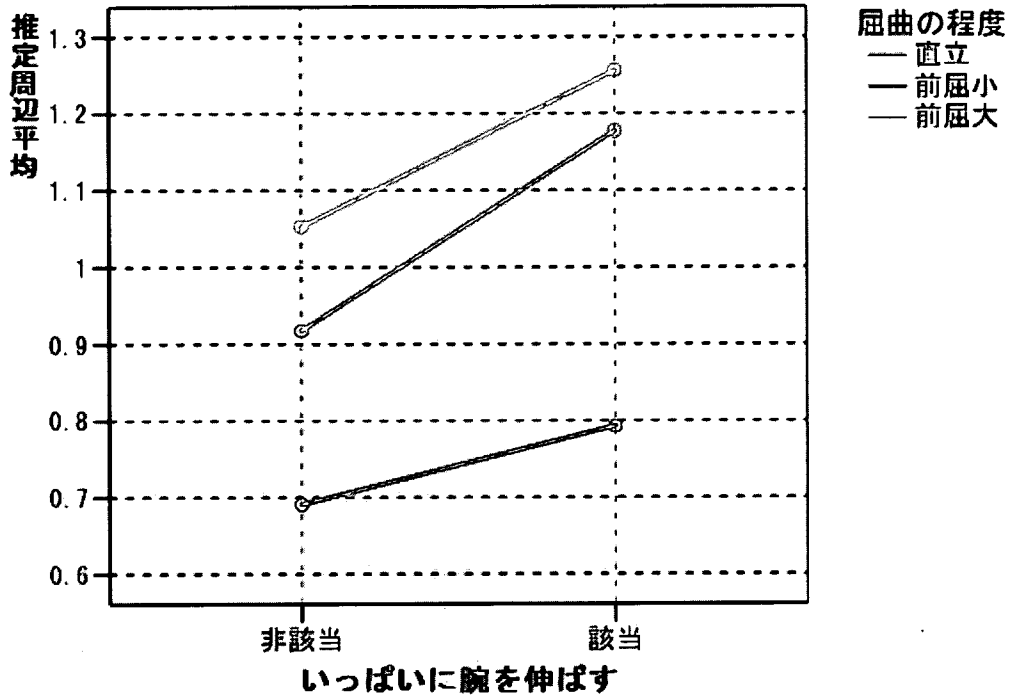


図 18

腰痛グレードの推定周辺平均

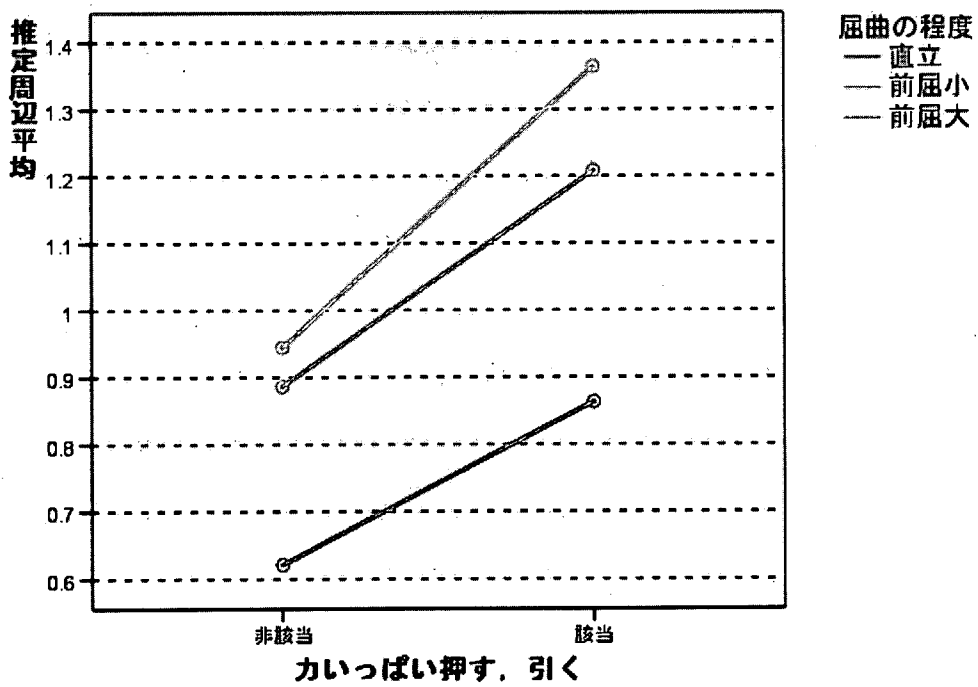


図 19

腰痛グレードの推定周辺平均

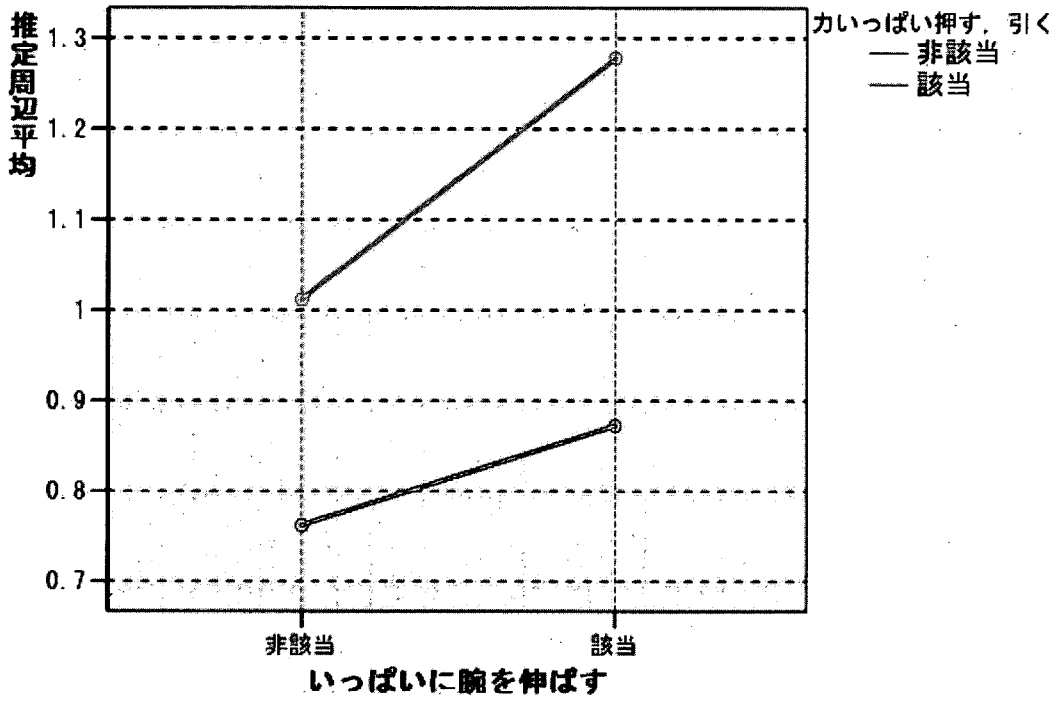


図 20

重量物の取扱との関連

次に補助なしで取り扱う重量物と腰痛グレードとの関連を検討した。表 101 にサイクルタイムと補助なしで取り扱う重量物とのクロス集計表を示した。このクロス集計表に対する χ^2 分析の結果は、0.1%水準で有意であった。サイクルタイム（4分以内）では、「取扱なし」「0～2kg 未満」「2～5kg 未満」の割合が期待値よりも高い傾向がみられた。サイクルタイム（4～60分以内）、サイクルタイム（1時間以上・設定なし）では、「10～15kg 未満」「15～20kg 未満」「20kg 以上」の割合が期待値よりも高い傾向がみられた。

表 101 サイクルタイムと「重量物の取扱」との関連

サイクルタイム		補助無しで取り扱う重量物の重さ(kg)							合計
		取り扱 いなし	0～2 未満	2～5 未満	5～10 未満	10～15 未満	15～20 未満	20 以上	
4分以内	度数	635	1109	715	425	179	190	221	3474
	%	18.3%	31.9%	20.6%	12.2%	5.2%	5.5%	6.4%	100%
4～60分	度数	96	199	252	192	160	215	260	1374
	%	7.0%	14.5%	18.3%	14.0%	11.6%	15.6%	18.9%	100%
1時間以上 設定なし	度数	201	281	297	268	193	274	377	1891
	%	10.6%	14.9%	15.7%	14.2%	10.2%	14.5%	19.9%	100%
合計	度数	932	1589	1264	885	532	679	858	6739
	%	13.8%	23.6%	18.8%	13.1%	7.9%	10.1%	12.7%	100%

サイクルタイム（4分以内）では、「取り扱いなし」において腰痛グレード0の割合が、「10～15kg 未満」において腰痛グレード4の割合が、「15～20kg 未満」において腰痛グレード3及び腰痛グレード4の割合が、「20kg 以上」において腰痛グレード2、腰痛グレード3、及び腰痛グレード4の割合が期待値よりも高い傾向がみられた。

サイクルタイム（4～60分以内）では、 χ^2 分析の結果は有意ではなかった。傾向としては、「取り扱いなし」において腰痛グレード0の割合が、「20kg 以上」において腰痛グレード3の割合が期待値よりも高い傾向がみられた。

サイクルタイム（1時間以上・設定なし）では、「取り扱いなし」において腰痛グレード0の割合が、「20kg 以上」において腰痛グレード2、及び腰痛グレード3の割合が期待値よりも高い傾向がみられた。

表 102 「重量物の取扱」と腰痛グレードとの関連 (4分以内)

サイクル タイム	重量物の取扱	腰痛グレード					合計	
		0	1	2	3	4		
4分以内	取り扱いなし	度数	293	113	84	48	9	547
		%	53.6%	20.7%	15.4%	8.8%	1.6%	100%
	0~2kg未満	度数	492	255	159	109	10	1025
		%	48.0%	24.9%	15.5%	10.6%	1.0%	100%
	2~5kg未満	度数	296	154	113	87	14	664
		%	44.6%	23.2%	17.0%	13.1%	2.1%	100%
	5~10kg未満	度数	169	96	54	57	9	385
		%	43.9%	24.9%	14.0%	14.8%	2.3%	100%
	10~15kg未満	度数	76	34	23	19	9	161
		%	47.2%	21.1%	14.3%	11.8%	5.6%	100%
	15~20kg未満	度数	66	37	24	37	9	173
		%	38.2%	21.4%	13.9%	21.4%	5.2%	100%
	20kg以上	度数	71	41	45	34	12	203
		%	35.0%	20.2%	22.2%	16.7%	5.9%	100%
合計	度数	1463	730	502	391	72	3158	
	%	46.3%	23.1%	15.9%	12.4%	2.3%	100%	

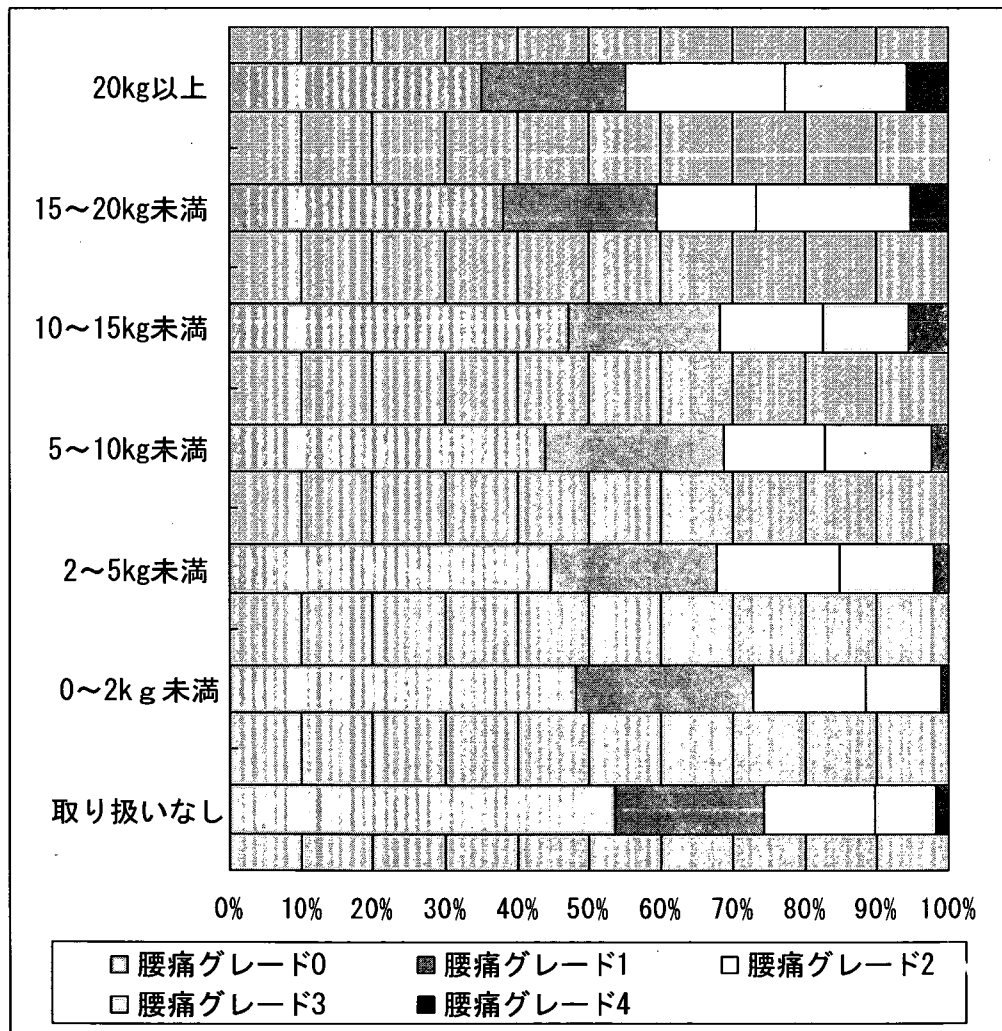


図 21 「重量物の取扱」と腰痛グレードとの関連 (4分以内)

表 103 「重量物の取扱」と腰痛グレードとの関連 (4~60分以内)

サイクル タイム	重量物の取扱	腰痛グレード					合計	
		0	1	2	3	4		
4分~ 60分以内	取り扱いなし	度数	57	6	8	7	2	80
		%	71.3%	7.5%	10.0%	8.8%	2.5%	100%
	0~2kg未満	度数	117	40	13	18	3	191
		%	61.3%	20.9%	6.8%	9.4%	1.6%	100%
	2~5kg未満	度数	128	52	23	21	6	230
		%	55.7%	22.6%	10.0%	9.1%	2.6%	100%
	5~10kg未満	度数	91	36	20	22	4	173
		%	52.6%	20.8%	11.6%	12.7%	2.3%	100%
	10~15kg未満	度数	84	26	20	12	3	145
		%	57.9%	17.9%	13.8%	8.3%	2.1%	100%
	15~20kg未満	度数	105	44	18	30	5	202
		%	52.0%	21.8%	8.9%	14.9%	2.5%	100%
	20kg以上	度数	113	53	26	37	6	235
		%	48.1%	22.6%	11.1%	15.7%	2.6%	100%
合計	度数	695	257	128	147	29	1256	
	%	55.3%	20.5%	10.2%	11.7%	2.3%	100%	

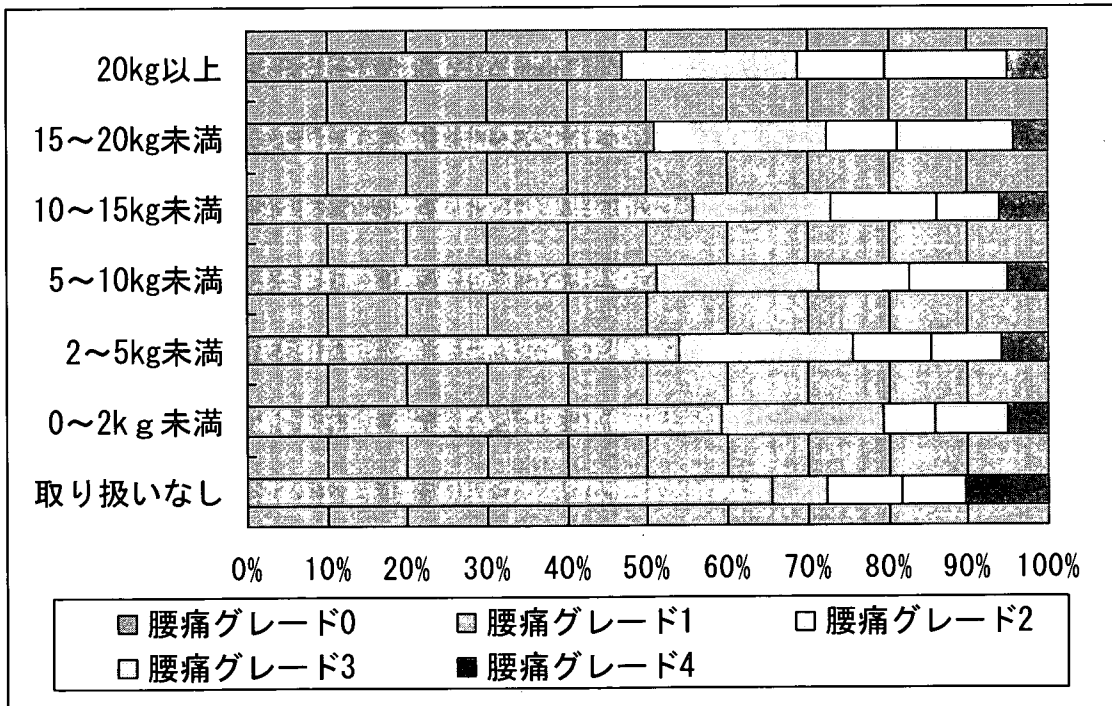


図 22 「重量物の取扱」と腰痛グレードとの関連 (4~60分以内)

表 104 「重量物の取扱」と腰痛グレードとの関連 (1時間以上・設定なし)

サイクル タイム	重量物の取扱	腰痛グレード					合計	
		0	1	2	3	4		
1時間以上 設定なし	取り扱いなし	度数	103	26	15	15	3	162
		%	63.6%	16.0%	9.3%	9.3%	1.9%	100%
	0~2kg未満	度数	166	52	23	20	4	265
		%	62.6%	19.6%	8.7%	7.5%	1.5%	100%
	2~5kg未満	度数	159	68	27	24	5	283
		%	56.2%	24.0%	9.5%	8.5%	1.8%	100%
	5~10kg未満	度数	151	50	19	23	6	249
		%	60.6%	20.1%	7.6%	9.2%	2.4%	100%
	10~15kg未満	度数	101	38	25	16	4	184
		%	54.9%	20.7%	13.6%	8.7%	2.2%	100%
	15~20kg未満	度数	134	57	29	30	7	257
		%	52.1%	22.2%	11.3%	11.7%	2.7%	100%
	20kg以上	度数	158	76	48	51	12	345
		%	45.8%	22.0%	13.9%	14.8%	3.5%	100%
合計	度数	972	367	186	179	41	1745	
	%	55.7%	21.0%	10.7%	10.3%	2.3%	100%	

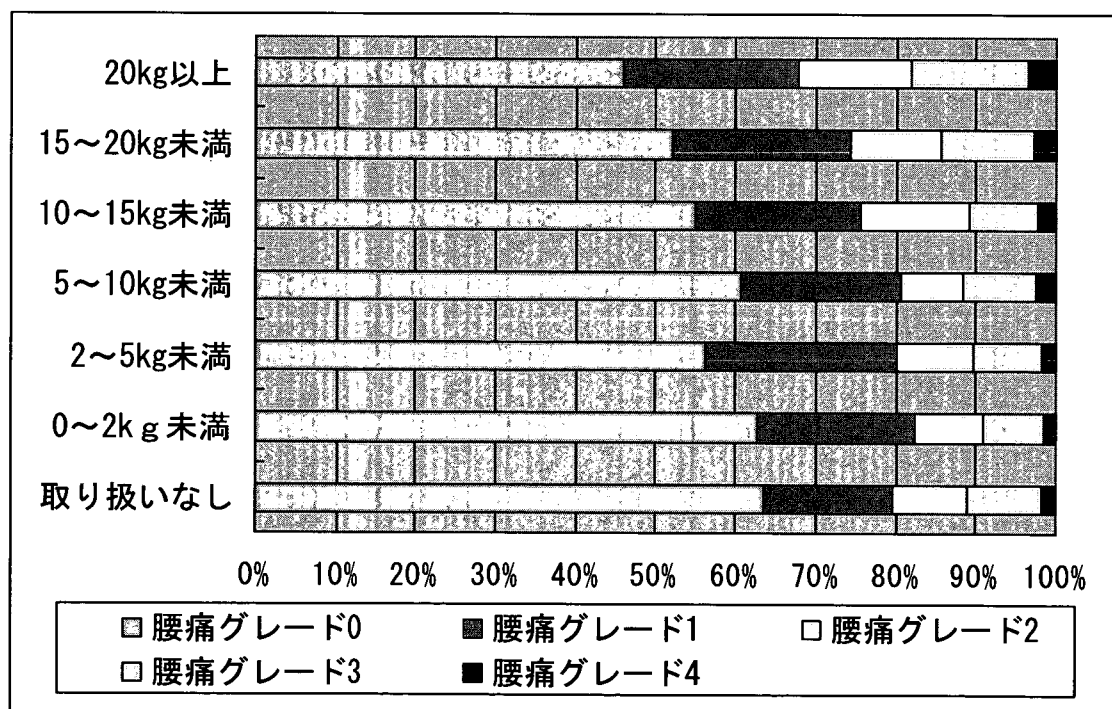


図 23 「重量物の取扱」と腰痛グレードとの関連 (4分以内)

次にサイクルタイム（3水準）と「補助なしで取り扱う重量物の重さ」との交互作用について、2要因分散分析を用いて検討した。この2要因分散分析に用いた変数における記述統計量を表105に示した。サイクルタイム（4分以内）における「取扱い重量：20kg以上」の平均値が1.38と最も高く、サイクルタイム（4～60分以内）における「取り扱いなし」の平均値が0.64と最も低い値を示した。先ほどの分析と同様に、腰痛グレードを連続変数とみなして従属変数と分析に用いた。

表 105 記述統計量 従属変数: 腰痛グレード

取扱重量（補助具なし）	サイクルタイム_3分類	平均値	標準偏差	N
取り扱いなし	4分以内	.84	1.080	547
	4～60分	.64	1.128	80
	1時間以上・設定なし	.70	1.087	162
	総和	.79	1.087	789
0～2kg未満	4分以内	.92	1.069	1025
	4～60分	.69	1.053	191
	1時間以上・設定なし	.66	1.018	265
	総和	.84	1.063	1481
2～5kg未満	4分以内	1.05	1.153	664
	4～60分	.80	1.106	230
	1時間以上・設定なし	.76	1.049	283
	総和	.93	1.127	1177
5～10kg未満	4分以内	1.07	1.175	385
	4～60分	.91	1.166	173
	1時間以上・設定なし	.73	1.095	249
	総和	.93	1.157	807
10～15kg未満	4分以内	1.07	1.263	161
	4～60分	.79	1.094	145
	1時間以上・設定なし	.83	1.098	184
	総和	.90	1.158	490
15～20kg未満	4分以内	1.34	1.318	173
	4～60分	.94	1.196	202
	1時間以上・設定なし	.91	1.159	257
	総和	1.04	1.228	632
20kg以上	4分以内	1.38	1.278	203
	4～60分	1.02	1.207	235
	1時間以上・設定なし	1.08	1.224	345
	総和	1.14	1.240	783
総和	4分以内	1.01	1.150	3158
	4～60分	.85	1.145	1256
	1時間以上・設定なし	.83	1.121	1745
	総和	.93	1.144	6159

表 106 に分散分析表を示した。「補助なしで取り扱う重量物の重さ」および「サイクルタイム」の主効果は 0.1%水準で有意であった。「補助なしで取り扱う重量物の重さ」×「サイクルタイム」による交互作用項の F 値は 0.643 (自由度: 12, 6138) であり、有意ではなかった。

表 106 被験者間効果の検定 (分散分析表) 従属変数: 腰痛グレード

ソース	タイプ III 平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
修正モデル	179.318	20	8.966	6.985	.000
切片	3749.945	1	3749.945	2921.250	.000
取り扱う重量物の重さ	99.953	6	16.659	12.977	.000
サイクルタイム	93.478	2	46.739	36.410	.000
取り扱う重量物の重さ * サイクルタイム	9.907	12	.826	.643	.807
誤差	7879.216	6138	1.284		
総和	13343.000	6159			
修正総和	8058.534	6158			

腰痛グレードの推定周辺平均

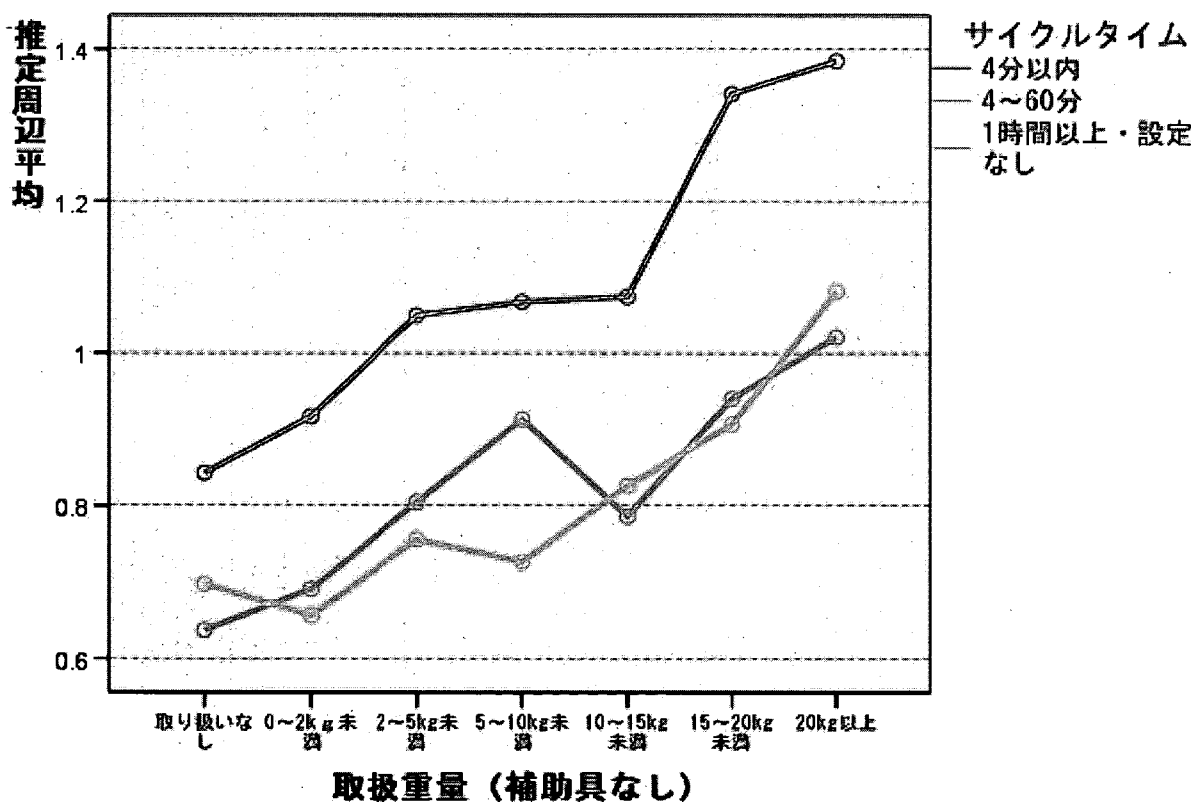


図 24

次に重量物の移動距離（垂直方向・水平方向）と腰痛グレードとの関連を検討した。

サイクルタイムと重量物の移動（垂直方向）とのクロス集計表を表 107 に示した。サイクルタイム毎に重量物の移動距離（垂直方向）と腰痛グレードとのクロス集計表を表 108 に示した。どのサイクルタイムにおいても、検定結果は 1%水準で有意であった。サイクルタイム（4分以内）では、「取り扱いなし」において腰痛グレード 0 の割合が、「100cm 以上」において腰痛グレード 3 の割合が期待値よりも高い傾向がみられた。サイクルタイム（4～60分以内）では、「取り扱いなし」において腰痛グレード 0 の割合が、「30～100cm 未満」において腰痛グレード 3 の割合が期待値よりも高い傾向がみられた。サイクルタイム（1時間以上・設定なし）では、「取り扱いなし」「10cm 未満」「10～30cm 未満」において腰痛グレード 0 の割合が、「30～100cm 未満」において腰痛グレード 1 の割合が、「100cm 以上」において腰痛グレード 4 の割合が期待値よりも高い傾向がみられた。

表 107 サイクルタイムと重量物の移動（垂直方向）とのクロス集計表

サイクルタイム		重量物の移動（垂直方向）				合計
		10cm 未満	10～30cm 未満	30～100cm 未満	100cm 以上	
4分以内	度数	332	629	1121	428	2510
	%	13.2%	25.1%	44.7%	17.1%	100%
4～60分	度数	102	212	538	307	1159
	%	8.8%	18.3%	46.4%	26.5%	100%
1時間以上 設定なし	度数	138	275	666	431	1510
	%	9.1%	18.2%	44.1%	28.5%	100%
合計	度数	572	1116	2325	1166	5179
	%	11.0%	21.5%	44.9%	22.5%	100%

表 108 サイクルタイムによる多重クロス集計 重量物の移動（垂直方向）×腰痛グレード

サイクル タイム	重量物の移動距離 (垂直)		腰痛グレード					合計
			0	1	2	3	4	
4分以内	10cm未満	度数	166	73	47	24	8	318
		%	52.2%	23.0%	14.8%	7.5%	2.5%	100%
	10～30cm未満	度数	270	144	92	70	13	589
		%	45.8%	24.4%	15.6%	11.9%	2.2%	100%
	30～100cm未満	度数	456	247	170	137	25	1035
		%	44.1%	23.9%	16.4%	13.2%	2.4%	100%
	100cm以上	度数	146	95	60	70	14	385
		%	37.9%	24.7%	15.6%	18.2%	3.6%	100%
	合計	度数	1038	559	369	301	60	2327
		%	44.6%	24.0%	15.9%	12.9%	2.6%	100%
4分～ 60分以内	10cm未満	度数	67	19	5	8	0	99
		%	67.7%	19.2%	5.1%	8.1%	0.0%	100%
	10～30cm未満	度数	107	48	16	19	7	197
		%	54.3%	24.4%	8.1%	9.6%	3.6%	100%
	30～100cm未満	度数	252	108	60	70	8	498
		%	50.6%	21.7%	12.0%	14.1%	1.6%	100%
	100cm以上	度数	152	59	28	30	10	279
		%	54.5%	21.1%	10.0%	10.8%	3.6%	100%
	合計	度数	578	234	109	127	25	1073
		%	53.9%	21.8%	10.2%	11.8%	2.3%	100%
1時間以上 設定なし	10cm未満	度数	81	25	12	8	2	128
		%	63.3%	19.5%	9.4%	6.3%	1.6%	100%
	10～30cm未満	度数	159	50	24	18	8	259
		%	61.4%	19.3%	9.3%	6.9%	3.1%	100%
	30～100cm未満	度数	316	159	69	77	10	631
		%	50.1%	25.2%	10.9%	12.2%	1.6%	100%
	100cm以上	度数	212	77	52	47	16	404
		%	52.5%	19.1%	12.9%	11.6%	4.0%	100%
	合計	度数	768	311	157	150	36	1422
		%	54.0%	21.9%	11.0%	10.5%	2.5%	100%

サイクルタイムと重量物の移動（水平方向）とのクロス集計表を表 109 に示した。サイクルタイム毎に重量物の移動距離（水平方向）と腰痛グレードとのクロス集計表を表 110 に示した。χ² 検定の結果は、サイクルタイム（4 分以内）において、0.1%水準で有意であった。サイクルタイム（4～60 分以内）において 5%水準で有意、サイクルタイム（1 時間以上・設定なし）においては、有意傾向（10%水準）がみられた。

サイクルタイム（4 分以内）では、「取り扱いなし」において腰痛グレード 0 の割合が、「100cm 以上」において腰痛グレード 3 および腰痛グレード 4 の割合が期待値よりも高い傾向がみられた。サイクルタイム（4～60 分以内）では、「取り扱いなし」において腰痛グレード 0 の割合が、「30～100cm 未満」において腰痛グレード 3 の割合が期待値よりも高い傾向がみられた。サイクルタイム（1 時間以上・設定なし）では、「取り扱いなし」「10cm 未満」において腰痛グレード 0 の割合が期待値よりも高い傾向がみられた。

表 109 サイクルタイムと重量物の移動（水平方向）とのクロス集計表

サイクルタイム		重量物の移動（水平方向）				合計
		10cm 未満	10～30cm 未満	30～100cm 未満	100cm 以上	
4 分以内	度数	231	284	701	928	2144
	%	10.8%	13.2%	32.7%	43.3%	100%
4～60 分	度数	65	121	323	533	1042
	%	6.2%	11.6%	31.0%	51.2%	100%
1 時間以上 設定なし	度数	98	160	374	741	1373
	%	7.1%	11.7%	27.2%	54.0%	100%
合計	度数	394	565	1398	2202	4559
	%	8.6%	12.4%	30.7%	48.3%	100%

表 110 サイクルタイムによる多重クロス集計 重量物の移動（水平方向）×腰痛グレード

サイクル タイム	重量物の移動距離 (水平)		腰痛グレード					合計	
			0	1	2	3	4		
4分以内	10cm未満	度数	113	60	34	13	3	223	
		%	50.7%	26.9%	15.2%	5.8%	1.3%	100%	
	10～30cm未満	度数	132	47	46	32	7	264	
		%	50.0%	17.8%	17.4%	12.1%	2.7%	100%	
	30～100cm未満	度数	290	159	100	95	15	659	
		%	44.0%	24.1%	15.2%	14.4%	2.3%	100%	
	100cm以上	度数	341	205	145	129	28	848	
		%	40.2%	24.2%	17.1%	15.2%	3.3%	100%	
	合計		度数	876	471	325	269	53	1994
			%	43.9%	23.6%	16.3%	13.5%	2.7%	100%
	4分～ 60分以内	10cm未満	度数	42	13	3	6	1	65
			%	64.6%	20.0%	4.6%	9.2%	1.5%	100%
10～30cm未満		度数	64	21	17	8	5	115	
		%	55.7%	18.3%	14.8%	7.0%	4.3%	100%	
30～100cm未満		度数	145	66	32	51	5	299	
		%	48.5%	22.1%	10.7%	17.1%	1.7%	100%	
100cm以上		度数	262	104	49	59	14	488	
		%	53.7%	21.3%	10.0%	12.1%	2.9%	100%	
合計		度数	513	204	101	124	25	967	
		%	53.1%	21.1%	10.4%	12.8%	2.6%	100%	
1時間以上 設定なし		10cm未満	度数	61	14	10	5	1	91
			%	67.0%	15.4%	11.0%	5.5%	1.1%	100%
	10～30cm未満	度数	91	28	21	9	2	151	
		%	60.3%	18.5%	13.9%	6.0%	1.3%	100%	
	30～100cm未満	度数	186	81	37	43	6	353	
		%	52.7%	22.9%	10.5%	12.2%	1.7%	100%	
	100cm以上	度数	356	166	79	82	20	703	
		%	50.6%	23.6%	11.2%	11.7%	2.8%	100%	
	合計		度数	694	289	147	139	29	1298
			%	53.5%	22.3%	11.3%	10.7%	2.2%	100%

第3章

腰痛リスクステージ推定ツールの再構築

平成19年度においては、順序回帰分析に投入する独立変数の見直しを行なうことにより、推定に用いる回帰係数（パラメータ）の最適化を行ない、推定精度の向上を目指した。本研究において開発を目的とした腰痛発症リスクステージ評価ツールは、前年度までの調査研究によって得られた調査データの解析結果をベースとしている。具体的には、本研究によって開発された腰痛グレードを従属変数とし、腰痛のリスクファクターであると考えられる作業関連因子を独立変数とした、一般化線型モデルの一つである順序回帰分析を行い、得られた回帰式により、腰痛発症リスクを推定する手法を採用している。順序回帰分析の特徴は、順序尺度水準の変数を従属変数とする点である。本研究の解析における従属変数である腰痛グレードは、「腰痛なし（None）」から「重度（Severe）」までの順序尺度水準の変数であり、順序付き離散データである。腰痛グレードにおける各順序カテゴリの状態（分布）を確認した結果、「腰痛なし」カテゴリが最も多く、次いで「軽度（Mild）」「中度（Moderate）」「重度（Severe）」の順であった（図25）。このことから、“Negative log -log” $[-\log(-\log(1-r_j)) = \theta_j - (\beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k)]$ をリンク関数として用いた。また、パラメータの推定には最尤法を用いた。

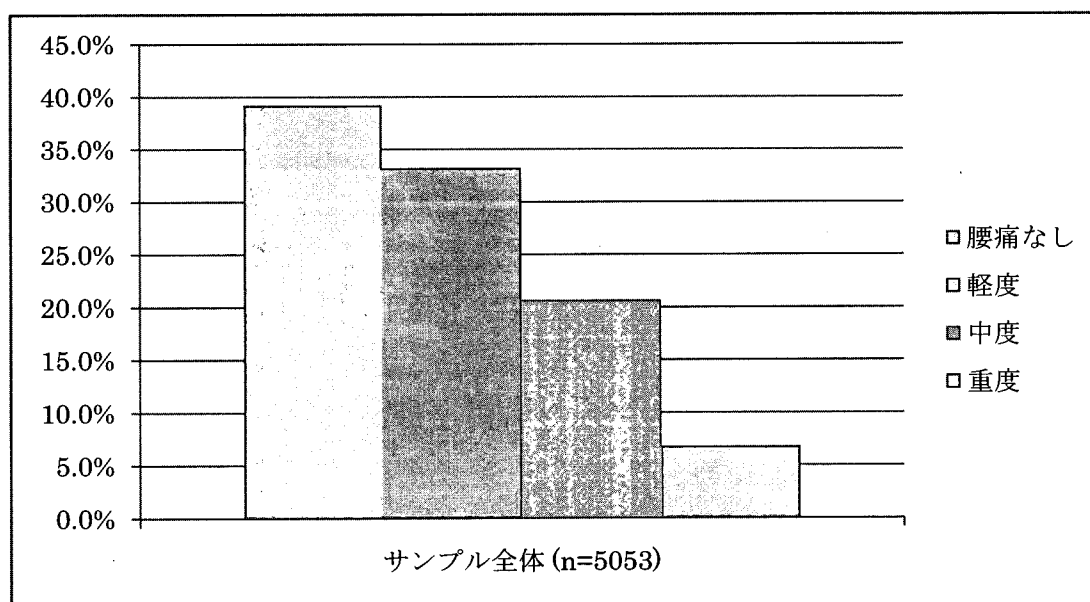


図 25. サンプル全体の腰痛グレード

順序回帰分析に投入する独立変数の見直し

本研究では、腰痛の程度を順序尺度水準の変数である腰痛グレードによって評価し、作業の反復性（サイクルタイム）の水準別に、腰痛に対するリスクファクターと考えられる因子が腰痛に与える影響について分析してきた。モデルに投入する独立変数間において、

その出現傾向は、真に独立ではなく、互いに関連している傾向がみられた。このような変数間の関連は、多重共線性の問題を引き起こし、推定精度の低下、リスクファクターの影響度の過大（過小）評価する恐れがある。そこで本研究では、Wald 統計量を指標とした変数減少法を用い、投入する独立変数の最適化を試みた。また、本研究の対象は製造業に従事する一般の作業員である。短時間のサイクルタイム内に、繰り返し同様の作業を行なうような自動車組立作業から、同様の作業を繰り返すが、サイクルタイムが一定ではなく、その工程に要する時間が1時間以上のような作業までが含まれている。作業の反復性水準毎に、腰痛の程度とそのリスクファクターとの関係性を評価することが重要であると考えられる。本研究における一連の調査によって得られたデータ内におけるサイクルタイムの分布を検討した結果、作業の反復性水準として、4分未満と4分以上に大別されることが示唆されたことから、本研究における腰痛リスクステージ推定ツールにおけるパラメータ解析においては、サンプルデータを4分未満と4分以上とに層別化して解析することとした。

「サイクルタイム4分未満」におけるパラメータの推定

サイクルタイム4分未満のサンプル（ $n=2259$ ）を分析対象とした順序回帰分析を行なった。独立変数の選択にあたっては、これまでみてきた単変量解析における結果を基に初期モデルとしてそれらの変数をすべて投入したモデルを求め、次に各独立変数の回帰係数 B における Wald 統計量が 2.0 を満たさない変数をモデルから除外した。モデルに組み込むすべての独立変数がこの基準（Wald 統計量 2.0）を満たすモデルを最終モデルとした。サイクルタイム（4分以内）における順序回帰分析の独立変数として用いた変数の要約を表 111 に示した。順序回帰分析の結果、最終的にモデルに組み込まれた独立変数とその統計量およびパラメータを表 112 に示した。このモデルにおける疑似 R^2 （Cox-Snell 法による）は、0.178 であった。

「サイクルタイム4分以上」におけるパラメータの推定

サイクルタイム4分以上のサンプル（ $n=2794$ ）を分析対象として、「サイクルタイム4分未満」のケースと同様の解析を行なった。最終的なモデルに独立変数として組み込まれた変数の要約を表 113 に、各統計量およびパラメータ推定値を表 114 に示した。このモデルにおける疑似 R^2 （Cox-Snell 法による）は、0.108 であった。

表 111 サイクルタイム4分未満における独立変数の度数分布

変数名	水準	n	%
勤務歴	1ヶ月未満	52	3.8%
	1ヶ月～3ヶ月未満	94	7.0%
	3ヶ月～6ヶ月未満	72	5.3%
	6ヶ月～1年未満	152	11.3%
	1年～2年未満	199	14.7%
	2年～5年未満	275	20.4%
	5年～10年未満	214	15.8%
	10年以上	293	21.7%
勤務形態	常昼	289	21.4%
	常夜	36	2.7%
	交代	1026	75.9%
過去の運動習慣	全くやっていたなかった	600	25.1%
	少しはやっていた	963	40.4%
	運動部(クラブ)でかなりやっていた	823	34.5%
作業環境： 担当する持ち場が広すぎる	該当	291	21.5%
	非該当	1060	78.5%
主観的な作業速度	非常に早い	363	26.9%
	少し早い	550	40.7%
	ある程度余裕	127	9.4%
	かなり余裕	19	1.4%
	ちょうど良い	292	21.6%
作業中に、首を前後左右に大きく曲げる、またはひねる	全くない	398	29.5%
	ある	783	58.0%
	かなりある	170	12.6%
振動工具を使用する作業がある	全くない	519	38.4%
	ある	422	31.2%
	かなりある	410	30.3%
作業中に、何かを力いっぱい引っ張る、あるいは押す	全くない	394	29.2%
	ある	696	51.5%
	かなりある	261	19.3%

表 111 サイクルタイム 4 分未満における独立変数の度数分布 (続き)

変数名	水準	n	%
上半身の作業姿勢	直立	292	21.6%
	ひねり	214	15.8%
	前屈小 (0~45)	409	30.3%
	前屈小+ひねり	222	16.4%
	前屈大 (45~90)	81	6.0%
	前屈大+ひねり	60	4.4%
	前屈最大 (90 以上)	20	1.5%
	側屈 (横曲げ)	53	3.9%
下半身の作業姿勢	中腰または足を踏ん張る	537	39.7%
	しゃがみまたは座っている	113	8.4%
	立っている	701	51.9%
姿勢保持時間	1 秒以内	121	5.1%
	1~5 秒	736	30.8%
	5~10 秒	585	24.5%
	10~30 秒	531	22.3%
	30 秒以上	413	17.3%
作業中の上半身のサポート	片手で支える	115	8.5%
	ない	1125	83.3%
	ある	111	8.2%
作業中に、 いっばいに腕を伸ばす	該当	360	26.6%
	非該当	991	73.4%
補助具なしでの取扱重量	0~2kg 未満	575	42.6%
	2~5kg 未満	342	25.3%
	5~10kg 未満	191	14.1%
	10~15kg 未満	69	5.1%
	15~20kg 未満	87	6.4%
	20kg 以上	87	6.4%
上記、重量物の移動距離 (上下方向)	10cm 未満	193	14.3%
	10~30cm 未満	335	24.8%
	30~100cm 未満	560	41.5%
	100cm 以上	195	14.4%
	取扱なし	68	5.0%